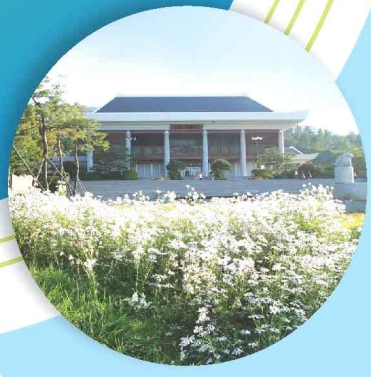
발간등록번호	충청남도 간행물등록번호
74-6440953-000003-01	6440995-2020-000

OPEN 공공누리 출처표시 상업용금지 변경금지 공공저작물 자유이용허락

2019 시험연구보고서

RESEARCH REPORT





충청남도산림자원연구소
ChungCheongnam-do Forest Resources Research Institute





Contents

01. 임업생산분야 ---- 1

- 주요 단기소득 임산물 경영 표준 진단(자체) ---- 3
  - 조현선, 배연태, 박선자, 김연태
- 고품질 가공용 밤 신품종 육성(자체) ---- 24
  - 조현선, 배연태, 박선자, 김연태
- 밤나무 우수클론 지역 적응성 검정(공동) ---- 45
  - 조현선, 배연태, 박선자, 김연태
- 활엽수 용재 수종의 조림기술 개발 연구(공동) ---- 52
  - 김보미, 유원호, 김영재, 김연태

02. 산림보전분야 ---- 73

- 식물유전자원 보전 및 복원 연구(자체) ---- 75
  - 김영재, 김남희, 유원호, 전순천, 김연태
- 기후변화 취약 산림식물종 보전 · 적응 연구(공동) ---- 109
  - 김남희, 김영재, 전순천, 김연태
- 향균식물자원의 발굴 및 활용기술개발(자체) ---- 144
  - 김보미, 김영재, 김연태







Contents

03. 산림생물 · 환경분야 ---- 179

- 산림병해충 발생조사 및 예측기술연구(공동) ---- 181
  - 김경진, 지동현, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태
- 공립나무병원운영(자체) ---- 205
  - 지동현, 김경진, 조성효, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태
- 산림토양 산성화영향 모니터링 및 평가관리기술개발(공동) ---- 234
  - 조성효, 지동현, 류연희, 최유미, 오세철, 김연태

04. 부록 ---- 259

1. 연혁 ---- 261
2. 위치 및 규모 ---- 261
3. 기구 및 정원 ---- 261
4. 예산규모 ---- 262
5. 주요시설현황 ---- 262
6. 채종원 및 채수포 현황 ---- 263
7. 2019년 휴양림 이용객 현황 ---- 264



01 임업생산분야

- 주요 단기소득 임산물 경영 표준 진단(자체)
  / 조현선, 배연태, 박선자, 김연태

- 고품질 가공용 밤 신품종 육성(자체)
  / 조현선, 배연태, 박선자, 김연태

- 밤나무 우수클론 지역 적응성 검정(공동)
  / 조현선, 배연태, 박선자, 김연태

- 활엽수 용재 수종의 조림기술 개발 연구(공동)
  / 김보미, 유원호, 김영재, 김연태







주요 단기소득 임산물 경영 표준 진단

(자체 '14 ~ 6년차)

【조현선, 배연태, 박선자, 김연태】

1. 목 적

개발된 주요 단기소득 임산물 경영 표준진단표를 현장에 적용하여 재배자 경영개선에 의한 소득증대 도모

2. 본 연구와 관련된 기존사실

단기소득 임산물은 국내 임산물 생산액 중 20% 내외를 차지하고 있으며, 단기소득 임산물 중 수실류는 50%, 임산버섯류가 25%를 차지하고 있다. 최근 밤은 생산량 감소에 따라 생산액도 감소추세에 있으나 수실류 생산액 중 25% 내외를 차지하고 있다. 한편, 표고는 임산버섯류 생산액 중 80% 수준으로 절대적 위치를 차지하고 있다. 따라서 밤과 표고는 국내 단기소득 임산물 생산에서 중요한 품목이라 할 수 있다(송성환 등, 2012).

우리나라에서 밤은 2016년 현재 약 1,069억원의 임가소득을 올리는 대표적인 단기 임산물로서 국내 총 생산량은 약 53,600톤이고, 이 중 충남지역이 국내 생산량의 55%인 약 29,322톤을 생산하고 있으며, 생산액은 약 60%인 638억으로 절반 이상을 차지하고 있다. 또한 표고(생표고)는 2016년 현재 1,793억원의 임가소득을 창출하고 있고 국내 총 생산량은 약 22,433톤이며, 이 중 충남지역이 국내 생산량의 29%인 약 6,525톤을 생산하고 있는데, 생산액은 27%인 482억원을 차지하고 있다(임업통계연보, 2017). 위 두 품목의 충청남도에서 위치를 살펴보면, 2016년 말 현재 밤은 7,441임가가 17,740ha를 재배하고 있으며 표고는 1,569임가가 425ha를 재배하고 있어 순임산물 생산액 기준 전국 1위를 차지하고 있는 대표적인 단기소득 임산물이다(충청남도 내부통계자료, 2017).

WTO, FTA 등에 따라 세계 농산물 시장개방의 점진적 확대가 예상되는 상황에서 이에 대응한 농가단위의 경영개선이 시급한 과제로 부상하고 있다. 농업경영 여건변화에 따라 농가도 규모화·전문화되고 있으며 비슷한 영농기반을 가지고도 농가 간 경영성과에 큰 차이가 발생하고 있는 바, 농가의 경영개선을 위해서는 객관적인 진단과 분석이 불가피한 과제이다 (박평식 등, 2001). 따라서 우리나라 대표적 임산물인 밤과 표고에 대하여 경영자 자신이 경영하고 있는 경영체의 경영과 기술, 시장 등에 관한 문제점을 스스로 발견하여 이를 개선 가능한 목표수준에 도달하도록 단계별로 개선해 나가도록 유도하는 일은 매우 중요하다 할 수 있다. 이를 위해 현재의 경영 상태와 수준을 분석·평가하고 이를 토대로 경영상태를 개선할 수 있는 합리적인 진단이 선행되어야 한다.

본 연구는 충청남도 주요 단기소득 임산물인 밤과 표고의 경영상태를 진단하고자 2014년 6월부터 7월까지 밤 61임가, 2015년 7월부터 8월까지 밤 52임가 및 표고 52임가, 2016년 7월부터 8월까지 밤 53임가 및 표고 53임가, 2017년 7월부터 8월까지 밤 53임가 및 표고 54임가, 2018년 6월부터 8월까지 밤 51임가 및 표고 50임가, 2019년 7월부터 9월까지 밤 50임가 및 표고 50임가 등 총 579임가를 방문하여 국립산림과학원과 충청남도산림자원연구소가 공동 개발한 품목별 경영 표준진단표를 활용하여 조사하였으며 그 결과를 보고하고자 한다.

3. 수행방법

(사)한국밤재배자협회 및 시·군 산림 관련 업무 담당자의 도움을 받아 충청남도 내 밤과 표고 재배자를 파악하여 인터뷰 하였다. 조사 기간은 1차 2014년 6월 5일부터 7월 22일까지 충청남도 밤 주산지인 공주, 부여 청양 재배자 61임가를 조사하였고, 2차는 2015년 7월 20일부터 8월 25일까지 공주, 부여, 청양 밤 재배자 52임가와 공주, 부여, 청양, 서천, 보령 표고 재배자 52임가를 조사하였으며, 3차는 2016년 7월 11일에서 8월 18일까지 공주, 부여, 청양 밤 재배자 53임가와 공주, 부여, 청양, 서천 표고 재배자 53임가를 조사하였고 4차는 2017년 7월 3일부터 8월 7일까지 공주, 부여, 청양 밤 재배자 53임가와 공주, 부여, 청양 표고 재배자 54임가를 조사하였고 5차는 2018년 6월 28일부터 8월 23일까지 공주, 부여 청양 밤 재배자 51임가와 표고 재배자 50임가를 조사하였고 6차는 2019년 7월 25일부터 9월 4일 까지 밤 재배자와 표고 재배자를 각각 50임가씩 조사하는 등 밤 총 320임가, 표고 총 259임가를 임의 선정하여 재배자들이 직접 작성하는 자기기입방식(self-administered)을 사용하였다. 주요 설문내용으로는 경영기반, 생산기술 수준, 경영 및 판매능력에 대한 내용으로서 5점 척도에 의해 조사하였다.

표 1. 조사내역

(단위 : 임가)

조사년도	품목별	계	조사지역별				
			공주	부여	청양	서천	보령
계		579	243	180	140	15	1
2014	밤	61	32	13	16	-	-
2015	밤	52	25	17	10	-	-
	표고	52	7	20	15	9	1
2016	밤	53	30	10	13	-	-
	표고	53	17	17	13	6	-
2017	밤	53	21	16	16	-	-
	표고	54	17	22	15	-	-
2018	밤	51	21	20	10	-	-
	표고	50	20	20	10	-	-
2019	밤	50	30	10	10	-	-
	표고	50	23	15	12	-	-

4. 결과 및 고찰

가. 밤 경영 표준진단 결과

1) 경영성과 지표

경영성과 지표는 밤을 경영함으로써 궁극적으로 도달하려는 목표치이다. 2014~2019년까지 6회에 걸쳐 조사한 밤 재배 320임가의 경영성과는 평균 2.57점으로서 보통 수준이었음을 알 수 있다. 그 중 ha당 생산량은 3.05점이나 '특'이상 비율은 2.09점으로 조사되어, 생산량은 품등 비율에 비해 다소 높으나 시장에서 고가로 판매되는 대립 규격의 밤 생산량이 다소 적었음을 알 수 있다. 생산되는 밤의 크기가 작다는 것은 재배중인 밤나무의 수고, ha당 밀도, 시비, 수령 등과 관계가 있는 것으로 익히 알려져 있는 바, 아래의 각 요소별 수준에서 설명되겠지만 충남 지역의 ha당 밤나무 재배본수(2.96점, ha당 평균 250~300본 유지)가 비교적 많은 원인에 기인한 결과가 아닌가 추측해 볼 수 있다. 따라서 충남 지역 밤 재배자들이 판매가격이 높은 상등품의 밤을 지금보다 많이 생산하기 위해서는 좀 더 과감한 솎아베기가 필요한 것으로 본다.

표 2. 경영성과 지표

구 분	**평균**	ha당 생산량	특 이상 비율
경영성과	**2.57**	3.05	2.09

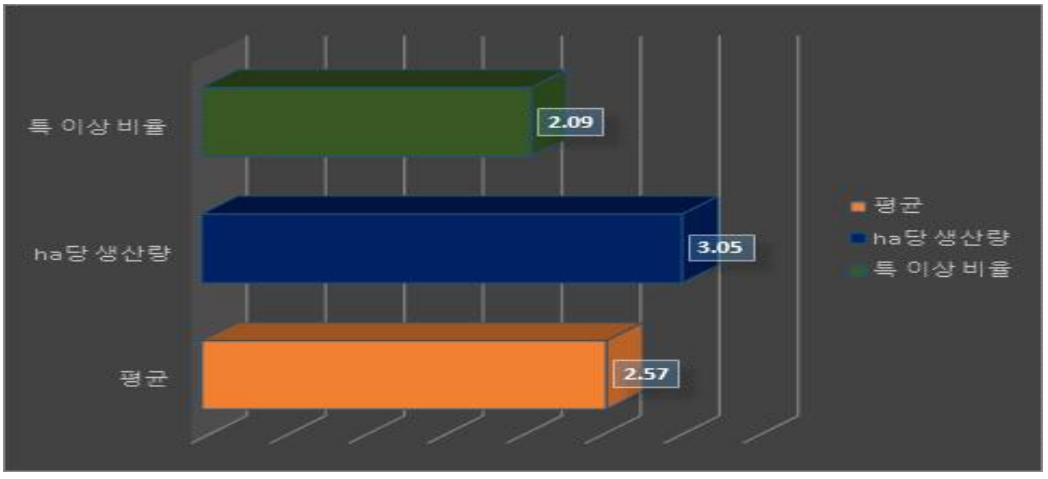


그림 1. 경영성과 지표

2) 경영기반

밤 경영기반은 표 3과 같이 5개 항목을 조사하였다. 분석결과, 충남지역의 밤나무 재배 경영기반 중 ha당 작업로 밀도 및 주품종의 평균 수령은 양호한 수준이었으나 성목기준 나무높이(수고)와 기계화 정도는 다소 취약한 실정이었다. 즉 재배지의 평균 경사도는 대부분 25°미만이고 기계화 및 시설보유는 농용트럭, 트랙터(경운기), 신형선별기, 밤나무 재배 전용 방제기, 농기구 창고, 저온저장고 중에서 평균 3종을 보유하고 있었고 ha당 작업로는 300m 이상을 개설하여 관리 작업을 원활히 수행하고 있었으며, 재배하고 있는 주품종의 평균 수령은 대부분 19~24년 미만으로 비교적 왕성한 수확시기의 밤나무를 재배하고 있으나 성목기준 나무 높이는 5m 이상이 많은 상태로 현재보다 좀 더 적극적인 정지 전정과 저수고 재배가 요구되는 상황이다.

표 3. 경영기반

구 분	**평균**	경사도	기계화	작업로 밀도	수령	수고
경영기반	**3.28**	3.51	3.10	3.44	3.38	2.95

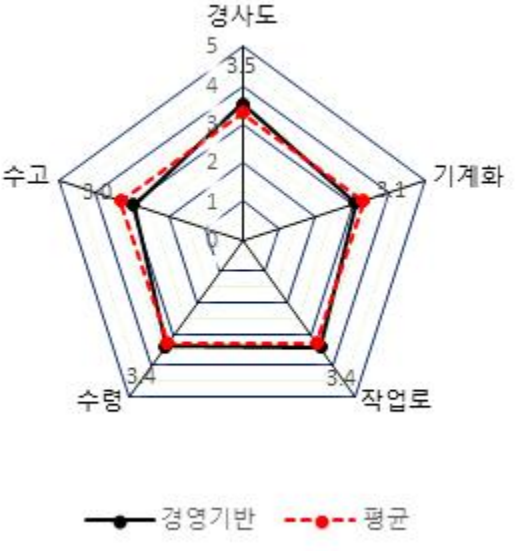


그림 2. 경영기반

3) 경영 및 판매능력

밤 경영 및 판매능력은 아래 표 4와 같이 7개 항목을 조사하였다.

조사임가의 경영 및 판매능력 평점은 2.98점으로 보통 수준이었으나 자재구입 방법, 소비자 직거래 방법 및 경영 기록은 다소 저조한 수준이었다. 자세히 살펴보면, 수확 및 저장 방법은 2~3일에 한번씩은 수확 후 판매 또는 저장하였다가 출하시기를 조절하여(4.0점) 판매하는 이상적 수준의 경영주가 많았고, 선별 및 포장은 선별기로 자체 선별 또는 생산자 조직에 포장과 위탁을 일괄 의뢰하는 방식을 택하고(3.3점) 있었다. 그러나 밤 재배에 필요한 자재를 공동으로 구입하여 생산비를 절감하는 것이 이상적이나 대부분은 개별적으로 구입하는 실정(2.5점)이었고 작업일지 등의 경영 기록 및 경영성과 분석을 수행하지 않고 있었으며(2.4점), 밤나무 재배에 필요한 정보는 대중매체 및 교육을 통해 능동적으로 수집하고 있으나(3.1점) 소비자 직거래를 위한 홍보 또는 인터넷 판매 등을 위한 노력을 하지 않고 있는(2.2점) 실정이었다.

표 4. 경영 및 판매능력

구 분	**평균**	경영기록	정보수집	자재구입	선별포장	수확저장	출하처	직거래
경영 및 판매능력	**2.98**	2.35	3.06	2.51	3.33	3.99	3.42	2.22

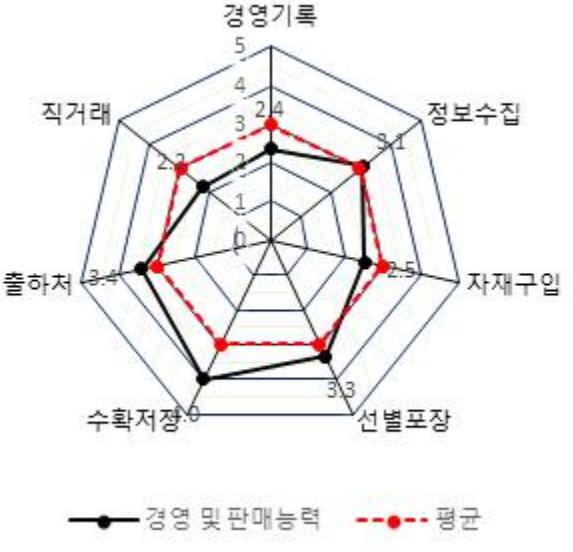


그림 3. 경영 및 판매능력

4) 생산기술 수준

충남 지역의 밤 생산기술은 평균 3.5점으로 경영기반, 경영 및 판매능력과 비교하여 비교적 높은 수준으로 조사되었다. 아래 표 5에 나타낸 바와 같이, 대부분의 항목이 평균 이상의 수준을 유지하고 있으며 토양 특성과 수세 및 밤나무의 생리를 감안하여(3.6점) 화학비료, 유기질 비료 및 퇴구비를 전면적에 시비 하고(3.6점) 있었고, 병해충은 방제력이나 예찰 결과에 따라 적기 방제를 시행하고(3.6점) 있었으며, 재배지 내 잡초는 수확직전 1~2회 전면적을 하예작업 하는(3.9점) 것으로 분석되었다. 다만 성목 기준 ha 당 밤나무 밀도는 약 300~400본의 다소 밀도가 높은 수준(3.0점)으로서 이상적인 200본 미만/ha을 유지하기 위한 솎아베기가 필요할 것으로 사료된다.

표 5. 생산기술 수준

구분	평균	품종 선택	ha당 밀도	병해충 방제	잡초 관리	정지 전정	시비 방법	비종 선택
생산기술 수준	3.48	3.14	2.96	3.61	3.91	3.59	3.56	3.62

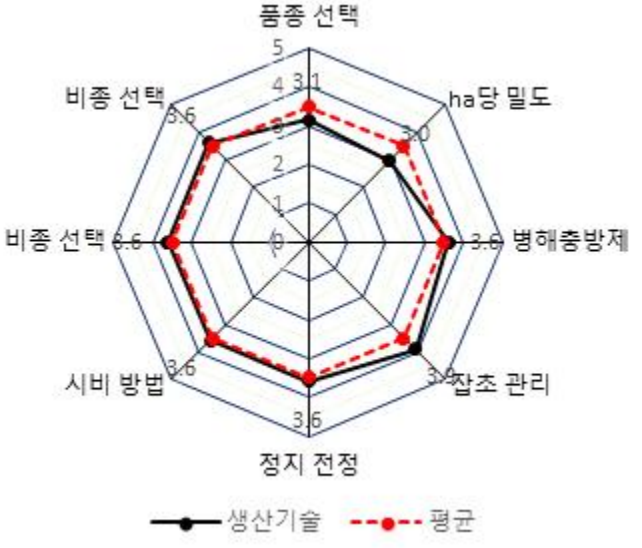


그림 4. 생산기술 수준

나. 표고 경영 표준진단 결과

1) 경영성과 지표

아래의 표 6 경영성과 지표는 표고(원목 생표고)을 경영함으로써 궁극적으로 도달하려는 목표치에 대한 현재 수준을 나타낸 것이다. 충남도 내 표고 재배 259임가의 경영성과는 평균 2.66점으로서 보통 이하의 수준이었음을 알 수 있다. 그 중 1본당 1기작에서의 생산량은 2.59점으로서 1.5~2.0kg을 생산하고 있고, 상등품율 또한 40% 미만으로 다소 저조하나 경영규모는 10천본 이상(3.08점)으로 다소 규모화된 경영을 하고 있는 것으로 분석되었다.

표 6. 경영성과 지표

구 분	평균	1본당 수량	상등품율	경영규모
경영성과 지표	2.66	2.59	2.30	3.08

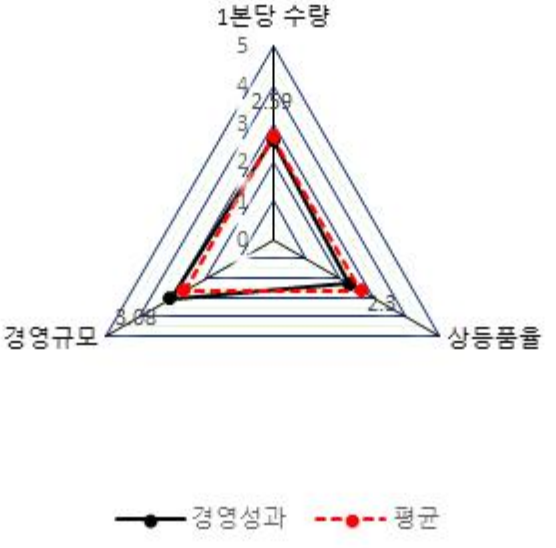


그림 5. 경영성과 지표

2) 재배환경

충남도 내 259임가의 표고 재배환경은 아래 표 7과 같이 보통 수준인 것으로 분석되었다. 구체적으로 살펴보면 재배사는 비닐과 차광망을 이용한 단동형 또는 연동이중형의 시설을 갖추고 있으나(3.9점) 살수시설, 비닐하우스, 환기시설, 건조기, 저온저장고, 골목 운반기기 중 보유하고 있는 시설 및 기기는 약 4가지로 기계화가 다소 부진한 수준(3.2점)이었으며 급수시설은 대부분 분무식 스프링클러를 설치한(3.2점) 것으로 조사되어 분무식과 안개식을 혼합한 시설로의 개선이 요구되고 있다.

표 7. 재배환경

구 분	**평균**	시설기기	재배사형태	급수시설형태
재배환경	**3.41**	3.20	3.85	3.20

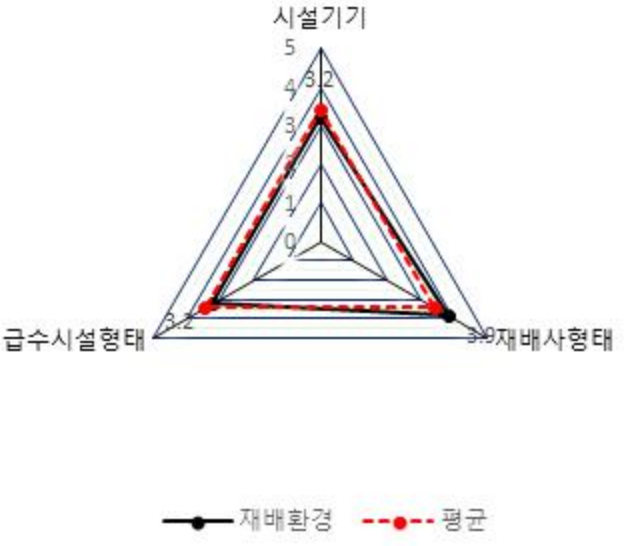


그림 6. 재배환경

3) 접종관리

충남도 내 259임가의 표고 접종관리 실태는 아래 표 8과 같이 매우 우수한 수준인 것으로 분석되었다. 구체적으로 살펴보면, 원목은 12월 중순에서 1월 사이에(4.1점) 80% 이상 동일한 수종으로 벌채하여(4.3점) 2~3월에 접종한 후(4.7점) 음지에서 차광, 관수 및 1회 이상 뒤집기를 실시(4.4점)하는 가장 이상적인 표고 재배형태를 수행하고 있었다. 다만 종균은 구체적인 지식을 갖고 구입하는 것이 아닌 지역에 적합한 종균 위주로 직접 구입하고 있으며(3.4점) 원목에 있어서도 표고자목 구입이 어려워 표고재배 최적 규격인 직경 12~18cm인 표고자목 사용율이 70~80% 수준의 보통 수준(3.7점)인 것으로 조사되었다.

표 8. 접종관리

구 분	평균	벌채시기	원목동일 수종	원목동일 규격	종균구입 방법	접종후 배양관리	접종시기
접종관리	4.10	4.13	4.32	3.67	3.37	4.40	4.68

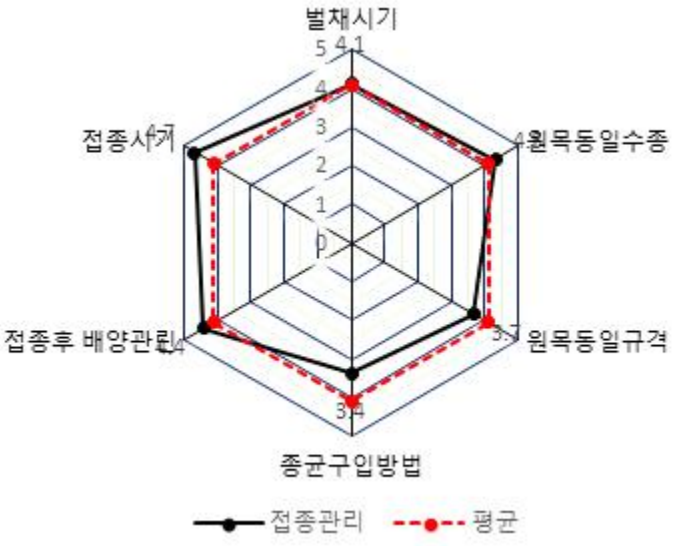


그림 7. 접종관리

4) 재배관리

충남도 내 259임가의 표고 재배관리 실태는 아래 표 9와 같이 우수한 수준인 것으로 분석되었다. 구체적으로 살펴보면, 버섯발생은 예비살수, 발생살수, 충격, 주기적 살수 및 수확 후 살수를 시행(4.8점)하고 있고, 개열정도가 최적인 시기에 수확(4.3점)하여 버섯 품질이 연갈색의 갈라짐이 다소 있고 수분이 적은 최상의 상태를 유지(4.2점)하고 있었으며 수확 후 예냉, 저온보관, 선별에 최선의 노력을 기울이고 있는 것으로(3.8점) 분석되었으나 생표고 저장기술에 있어서는 장기간 보관하여 출하시기를 조절하는 수준이 아닌 7일 이내 저장하고 출하하는 다소 저조한 실정인(2.5점) 것으로 분석되었다.

