

634.956

GOVP1201338718

634.956 -13-4

난대자원화 유망수종 육성기반 조성연구



국립산림과학원
KOREA FOREST RESEARCH INSTITUTE

발 간 등 록 번 호

11-1400377-000609-01

연구자료

제497호

난대자원화 유망수종 육성기반 조성연구

발간사

지구 온난화 현상은 산림식생에 많은 영향을 주고 있습니다. 우리나라에서는 제주도 및 일부 남해안 부속도서에 제한적으로 분포하는 난대수종이 복상하는 현상이 관찰되며 앞으로 더욱 가속화할 것으로 예상됩니다. 또 다른 측면에서 기후변화가 지속되면 도서지역의 난대수종이 적응에 실패하여 쇠퇴하는 현상도 예상할 수 있습니다. 이러한 시나리오로부터 소중한 난대 산림자원의 유전다양성 확보와 우량 품종 수집의 시급성을 공감할 수 있습니다.

자원으로서의 가치가 큰 수종의 우량 품종을 육성하기 위해서는 이들 수종의 탐색, 선발, 수집, 증식 등의 오랜 과정을 거치게 됩니다. 생명공학기술을 이용하여 그 기간을 단축할 수도 있지만 여전히 나무들의 육종은 다른 작물에 비해 훨씬 길며, 대규모 초기 투자가 필요합니다. 예상되는 기후변화에 대응하여 자원화가 가능한 난대 산림수종을 선발 육종하는 시도는 어쩌면 좀 늦은 감이 있기도 하지만 장기간이 소요되는 과정을 고려할 때 조속히 추진해야 할 연구과제입니다.

본 연구 자료는 제주지역에 자생하는 난아열대 수종 중 자원화가 가능한 수종들의 유전자원을 수집하고 증거표본의 데이터베이스를 구축한 연구결과입니다. 일부 수종들에 대해서는 선발육종에 의한 증식기반조성의 성과도 거두었습니다. 그러나 예상되는 기후변화에 따른 난대 아열대 수종의 복상에 대비하여 이들을 자원화하기 위해서는 조립시기와 생육기반, 생육적지 구명 등 추가적인 연구가 필요합니다. 본 연구자료가 이러한 후속연구를 위한 소중한 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

2013년 6월

국립산림과학원장 **윤영균**

목차

발간사_05 / 목차_06 / 표목차_08 / 그림목차_11 / 요약_14

I 연구목적 _ 15

II 개요 _ 15

가. 연구 필요성 _ 15

나. 기술동향 분석 _ 15

다. 연차별 추진계획 _ 16

III 연구방법 _ 17

가. 자원화 유망수종 선정 및 복상현상 조사 _ 17

나. 우량개체 선발 및 증식 _ 18

다. 선발개체의 검정 및 보급기반 조성 _ 18

IV 연구결과 _ 19

IV-1. 2008년 연구결과 _ 19

IV-2. 2009년 연구결과 _ 34

IV-3. 2010년 연구결과 _ 48

IV-4. 2011년 연구결과 _ 64

IV-5. 2012년 연구결과 _ 76

V 참고문헌 _ 99

표목차

- 〈표 1〉 연차별 추진 계획 _ 16
- 〈표 2〉 제주지역 개가시나무 자생지 분포 현황 _ 19
- 〈표 3〉 개가시나무림의 수종별 교목층 상대빈도 _ 20
- 〈표 4〉 개가시나무림의 수종별 아교목층 상대빈도 _ 20
- 〈표 5〉 개가시나무림의 수종별 관목층 상대빈도 _ 21
- 〈표 6〉 개가시나무림의 수종별 초본층 상대빈도 _ 22
- 〈표 7〉 참가시나무림의 수종별 교목층 상대빈도 _ 24
- 〈표 8〉 참가시나무림의 수종별 아교목층 상대빈도 _ 24
- 〈표 9〉 참가시나무림의 수종별 관목층 상대빈도 _ 24
- 〈표 10〉 참가시나무림의 수종별 초본층 상대빈도 _ 25
- 〈표 11〉 울릉지역 참가시나무림의 토양 특성 _ 25
- 〈표 12〉 난대수종의 자생 규모 _ 26
- 〈표 13〉 기존 조림지 조사 _ 26
- 〈표 14〉 기존 조림지 입지 및 생육현황 현지 조사 _ 27
- 〈표 15〉 선단조림지 개황(임황 및 지황, 2008) _ 28
- 〈표 16〉 선단조림지 토양 특성(2008) _ 28
- 〈표 17〉 선단조림지 묘목 생장현황(2008) _ 29
- 〈표 18〉 수종별 목재 특성 _ 31
- 〈표 19〉 수종별 목재 용도 _ 32
- 〈표 20〉 주요 수종별 지위값 _ 33
- 〈표 21〉 난대수종별 용도 _ 34
- 〈표 22〉 난대수종별 목재의 물리적 특성 _ 34
- 〈표 23〉 난대수종별 목재의 기계적 특성 _ 35

〈표 24〉 난대수종별 자원화 가능정도	35
〈표 25〉 선단조림지 개황(임황 및 지황, 2009)	37
〈표 26〉 선단조림지 토양 특성	37
〈표 27〉 선단조림지 묘목 생장현황(2009. 07. 22. 조사)	38
〈표 28〉 2008년과 2009년 선단조림지 기상인자	39
〈표 29〉 2008년 선단조림지 조림목 월동 및 생장 상황	41
〈표 30〉 우량개체 선발 현황(2009년)	42
〈표 31〉 참가시나무 우량개체 선발 현황	42
〈표 32〉 종자채취 현황(2009년)	43
〈표 33〉 지역별 채취종자의 특성 및 발아율(2009년)	44
〈표 34〉 Acacia 도입 및 양묘 현황	45
〈표 35〉 Eucalyptus 도입 및 양묘 현황	46
〈표 36〉 라디아타소나무 생장형별 도입 및 양묘 현황	47
〈표 37〉 난대수종별 용도	48
〈표 38〉 난대수종별 목재의 물리적 특성	49
〈표 39〉 난대수종별 목재의 기계적 특성	49
〈표 40〉 난대수종별 자원화 가능정도	49
〈표 41〉 실생묘 양성 및 발아율(% , 2010년)	50
〈표 42〉 선단조림지의 개요(2010년)	51
〈표 43〉 선단조림지의 토양 특성	52
〈표 44〉 선단조림지 묘목 활착률(2010년 10월 조사)	54
〈표 45〉 2009년 도입 뉴질랜드 라디아타소나무	55
〈표 46〉 2008 선단조림지 기온인자	56
〈표 47〉 선단조림지 조사시점별 활착률 변화	56
〈표 48〉 선단조림지 조사시점별 묘고 및 근원경	57

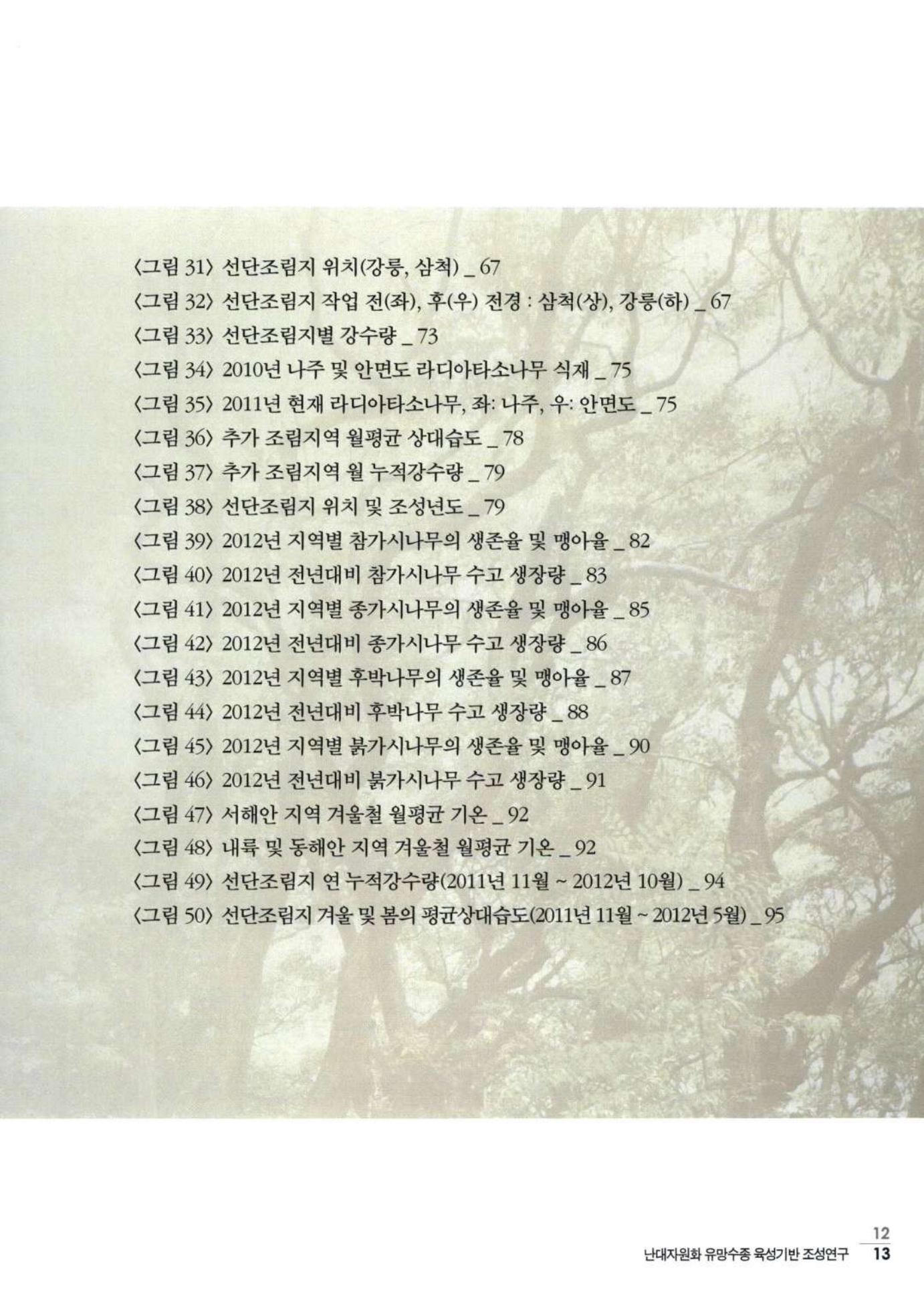
〈표 49〉 2009 선단조림지 기온인자	58
〈표 50〉 2009 선단조림지 조사시점별 활착률 변화 및 묘고, 근원경	58
〈표 51〉 월동 후 처리별 활착률 조사(2010년 4월 조사)	60
〈표 52〉 지역별 라디아타소나무 활착률, 묘고 및 근원경	61
〈표 53〉 산지 조림 유칼립투스 종류별 이식본수	63
〈표 54〉 수종별 집단 및 개체별 실생묘 양성	64
〈표 55〉 선단조림지 개요(2011년)	66
〈표 56〉 선단조림지 묘목 활착률(2011년 10월)	68
〈표 57〉 2008년 조림지역의 연도별 생존율(단위: %)	69
〈표 58〉 2009년 조림지역의 연도별 생존율(단위: %)	70
〈표 59〉 2010년 조림지역의 연도별 생존율(단위: %)	72
〈표 60〉 조림지역의 월별 강수량(단위: mm)	73
〈표 61〉 지역별 겨울철 기온 및 후박나무 생존율(2010.12 ~ 2011.3)	74
〈표 62〉 2009년 도입 뉴질랜드 라디아타소나무 속성	75
〈표 63〉 라디아타소나무 생존율(2011년 현재)	75
〈표 64〉 도입 3수종의 생존율	76
〈표 65〉 수종별 파종량, 발아율, 묘목 수량 현황	77
〈표 66〉 신규 조성 선단 조림지 개요	77
〈표 67〉 신규 조성 선단 조림지 식생 및 환경 특성	78
〈표 68〉 추가 조림지 내역	78
〈표 69〉 선단 조림지 입지 환경	80
〈표 70〉 참가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 멍아 발생률	82
〈표 71〉 참가시나무 생육현황	83
〈표 72〉 종가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 멍아 발생률	85
〈표 73〉 종가시나무 생육현황	86

- 〈표 74〉 후박나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아 발생률 _ 87
- 〈표 75〉 후박나무 생육현황 _ 89
- 〈표 76〉 붉가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아 발생률 _ 90
- 〈표 77〉 붉가시나무 생육현황 _ 91
- 〈표 78〉 선단 조림지 월 평균기온(2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청) _ 92
- 〈표 79〉 선단 조림지 영하 기온 누적일수(2011년 11월 - 2012년 3월, 기상청) _ 93
- 〈표 80〉 선단 조림지 누적 강수량(mm, 2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청) _ 94
- 〈표 81〉 선단 조림지 평균 습도(2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청) _ 96
- 〈표 82〉 수종별 생육특성 및 생존율 _ 96
- 〈표 83〉 붉가시나무 자생 북한지 입지 현황 _ 97
- 〈표 84〉 조사지역내 붉가시나무 개체별 형질 _ 98
- 〈표 85〉 라디아타소나무 생존율 변화 _ 98

그림목차

- 〈그림 1〉 제주지역 개가시나무 분포지 _ 20
- 〈그림 2〉 울릉지역의 참가시나무 분포지 _ 23
- 〈그림 3〉 선단조림지 연평균기온 변화(광주지방 기상청 자료, 2008) _ 30
- 〈그림 4〉 수종별 Biomass(건중량) 비교 _ 33
- 〈그림 5〉 선단 조림지 식재요령 설명(좌) 및 식재(우) _ 36
- 〈그림 6〉 2008 선단조림지 월별 누적 강수량 비교 _ 39

- 〈그림 7〉 2008 선단조림지 월별 평균 상대습도 비교 _ 40
- 〈그림 8〉 2008 선단조림지 월별 평균 온도 비교 _ 40
- 〈그림 9〉 후박나무 지상부 동해(좌) 및 맹아발생(우) _ 41
- 〈그림 10〉 난대수종의 양묘(좌) 및 각 수종별 실생묘(우) _ 44
- 〈그림 11〉 참가시나무와 개가시나무의 접목 실시 및 양성된 접목묘 _ 45
- 〈그림 12〉 유칼립투스 발아모습(좌) 및 포트묘 양성(우) _ 46
- 〈그림 13〉 라디아타소나무 발아모습(좌) 및 용기묘 양성(우) _ 47
- 〈그림 14〉 파종 종자(상) 및 파종상(하) _ 50
- 〈그림 15〉 참가시나무와 개가시나무의 접목 실시 및 양성된 접목묘 _ 51
- 〈그림 16〉 선단조림지 식재요령 설명(좌) 및 식재(우) _ 52
- 〈그림 17〉 국소기상측정장치(Watch Dog Data Logger, 측정오차범위: $\pm 4\%$) _ 55
- 〈그림 18〉 2008 선단조림지 후박나무 활착률 변화 _ 56
- 〈그림 19〉 2008 선단조림지 후박나무 지상부 동해(좌) 및 맹아발생(우) _ 57
- 〈그림 20〉 2009 선단조림지 후박나무 활착률 변화 _ 58
- 〈그림 21〉 2009 선단조림지 참가시나무 수고 측정 모습 _ 59
- 〈그림 22〉 상주현상(좌-상), 서리 내린날 (좌-하), 처리구별 식재(우) _ 60
- 〈그림 23〉 참가시나무 운반(좌) 및 참가시나무 조림지(우) _ 60
- 〈그림 24〉 제주 서귀포(좌), 충남 안면도(우) 라디아타소나무 식재 _ 61
- 〈그림 25〉 지역별 라디아타소나무 활착률(좌), 묘고(중) 및 근원경(우) _ 62
- 〈그림 26〉 유칼립투스 운반(좌-상), 식재(좌-하), 조림지 전경(우) _ 63
- 〈그림 27〉 유칼립투스 조림(좌) 및 조림지 전경(우) _ 63
- 〈그림 28〉 실생묘 양묘장 전경 _ 64
- 〈그림 29〉 접수 및 삼수 채취(좌), 삼목(우) _ 65
- 〈그림 30〉 접목 및 관리 전경 _ 65

- 
- 〈그림 31〉 선단조림지 위치(강릉, 삼척) _ 67
- 〈그림 32〉 선단조림지 작업 전(좌), 후(우) 전경 : 삼척(상), 강릉(하) _ 67
- 〈그림 33〉 선단조림지별 강수량 _ 73
- 〈그림 34〉 2010년 나주 및 안면도 라디아타소나무 식재 _ 75
- 〈그림 35〉 2011년 현재 라디아타소나무, 좌: 나주, 우: 안면도 _ 75
- 〈그림 36〉 추가 조림지역 월평균 상대습도 _ 78
- 〈그림 37〉 추가 조림지역 월 누적강수량 _ 79
- 〈그림 38〉 선단조림지 위치 및 조성년도 _ 79
- 〈그림 39〉 2012년 지역별 참가시나무의 생존율 및 맹아율 _ 82
- 〈그림 40〉 2012년 전년대비 참가시나무 수고 생장량 _ 83
- 〈그림 41〉 2012년 지역별 종가시나무의 생존율 및 맹아율 _ 85
- 〈그림 42〉 2012년 전년대비 종가시나무 수고 생장량 _ 86
- 〈그림 43〉 2012년 지역별 후박나무의 생존율 및 맹아율 _ 87
- 〈그림 44〉 2012년 전년대비 후박나무 수고 생장량 _ 88
- 〈그림 45〉 2012년 지역별 붉가시나무의 생존율 및 맹아율 _ 90
- 〈그림 46〉 2012년 전년대비 붉가시나무 수고 생장량 _ 91
- 〈그림 47〉 서해안 지역 겨울철 월평균 기온 _ 92
- 〈그림 48〉 내륙 및 동해안 지역 겨울철 월평균 기온 _ 92
- 〈그림 49〉 선단조림지 연 누적강수량(2011년 11월 ~ 2012년 10월) _ 94
- 〈그림 50〉 선단조림지 겨울 및 봄의 평균상대습도(2011년 11월 ~ 2012년 5월) _ 95

요약

본 연구는 난대 지역의 산림유전자원 중 자원화 유망 수종에 대한 품종 육성과 이들 수종의 육종기반 조성에 목적을 두고 실시하였다. 자원화 가치가 높은 난대수종의 선정하고 기후변화로 인한 복상화 현황과 우량개체를 선발하고 이를 증식하여 대량보급을 위한 증식 기반 조성에 관하여 연구하였다.

목재자원을 위한 수종으로서 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 개가시나무, 녹나무, 구실잣밤나무 등 6종, 식·약용 자원으로서는 후박나무, 흑오미자 등 2종, 조경 및 도료 등 특용자원 자원은 황칠나무, 참식나무 등 2종으로 총 10수종이 선정되었다.

기후 변화에 따른 복상화 현황을 조사하기 위해 전국 17개 지역(강화, 용인, 안면, 군산, 변산, 장성, 나주, 완도, 서귀포, 진주, 함양, 무주, 충주, 부산, 강릉, 삼척, 울진)에서 참가시나무, 종가시나무, 후박나무 등 3수종을 연차별로 식재하여 생존율과 생장률 등을 조사하였다. 조사결과 참가시나무는 군산과 나주가 가장 높은 생존율을 보였으며, 용인, 변산, 강화, 삼척 등은 동해 피해를 입고 다음해에 맹아로 성장한 개체가 다수 포함되어 있었다. 함양, 무주, 충주와 강릉 지역은 생존율이 가장 낮게 조사되었다. 종가시나무는 나주, 장성, 안면, 울진, 삼척이 생존율이 가장 높았으며, 장성 지역은 동해 및 건조 피해를 통한 맹아 개체의 생존율이 높게 나타나고 있는 것으로 조사되었다. 강화, 함양, 무주, 충주 지역의 생존율이 가장 낮게 조사되었다. 후박나무는 완도 지역이 가장 높은 생존율을 보였으며, 변산, 군산, 안면, 울진, 삼척 등의 지역에서는 생존율이 약 60%지만 이들 개체도 맹아로 형성된 개체로서 시험 수종 중에서 적응성이 가장 낮은 수종인 것으로 판단된다.

난대수종의 우량개체 선발을 위해 개가시나무, 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 후박나무 등 6 수종에 대한 우량 개체를 선발하였다. 선발결과 개가시나무는 제주 지역에서 2개소의 11개체를 선발하였으며, 구실잣밤나무는 전남 지역 4개소 14개체, 붉가시나무는 제주와 전남 지역에서 11개소 64개체, 종가시나무는 제주와 전남 지역에서 8개소 33개체, 참가시나무는 제주와 전남 지역에서 4개소 39개체, 후박나무는 전남 지역 1개소 3개체를 선발하였다.

대량 보급 기반 구축을 위한 유성 및 무성 증식 기술 개발 결과 개가시나무, 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무의 유성 증식을 이용한 발아율

조사결과 붉가시나무가 73.6%로 가장 높았으며, 개가시나무는 73.3%, 종가시나무는 72.6%, 참가시나무 64.2%, 구실잣밤나무가 63.9%의 순으로 조사되었다. 또한 2009년과 2010년에 실시한 무성증식 시험 결과 접목과 삽목 모두 활착률이 5% 미만으로서 매우 낮게 조사되었다. 따라서 각 수종별 접수 및 삽수의 채취시기, 접수 및 삽수의 조제 방법 등 향후 지속적이고 다각적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

I. 연구목적

난대 지역의 산림유전자원 중 자원화 유망 수종에 대한 품종육성 및 중·장기 육종기반 조성.

II. 개요

가. 연구 필요성

- 1) 한국산림기술인협회로부터 지구온난화에 대비한 아열대 수종의 복상 시험 조립에 관한 연구가 다음과 같은 필요성에 의해 제기되었다.
 - 지구온난화는 현실로 나타날 위험이 있으니 이에 대한 대비가 필요하다.
 - 이미 산림과학원에서는 아열대수종(난대수종)의 복상을 예측하고 있으나, 어떤 수종이 어떻게 복상할지에 대한 정보가 없는 실정이다.
 - 1세기 후에는 아열대 수종을 이용한 산업체계가 활성화 될 것인데 이에 대비한 기반조성 등 장기적 대책이 전무하여 조속히 수립하여야 한다.
- 2) 제목 심의과정에서 산림청 자원정책본부 자원조성 팀으로부터 유칼리나무 등 아열대 수종의 국내 난대지역 도입시험에 관한 연구수행을 요청받았다.

나. 기술동향 분석

- 1) 전통적으로 임목 개량은 우수 개체 간의 교잡 및 선발을 통해 이루어져 왔으며 최근 급속히 발전하는 생명공학기법과 더불어 산림자원의 이용, 개발 및 육성 기술도 많이 발전하고 있으나 작물에 비교하여 목본식물의 육종기간은 여전히 훨씬 길어 미래의 수요에 탄력적으로 적용할 수 있는 수종이나 품종의 선택은 매우 중요하다.
- 2) 지구온난화에 따른 난대산림수종의 복상화가 가시적으로 이루어지고 있고

아직까지 화석연료의 의존도가 절대적으로 높아 온실가스배출량이 세계 10위에 이르고 있는 현실을 감안할 때 심화되고 있는 난대림 자생지의 개발 및 훼손 대책과 난대상록활엽수종 중에서 목재, 식·약용 등 자원화 유망수종의 장기적 육성을 통한 목재, 의약 등 산림자원을 이용한 산업의 기반조성이 필요하다.

- 3) 제 4차 산림기본계획의 시행에 따라 참나무류를 위시한 활엽수의 조림면적을 15%에서 40%로 상향조정하였으나 상대적으로 난대 상록 활엽 참나무류에 대해서는 연구와 개발이 미미하고 특히 생산 집단 및 육종집단의 조성은 물론 채종림의 선발조차 이루어지지 않은 상태이므로 미래의 환경변화에 보다 잘 적응할 수 있는 난대림 상록 활엽수류 중에서 용재, 약용, 식용가치를 지니면서 Biomass가 많고 산지적응력이 높은 수종을 선발, 개량 및 품종육성을 위한 정책과 전략을 수립해야 한다.
- 4) 일본 남부 지역과 대만의 경우 참가시나무, 개가시나무 등 참나무류의 목재를 전통적으로 이용하여 왔고 최근 지구온난화에 따른 난대수종의 북상화 대책으로 삼나무, 편백 등 고유 난대침엽수종 및 활엽수종의 개화특성 변화, 생육범위 확대 등에 대한 연구를 시도하고 있다.
- 5) 본 연구는 한국산림기술인협회, 산림청 자원정책본부 자원조성팀 등으로부터 지구 온난화 대비 아열대 수종의 북상 시험 조림에 관한 연구 및 라디아타소나무, 유칼립투스 등 도입 가능한 외국수종의 국내 난대지역 도입시험에 관한 연구수행의 요청과 현실로 다가올 난대 및 아열대 수종의 산업적 활용도를 제고하고 생육적지의 확산에 따른 객관적이며 과학적인 정보를 제공하고자 수행되었다.

다. 연차별 추진계획

표 1. 연차별 추진계획

세부과제명	2008	2009	2010	2011	2012
1. 자원화유망 수종 선정 및 북상현황 조사					
가. 자원화유망 수종 선정					
나. 아열대수종 북상현황 조사					
2. 우량개체 선발 및 증식					
가. 임황, 지황 및 생존율 조사					
나. 우량개체목 선발 및 증식조건 구명					
3. 선발개체의 검정 및 보급기반 조성					
가. 대량증식 및 생육특성 조사비교					
나. 검정원 및 보급원 조성					

III. 연구방법

가. 자원화 유망수종 선정 및 복상현상 조사

1) 자원화 유망 후보수종 선정

- 공시재료: 난대지역 산림유전자원 중 참나무과
- 조사항목 및 방법(처리방법)
 - 기존연구결과를 활용한 자원화유망 후보수종 선정
 - 후보수종별 자생면적 등 자원화 가능성 조사
 - 지위값 및 Biomass 측정
- 시험규모
 - 용재 자원화후보수종: 불가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 개가시나무, 녹나무
 - 식·약용 자원화후보수종: 후박나무, 흑오미자
 - 수종별 생장특성 및 Biomass 분석: 지위값, 재적값 등 5항목
 - 자원화가능성 조사: 제주, 남부지방 등 7지역
- 분석항목 및 방법
 - 수종별 자생지 분포, 및 조림면적, 자원화가능성
 - 후보수종별 기능, 생육지 적응력 등
 - 지위값, 재적값 등에 대한 간접측정을 통해 Biomass 추정

2) 난대 및 아열대 수종 복상현황 조사

- 공시재료: 국내외 난대 및 아열대 산림유전자원
- 조사항목 및 방법(처리방법)
 - 국내외 자생 및 조림현황 관련 기존연구결과 수집 및 분석
 - 난대 및 아열대수종 생육상황 현지조사
 - 기상인자, 토양특성 등 관련자료 분석
- 시험규모
 - 난대 및 아열대수종 복상현황 기초조사: 국내 및 국외 5지역
 - 관련자료 분석: 기온, 강수량 등
- 분석항목 및 방법
 - 자료 수집 및 교환을 통한 아열대 수종의 분포 범위 확산 또는 축소 과정 분석
 - 자생지 및 인공조림지의 생육 상태 등 군집 천이 특성 분석
 - 관련 자료로부터 적산온도 등을 산출하여 복상 관련 인자 구명

나. 우량개체 선발 및 증식

1) 공시재료 : 난대상록활엽수종 및 라디아타소나무 등 도입수종

2) 조사항목 및 방법(처리방법)

- 자생집단 내 우량개체 선발
- 선발목별 유성 및 증식
- 도입수종 실생묘 육성

3) 시험규모

- 우량개체 선발 : 5수종 × 4지역 × 15본 = 300본
- 유성 및 무성 증식 : 5수종 × 20개체 × 50점 = 5,000점
- 도입수종 실생묘 육성 : 3수종 × 10,000점 = 30,000점

4) 분석항목 및 방법

- 우량개체 선발 : 통직성, 분지수 등 생육발달 상황
- 증식 : 발근 및 발아 특성
- 도입수종 : 발아 특성 및 생장 특성

다. 선발개체의 검정 및 보급기반 조성

1) 공시재료 : 개가시나무 등 2수종 및 라디아타소나무 등 아열대수종 3수종

2) 조사항목

- 난대수종 산지조립
- 아열대수종 조립

3) 시험규모

- 난대수종 산지조립 : 3수종 × 1지역 × 1,500본 = 4,500본
- 도입 아열대수종 노지조립 : 1수종 × 3지역 × 3종류 × 800본 = 7,200본
- 도입 아열대수종 산지조립 : 3수종 × 1지역 × 450본 = 1,350본

4) 분석항목

- 이식 활착율 : 산지 및 노지 이식 활착율, 생육발달 상황
- 적응성 검정 : 생장상태, 생존율 등

IV. 연구결과

IV-1. 2008년 연구결과

가. 자원화 유망 후보수종 선정

- 1) 목재자원화 후보수종: 붉가시나무(*Quercus. acuta* Thunb.), 종가시나무(*Quercus. glauca* Thunb.), 참가시나무(*Quercus salicina* Blume), 개가시나무(*Quercus gilva* Blume), 녹나무(*Cinnamomum camphora* Sieb.), 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* Nakai)
- 2) 식·약용자원화 후보수종: 후박나무(*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.), 흑오미자(*Schisandra nigra* Maxim.)
- 3) 조경, 도로 등 특용자원화 후보수종: 황칠나무(*Dendropanax morbifera* Lev.), 참식나무(*Neolitsea sericea* (Blume.) Koidz.)

