

333.783

GOVP1201327107

333.783 -13 10

한라산국립공원 자연자원조사

2012. 12

제주특별자치도 한라산연구소

발 간 사

한라산은 우리나라를 대표하는 상징이자 유네스코(UNESCO) 세계 자연유산으로 등재되어 우리가 길이 보존해야 될 인류 공동의 유산이 되었습니다. 이는 1966년 천연보호구역, 1970년 국립공원으로 지정된 후 2002년 생물권보전지역지정, 2007년 세계자연유산등재, 2010년 세계 지질공원인증을 받는 등 유네스코 자연과학부문 3관왕을 달성하여 명실상부한 자연자원의 보고로 입증된 것입니다.

한라산국립공원 자연자원조사는 1992년에 내부부에서 1기 자연자원 조사를 실시하였고, 2001~2002년에 국립공원관리공단에서 2기 조사 실시, 이번에는 한라산을 전담 연구하는 한라산연구소가 최초로 제주특별자치도 자체적으로 연구를 제3기 자연자원조사를 수행하게 되었습니다.

이번 한라산국립공원자연자원조사는 자연자원분야, 인문환경분야 총 21개 분야를 세분화하여 제주특별자치도 자체 연구 인력을 최대한 활용하여 자체조사 8개 분야, 외부조사의뢰 13개 분야로 나누어서 수행하였으며, 도에서 수행할 수 없는 부분은 관련분야 전문가들로 구성하여 1년 동안의 조사결과를 수록하였습니다.

본 자연자원조사보고서가 제주도 자체적으로 수행된 것인 만큼 자부심을 느끼고, 앞으로 한라산국립공원이 체계적인 보존·관리를 위한 중요한 자료로 쓰일 수 있길 바라며, 발간될 수 있도록 노력해주신 참여연구원들과 직원여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2013. 2.

제주특별자치도 한라산연구소장 양 영 환

과업수행자

본 한라산국립공원 자연자원조사는 다음과 같은 조사단을 중심으로 수행하였다.

한라산국립공원 자연자원조사 조사단

구 분		성 명	소 속	보조원
자연환경	지형경관	김태호	제주대학교	
	지 질	전용문	세계자연유산관리단	
	식 생	고정균	한라산연구소	
	유관속식물상	문명옥	제주대학교	
	담수조류	박정원	국립공원연구원	
	지의류상	허재선	순천대학교	
	선태식물상	임은영	일본 나가사키대학	
	포유동물 서식현황	오장근	한라산연구소	
	조류분포조사	김완병	민속자연사박물관	
	양서파충류	김영호	환경부 영산강유역환경청	
	육상곤충	정상배	제주생물종다양성연구소	
	한라산내 습지의 수서곤충 분포 특성	정상배	(사)제주자연학교	양경식이영돈
	고등균류	이정배	농업기술원	
	토 양	고석형	한라산연구소	강태우
	토양미생물	현해남	제주대학교	좌재호
	탄소저장량	박인협	순천대학교	김권수
인문환경	인문환경	부정화	한라산국립공원관리사무소	부재윤
	역사·문화	고윤정	한라산연구소	신용만
	경제적가치평가	심규원	국립공원연구원	
	탐방행태 및 수용력평가	권헌교	국립공원연구원	
	한라산국립공원 등반로 훼손지조사	송국만	제주대학교	

<유관속식물>



<대흥란>



<모데미풀>



<목련>



<백운란>



<분단나무>



<산개버찌나무>



<석곡>



<암매>

<유관속식물>



<으름난초>



<자주땅귀개>



<정금나무>



<참꽃나무>



<콩짜개란>



<한라솜다리>



<한라송이풀>



<구상나무>

<양서파충류>



<누룩뱀>



<대륙유혈목이>



<도마뱀>



<무당개구리>



<북방산개구리>



<북방산개구리 알 덩어리>



<비바리뱀>



<쇠살모사>

<양서파충류>



<실뱀>



<유혈목이>



<제주도롱뇽>



<제주도롱뇽 알 주머니>



<줄장지뱀>



<참개구리>



<청개구리>

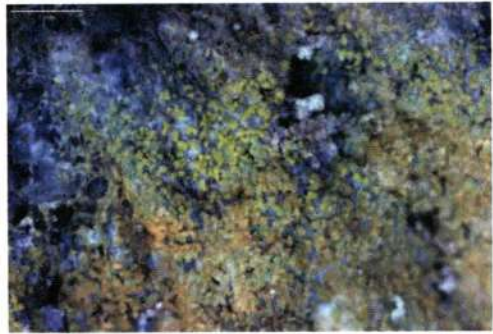


<청개구리 알덩어리>

<지의류>



<*Scoliciosporum hallaensis* S.Y.Kondr. & J.-S. Hur sp. nova>



<*Caloplaca hallasanensis* S.Y.Kondr., S.O. Oh & J.-S. Hur sp. nova>



<*Ochrolechia trochophora*>



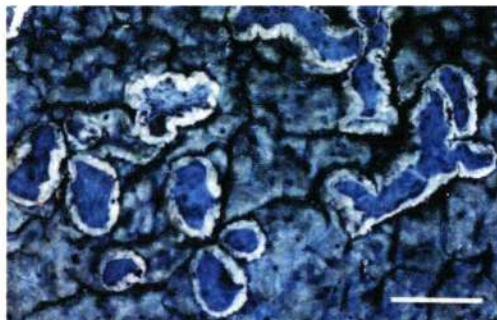
<*Anthracothecium macrosporum*>



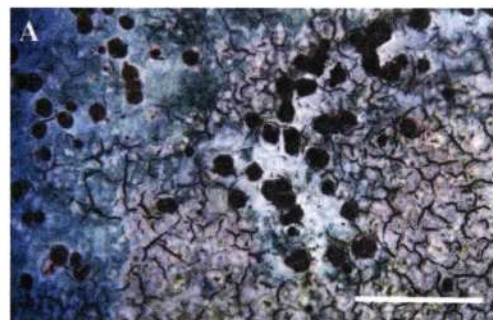
<*Magalospora tuberculosa*>



<*Rhizocarpon geographicum*>



<*Leiorreuma exaltatum*>



<*Trapelia coarctata*>

<선태식물>



<접천민서리이끼>



<아기방울이끼>



<타조이끼와 큰솔이끼>



<실털깃털이끼>



<둥근날개이끼>



<털엄마이끼>



<가시세줄이끼>



<산리본이끼>

<지형경관>



<백록담 서벽>



<백록담 분화구>



<성널오름>



<도근천 상류-선녀폭포>



<효돈천>



<물장오리 화구호>



<이끼폭포>



<1100고지 습지>

<지형경관>



<영실 병풍바위>



<아흔아홉골의 남근석>



<삼각봉>



<왕관릉>



<어리목 탐방로>



<영실 탐방로>



<돈내코 탐방로>



<성판악 탐방로>

<포유류>



<관박쥐>



<꽃사슴>



<노루>



<다람쥐>



<멧돼지>



<붉은박쥐>



<제주죽제비>



<제주등줄쥐>

<곤충류>



<굴뚝나비>



<꼬마꽃등에>



<날개잠자리>



<대모송장벌레>



<두점박이사슴벌레>



<둥글목남가뢰>



<먹그늘나비>



<밀잠자리>

<곤충류>



<베치레잠자리>



<부채장수잠자리>



<산굴뚝나비>



<송장풍뎅이>



<암검은표범나비>



<애기뿔소똥구리>



<점박이큰벼앞벌레>



<제주풍뎅이>

<고등균류>



<상아색다발송이>



<털작은잎술잔버섯>



<달걀버섯>



<주름버섯>



<앵두낙엽버섯>



<동충하초>



<목이>



<우산버섯>

<고등균류>



<삼색도장버섯>



<말뚝버섯>



<민긴뿌리버섯>



<황금흰목이>



<균생사슴불버섯>



<콩두건버섯>



<장미잔나비버섯>



<노린재동충하초>

<조류>



<큰오색딱다구리>



<팔색조>



<긴꼬리딱새>



<큰유리새>



<섬휘파람새>



<흰눈썹황금새>

<역사문화자원 -지정문화재->



<한라산 선작지왓-명승 제91호>



<제주의 한란(천연기념물 제191호)>



<봉개동왕벚나무자생지(천연기념물 제159호)>



<제주마(천연기념물 제347호)>



<제주물장오리오름(천연기념물 제517호)>



<존자암지세존사리탑(유형문화재 제17호)>



<제주어승생악일제동굴진지(등록문화재 제307호)>



<화암사판 묘법연화경 권4(유형문화재 제19-2호)>

<역사문화자원 -비지정문화재->



<관음사>



<천왕사>



<석굴암>



<영원사>



<한라산개방평화기념비>



<평정기념비>



제주목사 마애명

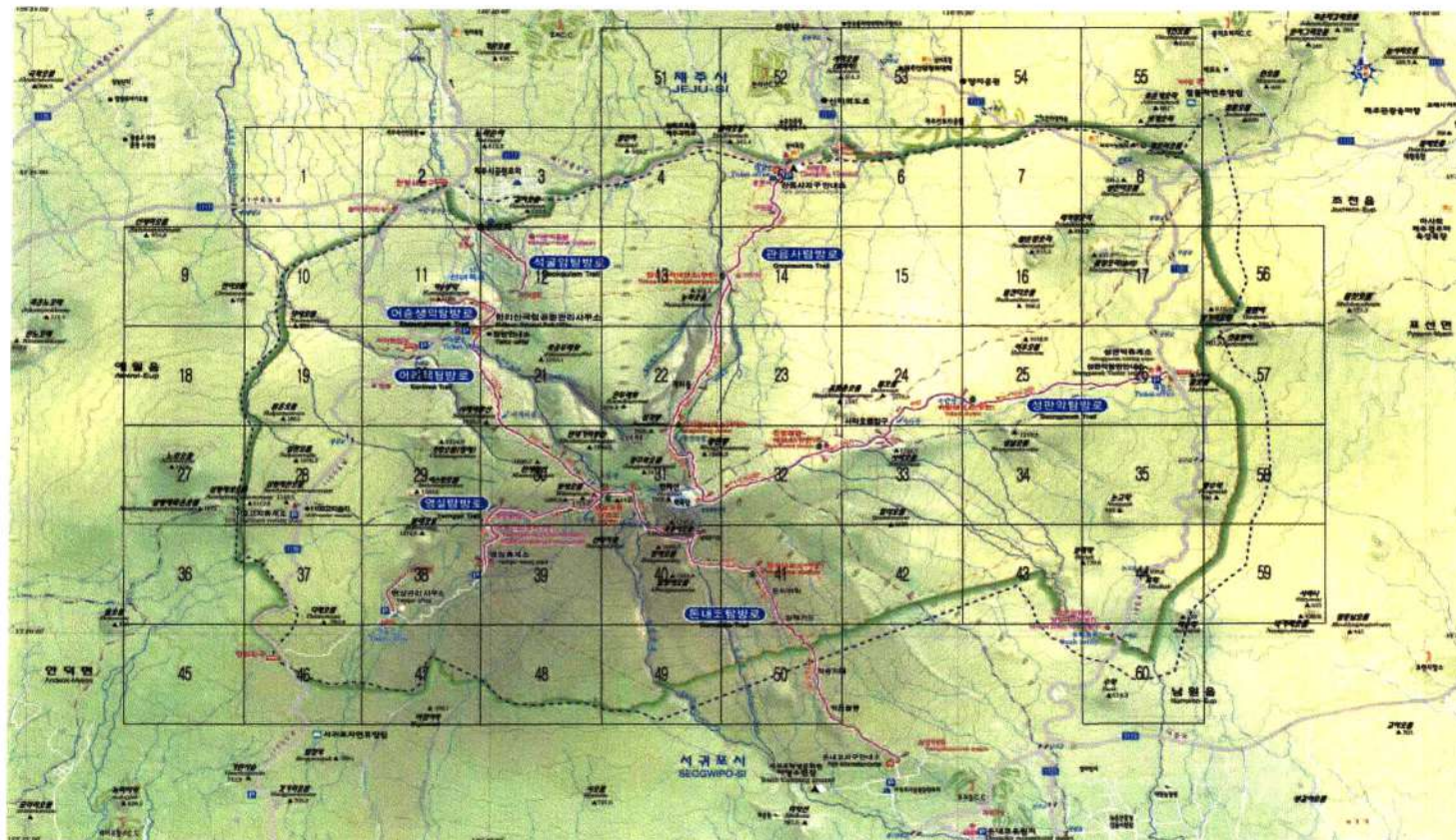


오연절구 한시
<백록담 마애명>



유배인 마애명

<한라산국립공원 조사격자>



<목 차>

I. 과업개요	1
1. 과업개요	3
II. 분야별 자원조사	
1. 지형경관	7
2. 지질	47
3. 식생	85
4. 유관속식물상	105
5. 담수조류	131
6. 지의류	147
7. 선대식물상	187
8. 포유류	195
9. 조류	229
10. 양서·파충류	265
11. 곤충	283
12. 수서곤충	303
13. 고등균류	329
14. 토양	351
15. 토양미생물	393
16. 탄소저장량	407
17. 인문환경	429
18. 역사·문화	461
19. 경제적 가치평가	499
20. 탐방행태 및 수용력평가	517
21. 훼손지	539

I . 과업개요

여 백

1. 과업개요

한라산국립공원은 제주도의 상징으로 인류공동유산인 세계자연유산으로 지정되었으며, 1966년 천연보호구역지정, 1970년에 우리나라에서 7번째로 국립공원으로 지정되었다. 한라산국립공원 자연자원조사는 1992년에 1기 자연자원조사를 실시한 후, 2기 자연자원조사를 2001~2002년도에 실시하였고, 자연공원법 제36조, 시행령 제27조 1항의 규정에 따라 이번 3기 자연자원조사를 실시하게 되었다.

가. 과업목적

한라산국립공원 내 자연자원의 현황 및 변화추이에 대한 주기적인 조사를 실시하여 공원관리를 위한 기초 자료로 활용하고, 생태계 보존 차원에서 국립공원의 효율적인 관리를 위한 과학적인 자료를 제시함으로써 자연생태계 및 경관 보존 관리에 필요한 자료 획득 및 방안을 마련하여 한라산국립공원의 보존관리를 체계화하는 자료로 쓰이게 되도록 하는데 있다.

나. 조사기간 및 지역

- 조사지역 : 한라산국립공원 지역 (153.332km²)
- 기 간 : 2012년 3월 ~ 12월 (9개월)

다. 조사내용

- 자연자원조사 : 총 21개 분야 세분화하여 조사조사
 - 생물자원 및 비생물자원 조사 : 한라산국립공원을 2km×2km(4.0km²)규모의 60개 구역으로 격자화하여 전수 조사 실시
- 자연자원조사를 근거로 공원자원 보전대책 제시

○ 자연자원 분야별 세부 조사내역

구 분	분 류	조사분야
자연 자원 (16개)	식물분야(5개)	식생, 식물상, 담수조류, 지의류, 선태류
	동물분야(5개)	포유류, 조류, 양서·파충류, 곤충류, 저서성대형무척추동물
	미세균류군(2개)	고등균류, 토양미생물
	비생물분야(4개)	지형 경관, 지질, 토양, 탄소저장량,
인문 환경 (5개)	인문·사회· 역사·문화(5개)	인문·사회환경, 역사·문화자원, 경제적 가치평가, 탐방행태 및 수용력평가, 훼손지역 조사

라. 한라산국립공원 조사지역 격자



II. 분야별 자원조사

여 백

지형경관

조사위원 : 김태호

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

가. 조사범위

나. 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 화산지형

나. 동굴지형

다. 하천지형

라. 습지지형

마. 풍화지형

바. 주빙하지형

4. 요약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

표고 1,950m의 남한 최고봉인 한라산은 정상부를 중심으로 153.3km²의 구역이 국립공원으로 지정되어 있다. 한라산국립공원의 규모는 동서길이 14.4km, 남북길이 9.8km로 제주도 전체면적의 8.2%를 차지하고 있다. 동서방향으로 뻗은 한라산의 산릉이 제주시와 서귀포시의 행정계를 이루고 있으며, 행정구역별 한라산국립공원의 면적은 제주시 91.6km², 서귀포시 61.7km²이다.

한라산국립공원 가운데 면적 91.7km²의 구역은 국립공원으로 지정되기 이전인 1966년 10월 12일 문화재보호법에 의해 천연기념물 제182호 한라산천연보호구역으로 지정되었다. 그러나 1970년 3월 24일 국내 7번째의 국립공원으로 지정되면서 비로소 한라산에 대한 체계적인 관리가 이루어지기 시작하였다. 2002년 12월 16일에는 유네스코 생물권보전지역으로 지정되었으며, 2007년 6월 27일에는 거문오름 용암동굴계, 성산 일출봉과 함께 국내 최초로 유네스코 세계자연유산으로 지정되었다.

한편, 우리나라의 20개 국립공원 가운데 산악형 국립공원은 한라산국립공원을 포함하여 전부 15개로 전체 국립공원의 75%를 차지하고 있다. 이들 산악형 국립공원은 대부분 화강암과 편마암 분포지역에 소재하고 있다. 예를 들면, 설악산국립공원을 비롯하여 오대산국립공원, 북한산국립공원, 속리산국립공원, 월출산국립공원은 중생대 쥐라기의 화강암 산지에 위치하며, 지리산국립공원을 비롯하여 덕유산국립공원, 소백산국립공원은 선캄브리아기의 편마암 산지에 분포하고 있다. 반면에 한라산국립공원은 최신의 지질시대인 신생대 제4기의 분화활동으로 만들어진 제주도의 중앙에 출현하고 있다. 따라서 지질뿐 아니라 형성과정도 한반도 국립공원의 산지와는 크게 다르기 때문에 한라산국립공원에는 한반도 산지에서는 좀처럼 경험하기 어려운 독특한 지형경관이 발달한다.

본 조사는 '2012년 한라산국립공원 자연자원조사'의 일환으로 실시되었다. 자연경관은 지형, 지질, 토양, 기후, 수문, 식생, 동물 등 많은 인자가 자연지리학적 또는 생태학적으로 결합됨으로써 만들어진다. 이들 인자 가운데 지형은 식생과 더불어 국립공원의 산악경관을 시각적으로 결정하는 가장 기본적인 자연자원으로 볼 수 있다. 따라서 본 조사에서는 한라산국립공원에 분포하는 지형경관을 대상으로 이미 알려진 지형의 확인과 더불어 새로운 지형을 발굴하고, 이들 지형의 형태, 형성과정, 분포 등 지형학적 특성을 파악함으로써 향후 국립공원의 체계적인 관리와 보전은 물론 지속가능한 활용에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사범위

2012년도 자연자원조사를 위하여 공원구역 외곽에 위치한 6개 그리드(1, 9, 45, 51, 52, 53)를 포함하여 전부 60개의 그리드가 한라산국립공원에 설정되었다. 그러나 지형경관 조사는 공원구역으로 국한하였다(그림 1). 한라산국립공원의 수리적 위치를 살펴보면, 최북단은 제주시 봉개동으로 북위 $33^{\circ}25.752'$, 최남단은 서귀포시 대천동으로 북위 $33^{\circ}19.264'$ 이며, 최서단은 서귀포시 중문동으로 동경 $126^{\circ}27.093'$, 최동단은 서귀포시 남원읍 신례리로 동경 $126^{\circ}37.996'$ 이다. 한라산국립공원은 축척 1:25,000 지형도 오라도엽(NI52-9-17-3, 336073)과 한라산도엽(NI52-9-24-2, 336112)에 구역 대부분이 위치하고 있다. 또한 동쪽 경계부는 와산도엽(NI52-9-17-4, 336074)과 위미도엽(NI52-9-25-1, 336121), 서쪽 경계부는 귀일도엽(NI52-9-16-4, 336064)과 회수도엽(NI52-9-24-1, 336111)에 위치하는 등 전부 6도엽에 걸쳐 있다.



그림 1. 한라산국립공원의 범위

나. 조사방법

본 조사에서는 우선 한라산국립공원에 소재하는 지형경관에 관한 문헌조사를 실시하고, 이를 토대로 현지조사를 수행하였다. 한라산국립공원의 지형경관과 관련된 문헌으로는 「한라산국립공원 자연자원조사(국립공원관리공단, 2002)」를 비롯하여 「한라산의 자연자원(제주특별자치도 환경자원연구원, 2009)」, 「한라산천연보호구역 학술조사보고서(제주특별자치도 한라산연구소, 2007)」, 「한라산 기초조사 및 보호관리계획수립(제주도, 2000)」, 「한국의 영산 한라산(제주도, 1994)」 등 다수 있으며, 한라산을 포함한 제주도 전역을 대상으로 조사한 「제주의 습지(제주도 등, 2001)」, 「제주 오름의 보전·관리방안(제주도와 제주발전연구원, 2000)」, 「제주의 오름(제주도, 1997)」 등의 문헌도 참고자료로 이용하였다. 또한 한라산국립공원의 지질은 축척 1:50,000의 「제주·애월도폭 지질보고서(제주도, 1998)」와 「서귀포·하효리도폭 지질보고서(제주도, 2000)」에 정리되어 있으며, 토양은 「제주도 정밀토양도(농촌진흥청, 1976)」와 「제주토양원색도감(제주도민속자연사박물관, 2000)」이 간행되어 있으므로 이들 자료를 토대로 지형과의 관계를 조사하였다.

현지조사는 한라산국립공원에 개설된 7개 탐방로(어리목코스, 편음사코스, 영설코스, 성판악코스, 돈내코코스, 어승생악코스 및 석굴암코스)와 비교적 접근이 쉬운 산로를 중심으로 실시하였다. 또한 한라산국립공원구역에는 동쪽 산록으로 지방도 1131호선(일명 516도로), 서쪽 산록으로 지방도 1139호선(일명 1100도로)이 관통하고 있으며, 지방도 1117호선(제1산록도로)이 한라산국립공원의 북쪽 경계를 이루고 있으므로 이들 도로와 등산로에 인접하는 하곡에 대해서도 현지조사를 실시하였다. 그러나 하곡으로의 접근과 이동은 어려움이 많기 때문에 한천, 병문천, 외도천, 신례천, 효돈천의 일부 구간에서만 이루어졌다. 따라서 현지조사가 실시된 그리드는 전부 28개(5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 44, 50, 59, 60)이다.

현지에서는 단위지형을 대상으로 간단한 계측을 실시한 뒤에 디지털 카메라로 사진을 촬영하고, 필요한 경우에는 개략적인 스케치 작업도 병행하였다. 또한 지형경관의 위치를 축척 1:25,000의 해당 지형도에 기입했으며, 위치식별이 어려운 경우에는 휴대용 GPS를 이용하여 좌표를 확인하였다. 지형경관의 분류는 분화활동으로 만들어진 한라산의 지역성을 고려하는 한편 환경부의 제3차 전국자연환경 조사지침에 제시된 지형분류표를 참고하였다. 일부 지형경관은 실내에서 지형도와 위성사진을 이용하여 도상작업으로 보완했으

며, 지형경관 가운데 화산체의 규모는 제주도(1997)에 정리되어 있는 자료를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 화산지형

화산체의 분류로는 형태에 근거한 슈나이더의 구분법이 유명하다. 슈나이더는 화산체의 외형을 기준으로 페디오니테(pedionite), 아스피테(aspite), 토로이데(tholoide), 베로니테(belonite), 코니데(konide), 호마테(homate) 및 마르(maar)의 7개 기본형을 제시하였다. 두 가지 기본형이 조합된 복식화산은 예를 들면, 코니트로이데(koni-tholoide)와 같이 두 기본형을 조합하여 표현하였다.

슈나이더의 분류는 간결하고 알기 쉬운 장점을 지니고 있으므로 오랫동안 사용되어 왔지만, 최근의 분류는 화산체의 형태보다는 화산체의 형성과정을 비롯하여 구성물질과 구조를 바탕으로 이루어지고 있다. 예를 들어 분화활동의 횟수에 주목하는 경우도 있다. 일회의 분화활동을 통하여 만들어진 화산체에 대하여 활동기와 휴식기를 반복하면서 장기간에 걸쳐 만들어진 화산체로 구분할 수 있는데, 전자를 단성화산(monogenetic volcano) 후자를 복성화산(polygenetic volcano)이라고 부른다.

분화활동의 횟수가 다른 만큼 두 유형은 규모에 큰 차이를 보이는데, 단성화산은 한 번의 분화활동으로 만들어지므로 비교와 체적이 각각 0.5km 및 0.1km² 이하로 소형화산체이다. 반면에 복성화산은 한 개 또는 인접하는 다수의 분화구로부터 휴식기를 사이에 두고 장기간에 걸친 수차례의 분화활동으로 만들어지는 대형화산체이다. 복성화산의 대표적인 유형인 성층화산의 경우라면 보통 10~100km²의 체적을 지닌다. 활동기간은 천년에서 십만 년으로 다양하며, 휴식기에 들어 있는 복성화산이 휴화산에 해당한다. 복성화산의 지하 심부에는 마그마방(magma chamber)이 존재하는 것으로 생각하고 있다(町田 등, 1981).

1) 복성화산

복성화산은 가장 규모가 큰 화산체인 용암대지를 비롯하여 순상화산과 성층화산으로 나뉘어진다. 이 가운데 순상화산은 점성이 작은 현무암질 용암

류가 겹겹이 쌓여 만들어지는 10° 이하의 완만한 사면을 지닌 돔 모양의 화산체이다. 화산의 분화양식은 폭발식 분화와 폭발을 동반하지 않는 일출식(溢出式) 분화로 구분되는데, 순상화산은 일출식 분화 가운데 중앙화구를 중심으로 분화활동이 일어나는 하와이식 분화에 의해 만들어진다. 하와이식 분화는 폭발력이 매우 약하므로 파편상 분출물은 극히 적어 화산체는 대부분 용암으로 이루어져 있으며, 화산쇄설물의 양은 전체체적의 1%를 넘지 못한다(橫山 등, 1992).

순상화산은 일회의 분화활동으로 만들어지는 체적 10km^3 이하의 아이슬란드형과 다수의 분화활동을 반복하며 만들어지는 하와이형으로 구분되는데, 후자의 유형으로는 하와이섬의 마우나로아와 마우나케아가 유명하다. 이들 하와이의 순상화산은 수심 5,000m의 해저로부터 성장한 대형화산체로 용암의 분출량은 $10,000\text{km}^3$ 에 달하나 산록의 경사는 $3\sim 6^{\circ}$ 에 불과하다

산정 표고가 1,950m이며, 기저직경이 약 40km에 달하는 한라산은 동서 방향으로 완만하게 펼쳐져 있는 산록과 현무암질 또는 조면현무암질 용암류가 누적되어 있는 화산체 내부구조로 볼 때 전형적인 하와이식 순상화산에 해당한다. 보통의 복성화산처럼 단독으로 출현하고 있으므로 복수의 봉우리로 산체가 이루어진 한반도 국립공원의 산지와는 큰 차이를 보인다(그림 2). 특히 한라산의 완사면은 백두대간 산지에서는 찾아보기 어려운 지형경관으로 한라산의 표고 600~1,000m 이상의 산악지대에 위치하는 한라산국립공원의 경우, 경사 15° 미만의 사면이 국립공원 구역의 70.5%를 차지하는 반면 30° 를 넘는 급경사 지역은 전체의 4.9%에 지나지 않는다(제주도, 2000).



그림 2. 하와이식 순상화산 한라산

제주도의 4단계 화산활동사(제주도, 1994)에 따르면, 제1분출기는 해수면 아래 기저부가 형성된 시기이며, 제2분출기는 용암대지 형성기로 한라산 본체를 제외한 제주도 대부분의 모습이 결정된 시기이다. 제2분출기를 대표하는 표선리현무암의 절대연대는 37~60만년을 가리킨다.

제3분출기에 들어오면서 분화양식이 제주도 전역에서의 틈분화로부터 중앙부의 중심분화로 변화하였다. 그 결과 중앙화구를 중심으로 화산체의 고도가 높아지면서 순상화산체가 만들어졌다. 한라산에 넓게 분포하는 장석현무암과 비현정질현무암이 제3분출기의 화산암으로 초기 현무암의 절대연대는 27만년이다. 제3분출기의 말기인 16만년 전에는 한라산 정상에서 조면암질 용암이 분출하여 백록담 용암돔이 형성되었다. 이후 2.5만년 전에 다시 한라산 정상에서 분화활동이 일어나 백록담 분화구가 만들어졌다. 따라서 한라산은 제3분출기에 대부분 만들어진 화산체라고 볼 수 있다.

2) 단성화산

표고 600m 이상 한라산 산록에는 92개의 오름이 분포하고 있으며, 표고 400m 이상이라면 오름의 수는 163개로 크게 증가한다(제주도, 1997). 오름은 주로 단성화산에 해당하는 소형화산체를 가리키는 제주어이다. 복성화산과 마찬가지로 단성화산도 형성과정과 화산분출물의 성질을 바탕으로 다시 유형을 나눌 수 있는데, 한라산국립공원에 분포하는 단성화산은 대부분 화산쇄설구의 일종인 스코리아콘(scoria cone)이다.

스코리아콘은 스트롬볼리식 분화에 의해 공중으로 방출된 다공질의 화산쇄설물이 분화구 주변에 떨어져 쌓임으로써 만들어지는 화산체이다. 지속적인 분화활동으로 화산체가 성장하여 사면의 경사가 급해지면 사면에 떨어진 화산쇄설물은 그 자리에 멈추지 못하고 사면 아래로 굴러 떨어지면서 화산체를 만들기 때문에 스코리아콘은 30~35° 정도의 직선사면을 지닌 애추(talus)의 모습을 보이게 된다.

제주도의 스코리아콘은 주로 형태에 의해 원추형, 원형, 말굽형 및 복합형으로 구분한다(제주도, 1997; 제주도와 제주발전연구원, 2000). 산정 분화구의 유무에 관계없이 비교적 화산체의 비고가 큰 모식적인 스코리아콘을 원추형이라고 한다(그림 3). 스코리아콘은 분화구를 통하여 방출된 화산쇄설물로 만들어지기 때문에 형성 직후에는 분화구가 출현하나 제주도에서는 분화구가 없는 스코리아콘이 일반적이다. 이런 현상은 화산체가 형성된 이후에 시작되

는 침식작용으로 분화구 주변이 먼저 제거되기 때문이다. 원형은 원추형과 외형은 유사하나 비교적 화산체의 비고가 작고, 화산체에 비하여 규모가 큰 분화구가 산정에 나타나는 경우이다(그림 4).



〈어승생오름〉



〈이스령오름〉



〈누운오름〉



〈논고악〉



〈물장오리〉



〈족은드레〉

그림 3. 원추형 스킨리아콘

반면에 말굽형은 화산체의 일부가 유실되어 평면형태가 말굽이나 U자와 같은 스킨리아콘이다(그림 5). 말굽형은 스킨리아콘이 형성된 직후에 지진이나 마그마의 관입 등으로 미고결 상태의 화산체가 무너지거나 또는 화산체



사라오름



챗망오름



흙붉은오름



동수악

그림 4. 원형 스코리아콘

의 일부를 파괴하면서 다시 용암류가 분출함으로써 출현하게 된다. 용암류 분출시 무너져 내린 스코리아는 용암류에 실려 흘러가며 유동 궤적을 따라 구름 모양의 미지형을 만든다. 말굽형 스코리아콘의 전면에 출현하는 이러한 소규모의 퇴적물을 스코리아 래프트(scoria raft)라고 한다. 두 개 이상의 화산체가 겹쳐 있거나 용암류 분출로 화산체의 평면형태가 불규칙한 경우는 복합형으로 구분한다(그림 6).

한편, 한라산 정상에 백록담 서벽과 남벽은 형태나 구성물질이 스코리아콘과는 크게 다르다. 백록담 서벽과 남벽을 구성하는 조면암질 용암처럼 비교적 점성이 큰 용암이 밀려 올라오면 유동성이 작으므로 빨리 흐르지 못하고 분화구 주변으로 다소 퍼지면서 돔 모양의 화산체를 이루게 된다(그림 7). 보통 종상화산으로 불리는 이런 화산체를 용암원정구 또는 용암돔(lava dome)이라고 한다. 용암돔이 형성될 때는 먼저 분출한 용암이 뒤이어 나오는 용암 때문에 얇게 늘어나면서 바깥쪽으로 밀려나가므로 화산체의 내부는 양과 같은 구조를 갖는다(橫山 등, 1992).



볼레오름



물오름



사제비오름



넙거리

그림 5. 말굽형 스코리아콘



개오리오름



성널오름

그림 6. 복합형 스코리아콘

백록담 용암돔은 쿠리형 용암돔으로 분류되는데, 분출한 용암의 일부가 급경사의 사면을 따라 아래쪽으로 이동함으로써 돔과 함께 용암류가 만들어진 유형이다. 용암돔의 외곽에 발달하는 테일러스 에이프런(talus apron)은 침식으로 제거되고, 내부 용암류의 유동에 의한 수직의 주상절리가 노출되어 있다. 개석이 진행된 백록담 남벽에서는 돔 내부 단면에 유동 방향의 변화를 보여주는 세 종류의 절리계가 관찰된다. 단면 하부에는 수평에 가까운 판상 절리가 나타나는데, 이는 돔 하부에 작용한 전단력에 의한 것으로 해석하고

있다(윤성효 등, 2002).



백록담 서벽



백록담 남벽

그림 7. 한라산 정상의 용암돔

3) 화구지형

지표로 방출된 화산분출물의 퇴적작용으로 형성되는 화산체뿐 아니라 분화활동에 동반되는 폭발로 인한 화산체나 지표면의 함몰 또는 붕괴로 형성되는 지형도 화산지형으로 간주하는데, 이런 파괴적인 프로세스에 의해 출현하는 지형을 화구지형이라고 한다.

화구지형 가운데 화구는 마그마가 지표로 나오는 분출구를 가리키며 분화구 또는 분화공이라고도 한다. 보통 직경 2km 이하로 화산체에서의 상대적인 위치에 따라 산정화구, 중앙화구, 측화구 등으로 구분한다. 주로 수증기폭발로 만들어진 화구는 폭발화구라고 부르는 반면 함몰로 인하여 출현하는 화구는 함몰화구(pit crater)라고 부른다. 분화 직후 출현하는 화구는 깔때기 모양에 가까우나 오래된 화구는 화구벽의 붕괴로 인하여 분화구 바닥이 메워져 사발 모양으로 바뀐다. 활화산의 분화구 바닥에는 마그마의 윗부분이 보이고 분연이 솟아오르며, 화구벽에는 복수의 분기공이 나타나기도 한다. 소규모의 분화가 화구 안에서 반복되면 마그마의 상승과 하강에 동반하여 분화구 안쪽에 몇 개의 단으로 이루어진 동심원상 계단이 만들어지거나 화산쇄설구나 용암원정구로 이루어진 중앙화구구가 만들어지기도 한다(町田 등, 1988).

백록담 분화구는 장경(N86°E 방향) 585m, 단경 375m, 면적 210,230m²의 전형적인 산정화구이며, 한라산의 중앙화구로 분류할 수 있다. 백록담 분화구를 둘러싸고 있는 외륜산의 표고는 한라산 정상에 해당하는 서쪽 화구륜의 1950.1m를 비롯하여 북서쪽 1935.2m, 북쪽 1906.3m, 동쪽 1928.5m, 남동쪽 1893.0m이며, 화구륜의 길이는 1,720m이다. 화구저에서 가장 낮은 곳의 표고

는 1,838m이므로 화구륜부터 분화구 바닥까지의 깊이는 19.5~111.9m이다(그림 8).



그림 8. 한라산 정상의 백록담 분화구

윗세오름-백록담-사라오름-성널오름을 잇는 한라산 산정 일대는 지하에 발달한 구조선을 따라 거의 같은 시기에 용암을 분출시킨 분출구 역할을 해왔다. 이 가운데 최후기의 용암 분출이 일어났던 백록담 분화구 일원은 한라산 조면암 분출 이후에도 백록담 조면현무암과 범정동 조면현무암, 윗세오름 조면현무암을 분출한 화산활동의 중심지였다. 한라산 정상부에서 조면암질 마그마가 분출하여 먼저 용암돔을 만들었다. 이때 한라산의 높이는 지금보다 높았으며, 용암돔 정상에는 작은 함몰지가 있었을 것으로 추측하고 있다. 이후 용암돔의 동쪽을 부수고 조면현무암질 용암류가 분출하여 진달래밭까지 흘러갔는데, 이 과정에서 백록담 분화구가 출현하게 되었다(윤성효 등, 2002).

한편, 한라산국립공원에 분포하는 스코리아콘 가운데 원형 또는 원추형으로 분류되는 스코리아콘에도 산정화구가 발달한다(그림 9). 화구륜부터 바닥까지 비교적 깊은 그릇 모양의 분화구부터 얇은 접시 모양의 분화구 또는 화구륜의 일부가 제거되어 한쪽이 열려 있는 분화구까지 그 형태와 크기는 다양하며, 백록담과 같이 화구저에 물이 고여 습지를 만드는 경우도 출현한다.



어승생오름



논고악

그림 9. 스코리아콘의 산정화구

나. 동굴지형

1) 용암동굴

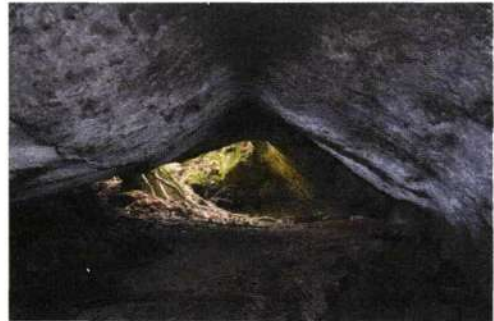
일반적으로 용암동굴은 용암류 분출원과의 위치 관계를 반영하여 세 유형으로 구분된다. 첫 번째는 용암수로(lava channel)형 동굴로 분출원에 가장 가까운 곳에서는 제방이 발달한 용암수로 안을 용암류가 유동하게 되는데, 시간이 지나면서 아치 모양으로 성장한 제방이 용암수로를 완전히 덮어버림으로써 용암동굴이 형성된다. 두 번째 유형은 암거(暗渠)형 동굴로 용암수로 구역을 빠져나온 용암류는 윗부분이 평탄한 모습으로 바뀌게 되며, 이때 고결된 표면 아래로 액상의 용암류가 마치 암거를 따라 흐르듯이 분출원에서 멀리 떨어진 주변부까지 효율적으로 유동한다. 이 액상의 용암류가 빠져나가면서 암거 역할을 한 지하 용암동굴이 나타난다. 마지막으로 분출원에서 가장 멀리 떨어진 용암류 말단부에서는 라바토(lava toe)를 뚫고 액상의 용암류가 빠져나가면서 파호이호이용암의 라바토 안에 소규모의 단일 동굴이 형성된다(Ollier, 1988).

현무암질 용암류가 분포하는 지역에는 용암동굴이 잘 발달하므로 제주도의 해안지대와 중산간지대에는 빌레못굴을 비롯하여 만장굴, 수산굴 등 규모가 큰 용암동굴이 다수 분포하고 있다. 그러나 산악지대에 위치하는 한라산국립공원에는 상대적으로 동굴이 많이 분포하지 않아 표고 600m 이상 한라산 산록에는 북사면의 표고 715m와 655m 지점에 소재하는 구린굴과 평굴 그리고 남사면의 표고 1,380m 지점에 소재하는 수행굴 정도가 알려져 있다. 또한 표고 400m 이상이라면 북사면에는 쿤낭못굴(402m), 명도암동굴(430m), 황낭못굴(502m), 남사면에는 미악산굴(409m), 문덕동굴(423m), 아리랑고개동굴(425m), 숨모루수직굴(485m), 마흔이동굴(495m) 등이 분포하고 있다.

한라산 북사면에 분포하는 쿤낭못굴, 팽낭못굴, 평굴 및 구린굴을 오등동 용암동굴군으로 분류한다. 이 가운데 평굴은 주굴 238m, 가지굴 114m, 2층굴 88m로 이루어진 총길이 440m의 용암동굴이다(그림 10). 동굴 입구는 북동쪽을 향하고 있으며, 천장의 함몰로 만들어진 함몰구이다. 동굴 내부에는 튜브인튜브를 비롯하여 용암종류, 용암선반, 용암산호, 용암주석 등 다양한 미지형이 발달한다. 동굴 길이에 비하여 유동방향 전환점의 빈도수가 43회로 많은 편인데, 이는 동굴이 만들어질 때 용암류의 유동성이 작았거나 동굴 형성 이전의 지표지형이 복잡했음을 시사한다(손인석, 2005).



평굴 입구



평굴 내부

그림 10. 평굴의 입구와 동굴 내부

평굴의 상류에 위치하는 구린굴은 주굴 326m, 가지굴 34m, 2층굴 82m로 이루어진 총길이 442m의 용암동굴이다. 구린굴의 입구도 천장이 함몰되어 만들어졌다. 동굴 바닥의 경사가 8° 를 넘어 비교적 급한 편이며, 동굴 내부에는 용암선반을 비롯하여 용암종류, 용암산호, 용암교 등이 발달한다(손인석, 2005; 그림 11).



구린굴 입구



구린굴 내부

그림 11. 구린굴의 입구와 동굴 내부

구린굴 최하류의 73m 구간은 병문천의 유로를 이루고 있는데, 구린굴 유로는 서쪽에서 동쪽으로 완만하게 곡류하고 있다. 유로 구간의 동굴폭은 평균 447cm로 입구에서 660cm로 가장 넓고, 입구로부터 15m 지점에서 340cm로 가장 좁다. 동굴 내부의 단면은 반타원형을 보이므로 폭은 바닥에서 가장 넓어진다. 그러나 동굴벽에 용암전반이 돌출한 장소에서는 폭이 바닥으로 가면서 작아진다. 따라서 바닥에서의 폭은 평균 352cm이며, 특히 입구로부터 15m 지점에서는 132cm에 불과하다. 동굴 천장의 높이는 평균 501cm로 입구로부터 47.5m 지점에서 650cm로 가장 높고, 23.5m 지점에서 380cm로 가장 낮다(김태호와 안중기, 2008; 그림 12).

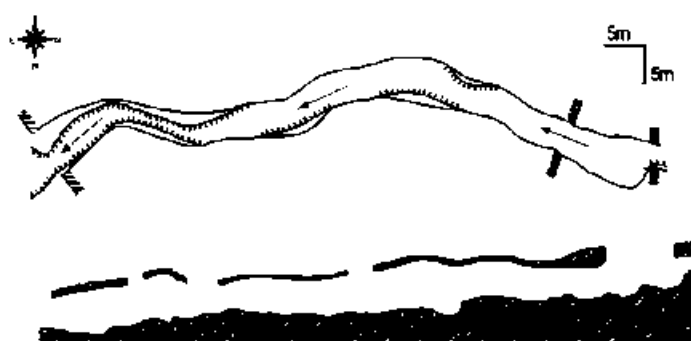


그림 12. 구린굴 유로 구간의 평면 및 단면도(김태호와 안중기, 2008)

구린굴 유로 구간에는 전부 4개 지점에서 동굴 천장이 무너져 내려 외부와 통하는 함몰원도우(collapsed window)가 나타난다(그림 13). 이 가운데 입구에서 네 번째 함몰원도우는 구린굴로 유수가 흘러 들어오는 장소이다. 다른 원도우와는 달리 유수의 영향을 직접 받는 장소이므로 천장은 전부 제거되었고, 동굴벽과 바닥은 침식작용으로 원지형보다 더 확대되어 길이 9.5m, 최대폭 6m에 달하며, 폭포벽에 해당하는 동굴 오른쪽 벽면의 높이는 6.4m이다.

용암류 내부에 속이 빈 튜브의 모습으로 형성되는 용암동굴은 용암류 본래의 형태로서, 종유굴이나 해식동과 같이 침식작용으로 만들어진 동굴과는 형성과정이 전혀 다르다. 따라서 침식작용으로 지속적으로 성장하는 종유굴이나 해식동과는 달리 용암동굴은 용암류의 분출이 종료되는 시점부터 붕괴 단계로 들어가게 된다. 현재 제주도 용암동굴의 붕괴와 관련하여 가장 큰 문제는 동굴 천장에서 발생하는 낙반현상이다(김범훈과 김태호, 2007). 용암동굴은 천장의 암반 두께가 얇고 또 고온의 용암류가 냉각되는 과정에서 거

북동 모양의 절리가 천장에 만들어지므로 절리면을 따라 발생하는 낙반현상은 용암동굴의 붕괴로 이어지는데, 구린굴에서도 이런 모습을 잘 볼 수 있다.



그림 13. 구린굴 천장의 함몰원도우

제주도 하천의 유로 형성에는 용암동굴의 존재가 중요한 것으로 알려져 있다(김상호, 1963; 윤정수와 손인석, 1991). 즉 용암동굴의 천장이 붕괴되면 동굴 구간은 협곡 형태의 유로로 바뀔 수 있으므로 용암류와 용암류 사이의 경계부를 따라 발달하는 유로뿐 아니라 용암류 내부에 발달하는 유로에도 차별침식을 일으키는 절리와 용암동굴의 위치가 중요하다. 제주도의 지하에 형성된 용암동굴은 지하수의 수평방향으로의 통로, 즉 지하유로의 역할을 하고 있으며, 지상에 입구가 일부 노출된 숨골을 통해서도 이런 사실을 확인할 수 있다. 구린굴 유로 구간은 아직 동굴 천장이 그대로 남아 있어 지하유로의 형태를 보이고 있으나, 지속적인 침식작용으로 천장과 벽면이 전부 제거되면 지상유로로 바뀔 것이다. 따라서 구린굴은 지하 용암동굴이 지상유로로 변화하는 모습을 보여주는 모식적인 사례이다(김태호와 안중기, 2008).

2) 궤

용암동굴 이외에 한라산국립공원에는 평궤, 등터진궤, 탑궤, 윗상궤, 영실궤 등 '궤'라고 부르는 길이 6m, 높이 2m 이하의 소형동굴이 도처에 분포하고 있다(그림 14). 궤는 비교적 규모가 작은 바위굴을 가리키는 제주어로써, 용암에 포함되어 있던 다량의 가스가 팽창하다가 터지면서 남겨진 소규모의 공동이므로 보통의 용암동굴과는 규모나 형성과정에서 차이를 보이는 동굴지형이다(제주도, 2000).



사면에 발달한 궤



하상에 발달한 궤

그림 14. 한라산국립공원의 궤

한라산국립공원의 궤는 과거 우마를 방목하던 사람이나 약초를 캐던 사람들이 임시 머물던 장소로 이용했을 뿐 아니라 반영구적인 시설로 사용하기 위하여 입구와 내부공간이 변형된 경우도 있다. 특히 돈내코 탐방로에 소재하는 길이 6m, 높이 2m의 평궤는 등산객의 대피공간으로 이용되고 있으며, 용암동굴인 평굴 주변의 궤들은 일제강점기에 내부를 더 확장하여 일본군의 주둔지로 사용되었다(그림 15).



그림 15. 평궤대피소(좌)와 지하방커로 변형된 평굴 주변의 궤(우)

다. 하천지형

1) 하천특성

한라산 정상에서 발산하는 방사상 하계모양을 보이는 제주도 하천의 총 길이는 771km이며 하계밀도는 0.42km/km²이다(건설교통부, 2000). 제주도의 주요 하천은 전부 한라산 산악지대에서 발원하고 있으므로 하천 상류역은 대부분 한라산국립공원 구역에 위치하고 있다(그림 16).



그림 16. 제주도의 방사상 하계

제주도의 하천은 천미천, 한천 및 효돈천만 5차수하천이며, 나머지 하천은 3차수 또는 4차수하천이다. 전반적으로 하천차수(stream order)가 낮고, 1차수하천의 수도 한반도 하천에 비하여 적다. 하계망에서 1차수하천은 지표물을 지나지 않는 최상류 하천을 의미하므로 1차수하천의 수는 지표유출의 정도를 반영한다. 즉 1차수하천이 적은 저밀도 하계는 기반암의 높은 투수율로 인하여 지표유출이 일어나기 어려운 유역의 지질조건을 잘 나타내고 있다(김미령, 2003).

하계망 분석에서 차수 간 하천수의 비율을 분기율이라고 하는데, 지질구조의 영향을 받지 않는 자연하천의 분기율은 3~5를 보인다(권혁재, 1999). 제주도 하천의 분기율은 2.3~5.6으로 다양하나 규모가 큰 하천일수록 분기율은 작아진다. 특히 5차수하천의 분기율은 천미천 3.0, 한천 2.7, 효돈천 2.7에 불과하여 하천차수가 높아져도 증가하는 하천의 수가 많지 않은 저밀도 하계의 특징이 잘 나타난다. 차수가 높아지면 하천의 평균길이는 일정한 비율로 증가하는데, 제주도에서는 하천마다 증가율이 매우 다르고 또 차수별 증가율도 일정하지 않아 한반도 하천과는 차이를 보인다(김미령, 2003).

한라산 산록을 따라 흘러내리는 하천의 평면형태는 직선에 가까운 직류 하천을 이루는 경우가 많다. 곡류의 정도를 가리키는 지표인 곡률도(sinuosity)는 1.1~1.3에 불과하여 1.5 이상의 곡률도를 보이는 한반도의 곡류 하천과는 큰 차이를 보인다(강상배, 1980). 본류에 합류하는 지류도 사면경사에 지배되어 최단거리의 유로를 유지하면서 본류와 동일한 방향으로 흘러내리므로 평행상 하계모양이 잘 나타난다(그림 16).

한라산국립공원에 분포하는 하천의 가장 큰 특징으로 강수 직후에만 유수가 나타나는 건천을 들 수 있다(그림 17). 한라산은 층리, 절리, 숨골 및 동굴이 잘 발달한 현무암질 또는 조면현무암질 용암으로 이루어져 있으므로 우수가 지하로 쉽게 침투할 수 있다. 따라서 강우강도가 일정한 수준에 도달하지 않으면 지표유출이 일어나기 어렵다. 그러나 침투율을 초과하는 강수가 발생하면 급격하게 유량이 증가하는 섬광적인 유출을 보인다(그림 17). 지하수위가 해수면 부근의 고도에 위치하므로 무강수기에 기저유출에 의해 함양되는 유수는 해안 주변의 하류역에만 나타난다. 따라서 하천 상류역에 위치하는 한라산국립공원에서는 대부분 건천이며, 어리목 Y계곡을 비롯하여 영실과 용진각 등 일부 구간에서만 국지적으로 유수가 출현하고 있다(그림 18).



건천을 보이는 외도천



강우 직후 유수가 발생한 산지천

그림 17. 한라산국립공원의 하천 경관



영실 도순천



어리목 외도천

그림 18. 유수가 출현하는 하천 구간

2) 침식지형

한라산국립공원의 하천은 하도가 암반으로 이루어진 산지하천이다. 구간에 따라서 하상이 자갈로 덮여 있는 역상하천(gravel-bed stream)도 나타나므로 두 유형의 하천이 교호하는 양상을 보이고 있으나, 역상하천 구간에도 암반이 혼재하므로 전체적으로는 산지하천의 성격이 강하다. 하도의 구성물질이 사력으로 구성되어 있는 충적하천과는 달리 산지하천은 사력의 분급과 파쇄, 마모기능이 활발하고 하상은 계단 모양을 이루는 경우가 많다.

한라산국립공원의 하천에도 폭포와 급류 등 경사급변점의 출현빈도가 매우 높아 하천의 종단면은 계단상을 이루고 있다. 특히 현무암과 조면현무암의 용암류가 누적되어 형성된 지역이므로 용암류 사이의 층리를 따라 발생하는 굴식작용으로 폭포가 출현하기 쉬우며, 물이 떨어지지 않는 폭포벽에는 클링커로 구분되는 용암류 단면이 잘 나타난다. 한라산국립공원의 모든 하천에 폭포와 급류가 분포하고 있으나 완만한 동쪽 산록으로 흐르는 천미천, 서중천, 신혜천보다는 북쪽과 남쪽의 급경사 산록으로 흐르는 한천, 외도천, 병분천, 효돈천에서 출현빈도가 높고 규모도 크다(그림 19).

한라산국립공원의 폭포는 폭포벽과 폭포벽 전면의 하상을 구성하고 있는 용암류의 종류와 매수에 의해 단일 용암류형, 복수 용암류형, 기저부 연암형으로 구분할 수 있는데, 한라산에서는 기저부 연암형 폭포가 가장 잘 나타난다(김태호, 2012). 기저부 연암형은 폭포벽 기저부에 클링커와 스펀터로 구성된 집과암층이 출현하여 폭포벽 전면의 하상을 이루고 있는 용암류와의 사이에 뚜렷한 경계를 만들고 있는 폭포이다. 폭포벽 기저부의 연암층에 대하여 폭포벽 상부의 용암류가 앞으로 돌출된 단면형대가 특징적으로서, 폭포벽이 역경사를 보이는 경우도 많다(그림 20). 모암폭포(caprock waterfall)와 동일한 유형이라고 할 수 있다.

암반으로 이루어진 한라산국립공원 하천의 하상에는 마식작용이 현저하게 일어난다. 따라서 하상에는 포트홀(pothole)과 그루브(groove)를 비롯한 다양한 마식지형이 분포한다. 포트홀은 하천이 운반하던 자갈이 하상면의 요지에 들어가 와류와 함께 회전운동을 하면서 원통형으로 깊게 파놓은 지형으로서, 돌개구멍이라고도 부른다. 구멍의 크기는 작은 것은 수십 센티미터에 불과하나 큰 것은 수 미터에 이르며, 이런 경우에는 소(pool)라고도 부른다(그림 21).



외도천



도근천



병문천



신례천



효돈천



외도천 지류

그림 19. 한라산국립공원의 폭포지형



그림 20. 기저부 연암형으로 분류되는 외도천의 폭포

포트홀은 괴상(塊狀)으로 존재하는 화강암의 하상에서 모양 좋게 파인다. 반면에 한라산에서는 용암류가 냉각되면서 만들어진 거북등 모양의 절리가 하상면에 조밀하게 나타나므로 이들 절리의 교차점을 중심으로 마식작용이 일어나 고밀도의 포트홀이 발달한다. 하천 구간에 따라서는 하상뿐 아니라 하안의 암벽에도 타원형의 포트홀이 발달한다. 또한 그루브는 선상으로 길게 파인 홈 모양의 지형이다(그림 21).



외도천의 포트홀



<병문천의 소>



외도천의 그루브



그림 21. 암반하상에 발달한 마식지형

한편, 폭포벽 밑에는 마식작용뿐 아니라 굴식작용(plucking)과 공동현상

(cavitation)이 가세하여 원형의 폭호지형이 잘 발달한다. 그러나 강우 직후에만 일시적으로 담수가 일어날 뿐 무강우기에는 대부분 바닥을 드러내고 있으므로 낙수물이 없는 폭포와 같이 경관자원으로서는 크게 주목받고 있지 못하다(그림 22).



병문천



서중천

그림 22. 폭포 전면에 발달한 폭호지형

3) 퇴적지형

한라산국립공원은 하천유역의 최상류역에 놓여 있으므로 퇴적작용에 의한 하천지형은 발달하지 않는다. 그러나 협곡구간에서는 하곡사면에 노출된 용암류의 절리면을 따라 떨어진 대형암괴가 상류로부터 운반되어온 암괴와 뒤엉켜 하도를 가로막음으로써 마치 댐과 같은 지형을 만드는 경우가 많다. 용암류 암괴형 폭포로 분류되는 이런 지형은 수직절리가 발달한 두꺼운 용암류 단면이 하곡사면에 잘 나타나는 외도천의 협곡구간에 많이 분포하고 있다(김태호, 2012).

규모가 큰 경우에는 암괴더미의 높이가 2m를 넘기 때문에 폭포처럼 단애 전면에는 폭호와 같은 소도 발달한다. 예를 들면, 폭 10.3m, 높이 3.2m인 암괴더미 전면의 하폭 12.5m 하상에 길이 8m, 폭 10.3m의 폭호가 발달하여 보통의 폭포와 같은 구조를 보인다. 폭포벽을 구성하는 암괴 가운데 특히 하도 좌안 가장자리에 놓여 있는 암괴는 높이가 5.7m, 폭이 5.5m, 길이가 4m에 달할 만큼 대형이다(그림 23).



그림 23. 외도천 협곡구간의 용암류 암괴형 폭포

라. 습지지형

1) 용천

지하수는 지표면과 교차하는 지층이나 암석의 틈을 통해 지표로 용출하면서 용천을 만든다. 제주도에서는 용천이 취락입지와 밀접한 관련을 지니고 있는데, 제주도 본섬에만 전부 911개의 용천이 분포하고 있다. 표고별로 비교하면 200m 이하의 해안지대에 841개, 200~600m의 중산간지대에 49개, 600m 이상의 산악지대에 21개로 85%에 달하는 용천이 해안지대에 위치하며, 표고 5m 이하의 해안선 부근에만 520개가 분포하여 전체 용천의 57.1%를 차지하고 있다(제주도, 1999). 따라서 산악지대에 놓여 있는 한라산국립공원에 출현하는 용천의 수는 많지 않으나 지표수가 흔하지 않은 한라산의 지질특성을 고려할 때 용천수는 등산객은 물론 동식물에게도 귀중한 수원 역할을 하고 있다.

한라산국립공원의 탐방로별로 주요 용천수를 살펴보면, 어리목코스에는 표고 1,400m 지점의 사제비물과 1,629m 지점의 오름약수가 있으며, 영실코스에는 등산로 입구인 표고 1,280m 지점의 영실물과 1,666m의 노루샘이 유명하다(그림 24). 성판악코스에는 등산로 입구인 표고 700m 지점의 성판악샘과 1,200m 지점의 사라악약수가 있다. 그러나 사라악약수는 원래 수악계곡 1,280m 지점의 용천수로 등산객의 편의를 위하여 탐방로까지 끌어온 물이다(제주특별자치도 환경자원연구원, 2009).

관음사코스에는 표고 1,507m 지점의 용진각물이 있으며, 돈내코코스와 어리목코스를 잇는 남벽 우회구간에는 표고 1,700m 지점에 방아오름샘이 유명하다. 이밖에 탐방로와 떨어져 있는 곳의 용천수로 백록샘을 비롯하여 윗

세물, 민오름물, 장구목물, Y계곡 이끼폭포물, 어승생물, 성널샘 등이 알려져 있다(제주특별자치도 환경자원연구원, 2009; 그림 24). 용천수를 이용하여 탐방로에 시설한 약수는 제주특별자치도 상하수도본부에 의해 분기별 1회 이상의 수질검사를 받고 있으며, 수질검사 결과는 약수 안내판에 게시되고 있다.



노루샘



방아오름샘



오름약수



사제비물



성판약샘



이끼폭포물>

그림 24. 한라산국립공원의 용천

2) 습지

한라산국립공원은 현무암질 용암류와 이들 용암류가 유동할 때 형성된 화산쇄설성 퇴적물이 넓게 분포한다. 현무암질 용암류는 수 미터 이하의 암

층으로 이루어져 있으며, 암층 사이에는 화산쇄설층이 끼어 있다. 용암동굴과 수직방향의 절리는 이들 화산쇄설층과 함께 우수와 지하수의 이동로가 된다. 지표면에 노출되어 있는 공동이나 틈을 가리키는 숨골도 우수를 지하로 쉽게 유입시킨다. 이런 한라산의 화산성 지질특성으로 인하여 하천은 대부분 건천이며, 유수도 곧 지하로 복류하므로 유수구간도 매우 짧다. 투수성이 큰 한라산국립공원의 지질은 표면저류에도 불리하므로 매우 메마른 산이라는 인상을 준다.

그러나 지형적으로 집수에 유리한 장소에서는 국지적으로 습지가 발달한다. 집수에 유리한 첫 번째 장소는 분화구이다. 한라산 정상의 백록담 분화구를 비롯하여 물장오리, 어승생오름, 사라오름, 동수악 등 스코리아콘의 분화구에 습지가 발달한다. 또 다른 장소로는 오름에 둘러싸인 와지형태의 완사면이나 평탄면으로서, 배수에 불리한 지형조건으로 인하여 습지가 출현하기 쉽다. 1100고지 습지를 비롯하여 만세동산 습지와 불레오름 습지가 이런 유형에 속한다. 한라산국립공원에 분포하는 습지 가운데 불장오리 화구호와 1100고지 습지는 환경부 습지보전지역 그리고 랍사르협약 습지로 등재되었다(그림 25).

물장오리는 표고 938m, 비고 120m, 둘레 3,094m, 저경 1,073m의 스코리아콘이다. 물장오리 산정에는 남북방향 275m, 동서방향 260m의 원형 분화구가 나타난다. 스코리아콘의 구성물질은 미립질 화산회가 적어 우수가 쉽게 지하로 침투하므로 사면에 지표류가 발생하기 어렵고 결과적으로 화산체 원형이 오래 유지된다(Wood, 1980; 横山 등, 1992). 그러나 스코리아콘이 만들어진 직후부터 화산체 사면은 풍화작용과 매스무브먼트에 의한 환경사화 과정을 겪게 되며, 이 과정에서 발생한 세립질 물질이 입자간격을 메우거나 또는 토층의 형성으로 스코리아콘의 투수성은 점차 낮아진다. 그 결과 화산체 사면에 지표류가 발생하게 되며 우곡도 발달하게 된다. 화산체가 개석되는 과정에서 특히 화구를 안쪽에서 발생한 세립질 물질이 화구저로 유입하여 불투수성이 커지거나 화산체 내부에 용암류와 같은 불투수적인 요소가 국지적으로 분포하고 있다면 집수에 유리한 분화구의 지형특성상 물이 고여 습지가 형성될 수 있다.

물장오리의 지하구조에 대한 자료는 없으나 남서사면에 발달한 개석곡 폭두부의 이질 퇴적층과 하상에 노출된 스페터층 등 물장오리에는 다양한 불투수적 요인이 나타난다. 이런 요인들로 인하여 물장오리 분화구에는 직경 140×100m, 수면적 1.06ha의 타원형 습지가 출현한다.



물장오리 화구호



1100고지 습지



어승생오름 화구호



볼레오름 습지



동수악 화구호



만세동산 습지

그림 25. 한라산국립공원의 습지

한편, 한라산 서부 산악지대에는 윗세오름부터 만세동산, 볼레오름, 삼형제오름, 한대오름까지 $8\sim 10^\circ$ 정도로 완만하게 산릉이 뻗고 있어 순상화산의 특징이 잘 나타난다. 특히 1,100m 일대는 평탄면이 광범위하게 출현하고 있어 물이 고이기 쉬운 지형조건을 지니고 있다. 또한 산록에 분포하는 오름이 사면 아래쪽에서의 배수를 방해하는 일종의 보 역할을 함으로써 표면저류를 조장한다. 1100고지 습지의 경우에도 하류 쪽에 삼형제오름이 위치하고 있어 비록 남북방향으로는 열려 있어도 전체적으로 와지와 같은 지표형태를 만들고 있다. 따라서 사면을 따라 흘러내려온 지표류는 오름을 우회해야 하므로 이곳에서 표면저류가 일어나기 쉽다. 지형조건 이외에 1100고지 습지에는 이질 퇴적층이 분포하여 불투수층 역할을 하고 있다(김태호, 2009).

마. 풍화지형

1) 절리지형

암석이 어떤 힘을 받으면 지하 깊숙한 곳에서는 높은 압력으로 인하여 구부러지는 반면 지표에서는 쪼개진다. 절리는 지표의 기반암이 장력이나 비틀림으로 인하여 제자리에서 쪼개지면서 만들어진 수직, 수평 또는 경사진 분할선이나 균열을 가리킨다. 수평방향의 균열을 판상절리라고 부르는 반면 수직방향의 절리는 주상절리라고 부른다.

한라산국립공원에서는 영실 탐방로의 병풍바위를 비롯하여 백록담 서벽과 남벽, 탐라계곡과 어리목계곡의 하곡사면 등 조면암질 용암이 분포하는 구역에 주상절리가 잘 발달한다(그림 26). 고온의 용암이 냉각되어 고결되는 과정에서 암체의 수축현상이 일어나게 되는데, 이때 기하학적인 모양으로 틈이 벌어진다. 수축의 중심점이 규칙적으로 분포하는 이상적인 경우에 용암류는 수직방향의 육각형 기둥으로 분리된다.



백록담 남벽



영실 병풍바위



장구목 동사면



작은드레왓 기암

그림 26. 한라산국립공원의 주상절리지형

주상절리는 용암이 빨리 냉각되는 환경에서 잘 나타난다. 용암이 두꺼운 클링커층으로 덮여 있는 경우에는 클링커층의 보온효과 때문에 서서히 식

게 되므로 절리가 잘 만들어지지 않는다. 용암이 냉각되면서 표면 또는 지면과 접하고 있는 바닥부터 절리가 만들어지는데, 용암 내부에서는 냉각속도가 느리므로 표면과는 물성이 달라 내부로 가면서 절리방향이 휘어진다. 주상절리가 발달한 암체에서 수직방향으로 절리가 발달한 부분을 카러네이드(colonnade), 절리가 휘어져 겹쳐진 중앙부를 인테브러취(entablature)라고 부른다(한국지질자원연구원과 제주발전연구원, 2006).

2) 토르

절리가 많이 발달한 암석은 수분의 침투가 용이하므로 풍화작용을 받기 쉽다. 수직 또는 수평방향의 절리가 조밀하게 발달하여 기반암이 여러 부분으로 쪼개져 있는 경우에는 풍화작용뿐 아니라 차별적인 침식작용도 일어나기 쉽다. 그 결과 주상절리지형이 분포하는 지역에서는 차별침식작용으로 절리를 따라 암괴가 분리되는 과정에서 탑 모양의 기암이 잘 나타나게 된다. 풍화작용과 매스부브먼트에 의해 풍화물질이 제거됨으로써 지표로부터 돌출된 탑 모양의 암괴를 토르(tor)라고 한다.

토르는 절리의 발달정도나 암석강도의 차이에 의해 만들어지는 지형으로서, 현재 또는 과거의 주빙하지역에 출현하는 것을 가리키는 경우가 많다. 산지와 구릉지 산릉에 잘 나타나며 높이는 수 미터에서 10m 정도이다. 현재의 주빙하환경에서는 동결에 따른 풍화작용과 물질이동이 동시에 일어나므로 각진 암괴로 이루어진 토르가 만들어진다. 따라서 온대지역에 분포하는 토르는 과거의 주빙하작용과 관련되어 형성된 것으로 보고 있다.

한라산국립공원에서도 토르는 주상절리가 잘 발달한 구역에서 볼 수 있다. 영실의 표고 1,600m 일대 산릉에 발달한 오백나한 또는 영실기암이 가장 유명하다. 백록담 화구륜을 비롯하여 서벽과 남벽에도 기암군을 이루고 있으며, 탐라계곡에 면한 장구목 동사면에도 국지적으로 토르가 분포하고 있다. 또한 조면암 분포지역인 아흔아홉골에서도 토르가 잘 나타나는데, 천왕사 경내의 보살바위와 남근석을 비롯하여 석굴암탐방로 주변에서도 입석 형태의 토르를 볼 수 있다(그림 27).



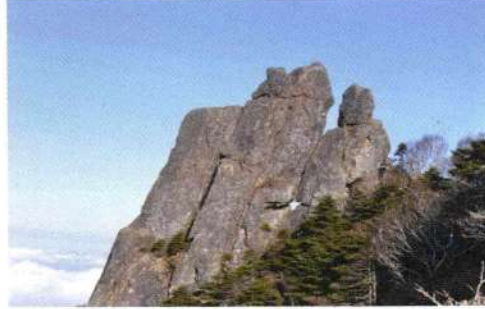
백록담 서벽의 토르군



백록담 화구륜의 토르군



장구목 동사면의 토르



백록담 서북벽의 토르



영실의 오백나한



영실 기암



아흔아홉골의 보살바위



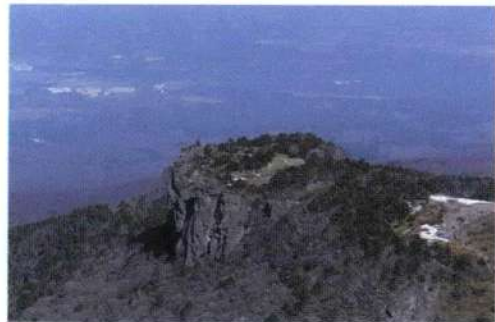
아흔아홉골의 남근석

그림 27. 한라산국립공원의 토르지형

한편, 조면암질 용암류 분포지역에는 암석돔으로 분류할 수 있는 지형도 발달한다. 주상절리의 차별적인 침식과 풍화작용으로 만들어지므로 토르와 형성과정은 유사하나 규모가 훨씬 큰 암봉으로 한라산국립공원의 랜드마크 역할을 하고 있다. 관음사 탐방로에 소재하는 삼각봉과 왕관릉이 암석돔에 해당한다(그림 28).



삼각봉



왕관릉

그림 28. 조면암질 암석돔

3) 타포니

풍화작용으로 인하여 암석 내부물질이 제거되면서 암석 표면에는 구멍이 만들어진다. 이런 소규모의 지형을 풍화혈 또는 가마솥바위라고 하는데, 특히 암석의 측면에 형성되면 타포니(tafoni)라고 부른다. 조립이나 중립의 결정질 암석에 잘 발달하는 타포니는 직경과 깊이가 수십 센티미터에서 수 미터까지 다양하며, 형태는 타원체나 구형에 가깝다. 타포니의 형성은 소금의 결정작용(salt crystallization)과 관련된 염류풍화에 기인하는 것으로 보고 있다. 따라서 제주도 해안의 조면암 분포지역에는 벌집구조를 보이는 타포니가 현저하게 출현하는 반면 내륙에 위치하는 한라산국립공원에서는 백록담 용암돔의 조면암질 암벽에서만 일부 관찰되고 있을 뿐이다(그림 29).



그림 29. 백록담 서북벽 일대의 타포니지형

바. 주빙하지형

한라산국립공원의 고지대는 한랭한 기후로 인하여 저지대와는 상이한 생태계와 경관이 출현한다. 백록담 동릉(1,920m)의 연평균기온은 3.7℃이며, 1월 평균기온은 -9.0℃이다. 11월부터 3월까지 동계 평균기온은 -4.2℃로 11월을 제외한 4개월은 월평균기온이 영하로 내려간다(고정균, 2000). 또한 2~3월에 백록담 화구저의 토층은 25cm 깊이까지 콘크리트상태로 동결된다. 동토는 3월 중순부터 녹기 시작하나 4월 하순에도 지중 10cm 깊이에 얼어 있는 곳이 있다(김태호, 2001).

낮은 기온을 비롯하여 강풍, 큰 일교차, 높은 습도, 많은 강수량 등의 기후조건을 반영하여 한라산국립공원의 고지대에는 주빙하지형이 출현한다. 주빙하(periglacial)는 1910년 폴란드의 지질학자 로진스키(Lozinski)가 플라이스토세의 빙상에 인접한 지대의 기후와 지형을 설명하기 위하여 처음으로 제안한 용어이나 현재는 빙하의 존재와는 무관하게 한랭한 기후로 인하여 동결작용이 강력하게 일어나는 지역에 적용되고 있다(French, 1996). 따라서 주빙하지역에서는 동결파쇄, 동상(凍上), 솔리플럭션(solifluction) 등에 의해 독특한 지형이 만들어진다.

1) 구조토

백록담 분화구에는 유상구조토(thufur)가 분포하고 있다(그림 30). 유상구조토는 분급이 이루어지지 않은 다각구조토나 환상구조토의 일종으로서, 높이와 직경이 각각 10~20cm 및 50~100cm인 반구모양의 미지형이다. 내부는 세립질 토양으로 구성되어 있으며, 표면은 초본식물이나 관목 등 식생으로 덮여 있다. 유상구조토는 영구동토지역뿐 아니라 계절적 동토지역에도 폭 넓게 분포하고 있으며, 분포의 기후학적 한계를 6℃의 등온선으로 추정하고 있다.

백록담 분화구에 발달한 유상구조토의 출현빈도는 0.68개/m²로 5m 길이의 측선을 따라 4~5개의 마운드가 20~40cm 간격으로 분포하고 있다. 돔모양의 구조토 표면은 김의털과 한라부추 같은 초본식물로 덮여 있으며, 눈향나무와 시로미 등의 관목도 나타난다. 유상구조토의 평면형태는 타원형이 탁월하여 마운드 장경은 42~200cm, 단경은 41~172cm로 장경이 단경보다 1.5배 크다. 높이는 9~27cm로 장경이 커질수록 마운드는 높아진다(김태호, 2001; 그림 30).



그림 30. 백록담 화구저의 유상구조토

동결진행기에 유상구조토는 마운드 위부터 동결되기 시작하나 향에 따라 동결속도에 차이가 나타난다. 겨울철에 유상구조토는 콘크리트처럼 단단히 얼며, 마운드를 덮고 있는 근계와 상위 토층에 두께 6~10cm의 빙층이 형성된다. 빙층의 위쪽은 토양입자가 전혀 포함되어 있지 않은 순수한 빙정의 결합체이나 아래쪽으로 내려갈수록 얼음량은 줄어들고 토양입자가 많아지면서 빙층은 불연속적인 모습을 보인다. 빙층은 3월 중순부터 녹기 시작한다. 4월 하순에 마운드 상부는 대부분 해빙되나 4월 하순에도 얼어 있는 하위 토층도 보인다(Kim, 2008; 그림 31).

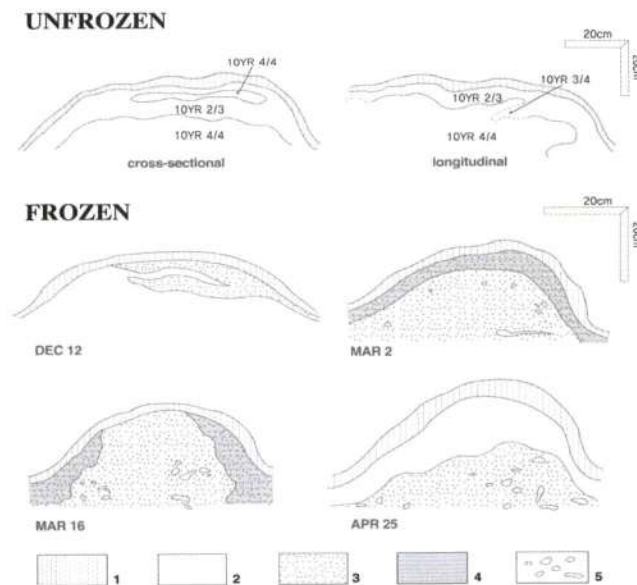


그림 31. 유상구조토의 토양단면(Kim, 2008)

1: 식물근계, 2: 미동결토, 3: 동결토, 4: 얼음층, 5: 아이스렌즈

일반적으로 구조토는 주빙하지역의 범위를 정하는 지표로도 사용되고 있으므로 백록담 분화구의 유상구조토는 한라산국립공원의 아고산대가 주빙 하환경에 놓여 있다는 지표가 될 수 있다. 그러나 겨울철 토양단면의 동결구조가 괴상구조라는 사실에 비추어 현재 유상구조토가 활발한 동상을 통하여 성장하고 있다고 보기에는 어렵다. 모든 조건이 갖추어지면 유상구조토는 급속하게 형성되고 장기간에 걸쳐 안정상태를 유지한다. 또한 형성된 이후에도 동결교란과 같은 내부활동은 지속되는데, 백록담 분화구의 유상구조토도 이런 경우로 판단된다.

한편, 백록담 분화구의 유상구조토 가운데 마운드에 원형이나 타원형으로 식생이 벗겨져 있거나 마운드의 일부 또는 전체가 파괴된 경우도 나타난다. 즉 백록담 분화구에서는 유상구조토의 붕괴단계를 보여주는 마운드들이 관찰되는데, 우선 마운드 정상에 초기의 작은 나지가 생기면 이 나지로부터 표층의 토양입자가 제거되면서 요형의 미지형으로 발달한다. 요형의 나지는 옆으로 점차 확대될 뿐 아니라 표층의 암갈색 토층이 사라지면서 아래쪽으로 깊어져 화구와 같은 형태로 변하며 결국 마운드의 해체로 이어지게 된다. 침식속도의 차이로 일시적으로 나지표면에 계단 모양의 미지형이 출현하기도 하며, 나지 내부에는 식생 피복의 일부가 남아 있기도 한다. 그러나 토양입자의 지속적인 제거와 동결작용 때문에 나지의 미기복과 식생은 전부 사라지게 된다. 유상구조토의 붕괴과정은 비가역적으로 진행되고 있다(그림 32).



그림 32. 유상구조토의 붕괴단계(Kim, 2008)

2) 암괴원

한라산국립공원에는 백록담 분화구를 비롯하여 아고산대 도처에 암괴원이 분포하고 있다(그림 33). 암괴원은 평탄한 산정이나 완사면을 각진 암괴가 넓게 덮고 있는 지형으로 암해(岩海)라고도 부르며, 산악인에게는 너털로 알려져 있다. 암괴로 덮여 있는 유사한 지형으로 암괴류가 있는데, 양자는 구성 암괴의 이동 여부에 의해 구분된다. 생성된 암괴가 움직이지 않고 그 자리에 쌓여 만들어지는 암괴원에 대하여 암괴류는 암괴가 사면 아래쪽으로 이동하

여 집적된 지형이다. 또한 암괴원은 등고선 방향으로 펼쳐져 있는 반면 암괴류는 등고선과 직교하는 방향으로 발달한다.



백록담 분화구



1100고지 습지



어리목 탐방로



영실 탐방로



돈내코 탐방로



성판악 탐방로

그림 33. 한라산국립공원의 암괴원

암괴원의 성인을 빙기에 대륙빙상 주변에서 일어난 강력한 동결과쇄작용으로 설명한 로진스키가 주빙하 개념을 제창한 이래 암괴원은 전형적인 주빙하지형의 하나로 간주되어 왔다. 그러나 암괴원이 비교적 거대암괴가 생성되기 쉬운 암석에서만 형성된다는 지적이 있으며, 화학적 풍화로도 암괴원이 만들어진다. 예를 들면, 화강암질 암석에서는 심층풍화로 생성된 핵석(核石)으로 암괴원이 구성되어 있다.

그러나 한라산국립공원의 암괴원을 구성하고 있는 암괴의 표면은 지의류로 덮여 있는 것으로 보아 이들 암괴가 현재의 기후조건에서 만들어진 것으로 보기는 어렵다(그림 34). 즉 지난 빙기와 같이 현재보다 더 한랭한 시기에 강력한 동결파쇄작용에 의해 형성된 일종의 화석지형으로 볼 수 있다. 동결파쇄작용에 의한 거대암괴의 생성메커니즘은 명확하지 않으나 절리를 지닌 암석의 심층까지 동결됨으로써 암석이 부서지는 것으로 추정하고 있다. 한라산국립공원에 분포하는 암괴원의 구성암괴가 절리가 발달하기 쉬운 현무암이나 조면현무암질 암괴로 이루어져 있는 것도 이런 추정을 뒷받침하고 있다.

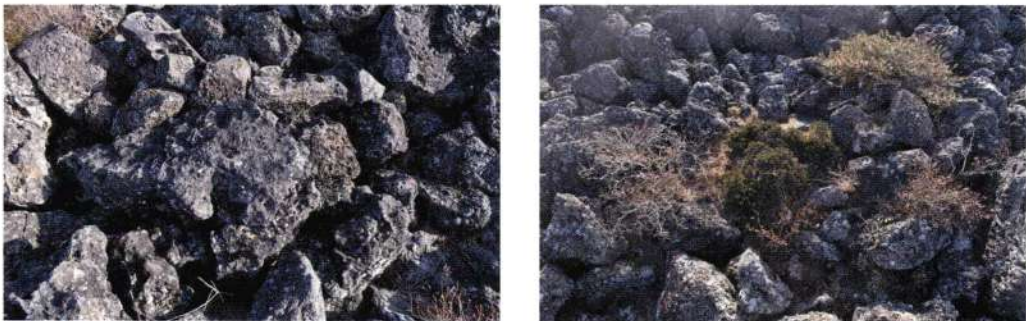


그림 34. 지의류로 덮여 있는 한라산국립공원 암괴원의 구성암괴

4. 요약

한라산국립공원이 소재하는 한라산은 최신의 지질시대인 신생대 제4기에 일어난 분화활동으로 만들어진 화산으로서, 선캄브리아기의 편마암 또는 중생대의 화강암으로 이루어진 한반도 국립공원의 산지와는 지형경관을 크게 달리하고 있다. 현무암과 조면현무암질 용암류가 겹겹이 쌓여 만들어진 한라산은 완만한 사면이 특징적인 하와이형 순상화산에 해당한다. 해발고도 600~1,000m 이상의 산악지대에 위치하는 한라산국립공원의 경우, 경사 15° 미만의 사면이 공원구역의 70.5%를 차지하며, 30°를 넘는 급경사 지역은 4.9%에 불과하다. 또한 복성화산의 특성상 제주도의 중앙에 고립된 봉우리로 출현하고 있으므로 복수의 봉우리로 구성된 한반도의 산지와는 산용(山容)이 전혀 다르다.

더욱이 복합화산으로서 산정과 산록에는 40개를 넘는 오름으로 불리는 단성화산이 발달하여 순상화산체의 평활한 사면에 풍부한 기복을 만들고 있다. 오름은 용암류의 성질을 반영하여 현무암 분포지역에는 스코리아콘으로 또

조면암 분포지역에는 용암돔으로 화산체 유형을 달리하여 출현함으로써 한라산의 다채로운 측화산군을 만들고 있다. 또한 오름의 다수를 차지하고 있는 스코리아콘은 분화환경과 분화과정의 차이로 인하여 원추형, 원형, 말굽형, 복합형으로 구분되는 다양한 형태의 화산체로 분포하고 있다. 한라산과 오름이 어우러져 빚어내는 한라산국립공원의 화산지형은 한반도 백두대간 산지에서는 체험할 수 없는 지형경관으로서, 그 자체만으로도 우수한 자연자원으로 평가할 수 있다.

한라산국립공원은 국내에서 가장 비가 많이 내리는 산지이나 우수의 표면저류와 표면유출이 일어나기 어려운 투수성 지질구조를 갖고 있으므로 하천은 내부분 바닥이 드러난 건천이고 하계밀도도 낮은 편이다. 따라서 한반도국립공원의 산지에 비하여 친수공간이 매우 적어 탐방객에게 메마른 산이라는 인상을 주고 있다. 또한 하도가 암반으로 구성되어 있는 산지하천의 성격이 크므로 마식작용과 굴식작용이 탁월하게 발생하여 하상에는 경사급변점인 폭포를 비롯하여 폭호, 소, 포트홀, 그루브 등 다양한 침식지형이 발달한다. 그러나 평소 유수가 발생하지 않는 건천에 출현하고 있으므로 경관자원으로서 크게 주목받고 있지는 못하다.

반면에 한라산 정상외 백록담 분화구를 비롯하여 물장오리, 사라오름, 어송생오름, 동수악 등의 스코리아콘의 분화구에는 물이 고여 고산습지가 출현하며, 순상화산체의 완사면에도 스코리아콘의 출현으로 만들어진 요지형을 중심으로 1100고지습지를 비롯하여 만세동산습지, 볼레오름습지가 분포하고 있다. 이들 습지는 투수성이 큰 공원구역의 지질특성을 고려하면 희소가치가 큰 지형으로서, 물장오리습지와 1100고지습지는 랍사르협약 습지로 등재되어 보호받고 있다.

한라산국립공원은 국내 최남단에 위치하고 있으므로 한반도의 국립공원보다 비교적 온화한 기후환경을 갖고 있다. 그러나 해발고도가 1,900m를 넘는 한라산 정상 일대는 연평균기온이 매우 낮을 뿐 아니라 강풍과 큰 일교차 등 산정현상으로 인하여 전형적인 주빙하환경에 놓여 있다. 따라서 겨울철 강력한 동결작용을 받는 아고산대에는 한랭한 기후환경이 반영된 주빙하지형과 풍화지형이 발달하여 한라산국립공원의 지형경관에 다양성을 부여하고 있다. 특히 백록담 분화구에 분포하는 유상구조토는 국내에서 가장 잘 알려진 구조토지형으로서, 백록담 화구륜 일대의 고산식물과 함께 한라산국립공원의 차별화된 자연자원으로 평가할 수 있다.

용암류로 이루어진 한라산국립공원에서 조면암질 용암류가 분포하는 지역에는 백록담 남벽과 명풍바위 등 주상절리가 잘 나타난다. 또한 이들 설리로

인한 차별적인 풍화와 침식작용으로 영실의 오백나한과 삼각봉, 왕관봉 등 토르와 암석돛이 다수 발달하여 백두대간의 석산(石山)과 같은 지형경관을 만들고 있다. 현무암질 용암류가 만드는 평활한 지형경관과 달리 이들 조면암질 지형경관은 기복이 크고 봉우리를 이루므로 한라산국립공원의 중요한 랜드마크가 되고 있다. 그러나 산지 전체가 박리돛과 성곽형 토르로 이루어져 있는 한반도의 화강암질 국립공원에 비하면 한라산국립공원의 풍화지형은 규모와 다양성이 작은 편이다.

5. 인용문헌

- 강상배, 1980. 제주도 남·북사면지형의 비교연구, 지리학연구 5:157-179.
- 건설부, 2000. 한국하천일람.
- 고성균, 2000. 한라산 고산식물의 생태생리학적 연구, 제주대학교 박사학위논문.
- 권혁재, 1999. 지형학. 법문사.
- 김미령, 2003. 제주도 하천의 하계방 분석, 제주대학교 석사학위논문.
- 김범훈, 김태호, 2007. 제주도 용암동굴의 보존 및 관리 방안에 관한 연구, 한국지역지리학회지 13:609-622.
- 김상호, 1963. 제주도의 자연지리, 지리학 1:2-14.
- 김태호, 2001. 한라산 백록담 화구저의 유상구조토, 대한지리학회지 36:233-246.
- 김태호, 2009. 제주도 산지 습지의 지형 특성, 한국지형학회지 16:35-45.
- 김태호, 2012. 용암류 특성에 의한 제주도 폭포의 유형화, 한국지역지리학회지 18:129-140.
- 김태호, 안중기, 2008. 한라산 구린굴의 천장 함몰로 인한 병문천의 유로 변경, 대한지리학회지 43:466-476.
- 손인석, 2005. 제주도의 천연동굴, 나우출판사.
- 윤성효, 고정선, 강순석, 2002. 백록담 분화구 일대 화산암류의 화산지질학적 연구, 한라산연구소 조사연구보고서 1:137-167.
- 윤정수, 손인석, 1991. 제주도 3대 하천지대의 지질구조와 지형발달, 제주대학교 해양연보 15:45-60.
- 제주도, 1994. 한국의 영산 한라산.

- 제주도. 1997. 제주의 오염.
- 제주도. 1998. 제주·애월도폭 지질보고서.
- 제주도. 1999. 제주도의 물 용천수.
- 제주도. 2000. 서귀포·하효리도폭 지질보고서.
- 제주도. 2000. 한라산 기초조사 및 보호관리 계획수립.
- 제주도, 제주발전연구원, 제주환경운동연합. 2001. 제주의 습지.
- 제주특별자치도 한라산연구소. 2006. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서.
- 제주특별자치도 환경자원연구원. 2009. 한라산의 자연자원.
- 町田 貞, 井口正男, 只塚爽平, 佐藤正, 樫根勇, 小野有五. 1981. 地形學事典. 二宮書店.
- 横山泉, 荒牧重雄, 中村一明. 1992. 火山. 岩波書店.
- French, H.M. 1996. The Periglacial Environment(second edition). Longman.
- Kim, T. 2008. Thufur and turf exfoliation in the subalpine grassland of Mt Halla in Jeju Island, Korea. Mountain Research and Development 28:272-278.
- Ollier, C. 1988. Volcanoes. Blackwell.
- Wood, C.A. 1980. Morphometrical analysis of cinder cone degradation. Journal of Volcanology and Geothermal Research 8:137-160.

지 질

조사위원 : 전용문

1._ 서 론

- 가. 연구배경
- 나. 선행연구

2._ 백록담 일대의 지질조사 결과 및 고찰

- 가. 백록담 주변 암석들의 특징 및 해석

3._ 주요 탐방로 조사결과 및 고찰

- 가. 윗세오름-서북벽 정상
- 나. 윗세오름 남벽정상
- 다. 남벽분기점 돈내코 코스

4._ 결과 및 요약

5._ 참고문헌

여 백

1. 서론

가. 연구배경

제주도는 신생대 후기부터 역사시대까지 발생한 화산 분출로 형성된 방패형 화산섬으로 용암분출에 의한 두꺼운 화산암과 화산쇄설암(옹회암) 및 퇴적암으로 구성되어 있다(원종관, 1976; 박기화 외, 2000a). 제주도의 지표를 피복하고 있는 화산암류는 현무암질에서 조면암질에 이르는 다양한 용암류와 10여 개의 옹회환(tuff ring)과 옹회구(tuff cone)를 비롯한 360여 개의 분석구(scoria cone)로 구성되어 있다(박기화 외, 2000).

제주도 화산암류의 기원은 지판 내부의 열점(hot spot)활동으로 보는 견해도 있지만(박준범, 1994; Lee, 1982), 동위원소비를 이용한 지화학적 연구에 따르면 인도와 유라시아판의 충돌과 태평양판의 섭입에 따른 응력장의 확장에 따른 감압작용(decompression)으로 천부 연약권의 부분용융에 의해 형성되었다는 견해(Choi et al., 2006)도 있다(전용문, 2009).

제주도의 중앙부에 위치한 한라산은 중심부에 화산분화구인 백록담이 있으며, 제주도의 지표를 피복하고 있는 대부분의 용암류들은 한라산에서 유래한 것으로 알려져 있다(박기화 외, 2000a). 하지만 제주도의 해안가를 따라 수행된 연구들에 비해 접근이 용이치 않아 한라산 백록담 주변의 지질에 대해서는 연구가 미흡한 편이다.

현재 한라산을 비롯한 백록담의 형성사에 대한 여러 가지 의견들이 있는데, 화산 분출에 의해 쌓인 용암과 화산쇄설암이 합몰하여 생성된 화산분화구라는 주장(고정선 외, 2003; 손영관 외, 2009; 제주특별자치도, 2010)과 상승하는 마그마에 의해 돔(dome)상으로 용기된 돔상 용기산체의 정상부가 합몰된 합몰구라는 상반된 주장(윤선 외, 2005)이 제기되어 있다. 이러한 논란은 한라산 백록담의 암상에 대한 상반된 해석, 즉 백록담의 암석이 화산분출에 의한 것인지 혹은 관입에 기인한 것인지에 대한 견해차에서 유래한다.

한라산의 형성과정에 대한 논란에 있어 최근 2003, 2010년에 수행된 한라산 백록담 주변의 지질조사를 통해 한라산 백록담은 돔상의 조면암이 형성되고 난 이후 조면암질 현무암이 분출되었다는 이론이 타당성을 얻고 있는 상태이다. 그러나 백록담을 비롯한 한라산 전체에 대한 지질학적 연구는 아직 수행되지 못한 상태이며, 장기적인 관점에서 한라산 백록담에 대한 세밀한 암상관찰과 기재 그리고 이들의 분출양상에 대한 정밀한 지질조사가 수행되어야 할 것이다.

이번 조사는 한라산 백록담 주변의 대표적인 암석들을 대상으로 야외산출 형태와 기재, 분류 그리고 이들의 분출양상 및 선후관계 등을 언급하고 한라산 형성사에 대해 해석을 제시하고자 하는 목적으로 연구를 수행하였다. 또한 한라산의 고지대 등산로 구간을 중심으로 풍화에 의한 탐방로와 지형 변화에 대해서도 조사를 실시하였다.



그림 1. 한라산 백록담의 전경(상)과 한라산 내의 여러 오름(하)

나. 선행연구

1) 지질개요

한라산은 완만하게 경사진 방패형 화산인 제주도의 중심 봉우리이다. 한라산은 여러 종류의 현무암 및 조면암질 용암 그리고 각종 화산쇄설물로 이루어져 있으며 중심부에는 "백록담"으로 불리는 작은(깊이 108m, 직경 약 550m) 분화구가 만들어져 있다. 한라산은 제주도 형성 전반기의 수성화산활동이 끝나고 용암분출이 주로 일어나기 시작했던 중기 플라이스토세 이후(78만년 이후)에 만들어진 것으로 해석된다(Sohn and Park, 2004; Sohn and Park, 2007).

한라산 정상부는 바라보는 각도에 따라 매우 다른 형상을 하고 있는데 이는 한라산 정상부가 성질이 다른 두 종류의 용암으로 만들어졌기 때문이다(고정선 외, 2003). 즉, 백록담 분화구의 서쪽 절반은 점성이 매우 높은 조면암으로 이루어져 돔(dome)의 형상을 하고 있는 반면 동쪽 절반은 점성이 낮은 조면현무암(trachybasalt)으로 이루어져 지형이 완만한 편이다. 또한 분화구 남쪽으로는 조면암 돔의 붕괴에 의해 깎아지른 듯 한 절벽이 만들어져 있다. 한라산 정상부와 달리 아래쪽의 측면부에는 몇몇 큰 골짜기가 만들어져 있는데, 특히 영실기암에서는 주상절리와 함께 화산체의 침식과 붕괴에 의해 만들어진 지형이 잘 만들어져 있다(그림 2; 제주특별자치도, 2010).

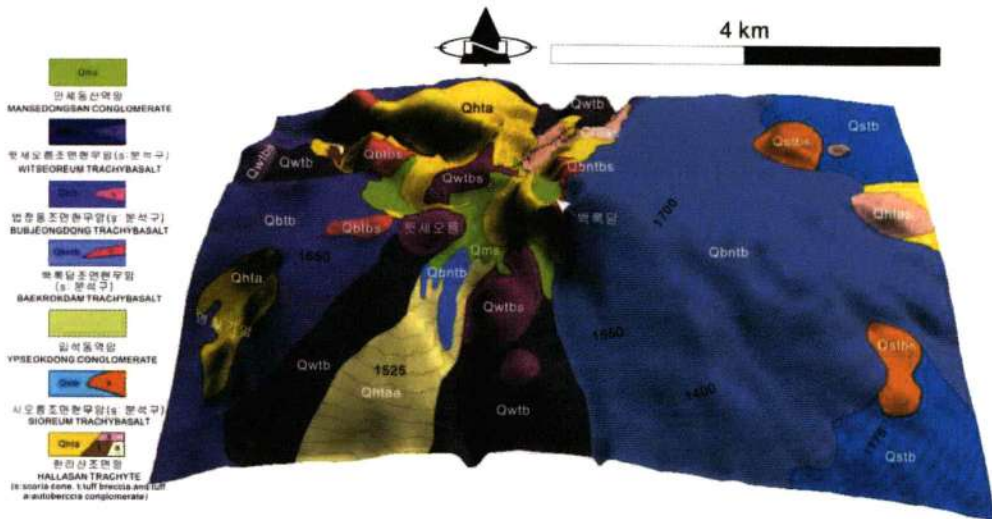


그림 2. 한라산천연보호구역의 지질도(세계자연유산관리단, 2010)

2) 백록담 주변의 화산활동사

백록담은 순상화산체(shield volcano)인 한라산의 정상부를 구성하고 있으며 화산활동 당시의 원지형을 그대로 보유하고 있는 지역이다. 한라산 정상부에는 백록담이라고 부르는 분화구가 형성되어 있다.

백록담 분화구의 서벽 및 남벽을 구성하고 있는 조면암질 용암은 약 10~2만5천년 전 만들어진 돔(dome)상 화산체로 알려져 있다. 또한 백록담 동능의 현무암질 용암은 분화구 사면을 얇게 덮고 있을 뿐이며, 현무암 하부에는 분석으로 이루어진 수성화산쇄설성퇴적층이 놓여 있다(박기화 외 2000b; 제주특별자치도, 2010).

한라산 정상부를 구성하고 있는 백록담 조면암체는 쿨리형(熔岩流型, Coulee type) 용암돔의 형태를 나타내고 있으며, 용암돔의 외곽부에 발달하는 테일러스 에이프런(talus apron)은 침식 제거되고 그 내부의 용암류의 유동에 의한 수직 주상절리가 노출되어 있다. 쿨리형 용암돔에서는 분출한 용암돔의 일부가 급경사의 사면에서 하부로 이동함으로써 돔과 함께 용암류가 발달하는 돔이다. 이때 이동하는 용암류나 용암돔 내부에는 연속적인 돔의 성장으로 화도로부터 마그마가 유출됨에 따라 먼저 만들어진 것은 외부로 밀려나게 되는데 용암류의 외측부으로의 이동으로 인한 하부 전단력에 의하여 램프구조(ramp structure)가 발달하기도 한다(고정선 외, 2003).

백록담의 남측 벽에서는 돔의 내부가 개석되어 내부에서의 유동방향의 변화에 따른 3종류의 절리계가 잘 관찰되며 하부에는 수평에 가까운 판상절리(platy joints)가 잘 관찰된다. 이는 돔 하부 부분의 전단력에 의한 것으로 용력의 상태를 보여주는 것이다(이창섭 외 2007). 따라서 백록담은 기존에 존재하고 있었던 조면암의 용암돔을 뚫고 백록담조면현무암의 스코리아층 및 용암류를 분출시킨 산정 분화구(summit crater)이다(윤성호, 외 2002; 강순석 외, 2011).

한편, 백록담 주변에는 수천년 전에 분출한 것으로 추정되는 후화산활동의 산물인 소화산체가 분포되어 있다. 오름이라고 불리는 이 작은 화산체들은 한라산 화산활동의 실체를 보여주는 좋은 연구 자료일 뿐만 아니라 이 지역의 화산활동사와 지형을 결정짓는데 기여했다. 백록담 서측에 나란한 윗세오름(붉은오름, 누운오름, 죽은오름), 남측으로 이어진 방아오름(웃방애, 알방애)은 백록담이 형성될 시기에 화산폭발을 한 것으로 추정되는 매우 젊은 화산체이다. 또한, 백록담 서북측으로 이어지는 장구목과 북동쪽 능선으로 연결된 왕관능도 독립된 화산체로서 백록담 주변의 화산지형을 형성하는데 기여했다(박기화 외 2000a). 백록담 분화구가 형성되는 동시기에 백록담 주변에

서도 후화산활동이 시작되었다. 우선 윗세 누운오름과 죽은오름 화산체가 분출하였다. 이 용암류는 선작지왓과 영실 조면암을 감싸며 하류로 흘러 넓은 용암류의 화산지형을 형성하였다. 이 용암류는 법정동조면현무암으로 한라산 백록담 서측부의 한라산 고지대(영실탐방로)를 덮고 있다(그림 3). 이어서 백록담 주변에서는 윗세 붉은오름, 사재비동산, 방애오름 3개가 동시에 분화를 시작했다. 이 용암류를 구성하고 있는 윗세오름조면현무암은 선작지왓 동쪽을 통하여 영실분화구 동편까지 추적이 가능하며, 방애오름에서 유출된 용암류는 효돈천 상류인 산별른내를 중심으로 매우 두꺼운 용암류 단위를 보여주는 매우 특징적인 현무암질 용암류를 구성하고 있다.

만세동산 역암은 자파쇄 각력으로 구성된 퇴적암으로서 백록담 서측 외륜의 조면암이 풍화를 받아 만들어진 것이다. 이 암석은 백록담 서측의 지표상에 노출되어 있으며 Y계곡 하상에서도 추적된다(박기화 외 2000a; 제주특별자치도, 2010). 그리고 최근 한라산 백록담에서 수행된 지진과 연구결과에 따르면 백록담의 지표에는 최대 30m 두께의 물로 포화된 토양층이 존재하는 것으로 파악되었다. 또한 제주도의 기반암은 섬의 중앙부 아래로 휘어져 있으며, 기반암의 깊이는 640-2,140m로 보고된 바 있다(김기영 외, 2010; 홍명호 외, 2010)

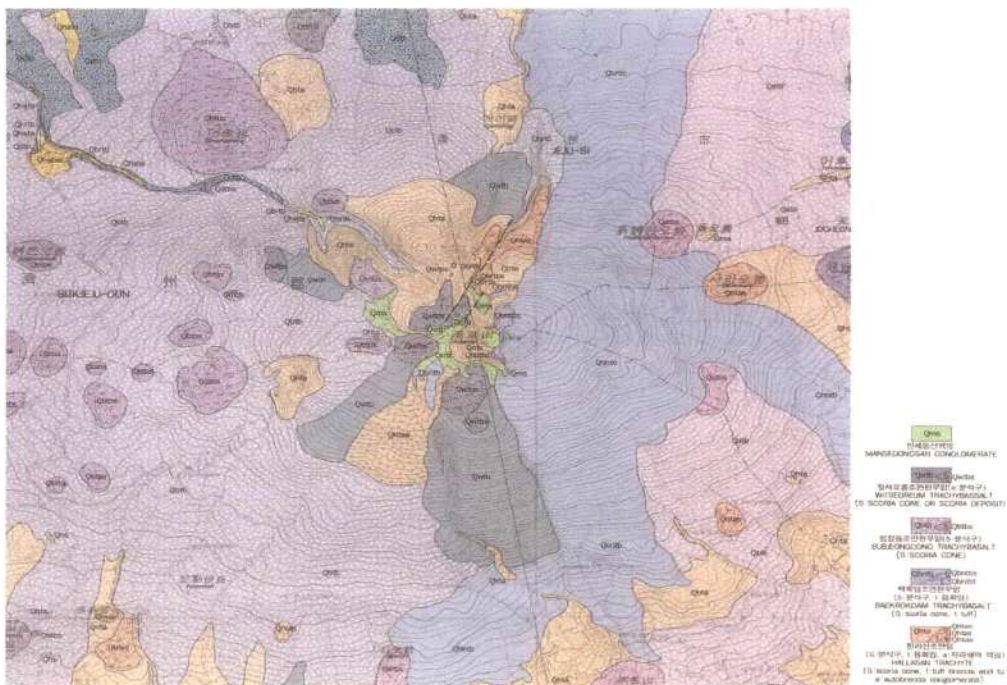


그림 3. 한라산 백록담 주변 지질도 (박기화 외, 2000)

2. 백록담 일대의 지질조사 결과 및 고찰

가. 백록담 주변 암석들의 특징 및 해석

1) 한라산조면암

〈1〉 야외산출양상

한라산조면암은 백록담 분화구의 서쪽 및 영실기암, 그리고 백록담의 북쪽과 남쪽에 넓게 분포하고 있으며, 돛상으로 솟아있는 백록담 분화구를 이루는 주요 암석이다(박기화 외, 2000a; 고정선 외, 2003).

한라산조면암으로 이루어진 백록담 분화구의 서쪽과 남쪽 절벽은 수 m~수십m 폭의 수직절리(또는 주상절리)가 발달하고 있으며 계절적 동결 과 썩작용 등에 의한 박리현상으로 인해 거칠고 돌출된 지형을 이루고 있다. 그리고 절리발달에 따른 암벽붕괴 및 사면사태가 현재에도 진행 중이다(김태호, 외 2002; 이창섭 외, 2007). 절리의 형태는 서북벽과 남벽, 병풍바위에서 각각 다른 형태로 산출된다. 또한 절리의 하부에는 오랜 기간 동안 지속된 풍화침식에 따라 조면암이 토양화 작용을 받은 부분도 관찰된다(그림 4). 반면 백록담의 동측에는 절리의 발달이 전혀 관찰되지 않는다.



그림 4. 한라산조면암 병풍바위에 발달한 절리와 하부 풍화된 토양

한편, 한라산조면암으로 구성된 병풍바위는 풍화된 암석들이 절리면을 따라 절벽 아래로 떨어져 모여 있고, 오랜 기간동안 서서히 계곡의 아래쪽을 따라 흘러가는 돌서렁(talus) 형태를 보이고 있다(그림 5). 그리고 반대쪽 절벽 사면에는 계절적으로 홍수 등에 일시적으로 형성되는 폭포가 발달해 있다.



그림 5. 병풍바위 절리를 따라 붓고된 암석으로 채워진 계곡

백록담조면암은 윗세오름이나 서북벽 또는 남벽 순환로에서 바라보면 용암돔의 구조를 보이고 있다. 이러한 용암돔 구조는 점성이 높은 조면안질 용암의 물리적인 성격과 관계가 깊다. 조면암을 유출시킨 마그마가 하부로부터 지표로 계속적으로 주입되면 지표면이 서서히 부풀어 오르면서 상승 팽창하게 되는데, 이때 초기 용암돔의 형태가 만들어지게 된다. 마그마가 계속해서 공급되어 용암돔이 부풀어 오르게 되면 용암돔의 외곽부는 냉각에 의해 수직 또는 주상절리가 발달하게 되고, 절리면을 따라 쪼개짐이 발달하게 된다. 또한 형성이후 바람과 온도, 일조량에 따른 차별적인 풍화작용에 따라 한라산조면암은 완만한 봉우리 형태나 수직절벽의 형태를 보이고 있다(그림 6).

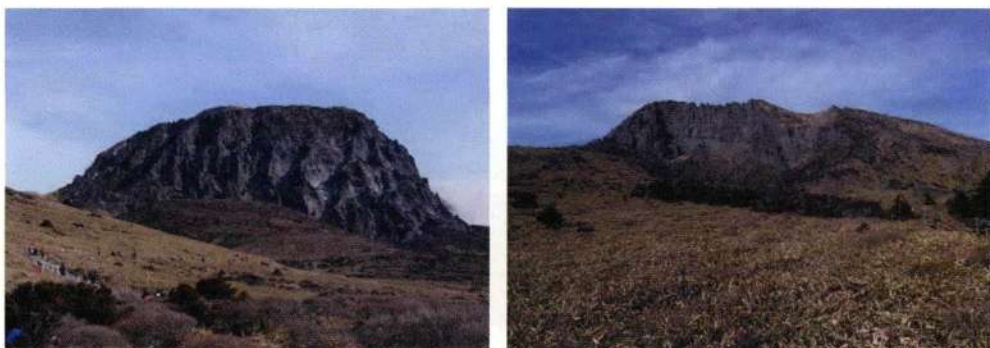


그림 6. 작은윗세오름에서 바라본 용암돔의 전경(좌)과 돈내코 코스에서 바라본 용암돔 전경

또한 한라산조면암은 돔의 외부 사면뿐만 아니라 분화구 내부에도 절리가 잘 발달되어 있다. 특히, 돔의 내부 분화구 일대는 돔의 외부에 비해 계절적 동결 파쇄작용이 더욱 진행된 상태로 나타나며, 최근에도 사면의 붕괴가 발생한 것으로 보고된 바 있다. 붕괴된 한라산조면암은 역 지지된 돌서령의 형태로 흘러내린 모습을 보인다(그림 7).



그림 7. 한라산 조면암에 발달한 기계적 풍화작용과 돌서령 구조

백록담 서측벽을 이루는 조면암에는 북서쪽 사면에서 $N40^{\circ}-45^{\circ}W$, 수직 경사, 그리고 서쪽과 남서쪽 사면에서는 $N78^{\circ}W-EW$, 수직 경사로 이어지는 절리면이 발달한다(그림 8; 제주특별자치도, 2010; 강순석 외 2011).



그림 8. 서북벽에서 바라본 한라산조면암

한라산조면암은 암석학적으로 야외에서 보통 암회색을 띠지만 풍화면에서는 담홍색에서 담회색을 띠고 있다. 윗세북은오름 일대와 관음사 등반로에서는 조면암의 단면에서 3매 이상의 조면암 단위의 식별이 가능하지만 측방 연장성이 불량하여 정확한 용암의 단위를 구분하기는 어렵다.

한라산조면암은 야외에서 1~4mm 크기의 거정질 장식 반정이 포함되어 있으며 부분적으로 산화된 흑색의 각섬석이 포함되기도 한다. 일부 희미한 유동구조(flowage)가 나타나기도 한다(그림 9). 기공의 분포는 상부에 부분적으로 포함되어 있는 경우도 있지만 대체로 기공이 거의 없는 괴상의 형태를 보인다.

한라산조면암은 현미경관찰에 의하면 내부에 수 mm 내외의 장식 반정을 포함하고 있다. 또한 기질에 포함된 침상의 사장석은 현미경 하에서 유동구조 또는 조면조직(trachytic texture)을 잘 보여준다(손영관 외, 2009; 그림 9).

일부 연구결과에 의하면 한라산조면현무암이 상당량의 석영반정을 포함한 것으로 보고되었으나, 실제 현미경 관찰결과 석영의 관찰되지 않았다. 또한 실제 현무암 내지 조면암에서 석영의 결정이 반정으로 나타나는 경우는 거의 알려진 바가 없다.

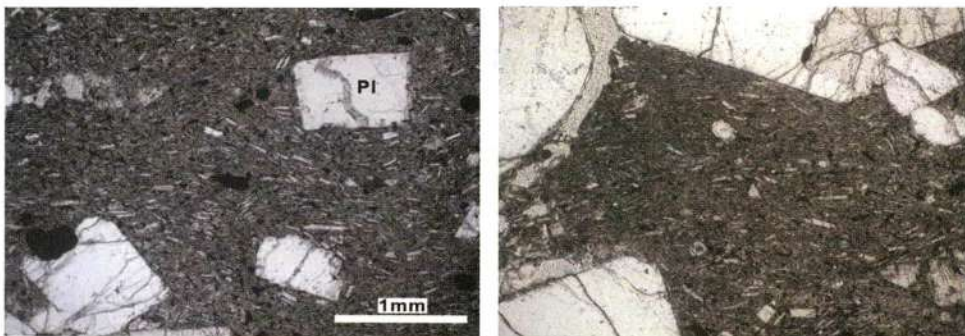


그림 9. 현미경상으로 본 한라산조면암(거정질의 사장석(PI) 반정과 유동구조를 보이는 침상의 사장석 기질로 구성된 한라산조면암)

〈2〉 해석

한라산조면암은 관음사의 등산로 능선 약 1km를 따라 나타나며, 윗세오름 대피소 부근의 계곡 바닥에서도 관찰된다. 또한, 한라산조면암은 백록담 주변뿐만 아니라 서귀포시 방향으로 광범위하게 분포하고 있으며 화학분석에서도 조면암질에서 조면안산암질까지 다양한 조성을 보이고 있다(박기화 외, 2000a). 이와같은 특징은 한라산조면암이 하나의 분화구에서 분출하였기 보다

는 점성이 낮은 조면암질 내지 조면안산암질 용암류들이 지하에 발달한 선상의 구조선을 따라 비슷한 시기에 분출했을 가능성이 높다(고정선 외, 2003). 그러나 박기화 외(2000a)는 조면암질 용암류는 상대적으로 점성이 높아 멀리 흐리지 못하고 용암돔을 형성한 뒤, 점성이 높은 조면암질 마그마가 후기에 조면암을 뚫고 분출하여 용암돔을 형성한 것으로 해석하였다. 그러나 백록담 용암돔 주변의 조면암은 구조적인 변형을 거의 받지 않아, 조면암질 용암이 분출하는 동시기에 형성되었음을 지시한다.

이번 조사에서도 한라산조면암의 남쪽 사면에서 총 3개의 절리패턴을 관찰하였다. 적벽면의 하부에는 수평에 가까운 판상절리의 형태가 관찰되고, 상부에는 수직의 주상절리가 발달하고 있다.

한편 백록담의 서측과 남측 절벽을 따라 광범위하게 진행 중인 수직의 절리와 암벽의 붕괴는 한라산조면암의 풍화와 밀접하게 관련되어 있다. 한라산조면암의 K-Ar 연령 [0.025 ± 0.008 Ma (Won et al., 1986) 0.07 ± 0.01 Ma (Tamanyu, 1990)]을 고려할 때, 이 조면암은 플라이스토세 후기의 Wisconsin 빙하기에 형성된 이래 아고산 기후 하에서 기계적 풍화작용을 심하게 겪어 현재의 지형을 형성한 것으로 해석된다(세계자연유산관리단, 2010). 또한 기존 연구에서 전자현미경과 X-선회절 분석결과 한라산조면암의 화학적 풍화작용은 아주 미비한 것으로 알려져 있어(이창섭 외, 2007) 물리적인 동결 파쇄작용이 암석의 풍화를 가속화 시킨 것으로 해석할 수 있다.

따라서 조면암 용암 돔 형성 후 이들이 냉각되는 시기에 수직절리가 발달하고, 이후 기계적 풍화작용인 동결파쇄작용에 의해 암석이 파괴, 분리되고 돌출지형이 형성된 것으로 해석된다. 그리고 최근 들어 발생한 대형 태풍 등에 의해서도 이러한 풍화지형이 쉽게 붕괴되는 것으로 보고되고 있다(손영관 외, 2009). 용암의 주상절리는 오랜 기간 차별적인 풍화침식에 의해 침식되는 부분은 계속 침식되고, 그 외 부분은 그대로 유지되면서 거대한 U자형 계곡을 형성한 것으로 해석되며, 주로 한라산의 남측벽보다 서북벽에서 잘 관찰된다.

2) 백록담조면현무암

<1> 야외산출양상

백록담조면현무암은 한라산 정상 동측부인 동능 정상에서부터 동쪽 일원에 넓게 분포하며 하위에 놓인 한라산조면암을 직접 피복한다. 특히 백록담조면현무암은 성판악 등산로를 구성하는 암석으로 서쪽의 영실 탐방로와 확연히

구분되는 지형분포를 보이는데, 성판악 등반로가 대체로 완만한 지형을 보이는 반면, 영실코스가 가파르고 절벽이 발달한 원인은 구성암석의 차이에서 비롯된다고 할 수 있다.

남벽 순화로 주변에서 보면 백록담조면현무암은 백록담 동쪽 사면을 따라 판상의 형태로 넓게 분포하고 있으며, 하부에는 수직절리가 발달한 한라산조면암을 피복하고 있어, 이들의 선후관계는 명확하게 구분된다(그림 10).



그림 10. 한라산조면암과 백록담조면현무암의 경계(하부에 수직절리가 발달한 한라산조면암을 판상의 백록담조면현무암이 피복하고 있다)

한라산조면암의 두께는 백록담 화구벽의 동쪽 능선에서 2~5m 이고 화구벽의 외측 사면에서는 0.2~1.0m로 얇아지며 연장성은 불량한 편이다.

백록담조면현무암은 유리질 응회암, 스크리아, 스패터(spatter)와 용암류로 구성되어 있다. 관찰지점에 따라 4가지 종류의 암석이 모두 나타나는 경우도 있고 일부 용암만 관찰되는 경우도 있다. 특히, 백록담 내부에서 관찰되는 백록담조면현무암은 얇은 판상의 응회암을 비롯하여 스크리아와 스패터가 협재된 용암류 형태로 산출되며, 지역에 따라 한라산조면암의 암편을 포함하고 있다(그림 11). 또한 스패터와 분석은 독립적으로 나타나는 경우도 있고, 서로 섞여 나타나는 경우도 있다(손영관 외, 2009).



그림 11. 백록담 분화구 내부의 백록담조면현무암(스코리아층과 스페터 및 용암이 교호하는 형태를 보인다)

백록담조면현무암을 구성하는 유리질 응회암, 스코리아, 스페터, 용암류 중에서 유리질 응회암은 하부의 한라산조면암을 직접 피복하고 있다. 유리질 응회암은 담갈색-흑색의 함력사질층과 담황색의 니질층이 교호하는 형태를 보인다. 사질층의 두께는 2~5cm이며, 급경사의 사층리나 수평층리가 발달하기도 한다(그림 12). 층리의 방향은 N35°- 45°E, 25 - 30°SE이며, 화구벽 부근에서 층리의 경사각은 45°로 급경사를 이루기도 한다. 사질 엽층은 담황색의 각력상 암편(주로 조면암편)과 흑색의 유리질 물질이 포함되어 있으며, 담황색의 각력상 암편의 경우 크기가 0.3~1.1cm이며, 다른 암편에 비하여 풍화가 심하여 쉽게 부서지는 특성을 보인다. 이 조면암질 각력은 부분적으로 점이 층리 및 역점이층리를 보이는데, 이는 근원지 가까운 거리에서 운반 퇴적되었음을 지시한다. 응회암층 내에 포함된 암편 중 검은색의 유리질 입자들도 관찰된다. 이 검은색의 유리질 입자는 대부분이 미립 내지는 조립질이며 모서리가 각진 입자로서 분출초기 물과의 반응에 의해 형성된 수성분출활동의 산물로 해석된다. 또한 응회암층에는 두께 1cm 내외의 세립질 화산재 지층도 관찰된다. 2000년 이후 수행된 녹화마대 사업으로 인해 분화구 내부의 응회암층 대부분이 덮혀있어 최근 들어 야외에서 응회암을 관찰할 수 있는 곳이 매우 제한적이다.



그림 12. 층리가 발달한 화산유리질 응회암

한라산조면암이 동일한 조면암질 암석들로 구성되어 있는 것에 반해, 백록담조면현무암은 용암, 스페터, 유리질응회암 및 스코리아를 포함한 다양한 산상으로 구성되어 있다. 특히, 백록담조면현무암 하부에 나타나는 스코리아층은 주로 원마도가 불량한 다공질의 스코리아(직경 2~64mm)와 화산탄(직경 64mm 이상)등으로 구성되어 있다. 스코리아층은 백록담 동쪽 화구벽의 하단부와 북쪽 관음사 등반로 정상부에 분포하며, 용암에 의해 피복된다. 그리고 스코리아층은 백록담 서측의 능선부에 두께 10m 이내로 산점하여 분포하면서 한라산조면암을 피복하고 있다(그림 13).

스코리아층은 상부로 갈수록 스코리아들이 엉겨붙은 형태의 스페터로 변해가는 양상을 보인다(그림 14). 상부 스페터는 적갈색을 띠며, 수cm~수십 cm 크기의 암편들이 달라붙어 납작해진 형태로 나타난다. 주로 스페터의 양이 증가하는 경향을 보이는데, 스페터는 하와이언 분출에 의해 분석구가 형성되는 초기 과정에서 주로 형성된 것으로 해석된다.

현미경하상에서 백록담조면현무암은 주로 사장석, 감람석 및 휘석 반정과 침상의 사장석 기질로 구성되어 있다. 휘석은 주로 단사휘석이며 사장석 반정은 길쭉한 침상 또는 주상의 형태를 보인다(그림 15).



그림 13. 백록담 내부 분석구를 피복하고 있는 백록담조면현무암(스페터가 우세하게 분포하고 있으며, 내부에는 소량의 기공을 포함한 용암이 협재되어 있다)



그림 14. 굳어지지 않은 상태의 다공질의 스페터들이 엉겨붙어 눌러진 형태로 산출되는 스페터의 근접사진

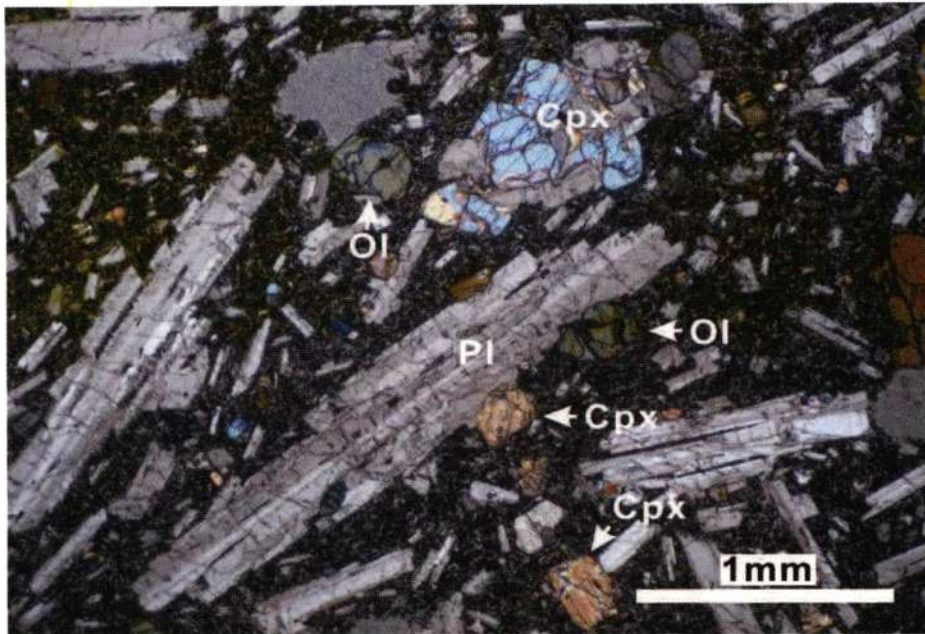


그림 15. 백록담조면현무암의 박편사진. 사장석, 감람석(OI), 휘석(Cpx) 반정들과 침상의 사장석(Pl) 반정(우)

〈2〉 해석

백록담조면현무암의 하부를 구성하는 유리질 응회암은 백록담조면현무암 분출 초기의 수성화산 분출에 의해 형성된 화산유리질 물질이 화구의 경사진 사면에서 재 퇴적된 결과로 해석된다. 특히, 응회암층 내에 포함된 검은색의 유리질 입자는 화산분출과정에서 마그마가 물과 섞이면서 발생한 폭발적인 분출에 의해 부서진 마그마 기원의 암편으로 해석된다. 또한 입자크기가 작고 모서리가 각진 특징은 수성화산분출의 직접적인 결과물임을 뒷받침한다. 즉, 백록담조면현무암은 분출 초기 상승하던 마그마가 과거 백록담 주변에 있던 물 또는 지하수와 반응하여 수성화산분출에 기인한 화산유리질 물질이 분출한 것으로 해석 할 수 있다(제주특별자치도, 2010).

한편 응회암의 상부에 나타나는 스킨아층과 스패터는 지표수 또는 지하수가 고갈되면서 물과 마그마의 폭발적인 반응이 없어지면서 화산분출 방식이 수성화산분출에서 마그마성(스트롬볼리안) 분출로 바뀐 결과로 해석할 수 있다. 수성화산분출에서 마그마성 분출로의 변화는 제주도에서 송악산과 우도 등에서 잘 나타나는 현상과 동일한 결과로 해석할 수 있다. 초기 마그마성 분출에 의해 분출된 스킨아는 점점 그 양이 증가하고, 굳어지지 않은 상태로 떨어지면서 뜨거운 스킨아들 끼리 엉겨붙은 상태의 스패터가 된 것

으로 해석된다. 스코리아층은 상부로 갈수록 스페터의 양이 증가하는 경향을 보이는 현상은 마그마성(스트로블리안) 분출에 의해 분석구가 형성되는 초기 과정에서 주로 발생하는 것으로 알려져 있다. 이런 분출과정을 통해 백록담의 초기 분화구 형태가 갖추어진 것으로 해석된다. 그리고 분석구가 형성된 이후 분화구 내에는 용암이 양이 점차 증가함에 따라 하중이 증가하여 백록담의 일부 사면을 붕괴시키면서 분출된 것으로 해석된다. 용암이 분출된 방향은 현재 백록담조면현무암이 분포하는 동쪽, 즉 성판악 일대인 것으로 추정할 수 있다. 그리고 백록담 북동쪽과 남동쪽 가장자리에는 초승달 모양의 분석구의 잔여구조가 존재하고 이 두 지점 사이를 가로질러 방사형으로 용암류들이 성판악 쪽으로 피겨나가고 있음을 잘 보여준다.

따라서 현재의 백록담은 점성이 높은 한라산조면암이 분출하면서 동형대의 지형을 만들고, 이후 백록담조면현무암이 용암들의 동쪽 측벽을 무너뜨리고 분출하면서 현재의 화산지형을 형성한 것으로 해석할 수 있다. 이와 같이 분화구에 종류가 다른 암석이 공존하고 있고, 두 번에 걸쳐 각각 다른 화산활동에 의해 분화구가 만들어지는 경우는 매우 드문 현상이다.

3) 윗세오름조면현무암

<1> 야외산출양상

윗세오름조면현무암은 윗세붉은오름(이하 윗세붉은오름)과 방애오름에서 분출한 용암과 분석들로 구성되며, 범정동조면현무암과 백록담조면현무암을 피복한다(고정선 외 2003). 윗세오름은 붉은오름, 누운오름, 새끼오름이라는 세 개의 오름군으로 되어 있는데, 이중 붉은오름이 윗세오름조면현무암의 분출지로 추정되고 있다.

윗세오름조면현무암은 표식지인 윗세붉은오름에서 남서쪽 1.5km 지점으로 선작지왓 중앙부까지 나타나는데, 두께는 약 1~3m이며 복합 용암층(compound lava flows)을 이루고 있다(그림 16). 이 암석은 윗세붉은오름에서 약 300m 가량 연장되어 나타나며, 용암류의 분포범위는 동서 방향으로 폭이 800m, 남북방향으로 약 2.5km에 걸쳐 분포하고 있다(박기화 외 2000; 장순석 외 2011).

한편, 효동천 상류인 벌론내의 계곡에서 약 1m 두께의 윗세오름조면현무암질 용암류를 관찰할 수 있다. 이 용암류는 클링커와 스코리아를 협재하는 형태로 나타나며, 표면에는 미세한 밧줄구조가 관찰된다(그림 16). 또한 일부 벌론내 계곡 상류부에는 스코리아를 협재한 얇은 용암층이 관찰되는데,

측방 연장성이 양호하지 않아 정확한 암상의 특징을 파악하기 어려운 상태이다.

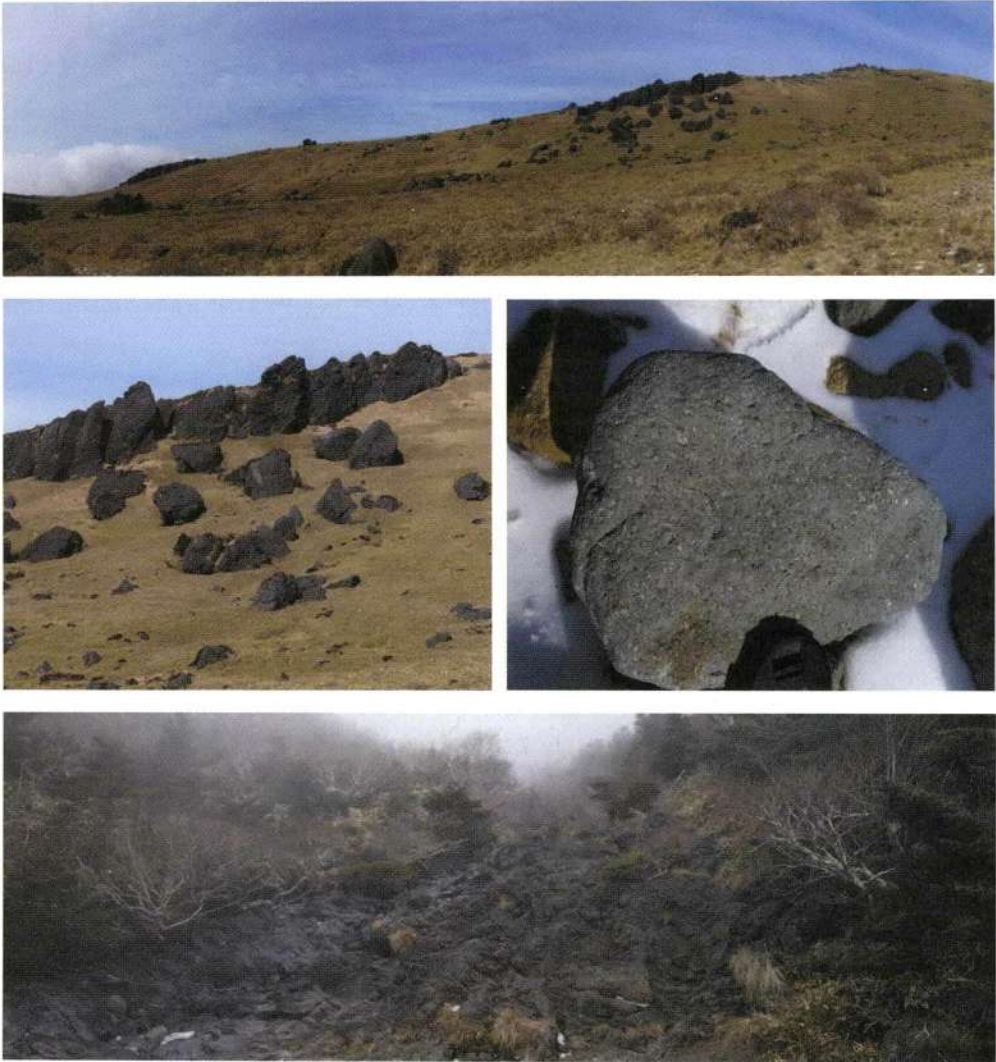


그림 16. 한라산조면암의 분출지로 알려진 윗세붉은오름 일대의 정경(상, 중좌)과 조면암의 근접사진(중우), 산벌른내 계곡에서 나타나는 윗세오름조면현무암(하)

윗세붉은오름과 방애오름 주변에는 화산탄을 함유한 다량의 적갈색의 화산회, 스코리아들이 모여 분석구를 이루고 있으며, 화구에 인접한 부분에서는 고온에서 분출된 분석들과 용암 덩어리가 압착 용결되어 유상구조를 잘 보여준다. 암색은 회색 내지 암회색을 띠며 1cm 크기의 기공이 용암의 상부에 우세하게 분포하고 있으며, 내부에는 기공이 거의 없는 특징을 보인다. 야외관찰에서 반정 광물로는 휘석이 우세하고 소량의 사장석과 감람석이 관찰된다.

윗세오름조면현무암의 하부에는 백록담조면현무암과 동일하게 스펀터가 우세하게 분포하고 일부 기공이 거의 없는 괴상의 용암류가 협재되어 있다. 특히, 하부에 협재된 스펀터들은 측방으로 얇게 신장되어 있어, 수평 내지 굴곡진 형태의 유상구조를 보이기도 한다(그림 17)



그림 17. 윗세오름조면현무암의 근접사진(현무암은 측방으로 얇게 신장되어 있는 스펀터가 나타나며, 희미한 유상구조를 보인다)

〈2〉 해석

윗세오름조면현무암은 직하부에 점성이 높은 용암돔(한라산조면암)을 피복하고 있어 층서적으로 조면암질 용암돔이 형성된 이후 분출한 것으로 해석할 수 있다. 이 용암은 점성이 낮고 유동성이 좋은 특징을 지니고 있으며,

중간중간 스코리아층을 포함하고 있어 용암돔 형성이후 간헐적인 스트롬볼리언 화산분출에 의해 형성된 것으로 해석된다. 고정선 외(2003)는 윗세오름조면현무암의 분출지를 백록담이 아닌 이늘의 서측부에 발달한 여러개의 구조선을 따라 분출한 것으로 보고한바 있다.

영실 탐방로 병풍바위 주변에서 관찰되는 윗세오름조면현무암의 미세한 유동구조와 얇은 용암류가 반복 누적된 특징은 이 용암류가 복합 용암류에 의해 형성되었음을 지시한다. 그러나 윗세오름조면현무암의 경계와 법정동조면현무암의 경계를 야외에서 명확히 구분하기 어려워 향후 조사에서 두 암체의 명확한 차이와 분포범위를 구분해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

다시말해, 윗세오름조면현무암은 백록담 용암돔이 만들어진 이후 점성이 낮은 용암류들이 한라산조면암을 피복하면서 남쪽과 서쪽 방향으로 흐르면서 쌓인 것으로 해석할 수 있다.

4) 법정동조면현무암

<1> 야외산출양상

법정동조면현무암은 위세오름 중 윗세누운오름(1,714m)와 윗세죽은오름(1,690m)에서 분출하여 1100도로 주변을 피복한 용암류를 말한다(그림 18). 법정동조면현무암은 한라산 전체에 광범위한 분포를 보이며, 한라산조면암과 보리악 조면현무암을 피복하는 양상을 보인다(그림 19).

법정동조면현무암은 1100도로 영실 탐방로를 거쳐 병풍바위 일대까지 광범위하게 분포하고 있으며, 병풍바위 상부를 얇게 피복하고 있어 야외에서 쉽게 관찰 할 수 있다. 일부 영실 동반로 일대와 윗세죽은오름 부근에는 압력돔(tumuli)의 형태를 띠는 법정동조면현무암을 관찰 할 수 있다.

법정동조면현무암은 회색 내지 암회색을 띠며, 1mm 크기의 기공이 40%를 정도 함유되어 있으나 노두에 따라 변화가 크다. 반정 광물은 장석이 우세하고 소량의 휘석과 감람석을 함유한다(그림 20). 백록담 서쪽 고지대에서 크고 작은 분석구를 포함하며 분석구는 다공질의 스코리아와 용암괴로 구성된다(고정선 외, 2003).



〈그림 18. 법정동조면현무암의 분출지로 알려진 죽은윗세오름 정경〉



그림 19. 영실 등반로상에서 관찰되는 법정동조면현무암(하부에 한라산조면암을 피복하는 형태로 산출된다)



그림 20. 영실등반로 상에서 관찰되는 다양한 형태의 법정동 조면현무암(근접사진에서 기공이 많고 사장석 반정을 관찰 할 수 있다)

〈2〉 해석

법정동조면현무암은 윗세죽은오름에서 분출하여 1100도로 인근까지를 피복한 광역적인 용암류를 말하는데, 실제 야외조사에서 용암류의 연장성을 파악하기에 어려움이 있었다. 그러나 층서적으로는 한라산조면암과 보리악조면현무암을 피복하는 양상이 확인되어 화산 층서적으로는 한라산 형성과정에 최후기에 해당하는 화산활동으로 추정 할 수 있다. 또한 용암류 내부에 스크리아들이 포함되어 있고 얇은 용암류가 누적되어 있어 스트롬볼리안 분출에 의해 형성된 복합 용암류로 해석된다.

그러나 지금까지의 조사결과 법정동조면현무암은 상위의 윗세오름조면현무암과 명확한 구분이 어려워 향후 조사에서는 두 암체의 구분이 필요한 실정이다.

4) 만세동산역암

만세동산역암은 윗세오름 대피소 북측 하천 바닥에 1km의 연장을 갖고 분포되어 있으며, 북쪽으로는 백록담 정상부와 삼각봉 사이에 형성되어 있다.

이 역암은 제주도 최후기의 암석으로 한라산 서측 주변에 광범위하게 분포되어 있으며 이전에 분출한 모든 암석을 피복한다(박기화 외 2000). 역의 크기는 10cm에서 2m에 이르기까지 다양하다. 역의 대부분은 한라산조면암으로 구성되며, 현무암 및 스코리아를 포함하고, 대부분이 역지지의 이동상을 보인다. 역암의 두께 3 m 이내이며 분포범위는 약 500 m에 이른다(그림 21).

역의 대부분은 한라산조면암으로 구성되어 있으며, 일부 조면현무암 및 스코리아를 포함하고, 대부분 기질(matrix) 물질이 거의 없으며 역지지(grain-supported)되어 있다. 만세동산역암은 한라산조면암체에 가까운 곳(백록담 서측 절벽아래, 장구목 능선, 옷방애오름 능선 일대 등에는 백록담 용암 돔의 정상부에서 떨어져 나온 테일러스 기원의 역암으로 산출된다(박기화 외 2000; 고정선 외, 2003).



그림 21. 만세동산 표식지와 윗세오름 인근에서 관찰되는 만세동산 역암

3. 주요 탐방로일대 조사결과 및 고찰

가. 윗세오름 - 서북벽 정상

1) 윗세붉은오름 일대

윗세오름 대피소에서 서북벽 코스로 가는 진입로에는 일반인들에게 통제되어 있는 구간으로 여름의 경우 조릿대와 구상나무 등이 무성하여 출입이 어렵고, 겨울철의 경우 희미하게 등반로의 흔적이 관찰된다(그림 22).

윗세오름 상류의 계곡 하천 바닥에는 인근의 백록담 서벽에서 유래된 한라산조면암의 노두가 노출되어 있다. 하천 바닥에는 매우 큰 암석 덩어리들이 산재되어 있다. 암석 덩어리들은 주로 백록담 정상 서벽에서 외도천 상

류부인 하천을 따라 흘러오거나 유수에 의해 운반된 조면암의 덩어리들과 모래, 자갈로 구성되어 있다. 암석은 크게 적갈색을 띠는 조면암과 청회색을 띠는 조면암으로 구분된다. 적갈색 조면암은 하상을 구성하고 있는 한라산조면암이며, 청회색 조면암은 백록담 서벽에서 이곳으로 운반되어 온 것으로 추정된다. 하상에 분포되어 있는 적갈색 조면암에는 특징적으로 매우 큰 장식반정이 많이 포함되어 있다.



그림 22. 윗세오름 대피소에서 서북벽으로 가는 등반로

2) 서북벽 등반로 중간 지점

윗세오름에서 서북벽 정상으로 가는 등반로 주변에는 한라산조면암, 윗세오름조면현무암, 만세동산역암이 분포하고 있다. 한라산조면암은 용암돔과 위세오름 사이의 저지대를 테일러스 형태로 채우고 있는 형태로 분포하고 있다. 그리고 등반로 사면 일대에는 한라산조면암의 암괴들이 떨어져 나와 쌓인 만세동산역암도 관찰된다. 한편 장구목 일대에서는 한라산 조면암을 직접 피복하고 있는 윗세오름조면현무암 용암류가 관찰된다(그림 23). 등반로 상에 있는 윗세오름조면현무암은 내부에 화산탄과 스코리아를 포함하고 있다. 화산탄은 붉은색을 띠며 장식 반정이 많고 특히 기공이 많은 특징을 보인다(그림 24).



그림 23. 장구목 일대에서 관찰되는 윗세오름조면현무암 용암류



그림 24. 서북벽 정상으로 가는 등반로

3) 서북벽 정상 등반로

백록담 서북벽 코스의 정상 등반로에는 백록담 서벽을 구성하고 있는 한라산조면암이 분포하고 있다. 서북벽 코스 중에서 정상으로 올라가는 U자형 계곡은 풍화작용에 의해 하부로 대부분이 무너져 내려 현재는 이용할 수 없는 상태에 있다. 과거 조면암을 굴착하여 등산용 계단으로 만든 등반로도 대부분이 유실되어 있는 상태에 있다(그림 25). 서북벽 등반로에서 오른쪽으로 이어진 백록담 서벽의 수직절벽에서 보면 대부분의 조면암은 U자형 계곡을 만들며 풍화를 받아 조면암의 덩어리들이 주상절리와 함께 하부로 무너져 내리고 있다(그림 25). U자형 계곡의 형성은 비교적 풍화작용에 취약한 특성을 갖는 조면암에서 흔히 볼 수 있는 풍화혈구조(tafoni)이다. 등반로상에서 조면암이 표면 풍화와 주상절리 풍화에 의해 직경 2m의 덩어리가 무너져 있는 것이 관찰된다.

서북벽 코스 등반로상에 관찰되는 조면암은 적갈색, 유백색, 청회색을

떠며 직경 1cm 정도의 정사각형 내지는 직사각형의 장석 반정이 많은 것이 특징이다.

서북벽 코스에서 장구목으로 이어지는 곳의 정상부에는 조면암의 암반 위에 두께 3m의 용암류가 놓여 있다. 이 용암류는 장구목의 남쪽 능선을 따라 15°의 경사로 분포되어 있다. 용암류의 블록으로 나란히 배열된 용암류는 상하부에 클링커를 포함하고 있으며, 내부는 비교적 치밀한 비현정질이며 장석 반정이 많으며 휘석 반정도 포함되어 있다. 이 용암류는 윗세오름조면현 무암으로 제주도 화산활동 중에서 가장 나중에 분출된 용암류이다.

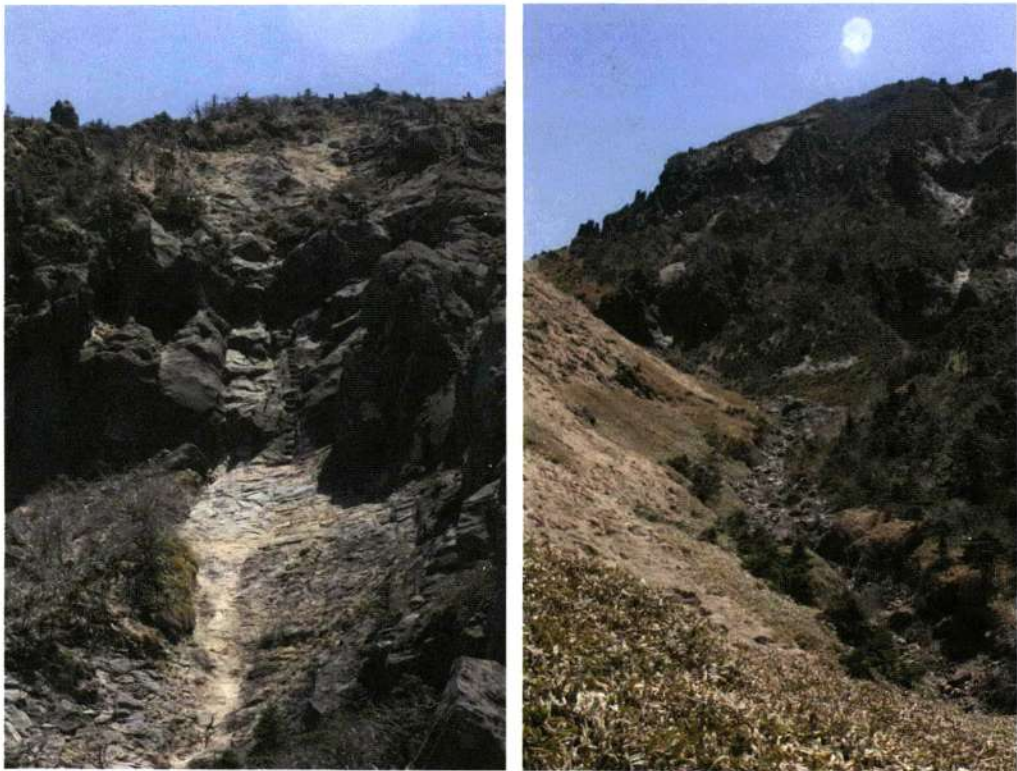


그림 25. 과거 서북벽 정상등반로로 이용되던 곳으로 U자형 풍화를 받아 돌계단이 유실

나. 윗세오름 ↔ 남벽 정상

1) 방아오름 샘 주변

방아오름 샘 주변에는 현무암질 용암류들이 넓은 지역을 피복한 전석지대가 분포하고 있다. 방아오름 일대의 웃방애, 방애, 알뱅애오름으로 불리는 작은 세 개의 오름으로 구성되어 있는데, 용암류의 전석지대는 방아오름(또는

방애오름)에서 분출된 용암류에 의해 형성된 것으로 알려져 있다.

방아오름 분석구는 주변에는 두께 약 2~5m의 용암류가 분포하고 있다(그림 26). 이 용암류는 상하부 표면이 거칠고 내부에 클링커성 암괴들이 내부에 포함되어 있어 암괴상 아아용암류가 형성된 것으로 추정된다.

한편, 방아오름 주변의 전석지대 하부에는 백록담에서 유래된 조면암의 암괴들도 분포되어 있다. 방아오름 샘 주변에서 형성된 계곡들은 효돈천의 발원지로서 서산벌튼내와 동산벌튼내를 통하여 하류로 흐른다.



그림 26. 방아오름 샘에서 바라본 백록담 남벽

2) 남벽 순환로 (백록담 남벽 하부)

방아오름에서 남벽 순환로를 따라 남벽 정상에 이르는 구간에는 다양한 용암류를 볼 수 있다. 남벽 정상 구간에서 한라산조면암과 백록담조면현무암을 확인할 수 있으며(그림 27), 남벽 순환로에서 방애오름을 따라 윗세오름조면현무암과 만세동산 역암이 관찰된다. 백록담 남벽에서는 백록담 조면암의

수직 노두를 관찰할 수 있으며, 절리의 내부에는 수평으로 발달한 냉각 절리대가 관찰된다. 이 절리대는 용암돔이 형성되는 과정에서 만들어진 것으로 알려져 있으며, 이번 조사에서 수평의 절리대를 자세히 확인하였다(그림 28). 백록담 남벽은 조면암의 풍화가 심하며, 최근 풍화작용으로 인하여 많은 양의 주상절리와 암석 블록들이 수직절벽에 많이 떨어져 쌓여있다. 백록담 남벽의 수직절벽을 정남쪽에서 관찰해 보면 크게 수평으로 이어진 수평절리면을 관찰할 수 있다. 또한 남벽 동측의 중상부에 있었던 조면암의 주상절리 노두는 최근에 대규모로 무너져 내려 수직절벽 하부에 쌓여 있으며 조면암이 풍화된 면을 암석의 색깔에 의해 쉽게 확인할 수 있다.

한편, 남벽 정상을 오르는 구간에서는 백록담조면현무암이 수십 센티미터의 박층으로 매우 얇은 용암류로 백록담 분화구의 외륜을 따라 흘러내린 것을 알 수 있다. 방애오름 남측으로 형성된 효돈천 상류의 서산벌룬내의 깊은 협곡에서는 윗세오름조면현무암의 매우 얇은 용암류 단위(lava units)가 관찰되며, 백록담 서남벽 하부에서는 하천 발원지에서 만들어진 계곡의 하상에서 만세동산 역암의 노두를 관찰할 수 있다.

남벽 순환로를 따라 백록담 서벽과 남벽으로 이어지는 등반로 구간의 등반로 상에는 조면암의 암설사태층 위에 조면암과 현무암 덩어리들이 산재되어 있다. 이곳은 백록담 서벽과 남벽이 붕괴되어 이루어진 암설사태층으로 만세동산 역암이 분포하고 있는 지역이다. 등반로상에 산재되어 있는 암석 덩어리들은 백록담에서 유래된 조면암과 인근의 윗세오름오름과 방애오름에서 유출된 용암류에서 유래된 현무암들이다. 이 암석 덩어리들은 평균 직경이 30cm 정도이다. 윗방애오름을 끼고 형성된 산벌룬내(효돈천) 상류지역의 작은 실개천은 효돈천의 발원지이다. 결국 효돈천은 백록담 남벽에서 직접 발원한 후 산벌룬내와 돈내코 계곡을 지나 쇠소각으로 흐른다. 백록담 남벽 하부에 형성된 작은 실개천은 건천으로 폭이 2~3m 로 발달되어 있으며, 하상에 현무암질 용암이 얇게 피복되어 있어 후차적으로 윗세오름조면현무암질 용암류가 계곡을 따라 흘렀음을 알 수 있다. 이는 이곳에 하천이 형성된 이후에 윗방애오름이 최종적으로 분출하였음을 지시하는 것이다.



그림 27. 남벽순환로에서 바라본 백록담 낙쪽 절벽



그림 28. 절리내부에 수평으로 발달한 냉각절리대

3) 남벽 정상 등반로

남벽 정상 등반로에는 하부에 백록담에서 유래된 조면암이 분포하며 그 위를 백록담 조면현무암이 직접 덮고 있는 양상이다. 남벽 정상 등반로의 종착지인 백록담 남벽 정상에는 두께 35~40cm, 보통은 1m 정도이며 최대 2~3m의 현무암질 용암류가 분포되어 있다. 이 용암류는 백록담 분화구에서 유출된 용암류이다. 남벽 정상부에서 용암류는 평균 28°의 경사로 백록담 화구 외륜을 타고 하부로 흐르고 있으며 최대 경사는 34°이다. 특히 이 용암류는 정상에서 하류로 내려갈수록 두께가 감소하여 하류에서는 불과 20~30cm의 두께를 보인다. 또한 이 용암류의 하부에는 클링커와 스코리아층이 자갈과 같은 형태로 퇴적되어 분포되어 있다. 그렇기 때문에 상부에 놓인 얇은 용암류는 하부의 자갈과 같은 클링커를 타고 아래로 쉽게 미끄러진다. 과거 남벽 정상 등반로는 백록담 분화구 외륜 경사면인 주변에 있는 얇은 용암류를 깨어서 돌계단식으로 개설되었다. 한라산 남벽통제소에서 백록담 정상을 오르는 구 등반로는 가파른 남벽의 사면을 따라 설치되어 있으며, 과거 등반로로 사용되었다는 생각이 들지 않을 정도로 파괴되어 있었다. 이 등반로는 주변의 현무암을 다듬어 돌계단의 형태로 맞추고 사이에 시멘트를 주입하여 제작되었으나 가파른 사면에 가해진 중력에 의해 암석들이 분리되고 시멘트는 떨어져 나간 상태였다(그림 29). 떨어져 나간 계단석은 주변 암석들과 뒤엉켜 불규칙하게 흩어져 있으며, 남압에 의해 돌들이 빈번히 사면 아래로 굴러 떨어지는 상태였다. 이와 같이 암석들이 가파른 지형을 형성하며 성글게 쌓여있는 지형을 돌서령이라고 하는데, 이런 지역은 지속적으로 암석들이 사면을 따라 흘러내리기 때문 구조적으로 매우 불안정한 할 수밖에 없다. 암석의 흘러내림 사태는 하나의 암석이 흘러내리면서 주변 암석을 밀어 붙일 때 주변 암석들이 도미노처럼 같이 밀리면서 흘러내리는 암설사태가 발생하는 경우도 있다. 이와 같은 암설사태는 채석장이나 가파른 사면 등에서 자주 발생하고 있다(그림 30).