표 9. 재배관리

구 분	평균	버섯발생 방법	병해충 관리	저장기술	수확시기	버섯품질	버섯선별
재배관리	3.74	4.78	2.87	2.46	4.34	4.15	3.81

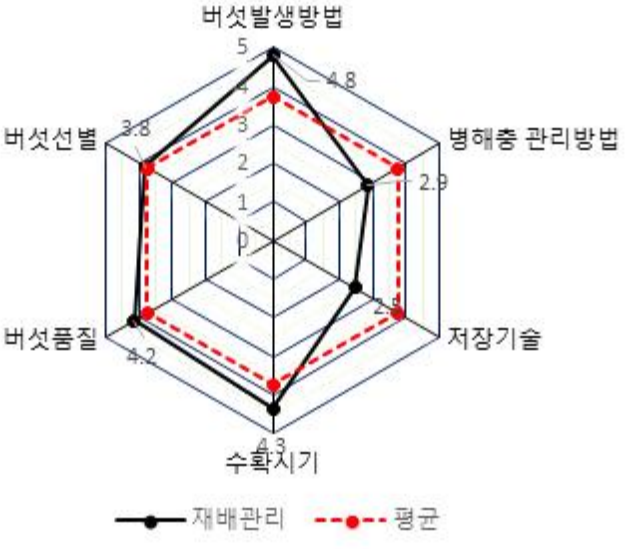


그림 8. 재배관리

5) 경영관리

충남도 내 259임가의 표고 경영관리 실태는 아래 표 10과 같이 보통 이하 수준인 것으로 분석되었다. 구체적으로 살펴보면, 표고 재배를 위한 정보는 주로 농림업 관련 기관 등을 활용하여 적극적으로 정보를 활용하고(3.8점) 있으나, 작업일지 기록 등의 경영기록을 대부분 소홀히 하고(2.4점), 버섯재배에 필요한 자금을 계획적으로 운영하고 있지 않으며(2.3점), 품질인증 상표를 보유하지 않고 규격상자는 사용하나 소포장을 하지 않고 있으며(2.3점), 판매는 대부분 도매시장에 공동 판매(3.0점)하여 직거래가 드문 것으로 조사되었다.

표 10. 경영관리

구 분	평균	경영기록	자금관리	정보활용	포장	판매방법
경영관리	2.76	2.36	2.27	3.84	2.34	3.02

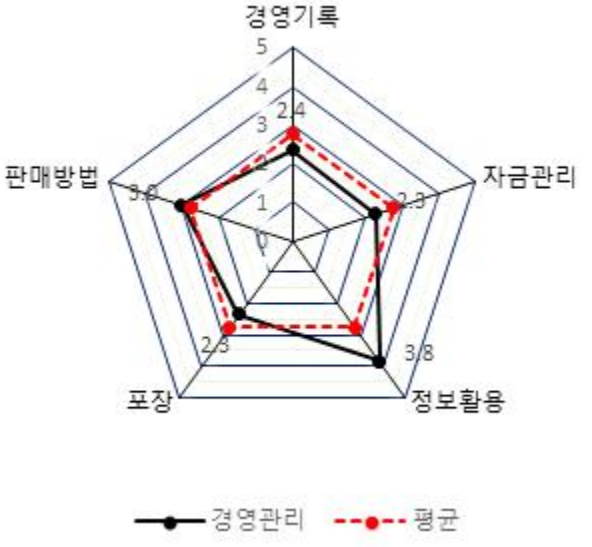


그림 9. 경영관리

첨부자료

밤 경영 표준진단표

진단일자 : 년 월 일

진단회수 : [ ] 번째

1. 농가 일반현황

□ 경영주 인적사항

○ 경영주 성명 [ ] 연령 [ ]세

○ 주소 : 시도 시군구 읍면동 리 번지

○ 전화번호 [ ]-[ ]-[ ] 휴대전화번호 [ ]-[ ]-[ ]

○ 전자우편(e-mail) 주소 [ ]

○ 밤 재배경력 [ ] 년

※ 진단결과를 수신할 수 있는 실제 거주지 주소를 기입해 주십시오.

□ 현재 밤 재배지에 거주하고 계신 가족은? (_____명)

□ 밤 재배의 경영형태. (_____)

① 경영주 혼자 ② 경영주+가족

③ 경영주+가족+임시고용인 ④ 경영주+가족+상시고용인

⑤ 다른 사람과 공동명의로 경영 ⑥ 영농조합법인(영농회사) 형태로 경영

⑦ 기 타(_____)

□ 귀하의 밤 재배업 경영 형태는?

① 주업 ② 겸업 (☞ 5-1번으로)

○ 겸업일 경우, 주업은 무엇입니까? (주업 : _____)

□ 귀하의 밤 재배 면적은?(단위가 "평"일 경우, 단위까지 기재해 주십시오)

자작지 : (_____ha)	차용지 : (_____ha)	합계 : (_____ha)

※ 각 항목 해당 빈칸에 ○표 하십시오.

2. 경영성과 지표

성 과 지 표	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
전체 생산량 중 "특" 이상 비율	29% 이하	30~39%	40~49%	50~69%	70% 이상
ha당 생산량	1.0ton 미만	1.0~1.5ton 미만	1.5~2.0ton 미만	2.0~2.5ton 미만	2.5ton 이상

3. 세부평가 진단표

< 경영기반 >

세 부 요 소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
재배지 평균 경사도	절험지 (30° 이상)	험준지 (25~30°미만)	급경사지 (20~25°미만)	경사지 (15~20°미만)	완경사지 (15° 미만)
기계화 및 시설보유	□ 농용트럭 □ 트랙터(경운기) □ 신형선별기 □ 전용방제기 □ 농기구창고 □ 저온저장고 □ 수확망				
	2종 이하 보유	3종 보유	4종 보유	5종 보유	6종 이상보유
ha당 작업로 밀도	100m 미만	100~300m 미만	300~400m 미만	400~500m 미만	500m 이상
평균수령 (주품종)	31년 이상	1~5년 또는 25~30년	19~24년	6~12년	13~18년
성목기준 나무높이	7m 이상	6~7m 미만	5~6m 미만	4~5m 미만	4m 미만

< 경영 및 판매능력 >

세 부 요 소	I	II	III	IV	V
경영기록 및 분석	□수입·지출 기록 □농약살포 약해 기록			□작업일지 기록 □경영성과분석	
	모두 안함	1가지만 함	2가지를 함	3가지를 함	4가지 모두 함
정보 수집 및 관리	관심 없음	대중매체에 의한 수동적 정보수집	대중매체 및 교육참석에 의한 능동적 정보수집	능동적 정보수집 및 인터넷 이용	밤 재배·경영 관련 정보를 생산함
자재구입 (비료, 농약, 제재료)	자재판매처가 추천하는 대로 개별구입	대부분의 자재를 개별적으로 선택하고 협상하여 구입	금액기준으로 30~59%를 공동으로 구입	금액기준으로 60~89%를 공동으로 구입	금액기준으로 90% 이상을 공동으로 구입
선별 및 포장	선별을 하지 않음	개략적으로 선별 하고, 포장은 하지 않음	선별기로 선별하여 마대 단위로 포장	선별기로 선별하여 규격 박스 포장	생산자 조직에 선별과 포장 위탁
수확 및 저장	4~5일에 한번씩 수확	2~3일에 한번씩 수확 후 즉시 판매	2~3일에 한번씩 수확 후 저장	매일 수확 후 판매	매일 수확 후 저장하여 출하시기 조절
주 출하처	자가 소비	주로 농가를 찾아 오는 산지수집상에 출하	주로 농협 및 산림조합에 출하	주로 도소매상에 직접출하	생산자조직 또는 개인 브랜드로 판매 및 출하처 관리
소비자 직거래 방 법	□ 지인 □ 방문객 □ 인터넷 판매 □ 직거래를 위한 홍보				
	모두 안함	1가지만 함	2가지를 함	3가지를 함	4가지 모두 함

< 생산기술 수준 >

세 부 요 소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
품종 선택	□ 생산량 □ 내병성 □ 밤알 크기 □ 저장성 □ 맛(당도)				
	이웃이나 종묘상 권유로 선택	1~2가지를 고려함	3가지를 고려함	4가지를 고려함	5가지 모두 고려하여 선택
성목 기준 ha당 밀도	400본 이상	300-400본 미만	250-300본 미만	200-250본 미만	200본 미만
병해충 방제	병해충 방제를 하지 않고 방치	항공방제에만 의존	병해충 피해 확인 후 방제	방제력에 따라 방제	병해충 발생 예찰 결과에 따라 적기 방제
잡초관리	전혀 제거하지 않음	제초제를 사용하여 제거	재배지내 잡초는 일부 제초제 또는 일부 하예작업	재배지내 잡초는 수확직전 1회 전면적 하예작업	재배지내 잡초는 전면적 2회 이상 하예작업
정지전정	실시하지 않음	타인을 모방하여 전정	작업단에 위탁하여 전정	교육을 통해 습득한 기술로 전정	타인에게 전정 기술을 보급할 수준
시비 방법	시비를 하지 않음	비료판매처의 추천에 따라 시비	수세를 감안하여 시비	토양특성과 수세를 감안하여 시비	토양특성, 수세 및 생리를 감안하여 시비
비종 선택 (성목기준)	비료를 전혀 구분하지 않고 시용	화학비료만 시용	화학비료, 유기질 비료, 퇴구비를 연 1회 일부 면적에 시용	화학비료·유기질 비료, 퇴구비를 전면적에 시용	유기질 비료 및 퇴구비 위주로 전면적에 연2회 이상 시용

표고 경영 표준진단표

진단일자 : 년 월 일

진단회수 : [ ] 번째

1. 농가 일반현황

□ 경영주 인적사항

○ 경영주 성명 [ ] 연령 [ ] 세

○ 주소 시도 시군구 읍면동 리 번지

○ 전화번호 [ ]–[ ]–[ ] 휴대전화번호 [ ]–[ ]–[ ]

○ 전자우편주소 [ ]

○ 표고 재배경력 [ ] 년

□ 재배규모

○ 재 배 사 [ ] ㎡, ○ 원목규모 [ ] 본

□ 경영형태

○ 주업 [ ] ○ 겸업 [ ] (주업 :)

□ 생산 및 소득

○ 연간 표고 생산량 (생) [ ] kg

○ 연간 추정 농업소득

표고 소득 [ ] 만원, 표고 이외 소득 [ ] 만원

2. 경영성과 지표

경영성과 지표	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
1본 당 수량(생)	1.5kg미만	1.5~2.0kg	2.0~2.5kg	2.5~3.0kg	3.0kg이상
[ ] kg/1기작					
상 등 품 율	29%이하	30~39%	40~49%	50~59%	60%이상
[ ] %					
경 영 규모	5,000본미만	5,000~10,000본	10,000~20,000본	20,000~30,000본	30,000본이상
[ ] 본					

※ 각 경영성과 지표별 [ ] 안에 숫자를 기록한 다음 해당단계의 빈칸에 ○표

※ 상등품율은 생산량 중에서 농산물 표준출하규격의 상품이 차지하는 비율

3. 세부평가 진단표

<재배환경> ※ 각 항목 해당 빈칸에 ◯표 하시오

세부요소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
재배시설 및 기기	살수시설, 비닐하우스, 환기시설, 건조기, 저온저장고, 골목운반기기				
	2가지 이하 갖춤	3가지 갖춤	4가지 갖춤	5가지 갖춤	전체 갖춤
재배사 형태	단동형 (차광막)	연동형 (비닐+차광망)	단동형 (비닐+차광망)	연동이중형 (비닐+차광막)	단동이중형 (비닐+차광망+ 수막시설)
급수시설 형태	급수시설 없음	호스이용 (수동급수)	스프링쿨러 (분무식)	스프링쿨러 (안개식)	스프링쿨러 (분무+안개)

<접종관리>

세부요소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
벌채시기	접종직전	2월~3월	9월~10월	12월 중순~1월	11월~12월 상순
원목 동일 수종	원목 동일수종이 60% 미만	원목 동일수종이 60~70%	원목 동일수종이 70~80%	원목 동일수종이 80~90%	원목 동일수종이 90% 이상
원목 동일 규격	12~18cm 비율이 60% 미만	12~18cm 비율이 60~70%	12~18cm 비율이 70~80%	12~18cm 비율이 80~90%	12~18cm 비율이 90% 이상
종균구입 방법	품종특성 모르고, 종균대리 구입	품종특성 알고, 종균대리 구입	지역에 적합한 종균 직접구입	품종특성 알고, 종균 직접구입	자신이 직접 시험재배를 통해 적합한 종균 구입
접종 후 배양관리	양지에서 차광, 관수 안함	음지에서 차광, 관수 안함	음지에서 차광, 관수	음지에서 차광, 관수, 1회 뒤집기	재배사내 차광, 관수, 2회 이상 뒤집기
접종시기	6월	5월	4월	2월	3월

<재배관리>

세부요소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
버섯 발생 방법	자연강우	살수+충격	예비살수+ 발생살수+충격	예비살수+ 발생살수+충격 +주기적 살수	예비살수+ 발생살수+충격+ 주기적 살수+ 수확후 살수
원목 배양시 병해충 관리	예방조치 없음 생석회 살포	생석회 살포+ 바닥 차광막	생석회 살포+ 제초 비닐	생석회 살포+ 제초 비닐+ 바닥 차광막	생석회 살포+ 제초 비닐+ 바닥 차광막+ 재배사 주변 제초
생표고 저장기술	즉시 출하	7일 이내	8~15일	16~30일	30일 이상
수확시기 (개열정도)	90% 이상 (인지못함) 	60~90% (완전히 펴진 것) 	30~60% (약간 펴진 것) 	15~30% (약간 오므라진 것) 	15% 미만 (완전히 오므라진 것) 
버섯 품질	색깔: 흑갈색 갈라짐: 없음 수분 : 많음	색깔: 흑갈색 갈라짐: 없음 수분 : 다소 있음	색깔: 갈색 갈라짐: 약간 있음 수분 : 보통	색깔: 연갈색 갈라짐: 다소 있음 수분 : 적음	색깔: 흰갈색 갈라짐: 많음 수분 : 적음
수확후 버섯선별	상온보관, 선별안함	상온보관, 선별실시	저온보관, 선별안함	예냉+저온보관, 선별실시	예냉+저온보관, 선별실시+ 습도유지

<경영관리>

세부요소	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
경영기록 및 분석	-수입·지출 기록 -작업일지 기록 -생육상황기록(수확량 기록) -경영성과분석				
	모두 안함	1가지만 함	2가지 함	3가지 함	4가지 모두 함
자금 관리	자금 관리에 대하여 특별히 신경 쓰는 부분 없음	자금 소요 및 조달에 관하여 대략적 계획 운영	연간 예상수익과 소요자금을 산출하여 연간자금 운영 계획을 수립한 후 자금관리	장기 사업계획 수립에 의하여 연차별 자금운영 계획을 수립한 후 자금관리	장기 사업계획 수립에 의하여 연차별 자금확보 계획 및 매년 월간 자금흐름을 파악하여 자금관리
농림업 정보 활용	관심이 없음	신문, 텔레비젼 등의 대중매체에 의존	농림업 관련 전문 잡지구독	농림업 관련 기관에서 정보수집 활용	컴퓨터 통신 등을 통하여 종합정보수집 활용
포장	고유상표 없음, 규격상자 사용하지 않음	고유상표 없음, 규격상자 사용	고유상표 보유, 규격상자 사용	고유상표 보유, 규격상자 사용 및 소포장 병행	품질인증 상표 보유, 규격상자 사용 및 소포장 병행
판매 방법	이웃농가 및 인근시장 판매	도매시장 개별 위탁판매	도매시장 공동판매	직거래 공동판매	직거래 온라인판매

5. 참고문헌

가. Camp, R.C. 1989. Benchmarking : the search for the industry best practice that lead to superior performance. Quality Press.

나. 경상남도산림환경연구원. 2005. 2004년 시험연구보고서 pp 105-108.

다. 김의경, 윤여창. 1995. 밤의 수급전망에 관한 연구. 산림경제연구지 3(1) pp 15-28.

라. 김재성, 김철상, 주린원, 최수임, 이귀용, 지동현, 임성구, 유한춘, 오득실, 구관효. 2004. 2003년 밤·표고 소득분석. 국립산림과학원 연구보고서.

마. 김재성, 정병헌, 주린원, 최수임. 2004. 밤 유통구조 및 경제성 분석. 한국임학회지 12(1) pp 12-21.

바. 마한옥. 1995. 밤의 경쟁력 제고방안. 한국임학회지 pp 101-106.

사. 박평식, 정호근, 이상덕. 2001. 농가의 경영진단기법 이용현황과 과제. 농업경영·정책연구 제28권 제3호 pp 540-555.

아. 박희성, 이상훈, Thomas, S.R. 2004. 미국사례를 통해 본 벤치마킹의 효과. 한국토목학회논문집 pp 617-622.

자. 손철호, 석현덕, 민경택. 2004. 국내 밤 산업의 동향과 전망. 한국임학회지 p 77-79.

차. 이태호, 성진근, 서종석. 2001. 충청북도 쌀농가의 벤치마킹을 위한 경영 진단표 개발. 농업경영·정책연구 제28권 제1호 pp 148-166.

카. 전준헌, 이상식. 1993. 밤 생산농가의 경영실태분석에 관한 연구. 한국 임학회지 82(1) pp 1-6.

타. 충청남도산림환경연구소. 2005. 밤나무 재배 기술 pp 5-14.

파. 한국학술진흥재단. 2000. 농업경영의 벤치마킹 추진을 위한 경영진단표의 개발 pp 5-39.

고품질 가공용 밤 신품종 육성

(자체 '08~ 12년차)

【조현선, 배연태, 박선자, 김연태】

1. 목 적

밤 가공제품 생산의 효율적인 원료 공급 기반 구축을 위해 가공이 용이하고 대립이면서 감미가 우수한 신품종 개발

2. 본 연구와 관련된 기존사실

우리나라의 임목육종 사업은 故 현신규 박사에 의하여 시작되었다. 서울대학교 농과대학 교수이셨던 향산 현신규 박사가 정부의 특별보조금을 지원받아 1953년 구내에 임목육종 연구실을 설립한 것이 시초가 되었다. 1967년에는 산림청이 발족됨에 따라서 산림청 산하의 임목육종연구소가 설치되었고 임목육종연구소는 산림자원이 빈약하고 전국토의 64%가 산지인 우리나라의 산지 자원화에 기여함을 목적으로 우량품종의 임목을 선발 육성하고 개량 보급하기 위한 연구활동 등을 위해 설립된 기구이다. 우리나라 주요 육종사업의 성과로는 침엽수 및 포플러의 교잡육종을 비롯하여, 외국수종의 도입육종, 우량개체 선발과 채종원 조성의 선발육종, 밤나무 신품종의 육성, 무궁화 및 조경수 우량품종의 육성, 사방 및 연료수종의 육종, 임목 유전형질의 조기검정, 저항성 육종(잣나무털녹병, 솔잎혹파리), 임목의 조직배양 및 유전자원 연구, 생물공학적 연구 등 다양하다. 특히 리기테다소나무(리기다소나무×테다소나무), 은수원사시(은백양×수원사시나무) 등 육성은 교잡육종의 대표적 성과로 꼽을 수 있다. 외국수종의 도입육종은 1956~1987년까지 38개국으로부터 400여종의 외국수종을 도입하여 적응시험을 하였고 일부 성과를 거두기도 하였다(이효신 등, 2014).

우리나라의 밤나무 재배역사는 확실하지 않지만 사료에 의하면 고려 예종 13년(1118년)에 뽕나무, 옻나무 등과 함께 밤나무 식재를 권장하였다는 기록과 조선시대에서도 밤나무를 보호 장려하였다는 기록으로 미루어 볼 때 밤나무는 우리의 식생활에서는 물론 전통의식과 밀접한 관계를 유지해 오면서 오랜 재배 역사를 가지고 있다고 미루어 짐작할 수 있다(김선창 등, 2003). 밤은 예로부터 관혼상제에 빠져서는 안 되는 중요한 과실로 영양가가

풍부하여 식량 대용자원 및 기호식품으로 널리 이용되어 왔다. 또한 독특한 향과 단맛이 있어 생으로 또는 삶아서 먹거나 구워 먹으며 각종 요리에 첨가하기도 하고 감로자, 마롱글라세 등의 가공원료 및 제과원료 등 실제 이용범위가 아주 넓다(김만조 등, 2007).

밤나무는 참나무과(Fagaceae) 밤나무속(Castanea)의 낙엽활엽성 교목으로 원산지는 아시아, 유럽, 북아메리카 등 3개 대륙에 걸쳐 있으며 북반구 온대 지역에 널리 분포·자생하고 있다. 밤나무의 종류는 약간의 이견은 있으나 10여종으로 이 중 재배적 측면에서 볼 때 식용으로 과실생산을 위한 밤나무는 일본밤나무, 중국밤나무, 유럽밤나무, 미국밤나무 등이 있다. 이들 밤나무는 종에 따라 과실의 형태적 특성은 물론 이화학적인 물성에 있어서도 많은 차이가 있으며, 주요 밤 생산국가들은 자국의 밤 소비형태 및 용도에 따라 선발육종 및 종간 교잡육종을 통해 많은 품종을 육성하여 재배하고 있다.

1958년 충북 제천에서 발견된 밤나무혹벌(*Drycocosmus kuriphylus* Yasumatsu)이 전국에 만연하여 우리나라의 재래종 밤나무가 거의 고사됨에 따라 1961년부터 선발육종과 1966년부터 도입육종, 1967년부터 교잡육종 연구 등이 각각 시작되었다(안창영, 2000). 특히 인공교배를 통한 교잡육종은 재배면적의 확대와 밤 생산량이 급증하면서 품종에 대한 재배자의 선호도 및 소비자의 기호가 변함에 따라 품종별 수분수 선발 및 맛 개량, 군밤용 품종육성, 대립다수성 품종육성, 극조생성 품종육성, 과실의 맛과 품질이 우수한 품종육성 등 다양한 육종목표를 두고 각각 실시된 바 있다(김선창 등, 2003). Lamkley 등(1993)은 경제적으로 중요한 과수작물의 경우 교잡육종을 통해서도 쉽게 목적을 달성할 수 있다고 하였다. 또한 경제적으로 중요한 밤나무 4종의 육종연구에 대하여 Miller 등(1996)에 의해 재검토된 바가 있으며, Mehlenbacher(2003)는 세계 각국의 밤나무 육종현황 및 성과에 대해 보고한 바 있다. 안창영 등(1990, 1996)은 밤나무 인공교배를 통한 우량 개체선발과 과실형질 유전에 관하여 보고하였으며, Kotobuki 등(1999)은 밤나무 육종프로그램으로 대립과실 및 박피성이 우수한 개체를 개발하여 보고한 바가 있다.

지금도 여러 기관이나 개인은 밤나무 우량 신품종을 개발하고자 노력하고 있다. 이에 우리 연구소도 시대적 흐름에 부흥하며 소비자가 원하는 품종을 개발하고자 본 연구과제를 시작하게 되었다.

3. 수행방법

아래 그림 1의 밤나무 신품종 육성 모식도에 나타난 바와 같이 본 연구과제의 목표는 대립이면서 감미성이 우수하고 과육경도가 높으며 내피박피율이 좋고 내병해충성 및 내한성이 강한 신품종을 육성하는 것이다.

기존 재배품종		지역 밤 우량개체		신품종 육성
대립성 밤나무혹벌 저항성 줄기마름병 저항성 내한성 약 저 감미성 과육경도 낮음 내피박피율 낮음	×	중립성 밤나무혹벌 감수성 줄기마름병 저항성 내한성 강 고 감미성 과육경도 높음 내피박피율 높음	⇒	대립성 밤나무혹벌 저항성 줄기마름병 저항성 내한성 강 고 감미성 과육경도 높음 내피박피율 높음

그림 1. 밤나무 신품종 육성 모식도

목표 달성을 위해 그림 2와 같은 흐름에 의해 추진하고자 내부 계획을 수립했으며 충남산림자원연구소가 보유한 밤나무 유전자보존원 내 품종을 대상으로 그림 3과 같이 인공교배하여 얻은 후계목을 2009년과 2010년 2회에 걸쳐 충남 논산시 소재 상월시험장에 0.2ha 시험지를 조성하였다(그림 4).

2019년 추가적으로 28개 조합(화분수 4품종, 모수 7품종)을 선정 인공교배 100개 실시하여 9월~10월 종자를 수거하였으며, 수거한 종자 중 22개 조합에서 건전한 종자 153립을 선별하여 저온 저장고에 저장하였다.

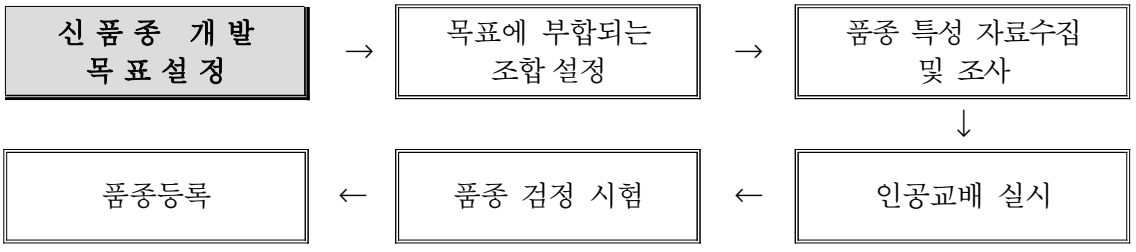


그림 2. 밤나무 신품종 육성 흐름도



그림 3. 공시목 생산을 위한 인공교배 전경



그림 4. 과실특성 조사를 위한 수확망 설치 전경

보유 토지 여건상 간격을 2.5×2.5m로 좁혀 식재하여 2018년 말 현재 71본이 잔존하고 있으나 일부지역 식재간격이 좁아 불량개체는 간벌할 필요가 있다.

표 1. 시험지 조성 내역

조 합	본 수				비 고
	현존	식 재 내 역			
		합계	09년	10년	
합 계	**71**	**191**	**91**	**100**	
DC(대* × *율)	16	25	10	15	
DW(대* × 연*)	8	13	12	1	
CM(*율 × 미*)	8	28	13	15	
CD(*율 × 대*)	11	27	12	15	
WM(연* × 미*)	6	32	14	18	
WD(연* × 대*)	12	31	11	20	
KW(*은 × 연*)	2	19	9	10	
KC(*은 × *율)	8	16	10	6	

시험지 관리는 4월에 전면적에 유기질 비료를 주고 6월과 8월에 전면적 풀베기 작업을 수행하였다. 병해충은 주기적으로 예찰을 통해 적극 방제하였고 월동관리를 위해 매년 11월에 수간에 백도제를 도포하였으며 12월에 정지전정 작업을 수행하였다.

공시목 과실 특성 조사를 위해 수확기인 8월 하순~10월 중순까지 주 2~3회 현장 출장하여 각 공시목별로 설치되어 있는 수확망에 낙과한 밤을 수거해와 아래와 같이 특성 조사 요령에 의거 실시하였다.