나. 자생지분포 조사

1) 개가시나무 분포지 탐색

- 제주지역 탐색: 개가시나무 분포지를 탐사한 결과, 제주지역 동쪽의 서광 지역과 서쪽의 선흘 지역에 자생하고 있는 것으로 나타났다(표 2). 면적은 서광 지역이 약 2ha, 선흘 지역은 1ha 정도이며 각각 100여본과 20여본의 개체목이 발견되었다. 자생지의 생장은 대부분 2차 맹아림으로 구성되어 있어 다른 지역의 난대활엽수종과 비슷한 양상을 보였다(그림 1).

표 2. 제주지역 개가시나무 자생지분포 현황

지역	면적(ha)	본수	비고
서광	2	100	2차 맹아림
선흘	1	20	

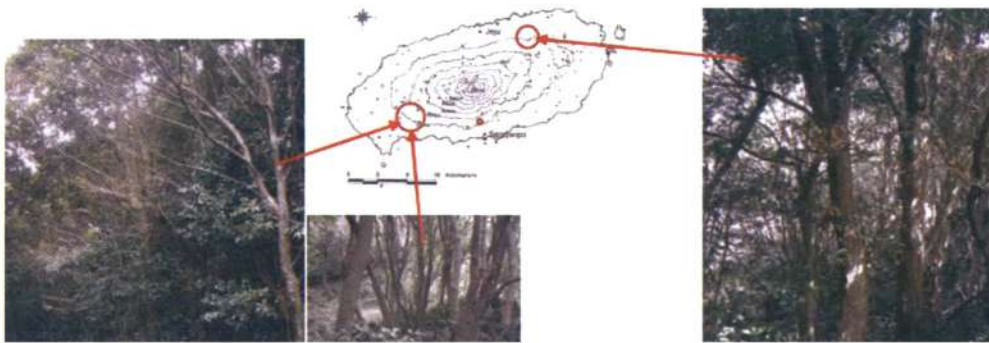


그림 1. 제주지역의 개가시나무 분포지

- 식생조사: 제주지역의 개가시나무림의 교목층 식생은 개가시나무, 종가시나무, 팽나무, 구실잣밤나무 등의 순서로 나타나 난대상록활엽수림이 우점하고 있는 것으로 판단되었으며(표 3), 각 층의 식생은 표 4, 표 5 및 표 6과 같다.

표 3. 개가시나무림의 수종별 교목층 상대빈도

수 종	학 명	상대빈도(%)
개가시나무	<i>Quercus gilva</i> Blume	32.8
종가시나무	<i>Quercus glauca</i> Thunb. ex Murray	31.0
팽나무	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	17.2
구실잣밤나무	<i>Castanopsis sieboldii</i> (Makino) Hatus.	5.2
예덕나무	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. Arg.	3.4
이나나무	<i>Idesia polycarpa</i> Maxim.	1.7
곰의말채	<i>Cornus macrophylla</i> Wall.	1.7
울벚나무	<i>Prunus pendula</i> for. <i>ascendens</i> (Makino) Ohwi	1.7
참가시나무	<i>Quercus salicina</i> Blume	1.7
녹나무	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl	1.7
조록나무	<i>Distylium racemosum</i> Siebold & Zucc.	1.7

표 4. 개가시나무림의 수종별 아교목층 상대빈도

수 종	학 명	상대빈도(%)
종가시나무	<i>Quercus glauca</i> Thunb. ex Murray	54.5
팽나무	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	27.3

표 4. 개가시나무림의 수종별 아교목층 상대빈도 (계속)

수 종	학 명	상대빈도(%)
아왜나무	<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i> (K.Koch) Zabel ex Rumphler	9.1
보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	9.1

표 5. 개가시나무림의 수종별 관목층 상대빈도

수 종	학 명	상대빈도(%)
취뽕나무	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc.	11.4
참식나무	<i>Neolitsea sericea</i> (Blume) Koidz.	10.2
생달나무	<i>Cinnamomum japonicum</i> Siebold ex Nees	6.8
으름덩굴	<i>Akebia quinata</i> (Thunb.) Decne.	6.8
새덕이	<i>Neolitsea aciculata</i> (Blume) Koidz	4.5
백서향	<i>Daphne kiusiana</i> Miq.	4.5
상동나무	<i>Sageretia theezans</i> (L.) Brongn.	4.5
청미래덩굴	<i>Smilax china</i> L.	3.4
찔레꽃	<i>Rosa multiflora</i> Thunb. var. <i>multiflora</i>	3.4
새비나무	<i>Callicarpa mollis</i> Siebold & Zucc.	3.4
다래나무	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	2.3
송악	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean	2.3
육박나무	<i>Actinodaphne lancifolia</i> (Siebold & Zucc.) Meisn.	2.3
까마귀밥나무	<i>Ribes fasciculatum</i> var. <i>chinense</i> Maxim.	2.3
꾸지뽕나무	<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavalley	2.3
산유자나무	<i>Xylosma congesta</i> (Lour.) Merr.	2.3
가막살나무	<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb. ex Murray	2.3
센달나무	<i>Machilus japonica</i> Siebold & Zucc.	2.3
좁은잎천선과	<i>Ficus erecta</i> var. <i>sieboldii</i> (Miq.) King.	2.3
동백나무	<i>Camellia japonica</i> L.	2.3
조록나무	<i>Distylium racemosum</i> Siebold & Zucc.	2.3
작살나무	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	1.1
아왜나무	<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i> (K.Koch) Zabel ex Rumphler	1.1
남오미자	<i>Kadsura japonica</i> (L.) Dunal.	1.1
마식줄	<i>Trachelospermum asiaticum</i> (Siebold & Zucc.) Nakai	1.1

표 5. 개가시나무림의 수종별 관목층 상대빈도 (계속)

수 종	학 명	상대빈도(%)
참빗살나무	<i>Euonymus hamiltonianus</i> Wall.	1.1
보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	1.1
종가시나무	<i>Quercus glauca</i> Thunb. ex Murray	1.1
단풍나무	<i>Acer palmatum</i> Thunb. ex Murray	1.1
울벧나무	<i>Prunus pendula</i> for. <i>ascendens</i> (Makino) Ohwi	1.1
곰의말채	<i>Cornus macrophylla</i> Wall.	1.1
개산초	<i>Zanthoxylum planispinum</i> Siebold & Zucc.	1.1
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	1.1
후박나무	<i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc.	1.1
사스레피나무	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	1.1

표 6. 개가시나무림의 수종별 초본층 상대빈도

이 름	학 명	상대빈도(%)
가느쇠고사리	<i>Arachniodes aristata</i> (G.Forst.) Tindale	14.2
마삭줄	<i>Trachelospermum asiaticum</i> (Siebold & Zucc.) Nakai	13.4
송악	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean	10.4
소엽맥문동	<i>Ophiopogon japonicus</i> (L.f.) KerGawl.	10.4
개구리발톱	<i>Semiaquilegia adoxoides</i> (DC.) Makino	7.5
콩짜개당굴	<i>Lemmaphyllum microphyllum</i> C.Presl	6.7
꼬리고사리	<i>Asplenium incisum</i> Thunb.	6.0
인동당굴	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	3.7
찔레꽃	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	3.0
더부살이고사리	<i>Polystichum lepidocaulon</i> (Hook.) J.Sm.	3.0
새우란	<i>Calanthe discolor</i> Lindl	2.2
쇠고비	<i>Cyrtomium fortunei</i> J.Sm.	2.2
자금우	<i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume	2.2
청미래당굴	<i>Smilax china</i> L.	2.2
곰비늘고사리	<i>Dryopteris uniformis</i> (Makino) Makino	2.2
으름당굴	<i>Akebia quinata</i> (Thunb.) Decne.	1.5
남오미자	<i>Kadsura japonica</i> (L.) Dunal.	1.5
백량금	<i>Ardisia crenata</i> Sims	1.5

표 6. 개가시나무림의 수종별 초본층 상대빈도 (계속)

이름	학 명	상대빈도(%)
댕댕이덩굴	<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC.	0.7
약난초	<i>Cremastra variabilis</i> (Blume) Nakai ex Shibata	0.7
괭이밥	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.7
상동나무	<i>Sageretia theezans</i> (L.) Brongn.	0.7
털제비꽃	<i>Viola phalacrocarpa</i> Maxim.	0.7
큰개관중	<i>Polystichum mayebarae</i> Tagawa	0.7
모람	<i>Ficus oxyphylla</i> Miq. ex Zoll.	0.7
사스레피나무	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	0.7

2) 참가시나무 분포지 탐색

- 울릉지역 탐색: 국내의 최북단지역에 분포하고 있는 울릉도 참가시나무림의 분포지를 탐색한 결과, 울릉군 서면 태하령 인근에 0.5ha 정도의 소규모로 참가시나무가 20여본 존재하고 있었다(그림 2). 생육형태는 다른 지역의 난대활엽수림처럼 대부분 2차 맹아림으로 생육하고 있다.

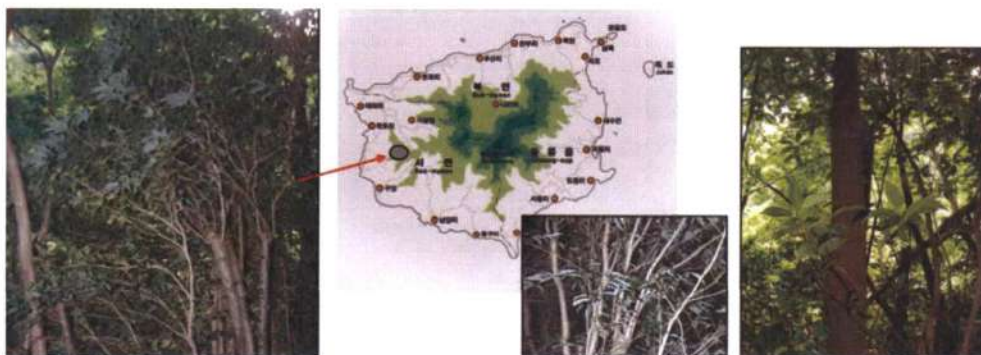


그림 2. 울릉지역의 참가시나무 분포지

- 식생조사: 울릉지역의 참가시나무림의 교목층 식생은 참가시나무, 섬피나무, 너도밤나무, 붉가시나무 등의 순서로 나타났으며(표 7). 각 층의 식생은 표 8, 표 9 및 표 10과 같다.

표 7. 참가시나무림의 수종별 교목층 상대빈도

이름	학명	상대빈도(%)
참가시나무	<i>Quercus salicina</i> Blume	22.6
섬피나무	<i>Tilia insularis</i> Nakai	19.4
너도밤나무	<i>Fagus engleriana</i> Seemen ex Diels	16.1
붉가시나무	<i>Quercus acuta</i> Thunb.	9.7
곰의말채	<i>Cornus macrophylla</i> Wall.	9.7
우산고로쇠	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi	6.5
섬벚나무	<i>Prunus takesimensis</i> Nakai	6.5
느티나무	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	3.2
솔송나무	<i>Tsuga sieboldii</i> Carriere	3.2
섬잣나무	<i>Pinus parviflora</i> Siebold & Zucc.	3.2

표 8. 참가시나무림의 수종별 아교목층 상대빈도

이름	학명	상대빈도(%)
동백나무	<i>Camellia japonica</i> L.	40.0
참가시나무	<i>Quercus salicina</i> Blume	25.7
당단풍	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Korn.	11.4
회솔나무	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	5.7
쪽동백나무	<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc.	5.7
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	5.7
느티나무	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	2.9
왕작살나무	<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i> Rehder	2.9

표 9. 참가시나무림의 수종별 관목층 상대빈도

이름	학명	상대빈도(%)
동백나무	<i>Camellia japonica</i> L.	28.6
식나무	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	28.6
바위수국	<i>Schizophragma hydrangeoides</i> Siebold & Zucc.	14.3
섬취풍나무	<i>Ligustrum foliosum</i> Nakai for. <i>foliosum</i>	7.1
섬피나무	<i>Tilia insularis</i> Nakai	7.1
우산고로쇠	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi	7.1
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	7.1

표 10. 참가시나무림의 수종별 초본층 상대빈도

이름	학명	상대빈도(%)
개관중	<i>Polystichum crytolepidoum</i> Franch	40.0
개선갈퀴	<i>Galium trifloriforme</i> Kom.	25.7
소엽맥문동	<i>Ophiopogon japonicus</i> (L.f.) Ker Gawl.	11.4
줄방제비꽃	<i>viola acuminata</i> Ledeb.	5.7
섬천남성	<i>Arisaema heterophyllum</i> Blume	5.7
산마늘	<i>Allium maximowiczii</i> Prokh.	5.7
섬노루귀	<i>Hepatica maxima</i> Nakai	2.9

- 토양특성 조사: 울릉지역에 분포하는 참가시나무는 국내 동해안쪽의 최북단에서 자생한다는 점에서 규모는 작지만 그 육종적 가치가 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 식생을 비롯한 자생지 환경을 파악할 필요가 있는데 이번조사에서는 일차적으로 토양의 특성을 분석하여 계속되는 연구를 통해 구명될 다른 지역의 토양특성과 비교자료로 활용할 계획이다.

표 11. 울릉지역 참가시나무림의 토양 특성

구 성				산도(ph)	유기물(%)	총질소(%)
모래(%)	실트(%)	점토(%)	토성			
43.8	45.0	11.2	L	6.3	8.7	0.5
유효인산 (mg/kg)	양이온 교환용량 (cmolc/kg)	치환성양이온(cmolc/kg)				전기전도도 ds m ⁻¹
		K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
78.3	17.8	0.5	0.2	15.0	6.2	0.4

다. 자원화 가능성 조사

- 1) 자생규모: 개가시나무를 비롯한 10 수종의 자생규모를 기존의 결과와 현지탐색을 병행하여 조사한 결과 제주 및 남부지방에 걸쳐 모두 1,900ha 정도 분포하는 것으로 집계되었다(표 12).

표 12. 난대수종의 자생규모 *

지역 \ 수종	개가시 나무	구실 잣밤나무	녹나무	붉가시 나무	종가시 나무	참가시 나무	참식 나무	황칠 나무	후박 나무	흑 오미자	
계	1,893.7	3.0	1,102.0	0.3	556.1	4.0	176.0	10.0	5.8	36.5	0.5
완도	950.5		450.5		490.0	2.0		5.0		3.0	
고흥	21.0		14.0			2.0				5.0	
함평	0.1				0.1						
신안	341.5		318.0							23.5	
여수	110.5		80.5		30.0						
진도	8.8		6.0					0.8	2.0		
해남	33.0						28.0	5.0			
거제	9.0		9.0								
남해	5.0		5.0								
서귀포	268.3	2.0	219.0	0.3	36.0		6.0		5.0		
제주	146.0	1.0					142.0			3.0	0.5

* 일부결과 인용 : 임업연구 사업보고서, 1999. 난대림 조성 및 보존방법 체계화에 관한 연구. p. 367-401.

2) 기존 조림지 조사

- 기존 조림면적: 후박나무, 비자나무 등 난대 침·활엽수종의 기존 조림지는 전남지방에 중점적으로 위치하고 있으며 총 100ha 정도에 400,000본이 식재된 것으로 파악되었다(표 13).

표 13. 기존 조림지 조사

조림 장소	조림년도	수종	조림 면적(ha)	조림 본수(본)
해남	2002 ~ 2006	후박나무외 9종	17.79	78,450
진도	1997 ~ 2006	후박나무외 9종	58.00	227,230
정읍	2004 ~ 2006	비자나무	1.30	6,100
장흥	1999 ~ 2004	후박나무외 2종	8.40	41,600
장성	2004	비자나무	1.70	5,000
영암	2004	후박나무외 1종	2.60	13,000
순창	1998 ~ 2006	비자나무	3.00	10,000

표 13. 기존 조림지 조사 (계속)

조림 장소	조림년도	수종	조림 면적(ha)	조림 본수(본)
보성	2005	황칠나무외 2종	3.70	18,400
나주	1999	비자나무	0.50	1,500
남해	2002	비자나무	1.40	4,300
강진	2005	비자나무	0.50	2,500
계			98.89	408,080

○ 기존 조림지 성장현황: 전남의 해남, 진도, 장흥과 경남의 진주지역에 조림된 난대활엽수종에 대한 조사에서 해남일부와 진주지역을 제외하고 전반적으로 생존율과 생육상황이 불량한 것으로 판단된다.

표 14. 기존 조림지 현지 조사

조사지	조림연도 및 수종	조림 면적(ha)	조림 본수	해발고 (m)	방위	D.B.H (cm)	수고 (cm)	비고
해남 녹도 (등대)	'03 녹나무	0.5	2,500	14	남		50	초두부고사
	'03 붉가시	1.0	5,200	16	남		24.9	
	'03 종가시	0.1	500	25	남		21.8	
	'03 후박	1.3	5,600	31	남		33	
해남 녹도 (선착장)	'02~'04 황칠			24		3.2	278.5	
	'03 구실갯밥	0.5	1,500	24			73.5	
	'03 후박	0.7	2,050	20			236	
진도 구분실리	'98 후박(비무육)	6.0	15,000	109		7.2	465	
	'98 후박(무육)			104		7.9	585	
월평마을	'02 황칠	2.0	6,000	83			154	
장흥 천관산	'05 구실갯밥	5.5	37,500	201	남서		110	
	'05 후박	1.5	7,900	199	남서		85.5	
진주 월아시협림	'98 제주 황칠	2.0	3,000	78		3.5	278	소나무 수하식재
	'98 완도 황칠	2.0	3,000	84		3.7	345	
	'97 보길 종가시	1.0	1,500	116		3.0	224	
	'95 완도 종가시	1.0	1,500	127		10.0	570	
	'04 진해 종가시	3.0	4,500	132			117	
	'04 후박	1.0	1,500	169			183	
	'99 생달	3.0	4,500	104			243	
	'96 보길 생달	1.0	1,500	82		4.9	475	

라. 난대 및 아열대 수종 복상현상 구명

1) 선단지 조립

- 선단지조립지 선정 및 개황조사: 복상화 등 생육지 확산 현상 구명 및 기후온난화 장기대책 수립을 위한 일환으로 전남 완도, 나주, 장성의 3개 장소에 시험조립장소를 선택한 후 지황, 임황 및 토양특성 등을 조사하였다(표 15, 표 16).

표 15. 선단지조립지의 개황(임황 및 지황)

장소	위치		해발고(m)	방위(°)	경사(°)	임상
	위도	경도				
전남 장성 전남대학교 장성연습림	35° 27' 18"	126° 50' 40"	162	SW60	8	- 온대 낙엽활엽수림대 - 관속식물 124과 597종 - 목본식물 242
전남 나주 전남산환연	35° 00' 23"	126° 49' 42"	131	NW60	10	- 밤나무 채수포
전남 완도수목원 시험림	34° 21' 04"	126° 38' 56"	88	W	5	- 교목류: 상수리나무 - 아교목: 졸참나무 등 - 관목류: 꾸지뽕나무 등

- 선단지 조립방법: 선정된 3개의 조립지에 2008년의 장마기인 6월 20일경 아래와 같은 방법으로 조립하였다.

- 조립 수종: 참가시나무, 종가시나무, 붉가시나무
- 조립 본수: 각 수종 당 450본
- 조립 면적: 1,013m²
- 조립 수종의 묘령: 2-0 (용기묘)
- 식재 방법: 150본 × 3반복 (상하방향 열식)

표 16. 선단지조립지의 토양특성

위치	토양층	구성				산도(ph)	유기물(%)	총질소(%)	유효인산(mg/kg)
		모래(%)	실트(%)	점토(%)	토성				
나주	A	29.00	50.44	20.56	SiL	5.03	2.65	0.205	7.73
	B	28.84	46.11	25.05	L	4.74	0.43	0.106	0.17
	C	31.50	44.41	24.09	L	4.81	0.50	0.095	0.53

표 16. 선단조림지의 토양특성 (계속)

위치	토양층	구성				산도(pH)	유기물(%)	총질소(%)	유효인산 (mg/kg)
		모래(%)	실트(%)	점토(%)	토성				
장성	A	29.46	43.24	27.30	CL	4.82	1.98	0.140	2.27
	B	34.98	34.83	30.19	CL	4.90	0.26	0.072	0.38
	C	53.64	29.02	17.34	SL	5.12	0.09	0.030	3.97
완도	A	23.26	55.54	21.20	SiL	5.62	1.26	0.114	1.20
	B	18.66	60.78	20.56	SiL	5.22	2.98	0.261	5.71
	C	21.66	55.21	23.13	SiL	6.30	1.01	0.101	2.61

표 16. 선단조림지의 토양특성 (계속)

위치	토양층	양이온 교환용량 (cmolc/kg)	치환성양이온(cmolc/kg)				전기전도도 (dS m ⁻¹)
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
나주	A	15.18	0.38	0.09	0.30	0.29	0.36
	B	13.42	0.17	0.08	0.22	0.12	0.23
	C	12.98	0.20	0.08	0.27	0.21	0.24
장성	A	14.85	0.36	0.19	0.39	0.38	0.25
	B	12.87	0.38	0.14	0.39	0.62	0.26
	C	9.46	0.35	0.17	0.30	0.72	0.23
완도	A	12.54	0.19	0.21	1.91	1.53	0.24
	B	15.07	0.25	0.17	2.00	1.38	0.33
	C	11.33	0.19	0.27	4.02	2.40	0.24

○ 선단지 조림묘목 성장현황: 월동상태, 생존율 등 향후 자료로 비교, 활용하기 위해 선단지에 조림된 묘목의 성장 상태를 식재 약 2개월 후에 조사하였다(표 17).

표 17. 선단조림지 묘목 성장현황(2008. 08. 12 조사)

지역	수종	근원경(mm)	수고(cm)	엽수(개)
완도	참가시나무	4.1	26.3	21.6
	종가시나무	5.1	40.7	17.1
	후박나무	4.6	32.4	11.8

표 17. 선단조림지 묘목 성장현황(2008. 08. 12 조사) (계속)

지역	수종	근원경(mm)	수고(cm)	엽수(개)
나주	참가시나무	4.0	30.3	20.7
	종가시나무	4.1	39.6	20.8
	후박나무	3.7	24.5	9.6
장성	참가시나무	4.4	32.6	28.3
	종가시나무	4.4	40.4	22.5
	후박나무	5.1	43.2	18.3

- 선단 조림지의 기상 환경 분석: 1993년도부터 2006년도까지의 연평균온도를 비교한 결과, 가장 위도가 낮은 완도 지역이 14.2℃로 가장 높았으며 위도가 높은 장성 지역이 12.9℃로 가장 낮은 것으로 분석되었다(그림 3). 또한 이 3개 장소 모두 16.2℃로 나타난 서귀포 지역보다 낮은 연평균기온을 보였다.

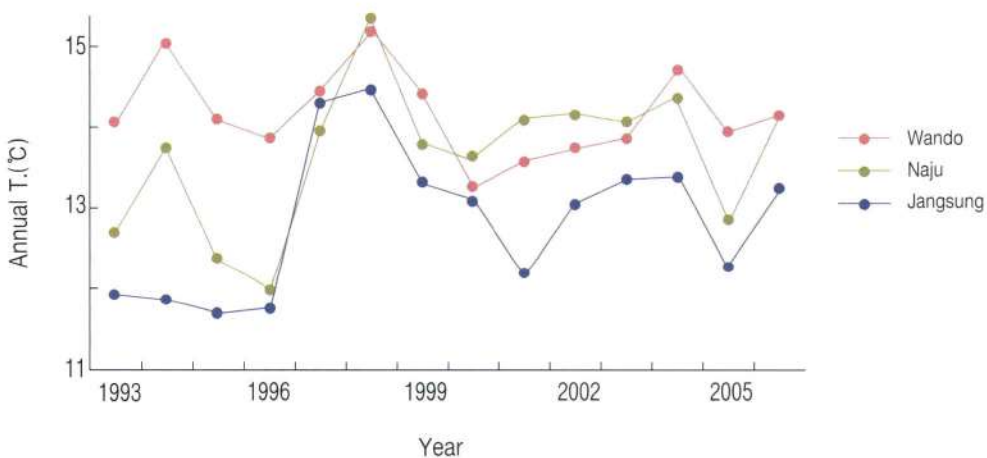


그림 3. 선단 조림지의 연평균기온 * 변화(* 광주지방 기상청 자료)

마. 수종별 기능성 분석

1) 목재 특성 및 가치 조사

- 수종별 목재 특성: 붉가시나무 등 7수종에 대한 기존의 결과 등 자료를 종합하여 분석한 결과 가시나무류의 비중이 녹나무 등 다른 수종에 비해 높은 것으로 나타났다(표 18).

표 18. 수종별 목재 특성 *

수종	학명	비중	평균수축율(%)			강도(kgf/cm ²)			
			방사 방향	접선 방향	섬유 방향	휨 강도	압축 강도	인장 강도	전단 강도
붉가시나무	<i>Quercus acuta</i>	0.81	0.28	0.38	0.017	1,065	434	1,490	175
종가시나무	<i>Quercus glauca</i>	0.86	-	-	-	-	-	-	-
참가시나무	<i>Quercus salicina</i>	0.77	0.22	0.40	0.019	1,170	444	1,851	182
개가시나무	<i>Quercus gilva</i>	0.81	-	-	-	-	-	-	-
녹나무	<i>Cinnamomum camphora</i>	0.55	0.19	0.32	-	700	400	1,100	100
구실잣밤나무	<i>Castanopsis sieboldii</i>	0.64	0.19	0.28	0.047	907	472	1,033	137
후박나무	<i>Machilus thunbergii</i>	0.65	0.17	0.36	-	700	400	800	120
황칠나무	<i>Dendropanax morbiferus</i>	0.55	0.19	0.31	0.016	835	449	981	133
참식나무	<i>Neolitsea sericea</i>	0.53	0.18	0.32	0.021	1,045	561	1,032	164

표 18. 수종별 목재 특성 * (계속)

수종	학명	목재 색		구조
		심재	변재	
붉가시나무	<i>Quercus acuta</i>	갈색	담홍백색	산공재
종가시나무	<i>Quercus glauca</i>	-	-	-
참가시나무	<i>Quercus salicina</i>	담홍갈색	담갈백색	산공재
개가시나무	<i>Quercus gilva</i>	-	-	-
녹나무	<i>Cinnamomum camphora</i>	황갈색 ~ 홍갈색	회백색 ~ 담황갈색	산공재
구실잣밤나무	<i>Castanopsis sieboldii</i>	황백색	담황백색	환공재
후박나무	<i>Machilus thunbergii</i>	홍갈색	갈백색	산공재
황칠나무	<i>Dendropanax morbiferus</i>	담황갈색	담황백색	중간공재
참식나무	<i>Neolitsea sericea</i>	황담홍색	황백색	산공재

- * 결과 인용 : 1. 정성호 등, 2007, 한국가목학회, 2007년도 춘계학술대회 논문집, p. 84-92.
 2. 신현철 등, 2006, 한국의 난대수종, 국립산림과학원, pp. 218.

○ 수종별 용도: 목재의 강도, 색, 열매특성 등을 종합하여 수종별 용도를 정리한 결과, 가시나무류는 조경 및 방풍의 가치가 있으며 그 목재는 주로 선박재 및 건축재로 이용되는 등 각각의 특성에 맞는 용도가 제시되었다(표 19).