그림 29. 돌계단의 원형이 사라진 가파른 과거 등반로



그림 30. 동결파쇄작용으로 암석이 떨어져 나가는 모습

4) 백록담 내부

애추 또는 돌서령은 오랜 세월에 걸쳐 절벽에서 돌이 떨어져 나와 형성되는 지형이다. 백록담 분화구 내부 사면에는 수m 크기의 돌서령이 관찰된다. 돌서령들은 주로 동쪽 사면에 집중되어 나타나고 있으며, 약 30°의 경사면에 수 cm 에서 수 m 크기의 백록담조면현무암의 각력들로 구성되어 있다 (그림 31). 특히 상대적으로 큰 역들은 경사면의 아랫부분 또는 백록담의 분화구 바닥에까지 굴러 떨어져 있어 낙하분급(fall sorting)을 잘 보여주고 있다. 돌서령이 동쪽 사면의 집중적으로 분포하는 것은 한라산조면암(서쪽 사면)과 백록담조면현무암(동쪽 사면)의 물리적 특성과 인위적인 요소에 기인하는 것으로 판단된다. 백록담조면현무암은 치밀한 용암류 사이에 수매의 분석층 및 동공(cave)들이 발달하고 있다. 따라서 아고산지대에서의 암석의 결빙에 의한 기계적 풍화작용과 더불어 인위적인 하중으로 인해 상대적으로 암석의 강도가 약한 분석층 및 동공 주변에서 이들 암석들이 붕괴되는 것으로 사료된다. 반면 한라산조면암의 경우 전체적으로 동일한 암석들로 치밀하게 구성되어 있고, 현재 등산객의 출입을 제한하고 있어 상대적으로 애추의 발달이 미약한 편이나, 이들 암석의 경우에도 기계적 풍화작용인 켜기작용이 지속적으로 발생하고 있어 모니터링이 필요한 곳이다.



그림 31. 백록담 분화구 내부에 발달한 돌서령 지역

다. 남벽분기점 ↔ 돈내코 코스

남벽분기점에서 돈내코 탐방로는 2010년 다시 열린 탐방로이며, 총 길이는 7km에 이른다. 전체적으로 다른 한라산 탐방로에 비해 완만한 지형특징을 보이며, 돈내코 하천과 나란하게 발달되어 있다.

탐방로와 나란히 발달한 돈내코 계곡은 다양한 종류의 암석들로 구성되어 있는데, 암괴들의 하부에는 판상의 용암류가 분포하고 있다. 용암의 표면에는 부분적으로 밧줄구조가 발달되어 있다(그림 32).



그림 32. 밧줄구조가 발달한 돈내코 하천의 용암

탐방로 주변의 완사면에는 조립질과 세립질 입자들로 분급된 토양층이 발달하고 있다. 분급된 토양층은 계절적인 동결과 파쇄작용과 동결 융해에 중력의 작용이 복합적으로 작용한 솔리플럭션 또는 포행 현상에 의해 분급이 일어나고 사면의 아래쪽으로 천천히 흐른 결과로 해석된다. 기존 연구에서 이런 현상을 유상구조토로 기재하기도 하였다(그림 33; 김태호, 외 2006).



그림 33. 돈내코 등반로 인근 완사면에 발달한 유상구조토

그리고 지형에 따라 암괴들이 불규칙하게 얹혀있는 돌서렁 지형들도 관찰된다(그림 34). 이 돌서렁 지형을 만든 암괴들은 대체로 비슷한 크기의 암석들로 구성되어 있는데 암괴들이 사면을 따라 흘러내리는 과정에서 역의 크기에 따른 분급작용이 발생한 결과로 해석된다.



그림 34. 탐방로 일대에 발달한 돌서렁 지형

4. 요약

제주도의 중심이라 할 수 있는 한라산은 다양한 분야의 생태 조사가 수행된 것에 비해 지질조사는 자세하게 수행되지 못한 상태이다. 그 결과 한라산의 형성과정에 대해서 명확하게 언급된 자료는 거의 없는 실정이다. 이번 조사는 한라산 백록담 일대를 중심으로 수행된 조사로서 한라산 전체의 지질을 대표할 수는 없으며, 향후 자세한 지질조사가 이루어져야 할 것이다.

한라산의 백록담은 서편과 동편은 서로 다른 종류의 암석들로 구성되어 있다. 이들의 형성과정을 밝히기 위해 암상을 분류 및 기재 그리고 이들의 분출양상에 대해 해석하였다. 백록담의 남동쪽에서 한라산조면암을 직접 피복하고 있는 백록담조면현무암을 관찰할 수 있어, 이들의 선후관계는 야외에서 명확하게 구분된다. 먼저 백록담 서쪽 사면을 이루고 있는 한라산조면암 및 이와 층서적 위치와 암질이 동일한 암석들이 북쪽, 서쪽(영실) 그리고 남동쪽(서귀포) 방향으로 광범위하게 분포하고 있으며, 북쪽과 남쪽은 수매의 분출단위가 확인된다. 또한 이들은 조면암질에서 조면안산암질까지 다양하게 화학적 조성을 보이고 있어, 하나의 분화구에서 분출하였기 보다는 지하에 발달하고 있는 일정한 구조선을 따라 동시기 또는 거의 비슷한 시기에 열하

분출한 것으로 해석된다. 최근 고정선 외(2003)는 백록담 주변 일대의 영실조면암-한라산조면암-사라오름조면암을 연결하는 N70°E 방향의 구조선들을 보고하고 있고, 또한 이들 구조선의 좌우를 따라 조면암들이 넓게 분포하고 있어 점성이 낮은 조면암질 내지 조면암암질 용암류들이 구조선을 따라 동시에 분출했을 가능성을 뒷받침하고 있다. 한편 박기화 외(2000)는 이들 조면암질 용암류들이 정지되고 난 뒤, 점성이 높은 조면암질 마그마가 후기에 이들을 뚫고 분출하여 용암돔을 형성한 것으로 해석하였다. 하지만 백록담 용암돔 주변의 조면암들의 지층들은 구조적인 변형, 즉 지층의 경동, 들을 전혀 받지 않아, 용암돔은 조면암질 마그마들이 분출하는 동시기에 형성되었음을 지시한다. 따라서 백록담의 조면암질 마그마는 다른 곳보다 상대적으로 점성이 높아 멀리 흐리지 못하고 용암돔을 형성한 것으로 해석된다(손영관 외, 2009). 그러나 이러한 해석과는 달리 두 암석의 형성시기가 차이가 나는 것은 앞으로 해결해야 할 문제이다.

한라산조면암의 분출한 이후 돔 화산체의 동쪽을 부수면서 백록담조면현무암을 형성시킨 마그마의 분출이 시작하고, 이들은 성판악 쪽으로 흘러 백록담 동편의 산정부일대의 넓은 지역을 피복하였다. 백록담조면현무암의 분출 초기에는 마그마가 물과 반응하여 만들어지는 수성화산분출에 기인한 화산유리질 분진이 이들의 하부에 퇴적되었고, 이후 마그마의 양이 점차 증가함으로써 화산분출이 수성화산활동에서 스트롬볼리언 분출양상으로 변하여 적갈색의 분석과 스펀더가 교호하는 분석구불 형성하였다. 일반적으로 분석구가 형성된 뒤 분화구 내에는 용암이 점점 채워지게 되고 이들의 양이 증가하여 분석구의 측벽을 붕괴하여 많은 양의 용암이 일시에 지표의 낮은 곳으로 흘러내리고 말발굽 모양 및 초승달 모양의 분석구의 형태를 남기게 된다. 백록담 동쪽 측벽과 산정부 일대는 이러한 화산지형의 형태, 즉 백록담 북동쪽과 남동쪽 가장자리에는 초승달 모양의 분석구의 잔여구조가 존재하고 이 두 지점 사이를 가로질러 방사형으로 용암류들이 성판악 쪽으로 퍼져나가고 있음을 잘 보여주고 있다. 따라서 현재의 한라산 백록담은 백록담조면현무암의 화산활동으로 인해 한라산조면암의 동쪽 측벽을 무너뜨리고 분석구와 방사형의 용암류를 만들고 현재의 화산지형을 형성한 것으로 해석된다. 이러한 결론은 한라산 백록담이 돔상 용기체(윤선 외, 2005)가 아닌, 백록담에서의 화산분출에 의한 화산분화구암을 지시한다(박기화 외, 2000b).

한라산 백록담이 형성된 뒤에도 백록담의 서측부 일대에서 조면현무암질 마그마를 광범위하게 분출하여 범정동조면현무암을 형성하고, 스트롬볼리언 분출에 의해 윗세오름조면현무암을 형성한 것으로 해석된다. 하지만 이들의

화산 분화구는 현재의 백록담이 아닌 이들의 서측부에 발달한 여러 개의 구조선을 따라 분출한 것으로 보고되고 있다(박기화 외, 2000b; 고정선 외, 2003; 손영관 외, 2009).

5. 인용문헌

- 강순석, 2011, 한라산 자연유식년제 등산로 구간 환경조사 보고서, 1-43
- 고정선, 윤성효, 강순석, 2003, 제주도 한라산 백록담 분화구 일대 화산암류의 암석학적 연구. 지질학회지 12(1), 1-15
- 김기영, 홍명호, 전용문, 2010, 한라산 백록담 천부 지진파 속도구조. 지질학회지 46(6), 609-617.
- 김태호, 2002, 한라산 아고산대의 초지 박리현상. 한국지형학회지 9(2), 71-81.
- 김태호, 2006, 한라산 아고산 초지대 나지의 확대속도와 침식작용. 대한지리학회지 41, 657-669.
- 박기화, 이병주, 조동봉, 김정찬, 이승렬, 김유봉, 이한영, 조병욱, 장영남, 손병국, 전희영, 김용욱, 2000a, 서귀포-하효리 도폭 지질보고서 (1:50,000). 제주도, 한국자원연구소, 대전.
- 박기화, 이병주, 조동봉, 김정찬, 이승렬, 최현일, 박덕원, 이사로, 최영섭, 양동운, 김주용, 서정윤, 신현모, 2000b, 제주(백아도, 진남포) 지질도폭설명서 (1:250,000). 한국자원연구소, 대전.
- 박준범, 1994, 제주도 화산암의 지화학적 진화. 박사학위논문, 연세대학교, 서울, 303 pp.
- 손영관, 우경식, 권창우, 김련, 전용문, 2009, 지질유산과 지질모니터링: 제주도 사례를 중심으로. 지질학회지 45(6), 751-770.
- 이창섭, 조태진, 이상배, 원경식, 2007, 제주도 한라산조면암의 풍화특성에 관한 연구. 지질공학학회지 17(2), 235-251.
- 원종관, 1976, 제주도의 화산암류에 대한 암석회화적인 연구. 지질학회지 12(4), 207-226.
- 윤선, 현원학, 정차연, 2005, 제주도 한라산의 지질. 지질학회지 41, 481-497.
- 윤성효, 고정선, 강순석, 2002, 한라산 백록담 분화구 일대 화산암류의 화산암석학적 연구. 대한지질학회, 대한자원환경지질학회, 한국석유지질학회, 한국암석학회 76

- 정창식, 정원중, 손영관, 최만식, 박병권, 2006. 제4기 화산암에 대한 ^{238}U - ^{230}Th 연대측정의 시료 전처리와 열이온화질량분석법의 소개. 지질학회지 42(3), 455-465.
- 홍명호, 김기영, 2010. 제주도 상시미동 H/V 스펙트럼 분석. 지구물리와 물리탐사13(2), 144-152.
- Cheong, C.-S., Choi, M.S., Khim, B.K., Sohn, Y.K., Kwon, S.-T., 2006. $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dating of Holocene mollusk shells from Jeju Island, Korea, by multiple collectors inductively coupled plasma mass spectrometry. *Geosciences Journal* 10(1), 67-74.
- Choi, S.H., Mukasa, S.B., Kwon, S.T., Andronikov, A.V., 2006. Sr, Nd, Pb and Hf isotopic compositions of late Cenozoic alkali basalts in South Korea: Evidence for mixing between the two dominant asthenospheric mantle domains beneath East Asia. *Chemical Geology* 232(3-4), 134-151.
- Lee, M.W., 1982. Petrology and geochemistry of Jeju volcanic Island, Korea. *Science Reports of the Tohoku University*15, 177-256.
- Sohn, Y.K., Park, K.H., 2004. Early-stage volcanism and sedimentation of Jeju Island revealed by the Sagye borehole, SW Jeju Island, Korea. *Geosciences Journal* 8(1), 73-84.
- Sohn, Y.K., Park, K.H., 2007. Phreatomagmatic volcanoes of Jeju Island, Korea: IAVCEI-CEV-CVS Field Workshop, Jeju Island, Korea. OB Communications, Daejeon, Korea, 83 pp.
- Won, J.K., Matsuda, J., Nagao, K., Kim, K.H., Lee, M.W., 1986. Paleomagnetism and radiometric age of trachytes in Jeju Island, Korea. *Journal of Korean Institute of Mining Geology* 19, 25-33.

식생

조사위원 : 고정균

1._ 서론

2._ 조사범위 및 방법

가. 현존식생도 작성

나. 식생조사

3._ 결과 및 고찰

가. 현존식생도

나. 식물군락의 분류 및 생태적 특성

나. 선행연구와의 비교

4._ 참고문헌

여 백

1. 서론

한라산을 중심으로 하는 제주도 식물대는 해발고도에 따라 해안식물대, 초지대, 상록활엽수림대, 낙엽활엽수림대, 침엽수림대, 관목림대로 크게 구분된다. 일반적으로 해발 600m 이하지역에는 초지대나 난대상록활엽수림대로 구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii*) 등이 분포한다. 해발 600m에서 1,500m 이하의 온대낙엽활엽수림대의 주요 수종은 서어나무류, 참나무류 및 단풍나무류 등으로써 식생 천이과정의 극상을 보이고 있으며, 초본식물로는 제주조릿대(*Sasa quepaertensis*)가 주요 종이며 등골레(*Polygonatum okratum* var. *pluriflorum*), 풀썸대(*Similacina japonica*), 개족도리(*Asarum maculatum*) 등이 자란다. 해발 1,500m 이상의 한대침엽수림의 주요 수종으로는 구상나무(*Abies koreana*), 주목(*Taxus cuspidata*) 등이 분포하고 섬매발톱나무(*Berberis amurensis* var. *quepaertensis*), 들쭉나무(*Vaccinium uliginosum*), 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii*), 시로미(*Empetrum nigrum* var. *japonicum*) 등의 소관목과 제주조릿대, 섬바위장대(*Arabis serrata*), 구름떡쑥(*Anaphalis sinica* var. *morii*), 눈개쑥부쟁이(*Aster hayatae*), 종민들레(*Taraxacum hallasanensis*) 등의 초본류가 자라고 있다. 더욱이 한라산 해발 1,400m 이상지역에 형성된 한국특산식물인 구상나무림은 세계 유일의 순림으로 그 가치가 매우 높다.

제주도의 식물군집을 임양재 등(1991)에 의해 식물사회화적인 방법으로 분류한 결과에 의하면 3개 군단, 7개 군집, 17개 군락으로 구분되었으며 몇몇 군집들은 다시 수개의 아군집으로 분류하였다. 즉, 상위단위불명, 당단풍나무-신갈나무 군단(*Acer-Quercion mongolicae* Kim et Yim, 1998), 제주조릿대-서어나무 군단(*Saso-Carpinion laxiflorae* all. nov.) 등 3개의 군단과 제주조릿대-구상나무 군집(*Saso-Abies koreanae* Song and Nakanishi, 1985), 노루귀-물참나무 군집(*Hepatico-Quercetum grosseserratae* assoc. nov.), 제주조릿대-서어나무 군집(*Saso-Capinetum laxiflorae* assoc. nov.) 등 7개 군집 그리고 곰솔 군락(*Pinus thunbergii* community), 붉가시나무 군락(*Quercus acuta* community), 상수리나무 군락(*Quercus acutissima* community) 등 17개 군락으로 구분하였다.

한편, 국립공원관리공단(2002)에서는 한라산의 자연자원조사를 통해 한라산 국립공원 내에는 크게 서어나무 군락(*Carpinus laxiflora* community), 소나무 군락(*Pinus densiflora* community), 구상나무 군락(*Abies koreana* community), 졸참나무 군락(*Quercus serrata* community), 털진달래-산철쭉 군락

(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*-*Rhododendron yedense* var. *poukhanense* community), 초지(grassland) 등으로 나누었다.

본 연구는 한라산국립공원 자연자원조사 중 식생특성을 알아보기 위하여 전반적인 식생현황을 조사한 후 현존식생을 작성하고 군락을 분류함으로써, 향후 한라산 생태계의 체계적인 보존 및 관리기반 구축을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

2. 조사범위 및 방법

가. 현존식생도 작성

한라산국립공원 전 지역을 대상으로 현지에서 조사된 식생조사결과를 바탕으로 식생을 우점종으로 하는 산림의 경계를 확인하였다. 접근이 어려운 지역은 산림청의 임상도와 환경부의 현존식생도의 경계를 일부 사용하였으며, 이를 정확히 하기 위해 항공사진과 위성영상을 이용한 육안판독을 실시하였다. 한라산에서 확인 가능한 소나무와 구상나무 등의 침엽수는 겨울에도 잎을 가지고 있기 때문에 겨울철 촬영된 영상의 RGB-432 조합을 이용해 경계를 쉽게 추출할 수 있다(이승호 등, 2004).

나. 식생조사

식생조사는 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1964)으로 일정한 조사구 내에 출현하는 식물들의 우점도(Dominance)와 군도(Sociability)를 조사(표 1, 2)한 후, 종조성표를 작성하여 Muller-Dombois와 Ellenberg(1974), 鈴木兵二 등(1987)의 식생자료 정리방법에 따라 군락을 분류하였다.

한라산국립공원 내 현지식생조사는 총 200개의 조사구에서 실시되었다(표 3).

표 1. 식물사회학적 방법 중 우점도의 계급 및 분석기준

계급	분석기준
5	우점도가 조사면적의 3/4 이상을 점하고 있는 경우
4	우점도가 조사면적의 1/2~3/4를 점하고 있는 경우
3	우점도가 조사면적의 1/4~1/2를 점하고 있는 경우
2	개체수가 상당히 많거나 우점도가 조사면적의 1/10~1/4를 점하고 있는 경우
1	개체수가 많지만 피도는 낮고 산재하지만 피도는 높은 경우
+	개체수가 적고 피도도 적은 경우
r	극히 드물고 최저피도를 보이는 경우

표 2. 식물사회학적 방법 중 군도의 계급 및 분석기준

계급	분석기준
5	조사면적 내에 전체적으로 퍼져있어 카펫처럼 말려있는 형태
4	조사면적 내에 한 종이 가득 차있는 형태가 아니며, 드문드문 비어있는 형태로 마치 카펫에 구멍이 난 것처럼 보이는 형태
3	조사면적 내에 한 종이 몇 군데 나타나며, 그 면적이 군도 4보다 적으나 피도 30~40% 정도는 차있는 형태
2	조사면적 내에 드문드문 나타나며, 전체 피도가 군도 3보다는 작은 형태
1	우연히 출현하거나 조사면적 내에서 고립하여 존재하는 형태

표 3. 한라산국립공원 내 식물군락별 조사구 현황

구분	군락명	조사구 현황			비고
		조사구 수	면적(m ²)	해발(m)	
계		200			
초지 및 관목림	산철쭉, 털진달래 등	33	1~100	1,430~1,917	7개 소군락 포함
침엽수림	구상나무	35	25~625	1,330~1,840	
	소나무	11	400~1,600	650~1,350	
	곰솔	19	200~1,600	539~869	
	삼나무	11	400~1,600	461~1,100	
낙엽활엽수림	신갈나무	7	225~625	1,050~1,400	
	서어나무	39	100~1,600	640~1,450	
	개서어나무	13	400~625	568~1,150	
	줄참나무	25	225~900	550~1,235	
상록활엽수림	구실잣밤나무, 붉가시나무	7	900~2,000	525~650	

3. 결과 및 고찰

가. 현존식생도

한라산국립공원의 현존식생도를 작성한 결과, 식물군락이 비교적 뚜렷한 공간적 분포경향을 확인하였다(그림 1). 즉, 한라산국립공원은 초지 및 암반, 관목림, 구상나무(*Abies koreana*)림, 소나무(*Pinus densiflora*)림, 삼나무(*Cryptomeria japonica*)림과 곰솔(*Pinus thunbergii*)림으로 구분되는 침엽수림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 및 도로, 시설지구 등 식생이 분포하지 않는 기타 지역으로 구분되었다.

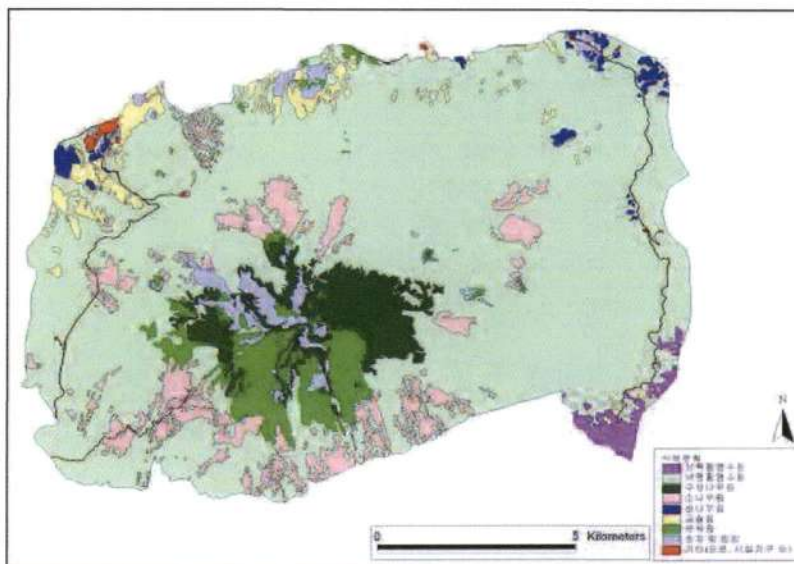


그림 1. 한라산국립공원의 현존식생도

한라산국립공원의 조사대상면적 15,333.185ha를 구분하여 보면 졸참나무(*Quercus serrata*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*), 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*), 신갈나무(*Quercus mongolica*) 등이 우점종으로 이루어진 낙엽활엽수림이 전체면적의 73.1%인 11,206.983ha로 가장 높은 비율을 차지하였다(표 4). 그 다음으로 침엽수림이 17.7%에 해당되는 2,715.644ha를 차지였는데, 소나무림이 8.6%인 1,324.375ha로 침엽수림 중 가장 높은 비율을 차지하였으며 구상나무림이 5.2%인 795.316ha, 곰솔림이 3.0%인 464.287ha, 삼나무림이 0.9%인 131.666ha 순으로 나타났다. 특히, 한라산 구상나무림은 해발 1,300m 이상 지역에 모두 52개로 구분되어 분포하는 것으로 나타났다. 이 중 백록담

에서 동북사면을 중심으로 성판악등산로 진달래밭일대가 전체 구상나무림 면적의 56.5%를 차지하여 가장 넓은 크기로 조사되었으며, 백록담에서 서사면을 중심으로 영실등산로 해발 1,550m에서 1,650m에 위치한 지역이 11.0%, 백록담에서 북사면을 중심으로 장구목과 큰두레왓 일원이 8.1%의 순으로 분포하였다. 이들 3개의 군락은 한라산 전체 구상나무림의 75.6%를 차지하는 것으로 나타났으며, 나머지 작은 규모의 군락은 한라산 중심에서 각 방향으로 흐르는 하천의 사면에 선형으로 분포하고 있었다.

표 4. 한라산국립공원의 주요 식물군락별 분포면적

식생명	분포면적(ha)	비율(%)	주요 구성종
초지 및 암반	389.714	2.5	제주조릿대, 털새, 김의털 등
관목림	778.482	5.1	산철쭉, 털진달래, 눈향나무 등
침엽수림	2,715.644		
구상나무림	795.316	5.2	구상나무, 사스래나무 등
소나무림	1,324.375	8.6	소나무, 졸참나무, 서어나무 등
곰솔림	464.287	3.0	곰솔
삼나무림	131.666	0.9	삼나무
낙엽활엽수림	11,206.983	73.1	졸참나무, 서어나무, 신갈나무 등
상록활엽수림	157.097	1.0	구실잣밤나무, 붉가시나무 등
기타 (도로, 시설지구 등)	85.265	0.6	
합 계	15,333.185	100	

한편 한라산 구상나무림의 분포도를 기준으로 산출된 면적은 총 795.316 ha로 나타난 결과는 임상도를 기준으로 분석된 구상나무림의 면적인 665.7ha와는 129.6ha가 넓게 나타났고, 현존식생도에서 분석된 면적인 661.5ha와는 133.8ha가 넓게 나타나 많은 차이를 보였다(송국만 등, 2010). 이외에 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*), 털진달래(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*), 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii*) 등으로 이루어진 관목림이 전체면적의 5.1%인 778.482ha를 차지하였으며, 초지 및 암반이 2.5%인 389.714ha, 구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii*), 붉가시나무(*Quercus acuta*) 등을 우점종으로 하는 상록활엽수림이 1.0%인 157.097ha로 식생유형 중 가장 낮은 비율을 차지하였다. 그리고 도로, 시설지구 등의 식생이 분포하지 않는 지역은 전체면적의 0.6%인 85.265ha로 분석되었다.

나. 식물군락의 분류 및 생태적 특성

한라산국립공원의 전 지역을 대상으로 식물사회학적 방법에 의한 200개소의 식생조사를 실시한 결과, 식생구조는 크게 초지 및 관목림에서는 제주조릿대 군락, 김의털, 털새, 털대사초 등을 우점종으로 하는 소규모의 초지군락이 확인되었다. 관목림에서는 산철쭉-털진달래 군락이 대부분을 차지하면서 눈향나무 군락, 시로미 군락, 좀갈매나무 군락, 섬매발톱나무 군락 등이 소규모를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 침엽수림에서는 구상나무 군락, 소나무 군락, 곰솔 군락 및 조림수종인 삼나무 군락이 구분되었다. 그리고 낙엽활엽수림에서는 지역에 따라 개서어나무, 서어나무, 신갈나무, 졸참나무 등이 각각 우점하는 형태의 식생구조를 보이고 있었다. 한편 상록활엽수림에서는 구실잣밤나무, 붉가시나무 등이 우점하는 형태의 식생구조를 보이고 있으나 혼효된 형태의 식생구조를 갖는 특성을 보였다.

1) 초지 및 관목림

한라산국립공원 내 초지는 대부분이 제주조릿대 군락을 이루면서 해발 1,400m이상에서 정상까지 위치하면서 넓은 초원을 형성하고 있다(사진 1). 그러나 정상에 위치한 백록담분화구 내에서 제주조릿대가 분포하지 않고 김의털(*Festuca ovina*)이나 눈포아풀(*Poa palustris*)을 중심으로 하는 초지가 형성되어 있었다. 그리고 지난 수십 년 동안 많은 침식작용이 일어나는 곳에 복구작업이 이루어지는 곳도 포함된다. 한편 대부분의 초지 군락은 산철쭉과 털진달래를 중심으로 하는 관목림과 함께하는 형태로 분포하는 특성으로 지니고 있었다.



사진 1. 한라산 아고산대 초지대

〈1〉 산철쭉-털진달래 군락 (*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*
- *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* community)

한라산 관목림의 대부분은 산철쭉-털진달래 군락은 해발 약 1,400m에서 1,900m의 사면부나 평탄부에 군락을 형성하거나 반상 형태로 분포하는데, 해발 1,400m 이상 아고산대에서는 비교적 넓은 지역을 차지하고 있다(사진 2). 이 군락의 우점종은 산철쭉, 털진달래이지만 산철쭉의 우점도가 높은 조사구에서는 털진달래의 우점도 낮게 나타나는 특성으로 보이는데 조사구의 위치에 따라 많은 차이를 보였다(부록 1). 주요 구성종은 제주조릿대, 시로미, 주목, 섬매발톱나무, 털새, 김의털, 털대사초, 눈향나무, 구상나무, 산개벚치나무, 제주양지꽃, 은분취, 곰취, 관중, 다람쥐꼬리, 바늘엉겅퀴, 미역취 등으로 나타났다.



사진 2. 산철쭉-털진달래 군락

한편, 산철쭉-털진달래의 군락의 하층에는 대부분 제주조릿대가 군락을 형성하고 있으나, 부분적으로 털새, 김의털, 털대사초 등의 초지 군락이 발달되어 있었다.

〈2〉 눈향나무, 시로미, 좀갈매나무, 섬매발톱나무 군락

(*Juniperus chinensis* var. *sargentii*, *Empetrum nigrum* f. *japonicum*, *Rhamnus taqueti*, *Beberis amurensis* var. *quelpartensis* community)

한라산국립공원 내 관목림에서 산철쭉과 털진달래의 우점도가 낮은 지역에서는 눈향나무, 시로미, 좀갈매나무, 섬매발톱나무 군락이 부분적으로 발달된 것으로 나타났다(부록 1). 이중 눈향나무 군락은 산철쭉과 제주조릿대와 같은 관목림의 우점종이 거의 출현하지 않는 특성을 보였다. 그리고 들쭉나

무와 혼효된 형태로 분포하기도 하였으나 면적은 극히 한정되어 있었다.

시로미 군락은 털진달래가 거의 출현하지 않은 반면 제주조릿대의 분포가 낮은 지역에서는 새 등의 초지 식생이 발달되는 특성으로 보이거나 암반 등이 발달되어 초지식생이 자리하지 않는 지역도 있었다. 쯤갈매나무 군락과 섬매발톱나무 군락은 털진달래와 산철쭉 등과 혼효되는 형태로 분포하였다.

〈3〉 사스레나무, 붉은병꽃나무, 암매 군락 (*Betula ermanii*, *Weigela florada*, *Diapensia lapponica* var. *obovata* community)

한라산국립공원 내 관목림에서 산철쭉과 털진달래가 거의 발달되지 않은 지역에서는 작은 규모이기는 하나 사스레나무, 붉은병꽃나무, 암매 군락이 자리하고 있다(부록 1). 이중 사스레나무 군락은 하층에 제주조릿대의 발달이 뚜렷한 반면 붉은병꽃나무이나 암매 군락은 제주조릿대가 발달되지 않았을 뿐만 아니라 초본식물이 발달이 낮게 나타났다.

2) 침엽수림

〈1〉 구상나무 군락 (*Abies koreana* community)

구상나무는 한반도 내에서 지리산, 덕유산, 무등산, 가야산의 고산 지대에서 분포하는 것으로 알려져 있으나 군락으로 분포하는 곳은 지리산과 한라산뿐이다. 또한 한라산에서는 해발 1,400~1,950m에 분포하는 상록침엽수이며 사면, 평탄부 등 다양한 조건에서 생육하지만 고사한 나무들이 흔히 보인다(사진 3).



사진 3. 구상나무 군락

구상나무 군락의 상층을 형성하는 주요 우점종은 구상나무였지만, 지역에 따라 마가목, 산개벗지나무, 사스레나무, 신갈나무 등과 혼효된 형태의 식생구성을 나타냈다(부록 2). 중층에서는 주목이 우점하였으며, 털진달래, 산철쭉, 붉은병꽃나무 등이 지역에 따라 주목과 함께 혼효하는 특성을 보였다. 하층에서는 대부분 제주조릿대가 우점했으며, 제주조릿대가 분포하지 않는 일부 지역에서는 곰취, 호장근, 그늘사초 등이 비교적 높은 출현빈도를 보이기도 하였다.

전체적으로 구상나무 군락에서는 주목, 마가목, 산개벗지나무, 털진달래, 산철쭉, 개족도리, 다람쥐꼬리, 뱀톱, 곰취, 관중, 사스레나무, 섬매발톱나무, 함박꽃나무, 붉은병꽃나무, 윤노리나무, 팽팽나무, 노린재나무, 화살나무, 신갈나무, 팔배나무, 두루미꽃, 산매자나무, 개박쥐나물, 호장근, 털새 등이 비교적 높은 출현빈도가 높은 것으로 나타났다.

〈2〉 소나무 군락 (*Pinus densiflora* community)

소나무 군락은 한라산국립공원 내 해발 약 1,400m 이하의 능선부에 분포한다. 특히 해발 약 1,200m 부근이 소나무 군락의 중심으로 보인다(사진 4, 5).



사진 4. 영실 소나무 군락 전경

소나무 군락의 상층을 형성하는 우점종은 소나무이며, 하층을 형성하는 우점종은 제주조릿대로 나타났다(부록 3). 그러나 중층은 특정종이 우점하는 형태가 아니라 조사지역에 따라 서로 다른 식생구성을 보였다. 특히, 조사지역에 따라 교목이나 아교목층에 당단풍나무, 서어나무, 산개벗지나무, 졸참나

무, 개서어나무가 발달하는 특성을 지니고 있었다. 그리고 이들 종들의 대부분이 낙엽활엽수인 서어나무 군락과 졸참나무 군락의 출현종과 유사한 분포 특성을 보이고 있다. 더욱이 상층을 제외한 다른 층위에서는 소나무의 출현을 거의 찾아 볼 수 없었다. 그러므로 한라산국립공원 내 소나무 군락은 천이가 진전됨에 따라 서어나무 군락, 졸참나무 군락으로 바뀌어 질 가능성이 높다고 볼 수 있다.



사진 5. 영실 소나무 군락

전체적으로 출현빈도가 높은 종으로는 윤노리나무, 팽팽나무, 비목나무, 주목, 뱀톱, 당단풍나무, 때죽나무, 굴거리나무, 호자덩굴, 서어나무, 산개벚치나무, 졸참나무, 청미래덩굴, 층층나무, 담쟁이덩굴, 개죽도리 등이었다.

〈3〉 곰솔 군락 (*Pinus thunbergii* community)

곰솔 군락은 한라산국립공원의 산북지역의 해발이 낮은 지역에 산발적으로 분포하며, 분포면적도 매우 낮아 한라산국립공원의 3% 정도 되는 것으로 분석되었다(표 3, 사진 6).

곰솔 군락의 상층은 대부분 곰솔이 우점하고 있으며, 부분적으로 졸참나무와 서어나무가 혼효된 형태로 분포하고 있었다(부록 4). 이 군락의 중층은 비목나무의 발달이 특징적이었으며, 부분적으로 때죽나무, 졸참나무, 서어나무, 곰의말채, 아그배나무가 발달된 지역도 위치하였다. 하층은 제주조릿대가 우점하는 지역과 주름조개풀이나 이삭여뀌 등이 발달된 지역으로 구분되었다.



사진 6. 곰솔 군락

전체적으로 이 군락의 출현종은 비목나무, 담쟁이덩굴, 송악, 고사리, 때죽나무, 청미래덩굴, 쥐똥나무, 계요등, 줄참나무, 가막살나무, 주름조개풀, 마, 으름덩굴, 서어나무, 관중, 팔배나무, 굴거리나무, 산수국, 보리수나무, 올벚나무 등이 비교적 높게 나타났다.

〈4〉 삼나무 군락 (*Cryptomeria japonica* community)

한라산국립공원 내 삼나무 군락은 대부분 낙엽활엽수림대에 분포하고 있고, 조림된 수종으로 주변과는 전혀 다른 식생구조를 갖고 있다. 즉, 서어나무류, 참나무류 등을 주요 종으로 구성된 교목층을 이루고, 제주조릿대를 주요 종으로 하층식생을 형성하면서 다양한 식물이 자라는 낙엽활엽수림의 식생구조와는 전혀 다른 삼나무 단순림의 형태로 분포하고 있다(사진 7).



사진 7. 삼나무 군락

삼나무 군락의 상층을 형성하는 우점종은 삼나무이며, 중층 이하에는 비목나무의 발달이 특징적이다. 하층에는 제주조릿대가 발달되거나 분포하지 않는 지역으로 구분된다. 전체적으로 이 군락에서는 청미래덩굴, 송악, 굴거리나무, 계요동, 졸참나무, 때죽나무, 주름조개풀, 담쟁이덩굴, 서어나무 등이 비교적 높은 출현율을 보인다(부록 5).

한편, 삼나무림의 대부분은 과거 조림 후 지속적인 관리 소홀 등으로 삼나무의 생육상황이 저조할 뿐만 아니라 수관의 울폐도가 매우 높아 하층식생 발달이 매우 낮은 상황이다. 이와 달리 지난 2002년부터 어리복일대 등의 삼나무 조림지에 대한 간벌 등의 식생관리가 이루어진 조림지는 자생식물이 하층식생에 유입되고 있다. 여기에는 양치식물 군락의 발달과 함께 비목나무 등 교목성 식물까지 하층식생으로 자리 잡고 있다(고정균 등, 2011). 이러한 식생 및 식물종다양성의 변화는 종 조성 등에 차이는 있지만 최근 간벌이 이루어진 성판악등산로 속발일대 등도 유사한 경향으로 진행되고 있는 실정이다. 이와 같은 식생변화는 삼나무림의 강도 간벌에 따라 임내의 광의 유입 등에 따라 다양한 식물이 자랄 수 있는 환경조건이 형성되었기 때문이다.

4) 낙엽활엽수림

<1> 신갈나무 군락 (*Quercus mongolica* var. *cripula* community)

한라산국립공원 내 신갈나무 군락은 해발 1,050~1,400m의 산지 평탄부와 사면부에 분포하였는데, 낙엽활엽수림 내 주요 군락 중에서 비교적 해발 고도가 높은 곳에 위치하는 특성을 보였다.

신갈나무 군락의 상층을 형성하는 우점종은 신갈나무와 당단풍나무로서 수고는 10~20m까지 조사지역의 위치와 해발에 따라 큰 차이를 보였다(부록 6). 그리고 부분적으로 서어나무와 개서어나무 등과 혼효된 형태의 상층식생구성을 이루었다. 중층에서는 당단풍나무가 대부분 지역에서 발달되어 있었으나 산딸나무, 서어나무, 주목 등이 조사지역에 따라 부분적으로 발달되어 있었으며, 하층에는 대부분 제주조릿대가 차지하였다.

전체적으로 신갈나무, 당단풍나무, 제주조릿대, 개죽도리, 바위수국 등이 모든 조사구에 출현하였으며 분단나무, 애기나리, 대팻집나무, 산딸나무, 눈범꼬리, 죽도리, 민박쥐나뭇, 산매자나무 등도 매우 높은 출현빈도를 보였다. 그리고 서어나무, 주목, 청미래덩굴, 털대사초, 소엽맥문동, 까치박달, 도둑놈의갈고리, 곰취, 관중, 남산제비꽃 등도 비교적 높은 출현율을 나타냈다.

〈2〉 서어나무 군락 (*Carpinus laxiflora* community)

서어나무 군락은 해발 600~1,450m의 산지 평탄부와 사면부에 광범위하게 분포하였다(사진 8). 이 군락의 상층을 구성하는 우점종은 서어나무이며, 조사지역에 따라 때죽나무, 당단풍나무, 졸참나무, 신갈나무 등과 혼효된 형태로 식생을 구성하였다(부록 7). 중층에서는 서어나무, 당단풍나무, 산딸나무가 우점하는 것으로 나타났다. 특히 관목층에서는 팽팽나무가 우점하고 있으나 굴거리나무의 발달이 주목할 만 하였다. 초본층에서는 제주조릿대의 발달이 특징적이었다.

전체적으로 출현빈도는 팽팽나무, 때죽나무, 청미래덩굴, 주목, 제주조릿대, 당단풍나무, 비목나무, 산딸나무, 굴거리나무, 애기나리, 관중, 개죽소리, 바위수국, 졸참나무, 털대사초, 대팻집나무, 산가막살나무, 단풍나무, 남산제비꽃, 도둑놈의갈고리 등이 비교적 높게 나타났다.



사진 8. 서어나무 군락

〈3〉 개서어나무 군락 (*Carpinus tschonoskii* community)

개서어나무 군락은 해발 550~1,200m의 산지 평탄부와 사면부에 광범위하게 분포하였다(사진 8). 이 군락의 상층을 형성하는 우점종은 개서어나무이지만 부분적으로 서어나무, 당단풍나무, 졸참나무와 혼효된 상태의 식생을 구성하였다(부록 8). 중층에서는 비목나무, 굴거리나무, 팽팽나무 등이 주요 수종으로 나타났다. 특히, 팽팽나무는 제주조릿대와 함께 하층을 구성하는 주요 수종이기도 하였다.

전체적으로 이 군락은 비목나무, 굴거리나무, 팽팽나무, 청미래덩굴, 송악, 소엽맥문동, 서어나무, 제주조릿대 등이 모든 조사구에 출현하였으며, 마

삭줄, 새비나무, 주목, 때죽나무, 당단풍나무 등도 매우 높은 출현빈도를 나타냈다. 또한 청가시덩굴, 도둑놈의갈고리, 털대사초, 개죽도리, 바위수국, 으름덩굴, 남오미자, 주름조개풀, 윤노리나무, 졸참나무, 곰취, 관중, 남산제비꽃, 애기나리, 쥐똥나무, 더덕, 둥근잎천남성 등도 비교적 높은 출현빈도를 보였다.

〈4〉 졸참나무 군락 (*Quercus serrata* community)

졸참나무 군락은 해발 약 600~1,000m의 평탄부, 능선부, 계곡부에 분포한다(사진 9). 이 군락의 주변 군락은 서어나무 군락이며, 상층을 형성하는 우점종은 졸참나무와 서어나무로 나타났다(부록 9). 그리고 중층을 형성하는 우점종은 서어나무, 당단풍나무로 나타났으며, 관목층 이하에서는 팽팽나무와 제주조릿대가 우점하는 것으로 나타났다. 그러나 제주조릿대가 발달하지는 않은 곳에서는 비목나무의 발달이 특징적이었다.



사진 9. 졸참나무 군락

전체적으로 졸참나무 군락에서는 팽팽나무, 서어나무, 때죽나무, 제주조릿대가 대부분의 조사구에 출현하는 높은 출현빈도를 보였으며, 비목나무, 개죽도리, 청미래덩굴, 당단풍나무, 애기나리, 털팽나무, 산딸나무, 더덕, 개서어나무, 쥐똥나무, 산가막살나무, 바위수국, 주목, 관중, 생강나무, 털대사초, 마삭줄, 산벚나무, 사삼나무, 산매자나무 등이 비교적 높은 출현빈도를 보였다.

5) 상록활엽수림

<1> 구실잣밤나무 군락 (*Castanopsis sieboldii* community)

구실잣밤나무 군락은 붉가시나무와 유사한 분포역을 갖고 있으나 구실잣밤나무 분포역이 다소 넓은 것으로 판단된다. 이 군락은 주로 해발 약 650m 이하의 산지 사면부나 골짜기 부근에 분포하며, 한라산국립공원 내에는 전체면적의 1%정도로 극히 한정되어 있다(사진 10).



사진 10. 구실잣밤나무 군락

구실잣밤나무의 군락의 상층을 형성하는 우점종은 수고 20~28m 정도의 구실잣밤나무, 붉가시나무이고, 중층에는 동백나무와 사스레피나무가 우점하는 것으로 나타났다(부록 10). 이 군락의 하층에는 특정종이 발달되어있지는 않으나 홍지네고사리, 마삭줄, 산죽제비고사리, 콩짜개덩굴, 자금우 등이 비교적 높은 출현빈도를 보였다. 전체적으로 구실잣밤나무 군락의 출현종은 붉가시나무, 동백나무, 사스레피나무, 황칠나무, 홍지네고사리, 단풍나무, 마삭줄, 산죽제비고사리, 콩짜개덩굴, 자금우, 센달나무 등이 비교적 높은 출현빈도를 보였다.

<2> 붉가시나무 군락 (*Quercus acuta* community)

한라산국립공원 내 붉가시나무 군락의 분포지역도 구실잣밤나무와 동일지역에 발달되어 있지만, 계곡 등의 지형적인 특성 등으로 다소 우점종의 구성에 차이를 보이기도 한다(사진 11). 이 군락의 상층을 형성하는 우점종은 붉가시나무이고, 부분적으로 구실잣밤나무와 혼효된 형태의 상층식생을 구성

하고 있었다(부록 10). 중층은 동백나무와 사스레피나무가 발달되어 있는 등 우점종이 붉가시나무를 제외하고는 전체적인 출현종은 구실잣밤나무 군락과 거의 유사하였다.



사진 11. 붉가시나무 군락

다. 선행연구결과와 비교

한라산국립공원의 식생을 초지 및 암반, 관목림, 구상나무림, 소나무림, 삼나무림과 곰솔림으로 구분되는 침엽수림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 및 도로, 시설지구 등 식생이 분포하지 않는 기타 지역으로 구분하여 현존식생도를 작성하였다. 더욱이, 각각의 식생이 차지하는 면적을 처음으로 계량화하였는데, 이는 향후 기후변화와 천이 등에 의해 발생하는 식생면적의 변화 등을 파악하는 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

한라산국립공원의 식물군락을 산철쭉-털진달래 군락 등 총 17개의 군락으로 구분하여, 각 군락의 종 조성 특성을 제시하였다. 이는 국립공원관리공단(2002)에서 51개의 조사구를 통해 얻어진 6개의 군락 특성과는 크게 증가된 것이다. 이와 같은 차이는 200개의 식생조사구를 통해 얻어진 결과를 바탕으로 눈향나무 군락 등 다양한 소규모의 군락을 종조성표와 함께 제시한 결과로 볼 수 있다. 더욱이, 200개의 조사구에서 얻어진 종조성표를 제시하므로써 앞으로 각 군락의 자연적인 천이과정이나 기후변화 등 환경변화에 따른 한라산국립공원 내 각각의 군락의 주요 종의 우점도 및 종 조성의 변화를 파악하는 기초 자료로 중요하게 활용될 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- 고정균, 고행룡, 김현철, 이창흠, 김철수. 2011. 한라산국립공원내 삼나무 조림지의 생태적 특성. 제주특별자치도 한라산연구소. 조사연구보고서 제8호. p.21~33.
- 고정균, 고윤정, 이창흠, 김철수. 2011. 한라산 산철쭉 및 털진달래 군락의 생태. 제주특별자치도 한라산연구소. 조사연구보고서 제8호. p.34~43.
- 국립공원관리공단. 2002. 한라산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단 자연생태연구소. pp.341.
- 송국만, 김찬수, 고정균, 강창훈, 김문홍. 2010. 한라산 구상나무림의 식생구조와 분포 특성. 한국환경과학회지 제19권(제4호). p.415~425.
- 이승호, 조현국, 최상일. 2004. 다지기 고해상도 위성영상을 이용한 임상구분 (제주난대림을 중심으로). 2004 학술연구 발표논문집. 한국임학회. 2004(2):67~69.
- 임양재, 백광수, 이남주. 1991. 한라산의 식생. 중앙대학교 출판부. pp.291.
- 鈴木兵二, 伊藤秀三, 豊原源太郎. 1987. 植生調査法 -植物社會學的 研究法- [金遵敏, 金喆洙, 朴奎全 譯] 日新社. pp.170.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie, Grundzude der Vegetationskunde. 3rd eds. Spring, Wien. pp.865.

여 백

유관속식물상

조사위원 : 문명옥

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

가. 조사 기간

나. 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 식물상 요약

나. 희귀식물

다. 식물구계학적 특정식물

라. 외래식물

마. 한국 미기록식물

4. 요약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

제주도는 수평적으로는 우리나라에서 가장 남쪽에 위치하고 있어 제주도가 북한계가 되는 난대성 식물들이 다수 분포하고, 수직적으로는 섬의 중앙에 1,950m의 한라산이 솟아 있으므로 식물의 수직분포가 뚜렷하다. 또한 남북사면의 다양한 환경에 따라 산림, 습지, 초원, 암석지, 계곡 등 다양한 생태적 입지가 잘 발달해 있어 식물의 종 다양성이 매우 높다(김찬수 등, 2006). 특히 고지대에는 한대성 또는 고산성의 식물이 많이 분포하고 있고, 이들 중 대부분은 백두산, 반주, 시베리아, 몽골 등에 공통으로 분포하고 있는 대륙계의 식물들이며 고립에 의한 적응의 결과로 고유식물 또한 많이 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Fu et Hong, 2000; Ju *et al.*, 1997).

한라산은 생물다양성 등의 학술적·자원적 가치로 인해 1966년에 천연기념물, 1970년에 국립공원으로 지정되어 국가적 차원의 보호관리가 이루어지는 곳이다. 그리고 2002년 12월에는 유네스코(UNESCO)가 한라산천연보호구역울 중심으로 생물권보전지역으로 지정하였고, 2007년 6월에는 지질학적 가치 등이 더해지면서 세계자연유산으로 등재되었다.

한라산국립공원지역의 일반적인 식생은 상록활엽수림, 낙엽활엽수림, 소나무림, 고산습원, 구상나무림, 고산초지, 관목림, 암극식생 등으로 구분할 수 있다. 상록활엽수림은 한라산 남쪽의 일부 사면과 계곡 등에 나타나며 난대 상록활엽수인 붉가시나무와 동백나무, 서어나무, 졸참나무가 혼효되어 군락을 이루고 점차 해발고도가 높아짐에 따라 낙엽활엽수림대가 나타나게 된다. 낙엽활엽수림은 졸참나무-서어나무림, 소나무림, 서어나무-신갈나무림 등 크게 3개의 식물군락으로 구분되는데 사라오름 북쪽으로 흙붉은오름, 돌오름과 어리목 상부에 이르는 지역은 온대낙엽활엽수림의 대표적인 식생형태를 나타내고 있다. 1,100습지를 중심으로 볼레오름 일대에 나타나는 고산습원은 명확한 생태적 입지의 격리로 인해 주변의 식생과는 다른 식물상을 보인다. 구상나무림, 고산초지, 관목림, 암극식생은 일반적으로 한라산 해발 1,400m이상부터 정상까지 나타나는데 정상효과와 적설, 바람 등의 기상요인과 척박한 토양으로 인해 이러한 환경에 적응된 다양한 북방계 고산식물들이 다수 분포한다(김찬수 등, 2006).

제주도에 자생하는 유관속식물상은 1914년 나카이(Nakai Takenoshin)가 1913년 제주에서 직접 조사·채집한 표본들과 타케와 포리신부의 표본 등을 인용하여 「제주도 및 완도식물조사보고서」에 보고한 것이 처음이다. 이때

기록된 제주도의 식물은 142과 589속 1,317종 116변종으로서 총 1,433 분류군이였다. 이 중 제주 고유식물은 78종 69변종으로 기록하며 제주도에 분포하는 식물의 10% 이상이 고유식물이라고 밝혔다. 그 후 많은 국내 학자들에 의해 식물조사가 실시되었는데, 특히 1968년에는 한라산의 천연기념물 지정에 위한 학술조사가 이루어졌다. 이 보고서에 의하면 양치식물이 200분류군, 나자식물이 18분류군, 단자엽식물이 351분류군, 쌍자엽식물이 1,213분류군으로써 총 1,782분류군에 달하고 있다. 그러나 이 목록에는 재배식물 126분류군이 포함되어 있어 실제로 보고된 제주도의 자생 관속식물은 1,656분류군이였다(문화공보부, 1968). 이후 제주도에 자생하는 관속식물에 대한 보고들을 중심으로 정리하고 조사·채집된 식물들을 추가하여 제주도에 자생하는 관속식물이 1,795분류군(김문홍, 1992), 1,990분류군(김찬수 등, 2006) 등으로 보고한 바 있다.

한라산국립공원지역 만을 대상으로 한 식물상연구로는 김문홍(2002)이 98과 332속 438종 74변종 11품종 총 523분류군을, 김찬수(2006)는 88과 284속 536종 11변종 3품종으로 총 550분류군임을 밝힌 바 있다. 또한 문명옥(2006)은 양치식물만을 대상으로 한라산에서 채집된 613점의 표본을 인용하여 15과 35속 83분류군의 양치식물상을 밝혔다.

그러나 생물권보전지역으로 지정, 세계자연유산으로 등재 등으로 인해 한라산국립공원지역의 지역적 범위가 확대되어 식물상에 대한 재조사 및 검토, 다양한 연구방법적 접근을 통해 학술적 가치 구명이 필요한 실정이다.

본 연구는 한라산국립공원지역의 식물상을 명확히 밝히고, 식물종다양성 보존을 위한 기초 자료를 확보하기 위해 수행되었다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사 기간

본 식물상 조사는 2012년 4월부터 10월에 걸쳐 수행되었다.

나. 조사 방법

한라산국립공원 전 지역을 대상으로 주요지역 탐방조사와 문헌조사, 표본

조사를 종합하여 식물상목록을 작성하였다. 또한 이 결과를 근거로 환경부지정 멸종위기식물, 한국고유식물, 제주한정분포식물 및 외래식물 등을 파악하여 목록을 작성하였다. 한편 본 조사를 통해 새롭게 확인된 한국미기록식물 등을 자세히 기록하고 근연분류군과 비교하였다. 조사된 식물목록의 학명인용과 배열은 한국속식물지(Flora of Korea Editorial Committee, 2007)를 따랐다.

3. 결과 및 고찰

가. 식물상 요약

본 조사를 통해 밝혀진 한라산국립공원의 관속식물은 144과 470속 895종 3아종 20변종 13 품종으로 총 931분류군으로 나타났다(표 1, 부록 1). 이중 양치식물은 23과 46속 110분류군, 나자식물은 3과 7속 11분류군, 단자엽식물이 15과 99속 200분류군, 쌍자엽식물 103과 318속 610분류군으로 분석되었다. 이는 지금까지 알려진 제주도 전체 식물종의 약 46.8%에 해당되는 것으로 양치식물이 55.8%, 나지식물은 모든 분류군이 출현하였고, 피자식물은 45.4% 정도인 것으로 나타났다. 그러나 한라산국립공원은 식물의 분포범위가 광범위 할 뿐만 아니라 접근이 어려움 및 시공간적인 제한성 등을 단기간 내에 얻어진 결과로서 추후 추가 조사 등이 이루어지면 출현종수는 더욱 많아질 것으로 판단된다.

표 1. 한라산국립공원 내 식물분포현황

식물분류군	과	속	종	아종	변종	품종	총종수
양치식물	23	46	110	-	-	-	110 (197)
나자식물	3	7	8	-	-	3	11 (10)
피자식물	118	417	777	3	20	10	810 (1,783)
단자엽	15	98	196	1	1	2	200 (492)
쌍자엽	103	318	581	1	20	8	610 (1,291)
계	144	470	895	3	20	13	931 (1,990)

¹⁾ 제주지역에 분포하는 식물 종 총수(김찬수 등, 2006)를 의미함

나. 희귀식물

제주지역에는 다양한 희귀식물이 분포하고 있는데 원 야생동식물보호법 (2012년 개정)에 의해 지정된 법정보호식물이 전체지정 종의 37.7%에 해당하는 암매(돌매화나무, *Diapensia lapponica* var. *obovata*) 등 29분류군이 분포하고 있다. 또한 제주지역의 희귀식물 중에는 상당수가 외국의 분포여부를 떠나 국내에서는 제주도에만 분포하는 종들이 상당수를 차지하는 것으로 나타났다.

1) 환경부지정 멸종위기 보호야생식물

한라산 국립공원지역에 분포하는 환경부지정 멸종위기 보호야생식물은 총 9 분류군으로 조사되었다(표 2, 사진 1, 2). 이 중 멸종위기 보호야생식물 I 급종인 암매는 한라산 식물의 자연사, 식물지리학적 측면의 연구 등에 가치가 매우 높은 식물이다.

또한 멸종위기 보호야생식물 II급은 대홍란(*Cymbidium macrorrhizum* Lindl.), 백운란(*Vexillabium yakusimense* (Yamam.) F. Maek.), 석곡(*Dendrobium moniliforme* Sw.), 으름난초(*Cyrtosia septentrionalis* Reichb. f.), 자주땅귀개(*Urticularia yakusimensis* Masam.), 콩짜개란(*Bulbophyllum drymoglossum* Maxim. ex M. Okubo), 한라솜다리(*Leontopodium hallasanense* Hand.-Mazz.), 한라송이풀(*Pedicularis hallasanensis* Hurus.) 등 8분류군으로 확인되었다.

표 2. 한라산국립공원에 분포하는 환경부지정 멸종위기 보호야생식물

멸종위기 야생식물 I 급	암매 <i>Diapensia lapponica</i> L. var. <i>obovata</i> Fr. Schmidt
멸종위기 야생식물 II 급	대홍란 <i>Cymbidium macrorrhizum</i> Lindl. 백운란 <i>Vexillabium yakusimense</i> (Yamam.) F. Maek. 석곡 <i>Dendrobium moniliforme</i> Sw. 으름난초 <i>Cyrtosia septentrionalis</i> Reichb. f. 자주땅귀개 <i>Urticularia yakusimensis</i> Masam. 콩짜개란 <i>Bulbophyllum drymoglossum</i> Maxim. ex M. Okubo 한라솜다리 <i>Leontopodium hallasanense</i> Hand.-Mazz. 한라송이풀 <i>Pedicularis hallasanensis</i> Hurus.



암매
(*Diapensia lapponica* L. var. *obovata* Fr. Schmidt)



대홍란
(*Cymbidium macrorrhizum* Lindl.)



백운란
(*Vexillabium yakusimense* (Yamam.) F. Maek.)

사진 1. 한라산국립공원에 분포하는 환경부지정 멸종위기 보호야생식물



석곡
(*Dendrobium moniliforme* Sw.)



으름난초
(*Cyrtosia septentrionalis* Reichb.)



자주땅귀개
(*Urticularia yakusimensis* Masam.)



콩짜개란
(*Bulbophyllum dymoglossum* Maxim. ex M. Okubo)



한라솜다리
(*Leontopodium hallasanense* Hand.-Mazz.)



한라송이풀
(*Pedicularis hallasanensis* Hurus.)

사진 2. 한라산국립공원 지역에 분포하는 환경부지정 멸종위기 보호야생식물

2) 한국 고유식물

제주도의 고유식물은 30~150여분류군으로 연구자들에 따라 많은 차이를 보이는데, 현재 약 90여종인 것으로 판단하고 있으며, 대부분 한라산의 고지대에 집중적으로 분포하는 특성을 보인다.

한라산국립공원 내 고유식물은 지금까지 긴다람쥐꼬리 [*Huperzia integrifolia* (Matsuda) Z. Satou] 등 총 29과 51분류군으로 분석되었다(표 3). 이 중 현재까지 세계적으로 제주지역만에 자라는 것으로 알려진 제주고유식물은 한라물부추(*Isoetes hallasanensis* H.-K. Choi, C. Kim & J. Jung.) 등 36분류군으로 나타났으며, 세계적으로 제주지역을 포함하여 우리나라 일부 지역에 분포하는 것으로 알려진 한국고유식물은 구상나무(*Abies koreana*) 등 15분류군인 것으로 분석되었다(표 3, 부록 1).

이들 고유식물들은 한국 또는 제주도에만 제한적으로 분포하는 것으로, 이러한 식물들이 사라진다는 것은 곧 지구상에서 사라진다는 것을 뜻한다. 그러므로 이들 고유식물은 종 다양성의 차원에서 학술적으로나 자원적인 측면에서 매우 귀중한 자원으로 보호되어야 할 것이다.

표 3. 한라산국립공원지역에 분포하는 고유식물 현황

Lycopodiaceae Mirb.(식충과)	
<i>Huperzia integrifolia</i> (Matsuda) Z. Satou	긴다람쥐꼬리
Isoetaceae(불부추과)	
<i>Isoetes hallasanensis</i> H.-K. Choi, C. Kim & J. Jung.	한라물부추
Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi (소나무과)	
<i>Abies koreana</i> E.H. Wilson	구상나무
Ranunculaceae Juss.(미나리아재비과)	
<i>Aconitum quepaertense</i> Nakai	한라투구꽃
<i>Eranthis byunsanensis</i> B.-Y. Sun in B.-Y. Sun et al.	변산바람꽃
<i>Hepatica insularis</i> Nakai	새끼노루귀
<i>Megaleranthus saniculifolia</i> Ohwi	모데미풀
<i>Ranunculus crucilobus</i> H. Lév.	바위미나리아재비
<i>Thalictrum uchyanai</i> Nakai	자주깎의다리
Berberidaceae Juss.(매자나무과)	
<i>Berberis amurensis</i> Rupr. var. <i>quelapartensis</i> Nakai	섬매발톱나무

표 3. 계속

Fumariaceae Marquis(현호색과)	
<i>Corydalis hallaisanensis</i> H. Lev.	탐라현호색
Celtidaceae Link(팽나무과)	
<i>Celtis choeriana</i> Nakai	검팽나무
Urticaceae Juss.(쐐기풀과)	
<i>Pilea taquetii</i> Nakai	제주큰물둥이
Betulaceae Gray(자작나무과)	
<i>Cotylus hallaisanensis</i> Nakai	병개암나무
Caryophyllaceae Juss.(석죽과)	
<i>Pseudostellaria coreana</i> Ohwi	참개별꽃
<i>Silene fasciculata</i> Nakai	한라장구채
Salicaceae Mirb.(버드나무과)	
<i>Salix blini</i> ill. Lév.	제주산비들
<i>Salix hallaisanensis</i> Lév.	떡버들
Brassicaceae Burnett [십자화과]	
<i>Cardamine glochomifolia</i> H. Lév.	별깨냉이
Hydrangeaceae Dumort.(수국과)	
<i>Hydrangea serrata</i> Ser. in DC. for. <i>coreana</i> (Nakai) T. B. Lee	떡잎산수국
<i>Hydrangea serrata</i> Ser. in DC. for. <i>fertilis</i> Nakai	탐라산수국
Saxifragaceae Juss.(범의귀과)	
<i>Astilbe rubra</i> Hook. & Thomson ex Hook. f. var. <i>taquetii</i> (H. Lev.) H. Hara	한라노루오줌
Rosaceae Juss.(장미과)	
<i>Aruncus aethussifolius</i> (H. Lév) Nakai	한라개송마
<i>Potentilla stolonifera</i> Lehm. ex Ledeb. var. <i>quelpartensis</i> Nakai	제주양지꽃
<i>Prunus yedoensis</i> Matsumura var. <i>yedoensis</i>	왕벚나무
<i>Prunus yedoensis</i> var. <i>angustipetala</i> C. Kim & M. Kim	관음왕벚나무
Fabaceae Lindl.(콩과)	
<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge var. <i>alpinus</i> Nakai	제주황기
<i>Maackia fauriei</i> (H. Lév.) Takeda	솔비나무
<i>Trifolium lupinaster</i> L. var. <i>alpinum</i> Nak.	제주달구지풀

표 3. 계속

Euphorbiaceae Juss.(대극과)	
<i>Euphorbia fauriei</i> H. Lév. & Vaniot	두메대극
Rhamnaceae Juss.(갈매나무과)	
<i>Rhamnus taquetii</i> (H. Lév.) H. Lév.	좀갈매나무
Araliaceae Juss.(두릅나무과)	
<i>Eleutherococcus divaricatus</i> (Siebold & Zucc.) S. Y. Hu var. <i>chiusanensis</i> (Nakai) C.H. Kim & B.-Y.Sun	지리산호갈피나무
Apiaceae Lindl.[미나리과]	
<i>Pimpinella hallaisanensis</i> (W. Lee & G. J. Jang) G. J. Jang	한라참나물
Gentianaceae Juss.(용담과)	
<i>Gentiana choserica</i> Okuyama	흰그늘용담
Lamiaceae Martinov (Labitae Juss.) [꿀풀과]	
<i>Elsholtzia minima</i> Nakai	좀향유
Scrophulariaceae Juss.(현삼과)	
<i>Euphrasia coreana</i> W. Becker	갈끔좁쌀풀
<i>Pedicularis hallasanensis</i> Hurus.	한라송이불
Campanulaceae Juss.(초롱꽃과)	
<i>Adenophora taquetii</i> H. Lév.	섬잔대
<i>Codonopsis minima</i> Nakai	에기더덕
Caprifoliaceae Juss.(인동과)	
<i>Lonicera tatarinovii</i> Maxim. var. <i>leptantha</i> (Rehder) Nakai	흰괴불나무
Asteraceae Bercht. & J. Presl(국화과)	
<i>Artemisia japonica</i> Thunb. in Murray var. <i>hallasanensis</i> (Nakai) Kitam	섬쭉
<i>Aster hayatae</i> H. Lév. & Vaniot	눈개쭉부쟁이
<i>Cirsium rhinoceros</i> (H. Lév. & Vaniot) Nakai	바늘영정귀
<i>Dendranthema coreanum</i> (H. Lév. & Vaniot) Vorosch.	한라구절초
<i>Leontopodium hallasanense</i> Hand.-Mazz.	한라솔다리
<i>Taraxacum hallasanensis</i> Nakai	좀민들레
Eriocaulaceae martinov(곡정초과)	
<i>Eriocaulon glaberrimum</i> Miyabe & Satake var. <i>platypetalum</i> (Satake) Satake	제주검정곡정초

표 3. 계속

Liliaceae Juss.(백합과)	
<i>Allium taquetii</i> Lév. & Vaniot var. <i>taquetiit</i>	한라부추
<i>Hosta minor</i> (Bak.) Nakai	좀비비추
<i>Hosta venusta</i> F. Maek.	한라비비추
Orchidaceae Juss.(난초과)	
<i>Oreorchis coreana</i> Finet	두잎감자난초

3) 제주지역 한정분포식물

제주지역 한정분포 식물자원 즉, 외국에는 분포하고 있으나 국내에서는 제주도에만 분포하고 있는 식물은 84과 205속 235종 2아종 60변종 24품종으로 총 321분류군이며, 53분류군이 한라산 천연보호구역에 분포하는 것으로 알려져 있다(김찬수, 2006).

한라산국립공원 지역에 분포하는 제주지역 한정분포식물은 난장이이끼, 섬평고사리, 가는잎처너고사리, 세곡고사리, 충충고란초, 나사미역고사리, 목련, 흑오미자, 세바람꽃, 푸른뭉울풀, 가는범꼬리, 꼬마냉이, 섬노린재, 성넬수국, 채진목, 반디미나리, 홍노도라지, 누운기장대풀, 여름새우난초, 두잎약난초, 제주무엽난, 한라옥잠난초, 흑난초 등 66분류군으로 나타났다(표 4, 부록 1). 그러나 최근 국내·외적으로 다양한 식물의 분류학적 검토와 분포 등에 연구결과가 발표되고 있어 이에 대한 재정립이 필요한 실정이다.

표 4. 한라산국립공원지역에 분포하는 한정분포식물 목록

Hymenophyllaceae Kink(처녀이끼과)	
<i>Crepidomanes amabile</i> Nakai	난장이이끼
<i>Crepidomanes latealatum</i> (Bosch) Copel.	괴불이끼
<i>Hymenophyllum barbatum</i> (Bosch) Bak.	수염이끼
Plagiogyriaceae Bower(평고사리과)	
<i>Plagiogyria japonica</i> Nakai	섬평고사리

표 4. 계속

Adiantaceae Newman(봉작고사리과)	
<i>Adiantum monochlamys</i> D. C. Eaton	심공작고사리
Dennstaedtiaceae Ching(잔고사리과)	
<i>Hypolepis punctata</i> (Thunb.) Mett. ex Kuhn	점고사리
<i>Microlepia strigosa</i> (Thunb.) C.Presl	돌토끼고사리
Aspleniaceae Newman(꼬리고사리과)	
<i>Asplenium tripteropus</i> Nakai	개차꼬리고사리
Athyriaceae Alston(개고사리과)	
<i>Athyrium epirachis</i> (H. Christ) Ching in C. Chr.	산중개고사리
<i>Athyrium otophorum</i> (Miq.) Koidz.	골개고사리
<i>Athyrium wardii</i> (Hook.) Makino	넓은잎개고사리
<i>Deparia petersenii</i> (Kunze) M. Kato	개진고사리
Thelypteridaceae Ching ex Pic. Serm.(처녀고사리과)	
<i>Thelypteris beddomei</i> (Baker) Ching	가는잎처녀고사리
Dryopteridaceae Herter(관중과)	
<i>Arachniodes sporadosora</i> (Kunze) Nakaike	줄쇠고사리
<i>Dryopteris subexaltata</i> (H. Christ) C. Chr.	계곡고사리
Loxogrammeaceae Ching ex Pic.Serm.(주걱일엽과)	
<i>Loxogramme ducloyii</i> H. Christ	슬갈일엽
<i>Loxogramme graminoides</i> (Baker) C. Chr.	주걱일엽
<i>Loxogramme salicifolia</i> (Makino) Makino	버들일엽
Polypodiaceae Bercht. & J. Presl(고란초과)	
<i>Cypripinus veitchii</i> (Baker) Copel.	충충고란초
<i>Polypodium fauriei</i> H. Christ	나사미역고사리
Magnoliaceae Juss.(목련과)	
<i>Magnolia kobus</i> DC.	목련
Schisandraceae Blume(오비자과)	
<i>Schisandra repanda</i> (Siebold & Zucc.) Radlk.	흑오미자

표 4. 계속

학 명	국 명
Ranunculaceae Juss.(미나리아재비과)	
<i>Aconitum japonicum</i> Thunb. ssp. <i>napiforme</i> (H. Lév. & Vaniot) Kadota	한라돌쩌귀
<i>Adonis multiflora</i> Nishikawa & Ko. Ito	세복수초
<i>Anemone stolonifera</i> Maximowicz	세바람꽃
<i>Cinicifuga japonica</i> (Thunb.) Sperng.	왜승마
<i>Pulsatilla cernua</i> (Thunb.) Bercht. & J. Presl	가는잎할미꽃
<i>Ranunculus extorris</i> Hance	개구리갓
Fumariaceae Marquis(현호색과)	
<i>Corydalis decumbens</i> (Thunb.) Pers.	좁현호색
Urticaceae Juss.(쐐기풀과)	
<i>Elatostema laetevirens</i> Makino	푸른몽울풀
Juglandaceae DC. ex Perleb(가래나무과)	
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc.	굴피나무
Polygonaceae Juss.(마디풀과)	
<i>Polygonum alopecuroides</i> Turcz. ex. Besser	가는범꼬리
<i>Polygonum suffultum</i> Maxim.	눈범꼬리
<i>Polygonum taquetii</i> H.Lev.	겨이삭여뀌
<i>Polygonum tenuicaulis</i> Bisset & S. Moore	이른범꼬리
Theaceae Mirb.(차나무과)	
<i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight & Arn.) Sprague	후피향나무
Violaceae Batsch(제비꽃과)	
<i>Viola boissieuana</i> Makino	각씨제비꽃
Brassicaceae Burnett [십자화과]	
<i>Arabis serrata</i> Franch. & Sav.	섬바위장대(바위장대)
<i>Cardamine tanakae</i> Franch. & Sav.	꼬마냉이
Ericaceae Juss.(진달래과)	
<i>Rhododendron weyrichii</i> Maxim.	참꽃나무
<i>Vaccinium japonicum</i> Miq.	산매자나무

표 4. 계속

학 명	국 명
Stmplocaceae Desf.(노린재나무과)	
<i>Symplocos coreana</i> (H. Lév.) Ohwi	섬노린재
Hydrangeaceae Dumort.(수국과)	
<i>Hydrangea luteovenosa</i> Koidz.	성넬수국
<i>Hydrangea serrata</i> Ser. in DC. for. <i>buergeri</i> (Siebold & Zucc.) Nakai	꽃산수국
Rosaceae Juss.(장미과)	
<i>Amelanchier asiatica</i> (Siebold & Zucc.) Endl. ex Walp.	채진목
<i>Prunus buergeriana</i> Miq.	섬개벚나무
<i>Rubus buergeri</i> Miq.	겨울딸기
Geraniaceae Juss.(쥐손이풀과)	
<i>Geranium shikokianum</i> Marsumura	섬쥐손이
<i>Geranium tripartitum</i> Kunth in Engl.	좁쥐손이
Apiaceae Lindl. [미나리과]	
<i>Hydrocotyle sibthorpiodirs</i> Lam.	피막이
<i>Hydrocotyle yabei</i> Makino	제주피막이
<i>Pternopetalum tanakae</i> (Franch. & Sav.) Hand.-Mazz.	반디미나리
Orobanchaceae Vent.(열당과)	
<i>Aeginetia indica</i> L.	야고
Acanthaceae Juss.(쥐꼬리망초과)	
<i>Strobilanthes oliganthus</i> Miq.	방울꽃
Campanulaceae Juss.(초롱꽃과)	
<i>Adenophora coronopifolia</i> (Fisch. ex Roem. & Schult.)	등근잔대
<i>Peracarpa carnosia</i> (Wall.) Hook. F. & Thomson	홍노도라지
Viburnaceae Raf.(산분꽃나무과)	
<i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl. var. <i>awabuki</i> Rümpler	아왜나무
Cyperaceae Juss.(사초과)	
<i>Eleocharis yezoensis</i>	긴네모골(가칭)

표 4. 계속

학 명	국 명
Poaceae Barnhart (Gramineae Juss.)[화본과]	
<i>Isachne nipponensis</i> Ohwi	누운기장대풀
Orchidaceae Juss.(난초과)	
<i>Calanthe reflexa</i> Maxim.	여름새우난초
<i>Cremastra unguiculata</i> (Finet) Finet	두잎약난초
<i>Cyrtosia septentrionalis</i> Reichb. f.	으름난초
<i>Gastrodia pubilabiata</i> Sawa	한라천마
<i>Lecanorchis kiusiana</i> Tuyama	제주무엽난
<i>Liparis auriculata</i> Blume ex Miq.	한라옥잠난초
<i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.	흑난초

다. 식물구계학적 특정식물

국내에 자생하는 여러 식물은 여러 가지 경로를 통해 분화하고 형성되었는데 첫째, 고립 혹은 불연속적으로 분포하거나 둘째, 남방 혹은 북방한계의 위치에 있거나 셋째, 국내 전 지역에 고루 분포하거나 넷째, 의식적 혹은 무의식적으로 유입된 형태로서 그들의 분포양상이 각각 다르다(김철환, 2000). 식물의 분포 및 한반도의 식물아구(중부아구, 남부아구, 남해안아구, 제주아구)에 따라 구분한 식물구계학적 특정식물종의 등급기준이다.

V 등급식물군: 고립 혹은 불연속적으로 분포하는 분류군

IV 등급식물군: 4개의 식물아구중 1개의 아구에만 분포하는 식물군

III 등급식물군: 4개의 아구중 2개의 아구에 분포하는 식물군

II 등급식물군: 백두대간을 중심으로 1,000m 이상 되는 지역에 분포하는 식물군

I 등급식물군: 4개의 아구중 3개의 아구에 분포하는 식물군

이렇게 조사된 식물구계학적 특정식물종목록은 조사지역의 식물상을 정성적, 정량적 파악이 가능하며 조사지역의 상대적 우수성을 판단하는 잣대로도

사용할 수 있는 장점이 있다.

한라산국립공원지역에 분포하는 식물구계학적 특정식물은 총 323분류군으로 나타났다(표 5, 부록 1).

표 5. 한라산국립공원지역에 분포하는 식물구계학적 특정식물

등 급	식 물 명
V	<i>Huperzia integrifolia</i> (Matsuda) Z. Satou 긴다람쥐꼬리, <i>Magnolia kobus</i> DC. 목련, <i>Megaleranthus saniculifolia</i> Ohwi 모데미풀, <i>Vaccinium uliginosum</i> L. 들쭉나무, <i>Fragaria nipponica</i> Makino 흰딸기, <i>Nymphoides coreana</i> (H. Lev.) H. Hara, 애기어리연 등 68분류군
IV	<i>Plagiogyria japonica</i> Nakai 섬꿩고사리, <i>Schisandra repanda</i> (Siebold & Zucc.) Radlk. 흑오미자, <i>Polygonum suffultum</i> Maxim. 눈범꼬리, <i>Rhododendron weyrichii</i> Maxim. 참꽃나무, <i>Prunus buergeriana</i> Miquel 섬개벚나무, <i>Maackia fauriei</i> (H. Lev.) Takeda 솔비나무 등 38분류군
III	<i>Dryopteris maximowiczii</i> (Baker) Kuntze 진저리고사리, <i>Daphniphyllum macropodum</i> Miquel 굴거리나무, <i>Hydrangea petiolaris</i> Siebold & Zucc. 등수국, <i>Acer palmatum</i> Thunb. 단풍나무, <i>Swertia diluta</i> var. <i>tosaensis</i> (Makino) H. Hara 개سن풀, <i>Viburnum furcatum</i> Blume ex Maxim. 분단나무, <i>Goodyera maximowicziana</i> Makino 섬사철란 등 77분류군
II	<i>Crepidomanes minutum</i> (Blume) K. Iwats. 부채괴불이끼, <i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc. 주목, <i>Prunus maximowiczii</i> Rupr. 산개버찌나무, <i>Ligularia fischeri</i> (Ledeb.) Turcz. 곰취, <i>Parasenecio hastata</i> subsp. <i>orientalis</i> (Kitam.) H. Koyama 민박쥐나물, <i>Allium taquetii</i> H. Lev. & Vaniot 한라부추, <i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br. in W. T. Aiton 애기사철란 등 53분류군
I	<i>Thelypteris laxa</i> (Franch. & Sav.) Ching 드문고사리, <i>Polystichum ovato-paleaceum</i> var. <i>coraiense</i> (H. Christ) Sa. Kurata 참나도히초미, <i>Vaccinium oldhami</i> Miquel. 정금나무, <i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean 송악, <i>Ainsliaea apiculata</i> Sch. Bip. 좁박취, <i>Veratrum versicolor</i> Nakai 흰여로, <i>Hosta minor</i> (Baker) Nakai 좀비비추, <i>Cephalanthera falcata</i> (Thunb.) Lindl. 금난초 등 87분류군
	계 323 분류군

식물구계학적 특정식물 V급에 해당하는 식물은 긴다람쥐꼬리(*Huperzia integrifolia* (Matsuda) Z. Satou], 목련(*Magnolia kobus* DC.), 모데미풀(*Megaleranthus saniculifolia* Ohwi), 들쭉나무(*Vaccinium uliginosum* L.), 흰맛팔기(*Fragaria nipponica* Makino) 등 68분류군으로 나타났으며, 대부분 밀종위기 보호야생식물, 고유식물, 한정분포식물 등으로 대부분 한라산의 고지대에 분포하는 분류군이였다. 식물구계학적 특정식물 IV급에 해당하는 식물은 섬평고사리(*Plagiogyria japonica* Nakai), 흑오미자(*Schisandra repanda* (Siebold & Zucc.) Radlk.), 눈범꼬리(*Polygonum suffultum* Maxim.), 참꽃나무(*Rhododendron weyrichii* Maxim.), 섬개벚나무(*Prunus buergeriana* Miquel), 솔비나무(*Maackia fauriei* (H. Lev.) Takeda) 등 38 분류군, 특정식물 III급은 잔저리고사리(*Dryopteris maximowiczii* (Baker) Kuntze), 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodium* Miquel), 등수국(*Hydrangea petiolaris* Siebold & Zucc.), 단풍나무(*Acer palmatum* Thunb.), 개쑥풀(*Swertia diluta* var. *tosaensis* (Makino) H. Hara), 분단나무(*Viburnum furcatum* Blume ex Maxim.), 섬사철난(*Goodyera maximowicziana* Makino) 등 77분류군, 특정식물 II급은 부채괴불이끼(*Crepidomanes minutum* (Blume) K. Iwats.), 주목(*Taxus cuspidata* Siebold & Zucc.), 산개버찌나무(*Prunus maximowiczii* Rupr.), 곰취(*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz.), 민박쥐나물(*Parasenecio hastata* subsp. *orientalis* (Kitam.) H. Koyama), 한라부추(*Allium taquetii* H. Lev. & Vaniot), 예기사철란(*Goodyera repens* (L.) R. Br. in W. T. Aiton) 등 53분류군, 특정식물 I급은 드문고사리(*Thelypteris lava* (Tranch. & Sav.) Ching), 참나도히초비(*Polystichum ovato-paleaceum* var. *coraiense* (H. Christ) Sa. Kurata), 정금나무(*Vaccinium oldhami* Miquel.), 송악(*Hedera rhombica* (Miq.) Bean), 좀떡취(*Ainsliaea apiculata* Sch. Bip.), 흰여로(*Veratrum versicolor* Nakai), 좀비비추(*Hosta minor* (Baker) Nakai), 금난초(*Cephalanthera falcata* (Thunb.) Lindl.) 등 87분류군으로 조사되었다.

밝혀진 323 분류군은 한라산국립공원지역에서 조사된 전체 식물상 931분류군의 약 35%에 달한다. 최근 밝혀진 타 국립공원의 식물상 자료를 보면, 속리산국립공원(박기현 등, 2011a)의 경우 기록된 703분류군 중 84분류군, 지리산국립공원(박기현 등, 2011b)에는 941분류군 중 163분류군의 식물구계학적 특정식물이 분포하는 것으로 밝혀졌다. 이들과 비교하면 한라산국립공원 지역은 식물구계학적 특정식물의 분포 비율이 대단히 높으며, 식물지리학적으로 중요한 입지와 식물상을 갖고 있음을 의미하는 것이다.



목련 [*Magnolia kobus* DC.]



참꽃나무 [*Rhododendron weyrichii* Maxim.]



모데미풀 [*Megaleranthis saniculifolia* Ohwi]



산개버찌나무 [*Prunus maximowiczii* Rupr.]



분단나무 [*Viburnum furcatum* Blume ex Maxim.]



정금나무 [*Vaccinium oldhami* Miquel.]

사진 3. 한라산국립공원에 분포하는 식물구계학적 특정식물

라. 외래식물

한라산국립공원 내에 이입되어 분포하는 외래식물은 총 14과 40분류군인 것으로 나타났다(표 5). 이들 외래식물은 도로변, 일부 초지대 및 복구지역에 드물게 분포하는 것으로 조사되었다. 외래식물의 과 구성은 벼과(9분류군)와 국화과(8 분류군) 식물이 17분류군으로 전체의 42.5%를 차지하여 가장 높은 구성을 보였고, 콩과, 현삼과, 마디풀과 및 석죽과 순으로 높게 나타났다. 이러한 과 구성은 제주도 전체 외래식물에서 국화과의 구성이 가장 높게 나타나는 것과는 달리 한라산국립공원 내 도로변에서는 벼과의 구성이 가장 높은 특징을 보였다(김현철 등, 2007). 이는 한라산국립공원 내 주요도로 개설시 나지 형성을 막기 위해 노견의 녹화용으로 큰김의털, 오리새 등이 사용되었기 때문인 것으로 판단된다.

한편 한라산국립공원지역 복구지역에서도 외래식물이 1997년부터 2005년까지 16분류군 정도가 관찰되었으나(고정균과 김찬수, 2006), 현재는 대부분 사라진 것으로 보인다. 이처럼 일부 외래식물은 고산지역의 환경에 적응해 상당기간 생존해 나가긴 하나 점차 쇠퇴되는 것으로 생각된다. 그러나 생태계 교란의 가능성은 항상 잠재해 있는 것으로 판단되므로 지속적인 모니터링뿐만 아니라 제거작업 등 복구지역에 대한 관리가 필요하다.

표 5. 한라산국립공원 내 분포하는 외래식물 목록

학 명	국 명	원산지 ¹⁾
Phytolaccaceae R. Br.(자리공과)		
<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	Am.
Caryophyllaceae Juss.(석죽과)		
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	양점나도나물	Eu.
<i>Spergula arvensis</i> L.	들개미자리	Eu.
Polygonaceae Juss.(마디풀과)		
<i>Rumex acetosella</i> L.	애기수영	Eu.
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	As. Eu. Am.
Brassicaceae Burnett[십자화과]		
<i>Brassica napus</i> L.	유채	As.
Fabaceae Lindl.(콩과)		
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	Am.
<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	Am.
<i>Medicago polymorpha</i> L.	개자리	Eu.
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	Am.
<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀	Eu.

표 5. 계속

학 명	국 명	원산지 ¹⁾
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	Eu.
Onagraceae Juss.(바늘꽃과)		
<i>Oenothera laciniata</i> Hill	애기달맞이꽃	Am.
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	Am.
<i>Euphorbia supina</i> Raf.	애기땅빈대	Am.
Apiaceae Lindl. (미나리과)		
<i>Apium leptophyllum</i> F.Mueller ex Bentham	솔잎미나리	Am.
Solanaceae Juss.(가지과)		
<i>Physalis angulata</i> L.	땅파리	Am.
Plantaginaceae Juss.(질경이과)		
<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이	Eu.
Scrophulariaceae Juss.(현삼과)		
<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	As. Eu. Af.
<i>Veronica persica</i> Poir. In Lam.	큰개불알풀	As. Af.
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	좁개불알풀	Eu.
Asteraceae Bercht. & J. Presl(국화과)		
<i>Achillea millefolium</i> L.	서양톱풀	As. Eu.
<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	돼지풀	Am.
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	Am.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	Am.
<i>Erigeron pusillus</i> Nutt.	애기망초	Am.
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	서양금혼초	Eu.
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚥	Eu.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚥	As. Eu.
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Weber	서양민들레	Eu.
Poaceae Barnhart [화본과]		
<i>Bromus rigidus</i> Roth	긴까락밥새귀리	Eu.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새	As. Eu.
<i>Elymus sibiricus</i> L.	개보리	As. Eu.
<i>Eragrostis curvula</i> Nees	능수참새그렁	Af.
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb	큰김의털	Eu.
<i>Festuca myuros</i> L.	들목새	Eu.
<i>Holcus lanatus</i> L.	우단풀	As. Eu.
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	쥐보리	Eu.
<i>Lolium perenne</i> L.	가는보리풀	Eu.
Iridaceae Juss.(붓꽃과)		
<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.	등심붓꽃	Am.

¹⁾As: 아시아, Eu: 유럽, Am: 아메리카, Af: 아프리카

마. 한국 미기록식물

본 연구 수행중 한라산국립공원지역의 산지 습원에서 한국미기록식물인 진네모골(가칭)[*Eleocharis* × *yezoensis* H. Hara]의 분포를 확인하였다. 본 분류군은 1938년 하라히로시(Hiroshi Hara)에 의해 일본 홋카이도에서 처음 기록된 분류군이다.

쭈네모골(가칭)

Eleocharis × *yezoensis* H. Hara, Bot. Mag. (Tokyo) 52: 396. 1938.

정수성 수생식물. 식물체의 크기는 30~35 cm. 줄기는 12~29 cm. 너비 1 mm. 잎싸개는 길이 1.6cm~5.5cm. 꼬마이삭은 선형 또는 선상피침형. 1cm~2cm. 너비 1.9~2.2mm. 만곡하거나 약간 뒤틀려 있음; 비늘조각은 둔함. 길이 2.6 mm~3.3 mm. 너비 1.3~1.5 mm. 암술머리는 3갈래. 암술대 밑부분은 삼각형. 길이 1mm. 너비 0.9 mm. 화피 조각은 6개. 강모 모양. 길이 2.1 mm~2.7 mm. 수과는 도란형. 3면이 불룩함. 길이 1.5 mm. 너비 1.2 mm.

습지에 나는 다년초. 쭈네모골(*Eleocharis wichurae* Boeckeler)과 바늘골(*Eleocharis congesta* D. Don)과의 자연 교잡종으로 알려져 있으며, 양친의 혼생자에 드물게 생긴다.

<국내에 분포하는 *Eleocharis* 속 식물의 검색표>

1. 화피조각은 깃털 모양 *Eleocharis wichurai* Boeck. (쭈네모골)
1. 화피조각은 강모 모양
 3. 암술대 밑부분의 너비가 수과의 너비의 1/3 정도
 4. 비늘조각의 윗부분이 뾰족하고, 화피 조각의 길이가 암술대 밑부분보다 길다 ... *Eleocharis congesta* var. *japonica* (Miq.) T. Koyama (바늘골)
 4. 비늘조각의 윗부분이 둔하고, 화피 조각의 길이가 암술대 밑부분보다 짧다 ... *Eleocharis congesta* var. *thermalis* (Hulten) T. Koyama (쇠바늘골)
 3. 암술대 밑부분의 너비가 수과의 너비의 1/2 이상
 5. 꼬마이삭은 난형 ... *Eleocharis attenuata* for. *laevisetata* (Nakai) Hara (참바늘골)
 5. 꼬마이삭은 선형 혹은 피침형 *Eleocharis* × *yezoensis* H. Hara



사진 4. 양친으로 추정되는 좁네모골(좌측)과 바늘골(우측)



사진 5. 한국미기록식물 긴네모골(가칭, *Eleocharis* × *yezoensis* H. Hara)

4. 요약

한라산은 생물다양성 등의 학술적·자원적 가치를 인정받아 천연기념물, 국립공원, 생물권보전지역 및 세계자연유산으로 등재된 지역이다. 본 연구는 한라산국립공원지역의 식물상을 명확히 밝혀 학술적 가치 구명하고 식물종다양성 보존을 위한 기초 자료를 확보하기위해 수행되었다.

한라산국립공원 전 지역을 대상으로 주요지역 탐방조사와 문헌조사, 표본조사를 종합하여 식물상목록을 작성하였다. 본 조사를 통해 밝혀진 한라산국립공원의 관속식물은 144과 470속 895종 3아종 20변종 13 품종으로 총 931분류군으로 나타났다. 이 중 환경부지정 멸종위기 보호야생식물은 1 급종인 암매를 포함하여 9분류군이 분포하고 있었다. 한국고유식물은 긴다람쥐꼬리 등 총 29과 51분류군으로 조사되었다. 또한 국내에서 제주에만 분포하는 것으로 기록된 제주한정분포식물은 수염이끼를 비롯해 66분류군으로 나타났으며, 이 중 한라불부추를 포함한 36분류군은 한국고유식물로 밝혀졌다. 한편 한라산국립공원지역에 분포하는 식물구계학적 특정식물은 목련, 돌죽나무, 흰땃딸기 등 총 323분류군으로 나타났다. 이는 한라산국립공원지역에서 조사된 전체식물상의 약 35%에 해당하는 식물이 식물지리학적으로 중요한 의미를 갖고 있음을 말하는 것으로 타 지역에 비해 대단히 높은 비율을 보이는 것이다. 한라산국립공원 내에 이입된 외래식물은 총 14과 40분류군으로 도로변, 일부 초지대 및 복구지역 드물게 분포하는 것으로 조사되었다. 더불어 본 연구 수행 중 한라산국립공원지역의 산지 습원에서 한국미기록식물인 긴네모골(가칭)[*Elocharis × yezoensis* H. Hara]의 분포를 확인하였다. 습지에 나는 다년생 수생식물인 긴네모골(가칭)은 좁네모골과 바늘골과의 자연 교잡종으로 알려져 있으며, 양친의 혼생지에 드물게 출현하고 꼬마이삭이 싹형 또는 선상피침형으로 가늘고 길며 끝이 구부러지나 약간 뒤틀려 있다.

이상의 결과를 종합하면 한라산국립공원 지역의 식물상은 과거 기 보고된 식물상조사결과보다 많은 분류군이 추가된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 최근 한라산국립공원지역 경계조정을 통해 범위가 다소 확대되어 식물상이 추가되어진 것으로 생각된다. 또한 다각적으로 수행된 식물상 분석의 결과에서 다수의 희귀식물 및 특정식물종이 분포하는 것으로 밝혀졌다. 이는 한라산국립공원에 분포하는 식물군의 희소성, 식물지리 및 계통 등 학술적 가치가 매우 높음을 반영하는 것이다. 이상의 결과들은 한라산국립공원지역의 식물종다양성 보존 및 관리를 위한 기초 자료로 활용되어질 것이다.

5. 인용문헌

- Flora of Korea Editorial Committee. 2007. The Genera of Vascular Plants of Korea. Flora of Korea Editorial Committee (ed.), Academy Pub. Co., Seoul.
- Fu, L. et Hong, T. 2000. Higher Plants of China (I~VII). Qingdao Publishing house, Qingdao.
- Ju, C., Gao, W. and Wang, K. 1997. Biological species' and distribution in Jilin Province, China. Dongbei Teacher Univ. Press, Jilin. 649pp.
- Nakai, T. 1914. Flora of Quelpaert and Wando Island. Govern. Chosen, Seoul (in Japanese).
- 고정균, 김찬수. 2006. 한라산국립공원 내 외래식물의 분포 특성. 제주도 외래종의 분포현황과 관리방안 심포지엄 자료집. 국립산림과학원 난대산림연구소. 14-30.
- 김문홍. 1992. 제주식물도감(증보판). 제주도.
- 김문홍. 2002. 한라산국립공원내의 식물상. 한라산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단. 98-105.
- 김찬수, 강영제, 문명옥, 송관필. 2006. 한라산의 식물. 제주도·한라산생태문화연구소. pp.351.
- 김찬수. 2006. 한라산천연보호구역의 식물상. 한라산천연보호구역 학술조사보고서. 제주특별자치도 한라산연구소. 365-396.
- 김철환. 2000. 자연환경평가: I. 식물군의 선정. 한국환경생물학회지 18(1): 163-198.
- 김현철, 고정균, 김찬수, 송창길. 2007. 한라산국립공원내 도로변 귀화식물의 분포특성. 한국환경생태학회지. 21(3):278-289.
- 문명옥. 2006. 한라산천연보호구역의 양치식물상. 한라산천연보호구역 학술조사보고서. 제주특별자치도 한라산연구소. 397-429.
- 문화공보부. 1968. 천연보호구역 한라산 및 홍도. 한라산학술조사보고서 및 홍도학술조사보고서. 문화공보부. 424pp.
- 박기현, 박진웅, 송세규. 2011a. 식물상, 속리산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단 국립공원연구원. 61-79.
- 박기현, 박진웅, 송세규. 2011b. 식물상, 지리산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단 국립공원연구원. 75-102.

담수조류

조사위원 : 박정원

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

가. 조사지 선정

나. 재료 및 방법

3. 결과 및 고찰

가. 환경요인

나. 담수조류 현황

다. 식물플랑크톤

라. 부착규조류

5. 요약

6. 참고문헌

여 백

1. 서론

담수조류는 서식장소가 하천, 습지, 습기찬 토양, 나무껍질, 암벽 등 다양한 장소에 서식하고 생태계의 개척자로서 중요성을 가진다.

담수조류는 수계에서 광합성을 하는 1차생산자로서, 그리고 동물플랑크톤이나 어류의 치어, 저서성 어류, 다슬기 등의 먹이로서 수계생태계에서 최하위 계급을 차지하고 있다. 따라서 수계생태계에서 이들의 중요성에 대해 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

일부 조류는 타생물과 공생관계를 이루고 있다. 육상생물중 지의류는 균류와 조류가 공생관계를 이루며 생활하는 생물체로서 육상생태계의 초기 천이 과정에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 대개 지의류가 서식하는 장소는 거친 환경(암벽, 건조한 지역)으로, 이들의 의해 나오는 유기물질은 다른 생물체에 매우 중요한 영양원으로 제공된다. 그리고 남조류중 *Calothrix*, *Cylindrospermum* 등은 공기중의 질소를 고정하는 생물질소고정체로서 역할도 하고 있다(Hutchinson 1967).

담수조류중 일부 분류군은 수중의 물리화학적인 서식환경의 변화에 따라 반응을 나타내고 넓은 생태적 적응 범위를 가지기 때문에 하천이나 호수 등의 수질의 상태를 파악하기 위해 지표종으로 이용되고 있다. 특히 부착규조류는 피각을 가지고 있고 넓은 생태적 범위를 가지고 있기 때문에 수환경 건강성 평가에서 생물학적 수질평가의 중요한 생물로 이용되고 있다. 생물학적 수질평가에서 부착규조는 천이가 짧고, 산처리 하여도 피각이 남아 있다는 점, 수질의 상태에 따라 분류군을 나눌 수 있다는 점 등의 장점으로 인해 영국, 일본 등지에서 생물학적 수질평가에 이용하고 있다.

본 조사는 한라산국립공원 내 담수조류의 서식이 가능한 중요한 습지, 계곡 등을 조사하여 담수조류의 현황을 파악하고, 한라산국립공원 자원의 효율적인 관리체계 구축하고자 조사를 실시하였다. 또한 계곡의 들 등에 부착하여 서식하는 부착규조의 종조성, 우점종, 생태군 등을 분석하고 유기오탁지수(DAIpo)를 이용하여 생물학적인 수질평가도 실시하여 한라산국립공원 계류의 건강성도 함께 평가해 보았다.

2. 재료 및 방법

가. 조사지 선정

한라산국립공원 지역의 담수조류의 채집은 2012년 6월부터 10월까지 각 습지를 대상으로 선정하였고, 선정된 장소와 조사 시기는 다음과 같다(표 1, 사진 1).

표 1. 2012년 한라산국립공원 담수조류의 채집일자 및 장소

조사일	조사 지역
6월 19일 - 6월 22일	백록담, 물장오리, 1100고지, 동수악, 사라오름, 어승생악,
10월 9일 - 10월 13일	물장오리, 1100고지, 영실계곡, 소백록담, Y계곡 상류, Y계곡하류



사진 1. 한라산국립공원 담수조류의 각 조사지점의 전경

나. 재료 및 방법

1) 환경요인 분석

식물플랑크톤 및 부착조류의 서식환경을 분석하기 위해 수온, pH 및 전기전도도(W-2000S, Horiba)를 현장에 측정하였다.

2) 식물플랑크톤 채집 및 분석

정성적인 분석을 위한 시료의 채집은 식물플랑크톤 네트(plankton net, Rhigsha Nxxx 25)를 사용하였고, 정성 분석을 위한 시료의 채집은 1ℓ 용 폴리에틸렌병으로 수심 30cm에서 채집하였다. 시료는 채집 즉시 Logol's 용액으로 고정하였다. 종 동정은 녹조류중 녹색소구목은 Komarek 과 Fott(1983), 물면지과는 Prescott, Croasdale와 Vinyard(1975)와 Prescott, Croasdale, Vinyard와 Bicudo(1981), 남조류는 Komarek과 Anagnostidis(2001), 유글레나는 Gojdic(1953) 그 외 분류군은 Hirose(1977)을 참고하였다.

3) 부착조류의 시료 채집과 종 동정 및 계수

시료는 주로 수심 10~30cm에 있는 돌중에서 그 정점을 가장 보편적인 상태를 지니고 있는 것으로 추정되는 자름 10~20cm 정도의 돌을 수 개 채집하여 솔로 수면과 평행한 윗면을 긁어서 부착조류를 채집한 후 원 시료를 잘 혼합하여 사용하였다.

동정과 사진촬영을 위한 시료는 Permanganate method(Hendey, 1974)에 의하여 세정한 후 Pleurax로 봉입하여 영구 표본을 제작하였으며, Simonsen(1979) 체계에 따라 분류하였다. 부착규조 군집의 상대빈도 등을 구하기 위하여 임의로 선정된 현미경하의 시야에서 300개 이상의 피각을 계수하였다.

4) 생태군 분류 및 생물학적 수질평가

부착규조류의 생태군 분류는 Watanabe(2005)가 제시한 방법에 따라, 각 출현종을 동정하여 청수성종, 오탁성종 및 광적응성종으로 분류하였고, 각 생태군마다 300개 이상의 피각을 계수하여 각 생태군을 상대빈도로 나타냈다. 부착규조류 목록에서 **은 호청수성종을 *은 호오탁성종을 그리고 미표시는 광적응성종을 나타낸다. 호청수성종은 깨끗한 수역에서 출현하는 종류이고, 호오탁성종은 유기물질의 유입이 많은 곳을 선호하는 생태군이다. 광적응성종은 맑은 수역에서 오염된 수역까지 서식하는 종류이나, 일반적으로 수역이 유기물질의 오염도가 높을수록 광적응성종의 상대빈도가 증가하는 경향이 있다.

생물학적 수질 평가는 분류된 생태군을 근거하여 DAipo(Diatom Assemblage Index to organic water pollution) 방법(Watanabe, 2005)에 따라 분석하였다(표 2).

$$DAIpo = 50 + \frac{1}{2}(A-B)$$

A: 조사 지점에서 출현한 호청수성종의 상대빈도의 합

B: 조사 지점에서 출현한 호오탁성종의 상대빈도의 합

그리고 DAIpo, BOD 및 오타계급의 상관관계의 값은 표 2와 같다.

표 2. DAIpo, BOD 및 오타계급의 상관관계

DAIpo	BOD	오타계급
100-85	0-0.625	극빈부수성수역(xenosaprobic)
85-70	0.625-1.25	β빈부수성수역(β-oligosaprobic)
70-50	1.25-2.5	α빈부수성수역(α-oligosaprobic)
50-30	2.5-5.0	β중부수성수역(β-mesosaprobic)
30-15	5.0-10.0	α중부수성수역(α-mesosaprobic)
15-0	>10	강부수성수역(polysaprobic)

3. 결과 및 고찰

가. 환경요인

각 조사지점의 환경요인에서, 1100고지습지의 수온은 16.1~25.4℃, 어승생악은 수온이 26.3℃, 동수악은 23℃, 물장오리는 16.9~26.2℃, 사라오름은 28.8℃, 백록담은 24.4℃, 영실계곡은 12.6℃, Y계곡은 10.7~10.9℃, 그리고 소백록담은 10.6℃로 소백록담의 10월의 수온이 가장 낮았고, 사라오름이 6월에 가장 높게 측정되었다(표 3).

pH는 1100고지습지가 6.46~6.58, 어승생악은 6.33, 물장오리는 6.04~6.67, 사라오름은 6.47, 백록담은 5.62, 영실계곡은 6.6, Y계곡은 6.96~7.37, 소백록담은 6.57 이었으며, Y계곡 상류 지점이 7.37로 가장 높았고, 백록담이 5.62로 가장 낮았으며, 조사 지역은 전반적으로 약 산성으로 나타나 고산지역의 pH가 약산성을 나타내는 일반적인 특성을 잘 나타냈다.

전기전도도는 1100고지습지가 24.6~32.7 μS/cm, 어승생악은 20.9 μS/cm,

동수악은 14.85 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 물장오리는 12.01~22 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 사라오름은 3.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 백록담은 5.21 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 영실계곡은 27.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Y계곡은 44.8~46 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 소백록담은 18.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 였다. 전기전도도는 전반적으로 낮았고 특히 사라오름과 백록담은 거의 증류수 수준으로 측정되었고, 나머지 조사 지점도 낮아 수계 내의 이온성 물질의 양은 매우 낮은 것으로 판단된다.

표 3. 한라산국립공원 각 조사 지역의 환경요인

조사지역		수온(℃)	pH	전기전도도($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1100고지습지	6월	25.4	6.46	24.6
	10월	16.1	6.58	32.7
어승생악		26.3	6.33	20.9
동수악		23	6.42	14.85
물장오리	6월	26.2	6.04	12.01
	10월	16.9	6.67	22
사라오름		28.8	6.47	3.25
백록담		24.4	5.62	5.21
영실계곡		12.6	6.6	27.7
Y계곡상류		10.7	7.37	44.8
Y계곡하류		10.9	6.96	46
소백록담		10.6	6.57	18.1

나. 담수조류 현황

한라산국립공원의 각 조사 지역에서 동정된 담수조류는 모두 71종류였으며 녹조류는 33종류, 유글레나류는 6종류, 남조류가 4종류, 규조류가 27종류 그리고 황갈조류가 1종류로 구성되어 녹조류의 종이 가장 많이 출현하였다. 규조류의 *Navicula* 속이 6종류로 가장 많은 종류가 출현하였고, 녹조류에서 *Closterium* 속과 *Scenedesmus* 속, 규조류의 *Achnanthes* 속이 각각 5종류씩 출현하였으며 그 외 속들은 1~3종류씩 출현하였다.

다. 식물플랑크톤

각 조사 지역에서 출현한 식물플랑크톤은 모두 46종류가 동정되었고, 녹조

류가 33종류, 유글레나류가 6종류, 남조류가 4종류, 규조류가 2종류 그리고 황갈조류가 1종류로 구성되었다(표 4). 녹조류에서 *Closterium* 속과 *Scenedesmus* 속이 각각 5종류가 출현하였고, 그 외 속들은 1~3종류씩 출현하였다. 녹조류 출현종 중에서 *Coclastrum* sp. *Groenbladia* sp. 등 두 종류가 미동정된 것은 세포의 형태가 기존 보고와 차이가 있기 때문이고 남조류에서 *Anabaena* 속에 2종류의 미동정 종은 동정에 필요한 아키네트와 이질세포가 없기 때문이다. *Microcystis* 속은 형태에서 매우 특이하므로 보다 많은 참고 자료를 인용한 동정이 필요한 사항이다.

각 조사 지점별 출현 종수를 보면 백록담 지역은 4종류, 소백록담 지역은 19종류, 동수악은 3종류, 물장오리에서는 25종류 그리고 1100고지는 9종류가 출현하여 가장 넓은 곳에 위치한 백록담 지역과 수량의 증감이 심한 동수악에서 출현 종수가 가장 적었고, 습지 가장자리 혹은 내부에 수생식물의 발달이 양호한 소백록담과 물장오리 지점에서 식물플랑크톤 출현이 높았다.

녹조류 출현종중 *Actinotaenium cucurbitinum*, *Closterium intermedium*, *Netrium digitus*, *Plaurotaenium trabacula*, *Staurastrum astroideum* 등 물면지말(desmid)류에 속하는 종 중에서 17종류(녹조류 중 51%)가 출현하였다. 물면지말류는 주로 소백록담과 물장오리같은 진행적인 습지 즉 수생식물이 풍부하고 전기전도도가 낮으며, pH가 약산성인 지역에서 주로 출현하였다.

유글레나가 주로 서식하는 장소는 유기물질이 풍부한 지역이다. 유글레나류는 많은 종류가 출현하지 않았으나 주로 물장오리에서 출현하였고, 따라서 물장오리는 유기물질이 풍부한 것으로 판단되며, 유기물질이 풍부한 이유는 내부에 서식하는 수생식물의 부패, 습지주변에서 유입되는 나뭇잎 같은 것이 부패되어 내부 바닥에 많이 축적되어 있기 때문으로 판단된다.

6월의 조사는 조사 이전에 많이 가물었다가 갑자기 비가 내려 휴면 기간에 있던 담수조류의 발아에 시간이 필요하였고, 또한 수온이 낮아 담수조류의 생육이 많이 불리하였던 것으로 판단된다. 10월에는 수온이 낮아지면 식물플랑크톤의 영양세포가 접합자 형태로 전환되면서 동정을 할 수 없는 종류가 많았다.

어승생악과 사라오름에서는 식물플랑크톤이 전혀 조사되지 않았다.

표 4. 한라산국립공원 각 조사 지역에서 동정된 담수조류의 목록

목록/장소	백록담	소백록담	동수악	물장오리	1100고지
Chlorophyceae					
* <i>Actinotaenium cucurbitinum</i>				+	
<i>Ankistrodesmus bernardii</i>		+			
* <i>Closterium diana</i>		+			
* <i>Closterium gracile</i>		+			
* <i>Closterium intermedium</i>				+	
* <i>Closterium navicula</i>	+				+
* <i>Closterium striolatum</i>		+		+	
<i>Coelastrum</i> sp.				+	
* <i>Cosmarium exiguum</i> var. <i>subrectangulum</i>		+		+	
* <i>Cosmarium quadrifarium</i> var. <i>hexastichum</i>					+
* <i>Cylindrocystis brebissonii</i>					+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>				+	
<i>Eudorina elengans</i>		+			
* <i>Euastrum didelta</i>					+
* <i>Gonatozygon brebissoni</i>		+		+	
<i>Groenbladia</i> sp.		+		+	
<i>Kirchneriella diana</i>				+	
* <i>Mesotaenium chlamyosporum</i>					+
<i>Microspora tumidula</i>		+	+		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>				+	
* <i>Netrium digitus</i>		+		+	+
<i>Pediastrum tetras</i>				+	
* <i>Pleurotaenium trabecula</i>				+	
<i>Quadrigula chodatii</i>		+			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>				+	
<i>Scenedesmus acutus</i>		+			
<i>Scenedesmus dispar</i>		+			
<i>Scenedesmus grahnseisii</i>		+			
<i>Scenedesmus microspora</i>				+	
<i>Selenodictyum brasiliensis</i>				+	
* <i>Staurostrum astroideum</i>		+			+

표 4. 계속

목록/장소	백록담	소백록담	동수악	물장오리	1100고지
<i>*Staurostrum orbiculare</i>		+		+	
<i>*Staurodesmus dejectus</i>		+		+	
Euglenophyceae					
<i>Euglena acus</i>			+		
<i>Euglena longicauda</i>		+			
<i>Euglena oxyuris</i>				+	
<i>Euglena spirogyra</i>				+	
<i>Phacus</i> sp.				+	
<i>Phacus tryphanon</i>		+		+	
Cyanophyceae					
<i>Anabaena</i> sp.1				+	
<i>Anabaena</i> sp.2				+	
<i>Merismopedia punctata</i>	+				+
<i>Microcystis</i> sp.	+				
Bacillariophyceae					
<i>Eunotia serra</i>					+
<i>Surirella splendida</i>	+				
Chrysophyceae					
<i>Mallomonas</i> sp.			+		

* 물먼지말류

라. 부착규조류

1) 출현 종수

부착규조류는 모두 26종류가 동정되었고, *Navicula* 속이 6종류, *Achnanthes* 속이 5종류, *Nitzschia* 속이 3종류가 출현하였으며, 그 외 속들은 1~2종류씩 출현하였다(표 5).

각 조사 지점별 출현 종수에서 백록담 지역은 5종류, 물장오리는 10종

류, 1100고지습지 지역이 3종류, 영실계곡 지역이 9종류, Y계곡의 상류 지점이 5종류, Y계곡의 하류 지점은 10종류가 출현하여 물장오리와 Y계곡 하류지점에 출현 종수가 가장 많았고, 1100고지습지 지점에서 종수가 가장 적었다.

표 5. 한라산국립공원 각 조사 지점에서 출현한 부착규조류 목록과 상대빈도(%)

목록/장소	백록담	물장오리	1100습지	영실	Y계곡 상류	Y계곡 하류
<i>Achnanthes convergens</i> **		8.82				
<i>Achnanthes daonensis</i>	28.06					
<i>Achnanthes lanceolata</i> **		1.47		1.67	88.74	66.78
<i>Achnanthes minutissima</i>						1.36
<i>Achnanthes oblongella</i> **		1.47		31.67		
<i>Cocconeis placntula</i> var. <i>lineata</i> **		20.59				
<i>Cymbella minuta</i> **				3.33		
<i>Diatoma vulgaris</i> **					3.40	22.37
<i>Eunotia binulnaris</i>	52.55	20.59	40.00	15.00		
<i>Eunotia microcephala</i>		2.94				
<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>		1.47				
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>		17.65		30.00		
<i>Navicula decussis</i>				1.67		
<i>Navicula minina</i>					3.40	0.34
<i>Navicula gregaria</i>	1.53			3.33	2.09	2.03
<i>Navicula perminuta</i>					2.36	2.71
<i>Navicula symmetrica</i>		1.47				
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostrata</i>			40.00	3.33		
<i>Nitzschia amphibia</i> *						0.34
<i>Nitzschia fonticola</i>						0.34
<i>Nitzschia inconspicua</i>						1.36
<i>Gomphonema parvulum</i>			20.00			2.37
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	3.06					
<i>Surirella angusta</i>				10.00		
<i>Surirella splendida</i>	14.80					
<i>Tabellaria flocculosa</i> **		23.53				

* : 호오탁성종, ** : 호칭수성종

2) 우점종

백록담 지점에서 우점한 종은 *Eunotia binulnaris* (상대빈도 52.25%), 물장오리는 *Tabellaria flocculosa* (상대빈도 23.53%), 1100고지습지는 *Eunotia binulnaris*, *Navicula viridula* var. *rostrata* (상대빈도 각각 40%) 영실 지점은 *Frustulia rhomboides* var. *crassinervia* (상대빈도 30%), Y 계곡은 *Achnanthes lanceolata* (상대빈도 상류 88.74%, 하류 66.78%)가 우점하였다(표 6).

표 6. 각 조사지점의 우점종과 상대빈도(%)

장소	우점종	상대빈도(%)
백록담	<i>Eunotia binulnaris</i>	52.25
물장오리	<i>Tabellaria flocculosa</i>	23.53
1100습지	<i>Eunotiabinulnaris</i>	40
	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostrata</i>	40
영실	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	30
Y계곡상류	<i>Achnanthes lanceolata</i>	88.74
Y계곡하류	<i>Achnanthes lanceolata</i>	66.78

3) 생태군 분류

부착규조류의 생태군 출현 종수에서 맑은 수역에서 출현하는 호청수종은 7종류가 출현하였고, 옻막된 수역에서 출현하는 호오탁성종은 *Nitzschia amphibia* 한 종만 출현하였다. 맑은 수역에서 오염된 수역까지 광범위하게 출현하는 광적응성종은 18종류가 출현하였다.

각 조사 지점의 호청수종의 비율에서 물장오리는 55.58%, 영실지역은 36.67%, Y계곡은 89.49~92.14%의 비율을 나타내 Y계곡에서 호청수성종의 비율이 높았다. 호오탁성종의 비율은 Y계곡의 하류 지점에서 0.34%의 비율을 나타냈다(표 7).

표 7. 각 조사 지점의 생태군 출현율(%)

분류군/장소	물장오리	영실	Y계곡상류	Y계곡하류
호청수성종	55.58	36.67	92.14	89.49
호오탁성	-	-	-	0.34

4) DAIp을 이용한 생물학적 수질평가

각 조사 지점의 DAIp(유기오탁지수) 지수에서 물장오리는 77.64, 영실은 68.34, Y 계곡은 94.58~96.07이었다(표 8). DAIp을 이용하여 수질등급을 평가해 본 결과 물장오리는 매우 좋음~좋음, 영실은 좋음~약간 좋음 그리고 Y 계곡은 모두 매우 좋음으로 평가되었다. 영실지점에서 수질이 다른 지점에 비해 약간 낮은 계곡에 물이 거의 없어 정체된 수역인 계곡 웅덩이 지점에서 평가하였으므로 실제로 계곡의 특성을 나타내기에는 무리가 있는 것으로 판단된다. Y 계곡의 경우 모두 매우 좋음으로 나타나 Y 계곡 지점은 모두 매우 양호한 수질이 계속 유지되고 있는 것으로 판단된다.

표 8. 각 조사 지점의 DAIp 지수와 수질등급

DAIp지수	77.64	68.34	96.07	94.58
수질등급	매우좋음~좋음	좋음~약간좋음	매우좋음	매우좋음

4. 요약

가. 환경요인

각 조사지점의 환경요인에서, 1100고지습지의 수온은 16.1~25.4 ℃, 어송생악은 수온이 26.3℃, 동수악은 23℃, 물장오리는 16.9~26.2℃, 사라오름은 28.8℃, 백록담은 24.4℃, 영실계곡은 12.6℃, Y계곡은 10.7~10.9℃, 그리고 소백록담은 10.6℃로 소백록담의 10월의 수온이 가장 낮았고, 사라오름이 6월에 가장 높게 측정되었다.

pH는 1100고지습지가 6.46~6.58, 어송생악은 6.33, 물장오리는 6.04~6.67, 사라오름은 6.47, 백록담은 5.62, 영실계곡은 6.6, Y계곡은 6.96~7.37, 소백록담은 6.57 이었다.

전기전도도는 1100고지습지가 24.6~32.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 어송생악은 20.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 동수악은 14.85 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 물장오리는 12.01~22 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 사라오름은 3.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 백록담은 5.21 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 영실계곡은 27.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Y계곡은 44.8~46 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 소백록담은 18.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 였다.

나. 담수조류 현황

한라산국립공원의 각 조사 지역에서 동정된 담수조류는 모두 71종류였으며 녹조류는 33종류, 유글레나류는 6종류, 남조류가 4종류, 규조류가 27종류 그리고 황갈조류가 1종류로 구성되어 녹조류의 종이 가장 많이 출현하였다.

다. 식물플랑크톤

각 조사 지역에서 출현한 식물플랑크톤은 모두 46종류가 동정되었고, 녹조류가 33종류, 유글레나류가 6종류, 남조류가 4종류, 규조류가 2종류 그리고 황갈조류가 1종류로 구성되었다.

각 조사 지점별 출현 종수를 보면 백록담 지역은 4종류, 소백록담 지역은 19종류, 동수악은 3종류, 물장오리에서는 25종류 그리고 1100고지는 9종류가 출현하다.

녹조류 출현종중 *Actinotaenium cucurbitinum*, *Closterium intermedium*, *Netrium digitus*, 등 물먼지말(desmid)류에 속하는 종 중에서 17종류(녹조류 중 51%)가 출현하였다.

유글레나류는 많은 종류가 출현하지 않았으나 주로 물장오리에서 출현하였고, 따라서 물장오리는 유기물질이 풍부한 것으로 판단된다.

라. 부착규조류

1) 출현 종수

부착규조류는 모두 26종류가 동정되었고, *Navicula* 속이 6종류, *Achnanthes* 속이 5종류, *Nitzschia* 속이 3종류가 출현하였으며, 그 외 속들은 1 ~ 2종류씩 출현하였다.

각 조사 지점별 출현 종수에서 백록담 지역은 5종류, 물장오리는 10종류, 1100고지 습지 지역이 3종류, 영실계곡 지역이 9종류, Y계곡의 상류 지점이 5종류, Y계곡의 하류 지점은 10종류가 출현하여 물장오리와 Y계곡 하류지점에 출현 종수가 가장 많았고, 1100고지 습지 지점에서 종수가 가장 적었다.

2) 우점종

백록담 지점에서 우점한 종은 *Eunotia binulnaris* (상대빈도 52.25%), 물장오리는 *Tabellaria flocculosa* (상대빈도 23.53%), 1100고지습지는 *Eunotiabinulnaris*, *Navicula viridula* var. *rostrata* (상대빈도 각각 40%) 영실 지

점은 *Frustulia rhomboides* var. *crassinervia* (상대빈도 30%) Y계곡은 *Achnanthes lanceolata* (상대빈도 상류 88.74%, 하류 66.78%)가 우점하였다.

3) 생태군 분류

부착규조류의 생태군 출현 종수에서 맑은 수역에서 출현하는 호청수종은 7종류가 출현하였고, 옅어진 수역에서 출현하는 호오탁성종은 *Nitzschia amphibia* 한 종만 출현하였다. 맑은 수역에서 오염된 수역까지 광범위하게 출현하는 광적응성종은 18종류가 출현하였다.

각 조사 지점의 호청수종의 비율에서 물장오리는 55.58%, 영실지역은 36.67%, Y계곡은 89.49~92.14%의 비율을 나타내 Y계곡에서 호청수성종의 비율이 높았다. 호오탁성종의 비율은 Y계곡의 하류 지점에서 0.34%의 비율을 나타냈다

4) DAIp을 이용한 생물학적 수질평가

각 조사 지점의 DAIp(유기오탁지수) 지수에서 물장오리는 77.64, 영실은 68.34, Y 계곡은 94.58 ~ 96.07이었다. DAIp를 이용하여 수질능급을 평가해 본 결과 물장오리는 매우 좋음~좋음, 영실은 좋음~약간 좋음 그리고 Y계곡은 모두 매우 좋음으로 평가되었다. Y계곡 지점은 모두 매우 양호한 수질이 계속 유지되고 있는 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- Komarek J. and B. Fott, 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie. Teil., 7. Chlorophyceae (Grünalgen Ordnung: Chlorococcales). E. Schweiz. Verl., Stuttgart.
- Komarek J. and K. Anagnostidis, 2001. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/1. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chlorococcales. E. Schweiz. Verl., Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1988. Süßwasserflora von

- Mitteleuropa. Band 2/2. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae Epithemiaceae, Surirellaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Prescott, G.W. and H.T. Croasdale, W.C. Vinyard. 1975. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermæ, Section 1. Lincoln, Univ. of Nebraska press.
- Prescott, G.W. and H.T. Croasdale, W.C. Vinyard, C.E. de M. Bicudo. 1981. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermæ, Section 3. Lincoln, Univ. of Nebraska press.
- Simonsen, R. 1979. The diatom system: Ideas on phylogeny Bacillaria 2: 9-71.

지 의 류

조사위원 : 허재선

1._ 서 론

2._ 조사범위 및 방법

가. 기간

나. 조사지역 및 표본

다. 방법

3._ 결과 및 고찰

가. 지의류상

나. 지역별 분포 지의류상

다. 선행조사 결과와의 비교

4._ 요 약

5._ 참고문헌

여 백

1. 서론

우리나라 3대 영산(靈山)중의 하나인 한라산은 한반도의 최남단에 위치하고 있으며, 해발 1,950m로 남한에서 가장 높다. 또 다양한 식생 분포를 이뤄 학술적 가치가 매우 높고 동·식물의 보고(寶庫)로서, 1966년 10월 12일 천연기념물 제182호인 한라산천연보호구역으로 지정·보호되고 있다.

신생대 제4기의 젊은 화산섬인 한라산은 지금으로부터 2만5천년 전까지 화산분화 활동을 하였으며, 한라산 주변에는 360여 개의 ‘오름’들이 분포되어 있어 특이한 경관을 창출하고 있다. 1970년 3월 24일 국립공원으로 지정되었고, 2002년 12월에는 ‘UNESCO 생물권 보전지역’으로 지정되었다.

한라산국립공원은 백록담을 중심으로 153,332㎢에 다라며, 91,654㎢가 천연보호구역으로 지정되어 있다. 백록담, 영실기암 등의 화산지형, 물장오리 분화구습지, 1100습지 등의 고산습지, 산별론내, 탐라계곡 등의 용암하천지형 등은 한라산의 독특한 지형 지질학적 가치를 보여주고 있으며, 한대, 아고산대의 수직적 분포에 따른 다양한 식물상은 생태계 보고로서의 한라산의 가치를 높여주고 있다. 이와 같은 기후적, 지질학적, 식생분포적 특성으로 인해 국내에서 지의류의 다양성이 가장 높은 지역 중의 하나라고 할 수 있겠다.

국내 지의류 연구자가 절대적으로 부족한 상황으로 인해 한라산의 높은 지의류의 다양성 조건에도 불구하고 다른 생물상에 비하여 상대적으로 조사연구가 극히 미진한 분야라고 할 수 있다. 국내 연구자에 의한 한라산 국립공원 내의 지의류상에 대한 최초의 보고는 김성희 선생이 1964년부터 1978년까지 한라산에서 수집하고 1979년에 발표한 “한라산 지의류 목록”으로 거대지의류(Macrolichens)를 중심으로 17과 25속, 52종과 2개의 변종이 보고되었다. 이후 미국 Smithsonian 박물관 소속 연구원으로 일하던 박윤실 선생이 1990년 미국산태학회지인 Bryologist에 보고한 “남한 분포 거대 지의류상”이라고 할 수 있겠다. 그 후 2002년에 동경자연사 박물관에서 지의류 분류학을 연구하던 Kashiwadani 선생이 보고한 한라산을 포함한 “제주 지역 분포 거대지의류상”에 대한 보고로 44속 138 종의 지의류가 제주도에 분포하고 있는 것으로 보고되었다. 그 후 10년이 지난 2012년 현재까지 한라산 분포 지의류상에 대한 추가 조사가 진행되지 못한 관계로 이에 대한 추가 정밀 조사 사업이 필요한 상황이다.

따라서 본 조사에서는 한라산국립공원에 분포하는 지의류 상에 대한 추가 조사를 실시하였다.

2. 조사범위 및 방법

가. 기간

2012년 4월 - 2012년 11월

나. 조사 지역 및 표본

한라산 국립공원지역의 5개 탐방로(어리목, 관음사, 영실, 성판악, 돈네코)를 중심(그림 1)으로 지의류 채집 및 현장 확인을 실시하였다. 위치정보는 한라산 연구소에서 제공한 한라산 국립공원 격자(2×2km)와 각 격자의 GPS 정보를 기준으로 최종 확인하였다. 2012년에 채집된 지의류 이외에도, 한국지의류연구센터 표본실에 보관된 2003년부터 2011년 한라산 채집 표본에 대해서도 동정 및 분류를 실시하여 가능한 한 많은 종을 확인하고자 하였다.

나. 방 법

1) 문 헌

한라산 지의류 상에 대한 보고 논문을 중심으로 지의류 상의 비교 분석을 실시하였으며, 각 분류군에 대한 문헌은 국외 전문 서적과 각 분류군별 monograph나 해당 분류군에 대한 분류 논문을 중심으로 하여 동정에 활용하였다.

2) 지의류 동정

지의류 동정은 국외 지의류 분류 전문가들과 공동으로 실시하였다. 우선적으로 문헌을 중심으로 형태 및 해부학적 특징을 중심으로 동정을 실시하였다. 이를 위하여 해부현미경(dissecting microscope, Nikon SMZ645z)과 광학현미경(compound microscope, Zeiss Scope)을 이용하였다. 자낭포자, 자낭, 측사 등의 관측을 위하여 Lactophenol blue solution 염색을 실시하였으며, 자낭 구조 상의 전분 관찰을 위하여 Lugol's Iodine solution을 이용하였다. 지의류 물질에 대한 간이 확인 방법인 color test (정색 반응)은 K, paraphenylenediamine(PD), calcium hypochlorite(C)을 이용하여 실시하였고,

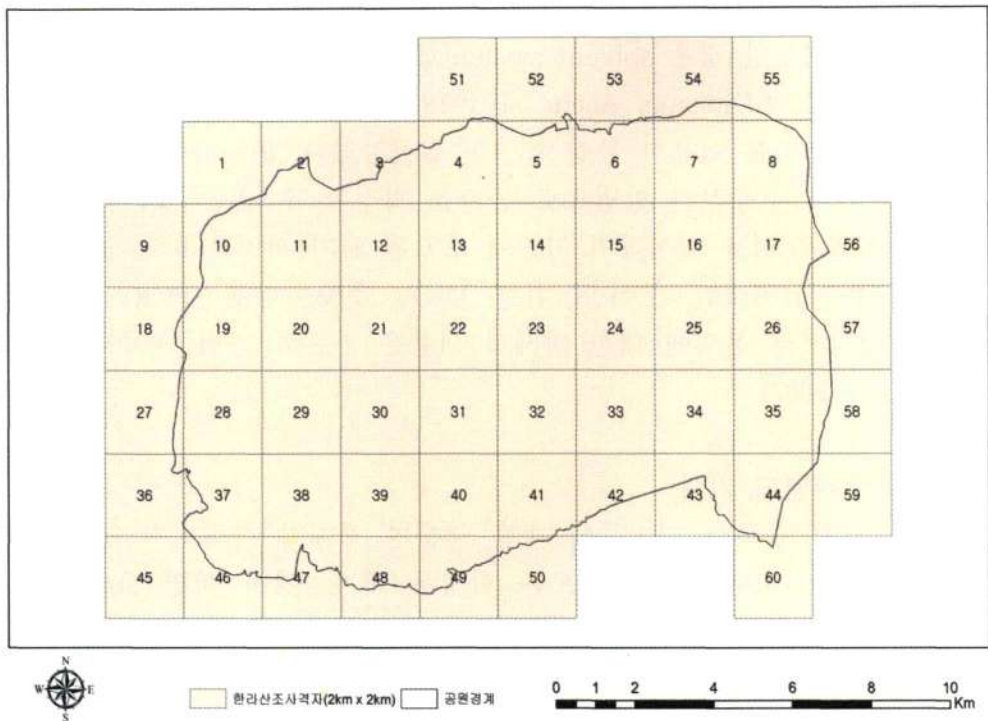


그림 1. 한라산 국립공원 격자 번호(2×2km) 및 위치에 대한 개괄도

지의류 2차 내사산물에 대한 확인을 위하여 TLC 또는 HPLC를 이용하여 실시하였으며, TLC의 경우 solvent system C (Toluene: Acetic acid = 85:15)과 A (Toluene: 1, 4-Dioxane: Acetic acid=180:60:8)를 이용하여 실시하였고, 필요한 경우 HPLC를 이용한 물질 확인을 실시하였다. 분류학적으로 문제가 되는 분류군이나 전통적인 방법으로 동정을 확정할 수 없는 표본에 대해서는 ITS 염기서열 분석을 실시하여 기존에 보고된 염기 서열과 비교 분석을 실시하였다. ITS 염기서열 분석을 위한 DNA 추출, 정제, PCR 증폭, 사용 Primer, 염기서열 분석에 대한 자세한 내용은 기존의 방법을 이용하여 실시하였다(Luo, 2007).

3) 지의류명의 기재

현재까지 한국산 지의류에 대한 국문명 체계가 마련되지 않은 관계로 학명을 그대로 이용하였으며, 모든 학명은 국제곰팡이 학명 D/B인 Index Fungorum(<http://www.indexfungorum.org/names/>)의 표기법을 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 지의류상

이번 조사에서 한라산 국립공원 내에서 13목 35과 63속 145종의 지의류상이 확인되었다(표 1). 이전 조사와는 달리 이번 조사에서는 대형지의류(macrolichen) 이외도 가상체(crustose lichen)를 포함한 미세지의류(microlichen)까지 포함하였다. 이전까지는 상대적으로 분류 동정이 용이한 대형지의류만을 조사 대상으로 한 것에 비하여 이번 조사에서는 국외 지의류 전문가들의 도움을 받아 지금까지 국내에서 본격적인 연구가 되지 않은 가상체 지의류에 대해서도 집중적인 조사를 실시하였다. 이러한 노력 결과, 2012년 기준으로 한국미기록종 15종과 신종 후보 2종을 발굴하는 성과를 거두었다. 이번에 조사된 한국미기록종 중 *Heterodermia flabellata*을 제외한, *Acarospora fuscata*, *Trapelia coarctata*, *Brigantiaea leucoxantha*, *Micarea melana*, *Ionaspis lacustris*, *Amygdalaria pelobotryon*, *Leiorreuma exaltatum*, *Thelotrema diplostrema*, *Thelotrema lepadinum*, *Thelotrema nipponicum*, *Thelotrema similans*, *Myriotrema porinaceum*, *Anthracotheidium macrosporum*, *Rhizocarpon badiatrum* 14종은 모두 가상체 지의류로서 한라산에서 아직까지 발굴되지 않은 상당

종의 가상체 지의류가 분포하고 있을 것으로 추정된다. 이번 조사에서 발굴한 신종 후보인 *Caloptlaca hallasanensis*와 *Scoliciosporum hallasanensis* 종(그림 2), 역시 가상체 지의류로서 보다 많은 신종 후보들을 한라산 분포 가상체 지의류에서 찾을 수 있을 것으로 기대된다. 특히 이번 조사에서 한라산에 분포하는 열대나 아열대성 지의류인 *Ostropales* 목 - *Coenogoniaceae*과, *Graphidaceae*과, *Tephromelataceae* 과에 대한 지의류상 조사가 이루어진 것은 의미 있는 결과라고 하겠다. 이들 지의류들은 대부분 해발 1,000m 이하의 수목에 착생하는 지의류로서 관음사탐방로, 돈네코 탐방로, 성판악 탐방로 등에 고루 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 해발 1,600m 이상의 *apline area*에 속하는 지역에도 국내에서 보기 드물게 다양한 수지상, 가상체 지의류들이 서식하고 있었으며, 관음사 탐방로, 성판악 탐방로와 영실(돈네코)탐방로의 암석에도 다양한 지의류들이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 해발 1,800m 이상 지역에는 *Peltigera leucophlebia*와 같은 특이 지의류들이 다수 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

표 1. 본 조사에서 확인한 한라산국립공원 내 분포 지의류 목록

Acarosporales	Acarosporaceae	<i>Acarospora fuscata</i> (Nyl.) Th. Fr.	●
Agyriales	Trapeliaceae	<i>Placopsis cribellans</i> (Nyl.) Räsänen	
		<i>Trapelia coarctata</i> (Sm.) M. Choisy	●
Candelariales	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Arnold	
Lecanorales	Brigantiaeaceae	<i>Brigantiaea leucoxantha</i> (Spreng.) R. Sant. et Hafellner	●
	Byssolomataceae	<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.	●
	Cladoniaceae	<i>Cladonia chlorophaea</i> (Sommerf.) Spreng.	
		<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	
		<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	
		<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.	
		<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.	
		<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.	
		<i>Cladonia gracilis</i> subsp. <i>turbinata</i> (Ach.) Ahti	
		<i>Cladonia granulans</i> Vain.	
		<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.	
		<i>Cladonia metacorallifera</i> Asahina	
		<i>Cladonia pleurota</i> (Flörke) Schaer.	
		<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	
		<i>Cladonia ramulosa</i> (With.) J.R. Laundon	
		<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) F.H. Wigg.	

	<i>Cladonia rangiferina</i> subsp. <i>grisea</i> Ahti	
	<i>Cladonia scabriuscula</i> (Delise) Leight.	
	<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.	
	<i>Cladonia turgida</i> Hoffm.	
	<i>Pilophorus clavatus</i> Th. Fr.	
Dactylosporaceae	<i>Dactylospora glaucomarioides</i> (Tuck.) Hafellner	
Hymeneliaceae	<i>Ionaspis lacustris</i> (With.) <i>Lutzoni</i>	●
Lecanoraceae	<i>Lecanora perplexa</i> Brodo	
Incertae sedis	<i>Mycobilimbia philippina</i> (Vain.) D.D. Awasthi	
Incertae sedis	<i>Scoliciosporum hallaensis</i> S.Y. Kondr. & J-S Hur sp. nova	●
Parmeliaceae	<i>Parmeliella incisa</i> Müll. Arg. <i>Parmeliella subincisa</i> Zahlbr. <i>Anzia opuntiella</i> Müll. Arg. <i>Cetrelia braunsiana</i> (Müll.Arg.) W.L. Culb. et C.F. Culb. <i>Cetrelia japonica</i> (Zahlbr.) W.L. Culb. et C.F. Culb. <i>Hypogymnia vittata</i> (Ach.) Parrique <i>Menegazzia nipponica</i> K.H. Moon, Kurok. et Kashiw. <i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) A. Massal. <i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix et Hale <i>Myelochron antotheciachroa</i> (Hue) Elix et Hale	

	<i>Myelochroa irrugans</i> (Nyl.) Elix & Hale
	<i>Myelochroa leucotyliza</i> (Nyl.) Elix & Hale
	<i>Nephromopsis asahinae</i> (M. Satô) Räsänen
	<i>Parmelia adaugescens</i> Nyl.
	<i>Parmelia cochleata</i> Zahlbr.
	<i>Parmelia laevior</i> Nyl.
	<i>Parmelia marmariza</i> Nyl.
	<i>Parmelia shinanoana</i> Zahlbr.
	<i>Parmelia subdivaricata</i> Asahina
	<i>Parmelina endoleuca</i> (Taylor) Hale
	<i>Parmotrema pseudocrinitum</i> (Abbayes) Hale
	<i>Punctelia borrei</i> (Sm.) Krog
	<i>Punctelia rudecta</i> (Ach.) Krog
	<i>Rimelia clavulifera</i> (Räsänen) Kurok.
	<i>Rimelia reticulata</i> (Taylor) Hale & A. Fletcher
	<i>Sulcaria sulcata</i> (Lév.) Bystrek & Brodo & D. Hawksw.
	<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ach.) Hale
Ramalinaceae	<i>Bacidia schweinitzii</i> (Tuck.) A. Schneid.
	<i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold
	<i>Ramalina inflata</i> (Hook. f. et Taylor) Hook. f. et Taylor

표 1. 계속

	Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon japonicum</i> Th. Fr.	
		<i>Stereocaulon sorediiferum</i> Hue	
Lecideales	Porpidiaceae	<i>Amvgdalaria pelobotryon</i> (Wahlenb.) Norman	●
		<i>Porpidia albocaerulescens</i> (Wulfen) Hertel et Knoph	
Ostropales	Coenogoniaceae	<i>Dimerella lutea</i> (Dicks.) Trevis.	
		<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vězda	
	Graphidaceae	<i>Fissurina insidiosa</i> C. Knight & Mitt.	
		<i>Graphis flavopalmicola</i> Y. Joshi, Lücking & Hur	
		<i>Leiorreuma exaltatum</i> Fée	●
	Tephromelataceae	<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner	
		<i>Thelotrema diplotrema</i> Nyl.	●
		<i>Thelotrema lepadinum</i> (Ach.) Ach.	●
		<i>Thelotrema nipponicum</i> Tat. Matsumoto	●
	Tephromelataceae	<i>Thelotrema similans</i> Nyl.	●
		<i>Myriotrema porinaceum</i> (Müll.Arg.) Hale	●
Peltigerales	Coccocarpiaceae	<i>Coccocarpia erythroyli</i> (Spreng.) Swinscow et Krog	
		<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. et D.J. Galloway	
Peltigerales	Collemaataceae	<i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.	
		<i>Collema japonicum</i> (Müll. Arg.) Hue	
		<i>Collema subflaccidum</i> Degel.	
		<i>Leptogium cyanescens</i> (Pers.) Körb.	

	<i>Leptogium hirsutum</i> Sierk
	<i>Leptogium menziesii</i> (Sm.) Mont.
	<i>Leptogium aturinum</i> (Dicks.) Nyl.
Lobariaceae	<i>Lobaria discolor</i> (Bory) Hue
	<i>Lobaria discolor</i> var. <i>subsinuosa</i> (Vain.) Yoshim
	<i>Lobaria isidiosa</i> (Müll. Arg.) Vain.
	<i>Lobaria japonica</i> (Zahlbr.) Asahina
	<i>Lobaria linita</i> (Ach.) Rabenh
	<i>Lobaria retigera</i> (Bory) Trevis.
Nephromataceae	<i>Nephroma helveticum</i> Ach.
	<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.
	<i>Nephroma tropicum</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.
Pannariaceae	<i>Fuscopannaria ahlneri</i> (P.M. Jørg.) P.M. Jørg.
	<i>Fuscopannaria leucosticta</i> (Tuck.) P.M. Jørg.
	<i>Pannaria conoplea</i> (Ach.) Bory
	<i>Pannaria lurida</i> (Mont.) Nyl.
	<i>Pannaria rubiginosa</i> (Ach.) Delise
Peltigeraceae	<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.
	<i>Peltigera degenii</i> Gyeln.
	<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.
	<i>Peltigera leucophlebia</i> (Nyl.) Gyeln.
	<i>Peltigera malacea</i> (Ach.) Funck

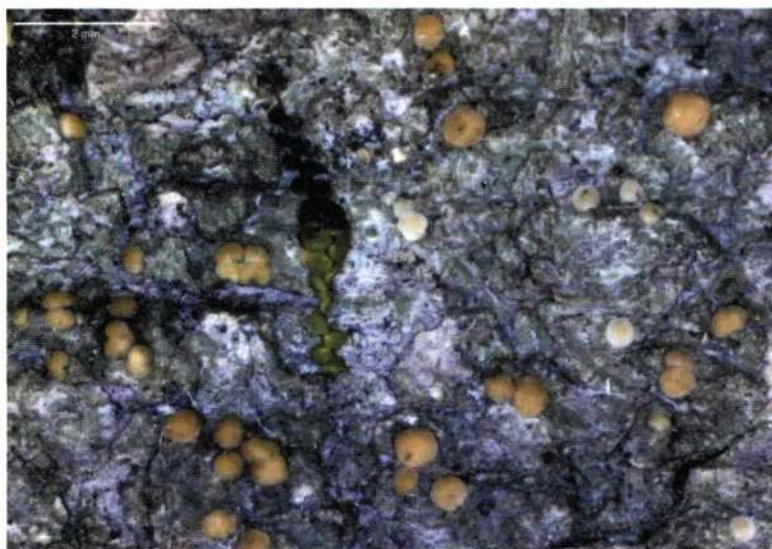
표 1. 계속

		<i>Peltigera neopolydactyla</i> (Gyeln.) Gyeln.	
		<i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm.	
		<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Vain.	
		<i>Peltigera scabrosa</i> Th. Fr.	
Pertusariales	Ochrolechiaceae	<i>Ochrolechia parellula</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.	
		<i>Ochrolechia trochophora</i> (Vain.) Oshio	
	Pertusariaceae	<i>Pertusaria glauca</i> Zahlbr.	
		<i>Pertusaria nakamurae</i> (Räsänen) Dibben	
		<i>Pertusaria ophthalmiza</i> (Nyl.) Nyl.	
		<i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby	
		<i>Pertusaria subobductans</i> Nyl.	
Pyrenulales	Pyrenulaceae	<i>Anthracothecium macrosporum</i> (Hepp) Müll. Arg.	●
		<i>Pyrenula pseudobutyrina</i> (Rehm) R.C. Harris	
Rhizocarpales	Rhizocarpaceae	<i>Rhizocarpon badiatrum</i> (Spreng.) Th. Fr.	●
		<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	
Teloschistales	Caliciaceae	<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.D. Awasthi	
	Megalosporaceae	<i>Megalospora tuberculosa</i> (Fée) Sipman	
	Physciaceae	<i>Anaptychia isidiza</i> Kurok.	
		<i>Anaptychia palmulata</i> (Michx.) Vain.	
		<i>Heterodermia boryi</i> (Fée) Hale	

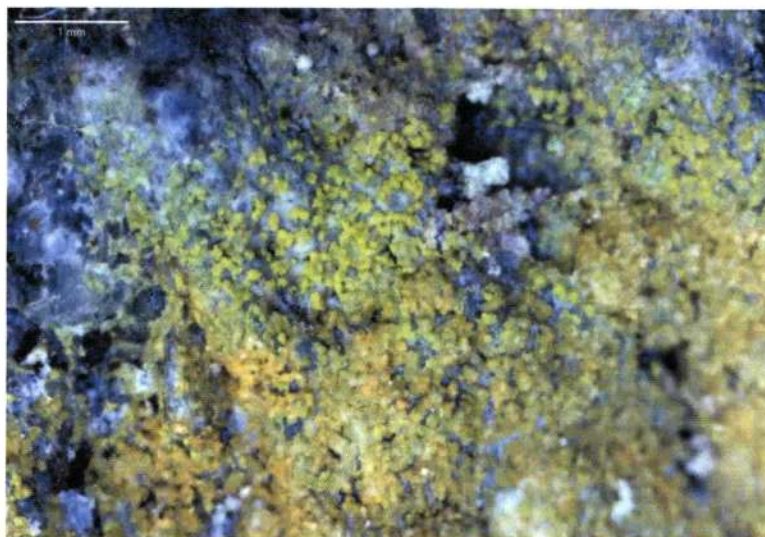
		<i>Heterodermia dissecta</i> (Kurok.) D.D. Awasthi	
		<i>Heterodermia flabellata</i> (Fée) D.D. Awasthi	●
		<i>Heterodermia hypoleuca</i> (Mühl.) Trevis.	
		<i>Heterodermia isidiophora</i> (Nyl.) D.D. Awasthi	
		<i>Heterodermia japonica</i> (M. Satô) Swinscow et Krog	
		<i>Heterodermia microphylla</i> (Kurok.) Skorepa	
		<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis.	
		<i>Heterodermia subascendens</i> (Asahina) Trass	
		<i>Phaeophyscia adiaetola</i> (Essl.) Essl.	
		<i>Phaeophyscia endococcinodes</i> (Poelt) Essl.	
		<i>Phaeophyscia erythrocardia</i> (Tuck.) Essl.	
		<i>Phaeophyscia exornatula</i> (Zahlbr.) Kashiw.	
		<i>Phaeophyscia melanchra</i> (Hue) Hale	
		<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	
		<i>Physcia orientalis</i> Kashiw.	
		<i>Physconia grumosa</i> Kashiw. et Poelt	
		<i>Pyxine limbulata</i> Müll. Arg.	
Teloschistales	Teloschistaceae	<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	
		<i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon	
		<i>Caloplaca hallasanensis</i> S.Y. Kondr., S.O. Oh & J-S .Hur sp. nova	●

표 1. 계속

Order	Family	lichenname	미보 고종	신 종
Trypetheliales	Trypetheliaceae	<i>Trypethelium microstomum</i> Spreng.		
Verrucariales	Verrucariaceae	<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.		



Scoliciosporum hallaensis S.Y. Kondr. & J.-S. Hur sp. nova



Caloplaca hallasanensis S.Y. Kondr., S.O. Oh & J.-S. Hur sp. nova

그림 2. 한라산국립공원에서 새로 발굴한 신종 후보 지의류 2종

나. 지역별 분포 지의류상

지역별 지의류 분포 상황을 살펴보면(표 2), 관음사 탐방로의 경우 해발 600~700m 사이의 관음사 주변 활엽수에 다양한 대형 수지상 지의류 및 수목 착생 가상체 지의류들이 분포하고 있으며, 탐라계곡 주변도 지의류 서식에 적합한 장소인 것으로 나타났다. 삼각봉 대피소부터 백록담 정상까지의 암석 지대에는 다수의 미기록 종을 포함한 다양한 암석 착생 가상체 지의류들이 분포하고 있었다. 어리봉 탐방로의 경우, 관리소 입구 주변 계곡과 사제비 동산까지의 산림에 일반적으로 관찰되는 수지상 대형지의류들이 고루 분포하고 있었다. 영실 탐방로의 경우, 병풍바위 이후에 나타나는 구상나무 숲에 다양한 지의류들이 분포하고 있었다. 성판악 탐방로의 경우, 고도에 따른 지의류 분포가 경시적으로 잘 구분되어 나타났으며, 관리소 입구에서부터 진달래 대피소까지 숲이 잘 발달된 지역은 다른 지역에 비해 습하고 그늘진 특징에 수령이 오래된 나무들이 분포하고 있어, 다른 탐방로 지역보다 남조류 공생 지의류들인 *Collema*, *Leptogium*, *Peltigera*, *Pannaria* 속에 속하는 지의류들이 잘 발달되어 있었다. 특히 해발 900 - 1200 m 사이의 숲에는 산림건강성 지표 지의류인 *Lobaria* 속 지의류들이 아주 크게 잘 자라고 있어 앞으로 이에 대한 보전 및 장기적인 monitoring이 필요할 것으로 여겨진다. 진달래 대피소 이후 백록담 정상까지 아고산, 한대 지역의 노출된 암석 지대에는 다양한 *Cladonia* 속 지의류들이 잘 발달되어 있었다. 최근에 개방된 돈네코 탐방로의 경우, 남벽 부근의 암벽에 다양한 가상체 지의류들이 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 백록담 정상 부근의 토양, 바위, 관목 등에는 한라산 내 다른 지역에서 찾아볼 수 없는 *Peltigera leucophlebia*와 같은 희귀 지의류들을 나수 분포하는 것으로 조사되었다. 1100고지 습지의 바위에는 *Stereocaulon* 속 지의류들이 집단적으로 잘 발달되어 서식하고 있는 것으로 조사되었다.