□ 과실 특성 조사 : 초기(8~10월), 후기(11~12월)

- 초기 : 함과수, 수확량, 입중, 낙과특성, 수확시기, 당도, 경도, 다배율, 열과수, 병해충과수, 건전과수 등
- 후기 : 후기당도, 후기경도, 내피박피성, 과피색, 좌면크기, 과실형태 등

※ 후기 특성조사는 수확·저장 8주 후 실시

〈 과실특성 조사 방법(초기) 〉

▸성숙기 : 정상적으로 성숙된 과실을 대상으로 조·중·만생종 판별

※ 조생종(8월하순~9월상순), 중생종(9월상순~9월하순), 만생종(9월하순~10월중순)

▸착구수 : 수관외부의 건전한 결과모지(전년가지) 20지의 평균 밤송이 수

▸낙과형태 : 나무 전체의 밤송이 중 약 50% 정도가 벌어져 떨어지는 시점에 밤알로 낙과, 밤알과 밤송이가 동시 낙과, 밤송이 낙과로 구분

▸과실중량 : 건전 과실의 평균무게(입중)

▸당도 : 수확 직후에 건전한 과실을 굴절당도계로 측정(과실 25개의 평균)

▸경도 : 수확 직후에 건전한 과실을 경도계로 측정(과실 25개의 평균)

▸열과율 : 수확 직후 건전과 100개를 임의로 선정하여 과정부, 측면부 및 좌면부 등에 외피가 자연적으로 터져 열과가 나타난 과실을 백분율로 환산

※ 매우적음(2%미만), 적음(2~5%), 중간(5~10%), 많음(10~25%), 매우많음(25%이상)

▸다배율 : 수확 직후 건전과 100개를 임의로 선정하여 횡축방향으로 절단한 후 다배과의 수를 조사하여 백분율로 환산

※ 매우적음(2%미만), 적음(2~5%), 중간(5~10%), 많음(10~20%), 매우많음(20%이상)

▸함과수 : 수관외부에 착생된 건전한 밤송이 30개를 조사하여 평균으로 판정

※ 적음(1.8개 미만), 중간(1.8~2.4개), 많음(2.4개 이상)

〈 과실특성 조사 방법(후기) 〉

▸ 과형 : 수확 최성기에 정상적으로 성숙된 직후의 측과를 대상으로 화주부를 제외한 바깥쪽 면의 형태를 관찰하여 구분

- 삼각형 : 과실의 과정부가 뾰족한 편이며 전체적으로 삼각형에 유사함
- 둥근삼각형 : 과실이 전체적으로 원형에 가까운 삼각형을 이룸
- 원형 : 과실의 종경과 횡경이 비슷하여 원형에 유사함
- 편원형 : 횡경이 종경보다 다소 큰 횡타원형에 유사함
- 편편형 : 횡경에 대한 종경의 비가 1.3이상인 횡타원형에 유사함

▸ 과피색 : 정상적으로 수확된 수확 직후의 과실을 대상으로 조사하며 황갈색, 갈색, 암갈색, 적갈색, 흑갈색으로 구분

▸ 좌면크기 : 측과의 바깥쪽 면을 관찰했을 때 외측면에서 좌면의 크기가 차지하는 비율

※ 작음(10% 미만), 중간(10~30%), 큼(30%이상)

▸ 내피박피성 : 수확직후 건전과 100개를 임의로 선정하여 좌면의 길이 방향 둘레에 칼금을 놓은 다음 고온(380℃, 10~15분)에서 구워낸 후 박피등급에 따른 내피박피율을 환산하여 박피용이성을 조사

※ 매우용이(95%이상), 용이(80~95%), 중간(60~80%), 힘듦(40~60%), 매우힘듦(40%미만)

- 조사방법 : 칼로 외피와 내피를 제거하는데 소요되는 시간을 기준

  0 : 내·외피 동시 제거 가능　　1 : 1분 이내 내피제거 가능

  2 : 1~5분 이내 내피제거 가능　　3 : 5분 이상 소요

- 내피박피율(Peeling Ratio)

$$P.R.(\%) = \frac{N0+N1}{N0+N1+N2+N3} \times 100$$

※ N0, N1, N2, N3 : 각각 0, 1, 2, 3 등급에 속하는 과실수

4. 결과 및 고찰

밤나무의 경우 수세 및 수령에 따라 생장량 차이가 큰 편이며 정지전정, 솎아베기, 시비 등 재배관리 형태에 따라 큰 영향을 받을 수 있다. 특히 동일한 품종도 그 해 기상 여건 및 밤나무 관리(정지전정의 정도 및 실시기간, 식재밀도, 시비횟수, 시비량) 및 전년도 결실량 등에 의해 당해 과실의 품질 및 수확량 등은 큰 차이를 나타낼 수 있다. 따라서 인공교배에 의해 식재된 공시목은 개체별로 과실의 형질 및 생육상황을 면밀히 관찰하여 고유의 특성을 확인할 필요가 있다. 표 2에서 표 9는 2016년부터 2019년까지 인공교배 후계목을 개체별로 구분하여 과실 형질을 조사한 결과이다. 조사방법은 밤 과실 수확기(8월 말 ~ 10월 초)에 논산시 상월면 소재 상월시험장 내 시험지를 밤 수확 기간 내 주 2~3회 출장하여 각 개체별 수확망에 수집된 밤 종실을 사무실로 가져와 초기 당도, 후기 당도, 최대 응력, 후기 최대 응력, 평균입중, 함과수, 착구수, 본당 수확량, 낙과형태, 정상과수, 열과수, 충과수, 병과수, 과실형태, 과피색, 좌면크기, 내피박피율, 다배율 등을 조사하였으나 본 보고서에서는 지면 관계 상 초기 당도, 후기 당도, 최대응력, 후기 최대응력, 평균입중, 함과수, 착구수, 본당 수확량 등 8개 항목만 보고토록 하겠다. 또한 2019년은 과실특성을 조사할 수 없을 정도로 수확량이 적은 개체에 대해서는 특성조사를 수행하지 못해 공란으로 표시하였다.

표 2는 CD조합(*율 × 대*)의 과실형질을 조사한 결과이다. CD조합 현존 11개 개체 중 Ⅲ-CD-4번 개체와 추가-CD-4번 개체는 당도 및 최대응력에서 우수한 형질을 나타내고 있으며, Ⅰ-CD-7번 개체는 생산량(평균 입중, 본당 수확량)에서 우수한 형질을 나타내고 있다. 당도가 높으면 밤 맛에서 소비자 요구를 충족할 수 있고 최대응력이 높게 나타나면 밤의 저장성이 유리하다 할 수 있으며 평균 입중 및 수확량이 많으면 생산자가 선호하는 품종이므로 지속적인 조사와 관찰이 필요할 것으로 사료된다. 근래에 기후변화 등에 의한 병해충 발생, 지속적인 인건비 상승 및 노동 확보 어려움으로 인해 생산자들은 밤알 형태 낙과, 대립종 및 내병해충성이 강한 품종을 선호하고 있으며 또한 밤 소비 촉진을 위해 내피박피성이 우수하고 식감이 좋은 품종을 요구하고 있는 실정이다.

표 2. CD 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	CD	1	24.3	12.8	14.6	11.6	**15.8**	26.9	19.4	20.3	18.6	**21.3**	10.7	8.1	9.2	6.8	**8.7**	11.2	7.7	8.4	6.6	**8.5**
I	CD	3	19.7	11.7			**15.7**	23.6	20.5			**22.1**	9.2	6.6			**7.9**	8.7	7.3			**8.0**
I	CD	4	21.6	15.9	14.0	15.2	**16.7**	24.7	22.0	19.7	21.9	**22.1**	9.9	9.7	8.5	9.2	**9.3**	9.4	8.0	8.8	7.7	**8.5**
I	CD	5	20.6	11.9	13.2	10.7	**14.1**		19.2	18.9	17.4	**18.5**	9.0	8.7	9.0	7.2	**8.5**		7.4	8.5	6.5	**7.5**
I	CD	7	15.9	10.9	12.0	11.6	**12.6**	18.0	19.5	17.3	18.0	**18.2**	8.2	6.3	7.3	6.7	**7.1**	8.0	6.6	6.8	6.2	**6.9**
II	CD	6	16.6	13.7			**15.2**	25.5	21.2			**23.4**	9.4	8.0			**8.7**	10.4	8.3			**9.4**
II	CD	7	23.1	14.0	12.2	12.2	**15.4**		21.2	20.2	19.2	**20.2**	8.9	8.5	8.3	7.8	**8.4**		9.4	8.3	6.5	**8.1**
III	CD	4	26.3	16.9		16.0	**19.7**	22.1	22.5		20.5	**21.7**	12.8	9.6		10.4	**10.9**	10.5	9.2		9.7	**9.8**
III	CD	6	24.2	14.8	16.9	13.7	**17.4**		20.2	22.6	18.7	**20.5**		9.3	10.7	7.7	**9.2**		7.8	10.0	7.2	**8.3**
추가	CD	1	22.2	14.1	16.0	14.7	**16.8**	27.4	22.5	22.3	22.4	**23.7**	10.5	8.8	9.0	7.9	**9.1**	11.2	8.6	9.0	9.1	**9.5**
추가	CD	3	22.2	16.8	14.4	17.5	**17.7**		21.6	22.4	22.7	**22.2**	8.7	8.8	8.8	9.1	**8.9**		7.9	8.5	9.5	**8.6**
추가	CD	4	25.7	16.3	17.4	18.6	**19.5**	26.8	22.9	22.9	22.8	**23.9**	11.0	10.5	10.0	10.0	**10.4**	9.3	10.0	9.3	8.8	**9.4**
추가	CD	5	21.5	15.9	13.6	15.6	**16.7**	23.9	22.1	20.9	21.7	**22.2**	10.2	8.7	7.9	8.7	**8.9**	10.2	8.7	7.9	8.6	**8.9**

표 2. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	CD	1	15.2	25.0	22.4	23.4	**21.5**	2.6	2.6	2.6	2.6	**2.6**	82	68	87	72	**77**	3.9	4.4	5.1	7.0	**5.1**
I	CD	3	15.5	28.8			**22.2**	2.6	2.2			**2.4**	19	37			**28**	4.2	2.4			**3.3**
I	CD	4	14.5	23.9	22.7	23.6	**21.2**	2.6	2.6	2.5	2.6	**2.6**	77	52	77	145	**88**	4.2	3.2	4.4	7.6	**4.9**
I	CD	5	11.9	25.8	25.6	18.1	**20.4**	2.7	2.5	2.5	2.6	**2.6**	53	62	49	92	**64**	4.3	4.1	3.1	3.8	**3.8**
I	CD	7	22.8	39.4	34.4	27.8	**31.1**	2.5	2.3	2.5	2.5	**2.5**	89	152	177	189	**152**	10.7	14.0	15.4	12.7	**13.2**
II	CD	6	14.9	15.9			**15.4**	2.1	2.5			**2.3**	78	84			**81**	6.9	3.3			**5.1**
II	CD	7	17.0	31.9	21.3	30.5	**25.2**	2.1	2.0	2.0	2.4	**2.1**	38	38	26		**34**	1.6	2.4	1.1		**1.7**
III	CD	4	7.9	11.5		15.0	**11.5**	2.3	2.2		2.1	**2.2**	46	60		189	**98**	0.7	1.5		4.6	**2.3**
III	CD	6	9.3	31.2	19.5	20.8	**20.2**	2.3	2.4	2.5	2.1	**2.3**	118	30	82	62	**73**	0.3	2.2	3.9	2.6	**2.3**
추가	CD	1	9.6	16.4	18.4	15.2	**14.9**	2.2	2.7	2.7	2.6	**2.6**	32	45	33	78	**47**	2.0	2.0	1.7	2.8	**2.1**
추가	CD	3	15.4	17.2	18.3	20.8	**17.9**	2.3	2.7	2.6	2.3	**2.5**	7	51	54	24	**34**	0.5	2.4	2.6	1.2	**1.7**
추가	CD	4	16.8	19.5	23.6	19.3	**19.8**	2.6	2.3	2.5	2.0	**2.4**	47	55	28	92	**56**	2.9	2.4	1.6	3.0	**2.5**
추가	CD	5	16.5	24.8	17.4	22.2	**20.2**	2.5	2.6	2.5	2.6	**2.6**	65	70	105	26	**67**	3.4	4.6	4.6	1.0	**3.4**

표 3은 CM조합(*율 × 미*)의 과실형질을 조사한 결과이다. CM조합 현존 8개 개체 중 당도와 경도(최대응력) 측면에서는 Ⅲ-CM-5번 개체와 Ⅲ-CM-3번 개체가 우수하고, 평균 입중 및 수확량 측면에서는 Ⅰ-CM-7번 개체가 우수한 것으로 조사 되었다. 앞에 설명하였듯이 대립·다수확이면서 식감이 좋은 품종을 선발하기 위해서는 내병성 및 내피박피성 등을 종합적으로 고려하여 판단해야 할 것이다.

표 3. CM 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**
Ⅰ	CM	7	24.9	13.6	15.5	14.3	**17.1**		21.1	21.3		**21.2**	12.1	9.1	9.6	9.0	**10.0**		8.3	9.5		**8.9**
Ⅱ	CM	3	26.2	17.5		16.9	**20.2**	29.8				**29.8**	12.8	8.9		7.9	**9.9**	13.6				**13.6**
Ⅲ	CM	1	24.1	16.7			**20.4**	29.0	22.1			**25.6**	12.5	10.8			**11.7**	12.5	9.5			**11.0**
Ⅲ	CM	2	21.1	18.2	24.9		**21.4**	28.5	24.4	28.3		**27.1**	11.0	10.2	12.1		**11.1**	11.8	10.6	11.4		**11.3**
Ⅲ	CM	3	29.6	21.8	22.1	18.0	**22.9**	33.5	26.0	29.6	22.2	**27.8**	11.8	11.4	11.1	9.4	**10.9**	11.5	10.8	11.7	8.9	**10.7**
Ⅲ	CM	4	28.2	20.9	20.0	18.2	**21.8**						12.1	13.1	11.9	12.1						
Ⅲ	CM	5	22.5	22.7	20.3	22.0	**21.9**	30.3	28.7	24.1	22.9	**26.5**	13.8	12.7	10.9	10.6	**12.0**	13.1	10.0	10.5	10.3	**11.0**
Ⅲ	CM	7	25.4	21.5	15.3	20.8	**20.8**	29.2	24.4		24.9	**26.2**	14.0	11.4	9.3	11.6	**11.6**	12.8	10.9		11.1	**11.6**
추가	CM	4	24.9	18.4	16.2	15.4	**18.7**	29.9		24.1	20.9	**25.0**	11.5	10.0	9.9	8.9	**10.1**	12.2		8.9	8.4	**9.8**
추가	CM	6	22.2	15.1	15.2	18.7	**17.8**	23.9		22.0		**23.0**	12.0	9.3	9.5	9.7	**10.1**	10.7		9.1		**9.9**
추가	CM	7	21.2	15.5	15.7	15.1	**16.9**		21.5	22.9	19.0	**21.1**	9.6	9.3	9.6	8.2	**9.2**		7.8	9.2	8.7	**8.6**

표 3. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	CM	7	20.9	34.1	20.6	38.1	**28.4**	2.8	2.3	2.2	1.7	**2.3**	12	102	85	32	**58**	1.1	8.1	3.8	1.3	**3.6**
II	CM	3	6.3	20.1	10.2	24.4	**15.3**	2.7	1.8	1.9	2.0	**2.1**	68	13	30	30	**35**	0.7	0.5	0.6	1.4	**0.8**
III	CM	1	11.4	16.3			**13.9**	2.3	2.0			**2.2**	76	75			**76**	1.0	2.4			**1.7**
III	CM	2	3.2	6.2	6.9		**5.4**	2.4	2.5	2.5		**2.5**	95	70		33	**66**	1.1	1.1		0.0	**0.7**
III	CM	3	6.1	12.4	7.5	10.8	**9.2**	2.4	2.7	2.6	2.7	**2.6**	105	36	220	104	**116**	4.4	1.2	4.2	6.5	**4.1**
III	CM	4	6.5	21.7	16.5	20.8	**16.4**	2.7	2.3	2.3	3.1		68	27	43	93	**58**	0.4	1.4	1.7	4.7	
III	CM	5	7.0	9.4	4.4	10.8	**7.9**	2.5	2.3	1.9	2.1	**2.2**	59	21		98	**59**	1.7	0.5		4.9	**2.4**
III	CM	7	7.9	16.5	7.3	17.7	**12.4**	2.1	2.5	1.4	2.1	**2.0**	63	26	82	187	**90**	0.9	1.1	0.8	7.1	**2.5**
추가	CM	4	13.7	23.5	19.3	26.2	**20.7**	2.3	2.2	2.6	2.1	**2.3**	54	20	56	22	**38**	1.5	1.0	2.8	0.8	**1.5**
추가	CM	6	17.0	24.4	19.1	25.3	**21.5**	2.5	2.4	2.5	2.4	**2.5**	50	20	54		**41**	2.9	1.2	2.6		**2.2**
추가	CM	7	18.1	22.1	19.2	21.3	**20.2**	2.6	2.5	2.5	2.0	**2.4**	49	61	24	33	**42**	2.9	3.4	1.2	1.1	**2.2**

표 4는 DC조합(대* × *율)의 과실형질을 조사한 결과이다. DC조합은 현재 16개 개체가 생육 중에 있어 생육면에서는 우수하다 판단할 수 있다. 그러나 수확량 측면에서는 평균입중이 작고 본당 수확량이 적은 것으로 조사되었다. 당도와 경도(최대응력)에서는 Ⅲ-DC-6번 개체와 추가-DC-5번 개체가 우수하였고, 평균 입중 및 수확량 측면에서는 추가-DC-3번 개체가 다소 우수하여 향후 지속적인 관찰을 통해 내피박피성과 밤의 형태 등을 고려하여 군밤용에 적합한지를 판단해야 할 것이다.

표 4. DC 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
Ⅰ	DC	1	26.0	17.3		21.6	**21.6**	35.6	22.8		29.4	**29.3**	11.9	10.0		11.4	**11.1**	12.2	9.6		10.8	**10.9**
Ⅰ	DC	2	28.6	16.7	20.6	18.3	**21.1**	30.0	25.9	29.5	26.4	**28.0**	11.9	10.7	11.9	10.5	**11.3**	11.8	10.3	11.7	10.1	**11.0**
Ⅰ	DC	4	27.5	17.2	18.4	17.7	**20.2**	31.1	25.5	25.2	25.7	**26.9**	12.0	12.5	11.7	10.6	**11.7**		10.7	11.0	10.7	**10.8**
Ⅰ	DC	6	28.6	25.9	16.4		**23.6**		29.1			**29.1**	12.3	11.0	10.7		**11.3**		9.5			**9.5**
Ⅰ	DC	7	29.0	18.3	19.0	18.3	**21.2**	38.3	30.5	26.0	26.3	**30.3**	12.7	11.4	11.9	11.1	**11.8**	11.8	10.4	11.2	11.6	**11.3**
Ⅱ	DC	1	25.2	20.3		15.1	**20.2**				22.3	**22.3**	10.6	9.2		7.7	**9.2**				7.1	**7.1**
Ⅲ	DC	1	27.1	22.1			**24.6**						11.7	13.2			**12.5**					
Ⅲ	DC	3	26.8	18.6		15.1	**20.2**		24.6			**24.6**	11.8	9.8		9.5	**10.4**		9.0			**9.0**
Ⅲ	DC	6	26.9	22.5	22.1	20.9	**23.1**	35.3	26.7	28.9	27.6	**29.6**	10.1	12.9	12.1	11.8	**11.7**	11.6	11.4	11.8	10.8	**11.4**
Ⅲ	DC	7	28.9	12.6	14.0		**18.5**		19.6	19.7		**19.7**	9.0	7.0	8.4		**8.1**		8.3	8.5		**8.4**
추가	DC	3	26.4	19.7	19.9	18.2	**21.1**	28.7	23.8	25.0		**25.8**	13.0	10.2	10.5	9.5	**10.8**	11.6	9.6	10.2		**10.5**
추가	DC	4	26.5	16.7	15.1	15.3	**18.4**	33.5	26.3	21.5	21.1	**25.6**	11.4	10.7	11.5	10.4	**11.0**	11.9	10.4	9.4	9.0	**10.2**
추가	DC	5	23.5	24.9	16.5	17.7	**20.7**	28.7		24.6		**26.7**	13.3	11.1	11.0	9.6	**11.3**	12.4		10.5		**11.5**
추가	DC	6	25.2	16.2	16.8	17.0	**18.8**	27.2	26.3	25.4	23.4	**25.6**	13.4	10.3	11.1	10.7	**11.4**	12.1	9.4	10.0	10.3	**10.5**

표 4. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	DC	1	12.1	20.1	17.1	16.1	**16.4**	2.4	1.8	2.1	1.8	**2.0**	76	64	36	28	**51**	2.6	2.4	1.3	0.7	**1.8**
I	DC	2	10.3	17.7	14.6	13.2	**14.0**	2.2	1.9	1.9	1.9	**2.0**	73	87	81	82	**81**	1.0	2.9	2.3	2.0	**2.1**
I	DC	4	8.0	18.5	13.2	13.4	**13.3**	2.5	2.5	2.6	2.5	**2.5**	93	66	110	42	**78**	3.0	3.1	3.7	1.3	**2.8**
I	DC	6	7.0	11.3	22.6		**13.6**	2.6	2.5	2.5		**2.5**	14	25	19	66	**31**	0.8	0.7	1.1	0.0	**0.7**
I	DC	7	9.7	11.2	14.7	11.4	**11.8**	2.5	2.5	2.3	2.5	**2.5**	66	92	140	120	**105**	5.3	2.5	4.8	4.6	**4.3**
II	DC	1	15.8	14.2		12.6	**14.2**	2.3	1.7	1.1	2.0	**1.8**	13	24	43	160	**60**	0.1	0.6		5.1	**1.9**
III	DC	1	8.2	19.0			**13.6**	2.8	2.9	2.2	2.2	**2.5**	22	35	18	48	**31**	0.4	1.9		2.3	**1.5**
III	DC	3	12.3	24.4		22.7	**19.8**	1.5	2.2		1.6	**1.8**	25	22		13	**20**	0.1	1.2		0.5	**0.6**
III	DC	6	7.8	15.2	12.6	12.7	**12.1**	2.1	2.2	2.6	2.3	**2.3**	109	90	178	90	**117**	2.0	3.0	5.8	6.4	**4.3**
III	DC	7	6.2	18.2	14.7		**13.0**	1.8	1.8	1.6		**1.7**	51	28	97	140	**79**	0.3	0.9	2.3	0.0	**0.9**
추가	DC	3	15.3	23.6	22.7	18.4	**20.0**	1.6	2.2	1.8	1.9	**1.9**	98	60	96	88	**86**	4.8	3.2	3.9	3.2	**3.8**
추가	DC	4	13.2	20.1	19.1	18.2	**17.7**	1.8	2.3	2.4	2.0	**2.1**	51	37	76		**55**	0.4	1.7	3.4		**1.8**
추가	DC	5	10.4	15.7	15.1	17.9	**14.8**	1.8	1.9	1.8	1.9	**1.9**	62	23	86	50	**55**	8.2	0.7	2.4	1.3	**3.2**
추가	DC	6	14.3	21.4	16.3	19.0	**17.8**	2.7	2.6	2.5	2.5	**2.6**	31	30	11	40	**28**	1.5	1.7	0.5	1.9	**1.4**

표 5는 DW조합(대* × 연*)의 과실형질을 조사한 결과이다. DW조합 8개 개체는 과실이 작고 수확량이 적으며 경도(최대응력)가 다소 낮은 경향을 보이고 있다. 과실이 작아도 당도가 높고 내피박피성이 매우 우수하면 군밤용으로 가능하기 때문에 Ⅲ-DW-4번 개체의 경우 지속적인 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

표 5. DW 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
Ⅰ	DW	1	27.3	15.3	15.3	15.4	**18.3**	27.1	21.3	20.6	20.3	**22.3**	9.7	8.8	9.8	8.9	**9.3**	9.1	8.7	8.8	8.0	**8.7**
Ⅰ	DW	2	15.1	11.8	16.5	14.7	**14.5**	25.7	23.1	21.6	24.4	**23.7**	10.8	8.7	9.8	9.0	**9.6**	8.9	9.7	8.8	9.6	**9.3**
Ⅰ	DW	3	21.8	12.6	12.3	16.4	**15.8**	29.9	23.9	21.2	22.7	**24.4**	6.7	8.5	9.1	9.5	**8.5**	9.2	9.3	8.6	8.6	**8.9**
Ⅱ	DW	5	22.1	17.0	19.6	18.2	**19.2**	29.6	23.1	30.0		**27.6**	9.5	10.3	10.6	10.0	**10.1**	12.2	9.5	10.0		**10.6**
Ⅱ	DW	7	27.9	17.4	14.3	12.8	**18.1**			23.0	24.4	**23.7**	10.8	8.4	8.5	7.3	**8.8**			8.8	9.8	**9.3**
Ⅲ	DW	4	23.5	17.8	21.8	17.6	**20.2**	29.8	24.7	27.3		**27.3**	9.6	12.4	12.2	8.9	**10.8**	11.3	10.8	12.4		**11.5**
Ⅲ	DW	5	22.6	14.2	15.5	17.9	**17.6**	25.0	22.0	23.2	20.5	**22.7**	9.6	10.7	9.3	11.7	**10.3**	8.7	9.4	9.1	9.4	**9.2**
Ⅲ	DW	6	26.0	13.7	15.2	14.9	**17.5**		22.9		19.9	**21.4**	10.2	9.3	9.5	8.3	**9.3**		8.7		8.1	**8.4**

표 5. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
Ⅰ	DW	1	11.9	19.6	14.1	20.0	**15.2**	2.5	2.3	2.6	2.7	**2.5**	72	60	102	60	**78**	1.3	2.7	3.8	2.9	**2.6**
Ⅰ	DW	2	12.1	12.5	14.7	13.8	**13.1**	2.3	2.3	2.0	2.4	**2.2**	78	64	89	60	**77**	2.7	1.9	2.6	2.2	**2.4**
Ⅰ	DW	3	14.5	18.7	17.1	20.9	**16.8**	2.3	2.4	2.3	2.5	**2.3**	64	62	86	55	**71**	3.8	2.8	3.4	2.3	**3.3**
Ⅱ	DW	5	5.2	19.5	17.4	19.0	**14.0**	2.3	2.4	2.4	2.3	**2.4**	28	49	28	40	**35**	0.8	2.3	1.2	0.0	**1.4**
Ⅱ	DW	7	10.5	26.4	16.2	12.4	**17.7**	2.8	2.8	2.5	2.0	**2.7**	26	6	51		**28**	1.5	0.4	2.1		**1.3**
Ⅲ	DW	4	7.2	18.5	12.5	18.0	**12.7**	2.0	2.2	2.1	2.0	**2.1**	48	36	80	120	**55**	2.8	1.4	2.1	3.1	**2.1**
Ⅲ	DW	5	5.6	14.3	6.9	16.9	**8.9**	2.3	2.1	2.1	2.2	**2.2**	247	110	145		**167**	1.4	3.3	2.1		**2.3**
Ⅲ	DW	6	7.1	12.9	9.6	13.6	**9.9**	2.6	2.3	2.3	2.3	**2.4**	26	52	38		**39**	0.4	1.5	0.8		**0.9**

아래 표 6은 KC조합(*은 × *율)의 과실형질을 조사한 결과이다. KC조합 8개 개체도 과실이 작고 수확량이 적은 경향을 보이고 있다. 이 또한 내병충성 및 내피박피성 등을 감안하여 군밤용 등에 적합한 개체를 찾을 수 있도록 지속적인 관찰을 할 계획이다.