표 19. 수종별 목재 용도 *

수종	학명	용도		
		목재	열매 등	조경
붉가시나무	<i>Quercus acuta</i>	선박재, 토목재 건축재, 버섯 원목	-	정자목, 정원수 생울타리
종가시나무	<i>Quercus glauca</i>	가구재, 건축재, 차량재, 선박재, 기계재, 펄프재	열매 식용	정원수, 풍치수 녹음수, 생울타리
참가시나무	<i>Quercus salicina</i>	선박재, 가구재	열매 식용 및 가지는 신장 및 요로결석증에 복용	정원수, 풍치수 녹음수, 방풍수 생울타리
개가시나무	<i>Quercus gilva</i>	가구재, 기계재, 차량재, 선박재, 건축재, 신탄재	-	-
녹나무	<i>Cinnamomum camphora</i>	건축포장재, 선박재, 가구재, 조각재, 악기재	잎, 가지 성분은 방충 및 방부제 등에 이용	조경수, 공원수 녹음수, 풍치수
구실잣밤나무	<i>Castanopsis sieboldii</i>	신탄재, 버섯원목, 펄프용재, 건축재, 가구재, 마루판재	열매 식용 및 수피는 그물염색에 이용	정원수, 방풍림 방화림
후박나무	<i>Machilus thunbergii</i>	건축내장재, 가구재, 마루재, 선박재, 조각재 악기재	수피는 염색 염료, 위장병의 약재로 이용	방풍림, 녹음수
황칠나무	<i>Dendropanax moribiferus</i>	가구재, 신탄재 분쇄소재	수액을 도료로 이용	관상수, 조경수
참식나무	<i>Neolitsea sericea</i>	건축재, 가구재	열매는 향료에 이용	방풍림, 정원수 풍치수

* 결과 인용 : 1. 정성호 등, 2007, 한국가구학회, 2007년도 춘계학술대회 논문집, p. 84-92.
2. 신현철 등, 2006, 한국의 난대수종, 국립산림과학원, pp. 218.

2) 지위값 및 Biomass 측정 및 분석

- 수종별 생장특성: 붉가시나무 등 4수종의 수령에 대한 수고, 흉고 직경 및 간재적 등 생장특성을 정리한 결과, 수령 30년일 때 참가시나무의 간재적 생장이 0.04m²로 가장 높게 나타났다(표 20).

표 20. 주요 수종별 지위값 *

수종	특성	수령					
		10	20	30	40	50	60
붉가시나무	수고(m)	3.0	6.0	10.0	-	-	-
	흉고직경(cm)	4.0	7.0	9.0	-	-	-
	간재적(m ²)	0.005	0.015	0.018	-	-	-
참가시나무	수고(m)	3.8	7.0	9.0	11.0	-	-
	흉고직경(cm)	2.0	6.3	9.0	16.0	-	-
	간재적(m ²)	0.001	0.01	0.04	0.06	-	-
구실잣밤나무	수고(m)	3.7	6.2	8.0	9.0	-	-
	흉고직경(cm)	1.7	5.8	8.0	9.0	-	-
	간재적(m ²)	0.002	0.03	0.05	0.07	-	-
황칠나무	수고(m)	1.8	4.2	7.0	8.2	9.0	-
	흉고직경(cm)	2.0	3.9	5.0	11.0	13.0	-
	간재적(m ²)	0.001	0.002	0.02	0.04	0.08	-

* 결과 인용 : 임업연구 사업보고서, 1999, 난대림 조성 및 보존방법 체계화에 관한 연구, p367-401

○ 참가시나무, 종가시나무, 붉가시나무의 4년생 묘목에 대하여 잎, 줄기, 뿌리의 각 부분별 Biomass 측정을 한 결과, 참가시나무의 줄기부분의 건중량이 가장 높게 나타나 수령별 성장특성과 유사한 결과를 보였다(그림 4).

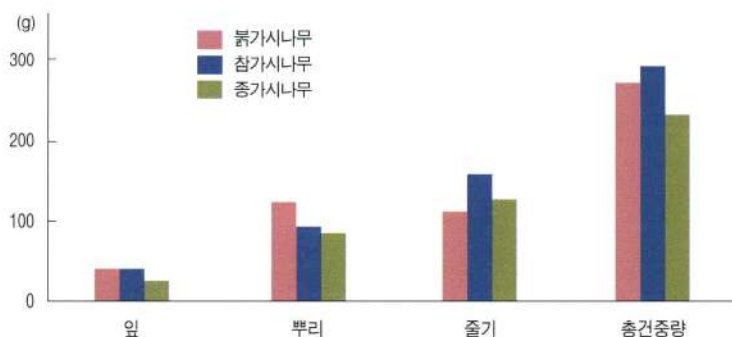


그림 4. 수종별 Biomass(건중량) 비교

IV-2. 2009년 연구결과

가. 자원화 유망수종 선정

- 1) 수종별 용도 및 목재의 물리적 특성: 난대자원화 유망수종에 대한 자생지역의 현지조사를 수행하였으며 여기서 나온 결과와 함께 고문헌, 기존의 보고서, 논문 등의 자료를 종합하여 붉가시나무 등 6 수종에 대한 수종별 용도를 정리하였다(표 21). 또한 붉가시나무 등 4 수종에 대한 목재 색 및 목재 구조에 대한 자료를 표 22에 정리하였다(표 22).

표 21. 난대수종별 용도

수종	용도		
	목재	열매 등	관상가치
붉가시나무	선박, 건축재	식용	정자목, 정원수
참가시나무	선박, 가구재	식용, 약용	정원, 풍치수
구실잣밤나무	표고버섯원목	식용, 그물염색	방풍, 방화수
후박나무	건축내장, 기구재	약용, 염색	방풍, 녹음수
종가시나무	가구재, 건축재	식용	정원, 풍치수
개가시나무	가구재, 선박재	식용	정원, 풍치수

표 22. 난대수종별 목재의 물리적 특성

수종	목재 색		목재구조
	심재	변재	
붉가시나무	갈색	담홍백색	산공재
참가시나무	담홍갈색	담갈백색	산공재
구실잣밤나무	황백색	담황백색	환공재
후박나무	홍갈색	갈백색	산공재

- 2) 수종별 목재의 기계적 특성: 기존의 보고서, 논문 등에 수록된 자료를 종합하여 붉가시나무 등 4 수종에 대한 수종별 목재의 비중, 강도 등 기계적 특성을 정리하여 향후 각 수종의 용도에 활용되도록 하였다(표 23).

표 23. 난대수종별 목재의 기계적 특성

수종	비중	평균수축율(%)			강도(kgf/cm ²)			
		방사방향	접선방향	섬유방향	휨강도	압축강도	인장강도	전단강도
붉가시나무	0.81	0.28	0.38	0.017	1,065	434	1,490	175
참가시나무	0.77	0.22	0.40	0.019	1,170	444	1,851	182
구실잣밤나무	0.64	0.19	0.28	0.047	907	472	1,033	137
후박나무	0.65	0.17	0.36	-	700	400	800	120

3) 수종별 자원화가능도 산정: 자생지와 조림지에 대한 현장조사를 통해 붉가시나무 등 6수종에 대한 자생 및 조림 현황, 활용 가능성의 정도를 파악하고 이를 합산하여 자원화 가능도로 표현하였다(표 24). 활용 가능성은 수종별 내한력, 맹아력, 천연갱신력을 종합하여 확장성 항목으로 하고 수종별 양묘현황, 가로수 및 정원수로의 이용정도, 목재 등의 산업 활용도를 선호도 항목으로 종합한 후 각 항목에 대해 상, 중, 하로 구분하여 그 정도를 산출하였다. 이 가능성 정도는 향후 지위지수, 단위면적당 입목밀도 등의 자료를 추가하여 보다 객관적이고 정확한 자원화 가능도를 작성할 예정이다.

표 24. 난대수종별 자원화 가능정도

수종	자생 현황		조림 현황		활용 가능성		자원화 가능도
	면적(ha)	생장상태	면적(ha)	생장상태	확장성	선호도	
붉가시나무	556	상	3.0	중	중	상	상
참가시나무	176	상	-	-	상	중	중
종가시나무	40	상	4.1	상	상	상	상
개가시나무	5	중	-	-	중	상	중
구실잣밤나무	2,103	상	3.1	하	상	중	상
후박나무	37	상	7.0	중	하	상	상

4) 자원화 유망수종 선정: 수종별 용도 및 목재 특성이 파악된 붉가시나무, 참가시나무, 구실잣밤나무, 후박나무에 대해 난대 자원화 유망수종으로 선정하였다. 선정된 수종 중 종가시나무와 개가시나무는 목재특성 구명이 아직 완료되지 못하였으나

종가시나무는 대표적인 난대림의 대표적인 수종이고, 개가시나무는 비록 자생규모는 적으나 일본 등 외국에서 목재선호도가 가장 높으며 향후 복상화로 인해 자생규모가 확대될 것으로 예상되어 자원화 유망수종에 포함하였다.

- 목재자원화 유망수종: 붉가시나무(*Quercus acuta* Thunb.), 종가시나무(*Quercus glauca* Thunb.), 참가시나무(*Quercus salicina* Blume), 개가시나무(*Quercus gilva* Blume), 구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus.)
- 식·약용자원화 후보수종: 후박나무(*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.)

나. 난대 및 아열대 수종 복상현황 조사

1) 선단지 시험조립: 2008년도에 이어 부산 등 경남지역 3개소, 무주 등 전북지역 3개소 등 모두 6개소를 선단지시험조립지로 신규 선정하여 한반도를 중앙과 동, 서의 3방향으로 종단하는 복상현상 시험조사지를 조성하였다. 신규로 선정된 6개의 각 선단지시험조립지에 다음과 같은 방법으로 참가시나무 등 3수종을 식재하였으며(그림 5), 그 시기는 2008년도와 동일하게 2009년 장마기인 6월 20일경으로 통일하여 시험의 일관성을 유지하였다. 식재간격은 1.8m×1.8m를 기준으로 하였으며 현지상황에 따라 간격의 좁고 넓음에 약간의 변형을 허용하였다.

- 조립 수종: 참가시나무, 종가시나무, 후박나무
- 조립 본수: 각 수종 당 450본
- 조립 면적: 2,026m²
- 조립 수종의 묘령: 2-0 (용기묘)
- 식재 방법: 150본 × 3반복 (상하방향 열식)



그림 5. 선단지시험지 식재요령 설명(좌) 및 식재(우)

2) 선단지 시험조림지 입지환경 및 생존현황: 북상화 등 생육지 확산현상 구명 및 기후온난화 장기대책 수립을 위한 일환으로 부산 등 2009년도 신규 선단조림지 6개소에서 시험식재 후 지황, 임황 등을 조사하였다(표 25).

표 25. 선단조림지의 개황(임황 및 지황)

장소	위치 (° ' ")		해발고 (m)	방위(°) 경사(°)		임상
	위도	경도				
전북 군산	35 57 46.5	126 50 16.9	26	SW 40	4	소나무 우점림
전북 변산	35 38 45.0	126 34 29.0	80	NW 60	1	소나무, 상수리나무 혼효림
전북 무주	35 59 48.1	127 39 08.2	223	NW 50	10	전나무, 잣나무 조림지
경남 함양	35 35 10.6	127 39 07.2	527	NW 50	7	온대낙엽활엽수림
경남 진주	35 11 23.6	128 12 49.9	62	NW 60	10	감나무 조림지
부산광역시	35 13 52.0	129 08 05.0	91	SE 30	0	복토(쓰레기매립) 후 이팝나무 조림

3) 선단조림지 토양특성 조사

부산 등 2009년도 신규 선단조림지 6개소에서 토양시료를 채취하였다. 한 시험지에서 3개 시료를 무작위로 추출하되 낙엽층을 걷어내고 눈금이 표시된 자를 토양단면에 부착시킨 후 토양시료 채취요령에 의거하여 각 깊이의 토양시료를 채취하였다. 채취된 시료는 비닐지퍼백에 담고 밀봉한 후 국립산림과학원 산림복원연구과에 분석을 의뢰하였으며 그 결과는 표 26과 같다.

표 26. 선단조림지의 토양 특성

지역	토층	토성	산도 (ph)	유기물 (%)	총질소 (%)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmolc/kg)				전기전도도 (dS m)
							K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
진주	A	SiCL	5.36	3.71	0.24	18.57	1.07	0.06	1.95	1.04	0.29
	B	CL	5.14	1.67	0.13	8.34	0.48	0.06	0.75	0.49	0.19
	C	SiCL	5.15	1.22	0.086	4.25	0.43	0.06	0.66	0.62	0.18
부산	A	SiL	5.98	1.88	0.068	4.96	0.49	0.09	3.99	1.61	0.17
	B	L	6.10	0.33	0.049	3.12	0.19	0.11	3.92	1.83	0.16
	C	L	6.24	0.26	0.022	4.55	0.21	0.16	4.54	1.7	0.15
변산	A	SiL	5.02	6	0.253	9.88	0.28	0.12	1.1	0.62	0.28
	B	SiL	5.12	3.01	0.158	1.11	0.26	0.11	0.34	0.31	0.21
	C	SiCL	5.27	1.72	0.131	1.84	0.27	0.13	0.34	0.36	0.23

표 26. 선단조림지의 토양 특성 (계속)

지역	토 층	토성	산도 (ph)	유기물 (%)	총질소 (%)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmolc/kg)				전기전도도 (dS m)
							K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
군산	A	SiL	4.33	2.43	0.097	3.82	0.1	0.05	0.14	0.13	0.3
	B	SiL	4.42	1.01	0.066	1.31	0.13	0.05	0.13	0.1	0.26
	C	SiCL	4.52	0.83	0.053	0.75	0.16	0.05	0.13	0.09	0.13
함양	A	SL	5.16	1.55	0.083	84.52	0.06	0.09	0.1	0.06	0.24
	B	SL	5.38	0.94	0.057	116.12	0.05	0.1	0.11	0.05	0.12
	C	SL	5.56	0.62	0.04	133.05	0.04	0.12	0.09	0.04	0.1
무주	A	SiL	5.17	4.44	0.286	15.26	0.26	0.09	2.3	0.43	0.36
	B	SiL	4.98	2.24	0.166	3.92	0.18	0.07	0.56	0.21	0.27
	C	SiL	5.02	1.13	0.124	1.13	0.15	0.1	0.55	0.55	0.22

4) 선단지 조림묘목 성장현황: 월동 상태, 생존율 등 향후 자료로 비교, 활용하기 위해 선단지에 조림된 묘목의 성장상태를 식재 약 2 개월 후에 조사하였다(표 27).

표 27. 선단조림지 묘목 성장현황(2009. 07. 22 조사)

선단지	수종	조림 본수	활착률(%)	묘고(cm)
무주	참가시나무	150	97	36.3
	종가시나무	150	87	21.8
	후박나무	150	100	18.4
군산	참가시나무	146	100	40.5
	종가시나무	144	99	24.8
	후박나무	144	100	18.6
변산	참가시나무	149	99	39.9
	종가시나무	149	99	23.9
	후박나무	149	100	18.7
함양	참가시나무	149	97	34.3
	종가시나무	141	99	21.1
	후박나무	149	99	15.9
진주	참가시나무	150	100	36.8
	종가시나무	150	98	24.4
	후박나무	150	99	20.8
부산	참가시나무	150	95	35.1
	종가시나무	150	98	27.3
	후박나무	150	95	18.8

5) 선단조림지의 기상 환경 분석: 2008년도에 식재된 완도, 나주, 장성의 3개 선단조림지에 설치된 국소기상측정장치에서 기록된 기상인자를 분석하여 그 결과를 표 28에 나타냈다. 각 장소별 기상인자의 비교에서 2009년 1월부터 10월까지의 강수량은 장성지역이 다른 두 지역보다 높은 것으로 나타났으나 상대습도는 장성지역이 같은 기간 다른 두 지역보다 높게 나타났다. 또한 평균온도는 완도, 나주, 장성의 순서로 높게 조사되었다. 각 지역별 월별 기상인자는 그림 6, 7 및 8에 표시하였다.

표 28. 2008년 선단조림지 기상인자

기간	지역	기상 인자		
		기간누적 강수량 (mm)	기간평균 상대습도 (%)	기간 평균 온도 (℃)
2008. 9 ~ 12	완도	178.8	63.2	13.8
	나주	127.8	65.8	12.1
	장성	167.7	72.1	10.6
2009. 1 ~ 10	완도	1,542.2	67.6	15.4
	나주	1,409.5	65.7	15.1
	장성	1,236.3	69.3	13.3

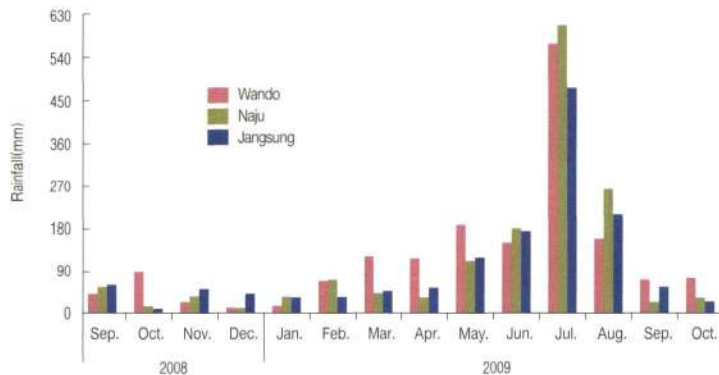


그림 6. 2008 선단시험지 월별 누적 강수량 비교

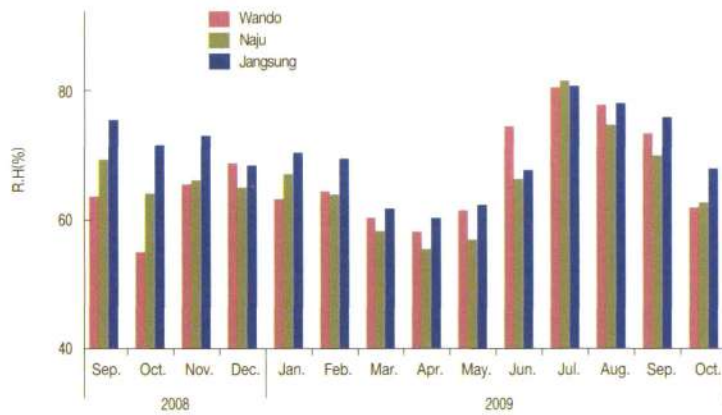


그림 7. 2008 선단시험지 월별 평균 상대습도 비교

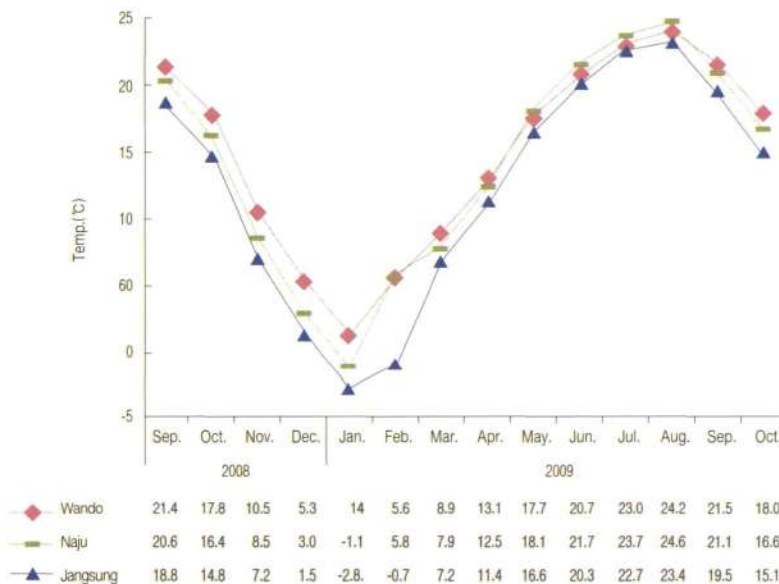


그림 8. 2008 선단시험지 월별 평균 온도 비교

6) 선단시험 조림목 내한력 검정: 2008년도에 시험 조림된 완도, 나주, 장성의 3개 선단시험지의 조림목을 대상으로 2009년 3월 중순경 월동 및 생장상태를 조사하였다. 전년도에 조사된 활착률과 비교할 때 활착된 묘목에서 새롭게 고사된 묘목은 거의

없었다. 그러나 동해정도를 조사한 결과에서는 참가시나무와 종가시나무의 경우 세 지역 모두 피해정도가 미미한 것으로 나타났으나 후박나무는 가장 고위도인 장성시험지에서 지상부 줄기 및 잎이 모두 동해를 입은 것으로 조사되었다(표 29). 동해를 받은 후박나무 묘목을 2009년 7월에 다시 조사한 결과 동해를 받았던 지상부 줄기는 고사되었지만 근부에서 맹아가 왕성하게 발생하여 지하부는 동해를 받지 않고 생존한 것으로 나타났다(그림 9). 따라서 일 년 동안만의 결과만 볼 때 참가시나무와 종가시나무는 장성지역까지 그 생육 범위라고 볼 수 있으며, 후박나무는 나주 지방까지 정상생육이 가능한 것으로 나타났다. 또한 저온피해를 받은 후박나무의 경우 지하부는 생존이 가능하여 전혀 생육하지 못한다는 결과를 도출하기는 아직 이른 것으로 나타나 지속적인 관찰을 통해 더 세밀한 자료가 축적되어야 할 것으로 판단되었다.

표 29. 2008년 선단조림지 조림목 월동 및 생장 상황

지역	수종	동해율(%)	생장 특이 사항
완도	참가시나무	3	-
	종가시나무	8	초두부 신장
	후박나무	9	-
나주	참가시나무	2	-
	종가시나무	1	-
	후박나무	79	줄기, 잎 동해, 근부맹아 다수발생
장성	참가시나무	1	-
	종가시나무	0	-
	후박나무	100	지상부 동사, 근부맹아 다수발생



그림 9. 후박나무 지상부 동해(좌) 및 맹아발생(우)

다. 우량개체 선발 및 증식

- 1) 선발: 제주특별자치도 서귀포시 안덕면 일대의 자생지에서 개가시나무 22개체 등 전남 지역과 제주 지역의 자생지를 중심으로 가시나무류 4수종과 구실잣밤나무 및 후박나무 등 6수종을 대상으로 모두 175개체의 우량개체를 선발하였으며(표 30), 참가시나무 25개체에 대한 세부선발 현황은 (표 31)에 표시하였다.

표 30. 우량개체 선발 현황(2009년)

수종	지역	본 수
개가시나무	제주 2개소	22
구실잣밤나무	전남 4개소	14
붉가시나무	제주, 전남 11개소	64
종가시나무	제주, 전남 8개소	33
참가시나무	제주, 전남 4개소	39
후박나무	전남 1개소	3
계		175

표 31. 참가시나무 우량개체 선발 현황

가계	수고(m)	흉고직경(cm)	지역	세부장소	결실상태	생장상태	분기형태
1	11	22	동홍		하	중	2
2	12	30	"		하	상	
3	12	28	"	강정1번지	하	상	
4	13	27	"	용천사 입구	하	상	
5	10	25	"	"	하	중	3
6	12	25	"	"	하	중	2
7	12	28	"	영남동65	하	상	
8	12	40	"	해송2	중	상	2
9	15	60	"	해송3	상	상	
10	13	23	"	제5산록교	하	중	2
11	13	27	"	"	하	중	
12	13	35	"	"	상	상	
13	12	23	상효	화백동쪽	상	중	3
14	13	40	동홍	해송4	중	상	

표 31. 참가시나무 우량개체 선발 현황 (계속)

가계	수고(m)	흉고직경(cm)	지역	세부장소	결실상태	생장상태	분기형태
15	12	40	"	해송서5	상	상	
16	8	43	"	해송1	상	중	다분기
17	10	25	"	'72해송 서쪽위	중	중	다분기
18	10	27	상효	돈내코(오공3)	하	중	다분기
19	11	25	동홍	제5산록교(통합)		중	
20	13	45	"	2번 위쪽	상	상	2
21	12	38	상효	'69삼나무 입구	중	상	
22	10	25	"	오소리굴	하	중	3
23	10	25	상효	오공1	하	중	
24	12	40	동홍	해송서4	중	상	
25	11	27	상효	'74편백입구	하	중	다분기

2) 유성 및 무성증식

- 유성 증식 : 종가시나무 등 5수종에 대해 제주 지역과 전남 지역 등 18개 지역에서 2008년 11월부터 2009년 1월에 걸쳐 102가계 268kg의 종자를 채취하였다(표 32). 채취된 종자는 소독과정과 저장을 거쳐 2009년 3월에 파종하여 실생묘를 양성하였다(그림 10).

표 32. 종자채취 현황(2009년)

수종	중량 (kg)	채취 지역	가계수
종가시나무	101.0	제주, 전남 5 지역	23
개가시나무	13.2	제주 1 지역	3
불가시나무	139.0	제주, 전남 8 지역	43
참가시나무	9.2	제주 3 지역	25
구실잣밤나무	5.0	전남 1 지역	8
계	268.0	18 지역	102



그림 10. 난대수종의 양묘(좌) 및 각 수종별 실생묘(우)

- 종자특성 분석: 채취된 종자의 크기, 립수, 중량 등의 항목에 대해 채취지역별로 분석하고 수종별 발아율을 조사하였다(표 33).

표 33. 지역별 채취종자의 특성 및 발아율

수종	지역	장경(mm)	단경(mm)	립수/L	중량(g)/100립	발아율(평균%)
개가시나무	서광	17.9	12.5	396	205.3	73.3
구실잣밤나무	보길	16	8.5	987	82.3	63.9
붉가시나무	강진1	20	13.6	305	276.6	73.6
	강진2	20.6	13.9	268	292.7	
	대흥사	19.9	12.2	364	196	
	동홍	20	13.6	300	284.7	
	보길	17.7	11.7	446	187.3	
	상효	17.1	12.5	239	324.7	
종가시나무	김녕	17.1	12.5	460	190.1	72.6
	무안청계1	14.5	10.5	686	110.9	
	무안청계2	14	11.1	604	119.1	
	서광	16	15.3	288	271.8	
참가시나무	동홍	16.8	12.3	469	180.6	64.2
	상효	15.3	11.4	603	148.1	
	한남	17.1	12.5	460	190.1	

- 무성증식: 제주지역에 자생하고 있는 종가시나무와 개가시나무의 선발목을 대상으로 2009년 3월에 접수를 채취하여 종가시나무 실생묘 4년생의 대목에 접목을 실시하였다. 접목활착현황을 조사한 결과 종가시나무 16본, 개가시나무 2본 등 모두 18본의 접목묘가 양성되었으나(그림 11), 활착률은 현저히 낮은 것으로 나타났다. 따라서 접수의 채취시기, 접수조제 방법 등에 대해 향후 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.



그림 11. 종가시나무와 개가시나무의 접목실시 및 양성된 접목묘

3) 해외 자원화가능수종 도입 및 육성

- Acacia: 2009년 4월에 뉴질랜드로부터 미국의 텍사스가 종자원산지인 아까시나무 (*Robinia pseudoacacia*)를 비롯하여 모두 4수종의 종자를 도입하였다. 도입된 종자는 전처리 과정을 거쳐 시설(비닐)포지에 직파하여 발아시켰다. 발아 3개월 후 시판되는 인공조제 상토를 검정 비닐포트에 채우고 묘목을 이식하여 모두 1,500본의 실생묘를 양성 중에 있다(표 34). 각각의 수종들은 제주지역의 기후에 적응할 수 있다고 판단되는 종류로서 양성된 묘목은 향후 적응성 검정을 위해 노지와 산지에 이식할 예정이며 성공적인 적응을 거친다면 향후 기후변화에 따른 효과적인 도입수종이 될 것으로 사료된다.

표 34. Acacia 도입 및 양묘 현황

수종	특 성	본수	종자 산지
<i>Robinia pseudoacacia</i>	개량종, 목재 및 밀원용	100	Texas, USA
<i>Taxus cuspidata</i>	아교목, Biomass 및 목재용	600	Otway ridge vic.
<i>Acacia dealbata</i>	조경용 아교목, 노란색꽃, 바늘잎	200	Franklin Tasmnia

표 34. Acacia 도입 및 양묘 현황 (계속)

수종	특 성	본수	종자 산지
<i>Acacia baileyana</i>	Biomass용 및 관상용, 노란색꽃	400	Australia
<i>Acacia baileyana purp.</i>	관상용 관목, 자주색 또는 노란색꽃	200	Australia
계		1,500	

○ Eucalyptus: Acacia 도입과 함께 내병성 및 내한력 있는 뉴질랜드 채종원산인 *Eucalyptus regnans*를 비롯하여 난대지역에서 목재용으로 활용가능성이 있다고 판단되는 *Eucalyptus pilularis* 등 모두 4수종의 종자를 도입하였다. 도입된 종자를 전처리과정을 거친 후 파종하여 모두 2,200본의 실생 포트묘를 양성하였으며(표 35 및 그림 12) 차년도에 노지 및 산지이식을 통하여 적응성을 검정할 예정이다.