표 2. 한라산 국립공원 지역별 분포 지의류 목록

[괄호안 숫자는 그림 1에 표시된 격자 번호, 기물에서 B=bark(수피), M=moss (이끼), MR= mossy rock, S=soil(토양)]

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Acarospora fuscata</i> (Nyl.) Th. Fr.		● (31)				R	1670- 1900
<i>Placopsis cribellans</i> (Nyl.) Räsänen	● (30)					R	1520
<i>Trapelia coarctata</i> (Sm.) M. Choisy					● (50)	B	640
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Arnold		● (14)				B	940
<i>Brigantiaea leucoxantha</i> (Spreng.) R. Sant. et Hafellner		● (22)				B	1070
<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.					● (41,50)	B	640- 1400
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Sommerf.) Spreng.	● (21)					S, MR	660
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	● (21)					B	660
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.			● (30)	● (24,25)		S, M, B	940- 1710
<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.		● (6)				B	540
<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrab.	● (30)			● (24,31, 32)		S, R, B	1270- 1920
<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.	● (30)			● (32)		R, M	1700
<i>Cladonia gracilis</i> subsp. <i>turbinata</i> (Ach.) Ahti	● (30)			● (32)		S, R, M	1650- 1750
<i>Cladonia granulans</i> Vain.				● (32)		B	1670
<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.	● (12)	● (5,14)				B	560- 660
<i>Cladonia metacorallifera</i> Asahina	● (31)					R	1900
<i>Cladonia pleurota</i> (Flörke) Schaer.	● (31)					M	1700
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.			● (30)			S	1680
<i>Cladonia ramulosa</i> (With.) J.R. Laundon			● (21,30)			R, S, M	1490- 1700

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) F.H. Wigg.			● (30)	● (32)		R	1490- 1760
<i>Cladonia rangiferina</i> subsp. <i>grisea</i> Ahti				● (32)		R	1750
<i>Cladonia scabriuscula</i> (Delise) Leight.			● (30)			S, MR	1200- 1490
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.		● (22)		● (32)		R	1520- 1720
<i>Cladonia turgida</i> Hoffm.			● (30)			S	1490
<i>Pilophorus clavatus</i> Th. Fr.		● (5,14, 22,31)				R	640- 1900
<i>Dactylospora</i> <i>glaucomarioides</i> (Tuck.) Hafellner			● (30)			R	1320
<i>Ionaspis lacustris</i> (With.) Lutzoni		● (31)			● (41)	R	1400- 1880
<i>Lecanora perplexa</i> Brodo		● (6)				B	530
<i>Mycobilimbia philippina</i> (Vain.) D.D. Awasthi		● (31)				R	1500
<i>Scoliciosporum hallaensis</i> S.Y. Kondr. & J.-S. Hur sp. nova		● (22)	● (30)	● (24)		B	1020- 1620
<i>Parmeliella incisa</i> Müll. Arg.		● (31)				B	1760- 1780
<i>Parmeliella subincisa</i> Zahlbr.					● (50)	R	950
<i>Anzia opuntiella</i> Müll. Arg.		● (22)				B	1070
<i>Cetrelia braunsiana</i> (Müll.Arg.) W.L. Culb. et C.F. Culb.		● (5)				B	560
<i>Cetrelia japonica</i> (Zahlbr.) W.L. Culb. et C.F. Culb.		● (14,31)	● (30)	● (31,32)		B)	850- 1800
<i>Hypogymnia vittata</i> (Ach.) Parrique				● (32)		B	1670
<i>Menegazzia nipponica</i> K.H. Moon, Kurok. et Kashiw.		● (31)				B	1780

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) A. Massal.			● (30)			B	1490
<i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix et Hale				● (24,25)		B	1100- 1300
<i>Myelochroa entotheciachroa</i> (Hue) Elix et Hale		● (5,14)		● (24,25)		B	560- 1300
<i>Myelochroa irrugans</i> (Nyl.) Elix et Hale		● (5)				B	560
<i>Myelochroa leucotylica</i> (Nyl.) Elix & Hale		● (5)				B	550
<i>Nephromopsis asahinae</i> (M. Satô) Räsänen			● (30)			B	1630
<i>Parmelia adaugescens</i> Nyl.	● (30)					B	1490
<i>Parmelia cochleata</i> Zahlbr.			● (30)			B	1560
<i>Parmelia laevior</i> Nyl.	● (21,30)	● (5)	● (30)	● (24)		B	560- 1700
<i>Parmelia marmariza</i> Nyl.	● (21,30)			● (24,32)		B	1300- 1720
<i>Parmelia shinanoana</i> Zahlbr.		● (5)				B	550
<i>Parmelia subdivaricata</i> Asahina		● (5)				B	590
<i>Parmelina endoleuca</i> (Taylor) Hale		● (5)				B	550
<i>Parmotrema pseudocrinitum</i> (Abbeyes) Hale			● (21)			B	1490
<i>Punctelia borreri</i> (Sm.) Krog		● (5)		● (24)		B	570- 1300
<i>Punctelia rudecta</i> (Ach.) Krog			● (30)			B	1630
<i>Rimelia clavulifera</i> (Räsänen) Kurok.		● (5)				B	560
<i>Rimelia reticulata</i> (Taylor) Haleet A. Fletcher		● (5)				B	570

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Sulcaria sulcata</i> (Lév.) Bystrekex Brodo & D. Hawksw.	● (31)					T	1910
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ach.) Hale	● (30)					R	1520
<i>Bacidia schweinitzii</i> (Tuck.) A. Schneid.		● (5,14)				B	740- 940
<i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold	● (21)					B	950
<i>Ramalina inflata</i> (Hook. f. et Taylor) Hook .f. et Taylor		● (5)				B	620
<i>Stereocaulon japonicum</i> Th. Fr.			● (30)			R	1100
<i>Stereocaulon sorediiferum</i> Hue			● (30)			R	1200
<i>Amygdalaria pelobotryon</i> (Wahlenb.) Norman		● (31)				R	1800- 1900
<i>Porpidia albocaerulescens</i> (Wulfen) Hertel et Knoph	● (11)		● (30)			R	600- 1580
<i>Dimerella lutea</i> (Dicks.) Trevis.					● (50)	B	650
<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vězda		● (5)			● (50)	B	640- 710
<i>Fissurina insidiosa</i> C. Knight & Mitt.				● (24)		B	1000
<i>Graphis flavopalmicola</i> Y. Joshi, Lücking & Hur	● (30)					B	1710
<i>Leiorreuma exaltatum</i> Fée		● (5,14)			● (50)	B	570- 960
<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner		● (5)				B	710- 740
<i>Thelotrema diplotrema</i> Nyl.		● (5)		● (26)		B	620- 820
<i>Thelotrema lepadinum</i> (Ach.) Ach.		● (5)				B	620
<i>Thelotrema nipponicum</i> Tat. Matsumoto					● (41,50)	B	740- 1220

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Thelotrema similans</i> Nyl.				● (24)		B	1180
<i>Myriotrema porinaceum</i> (Müll.Arg.) Hale					● (50)	B	950
<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.) Swinscow et Krog	● (21,31)	● (31)	● (30)	● (24)		B	940- 1800
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. et D.J. Galloway	● (21)			● (24)		B	800- 1100
<i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.		● (5)		● (24)		B	560- 1000
<i>Collema japonicum</i> (Müll. Arg.) Hue				● (24)		B	1100
<i>Collema subflaccidum</i> Degel.			● (30)	● (24)		MR, B	1000- 1700
<i>Leptogium cyanescens</i> (Pers.) Körb.			● (30)			B	1700
<i>Leptogium hirsutum</i> Sierk				● (24,25)		B	1000- 1200
<i>Leptogium menziesii</i> (Sm.) Mont.			● (30)	● (24)		B	1000- 1320
<i>Leptogium aturninum</i> (Dicks.) Nyl.				● (24)		B	1200
<i>Lobaria discolor</i> (Bory) Hue				● (24,25)		B	850-120 0
<i>Lobaria discolor</i> var. <i>subsinuosa</i> (Vain.) Yoshim				● (25)		B	1020
<i>Lobaria isidiosa</i> (Müll. Arg.) Vain.				● (32)		B	1700
<i>Lobaria japonica</i> (Zahlbr.) Asahina		● (22)				B	940
<i>Lobaria linita</i> (Ach.) Rabenh			● (30)			B	1540- 1640
<i>Lobaria retigera</i> (Bory) Trevis.	● (21)		● (30)	● (24,25, 33)		B, R	1010- 1640
<i>Nephroma helveticum</i> Ach.	● (21)	● (22)				R, B	900- 1530

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.			● (30)	● (24,32)		M, B	1270- 1710
<i>Nephroma tropicum</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.				● (24)		B	1150
<i>Fuscopannaria ahlneri</i> (P.M. Jørg.) P.M. Jørg.			● (30)			B	1490
<i>Fuscopannaria leucosticta</i> (Tuck.) P.M. Jørg.			● (30)			B	1690
<i>Pannaria conoplea</i> (Ach.) Bory				● (25)		B	1100
<i>Pannaria lurida</i> (Mont.) Nyl.		● (5)		● (25)		B	560- 1100
<i>Pannaria rubiginosa</i> (Ach.) Delise		● (14)				B	940
<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.				● (25)		B	1100
<i>Peltigera degenii</i> Gyeln.		● (5, 14)	● (30)			B, M	580- 1560
<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.	● (20)	● (31)				M, B	970- 1800
<i>Peltigera leucophlebia</i> (Nyl.) Gyeln.	● (31)	● (31)				S, M, R	1630- 1890
<i>Peltigera malacea</i> (Ach.) Funck			● (30)			MR,	1490
<i>Peltigera neopolydactyla</i> (Gyeln.) Gyeln.	● (12)		● (30)	● (25,32)		MR, S, B	960- 1780
<i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm.		● (14, 22, 31)	● (30)	● (24, 25, 32)	● (41,50)	MR, B	950- 1800
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Vain.	● (20)			● (24)		MR, B	970- 1270
<i>Peltigera scabrosa</i> Th. Fr.	● (31)					B	1710
<i>Ochrolechia parellula</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.		● (22)				R	1070
<i>Ochrolechia trochophora</i> (Vain.) Oshio		● (5)				B	560
<i>Pertusaria glauca</i> Zahlbr.		● (14)				B	850

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Pertusaria nakamurae</i> (Räsänen) Dibben					● (41)	B	1220
<i>Pertusaria ophthalmiza</i> (Nyl.) Nyl.		● (5, 14, 22)				B	620- 1710
<i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby		● (5)				B	570
<i>Pertusaria subobductans</i> Nyl.		● (5, 31)				B	740- 1800
<i>Anthracotheecium macrosporum</i> (Hepp) Müll. Arg.		● (5, 14)				B	570- 940
<i>Pyrenula pseudobufonia</i> (Rehm) R.C. Harris		● (5)				B	580
<i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Spreng.) Th. Fr.		● (31)				R	1880
<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.		● (31)				R	1920
<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.D. Awasthi				● (33)		B	1300
<i>Megalospora tuberculosa</i> (Fée) Sipman		● (5, 14)				R	620- 940
<i>Anaptychia isidiza</i> Kurok.		● (14)		● (25)		B	950
<i>Anaptychia palmulata</i> (Michx.) Vain.		● (5, 22)				MR, B	740- 1070
<i>Heterodermia boryi</i> (Fée) Hale		● (31)				M	1920
<i>Heterodermia dissecta</i> (Kurok.) D.D. Awasthi			● (30)			B	1560
<i>Heterodermia flabellata</i> (Fée) D.D. Awasthi		● (5)				B	600
<i>Heterodermia hypoleuca</i> (Mühl.) Trevis.	● (21)	● (5)	● (30)	● (24)		B	560- 1690
<i>Heterodermia isidiophora</i> (Nyl.) D.D. Awasthi				● (24)		B	1100
<i>Heterodermia japonica</i> (M. Satô) Swinscow et Krog				● (24, 33)		B	1100- 1300

표 2. 계속

Lichen name	어리목	관음사	영실	성판악	돈네코	기물	고도 (m)
<i>Heterodermia microphylla</i> (Kurok.) Skorepa	● (31)					B	1800
<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis.		● (5)				B	560
<i>Heterodermia subascendens</i> (Asahina) Trass			● (30)			B	1000- 1500
<i>Phaeophyscia adiastrata</i> (Essl.) Essl.		● (5, 22)		● (24)		B	740- 1200
<i>Phaeophyscia endococcinodes</i> (Poelt) Essl.			● (30)	● (25)	● (41)	B	1070- 1630
<i>Phaeophyscia erythrocardia</i> (Tuck.) Essl.	● (20)		● (39)			B	860- 980
<i>Phaeophyscia exornatula</i> (Zahlbr.) Kashiw.	● (20,21)	● (14)				B, MR	940- 1330
<i>Phaeophyscia melanchra</i> (Hue) Hale	● (30)					R	1200
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürrn.	● (31)					R	1600
<i>Physcia orientalis</i> Kashiw.				● (33)		R	1300
<i>Physconia grumosa</i> Kashiw. et Poelt			● (30)	● (24)		B	1270- 1640
<i>Pyxine limbulata</i> Müll. Arg.				● (24)		B	1300
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.		● (5)				B	560
<i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon	● (30)	● (5)		● (24)		B	570- 1550
<i>Caloplaca hallasanensis</i> S.Y. Kondr., S.O. Oh & J.-S. Hur sp. nova		● (14)				R	940
<i>Trypethelium microstomum</i> Spreng.					● (50)		740
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.		● (5)				B	560

다. 선행조사 결과와의 비교 - 희귀종, 보호종에 대한 제언

한라산 국립공원 내의 지의류 상에 대한 선행 조사 결과는 Kim(1979), Park(1990), Kashiwadani(2002)에 의해 거의 10년 간격으로 보고가 이루어져 왔으며, 금번 조사 역시 마지막 조사 보고 이후 10년 만에 실시되었다. 이전 조사에서는 주로 엽상체(foliose)와 수지상(fruiteose)을 중심으로 한 대형지의류(macrolichen)에 대한 보고인데 반하여 이번 조사에서는 대형지의류 이외에도 가상체(crustose) 지의류를 포함한 미세지의류(microlichen)까지 포함하여 조사하였다(표 3). 이번 조사를 포함하여 지금까지 한라산 국립공원 내에 분포하고 있는 것으로 조사 보고된 지의류는 총 238종이며, 이번 조사에서 보고한 145종을 제외한 93종은 이전 3차례 조사에서만 보고된 것으로 분석되었다.

최초 보고인 Kim(1979)에 의하면 1964년부터 1978년까지 조사한 지의류 상에 대한 정리 결과 총 17과 25속, 52종이 분포한다고 보고하였다. Kim의 보고 이후 3차례의 조사에서 확인되지 않은 지의류로는 *Anzia japonica*, *Cetraria ericetorum*, *Cladonia cenotea*, *Cladonia pseudocavansii*, *Cladonia pseudorangiformis*, *Cladonia stellaris*, *Cladonia wainii*, *Evernia esorediosa*, *Hypogymnia physodes*, *Lobaria orientalis*, *Mclanelia divacea* f. *albopunctata*, *Nephromopsis ornata*, *Parmelia squarrosa*, *Peltigera didactyla*, *Stereocaulon curtatum*, *Sticta fuliginosa*, *Umbilicaria caroliniana* 17종에 달한다. Kim 이후 3차례로 조사는 국외 지의류 전문가들과 같이 작업을 수행하여 확보한 지의류 상 자료인데 비하여, Kim의 경우 당시 국내 지의류 분류 전문가가 부재했던 상황에서 수행한 결과로 유추되며, 따라서 지의류 동정에 문제가 있었을 개연성이 있다. 지의류 동정 문제가 있었다하더라도, 위에서 언급한 17종은 한라산에서 이미 자취를 감추었거나 아니면 희귀종으로 존재하고 있을 가능성도 있다.

표 3. 선행조사 결과와의 비교 분석 (본 조사 미확인종은 고딕체로 표시)

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Acarospora fuscata</i> (Nyl.) Th. Fr.			
<i>Amygdalaria pelobotryon</i> (Wahlenb.) Norman			
<i>Anaptychia isidiza</i> Kurok.		●	●
<i>Anaptychia palmulata</i> (Michx.) Vain.	●	●	●
<i>Anthracotheicum macrosporum</i> (Hepp) Müll. Arg.			
<i>Anzia opuntiella</i> Müll. Arg.	●	●	●
<i>Anzia colpota</i> Vain.	●	●	
<i>Anzia japonica</i> (Tuck.) Müll. Arg.	●		
<i>Bacidia schweinitzii</i> (Tuck.) A. Schneid.			
<i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold			
<i>Brigantiaea leucoxantha</i> (Spreng.) R. Sant. et Hafellner			
<i>Bryoria bicolor</i> (Ehrh.) Brodo & D. Hawksw.			●
<i>Bryoria trichodes</i> subsp. <i>americana</i> (Motyka) Brodo & D. Hawksw.			●
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.			
<i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon			
<i>Caloplaca hallasanensis</i> S.Y. Kondr., S.O. Oh & J.-S. Hur sp.nova			
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Arnold			
<i>Cetraria ericetorum</i> Opiz	●		
<i>Cetraria laevigata</i> Rass.			●
<i>Cetrelia braunsiana</i> (Müll. Arg.) W. L. Culb. et C. F. Culb.			●
<i>Cetrelia japonica</i> (Zahlbr.) W. L. Culb. et C. F. Culb.	●	●	●
<i>Cladia aggregata</i> (Sw.) Nyl.	●		
<i>Cladonia amaurocraea</i> (Flörke) Schaer.			●
<i>Cladonia arbuscula</i> subsp. <i>squarrosa</i> (Wallr.) Ruoss	●	●	●
<i>Cladonia arbuscula</i> var. <i>mitis</i> (Sandst.) Sipman		●	●
<i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Flörke		●	
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Sommerf.) Spreng.		●	●
<i>Cladonia cenotea</i> (Ach.) Schaer.	●		

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	●	●	
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	●	●	●
<i>Cladonia crispata</i> (Ach.) Flot.			●
<i>Cladonia cryptochlorophaea</i> Asahina			●
<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.	●		
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		●	
<i>Cladonia floerkeana</i> (Fr.) Flörke		●	●
<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.		●	●
<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.			
<i>Cladonia gracilis</i> subsp. <i>elongata</i> (Wulfen)Vain.		●	
<i>Cladonia gracilis</i> subsp. <i>turbinata</i> (Ach.)Ahti		●	●
<i>Cladonia granulans</i> Vain.			
<i>Cladonia grayi</i> G. Merr. ex Sandst.			●
<i>Cladonia kanewskii</i> Oxner			●
<i>Cladonia krempelhuberi</i> (Vain.) Zahlbr.,			●
<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.			
<i>Cladonia metacorallifera</i> Asahina			
<i>Cladonia mongolica</i> Ahti			●
<i>Cladonia ochrochlora</i> Flörke		●	●
<i>Cladonia phyllophora</i> Ehrh. ex Hoffm.		●	
<i>Cladonia pleurota</i> (Flörke) Schaer.		●	●
<i>Cladonia polycarpoides</i> Nyl.,			●
<i>Cladonia pseudoevansii</i> Asahina	●		
<i>Cladonia pseudorangiformis</i> Asahina	●		
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.			
<i>Cladonia ramulosa</i> (With.) J. R. Laundon		●	●
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) F. H. Wigg.			
<i>Cladonia rangiferina</i> subsp. <i>grisea</i> Ahti			
<i>Cladonia rei</i> Schaer.			●
<i>Cladonia scabriuscula</i> (Delise) Leight.			●
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.			●
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.		●	●
<i>Cladonia stellaris</i> (Opiz) Pouzar & Vězda	●		
<i>Cladonia turgida</i> Hoffm.			
<i>Cladonia wainii</i> Savicz	●		
<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.) Swinscow et Krog		●	●

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. et D. J. Galloway		●	●
<i>Collema complanatum</i> Hue			●
<i>Collema flaccidum</i> (Ach.) Ach.		●	
<i>Collema japonicum</i> (Müll. Arg.) Hue			
<i>Collema peregrinum</i> Degel.			●
<i>Collema shiroumanum</i> Yasuda ex Räsänen		●	
<i>Collema subflaccidum</i> Degel.		●	●
<i>Dactylospora glaucomarioides</i> (Tuck.) Hafellner			
<i>Dimerella lutea</i> (Dicks.) Trevis.			
<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vězda			
<i>Dirinaria appplanata</i> (Fée) D. D. Awasthi	●		
<i>Fissurina insidiosa</i> C. Knight & Mitt.			
<i>Evernia esorediosa</i> (Müll. Arg.) Du Rietz	●		
<i>Fuscopannaria ahlneri</i> (P. M. Jørg.) P. M. Jørg.		●	●
<i>Fuscopannaria incisa</i> (Müll. Arg.) P.M. Jørg.		●	●
<i>Fuscopannaria leucosticta</i> (Tuck.) P.M. Jørg.		●	
<i>Fuscopannaria subincisa</i> (Zahlbr.) P.M. Jørg.		●	
<i>Graphis flavopalmicola</i> Y. Joshi, Lücking & Hur			
<i>Heterodermia boryi</i> (Fée) Hale			●
<i>Heterodermia dendritica</i> (Pers.) Poelt			●
<i>Heterodermia diademata</i> (Taylor) D. D. Awasthi		●	
<i>Heterodermia dissecta</i> (Kurok.) D. D. Awasthi	●		
<i>Heterodermia flabellata</i> (Fée) D.D. Awasthi			
<i>Heterodermia hypoleuca</i> (Mühl.) Trevis.		●	●
<i>Heterodermia isidiophora</i> (Nyl.) D. D. Awasthi			●
<i>Heterodermia japonica</i> (M. Satô) Swinscow et Krog			
<i>Heterodermia microphylla</i> (Kurok.) Skorepa	●	●	
<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis.			●
<i>Heterodermia speciosa</i> (Wulfen) Trevis		●	
<i>Heterodermia subascendens</i> (Asahina) Trass			●
<i>Heterodermia tremulans</i> (Müll. Arg.) W.L. Culb.			●
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	●		
<i>Hypogymnia vittata</i> (Ach.) Parrique	●		●
<i>Ionaspis lacustris</i> (With.) Lutzoni			
<i>Lecanora perplexa</i> Brodo			
<i>Leiorreuma exaltatum</i> Fée			

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Leptogium azureum</i> (Sw. ex Ach.) Mont.		●	
<i>Leptogium burnetiae</i> C.W. Dodge			●
<i>Leptogium cyanescens</i> (Pers.) Körb.		●	●
<i>Leptogium hirsutum</i> Sierk		●	
<i>Leptogium menziesii</i> (Sm.) Mont.	●	●	
<i>Leptogium moluccanum</i> (Pers.) Vain.,			●
<i>Leptogium moluccanum</i> var. <i>myriophyllum</i> (Müll. Arg.) Asahina			●
<i>Leptogium pedicellatum</i> P.M. Jørg.			●
<i>Leptogium saturninum</i> (Dicks.) Nyl.			
<i>Lobaria discolor</i> (Bory) Hue			●
<i>Lobaria discolor</i> var. <i>subsinuosa</i> (Vain.) Yoshim			
<i>Lobaria isidiota</i> (Müll. Arg.) Vain.			
<i>Lobaria japonica</i> (Zahlbr.) Asahina		●	
<i>Lobaria linita</i> (Ach.) Rabenh			
<i>Lobaria orientalis</i> (Asahina) Yoshim.	●		
<i>Lobaria quercizans</i> Michx.		●	
<i>Lobaria retigera</i> (Bory) Trevis.		●	●
<i>Lobaria retigera</i> var. <i>subisidiota</i> (Asahina) Yoshim.			●
<i>Megalospora tuberculosa</i> (Fée) Sipman			
<i>Melanelia olivacea</i> f. <i>albopunctata</i> (Asahina) S.Y. Kondr.	●		
<i>Menegazzia asahinae</i> (Yasuda) R. Sant.		●	
<i>Menegazzia nipponica</i> K. H. Moon, Kurok. et Kashiw.			
<i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) A. Massal.		●	●
<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.			
<i>Mycobilimbia philippina</i> (Vain.) D. D. Awasthi			
<i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix et Hale		●	●
<i>Myelochroa entotheiochroa</i> (Hue) Elix et Hale	●		●
<i>Myelochroa galbina</i> (Ach.) Elix & Hale		●	●
<i>Myelochroa hayachinensis</i> (Kurok.) Elix & Hale		●	●
<i>Myelochroa irrigans</i> (Nyl.) Elix et Hale	●	●	●
<i>Myelochroa leucotylica</i> (Nyl.) Elix & Hale			●
<i>Myriotrema porinaceum</i> (Müll. Arg.) Hale			
<i>Nephroma helveticum</i> Ach.		●	●
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.			
<i>Nephroma tropicum</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.			

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Nephromopsis asahinae</i> (M. Satô) Räsänen			●
<i>Nephromopsis ornata</i> (Müll. Arg.) Hue	●		
<i>Nephromopsis stracheyi</i> (C. Bab.) Müll. Arg.		●	
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.		●	●
<i>Ochrolechia parellula</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.			
<i>Ochrolechia trochophora</i> (Vain.) Oshio			
<i>Pannaria conoplea</i> (Ach.) Bory	●	●	
<i>Pannaria lurida</i> (Mont.) Nyl.	●		●
<i>Pannaria rubiginosa</i> (Ach.) Delise			
<i>Parmelia adaugescens</i> Nyl.		●	
<i>Parmelia cochleata</i> Zahlbr.		●	●
<i>Parmelia laevior</i> Nyl.		●	●
<i>Parmelia marmariza</i> Nyl.		●	
<i>Parmelia pseudoshinanoana</i> Asahina			●
<i>Parmelia shinanoana</i> Zahlbr.			●
<i>Parmelia squarrosa</i> Hale	●		
<i>Parmelia subdivaricata</i> Asahina			
<i>Parmeliella incisa</i> Müll. Arg.			
<i>Parmeliella subincisa</i> Zahlbr.			
<i>Parmelina endoleuca</i> (Taylor) Hale			
<i>Parmelinopsis expallida</i> (Kurok.) Elix & Hale		●	
<i>Parmotrema pseudocrinitum</i> (Abbayes) Hale			
<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.			
<i>Peltigera degenii</i> Gyeln.			
<i>Peltigera didactyla</i> (With.) J.R. Laundon	●		
<i>Peltigera dolichorrhiza</i> (Nyl.) Nyl.			●
<i>Peltigera elisabethae</i> Gyeln.			●
<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.			
<i>Peltigera leucophlebia</i> (Nyl.) Gyeln.			
<i>Peltigera malacea</i> (Ach.) Funck			
<i>Peltigera neopolydactyla</i> (Gyeln.) Gyeln.		●	
<i>Peltigera nigripunctata</i> Bitter			●
<i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm.	●	●	●
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Vain.			●
<i>Peltigera pruinosa</i> (Gyeln.) Inumaru		●	
<i>Peltigera rufescens</i> (Weiss) Humb.			●
<i>Peltigera scabrosa</i> Th. Fr.			

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Peltigera venosa</i> (L.) Hoffm.			●
<i>Pertusaria glauca</i> Zahlbr.			
<i>Pertusaria nakamurae</i> (Räsänen) Dibben			
<i>Pertusaria ophthalmiza</i> (Nyl.) Nyl.			
<i>Pertusaria pustulata</i> (Ach.) Duby			
<i>Pertusaria subobductans</i> Nyl.			
<i>Phaeophyscia adiascola</i> (Essl.) Essl.		●	
<i>Phaeophyscia confusa</i> Moberg			●
<i>Phaeophyscia denigrata</i> (Hue) Moberg			●
<i>Phaeophyscia endococcinodes</i> (Poelt) Essl.	●		
<i>Phaeophyscia erythrocardia</i> (Tuck.) Essl.		●	
<i>Phaeophyscia exornatula</i> (Zahlbr.) Kashiw.			●
<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl.			●
<i>Phaeophyscia melanchra</i> (Hue) Hale			●
<i>Phaeophyscia pyrrhophora</i> (Poelt) D.D. Awasthi & M. Joshi			●
<i>Phaeophyscia squarrosa</i> Kashiw.,			●
<i>Phylliscum japonicum</i> Zahlbr.			●
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.			●
<i>Physcia orientalis</i> Kashiw.			
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.			●
<i>Physconia grumosa</i> Kashiw. et Poelt			
<i>Pilophorus clavatus</i> Th. Fr.			
<i>Placopsis cribellans</i> (Nyl.) Räsänen			●
<i>Porpidia albocaerulescens</i> (Wulfen) Hertel et Knoph			
<i>Pseudocyphellaria crocata</i> (L.) Vain		●	
<i>Punctelia borrieri</i> (Sm.) Krog			●
<i>Punctelia rudecta</i> (Ach.) Krog			
<i>Pyrenula pseudobufonia</i> (Rehm) R.C. Harris			
<i>Pyxine limbulata</i> Müll. Arg.		●	
<i>Ramalina commixta</i> Asahina			●
<i>Ramalina conduplicans</i> Vain.			●
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.		●	
<i>Ramalina inflata</i> (Hook.f. et Taylor) Hook. f. et Taylor			
<i>Ramalina yasudae</i> Räsänen			●
<i>Rhizocarpon ladioatrum</i> (Spreng.) Th. Fr.			

표 3. 계속

Lichen name	Kim (1979)	Park (1990)	Kashi. (2002)
<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.			
<i>Rimelia clavulifera</i> (Räsänen) Kurok.			
<i>Rimelia reticulata</i> (Taylor) Hale et A. Fletcher			
<i>Scoliciosporum hallaensis</i> S.Y. Kondr. & J.-S. Hur sp.nova			
<i>Stereocaulon curtatum</i> Nyl.	●		
<i>Stereocaulon dendroides</i> Asahina		●	
<i>Stereocaulon exutum</i> Nyl.			●
<i>Stereocaulon intermedium</i> (Savicz) H. Magn.		●	●
<i>Stereocaulon japonicum</i> Th. Fr.,	●	●	●
<i>Stereocaulon nigrum</i> Hue		●	
<i>Stereocaulon octomerellum</i> Müll. Arg.,			●
<i>Stereocaulon pileatum</i> Ach.			●
<i>Stereocaulon sorediiferum</i> Hue			
<i>Stereocaulon verruculigerum</i> Hue		●	●
<i>Stereocaulon vesuvianum</i> Pers.		●	●
<i>Sticta fuliginosa</i> (Dicks.) Ach.	●		
<i>Sticta wrightii</i> Tuck.			●
<i>Sulcaria sulcata</i> (Lév.) Bystrek ex Brodo & D. Hawksw.	●		
<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner			
<i>Thelotrema diplotrema</i> Nyl.			
<i>Thelotrema lepadinum</i> (Ach.) Ach.			
<i>Thelotrema nipponicum</i> Tat. Matsumoto			
<i>Thelotrema similans</i> Nyl.			
<i>Trapelia coarctata</i> (Sm.) M. Choisy			
<i>Trypethelium microstomum</i> Spreng.			
<i>Umbilicaria caroliniana</i> Tuck.	●		
<i>Umbilicaria kisovana</i> (Zahlbr. ex M. Satô) Zahlbr			●
<i>Usnea diffracta</i> Vain.			
<i>Xanthoparmelia botryoides</i> Kurok.			●
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ach.) Hale			
<i>Xanthoparmelia hirosakiensis</i> (Gyeln.) Kurok.			●

1990년에 보고된 Park의 결과는 미국선대학회지인 *Bryologist*에 보고된 것으로 한국 지의류상에 대한 최초의 국제적 공인 보고라고 할 수 있겠다. Park은 당시 미국 Smithsonian 박물관에서 근무하면서 Duke 대학의 지의류 분류 대가인 Culberson 교수의 지도하에서 “남한 분포 거대지의류 조사”연구를 수행하고 있었다는 점에서 동정 결과에 상당한 신뢰성이 있었다고 판단된다. Park의 보고 이후 실시된 Kashiwadani(2002)와 이번 조사에서 확인되지 않은 지의류는 *Anzia colpota*, *Cladonia caespiticia*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia gracilis* subsp. *elongata*, *Cladonia phyllophora*, *Collema shiroumanum*, *Fuscopannaria subincisa*, *Heterodermia diademata*, *Leptogium azureum*, *Lobaria quercizans*, *Menegazzia asahinac*, *Nephromopsis stracheyi*, *Parmelinopsis expallida*, *Peltigera pruinosa*, *Pseudocyphellaria crocata*, *Ramalina fastigiata*, *Stereocaulon dendroides*, *Stereocaulon nigrum* 18종이 이에 해당된다. 이들 중 역시 한라산 국립공원에서 이미 자취를 감추었든지, 아니면 희귀종으로 존재하고 있을 가능성 높다. 특히 형태적 특징이 분명하거나, Park이 속한 그룹의 전문 연구 분류군에 속하는 *Nephromopsis stracheyi*와 *Pseudocyphellaria crocata* 지의류의 경우 한라산에서 멸종되었을 가능성이 아주 높다고 하겠다.

2002년에 실시한 Kashiwadani의 보고는 한라산 지의류상에 대해 가장 광범위하고 체계적인 조사라고 판단된다. 당시 Kashiwadani 박사는 동경자연사 박물관에서 지의류 분류 전문가로 일하고 있었으며, 동경자연사 박물관의 지의류 분류팀은 세계적 수준의 연구 역량을 지니고 있었기 때문에 그들의 조사 결과에 대한 신뢰성이 아주 높다고 하겠다. Kashiwadani의 지의류상 보고에서 이번 조사에 포함되지 않은 지의류는 *Bryoria bicolor*, *Bryoria trichodes* subsp. *americana*, *Cetraria laevigata*, *Cladonia amaurocraea*, *Cladonia crispata*, *Cladonia cryptochlorophaea*, *Cladonia fickeriana*, *Cladonia grayi*, *Cladonia kanewskii*, *Cladonia krempelhuberi*, *Cladonia mongolica*, *Cladonia ochrochlora*, *Cladonia polycarpoides*, *Cladonia rei*, *Cladonia squamosa*, *Collema complanatum*, *Collema peregrinum*, *Fuscopannaria incisa*, *Heterodermia dendritica*, *Heterodermia tremulans*, *Leptogium burnetiae*, *Leptogium moluccanum*, *Leptogium moluccanum* var. *myriophyllum*, *Leptogium pedicellatum*, *Lobaria retigera* var. *subisidiosa*, *Myelochroa galbina*, *Myelochroa hayachinensis*, *Parmelia pseudoshinanoana*, *Peltigera dolichorrhiza*, *Peltigera elisabethae*, *Peltigera nigripunctata*, *Peltigera rufescens*, *Peltigera venosa*, *Phaeophyscia confusa*, *Phaeophyscia denigrata*, *Phaeophyscia hispidula*, *Phaeophyscia pyrrophora*, *Phaeophyscia squarrosa*, *Phyllicum japonicum*, *Physcia stellaris*, *Ramalina commixta*, *Ramalina conduplicans*, *Ramalina yasudae*, *Stereocaulon exutum*, *Stereocaulon intermedium*, *Stereocaulon octomerellum*, *Stereocaulon pileatum*, *Stereocaulon verruculigerum*,

Stereocaulon vesuvianum, *Sticta wrightii*, *Umbilicaria kisovana*, *Usnea diffracta*, *Xanthoparmelia botryoides*, *Xanthoparmelia hirosakiensis*의 54종이며, 이 중에서 붉은체로 표시된 지의류 종들은 당시에 희귀(rare) 지의류로 기록되어 있어 현재 한라산에서 사라졌거나 사라질 위기에 처해 있다고 하겠다. 특히, *Bryoria* 속, *Usnea* 속, *Sticta* 속 지의류는 형태적으로 구별하기 쉽고 국내 산림 지역에서도 희귀 지의류로 취급되고 있지만 본 조사팀에 의해서 지난 10년간 발견되지 않아 아마도 한라산에서 거의 자취를 감춘 것으로 판단된다. 위의 지의류 중에서 *Cladonia* 속 및 *Stereocaulon* 속은 본 연구팀에 전문 연구자가 없어 상대적으로 미확보 종 수가 많았으며, 동경자연사 박물관의 Kurokawa 교수는 *Parmelia* sensu lato. 그룹에 대해서, Kashiwadani 교수는 *Physcia* 및 *Phaeophyscia* 속에 대해 세계적 전문가로 어느 그룹보다 해당 분류군에 대해 세밀한 조사 결과를 보고했을 것으로 여겨지 본 조사에는 이들 분류군에서 누락된 종들이 다수 포함되어 있었을 것이라고 판단하지만 대부분 광범위하게 많이 분포하고 있어 여전히 한라산에 분포하고 있을 것으로 판단된다.

본 연구팀의 조사 목록에는 이전까지 조사가 되지 않은 가상체 지의류(그림 3)들이 상당 부분 포함되어 있고 이들 중 상당 부분이 한국미기록종과 신종 후보를 여겨져 향후 한라산 지의류상 조사에 있어 새로운 이정표를 제시했다고 할 수 있겠다.



Ochrolechia trochophora



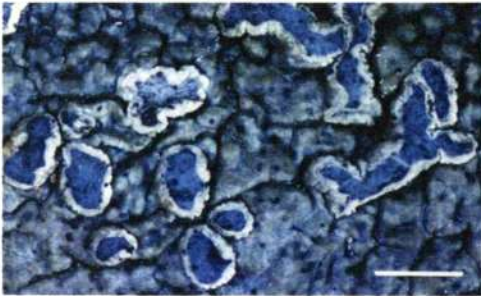
Anthracothecium macrosporum



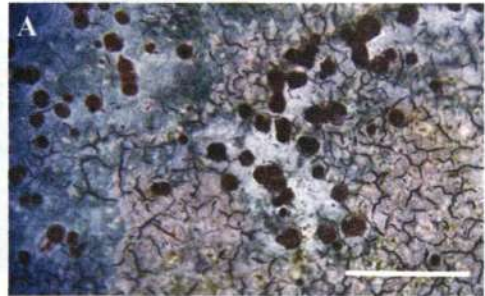
Magalospora tuberculosa



Rhizocarpon geographicum



Leiorreuma exaltatum



Trapelia coarctata

그림 3. 한라산 국립공원에 분포하고 있는 가상체 지의류



Pilophorus clavatus



Parmeliella subincisa



Peltigera leucophlebia

그림 4. 한라산 분포 특이 대형지의류

4. 요약

이번 조사에서 확인된 한라산 국립공원 내 분포 지의류는 13목 35과 63속 145종이 확인되었으며, 2012년 기준으로 한국미기록종 15종과 신종 후보 2종을 발굴하는 성과를 거두었다. 이번에 조사된 한국미기록종은 *Heterodermia flabellata*, *Acarospora fuscata*, *Trapelia coarctata*, *Brigantiaea leucoxantha*, *Micarea melaena*, *Ionaspis lacustris*, *Amygdalaria pelobotryon*, *Leiorreuma exaltatum*, *Thelotrema diplostroma*, *Thelotrema lepadinum*, *Thelotrema nipponicum*, *Thelotrema similans*, *Myriotrema porinaceum*, *Anthracotheacium macrosporum*, *Rhizocarpon badioatrum*과 신종 후보 종은 *Caloplaca hallasanensis*와 *Scoliciosporum hallaensis*으로 국내외 저명 학술지에 투고된 상태이다. 특히 이번 조사에서 한라산에 분포하는 열대나 아열대성 지의류인 *Ostropales* 목 - *Coenogoniaceae*과, *Graphidaceae*과, *Tephromelataceae*과에 대한 지의류상 조사가 이루어진 것은 의미 있는 결과라고 하겠다.

관음사 탐방로의 경우 해발 600~700m 사이의 관음사 주변 활엽수에 다양한 대형 수지상 지의류 및 수목 착생 가상체 지의류들이 분포하고 있으며, 삼각봉 대피소부터 백록담 정상까지의 암석 지대에는 다수의 미기록 종을 포함한 다양한 암석 착생 가상체 지의류들이 분포하고 있었다. 어리목 탐방로의 경우, 관리소 입구 주변 계곡과 사제비 동산까지의 산림에 일반적으로 관찰되는 수지상 대형지의류들이 고루 분포하고 있었다. 영실 탐방로의 경우, 병풍바위 이후에 나타나는 구상나무 숲에 다양한 지의류들이 분포하고 있었다. 성판악 탐방로의 경우, 고도에 따른 지의류 분포가 경시적으로 잘 구분되어 나타났으며, 관리소 입구에서부터 진달래 대피소까지 숲이 잘 발달된 지역은 다른 탐방로 지역보다 난조류 공생 지의류들인 *Collema*, *Leptogium*, *Peltigera*, *Pannaria* 속에 속하는 지의류들이 잘 발달되어 있었다. 특히 해발 900~1200 m 사이의 숲에는 산림건강성 지표 지의류인 *Lobaria* 속 지의류들이 아주 크게 잘 자라고 있어 앞으로 이에 대한 보전 및 장기적인 monitoring이 필요할 것으로 여겨진다. 진달래 대피소 이후 백록담 정상까지 아고산, 한대 지역의 노출된 암석 지대에는 다양한 *Cladonia* 속 지의류들이 잘 발달되어 있었다. 백록담 정상 부근의 토양, 바위, 관목 등에는 한라산 내 다른 지역에서 찾아볼 수 없는 *Peltigera leucophlebia*와 같은 희귀 지의류들을 다수 분포하는 것으로 조사되었다.

한라산 지의류상에 최초 보고인 Kim(1979)에 의하면 총 17과 25속, 52종이

분포한다고 보고하였으며 이후 조사에서 확인되지 않은 지의류로는 *Anzia japonica*, *Cetraria ericetorum*, *Cladonia cenotea*, *Cladonia pseudobevansii*, *Cladonia pseudorangiformis*, *Cladonia stellaris*, *Cladonia wainii*, *Evernia esorediosa*, *Hypogymnia physodes*, *Lobaria orientalis*, *Melanelia olivacea* f. *albopunctata*, *Nephromopsis ornata*, *Parmelia squarrosa*, *Peltigera didactyla*, *Stereocaulon curtatum*, *Sticta fuliginosa*, *Umbilicaria caroliniana* 17종이 포함되어 있다. 지의류 동정에 문제가 있었을 개연성이 높지만 이들 17종은 한라산에서 이미 자취를 감추었거나 아니면 희귀종으로 존재하고 있을 가능성도 있다.

1990년의 Park의 보고 이후 실시된 조사에서 확인되지 않은 지의류는 *Anzia colpota*, *Cladonia caespiticia*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia gracilis* subsp. *elongata*, *Cladonia phyllophora*, *Collema shiromanum*, *Fuscopannaria subincisa*, *Heterodermia diademata*, *Leptogium azureum*, *Lobaria quercizans*, *Menegazzia asahinae*, *Nephromopsis stracheyi*, *Parmelinopsis expallida*, *Peltigera pruinosa*, *Pseudocyphellaria crocata*, *Ramalina fastigiata*, *Stereocaulon dendroides*, *Stereocaulon nigrum* 18종이 이에 해당된다. 이들 중 역시 한라산 국립공원에서 이미 자취를 감추었는지, 아니면 희귀종으로 존재하고 있을 가능성 높다. 특히 *Nephromopsis stracheyi*와 *Pseudocyphellaria crocata* 지의류의 경우 한라산에서 멸종되었을 가능성이 아주 높다고 하겠다.

2002년에 실시한 Kashiwadani의 지의류상 보고에서 이번 조사에 포함되지 않은 지의류 목록은 *Bryoria bicolor*, *Bryoria trichodes* subsp. *americana*, *Cetraria laevigata*, *Cladonia amaurocraea*, *Cladonia crispata*, *Cladonia cryptochlorophaea*, *Cladonia floerkeana*, *Cladonia grayi*, *Cladonia kanewskii*, *Cladonia krempelhuberi*, *Cladonia mongolica*, *Cladonia ochrochlora*, *Cladonia polycarpoides*, *Cladonia rei*, *Cladonia squamosa*, *Collema complanatum*, *Collema peregrinum*, *Fuscopannaria incisa*, *Heterodermia dendritica*, *Heterodermia tremulans*, *Leptogium burnetiae*, *Leptogium moluccanum*, *Leptogium moluccanum* var. *myriophyllum*, *Leptogium pedicellatum*, *Lobaria retigera* var. *subsidiosa*, *Myelochroa galbina*, *Myelochroa hayachinensis*, *Parmelia pseudoshinanoana*, *Peltigera dolichorrhiza*, *Peltigera elisabethae*, *Peltigera nigripunctata*, *Peltigera rufescens*, *Peltigera venosa*, *Phaeophyscia confusa*, *Phaeophyscia denigrata*, *Phaeophyscia hispidula*, *Phaeophyscia pyrrophora*, *Phaeophyscia squarrosa*, *Phyllicum japonicum*, *Physcia stellaris*, *Ramalina commixta*, *Ramalina conduplicans*, *Ramalina yasudae*, *Stereocaulon exutum*, *Stereocaulon intermedium*, *Stereocaulon octomerellum*, *Stereocaulon pileatum*, *Stereocaulon verruculigerum*,

Stereocaulon vesuvianum, *Sticta wrightii*, *Umbilicaria kiovana*, *Usnea diffracta*, *Xanthoparmelia botryoides*, *Xanthoparmelia hirosakiensis*의 54종이며, 이 중에서 굵은체로 표시된 지의류 종들은 당시 조사에서도 희귀(rare) 지의류로 기록되어 있어 현재 한라산에서 사라질 위기에 처해 있다고 하겠다. 특히, *Bryoria* 속, *Usnea* 속, *Sticta* 속 지의류는 형태적으로 구별하기 쉽고 국내 산림 지역에서도 희귀 지의류로 취급되고 있지만 본 조사팀에 의해서 지난 10년간 발견되지 않아 아마도 한라산에서 거의 자취를 감춘 것으로 판단된다.

본 조사에서는 이전까지 조사가 되지 않은 가상체 지의류들이 상당 부분 포함되어 있고 이들 중 상당 부분이 한국미기록종과 신종 후보를 여겨져 향후 가상체 지의류를 중심으로 계속적인 미기록종 및 신종 발굴이 가능할 것으로 여겨지며 이런 점에서 본 연구는 한라산 지의류상 조사에 있어 새로운 이정표를 제시했다고 할 수 있겠다.

5. 인용문헌

- Orange, A., P.W. James and F.J. White. 2010. Microchemical methods for the identification of lichens. 2nd ed. London: British Lichen Society.
- Culberson, C.F. 1972. Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. *Journal of Chromatography* 72:113-25.
- White, F.J. and P.W. James. 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *British Lichen Society Bulletin* 57(Suppl.):1-41.
- Luo, H., X.L. Wei, K.S. Han, Y.J. Koh and J.S. Hur. 2007. Taxonomic study on the lichen genus *Cetrelia* (Lecanorales, Ascomycota) in South Korea. *Mycobiology* 35:117-123.
- Kim, S.H. 1979. Studies on the lichens in Korea. (V) A list of lichens collected in the Mt. Han-ra, with some new addition to the Korea flora. *Bulletin of Kong Ju Teacher's College* 15:259-268.
- Park, Y.S. 1990. The macrolichen flora of South Korea. *Bryologist* 93: 105-160.
- Kashiwadani II., K.H. Moon, M. Inoue, G. Thor and Y.S. Kim. 2002. Lichens of the Cheju Island, Republic of Korea. I. The Macrolichens. *National Science Museum Monograph* 22: 115-135.

여 백

선태식물상

조사위원 : 임은영

1._ 서 론

2._ 연구방법

3._ 결과 및 고찰

4._ 인용문헌

5._ 부 록

- 1) 한라산국립공원의 선태식물
- 2) 한라산국립공원의 신태식물 목록

여 백

1. 서론

한라산은 제주도의 중앙부에 위치하고 있으며 정상에 해발고도가 1,950m에 이르는 휴화산이다. 1966년 천연기념물 제182호인 한라산천연보호구역으로 지정된 이래, 1970년에는 국립공원으로 지정되었다. 이후 2002년에는 UNESCO 생물권보전지역, 2007년 UNESCO 세계자연유산, 그리고 2010년 세계지질공원으로 지정되어 보호 및 관리되고 있는 등 중요한 지역으로 평가되고 있다(Hallasan National Park, 2012).

한라산은 수직 고도, 지형 및 지질학적 특성 등이 형성하는 다양한 환경요인에 의해 다양한 생물들이 분포하며 이에 관한 연구가 여러 학자들에 의해 지속적으로 이루어져 왔다. 이 중 선태류에 대해서는 백록담 분화구 내의 태류에 관한 연구를 시작으로 분류군의 목록이 보고 된 바 있었다(Hong & Kim, 1961; Hong & Ando, 1962, 1963; Kim, 1968). 그러나 그 외로는 일부 문헌에 분류군의 채집지로 한라산이 기록되어 있을 뿐, 식물상 및 식생에 관한 연구는 충분히 수행되지 않았고 지속적이지 못했던 것으로 생각된다.

따라서 '2012년 한라산국립공원 자연자원 조사'를 통해 한라산국립공원 내에 분포하는 선태류를 대상으로 식물상 연구를 수행하여 향후 식물상 변화추이의 파악, 종다양성의 유지, 그리고 입지환경의 관리 및 보전을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구방법

한라산이 채집지로 기록되어 있는 문헌과 2006년 2월 18일부터 2012년 10월 20일까지 한라산국립공원 내에서 채집되어 동정된 표본을 근거로 목록을 작성하였다(Choe, 1980; Hong & Kim, 1961; Hong & Ando, 1962, 1963; Kim, 1968; Hwang, 1991; Kim & Hwang, 1991; Inoue, 1974, 1976; Iwatsuki, 2001; Iwatsuki & Mizutani, 1972; Noguchi, 1987, 1988, 1989, 1991, 1994; Park & Choi, 2007, 2008). 과의 배열은 Iwatsuki(2001)을 따랐고 과내의 종의 배열은 알파벳순으로 하였다. 학명은 선류에 대해서는 Iwatsuki(2004), 태류에 대해서는 Yamada & Iwatsuki(2006)을 기준으로 채택하였고 국명은 Choe(1980)을 기준으로 했으며, 근래에 새롭게 발표된 분류군을 추가하였다(Park & Choi, 2007, 2008; Choi *et al.*, 2012).

또한 본 연구를 통해 작성한 목록과 덕유산(Choi *et al.*, 2010; Yoon *et al.*, 2011), 태백산(Papp, 2008), 관악산(Hong, 1960a), 소요산(Hong, 1960b)의 선태류에 대한 문헌을 근거로 태류지수를 구해 비교하였다. 태류지수는 선류에 비해 태류가 습한 지역에서 출현 빈도가 더 높다는 점을 이용한 조사지의 공중습도를 나타내기 위한 지수로 다음의 수식으로 구하였다(Nakanishi, 2001).

$$\text{태류지수}(\%) = \frac{\text{태류분류군수} + \text{활이끼류분류군수}}{\text{전체분류군수}} \cdot 100$$

3. 결과 및 고찰

식물상 조사 결과, 한라산의 선태식물은 선류는 43과 117속 253분류군, 태류는 27과 45속 125분류군으로 총 70과 162속 378 분류군으로 조사되었다(표 1, 부록 1, 2).

한라산, 덕유산, 태백산, 관악산, 소요산의 총 분류군수를 비교한 결과, 한라산의 총 분류군수가 가장 많은 것으로 나타났다. 대부분의 선태식물은 염분에 약함으로 인해 해안가에 가까울수록 종의 다양도가 감소한다. 또한 종의 다양도는 일반적으로 본토 또는 중공급원으로부터의 거리가 증가할수록 감소하는 것으로 알려져 있다. 따라서 이상의 결과는 이러한 특성과 상이한 것으로 보다 충분한 연구와 논의가 필요한 것으로 생각된다.

한라산의 태류지수는 3.069로 덕유산보다 낮았고, 태백산, 관악산, 소요산보다는 높게 나타났다(표 1, 부록 1). 현재까지의 결과를 통해서는 한라산의 공중습도가 덕유산에 비해 낮고 태백산, 관악산, 소요산보다는 높은 것으로 판단 가능하나 지속적인 식물상 연구가 필요한 것으로 파악된다.

표 1. 한라산의 태류지수와 국내 고산지대의 태류지수와 비교

지역	선류	태류	총	태류지수
한라산	253	125	378	33.069
덕유산	184	127	311	40.836
태백산	102	42	144	29.167
관악산	64	14	78	17.949
소요산	68	11	79	13.924

한라산국립공원 내에는 습지, 등산로, 계곡, 상록활엽수림, 낙엽활엽수림, 소나무림, 구상나무림 등이 선태식물에 다양한 입지환경을 제공하고 있었다. 특히 구상나무림 내에서는 토양, 암석, 수피, 쓰러진 고목 위를 다양한 선태식물이 뒤덮고 있었다. 또한 구상나무가 고사해서 쓰러짐으로써 노출된 곳에는 점친민서리이끼, 민서리이끼 등이 기질 위와 기질의 틈 사이에는 고산지대에서만 드물게 확인되는 검정이끼, 타조이끼 등이 분포하는 등 상대적으로 다양한 종이 출현했으며 밀도 또한 현저히 높았다. 반면에 소나무림 내에는 소수의 종만이 드물게 출현하였다. 이는 저지대의 곰솔 식재림 내에서의 선태식물 분포 양상과도 유사한 것으로, 해안가로부터의 거리, 해발고도, 숲의 면적과 거의 무관하게 나타나는 것으로 보인다. 이는 햇빛의 노출량, 공중습도 및 토양수분함량, 착생기질의 물리적인 특성, 소나무류 및 제주조릿대의 알레로파시 효과 등이 선태식물의 착생을 저해하는 요인으로 작용하는 것으로 생각된다. 그러나 다양한 환경 요인이 종다양도에 미치는 영향과 생태 및 생리학적 연구가 보다 필요한 것으로 판단된다. 또한 상록활엽수림에 비해 낙엽활엽수림에 다양한 종이 분포하고, 너구리꼬리이끼, 좁은초롱이끼, 꽃송이이끼 등이 한라산 남사면에 집중해서 분포하는 등 종의 구성이나 분포에 있어 변화 양상이 있는 것으로 파악되었다. 그러나 면적, 고도, 식생, 지역 등에 따른 종다양성에 관한 연구가 후행된 후 평가할 수 있는 것으로 생각된다. 수악교, 잉실 계곡, 탐라 계곡, Y 계곡 등의 건조하고 노출된 암반에는 고갈바위이끼, 넓은곰솔이끼 등이, 습윤한 음지의 암반에는 새우이끼, 패랭이우산이끼 등이 착생하고 주변 숲 내에도 다양한 선태식물이 분포하고 있었다. 특히 한라산 국립공원의 계곡에는 다양한 태류들이 착생하고 있다는 점과 암반과 전체를 선태식물이 뒤덮고 있는 경우가 상대적으로 많다는 점이 특기할 만 하였다. 그리고 등산로에서 노출이 많이 되는 곳에는 고갈바위이끼, 서리이끼 등의 소수의 종만이 빈번하게 출현하는 반면 주변 식생의 영향을 받는 곳에는 종다양성이 어느 정도 유지되고 있는 것으로 파악되었다. 한편 산정화구호인 백록담, 사라오름, 물장오리 오름의 습지와는 달리 노루샘과 1100고지 습지에서는 비틀이물이끼 등이 넓은 면적을 차지하며 군생하는 특징도 확인되었다(그림 1).

본 연구를 통하여 *Atrichum yakushimense* (Horik.) U. Mizush., *Dolichomitriopsis crenulata* S. Okamura 등의 미기록식물과, 계곡목걸이이끼 등의 제주도에서는 처음으로 채집된 선태식물이 확인되었다. 그러나 종에 관한 분류학적 검토, 종의 분포와 지역 식물상에 관한 연구가 보다 필요하며 회귀식물, 고유식물, 지역한정분포 식물에 대한 평가 역시 현재로서는 거의 불가능한 실정인 것으로 파악된다. 따라서 이에 관한 장기적이고 총체적인 연구가 필요하며 이를 통해 종의 보존을 위한 기초 자료를 마련할 수 있을 것이라 사료된다.

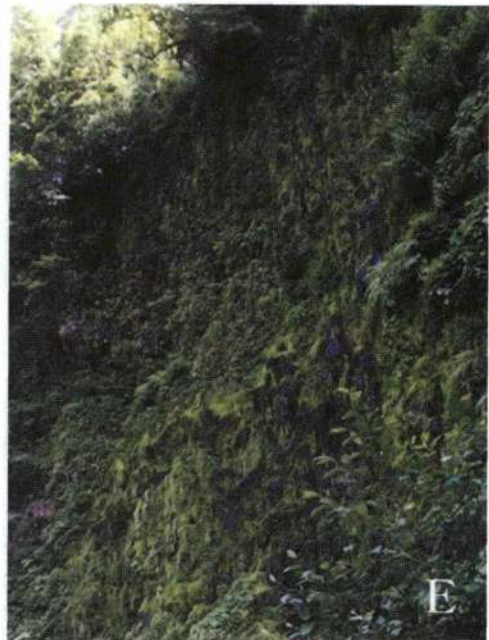


그림 1. 한라산 국립공원 내 선대식물의 입지 환경

(A : 습지, B : 등산로, C : 계곡, D : 상록활엽수림, E : 낙엽활엽수림, F : 구상나무림, G : 소나무림)

4. 인용 문헌

- Choe, D. M. 1980. Musci, Hepaticae. Illustrated flora and fauna of Korea. 24. Seoul. Pp. 1-790.
- Choi S.-S., V. A. Bakalin and B.-Y. Sun. 2010. The liverwort flora of Mt. Deogyu (Korea). Bryoflora of the Russian Far East: Taxonomy, Genesis, Phytogeographic Relations. Vladivostok. 24-25.
- Choi S.-S., V. A. Bakalin, C. H. Kim and B.-Y. Sun. 2012. Unrecorded Liverwort species from Korean flora. Korean J. Pl. Taxon. 42:80-90.
- Hallasan National Park. 2012. [<http://www.hallasan.go.kr/>].
- Hong, W. S. 1960a. the flora of bryophyte on Mt. Kwanak, with some new additions to the Korean flora. J. Plant Biol. 3:19-25.
- Hong, W. S. 1960b. the flora of bryophyte on Mt. Soyo, with some new additions to the Korean flora. J. Plant Biol. 3:26-31.
- Hong, W. S. and B. T. Kim. 1961. A list of Hepaticae collected in the crater of Mt. Hanla, with 6 new additions to the Korean flora. Kor. Jour. Bot. 4(1) 13-15.
- Hong, W. S. and H. Ando. 1962. The moss flora of Mt. Hanla, Quelpart Island. (1). Hikobia 3: 86-95.
- Hong, W. S. and H. Ando. 1963. The moss flora of Mt. Hanla, Quelpart Island. (2). Hikobia 3: 191-201.
- Hwang, H. J. 1991. Sporic plant of Joseon 9(Bryophytes 2). Science Encyclopedia Synthetic press, Pyeongyang. Pp. 1-391.
- Kim, I. H. 1968. Natural Conservatory Area Hallasan and Hongo. the Ministry of Culture and Tourism. pp. 153~159.
- Kim, Y. H., H. J. Hwang. 1991. Sporic plant of Joseon 8(Bryophytes 1). Science Encyclopedia Synthetic press, Pyeongyang. Pp. 1-222.
- Park, K. W. and K. Choi. 2007. New list of bryophytes of Korea. Korea National Arboretum, Pocheon. Pp. 1-150.
- Park, K. W. and K. Choi. 2008. New list of bryophytes of Korea 2008. Korea National Arboretum, Pocheon. Pp. 1-173.
- Inoue, H. 1974. Illustrations of Japanese Hepaticae I. Tsukiji Shokan Publishing Co., Ltd., Tokyo. Pp. 2-189.

- Inoue, H. 1976. Illustrations of Japanese Hepaticae II. Tsukiji Shokan Publishing Co., Ltd., Tokyo. Pp. 2-193.
- Iwatsuki, Z. 2001. Mosses and Liverwort of Japan. Heibonsha, Tokyo.
- Iwatsuki, Z. 2004. New catalog of the mosses of Japan. J. Hattori Bot. lab. 96:1-182.
- Iwatsuki, Z. and M. Mizutani. 1972. Colored illustration of the bryophytes of Japan. Hoikusha, Osaka.
- Nakanishi, K. 2001. Floristic diversity of bryophyte vegetation in relation to island area. J. Hattori Bot. Lab. 91:301-316.
- Noguchi, A. 1987. Illustrated Moss Flora of Japan 1. Daigaku Printing Co., Ltd., Hiroshima. Pp. 2-142.
- Noguchi, A. 1988. Illustrated Moss Flora of Japan 2. Daigaku Printing Co., Ltd., Hiroshima. Pp. 243-491.
- Noguchi, A. 1989. Illustrated Moss Flora of Japan 3. Daigaku Printing Co., Ltd., Hiroshima. Pp. 493-742.
- Noguchi, A. 1991. Illustrated Moss Flora of Japan 4. Daigaku Printing Co., Ltd., Hiroshima. Pp. 743-1021.
- Noguchi, A. 1994. Illustrated Moss Flora of Japan 5. Daigaku Printing Co., Ltd., Hiroshima. Pp. 1013-1206.
- Ymada, K. and Z. Iwatsuki. 2006. Catalog of the Hepatics of Japan. J. Hattori Bot. lab. 99:1-106.
- Yoon, Y. J., C. H. Kim, K. V. Gorobets and B. -Y. Sun. 2011. The moss flora of Mt. Deogyu in Korea. Korean J. Pl. Taxon. 41:235-241.

포유류

조사위원 : 오장근

1._ 서 론

2._ 조사기간 및 방법

가. 조사기간 및 범위

나. 조사방법

3._ 조사결과 및 결론

가. 야생동물 서식특징

나. 외래동물 서식특징

4._ 결론 및 제언

5._ 참고문헌

여 백

1. 서론

야생동물이 서식하기에는 여러 가지 환경조건이 필요로 한다. 은신처, 먹이와 물 등이 대표적인 환경조건이 요구되는데, 이러한 3가지 요건들 중 어느 하나라도 부족할 경우 야생동물은 그 곳을 떠나거나 사라지는 특징이 있다. 이러한 동물은 각각의 종이 살아가는데 필요한 먹이, 은신처, 물 등이 있는 곳을 가장 선호하지만 포유류들은 각각의 독특한 서식지를 선택하여 서식한다.

제주도는 육지지역과 격리로 인해 자유로운 이동이 차단됨에 따라 제주도에 서식하는 포유동물은 다른 지역에 비해 상대적으로 종수가 많지 않으나 한라산을 중심으로 경작지대, 중산간 목장지대와 산림지대, 낙엽활엽수림대, 아고산대의 관목지대와 초지대 등으로 구성되어 있고, 박쥐류가 서식하기에 알맞은 천연동굴 및 인공(진지)동굴이 고르게 분포하고 있어 포유동물들이 서식하기에는 알맞은 지역이다. 특히 한라산국립공원지역은 해발 1,400m 이상 지역에는 초원지대가 넓게 펼쳐져 있으며 이곳에 산철쭉이나 털진달래와 같은 관목림과 구상나무군락이 있다. 또한 해발 600m에서부터 1,400m까지는 울창한 자연림이 잘 보전되고 있으며 국립공원주변 지역에는 과거 목장지대로 사용되어온 초지대가 발달되어 있는 지역이다.

한라산국립공원이 포함된 제주도에 서식하는 포유동물에 대한 연구는 몇몇 전문가에 의해 진행되었는데, 제주도에는 牛馬鹿猪兔가 最多라고 기록(南柳, 1905)한 것이 처음이다. 즉 소, 말 사슴, 멧돼지, 토끼 등이 많이 서식하고 있다는 말이다. 이후 Anderson(1905), Oldfield Thomas(1906, 1908), 모리 다메조(森爲三, 1923), 岡田弼一嬢(1930), Nagamichi Kuroda(1934)와 Johnson & Jones Jr.(1955)에 의해 개괄적이거나 제주도에 서식하는 포유동물에 대하여 조사 기록되었다. 그리고 서귀포 지역에서는 해발 1,000~1,200m사이에 오소리 1마리, 등줄쥐 5마리와 애굽쥐 1마리를 채집하였으나 멧돼지는 오래전에는 다수 서식하고 있었으나 근년에 와서는 그 자취를 볼 수 없었다고 주민의 설명을 기록하였다는 보고(원과 우, 1958)가 있고, 손(1961, 1981, 1982), 남(1981), 양과 홍(1988), 채와 박(1988)과 심(1986) 등은 제주도에 서식하는 익수목 박쥐류에 대하여 조사 채집하여 보고하였다. 특히 붉은박쥐(*Myotis formosus tsuensis*)의 경우는 1979년 8월에 남제주군 御乘岳(지금의 어승생악) 중턱 수목에 매달려 있는 것을 암컷 1마리 채집하였다는 보고(1981, 1982)와 蔡鍾保와 朴榮孝(1988)는 제주도산 박쥐류의 채집목록 및 분포조사에서 오랜 지윗수염박쥐는 붉은박쥐라 하기도하며 1988년 4월 어리목 부근 잡목에 거꾸

로 배달되어 있는 수컷 3마리를 채집하였다는 보고가 있다. 또한 산돼지와 사슴은 20여 년 전에 멸종되었다는 기록(석주명, 1968)이 있으며, 익수목 박쥐류에 대해서는 남(1981)과 손(1981; 1982)에 의하여 채집 기록하였다. 또한 심(1986)은 제주도에서 채집된 관박쥐를 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrunaquinum quelpartis*)로 간주한 후 유전자 분석을 통하여 *R. f. quelpartis*를 Korai의 이명으로 간주하였다. 윤과 손(1989)은 한국산 박쥐류의 계통분류학적 연구에서 제주에 서식하고 있는 관박쥐는 본토와 같은 종으로 결론지었다.

설치류에 대한 연구는 고(1987, 1989, 1991, 1992)와 박 등(1990) 오(2003, 2006)에 의해 이루어졌는데, 고(1987, 1989)는 제주도산 등줄쥐(*Apodemus agrarius chejuensis*)의 형태적 및 염색체 분석을 통하여 제주등줄쥐(*A. a. chejuensis*)는 한반도내 등줄쥐(*A. a. coreae*)의 염색체 핵형에 있어서는 같았으나 형태적 형질에 있어서는 본토 등줄쥐(*A. a. coreae*)는 작은 형이나 제주등줄쥐(*A. a. chejuensis*)는 큰형이라고 기재하고 있으며, 이후 제주등줄쥐(*chejuensis*)는 등줄쥐중 가장 큰 형으로서 다른 아종과 불연속적 차이를 보여 신종으로 보호하였다. 또한 Koh 등(1999)은 한국, 중국과 러시아에 서식하는 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)의 6아종에 대한 미토콘드리아 DNA 절편단편의 변이에 관한 연구에서 한국의 등줄쥐에는 등줄쥐와 제주등줄쥐가 있으며 두 아종 모두 독특한 아종임을 재확인하였다.

제주노루에 대해서는 고(1997, 2010, 2012)와 오(2004, 2005)에 의해 연구되었는데 Koh(1997) 등은 처음으로 제주도를 포함한 우리나라에 서식하고 있는 노루의 분류체계를 정립하면서 제주노루(*Capreolus pygargus ochracea*)와 육지 지방에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)임을 구명하였다. 또한 노루의 분포특성과 분류학적 재조명, 번식과 행동특징, 서식지 이용 특징 야생동물외의 교통사고 유형, 형태학 및 행동학적 연구 등 노루에 대한 전반적인 내용을 정리하여 보고(오 2002, 2003, 2004, 2005, 2011)가 있다.

제주도의 포유동물에 대한 종합적인 보고는 박(1994)은 원(1958), 원(1967), 박(1982; 1985; 1993), 오와 박(1994), 김과 오(2000,), 오(2002, 2003 2006)에 의해서 보고되었다. 박(1985)은 제주도한라산천연보호구역학술조서보고서의 제주도산 포유류 개관을 통하여 제주도산 포유류 동물목록을 6목 10과 16속 20종을 정리하였고, 오과 박(1994)은 한라산의 동물에서 현생포유류는 오소리, 산, 제주족제비, 노루, 제주관박쥐, 큰수염박쥐, 제주땃쥐, 집쥐, 애금쥐, 생쥐, 제주등줄쥐, 제주땃발쥐, 곰쥐, 비단털쥐, 두더쥐 등 5목 8과 16종으로 정리하였다. 이중에 제주족제비, 제주관박쥐, 제주땃쥐, 제주등줄쥐, 제주땃발쥐 등 5종은 제주특산이며, 오소리, 노루, 제주족제비는 멸종위기에 처한 동물이라고 기록하고 있는데 두더쥐는 서식이 불분명하다고 보고하였으며, 김

과 오(2000)는 한라산 기초조사 및 보호관리계획 수립을 위한 포유 동물상 조사에서 제주긴발뒤쥐를 새롭게 추가하였다. 또한 오(2002)는 한라산국립공원 자연자원조사에서 노루 등 5목 7과 14종을 관찰기록하였으며 오와 신(2002, 2003)은 한라산국립공원 내 포유류 분포특성 조사에서 총 18종을 기록하면서 방사된 사슴, 뉴트리아, 야생화된 고양이를 제외하고 15종이 관찰되었다. 이중에 청설모가 새롭게 추가하였다.

한 등(2004)은 2차 전국자연환경조사 일환으로 동줄쥐 등 5목 7과 9종, 오 등(2004)은 어송생악, 능하오름, 한라산, 성널오름, 시오름 일대의 포유류 분포 상황을 조사하면서 지금까지 제주도에서 조사 기록된 육상 포유류는 다음의 5목 9과 21종 정리하였다. 본 연구에서는 한라산국립공원 내 포유류 서식 현황과 변동 상황을 파악하고자 한다.

2. 조사기간 및 방법

가. 조사기간 및 범위

본 연구에서는 한라산국립공원 내 포유동물 서식상황과 변동 상황을 파악하기 위하여 2012년 2월부터 11월까지 한라산국립공원지역을 중심으로 조사하였으며 주요 조사지역은 등산로, 백록담일대와 접근 가능한 모든 지역을 대상으로 서식여부 등을 조사하였다(그림 1).

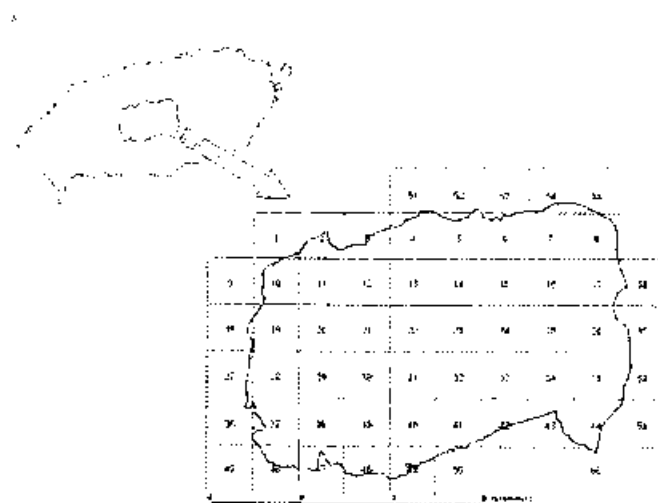


그림 1. 한라산국립공원 및 조사 격자번호

나. 조사방법

한라산국립공원 내 포유동물의 서식상황 및 특징을 알아보기 위하여 기 보고(국립공원관리공단, 2002)이후 저자가 연구해온 결과를 정리하였으며, 최근 포유동물의 동태를 알아보기 위하여 노루, 오소리와 제주족제비 등 조사는 직접관찰 및 식흔, 배설물, 족적 등을 이용하여 서식여부 등을 조사하였으며 자료를 보충하기 위하여 중형포획 트랩을 이용하여 포획 후 동정하였다. 청설모는 제보지역을 중심으로 서식여부를 확인하였고 나뉠쥐는 직접관찰을 통하여 조사하였다. 익수목 동물에 대한 조사는 한라산국립공원 내 자연동굴 및 인공동굴에 한하여 조사하였으며, 현장에서 동정하기 어려운 종에 대해서는 포획 후 동정하는 방법으로 서식여부를 판단하였다.

소형포유동물(설치목, 식충목)은 생포트랩(Sherman live traps, 5×6.5×16 cm)을 조사구역에 설치하여 포획한 후 직접 종을 동정하거나 굴의 입구나 형태와 크기 등을 조사하여 종을 확인하였다.

노루에 대한 조사는 한라산 노루가 영역활동을 시작하는 3월말부터 보너터령을 실시하였고 특히, 노루가 가장 폭넓게 분포하고 자신의 영역을 가장 활발하게 방어하는 짝짓기 기간(8월~10월)을 선정하여 조사지마다 Line Transects 조사, 정점조사, spotlight(썰치)를 이용한 개체수 조사(Gunson, 1979; Cypher 1991; Whipple *et al.*, 1994)방법으로 2회씩 조사하였다.

조사시간은 일몰 2시간 전부터 일몰 후 3시간동안이며 야간에는 주로 썰치라이트를 이용하여 조사하였다. 특히 야간에는 차량진입이 가능한 임도 및 복장 진입로를 중심으로 조사하였다. 초지대지역과 같은 비교적 시야가 좋은 조사구역에서는 직접 관찰한 개체만 기록하였고, 해발 700m부터 1,400m까지는 소로를 따라 진행하면서 직접관찰 및 울음소리로 조사하였다.

밀도 분석은 Line Transects중 Hayne Estimator를 이용하여 밀도를 산출했다.

$$D_H = \frac{n}{2L} \left(\frac{1}{n} \sum \frac{1}{r_i} \right)$$

DH=밀도, n=관찰된 동물의 수, L= 조사길이, r_i = 각 관찰된 동물의 길이

측정한 서식밀도 편차는 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Var}(D_H) = \frac{D_H^2}{n} \left[\frac{\text{var}(n)}{n} + \frac{\sum(1/r_i - R^2)}{R^2 n(n-1)} \right]$$

$$\text{S.E.}(D_H) = \sqrt{\text{Var}(D_H)}$$

DH= 측정된 밀도, n= 관찰된 동물의 수, $var(n)=n$ 의 편차,
 $ri=1$ 개체의 관찰된 거리, $R=i$ 개체의 관찰거리의 상호 평균거리
 표준 밀도 추정오차(Z)는

$$Z = \frac{\sqrt{n}(\theta - 32.7.)}{21.56} \quad \theta : \text{평균 관찰각도}$$

또한 노루의 밀도와 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis*)와의 관계는 spss package를 사용하여 Nonparametric 상관관계를 Sperman's rho로 분석하였다. 또한 노루의 일일 행동권 크기 조사를 위하여 포획 망, 울가미, 그물 총, 불르건 등을 이용하여 6마리의 노루를 포획하였다. 포획된 노루에 모바일 수신기(모바일 위치 추적기, Global Positioning System Mobile)를 부착, 수신되는 위치정보를 수집하였다.

오소리의 가운데철 행동유형을 알아보기 위하여 오소리가 주로 나타나는 지역에 박스트랩(115cm×35cm×35cm)을 설치하여 2마리의 오소리를 포획하였다. 포획된 오소리는 Ketamine hydrochloride 15~25mg/kg을 조사한 후 200g 인전과발신기를 부착시킨 후 방사시켰다(Bodin *et al.*, 2006). 오소리의 위치를 추적하기 위하여 수신기 IC-R10(Japan)과 3소자 야기 안테나를 이용하여 30분 간격으로 확인하였다.

정확한 위치와 생활권의 크기를 알아보기 위하여 개인항법장치인 GPS(etrex, Garmin)을 이용하여 정확한 위치를 기록한 후 수치지도를 이용하여 이동거리와 면적을 분석하였다. 또한 굴 밖으로 나오는 시간을 기록하였으며, 굴 밖에서의 행동유형도 조사 분석하였다. 또한 동면과 활동에 지장을 주는 요인들을 Spss 11.5를 이용하여 분석하였다.

외래동물 조사는 2010년도 조사결과와 본 조사 결과를 정리하였으며, 특히 현장에서 서식여부 판단이 불가능한 경우 제보지역과 주변지역을 중심으로 배설물, 식흔, 족적 등을 이용하여 서식여부 등을 조사하였으며, 서식 가능할 것으로 판단하는 지역은 직접 현장 조사를 실시하였다. 외래동물 기준은 1900년 이후 관찰되지 않았던 동물이 새롭게 관찰되는 동물을 외래동물로 지정(환경부, 2006)하여 조사대상에 포함하였다.

멧돼지의 개체수를 파악하는 데는 여러 가지 방법을 사용할 수 있다. 지리학적 밀도분포를 평가하기 위하여 root count(식물의 뿌리 등을 캐낸 흔적 조사)를 이용하기도 하였다. root는 멧돼지가 지하에 있는 먹이를 찾을 때 멧돼지가 토양을 굴착한 것을 말하는 것으로 root는 멧돼지의 존재를 알려주는 표식이기 때문에 root의 밀도를 평가함으로써 멧돼지의 밀도로 추정할 수도

있으며(Truvé *et al.*, 2004), 또한 strip transect sampling (Thomas *et al.* 2002) 방법을 이용하여 흔적을 기록하여 각 root의 크기를 평가하였고 조사거리 1Km이었다.

개체수 조사는 멧돼지에 한정하여 조사하였으며 2010년 10월부터 11월까지 해발 1,500m 이하지역을 중심으로 식흔, 목욕흔적, 족적, 직접관찰 등을 통하여 실시하였다. 멧돼지의 밀도계산은 조사 기간동안에 관찰된 배설물을 이용하여 분석하였으며 다음과 같은 산정 수식(Tottewitz *et al.* 1998; Truvé, 2007,)을 이용하여 분석하였다.

$$N \text{ (individuals/km}^2\text{)} = \frac{\text{pellet groups/km}^2}{\text{defecation rate} \times \text{days between leaf and survey}}$$

또한 가축통계연보와 행정시의 도움을 받아 외래동물 사육현황을 파악하는 한편 사육농가와 주민 등을 대상으로 외래동물의 유입경로도 파악하여 기록하였다.

3. 조사결과 및 결론

한라산국립공원 내에 서식하고 있는 포유동물 서식현황을 조사한 결과 외래동물을 포함하여 6목 13과 27종이 서식하는 것으로 확인되었다(표 1). 이 중 야생동물은 노루, 오소리, 제주족제비 등 15종, 외래동물은 다람쥐, 청설모, 멧돼지, 붉은사슴 등 12종이 서식하는 것으로 조사되었다.

표 1. 한라산국립공원에서 기록된 포유동물목록

종 명			본 연구	박 (1985)	국립공원 관리공단 (2002)	비고
Order 1. Artiodactyla	소목					
Family 1. Suidae	멧돼지과					
1) <i>Sus scrofa coreanus</i>		멧돼지	○			
Family 2. Cervidae	사슴과					
2) <i>Capreolus pygargus ochracea</i>		노루	○	○	○	외래종
3) <i>Cervus nippon taiouanus</i>		대만시카사슴	○			외래종
4) <i>Cervus nippon yakushimae</i>		일본시카사슴	○			외래종
5) <i>Cervus elaphus</i>		붉은사슴	○			외래종

표 1. 계속

종 명			본 연구	박 (1985)	국립공원 관리공단 (2002)	비 고
Family 3. Bovidae	소과					
6) <i>Bos taurus</i>		소	○			외래종
7) <i>Capra aegagrus hircus</i>		흑염소	○			외래종
Order 2. Carnivora	식육목					
Family 4. Canidae	개과					
8) <i>Canis lupus</i>		개	○			외래종
Family 5. Felidae	고양이과					
9) <i>Felis baeagalensis manchurica</i>		살		○		
10) <i>Felis catus</i>		돌고양이	○			외래종
Family 6. Procyonidae	너구리과					
11) <i>Nyctereutes procyonoides</i>		너구리	○			외래종
Family 7. Mustelidae	족제비과					
12) <i>Meles meles melanogenys</i>		오소리	○	○	○	
13) <i>Mustela sibirica quelpartis</i>		제주족제비	○	○	○	
Order 3. Rodentia	쥐목					
Family 8. Sciuridae	다람쥐과					
14) <i>Tamias sibiricus asiaticus</i>		다람쥐	○	○	○	외래종
15) <i>Sciurus vulgaris vulgaris</i>		청설모	○			외래종
Family 9. Muridae	쥐과					
16) <i>Micromys minutus hertigi</i>		제주멧밭쥐	○	○	○	
17) <i>Opademus agrarices</i>		제주등줄쥐	○	○	○	
18) <i>Rattus rattus rattus</i>		곰쥐 (애굽쥐)		○		
19) <i>Rattus norvegicus</i>		집쥐 (시궁쥐)	○	○	○	
20) <i>Mus musculus yamashinai</i>		생쥐		○		
21) <i>Cricetulus tritonnestor</i>		비단털쥐	○	○		
Order 4. Insectivora	식충목					
Family 10. Soricidae	땃쥐과					
22) <i>Crocidura russula quelpartis</i>		제주땃쥐	○	○	○	
		땃쥐				
23) <i>Crocidura dsinezmi quelpartis</i>		작은땃쥐	○		○	
24) <i>Sorex shinto chejusi</i>		제주긴발뒤쥐	○		○	

표 1. 계속

종 명			본 연구	박 (1985)	국립공원 관리공단 (2002)	비고
Order 5. Chiroptera	박쥐목					
Family 11. Rhinolophidae	관박쥐科					
25) <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		관박쥐	○	○	○	
Family 12. Vespertilionidae	애기박쥐科					
26) <i>Myotis ikonnikovi</i>		작은윗수염 박쥐				
27) <i>Myotis formosus</i>		붉은박쥐	○			
28) <i>Myotis natterei bombinus</i>		흰배윗수염 박쥐	○			
29) <i>Myotis macrodactylus</i>		큰발윗수염 박쥐		○	○	
30) <i>Pipistrellus abramus</i>		집박쥐	○		○	
31) <i>Pipistrellus coreensis</i>		큰집박쥐				
32) <i>Miniopterus schreibersi</i>		긴날개박쥐	○		○	
Order 6. Perissodactyla	말목					
Family 13. Equidae	말과					
33) <i>Equus caballus</i>		말	○			외래종
계			27종	14종	14종	

조사지역에서 모든 격자에서 관찰된 종은 노루, 제주등줄쥐 등이었으며, 노루는 한라산국립공원 내에서 해발 1500m 이상 지역에 선작지왓일대에서 33마리, 정상일대에서 18마리가 관찰되어 가장 밀도가 높은 것으로 조사되었다. 제주등줄쥐는 생포트랩을 이용하여 포획한 결과 70% 이상이 포획되어 설치류에서는 가장 밀도가 높은 것으로 판단된다. 외래동물은 다람쥐가 기록된 기존의 보고(박, 1985; 오, 2002)외에는 관찰기록이 없었으나 본 연구에서 다람쥐 외에도 멧돼지, 붉은사슴, 일본꽃사슴, 대만꽃사슴, 청설모, 흑염소, 개, 고양이, 너구리, 소, 말 등 11종이 자연에 적응하여 서식하는 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 야생동물 뿐만 아니라 외래동물에 대한 서식여부 및 개체수 변동 상황 등에 대하여 정기적으로 모니터링하여 한라산국립공원의 자연생태계 균형유지에 노력해야 할 것으로 판단된다.

가. 야생동물 서식특징

1) 노루

노루(*Capreolus pygargus ochracea*)는 제주도의 대표적인 포유동물 중 하나이다. 이 종은 1980년대 이전만하더라도 관찰하기 힘들 정도로 개체수가 매우 적었으나 80년대 이후 겨울철 먹이주기, 올가미수거 등 노루보호활동으로 인해 개체수가 증가하기 시작하였고 최근에는 제주도 전역에 서식하고 있다. 노루의 개체수가 증가하다보니 농작물 피해, 로드킬 등 인간과의 충돌이 빈번해지고 있는 실정이다.

노루의 개체수 조사는 2001년도부터 이루어졌는데, 한라산국립공원 내 노루의 평균 서식밀도는 2001년도에 km^2 당 평균 7.8마리로 한라산국립공원 내에 1,196마리가 서식하였으나, 2002년도 5.9마리로 밀도가 급감하였다. 그러나 2003년도에 6.3마리, 2004년 8.1마리로 조사되어 2002년 이후 지속적으로 증가하기 시작하여 2001년도 개체수보다 증가하였다.

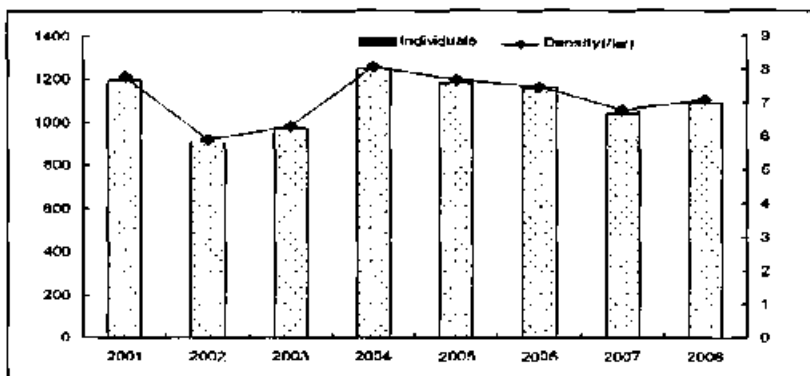


그림 2. 한라산국립공원 내 연도별 노루 개체수 및 밀도 비교

그러나 2005년도 7.7마리/ha, 2006년도에 7.5마리, 2007년도에 6.8마리였으며, 2004년도 이후 또 다시 지속적으로 감소하는 경향을 보였으나 감소폭이 매우 적었다(그림 2). 그러나 2008년도에 7.1마리로 조사되어 2007년도에 비해 약간 증가하는 것으로 나타났다. 본 조사인 2012년에는 일부지역을 대상으로 조사한 결과 다소 감소하는 경향을 보여 지속적인 모니터링이 필요한 실정이다. 노루의 먹이 선택성을 알아보기 위하여 노루가 자주 출현하는 지역을 중심으로 매월 먹이식물을 조사한 결과 먹이로 이용하는 식물은 총 95과 568종이 확인되었다. 생활형으로 구분해 보면 낙엽성 교목 41종, 상록성 교목 19종, 낙엽성 관목 61종, 상록성 관목 14종, 다년생 초본 325종, 2년생

초본 23종, 1년생초본 38종과 덩굴성 식물 47종 등으로 초본류에 대한 선호도가 높은 것으로 조사되었다. 먹이식물 중에 한국고유식물은 8과 31종으로 교목 4종, 관목 3종과 초본류 24종이었다. 이들 한국고유식물에 대한 먹이 선호도가 높지는 않았으나 길쭉사초, 좀깨잎나무와 새끼노루귀는 선호도가 약간 높게 나타났다. 노루가 1년 내내 이용되는 중요한 먹이 식물은 산수국, 으름, 무릇, 청미래덩굴, 개승마, 켈레꽃, 산딸기, 줄딸기, 가시복분자, 팽팽나무 등으로 조사되었으며 노루가 먹이로 선택하는 식물 중에 독성이 있는 식물은 총 23과 38종으로 교목 2종, 관목 5종, 초본류 28종과 덩굴식물 3종 등이었다. 이러한 식물들 중에 개승마와 미나리아재비 등이 선호도가 높은 것으로 조사되었다.

노루의 서식지 선택성을 알아보기 위하여 숲 이용유형, 잠자리 선택성과 노루에 의한 나무의 피해 등에 대한 조사 분석한 결과 노루는 낮 동안에 숲속에서 생활하는 시간이 많았으나 오후 2시 이후부터는 숲속에서 초지로 나오기 시작하여 해질 무렵이 되면 대부분 노루들이 숲속에서 나와 초지대에서 생활하는 것으로 조사되었다. 또한 선호하는 산림은 활엽수림과 소나무림이었으며, 경급별로는 소경복 산림으로 흉고직경이 6~16cm이하인 산림을 선호하였다. 그리고 노루는 수관밀도 70%이상 지역을 가장 선호하였으며, 산림의 나이가 11~20년인 산림을 선호하였다. 노루의 잠자리 크기는 평균 57.6×44.4cm이었으며, 잠자리의 위치는 흉고직경이 15.4~16.1cm인 나무에서 2m 이내였다. 또한 잠자리는 먹이의 서식지에서 60~80m 떨어진 곳이었으며, 사면별로는 다른 사면에 비해 동쪽사면과 남쪽사면에 잠자리가 많았다.

노루의 뽕에 의해 피해를 입는 수종은 총 27과 49종이었으며 이중에 피해가 심한 수종은 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 산딸나무(*Cornus kousa*) 등이었으며, 이러한 피해수종은 흉고직경이 8cm이하인 어린나무이었으며, 흉고직경이 1.1~1.5cm인 나무가 가장 피해가 심하였다. 가장 피해가 많은 시기는 4월부터 7월 사이였다.

노루의 번식행동과 뽕의 표피 벗겨지는 시기와 뽕의 탈각 시기와의 관계 등을 분석한 결과 서열은 선상구조를 이루고 있었으며 나이가 많고 뽕의 크기가 클수록 서열이 높았다. 또한 서열이 높을수록 탈각시기도 빠르게 나타났으며, 서열이 가장 높은 수컷이 대부분의 암컷을 차지하여 짝짓기 성공률이 높았다. 수컷노루의 발정기간은 8월 27일부터 11월 초순까지였으며 짝짓기 시기는 9월 7일부터 10월 29일까지였다. 뽕뱃이 벗겨지는 시기는 2월 15일부터 4월 14일까지였으며 해발고도가 높을수록 시기가 늦어졌다. 뽕은 대부분 12월에 떨어졌다.

제주노루의 행동권 크기를 알아보기 위하여 총 6마리(수컷2, 암컷4)의 노루를 대상으로 일일, 월별과 핵심지역 행동권 크기를 조사하였다. 조사한 결과, 일일 행동권 크기는 수컷은 MCP 95%에서 평균 7.07ha(최대 27.19ha, 최소 0.28ha)이었으며, 암컷은 일일 평균 1.3ha(MCP 95%)와 3.7(Kernel 95%)로 분석되어 암컷에 비해 수컷이 행동권 면적이 넓었다. 월별 일일 행동권 크기는 수컷이 MCP 95% 수준에서 2월 9.13ha(최대 20.86, 최소 0.28), 3월에 5.86ha(최대 21.23ha, 최소 0.23ha)과 4월에 6.9ha(최대 27.2ha, 최소 0.5)로 나타났다. Kernel 방법으로 분석한 결과 2월 10.39ha(최대 22.0, 최소 1.18), 3월에 6.58ha(최대 16.95ha, 최소 0.90ha)과 4월에 8.31ha(최대 30.1ha, 최소 0.9)로 나타나 2월에 일일 행동권 크기가 가장 행동권 크기가 큰 것으로 분석되었다. 암컷은 1.3ha(MCP 95%)와 3.7ha(Kernel 95%)이었으며, 9월 1.8ha(MCP 95%)와 5.1ha(Kernel 95%), 11월 1.63ha(MCP 95%)와 2.54ha(Kernel 95%), 8월 1.5ha(MCP 95%)와 3.1ha(Kernel 95%), 10월 1.3ha(MCP 95%)와 4.23.1ha(Kernel 95%) 순으로 조사되었다.

월별 행동권 크기는 수컷이 평균 25.8ha(MCP 95%)와 21.9ha(Kernel 95%)이었으며 월별로는 2월에 37.9ha(MCP 95%)와 29.69ha(Kernel 95%), 3월 17.4ha(MCP 95%)와 15.9ha(Kernel 95%)과 4월 22.5ha(MCP 95%)와 20.1ha(Kernel 95%)이었다. 암컷은 평균 15.2ha(MCP 95%), 12.4ha(Kernel 95%)이었으며, MCP(95%) 분석결과 12월 26.3ha로 행동권 크기가 큰 가장 것으로 조사되었으며, 9월 20.4ha, 8월 17.5ha, 1월 15.1ha, 11월 12.7ha, 9월 11.3ha, 10월 6.7ha순으로 조사되었다. Kernel 평가결과 8월(16.5ha) 1월(16.0ha), 9월(14.1ha), 10월 12.4ha 12월 9.9ha, 11월 7.0ha 순으로 조사되었다.

암 노루의 핵심지역(Core area)은 평균 2.46ha(MCP, 95%), 1.91ha(Kernel 95%)이었으며, MCP(95%) 분석결과 12월 3.2ha 로 가장 행동권 크기가 큰 것으로 조사되었으며, 8월 3.1ha, 9월 1.9ha, 10월 1.6ha, 11월 1.1ha순으로 조사되었다. Kernel 평가결과 12월 2.6ha, 8월 2.4, 9월 2.0ha, 10월 1.5ha, 11월 1.4ha 순으로 조사되었다.

2) 제주족제비

제주족제비는 70년대에 전국적인 쥐잡기 운동의 일환으로 쥐약살포로 먹이감이 사라지면서 설치류와 더불어 개체수가 감소한 동물 중에 한 종으로 판단된다. 본 조사연구결과 이 종은 해질 무렵부터 행동하기 때문에 쉽게 관찰되지 않아 본 조사에서는 중소형 생포트랩을 포획 동정하는 방법으로 서식

유무를 조사하였다. 조사결과 한라산 정상을 비롯하여 계곡 주변 등에 쉽게 목견할 수 있었으며, 조사지역에서 포획율도 매우 높아 한라산국립공원 전역에 서식하는 것으로 조사되어 개체수는 어느 정도 유지되는 것으로 판단된다. 포획된 제주족제비의 체중은 수컷 650~850g, 암컷은 체중 350~450g 이며 머리와 몸통의 길이는 수컷 280~320mm, 250~300mm이고 꼬리의 길이는 수컷이 150~250mm, 암컷이 130~200mm로 족제비에 비해 몸집이 큰 편이다.

제주족제비(*Mustela sibirica quelpartis* Thomas)는 토마스(1906)에 의해 제주에서 채집되어 기록된 종으로 제주에만 서식하는 제주도 특산종으로 알려져 있는 종이다. 형태적 특징은 대륙족제비와 비슷하지만 털 색깔에서 차이가 난다. 대륙족제비에 비해 약간 어두운 색을 띠는데 몸 윗면, 사지, 꼬리는 황색을 띠며, 이마는 거무스레한 갈색, 뺨과 몸 아랫면은 짙은 황토색을 띤다. 입술과 아래턱 사이에 뚜렷한 백색 무늬가 있다. 꼬리는 보통 머리와 몸통의 길이보다 길다. 암수의 차가 심하여 수컷의 평균 체중은 암컷의 2.3배 정도이다. 그러나 최근에 유전적 연구를 통하여 제주도 일부지역에 서식하는 족제비는 대륙에 서식하는 족제비와의 차이가 없다는 보고가 있어 유전학적 연구뿐만 아니라 형태학적 연구를 통하여 특산종 여부를 구명하여야 할 것으로 판단된다.

3) 오소리

오소리가 한라산국립공원 내에 서식유무를 확인하기 위하여 굴, 배설물과 식흔 등을 이용하여 서식여부를 확인하는 한편 생포트랩을 이용하여 포획하여 서식여부를 확인하였다. 또한 포획된 개체에 대해서는 위치추적기를 이용하여 생활권 등에 대해서도 조사하였다. 생포트랩을 이용한 생포는 중대형 생포트랩을 설치한 경우 족제비가 포획되는 경우가 대부분을 차지하여 오소리가 포획되는 경우는 드물었다.

한라산국립공원 내에 서식하는 오소리의 생태와 행동적 특징은 한라산 정상일대에서부터 중산간 지대의 계곡 및 산림지대에 주로 서식하는 것으로 조사되었으나 대부분 계곡주변에 주로 서식하는 것으로 조사되었으나 공원 내 낙엽활엽수림지대의 암벽을 이용하여 서식하는 개체도 많은 것으로 조사되었다. 오소리의 행동은 오후 2시 이후 은신처 밖으로 나오기 시작하면서 활동하기 시작하여 다음날 해 뜨기 직전에 은신처로 돌아가면서 활동이 멈추었다. 조사과정에서 행동에 방해할 주는 요인들은 등산객이 메아리소리와 각종 공사시 소음 등이었다. 은신처인 굴의 출입횟수는 1~4회 정도였으나 기후와 적설량에 따라 차이가 있었다. 오소리가 먹이 활동을 하면서 이동한 최

대거리는 최대 300m이었으며, 시간당 이동 거리는 평균 4~50m이었다. 또한 굴 밖에서 시간당 경계 횡수는 2.3번이었고 굴에서 나온 후 5시간 동안에 경계 횡수가 많았다. 동면에 들어간 날은 12월 22일 이었고 이때 대기온도 중 최저온도가 영하로 10여 일 동안 유지되고 적설량이 10cm 이상 쌓이는 시기로 조사되어 한라산국립공원 내에 서식하는 오소리의 동면은 대기 온도의 최저온도와 적설량과의 관계(Friedman Test, Chi-Square=11.560, N=25, P=0.001)가 있었다. 오소리의 생활권 크기는 최대 5ha이었으나 행동권 크기는 월별로 차이가 있었다. 즉, 10월에는 2ha, 11월에 3ha와 동면에 들어가기 전인 12월에는 5ha로 조사되었다. 한라산국립공원에 서식하는 오소리의 은신처는 번식을 위하여 사용되는 여름굴과 겨울잠을 위하여 이용하는 겨울 굴로 구분되었다. 번식을 위한 여름 굴은 계곡의 경사면에 위치해 있었으며, 겨울잠을 위한 겨울 굴은 오름의 중간 지점에 위치해 있는 것으로 조사되었다(그림 3, 4).

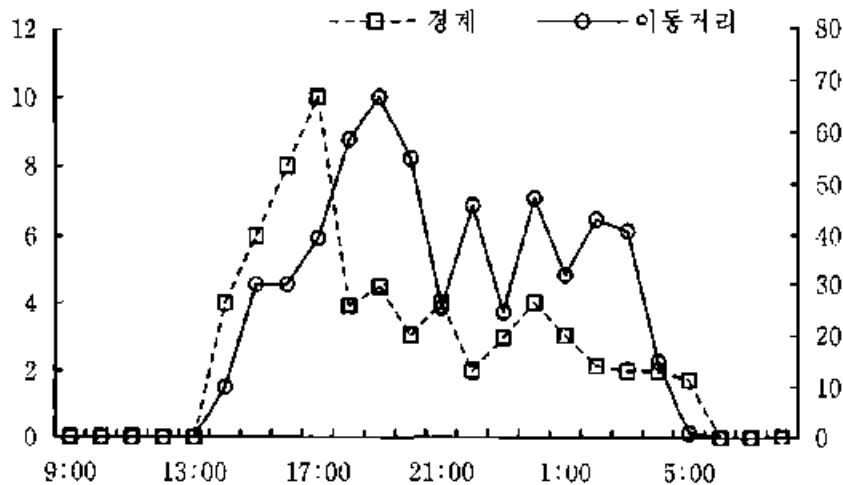


그림 3. 경계횡수 및 이동거리

제주에 서식하는 오소리는 울창한 산림 과 계곡이 있는 지역을 선택하여 서식하는 특징이 있어 중산간 이하지역에서는 각종 인위적인 개발로 인해 서식공간이 줄어들거나 일부지역에서는 밀렵 등에 의해 개체수가 감소하고 있어 인가주변 및 경작지에 대한 오소리의 보호방안 마련이 시급한 실정이다. 특히 백록담 분화구내에 서식하는 개체에 대해서는 겨울철 이동 및 동면 기간 등에 대한 자세한 연구가 필요한 실정이다.

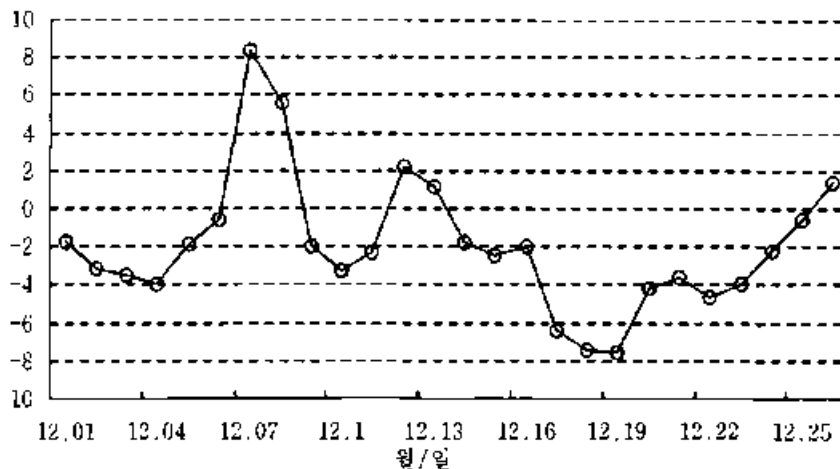


그림 4. 조시지역의 최저기온 변화

오소리는 제주의 외래동물인 멧돼지가 해발 1500m 이하지역에 서식(오 등, 2011)하면서 서식지 및 먹이 경쟁과 밀렵 등으로 인해 위협을 받고 있는 것으로 판단되어 향후 멧돼지 서식에 따른 오소리의 영향 등에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

4) 익수목

박쥐류 서식여부를 조사하여 위하여 한라산국립공원 내에 구린굴, 평굴 등의 자연동굴과 진지동굴 등 인공동굴 등을 중심으로 서식여부를 조사하였다. 조사한 결과 한라산국립공원 내에 서식하는 익수목 동물을 관박쥐 등 5종이 확인되었다. 가장 개체수가 많은 종은 관박쥐이었으며 구린굴, 평굴, 어승생악 진지동굴에서 확인하였다. 다음으로 긴날개박쥐가 개체수가 많은 것으로 조사되었다. 붉은박쥐는 관음사 등산로에 있는 구린굴에서 2007년에 동면중인 2마리가 확인되었는데 이후 지속적으로 관찰되었으나 2012년도에는 관찰되지 않았다. 또한 본 조사 기간동안 여러 차례에 걸쳐 동 지역을 방문 조사하였으나 박쥐류의 개체수가 감소하고 있었다. 그러나 주변 인공동굴에서는 평소 종수나 개체수가 많지 않았으나 본 조사에서는 상당히 많은 종이 인공동굴에 서식하는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 구린굴 및 평굴에서는 평소보다 사람 출입이 잦아 개체수가 감소한 것으로 판단되기 때문에 자연동굴에 대한 사람출입을 제한하는 방안을 마련하여야 익수목 동물을 보호할 수 있을 것으로 판단된다.

박쥐류에 대한 기록은 1928년 다메조 모리(森)가 제주도의 육산동물을

개본하면서 익수목 큰수염박쥐를 기록한 것이 처음이며, 이후에 岡田彌一娘(1930)이 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum quelpartis*)를 제주도 북산의 척추동물로 기록하였다. 岸田・森雨(1931)은 털보박쥐를 기록하였고, 또한 같은 해 岸田久吉과 모리 다메조(森爲三)은 조선육산포유동물(朝鮮産陸哺乳動物)의 분포에 대하여 제주도산 포유류 11종 중 큰수염박쥐를 기록하였다. 또한 다메조 모리(森爲三, 1933)은 1932년 2월에 김녕사굴에서 채집된 제주관박쥐를 기록하였다. 이후에 손성원(1961)은 제주도의 익수류상에서 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum* Korai Kuroda), 작은위수염박쥐(쇠긴수염박쥐; *Myotis ikonnikovi* Ogenov), 속리산애기박쥐(속리산윗수염박쥐; *Myotis nattereri bombinus* Thomas), 붉은박쥐(오렌지윗수염박쥐; *Myotis formosus tsusensis* Kuroda), 큰발위수염박쥐(*Myotis macrodactylus* Temminck), 붉은박쥐(*Myotis formosus tsusensis* Kuroda), 집박쥐(*Pipistrellus abramus* Temminck), 긴날개박쥐(긴가락박쥐; *Miniopterus schreibersi fuliginosus* Hodgson)등 7종을 기재하였으며, 속리산애기박쥐는 북제주군 대흘리 자연동굴에서 암컷 2마리, 수컷 8마리를 채집하였고 붉은박쥐는 1979년 8월에 어승생악 중턱에서 암컷 1마리를 채집하였다. 또한 손성원(1981; 1982)에 의하면 제주관박쥐는 Mori에 의해 채집된 1931년 이후 채집되지 않았고 현재 관박쥐는 외형 및 골격측정치가 동일한 내륙 관박쥐와 같은 종아 널리 분포하고 있다고 주장하고 있다. 이 조사에서 붉은박쥐(*Myotis formosus tsuensis* Kuroda 1928)와 흰배윗수염박쥐(*Myotis nattereri bombinus* Thomas 1905)가 채집되었다. 특히 붉은박쥐(*Myotis formosus tsuensis*)의 경우는 1979년 8월에 남제주군 御乘岳(지금의 어승생악) 중턱 수목에 매달려 있는 암컷 1마리 채집하였으며, 이종은 일본에서는 대마도에서만 한정 서식하며, 흰배윗수염박쥐(*Myotis nattereri bombinus*)는 1981년 북제주군 대흘리 자연동굴에서 암컷 2, 수컷 8마리 채집되었으며 처음 관찰 기록되었다. 이 종은 일본에서 흔한 종이나 우리나라에서는 경남해안과 제주도에서만 관찰되는 남방계 익수(박쥐)류이며 제주도의 익수류는 대륙계와 남방계가 混棲하고 있는 것이 특징이다.

심재한(1986)은 제주도에서 채집된 관박쥐를 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum quelpartis*)로 간주한 후 유전자 분석을 통하여 *R. f. quelpartis*를 Korai의 이명으로 간주하였다. 또한 제주도에 서식하는 동물의 종분화에 대해서 심 등(1990, 1998)에 의해서 연구가 진행되었는데 제주도 척추동물 종분화는 한국산 관박쥐속 2아종의 계통분류(심재한 등, 1990)에 의해 유전자와 형태형질을 분석하여 관박쥐속의 2아종에 대한 유전적 변이 정도와 분류학적 위치를 규명한 결과 제주에 서식하는 관박쥐는 본토 종과 형태적 차이가 없

었다. 제주도산 관박쥐는 Nei(1972)의 분화연대 공식에 의하면 본토의 관박쥐와는 약 32만년 전에 지리적으로 격리되었으나 아직 중분화 단계에는 미치지 못하고 있다.

양영민과 홍성욱(梁漢輓과 洪性旭, 1988)은 제주도 용암동굴에 서식하는 익수목의 분포 및 생태에 관한 연구에서 익수목에는 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum quelpartis* Mori), 아무르박쥐(*Myotis nattereri amurensis* Ogenev), 큰발윗수염박쥐, 우수리박쥐(*Myotis daubentonii ussuriensis*), 쇠긴수염박쥐, 쇠박쥐(검은큰집박쥐; *Pipistrellus savii velox* Ogenev), 긴가락박쥐(긴날개박쥐) 등 2과 4속 7종이 서식 확인하였고 이중에 아무르박쥐, 우수리박쥐, 쇠박쥐(*Pipistrellus savii velox* Ogenev) 등 3종이 처음으로 기록되었다. 그러나 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum quelpartis* Mori)는 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum* Kuroda)를 오동정한 것으로 판단하고 있다. 같은 해에 채종보와 박영효(蔡鍾保와 朴榮孝, 1988)등은 제주도산 박쥐류의 채집목록 및 분포조사에서 관박쥐, 작은윗수염박쥐, 오랜지윗수염박쥐(*Myotis formosus tsusensis* Kuroda), 큰발윗수염박쥐, 속리산윗수염박쥐(*Myotis nattereri bombinus* Thomas), 대구양박쥐(*Pipistrellus savii coreensis* Imaizumi), 검은큰집박쥐(*Pipistrellus savii velox* Ogenev), 긴날개박쥐 등 8종을 기재하고 있는데, 오랜지윗수염박쥐는 붉은박쥐이라고기도 하며 1988년 4월 어리목 부근 잡목에 거꾸로 매달려 있는 수컷 3마리를 채집하였으며, 대구양박쥐는 제주시내에서 새 그물을 이용하여 암수 1마리를 채집하였으며 이종아 채집되기는 처음이라고 기재하고 있다. 또한 검은큰집박쥐는 애월읍 애월리에서 암수 1마리를 채집하여 대구양박쥐와 함께 처음으로 채집되었다고 기재하고 있다.

윤과 손(1989)은 한국산 박쥐류의 계통분류학적 연구에서 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum quelpartis* Mori)는 채집되지 않았으며, 현재 서식하고 있는 관박쥐는 본토와 같은 종으로 결론지었다. 제주도산 관박쥐의 형태는 Mori(1933)에 의한 *R. f. quelpartis*의 형질과는 다르며 *R. f. korai*와 유사함이 재입증되어 1933년 이후 제주관박쥐는 관찰되지 않고 있다. Yoon(1990)은 한국산 큰수염박쥐류 *Myotis*(*Vespertilionidae*) 4종에 대한 분류학적 연구에서 한국과 동부 시베리아에 서식하는 *Myotis nattereri*에 속하는 *amurensis*가 *Myotis nattereri bombinus*의 동종이명임을 확인하였다.

5) 쥐과 및 뿔쥐과

식충류는 포유류 중 가장 원시적인 동물로써 고슴도치, 뿔쥐, 뿔쥐와 두더지 등이 이에 속하며 먹이는 주로 곤충류를 주요 먹이로 이용하나 다른 무

척추동물을 이용하기도 한다. 한라산에 서식하는 식충류에는 제주땃쥐, 땃쥐(작은땃쥐) 한라산땃쥐와 제주긴발땃쥐 등이 분포하고 있다. 본 조사에서는 제주등줄쥐, 집쥐, 작은땃쥐, 한라산땃쥐 등 4종이 서식 확인되었다.

제주등줄쥐(*Apodemus chejuensis*)는 국립공원 내 가장 서식밀도가 높으며, 국립공원 전역에 서식하고 있었다. 이러한 제주등줄쥐 분포특성을 알아보기 위하여 임상별 서식밀도를 조사하였다. 가장 밀도가 높은 곳은 해발 1,700m 고지의 구상나무림 지역으로 15/ha로 나타났으며, 다음으로 제주조릿대와 털진달래 군락 5/ha, 낙엽활엽수림대 1.6/ha 순으로 나타났다(그림 5). 백록담 정상에는 8.3/ha로 비교적 많은 개체가 서식하고 있었으나 서식지 여건에 따라 달랐다. 즉, 포획된 장소는 돌들이 많은 동쪽사면에 대부분 포획되었으나, 사초과 식물이 자라는 백록담 기저부에 전혀 포획되지 않았다. 아고산대에서는 서식지 환경에 따라 서식밀도가 달랐는데, 제주조릿대가 없는 초지대에서는 전혀 관찰되지 않았으나, 제주조릿대, 산철쭉과 털진달래군락이 있는 곳은 밀도가 높게 나타났다. 낙엽활엽수림대에서는 돌담이나 돌무덤이 있는 곳에서는 어느 정도 서식하고 있었으나 그렇지 못한 곳에서는 전혀 관찰되지 않았다. 이렇게 임상별로 서식밀도가 다른 것은 들고양이, 제주족제비, 점독수리와 같은 맹금류와 같은 천적과의 관계가 깊기 때문에 쥐류 서식밀도는 은신처의 유무와 관계가 깊은 것 같다.

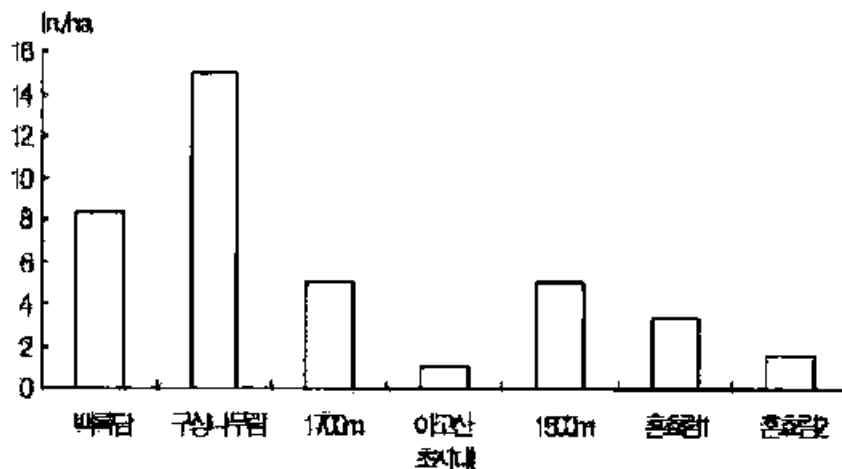


그림 5. 한라산국립공원 내 제주등줄쥐의 임상별 개체수 현황

집쥐(*Rattus norvegicus*)는 대피소와 등산로 주변에서 관찰되었으나 기타 다른 지역에서는 전혀 관찰되지 않아 국립공원에서는 서식밀도가 그리 많지

않을 것으로 보이며, 제주맛쥐는 조사 기간동안 2회에 걸쳐 관찰되었으나 그 개체수는 많지 않을 것으로 판단되며, 2회 모두 제주조릿대가 무성한 곳에서 관찰되어 제주맛쥐와 조릿대와의 관계가 밀접하였다.

제주맛쥐(*Crocidura dsinezumi quepartis*)는 한라산국립공원과 인접한 산림에서부터 해발 1100m까지 서식하는 것으로 조사되었으나 포획된 개체수는 많지 않았다. 이 종은 우리나라에서 제주도에만 분포하는 제주도 고유아종으로 한국본토의 맛쥐류와는 다르다. 일본산 맛쥐와 근연관계가 가까우나 제주도산 맛쥐류의 분류에 대해서는 재검토가 필요하다.

한라산뒤쥐(*Sorex caecutiens hallamontanus*)는 2005년에 Ohdachi 등이 한라산국립공원 내에서 서식하는 것을 발견하여 학계에 발표하면서 알려진 종으로 해발 1,700m 지역인 구상나무림에서 1개체 채집되었다. 이 종이 특징은 Ohdachi 등(2005)에 의하면 두개골과 치아의 특징과 4개의 외형적인 특징을 이용하여 동아시아에 서식하는 뒤쥐(*Sorex caecutiens*)와 신토뒤쥐(*Sorex shinto*) 그룹의 8개체 사이의 형태학적 관계를 규명하면서 두개골의 크기를 비교해 보면 혼슈에 서식하는 *Sorex shinto*는 한반도와 연해주에 서식하는 *S. caecutiens*와 유사하고, 외형적인 크기를 비교해 보면 홋카이도와 사할린에 서식하는 *S. caecutiens*와 유사함을 밝혔다. 제주도에 서식하는 *S. caecutiens*는 형태적으로 사도와 시코쿠 섬에 서식하는 *S. shinto*와 유사하나 동아시아의 *S. caecutiens/shinto* 그룹 중에서 몸 크기가 가장 크다는 것을 밝히면서 제주에 서식하는 뒤쥐를 뒤쥐(*S. caecutiens*)의 새로운 아종으로 분류하여 한라산뒤쥐(*Sorex caecutiens hallamontanus* Abe et Oh)로 명명하였다. 앞으로 이 동물에 대한 습성이나 생태에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

나. 외래동물 서식특성

본 연구에서는 외래동물 범위를 포유류에 한하여 조사하였으며, 또한 1900년 이후 관찰되지 않았던 동물을 외래동물로 지정하여 조사하였다. 환경부에서 지정한 외래동물 포유류중 7목 18과 35종(전시·사육포함)이 제주도에 유입(오, 2011)되었으나 한라산국립공원 안에 서식하는 외래동물은 모두 12종이 서식하는 것으로 조사되었다. 외래동물중 제주의 자연환경에 적응 서식하는 외래동물은 엘크, 흑염소, 붉은사슴, 일본시카사슴, 대만시카사슴, 말, 고양이, 뉴트리아, 시궁쥐, 곰취, 토끼 등 11종에 이른다. 그러나 1900년대 이후 도입된 멧돼지, 다람쥐, 청설모, 시궁쥐, 곰취 등은 제주도에 서식하지 않

있던 우리나라 야생동물이기 때문에 제주도에서는 외래동물로 지정한다면 더 많은 종이 서식할 것으로 판단되며, 특히 다마사슴, 붉은사슴, 고양이, 뉴트리아와 시궁쥐는 환경부 지정 생태계 교란 2등급으로 지정 관리하는 종으로 특별관리 방안을 마련하여야 할 것으로 판단된다.

제주도에 서식하는 외래동물의 유입경로는 다양할 것으로 판단된다. 도입 경로를 보면 인위적인 방사, 농가에서 사육 중 관리소홀로 탈출하여 자연에 적응하는 경우, 애완용으로 사육중 관리의 곤란 등으로 방사하는 경우와 선박 등을 이용하여 도입되는 경우이다.

인위적인 방사를 보면 우선 사슴류(꽃사슴), 다람쥐와 까치, 멧돼지 등의 방사된 경우이고 또한 일부 종교단체에서 방사하는 경우가 있는 실정이다. 두 번째는 농가에서 소득증대를 위하여 사육중 관리소홀로 방출된 경우인데 엘크, 붉은사슴, 꽃사슴, 다마사슴, 말, 소, 염소 등이 이에 속하며 또한 관광지에서 볼거리 제공용으로 사육한 경우도 이에 포함시킬 수 있을 것으로 판단된다. 세 번째는 애완용으로 가정에서 기르던 동물이 직간접적으로 자연에 방사한 경우이며 여기에는 고양이, 개, 다람쥐, 청설모, 토끼, 고슴도치 등이며, 시궁쥐와 곰쥐는 선박 등에 의해 도입되어 서식하는 것으로 판단된다.

1) 멧돼지

멧돼지는 한라산을 중심으로 해발 200m 이상에서부터 해발 1,500m까지 서식하는 것으로 조사되었다(그림 6), 지역별로는 제주시와 서귀포시 등 지역은 해발 300m 이상에 주로 서식하고 있었으며 읍면동 지역은 해발 200m 까지 분포하는 것으로 조사 되었다.

멧돼지의 개체수를 파악하기 위하여 해발 200m 이상지역을 대상으로 무작위로 36개소를 지정하여 조사한 결과 평균 서식밀도가 평방킬로미터 당 0.823마리(/km²)로 조사되어 제주도 전역에 470여 마리가 서식하는 것으로 분석되었다. 특히 산남지역은 우리나라 적정서식밀도 1.1마리(/km², 환경부 자료) 보다 낮게 나타났으나 산북지역인 성판악에서 이송생악 사이는 적정 서식밀도보다 2~3배 높게 나타났다.

제주도에 서식하는 야생동물에 대한 기록은 전무한 실정이나 과거 임금에게 공납했던 기록을 보면 과거 서식여부가 어느 정도 가능한 것 같다. 특히 1295년(충렬왕 21년)에 멧돼지가죽 76두를 원에 조공으로 바쳤다는 기록과 1899년 제주읍지에 멧돼지 등 동물을 사냥했다는 기록 등이 남아있어 1900년대 이전에는 멧돼지가 서식했다는 근거가 되는 것이다. 이후 제주에는 산돼지와 사슴은 20여 년 전에 멸종되었고(석, 1968), 森(1931)은 제주도산 포

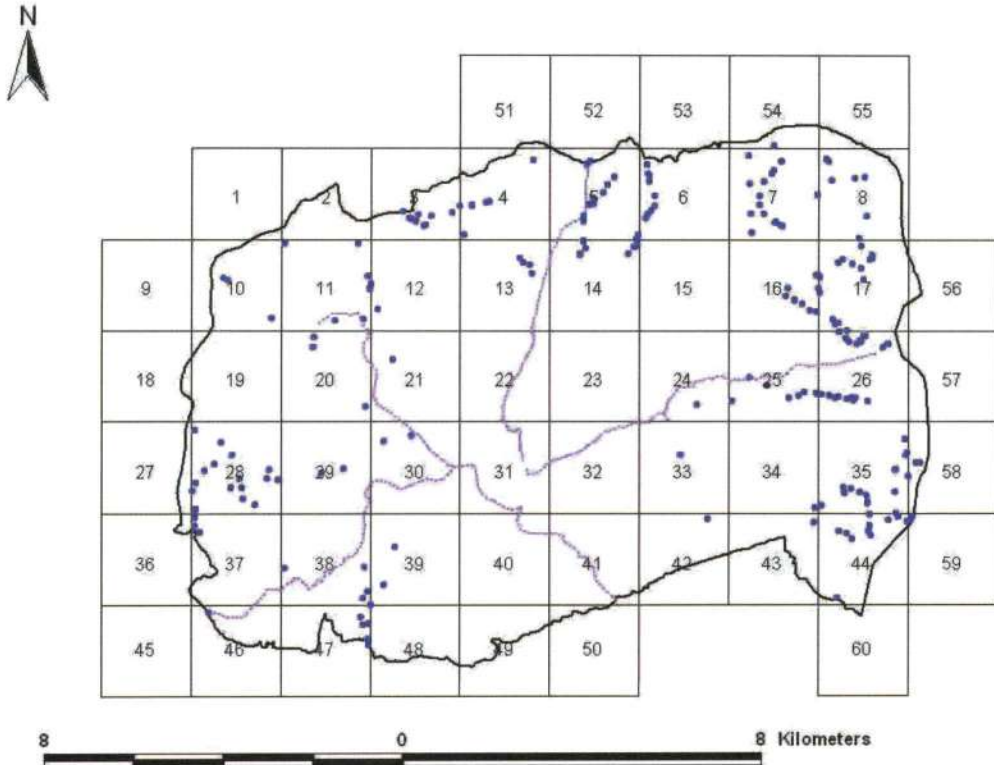


그림 6. 멧돼지의 분포

유류를 기록하면서 멧돼지 서식에 대해서는 의문에 부쳐 두었으며, 또한 원과 오(1958)는 멧돼지는 오래전에는 다수 서식하고 있었으나 근년에 와서는 그 자취를 볼 수 없었다는 주민의 설명을 기록했다는 보고가 있을 뿐 100여년 사이에 관찰기록이 없기 때문에 원래 제주에 서식하던 멧돼지는 1900년부터 1930년 사이에 멸종되었을 것으로 판단된다. 최근 관찰된 멧돼지는 2004년 6월 1일에 한라산국립공원관리사무소 단속직원이 아흔아홉계곡 지역을 순찰하던 중에 수컷 1마리를 발견하면서부터 멧돼지 존재가 확인하였다(그림 6). 또한 2004년 8월에 탐문 조사한 결과 축산진흥원 인근에서 사육중인 멧돼지 2~3마리가 3~4년 전에 사육장에서 탈출한 것으로 파악되었으며 그 후 정밀조사과정에서 1개월 전에 죽은 것으로 판단되는 멧돼지 사체 1마리와 새끼 8마리가 무리를 지어 휴식하는 멧돼지를 확인함으로써 사육장에서 탈출한 멧돼지가 자연 번식하고 있음을 재확인할 수 있었다. 이번 조사에서 멧돼지는 여러 지역에서 사육과정에서 방출되어 번식한다는 제보와 등산 시 관찰한 경험, 위협을 느낀 경험과 멧돼지의 공격으로 개의 피해 등이 발생하고 있는

실정이다. 우리나라에서 멧돼지는 야생동물로 지정하여 보호되고 있으나 국부적으로 서식밀도가 과밀한 지역의 농·림·수산업에 피해를 주거나 분묘를 훼손하는 멧돼지에 한하여 유해 야생동물로 지정하고 있다. 그러나 제주에서는 1900년 이후 100여년사이에 관찰 기록이 전무하여 요즘 제주에 관찰되는 멧돼지는 농가에서 사육하던 일부 개체가 방출되어 자연에 서식하는 것으로 판단되므로 제주도에서는 외래동물로 지정 관리해야 할 것으로 판단된다. 특히 멧돼지 다산성이고 잡식성이기 때문에 방치할 경우 농작물 피해와 인명피해 등 부작용이 발생할 가능성이 높아 조기에 관리방안을 마련 시행해야 할 것으로 판단된다.

2) 사슴과

제주도 전역에 서식하는 사슴류 조사를 위하여 사슴 사육 현황과 인위적인 방사현황을 파악하는 한편 자연에 적응하는 개체를 알아보기 위하여 사육농가 주변과 제보지역을 중심으로 조사하였으며, 정확한 종 동정을 위하여 수거 가능한 사슴류의 배설물을 이용하여 유전자 분석도 실시하였다.

제주도에는 원래 사슴이 서식하고 있었다. 1276년(충렬왕 21년), 1295년(충렬왕 21년), 1431년(세종13년), 1489년(성종20년), 1570년(성종), 1526년(이원진의 탐라지), 1601년, 1653년(효종4년), 1769년(영종45년)과 1899년(제주읍지) 등에 공납했던 기록을 보면 원래 제주에 사슴이 서식하고 있음을 알 수 있다(오, 2006). 그러나 아쉽게도 일제시대에 제주도에 거주했던 일본인이 1915~1916년에 포획한 것을 마지막으로 멸종되었다(박, 1985).

제주도 지역의 사슴사육 현황을 보면 제주시 지역 86농가 808마리와 서귀포시 5농가 199마리를 사육하고 있으며, 사육 사슴의 종류는 꽃사슴(시카사슴), 엘크, 붉은사슴, 다마사슴, 고라니 등을 사육하는 것으로 조사되었다(그림 7). 이러한 동물들은 일부 농가와 기관에서 육지지역 사슴을 도입하여 증식한 후 제주도 농가에 재 분양하는 것으로 조사되었으며, 붉은사슴과 꽃사슴(시카사슴)을 가장 선호하는 것으로 조사되었다. 인위적으로 방사된 사슴은 시카사슴과 고라니였으며, 시카사슴은 멸종된 사슴을 되살려 한라산에 야생노루 천국인 한라산에 사슴도 뛰노는 한라산을 상상하면서 복원하고자 방사되었다. 사슴방사는 세 차례에 걸쳐 실시하였으며 1차는 1992년 8월 19일에 꽃사슴 수컷 2마리, 암컷 4마리 등 6마리를 한라산국립공원인근 수장교 입구에 방사하였다. 그 후 1993년 6월 12일에 꽃사슴 수컷 1마리와 암컷 4마리를 자원목장에 방사하였다. 흰 사슴이 물을 마시는 못이라고 하여 붙여진 백록담의 의미를 살리기 위해 3년생 수컷 백록 1마리와 암컷 꽃사슴 1마리를 건

월악 서쪽 축산진흥원 목장에 3차 방사하였다.

이렇게 방사된 개체가 아직까지 한라산국립공원과 주변지역에 서식하는 것으로 판단된다. 또한 고라니도 인위적인 방사가 이루어졌는데 지난 2002년에 제주시 용담동 용현계곡에서서 노루가 서식한다는 제보를 받고 현지 확인 결과 노루가 아닌 고라니 2마리가 서식하고 있음을 확인할 수 있었다. 탐문 조사한 결과 인근 주민이 사육의 어려움 때문에 인근에 방사했다고 진술하기도 했다.

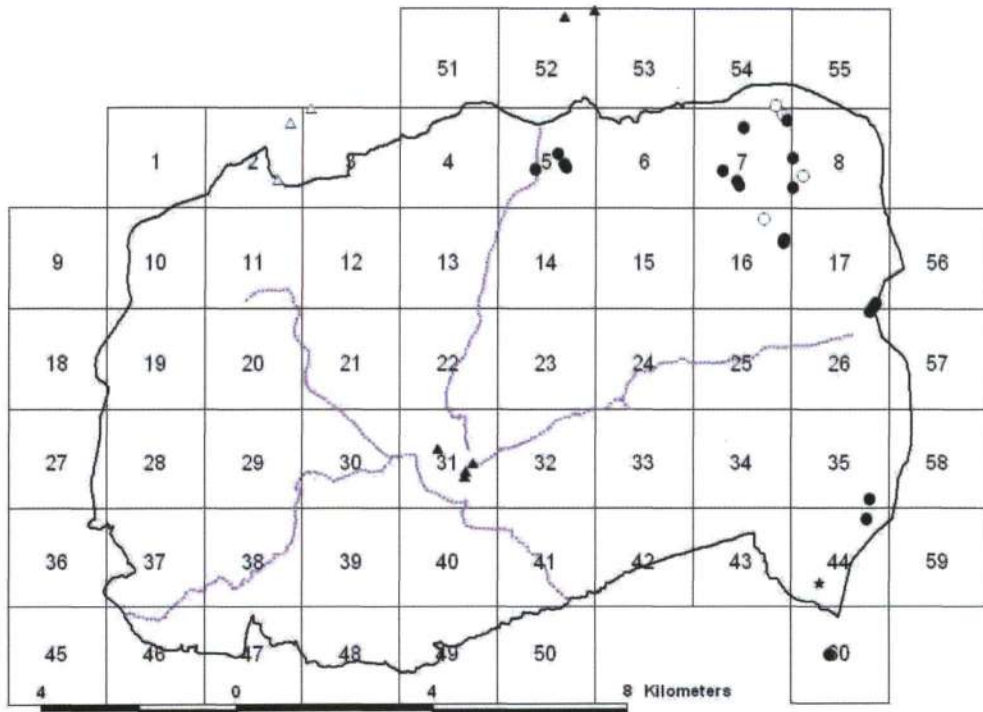


그림 7. 사슴과 동물의 서식현황

●: 붉은사슴, ○: 시카사슴, ▲: 염소, △: 대만사슴, ★: 다마사슴

이러한 사슴류의 제주 자연에 적응 서식하는 것은 많은 문제점이 발생할 가능성이 많다. 우선 노루와의 먹이와 서식지 경쟁, 외래동물인 사슴이 노루에 비해 체형이 크고 노루에 비해 큰 집단을 구성하여 생활하는 특징 때문에 서식지의 황폐화 가능성, 생물 종 다양성 감소 등이 발생할 우려가 있기 때문에 농가의 철저한 관리와 무분별하게 방사하는 일이 없어야 할 것으로 판단된다. 또한 제주에 서식하는 사슴류의 정확한 동정을 위하여 배설물을 수거하여 유전학적 분석을 실시한 결과 꽃사슴은 일본꽃사슴과 대만꽃사슴으로 판정되었다. 제주도에 서식하는 사슴은 우리나라의 고유종이 아닌 외래동

물이기 때문에 야생에서 서식을 하지 못하도록 이들에 대한 제거작업이 시급하다고 판단된다.

3) 소와 흑염소

소는 과거 한라산에 방목하기도 했었으나 방목금지령이 내려지면서 중산간일대 오름 등 목장지대에 한정하여 방목하고 있는 실정이다. 그러나 이번 조사에서 1100고지 서측에서 다수의 소들이 서식하고 있음을 확인할 수 있었다. 정확한 마리 수는 파악하지 못하였으나 발자국, 배설물 등으로 확인한 결과 10~20여 마리 정도가 서식하는 것으로 추정할 수 있었다.

흑염소는 사람의 보신용으로 제주도 도처에서 사육하던 동물이다. 흑염소의 사육농가는 해마다 감소추세에 있으나 아직도 상당수가 사육되고 있다. 이렇게 사육되던 동물이 관리소홀로 야생에서 관찰되기도 한다(그림 7).

이번조사에서도 한라산 동능 정상일대에서 4마리의 흑염소가 서식하고 있음을 확인할 수 있었다. 이보다 앞서 10여 년 전에 흑염소 한 쌍이 백록담 남벽부근까지 올라와 주변 바위그늘 집자리를 이용하기도 하였으며, 붉은오름 인근 화북천 상류지점에서 3~4마리가 활동하다 겨울철에 저지대로 이동하는 모습을 관찰하기도 하였다(오 등, 2003). 또한 제1산록도로에서 도로를 횡단하는 20여 마리의 흑염소가 관찰되기도 했다. 지금까지 흑염소는 자연에 방사되어 서식한 기록을 보면 다양한 곳에서 방사하여 사육했던 것으로 파악된다. 대표적으로 서귀포시 범섬, 추자도의 직구도와 수덕이섬(국토해양부, 2009)에서도 흑염소가 사육하고 있음을 확인할 수 있었고(그림 3), 또한 목리, 청도에서도 1998년도에 32마리를 방목하여 개체수가 증가하기도 하였다. 또한 서귀포시 범섬에서는 1992년에 토지소유자가 방사한 염소가 20여 마리로 증가 했다는 보도(제주일보, 2002)가 있었다. 또한 10 여 년 전에 흑염소 20여 마리 방사되어 생태계에 위협을 주고 있다(제주일보, 2004 비양도 흑염소떼 몰살). 따라서 이러한 동물이 자연에 적응하여 서식하면서 개체수가 증가한다면 또 다른 문제가 발생할 가능성이 있기 때문에 사육농가의 관리에 철저를 기해야 할 것으로 판단된다.

4) 다람쥐과(다람쥐, 청설모)

다람쥐는 제주도에 들어온 정확한 경로는 알 수 없으나 다람쥐는 1960 년대에 방사했다는 기록이 있는 것을 보아 인위적으로 방사된 개체가 제주의 자연환경에 적응하여 생존한 것으로 판단되며, 청설모는 2000년에 들어서면서 애완용으로 기르던 개체가 방출되어 생존한 것으로 판단하고 있다. 지금

까지 해발 1,300m이하지역에서 2~3마리씩 관찰된다는 보고(오, 2002)가 있었으나 본 조사에서는 해발 1,820m 지역인 백록담 서북벽 일대에서 1마리가 관찰되었으며, 그 외 지역 해발 600m에서부터 해발 1,400m까지 한라산 전역에 서식하나 관찰되는 개체수는 적었으나 분포역을 넓은 것으로 판단되며 해발 1,800m의 백록담 북서벽 일대에서 다람쥐 1마리가 관찰됨으로서 다람쥐는 분산되는 것으로 판단된다(그림 8).

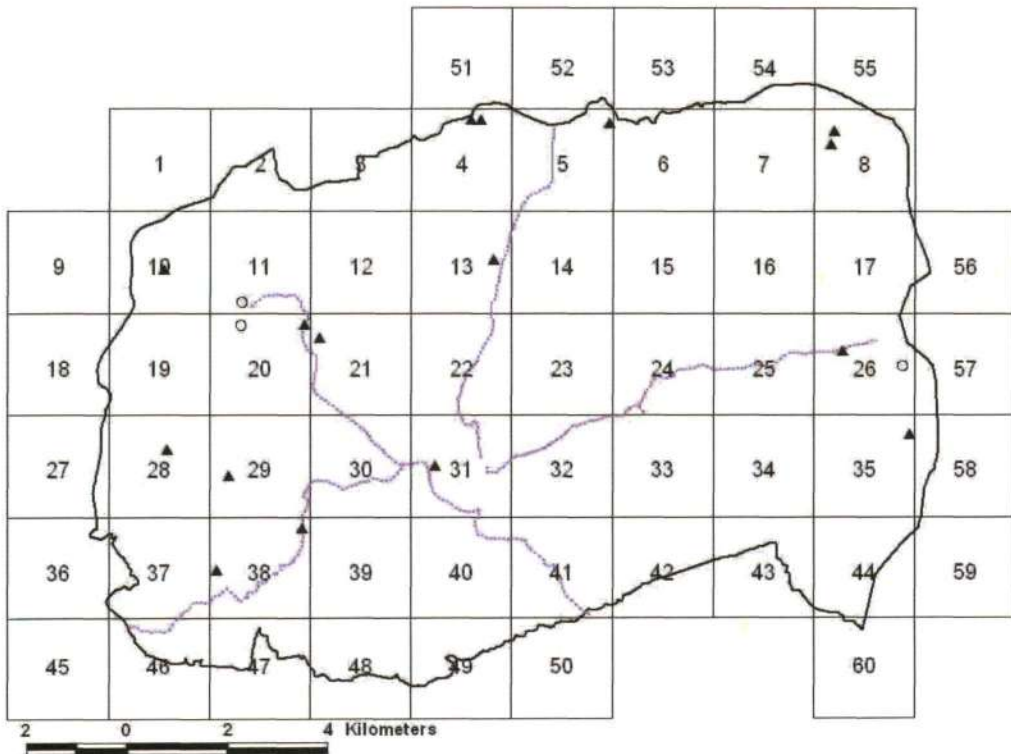


그림 8. 다람쥐와 청설모 관찰지점(▲: 다람쥐, ○: 청설모)

청설모(*Sciurus vulgaris vulgaris*) 언제 어떻게 방사되었는지 경로는 알 수 없으나 2003년도 한라산국립공원 내 포유류 분포특성 조사시 산남지역의 일부지역에서만 관찰되었으나 2004년도와 2005년도이후 1100고지와 어리목 인근(격자 11, 20))에서 지속적으로 관찰되었고, 성판악일대에서도(격자 26) 관찰(그림 8)되는 등 도처로 확산되는 것으로 판단된다.

5) 들개, 들고양이

사람에 의해 길들여진 고양이가 어느 순간부터 버림받기 시작하면서 들

이나 산에 살아가기 시작하면서 최근에는 제주도 전역에서 관찰할 수 있을 정도로 많아졌다. 한라산국립공원에서는 대피소, 휴게소와 관리사무소 등 사람출입이 많은 지역에서 어렵지 않게 관찰되었다(그림 9). 이러한 들고양이는 자연환경에 적응하면서 꿩, 멧비둘기, 직박구리, 박새, 굴뚝새 등 조류나 새알과 제주등줄쥐, 생쥐 등 포유류와 참개구리, 대륙유혈목이, 누룩뱀 등 양서류와 충류를 잡아먹고 있어 국립공원 내 생태계에 균형유지에 악영향을 주고 있는 실정이다.

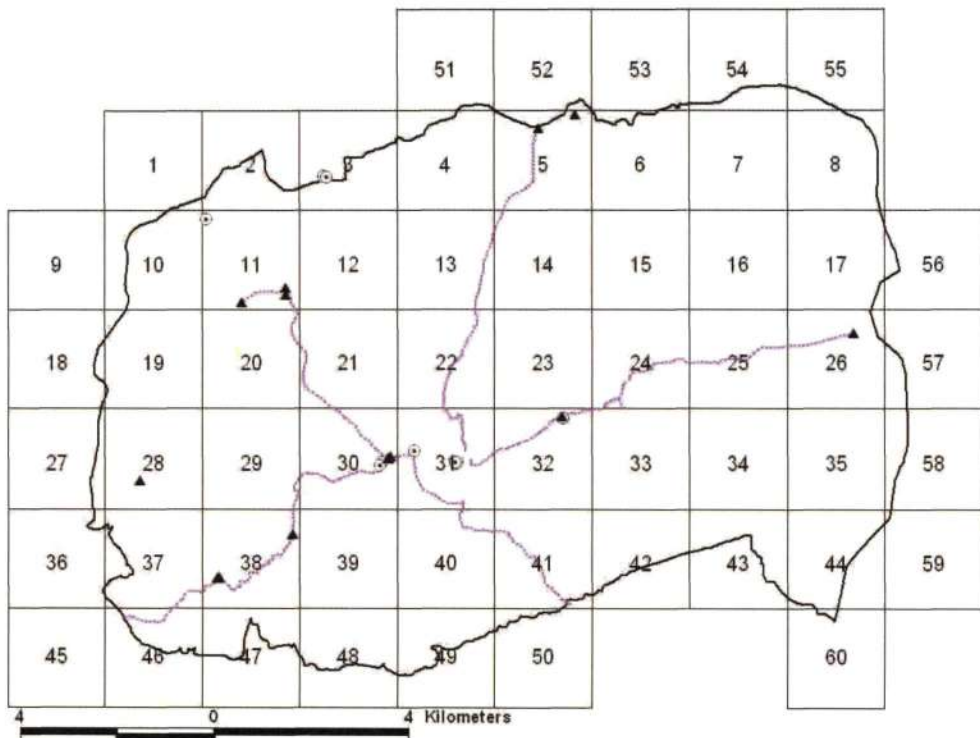


그림 9. 들개와 들고양이 관찰지점(○: 들개, ▲: 들고양이)

들개는 노루에 가장 위협적인 존재로 천적역할을 한다고 판단되나 최근 7월에 백록담안에서 2개체가 관찰되었으며, 물장울, 논고악, 백록담과 주변 선작지왓 인근 4~5개체가 집단을 이루어 배회하는 것을 관찰되었다. 들개는 이동성이 좋아 접근하기 곤란하며, 노루의 새끼가 태어나는 시기인 6월에 가장 활발하게 활동하기 때문에 어린노루의 피해가 많다. 어린 노루의 털과 뼈가 대부분을 차지하고 들개의 배설물을 보면 피해가 어느 정도인지 알 수 있다. 앞으로 들개의 생태, 노루의 천적으로서의 역할과 노루의 피해 정도에 대한 연구가 시급하다.

6)말

말은 최근 10년 동안 제주도 곳곳에서 방목하여 사육되고 있었으나 일부 개체가 사육장에서 탈출하여 국립공원 일원에 서식하고 있다. 본 조사에서는 태억장오리, 건월악에서 관음사 등산로 사이에 여러 개체가 자연에 적응하여 서식하는 것을 확인할 수 있었다(그림 10). 말이 자연에 적응하여 서식하면서 각종 식물에 피해를 줄 가능성이 매우 높다. 현장 조사시 말에 의해 수피의 피해가 발생한 수종들이 많이 관찰되어 향후 자연생태계 보호를 위하여 적절한 관리방안 마련이 시급한 실정이다.

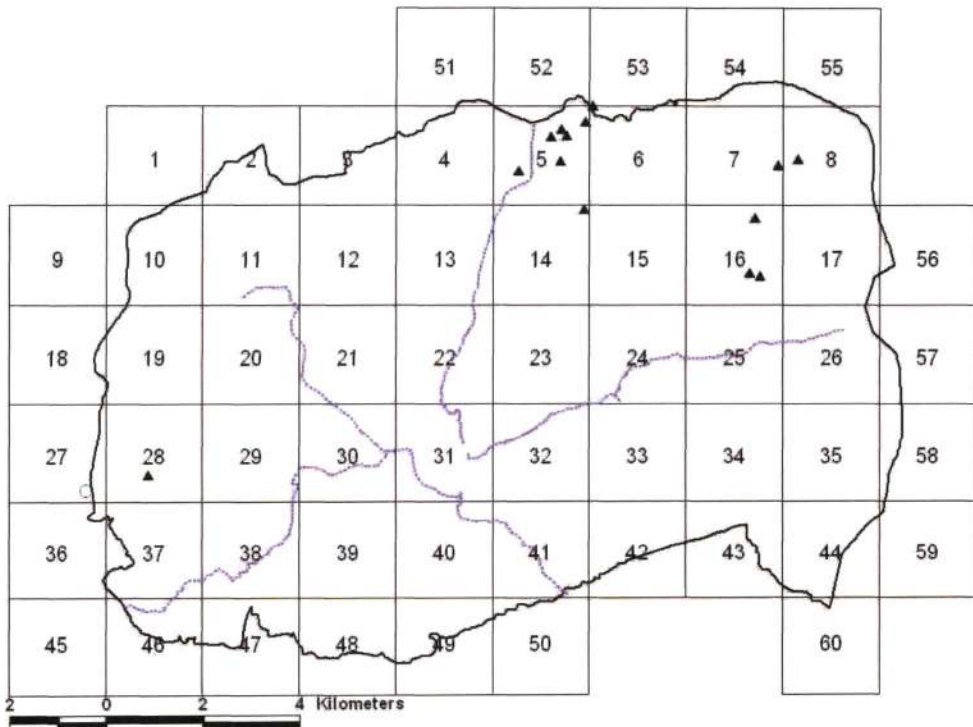


그림 10. 말과 소의 관찰지점(▲: 말, ○: 소)

4. 결론 및 제언

본 연구는 한라산국립공원 내에 서식하고 있는 포유동물 서식현황을 알아보기 위하여 실시하였다. 조사한 결과 외래동물을 포함하여 6목 13과 27종이 서식 확인되었다. 이중에 야생동물은 노루, 오소리, 제주족제비 등 15종, 외래

동물은 다람쥐, 청설모, 멧돼지, 붉은사슴 등 12종이 서식하는 것으로 조사되었다.

조사지역에서 모두 관찰된 종은 노루, 제주족제비, 제주등줄쥐 등이었으며, 노루는 한라산국립공원 내에서 해발 1,500m 이상 지역에 선악지왓일대에서 33마리, 정상일대에서 18마리가 관찰되어 가장 밀도가 높은 것으로 조사되었다. 제주등줄쥐는 생포트랩을 이용하여 포획한 결과 70%이상이 포획되어 설치류에서는 가장 밀도가 높은 것으로 판단된다. 외래동물은 다람쥐가 기록된 기존의 보고(박, 1985; 오, 2002)외에는 관찰기록이 없었으나 본 연구에서 다람쥐외에도 멧돼지, 붉은사슴, 일본꽃사슴, 대만꽃사슴, 청설모, 흑염소, 개, 고양이, 너구리, 소, 말 등 12종이 자연에 적응하여 서식하는 것을 확인할 수 있었다.

제주도에 사육하거나 자연에 적응하여 서식하는 외래동물중 포유동물만을 대상으로 실시하였으나 35종이 사육되거나 자연에 적응하여 서식하는 것으로 조사되었다.

자연에 적응하여 서식하는 동물은 크게 3가지 유형으로 나눌 수 있었다. 첫 번째 인위적으로 제주의 자연에 방사하거나 사육을 포기하는 것이다. 대표적으로 사슴을 예로 들 수 있으나 그 외에도 애완용으로 키우던 동물을 방사하는 경우도 있고, 일부 종교단체에서 방사하는 경우 등으로 사슴, 고슴도치, 청설모, 다람쥐, 토끼, 뉴트리아, 고라니 등이다. 두 번째로는 농가나 기관에서 사육과정에서 관리소홀로 방출되어 서식하는 경우로 붉은사슴, 다마사슴, 멧돼지, 흑염소, 소, 말, 토끼 등이 방사되었다. 세 번째는 선박을 이용하여 외부에서 들어와 제주에 서식하는 경우로 시궁쥐와 곰취가 대표적이다. 선박 등을 이용하여 들어오는 경우를 제외하면 외래동물이 서식하게 된 원인은 사람 때문이다. 제주도는 세계자연유산지역과 생물권보전지역으로 지정된 지역이다. 이러한 지역에 외래동물이 들어오면 각종 피해가 발생한다.

외래동물의 분포는 일반적으로 생물다양성에 주요 위협 중에 하나로 생각된다. 또한 사람에 의해 도입된 외래동물은 기후변화로 인해 새로운 영역으로 확산될 가능성도 높은 것으로 판단된다.

멧돼지는 개체수 밀도에 있어서 지역별 증가, 지리학적 확산, 농작물의 피해, 지역 자연자원의 피해, 질병의 확산과 사람의 재산상의 피해(Erb *et al* 2001) 등이 발생 가능성이 높다. 영국에서는 멧돼지가 300년 전에 멸종되었으나 최근 멧돼지 농장에서 고의적으로 방사했거나 탈출한 결과 야생멧돼지의 소수개체가 정착하게 되었다. 이러한 개체가 2007년도에 약 1,000여 마리로 증가(Rosvold and Andersen, 2008)하고 있으나 천적이 없는 상태이다. 몇몇

사람들이 농촌에서 직접 멧돼지를 관찰하는 것을 즐기는 사람도 있으나 가축 질병전파, 생물다양성 위기, 농작물 피해, 인간의 건강과 안전문제 등이 발생하고 있는 실정으로 외래동물이 서식에 따른 부작용이 발생한다. 외래동물과 기존 동물과의 서식지 및 먹이 경쟁, 생물 종다양성 감소, 질병의 전파, 농작물 피해 등 많은 문제점이 발생된다. 따라서 외래동물 사육농가와 기관에서는 사육동물이 방출되지 않도록 관리를 철저히 해야 할 것으로 판단되며, 방출시 즉각적인 보고체계가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 농가에서 사육하는 동물 관리와 자연에 방사된 동물에 대한 관리부서가 서로 달라 관리의 어려움이 있기 때문에 관련 부서와의 협조체계가 마련하여 외래동물에 대한 정확한 자료 확보와 더불어 향후 외래동물에 대한 체계적인 관리방안을 마련하여야 할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- 국토해양부. 2009. 2009 제주특별자치도 무인도서 실태조사 및 관리유형 지정 방안 연구. 527p.
- 농수축산신문. 2008. 2008~2009한국축산연감. P308 ~ 318.
- 박행신. 1985. 한라산친연호구역학술조사보고서. 일신. p:82-87.
- 박행신. 1994. 제주의 자연생태계. 한국이동통신제주지사. p. 45-87
- 석주명. 1968. 제주도 수필. p. 32-44
- 손성원. 1981. 제주도의 익수류상. 경남대학 논문집. 제8호 PP. 161-168.
- 손성원. 1980. 한국산 박쥐류의 채집목록. 경남대학 논문집. 제 7호 PP. 175-181.
- 양영민, 홍성욱. 1988. 1988. 제주도 용암동굴에 서식하는 익수목의 분포 및 생태에 관한 연구. 제34회 과학전람회. 생물(기초과학). P 1-58.
- 심재한, 박병상. 1998. 제주도의 척추동물상과 종분화 및 지사학적 역사. 환경생태학회지 12(1) : 42-57.
- 오장근. 2005. 한라산 야생동물의 현황과 보호관리방안 학술심포지엄. 한라산 연구소. pp. 9-43.
- 오장근. 2006. 한라산 총서 X. 한라산의 동물. P207 ~ 267
- 오장근. 2010. 제주노루의 가치와 효율적인 관리방안 학술심포지엄. 환경자원 연구원.

- 오장근, 신용만. 2003. 한라산국립공원내 포유류 분포특성. 한라산연구소조사연구보고서 2: 49-62.
- 오장근, 고석형, 조병창, 이영돈, 현승철, 김철수. 2011. 제주의 외래동물의 분포와 서식현황. 한라산연구소조사연구보고서 11: 99-120.
- 吳 弘 植. 1998. 韓國および日本産アカネズミ屬 *Apodemus*의分類および繁殖に関する研究. 九州大學大學院. 博士學位論文(Japanese).
- 오홍식, 김병수. 2001. 2000 제주도 물장오리 전국내륙습지자연환경조사(물장오리).
- 오홍식, 김수철. 2004. (2차)전국자연환경조사. 제주2 지역의 포유류. 환경부.
- 오홍식. 2004. 산지천 생태조사 보고서. 산지천의 물과 생태. 제주시의제21협의회, 제주시. P.127-157.
- 윤명희, 손성원. 1989. 한국산 박쥐류의 계통분류학적 연구 I. *Rhinolophidae*의 1종과 *Vespertilionidae*의 6종에 대한 분류학적인 재검토 및 한국산 익수류상의 천이. 한국동물학회지 32:374-392.
- 원병오, 우한정(1958). 제주도의 포유류. 용용동물학잡지. 1(1): 5-13.
- 제주일보. 2002. 문섬·범섬 생태계 보호위해 토끼·노루포획착수.
- 채종보, 박영효. 1988. 제주도산 박쥐류의 채집목록 및 분포조사. 제34회 과학전람회. 생물(기초과학). P 1-36.
- 환경부. 2006. 국내 도입 외래동물 현황 파악 및 생태계위해성 등급분류 연구. p245
- 한성용, 남우택. 2004. (2차)전국자연환경조사. 제주1 지역의 포유류. 환경부.
- Andelt, W. F., and P. S. Gipson. 1979. Home range, activity, and daily movements of coyotes. J. Wildl. Manage. 43:944~951
- Anderson, R. M. and W. Trehwella. 1985. Population dynamics of the badger (*Meles meles*) and the epidemiology of bovine tuberculosis (*Mycobacterium bovis*). Philos. Trans. R. Soc. Lond. Biol. Sci. 310:327~381
- Bodin, C., S. Benhamou, and M. L. Poulle. 2006. What do European badgers (*Meles meles*) know about the spatial organisation of neighbouring groups?. Behavioural Processes 72:84~90
- Erb, J. E., M. S. Boyce and N. C. Stenseth. 2001. Population dynamics of large and small mammals. Oikos, 92: 3-12.
- Cypher, B. L. 1991. A technique to improve spotlight observation of deer. Wild Society Bulletin 19:391-393.

