

## 제주도 산지 습지의 지형 특성\*

- 1100고지 습지와 물영아리오름 습지를 사례로 -

김 태 호\*\*

### Geomorphic Characteristics of 1100 Highland, and Mulyeongari-oreum, Wetlands in Jeju Island\*

KIM, Taeho\*\*

**요 약 :** 최근 환경부 습지보호지역으로 지정된 1100고지 습지와 물영아리오름 습지를 대상으로 제주도 산지 습지의 형성 요인으로서 이들 습지의 지형 특성을 고찰하였다. 1100고지 습지는 오름으로 둘러싸여 있는 와지 형태의 완사면이라는 지형 조건에 국지적으로 분포하는 불투수성 표층 지질로 인하여 표고 1,100m의 한라산 산록에 발달하고 있다. 한라산의 지질 특성을 고려할 때 희소성이 큰 습지이나 도로가 습지를 관통하면서 습지가 일부 분리되고 경계도 변형되어 원상 복구가 필요하다. 물영아리오름 습지는 스킨리콘 사면이 환경사화 과정을 겪는 과정에서 화구저로 유입된 세립질 물질이나 국지적으로 분포하는 불투수층으로 인하여 산정 화구에 발달하고 있다. 300개를 넘는 제주도의 스킨리콘 가운데 화구호를 지닌 화산체는 수 개에 불과하므로 스킨리콘은 본질적으로 투수성이 높은 화산체로서, 이런 측면에서 물영아리오름 습지가 지닌 지형학적 가치는 매우 크다.

주요어 : 지형 특성, 산지 습지, 1100고지, 물영아리오름, 제주도

**Abstract :** This paper examines the geomorphic characteristics as a formation factor of two montane wetlands in Jeju Island, which have been recently designated as a wetland reserve by the Ministry of Environment. The 1100 Highland Wetland is located on a concave and gentle slope of Mt. Halla, which is surrounded by several monogenetic volcanoes. In addition to the geomorphic condition, site-specific impermeability of surface geology has contributed to the development of the montane wetland. It has high scarcity value in terms of permeable lithology of Mt. Halla. However, 1100-Road has segregated the wetland and altered its boundary, suggesting an urgent restoration. Mulyeongari-oreum Wetland, a typical crater lake, could be developed at a summit of a permeable scoria cone due to the crater floor filled with fine materials through slope degradation and/or the limited existence of subsurface impervious bedding. Although there are above 300 scoria cones in Jeju Island, only several volcanoes have crater lakes over their summits. It implies the geomorphic high value of Mulyeongari-oreum Wetland because a scoria cone has been fundamentally characterized by its permeability.

**Key Words :** geomorphic characteristics, montane wetland, 1100 Highland, Mulyeongari-oreum, Jeju Island

\* 이 논문은 2008년도 습지보호지역 및 전국내륙습지 정밀조사 결과를 토대로 재구성했음.

\*\* 제주대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Jeju National University), kimtaeho@jejunu.ac.kr

## I. 서론

람사르(Ramsar) 협약은 습지의 정의를 매우 포괄적으로 규정하고 있어 자연 또는 인공이든, 영구적 또는 일시적이든, 정수 또는 유수이든, 담수, 기수 혹은 염수이든, 습원이나 소택지, 이탄지 혹은 하천이나 호수 등의 수역, 그리고 간조 시에 수심이 6m를 넘지 않는 해역까지 전부 포함시키고 있다. 우리나라의 경우도 비슷하여 습지보전법에 의하면 습지를 담수, 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로 광범위하게 정의하고 있다.

습지에 대한 이런 포괄적인 접근으로 인하여 습지의 구분은 연구자에 따라 달라지는 등 아직 통일된 습지 분류 체계도 세워져 있지 않은 실정이다(예를 들면, 손명원·박경, 1999; 이효혜미, 2000; 유호상, 2001; 신영호, 2002; 문현숙, 2005). 그러나 최근 습지가 형성된 장소의 지형적 특성을 고려한 지리학적 분류 체계가 제안되었다(권동희, 2006). 이 체계에서는 우선 대분류로 내륙 습지와 해안 습지를 구분하고, 중분류로 내륙 습지는 하천 습지와 산지 습지로 그리고 해안 습지는 연안 습지와 하구 습지로 구분하고 있다. 또 하천 습지는 하도 습지, 배후 습지 및 구하도 습지로, 산지 습지는 사면 습지와 분지 습지로, 연안 습지는 갯벌, 염생 습지 및 사구 습지로 그리고 하구 습지는 삼각주와 석호로 각각 소분류하고 있다.

이 가운데 산지 습지는 특수한 환경에서 서식하는 생물 유전자의 저장소로서 또 하천 최상류에 수분을 지속적으로 공급하는 역할을 하고 있다. 또한 습지 내 퇴적물 축적을 통하여 주변에서 유입된 화분을 장기간 양호한 상태로 보존할 수 있을 뿐 아니라 절대 연대의 측정도 가능하므로 고환경 복원 연구에 매우 중요한 자료가 될 수 있다. 더욱이 산지 습지는 비교적 인간이 접근하기 어려운 장소에 출현하는 경우가 많으므로 습지 자체의 보존성도 높아 많은 연구자들의 관심을 끌고 있다(권동희, 2006).