표 35. Eucalyptus 도입 및 양묘 현황

수종	특성	본수	종자 산지
<i>E. nitens</i> (pure Waikuku)	채종원산, 차대검정 후 채취	1,200	Waikuku S.O.
<i>E. regnans</i>	내병, 내한력있는 광범위식재용	800	Australia
<i>E. saligna</i>	일반적인 양질 목재용	100	Amberley S.O.
<i>E. pilularis</i>	난대지역 목재용	100	Ulladulla, NSW
계		2,200	



그림 12. 유칼립투스 발아모습(좌) 및 포트묘 양성(우)

○ 라디아타소나무: 뉴질랜드의 대표적 목재자원화 수종인 라디아타소나무 종자에 대해

육종프로그램에서 분류한 생장형별로 3 종류의 종자를 도입하여 그 내역을 표 36에 표시하였다. 도입된 종자의 립중과 립수를 측정한 후 라디아타소나무 육종지침서에 명시된 대로 전처리 과정을 실시하였으며, 2009년 5월에 용기에 파종하였다. 파종된 발아묘를 대상으로 발아율, 주기적 생장 길이 등 발아특성을 조사하면서 총 24,500본을 실생묘를 양성하였다. 양성된 묘목은 향후 기후변화에 대응한 외국 유망 산림자원으로서의 가능성을 구명하기 위해 일차적으로 2010년도에 노지 및 산지이식을 통한 적응성을 검정할 예정이다(그림 13).

표 36. 라디아타소나무 생장형별 도입 및 양묘 현황

생장형 *	특성	종자산지	파종 (립수)	발아묘 (수)	발아율 (%)
<i>P. radiata</i> GF10	풍매종자, 원산지에서 1차 선발 후 뉴질랜드 채종원에서 생산	Amberley	9,700	7,200	74.2
<i>P. radiata</i> GF16	1차 선발목에서 재선발된 채종원산	Kaingaroa	9,300	8,300	89.4
<i>P. radiata</i> GF19	GF16에서 상위 16클론 채종원산	Amberley	10,800	9,000	83.4
계			29,800	24,500	

* 생장형지수(Growth Form; GF index) : 뉴질랜드 라디아타소나무 육종전략 중 육종가치의 객관화를 위해 생장율(Growth rate), 통직성(Straightness) 등 각 특성의 정도에 따라 객관화 점수 부여



그림 13. 라디아타소나무 발아모습(좌) 및 용기묘 양성(우)

IV-3. 2010년 연구결과

가. 자원화 유망수종 특성 구명 및 증식

- 1) 주요 난대수종의 목재 성질 조사: 자생지역의 현지조사와 고문헌, 기존의 보고서, 논문 등 자료를 종합하여 붉가시나무 등 6 수종에 대한 수종별 용도를 정리하였다(표 37). 또한 붉가시나무 등 6 수종에 대한 목재색 및 목재구조에 대한 정보를 정리하였다(표 38). 붉가시나무 등 6 수종에 대한 수종별 목재의 강도 등 기계적 성질을 정리하였다(표 39).
- 2) 수종별 자원화가능도 산정: 자생지와 조림지에 대한 현장조사를 통해 붉가시나무 등 6 수종에 대한 자생 및 조림 현황, 활용 가능성을 수치로 표현하고 이를 합산하여 자원화 가능도로 표시하였다(표 40). 활용 가능성은 수종별 내한력, 맹아력, 천연 갱신력을 종합하여 확장성 항목으로 하고 수종별 양묘현황, 가로수 및 정원수로의 이용정도, 목재 등의 산업활용도를 선호도 항목으로 종합한 후 각 항목에 대해 상, 중, 하로 구분하여 점수를 부여하였다. 향후 지위지수, 단위면적당 입목밀도 등의 자료를 추가하여 보다 객관적이고 정확한 자원화 가능도를 작성할 예정이다.

표 37. 난대수종별 용도

수종	용도		
	목재	열매 등	관상 가치
붉가시나무	선박, 건축재	식용	정자목, 정원수
참가시나무	선박, 가구재	식용, 약용	정원, 풍치수
구실잣밤나무	표고버섯원목	식용, 그물염색	방풍, 방화수
후박나무	건축내장, 기구재	약용, 염색	방풍, 녹음수
종가시나무	가구재, 건축재	식용	정원, 풍치수
개가시나무	가구재, 선박재	식용	정원, 풍치수

표 38. 난대수종별 목재의 물리적 특성

수종	목재 색		목재구조
	심재	변재	
붉가시나무	갈색	담홍백색	산공재
참가시나무	담홍갈색	담갈백색	산공재

표 38. 난대수종별 목재의 물리적 특성 (계속)

수종	목재 색		목재구조
	심재	변재	
구실잣밤나무	황백색	담황백색	환공재
후박나무	홍갈색	갈백색	산공재
종가시나무	담황갈백	담갈백	방사공재
개가시나무	담도홍	담도홍	방사공재

표 39. 난대수종별 목재의 기계적 특성

수종	비중	평균수축율(%)			강도(kgf/cm)			
		방사방향	접선방향	섬유방향	휨강도	압축강도	인장강도	전단강도
붉가시나무	0.81	0.28	0.38	0.017	1,065	434	1,490	175
참가시나무	0.77	0.22	0.40	0.019	1,170	444	1,851	182
구실잣밤나무	0.64	0.19	0.28	0.047	907	472	1,033	137
후박나무	0.65	0.17	0.36	-	700	400	800	120
종가시나무	0.86	0.21	0.37	0.04	1,006	459	1,006	155
개가시나무	0.81	0.19	0.75	0.03	1,142	379	1,142	127

표 40. 난대수종별 자원화 가능정도

수종	자생 현황		조림 현황		활용 가능성		자원화 가능도
	면적(ha)	생장상태	면적(ha)	생장상태	확장성	선호도	
붉가시나무	556	상	3.0	중	중	상	상
참가시나무	176	상	-	-	상	중	중
종가시나무	40	상	4.1	상	상	상	상
개가시나무	5	중	-	-	중	상	중
구실잣밤나무	2,103	상	3.1	하	상	중	상
후박나무	37	상	7.0	중	하	상	상

3) 유성 및 무성 증식

- 유성증식: 제주지역에 자생하고 있는 개가시나무 등 5수종의 선발목을 대상으로 2009년 가을에 채집한 종자를 2010년 2월에 비음포지내 모래상에 따로 비닐온실을 설치한

파종상을 제작해 파종 후 발아율을 조사하였다(표 41 및 그림 14). 붉가시나무를 제외하고 대부분 발아율이 현저히 떨어졌으며, 개가시나무는 전혀 발아가 이뤄지지 않았다. 구실잣밤나무인 경우 설치류에 의한 피해가 확인되었으며, 낮은 기온과 일광부족으로 인한 모래상의 온도저하도 발아율 저하 요인으로 사료된다.

표 41. 실생묘 양성 및 발아율(%)

수종	가계 (선발지역)	파종량 [kg]	용적중 (립/L)	발아율(%)
개가시나무	개가시 7	4.6	340	-
참가시나무	선돌-돈내코	3.8	468	16.2
붉가시나무	한남	10.3	276	54.1
종가시나무	종가시 2-2	6.2	498	14.7
구실잣밤나무	무릉	7.1	1,191	15.7



그림 14. 파종 종재상) 및 파종상(하)

- 무성증식: 2010년 3월에 1주일 간격으로 총 3회에 걸쳐 삼수를 채취해 삼목하였으나 발근은 전혀 이뤄지지 않았다. 적절한 삼목 증식 방법에 대한 노력이 요구된다. 마찬가지로 기존 선발목을 대상으로 점수를 채취한 후 종가시나무 실생묘 4년생의 대목에 점목을 실시한 결과 참가시나무 13본, 개가시나무 1본 등 모두 14본의 점목묘를 양성하였다(그림 15).



그림 15. 참가시나무와 개가시나무의 접목 실시 및 양성된 접목묘

나. 난대 및 아열대 수종 북상현황 조사

1) 선단지 시험조립: 2008년도 3개소, 2009년도 6개소에 이어 북상화 등 생육지 확산현상 구명 및 기후온난화 장기대책 수립을 위한 일환으로 충남 안면도 1개소, 충북 충주 1개소, 경북 울진 등 2개소, 인천 강화 1개소 등 모두 6개소를 선단 시험조립지로 신규 선정(표 42)하여 한반도를 중앙과 동, 서의 3방향으로 종단하는 북상현상 시험조사지를 조성하였다. 신규로 선정된 6개의 각 선단시험조립지에 참가시나무 등 3수종을 식재하였다(그림 16). 식재시기는 2010년 장마기인 6월 20일경이며 식재방법은 아래와 같다.

- 조립수종 : 참가시나무, 종가시나무, 후박나무 2-0 (용기묘)
- 조립본수 : 각 수종 당 900본
- 조립면적 : 6,075m²
- 식재방법 : 150본×3반복 (상하방향 열식)

표 42. 선단조립지의 개요

장소	위치		해발고
	위 도	경 도	
충남 안면도	36 ° 30'21.92"	126 ° 22'16.00"	21m
인천 강화	37 ° 41'04.32"	126 ° 20'01.19"	166m
충북 충주	36 ° 52'86.00"	127 ° 58'36.04"	16m
경기 평택	37 ° 07'48.36"	127 ° 16'18.01"	89m
경북 울진	37 ° 24'37.29"	129 ° 23'08.00"	160m
경북 포항	36 ° 11'24.01"	129 ° 29'06.00"	45m



그림 16. 선단시험지 식재요령 설명(좌) 및 식재(우)

2) 선단시험조림지 환경조건 및 생존현황

안면도 등 2010년도 신규 선단조림지 6개소에서 토양시료를 채취하였다. 한 시험지에서 3개 시료를 무작위로 유기물층을 걷어내고 눈금이 표시된 자를 토양단면에 부착시킨 후 토양시료채취요령에 의거하여 각 깊이의 토양시료를 채취하였으며 채취된 시료는 비닐지퍼백에 담고 완전히 밀봉한 후 국립산림과학원 산림복원연구과에 의뢰하여 (표 43)과 같이 분석하였다. 또한, 2010년 6월 말경에 신규 조림된 묘의 활착률과 생육 상태를 조사해 향후 월동상태, 생존율 등의 자료와 비교, 활용하기 위해 선단지에 조림된 묘목의 활착상태를 식재 후 약 3개월 경과 후에 조사하였다(표 44).

표 43. 선단조림지의 토양 특성

지역	토층	입도분석			토성	산도 (Ph)	유기물 (%)	총질소 (%)
		모래(%)	실트(%)	점토(%)				
안면도	상	68.08	24.85	7.07	SL	5.52	0.49	0.015
	중	65.02	21.49	13.49	SL	5.34	0.31	0.009
	하	55.24	19.06	25.70	SCL	5.25	0.35	0.013
강화	상	62.02	31.23	6.75	SL	4.49	7.85	0.394
	중	68.18	27.00	4.82	SL	4.72	5.17	0.241
	하	68.54	27.28	4.18	SL	5.21	4.02	0.190
충주	상	22.88	63.63	13.49	SiL	5.52	2.06	0.089
	중	20.94	66.53	12.53	SiL	5.63	2.74	0.106
	하	26.94	60.85	12.21	SiL	5.58	1.68	0.046

표 43. 선단조림지의 토양 특성 (계속)

지역	토층	입도분석				산도 (Ph)	유기물 (%)	총질소 (%)
		모래(%)	실트(%)	점토(%)	토성			
평택	상	45.94	38.64	15.42	L	4.66	2.13	0.066
	중	47.44	37.46	15.10	L	4.68	1.56	0.040
	하	46.10	38.16	15.74	L	4.59	1.43	0.039
울진	상	62.06	30.55	7.39	SL	4.74	2.34	0.091
	중	57.44	31.32	11.24	SL	4.73	0.79	0.023
	하	52.96	29.70	17.34	SL	4.91	0.41	0.013
포항	상	47.88	42.81	9.31	L	4.56	4.26	0.138
	중	45.98	43.42	10.60	L	4.88	2.45	0.100
	하	51.28	39.08	9.64	L	4.94	1.33	0.039
안면도	상	0.15	0.12	0.15	0.16	0.82	3.08	
	중	0.08	0.15	0.26	0.38	0.72	3.96	
	하	0.10	0.16	0.38	0.83	26.83	13.42	
강화	상	0.25	0.22	0.42	0.27	11.70	11.66	
	중	0.10	0.20	0.25	0.11	12.89	10.12	
	하	0.11	0.37	0.23	0.13	5.64	5.50	
충주	상	0.12	0.20	1.84	1.49	8.28	6.16	
	중	0.13	0.23	2.15	1.63	3.94	4.62	
	하	0.16	0.15	1.87	1.65	2.52	7.48	
평택	상	0.11	0.24	0.13	0.08	4.21	6.82	
	중	0.33	0.10	0.08	0.06	2.49	6.82	
	하	0.18	0.13	0.11	0.09	7.67	5.94	
울진	상	0.23	0.15	0.34	0.67	1.46	5.50	
	중	0.15	0.14	0.31	0.82	0.66	7.04	
	하	0.19	0.23	0.40	1.19	16.19	9.02	
포항	상	0.38	0.46	0.37	1.18	10.82	6.82	
	중	0.39	0.29	0.37	1.22	4.88	2.45	
	하	0.37	0.23	0.33	1.47	5.65	4.62	

표 44. 선단조림지 묘목 활착률(2010년 10월 조사)

선단지	수종	조림 본수	활착율(%)
안면도	참가시나무	150	91.3
	종가시나무	150	97.3
	후박나무	150	97.3
강화도	참가시나무	150	89.3
	종가시나무	150	98.0
	후박나무	150	94.0
충주	참가시나무	150	84.0
	종가시나무	150	86.0
	후박나무	150	94.0
평택	참가시나무	150	94.7
	종가시나무	150	98.7
	후박나무	150	92.0
울진	참가시나무	150	86.0
	종가시나무	150	98.0
	후박나무	150	98.0
포항	참가시나무	150	82.0
	종가시나무	150	89.3
	후박나무	150	87.3

3) 난대수종 및 아열대수종 내한력 검정

참가시나무, 종가시나무, 후박나무 3수종을 대상으로 2008년도에 식재된 완도, 나주, 장성의 3개 선단조림지와 2009년에 식재된 변산, 군산, 무주, 함양, 진주, 부산의 6개 선단조림지에 설치된 국소기상측정장치(그림 17)에서 기록된 기온인자를 분석하고, 선단조림지의 수종별 활착률 및 생장특성을 조사하였다. 또한 2009년에 도입후 (표 45)와 같이 생장형*별로 양성중에 있는 뉴질랜드 라디아타 소나무(*Pinus radiata*)를 대상으로 2009년 10월에 내한력 검정을 위한 실험을 실시하고, 2010년 4월 월동 후 활착률을 조사하였다.

표 45. 2009년 도입 뉴질랜드 라디아타소나무

생장형 *	특성	종자 산지
<i>P. radiata</i> GF10	풍매, 원산지 1차 선발 후 채종원산	Amberley
<i>P. radiata</i> GF16	1차 선발목에서 재선발된 채종원산	Kaingaroa
<i>P. radiata</i> GF19	GF16에서 상위 16클론 채종원산	Amberley

* 생장형지수(Growth Form; GF index) : 뉴질랜드 라디아타소나무 육종전략 중 육종가치의 객관화를 위해 생장율(Growth rate), 통직성(Straightness) 등 각 특성의 정도에 따라 객관화 점수 부여



그림 17. 국소기상측정장치 (Watch Dog Data Logger, 측정오차범위: $\pm 4\%$)

○ 2008년 선단조림지 내한력 검토

2008년 조림 이후 두 차례의 동절기를 지낸 완도, 나주, 장성 3개소의 월동상태를 파악하고자 동절기(11월 ~ 다음해 3월) 기간 동안의 최저기온 및 평균기온, 0°C 이하 기온 누적일수를 조사하였다. 또한 1년에 두차례, 동절기를 보낸 직후인 3월말과 하절기를 보낸 후인 10월에 각각 생존율(표 47) 및 묘고 등 성장상황을 조사하였다. 그 결과 최저기온 및 평균기온은 완도, 나주, 장성 순으로 높게 조사되었으며, 수종별로는 참가시나무, 종가시나무인 경우 동해 피해가 높지 않았으나, 후박나무인 경우 고위도로 갈수록 지상부 줄기의 고사가 두드러져 생존율이 낮았다. 하지만, 가을에 다시 조사한 결과 근부에서 맹아가 왕성하게 발생하여 지하부는 동해를 받지 않고 생존한 것으로 조사되었다(그림 18, 19).

표 46. 2008년 선단조림지 기온인자

조사 기간	2008.11 ~ 2009.3			2009.11 ~ 2010.3		
선단 조림지	완도	나주	장성	완도	나주	장성
기간 최저기온(℃)	-4.0	-6.5	-8.8	-4.0	-6.5	-8.3
기간 평균기온(℃)	6.3	5.5	2.5	5.5	3.8	2.6
0℃ 이하 기온 누적일수(일)	24	40	64	23	42	55

표 47. 선단조림지 조사시점별 활착률 변화

지역	수종	조사 시점별 활착률(%)			
		2009년 3월	2009년 10월	2010년 3월	2010년 10월
완도	참가시나무	43	89	87	84
	종가시나무	24	81	81	66
	후박나무	73	83	82	86
나주	참가시나무	95	92	90	87
	종가시나무	98	99	98	95
	후박나무	19	77	31	61
장성	참가시나무	97	96	92	86
	종가시나무	99	99	97	98
	후박나무	0	92	14	82

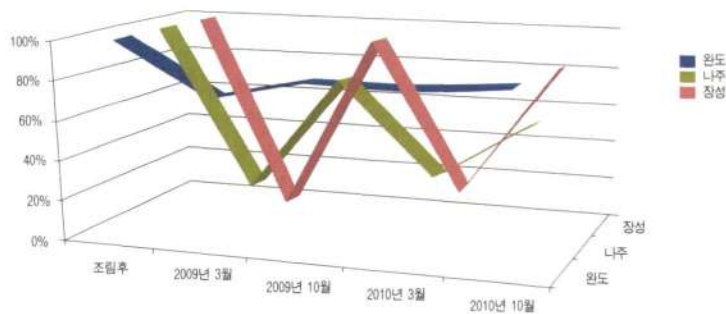


그림 18. 2008 선단조림지 후박나무 활착률 변화



그림 19. 2008 선단조림지 후박나무 지상부 동해(좌) 및 맹아 발생(우)

표 48. 2008년 선단조림지 조사시점별 묘고 및 근원경

지역	수종	묘고(cm)	근원경(mm)
완도	참가시나무	39	4.7
	종가시나무	38	5.4
	후박나무	32	4.5
나주	참가시나무	80	-
	종가시나무	77	-
	후박나무	28	-
장성	참가시나무	45	5.7
	종가시나무	42	6.0
	후박나무	18	2.9

○ 2009년 선단조림지 내한력 검토

2009년에 신규 조림한 군산, 변산, 진주, 함양, 무주, 부산 선단조림지의 월동상황을 파악하고자 2009년 11월에서 2010년 3월 동안 최저기온 및 평균기온, 0℃ 이하 기온 누적일수를 조사(표 49)하고, 2010년 3월과 같은해 10월에 생존율 및 묘고 등 생장상황을 조사하였다(표 50). 동절기 최저기온은 함양이 -10.7℃로 가장 낮았으며, 0℃ 이하 기온 누적일수도 가장 높았다. 그림 20과 같이 3월 조사에는 후박나무인 경우 기온이 가장 낮았던 함양에서 생존율이 5%를 나타내는 등 다른 수종에 비해 고사율이 높았으나, 가을에 근부 맹아가 발달하면서 활착률이 높아졌다. 묘고 생장은 다른 두 수종에 비해 참가시나무의 발달이 두드러졌다(그림 21)

표 49. 2009년 선단조림지 기온인자

조사 기간	2009.11 ~ 2010.3					
선단 조림지	군산	변산	진주	함양	무주	부산
기간 최저기온(℃)	-8.1	-8.0	-5.2	-10.7	-10.1	-4.7
기간 평균기온(℃)	2.8	2.2	3.9	0.9	1.1	4.9
0℃ 이하 기온 누적일수(일)	51	57	34	66	63	26

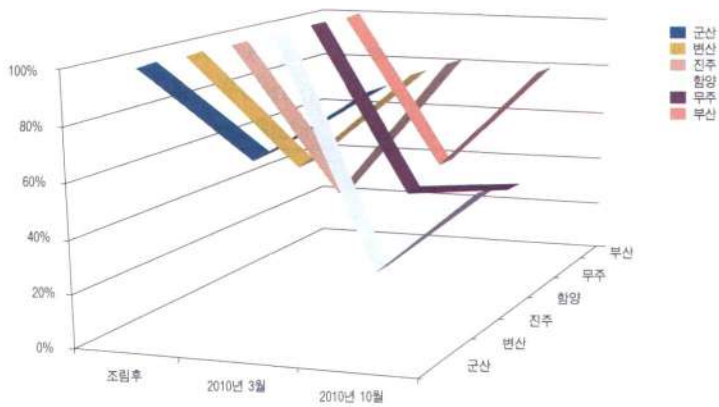


그림 20. 2009 선단조림지 후박나무 활착률 변화

표 50. 2009년 선단조림지 조사시점별 활착률 변화 및 묘고, 근원경

지역	수종	조사 시점별 활착률(%)		2010년 10월 조사	
		2010년 3월	2010년 10월	묘고(cm)	근원경(mm)
군산	참가시나무	82	96	42	5.4
	종가시나무	60	92	19	3.7
	후박나무	70	96	18	3.5
변산	참가시나무	83	94	46	6.0
	종가시나무	77	98	23	4.1
	후박나무	61	96	20	3.5
진주	참가시나무	97	98	78	8.2
	종가시나무	91	99	50	6.8
	후박나무	45	96	24	4.1

표 50. 2009년 선단조림지 조사시점별 활착률 변화 및 묘고, 근원경 (계속)

지역	수종	조사 시점별 활착률(%)		2010년 10월 조사	
		2010년 3월	2010년 10월	묘고(cm)	근원경(mm)
함양	참가시나무	85	78	65	7.1
	종가시나무	79	82	29	4.6
	후박나무	5	40	14	2.7
무주	참가시나무	72	66	69	8.6
	종가시나무	54	52	21	4.4
	후박나무	32	36	21	2.9
부산	참가시나무	89	90	46	7.7
	종가시나무	89	98	33	8.0
	후박나무	38	80	12	2.6



그림 21. 2009 선단시험지 참가시나무 수고 측정 모습

○ 도입 아열대수종(라디아타소나무) 내한력 검증

2009년 5월에 파종하여 육성중인 라디아타소나무(*P. radiata*) 1-0 용기묘를 2010년 10월에 생장형별로 1,800본씩 총 5,400본을 포지에 식재하였다. 무처리, 비음처리 및 비닐온실 처리를 하고 동절기를 보낸 후 2010년 4월에 활착률 조사를 실시하였다. 그림 22와 같이 몇 차례의 서리를 겪고, 겨울을 지내면서 처리별로 상이한 월동 피해 규모를 예상하였으나 표 51과 같이 처리구별로 전혀 차이를 보이지 않았고, 활착률 또한 거의 100%에 근접하였다.



그림 22. 상주현상(좌-상), 서리 내린 날(좌-하), 처리구별 식재(우)

표 51. 월동 후 처리별 활착률 조사(2010년 4월 조사)

종류(생장형)	비움망(위,%)	비움망(둘레,%)	비움망(위+둘레,%)	비닐온실(%)	무처리(%)
GF 10	100.0	100.0	99.8	99.7	100.0
GF 16	100.0	99.8	99.4	99.7	98.9
GF 19	99.7	99.1	100.0	100.0	99.7

다. 검정원 조성

1) 난대 수종 산지조림

당해 연도에 참가시나무, 개가시나무, 후박나무를 서귀포시 상호시험림에 총 4,500 본을 산지 조림하였다(그림 23).



그림 23. 참가시나무 운반(좌) 및 참가시나무 조림지(우)

2) 아열대 수종 산지조림

○ 도입 아열대 수종 조림

2010년 4월에 아래의 방법으로 향후 기후 적응성 검정을 위한 기초자료로 삼고자 식재지역을 제주를 포함해 나주, 안면도 3개소를 검정원으로 조성하였다(그림 24). 2010년 10월에 활착율 및 묘고 등을 조사하였다(표 52 및 그림 25).

- 식재수종 : 라디아타소나무 (1-0 용기묘)
- 식재장소 및 규모
 - 제주 (GF 3종류 \times 1,800본 = 5,400본)
 - 전남 나주, 충남 안면도 (GF 3종류 \times 2개소 \times 300본 = 1,800본)
- 식재간격 : 20cm \times 20cm (포지에 흑색다공비닐로 멀칭 후 묘목식재)



그림 24. 제주 서귀포(좌), 충남 안면도(우) 라디아타 식재

표 52. 지역별 라디아타소나무 활착률, 묘고 및 근원경

종류 (생장형)	활착률(%)			묘고(cm)			근원경(mm)		
	제주	나주	안면도	제주	나주	안면도	제주	나주	안면도
GF 10	92.2	84.9	97.0	18.9	27.7	18.0	3.4	4.7	4.8
GF 16	94.4	83.0	99.0	25.1	31.6	19.6	4.5	5.3	4.8
GF 19	95.6	84.9	97.0	19.8	29.0	17.4	3.6	4.1	4.4

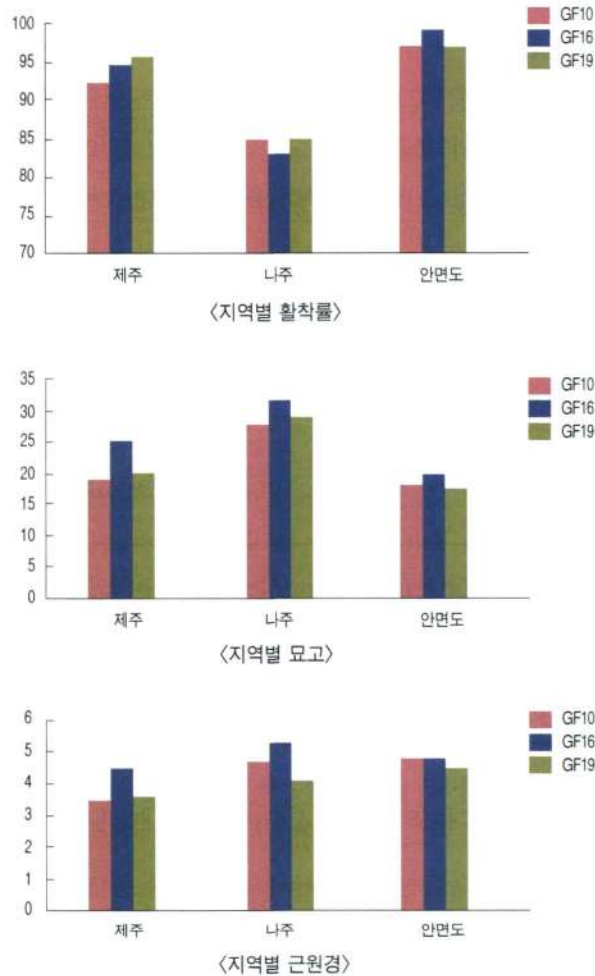


그림 25. 지역별 라디아타소나무 활착률(위), 묘고(중앙) 및 근원경(아래)

또한 표 53과 같이 2008년에 도입하여 파종, 양묘 후 포지에 적응시킨 유칼립투스 생존목을 2010년 4월에 서귀포시 하례시험림에 산지 조림하였다(그림 26). 2010년 9월에는 산림생산기술연구소에서 양묘한 유칼립투스와 아까시나무 2수종 총 480본을 서귀포 하례 시험림에 조림하였다(그림 27).

표 53. 산지 조림 유칼립투스 종류별 이식본수

유칼립투스 종류	이식 본수
1) STRINGY BARK	13
2) PINK FLOWERING GUM	5
3) SILVER GUM	19
4) TASMANIAN BLUE GUM	21
5) SHINING GUM	24
6) WHITE GUM	295



그림 26. 유칼립투스 운반(좌-상), 식재(좌-하), 조림지 전경(우)



그림 27. 유칼립투스 조림(좌) 및 조림지 전경(우)

IV-4. 2011년 연구결과

가. 자원화 유망수종 증식

1) 수종별, 집단 및 개체별 실생묘 양성

붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 구실잣밤나무 등 4수종의 선발목, 집단별 종자를 전년도 11월부터 12월 사이에 채종하여 살충작업을 실시하였다(표 54). 살충작업은 1차로 흐르는 물에 48시간 침적시킨 후 다시 살충제(수푸라사이드)용액에 24시간 침적시켜 습사 보관하였다. 다음해 4월 초부터 파종을 실시하여 현재 포트묘와 노지묘를 생산하여 관리중이다(그림 28).