- Butler, J. and T. J. Roper. 1996. Ectoparasites and sett use in European badgers. *Animal Behaviour* 52:621~629
- Feore, S. and W. I. Montgomery. 1999. Habitat effects on the spatial ecology of the European badger (*Meles meles*). *J. Zool. (Lond.)*, 247:537~549
- Gunson, J. R. 1979. Use of night-lighted census in management of deer in Alberta and Saskatchewan. *Wildlife Society Bulletin* 7(4):259-267
- Heptner, V. G., N. P. Naumov, P. B. Yurgenson, A. A. Sludskii, A. F. Chirkova, and A. G. Bannikov. 2001. *Mammals of the Soviet Union. Volume II, Part 1b: Carnivora (Weasels; Additional Species)*. Enfield, NH: Science Publishers.
- Jones J. K. JR., and Johnson. 1965. Synopsis of the Lagomorphs and Rodents. *univ. of Kansas Publications Museum of Natural History*. 16(2) : 357-407.
- Koh, H. S. 1987. Systematic studies of Korean Rodents: III. Morphometric and Chromosomal analyses of Striped field mice, *Apodemus agrarius chejuensis* Jones and Johnson, from Jeju-do. *The Korean J. of Systematic Zoology*. 3(1): 24-40.
- Koh, H. S. 1988. Systematic studies of Korean Rodents: IV. Morphometric and Chromosomal analyses of two species of the Genus *Apodemus*(Muridae). *The Korean J. of Systematic Zoology*. 4(2): 103-120.
- Koh, H. S. 1989. Systematic studies of Korean Rodents: V. Morphometric and Chromosomal analyses of Island populations of Striped field mice(*Apodemus agrarius coreae*) in southwestern coasts of the Korean peninsula. *The Korean J. of Systematic Zoology*. 5(1): 1-12.
- Koh, H. S. 1991. Morphometric analyses with eight subspecies of Striped field mice, *Apodemus agrarius* Pallas, in Asia: The Taxonomic status of subspecies *chejuensis* at Cheju and in Korean. *The Korean J. of Systematic Zoology*. 7(2): 179-188.
- Koh, S. H. 1992. Systematic studies of Korean Rodents: VI. Analyses of morphometric characters, Chromosomal karyotypes and Mitochondrial DNA in two species of genus *Rattus*. *The Korean J. of Systematic Zoology*. 8(2): 231-242.

- Koh, H. S., Y. C. Ahn, J. W. Yu and W. J. Lee. 1999. Variation pattern of mtDNA among six subspecies of *Apodemus agrarius* (Mammalia, Rodentia) in Korea, China and Russia. *The Korean J. of Systematic Zoology*. 15(2): 153-164.
- Kowalczyk, R., B. Jedrzejewska A. and Zalewski. 2003a. Annual and circadian activity patterns of badgers *Meles meles* in Bialowieza Primeval Forest (E Poland) compared to other Palaearctic populations. *Journal of Biogeography* 30:463~472
- Kowalczyk, R., A. Zalewski, B. Jedrzejewska and W. Jedrzejewski. 2003b. Spatial organization and demography of badgers *Meles meles* in Bialowieza Forest (Poland) and the influence of earthworms on badger densities in Europe. *Canadian Journal of Zoology* 81:74~87
- Kowalczyk, R., A. Zalewski and B. Jedrzejewska. 2004. Seasonal and spatial of shelter use by badgers *Meles meles* in Bialowieza Primeval Forest (Poland). *Acta Theriologica* 49(1):75~92
- Kruuk, H., and T. Parish. 1982. Factors affecting population density, group size and territory size of the European badger, *Meles meles*. *J. Zool.* (1965~1984), 196:31~39
- Mickevicus, E. 2002. Distribution of Badger (*Meles meles*), Fox (*Vulpes vulpes*) and Raccoon Dog (*Nyctereutes Procyonoides*) Burrows in different habitats and soil types of Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 12(2):159~166
- Nagamichi Kuroda. 1934. Korean Mammals preserved in the Collection of Marquis Yamashina. *J. of Mammalogy* Vol. 15. pp. 229-239.
- Nancy, J. N. and A. K. Trevor. 1999. Biology and Conservation Challenges of Badgers in the East Kootenay Region of British Columbia. *Proc. Biology and Management of Species and Habitats at Risk, Kamloops, B.C.*, p.15~19
- Nowak, R. M. 1999. *Walker's Mammals of the World* (Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore)
- Ostler, J. R. & T. Roper. 1998. Changes in size, status and distribution of badger *Meles meles* L. shelters during a 20-year period. *International Journal of Mammalian Biology*, 63:200~209
- Paul, D., S. C. Anderson and D. W. Macdonald. 1997. A Mechanism for

- Passive Range Exclusion. Evidence from the European Badger (*Meles meles*). *J. theor. Biol.* 184:168~178
- Pei, K. 2001. Daily Activity Budgets of the Taiwan Ferret Badger (*Melogale moschata subaurantiaca*) in Captivity. *特有生物研究* 3:1~11
- Pertoldi, C., V. Loeschke, A. Madsen, B. Randi & N. Mucci. 2001. Effects of habitat fragmentation on the Eurasian badger *Meles meles* subpopulations in Denmark. *Hystrix* 8:9~15
- Revilla, E. and F. Palomares. 2002. Spatial organization, group living and ecological correlates in low~density populations of Eurasian badgers, *Meles meles*. *Journal of Animal Ecology* 71:497~512
- Rosvold, J. and R. Andersen. 2008. Wild boar in Norway - is climate a limiting factor? - *NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser.* 2008, 1: 1-23.
- Thomas, L., S. T. Buckland, K. P. Burnham, D. R. Anderson, J. L. Laake, D. L. Borchers and S. Strindberg. 2002. Pp. 544-552. In: A. H. El-Shaarawi and W. W. Piegorsch (eds.). *Encyclopedia of Environmetrics*. John Wiley and Sons, Ltd, Chichester.
- Tottewitz, F., Stubbe, E., Ahrens, M., Dobias, K., Goretzki, J., Paustian, K. H. 1998. Die Losungszählung als Methode der Bestandesschätzung von wiederkäuenden Schalenwildarten. *Z. Jagdwiss.* 42, 111-122.
- Truvé J., J. Lemel and B. Söderberg. 2004. Dispersal in Relation to Population density in wild boar(*Sus scrofa*). *Galemys* 16: 75-82.
- Truvé, J. 2007. Surveys of Mammal populations in the Areas Adjacent to Forsmark and Oskarshamn. SKB Report P-07-122. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden.
- Whipple, J. D., D. Rollins and W. H. Schacht. 1994. A field simulation for assessing accuracy of spotlight deer surveys. *Wildlife Society Bulletin* 22:667-673.

조 류

조사위원 : 김완병, 김병수, 김태욱

1._ 서 론

2._ 조사범위 및 방법

- 가. 조사범위
- 나. 조사시기 및 방법

3._ 결과 및 고찰

- 가. 담방로 출현
- 나. 계절별 출현
- 다. 고도별 출현
- 라. 법적조류 출현
- 마. 선행연구와의 비교분석
- 바. 서식지 보호와 관리방안

4._ 요 약

5._ 인용문헌

여 백

1. 서론

한라산의 조류가 학술적으로 알려진 것은 Ogilvie-Grant(1909)가 "Bulletin of the British Ornithologist's Club"에서 당시 Bedford 공작이 1905년 미국인 앤더슨이 한라산에서 채집한 동고비 *Sitta europaea*에 대해 동정자의 이름을 따서 *Sitta berfordi* 라는 신종으로 발표한 것에서 비롯되었다.

그 후 한라산을 포함한 제주도의 조류는 일본인 학자들에 의한 연구(黒田長禮 & 森爲三, 1918; 森爲三, 1920, 1927; 初山徳太郎, 1926, 1927)와 몇몇 서양 학자들에 의해 연구되다가(Austin, 1948), 한국인으로서는 처음으로 원홍구 박사(1931)가 일본동물학잡지에 "濟州島に於けるヤイロチョウの習性に就いて"란 논문을 발표하게 되는데, 이는 한라산에서 번식하는 조류에 대한 습성을 보고한 최초의 번식생태 연구보고서이다.

광복 이후에 한라산국립공원의 조류 연구로는 한라산 및 홍도의 조류(원병오, 1968), A Survey of birds in Jeju(Quelpart) Island(Park and Won, 1980), 한라산 산림조류의 군집구조(박행신, 1984), 한라산학술종합조사 보고서(박행신과 원병오, 1985), 한라산국립공원 자연자원조사(오홍식 등, 2002), 한라산국립공원 생태계연구(백운기 등, 2003), 한라산 주요 오름의 조류상(김완병과 오장근, 2005) 등이 있으며, 환경부에서는 2008년부터 한라산을 장기생태조사지로 선정하여 꾸준한 모니터링을 실시하고 있다. 이 밖에 한라산국립공원 내에서 번식조류 생태와 보호 조류의 모니터링 연구 등 다수의 연구논문들이 보고되었다(박행신, 1976; 박행신과 김원택, 1981, 윤원석과 박행신, 1986; 소대진과 박행신, 1987; 오홍식과 김병수, 2001; 오장근, 2002; 김완병, 2006; 김은미 등, 2007; Oh *et al.*, 2010).

한편, 한라산 백록담 분화구내에서 실시된 조류상 조사로는 한라산 백록담 분화구내의 생태계에 관한 연구(박행신 등, 1977)와 한라산 국립공원내 습지의 동물상 조사(김완병 등, 2001; 오장근, 2009) 등이 있으며, 백록담 분화구내의 동물상은 한라산국립공원 동물상 조사와 함께 이루어져왔다.

본 조사는 한라산국립공원의 조류 분포 특성을 파악함으로써, 향후 기후변화, 식생변화, 인간간섭 등 자연적 및 인위적인 영향으로부터 한라산의 조류 서식환경을 보호하기 위한 관리방안을 마련하는데 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사범위

조사지 범위는 한라산국립공원내의 5개 등산 탐방로(어리목, 영실, 관음사, 성판악, 돈내코 등)를 중심으로 설정하였다. 그리고 고도별 분포를 파악하기 위하여 한라산국립공원 내에 위치한 어승생악, 물장오리, 1100고지습지, 광령천 등의 지역도 조사하였다(그림 1).



그림 1. 한라산국립공원 내 5개 등산 탐방로의 위치도

(A: 관음사 탐방로, B: 어리목 탐방로, C: 영실 탐방로, D: 돈내코 탐방로, E: 성판악 탐방로)

나. 조사 시기 및 방법

조사기간은 2012년 3월부터 12월까지이며, 매일 조사지소별로 수행하였다. 출현 조류의 조사는 정점조사법(Point Counts Method)과 조사경로를 시속 1~2km 정도의 속도로 걸으면서 좌·우 25m 이내에 출현하는 종에 대해서 선 센서스 법(Line Road Census Method)을 병행하였다(Bibby *et al.*, 1992). 확인 방법으로는 육안과 쌍안경(8x30, Nikon)을 관찰, 울음소리, 나는 모양, 배설물, 둥지 흔적, 사체 등으로 각 종과 개체수를 파악하였으며 각 조사구역별

야생조류의 서식 환경에 대해서도 확인하였다.

조사결과는 조사구간별, 계절별, 고도별, 법적보호조류 분포, 선행연구비교 등으로 각각 분석하였다. 유사도 지수(CCs)는 두 군집 간에 종구성의 유사도를 나타내는 것으로, Sørensen(1948)의 공식을 이용하였다.

$$CCs = 2C / (S1 + S2)$$

C; 두 군집의 공통종수, S1 및 S2; 군집 1 및 2의 종수)

3. 결과 및 고찰

가. 탐방로 출현

주요 탐방로를 따라 조사한 결과, 관음사 탐방로 51종, 어리목 탐방로 52종, 영실 탐방로 38종, 돈내코 탐방로 46종, 성판악 탐방로 33종 등 모두 74종이 관찰되었다(표 1). 5개 조사지역에서 공통적으로 관찰된 종은 꿩, 멧비둘기, 빠꾸기, 두견, 칼새, 파랑새, 큰오색딱다구리, 긴꼬리딱새, 어치, 큰부리까마귀, 박새, 진박새, 곤줄박이, 제비, 오목눈이, 직박구리, 섬휘파람새, 동박새, 굴뚝새, 호랑지빠귀, 흰배지빠귀, 제비딱새, 쇠솔딱새, 흰눈썹황금새, 큰유리새, 방울새, 멧새, 노랑턱멧새 등 27종이었다.

표 1. 2012년 한라산 국립공원에서 등산탐방로별로 관찰된 조류 목록

No.	국명	학명	관음사	어리목	영실	돈내코	성판악	기타
1	꿩	<i>Phasianus colchicus</i>	○	○	○	○	○	○
2	원앙	<i>Aix galericulata</i>						광령천
3	흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>						1100고지
4	붉은해오라기	<i>Gorsachius goisagi</i>						물장울
5	왜가리	<i>Ardea cinerea</i>		○				
6	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>				○		
7	새호리기	<i>Falco subbuteo</i>				○	○	
8	매	<i>Falco peregrinus</i>		○	○	○		
9	벌매	<i>Pernis ptilorhynchus</i>		○	○		○	
10	독수리	<i>Aegypius monachus</i>		○	○			

표 1. 계속

No.	국 명	학 명	관음사	어리목	영 실	돈내코	성판악	기 타
11	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>						물 장을 1100고지
12	새매	<i>Accipiter nisus</i>	○			○		
13	참매	<i>Accipiter gentilis</i>		○			○	
14	왕새매	<i>Butastur indicus</i>			○			
15	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>		○		○		
16	큰말뚝가리	<i>Buteo hemilasius</i>				○		
17	검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>		○	○			
18	멧도요	<i>Scolopax rusticola</i>	○	○				
19	멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	○	○	○	○	○	
20	검은등빼꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>		○				
21	빼꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	○	○	○	○	○	
22	병어리빼꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	○	○				
23	두견	<i>Cuculus poliocephalus</i>	○	○	○	○	○	
24	큰소쩍새	<i>Otus bakkamoena</i>	○	○				
25	소쩍새	<i>Otus scops</i>	○	○				
26	솔부엉이	<i>Ninox scutulata</i>	○	○				
27	쪽독새	<i>Caprimulgus indicus</i>	○	○				
28	칼새	<i>Apus pacificus</i>	○	○	○	○	○	
29	파랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	○	○	○		○	
30	호반새	<i>Halcyon coromanda</i>		○		○		
31	후투티	<i>Upupa epops</i>				○		
32	큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	○	○	○	○	○	
33	팔색조	<i>Pitta brachyura</i>	○	○			○	
34	때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	○	○		○	○	
35	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>						
36	긴꼬리딱새	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	○	○		○	○	
37	까치	<i>Pica pica</i>	○	○		○		
38	어치	<i>Garrulus glandarius</i>	○	○	○	○	○	
39	갈까마귀	<i>Corvus dauuricus</i>		○				
40	떼까마귀	<i>Corvus frugilegus</i>		○				
41	큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	○	○	○	○	○	
42	박새	<i>Parus major</i>	○	○	○	○	○	
43	진박새	<i>Parus ater</i>	○	○	○	○	○	

표 1. 계속

No.	국명	학명	관음사	어리목	영실	돈내코	성판악	기타
44	곤줄박이	<i>Parus varius</i>	○	○	○	○	○	
45	제비	<i>Hirundo rustica</i>	○	○	○	○	○	
46	오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	○	○	○	○	○	
47	직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	○	○	○	○	○	
48	섬취파람새	<i>Cettia diphone cantans</i>	○	○	○	○	○	
49	산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	○	○	○			
50	동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	○	○	○	○	○	
51	굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	○	○	○	○	○	
52	호랑지빠귀	<i>Zoothera dauna</i>	○	○	○	○	○	
53	흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	○	○		○	○	
54	붉은배지빠귀	<i>Turdus chrysolaus</i>	○					
55	유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	○		○	○		
56	딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>		○	○	○		
57	검은딱새	<i>Saxicola torquata</i>	○					
58	바다직박구리	<i>Monticola solitarius</i>	○	○	○			
59	제비딱새	<i>Muscicapa griseissticta</i>	○	○	○	○		
60	쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	○	○	○	○		
61	흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	○	○	○	○	○	
62	황금새	<i>Ficedula narcissina</i>		○				
63	큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>		○				
64	참새	<i>Passer montanus</i>	○	○	○	○	○	
65	노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>		○				
66	형등새	<i>Anthus hodgsoni</i>	○	○			○	
67	되새	<i>Fringilla montifringilla</i>		○	○	○		
68	방울새	<i>Carduelis sinica</i>	○	○	○	○	○	
69	검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>			○	○		
70	멋쟁이새	<i>Prhrula pyrrhula</i>						물장울
71	콩새	<i>Coccthraustes coccthraustes</i>	○					
72	밀화부리	<i>Eophona migratoria</i>	○					
73	큰부리밀화부리	<i>Eophona personata</i>	○					
74	멧새	<i>Emberiza cioides</i>	○	○	○	○	○	
75	노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	○	○	○	○	○	
	계		52	52	38	46	33	

각 탐방로별 출현 조류는 선행연구 결과(오장근, 2002; 오홍식 등, 2002)와 비교해보면, 약간의 차이가 있지만, 어리목 탐방로에서의 출현 종수가 가장 비슷하였다(표 2).

표 2. 한라산 국립공원에서의 탐방로별 출현 종수의 비교

구 분	관음사	어리목	영실	돈내코	성판악	계
2002(오장근)	36	54	31	24	40	83
2002(오홍식 등)	66	56	52	53	55	69
2012(본조사)	52	52	38	46	33	75

어리목 탐방로에서만 확인된 종은 왜가리, 갈까마귀, 황금새 등 3종, 영실 탐방로에서만 확인된 종은 왕새매 1종, 관음사에서만 확인된 종은 새매, 큰소쩍새, 소쩍새, 솔부엉이, 붉은배지빠귀, 검은딱새, 콩새, 밀화부리, 큰부리밀화부리 등 10종, 돈내코에서만 확인된 종은 황조롱이, 큰말뚝가리, 붉은배새매, 후투티 등 4종이었으며, 성판악에서 확인된 종은 다른 탐방로에서도 중복 현하였다. 탐방로별로 관찰된 종수의 차이는 등산로 진입로 및 탐방로의 숲 발달성, 주변의 산림 환경, 습지와 계곡의 분포, 날씨, 조사시간, 조사횟수 등과 관련이 있을 것으로 판단된다.

이번 조사에서 관찰한 습지의존성인 흰뺨검둥오리, 왜가리 등 2종이 확인되었는데, 1100고지 습지와 어승생악 분화구에서 각각 관찰되었다. 지금까지 한라산국립공원지구에서 관찰된 백로류는 해오라기, 검은댕기해오라기, 붉은해오라기, 왜가리 등 4종이었으며, 해오라기와 검은댕기해오라기는 Y계곡에서 2001년에 각각 1개체씩 관찰된 바 있다(오장근, 2002). 이번 확인된 붉은해오라기는 물장오리에서 1개체가 관찰되었으며, 간혹 꽃자왈 지대에서 확인된다(Kim *et al.*, 2012). 붉은해오라기는 우리나라에서는 처음으로 제주도에서 번식한 종으로(Oh *et al.*, 2010), 향후 한라산국립공원 내의 습지 분화구와 계곡 주변에서 번식가능성이 높은 것으로 판단된다.

조사지역간의 유사도 지수를 보면, 영실-성판악 간에 0.80로 가장 높고, 어리목-성판악 그리고 성판악-돈내코 각각 0.80, 영실-돈내코 그리고 돈내코-어리목 각각 0.77, 영실-어리목 0.76, 관음사-어리목 0.75, 돈내코-관음사 0.73, 관음사-성판악 0.71, 영실-관음사 0.65순으로 나타났다(표 3). 두 지역 간의 유

사도 지수가 높은 것은 각 지역에서 출현 종수에 비해 상대적으로 공통 종수의 출현이 높게 나타났으며, 유사도 낮은 것은 각 지역에서 출현하는 종수는 높는데 중복 출현하는 종수가 낮은 것을 의미한다. 따라서 유사도 지수가 가장 높은 영실과 성판악에서 출현 종수가 각각 37종, 33종인데, 이 중 공통종수가 28종으로 텃새가 27종에 이른다.

표 3. 2012년 한라산국립공원에서 출현한 조류의 각 탐방로간 유사도 지수

구 분	관음사	어리목	영 실	돈내코	성판악
관음사	-	0.75	0.65	0.73	0.71
어리목		-	0.76	0.77	0.78
영 실			-	0.77	0.80
돈내코				-	0.78
성판악					-

나. 계절별 출현

한라산에 서식하는 조류의 계절적 출현은 보면, 텃새 26종, 여름철새 18종, 겨울철새 15종, 나그네새 12종, 길잃은새 1종 순이었다(표 4). 독수리, 왜가리, 딱새는 일년 내내 관찰되나, 아직까지 제주도에서 번식이 확인되지 않았다. 딱새는 우리나라의 전역에서 흔하게 번식하는 텃새로, 주택가, 사찰 등에서 번식하는 것으로 알려져 있으나(원병오, 1981; 백충렬 등, 2007), 제주에서는 겨울철에는 저지대에서, 여름에는 아고산대 지역에서 관찰된다.

대표적인 텃새는 꿩, 매, 큰오색딱다구리, 까치, 큰부리까마귀, 박새, 직박구리, 섬휘파람새, 동박새, 방울새 등이다. 제주도에서 까마귀류의 번식생태에 관한 연구가 어려운 편인데, 큰부리까마귀는 지난 2003년 한라산연구소에서 번식장면을 확인한 바 있다(오장근, 2004a). 과거에는 까마귀와 큰부리까마귀가 한라산에서 혼성하는 것으로 보고되었지만, 최근에는 두 종의 서식 범위에 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 까마귀는 저지대의 해안가와 농경지에 국한하여 분포하는 경향이 있으나, 큰부리까마귀는 어리목, 영실, 돈내코, 성판악, 관음사, 윗세오름, 백록담 등 한라산국립공원에서 수백 마리가 서식하고 있으며, 저지대의 도심지나 농경지에서도 관찰된다.

한라산에서 번식하는 산림성 조류인 박새, 곤줄박이, 진박새 등 3종은 제

주도에서 번식하는 흔한 텃새 집단이다. 박새과(Paridae) 새들은 번식기 때에는 암수가 함께 생활하나, 번식기 이후에는 다른 박새류와 혼성을 이루지만 종간 무리를 이루거나 이동할 때에는 종별 행동이 우세하게 나타난다. 개체수로 보면 박새, 곤줄박이, 진박새 순이며, 고도에 따라 박새류의 산란일이 늦어지는 경향이 있다(강택중 등, 2011). 일반적으로 먹이가 풍부한 여름철에는 체이에 따른 생태적 지위가 중복이 되나, 상대적으로 먹이가 부족한 겨울에는 중간 생태적 지위의 분할이 커진다. 예를 들면, 박새과의 경우 계절적 요인에 따라 체이 선호도 위치가 다소 차이가 있으나 박새와 진박새는 외측 신호도가 높으며 곤줄박이는 내외측 모두 높게 나타난다(고석종 등, 1994). 박새과 새들은 산림해충을 주 먹이로 하기 때문에 산림 식생 유지에 큰 기여를 하고 있다. 박새과의 종 풍부도는 그 지역의 산림 환경의 질을 평가하는 지표종으로 산림 환경 및 곤충상의 변화를 감지할 수 있기 때문에 생태학적으로 아주 중요하다. 특히 박새는 2010년 국립생물자원관에서 기후변화 생물 지표종으로 지정될 정도로, 환경적 요인에 따른 개체수 변화를 감지하는 생물종으로 활용되고 있다.

한편, 맹금류 중에 매는 일년 내내 제주도에서 관찰되는 텃새이며, 검독수리는 한라산 백록담을 주변에서 매년 관찰되는 것으로 보아, 어린 새가 출현되기도 해서 번식 가능성이 높다. 독수리는 2002년 11월에 처음 도래하여 번식지로 돌아가지 않은 무리들이며, 당시 18마리가 날아왔으나 현재는 3마리가 확인되고 있다. 이중 한 마리는 2012년 6월 제주시 무수전 부근에서 습득되었는데, 왼쪽 날개에 상처를 입어 제주야생동물구조센터에서 보호되고 있다.

여름철새로는 삵꾸기류, 칼새, 소쩍새, 솔부엉이, 긴꼬리딱새, 팔색조, 큰유리새, 흰눈썹황금새, 횡동새 등이다. 제주도에서 확인된 삵꾸기류로는 매사촌 *Cuculus fugax*, 검은등삵꾸기, 삵꾸기, 병어리삵꾸기, 두견, 밤색날개삵꾸기 *Clamator coromandus*, 작은삵꾸기사촌 *Centropus bengalensis* 등 7종으로, 이중 밤색날개삵꾸기와 작은삵꾸기사촌은 제주도 저지대에서만 확인되었다(박행신과 김완병 등, 1995; 김완병 등, 2011). 이번 조사에서 확인된 종은 검은등삵꾸기, 삵꾸기, 병어리삵꾸기, 두견 등 4종은 모두 여름철새이며, 매사촌은 2007년 6월 한라산 어리목에서 처음 기록된 길잃은새이다(강창완 등, 2009). 삵꾸기류(Cuculiformes)는 탁관성 조류로 우리나라의 육지부에서는 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbiana*, 일본에서는 개개비 *Acrocephalus arundinaceus*, 때까치, 횡동새, 축새 등 지역에 따라 숙주가 집중되는 경향이 있다(김창화, 1996; Nakamura *et al.*, 1998). 제주도에서는 병어리삵꾸기가 긴꼬리딱새, 삵

꾸기는 멧새, 두견이가 섬회파람새 등지에서 각각 번식한 것이 확인되었다(강창완 등, 2009, 김영호, 2011).

주로 봄과 가을철에 제주도를 통과하는 나그네새는 멧금류를 비롯하여 후두티, 피꼬리, 제비딱새, 쇠솔딱새, 검은딱새 등이며, 멧금류는 새호리기, 벌매, 붉은배새매, 왕새매 등 4종이었다. 멧금류는 대부분 단독으로 비행하는 모습이 확인되는 경우가 많으며, 간혹 벌매는 무리를 이루어 이동하는 경향이 있다. 특히 벌매는 최근에 들어 수십 마리씩 제주 상공을 지나가며, 특히 가을철에 출현율이 높다. 붉은배새매는 5~6월에도 관찰 또는 습득되기도 하였으며, 이번 현지조사에서는 물장을 습지에서 2개체, 1100고지 습지에서 1개체 각각 확인되었다. 붉은배새매의 번식기 세력권은 $4.62 \pm 0.90 \text{ha}$, 행동권은 $22.57 \pm 5.12 \text{h}$ 이며, 특히 먹이공급처는 $0.6 \sim 2.0 \text{ha}$ 정도로(Choi *et al.*, 2012) 이번에 붉은배새매 2개체가 확인된 물장오리 분화구는 잠재적인 번식지로서 가능성이 높다고 볼 수 있다. 왕새매는 2012년 6월과 9월에 영실 상공에서 각각 1개체가 확인되었으며, 표본으로는 2006년 12월에 제주에서 습득된 적이 있다(제주특별자치도민속자연사박물관 소장).

겨울철새는 새매, 참매, 말뚝가리, 큰소쩍새, 떼까마귀, 유리딱새, 되새, 검은머리방울새, 덧쟁이새, 콩새, 밀화부리, 큰부리밀화부리 등이다. 멧금류는 주로 단독으로 생활하는 경향이 있지만, 떼까마귀, 되새, 검은머리방울새는 무리를 형성한다. 최근 우리나라에서 번식하는 멧금류의 생태가 밝히지면서(원일재 등, 2005; 김연수, 2006; 조해진 등, 2010; 이진희 등, 2011), 제주도를 이동경로 또는 월동지로 선택하는 멧금류의 개체수가 많아질 것으로 판단된다.

표 4. 2012년 한라산 국립공원에서 계절별로 관찰된 조류 목록

No.	국명	학명	봄	여름	가을	겨울	생활형 ¹⁾
1	평	<i>Phasianus colchicus</i>	○	○	○	○	R
2	원앙	<i>Aix galericulata</i>				○	W
3	흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	○	○	○	○	R, W
4	붉은해오라기	<i>Gorsachius goisagi</i>					S
5	왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	○	○	○	○	Y
6	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	○		○	○	W
7	새호리기	<i>Falco subbuteo</i>	○		○		P
8	매	<i>Falco peregrinus</i>	○	○	○	○	R
9	벌매	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	○		○		P
10	독수리	<i>Aegypius monachus</i>	○	○	○	○	Y
11	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>	○			○	P
12	새매	<i>Accipiter nisus</i>	○			○	W
13	참매	<i>Accipiter gentilis</i>				○	W
14	왕새매	<i>Butastur indicus</i>		○	○		P
15	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	○			○	W
16	큰말뚝가리	<i>Buteo hemilasius</i>			○	○	Vag
17	검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>	○	○	○	○	R
18	멧도요	<i>Scolopax rusticola</i>	○		○		P
19	멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	○	○	○	○	R
20	검은등빠꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>	○	○	○		S
21	빠꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	○	○	○		S
22	병어리빠꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	○	○	○		S
23	두견	<i>Cuculus poliocephalus</i>	○	○	○		S
24	큰소쩍새	<i>Otus bakkamoena</i>	○	○	○	○	W
25	소쩍새	<i>Otus scops</i>	○	○	○		S
26	솔부엉이	<i>Ninox scutulata</i>	○	○	○		S
27	쭈박새	<i>Caprimulgus indicus</i>	○	○	○		S
28	칼새	<i>Apus pacificus</i>	○	○	○		S
29	파랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	○	○	○		S
30	호반새	<i>Halcyon coromanda</i>	○	○	○		S
31	후투티	<i>Upupa epops</i>	○		○		P
32	큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	○	○	○	○	R
33	팔색조	<i>Pitta brachyura</i>	○	○	○		S
34	때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	○	○	○	○	R
35	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	○		○		P
36	긴꼬리딱새	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	○	○	○		S
37	까치	<i>Pica pica</i>	○	○	○	○	R
38	어치	<i>Garrulus glandarius</i>	○	○	○	○	R
39	갈까마귀	<i>Corvus dauuricus</i>	○		○	○	W
40	떼까마귀	<i>Corvus frugilegus</i>	○		○	○	W
41	큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	○	○	○	○	R
42	박새	<i>Parus major</i>	○	○	○	○	R

표 4. 계속

No.	국 명	학 명	봄	여름	가을	겨울	생활형 ¹⁾
43	진박새	<i>Parus ater</i>	○	○	○	○	R
44	곤줄박이	<i>Parus varius</i>	○	○	○	○	R
45	제비	<i>Hirundo rustica</i>	○	○	○		S
46	오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	○	○	○	○	R
47	직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	○	○	○	○	R
48	섬휘파람새	<i>Cettia diphone cantans</i>	○	○	○	○	R
49	산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	○		○		P
50	동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	○	○	○	○	R
51	굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	○	○	○	○	R
52	호랑지빠귀	<i>Zoothera dauna</i>	○	○	○	○	R
53	흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	○		○	○	R
54	붉은배지빠귀	<i>Turdus chrysolaus</i>			○		P
55	유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	○			○	W
56	딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>	○	○	○	○	Y, W
57	검은딱새	<i>Saxicola torquata</i>	○		○		P
58	바다직박구리	<i>Monticola solitarius</i>	○	○	○	○	R
59	제비딱새	<i>Muscicapa griseisisticta</i>	○		○		P
60	쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	○		○		P
61	흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	○	○	○		S
62	황금새	<i>Ficedula narcissina</i>	○	○	○		S
63	큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	○	○	○		S
64	참새	<i>Passer montanus</i>	○	○	○	○	R
65	노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	○	○	○	○	R
66	형등새	<i>Anthus hodgsoni</i>	○	○	○		S
67	되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	○			○	W
68	방울새	<i>Carduelis sinica</i>	○	○	○	○	R
69	검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>			○	○	W
70	멋쟁이새	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>				○	W
71	콩새	<i>Coccythraustes coccythraustes</i>			○	○	W
72	밀화부리	<i>Eophona migratoria</i>			○	○	W
73	큰부리밀화부리	<i>Eophona personata</i>			○	○	W
74	멧새	<i>Emberiza cioides</i>	○	○	○	○	R
75	노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	○	○	○	○	R

¹⁾ 생활형 : R (Resident, 텃새), W (Winter visitor, 겨울철새), S (Summer visitor, 여름철새),
P (Passage migrant, 나그네새), Vag (Vagrant, 길잃은새), Y (Year but not breeding)

다. 고도별 출현

이번 조사에서 관찰된 조류의 고도별 분포를 보면, 백록담 정상까지 서식하는 조류는 황조롱이, 새호리기, 매, 벌매, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 왕새매, 밀푼가리, 검독수리, 검은등뺨꾸기, 뺨꾸기, 병어리뺨꾸기, 두견, 칼새, 큰부리까마귀, 박새, 진박새, 곤줄박이, 제비, 섬휘파람새, 굴뚝새, 흰배지빠귀, 바다직박구리, 노랑할미새, 형등새, 되새, 방울새, 검은머리방울새 등 30종이었다(표 5).

한라산국립공원내에는 어승생악, 물장오리, 사라오름, Y계곡, 1100고지 습지 등 물이 고요 있는 곳이 있기 때문에, 제주도 해안저지대에서 서식하는 물새들이 간혹 한라산 고지대로 이동하는 경우가 있다. 이번 조사에서는 해발 1,000~1,100m 지점에서 붉은해오라기, 왜가리, 흰뺨검둥오리가 관찰되었다. 원앙은 해안저지대에서부터 한라산 해발 800m까지 분포하며(김병수 등, 2001; 김완병, 2001, 2006), 이번 조사에서는 한라산국립공원 외곽인 광령천 하류에서 확인되었다. 그리고 해안가나 저지대의 저수지에서 서식하는 논병아리가 해발 1,324m지점인 사라오름에서는 관찰된 적이 있으며(오상근, 2009), 간혹 봄철에는 흑두루미 무리가 한라산 숲 상공을 통과하는 경우도 있다(강창완 등, 2009).

맹금류는 보통 제주도 전역에서 관찰되며, 계절에 따라 먹이활동을 하기 위해 이동하는 경향이 있다. 매는 번식기에는 먹이활동 영역이 300m 이내로 좁지만(Ikeda *et al.*, 1990b), 해안절벽에서 번식한 이후에는 한라산 백록담에 까지 활동을 넓히는 경향이 있다. 검독수리는 우리나라에서는 희귀한 겨울철새로 알려져 있지만(채희영 등, 2009), 제주에서는 한라산 아고산 지역의 암벽에서 번식하고 있는 것으로 추정하고 있다(김완병, 2006). 검독수리는 수계가 발달한 계곡 서식지에서 주로 동지내 또는 이소기의 소형 조류를 포식하는 경향이 있는데(Ikeda, 1989; Ikeda *et al.*, 1990a), 제주에서는 백록담 주변, 산털론내, Y계곡, 탐라계곡, 영실, 어승생 상공 등에서 먹이탐색을 위해 비행하는 모습이 관찰되고 있다.

칼새류는 해안 절벽에서부터 백록담 상공에 이르기까지 분포하며, 제주에서는 바늘꼬리칼새, 칼새, 쇠칼새 등 3종이 분포한다. 이번 조사에서는 전 지역에서 칼새가 확인되었으며, 제주에서는 해안절벽에서 번식을 하며 수십 마리씩 무리를 지어 비행한다. 바늘꼬리칼새는 한라산연구소 오장근 박사에 의해 2002년 10월에 1100고지 습지 도로변에서 습득된 적이 있으며(한라산국립공원탐방안내소 소장), 쇠칼새는 드물게 도래하는 경향이 있다.

법적 보호조류인 괄색조와 긴꼬리딱새는 한라산 계곡에서 번식하는 여름 철새로, 한라산에서는 해발 1,200m 지점까지 분포한다(김은미 등 2003, 김영호 등 2011b). 그리고 항동새는 이동시기인 봄과 가을 또는 겨울에 저지대에 관찰되는 종으로 알려졌으나, 2007년 7월 한라산 백록담 분화구내에서 번식하는 것이 우리나라에서는 처음으로 확인되었다(김은미 등, 2007). 제주도에 서도 겨울에는 주로 저지대의 농경지나 해안변에서 관찰되며, 여름에는 한라산 장구목과 백록담 일대에서 정기적으로 관찰되고 있다.

제주도에 서식하는 까마귀류는 까치, 어치, 갈까마귀, 떼까마귀, 까마귀, 큰부리까마귀 등 모두 6종이 보고되어 있으며(김완병 등, 2011), 이중 갈까마귀와 떼까마귀는 겨울철새이며 나머지는 텃새들이다. 까치는 1989년에 한반도에서 이입된 종으로, 현재 개체수가 수만 마리로 증가하면서 한라산 고지대로 확산되고 있다. 이번 조사에서는 어리목과 1100고지 습지 근처에서 관찰된 바 있으며, 해발 1,300m 지점에서도 확인된 바 있다(장창완 등, 2009). 까치는 등지수종으로 곰솔을 선호하는 경향이 있는데(박행신 등, 1997), 향후 곰솔 군락이 아고산대로 확산되면서 까치의 번식 지점도 점차 고지대로 올라갈 확률이 높다. 갈까마귀와 떼까마귀는 주로 저지대의 농경지와 목장지대가 조성되어 있는 중산간 지역에서 수백에서 수천 마리가 월동하는 경향이 있으며, 제2횡단도로 어승생 저수지가 있는 해발 800m 지점까지 올라오기도 한다. 간혹 해발 1,000m 이상까지 올라가기도 하며, 큰부리까마귀 무리와 혼성을 이루기도 한다.

박새과 조류는 산림 해충을 잡아먹는 유익한 조류로, 계절적 변화에 따른 먹이자원의 분포에 따라 한라산의 수직적 이동을 경향이 나타난다. 박새와 곤줄박이는 저지대에서 고지대에 이르기까지 그 분포가 범위가 넓으며, 최근 곤줄박이는 과거에 비해도 저지대에서 출현하는 경향이 높아졌다. 진박새는 아고산 지대의 구상나무림을 중심으로 서식하며, 이동시기에는 제주도 주변 무인도서에서도 드물게 확인된다.

이 밖에 멧도요, 호반새, 후두티, 붉은배지빠귀, 검은딱새, 뽕새, 밀화부리, 큰부리밀화부리 등이 한라산국립공원과 경계 지역인 제 1, 2횡단도로와 산록도로, 목장이나 오름의 곰솔 군락 등에서 관찰되어 저지대에서와 중복 출현하였다.

야생조류의 고도별 분포는 기상조건, 먹이자원, 번식조건 등에 따라 다르게 나타날 수 있고, 일부 배꾸기류는 숙주 조류의 번식에 따라 한라산 백록담까지 날아온다. 따라서 한라산에서 야생조류의 고도별 분포는 등산로, 계곡, 습지 분화구를 중심으로 계절별에 따라 지속적으로 모니터링을 해나가야 한다.

표 5. 2012년 한라산 국립공원에서 고도별로 관찰된 조류 목록

No.	국 명	학 명	고도 (× 200m)							
			≤600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
1	펭	<i>Phasianus colchicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	
2	원앙	<i>Aix galericulata</i>	○	○	○					
3	흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	○	○	○	○				
4	붉은해오라기	<i>Gorsachius goisagi</i>	○	○	○					
5	왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	○	○	○	○				
6	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
7	새호리기	<i>Falco subbuteo</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
8	매	<i>Falco peregrinus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
9	벌매	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
10	독수리	<i>Aegypius monachus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
11	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
12	새매	<i>Accipiter nisus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
13	참매	<i>Accipiter gentilis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
14	왕새매	<i>Butastur indicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
15	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
16	큰말뚝가리	<i>Buteo hemilasius</i>	○	○	○					
17	검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
18	멧도요	<i>Scolopax rusticola</i>	○	○	○	○				
19	멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	○	○	○	○	○	○	○	
20	검은등빠꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
21	빠꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
22	병어리빠꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
23	두견	<i>Cuculus poliocephalus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
24	큰소쩍새	<i>Otus bakkamoena</i>	○	○	○	○	○	○	○	
25	소쩍새	<i>Otus scops</i>	○	○	○	○	○	○	○	
26	솔부엉이	<i>Ninox scutulata</i>	○	○	○	○	○	○	○	
27	쪽독새	<i>Caprimulgus indicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	
28	칼새	<i>Apus pacificus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
29	파랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	○	○	○	○	○	○	○	
30	호반새	<i>Halcyon coromanda</i>	○	○	○	○				
31	후투티	<i>Upupa epops</i>	○							
32	큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	○	○	○	○	○	○	○	
33	팔색조	<i>Pitta brachyura</i>	○	○	○	○				

표 5. 계속

No.	국 명	학 명	고도 (× 200m)						
			≤600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800 2,000
34	때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	○	○	○	○	○	○	
35	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	○	○	○	○	○	○	
36	긴꼬리딱새	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	○	○	○	○			
37	까치	<i>Pica pica</i>	○	○	○	○	○		
38	어치	<i>Garrulus glandarius</i>	○	○	○	○	○	○	
39	갈까마귀	<i>Corvus dauuricus</i>	○	○	○	○			
40	떼까마귀	<i>Corvus frugilegus</i>	○	○	○	○			
41	큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	○	○	○	○	○	○	○
42	박새	<i>Parus major</i>	○	○	○	○	○	○	○
43	진박새	<i>Parus ater</i>	○	○	○	○	○	○	○
44	곤줄박이	<i>Parus varius</i>	○	○	○	○	○	○	○
45	제비	<i>Hirundo rustica</i>	○	○	○	○	○	○	○
46	오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	○	○	○	○	○	○	
47	직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	○	○	○	○	○	○	
48	섬취파람새	<i>Cettia diphone cantans</i>	○	○	○	○	○	○	○
49	산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	○	○	○	○	○	○	
50	동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	○	○	○	○	○	○	
51	굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	○	○	○	○	○	○	○
52	호랑지빠귀	<i>Zoothera dauna</i>	○	○	○	○	○	○	
53	흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	○	○	○	○	○	○	○
54	붉은배지빠귀	<i>Turdus chrysolaus</i>	○						
55	유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	○	○	○	○	○	○	
56	딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>	○	○	○	○	○	○	
57	검은딱새	<i>Saxicola torquata</i>	○	○	○				
58	바다직박구리	<i>Monticola solitarius</i>	○	○	○	○	○	○	○
59	제비딱새	<i>Muscicapa griseisticta</i>	○	○	○	○	○	○	
60	쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	○	○	○	○	○	○	
61	흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	○	○	○	○	○		
62	황금새	<i>Ficedula narcissina</i>	○	○	○				
63	큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	○	○	○	○	○		
64	참새	<i>Passer montanus</i>	○	○	○	○	○		
65	노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	○	○	○	○	○	○	○
66	헝둥새	<i>Anthus hodgsoni</i>	○	○	○	○	○	○	○

표 5. 계속

No.	국 명	학 명	고도(× 200m)							
			≤600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
67	되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
68	방울새	<i>Carduelis sinica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
69	검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
70	콩새	<i>Coccythraustes coccythraustes</i>	○	○	○					
71	멧쟁이	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	○	○	○					
72	밀화부리	<i>Eophona migratoria</i>	○	○	○					
73	큰부리밀화부리	<i>Eophona personata</i>	○	○	○					
74	멧새	<i>Emberiza cioides</i>	○	○	○	○	○	○	○	
75	노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	○	○	○	○	○			

라. 법적조류 출현

이번 한라산 조사에서 확인된 조류 중에서 우리나라의 천연기념물이나 멸종위기종으로 보호되는 조류는 모두 18종이다(표 6). 천연기념물로 지정된 종은 황조롱이, 매, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 검독수리, 큰소쩍새, 소쩍새, 솔부엉이, 두견, 팔색조 등 12종이며, 멸종위기 I 급인 종은 매와 검독수리 2종 그리고 멸종위기 II 급인 종은 붉은해오라기, 새호리기, 큰말뚝가리, 벌매, 독수리, 붉은배새매, 조롱이, 참매, 팔색조, 긴꼬리딱새 등 10종이었다.

세계자연보전연맹(IUCN)의 분류코드로는 위기종(EN)은 붉은해오라기 1종, 준위협종(NT)은 독수리와 긴꼬리딱새 2종, 나머지는 모두 관심대상종(LC)으로 평가되었다. 그리고 한국 정부에서 평가한 분류코드를 보면, 위기종(EN)은 붉은해오라기와 검독수리 2종, 취약종(VU)은 새호리기, 매, 벌매, 독수리, 붉은배새매, 조롱이, 새매, 참매, 팔색조, 긴꼬리딱새 등 10종 그리고 관심대상종(LC)은 큰말뚝가리, 큰소쩍새, 소쩍새 등 3종이었다.

분류군별로 보면, 매목 11종, 올빼미목 3종으로 맹금류가 전체 77.8% 정도로 큰 비중을 차지한다. 맹금류의 번식지로 이용되는 곳은 해안절벽과 일부 산악 암벽, 숲을 선호하는 경향이 있으며, 일부 맹금류는 번식지 선택인자로 물 자원과의 거리, 둥지수종, 둥지수종의 높이와 흉고, 주변 식생의 발달 정도와 하층구조와 관련이 있다(Titus and Mosher, 1981). 제주도에겐 넓게 형성된 하천이나 논경작지가 없고 해안저지대에서 한라산 고지대로 이어지는

표 6. 2012년 한라산 국립공원에서 관찰한 법적 보호 조류의 현황

No.	종 명 (학 명)	천연 기념물	멸종 위기종	적색목록	
				IUCN ¹⁾	한국 ²⁾
1	붉은해오라기 <i>Gorsachius gossagii</i>		II	EN	EN
2	황조롱이 <i>Falco tinnunculus</i>	323-8		LC	
3	새호리기 <i>Falco subbuteo</i>		II	LC	VU
4	매 <i>Falco peregrinus</i>	323-7	I	LC	VU
5	벌매 <i>Pernis apivorus</i>		II	LC	VU
6	독수리 <i>Aegypius monachus</i>	323- 6	II	NT	VU
7	붉은배새매 <i>Accipiter soloensis</i>	323-6	II	LC	VU
8	조롱이 <i>Accipiter gularis</i>		II	LC	VU
9	새매 <i>Accipiter nisus</i>	323-4		LC	VU
10	참매 <i>Accipiter gentilis</i>	323-1	II	LC	VU
11	큰말뚝가리 <i>Buteo hemilasius</i>		II	LC	LC
11	검독수리 <i>Aquila chrysaetos</i>	243-2	I	LC	EN
12	큰소쩍새 <i>Otus bakkamoena</i>	324-7		LC	LC
13	소쩍새 <i>Otus sunia</i>	324-6		LC	LC
14	솔부엉이 <i>Ninox scutulata</i>	324-3		LC	
15	두견 <i>Cuculus poliocephalus</i>	447		LC	
16	팔색조 <i>Pitta brachyura</i>	204	II	LC	VU
17	긴꼬리딱새 <i>Terpsiphone atrocaudata</i>		II	NT	VU
계	17종	12종	11종	17종	14종

¹⁾IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species: <http://www.iucnredlist.org>

²⁾Red Data Book of Endangered Species(Ministry of Environment, Korea Government, 2011)

서식환경이 키 작은 작은 초지군락이 아니라 억새 *Miscanthus sinensis*, 제주 조릿대 *Sasa quelpaertensis*와 같은 키가 큰 초본류와 관목류, 교목림으로 이루어져 있어 일부 맹금류들이 먹이자원을 확보하는데 한계가 있는 것으로 판단된다. 그러나 제주도는 지정학적 위치뿐만 아니라 맹금류의 시야가 확보되는 해안조간대, 농경지, 오름, 아고산대 등의 서식환경을 보유하기 때문에, 이동성이 강한 맹금류의 중간 기착지나 월동지로 이용되고 있다.

최근 제주도에서의 맹금류는 1980년대에 비해 2000년대에 들어 출현종과 출현 빈도가 높아졌으며, 이번 조사에서는 왕새매, 큰말뚝가리 등 2종이 추가 관찰되었다. 올빼미류는 밤에 활동하는 경향이 있어서 제주야생동물구조센터나 동물병원에서 부상당한 조류를 통하여 서식여부를 확인하였는데, 대부분 차량이나 건물에 충돌하거나 비바람에 탈진하는 경우가 발생하고 있다.

선행 연구에서도 제주도를 비롯하여 우리나라의 서해안과 남해안의 도서 지역은 맹금류의 주요 이동 경로가 되고 있기 때문에(권영수 등, 2006; Kim, 2008; 김동원, 2009, 최영복 등, 2009; 김성현 등, 2010; 김은미 등, 2010; 김성현 등, 2011; Kim *et al.*, 2012), 제주도와 부속 도서는 맹금류의 중간기착지로 중요한 역할을 담당하고 있다. 그리고 새들의 이동은 날씨와 먹이조건 등에 달라질 수 있으며(Welty, 1990), 특히 맹금류의 이동은 바람의 방향과 속도, 상층기류 등에 의해 출현빈도와 기착지가 달라질 수 있다(최영복 등, 2009; 김성현 등, 2010; 진선덕 등 2010; 김은미 등, 2010; 김성현 등, 2011). 이러한 점을 고려하여 일일, 계절별 등의 조사 시기를 선택하면 맹금류의 분포와 이동경로를 보다 상세히 밝힐 수 있을 것이다.

맹금류는 생태계의 최상위층에 있어서 개체수가 적고 희귀 조류에 속하기 때문에, 거의 모든 종이 CITES(절멸의 위협이 있는 야생동·식물 종의 국제 거래에 관한 조약)나 세계자연보전연맹(IUCN)의 적색목록(Red List)에 등록되어 있을 정도로 국제적으로 보호받고 있는 종이다. 매목(Falconiformes)의 경우, 살충제의 사용 증가, 자연 서식지와 먹이 감소, 수렵이나 밀렵 등 인간의 활동으로 크게 위협받고 있는 실정이다(Bildstein and Zalles, 1995). 제주도에서 맹금류를 비롯한 법적 보호조류의 위협 요인으로는 주로 밀렵, 부상, 탈진, 천직, 감염성 질병 등이 보고된 바 있으며(오장근, 2004b; 김완병, 2006; 김영호 등, 2011a; Kidsin *et al.*, 2012), 최근 제주야생동물구조센터에 신고된 조류 중에서도 황조롱이, 매, 새호리기, 밀뚱가리, 독수리, 벌매, 팔색조 등이 탈진, 충돌사, 총상 등에 의해 희생된 것으로 나타났다. 매는 수렵 기간이 아닌 시기인 2012년 7월에 총상을 입은 사례가 있어서, 밀렵에 의한 피해를 방지하기 위한 수렵 및 총기 관리대책이 필요하다. 전 세계적으로 맹금류의 보존을 위하여 숲 관리, 지역주민에 의한 숲 보전에 대한 경제적 인센티브 제공, 수렵 조절, 농업 방식 및 생태관광의 개선, 국제간의 번식지 및 이동경로의 모니터링 등과 프로그램을 시행하고 추세이다(del Hoyo *et al.*, 1994). 최근 우리나라에 도래하는 맹금류의 종과 개체수는 자연서식지가 경작지로 대체되면서 감소 추세에 있는 실정이다(유승화 등, 2012). 맹금류는 먹이사슬의 상위층에 속하는 분류군이기 때문에, 특정 지역에서의 생물다양성과 생태계 기능의 지표를 평가하는 분류군이다(Newton, 1979). 따라서 제주도가 맹금류의 번식지 또는 중간 기착지로서 중요한 지역임을 고려하여 인위적인 위협요인의 최소화를 비롯하여 자연서식지의 보전을 위한 전향적인 관리가 요구된다.

한편, 맹금류 이외에 한라산에서 관찰된 법적 보호조류로는 붉은해오라기,

두견, 팔색조, 긴꼬리딱새 등 4종으로 모두 여름철새이다. 특히 팔색조는 한라산 해발 100m에서 1,200m지대의 낙엽수림대에 분포하는데(김완병, 2006; 김영호 등, 2010), 이번 조사에서는 영실 탐방로를 제외한 나머지 탐방로에서 확인되었다. 팔색조는 해발 1,000 이상인 지역에서 제주조릿대가 지표면을 덮으면서 주요 먹이인 지렁이류를 찾는데 한계가 있는데(김온미 등, 2003), 영실 탐방로는 다른 탐방로에 비해 제주조릿대의 군락이 우점한 구간이다. 또한 팔색조는 계곡이 발달한 곳을 번식장소로 이용하는 경향이 있는데, 영실 탐방로에는 팔색조가 이용할만한 잠재적 번식장소가 발달하지 않은 곳이다. 향후, 한라산의 다른 탐방로에서도 제주조릿대 군락의 확산으로 팔색조의 번식 밀도에도 영향을 줄 것으로 예상되기 때문에, 식생변화를 포함하여 계곡 발달여부, 강수량과 기온 등 여러 환경 요소에 따른 팔색조의 분포와 번식여부를 지속적으로 모니터링을 할 필요가 있다.

마. 선행연구와의 비교 분석

제주도는 해안저지대, 농경지, 꽃자왈과 오름, 계곡과 숲, 백록담까지 연속적으로 이어지기 때문에, 저지대에 출현하는 종이 한라산국립공원에 중복하여 출현한다. 지금까지 한라산 조류 목록의 연구는 제주도 전역을 대상으로 이루어져 온 경향이 있었으나, 향후 한라산 자원관리와 조류보호를 위해서는 한라산국립공원에 국한하여 조류상을 파악하는 것이 필요하다. 이번 조사는 한라산국립공원을 대상으로 지난 2002년 이후 10년 만에 이루어진 것으로, 한라산 조류 목록을 1980년대 이후 조사한 선행연구와 비교하였다. 비교결과, 조사 시기에 따라 특정종의 서식여부가 다르게 나타나는데, 이는 조사지역의 면적과 경로, 조사일, 조사자 수에 따른 결과라 하겠다.

선행 연구결과와 문헌과 이번 현지조사를 통하여 한라산 조류는 모두 120종으로 정리하였다(표 7). 시대별로 보면, 박행신(1984)는 한라산 북사면의 어리목과 관음사를 중심으로 43종, 윤원석과 박행신(1986)은 한라산 남사면의 장정천을 중심으로 42종, 소대진과 박행신(1987)은 한라산 북사면의 어리목과 관음사를 중심으로 35종, 김완병 등(2004)은 한라산 남사면 한남리와 돈내코를 중심으로 49종, 오장근(2002)와 오홍식 등(2002)은 한라산국립공원을 중심으로 각각 83종과 70종, 김완병과 오장근(2005)는 한라산국립공원내의 주요 오름을 중심으로 51종을 발표하였다. 그리고 이번 조사에서는 새로 관찰된 왜가리, 큰말뚝가리, 왕새매, 멧쟁이새, 큰부리밀화부리 등 5종을 포함하여 75

종이 한라산에서 확인되었다. 그리고 2005년 이후에 문헌과 채집기록을 통해 확인된 논병아리, 흑두루미, 매사촌, 바늘꼬리칼새 등 4종을 포함하여 모두 78종으로 정리하였다.

최근 제주도조류목록을 발표하면서 그 동안 한라산에 관찰되었다고 보고된 쇠박새 *Parus palustris*를 비롯하여 오색딱다구리 *Dendrocopos major*, 까막딱다구리 *Dryocopus martius*, 쇠딱다구리 *Dendrocopos kizuki*, 흰가슴숲제비 *Artamus leucorhynchus* 등 5종은 기존의 조류 목록에서 언급되어 왔으나, 채집이나 확증 자료가 불충분하다고 판단되어 제주도 조류목록에서 제외하였다(김완병 등, 2011). 그리고 문헌이나 채집 기록이 남아있는 제주동고비와 섬참새는 제주도에 사라진 곳으로 보고 있다(김완병 등, 2011). 제주동고비(일명 붉은배동고비)는 1909년 오길비에 그랜트(Ogilvie-Grant)가 앤더슨(M. P. Anderson)이 1905년 9월 11일 제주도에 채집한 수컷 1마리를 보고, 베드포드(Bedford)의 이름을 따서 *Sitta berfordi* 이라는 신종으로 발표하였다. 이 표본은 영국자연사박물관에서 1907년 12월 17일 모식표본으로 등록시켜 소장하고 있으며, 1909년 *Sitta europaea berfordi* Ogilvie Grant 아종으로 재분류되었다. 세계조류목록(Clements, 2007)에도 제주도에 분포한다고 기재되어 있지만, 해방 이후 한라산에서 동고비를 채집하거나 촬영된 자료가 없다. 섬참새는 1927년 모미야마(T. Momiyama, 糒山徳太郎)가 *Pyrgitopsis rutilans pervirostis* Momiyama 라는 신아종으로 발표하였으며, 모식표본으로는 다카하시(E. Takahashi, 高橋永造)가 1926년 4월 16일 제주에서 채집한 수컷 1마리이다. 1920~30년대에는 제주도에 비교적 흔하게 관찰되었다고 하나, 최근 30년간 관찰되거나 채집된 사례가 없다.

한편, 오홍식 등(2010)은 인공등지에서 수거한 깃털의 유전학적 분석을 통하여 한라산에 북방쇠박새의 서식가능성을 언급한 바 있으나, 이 종은 지금까지 제주도에서 관찰, 포획, 촬영된 기록이 없다. 따라서 육안 관찰이나 DNA 분석에 위한 새로운 종의 추가는 보다 정확하고 신중해야 할 것이다. 한편, 쇠박새는 최근까지도 한라산에서 관찰하는 것으로 보고된 바 있지만, 최근 제주도조류목록을 발표하면서 제주도에 서식하지 않는 것으로 보고하였다(강창완 등, 2009; 김완병 등, 2011). 그동안 필자도 육안 관찰을 통해 쇠박새를 기록하였으나, 이를 뒷받침할만한 표본이나 사진을 확보하지 못해 그동안 오동정한 것으로 판단된다.

표 7. 한라산국립공원 내에서 관찰된 조류 목록

No.	국 명	학 명	박 (1984)	윤과 박 (1986)	소와 박 (1987)	김 등 (2004)	오 (2002)	오 등 (2002)	김과 오 (2005)	본조사 (2012)
1	메추라기	<i>Coturnix coturnix</i>						○		
2	꿩	<i>Phasianus colchicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
3	원앙	<i>Aix galericulata</i>								김, 2006
4	흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>					○	○		○
5	논병아리	<i>Tachytaptus ruficollis</i>								오, 2008
6	해오라기	<i>Nycticorax nycticorax</i>				○	○			
7	검은맹기해오라기	<i>Butorides striata</i>					○			
8	붉은해오라기	<i>Gorsachius goisagi</i>	○							○
9	왜가리	<i>Ardea cinerea</i>								○
10	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
11	새호리기	<i>Falco subbuteo</i>	○			○	○			○
12	매	<i>Falco peregrinus</i>	○		○	○		○	○	○
13	벌매	<i>Pernis ptilorhynchus</i>				○				○
14	솔개	<i>Milvus lineatus</i>	○					○		
15	독수리	<i>Aegypius monachus</i>							○	○
16	젓빛개구리매	<i>Circus cyaneus</i>					○			
17	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>				○		○	○	○
18	조롱이	<i>Accipiter gularis</i>	○			○	○	○	○	
19	새매	<i>Accipiter nisus</i>	○			○	○	○		○
20	참매	<i>Accipiter gentilis</i>				○	○	○		○
21	왕새매	<i>Butastur indicus</i>								○
22	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>				○	○		○	○
23	큰말뚝가리	<i>Buteo hemilasius</i>								○
24	검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>						○	○	○
25	흑두루미	<i>Grus monacha</i>								강 등, 2009
26	멧도요	<i>Scolopax rusticola</i>				○				○
27	깎작도요	<i>Tringa hypoleucos</i>					○			
28	멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
29	매사촌	<i>Cuculus fugax</i>								강 등, 2009
30	검은등빼꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>				○	○	○	○	○
31	빼꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
32	병어리빼꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	○		○	○	○	○	○	○
33	두견	<i>Cuculus poliocephalus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
34	큰소쩍새	<i>Otus bakkamoena</i>	○			○	○	○		○
35	소쩍새	<i>Otus scops</i>					○	○		○
36	솔부엉이	<i>Ninox scutulata</i>	○			○				○
37	쭈박새	<i>Carprimulgus indicus</i>				○		○	○	○
38	바늘꼬리칼새	<i>Hirundapus caudacutus</i>								채 집
39	칼새	<i>Apus pacificus</i>		○			○	○		○
40	쇠칼새	<i>Apus affinis</i>					○		○	
41	파랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	○			○	○	○	○	○

표 7. 계속

No.	국 명	학 명	박 (1984)	윤과 박 (1986)	소와 박 (1987)	김 등 (2004)	오 (2002)	오 등 (2002)	김과 오 (2005)	본조사 (2012)
42	호반새	<i>Halcyon coromanda</i>	○	○		○				○
43	후투티	<i>Upupa epops</i>					○			○
44	큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
45	팔색조	<i>Pitta brachyura</i>	○		○	○		○	○	○
46	참새까치	<i>Lanius tigrinus</i>				○	○			○
47	때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	○		○	○	○	○	○	○
48	노랑때까치	<i>Lanius cristatus</i>		○	○		○	○		
49	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>						○		○
50	긴꼬리딱새	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>		○	○	○	○	○	○	○
51	까치	<i>Pica pica</i>					○	○		○
52	어치	<i>Garrulus glandarius</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
53	갈까마귀	<i>Corvus dauuricus</i>					○	○		○
54	떼까마귀	<i>Corvus frugilegus</i>					○	○		○
55	까마귀	<i>Corvus corone</i>	○	○	○		○	○		
56	큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>		○	○	○	○	○	○	○
57	황여새	<i>Bombycilla garrulus</i>						○		
58	홍여새	<i>Bombycilla japonica</i>					○	○		
59	박새	<i>Parus major</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
60	진박새	<i>Parus ater</i>	○	○	○		○	○	○	○
61	곤줄박이	<i>Parus varius</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
62	제비	<i>Hirundo rustica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
63	오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>			○	○	○	○	○	○
64	북방쇠종다리	<i>Calandrella cheleensis</i>		○						
65	종다리	<i>Alauda arvensis</i>	○	○	○	○	○	○	○	
66	직박구리	<i>Ixos amaurotis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
67	숲새	<i>Urosphena squameiceps</i>	○				○			
68	섬휘파람새	<i>Cettia diphone cantans</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
69	솔새	<i>Phylloscopus borealis</i>				○				
70	되솔새	<i>Phylloscopus tenellipes</i>								
71	산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	○	○	○				○	○
72	동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
73	상모솔새	<i>Regulus regulus</i>						○		
74	굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
75	찌르레기	<i>Sturnus cineraceus</i>			○		○	○		
76	흰눈썹지빠귀	<i>Turdus sibirica</i>		○			○		○	
77	호랑지빠귀	<i>Zoothera dauna</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
78	검은지빠귀	<i>Turdus hortulorum</i>					○			
79	흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	○		○	○	○	○	○	○
80	붉은배지빠귀	<i>Turdus chrysolaus</i>	○				○			○
81	노랑지빠귀	<i>Turdus naumanni</i>		○						
82	개똥지빠귀	<i>Turdus eunomus</i>		○			○			
83	진홍가슴	<i>Luscinia calliope</i>					○			

표 7. 계속

No.	국 명	학 명	박 (1984)	윤과 박 (1986)	소와 박 (1987)	김 등 (2004)	오 (2002)	오 등 (2002)	김과 오 (2005)	본조사 (2012)
84	쇠유리새	<i>Erithacus cyane</i>	○		○		○	○		
85	울새	<i>Luscinia sibilans</i>					○			
86	유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>		○	○		○	○		○
87	딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>		○			○	○	○	○
88	검은딱새	<i>Saxicola torquata</i>					○			○
89	바다직박구리	<i>Monticola solitarius</i>		○	○		○			○
90	제비딱새	<i>Muscicapa griseissticta</i>				○	○	○	○	○
91	쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>				○	○		○	○
92	흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	○			○	○	○	○	○
93	황금새	<i>Ficedula narcissina</i>		○	○		○	○		○
94	노랑딱새	<i>Ficedula mugimaki</i>		○			○			
95	솔딱새	<i>Muscicapa sibirica</i>				○		○	○	
96	큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
97	바위종다리	<i>Prunella collaris</i>			○		○	○		
98	참새	<i>Passer montanus</i>	○	○		○	○	○		○
99	섬참새	<i>Passer rutilans</i>	○							
100	노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
101	알락할미새	<i>Motacilla alba</i>		○						
102	형등새	<i>Anthus hodgsoni</i>					○	○	○	○
103	발종다리	<i>Anthus rubescens</i>						○		
104	되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	○	○			○			○
105	방울새	<i>Carduelis sinica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
106	검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>					○	○	○	○
107	솔жат새	<i>Loxia curvirostra</i>					○	○		
108	멧쟁이새	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>								
109	콩새	<i>Coccythraustes coccythraustes</i>		○			○			○
110	밀화부리	<i>Eophona migratoria</i>		○			○			○
111	큰부리밀화부리	<i>Eophona personata</i>								○
112	멧새	<i>Emberiza cioides</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
113	흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>					○	○		
114	쭈새	<i>Emberiza rustica</i>					○	○		
115	노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>			○	○	○	○	○	○
116	검은머리쭈새	<i>Emberiza aureola</i>						○		
117	쭈새	<i>Emberiza spodocephala</i>					○	○		
118	검은멧새	<i>Emberiza rutila</i>					○			
119	검은머리쭈새	<i>Emberiza schoeniclus</i>					○			
120	붉은머리멧새	<i>Emberiza bruniceps</i>					○	○		
계			43	42	35	49	83	70	52	79

바. 서식지 보호와 관리방안

야생조류의 종다양성과 개체군 유지를 위해서는 다양한 서식지가 유지되어야 한다. 제주도의 생태계가 해안조건대를 비롯하여 농경지, 오름, 계곡, 꽃자왈, 낙엽수림대, 아고산대와 백록담으로 이루어지는 생태축이다. 한라산국립공원은 중산간 초지대와 꽃자왈을 경계로 하여 곰솔 군락, 상록수림, 계곡의 상록수림, 낙엽활엽수림, 혼효림, 고산관목림 등으로 이어지는 연속적인 다양한 식생분포대를 이루고 있기 때문에 야생조류의 서식지로서 좋은 조건을 갖추고 있다. 이는 한 곳의 식생변화는 곧 야생조류의 군집 구조에 변화를 가져오기 때문에 무분별한 식생파괴나 도로개설로 인하여 조류 서식지의 단편화를 초래할 수 있다. 그리고 한라산의 계곡이나 백록담 분화구를 비롯한 산지는 습지는 야생조류의 수자원으로 이용되는 중요한 곳이다. 계곡을 낀 숲은 큰오색딱다구리, 섬취파란새, 팔색조, 긴꼬리딱새 등 텃새와 여름철새들의 번식지로 이용되며, 비번식기에도 물과 먹이자원을 제공하는 곳이다. 따라서 한라산에서 야생조류의 보호를 위해서는 은신처 및 둥지자원, 수자원, 먹이자원 등의 구성요소를 충분히 제공하는 방향으로 관리되어야 한다.

1) 서식지의 단편화 최소화

우선, 사람의 과도한 접근은 야생조류의 번식이나 월동에 방해요인이 될 수 있기 때문에, 등산 코스 이외에 입산은 철저히 제한하여야 한다. 한라산국립공원 내에는 정기적인 등산코스 이외에 임도, 계곡등산로 그리고 오름길 등이 개설되어 있어서, 사람들의 출입이 강한 곳이다. 또한 한라산국립공원은 제1, 2횡단과 산록도로에 의해 주변 완충지대와 고립되어 있는 곳으로, 도로상에서 희생당하는 조류들이 나타나고 있다. 따라서 도로망에 의해서 서식지가 단편화가 발생하지 않도록 적절한 조치가 필요하다. 도로변 수목의 수관부를 발달시켜 숲 외연부를 선호하거나 이동 조류의 완충역할을 도와야 한다. 최근 로드킬이 조류의 번식기인 4~8월에 집중적으로 발생하는 점을 고려하여(황지희 등, 2011), 로드킬에 의한 새들의 희생을 최소화할 수 있는 예방책을 마련해야 할 것이다.

한라산국립공원 내의 계곡이나 습지분화구는 야생조류의 수자원을 제공하는 핵심적인 공간으로, 인위적인 요인에 의해 서식지가 훼손되지 않도록 관리해야 한다. 또한 숲 내부의 고사목 등은 큰오색딱다구리, 박새류, 딱새류 등의 둥지 수종으로 이용되기 때문에, 고사목의 무분별한 벌채와 이동 조치를 삼가도록 해야 할 것이다. 특히 큰오색딱다구리는 고사목이 발생하는 낙

업활수림에서 번식하는 텃새로, 먹이자원은 주로 딱정벌레목(Coleoptera), 나비목(Lepidoptera), 거미목(Araneae), 메뚜기목(Orthoptera) 등을 선호한다(양성년 등, 2009). 또한 큰오색딱다구리류의 번식 구멍이나 고목에 생긴 구멍은 박새, 곤줄박이, 흰눈썹황금새 등 소형 조류의 둥지 장소가 된다. 그리고 올빼미류는 고목의 구멍에서 번식하는 경향이 있는데(del Hoyo *et al.*, 1999), 한라산에서는 큰오색딱다구리의 둥지나 자연발생적인 고목의 구멍은 올빼미류의 번식 장소로 이용되는 잠재적인 자원이다.

산림성 조류는 산림발채, 산림환경구조, 산림면적, 산불, 기후변화 식생 변화에 따라 종구성의 다양성과 길드 구조에 영향을 받는다(고석종, 1994; 이돈구 등, 1999; 홍순복, 2006; 임신재, 2007a, 2007b; 이은재 등, 2009; 김우열 등, 2011). 따라서 조류 서식지로서 숲 관리는 등산로나 임도 개설을 최소화하고, 자연발생적인 고사목을 유지해나가는 것이 중요하다. 또한 숲 개방식각에 따라 조류의 종다양성이 감소하는 경향이 있기 때문에(박성근 등, 2010), 조류의 채이와 번식에 방해되지 않도록 사람들의 간섭활동을 최소화할 필요가 있다.

한편, 산불에 의한 개발은 숲의 서식지를 단편화를 초래하여 조류를 비롯한 야생동물의 생존에는 지대한 영향을 미치기 때문에, 이에 대한 예방책도 적극적으로 시행하여야 한다. 특히 산림에서의 토지용도 변경에 의한 서식지 제거나 분할은 야생동물의 생존에 상당한 위험을 초래하기 때문에(국립공원관리공단, 1998), 한라산국립공원은 물론 인접한 자연서식지가 농경지나 내단위 관광개발지로의 전환되는 사례가 발생하지 않도록 야생동물 배려의 원칙을 우선적으로 지켜야 할 것이다.

2) 외래동물의 관리

산림성 조류가 들고양이와 같은 소형 포유류에 의해 번식이 실패하는 경우가 발생할 수 있기 때문에(국립공원관리공단, 1998; 백충렬 등, 2011), 한라산에 분포하는 들개, 들고양이, 멧돼지, 청설모 등 외래동물에 의해 야생조류의 번식성공률이 저하되지 않도록 적절한 관리방안이 요구된다.

한라산에는 멧돼지를 비롯하여 들개, 들고양이 등은 야생조류의 둥지, 새끼를 공격하는 습성이 강하다. 또한 외래동물은 생태계교란을 비롯하여 생물다양성감소, 농작물 피해, 질병전파, 사람 공격 등 생태적·사회적 문제를 초래할 수 있다. 따라서 야생조류의 생존에 직결되는 외래동물을 꾸준히 포획하여야 하며, 인위적인 요인에 의한 유해조수가 반입되지 않도록 해야 한다.

3) 법적보호 조류의 지속적인 모니터링

한라산의 조류의 변화상을 파악하기 위해서는 천연기념물이나 멸종위기종과 같은 법적 보호조류를 대상으로 매년 꾸준히 모니터링을 해야 한다. 특히 맹금류는 생태계의 먹이사슬 중에 최상에 위치한 포식자이기 때문에 (Newton, 1979), 맹금류의 출현과 개체수의 증감은 생태학적으로 중요한 의미를 가진다. 따라서 한 지역의 맹금류의 분포는 해당 지역의 생태학적 중요도를 가늠하는 환경지표종으로 이용된다. 우리나라와 제주도는 동북아시아의 철새들의 이동경로상에 위치하고 있기 때문에, 특히 한라산은 맹금류의 이동경로, 번식유무, 개체수의 증감 등을 파악할 수 있는 유리한 조건을 갖추고 있다.

또한 법적 보호조류로 지정되지 않은 특정종의 계절적 이동경로, 번식유무, 아열대성 조류의 출현여부 등에 대해서도 정기적인 조사연구가 진행되어야 할 것이다. 최근 기후변화와 관련하여 유럽에서 번식하는 새들이 점차 북동쪽으로 이동하고 있는 추세에 있는데(Huntly, 2007), 아시아에서도 과거 아열대에 분포하던 새들이 제주도를 비롯하여 한국에서 보고되는 사례가 늘어나고 있다(박행신과 김완병, 1995; 박진영 등, 1995; 김완병 등, 2004, 2005; 김성현과 이두표, 2006; 전선덕 등, 2006; 김은미와 최창용, 2007; 김은미 등, 2009; Oh *et al.*, 2010; 김완병 등, 2010). 한라산국립공원의 외곽지인 동백동산 상록수림 조사에서 붉은해오라기, 녹색비둘기 *Treron sieboldii*, 밤색날개빠꾸기 *Clamator coromandus* 등 확인된 바(Kim *et al.*, 2012), 향후 한라산에서 아열대성 조류들의 도래현 경향 그리고 번식생태에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다. 그리고 흰뺨검둥오리가 1100고지 습지에서 번식이 확인된 바있어서(오장근, 2009), 지금까지는 저지대에 분포하던 물새들이 점차 한라산 습지에서 번식할 가능성이 높을 것으로 판단된다.

4. 요약

본 조사는 한라산 국립공원의 조류 분포 특성을 파악함으로써, 향후 기후변화, 식생변화, 인간간섭 등 자연적 및 인위적인 영향으로부터 한라산의 조류 서식환경을 보호하기 위한 관리방안을 마련하는데 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

조사기간은 2012년 3월부터 11월까지이며, 조사는 한라산 국립공원내의

5개 등산 탐방로(어리목, 영실, 관음사, 성판악, 돈내코 등)을 중심으로 설정하였다.

주요 탐방로를 따라 조사한 결과, 관음사 탐방로 52종, 어리목 탐방로 52종, 영실 탐방로 37종, 돈내코 탐방로 44종, 성판악 탐방로 33종 등 모두 75종이 관찰되었다. 조사지역간의 유사도 지수를 보면, 영실-성판악 간에 0.80로 가장 높고, 어리목-성판악 그리고 성판악-돈내코 각각 0.80, 영실-돈내코 그리고 돈내코-어리목 각각 0.77, 영실-어리목 0.76, 관음사-어리목 0.75, 돈내코-관음사 0.73, 관음사-성판악 0.71, 영실-관음사 0.65순으로 나타났다.

한라산에 서식하는 조류의 계절적 출현은 보면, 텃새 26종, 여름철새 18종, 겨울철새 14종, 나그네새 12종, 길잃은새 1종 순이었다. 고도별 분포를 보면, 저지대에서 백록담 정상까지 서식하는 조류는 황조롱이, 새호리기, 매, 벌매, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 왕새매, 말뚝가리, 검독수리, 검은등배꾸기, 배꾸기, 병어리배꾸기, 두견, 관새, 큰부리까마귀, 박새, 진박새, 곤줄박이, 제비, 선취파람새, 굴뚝새, 흰배지빠귀, 바다직박구리, 노랑할미새, 형등새, 되새, 방울새, 검은머리방울새 등 30종이었다.

천연기념물로 지정된 종은 황조롱이, 매, 독수리, 붉은배새매, 새매, 참매, 검독수리, 큰소쩍새, 소쩍새, 슬부엉이, 두견, 팔색조 등 12종이며, 멸종위기 I 급인 종은 배와 검독수리 2종 그리고 멸종위기 II 급인 종은 붉은해오라기, 새호리기, 벌매, 독수리, 붉은배새매, 조롱이, 참매, 큰말뚝가리, 팔색조, 긴꼬리딱새 등 10종이었다.

선행 연구결과와 문헌과 이번 현지조사를 통하여 한라산 조류는 모두 121종으로 정리하였다. 그동안 한라산에 관찰되었다고 보고된 쇠박새를 비롯하여 오색딱다구리, 쇠딱다구리, 까막딱다구리, 흰가슴술제비 등은 제외하였다.

한라산에서 야생조류의 보호를 위해서는 은신처 및 둥지자원, 수자원, 먹이자원 등의 구성요소를 충분히 제공하는 방향으로 관리되어야 한다. 특히 서식지의 단편화 최소화, 외래동물의 관리, 법적보호 조류의 지속적인 모니터링이 진행되어야 한다.

5. 인용문헌

- Austin O. L. 1948. The Birds of Korea. Cambridge, Mass, U.S.A.
Bibby C. J., N. D. Burgess and D. A. Hill. 1992. Bird Census Techniques.. Academic Press.

- Bildstein K. L. and J. I. Zalles. editors. 1995. Raptor migration watch-site manual. Hawk Mountain Sanctuary Association, Kempton, Pennsylvania, USA.
- Choi C. Y., H. Y. Nam, W. S. Lee. 2012. Territory Size of Breeding Chinese Sparrowhawks(*Accipiter soloensis*). Kor. J. Env. Eco. 26(2): 186-191.
- Clements J. F. 2007. The Clements Checklist of the Birds of the World. 6th ed. Christopher Helm, London.
- del Hoyo J., Elliott, A. and J. Sargatal. eds. 1994. Handbook oh the Birds of the World. Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Lynx Edicions, Barocelona.
- del Hoyo J., Elliott, A. and J. Sargatal. eds. 1999. Handbook oh the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to Hummingbird. Lynx Edicions, Barocelona.
- Huntly B., R. H. Green, Y. C. Collingham and S. G. Willis. 2007. A Climatic Atlas of European Breeding Birds. Lynx Edicions, Barcelona. pp. 498-501.
- Ikeda Y. 1989. Age of small avian prey of raptors. *Aquila chrysaetos* 7: 17-19. The Society for Research of the Golden Eagles(In Japanese).
- Ikeda Y., M. Yamamoto, T. Matsumura, and M. Ohta. 1990a. Distribution and Population Estimates for Golden Eagles in Toyama Prefecture, Central Japan. 富山市科学文化センタ研究報告 13: 131-140(In Japanese).
- Ikeda Y., Y. Inoue, K. Sudo, Y. Yaku, M. Yasuda, S. Kubokami, and M. Toma. 1990b. Foraging and feeding behavior of nesting Peregrine Falcons in the Wakasa Bay. *Strix* 9 : 15-22(In Japanese).
- Kidsin K., p. Sanyathitiseree. D. Pothieng. 2012. Kor. A Retrospective Study of Morbidity and Mortality of Raptors in Kasetsart University Raptor Rehabilitation Unit, 2008-2011. J. Vol. 19(2): 93-103.
- Kim W. B. 2008. Avifauna of Mara Island, Korea. *Journal of Korean Nature* 1(2): 143-148.
- Kim W. B., Y. H. Kim, J. G. Oh. 2012. Distribution of Birds in the Jeju Seonheul Gotjawal Region, a Survey Site of Long-term Ecological Study. *Journal of Korean Nature* 5(2): 105-113.
- Nakamura H., S. Kubota and Suzuki. 1998. Coevolution between the

- Common Cuckoo and Its Major Hosts in Japan. Oxford ornithology series - Parasitic Birds and Their Hosts; 94-112. Oxford.
- Newton I. 1979. Population ecology of raptors. T & ad Poyser, London.
- Ogilvie-Grant R. W. 1909. Mr. Ogilvie-Grant describes a new species of the Nosthatch from Corea. Bull. Brit. Orn. Club 23: 59.
- Oh H. S., Y. H. Kim, and N. K. Kim. 2010. First Breeding Record of Japanese Night Heron (*Gorsachius gossagi*) in Korea. Ornithological Science. 9(2):131-134(In Japanese)
- Park H. S. and B. O. Won. 1980. A Survey of birds in Jeju (Quelpart) Island. Yamashina Inst. Bull. 12(1) : 14-39.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in palnt society based on similarity of species content, K. Danske idensk. Selsk 5: 1-34.
- Titus K. and J. A. Mosher. 1981. Nest-habitat selected by woodland hawks in the Appalachians. The Auk 98: 270-281.
- Welty J. C. and L. Baptista. 1990. The Life of Bird (FOURTH EDITION). pp. 491-529.
- 강창완, 강희만, 김완병, 김은비, 박찬열, 지남준. 2009. 제주조류도감. 제주특별자치도·제주야생동물연구센터·국립산림과학원난대림연구소·제주지역환경기술개발센터.
- 강택중, 이정연, 김영호, 한상현, 김태규, 양병국, 김명진, 오홍식. 2011. 한라산 지역에서 고도별 박새류의 번식생태. 한국조류학회지 18(4): 297-305.
- 고석중, 오홍식, 박행신. 1994. 낙엽활엽수림에서 조류의 채아에 따른 생태적 지위에 관한 분석적 연구. 한국조류학회지 1(1): 35-55.
- 국립공원관리공단. 1998. 지리산국립공원 야생동물생태계 정밀조사(조류). pp. 111-213.
- 권영수, 김미란, 유정칠. 2006. 국립공원 소매물도의 조류상. 한국조류학회지 13(2): 137-143.
- 김동원. 2009. 봄철 하태도의 조류 번식 및 이동양상. 한국조류학회지 16(2): 93-106.
- 김병수, 오홍식, 정충덕. 2001. 나려도에 도래하는 원앙 *Aix galericulata*의 월동생태에 관한 연구. 한국조류학회지 8(2): 93-105.
- 김성현, 大西敏一, 山田浩司, 渡辺靖夫, 越山洋三, 三島隆伸, 猪狩敦史. 2010. 가을철 어청도의 매목(Falconiformes)의 이동 양상. 한국조류학회지

11(1): 37-44.

- 김성현, 三島隆伸, 猪狩敦史, 박진영, 김진한, 허위행, 한상훈. 2011. 가을철 소청도를 통과하는 수리과(Accipitridae) 조류의 이동 현황. 한국조류학회지 18(1): 35-41.
- 김성현, 이두표. 2006. 한국 미기록종 굴빛저빠귀(*Zoothera citrina*)의 첫 관찰. 한국조류학회지 13(1): 59-61.
- 김연수. 2006. 참매의 국내 첫 번식기록. 한국야생조류협회지 3(1): 35-38.
- 김영호, 김완병, 오홍식. 2011a. 제주도에서의 긴꼬리딱새 분포현황과 관리방안. 한국조류학회지 18(2): 141-148.
- 김영호, 김완병, 오홍식. 2011b. 긴꼬리딱새 *Terpsiphone atrocaudata*의 번식생태에 관한 연구. 한국조류학회지 18(4): 263-272.
- 김영호, 장용창, 오홍식, 최수산. 2010. 팔색조의 서식환경 및 분포현황: 제주도와 함평군을 중심으로. 한국조류학회지 17(4): 317-330.
- 김영호. 2011. 긴꼬리딱새 *Terpsiphone atrocaudata*의 번식생태에 관한 연구. 제주대학교대학원 박사학위논문.
- 김완병, 김영호, 오홍식. 2010. 작은빠꾸기사촌 *Centropus bengalensis*의 국내 첫 관찰 기록. 한국조류학회지 17(2): 193-195.
- 김완병, 김영호, 오홍식. 2011. 제주도의 조류목록. 한국조류학회지 18(1): 93-113.
- 김완병, 김은미, 강창완, 지남준. 2005. 한국에서 물떼 *Hydrophasianus chirurgus*의 첫 번식 보고. 한국조류학회지 12(2): 87-88.
- 김완병, 김은미, 김병수, 오홍식, 김원택. 2004. 제주도 돈내코와 한남리 시험림의 조류상. 한국조류학회지 11(1): 33-39.
- 김완병, 오장근. 2005. 한라산국립공원내의 주요 오름의 조류상. 제주특별자치도한라산연구소 조사연구보고서 4: 139-154.
- 김완병, 오홍식, 김원택. 2001. 한라산 국립공원내 습지의 동물상 조사. 제주 생명과학연구 4: 9-20.
- 김완병. 2001. 한라산학술대탐사·효돈천의 야생조류. pp. 206-223. 한라일보사.
- 김완병. 2006. 한라산의 천연기념물 조류 조사. 한라산천연보호구역학술조사 보고서 pp. 503-531. 제주특별자치도한라산연구소.
- 김완병, 김은미, 안민찬·강창완. 2004. 한국에서 포획된 큰군함조 *Fregata minor*의 첫 기록. 한국조류학회지 11(1): 53-54.
- 김완병·오홍식·김원택. 2001. 한라산 국립공원내 습지의 동물상 조사. 제주 생명과학연구 4: 9-20.

- 김우열, 박치영, 이두표. 2011. 조류의 다양성과 산림면적 및 인접 거리와의 상관 관계. 한국조류학회지 18(2): 149-163.
- 김은미, 강창완, 김화정, 강영호, 지소연, 박찬열. 2009. 한국 미기록종 푸른날개팔색조(*Pitta moluccensis*)의 국내 첫 관찰 기록. 한국조류학회지 16(2): 155-159.
- 김은미, 박찬열, 강창완. 2010. 최근 3년간 제주도에 도래한 법적보호조류의 출현 현황. 한국조류학회지 17(3): 259-273.
- 김은미, 오장근, 강창완. 2007. 한바도 남부 지역에서 횡동새(*Anthus hodgsoni*)에 대한 첫 번식기록. 한국조류학회지 14(2): 157-159.
- 김은미, 오홍식, 김상범, 김원택. 2003. 제주도에서 팔색조(*Pitta nympha* Temminck & Schlegel)의 분포와 서식환경. 한국조류학회지 10(2): 77-85.
- 김은미, 최창용. 2007. 붉은부리찌르레기(*Sturnus sericeus*)의 첫 번식에 관한 기록. 한국조류학회지 14(2): 153-156.
- 김창희. 1996. 탁란자와 숙주간의 행동학적 특성 : 뻐꾸기(*Cuculus canorus*)와 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbiana*). 한국조류학회지 3(1): 51-57.
- 박성근, 황근연, 권영수. 2010. 광릉숲 일대 관람객이 조류 분포에 미치는 영향 연구. 한국조류학회지 17(3): 217-226.
- 박진영, 정옥식, 이진원. 1995. 한국에서 물썰(*Hydrophasianus chirurgus*)의과 긴꼬리때까치(*Lanius schach*)의 첫 관찰. 한국조류학회지 2: 77-79.
- 박행신, 김완병, 오홍식. 1997. 제주도에 도입된 까치 *Pica pica sericea*의 환경 적응에 관한 연구. 한국조류학회지 4(1): 17-25.
- 박행신, 김완병. 1995. 한국에서 밤색날개뻐꾸기(*Clamator coromandus*), 흰점찌르레기(*Sturnus vulgaris*) 그리고 검은해오라기(*Loxtrychus flavaricollis*)의 첫 기록. 한국조류학회지 2(1): 75-76.
- 박행신, 김원택. 1981. 제주도 산림조류 조사(I). 제주대학교논문집 13: 151-165.
- 박행신, 오문유, 오덕철, 김원택. 1977. 한라산 백록담 분화구내의 생태계에 관한 연구. 제주대학교논문집 9: 177-192.
- 박행신, 원병오. 1985. 한라산 산림조류의 군집구조 조사 분석 연구. 한라산천연보호지구학술조사 보고서 pp. 481-522, 제주도.
- 박행신. 1976. 제주도의 하계조류조사. 제대교양론집 5: 205-217
- 박행신. 1984. 한라산 북사면 산림조류의 군집구조에 관한 연구, 제주대학교 논문집 10: 165-171.

- 백운기, 이한수, 한성우, 2003. 한라산국립공원 생태계 연구 - 제주도 조류상. 국립중앙관 학술총서: 167-186.
- 백충렬, 김진희, 박예라, 조삼래, 2007. 딱새 *Phoenicurus aureus*의 번식생태에 관한 연구. 한국조류학회지 14(1): 23-30.
- 백충렬, 이진희, 염광석, 노선호, 이상덕, 조삼래, 2011. 오목눈이 *Aegithalos caydatus*의 번식생태와 서로 다른 두 서식지에서의 번식성공을 차이. 한국조류학회지 18(4): 285-296.
- 森爲三(1920). 濟州島 深集の主なる鳥類に就て. 鳥 2(9):235-238.
- 森爲三(1927). 濟州夏季鳥類觀察記. 鳥 6(26):45-47.
- 소대진, 박행신, 1987. 한라산 산림조류의 군집에 관한 연구. 제주대학교과학교육연구소과학교육 4: 93-126.
- 양성년, 김영호, 오홍식, 2009. 제주큰오색딱다구리 *Dendrocopos leucotos queipartensis*의 번식기 동안의 먹이선택. 한국조류학회지 16(1): 29-35.
- 오장근, 2002. 한라산 조류의 분포특성. 한라산연구소조사연구보고서 1: 115-135.
- 오장근, 2004a. 큰부리카마귀의 번식생태. 한라산연구소조사연구보고서 3: 171-178.
- 오장근, 2004b. 한라산 국립공원내 주요도로변에서 야생동물과 차량과의 충돌 사고에 관한 연구. 한라산연구소조사연구보고서 3: 51-70.
- 오장근, 2009. 한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제-한라산 주요 습지의 조류상. 제주특별자치도환경자위원연구원 학술심지엄 자료집 pp. 111-126.
- 오홍식, 김병수, 김완병, 2002. 한라산 조류군집구조에 관한 연구 한국조류학회지 9(2): 85-104.
- 오홍식, 김병수, 2001. 전국내륙습지 자연환경조사 보고서(제주도 물장오리): 고등농물편, pp. 29-70. 환경부.
- 오홍식, 한상현, 강소연, 강택중, 김병수, 이정연, 김태규, 박수곤, 김태욱, 장민호, 2010. 제주도 한라산에 설치한 인공소상을 이용하는 조류 현황에 대한 분자유전학적 연구. 한국조류학회지 17(3): 197-204.
- 원병오, 1968. 한라산 및 홍도. pp. 223-298. 문공부.
- 원병오, 1981. 한국동식물도감제25권(조류편). 문교부.
- 원일재, 조삼래, 백충렬, 2005. 황조롱이 *Falco tinnunculus*의 번식생태에 관한 연구. 한국조류학회지 12(2): 61-68.
- 元洪九, 1931. 濟州島に於ける ヤイロチヲウ習性の就て. 動雜 43: 666-668.

- 유승화, 이기섭, 박종화. 2012. 철원 민통선 지역 맹금류 군집의 변화: 2001년~2011년 월동기. 한국조류학회지 19(2): 133-140.
- 유원석, 박행신. 1986. 한라산 남사면의 조류 군집 구조에 관한 연구. 제주대학교과학교육연구소과학교육 3:37-66.
- 이돈구, 우한정, 이우신, 임신재. 1999. 침엽수 조림지에서 간벌로 인한 산림 환경구조의 차이에 따른 번식기 조류 군집의 특성. 한국조류학회지 6(1): 57-64.
- 이은재, 손승훈, 이우신, 임주훈, 임신재. 2009. 강원도 산불 피해자의 조류 군집 특성. 한국조류학회지 16(2): 107-113.
- 이진희, 백충렬, 정진우, 염광석, 조삼래. 2011. 한국에서의 참매 *Accipiter gentilis* 번식생태 연구. 한국조류학회지 18(2): 171-180.
- 枡山徳太郎. 1926. 濟州島産 鳥類の 採集品に 就て. 鳥 5(22): 101-126.
- 枡山徳太郎. 1927. 濟州島産 採集鳥類品目録. 東亞鳥學彙報 Vol.1: 115-141.
- 임신재, 이우신, 박성진, 이은재, 이주영, 김민진, 강정훈. 2007a. 임도와 산림 지역의 조류군집 특성 비교. 한국조류학회지 14(1): 1-8.
- 임신재, 이주영, 강정훈. 2007b. 광릉 지역 활엽수 천연림과 도로 주변의 서식지 구조와 조류군집 특성. 한국환경생태학회지 21(1): 47-54.
- 조해진, 이영석, 강태한, 김인규, 우희철, 이한수. 2010. 벌매 *Pernis ptilorhynchus*의 번식 보고. 한국조류학회지 17(1): 139-141.
- 진선덕, 빙기창, 박진영, 이두표. 2006. 한국 미기록종 검은두견이(*Surniculus lugubris*)의 첫 관찰 보고. 한국조류학회지 13(2): 145-146.
- 진선덕, 한정란, 유재평, 백인환, 김성현, 박치영, 허위행, 김화정, 김진한, 백운기. 2010. 한국미기록종 흰매 *Falco rusticolus*의 첫 관찰. 한국조류학회지 17(3): 285-287.
- 채희영, 박종길, 최창용, 빙기창, 오타나베타카시. 2009. 한국의 맹금류. 국립공원관리공단. 164pp.
- 최영복, 채희영, 김성현. 2009. 전남 홍도를 통과하는 벌매 *Pernis ptilorhynchus*의 이동양상. 한국환경생태학회지 23(1): 50-55.
- 홍순복. 2006. 내장산국립공원의 지역별 조류의 특성. 한국조류학회지 13(2): 125-136.
- 황지희, 이윤숙, 권영수. 2011. 월출산국립공원의 조류 분포 및 관리방안. 한국조류학회지 18(3): 227-240.
- 黒田長禮・森爲三(1918). 濟州島 採集の主なる鳥類に就て. 鳥 2(7): 73-88.

여 백

양서 · 파충류

조사위원 : 김영호

1. _ 서 론

2. _ 조사범위 및 방법

- 가. 조사일정
- 나. 조사방법
- 다. 군집분석

3. _ 결과 및 고찰

- 가. 양서 · 파충류 현황
- 나. 수직분포 현황
- 다. 법정보호종 및 생태계 교란종 현황
- 라. 생물다양성 지수 분석
- 마. 선행연구결과와 비교

4. _ 요 약

5. _ 참고문헌

여 백

1. 서론

세계는 지금 생물종에 대한 국가의 이익을 확보하기 위해서 자국의 생물종을 연구하기 시작하였으며, 나고야협약 등을 통해 그 이익을 보장하고 있다. 특히 기후변화에 의해서 멸종되는 종들이 늘어나면서 기후변화에 대응하기 위한 생물종의 관리에도 많은 투자를 하고 있는 상황이다.

양서·파충류의 경우는 다른 종들에 비해 기후변화에 매우 취약한 종들로 취급되고 있으며, 양서류의 감소는 심각한 수준으로 직면하였는데 세계자연보전연맹에서는 양서류 중 약 30%이상이 멸종위협을 받고 있는 것으로 조사되었다(이정현 등, 2011).

한국의 살모사에 대한 연구는 Gloyd(1972)에 의해 발표되었으며, 현재 우리나라의 조사된 양서류는 18종이고 파충류는 20종으로 기록되고 있다(이정현 등, 2011). 제주도의 양서·파충류는 Mori(1928)가 “제주도의 양서·파충류에 관하여”라는 논문에서 제주도의 양서류 7종과 파충류 7종을 발표한 이후 Shannon(1956), Webb(1962), 강영선과 윤일병(1968), 양서영과 유재혁(1978), 양 서영 등(1982), 백남극 등(1985), 고영민(1993), 김영호(2006), 장민호 등(2006), 고영민 등(2007), 장민호 등(2010), 고상범 등(2011), 김병수(2011), 고상범(2012) 등 오랜 기간 동안 많은 연구자들에 의해 이루어져 제주도의 양서·파충류에 대한 자세한 정보가 제공되었다. 하지만 구렁이와 두꺼비 등 아직까지도 예전에 관찰되었으나 현재는 관찰되지 않는 종들이 있어 제주도의 양서·파충류에 대한 정립이 필요한 사항이다.

본 조사는 제주도의 이러한 문제점들과 한라산 국립공원내의 양서·파충류의 현황을 파악하여 향후 기후변화에 의한 제주도의 자연자원을 보전·관리하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해서 이루어졌다.

2. 조사일정 및 방법

가. 조사일정

본 조사는 2012년 5월부터 11월까지 한라산국립공원을 대상으로 선조사방법과 정점조사방법을 이용하여 정기적으로는 2주에 한번 조사를 시행하였으며 그 외 비정기적으로 한라산의 계곡과 습지를 정점조사법을 이용하여 조사하였다.

나. 조사방법

양서류인 유미류(有尾類)와 무미류(無尾類)는 계곡이나 습지 및 그 주변의 썩은 나무와 돌 밑을 직접 들추며 육안으로 관찰하였으며, 울음소리 등을 들어 종을 판별하였다.

파충류는 탐방로나 계곡, 그리고 물이 고여 있거나 습지식물이 관찰되는 지역을 중심으로 돌을 들추거나 나무 밑을 들추면서 육안으로 직접 확인하였으며, 장지뱀류와 도마뱀류는 햇빛이 잘 드는 돌무덤 지역이나 무덤 지역 그리고 초지대 지역을 중점적으로 살펴 확인하였다. 특히 도마뱀은 천적이 접근 시 나무위로 올라가는 습성을 이용하여 지면과 낙엽을 발로 차거나 훑으면서 나무위로 올라가게 하여 종을 확인하였다.

다. 군집분석

1) 우점도.(Dominance Index : DI)

각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI=ni/N$$

DI : 우점도 지수, N : 총개체수, ni : 제 i 번째 종의 개체수

2) 종다양도(Biodiversity Index : D')

Margalef(1958)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver(Pielou, 1966)식을 사용하여 산출하였다.

$$D' = -\sum(Pi) \times (\ln Pi)$$

D' : 다양도 S : 전체종수

Pi : i 번째에 속하는 개체수의 비율(ni/N)으로 계산

(N : 군 집내의 전체개체수 ni : 각종의개체수)

3) 균등도(Evenness Index : E')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양

도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국균등도 지수는 군집내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E' = \frac{D'}{\ln(S)}$$

E': 균등도, D': 다양도, S:전체 종수

4) 종풍부도(Richness Index : R')

종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였으며, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 보고 있다.

$$R' = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

R': 풍부도, S: 전체 종수, N: 총 개체수

3. 결과 및 고찰

가. 양서·파충류 현황

본 조사에서 확인된 양서·파충류는 3목 8과 13종으로 도롱뇽과(Family Hynobiidae)의 제주도롱뇽(*Hynobius quelpartensis*), 무당개구리과(Family Bombinatoridae), 무당개구리(*Bombia orientalis*), 청개구리과(Family Hylidae)의 청개구리(*Hyla japonica*), 개구리과(Family Ranidae) 북방산개구리(*Rana dybowskii*)와 참개구리(*Rana nigromaculata*), 도마뱀과(Family Scincidae) 도마뱀(*Scinella vandenburghi*), 장지뱀과(Family axertiidae) 줄장지뱀(*Takydromus walteri*), 뱀과(Family Colubridae) 유헤목이(*Rhabdophis tigrinus*), 대륙유헤목이(*Amphiesma vibakari ruthveni*), 실뱀(*Zamenis spinalis*), 누룩뱀(*Elaphe dicne*) 그리고 비바리뱀(*Sibynophis chinensis*), 살모사과(Family Vipridae) 쇠살모사(*Gloydus ussuriensis*)가 서식하는 것으로 나타났다(표 1).

표 1. 한라산국립공원에서 관찰된 양서·파충류 현황

번호	학 명	국 명
	Class 1. Amphibians	개구리강(양서류강)
	Order 1. Caudata	도롱뇽목(유미목)
	Family Hynobiidae	도롱뇽과
1	<i>Hynobius quepartensis</i>	제주도롱뇽
	Order 2. Salientia	개구리목(무미목)
	Family Bombinatoridae	무당개구리과
2	<i>Bombia orientalis</i>	무당개구리
	Family Hylidae	청개구리과
3	<i>Hyla japonica</i>	청개구리
	Family Ranidae	개구리과
4	<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리
5	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리
합계	5종	
	Class 2. Reptillia	뱀강(파충강)
	Order 1. Squamata	뱀목
	Family Scincidae	도마뱀과
1	<i>Scinella vandenburghi</i>	도마뱀
	Family axertiidae	장지뱀과
2	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀
	Family Colubridae	뱀과
3	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유�혈목이
4	<i>Amphiesma vibakari ruthveni</i>	대륙유�혈목이
5	<i>Zamenis spinalis</i>	실뱀
6	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀
7	<i>Sibynophis chinensis</i>	비바리뱀
	Family Vipridae	살모사과
8	<i>Gloydius ussuriensis</i>	살모사
합계	8종	

양서류의 경우 산란시기와 서식처에 따라서 수의 차이가 많이 발생한다. 이번 조사에서도 대부분 계곡이나 오름의 정상부분에 습지가 있는 지역이나 물웅덩이가 있는 지역에 집중적으로 분포하고 있었으며 특히 어승생악과 1100고지에는 무당개구가 다른 지역에 비해 산란하는 개체가 많이 관찰되었다. 또한 1100고지에서는 청개구리가 우기에 번식을 하기 위해 많은 개체가 모여드는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 습지가 숲에서 차지하는 생태적 가치를 잘 보여주고 있는 사례라 할 수 있으며, 향후 습지를 복원하고 관리하는게 얼마나 중요한 지를 말해 주고 있다(표 2).

표 2. 한라산국립공원 일대의 양서·파충류 조사 목록

구 분	학명 및 목록	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
양서강 Amphibians	Order 1. Caudata 도롱뇽목												
	Family 1. Hynobiidae 도롱뇽목												
	1) <i>Hynobius quepatesis</i> 제주도롱뇽	43	21	23	12	19	34	28	12	26	45	54	45
	Order 2. Salientia 개구리목												
	Family 1. Discoglossidae 무당개구리목												
	2) <i>Bombina orientalis</i> 무당개구리	56	25	32	14	34	57	53	11	12	17	23	29
	Family 2. Hylidae 청개구리목												
	3) <i>Hyla japonica</i> 청개구리	5	11	7	11	21	8	21	3	4	11	14	12
파충강 Reptiles	Family 3. Rinidae 개구리목												
	4) <i>Rana dybowskii</i> 북방산개구리	34	42	21	13	23	31	25	9	14	24	25	15
	5) <i>Rana nigromaculata</i> 참개구리	6	7	5	3	7	18	21	3	6	12	8	11
	Order 1. Squamata 뱀목												
	Family 1. Scincidae 도마뱀목												
	1) <i>Scincella laterale laterale</i> 도마뱀	2	1	4	1	3	7	3		1	23	9	6
	Family 2. Lacertidae 장지뱀목												
	2) <i>Takydromus wolteri</i> 줄장지뱀	1	1	7	2	4	11	10	1	1	4	2	2
	Family 3. Colubridae 뱀목												
	3) <i>Rhabdophis tigrinus</i> 유혈목이	3	5	3	3	6	6	4	2	4	11	13	9
	4) <i>Amphiesma cibakari ruthveni</i> 대륙유혈목이	2	5	4	2	4	3	1		2	3	1	2
	5) <i>Coluber spinalis</i> 실뱀	1		1									
	6) <i>Elaphe dione</i> 누룩뱀	3	7	3	2	3	3	2	1	2	4	2	1
	7) <i>Sibynophis chinensis</i> 비바리뱀										1		
	Family 4. Viperridae 살모사목												
	8) <i>Agkistrodon ussuriensis</i> 쇠살모사	13	21	27	19	23	14	16	9	14	17	12	15
	관찰된 종 수	12	11	12	11	11	11	11	9	11	12	11	11

A: 관음사 탐방로, B: 성판악 탐방로, C: 돈내코 탐방로, D: 영실탐방로

E: 어리목 탐방로, F: 어승생악, G: 1100고지 습자, H: 윗세오름, I: 사라오름

J: 물장오리오름, K: 논고악, L: 동수악

파충류는 비바리뱀이 물장오리 근처에서 한 마리 확인되었으며, 그 외에 실뱀이 관음사 탐방로 주변과 돈내코 탐방로 초입부분에서 관찰되었다. 쇠살모사는 대부분 지역에서 관찰되었으며 다른 파충류에 비해 매우 높은 밀도로 서식하는 것이 확인되었다(표 2).

나. 수직분포 현황

양서·파충류의 고도별 분포를 살펴본 결과, 관찰된 대부분의 종들이 국립공원구역(해발 500m-해발 1950m)내에서 관찰되었다(표 3). 그 중 도마뱀의 경우는 물장오리(해발 800m) 정상 부근에서 집중적으로 관찰되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 도마뱀과 줄장지뱀은 정상부근에서는 관찰되지 않았다. 조

표 3. 한라산국립공원에서 관찰된 양서·파충류의 고도별 분포

제주도롱뇽 <i>Hynobius quepartensis</i>	○	○	○	○
무당개구리 <i>Bombia orientalis</i>	○	○	○	○
두꺼비 <i>Bufo bufo gauguizans</i>				
청개구리 <i>Hyla japonica</i>	○	○	○	○
맹꽁이 <i>Kaloula borealis</i>				
북방산개구리 <i>Rana dybowskii</i>	○	○	○	○
참개구리 <i>Rana nigromaculata</i>	○	○	○	○
옴개구리 <i>Rana rugosa</i>				
금개구리 <i>Rana plancyi chosonica</i>				
도마뱀 <i>Scincella vandenburgii</i>	○	○	○	
줄장지뱀 <i>Akydromus wolteri</i>	○	○	○	
아무르장지뱀 <i>Takydromus amurensis</i>				
유혈목이 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	○	○	○	
대륙유혈목이 <i>Amphispina tibetana nathani</i>	○	○	○	
실뱀 <i>Zamenis spinalis</i>	○			
누룩뱀 <i>Elaphe diore</i>	○	○	○	○
비바리뱀 <i>Sibynophis chinensis</i>		○		
쇠살모사 <i>Crotalus ussuriensis</i>	○	○	○	○
종 수	13종	12종	10종	7종

사기간이 짧아서 확인되지 않았거나 아니면 조사기간이 맞지 않아 관찰되지 않은 것으로 보여 진다. 따라서 향후 백록담부근에서는 좀더 세밀한 조사가 이루어져야 할 것이다. 실패은 관음사 근처의 초지에서 관찰이 되었으나 조사가 더 이루어진다면 다른 지역에도 관찰이 될 것으로 보인다. 비바리뱀은 물장오리 입구 근처에서 한 마리가 수로에서 관찰되었고 그 주변에서 대륙유허목이도 몇 개체가 함께 관찰되었다. 하지만 정상부근에서는 두 종 모두 관찰되지는 않았다.

다. 법정보호종 및 생태계 교란종 현황

현재 제주도에서 관찰되는 법정보호종(환경부 멸종위기종)은 맹꽂이와 비바리뱀으로 본 조사 지점인 한라산 국립공원내에서 관찰된 보호종은 비바리뱀으로 물장오리오름 근처에서 한 마리 확인된 것이 전부이다(표 4).

표 4. 양서·파충류 환경부 멸종위기종 현황

구 분	종 명
멸종위기 I 급	비바리뱀 <i>Sibynophis chinensis</i>
	수원청개구리 <i>Hyla suweonensis</i>
멸종위기 II 급	구렁이 <i>Elaphe schrenckii</i>
	금개구리 <i>Rana plancyi</i>
	남생이 <i>Chinemys reevesii</i>
	맹꽂이 <i>Kaloula borealis</i>
	표범장지뱀 <i>Eremias argus</i>

생태계 교란종으로 제주에서 관찰되는 양서·파충류는 붉은귀거북과 황소개구리이다. 황소개구리는 현재 대정읍 부근에서 관찰이 되고 있으나 확산이 아직까지는 이루어지지 않아 한라산국립공원까지는 관찰이 되고 있지 않다. 붉은귀거북은 한때 백록담에 방생으로 추정되는 개체들이 서식한 적이 있으나 그 해 겨울에 죽은 것을 목격한 적이 있다. 하지만 현재 서식하고 있는 개체는 확인할 수 없었다.

라. 생물다양도 지수 분석

양서류의 우점도지수를 조사한 결과 무당개구리가 0.2937로 다른 종들에

비해서 한라산에 우점하는 것으로 나타났으며, 참개구리가 0.0866으로 종들에 비해 적은 개체가 한라산에 서식하는 것으로 나타났다. 이는 참개구리가 연못이나 깊이 않은 습지에서 서식하는 개체라서 한라산에는 다른 개체에 비해 적게 관찰된 것으로 보인다(표 5).

표 5. 한라산국립공원에서 관찰된 양서류·파충류의 우점도

양서류 Amphibians	1) <i>Hynobius quepatesis</i> 제주도롱뇽	0.2929
	2) <i>Bombina orientalis</i> 무당개구리	0.2937
	3) <i>Hyla japonica</i> 청개구리	0.1036
	4) <i>Rana dybowskii</i> 산개구리	0.2233
	5) <i>Rana nigromaculata</i> 참개구리	0.0866
파충류 Reptiles	1) <i>Scincella laterale laterale</i> 도마뱀	0.1364
	2) <i>Takydromus wulteri</i> 줄장지뱀	0.1045
	3) <i>Rhabdophis tigrinus</i> 유혈목이	0.1568
	4) <i>Amphiesma cibakari ruthveni</i> 대륙유혈목이	0.0659
	5) <i>Coluber spinalis</i> 실뱀	0.0045
	6) <i>Elaphe diene</i> 누룩뱀	0.0750
	7) <i>Sibynophis chinensis</i> 비바리뱀	0.0023
	8) <i>Agkistrodon ussuriensis</i> 쇠살모사	0.4545

파충류는 쇠살모사가 0.4545로 다른 종에 비해 우점도가 매우 높았다. 다음으로는 유혈목이가 0.1568으로 높게 나타났는데 이는 조사지역이 대부분 습지와 계곡에서 이루어져 유혈목이가 서식하는 지역이기 때문에 개체가 많이 관찰된 것으로 보인다(표 5).

종다양도와 균등도 그리고 풍부도에 대한 조사는 각기 다른 지역과 조사지역의 면적 그리고 서식지의 환경 등이 다르기 때문에 단순히 비교하는 것은 무의미 하다고 판별되나 등산로의 종다양도와 균등도, 풍부도를 비교한 결과, 종다양도와 균등도는 어승생악이 가장 높게 나왔으며 종풍부도는 영실탐방로가 가장 높게 나타났다(표 6).

본 조사에서 나타난 결과를 전 조사결과(국립공원관리공단, 2002)와 비교한 결과 우점도와 균등도 그리고 풍부도에서 차이가 나타났다. 종다양도와

균등도는 전에 조사된 값보다 적은 값이 나타났으며, 풍부도는 전 조사보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 전에 조사된 결과에서 관찰되던 아무르장지뱀이 본 조사에서는 관찰되지 않았기 때문에 종이 하나 줄어들어서 이러한 결과가 나온 것으로 보여 진다(표 7).

표 6. 조사지역별 양서·파충류 생물다양성 지수 분석

지역 \ 지수	종다양도(D')	종균등도(E')	종풍부도(R')
A: 관음사탐방로	1.7657	0.7106	2.1443
B: 성판악탐방로	1.8576	0.7747	2.0066
C: 돈내코탐방로	1.8269	0.7352	2.2358
D: 영실탐방로	1.3460	0.5613	2.2693
E: 어리목탐방로	1.9410	0.8095	2.0038
F: 어승생악	2.1609	0.9012	1.9020
G: 1100고지 습지	2.0960	0.8741	1.9176
H: 윗세오름	0.9343	0.4252	2.0347
I : 사라오름	1.3499	0.5630	2.2450
J : 물장오리 오름	2.1552	0.8673	2.1370
K: 논고악	1.9461	0.8116	1.9632
L: 동수악	1.8604	0.7758	2.0038
총 계	1.7700	0.7341	2.0719

표 7. 한라산국립공원 양서·파충류 생물다양성 지수 분석

지역 \ 지수	종다양도(D')	종균등도(E')	종풍부도(R')
2002년 한라산국립공원	2.1653	0.8205	1.6390
2012년 한라산국립공원	1.7700	0.7341	2.0719

또한 다른 지역의 국립공원들은 2002년 한라산국립공원 조사보고서도 언급한 것처럼 균등도를 제외하고는 다른 수치들이 낮게 나타났다. 이 결과는 다른 지역이 한라산국립공원보다 종이 풍부하고 서식장소가 많기 때문이다.

제주도는 화산섬으로 대부분의 계곡들이 건천으로 우기에만 물이 흐르고, 대부분 빠른 속도로 흘러내려가기 때문에 양서류가 서식하기에는 다른 지역 보다 좋지는 않다. 또한 파충류의 종도 한정되어 있다. 이러한 요인들 때문에 물이 있는 특정서식지역에서 많은 종들이 함께 관찰되기 때문에 다른 지역의 국립공원보다는 균등도가 높게 나타나고 있다(국립공원관리공단, 2002).

마. 선행연구결과와 비교

현재까지 제주도에서 조사된 양서류·파충류의 자료들과 본 조사에서 관찰된 자료들과 비교한 결과 두꺼비, 올챙이, 맹꽁이, 금개구리 그리고 2002년도에 기록된 아무르장지뱀은 관찰되지 않았다. 아무르장지뱀을 제외하고는 대부분의 종들이 근 20년 동안 관찰되고 있지 않는 종들이다. 따라서 이들 종에 대해서는 좀 더 면밀히 조사가 필요하겠다. 그리고 아무르장지뱀의 경우는 2002년도에 처음 관찰된 종이나 아직까지 그에 대한 표본을 갖고 있지 않고 사진자료도 없는 상황으로 좀 더 관찰이 필요한 종인 것으로 보인다(표 8).

표 8. 한라산국립공원 일대에서 조사된 선행연구결과와 비교

국 명 및 학 명	백등 (1985)	제주도 (2000)	국립공원 관리공단 (2002)	본보고서 (2012)
제주도롱뇽 <i>Hynobius quepartensis</i>	○	○	○	○
무당개구리 <i>Bombia orientalis</i>	○	○	○	○
두꺼비 <i>Bufo bufo gauguizans</i>	○			
청개구리 <i>Hyla japonica</i>	○	○	○	○
맹꽁이 <i>Kaloula borealis</i>	○			
북방산개구리 <i>Rana dybowskii</i>	○	○	○	○
참개구리 <i>Rana nigromaculata</i>	○	○	○	○
올챙이 <i>Rana rugosa</i>	○			
금개구리 <i>Rana plancyi chosonica</i>	○			
도마뱀 <i>Scinella vandenburghi</i>	○	○	○	○
줄장지뱀 <i>Akydromus wolteri</i>	○	○	○	○
아무르장지뱀 <i>Takydromus amurensis</i>			○	
유혈목이 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	○	○	○	○
대륙유혈목이 <i>Anphiesma vibakari nutheri</i>	○	○	○	○

표 8. 계속

국 명 및 학 명	백등 (1985)	제주도 (2000)	국립공원 관리공단 (2002)	본보고서 (2012)
실뱀 <i>Zamenis spinalis</i>	○	○	○	○
누룩뱀 <i>Elaphe dione</i>	○	○	○	○
비바리뱀 <i>Sibynophis chinensis</i>	○	○	○	○
쇠살모사 <i>Gloydius ussuriensis</i>	○	○	○	○
종 수	17종	13종	14종	13종

4. 요약

조사결과 한라산국립공원에 서식하는 양서·파충류는 3목 8과 13종이고 양서류는 제주도롱뇽, 무당개구리, 청개구리, 참개구리 그리고 북방산개구리 2목 4과 5종이고 파충류는 도마뱀, 줄장지뱀, 유혈목이, 대륙유혈목이, 실뱀, 누룩뱀, 비바리뱀 그리고 살모사 1목 4과 8종인 것으로 확인되었다.

대부분의 종들이 한라산국립공원 전역에서 관찰되나, 비바리뱀은 물장오리 주변인 해발 700m정도에서 실뱀은 관음사탐방로 주변인 해발 500m에서 관찰되었다.

관찰되는 법정보호종은 맹꽂이와 비바리뱀이 관찰되었으며, 생태계교란종은 관찰되지 않았다.

한라산국립공원 내에서 우점하는 종은 양서류는 무당개구리, 파충류는 쇠살모사로 확인되었으며, 종다양도는 1.770, 종균등도는 0.7341, 종풍부도는 2.0719로 나타났다.

본 조사에서 제주도에 기록된 양서·파충류 중 두꺼비, 움개구리, 맹꽂이, 금개구리 그리고 아무르장지뱀은 관찰되지 않았으며, 이 종들에 대해서는 좀더 주의 깊게 관찰이 필요하다.

5. 인용문헌

강영선, 윤일병. 1968. 제주도의 양서·파충류. 한라산 및 홍도. 문교부. pp. 290-291.

- 고상범. 2012. 제주지역에서 땡땡이(*Kaloula boealis*)의 생태에 관한 연구. 제주대학교 박사학위청구논문.
- 고상범, 이정현, 오홍식. 2011. 땡땡이 개체군의 연령구조분석. 한국환경생태학회지 25(6):861-866.
- 고영민, 장민호, 오홍식. 2007. 한국산 무당개구리 두 개체군의 먹이 습성 비교. 한국환경생태학회지 21(6):461-467.
- 고영민. 1993. 한국산 무당개구리(*Bombia orientalis*)의 식성에 관한 연구. 제주대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 고영민. 2012. 제주도산 북방산개구리의 생활사에 관한 연구. 제주대학교 박사학위청구논문.
- 김병수, 오홍식. 2005. 제주산 비바리뱀(*Sibynophis collaris* Gray)의 분포와 서식지. 한국환경생태학회지 19(4): 342-347.
- 김병수. 2011. 쇠살보사(*Gloydus ussuriensis*)의 생태에 관한 연구. 제주대학교 박사학위청구논문.
- 김영호. 2006. 유혈목이 *Rhabdophis tigrinus*의 먹이활동에 관한 연구. 제주대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 백남극, 김창한, 심재한. 1985. 한라산의 양서·파충류목. 한라산학술조사보고서. 제주도. pp. 457-479.
- 양시영, 김영진, 손홍중. 1982. 도통뇽의 지리적 변이에 관한 연구. 인하대 기초과학연구소 논문집. 3:135-139.
- 양서영, 유재혁. 1978. 한국산 양서류의 분포 목록. 인하대 산업과학기술연구소 논문집. 5:81-90.
- 이정현, 장환진, 서재화. 2011. 한국 양서·파충류 생태도감. 국립환경과학원.
- 장민호, 김병수, 박수곤, 김태욱, 오홍식. 2010. 비바리뱀(*Sibynophis chinensis*)의 뱀류 섭식에 관한 최초보고. 한국양서파충류학회지 2(1):59-61.
- 장민호, 송재영, 오홍식, 정규희. 2006. 한국산 장지뱀속(유린목: 장지뱀과)의 분류학적 재고찰. 한국환경생물학회지 24:95-101.
- 국립공원관리공단. 2002. 한라산국립공원 자연자원조사.
- Gloyd. H. K., 1972. The korean snakes of the genus *Agkistrodon*(*Crotalidae*). Proc. Biol. Soc. Wash., 85(49):557-578.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3: 36-71.
- McNaughton SJ. 1967 Relationship among functional properties of California Grassland. Nature, 216:144-168.

- Mori, T., 1928. On Amphibians and Reptiles of Quelpaert Isl. Journal of Chosen Natural History Society, 25(6):47-52.
- Pielou EC. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amur. Nat. 100:463-465.
- Pielou EC. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York. p165.
- Sannon, F. A. 1956. The reptiles and amphibians of Korea. Herpetologica, Vol. 12: 22-49.
- Webb, 1962.
- Web, R. G., J. Jones, jr, and G. W. Byers. 1962. Some reptiles and amphibians from Koea Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., Vol. 15(2):149-173.

한라산 국립공원의 양서파충류



〈제주도롱뇽〉



〈제주도롱뇽의 알주머니〉



〈청개구리〉



〈청개구리 알덩어리〉



〈참개구리〉



〈무당개구리〉



〈북방산개구리 알 덩어리〉



〈북방산개구리〉



〈돌 밑에 숨어 있는 제주도롱뇽〉



〈돌 밑에 숨어 있는 북방산개구리〉



〈쇠살모사〉



〈누룩뱀〉



〈대륙유혈목이〉



〈비바리뱀〉



〈유혈목이〉



〈실뱀〉

여 백

근 중

조사위원 : 정상배

1._ 서 론

2._ 조사범위 및 방법

가. 조사범위 및 방법

3._ 결과 및 고찰

가. 문헌자료 조사 결과

나. 표본 및 체집기록 조사 결과

다. 현장 조사 결과

4._ 요 약

5._ 인용문헌

여 백

1. 서론

신생대 제4기의 화산활동으로 형성된 제주도에는 심 중앙의 한라산과 한라산을 둘러싸고 있는 산록의 소형 화산체가 어우러져 한반도 산지에서는 경험하기 어려운 독특한 지형경관을 만들고 있다(김, 2003). 남한에서 가장 높은 표고 1,950m의 한라산은 해발고도에 따른 식생대의 수직적 발달이 뚜렷한 곳으로서 세계적인 희귀종인 한라두꺼비딱정벌레(*Carabus kuruberi hallasanensis*)를 비롯하여 여러 종의 특산종이 분포하고 있다. 한라산지역에 관한 곤충연구는 박 등(1977), 김(1984)에 의해 백록담 분화구내를 중심으로 조사가 이루어졌고, 이 등(1985)은 한라산 천연보호구역 학술조사 보고서에서 그 동안 채집된 표본과 과거 문헌 기록을 참고하여 한라산 보호구역 안의 곤충류 1,601종을 보고하였으며, 권(1991)에 의한 총채벌레목에 관한 연구, 정과 김(2000)에 의한 제주도 관음사 일대의 곤충상, 정과 김(1998)에 의해 제주도 한라산에서 윤납작만지벌레(*Synuchus nitidus*) 집단학의 변동에 관한 연구와 김과 김(2000), 양 등(2006)에 의한 한라산 5.16도로변의 딱정벌레류에 관한 연구가 실시되었으며, 한라산데이터북(2007)을 통해 2,588종의 곤충류가 보고되었다.

최근에는 류와 엄(2007)에 의한 한라산의 개미상, 조(2010)에 의한 한라산 일대의 파리류의 분포에 관한 연구, 정(2011)에 의한 한라산내 습지의 수서곤충에 관한 연구, 이(2012)에 의한 딱정벌레목 곤충의 시공간적 분포특성에 관한 연구, Jung and Oh(2012)에 의한 영실등산로 주변의 나비목에 관한 연구 등이 이루어져 있다.

본 조사는 제주도 한라산국립공원 일대에 관해 선행 연구된 문헌자료 조사, 표본조사 및 현장 조사를 통하여 한라산국립공원 내에 분포하는 곤충에 관한 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사범위 및 방법

1) 문헌자료 조사

문헌자료 조사는 지난 2007년 작성된 한라산데이터북을 기준으로 국명, 종명에 관한 검증을 실시하였고, 한라산국립공원의 미기록종은 2007년 이후

에 연구된 류와 엄(2007), 조(2010), 장(2011), 이(2012), Jung & Oh(2012)의 자료를 중심으로 조사하였으며, 한라산데이터북(2007)에서 조사가 미진한 분류군인 총채벌레목(Thysanoptera)에 관한 내용은 권(1991)의 자료를 참고하였다.

2) 표본 조사

표본조사는 지난 2004년부터 한라산국립공원 일대에서 채집된 표본 및 기록을 토대로 제주대학교 생물학과 곤충표본실, 국립생물자원관 및 개인 연구자들의 표본을 조사하였다.

3) 현장 조사

현장조사는 말레이즈트랩(Malaise Trap)을 2곳(석굴암 입구, 동수악 입구)에 설치하여 4월부터 10월까지 월1회 조사를 실시하였으며(그림 1), 5·16도로 주변 전월악 입구, 성판악 입구, 동수악 입구에 함정덫(pitfall trap)을 설치하고 5월부터 9월까지 월 3회 조사를 실시하여 지난 2004년부터 2005년까지 양(2006)에 의해 연구된 종 이외의 신규 출현종의 여부를 조사하였다(그림 2). 또한 1,100 습지 및 등산로 일대에서는 채집망을 이용한 조사를 실시하였다.

말레이즈트랩(W156×D116×H172(96)cm)은 곤충이 장애물을 만나면 위로 올라가는 습성을 응용한 것으로 트랩으로 텐트형 장애물과 텐트를 지지하기 위한 시설물, 트랩 안에 들어온 곤충들을 죽여서 보관하기 위한 포충기로 이루어지며, 포충기 안에는 알콜과 부동액을 3:7 비율로 섞어서 놓아두어 트랩에 들어온 곤충을 고정하였다.

함정덫(pitfall trap)은 비행성이 약한 딱정벌레류나 지표성 딱정벌레류를 채집하는데 있어 광범위하게 사용되는 가장 좋은 방법으로 본 연구에서도 함정덫(pitfall trap : Diameter 7cm, Length 7.8cm)을 이용하였으며, 각 조사구역마다 5m 간격으로 6개씩 설치하였다. 다양한 딱정벌레목을 채집하기 위해 동물성 유인물인 닭의 내장과 식물성 유인물인 흑설탕혼합물(흑설탕 600g, 증류수 4,000ml, 맥주 300ml, 사과식초 100ml)을 각각 3개씩 번갈아 넣어 사용하였다.

함정덫은 지표면과 같은 높이로 묻고 비가 올 경우에 대비하여 딱정벌레목이 통과할 수 있는 공간만 남겨두고, 그 위에 큰 나뭇잎으로 덮거나 돌로 피든지 아니면 나무 등을 이용하여 물이 들어가지 않게 설치하였다.

이는 단순히 비를 피하게 하는 것뿐만 아니라 설치한 유인물을 조류나 작

은 척추동물, 특히 설치류로부터 보호해줄 수 있기 때문이다(문과이, 1999).



그림 1. 말레이즈 트랩 (Malaise Trap)



그림 2. 함정덫 (pitfall trap)

3. 결과 및 고찰

종의 학명과 국명은 한국곤충명집(1994)에 따랐으며, 2012년 조사된 곤충류

의 종수는 2,665종으로 한라산 데이터북(2007)에 비해 77종이 증가하였다. 추가 조사된 종은 하루살이목(Ephemeroptera) 연꽃하루살이(*Cloeon dipterum*) 1종, 강도래목(Plecoptera) 민강도래 Kub(*Nemoura* Kub) 1종, 노린재목(Hemiptera) 애송장해언치개(*Anispos ogasawarensis*) 1종, 부채장수잠자리(*Sinictinogomphus clavatus*) 등 잠자리목(Odonata) 2종, 꿀총채벌레(*Helicnothrips haemorrhoidalis*) 등 총채벌레목(Thysanoptera) 14종, 송상풍뎡이(*Trogus setifer*) 등 딱정벌레목(Coleoptera) 6종, 어리왕개미(*Camponotus amarianus*) 등 벌목(Hymenoptera) 17종, 큰검정파리(*Calliphora lata*) 등 파리목(Diptera) 23종, 날도래목(Trichoptera) 애우묵날도래 KUb(*Apatania* KUb) 1종, 끝검은점밤나방(*Nestia tabida*) 등 나비목(Lepidoptera) 11종이다.

전체적으로는 나비목이 930종으로 34.87%의 비율을 보이며 가장 많은 종수를 보였고, 딱정벌레목이 746종으로 27.97%를 차지했으며, 파리목과 벌목이 각각 264종과 255종으로 나타났다(그림 3).

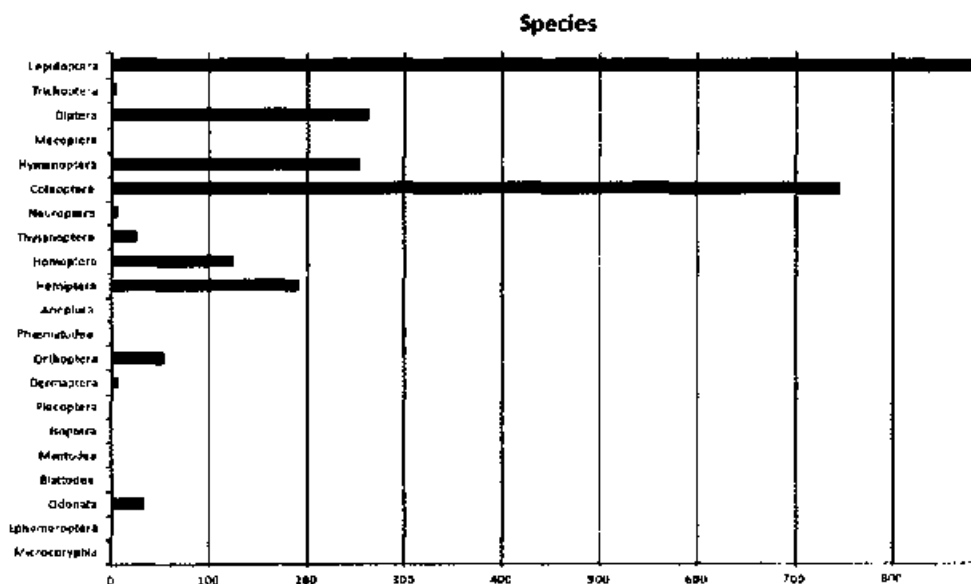


그림 3. 목별 종수

가. 문헌자료 조사 결과

1) 2007 한라산 데이터북 조사 결과

가장 최근에 한라산국립공원 내의 곤충에 대한 자료집에 대한 검증 결

과, 한라산국립공원에 서식하는 곤충의 국명과 학명의 동일하거나 잘못 기재된 경우가 발견되었다(표 1).

표 1. 2007 한라산 데이터북 재정리 곤충목록

한라산데이터북(2007)		비 고	수정 사항
학 명	국 명		
Odonata	잠자리목		
Aeshnidae	왕잠자리과		
<i>Aeshna crenata</i>	큰별박이왕잠자리	국명 수정	참별박이왕잠자리
Mantodea	사마귀목		
Mantidae	사마귀과		
<i>Tenodera sinensis</i>	사마귀	학명 수정	<i>Tenodera angustipennis</i>
Coleoptera	딱정벌레목		
Dytiscidae	물방개과		
<i>Hydaticus vittatus</i>	모래무지물방개	국명 없음	
<i>Ilybius apicalis</i>	모래무지물방개	-	-
<i>Ilybius chishimanus</i>	모래무지물방개	국명 수정	섬모래무지물방개
Staphylinidae	반날개과		
<i>Platydracus brevicornis</i>	홍딱지반날개	국명 수정	좀딱지검정반날개
<i>Platydracus operosus</i>	홍딱지반날개	국명 수정	강변반날개
Nitidulidae	밀빠진벌레과		
<i>Librodor japonicus</i>	네눈박이나무 밀쭈시기	국명 수정	네눈박이밀빠진벌레
Hymenoptera	벌목		
Formicidae	개미과		
<i>Hypoconera sauteri</i>	황침개미	국명 수정	사우터침개미
Apidae	꿀벌과		
<i>Halictus aerarius</i>	스미스애꽃벌	-	-
<i>Halictus aerarius</i>	스미드꼬마꽃벌	동일 학명, 국명 없음	삭제 검토

한라산 데이터북(2007)에 기록된 큰별박이왕잠자리(*Aeshna nigroflava*)는 참별박이왕잠자리(*Aeshna crenata*)의 학명으로 표기 되어있어 국명 수정이 필요하다 사료된다. 큰별박이왕잠자리는 국내에서는 중북부의 고산지대 한랭지에서 서식하는 종으로 알려져 있으며 7월부터 10월까지 관찰된다. 참별박이왕잠자리와 크기 및 형태가 매우 흡사하나 날개의 크기가 5mm 정도 작다. 배의 1마디의 옆쪽은 참별박이왕잠자리의 경우 황색 세로줄이 없으나 큰별박이왕잠자리의 배 1마디 옆에는 황색 줄이 있으며, 옆가슴의 앞쪽 황색 줄무늬

아래에 작은 황색 문양이 있어, 참별박이왕잠자리와 차이가 난다. 국내의 기록은 1932년 일본인 학자 Doi에 의한 채집기록이 있으나 이후 관찰되고 있지 않다. 윤(1988)은 큰별박이왕잠자리의 유충을 기재하였으나, 국내에서 흔히 관찰되는 종이 참별박이왕잠자리이므로 재검토가 필요하다 여겨진다(정, 2007). 딱정벌레목(Coleoptera) 물방개과(Dytiscidae)의 *Hydaticus vittatus*, *Ilybius apicalis*, *Ilybius chishimanus* 3종의 국명은 모두 모래무지물방개로 표기되어있으며, 이들 중중 국명 없음(*Hydaticus vittatus*), 섬모래무지물방개(*Ilybius chishimanus*) 등 2종에 대한 국명 수정이 필요할 것으로 보인다. 반날개과(Staphylinidae)에서 홍딱지반날개로 표기된 *Platydracus brevicornis*, *Platydracus operosus* 2종도 좀딱지검정반날개, 강변반날개로 확인됨에 따라 국명 재검토가 필요하다고 사료된다. 또한, 벌목(Hymenoptera)의 스미스애꽃벌(*Halictus aerarius*), 스미드꼬마꽃벌(*Halictus aerarius*)은 같은 학명으로 기재되어있으며, 스미드꼬마꽃벌이란 국명이 없기에 삭제가 되어야 할 것으로 보인다.

결과적으로 한라산 국립공원에 분포하는 곤충의 종수는 2,588종으로 알려져 있지만 1종이 감소된 2,587종으로 재검토 되어야 한다고 사료된다.

2) 한라산국립공원 내 연구논문 조사 결과

2007년 이후 제주도내 곤충에 관한 연구논문 중 한라산국립공원 지역이 포함된 조사는 류와 엄(2007), 조(2010), 정(2011), 이(2012), Jung & Oh(2012) 등의 연구가 수행되었으며, 한라산 데이터북(2007)에서 자료가 미진한 총채벌레목(Thysanoptera)은 권(1991)의 자료를 참고한 결과 72종이 추가로 한라산 국립공원 내에 서식하는 것으로 조사되었다(표 2).

권(1991)은 1987년부터 1989년까지 3년간 한라산의 남사면과 북사면에서 해발 200m 간격으로 beating, sweeping 및 Berlese funnel method를 사용하여 총채벌레목을 채집한 결과 37종을 보고하였고, 그 중 한라산국립공원에 속하는 해발 600m지점부터 채집된 종을 대상으로 조사한 결과 14종이 한라산 데이터북(2007)에 누락되어 있었다.

류와 엄(2007)은 2006년 8월 어리목 일대에서 흙충관, 포충방, 뿌리삼 등을 활용하여 죽은 나뭇가지, 초본류 및 기타 자연물 등에서 개미류를 채집, 조사하였다.

한라산의 개미상은 4아과 72종이 분포하는 것으로 기록되어 있지만, 이 연구를 통하여 한국 미기록종 1종과 제주도 미기록종 4종을 합하여 77종의 목록을 작성하였다(류와 엄, 2007). 그 중 한라산 데이터북(2007)에 누락된 종은 17종이었다.

표 2. 한라산국립공원 내 연구논문 결과 추가 서식 종 목록

학 명	국 명	권 (1991)	류와엄 (2007)	조 (2010)	정 (2011)	정과오 (2012)
Ephemeroptera	하루살이목					
Baetidae	꼬마하루살이과					
<i>Cloëon dipterum</i>	연못하루살이				✓	
Plecoptera	강도래목					
Nemouridae	민강도래과					
<i>Nemoura</i> Kub	민강도래 Kub				✓	
Thysanoptera	총채벌레목					
Thripidae	총채벌레과					
<i>Frankliniella intonsa</i>	대만총채벌레	✓				
<i>Frankliniella tenuicornis</i>	담배총채벌레	✓				
<i>Helionothrips haemorrhoidalis</i>	굴총채벌레	✓				
<i>Megalurothrips distalis</i>	싸리총채벌레	✓				
<i>Microcephalothrips abdominalis</i>	좁머리총채벌레	✓				
<i>Scirtothrips dorsalis</i>	볼록총채벌레	✓				
<i>Pseudodendrothrips mori</i>	뽕나무총채벌레	✓				
<i>Taeniothrips pallipes</i>	박주가리어리 총채벌레	✓				
<i>Thrips nigropilosus</i>	미나리총채벌레	✓				
<i>Thrips setosus</i>	엉겅퀴총채벌레	✓				
<i>Thrips tabaci</i>	파총채벌레	✓				
Phlaeothripidae	관총채벌레과					
<i>Gynaikothrips</i> sp1.		✓				
<i>Gigantothrips</i> sp2.		✓				
<i>Pentagonothrips</i> sp.		✓				
Hemiptera	노린재목					
Notonectidae	송장헤엄치게과					
<i>Anispos ogasawarensis</i>	애송장헤엄치게				✓	
Coleoptera	딱정벌레목					
Dytiscidae	물방개과					
<i>Agabus browni</i>	큰땅콩물방개				✓	
<i>Laccophilus difficilis</i>	깨알물방개				✓	
<i>Laccophilus lewisius</i>	무늬깨알물방개				✓	
Hymenoptera	벌목					
Formicidae	개미과					
<i>Camponotus amamianus</i>	어리왕개미		✓			
<i>Camponotus nawai</i>	나도네눈개미		✓			

표 2. 계속

학 명	국 명	권 (1991)	류와엄 (2007)	조 (2010)	정 (2011)	정과오 (2012)
<i>Camponotus nipponensis</i>	털왕개미		✓			
<i>Camponotus jejuensis</i>	제주왕개미		✓			
<i>Crematogaster vagula</i>	등굽은밀드리개미		✓			
<i>Formica candida</i>	광택불개미		✓			
<i>Lasius hayashi</i>	하야시털개미		✓			
<i>Lasius umbratus</i>	황털개미		✓			
<i>Monomorium intrudens</i>	배검은꼬마개미		✓			
<i>Myrmica kasczenkoi</i>	카스크쟁코뿔개미		✓			
<i>Myrmica kotokui</i>	코토쿠뿔개미		✓			
<i>Myrmica silvestrii</i>	주름뿔개미		✓			
<i>Paratrechina yaeyamensis</i>	노란스미스개미		✓			
<i>Ponera takaminei</i>	상효침개미		✓			
<i>Proceratium watasei</i>	와타세침개미		✓			
<i>Pyramica canina</i>	넓은방패비늘개미		✓			
<i>Stenamma ussuriense</i>	우수리개미		✓			
Diptera	파리목					
Anthomyiidae	꽃파리과					
<i>Anthomyiidae</i> sp.				✓		
Calliphoridae	검정파리과					
<i>Calliphora lata</i>	큰검정파리			✓		
<i>Calliphora vicina</i>	붉은뺨검정파리			✓		
<i>Chrysomya megacephala</i>	검정뺨금파리			✓		
<i>Chrysomya pinguis</i>	큰검정뺨금파리			✓		
<i>Lucilia ampullacea</i>	푸른등금파리			✓		
<i>Onesia koreana</i>	산검정파리			✓		
<i>Onesia</i> sp.				✓		
<i>Triceratopyga calliphoroidae</i>	두꼬리검정파리			✓		
Muscidae	집파리과					
<i>Fannia prisca</i>	검정말집파리			✓		
<i>Fannia scalaris</i>	털말집파리			✓		
<i>Fannia</i> sp.				✓		
<i>Helina</i> sp.				✓		
<i>Hydrotaea calcarata</i>	가시산꽃파리			✓		
<i>Hydrotaea dentipes</i>	흑다리꽃파리			✓		
<i>Hydrotaea occulta</i>	내장산꽃파리			✓		
<i>Limnophora</i> sp.				✓		
<i>Morellia saishuensis</i>	제주등줄집파리			✓		
<i>Muscina assimilis</i>	검정수염큰집파리			✓		

표 2. 계속

학 명	국 명	권 (1991)	류와엄 (2007)	조 (2010)	정 (2011)	정과오 (2012)
<i>Muscina pascuorum</i>	왕큰집파리			✓		
<i>Ophyra leucostoma</i>	털감장파리			✓		
<i>Ophyra nigra</i>	산감장파리			✓		
<i>Phaonia aureola</i>	굴거리가시꽃파리			✓		
Trichoptera	날도래목					
Limnephilidae	우묵날도래과					
<i>Apatania</i> KUb	애우묵날도래 KUb				✓	
Lepidoptera	나비목					
Tortricidae	잎말이나방과					
<i>Apotomis vaccini</i>	흰끝무늬애기 잎말이나방					✓
<i>Olethreutes transversana</i>	줄회색애기 잎말이나방					✓
<i>Pandemis heparana</i>	갈색잎말이나방					✓
Pyalidae	명나방과					
<i>Calamotropha okanoi</i>	점흰포충나방					✓
<i>Hypsopygia kawabei</i>	회색애기 비단명나방					✓
<i>Pempelia ellenella</i>	가는줄알락명나방					✓
Thyatiridae (Cymatophoridae)	뽕족날개나방과					
<i>Tethea consimilis</i>	홍백띠뽕족 날개나방					✓
Geometridae	자나방과					
<i>Dysstroma citrata</i>	큰고래물결자나방					✓
<i>Pseudepione marginaria</i>	가을노랑가지나방					✓
Noctuidae	밤나방과					
<i>Hypena stygiana</i>	고개무늬수염나방					✓
<i>Xestia tabida</i>	끝검은점밤나방					✓
Total	72	14	17	23	7	11

조(2010)는 한라산을 중심으로 해발 500m, 1,000m, 1,500m 지점에서 2008년 3월부터 11월까지 월 3회 파리류의 채집을 실시하였다. 사용한 파리 유인통(21×21×25cm)은 5면을 나일론망으로 덮고 바닥은 철망으로 궁상(弓狀)이 되게 하여 파리가 유인되어 들어오면 나가지 못하게 하였고, 유인물은 날 오징어를 25℃에서 2~3일 썩힌 것을 사용하였다.

이 연구를 통하여 39종 21,605개체의 파리류가 채집되었지만, 해발 500m지점을 제외하고 23종의 파리류가 한라산국립공원 지역에 추가로 서식

하는 것으로 조사되었다.

정(2011)은 제주도내 정수성 습지 24곳을 대상으로 2004년부터 2008년까지 조사지점당 3회씩의 수서곤충류의 연구를 수행하였다. 그 중 한라산국립공원 내에 속하는 습지는 물샐물, 숨은물뱅디, 1100습지, 어승생악, 사라악, 백록담 등 6곳이였으며, 각각 23종, 14종, 25종, 12종, 3종, 11종의 수서곤충류가 채집되었고, 제주도에서 기록이 되지 않았던 애우묵날도래 KUb(*Apatania* KUb) 등 7종이 추가로 한라산 고산습지 내에 분포하는 것이 확인되었다.

Jung & Oh(2012)는 2008년부터 2009년까지 한라산 영실등산로 일대에서 버켓식 유아등(UV bucket light trap)을 이용하여 나비목 곤충에 관한 연구를 수행하였고, 제주도 및 한라산 미기록종인 줄회색애기잎말이나방(*Olethreutes transversana*) 등 11종을 기록하였다.

나. 표본 및 채집기록 조사 결과

1) 표본 및 채집기록 조사 결과

연구시설 및 개인연구자들의 표본조사 결과, 잠자리목(Odonata) 등 2목 4종이 한라산국립공원 지역에 추가로 서식하는 것으로 확인되었다(표 3).

부채장수잠자리(*Sinictinogomphus clavatus*)는 65~70mm 정도의 크기로 5월 하순경부터 우화하여 9월까지 관찰된다. 우화 후 주변의 평지나 구릉지 숲에서 전생식기를 보내며, 성숙한 수컷은 연못의 가장자리보다는 안쪽에 있는 지지대에 앉아 암컷을 기다리며 경쟁 수컷이 나타나면 종적을 감출 때까지 달려들어 쫓아내는 호전성을 보인다(정, 2007).

한라산에서는 2012년 6월 2일, 1100도로 어승생악 주변에서 제주대학교 대학원생에 의해 1개체가 채집되었다(그림 4).

백두산북방잠자리(*Samatochlora clavata*)는 Ju(1993)가 백두산 천지 주변에서 채집된 표본을 넓은날개곤봉잠자리로 기록하였고, 국명은 Lee(2001)가 백두산북방잠자리로 정리하였다. Ju의 기록은 백두산 천지가 유일하고 최초 기록인 1993년 이후 국내에 발표된 논문은 없다. 그러나 일본에서는 광범위한 지역에서 보편적으로 관찰되는 종이며 국내에서도 중부와 남부지방에서 여러 개체가 채집되어 전국적으로 광역 분포하는 종이라 여겨진다(정, 2007).

한라산에서는 2007년 7월 25일, 물장울교에서 Kim(2008)에 의한 채집 기록이 남아있다.

표 3. 표본조사 결과 신규 곤충 목록

학 명	국 명	This study	채집지
Odonata	잠자리목		
Gomphidae	부채장수잠자리과		
<i>Sinictinogomphus clavatus</i>	부채장수잠자리	✓	1,100도로 해발 750m
Corduliidae	북방잠자리과		
<i>Somatochlora clavata</i>	백두산북방잠자리	✓	물장울교
Coleoptera	딱정벌레목		
Silphidae	송장벌레과		
<i>Nicrophorus maculifrons</i>	이마무늬송장벌레	✓	516도로
Trogidae	송장풍뎡이과		
<i>Trogus setifer</i>	송장풍뎡이	✓	516도로
Total		4	



그림 4. 부채장수잠자리

딱정벌레목(Coleoptera) 송장벌레과(Silphidae)의 이마무늬송장벌레(*Nicrophorus maculifrons*)는 몸길이가 20~25mm이며, 몸은 흑색이나 밝은 부분이 많다. 더듬이의 마지막 3마디와 머리의 앞부분은 등황색이며, 겹눈사이에 붉은색 무늬가 있다. 성충은 이른 봄부터 늦가을까지 볼 수 있는데, 야행성이며, 동물의 사체나 썩은 고기에 모인다(김, 1998).

한라산에서는 양(2006)에 의해 2004년과 2005년에 걸쳐 견월악 일대에서 13개체, 수악교 1개체, 동수악 일대에서 3개체의 채집기록이 있다.

송장풍뎡이과(Trogidae)의 송장풍뎡이(*Trogus setifer*)는 몸길이가 7~11mm이며 몸은 흑색으로 썩은 고기에 주로 모인다.

한라산에서는 양(2006)에 의해 2004년과 2005년에 걸쳐 견월악 일대, 성판악 등산로 입구, 수악교, 견월악 일대에서 각각 63개체, 19개체, 4개체, 31개체가 채집된 바 있다.

다. 현장 조사 결과

1) 말레이즈트랩(Malaise Trap) 조사 결과

말레이즈트랩을 석굴암 입구(M1), 동수악 입구(M2) 2곳에 설치하여 2012년 4월부터 10월까지 월1회 조사를 실시한 결과, M1지역에서는 대벌레목(Phasmatodea) 등 9목 1,080개체가 채집되었으며, M2지역에서는 노린재목(Hemiptera) 등 11목 1,995개체가 채집되었다.

M1지역에서는 파리목(Diptera)이 484개체로 44.81%, 벌목(Hymenoptera)이 254개체로 23.52%, 딱정벌레목(Coleoptera)이 155개체로 14.35%로 조사되었다(그림 5).

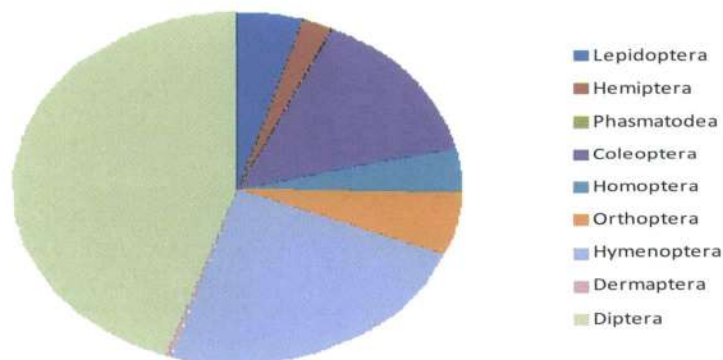


그림 5. 말레이즈트랩으로 조사된 각 목별 군집 크기(M1)

M2지역에서는 파리목(Diptera)이 925개체, 벌목(Hymenoptera)이 536개체, 딱정벌레목(Coleoptera)이 307개체로 각각 46.37%, 26.87%, 15.39%로 조사되었다(그림 6).

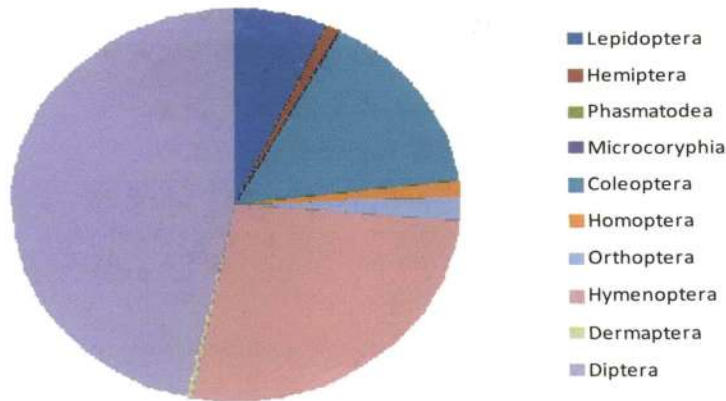


그림 6. 말레이스트랩으로 조사된 각 목별 군집 크기(M2)

특히, M2지역에서는 2012년 9월 29일, 점박이큰벼잎벌레(*Lema adamsii*)가 채집되면서 한라산국립공원지역에 분포하는 것이 처음 확인되었다(표 4).

하지만, 이번 조사를 통하여 채집된 곤충 중에는 단기간의 시간으로는 동정이 어려운 미소곤충들이 다수를 차지하고 있기에 체계적인 분류 및 동정을 실시하면 다양한 종이 추가로 조사될 것으로 사료된다.