한편, 제주도에서는 1999년 습지보전법이 제정되면서 습지의 체계적인 보전, 관리 및 활용 방안을 마련하

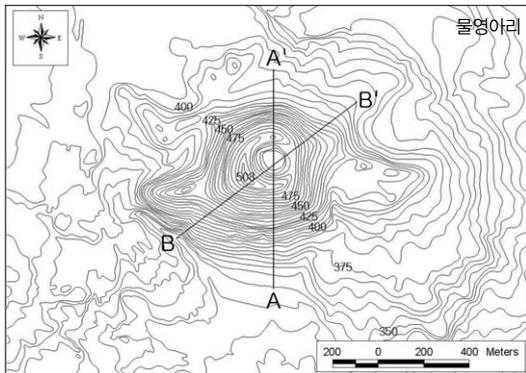
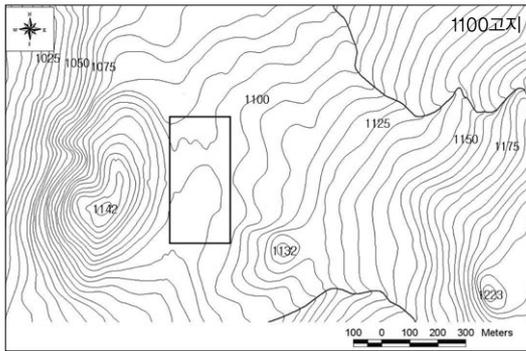
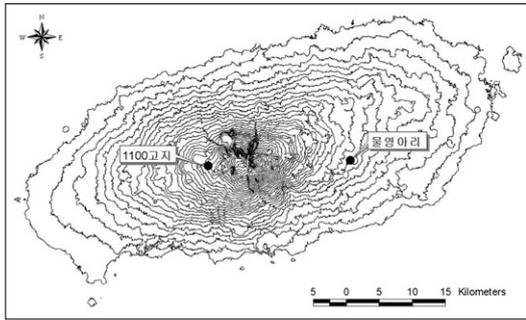
기 위하여 도내 습지에 대한 분포 실태 조사를 실시하였다. 자연 습지뿐 아니라 마을과 농경지 주변의 연못을 대상으로 진행된 습지 조사를 근거로 제주도에 소재하는 58개의 내륙 습지에 대한 목록이 작성되었으며(제주도 외, 2001), 그 가운데 물영아리오름 산정 화구호는 국내에서 다섯 번째로 환경부 습지보호지역으로 지정되었다. 그러나 이들 내륙 습지에 관한 자료는 식물상 및 동물상, 수질 분석 결과가 대부분이며, 습지의 형성 요인에 대해서는 다루고 있지 않다.

상기 목록에 의하면 제주도의 습지는 다양한 지형위에 출현하고 있다. 습지의 특성상 표면 저류에 유리한 지형의 존재는 습지 형성에 불가결한 조건일 뿐 아니라 습지의 보전과 관리 측면에서도 빠트릴 수 없는 기초 자료임에도 불구하고 습지의 지형에 관한 조사는 이루어지지 않은 셈이다. 따라서 본고에서는 환경부 습지보호지역으로 지정되어 제주도 습지를 대표할 뿐 아니라 지형 조건도 달리하는 1100고지 습지와 물영아리오름 습지를 대상으로 제주도 산지 습지의 형성 요인으로서 이들 습지의 지형 특성을 고찰하였다.

## II. 연구 지역 및 방법

### 1. 연구 지역

제주도는 동서 및 남북 방향의 거리가 각각 73km 및 31km인 타원형의 화산섬으로 면적은 1,825km<sup>2</sup>이다. 가장 가까운 해안에서 14km 정도 떨어져 있는 한라산 정상에 표고는 1,950m이므로 지역 범위에 비하여 고도 변화가 큰 편이다. 제주도는 표고를 기준으로 200m 이하의 해안 지대, 200~600m의 중산간 지대 그리고 600m 이상의 산악 지대로 구분되는데, 1100고지 습지는 산악 지대인 표고 1,100m 지점, 즉 한라산 정상에서 서쪽으로 6km 떨어진 산록에 분포하고 있다(그림 1). 한라산에는 동서 양쪽으로 산록을 관통하여 제주시와 서귀포시를 연결하는 두개의 지방도가 개설되어 있다. 이 가운데 서쪽 산록을 지나는 1139번 지방도가 제주시 애월읍 유수암리와 서귀포시 회수동의 경



〈그림 1〉 1100고지 및 물영아리오름 습지의 위치 및 지형도  
1100고지의 사각형으로 표시된 구역에 5개의 패치상 습지가 분포하고 있음.

계를 이루는 산릉 분수계를 통과하는 지점의 표고 1,100m이므로 이 일대를 1100고지라고 부르며, 바로 이 산릉 일대에 습지가 분포하므로 1100고지 습지라고 명명되었다.

1100고지 습지는 지리학적 분류 체계에 따르면 소분류로는 사면 습지, 중분류로는 산지 습지에 속하게 된다. 1100고지 습지는 한라산 서쪽 산록 표고 1,600m의

만세동산 일대 습지와 함께 한라산 산록 완사면에 형성된 대표적인 습지로서 지표수가 흔하지 않은 한라산의 지질 특성을 고려할 때 매우 귀중한 지형으로 볼 수 있다. 이런 가치를 인정받아 최근 습지 일대에는 목도 시설이 설치되었으며<sup>1)</sup>, 2009년 10월 1일 환경부 습지보호지역으로 지정되었다.

1100고지 일대에는 조면현무암과 조면현무암 기원의 스코리아 퇴적층이 분포한다. 조사지역을 포함하여 한라산 서쪽 산록을 대부분 차지하고 있는 이 조면현무암은 클링커가 발달한 아아 용암(aa lava)으로 법정동 조면현무암이라고 부른다(제주도, 2000a). 또한 이 일대에는 갈색삼림토로 분류되는 토심 100cm의 자갈이 섞인 농암갈색토가 분포하는데, 표토는 농암갈색 미사질 양토, 심토는 암갈색 미사질 양토, 기층은 갈색 양토로 이루어져 있다(제주도민속자연사박물관, 2000).

한편, 물영아리오름 습지는 서귀포시 수망리에 소재하고 있다(그림 1). 물영아리오름은 동부 중산간 지대의 표고 350~400m 지점에 위치하며, 이 일대는 제주도에서 가장 높은 밀도로 오름이 분포하는 곳이다. 제주 방언으로 소형 화산체를 의미하는 오름의 산정 화구에 출현하는 습지이므로 지리학적 분류 체계에 딱 들어맞지는 않지만, 화구라는 지형적 특징을 고려한다면 소분류로는 분지 습지, 중분류로는 산지 습지에 속한다.