표 6. KC 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	KC	1	29.9	18.3	16.1	16.1	**21.4**		24.6		21.9	**24.6**	10.9	9.7	9.8	8.5	**10.1**		9.0		8.1	**9.0**
I	KC	2	28.5	14.4	13.7	15.7	**18.9**	33.5	21.1	21.1		**25.2**	10.9	8.5	9.2	8.0	**9.5**	12.3	8.3	8.1		**9.6**
I	KC	3	28.8	14.7	16.6	18.8	**20.0**	33.1	22.3	23.2		**26.2**	9.8	8.8	9.4	8.8	**9.3**	8.9	8.4	9.2		**8.8**
I	KC	4	28.6		13.3	16.1	**19.3**	28.9	20.5	22.4	23.0	**23.9**	8.1	8.9	8.4	9.3	**8.5**	9.8	7.1	8.9	8.6	**8.6**
I	KC	5	14.1	13.2	14.1	12.6	**13.8**	25.4	23.4	20.4	18.1	**23.1**	9.7	8.3	9.6	8.7	**9.2**	9.4	8.4	8.8	7.9	**8.9**
II	KC	3											14.1				**14.1**	12.5				**12.5**
II	KC	4	25.8	17.4	16.6		**19.9**	31.2		23.6		**27.4**	12.5	9.7	10.0		**10.7**	10.2		9.6		**9.9**
II	KC	5	25.4	19.3	15.4	16.6	**20.0**	28.4	26.4		23.8	**27.4**	12.9	11.1	10.3	10.1	**11.4**	13.3	9.0		10.3	**11.2**
II	KC	6	23.0				**23.0**	26.7				**26.7**	12.3				**12.3**	12.6				**12.6**

표 6. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**	2016	2017	2018	2019	**평균**
I	KC	1	19.7	16.8	10.1	16.6	15.5	2.3	2.3	2.2	2.6	2.3	57	31	27	220	38	1.5	1.2	0.6	6.3	1.1
I	KC	2	14.7	21.1	19.7	14.1	18.5	2.3	2.0	2.0	2.1	2.1	25	30	58	400	38	1.2	1.3	2.3	17.5	1.6
I	KC	3	9.6	20.1	19.3	23.9	16.3	2.4	2.3	2.7	2.0	2.5	63	24	28	50	38	1.7	1.1	1.5	1.1	1.4
I	KC	4	10.2	24.4	21.4	23.9	18.7	2.7	2.3	2.5	2.3	2.5	55	36	55	82	49	1.6	2.0	3.0	3.3	2.2
I	KC	5	13.2	21.7	18.6	22.5	17.8	2.6	2.4	2.6	2.6	2.5	44	26	42		37	2.6	1.4	2.0		2.0
II	KC	3																				
II	KC	4	10.7		16.3		13.5	3.0	2.7	3.6		3.1	23	10	30		21	1.8		1.7		1.8
II	KC	5	12.3	17.9	20.2	16.6	16.8	2.3	2.2	2.3	2.0	2.3	44	10	12	141	22	1.2	0.5	0.6	6.0	0.8
II	KC	6	13.7	17.1			15.4	2.6	3.0			2.8	8	1			5	1.7	0.4			1.1

표 7은 KW조합(*은 × 연*)의 과실형질을 조사한 결과이다. KW조합은 현재 2개 개체만 생육하고 있어 생육이 불량한 것으로 판단된다. 생육 본수가 적다는 것은 동해 등 내병충성이 약한 것으로 추론할 수 있어 이러한 점도 감안해야 할 것이다. 과실특성에 있어서도 수확량이 적고 평균 입중이 작으며 경도(최대응력) 또한 우수한 형질을 나타내지 못하고 있다. 이러한 조합은 향후 과실형질 조사 결과에 따라 폐기(벌채) 여부를 검토할 예정이다.

표 7. KW 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
II	KW	5	26.8	23.2		18.1	25.0						13.0	12.1		11.3	12.6					
III	KW	6	24.7	20.1			22.4		26.0			26.0	13.6	12.0			12.8		11.4			11.4
III	KW	7	27.4	17.1	20.9	13.4	21.8		21.9		18.2	21.9	11.2	11.1		8.2	11.2		10.1		8.7	10.1

표 7. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
II	KW	5	8.7	14.5	12.2	16.2	12.90	2.7	2.3	2.0	2.0	2.3	20	4	7	51	10	0.2	0.1	0.2	1.5	0.2
III	KW	6	7.3	12.0			9.65	1.9	2.3			2.1	36	20			28	0.4	0.6			0.5
III	KW	7	10.1	18.2	9.3	10.8	12.10	2.6	2.4	1.6	2.6	2.2	62	62	65	121	63	0.7	2.7	1.0	4.2	1.5

아래 표 8은 WD조합(연* × 대*)의 과실형질을 조사한 결과이다. WD조합은 현재 12개 개체가 생육하고 있고 과실특성에 있어서는 추가-WD-8번과 Ⅱ-WD-1번 개체의 경우, 평균 입중은 작지만 수확량이 많고 당도, 경도(최대응력) 등이 양호하여 지속적인 관찰이 필요하다.

표 8. WD 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
Ⅰ	WD	3	17.9	15.6	15.8	15.8	**16.4**	24.0	19.9	24.0	21.9	**22.6**	10.5	10.7	10.7	9.6	**10.6**	10.8	10.2	10.3	10.0	**10.4**
Ⅰ	WD	5	26.0	14.8	15.0	14.8	**18.6**		22.1	22.3	21.3	**22.2**	9.2	9.4	9.2	8.4	**9.3**		8.6	8.9	8.5	**8.8**
Ⅰ	WD	7	31.8	37.2	15.5	15.0	**28.2**			22.0	21.5	**22.0**	15.0	8.9	9.2	9.2	**11.0**			9.6	9.1	**9.6**
Ⅱ	WD	1	20.7	16.1	18.5	15.2	**18.4**	29.0	22.8	25.0	20.4	**25.6**	12.0	10.7	11.8	8.9	**11.5**	12.3	9.7	11.7	8.8	**11.2**
Ⅱ	WD	4	25.3		16.4	13.2	**20.9**	30.1	21.8	22.6	19.0	**24.8**	10.5	10.0	8.5	7.2	**9.7**	10.6	9.0	9.4	7.3	**9.7**
Ⅱ	WD	5	20.2	14.9			**17.6**		24.1			**24.1**	9.4	9.9			**9.7**		10.9			**10.9**
Ⅱ	WD	6	30.6	15.1	15.1	17.8	**20.3**	34.9	22.9	22.7	21.0	**26.8**	12.4	10.1	10.1	8.7	**10.9**	11.9	10.0	9.9	7.5	**10.6**
Ⅲ	WD	5	26.4	15.4	17.4	14.1	**19.7**		25.0	25.2	18.4	**25.1**	12.9	12.0	12.0	9.7	**12.3**		11.3	11.9	10.3	**11.6**
추가	WD	1	15.5	13.4	13.3	13.6	**14.1**	29.3	22.0	20.9	17.5	**24.1**	9.7	8.8	9.5	7.7	**9.3**	9.3	8.0	8.7	7.5	**8.7**
추가	WD	2	19.4	13.8	13.4	13.7	**15.5**	25.5	20.9	22.5	19.0	**23.0**		8.3	7.8	6.3	**8.1**	9.1	8.3	8.7	6.5	**8.7**
추가	WD	8	24.9	15.8	15.6	14.8	**18.8**	26.9	25.2	23.6	21.6	**25.2**	11.2	10.8	11.1	9.1	**11.0**	11.7	10.6	9.5	8.3	**10.6**
추가	WD	9	23.1	12.4	15.5	13.1	**17.0**		21.3	21.4	17.5	**21.4**	11.8	8.3	9.9	7.7	**10.0**		8.7	8.7	6.6	**8.7**

표 8. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	WD	3	10.2	20.2	25.5	20.3	**18.6**	2.6	2.7	2.1	2.6	**2.5**	53	132	47	137	**77**	1.7	7.2	2.5	3.4	**3.8**
I	WD	5	9.3	15.7	14.0	15.9	**13.0**	2.6	2.3	2.1	2.1	**2.3**	70	171	118	33	**120**	1.1	6.2	3.5	1.5	**3.6**
I	WD	7	11.0	18.5	34.1	26.9	**21.2**	2.8	2.4	2.7	2.4	**2.6**	36	64	33	75	**44**	4.1	2.9	3.0	3.8	**3.3**
II	WD	1	13.2	28.8	12.4	22.7	**18.1**	2.6	2.3	2.4	2.4	**2.4**	115	40	180	77	**112**	4.2	2.7	5.3	2.8	**4.1**
II	WD	4	14.8	24.0	20.0	19.3	**19.6**	2.2	2.3	2.7	2.2	**2.4**	22	57	63	32	**47**	1.7	3.1	3.4	1.5	**2.7**
II	WD	5	12.8	13.0			**12.9**	2.6	2.6			**2.6**	28	40		76	**34**	1.4	1.4		0.0	**1.4**
II	WD	6	9.3	24.1	12.1	13.6	**15.2**	2.5	2.2	2.4	1.6	**2.4**	44	62	62	200	**56**	2.0	3.3	1.8	7.1	**2.4**
III	WD	5	7.6	14.0	12.8	15.5	**11.5**	1.7	2.2	2.4	2.0	**2.1**	96	82	56	246	**78**	1.1	2.6	1.7	5.6	**1.8**
추가	WD	1	12.3	17.9	13.7	16.2	**14.6**	2.2	2.3	2.3	2.0	**2.3**	84	90	95	147	**90**	3.5	3.7	3.0	7.6	**3.4**
추가	WD	2	14.8	21.7	28.8	21.6	**21.8**	2.5	2.4	2.7	2.7	**2.5**	45	80	18	69	**48**	3.4	4.2	1.4	2.7	**3.0**
추가	WD	8	11.5	20.0	14.4	11.5	**15.3**	2.6	2.5	2.3	2.3	**2.5**	84	82	110	54	**92**	10.4	4.0	3.7	3.2	**6.0**
추가	WD	9	15.3	26.4	16.0	25.6	**19.2**	2.4	2.4	2.2	2.4	**2.3**	35	67	92	12	**65**	2.5	4.2	3.3	0.7	**3.3**

아래 표 9는 WM조합(연* × 미*)의 과실형질을 조사한 결과이다. WM조합은 현재 6개 개체만 생육하고 있고 아직까지는 과실특성에 있어서 우량한 형질을 발견하지 못했다. WM 조합 역시 과실형질을 조금 더 조사한 후, 조사결과에 따라 폐기(벌채) 여부를 결정할 예정이다.

표 9. WM 조합의 과실형질 조사결과

반복	조합	번호	당 도(brix)					후기 당도(brix)					최대응력(kg/㎠)					후기 최대응력(kg/㎠)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	WM	7	19.8	13.8	15.4	14.8	**16.3**	27.3	21.2	21.7	19.6	**23.4**	9.0	8.0	9.4	8.0	**8.8**	9.7	8.3	8.6	7.9	**8.9**
II	WM	4	26.8	15.5		12.8	**21.2**	37.3	22.1		20.2	**19.8**	10.8	9.0		7.4	**9.9**	10.9	8.4		7.6	**9.7**
II	WM	5	29.3	17.1	22.0	15.4	**22.8**	33.4	24.4	28.2	22.4	**28.7**	11.9	10.8	11.6	8.5	**11.4**	11.7	10.1	11.3	8.7	**11.0**
III	WM	6	22.4	14.1	16.9		**17.8**	27.2	20.6	26.0		**24.6**	11.4	8.0	10.2		**9.9**	11.9	7.7	9.7		**9.8**
추가	WM	2	20.1	15.9	14.7	15.0	**16.9**	23.1	22.3	21.7		**22.4**	10.3	8.4	8.1	8.7	**8.9**	11.2	7.7	7.5		**8.8**
추가	WM	3	16.6	11.3	11.4	11.9	**13.1**		21.1	19.4	19.7	**20.3**		6.4	6.9	7.3	**6.7**		7.0	6.2	7.5	**6.6**

표 9. 계속

반복	조합	번호	평균 입중(g)					함과수(개)					착구수(개)					본당 수확량(kg)				
			2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균	2016	2017	2018	2019	평균
I	WM	7	8.0	17.1	19.2	11.4	14.8	2.8	2.5	2.4	2.6	2.6	85	108	67	73	86.7	3.4	4.6	3.1	4.0	3.7
II	WM	4	11.7	16.1		15.4	13.9	2.4	2.7		2.4	2.6	66	113		82	89.5	2.9	4.9		3.6	3.9
II	WM	5	11.5	18.0	9.3	16.1	12.9	2.6	2.6	2.3	2.4	2.5	105	101	94	51	100	3.4	4.7	2.0	2.3	3.4
III	WM	6	8.1	22.2	10.9		13.7	2.4	2.6	2.5		2.5	91	32	33	22	52	1.4	1.8	0.9	0.0	1.4
추가	WM	2	14.8	25.1	26.0	21.4	22.0	2.5	2.4	2.4	2.0	2.4	53	43	33	38	43	3.4	2.6	2.0	1.4	2.7
추가	WM	3	9.3	19.3	22.4	21.3	17.0	2.5	2.5	2.5	2.1	2.5	56	45	75	59	59	0.5	2.2	4.2	2.3	2.3

2016~2019년까지 4년간 인공교배에 의해 생산된 후계목 8개 조합 71본의 과실형질을 조사하였다. 4년간의 조사값은 기후 및 기상 등의 영향으로 인해 각 개체의 고유 특성을 반영하였다고 보기는 어렵다. 따라서 향후 지속적인 관찰 및 조사를 통해 소비자와 생산자가 요구하는 신품종을 발굴할 수 있도록 노력할 예정이다.

5. 참고 문헌

가. Kotobuki. K., T. Saito. Y. Kashimura and M. Shoda. 199. Chestnut breeding program in National Institute of Fruit Tree Science, Japan. Acta Horticulturae 494 : 323-326.

나. Lamkley. K.R. and M. Lee. 1993. Quantiative genetics, molecular marker and plant improvement. Proceeding of 10th Australian Plant Breeding Conference. Gold Coast, Australia, pp. 104-115.

다. Miller. G., D.D, Miller and R.A. Jaynes. 1996. Chestnuts. pp 99-123. In. Janick. J. and J.N. Jaynes. Fruit breeding. Vol. 3. Nuts. Wiley. New York.

라. Mchlenbacher. S.A. 2003. Progress and Prospects in nut breeding. Acta Horticulturae 622 : 57-79.

마. 김만조, 김선창, 이욱. 2006. 한국의 밤나무 품종. 국립산림과학원.

바. 김선창, 김만조, 황명수, 이문호. 2003. 밤나무 품종육성 배경과 성과. 임업연구원 산림과학논문집 66 : 145-158.

사. 안창영, 황명수, 김기철, 김선창. 1990. 밤나무 교배 차대검정에 의한 우량개체 선발. 임육연보. 26 : 84-89

아. 안창영, 황명수, 홍성호. 1996. 밤나무 교배 차대의 수확기와 과실 형질 유전. 임육연보. 32 : 42-47.

자. 안창영. 2000. 밤나무 육종연구 동향 및 금후계획. 월간 임업정보. 116 : 257-260.

차. 이욱, 김만조, 이문호, 황명수, 황석인. 2005. 밤나무 교잡종 과실의 양적특성에 관한 고찰. 한국임학회 94 : 34-38.

카. 이효신, 항상억, 박지민, 현정오, 강규석. 2014. 우리나라 임목육종 사업의 주요 성과 및 연구 동향. 한국임학회 pp 291.

밤나무 우수클론 지역 적응성 검정
(공동 '17 ~ 3년차)

【조현선, 배연태, 박선자, 김연태】

1. 목 적

교잡종 우량개체 선발을 통한 고품질 기능성 밤나무 신품종 육성으로 농산촌 소득 증대 및 밤 산업의 국제경쟁력 확보.

2. 본 연구와 관련된 기존사실

밤나무는 대표적인 유실수종으로서 과실생산은 물론 용재수종으로서도 우수한 장점을 가지고 있다. 밤나무 육종연구는 세계 각국에서 수행되어 왔는데 주로 과실생산 개량에 중점을 두어 왔으며, 미국밤나무의 경우에는 과실보다는 용재생산을 위한 줄기마름병 내병성 육종에 주안점을 두어 왔다. 우리나라의 밤나무 재배는 과실생산에 그 목적이 있으며, 따라서 육종연구도 다수확 및 과실형질 개량에 주안점을 두어 왔다.

우리나라 밤나무 재배는 1950년대 까지만 해도 품종 개념이 없이 '평양밤', '가평밤', '양주밤' 밤이 생산된 주산지의 지방명(地方名)으로 불리어지면서 과실형질이 우수한 나무의 종자부터 실생묘를 양성하여 이용하여 왔다. 그러나 1958년 충북 제천에서 밤나무에 치명적인 피해를 주는 밤나무혹벌(*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu.)이 발생되어 전국으로 확산되고 이로 인해 재래종 밤나무의 대부분이 고사위기에 직면하게 되면서 1961년부터 내충성 품종육성을 위한 밤나무 육종연구가 본격적으로 시작되었다.

선발육종은 1961년부터 전통적으로 밤 주산지로 알려져 있는 경기도 광주 등 19개 지역의 재래종 밤나무 중 밤나무혹벌에 내충성이 강하고, 과실이 크며 결실량이 많은 대립다수성(大粒多收性)인 개체를 후보목으로 선발한 후 검정을 통해 내충성 및 내한성이 강하고, 수확량이 많으며, 과실특성이 우량한 개체를 재선발하였다. 이러한 검정과정을 거쳐 1967년까지 옥광 등 13품종을 개발하였으나 일부 품종은 내한성이 비교적 약하고 과실형질이 불량하여 재배가치가 상실되었지만 이중 옥광 품종은 과실의 외관 및 품질이 우수하여 널리 재배되고 있다.

도입육종은 1965년부터 우리나라와 생육환경이 유사한 일본에서 재배 또는 보존되고 있는 품종을 대상으로 도입하였으며, 밤나무혹벌에 대한 내충성과 과실특성 및 적응성을 검정하여

우량품종을 선발 보급하였다. 이미 우리나라 도입되어 전남 광양소재 서울대 연습림에 보존되고 있는 품종을 수집하였으며, 1966년에 조생종으로는 단택(丹澤), 삼조생(森早生), 출운(出雲), 이취(伊吹) 등 18품종이, 중생종은 축파(筑波), 유마(有磨), 이평(利平) 등 16품종이, 만생종은 안근(岸根), 만적(晩赤) 등 9품종 등 43품종을 도입하였고, 1972년에는 석추(石錐), 신명(神明), 천대전조생(千代田早生) 등 8품종을 도입하였다. 적응성 검정 결과 단택, 이취, 유마, 축파, 이평, 은기, 석추 등이 우량품종으로 선정되어 널리 보급되었으며, 현재 이들 도입품종이 우리나라 밤나무 재배면적의 70% 이상을 차지하고 있다.

한편 일본 외에 중국, 이태리 등 5개국에서 도입된 품종들은 과실이 작고 밤나무혹벌과 줄기마름병에 대한 저항성이 약하거나 내한성이 약하여 보급되지는 못하고 있으나, 일부 품종은 과실품질이 우수하여 다양한 육종재료를 확보하는 차원에서 도입된 62품종과 국내에서 육성 또는 수집된 58품종(개체)을 포함한 총 120품종(개체)을 증식하여 우리 연구소 시험림에 품종보존원 2.1ha를 조성 보존하고 있다.

품종에 대한 수요자의 선호도는 시대적 여건변화에 따라 달라지므로 이에 따라 육종목표도 변화하게 된다. 선발육종 및 도입육종 결과 육성된 품종들은 밤나무혹벌에 내충성이고 대립다수성인 품종들로서 당시 재배자로부터 선호도가 높아 농산촌의 소득증대에 크게 기여하여 소기의 육종목표를 달성하였다고 생각한다. 그러나 옥광과 이평 등 일부 품종을 제외하고는 소비자들로부터 밤은 크지만 맛이 없다는 지적과 함께 재배자들로부터는 다수확성이면서 크고 맛있는 품종을 육성 보급하여 달라는 요구가 증대되었다. 또한 일본에서는 한국으로부터 반제품인 가공용 원료밤 30,000여 톤을 수입하는 외에 중국으로 부터도 군밤용으로 30,000여 톤을 수입하고 있는 실정이었다. 따라서 이러한 소비자와 재배자의 욕구를 충족시키고, 수출확대 및 사회적 생산여건 등을 고려해서 이에 적합한 품종을 육성하기 위해 1967년부터는 맛(味)개량, 군밤용 등에 육종목표를 설정하고 교잡육종을 실시하여 다양한 품종을 육성하였다.

밤나무 과실형질에 관한 연구와 우량개체 선발에 대하여 지금까지 많은 연구가 진행되어 왔지만 기존의 과실형질에 대한 양적 및 질적 특성의 조사항목과 방법 등은 일본의 보고에 많이 의존하고 있는 실정이다. 특히, 일본의 경우 1980년에 일본 밤나무에 관한 특성분류조사를 심사기준과 기준품종목록으로 크게 구분하여 정리하였으며(Ibaraki province, 1981), 1986년도에는 식물신품종보호제도의 확립차원에서 중국밤나무에 관한 특성분류조사를 보고하였다(JFTSA, 1986). 더욱이 세계 제일의 밤 생산국인 중국의 WTO 가입 및 2002년 우리나라가 국제식물품종보호동맹(UPOV) 회원국으로 가입함에 따라 우리나라의 밤나무 품종 특성표 작성과 더불어 우수품종

육성 및 우량종묘의 보급이 시급한 실정이다.

일본에서는 심사대상 형질의 과실과 관련된 14개 항목과 기타 세부항목을 포함하여 총 59개 항목으로 구성되어 있으며, 주요형질에 대해서는 10단계로 구분하여 구체적인 설명을 포함시켰다(Ibaraki province, 1981). 우리나라의 경우 품종분류 및 특성표의 미확립으로 인해 연구목적에 따라 일부 형질에 대해서만 보고되고 있는 실정이다.

3. 수행방법

1) 시험내역

○ 시험면적 : 1.0ha(공주시 정안면)

○ 시험규모 : 240본[16클론(품종)×5본×3반복]

구분	클론(품종)명
우수클론(12)	TJ-02, RG-15, RG-13, RO-22, RO-25, OK-06, OK-15, OTK-03, BJ-21, HI-10, HI-13, JO-07
비교품종(4)	DB-01, DH-01, MP-01, HGW-01

2) 시험지관리

가) 비료주기 : 해빙직후 환상시비

○공시목 주위(2~3m)를 환상으로 10㎝정도 파고 시비 후 흙으로 덮음

나) 고사목 공시목 고접(4월)

다) 풀베기 : 모두베기 연 2회(6, 8월)

라) 병해충 방제 : 복숭아명나방, 밤바구미 집중방제

마) 정지전정 : 수형조절을 위한 전정

바) 월동관리 : 수간에 백도제 도포

3) 조사사항

가) 생장조사 : 수고, 근원경, 수관폭(m), 지하고

나) 과실특성조사 : 함과수, 열과수, 충과수, 병과수, 경도, 당도, 입중, 착구수

4. 결과 및 고찰

가. 시험지 관리

수종별 시험지 관리 내용은 임내관리(풀베기, 도복목 제거, 잡관목 제거, 고사목 제거 등) 및 병해충 예찰로 아래 그림과 같다.

주위개간 및 비료주기, 풀베기 2회, 병해충 예찰 및 방제, 월동관리 및 정지전정




그림 1. 밤나무 주위개간 및 비료주기 전경

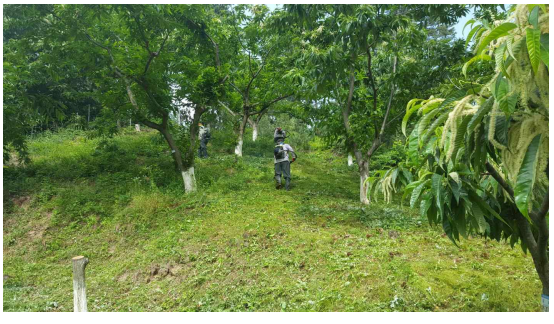



그림2. 밤나무 풀베기 전경




그림 3. 밤나무 병해충 방제(좌 복숭아명나방 방제 , 우 갈색날개매미충 제거)

나. 과실특성조사

표 1에서 보는 바와 같이 평균 수고는 4.55m, 평균 근원경 14.4cm, 수관폭은 4.8m와 4.7m이며 지하고는 평균 0.73m, 착구수는 평균 75개로 조사되었다. 충남지역에 적합한 갱신품종이 선발될 수 있도록 향후 지속적인 조사가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

표 1. 밤나무 생장조사

클론명	수고 (m)	근원경 (㎝)	수관폭(m)		지하고 (m)	착구수 (개)
			동서	남북		
평균	4.55	14.4	4.8	4.7	0.73	75
TJ-02	4.96	17.0	5.1	5.0	0.60	79
OK-06	4.57	14.2	5.1	4.6	0.69	91
JO-07	4.55	14.8	4.7	4.9	0.77	43
HI-13	4.92	17.1	6.9	5.9	0.85	146
MP-01	4.35	14.2	5.0	4.8	0.95	77
BJ-21	4.86	15.0	4.5	4.2	0.82	53
DB-01	4.61	10.7	4.7	4.4	0.68	94
HGW-01	4.20	14.0	4.4	4.5	0.69	84
RG-15	4.78	14.6	4.3	4.4	0.75	21
DH-01	3.88	13.8	3.7	3.8	0.52	56
RG-13	4.83	15.0	5.1	5.1	0.77	62
RO-25	4.51	13.5	3.8	4.2	0.81	53
RO-22	4.33	13.4	5.1	5.0	0.65	132
HI-10	4.50	15.4	5.2	5.3	0.78	99
OTK-03	4.39	13.1	3.8	4.2	0.69	34
OK-15	4.61	14.8	4.7	5.2	0.69	72

과실특성 결과는 아래 표 2와 같았다. 금년도 조사결과 최대응력은 MP-01, 당도는 DB-01, 중량은 HGW-01이 우수한 것으로 나타났다.