표 54. 수종별 집단 및 개체별 실생묘 양성

수종	파종량 (kg)	수량(본)
붉가시나무	300	35,000
종가시나무	150	30,000
참가시나무	200	6,000
구실잣밤나무	30	5,500



그림 28. 실생묘 양묘장 전경

참가시나무는 개체수가 적을 뿐 아니라 종자 결실 습성이 해결이가 심하여 종자 채취가 어려운 수종이다. 따라서 풍년기에 선발목에서 다량 채취하고 공시묘를 양성하는 방안이 바람직하다. 구실잣밤나무는 남부지방에서 백합나무를 대신할 수 있는 바이오매스량이

충분한 수종으로서 생장이 양호하고 척박지에도 잘 견디며 벌채 후 맹아력도 왕성하여 남부지방의 유망 수종으로 전략 육종이 필요할 것으로 판단된다.

2) 무성증식 조건 구명

난대 상록 참나무류는 삽목과 접목이 매우 어려운 수종이다. 2010년도 참가시나무와 개가시나무를 각각 150본을 접목하였으나 참가시나무 13본, 개가시나무 1본만이 발근되었을 뿐이었다.



그림 29. 접수 및 삽수 채취(좌), 삽목(우)



그림 30. 접목 및 관리 전경

2011년에는 시기를 달리 하여 여름철 녹지삽목을 실시하였다. 장마가 끝난 후 7월 초순에 붉가시나무와 참가시나무의 삽수를 채취하여 발근촉진제인 IBA를 농도별 처리 후 삽목하였다. 습도조건을 유지하고자 비닐 가림망을 설치하고 스프링클러 시설을 설치하여 습도를 유지한 상태로 관리하였으나 발근시키지 못하였다. 접목은 2010년

성적이 나온 2년생 가지를 대상으로 하였으나 역시 점목에 실패하여 점목과 삼목에 의한 무성증식은 어렵다고 판단되었다(그림 29, 그림 30).

나. 난·아열대수종 복상현상 조사

1) 선단지 시험조립

난대수종 복상화 등 생육지 확산현상 구명 및 기후온난화 장기대책 수립을 위한 일환으로 2008년도 3개소, 2009년도 6개소를 선단지시험조립지로 선정하여 가시나무, 종가시나무, 후박나무 등을 식재하였다. 또한 2010년도에는 충남 안면도에 1개소, 충북 충주 1개소, 경북 울진 등 2개소, 인천 강화 1개소 등 모두 6개소를 선단 시험조립지로 선정하여 한반도를 중앙과 동, 서의 3개 방향으로 종단하는 복상현상 시험조사지를 조성하였다. 2011년에는 동해안을 따라 삼척, 강릉지역 3,000m에 선단 시험조립지를 선정하여 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 후박나무, 동백나무를 각각 150본을 3반복으로 조립하였다. 조립 시기는 장마기 바로 앞인 6월 20일경이며 지역적으로 장마와 겹친 지역도 있었으며, 특히 추위와 해풍에 강한 동백나무, 붉가시나무를 추가로 식재하였다. 이 두 수종은 앞으로 전 시험조립지에 추가 식재하여 그 결과를 모니터링 할 계획이다(표 55, 그림 31).

- 조립수종 : 참가시나무, 종가시나무, 후박나무, 동백나무, 붉가시나무 1-1 (용기묘)
- 조립본수 : 각 수종 당 150본
- 조립면적 : 3,000m²
- 식재방법 : 150본×3반복 (상하방향 열식)

표 55. 선단조립지 개요

지역	위치	좌표
삼척	삼척시 원덕읍 가곡면 호산리	N37° 07' 57.78" E129° 10' 29.19"
강릉	강릉시 강동면 임곡리	N37° 39' 08.94" E128° 56' 54.41"

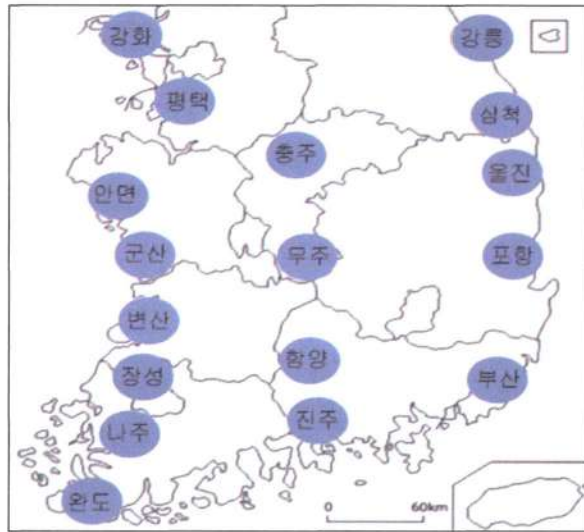


그림 31. 선단조림지 위치

○ 선단 시험조림지 환경조건

선단 시험조림지의 지형적인 환경조건은 그림 32와 같이 삼척시 원덕읍 가곡면 호산리에 위치한 시험지는 해발 198m 산록부에 위치한 지역이다. 토양은 마사토이고 배수성이 양호한 것으로 판단된다. 상부 교목층은 수고 20m인 소나무가 주요 우점종이고 중간 교목층이 거의 없는 소나무 단순림이었다.



그림 32. 선단조림지 작업 전(좌) 후(우) 전경: 삼척(위), 강릉(아래)

또한 소나무 대경목 생산을 위하여 솎아베기한 지역으로 하층식생은 장미과와
 율나무 등이며 초본층은 대사초, 비비추등 단순한 생태를 보이고 있었다. 시험지 사면은
 북쪽에 치우친 북동으로 증발량은 적을 것으로 판단되었다. 주변 주민들에게 문의
 결과 겨울철 적설기에는 눈이 1m 이상 쌓이는 곳으로 다음 해 봄 적설에 의한 피해도
 조사하도록 하였다. 강릉시 강동면 임곡리에 위치한 시험지는 해발 257m이다. 상층
 교목층은 낙엽송, 소나무 등으로 삼척과 비슷한 인공림이다. 이 지역 역시 솎아베기가
 실시된 지역으로 중간층은 없고 초본층은 화본과, 국화과 식물이 많아 피도가 높았다.
 시험지 사면은 남동사면이지만 상층부의 영향으로 건조 피해는 심하지 않을 것으로
 판단되었다. 2011년 삼척과 강릉 시험지의 묘목 활착률은 <표 56>과 같다.

표 56. 선단조림지 묘목 활착률(2011년 10월)

수종	식재수량(본)	활착률(%)	
		삼척	강릉
참가시나무	150	99	98
종가시나무	150	99	96
후박나무	150	99	95
붉가시나무	150	94	94
동백나무	150	100	96

2011년 선단시험지에 조림한 수종은 참가시나무, 종가시나무, 후박나무외
 붉가시나무, 동백나무 등 2수종을 추가하였다. 이 두 수종은 난대 상록활엽수종 중
 내한력이 가장 강한 수종으로 2011년부터 조림을 시작하여 2012년에는 전국 시험지에
 확대 조림할 계획이다. 2011년 10월 조사한 활착률은 모두 95% 이상으로서 낙엽수
 못지않은 활착률을 보였다. 이와 같은 사실은 기존 난대 상록활엽수 중 참나무류의
 활착률이 저조하다고 알려진 사실에 비하면 획기적으로 높은 활착률을 보인 것이다.
 이러한 원인을 종합적으로 분석하여 시책에 반영한다면 상록 참나무류 식재방법에 큰
 도움이 될 것으로 판단된다. 삼척 시험지는 붉가시나무를 제외하면 모두 99% 이상의
 활착률을 보였고, 강릉시험지 역시 붉가시나무가 94%인 것을 제외하면 모두 95%
 이상의 활착률을 보였다.

○ 시험 조림지역 기상자료 및 생존율 조사

2008년부터 조림된 시험조림지에서 기상자료 및 생존율을 조사하였다. 연도별

조림지역 위치는 2008년에 완도, 나주, 장성 등이며, 2009년의 경우 군산, 변산, 진주, 함양, 무주 등이다. 2010년 안면도, 강화도, 충주, 평택, 울진 등이다.

● 2008년 시험조림 지역

완도, 나주, 장성지역은 모두 전라남도 지역으로 비교적 내륙지방에서는 난대성 기후에 근접한 지역으로 가장 먼저 시험지로 선정되었다. 조림 수종은 참가시나무, 종가시나무, 후박나무 3수종이며, 조림 후 3개월 후에 처음 활착률 조사가 시작되어 10월 성적조사를 실시하였다. 이듬해 동해피해 조사는 3월에 실시하여 10월에 생육특성(묘고, 근원경 등)을 조사하였다.

표 57. 2008년 조림지역의 연도별 생존율(%)

조림지	수종	2009년 3월	2009년 10월	2010년 3월	2010년 10월	2011년 3월	2011년 10월
완도	참가시나무	43	89	87	84	84	73
	종가시나무	24	81	81	66	76	68
	후박나무	73	83	82	86	74	73
나주	참가시나무	95	92	90	87	79	73
	종가시나무	98	99	98	95	95	93
	후박나무	19	77	31	61	17	45
장성	참가시나무	97	96	92	86	89	85
	종가시나무	99	99	97	98	88	95
	후박나무	0	92	14	82	25	61

〈표 57〉과 같이 2009년 3월에 실시한 2008년 조림지역에 대한 동해피해 조사 결과, 완도는 참가시나무 43%, 종가시나무 24%, 후박나무 73%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에는 각 89%, 81%, 83%가 생육한 것으로 조사되었다. 나주는 3월 조사에서는 참가시나무 95%, 종가시나무 98%, 후박나무 19%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에서는 각 92%, 99%, 77%의 생존율을 보였다. 일반적으로 후박나무가 참가시나무나 종가시나무에 비하여 내한성이 약한 것으로 알려져 있으나 나주에서도 생존한 것으로 조사되었다. 그러나 2011년 10월 조사에는 각 73%, 93%, 45%가 생존한 것으로 조사되어 역시 후박나무가 다른 수종에 비하여 내한성에 대한 적응성이 낮은 것으로 판단된다. 또한 장성에서는 후박나무의 동해피해가 심하여 지상부 고사가 진행되었으나 기온이 상승하면서 다시 맹아 생장이 계속되는 현상을 보인다.

● 2009년 시험조림 지역

변산과 군산은 서해안에 위치하여 해양성기후의 영향을 받아 난대수종 중 가장 내한성이 약하다고 알려진 후박나무 북한계선인 부안, 격포가 바로 근처에 있는 지역이다. 함양과 무주는 내륙지방에 속하며 이들 수종의 월동여부가 관건인 지역이다. 2009년 역시 조림 수종은 참가시나무, 종가시나무, 후박나무 3수종이다. 조림 3개월 후에 처음 활착률 조사가 시작되고 10월 성적조사를 실시하였으며, 2010년 3월에 동해피해를 조사하였고 10월에 생존특성(묘고, 근원경 등)을 조사하였다.

표 58. 2009년 조림지역의 연도별 생존율(%)

조림지	수종	2010년 3월	2010년 10월	2011년 3월	2011년 10월
변산	참가시나무	83	94	89	85
	종가시나무	77	98	92	79
	후박나무	61	96	93	84
군산	참가시나무	82	96	84	98
	종가시나무	60	92	68	78
	후박나무	70	96	19	73
무주	참가시나무	72	66	71	54
	종가시나무	54	52	51	19
	후박나무	32	36	1	0
함양	참가시나무	85	78	63	38
	종가시나무	79	82	46	31
	후박나무	5	40	1	3
진주	참가시나무	97	98	93	87
	종가시나무	91	99	93	85
	후박나무	45	96	0	11

2009년 3월 동해 피해 조사 시 변산은 참가시나무 83%, 종가시나무 77%, 후박나무 61%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에서는 각 94%, 98%, 96%가 생존한 것으로 조사되었다. 후박나무가 참가시나무나 종가시나무에 비하여 내한성이 약하다고 알려진 수종이었으나 이 지역에서는 유사한 생존율을 보였으며, 2011년 10월 조사에는 각 85%, 79%, 84%의 생존율을 보였다.

군산의 경우 2010년 3월 조사에서 참가시나무 82%, 종가시나무 60%, 후박나무 70%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에는 각 96%, 92%, 96%가 생존한 것으로 조사되었다. 2011년 10월 조사에는 각 84%, 98%, 74%가 생존한 것으로 조사되어, 참가시나무의 경우 군산에서 난대수종의 복상가능성을 예측 할 수 있는 수종으로 판단되었다.

무주에서는 2010년 3월 동해피해 조사에서 참가시나무 72%, 종가시나무 54%,

후박나무 32%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에는 각 66%, 52%, 36%가 생존한 것으로 조사되었다. 최종적으로 2011년 10월 조사에는 각 54%, 19%, 0%가 생존율을 보여 생존율이 50%인 참가시나무도 심한 동해를 입어 수세가 약화된 것으로 보인다. 특히 후박나무는 모두 동해피해를 받아 고사되었다. 이와 같은 결과는 2010년에서 2011년까지의 겨울이 다른 해보다 추웠다는 기상자료와 일치하는 것으로, 수종 간 동해피해 결과는 장기간의 기상자료의 분석결과와 입지조사 및 생장조사와 같이 결부시켜 보다 확실한 결과가 나올 것으로 판단된다.

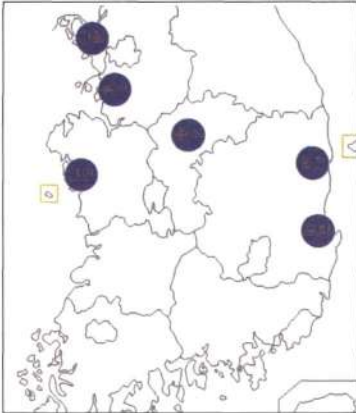
함양의 경우, 2010년 3월 동해피해 조사에서 참가시나무 85%, 종가시나무 79%, 후박나무 5%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에는 각 78%, 82%, 40%가 생육하는 것으로 조사되었다. 최종적으로 2011년 10월 조사에는 각 38%, 31%, 3%가 생육하는 것으로 조사되었는데 이와 같은 결과는 참가시나무의 경우 무주보다 피해가 심하고 특히 후박나무는 대부분 동해피해를 받아 고사된 것으로 보인다. 함양은 무주보다 위도가 아래쪽에 위치하지만 조림지의 입지, 방위 등 종합적 자료의 축적 및 분석이 필요한 것으로 보인다.

진주에서는 2010년 3월 동해피해 조사에서 참가시나무 97%, 종가시나무 91%, 후박나무 45%의 생존율을 보였으며, 10월 조사에서 각 98%, 99%, 96%가 생육하는 것으로 조사되었다. 2011년 10월 최종 조사에는 각 87%, 85%, 11%가 생존한 것으로 나타났다. 진주의 경우 참가시나무와 종가시나무의 경우 생존율이 양호하게 나타났지만 후박나무는 생존율 11%로 나타나 적응에 어려움이 있는 것으로 판단된다.

● 2010년 시험조림지역

2010년도에 조림한 지역은 강화도, 안면도, 평택, 충주, 울진 등 5지역으로서 강화도와 안면도는 서해안 도서지방이고, 평택은 오산과 수원의 경계지역이며, 충주는 가장 내륙에 위치한 지역이다. 울진은 동해안 해안선을 따라 조림지를 조성하는 연차 계획에 따라 부산과 포항 다음으로 조림을 실시하였다. 2010년도 조림 수종은 2008년과 2009년에 동일하게 참가시나무, 종가시나무, 후박나무 등 3수종이다. 조림 후 3개월 후에 활착률 조사를 시작하여 10월 성적조사를 실시하였다. 2011년 3월에 동해피해를 조사하였으며, 10월에 생존율(묘고, 근원경 등)을 조사하였다.

표 59. 2010년 조림지역의 연도별 생존율(%)



조림지	수종	2010년 10월	2011년 3월	2011년 10월
강화	참가시나무	89	72	7
	종가시나무	98	91	19
	후박나무	94	0	0
안면	참가시나무	91	73	81
	종가시나무	97	88	91
	후박나무	97	0	77
평택	참가시나무	95	94	37
	종가시나무	99	99	0
	후박나무	92	16	0
충주	참가시나무	84	32	17
	종가시나무	86	46	18
	후박나무	94	1	0
울진	참가시나무	86	71	71
	종가시나무	98	90	91
	후박나무	98	3	77

강화도의 경우 2010년 10월 조사에는 각 89%, 98%, 94%가 생존한 것으로 조사되었다. 2011년 3월 조사에는 각 72%, 91%, 0%가 생존한 것으로 조사되었으나 2011년 10월 조사에는 각 7%, 19%, 0%가 생존율이 현저하게 떨어진 것으로 조사되었다.

안면도에서는 2010년 10월 조사에서 각 91%, 97%, 97%가 생존한 것으로 조사되었으며 2011년 3월 조사에는 각 73%, 88%, 0%로 생존율이 현저하게 떨어졌으며, 2011년 10월 조사에서는 각 81% 91%, 77%로 생존율이 월등히 증가하였다.

평택의 경우 2010년 10월 조사에는 각 95%, 99%, 92%의 생존율을 보였으며, 2011년 3월에는 각 94%, 99%, 16%가 생존한 것으로 조사되었으며, 2011년 10월에는 각 37%, 0%, 0%로 생존율이 현저하게 떨어진 것으로 조사되었다.

충주에서는 2010년 10월 조사에는 각 84%, 86%, 94%가 생존하였으며, 2011년 3월에는 32%, 46%, 1%로 생존율이 현저히 떨어졌고, 2011년 10월에는 각 0%, 17%, 18%가 생존한 것으로 조사되었다.

울진의 경우 2010년 10월 조사에는 각 86%, 98%, 98%가 생존한 것으로 조사되었으나 2011년 3월에는 각 71%, 90%, 3%로 생존율이 저조하였고, 2011년 10월 조사에서는 각 71%, 91%, 77%로 회복세를 보였다.

● 동절기 기온특성 및 후박나무의 생존율

후박나무는 선단 시험조림지에서 기온에 가장 민감한 수종의 하나이다. 후박나무는 우리나라 남해안과 서해안의 일부지역, 도서지역 및 제주도 한라산의 해발 700m 이하에

분포하는 수종이다. 이들 수종에 대한 분포를 해발고 별로 보면 가장 아래쪽(해발 300m 이하)은 후박나무가 자라며, 500m에는 참가시나무도 분포하지만 면적은 매우 협소하다. 참가시나무는 500m 이상까지 분포하며, 붉가시나무는 계곡을 중심으로 해발 800m까지 분포하기도 한다. 따라서 기온에 가장 민감한 후박나무에 대하여 기후 적응성을 살펴볼 필요가 있다. 지역별 월 강수량은 표 60 및 그림 33와 같으며 기온과 후박나무 생존율은 표 61과 같다.

표 60. 조림지역의 월별 강수량(단위 mm)

	완도	나주	장성	변산	군산	진주	함양	무주	울진	충주	안면	평택	강화
1월	149.4	165.6	180.3	143.1	136.6	115.9	112.7	129.1	258.2	125.6	131.0	108.6	71.8
2월	406.9	409.6	338.4	219.8	275.5	412.8	361.1	380.7	317.1	214.1	200.8	186.0	132.0
3월	617.8	293.2	319.0	281.4	294.1	375.6	362.6	296.2	355.2	329.6	309.8	383.8	268.1
4월	780.6	452.4	394.3	311.2	372.0	707.4	572.4	477.2	314.7	399.6	323.6	442.4	380.7
5월	1,118.1	827.7	696.8	620.8	615.5	1,037.1	709.9	910.8	596.8	664.3	645.0	633.9	897.9
6월	1,308.8	923.6	747.1	786.1	954.5	1,131.7	1,176.3	739.3	690.5	889.4	794.7	940.7	1,015.4
7월	1,962.5	2,187.4	2,149.5	2,154.9	2,332.7	2,749.6	2,620.0	2,409.5	1,594.9	2,301.7	2,232.7	3,236.4	3,096.8
8월	1,381.0	1,775.5	2,113.7	1,550.9	1,279.9	1,587.1	1,889.1	1,905.8	952.9	1,407.0	1,249.2	1,404.2	1,637.3
9월	901.4	772.2	880.9	876.8	915.1	954.9	1,187.7	827.7	949.5	942.5	763.8	1,034.1	1,005.5
10월	370.0	217.2	172.0	187.6	130.7	284.5	196.2	196.3	201.2	137.8	168.9	154.0	170.7
11월	99.2	118.2	170.6	155.6	128.6	70.1	86.9	138.6	298.2	130.9	185.8	207.1	153.7
12월	170.3	206.4	291.5	257.7	185.0	98.2	108.1	183.8	112.2	91.3	174.2	88.1	102.3

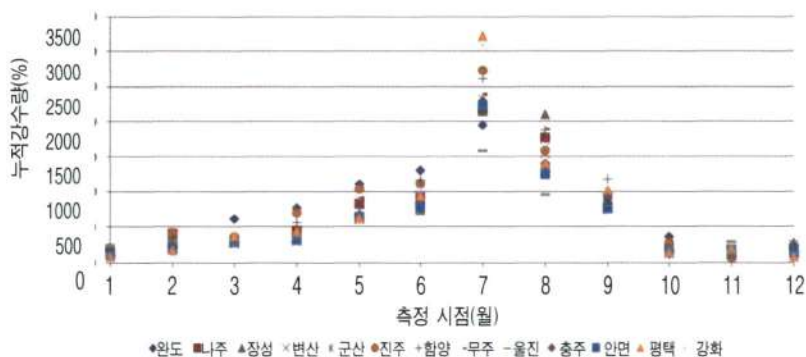


그림 33. 시험 선단조림지역별 강수량

표 61. 지역별 겨울철 기온 및 후박나무 생존율(2010.12 ~ 2011.3)

조사항목	완도	나주	장성	변산	군산	진주	함양	무주	울진	충주	안면	평택	강화
기간 평균기온(℃)	3.0	1.2	-0.2	-0.6	0.0	1.6	-2.9	-1.7	1.8	-1.1	0.1	0.0	-2.8
0℃이하 기온 누적일수(일)	37	47	58	59	57	46	56	69	42	65	51	41	78
기간 최저기온(℃)	-5.6	-7.2	-9.9	-8.5	-10.1	-8.4	-13.3	-12.5	-7.8	-13.7	-8.6	-14.5	-17.2
후박나무 생존율(%) - 2011년 상반기 조사 -	74	17	25	93	19	0	1	1	33	3	0	16	0

선단 시험지의 겨울철 기온은 완도가 3.0℃로서 가장 높고 강화와 함양이 각각 -2.8℃, -2.9℃로서 낮았다. 조사기간 동안의 최저 온도는 완도 -5.6℃, 강화 -17.2℃로 나타났다. 이와 같은 온도의 결과에 따라 완도의 후박나무 생존율은 74%이며, 강화도와 충주는 각각 0%, 3%에 그쳤다. 기타 진주와 함양, 무주의 경우도 생존한 개체가 없었다. 그러나 동해안의 경우 울진시험지의 후박나무 생존율은 33%로 나타났는데 이는 지형적인 영향으로 인한 온도에 기인한 것으로 분석되었으며 향후 지속적인 조사와 분석이 필요한 것으로 판단된다.

다. 검정원 조성 : 아열대 도입수종 적응성 검정

2009년에 도입하여 제주도 서귀포에서 발아시킨 라디아타소나무와 아카시아, 유칼립투스에 대한 기후 적응성을 검정하였다.

1) 라디아타소나무

2010년 봄에 식재하여 10월에 생존율을 조사한 결과, 제주도, 나주, 안면도 등 모든 지역에서 양호한 활착률을 보였으나, 2011년 조사에서는 나주의 경우 80%의 생존율을 보였지만 안면도는 모두 고사한 것으로 조사되었다(그림 35, 표 63). 따라서 라디아타소나무의 경우 우리나라 남해안까지는 생존이 가능한 것으로 보이나 기간을 두고 모니터링한 후 최종적인 결과를 판단해야 할 것으로 사료된다.

표 62. 2009년 도입 뉴질랜드 라디아타소나무 속성

생장형 *	특성	종자산지
<i>P. radiata</i> GF10	풍매, 원산지 1차 선발 후 채종원산	Amberley
<i>P. radiata</i> GF16	1차 선발목에서 재선발된 채종원산	Kaingaroa
<i>P. radiata</i> GF19	GF16에서 상위 16클론 채종원산	Amberley



그림 34. 2010년 나주 및 안면도에 식재한 라디아타소나무



그림 35. 2011년 현재 라디아타소나무, 좌: 나주, 우: 안면도

표 63. 라디아타소나무 생존율(2011년 현재)

식재장소	생장형	2010(%)	2011(%)
나주	GF 10	85	83
	GF 16	83	82
	GF 19	85	84
안면도	GF 10	97	0
	GF 16	99	0
	GF 19	97	0

2) 아카시아 및 유칼립투스과 산지 조림한 라디아타소나무의 활착률

표 64. 도입 3 수종의 생존율

수종	종류	이식 본수	이식 장소	활착률(%)
아카시아	<i>A. melanoxylon</i>	200본	하례 시험림	67
	<i>A. baileyana</i>			
	<i>A. dealbata</i>			
유칼립투스	<i>E. nitens</i>	500본	토평 포지	90
	<i>E. regnans</i>			
	<i>E. regnans</i>	200본	하례 시험림	79
	<i>E. saligna</i> <i>E. pitularis</i>			
라디아타 소나무	GF10, GF16, GF19	3,228본	상효 및 하례 시험림	72

도입수종의 생존율을 검정하기 위하여, 아카시아 3종 200본, 유칼립투스의 경우 포지에 2종 500본, 산지에 3종 500본을 식재하였고 라디아타소나무는 1종에 대하여 3,228본을 식재하였다. 장소는 해발 380m인 서귀포시 하례리와 해발 480m인 서귀포시 상효동을 선정하였다. 그 결과 아카시아의 평균 활착률은 67%로 나타났으며, 유칼립투스는 포장에서는 90%의 높은 활착율을 보였으며, 산지 식재의 경우 79%의 활착율을 보였다. 라디아타소나무의 경우 72%의 활착율을 보였다.

IV-5. 2012년 연구결과

가. 자원화 유망 수종 중식

1) 수종별 공시묘 양성

- 종자 채취: 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 구실잣밤나무 등 6수종
- 발아묘목 생장특성

각 수종별 발아율은 (표 65)과 같다. 후박나무의 발아율이 74%로 가장 높았으며, 구실잣밤나무는 45%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 강 등(2006)의 연구에서 붉가시나무는 87%, 종가시나무는 69%의 발아율을 갖는다. 이번 시험에서는 붉가시나무의 발아율은 68%로 낮게 나타났으며, 종가시나무의 발아율은 65%를 보였다.

표 65. 수종별 파종량, 발아율, 묘목 수량 현황

수종	파종량(kg)	발아율(%)	수량(본)	비고
붉가시나무	10	68	34,000	
종가시나무	5	65	15,000	
참가시나무	3	70	2,500	
후박나무	2	74	8,000	
동백나무	1	72	1,500	
구실잣밤나무	3	45	3,500	
6수종	24	65.67	64,500	

나. 난·아열대 수종 복상현황 조사

1) 선단 시험조림지 신규 조성

선단 시험조림지 신규 조성을 위해 부산시 북구 화명수목원과 서귀포시 상호동 서귀포 시험림에 동백나무, 붉가시나무, 종가시나무, 참가시나무, 후박나무를 각각 150본씩 장마기간이 시작되기 전 6월 중에 식재하였다.

표 66. 신규조성 선단 조림지 개요

지역	위치	식재시기	수종	본수	좌표(WGS84)
부산	부산광역시 북구 화명동 (화명수목원)	6월 20일	동백나무	150	N 33° 18' 32.3" E 126° 33' 26.2"
			붉가시나무	150	
			종가시나무	150	
			참가시나무	150	
			후박나무	150	
서귀포	서귀포시 상호동 (서귀포시험림)	6월 20일	동백나무	150	N 35° 15' 06.1" E 129° 02' 32.8"
			붉가시나무	150	
			종가시나무	150	
			참가시나무	150	
			후박나무	150	

부산은 수하식재가 아닌 수목원내 시험포지에 식재되었다. 경사가 비교적 완만하게 이루어져 있다. 서귀포 지역도 수하식재가 아닌 먼나무가 식재되어 관리되고 있는 시험림에 식재되었다. 경사가 완만하고 산록의 평지대 지역에 위치하고 있다.

표 67. 선단 조림지 식생 및 환경 특성

지역	식생특성				환경특성			
	식생형	우점종	교목층 피도(%)	교목층 높이(m)	해발고(m)	경사(°)	방위(°)	지형 특성
부산	시험포지	없음	없음	없음	180	5	230	평지
서귀포	시험림	먼나무	없음	없음	511	5	170	평지

2) 선단 시험지 불가시나무 추가 조림

2012년 6월에 강화, 용인, 안면, 군산, 변산, 장성의 6개 선단 시험지에 불가시나무 150본을 각각 추가 식재하였다. 당해 10월에 생육상황을 조사한 결과 안면도에서는 100%가 생존하고 있다. 용인 92.7%, 변산 88.0%, 장성 86.0%, 군산 85.3%, 강화 81.3%의 생존율이 나타나는 것으로 조사되었다.