표 4. 말레이스트랩 조사 결과 신규 곤충 목록

학 명	국 명	Malaise Trap	채집지
Coleoptera	딱정벌레목		
Chrysomelidae	잎벌레과		
<i>Lema adamsii</i>	점박이큰벼잎벌레	✓	동수악 입구
Total		1	

2) 함정덫(pitfall trap) 조사 결과

5·16도로 주변 견월악 입구, 성판악 입구, 동수악 입구에 함정덫(pitfall trap)을 설치하여 조사한 결과, 지표성 딱정벌레류는 34종이 채집되어 양(2006)에 의한 44종보다는 종수가 줄어들고, 신규로 발견된 종은 없었다(표 5). 하지만 이번 조사는 양(2006)의 조사기간인 2년보다 짧기 때문에 다양한 종을 조사하기에는 한정적이었다고 사료된다.

향후, 양(2006)에 의한 조사 결과를 토대로 10년이 지난 시점인 2014년부터 2015년까지 동일한 방법과 기간으로 조사가 이루어진다면 다양한 종에

대한 조사뿐 만 아니라 기후변화에 따른 딱정벌레류의 고도별, 월별 변동에 관한 기초 자료를 제공할 수 있다고 사료된다.

표 5. 함정덫 조사 결과 곤충 목록

Family	Scientific name	양(2006)			This Study
		견월악 입구	성판악 입구	동수악 입구	
Carabidae	<i>Calosoma maximowiczii</i>		3	5	✓
	<i>Carabus fiduciarius kirinicus</i>	3	16		✓
	<i>C. sternbergi sternbergi</i>	79	153	12	✓
	<i>Damaster jankowskii jankowskii</i>	108	68	88	✓
	<i>Hemicarabus tuberculosus</i>	1	3	7	✓
Harpalidae	<i>Amara gigantea</i>	5	3		
	<i>Anisodactylus signatus</i>		2		
	<i>Chlaenius naeviger</i>	6	14	1	✓
	<i>Harpalus roninus</i>	1			
	<i>Lesticus magnus</i>	9	3		✓
	<i>Patrobus flavipes</i>	1		2	✓
Harpalidae	<i>Pterostichus shirozui</i>	20	69	80	✓
	<i>Synuchus nitidus</i>	4	4	12	✓
Brachinidae	<i>Brachinus scotomedes</i>		1		
Histeridae	<i>Atholus depistor</i>	36	8	13	✓
	<i>Saprinus splendens</i>	98	20	82	✓
Silphidae	<i>Eusilpha brunneicollis</i>	45	16	4	✓
	<i>E. jakowlewi jakowlewi</i>	7	1	2	✓
	<i>Nicrophorus concolor</i>	165	91	42	✓
	<i>N. maculifrons</i>	7		3	
	<i>N. quadripunctatus</i>	124	102	104	✓
	<i>Ptomascopus mario</i>	9	2		✓
Staphylinidae	<i>Philonthus spinipes</i>	5	2	3	✓
Lucanidae	<i>Metopodontus blanchardi</i>		1	1	
	<i>Serrognathus platymelus castanicolor</i>	20	6	5	✓

표 5. 계속

Family	Scientific name	양(2006)			This Study
		건월악 입구	성판악 입구	동수악 입구	
Trogidae	<i>Trox setifer</i>	63	19	31	✓
Scarabaeidae	<i>Copris ochus</i>	6			
	<i>C. tripartitus</i>	54		3	✓
	<i>Liatongus phanaeoides</i>	23		8	✓
	<i>Onthophagus atripennis</i>	11	9	65	✓
	<i>O. fodiens</i>	4281	1737	1942	✓
	<i>O. japonicus</i>	2			✓
	<i>O. lenzii</i>	1			✓
Melolonthidae	<i>Holotrichia kiotoensis</i>			1	
	<i>Maladera japonica</i>	2	2		✓
	<i>M. orientalis</i>	1	2	1	✓
	<i>Miridiba castanea</i>	2			
Rutelidae	<i>Anomala chamaeleon</i>			3	✓
Elateridae	<i>Actenicerus pruinosis</i>	2	4	2	✓
	<i>Agrypnus binodulus coreanus</i>	6		1	✓
Lampyridae	<i>Lychnuris rufa</i>	4			
Nitidulidae	<i>Glischrochilus japonicus</i>	6	1		✓
Tenebrionidae	<i>Misolampidius chejudoensis</i>	13	1		✓
Rhynchophoridae	<i>Sipalinus gigas gigas</i>	28			✓

4. 요약

가장 최근에 한라산국립공원에 서식하는 곤충 중에 관하여 수록되어 있는 한라산데이터북(2007)에는 2,588종이 보고되어 있다.

하지만, 일부 학명 및 국명 표기가 잘못된 경우가 발생되었고, 스미스애꽃벌(*Halictus aerarius*), 스미드꼬마꽃벌(*Halictus aerarius*)은 같은 학명으로 기재되어있기에 국명이 불분명하고 잘못 표기되었다고 생각되는 스미드꼬마꽃벌은 삭제가 되어야 할 것으로 보인다.

결과적으로 한라산국립공원에 분포하는 곤충의 종수는 현재까지 2,588종으로 정리되었지만 1종이 감소된 2,587종이라고 사료된다.

2007년 이후 한라산국립공원 지역의 학술연구는 류와 엄(2007), 조(2010), 장(2011), 이(2012), Jung & Oh(2012)에 의해 수행되었고, 애우묵날도래 KUb(*Apatania* KUb) 등 72종이 추가로 한라산국립공원에 서식함이 밝혀졌다.

또한 말레이즈트랩(Malaise Trap) 등을 이용한 2012년 조사에서는 5종이 추가로 발견되어 문헌 및 표본자료를 토대로 한라산국립공원에는 2,664종의 곤충이 서식하는 것으로 조사되었다.

현재까지 한라산국립공원 지역에서는 정량적인 채집방법으로 함정넷, 유아 등 채집 등이 주로 이루어진 바, 과거 문헌자료를 토대로 장기적인 조사 및 재조사를 실시한다면 기후변화에 따른 곤충 군집의 변동에 관한 연구가 가능하며, 말레이즈트랩 등 다양한 채집 방법으로 조사를 실시하면 한라산국립공원에 서식하면서 아직 알려지지 않은 다양한 분류군의 곤충이 조사될 것이라 사료된다.

5. 인용문헌

- D.Y Ju *et al.*, 1993. 백두산충서 동불편. 과학기술출판사. 평양. pp. 250-262
- S.B Kim. 2008. Systematic Study of the Anisoptera(Insecta: Odonata) in Jeju Island, Korea, Based on Morphological Characters and Mitochondrial 16S rRNA Gene Sequences. 제주대학교 대학원 박사학위논문. 91pp.
- S.H Jung and H.S Oh. 2012. Insecta(Lepidoptera) of Yeongsil in Hallasan Mountain National Park. Journal of Korean Nature 2:181-192.
- 권오균. 1991. 한라산 총채벌레의 분류 및 분포에 관한 연구. 원광대학교 농대논문집. pp. 119-193.
- 김원택. 1984 제주도 4개 분화구내의 곤충상. 제주대학논문집, 18: 197-211.
- 김원택, 김상범. 2000. 한라산 딱정벌레 군집에 관한 조사 1. 5·16도로변을 중심으로 한 딱정벌레상과의 時空間 變動. 제주생명과학연구, 3(3): 103-116.
- 김진일. 1998. 한국곤충생태도감 III. 고려대학교 한구곤충연구소. 240pp.
- 김태호. 2003. 한라산과 다랑쉬오름 등산로의 답압에 의한 토양 압밀현상. 한국지역지리학회지, 9(2): 169-179.

- 류동표, 임태원. 2007. 한라산의 개미상. 한국생태학회지, 21(3): 207-212.
- 문태영, 이성진. 1999. 영도산 곤충군의 의곤충학 및 보전생물학, III. 송장벌레과(딱정벌레목). 보건과학연구소보, 9: 115-126.
- 박신행, 오문유, 오덕현, 김원택. 1977. 한라산 백록담 분화구내의 생태계에 관한 연구(1). 제주대논문집, 9: 177-192.
- 양경식. 2006. 한라산 516도로변에 분포하는 딱정벌레류의 군집 분석. 제주대학교 대학원 석사학위논문. 41pp.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감 제30권 동불편(수서곤충류). Ministry of Education, Korea.
- 이승모. 2001. 韓半島産 잠자리목 昆蟲誌. 正行社. Seoul, Korea.
- 이영돈. 2012. 한라산에서 딱정벌레목 곤충의 시공간적 분포특성. 제주대학교 대학원 석사학위논문. 59pp.
- 이영인, 김원택, 김대호. 1985. 한라산의 곤충상. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서. pp. 355-455.
- 정광수. 2007. 한국의 잠자리 생태도감. 일공육사. pp. 1-512.
- 정상배. 2011. 제주도 습지대 수서곤충 군집 특성. 제주대학교 대학원 박사학위논문. 79pp.
- 정세호, 김원택. 1998. 제주도 한라산에서 윤납작먼지벌레(*Synuchus nitidus*) 집단들의 변동. 제주생명과학연구, 1(1): 67-71.
- 정세호, 김원택. 2000. 한라산의 곤충상(나비목제외) I. 관음사 등산코스 일대. 제주대학교 환경연구논문집, 8: 1-38.
- 조태호. 2010. 제주도 한라산 일대 파리류의 계절적인 발생소장 및 수직분포. 한국환경과학회지, 19(4): 491-507.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 건국대학교 출판부. 744pp.
- 한라산연구소. 2007. 한라산 데이터북. 제주특별자치도 한라산연구소. pp. 1-236.

여 백

수서곤충

조사위원 : 정상배

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

- 가. 수서곤충의 채집·분류
- 나. 식생조사
- 다. 제주도의 수서곤충상 연구

3. 결과 및 고찰

- 가. 조사지 개요
- 나. 수서곤충의 분포 특성
- 다. 수서곤충의 군집지수 분석
- 라. 제주도 수서곤충상

4. 요약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

제주도에는 백록담을 비롯하여 11개의 화구호가 있는데 이 중 5개인 백록담, 사라오름, 어승생악, 물장울, 동수악은 한라산국립공원 내에 1개인 물참오름은 국립공원 외 한라산에 분포한다(한라산연구소, 2007). 이와 같은 한라산 내의 습지들은 비교적 자연의 원형을 유지하고 있으며 사람들의 출입도 거의 없어 보전상태가 양호한 편이어서 제주 생태계의 주요한 한 축을 차지하고 있다.

습지 또는 습원에 사는 곤충들은 그 숫적 다양성면에서는 어떤 다른 동물보다 많으며 그 생활방식도 매우 다양하다. 또한 수서곤충은 같은 장소에서도 미소서식처를 달리한다. 예를 들어 담수생태계의 미소서식처를 결정하는 주요 환경요인으로는 바닥상태, 유속 등이 있고(윤, 1995), 곤충의 다양성 및 종 구성은 습원에 조성된 수계의 유형에 따라 큰 영향을 받고 있으며 수계의 변화에 따라 곤충상도 변화를 가져오게 된다(조와 김, 1998). 이처럼 수서곤충은 다양한 담수생태계의 환경에 오랜 기간 적응하여 왔으므로 수질에 대한 종 특유의 내성의 범위를 가진다. 이런 특성 때문에 담수생태계의 수질환경을 평가하는 지표생물로 많이 연구되어 왔고 어류 등 대형동물들의 먹이가 되기 때문에 먹이사슬에서도 중요한 위치를 차지하는 생물군이다(윤, 1995).

지금까지 제주도내 습지의 곤충상에 대한 조사도 매우 단편적으로 이루어져 왔는데 이 등(1985), 조와 김(1999), 김 등(2001), 김(2001), 정(2001), 제주도 등(2001), 정 등(2006), 한라산연구소(2006) 등이다.

본 연구의 목적은 한라산내에 위치한 백록담을 비롯한 8곳의 습지(Table 1, Fig 1, 2)에 서식하는 수서곤충의 분포 현황과 특성, 희귀곤충의 서식여부, 다양성 등을 파악하여 습지의 곤충분포의 특성과 그 가치를 판단하기 위한 자료를 제공하는데 있다. 이와 함께 그 동안 문헌을 통해 제주도에 서식하는 수서곤충에 대한 목록을 정리하여 제주도의 종 다양성 보전 및 자연자산의 지속적인 보전과 관리에 도움이 될 것이다.

2. 조사범위 및 방법

가. 수서곤충의 채집 · 분류

현장 조사는 지난 2012년 7월부터 8월에 걸쳐 한 지질당 1회의 조사가 이

루어졌는데 조사 방법은 제2차 전국내륙습지조사지침(환경부 등, 2006)에 따라 이루어졌다.

채집된 표본은 70% Ethyl alcohol에 3일 동안 담갔다가 꺼내고 제조한 세척액(95% 에틸알코올 54ml, 증류수 44ml, 벤젠 7ml, ethyl acetate 19ml)으로 세척 후 건조시켜서 현미경(SOMETECHVISION, ICS-3058)을 통해 동정 하였다. 수서곤충의 명칭과 분류체계는 윤(1995), 한국곤충학회와 한국응용곤충학회(1994)를 참고하였고 필요한 경우 권 등(2001), 농업과학기술원(2006), 원 등(2005)도 이용 하였다.

확인된 수서곤충 중 지금까지 조사지와 국내에서 기록이 없었던 종을 새로이 기재하여 한라산내 습지의 종 다양성을 높이는 자료로 이용될 수 있도록 하였으며 해발 679m인 동수악부터 1,841m인 백록담까지 수직적으로 수서곤충의 분포여부를 확인하여 비교 분석하였다.

Table 1. Geographical characteristics of the wetlands in Mt. Halla.

Site No.	Name		Administrative district		Altitude (m)	Coordinates	
	Korean	English	City	Local		latitude (N)	longitude (E)
1	백록담	Baengnokdam	Seogwipo	Topyeong-dong	1,841	33°21 ' 29 "	126°31 ' 53 "
2	사라오름	Saraoreum	Seogwipo	Silrye-ri	1,306	33°22 ' 17 "	126°34 ' 12 "
3	어승생악	Eoseungsaengak	Jeju	Nohyeong-dong	1,130	33°23 ' 49 "	126°29 ' 16 "
4	1,100고지습지	1,100wetland	Jeju	Gwangryeong-ri	1,100	33°21 ' 28 "	126°27 ' 46 "
5	숨은물뱅디	Sumeunmulbaengdi	Jeju	Usuam-ri	996	33°21 ' 54 "	126°27 ' 03 "
6	물장울	Muljangol	Jeju	Bonggae-dong	882	33°24 ' 30 "	126°36 ' 27 "
7	물чат오름	Mulchatoreum	Jeju	Kyora-ri	695	33°23 ' 44 "	126°39 ' 04 "
8	동수악	Dongsuak	Seogwipo	Hannam-ri	679	33°21 ' 28 "	126°37 ' 36 "

나. 수서곤충의 군집지수 분석

군집구조의 분석은 정량채집된 채집물에 대해 다음과 같은 방법을 통해 군집지수를 산출하였다. 종 다양도는 군집의 안정도에 대한 척도가 되며 서식환경이 안정되면 종 다양도가 높게 나타난다. 이는 종간의 상호작용이 다양하기 때문이며 먹이사슬, 경쟁, 포식관계, 생태적 지위 등을 포함한 개체군의 상호작용이 복잡하게 일어남을 의미하는데 이를 통해 다른 분류군과의 상호관계를 규명하게 된다. 모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 우점도, 종 풍부도, 종 다양도, 균등도 등이 있다.

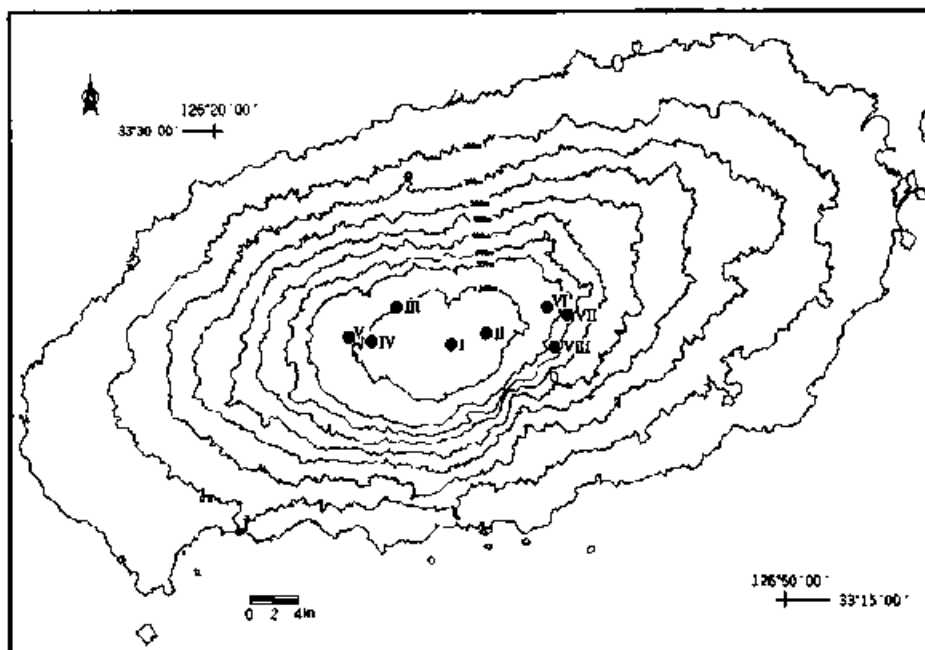


Fig. 1. Map of the study sites

(I : Baengnokdam, II : Saraak, III : Eoseungsaengak, IV : 1100gojiwetland, V : Sumeunmulbaengdi, VI : Muljangol, VII : Mulchatoreum, VIII : Dongsuak)

1) 우점도(Dominance Index, D.I.)

수서곤충 중 특정종이 가지는 상대적인 비율을 알기위해 각 지점별로 McNaughton(1967)에 의하여 우점도(Dominance Index, D.I)를 산출하였다.

DI(우점도 지수) = n_i/N (N: 총 개체수, n_i : 제 I번째 종의 개체수)

2) 종 다양도(Biodiversity Index, D')

Margarlef의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Wiener function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출하는데 이를 통해 군집의 복잡성을 알 수 있다.

$$D' = -\sum_{i=1}^S P_i (\ln/P_i)$$

D': 다양도 S: 전체 종 수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율 (n_i/N)
으로 계산 (N : 군집내의 전체 개체수, n_i : 각 종의 개체수)



Fig. 2. Scene of the study sites.

(A : Baengnokdam, B : Saraoreum, C : Eoseungsaengak, D : 1,100gojiwetland,
E : Sumeunmulbaengdi, F : Muljangol, G : Mulchatoreum, H : Dongsuak)

3) 균등도(Evenness Index, E')

균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 이용 산출한다.

$$E'(\text{균등도}) = D' / \ln(S), \quad D': \text{다양도} \quad S: \text{전체 종 수}$$

4) 종 풍부도(Richness Index, R')

지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부해 지므로 서식환경이 양호하다는 것을 의미하며 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$R'(\text{풍부도}) = (S-1) / \ln(N), \quad S: \text{전체 종 수}, \quad N: \text{총 개체수}$$

다. 제주도의 수서곤충상 연구

국내에 보고된 수서곤충 186종(한국곤충학회와 한국응용곤충학회, 1994) 중 제주도에서 그동안 조사와 연구를 거친 문헌들을 찾고 이를 검토하여 목록을 작성하였다. 그 동안의 문헌은 23종류에 달하며 Okamoto(1924)를 시작으로 가장 최근의 정과 김(2008)을 포함하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 조사지 개요

1) 백록담

백록담은 장축이 약 575m, 단축이 약 400m이며 물은 강수가 모여 이루어지며, 갈수기가 아니면 약 1~2m 정도의 수심으로 물이 고이는데 분화구 안쪽 사면의 토양침식으로 발생한 토사가 유입되면서 화구호가 물허 예전과 같은 수량을 보이지 못하고 있다. 주요 습지동물은 제주도롱뇽, 북방산개구리, 무당개구리, 청개구리, 참개구리이다.

2) 사라악

한라산국립공원 내의 화구호이며 직경 230m, 깊이 23m의 분화구를 가지는데 분화에 의해 화구에 위로 방출된 스코리아 또는 분석(cinder)으로 불

리는 화산쇄설물이 화구 주변에 떨어져 쌓이면서 만들어지는 화산체로서 스킨리아콘의 형태적 특성을 잘 보여준다. 수량이 적어 연중 바닥을 드러내는 날도 많은데 주요 습지동물은 제주도롱뇽, 북방산개구리, 무당개구리, 청개구리, 참개구리이다.

3) 어승생악

한라산국립공원에 위치한 습지로 둘레는 약 250m이며 골풀이 주요 습지식물인데 화구호의 둘레와 중심부에까지 자리하고 있다. 담수면적은 4,000㎡로 타 습지보다 주변 경사면 면적이 작아 담수량이 매우 작고 담수와 고갈 등을 반복하는 곳이다. 주요 습지동물은 유헤목이, 제주도롱뇽, 북방산개구리, 무당개구리, 청개구리, 참개구리이다.

4) 1100고지습지

한라산국립공원 경계부에 위치한 습지로 절반은 연중 물이 고이는 습지를 형성하고 있으며 나머지는 육상식물이 주로 자라는 건습지의 형태를 띠고 있다. 이곳은 도로 상에 인접해 있고 얼마 전 탐방로를 설치하여 많은 탐방객이 방문하고 있어 앞으로 인위적인 훼손이 우려되는 곳이다. 주요 습지동물은 제주도롱뇽, 무당개구리, 참개구리, 북방산개구리이다. 조류는 흰뺨검둥오리가 확인되었다.

5) 숨은물뱅디

한라산국립공원 경계부에 위치한 습지로 지형은 개방형 평탄지형으로 완만하며 주로 주변의 하천에서 유입된 물과 강우에 의해 습지가 유지되고 있는 것으로 확인되었다. 습지 내 3곳은 평상시 물이 고여 있는 습지가 유지되나 나머지 지역은 날씨에 따라 건조해지기도 하는 건습지 지역이다. 아직까지 식물은 물론 동물상에 대한 자료는 전혀 없는 곳이다.

6) 물장울

물장울은 한라산 국립공원에 있는 화구호로 담수면적은 8,000㎡로 지난 1980년대까지 이곳의 물을 다량으로 취수하여 사용하여 오다가 지금은 중단된 상태이나 이에 따른 습지의 변화는 아직 연구되지 않고 있다. 지금은 정수식물들이 수면 일부를 차지하고 있지만, 아직도 개방 수면의 면적이 더 넓은 편이다. 주요 습지동물은 유헤목이, 제주도롱뇽, 북방산개구리, 무당개구리, 청개구리, 참개구리, 미꾸리이다.

7) 물참오름

대규모의 화구호인 물참오름은 다른 화구호에 비해 아직 퇴적물의 축적이 많지 않은 것으로 보아 시기적으로 습지가 만들어진 시기는 오래되지 않은 것으로 판단되었다. 지금에야 개방된 수면의 경계면에 정수식물이 자라기 시작하였다. 많은 탐방객의 출입으로 등반로가 훼손되어오다가 최근에야 출입을 제한하고 있다. 주요 습지동물은 유헤목이, 제주도롱뇽, 북방산개구리, 무당개구리, 청개구리, 참개구리, 미꾸리이다. 이곳에선 인위적으로 유입된 붕어, 외래종인 붉은귀거북도 확인되었다.

8) 동수악

한라산 국립공원에 있는 동수악은 둘레가 약 220m 정도이며 담수면적은 6,000㎡인데 현재 목본류인 솔비나무가 점차 습지 내부로 영역을 확장하고 있다. 앞으로 점차로 습지가 건조해져 육지화가 진행될 것으로 보이는데 담수면적이 거의 존재하지 않을 정도로 적었고 장마철 이외에는 물이 고이지 않는 지역으로 육지화 되어버린 곳인데 이러한 원인은 습지의 서 측에 배수로 등 공사로 육지화가 가속되고 있는 것으로 판단되었다. 주요 습지동물은 유헤목이, 제주도롱뇽, 북방산개구리, 청개구리, 참개구리, 무당개구리 (*Bombina orientalis*), 미꾸리이다.

나. 수서곤충의 분포 특성

한라산 내 8곳 습지에 대한 조사 결과 총 7목 23과 39속 49종으로 나타났다(Table 2). 장소별로는 백록담 11종 137개체, 사라오름 3종 534개체, 어승생악 12종 175개체, 1,100고지습지 25종 162개체, 숨은물뱅다 14종 94개체, 물장울 23종 425개체, 물참오름 9종 70개체, 동수악 15종 135개체가 출현하였다.

수서곤충의 종조성을 살펴보면 하루살이목이 1종, 잠자리목이 10종, 강도래목 1종, 노린재목이 14종, 딱정벌레목이 20종, 날도래목 2종, 파리목 1종을 나타내었다. 이 중 딱정벌레목이 가장 종 수가 많았다. 개체수가 가장 많은 곤충은 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*)로 5곳에서 573개체가 나타났으며 다음은 자색물방개(*Noterus japonicus*)로 5곳에서 366개체, 다음은 땅콩물방개(*Agabus japonicus*)로 6곳의 259개체이다. 가장 광범위하게 나타난 곤충은 방물벌레(*Sigara (Tropocorixa) substriata*)와 소금쟁이(*Aquaris paludum ludum*)로 7 곳이며 다음은 애소금쟁이(*Gerris Gerris latiaabdominis*)와 땅콩물방개(*Agabus*

japonicus)로 6곳, 5곳에서 나타난 곤충은 송장헤엄치게(*N. otonecta* (*Paranecta*) *triguttata*), 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*), 자색물방개(*Noterus japonicus*) 3종이다.

Table 2. List and individual of aquatic insects observed in the 8 surveyed sites

Order	Family	Species	Site No.								Total site	Indivi. No.
			1	2	3	4	5	6	7	8		
Ephemeroptera 하루살이	Baetidae 꼬마하루살이	<i>Cloeon dipterum</i> (Linne) 연못하루살이			3	7	3				3	13
Odonata 잠자리	Coenagrionidae 실잠자리	<i>Cercion hieroglyphicum</i> (Brauer) 등줄실잠자리				2					1	2
		<i>Ceragrion melanurum</i> (Selys) 노란실잠자리				3	8	2			3	16
		<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer) 아시아실잠자리			2	2		2			3	6
	Aeshnidae 왕잠자리	<i>Anax nigrofasciatus</i> Oguma 먹줄왕잠자리							1		1	1
		<i>A. parthenope</i> Selys 왕잠자리	1					7			2	8
	Libellulidae 잠자리	<i>Crocothemis servilia</i> (Drury) 고추잠자리						3			1	3
		<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys) 베치레잠자리			1	6	16	1			4	24
		<i>Orthetrum albistylum</i> (Selys) 밀잠자리					3	3			2	6
		<i>O. melania</i> Selys 큰밀잠자리			5				2		2	7
		<i>Sympetrum depressiusculum</i> (Selys) 고추좀잠자리			2	2					2	4
Plecoptera 강도래	Nemouridae 민강도래	<i>Nemoura</i> Kub 민강도래Kub				2					1	2

Table 2. Continued

Order	Family	Species	Site No.								Total site	Indivi. No.
			1	2	3	4	5	6	7	8		
Hemiptera 노린재	Corixidae 물벌레	<i>Sigara (Tropocorixa) substriata</i> (Uhler) 방물벌레	5	1		12	4	7	19	5	7	53
		<i>Micronecta (Basilionecta) sedula</i> Horvath 꼬마물벌레					4				1	4
	Notonectidae 송장해엄 치게과	<i>Notonecta (Paranecta) triguttata</i> Motschulsky 송장해엄치게	3			6	13	6	1		5	29
		<i>Anisops ogasawarensis</i> Matsumura 애송장해엄치게				8	1	7			3	16
		<i>A. kuroiwae</i> Matsumura 남쪽애송장해엄치게				3		3			2	6
	Pleidae 등굴물벌레과	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> 꼬마등굴물벌레				1					1	1
	Nepidae 장구애비	<i>Nepa hoffmanni</i> Esaki 메추리장구애비				3	2		3	2	4	10
	Hydrometridae 실소금쟁이	<i>Hydrometra okinawana</i> Drake 제주실소금쟁이						1			1	1
	Veliidae 깨알소금쟁이	<i>Microvelia horvathi</i> Lundbald 호르바드깨알소금쟁이						1			1	1
	Gerridae 소금쟁이	<i>Aquaris paludum</i> <i>ludum</i> (Fabricius)소금쟁이	3		2	2	7	12	12	1	7	39
		<i>A. elongatus</i> (Uhler) 왕소금쟁이							3		1	3
	Gerridae 소금쟁이	<i>Gerris (Gerriselloides) nepalensis</i> Distant 옛소금쟁이				2			21		2	23
		<i>G. (Gerris) latiaabdominis</i> Miyamoto 애소금쟁이	4			37	23	24	7	4	6	99
	Omaniidae	<i>Corallocoris</i> sp.				1					1	1
Coleoptera 딱정벌레	Dytiscidae 물방개	<i>Laccophilus difficilis</i> Sharp 깨알물방개				7		1			2	8
		<i>L. kobensis</i> Sharp 동쪽깨알물방개								14	1	14

Table 2. Continued

Order	Family	Species	Site No.								Total site	Indivi. No.
			1	2	3	4	5	6	7	8		
Coleoptera 딱정벌레	Dytiscidae 물방개	<i>L. lewisius</i> Sharp 무늬개알물방개				7	2			1	3	10
		<i>Guignotus japonicus</i> (Sharp) 꼬마물방개	79	36	81	13	4			29	5	573
		<i>Oreodytes kanoi</i> Kamiya 동해물방개	1								1	1
		<i>Copelatus japonicus</i> Sharp 섬등줄물방개			1			1		16	3	18
		<i>C. zimmermanni</i> (Gschwendtner) 맵시등줄물방개								3	1	3
		<i>Agabus japonicus</i> Sharp 땅콩물방개	27	16	58	2	2	4			6	259
		<i>A. browni</i> Kamiya 큰땅콩물방개	1			4		1			3	6
		<i>Ilybius apicalis</i> Sharp 모래무지물방개						5			1	5
		<i>Rhantus (Rhantus) pulverosus</i> (Stephens) 애기물방개								1	1	2
		<i>R. (Rhantus) yessoensis</i> Sharp 제주애기물방개			1		1			2	3	4
		<i>Graphoderus adamsii</i> (Clark) 아담스물방개						3			1	3
	Noteridae 자색물방개	<i>Noterus japonicus</i> Sharp 자색물방개			1	24	4	328		9	5	366
		<i>Canthydrus politus</i> (Sharp) 노랑띠물방개				4					1	4
	Gyrinidae 물맴이	<i>Gyrinus (Gyrinus) japonicus</i> <i>franki</i> Ochs 물맴이	1					1			2	2
	Hydrophilidae 물땡땡이	<i>Laccobius (Laccobius) bedeli</i> Sharp 점물땡땡이								9	1	9
		<i>Berosus (Berosus) japonicus</i> Sharp 새가슴물땡땡이								37	1	37
	Hydrochidae	<i>Hydrochus japonicus</i> Sharp						2			1	2
	Helodidae 알꽃벼룩	<i>Helodes</i> sp. 알꽃벼룩 sp.					3			2	2	5
Trichoptera 날도래	Limnephilidae 우묵날도래	<i>Apantania</i> KU b 애우묵날도래 KU b	12								1	12
	Phryganeidae 날도래	<i>Semblis phalaenoides</i> (Linne) 굴뚝날도래			18						1	18
Diptera 파리	Tipulidae 각다귀	<i>Tipura</i> sp.				2					1	2
No. of species			11	3	12	25	14	23	9	15	Total	Total
No. of individuals			137	534	175	162	94	425	70	135		

이번에 새로이 추가되는 수서곤충은 2종이다. 한국미기록과 곤충인 Hydrochidae의 *Hydrochus japonicus* Sharp는 물장울에서만 2개체가 채집되었다(Fig. 3, A). Hydrochidae는 *Hydrochus* LEACH 단 1속이며, 유럽 등에서도 최근에야 알려진 종이다. 또한 한국미기록과 곤충인 노린재목의 Omaniidae과 *Corallocoris*속의 1개체가 1100습지에서 확인되었다(Fig. 3, B). Omaniidae는 전 세계에 2속 4종이 있고 몸 크기는 1mm 정도의 소형종으로 두부는 현저히 커서 몸길이의 1/3~1/4이며 주로 암초 지대에 사는 포식성 곤충이다. 호주 환경부 자료에 의하면 필리핀, 싱가포르 등지의 산호초나 석호(Lagoon), 화산암반지대에서도 확인된다고 밝히고 있다. 일본에는 *Corallocoris satoi* Miyamoto 1종이 오키나와에서만 확인이 되고 있는데 몸은 반구형에 가깝고 몸 전체가 광택이 나는 흑색이다.

동해물방개는 백록담에서 단 1개체만 나타났는데 주로 고지대에서만 출현하는 종으로 몸길이가 4~4.5mm이며 황갈색에 흑색무늬가 있다. 물장군과 같은 멸종위기종은 출현하지 않았다.



Fig. 3. Photographs of *Hydrochus japonicus* Sharp(A) and *Corallocoris* sp.(B).

다. 수서곤충의 군집지수 분석

조사지의 우점종과 아우점종을 살펴보면 백록담, 사라악, 어승생악이 우점종은 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*), 아우점종은 땅콩물방개(*Agabus japonicus*)로 나타났다. 1100고지습지는 각 각 애소금쟁이(*Gerris* (*Gerris*) *latiabdominis*)와 자색물방개(*Noterus japonicus*), 숨은물뱅디는 애소금쟁이(*Gerris* *Gerris* *latiabdominis*)와 베치레잠자리(*Lyriothemis pachygastra*), 물장울은

자색물방개(*Noterus japonicus*)와 애소금쟁이(*Gerris Gerris latiaabdominis*), 물참오름은 엽소금쟁이(*Gerris (Gerriselloides) nepalensis*)와 방물벌레(*Sigara (Tropocorixa) substriata*), 동수악이 새가슴물팽팽이 (*Berosus (Berosus) japonicus*)와 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*)로 나타났다.

우점도(Dominance Index, D.I.)를 살펴보면 다음과 같다. 백록담의 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*)는 0.577, 땅콩물방개는 0.197이며, 사라악은 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*)는 0.687, 땅콩물방개는 0.311이며 어승생악의 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*)는 0.463, 땅콩물방개는 0.331이다. 숨은물팽이는 애소금쟁이(*Gerris Gerris latiaabdominis*)는 0.228, 베차레잡자리(*Lyriothemis pachygastra*)는 0.143이고, 물장울은 자색물방개(*Noterus japonicus*) 0.772, 애소금쟁이(*Gerris Gerris latiaabdominis*) 0.056, 물참오름은 엽소금쟁이(*Gerris (Gerriselloides) nepalensis*) 0.300, 방물벌레(*Sigara (Tropocorixa) substriata*) 0.271, 동수악이 새가슴물팽팽이 (*Berosus (Berosus) japonicus*) 0.274, 꼬마물방개(*Guignotus japonicus*) 0.215로 나타났다.

종 다양도(Biodiversity Index, D')는 백록담 2.172, 사라악 0.914, 어승생악 2.880, 1100고지습지 4.013, 숨은물팽디 3.702, 물장울 1.622, 물참오름 2.512, 동수악 2.937으로 나타났고 평균은 2.594이며 1100고지습지가 가장 높고 사라악이 가장 낮았다.

균등도(Evenness Index, E')는 백록담 0.906, 사라악 0.832, 어승생악 1.159, 1100고지습지 1.247, 숨은물팽디 1.403, 물장울 0.517, 물참오름 1.091, 동수악 1.085으로 평균 1.030이며 숨은물팽디가 가장 높고 물장울이 가장 낮았다.

종 풍부도(Richness Index, R')는 백록담 2.033, 사라악 0.318, 어승생악 2.130, 1100고지습지 4.717, 숨은물팽디 2.862, 물장울 3.635, 물참오름 2.119, 동수악 2.854으로 평균은 2.584이며 1100고지습지가 가장 높고 사라악이 가장 낮았다.

라. 제주도 수서곤충상

조사 결과 국내의 수서곤충 186종 중 148종을 확인할 수 있었고 꼬마하루살이(*Baetis thermicus*) 등 38종은 확인할 수 없었다(Table 3). 이 중에는 제주도에 서식하지 않는 종이 있는가 하면 오동정일 가능성이 있어 차후 표본 확인 등 사후조치가 따라야 할 것으로 판단된다.

Table 3. List of the aquatic insects in Jeju Island

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Ephemeroptera 하루살이목	Baetidae 꼬마 하루살이과	<i>Cloeon dipterum</i> (Linne)	연못하루살이	정과 김(2008)
		<i>Baetis thermicus</i> Ueno	꼬마하루살이	
		<i>Baetiella japonica</i> Imanishi	애하루살이	
		<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)	외날개꼬마 하루살이	
	Heptageniidae 꼬리 하루살이과	<i>Ecdyonurus kibunensis</i> Imanishi	개꼬리하루살이	윤(1988)
		<i>Epeorus latifolium</i> Ueno	흰꼬리하루살이	윤(1988), 김과 오(1991)
		<i>Pseudocloeon japonica</i> (Imanishi)	헛날개꼬마 하루살이	
	Leptophlebiidae 밤색 하루살이과	<i>Choroterpes trifurcata</i> Ueno	세줄밤색 하루살이	윤(1988)
	Ephemeridae 하루살이과	<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이	
	Ephemerellidae 알락 하루살이과	<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	빗살알락 하루살이	윤(1988)
Odonata 잠자리목	Coenagrionidae 실잠자리과	<i>Cercion calamorum</i> (Ris)	등검은실 잠자리	윤(1988), 김(2001)
		<i>Cercion hieroglyphicum</i> (Brauer)	등줄실잠자리	김(2001)
		<i>Cercion v-nigrum</i> (Needham)	왕실잠자리	김(1989), 정과 김(2006)
Odonata 잠자리목	Coenagrionidae 실잠자리과	<i>Ceragrion auranticum</i> Fraeser	새노란실잠자리	김(2001)
		<i>Cercion melanurum</i> (Selys)	노란실잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 김(1984) 김과 오(1991) 조와 김(1998) 정과 김(2006), 김(2001) 정과 김(2008)
		<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	김(1984), 조와 김(1998) 김(1989), 김(2001) 정과 김(2006, 2008)
		<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur)	푸른아시아 실잠자리	김(2001)
	Platycnemididae 방울실잠자리과	<i>Platycnemis phillopoda</i> Djakonov	방울실잠자리	이(1984), 김(2001)
	Lestidae 청실잠자리과	<i>Indolestes gracilis</i> (Hagen)	가는실잠자리	조와 김(1998), 김(2001)
		<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann)	청실잠자리	김(1989), 김과 오(1991)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Odonata 잠자리목	Calopterygidae 물잠자리과	<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리	석(1970), 김(2001)
		<i>Mnais pruinosa</i> Selys	담색물잠자리	석(1970)
	Gomphidae 부채장수잠자리과	<i>Sinictinogomphus clavatus</i> (Fabricius)	부채장수잠자리	김(1989), 김(2001)
	Aeshnidae 왕잠자리과	<i>Aeschnophlebia anisoptera</i> Selys	큰무늬왕잠자리	윤(1988), 김(2001)
		<i>Aeshna crenata</i> Hagen	큰별박이왕잠자리	이(1984), 김(2001)
		<i>Anax nigrofasciatus</i> Oguma	먹줄왕잠자리	김(2001), 정과 김(2008)
		<i>Anax parthenope</i> Selys	왕잠자리	조(1963), 김(1984, 1989) 조와 김(1998), 김(2001) 정과 김(2008)
		<i>Boyeria maclachlani</i> (Selys)	개미허리왕잠자리	김(2001)
		<i>Gynacantha japonica</i> Bartenef	잘록허리왕잠자리	조(1963) Okamoto(1924), 김(2001)
		<i>Polycanthagyna melanictera</i> (Selys)	황줄가슴왕잠자리	Okamoto(1924) 석(1970), 김(2001)
	Corduliidae 북방잠자리과	<i>Epophthalmia elegans</i> (Brauer)	산잠자리	윤(1988), 김(2001)
		<i>Macromia amphigena</i> Selys	잔산잠자리	김(2001)
		<i>Somatochlora exuberata</i> Bartenef	참북방잠자리	이(1984), 김(2001)
	Libellulidae 잠자리과	<i>Crocothemis servilia</i> (Drury)	고추잠자리	Okamoto(1924) 조(1963), 석(1970) 김(1984, 1989), 김(2001) 정과 김(2006, 2008)
		<i>Deilia phaon</i> (Selys)	밀잠자리불이	윤(1988), 김(2001)
		<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys)	베치레잠자리	김(1984), 조와 김(1998) 김(2001), 정과 김(2008)
		<i>Orthetrum albistylum</i> (Selys)	밀잠자리	조(1963), 석(1970) 이(1984), 김(1984, 1989) 김과 오(1991), 조와 김(1998) 김(2001), 정과 김(2006, 2008)
		<i>Orthetrum melania</i> Selys	큰밀잠자리	이(1984), 김과 오(1991), 김(2001), 정과 김(2008)
		<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius)	된장잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 김(1984, 1989), 김과 오(1991) 조와 김(1998), 김(2001)
		<i>Pseudothemis zonata</i> (Burmeister)	노란허리잠자리	김과 오(1991), 김(2001)
		<i>Rhyothemis fuliginosa</i> Selys	나비잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 김(2001)
		<i>Sympetrum baccha</i> (Selys)	깃동잠자리불이	김(2001)
		<i>Sympetrum croceolum</i> (Selys)	노란잠자리	이(1984), 김(2001)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Odonata 잠자리목	Libellulidae 잠자리과	<i>Sympetrum darwinianum</i> (Selys)	여름좀잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 김(1989) 김(2001)
		<i>Sympetrum depressiusculum</i> (Selys)	고추좀잠자리	이(1984)
		<i>Sympetrum eroticum</i> (Selys)	두점박이좀잠자리	김(1984), 이(1984) 조와 김(1998), 김(2001)
		<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus)	붉은좀잠자리	김과 오(1991)
		<i>Sympetrum infuscatum</i> (Selys)	깃동잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 조와 김(1998) 김(2001)
		<i>Sympetrum kunkeli</i> (Selys)	흰얼굴좀잠자리	김(2001)
		<i>Sympetrum pedemontanum</i> (Allioni)	산좀잠자리	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 김(2001)
		<i>Sympetrum risi</i> Bartenet	리시좀잠자리	이(1984), 김(2001)
		<i>Sympetrum speciosum</i> Oguma	하나잠자리	이(1984), 김(2001)
		<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier)	대륙좀잠자리	김과 오(1991), 김(2001)
		<i>Sympetrum uniforme</i> (Selys)	진노란잠자리	김(2001)
		<i>Tramea virginia</i> (Rambur)	날개잠자리	김(2001)
Plecoptera 강도래목	Leuctridae 꼬마강도래과	<i>Rhopalopsale mahurnkai</i> Zwick	꼬마강도래	
	Perlidae 강도래과	<i>Oyamia coreana</i> (Okamoto)	진강도래	조(1963), 석(1970)
	Chloroperlidae 녹색강도래과	<i>Sweltsa nikkoensis</i> (Okamoto)	녹색강도래	
Hemiptera 노린재목	Corixidae 물벌레과	<i>Hesperocorixa distanti</i> (Kirkaldy)	물벌레	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 김(1993)
		<i>Hesperocorixa kalthoffi</i> (Lundbald)	왕물벌레	
		<i>Hesperocorixa mandshurica</i> Jacewski	닭은물벌레	
		<i>Sigara (Pseudovermicorixa) septemlineata</i> (Paiva)	어리방물벌레	정과 김(2008)
		<i>Sigara (Sigara) bellula</i> (Horvath)	진방물벌레	
		<i>Sigara (Sigara) formosana</i> (Matsumura)	대만물벌레	
		<i>Sigara (Subsigara) weymanni</i> Hungerford	꼭지방물벌레	
		<i>Sigara (Tropocorixa) nigroventralis</i> (Matsumura)	검정배물벌레	

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Hemiptera 노린재목	Corixidae 물벌레과	<i>Sigara (Tropocorixa) substriata</i> (Uhler)	방물벌레	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 김(1993), 조와 김(1998) 정과 김(2006), 정과 김(2008)
		<i>Cymatia apparens</i> (Distant)	각시손톱물벌레	
		<i>Micronecta (Basilionecta) sedula</i> Horvath	꼬마물벌레	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Micronecta (Micronecta) guttata</i> Matsumura	꼬마손자물벌레	정과 김(2008)
	Notonectidae 송장해엄치과	<i>Notonecta (Paranecta) triguttata</i> Motschulsky	송장해엄치게	Okamoto(1924), 조(1963) Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993) 조와 김(1998), 정과 김 (2006), 정과 김(2008)
		<i>Anisops ogasawarensis</i> Matsumura	애송장해엄치게	김과 오(1991) 정과 김(2008)
		<i>Anisops kuroiwa</i> Matsumura	남쪽애송장 해엄치게	조와 김(1998), 정과 김 (2006), 정과 김(2008)
	Pleidae 등글물벌레과	<i>Plea (Paraplea) indistinguenda</i> Matsumura	꼬마등글물벌레	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Plea (Paraplea) japonica</i> (Horvath)	등글물벌레	조와 김(1998)
	Naucoridae 물등구리과	<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linnaeus)	빈대물등구리	
		<i>Ilyocoris exclamationis</i> (Scott)	물등구리	
	Aphelocheiridae 물빈대과	<i>Aphelocheirus nawae</i> Nawa	물빈대	
	Belostomatidae 물장군과	<i>Diplonychus esakii</i> Miyamoto & Lee	각시물자라	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Lethocerus deyrollei</i> (Vuillefroy)	물장군	조(1963), 이 등(1985) 김(1993), 조와 김(1998)
		<i>Muljarus japonicus</i> (Vuillefroy)	물자라	Okamoto(1924), 석(1970) 이 등(1985), 김(1993)
	Nepidae 장구애비과	<i>Laccotrephes japonensis</i> Scott	장구애비	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Nepa hoffmanni</i> Esaki	메추리장구애비	이 등(1985), 김(1993) 정과 김(2008)
		<i>Ranatra chinensis</i> May	게아재비	조(1963), Miyamoto & Lee(1966), 김(1984, 1993) 이 등(1985)
		<i>Ranatra unicolor</i> Scott	방게아재비	조(1963), Miyamoto & Lee(1966), 이 등(1985) 김(1993)
	Ochteridae 딱부리물벌레과	<i>Ochterus marginatus</i> Latreille	딱부리물벌레	김 등(1978) 이 등(1985)
	Mesoveliidae 물노린재과	<i>Mesovelia oreinetalis</i> Kirkaldy	물노린재	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Mesovelia vittigera</i> Horvath	가시물노린재	

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Hemiptera 노린재목	Hydrometridae 실소금쟁이과	<i>Hydrometra albolineata</i> (Scott)	실소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Hydrometra procera</i> Horvath	애실소금쟁이	
		<i>Hydrometra okinawana</i> Drake	제주실소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993) 정과 김(2008)
	Veliidae 깨알소금쟁이과	<i>Microvelia horvathi</i> Lundbald	호르바드깨알 소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Microvelia douglasi</i> Scott	긴깨알소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Microvelia reticula</i> (Burmeister)	얼룩깨알 소금쟁이	이 등(1985), 김(1993)
	Gerridae 소금쟁이과	<i>Aquaris paludum</i> (Fabricius)	소금쟁이	Okamoto(1924), 조(1963) Miyamoto & Lee(1966) 석(1970), 김 등(1978) 이 등(1985), 김(1993) 조와 김(1998), 정(2001a,b) 정(2003), 정과 김(2006) 정과 김(2008)
		<i>Aquaris elongatus</i> (Uhler)	왕소금쟁이	Okamoto(1924), 조(1963) Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993) 정(2001a,b), 정(2003) 정과 김(2008)
		<i>Gerris (Gerrisellodes) gracilicornis</i> (Horvath)	등빨간 소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 김 등(1978), 이 등(1985) 김(1993), 정(2001a,b) 정(2003)
		<i>Gerris (Gerrisellodes) nepalensis</i> Distant	옛소금쟁이	Miyamoto & Lee(1966) 이 등(1985), 김(1993)
		<i>Gerris (Gerris) latiaurum</i> Miyamoto	애소금쟁이	김과 오(1991), 정(2001b) 조와 김(1998) 정과 김(2006, 2008)
		<i>Omaniidae</i>		
		<i>Coralloporis</i> sp.		
Coleoptera 딱정벌레목	Dytiscidae 물방개과	<i>Laccophilus difficilis</i> Sharp	깨알물방개	이 등(1992), 안(2003) 정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Laccophilus kobensis</i> Sharp	동쪽깨알물방개	조와 김(1998), 이 등(2003) 정(2001b)
		<i>Laccophilus lewisius</i> Sharp	무늬깨알 물방개	조와 김(1998), 이 등(1992) 정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Laccophilus sharpi</i> Regimbart	샤아프깨알 물방개	정(2006)
		<i>Hyphydrus japonicus</i> Sharp	알물방개	조와 김(1998), 이 등(1992), 정(2001b), 정(2006)
		<i>Clypeodytes frontalis</i> (Sharp)	머리테물방개	이 등(1992), 정(2006)
		<i>Guignotus japonicus</i> (Sharp)	꼬마물방개	조와 김(1998), 안(2003) 정(2001b), 정(2006) 정과 김(2008)
		<i>Coelambus chinensis</i> Sharp	가는줄물방개	이 등(1992)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Coleoptera 딱정벌레목	Dytiscidae 물방개과	<i>Coelambus impressopunctatus</i> (Schaller)	북쪽물방개	
		<i>Oreodytes kanoi</i> Kamiya	동해물방개	이 등(1985), 김(1993) 백 등(1994, 1995), 안(2003) 정(2003), 정과 김(2008)
		<i>Hydrovatus subtilis</i> Sharp	점톨물방개	이 등(1992), 정(2006)
		<i>Potamonectes simplicipes</i> (Sharp)	외줄물방개	
		<i>Potamonectes hostilis</i> (Sharp)	흑외줄물방개	이 등(1992), 백 등(1995) 안(2003)
		<i>Neonectes natrix</i> (Sharp)	노랑무늬물방개	
		<i>Copelatus japonicus</i> Sharp	섬등줄물방개	권과 서(1986), 이 등(1992) 백 등(1994, 1995), 안(2003) 정(2006)
		<i>Copelatus koreanus</i> Mori	등줄물방개	이 등(1985), 백 등(1994, 1995), 안(2003), 정(2003) 정과 김(2006)
		<i>Copelatus weymarni</i> Balfour-Browne	애등줄물방개	
		<i>Copelatus zimmermanni</i> Gschwendtner	맵시등줄물방개	이 등(1985), 조와 김(1998) 정과 김(2008)
		<i>Agabus amoenus</i> Solsky	애땅콩물방개	
		<i>Agabus congener</i> (Thunberg)	북쪽땅콩물방개	김과 오(1991), 김(1993) 백 등(1994, 1995) 조와 김(1998), 안(2003)
		<i>Agabus conspicuus</i> Sharp	검정머리 땅콩물방개	이 등(1985), 정(2003)
		<i>Agabus insolitus</i> Sharp	머리땅콩물방개	김(1993), 백 등(1994, 1995) 안(2003), 정(2003)
		<i>Agabus japonicus</i> Sharp	땅콩물방개	김(1984), 이 등(1985) 이 등(1992), 백 등(1994, 1995) 조와 김(1998), 안(2003) 정(2003), 정(2006) 정과 김(2006, 2008)
		<i>Agabus optatus</i> Sharp	검정땅콩물방개	이 등(1985), 김(1993) 백 등(1994, 1995), 안(2003) 정과 김(2008)
		<i>Agabus browni</i> Kamiya	큰땅콩물방개	이 등(1992), 조와 김(1998) 정과 김(2008)
		<i>Agabus miyamotoi</i> Nakane	제주땅콩물방개	이 등(1992), 백 등(1995) 정(2003)
		<i>Ilybius apicalis</i> Sharp	모래무지물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986) 조와 김(1998), 정(2001b) 정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Ilybius chishimanus</i> Kono	섬모래무지 물방개	이 등(1985), 김(1993) 백 등(1994, 1995) 안(2003), 정(2003)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Coleoptera 딱정벌레목	Dytiscidae 물방개과	<i>Ilybius lateralis</i> Gebler	닭은모래 무지물방개	
		<i>Rhantus (Rhantus) pulverosus</i> (Stephens)	애기물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 권과 서(1986) 백 등(1994, 1995) 안(2003), 정(2006)
		<i>Rhantus (Rhantus) yessoensis</i> Sharp	제주애기물방개	이 등(1992), 권과 서(1986) 백 등(1994, 1995), 안(2003) 정(2001a,b), 정(2003) 정과 김(2008)
		<i>Eretes sticticus</i> (Linnaeus)	젓빛물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 정(2006)
		<i>Hydaticus (Hydaticus) bowringi</i> Clark	줄무늬물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 정(2003) 정(2006)
		<i>Hydaticus (Hydaticus) grammicus</i> Germar	꼬마줄물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 정(2001b) 정(2006)
		<i>Hydaticus (Hydaticus) satoi</i> Wewalka	줄물방개	이 등(1985), 권과 서(1986) 김(1993), 백 등(1994, 1995) 안(2003)
		<i>Hydaticus (Guignotites) pacificus</i> Aube	큰알락물방개	이 등(1985), 이 등(1992) 백 등(1994, 1995) 조와 김(1998), 정(2001a,b) 정(2003), 정(2006)
		<i>Hydaticus (Guignotites) thermonectoides</i> Sharp	알락물방개	
		<i>Graphoderus adamsii</i> (Clark)	아담스물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 정(2001b) 정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Cybister (Meganectes) brevis</i> Aube	검정물방개	조와 김(1998), 정(1998) 정(2006)
		<i>Cybister (Cybister) japonicus</i> Sharp	물방개	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 백 등(1994, 1995) 정(1998, 2001a) 조와 김(1998), 정(2006)
		<i>Cybister tripunctatus orientalis</i> Gschwendtner	애물방개	조(1963), 석(1970) 이 등(1985), 권과 서(1986) 정(2001a)
		<i>Liodesus megacephalus</i> (Gschwendtner)	테물방개	이 등(1985), 백 등(1994, 1995), 안(2003), 정(2001a)
	Noteridae 자색물방개과	<i>Noterus japonicus</i> Sharp	자색물방개	이 등(1992), 조와 김(1998) 정(2001b), 정과 김(2006) 정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Canthydrus politus</i> (Sharp)	노랑띠물방개	이 등(1992), 조와 김(1998) 정(2006)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Coleoptera 딱정벌레목	Gyrinidae 물맴이과	<i>Gyrinus (Gyrinus) japonicus franki</i> Ochs	물맴이	석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 이 등(1992) 백 등(1994, 1995) 정(2001a,b), 정(2003) 정과 김(2008)
		<i>Gyrinus (Gyrinus) curtus</i> Motschulsky	꼭지물맴이	안(2003), 정(2006)
		<i>Gyrinus (Gyrinus) gestroi</i> Regimbart	참물맴이	이 등(1992), 조와 김(1998) 안(2003), 정(2001a,b) 정(2003), 정(2006) 정과 김(2008)
		<i>Dineutes orientalis</i> (Modeer)	왕물맴이	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 권과 서(1986) 이 등(1992), 백 등(1994, 1995), 정(2006)
	Haliplidae 물진드기과	<i>Peltodytes sinensis</i> (Hope)	중국물진드기	이 등(1992), 정 등(2005) 정(2006)
		<i>Peltodytes koreanus</i> Takizawa	노랑물진드기	
		<i>Peltodytes intermedius</i> (Sharp)	물진드기	
		<i>Haliphus (Liaphlus) simplex</i> Clark	알락물진드기	정 등(2005), 정(2006)
		<i>Haliphus (Liaphlus) ovalis</i> Sharp	애물진드기	
		<i>Haliphus (Liaphlus) eximius</i> Clark	큰물진드기	안(2003), 정 등(2005) 정(2006)
	Hydrophilidae 물땡땡이과	<i>Enochrus (Holcophilydrus) umbratus</i> (Sharp)	넓적물땡땡이	정(2006)
		<i>Enochrus (Holcophilydrus) simulans</i> (Sharp)	애넓적물땡땡이	
		<i>Enochrus (Lumetus) esuriens</i> Walker	꼬마넓적물땡땡이	이 등(1992), 정(2006)
		<i>Enochrus (Lumetus) subsignatus</i> Harold	둥글넓적물땡땡이	
		<i>Enochrus (Lumetus) uniformis</i> Sharp	한일넓적물땡땡이	정(2006), 정과 김(2008)
		<i>Helochaers (Hydrobaticus) striatus</i> Sharp	좀물땡땡이	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986)
		<i>Helochaers (Helochaers) pallens</i> (MacLeay)	꼬마좀물땡땡이	정(2006)
		<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus)	참점물땡땡이	
		<i>Hydrophilus accuminatus</i> Motschulsky	물땡땡이	김(1978), 김(1993), 백 등 (1994, 1995), 안(2003) 정(2003), 정(2006)
		<i>Hydrophilus bilineatus cashimirensis</i> Redtenbacher	남방물땡땡이	이 등(1992), 정(2006)

Table 3. Continued

Order	Family	Species	Korean name	Reference
Coleoptera 딱정벌레목	Hydrophilidae 물땡땡이과	<i>Hydrochara affinis</i> (Sharp)	잔물땡땡이	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 권과 서(1986), 정(2006)
		<i>Hydrochara libera</i> (Sharp)	북방물땡땡이	
		<i>Sternolophus</i> (<i>Sternolophus</i>) <i>rufipes</i> Fabricius	애물땡땡이	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 김(1978) 이 등(1985), 권과 서(1986) 조와 김(1998), 정(2006)
		<i>Amphips mater</i> Sharp	알물땡땡이	이 등(1992), 안(2003), 정(2006)
		<i>Berosus</i> (<i>Berosus</i>) <i>signaticollis punctipennis</i> Harold	점박이물땡땡이	이 등(1992)
		<i>Berosus</i> (<i>Berosus</i>) <i>japonicus</i> Sharp	새가슴물땡땡이	이 등(1992), 백 등(1994, 1995), 조와 김(1998) 정(2001b), 정(2006) 정과 김(2008)
		<i>Berosus</i> (<i>Berosus</i>) <i>pulchellus</i> MacLeay	남쪽점박이물 땡땡이	
		<i>Berosus</i> (<i>Enoplorus</i>) <i>lewisius</i> Sharp	뒷가시물땡땡이	정(2006)
		<i>Regimbartia attenuata</i> (Fabricius)	콩알물땡땡이	이 등(1992), 정(2003) 정(2006)
		<i>Cercyon</i> (<i>Cercyon</i>) <i>aptus</i> Sharp	모래톱물땡땡이	
		<i>Cercyon</i> (<i>Cercyon</i>) <i>olibrus</i> Sharp	갈색물땡땡이	이 등(1990), 백 등(1994, 1995), 안(2003), 정(2001b)
		<i>Cercyon</i> (<i>Cercyon</i>) <i>quisquilius</i> (Linnaeus)	소똥물땡땡이	백 등(1994, 1995), 안(2003)
		<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius)	잔등볼록물땡 땡이	
		<i>Coelostoma stultum</i> (Walker)	등볼록물땡땡이	이 등(1992), 안(2003)
		<i>Sphaeridium scarabaeoides</i> (Linnaeus)	톱물땡땡이	
	Hydrochidae	<i>Hydrochus japonicus</i> Sharp		정(2006)
	Lampyride 반딧불이과	<i>Luciola cruciata</i> Motschlsky	반딧불이	Okamoto(1924), 조(1963) 석(1970), 이 등(1985) 김(1993)
		<i>Lachnurus rufa</i> (Olivier)	늦반딧불이	이 등(1985), 김(1993)
	Chrysomelidae 잎벌레과	<i>Galerucella</i> KUa	팔기잎벌레 KUa	이 등(1985), 김과 오(1991) 김(1993)
Trichoptera 날도래목	Limnephilidae 우묵날도래과	<i>Apatania</i> KUb	애우묵날도래 KUb	정과 김(2008)
	Phryganeidae 날도래과	<i>Semblis phalaenoides</i> (Linne)	굴뚝날도래	정과 김(2008)
Diptera 파리목	Tipulidae 각다귀과	<i>Tipura</i> sp.		이 등(1985), 김(1993)
7	40	186	148	Total

4. 요약

1) 한라산 내 8곳 습지에 대한 조사 결과 총 7목 23과 39속 49종으로 나타났다. 장소별로는 백록담 11종 137개체, 사라오름 3종 534개체, 어승생악 12종 175개체, 1,100고지습지 25종 162개체, 숨은물뱅디 14종 94개체, 물장울 23종 425개체, 물чат오름 9종 70개체, 동수악 15종 135개체가 출현하였다.

2) 수서곤충의 종조성을 살펴보면 하루살이목이 1종, 잠자리목이 10종, 강도래목 1종, 노린재목이 14종, 딱정벌레목이 20종, 날도래목 2종, 파리목 1종을 나타내었다. 이 중딱정벌레목이 가장 종 수가 많았다. 개체수가 가장 많은 곤충은 꼬마물방개로 5곳에서 573개체가 나타났으며 다음은 자색물방개로 5곳에서 366개체, 다음은 땅콩물방개로 6곳의 259개체이다.

3) 가장 광범위하게 나타난 곤충은 방물벌레와 소금쟁이로 7곳이며 다음은 애소금쟁이와 땅콩물방개로 6곳, 5곳에서 나타난 곤충은 송장해엄치개, 꼬마물방개, 자색물방개 3종이다.

4) 이번에 새로이 추가되는 수서곤충은 2종이다. 한국미기록과 곤충인 Hydrochidae의 *Hydrochus japonicus* Sharp는 물장울에서만 2개체가 채집되었다. 또한 한국미기록과 곤충인 노린재목의 Omaniidae과 *Coralloaxaris*속의 1개체가 1100습지에서 확인되었다.

5) 종 다양도는 백록담 2.172, 사라악 0.914, 어승생악 2.880, 1100고지습지 4.013, 숨은물뱅디 3.702, 물장울 1.622, 물чат오름 2.512, 동수악 2.937으로 나타났고 평균은 2.594이며 1100고지습지가 가장 높고 사라악이 가장 낮았다.

6) 균동도는 백록담 0.906, 사라악 0.832, 어승생악 1.159, 1100고지습지 1.247, 숨은물뱅디 1.403, 물장울 0.517, 물чат오름 1.091, 동수악 1.085으로 평균 1.030이며 숨은물뱅디가 가장 높고 물장울이 가장 낮았다.

7) 종 풍부도는 백록담 2.033, 사라악 0.318, 어승생악 2.130, 1100고지습지 4.717, 숨은물뱅디 2.862, 물장울 3.635, 물чат오름 2.119, 동수악 2.854으로 평균은 2.584이며 1100고지습지가 가장 높고 사라악이 가장 낮았다.

8) 문헌을 통한 제주도의 수서곤충상 조사 결과 국내의 수서곤충 186종 총 148종을 확인할 수 있었고 꼬마하루살이 등 38종은 확인할 수 없었다. 이 중에는 제주도에 서식하지 않는 종이 있는가 하면 오동정일 가능성이 있어 차후 표본 확인 등 사후조치가 따라야 할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- Miyamoto, S. & C.E. Lee. 1966. Heteroptera of Quelpart Island (Chejudo).- Sieboldia, Acta Biologica 3(4): 313~411.
- Okamoto, H. 1924. The insect fauna of Quelpart Island.-Bull. Agr. Exp. Gov. -Gen. Chosen, 1(2): 47~233.
- 권용정, 서상재. 1986. 한국 수서곤충 목록. 한국곤충 6: 91~104.
- 권용정, 서상재, 김정애. 2001. 노린재목. 한국경제곤충 18. 농업과학기술원 pp. 16~66.
- 김상범. 2001. 제주도의 잠자리목 종들의 재검토와 분포, 제주대학교 대학원 생명과학과 석사학위논문. 56pp.
- 김원택. 1984. 제주도 4개 분화구내의 곤충상. 제주대학교 논문집. 18: 197~211.
- 김원택. 1989. 제주시 3대하천의 곤충상. 제주도 3대 하천의 생태계학술조사 보고서. 제주시. pp. 94~134.
- 김원택, 오홍식. 1991. 제주도 인근 유인도의 곤충상 연구. 제주유인도학술조사. pp. 133~175.
- 농업과학기술원. 2006. 논생태계수서무척추동물도감. 광문당. pp. 25~361.
- 백종철, 박규택, 권용정, 김원택, 이승모, 안승락, 강성진, 정세호. 1994. 제주도곤충학술조사보고서. 제주도민속자연사박물관. pp 212.
- 백종철, 박규택, 권용정, 김원택, 김태홍, 서상재, 안성복, 안승락, 이승모, 강성진, 정세호. 1995. 제주도의 곤충. 제주도민속자연사박물관. pp. 291~614.
- 석주명. 1970. 제주도 곤충상, 보진제. 186pp.
- 안승락. 2003. 한라산국립공원 딱정벌레목 곤충상. 한라산국립공원생태계연구. 국립중앙과학관 학술총서 39: 23~60.
- 원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단. pp.11~223.
- 윤일병. 1988. 한국농식물도감, 제30권 동물편. 문교부. 840pp.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 237pp.
- 이승모. 1984. 제주도 잠자리의 임시리스트. 곤충시험실자료, 자연과학박물관 2:1~5.
- 이영인, 김원택, 김대호. 1985. 한라산의 곤충상. 한라산천연보호구역 학술조사보고서. pp. 401~405.
- 정상배. 2006. 제주도 습지내 수서곤충 분포에 관한 연구. 제주대학교 대학원

식사학위청구논문. 45pp.

정상배, 김원택. 2006. 한라산 물장울의 수서곤충상 조사. 천연보호구역학술조사보고서. 한라산연구소. pp. 581~588.

정상배, 김원택. 2008. 한라산 고산습지의 학술적 가치조명과 과제, 제주특별자치도 환경자원연구원 학술심포지엄자료집. pp. 43~62.

정상배, 정세호, 이승화, 김원택. 2005. 제주도 습지내 물진드기류의 분포. 백록논총. 일신출판사. 7(1): 251~258.

정세호. 2001a. 서귀포시의 곤충류. 서귀포시지 상권. pp. 215-229, 1064~1182.

정세호. 2001b. 수중동물(곤충). 환경부 전국내륙습지 자연환경조사.

2000 제주도 물장오리. pp. 72~98.

정세호. 2003. 한천의 곤충. 한라산학술대탐사 제주생명의 원류 하천과 계곡 3. 한라일보사. pp. 216~247.

제주도, 제주발전연구원, 제주환경운동연합. 2001. 제주의습지. 대영인쇄사. pp.36~270.

조복성. 1963. 제주도의 곤충. 고대문리논집. 6: 159~242.

조영복, 김도성. 1998. 제주도 습원의 곤충상 조사. 한국자연보전협회 연구보고서 17: 57~74.

한국곤충학회, 한국응용곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 건국대학교 출판부. pp. 60~136.

한라산연구소. 2006. 한라산천연보호구역학술조사보고서. 신우기획. pp. 581~588.

한라산연구소. 2007. 한라산데이터북. pp. 18.

환경부, UNDP, GEF, UNDP/GEF국가습지보전사업관리단. 2006. 제2차전국내륙습지조사지침. p. 217~222.

고 등 균 류

조사위원 : 이정배

1. 서 론

2. 조사방법

가. 조사기간 및 조사지역

나. Grid별 조사지역

다. 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 고등균류 분포상

나. 조사지역별 분포상

다. 월별 분포상

라. 서식지별 분포상

4. 요 약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

고등균류(버섯)은 식물체의 주성분인 셀룰로오스와 리그닌의 분해작용을 일으키는 유기물의 분해자로서 자연계에서 큰 역할을 담당하고 있다. 산림 내에는 식물을 비롯한 여러 생물이 생성한 유기물이 많이 축적되어 있어 수많은 버섯들이 자랄 수 있는 환경이 마련되어 있다.

버섯은 땅 위 또는 땅 속에 파묻힌 낙엽, 마른 풀 또는 나뭇가지 등에 균사를 뻗어 영양을 섭취하여 생육하는 종류도 많으나 생나무의 뿌리에 침입하여 균근(菌根)을 형성하는 수목과 공생적 생활을 하는 것도 많다. 송이·배섯·버섯·그물버섯 등이 대표적인 것이며 수목의 대부분은 균류와 공생하며 균근을 형성하고 있다. 또한 생나무의 줄기나 뿌리에 기생하여 목재를 썩이는 병해균도 있으나 대부분은 죽은 고목에 침입하여 목재에 부후를 일으키는 것이 많다. 그러나 목재를 비롯한 유기물을 부패시키는 일은 자연계의 물질순환 과정에서 보면 큰 구실을 하고 있는 것이다. 버섯 중에는 농분의 분(糞)에 발생하는 것과 곤충 등의 사체에 기생하는 등충하초류가 있다.

제주도는 지리적으로 동경 126°58', 북위 33°12' ~ 33°34'에 위치한 해안기후대에 속하며, 사계절의 변화가 뚜렷하고, 연강수량이 전국에서 가장 많은 지역이다. 또한, 중앙에는 한라산(1,950m)에는 2,000여종의 아열대, 온대, 한대식물들이 수직으로 분포하여 자생하고 있다.

한라산을 중심으로 한 제주도의 고등균류에 관한 연구는 이와 홍(1984)은 '한국동식물도감' 제28권 고등균류편(버섯류)에 43종이 한라산에 분포한다고 보고하였고, 홍 등(1986)은 추자군도 생태조사에서 26종을 보고하였으며, 최근의 연구결과는 오(2005)가 제주도내 자생하고 있는 버섯류의 종수를 문헌을 중심으로 하여 총 561종을 정리하였고, 고(2007)는 선홍 꽃자왈 지역을 중심으로 총 179종을 보고하였다.

본 조사는 한라산국립공원내의 자연자원에 대한 실질적인 분포상에 대한 조사로 현재 UPOV협정에 따른 유전자원의 확보는 국가적인 과제라 할 수 있으며, 한라산을 중심으로 자생하고 있는 고등균류(버섯)에 대한 체계적인 조사를 통한 생물상에 대한 조사의 일환으로 이루어졌다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사기간 및 조사지역

한라산국립공원 자연자원조사는 2012년 4월부터 11월까지 한라산국립공원 내를 $2 \times 2\text{km}$ 크기의 격자로 하였으며, 조사지역의 등산로를 중심으로 하여 고등균류(버섯)가 서식하기 적합한 장소를 중심으로 조사하였다(그림 1.)

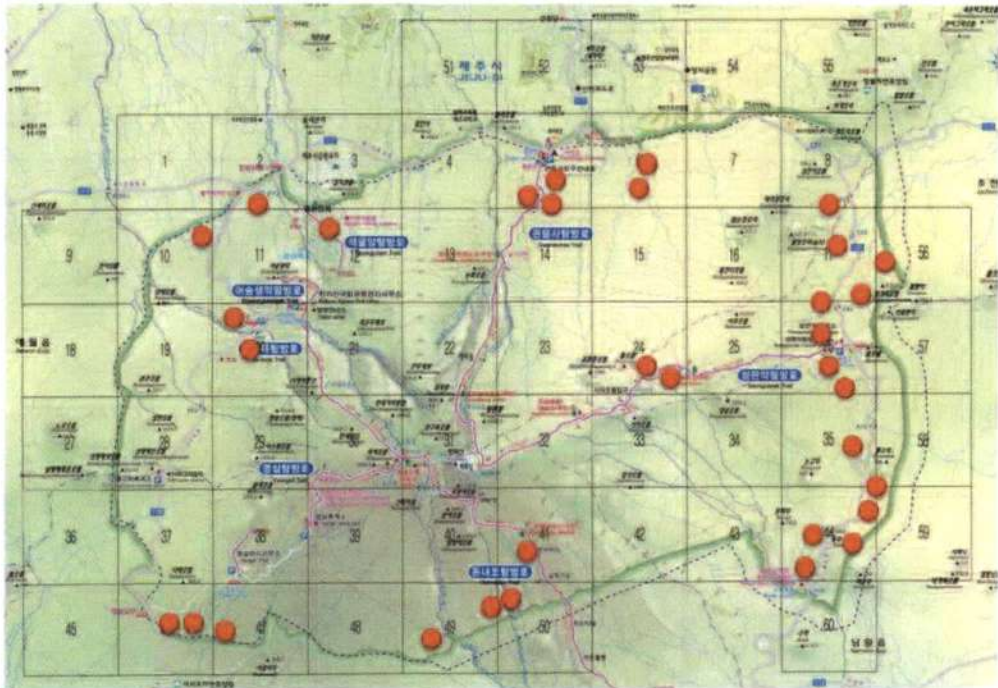


그림 1. 한라산국립공원내 조사지역

나. Grid별 조사지역

한라산국립공원 내 고등균류의 현지조사는 총 60개의 격자 중 17개 격자를 중심으로하여 등산로 주변과 사람의 출입이 제한된 지역을 위주로 하여 조사하였다(표 1.).

표 1. Grid별 조사지역

Grid	조사지역	비고
A (10, 8, 41)	어승생 유원지, 교래리입구	
B (26, 17, 35)	성판악 등산로 입구, 동수악, 물장오리오름	
C (44, 49, 50)	수악교, 돈네코 등산로	
D (5, 44, 35, 26)	관음사, 수악교, 동수악, 성판악	
E (24, 26, 20, 46)	성판악등산로, 어리목, 영실로 입구	
F (17, 24, 20, 47)	물장오리오름, 성판악, 어리목, 영실	
G (17, 56, 46, 47)	5. 16도로변, 검은오름, 영실	
H (2, 5, 6, 12)	관음사 부근, 충혼묘지, 천왕사	

다. 조사방법

1) 현장 관찰

고등균류의 조사는 각 조사구별로 실시하였으며, 발생시기, 발생유형, 기주 등을 기록하였으며, 다른 버섯과 섞이지 않도록 지퍼백을 이용하여 라벨을 활용하여 기록하였다.

2) 분류 및 동정

현장에서 채집한 버섯의 분류동정을 위하여 갓, 주름살, 대 등 외부형태를 조하였으며, 포자의 형태, 담자기(자낭)의 형태, 기타 부속기관의 형태등을 관찰하기 위하여 Melzer 용액, Congo-red용액 등을 이용 광학현미경을 사용하여 조사하였다.

채집된 고등균류의 전반적인 동정은, Hiroharu(1986), Imazeki(1987, 1989), Dennis(1981), Breitenbach(1984~2000) 등의 외국문헌과 김양섭(2004), 이지열(1988), 박완희 · 이호득(1991), 성재모(1996. 1988) 등의 국내문헌을 참고하였다.

고또한 각 분류군의 배열은 이태수(2011)의 한국 기록종버섯 재정리 목록을 따랐으며, 과 내의 배열은 알파벳순으로 정리하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 고등균류상

2012년 4월~11월 한라산국립공원 내 자생하고 있는 고등균류(버섯)는 2문 2아문 6강 2아강 18목 52과 117속 202종으로 조사되었다. 이것은 2001년 5월~2002년 3월의 조사에서 발견된 181종보다 약 20여종이 증가한 결과를 나타내었다(표 2).

표 2. 고등균류상

FUNGI	군계
BASIDIOMYCOTA	담자균문
AGARICOMYCOTINA	담자균아문
AGARICOMYCETES	담자균강
AGARICALES	주름버섯목
AGARICACEAE	주름버섯과
<i>Agaricus</i>	주름버섯속
<i>Agaricus subrutilescens</i> (Kaufm.) Hots. & Stun.	진갈색주름버섯
<i>Chlorophyllum</i>	갈대버섯속
<i>Chlorophyllum molybdites</i> (Meyer ex Fr.) Massee	갈대버섯
<i>Lepiota</i>	갓버섯속
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.) P. Kummer	방패갓버섯
<i>Lepiota cristata</i> (Bolt.) P. Kummer	갈색고리갓버섯
<i>Lepiota praetervisa</i> Hongo	애기갓버섯
<i>Macrolepiota</i>	큰갓버섯속
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Sing.	큰갓버섯
AMANITACEAE	광대버섯과
<i>Amanita</i>	광대버섯속
<i>Amanita ceciliae</i> (Berk. & Broome) Bas	점박이광대버섯
<i>Amanita farinosa</i> Schwein.	애우산광대버섯
<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Fr.	고동색우산버섯
<i>Amanita haeribacha</i> subsp. <i>haeribacha</i> (Berk. & Br.) Sacc.	달갈버섯
<i>Amanita knygistriata</i> Imai	긴곰광대버섯아재미
<i>Amanita rubescens</i> Pers. : Fr.	붉은점박이광대버섯
<i>Amanita spreta</i> (Peck) Sacc.	턱발이광대버섯
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	우산버섯
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i> (Schaeff.) Gill.	고동색우산버섯

표 2. 계속

<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i> (Bell. ex Fr.) Vitt.	우산버섯
CLAVARIACEAE	국수버섯과
<i>Clavaria</i>	국수버섯속
<i>Clavaria vermicularis</i> Swartz. : Fr.	국수버섯
<i>Clavulinopsis</i>	장싸리버섯속
<i>Clavulinopsis helvola</i> (Pers.) Corner.	좀노란장싸리버섯
CORTINARIACEAE	끈적버섯과
<i>Descolea</i>	돌버섯속
<i>Descolea flavoannulata</i> (L. Vass.) E. Horak	돌버섯
ENTOLOMATACEAE	외대버섯과
<i>Entoloma</i> (= <i>Rhodophyllus</i>)	외대버섯속
<i>Entoloma quadratus</i> (Peck) Sacc.	붉은꼭지외대버섯
<i>Rhodophyllus chamaecyparis</i> Hongo	흑청색외대버섯
<i>Rhodophyllus nitidus</i> = <i>Rhodophyllus cyanoniger</i>	가지외대버섯
HYDNAGIACEAE	줄각버섯과
<i>Laccaria</i>	줄각버섯속
<i>Laccaria amethystea</i> (Bolt. ex Hooker) Murr.	자주줄갈버섯
<i>Laccaria laccata</i> (Scop. ex Fr.) Berk. & Br.	줄각버섯
<i>Laccaria tortilis</i> (Bolton) Cooke	밀줄각버섯
<i>Laccaria vinaceovellanea</i> Hongo	색시줄각버섯
HYGROPHORACEAE	뿔꽃버섯과
<i>Hygrocybe</i>	꽃버섯속
<i>Hygrocybe cantharellus</i> (Schwein.) Murrill	화방꽃버섯
<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff. : Fr.) Kummer	진빨간꽃버섯
<i>Hygrocybe conica</i> (Scop. : Fr.) Kummer	꽃버섯
<i>Hygrocybe cuspidata</i> (Peck) Murrill	고갈꽃버섯
<i>Hygrocybe psittacina</i> (Schaeff. : Fr.) Wuensche	이끼무명버섯
INOCYBACEAE	땀버섯과
<i>Crepidotus</i>	귀버섯속
<i>Crepidotus sulphurinus</i> Imaz.	노란귀버섯
<i>Inocybe</i>	땀버섯속
<i>Inocybe asterospora</i> Quel.	삿갓땀버섯
<i>Inocybe fastigiata</i> (Schaeff.) Quel.	술땀버섯
LYCOPERDACEAE(= AGARICACEAE)	말불버섯과
<i>Lycoperdon</i>	말불버섯속
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	말불버섯
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff. ex Pers.	줄말불버섯

표 2. 계속

MARASMIACEAE	낙엽버섯과
<i>Lentinus</i>	표고속
<i>Lentinus edodes</i> (Berk.) Sing.	표고버섯
<i>Macrocystidia</i>	큰낭상체버섯속
<i>Macrocystidia cucumis</i> (Pers. ex Fr.) Joss.	큰낭상체버섯
<i>Marasmiellus</i>	마른가지버섯속
<i>Marasmiellus ramealis</i> (Bull. ex Fr.) Sing.	분마루가지버섯
<i>Marasmius</i>	낙엽버섯속
<i>Marasmius crinis-equi</i> P. Muell. ex Kalchbr.	말총낙엽버섯
<i>Marasmius maximus</i> Hongo	큰낙엽버섯
<i>Marasmius pulcherrimus</i> Peck.	앵두낙엽버섯
<i>Marasmius rotula</i> (Scop. ex Fr.) Fr.	낙엽버섯
<i>Megacollybia</i>	넓은술버섯속
<i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers.) Kotl. & Pouzar	넓은주름긴뿌리버섯
MYCENACEAE	애주름버섯과
<i>Mycena</i>	애주름버섯속
<i>Mycena alphitophora</i> (Berk.) Sacc.	흰애주름버섯
<i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray	애주름버섯
<i>Mycena haematopus</i> (Pers. ex Fr.) Kumm.	직갈색애주름버섯
<i>Mycena koreana</i> Kim & Seok	수레바퀴애주름버섯
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	밝은애주름버섯
<i>Panellus</i>	부채버섯속
<i>Panellus stypticus</i> (Bull. ex Fr.) Karst.	부채버섯
<i>Xeromyphalina</i>	이끼살이버섯속
<i>Xeromyphalina campanella</i> (Batsch ex Fr.) Maire	이끼살이버섯
NIDULARIACEAE	чат잔버섯과
<i>Cyathus</i>	주름чат잔버섯속
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schw.) De. Toni	좀주름чат잔버섯
PHYSALACRIACEAE	뿔나무버섯과
<i>Armillaria</i>	뿔나무버섯속
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl. : Fr.) Karst	뿔나무버섯
<i>Oudemansiella</i>	민뿌리버섯속
<i>Oudemansiella musida</i> (Schrader) Hohn.	끈적민뿌리버섯
<i>Xerula</i>	긴뿌리버섯속
<i>Xerula radicata</i> (Rehman) Dorfelt	민긴뿌리버섯
<i>Xerula pudens</i> (Pers.) Sing	털긴뿌리버섯
PLEUROTACEAE	느타리버섯과

표 2. 계속

학 명	한 국 명
<i>Pleurotus</i>	느타리버섯속
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quel.	산느타리
PLUTEACEAE	난버섯과
<i>Pluteus</i>	난버섯속
<i>Pluteus aurantiorugosus</i> (Trog.) Sacc.	빨간난버섯
<i>Pluteus cervinus</i> P. Kumm.	난버섯
<i>Pluteus leoninus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	노란난버섯
<i>Volvariella</i>	풀버섯속
<i>Volvariella volvacea</i> (Bull.) Sing.	풀버섯
PSATHYRELLACEAE	눈물버섯과
<i>Coprinellus</i>	쥐눈물버섯속
<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull. ex Fr.) Fr.	갈색쥐눈물버섯
<i>Coprinopsis</i>	흙물버섯속
<i>Coprinellus atramentarius</i> (Bull. ex Fr.) Fr	두엄흙물버섯
<i>Psathyrella</i>	눈물버섯속
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Maire	족제비눈물버섯
SCHIZOPHYLLACEAE	치마버섯과
<i>Schizophyllum</i>	치마버섯속
<i>Schizophyllum commune</i> Fr. : Fr.	치마버섯
STROPHARIACEAE	독청버섯과
<i>Galerina</i>	황토버섯속
<i>Galerina fasciculata</i> Hongo	
<i>Galerina helviceps</i> (Berk. & Curt.) Sing.	황갈색황토버섯
<i>Hypholoma</i>	다발버섯속
<i>Hypholoma fasciculare</i> var. <i>fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	노란다발
<i>Hypholoma sublateritium</i> (Schaeff.) Quel.	개암다발버섯
<i>Kuehneromyces</i>	무리우산버섯속
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Fr.) Sing. & A. H. Smith	무리우산버섯
<i>Gymnopilus</i>	미치광이버섯속
<i>Gymnopilus aeruginosus</i> (Peck) Sing.	녹색미치광이버섯
TRICHOLOMATACEAE	송이버섯과
<i>Clitocybe</i>	깔대기버섯속
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	깔때기버섯
<i>Clitocybe odora</i> (Bull. : Fr.) Kummer	하늘색깔대기버섯
<i>Clitocybe vittatipes</i> S.I to & Imai	제주깔대기버섯
<i>Collybia</i>	애기버섯속
<i>Collybia acervata</i> (Fr.) P. Kumm.	단풍애기버섯

표 2. 계속

학 명	한 국 명
<i>Collybia confluens</i> (Pers. ex Fr.) Kumm.	밀버섯
<i>Collybia peronata</i> (Bolt. ex Fr.) Kumm.	가랑잎애기버섯
<i>Delicatula</i>	유리버섯속
<i>Delicatula intigrella</i> (Fr.) Pat.	유리버섯
<i>Macrocybe</i>	다발송이속
<i>Macrocybe gigantea</i> (Masee) Pegler & Lodge	상아색다발송이
<i>Omphalina</i>	솔밭버섯속
<i>Omphalina epichysium</i> (Pers. ex Fr.) Quel.	제주솔밭버섯
<i>Tricholoma</i>	송이버섯속
<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers. : Fr.) Lund	금빛송이
<i>Tricholoma giganteum</i> Masee	왕송이
<i>Tricholoma muscarium</i> Kawam. ex Hongo	독송이
<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.) Kummer	할미송이
<i>Tricholomopsis</i>	솔버섯속
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schaeff. ex Fr.) Sing.	솔버섯
BOLETALES	그물버섯목
BOLETACEAE	그물버섯과
<i>Boletus</i>	그물버섯속
<i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	마른그물버섯
<i>Boletus paluster</i> Peck	방망이빨간그물버섯
<i>Boletus reticulatus</i> Schaeff.	그물버섯아재비
<i>Leccinum</i>	겉겉이그물버섯속
<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray.	거친겉겉이그물버섯
<i>Strobilomyces</i>	귀신그물버섯속
<i>Strobilomyces confusus</i> Sing.	털귀신그물버섯
<i>Xanthoconium</i>	멋그물버섯속
<i>Xanthoconium affine</i> (Peck.) Sing.	진갈색멋그물버섯
<i>Xerocomus</i>	산그물버섯속
<i>Xerocomus nigromaculatus</i> Hongo	흑변산그물버섯
SUILLACEAE	비단그물버섯과
<i>Suillus</i>	비단그물버섯속
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Rouss.	젖비단그물버섯
PAXILLACEAE	우단버섯과
<i>Paxillus</i>	우단버섯속
<i>Paxillus panuoides</i> (Fr. ex Fr.) Fr.	은행잎우단버섯
CALOSTOMATACEAE	연지버섯과
<i>Calostoma</i>	연지버섯속

표 2. 계속

학 명	한 국 명
<i>Calostoma japonicum</i> P. Henn.	연지버섯
DIPLOCYSTIDIACEAE	먼지버섯과
<i>Astraeus</i>	먼지버섯속
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	먼지버섯
CANTHARELLALES	피꼬리버섯목
CANTHARELACEAE	피꼬리버섯과
<i>Cantharellus</i>	피꼬리버섯속
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	피꼬리버섯
<i>Cantharellus minor</i> Peck	애기피꼬리버섯
<i>Craterellus</i>	뿔나팔버섯속
<i>Craterellus cornucopoides</i> (L.) Pers.	뿔나팔버섯
CORTICIALES	고약버섯목
CORTICIACEAE	고약버섯과
<i>Corticium</i>	고약버섯속
<i>Corticium chrysocreas</i> Berk. et Curt.	황금고약버섯
GLOEOPHYLLALES	조개버섯목
GLOEOPHYLLACEAE	조개버섯과
<i>Gloeophyllum</i>	조개버섯속
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf. : Fr.) Karst.	조개버섯
HYMENOGYSALES	소나무비늘버섯목
HYMENOGYSAEAE	소나무비늘버섯과
<i>Coltricia</i>	겨우살이버섯속
<i>Coltricia cinnamomea</i> (Jacq.) Murrill	톱니겨우살이버섯
<i>Cyclomyces</i>	고리버섯속
<i>Cyclomyces fuscus</i> Kuntze ex Fr.	고리버섯
<i>Hydnochaete</i>	소나무껍질버섯속
<i>Hydnochaete tabacinoides</i> (Yausda) Imaz.	잣소나무껍질버섯
<i>Inonotus</i>	시루뻨버섯속
<i>Inonotus mikadoi</i> (Lloyd) Imaz.	황갈색시루뻨버섯
<i>Inonotus radiatus</i> (Sow.) P. Karst.	갈색시루뻨버섯
PHALLALES	말뚝버섯목
PHALLACEAE	말뚝버섯과
<i>Phallus</i>	말뚝버섯속
<i>Phallus impudicus</i> L. : Pers.	말뚝버섯
<i>Mutinus</i>	뱀버섯속
<i>Mutinus caninus</i> (Huds.) Fr.	뱀버섯
<i>Mutinus elegans</i> (Mont.) E. Fisch.	붉은뱀버섯

표 2. 계속

<i>Pseudocodrus</i>	세발버섯속
<i>Pseudocodrus schellenbergiae</i> (Sumst.) A. E. Johnson	세발버섯
POLYPORALES	구멍장이버섯목
FOMITOPSIDACEAE	산나비버섯과
<i>Climacocystis</i>	시루버섯속
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotl. & Pouzar	시루버섯
<i>Daedalea</i>	미로버섯속
<i>Daedalea dickinsii</i> (Berk. : Cooke) Yasuda	등갈색미로버섯
<i>Fomitella</i>	재목버섯속
<i>Fomitella fraxinea</i> (Fr.) Imaz.	아까시재목버섯
<i>Postia</i>	젓등버섯속
<i>Postia caesia</i> (Schrad.) P. Karst.	푸른젓등버섯
<i>Postia tephroleuca</i> (Fr.) Jul.	젓색젓등버섯
GANODERMATACEAE	불로초과
<i>Ganoderma</i>	불로초속
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curt.) P. Karst	불로초
<i>Ganoderma nojaponicum</i> Imazeki	자흑색불로초
MERULIACEAE	아교버섯과
<i>Gloeoporus</i>	무른구멍장이버섯속
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr.) Bres.	겉푸른구멍장이버섯
<i>Radulodon</i>	긴송곳버섯속
<i>Radulodon copelandii</i> (Pat.) Maek.	긴송곳버섯
<i>Steccherinum</i>	바늘버섯속
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.) S. F. Gray	바늘버섯
<i>Stereopsis</i>	애기꽃버섯속
<i>Stereopsis burtiana</i> (Peck) Reid	종이애기꽃버섯
POLYPORACEAE	구멍장이버섯과
<i>Coriolus</i>	구름버섯속
<i>Coriolus versicolor</i> (L. : Fr.) Quel.	구름버섯
<i>Daedaleopsis</i>	도장버섯속
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Fr.) Schroet.	도장버섯
<i>Daedaleopsis styracina</i> (P. Henn. et Shirai) Imaz.	매죽도장버섯
<i>Daedaleopsis tricolor</i> (Bull. ex Fr.) Bond et. Sing.	삼색도장버섯
<i>Lenzites</i>	조개껍질버섯속
<i>Lenzites betulina</i> (L. : Fr.) Fr.	조개껍질버섯
<i>Microporus</i>	매꽃버섯속
<i>Microporus flabelliformis</i> (Fr.) O. Kuntze	부채매꽃버섯

표 2. 계속

<i>Microporus vernicipes</i> (Berk.) Kuntze	메꽃버섯무치
<i>Panus</i>	참버섯속
<i>Panus rudis</i> B. et C.	참버섯
<i>Polyporus</i>	구멍장이버섯속
<i>Polyporus squamosus</i> Huds. : Fr.	구멍장이버섯
<i>Polyporus varius</i> (Pers.) Fr.	노란내구멍장이버섯
<i>Pycnoporus</i>	간버섯속
<i>Pycnoporus coccineus</i> (Fr.) Bond. et Sing.	간버섯
<i>Royoporus</i>	밤가죽버섯속
<i>Royoporus badius</i> (Pers.) A. B. De	검정대밤가죽버섯
<i>Trametes</i>	송편버섯속
<i>Trametes orientalis</i> (Yasuda) Imaz.	시루송편버섯
<i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilat	흰융털송편버섯
<i>Trametes suaveolens</i> (L.) Fr.	송편버섯
<i>Trametes versicolor</i> (L. : Fr.) Quel.	구름송편버섯
<i>Tyromyces</i>	개떡버섯속
<i>Tyromyces borealis</i> (Fr.) Imaz.	물렁개떡버섯
RUSSULALES	무당버섯목
RUSSULACEAE	무당버섯과
<i>Lactarius</i>	젖버섯속
<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull. : Fr.) Fr.	민맛젖버섯
<i>Lactarius subplinthopalus</i> Coker	얇은갓젖버섯
<i>Lactarius subzonarius</i> Hongo	당귀젖버섯
<i>Russula</i>	무당버섯속
<i>Russula albocretata</i> Hongo	목련무당버섯
<i>Russula aurea</i> Pers.	금무당버섯
<i>Russula bella</i> Hongo	수원무당버섯
<i>Russula compacta</i> Frost & Peck apud Peck.	담갈색무당버섯
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	청머루무당버섯
<i>Russula delicata</i> Fr.	푸른주름무당버섯
<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	냄새무당버섯
<i>Russula mariae</i> Peck	수원무당버섯
<i>Russula olivacea</i> (Schaeff.) Fr.	무당버섯
<i>Russula omiensis</i> Hongo	보라무당버섯
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	기와버섯
AURISCALPIACEAE	술방울털버섯과
<i>Auriscalpium</i>	술방울털버섯속

표 2. 계속

<i>Auriscalpium vulgare</i> S. F. Gray	솔방울털버섯
<i>Clavicornia</i>	나무싸리버섯속
<i>Clavicornia pyxidata</i> (Pers.) Doty	좁나무싸리버섯
HERICIACEAE	노루궁뎅이버섯과
<i>Hericum</i>	노루궁뎅이속
<i>Hericum erinaceus</i> (Bull.) Pers.	노루궁뎅이
STEREACEAE	꽃구름버섯과
<i>Stereum</i>	꽃구름버섯속
<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	갈색꽃구름버섯
<i>Stereum spectabile</i> Klotzsch	단풍꽃구름버섯
<i>Xylobolus</i>	거북꽃구름버섯속
<i>Xylobolus spectabilis</i> (Klotzsch) Boidin	너털거북꽃구름버섯
THELEPHORALES	사마귀버섯목
THELEPHORACEAE	사마귀버섯과
<i>Hydnellum</i>	갈색갈대기버섯속
<i>Hydnellum concrescens</i> (Pers.) Banker	고리갈색갈대기버섯
<i>Thelephora</i>	사마귀버섯속
<i>Thelephora multipartita</i> Fr.	많은가지사마귀버섯
<i>Thelephora palmata</i> (Scop.) Fr.	단풍사마귀버섯
AURICULARIALES	목이목
AURICULARIACEAE	목이과
<i>Auricularia</i>	목이속
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) Quel.	목이
<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	털목이
<i>Dacryopinax</i>	주황허버섯속
<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schw.) G. Martin.	주황허버섯
DACRYMYCETES	붉은목이강
DACRYMYCETALES	붉은목이목
DACRYMYCETEACEAE	붉은목이과
<i>Calocera</i>	아교뿔버섯속
<i>Calocera cornu</i> (Batsch) Fr.	아교뿔버섯
<i>Calocera viscosa</i> (Pers. ex Fr.) Fr.	싸리아교뿔버섯
<i>Dacrymyces</i>	붉은목이속
<i>Dacrymyces stillatus</i> Nees	붉은목이
<i>Dacrymyces palmatus</i> (Schw.) Burt.	손바닥붉은목이
TREMELLOMYCETES	흰목이강
TREMELLALES	흰목이목

표 2. 계속

TREMELLACEAE	흰목이과
<i>Tremella</i>	흰목이속
<i>Tremella foliacea</i> Pers.	꽃흰목이
ASCOMYCOTA	자낭균문
PEZIZOMYCOTINA	주발버섯아문
LEOTIOMYCETES	두건버섯강
LEOTIALES	두건버섯목
LEOTIACEAE	두건버섯과
<i>Leotia</i>	콩두건버섯속
<i>Leotia chlorocephala</i> Schw.	연두콩두건버섯
<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers.	콩두건버섯
HELOTIALES	살갓버섯목
DERMATACEAE	살갓버섯과
<i>Chlorenchocelia</i>	주걱녹청균속
<i>Chlorenchocelia versiformis</i> (Pers.) Dixon	주걱녹청균
<i>Chlorosplenium</i>	녹청균속
<i>Chlorosplenium aeruginascens</i> (Gray) deNot.	변형술잔녹청균
<i>Chlorosplenium acygnus</i> (Oedon) Seav. ex Ram. Korf. & Batra	녹청균
<i>Mollisia</i>	살갓버섯속
<i>Mollisia cinerea</i> (Batsch) P. Karst. f. <i>cinerea</i>	연한살갓버섯
HELOTIACEAE	물두건버섯과
<i>Ascocoryne</i>	짧은대꽃잎버섯속
<i>Ascocoryne cylichnium</i> (Tul.) Korf	짧은대꽃잎버섯
<i>Bisporella</i>	황고무버섯속
<i>Bisporella citrina</i> (Fr.) Korf. et Carpenter	황색고무버섯
<i>Bisporella sulfurina</i> (Quél.) Carp.	진황고무버섯
<i>Hymenoscyphus</i>	술잔고무버섯속
<i>Hymenoscyphus calyculus</i> (Sowerby) W. Phillips	진노란술잔고무버섯
<i>Hymenoscyphus fructigenus</i> (Bull.) Gray.	상수리술잔고무버섯
PEZIZMYCETES	주발버섯강
PEZIZALES	주발버섯목
HELVELLACEAE	안장버섯과
<i>Helvella</i>	안장버섯속
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	주름안장버섯
<i>Helvella macropus</i> (Pers.) P. Karst.	긴안장버섯
<i>Helvella lacunosa</i> Afzel.	안장버섯
MICROSTOMATACEAE	작은입술잔버섯과

표 2. 계속

<i>MICROSTOMA</i>	작은입술잔버섯속
<i>Microstoma floccosum</i> (Schw.) Raittv.	털작은입술잔버섯
PYRONEMATACEAE	털섬시버섯과
<i>Scutellinia</i>	섬시버섯속
<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lambotte	섬시버섯
SORDARIOMYCETES	동충하초강
HYPOCREOMYCETIDAE	동충하초아강
HYPOCREALES	동충하초목
CORDYCEPITACEAE	동충하초과
<i>Cordyceps</i>	동충하초속
<i>Cordyceps gracilicoides</i> Kobayasi	가는유충동충하초
<i>Cordyceps longissimus</i> Kobayasi	제주긴뿌리동충하초
<i>Cordyceps militaris</i> (L.) Link	동충하초
<i>Cordyceps nutans</i> Pat.	노린재동충하초
<i>Cordyceps pruinosa</i> Petch	붉은자루동충하초
<i>Cordyceps roseostromata</i> Kobayasi & Shimizu	붉은동충하초
<i>Isaria</i>	눈꽃동충하초속
<i>Isaria tenuipes</i> Peck	눈꽃동충하초
HYPOCREACEAE	점버섯과
<i>Hypocrea</i>	점버섯속
<i>Hypocrea citrina</i> (Pers.) Fr.	노란점버섯
<i>Hypocrea gelatinosa</i> (Tode) Fr.	끈적점버섯
<i>Podostroma</i>	사슴뿔버섯속
<i>Podostroma alutaceum</i> (Pers.) Atk.	균생사슴뿔버섯
NECTRIACEAE	알보리수버섯과
<i>Nectria</i>	알보리수버섯속
<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode.) Fr.	알보리수버섯
XYLARIOMYCETIDAE	콩꼬투리버섯아강
XYLARIALES	콩꼬투리버섯목
XYLARIACEAE	콩꼬투리버섯과
<i>Annulohypoxylon</i>	뿔발버섯속
<i>Annulohypoxylon truncatum</i> (Schw.) Y. Ju. Rog. & H. Hsieh	검은뿔발버섯
<i>Camarops</i>	
<i>Camarops polysperma</i> (Mont.) Miller	
<i>Daldinia</i>	콩버섯속
<i>Daldinia concentrica</i> (Bolt.) Ces. & De Not.	콩버섯
<i>Entonaema</i>	뿔버섯속

표 2. 계속

학 명	한 국 명
<i>Entonaema splendens</i> (Berk. & Curt.) Lloyd	광택뿔버섯
<i>Hypoxylon</i>	팔버섯속
<i>Hypoxylon fragiforme</i> (Pers.) Kickx.	점박이팔버섯
<i>Xylaria</i>	콩꼬투리버섯속
<i>Xylaria carpophila</i> (Pers.) Fr.	젓가락콩꼬투리버섯
<i>Xylaria filiformis</i> (Alb. & Schw.)	실콩꼬투리버섯
<i>Xylaria hypoxylon</i> Nitschke	콩꼬투리버섯
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	다형콩꼬투리버섯

분류군별 분포상을 보면 주름버섯목이 19과 44속 85종, 그물버섯목이 5과 9속 11종, 피꼬리버섯목이 1과 2속 3종, 고약버섯목이 1과 1속 1종, 조개버섯목이 1과 1속 1종, 소나무비늘버섯목이 1과 4속 5종, 말뚝버섯목이 1과 3속 4종, 구멍장이버섯목이 4과 19속 27종, 무당버섯목이 4과 7속 20종, 사마귀버섯목이 1과 2속 3종, 목이목이 1과 2속 3종, 붉은목이목이 2과 2속 4종, 흰목이목이 1과 1속 1종, 두건버섯목이 1과 1속 2종, 살갓버섯목이 2과 6속 9종, 주발버섯목이 3과 3속 5종, 동충하초목이 3과 5속 9종, 콩꼬투리버섯목이 1과 5속 9종으로 조사되었다(표 3). 주름버섯목의 고등균류가 85종으로 전체 202종의 42%로 조사되었고, 그 다음으로 구멍장이버섯목이 27종으로 13%, 무당버섯목이 20종으로 1%순으로 나타났다.

표 3. 고등균류(버섯)의 분류군별 군집구조

목 명		분류군		
		과	속	종
AGARICOMYCETES 담자균강	AGARICALES 주름버섯목	19	44	85
	BOLETALES 그물버섯목	5	9	11
	CANTHARELALES 피꼬리버섯목	1	2	3
	CORTICIALES 고약버섯목	1	1	1
	GLOEOPHYLLALES 조개버섯목	1	1	1
	HYMENOGASTRALES 소나무비늘버섯목	1	4	5

표 3. 계속

목 명		분류군		
		과	속	종
AGARICOMYCETES 담자균강	PHALLALES 말뚝버섯목	1	3	4
	POLYPORALES 구멍장이버섯목	4	19	27
	RUSSULALES 무당버섯목	4	7	20
	THELEPHORALES 사마귀버섯목	1	2	3
	AURICULARIALES 목이목	1	2	3
DACRYMYCETES 붉은목이강	DACRYMYCETALES 붉은목이목	2	2	4
TERMELLOMYCETES 흰목이강	TREMELLALES 흰목이목	1	1	1
LEOTIOMYCETES 두건버섯강	LEOTIALES 두건버섯목	1	1	2
	HELOTIALES 살갓버섯목	2	6	9
PEZIZOMYCETES 주발버섯강	PEZIZALES 주발버섯목	3	3	5
SORDARIOMYCETES 동충하초강	HYPOCREALES 동충하초목	3	5	9
	XYLARIALES 콩꼬투리버섯목	1	5	9
6	18	52	117	202

나. 조사지역별 분포상

Grid별 조사지역내에서 관찰된 고등균류의 분포상을 살펴보면 자생하고 있는 고등균류의 분포상을 살펴보기에 앞서 조사지역내의 식생을 살펴보는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 일반적으로 고등균류는 서식지의 식생과도 밀접한 관계를 가지고 있기 때문이다. 침엽수림, 활엽수림, 낙엽수림별 발생하는 고등균류의 종류 또한 매우 다양하게 나타나게 되는 데 주로 균근을 형성하는 고등균류인 경우 나무의 뿌리에 균사를 뻗어 나무에게는 무기물들을 공급해주는 공급자의 역할과 나무의 영양분을 탄소원으로 삼아 생활사를 영위하기도 하고, 활물기생하는 고등균류와 사물기생하는 고등균류의

종류 또한 다양한 형태를 나타내기 때문이다.

나. 월별 분포상

월별 출현 균류상을 보면 4월에 36종, 5월 25종, 6월 45종, 7월 65종, 8월 71종, 9월 56종, 10월 43종, 11월 41종으로 조사되었다(표 4). 전체적인 계절별 분포를 보면 여름철(6월, 7월, 8월)시기와 9월, 10월 기간동안 많은 종의 고등균류가 자생하고 있는 것으로 조사되었는데, 이 시기에는 여름철 장마기와 토양 내 수분함유량이 고등균류(버섯)가 자라기에 적합한 환경을 유지시켜 주었기 때문이라 사료된다.

표 4. 월별 고등균류 분포상(2001~2002년 비교)

월	고등균류(종)	고등균류(개체)
4월	36	
5월	25	15
6월	45	46
7월	65	40
8월	71	86
9월	56	59
10월	43	50
11월	41	
계	382	296

라. 주요 서식지별 분포상

조사기간 동안 출현한 고등균류(버섯)의 서식지별, 분류군별, 우점도 등을 살펴보면, 고사목 및 떨어진 가지 등 목재를 기주로 삼는 고등균류가 103종, 낙엽에서 자라는 고등균류가 4종, 토양 위에서 자라는 고등균류 82종, 그 외 동물의 사체에서 발생하는 고등균류가 6종, 이끼에서 발생하는 고등균류가 7종으로 나타났다. 전체적인 발생빈도를 보면 전체 202종 중 고사목 및 떨어진 가지 등에서 자라는 고등균류가 103종으로 전체 발생종의 50%를 차지하는 것으로 조사되었다. 이는 금년도 기상과도 밀접한 관계를 나타낸다고 할 수 있는 데, 적은 비 날씨와 오랜 장마로 인해 토양 내 수분함유량이 부족한 결과로 인한 것이라 사료된다.

4. 요약

2012년 4월부터 11월까지 한라산국립공원 구역 내의 고등균류(버섯)의 분포상을 조사한 결과는 2문 2아문 6강 2아강 52과 118속 202종으로 조사되었으며, 월별 분포상을 보면 6월 ~ 10월까지가 중복발생한 종수를 포함하여 종으로 89%를 차지하여 고등균류가 자라기에 적합한 환경을 조성하였다고 할 수 있다.

또한 분류군별 분포상을 보면 주름버섯목이 19과 44종 85종으로 전체의 27%를 차지하는 우점 분류목으로 조사되었고, 고약버섯목과 조개버섯목, 편목이목의 고등균류가 각각 1종으로 가장 적은 분포상을 나타내었다.

그리고, 금번 조사결과 오(2005)가 밝힌 561종 중 처음으로 기록되는 종수가 59종으로 조사되어 제주도내 자생하고 있는 버섯의 종수는 620종으로 밝혀졌으며, 문헌으로 기록되지 않는 종까지 포함하면 이(2011)가 정리한 우리나라에 자생하고 있는 1,871종의 33%가 자생하는 것이라 할 수 있어, 앞으로 체계적이고 지속적인 조사가 이루어진다면 이 보다 더 많은 종수의 고등균류(버섯)가 제주도(한라산)에 자생하고 있을 것으로 사료된다.

고등균류(버섯)는 식물과 동물(곤충)을 기주로 하여 생활하는 종류가 매우 다양하여 생물의 보고라 할 수 있는 제주도(한라산)에 자생하고 있는 식물과 동물(특히, 곤충)의 종수와 비례하여 그 수가 증가할 것으로 예측할 수 있고, 전 세계적으로 생물 유전자원의 확보가 매우 중요하게 대두되고 있어 앞으로의 조사연구가 반드시 필요하다고 하겠다.

5. 인용문헌

- 고평열, 2009. 제주도 선홍꽃 동백동산에 자생하는 버섯의 생태연구. 제주대학교
김양섭 등, 2004. 한국의 버섯(식용버섯과 독버섯). 동방미디어
김양섭 등, 2005. 한라산의 버섯. 제주도농업기술원
박완희 등, 1997. 한국의 독버섯과 독식물. 교학사
박완희, 이호득, 1991. 한국의 버섯. 교학사
박완희, 이호득, 1999. 원색 한국약용버섯도감. 교학사
성재모, 1996. 원색도감 한국의 동충하초. 교학사
성재모 등, 2002. 강원의 버섯. 강원대학교출판부

- 오덕철. 1992. 제주도산의 버섯 1. 제주도산의 기록종 버섯. 한국균학회지. 360~368
- 오덕철. 2002. 한라산국립공원 자연자원조사. 국립공원관리공단. 181~225
- 이정배, 오덕철. 1998. 제주도의 고등균류(1) - 미기록종 버섯-.한국균학회지. 26(4) : 538~550.
- 이지열. 1988. 원색한국버섯도감. 아카데미서적
- 홍순우 등. 1986. 추자군도의 토양 미생물 및 버섯류. 자연보호중앙협회. 5 : 35~54
- Breitenbach, J. and F. Kranzlin. 1984. Fungi of Switzerland. Vol 1(Ascomycetes). Mykological Luzern. Switzerland.
- Breitenbach, J. and F. Kranzlin. 1986. Fungi of Switzerland. Vol 2(Hetero, Aphylo, Gastero.). Mykological Luzern. Switzerland.
- Breitenbach, J. and F. Kranzlin. 1991. Fungi of Switzerland. Vol 3(Boletes & Agarics). Mykological Luzern. Switzerland.
- Breitenbach, J. and F. Kranzlin. 1995. Fungi of Switzerland. Vol 4(Agairc 2rd). Mykological Luzern. Switzerland.
- Breitenbach, J. and F. Kranzlin. 2000. Fungi of Switzerland. Vol 5(Agarics 3rd). Mykological Luzern. Switzerland.
- Dennis, R. W. G. 1981. British Ascomycetes. J, Cramer. Germany
- Hiroharu, I. 1986. Illustrated Pocket Book of Mushrooms in Colour. Hokuryukan Co. Ltd.
- Imazeki, R. and Hongo, T. 1987. Colored Illustrations of Mushrooms of Japan I. Hoikusha Publishing Co. Ltd.
- Imazeki, R. and Hongo, T. 1989. Colored Illustrations of Mushrooms of Japan II. Hoikusha Publishing Co. Ltd.
- Imazeki, R. and Otani, Y. and T, Hongo. 1998. Fungi of Japan. Yamakei Publishers. Tokyo.
- Kranzlin, F. 2005. Fungi of Switzerland. Vol 6(Russulaccae). Mykological Luzern. Switzerland.

여 백

토 양

조사위원 : 고석형, 강태우

1. 서 론

2. 조사범위 및 방법

가. 서류채취

나. 분석방법

3. 결과 및 고찰

가. 한라산국립공원의 토양분포

나. 한라산국립공원의 토양통별 특성

다. 한라산국립공원 등산로별 토양특성

4. 요 약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

제주도는 신생대에 형성된 섬으로 대한해협을 서남측에 위치하며 면적은 약 1,848㎢에 달한다. 단면상으로는 해발고도 1,950m의 한라산 정상을 중심으로 한 원주형이며 한라산의 남·북사면은 경사가 급한 반면, 동·서사면은 비교적 완만한 경사를 이룬다(정과 양, 2006; 제주특별자치도, 2006).

제주도의 토양에 관한 조사는 농촌진흥청이 1962년부터 전국토양 개략조사의 일환으로 시작되었다. 이 조사는 정밀토양조사를 위한 기초 자료를 얻기 위해 개략 조사사업을 시작한 것이며, 1969년에 중산간지역 일부와 서귀포시를 대상으로 진행되었다. 본격적인 정밀토양조사는 1974년에 제주도청과 제주도농촌진흥원의 협조 하에 시작되어 해발 400m 이하의 토양을 대상으로 조사하였고, 1975년에 해발 700m 이상인 산악지와 추자군도를 대상으로 정밀토양조사를 실시하였다. 1975년에 완료된 제주도 정밀토양조사 결과에 의하면 제주도의 토양은 5목 10아목 12대군 30아군 47속 64통으로 분류하였다(류와 송, 1984). 그 후 1999년에 Soil Taxonomy 개정판 발간으로 토양 분류단위와 분류기준이 대폭적으로 수정되면서 우리나라에서는 2000년에 Taxonomical classification of Korean soil을 발간하였으며, 제주도 토양을 Andisols 분류체계에 따라 재분류하였다(NIAST, 2000). 따라서 NIAST(2000)에 의한 제주도 토양은 6목 12아목 15대군 63통으로 분류되고 있다. 그러나 제주도 토양에서 Soil Taxonomy의 분류기준을 충족할 수 있는 자료가 부족한 실정이어서 이에 대한 추가 조사 및 연구가 진행되고 있다.

또한 산림청과 국립산림과학원은 1995년부터 2004년까지 전국의 산림을 대상으로 산림지리정보시스템(FGIS) 구축사업을 실시하였다. 제주도의 2005년말 임야면적은 907㎢로서 약 67%에 해당하는 605㎢의 산림토양을 조사하여 암석지를 제외한 10개 토양형이 분포하고 있는 것으로 보고하였다(정 능, 2004; 제주특별자치도, 2006).

우리나라에서의 토양조사는 개인 연구에 의하여 자료가 확보되는 것은 거의 불가능하여 국가적인 사업으로 진행되며, 부분적으로 여러 연구자들에 의해 부분적으로 수정되고 보완되는 것이 일반적이다. 과거의 제주도 토양조사는 경작지를 대상으로 조사하는 과정에서 일부 한라산국립공원 지역이 포함되었으나, 한라산국립공원에 한정되어 정밀토양조사를 진행시킨 연구는 드물다고 할 수 있다.

본 보고서는 제주도 정밀토양도와 기존 자료를 바탕으로 ArcGIS를 이용하

여 토색에 따른 제주도의 토양분포, 한라산국립공원에 분포하는 토양통의 면적과 비율 및 한라산국립공원에 분포하는 토양통의 특성에 대하여 파악하였다. 분석항목으로는 토양 pH, 전기전도도, 토양유기물, 총질소, 유효인산, 치환성 K, 치환성 Ca, 치환성 Mg, 치환성 Na, 양이온치환용량과 같은 화학적 성질과 토성을 파악하기 위한 입도분석의 물리적 성질이다. 따라서 본 조사 연구의 목적은 한라산국립공원 내 등산로 구간을 중심으로 한 토양조사 및 토양의 이화학적 성질을 통하여 한라산국립공원 자연자원의 효율적인 관리체계를 위한 기초 자료를 제시함에 있다.

2. 조사범위 및 방법

가. 시료채취

본 토양조사는 2012년 3월부터 수행되었으며 한라산국립공원에 위치한 이리목, 영실, 성판악, 관음사 및 돈내코 등산로를 중심으로 낙엽층을 제거한 후에 표토(0~15cm)와 심토(15~30cm)를 채취하였다. 시료채취 지점은 그림 1과 같으며 좌표는 표 1과 같다. 등산로 구간은 한라산국립공원에 한정하였으며 해발고도 100m 간격으로 토양시료를 채취하였다. 가급적이면 시료를 채취할 때 오차가 $\pm 10m$ 를 넘지 않도록 하였다. 등산로는 침목 및 석분 등으로 인하여 사실상 시료채취가 불가능한 지역이 많았으며 등산로를 주변으로 가급적이면 훼손이 안 된 지역에서 토양시료를 채취하였다. 토양시료는 총 102점을 채취하였다.

성판악 등산로 구간은 12지점에서 토양을 채취했으며 26격자에는 12번, 25격자에는 11, 10번, 24격자에는 9, 8번, 33격자에는 7, 6번, 32격자에는 5, 4, 3, 2번, 31격자에는 1번이 해당된다. 관음사 등산로 구간은 14지점에서 토양을 채취했으며 5격자에는 26, 25번, 14격자에는 24, 23번, 13격자에는 22, 21번, 22격자에는 20, 19, 18번, 31격자에는 17, 16, 15, 14, 13번이 해당된다. 이리목 등산로 구간은 10지점에서 토양을 채취했으며 20격자에는 44, 43번, 21격자에는 42, 41, 40번, 30격자에는 39, 38번, 31격자에는 37, 36, 35번이 해당된다. 영실 등산로 구간은 7지점에서 토양을 채취했으며 46격자에는 51번, 38격자에는 50, 49번, 39격자에는 48번, 30격자에는 47, 46, 45번이 해당된다. 돈내코 등산로 구간은 8지점에서 토양을 채취했으며 50격자에는 34번, 41격자에는 33, 32, 31, 30번, 40격자에는 29, 28번, 31격자에는 27번이 해당된다.



그림 1. 한라산국립공원 등산로 토양시료 채취지점

표 1. 시료채취 지점의 해발고도 및 좌표

시료채취 지점	표 기	해발고도(m)	TM좌표	
			X 좌표	Y 좌표
성판악 1900M	S-19	1903m	156850	35090
성판악 1800M	S-18	1808m	157087	35237
성판악 1700M	S-17	1702m	157624	35463
성판악 1600M	S-16	1603m	158051	35638
성판악 1500M	S-15	1514m	158465	35978
성판악 1400M	S-14	1408m	159106	36182
성판악 1300M	S-13	1309m	159546	36310
성판악 1200M	S-12	1204m	159942	36772
성판악 1100M	S-11	1111m	160877	37236
성판악 1000M	S-10	1022m	161856	37159
성판악 900M	S-9	927m	162558	37424
성판악 800M	S-8	838m	163472	37455
관음사 1900M	K-19	1905m	156741	35236
관음사 1800M	K-18	1800m	156542	35615
관음사 1700M	K-17	1698m	156548	35944
관음사 1600M	K-16	1597m	156354	35992
관음사 1500M	K-15	1511m	156189	36324
관음사 1400M	K-14	1401m	156551	37335
관음사 1300M	K-13	1326m	156654	37610
관음사 1200M	K-12	1203m	156885	38146
관음사 1100M	K-11	1108m	156902	38622
관음사 1000M	K-10	1008m	157012	39065
관음사 900M	K-9	897m	157149	39447
관음사 800M	K-8	801m	157459	40351
관음사 700M	K-7	707m	157979	40875
관음사 600M	K-6	596m	158015	41658
돈내코 남벽분기점	D-N	1607m	156378	34709
돈내코 1600M	D-16	1579m	156301	34474
돈내코 1500M	D-15	1528m	156714	34130
돈내코 1400M	D-14	1391m	157540	33835
돈내코 1300M	D-13	1321m	157652	33582
돈내코 1200M	D-12	1216m	157757	33271
돈내코 1100M	D-11	1116m	157941	32922
돈내코 1000M	D-10	1016m	158239	32562

표 1. 계속

시료채취 지점	표 기	해발고도(m)	TM좌표	
			X 좌표	Y 좌표
어리목 1900M	A-19	1908m	156171	35339
어리목 1800M	A-18	1796m	155912	35436
어리목 1700M	A-17	1692m	155180	35224
어리목 1600M	A-16	1587m	154261	35924
어리목 1500M	A-15	1493m	153705	36353
어리목 1400M	A-14	1388m	153289	36850
어리목 1300M	A-13	1291m	153233	37217
어리목 1200M	A-12	1194m	153101	37494
어리목 1100M	A-11	1096m	152971	37766
어리목 1000M	A-10	1009m	152864	38100
영실 1600M	Y-16	1387m	153080	34571
영실 1500M	Y-15	1507m	153233	34869
영실 1400M	Y-14	1613m	153631	34883
영실 1300M	Y-13	1298m	153198	34267
영실 1200M	Y-12	1201m	152858	33339
영실 1100M	Y-11	1104m	152202	32917
영실 1000M	Y-10	1004m	150520	32138

나. 분석방법

1) 토양의 화학적 성질

토양의 화학적 성질 조사를 위한 토양 시료는 채취한 시료를 풍건시킨 후 2mm 체에 통과된 것을 분석시료로 하여 다음과 같이 분석하였다. 토양 pH는 토양 : 증류수의 비를 1 : 5로 하여 토양 5g에 증류수 25ml를 첨가한 다음 진탕하여 pH meter(inoLab pH 730, Germany)를 이용하여 측정하였다. 전기전도도는 pH를 측정하고 남은 여액을 Conductivity Meter(CM-11P TOA Electronics Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다. 토양 유기물함량은 Walkley and Black법으로 분석하였고, 유효인산은 Lancaster법으로 분광광도계(Genesis-5, USA)를 이용하여 분석하였다. 질소함량은 토양시료를 황산으로 분해한 다음 Kjeldahl법으로 자동질소분석장치(Kjeltec analyzer unit, Foss, USA)를 이용하여 분석하였다. 치환성양이온은 1N ammonium acetate(pH 7.0)용액을 토양 : 침출액의 비를 1 : 10으로 하여 토양 5g에 1N ammonium

acetate용액 50ml를 가하여 30분간 진탕한 다음 여과하여 얻어진 여액을 원자 흡광분광광도계(SpectraA 220 FS, Varian, Australia)를 이용하여 분석하였다. 양이온치환용량은 1 N-NH₄OAc(pH 7.0)로 포화하고 80% ethyl alcohol로 세척한 후 토양을 Kjeldahl 증류장치에 의해 NH₄⁺ 함량을 정량하여 산출하였다.

2) 토양의 물리적 성질

입도분석은 풍건토양 10g을 평량하여 500ml Tall beaker에 담고, Tall beaker에 증류수를 300ml씩 가하고 30% 과산화수소를 25ml씩 가 한 뒤 90℃로 가열된 전열판 위에서 가열하면서 유기물을 분해하였다. 원심분리병에 분산제 5% Sodium hexametaphosphate 10ml를 가한 후 약 18시간 정도를 진탕시키면서 완전히 분산시켰다. 이 후 Pipette법과 체분석을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 한라산국립공원의 토양분포

현재 전 세계적으로 토양분류체계가 하나로 확립되지 않고 있는 가운데 우리나라의 토양분류는 미국에서 창안된 방식을 사용하고 있다. 신토양분류법(Soil Taxonomy)에 의한 토양 분류체계는 목(order), 아목(suborder), 대군(great group), 아군(subgroup), 속(family), 통(series)으로 구성된다. 전 세계의 토양을 12개의 목으로 분류하였는데, 한라산 국립공원의 토양 목은 화산 분출물에 의해 형성된 토양으로 Andisols에 속한다. 아목은 Udands로 습윤 화산회토에 속하며 연중 대부분이 습윤한 상태를 유지하는 토양이다. 대군은 Fluvudands, Hapludands, Melanudands가 속한다. Fluvudands로 분류되는 토양통은 균산통, 흑악통, 토산통이며, Hapludands로 분류되는 토양통은 논고통, 노로통, 적악통이 있다. 이 외에 저지대에 많이 분포하는 Melanudands에 평대통과 한경통이 소규모로 분포되어 있다(표 2).

토양통은 토양분류 체계에서 가장 하위단위이며, 모재와 퇴적양식이 거의 같고 생성학적으로도 거의 같은 단면특성을 갖는 토양개체들은 토양통으로 분류된다. 토양통 이름은 그 토양통이 최초로 발견된 지역의 이름을 붙이는 것이 일반적이며, 한라산 국립공원 지역의 토양통도 최초 발견지점의 이름

이름을 사용한 것이 대부분이다.

표 2. 미국 농무부의 신토양분류법(Soil Taxonomy)에 의한 한라산국립공원의 토양분류(NIAST, 2000)

Order	Suborder	Great group	Sub group	Textural family	Soil series
Andisols	Udands	Fluvudands	Lithic Fluvudands	Ashy	군산통 (Gunsan series)
			Typic Fluvudands	Ashy	흑악통 (Heugag sereis)
			Typic Fluvudands	Ashy	토산통 (Tosan series)
		Hapludands	Typic Hapludands	Ashy	논고통 (Nongo series)
				Ashy	노로통 (Noro series)
				Ashy over cindery	적악통 (Jeogag series)
		Melanudands	Typic Melanudands	Ashy	평대통 (Pyeongdae series)
				Ashy over cindery	한경통 (Hangyeong series)

* Cited from Taxonomical classification of Korean soils(NIAST, 2000).

제주도의 토양은 63개의 토양통이 분포되어 있으며 한라산국립공원 내에 분포된 토양통은 총 17개이다. 그 중에서 분포비율이 큰 토양은 흑악통, 노로통, 토산통, 군산통, 적악통, 논고통 순이며 6% 이상의 분포비율을 차지하고 있다. 이 중에서 흑악통, 노로통 및 토산통이 전체의 67% 이상을 차지하고 있으며, 이 외에 한경통과 평대통이 각각 2.5%, 2.0%가 분포되어 있다. 일부 국립공원 저지대에는 제주통, 중문통, 남원통 등이 분포하지만 분포면적은 2% 미만으로 극히 적다(표 3).

그림 2는 제주도 토양을 토색에 따라 분류한 것이다. 제주도 정밀토양도(농업기술연구소, 1976)에서는 제주도의 토양을 암갈색토, 농암갈색토, 흑색토 및 갈색산림토로 구분하였으며 현재까지도 널리 이용되고 있다(농업기술연구소, 1976; 류와 송, 1984; 박 등, 1985). 이 중에서 암갈색토는 비화산회토이며 농암갈색토, 흑색토, 갈색산림토는 화산회토로 구분된다. 토양의 분포지역을 보면 암갈색토는 제주, 조천, 애월, 한림, 대정 등 주로 북부와 서부지역의 해발고도 200m 이하 해안지대에 분포한다. 가장 넓은 분포면적을 보이는 농암갈색토는 동부지역을 제외한 중산간지역과 남부 해안지대에 분포한다. 흑색

토는 구좌, 성산, 표선 등 주로 동부지역의 중산간지역에 분포하며, 해발고도 600m 이상에서는 갈색산림토가 주를 이루고 있으며 한라산국립공원 일대가 이에 속한다.

표 3. 한라산국립공원 토양통의 분포와 면적

토양통	면적 (km ²)	분포 (%)	Remarks
흑악통	67.6	44.0	갈색산림토
노로통	18.8	12.2	암적색산림토
토산통	17.3	11.2	갈색산림토
군산통	13.5	8.8	갈색산림토
적악통	12.4	8.1	갈색산림토
논고통	9.4	6.1	갈색산림토
한경통	3.8	2.5	흑색화산회토
평대통	3.1	2.0	흑색화산회토
하천범람지	5.9	3.8	
기타	1.9	1.3	

기타 : 구좌통, 금악통, 남원통, 민악통, 위미통, 제주통, 중문통, 중엄통, 한림통, 암석지 등

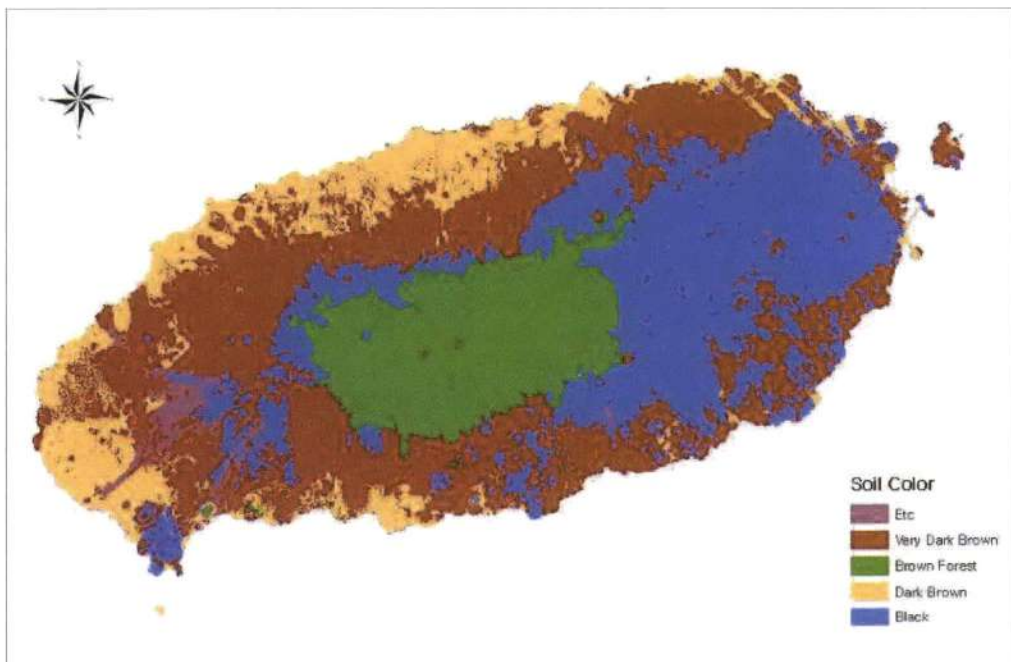


그림 2. 토색에 따른 제주도의 토양분포

그림 3은 한라산국립공원 지역의 토양통을 GIS로 나타낸 것이다. 이 자료는 제주도 중산간지역 종합조사(1997)에서 작성된 것 중에서 한라산국립공원 부부만 발췌한 것이다. 제주도 토양도의 GIS는 전국에서 최초로 농촌진흥청 정밀토양도를 근거로 GIS를 구축한 것이다. 이 GIS에 사용된 토양조사 자료가 오래된 것이어서 수정·보완해야 될 부분은 많지만 특정지역에 대한 토양을 이해하는데 매우 중요한 자료로 사용될 수 있겠다.

그림 3에서 보는 것과 같이 흑악통은 동쪽 지역을 제외하고는 전체 지역에 골고루 분포되어 있으며 그 주변으로 노로통, 토산통, 논고통 등이 서로 겹쳐져서 분포하고 있다. 군산통은 백록담 북벽에서 관음사와 어리목 등산로 방향으로 분포되어 있음을 알 수 있다.

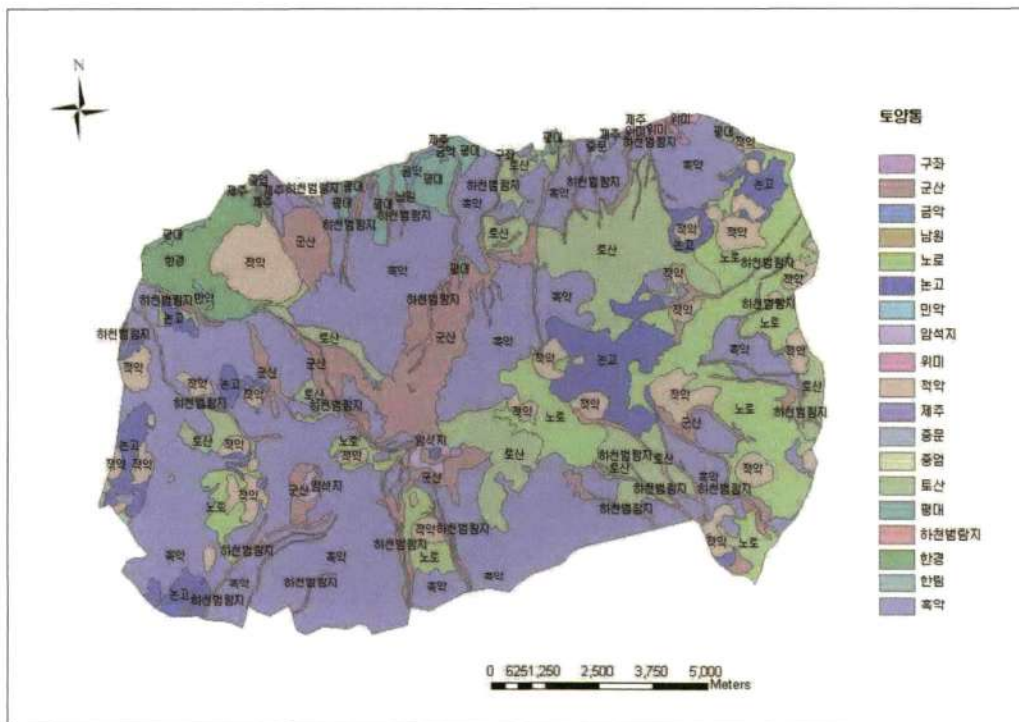


그림 3. 한라산국립공원에 분포하는 토양통

나. 한라산국립공원의 토양통별 특성

흑악통은 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 ashy, mesic family of Typic Fulvudands에 속한다. 토심은 약 40cm 내외로 그 밑에 기층이 있다. 표토는 농암갈색의 돌과 둥근바위가 있는 미사

질양토이며 심토는 암갈색 돌이 있는 미사질양토, 기층은 갈색의 양토이다. 군산통은 속칭 뜰땅으로 알려진 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 *ashy, nonacid, thermic family of Lithic Fulvudands*에 속한다. 표토에서 암반까지의 깊이는 30cm 내외이다. 표토는 농암회갈색 바위가 있는 미사질식양토이며 기층은 암갈색의 미사질양토, 기층하부는 조면암층이다. 토산통은 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 *ashy, mesic family of Typic Fulvudands*에 속한다. 표토는 농암갈색 자갈이 있는 미사질식양토이며 층의 두께는 10cm 내외이고 심토는 암황갈색 잔돌이 있는 미사질양토 또는 미사질식양토이다.

논고통은 해발 700~1950m의 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 *ashy, mesic family of Typic Hapludands*에 속한다. 표토는 암적갈색의 잔돌이 있는 미사질양토이며 심토는 적갈색의 스코리아가 있으며, 기층은 황적색의 잔돌이 있는 미사질양토이다. 적악통은 고산지 분석구의 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 *ashy over cindery, mesic family of Typic Hapludands*에 속한다. 표토는 암적갈색의 분석이 있는 양토이며 기층은 적갈색의 분석(스코리아)이 많은 양질조사토이다. 노로통은 산악지에 분포하는 갈색산림토로 미국 농무성의 신분류방법에 의하면 *ashy, mesic family of Typic Hapludands*에 속한다. 표토는 적갈색의 둥근바위가 있는 미사질양토이며 심토는 황적색의 스코리아가 있는 미사질양토, 기층은 황적색 돌이 있는 양토이다.

이와 같이 토양분류 측면에서 보면 흑악통, 군산통 및 토산통이 거의 같은 생성학적 동질성을 갖고 있다고 할 수 있으며 논고통, 노로통 및 적악통이 같은 동질성을 갖고 있다고 할 수 있다.

다. 한라산국립공원 등산로별 토양특성

1) 토양 pH

토양 pH는 토양의 중요한 화학적 성질의 하나로서 토양과 식물의 생육을 진단하는데 필요한 성분이다. 한라산국립공원 영실 등산로의 토양 pH는 4.5~5.3 범위였다(그림 4). 영실 표토의 pH는 4.5~5.2, 심토의 pH는 4.7~5.3의 범위를 보였다. 관음사 등산로의 토양 pH는 4.2~5.6 범위였다(그림 5). 관음사 표토의 pH는 4.2~5.2, 심토의 pH는 4.6~5.6의 범위를 보였다. 성판악 등산로의 토양 pH는 4.1~5.3 범위였다(그림 6). 성판악 표토의 pH는 4.5~5.3, 심

토의 pH는 4.1~5.3의 범위를 보였다. 어리목 등산로의 토양 pH는 4.2~5.4 범위였다(그림 7). 어리목 표토의 pH는 4.2~5.2, 심토의 pH는 4.3~5.4의 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 토양 pH는 4.4~5.6 범위였다(그림 8). 돈내코 표토의 pH는 4.4~5.6, 심토의 pH는 4.9~5.6의 범위를 보였다. 전체적으로 한라산 국립공원 등산로 표토의 평균 토양 pH는 4.8, 심토의 평균 토양 pH는 5.0이었다. 한라산국립공원의 토양 pH도 일반토양에서 나타나는 현상과 마찬가지로 대체적으로 표토보다 심토에서 높았다. 이와 같이 토양깊이가 깊어짐에 따라 토양 pH가 높아지는 현상은 많은 경우에 의한 염기의 용탈 때문이라고 판단된다.

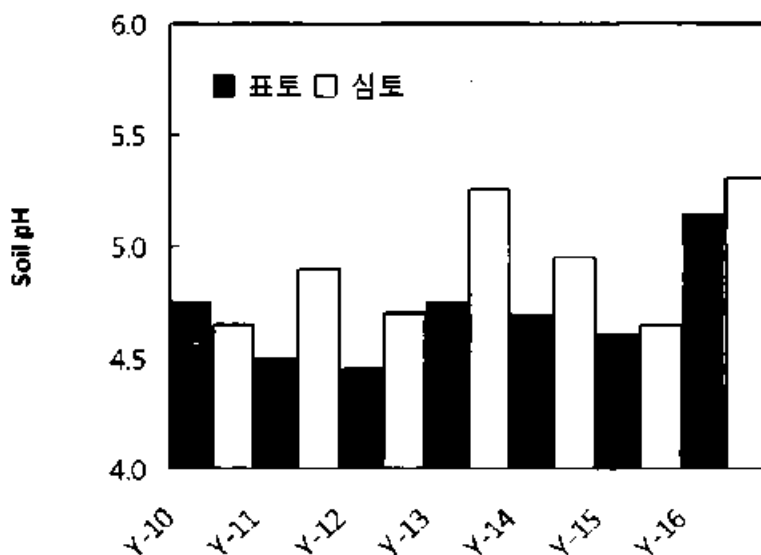


그림 4. 한라산국립공원 영실 등산로의 토양 pH

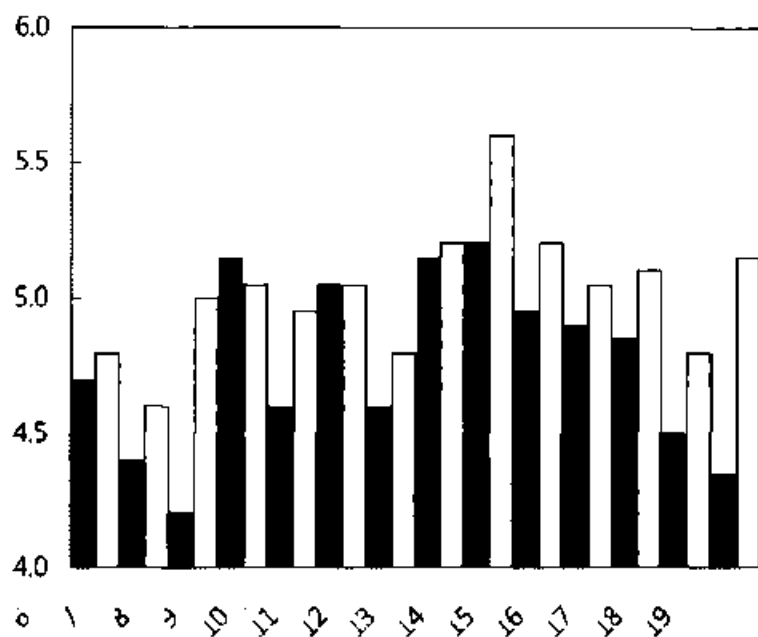


그림 5. 한라산국립공원 관음사 등산로의 토양 pH

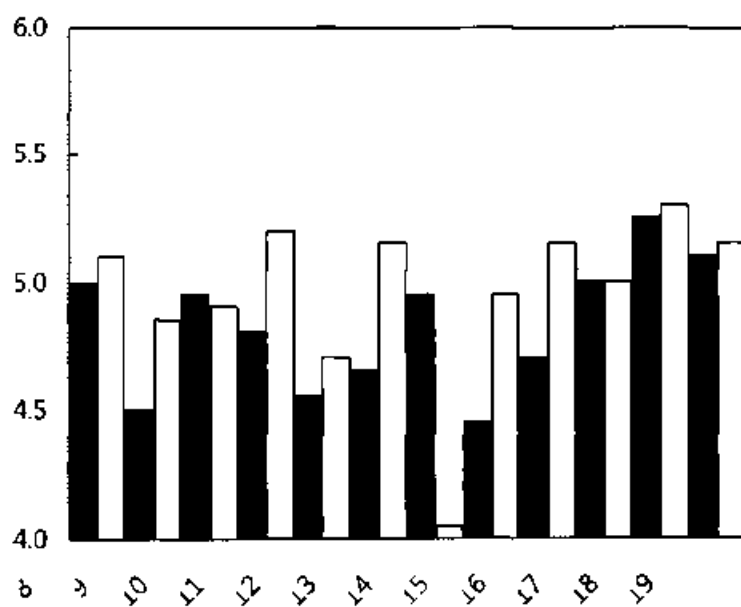


그림 6. 한라산국립공원 성판악 등산로의 토양 pH

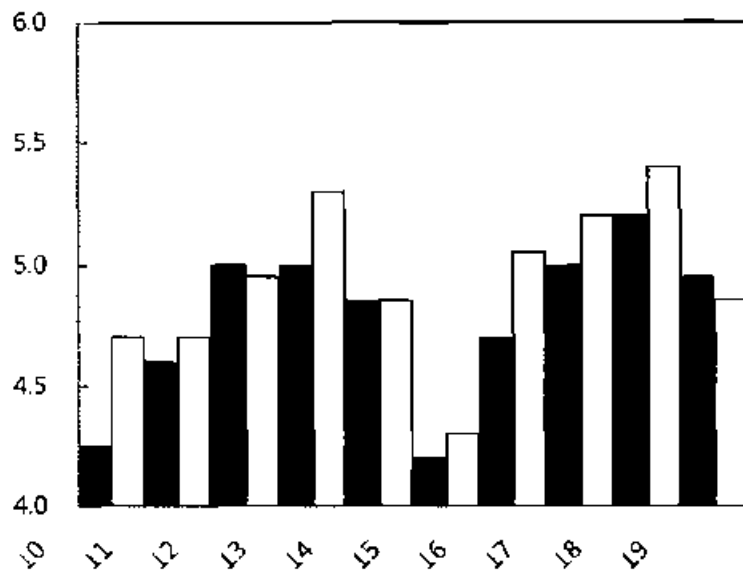


그림 7. 한라산국립공원 어리목 등산로의 토양 pH

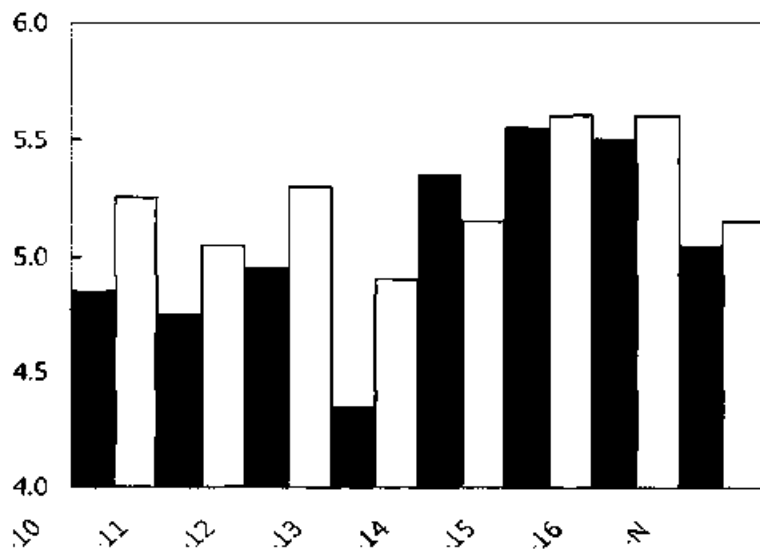


그림 8. 한라산국립공원 둔내코 등산로의 토양 pH

2) 전기전도도

전기전도도는 용액 중 전해질 이온의 세기를 나타내며 이온의 종류에 따라 다르지만 대체적으로 염류농도에 비례한다. 따라서 전기전도도가 높으면 이온이 집적된 것을 의미하며 이는 염류집적을 나타낸다. 한라산국립공원 영실 등산로의 전기전도도는 0.18~0.85dS/m 범위였다(그림 9). 영실 표토의 전기전도도는 0.53~0.85dS/m, 심토의 전기전도도는 0.18~0.71dS/m 범위를 보였다. 관음사 등산로의 전기전도도는 0.13~1.27dS/m 범위였다(그림 10). 관음사 표토의 전기전도도는 0.18~1.27dS/m, 심토의 전기전도도는 0.13~0.50dS/m 범위를 보였다. 성판악 등산로의 전기전도도는 0.22~2.14dS/m 범위였다(그림 11). 성판악 표토의 전기전도도는 0.22~1.43dS/m, 심토의 전기전도도는 0.22~2.14dS/m 범위를 보였다. 어리목 등산로의 전기전도도는 0.05~1.44dS/m 범위였다(그림 12). 어리목 표토의 전기전도도는 0.21~1.44dS/m, 심토의 전기전도도는 0.05~1.07dS/m 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 전기전도도는 0.04~0.75dS/m 범위였다(그림 13). 돈내코 표토의 전기전도도는 0.21~0.77dS/m, 심토의 전기전도도는 0.04~0.49dS/m 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 전기전도도는 0.59dS/m, 심토의 평균 전기전도도는 0.37dS/m였다. 이와 같은 농도는 식물생육에 대한 염류의 영향을 거의 무시할 수 있다고 판단된다.

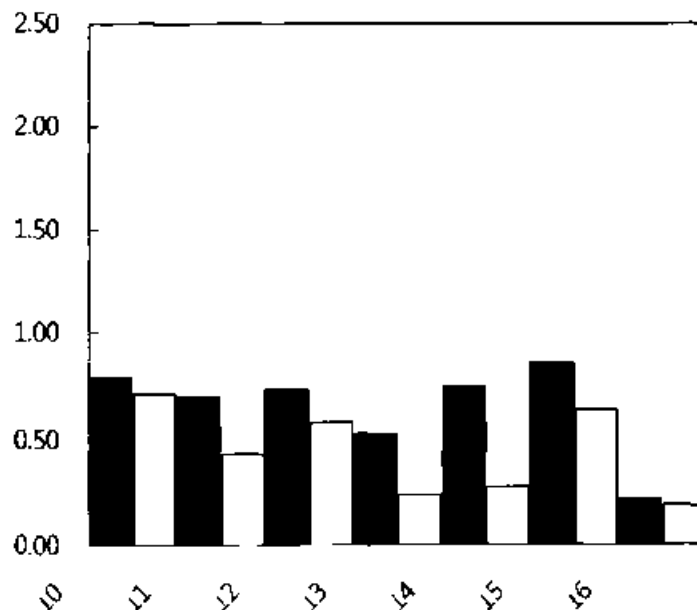


그림 9. 한라산국립공원 영실 등산로의 전기전도도

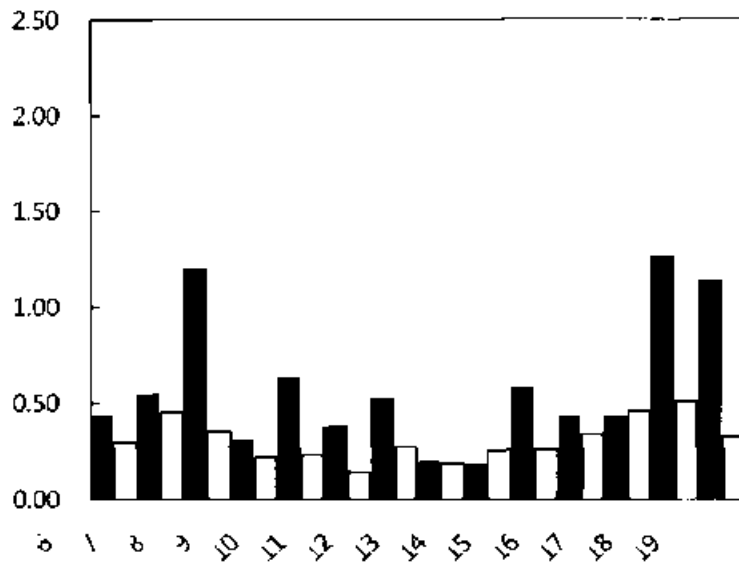


그림 10. 한라산국립공원 관음사 등산로의 전기전도도

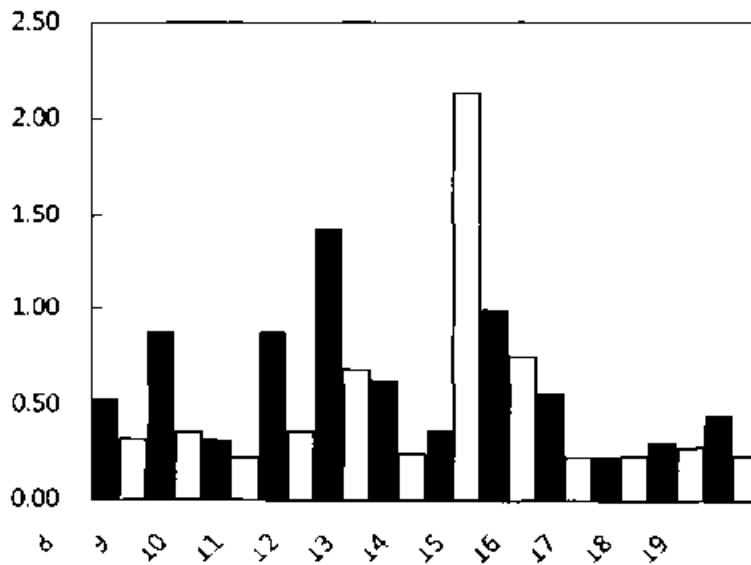


그림 11. 한라산국립공원 성판악 등산로의 전기전도도

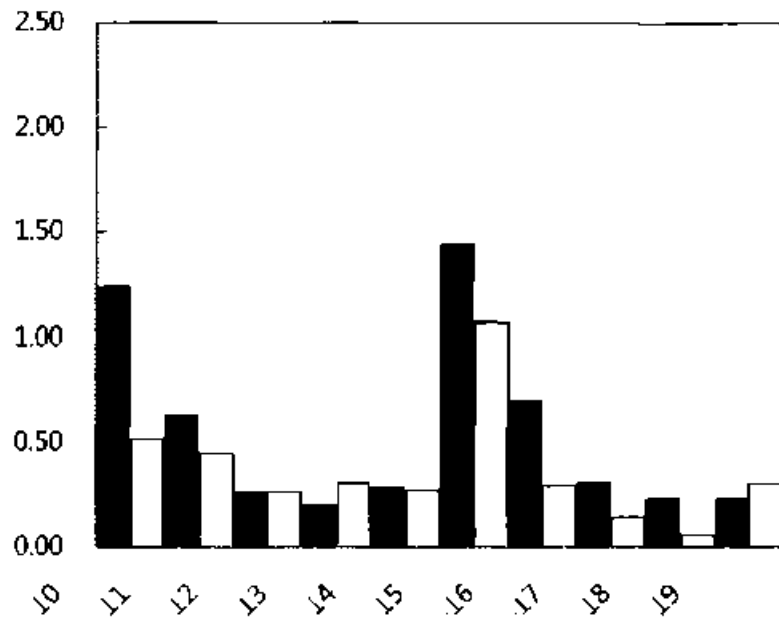


그림 12. 한라산국립공원 어리목 등산로의 전기전도도

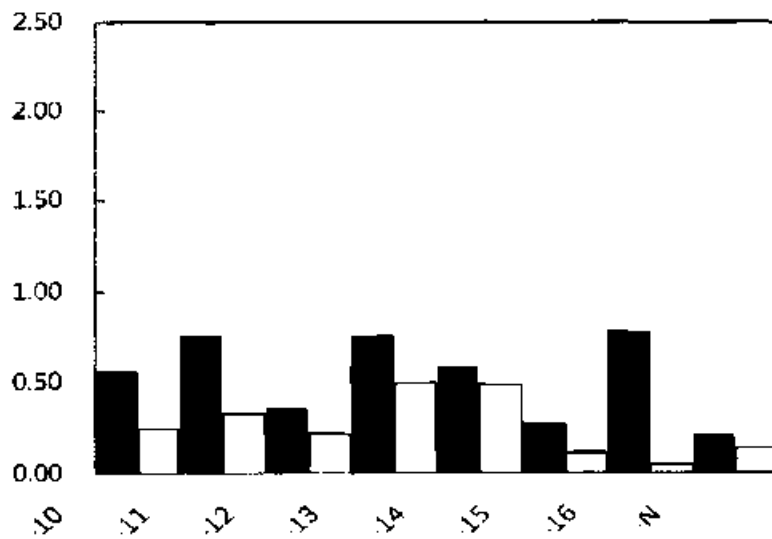


그림 13. 한라산국립공원 둔내코 등산로의 전기전도도

3) 유기물함량

제주도 토양은 화산폭발시 분출된 화산재와 동식물의 유체로부터 유래된 유기물이 결합하여 일반적으로 육지부 토양에 비하여 유기물함량이 높다. 특히 한라산국립공원은 제주도 연평균 강우량보나도 많고 기온도 낮아 유기물 분해가 잘 이루어지지 않고 집적될 수 있는 환경을 갖고 있다. 한라산국립공원 영실 등산로의 유기물함량은 12.56~33.95%범위였다(그림 14). 영실 표토의 유기물함량은 14.51~33.95%, 심토의 유기물함량은 12.56~27.59% 범위를 보였다. 관음사 등산로의 유기물함량은 5.94~36.20%범위였다(그림 15). 관음사 표토의 유기물함량은 12.73~36.20%, 심토의 유기물함량은 5.94~24.90% 범위를 보였다. 성판악 등산로의 유기물함량은 1.48~36.14%범위였다(그림 16). 성판악 표토의 유기물함량은 1.48~36.14%, 심토의 유기물함량은 4.67~29.12% 범위를 보였다. 어리목 등산로의 유기물함량은 3.38~25.42%범위였다(그림 17). 어리목 표토의 유기물함량은 7.49~22.64%, 심토의 유기물함량은 3.38~25.42% 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 유기물함량은 1.56~43.34%범위였다(그림 18). 돈내코 표토의 유기물함량은 2.96~43.34%, 심토의 유기물함량은 1.56~28.82% 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 유기물함량은 21.45%, 심토의 평균 유기물함량은 15.79%였다. 이와 같이 유기물함량은 토양 pH와는 반대로 심토보다 표토에서 함량이 높았으며 표토에 유기물함량이 집적되는 현상을 보였다.