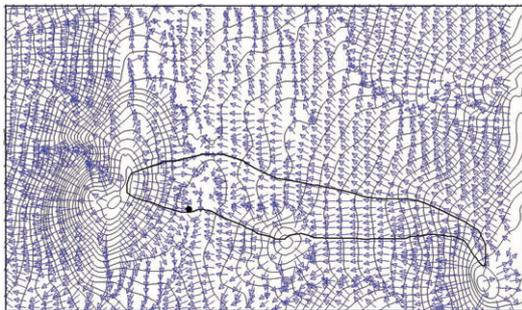
물영아리오름 습지는 오름에 발달하므로 희소성이 클 뿐 아니라 산정 화구라는 지형 조건상 외부와는 단절된 독립적인 생태계가 출현함으로써 일찍부터 관심을 끌었다. 따라서 2000년 12월 5일 환경부 습지보호지역으로 지정되었으며, 2006년 10월 18일 대암산 용늪, 창녕 우포늪, 신안 장도습지에 이어 람사르 습지로 등록되었다.

물영아리오름 일대에는 신레리 조면현무암으로 명명된 아아 용암이 분포하며, 물영아리오름은 이 조면현무암에서 유래한 스코리아 퇴적층으로 이루어져 있다(제주도, 2000a). 또한 스코리아를 모재로 발달한 토심 50cm 내외의 화산회토가 넓게 분포하는데, 표토는 흑색 미사질 양토, 심토는 황적색 미사질 양토, 기층은 적갈색 사양토로 이루어져 있다(제주도민속자연사박물관, 2000).

## 2. 연구 방법

기존 문헌 자료와 축척 1:5,000의 수치지형도, 항공 사진 등의 도면을 토대로 지형, 지질 및 토양 특성을 분석하였다. 제주도의 지질 특성상 이들 습지 일대의 지하에는 화산쇄설물과 용암류로 이어진 다양한 암층이 분포하고 있으므로 습지의 함양 유역을 설정하는 경우 지형학적 분수계와 수문학적 분수계가 일치하지 않을 수 있다. 그러나 지하수의 분포와 유동은 일반적으로 지표면의 기복을 반영하고 있으므로 지형학적 분수계를 따라 유역을 설정하고 면적을 산정하였다. 물영아리 오름 습지는 지형학적 분수계인 화구륜(crater rim)을 따라 유역을 설정할 수 있으나, 1100고지 습지는 완사면에 놓여 있어 분수계가 명료하지 않으므로 서퍼(Surfer) 프로그램의 벡터 기능과 아크뷰(ArcView)를 이용하여 작성한 유선도로부터 유역을 추출하였다(그림 2).

습지가 분포하고 있는 장소의 지형 특성을 파악하기 위하여 아크뷰를 이용하여 10×10m 크기의 픽셀로 나누어 사면 경사도를 분석하였다. 이와 더불어 물영아리 오름 습지에서는 화구의 형태 분석을 위하여 오름 정상 을 통과하는 남서-북동 및 남-북 방향의 축선을 설정 하고 지형단면도를 작성하였다. 또한 1100고지 일대에는 다수의 습지가 패치상으로 분포하고 있으므로 목도가 설치되어 있는 주 습지를 중심으로 유수에 의하여 연결되어 있는 주변 습지의 분포도를 작성하였다. 야외 조사를 통하여 유수의 방향과 상태, 습지의 구성물질 및 노두 등을 조사하고 분포도에 표시하였으며, 습지 및 주변에 출현하는 특징적인 지형에 대해서는 규모를



〈그림 2〉 1100고지 습지 일대의 유선도 및 습지 함양 유역

계측하고 특징도 기재하였다.

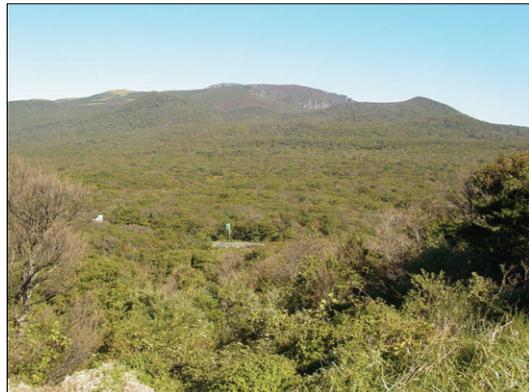
## III. 결 과

### 1. 1100고지 습지

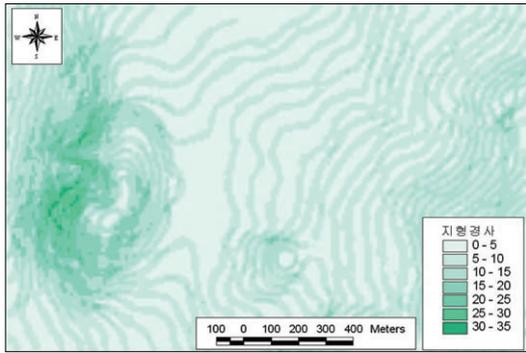
한라산 서쪽 산록은 표고 1,700m의 윗세오름으로부터 1,600m의 만세동산, 1,300m의 불래오름, 1,100m의 삼형제오름, 900m의 한대오름을 잇는 산릉을 따라 완만하게 뻗어 있어 순상화산의 특징이 잘 나타난다. 일반적으로 순상화산은 10° 이하의 완사면을 보이는데(橫山 외, 1982), 한라산 서사면의 경우도 8~10° 정도로 비교적 완만하다. 특히 1100고지 습지가 발달한 표고 1,100m 일대에는 광범위하게 평탄면이 출현하고 있어 담수에 유리한 지형 조건을 지니고 있다(그림 1).