표 2 .밤나무 과실특성조사

클론명	함과수 (립)	정상과수 (립)	열과수 (립)	충과수 (립)	병과수 (립)	최대응력 (g/㎠)	당도 (Brix)	중량 (g)
TJ-02	2.2	49.7	3.3	12.4	0.3	8.21	15.29	18.4
OK-06	2.3	54.3	4.4	10.8	0.5	8.20	15.19	22.5
JO-07	2.2	46.0	4.9	10.9	0.2	6.22	12.19	22.7
HI-13	2.1	45.8	4.3	11.7	8.3	7.96	16.52	25.9
MP-01	2.1	28.9	2.9	12.1	0.3	**9.85**	15.11	29.3
BJ-21	2.1	37.3	5.4	13.9	0.8	6.59	13.47	19.7
DB-01	2.3	49.8	2.3	13.8	0.5	9.58	**18.26**	18.8
HGW-01	2.0	36.0	6.0	16.0	0.3	7.80	12.60	**30.4**
RG-15	2.1	26.7	4.8	26.8	4.0	7.93	14.31	22.7
DH-01	2.0	31.0	0.5	12.5	0.5	7.51	15.52	23.2
RG-13	2.3	44.4	2.1	17.9	0.0	8.71	17.42	25.6
RO-25	2.1	43.6	0.3	15.7	0.7	9.24	18.23	26.8
RO-22	2.1	39.9	2.8	15.7	1.7	8.42	16.02	25.9
HI-10	1.7	32.5	1.6	12.6	0.5	7.56	14.56	19.5
OTK-03	2.3	27.3	2.2	17.0	0.0	8.01	13.73	22.9
OK-15	2.0	31.8	6.3	10.3	0.3	8.61	17.05	18.6

5. 참고문헌

가. 농산어촌문화협회. 1984. 농업기술대계-과수편. pp.1-138.

나. 안창영, 김기철, 김선창, 박치선, 조성록, 권오승, 윤기식. 1988. 밤나무 교배차대 27clone의 원형건정에 의한 우량clone의 재선발. 임육연보 24 : 127 ~ 132

다. 안창영, 김선창, 권영진, 박치선. 1986. 밤나무 교배차대의 내한성 유전. 임육연보 22 : 154 ~ 157

라. 안창영, 황명수, 김기철, 김선창. 1990. 밤나무 교배차대 검정에 의한 우량개체 선발. 임육연보 26 : 84 ~ 89

마. 楣浦 實, 金戶橘夫, 佐藤敬義雄彦, 松永晴夫, 志忖 勳, 安野正純. 1969.クリの新品種 '石鎚(岸根×笠原早生)' について. 果樹試驗場報告 A8 : 1-6

바. 楣浦 實, 金戶橘夫. 1959. 栗の新品種 '丹澤(乙宗×大正早生)', '伊吹(銀寄×豊多摩早生)', 筑波(岸根×방광옥)' について. 園學要旨 34 : 2

사. 猪崎政敏, 1978. クリの栽培の理論と實際. 博友社. pp. 45-90

아. 町田 裕, 壽和夫, 佐藤義彦, 楣浦一朗, 志忖勳, 金戶橘夫. 1983 クリの新品種'國見' について. 果樹試驗場報告 A10 : 39-44

자. 中原照雄男 1963 栗の山地栽培に關する研究(第7報). 選拔した'兵庫57号'の特性. 日本林學會關西支部大會講演集 : 75-76

차. Kotobuki K., Y. Saito, T. Saito, K. Abe, M. Omura, T. Ogata, T. K. Seike, K. Kanato, Y. Machida, A. Kurihara and I. Shimura. 1994. 'Shihou', A New Janpanese Chestnut Cultivar. BUII. Fruit Tree Res. Stn. 26 : 15-27

카. Ibraki province. 1981. Report for research on the characteristics and classification of chestnut seeds and saplings in 1980. pp. 41-102.

타. The Janpanese Fruit Tree Seeds and Saplings Association(JFTSA). 1986. Report for research on the characteristics of Chinese chestnut seeds and saplings in 1985. pp. 3-40.

활엽수 용재 수종의 조림기술 개발 연구

(공동 '15 ~ 5년차)

【김보미, 유원호, 김영재, 김연태】

1. 목 적

활엽수의 경제적 가치 증진 및 활용도 제고를 위한 적정 식재기술을 규명하고 조림지 풀베기 작업 생력화를 위한 조림기술 개발

2. 본 연구와 관련된 기존사실

우리나라의 산림면적은 2015년을 기준으로 약 633만ha로 그 중 침엽수림이 234만 ha, 활엽수림이 203ha, 혼효림이 171ha, 기타 죽림과 무립목지 순으로, 침엽수림의 비율은 점차 감소하고 활엽수림과 혼효림의 비율은 증가하는 추세이다(산림청, 2018).

윤재호(1959)는 일찍부터 활엽수 육림에 대한 필요성을 주장하였으나, 여러 가지 원인으로 활엽수의 조림은 실적이 매우 부진하였으며, 수종별 용도가 개발되어 활엽수종에 대한 관심이 높아져 활엽수 조림이 1970년대 말부터 시험적으로 시도되었다.(김갑태, 2003) 우리나라의 활엽수림은 대부분 천연림으로서 넓은 면적에 걸쳐 참나무류, 물푸레나무, 피나무, 음나무, 층층나무, 고로쇠나무 등 다양한 수종들로 구성되어 있으며 혼효림의 형태로 이루어져 있다. 그러나, 이에 대한 종구성과 혼효형에 관한 연구와 주요 수종에 관한 조림학적 분석은 미비한 편이다. 특히 참나무류를 제외한 유용활엽수종에 관한 혼효형과 혼효형에 따른 임분구조와 수종별 임목본수의 발달에 관한 연구는 초보적인 단계에 있다.(배상원 외, 2002)

1980년대까지 지속된 대면적 개벌과 침엽수 위주의 단순림을 조성하는 조림정책은 조림수종의 생태적 특성이 조림지의 환경조건과 부합되지 않고 지속적인 무육관리가 부실하여 전생수의 씨모와 맹아에 밀려 조림 실패지가 생겨나는 문제점이 최근에 많이 지적되고 있다. 다양한 활엽수에 대한 수요가 급증하고 생태적으로 건전한 숲관리나 다양한 목재수요의 충족이라는 필요에 의하여 활엽수 조림은 점진적으로 확대될 수 없는 실정이다,(김갑태, 2003)

또한 과거 치산 녹화기에 조림하였던 우리의 산림자원도 점차 벌기령에 도달하는 입목축척의 증가로(원경록 외, 2014) 벌채가 확대되면서 재조림과 관련한 내용은 중요하게

부각되고 있으며, 실질적인 조림면적도 증가하는 추세로 산림청에서는 현재 21,000ha 수준의 연간 조림 면적을 점진적으로 30,000ha까지 확대할 계획이다.

반면 우리나라에 맞는 잣나무, 낙엽송 등 일부조림수종에 대한 시업체계는 정립되어 있으나 우리나라 대표수종인 참나무와 소나무에 대한 시업체계정립은 미흡하며, 특히 과거부터 지금까지 단순 인공림 위주의 사업 추진으로 혼효 조림에 대한 연구는 더욱 미약하다.

또한 식재방법뿐만 아니라 조림지 사후 관리 분야에 있어 풀베기 작업의 중요성이 날로 커지고 있으며, 향후 조림 면적이 증가할 경우 풀베기 작업을 위한 소요 경비 역시 증가할 것이기에 이와 관련한 경비 절감 내지는 생력화를 위한 조림기술 개발이 요구된다.

따라서 본 연구를 통해 활엽수 경제적 가치 증진 및 활용도 제고를 위한 적정 식재기술을 구명하여 풀베기 작업의 생력화를 위한 조림 기술을 개발하고 활엽수의 혼효 식재에 따른 조림목 생장 및 토양 특성 변화와 생리특성 변화 조사를 통해서 혼효식재 방법에 대한 적정 조림기술이 필요한 시점이다.

3. 수행방법

가. 활엽수종의 용재적 가치증진을 위한 식재 밀도 구명

풀베기 작업 생력화를 위한 밀식 방법 구명을 위하여 충청남도 부여군 외산면 수신리 산 12번지 충청남도 소유 도유림내에 2.4ha에 2015년도 졸참나무 묘목(1-0)을 식재하여 시험림을 조성하였다. 식재밀도는 1.8×1.8m(3,000본/ha), 1.4×1.4m(5,000본/ha), 1.2×1.2m (7,000본/ha), 1.0×1.0m(10,000본/ha)이며 각 식재밀도별 3개 시험구로 구획하고 시험 조사의 효율성을 위하여 시험구별 50본씩 600본의 공시목을 선정하였다.<표1>

활엽수 졸참나무 1-0묘 식재밀도 시험지 배치도 및 시험지 전경은 <그림1>,<그림2>와 같다.

표 1. 활엽수(졸참나무 1-0묘) 식재밀도 시험지 공시목 선정 내역

식재간격	반복	공시목선정본수
	합 계	600
1.0×1.0m	소계	150
	1	50
	2	50
	3	50
1.2×1.2m	소계	150
	1	50
	2	50
	3	50
1.4×1.4m	소계	150
	1	50
	2	50
	3	50
1.8×1.8m	소계	150
	1	50
	2	50
	3	50

졸참나무 1-0묘 식재 후 풀베기 작업 및 잡관목 제거 등 시험지 관리 작업을 지속적으로 실시하였으며, 매년 생장 조사를 실시하였다.

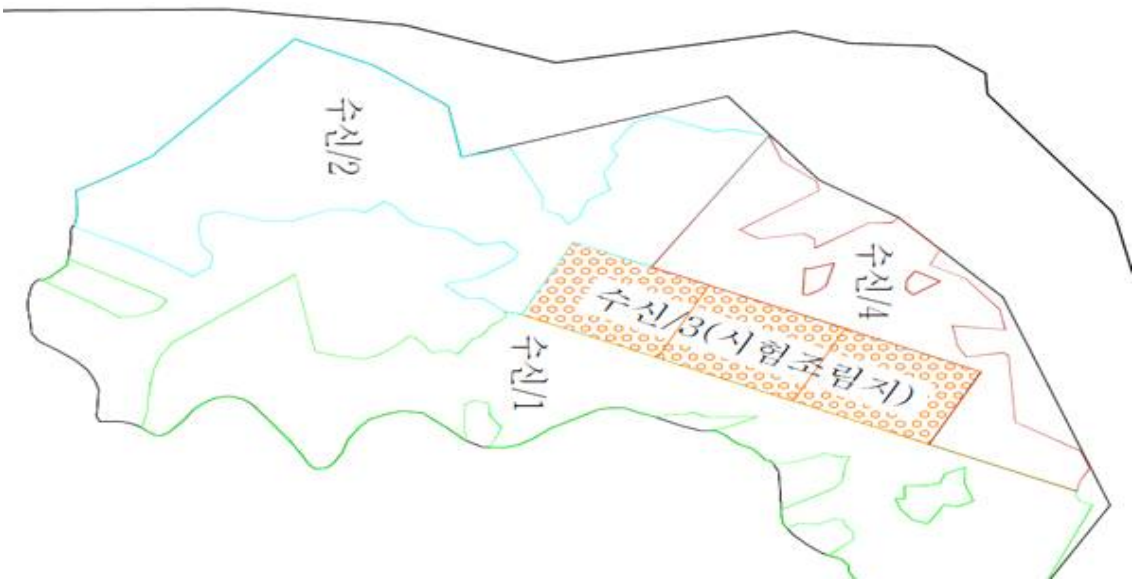


그림 1. 활엽수(졸참나무 1-0묘) 식재밀도 시험지 배치도



그림 2. 활엽수(졸참나무 1-0묘) 식재밀도 시험지 전경

나. 활엽수 혼효식재지 내 조림목 초기 생장 특성 연구

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 공시목 선정내역은 <표2>와 같다. 충남 공주시 정안면 대산리 산 93-1번지 시험림내에 2ha에 2016년 3월 28일부터 4월 3일까지 물푸레나무(1-0)와 졸참나무(1-0) 묘목을 1.4m×1.4m 간격으로 식재하였으며, 혼효 방법에 따른 차이를 알아보기 위해 <그림1>과 같이 시험구역을 구획하여 1열 혼효, 2열 혼효, 3열 혼효 처리하였다. 시험구 전경은 <그림4>와 같다.

조림 직후 생장특성을 알아보기 시험조사구를 구획하고 표2 같이 공시목을 선정하여 수고와 근원경을 측정하였다. 생장종료 후(2016년 8월) 초기 생장특성을 알아보기 위하여 생장량 조사와 활착률 조사를 실시하였고 풀베기 작업 및 잡관목 제거 등 시험지 관리 작업을 지속적으로 실시하였으며, 매년 생장 조사를 실시하였다.

수고의 경우 수고자를 이용해 지면에서부터 줄기 끝부분까지 측정하였으며, 근원경은 지면에서 2㎝ 정도 상단부를 측정하였다.

표 2. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 공시목 선정내역

식재방법	반복	공시목 본 수		
		계	졸참나무	물푸레나무
합 계		294	147	147
1열 혼효	소계	84	42	42
	1	28	14	14
	2	28	14	14
	3	28	14	14
2열 혼효	소계	84	42	42
	1	28	14	14
	2	28	14	14
	3	28	14	14
3열 혼효	소계	126	63	63
	1	42	21	21
	2	42	21	21
	3	42	21	21



그림 3. 시험구 배치도



그림 4. 활엽수 혼효식재 시험지 전경

수간품질지표와 수관품질지표는 <그림 5>, <그림 6>과 같이 구분하였다.

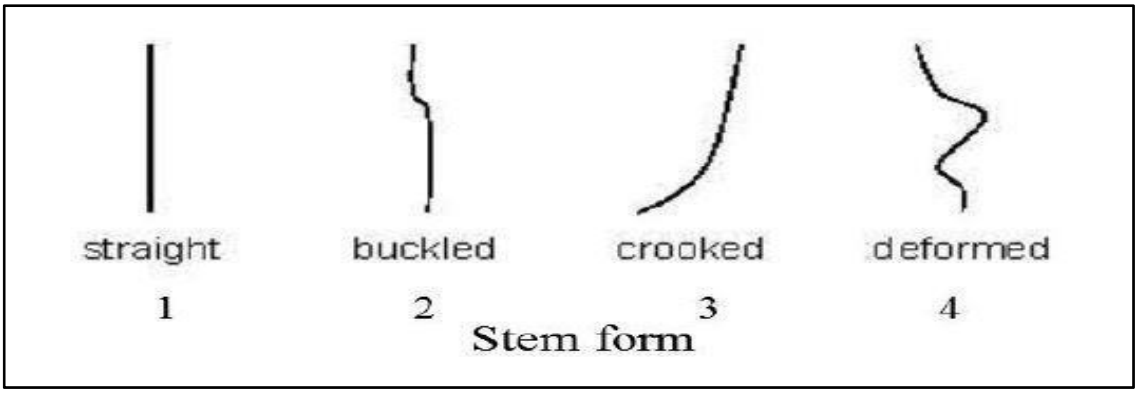


그림 5. 활엽수 수간품질지표

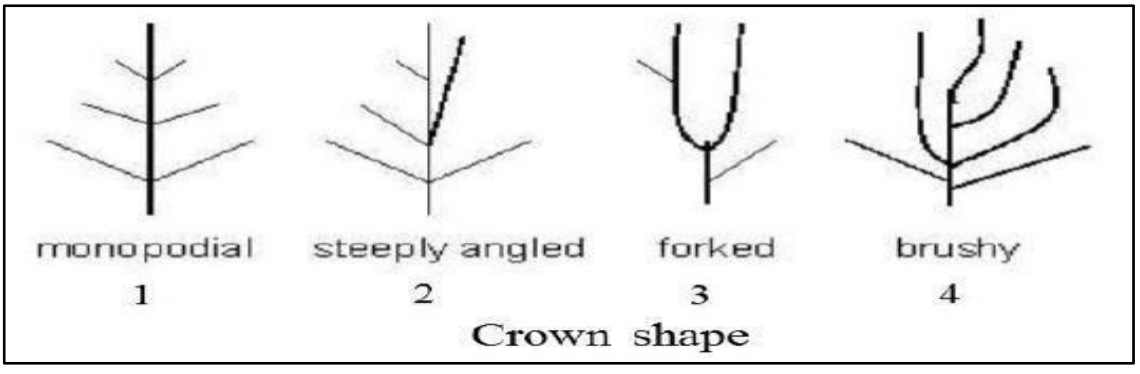


그림 6. 활엽수 수관품질지표

4. 결과 및 고찰

가. 시험지 관리

활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 및 혼효식재(물추레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지는 풀베기, 잡관목 제거, 고사목 제거, 병해충 예찰 등을 실시하였다.<그림 7> <그림 8>.



풀베기 작업 전



풀베기 작업



작업 후

그림 7. 활엽수 식재밀도 시험지 풀베기 작업 사진



풀베기 작업 전



풀베기 작업 중



작업 후

그림 8. 활엽수 혼효식재 시험지 풀베기 작업 사진

나. 생육상황 조사

1) 활엽수종의 용재적 가치증진을 위한 식재밀도 구명

활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 시험지 생존율(%)은 <표3>과 같다. 평균 생존율은 71.5%로 1.4m×1.4m 시험구의 생존율이 80.7%로 가장 높았고, 1.0m×1.0m 시험구의 생존율이 60.7%로 가장 낮게 나타났다.

표 3. 활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 시험지 생존율(%)

식재간격	반복	조사본수	생존본수	고사본수	생존율(%)
계		600	429	171	71.5
1.0X1.0m	소계	150	91	54	60.7
	1	50	26	24	52.0
	2	50	34	16	68.0
	3	50	31	19	62.0
1.2X1.2m	소계	150	106	44	70.7
	1	50	33	17	66.0
	2	50	39	11	78.0
	3	50	34	16	68.0
1.4X1.4m	소계	150	121	29	80.7
	1	50	39	11	78.0
	2	50	37	13	74.0
	3	50	45	5	90.0
1.8X1.8m	소계	150	111	39	74.0
	1	50	34	16	68.0
	2	50	46	4	92.0
	3	50	31	19	62.0

활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 수고 생장량은 <표4>와 같다. 2019년 생장조사 결과 시험지별 평균 수고는 1.0m×1.0m 시험구가 318.0cm, 1.2m×1.2m 시험구가 323.7cm, 1.4m×1.4m 시험구가 312.2cm, 1.8m×1.8m 시험구가 304.5cm로 1.2m×1.2m 시험구에서 가장 높게 나타났다. 총생장량도 1.2m×1.2m 시험구가 257.2cm로 다른 시험구에 비해 높게 나타났다.

활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 근원경 생장량은 <표5>와 같다. 시험지별 평균 근원경은 1.0m×1.0m 시험구가 46.2cm, 1.2m×1.2m 시험구가 50.7cm, 1.4m×1.4m 시험구가 57.5cm, 1.8m×1.8m 시험구가 61.7cm로 1.8m×1.8m 시험구에서 가장 높게 나타났다. 총생장량도 1.8m×1.8m 시험구가 56.7cm로 다른 시험구에 비해 높게 나타났다.

표 4. 활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 시험지 수고생장량(cm)

식재간격	초기	15년	16년	17년	18년	19년	생장량(cm)	
							연간생장량	총생장량
1.0X1.0m	64.4	83.5	124.5	197.6	242.0	318.0	76	253.6
1.2X1.2m	66.5	89.7	144.1	191.9	246.2	323.7	77.5	257.2
1.4X1.4m	70	85.6	129.8	196	245.3	312.2	66.9	242.2
1.8X1.8m	62.6	81.9	132.3	178.6	230.6	304.5	73.9	241.9

표 5. 활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 시험지 근원경 생장량(mm)

식재간격	초기	15년	16년	17년	18년	19년	생장량(mm)	
							연간생장량	총생장량
1.0X1.0m	4.69	10.09	15.24	28.5	37.2	46.2	9.0	41.5
1.2X1.2m	5.09	10.97	16.87	30.4	38.5	50.7	12.2	45.6
1.4X1.4m	5.45	10.61	14.91	29.8	39.5	57.5	18.0	52.1
1.8X1.8m	4.97	9.63	16.38	31	40.4	61.7	21.3	56.7

활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 수간 및 수관 품질지표는 <표6>과 같다. 수간품질지표의 평균은 1.4이며 1.0m×1.0m 시험구에서 1.2, 1.2m×1.2m 시험구에서 1.2, 1.4m×1.4m 시험구에서 1.6, 1.8m×1.8m 시험구에서 1.6으로 식재간격이 넓을수록 수간품질이 낮게 나타났다. 수관품질지표는 평균은 3.0이며 1.0m×1.0m 시험구에서 2.8, 1.2m×1.2m 시험구에서 2.9, 1.4m×1.4m 시험구에서 3.2, 1.8m×1.8m 시험구에서 3.3으로 수간품질지표와 같이 식재간격이 넓을수록 수관품질도 낮게 나타났다.

표 6. 활엽수 식재밀도(졸참나무 1-0묘) 시험지 수간 및 수관 품질지표

처리방법		수고(cm)	근원경(mm)	수간품질지표	수관품질지표
	전체	334.2	53.9	1.4	3.0
1.0m×1.0m	Ⅰ반복	298.7	41.9	1.2	3.1
	Ⅱ반복	329.1	45.9	1.3	2.4
	Ⅲ반복	321.9	50.4	1.1	2.8
	소계	316.6	46.0	1.2	2.8
1.2m×1.2m	Ⅰ반복	322.1	47.4	1.1	3.4
	Ⅱ반복	352.8	52.0	1.3	2.9
	Ⅲ반복	291.8	52.5	1.2	2.3
	소계	322.2	50.6	1.2	2.9
1.4m×1.4m	Ⅰ반복	334.0	61.9	2.0	3.4
	Ⅱ반복	338.0	60.1	1.7	3.5
	Ⅲ반복	272.3	51.5	1.1	2.7
	소계	314.8	57.8	1.6	3.2
1.8m×1.8m	Ⅰ반복	284.1	59.3	1.8	3.7
	Ⅱ반복	288.0	61.5	1.7	3.6
	Ⅲ반복	351.3	63.1	1.2	2.7
	소계	307.8	61.3	1.6	3.3

2) 활엽수 혼효식재 시험지 내 조림목 초기 생장 특성 연구

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 생존율(%)은 <표7>과 같다. 활엽수 혼효식재 시험지 내 졸참나무의 전체 생존율은 64.6%이며 1열 혼효 시험지가 71.4%, 2열 혼효 시험지가 55.4%, 3열 혼요 시험지가 68.3%로 1열 혼효시험지의 생존율이 가장 높았다. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 생존율(%)은 <표 8>과 같다. 물푸레나무의 전체 생존율은 92.5%이며 1열 혼효 시험지가 92.9%, 2열 혼효 시험지가 92.9%, 3열 혼요가 시험지 92.1%로 3개 시험구가 유사하게 나타났다. 물푸레나무의 생존율은 졸참나무와 비해 매우 높게 나타났다.

표 7. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 생존율(%)

시험구	반 복	조사본수	생존본수	고사본수	생존율(%)
전 체	계	161	104	57	64.6
1열혼효	소계	42	30	12	71.4
	1	14	9	5	64.3
	2	14	11	3	78.6
	3	14	10	4	71.4
2열혼효	소계	56	31	25	55.4
	1	14	8	6	57.1
	2	14	10	4	71.4
	3	14	1	13	7.1
	4	14	12	2	85.7
3열혼효	소계	63	43	20	68.3
	1	21	11	10	52.4
	2	21	17	4	81.0
	3	21	15	6	71.4

표 8. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 생존율(%)

시험구	반복	조사본수	생존본수	고사본수	생존율
전 체	계	161	149	12	92.5
1열혼효	소계	42	39	3	92.9
	1	14	13	1	92.9
	2	14	13	1	92.9
	3	14	13	1	92.9
2열혼효	소계	56	52	4	92.9
	1	14	14	0	100.0
	2	14	13	1	92.9
	3	14	11	3	78.6
	4	14	14	0	100.0
3열혼효	소계	63	58	5	92.1
	1	21	20	1	95.2
	2	21	19	2	90.5
	3	21	19	2	90.5

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 수고 생장량은 <표 9>와 같다. 2019년 조사한 졸참나무 혼효식재 시험지의 시험지별 평균 수고는 1열 혼효식재 시험지가 235.0cm, 2열 혼효식재 시험지가 242.3cm, 3열 혼효식재 시험지가 190.4cm로 2열 혼효식재 시험지의 평균수고가 가장 높게 나타났다. 총 생장량은 1열 혼효식재 시험지가 193.8cm, 2열 혼효식재 시험지가 202.7cm, 3열 혼효식재 시험지가 148.7cm로 2열 혼효식재 시험지의 생장이 우수했다.

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 근원경 생장량은 <표10>과 같다. 졸참나무 혼효식재 시험지의 시험지별 평균 근원경는 1열 혼효식재 시험지가 48.8mm, 2열 혼효식재 시험지가 45.6mm, 3열 혼효식재 시험지가 35.6mm로 1열 혼효식재 시험지의 평균 근원경이 가장 높았다. 식재초기부터 2019년 조사일까지 총생장량은 1열 혼효식재 시험지 41.7mm, 2열 혼효식재 시험지 39.3mm, 3열 혼효식재 시험지 28.6mm로 1열 혼효식재 시험지의 근원경 생장량이 높았다.

표 9. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 수고 생장량

시험구	초기	16년	17년	18년	19년	생장량(cm)	
						연간생장량(18-19)	총생장량
1열혼효	41.2	55.9	97.9	167.3	235.0	67.7	193.8
2열혼효	39.6	58.5	112.2	157.6	242.3	84.7	202.7
3열혼효	41.7	54.5	106.4	139.7	190.4	50.7	148.7

표 10. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 근원경 생장량

시험구	초기	16년	17년	18년	19년	생장량(cm)	
						연간생장량	총생장량
1열혼효	7.1	12.8	18	31.1	48.8	17.7	41.7
2열혼효	6.3	13.9	22.15	27.4	45.6	18.2	39.3
3열혼효	7	14.7	20.3	28.4	35.6	7.2	28.6

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 수고 생장량은 <표 11>과 같다. 2019년 조사한 물푸레나무 혼효식재 시험지의 시험지별 평균 수고는 1열 혼효식재 시험지가 204.3cm, 2열 혼효식재 시험지가 259.0cm, 3열 혼효식재 시험지가 249.6cm로 2열 혼효식재 시험지의 평균수고가 가장 높게 나타났다. 총생장량은 1열 혼효식재 시험지가 150.7cm, 2열 혼효식재 시험지가 209.1cm, 3열 혼효식재 시험지가 200.1cm로 2열 혼효식재 시험지의 생장이 우수했다.