표 68. 추가 조림지 내역

수종	지역	식재시기	식재량	생존율 (2012년 10월)
불가시나무	인천시 강화군(강화)	2012년 6월	150본	81.3
	경기도 평택시(용인)	2012년 6월	150본	92.7
	충청남도 태안군(안면)	2012년 6월	150본	100
	전라북도 군산시(군산)	2012년 6월	150본	85.3
	전라북도 변산면(변산)	2012년 6월	150본	88.0
	전라남도 장성군(장성)	2012년 6월	150본	86.0

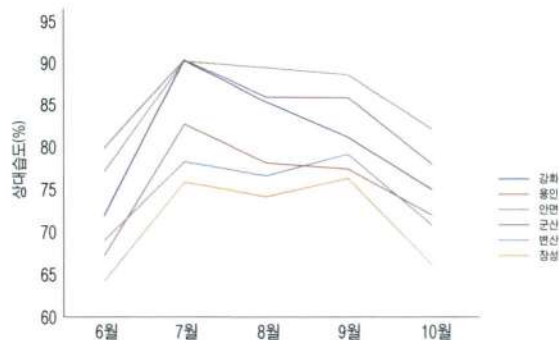


그림 36. 추가 조림지역 월평균 상대습도

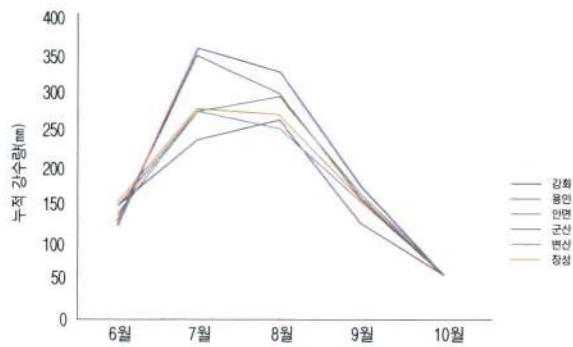


그림 37. 추가 조림지역 월 누적강수량

3) 선단 시험지 입지환경 및 생존현황

○ 선단 시험지 위치 및 입지환경

2008년부터 2012년까지 폐기된 선단 시험지를 제외하면 총 17개 지역이다. 서해안 지역은 강화, 용인, 안면, 군산, 변산, 장성, 나주, 동해안 지역의 강릉, 삼척, 울진, 남해안 지역의 완도, 진주, 부산, 서귀포, 내륙 지역의 충주, 무주, 함양 지역에 각각 조성되어 있다.

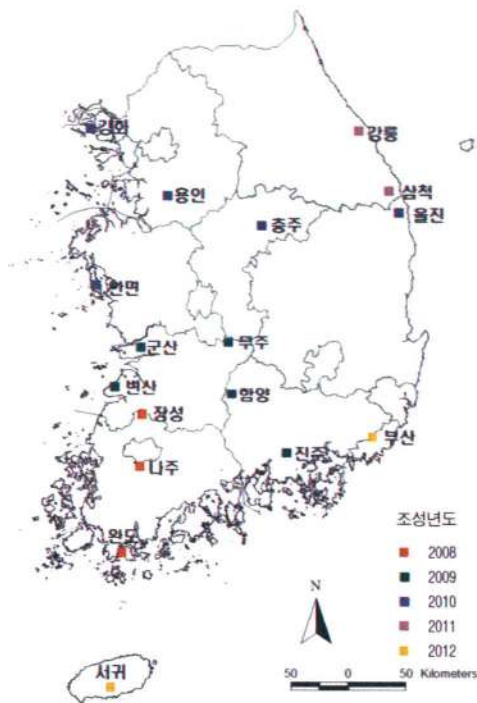


그림 38. 선단 시험지 위치 및 조성년도

2008년 조성된 완도, 나주, 장성 지역은 비교적 남서향의 경사면을 하고 있다. 모두 낙엽 활엽수림 지역이다. 완도는 상수리나무, 나주 밤나무, 장성 졸참나무가 우점하고 있다.

2009년 조성된 변산, 군산, 무주, 진주, 함양 지역은 군산 지역은 남동 방향의 방위를 가지고 있다. 다른 지역은 북서 방향의 방위를 가진다. 진주를 제외하면 모두 소나무 등이 우점하고 있는 침엽수림으로 이루어져 있다.

2010년에 조성된 울진, 안면, 충주, 용인, 강화 지역은 대부분 북향의 방위를 하고 있다. 강화 지역을 제외하고는 모두 소나무, 리기테다소나무, 낙엽송이 우점하고 있는 침엽수림으로 이루어져 있다.

2011년 조성된 삼척, 강릉 지역은 소나무가 우점하고 있는 침엽수림으로 이루어져 있다. 삼척은 북향, 강릉은 동향의 방위를 가지고 있다.

2012년 조성된 부산과 서귀포 지역은 경사가 비교적 완만하다. 수하식재가 아닌 관 리포지나 서귀포시험림의 먼나무 조림지에 조성되어 있다.

표 69. 선단 조림지 식생 및 환경 특성

식재시기	지역	위치	고도 (m)	경사 (°)	방위 (°)	식생형	우점종
2008년 3개소	완도	전남 완도군 군외면 삼두리 (완도수목원 시험림)	86	10	210	낙엽활엽수림	상수리나무
	나주	전남 나주시 산포면 산제리 (전남산림환경연구소 채수포)	13	25	320	낙엽활엽수림	밤나무
	장성	전남 장성군 북하면 신성리 (전남대학교 연습림)	162	30	235	낙엽활엽수림	졸참나무
2009년 5개소	변산	전북 부안군 변산면 중제리 (전북대학교 학술림)	76	5	350	침엽수림	소나무
	군산	전북 군산시 임피면 보석리 (군산산림조합)	27	35	145	침엽수림	소나무
	무주	전북 무주군 무주읍 당산리 (무주국유림관리소)	200	40	295	침엽수림	전나무 잣나무
	진주	경남 진주시 신성면 동산리 (남부산림연구소, 월아시험림)	98	45	315	낙엽활엽수림	감나무
	함양	경남 함양군 백전면 백운리 (함양국유림관리소)	582	30	320	침엽수림	소나무

표 69. 선단 조림지 식생 및 환경 특성 (계속)

식재시기	지역	위치	고도 (m)	경사 (°)	방위 (°)	식생형	우점종
2010년 5개소	울진	강원 울진군 울진읍 신림리 (울진국유림관리소)	149	30	95	침엽수림	소나무
	안면	충남 태안군 안면읍 누동리 (국립품종관리센터 안면시험립)	21	10	30	침엽수림	소나무
2010년 5개소	충주	충북 청주시 수안보면 수회리 (국립산림품종관리센터)	200	13	15	침엽수림	리기테다소나무
	용인	경기 평택시 진위면 동천리 (경기도산림환경연구소)	89	30	340	침엽수림	낙엽송
	강화	인천 강화군 삼산면 석모리 (석모도수목원)	166	15	270	낙엽활엽수림	신갈나무 줄참나무
2011년 2개소	삼척	강원 삼척시 원덕읍 가곡면 (삼척국유림관리소)	198	40	350	침엽수림	소나무
	강릉	강원 강릉시 강동면 임곡리 (강릉국유림관리소)	279	25	70	침엽수림	소나무

○ 선단 시험지 각 수종별 생육 현황

● 참가시나무

참가시나무는 2012년 10월 현재 삼척이 89.0%, 군산 87.3%, 장성 84.0%의 순으로 생존율이 나타나고 있다. 하지만 맹아율이 높은 삼척과 군산은 지상부가 고사되고 새로운 근부 맹아지를 내고 있는 형태로 존재하기 때문에 세력이 약화되고 점차 고사될 것으로 판단된다.

참가시나무는 서해안 지역의 나주, 장성, 안면, 용인 지역에서 70%이상의 생존율을 보이고 있다. 동해안 지역은 울진과 삼척에서 높은 생존율을 보인다. 내륙 지역인 함양, 무주, 충주에서는 생존율이 매우 낮은 것으로 나타났다. 하지만 2008년부터 2010년 까지 조성된 지역의 모든 서해안 지역에서 식재 후 매년 생존율이 낮아지는 것으로 조사되었다.

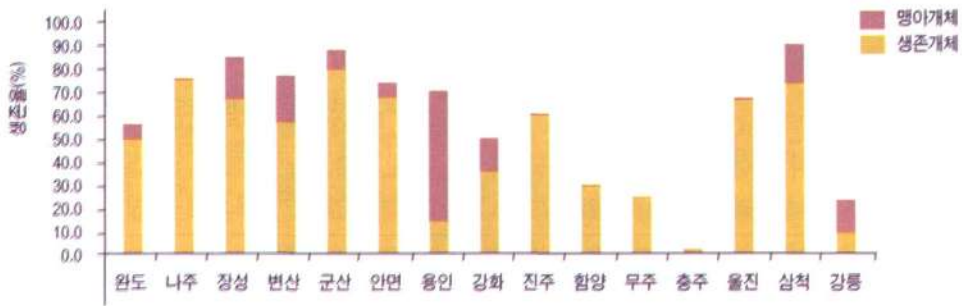


그림 39. 2012년 지역별 참가시나무의 생존율 및 망아율

해안 지역임에도 불구하고 위도가 높은 강릉과 내륙지역에 위치한 무주, 함양, 충주 지역에서는 생존율이 매년 빠르게 감소하고 있다. 특히 강릉 지역에서 생존율이 가장 빠르게 낮아지고 있는 것으로 조사되었다.

표 70. 참가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 망아 발생률

지역	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	생존율 (%)	망아율 (%)	생존율 (%)	망아율 (%)	생존율 (%)	망아율 (%)	생존율 (%)	망아율 (%)	생존율 (%)	망아율 (%)
완도	100	-	89	-	84	-	73	-	55.3	8.1
나주	100	-	92	-	87	-	77	-	74.7	0
장성	99	-	96	-	86	-	85	-	84.0	20.0
변산	-	-	100	-	94	-	85	-	76.0	25.9
군산	-	-	99	-	96	-	95	-	87.3	10.8
무주	-	-	98	-	66	-	54	-	24.7	10.2
진주	-	-	99	-	98	-	87	-	60.0	1.0
함양	-	-	100	-	78	-	38	-	29.3	0
울진	-	-	-	-	86	-	71	-	66.7	0.8
안면	-	-	-	-	91	-	81	-	73.3	8.3
충주	-	-	-	-	86	-	17	-	0	0
용인	-	-	-	-	95	-	37	-	70.0	78.8
강화	-	-	-	-	89	-	7	-	50.0	28.6
삼척	-	-	-	-	-	-	99	-	89.0	18.3
강릉	-	-	-	-	-	-	98	-	23.3	56.1

서해안 지역의 군산, 장성, 나주, 변산이 비교적 생존율이 높게 유지되고 있으며 군산지역이 가장 높은 생존율을 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 하지만 가장 위도가 낮은 지역인 완도에서는 올해 조사결과 55%정도의 생존율로 급격히 감소하고 있는 것으로 보아 기후 요소 이외의 다양한 환경(토양, 지형, 식생 등) 조건의 영향을 받는 것으로 판단되고 있다.

전년 대비 참가시나무의 수고 성장량을 비교한 결과 진주에서 가장 높은 성장량을 보인다. 나주, 삼척의 순으로 조사되었다. 높은 생존율을 나타내고 있는 장성, 변산, 군산, 안면 등의 지역에서는 수고 성장량이 매우 낮게 나타났다.

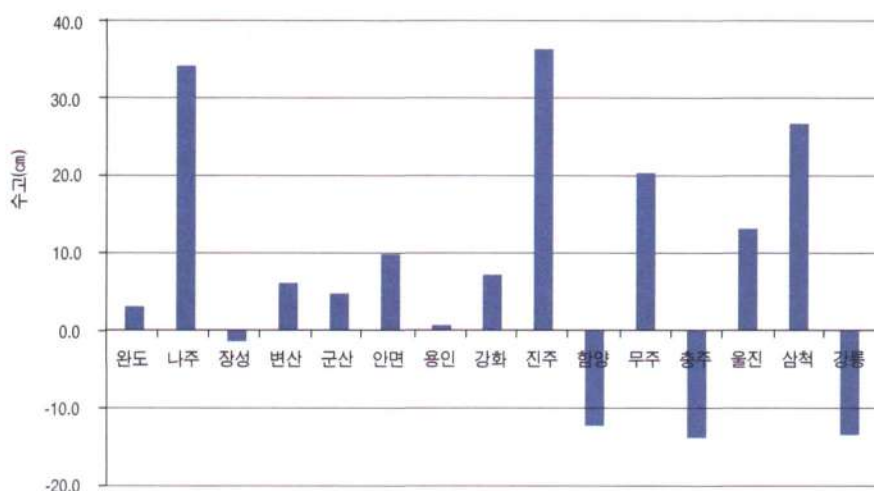


그림 40. 2012년 전년대비 참가시나무 수고 성장량

표 71. 참가시나무 생육현황

시기	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
지역	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)
완도	26.3	4.1	22.3	4.4	29.4	4.7	37.4	3.5	40.0	6.3
나주	30.3	4.0	33.4	5.0	79.9	6.2	92.1	9.5	125.7	14.0
장성	32.6	4.4	34.2	4.9	44.8	5.7	45.4	5.7	43.5	5.5
변산	-	-	39.9	4.6	46.9	6.0	37.1	5.8	42.8	6.4
군산	-	-	40.5	4.7	42.2	5.4	64.2	7.6	68.6	8.2

표 71. 참가시나무 생육현황 (계속)

지역	시기	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
		수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)
무주		-	-	36.3	5.1	69.3	8.6	63.2	9.5	83.0	9.6
진주		-	-	36.8	5.0	85.5	8.8	116.0	12.9	151.9	14.3
함양		-	-	34.3	4.5	65.0	7.1	29.7	5.3	16.8	5.1
울진		-	-	-	-	30.2	6.0	44.4	7.4	56.8	7.8
안면		-	-	-	-	35.3	6.6	40.5	6.8	49.8	11.0
충주		-	-	-	-	37.7	5.2	14.4	3.2	0	0
용인		-	-	-	-	26.7	4.8	27.3	5.5	27.1	5.7
강화		-	-	-	-	26.8	4.3	24.4	6.8	31.2	5.9
삼척		-	-	-	-	-	-	27.1	5.0	53.2	6.7
강릉		-	-	-	-	-	-	50.0	8.3	36.0	8.6

생존율이 낮게 나타나고 있는 함양, 충주, 강릉 지역은 전년에 비해 수고 성장량이 마이너스를 나타낸 것으로 분석되었다. 이것은 전년 평균 수고보다 높은 개체들이 겨울철 지상부가 고사하여 맹아지를 형성하여 수고가 낮게 나타났거나, 근부 맹아를 형성하지 못하고 식물체 전체가 고사한 개체가 많았음을 추정 할 수 있다.

● 참가시나무

참가시나무는 나주와 안면 지역에서 생존율이 높게 조사되었다. 그 외에 울진, 삼척, 용인 지역도 비교적 높은 생존율을 보인다. 반면에 장성 지역은 생존율은 높지만 42%의 맹아율이 발생하고 있어 겨울철 지상부가 고사하는 개체가 많이 발생하였다.

내륙 지역인 함양, 무주, 충주 지역에서는 근부 맹아가 발생하지 못하고 겨울철 저온으로 인해 개체가 모두 고사하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 강릉 지역에서는 38.0%의 생존율이 나타나고 있지만 생존 개체의 약 64.3%가 근부 맹아에 의해 발생하는 것으로 조사되었다. 이들 맹아지는 겨울철 저온으로 인해 근부까지 모두 고사될 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.

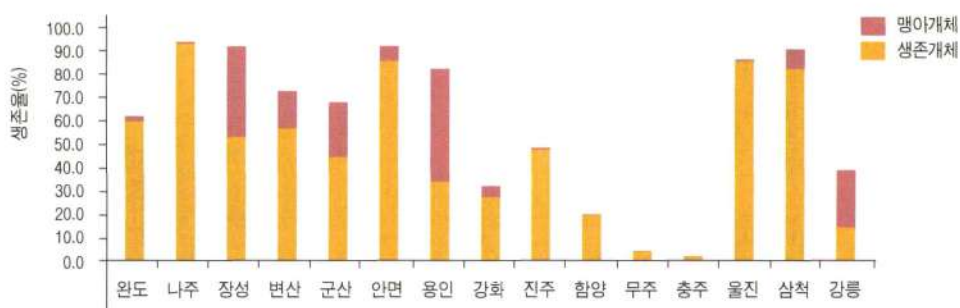


그림 41. 2012년 지역별 종가시나무의 생존율 및 맹아율

표 72. 종가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아 발생률

지역	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)
완도	100	-	81	-	66	-	68	-	62.9	4.5
나주	100	-	99	-	95	-	93	-	92.0	0
장성	99	-	99	-	98	-	95	-	90.7	42.1
변산	-	-	100	-	98	-	79	-	71.3	21.8
군산	-	-	99	-	92	-	78	-	64.7	30.8
무주	-	-	98	-	52	-	19	-	3.3	0
진주	-	-	99	-	99	-	85	-	47.3	0
함양	-	-	100	-	82	-	31	-	18.7	0
울진	-	-	-	-	98	-	91	-	84.7	0
안면	-	-	-	-	97	-	91	-	91.3	7.2
충주	-	-	-	-	86	-	18	-	0	0
용인	-	-	-	-	99	-	99	-	80.7	57.6
강화	-	-	-	-	98	-	91	-	30.7	14.1
삼척	-	-	-	-	-	-	99	-	87.3	7.8
강릉	-	-	-	-	-	-	96	-	38.0	64.3

전년대비 종가시나무의 수고 성장량이 가장 높은 지역은 나주와 진주 지역으로 조사되었으며, 울진과 삼척 지역도 비교적 높은 성장량을 보이는 것으로 조사되었다.

반면 맹아율이 높았던 장성, 변산, 군산 지역은 성장량이 매우 적게 나타났으며, 내륙지역인 함양, 무주, 충주는 지난해 고사된 개체가 많이 발생한 것으로 분석되었다.

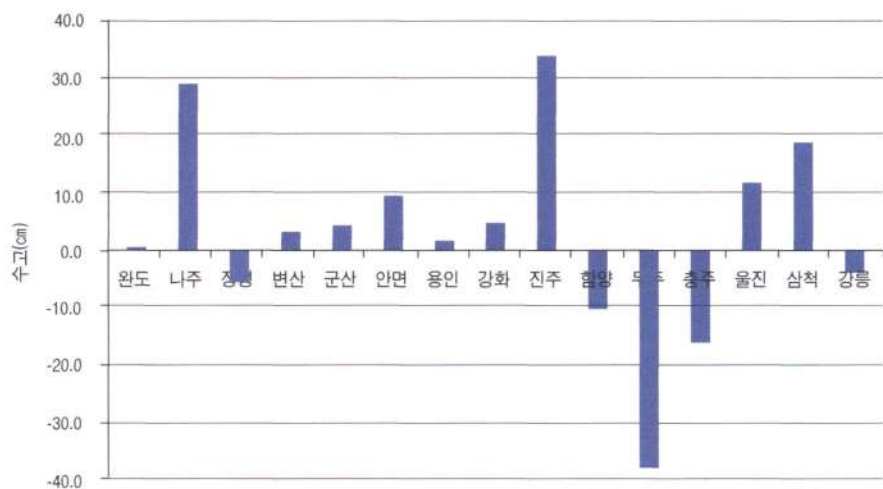


그림 42. 2012년 전년대비 종가시나무 수고 성장률

표 73. 종가시나무 생육현황

시기	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)
완도	40.7	5.1	33.5	5.2	38.8	5.4	44.1	4.1	44.3	6.7
나주	39.6	4.1	40.1	5.2	77.3	7.3	88.1	8.9	116.6	15.5
장성	40.4	4.4	42.0	5.3	42.6	6.0	42.5	5.7	36.3	7.5
변산	-	-	23.9	3.8	23.6	4.1	24.6	4.3	27.4	5.9
군산	-	-	24.8	3.4	19.9	3.7	21.9	3.8	25.9	6.9
무주	-	-	21.8	4.2	21.6	4.4	41.7	6.0	2.8	6.5
진주	-	-	24.4	6.8	52.2	7.1	74.1	11.0	107.3	12.4
함양	-	-	21.1	4.4	29.2	4.6	23.6	4.7	12.4	4.7
울진	-	-	-	-	21.8	3.7	35.0	5.3	46.3	7.5
안면	-	-	-	-	29.9	5.3	36.1	5.8	45.6	9.8
충주	-	-	-	-	35.4	5.0	16.9	3.7	0	0
용인	-	-	-	-	26.7	4.5	28.6	6.2	29.6	6.5
강화	-	-	-	-	22.3	3.5	22.2	4.7	26.5	5.9
삼척	-	-	-	-	-	-	25.9	4.8	43.6	5.9
강릉	-	-	-	-	-	-	30.8	5.1	26.0	5.4

● 후박나무

후박나무는 변산이 가장 높은 생존율을 보이고 있지만 맹아율이 높게 나타나고 있어 개체가 오랫동안 유지하기 어려울 것으로 판단된다. 이를 감안하면 완도와 울진에서 후박나무가 가장 오랫동안 개체가 유지될 것으로 판단된다.

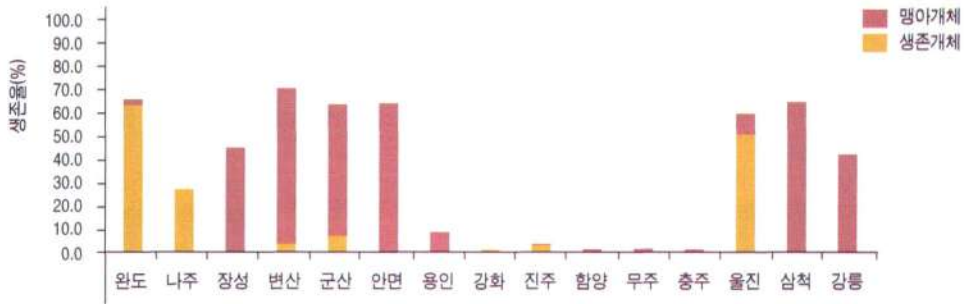


그림 43. 2012년 지역별 후박나무의 생존율 및 맹아율

진주, 함양, 무주, 충주의 내륙 지역에서는 근부 맹아도 발생하지 않고 겨울철 저온을 견디지 못해 식물체 전체가 고사해 버리고 있다. 장성, 변산, 군산, 안면, 삼척 지역은 맹아지에 의해 개체가 유지되고 있는 것으로 조사되었다. 이들 지역에서는 후박나무의 개체 성장이 매우 느리게 이루어지거나 점차적으로 생육 저해 현상이 나타날 것으로 판단된다.

표 74. 후박나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아발생률

지역	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)
완도	100	-	83	-	86	-	73	-	63.3	2.8
나주	100	-	77	-	59	-	45	-	26.0	0
장성	99	-	92	-	82	-	61	-	43.3	100.0
변산	-	-	100	-	96	-	84	-	68.7	95.9
군산	-	-	100	-	96	-	73	-	62.0	89.1
무주	-	-	97	-	36	-	0	-	0	0

표 74. 후박나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아 발생률 (계속)

지역	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)	생존율 (%)	맹아율 (%)
진주	-	-	99	-	96	-	11	-	2.0	0
함양	-	-	99	-	40	-	3	-	0.7	0
울진	-	-	-	-	98	-	77	-	58.0	14.0
안면	-	-	-	-	97	-	77	-	62.0	100.0
충주	-	-	-	-	94	-	0	-	0	0
용인	-	-	-	-	92	-	0	-	8.0	100
강화	-	-	-	-	98	-	0	-	0.7	100
삼척	-	-	-	-	-	-	99	-	60.2	100.0
강릉	-	-	-	-	-	-	95	-	33.3	48.9

전년대비 후박나무의 수고 성장량은 나주가 가장 높게 조사되었다. 특히 함양 지역에서 전년도 평균 수고가 3cm인 점을 감안하면 이 지역의 개체 성장량이 매우 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 모든 지역에서 전년 대비 생존율과 성장량이 매우 낮은 것으로 보아 시험 수종 중 가장 적응이 어려운 종으로 판단된다.

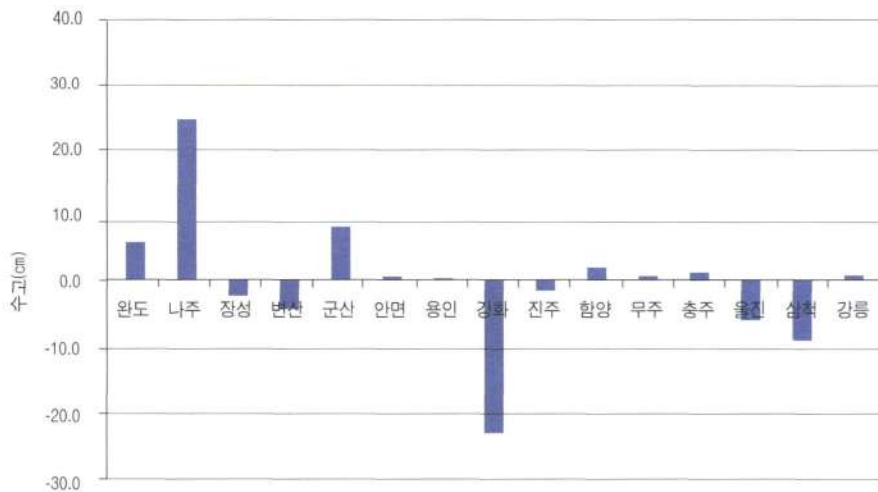


그림 44. 2012년 전년대비 후박나무 수고 성장량

표 75. 후박나무 생육현황

시기 지역	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년	
	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)
완도	32.4	4.6	28.7	4.7	33.0	4.4	39.5	3.8	44.9	7.0
나주	24.5	3.7	26.0	4.0	28.5	-	29.2	3.2	53.1	9.8
장성	43.2	5.1	44.0	5.3	18.2	2.8	13.9	1.6	11.1	1.8
변산	-	-	18.7	4.1	20.8	3.5	27.1	3.7	22.3	3.0
군산	-	-	18.6	3.9	28.6	3.5	17.3	2.3	25.0	3.8
무주	-	-	18.4	3.4	21.4	2.9	0	0	0	0
진주	-	-	20.8	4.1	23.6	4.2	23.6	5.4	23.3	6.0
함양	-	-	15.9	2.7	14.0	2.7	27.0	3.5	3.3	3.9
울진	-	-	-	-	29.5	5.2	27.7	3.7	25.5	4.2
안면	-	-	-	-	25.8	4.8	23.1	2.8	25.0	4.6
충주	-	-	-	-	48.3	6.1	0	0	0	0
용인	-	-	-	-	23.7	4.9	-	-	19.9	3.2
강화	-	-	-	-	23.7	4.1	-	-	8.0	4.0
삼척	-	-	-	-	-	-	21.8	5.0	12.0	7.5
강릉	-	-	-	-	-	-	17.1	4.4	17.6	3.9

● 붉가시나무

붉가시나무는 삼척과 강릉 지역에서 2011년에 식재되었다. 그 외의 지역은 2012년 6월에 식재되었다. 모든 지역에서 양호한 생존율을 보이는 것으로 조사되었다. 강릉 지역에서는 약 40%의 생존율을 보이고 있다. 맹아율이 100%인 점을 감안하면 생육 상태가 가장 안 좋은 것으로 나타났다. 당해 연도에 식재되어 활착된 상태만 확인된 결과이기 때문에 내년도 생장 상황을 확인해야만 정확한 평가를 내릴 수 있을 것으로 판단된다.



그림 45. 2012년 지역별 붉가시나무의 생존율 및 맹아율

표 76. 붉가시나무 생존율 및 지상부 고사 후 맹아 발생률

지역	2011년		2012년	
	생존율(%)	맹아율(%)	생존율(%)	맹아율(%)
장성	-	-	86.0	-
변산	-	-	88.0	-
군산	-	-	85.3	-
안면	-	-	100.0	-
용인	-	-	92.7	-
강화	-	-	81.3	-
삼척	100	-	91.9	0.7
강릉	94	-	40.7	100.0

2011년 식재된 삼척과 강릉 지역의 전년대비 성장량을 비교한 결과 삼척지역은 약 30cm 정도의 수고 성장을 나타내고 있다. 강릉 지역은 겨울철 지상부 고사로 인해 발생한 근부 맹아에 의해 개체가 유지되고 있는 것으로 조사되었다.