이런 완만한 기복에 더하여 산록에 발달한 오름이 사면 아래쪽에서의 배수를 방해하는 일종의 보 역할을 하고 있어 표면 저류를 조장하고 있다. 1100고지 습지의 경우에도 습지가 발달한 지점의 사면 아래쪽에 삼형제오름이 위치하고 있어 비록 남북 방향으로는 트여 있지만 와지와 같은 지표 형태를 만들고 있다(그림 3). 따라서 사면을 따라 흘러내려온 지표류는 오름을 우회해야 하므로 이 지점에서 표면 저류가 일어나기 쉬워진다.

1100고지 습지 일대의 경사 분포도도 이런 지형 특



〈그림 3〉 삼형제오름에서 바라본 1100고지 습지 일대

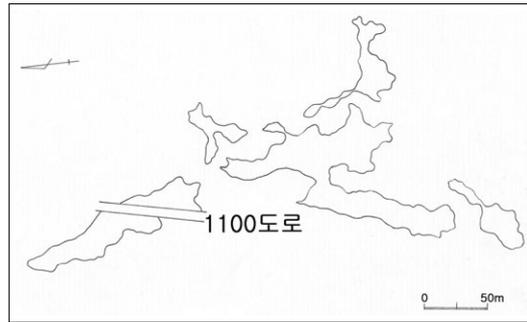


〈그림 4〉 1100고지 습지 일대의 경사 분포도

성을 잘 반영하고 있다(그림 4). 동쪽의 표고 1,223m 봉우리 주변에는 15° 이상의 경사도를 보이는 지역이 나타나고 10° 이하의 완사면 비율도 높지 않지만, 서쪽으로 산록을 내려올수록 지표면은 완만해져 대부분 지역이 10° 이하의 완사면으로 바뀌고 있다. 특히 표고 1,132m 봉우리 북서쪽에서 이런 경향은 두드러져 습지가 집중적으로 출현하는 지점에는 5° 이하의 평탄면이 가장 넓게 분포하고 있다. 반면에 서쪽에 위치하는 삼형제오름의 동사면에는 5° 이하의 평탄면은 나타나지 않으며, 대부분 10~20°의 비교적 급한 경사도를 보여 애추사면으로 이루어진 스킨리아콘의 특징을 잘 보여 준다.

1100고지 일대에는 현재 목도가 설치되어 있는 규모가 가장 큰 주 습지를 중심으로 대략 5~7개 정도의 습지가 패치 상태로 분포하며<sup>2)</sup>, 이들 습지 내부에는 사면 경사 방향으로 지표류가 발생하고 있다. 지표류의 상태와 규모는 각 습지의 육화 정도를 반영하여 상당한 차이를 보이는데, 언제나 유수가 관찰되는 습지가 있는 한편 갈수기에는 유수의 흔적만 남아 있는 습지 또는 거의 육화되어 있어 유수의 흔적을 찾기 어려운 습지 등 다양하다(그림 5).

1100고지 일대에 발달한 습지들은 목본 식생으로 덮인 암괴와 도로 등에 의하여 분리되어 있으나, 암괴 사이로 흐르는 지표류나 지중의 파이프류를 통하여 사면 하류 방향으로 이어져 있다. 그러나 가장 북쪽에 1100도로를 사이에 두고 분리되어 있는 습지는 주 습지와는 별개의 배수 체계를 갖고 있다. 따라서 이 습지를 제외



〈그림 5〉 1100고지 일대의 습지 분포 및 습지 내부의 지표류

하면 1100고지 습지를 함양하는 유역면적은 약 22.3ha가 되며, 유역의 형상은 동쪽에서 서쪽으로 길게 뻗은 타원형을 이룬다(그림 2). 주 습지를 중심으로 동쪽에는 표고 1,223m 봉우리를 서쪽에는 삼형제오름을 각각 분수계로 하며, 표고 1,223m 봉우리 북쪽의 산릉과 1,132m 봉우리를 각각 북쪽과 남쪽의 주요 분수계로 하고 있다. 따라서 지표류는 주 습지를 향하여 동쪽의 완사면과 서쪽의 비교적 급경사의 오름 사면을 흘러내려오며, 서쪽 사면에는 스킨리아콘의 특성상 명료한 지표류의 흔적은 나타나지 않는다. 습지를 적신 지표류는 가장 남쪽에 위치한 습지에서 남쪽으로 발달한 우곡을 통하여 습지 구역 밖으로 배수되며, 불래오름에서 발원하는 중문천의 지류 하천에 합류한다.

1100고지 습지에서 눈길을 끄는 지형은 습지 도처에 출현하는 암괴 지형으로 장소에 따라서는 암괴원에 가까울 정도로 암괴가 집단적으로 분포하고 있다(그림 6). 암괴는 대부분 직경 30cm를 넘는 거력으로서 최대 암괴는 150×100×120cm에 이른다. 주로 아각력이며



〈그림 6〉 1100고지 습지에 발달한 암괴원

암괴 표면에는 지의류가 잘 발달하고 있는 것으로 보아 현재의 기후 환경에서 생성된 암괴는 아니다.

## 2. 물영아리오름 습지

물영아리오름 사면은 대부분 식생으로 덮여 있어 화산체의 구조나 구성물질을 확인하기 어렵지만, 오름 주변에 일부 노출되어 있는 단면에는 적색 스크리아 퇴적층이 잘 나타난다. 또한 화구 안쪽 사면에 형성된 작은 함몰지 단면에도 스페터로 이루어진 집괴암이 관찰되는 등 스크리아콘의 전형적인 구성물질을 보여주고 있다(그림 7).