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 근원경은 <표 12>와 같다. 졸참나무 혼효식재 시험지의 시험지별 평균 근원경는 1열 혼효식재 시험지가 32.1mm, 2열 혼효식재 시험지가 38.7mm, 3열 혼효식재 시험지가 34.8mm로 2열 혼효식재 시험지의 평균 근원경이 가장 높았다. 근원경 총생장량은 1열 혼효식재 시험지가 22.3mm, 2열 혼효식재 시험지가 28.9mm, 3열 혼효식재 시험지가 24.5mm로 2열 혼효식재 시험지의 근원경 생장량이 높았다.

표 11. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 수고 생장량

시험구	초기	16년	17년	18년	19년	생장량(cm)	
						연간생장량	총생장량
1열혼효	53.6	78.2	115.9	163.1	204.3	41.2	150.7
2열혼효	49.9	68.7	110.0	165.3	259.0	93.7	209.1
3열혼효	49.5	69.8	113.6	171.7	249.6	77.9	200.1

표 12. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 근원경

시험구	초기	16년	17년	18년	19년	생장량(cm)	
						연간생장량	총생장량
1열혼효	9.8	15.9	17.5	28.4	32.1	3.7	22.3
2열혼효	9.8	15.9	20.0	24.5	38.7	14.2	28.9
3열혼효	10.3	15.1	20.3	27.8	34.8	7	24.5

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지의 졸참나무 수간 및 수관품질지표는 <표 13>과 같다. 활엽수 혼효식재 시험지의 졸참나무 수간품질지표의 전체평균은 2.0이며, 1열 혼효식재 시험지가 1.7, 2열 혼효식재 시험지가 1.8, 3열 혼효식재 시험지가 2.0으로 1열 혼효식재 시 수간품질이 상대적으로 우수했다. 졸참나무 혼효식재 시험지의 수관품질지표 전체평균은 3.1이며 1열 혼효식재 시험지가 3.1, 2열 혼효식재가 시험지 2.4, 3열 혼효식재가 시험지 3.3로 2열 혼효식재 시 수관품질이 상대적으로 우수했다.

표 13. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 졸참나무 수간 및 수관품질지표

시험구	반 복	수고	근원경	수간품질지표	수관품질지표
전 체	계	233.5	36.0	2.0	3.1
1열 혼효	1	219.0	38.4	1.7	3.3
	2	258.6	52.7	1.7	3.0
	3	225.0	41.8	1.8	3.0
	소계	234.0	44.3	1.7	3.1
2열 혼효	1	278.8	52.0	1.8	2.8
	2	182.6	35.1	1.7	2.5
	3	380.0	50.0	2.0	1.0
	4	256.2	49.7	1.6	3.1
	소계	274.0	46.7	1.8	2.4
3열 혼효	1	244.1	45.8	2.2	3.3
	2	197.4	34.1	2.0	3.6
	3	134.1	28.0	1.7	3.1
	소계	192.0	36.0	2.0	3.3

표 14. 활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지 물푸레나무 수간 및 수관 품질지표

시험구	반 복	수고	근원경	주간품질지표	수관품질지표
전 체	계	235.9	35.1	1.5	1.8
1열 혼효	1	175.0	28.0	1.7	2.0
	2	192.2	31.8	1.3	1.8
	3	245.8	36.4	1.5	2.2
	소계	204.3	32.1	1.5	2.0
2열 혼효	1	305.7	44.9	1.2	1.4
	2	235.5	32.7	1.5	1.3
	3	180.2	35.7	1.4	1.8
	4	296.1	40.6	1.4	1.7
	소계	254.4	38.5	1.4	1.6
3열 혼효	1	285.8	39.3	1.7	1.8
	2	244.7	33.7	1.6	2.2
	3	216.3	31.6	1.6	1.6
	소계	248.9	34.9	1.6	1.9

활엽수 혼효식재(물푸레나무 1-0묘 + 졸참나무 1-0묘) 시험지의 물푸레나무 수간 및 수관 품질지표는 <표 14>과 같다. 활엽수 혼효식재 시험지의 물푸레나무 수간품질지표의 전체 평균은 1.5이며, 1열 혼효식재 시험지가 1.5, 2열 혼효식재 시험지가 1.4, 3열 혼효식재 시험지가 1.6으로 2열 혼효식재 시 수간품질이 상대적으로 우수했다. 물푸레나무 혼효식재 시험지의 수관품질지표 전체평균은 1.8이며 1열 혼효식재 시험지 2.0, 2열 혼효식재 시험지 1.6, 3열 혼효식재 시험지 1.9로 2열 혼효식재 시 수관품질이 상대적으로 우수했다.

5. 요 약

가. 활엽수종의 용재적 가치증진을 위한 식재 밀도 구명

○ 수고생장량은 1.2×1.2m 시험구가 323.7㎝로 가장 높았으며, 수관 간섭이 가장 적은 1.8×1.8m 시험구는 304.5㎝로 수고생장이 가장 저조하였다.

○ 근원경은 기간생장량(15~19년)은 1.8×1.8m시험구에서 61.7cm로 가장 높았고, 수관 간섭이 가장 많은 1.0×1.0m 시험구는 46.2cm로 가장 낮은 것으로 나타났다.

○ 조림 2년차의 경우 수관이 간섭을 일으키는 정도로 자라지 못해 식재밀도에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났으나, 3년차부터 어느 정도 수고와 직경 생장에 영향을 미친 것으로 판단되었다.

나. 활엽수 혼효식재지 내 조림목 초기 생장 특성 연구

○ 수고 기간생장량(16~19년)은 졸참나무의 경우 1열 혼효 시험구 235.0㎝, 2열 혼효 시험구 242.3㎝, 3열 혼효 시험구 190.4㎝로 순으로 조사되었으며, 물푸레나무의 경우 2열 혼효 시험구가 259.0㎝ > 3열 혼효 시험구가 249.6㎝ > 1열 혼효 시험구가 204.3㎝ 순 이었다.

○ 근원경 기간생장량(16~19년)은 졸참나무의 경우 3열 혼효 시험구가 35.6㎜, 2열 혼효 시험구가 45.6㎜, 1열 혼효 시험구가 48.8㎜ 순으로 조사되었고, 물푸레나무는 1열 혼효 시험구가 32.1㎜, 3열 혼효 시험구가 34.8㎜, 2열 혼효 시험구가 38.7㎜ 였다.

○ 조림 3년차 성적은 당초 식재할 당시 묘목 상태에 따른 영향으로 혼효방법에 따른 영향은 미미할 것으로 보여지며, 향후 꾸준한 생장특성을 관찰해야 할 것으로 사료된다.

6. 참고문헌

1. 권기원, 최정호, 송호경. 2001. 참나무류 주요 수종의 갱신전략 수립에 관한 연구. 한국임학회 정기학술발표논문집 2001권: 224-226.
2. 김갑태. 2003. 생태적 숲관리와 조림 문제 -조림지, 천연림, 맹아림에서 물푸레나무 직경생장 비교- 한국환경생태학회지 17(2): 105-111.
3. 김지홍. 1993. 생태형태학적 특성 분석에 의한 활엽수종의 극성상수지 추정. 한국임학회지 82(2): 176-187.
4. 배상원, 김석권, 이경재, 김희채. 2002. 주요 활엽수종 임목본수변화에 관한 조림학적 고찰. 한국임학회 학술연구 발표논문집 2002권: 77-78.
5. 산림청. 2014. 산림과 임업 동향에 관한 연차보고서.
6. 산림청. 2014. 임업통계연보.
7. 산림청. 2015. 임업통계연보
8. 서희영, 김춘식, 권정화, 이광수, 유병오, 박용배. 2013. 삼나무 임분의 임목밀도에 따른 상대생장식 및 바이오매스. 한국임학회 학술발표논문집 2013권: 53-55.
9. 원경록, 홍남의, 이광수, 유병오, 박용배, 정수영, 변희섭. 2014. 임분 피해특성에 따른 지역별 졸참나무의 물리·역학적 특성. 농업생명과학연구회 48(6): 133-140.
10. 윤재호. 1959. 활엽수를 증식하여 산림의 내외를 개선해야한다. 지방행정 73: 157-166.
11. 이광수, 손영모, 박남창, 최영균, 강진택, 정수영, 이상태, 정영관. 1998. 자작나무 식재의 밀도조절 효과. 농업연구소보 32: 143-148.
12. 이돈구, 신만용, 김갑태, 권기원, 김지홍, 엄태원. 2006. 환경친화적 조림기술과 지속가능한 산림관리기술 개발 연구. 한국임학회 정기학술발표논문집 2006권: 227-229.
13. 이돈구, 엄태원, 천정화. 2004. 강원도 평창군 중왕산 지역 거제수나무의 입지 및 생장 특성. 한국임학회지 93(1): 86-94.
14. 양아람, 조민석, 황재홍. 2014. 묘목 종류 및 식재 사면에 따른 토양 특성이 느티나무

조림목 초기 생장에 미치는 영향. 농업생명과학연구회 48(4): 1-2.

15. 이미정, 이선, 김효정, 지윤의, 박관수, 송호경. 2002. 참나무류 주요수종의 식생구조와 생태적지-굴참나무, 졸참나무, 상수리나무를 중심으로. 한국임학회 정기학술발표논문집 2002권: 64-66.
16. 정성호, 최문길, 이근수. 1983. 중부지방 주요활엽수의 직경성장에 관한 조사연구. 한국임학회지 60: 24-29.
17. 조민석, 정재엽, 양아람. 2017. 용기의 생육밀도와 용적에 따른 온대 주요 활엽수의 생리특성변화. 한국산림과학회지 106(1): 40-53.
18. 최규성, 최진영, 윤국상, 이종화, 한병환, 이상길, 황재홍, 김종진. 2013. 생육밀도 차이에 따른 산벚나무 1년생 묘목의 생장특성. 한국임학회 학술발표논문집 2013권: 137-139.

02 산림보전분야

- 식물유전자원 보전 및 복원 연구(자체)
  / 김영재, 김남희, 유원호, 전순천, 김연태

- 기후변화 취약 산림식물종 보전 · 적응 연구(공동)
  / 김남희, 김영재, 전순천, 김연태

- 향균식물자원의 발굴 및 활용기술개발(자체)
  / 김보미, 김영재, 김연태



식물유전자원 보전 및 복원 연구

(자체 '08~12년차)

【김영재, 김남희, 유원호, 전순천, 김연태】

1. 목 적

충남도 내 자생하는 가치 있는 식물의 생리·생태적 특성과 재배 및 증식방법을 체계적으로 정립하고 화분교배에 의한 신품종을 개발하여 재배농가에 보급

2. 본 연구와 관련된 기존사실

'나고야의정서' 채택 이후 세계적으로 자국의 생물유전자원에 대한 주권확보를 위해 자원수집과 관리에 많은 노력을 기울이고 있는 가운데 많은 나라들이 식물다양성 증진 및 보존을 위해 노력하고 있다. 충청남도는 위도 상 한반도의 중앙에 위치하며, 북으로는 경기도, 동으로는 충청북도, 남으로는 전라북도와 경계하고, 서부해안권에 접하고 있어 다양한 식물이 서식할 수 있는 지리적 요충지로, 식물 상을 보면 해안성, 중부 내륙성, 북방 한계치를 보이는 난대성 식물까지 들고나는 양상을 보이며 생물다양성이 증가하고 있는 실정이나 최근 기후변화 등으로 온도가 높아짐에 따라 개정향풀, 들통발, 애기사철란, 으름난초, 애기송이풀 등 멸종위기종(CR)과 긴잎꿩의다리, 깽깽이풀, 대흥란, 만주바람꽃, 왕둥굴레 등 위기종(EN), 가는대나물, 가시연꽃, 꼬마은난초, 새우난초, 쑥방망이 등 취약종(VU)이 늘어나고 있는 실정으로 이러한 생태계 변화에 대한 증식 및 복원 등 대책이 필요한 시점에 있다.

향후 UPOV(국제 식물 신품종 보호동맹)와 같은 품종보호 관련문제가 민간업자 뿐 아니라 정부차원의 이슈로 확대됨으로써 앞으로는 자국의 이익을 위해 식물자원의 수출입이나 신품종 등록·판매 등에서 국가 간에 치열한 각축을 벌이는 시대가 되었다.

따라서 산림생물을 관리하는데 있어 품종개념의 도입은 조경수, 보호수, 산림에 서식하는 식물 군상의 질적 향상을 위해서 특히 필요하며, 앞으로는 양보다는 질적으로 상품화가 될 수 있어야 국제시장에서 경쟁력을 갖게 될 것이다. 자생식물, 외래식물, 조경수 등 개발

노력은 외국에서는 매우 활발히 진행되고 있는데 특히 미국 및 캐나다에서는 오래전부터 한국 원산 및 자생수종을 도입하여 새로운 신품종을 개발함으로써 조경수 보급의 다양화를 도모하고 있으며, 일부 수종은 한국명으로 널리 통용되고 있다. 또한 신품종을 육성하여 상품화하고 있으며 그 일부는 우리나라에 역수입되고 있다.

한국자생으로 미국 및 캐나다에 도입되어 재배 및 판매되고 있는 나무는 교목이 약 119종이고, 이 중 29종이 신품종으로 육성되었고, 관목은 142종으로 이 중 50종이 신품종으로 육성 되었다. 그리고 116종은 식물원에서 재배되고 있다.

미국에 도입되어 판매되고 있는 수종은 85종에 이른다. 이 중 품종으로 육성 개발되어 판매되고 있는 수종은 50종으로 으름덩굴, 회양목, 보리밥나무, 만리화, 함박꽃나무, 탱자나무, 진달래, 산철쭉, 정향나무, 수수꽃다리, 분꽃나무, 붉은병꽃나무, 미선나무, 다래, 쥐다래, 개머루, 두릅나무, 자금우, 식나무, 매자나무, 좀작살나무, 작살나무, 둥근잎말발도리, 보리수나무, 화살나무, 사철나무, 줄사철, 사스레피나무, 땅비싸리, 꽝꽝나무, 호랑가시나무, 싸리나무, 광나무, 쥐똥나무, 왕쥐똥나무, 산사나무, 돈나무, 만병초, 산가막살나무, 꽃말발도리나무, 큰꽃으아리, 한라산진달래, 흰진달래, 철쭉, 국수나무, 털개회나무, 백당나무, 개나리 등이다.

한국원산 및 자생으로서 아직 외국에 반출되어 판매되지 않는 수종은 댕강나무, 털댕강나무, 섬오갈피나무, 왕가시오갈피, 으름, 개느삼, 다래나무, 복분자 딸기, 왕초피나무, 섬노린재나무 등이 있다.

우리나라는 1970년을 전후로 급진적인 경제발전과 더불어 국민들의 소득수준이 높아지면서 조경수, 녹지공간조성, 공익기능의 중요성, 산림식물에 대한 관심이 높아졌다. 반면, 국민들의 욕구를 충족시킬 만한 품종 개발은 미흡한 실정으로 삶의 질의 향상과 부가가치 창출을 위한 우량품종 육성보급을 위한 연구가 필요하다.

조경수 생산 분야에서도 보다 향상된 재배기술을 통해 차별화된 품질을 갖추고, 나아가 아름다운 자생 향토수종을 새로운 조경수로 적극 발굴 활용함으로써 국내외 경쟁력을 확보하여야 하며, 이를 위해서는 무엇보다도 가능성 있는 국내 수종들의 생태적·생리적 특성과 재배관리방법 등을 바로알고 이를 현장에 직접 적용하여 품질 좋은 적정규격의 조경수를 생산 보급하는 것이 중요하다고 보고 하였다.

3. 수행방법

가. 화분교배에 의한 신품종 육종

만병초는 꽃이 화려하고 아름다워 조경수로 선호도가 높은 수종이나 표고 700~2,200m 사이의 고산지대에서 자생하는 상록활엽관목으로 대기 중 습도가 높아야 잘 자라며 저지대에서는 야외 식재 시 환경에 적응하지 못하고 고사되거나 생육이 저조하여 온실 재배만 하고 있는 실정으로 노지에서 월동이 가능하면서 꽃이 크고 아름다운 신품종 육종 필요

1) 만병초 교배종 산지 적응시험

가) 공시재료 : 만병초 교배종

나) 장　　소 : 산림식물 유전자 보존원(산지식재)

다) 방　　법 : 만병초 화분교배 증식묘를 산지에 25본/㎡(식재간격 20㎝)로 이식하고 월동 피해 및 생육상황 조사

라) 시　　기 : 월동피해(3～4월), 생육상황(10월)

마) 규　　모 : 300본

바) 조사항목 : 동해여부(엽변색 등), 생육상황(수고, 근원경)

2) 도입종 산지식재

가) 공시재료(월동 가능한 외국산 수종)

재닛블레어, 신틸레이션, 사이노서, 파커스핑크

나) 이식시기 : 2~3월

다) 방　　법

파종으로 생산한 만병초 묘목을 삽목상에 이식

라) 규　　모 : 80본(20본/품종×4품종)

나. 산림유전자원 증식기술 개발

1) 수종 선정 및 증식

가) 대상수종

(1) 나르시시플로라 : 철쭉 교잡종 중에 베스트로 꼽히는 나무로 수선화를 닮은 노란꽃에서 나르시시라는 이름이 붙었으며, 개화를 시작할 때 향이 난다.

(2) 청벚나무 : 꽃이 연한 녹색으로 피는 것이 특징이며, 벚나무의 돌연변이종이다. 일본에서도 진귀한 벚꽃나무로 알려져 있다.

(3) 흰진달래 : 칠갑산도립공원에 자생했던 식물유전자원으로 현재 찾아보기 힘들 정도로 밀도가 현저히 낮아져 관광자원으로 보전하기 위한 지역특산 식물이다.

나) 증식방법

(1) 나르시시플로라 증식

(가) 장　　소 : 유리온실

(나) 시　　기 : 6월

(다) 규　　모 : 20본

(라) 방　　법

- 삽수채취 : 6월 중순 꽃이 지고난 후 새 순이 경화되기 시작할 때 삽수 채취
- 삽　　목 : 채취한 삽수를 마르지 않게 비닐봉투에 넣어 운반한 후 삽수 하단부만 매끈하게 절단하고 피트모스+펄라이트(2:1비율) 상토에 충분히 관수를 실시한 후에 삽목

(마) 조사항목 : 발근율, 삽목상 온·습도

(2) 청벚나무 증식

(가) 장　　소 : 비닐하우스

(나) 시　　기 : 2~4월

(다) 규　　모 : 200본

(라) 방　　법

- 접수채취 : 2월 상순~중순에 채취하여 접수 저장고 온도 4~5℃에 수분이 마르지 않도록 비닐로 포장하여 저장
- 접　　목 : 3월 중순에 절접

(마) 조사항목 : 활착 및 생육상황

(3) 진달래, 흰진달래

(가) 장　　소 : 유리 재배하우스

(나) 시　　기 : 6월

(다) 규　　모 : 300본

(라) 방　　법

- 삽수(揷樹) : 6월초순경 당년에 자란 가지를 채취하여 비닐봉지에 담아 4℃의 저온 저장고에 보관
- 삽　　목 : 6월 초중순경 접수 채취 후 1~2일 내에 곧바로 반녹지삽

(마) 조사항목 : 발근 및 활착률, 최적삽수조제 방법, 삽목상 온습도, 생육상황

다. 조경수 재배 증식포 관리

1) 조성현황

구 분	수 종	면적(㎡)
계	12수종	1,000
수고생장유도시험	가침박달, 풀또기	200
무성증식기술개발	단풍철쭉, 가막살나무, 수양단풍나무, 안개나무, 히어리 등 10수종	800

2) 장 소 : 조경수 재배 시험포지

3) 관리내용

제초 및 배수로 관리, 조경수 수형조절(정지전정), 시비 및 표찰정비

라. 난대수종 적응시험

1) 식재년도 : 2009년 3월

2) 장 소 : 태안(해안), 공주(충남 이남), 천안(충남 이북)

3) 내 용 : 난대수종의 우리 도 지역 적응성 시험

4) 규 모 : 120본(10본×4수종×3지역)

5) 식재수종 : 아왜나무, 홍가시나무, 금목서, 은목서

6) 조사항목 : 생육상황(수고, 직경), 동해피해여부 등

4. 결과 및 고찰

가. 화분교배에 의한 신품종 개발

1) 화분교배

우리나라 4계절에 적응 가능하고 내한성이 강하면서 꽃이 화려한 조경수종을 개발하기

위하여 외국과 우리나라에서 서식하는 만병초를 이용하여 화분교배를 실시하였다. 자가교배를 방지하기 위하여 자화로 이용할 만병초가 개화하는 순서대로 암술만 남기고 수술대를 제거한 후에 진마리만병초, 루즈벨트만병초, 하이돈헌터 만병초의 개화와 동시에 화분을 채취하여 곧바로 면봉에 찍어 암술머리(주두)를 가볍게 접촉시켜 수정한 결과, R.degronianum과 R.fortunei 2품종에서 교배를 성공시켰다. 교배율은 8%였다. 화분교배가 성립된 2품종에 대하여 6월경 삭과의 생육상태를 조사한 결과, 삭과는 좁고 긴 타원형으로 R.degronianum(만병초)의 삭과 길이는 0.8~1.0㎝였다. R.fortunei(만병초)의 삭과 길이는 3~3.5㎝ 범위로, R.fortunei(만병초)의 삭과 길이가 3.5~3.8배 컸고, 교배가 되지 않은 비립종자와는 8~9배정도 차이가 났으며, 결실된 종자는 10~11월중 삭과가 갈색이 되어 약간 벌어졌다.

2) 교배종 증식

내한성이 강한 조경용 만병초를 육종하기 위해 히말라야 만병초 중에서도 내한성이 강한 R.fortunei를 암꽃으로 하고 꽃이 화려하나 내한성이 약한 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터에서 채취한 화분으로 2010년도 4월경 수분하여 결실된 종자를 11월경 채취 저온 건조 저장한 종자를 다음해 2011년 2월 중순 ~ 2월 하순에 육묘상자에 수태를 10㎝두께로 깔고 충분히 관수한 상태에서 종자를 뿌린 후 습도를 유지시키고 약 70일 후에 종자발아율을 조사한 결과, 발아율이 80%였다. 발아직후 자엽은 크기 1~2㎜ 정도이며 자엽이 나온 후 약 20~30일이 지나 본 엽이 나왔다. 본 엽은 자엽처럼 매우 작으며 다음해 이른 봄이 되어도 본 엽은 4~6장정도 나오고 크기는 3~5㎜에 불과하였다<그림 1> <그림 2>. 이 시기에 이식한 것은 생장이 불량하였다. 만병초 종자는 너무 작기 때문에 바람에 날리기 쉽고 조밀하게 뿌려질 우려가 있어 주의해야 하고, 만병초의 2차 생장을 유도하기 위해서는 봄 새순이 나와 굳은 후 이식하는 것이 가장 좋다. 유럽과 북미 등지에서 만병초류는 매우 유명한 관상수로 널리 알려져 있다. 내한성이 강한 상록수이면서도 꽃이 크고 다양하여 최고의 정원식물로 200년 이상 육종되어 왔다. 국내로 도입된 만병초는 분화용으로 일부 판매되고 있으나 꽃이 화려하고 아름다우면서 월동이 가능한 품종은 많지 않다.



그림 1. 만병초 발아

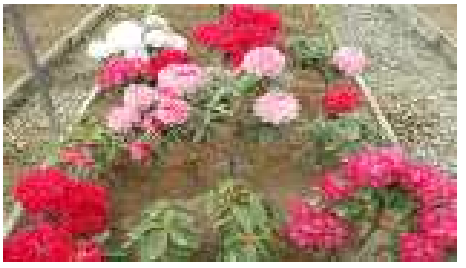


그림 2. 만병초 개화

3) 재배기술 개발

(가) 적정 재배상토 규명

2012년에 한지형과 난지형을 교배한 만병초 교배종(한지형 R.fortunei암꽃 + 난지형 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터 수꽃) 1-1묘목을 이용 적정 재배상토 배합비율을 규명하기 위해 종묘포트 30구(350㎖)에 각각 15구씩 2가지 방법으로(①펄라이트:피트모스=1:1 ②고운마사토) 상토를 넣어 생육상태를 비교한 결과 <표 1>과 같다. ①펄라이트+피트모스 상에 식재한 묘목의 엽장은 평균 6.30cm, 엽폭은 2.25cm, 묘의 크기는 5.36cm였다. ②고운마사토 상에 식재한 묘목의 엽장은 평균 2.18cm, 엽폭은 1.17cm, 묘의 크기는 1.91cm였다. 묘의 생장은 펄라이트+피트모스(1:1) 상이 마사토로 만든 상보다 엽장의 경우 2.9배, 엽폭은 1.9배, 묘의 크기는 2.8배 컸다. 잎의 지질은 얇고 뒷면에 밀모가 없는 것으로 나타났다. 위의 조사결과 만병초 교배종(R.fortunei암꽃+진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터)을 육묘할 경우, 펄라이트와 피트모스를 1:1로 혼합한 상토가 적정할 것으로 판단된다.



그림 3. 마사토



그림 4. 펄라이트+피트모스

만병초의 육종에 있어 내한성이 강한 품종을 만드는 것은 획기적인 일이나 매우 낮은 온도 뿐 만아니라 강한 햇빛에 노출되어도 적응력이 뛰어난 형질을 가진 교배종을 선발해야

4계절이 뚜렷한 우리나라 기후에 적응 할 수가 있다. 만병초는 산성토양에 잘 자라며 석회질, 점질, 미사질토 등의 토양에서는 잘 자라지 못하며 특히 답압이 심한 토양이나 배수가 원활하지 못한 토양에서는 식재가 거의 불가능하다.