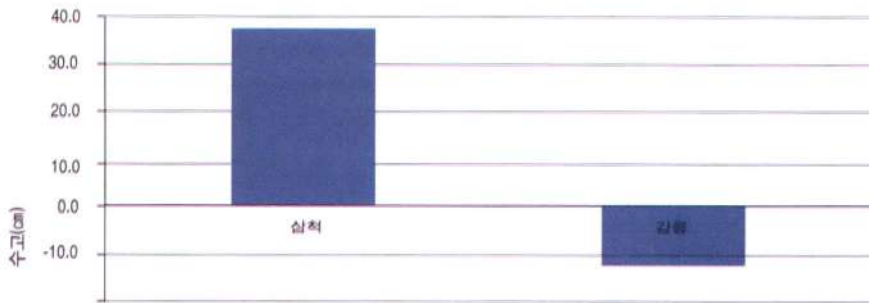


그림 46. 2012년 전년대비 붉가시나무 수고 성장률

표 77. 붉가시나무 생육현황

시기 지역	2011년		2012년	
	수고 (cm)	근원경 (cm)	수고 (cm)	근원경 (cm)
장성	-	-	22.8	5.6
변산	-	-	34.1	4.8
군산	-	-	25.2	4.0
안면	-	-	39.3	8.2
용인	-	-	36.6	7.4
강화	-	-	33.4	8.5
삼척	43.8	6.4	73.1	8.7
강릉	33.8	5.9	24.8	6.1

○ 선단 조림지 기후 특성

● 기온

난대상록활엽수종은 비교적 기온이 높게 유지되는 곳을 선호하기 때문에 겨울철 기온의 변화가 매우 중요하다. 따라서 선단 시험지의 12월부터 3월까지 겨울철 월평균 기온 변화를 비교 하였다. 서해안 지역에서는 위도와 유의한 기온 변화를 보인다. 겨울철 기온은 강화 지역이 가장 낮게 나타나고 있다. 저위도로 갈수록 기온은 높아져 완도 지역이 가장 기온이 높게 나타났다. 동해안과 내륙 지역인 경우 삼척의 기온이 가장 낮았다. 강릉, 진주, 함양, 울진 등은 내륙 보다는 해양성 기후에 영향을 받고 있어 비교적 기온이 높게 나타나는 것으로 추정된다.

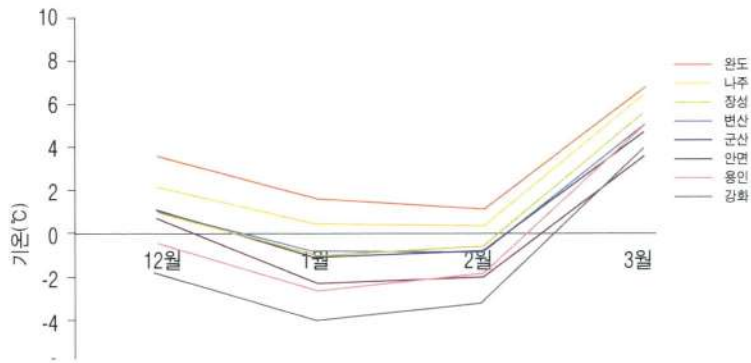


그림 47. 서해안 지역 겨울철 월평균 기온

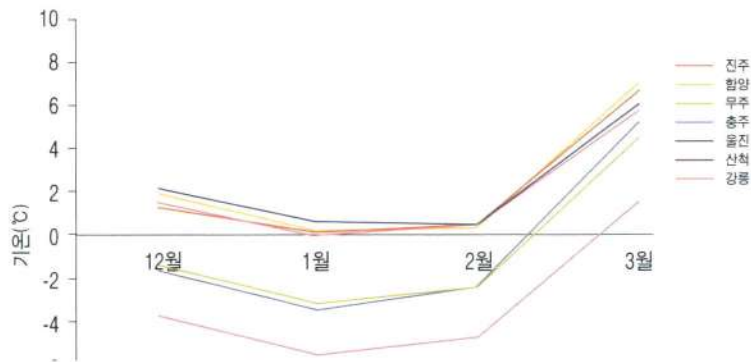


그림 48. 내륙 및 동해안 지역 겨울철 월평균 기온

표 78. 선단 조림지 월 평균기온(2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청)

	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
완도	13.2	3.7	1.7	1.1	6.9	12.9	19.0	22.1	25.7	27.5	21.7	17.1
나주	12.6	2.2	0.4	0.4	6.5	13.6	20.0	23.4	26.4	27.6	21.3	16.4
장성	12.1	1.1	-1.2	-0.6	5.6	13.0	19.2	23.5	26.5	27.6	21.0	16.0
변산	11.7	1.1	-0.9	-0.8	5.0	12.0	18.0	22.8	25.7	27.0	20.5	15.2
군산	11.4	1.0	-1.1	-0.8	4.7	11.7	17.7	22.4	25.2	26.7	20.3	15.2
무주	9.7	-1.4	-3.2	-2.4	4.5	12.0	18.3	22.1	25.4	25.9	18.9	12.2
진주	11.2	1.3	0.1	0.2	6.5	12.9	18.3	21.7	25.7	26.5	20.3	14.3
함양	11.1	1.9	0.2	0.3	6.8	13.3	18.9	22.0	25.8	26.2	20.0	13.8
울진	11.4	2.1	0.6	0.5	5.9	12.3	15.8	18.9	23.5	24.1	18.8	14.9

표 78. 선단 조림지 월 평균기온(2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청) (계속)

	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
안면	11.2	0.7	-2.4	-2.0	3.7	10.3	17.8	22.5	24.9	26.2	19.8	14.4
충주	9.8	-1.7	-3.4	-2.5	5.1	12.8	18.5	23.5	25.7	26.5	19.6	13.1
용인	11.2	-0.4	-2.7	-1.9	5.1	12.1	19.1	23.6	25.5	27.3	20.8	15.5
강화	9.8	-1.8	-4.1	-3.3	3.9	10.6	17.2	21.9	23.9	25.7	19.5	14.6
삼척	6.7	-3.8	-5.5	-4.8	1.4	9.8	14.5	17.5	22.4	22.2	15.7	10.8
강릉	11.2	1.5	-0.1	0.4	5.7	13.3	17.6	20.6	25.3	25.1	20.2	16.2
평균	10.9	0.5	-1.4	-1.0	5.1	12.1	17.9	21.9	25.1	26.1	19.8	14.6

* 주변 지역 기상자료 인용 : 나주-광주, 장성-정읍, 변산-부안, 무주-금산, 함양-산청, 안면-서산, 용인-수원, 삼척-태백

참가시나무와 종가시나무가 겨울철 기온이 가장 낮게 나타나고 있는 삼척 지역에서 다른 지역보다 생존율이 높게 나타나고 있어 겨울철 기온보다는 다른 환경 요소에 의해 영향을 받고 있는 것으로 판단된다.

2011년 11월부터 2012년 3월까지 일평균 기온이 영하를 기록한 누적일수는 완도가 21일로 가장 적었다. 삼척 지역이 92일로서 가장 많은 날수를 기록 하였다. 함양 지역은 내륙지역임에도 불구하고 가장 가까운 무주의 72일의 약 50%로 낮게 나타나고 있어 이 지역 난대상록수종의 생존율과 생육상태가 매우 낮게 나타나는 것으로 조사되어 기온과 함께 다른 환경요인의 생육에 영향을 끼친다는 결론을 뒷받침 해주고 있다.

표 79. 선단 조림지 영하 기온 누적일수(2011년 11월 ~ 2012년 3월, 기상청)

지역	서해안 지역	지역	내륙 및 동해안
완도	21	충주	69
나주	37	무주	72
장성	48	함양	38
변산	52	진주	47
군산	53	강릉	40
안면	64	삼척	92
용인	63	울진	33
강화	72		

* 주변 지역 기상자료 인용 : 나주-광주, 장성-정읍, 변산-부안, 무주-금산, 함양-산청, 안면-서산, 용인-수원, 삼척-울진

● 강수량

선단 시험지의 연 누적강수량은 함양이 1,940mm로서 가장 높았다. 울진이 1,165mm로서 가장 낮은 누적강수량을 기록하였다. 7월 장마와 8월과 9월의 태풍으로 인한 집중호우의 특징을 보이고 있어 대부분 지역에서 7월부터 9월까지 강우가 집중되어 나타나고 있다.

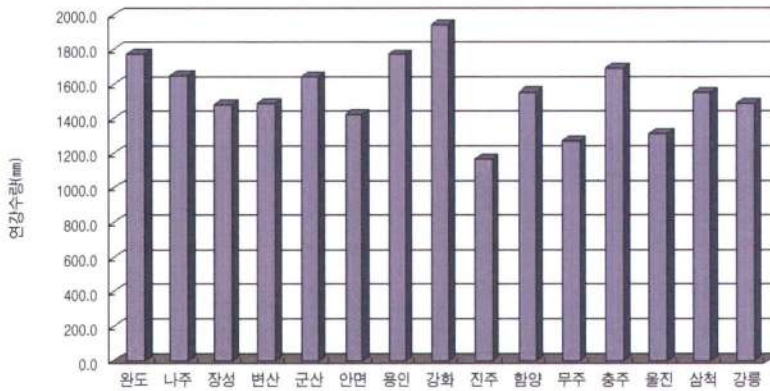


그림 49. 선단 시험지 연 누적강수량(2011년 11월 ~ 2012년 10월)

표 80. 선단 조림지 누적 강수량(mm, 2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청)

	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
완도	216.1	13.1	9.6	48.7	201.1	314.9	53.1	55.6	248.7	302.1	252.0	59.0
나주	136.8	13.3	15.2	18.6	100.4	82.5	42.6	83.1	330.6	473.5	272.0	82.8
장성	100.3	25.6	33.5	14.6	72.6	57.1	32.1	74.2	243.1	532.3	242.1	53.4
변산	86.9	26.4	19.4	5.9	67.0	73.4	25.8	50.1	238.5	631.8	219.8	44.6
군산	83.7	15.2	25.3	9.5	43.3	91.2	23.7	83.2	305.2	710.1	198.5	53.9
무주	98.0	7.8	23.7	1.1	83.6	75.9	21.7	115.7	239.2	497.5	219.5	46.1
진주	162.2	3.5	9.8	14.3	133.5	175.0	47.5	50.1	306.1	378.6	446.3	45.0
함양	164.1	5.0	14.1	6.7	110.1	186.4	45.8	48.7	346.5	585.2	396.0	37.0

표 80. 선단 조림지 누적 강수량(mm, 2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청) (계속)

	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
울진	65.3	60.4	34.7	9.9	80.5	129.5	40.6	34.8	235.1	201.5	265.4	7.6
안면	48.9	13.6	15.1	2.4	41.6	113.5	14.5	91.1	266.8	647.9	201.5	97.9
충주	67.0	15.6	9.6	1.7	66.4	84.5	61.0	58.8	265.7	403.3	177.2	61.5
용인	46.3	12.4	9.9	0.7	43.1	125.5	16.5	100.8	572.3	426.2	241.0	96.5
강화	68.3	3.1	4.1	0.2	28.1	121.6	10.0	80.2	283.8	472.7	141.8	101.0
삼척	82.7	20.5	30.4	0.9	65.7	125.6	74.8	49.6	386.0	417.1	258.5	39.7
강릉	132.9	105.0	39.0	23.1	126.7	126.5	52.7	26.8	261.2	295.3	290.7	9.6
평균	103.9	22.7	19.5	10.5	84.25	125.5	37.4	66.8	301.9	465.0	254.8	55.7

* 주변 지역 기상자료 인용 : 나주-광주, 장성-정읍, 변산-부안, 무주-금산, 함양-산청, 안면-서산, 용인-수원, 삼척-태백

● 상대습도

우리나라는 겨울과 봄에 매우 건조한 기후 특성을 보인다. 특히 강릉과 함양 지역의 해당 시기의 상대습도가 가장 낮았다. 변산 지역이 가장 높게 측정되었다.

함양 지역은 기온은 높지만 난대상록활엽수가 활발히 생리작용이 시작되는 봄철에 매우 건조하기 때문에 생존율이 매우 낮게 나타나고 있다.

근부 맹아의 발달도 매우 적게 나타나는 것으로 판단된다.

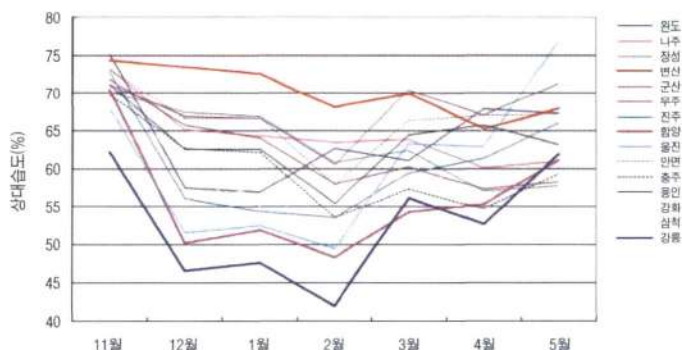


그림 50. 선단 시험지 겨울 및 봄의 평균상대습도(2011년 11월 ~ 2012년 5월)

표 81. 선단 조림지 평균 습도(2011년 11월 ~ 2012년 10월, 기상청)

	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
완도	75.2	57.5	56.9	62.7	61.1	67.9	67.4	76.3	82.8	78.0	75.4	64.3
나주	73.2	65.1	64.3	63.5	63.9	60.1	60.9	68.0	77.8	74.7	74.1	63.6
장성	70.3	67.5	67.0	60.8	62.4	57.1	57.7	64.1	76.0	74.0	76.1	66.0
변산	74.5	73.5	72.6	68.1	70.1	65.3	68.0	69.1	78.4	76.5	78.7	71.0
군산	71.2	67.0	66.7	60.6	70.5	67.2	71.3	79.7	90.3	85.7	85.8	78.1
무주	71.9	65.8	64.1	58.0	60.3	57.3	58.3	65.6	74.8	74.2	78.0	75.3
진주	72.8	56.1	54.3	53.5	59.5	61.4	66.0	71.6	81.8	79.0	78.8	71.4
함양	70.6	50.1	51.9	48.2	54.3	55.4	61.1	71.1	79.4	79.2	77.4	69.5
울진	67.9	51.5	52.5	49.4	63.3	63.0	76.9	86.2	84.9	88.0	82.7	68.4
안면	73.1	66.8	66.8	57.8	66.5	67.2	67.3	76.8	89.8	89.3	88.4	82.1
충주	69.8	62.7	62.1	53.5	57.3	54.8	59.3	59.9	77.4	75.3	77.3	72.5
용인	71.2	62.6	62.6	55.4	64.4	65.8	63.2	67.3	82.4	77.8	77.1	71.8
강화	72.7	58.9	55.0	49.5	59.2	65.1	66.2	71.6	90.2	85.0	80.8	74.6
삼척	67.7	56.0	57.4	50.6	62.2	54.9	64.5	79.7	76.5	83.1	80.5	68.5
강릉	62.2	46.5	47.5	41.9	56.2	52.7	62.0	74.6	71.0	80.3	71.5	54.7
평균	70.95	60.51	60.1	55.5	62.0	61.0	64.6	72.1	80.9	80.0	78.8	70.1

* 주변 지역 기상자료 인용 : 나주-광주, 장성-정읍, 변산-부안, 무주-금산, 함양-산청, 안면-서산, 용인-수원, 삼척-태백

4) 도입수종 내한력 검토

라디아타 소나무의 생육 상황은 수고 75.8cm, 근원경 12mm이며 생존율은 39%로 조사되었다. 시험 조림한 장소가 제주도 서귀포시 해발 350m 지역이어서 기후는 비교적 온난한 장소이다. 생육상태는 잠아가 많이 발생하였다.

유칼립투스 수종은 수고 1m, 근원경 13.5mm로 조사되었지만 생존율은 5%에 불과하였다. 기후 및 기타 요인으로 적응성이 떨어지는 것으로 판단된다.

표 82. 수종별 생육특성 및 생존율

수종	수고(cm)	근원경(mm)	생존율(%)	비고
라디아타소나무	75.8	12.0	39	
유칼립투스	100.8	13.5	5	

5) 난대상록활엽수종 북한계선 자생지 특성 조사

○ 붉가시나무 자생 북한지 입지 환경

난대상록활엽수종 북한계선 자생지 특성을 조사하였다. 붉가시나무의 위도상 자생 북한지는 전라남도 함평군 함평읍 기각리의 붉가시나무 자생지로서 해발고도는 42m 지역에 위치한다.

비교적 남향의 경사면을 가지고 있으며, 작은 산체의 사면 하단에 경사는 35° 정도로서 비교적 경사가 급한 지역에 형성되어 있다.

표 83. 붉가시나무 자생 북한지 입지 현황

조사지역	전라남도 함평군 함평읍 기각리 산 12-2		
지리좌표	N 35° 04' 14.76"	해발고도	42 m
	E 126° 31' 05.75"	면적	40m×25m
대상수종	붉가시나무	주요수종	붉가시나무
식생형	상록활엽수림	관리상태	양호
경사	35°	방위	N 130°
지형	사면 하단	치수 발생	11 개체
입지환경	산지의 남사면 하단, 관목층 없음	출현종수	교목층 1종, 초본층 24종

○ 붉가시나무 개체 특성

붉가시나무는 11개체가 자생한다. 평균수고는 11.3m, 흉고직경은 36.7cm, 단목형태보다는 분지가 약 2.7개의 주간으로 자라고 있으며, 붉가시나무를 보호하기 위해 오랫동안 다른 식물이 자라지 못하도록 관리 되고 있다. 식생 층위는 다양하지 못하고 초본층에는 24종의 식물이 출현하고, 약 10cm미만의 치수가 11개체 분포하고 있다.

붉가시나무 11개체의 관리를 위해 붉가시나무를 비롯한 다른 개체는 모두 제거함으로써 식생구조가 단순해지고 식물 다양성이 매우 낮게 나타나고 있는 것으로 조사되었으며, 생육상태는 중 또는 하 수준의 활력상태라고 판단된다. 아교목층 또는 관목층 및 초본층에 붉가시나무 후계목이 전혀 관측되지 않는 상태이다.


표 84. 조사지역내 붉가시나무 개체별 형질

번호	수종명	수고(m)	수관폭(m)	흉고(cm)	비고
1	붉가시나무	12.5	10.0	54.5	분지 2
2	붉가시나무	8.5	8.0	59.0	분지 2
3	붉가시나무	13.0	9.0	40.0	
4	붉가시나무	10.0	7.0	35.5	
5	붉가시나무	12.0	8.5	34.0	분지 2
6	붉가시나무	13.0	7.0	32.5	분지 3
7	붉가시나무	10.0	10.0	22.5	
8	붉가시나무	13.0	11.0	50.5	
9	붉가시나무	8.5	7.0	35.5	
10	붉가시나무	12.0	10.5	39.5	분지 4
11	붉가시나무	8.0	6.0	19.5	
12	붉가시나무	12.5	8.0	28.5	분지 2
13	붉가시나무	13.0	9.5	37.0	
14	붉가시나무	12.5	10.0	26.5	분지 4
평균		11.32	8.68	36.79	2.7

다. 검정림 조성 관리

서귀포 시험림에 시험 조림한 라디아타소나무의 생존율 변화는 표 85와 같다. 하예 조림지는 해발 300m 내외이며 상호 조림지는 430m내외이다. 조림 당년의 생존율은 85%였으며 시간이 지날수록 생존율이 낮아지며 수세도 떨어진다. 라디아타소나무의 특성이 없어지고 잠아(Dormant bud) 발생율이 높아지는 형태로 생육하고 있다.

표 85. 라디아타소나무 생존율 변화

장소	년도(%)			
	2010	2011	2012	
서귀포시 하예동	85	73	39	
서귀포시 상호동	84	71	38	

라디아타소나무 전경

V. 참고문헌

- 강병서, 정진현, 황석인, 김찬수, 손석규, 정영교, 이성기, 원현규. 2006. 붉가시나무와
종가시나무 노지파종의 발아특성. 한국임학회 학술발표회. 2006: 242-243.
- 김찬수, 강영제, 문명옥, 송관필, 정세호, 오장근, 김완병. 2006. 한라산의 동·식물 목록.
제주도. 한라산생태문화연구소. p. 351.
- 손석규, 김찬수, 변광옥, 김문홍, 송관필, 현화자, 서병기, 황석인, 정진현. 2007.
제주특산수종의 조경 및 절화용 품종육성과 재배기술. 국립산림과학원
연구보고. 07-02. p. 110.
- 손석규, 제선미, 우수영, 변광옥, 강영제, 강병서. 2006. 다른 광도에서 생육한 먼나무,
붓순나무의 생리적 차이. 한국농림기상학회지. 8(2): 61-67.
- 손석규, 한진규, 김찬수, 황석인, 정진현, 이성기. 2007. 비움처리에 따른 붓순나무의
광합성, 엽록소 함량 및 엽 특성. 한국환경과학회지. 16(11): 1313-1318.
- 신현철 등. 2006. 한국의 난대수종. 국립산림과학원. p. 218.
- 임목육종연구소. 1996. 임목육종사십년. 임목육종연구소. p. 535.
- 임업연구원. 1999. 난대림 조성 및 보존방법 체계화에 관한 연구. p. 367-401.
- 임업연구원. 1999. 주요수종의 육종계획. 임업연구원. p. 88.
- 정성호 등. 2007. 한국가구학회. 2007년도 춘계학술대회 논문집. p. 84-92.
- Chen, Z.S., and Hseu. 1997. Total organic carbon poll in soils of Taiwan, Proc. Nat.
Sci. Council, ROC, part B, Life Sciences. 21: 120-127.
- Johnson, H.W., H.B. Marino and H.S. Mayeux. 1993. Increase in C3 plant water
use efficiency and biomass over glacial to present CO2 concentrations.
Nature. 361: 61-65.
- Seog-Gu Son, Chan-Soo Kim, Seok-In Hwang, Jin-Heon Jeong and Wan-Yong
Choi. 2008. Effects of climatic factors and picking time on availability of
seeds of *Chamaecyparis obtusa*. J. Kor. For. Soc., 97(2): 135-139.
- Willams, R.L. and J.L. Hamrick. 1996. Elite populations for conifer breeding and
gene conservation. Canadian Journal of Forest Research, 26(3): 453-461.

◎ 국립산림과학원 연구자료 목록 ◎

1. 외국수종육성에 관한 시험, 1959.
2. 한국산 야생용 식물 - 초본편, 1959.
3. 세계인공림에 관한 회의보고서, 1968.
4. 야생동물실태조사 제 3보, 1968.
5. 한국수목해충종목록, 1969.
6. 한국조류분포목록, 1969.
7. 광통시험림의 솔잎혹파리구제에 관한 보고, 1969.
8. 야생식물식물도감, 1969.
9. 야생동물실태조사 제4보, 1969.
10. 해외파견기술훈련보고서 - 토양조사와 토지이용구분, 1970.
11. 한국의 꿀종이 공업, 1970.
12. 주요 임산물 통계자료, 1970.
13. 포푸라 주요 병해충의 생태와 방제, 1970.
14. 포푸라이충의 현황과 전망, 1970.
15. 조림수익율표, 1972.
16. 송이생산기술 연찬회자료, 1981.
17. 해외목재자원 및 이용 - I. 파푸아뉴기니아, 1981.
18. 한국의 송이에 관한 조사보고서, 1981.
19. 목재보존 기술자료, 1981.
20. 해외목재자원 및 이용 - II. 중남미, 1982.
21. 해외목재자원 및 이용 - III. 아프리카, 1983.
22. 송이연구 및 생산기술자료, 1984.
23. 해외목재자원 및 이용 - IV. 동남아시아, 1984.
24. Compilation of Abstracts on Gall Midges of Woody Plants(수목혹파리에 관한 초록집), 1984.
25. 주요수종의 수의성, 1985.
26. Report on Biological Control of the Pine Gall in Korea, 1985.
27. 미국과 일본의 산림자원정책, 1985.
28. 오지리의 산림조사평가와 표준오차계산표, 1985.
29. 일본의 임산버섯 연구 및 생산기술, 1986.
30. 산지이용구분조사보고서, 1986.
31. 해외목재자원 및 이용 - V. 북미, 1986.
32. 임산버섯생산기술 연찬회자료, 1987.
33. 간벌소경제의 가공이용기술, 1987.
34. 산림자원조사보고서 - 강원도 기본계획구, 1987.
35. 산림자원조사보고서 - 동부영림서 기본계획구, 1987.
36. 산림자원조사보고서 - 중부영림서 기본계획구, 1988.
37. 간벌작업지 프라스틱수리집제에 관한 사례연구, 1988.
38. 해외목재자원 및 이용 - VI. 소련(극동시베리아), 1989.
39. 임업투자수익율표, 1989.
40. 산림자원조사보고서 - 경상북도(대구직할시포함) 기본 계획 구, 1989.
41. 산림자원조사보고서 - 남부영림서 기본계획구, 1989.
42. 마립목지의 주요수종 수확예측, 1989.
43. 산림토양단면도집, 1989.
44. 해외임산공업현황 - I. 대만·일본, 1989.
45. 목재도장기술, 1989.
46. 대나무재배기술, 1990.
47. 산림자원조사보고서-경남(부산직할시 포함) 기본계획구, 1990.
48. 일본의 소나무재선충병연구, 1990.
49. 소련 중국의 임업정책연구, 1990.
50. 열대재의 재질과 가공성, 1990.
51. 평가르기, 1991.
52. 산림과 물, 1991.
53. 일본의 제재기술동향, 1991.
54. 일본의 목재보존의 기술동향, 1991.
55. 세계주요국의 임정연구, 1991.
56. 산림자원조사보고서 - 전라북도(광주직할시 포함) 기본 계획 구, 1991.
57. 산림자원조사보고서 - 전라남도 기본계획구, 1991.
58. 환경과 야생동물, 1991.
59. 한국의 임산업, 1991.
60. 목재건조기술, 1991.
61. 목재접착 · 조색 · 도장기술, 1991.
62. 도시 · 산림 · 환경, 1991.

63. 석재자원조사보고서(Ⅰ), 1992.
64. 세계의 임산업, 1992.
65. 아까시나무 자원과 이용, 1992.
66. 세계주요국의 산림·임업법률연구, 1992.
67. 수목 및 목재의 성분어용, 1992.
68. 겨울철새의 도래실태, 1992.
69. 산림자원조사보고서(충북), 1992.
70. 산림자원조사보고서(충남), 1992.
71. 임업연구를 위한 기초통계학, 1992.
72. 북한의 임업, 1992.
73. 한국산 버섯 색인집, 1992.
74. 목질탄화 및 탄화물의 토양개량제 이용, 1992.
75. 목재열기 건조 스케줄, 1993.
76. 산림자원조사보고서(경기도, 서울, 인천, 원주영림서 포함 기본계획구), 1993.
77. 산림자원조사보고서(제주도 기본계획구), 1993.
78. 합판산업 구조개선방안, 1993.
79. 산림휴양·생태관광계획, 1993.
- 80-1. 열대목재의 합리적 이용 및 목재산업 국제화 증진 방안, 1993.
- 80-2. Study on Rational Utilization of Tropical Timber and Globalization of Korean Wood Industry, 1993.
81. 석재자원조사보고서(Ⅱ), 1994.
82. 해외조림투자환경, 1994.
83. 활엽수자원보고서(경상남도 기본계획구), 1994.
84. 활엽수자원보고서(전라남도 기본계획구), 1994.
85. 활엽수자원보고서(제주도 기본계획구), 1994.
86. 목재·재질재료의 성능향상 및 가공 이용기술, 1994.
87. 표고재배기술 연구자료, 1994.
88. 천마재배기술 연구자료, 1994.
89. 룰법 종합이용, 1994.
90. 일본 목재보존공업기술 동향, 1994.
91. 임목종자와 양묘, 1994.
92. 한국의 목재자원과 수급 및 임산업현황, 1994.
93. 산림측량실무, 1994.
94. 목조주택 시공기법, 1994.
95. 한국산 주요목재의 성질과 용도, 1994.
96. 통나무집 축조기술, 1994.
97. 목질재료의 신접착기술, 1994.
98. '95임업연구성과설명회 자료(목재산업분야), 1995.
99. '95임업연구성과설명회 자료(임산버섯분야), 1995.
100. '95임업연구성과설명회 자료(목수임산물리용분야), 1995.
101. 산림생태계 생물다양성 조사분석 및 표본관리 방법, 1995.
102. 속성활엽수의 해외조림투자환경(베트남, 미얀마, 칠레, 서호주를 중심으로), 1995.
103. 솔잎혹파리 논문집 Ⅰ. 생태, 피해, 방제전략, 1995.
104. 솔잎혹파리 논문집 Ⅱ. 생물적, 화학적, 임업적 방제, 1995.
105. 솔잎혹파리 논문집 Ⅲ. 일본, 유럽, 미국, 1995.
106. 한국수목해충목록집, 1995.
107. 임업분업론과 중국의 임업발전방향, 1995.
108. 중국의 임업산업정책과 구역비교연구, 1995.
109. 우리나라 목재수급실태, 1995.
110. 활엽수자원조사보고서(충청남도 기본계획구), 1995.
111. 활엽수자원조사보고서(전라북도 기본계획구), 1995.
112. 활엽수자원조사보고서(경상북도 기본계획구), 1995.
113. 임업연구 기본계획, 1995.
114. 뉴질랜드의 임업 및 임산업 투자환경 - 북섬지역을 중심으로, 1995.
115. 구조용 목질재료의 이용과 환경영향, 1995.
116. 한국수목병명목록집, 1995.
117. 열대활엽수의 해외조림투자환경(말레이시아, 솔로몬, 파푸아뉴기니를 중심으로), 1996.
118. '96연구성과설명회 자료집(임산공업분야)-산업환경변화에 대응한 임산공업의 새로운 모색, 1996.
119. 한·일 산림생산공학 학술회의, 1996.
120. 임업경제동향 - 연차보고서, 1996.
121. 계방산 및 울릉도산림생태계의 생물다양성, 1996.
122. 활엽수자원조사보고서(전국 총괄), 1996.
123. 활엽수자원조사보고서(경기도 기본계획구), 1996.
124. 활엽수자원조사보고서(강원도 기본계획구), 1996.
125. 활엽수자원조사보고서(충청북도 기본계획구), 1996.
126. 한국산림과 온실가스 흡수·저장 및 저장방안, 1996.
127. 산림생장 및 수확예측 모델론, 1996.
128. 환경보전형 곤충병원미생물을 이용한 잔디해충 방제, 1996.
129. 임업연구원소장 곤충표본목록 Ⅰ 나비목, 1996.
130. 임업경제동향-연차보고서(1997), 1997.
131. 나무의 신비, 1997.