물영아리오름은 산정 표고 508m, 비고 128m, 둘레 4,339m, 저경 421m의 스크리아콘이며(제주도, 1997b), 오름 정상에는 최대 폭과 최대 깊이가 각각 250m와 41m인 화구가 발달한다(그림 8). 화산체는 전체적으로 원추형을 이루고 있으나, 남사면을 제외하면 용암류 등이 돌출하고 있어 다소 복잡한 형태를 보인다.

오름 사면에 우곡은 발달하지 않으나 남사면과 서사면에는 슬럼프에 기인한 것으로 보이는 와지 형태의 지형이 출현하며, 남사면 등산로 우측에 발달한 와지는 하곡의 형태를 보인다. 그러나 목본 식생으로 덮여 있는 바닥에 유수의 흔적은 보이지 않으며, 곡 지형도 사면 아래쪽으로 이어지지 않는다. 사면 기저부에는 화산체 외곽을 따라 흐르는 우곡 형태의 소하천이 발달하며, 두부침식으로 우곡은 화산체로 파고들며 오름을 개

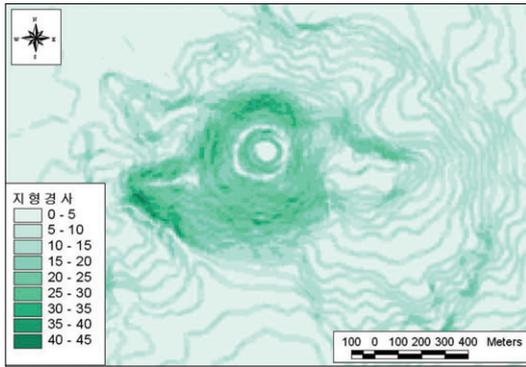


〈그림 7〉 물영아리오름을 구성하고 있는 스크리아(상)와 집괴암(하)

석하고 있다(그림 1). 오름 동사면과 용암류 돌출부 사이로 흐르는 소하천 하상에는 얇은 용암류의 단면이 잘 나타난다.



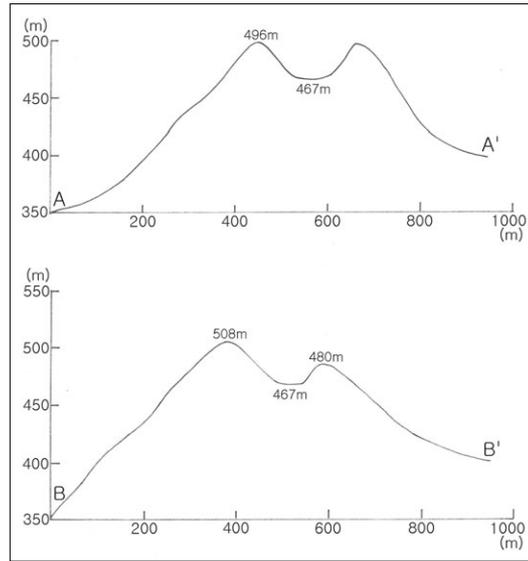
〈그림 8〉 물영아리오름의 산정 화구



〈그림 9〉 물영아리오름 일대의 경사 분포도

물영아리오름 일대의 경사 분포도는 화구가 발달한 화산체 지형의 특징을 잘 반영하고 있다(그림 9). 원추형을 이루고 있는 물영아리오름은 전사면에 걸쳐 20~40°에 이르는 급경사 구역이 분포하며, 특히 사면 하부에서 용암류가 흘러나가지 않은 북사면과 남사면에서 이런 특징은 더욱 뚜렷하다. 20°를 넘는 급경사 구역은 분화구 안쪽 사면에도 분포하며, 화구륜에 해당하는 산릉부는 상대적으로 완만한 10° 이하의 경사도를 보인다. 물영아리오름이 분포하는 중산간 지대의 경사도는 대부분 10° 이하로서 비교적 평탄한 용암대지 위에 물영아리오름이 형성되었음을 알 수 있다.

물영아리오름을 대상으로 남-북 방향과 남서-북동 방향으로 지형단면도를 작성하면, 집수에 유리한 분지 형태의 화구 모습을 잘 알 수 있다(그림 10). 남-북 방향(A-A')의 화구 단면형은 대칭적이며, 가장 높은 북쪽 화구륜의 표고는 496m이다. 반면에 남서-북동 방향(B-B')은 비대칭적인 단면형으로 남서쪽 화구륜에 508m의 최고 지점이 위치하며, 동쪽 화구륜에 가장 낮은 480m 지점이 위치한다. 화구저의 표고는 467m이므로 화구의 깊이는 13~41m이다. 화구의 폭은 화구륜에서 230~250m, 화구저에서 80~100m로서 원형에 가깝다. 화구륜을 분수계로 설정하면 유역 면적은 3.87ha이며, 습지를 포함한 화구저의 면적은 0.56ha이다.



〈그림 10〉 물영아리오름의 지형단면도  
측선의 위치는 〈그림 1〉에 표시되어 있음.

#### IV. 고찰

제주도에 일년 동안 유입되는 우수 총량은 33.9억 톤이며, 이 가운데 44%를 차지하는 14.9억 톤이 지하수를 함양하고 있다(제주도, 1997a). 한반도의 평균치 18%를 2.5배나 상회하는 제주도의 높은 지하수 함양률은 화산섬 특유의 투수성 지질 구조에 기인하고 있다. 제주도에는 현무암질 용암류와 이들 용암류가 유동할 때 형성된 화산쇄설성 퇴적물이 넓게 분포하고 있다. 현무암질 용암류는 수 미터 이하의 암층으로 이루어져 있으며, 암층 사이에는 화산쇄설층이 끼어 있다. 용암류가 유동할 때 형성되는 용암동굴과 냉각될 때의 수축 작용으로 형성되는 수직 방향의 절리는 용암류 사이에 끼어 있는 화산쇄설층과 함께 우수 및 지하수의 이동 통로가 된다. 지표면에 노출되어 있는 공동이나 틈을 가리키는 숨골도 우수를 지하로 쉽게 유입시킨다.