표 1. 만병초 교배종(한지형 R.fortunei암꽃 + 난지형 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터 수꽃) 1-1묘목을 2가지 상토에 식재하고 엽장, 엽폭, 묘목의 크기를 조사한 결과

품종	상토	공시번호	엽장(cm)	엽폭(cm)	묘고(cm)	묘령
교잡종	피트모스 + 펄라이트	1	8.2	3.0	5.0	1-1묘
		2	7.8	2.6	6.0	〃
		3	5.4	2.0	5.0	〃
		4	6.0	2.2	3.0	〃
		5	7.6	2.5	6.0	〃
		6	7.0	2.8	7.0	〃
		7	5.0	1.8	4.0	〃
		8	4.8	1.6	9.0	〃
		9	8.6	2.8	9.0	〃
		10	6.0	2.0	4.0	〃
		11	4.6	2.0	2.4	〃
		12	6.0	2.0	5.0	〃
		13	6.2	2.4	7.0	〃
		14	6.3	2.1	4.0	〃
		15	5.0	2.0	4.0	〃
		평균	**6.30**	**2.25**	**5.36**	
	마사토	1	3.0	1.3	2.5	1-1묘
		2	2.2	1.0	2.0	〃
		3	2.0	1.0	2.0	〃
		4	1.7	1.0	2.0	〃
		5	1.7	1.0	2.0	〃
		6	1.4	1.0	1.6	〃
		7	3.0	1.4	2.0	〃
		8	3.0	1.3	1.8	〃
		9	2.0	1.1	1.2	〃
		10	2.0	1.0	2.2	〃
		11	2.1	1.2	2.0	〃
		12	1.2	1.0	2.2	〃
		13	2.8	1.6	2.0	〃
		14	2.8	1.6	2.0	〃
		15	1.8	1.1	1.2	〃
		평균	**2.18**	**1.17**	**1.91**	

만병초 교잡종 2년생(1-1묘)을 4월에 목질 칩과 원예 상토에 이식하고 5개월 후 생장 비교 결과, 엽장과 엽폭의 생장량은 큰 차이가 없었으나 묘목의 크기 생장은 목질 칩 상토에서 5개월간 5.8㎝, 원예 상토 에서는 10.3㎝의 생장량을 보여 평균 생장량이 1.8배였다. 따라서 만병초의 생장촉진을 위해서는 발근 묘목의 초기에는 펄라이트+피트모스 상토에 식재하고 생장을 촉진시킨 후에 다시 원예 상토에 이식하여 재배하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

(나) 노지월동 적응시험

만병초의 노지월동 적응시험을 위해 중국만병초와 아스마만병초 5년생을 종보존원 내 2개 장소에 식재하고 생육상태를 조사한 결과, <그림 5~8>과 같다. 만병초의 식재 장소가 철쭉 및 참나무류 등 관목으로 구성되어 있어 햇빛에 직접 노출되지 않고 바람의 영향은 많이 받지 않으며 배수가 잘되고 토양 수분이 적정한 장소에 식재되어 있는 개체는 월동 후에도 잎이 정상적으로 자라고 생육상태가 매우 양호하였다. 그러나 식재지 주변 환경이 척박하고 햇빛에 노출되어 있으며 겨울철 바람의 영향을 많이 받는 곳에 식재된 개체는 생육이 부진하고 쇠약하여 식엽성 해충의 피해를 더 받는 것으로 조사되어 식재지 주변 환경의 영향을 많이 받았다. 토양은 물 빠짐과 보수성이 좋은 산성토양에서 잘 자라며, 여름철 이른 아침 햇빛은 괜찮으나 오후 서쪽 햇빛은 피할 수 있는 장소가 만병초의 생육적지로 조사되었다. 식재지가 반음지 상태에서 공기 중 수분이 있는 곳은 생육이 왕성하고<그림 5>, 반그늘은 형성되나 건조하고 척박한 환경에서는 생육이 저조한 것으로 조사되었다<그림 6>.



그림 5. 만병초 노지생육



그림 6. 만병초 산지이식



그림 7. 만병초 산지식재 고사목



그림 8. 만병초 산지월동 동해피해

만병초 5년생 교배종의 생육상황(근원경, 수고)과 월동 동해피해 고사율은 <표 2>와 같다. 생육상황으로 근원경은 평균 8.3mm, 수고는 평균 37.9cm였고, 월동 중 피해 고사율은 15%였다.

표 2. 만병초 교배종 생육상황 및 월동 동해피해 고사율(%)

구 분	생육상황		월동 동해피해(고사율)		비 고
	근원경(mm)	수고(cm)	고사/식재(본)	비 율(%)	
평 균	**8.3**	**37.9**	**9/60**	**15**	5년생
Ⅰ반복	8.4	45.3	5/20	25	
Ⅱ반복	7.9	31.7	2/20	10	
Ⅲ반복	8.6	36.7	2/20	10	

나. 산림유전자원 조경소재 발굴 및 증식기술 개발

1) 조경소재 증식

가) 나르시시플로라

철쭉 교잡종 중에 베스트로 꼽히는 나무로 수선화를 닮은 노란 꽃에서 나르시시라는 이름이 붙었으며, 개화를 시작할 때 향이 나는 식물로 증식이 어려운 수종으로 알려져 있다. 증식을 위해 6월 초순경 새순이 경화되기 시작할 때 삽수를 채취한 후 채취한 삽수를 마르지 않게 비닐봉투에 넣어 운반한 후 삽수 하단부만 매끈하게 절단하고 피트모스 상토에 충분히 관수를 실시한 후에 수직으로 삽목하였다. 삽목 후 삽목 상의 온도는 24~28℃, 습도는 80%이상 유지시켜주고 60일 후 발근율을 조사한 결과, 삽수 50본 중 30본이 발근하여 60%의 발근율을 보였다<그림 9~10>.



그림 9. 나르시시플로라 삽목



그림 10. 나르시시플로라 개화

나) 청벚나무

청벚나무는 벚나무의 돌연변이 종으로 꽃이 연한 녹색으로 피는 것이 특징이며, 일본에서도 진귀한 벚꽃나무로 알려져 있다. 접수채취는 2월 중순에 채취하여 접수 저장고에 온도 1~5℃로 접수의 1/3이 젖은 수태를 넣어 수분이 마르지 않도록 비닐로 포장하여 저장하였다. 2016년도 3월 20일에 50본의 대목에 절접을 실시하고 습도유지를 위하여 비닐터널을 한 결과, 10본이 활착하여 20%의 활착률을 보였다<그림 11> <그림 12>. 온실 안에 소형비닐 하우스를 더 씌워 온도상승효과로 접수의 생장이 너무 빨리 진행되었고 접목부분이 활착되기 전 높은 습도로 인해 곰팡이가 발생된 것으로 분석되었다. 따라서 2017년도에는 비닐터널을 하지 않고 3월 24일 120본을 접목한 결과, 55본이 활착되어 접목 활착률은 46%로 비닐터널을 설치한 방법보다 활착률이 26% 높게 나타났다. 따라서 청벚나무의 접목에 의한 증식은 접목 후 비닐터널을 설치하지 않는 것이 유리하였다.



그림 11. 청벚나무 접목



그림 12. 청벚나무 개화(고접)

다. 관목류의 수고생장 유도시험

1) 수고생장 촉진

장미과에 속하며 낙엽활엽관목인 풀또기와 세계적인 희귀수종으로 알려진 가침박달의 수고생장을 유도하기 위하여 파이프처리와 맹아발생 억제 처리, 무처리 등 처리별로 각각 20본씩 풀또기 60본과 가침박달 60본을 2012년 3월 20일 <표 3>과 같은 규격의 공시목을 식재하고 수고생장을 조사한 결과 <표 4~5>와 같다. 2013년 4월에 수고생장을 유도하기 위하여 주지만 남기고 모두 제거한 후 PVC파이프를 씌우고 2개월 후인 6월에 생장조사를 한 결과, 가침박달은 160㎝, 풀또기는 100㎝로 수고생장은 양호하였으나 PVC파이프 내부 온도상승으로 대부분이 고사하였다. 또한 가지가 연약하여 무게를 이기지 못하고 아래로 쳐지는 현상이 나타나 조경수의 가치를 상실하게 되어 파이프 처리에 의한 수고생장 유도 방법은 실용성이 없는 것으로 판단되었다<그림 13> <그림 14>.



그림 13. PVC파이프 처리



그림 14. 휘어진 모습(가침박달)

가침박달의 맹아 및 가지제거를 실시한 공시목의 연간 생장량은 79.4㎝로 무처리구 69.2㎝ 대비 10.2㎝ 정도 양호한 생장을 보였으나 풀또기에서는 맹아와 가지를 제거한 처리구의 생장량이 82.6㎝로 조사되었고, 무처리구의 수고생장량이 87.2㎝로 나타나 오히려 무처리구의 생장량이 4.6㎝ 양호한 것으로 나타났다. 가침박달은 가치치기를 해주는 것이 유리하고 풀또기는 방치한 후 생장이 완료된 후에 가지치기를 해주는 방법이 좋을 것으로 나타났으나 지속적인 생장상태를 관찰하면서 판단하여야 할 것으로 사료된다.

표 3. 관목류 공시묘 규격

수 종	파이프처리구		무처리구		맹아발생억제	
	근원경(㎜)	수고(㎝)	근원경(㎜)	수고(㎝)	근원경(㎜)	수고(㎝)
가침박달	11.2	152.6	16.1	155.2	18.3	138.9
풀 또 기	12.4	162.9	11.4	146.2	11.8	149.3

표 4. 2013년 3월 20일에 가침박달나무를 식재하고 줄기를 pvc 파이프로 고정한 후 맹아 및 가지제거를 하고 2개월 후의 수고생장량

공시번호	수 종	무처리구(㎝)			맹아 및 가지제거(㎝)		
		2012	2013	생장량	2012	2013	생장량
평균	**가침박달**	**138.9**	**208.1**	**69.2**	**155.2**	**234.6**	**79.4**
1	〃	139	170	31	149	199	50
2	〃	178	200	22	171	251	80
3	〃	116	175	59	152	222	70
4	〃	154	250	96	127	207	80
5	〃	134	170	36	134	244	110
6	〃	112	150	38	206	246	40
7	〃	154	200	46	172	232	60
8	〃	117	190	73	209	289	80
9	〃	118	180	62	179	239	60
10	〃	131	240	109	147	197	50
11	〃	138	230	92	154	270	116
12	〃	136	250	114	137	250	113
13	〃	139	200	61	154	244	90
14	〃	144	240	96	112	192	80
15	〃	172	230	58	149	209	60
16	〃	107	197	90	139	239	100
17	〃	135	270	135	163	273	110
18	〃	188	250	62	110	220	110
19	〃	135	190	55	141	211	70
20	〃	131	180	49	199	259	60

표 5. 2013년 3월 20일에 풀또기를 식재하고 줄기를 pvc 파이프로 고정한 후 맹아 및 가지제거를 하고 2개월 후에 수고생장량

공시번호	수종	무처리구(cm)			맹아 및 가지제거(cm)		
		2012	2013	생장량	2012	2013	생장량
평균	**풀또기**	**146.2**	233.5	87.2	**149.3**	232.	82.6
1	〃	161	190	29	139	250	111
2	〃	177	200	23	167	260	93
3	〃	134	260	126	172	240	68
4	〃	161	200	39	144	190	46
5	〃	98	180	82	131	250	119
6	〃	131	270	139	118	190	72
7	〃	139	190	51	129	190	61
8	〃	134	240	106	124	250	126
9	〃	120	270	150	142	200	58
10	〃	173	250	77	166	260	94
11	〃	108	220	112	84	170	86
12	〃	132	250	118	194	230	36
13	〃	224	270	46	123	210	87
14	〃	101	200	99	174	270	96
15	〃	111	210	99	203	270	67
16	〃	174	240	66	182	250	68
17	〃	151	260	109	176	260	84
18	〃	142	210	68	147	230	83
19	〃	179	300	121	128	240	112
20	〃	175	260	85	144	230	86

라. 무성증식기술 개발

1) 단풍철쭉

단풍철쭉은 낙엽활엽관목으로 5월에 개화한다. 가을에 익은 종자를 채취하여 기건 저장하였다가 이듬해 2월 중순~3월 초순사이에 수태를 10cm 두께로 깔고 그 위에 파종하면

80%이상 발아하였다. 삽목 증식은 전년 또는 당년 생장한 가지를 이용하는데 전정가위를 사용하지 않고 기부에서 손으로 채취하여야 하며, 삽수길이 3~6㎝로 조제하여 삽수를 지면에 꽂는 깊이는 2㎝정도로 수직으로 세워 꽂았다. ㎡당 삽목처리 본수는 300본정도가 적당하고, 삽목 상의 온도는 22~26℃, 습도는 80%이상 유지시켜 주었다. 삽목 결과는 숙지삽(3월) 13%, 녹지삽(5월) 96%, 반녹지삽(7월) 100%로 조사되어 단풍철쭉의 삽목은 당년도 자란 새순이 경화되기 시작하는 7월경 채취하여 삽목 하는 것이 가장 좋은 것으로 조사되었으며 발근에 소요되는 기간은 약 40일 정도로 나타났으며, 삽목 상의 재료는 피트모스나 마사토에서 큰 유의성을 보이지 않았다<그림 15> <그림 16>.



그림 15. 단풍철쭉 발근



그림 16. 단풍철쭉

2) 가막살나무

가막살나무는 낙엽활엽관목으로 높이 3m정도 자라고 몇 개의 줄기가 올라와 많은 가지를 퍼트려 화관을 형성하며 5월에 황백색으로 꽃이 피며 가을에 적색으로 익은 열매가 아름다운 수종이다.

종자번식은 가을에 익은 열매를 채취하여 정선한 후 2년간 노천매장 하였다가 파종하여야 발아가 잘된다. 가막살나무의 발아촉진을 위하여 정선된 종자를 준비하여 용기(비이커)에 담고 황산 95%원액으로 종자가 잠기도록 하였다. 교반기를 이용하여 30분 동안 밀납층을 제거하고 황산 처리가 끝난 종자를 체에 걸러 종피에 묻은 발열반응에 주의하면서 완전히 제거하였다. 황산이 제거된 종자를 물에 넣고 종피를 부벼 황산에 부식된 종피를 깨끗하게 세척하고 다시 망사자루에 넣고 흐르는 물에 종자를 잘 비벼주어 검게 탄 부분과 남아있는 황사를 완전히 제거 하고 흐르는 물에 1주일 정도 침적하여 종자가 충분히 물을 흡수하도록 불린 후 파종하였으나 종자가 부패되어 발아되지 않았다. 종자가 발아에 미치는 요인은

온도, 수분, 광도, 배의 후숙, 발아억제물질 등 여러 요인이 있다. 본 시험은 2년 발아 종자인 가막살나무 종자를 발아촉진 처리하여 발아시기를 1년 앞당기는데 주안점을 두고 2년 연속 파종하였으나 발아 시키는데 실패하였다. 실패 원인은 황산처리 시간을 40분에서 30분으로 단축하였으나 이 또한 종피가 너무 많이 제거되어 배젖이 노출 종자가 부패한 것으로 추정되어 황산 침지 시간을 20분 정도로 조절하고 황산처리 시 농도 및 침지시간에 각별히 유의해야 될 것으로 판단되었다.

삽목 상토는 마사토+적옥토를 각각 1:1로 Peatmoss는 타 재료를 혼합하지 않고 100% Peatmoss만을 사용 하였으며, 가막살나무의 삽수는 6~8㎝ 길이로 조제하였으며 삽수 절단 부위가 상하지 않도록 안내봉을 이용한 방법과 고랑을 파서 세우는 방법 2가지를 병행하여 삽목을 실시하였으며, 삽수에 눈은 최소 2~3개 정도 붙은 것을 공시재료로 이용하였다. ㎡당 삽목본수는 200본이 적당하였으며 삽목상의 온·습도 조절은 단풍철쭉과 동일하게 처리하고 시기별 발근율 조사결과, 숙지삽(3월) 57%, 녹지삽(5월) 100%, 반녹지삽(7월) 100%로 조사되어 가막살나무의 삽목증식은 삽수 윗부분까지 캘루스가 형성되어 삽목증식이 용이한 수종으로 조사되었으며 발근에 소요되는 기간은 약 35일 정도로 나타났다. 삽목 상의 재료는 피트모스나 마사토에서 큰 유의성을 보이지 않았다<그림 17> <그림 18>.

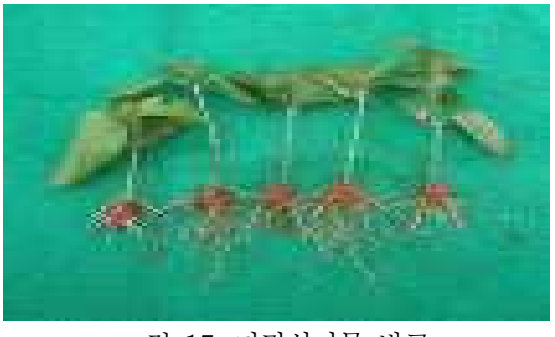


그림 17. 가막살나무 발근



그림 18. 가막살나무

3) 수양단풍나무

수양단풍나무의 원산지는 일본이며 낙엽활엽교목, 소교목이다. 수양버들과 같이 자연적으로 늘어져 수양단풍나무라 부르며 색깔은 7~8월까지 청·홍색을 유지하다가 가을에 아름답게 단풍이 드는 희귀수종이다. 삽목 증식이 어려워 접목증식만 가능한 수종으로 알고 있었으나 최근 기술이 개발되어 삽목 증식이 가능한 수종으로 분류된다.

수양단풍나무의 종자는 홍색단풍에서 결실이 많이 되며 청색수양단풍나무는 결실이 되어도 비립이 많은 편이다. 가을에 채취한 종자를 직파하면 발아되는데 발아율은 12%정도 저조한 것으로 조사되었으며 수양단풍나무가 나올 가능성은 60%정도인데 발아된 묘목이 1~2년 정도 더 자라봐야 알 수 있을 것으로 판단되었다.

수양단풍나무의 삽목 증식은 삽수를 채취하는 방법과 삽목 상의 환경조건이 성공여부를 좌우한다고 볼 수 있다. 삽수채취는 새순이 15~20㎝ 자랐을 때가 적당하며 전정가위를 사용하여 삽수를 채취하면 발근율이 저조하게 된다.

손을 이용하여 채취하되 전년지와 새순이 갈라지는 기부에서 전년지의 껍질이 약간 붙어 있다는 느낌으로 순을 딴 후에 접목도를 이용하여 절단면을 매끈하게 정리하고 삽목 전 잎은 1/3만 남기고 제거해준다. 삽목상의 온도나 습도조절은 상기 수종과 동일하며 삽목 방법은 전년지를 이용한 숙지삽의 발근율의 경우 17%로 저조하였고, 발근에 소요되는 기간도 길어졌다. 5월 새순을 이용하여 녹지삽을 실시한 결과 32%정도의 발근율을 보였으며 7월의 반녹지삽은 평균 90%로 높은 발근율을 보였다. 발근소요 일수는 61~65일이 소요되어 다른 수종 대비 발근 소요일수가 2배 이상 오래 걸리는 수종으로 조사되었다. 처리별로는 유의성을 보이지 않아 발근 촉진제(루톤)나 경단처리를 할 필요성이 없는 것으로 판단되었으며 삽목 상 재료는 마사토 대비 피트모스가 약 5~7% 정도 발근율이 높게 나타났다<그림 19> <그림 20>.



그림 19. 수양단풍나무 발근



그림 20. 삽목상

4) 안개나무

낙엽활엽 관목으로 중국 및 히말라야가 원산지로 4~5m정도 자란다. 줄기는 곧고 자갈색으로 털이 많이 나있다. 잎은 어긋나기하며 도란형으로 가지 끝에 모여 달린다. 5~7월에 담자색으로 피는 꽃은 마치 안개를 연상할 만큼 뭉게뭉게 피는 것이 특징이다. 안개나무의 삽목 방법은 상기수종과 마찬가지로 동일한 상토와 시기에 삽목을 실시하였다. 삽수의 길이는 8~14㎝ 길이로 조제하고 눈은 윗부분에 집중되어 있어 조절할 수가 없었으며 삽수의 윗부분은 직각으로 아랫부분은 45°각도로 비스듬히 절단하여 발근부위가 넓게 처리하였다. 삽수를 꽂을 때 주의할 점은 반드시 절단면이 아래로 향하게 하여야 한다. 숙지삽(3월삽목)의 발근율은 5% 미만으로 저조하였고 녹지삽(5월)에서는 상토를 마사토로 이용하였을 경우 6%만이 발근되었으나 상토를 피트모스를 이용한 곳에서는 84%로 높은 발근율을 보였다. 그러나 발근된 삽목묘를 뿌리 내린 그대로 방치하게 되면 뿌리가 썩어버리는 현상이 발생하여 발근이후 묘목의 관리가 매우 중요하며 뿌리가 썩지 않게 하기 위해서는 일반 사양토로 이식해 주어야 할 것으로 판단되었다<그림 21> <그림 22>.



그림 21. 안개나무 발근



그림 22. 안개나무 꽃

5) 고추나무

전국의 표고 100~500m사이의 계곡 및 산록에서 자라는 낙엽활엽관목으로 높이 3~5m에 달하며 지리적으로는 중국과 일본에 분포한다. 종자번식은 채취하여 말리지 말고 노천매장하였다가 이듬해 봄에 파종하면 90%이상 발아 한다. 주의할 점은 종자를 말리게 되면 전혀 발아하지 않는다는 점이다.

고추나무의 발근율은 숙지삽(전년지 사용 3월 삽목)에서 70%이상 발근이 되었다. 삽목상토는 마사토 보다는 피트모스에서 약 5% 정도 발근이 잘 되었다. 새순을 이용한 녹지삽과 새순이 경화된 후에 삽목하는 반녹지삽은 발근율이 95% 이상으로 대량생산이 쉬운 수종

으로 분류되었다. 새순을 이용한 녹지삽과 새순이 경화된 후에 삽목하는 반녹지삽은 발근율이 95% 이상으로 나타나 대량생산이 용이한 수종으로 분류되었다<그림 23> <그림 24>.



그림 23. 고추나무 발근



그림 24. 고추나무

6) 히어리

우리나라 특산이며 낙엽활엽관목으로 높이 5m까지 자란다. 환경부 지정 멸종위기 Ⅱ급으로 분류된다. 히어리는 이른 봄 3월 8~12개의 작은 꽃이 주렁주렁 늘어져 나무전체를 노랗게 뒤덮고 9월에 익은 종자를 채취하여 노천매장 하였다가 이듬해 봄에 파종하면 78%이상의 발아율을 보인다.

삽수길이를 8~14㎝로 조제하여 5월의 녹지삽과 7월 반녹지삽을 실시하면 상토재료에 관계없이 100% 발근을 하는 수종이나 숙지삽목에서는 50% 정도로 저조하였다. 삽목에서 발근까지 소요되는 기간은 약 40일정도 소요되었다. 멸종위기식물로 지정되어 있어 번식이 어려울 것으로 예상되었으나 시험결과는 실생 및 무성번식이 용이한 수종으로 분류되었다 <그림 25> < 그림 26>.



그림 25. 히어리 발근



그림 26. 히어리

7) 금송, 백송, 흰진달래

금송은 삽목 번식이 가능하나 시기와 방법에 대하여 구체적으로 정립할 필요성이 있는 수종이다. 줄기가 회백색을 띄는 희귀수종인 백송은 실생 번식 외에 무성번식에 대한 자료는 찾아보기 어려운 수종이고, 흰진달래 역시 삽목번식이 잘 안 되는 수종으로 알려져 있다. 따라서 이러한 3수종에 대해 2013년에 3단계(숙지삽, 녹지삽, 반녹지삽)로 구분하여 실시하였다. 삽목을 하기 위하여 채취한 삽수의 평균 규격은 금송(길이 8.3㎝, 직경 5.0㎜), 백송(길이 9.1㎝, 직경 4.2㎜), 흰진달래(길이 9.8㎝, 직경 2.2㎜)이었으며 삽목 상토는 마사토, Peatmoss+펄라이트, 사양토를 사용하였다. 그리고 칠갑산도립공원에 자생했던 흰진달래의 복원 증식을 위해 2013년에 시험한 방법을 토대로 2019년 6월에 반녹지삽을 실시하였다. 장소는 유리온실 내에 피트모스와 펄라이트를 2:1비율로 섞어 상을 만들고, 삽수는 3월경 칠갑산 인근에서 자란 근원경 2~3cm, 수고 1~1.5m 정도의 흰진달래를 구입하여 세종시 금남면 도남리 연구소 내 시험포지에 이식한 수종에서 6월 13일 채취하여 습기가 있는 비닐봉지에 담아 삽목 전까지 4℃로 냉장 보관, 6.14일 오후 1시경에 반녹지삽으로 이용하였다. 삽목은 총 330개를 하였고, 삽수는 2처리를 하여 첫째 방법으로 삽수 윗부분의 잎을 1/3 남기고, 둘째 방법으로 삽수 윗부분의 잎을 6/1을 남겼다. 삽목 방법은 길이 5~20cm, 0.3cm 두께의 삽수 아랫부분을 45°각도로 절단, 삽목상에 10cm 간격으로 삽수길이의 1/3 정도의 깊이로 묻고 터널하우스를 설치하였다.

루톤이 발근에 미치는 영향을 구명하기 위하여 루톤을 물에 녹여 10분간 삽수 기부를 침지 시킨 후 삽목을 실시하고 4~8월까지 삽목상의 온도는 18~22℃를 유지하였으며 습도는 70~90%로 평균습도 80%로 유지하고 발근율 등을 조사한 결과, <표 6~11>과 같다.

금송의 삽목에 의한 증식방법은 2012년도와 2013년도 2회에 걸쳐 실시한 결과, 숙지삽목으로 3월 초~중순경 피트모스를 상토재료로 삽목 했을 때 무처리와 루톤처리 모두 100% 발근되는 것으로 조사되었으며, 마사토와 사양토에서는 50%이하의 발근율을 보였다. 또한 녹지삽목에서도 피트모스+펄라이트를 상토로 삽목을 했을 때 무처리구에서 66%의 발근율을 보여 금송의 삽목증식은 피트모스+펄라이트를 상토로 이용하고 숙지삽목을 실시해야 할 것으로 조사되었다<그림 27>.

백송의 증식은 발근촉진제를 바르고 숙지삽으로 처리했을 때 마사토에서 3% 피트모스에서 7%로 발근율은 저조하게 나타났으나 일단 삽목증식이 가능한 수종으로 구분되어 삽목시기를 조절하고 삽목상의 환경조건만 조절해 준다면 발근율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다<그림 28>.



그림 27. 금송 삽목(2013)



.그림 27-1. 금송 발근(2013)





그림 27-2. 금송 삽목 생장(2019)



그림 28. 백송 발근

2013년에는 진달래로, 2019년에는 흰진달래로 삽목시험을 하였다. 삽수채취 시기를 달리하여 숙지삽(3월), 녹지삽(6월), 반녹지삽(8월)으로 발근촉진제(루톤) 처리구와 무처리대조구로 시험한 결과, 2013년 진달래 발근율(%)은 숙지삽(3월)이 마사토에서 무처리대조구와 발근촉진제(루톤) 처리구에서 0%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구 6.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구에서 20.20%였다. 녹지삽(6월)에서는 마사토에서 무처리대조구 26.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구 20.00%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구 90.00%, 발근촉진제(루톤) 처리구 96.67%였다. 반녹지삽(8월)은 발근율(%)이 마사토에서 무처리대조구는 0%, 발근촉진제(루톤) 처리구는 6.67%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구는 36.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구는 46.67%로 발근율(%)이 낮았다. 2019년에 삽목 상 피트모스+펄라이트의 비율 2:1로 시험한 흰진달래 녹지삽(6월)의 발근율은 90.00%였다. 이러한 결과로 볼 때 흰진달래, 진달래 삽목 상의 토양은 피트모스+펄라이트의 비율을 2:1로, 삽목방법은 녹지삽(6월)으로 하는 것이 발근율(%)을 높이는데 좋을 것으로 판단되었다.