132. 우리나라의 산촌지역 구분조사, 1997.
133. 한국의 목재수급실태, 1997.
134. 산림자원조사보고서, 1997.
135. 중국의 임업·임산업 현황과 투자환경, 1997.
136. 일제시대의 국유림관리 -보호·처분·경영을 중심으로-, 1997.
137. 목조건축의 외장용 목재, 1997.
138. 조선시대 산림사료집, 1997.
139. 임도망계획방법, 1998.
140. 임업경제동향-연차보고서, 1998.
141. 표고 재배기술, 1998.
142. 폐목재발생 및 재활용실태, 1998.
143. 산림의 온실가스 저감방안, 1998.
144. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용, 1998.
145. 설악산 산림생태계의 생물다양성과 생태관광개발 잠재력 평가, 1998.
146. 우리나라 야생동물의 보호·관리실태, 1999.
147. 표고 재배기술향상, 1999.
148. 임업경제동향-연차보고서, 1999.
149. 자연휴양림 이용특성 및 효율적 관리방향(1), 1999.
150. 송이 증수 및 품질향상 기술, 1999.
151. 주요 수종의 육종계획, 1999.
152. 임업의 새로운 조류, 1999.
153. 송이 증수 및 인공재배 연구, 1999.
154. 임업경제성분석 프로그램 사용설명서, 1999.
155. 임업경제성분석 지침서, 1999.
156. 목재인증제의 동향, 1999.
157. 도시림 실태조사 및 관리방안, 1999.
158. 새로운 표고재배기술, 2000.
159. 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안, 2000.
160. 식·약용식물 재배법, 2000.
161. 임업연구원 소장 곤충표본목록 II 곤충류(나비목제외), 2000.
162. 임업경제동향 2000년/봄, 2000.
163. 한국기록종 버섯 재배지 목록, 2000.
164. 백합나무 조림기술, 2000.
165. 밤나무 재배기술, 2000.
166. 임업경제동향 2000년/여름, 2000.
167. 임업경제동향-연차보고서, 2000.
168. 송이산 가꾸기 및 송이증수, 2000.
169. 한국과 일본의 산지관리 제도, 2000.
170. 혼농림업의 현황과 발전방향, 2000.
171. 원목규격과 해설, 2000.
172. 폐한광지의 환경복원녹화 기술개발 국제실험포지엄, 2000.
173. 임업경제동향 2000년/가을, 2000.
174. 임업경제동향 2000년/겨울, 2001.
175. 임업경제동향 2001년/봄, 2001.
176. 일본의 산촌진흥시책, 2001.
177. 비무장지대 조사방안 토론회, 2001.
178. 임업경제동향 2001년/여름, 2001.
179. 숯과 목초액 이용, 2001.
180. 온·한대림의 보전과 지속가능한 경영을 위한 기준 및 지표, 2001.
181. 임업경제동향 2001년/가을, 2001.
182. 한국의 근·현대 산림소유권 변천사, 2001.
183. Green GNP와 산림자원경제, 2001.
184. Traditional Knowledge for Soil Erosion Control in the Republic of Korea, 2001.
185. 산림유역의 비점오염원 관리 -산림작업이 수질에 미치는 영향 및 저감대책-, 2001.
186. 주요국의 산림·임업정책, 2001.
187. 주요국의 산림·임업법률, 2001.
188. 임업경제동향 2001년/겨울, 2002.
189. 임업경제동향 2002년/봄, 2002.
190. 임업경제동향 2002년/여름, 2002.
191. 도시림의 합리적 이용·관리방안, 2002.
192. 외국의 산불예방과 진화, 2002.
193. 우리나라 귀화식물의 분포, 2002.
194. 중국임업 및 임산업투자환경, 2002.
195. 임업경제동향 2002년/가을, 2002.
196. 산림수문 장기모니터링 자료집(산림유역의 물순환 조사), 2002.
197. 북미산 활엽수재의 재질과 용도, 2002.
198. 백두대간의 생태계 현황 및 관리범위 설정, 2003.
199. 세계의 산림자원과 목재무역, 2002.
200. 2002 수요열린 세미나 자료집, 2003.
201. 임업경제동향 2002년/겨울, 2003.
202. 임업경제동향 2003년/봄, 2003.

203. 생물반응기와 생물체 대량배양, 2003.
204. 대기오염과 산림생태계 변화모니터링, 2003.
205. 임업경제동향 2003년/여름, 2003.
206. 환개미의 생태와 방제, 2003.
207. 홍콩수목원의 버섯, 2003.
208. 주요국의 산림계획제도, 2003.
209. 임업경제동향 2003년/가을, 2003.
210. 북한 산림 · 임업동향, 2003.
211. 기후변화협약에 따른 국가보고서 작성 기초 연구, 2003.
212. 제조제 내성 관여 유전자와 효소, 제조제의 생화학 및 대사, 형질전환 식물의 잔류물질, 2003.
213. GM 수종의 환경적 고찰, 2003.
214. 포플리의 생물학, 2003.
215. 조선시대 국용임산물(전국지리지의 임산물 항목을 중심으로), 2004.
216. 2003 수요열린 세미나 자료집, 2004.
217. 임업경제동향 2003/겨울, 2004.
218. 산림수자원 모니터링, 2004.
219. 채종원의 효율적 관리방안, 2004.
220. 임도밀도 목표량 산정연구, 2004.
221. 임업경제동향 2004년/봄, 2004.
222. 동북아 지역의 사막화 원인과 대책, 2004.
223. 휴양림 목조시설 유지관리 매뉴얼, 2004.
224. 알기 쉬운 소나무재선충, 2004.
225. 임업경제동향 2004년/여름, 2004.
226. 생태계접근법의 개념과 이행지침, 2004.
227. 임산물품질인증지침, 2004.
228. 두릅나무 및 옻나무 재배기술, 2004.
229. 임업경제동향 2004년/가을, 2004.
230. 표고와 송이의 최근 재배동향, 2004.
231. 기후변화 협약 관련 IPCC 우수실행지침, 2004.
232. 북한 산림 · 임업동향 및 주요수종, 2004.
233. 2004 토요세미나 자료집, 2005.
234. 임업경제동향 2004년/겨울, 2005.
235. FSC 산림인증 심사용 Check list, 2005.
236. 임업경제동향 2005년/봄, 2005.
237. 목재 유통구조 분석, 2005.
238. 광릉시험림 천연소나무림 실태조사, 2005.
239. 일본의 임지개발허가제도, 2005.
240. 임업경제동향 2005년/여름, 2005.
241. 2005 열린세미나 자료집(상), 2005.
242. 임산물품질인증지침(개정판), 2005.
243. 산자이용구분도 구축방법의 문제점 및 개선방안, 2005.
244. 실내공기환경과 목질제품, 2005.
245. 임업경제동향 2005년/가을, 2005.
246. 항공사진 입체표본철, 2005.
247. 이차대사산물 생산공장으로서의 식물세포배양, 2005.
248. WTO/DDA 목재류 분야 협상의 최근 동향, 2005.
249. 수목유래 isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량 분석 자료, 2005.
250. 독일가문비나무의 생물학, 2005.
251. 잣나무의 엽록체 유전체, 2005.
252. 북한 산림 · 임업동향 및 주요수종 II, 2005.
253. 목침목의 합열 방지 및 폐침목의 재이용, 2005.
254. WTO/DDA 농업협상의 논의쟁점과 단기소득 임산물의 대응방향, 2005.
255. 세계의 산불위험예보시스템, 2005.
256. 2005 열린세미나 자료집(하), 2006.
257. 임업경제동향 2005년/겨울, 2006.
258. 표고재배 및 병해충 관리, 2006.
259. 임업경제동향 2006년/봄, 2006.
260. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도, 2006.
261. 2006 열린세미나 자료집(상), 2006.
262. 임업경제동향 2006년/여름, 2006.
263. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도 II, 2006.
264. 수목의 오존내성 매카니즘과 피해반응, 2006.
265. 소나무재선충병의 국제 연구동향, 2006.
266. 수목의 생리활성 탐색, 2006.
267. 기내배양을 이용한 산림자원의 증식, 2006.
268. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량분석자료(II), 2006.
269. 산지계류의 생태적 복원방법, 2006.
270. 액화목재의 제조기술 및 이용, 2006.
271. 임업경제동향 2006년/가을, 2006.
272. 제주시험림 생태관광타당성 조사, 2006.
273. 기후변화협약과 산림, 2006.
274. 소나무재선충병 바로알기, 2006.
275. 북한 산림 · 임업 동향 및 주요 수종(III), 2006.

276. 통계로 본 산림자원의 변화와 임산물 수급추이, 2006.
277. EU · 일본의 임업보조금, 2006.
278. 2006 열린세미나 자료집(하), 2007.
279. 소나무의 유전변이와 유전자원보존, 2007.
280. 임업경제동향 2006년/겨울, 2007.
281. 독일 및 이탈리아의 농산촌관광 정책과 현황, 2007.
282. 산림 항공사진 검색 시스템 사용자 매뉴얼, 2007.
283. 임업경제동향 2007년/봄, 2007.
284. 2007 열린세미나 자료집(상), 2007.
285. 핀란드 및 독일의 산림부문 온실가스 통계체제, 2007.
286. 임업경제동향 2007/여름, 2007.
287. 대나무 · 대나무속 · 죽초액, 2007.
288. 산림유전자원 표본목록, 2007.
289. 제주지역의 임목유전자원, 2007.
290. 일본의 산촌진흥대책 추진매뉴얼, 2007.
291. 개량종자 생산을 위한 채종원 조성 및 관리, 2007.
292. FSC 산림경영인증 및 CoC 목제품원료인증 교육자료집, 2007.
293. 임산물품질시험 인증지침, 2007.
294. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(I), 2007.
295. 꽃송이버섯, 2007.
296. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한핵자기 공명 및 질량분석자료(III), 2007.
297. 목질탄화물의 흡착이용, 2007.
298. 임업경제동향 2007/가을, 2007.
299. 산림항공사진 영상판독시스템과 수치임상도 제작 사용자 매뉴얼, 2007.
300. 한국의 도시숲, 2007.
301. 리기다소나무림 관리방안, 2007.
302. FSC CoC 목제품원료인증 교육자료집, 2007.
303. 산불관리 원칙과 전략적 활동 지침, 2007.
304. 백두대간의 지리적 범위 구명 방안, 2007.
305. Post-2012 산림탄소 배출권 제정의 동향, 2007.
306. 북한의 산림 · 임업 동향 및 주요 수종(IV), 2007.
307. 2007 열린세미나 자료집(하), 2007.
308. 지역개발과 산지법의 신경향, 2008.
309. 일본의 산림기능구분과 산림관리, 2008.
310. 임업경제동향 2007/겨울, 2008.
311. 울수동 산림생태지도, 2008.
312. 지속가능한 관광 및 생태관광 인증, 2008.
313. 임업경제동향 2008/봄, 2008.
314. 2008 열린세미나 자료집(상), 2008.
315. 코린도 칼리만탄 조립지 임목자산 평가조사보고, 2008.
316. 임업경제동향 2008/여름, 2008.
317. 제5차 국가산림자원조사 - 현지조사 매뉴얼 -, 2008.
318. 수치임상도(1:25,000) 표준 제작체계, 2008.
319. 산림작업용 장비, 2008.
320. 백합나무(Liriodendron tulipifera L.) - 생장특성과 관리기술 -, 2008.
321. 제주시험림 야생동물 생태도감, 2008.
322. 모두배기에 의한 소나무재선충병의 방제, 2008.
323. 남산숲의 식생과 토양 특성, 2008.
324. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(II), 2008.
325. 지역공동연구 활성화를 위한 시험림 조성 및 목산수종 발굴, 2008.
326. 수치임상도 제작 운영 · 관리 프로그램 사용자 매뉴얼, 2008.
327. 영상탐재 현장조사 시스템 사용자 매뉴얼, 2008.
328. 북한의 산림 · 임업 동향 및 주요 수종(V), 2008.
329. 해외 바이오매스 이용 현황 - 일본 -, 2008.
330. 산림의 유전자원 보존, 2008.
331. 임업경제동향 2008/가을, 2008.
332. 외래 유전자 도입 포폴러 데이터베이스, 2008.
333. 산림생태계 관리를 위한 새로운 접근! 산지소생물권, 2008.
334. 희귀 산림유전자원 보존 연구, 2008.
335. 유실수의 유용성분 분석, 2008.
336. 국내외 숲해설 관련 인증제도, 2008.
337. 호두과피 탈피기 개발 및 이용, 2008.
338. 품질인증 방부처리목재 수종별 방부처리도와 자상처리 기준 추가 타당성 조사, 2008.
339. 산지계류의 생태적 복원기법 II - 생태적 복원계획과 분석, 2008.
340. 산불피해지 생태변화 조사방법 매뉴얼, 2008.
341. 유럽 산촌지역의 현황 및 제도분석, 2009.
342. 2008 열린세미나 자료집(하), 2009.
343. 임업경제동향 2008/겨울, 2009.
344. 산림유전자원 종자목록 - 난대산림연구소 보유편(2009)

- 2009.
345. 임업경제동향 2009/봄, 2009.
346. 항공영상 활용 현장조사 시스템(소프트웨어) 스탠드 얼론 버전(Stand Alone Version) 사용자 매뉴얼, 2009.
347. 산림입지도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼, 2009.
348. 제4차 전국산림자원조사 민유림 총괄편, 2009.
349. 2009 열린세미나 자료집(상), 2009.
350. 홍릉수목원의 보물찾기-버섯 99선, 2009.
351. 일본의 산촌지역 도농교류 우수사례, 2009.
352. 임업경제동향 2009/여름, 2009.
353. 일본의 보안림제도, 2009.
354. 제4차 전국산림자원조사 국유림 총괄편, 2009.
355. 미국의 국가산림자원조사 지도제작 프로그램, 2009.
356. 운문골 산림생태지도, 2009.
357. 미국의 도시녹지 탄소계정, 2009.
358. 식물호르몬 분석 실무, 2009.
359. 2009 한국의 산림경관 및 생태계 관리권역, 2009.
360. 일본의 포름알데히드방출 목질제품 관리제도, 2009.
361. 산림종자유전자원 DB 구축 현황, 2009.
362. 조경수 재배기술 관리, 2009.
363. 임업경제동향 2009/가을, 2009.
364. 산림 벌채 부산물의 압축화 기술, 2009.
365. 주요 조림수종의 양묘기술, 2009.
366. 제주지역의 야생버섯, 2009.
367. 북한의 산림 · 임업 동향 및 주요 수종(IV), 2009.
368. 주요국의 국유림 정책 및 경영실태, 2009.
369. 산림 GIS 데이터베이스 구축 및 활용, 2009.
370. 숲과 물이 만나는 수변림, 2009.
371. 잔물 재확산 방지 관리 기술, 2009.
372. 2008-2009 산림재해백서, 2009.
373. 중국 대나무 도감, 2009.
374. Feasibility study on the development of community based forest management for improving watershed condition and poor household welfare in west Java, Indonesia, 2009.
375. 일본의 바이오매스타운 조성정책과 추진사례, 2010.
376. 2009 열린세미나 자료집(하), 2010.
377. 1991-2009년 산림발생위치지도, 2010.
378. 임업경제동향 2009/겨울, 2010.
379. 일본의 환경영향평가제도, 2010.
380. Cytokinin의 분자생리학, 2010.
381. 임업경제동향 2010/봄, 2010.
382. 백합나무 시설양묘 시업기술, 2010.
383. 소나무재선충병 매개충 현장 중동정 매뉴얼, 2010.
384. Forest Eco-Atlas of Korea, 2010.
385. 정사항공사진을 활용한 제5차 수처임상도(1:25,000) 제작 매뉴얼, 2010.
386. 2010 열린세미나 자료집(상), 2010.
387. 유성번식을 통한 무병 천마의 기내생산방법, 2010.
388. 임업경제동향 2010/여름, 2010.
389. 지상부 바이오매스 공간분포 추정에 관한 주요국 연구 동향 분석, 2010.
390. 세계 산림 수종별 바이오매스 추정, 2010.
391. 육외시설 및 건축의장재의 유지관리 매뉴얼, 2010.
392. Ligneous Flora of Jeju Island, 2010.
393. 지속가능한 난대림 산림경영 연구의 이론과 실제, 2010.
394. 일본의 산림 탄소상쇄 사업 지침, 2010.
395. 백합나무 특성 및 관리, 2010.
396. 임산염로 자원을 이용한 천연염색(III), 2010.
397. 인도네시아의 산림 · 임업, 2010.
398. 해와 바이오매스 이용 현황-유럽 및 미주, 2010.
399. 임산물품질인증 지침, 2010.
400. 산림치유 프로그램 운영 사례집, 2010.
401. 임업경제동향 2010/가을, 2010.
402. 숲길질척자발레 피해분포도, 2010.
403. 북한 산림 · 임업동향 및 주요 수종(VII), 2010.
404. 산림 바이오매스 에너지, 2010.
405. 산림탄소상쇄 사업설계가이드라인-시범사업용, 2011.
406. 산림유전자원 현지의보존 현황, 2011.
407. 2010 산림재해백서, 2011.
408. 임업경제동향 2010/겨울, 2011.
409. 산림청지정 희귀멸종위기 식물 제166호 산개나리, 2011.
410. 일본의 바이오매스타운 조성 · 운영 지원 법률 및 제도, 2011.
411. 임업경제동향 2011/봄, 2011.
412. 홍릉 숲에 사는 개미, 2011.
413. 편백 시설양묘 시업기술, 2011.
414. 산림감시카메라 가시권 분석을 통한 '산불탐지 가시권 지

- 도', 2011.
415. 제6차 국가산림자원조사 및 산림의 건강활력도 조사 현지 조사지침서, 2011.
416. 산림입지토양도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼 · ver. 2.0-, 2011.
417. A1B 기후변화 시나리오에 따른 개미의 분포와 풍부도의 변화 예측, 2011.
418. 임업경제동향 2011/여름, 2011.
419. 곤충페로몬 및 식물체정유를 이용한 산림해충 방제제 개발, 2011.
420. 두륜산 산림생태지도, 2011.
421. 2011년 국립산림과학원 난대산림연구소 제주시험림 산림 경영인증 재심사 보고서, 2011.
422. 2011 제주시험림의 지속가능한 산림경영 현지이행 성과, 2011.
423. 방부목재 가이드북(개정판), 2011.
424. 국가별 목재펠릿 정책 및 유럽의 시장 동향, 2011.
425. 일본의 바이오메스타운 녹색관광 추진사례, 2011.
426. 중국 대나무 도감 · 2, 2011.
427. 산림치유지도사를 위한 소아전식질환 가이드북, 2011.
428. 산림탄소순환마을 보급형 목조주택 모델, 2011.
429. 중국의 산림자원조사 체계, 2011.
430. 인도네시아의 CDM 국가 가이드, 2011.
431. 조선에 있는 산림과 전설, 2011.
432. 목질판상제품의 산업현황 및 국제표준화 동향, 2011.
433. 목용자원 표준재배지침서 · 2, 2011.
434. 산림미생물 유전자원의 관리, 2011.
435. 임업경제동향 2011/가을, 2011.
436. 산림유전자원 현지내 보존림 현황, 2011.
437. 기후변화 대응을 위한 산림분야 감축활동 및 연구동향 · 미국의 사례를 중심으로, 2011.
438. 미국의 도시녹지 수목 재작 및 바이오매스 평가, 2011.
439. 숲으로 떠나는 마을 여행, 2011.
440. 우리나라의 산림자원 현황 · 제5차 국가산림자원조사 (2006-2010) 주요 결과, 2011.
441. 호두나무 재배기술, 2011.
442. 일본의 보안림 정비지침 및 카나가와현 산림정비 사례, 2011.
443. 소나무재선충병 예방 · 진단 지침서, 2011.
444. 북한 산림 · 임업동향 및 주요 수종(VIII), 2011.
445. 사진으로 보는 한국의 소나무재선충병 발생사, 2011.
446. 아시아의 기후변화와 산물, 2011.
447. 포르투갈, 헝가리 산림 현황 및 연구, 2012.
448. 광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌레, 2012.
449. 임업경제동향 2011/겨울, 2012.
450. 2011 산림재해백서, 2012.
451. 인도네시아 주요 열대수종, 2012.
452. 산림방해충 기술교본, 2012.
453. 흥릉 숲에 사는 나비, 2012.
454. 단기소득임산물 경영지원시스템 모형 개발, 2012.
455. 거제수나무 시설양묘 시업기술, 2012.
456. 임업경제동향 2012/봄, 2012.
457. 낙엽송의 개화결실 특성과 종자결실 증진, 2012.
458. 국제 산림정책 동향, 2012.
459. 한국개미분포도집(2007-2009), 2012.
460. 임업경제동향 2012/여름, 2012.
461. 한국나비분포도집(1996-2011), 2012.
462. 일본의 버섯 현황과 관련 제도 및 정책, 2012.
463. 산림작업안전매뉴얼, 2012.
464. 제주도의 착생식물, 2012.
465. 인도네시아의 REDD+: 인도네시아 국가전략 및 일본의 시범사업 사례, 2012.
466. 환경정화용 산림유전자원-호랑버들, 2012.
467. 목재 플라스틱 복합재, 2012.
468. 목조 패시브하우스 설계기술, 2012.
469. 등 · 그린 목조주택 설계 도면집, 2012.
470. 바이오매스의 열화학적 변환 공정을 이용한 바이오오일의 생산과 이용, 2012.
471. 해외 산림탄소상쇄 프로그램의 운영표준, 2012.
472. 한국나비분포변화 1938-2011, 2012.
473. 표고의 생화학적 특성, 2012.
474. 사찰건축물 보존을 위한 임업적 산림재해 관리 방안, 2012.
475. 주요 잔디해충의 생태와 관리, 2012.
476. 외국도입수종재외 성질 및 용도, 2012.
477. 목재를 이용한 주거환경이 지구환경 및 인간의 신체발달과 정서에 미치는 영향, 2012.

- 478. 임목종자의 저장과 종자수명. 2012.
- 479. 대기오염과 수목피해. 2012.
- 480. 통합의학적 산림치유 프로그램 매뉴얼. 2012.
- 481. 산림경관자원 조사·경관계획. 2012.
- 482. 산림유역의 수질보전을위한 최적관리기법. 2012.
- 483. 우리나라의 해안방재림 실태. 2012.
- 484. 복분자말기. 2012.
- 485. 북한의 산림·임업동향 및 주요 수종(IX). 2012.
- 486. 목재에너지림 조성 및 관리 사례·영국 독일편-. 2012.
- 487. 나라꽃 무궁화 재배 및 관리. 2012.
- 488. 유실수 특용수 전정기술. 2012.
- 489. 소나무재선충병 방제 실무 매뉴얼. 2012.
- 490. 분재 재배 및 병해충 관리. 2012.
- 491. 임업경제동향 2012/가을. 2012.
- 492. 국제 산림정책 동향. 2012.
- 493. 산양삼 표준재배지침. 2013.
- 494. 원목규격 및 재적표. 2013.
- 495. 임업경제동향 2012/겨울. 2013.
- 496. 2012 산림재해백서. 2013.
- 497. 난대 자원화 유망수종 육성기반 조성 연구. 2013.

국립산림과학원 산림과학기술서비스현장

우리 국립산림과학원 전 직원은 산림자원의 조성·이용과 환경이 조화된 임업기술을 개발하여 국민의 삶의 질을 높이고 우리의 고객인 국민에게 신뢰와 사랑을 받는 공무원이 되기 위하여 다음과 같이 실천하겠습니다.

하나. 산림은 우리 모두의 재산이며 생명의 원천이라는 인식 하에 국민의 삶의 질을 높일 수 있는 연구 개발 및 기술보급에 최선의 노력을 다하겠습니다.

하나. 모든 서비스는 고객의 입장에서 생각하고 신속·정확·공정하게 처리하겠습니다.

하나. 국민에게 불친절한 자세와 잘못된 행정처리로 불만족이나 불편을 초래할 경우 즉시 시정함은 물론 적절한 보상을 해드리겠습니다.

하나. 우리의 실천노력에 대하여 고객에게 매년 평가를 받고 그 결과를 공개하겠습니다.

이와 같은 우리의 목표를 달성하기 위하여 '서비스 이행표준'을 제정하여 실천할 것을 약속드리며, 언제나 국민과 함께하는 국립산림과학원이 되도록 노력하겠습니다.

고객여러분께 부탁드립니다 말씀

모든 고객께서는 친절하고 공정한 서비스를 받을 권리가 있으며 우리 산림공무원은 고객여러분께 고객만족과 감동의 서비스를 제공하기 위하여 이 현장을 선포하고 실천해 나가고자 하오니 아낌없는 성원과 적극적인 협조를 부탁드립니다.

1. 불친절하거나 만족스럽지 못하였을 경우에는 즉시 알려주시고 반드시 성명·주소·연락처 등을 알려 주시기 바랍니다.
2. 공무원이 자긍심을 갖고 열심히 일할 수 있도록 친절하고 모범이 되는 공무원은 적극 알려주시고 격려해 주시기 바랍니다.
3. 홍릉수목원과 산림과학관은 임업·임산업의 지식정보를 한자리에 전시한 대국민 교육의 장으로서 관람객의 편의제공을 위하여 예약실명제를 실시하고 있습니다.
 - 학술목적인 단체관람은 평일에만 가능하며
 - 관람예정 7일 전까지 예약하셔야 하며, 신청일로부터 30일 이후까지만 예약이 가능합니다.
 - 일반관람은 예약 없이 매주 토요일과 일요일에만 관람하실 수 있습니다.

의견제출·신고 또는 연락주실 곳

○주 소 : 130-712 서울특별시 동대문구 회기로 57번지(청량리2동 207번지)

○팩 스 : (02)967-5101, 961-2525

○전 화 : 원장실 (02)961-2500

연구지원과장실 (02)961-2511

민원실 (02)961-2522~3

○인터넷 : <http://www.kfri.go.kr>

○인터넷 홈페이지/전자민원창구/질의응답, 민원신고센터에 의견을 보내주시면 신속하고 정중하게 처리해 드리겠습니다.

국립산림과학원

연구자료 제497호

난대자원화 유망수종 육성기반 조성연구

2013년 6월 인 쇄

2013년 6월 발 행

발행인 : 윤영균

편 집 : 강영제, 송국만, 손석규, 김효정, 신현철, 채정우, 유한춘, 최형순, 박정환

연락처 : Tel. (064)732-5839 Fax. (064)732-5840

발행처 : 국립산림과학원

서울특별시 동대문구 회기로 57

Tel. (02) 961-2521, FAX. (02) 967-5101

인 쇄 : 디자인열림 Tel. (064)746-0775(代)

■ 종이도 나무에서 나옵니다

이 책의 저작권은 국립산림과학원에 있으며 저작권법에 의해 보호를 받는 저작물이므로 무단전제와 복제를 금합니다.

ISBN 978-89-8176-969-7