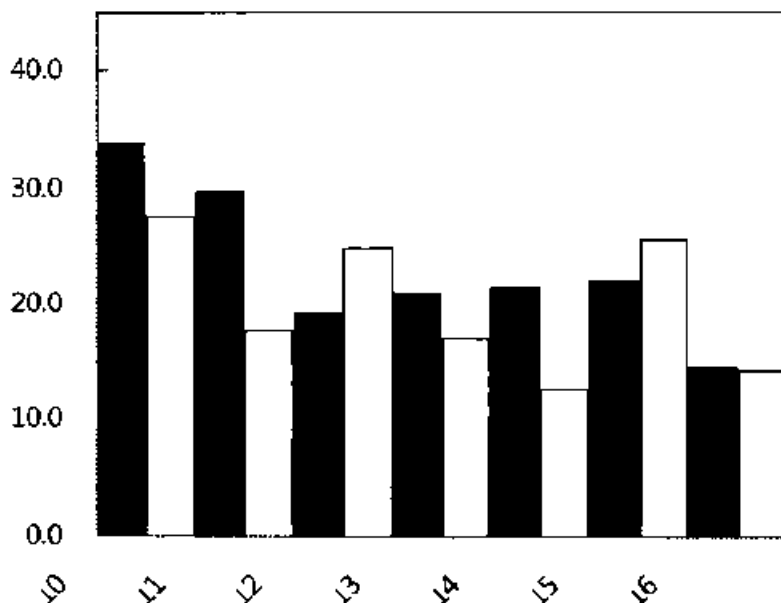


그림 14. 한라산국립공원 영실 등산로의 유기물함량

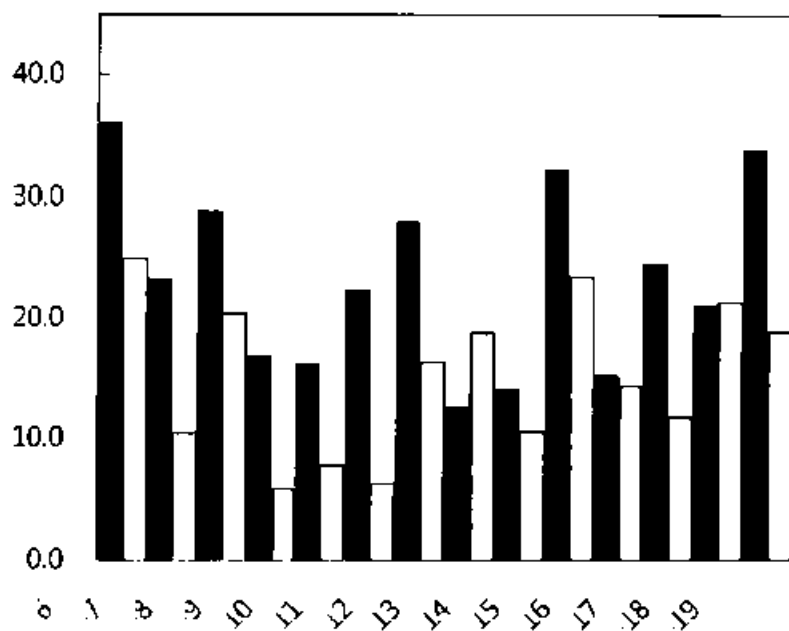


그림 15. 한라산국립공원 권음사 등산로의 유기물함량

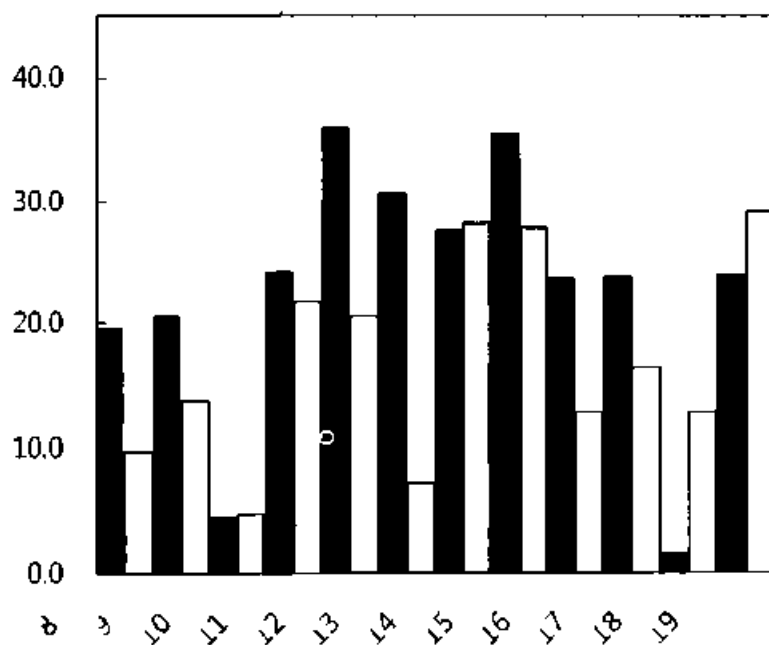


그림 16. 한라산국립공원 성판악 등산로의 유기물함량

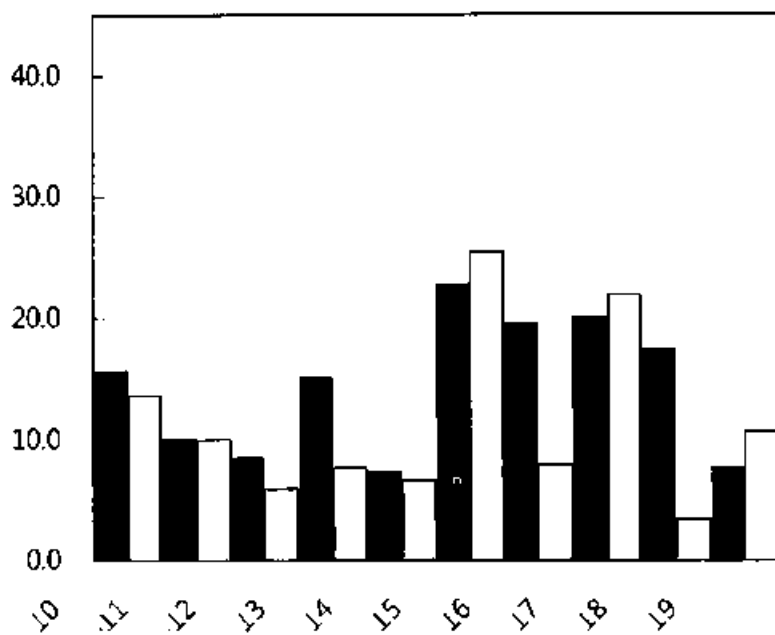


그림 17. 한라산국립공원 어리목 등산로의 유기물함량

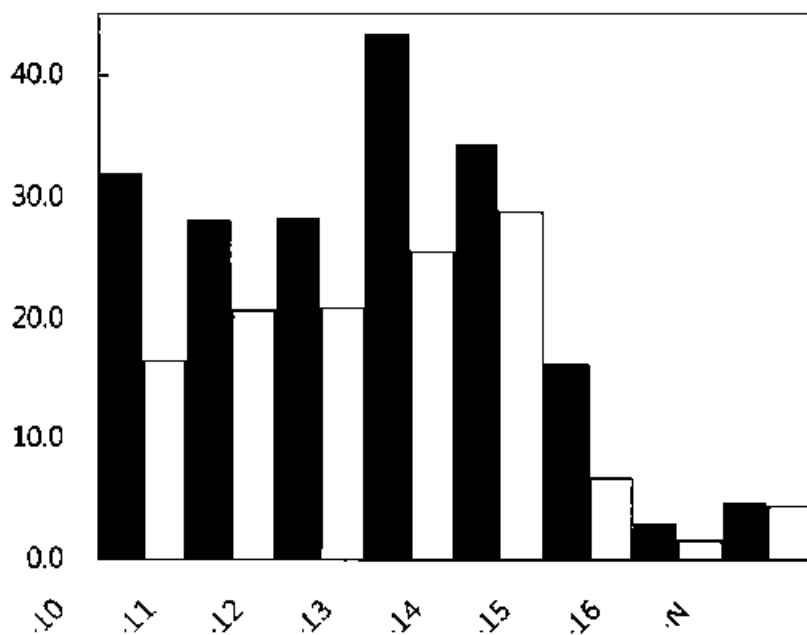


그림 18. 한라산국립공원 둔내코 등산로의 유기물함량

4) 유효인산함량

유효인산은 토양에 흡착된 인산을 약산으로 용출시킨 인산을 의미한다. 인산은 화산재가 함유된 화산회성 토양에서 강하게 흡착하여 고정시키는 능력이 매우 크다. 따라서 화산회토양은 유효인산함량이 매우 낮아 토양비옥도가 낮은 원인으로 알려져 있으며 식물이 성장하는데 제한요소로 작용할 수 있다. 한라산국립공원 영실 등산로의 유효인산함량은 2.9~13.0mg/kg 범위였다(그림 19). 영실 표토의 유효인산함량은 3.1~13.0mg/kg, 심토의 유효인산함량은 2.9~9.2mg/kg 범위를 보였다. 관음사 등산로의 유효인산함량은 0.5~30.3mg/kg 범위였다(그림 20). 관음사 표토의 유효인산함량은 0.2~30.3mg/kg, 심토의 유효인산함량은 0.8~20.1mg/kg 범위를 보였다. 성판악 등산로의 유효인산함량은 불검출~20.8mg/kg 범위였다(그림 21). 성판악 표토의 유효인산함량은 불검출~20.8mg/kg, 심토의 유효인산함량은 0.2~12.4mg/kg 범위를 보였다. 어리목 등산로의 유효인산함량은 불검출~24.9mg/kg 범위였다(그림 22). 어리목 표토의 유효인산함량은 불검출~24.9mg/kg, 심토의 유효인산함량은 불검출~14.3mg/kg 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 유효인산함량은 2.4~87.2mg/kg 범위였다(그림 23). 돈내코 표토의 유효인산함량은 4.9~39.4mg/kg, 심토의 유효인산함량은 2.4~87.2mg/kg 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 유효인산함량은 9.7mg/kg, 심토의 평균 유효인산함량은 7.3mg/kg였다. 이와 같이 한라산국립공원 토양의 유효인산함량은 매우 낮았다.

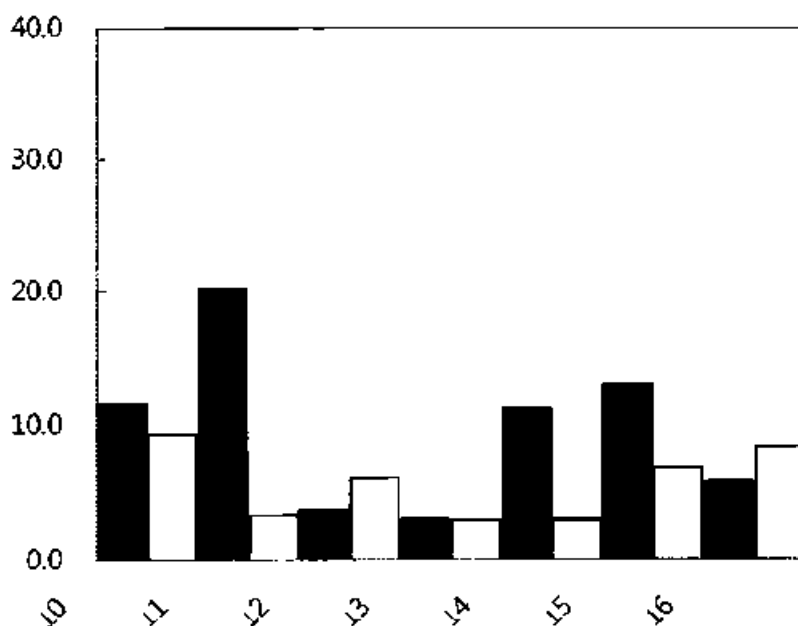


그림 19. 한라산국립공원 영실 등산로의 유효인산함량

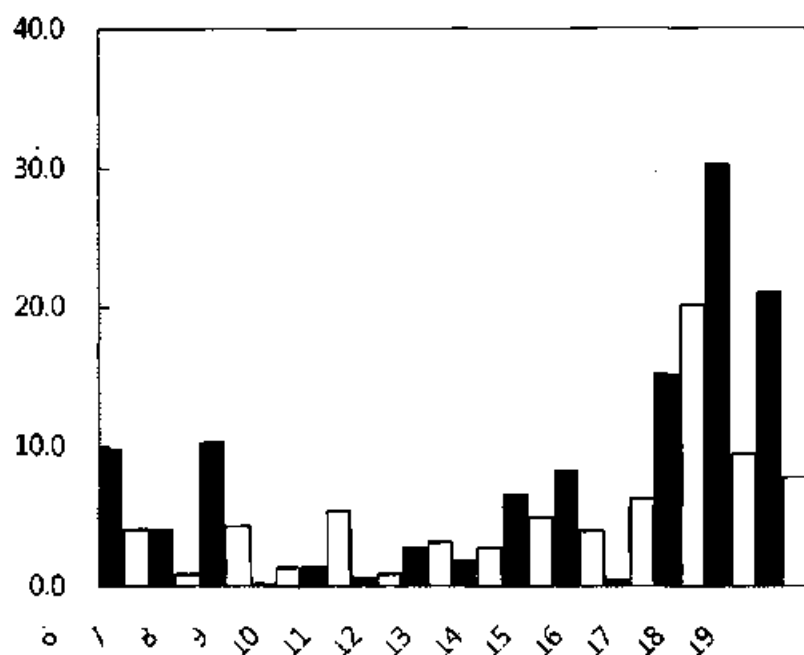


그림 20. 한라산국립공원 관음사 등산로의 유효인산함량

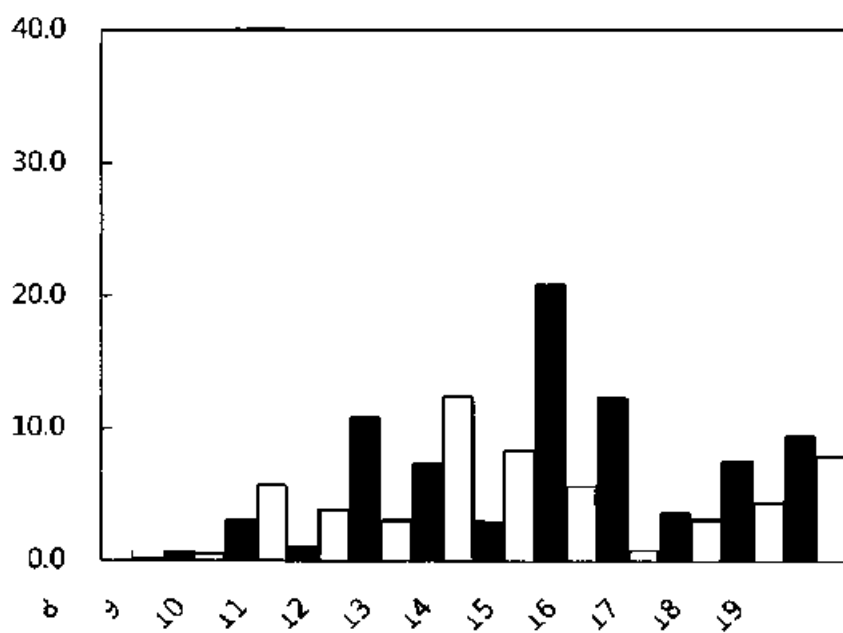


그림 21. 한라산국립공원 성판악 등산로의 유효인산함량

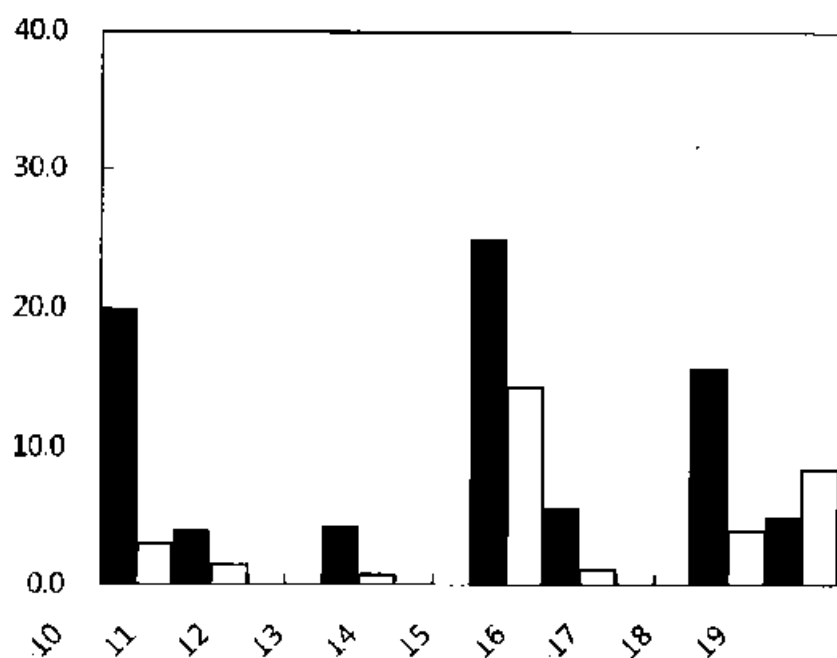


그림 22. 한라산국립공원 어리목 등산로의 유효인산함량

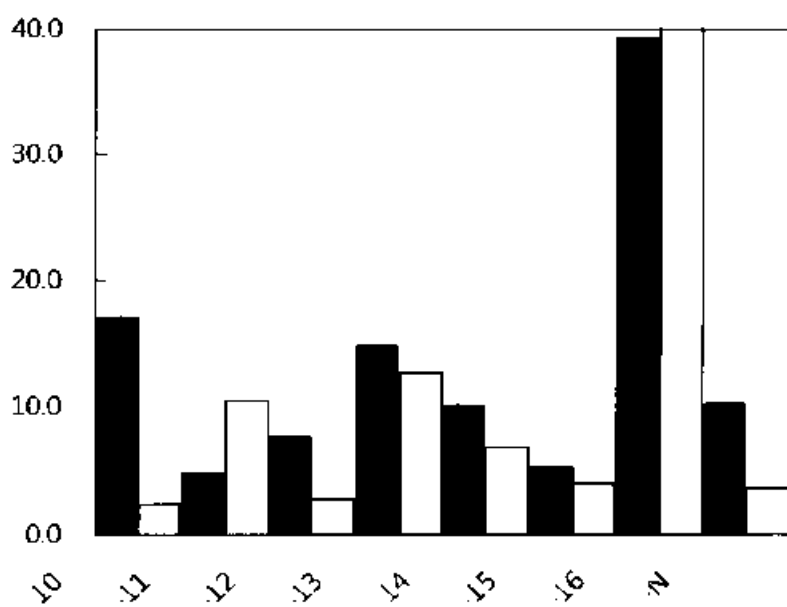


그림 23. 한라산국립공원 돈내코 등산로의 유효인산함량

5) 총 질소

한라산국립공원 영실 등산로의 총 질소함량은 0.50~1.23%범위였다(그림 24). 영실 표토의 총 질소함량은 0.64~1.23%, 심토의 총 질소함량은 0.50~0.98% 범위를 보였다. 관음사 등산로의 총 질소함량은 0.36~1.71%범위였다(그림 25). 관음사 표토의 총 질소함량은 0.42~1.71%, 심토의 총 질소함량은 0.36~0.92% 범위를 보였다. 성판악 등산로의 총 질소함량은 0.36~1.79% 범위였다(그림 26). 성판악 표토의 총 질소함량은 0.56~1.06%, 심토의 총 질소함량은 0.36~1.79% 범위를 보였다. 어리목 등산로의 총 질소함량은 0.25~4.04%범위였다(그림 27). 어리목 표토의 총 질소함량은 0.48~3.60%, 심토의 총 질소함량은 0.25~4.04% 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 총 질소함량은 0.48~1.68%범위였다(그림 28). 돈내코 표토의 총 질소함량은 0.53~1.68%, 심토의 총 질소함량은 0.48~1.51% 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 총 질소함량은 1.16%, 심토의 평균 총 질소함량은 0.94%였다. 이와 같은 함량은 정 등(2002)이 보고한 제주도 산림토양표토와 심토에서의 평균 질소함량 0.43, 0.25mg/kg 보다 약 3배정도 높게 나타났다. 어리목 등산로 1500m 지점에서는 총 질소함량이 4.04%로 매우 높아 특이한 현상을 보였다. 일반적으로 유기물함량이 많을수록 질소함량이 많아지는데 유기물이 화산재에서 유래된 AI과 결합하면 용탈에 대한 저항성이 있기 때문에 화산재가 많이 집적된 토양에서 질소함량도 높게 나타난다. 그러나 본 연구결과에서는 유기물함량과 총 질소함량과는 상관관계가 없었다.

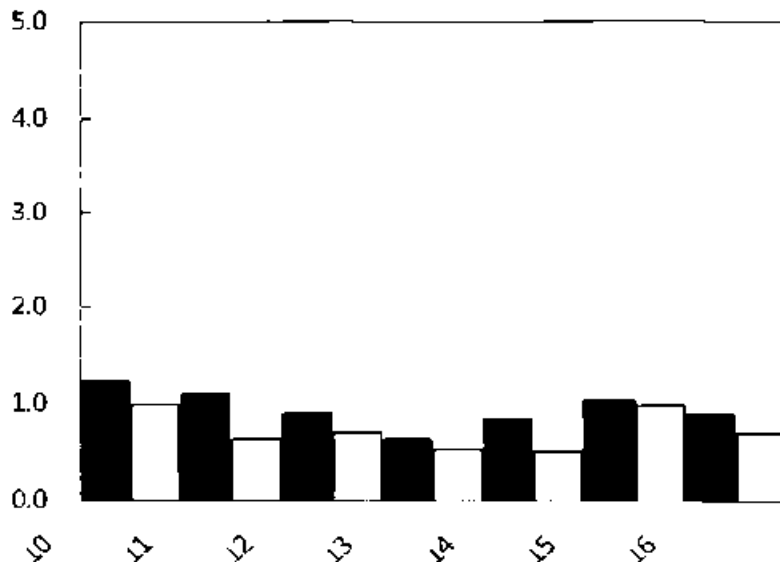


그림 24. 한라산국립공원 영실 등산로의 유효인산함량

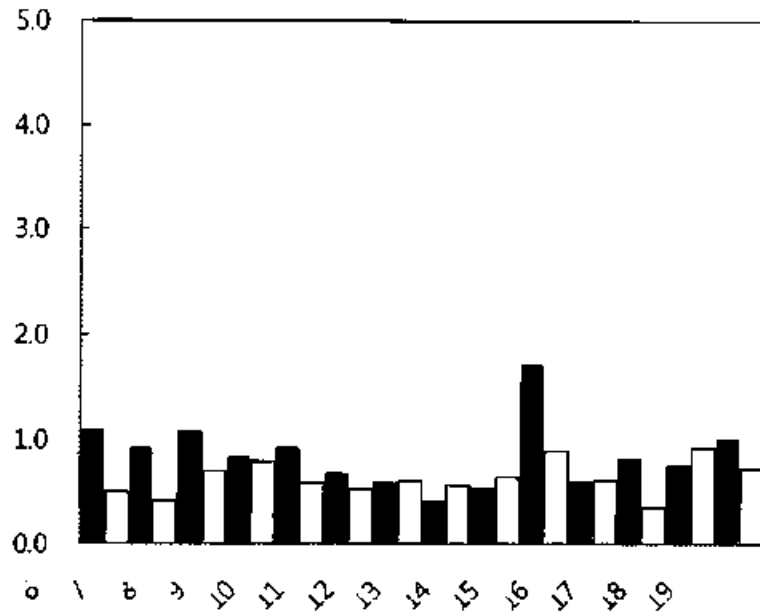


그림 25. 한라산국립공원 관음사 등산로의 유효인산함량

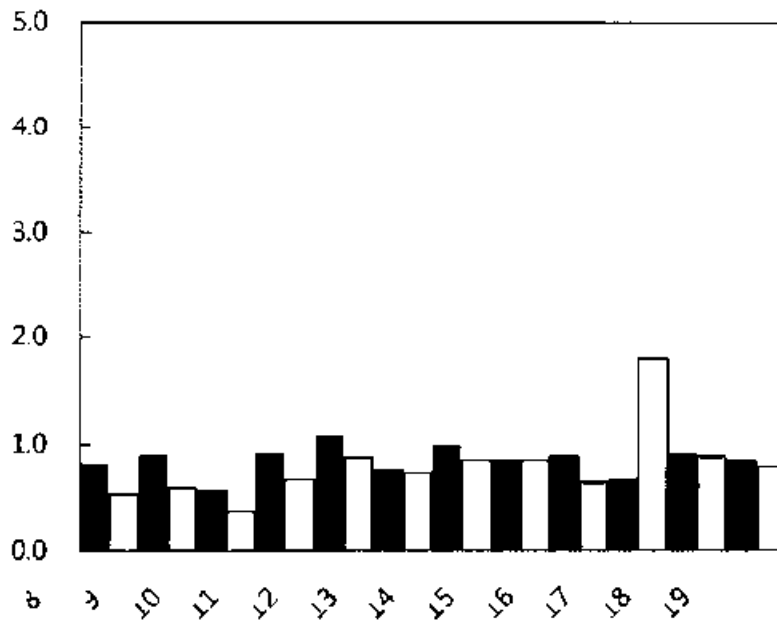


그림 26. 한라산국립공원 성판악 등산로의 유효인산함량

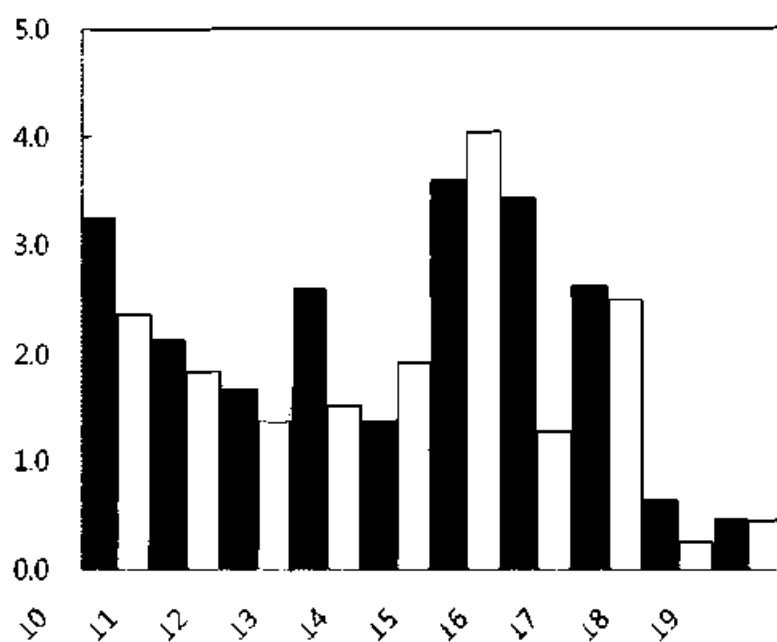


그림 27. 한라산국립공원 어리목 등산로의 유효인산함량

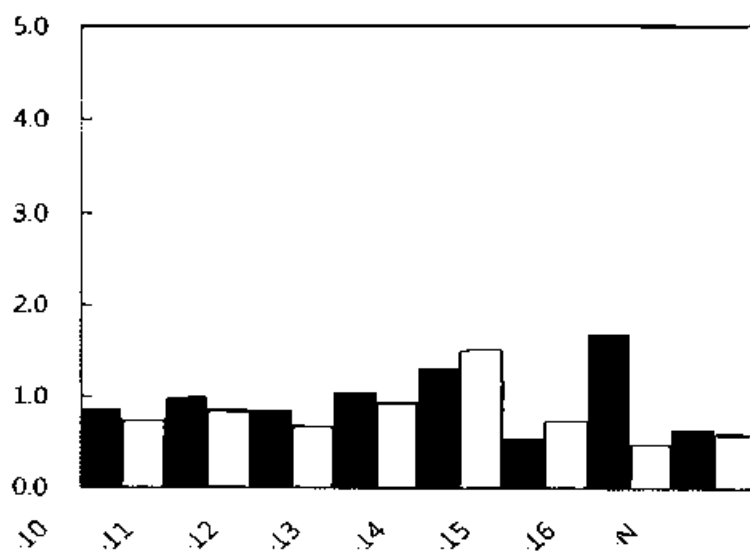


그림 28. 한라산국립공원 돈내코 등산로의 유효인산함량

6) 치환성 K

치환성 K, Ca, Mg 및 Na는 토양 pH와 밀접한 관계가 있으며, 심토보다 표토에서 치환성양이온 함량이 높다는 보고가 있다(정 등, 2002; 류와 송, 1984). 한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 K 함량은 $0.07\sim 0.53\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 29). 영실 표토의 치환성 K 함량은 $0.13\sim 0.53\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 K 함량은 $0.07\sim 0.25\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 관음사 등산로의 치환성 K 함량은 $0.08\sim 0.42\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 30). 관음사 표토의 치환성 K 함량은 $0.13\sim 0.42\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 K 함량은 $0.08\sim 0.22\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 성판악 등산로의 치환성 K 함량은 $0.06\sim 0.41\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 31). 성판악 표토의 치환성 K 함량은 $0.09\sim 0.41\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 K 함량은 $0.06\sim 0.41\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 어리목 등산로의 치환성 K 함량은 $0.02\sim 0.45\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 32). 어리목 표토의 치환성 K 함량은 $0.04\sim 0.45\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 K 함량은 $0.02\sim 0.44\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 치환성 K 함량은 $0.02\sim 0.43\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 33). 돈내코 표토의 치환성 K 함량은 $0.07\sim 0.43\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 K 함량은 $0.02\sim 0.20\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 치환성 K 함량은 $0.25\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 평균 치환성 K 함량은 $0.13\text{cmol+}/\text{kg}$ 였다. 이와 같이 평균 치환성 K 함량은 표토에서 심토보다 약 2배 정도 높았으나 대체적으로 함량이 낮았다.

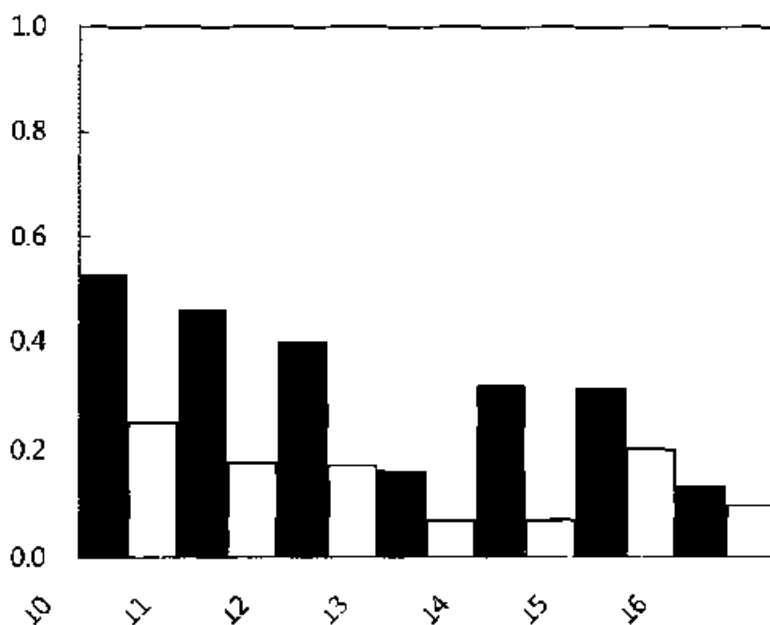


그림 29. 한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 K 함량

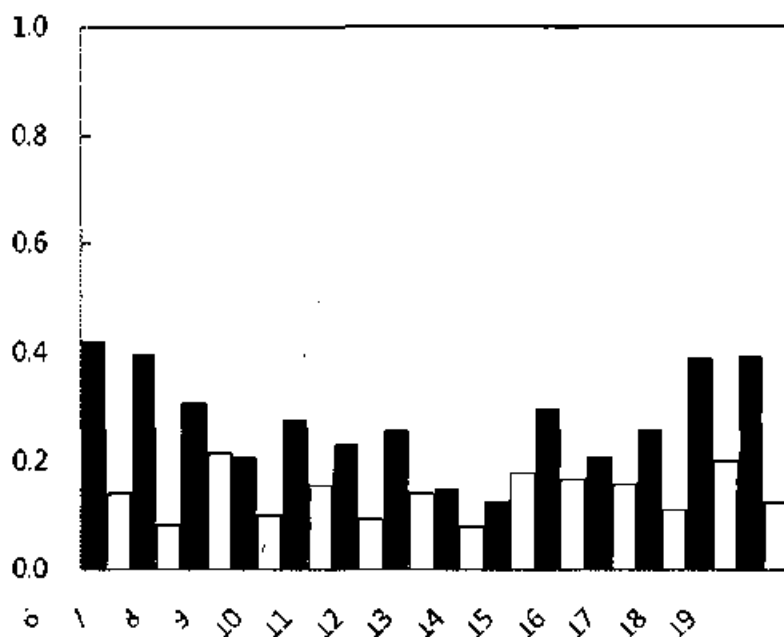


그림 30. 한라산국립공원 관음사 등산로의 치환성 K 함량

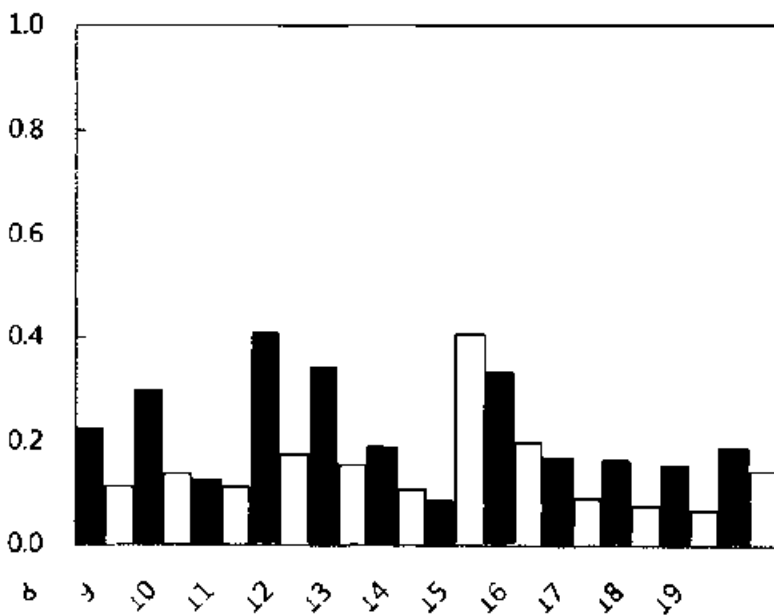


그림 31. 한라산국립공원 성판악 등산로의 치환성 K 함량

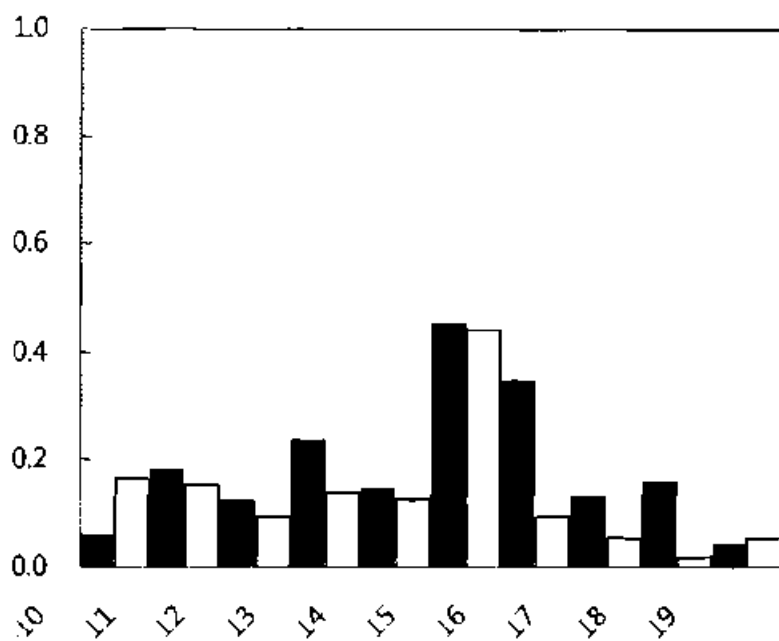


그림 32. 한라산국립공원 어리목 등산로의 치환성 K 합량

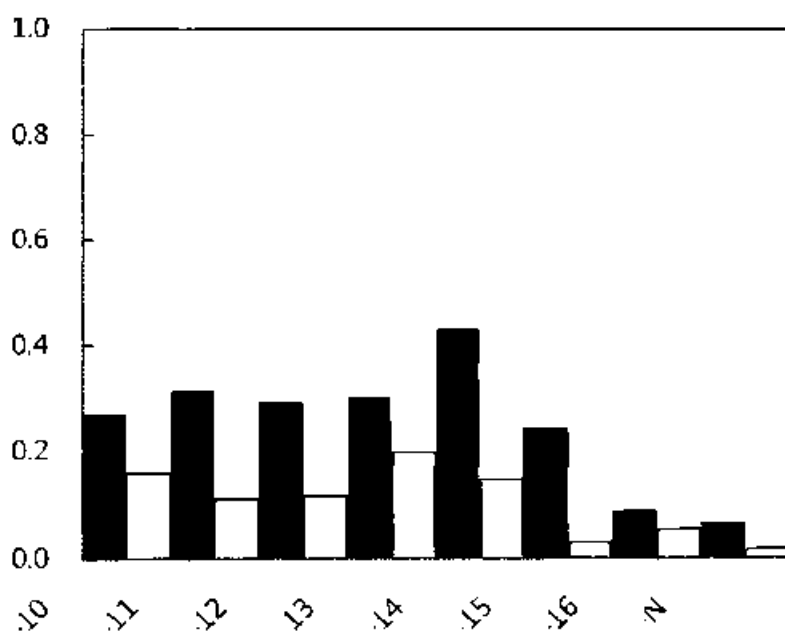


그림 33. 한라산국립공원 돈내코 등산로의 치환성 K 합량

7) 치환성 Ca

한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 Ca 함량은 $0.20\sim 2.39\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 34). 영실 표토의 치환성 Ca 함량은 $0.50\sim 2.39\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Ca 함량은 $0.07\sim 0.45\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 관음사 등산로의 치환성 Ca 함량은 $0.14\sim 2.48\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 35). 관음사 표토의 치환성 Ca 함량은 $0.20\sim 2.48\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Ca 함량은 $0.14\sim 0.46\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 성판악 등산로의 치환성 Ca 함량은 $0.14\sim 1.56\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 36). 성판악 표토의 치환성 Ca 함량은 $0.09\sim 0.41\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Ca 함량은 $0.14\sim 0.53\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 어리목 등산로의 치환성 Ca 함량은 $0.03\sim 0.69\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 37). 어리목 표토의 치환성 Ca 함량은 $0.07\sim 0.69\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Ca 함량은 $0.03\sim 0.46\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 치환성 Ca 함량은 $0.12\sim 1.47\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 38). 돈내코 표토의 치환성 Ca 함량은 $0.17\sim 1.14\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Ca 함량은 $0.12\sim 1.47\text{cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 치환성 Ca 함량은 $0.69\text{cmol+}/\text{kg}$, 심토의 평균 치환성 Ca 함량은 $0.28\text{cmol+}/\text{kg}$ 로 대체적으로 함량이 낮았다.

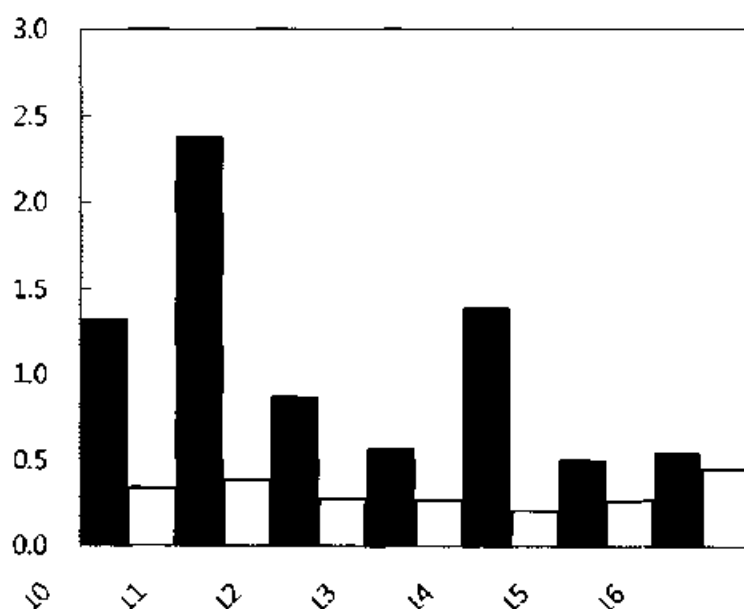


그림 34. 한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 Ca 함량

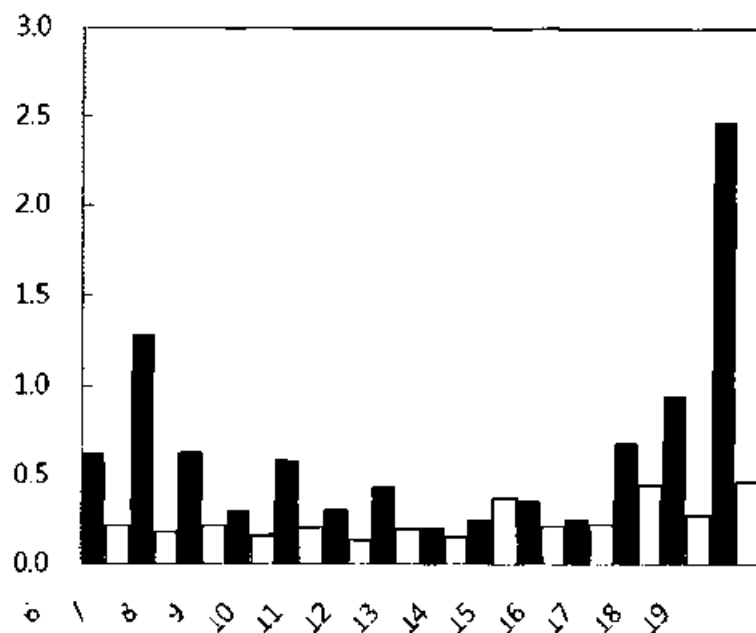


그림 35. 한라산국립공원 관음사 등산로의 치환성 Ca 함량

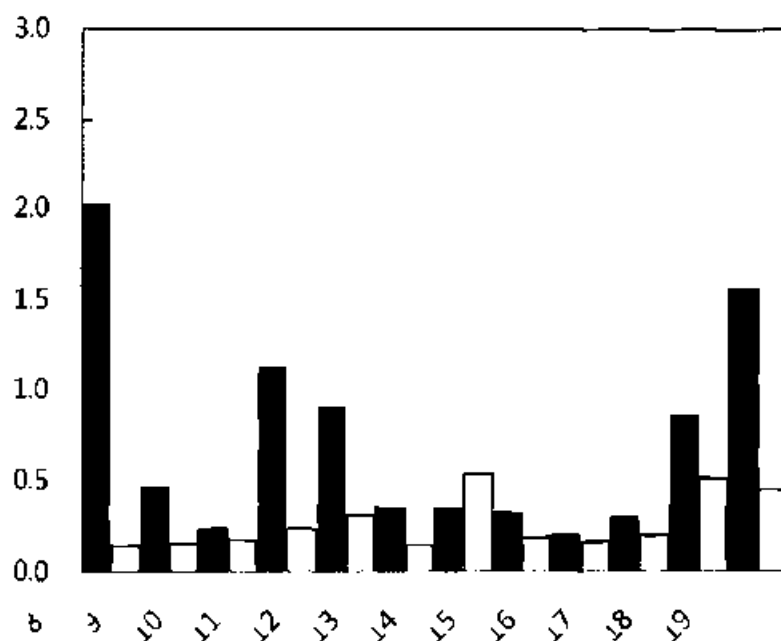


그림 36. 한라산국립공원 성판악 등산로의 치환성 Ca 함량

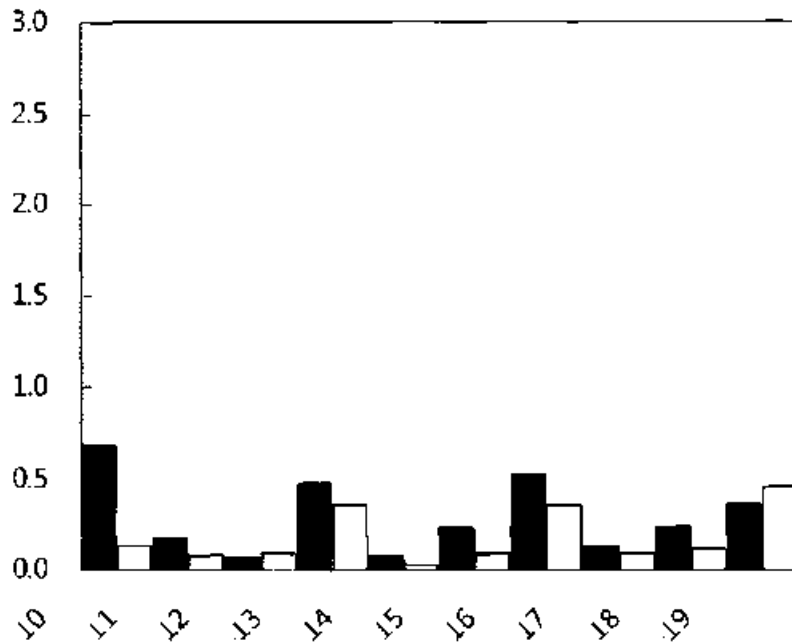


그림 37. 한라산국립공원 어리목 등산로의 치환성 Ca 함량

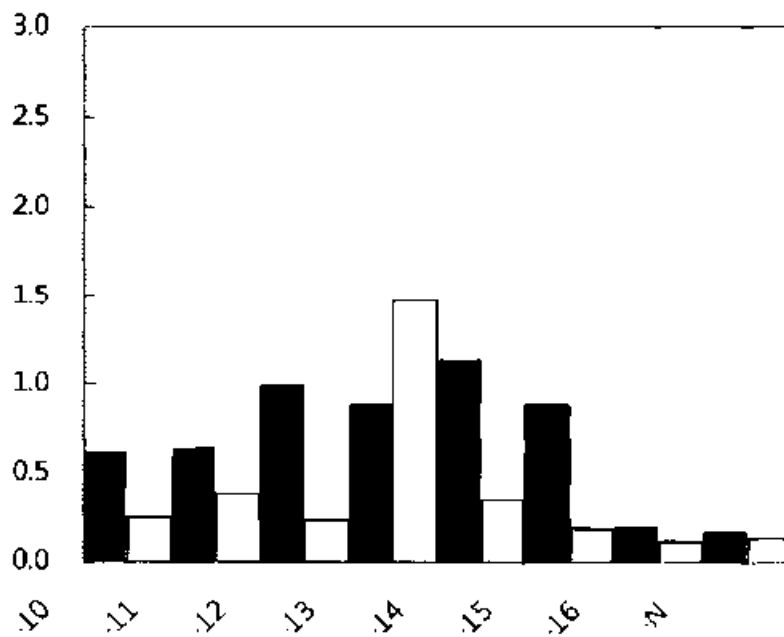


그림 38. 한라산국립공원 둔내코 등산로의 치환성 Ca 함량

8) 치환성 Mg

한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 Mg 함량은 $0.11 \sim 1.79 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 39). 영실 표토의 치환성 Mg 함량은 $0.15 \sim 1.79 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Mg 함량은 $0.11 \sim 0.33 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 관음사 등산로의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 1.35 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 40). 관음사 표토의 치환성 Mg 함량은 $0.13 \sim 1.35 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 0.27 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 성판악 등산로의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 0.80 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 41). 성판악 표토의 치환성 Mg 함량은 $0.12 \sim 0.80 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 0.58 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 어리목 등산로의 치환성 Mg 함량은 $0.04 \sim 0.76 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 42). 어리목 표토의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 0.76 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Mg 함량은 $0.04 \sim 0.41 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 치환성 Mg 함량은 $0.04 \sim 0.86 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위였다(그림 43). 돈내코 표토의 치환성 Mg 함량은 $0.07 \sim 0.86 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 치환성 Mg 함량은 $0.04 \sim 0.54 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 치환성 Mg 함량은 $0.46 \text{ cmol+}/\text{kg}$, 심토의 평균 치환성 Mg 함량은 $0.19 \text{ cmol+}/\text{kg}$ 이었다. 치환성 Mg 함량은 치환성 Ca 함량과 마찬가지로 대체적으로 낮은 경향을 보였다.

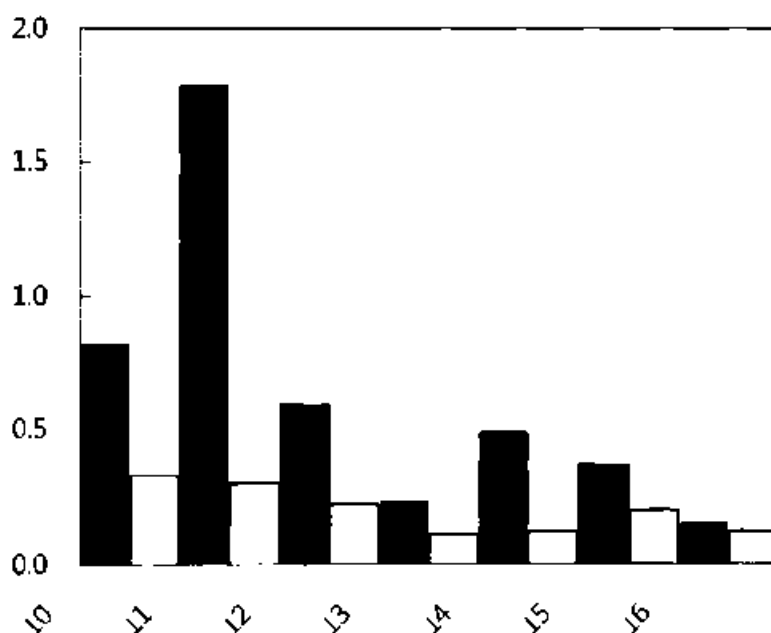


그림 39. 한라산국립공원 영실 등산로의 치환성 Mg 함량

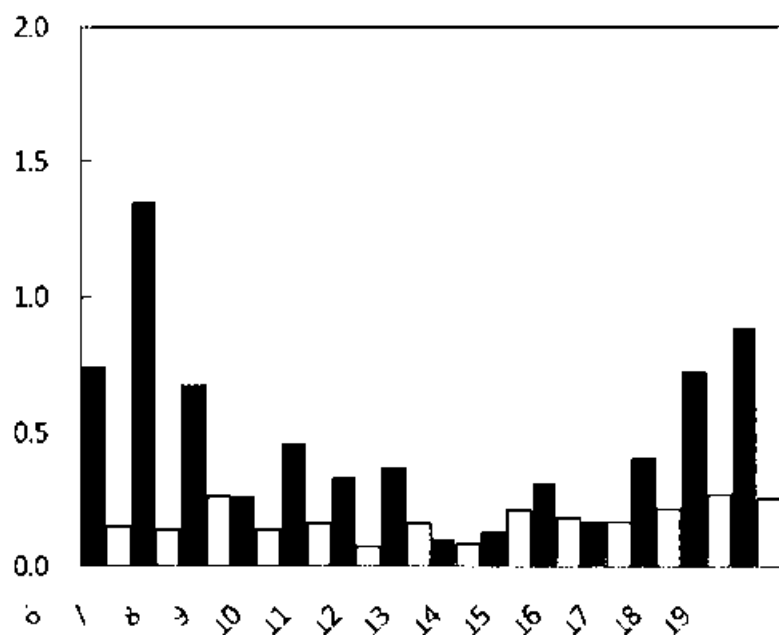


그림 40. 한라산국립공원 관음사 등산로의 치환성 Mg 함량

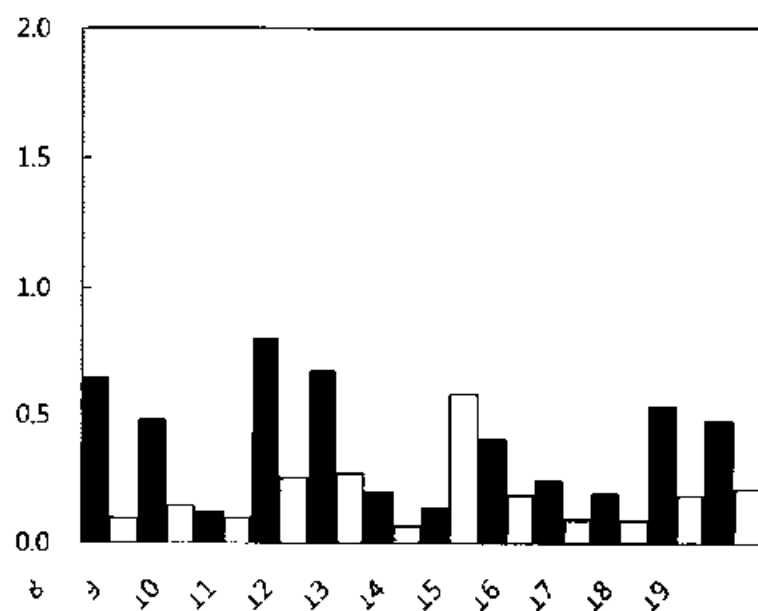


그림 41. 한라산국립공원 성판악 등산로의 치환성 Mg 함량

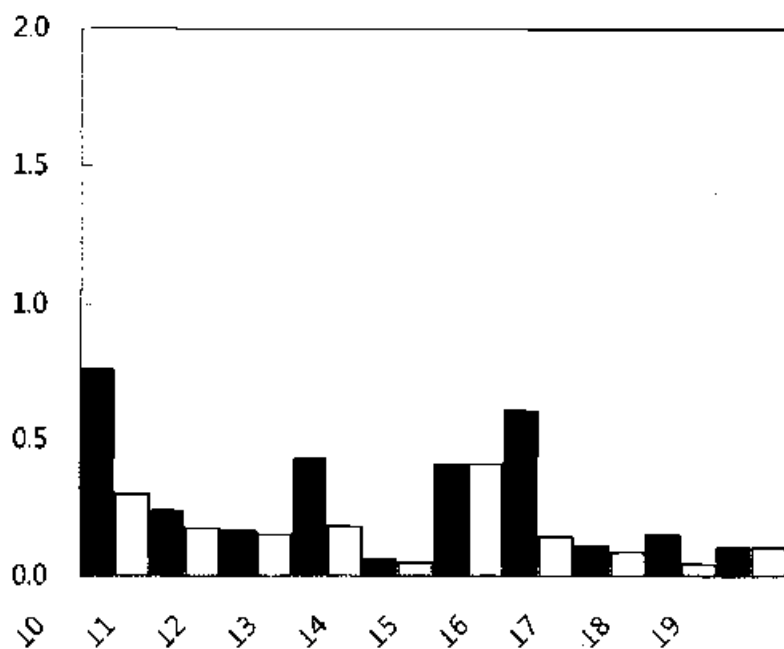


그림 42. 한라산국립공원 어리목 등산로의 치환성 Mg 함량

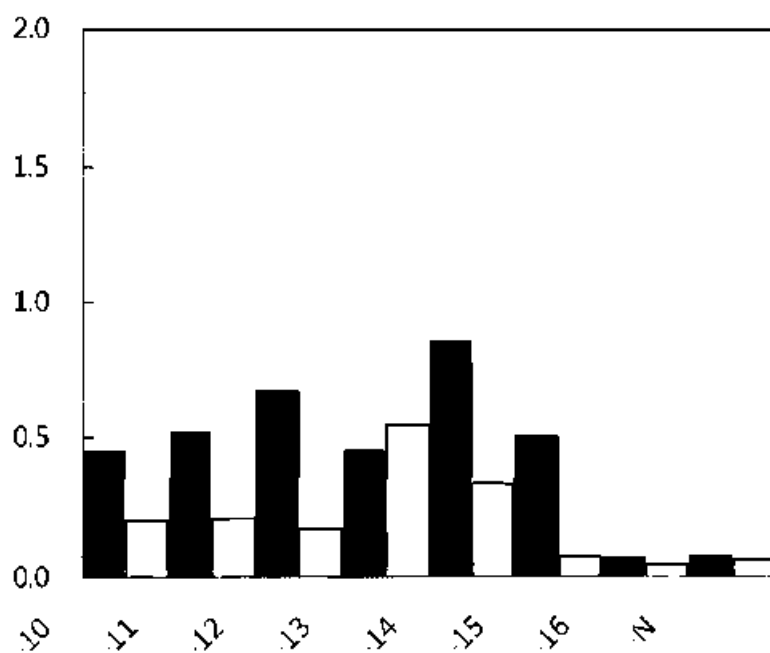


그림 43. 한라산국립공원 돈내코 등산로의 치환성 Mg 함량

9) 치환성 Na

토양에서 Na 함량은 인위적 요인이 가해지지 않았을 때 기준이 되는 원소로 이용되며, 인위적인 요인이 가해졌을 때 함량의 변화가 크게 나타난다. 전체적인 한라산국립공원 등산로의 치환성 Na 함량은 불검출~0.26cmol+/kg 범위였다. 표토의 평균 치환성 Na 함량은 0.06cmol+/kg, 심토의 평균 치환성 Na 함량은 0.03cmol+/kg으로 매우 낮았다.

10) 양이온치환용량

양이온치환용량은 토양비옥도를 나타내는 하나의 지표인자이다. 양이온치환용량이 클수록 양분보유능이 커지고 토양의 완충능이 커지며 양분을 보관하여 식물이 필요시에 공급할 수 있는 능력이 더 커지는 특성을 갖고 있으므로 꽃자왈 식생의 효율적 관리나 보호를 위한 중요한 지표라 하겠다. 제주도 화산회토는 난분해성 유기물의 집적으로 유기물 함량이 매우 높고 양이온치환용량도 매우 높다. Shin(1978)은 제주도 화산회토가 양이온치환용량은 높으나 염기 용탈이 일어나는 토양특성으로 치환성양이온 함량은 낮다고 보고한 바 있다.

한라산국립공원 영실 등산로의 양이온치환용량은 15.05~49.19cmol+/kg 범위였다(그림 44). 영실 표토의 양이온치환용량은 16.18~40.42cmol+/kg, 심토의 양이온치환용량은 15.05~49.19cmol+/kg 범위를 보였다. 관음사 등산로의 양이온치환용량은 11.78~39.26cmol+/kg 범위였다(그림 45). 관음사 표토의 양이온치환용량은 11.78~36.62cmol+/kg, 심토의 양이온치환용량은 13.69~39.26cmol+/kg 범위를 보였다. 성판악 등산로의 양이온치환용량은 14.04~50.35cmol+/kg 범위였다(그림 46). 성판악 표토의 양이온치환용량은 21.18~50.35cmol+/kg, 심토의 양이온치환용량은 14.04~24.43cmol+/kg 범위를 보였다. 돈내코 등산로의 양이온치환용량은 5.68~27.38cmol+/kg 범위였다(그림 47). 돈내코 표토의 양이온치환용량은 5.68~27.38cmol+/kg, 심토의 양이온치환용량은 8.76~24.20cmol+/kg 범위를 보였다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 양이온치환용량은 20.98cmol+/kg, 심토의 평균 양이온치환용량은 20.91cmol+/kg로 표토와 심토 간에 차이가 없었다.

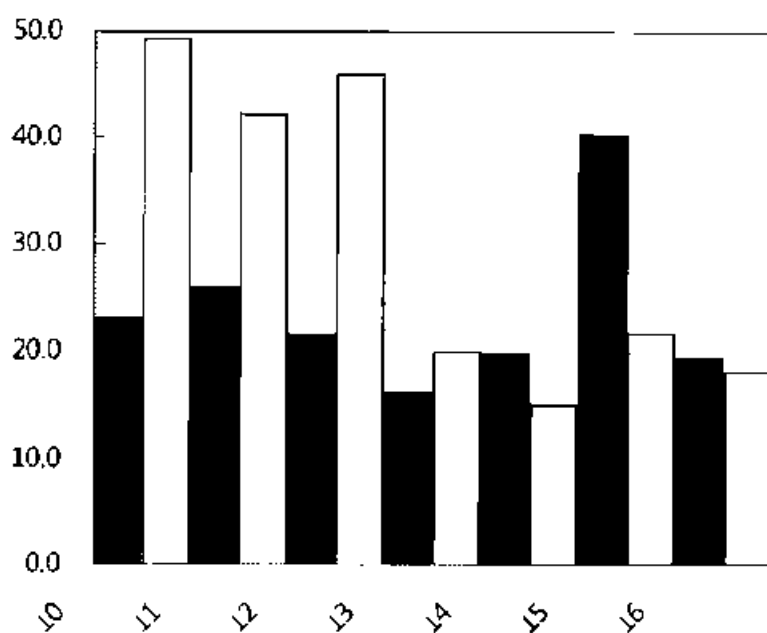


그림 44. 한라산국립공원 영실 등산로의 양어온치환용량

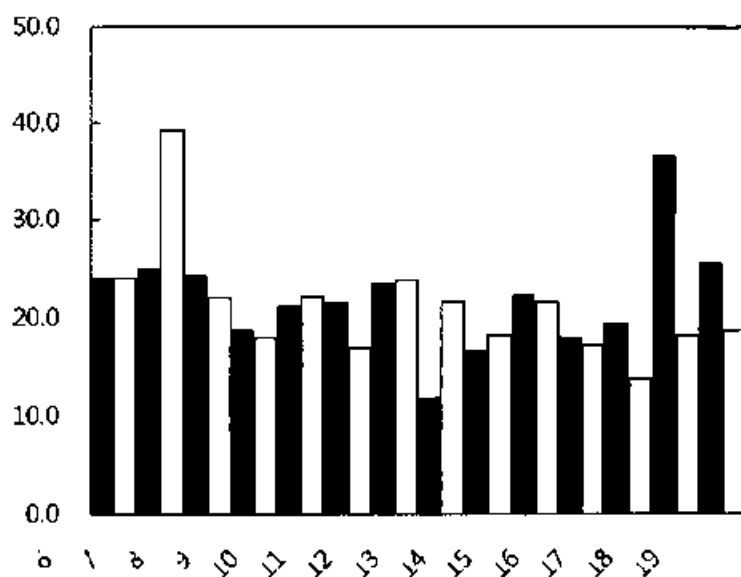


그림 45. 한라산국립공원 관음사 등산로의 양어온치환용량

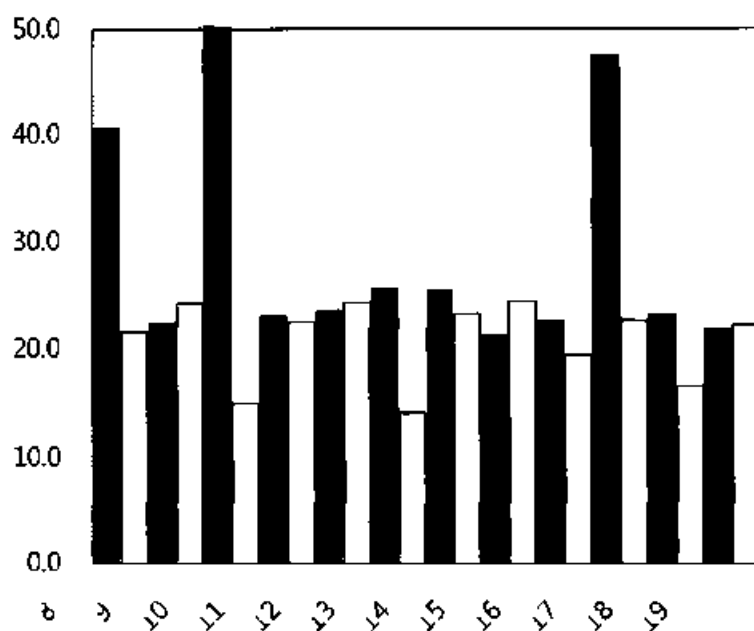


그림 46. 한라산국립공원 성판악 등산로의 양이온치환용량

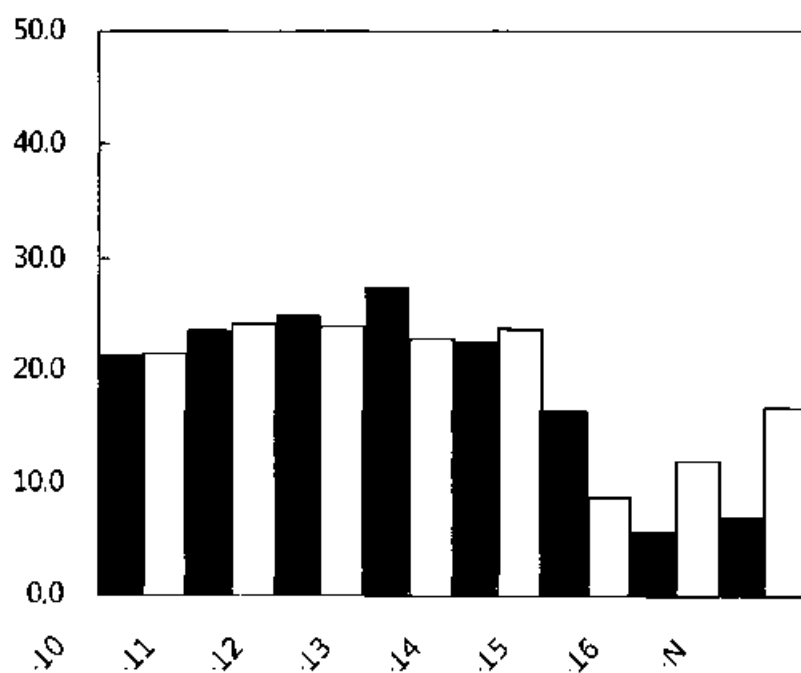


그림 47. 한라산국립공원 돈내코 등산로의 양이온치환용량

11) 토성

토양의 입도(입성)는 흙을 이루고 있는 입자의 굵기에 따라 모래, 미사 및 점토로 구분이 되며 토성이란 모래, 미사, 점토의 상대적인 비율을 의미한다. 따라서 토성을 파악하기 위해서 입도분석을 수행하였으며, 그 결과는 부록 1에 삽입하였다. 한라산국립공원 등산로의 토양은 다양한 토성명으로 구분이 되었으며 영실 및 관음사 등산로의 토성은 식토와 사질식양토가 우세하였고 성판악 등산로의 토성은 사질식양토, 식토, 사양토, 식양토 등으로 다양했으며 돈내코 등산로의 토성은 식토가 우세하였다. 정 등(2002)에 의하면 제주도 산림토양은 대부분이 미사질양토로서 미사함량이 높다고 보고하였다. 하지만 본 연구 결과에서는 식토가 우세하였으며 미사보다도 점토함량이 높은 것으로 나타났다. 표토와 심토간의 모래, 미사 및 점토함량은 평균적으로 차이가 없었다.

4. 요약

본 조사연구의 목적은 한라산국립공원 내 등산로 구간을 중심으로 한 토양조사 및 토양의 이화학적 성질을 통하여 한라산국립공원 자연자원의 효율적인 관리체계를 위한 기초 자료를 제시함에 있다.

한라산국립공원 내에 분포된 토양통은 총 17개 이며 그 중에서 흑악통, 노로통 및 토산통이 전체의 67% 이상을 차지하고 있다. 한라산국립공원 등산로 표토와 심토의 평균 토양 pH는 각각 4.8, 5.0으로 대체적으로 표토보다 심토에서 높았다. 평균 전기전도도는 표토와 심토가 각각 0.59, 0.37 dS/m였다. 이와 같은 농도는 식물생육에 대한 염류의 영향을 거의 무시할 수 있다고 판단된다. 평균 유기물함량은 표토와 심토가 각각 21.45, 15.79%였다. 유기물함량은 토양 pH와는 반대로 심토보다 표토에서 함량이 높았으며 표토에 유기물함량이 집적되는 현상을 보였다. 평균 유효인산함량은 표토와 심토가 각각 9.7, 7.3mg/kg로 한라산국립공원 토양의 유효인산함량은 매우 낮았다. 평균 총 질소함량은 표토와 심토가 각각 1.16, 0.94%였다. 어리목 등산로 1500m 지점에서 총 질소함량이 4.04%로 매우 높아 특이한 현상을 보였다. 한라산국립공원 토양의 치환성 K, Ca, Mg 및 Na는 매우 낮은 함량을 보였으며 염기의 용탈과 관련이 있을 것으로 판단된다. 인위적 요인이 가해지지 않았을 때 기준이 되는 원소인 치환성 Na 함량은 불검출~0.26 cmol+/kg 범위

였다. 표토의 평균 치환성 Na 함량은 $0.06\text{cmol}^+/\text{kg}$, 심토의 평균 치환성 Na 함량은 $0.03\text{cmol}^+/\text{kg}$ 으로 매우 낮았다. 전체적으로 한라산국립공원 등산로 표토의 평균 양이온치환용량은 $20.98\text{cmol}^+/\text{kg}$, 심토의 평균 양이온치환용량은 $20.91\text{cmol}^+/\text{kg}$ 로 표토와 심토 간에 차이가 없었다. 한라산국립공원의 토양은 다양한 토성명으로 구분이 되었으며 영실 및 관음사 등산로의 토성은 식토와 사질식양토가 우세하였고 성판악 등산로의 토성은 사질식양토, 식토, 사양토, 식양토 등으로 다양했으며 돈내코 등산로의 토성은 식토가 우세하였다. 향후 토양 분석결과와 토양미생물 분석결과를 종합하여 해석한다면 한라산국립공원 토양특성을 이해하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

5. 인용문헌

- Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Gunjigake, N. and Wada, K. 1981. Effects of phosphorous concentration and pH on phosphate retention by active aluminum and iron of Ando Soils. *Soil Sci.* 132: 347-352.
- Imai, H. 1981. Phosphate adsorption on volcanic ash soils, The effect of equilibrium pH on phosphate adsorption. *Jap. Soil Sci. Plant Nutr.* 52:11-19.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. 2000. Taxonomical classification of Korean soils. National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Shin, J.S. 1978. Composition and genesis of volcanic ash soils derived from basaltic materials in Jeju Island(Korea). Ph.D.Thesis. State Univ. of Ghent, Belgium.
- Walkley, A., and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1976. 제주도토양정밀도. 광명인쇄사.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법.
- 박창서, 김이연, 조성진. 1985. 화산회토 분류 및 CEC에 대한 유기물과 점토

- 의 기여도. 1985. 한국토양비료학회. 18(2):161~168.
- 류순호. 2000. 토양사전. 서울대학교출판부. p.237~238.
- 류순호, 송관철. 1984. 입지토양의 특성. 서울대 아열대농업연구. p.73~104.
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회. 91(6):694~700.
- 정진현, 원형규, 김인호. 2004. 한국의 산림입지-산림토양. 산림청·국립산림과학원. p.3~30.
- 정차연, 양경희. 2006. 한라산 총서 II-한라산의 지형·지질. 제주도·한라산생태문화연구소. p.18~28.
- 제주도. 1997. 제주도 중산간지역 종합조사 보고서. 제주도. p.387~479.
- 제주도민속자연사박물관. 2000. 제주토양 원색도감. 제주도. p.118~131.
- 제주특별자치도. 2006. 제주통계연보 2006. 제주특별자치도. pp.48.
- 제주특별자치도. 2006. 제주산림 어제와 오늘 제주산림 60년사. 제주도. p.37~40.

토양미생물

조사위원 : 현해남, 좌재호

1._ 서 론

2._ 조사범위 및 방법

가. 시료채취

나. 분석방법

3._ 결과 및 고찰

가. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양효소 활성

나. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양미생물 분포

다. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양 PLFA 생물학적 지표

4._ 요 약

5._ 참고문헌

여 백

1. 서론

제주도는 해발고도에 따른 식생대의 구분이 뚜렷하여 식생의 이동, 숲의 변화, 식물 종 다양성의 변화 등을 관찰할 수 있는 최적의 조건을 갖추고 있다. 토양은 식생의 분포형태를 좌우하는 여러 가지 환경인자 중의 하나로 볼 수 있지만 가장 중요한 인자가 될 수도 있다. 특히 산림토양은 경작지토양과는 다른 독특한 미기후와 다양한 미생물들이 존재한다. 또한 입상의 형태는 토양의 화학적 성질이나 토양비옥도와 관련성이 크기 때문에 산림토양에서 중요시되는 부분이다(진 등, 1994). 토양생태계에서 미생물은 탄소, 질소, 인산 등 물질분해와 순환에 중요한 역할을 한다. 유기물의 분해는 미생물의 개체수, 유기물 분해효소활성 등 생물적 요인과 토양특성, pH, 온도, 수분함량, 유기물의 화학적 조성 등 비생물적 요인이 복합적으로 상호작용하여 일어난다(Manzoni and Porporato, 2007). 미생물의 활성은 토양 유형, 토양공극 크기, pH, 온도와 수분함량, 유기물, 중금속 등 생물학적, 비생물학적 요인의 영향을 받는다. 토양미생물의 활성을 측정함으로써 토양의 건전성을 평가할 수 있다. 미생물의 활성을 평가하는 방법으로 미생물의 종류와 개체수를 이용하는 방법은 시료 채취시기, 미생물 배양 배지 종류, 양분요구도 등에 영향을 받아 변이가 크고 정확도가 떨어지는 단점이 있다. 인지질 지방산(PLFA)은 살아있는 미생물에만 존재하기 때문에 배양이 어려운 미생물까지도 정량할 수 있어 미생물의 활성을 평가하는데 유용하다(Green and Scow, 2008). 토양 효소 활성은 토양 유기물 함량, 토양 중금속 종류, 지온 등 여러 환경요인에 의하여 영향을 받는다. 특히 토양유형은 토양미생물의 기능과 활성에 크게 영향을 주며, 화산회토양은 유기물과 allophane이 복합체를 형성하여 알루미늄 독성에 의하여 토양미생물의 활성이 낮다(Satti *et al.*, 2007; Song, 1990; Ugolini and Dahlgren, 2002). 화산회토양의 알로펜(Allophane)을 전자현미경으로 보면 직경이 35-50Å인 가늘고 둥근모양의 입자이다. 이들 입자는 입자 스스로 또는 다른 구성물들과 다양한 모양과 크기의 입단을 형성한다. <0.2 μ m의 점토의 알로펜은 SiO₂/Al₂O₃ 비가 1-2범위에 있다. 4배 배위결합 알로펜의 알루미늄 함량은 SiO₂/Al₂O₃ 비와 비례하여 증가하며 총알루미늄의 50%를 차지한다(Henmi and Wada, 1976). 본 연구의 목적은 한라산국립공원 등산로 코스별로 토양미생물의 분포와 효소활성을 측정하여 추후 기후변화에 대응한 미생물 변동상을 평가하는데 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

2. 조사범위 및 방법

가. 시료채취

본 토양조사는 2012년 3월부터 수행되었으며 한라산국립공원에 위치한 어리목, 영실, 성판악, 관음사 및 돈내코 등산로를 중심으로 낙엽층을 제거한 후에 표토(0~15cm)를 채취하였다. 시료채취 지점은 그림 1과 같다. 토양시료는 총 51점으로 토양분야와 동일한 지점에서 채취하였다.



그림 1. 한라산국립공원 등산로 토양미생물 시료 채취지점

나. 분석방법

1) 인지질 지방산 분석

2mm체로 선별한 토양을 동결건조 후 인지질 지방산(Phospholipid fatty acid, PLFA)함량은 Bligh/Dyer first-phase extraction(Bligh and Dyer, 1959) 방법을 이용하여 미생물 세포막 지방산을 추출한 다음 Silicic acid column chromatography를 이용하여 중성지질과 당지질을 순차적으로 제거한 후 인지질을 분획하였다. 분획된 시료는 methylation시킨 후 MIDI Sherlock Microbial Identification System(MIDI Inc., Newark, DE)으로 지방산을 정량

하였다.

2) 토양 PLFA 지표 미생물 분석

미생물 분포비율은 분석된 지방산을 지방산 분석지표를 이용하여 세균, 방선균, 사상균, 균근균으로 분류하여 처리별 PLFA 값은 총 PLFA의 퍼센트 비율로 나타냈다(Li *et al.*, 2006; Rahman and Sugiyama, 2008). 그램 양성균은 15:0 iso, 15:0 anteiso, 16:0 iso, 17:0 iso, 17:0 anteiso, 18:0 iso, 그램 음성균은 17:0 cyclo, 18:1 w7c, 19:0cycw 8c, 17:1 w 8c, 방선균은 TBSA 10me18:0, 10Me16:0, 10Me17:0, 사상균은 18:2 w6,9c, 18:1 w9c, 균근균 16:1w 5c를 지표 지방산으로 이용하였다. 그람음성세균과 그람양성세균 지방산함량을 더해 세균의 함량을 나타냈다.

3) 토양 PLFA 생물지표(Biological index) 비율 분석

분석된 지방산 생물지표를 이용하여 탄소 영양원이 적은 조건에서 탄소 영양원이 풍부한 조건으로 이동 지표로 그람음성세균/그람양성세균(G-/G+) (Borga *et al.*, 1994; Yao *et al.*, 2000), 토양 유기물함량 지표로 곰팡이/세균(F/B) (Bardgett *et al.*, 1996; Frostegard and Baath, 1996) 등 2개의 생물지표의 변화를 분석하였다.

4) 탈수소효소활성(Dehydrogenase activity)

Dehydrogenase는 Casida *et al.*(1964)의 방법을 이용하여 풍건토 5g에 CaCO₃ 0.05g와 1ml의 3% triphenyl tetrazolium chloride(ITC) 용액을 가하여 잘 혼합한 후 37℃ 항온수조에서 24시간 배양하였다. 배양 후 생성된 2,3,5-Triphenyl formazan(TPF)에 Methanol을 10ml씩 2회 추출하여 No.6 Filter paper로 여과 후 485nm에서 UV-Visible Spectrophotometer(Cary 100, Varian)로 흡광도를 측정하였다.

5) 산성인산효소활성(Acid phosphatase activity)

토양 1g을 25ml 시험관에 취한 후 4ml의 0.1M Malate buffer(pH 6.5), 1ml의 0.025M p-nitrophenyl phosphate disodium용액을 가하고 밀봉을 하여 37℃에서 1시간 동안 배양 후 20℃에서 15분간 정치 후 0.5M CaCl₂ 1ml과 0.5M NaOH 4ml를 첨가하여 여과 후 UV-Visible Spectrophotometer(Cary 100, Varian)를 이용 400nm에서 측정하였다(Tabatabai and Bremner, 1969). 대조구로 1ml의 0.5M CaCl₂ 용액과 4ml의 0.5M NaOH용액을 가한 후 배양 현

탁액을 여과하기 직전에 1ml의 0.025M p-nitrophenyl phosphate용액을 가한 것을 사용하여 여액 중의 p-nitrophenol 함량을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양효소 활성

한라산 등산로별(돈내코는 1,000m지점에서 100m간격으로 남벽분기점, 성판악은 800m지점에서 100m간격으로 1900m 지점, 어리목은 1,000m지점에서 100m간격으로 1900m지점까지) 토양탈수소효소와 인산효소활성을 분석하였다(표 1).

표 1. 한라산 등산로 코스별 토양효소활성

구 분	Dehydrogenase ($\mu\text{g TPF g}^{-1} 24\text{h}^{-1}$)			Acid phosphatase ($\mu\text{g PNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$)		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대
돈내코	19.6	12	42.6	1.5	0.4	2.2
성판악	35.7	2.6	86.2	1.8	1.5	2.2
어리목	7.8	2.2	17.2	2.1	1.7	2.6

토양탈수소효소는 토양 유기물 분해를 촉매 하여 탄소순환에 관여하며, 산성 인산효소는 산성조건에서 인산 분해를 촉매 하는 역할을 한다. 3개 등산로 코스별 평균 토양탈수소 효소활성은 성판악지역이 $35.7\mu\text{g TPF g}^{-1} 24\text{h}^{-1}$ 로 가장 높았고 어리목지역은 $7.8\mu\text{g TPF g}^{-1} 24\text{h}^{-1}$ 로 성판악지역보다 약 5배나 낮게 나타났다. 시료채취지점의 유기물함량에 따라 탈수소효소활성이 다르게 나타난 것으로 사료되며 이것은 토양자체의 유기물함량보다는 식생의 분포에 따라 영향을 받은 것으로 생각된다.

평균인산효소활성은 등산로 코스별로 비슷한 경향을 보였다. 인산효소활성이 낮게 나타난 것은 토양중 인산함량과 인산을 가용화하는 토양 미생물의 밀도가 낮은 것으로 생각되며 이것은 화산회토양에 기인하는 것으로 사료된다. 또한 토양 채취시기의 토양온도와 수분함량 변화 등이 효소활성에 영향을 준 것으로 보인다.

나. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양미생물 분포

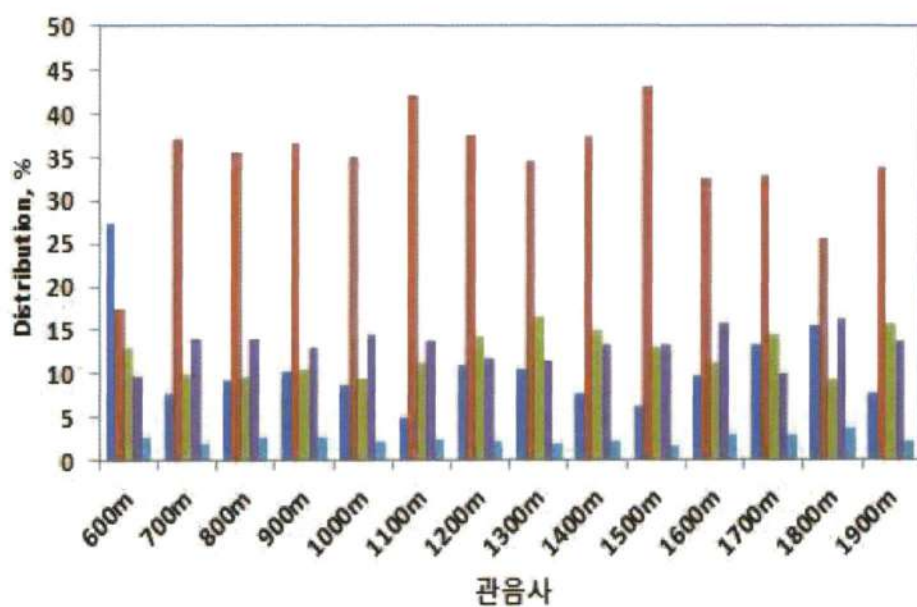
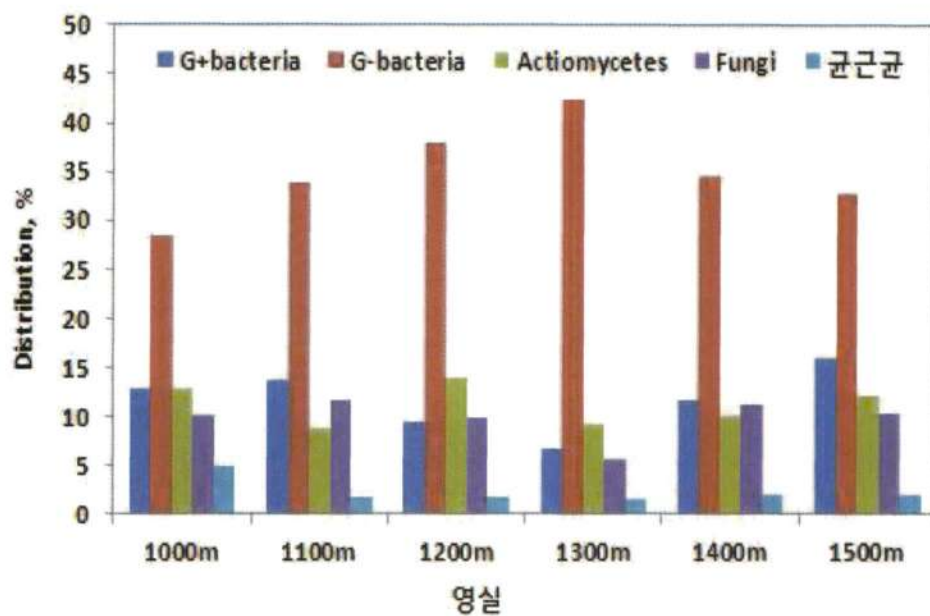
토양미생물은 온도, 수분함량, 양분 등 토양환경조건에 많은 영향을 받고 토양내에서 물질순환에 중요한 역할을 한다. 한라산 등산로별로 인지질지방산함량을 이용한 미생물의 분포비율을 조사한 결과를 표 2에 나타냈다.

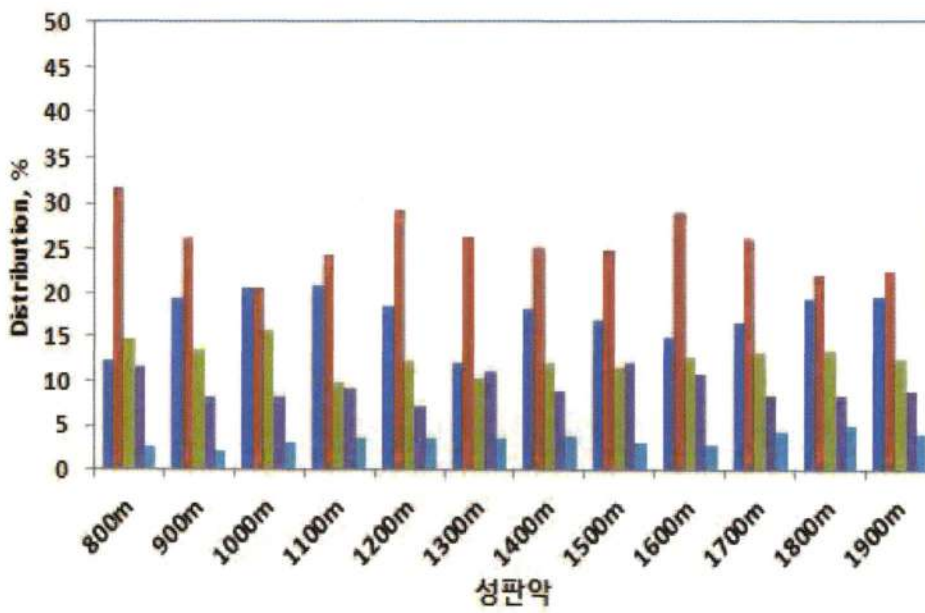
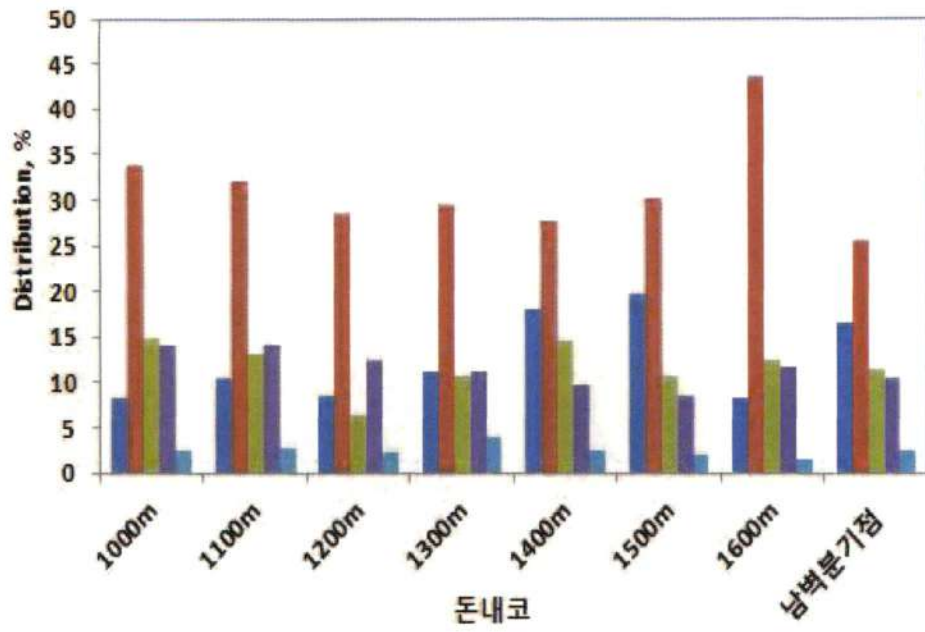
표 2. 한라산 등산로 코스별 인지질 지방산함량을 이용한 토양미생물 분포(%)

구 분	그람양성세균	그람음성세균	방선균	곰팡이	균근균
영실	12.1	34.5	11.4	10.3	2.4
관음사	10.7	34.4	12.4	13.1	2.4
돈내코	12.6	31.3	11.7	11.5	2.4
성판악	17.4	25.7	12.7	9.4	3.4
어리목	16.9	25.4	9.9	12.6	2.9

그람양성세균, 방선균, 균근균은 성판악지역이 각각 17.4%, 12.7%, 3.4%로 가장 높게 분포하였으며 곰팡이는 관음사지역이 13.1%로 성판악지역 9.4%보다 높았다. 그람음성세균은 영실과 관음사지역이 각각 34.5, 34.4%로 성판악과 어리목지역보다 약 9% 정도 높게 분포하였다. 이상의 결과는 5개 등산로 코스별 채취지점에 따라 미생물이 서식하기에 적합한 환경조건에 따라 고도별로 차이를 보였기 때문으로 생각된다. 특히 성판악지역의 그람양성세균이 제일 높고, 곰팡이 분포비율이 낮아 토양 중 유기물함량이 높아도 미생물이 이용할 수 있는 탄소영양원의 분포비율이 낮아 토양중 유기물의 분해에는 방선균 등이 많이 관여하는 것으로 생각된다. 균근균은 불용성 인산을 흡수하기 위하여 인산효소를 생산하며, 당 단백질을 생산하여 토양 입단화를 촉진하는 역할을 한다. 성판악지역의 균근균 분포비율이 높게 나타나 이 지역의 식생분포나, 토양 화학성분이 균근균의 밀도에 영향을 준 것으로 생각되며 추후 자세한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

등산로 코스별 100m 간격으로 인지질 지방산 유래 토양미생물의 분포비율을 조사한 결과 그람음성세균이 가장 높았고 균근균이 낮았으며 한라산 고도별로 채취지점에 따른 분포는 일정한 경향을 보이지 않았다. 토양의 온도는 미생물의 밀도와 활성에 영향을 주는데 이것은 채취시기의 토양환경 조건에 기인한 것으로 생각된다(그림 2).





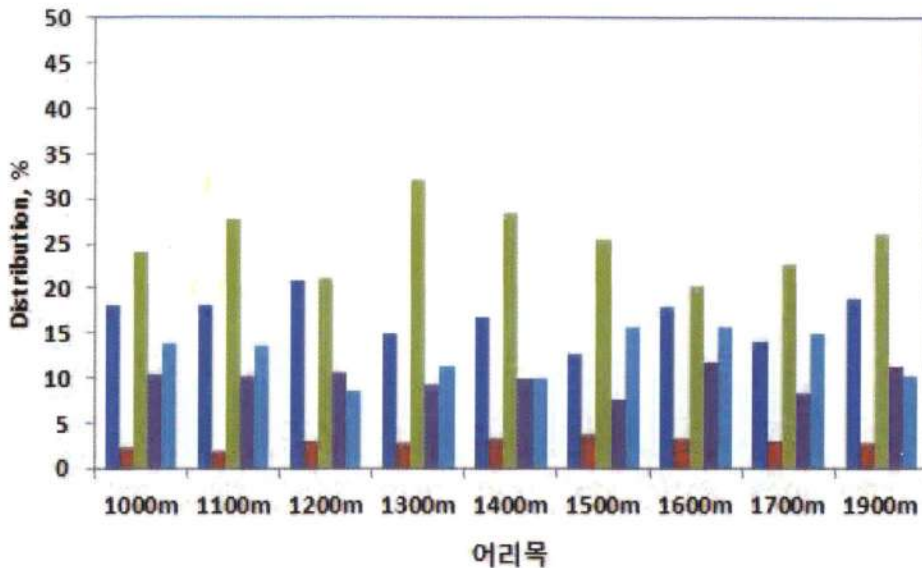


그림 2. 시료채취 지점별 인지질 지방산함량을 이용한 토양미생물 분포(%)

다. 한라산국립공원 등산로 코스별 토양 PLFA 생물학적 지표

한라산 등산로 코스별 인지질 지방산함량을 이용한 생물학적 지표는 그림 3에 나타냈다. 탄소 영양원 이동 지표인 (G-/G+)비는 관음사지역이 4.0으로 성판악과 어리목지역보다 약 2.5배 높게 나타났다. 이것은 관음사지역의 토양 중 탄소 영양원이 증가하는 반면에 성판악과 어리목지역은 감소하는 것으로 생각된다. 온도가 높아지면 그람음성세균/그람양성세균 비가 낮아지는데 이들 지역은 토양채취시기에 토양의 온도가 한라산 고도별 영향으로 낮은 것도 있지만 등산로 코스별로 조사지점의 토양 중 그람음성세균의 비율이 낮거나 식생의 분포, 일조량 등 토양환경 조건이 영향을 준 것으로 생각된다.

유기물함량 지표인 F/B비는 영실지역과 성판악 지역이 각각 4.8, 4.7로 높았으며 관음사와 어리목지역이 3.5로 낮게 나타났다. 성판악지역이 G-/G+비가 낮고 F/B비가 높은 것으로 보아 토양 중 유기물함량이 높지만 미생물이 이용 가능한 탄소영양원이 낮아 채취지점의 토양온도, 수분함량 등 고도별로 물리적인 환경이 다르고, 토양유기물함량에 영향을 주는 식물체의 뿌리, 낙엽 등을 고려할 때 식생의 영향을 받은 것으로 생각된다.

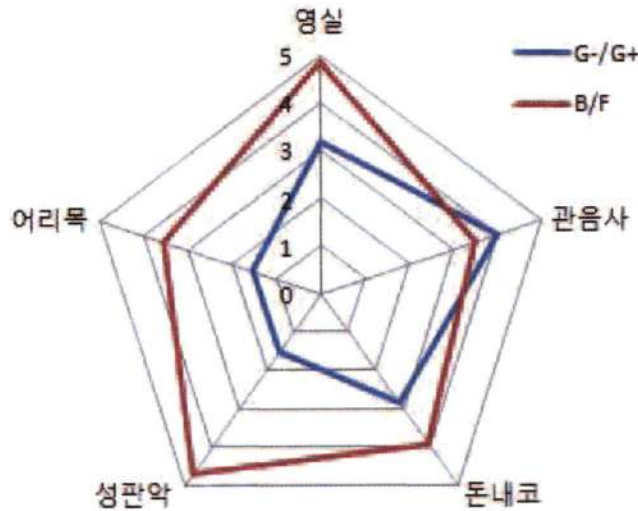


그림 3. 한라산 등산로 코스별 인지질 지방산함량을 이용한 생물학적 지표

이와 같은 결과를 바탕으로 향후 토양온도, 기상자료 등 추가적인 데이터가 보강되어 해석한다면 토양 및 토양미생물 상태를 평가하는 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 요약

본 연구의 목적은 한라산국립공원 등산로 코스별로 토양미생물의 분포와 효소활성을 측정하여 미생물 변동상을 평가하는데 기초 자료로 활용하고자 수행하였다. 등산로 코스별로 100m 간격으로 토양시료 표토(0~15cm)를 채취하여 토양효소활성과 인지질 지방산 함량을 분석하였다.

3개 등산로 코스별 평균 토양탈수소 효소활성은 성판악지역이 $35.7 \mu\text{g TPF g}^{-1} 24\text{h}^{-1}$ 로 가장 높았고 어리목지역은 $7.8 \mu\text{g TPF g}^{-1} 24\text{h}^{-1}$ 로 성판악지역보다 약 5배나 낮게 나타났다. 인지질지방산함량을 이용한 미생물 분포비율은 성판악지역이 그람양성세균, 방선균, 균근균이 각각 17.4%, 12.7%, 3.4%로 가장 높게 분포하였으며 곰팡이는 관음사지역이 13.1%로 성판악지역 9.4%보다 높았다. 탄소 영양원 이동 지표인 (G-/G+)비는 관음사지역이 4.0, 유기물함량 지표인 F/B비는 영실지역과 성판악 지역이 각각 4.8, 4.7로 높았다.

5. 인용문헌

- Bardgett, R. D., P. J. Hobbs, and A. Frostegard. 1996. Changes in soil fungal: bacterial biomass ratios following reductions in the intensity of management of an upland grassland. *Biol. Fertil. Soils* 22:261-264.
- Bligh, E. G., and W. J. Dyer. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
- Borga, P., M. Nilsson, and A. Tunlid. 1994. Bacterial communities in peat in relation to botanical composition as revealed by phospholipid fatty-acid analysis. *Soil Biol. Biochem.* 26:841-848.
- Casida L. E., D. A. Klein, and T. Santoro. 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Sci* 98:371-376.
- Frostegard, A. and E. Baath. 1996. The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biol. Fertil. Soils* 22:59-65.
- Green, C.T. and K.M. Scow. 2008. Analysis of phospholipid fatty acids(PLFA) to characterize microbial communities in aquifers. *Hydrogeo. J.* 8:126-141.
- Henmi, T. and K. Wada. 1976. Morphology and composition of allophane. *Am. Mineral.* 61:379-390.
- Li, W. H., C. B. Zhang, H. B. Jiang, G. R. Xin, and Z. Y. Yang. 2006. Changes in soil microbial community associated with invasion of the exotic weed *Mikania micrantha* H. B. K. *Plant Soil.* 281:309-324.
- Manzoni, S. and A. Porpotato. 2007. A theoretical analysis of nonlinearities and feedbacks in soil carbon and nitrogen cycles. *Soil Biol. Biochem.* 39:1542-1556.
- Rahman, M. H., A. Okubo, S. Sugiyama, and H. F. Mayland. 2008. Physical, chemical and microbiological properties of an Andisol as related to land use and tillage practice. *Soil Till. Res.* 101:10-19.
- RDA. 1988. Methods for chemical analysis of soil. Institute of Agricultural Technology.
- Satti, P., M.J. Mazzarino, L. Roselli, and P. Crego. 2007. Factors affection soil P dynamics in temperate volcanic soils of southern argentina.

Geoderma 139:229-240.

Song, K. C. 1990. Andic properties of major soils in Cheju island. Ph. D. Thesis. Seoul National University. Suwon, Korea.

Ugolini, F.C. and R.A. Dahlgren. 2002. Soil development in volcanic ash. Glob. Environ. Res. 6:69-81.

Yao, H., Z. He, M.J. Wilson, and C.D. Campbell. 2000. Microbial biomass and community structure in a sequence of soils with increasing fertility and changing land use. Microb. Eco. 40:223-237.

진현오, 이명종, 신영오, 김정제, 전상근. 1994. 삼림토양학. 향문사. pp.325.

여 백

탄소저장량

조사위원 : 박인철

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

- 가. 조사지 선정 및 조사구 설정
- 나. 식생조사 및 산림구조분석
- 다. 임목 바이오매스
- 라. 임목 탄소저장량
- 마. 토양 탄소량

3. 결과 및 고찰

- 가. 산림구조
- 나. 임목 바이오매스
- 다. 탄소저장량

4. 요약

5. 인용문헌

여 백

1. 서론

최근 화석연료의 사용 증가와 대규모 벌채 등으로 인한 대기 중 CO₂ 농도의 증가와 지구 온난화가 세계적인 환경문제로 대두되고 있으며, 1997년 채택된 교토 의정서(Kyoto Protocol)를 계기로 산림에 의한 지구온난화 방지를 위한 국제적인 노력이 모색되고 있다. 이와 관련하여 세계의 주요국들은 산림의 탄소저장량을 추정하는 연구가 이루어지고 있으며, 국내에서도 전국 규모 산림의 탄소저장량에 대한 연구가 진행되고 있다(국립산림과학원, 2010). 국립공원의 탄소저장량에 대한 연구는 북한산, 설악산, 속리산, 지리산국립공원 등에 대한 기초적인 연구가 보고되었으나(이나연, 2010a; 2010b; 2011a; 2011b), 한라산국립공원의 경우 이루어지지 않고 있다.

임목은 광합성을 통하여 대기 중의 탄소를 체내 물질로 전환하여 저장한다. 식물체를 구성하고 있는 원소 중 그 양이 가장 많은 것이 탄소로서, 임목의 경우 약 50%가 탄소이다(Satoo and Madgwick, 1962; 송철영 등 1997). 산림의 탄소저장량은 전체 임목의 건중량에 탄소함량을 곱함으로써 산출할 수 있으며, 산림의 탄소저장량을 파악하기 위해서는 임목 전체의 건중량 즉, 바이오매스를 추정하는 것이 선행과제이다. 바이오매스는 흉고직경을 독립변수로 하고 건중량을 종속변수로 하는 상대생장식과 매목조사시 측정한 흉고직경 자료에 의하여 추정할 수 있다(Whittaker and Marks, 1975; Peichl and Arain, 2007).

이 연구는 한라산국립공원내 주요 산림식생 중 침엽수천연림인 소나무림, 침엽수인공림인 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 등 4개 유형의 산림식생을 대상으로 산림구조, 임목 바이오매스, 임목과 토양의 탄소저장량 등을 구명하는 데 목적이 있다.

2. 조사범위 및 방법

가. 조사지 선정 및 조사구 설정

제주특별자치도 한라산연구소의 기존 자료인 한라산국립공원의 현존식생별 분포면적(표 1)을 참조하여 한라산국립공원 주요 산림식생 중 침엽수천연림인 소나무림, 침엽수인공림인 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 등 4개 유형의 산림식생을 조사대상림으로 하였으며, 조사지는 조사대상림별 대

표적인 임상을 보이는 지역으로 선정하였다(표 2, 그림 1, 2). 조사구는 조사 지별 대표적인 산림구조를 보이는 지점에 30m×30m 정방형구로 설정하였다.

표 1. 한라산국립공원의 현존식생별 분포면적(한라산연구소 자료)

구분	면적(㎡)	비율(%)	주요종
초지 및 암반	389,714	2.5	제주조릿대, 털새, 김의털 등
관목림	778,482	5.1	산철쭉, 털진달래, 눈향나무 등
침엽수림	2,715,644		
구상나무림	795,316	5.2	구상나무, 사스래나무 등
소나무림	1,324,375	8.6	소나무, 졸참나무, 서어나무 등
곰솔림	464,287	3.0	곰솔
삼나무림	131,666	0.9	삼나무
낙엽활엽수림	11,206,983	73.1	졸참나무, 서어나무, 신갈나무 등
상록활엽수림	157,097	1.0	구실잣밤나무, 붉가시나무 등
기타 (도로, 시설지구 등)	85,265	0.6	
합 계	15,333,185	100	

표 2. 조사지의 위치 및 개황

구분	위도	경도	면적(㎡)	수목종수	수목종	방향
소나무림	33°20'55"N	126°29'42"E	38	1,238	10	SW
삼나무림	33°23'55"N	126°28'21"E	10	790	6	NW
낙엽활엽수림	33°21'54"N	126°28'04"E	28	1,097	5	NW
상록활엽수림	33°20'26"N	126°36'46"E	44	556	5	SE

나. 식생조사 및 산림구조 분석

각 조사구내에 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 교목층과 아교목층은 수종, 흉고직경 등의 매목조사를 하였다. 관목층의 경우 수종 구분 없이 전체 식피율과 평균 수고를 조사하였다. 식생층의 구분은 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여, 흉고직경 1cm 이상의 수목종 상층임관을 이루는 수목군을 교목층, 상층임관 하의 수목군을 아교목층으로 하였다. 관목층은 흉고직경 1cm 미만의 수목군으로 하였다.



그림 1. 한라산국립공원 격자와 조사지의 위치도



소나무림



삼나무림



낙엽활엽수림



상록활엽수림

그림 2. 조사지의 소나무림, 삼나무림, 낙엽활엽수림과 상록활엽수림

식생조사 결과 얻어진 자료에 의하여 조사구별 교목층과 아교목층 각 수종의 상대적인 중요도를 나타내는 척도로서 상대밀도와 상대총고단면적의 합을 2로 나눈 값인 중요치(importance percentage, IP)를 적용하였다(Brower and Zar, 1977).

다. 임목 바이오매스

조사구별 교목층과 아교목층의 매목조사 결과와 소나무, 삼나무, 서어나무, 신갈나무, 붉가시나무 등 주요 수종의 기보고된 바이오매스 상대생장식(표 3)에 의하여 줄기, 가지, 잎, 뿌리 등의 부위별 및 임목전체의 바이오매스를 산출하였다. 주요 수종의 기타 수종의 경우 생장형 등을 고려하여, 고로쇠나무, 산벚나무, 왕벚나무, 당단풍, 팔배나무, 합다리나무 등은 서어나무의 바이오매스 상대생장식, 솔비나무, 비목나무, 산딸나무, 곰의말채, 때죽나무 등은 신갈나무의 바이오매스 상대생장식, 주목은 소나무의 상대생장식, 상록활엽수종은 붉가시나무의 바이오매스 상대생장식을 적용하였다.

라. 임목 탄소저장량

소나무림과 삼나무림 임목의 탄소저장량은 임목 바이오매스와 기보고된 소나무와 삼나무의 줄기목질부 탄소함량(산림과학원, 2010)에 의하여 산출하였다(표 4). 서어나무와 신갈나무가 우점종인 낙엽활엽수림 임목의 탄소저장량은 임목 바이오매스와 기보고된 신갈나무의 줄기목질부 탄소함량(산림과학원, 2010)에 의하여 산출하였다. 상록활엽수림의 경우 임목 바이오매스와 소나무, 삼나무, 신갈나무 탄소함량의 평균값인 50.1%를 적용하여 임목의 탄소저장량을 산출하였다.

마. 토양 탄소량

토양 탄소량은 국립산림과학원(2007)의 방법을 참조하여 조사구별 2개 지점에서 유기물층, 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm, 30-50cm 등의 토심으로 구분하여 조사분석하였다.

표 3. 주요 수종의 바이오매스 상대생장식(Y는 건중량(g), D는 흉고직경(cm), R2는 결정계수)

수 종	부 위	상대생장식	
		$Y=aD^b$	R^2
소나무	줄기	$Y=59.745D^{2.425}$	0.933
	가지	$Y=21.237D^{2.247}$	0.835
	잎	$Y=43.347D^{1.607}$	0.663
	뿌리	$Y=23.659D^{2.355}$	0.891
삼나무	줄기	$Y=102.600D^{2.264}$	0.918
	가지	$Y=38.802D^{1.874}$	0.589
	잎	$Y=110.600D^{1.625}$	0.395
	뿌리	$Y=80.531D^{2.031}$	0.806
서어나무	줄기	$Y=90.698D^{2.469}$	0.980
	가지	$Y=5.550D^{3.089}$	0.960
	잎	$Y=3.189D^{2.492}$	0.960
	뿌리	$Y=32.307D^{2.449}$	0.941
신갈나무	줄기	$Y=190.920D^{2.130}$	0.924
	가지	$Y=7.424D^{2.932}$	0.827
	잎	$Y=14.682D^{2.043}$	0.703
	뿌리	$Y=310.090D^{1.773}$	0.665
불가시나무	줄기	$Y=396.594D^{2.033}$	0.904
	가지	$Y=0.136D^{4.391}$	0.688
	잎	$Y=0.384D^{3.398}$	0.579
	뿌리	$Y=27.110D^{2.591}$	0.953

※ 자료출처 : 소나무, 삼나무, 신갈나무, 불가시나무(국립산림과학원, 2010, 2011), 서어나무(박인협, 1986)

표 4. 주요 수종의 줄기목질부와 산림의 유기물층 탄소함량

	수종(줄기목질부)			산림(유기물층)		
	소나무	삼나무	신갈나무	소나무림	삼나무림	신갈나무림
탄소함량(%)	50.7	50.9	48.8	48.1	44.3	38.2

※ 자료출처 : 국립산림과학원(2010)

유기물층은 30cm×30cm 정방형구내 낙엽층(L층), 분해층(F층), 부식층(H층) 등 유기물층 전체를 시료백에 담고 실험실로 운반하여 85℃에서 건조시킨 후 건중량을 측정하였다. 소나무림과 삼나무림의 유기물층 탄소량은 건중량과 기보고된 소나무림과 삼나무림의 유기물층 탄소함량(산림과학원 2010)에 의하여 각각 산출하였다(표 4). 서어나무와 신갈나무가 우점종인 낙엽활엽수림 유기물층의 탄소량은 건중량과 기보고된 신갈나무림의 유기물층 탄소함량(산림과학원, 2010)에 의하여 산출하였다. 상록활엽수림의 경우 유기물층 건중량과 소나무림, 삼나무림, 신갈나무림 유기물층 탄소함량의 평균값인 43.5%를 적용하여 유기물층의 탄소량을 산출하였다.

토양층은 유기물층을 걷어내고 자체적으로 제작한 간이토양시료채취기(그림 3)를 사용하여 0~10cm, 10~20cm, 20~30cm, 30~50cm 등의 토심으로 구분 채취하고 실험실로 운반한 후 석력함량, 토양용적밀도, 유기탄소농도 등을 분석하여 탄소량을 산출하였다.



그림 3. 간이토양시료채취기(지름 7.2cm, 높이 10cm)와 시료백

3. 결과 및 고찰

가. 산림구조

1) 산림개황

조사지의 산림개황은 표 5와 같다. 소나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림은 천연림이었으며, 삼나무림은 임령이 38년인 인공림으로 간벌 등의 숲가꾸기 작업이 실시된 지역이었다. 소나무림, 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽

수림 교목층의 밀도는 각각 544본/ha, 1,044본/ha, 833본/ha, 644본/ha이었으며, 평균 흉고직경은 각각 33.3cm, 25.5cm, 22.0cm, 28.0cm이었다. 인공림으로서 숲가꾸기 작업이 실시된 삼나무림을 제외한 소나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림의 아교목층의 밀도는 각각 578본/ha, 1,300본/ha, 844본/ha이었으며, 평균 흉고직경은 각각 11.8cm, 9.6cm, 11.5cm이었다. 교목층과 아교목층 전체 즉, 흉고직경 1cm 이상인 임목 전체의 밀도와 흉고직경의 종합적인 표현이라고 할 수 있는 흉고단면적은 소나무림 63.6m²/ha, 상록활엽수림 61.7m²/ha, 삼나무림 55.5m²/ha, 낙엽활엽수림 51.9m²/ha의 순으로 많았다. 소나무림의 흉고단면적이 많은 것은 교목층의 평균 흉고직경이 33.3cm로서 개체목의 크기가 크기 때문이었으며, 낙엽활엽수림의 흉고단면적이 적은 것은 교목층의 평균 흉고직경이 22.0cm로서 개체목의 크기가 작기 때문이었다.

표 5. 조사지의 산림개황

	소나무림	삼나무림	낙엽활엽수림	상록활엽수림
교목층				
밀도(본/ha)	544	1,044	833	644
평균 수고(m)	16.2	16.4	11.3	17.1
평균 흉고직경(cm)	33.3	25.5	22.0	28.0
흉고단면적(m ² /ha)	56.3	55.3	40.7	50.6
아교목층				
밀도(본/ha)	578	11	1,300	844
평균 수고(m)	6.1	6.3	6.2	7.1
평균 흉고직경(cm)	11.8	17.0	9.6	11.5
흉고단면적(m ² /ha)	7.3	0.2	11.2	11.1
교목층+아교목층				
흉고단면적(m ² /ha)	63.6	55.5	51.9	61.7
관목층				
식피율(%)	10	5	5	20
평균 수고(m)	1.5	0.9	0.5	0.6

※ 삼나무림 : 인공림(임령 38년)

2) 종구성

소나무림, 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림의 수종별 밀도와 중요치는 각각 표 6, 7, 8, 9와 같다. 소나무림은 교목층에서 소나무의 중요치가 89.7%이었으며 솔비나무, 서어나무, 신갈나무, 고로쇠나무, 비목나무 등이 드물게 출현하고 있었다. 아교목층에서는 굴거리나무, 산딸나무, 서어나무, 신갈나무 등이 주로 분포하고 있었다. 삼나무림은 간벌 등의 숲가꾸기 작업이 실시된 지역으로 소나무, 패죽나무 등이 드물게 출현하고 있었다. 낙엽활엽수림은 교목층에서 서어나무와 신갈나무가 우점하고 있으며, 아교목층에서는 당단풍, 패죽나무, 서어나무, 신갈나무 등이 고르게 분포하고 있었다. 교목층과 아교목층 전체의 중요치는 서어나무 31.1%, 신갈나무 27.7%, 당단풍 12.0% 등의 순으로 높았다. 상록활엽수림은 교목층에서 붉가시나무와 구실잣밤나무의 중요치가 각각 49.8%, 21.2%로서 합한 값이 71.0%이었으며, 아교목층에서는 동백나무가 우점종이었다. 교목층과 아교목층 전체의 중요치는 붉가시나무 37.9%, 구실잣밤나무 15.7%, 서어나무 14.1%, 동백나무 12.7% 등의 순으로 높았다. 이상을 종합하면 본 조사지의 낙엽활엽수림은 서어나무·신갈나무 우점림이었으며, 상록활엽수림은 붉가시나무·구실잣밤나무 우점림이었다.

표 6. 소나무림의 수종별 밀도와 중요치

수종	소나무림	삼나무림	낙엽활엽수림	상록활엽수림	교목층	아교목층
소나무	478		478	89.7		61.9
솔비나무	22		22	2.9		1.8
신갈나무	11	78	89	1.7	10.5	5.0
서어나무	11	89	100	2.7	15.5	6.8
고로쇠나무	11		11	1.5		0.9
비목나무	11	56	67	1.5	9.3	4.0
굴거리나무		178	178		32.1	9.8
산딸나무		133	133		25.4	7.5
산벚나무		11	11		1.6	0.6
당단풍		11	11		1.4	0.6
패죽나무		22	22		4.1	1.2
합계	544	578	1,122	100	100	100

표 7. 삼나무림의 수종별 밀도와 중요치

수 종	밀도(본/ha)			중요치(%)		
	교목층	아교목층	전체	교목층	아교목층	전체
삼나무	1,033		1,033	97.6		96.8
소나무	11		11	2.4		2.4
때죽나무		11	11		100.0	0.8
합 계	1,044	11	1,056	100	100	100

표 8. 낙엽활엽수림의 수종별 밀도와 중요치

수 종	밀도(본/ha)			중요치(%)		
	교목층	아교목층	전체	교목층	아교목층	전체
서어나무	389	244	633	42.4	15.2	31.1
신갈나무	311	100	411	40.5	8.2	27.7
산벚나무	100	33	133	12.5	3.2	8.6
비목나무	22	111	133	3.5	7.2	5.4
솔비나무	11	11	22	1.1	0.7	0.9
당단풍		367	367		29.8	12.0
때죽나무		233	233		21.7	8.2
산딸나무		67	67		4.4	2.0
주목		44	44		2.9	1.3
팔배나무		33	33		2.6	1.1
곰의말채		56	56		4.0	1.7
합 계	833	1,300	2,133	100	100	100

표 9. 상록활엽수림의 수종별 밀도와 중요치

수 종	밀도(본/ha)			중요치(%)		
	교목층	아교목층	전체	교목층	아교목층	전체
붉가시나무	322	156	478	49.8	17.9	37.9
구실잣밤나무	111	44	156	21.2	4.0	15.7
서어나무	144	44	189	20.1	5.4	14.1
소나무	11		11	1.7		1.1
생달나무	22	56	78	2.4	7.3	3.9
감탕나무	11		11	1.3		0.7
곰의말채	11		11	1.4		0.9
굴거리나무	11	22	33	2.0	2.7	2.3
동백나무		267	267		36.5	12.7
당단풍		67	67		6.2	2.6
센달나무		11	11		0.9	0.4
황칠나무		44	44		4.5	1.8
매죽나무		33	33		4.3	1.5
왕벚나무		11	11		1.4	0.5
곰의말채		11	11		2.1	0.6
합다리나무		44	44		4.3	1.8
사스레피나무		33	33		2.6	1.2
합 계	644	844	1,489	100	100	100

나. 임목 바이오매스

1) 소나무림 바이오매스

소나무림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 바이오매스는 각각 243t/ha, 89t/ha, 9t/ha, 80t/ha이었으며, 임목 전체의 바이오매스는 421t/ha이었다(표 10). 임목 부위별 바이오매스 구성비는 줄기 57.6%, 가지 21.1%, 잎 2.2%, 뿌리 19.1%이었다. 임목 전체 바이오매스의 수종별 구성비는 소나무 76.0%, 서어나무 7.9%, 굴거리나무 4.9% 등이었다.

2) 삼나무림 바이오매스

삼나무림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 바이오매스는 각각 174t/ha, 21t/ha, 22t/ha, 63t/ha이었으며, 임목 전체의 바이오매스는 281t/ha이었다(표 11). 임목 부위별 바이오매스 구성비는 줄기 62.1%, 가지 7.4%, 잎 7.9%, 뿌리 22.6%이었다. 임목 전체 바이오매스의 수종별 구성비는 삼나무 94.4%, 소나무 5.0%, 매죽나무 0.6%이었다.

표 10. 소나무림의 임목 바이오매스(t/ha)

수종	줄기	가지	잎	지상부 전체	뿌리	임목 전체	(%)
소나무	188.47	66.99	6.75	262.21	57.58	319.79	(76.0)
솔비나무	3.69	1.84	0.22	5.75	1.93	7.68	(1.8)
신갈나무	4.41	1.75	0.27	6.43	2.69	9.12	(2.2)
서어나무	17.11	9.71	0.65	27.47	5.68	33.15	(7.9)
고로쇠나무	2.85	1.28	0.11	4.24	0.95	5.19	(1.2)
비목나무	4.43	1.85	0.26	6.54	2.57	9.12	(2.2)
굴거리나무	13.43	2.66	0.49	16.58	3.99	20.57	(4.9)
산벚나무	0.30	0.08	0.01	0.38	0.10	0.48	(0.1)
당단풍	0.23	0.05	0.01	0.29	0.08	0.37	(0.1)
산딸나무	6.91	2.25	0.42	9.58	4.40	13.98	(3.3)
매죽나무	0.73	0.20	0.05	0.98	0.49	1.47	(0.3)
합계	242.56	88.66	9.24	340.46	80.47	420.93	(100)
(%)	(57.6)	(21.1)	(2.2)	(80.9)	(19.1)	(100)	

표 11. 삼나무림의 임목 바이오매스(t/ha)

수종	줄기	가지	잎	지상부 전체	뿌리	임목 전체	(%)
삼나무	165.12	17.40	21.99	204.52	60.37	264.90	(94.4)
소나무	8.33	2.96	0.25	11.55	2.51	14.06	(5.0)
매죽나무	0.89	0.33	0.05	1.27	0.52	1.80	(0.6)
합계	174.34	20.70	22.30	217.34	63.41	280.75	(100)
(%)	(62.1)	(7.4)	(7.9)	(77.4)	(22.6)	(100)	

3) 낙엽활엽수림 바이오매스

낙엽활엽수림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 바이오매스는 각각 222t/ha, 105t/ha, 10t/ha, 93t/ha이었으며, 임목 전체의 바이오매스는 430t/ha이었다 (표 12). 임목 부위별 바이오매스 구성비는 줄기 51.6%, 가지 24.5, 잎 2.4%, 뿌리 21.6%이었다. 임목 전체 바이오매스의 수종별 구성비는 서어나무 35.5%, 신갈나무 34.5%, 산벚나무 13.4%, 당단풍 5.1% 등이었다.

표 12. 낙엽활엽수림의 임목 바이오매스(t/ha)

수 종	줄기	가지	잎	지상부 전체	뿌리	임목 전체	(%)
서어나무	83.99	37.57	3.18	124.74	28.08	152.82	(35.5)
신갈나무	69.76	38.91	4.04	112.71	35.60	148.31	(34.5)
산벚나무	30.93	15.02	1.17	47.12	10.31	57.44	(13.4)
비목나무	8.88	5.11	0.52	14.51	4.67	19.17	(4.5)
솔비나무	1.25	0.54	0.07	1.87	0.70	2.56	(0.6)
당단풍	13.02	3.89	0.48	17.39	4.41	21.80	(5.1)
때죽나무	9.66	2.99	0.60	13.24	6.40	19.64	(4.6)
산딸나무	1.35	0.35	0.08	1.78	0.95	2.73	(0.6)
주목	0.52	0.19	0.06	0.77	0.18	0.95	(0.2)
팔배나무	1.10	0.33	0.04	1.47	0.37	1.84	(0.4)
곰의말채	1.37	0.32	0.09	1.77	1.01	2.79	(0.6)
합계	221.84	105.20	10.33	337.37	92.69	430.06	(100)
(%)	(51.6)	(24.5)	(2.4)	(78.4)	(21.6)	(100)	

4) 상록활엽수림 바이오매스

상록활엽수림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 바이오매스는 각각 341t/ha, 382t/ha, 31t/ha, 146t/ha이었으며, 임목 전체의 바이오매스는 901t/ha이었다(표 13). 임목 부위별 바이오매스 구성비는 줄기 37.9%, 가지 42.4%, 잎 3.5%, 뿌리 16.2%이었다. 임목 전체 바이오매스의 수종별 구성비는 붉가시나무 45.5%, 구실잣밤나무 30.1%, 서어나무 11.6%, 동백나무 4.8% 등이었다.

5) 임목 바이오매스 종합

뿌리를 포함한 임목 전체의 바이오매스는 상록활엽수림 901t/ha, 낙엽 활엽수림 430t/ha, 소나무림 421t/ha, 삼나무림 281t/ha의 순으로 많았다(그림 4). 교목층과 아교목층 전체의 흉고단면적이 소나무림 63.6m²/ha, 상록활엽수림 61.7m²/ha, 삼나무림 55.5m²/ha, 낙엽활엽수림 51.9m²/ha의 순으로 많으며(표 5), 주요 수종의 목재비중이 붉가시나무 0.85, 신갈나무 0.78, 서어나무 0.68, 소나무 0.44, 삼나무 0.41(정성호와 박병수, 2008)의 순으로 높은 것을 고려하면, 상록활엽수림의 임목 바이오매스가 가장 많은 것은 흉고단면적

표 13. 상록활엽수림의 임목 바이오매스(t/ha)

수 종	줄기	가지	잎	지상부 전체	뿌리	임목 전체	(%)
붉가시나무	152.37	174.15	15.31	341.83	68.05	409.88	(45.5)
구실잣밤나무	73.78	149.37	10.28	233.42	37.54	270.96	(30.1)
서어나무	54.92	29.40	2.09	86.41	18.26	104.67	(11.6)
소나무	2.97	1.05	0.13	4.15	0.92	5.07	(0.6)
생달나무	8.99	2.65	0.42	12.06	2.97	15.03	(1.7)
감탕나무	2.59	1.44	0.18	4.21	1.02	5.22	(0.6)
곰의말채	3.31	1.62	0.19	5.13	1.75	6.88	(0.8)
굴거리나무	8.45	11.98	0.97	21.40	3.99	25.39	(2.8)
당단풍	1.76	0.47	0.07	2.29	0.60	2.89	(0.3)
센달나무	0.30	0.01	0.01	0.33	0.07	0.39	(0.1)
황칠나무	2.22	0.34	0.07	2.64	0.62	3.26	(0.4)
매죽나무	1.77	0.61	0.11	2.49	1.10	3.59	(0.4)
동백나무	25.37	8.61	1.21	35.20	8.22	43.42	(4.8)
왕벚나무	0.68	0.21	0.03	0.92	0.23	1.15	(0.1)
합다리나무	1.28	0.35	0.05	1.68	0.43	2.11	(0.2)
사스레피나무	0.70	0.03	0.01	0.74	0.14	0.88	(0.1)
합계	341.47	382.31	31.12	754.90	145.90	900.80	(100)
%	(37.9)	(42.4)	(3.5)	(83.8)	(16.2)	(100)	

이 비교적 많고 목재비중이 높기 때문이라고 할 수 있다. 낙엽활엽수림이 소나무림과 삼나무림 보다 바이오매스가 많은 것은 흉고단면적은 적으나 목재 비중이 비교적 높기 때문이라고 판단된다.

타 국립공원과 비교하면(그림 4), 본 조사지인 한라산국립공원 낙엽활엽수림의 임목 전체 바이오매스는 430t/ha로서, 북한산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 200t/ha(이나연, 2010a), 설악산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 330t/ha(이나연, 2010b), 속리산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 200t/ha(이나연, 2011a), 지리산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 250t/ha(이나연, 2011b) 보다 높은 수준이었다.

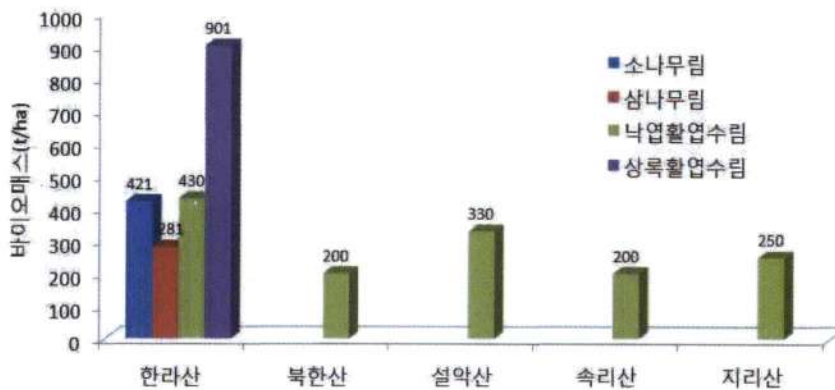


그림 4. 한라산국립공원과 타 국립공원의 임목 전체 바이오매스

다. 탄소저장량

소나무림, 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림의 임목과 토양 즉 산림 생태계의 ha당 탄소저장량은 표 14와 같다.

소나무림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 탄소저장량은 각각 123.0tC/ha, 44.9tC/ha, 4.7tC/ha, 40.8tC/ha이었으며, 임목 전체의 탄소저장량은 213.4tC/ha이었다. 유기물층을 포함한 토양탄소량은 110.2tC/ha이었으며, 임목과 토양 즉 산림생태계의 탄소저장량은 323.6tC/ha이었다. 토심이 깊은 부위일수록 토양탄소량은 감소한다는 일반적인 경향(국립산림과학원, 2010)과 다르게, 토심 0-10cm 부위의 탄소량이 10-20cm 부위 보다 적은 것은 토양 용적밀도가 낮기 때문이었다. 본 조사지의 소나무림 최대 토심은 27cm이었다.

삼나무림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 탄소저장량은 각각 88.7tC/ha, 10.5tC/ha, 11.3tC/ha, 32.3tC/ha이었으며, 임목 전체의 탄소저장량은 142.9tC/ha이었다. 유기물층을 포함한 토양탄소량은 221.8tC/ha이었으며, 임목과 토양 즉 산림생태계의 탄소저장량은 364.7tC/ha이었다. 삼나무림의 토양탄소량이 다른 산림에 비하여 많은 것은 토심이 깊고 토양분석 결과 탄소 농도가 높기 때문이었다. 삼나무림의 토양탄소농도가 높은 것은 다른 연구결과(국립산림과학원, 2010)와 유사한 경향이였다.

낙엽활엽수림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 탄소저장량은 각각 108.3tC/ha, 51.3tC/ha, 5.0tC/ha, 45.2tC/ha이었으며, 임목 전체의 탄소저장량은 209.9tC/ha이었다. 유기물층을 포함한 토양탄소량은 91.0tC/ha이었으며, 임목과 토양 즉 산림생태계의 탄소저장량은 300.9tC/ha이었다. 본 조사지의 낙엽

활엽수림 최대 토심은 20cm로서 다른 산림에 비하여 토심이 얇았다.

상록활엽수림의 줄기, 가지, 잎, 뿌리의 탄소저장량은 각각 171.1tC/ha, 191.5tC/ha, 15.6tC/ha, 73.1tC/ha이었으며, 임목 전체의 탄소저장량은 451.3tC/ha이었다. 유기물층을 포함한 토양탄소량은 122.8tC/ha이었으며, 임목과 토양 즉 산림생태계의 탄소저장량은 574.1tC/ha이었다. 본 조사지의 상록활엽활엽수림 최대 토심은 28cm이었다.

표 14. 한라산국립공원 주요 산림생태계의 탄소저장량(tC/ha)

		소나무림	삼나무림	낙엽활엽수림	상록활엽수림
임목	줄기	123.0	88.7	108.3	171.1
	가지	44.9	10.5	51.3	191.5
	잎	4.7	11.3	5.0	15.6
	뿌리	40.8	32.3	45.2	73.1
	소계	213.4	142.9	209.9	451.3
토양 (cm)	유기물층	6.8	11.0	3.7	7.7
	0-10	36.4	67.7	47.6	37.6
	10-20	50.4	63.3	39.8	48.7
	20-30	16.6	40.8		28.8
	30-50		38.9		
	소계	110.2	221.8	91.0	122.8
합 계		323.6	364.7	300.9	574.1

타 국립공원과 비교하면(그림 5), 본 조사지인 한라산국립공원 낙엽활엽수림의 임목 전체 탄소저장량은 210tC/ha로서, 북한산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 100tC/ha(이나연, 2010a), 설악산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 150tC/ha(이나연, 2010b), 속리산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 90tC/ha(이나연, 2011a), 지리산국립공원 낙엽활엽수림 평균치 112tC/ha(이나연, 2011b) 보다 높은 수준이었다. 이것은 한라산국립공원의 임목전체 바이오매스가 타 국립공원 보다 많기 때문이라고 할 수 있다(그림 4). 한라산국립공원의 토양탄소량은 91tC/ha로서 설악산국립공원과 비슷하였으며, 북한산국립공원, 속리

산국립공원, 지리산국립공원 보다는 높은 수준이었다.

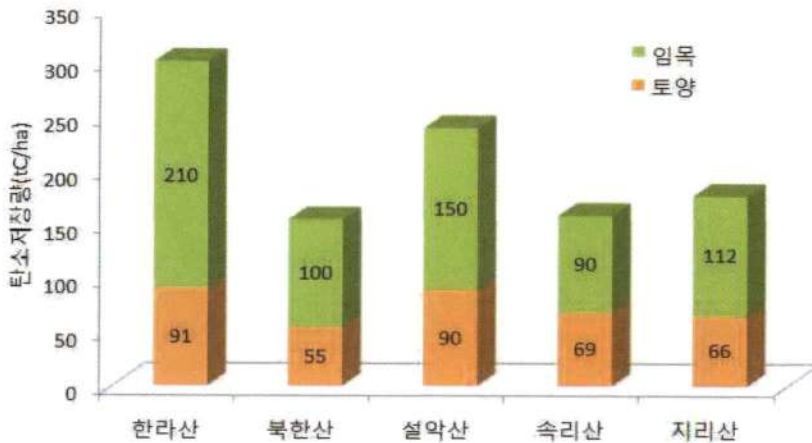


그림 5. 한라산국립공원과 타 주요 국립공원의 낙엽활엽수림 산림생태계 탄소저장량(tC/ha)

소나무림, 참나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림의 임목과 토양 즉, 산림생태계의 ha당 탄소저장량(표 14)과 한라산국립공원 분포면적(표 1)에 의하여 산출한 개략적인 탄소저장 총량 추정치는 표 15와 같다. 임목 탄소저장 총량, 토양탄소 총량, 임목과 토양 즉, 산림생태계 탄소저장 총량은 소나무림이 각각 282,635tC, 145,990tC, 428,625tC, 참나무림이 각각 18,815tC, 29,200tC, 48,105tC, 낙엽활엽수림이 각각 2,352,001tC, 1,019,976tC, 3,371,977tC, 상록활엽수림이 70,898tC, 19,297tC, 90,195tC로 추정되었다.

표 15. 한라산국립공원 주요 산림생태계의 탄소저장 총량(tC) 추정치

	소나무림	참나무림	낙엽활엽수림	상록활엽수림
임 목	282,635	18,815	2,352,001	70,898
토 양	145,990	29,200	1,019,976	19,297
합 계	428,625	48,105	3,371,977	90,195

4. 요약

한라산국립공원 내 주요 산림식생 중 침엽수천연림인 소나무림, 침엽수인 공림인 38년생 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 등 4개 유형의 산림식생을 대상으로 30m×30m 정방형구를 설정하여 산림구조, 임목 바이오매스, 임목과 토양의 탄소저장량 등을 조사하였다.

소나무림, 삼나무림, 낙엽활엽수림, 상록활엽수림 교목층의 밀도는 각각 544본/ha, 1,044본/ha, 833본/ha, 644본/ha이었으며, 평균 흉고직경은 각각 33.3cm, 25.5cm, 22.0cm, 28.0cm이었다. 교목층과 아교목층 전체 즉, 흉고직경 1cm 이상인 임목 전체의 흉고단면적은 소나무림 63.6m²/ha, 상록활엽수림 61.7m²/ha, 삼나무림 55.5m²/ha, 낙엽활엽수림 51.9m²/ha의 순으로 많았다. 수종별 중요치를 분석한 결과 낙엽활엽수림은 서어나무-신갈나무 우점림이었으며, 상록활엽수림은 붉가시나무-구실잣밤나무 우점림이었다.

임목 전체 바이오매스는 상록활엽수림 901t/ha, 낙엽활엽수림 430t/ha, 소나무림 421t/ha, 삼나무림 281t/ha의 순으로 많았다. 상록활엽수림의 임목 바이오매스가 가장 많은 것은 흉고단면적이 비교적 많고 목재비중이 높기 때문으로 해석되었다. 낙엽활엽수림이 소나무림과 삼나무림 보다 바이오매스가 많은 것은 흉고단면적은 적으나 목재비중이 비교적 높기 때문으로 해석되었다. 타 국립공원과 비교하면, 한라산국립공원 낙엽활엽수림의 임목 바이오매스는 기보고된 북한산국립공원, 설악산국립공원, 속리산국립공원, 지리산국립공원 등의 낙엽활엽수림 평균치 보다 높은 수준이었다.

소나무림의 임목 전체 탄소저장량은 213.4tC/ha, 토양탄소량은 110.2tC/ha로서, 임목과 토양 즉 산림생태계의 탄소저장량은 323.6tC/ha이었다. 삼나무림의 임목 전체 탄소저장량은 142.9tC/ha, 토양탄소량은 221.8tC/ha로서 산림생태계의 탄소저장량은 364.7tC/ha이었다. 삼나무림의 토양탄소량이 다른 산림에 비하여 많은 것은 토심이 깊고 탄소농도가 높기 때문으로 해석되었다. 낙엽활엽수림의 임목 전체 탄소저장량은 209.9tC/ha, 토양탄소량은 91.0tC/ha로서, 산림생태계의 탄소저장량은 300.9tC/ha이었다. 상록활엽수림의 임목 전체 탄소저장량은 451.3tC/ha, 토양탄소량은 122.8tC/ha로서, 산림생태계의 탄소저장량은 574.1tC/ha이었다. 한라산국립공원 낙엽활엽수림의 산림생태계 탄소저장량은 기보고된 북한산국립공원, 설악산국립공원, 속리산국립공원, 지리산국립공원 등의 낙엽활엽수림 평균치 보다 높은 수준이었다.

ha당 탄소저장량과 한라산국립공원내 분포면적에 의하여 산출한 개략적인

임목 탄소저장 총량, 토양탄소 총량, 산림생태계 탄소저장 총량은 소나무림이 각각 282,635tC, 145,990tC, 428,625tC, 삼나무림이 각각 18,815tC, 29,200tC, 48,105tC, 낙엽활엽수림이 각각 2,352,001tC, 1,019,976tC, 3,371,977tC, 상록활엽수림이 70,898tC, 19,297tC, 90,195tC로 추정되었다.

5. 인용문헌

- 국립산림과학원. 2007. 산림 바이오매스 및 토양탄소 조사분석 표준. 국립산림과학원. pp. 74.
- 국립산림과학원. 2010. 교토의정서 대응 산림탄소계정 기반 구축 연구. 국립산림과학원연구보고서. pp. 436.
- 국립산림과학원. 2011. 산림 우실가스 통계인프라 구축 -도시녹지, 목제품, 난대수종-. 국립산림과학원연구보고서. pp. 49.
- 박인협. 1986. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. pp. 48.
- 송철영, 장관순, 박관수, 이승우. 1997. 신갈나무와 굴참나무 천연림의 탄소고정량 분석. 한국임학회지 86(1): 35-45.
- 이나연. 2010a. 탄소저장량(북한산국립공원 자연자원조사). 국립공원연구원보고서. pp. 337-365.
- 이나연. 2010b. 탄소저장량(설악산국립공원 자연자원조사). 국립공원연구원보고서. pp. 347-371.
- 이나연. 2011a. 탄소저장량(속리산국립공원 자연자원조사). 국립공원연구원보고서. pp. 111-137.
- 이나연. 2011b. 탄소저장량(지리산국립공원 자연자원조사). 국립공원연구원보고서. pp. 177-206.
- 정성호, 박병수. 2008. 한국산 유용수종의 목재성질. 국립산림과학원. pp. 390.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa. pp. 194.
- Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified oak-hickory community. Ecology 50(3):468-470.
- Peichl M. and Arain, M.A. 2007. Allometry and partitioning of above-and

belowground tree biomass in an age-sequence of white pine forests.
For. Ecol. Manage. 253: 68-80.

Satoo, T. and H.A.I. Madgwick. 1982. Forest biomass. Martinus Nijhoff/Dr.
W. Junk Publisher, The Hague. pp. 152.

Whittaker, R. H. and P. L. Marks. 1975. Methods of assessing terrestrial
productivity. pp. 55-118. In : H. Lieth and R. H. Whittaker, ed.
Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, New York.

여 백

인문환경

조사위원 : 부정화, 부재운

1._ 서 론

- 가. 일반 인문환경
- 나. 탐방객 추이

2._ 조사범위 및 방법

- 가. 조사범위
- 나. 조사기간 및 조사지역
- 다. 조사방법

3._ 결과 및 고찰

- 가. 관라기구의 조직체계
- 나. 일반인문환경
- 다. 탐방객 추이
- 라. 탐방행태 및 프로그램

4._ 결 론

5._ 요 약

6._ 참고문헌

여 백

1. 서론

본 한라산국립공원 자연자원조사 인문환경분야 조사 분야에서는 크게 일반 인문환경과 탐방객 부분으로 나누었고, 다시 세부적으로 행정구역, 토지분야, 시설물, 탐방객추이, 탐방행태, 탐방프로그램운영 등으로 구성하여 조사하였다.

가. 일반 인문환경

- 1) 일반현황
- 2) 행정구역
- 3) 면적 및 토지구성
- 4) 한라산국립공원 관련법규
- 5) 편의시설현황

나. 탐방객 추이

- 1) 탐방객 추이
- 2) 한라산탐방안내소 조성 및 프로그램 운영

2. 조사범위 및 조사방법

가. 조사범위

- 1) 공간적 조사범위 : 한라산국립공원 구역내
- 2) 시간적 범위 : 2012년
- 3) 탐방객추이 : 1974~2012년 10월말

나. 조사기간 및 조사방법

인문환경의 자료는 2012년 3월에서 2012년 10월까지 수집하였으며, 자료수집은 한라산국립공원구역내로 한정시켰다.

한라산국립공원에 관련된 자료는 한라산국립공원관리사무소 도움을 받아 가장 최근 현황자료를 수집하였고, 한라산국립공원에 장기간 근무한 직원 현장조사결과와 경험을 바탕으로 한라산연구소 직원과 조사원들의 현지 사진촬영, 좌표 측정 등 조사를 실시하였다.

나머지 인문자료는 지금까지 한라산에 대해 서술되었던 도정백서, 제주통계연보, 본 보고서의 부록에 있는 참고문헌, 한라산국립공원관리사무소 등 해당 기관을 통해 수집하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 관리기구의 조직체계

1) 한라산국립공원관리사무소 편제 : 한라산국립공원보호관리

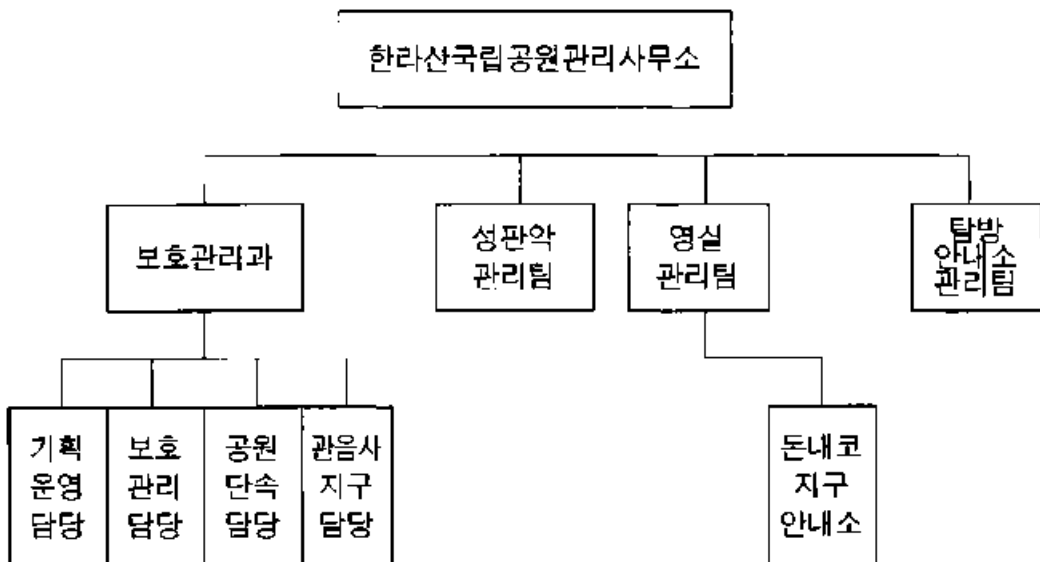


그림 1. 한라산국립공원관리사무소의 조직체계도

2) 한라산연구소사무소 편제 : 한라산국립공원 연구



〈그림 2. 한라산연구소의 조직체계도〉

3) 한라산국립공원관리체계의 조직변천

- 2011.01.19	행정기구조직 개편(제주특별자치도 조례 제683호) 한라산연구소, 한라산국립공원관리사무소
- 2010.10.28	'제주 물장오리 오름' 천연기념물 제517호 지정
- 2010.10.04	제주도 세계지질공원 인증
- 2009.10.12	'1100고지 습지' 람사르습지 등록
- 2008.10.13	'물장오리 오름' 람사르습지 등록
- 2008.04.21	한라산국립공원 탐방안내소 개관
- 2008.03.05	행정기구조직 개편(제주특별자치도 조례 제324호) 환경자원연구원 한라생태환경연구부 세계자연유산관리본부 한라산국립공원보호관리부
- 2007.06.27	유네스코 세계자연유산 등재(제주화산섬과 용암동굴)
- 2006.07.01	한라산연구소 독립기구 개편분리 (제주특별자치도 행정기구설치조례 제2620호)
- 2003.10.14	한라산연구소 연구실 신설(제주도 규칙 제1928호)
- 2002.12.16	유네스코 제주도 생물권보전지역 지정
- 2001.01.15	제주도 한라산국립공원관리사무소 부설 한라산연구소 개소 (제주도 훈령 제743호)
- 1998.09.14	관리사무소 직제개편(제주도 직제규칙 제1771호) 1과 2지소 4담당
- 1995.04.07	관음사지구 야영장 개장
- 1987.08.07	관리사무소 기구 확대(제주도 조례 제 1348호)
- 1973.09.01	관리사무소 개소(제주도 조례 제 457호)
- 1970.03.24	국립공원 지정(건설부 고시 제 28호)
- 1966.10.12	천연보호구역 지정(천연기념물 제 182호)

나. 일반 인문환경

1) 일반현황

〈1〉 한라산국립공원의 특징

한라산은 신생대 제4기의 화산활동으로 형성된 제주특별자치도의 중심에 위치한 방패모양의 화산체로서 약 360여개에 달하는 소규모 화산체(오름)를 거느리고 있다. 한라산은 1966년 천연기념물 제182호, 1970년 국립공원으로 지정되어 대부분의 지역이 훼손되지 않고 순상화산체의 형태를 비교적 잘 보존되고 있다. 한라산 정상의 백록담은 깊이 108m, 둘레 1,720m, 분화구면적 210,230㎡의 오목한 지형으로서, 백록담 서쪽 절반은 조면암으로 이루어져 있고, 동쪽 절반은 조면 현무암으로 되어 있어 경관은 물론 지질학적으로도 중요한 특징을 지니고 있다.

한라산국립공원은 2002년 12월 16일 유네스코 제주도 생물권 보전지역으로 지정되었고, 2007년 6월 27일 세계자연유산으로 등재되었고, 2010년 10월 4일 세계지질공원으로 인증됨으로써 우리나라의 자연유산의 우수성을 알려 줄 뿐만 아니라 생태, 경관, 문화관광 수요에 대한 증대 효과를 가져와 제주특별자치도의 국제인지도를 향상시키는데 기여하고 있다.