또한 제주도에 꽃자왈로 불리는 용암 전체가 부수어져 교결되지 않은 각진 암괴의 형태로 유동하는 아아 용암으로 덮여 있는 암괴 지대가 분포하고 있다(송시태, 2000). 꽃자왈 지대는 공극률과 투수성이 매우 높아 우수의 유입량이 크고 저류 능력도 매우 높으므로

제주도의 대표적인 지하수 함양 지대로 알려져 있다(제주도, 2000b). 이외에 오름의 왕국으로 불리는 제주도에는 섬 전역에 350 여개의 단성화산이 분포하고 있으며, 이들 오름은 대부분 스크리아콘에 해당한다(박승필, 1985; 제주도, 1997a; 長谷中 외, 1998). 스크리아콘은 교결되지 않은 다공질 화산쇄설물로 이루어져 있으므로 투수성이 높아 이들 화산체가 밀집되어 있는 오름 지대도 지하수 함양 지대로 분류된다.

이와 같은 제주도의 화산성 지질 특성으로 인하여 하천은 대부분 건천을 이루는 등 지표류가 발생하기 어려운 지역성을 보인다. 1100고지 습지가 소재하는 한라산도 예외가 아니어서 표고 500m 이상의 산악 지대에 위치하고 있는 한라산 국립공원 구역에서 유수가 나타나는 하천 구간은 극히 제한적일 뿐 아니라 그나마도 곧 지하로 복류하기 때문에 그 구간의 길이도 매우 짧다(제주도·한라산생태문화연구소, 2006a). 투수성이 큰 한라산의 지질은 표면 저류에도 불리하게 작용하므로 등산객에게 한라산은 매우 메마른 산이라는 인상을 주고 있다.

그러나 지형적으로 집수에 유리한 장소에서는 국지적으로 습지가 발달하고 있다. 한라산에 형성된 습지 유형으로 우선 백록담 같은 화구호를 들 수 있으며, 다른 유형으로 오름에 둘러싸인 와지 형태의 완사면에 발달하는 습지를 들 수 있다. 1100고지 습지가 후자를 대표하는 습지이며, 만세동산 습지와 1100고지 인근의 숨은물 뱅지도 이 유형에 속한다.

물론 지형 조건만으로 담수가 일어나지는 않으므로 지표수나 표면 저류를 발생시키는 불투수층의 존재가 필요하다. 1100고지 습지에서 식생이나 용암류로 덮여 있지 않는 나지 상태의 지면에는 갈색의 이질 퇴적층이 분포한다(그림 11). 이런 조건은 표고 1,600m의 만세동산 습지에서도 확인된다(제주도·한라산생태문화연구소, 2006b). 1100고지와 비슷한 조건을 지닌 만세동산 일대에서 2004년 4월부터 9월까지 157일에 걸쳐 이루어진 수문 관측 결과에 의하면, 총 강수량 3,074mm 가운데 27.6%를 차지하는 850mm가 지표 유출의 형태로 배수되고 있으며, 0.02~92.4mm의 일 유출량을 보인 일수가 관측 기간의 49.7%인 78일에 달하고 있어



〈그림 11〉 1100고지 습지 바닥에 노출된 이질 퇴적층

표면 저류가 발생하기 쉬운 환경임을 잘 보여주고 있다(안중기·김태호, 2006).

또한 1100고지 습지 도처에 분포하는 암괴 지형이 지표류의 흐름을 늦추는 역할을 하는 것으로 보인다(그림 6). 습지 발달에 관여하는 암괴 지형의 사례는 울주군 정족산에 소재하는 무제치늪을 들 수 있다. 특히 무제치 제2늪은 암괴류가 보와 같이 하곡 입구를 막아 배수를 방해함으로써 습지가 발달한 것으로 해석하고 있다(손명원, 2004).

한편, 제주도 오름의 대부분을 차지하고 있는 스크리아콘은 중산간 지대와 한라산 산록과 같이 지표수와 지하수 등 물과의 접촉이 어려운 내륙 지역에 주로 분포하고 있다. 이런 환경 하에서는 현무암질 마그마 특유의 스트롬볼리식 분화가 일어날 수 있기 때문이다. 지속적인 분화로 스크리아가 방출되면서 스크리아콘은 성장하게 되는데, 화산체가 성장하여 사면의 경사가 커지면 화산체 위에 떨어진 스크리아는 그 자리에 멈추지 못하고 사면 아래로 굴러 떨어지면서 화산체 크기를 늘려간다.

McGetchin et al.(1974)의 스크리아콘 발달 모델에 의하면, 제1단계에서는 고도가 높지 않은 환상의 화산체이다. 제2단계에 들어가 사면 경사가 커져 안식각에 도달하면, 사면에 떨어진 스크리아가 흘러내리기 시작하면서 애추를 만들게 된다. 애추는 점차 사면 상부로 확대되는데, 위쪽으로 확대된 애추사면이 화산체 최상부에 도달하여 불룩한 모습의 화구륜이 각진 모습

으로 바뀌면 제3단계가 된다. 아래쪽으로 확대된 애추 사면이 방출된 화산쇄설물의 최대 낙하지점에 도달하게 되면 제4단계이다. 보통의 스코리아콘은 제3단계나 제4단계에 해당하는 것이 많으므로 화산체 체적의 상당 부분은 화산쇄설물의 재이동으로 만들어진 애추가 차지하고 있는 셈이다.