1970년도 한라산이 국립공원으로 지정될 당시 IUCN 카테고리 V 등급인 육상 및 해상 경관보호지역으로 분류되었으나, 2008년 6월 IUCN 카테고리 등급 변경 신청을 하여 2010년 11월 1일 자연 상태로 유지할 수 있을 정도의 교육적, 문화적, 여가목적의 방문객 이용관리를 관리목표로 하는 II 등급인 국립공원 지역으로 분류되었다.

한라산국립공원 구역은 2010년 12월 29일 제82차 국립공원위원회 심의의결되어 당초 153.112㎢에서 세계자연유산 완충지구 중 넓거리오름일대로 인공림이 조성되지 않는 지역 0.22㎢를 편입시켜 153.332㎢로 구역이 조정되어 현재의 면적을 가지고 있다.

한라산은 백록담, 영실기암 등의 화산지형, 물장오리 분화구습지, 1100습지 등의 고산습지, 산별론내, 탐라계곡 등의 용암하천지형 등은 한라산의 독특한 지형 지질적 가치를 보여주고 있으며 온대, 한대, 아고산대의 수직적 분포에 따른 다양한 식물상은 생태계의 보고 한라산의 가치를 더욱 높여주고 있다.

우리나라 3대 영산(靈山)중의 하나인 한라산은 국토의 최남단에 위치하고 있으며, 해발 1,950m로 남한에서 가장 높다. 또 다양한 식생 분포를 이뤄 학술적 가치가 매우 높고 동·식물의 보고(寶庫)로서, 한라산천연보호구역으로

지정·보호되고 있다.

특히 태고의 신비를 그대로 간직한 한라산과 아름다운 땅 제주를 신이 우리에게 선물한 최고의 보물이자 세계인이 함께 가꾸어야 할 소중한 유산으로 인정받아 2007년 6월 27일 '제주 화산섬과 용암동굴'이 우리나라 최초의 유네스코 세계자연유산으로 등재되었다. 2008년에는 물장오리오름 산정화구호 습지가 2009년에는 1100고지 고산습지가 람사르 습지로 등록되어 보호 관리되고 있고, 2010년 10월 4일 세계지질공원으로 인증 받았다. 또한 한라산국립공원내 문화재청 고시 제2011-139호(2011.10.13)로 사라오름(명승 제83호), 영실기암과 오백나한(명승 제84호)이 명승으로 지정되었으며, 문화재청 고시 제2012-136호(2012.11.23)로 백록담(명승 제90호), 한라산 전작지왓(명승 제91호)이 명승으로 지정 관리되고 있다.

한라산국립공원은 화산 폭발에 의해 형성된 원추형의 순상화산(楯山火山)이다. 산정호수인 백록담을 중심으로 동쪽으로는 사라오름과 성널오름, 서쪽으로는 윗세오름과 불래오름, 남쪽으로는 방아오름, 북쪽으로는 장구목과 삼각봉 등 오름 들이 늘어서있다. 한라산국립공원 구역에는 46여개의 오름이 위치하고 있는데 대부분이 해발 1000~1500m에 분포하고 있다. 그 면적은 14.7km²로 국립공원 면적의 10분의 1에 해당한다. 한라산국립공원 구역에는 산정화구호가 있는데 백록담을 비롯하여 물장을, 사라오름, 소백록담, 동수악, 어승생악 등 6개소이다.

한라산은 양변의 기울기가 조금 완만한 삼각형의 윗부분을 형성하는데 해발고도로 살펴보면 관음사지구지역 탐라교육원 동측 탐라계곡 탐라교 부근 하천바닥이 해발고가 500m로 한라산국립공원 지역 중 가장 낮은 지역으로 나타났으며 가장 높은 지역은 백록담 서측 한라산정상부로 1950m 이다. 한라산의 지형은 풍화나 침식작용보다는 백여 차례에 걸친 화산의 분출과 융기에 의해 비교적 원지형(原地形)이 생생하게 노출된 유년기의 특징을 갖는다. 이러한 지형적 특성과 더불어 서안 해양성 기후의 영향으로 영실의 병풍바위, 오백나한, 왕관바위, 삼각봉, 선녀폭포, 탐라계곡 등의 절경을 만드는 요인이 되었다. 용암이 갖는 주상절리(柱狀節理)의 발달과 풍화에 의한 지형적인 특징으로 한라산은 한반도의 어느 곳에서도 찾아볼 수 없는 독특한 경관을 이루고 있으며 특히 한라산은 고도차에 따라 서로 다른 기후 분포를 보이면서 2,000여종의 식물들이 자라고 있고 동물은 분포계로 보아 구북구 중 북부중국아구의 한국구에 속한다. 한라산은 섬이라는 지리적 특성 때문에 같은 종(種)일지라도 격리로 인한 아종들이 많다.

〈2〉 행정구역

한라산은 높이가 1,950m이고, 정상을 중심으로 북쪽과 남쪽으로는 지방도 1117노선, 지방도1115노선 안쪽으로 동쪽과 서쪽으로는 1131노선(1100도로), 1139노선(5.16도로) 안팎으로 국립공원이 지정되어 위치상으로 제주도의 중심지에 해당된다.

한라산국립공원으로 지정된 구역의 위도는 제주특별자치도청 GIS 자료로 측정한 결과 북위 33°19'10"~33°25'35"이고, 경도는 동경 126°27'14"~126°38'03"로 마름모 형태의 모양을 하고 있고, 길이는 동서로 약 16km이고, 남북으로는 약 10km 정도이다.

한라산국립공원의 행정구역은 백록담을 중심으로 하여 제주시(연동, 해안동, 노형동, 오라이동, 오등동, 아라일동, 월평동, 영평동, 용강동, 봉개동)와 애월읍(광령리)과 조천읍(교래리), 서귀포시(상효동, 토평동, 동홍동, 서홍동, 서호동, 영남동, 도순동, 하원동, 대포동, 중문동, 색달동)와 남원읍(한남리, 위미리, 신례리, 하례리)에 걸쳐 있다. 행정구역도는 그림3과 같다.



그림 3. 한라산국립공원 행정구역도

〈3〉 면적 및 토지구성

① 행정구역별 면적현황

한라산국립공원의 면적은 153.332km²로써 제주도 전체 면적의 8.3%이다. 전체 면적 가운데 59.74%가 제주시에 속해 있고, 40.26%가 서귀포시에 속해 있다(표 1).

표 1. 행정구역별 면적현황

구 분	계	제주시	서귀포시
면적(km ²)	153.332	91.609	61.723

② 용도지구별 토지구성

제주도는 국토의 계획 및 이용에 관한 법률의 용도지구에 의해 도시지역 453.2km², 관리지역 1,102.8km², 농림지역 107.9km², 자연환경보전지역 386.0km²로 구분되어 있다(표 2, 제주도 총면적 1,849.18km²는 2012년 주요행정총람자료이다).

표 2. 제주도의 용도지구별 면적현황(단위: km²)

구 분		총 면 적	도시지역	관리지역	농림지역	자연환경 보전지역
계	소계	2,049.9	453.2	1,101.3	107.9	387.5
	육지	1,848.8	434.7	1,101.3	107.9	204.9
	해면	201.1	18.5	-	-	182.6
제 주 시	소계	1,102.8	226.5	601.6	37.7	237.0
	육지	978.0	216.6	601.6	37.7	122.1
	해면	124.8	9.9	-	-	114.9
서귀포시	소계	947.1	226.7	499.7	70.2	150.5
	육지	870.8	218.1	499.7	70.2	82.8
	해면	76.3	8.6	-	-	67.7

한라산국립공원의 자연공원법에 의한 용도지구별 지구지정 면적은 총면적 153.332km² 가운데 공원자연보전지구 89.060km², 공원자연환경지구 64.132km², 공원문화유산지구 0.140km²로 구성되어 있다(표 3). 한라산국립공원에는 자연공원법 상의 4개 용도지구 가운데 공원마을지구는 없다.

표 3. 한라산국립공원 용도지구별 면적현황

구 분	계	공원자연보존지구	공원자연환경지구	공원문화유산지구
면적(km ²)	153.332	89.060	64.132	0.140

전체 면적의 약 60%인 91.654km²가 문화재보호법에 의거 천연보호구역으로 지정되어 있으며, 세계자연유산지구로도 지정되어 164.4km²(핵심지역

90.931, 완충지역 73.47)의 면적으로 구성되어 있다.

토지소유자별 현황은 국유지가 98.2%로 관리가 용이한 편이며, 국립공원 전체면적의 약 60%가 천연보호구역으로 지정되어 있다(표 4).

표 4. 토지소유현황(단위 : km²)

총 면 적	153.332	149.257	1.332	0.142	2.601
공원자연보존지구	89.060	89.009			0.051
공원자연환경지구	64.132	60.248	1.332	0.002	2.550
공원문화유산지구	0.140			0.140	

전국 20개의 국립공원중 국립공원 전체면적을 유일하게 지자체(한려해상국립공원지역중 오동도 제외)에 위임되어 관리되고 있다.

- 한라산국립공원 관련 법규

한라산국립공원과 관련된 법규는 자연공원법, 문화재보호법, 산지관리법, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법 등 다섯 가지가 있다. 이 다섯 가지 법규에 의한 한라산 국립공원의 관리 내용은 표 5와 같다.

표 5. 한라산국립공원 관련 법규

국토의계획및이용 에관한법률	자연환경보전지역	자연환경, 산림의보전	국토해양부
문화재보호법	천연보호구역	문화재 보호 천연기념물 제182호	문화재청
자연공원법	국립공원	자연생태계, 자연, 문화경관보전과 지속가능한 이용	환경부
산지관리법	보전산지	산림자원의 조성 임업생산기능의 증진	산림청
제주특별자치도설 치및국제자유도시 조성을위한특별법	절대보전지역	우수 자연환경보호	제주특별자치도 (제주특별자치도 보전지역 관리에 관한 조례)

지목별 제주도면적을 살펴보면 임야가 전체 47.7%로 가장 많고, 전 19.8%, 과수원 9%, 목장용지 8.8%, 도로 4.4%, 대지 3.1%, 잡종지 1.4%, 하천 1.3% 순이다(표 6).

표 6. 제주도 지목별 토지면적(㎡)

지목명	합 계	제주시	서귀포시
합 계	1,849,179,961.40	978,248,646.40	870,931,315
전	366,939,291.50	210,675,992.50	156,263,299
답	7,187,231	2,841,604	4,345,627
과수원	165,791,672	60,321,530	105,470,142
목장용지	163,453,623	105,073,503	58,380,120
임야	882,704,468	448,935,823	433,768,645
광천지	24	24	0
염전	0	0	0
대	57,268,758.40	33,935,356.50	23,333,401.90
공장용지	3,056,704.10	1,887,436.60	1,169,267.50
학교용지	6,044,694.70	3,866,134.20	2,178,560.50
주차장	717,048.90	587,585.40	129,463.50
주유소용지	369,476.40	268,788.10	100,688.30
창고용지	2,091,262.40	1,215,063	876,199.40
도로	81,375,106.30	45,546,839.60	35,828,266.70
철도용지	0	0	0
제방	315,335.90	210,264.90	105,071
하천	24,059,586.30	11,033,260.30	13,026,326
구거	3,373,277.40	1,196,193.30	2,177,084.10
유지	2,716,443.30	1,902,020.60	814,422.70
양어장	2,081,787	678,875	1,402,912
수도용지	964,240.40	648,009.20	316,231.20
공원	1,800,040.10	1,475,624.50	324,415.60
체육용지	30,994,553	17,693,153	13,301,400
유원지	2,342,857.90	1,870,220.90	472,637
종교용지	986,128.30	594,554.90	391,573.40
사적지	401,119	388,239	12,880
묘지	16,748,064	8,584,776	8,163,288
잡종지	25,397,168.10	16,817,774.90	8,579,393.20
미복구지	0	0	0

지목별 한라산국립공원면적을 살펴보면 전체 153.332km² 면적중 산림이 차지하는 부분이 97.9%를 차지한 150.054km²이고, 그다음이 목장용지로 2.233

km²(1.46%)이고, 도로 0.36%, 수도용지 0.05%, 하천 0.25%, 종교용지 0.02% 순이다(표 7). 목장용지는 한라산국립공원 북쪽지역 도로지역으로 목장지역이 일부 있으며, 수도용지는 어승생 저수지 주변으로 있다.

표 7. 한라산국립공원 지목별 토지면적(m²)

지 목	지 적	편입면적	자연보존 지구	자연환경 지구	백분율 (%)
도로	754,084	547,350	230,732	316,618	0.36
목장용지	2,576,432	2,233,870	9,996	2,223,874	1.46
묘지	2,380	2,380	0	2,380	
수도용지	82,117	82,117	0	82,117	0.05
임야	229,403,726	150,053,694	88,649,850	61,403,844	97.86
잡종지	364,766	1,385	0	1,385	
전	473	473	473	0	
종교용지	35,239	29,052	0	29,052	0.02
하천	1,048,801	381,531	168,274	213,257	0.25
총합계	234,268,018	153,331,852	89,059,325	64,272,527	100

〈3〉 국립공원 내 시설 현황

한라산국립공원 내에 있는 시설물은 크게 3가지 부분으로 나눌 수 있는데 공원에서 시설한 탐방객을 위한 시설 (탐방로, 주차장, 관리사무소, 대피소, 화장실, 휴게소, 야영장 등), 공공시설(중계기, 통신안테나 등), 민간시설(사찰, 표고제배사 등)이다.

〈4〉 탐방객을 위한 편의시설

한라산국립공원 내 탐방편의 시설은 주차장, 관리소, 매표소, 야영장, 휴게소, 대피소, 화장실 등 모두 65개소의 탐방객의 편의시설이 공원계획에 반영되어 있고(환경부고시 제2012-88호. 2012.5.22일 관보고시) 61개소가 조성되어 있거나 조성 중에 있다.

국립공원 내 공원시설은 공원계획에 의해 결정 고시된 시설을 각각의 용도에 따라 시설물 별로 작성된 설치 지침에 의하여 설치되고 있으며, 자연공원법 제2조제8호에 규정된 시설에 대하여 동법 제18조 규정의 용도지구별 허용행위기준에 적합하고 공원계획에 반영되었을 경우 공원관리청이 설치하고 있다.

공원의 시설물은 법정보호 또는 희귀 동·식물이 서식하거나 야생동물의 이동이 빈번한 지역에는 도로 등 대형 시설물의 설치를 금지하고 있으며 이용거점 공간에서 조망에 장애를 주는 대형 시설물을 설치하는 것을 원칙적으로 피하며, 주변 경관과 조화되고 자연 친화적으로 설치하며 기 설치된 공원시설물도 자연 친화적 조성을 위한 방안을 마련하여 추진하고 있다.

한라산국립공원 노후 된 대피소, 화장실, 탐방로 등 편의시설은 점차적으로 정비를 추진하고 있으며 현재 한라산탐방안내소(산악박물관) 건립공사를 추진 중에 있으며 시설물 안전점검은 자체적으로 실시하고 있다.

표 8. 한라산국립공원 내 지구별 공원시설 설치 현황

시 설 물	계		어리목지구		영실지구		성판악지구		관음사지구		1100고지지구	
	개소	면 적	개소	면 적	개소	면 적	개소	면 적	개소	면 적	개소	면 적
계	61		18		15		14		10		4	
진입도로	2	6.1km	1	1.2km	1	4.9km						
탐 방 로	10	42.5km	3	7.5km	4	16.1km	2	10.2km	1	8.7km		
주 차 장	6	19,137m ²	2	6,820m ²	1	4,130m ²	1	2,591m ²	1	4,300m ²	1	1,296m ²
헬 기 장	6	600m ²	1	100m ²	1	100m ²	2	200m ²	2	200m ²		
관 리 소	3	1,098.72m ²	1	409.26m ²	1	347.49m ²			1	341.97m ²	-	-
탐방안내소	3	5,243m ²	1	1,485m ²			1	1,758	1	2,000	-	-
매 표 소	3	13.5m ²	1	4.5m ²	1	4.5m ²	-	-	1	4.5m ²	-	-
통 제 소	6	6동	2	2동	2	2동	2	2동	-	-		
야 영 장	1	50,248m ²	-	-	-	-	-	-	1	50,248m ²	-	-
휴 게 소	3	1,089m ²	-	-	1	236m ²	1	495m ²	-	-	1	358m ²
대 피 소	8	869.02m ²	3	400.46m ²	1	46.6m ²	2	232.92m ²	2	189.04m ²	-	
화 장 실	9	748.36m ²	3	359.74m ²	2	119.16m ²	3	209.91m ²	-	-	1	59.55m ²
자연학습장	1	132,231m ²									1	132,231m ²

※ 조립식인 자연발효위생화장실 34동 제외

① 탐방로 현황

한라산 탐방로는 백록담 정상을 중심으로 방사상의 형태로 분포하고 있으며 현재 이용되고 있는 탐방로는 11개 노선이 있으며, 총 45km이며 이 중 42.2km가 조성되어 있다.

- 어리목코스 4.7km(어리목주차장~윗세오름대피소)
- 영실코스 3.7km(영실휴게소~윗세오름대피소)
- 성판악코스 9.6km(성판악주차장~백록담동릉정상)

- 관음사코스 8.7km(관음사지구안내소~백록담동릉정상)
- 돈내코코스 10.1km(돈내코~백록담 남벽정상): 남벽 0.7km 구간은 통제
- 어승생악코스 1.3km(어리목주차장~어승생악정상)
- 정상우회코스 2.1km(윗세오름~남벽분기점)
- 불교문화탐방로 2.5km(하원 공원경계~영실진입로) - 미 조성
- 석굴암코스 1.5km(충혼묘지입구~석굴암)
- 사라오름코스 0.6km(성판악코스 사라오름입구~사라오름)
- 윗세죽은오름 0.2km(영실코스 윗세죽은오름입구~윗세죽은오름)

각 등산로의 구간과 연장은 표 9과 같다.

표 9. 한라산국립공원의 탐방로 현황

구 간	연 장 (km)	비 고
영실 휴게소 ~ 남벽분기점	5.8	윗세오름 경유
어리목 주차장 ~ 남벽분기점	6.8	윗세오름 경유
관음사야영장 ~ 백록담	8.7	삼각봉 경유
성판악 주차장 ~ 백록담	9.6	진달래밭 경유
돈내코 ~ 남벽분기점	7	남벽분기점 통제
어리목 주차장 ~ 어승생악	1.3	

② 한라산의 등하산시간

한라산의 등하산시간은 계절별 코스별로 다르며, 특이할만한 것은 당일 등반 당일하산으로 입산, 하산시간이 정해져있어 하산시간 이후에는 탐방객이 없는 것이 특징이라 하겠다(표 10).

③ 출입제한구역 지정운영

○ 한라산국립공원은 심하게 훼손된 등산로의 자연복원력 효과를 높이고 비등산로를 이용한 무단출입으로 인한 자연훼손 및 산불피해, 조난사고 등을 근원적으로 예방하기 위하여 등산로 중 훼손이 심한 구간 및 보호가 요구되는 공원구역 출입을 제한하여 자연환경을 효율적으로 관리하고 보호함에 있으며, 출입제한구역지정현황은 도로, 탐방로, 사찰, 휴게소, 공공시설 등을 제외한 공원 전 구역으로서 표 11과 같다.

표 10. 한라산국립공원의 계절별·등산로별 입산 허용시간

코스별		계절별	통제장소	동절기 (1·2·11·12월)	춘추절기 (3·4·9·10월)	하절기 (5·6·7·8월)
입 산	어리목코스		매표소	12:00	14:00	15:00
			윗세오름통제소	13:00	13:30	14:00
	영실코스		통제소	12:00	14:00	15:00
	성판악코스		진달래밭통제소	12:00	12:30	13:00
	사라오름전망대		사라오름통제소	15:00	15:30	16:00
	관음사코스		삼각봉대피소	12:00	12:30	13:00
	어승생악코스		매표소	16:00	17:00	18:00
	돈내코코스		안내소	10:00	10:30	11:00
하 산	윗세오름			15:00	16:00	17:00
	동능정상			13:30	14:00	14:30
	남벽분기점			14:00	14:30	15:00

표 11. 한라산국립공원의 등산로별 출입제한 구역의 지정 현황

번호	일 시	장 소	비 고
1	'86. 5. 1~ '88. 4. 30	· 윗세오름~서북벽~정상 : 2.0km · 등산로 이외 전지역 : 148.02km ²	☞ 남벽등산로개설 : 윗세~남벽~ 정상(2.8km)
2	'88. 5. 1~ '90. 4. 30	· 윗세오름~서북벽~정상 : 2.0km · 등산로 이외 전지역 : 148.02km ²	☞ 공고 제2083호 '88. 3. 31(도지사)
3	'90. 5. 1~ '93. 4. 30	· 윗세오름~서북벽~정상 : 2.0km · 등산로 이외 전지역 : 145.11km ² ※ 감소사유(▽2.91km ²) - 목장(1.96km ²), 공동묘지(0.8km ²), 공공시설물(0.04km ²), 등산로(0.01km ²) 기타(0.1km ²)	☞ 공고 제2325호 '90. 4. 13(도지사)
4	'94. 7. 1~ '96. 12. 31 (2년 6월)	· 서북벽등산로 전구간 : 1.3km · 백록담순환로중 동능일대를 제외한 전구간 : 1.3km · 돈내코 코스 전구간 : 9.4km · 윗세오름대피소~남벽정상 : 2.8km · 백록담분화구내 : 0.3km ² · 도로(주차장 및 광장포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 147.5km ²	☞공고 제94-77호 '94. 6. 2(도지사)

표 11. 계속

5	'96. 3. 1~ '99. 2. 28 (3년간)	· 진달래밭대피소~동능정상 : 2.3km · 용진각대피소~관음사코스 정상 : 1.5km · 동능~관음사코스 정상 순환로 : 0.42km	☞공고 제94-77호 '95. 12. 12(도지사) → 4.22km
6	'97. 1. 1~ '99. 2. 28 (2년 2월)	· 서북벽 등산로 전구간 : 1.3km · 백록담 순환로중 동능 일대 제외한 전 구간 : 1.3km · 돈내코 코스 전 구간 : 9.4km · 윗세오름대피소~남벽정상 : 2.8km · 백록담 분화구내 : 0.21km ² · 도로 등을 제외한 공원 전 구역 : 147.5km ²	☞공고 제2005-39호 2005. 2. 16(도지사)
7	'97. 1. 1~ '97. 2. 28	· 성판악, 관음사코스 (동능 정상까지) → 적설기 한라산 정상 일시 개방	☞공고 제96-184호 '96. 11. 6(도지사)
8	'99. 1. 1~ '99. 2. 28	· 성판악, 관음사코스 (동능 정상까지) → 적설기 한라산 정상 일시 개방	☞도지사 결재 →'98. 11. 28
9	'99. 3. 1~ '02. 2. 28	○ 계 : 14.8km, 147.8km ² · 서북벽 등산로 전 구간 : 1.3km · 백록담순환로(동능일대 제외) : 1.3km · 돈내코 코스 전코스 : 9.4km · 윗세오름~남벽정상 : 2.8km · 도로(주차장, 광장 포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 147.8km ²	☞공고 제1999-44호 '99. 2. 27(도지사)
10	'01. 3. 1~ '03. 2. 28	○ 자연휴식년제구간 추가지정 · 계 : 19.02km, 147.8km ² · 진달래밭대피소~동능정상 : 2.3km · 용진각대피소~동능정상 : 1.92km	☞공고 제2001-29호 '01. 2. 9(도지사)
11	'02. 3. 1~ '05. 2. 28	○ 계 : 14.8km, 147.8km ² · 서북벽 등산로 전 구간 : 1.3km · 백록담순환로(동능일대 제외) : 1.3km · 돈내코 코스 전코스 : 9.4km · 윗세오름~남벽정상 : 2.8km · 도로(주차장, 광장 포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 147.8km ²	☞공고 제2002-61호 '02. 2. 20(도지사)
12	'02. 5. 1~ 6. 30(2개월)	· 성판악, 관음사코스(동능 정상까지) → 원드림기간 전후 한라산 정상 한시 개방	☞도지사 결재 →'02. 4. 15

표 11. 계속

번호	일 시	장 소	비 고
13	'02. 11. 1~ 11. 30	· 성판악, 관음사코스(동능 정상까지) → 전국체육대회기간 전후 한라산 정상 한시개방	☞도지사 결재 →'02. 10. 4
14	'03. 3. 1~ 현재	· 성판악, 관음사코스 전면 개방	☞도지사 결재 →'03. 2. 15
15	'05. 3. 1~ 변경공고시 까지	○ 계 : 14.8km, 152.171km ² · 서북벽 등산로 전 구간 : 1.3km · 백록담순환로(동능일대 제외): 1.3km · 돈내코 코스 전코스 : 9.4km · 윗세오름~남벽정상 : 2.8km · 도로(주차장, 광장 포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 152.171km ²	☞공고 제2005-39호 '05. 2. 16(도지사)
16	'00. 12.. 4~ 변경공고시 까지	○ 계 : 3.3km, 151.898km ² · 서북벽 등산로 전 구간 : 1.3km · 백록담순환로(동능일대 제외): 1.3km · 남벽분기점~정상:0.7 km · 도로(주차장, 광장 포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 151.898km ²	☞공고 제2009-920호 '09. 11. 10 (제주특별자치도지사)
17	'10. 10.. 20~ 변경공고시 까지	○ 계 : 3.3km, 151.898km ² · 서북벽 등산로 전 구간 : 1.3km · 백록담순환로(동능일대 제외): 1.3km · 남벽분기점~정상:0.7 km · 도로(주차장, 광장 포함), 등산로, 사찰, 휴게소, 공공시설, 공동묘지 등 을 제외한 공원 전구역 : 151.898km ²	☞공고 제2010-630호 '10. 10. 20 (제주특별자치도지사)

④ 주차장

주차장은 어리목, 영실, 성판악, 관음사, 돈내코의 등산코스 입구에 각각 1개소와 1100고지에 1개소에 있는데, 전체 6개소가 있다. 6개소 주차장의 총 면적은 19,137m²이고, 주차능력은 654대이다.

주차장의 면적, 주차능력, 주차 가능대수는 표 12과 같다.

표 12. 한라산국립공원의 주차장 현황

주차장명	설치 연도	위 치	면 적 (㎡)	주차가능대수 (대)				주 차 료 징 수	추가 주차 가능 대수 (노견)	산출근거
				계	대 형	소 형	장 애 인			
계		6개소	19,137	654	58	585	11		384	
어리목지구	1980	해안동	6,820	132	12	115	5	○	166	진입로(800÷6m) ×50%=66대 잔디광장 100대
성판악지구	1991	교래리	2,591	78	16	60	2	○	-	
영 실지구	1980	하원동	2,530	251	16	233	2	○	208	진입로(1,500÷6m) ×50%=125 진입로(2,000÷6m) ×25%=83
관음사지구	1994	오등동	4,300	128	14	112	2	○	10	사무실앞공자10대
1100고지지구	1983	색달동	1,296	15		15			-	
돈내코지구	2008	상효동	1,600	50		50			-	

⑤ 관리사무소

시설유지와 탐방객의 안전관리 등을 위해 등산코스 입구에 5개의 관리사무소가 있다. 어리목에는 한라산국립공원관리사무소(본소)가 있고, 영실 코스에는 영실지소가 있고, 성판악코스에는 탐방로 입구 탐방안내소내 성판악지소, 관음사코스 및 돈내코코스에는 안내소가 있다.

⑥ 대피소

탐방객들이 조난의 위험을 당했을 때 대피를 위해 한라산국립공원 에는 8개의 대피소가 있다.

탐방로별로 대피소 현황을 보면 어리목 1개소, 윗세오름 2개소, 성판악코스 2개소, 관음사코스 2개소, 돈내코코스 1개소가 있다. 그중 진달래밭대피소를 2007년에 개축, 윗세오름 신대피소는 2008년에 개축, 성판악사라악대피소가 철거되면서 속밭대피소로 2008년에 이전 신축하였고, 2007년 태풍에

유실되었던 용진각 대피소를 지금자리에서 떨어진 삼각봉대피소로 2008년도에 신축하였으며, 돈내코 평계대피소는 돈내코코스가 재개방되면서 2009년에 보수하여 사용하고 있다. 이중 윗세오름 대피소와 진달래밭 대피소는 유인 대피소로 24시간 직원이 상주하고 있으며, 매점도 겸하여 운영하고 있다. 나머지 6개소는 무인 대피소이다.

⑦ 화장실

한라산국립공원에서 시설한 화장실은 45동의 화장실이 있다. 화장실은 자연발효식 36동과 수세식 8동, 포세식 1동이 있다. 지구별로는 어리목 5동, 성판악 18동, 영실 7동, 관음사 8동, 돈내코 7동이 있다. 어리목에 국립공원내 사찰 공중화장실로 7동이 있는데 석굴암에 2동(자연발효식), 천왕사에 1동(수세식), 관음사에 2동(수세식), 존자암 2동(자연발효식)이 있다.

⑧ 휴게소

휴게소는 성판악 휴게소, 1100고지 휴게소, 영실 휴게소로 3개가 있다. 성판악 휴게소와 영실 휴게소, 1100고지휴게소는 개인소유로 운영하고 있었으나 영실휴게소와 1100고지 휴게소는 휴게소 정비사업으로 도 소유로 변경되어 개인이 운영하고 있으며, 1100고지휴게소 2층은 습지생태학습관으로 이용하고 있다. 성판악휴게소는 개인 소유로 운영하고 있으며, 산림청 소유 국유지 임대기간 만료와 동시에 철거하여 주차장을 조성할 계획이며, 휴게소는 탐방안내소내 일정 공간을 개인에게 임대 운영할 계획이다. 이 밖에 한라산국립공원에서 운영하는 어리목매점과 진달래밭 대피소와 윗세오름 대피소에 매점형태의 휴게소가 운영 중에 있다.

⑨ 야영장

어리목, 성판악 입구 및 속밭지구, 관음사지구 야영장 조성계획이 있었으나 1995년에 관음사지구에만 야영장을 조성하여 운영 중에 있으며, 어리목, 성판악 입구 및 속밭지구 야영장 계획은 폐지하였다.

관음사지구 야영장은 면적이 50,248㎡로서 1일 수용능력이 1,000명으로 샤워장 1동, 취사장 1동, 화장실 2동, 급수시설 및 오수처리시설, 텐트설치대 등 편의시설을 갖추고 있어 이용객의 편의를 도모하고 있다. 이용객은 과거에는 여름철에 집중되어 이용하였으나 현재는 계절에 관계없이 이용하고 있다.

〈5〉 기타 시설물

① 공공시설

공공시설로서는 한국전파기지국의 통신안테나, 방송국 송신소, 공항관리공단 산하의 시설물(항공무선표지소), 통신사의 이동통신기지국, 기상청의 기상관측장비가 있다.

한라산국립공원관리사무소 시설물로는 어리목~윗세오름 구간, 성판악~진달래밭대피소 구간, 관음사~삼각봉대피소 구간에 자재운반선로(모노레일) 19.2km가 설치되어 공사자재 및 매점운영 물품, 부상자, 쓰레기 수송에 사용하고 있다. 또한 영실 및 고지대(윗세오름, 진달래밭지구)에 전기시설이 없어 태양광발전시설 3개소를 설치하여 운영하여 오다가 영실지구 및 고지대(윗세오름, 진달래밭지구)에 일반전원이 공급됨에 따라 윗세오름지구에 설치된 태양광발전시설은 철거하였으며, 영실지구는 계통연결형으로 전환 에너지절약 차원에서 일반전원과 연결하여 사용하고 있으며 진달래밭지구는 계통연결형으로 연결이 불가능하고 철거에 따른 소요사업비 과다로 사용하지 못하고 있다.

공항관리공단 산하의 시설물로는 서귀포시 남원읍에 항공무선표지소가 있다.

② 사찰

사찰로는 전통사찰인 천왕사, 관음사, 존자암, 석굴암 등 4개소에 사찰이 있다. 이들 사찰의 시설현황은 표 13과 같은데, 이중 관음사(1990. 6. 16지정)와 천왕사(1994. 8. 30지정) 전통사찰로 지정되었으며, 제주도문화재(제주도 기념물 제43호)로 존자암(1995. 7. 13지정)이 지정 되어있다.

표 13. 한라산국립공원 안에 있는 사찰의 시설현황

사찰별	소재지	부지면적 (㎡)	구조	동수	용도 (현재)	준공	신도수
합계				27			
천왕사	제주시 노형동 산 20-17	20,932	조적조 및 목조	10	법당, 선방 등	1959	2,000
관음사	제주시 아라동 산 387외2	163,702	목조 콘크리트조	12	대웅전 및 요사채등	1973	700
석굴암	제주시 노형동 산 20	59.5	석조 아연조	2	법당 및 화장실	1953	3,000
존자암	서귀포시 하원동 산 1-1	184,800	목조	3	대웅전, 국성재각 화장실, 요사채	2003	1,200

② 표고재배장

국립공원 내에 표고재배장은 서귀포시 하원동(영실사무소 서측)에 관리사와 건조장으로 4동이 국유재산대부(사용)허가 받아 운영되고 있다.

다. 탐방객 추이, 탐방행태 및 프로그램

1) 탐방객 추이

<1> 탐방객 현황

① 연도별 탐방객 및 수입금 현황

1974년부터 2012년 10월까지 한라산국립공원 탐방코스별 탐방객 수와 수입금은 표 14와 같으며 2007년에 국립공원 입장료가 폐지되었다.

표 14. 연도별 한라산국립공원 탐방객 현황

연도	탐방로별 탐방객 (명)						주차대수 (대)	수입금 (원)				비고
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코		계	입장료	주차료	야영장 및 샤워장 사용료	
1974	23,466	9,577	-	9,912	3,977			697,620	697,620			
1975	41,885	16,002	6,690	17,781	1,412			1,532,150	1,532,150			
1976	60,922	28,433	20,860	10,420	1,209			2,947,400	2,947,400			
1977	74,637	39,546	24,200	9,632	1,259			6,387,040	6,387,040			
1978	85,325	53,119	22,075	9,238	893			7,502,620	7,502,620			
1979	92,168	62,076	22,760	7,125	207			17,501,790	17,501,790			
1980	88,802	63,861	19,292	5,487	162		1,554	17,065,260	16,585,950	479,310		
1981	106,350	73,880	28,119	4,126	225		2,554	17,520,910	16,719,400	801,510		
1982	123,481	85,475	33,953	3,850	203		3,229	21,423,200	20,400,400	1,022,800		
1983	177,470	126,939	40,314	9,238	979		7,152	35,099,500	32,815,380	2,284,120		
1984	157,159	99,235	53,204	3,873	847		7,335	52,868,920	49,849,920	3,019,000		
1985	185,183	117,955	61,929	2,794	2,505		11,936	63,767,120	59,046,120	4,721,000		
1986	176,184	87,939	52,909	30,442	4,894		12,368	62,879,040	58,270,540	4,608,500		
1987	206,697	126,387	67,378	10,230	2,702		17,311	73,058,700	66,218,300	6,840,400		
1988	256,362	156,366	87,244	8,052	4,700		24,384	92,213,040	82,425,140	9,787,900		
1989	350,200	221,127	113,106	10,483	5,484		34,059	128,400,000	114,370,700	14,029,300		
1990	368,867	219,594	135,748	12,463	1,062		39,866	138,332,840	121,588,940	16,743,900		
1991	386,441	224,689	152,244	8,840	668		50,567	171,743,030	149,755,530	21,987,500		
1992	427,617	255,542	163,370	7,411	1,294		47,152	210,928,850	189,460,050	21,468,800		

표 14. 계속

연도	탐방로별 탐방객 (명)						주차 대수 (대)	수입금 (원)				비고
	계	어리 목	영실	성판악	관 음 사	돈 내 코		계	입장료	주 차 료	야영장 및 샤워장 사용료	
1993	387,380	177,532	121,810	84,677	3,361		44,371	227,741,450	188,869,650	38,871,800		
1994	501,240	138,103	127,609	228,037	7,491		53,120	342,589,600	245,098,600	97,491,000		
1995	538,365	136,395	145,791	235,843	20,336		55,336	434,787,700	331,425,500	99,778,700	3,583,500	
1996	422,118	195,991	175,119	35,907	15,101		61,041	421,524,200	297,539,000	119,594,500	4,390,700	
1997	542,164	287,863	192,675	40,833	20,793		69,296	514,732,800	367,071,200	143,615,200	4,046,400	
1998	550,191	331,806	150,659	49,550	18,176		62,620	429,428,800	295,305,900	126,119,100	8,003,800	
1999	450,812	188,012	128,585	114,885	19,330		59,966	466,016,300	340,535,100	123,486,700	1,994,500	
2000	545,423	231,896	160,023	129,010	24,494		69,440	588,775,200	437,998,200	144,354,600	6,422,400	
2001	450,061	233,588	159,849	45,979	10,645		60,759	493,718,450	371,637,150	120,602,100	1,479,200	
2002	425,475	165,624	163,748	75,576	20,527		67,469	550,126,600	414,822,000	133,545,400	1,759,200	
2003	557,656	195,202	196,550	141,393	24,511		87,885	712,088,400	537,736,200	173,453,700	898,500	
2004	668,794	224,946	223,381	189,145	31,322		104,659	964,164,750	769,371,250	193,250,700	1,542,800	
2005	734,238	238,775	221,675	234,976	38,812		108,034	1,026,374,650	849,819,350	175,079,700	1,475,600	
2006	745,308	248,908	206,788	251,401	38,211		106,306	1,017,557,000	842,635,100	172,513,400	2,408,500	
2007	804,887	269,706	249,143	246,103	39,935		121,220	239,669,200		237,347,700	2,321,500	입장료 폐지
2008	925,686	346,889	247,896	278,263	52,638		121,094	243,652,900		240,803,400	2,849,500	
2009	988,382	357,701	262,216	307,488	57,106	3,871	131,914	245,960,400		242,536,600	3,423,800	
2010	1,141,632	367,411	276,091	363,494	68,024	66,612	133,465	269,360,500		263,534,200	5,826,300	
2011	1,089,383	345,803	265,408	393,896	63,339	20,937	127,636	265,593,500		251,432,800	14,160,700	
'12.10.31	965,393	312,277	225,431	358,981	52,920	15,784	112,023	232,185,440		220,750,340	11,435,100	

○ 최근 3개년 최대 입장일

▶ '12년 1. 1(일)11,556명 (어리목 2,022, 영실 968, 성판악 7,861, 관음사 476, 돈내코 229), 차량 429대

▶ '11년 10.23(일) 9,909명 (어리목 2,773, 영실 3,671, 성판악 2,338, 관음사 948, 돈내코 179), 차량 1,250대

▶ '10년 11. 7(일)10,776명 (어리목 1,687, 영실 3,281, 성판악 4,976, 관음사 604, 돈내코 228), 차량 908대

한라산국립공원 탐방객 수는 1974년 23,466명에서 2011년 1,089,383명으로 37년 동안 46배나 많은 탐방객의 증가를 보이고 있다. 이것은 연평균

125.5%의 증가율이다.

탐방객 주요 증·감 원인을 살펴보면 74년도 2만3천명을 시작으로 꾸준히 증가하다가 94년~99년 정상구간 일부 통제로 탐방객이 소폭 감소하였고, 1997년부터 어리목 등산코스 입구에서 9일간씩 실시하는 눈꽃축제가 탐방객 증가에 큰 역할을 하고 있다. 97년도부터 시작하여 2001년까지 총438,146명이 눈꽃축제를 무료로 관람하였고 이후 기상관계로 폐지하게 된다.

탐방객 수의 변동추이 살펴보면 전년도 보다 감소한해가 1986년, 1993년, 1996년, 1999년, 2001년, 2002년, 2011년도가 전년도보다 탐방객이 감소하였으며, 주요 원인으로 보면 서북벽 코스 정상통제, 진달래밭~정상통제, 남벽 순환로 코스 통제, 용진각~정상통제 및 자연휴식년제 실시등으로 탐방객이 감소하였고, 이외에는 매년 꾸준히 증가 추세를 보여 2010년에는 최초로 1백만명을 돌파하였다.

○ 탐방객 수의 주요 증감요인

- '94. 7. 1~'95. 2. 28 : 자연휴식년제 (윗세오름 ~ 정상, 돈네코 코스 전구간)
- '96. 3. 1~'99. 2. 28 : 자연휴식년제 (진달래밭, 용진각 ~ 정상)
- '97. 1. 25 ~ 1. 27 : 제1회 눈꽃축제 (무료 입장객 55,406명)
- '98. 1. 17 ~ 2. 1 : 제2회 눈꽃축제 (무료 입장객 190,286명)
- '99. 1. 23 ~ 1. 31 : 제3회 눈꽃축제 (무료 입장객 48,000명)
- '99. 3. 1~'01. 2. 28 : 성판악·관음사 코스 동능정상 개방
- '00. 1. 22 ~ 1. 30 : 제4회 눈꽃축제 (무료 입장객 66,254명)
- '01. 1. 13 ~ 1. 21 : 제5회 눈꽃축제 (무료 입장객 78,200명)
- '01. 3. 1~'03. 2. 28 : 성판악, 관음사 코스 정상등반 통제
- '03. 3. 1일부터 성판악, 관음사 등산로 동능정상 등산
- '05. 7. 1일부터 판공서 토요일휴일근무제 확대실시
- '07. 1. 1일부터 국립공원입장료 폐지
- '07. 6. 27 : 세계자연유산 등재
- '08. 4. 21 : 한라산탐방안내소 개관
- '09. 12. 4 : 돈내코탐방로 재개방
- '10. 10. 4 : 세계지질공원 인증
- '10. 11. 1 : 사라오름 개방
- '11. 12. 22 : 세계7대자연경관 확정

② 월별 탐방객 현황

한라산국립공원의 탐방객 수를 최근3개년을 비교하여 월별로 집계하였으며, 점유율을 표시하였다. 그 결과는 표 15, 16, 17과 같다.

표 15. 2010년 월별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2010년 월별 탐방객 현황										
	계		어리목		영실		성판악		관음사		돈내코
1월	116,814	(10.2%)	38,817	(10.6%)	18,281	(6.6%)	45,283	(12.5%)	5,619	(8.3%)	8,814 (13.2%)
2월	57,642	(5.0%)	15,143	(4.1%)	12,847	(4.7%)	22,178	(6.1%)	3,302	(4.9%)	4,172 (6.3%)
3월	64,462	(5.6%)	26,004	(7.1%)	14,850	(5.4%)	17,003	(4.7%)	3,237	(4.8%)	3,368 (5.1%)
4월	101,713	(8.9%)	40,051	(10.9%)	21,776	(7.9%)	29,759	(8.2%)	3,737	(5.5%)	6,390 (9.6%)
5월	147,852	(13.0%)	49,588	(13.5%)	38,466	(13.9%)	45,717	(12.6%)	6,817	(10.0%)	7,264 (10.9%)
6월	93,858	(8.2%)	32,823	(8.9%)	26,256	(9.5%)	23,946	(6.6%)	5,640	(8.3%)	5,193 (7.8%)
7월	69,757	(6.1%)	24,368	(6.6%)	17,276	(6.3%)	15,071	(4.1%)	9,367	(13.8%)	3,675 (5.5%)
8월	79,202	(6.9%)	25,803	(7.0%)	21,126	(7.7%)	19,428	(5.3%)	9,753	(14.3%)	3,092 (4.6%)
9월	80,839	(7.1%)	23,979	(6.5%)	19,401	(7.0%)	26,336	(7.2%)	4,845	(7.1%)	6,278 (9.4%)
10월	143,679	(12.6%)	46,550	(12.7%)	43,991	(15.9%)	38,543	(10.6%)	6,940	(10.2%)	7,655 (11.5%)
11월	130,556	(11.4%)	29,196	(7.9%)	32,880	(11.9%)	54,801	(15.1%)	6,046	(8.9%)	7,633 (11.5%)
12월	55,258	(4.8%)	15,089	(4.1%)	8,941	(3.2%)	25,429	(7.0%)	2,721	(4.0%)	3,078 (4.6%)
합계	1,141,632	(100.0%)	367,411	(100.0%)	276,091	(100.0%)	363,494	(100.0%)	68,024	(100.0%)	66,612 (100.0%)

표 16. 2011년 월별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2011년 월별 탐방객 현황										
	계		어리목		영실		성판악		관음사		돈내코
1월	73,936	(6.8%)	4,789	(1.8%)	40,890	(10.4%)	4,993	(7.9%)	2,625	(12.5%)	20,639 (6.0%)
2월	72,716	(6.7%)	13,826	(5.2%)	31,921	(8.1%)	5,054	(8.0%)	1,996	(9.5%)	19,919 (5.8%)
3월	72,079	(6.6%)	14,621	(5.5%)	32,769	(8.3%)	3,321	(5.2%)	1,260	(6.0%)	20,108 (5.8%)
4월	94,476	(8.7%)	23,432	(8.8%)	31,439	(8.0%)	3,586	(5.7%)	2,121	(10.1%)	33,898 (9.8%)
5월	122,921	(11.3%)	35,224	(13.3%)	44,095	(11.2%)	4,894	(7.7%)	2,721	(13.0%)	35,987 (10.4%)
6월	93,475	(8.6%)	30,772	(11.6%)	28,063	(7.1%)	4,556	(7.2%)	2,091	(10.0%)	27,993 (8.1%)
7월	68,851	(6.3%)	18,859	(7.1%)	22,637	(5.7%)	6,926	(10.9%)	1,217	(5.8%)	19,212 (5.6%)
8월	76,940	(7.1%)	20,894	(7.9%)	21,573	(5.5%)	7,127	(11.3%)	1,321	(6.3%)	26,025 (7.5%)
9월	84,810	(7.8%)	19,364	(7.3%)	29,190	(7.4%)	5,484	(8.7%)	1,058	(5.1%)	29,714 (8.6%)
10월	165,086	(15.2%)	46,913	(17.7%)	50,227	(12.8%)	8,446	(13.3%)	2,401	(11.5%)	57,099 (16.5%)
11월	94,203	(8.6%)	26,222	(9.9%)	32,163	(8.2%)	5,264	(8.3%)	1,353	(6.5%)	29,201 (8.4%)
12월	69,894	(6.4%)	10,496	(4.0%)	28,929	(7.3%)	3,688	(5.8%)	773	(3.7%)	26,008 (7.5%)
합계	1,089,383	(100.0%)	345,803	(100.0%)	265,408	(100.0%)	393,896	(100.0%)	63,339	(100.0%)	20,937 (100.0%)

표 17. 2012년 월별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2012년 월별 탐방객 현황											
	계		어리목		영실		성판악		관음사		돈내코	
1월	114,183	(11.8%)	33,093	(10.6%)	16,802	(7.5%)	56,159	(15.6%)	5,806	(11.0%)	2,323	(14.7%)
2월	88,505	(9.2%)	23,344	(7.5%)	13,662	(6.1%)	45,212	(12.6%)	4,808	(9.1%)	1,479	(9.4%)
3월	67,343	(7.0%)	25,004	(8.0%)	12,294	(5.5%)	25,686	(7.2%)	3,082	(5.8%)	1,277	(8.1%)
4월	95,951	(9.9%)	34,918	(11.2%)	19,510	(8.7%)	5,380	(9.9%)	4,616	(8.7%)	1,527	(9.7%)
5월	140,080	(14.5%)	48,300	(15.5%)	28,588	(12.7%)	54,800	(15.3%)	6,106	(11.5%)	2,286	(14.5%)
6월	98,905	(10.2%)	31,772	(10.2%)	29,793	(13.2%)	30,171	(8.4%)	4,799	(9.1%)	2,370	(15.0%)
7월	66,119	(6.8%)	22,706	(7.3%)	16,823	(7.5%)	20,600	(5.7%)	4,797	(9.1%)	1,193	(7.6%)
8월	74,704	(7.7%)	24,402	(7.8%)	23,620	(10.5%)	19,086	(5.3%)	6,673	(12.6%)	923	(5.8%)
9월	69,778	(7.2%)	22,577	(7.2%)	18,428	(8.2%)	24,111	(6.7%)	3,849	(7.3%)	813	(5.2%)
10월	149,825	(15.5%)	46,161	(14.8%)	45,911	(20.4%)	47,776	(13.3%)	8,384	(15.8%)	1,593	(10.1%)
합계	965,393	(100.0%)	312,277	(100.0%)	225,431	(100.0%)	358,981	(100.0%)	52,920	(100.0%)	15,784	(100.0%)

3년간 탐방객을 분석해보면 10월에 탐방한 사람이 가장 많고 그 다음이 5월, 11월, 1월 순이다. 10월에 한라산단풍이 시작되어 11월까지 탐방객이 많았고 5월에는 가정의달, 체육행사등으로 탐방객이 몰렸으며, 1월에 눈구경과 적설기 등반으로 인하여 탐방객이 많아진 것으로 파악되어 10월, 11월, 5월, 1월 순으로 탐방객 점유율이 나타난다.

③ 요일별 탐방객 현황

한라산국립공원의 탐방객 수를 최근3개년을 비교하여 요일별로 집계하였으며, 점유율을 표시하였다. 그 결과는 표 18, 19, 20과 같다.

표 18. 2010년 요일별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2010년 요일별 탐방객 현황											
	계		어리목		영실		성판악		관음사		돈내코	
월요일	112,837	(9.9%)	40,864	(11.1%)	28,878	(10.5%)	30,038	(8.3%)	8,264	(12.1%)	4,793	(7.2%)
화요일	132,994	(11.6%)	47,878	(13.0%)	31,530	(11.4%)	40,997	(11.3%)	5,159	(7.6%)	7,430	(11.2%)
수요일	143,664	(12.6%)	51,465	(14.0%)	33,059	(12.0%)	44,994	(12.4%)	6,552	(9.6%)	7,594	(11.4%)
목요일	127,710	(11.2%)	53,332	(14.5%)	27,100	(9.8%)	35,449	(9.8%)	5,374	(7.9%)	6,455	(9.7%)
금요일	145,145	(12.7%)	51,724	(14.1%)	29,404	(10.7%)	47,833	(13.2%)	7,052	(10.4%)	9,132	(13.7%)
토요일	240,568	(21.1%)	59,403	(16.2%)	56,913	(20.6%)	94,730	(26.1%)	15,056	(22.1%)	14,466	(21.7%)
일요일	238,714	(20.9%)	62,745	(17.1%)	69,207	(25.1%)	69,453	(19.1%)	20,567	(30.2%)	16,742	(25.1%)
합계	1,141,632	(100.0%)	367,411	(100.0%)	276,091	(100.0%)	363,494	(100.0%)	68,024	(100.0%)	66,612	(100.0%)

표 19. 2011년 요일별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2011년 요일별 탐방객 현황					
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코
월요일	113,969 (10.5%)	38,228 (11.1%)	30,304 (11.4%)	35,123 (8.9%)	8,283 (13.1%)	2,031 (9.7%)
화요일	127,931 (11.7%)	41,912 (12.1%)	29,142 (11.0%)	48,749 (12.4%)	5,676 (9.0%)	2,452 (11.7%)
수요일	137,200 (12.6%)	49,878 (14.4%)	30,632 (11.5%)	48,668 (12.4%)	5,773 (9.1%)	2,249 (10.7%)
목요일	147,092 (13.5%)	56,446 (16.3%)	35,389 (13.3%)	47,123 (12.0%)	5,931 (9.4%)	2,203 (10.5%)
금요일	125,568 (11.5%)	44,647 (12.9%)	27,954 (10.5%)	44,303 (11.2%)	6,100 (9.6%)	2,564 (12.2%)
토요일	218,959 (20.1%)	57,215 (16.5%)	52,487 (19.8%)	91,761 (23.3%)	13,162 (20.8%)	4,334 (20.7%)
일요일	218,664 (20.1%)	57,477 (16.6%)	59,500 (22.4%)	78,169 (19.8%)	18,414 (29.1%)	5,104 (24.4%)
합계	1,089,383 (100.0%)	345,803 (100.0%)	265,408 (100.0%)	393,896 (100.0%)	63,339 (100.0%)	20,937 (100.0%)

표 20. 2012년 요일별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2012년 요일별 탐방객 현황					
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코
월요일	111,286 (11.5%)	39,486 (12.6%)	27,638 (12.3%)	34,428 (9.6%)	8,036 (15.2%)	1,698 (10.8%)
화요일	106,159 (11.0%)	37,050 (11.9%)	27,511 (12.2%)	35,225 (9.8%)	4,941 (9.3%)	1,432 (9.1%)
수요일	124,612 (12.9%)	44,648 (14.3%)	28,628 (12.7%)	45,110 (12.6%)	4,510 (8.5%)	1,716 (10.9%)
목요일	122,999 (12.7%)	49,099 (15.7%)	24,400 (10.8%)	42,047 (11.7%)	5,582 (10.5%)	1,871 (11.9%)
금요일	105,521 (10.9%)	39,413 (12.6%)	23,988 (10.6%)	35,175 (9.8%)	5,621 (10.6%)	1,324 (8.4%)
토요일	184,068 (19.1%)	48,167 (15.4%)	40,769 (18.1%)	81,558 (22.7%)	10,474 (19.8%)	3,100 (19.6%)
일요일	210,748 (21.8%)	54,414 (17.4%)	52,497 (23.3%)	85,438 (23.8%)	13,756 (26.0%)	4,643 (29.4%)
합계	965,393 (100.0%)	312,277 (100.0%)	225,431 (100.0%)	358,981 (100.0%)	52,920 (100.0%)	15,784 (100.0%)

3개년 전체적으로 보면 일요일 탐방객이 20.9%로서 가장 많고, 다음으로 토요일 20.13%, 수요일, 목요일, 월요일, 화요일, 금요일이 탐방객이 가장 적으나 일요일과 토요일을 제외하고는 요일별 탐방객 수의 편차가 심하지 않은 경향을 보이고 있다.

등산코스별로도 모든 등산코스에서 일요일, 토요일 탐방객이 가장 많다. 그러나 두 번째로 탐방객이 많은 요일은 어리목과 성판악코스는 목요일이지만, 영실과 관음사코스는 화요일이다.

④ 계절별 탐방객 현황

한라산국립공원의 탐방객 수를 최근3개년을 비교하여 요일별로 집계하였으며, 점유율을 표시하였다. 그 결과는 표 21, 22, 23과 같다.

표 21. 2010년 계절별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2010년 계절별 탐방객 현황					
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코
봄	314,027 (27.5%)	115,643 (31.5%)	75,092 (27.2%)	92,479 (25.4%)	13,791 (20.3%)	17,022 (25.6%)
여름	242,817 (21.3%)	82,994 (22.6%)	64,658 (23.4%)	58,445 (16.1%)	24,760 (36.4%)	11,960 (18.0%)
가을	355,074 (31.1%)	99,725 (27.1%)	96,272 (34.9%)	119,680 (32.9%)	17,831 (26.2%)	21,566 (32.4%)
겨울	229,714 (20.1%)	69,049 (18.8%)	40,069 (14.5%)	92,890 (25.6%)	11,642 (17.1%)	16,064 (24.1%)
합계	1,141,632 (100.0%)	367,411 (100.0%)	276,091 (100.0%)	363,494 (100.0%)	68,024 (100.0%)	66,612 (100.0%)

표 22. 2011년 계절별 한라산국립공원 탐방객 현황 (단위: 명, %)

구분	2011년 계절별 탐방객 현황					
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코
봄	289,476 (26.6%)	89,993 (26.0%)	73,277 (27.6%)	108,303 (27.5%)	11,801 (18.6%)	6,102 (29.1%)
여름	239,266 (22.0%)	73,230 (21.2%)	70,525 (26.6%)	72,273 (18.3%)	18,609 (29.4%)	4,629 (22.1%)
가을	344,099 (31.6%)	116,014 (33.5%)	92,499 (34.9%)	111,580 (28.3%)	19,194 (30.3%)	4,812 (23.0%)
겨울	216,542 (19.9%)	66,566 (19.2%)	29,107 (11.0%)	101,740 (25.8%)	13,735 (21.7%)	5,394 (25.8%)
합계	1,089,383 (100.0%)	345,803 (100.0%)	265,408 (100.0%)	393,896 (100.0%)	63,339 (100.0%)	20,937 (100.0%)

표 23. 2012년 계절별 한라산국립공원 탐방객 현황(단위: 명, %)

구분	2012년 계절별 탐방객 현황					
	계	어리목	영실	성판악	관음사	돈내코
봄	202,688 (21.0%)	56,437 (18.1%)	30,464 (13.5%)	101,371 (28.2%)	10,614 (20.1%)	3,802 (24.1%)
여름	303,374 (31.4%)	108,222 (34.7%)	60,392 (26.8%)	115,866 (32.3%)	13,804 (26.1%)	5,090 (32.2%)
가을	239,728 (24.8%)	78,880 (25.3%)	70,236 (31.2%)	69,857 (19.5%)	16,269 (30.7%)	4,486 (28.4%)
겨울	219,603 (22.7%)	68,738 (22.0%)	64,339 (28.5%)	71,887 (20.0%)	12,233 (23.1%)	2,406 (15.2%)
합계	965,393 (100.0%)	312,277 (100.0%)	225,431 (100.0%)	358,981 (100.0%)	52,920 (100.0%)	15,784 (100.0%)

계절별로는 2010~2011년에는 가을, 봄, 여름, 겨울 순으로 탐방객이 집계되었으나 2012년에는 10월까지 분석해보면 여름, 가을, 겨울, 봄 순서로 탐방객이 많았으나 탐방객수가 많은 11월 가을철 탐방객이 집계 안 되었고, 12월 겨울철이 탐방객 1개월 추계 집계되지 않은 걸 감안하여 본다면 역시 가을철이 가장 탐방객이 많을 것으로 예상된다. 다만 겨울철 탐방객이 눈에 띄게 2개년에 비해 많을 것으로 예상되어 2012년에는 가을, 여름, 겨울, 봄 순으로 탐방객이 예상된다.

2) 한라산탐방안내소 조성 및 탐방프로그램 운영

〈1〉 탐방안내소 조성계획

탐방안내소는 공원을 찾는 탐방객들에게 해당 공원에 대한 생태, 지형, 지질, 역사, 인문사회, 풍속 등 공원자원을 이해하기 쉽도록 탐방에 필요한 각종 자료를 전시 또는 정보를 제공하기 위해 설치하고 있다.

우리나라의 국립공원 내에는 탐방객을 위한 충분한 시설을 갖춘 탐방안내소가 없어 '90년대 들어 탐방객의 증가와 탐방수준의 향상으로 인해 탐방안내소의 설치 욕구가 높아졌으며, 탐방안내소가 탐방객의 탐방편의를 제공하는 일뿐만 아니라 탐방객 관리 등 공원관리 측면에서도 그 설치 필요성이 대두되었다.

한라산국립공원에는 올바른 탐방문화 정착과 자연체험 학습, 국립공원에 대한 인식 전환을 위하여 탐방안내소 설치를 계획하고 수학여행, 각종 단체, 가족단위 탐방객의 흥미를 끌 수 있는 다양한 프로그램을 개발, 첨단 시설을 갖춘 체험형 탐방안내소 건립을 추진하기 위하여 각 지구별로 1개소씩 4개소에 계획되어 있으며 어리목지구는 2004년부터 실시설계용역을 거쳐 다목적 영상실, 기획 전시실, 3개의 전시관을 갖춰 2008년 4월 21일 개관하여 운영 중에 있으며, 성판악탐방안내소는 관리사무소, 공중화장실, 휴게실을 겸한 복합건물로 신축되어 2012년 4월 개관 하여 운영하고 있다. 또한 관음사 지구 야영장내 탐방안내소 특징을 갖춘 산악박물관 건립을 위한 기본 및 실시설계용역을 완료하여 현재 공사 중에 있다.

표 24. 한라산국립공원 탐방안내소 조성계획

(단위 : 백만원)

위 치	부지면적(㎡)	건축(㎡)		조성기간	소요사업비
		건축면적	연면적		
어 리 목	4,000	829.28	1,485.44	'04 ~ '07	6,800
성 판 악	4,000	799	1,758.98	'09 ~ '11	3,495
관 음 사	4,000	800	2,000.79	'11 ~ '14	5,000
영 실	1,000			'15 ~	

〈2〉 연도별 탐방프로그램 운영현황

한라산국립공원 내 탐방프로그램은 2008년 어리목탐방안내소 준공과 같이 프로그램 운영을 시작하였으며, 2008년 654회 11,518명, 2009년 1,875회

20,504명, 2010년 2041회 23,881명, 2011년 1,273회 24,051명으로 꾸준히 프로그램 참여도가 높아지고 있다. 탐방프로그램은 자연환경안내원을 채용하여 별도 운영하고 있으며, 탐방로별 차별화하여 운영되고 있으며, 프로그램 내용도 창작·자연교실, 역사의 현장교육, 고산습지 동식물 교육, 한라산에 관련된 이야기 등 한라산에 대한 역사, 문화·자연자원을 관찰과 놀이를 통해서 한라산을 보다 흥미롭고 즐겁게 체험할 수 있는 기회를 제공하였다.

표 25. 한라산국립공원 탐방체험 프로그램 운영현황

(단위 : 회/명)

구 분	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년 10월	
	회	인원	회	인원	회	인원	회	인원	회	인원
합 계	654	11,518	1,875	20,504	2,041	23,881	1,573	24,051	1,203	20,890
창작교실, 자연교실	147	2,101	474	3,012	582	3,109	283	2,073	109	1,192
역사의 자취가 서린 한라산오름 탐방	406	8,711	559	8,573	466	9,107	425	11,121	537	13,694
고산습지 동·식물과의 만남	87	489	385	4,698	713	7,759	585	7,434	333	3,845
숲에서 듣는 한라산 이야기			175	1,491	-	-	-	-		
계곡 따라가는 한라산 이야기	14	217	282	2,730	280	3,906	280	3,423	224	2,159

4. 결 론

한라산국립공원을 관리하고 있는 공원관리청은 한라산국립공원관리사무소이며 1과 3팀 4담당 1안내소이며, 한라산국립공원의 자연자원조사 등 연구를 담당하는 한라산연구소는 3과 체제로 운영되고 있다.

한라산국립공원은 1966년에 천연보호구역, 1970년에 국립공원지정 2002년 UNESCO 제주도생물권보전지역지정, 2007년 세계자연유산등재, 2010년 세계지질공원으로 지정된 자연자원이 우수한 지역이다.

한라산국립공원의 면적은 153.332km²로써 제주도 전체면적의 8.3%를 차지하고 있으며, 자연공원법에 의한 용도지구별로 구분하면 공원자연보전지구, 공원자연환경지구, 공원문화유산지구로 구성되어 있고, 97.3%가 국유지이고, 0.9%가 공유지, 1.7%가 사유지로 소유현황이 되어있다.

한라산국립공원의 보호관리를 위하여 법적으로 자연공원법, 문화재보호법,

산지관리법, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법 등으로 엄격한 관련법을 적용하고 있다.

탐방객을 위한 편의시설로 주차장, 관리소, 매표소, 야영장, 휴게소, 대피소, 화장실 등 총 65개소의 탐방객의 편의시설이 공원계획에 반영되어 있고, 그 중 61개소가 조성되었거나 조성하고 있다. 민간시설물로는 사찰 4개소와 표고재배사 1개소가 있다.

한라산국립공원은 11개의 탐방로가 계획되어 있다. 그중 주요 탐방로는 어리목·성판악·영실·관음사·돈내코·어승생탐방로로 42.2km가 조성되어 있다.

탐방객은 1974년에 23,466명으로 시작해서 2011년 1,089,383명으로 1백만명 이상 탐방하는 곳으로 매년 꾸준히 증가하고 있다. 한라산탐방객을 3년 평균 분석해보면 월별로는 10~11월 사이에 탐방객이 가장 많았고, 요일별로는 토요일, 일요일에 가장 많이 탐방하였으며, 계절로는 가을철이 가장 많이 찾아왔다.

탐방안내소는 4개소가 계획되어 있으며 현재 어리목과 성판악에 조성되어 있으며, 현재 관음사지구는 산악박물관으로 조성 중에 있다. 탐방프로그램은 2008년도 어리목탐방안내소 개관으로 인하여 운영하고 있으며, 년 2만명 이상 참여할 정도로 수요도가 높아 향후 프로그램 개발 및 꾸준한 투자가 필요하다.

5. 요약

한라산국립공원은 1970년에 국립공원으로 지정되어 현재 관리청은 한라산국립공원관리사무소, 연구 분야는 한라산연구소에서 담당하고 있다. 한라산국립공원의 면적은 153,332㎡로 2010년에 국립공원위원회에서 조정되어 현재의 면적을 가지게 되었다.

한라산국립공원의 시설물로는 탐방편의시설, 공공시설, 민간시설로 구분되어지고 탐방객을 위한 최소한의 시설만이 시설되어 있는 상태이다.

훼손을 방지하기 위해 탐방로 일부구간이 휴식년제가 실시되고 있으며, 일부구간 탐방로를 제외하고는 출입금지구역으로 지정운영되어 보호관리가 엄격하다. 탐방객은 매년 꾸준히 증가되어 이로 인한 탐방객이 요구도가 높아지고 있어 탐방만족도 향상을 위한 체계적인 관리대책이 요구되고 있다.

6. 참고문헌

- 제주특별자치도. 2012. 2012 주요행정총람.
- 제주특별자치도. 2011. 2009-2010 도정백서.
- 제주특별자치도. 2011. 제51회 제주통계연보.
- 제주특별자치도. 2008. 한라산탐방객적정수용관리방안.
- 제주특별자치도. 2009. 2009년 한라산국립공원 탐방객설문 및 탐방로 모니터링.
- 제주특별자치도. 2010. 2010년 한라산국립공원 탐방객설문 및 탐방로 모니터링.
- 국립공원관리공단. 2012. 2012 국립공원기본통계.
- 한라산국립공원관리사무소. 2012. 2012국립공원현황.
- 국립공원관리공단. 2002. 한라산국립공원자연자원조사.

여 백

역사 · 문화

조사위원 : 고윤정, 신용만

1. 서론

2. 조사개요

가. 조사기간 및 조사지역

나. 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 문화재 현황

나. 국가지정 문화재

다. 제주특별자치도 지정 문화재

라. 등록문화재

마. 비지정 문화재

바. 신화와 전설

4. 향후 관리방안

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

한라산은 제주도를 상징하는 우리나라의 진산(鎭山)으로서 예로부터 삼신산의 하나인 영주산(瀛洲山)으로 불려왔다. 특히 면적 153.332km²의 한라산국립공원내에는 정상에 산정호수인 백록담(白鹿潭)을 중심으로 40여개의 오름들과 계곡, 수많은 폭포와 용천수가 분포하고 있어 수려하고 빼어난 자연경관을 자랑하고 있으며, 이러한 자연경관들이 해안까지 뻗쳐 제주도라는 섬을 형성해내었다. 또한 이러한 한라산의 경관적 가치 및 자연생태적 가치를 인정받아 1966년에 한라산천연보호구역이 천연기념물로, 1970년에는 우리나라의 국립공원으로 지정되었으며, 2002년에는 유네스코 생물권보전지역, 2007년에는 유네스코 세계자연유산, 2010년에는 유네스코 세계지질공원에 선정되었다.

지금까지 한라산에 대한 조사연구는 여러 분야의 연구진에 의해 진행되고 있으며, 그 연구의 대부분은 자연과학적 측면의 한라산 동·식물 연구, 지형·지질연구, 토양 및 기상기후 특성연구 등을 수행하고 있다. 반면에 한라산에 분포되어 있는 역사문화유적 및 인문자원에 대한 조사는 대체로 미흡한 실정이다.

본 조사는 한라산국립공원내에 산재되어 있는 각종 지정 문화재 및 비지정문화재, 유적의 현황조사 뿐만 아니라 한라산 관련 신화와 전설의 조사 등을 통하여 이들 역사문화유산을 계승하고 보전할 수 있는 방안을 강구하고, 이를 한라산국립공원관리에 활용하고자 하였다.

2. 조사개요

가. 조사기간 및 조사지역

현재 한라산 등산로는 한라산 주봉(主峰)인 백록담을 향해 있는 5개의 등산로와 한라산 주변 오름 등을 오를 수 있는 2개의 등산로가 개방되어 있다. 본 조사는 백록담을 중심으로 한라산의 주요등산로인 어리목과 영실, 성판악, 관음사, 돈내코 등산로 등을 중심으로 조사지역을 설정하였다. 조사기간에 따른 조사지역을 나열하면 다음과 같다.

〈표 1. 등산로별 조사기간 및 지역〉

조 사 기 간	조 사 지 역
2012. 4월	한라산 어리목등산로
2012. 5월	한라산 관음사등산로
2012. 6월	한라산 영실등산로
2012. 7월	일제강점기 및 제주4.3사건 관련 유적
2012. 8월	한라산 영실등산로
2012. 9월	백록담 일원
2012. 10월	한라산 성판악등산로
2012. 11월	한라산 돈내코등산로

나. 조사방법

조사방법은 한라산국립공원 전 지역에 대한 국가지정문화재 및 제주특별자치도 지정 문화재, 비지정문화재의 분포현황을 각종 문헌자료를 참고하여 전 지역에 대한 현지답사 및 현장조사를 실시하였다. 지형적 특성 등 부득이하게 현장답사가 어려운 경우에는 선행연구 및 기존문헌을 참고하여 제시하고자 하였다.

문헌조사는 2002년에 시행된 『한라산국립공원 자연자원조사보고서』를 기초로 하여 2006년 발간된 한라산 총서의 『한라산의 역사·유적』과 『한라산의 인문지리』, 『한라산의 등산·개발사』(제주도, 2006)를 참고하였으며, 문화재청(<http://www.cha.go.kr>)과 제주특별자치도청(<http://www.jeju.go.kr>), 한국민족문화대백과사전(<http://encykorea.aks.ac.kr>) 등의 자료를 부분 인용하였다. 현장조사는 한라산내 5개의 주요등산로를 우선 조사하고 등산로 이외의 지역에 대한 현장답사도 부분적으로 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 문화재 현황

조사지역인 한라산국립공원내에는 총15곳(점)의 지정문화재가 분포하고 있는 것으로 나타났다.

한라산국립공원내에 있는 문화재청 지정 문화재로는 백록담을 중심으로 사라오름, 영실기암과 오백나한 등 명승(名勝)이 4곳, 한라산 천연보호구역을 포함하여 제주 신례리 왕벚나무자생지 등 천연기념물(天然記念物) 5곳이 조사되었다. 그리고 제주특별자치도 지정 문화재로는 관음사목조관음보살좌상 등 유형문화재(有形文化財)가 3곳, 존자암지 등 기념물(記念物)이 2곳으로 나타났으며, 근대문화유산(近代文化遺産)으로 제주어승생악일제동굴진지가 등록문화재(登錄文化財)로 조사되었다.

또한 문화재보호법이나 시도의 조례에 의하여 지정된 문화재는 아니지만 역사·문화적으로 보존할만한 가치가 있다고 판단되는 유형(有形)의 역사문화자원을 한라산국립공원내 비지정문화재로 구분하여 조사하였으며, 무형(無形)의 유산으로 한라산 관련 신화와 전설도 함께 조사하였다. 한라산국립공원내에서 조사된 역사문화자원현황을 요약하면 다음과 같다(표 2).

〈표 2. 한라산국립공원 역사문화자원 현황〉

구 분			수 량	역사·문화자원 내역
지정	소 계		15	
	국가 지정	명 승	4	사라오름(제83호)*, 영실기암과 오백나한(제84호), 한라산 백록담(제90호), 한라산 선작지왓(제91호)
		천 연 기념물	5	제주 신례리 왕벚나무 자생지(제156호), 한라산 천연보호구역(제182호), 제주의 한란(제191호), 제주의 제주마(제347호), 제주 물장오리 오름(제517호)
	도 지정	유 형 문화재	3	관음사목조관음보살좌상(제16호), 존자암지세존사리탑(제17호), 선덕사소장화암사판묘법연화경 권4~7(제19-2호)
		기념물	2	존자암지(제43호), 관음사왕벚나무자생지(제51호)
		등록문화재	1	제주 어승생악 일제동굴진지(제307호)
비 지정	유 형		11	한라산내 사찰 및 암자 4건, 제주4·3사건 관련 2건, 한라산 마애명 2건, 산악인 케른 3건
전 설	무 형		14	한라산 형성과정에 관한 전설 6건, 한라산과 신당에 관한 전설 8건

*()안의 숫자는 각 문화재별 지정번호로서 이하 같음.

나. 국가지정 문화재

1) 명승

<1> 사라오름(명승 제83호)

사라오름은 한라산 동북사면 성판악등산로 근처에 있는 원형의 오름이다. 둘레 약250m의 정상 분화구에는 물이 고여 있어 습지를 형성하고 있는 산정호수(山頂湖水)가 있다. 해발 1,324.7m의 정상에 올라서면 멀리 바라보이는 한라산 정상과 다양한 경관이 아름다워 조망지점으로서의 가치

가 아주 뛰어난 명승이다. 서귀포시 남원읍 신례리 산2-1일대에 위치하고 있는데, 2011년 10월 13일 국가지정 명승으로 지정되었으며, 지정면적은 62,863㎡이다. 국유림지역으로 제주특별자치도에서 관리하고 있다.



〈그림 1. 사라오름〉

<2> 영실기암과 오백나한(명승 제84호)

영실기암(靈室奇岩)은 제주도의 대표절경인 영주십경(瀛洲十景)¹⁾의 하나로서 한라산 정상의 남서쪽 산허리에 위치해 있는데, 깎아지른 기암괴석들이 하늘로 솟아 있고 석가여래가 설법하던 영산(靈山)과 흡사하다 하여 영실(靈室)이라 일컫고 있다. 그리고 기암괴석들이 즐비하게 늘어서서 마치 병풍을 쳐 놓은 모습 같은 병풍바위와 오백의 나한(羅漢) 또는 장군(將軍)의 모습을 닮았다하여 붙여진 오백나한(일명 五百將軍)상이 즐비하게 늘어서 있다. 영실기암과 오백나한은 사계절 내내 아름다운 경관과 울창한 수림이 어울려 한라산의 빼어난 경치를 보여주는 명승지로서 으뜸이

1) ①성산일출(城山日出), ②영구춘화(瀛丘春花), ③굴림추색(橘林秋色), ④산포조어(山浦釣魚), ⑤고수목마(古藪牧馬), ⑥녹담만설(鹿潭滿雪), ⑦영실기암(靈室奇岩), ⑧정방폭포(正房瀑布), ⑨산방굴사(山房窟寺), ⑩사봉낙조(沙峰落照)

라 할 수 있다.

서귀포시 하원동 산1-4번지 및 서귀포시 도순동 산1-1번지 일원에 위치하고 있는데, 2011년 10월 13일 국가지정 명승으로 지정되었으며, 지정면적은 969,914 m²이다. 국유림지역으로 제주특별자치도에서 관리하고 있다.



〈그림 2. 영실기암과 오백나한〉

〈3〉 한라산 백록담(명승 제90호)

백록담은 남한에서 가장 높은 곳에 위치한 산정화구호(山頂火口湖)로 풍화나 침식에 거의 영향을 받지 않아 순상화산(楯狀火山)의 원지형이 잘 보존되어 학술가치가 크고 빼어난 경관을 보여주는 화산지형이다. 남북으로 585m 동서로 375m 둘레 1,720m, 깊이 108m의 산정호수로써 가물때가 아니면 1~2m 이내의 물이 항상 고여 있다. 백록담의 명칭은 '한라산 정상에 흰 사슴이 많이 놀았다'하여 명명(命名)되었다고 한다.

한겨울에 쌓인 눈은 이른 여름철까지 남아있어 백록담의 눈 덮인 모습을 영주 십경의 하나인 '녹담만설(鹿潭滿雪)'이라 하여 매우 아름다운 경관을 보여준다. 그리고 백록담 주변과 분화구내에는 구상나무와 돌매화나무, 한라솔다리, 섬매발톱



〈그림 3. 한라산 백록담〉

등 무려 170여종의 식물이 자라고 있는데 한라산에만 자라는 특산식물이 주를 이루고 있어 자연생태적 학술가치가 아주 뛰어나다.

제주특별자치도 서귀포시 토평동 산15-1번지 일원에 위치하고 있는데 2012년 11월 23일 국가지정 명승으로 지정되었으며, 지정면적은 210,230m²에 달한다. 제주특별자치도에서 관리하고 있다.

〈4〉 한라산 선작지왓(명승 제91호)

한라산 영실등산로 해발 1,600m를 지나면 세계에서 우리나라에서만 자란다는 구상나무 군락이 이어지는데, 이 숲을 벗어나면 넓은 초원지대가 눈앞에 펼쳐진다. 이곳이 바로 '선작지왓'이다. 한라산 주봉인 백록담 화구벽을 정면으로 동쪽의 방아오름, 서쪽의 영실기암 능선, 남쪽의 산림지대, 북쪽의 윗세오름 능선에 이르는 해발1,600~1,700에 위치한 광활한 지역이다.

선작지왓의 지명유래를 보면 '작지'는 조금 작은 돌을 이르고 '왓'은 벌판이란 뜻의 제주방언이다. 곧 돌들이 널려있는 벌판이라는 의미다. 한라산 선작지왓은 털진달래와 산철쭉을 비롯한 낮은 관목류가 널리 분포하며, 4월부터 6월까지 털진달래의 연분홍색과 산철쭉의 진분홍색이 온 지역을 뒤덮어 산상화원(山上花園)의 경이로운 장관을 연출하며, 눈 덮인 설원의 한라산 정상과 어우러진 경관은 선경(仙景)을 만들어 자연경관의 가치가 아주 뛰어나다.



〈그림 4. 한라산 선작지왓〉

제주특별자치도 서귀포시 영남동 산1-1번지 일원에 위치하고 있는데, 2012년 12월 17일 국가지정 명승으로 지정되었으며, 지정면적은 632,485m²이다. 제주특별자치도에서 관리하고 있다.

2) 천연기념물

〈1〉 제주 신례리 왕벚나무 자생지(천연기념물 제156호)

왕벚나무는 장미과에 속하는 나무로 꽃은 4월경에 먼저 피는데 백색 또는 연한 홍색을 띤다. 제주도과 전라북도 대둔산에서만 자생하는 우리나라 특산종으로서 그 수가 매우 적은 희귀종으로 생물학적 가치가 높고, 식물지리학적 연구가치가 높은 수종이다.

서귀포시 남원읍 신례리 산2-1번지 일원에 위치하고 있는데, 1964년 1월 31일에 천연기념물로 지정되었으며, 지정면



〈그림 5. 신례리 왕벚나무 자생지(촬영 고정군)〉

적은 186,485㎡이다. 서귀포시 소유이며 제주특별자치도에서 관리하고 있다.

〈2〉 한라산 천연보호구역(천연기념물 제182호)

한라산 천연보호구역은 한라산을 중심으로 해발 600~1,300m 이상의 지역과 일부의 하천과 계곡, 그리고 특수한 식물상을 보이는 일부지역을 권역으로 한다. 본 천연보호구역은 한라산을 중심으로 하여 해발 600~1300m 이상의 구역과 계곡으로 되어 있으며 북위 33°19' 15" ~ 33°2



〈그림 6. 한라산 천연보호구역〉

5' 30", 동경 126°27' 59" ~ 126°37' 38" 사이에 위치한다.

보호구역 내의 최고봉인 한라산은 해발 1,950m이며 행정구역상으로는 제주도 제주시와 서귀포시 일대에 두루 걸쳐 있다. 1966년 10월 12일 천연기념물로 지정되었으며, 지정면적은 91.65km²이다. 소유자는 국유와 사유로 혼재되어 있으며 제주특별자치도에서 관리하고 있다. 한라산천연보호구역은 지형과 지질, 동·식물 등으로 인하여 특이한 생태계를 구성하고 있고, 특히 보호가 필요한 많은 학술적 자료를 가지고 있어서 한라산 전체를 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.

〈3〉 제주의 한란(천연기념물 제191호)

한란은 꽃이 12월~1월의 추운 겨울에 핀다고 하여 한란(寒蘭)이라 불린다. 잎은 3~4개가 나고 길이는 20~70cm로 끝이 뾰족하고 가장자리는 부드러우며 밋밋하게 자라 춘란(春蘭)과 구별된다. 겨울에 피는 꽃은 황록색이나 자줏빛을 띠는데 매우 향기롭다.

제주도의 한란은 한라산 남쪽 해발 700m 근처인 시오름과 선돌 사이의 상록수림과 돈내코계곡 입구에서 자라는데, 이 일대는 한란이 자랄수 있

는 북쪽 한계선에 해당한다. 우리나라에서는 오직 한라산에서만 볼 수 있는 매우 희귀한 식물로 유일하게 종 자체를 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.

1967년 7월 11일 천연기념물로 지정되었으며 제주특별자치도에서 관리하고 있다.



〈그림 7. 제주의 한란〉

〈4〉 제주의 제주마(천연기념물 제347호)

제주마는 흔히 '제주도 조랑말'이라고 하며, 키가 작아서 과일나무 밑을 지날 수 있는 말이라는 뜻의 '과하마(果下馬)' 또는 '토마(土馬)'라고도 한

다. 키가 암컷 117cm, 수컷 115cm 정도인 중간 체구의 말로, 성격이 온순하고 체질이 건강하여 병에 대한 저항력과 생존력이 강하다. 털색은 밤색이 가장 많고 적갈색, 회색, 흑색 등의 순서이다. 이 말은 앞쪽이 낮고 뒤쪽이 높으며 몸길이가 긴 독특한 체형으로 다른 말들보다 작다. 제주도에 서 말을 기르게 된 것은 고려 원종 때 원나라에서 제주도에 목장을 설치하고, 충렬왕 2년(1276년)에 몽고말 160마리를 들여오면서부터라고 한다.

제주도의 제주마는 농경문화에 크게 기여해서 한때는 2만여 마리에 달했으나, 시대의 변천에 따라 급격히 감소함에 따라 혈통 및 종 보존을 위하여 천연기념물로 지정하여 보호하게 되었다.

1986년 2월 8일 천연기념물로 지정되었으며, 제주마를 생산하는 종마장(種馬場)과 제주마방목지가 한라산국립공원 구역인 제주시 용강동 산14번지 일대에 조성되어 있다. 제주특별자치도 축산진흥원 소유로 제주특별자치도에서 관리하고 있다.



〈그림 8. 제주시 용강동 제주마방목지〉

〈5〉 제주 물장오리 오름(천연기념물 제517호)

한라산의 백록담, 영실의 오백나한과 함께 신성시해 온 물장오리 오름은 제주도의 설화에서 제주도와 한라산을 만들어낸 설문대할망의 이야기가 깃들어 있는 제주의 대표적인 오름이다. 물이 깊다하여 ‘창터진 물’이라고도 불리기도 한다. 물장오리는 한라산 정상 동북쪽의 해발 900m 지점에 위치하고 분화구의 정상부가 해발 937m, 그 내부의 습지는 해발 900m이며, 습지의 둘레는 약400m, 분화구 둘레는 3,094m이다.

제주시 봉개동 산78-38번지 일원에 위치하고 있는데, 2010년 10월 28일 천연기념물로 지정되었으며, 지정면적은 1,330km²이다. 국유림지역으로 제

제주특별자치도에서 관리하고 있다.



〈그림 9. 제주 물장오리 오름〉

다. 제주특별자치도 지정 문화재

1) 유형문화재

〈1〉 관음사목조관음보살좌상(유형문화재 제16호)

관음사목조관음보살좌상은 1698년 만들어져 전라남도 해남의 대흥사에서 모시다가 1925년 안봉려관 스님이 제주 관음사로 옮겨온 것이다. 나무로 만들어진 전체 높이 75cm의 단아한 보살상으로 머리에는 화려하게 장식된 관(冠)을 쓰고 있다. 관의 정면에 8개의 커다란 꽃무늬가 배치되어 있고 좌우로 화려한 장식이 있는데, 조선 후기의 전형적인 보살상 조각양식을 확인할 수 있다. 양감 있고 단아하게 표현된 얼굴, 부드럽게 흘러내린 옷주름은 당시 보살상 중에서도 뛰어난 기법을 보여준다.

제주시 아라1동 387번지 관음사에서 소장하고 있는데, 1999년 10월 6일 제주특별자치도 지정 유형문화재로 지정되었다. 관음사가 소유하고 있으며 제주시에서 관리하고 있다.

〈2〉 존자암지세존사리탑(유형문화재 제17호)

존자암지세존사리탑은 영실 불래오름 자락의 존자암 복원지 경내에 있다. 존자암의 창건 연대를 살펴보면 '존자암은 高·梁·夫 三姓이 처음 일어났을 때 비로소 세워졌다'고 충암 김정은 존자암중수기[--夫尊者之爲庵 肇

造於三姓初起之時 而久傳於三邑鼎峙之後--]에서 밝히고 있다. 세존사리탑에 관한 자료는 1650년(효종2년)에 안핵어사로 왔던 이경억의 시에 나타나고 있다.

이 세존사리탑은 제주현무암으로 만들어졌는데, 먼저 지대를 단단히 다진 후 8각형 기단을 구축하여 그 위에 괴임돌을 놓고 탑신을 얹어 옥개석을 동일석으로 만들었다. 탑신석은 석종형(石鐘形)에 속하나 장구형(長球形)으로 상·하를 평평하게 다듬었으며 중앙부로부터 상·하단에 이르면서 유여한 곡선미를 보이고 있다. 옥개석 형태는 하면은 평평하나 낙수면이 제주 초가지붕 형태로 부드러운 곡선을 보이고 있으며 그 위에 조성된 보주 또한 세련된 조각미를 연출하고 있을 뿐 아니라 지금까지 국내에서는 옥개석과 보주를 같은 돌로 다듬은 예가 없을 만큼 그 가치가 매우 높게 평가되고 있다. 팔각으로 이뤄진 하대석은 우리나라 전통적인 팔각원당형(八角圓堂形) 사리탑의 기본양식을 계승하고 있으며 괴임돌에 사리공을 마련하고 장구형 탑신석 위에 옥개석을 덮어 정상에 보주를 장엄한 양식 등 각부의 다듬은 모

양과 건조수법으로 보아 건조연대는 고려말 조선초로 추정된다. 2003년 봄에 정비되었다.

서귀포시 하원동 산1-1번지 존자암에 있으며, 2000년 11월 1일 제주특별자치도 지정 유형문화재로 지정되었다. 서귀포시 소유로 시에서 관리하고 있다.



〈그림 11. 존자암지세존사리탑〉

〈3〉 선덕사 소장 화암사판 묘법연화경 권4~7(유형문화재 제 19-2호)

영실 영원사 오백나한전에 소장되어 있는 '선덕사 소장 화암사판 묘법

연화경'의 판본은 전 7권 2책 중에 권1~3의 1책이 결본으로, 권4~7의 1책만이 해당된다. 이 책은 사육신의 한 분인 성삼문의 조부인 성달생(권1·7)과 임효인(권2~4)·조 절(권5~6)등이 1432~1435년까지 4년 동안 글씨를 썼으며 1435~1442년 까지 8년여 동안 화암사에서 판각하였다.

형태적 특징을 살펴보면, 권1의 책 처음 쪽을 기준으로 변란은 사주단변으로 되어 있으며, 그 반곽의 크기는 가로 13.7cm, 세로 21cm로 되어 있다. 계선은 없으며, 반엽은 10행으로 한 행은 20자씩 배자되어 있는 형식을 보이고 있다. 특히 판심 부분은 고려본의 영향을 받은 듯 어미는 없고, 단지 판심제인 '법(法)'과 그 밑으로 권차와 장차 표시가 보이고 있다. 이러한 판식은 성달생이 쓴 판본에서 볼 수 있는 두드러진 특징의 하나이다.

본 묘법연화경은 1982년 전 조계종 종정이셨던 고암 대종사께서 선덕사 중창불사 증명법사로 주석하셨을 때 학균화상에게 전수하여 주신 것이며, 문화재로 지정된 이후 선덕사에 보관되었다가, 2007년 12월 11일 영실영원사로 옮겨 봉안하였다.

영원사는 서귀포시 하원동 산1번지에 위치하고 있으며, 2003년 7월 3일 제주특별자치도 지정 유형문화재로 지정되었으며 소유자는 손명훈이며, 서귀포시에서 관리하고 있다.



<그림 12. 화암사판 묘법연화경 권4~7(촬영 윤봉택)>

2) 기념물

<1> 존자암지(기념물 제43호)

존자암지는 '동국여지승람'과 '탐라지' 등의 문헌에 나한을 모셨던 절로

기록되어 있는 절터이다. 나한은 아라한의 준말로 인간의 소원을 빨리 성취시켜 주는 복전(福田)이라 하여 일찍부터 신앙의 대상이 되어 왔다. 우리나라에서 규모가 큰 절에는 대부분 영산전을 두어 석가의 10대 제자를 비롯하여 16나한, 500나한 등을 봉안하고 있으며 나한전이나 웅진전을 따로 둔 절도 있다. 1990년대의 발굴조사에서 건물지, 부도, 배수시설과 기와조각, 분청사기조각, 백자파편들이 발견되었으며, 1998년부터는 복원 작업이 이루어져서 현재는 복원이 완료되었다. 이 절을 세운 시기는 알 수 없으나 건물지 북쪽에 있는 부도(제주도 유형문화재 제17호)에는 부처님의 진신사리를 봉안하였던 것으로 보인다.

서귀포시 하원동 산1-1번지 불래오름 자락에 위치하고 있으며, 1995년 7월 13일 도 기념물로 지정되었으며, 지정면적은 20,800㎡이다. 서귀포시에서 관리하고 있다.



〈그림 13. 복원된 존자암〉

〈2〉 관음사왕벚나무자생지 (기념물 제51호)

관음사의 왕벚나무 자생지는 도내 왕벚나무 자생지로서는 가장 많은 개체수를 이루고 있으며 꽃의 형질도 매우 우수하여 보존할만한 가치가 인정되어 기념물로 지정하여 보호하고 있다. 꽃의 형질도 매우 우수하여 보존할 만한 가치가 인정되므로 문화재로 지정, 보



〈그림 14. 관음사왕벚나무자생지(촬영 고정군)〉

존·관리에 원활을 기하고자 함이다.

제주시 아라1동 산66번지 관음사 경내에 위치하고 있는데, 1999년 10월 6일 제주특별자치도 지정 기념물로 지정되었다. 소유자는 대한불교조계종 관음사이며, 제주시에서 관리하고 있다.

라. 등록문화재

1) 근대문화유산

〈1〉 제주어승생악일제동굴진지(등록문화재 제307호)

문화재청 등록문화재인 제주 어승생악 일제동굴진지는 우리나라 근대 문화유산으로서 일제강점기 시절 일본군의 최고 지휘부인 제58군 사령부 주둔지로서 일본군 최후의 저항 거점으로 삼기 위해 1945년경에 건립되었다. 두 개의 병커와 세 개의 동굴진지 등으로 구성되어 있으며, 그 중 길이가 300m에 이르는 동굴진지는 입구가 세 곳이고 내부 공간은 격자형으로 구성되어 있다. 토치카는 두꺼운 철근과 시멘트로 견고하게 구축하였고, 밖을 관측할 수 있는 구조로 시설되어 있다.

제주시 해안동 산220-12번지에 위치하고 있는데, 2006년 12월 4일 등록 문화재로 지정되었으며, 지정면적은 405,509㎡이다. 산림청 국유림지역으로 제주특별자치도 제주시에서 관리하고 있다.



〈그림 15. 어승생악일제동굴진지〉

마. 비지정 문화재

1) 사찰

〈1〉 관음사(관음사)

제주특별자치도 제주시 아라동 한라산에 있는 절로써, 대한불교조계종 제23교구의 본사이다. 창건자 및 창건연대는 미상이나 조선 숙종 때 제주 목사였던 이형상(李衡祥)이 제주에 잡신이 많다 하여 많은 사당과 함께 사찰 500동을 폐사시켰을 때 폐허가 되었다.

현재의 관음사는 1912년 비구니 봉려관(蓬廬觀)이 창건한 것이다. 봉려관은 원래 떠돌이 무당이었으나, 1901년 비양도(飛揚島)로 가는 길에 우연히 풍랑을 만나 사경에 이르렀을 때 관음보살의 신력으로 살아나게 되자, 1907년 비구니가 되어 그 이듬해 제주도로 돌아와서 이 절을 짓고 불상을 모셨다. 4월 경찬재(慶讚齋)를 여는데, 주민들이 반대하여 죽이려 하므로 한라산으로 피신했다가, 1912년 승려 영봉(靈峰)과 도월거사(道月居士)의 도움으로 법정암(法井庵 : 관음사의 전신)을 창건하였다.

이 때 불상 및 탕화는 용화사(龍華寺)와 광산사(匡山寺)에서 옮겨왔으며, 그 뒤 신도가 늘어나자 절 이름을 관음사로 개칭하였다. 그러나 1948년 4월 제주도반란사건으로 전소되었고, 1968년 중창하였다. 현존하는 당우로는 대웅전을 비롯하여 종루·산신각·불이문(不二門)·대방(大房) 등이 있다. 현재 이 절은 조계종의 본사로서 제주도의 말사 약 30여 개를 관장하고 있다.



〈그림 16. 관음사 경내 전경〉

〈2〉 천왕사

제주특별자치도 제주시 노형동 한라산 기슭에 있는 사찰이다. 한라산

1100도로를 따라 가면 어승생오름(높이 1,176m) 동쪽에 수많은 봉우리와 골짜기로 이루어진 아흔아홉골 또는 구구곡(九九谷)이라 불리는 골짜기에 있는데 천왕사는 아흔아홉골 중 하나인 금봉곡 아래쪽에 자리 잡고 있다.

1955년 현재의 천왕사 삼성각 근처에 있던 토굴에서 참선 수행하던 비룡스님에 의해 수영산선원이란 명칭으로 창건되었다. 1967년 12월 천왕사로 사찰명을 변경하면서 대한불교조계종 제23교구인 관음사 말사로 등록되었으며, 현재는 조계종총무원 직할 1교구로 등록되어 있다. 건립된 지

오래되지 않은 사찰임에도 1994년 4월 전통사찰로 지정되었다.

한라산 아흔아홉골의 수려한 풍광 속에 들어앉아 있는 사찰로서 대웅전 바로 뒤로는 용바위라 불리는 커다란 바위가, 마당 왼쪽 산자락으로는 기세 좋게 곧게 뻗은 바위들이 울창한 숲과 어우러져 절경을 이룬다. 사찰 옆의 계곡



〈그림 17. 천왕사〉

을 따라 올라가면 한라산에서 유일한 폭포라는 입구에는 한라산 노루도 먹고 간다는 약수터가

선녀폭포도 있으며, 사찰 있다. 특히 가을이 되면 천왕사 주변은 기암절벽 아래 화려하게 물드는 단풍으로 장관을 이룬다.



〈그림 18. 석굴암〉

〈3〉 석굴암

제주특별자치도 제주시 노형동의 아흔아홉골에 있는 암자이다. 아흔아홉골은 크고 작은 수

많은 골짜기로 이루어진 계곡 밑집 지대로 '구구곡(九九谷)'이라고도 하는데, 석굴암은 그중 한 골짜기인 금봉곡에 자리 잡은 작은 암자이다. 옛날에 월암 스님이 천일기도를 드리기 위해 기도처를 찾았으나 적당한 곳을 발견하지 못해 포기하려던 순간, 산새 한 마리가 나타나 이 암자까지 길을 인도했다는 일화가 전해지고 있다.

암자로 오르는 길에는 한라산 등산로가 개설되어 있는데, 1시간 정도 걸리는 산행하기 적당한 코스로 알려져 있어 많은 사람들이 등산과 휴식을 위해 이곳을 찾는다.

〈4〉 영원사(靈園寺)

한라산 해발1,280m에 위치한 영실등산로 입구 좌측에는 영원사라는 오백나한을 모셔 놓은 절이 있다. 예전에는 자그마한 암자였는데, 최근에 새로 단장을 하여 영실등산로를 이용하여 한라산을 오르는 이들에게 불법을 전파하고 있는 곳이다. 영원사에는 도지정유형문화재 제19-2호인 화암사판 묘법연화경 권4~7권이 소장되어 있는 곳이기도 하다.

영실 영원사(靈園寺)의 창건 연대는 미상이나, 예부터 영실(靈室)에는 많은 고승 대덕들이 찾아와 존자암과 수행굴 등에서 수행 하였다는 기록으로 미루어, 오래전부터 암자들이 있었던 것으로 추정된다. 이 영원사는 1980년대 초 조계종 중정을 역임하신 고암 대종사께서 이곳을 찾아 폐사된 암자터를 정비하였다. 이후 최용주 거사 내외가 복원하여 설판한 것이다.



〈그림 19. 영원사(촬영 김대신)〉

2) 제주 4·3사건 관련

〈1〉 관음사 군주둔지 옛터

1909년 창건된 관음사는 무장대들의 근거지인 어승생악과 가까워 제주 4·3사건 당시 여러 가지 고초를 겪었다. 1949년 3월부터 잔여 무장대 토벌을 위한 2연대의 작전이 강화되면서 2연대 2대대 병력이 주둔했다. ‘관음사 전투’라 불리는 교전이 무장대와 토벌대 간에 벌어지기도 했다. 1949년 2월 12일에는 토벌대에 의해 대웅전, 향적전 등 8채의 건물이 전소되었다. 현재 관음사 내에는 토벌대가 주둔했던 유적들이 산재해 있다.



〈그림 20. 관음사 군주둔지 옛터〉

〈2〉 한라산개방평화기념비(漢拏山開放平和紀念碑)와 평정기념비(平定紀念碑)

한라산 백록담 정상 북쪽 능선에 세워진 비석으로써, 제주 4·3사건이 진행 중인 1948년 10월 17일에 해안으로부터 5km 이상 벗어난 지역으로 통행하는 것을 전면 금지했다. 이러한 통행금지는 한라산을 전면 통제하는 것과 같은 결과를 가져왔다. 그로부터 7년 뒤인 1954년 9월 21일 금지령이 해제되었다. 이를 기념하기 위해 그 이듬해인 1955년 9월 21일 한라산개방평화기념비를 세웠다.

한편, 당시 2연대 1대대 탐라대 소속이었던 이윤 하사는 자신의 수기인 『진중일기』에 1949년 7월 23일 백록담 서쪽 봉우리에 ‘평정기념비’를 세웠다고 기록하고 있으나 지금은 그 흔적을 찾을 수 없었다.



〈그림 21. 평정기념비
(자료사진, 촬영

김용구)〉



제주목사 마애명

오언절구 한시

유배인 마애명

<그림 23. 백록담 마애명>

<2> 탐라계곡 마애명

제주도 북쪽 해발 614m의 탐라계곡 동측벽에는 총 4건의 마애명이 발견되고 있는데, 1836년 제주목사 조우석 일행의 해서체 제명을 비롯하여 연대미상의 장한규 일행, 최치경의 마애명이 있다. 그리고 행서체의 '은선동(隱仙洞)' 마애명이 발견되었다.



조우석 목사 마애명

탐라계곡 마애명

은선동 마애명

<그림 24. 탐라계곡 마애명>

4) 산악인 케른

케른[cairn]은 등산 용어로서, 등산자가 이정표나 기념으로 쌓은 돌무더기나 석총(石塚) 따위를 말한다. 현재 한라산에는 한라산을 등반하다가 사고를 당하였거나, 히말라야 8,000m급 봉우리를 등정하다가 불의의 객이 된 제주도출신 등 산악인의 넋을 추모하는 케른과 추모탑이 곳곳에 세워져 있다. 케른은 탑모양으로 돌로 쌓아 올린 경우가 있는가 하면, 돌탑을 쌓은 후 동판에 추모의 글을 새겨 놓은 경우도 있고, 추모글을 새긴 동판만 큰 암벽에 박아 놓은 경우가 있다. 본고에서는 케른의 형식으로 한라산에 쌓은 최초의 산악인 케른과 제주도 출신의 대표적 산악인 등을 중심으로 먼저 소개하고자 한다.

〈1〉 마에가와 도시하루[前川智春] 케른

1935년 12월 30일 일본 경성제국대학 산악부 9명은 이즈미 세이치[泉靖一] 대장을 중심으로 한라산 정상등반에 나섰다. 관음사를 출발해 개미목 산장에서 며칠간 머물면서 산악훈련 및 정상등반에 성공하였으나, 다음해 1월 3일 하산도중 산악부원 중 한명인 마에가와 도시하루[前川智春]가 한라산 용진각 부근 북서쪽 75m 지점에서 조난당하였다. 제주도 당국에서는 수색대를 결성하여 7일간 수색을 벌였으나 마에가와 도시하루의 흔적을 찾지 못하고 기상악천후로 인하여 수색을 포기하고 말았다. 그런데 그해 5월 초순경 제주도 수색대원에 의하여 개미목산장 부근 잔설속에서 그의 시체를 발견하였다. 이 일본 경성제국대학 산악부 조난사는 한라산 조난사고의 처음으로 기록되고 있다.

현재 한라산 용진각 남동쪽 50m 지점에는 일본 경성제국대학 산악부와 제주도의 학생들이 1936년 8월에 세운 마에가와 도시하루의 케른이 세워져 있으며, 그를 추모하는 묘비문이 함께 새겨져 있다.



마에가와도시하루 케른

묘비문

〈그림 25. 마에가와도시하루 케른〉

〈2〉 고상돈 케른

고상돈(高相敦)은 1948년 12월 29일 제주시 칠성통에서 출생하였으며, 세계 최고봉 에베레스트(8,848m)를 등정한 최초의 한국인이다. 1965년 충북산악회에 가입한 것을 시작으로 등산인으로서 출발하였다. 특히, 겨울등반에 능하여 1977년 한국에베레스트원정대의 일원으로 참가하여, 1977년

9월 한국인으로서는 처음으로 에베레스트 정상에 오르는 데 성공하였다. 이로써, 우리나라는 세계에서 여덟번째로 에베레스트를 등정한 국가가 되었고, 포스트·몬순 기간의 등정으로는 세계 세번째라는 기록을 세웠다. 1979년 (6,191m)원정대 대장으로 참가하여, 5월 29일 우리나라 최초로 정상을 정복하였으나 하산하다 웨스턴 리브 800m 빙벽에서 추락, 이일교(李壹敎)와 함께 현장에서 숨졌다.

그를 추모하는 케른이 한라산 장구목 능선에 있으며, 추모탑은 현재 한라산 1100도로 탐라각휴게소 부근에 세워져 있다. 또한 제주특별자치도는 2010년 2월 한라산 중턱인 제주시 해안동 어승생 삼거리에서부터 서귀포시 구탐라대 사거리까지 1100도로 구간 18km를 '고상돈로'라는 이름의 명예도로로 지정하기도 했다.



장구목의 케른



1100도로의 기념비

<그림 26. 고상돈 케른>

<3> 오히준 케른

산악인 오히준은 1970년 8월 16일 서귀포시 토평동에서 태어나 노스페이스 알파인팀 소속으로 산악활동을 시작해 1999년 히말라야 초오유(8201m)를 시작으로 브로드피크(8047m), 시샤팡야(8031m), 로체(8616m), K2(8611m), 안나푸르나(8091m), 에베레스트(8848m), 가셔브롬 I봉(8868m), 가셔브롬 II봉(8035m)에 이어 마나슬루(8156m)까지 히말라야 8,000미터급 10좌를 단 한번의 실패도 없이 등정 하였다. 또 2004년에는 남극원정을 떠나 세계 최단기록인 44일만에 남극점에 도달했으며 또한 2005년에는 북극점을 2006년에는 에베레스트(8848m)등정에 성공하여 지구 3극점을 밟아 제주의 자랑스러운 산악인으로 우뚝 섰다. 그러나 안타깝게도



선작지왓의 케른



서귀포시의 추모탑(촬영 오희삼)

〈사진 27. 오희준 케른〉

오희준은 2007년 5월 16일 에베레스트(8848m) 남서벽 신루트[코리안루트]개척 동반 중 캠프4에서 불의의 눈사태를 만나 37세의 젊은 나이에 히말라야의 영혼이 되었다.

그를 추모하는 케른이 한라산 선작지왓 백록샘 부근에 세워져있으며, 추모탑은 서귀포시 토평동 오희준 추모공원에 조성되어 있다.

그 밖에 한라산에 있는 산악인 케른 등을 나열하면 다음과 같다. 1992년 히말라야 랑탕리룸 정상 정복 후 하산도중 실종된 한국설악산악회 소속 산악인 김진현의 추모동판이 한라산 장구목 서측 큰두레왓이 내려다보이는 암벽에 새겨져 있으며 그의 추모비는 한라산 1100도로 천왕사 부근에 세워져 있다. 그리고 영실 선작지왓 부근에는 1984년 김영준의 케른이 세워져 있으며, 한라산 장구목에는 고동익과 제주대학교 산악부를 추모하는 동판을 암벽에 박혀 놓았다.



〈그림 28. 김진현 케른〉



〈그림 29. 선작지왓 김영준 케른〉

바. 신화와 전설

1) 한라산 형성과정에 관한 전설

<1> 선문대 할망의 한라산 창조

선문대 할망의 한라산이란 이름은 은하수를 어루만질 만큼 높은 산이라 해서 붙여진 것이다. 옛날 선문대 할망이라는 할머니가 있었다. 이 할머니는 한라산을 배개 삼고 누우면 다리는 제주시 앞 바다에 있는 관탈섬에 걸쳐졌다. 이 할머니는 빨래를 하려면 빨래를 관탈섬(또는 추자도)에 놓아 발로 밟고, 손은 한라산 꼭대기를 짚고 서서 발로 문질러 빨았다. 다른 이야기에는 한라산을 엉덩이로 깔아 앉아 한쪽 다리는 관탈섬에 디디고, 한쪽 다리는 서귀포시 앞바아의 지귀섬(地歸島, 또는 대정읍 앞 바다의 마라도)에 디디고 해서 구좌읍 소섬[牛島]을 빨래돌로 삼아 빨래를 했다.

이처럼 거대한 여신이니, 한라산은 거뜰히 만들어 낼 수가 있을 것이다. 속옷은 없어도 치마는 입었던지, 이 여신은 치마폭에다 흙을 가득 담고 지금의 한라산에 있는 자리로 운반해 갔다. 치마는 헌 것이어서 치마

폭의 터진 구멍으로 흙이 조금씩 세어 흘러 그것이 도내(道內)의 많은 오름[小火山]이 되고 마지막으로 날라 간 흙을 부으니, 그것이 한라산이 되었다.



<그림30. 한라산>

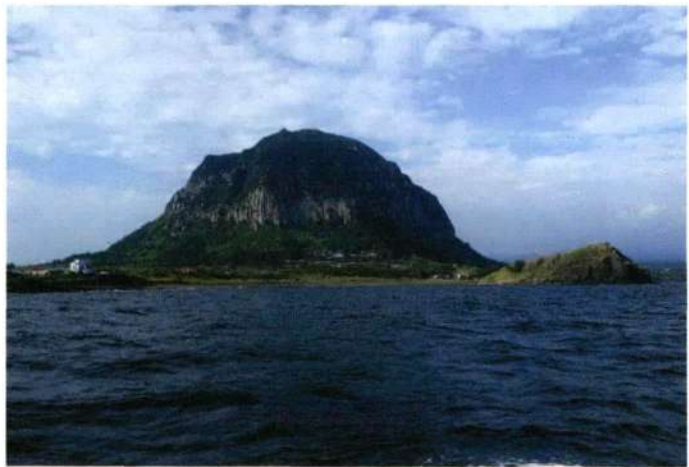
<2> 백록담과 산방산(山房山)의 형성

한라산 정상에는 넓고 큰 분화구가 있다. 그 둘레가 약 2km이고, 기암 절벽과 고산지대 수림(樹林)으로 둘러싸여 있으며 분화구에는 맑은 물이 고여 있는데 이것이 백록담(白鹿潭)이다. 백록담의 풍치는 사계절 모두 좋고, 특히 이곳의 설경은 절경이다. 속세인 마을들에는 초여름이 와 녹음이

질어지는 계절에 백록담에는 하얀 눈이 깔려 있어 보는 이들로 하여금 신비경으로 이끈다. 그래서 이를 녹담만설(鹿潭晩雪)이라 하여 영주십경(瀛洲十景)의 하나로 쳐 극찬해 왔다. 이러한 백록담이 어떻게 하여 이루어졌을까?

옛날 어떤 사냥꾼이 한라산에 사슴을 잡으러 갔다. 활을 메고 여기저기 돌아 다녔는데, 사슴은 잡히지 않고 한라산 정상에까지 올라가 사슴을 발견하고 급히 활을 치켜들고 쫓아가다가 아차 실수하여 활 끝으로 옥황상제의 엉덩이를 건드리고 말았다. 옥황상제는 화가 나서 곧 한라산 봉우리를 잡히는 대로 잡아 뽑고는 서쪽으로 내던져 버렸다. 그 봉우리가 날아와서 서귀포시 안덕

면 화순리에 떨어지니 그것이 산방산이 되고, 봉우리를 뽑아 버린 자국은 움푹 패어 지금의 백록담이 생기게 되었다. 산방산은 기암괴석의 둥그스름한 바위산이어서 그 모습이 마치 한라산 봉우리를 옮겨다 놓은 듯한 기괴한 산이다.



〈그림 31. 산방산〉

〈3〉 신선(神仙)의 놀이터

선문대 할망의 창조작업으로 한라산이 이루어지고, 옥황상제가 그 봉우리를 뽑아 던짐으로써 백록담이 이루어지자, 경승은 점차 갖추어져 갔다. 한라산의 절경을 가장 먼저 즐긴 이는 아마 신선들이었고, 의식주 걱정 없이 불로장생하는 신선들은 한라산을 무대로 생을 즐긴다.

한라산 가운데도 특히 못 신선들이 즐겨 산 곳은 백록담이다. 여기의 신선들은 백록(白鹿)을 타고 다니며 백록을 기른다. 백록들은 그저 놓아두면 한라산의 영주초(瀛洲草)를 뜯어먹어 살이 쪼다. 물은 백록담의 물을 먹어야 하니, 이 때만은 신선이 백록을 타고 사슴 떼를 몰아 물을 먹이러 온다. 그래서 한라산을 일명 영주산(瀛洲山)이라 하고, 정상의 못을 백록

담이라 이름이 붙게 된 것이다.

백록은 신선이 타는 말이어서 사냥꾼이 잡지 아니한다. 만약 백록을 쏘면 그 사냥꾼은 천벌을 받아 그 자리에서 즉사하게 된다. 이처럼 한라산은 신선이 즐기는 곳이니, 사람들이 즐기지 않을 것이나. 예로부터 시인묵객(詩人墨客)들이 신선만큼이나 그리던 곳이 한라산이다. 더욱이 역대로 부임해 온 제주목사(濟州牧使)들은 거의 모두 한라산의 산유(山遊)를 최고의 즐거움으로 삼았다. 목사들의 산유는 풍류가 있어 좋았지만, 그에 따른 백성들의 괴로움은 또 그만큼 컸었다.

제주도가 제주, 정의, 대정 삼현(三懸)으로 행정구역이 나누어졌던 이조시대 목사가 백록담에 올라 설 때 남향하여 “거, 좋다”하면 대정현이 잔치를 베풀고, 동향하여 “거참, 이쪽이 좋다”하면 정의현이 북향하여 앉아 즐기면 제주목에서 잔치를 차렸다.



〈그림 32. 신선의 놀이터 백록담〉

〈4〉 영실기암의 형성

영실기암은 한라산 정상에서 서남쪽 약 3km 쯤의 등허리에 있다. 울창한 숲 속에 천태만상의 기암괴석들이 수백개 즐비하여 하늘을 찌른 것이 정히 장관이다. 이 기암괴석들은 한번 보면 활을 메고 나서는 장군들 같고, 다시 보면 도를 깨친 나한(羅漢)들이 늘어선 것도 같다. 그래서 그 수

가 오백이나 된다하여 오백장군(五百將軍) 또는 오백나한(五百羅漢)이라 부른다. 신이 빚어놓은 듯한 이 절경이 하도 뛰어나므로 이를 영주십경(瀛洲十景)의 하나로 쳐 선인들이 즐겨왔다.

오백장군, 오백나한이란 이름은 기암의 수가 오백 개가 된다는 데서 생겼다. 실은 엄밀히 따지면 499개 밖에 안 된다고 한다. 그리고 장군이나 나한으로 부르는 것도 걸만 보고 붙인 이름이다. 그 속을 캐어보면 비화(悲話)어린 화석이다.

아득한 옛날에 한 어머니가 아들 5백 명을 낳아 한라산에서 살고 있었다. 식구가 많은데다 가난하고 마침 흉년까지 겹치니 끼니를 이어가기 힘들게 되었다. 어느 날 어머니는 아들들에게 “어디 가서 양식을 구해 와야 죽이라도 끓여 먹고살게 아니냐”고 타일렀다. 오백 명의 형제가 모두 양식을 구하러 나갔다. 어머니는 아들들이 돌아와 먹을 죽을 끓이기 시작했다. 큰 가마솥에다 불을 때고 솥전위를 걸어 다니며 죽을 저었다. 그러다가 그만 잘못 디디어 어머니는 죽솥에 빠져 죽었다. 그런 줄도 모르고 오백 명의 형제는 돌아와서 죽을 먹기 시작했다. 여느 때보다 죽이 맛이 좋았다. 맨 마지막에 돌아온 막내 동생이 죽을 뜨려고 솥을 젖다가 이상하게도 뼈다귀를 발견했다. 다시 잘 저으며 살펴보니 사람의 뼈다귀임이 틀림없었다. 동생은 어머니가 빠져 죽었음이 틀림없음을 알았다. 동생은 “어머니의 고기를 먹은 불효의 형들과 같이 있을 수가 없다”고 통탄하며 멀리 한경면 고산리 차귀섬(遮歸島)으로 달려가 한없이 울다가 그만 바위가 되어 버렸다. 이것을 본 형들도 비로소 사실을 알고 여기 저기 들어서서 한없이 통곡하다가 모두 바위로 굳어져 버렸다. 그러니 영실에는 499장군이 있는 셈이고 차귀섬에 막내 동생 하나가 떨어져 나와 있는 셈이다.



〈그림 33. 영실 오백장군바위〉

〈5〉 아흔아홉골

한라산 북쪽 밑, 곧 제주시 해안동 1100도로 가에 ‘아흔아홉골’이라는 산이 있다. 이것도 또한 풍치의 경승이다. 이 산은 크고 작은 골짜기가 마치 발고랑처럼 무수히 뻗어 내린 기봉이다. 발이랑 같은 기봉마다 갖가지 수림이 울창한데다 형형색색의 기암괴석이 저마다의 모습을 뽐내며 솟아 있고, 골짜기마다 언제나 맑은 물이 한가히 흐른다. 그 골짜기가 하도 많으니 아흔 아홉개가 있다 해서 이름을 ‘아흔아홉골’이라 한다.

전설에 따르면 이 골짜기가 하나만 더 있어 백 골이 되었더라면 제주에는 호랑이나 사자 같은 맹수가 날 것이고, 장군이나 임금 같은 인물이 날 것인데, 한 골이 모자라 아흔 아홉골 밖에 안되므로 맹수도 안 나고 인물도 안 난다고 한다.

아득한 옛날 이 골짜기는 본래 백 골이었다. 그 때는 많은 맹수가 나와 날뛰고 있었다. 그런데, 어느 때인가 중국에서 스님 한 분이 건너와서 백성들을 모아 놓고 너희들을 괴롭히는 맹수를 없애 줄 터이니 “대국 동물대왕 입도(入島)”라고 큰 소리로 외치라고 했다. 그랬더니 기이하게도 모든 맹수들이 이 백 골에 모여들었다. 스님은 불경으로 한참 외고 나서, “너희들은 모두 살기 좋은 곳으로 가라. 이제 너희들이 나온 골짜기는 없어지리니, 만일 너희들이 또 오면 너희 종족이 멸하리라.” 맹수를 향해 소리치니, 호랑이, 사자, 곰 할 것없이 모두 한 골짜기로 사라졌다. 그 순간 그 골짜기가 없어져 버렸다. 그후 이 산은 아흔 아홉골 밖에 되지 않았고, 따라서 제주에는 맹수가 나지 않는다는 것이다.



〈그림 34. 아흔아홉골〉

〈6〉 한라산의 고려장

신선의 놀이터로 이름 난 한라산은 못 사람들이 선망하는 신성한 산이었다. 불로장생을 회구하는 인간들은 한라산에서 절경을 즐기며 영생하는

신선이 그리울 수 밖에 없다. 그래서 한라산에 가서 신선이 되기를 열망하게 마련이다.

옛날 제주도에서는 노인이 70세가 되는 날, 한라산 정상에 올라가 음식을 차려 놓고 아버지를 앉혀 두고 오면 그날로 신선이 되어 올라간다는 것이다. 이 풍속은 이조때까지 내려왔는데 세종 때 기진(奇戾) 목사 시절, 어느 날 이방이 내일은 아버지가 신선이 되는 날이어서 아버지를 한라산의 정상, 백록담에 모셔갔다 와야겠다는 이야기를 자세히 말씀드렸다. 목사는 이 말을 듣고 한참 생각하다가 옥황상제에게 편지를 한 장 써 보낼 터이니, 아버지께서 그 편지를 가슴에 꼭 품어 소중히 가져가서 옥황상제에게 전달하도록 부탁해 달라며 자그마한 봉투 하나를 이방에게 주었다. 이방이 아버지를 모시고 한라산에 올라갔다 돌아온 다음날 아버지가 신선이 되어 잘 오셨는지 보자면서 목사도 이방을 따라 한라산 정상에 함께 올라갔다. 신선이 되도록 아버지를 앉혀 둔 자리에 가보니, 거기에는 커다란 뱀이 한 마리 죽어 넘어져 있었다. 목사가 그 뱀을 잡아 배를 갈라 보니 배속에는 이방의 아버지가 고스란히 들어 있었다. 목사가 옥황상제에게 보낸 편지는 독약이었다. 그 후부터 70세가 된 노인을 한라산에 버리는 풍속이 없어졌다.

2) 한라산과 신당(神堂)에 관한 전설

한라산은 예로부터 신성시해 왔다. 신성시해 왔다는 것은 거기에 신령이 있음을 믿어왔기 때문이다. 제주도민은 한라산을 신성시하고, 한라산신(漢拏山神)의 존재를 믿어 그들의 복리를 기원해 왔다. 이 신앙행사는 본래 마을 단위의 부락제로 벌여 왔고 마을의 복리를 축원하여 전승되었기 때문에 한라산신은 마을의 수호신으로 그 성격이 바뀌어져 버렸다. 마을의 수호신이 바로 신당(神堂)이다. 지금 한라산에서 출생했다고 전해오고 있는 여러 마을의 당신(堂神)들은 바로 한라산 숭배의 잔영이다. 당신들의 모습과 생활상을 추려 보면 한라산신의 그것도 추측할 수가 있다.

<1> 세화 본향당신(細花 本鄉堂神)

제주시 구좌읍 세화리의 수호신인 본향당신은 천жат도, 금상님, 2위(位)이다. 천жат도는 한라산의 백록담에서 저절로 솟아난 신이고, 백줏도는 서울 서대문 바깥에서 솟아난 임정국의 따님아기인데, 천жат도의 외손녀가 되며, 용왕천자국의 황제는 백줏도의 외삼촌이라고 한다.

천작도는 백록담에서 부모 없이 저절로 솟아나, 일곱 살 때부터 글을 읽기 시작하니, 천자문(千字文), 동몽선습(童蒙先習), 사략(史略), 통감(通鑑), 소학(小學), 중용(中庸), 시전(詩傳), 서전(書傳) 등을 모두 통달했다. 열 다섯 살이 되자 흰 망건에 흰 장삼을 입고 흰 띠를 두른 어엿한 선비 모습의 신이 되었다. 옥황상제의 명을 받아 세화리의 손드랑마루라는 곳에 내려와서 당신으로 좌정하게 되었다.

백죽도는 임정국의 따님으로 태어나 일곱 살이 되자, 부모님 눈에 거슬려 쫓겨났다. 갈 데가 없으므로 용왕천자국 대왕인 외삼촌한테 수청부인으로 들어가서 갖가지 주술을 배우고 돌아와 부모님께 사죄했으나 부모님이 받아주지 않았다. 할 수 없이 그녀는 세화리에 당신으로 계신 외할아버지를 찾아와 같이 좌정하게 되었다.

〈2〉 호근 본향당신(好近 本鄉堂神)

서귀포시 호근동의 본향당신은 ‘애비국하로산또’라는 이름의 신이다. 한라산에서 솟아났기 때문에 하로산또[漢拏山—]라는 이름이 붙은 것이다. 이 신은 하로영산[漢拏靈山]에서 을축(乙丑) 삼월 열 사흘날 자시(子時)에 솟아났다. 부모 없이 저절로 솟아난 것이다. 솟아나고 보니, 그 시간이 자시인지라 천지는 칠혹같이 캄캄하여 동서남북을 가늠할 수 없었다. 얼마 있자, 천황닭[天皇鷄]이 울어대고 지황닭[地皇鷄]이 울어 가니 먼동이 트기 시작하여 밤과 낮이 구분되기 시작하고 방위를 분별할 수 있게 되었다. 애비국하로산또는 한라산을 출발하여 내려오기 시작했다. 중문 도순리에 있는 시오름 상봉에 내려와 사슴 떼가 줄을 지어 달리는 것을 보고 요기하기로 하여, 맨 뒤에 있는 늪을 하나 쏘아 등에 걸머지고 다시 내려오다가 서귀포시 호근동으로 흐르는 들레냇도에 이르니 물이 하도 맑으므로 여기서 목욕을 하고 사슴을 먹고 바둑을 두고 있는 동안 신선에게 허락을 받아 좌정할 자리를 고르다 돌혹기라는 곳이 산수(山水)가 가장 좋으므로 거기 좌정하여 호근동을 차지하고 당신이 되었다.

〈3〉 사계(射溪) 큰물당신(堂神)

서귀포시 안덕면 사계리 본향당신인 큰물당신도 한라산에서 솟아나 수련을 하며 살았던 신이다. 이 신은 할로영산[漢拏靈山] 서쪽 능성에서 저절로 솟아났다. 이 신은 자신이 차지할 마을을 찾기 위해 한라산을 떠났다. 노루 사슴떼를 몰아 ‘훈골’로 내리고 홍군에서 다시 ‘변내골’로 내리

고, 변내골에서 다시 홍골로 되돌아 올라서 산방굴사(山房窟寺) 머리로, 큰물머리로 하여 당물에 올라 와 사슴을 잡았다. 피를 뽑아 시원하게 먹은 후, '이우암동산'에 올라 앉아 좌정할 곳을 찾아보니 사계리 '큰물'에 혈이 떨어져 있어 좌정할 만했다.

한라산에서 솟아난 신들은 거의 모두 '고기도 장군', '밥도 장군', '술도 장군'으로 먹는 거인이며 화살 하나를 쏘면 일만 군사가 저절로 숙여 들어오고 나가는 무장으로 이야기되고 있다.

〈4〉 예촌·보목 본향당신(禮寸·甫木 本鄉堂神)

서귀포시 남원읍 예촌리[신례리·하례리]의 본향당신과 서귀포시 보목동 본향당신은 맺어진 형제이다. 할로영산[漢擎靈山]에서 솟아난 '백관님'과 강남천자국에서 솟아난 '도원님', 그리고 서귀포시 상호동 경에 있는 칠오름에서 솟아난 '도병사', 이 세 신들은 예촌 본향당의 신이나, 그리고 할로영산의 백복담에서 솟아난 '바라못님'은 보목동의 본향당신이다. 백복담에서 솟아난 '바라못님'은 성장하여 신중부인과 결혼하고 살 곳을 찾아 떠나게 되었다. 어느 날, 부인을 거느리고 백복담을 떠나 차츰 아래쪽으로 내려왔다. 서귀포시 상호동 경의 제완지골이란 곳에 이르고 보니 칠오름에 푸른 군막이 쳐 있는 것이 발견되었다. '어떤 어른들이 저렇게 휘황하게 차려 놓고 있을까?' 부인을 토평동 허씨 집 과부댁에 맡겨두고 칠오름에 군막이 쳐 있는 곳을 찾아갔다. 신선 같은 세 분이 앉아 바둑을 두고 있었다. 수작을 하고 보니, 한 분은 할로영산에서 솟아난 '백관님'이고, 한 분은 강남천자국에서 솟아난 '도원님'이고, 또 한 분은 칠오름에서 솟아난 '도병사'였다. 네 신은 마주 앉아 인사를 나눈 후, 나이의 위아래를 가리는데, 누가 형이고 누가 아우인지를 분별하기 어려웠다. 한찬 외논 끝에 바둑을 두어서 이기는 이가 형이 되기를 합의하였다. 바둑판을 앞에 두고 한 점 두 점 붙이다보니, '백관님'과 '도원님', '도병사' 셋은 한패가 되어 서로 후원을 하고 '바라못님'은 외톨이가 되어 바둑을 지고 말았다.

이렇게 해서 '백관님', '도원님', '도병사'는 윗 마을의 예촌을 차지하여 예촌에 가서 '배야기된밭'이라는 곳에 좌정하여 예촌 본향당신이 되고, '바라못님'은 아래 마을인 보목리의 '조노된밭'이라는 곳에 내려와 좌정하여 보목 본향당신이 되었다.

〈5〉 상창(上倉) 하르방당신(堂神)

할로영주삼신산[漢擎瀛洲三神山] 봉우리 서쪽 어깨에서 을축(乙丑) 삼월

열사혼날 유시(酉時)에 아홉 형제의 신이 솟아났다. 아홉 형제가 각자 혼
어져서 내려와 여러 마을을 차지하여 당신이 되었다. 큰 형은 성산을 수
산리 당신이인 울뢰마루하로산이고, 둘째는 애월읍 수산리 당신이 제석천왕
하로산[帝釋天王漢擎山]이고, 셋째는 남원읍 예촌리의 당신이인 고병석도하
로산이고, 넷째는 서귀포시 동홍동과 서홍동의 당신이인 고산국하로산이고,
다섯째는 서귀포시 중문동의 당신이 동백자로하로산이고, 여섯째는 서귀
포시 하모동의 당신이 동백자로하로산이고, 일곱째는 대정읍 일파리의 당
신인 제석천왕하로산이고, 여덟째는 안덕면 상창리의 당신이 남판돌관고
나무상대자하로산이고, 아홉째 막내는 구좌읍 종달리의 당신이 제석천와
하로산이다. 이 형제 신들은 한라산에서 솟아났으므로 그 이름에도 모두
'하로산[漢擎山]'이 붙은 것이다.

<6> 중문 본향당신(中文 本鄉堂神)

서귀포시 중문동의 본향당신은 동백자하로산이다. 이 신은 한라산 봉우
리 서쪽 어깨에서 을축(乙丑) 삼월 열사혼날 유시(酉時)에 솟아난 아홉 형
제 신 가운데 다섯째이다. 이 신은 한라산을 떠나 차츰차츰 내려와 중문
동에 와서 당신이 되고 '진궁하늘진궁부인'이라는 신을 부인으로 맞이하
였다. 부부 사이에 아들이 하나 태어났다. 아들은 아직 어린지라 어머니
젖가슴을 뜯고, 아버지 무릎을 앉아 수염을 뽑고 가슴팍을 치곤 했다. 이
것이 부모의 눈에 거슬렸다. 돌함을 단단히 짜서 아들을 담아 자물쇠로
잠그고는 곧 바다로 띄워 버렸다. 돌함은 밀물에도 둥둥, 썰물에도 둥둥
떠돌아다니다가 동해용왕격의 산호나무 가지에 걸렸다.

용왕의 막내딸인 꽃당혜신은 발로 돌함을 툭툭 차니 자물쇠가 저절로
열려졌다. 돌함 속에는 셋벌 같은 동자가 앉아 있었다. “저는 인간 세상의
사람으로, 아버지는 하로백관[漢擎百官]이고 어머니는 진궁하늘 진궁부인
인데, 부모님 눈에 거슬리어 바다에 띄워 버리기에 여기 왔습니다”하고
동해용왕의 막내 사위가 되었다. 용왕국에서는 사위손님을 대접하느라고
별별 음식을 차려 올리는데 밥도 술도 장군으로 먹다보니 석달 열흘 백일
이 되어 동창고, 서창고가 다 비어가고 이 사위를 그대로 두었다가는 용
왕국이 망할 듯 했다. 용왕은 사위와 딸을 다시 돌함에 담아 물 바깥으로
띄어 버렸다. 돌함은 불결에 따라 떠돌아다니다가 중문동 앞쪽 바다에 떠
올라왔다. 아들부부는 물으로 올라와 부모님을 찾아갔다. 부모님은 자초지
종을 물어보니, 일곱 살 때 죽으라고 바다에 띄어 버린 아들이 살아 돌아

은 것이 분명했다. 거기다 용왕의 딸을 며느리로 맞이하게 되니 반가웠다. 동백자하로산은 며느리가 불쌍히 생각되어 탄 살림을 내주기로 했다. 중문동에 불복당이라는 다른 당을 마련토록 하고 거기에 가 좌정하여 신앙민들의 제의를 받아먹도록 해주었다. 이래서 중문동에는 ‘도람지께’라는 본향당과 불복당이 생기게 된 것이다.

<7> 광양당신(廣壤堂神)과 호종단(胡宗旦)

광양당신은 제주시 이도동의 광양에 있었던 당신이다. 지금은 그 자취도 없어져 버렸지만 옛날에는 아주 큰 당신이었다. 옛 문헌들에는 광양당을 한라산호국신사(漢拏山護國神祠)라 하고 연전(諺傳)에는 한라산신(漢拏山神)의 아우라고 한다. 한라산수호국인 광양당신은 태어날 때부터 영특하여 성덕(聖德)이 있었는데, 죽은 후 신이 되어 모셔졌다.

고려 때의 일이다. 중국 송나라 왕이 지리서를 펴 놓고 보니 제주도의 지리가 심상치 않았다. 그 혈들이 인걸만 쉼 새 없이 나게 되어 있기 때문이다. 송나라 왕은 이 인걸들을 못나게 해 놓아야겠다고 생각했다. 그래서 호종단을 불러 제주의 물줄기를 끊으라는 지시를 내렸다. 좋은 샘물이 없으면 인걸이 못 나올 것이기 때문이다. 문헌에는 호종단이라 되어 있지만, 현재 구전되는 전설에는 그 이름이 ‘고종달[胡宗旦]’이라고 되어 있다.

고종달은 구좌읍 종달리 바닷가로 배를 붙여 들어와 마을 이름이 종달리[終達里]라고 듣자 “무엇하게 내 이름과 같다”고 화를 내며 우선 종달리의 물혈부터 끊기 시작했다. 종달리의 물혈을 뜯고 고종달이는 서쪽을 향해 차례로 혈을 떠왔다. 제주시 화북동에 이르렀다. 그가 가진 지리서에 ‘고부랑나무 아래 행기물’이라는 물혈이 있으므로 이 혈을 뜨기 위해서였다. 고종달이는 이 물을 찾아 지리서를 보며 걸음을 옮기고 있었다. 이때 화북동의 어느 밭에서 한 농부가 밭을 갈고 있었는데, 백발 노인 한 사람이 칠레벌떡 달려왔다. 노인은 매우 급하고 딱한 표정으로 하소연을 했다. “저기 있는 물을 이 행기[늑그릇]로 한 그릇 떠다가 저 소 길마 밑에다 잠시만 숨겨 주십시오.” 농부는 무엇 때문인지 영문을 몰랐지만 노인의 몸가짐이 하도 다급한 것 같으므로 물어 볼 겨를도 없이 그대로 해 주었다. 그랬더니 노인은 그 행기물 속으로 살짝 들어가 사라져 버렸다. 이 노인은 산신(山神)이었다.

얼마 안되어 어떤 사람이 개를 데리고 나타났다. “여기 고부랑나무 아래 행기물이라는 물이 어디 있소?” 무슨 책을 들여다보며 이렇게 물었다.

농부는 이 마을에 이제까지 살아도 그런 불이 있다는 말은 들은 적이 없다고 대답했다. “여기가 툼림었는데……” 중얼거리며 주위를 살살이 찾아보는 이 사람이 바로 고종달이었다. 그가 가진 지리서가 어떻게 잘 되어 있는 책인지, 이 수신이 행기 속의 물에 들어가 길마 밑에 숨을 것까지 다 알고 기록해 놓은 것이다. 고부랑나무라는 것은 길마를 이롭히고, 행기 물이란 행기 그릇에 떠놓은 물을 이룬 것이다. 그런데 고종달이는 이것을 몰랐다. 또한 농부도 그것을 알 리가 없었다. 그저 그런 이름을 가진 샘물이 없으니 없다고 한 것 뿐이었다.

고종달이는 아무리 샘물을 찾아봐도 샘물이 없으니, “이놈의 지리서가 엉터리구나” 하면서 찢어서 던져 버리고 가버렸다. 이래서 화북동의 물혈을 꿈지 못해서 지금도 샘물이 솟는다. 그때 행기 그릇 속에 담겨 살아난 물이라 해서 ‘행기물’이란 이름이 붙어 오늘날까지 그렇게 불리고 있다.

〈8〉 한라산신(漢拏山神)과 이태조(李太祖)

고려의 국운이 기울어져 가는 것을 안 이성계는 명산 내천을 돌아다니며 자기의 큰 뜻을 고하고 가호를 빌었다. 한라산신은 단번에 아를 거절해 버렸다. 신하로써 어찌 그런 불충한 짓을 할 수 있는냐는 것이다. 그래도 이성계는 뜻을 굽히지 않고 위화도(威化島)에서 회군하여 송경(松京)으로 군사를 물었다. 천하를 잡아 동국하자, 이태조는 곧 한라산신에게 칙서(勅書)를 내렸다. 혁명에 동의와 협조를 하지 않았으니 귀양 보낸다는 내용이였다. 칙서의 내용은 자세히 알 길이 없으나 가히 우스운 전설이다. 이만 하면 인간의 무모도 극에 달한 감이 없지 않다. 이까짓 일에 홀홀히 채비를 차리고 귀양길을 떠날 한라산신은 아니리라.

4. 향후 관리방안

한라산은 예로부터 지금까지 제주도민의 주민생활의 터전일 뿐만 아니라 때로는 신앙의 대상으로, 혹은 생활자원 제공처나 산악활동의 대상으로 우리에게 인식되어 왔다. 그리고 수려한 자연경관은 국가지정 명승들을 품고 있으며, 많지는 않으나 여러 문화재와 기념물 등을 간직하고 있다. 또한 바록 문화재는 아니지만 한라산 역사문화유적으로 가치를 지닐만한 비지정문화재까지 포함하면 한라산에는 보호하고 보존할 만한 학술적 가치를 지닌 역사문

화유적이 다수 분포해 있다고 할 수 있다.

비정문화재의 경우 자료가 부족하고 어느 선까지 문화유적으로 보아야할지도 명확하지 않아, 이번 조사에서 명확한 비지정문화재의 수를 파악하는데는 무리가 있었다. 하지만 향후 지속적인 자료 수집과 현장조사를 통하여 한라산 역사문화유적자원을 발굴해 내고 한라산국립공원에 맞는 문화재의 정의를 내려 보존 및 관리방안을 강구해 나가야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. 고정균 외 공저, 2006, 한라산천연보호구역 학술조사보고서, 제주특별자치도한라산연구소 pp.632.
2. 고정균 외 공저, 2009, 한라산의 자연자원, 제주특별자치도환경자원연구원, pp.350.
3. 고창석 외 공저, 2009, 화산섬 제주문화재탐방, 제주특별자치도·제주문화예술재단, pp.492.
4. 송인순 외 공저, 2002, 한라산국립공원자연자원조사, 국립공원관리공단, pp.342.
5. 우리지도, 2009, 제주특별자치도 지적·임야약도, pp.700.
6. 제주도, 1994, 한국의 영산 한라산, 일신옵셋, pp.410.
7. 제주도 마애명, 1999, 제주도·제주동양문화연구소, pp.222.
8. 현용준, 1976, 제주도 전설, 서문당, pp.269.

<웹사이트>

문화재청 홈페이지(<http://www.cha.go.kr>)

제주특별자치도청 홈페이지(<http://www.jeu.go.kr>)

한국민족문화대백과사전(<http://encykorea.aks.ac.kr>)

경제적 가치평가

조사위원 : 심규원

1. 서론

2. 조사범위 및 방법

- 가. 경제적 가치의 개념
- 나. 경제적 가치평가 방법
- 다. Turnbull 분포무관모형
- 라. 자료수집

3. 결과 및 고찰

- 가. 이용가치 추정
- 나. 보존가치 추정
- 다. 경제적 가치의 평가

4. 요약

5. 참고문헌

여 백

1. 서론

한라산은 한반도의 최남단에 위치하고 있으며, 해발 1,950m로 남한에서 가장 높다. 또한 다양한 식생분포를 이뤄 학술적 가치가 매우 높고 동·식물의 보고로서 1966년 천연기념물 제182호인 한라산 천연보호구역으로 지정·보호되고 있으며, 1970년 국립공원으로 지정되었다. 특히 백록담, 영실기암 등의 화산지형, 물장오리 분화구습지, 1100습지 등의 고산습지, 산별본내, 탐라계곡 등의 용암하천지형 등은 한라산의 독특한 지형 지질적 가치를 보여주고 있다. 그리고 2002년에는 유네스코 생물권보전지역으로 지정되었으며, 2007년에는 제주 화산섬과 용암동굴이 우리나라 최초의 유네스코 세계자연유산으로 등재되었고, 2010년에는 세계지질공원으로 인증받았다(www.hallasan.go.kr).

이러한 국립공원은 자연보존을 우선으로 하는 동시에 탐방객 만족을 실현할 수 있도록 지속적인 이용을 균형 있게 도모해야 한다. 즉 국립공원은 후손에게 물려주어야 할 자연보존의 마지막 보루이기 때문에 생태계 및 자연경관의 보호·관리가 최우선적으로 이루어져야 하며, 한편으로는 좁은 국토와 많은 인구를 가진 우리의 여건 하에 증가하는 국민 여가수요의 일부분을 능동적으로 충족시켜 나아가야 한다(한상열 등, 2007).

국립공원의 소유권은 개인이 아니라 국가구성원 전체에 부여되며 어느 한 개인이 타인의 이용을 배제할 수 없는 공공재적 성격이 강한 동시에, 한 번 훼손되면 그 회복에 상당한 기간이 걸리거나 다시는 회복되지 않는 비가역적 성격의 환경자원이다(국회예산처, 2008). 이러한 측면에서 볼 때 우수한 자연·문화자원의 보고이자 국민여가수요의 상당 부분을 충족하고 있는 공공재인 국립공원의 경제적 가치 평가가 선행되어야 할 것이다.

특히 환경자원의 경제적 가치는 관리 대상이 아니라 대상 자원의 현황을 알려주는 지표로 그 중요성이 크다고 할 수 있다. 국립공원에 대한 탐방객의 지불의사금액은 탐방객이 현재 국립공원을 통해 얻게 되는 효용을 화폐가치로, 국립공원 관리에 소요된 총비용보다 국립공원 이용에 따른 탐방객의 총편익이 커야만 국립공원 관리정책의 당위성을 확보할 수 있다. 따라서 자연자원 및 문화자원에 대한 가치평가는 탐방객에게는 자원의 중요성에 대한 인식을 제고시키고, 중앙정부에게는 환경보전을 위한 공원관리의 필요성과 재정적 지원을 정당화하는 객관적 지표를 제공할 것이다. 이러한 측면에서 본 연구는 환경자원의 경제적 가치평가방법 중 가장 널리 적용되고 있는 가상가치평가법(contingent valuation method, CVM)을 적용하여 한라산국립공원의

이용가치(use value)와 보존가치(preservation value)를 추정하였다.

한라산국립공원의 경제적 가치평가는 먼저 서론에 이어 환경재의 가치평가방법 및 적용방법의 이론적 배경을 살펴보고, 다음으로 탐방객 조사방법 및 자료수집현황을 살펴본 후 수집된 자료를 이용하여 한라산국립공원의 이용가치와 보존가치를 추정한다. 이 때 경제적 가치 추정방법으로는 최근 자연환경자원에 대한 경제적 가치평가 방법으로 가장 널리 적용되는 가상가치평가법의 이선선택형(二選選擇型, dichotomous choice)모형을 적용하였다. 마지막으로 본 연구에서 추정한 이용가치와 보존가치를 적용하여 한라산국립공원의 연간 총가치와 총자산가치를 평가한다.

2. 조사범위 및 방법

가. 경제적 가치의 개념

국립공원의 자연자원(동·식물, 자연경관자원 등)은 탐방을 통하여 발생되는 이용가치와 자연자원의 비가역적(irreversible) 특성으로 발생하는 보존가치(preservation value) 혹은 비이용가치(nonuse value)를 지니고 있는 것으로 알려져 있다.

이용가치는 국립공원의 자연자원을 탐방하면서 얻을 수 있는 소비적(consumptive)인 개인의 이익관심에 관련된 가치로 국립공원 탐방객이 체험하고 획득하는 탐방만족을 금액으로 계량화된 가치라 할 수 있다.

이와는 달리 보존가치는 소비적인 이익관심과는 완전히 독립적인 가치로 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value), 그리고 선택가치(option value)로 구성되어 있다(Krutilla, 1967).

존재가치는 국립공원 내에 자연·문화자원이 존재하고 있다는 사실 자체에 만족하여 기꺼이 지불하려는 경제적 가치를 말하며, 유산가치는 자연·문화자원을 보호하여 우리 미래세대에게 물려주기 위하여 기꺼이 지불하려는 경제적 가치를 의미한다. 이와는 달리 선택가치는 국립공원 내에 유일하게 존재하는 자연자원을 비록 현재에는 여러 가지 요건(소득, 시간 등의 부족)으로 인하여 이용하지 못하고 있지만 향후 여건개선에 따라 이용할 수 있는 일종의 향후 이용권을 미리 확보하고자 하는 뜻가로 기꺼이 지불하려는 경제적 가치를 말한다.²⁾

2) 선택가치와 존재가치의 정확한 차이점은 선택가치는 향후 이용할 기회가 자신이 소비하는 상품의 한

나. 경제적 가치평가 방법

최근의 자연환경자원에 대한 경제적 가치 평가방법으로 가상가치평가법(CVM)의 이선선택형모형(DC)이 가장 널리 사용되고 있다. 가상가치평가법의 이선선택형 모형은 개념상으로는 최소한 incentive-compatible 하기 때문에 가상가치평가법의 가상적인 시장을 설정하는 데에서 발생하는 가상적 편의(hypothetical bias)를 제거할 수 있다는 장점을 지니고 있다.³⁾ 이러한 이유에서 미국 NOAA(1993)의 Blue Ribbon panel에서는 환경재의 가치평가방법으로 가상가치평가법의 이선선택형을 적극 추천하고 있다.⁴⁾

그러나 이선선택형 모형은 이러한 장점에도 불구하고 지금까지 국내에 소개된 대부분의 실증연구에서는 응답자의 지불의사금액(willingness to pay, WTP)에 대한 함수형태를 가정하는 모수적 추정방법(parametric approach)으로 분석되어지기 때문에 지불의사금액의 기대치를 계산하는 과정에서 평가기준에 대한 문제점들이 제기되고 있다. 즉, 응답자의 지불의사금액의 분포를 logistic 분포로 가정하는 logit model이나 표준누적정규분포를 가정하는 probit model로부터 WTP의 기대치인 가치평가액을 계산할 때, 설정된 모형 자체에서 나타나는 음(negative)의 WTP를 평가액 산출과정에 포함시켜야 하는가에 관한 문제와 음의 WTP를 평가액 추정시 배제하는 경우라 하더라도 기대치 평가에 있어 추정된 함수로부터 적분영역을 어디까지의 범위로 할 것인가에 따라서 추정되는 평가액이 많은 영향을 받는다. 그러나 아직까지도 이에 대한 명확한 규명이나 기준이 제시되지 않고 있다.⁵⁾

-
- 부분을 구성하고 있다는 사실에 대하여 지불하려는 냇가일에 반하여, 존재가치는 자연자원의 존재 자체에 대하여 비록 자신이 아니더라도 다른 사람들이 자연자원을 이용하는 기회를 허용하는 가치이다.
- 3) 이선선택형 모형에서는 개념상으로는 응답자가 선택할 수 있는 대안이 '예' 혹은 '아니오' 중 하나만 으로 응답하기 때문에, 응답자 자신의 선호(preferences)를 진실하게 나타나게 하는 적합한 요인이 존재함으로 가설적 편의가 발생하지 않는 것으로 알려져 있다(김대균·최관, 1998). 그러나 최근의 연구들에서는 이선선택형 가상가치평가에서 가상적 상황에서의 반응이 실제(real) 상황에서의 반응과 차이가 있음을 실증적으로 보여주고 있다. 즉 응답자들이 가상적 상황에서 자신들의 선호를 진실하게 나타나게 하는 적합한 유인이 존재한다는 것에 의문을 제기하고 있다(Cummings *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1996; Fox *et al.*, 1998).
- 4) 미국 상무부 산하 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)에서는 노벨 경제학상 수상자인 Kenneth Arrow와 Robert Solow를 공동의장으로 경제전문가 22명으로 구성된 패널(panel)을 구성하였는데, 이들은 가상가치평가법의 블루리본(blue ribbon)이라 불리는 NOAA 보고서(1993)를 통하여 가상가치평가법의 가장 적절한 질문형태로 이선선택형을 추천하고 있다(p. 4612). 이선선택형 모형의 장점은 incentive-compatible하다는 장점 이외에도 일반 시장(market)에서의 구매과정과 매우 유사하다는 점과 간단하게 설문할 수 있으며, 출발점 편향(starting point bias)을 제거할 수 있다는 장점이 있다(Freeman, 1993).
- 5) 실증분석이 적용되는 평가기준의 유형은 음의 WTP 영역을 포함하여 재산하도록 적분영역을 $-\infty$ 에서 $+\infty$ 까지로 정하는 overall mean WTP와 추정확률이 0.5일 때의 금액을 기준으로 하는 median WTP, 그리고 음의 WTP를 고려하지 않고 적분영역을 영(0)에서 최고제시금액 또는 일정확률수준까지의 금

Habb와 McConnell(1997)이 지적한 바와 같이 陰의 WTP 영역은 경제적 평가대상에 고려하지 않고 있다. 왜냐하면 이용가치나 보존가치를 추정하기 위해서 제시되는 가상적인 시나리오가 설문응답자에게 효용(benefits)을 제공하지 않는다면 그 재화는 응답자로부터 간단히 무시될 수 있기 때문이다. 그러나 실증분석에 있어서는 WTP의 특정 함수형태를 가정하기 때문에 추정되는 함수로부터 陰의 WTP를 배제하고 평가액을 추정하는 것이 적절한가에 대하여는 아직까지 이론적으로 불명확하다.

이러한 맥락에서 본 연구보고서에서는 함수형태를 처음부터 전혀 고려하지 않고 응답자의 반응만을 이용하여 평가하는 비모수적 추정방법(nonparametric approach)의 일종인 Turnbull 분포무관모형(distribution-free model)을 적용한다.

다. Turnbull 분포무관모형

1) 이론적 배경

이선선택형 가상가치평가법에서의 응답은 ‘예’ 또는 ‘아니오’의 離散(discrete)형태를 나타낸다. 즉, 조사자가 설정한 시나리오에서 임의의 금액(A)원에 대하여 지불할 용의가 있을 경우 ‘예’라고 응답하며, 그렇지 않을 경우 ‘아니오’라고 응답하여 그 반응을 기초로 하여 경제적 가치를 평가한다(Bishop & Heberlein, 1979). 이 때 설정된 시나리오는 연구대상 환경재의 질적인 변화가 z_0 에서 z_1 으로 변화한다는 것을 가정한다. 그러므로 환경질의 변화에 따른 개인의 WTP는 아래와 같이 정의되어 질 수 있다.

$$V(y-WTP, z_1) = V(y, z_0) \quad (1)$$

여기서 $V(y, z)$ 는 개인의 간접효용함수를 나타내며 y 는 개인의 소득수준이다. 만약 응답자가 ‘예’라고 응답했다면 이는 금액(A)원을 지불하고 환경재의 질적변화가 z_1 으로 변화하는 것이 금액(A)원을 지불하지 않고 환경재의 질적 변화가 z_0 으로 유지되는 것보다 개인의 효용수준이 높거나 같다는 것을 의미한다. 따라서 개인의 WTP 확률은 금액(A)원을 초과하지 않으며 이를 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$\text{Prob.}(WTP \leq A) = F_{WTP}(A) \quad (2)$$

여기서 $F_{WTP}(A)$ 는 연속적으로 증가하는 함수를 가정하기 때문에 WTP의 기대치는 아래의 식(3)과 같이 추정된다.

액으로 설정하는 truncated mean WTP가 있다(Hanemann, 1984).

$$E(WTP) = \int_0^{\infty} [1 - F_{WTP}(A)dA] - \int_{-\infty}^0 [F_{WTP}(A)dA] \quad (3)$$

식(3)의 우항에 있는 $\int_{-\infty}^0 [F_{WTP}(A)dA]$ 는 陰의 WTP 영역에 대한 적분값을 의미한다. 일반적인 실증분석에서는 평가대상 재화가 환경재의 경우 陰의 WTP 영역을 고려하지 않고 陽(positive)의 WTP 영역만을 평가의 대상으로 하고 있다.

$$E(WTP) = \int_0^{\infty} [1 - F_{WTP}(A)dA] \quad (4)$$

그러나 陰의 WTP 영역을 포함하여 계산하는 식(3)의 경우에는 陰의 WTP는 진정한 응답자의 신호는 아니지만 통계적 적합성(fitness good)과 함수형태(model specification)에 있어서는 그 중요성을 가진다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 Duffield와 Patterson(1991)은 陰의 WTP를 배제할 수 있는 비대칭모형의 일종인 log-linear logit 모형을 적용하고, 여기에서 추정되는 WTP 함수로부터 기대치를 추정할 때에는 최대제시금액에서 절단(truncated)한 적분값으로 평가하는 것을 제안한 바 있다.⁶⁾

따라서 본 연구에서는 WTP 분포에 대한 함수적 형태를 규정하지 않고 단지 응답자의 반응만을 분석한다. 이러한 모형으로는 Kristrom(1990)이 제안한 최우법을 적용한 비모수적 추정방법의 하나인 단순분포무관모형과 McFadden(1994)의 'pooled adjacent violators algorithm'을 적용한 모형, Kristrom(1997)의 spike모형, Haab와 McConnel(1997)에 의해 정리된 Turnbull 분포무관모형 등이 있다.