일반적으로 스트롬볼리식 분화의 분출물에는 미립질의 화산회가 적고 화산체 형성에 화산쇄설물의 재이동이 중요한 역할을 한다. 따라서 화산체 구성물질의 분급 상태가 양호하여 우수가 쉽게 지하로 침투하므로 사면에 지표류 발생이 어렵고 결과적으로 비교적 장기간에 걸쳐 화산체 원형을 유지할 수 있다(Wood, 1980; 横山 외, 1992). 그러나 스코리아콘이 형성된 직후부터 화산체 사면은 풍화작용과 매스무브먼트에 의한 환경사화 과정을 겪게 되며, 이 과정에서 발생한 미립질 물질이 입자 간격을 메우거나 또는 토층의 형성으로 스코리아콘의 투수성은 점차 낮아진다. 그 결과 화산체 사면에 지표류가 발생하게 되며 우곡도 발달하게 된다. 따라서 스코리아콘의 형성시기를 추정하는 지표로서 화산체의 최대사면각(Scotter and Trask, 1971)이나 저경에 대한 높이의 비율(Wood, 1980; 현경희·김태호, 2001) 등 화산체 외형의 변화뿐 아니라 화산체 사면에 발달한 우곡의 밀도(Hasenaka and Carmichael, 1985)를 사용하기도 한다.

제주도의 대표적 스코리아콘인 어승생오름에서 2007년 4월부터 11월까지 230일에 걸쳐 실시된 수문관측 결과에 의하면, 총 강수량 2,297mm 가운데 20.2%를 차지하는 465mm가 지표 유출의 형태로 배수되고 있으며, 관측 기간에 유출이 멈추었던 날은 한번도 출현하지 않았다(안중기·김태호, 2008). 어승생오름의 하곡 사면 기저부에는 미립질 입자를 매트릭스로 하는 고결된 역층 위에 다수의 토양 파이프가 발달하고 있는 것으로 보아 용암류를 비롯하여 국지적으로 존재하는 다양한 형태의 불투수층으로 인하여 스코리아콘의 높은 투수성에도 불구하고 지표 유출이 발생하고 있다(김태호·안중기, 2008).

따라서 화산체가 개석되는 과정에서 화구륜 안쪽에서 발생한 미립질 물질이 화구저로 유입하여 불투수성

이 커지거나 국지적으로 불투수층이 분포하면, 침수에 유리한 화구의 지형 특성상 화구저에 물이 고여 습지가 형성될 수 있다. 제주도에는 물영아리오름 이외에도 사라오름, 물장오리, 물чат오름, 어승생오름, 동수악, 금오름 등 화구호를 지닌 오름들이 다수 알려져 있다. 이들 오름도 모두 스코리아콘으로 화구의 형성과정은 물영아리오름과 같지만, 산정 일대 침수역의 크기와 화구저의 상태에 따라 습지의 크기와 성격은 차이를 보이고 있다. 즉 물영아리오름을 비롯하여 물장오리, 물чат오름은 일년 내내 물이 고여 있는 습지인데 비하여 다른 오름들의 습지는 건기에 바닥을 드러내고 있다. 동수악의 경우는 화구저 중앙에까지 목본류가 침입하고 있어 거의 육화된 상태이다(제주도 외, 2001). 물영아리오름에서도 고마리가 균락을 이루는 화구저 최외곽 지대는 고결된 토양으로 이루어져 육화가 진행되고 있으나, 이런 육화는 식생 천이과정에서 나타나는 자연적인 현상으로 보인다<sup>3)</sup>.

## V. 결론

제주도는 투수성이 높은 화산 지질로 인하여 지표수가 출현하기 어려운 지역이다. 따라서 중산간 지대나 산악 지대와 같은 내륙에는 상시 하천(perennial stream)은 물론이거니와 표면 저류를 통하여 출현하는 습지의 발생 빈도 또한 매우 낮다. 그러나 지형적으로 침수에 유리한 장소에서는 국지적으로 습지가 발달하여 생태학적으로 높은 가치를 지닌 지형을 만들고 있다.

1100고지 습지는 오름으로 둘러싸여 있는 와지 형태의 완사면이라는 지형 조건에 국지적으로 분포하는 불투수성 표층 지질을 바탕으로 표고 1,100m의 한라산 산록에 발달하고 있다. 투수성이 큰 한라산의 지질 특성을 고려할 때 희소가치가 매우 큰 습지이다. 그러나 1100도로 조성 시 도로가 습지를 관통함으로써 습지가 일부 분리되고 경계도 도로로 인하여 변형되는 훼손을 입었다. 또한 접근의 용이성으로 많은 탐방객이 찾고 있으므로 이들 탐방객에 의한 훼손도 발생하고 있으므로 습지의 원형을 복구하고 또 무단출입을 막는 등의

관리 방안이 필요하다.

물영아리오름 습지는 전형적인 산정 화구호이다. 스코리아콘의 구성물질은 조립질이며 분급 상태가 양호하여 우수가 쉽게 침투하므로 집수에 유리한 화구가 형성되어 있더라도 습지가 출현하기는 매우 어렵다. 그러나 화산체 사면이 풍화작용과 매스무브먼트에 의한 완경사화 과정을 겪는 과정에서 미립질 물질이 화구저로 유입되거나 국지적으로 분포하는 불투수층으로 인하여 화구호가 출현할 수 있다. 제주도에 분포하는 300개를 상회하는 스코리아콘 가운데 화구호를 지닌 스코리아콘이 수 개에 불과한 것을 보면 스코리아콘은 본질적으로 투수성이 높은 화산체라고 할 수 있으며, 이런 측면에서 물영아리오름 습지가 지닌 가치는 매우 높은 것으로 평가된다.

### 註

- 1) 1100고지 습지의 목도는 탐방객이 습지 내부로 들어가는 것을 제한할 뿐 아니라 습지 관찰로로서 순기능을 하고 있다(그림 5). 그러나 습지 규모에 비해 너무 많은 목도가 설치되어 있어 목도 자체가 습지에 악영향을 미치고 있다. 목도는 15cm 너비의 널빤지를 이어붙인 폭 1.5m의 데크 시설로서 주 습지를 일주할 수 있도록 설치되어 있다. 또한 목도 중간에 폭이 최대 7.5m에 달하는 반원 또는 장방형의 전망용 데크도 세 곳 설치되어 있다. 목도는 습지 지면으로부터 45~55cm 높이로 띄어져 있으나, 널빤지를 촘촘히 이어붙인 탓에 목도 밑으로는 햇빛이 닿지 않아 습지 식생의 서식을 방해하고 있다. 특히 전망용 데크는 규모가 크므로 밑으로는 전혀 햇빛이 들어가지 못해 마치 시가지에 조성된 복개천과 비슷한 양상이다. 따라서 목도의 길이와 폭 등 규모를 최대한 줄이고 인접한 널빤지 간격을 넓히며, 특히 전망용 데크는 제거하여 습지에 인위적인 그늘이 생기지 않도록 강구해야 할 것이다.
- 2) 1100고지 습지는 여러 측면에서 인위적인 간섭을 받고 있다. 무엇보다도 1100도로가 건설되었던 당시(1968년~1976년)에는 습지에 대한 인식이 매우 낮았기 때문에 노선을 선정하면서 습지의 분포를 고려하지는 않았던 것으로 보인다. 그 결과 주 습지를 비롯하여 주 습지 남쪽에 위치하는 습지는 현재 1100도로와 접하고 있으며, 주 습지 북쪽에 위치하는 습지는 도로에 의해 두 개로 분리되어 있다(그림 5). 또한 지형 조건을 고려하면 이 일대의 1100도로가 놓여 있는 위치가 습지이었을 가능성도 크다.
- 3) 현재 물영아리오름의 화구 안쪽 사면은 식생으로 덮여 있고 탐방객의 출입도 목도 안으로만 허용되고 있으므로 화구저

로 토사가 유입될 가능성은 크지 않다. 실제로 화구륜의 사면 경사각이 20°를 넘고 있으나 유수나 토석류의 흔적을 찾아보기 어렵다. 또한 목본류로 덮여 있어 토양포행도 억제되고 있으므로 습지 쪽으로 급격한 토사유입은 일어나지 않을 것으로 판단된다. 단 목도시설을 넘어 습지 안으로 출입하는 탐방객들이 있는 것으로 보이므로 습지의 토층과 식생 보호를 위해 습지 안으로의 출입은 엄격히 통제해야 할 것이다.

### 참고문헌

권동희, 2006, 한국의 지형, 한울아카데미.  
 김태호·안중기, 2008, “제주도 스코리아콘의 유출 특성 -어승생오름 소유역을 사례로-”, 한국지형학회지, 15, 55-65.  
 문현숙, 2005, “습지의 발달환경과 특성 -경기도 산지를 중심으로-”, 한국지형학회지, 12, 55-67.  
 박승필, 1985, “제주도 측화산에 관한 연구”, 전남대학교 논문집, 30, 159-166.  
 손명원, 2004, “무제지 제2늪의 형성과정”, 한국지역지리학회지, 10, 206-214.  
 손명원·박경, 1999, “오대산국립공원 내 「질피늪」의 지형생성환경”, 한국지역지리학회지, 5, 133-142.  
 송시태, 2000, 제주도 암괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한 연구, 부산대학교 박사학위논문.  
 신영호, 2002, “산지습지 퇴적물 분석을 통한 침식·퇴적 환경변화와 식생변화간의 관계에 관한 연구 -정족산 무제치늪을 사례로-”, 지리학논총, 40, 119-150.  
 안중기·김태호, 2008, “제주도 단성화산 소유역에서의 강우의 분배 -한라산 어승생오름을 사례로-”, 한국지역지리학회지, 14, 212-223.  
 안중기·김태호, 2006, “한라산 아고산 초시대 소유역의 물수지”, 대한지리학회지, 41, 404-417.  
 유효상, 2001, 습지의 지리적 분포와 환경요인 -정족산 무제치늪을 중심으로-, 경희대학교대학원 석사학위논문.  
 이효혜미, 2000, 한국의 습지 분류, 인하대학교대학원

- 석사학위논문.
- 제주도, 1997a, 제주의 지하수 이렇게 보호합니다.
- 제주도, 1997b, 제주의 오름.
- 제주도, 2000a, 서귀포 · 하효리도폭 지질보고서.
- 제주도, 2000b, 제주도 지하수 보전 · 관리계획 보고서.
- 제주도 · 제주발전연구원 · 제주환경운동연합, 2001, 제주의 습지.
- 제주도 · 한라산생태문화연구소, 2006a, 한라산의 하천, 도서출판 각.
- 제주도 · 한라산생태문화연구소, 2006b, 한라산의 지질, 도서출판 각.
- 제주도민속자연사박물관, 2000, 제주도토양원색도감.
- 현경희 · 김태호, 2001, “제주도 스킨리아콘의 사면발달”, 한국제4기학회지, 15, 37-46.
- 長谷中利昭 · 李文遠 · 谷口宏充 · 北風嵐 · 宮本毅 · 藤卷宏和, 1998, “韓國濟州單成火山群の火山カタログ”, 東北アジア研究, 2, 41-74.
- 横山泉 · 荒木重雄 · 中村一明, 1992, 火山, 岩波書店.
- Hasenaka, T. and I. S. E. Carmichael, 1985, “The cinder cones of Michoacan Guanajuato, central Mexico: their age, volume and distribution, and magma discharge rate”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 25, 105-124.
- McGetchin, T. R., Settle, M., and Chouet, B. A., 1974, “Cinder cone growth modeled after northeast crater, Mount Etna, Sicily”, *Journal of Geophysical Research*, 79, 3257-3272.
- Scott, D. H. and Trask, N. J., 1971, Geology of the Lunar Crater Volcanic Field, Nye County, Nevada, U.S. Geological Survey Professional Paper, 599-1.
- Wood, C. A., 1980, “Morphometrical analysis of cinder cone degradation”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 8, 137-160.

최초투고일 09.09.29

최종접수일 09.10.16