본 연구에서는 이들 모형중 가장 최근에 제안된 Turnbull 분포무관 모형을 실증자료에 적용하여 陰의 WTP와 절단편의(truncation bias)에 관련된 문제해결을 위한 적용가능성을 검토한다.

2) 추정방법

이선선택형 가상가치평가법은 일반적으로 다음과 같은 질문형태로 주어진다. "귀하는 가격이 A_j원일 때 이를 지불하실 의향이 있으십니까?" 이때 주어지는 제시가격이 M개라고 하고 이를 j로 표현하면 j=0, 1, ..., M이 되고, 이때 만약 j>k일 경우에는 A_j>A_k이다. 응답자가 A_{j-1}에서 A_j까지의 구간에서

6) logit 이나 probit 모형에서 나타나는 陰의 WTP 문제를 모형자체에서 포함하지 않도록 하기 위하여 log-logistic, log-normal 모형(Cameron, 1988) 이외에도 Weibull model 등을 사용하기도 한다. 그러나 이 경우에 있어서도 적분구간을 어디까지로 할 것인가에 대한 기준은 아직까지 명확하게 밝혀지지 않고 있다.

응답확률을 p_j 라고 한다면 아래의 식 (5)와 같이 표현된다.

$$p_j = P(A_{j-1} < W \leq A_j) \text{ for } j=1, \dots, M+1 \quad (5)$$

대부분의 경우에서 응답자는 $j=1$ 에서 M 까지의 A_j 에 대하여 각각 응답하게 되는데, 이때 최대제시금액 A_M 을 초과하는 금액에 대하여는 $A_{M+1}=\infty$ 라고 가정하자. 이때 누적분포함수(cumulative distribution function: CDF)를 F_j 라 한다면 CDF는 아래의 식(6)과 같다.

$$F_j = P(W \leq A_j) \text{ for } j=1, \dots, M+1, \text{ 여기서 } F_{M+1}=1 \quad (6)$$

여기에서 누적분포함수가 아닌 각 제시금액 사이의 구간확률 p_j 는 누적분포함수 $F_j - F_{j-1}$ 로 계산되며, 이때 초기의 누적분포함수 $F_0=0$ 이다. Turnbull 분포무관모형에서는 누적분포확률 F_j 뿐만 아니라 구간확률 p_j 로도 추정이 가능하다. 누적분포함수 F_j 를 이용할 경우 최우추정함수는 아래 식(7)과 같이 표현된다.

$$L(F, N, Y) = \sum_{j=1}^M [N_j \ln(F_j) + Y_j \ln(1 - F_j)] \quad (7)$$

여기서 N_j 는 제시금액 A_j 에 대하여 '아니오'라고 응답하는 응답자 수이고, Y_j 는 A_j 에 대하여 '예'라고 응답하는 응답자의 수이다. 또한 $(1-F_M)=P_{M+1}$ 의 확률은 최고제시금액을 초과하는 확률 W 로 표현된다. 이를 누적분포함수가 아닌 구간확률 p_j 로 표현하면 아래 식(8)과 같다.

$$L(p, N, Y) = \sum_{j=1}^M \left(N_j \ln \left(\sum_{k=1}^j p_k \right) + Y_j \ln \left(1 - \sum_{k=1}^j p_k \right) \right) \quad (8)$$

위의 식에 대하여 Turnbull(1976)은 식(6)을 확률 p_j 로 미분하여 최대화 조건을 식(9)와 같이 정리하였다.

$$\frac{\partial L}{\partial p_i} = \sum_{j=i}^M \left(\frac{N_j}{\sum_{k=1}^j p_k} - \frac{Y_j}{1 - \sum_{k=1}^j p_k} \right) \leq 0 \quad p_i > 0 \quad p_i \frac{\partial L}{\partial p_i} = 0 \quad (9)$$

위의 식을 이용하여 $p_2 \neq 0$ 라면 아래 식(10)과 같이 성립한다.

$$\frac{\partial L}{\partial p_1} - \frac{\partial L}{\partial p_2} = \frac{N_1}{p_1} - \frac{Y_1}{1 - p_1} = 0 \quad (10)$$

이를 p_1 에 대하여 정리하면 아래 식과 같다.

$$p_1 = \frac{N_1}{N_1 + Y_1} \quad (11)$$

만약 $p_3 > 0$ 이라면 $\frac{\partial L}{\partial p_2} - \frac{\partial L}{\partial p_3}$ 로부터 아래 식과 같이 p_2 를 구할 수 있다.

$$p_2 = \frac{N_2}{N_2 + Y_2} - p_1 \quad (12)$$

그러므로, 만약 $\frac{N_2}{N_2 + Y_2} > \frac{N_1}{N_1 + Y_1}$ 이라면, p_2 는 陽의 값을 가지게 된다. 이는 응답자가 제시금액 A_2 에 대하여 '아니오'라고 응답하는 확률이 A_1 에 대하여 '아니오'라고 응답하는 확률보다 크다면, (A_1, A_2) 사이의 구간에서 확률은 陽의 값을 가진다는 의미이다. 따라서 구간확률 p_j 는 $F_j - F_{j-1}$ 로 계산되며 이때의 $F_j = \frac{N_j}{N_j + Y_j}$ 이다. 이러한 누적분포함수는 독립적인 Bernoulli 연속시행으로 동일한 제시금액이 주어진 응답자들의 각 부표본(subsample)으로부터 계산되어질 수 있다.

그러나 만약 $\frac{N_2}{N_2 + Y_2} < \frac{N_1}{N_1 + Y_1}$ 이라면 p_2 의 최우추정치는 陰의 값을 가지게 된다. 따라서 $p_3 \neq 0$ 이 아니라고 가정한다면, $p_2=0$ 을 적용하여 $\frac{\partial L}{\partial p_1}$ 에서 $\frac{\partial L}{\partial p_3}$ 을 빼면 아래의 식(13)과 같이 정리된다.

$$\frac{\partial L}{\partial p_1} - \frac{\partial L}{\partial p_3} = -\frac{N_1 + N_2}{p_1} - \frac{Y_1 + Y_2}{1 - p_1} = 0 \quad (13)$$

이를 p_1 에 대하여 정리하면 식(14)와 같다.

$$p_1 = \frac{N_1 + N_2}{N_1 + N_2 + Y_1 + Y_2} \quad (14)$$

그러므로 p_j 가 陰이 아니라는 제약조건을 포함하는 문제를 해결하기 위하여, j 번째와 $(j-1)$ 번째의 cell을 합하여 계산할 수 있으며, 이때 $N^*_j = N_j + N_{j-1}$, $Y^*_j = Y_j + Y_{j-1}$ 로 표현되고, 이 경우 p_j 를 추정하면 $p_j = \frac{N^*_j}{Y^*_j + N^*_j} - \sum_{k=1}^{j-2} p_k$ 로 계산할 수 있다. 만약 이러한 경우에서도 p_j 가 陰의 값을 가진다면, $p_j > 0$ 을 만족할 때까지 반복적으로 계산한다.

다음으로 위와 같은 과정에 의하여 계산된 누적분포함수를 이용하여 기대치를 추정하기 위하여 식(15)와 같이 계산한다.

$$E(W) = \int_0^{\infty} W dF(W) = \sum_{j=1}^{M+1} \int_{A_{j-1}}^{A_j} W dF(W) \quad (15)$$

이때, 제시금액간의 구간의 면적을 계산하기 위하여는 먼저 확률구간에서의 금액을 어떤 것을 기준으로 할 것인가가 중요한데, 일반적으로 각각의 구간에서 최소값을 기준으로 하는 lower-bound가 적용되고 있다. 따라서 각

각의 구간에서 최소값을 적용할 때 지불의사금액의 기대치는 식(16)과 같이 계산된다.

$$E(LB_{WTP}) = 0 \cdot P(0 \leq W < A_1) + A_1 \cdot P(A_1 \leq W < A_2) + \dots + A_m \cdot P(A_m \leq W < A_{m+1}) = \sum_{j=1}^{M+1} A_{j-1} p_j \quad (16)$$

또한 lower-bound에 의하여 추정된 지불의사금액의 분산은 아래 식과 같이 추정된다.

$$V\left(\sum_{j=1}^{M+1} p_j A_{j-1}\right) = \sum_{j=1}^{M+1} A_{j-1}^2 (V(F_j) + V(F_{j-1})) - 2 \sum_{j=1}^M A_j A_{j-1} V(F_j) \quad (17)$$

여기서 $V(F_j)$ 는 $\frac{F_j(1-F_j)}{N_j+Y_j}$ 이다.

라. 자료수집

1) 조사방법

설문조사를 실시하기 전에 한라산국립공원을 사전 답사하여 최근 탐방 현황 및 최성수기를 파악하였으며, 현지 탐방객을 대상으로 2012년 4월부터 10월까지 봄과 가을철 조사를 평일과 주말로 구분하여 현지 설문조사(on-site survey)를 실시하였다. 현지 설문조사는 한라산국립공원 탐방을 마친 20대 이상의 성인을 대상으로 일대일면접과 자기기입식 방식을 병행하였으며, 한라산국립공원의 자연 및 문화자원 등 가치를 평가하는 것이므로 사전에 철저한 교육과 훈련을 받은 면접원에 의하여 이루어졌다.

한라산국립공원이 갖는 경제적 가치(이용가치와 비이용가치)를 추정하기 위한 가상적인 질문들이 가상가치평가법의 이선선택형 질문형태로 주어졌다.

이 때 사용되어진 지불수단(payment vehicle)으로는 경제적 가치평가에 대한 추정의 사실성(reality)을 현실적으로 반영하기 위하여 이용가치의 경우에는 입장료를, 비이용가치의 평가에 대하여는 가구당 연간 지불하는 세금(tax)을 제시하였다.

조사탐방객수(표본수)는 404명으로 표본크기(n)의 신뢰수준은 식 (18)과 같이 모집단 비율에 의한 표본크기에 의하여 신뢰수준 95%에 최대허용오차 ± 0.05 를 충족시키고 있다.

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{E^2} = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2} = 385 \quad (18)$$

여기서 Z : 95% 신뢰수준에서의 Z값(1.96)

P : 최대표본 크기를 구하기 위하여 0.5를 적용

E : 최대허용오차

2) 현지 조사방법

경제적 가치를 평가하기 위한 지불수단(payment vehicle)은 현재 국립공원 입장료가 폐지됨에 따라 입장료 대신 공원 탐방 시 소요되는 기본적인 사용료로 가정하여 설문을 실시하였다. 가상의 사용료의 제시금액(Aj)은 500원부터 50,000원까지 7개의 가격수준으로 설정하고 이 가운데 임의로 하나를 질문하였다. 이용가치 평가를 위한 지불수단인 기본적인 사용료는 1인당 1일 1회에 소요되는 금액으로 설정하였다.

다음으로 보존가치 평가를 위한 지불수단은 가구당 세금으로 가정하고 세금의 지불 형태는 연간지불금액으로 설정하였다.⁷⁾

각각의 가격수준에 대한 응답자의 반응 결과는 표 1과 같으며, 가격수준에 대한 응답자의 반응(response)에 대한 Turnbull 분포무관 분석은 각각의 가격수준에서 '아니오'라고 반응하는 확률을 이용한다.

표 1. 이용가치와 보존가치에 대한 응답자의 반응

이용가치				보존가치			
제시금액	N	'예' 응답자	'아니오' 응답자	제시금액	N	'예' 응답자	'아니오' 응답자
500	63	57	6	500	63	54	9
1,000	60	50	10	1,000	60	47	13
2,000	31	25	6	2,000	31	23	8
5,000	60	33	27	5,000	60	29	31
10,000	66	30	36	10,000	66	31	35
20,000	56	12	44	20,000	56	13	43
50,000	68	6	62	50,000	68	9	59
합계	404	260	191	합계	404	206	198

7) 이용가치와 보존가치 추정을 위한 제시가격은 500원을 시작으로 1,000원, 2,000원, 5,000원, 10,000원, 20,000원, 50,000원까지 총 7개 가격을 제시하였다. 여기서 500원부터 출발한 이유는 입장료가 폐지됨에 따라 최소한의 금액을 설정하기 위해서 제시된 가격수준이다.

3. 결과 및 고찰

가. 이용가치 추정

한라산국립공원의 이용가치에 대하여 각각의 가격수준에 대한 응답자의 반응을 토대로 Turnbull 분포무관 모형의 누적분포함수(cumulative distribution function, CDF)와 확률밀도함수(probability density function, PDF) 추정결과는 표 2와 같다. 여기서 각각의 가격수준에 대하여 응답자가 '아니오'라고 대답하는 경우의 확률은 결국 Turnbull CDF이며, 가격수준의 연차적 CDF의 차이는 Turnbull PDF이다. Turnbull 분포무관 함수를 적용은 모수적 추정방법과 같이 표 1의 자료를 이용하지만, 분포에 대한 가정 없이 경험적 자료만을 적용하여 제시된 금액들과 이들 금액에서의 최소한의 사용료 금액 지불 확률만을 이용하여 평가한다.

이와 같은 방법으로 계산한 Turnbull 누적분포함수인 $CDF(F_j)$ 와 확률밀도함수인 $PDF(p_j)$ 를 lower-bound를 기준으로 제시금액 구간들을 정리하면 표 2와 같다. 표 2에서 계산된 F_j 와 p_j 를 이용하여 제시금액의 lower-bound를 기준으로 하여 식 (16)과 같이 계산한 결과 한라산국립공원의 이용가치는 10,388원으로 추정되었다.

표 2. 한라산국립공원 이용가치의 Turnbull 분포무관 추정치

lower-bounded range	Turnbull CDF ^a	Turnbull PDF ^b
0 ~ 500	0.095	0.095
500 ~ 1,000	0.167	0.071
1,000 ~ 2,000	0.194	0.027
2,000 ~ 5,000	0.450	0.256
5,000 ~ 10,000	0.545	0.095
10,000 ~ 20,000	0.786	0.240
20,000 ~ 50,000	0.912	0.126
50,000 ~ $+\infty$	1.000	0.088

^a Turnbull CDF, F_j

^b Turnbull PDF, $p_j = F_j - F_{j-1}$

나. 보존가치(비이용) 추정

1) 보존가치 추정

한라산국립공원의 보존가치는 제시된 각각의 가격수준에 대한 응답자의 반응을 토대로 Turnbull 분포무관 모형의 CDF(누적분포함수)와 PDF(확률밀도함수)를 추정한 결과 표 3과 같으며, 보존가치의 추정은 이용가치 추정방법 및 단계와 동일하게 계산되었다.

이와 같은 방법으로 계산한 Turnbull 누적분포함수인 $CDF(F_j)$ 와 확률밀도함수인 $PDF(p_j)$ 를 lower-bound를 기준으로 제시금액 구간들을 정리하면 표 3과 같다. 표 3에서 계산된 F_j 와 p_j 를 이용하여 제시금액의 lower-bound를 기준으로 하여 식 (16)과 같이 계산한 한라산국립공원의 보존가치는 11,867원으로 추정되었다.

표 3. 한라산국립공원 보존가치의 Turnbull 분포무관 추정치

lower-bounded range	Turnbull CDF ^a	Turnbull PDF ^b
0 ~ 500	0.143	0.143
500 ~ 1,000	0.217	0.074
1,000 ~ 2,000	0.258	0.041
2,000 ~ 5,000	0.445	0.187
5,000 ~ 10,000	0.530	0.085
10,000 ~ 20,000	0.768	0.238
20,000 ~ 50,000	0.868	0.100
50,000 ~ +∞	1.000	0.132

^a Turnbull CDF, F_j

^b Turnbull PDF, $p_j = F_j - F_{j-1}$

2) 보존가치의 할당

본 연구에서는 한라산국립공원의 보존가치를 선택가치, 존재가치, 유산가치로 설정하였다. 여기서는 보존가치의 지불의향을 지닌 응답자를 대상으로 보존가치의 구성요인인 선택, 존재, 유산가치 각각의 비율로 할당한 결과 유산가치 5,898원(49.70%)으로 가장 높게 나타났으며, 선택가치 3,331원(28.07%), 존재가치 2,638원(22.23%) 순으로 나타났다.

표 4. 한라산국립공원의 보존가치 할당비율

보존가치	비율(%)	지불의사금액(원/1가구·1년)
선택가치	28.07	3,331
존재가치	22.23	2,638
유산가치	49.70	5,898
합계	100.0	11,867

주) 보존가치 지불의향을 가진 206명에 대한 분석 결과임.

다. 총 경제적 가치의 평가

앞에서 추정된 이용가치(1인·1회)와 보존가치(1가구·1년)의 추정결과를 토대로 한라산국립공원의 총 경제적 가치를 평가하기 위해서는 연간 총 이용가치와 연간 총 보존가치로 각각 계산할 필요가 있다.

연간 총 이용가치는 1인 1회당 지불의사금액(willingness to pay, WTP)과 2011년 한라산국립공원 탐방객수(1,089,383명⁸⁾)를 곱하여 구해진다. 연간 총 보존가치의 경우에는 1가구당 1년의 보존가치와 2011년 총가구수⁹⁾를 곱한다. 연간 총 이용가치와 연간 총 보존가치의 합으로 연간 총가치(flow value)를 추정할 수 있다.

한라산국립공원의 연간 총가치는 한라산국립공원에서 매년 동일하게 산출되는 경제적 편익이다. 따라서 한라산국립공원의 총자산 가치(total stock value)는 할인율을 고려한 연간 총가치들의 총합으로 다음의 식 (19)를 통해 추정된다.

$$\text{현재 자산가치(PV)} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{B_t}{(1+i)^t} = \frac{(1+i)B}{i} \quad (19)$$

여기서 B : 매년 한라산국립공원이 제공하는 경제적 순편익으로
연간 총가치

i : 할인율(이자율)로 5%로 가정

그 결과 표 5에서와 같이 한라산국립공원의 연간 이용가치는 113.17억 원, 연간 보존가치는 2,085.47억 원으로 연간 총가치는 2,198.64억 원이며, 총자산 가치는 46,171.34억 원으로 평가되었다.

8) 국립공원관리공단 기본통계자료(<http://knps.or.kr>)

9) 통계청 인구주택총조사(2010) 집계 결과 17,574,067명 적용

표 5. 한라산국립공원의 총가치 평가 결과

구 분	금 액	계산과정
연간 이용가치 (억원/1년)	113.17	1인 1회 지불의사금액 × 2011년 탐방객 수 = 10,388원 × 1,089,383명
연간 보존가치 (억원/1년)	2,085.47	1가구 1년 지불의사금액 × 2011년 총가구수 = 11,867원 × 17,574,067가구
연간 총가치 (억원/1년)	2,198.64	연간이용가치 + 연간보존가치 = 113.17억 원 + 2,085.47억 원
총자산가치 (억원)	46,171.34	$\frac{(1+i) \cdot B}{i} = \frac{(1+0.05) \times 2,198.64 \text{억원}}{0.05}$

4. 요약

본 연구는 효율적인 국립공원 관리정책 수립 및 시행에 필요한 기초 자료를 제공하기 위해 환경자원의 경제적 가치평가방법 중 가장 널리 적용되고 있는 가상가치평가법(contingent valuation method, CVM)을 적용하여 한라산국립공원의 경제적 가치평가를 실시하였다.

그 결과 한라산국립공원을 직접 이용한 탐방객의 지불의사금액은 1인 1회 탐방 기준 10,388원으로 추정되었으며, 보존가치는 1가구가 1년에 11,867원을 지불할 의사가 있는 것으로 파악되었다. 또한 보존가치 중 유산가치 5,898원(49.70%)으로 가장 높게 나타났으며, 선택가치 3,331원(28.07%), 존재가치 2,638원(22.23%) 순으로 나타났다. 그리고 추정된 이용가치와 보존가치를 토대로 추정한 연간 이용가치는 113.17억 원, 연간 보존가치는 2,085.47억 원으로 나타났으며, 한라산국립공원의 총 경제적 가치는 46,171.34억 원으로 평가되었다.

이러한 결과는 향후 한라산국립공원의 관리·정책수립 및 홍보 등을 통해 공원의 생태적 중요성과 보존가치에 대한 탐방객과 일반 대중의 인식 제고를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 한라산국립공원의 경제적 순기능을 정량적으로 평가함으로써 자연보전정책 추진의 당위성 확보, 보호지역의 확대 및 신규지정, 국립공원의 역할과 기능 홍보, 국립공원에 대한 사회적 인식 제고, 국립공원 인근 지역 사회구성원과의 사회적 합의 형성 등 효율적인 공원 관리 정책수립 및 시행에 있어 매우 중요한 자료가 될 것이다.

5. 인용문헌

- 국립공원관리공단. 2007. 가야산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2008. 경주국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2008. 주왕산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2009. 월출산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2009. 변산반도국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2010. 북한산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2010. 설악산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2011. 속리산국립공원 자연자원조사보고서
- 국립공원관리공단. 2011. 지리산국립공원 자연자원조사보고서
- 국회에산정책처. 2008. 비시장가치 평가 연구: 환경자원을 중심으로 한상열, 이민하, 유리화, 김재준. 2007. 소백산국립공원의 자산가치평가: Turnbull 분포무관모형의 적용. 한국산림휴양학회지 제11권 4호. p.37~45.
- 김태균, 최관. 1998. 식품안전성에 대한 소비자 가치 측정: 가상적 가치평가의 수정. 1998. 한국농업경제학회지 제38권 2권. p.1~17.
- Bishop, R. C., and T. A. Heberlein. 1979. Measuring values of extra-market goods: Are indirect measures biased? *American Journal of Agriculture Economics* 61: 926~930.
- Brown, T. C., P. A. Champ, R. C. Bishop, and D. W. McCollum. 1996. Which response format reveals the truth about donations to a public good? *Land Economic*, 72:152~166.12.
- Cameron, T. A. 1988. A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: Maximum likelihood estimation by censored logistic regression. *Journal of Environmental Economics and Management* 15:355~379.
- Cummings, R. G., G. W. Harrison, and E. E. Rutstrom. 1996. Homegrown values and hypothetical surveys: Is the dichotomous choice approach incentive compatible? *American Economic Review* 85(1):206~266.
- Duffield, J. W., and D. A. Patterson. 1991. Inference and optimal design for a welfare measure in dichotomous choice contingent valuation, *Land Economics* 67: 225~239.

- Fox, J. A., J. F. Shogren, D. J. Hayes, and J. B. Kliebenstein. 1998. CVM-X: Calibrating contingent values with experimental auction markets. *American Journal of Agriculture Economics* 80:211~225.
- Freeman, A. M. 1993. The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods, Resources for the Future. p.516.
- Haab, T. C., and K. E. McConnell. 1997. Referendum models and negative willingness to pay: Alternative solutions. *Journal of Environmental Economics and Management* 32:251~270.
- Hanemann, W. M. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agriculture Economics* 66: 332~341.
- Kristrom, B. 1990. A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land Economics* 66:135~139.
- Kristrom, B. 1997. Spike models in contingent valuation. *American Journal of Agriculture Economics* 79:1013~1023.
- Krutilla, J. V. 1967. Conservation reconsidered. *American Economic Review* 57:777~786.
- McFadden, D. 1994. Contingent valuation and social choice. *American Journal of Agricultural Economics* 76:689~708.
- NOAA. 1993. Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register* 58:4602~4614.
- Turnbull, B. 1976. The empirical distribution function with arbitrarily grouped, censored truncated data. *J. Roy. Statist. Soc. Ser. B* 38:290~295.

www.hallasan.go.kr

여 백

탐방행태 및 수용력평가

조사위원 : 권헌교

1._ 서 론

2._ 조사방법

- 가. 조사대상 및 범위
- 나. 표본추출방법
- 다. 주요 조사내용

3._ 결과 및 고찰

- 가. 탐방객의 인구통계·사회경제적 특성
- 나. 탐방객 이용행태
- 다. 탐방만족도
- 라. 시·공간적 탐방집중도 분석
- 마. 수용력 평가 및 관리방안

4._ 요 약

5._ 인용문헌

여 백

1. 서론

국립공원은 우리나라의 자연생태계나 자연 및 문화경관을 대표하는 지역으로서 엄정한 자원보전과 지속가능한 이용을 도모하기 위해 지정된 곳이다(자연공원법 제1조). 그러나 2007년 국립공원 입장료 폐지, 주5일 근무제 정착에 따른 여가시간 증가, 국립공원을 비롯한 숲의 건강 및 치유기능에 대한 관심 증가(wellness, wellbeing, naturalbeing, slow life, LOHAS-Life of Health & Sustainability), 돈내코 코스 개방 등 탐방인프라 확충 등 탐방객 관리 패러다임 변화 및 탐방 인프라 확충, 가족중심 및 체험형 여가활동 증가 등 최근 사회 환경 변화로 인해 한라산국립공원을 포함한 우리나라 국립공원 탐방수요는 지속적으로 증가하고 있다(그림 1, 그림 2).



그림 1. 최근 사회환경 및 여가동향



그림 2. 국립공원 탐방객 수(천명)

국립공원 탐방객 관리 측면에서 가장 어려운 딜레마는 탐방수요의 불균형, 즉 특정시기의 탐방집중현상을 어떻게 관리할 것인가의 문제이다. 왜냐하면 탐방집중현상, 경제학 개념으로 해석하면 순간적으로 공급이 수요를 충족시키지 못하는 경우 공원관리자나 탐방객 양측 모두에게 사회·경제적 비용 부담을 높이고 자연자원의 질 훼손과 혼잡으로 인한 탐방만족도의 질 저하를 야기하기 때문이다(김사헌, 2003). 결국, 국립공원 관리자는 공원 내 자연생태계, 역사·문화, 경관, 휴양자원의 훼손과 부정적 영향을 최소화하는 동시에 탐방객들에게 양질의 휴양경험을 제공할 수 있는 이용수준과 관리 전략을 마련해야 한다. 이를 위해서는 자연자원에 대한 면밀한 조사·모니터링뿐만 아니라 탐방객에 대한 사회과학적 분석, 즉 탐방객의 인구통계적·사회경제적 특성(visitor profile), 탐방 행태, 핵심 지역별 탐방집중도 및 이동경로, 탐방만족도, 혼잡도, 공원 환경 평가 등이 반드시 필요하다.

탐방행태 및 수용력평가 분야 조사 목적은 첫째, 한라산국립공원 탐방객의 이용행태를 분석하여 최근 급변하는 대내·외 환경변화에 보다 효율적이고 탄력적으로 대응할 수 있는 한라산국립공원 탐방객 관리방안을 마련하는 것이다. 둘째, 수용력 개념에 대한 이론적 고찰을 토대로 근거중심의 수용력 관리방안을 제시하는 것이다.

2. 조사방법

가. 조사대상 및 범위

탐방행태 및 수용력평가 분야 조사는 현지조사와 탐방객 설문조사를 병행하였다. 탐방객 설문조사 대상은 성별, 연령, 집단규모 등에 따라 구체적인 탐방활동 시간이나 유형이 차이하기 때문에 이러한 변인들을 고려하여 조사하였다. 한라산국립공원을 방문한 19세 이상 탐방객을 모집단으로 하여 총 408명의 유효 표본을 수집하였으며 설문방법은 1:1 대인개별 면접법(face to face interview)을 이용하였다. 조사 시기는 한라산국립공원 성수기 기간에 집중적으로 실시하였으며, 설문조사는 최근 3년(2009~2011년)간 국립공원기본통계를 바탕으로 조사 표본의 대표성 여부, 자원특성 등을 고려하여 성관악, 관음사, 어리목, 영실 지역에서 실시하였다.

나. 표본추출방법

탐방객 설문조사는 선행 연구결과와 관련 전문가들의 검토를 통해 개발된 표준화된 설문지를 이용하며, 조사목적, 조사방법, 조사내용 등을 조사가 실시되기 전에 충분히 교육 받은 조사자가 한라산국립공원 탐방을 마치고 귀가하는 탐방객을 대상으로 출구조사 하였다. 표본추출방법은 한라산국립공원 내 접근경로가 다양하고 탐방객들이 선형관광 형태로 시·공간적으로 빠르게 이동·분산하기 때문에 편의표본추출방법(convenience sampling)을 적용하였다. 조사의 표본오차는 95% 신뢰수준에 $\pm 4.9\%$ 이다.

다. 주요 조사내용

탐방행태 및 수용력 평가 분야 주요 조사 내용은 한라산국립공원 탐방객의 인구통계적·사회경제적 특성, 이용행태, 탐방만족도 및 혼잡도, 시·공간적 탐방집중도, 24개 항목의 공원환경 평가 항목 등이다. 세부 항목으로 첫째, 탐방객 인구통계·사회경제적 특성은 성별, 연령, 최종학력, 월평균 가구 총 소득, 직업, 거주지 문항이며, 둘째 이용행태는 동반유형, 동반인 수, 체류기간, 체류장소, 소요시간, 교통수단, 방문빈도, 방문목적, 주요 탐방활동, 필요 정보유형 문항으로 구성하였다. 셋째, 탐방만족도 및 혼잡도는 전체 탐방만족도 및 24개 세부 공원환경 평가 문항, 재방문의사, 혼잡예상·혼잡지각도, 장소·시간·활동회피 문항으로, 마지막으로 탐방객의 시·공간 탐방집중도 분석은 다이어리식 문항으로 조사하였다. 조사 항목 가운데 탐방만족도 및 혼잡도, 24개 공원 환경 평가 문항(경관, 비용, 시설, 서비스, 상품, 혼잡, 질서의식 등)은 5점 Likert형 척도를 이용하여 조사·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 탐방객의 인구통계·사회경제적 특성

한라산국립공원 탐방객의 인구통계·사회경제적 특성을 살펴보면 성별은 남성이 61.7%, 여성이 38.3%로 나타났다. 그러나 이러한 결과는 남성 설문응답률이 높다는 정보일 뿐 모집단 전체의 성별을 대표하지 않는다. 본 조사에서는 응답자에게 동반인원의 성별을 묻는 2차 질문을 실시하여 표본조사의 신뢰성을 검증하였다. 분석 결과 응답자 한 사람의 동반인원은 남성이 평균 3.6명, 여성이 2.58명으로 한라산국립공원은 남성 탐방객이 여성 탐방객보다 많은 것으로 나타났다.

연령은 40대 38.4%, 50대 21.2%, 20대 20.2%, 30대 15.1% 순으로 나타나, 타 산악형 국립공원 연령비율(40~50대 44.7%)보다는 중장년층 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 소득은 400~500만 원대 16.3%, 500만원 이상이 26.2%로 타 산악형 국립공원 탐방객의 소득수준(400만원 이상 27.6%)보다 매우 높게 나타났다(국립공원연구원, 2010). 이는 지리적 특성 상 여행비용이

타 국립공원에 비해 높아 중산층 이상의 탐방객 비율이 높은 것으로 판단된다. 학력은 대졸 이상, 고졸, 대학재학, 중졸 이하 순, 직업은 회사원, 자영업, 전문직, 학생, 공무원/교원, 전업주부 순으로 높게 나타났다. 응답자 거주지는 제주특별자치도가 25.1%로 가장 높고 다음으로 서울 20.3%, 경기 16.6%, 경남 6.9%, 인천 6%, 대구 4.2%, 전북 3.7%, 부산 3.5% 순으로 나타났다(표 1).

표 1. 한라산국립공원 탐방객의 인구통계·사회경제적 특성

구 분		N	%	구 분		N	%
성별	남자	246	61.7	소득	100만원미만	7	1.8
	여자	153	38.3		100-200만원	26	6.6
연령	20대	79	20.2		200-300만원	84	21.4
	30대	59	15.1		300-400만원	109	27.7
	40대	150	38.4		400-500만원	64	16.3
	50대	83	21.2		500만원이상	103	26.2
	60대 이상	20	5.1	학력	중졸이하	11	2.9
직업	자영업	88	21.8		고졸	112	28.1
	전문직	67	16.6		대학재학	42	10.5
	공무원/교원	47	11.7		대학졸업이상	235	58.5
	학생	57	14.1	거주지	서울특별시	82	20.3
	전업주부	31	7.7		경기도	67	16.6
	회사원	90	22.3		제주도	101	25.1
	기타	23	5.8		기 타	153	38.0

나. 탐방객 이용행태

국립공원 관리 측면에서 자연자원관리 뿐만 아니라 탐방객 이용행태를 파악하는 것도 매우 중요하다. 탐방객 이용행태는 자연자원현황 자료와 더불어 국립공원 관리의 기초 자료일 뿐만 아니라 이용행태 분석을 통해 탐방서비스 및 고객만족도를 제고하고 지속적으로 변화하는 수요자 욕구(needs)에 신속하게 대응하고 맞춤형 서비스를 제공할 수 있기 때문이다.

한라산국립공원은 지리적 위치 상 항공기나 선박을 이용하여 접근이 가능하고 한라산국립공원 뿐만 아니라 주변 연계관광지 방문 목적이 크기 때문에 타 산

악형 국립공원(숙박 탐방객 비율 33.9%)에 비해 숙박 탐방객 비율이 절대적으로 높은 것이 특징이다(국립공원연구원, 2010). 전체 응답자의 95.1%가 숙박 탐방객인 것으로 나타났다. 숙박 장소는 최근 수요가 급증하는 펜션이 26.8%로 가장 높고 다음으로 호텔 22.4%, 콘도 16.9%, 모텔/여관 9.2%, 기타(휴양림, 야영, 민박 등) 24.7% 순으로 나타났다. 탐방객 동반유형은 가족이 34.2%로 가장 높고 다음으로 친구/연인 28%, 혼자 15.2%, 직장동료 14.5%, 기타(동호회, 지역주민 등) 8.1% 순, 교통수단은 렌트카 39.9%, 자가용 29.5%, 시내버스 11.1%, 관광버스 9.4%, 기타(택시, 도보 등) 10.1% 순으로 나타났다(표 2). 방문횟수는 처음 방문이 39.6%, 재방문이 60.4%로 재방문율이 상대적으로 높게 나타났다. 한라산국립공원 방문목적(복수응답)은 '자연경관 감상'이 89.7%로 가장 높고, 다음으로 '신체적 정신적 건강증진' 40%, '가족/친구/동료와 친목도모' 32.4% 순으로 높게 나타났으며, 주요 활동으로는 자연경관감상, 등산/산책, 사진촬영, 악수터이용 순으로 높게 나타났다.

표 2. 한라산국립공원 탐방객 이용행태

구 분		N	%	구 분		N	%
숙박 장소	호텔	66	22.4	동반 유형	혼자	62	15.2
	펜션	79	26.8		가족	139	34.2
	콘도	50	16.9		친구/연인	114	28.0
	모텔/여관	16	9.2		직장동료	59	14.5
	기타	73	24.7		기타	33	8.1
체류 기간	당일	15	4.9	교통 수단	자가용	120	29.5
	1박 2일	45	14.7		렌트카	162	39.9
	2박 3일	111	36.3		관광버스	38	9.4
	3박 4일	71	23.2		시내버스	45	11.1
	4박 5일 이상	64	20.9		기타	41	10.1
방문 목적	자연경관감상	365	89.7	탐방 활동	등산/산책	351	86.0
	문화자원관람	46	11.3		자연경관감상	365	89.7
	건강증진	163	40.0		자연학습	39	9.6
	친목도모	132	32.4		사진촬영	265	65.2
	주변볼거리	50	12.3		악수터이용	70	17.2
	자녀교육	24	5.9		야영/캠핑	16	3.9

다. 탐방만족도

국립공원 관리의 핵심 목표는 자연자원의 엄정한 보전과 더불어 탐방객들에게 양질의 탐방경험을 제공하는 것이다. 탐방만족도 평가는 탐방객들에게 제공되는 탐방서비스에 대한 평가와 지속적인 모니터링을 통한 탐방서비스 재설계를 가능하게 해 준다는 점에서 매우 중요하다. 그러나 국립공원 내에서의 탐방서비스는 탐방객 개인에 따라 인지하는 수준이 다양하고 국립공원 관리목표 또한 고려해야 하므로 소비자로부터 반복구매를 목표로 하는 상품시장과는 분명한 차별성을 가진다. 따라서 현 시점에서 한라산국립공원 탐방서비스는 이상적이거나 과도한 서비스수준이 아니라 상품시장에서 체험할 수 없는 차별화되고 최소한의 탐방객 욕구 충족 수준에서 제공되어야 한다. 즉, 탐방객 관리정책의 궁극적 목적은 한라산국립공원의 우수한 자원과 차별화된 서비스를 통해 국민들의 보건·휴양에 기여하는 것이지 과도한 수요를 창출하는 것은 아니다.

한라산국립공원 탐방만족도 평가는 전반적인 탐방만족도 문항과 공원 환경에 대한 세부 탐방만족도 평가 문항을 토대로 조사·분석하였다. 세부 탐방만족도 평가를 위한 24개 문항은 선행연구와 공원특성을 고려하여 작성하였으며 평가척도는 5점 Likert형 Scale (1점 : 매우 불만족, 2점 : 불만족, 3점 : 보통, 4점 : 만족, 5점 : 매우 만족)을 이용하였다.

전반적인 탐방만족도는 4.18점으로 나타나 19개 국립공원 전체 평균 3.99점(국립공원연구원, 2010)보다 높게 나타났다(표 3). 탐방만족도 결과를 세분화하면, 여성(4.19점)이 여성(4.17점)보다 다소 높으며, 연령별로는 60대 이상이 4.29점으로 가장 높은 반면 20대가 4.05점으로 상대적으로 가장 낮게 나타났다. 지역별로는 어리목 지역이 4.24점으로 가장 높고 다음으로 심판악, 영실, 관음사 순으로 나타났다. 그러나 성별, 연령, 지역별로 만족도에 대한 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

일반적으로 탐방만족도는 관광지 매력성(attractiveness), 관광편의성(convenience), 서비스 질(service quality), 관광비용(cost)에 가장 큰 영향을 받는다. 한라산국립공원의 경우 관광지 매력성 부분은 24개 세부항목별 만족도 평가 결과에서도 나타나듯이 가장 만족도가 높은 항목(수려한 자연경관 4.52점)이므로 지속적인 자원보전정책 추진을 통해 경쟁력을 확보해야 한다.

둘째, 관광편의성 부분은 양질의 정보 제공 및 혼잡도가 중요 관리 척도이다. 필요 정보 유형에 관한 질문(복수응답) 결과 한라산국립공원 탐방객들

표 3. 한라산국립공원 탐방만족도

구 분		평균	표준편차	t/F	Sig
전체적인 탐방 만족도		4.18	.822	-	-
성별	남성	4.17	.811	-.269	.788
	여성	4.19	.847		
연령	20대	4.05	.826	.839	.523
	30대	4.09	.996		
	40대	4.26	.806		
	50대	4.17	.700		
	60대 이상	4.29	.914		
지역	성판악	4.22	.755	.740	.529
	관음사	4.08	.863		
	어리목	4.24	.733		
	영 실	4.19	.898		

이 가장 필요로 하는 정보는 탐방로 54.2%, 주변관광지 35.8%, 날씨 34.1%, 공원자원시설 23.3%, 교통 19.5% 순으로 나타나 한라산국립공원 및 유관기관 홈페이지, 스마트폰 등 모바일 환경 등을 통해 지속적으로 양질의 정보를 제공해야 할 것이다. 또한 부정평가항목별 만족도 평가 결과에서 나타나듯이 부족한 탐방정보 및 안내판, 부족한 편의시설, 다른 탐방객으로 인한 혼잡과 주차장 및 진입로 교통혼잡 항목 만족도가 상대적으로 낮게 나타났다. 따라서 현재 탐방로 정보 외 탐방로 등급제, 연령대별 소요시간, 치유효과(Diet Map 등) 등 다양한 정보를 제공할 필요가 있다. 또한 광역정보체계 및 스마트폰 등 모바일 환경으로 혼잡정보를 사전에 제공하여 탐방객 스스로 분산할 수 있는 기회 마련과 차별화된 휴양기회를 제공해야 할 것이다.

셋째, 서비스 질 부분은 가장 시급히 개선해야 할 항목이다. 세부 만족도 평가결과에서 나타나듯이 ‘저렴한 상품가격’, ‘다양한 특산상품’, ‘차별화된 체험’, ‘쾌적한 숙박시설’, ‘맛있는 향토음식’, ‘질 좋은 관광서비스’ 등 서비스 질 항목 모두 탐방만족도를 저하시키는 요인으로 평가되었다. 따라서 제주특별자치도와 지역주민, NGO 등 한라산국립공원 이해관계자들과 공동으로 서비스 질 개선을 위한 협의체를 구성·운영하여 지역 간(성판악~관음사, 영실~어리목) 대중 교통체계 연계, 숙박환경 개선, 특산 상품 기획·연계 마케팅 등 수요자 중심의 서비스를 제공해야 할 것이다.

마지막으로 관광비용 부분은, 한라산국립공원의 경우 문화재관람료 징수

를 하지 않기 때문에 타 국립공원에 비해 긍정적 요인으로 작용하지만 주차요금에 대한 일부 탐방객들의 불만요인은 있는 것으로 판단된다. 결국 한라산국립공원 탐방만족도 향상을 위해서는 지속적인 자원 및 시설물 모니터링과 더불어 양질의 탐방·혼잡정보 제공, 숙박·음식·교통체계 등 서비스 질 개선, 주차요금 징수에 대한 불만요인 제거를 위한 설득메시지 개발은 반드시 필요할 것이다. 24개 각 항목별·지역별 만족도 평가결과는 표 4와 같다.

표 4. 한라산국립공원 지역별 세부 만족도

평가항목		만족도				
		전체	성판악	관음사	어리목	영실
긍정 평가 항목	수려한 자연경관	4.52	4.42	4.51	4.51	4.62
	저렴한 여행비용	3.62	3.64	3.84	3.51	3.50
	짧은 여행시간	3.33	3.28	3.19	3.39	3.44
	잘 정비된 탐방로	4.01	3.81	3.92	4.12	4.14
	잘 구비된 자연학습 프로그램	3.43	3.25	3.33	3.52	3.56
	편리한 교통수단	3.41	3.44	3.36	3.50	3.35
	쾌적한 숙박시설	3.26	3.22	3.10	3.42	3.33
	맛있는 향토음식	3.33	3.25	3.30	3.43	3.33
	풍부한 문화유적지	3.53	3.38	3.57	3.60	3.53
	질 좋은 관광서비스	3.39	3.31	3.44	3.45	3.35
	저렴한 상품가격	2.99	2.96	3.44	3.04	2.83
	다양한 특산상품	3.13	3.05	3.16	3.07	3.21
부정 평가 항목	차별화된 체험	3.18	3.01	3.19	3.16	3.29
	비싼 주차요금	2.80	2.70	2.76	2.88	2.83
	다른 탐방객이 많아 혼잡함	2.67	2.88	2.75	2.60	2.52
	주차장, 진입로 등 교통 혼잡	2.68	2.97	2.79	2.57	2.47
	쓰레기 등 주변 환경오염	2.55	2.80	2.47	2.70	2.33
	부족한 탐방정보 및 안내판	2.72	2.91	2.61	2.71	2.71
	지나친 상업행위	2.33	2.32	2.42	2.22	2.33
	지저분한 화장실	2.52	2.66	2.65	2.43	2.38
	무분별한 취사행위	1.93	1.81	2.07	1.92	1.86
	부족한 편의시설	2.68	2.68	2.66	2.71	2.67
	탐방객들의 부족한 질서의식	2.52	2.75	2.42	2.58	2.42
	오염된 계곡물	2.02	2.01	2.11	2.18	1.76

라. 시·공간적 탐방집중도 분석

일반적으로 특정 지역의 시·공간적 탐방집중현상은 자원의 특성과 탐방객의 활동 유형에 따라 양상이 다르게 나타나며 순간적으로 공급이 수요를 충족시키지 못하기 때문에 공원 관리자나 탐방객 양측 모두에게 비용 부담을 높이고 전반적인 서비스 수준 및 혼잡으로 인한 탐방만족도 질 저하를 야기하게 된다. 시·공간적 탐방집중도 분석은 한라산국립공원 내 주요 지역에 대한 탐방객들의 선호도와 탐방압력을 파악하여 탐방 악영향을 최소화할 수 있는 관리방안을 마련하기 위해 조사하였다. 조사방법은 탐방빈도가 상대적으로 우세한 지역이 표시된 지리산국립공원 안내지도를 응답자에게 제공하고 시·공간적 이동경로를 Diary형식으로 직접 기입하도록 하였다.

가을 성수기에 탐방집중지역을 대상으로 시·공간적 탐방집중도를 분석한 결과 탐방빈도가 가장 높은 시간(peak time)은 오전 12시에서 오후 1시 사이, 탐방빈도가 가장 높은 곳은 영실, 성판악, 속밭, 윗세오름, 어리목, 진달래밭, 백록담, 관음사 순으로 나타났다(표 5, 그림 3, 4).

표 5. 한라산국립공원 시·공간적 탐방집중도(천분율)

구분	6시	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	계
성판악	9.27	21.62	12.36	10.04	6.18	3.09	1.54	1.54	1.54	18.53	13.90	1.54	0.77	101.93
관음사	0.77	5.41	3.86	1.54	1.54	1.54	2.32	1.54	4.63	11.58	18.53	3.86	5.41	62.55
어리목	0.00	0.77	3.09	14.67	11.58	2.32	2.32	7.72	10.04	16.22	6.18	3.86	1.54	80.31
영실	0.00	5.41	10.04	13.90	13.90	18.53	13.90	7.72	11.58	14.67	5.41	3.09	0.77	118.92
속밭	0.00	9.27	19.31	13.13	9.27	3.86	3.86	2.32	10.81	10.04	6.95	0.77	0.00	89.58
사라오름	0.00	0.00	1.54	5.41	3.09	2.32	1.54	6.18	2.32	0.77	0.77	0.00	0.00	23.94
진달래밭	0.00	0.00	0.00	7.72	23.17	12.36	11.58	14.67	9.27	0.77	0.77	0.00	0.00	80.31
백록담	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	14.67	32.43	13.13	6.95	1.54	0.00	0.00	0.00	69.50
삼각봉 대피소	0.00	0.00	0.00	0.77	5.41	5.41	4.63	16.99	6.95	3.09	1.54	0.00	0.00	44.79
개미등	0.00	0.00	0.77	5.41	3.09	1.54	2.32	6.95	17.76	5.41	5.41	0.77	0.00	49.42
탐라계곡	0.00	0.77	4.63	3.86	3.09	1.54	1.54	3.09	5.41	19.31	5.41	4.63	0.77	54.05
만세동산	0.00	0.77	0.00	1.54	3.86	13.90	10.81	13.90	4.63	3.86	0.00	0.00	0.00	53.28
사제비동산	0.00	0.00	0.77	1.54	10.04	6.18	3.86	3.86	10.81	3.09	3.09	0.00	0.00	43.24
윗세오름	0.00	0.00	0.77	2.32	8.49	16.99	23.94	23.17	10.04	0.77	0.00	0.00	0.00	86.49
병풍바위	0.00	0.00	3.09	3.09	6.18	7.72	9.27	3.86	4.63	3.86	0.00	0.00	0.00	41.70
계	10.04	44.02	60.23	84.94	109.65	111.97	125.87	126.64	117.37	113.51	67.95	18.53	9.27	1000

일반적으로 자원훼손의 직접적 영향은 탐방객 수가 아니라 성수기·주말 등 특정시기, 특정지역, 특정시간대 탐방집중현상이다. 따라서 국립공원 관리자가 자연, 역사, 문화, 휴양자원의 엄정한 보전과 양질의 탐방서비스를 제공하기 위해서는 단계별 수용력 관리정책 마련과 더불어 최대 혼잡지역에 대해서는 사회적 합의를 통한 탐방객 분산정책 도입이 필요하다.



그림 3. 시간대별 탐방량

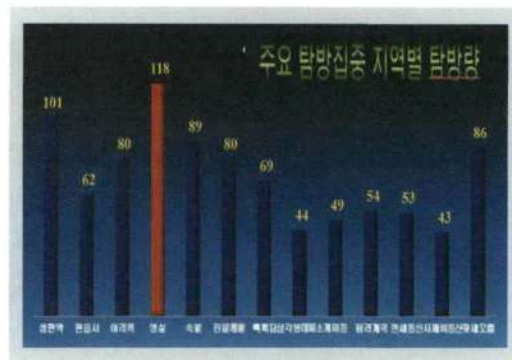


그림 4. 주요 탐방집중 지역별 탐방량

본 조사에서는 탐방객 급증으로 인해 야기되는 혼잡 및 자연자원의 훼손 예방을 위해 일정수준 탐방객을 통제하는 것에 대한 탐방객 여론을 수렴하였다. 분석결과 탐방객 통제정책에 대해 찬성하는 비율이 79.7%, 반대하는 비율이 20.3%로, 엄정한 자원보전을 위한 탐방객 통제정책에 대해서는 긍정적 여론이 강한 것으로 분석되었다(그림 5). 탐방객 통제를 위한 정책수단으로는 '자연휴식년제'가 44.6%로 가장 높았으며 다음으로 '박물관, 휴양림, 수목원과 같이 특정일 휴식일제 도입' 19.6%, '탐방예약제' 15.8%, '혼잡정보 제공 등을 통한자율적 분산유도' 12%, '성수기 시설 사용료 차등화' 2.8% 순으로 나타났다(그림 6).

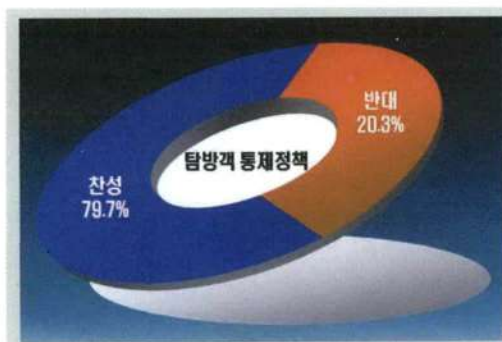


그림 5. 탐방객 통제정책 여론

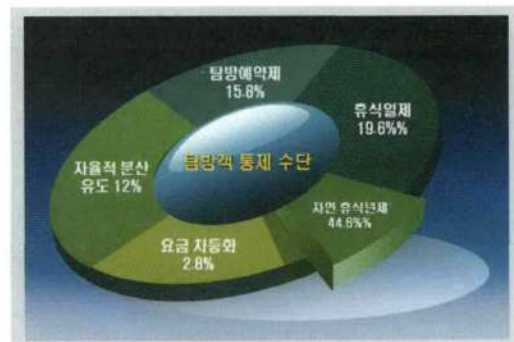


그림 6. 탐방객 통제 방법

마. 수용력 평가 및 관리방안

1) 수용력 개념

수용력(carrying capacity)이란 최초 방목학에서 나온 개념으로 일정한 범위의 지역이 수용할 수 있는 동물의 개체수를 의미하는 개체군성장 이론에서 시작되었다(신원섭, 1999). 즉 자연생태계에서 수용력 개념은 일정 생태계 또는 서식처의 회복 불가능한 훼손 없이 지탱될 수 있는 특정 종의 최대 개체군 밀도로 정의할 수 있다(박석희, 1995). 야생동물 혹은 자연생태계 관리 개념으로 시작된 수용력 개념은 1960년대 Wagar(1964)와 Lucas(1964)가 야외 휴양분야에 도입한 후 탐방 집중지역에서의 수용력 추정의 필요성을 제기하면서 휴양자원 관리에 적용되기 시작하였다. Wagar(1964)는 수용력을 “한 지역이 지속적으로 양질의 탐방경험을 제공하면서 유지될 수 있는 이용수준”으로 정의하고, 답압과 혼잡도의 영향을 분석하는 등 생태적인 측면뿐만 아니라, 사회적인 면을 최초로 수행하였다. 수용력과 관련하여 초기 야외 휴양연구는 원생지(wilderness)가 보유하고 있는 물리적·생태적 환경의 특성을 기술하는데서 시작되었다. 물리적·생태적 연구에서 하나의 개념적 틀로 사용된 수용력 개념은 차츰 인간의 생활영역 확대·발달과 함께 의미의 폭이 확대되어 최근에는 탐방객 경험 즉, 사회·심리적 분야까지 다루고 있다.

수용력 개념은 1960년대와 1970년대의 생물·생태학적 개념으로 출발하여, 1980년대 사회·환경적, 심리적 요소가 반영된 사회적 수용력 개념으로 발전되었다. 이후 수용력의 범위와 적용대상은 세분화되었으나 많은 연구자들이 정의한 수용력 개념을 종합하면, 물리적, 생태적, 사회심리적 수용력으로 구분할 수 있다. 첫째, 물리적 수용력은 인공 구조물이나 시설물의 최적 공간규모 즉 시설이 수용할 수 있는 능력으로서, 도시 및 지역 계획상의 옥내 공간 규모설정에 많이 적용되며 장소(시설)내에서 특정 활동에 참여한 수 있는 탐방객의 최대 허용수준을 의미한다. 둘째, 생태적 수용력은 특정 지역에서 환경의 질이 저하되지 않고 유지될 수 있는 최대 개체군 밀도로서, 식생·토양·수자원·야생동물 등이 심각하게 훼손 또는 감소되어 자기회복능력을 상실하지 않는 정도의 탐방수준을 의미한다. 셋째, 사회심리적 수용력은 탐방객 만족이 극대화되는 탐방밀도 수준을 의미한다.

2) 수용력 산정의 한계

수용력은 일반적으로 숫자로 표시하지만 국립공원 내에서 탐방객들은 선형관광 형태(그림 7)로 시·공간적으로 빠르게 이동하고 분산하며 단순한

활동 참여가 아닌 방문동기를 충족시키기 위해 다양한 탐방활동을 하기 때문에 어느 일정 이용수준을 숫자로 표현하는 것은 현실적으로 불가능하다. 또한 각 국립공원은 고유의 수용력을 가지고 있고 연구나 관찰을 통해 그것을 발견할 수 있다는 생각은 수용력 개념을 공원관리에 적용하는데 있어 가장 큰 오해다.

왜냐하면 국립공원 내에서 수용력이란 단순히 하나의 숫자로 표시할 수 있는 기술적인 산물이 아니라 생태학적, 물리(시설)학적, 사회·심리학적 요인 조사와 공원 관리 계획 및 정책, 탐방객 의견, 자원 및 예산 범위 등을 고려한 가치판단의 산물(그림 8)로 보아야 하기 때문이다(신원섭, 1999, 국립공원연구원, 2007). 따라서 모든 각각의 상황에 따라 다른 이용수준이 결정되지 않는 한 수치화된 수용력 산정은 사실상 불가능하며 전 세계적으로도 야외 휴양지역을 대상으로 수용력을 산정한 사례는 전혀 없다. 결국 국립공원 관리자가 최우선적으로 고려해야 할 사항은 탐방객 수를 관리하는 것이 아니라 해당 지역의 적정 수용력을 결정하는 생태학적·물리(시설)학적, 사회·심리학적 지표와 평가기준(indicator & standard)을 관리하는 것이다. 다시 말해서 얼마만큼의 탐방객이 적절한 수준인가? 의 관점이 아니라 기후변화, 탐방수요, 이용행태, 탐방객의 시·공간적 분포, 대내·외 환경변화 등으로부터 야기되는 자원변화에 대한 구체적인 관리목표 설정과 모니터링을 통해 자원 및 탐방객 관리가 이루어져야 한다(Hammitt and Cole, 1987; Hendee *et al.*, 1990; Cole, 1994, 국립공원연구원, 2007).



그림 7. 선형 관광 예 (소백산)



그림 8. 수용력 패러다임 변화

한편 과거 수용력 연구의 대부분은 탐방수요 증가가 자원의 질에 미치는 부정적인 영향을 단순 선형관계로 가정했지만, 실제 연구결과에서는 직접적 선형관계보다는 매개변수를 통한 간접적 관계로 나타났다. 이러한 선형

연구결과들은 수용력 연구를 더욱 발전시키기 위한 노력을 가속화시켰고, 1980~1990년대 이후에는 수용력 개념에 대한 한계와 약점을 보완하는 다양한 관리 모델들이 북미 공원관리 연구가들에 의해 개발되었다. 수용력 관리 모델로는 허용 가능한 변화의 한계(limits of acceptable change; LAC), 탐방객 영향관리(visitor impact management; VIM), 탐방객 경험과 자원보호(visitor experience and resource protection; VERP)모델 등이 있으며, 최근 이슈인 생태계 건강성 평가 모델 역시 광의의 개념에서는 수용력 관리를 위한 모델이다. 이 가운데 탐방객 경험과 자원보호(VERP)모델은 미국의 NPCA(national park & conservation association)에서 기존 수용력 모델을 보완하여 9단계 체계로 개발하였으며 현재 요세미티국립공원 등에서 적용·모니터링 되고 있다(그림 9).

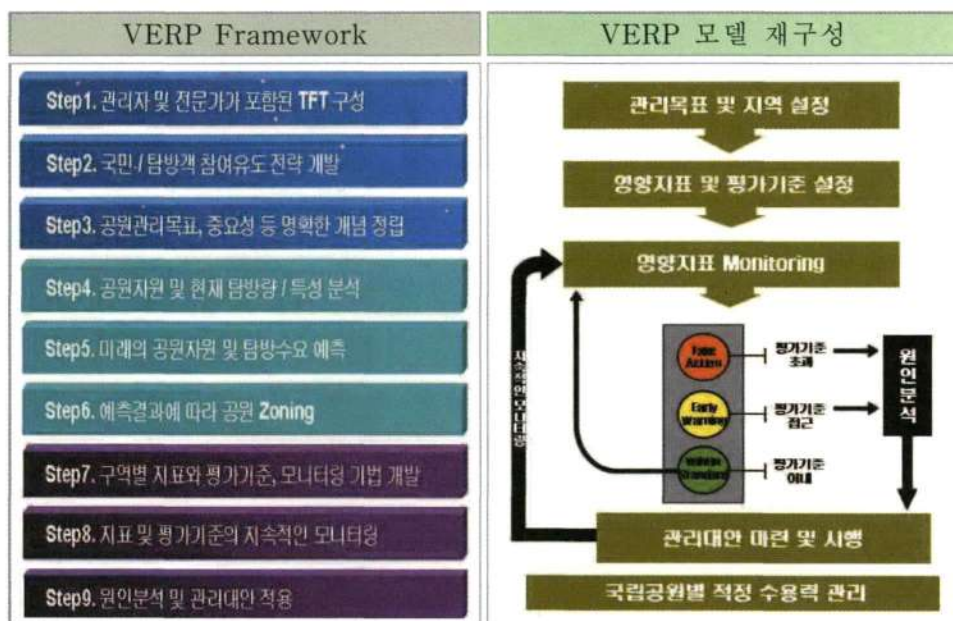


그림 9. 9단계 VERP framework

* 자료 : VERP Framework A handbook for Planners and Managers. 1997. 재정리

3) 수용력 관리방안

앞서 언급한 것처럼 국립공원 내에서의 수용력은 절대적 가치가 아니며 현 시점에서 수치화된 생태적 수용력은 산정할 수도 없으며 의미없는 Magic Number에 불과하다. 결국 수용력 관리는 VERP모델 등을 이용한 지표관리를 통해 이루어져야 할 것이다. 1단계로 명확한 한라산국립공원 관리목표 및 지역설정, 2단계로 생태적 수용력을 관리할 수 있는 영향지표 및 평가기준

개발, 3단계로 연차별·분기별·특정시기별로 각 지표에 대한 모니터링, 4단계로 웹기반 모니터링 결과에 대한 비교 및 원인 분석, 마지막으로 공원관리에 직·간접적으로 영향을 미치는 지역사회(지자체, 지역주민, 사찰 등)와의 사회적 합의형성 후 관리대안을 마련·시행해야 할 것이다.

4단계 수용력 관리 시스템 가운데 가장 어려운 과정은 지표 선정과정이며 본 과제에서는 2가지 측면에서 제안하고자 한다. 첫째는 탐방로 관리 지표다. 한라산국립공원 역시 탐방객들은 철저하게 선형관광 형태로 이동·분산한다. 따라서 일별, 시간대별 탐방객 수, 정상 탐방객 수, 단체 탐방객 수를 지속적으로 모니터링 해야 하며, 탐방로 훼손정도(노면침식, 노면확대, 재질, 수목뿌리 노출, 세굴현상 등)와 셋길 발생현황 지표가 모니터링 되어야 한다. 둘째는 선형이 아닌 면 단위 관리 지표 즉, 자연자원에 대한 지표가 모니터링 되어야 한다. 예를 들어 동·식물 서식현황(예 : 종다양도, 종풍부도 등), 멸종위기 야생동물 수, 외래 동·식물 수, 수질 등의 지표가 대표적일 것이다. 마지막으로 지표에 대한 모니터링이 완료된 후에는 근거 중심의 공원 관리 정책 마련을 위해 지표값을 지수화하는 과정이 필요하다. 지수화 과정은 수용력 관리 지표 선정 → 지표별 기초 데이터 수집 → z값을 이용한 데이터 표준화(지표별 단위 통일) → 가중치 부여 → 최종 지표별 표준화 점수 산출 → 하위 누적확률을 이용한 지역별 지수를 산출한 후 단계별 공원 관리 전략을 마련해야 할 것이다.

한라산국립공원 관리를 위한 단계별 관리전략은 그림 11, 표 6과 같이 교육/홍보/정보, 지역관리, 규칙/가격, 행위제한 정책 순으로 적용할 수 있다.



그림 10. 영실지역 탐방로



그림 11. 단계별 공원관리 전략

표 6. 단계별 수용력 관리방안

구분	단계	관리 대안	세부내용	장단점
수 용 력 관 리 방 안	1단계	교육 홍보 정보	양질의 정보 제공 (홈페이지, 광역정보체계 및 모바일환경) - 탐방로, 주변관광지, 문화재, 혼잡정보 등	잠재된 강력한 관리수단
			저지대 수평 탐방유도 프로그램 마련 - 탐방로 등급제, Diet Map, 자기안내식, 전시물 프로그램 등	탐방객행동 변화를 강조
			지역사회, 학계, 도민, NGO 등과 협의체 구성 운영	
			탐방안내소 신설 및 기능강화, 공원입구 랜드마크 설치 등	자유의지존중
	2단계	지역 관리	혼잡지역의 훼손 및 접근 방지 -시설물재배치, 식생/펜스 등 장애물 설치, 순찰강화 등	필수 관리수단
			탐방객 분산·유도시설물 설치 - 자연관찰로, Viewpoint, picnic시설 등	자원보전 및 양질의 서비스 제공 목적
			탐방객 분산을 위한 시설물 제한(주차장, 화장실 등)	
			생태적 민감지역에 대한 일시·영구적 폐쇄 (휴식년제 등)	
수 용 력 관 리 방 안	3단계	가격	성수기 요금 차등화, 혼잡요금제 (congestion pricing)	정책효율성은 큰 반면 갈등요인
	4단계	행위 제한	혼잡지역 탐방예약제, 휴식일제 등 탐방객 수 제한 정책	행위규제 강조
			위법행위에 대해 벌금부과 등 사법권 강화 차량통행제한 (극성수기 혼잡지역 → 셔틀버스 운행 등)	탐방경험의 질 저하 우려

일반적으로 수용력 관리전략은 직접적 관리방법과 간접적 관리방법으로 구분할 수 있다. 다만 국립공원을 포함한 대부분의 야외 휴양은 탐방객 스스로의 선택과 자유의지, 그리고 프라이버시가 양질의 탐방경험을 얻는 데 필수적이기 때문에 직접적 관리대안은 부득이 간접적 관리대안이 목적을 달성하지 못할 경우에 적용해야 할 것이다. 또한 비록 정책효율성은 다소 미진하더라도 탐방객의 행동을 변화시키고 탐방집중지역의 훼손을 예방할 수 있는 간접적 공원관리전략을 도입하고 지속적인 홍보와 설득노력을 기울이는 것이 가장 중요하다.

마지막으로 고품격 탐방서비스 제공을 위해서는 최근 이슈화되고 있는 IT기반 맞춤형 서비스(스마트폰 어플리케이션 개발 등), 치유 프로그램 개발, 다양한 문화 콘텐츠를 확보해야 할 것이다. 또한 지역주민과 함께하는 공원 관리를 위해 지역주민 참여 프로그램을 개발하고 협의체를 구성하여 갈등관리 및 사회적 합의에 의한 공원관리 계획을 수립·시행해야 할 것이다.

4. 요약

국립공원 탐방객 관리의 궁극적 목적은 탐방 수요증가에 따른 자원훼손 예방과 함께 양질의 탐방경험 제공이다. 이를 위해서는 서비스 주체와 이용 주체 간 쌍방향 상호작용이 매우 중요하다. 즉, 서비스 주체인 한라산국립공원에서는 이용주체인 탐방객의 특성 및 만족도 등에 대한 정보를 토대로 엄정한 자원보전 전략과 다양한 탐방객 요구를 충족시킬 수 있는 탐방환경 조성 및 서비스체계를 구축해야 한다.

최근 국립공원을 비롯한 야외휴양 시장은 생태관광, 공정관광으로 대표되는 자연·생활문화 경험과 체험 지향적으로 점차 다양화되고 있다. 그러나 국립공원에서는 주 5일 근무제 정착, 접근성 향상, 숲의 건강 및 치유기능에 대한 관심 증가, 입장료 폐지 등 대내·외 환경변화로 인하여 급격한 탐방 수요 증가와 이에 따른 자원훼손에 대한 우려가 예상된다. 결국 현 시점에서 국립공원 탐방객 관리의 핵심 이슈는 탐방수요의 불균형, 즉 특정시기 탐방 집중현상에 대한 효율적 관리방안 마련에 있으며 이를 위해서는 자연자원에 대한 면밀한 조사·모니터링과 더불어 탐방객 특성 및 이용행태 등에 관한 모니터링이 반드시 필요하다.

한라산국립공원 자연자원조사 탐방행태 및 수용력 평가 분야 조사는 공원 내 주요 탐방집중지역에서 탐방객 설문조사를 통해 이루어졌으며 탐방객의 인구·통계적, 사회·경제적 특성, 탐방행태, 탐방만족도, 시·공간별 탐방집중도 등을 분석·평가하였다. 주요 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 한라산국립공원 탐방객은 남성 탐방객 비율이 높고 타 국립공원에 비해 중·장년층 탐방비율이 높게 나타났다. 소득수준은 지리적 특성 상 여행비용이 타 국립공원에 비해 높아 중산층 이상의 탐방객 비율이 상대적으로 높았으며 직업은 회사원, 자영업, 전문직, 학생, 공무원/교원, 전업주부 순으로 높게 나타났다. 거주지는 제주특별자치도가 가장 높고 다음으로 서울, 경

기, 경남, 인천, 대구, 전북, 부산 순으로 나타났다.

둘째, 한라산국립공원 탐방 이용행태 분석 결과 전체 탐방객의 95.1%가 숙박 탐방객이었으며, 체류 탐방객의 숙박 장소는 펜션, 호텔, 콘도, 모텔/여관 순으로 나타났다. 동반유형은 가족, 친구/연인, 혼자, 직장동료 순으로 높게 나타났으며 방문횟수는 처음 방문이 39.6%, 재방문이 60.4%로 나타났다. 방문목적은 자연경관 감상이 가장 높고 다음으로 신체적·정신적 건강증진, 친목도모 순이며, 주요 활동으로는 자연경관감상, 등산/산책, 사진촬영, 약수터 이용 순으로 나타났다.

셋째, 한라산국립공원 탐방만족도는 19개 국립공원 전체 평균(3.99점)보다 높은 4.18점으로 나타났다. 세분 시장별로는 여성이 남성보다, 연령별로는 60대 이상이 4.29점으로 가장 높은 반면 20대가 4.05점으로 상대적으로 가장 낮게 나타났다. 지역별로는 어리목 지역이 4.24점으로 가장 높고 성판악, 영실, 관음사 순으로 나타났다. 그러나 성별, 연령, 지역별 만족도에 대한 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 24개 세부항목별 만족도 평가 결과에서는 관광지 매력성 항목인 수려한 자연경관이 4.52점으로 가장 높은 반면 서비스 질 평가 항목인 상품가격, 상품 다양성, 차별화된 체험 기회, 숙박시설, 향토음식의 질 등은 개선이 시급한 부분으로 분석되었다.

넷째, 특정지역의 시·공간적 탐방집중현상은 순간적으로 공급이 수요를 충족시키지 못하기 때문에 공원 관리자나 탐방객 양측 모두에게 비용 부담을 높이고 전반적인 서비스 수준 및 혼잡으로 인한 만족도의 질 저하를 야기하게 된다. 따라서 관리적 측면에서는 한라산국립공원 내 주요 지역에 대한 탐방객들의 선호도와 탐방압력을 파악하여 탐방 악영향을 최소화할 수 있는 관리방안을 마련해야 한다. 특히 한라산국립공원 내 대표적 탐방행태인 선형관광으로 인한 시·공간 탐방집중현상은 자연자원훼손과 탐방경험의 질 저하의 가장 직접적 원인이 될 수 있기 때문에 단계별 관리전략 마련이 필요할 것이다. 시·공간 탐방집중도 분석 결과, 탐방밀도가 가장 높은 시간(peak time)은 오전 12시에서 오후 1시 사이, 탐방빈도가 가장 높은 곳은 영실, 성판악, 속발, 윗세오름, 어리목, 진달래밭, 백록담, 관음사 순으로 나타났다.

마지막으로, 국립공원 내에서의 수용력은 절대적 가치가 아니며 현 시점에서 수치화된 생태적 수용력은 산정할 수도 없으며 의미 없는 Magic Number에 불과하다. 결국 수용력 관리는 VERP모델 등을 이용한 지표관리(지수화)를 통해 이루어져야 할 것이다. 1단계로 명확한 한라산국립공원 관리목표 및 지역설정, 2단계로 생태적 수용력을 관리할 수 있는 영향지표 및 평가기준 개발, 3단계로 연차별·분기별·특정시기별로 각 지표에 대한 모니터링, 4단계

로 웹기반 모니터링 결과에 대한 비교 및 원인 분석, 마지막으로 공원관리에 직·간접적으로 영향을 미치는 지역사회(지자체, 지역주민, 사찰 등)와의 사회적 합의형성 후 관리대안을 마련·시행해야 할 것이다. 단 관리대안은 비록 정책효율성은 다소 미진하더라도 탐방객의 행동을 변화시키고 탐방집중지역의 훼손을 예방할 수 있는 간접적 공원 관리전략을 도입하고 지속적인 홍보와 설득노력을 기울이는 것이 가장 중요하다.

5. 인용문헌

- 국립공원관리공단. 2012. 2012국립공원기본통계.
- 국립공원연구원. 2010. 2010 국립공원 탐방 이용행태 연구.
- 국립공원연구원. 2007. 국립공원 수용력 관리시스템 연구.
- 김사현. 2003. 관광경제학. 백산출판사. 448p.
- 박석희. 1995. 신관광자원론. 일신사. 178p.
- 신원섭. 1999. 야외휴양관리. 도서출판 따님. 202p.
- Colc, D.N. 1994. Management Ecological Impacts at Wilderness Campsites. *Journal of Forestry* 79(2) : 86-89.
- Hammit, William E. and David N. Cole. 1987. *Wildland Recreation : Ecology and Management*. John Willey & Sons: New York, NY.
- Hendee, John C., George H. Stankey, and Robert C. Lucas. 1990. *Wilderness Management*. North American Press: Golden, CO.
- Lucas, R.C. 1964. Wilderness Perception and Use; The Example of the Boundary Waters Canoe Area. *Natural Resources Journal* 3(2) : 394-411.
- USDI, NPS, Denver Service Center. 1997. *VERP Framework A handbook for Planners and Managers*. 103p.
- Wagar, J.S. 1964. *The Carrying Capacity of Wild Lands for Recreation*. Forest Science Monograph 7, Society of American Foresters, Washington, D.C.

여 백

p.537-538

훼손지

조사위원 : 송국만

1. 서론

2. 조사기간 및 조사방법

가. 조사지역

나. 조사기간

다. 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 탐방로 물리적 특성

나. 탐방로 훼손정도

다. 탐방로 훼손유형 및 특성

라. 훼손지 분포

4. 요약 및 제언

가. 훼손성도에 따른 저감 방안

5. 인용문헌

여 백

1. 서론

취미와 여가 활동 시간의 확대와 증가로 인해 국립공원을 찾는 생태체험 프로그램이 다양화 되고 있으며 그 범위와 규모도 매년 확대되고 있다. 우리나라의 국립공원 탐방로는 대부분 험한 산지에 위치하고 있으며, 일부 탐방로는 그 적정 수용 인원의 한계를 넘어서고 있어 이로 인한 각종 훼손이 매우 심각한 실정이다.

탐방로의 훼손은 탐방객에 의한 지속적인 답압에 의해 지피 식생이 훼손되고 낙엽이나 유기물이 유실되면서 시작되며 이후에 지표층 흐르는 유수에 의해 토양층 유실 속도가 점점 증대되고 있다.

이런 탐방로 훼손에 대한 원인은 대부분 기상, 지형, 토양, 식생 등의 탐방로 입지 조건과 탐방객에 의한 보행 및 휴식 등의 탐방활동요인, 그리고 배수체계나 시설부설 등의 설계시공과 이용자 관리 등의 유지관리 체계에 기인한 시설관리요인 등 다양한 형태로 구분할 수 있다.

따라서 본 조사는 한라산국립공원내의 탐방로를 대상으로 현장조사를 통하여 탐방로의 물리적 특성 및 훼손유형 등을 조사하여 공원관리를 위한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 조사기간 및 조사방법

가. 조사지역

한라산국립공원 내 5개의 주요 탐방로(영실 탐방로, 어리목 탐방로, 성관악 탐방로, 관음사 탐방로, 돈내코 탐방로)와 어송생 탐방로, 사라오름 탐방로와 어리목 탐방로의 윗세오름에서 남벽 분기점까지를 남벽 탐방로로 구분하여 총 8개의 탐방로를 조사하였다.

나. 조사기간

2012년 5월 12일 : 영실 탐방로

2012년 5월 13일 : 어리목 탐방로

2012년 5월 14일 : 어송생 탐방로

2012년 7월 28일 : 돈내코 탐방로
 2012년 7월 29일 : 남벽 탐방로
 2012년 10월 28일 : 성판악 탐방로
 2012년 11월 8일 : 관음사 탐방로
 2012년 11월 8일 : 사라오름 탐방로

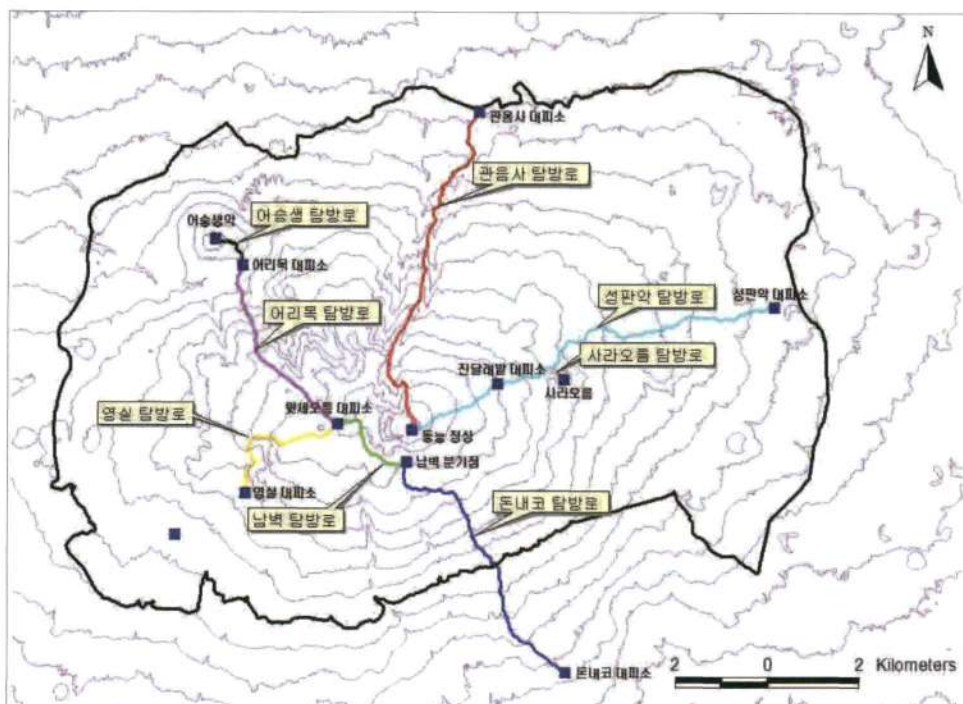


그림 1. 탐방로 위치도

다. 조사방법

각 탐방로를 중심으로 훼손이 발생한 지점을 전체적으로 조사하는 전체조사법(Census techniques)과 일정한 간격을 두고 각 구간을 조사하는 신속조사법(Rapid survey techniques)을 병행하여 조사하였다. 또한 훼손지 분포 조사는 2009년(제주도)과 2011년(국토지리정보원)에 촬영된 항공영상을 기반으로 현장조사를 병행하여 훼손된 지역의 경계와 면적을 측정하고 조사하였다.

1) 탐방로 물리적 특성 조사

신속조사법을 이용하여 각 탐방로에서 특정 구간 또는 탐방로의 동일한 형태의 유형을 구간화 하여 조사지점을 선정하고, 각 조사지점에 대한 입지 환경을 조사하여 탐방로의 물리적 특성을 조사하였다.

2) 탐방로 훼손정도 조사

각 탐방로에서 전체조사법을 이용하여 탐방로 구간 내 훼손이 발생한 지점에 대해, 위치, 훼손지의 규모(길이, 폭, 깊이 등) 등 훼손정도를 강, 중, 약, 건전으로 구분하여 조사하였다.

3) 탐방로 훼손유형 조사

각 구간의 탐방로에서 물리적 훼손 유형을 노면침식, 뿌리노출, 암석노출, 노폭확대, 사면침식, 노면세굴, 셋길, 하천(수로포함)으로 구분하여 조사하였다.

4) 훼손지 분포 조사

한라산국립공원에서 발생된 훼손지역을 항공영상과 현지 조사를 병행하여 위치와 규모를 조사하고 그 면적을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 탐방로 물리적 특성

한라산국립공원 훼손지의 물리적 특성은 표 1과 같다. 조사결과 관음사 탐방로는 총 55개의 구간으로 구분되었으며, 총길이는 8.848km, 평균경사 16.3°, 평균 노폭 1.77m, 평균 나지폭은 3.16m, 최대 침식 깊이는 1.2m로 조사되었다. 남벽탐방로는 총 14개의 구간으로 구분되었으며, 총 길이는 2.262 km, 평균 경사는 20.6°, 평균 노폭은 1.60m, 평균 나지폭은 1.95m, 최대 침식 깊이는 0.30m 였다. 돈내코 탐방로는 총 29개의 구간으로 총 길이는 6.991km, 평균 경사는 19.7°, 평균 노폭은 1.16m, 평균 나지폭은 0.48m, 최대 침식 깊이는 1.20m, 사라오름 탐방로는 구간이 가장 적은 4개의 구간으로 구분되었으며, 총 길이는 0.555km, 평균 경사는 21.8°, 평균 노폭은 1.2m, 성판악 탐방로는 총 45개의 구간으로 총 길이는 9.529km, 평균 경사는 16.8°, 평균 노폭은

1.83m, 평균 나지폭은 0.4m, 최대 침식 깊이는 0.70m, 어리목 탐방로는 총 25개의 구간으로 총 길이는 4.455km, 평균 경사는 17.4°, 평균 노폭은 2.43m, 평균 나지폭은 0.91m, 최대 침식 깊이는 0.80m, 어승생 탐방로는 총 6개의 구간으로 총 길이는 1.008km, 평균 경사는 27.5°, 평균 노폭은 1.60m, 평균 나지폭은 0.70m, 최대 침식 깊이는 0.43m로 탐방로 중에서 가장 짧은 거리를 보인다. 영실 탐방로는 총 18개의 구간으로 총 길이는 3.809km, 평균 경사는 18.3°, 평균 노폭은 2.05m, 평균 나지폭은 2.70m, 최대 침식 깊이는 1.30m로 조사되었다.

표 1. 탐방로별 물리적 특성

탐방로명	구간수	길이 (km)	평균 경사(°)	평균 노폭(m)	평균 나지폭(m)	최대 침식깊이(m)
관음사	55	8.848	16.3	1.77	3.16	1.20
남벽	14	2.262	20.6	1.60	1.95	0.30
돈내코	29	6.991	19.7	1.16	0.48	1.20
사라오름	4	0.555	21.8	1.20	0	0
성판악	45	9.529	16.8	1.83	0.40	0.70
어리목	25	4.455	17.4	2.43	0.91	0.80
어승생	6	1.008	27.5	1.60	0.70	0.43
영실	18	3.809	18.3	2.05	2.70	1.30
합계	196	37.457	19.80	1.71	1.29	1.30

1) 관음사 탐방로

관음사 탐방로는 8개의 탐방로 중에서 구간수가 가장 많이 구분되었으며, 성판악 탐방로 다음으로 탐방로의 길이가 가장 길게 조사되었다(그림 2~4, 표 2). 용진각 대피소와 현수교 구간, 삼각봉 대피소의 일부 구간을 제외하고는 모든 구간이 산림 지역으로 이루어져 있다. 특히 27구간부터 39구간은 소나무가 우점하고 있는 지역으로서 사면 침식이 가장 많이 발생하고 있다.



그림 2. 관음사 탐방로 구간 위치도(상)

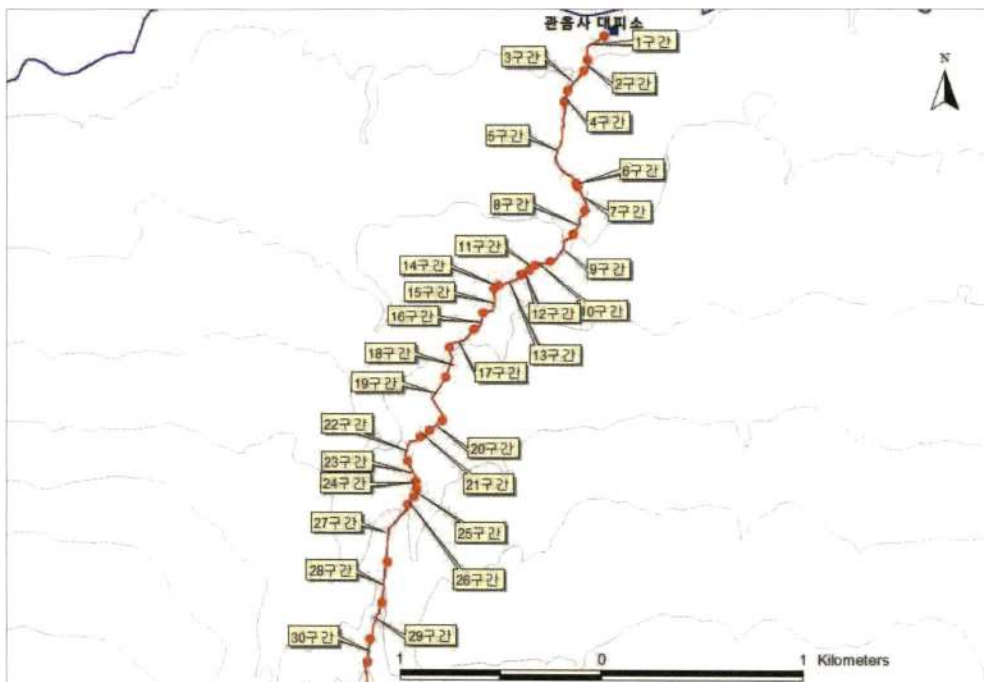


그림 3. 관음사 탐방로 구간 위치도(하)

표 2. 관음사 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노퍽(m)	나지퍽 (m)	최대 침식깊이(m)
1	159	자연석	4	1.8-2.3	0.5	0
2	59	데크	5	1.5	0	0
3	143	자연석	5	1.8-0.2	0.3	0
4	50	데크	15	1.5	0	0
5	480	자연석	10	1.5-2.0	0.4-0.6	0.5
6	25	데크	4	1.5	0	0
7	133	자연석	6	1.5-2.2	0	0
8	152	자연석	10	1.7-2.2	0	0
9	193	자연석+침목	13	1.4-2.0	0	0
10	95	자연석+침목	12	1.8-3.4	0	0
11	35	자연석	13	1.4-1.7	0	0
12	56	데크	17	1.5	0	0
13	131	자연석+침목	14	1.7-2.4	0	0
14	179	데크	4	1.6	0	0
15	89	자연석+침목	6	1.6-2.2	0	0
16	175	자연석	17	1.7-1.7	0	0
17	166	자연석+침목	10	1.4-2.8	0	0
18	238	침목	13	1.9-2.3	0	0
19	94	자연석+침목	4	1.8-2.4	0.2	0
20	55	데크	3	2	0	0
21	169	자연석+침목	4	1.7	0	0
22	133	자연석+침목	16	1.1-2.1	0.4	0.2
23	32	데크	27	1.4	0	0
24	52	데크	0	2.4	0	0
25	59	데크	36	1.4	0	0
26	316	자연석+침목	28	1.7	0	0.5
27	226	침목	19	1.5-2.3	0	0.6-0.8
28	216	자연석+침목	20	0.9-1.3	0	0.5-0.8

표 2. 계속

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지폭 (m)	최대 침식깊이(m)
29	117	자연석+침목	21	1.3-2.3	0	0.4-0.7
30	215	자연석+침목	23	2	0	0.5
31	537	침목	18	1.3-2.1	0	0.6
32	290	자연석	16	1.8-2.6	0	0
33	152	자연석+침목	12	1.8-2.3	0.3	0.2-0.6
34	182	자연석	18	1.9-2.4	0	0.4
35	124	자연석+침목	19	1.3-2.4	0	0.5
36	176	침목	21	1.6-3.1	0	0.6
37	165	침목	22	1.6-2.1	0	0.5-0.6
38	233	침목	19	1.4-2.0	1.2	0.7
39	91	침목	17	1.2-2.3	0	0.5
40	105	침목	14	1.2	0	0
41	181	자연석	5	0.8-2.3	0	0.3-0.7
42	303	데크	15	1.0	0	0
43	180	데크	21	1.5	0	0
44	229	데크	24	1.5	3.5	1.2
45	90	데크	27	1.5	15	0
46	49	자연석	28	1.2-1.5	0	0
47	52	데크	37	1.6	0	0
48	88	자연석+침목	42	1.1-1.8	0	0.3
49	218	데크	15	1.5	15	0.4
50	320	데크	19	1.5	0	0
51	227	자연석+침목	39	1.1-1.8	0.4	0.5
52	95	자연석+침목	22	1.2-1.7	0.3	0.7
53	244	데크	27	1.6	0	0
54	141	데크	24	1.5	0	0
55	134	데크	15	2.3	0	0
합계	8,48		17	1.8	3.2	0.5



데크 탐방로



혼합형(침목, 자연석) 탐방로



침목 탐방로



자연석 탐방로

그림 4. 관음사 탐방로 주요 경관

2) 남벽 탐방로

남벽 탐방로는 전체 14개의 구간 중 윗세오름에 가까운 2번과 3번구간과 윗세오름 동쪽의 비교적 편평한 지역을 지나는 8번과 9번 구간은 경사가 비교적 완만하다(그림 5~6, 표 3). 6번 구간은 자연석으로 이루어져 있어 탐방로의 경사가 기울어져 있어 경사가 급한 지역은 침식되고 있는 부분이 나타나고 있으며, 11번 구간은 과거 훼손된 부분에서 지속적인 침식이 일어나고 있는 것을 확인할 수 있었다.

거의 모든 지역이 자연석으로 되어 있으며, 최근에 일부 구간을 목재 데크 시설 공사를 실시하였지만 11번 구간에서는 데크 시설 이전에 시작된 훼손지가 계속 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

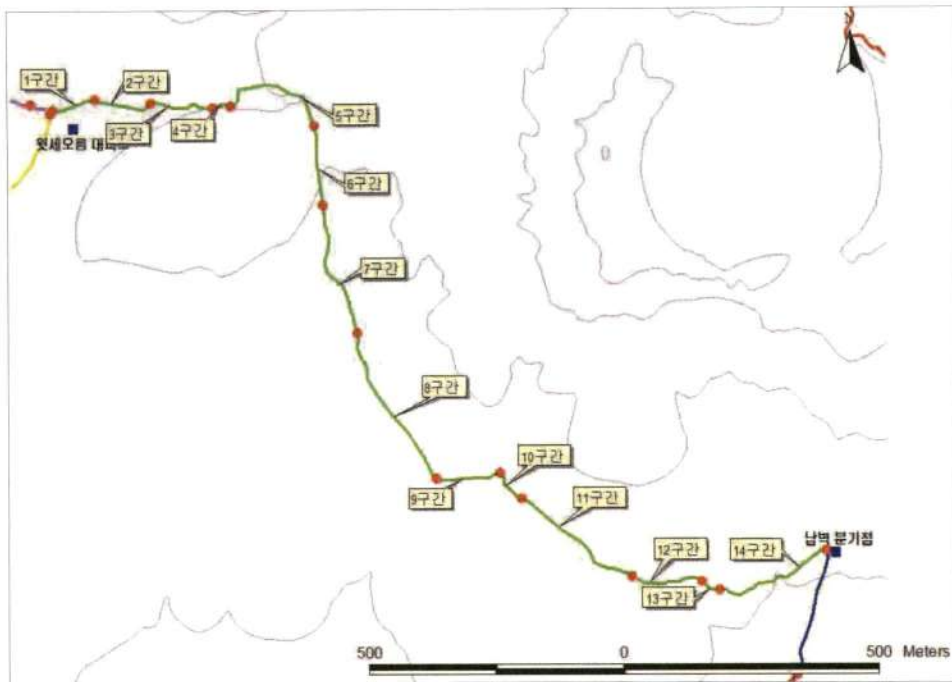


그림 5. 남벽 탐방로 구간 위치도

표 3. 남벽 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노퍽(m)	나지퍽 (m)	최대 침식깊이(m)
1	84	자연석	12	2.5-5.0	0	0
2	117	자연석	8	2.4	0	0
3	129	자연석	7	0.8-1.5	0	0
4	40	자연석	19	0.9-1.4	0	0
5	232	데크	48	1.4	0	0
6	155	자연석	15	1.4-2.3	0	0.30
7	271	데크	16	1.4	0	0
8	334	자연석	6	0.38-2.0	2.4-2.5	0
9	130	데크	8	1.4	0	0
10	73	데크	42	1.4	0	0
11	255	데크	19	1.4	0.8-2.1	0.20
12	156	데크	20	1.4	0	0
13	43	자연석	44	1.4	0	0
14	243	데크	24	0.9-1.4	0	0
합계	2,262		20.6	1.60	1.95	0.30



자연석 탐방로



데크 탐방로

그림 6. 남벽 탐방로 주요 경관

3) 돈내코 탐방로

돈내코 탐방로는 총 29개의 구간으로 구분된다. 6, 9, 13, 17, 26, 27 구간은 경사도가 10° 미만으로 비교적 편평하고, 5번 구간부터 19번 구간은 자연식으로 이루어진 산림 내부 지역으로서 최근에 탐방로를 개방하면서 협소한 탐방로에 탐방객의 증가로 인해 발생하기 시작하였다(그림 7~9, 표 4). 탐방로가 시작되어 4번 구간을 제외하고는 전체 구간이 자연식으로 이루어져 있다.



그림 7. 돈내코 탐방로(상) 구간 위치도

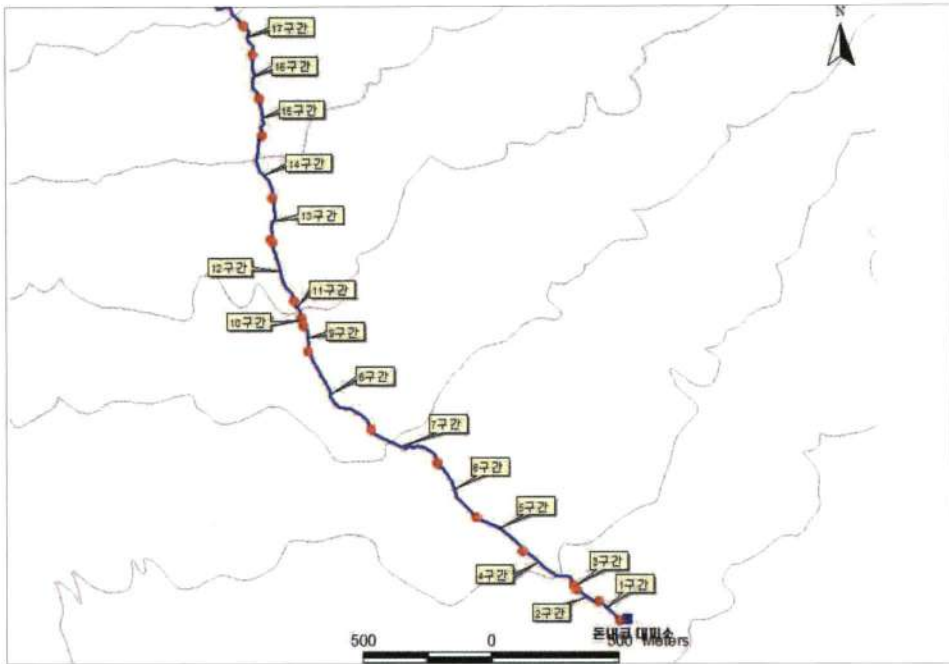


그림 8. 돈내코 탐방로(하) 구간 위치도



관목림 구간 자연석 탐방로

산림 구간 자연석 탐방로

그림 9. 돈내코 탐방로 주요 경관

표 4. 돈내코 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지폭(m)	최대 침식깊이(m)
1	132	시멘트	12	2.4	0	0
2	100	자연석	20	1.8-2.2	0	0
3	21	타이어매트	21	1.2	0	0
4	253	데크	24	1.4	0	0
5	229	자연석	10	1.2-1.4	0.4	0.10
6	265	자연석	3	1.1-1.7	0.3-2.0	0.10
7	310	자연석	12	0.6-1.0	0.4-1.2	0.20
8	427	자연석	28	0.9-1.4	0.2-0.6	0.70
9	100	자연석	5	1.2-1.6	0.3	0.10
10	35	자연석	25	1.4-1.6	0.4-0.5	0.10
11	80	자연석	29	1.2	0.7	1.20
12	255	자연석	12	0.9-1.2	0.3-0.5	0.40
13	165	자연석	7	1.3	0.3-0.7	0.10
14	279	자연석	32	1.0-1.2	0.3	0.10
15	140	자연석	35	1.0-1.3	0.3	0.30
16	192	자연석	14	0.9-1.3	0.3-0.4	0.20
17	134	자연석	8	1.1-1.5	0.3-0.4	0.20
18	441	자연석	28	1.0-1.4	0.3-0.5	0.20
19	479	자연석	28	1.0-1.3	0.3-0.4	0.30
20	288	자연석	41	0.9-1.8	0	0.30
21	412	자연석	34	0.9-1.6	0	0.60
22	74	자연석	30	0.5-1.1	0	0
23	216	자연석	31	0.7-1.4	0	0
24	260	자연석	28	0.5-1.0	0	0
25	418	자연석	16	0.5-1.4	0	0.20
26	284	자연석	9	0.6-1.2	0	0
27	364	자연석	6	0.6-1.2	0	0
28	385	자연석	12	0.5-1.4	0	0
29	253	자연석	12	0.5-1.2	0.3	0.20
합계	6,991		19.7	1.16	0.48	1.20

4) 사라오름 탐방로

사라오름 구간은 총 4개의 구간으로 이루어져 있으며, 최근에 데크가 조성되어 있다(그림 10~11, 표 5). 1번과 2번 구간은 오름 사면 구간으로 경사가 매우 급하고 3번 구간은 분화구 내부를 가로 지르는 구간으로 평지 구간이다. 4번 구간은 분화구 내부의 사면 구간으로 3번 구간을 제외하고는 매우 경사가 급하게 이루어져 있다.

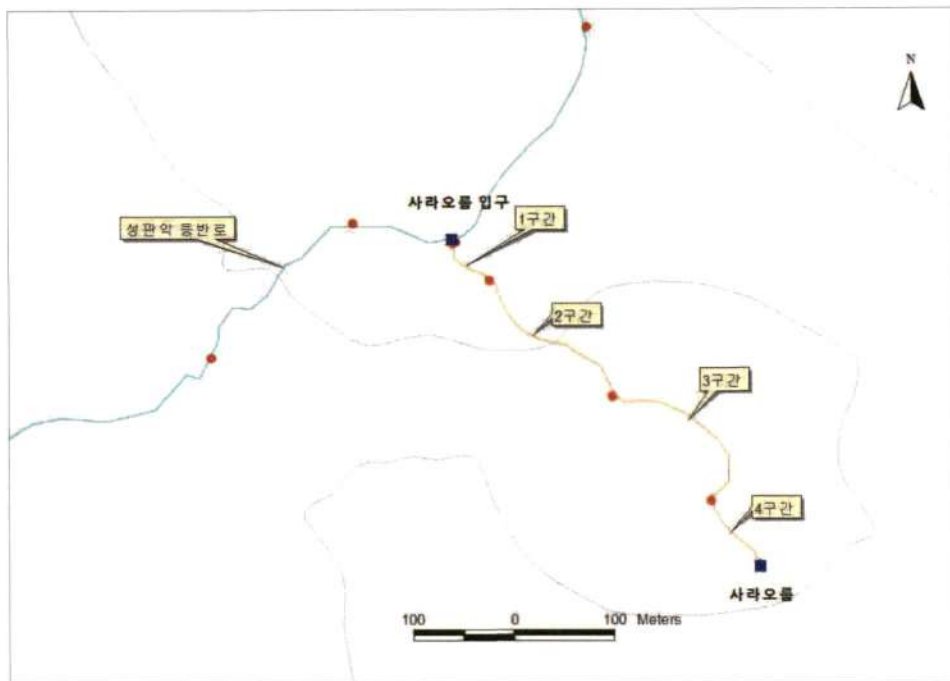


그림 10. 사라오름 탐방로 구간 위치도

표 5. 사라오름 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지폭(m)	최대 침식깊이(m)
1	103	데크	32	1.1	0	0
2	174	데크	29	1.5	0	0
3	190	데크	0	1.1	0	0
4	88	데크	26	1.1	0	0
합계	555		21.8	1.2	0	0



데크 탐방로 사라오름 분화구
그림 11. 사라오름 탐방로 주요 경관

5) 성판악 탐방로

성판악 탐방로는 전체 45개의 탐방로로 이루어져 있고 8개의 탐방로 중에서 가장 긴 탐방로이다. 사라오름 탐방로를 이용하기 위해서는 성판악 탐방로를 이용해야 한다. 탐방로가 탐방객수가 많고 일부 구간은 탐방로 노폭이 협소하여 나지가 발생하는 빈도가 높게 나타나고 있다(그림 12~14, 표 6).



그림 12. 성판악 탐방로(상) 구간 위치도

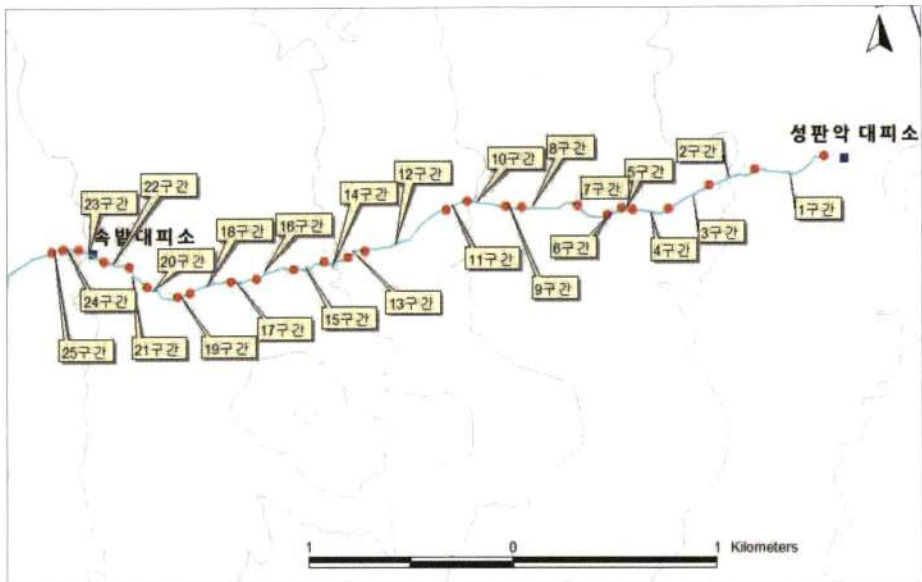


그림 13. 성판악 탐방로(하) 구간 위치도



침목+자연석 탐방로



데크 탐방로(정비중)



자연석 탐방로



데크 탐방로

그림 14. 성판악 탐방로 주요 경관

표 6. 성판악 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노퍽(m)	나지퍽(m)	최대 침식깊이(m)
1	332	침목+자연석	6	1.8-2.6	0.3	0.25
2	260	자연석	4	2.4-3.2	0.4	0
3	229	침목+자연석	5	1.9-2.2	0	0.3
4	199	자연석	5	1.9-2.9	0.5	0.2
5	50	데크	2	1.9-2.1	0.4-0.6	0.2
6	86	침목+자연석	6	2.0-2.3	0.6	0.3
7	159	데크	6	1.9	0.3	0
8	301	침목+자연석	12	1.3-2.0	0.6	0.3
9	87	자연석	34	1.2-2.2	0.2-0.6	0.7
10	201	자연석	32	1.2-2.9	0.5-0.7	0.2
11	118	자연석	8	1.7	0.4	0.2
12	481	자연석	29	1.2-3.1	0.3-0.6	0.5
13	103	자연석	15	1.9-2.0	0	0
14	125	데크	8	1.6-1.9	0	0.6
15	169	침목+자연석	16	1.3-1.7	0.2-0.4	0.4-0.6
16	208	침목+자연석	12	1.5-2.0	0.2-0.3	0.2-0.4
17	122	침목+자연석	10	1.6	0	0.6
18	225	데크	9	1.5	0	0
19	73	침목+자연석	15	1.7-2.7	0	0
20	165	데크	10	1.5	0	0
21	131	침목	14	1.3-1.6	0.4	0.3
22	139	데크	8	1.5	0	0
23	142	침목	15	1.1-2.4	0.2	0.15
24	97	데크	5	1.8	0	0
25	68	침목	10	1.3-1.5	0	0
26	457	데크	6	1.8	0	0
27	305	침목+자연석	16	0.9-1.7	0	0.5
28	134	침목+자연석	16	0.9-1.7	0	0.5
29	248	침목+자연석	20	1.6-2.1	0	0.6
30	151	데크	18	1.8	0	0
31	168	침목+자연석	31	0.9-1.9	0	0
32	192	침목+자연석	22	1.6-2.0	0	0
33	204	침목	36	1.4-1.6	0	0.5
34	527	자연석	38	1.6-2.4	0.3	0.1-0.3
35	337	자연석	40	1.4-2.1	0	0
36	212	자연석	8	1.3-4.3	0	0
37	69	자연석	16	1.2-2.1	0	0
38	269	데크	18	1.8	0	0
39	216	자연석	22	1.1-2.1	0.4	0.1
40	89	데크	21	1.8	0	0

표 6. 계속

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지폭(m)	최대 침식깊이(m)
41	796	자연석	24	1.2-3.1	0	0
42	381	데크	27	1.3	0	0
43	187	데크	26	2.3	0.3	0.2
44	194	침목	31	2.1-3.4	0	0
45	123	데크	25	2.8	0	0
합계	555		21.8	1.2	0	0

6) 어리목 탐방로

어리목 탐방로는 25개의 구간으로 1번과 2번, 20번, 21번, 22번 구간은 경사가 완만한 구간이며, 6번, 7번, 8번, 9번 구간은 산림내의 자연석 구간으로서 경사가 매우 급하기 때문에 이로 인해 탐방객의 이동 속도의 저하로 인해 탐방객의 등반로의 가장자리로 이동하면서 노폭이 확대되는 것으로 판단된다(그림 15~16, 표 7).

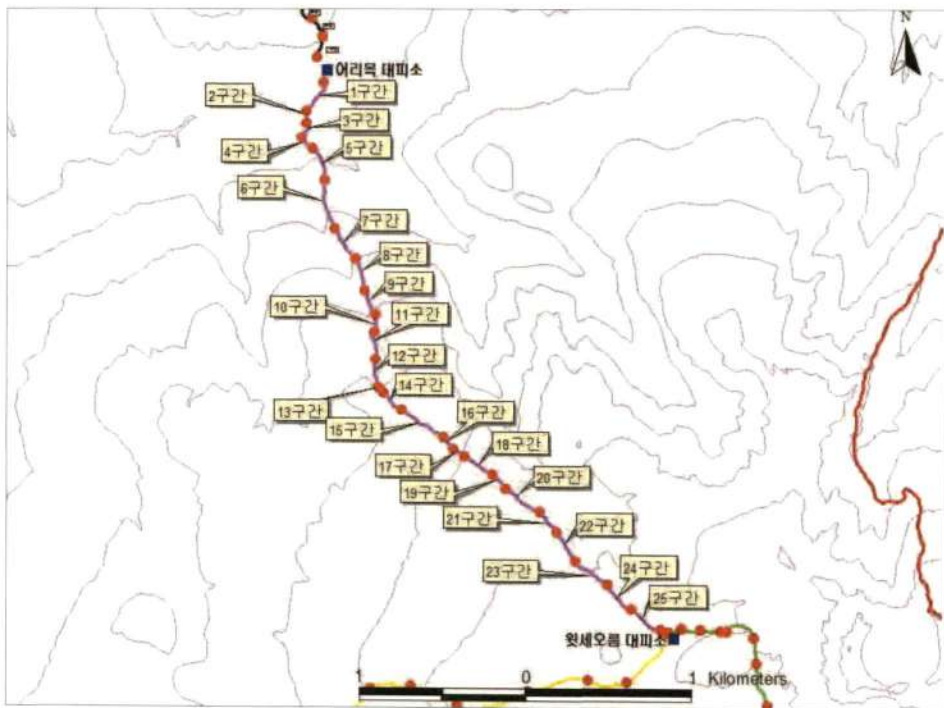


그림 15. 어리목 탐방로 구간 위치도

표 7. 어리목 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지 폭(m)	최대 침식깊이(m)
1	215	침목+자연석	2	2.0-2.5	0	0
2	70	데크	3	1.8-2.4	0	0
3	112	침목+데크	35	1.5-2.4	0	0
4	102	침목+자연석	17	1.8-5.8	0	0
5	216	침목+자연석	24	1.9-3.1	0	0.20
6	313	침목+자연석	34	2.6-3.1	0.8	0.47
7	239	침목+자연석	37	2.9-3.3	1.2	0.60
8	213	침목+자연석	34	2.4-3.8	0.9-1.2	0.64
9	173	침목+자연석	35	1.9-3.4	0.8-1.0	0.20
10	107	침목+자연석	20	2.0-2.8	0	0
11	192	침목+자연석	26	1.6	0	0.65
12	174	침목+자연석	12	1.2-3.5	0	0
13	42	침목+자연석	10	2.5	0	0
14	143	자연석	10	2.9	0	0
15	319	자연석	19	2.2-3.2	0	0
16	95	데크	16	2.0	0	0
17	79	침목+자연석	18	1.2-2.6	0	0
18	203	데크+자연석 +침목	16	2.0-2.4	0	0
19	115	데크	14	1.2-2.0	0	0
20	252	데크	3	1.0-2.0	0	0
21	169	데크	5	2.0-2.8	0	0
22	189	데크	2	2.0	0.8	0
23	253	데크	10	2.0	0	0
24	211	데크	11	2.0	0	0
25	259	데크+자연석	22	1.5-2.6	0.6	0.80
합계	4,455		17.4	2.43	0.91	0.80



관목림 및 초지 구간 데크 탐방로 산림 구간 혼합형(자연석, 침목) 탐방로
그림 16. 어리목 탐방로 주요 경관

7) 어승생 탐방로

어승생 탐방로는 조사된 5개의 탐방로 중에서 가장 짧은 구간의 탐방로이다. 총 6개의 구간으로 구분되며, 13° 이상 43° 미만으로 비교적 경사가 급한 구간이 대부분이다(그림 17~18, 표 8). 모든 구간에서 노면 및 사면의 침식이 확인되었으며, 정상부에 가까울수록 노폭이 협소하여 등반객 수가 증가로 인해 대 및 침식현상이 빠르게 진행되고 있다.



그림 17. 어승생 탐방로 구간 위치도



표 8. 어승생 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노폭(m)	나지폭(m)	최대 침식깊이(m)
1	136	침목+자갈	31	1.2-2.5		0.28
2	151	침목+자갈	37	1.5-2.8	0.5-0.6	0.15
3	180	침목+자연석	15	1.3-2.7	0.5	0.20
4	243	데크	13	1.5	0.6	0.20
5	78	타이어 매트	26	0.9-1.3	0.7-1.0	0.43
6	220	침목	43	0.7-1.4	0.5-1.1	0.30
합계	1,008		27.5	1.60	0.70	0.43

8) 영실 탐방로

영실 탐방로는 18개의 구간으로 구성되어 있으며, 8번 구간을 제외하고 15번 구간부터 18번 구간까지는 경사가 매우 완만한 지역이다(그림 19~20, 표 9). 반면에 9번, 10번, 11번 구간은 병풍바위 구간으로서 경사가 매우 급한 구간이다. 조사된 탐방로 중에서 탐방로의 형태가 매우 다양하게 나타나고 있다.



그림 19. 영실 탐방로 구간 위치도



혼합(자연석, 자갈) 탐방로



데크 탐방로



혼합(자연석, 침목) 탐방로



혼합(침목, 자갈) 탐방로

그림 20. 어리목 탐방로 주요 경관

표 9. 영실 탐방로의 구간별 물리적 특성

구간	길이 (m)	데크/침목 /자연석/토사	물리적 특성			
			평균 경사(°)	노퍽(m)	나지퍽(m)	최대 침식깊이(m)
1	149	데크+침목	15	2.1-3.9	0	0.82
2	123	데크+침목	21	1.5-2.0	0	0.53
3	130	데크+침목	18	1.45	0.45	0.85
4	189	데크+침목	17	1.5-3.4	0	0.47
5	142	침목	20	1.5-3.5	0	1.30
6	101	침목	16	1.3-2.2	0	0.40
7	126	데크+침목+자연석	24	1.5-2.4	0	0.94
8	108	데크+침목+자연석	6	2.4	0	0.74
9	142	자연석	44	1.7-2.9	0	0.34
10	204	침목+자연석	42	0.75-3.2	2.4	0.36
11	195	침목+자연석	34	2.4-3.2	2.7	0.30
12	294	데크	28	1.5	1.8-2.5	0.32
13	223	데크	19	1.5	1.9	07
14	115	침목+데크	16	1.5-1.7	0	0.65
15	528	자연석+자갈	4	0.8-2.4	0	0.24
16	400	데크	4	1.5-2.0	0.5	0
17	249	데크	5	2.0	0.5	0
18	391	데크	6	2.0	0.8	0
합계	3,809		18.3	2.05	2.70	1.30

나. 탐방로 훼손정도

조사된 탐방로에서 발생한 훼손지를 국립공원관리공단의 탐방로 훼손정도 평가기준(표 10)을 참고하여 탐방로별 훼손정도를 조사한 결과 표 11과 같다.

표 10. 탐방로 훼손정도 평가기준

훼손 등급	평가 기준	산림환경 피해도
강	<ul style="list-style-type: none"> • 훼손정도가 심하여 암반노출, 수목뿌리노출, 노면침식 및 확대, 주변부 식생파괴 등 훼손확산 구간 • 훼손확산 심화로 즉시 복구 필요 구간 • 훼손 나지폭 1.8~2.4m • 1~3년내 정비 필요구간 	5~6 등급
중	<ul style="list-style-type: none"> • 부분적으로 나지화가 진행되는 구간으로 측면 붕괴, 노면배수 불량에 따른 수로화 등 훼손진행 구간 • 훼손진행 및 확산 우려로 단기간내 복구 필요구간 • 훼손 나지폭 1.5~1.8m • 4~7년내 정비 필요구간 	3~5 등급
약	<ul style="list-style-type: none"> • 국소적인 훼손발생으로 노면 배수 및 동선유도 등 필요구간 • 배수로 등 일부 노면정비 및 일반적 시설물 유지보수 필요구간 • 훼손 나지폭 1.2~1.5m 	2~3 등급
건전	<ul style="list-style-type: none"> • 평균 노폭이 1.2m 이하로 적정하고 노면에 낙엽 등 지피물이 남아 있거나, 주변 식생으로 노폭이 유지되고 있는 구간 	1~2 등급

8개의 탐방로는 훼손된 탐방로가 매우 짧고 그 정도도 매우 약하게 나타나고 있다. 관음사 탐방로는 훼손 약 구간이 48m로 전체 구간의 0.54%로 매우 짧았으며, 남벽 탐방로 72m로 남벽 탐방로 전체구간의 3.2%, 영실 탐방로에서 80m로 2.1%로 나타나고 있다.

한라산국립공원 탐방로는 대부분 자연석과 침목, 데크 으로 구성되어 있기 때문에 토양층이 발달한 다른 지역의 탐방로에 비해 훼손정도가 매우 낮게 나타나고 있으며, 훼손된 구간은 복구 마대 등을 통한 복구가 이루어졌으며, 훼손되더라도 비교적 규모가 작게 나타나고 있으며, 일부 지역 국한되어 나타나고 있다.

표 11. 탐방로별 훼손 정도

탐방로	길이(km)	건전(km)	훼손정도(m)			훼손비율 (%)
			강	중	약	
관음사 탐방로	8.848	8.800	0	0	48	0.54
남벽 탐방로	2.262	2.190	0	0	72	3.2
돈내코 탐방로	6.991	6.991	0	0	0	0
사라오름 탐방로	0.555	0.555	0	0	0	0
성판악 탐방로	9.529	9.529	0	0	0	0
어리목 탐방로	4.455	4.455	0	0	0	0
어승생 탐방로	1.008	1.008	0	0	0	0
영실 탐방로	3.809	3.729	0	0	80	2.1
합 계	37.457	37.257	0	0	200	0.73

관음사 탐방로는 44번 구간에서 나지폭이 3.5m로 길이 8m, 45번 구간에서 나지폭 15m에 길이 20m, 49번 구간에 15m 나지폭에 길이 20m의 훼손구간이 발생하였다.

남벽 탐방로는 8번 구간에서 나지폭이 2.4m에서 2.5m 폭으로 22m 발생하였고, 11번 구간에서 0.8m에서 2.1m 폭으로 50m 발생하였다.

영실 탐방로는 10번 구간은 나지폭이 2.4m에 25m, 11번 구간은 2.7m에 20m, 12번 구간은 1.8m에서 2.5m 폭으로 25m, 13번 구간은 1.9m에 10m가 훼손된 구간이 있는 것으로 조사되었다.

표 12. 관음사 탐방로의 구간별 훼손 정도

구간	길이(m)	건전(m)	훼손정도(m)			훼손비율 (%)
			강	중	약	
1	159	159	0	0	0	0
2	59	59	0	0	0	0
3	143	143	0	0	0	0
4	50	50	0	0	0	0
5	480	480	0	0	0	0
6	25	25	0	0	0	0
7	133	133	0	0	0	0
8	152	152	0	0	0	0
9	193	193	0	0	0	0
10	95	95	0	0	0	0
11	35	35	0	0	0	0

표 12. 계속

구간	길이(m)	건전(m)	훼손정도(m)			훼손비율 (%)
			강	중	약	
12	56	56	0	0	0	0
13	131	131	0	0	0	0
14	179	179	0	0	0	0
15	89	89	0	0	0	0
16	175	175	0	0	0	0
17	166	166	0	0	0	0
18	238	238	0	0	0	0
19	94	94	0	0	0	0
20	55	55	0	0	0	0
21	169	169	0	0	0	0
22	133	133	0	0	0	0
23	32	32	0	0	0	0
24	52	52	0	0	0	0
25	59	59	0	0	0	0
26	316	316	0	0	0	0
27	226	226	0	0	0	0
28	216	216	0	0	0	0
29	117	117	0	0	0	0
30	215	215	0	0	0	0
31	537	537	0	0	0	0
32	290	290	0	0	0	0
33	152	152	0	0	0	0
34	182	182	0	0	0	0
35	124	124	0	0	0	0
36	176	176	0	0	0	0
37	165	165	0	0	0	0
38	233	233	0	0	0	0
39	91	91	0	0	0	0
40	105	105	0	0	0	0
41	181	181	0	0	0	0
42	303	303	0	0	0	0
43	180	180	0	0	0	0
44	229	221	0	0	8	3.5
45	90	70	0	0	20	22.2
46	49	49	0	0	0	0
47	52	52	0	0	0	0
48	88	88	0	0	0	0
49	218	198	0	0	20	9.2
50	320	320	0	0	0	0
51	227	227	0	0	0	0
52	95	95	0	0	0	0
53	244	244	0	0	0	0
54	141	141	0	0	0	0
55	134	134	0	0	0	0
합계	8,848	8,800	0	0	48	0.54



왕관바위 주변 훼손지



현수교 주변 계곡 지역 훼손지

그림 21. 관음사 탐방로 훼손지 전경

표 13. 남벽 탐방로의 구간별 훼손 정도

구간	길이(m)	건전(m)	훼손정도(m)			훼손비율 (%)
			강	중	약	
1	84	84	0	0	0	0
2	117	117	0	0	0	0
3	129	129	0	0	0	0
4	40	40	0	0	0	0
5	232	232	0	0	0	0
6	155	155	0	0	0	0
7	271	271	0	0	0	0
8	334	312	0	0	22	0
9	130	130	0	0	0	0
10	73	73	0	0	0	0
11	255	205	0	0	50	0
12	156	156	0	0	0	0
13	43	43	0	0	0	0
14	243	243	0	0	0	0
합계	2,262	2,190	0	0	72	3.2



자연석 주변 훼손지

데크 주변 훼손지

그림 22. 남벽 탐방로 훼손지 전경

표 14. 영실 탐방로의 구간별 훼손 정도

구간	길이(m)	건전(m)	훼손정도(m)			훼손비율 (%)
			강	중	약	
1	149	149	0	0	0	0
2	123	123	0	0	0	0
3	130	130	0	0	0	0
4	189	189	0	0	0	0
5	142	142	0	0	0	0
6	101	101	0	0	0	0
7	126	126	0	0	0	0
8	108	108	0	0	0	0
9	142	142	0	0	0	0
10	204	179	0	0	25	12.3
11	195	175	0	0	20	10.3
12	294	269	0	0	25	8.5
13	223	213	0	0	10	4.5
14	115	115	0	0	0	0
15	528	528	0	0	0	0
16	400	400	0	0	0	0
17	249	249	0	0	0	0
18	391	391	0	0	0	0
합계	3,809	3,729	0	0	80	2.1



초지 지역 훼손지

산림 지역 훼손지

그림 23. 영실 탐방로 훼손지 전경

다. 탐방로 훼손유형 및 특성

조사된 8개의 탐방로의 총 길이는 37.457km이며 노면침식 90개소, 뿌리노출 345개소, 암석노출은 10개소, 노폭 확대가 102개소, 사면침식이 394개소, 노면세굴이 40개소, 샛길이 145개소, 하천이 201개소가 조사되었다(표 15).

표 15. 탐방로별 훼손 유형

탐방로	길이 (km)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
관음사	8.848	14	104	9	41	169	14	45	33
남벽	2.262	5	0	0	0	4	1	2	10
돈내코	6.991	63	54	0	49	54	4	7	58
사라오름	0.555	0	0	0	0	0	0	0	0
성판악	9.529	0	82	0	7	100	18	34	57
어리목	4.455	4	34	0	0	23	3	12	26
어승생	1.008	1	36	0	5	32	0	12	0
영실	3.809	3	35	1	0	12	0	33	17
합계	37.457	90	345	10	102	394	40	145	201

1) 관음사 탐방로

관음사 탐방로는 등반객 수가 적고 비교적 토양층이 발달된 부분이 있기 때문에 훼손형태도 다양하게 나타나는 지역이다. 노면 침식이 14개소, 사면침식이나 노폭 확대로 인해 발생한 뿌리노출이 104개소, 토양층이 침식되면서 암석노출이 9개소가 발생하였고, 좁은 등반로로 인해 발생하는 노폭확대가 41개소, 사면 침식이 169개소, 노면세굴이 14개소, 샅길은 45개소, 하천이 33개소로 조사되었다(표 16, 그림 24).

표 16. 관음사 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샅길	하천
1	159	0	0	0	6	3	0	2	2
2	59	0	0	0	0	0	0	0	0
3	143	2	0	9	3	0	2	2	0
4	50	0	0	0	0	0	0	0	0
5	480	11	0	0	20	11	0	4	9
6	25	0	0	0	0	0	0	0	0
7	133	0	0	0	0	0	0	1	4
8	152	0	0	0	0	0	0	0	1
9	193	0	8	0	0	3	0	0	2
10	95	0	1	0	0	0	0	0	0
11	35	0	0	0	0	0	0	0	0
12	56	0	0	0	0	0	0	0	0
13	131	0	4	0	0	4	0	0	0
14	179	0	0	0	0	0	0	0	0
15	89	0	0	0	0	2	0	0	0
16	175	0	0	0	0	0	0	0	0
17	166	0	4	0	0	0	0	0	0
18	238	0	1	0	0	0	0	0	1
19	94	0	5	0	0	1	0	0	2
20	55	0	0	0	0	0	0	1	1
21	169	0	2	0	0	2	0	0	1
22	133	0	2	0	1	3	0	2	0
23	32	0	0	0	0	0	0	0	0
24	52	0	0	0	0	0	0	0	0
25	59	0	0	0	0	0	0	0	0
26	316	0	0	0	0	1	0	0	0
27	226	0	5	0	0	14	0	1	0
28	216	0	10	0	0	8	0	0	0
29	117	0	10	0	0	10	0	0	0
30	215	0	7	0	0	10	0	0	0
31	537	1	10	0	0	17	0	0	0
32	290	0	8	0	0	12	2	2	3
33	152	0	7	0	2	12	6	1	0
34	182	0	0	0	0	2	3	0	0
35	124	0	1	0	1	4	0	1	0

표 16. 계속

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
36	176	0	2	0	1	4	0	1	1
37	165	0	3	0	0	7	0	0	0
38	233	0	3	0	1	6	0	1	0
39	91	0	5	0	0	15	0	0	0
40	105	0	0	0	0	0	0	1	0
41	181	0	0	0	0	3	0	2	0
42	303	0	0	0	0	0	0	0	0
43	180	0	0	0	0	0	0	0	2
44	229	0	0	0	0	2	0	1	0
45	90	0	0	0	0	0	0	3	2
46	49	0	1	0	0	0	1	1	1
47	52	0	0	0	0	0	0	0	0
48	88	0	0	0	0	3	0	2	0
49	218	0	0	0	0	1	0	2	0
50	320	0	0	0	0	0	0	0	0
51	227	0	2	0	3	4	0	5	0
52	95	0	3	0	3	5	0	8	1
53	244	0	0	0	0	0	0	0	0
54	141	0	0	0	0	0	0	0	0
55	134	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	8,848	14	104	9	41	169	14	45	33



샛길



뿌리노출



사면침식



노폭확대

그림 24. 관음사 탐방로 주요 훼손 유형

2) 남벽 탐방로

남벽 탐방로는 조사된 탐방로 중에서 훼손정도가 가장 낮았으며, 훼손 유형도 매우 적게 나타났다. 노면 침식은 5개소, 사면 침식은 4개소로서 11번 구간에서 가장 많이 발생하였다(표 17, 그림 25~26). 노면 세굴은 사면 침식이 가장 많이 발생한 11번 구간에서 1개소, 샛길은 4번 구간 구상나무림을 통과하는 구간에서만 조사되었다. 하천은 10개소가 확인되었으며, 5번 구간, 7번 구간, 14번 구간에서 비교적 규모가 큰 소하천이 각각 2개소씩 조사되었다.

표 17. 남벽 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	84	0	0	0	0	0	0	0	0
2	117	0	0	0	0	0	0	0	0
3	129	0	0	0	0	0	0	0	0
4	40	1	0	0	0	0	0	2	1
5	232	1	0	0	0	1	0	0	2
6	155	2	0	0	0	0	0	0	0
7	271	0	0	0	0	0	0	0	2
8	334	1	0	0	0	0	0	0	0
9	130	0	0	0	0	0	0	0	1
10	73	0	0	0	0	0	0	0	0
11	255	0	0	0	0	3	1	0	1
12	156	0	0	0	0	0	0	0	1
13	43	0	0	0	0	0	0	0	0
14	243	0	0	0	0	0	0	0	2
합계	2,262	5	0	0	0	4	1	2	10



노면 침식

샛길

그림 25. 남벽 탐방로 주요 훼손 유형



노면 세굴

하천

그림 26. 남벽 탐방로 주요 훼손 유형

3) 돈내코 탐방로

돈내코 탐방로는 노면 침식 63개소, 뿌리 노출 54개소, 노폭 확대 49개소, 사면 침식 54개소, 노면 세굴 4개소, 샛길 7개소, 하천은 58개소가 조사되었다(그림 27~29, 표 18). 노면 침식은 21번 구간에서 10개소로 가장 많이 발생하였고 7번 구간에서 8개소 순으로 조사되었다. 뿌리 노출은 7번 구간에서 8개소로 가장 많이 발생하였다. 노폭 확대는 7번, 8번, 9번, 19번 구간에서 각각 5개소가 조사되었으며, 사면 침식은 8번 구간에서 16개소, 노면 세굴은 산림 내의 경사가 급하고 토양 침식이 발생하고 있는 지점에서 드물게 관찰된다. 샛길은 19번 구간에서 2회로 가장 많았고 일부 휴식을 취할 수 있는 지점에서 발생하였으며, 일부 지역에서는 협소한 등반로를 우회하기 위해서 발생하기도 한다.



하천

샛길

그림 27. 돈내코 탐방로 주요 훼손 유형

표 18. 돈내코 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노퍽 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	132	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100	0	0	0	0	0	0	0	0
3	21	0	0	0	0	0	0	0	0
4	253	0	0	0	0	0	0	0	0
5	229	5	4	0	2	1	0	1	0
6	265	3	3	0	3	1	0	0	2
7	310	8	8	0	5	6	0	0	6
8	427	3	3	0	5	16	0	0	6
9	100	4	4	0	5	0	0	0	2
10	35	0	0	0	3	1	0	0	1
11	80	0	5	0	3	6	0	0	0
12	255	0	1	0	2	1	0	0	2
13	165	3	1	0	2	0	0	0	0
14	279	0	0	0	1	1	0	0	1
15	140	0	1	0	1	1	0	0	1
16	192	1	2	0	2	1	0	0	1
17	134	0	0	0	3	0	0	0	1
18	441	5	6	0	3	8	0	1	8
19	479	1	2	0	5	1	1	2	7
20	288	7	6	0	4	6	0	1	2
21	412	10	8	0	0	2	1	1	0
22	74	0	0	0	0	0	0	0	0
23	216	4	0	0	0	1	0	0	0
24	260	0	0	0	0	0	0	1	3
25	418	3	0	0	0	0	0	0	6
26	284	1	0	0	0	0	1	0	2
27	364	0	0	0	0	0	0	0	3
28	385	2	0	0	0	0	1	0	3
29	253	3	0	0	0	1	0	0	1
합계	6,991	63	54	0	49	54	4	7	58



사면 침식

뿌리노출

그림 28. 돈내코 탐방로 주요 훼손 유형



노퍽확대

노퍽확대

그림 29. 돈내코 탐방로 주요 훼손 유형

4) 사라오름 탐방로

사라오름 탐방로는 분화구 정상부의 2번 구간에 샛길 1개소만 조사되었다(그림 30, 표 19).



샛길

그림 30. 사라오름 탐방로 주요 훼손 유형

표 19. 사라오름 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노퍽 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	84	0	0	0	0	0	0	0	0
2	117	0	0	0	0	0	0	1	0
3	129	0	0	0	0	0	0	0	0
4	40	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	555	0	0	0	0	0	0	1	0

5) 성판악 탐방로

8번과 12번 구간에서 뿌리노출과 사면침식이 가장 많이 나타나고 있으며, 자연석 구간이 많이 있어 매우 안정된 노면 및 사면의 상태를 하고 있다. 돈내코 탐방로의 57개의 하천과 함께 두 번째로 많은 하천수를 보이고 있고 일부 하천 지역은 다리를 설치하여 데크가 설치되어 있다(표 20, 그림 31). 탐방로의 길이가 가장 길기 때문에 등반객들이 등반로 이탈로 인해 발생하는 샛길도 관음사 다음으로 가장 많았으며, 노폭이 비교적 큼에도 불구하고 워낙 탐방객수가 많기 때문에 사면침식, 노면세굴, 뿌리노출 등의 발생빈도도 높게 나타나고 있는 것으로 조사되었다.

표 20. 성판악 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	332	0	3	0	0	6	0	0	4
2	260	0	4	0	0	2	0	0	6
3	229	0	2	0	0	3	0	0	3
4	199	0	2	0	2	3	0	0	0
5	50	0	0	0	1	1	0	0	0
6	86	0	2	0	0	2	0	0	2
7	159	0	1	0	0	2	0	0	1
8	301	0	10	0	0	10	0	0	4
9	87	1	6	0	0	4	1	0	0
10	201	0	7	0	0	8	1	0	1
11	118	0	3	0	1	2	0	0	1
12	481	0	10	0	0	12	5	1	5
13	103	0	0	0	0	1	1	0	1
14	125	0	1	0	0	4	0	0	1
15	169	0	1	0	0	5	0	1	3
16	208	0	2	0	0	8	0	0	0
17	122	0	1	0	0	6	0	0	1
18	225	0	0	0	0	0	0	0	0
19	73	0	0	0	0	1	0	0	0
20	165	0	0	0	0	0	0	0	1
21	131	0	2	0	1	3	0	0	1
22	139	0	0	0	0	0	0	0	0
23	142	0	5	0	0	2	0	1	0
24	97	0	0	0	0	0	0	0	0
25	68	0	1	0	0	0	0	0	0
26	457	0	0	0	0	1	0	0	3
27	305	0	0	0	0	4	0	2	1
28	134	0	0	0	0	0	0	0	0
29	248	0	3	0	0	2	0	0	2
30	151	0	0	0	0	0	0	0	2

표 20. 계속

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노퍽 확대	사면 침식	노면 세굴	셋길	하천
31	168	0	3	0	0	0	0	0	0
32	192	0	0	0	0	0	0	0	0
33	204	0	0	0	0	2	0	1	0
34	527	0	0	0	0	0	0	0	0
35	337	0	3	0	0	0	0	0	3
36	212	1	0	0	0	0	0	0	1
37	69	0	0	0	0	0	0	2	0
38	269	0	0	0	0	0	0	2	0
39	216	0	3	0	2	4	2	6	5
40	89	0	0	0	0	0	0	0	0
41	796	0	5	0	0	0	7	15	1
42	381	0	0	0	0	0	0	0	0
43	187	0	0	0	0	0	0	0	0
44	194	0	0	0	0	0	0	0	0
45	123	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	9,529	0	82	0	7	100	18	34	57



사면침식



노퍽확대



셋길



뿌리노출

그림 31. 성판악 탐방로 주요 훼손 유형

6) 어리목 탐방로

어리목 탐방로는 노면 침식 4개소, 뿌리 노출 34개소, 사면 침식 23개소, 노면 세굴 3개소, 샛길 12개소, 하천이 26개소로 조사되었다(그림 32~33, 표 21). 노면 침식은 9번 구간에서 2회, 19번 구간과 22번 구간에서 각각 1개소가 발생하였다. 뿌리노출은 9번 구간에서 12개소로 가장 많이 발생 하였으며, 대부분 경사가 급하고 토양층이 발달한 낙엽활엽수림 구간에서 대부분 발생한 것으로 나타났다. 사면 침식은 7번 구간에서 7개소로 가장 많이 발생하였고 6번과 8번 구간에서 많이 나타나고 있다. 샛길은 산림내 휴식을 취할 수 있는 구간에서 발생하며, 6번과 11번 구간에서 많이 발생하였다. 하천은 6번 구간과 10번 구간에서 각각 4개소, 22번 구간은 3개소, 20번 구간과 23번 구간에서 각각 2개소가 조사되었다.



하천



뿌리노출



사면 침식



샛길

그림 32. 어리목 탐방로 주요 훼손 유형



노면세굴

뿌리노출(복구)

그림 33. 어리목 탐방로 주요 훼손 유형

표 21. 어리목 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	215	0	0	0	0	0	0	0	1
2	70	0	0	0	0	0	0	0	0
3	112	0	0	0	0	0	0	0	0
4	102	0	0	0	0	1	0	0	0
5	216	0	2	0	0	1	0	0	0
6	313	0	3	0	0	5	0	2	4
7	239	0	6	0	0	7	0	2	1
8	213	0	3	0	0	5	1	3	1
9	173	2	12	0	0	2	2	3	2
10	107	0	7	0	0	0	0	0	4
11	192	0	1	0	0	1	0	2	1
12	174	0	0	0	0	0	0	0	1
13	42	0	0	0	0	0	0	0	1
14	143	0	0	0	0	0	0	0	0
15	319	0	0	0	0	0	0	0	0
16	95	0	0	0	0	0	0	0	0
17	79	0	0	0	0	0	0	0	0
18	203	0	0	0	0	0	0	0	0
19	115	1	0	0	0	0	0	0	0
20	252	0	0	0	0	0	0	0	2
21	169	0	0	0	0	0	0	0	0
22	189	1	0	0	0	0	0	0	3
23	253	0	0	0	0	0	0	0	2
24	211	0	0	0	0	0	0	0	3
25	259	0	0	0	0	1	0	0	0
합계	4,455	4	34	0	0	23	3	12	26

7) 어승생 탐방로

어승생 탐방로는 약 1km의 짧은 길이의 탐방로이다. 노면 침식은 25개소, 뿌리노출은 36개소, 노폭 확대 5개소, 사면 침식 32개소, 샛길 12개소로 조사되었다(표 22). 노면 침식은 2번 구간에서 가장 많이 나타났으며 이로 인해 뿌리 노출도 가장 많이 발생하였다. 5번 구간에서 노폭확대가 나타나는데 이는 협소한 등반로의 노폭으로 인해 등반객이 집중되면 더욱 확대될 것으로 판단된다. 샛길은 2번과 3번 구간에서 각각 5개소와 6개소가 집중되어 분포하고 있으며, 하천이나 수로 등은 조사되지 않았다(그림 34~35).

표 22. 어승생 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노폭 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	136	0	1	0	0	1	0	0	0
2	151	15	23	0	0	7	0	5	0
3	180	5	5	0	0	2	0	6	0
4	243	0	0	0	0	0	0	0	0
5	78	4	3	0	5	13	0	0	0
6	220	1	4	0	0	9	0	1	0
합계	1,008	25	36	0	5	32	0	12	0



노폭확대

샛길

그림 34. 어승생 탐방로 주요 훼손 유형



노면침식



뿌리노출



노폭 확대



사면침식

그림 35. 어승생 탐방로 주요 훼손 유형

8) 영실 탐방로

영실 탐방로는 노면 침식 3개소, 뿌리 노출 35개소, 암석 노출 1개소, 노폭 확대 1개소, 사면 침식 12개소, 샛길 33개소, 하천 17개소로 조사되었다(표 23). 노면 침식은 12번 구간에서 2개소, 13번 구간에서 1개소로 조사되었고, 뿌리노출은 5번 구간에서 7개소, 4번 구간에서 5개소, 9번 구간에서 4개소가 발생하였다. 또한 사면 침식이 확대되어 나타났으며, 다른 탐방로에서 관찰되지 않은 암석 노출이 1개소가 발생하였다. 노폭확대는 구간이 좁고 강우 시 물이 고이는 지역인 4번 구간에서 1개소가 발생하였고 사면 침식은 12번 구간에서 5개소로 가장 많이 발생하였다. 샛길은 10번과 15번 구간에서 각각 5개소로 가장 많이 발생하였고, 11번과 23번 구간에서 각각 4개소가 발생하였다. 하천은 6번 구간에서 가장 많이 발생하였다(그림 36~37).

표 23. 영실 탐방로 구간별 훼손 유형

구간	길이 (m)	훼손유형							
		노면 침식	뿌리 노출	암석 노출	노퍽 확대	사면 침식	노면 세굴	샛길	하천
1	149	0	3	0	0	0	0	0	0
2	123	0	1	0	0	0	0	1	2
3	130	0	1	0	0	0	0	0	1
4	189	0	5	1	1	1	0	1	0
5	142	0	7	0	0	2	0	1	2
6	101	0	3	0	0	0	0	2	4
7	126	0	2	0	0	0	0	2	2
8	108	0	2	0	0	0	0	1	2
9	142	0	4	0	0	0	0	2	0
10	204	0	0	0	0	1	0	5	0
11	195	0	0	0	0	0	0	4	0
12	294	2	2	0	0	5	0	4	0
13	223	1	1	0	0	2	0	3	0
14	115	0	1	0	0	1	0	1	0
15	528	0	3	0	0	0	0	5	0
16	400	0	0	0	0	0	0	0	1
17	249	0	0	0	0	0	0	0	1
18	391	0	0	0	0	0	0	1	2
합계	3,809	3	35	1	1	12	0	33	17



노면침식

암반노출

그림 36. 영실 탐방로 주요 훼손 유형



셋길



사면침식



사면침식



노면 침식(복구지)

그림 37. 영실 탐방로 주요 훼손 유형

라. 훼손지 분포

항공사진과 현장 조사를 바탕으로 조사된 한라산국립공원에서 발생한 50㎡ 이상의 훼손지는 전체 85개 지점에 15.32ha가 분포하는 것으로 조사되었다(표 24, 그림 38).

영실과 어리목 등반로에 위치한 훼손지는 대부분 복구되어 전체 면적의 54.2%인 8.34ha였고, 복구되지 않은 미복구지는 훼손지 전체 면적의 45.6%인 6.99ha로 조사되었다. 등반로 주변에서 인위적인 작용에 의해 발생하는 훼손지와 달리, 고산 지역의 독특한 기후 작용과 급경사의 토양 특성에 의해 자연적으로 발생하는 훼손지도 여러 지역에서 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

표 24. 훼손지 면적

구 간	면적(ha)	비율(%)
복구된 훼손지	8.34	54.4
미복구된 훼손지	6.99	45.6
합 계	15.32	100.0

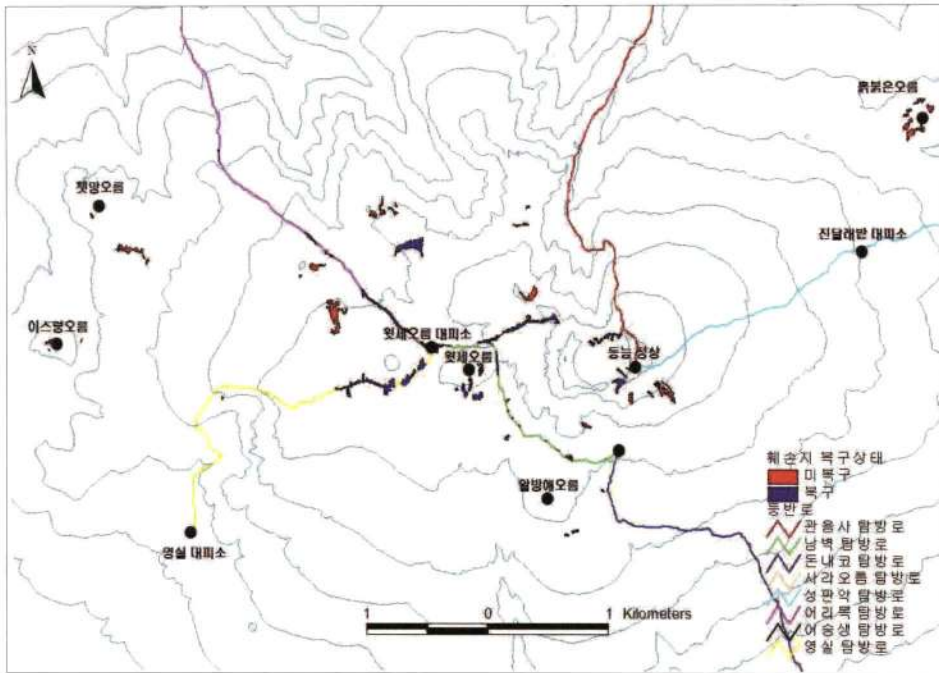


그림 38. 훼손지 분포도

4. 요약 및 제언

한라산국립공원 탐방로를 대상으로 탐방로의 물리적 특성 및 훼손유형 등을 조사하여 공원관리를 위한 기초 자료를 제공하기 위해 2012년 5월부터 11월까지 8개의 주요 탐방로를 현지 조사하였다. 조사결과 8개 탐방로의 총 길이는 37.457km로 조사되었고, 성판악 등반로가 9.529km로 가장 길었으며, 관음사, 돈내코, 어리목, 영실, 남벽, 어승생, 사라오름 순으로 조사되었다. 등반로의 평균 노폭은 1.7m, 나지가 발생한 지역의 나지폭은 1.3m, 각 탐방로의 침식지역의 최대 침식지의 깊이는 0.6m로 조사되었으며, 나지폭이 1.5m 이상되

는 훼손등급이 <약>으로 평가된 구간은 등반로 전체 구간의 0.73%인 200m로 조사되었다. 관음사 등반로에서 48m, 남벽 등반로 72m, 영실 등반로에서 80m가 조사되었다. 훼손유형별 발생수를 조사한 결과 노면침식 90개소, 뿌리노출 345개소, 암석노출 10개소, 노폭확대 102개소, 사면침식 394개소, 노면세굴 40개소, 셋길 145개소, 하천 201개소로 조사되었다. 내부분의 등반로가 자연식이거나 데크, 침목 등으로 이루어져 있어 토양층이 노출된 등반로는 매우 드물게 나타나고 있다. 등반객이 많은 등반로도 비교적 훼손정도가 미미하게 나타나고 있으며, 비교적 산림 지역 내 침목으로 구성된 지역인 영실 등반로 소나무림 지역, 어리목 등반로의 낙엽활엽수림 지역, 관음사 등반로의 개미등 지역의 소나무림 지역, 돈내코 등반로의 낙엽활엽수림 지역과 소나무림 지역에서 뿌리노출, 사면 침식 등의 훼손유형이 가장 많이 나타나고 있는 것으로 조사되었다. 한라산국립공원 등반로를 포함한 전 지역에서 발생한 50㎡ 이상의 훼손지는 전체 85개 지점에 15.32ha가 분포하는 것으로 조사되었다.

가. 훼손 정도에 따른 저감 방안

한라산국립공원은 대부분의 등반로가 자연석, 목재 데크, 침목 등으로 이루어져 있으며, 일부는 2가지 이상의 방법을 혼합되어 이루어져 있다. 이들 등반로는 대부분 훼손이 없거나 정도가 매우 약한 <건전> 등급으로 이루어져 있으나 일부 구간에서는 훼손 나지폭이 1.5m 이상 이루어져 있고 매우 국소적으로 발생하고 있는 <약> 등급 구간이 전체 등반로 길이의 약 0.73%인 200m 구간이 발생하고 있다. 이들 지역은 과거 등반객의 답압에 의해 발생한 지역이 대부분으로서 등반로의 가이드 로프를 설치하거나 데크 등의 시설을 설치하여 등반객의 추가 답압이 이루어지지 않게 해야 할 것으로 판단된다. 또한 자연적 복구가 불가능할 때는 복구마대 등의 인공 시설을 통한 복원의 방법도 병행하여 실시해야 할 것으로 판단된다.

한라산국립공원 탐방로에서 발생하는 훼손유형 별로 발생 빈도를 감소시킬 수 있는 저감 방안을 제언한다.

1) 노면침식

노면 침식은 돈내코와 관음사 등반로의 토양층이 발달된 구간에서 가장 많이 발생하고 있다. 따라서 노면 침식이 발생하고 있는 구간을 데크 시설을 설치하거나 친환경적인 복구 방법을 이용해 침식 발생을 줄여주거나 등반객

의 직접적인 답압을 제거해야 할 것이다.

2) 뿌리노출

뿌리노출은 산림 지역을 지나가는 등반로에서 대부분 발생하고 있으며, 사면 침식과 동반되어 발생하고 있다. 따라서 사면 침식을 줄임으로서 뿌리노출 빈도를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

3) 암석노출

암석노출은 관음사 등반로에서 9개소, 영실 등반로에서 1개소가 조사되었다. 이들 지역은 토양 침식이 발생하고 있는 구간에서 관찰되고 있으며, 경사가 급한 구간은 목재 데크 시설을 실시하거나 경사가 낮은 지역은 천연매트를 깔아서 토양 침식을 감소 시켜야 할 것으로 판단된다.

4) 노폭확대

노폭확대는 적정 등반객을 초과하여 이용되는 등반로에서 발생하고 있다. 특히 돈내코 등반로인 경우 과거 등반로 이용이 오랫동안 이루어지지 않았던 구간에서 일시적으로 복구된 등반로에서 최근 등반 허용이 되면서 등반객의 답압에 의해 발생하고 있다. 따라서 과거에 좁게 만들어진 등반로를 확대하거나 안전 로프 등의 시설을 통해 등반객을 이동을 유도하는 형태의 저감 방안을 마련해야 할 것으로 판단된다.

5) 사면침식

한라산국립공원의 탐방로에서 가장 많이 발생하는 훼손유형으로서 대부분 경사가 급한 산림 지역에서 발생하고 있다. 이들 지역은 등반로가 협소하여 주변 지역으로 노폭이 확대되는 구간에서 발생하고 있다. 따라서 적정 등반객 수용과 함께 노폭 확대 등의 시설 보완, 등반로의 유도 로프 등의 보조시설을 적절히 배치해야 될 것으로 판단된다.

6) 노면세굴

노면세굴은 비교적 평탄하여 등반로에 물이 집중되어 흐를 때 발생하고 있다. 성판악 등반로와 관음사 등반로에서 주로 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 이들 구간에서는 물이 유입되는 구간에서 유수의 흐름을 변경하는 것이 가장 중요 한 방법으로 판단되며, 보조 수단으로서 등반로 바닥의 토양유실을 최소화시킬 수 있는 매트 등을 깔아서 등반로의 침식을 최소화시킬

수 있을 것으로 판단된다.

7) 셋길

셋길은 등반로가 긴 관음사와 성판악 등반로에서 가장 많이 발생하고 있다. 대부분 생리적 현상을 해결하기 위해 발생하고 있으며, 일부 경관이 우수한 구간은 사진 촬영이나 경관을 보기위해 발생하는 경우도 있는 것으로 조사되었다. 따라서 등반객을 유도하거나 제한시킬 수 있는 유도 로프나 출입을 막기 위한 칸막이 등의 시설을 설치하거나 안전한 경관 시설을 설치함으로써 셋길 발생을 최소화시킬 수 있을 것이다.

8) 하천

등반로를 통과하는 하천은 적정 강우를 초과하여 호를 경우 등반로에서 하천이 범람하여 노면세굴을 발생시키거나 침식 등의 다양한 형태의 훼손이 발생할 수 있다. 따라서 범람 가능성이 있는 하천은 적절한 하천 정비를 실시해야 하며, 하천의 규모를 고려한 탐방객의 안전을 위해 하천을 건너갈 수 있는 간이 교량 등의 시설도 고려되어야 할 것이다.

5. 인용문헌

- 국립공원관리공단, 2001, 국립공원 탐방로 훼손·세굴 유형분석과 복원대책에 관한 연구.
- 국립공원관리공단, 2010, 국립공원 탐방로 정비 매뉴얼.
- 국립공원관리공단, 2010, 북한산국립공원 자연자원조사 보고서.
- 구교상, 이윤영, 이천용, 2003, 한라산 훼손지의 토양특성 구명, 한국임학회 학술연구 발표논문집(6월), 2003: 121-123.
- 이경재, 조우, 조현서, 1992, 한라산 아고산지대 식물군집구조 및 식생훼손, 한국환경생태학회지, 6(1): 44-54.

한라산국립공원 자연자원조사

2013년 2월 발행(비매품)

발행기관 : 제주특별자치도 한라산연구소

제주특별자치도 제주시 수목원길 72

(Tel. 064-710-7575, Fax. 064-710-7599)

편 집 인 : 고정균, 부세운, 신미주

인 쇄 : 디자인열림(Tel. 064-746-0775)

발간등록번호 : 79-6500451-000005-01

본 책자에 실린 내용은 우리 기관의 사전 승인 없이

본 보고서 내용의 무단복사 및 전제를 금합니다.