그리고 2019년 6월 14일 3시에 흰진달래 삽수의 윗부분 잎 1/3(잎3~4장)을 남긴 삽수와

1/6(잎6~8장)을 남긴 삽수에 발근촉진제(루톤)를 처리하여 삽목한 결과, 발근율(%)은 잎 1/6(잎3~4장)을 남긴 삽수에서 60%, 잎 1/3(잎6~8장)을 남긴 삽수에서 90%로 잎을 6~8장을 붙여 삽수를 조제하여 삽목 한 것이 발근율(%)이 30%높았다. 또한 뿌리의 생장상태도 <그림 29-2> <표 10>에서 보듯이, 6~8개의 잎을 남긴 삽수가 3~4개의 잎을 남긴 삽수보다 0.5cm이상 자란 뿌리의 수가 2.5~3.3배 많았고, 삽수 개체 당 뿌리의 평균 길이는 1.85cm, 가장 긴 뿌리의 평균 길이도 3.23cm가 길었으며, 뿌리를 물속에 넣어 자연스럽게 펼쳤을 때 잎 1/3(6~8장)을 남긴 삽수에서 뿌리의 평균 폭이 4.6cm 넓어 뿌리 생장상태가 좋은 것을 확인할 수 있었다.



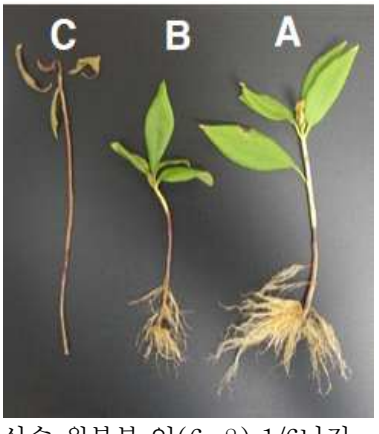
그림 29. 흰진달래 삽목(2019년 6.14일)

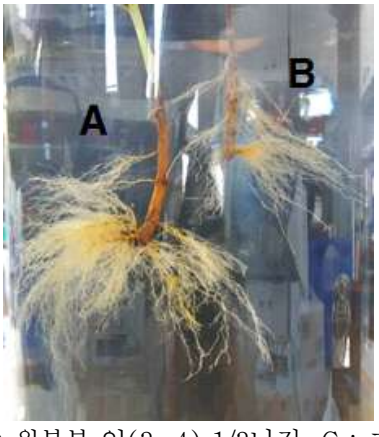


그림 29-1. 흰진달래 발근조사(2019년 10.2일)









A : 삽수 윗부분 잎(6~8) 1/6남김 B : 삽수 윗부분 잎(3~4) 1/3남김 C : 고사

그림 29-2. 흰진달래 삽목 발근(2019년 10.2일)

표 6. 2013년 3월(숙지삽), 6월(녹지삽), 8월(반녹지삽)에 진달래, 2019년 6월(녹지삽)에 흰진달래 가지를 채취하고 마사토, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에 삽목한 삽수(揷樹)의 발근율(%)

구 분	진달래(2013년)·흰진달래(2019년) 발근율(%)						
	숙지삽(3월)		녹지삽(6월)			반녹지삽(8월)	
	무처리	루톤	무처리	루톤	루톤('19)	무처리	루톤
마 사 토	0.00	0.00	26.67	20.00	–	0.00	6.67
피트모스+펄라이트	6.67	20.00	90.00	96.67	90.00	36.67	46.67

표 7. 2013년 마사토삽목상과 피트머스삽목상을 만들고 금송(3.11일), 백송(3.11일), 진달래(3.12일) 삽수에 발근촉진제(루톤) 처리하여 삽목한(숙지삽) 삽수(揷樹)의 발근율(%)

수 종	삽목일	처리별		삽목수(본)	발근상태(본)			발근율(%)
					발근	캘러스형성	고사	
금 송	3.11	무처리	마사토	30	7	20	3	23.33
			피트모스+펄라이트	30	30	0	0	100.00
		루톤처리	마사토	30	5	16	9	16.67
			피트모스+펄라이트	30	30	0	0	100.00
백 송	3.11	무처리	마사토	30	0	22	8	0.00
			피트모스+펄라이트	30	2	17	11	6.67
		루톤처리	마사토	30	1	19	10	3.33
			피트모스+펄라이트	30	2	22	6	6.67
진달래	3.12	무처리	마사토	30	0	0	30	0.00
			피트모스+펄라이트	30	2	0	28	6.67
		루톤처리	마사토	30	0	0	30	0.00
			피트모스+펄라이트	30	6	0	24	20.00

표 8. 2013년 마사토삽목상과 피트머스삽목상을 만들고 금송(6.13일), 백송(6.13일), 진달래 (6.14일) 삽수에 발근촉진제(루톤) 처리하여 삽목한(녹지삽) 삽수(揷樹)의 발근율(%)

수 종	삽목일	처리별		삽목수 (본)	발근상태(본)			발근율 (%)
					발근	캘러스형성	고사	
금 송	6.13	무처리	마사토	30	0	3	27	0.00
			피트모스+펄라이트	30	3	8	19	10.00
		루톤처리	마사토	30	0	0	30	0.00
			피트모스+펄라이트	30	2	4	24	0.37
백 송	6.13	무처리	마사토	30	0	0	30	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	0	30	0.00
		루톤처리	마사토	30	0	0	30	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	0	30	0.00
진달래	6.14	무처리	마사토	30	8	5	17	26.67
			피트모스+펄라이트	30	27	3	0	90.00
		루톤처리	마사토	30	6	0	24	20.00
			피트모스+펄라이트	30	29	1	0	96.67

표 9. 2013년 마사토삽목상과 피트머스삽목상을 만들고 금송(8.9일), 백송(8.9일), 진달래 (8.13일) 삽수에 발근촉진제(루톤) 처리하고 삽목한(반녹지삽) 삽수(揷樹)의 발근율(%)

수 종	삽목일	처리별		삽목수 (본)	발근상태(본)			발근율 (%)
					발근	캘러스형성	고사	
금 송	8.9	무처리	마사토	30	0	30	0	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	30	0	0.00
		루톤처리	마사토	30	0	30	0	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	30	0	0.00
백 송	8.9	무처리	마사토	30	0	4	26	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	0	30	0.00
		루톤처리	마사토	30	0	3	27	0.00
			피트모스+펄라이트	30	0	0	30	0.00
진달래	8.13	무처리	마사토	30	0	30	0	0.00
			피트모스+펄라이트	30	11	19	0	36.67
		루톤처리	마사토	30	2	28	0	6.67
			피트모스+펄라이트	30	14	16	0	46.67

표 10. 2019년 피트모스+펄라이트(2:1비율) 삽목상을 조성하고 흰진달래(6.14일) 삽수에 발근촉진제(루톤)를 처리하여 삽수 윗부분 잎 6~8장, 3~4장을 남겨 삽목한(녹지삽) 삽수(揷樹)의 발근율(%) 및 뿌리생장 상태

수종	처리방법	처리수 (본)	뿌리				
			발근본수 (발근율)	길이0.5cm 이상(개)	가장 긴 뿌리 평균 길이(cm)	평균길이 (cm)	평균폭 (cm)
흰진달래	삽수 윗부분 잎 1/3 남김(6~8잎)	230	207 (90%)	30~50	6.12	4.21	9.40
	삽수 윗부분 잎 1/6 남김(3~4잎)	100	60 (60%)	12~15	2.89	2.36	4.80

표 11. 2019년 피트모스+펄라이트(2:1비율) 삽목상을 조성하고 흰진달래 삽수에 발근촉진제(루톤)를 처리하여 삽수 윗부분 잎 1~13장을 남겨 6월 14일에 삽목하고(녹지삽) 10월 2일에 조사한 삽수(揷樹)의 잎 수에 따른 부위별 생장상태

조사삽수 (개)	잎 수 (개/삽수당)	잎		삽수(揷樹)		겨울눈	
		길이cm	최장폭cm	길이cm	직경mm	길이mm	폭mm
3	1	2.73	1.03	3.88	0.10	0.20	0.15
2	2	1.80	0.65	2.00	0.10	0.60	0.30
17	3	3.82	1.50	5.67	0.26	0.34	0.16
28	4	3.93	1.59	8.20	0.18	0.22	0.17
31	5	4.40	1.62	7.60	0.18	0.24	0.18
31	6	4.33	1.46	7.74	0.19	0.30	0.18
20	7	4.39	1.59	8.63	0.17	0.23	0.18
12	8	3.95	1.54	8.37	0.24	0.26	0.19
9	9	4.06	1.77	7.93	0.20	0.33	0.20
8	10	3.81	1.34	7.48	0.21	0.45	0.28
1	11	2.94	1.04	4.70	0.20	0.70	0.40
1	13	3.79	1.27	6.20	0.30	0.50	0.30

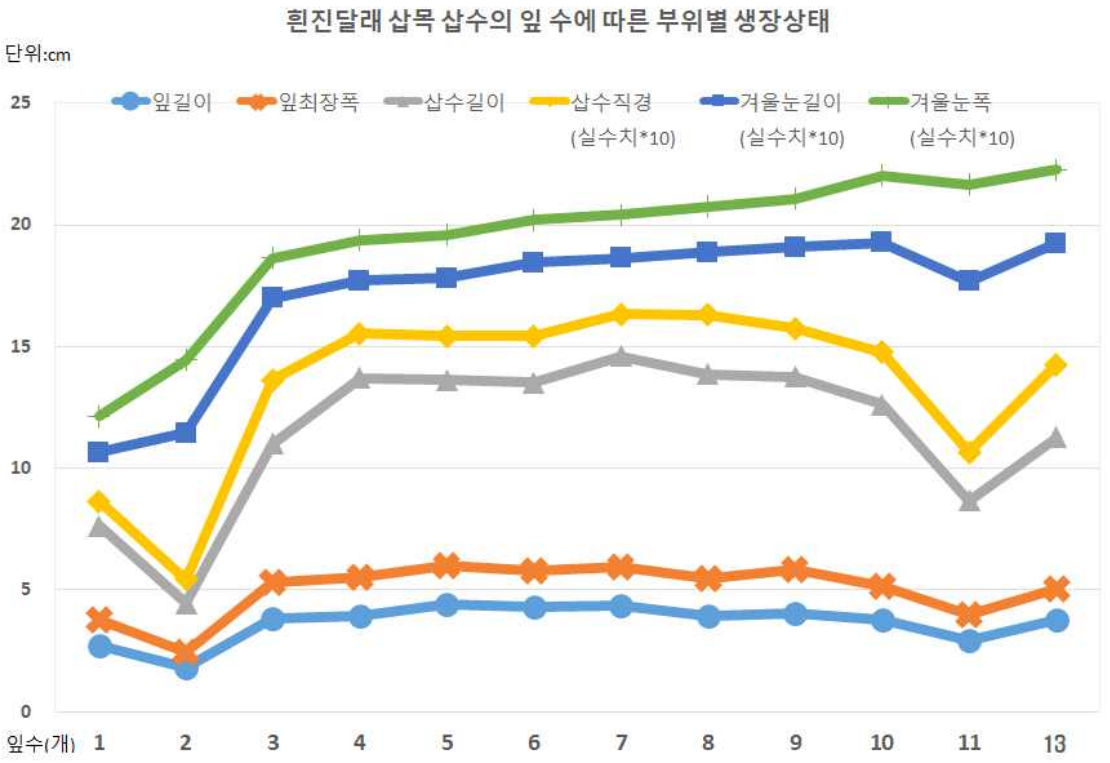


그림 30. 2019년 피트모스+펄라이트(2:1비율) 삽목상을 조성하고 흰진달래 삽수에 발근촉진제(루톤)를 처리하여 삽수 윗부분 잎 1~13장을 남겨 6월 14일에 삽목하고(녹지삽) 10월 2일에 조사한 삽수(揷樹)의 잎 수에 따른 부위별 생장상태

2019년 6월 14일에 흰진달래 녹지삽을 실시하고 10월 2일에 삽수(揷樹)의 잎 수에 따른 잎, 줄기, 겨울눈의 생장상태를 조사한 결과, <표 11> <그림 30>과 같다. 잎의 수가 1, 2, 11, 13개인 삽수는 1~3개의 범위로 조사결과의 유의성이 떨어져 분석에서 제외하였다. 잎의 길이는 잎의 개수가 5~7장일 때 4.33~4.40cm, 폭은 잎이 4~9장일 때 1.59~1.77cm로 잎 수가 많을수록 생장상태가 양호하였고, 삽수의 길이나 직경은 생장과의 상관관계는 적었다. 그리고 겨울눈의 경우 잎이 3~10개일 때 길이는 0.22~0.45cm 범위에서, 겨울눈의 폭은 0.16~0.28cm의 범위에서 잎이 많을수록 생장이 좋았다. 이러한 결과로 볼 때 흰진달래 녹지삽목(6.14일)은 삽수의 윗부분 1/3의 잎을 3~8개 남기고 삽목을 실시하는 것이 높은 발근율(90%)과 잎, 겨울눈의 생장상태가 좋아져 녹지삽의 성공률이 높을 것으로 판단되었다.

8) 슈퍼왕석류

관목 또는 소교목인 석류나무를 열매가 크다 하여 슈퍼왕석류로 분류하였으며 슈퍼왕석류 삽목시험 결과는 전년지를 이용한 숙지삽에서는 전혀 발근이 되지 않았고 녹지삽과 반녹지삽에서 60%이상 발근율을 보였으나 발근 후 뿌리가 부패하는 현상이 나타났다. 모수 또한 직경생장을 하지 못하고 맹아가 많이 발생하며 내한성이 약해 조경수로서 부적합한 수종으로 판단되었다.

라. 난대수종 적응시험

해안지역인 안면도와 내륙지역으로 공주, 도심지역인 천안에 난대수종의 월동가능 여부를 규명하기 위하여 2009년도 3월에 공주시(현재 세종시) 금강자연휴양림, 태안군 안면도수목원, 천안시 양묘장 등 3지역에 홍가시나무, 은목서, 금목서 아왜나무를 수종별 10본씩 3지역에 각각 40본을 식재하고 생육상황을 모니터링 한 결과, 금강자연휴양림과 천안양묘장에 식재한 4수종 모두 고사하였다. 천안지역에 식재한 나무는 식재 1년 만에 전 수종 모두 고사하였고, 내륙지역인 금강자연휴양림에 식재한 수종은 2012년도까지는 은목서만 잔존하였으나 2013년도에 모두 고사하였다. 그러나 안면수목원에 식재한 나무는 아왜나무와 금목서 일부는 생육상태가 다소 불량하였으나 은목서, 종가시나무의 생육은 양호한 것으로 조사되어 안면도 지역은 해양성 기후의 영향으로 난대수종에 대한 식재가 가능할 것으로 판단되었고, 공주시, 태안군, 천안시 지역에서는 아직은 불가능한 것으로 조사되었다<표 11>.

표 11. 2009년 3월 공주 금강자연휴양림, 태안 안면수목원, 천안 양묘장에 은목서, 금목서, 홍가시나무, 아왜나무를 식재하고 조사한 생육상황(현존율)

지역별	계(평 균)			은 목 서			금 목 서			홍가시나무			아왜나무		
	식재 본수	현존 본수	비율 (%)	식재 본수	현존 본수	비율 (%)	식재 본수	현존 본수	비율 (%)	식재 본수	현존 본수	비율 (%)	식재 본수	현존 본수	비율 (%)
공주시	40	0	0	10	0	0	10	–	0	10	–	0	10	–	0
태안군	40	32	80	10	9	90	10	8	80	10	8	80	10	7	70
천안시	40	0	0	10	–	0	10	–	0	10	–	0	10	–	0

5. 적 요

< 만병초 화분교배 증식 및 재배기술 >

○ 우리나라 4계절에 적응 가능하고 내한성이 강하면서 꽃이 화려한 만병초 개발을 위하여 R.degronianum과 R.fortunei 2품종에 진마리만병초, 루즈벨트만병초, 하이돈헌터 만병초의 화분을 채취하여 화분교배를 실시한 결과, 교배율은 8%였다. 화분교배가 성립된 2품종에 대하여 6월경에 삭과의 생육상태를 조사한 결과, 삭과는 좁고 긴 타원형으로 R.degronianum(중국 서식 종)의 삭과 길이는 0.8~1.0㎝였다. R.fortunei (히말라야 서식 종)의 삭과 길이는 3~3.5㎝ 범위로, R.fortunei의 삭과 길이가 3.5~3.8배 컸고, 교배가 되지 않은 비립 종자와는 8~9배정도 차이가 났으며, 결실된 종자는 10~11월중 삭과가 갈색이 되어 약간 벌어졌다.

○ 내한성이 강한 R.fortunei(히말라야 서식 종)의 암꽃과 꽃이 화려하나 내한성이 약한 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터의 교배종에서 11월 채취한 종자를 저온건조 저장하고, 다음해 2월 중순 ~ 2월 하순경 육묘상자에 수태를 10㎝두께로 깔고 충분히 관수한 상태에서 종자를 뿌린 후 습도를 유지시키고 약 70일 후에 종자발아율을 조사한 결과, 발아율이 80%였다. 발아직후 자엽은 크기 1~2㎜ 정도이며 자엽이 나온 후 약 20~30일이 지나 본 엽이 나왔다. 본 엽은 자엽처럼 매우 작으며 다음해 이른 봄이 되어도 본 엽은 4~6장정도 나오고 크기는 3~5㎜였다. 따라서 이 시기에 이식한 것은 생장이 불량하였다. 만병초 종자는 너무 작기 때문에 바람에 날리기 쉽고 조밀하게 뿌려질 우려가 있어 주의해야 하고, 만병초의 2차 생장을 유도하기 위해서는 봄 새순이 나와 굳은 후 이식하는 것이 가장 좋다.

○ 만병초 교배종(한지형 R.fortunei암꽃+난지형 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터 수꽃) 재배상토 배합비율을 규명을 위해 ①펄라이트:피트모스=1:1 ②고운마사토에 1-1묘목을 식재하여 생육상태를 비교한 결과, ①펄라이트+피트모스 상에 식재한 묘목의 엽장은 평균 6.30cm, 엽폭은 2.25cm, 묘의 크기는 5.36cm였다. ②고운마사토 상에 식재한 묘목의 엽장은 평균 2.18cm, 엽폭은 1.17cm, 묘의 크기는 1.91cm였다. 묘의 생장은 펄라이트+피트모스(1:1) 상이 마사토로 만든 상보다 엽장의 경우 2.9배, 엽폭은 1.9배, 묘의 크기는 2.8배 컸다. 따라서 만병초 교배종(한지형 R.fortunei암꽃+난지형 진마리만병초, 루즈벨트, 하이돈헌터 수꽃)의 육묘 재배상토는 펄라이트와 피트모스가 1:1이 좋았다.

○ 만병초의 노지월동 적응시험을 위해 중국만병초와 아스마만병초 5년생을 식재하고 생육상태를 조사한 결과, 햇빛에 직접 노출되지 않고 바람의 영향은 많이 받지 않으며 배수가 잘되고 토양 수분이 적정한 장소에 식재되어 있는 개체는 월동 후에도 잎이 정상적으로 자라고 생육상태가 매우 양호하였다. 그러나 식재지 주변 환경이 척박하고 햇빛에 노출되어 있으며 겨울철 바람의 영향을 많이 받는 곳에 식재된 개체는 생육이 부진하고 쇠약하였다. 토양은 물 빠짐과 보수성이 좋은 산성토양에서 잘 자라며, 여름철 이른 아침 햇빛은 괜찮으나 오후 서쪽 햇빛은 피할 수 있는 장소와 식재지가 반음지 상태에서 공기 중 수분이 있는 곳은 생육이 왕성하고, 반그늘은 형성되나 건조하고 척박한 환경에서는 생육이 저조하였다. 월동피해 고사율은 15%였다.

< 조경소재 발굴 및 증식기술 >

○ 나르시시플로라 증식을 위해 6월 초순경 새순이 경화되기 시작할 때 삽수를 채취한 후 피트모스 상토에, 삽목 상의 온도는 24~28℃, 습도는 80%이상 유지시켜주고 60일 후 발근율을 조사한 결과, 60%의 발근율을 보였다.

○ 청벚나무 증식을 위해 접수채취는 2월 중순에 채취하여 온도 1~5℃로 접수의 1/3이 젖은 수태를 넣어 수분이 마르지 않도록 비닐로 포장하여 저장하고, 3월 중순경 절접을 실시하고 습도유지를 위하여 비닐터널을 한 결과, 20%의 활착률을 보였다. 비닐터널을 하지 않고 접목한 결과, 활착률은 46%로 비닐터널을 설치한 방법보다 활착률이 26% 높게 나타났다. 따라서 청벚나무는 접목 후 비닐터널을 추가로 설치하지 않고 접목을 실시하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

< 관목류의 수고생장 유도시험 >

○ 낙엽활엽관목인 풀또기와 세계적인 희귀수종으로 알려진 가침박달의 수고생장을 유도하기 위하여 주지만 남기고 모두 제거한 후 PVC파이프를 씌우고 2개월 후인 6월에 생장조사를 한 결과, 가침박달은 160㎝, 풀또기는 100㎝로 수고생장은 양호하였으나 PVC파이프 내부 온도상승으로 대부분이 고사하였다. 또한 수고생장한 가지가 연약하여 무게를 이기지 못하고 아래로 쳐지는 현상이 나타나 조경수의 가치를 상실하게 되어 파이프 처리에 의한 수고생장 유도방법은 실용성이 없는 것으로 판단되었다.

○ 가침박달의 맹아 및 가지제거를 실시한 공시목의 연간 생장량은 79.4㎝로 무처리구

69.2㎝ 대비 10.2㎝ 정도 양호한 생장을 보였으나 풀또기에서는 맹아와 가지를 제거한 처리구의 생장량이 82.6㎝로 조사되었고, 무처리구의 수고생장량이 87.2㎝로 나타나 오히려 무처리구의 생장량이 4.6㎝ 양호한 것으로 나타났다. 가침박달은 가치치기를 해주는 것이 유리하고 풀또기는 방치한 후 생장이 완료된 후에 가지치기를 해주는 것이 좋았다.

< 무성증식기술 개발 >

○ 단풍철쭉 : 가을에 익은 종자를 채취하여 기건 저장하였다가 이듬해 2월 중순~3월 초순사이에 수태를 10㎝ 두께로 깔고 그 위에 파종하면 80%이상 발아하였다. 삽목 증식은 전년 또는 당년 생장한 가지를 이용하는데 전정가위를 사용하지 않고 기부에서 손으로 채취하여야 하며 삽수길이 3~6㎝로 조제하여 삽수를 지면에 꽂는 깊이는 2㎝정도로 수직으로 세워 꽂고, 삽목 상의 온도는 22~26℃, 습도는 80%이상 유지시켜주는 주었다. 삽목 결과는 숙지삽(3월) 13%, 녹지삽(5월) 96%, 반녹지삽(7월) 100%로 조사되어 단풍철쭉의 삽목은 당년도 자란 새순이 경화되기 시작하는 7월경 채취하여 삽목 하는 것이 가장 좋고, 발근에 소요되는 기간은 약 40일 정도로 나타났으며, 삽목 상의 재료는 피트모스나 마사토에서 큰 유의성을 보이지 않았다.

○ 가막살나무 : 삽목 상토는 마사토+적옥토를 각각 1:1로 Peatmoss는 타 재료를 혼합하지 않고 100% Peatmoss만을 사용 하였으며, 가막살나무의 삽수는 6~8㎝ 길이로 조제, 눈은 최소 2~3개 정도 붙은 것을 공시재료로 이용, 삽목 상의 온습도 조절은 단풍철쭉과 동일하게 처리하고 시기별 발근율 조사결과, 숙지삽(3월) 57%, 녹지삽(5월) 100%, 반녹지삽(7월) 100%로 조사되었다. 발근에 소요되는 기간은 약 35일 정도로 나타났다. 삽목상의 재료는 피트모스나 마사토에서 큰 유의성을 보이지 않았다.

○ 수양단풍나무 : 수양단풍나무의 종자는 홍색단풍에서 결실이 많이 되며 청색수양단풍나무는 결실이 되어도 비립이 많은 편이다. 가을에 채취한 종자를 직파하면 발아되는데 발아율은 12%정도 저조한 것으로 조사되었다. 삽수채취는 새순이 15~20㎝ 자랐을 때가 적당하며 전정가위를 사용하여 삽수를 채취하면 발근율이 저조하였다. 손을 이용하여 채취하되 전년지와 새순이 갈라지는 기부에서 전년지의 껍질이 약간 붙어있다는 느낌으로 순을 딴 후에 접목 도(刀)를 이용하여 절단면을 매끈하게 정리하고 삽목 전 잎은 1/3만 남기고 제거하였다. 삽목 상의 온도나 습도조절은 상기 수종과 동일하게 실시하였다.

삽목 방법은 전년지를 이용한 숙지삽의 발근율의 경우 17%로 저조하였고, 발근에 소요되는 기간도 길어졌다. 5월 새순을 이용하여 녹지삽을 실시한 결과, 32%정도의 발근율을 보였으며, 7월의 반녹지삽은 평균 90%로 높은 발근율을 보였다. 발근소요 일수는 61~65일이 소요되어 다른 수종 대비 발근 소요일수가 2배 이상 오래 걸리는 수종으로 조사되었다. 처리별로는 유의성을 보이지 않아 발근 촉진제(루톤)나 경단처리를 할 필요성이 없는 것으로 판단되었으며, 삽목 상 재료는 마사토 대비 피트모스가 약 5~7% 정도 발근율이 높게 나타났다.

○ 안개나무 : 숙지삽(3월삽목)의 발근율은 5% 미만으로 저조하였고, 녹지삽(5월)에서는 상토를 마사토를 이용하였을 때는 6%만이 발근되었으나 상토를 피트모스를 이용한 곳에서는 84%로 높은 발근율을 보였다. 그러나 발근된 삽목묘를 뿌리 내린 그대로 방치하게 되면 뿌리가 썩어버리는 현상이 발생하여 발근이후 묘목의 관리가 매우 중요하며 뿌리가 썩지 않게 하기 위해서는 일반 사양토로 이식해 주어야 할 것으로 판단되었다.

○ 고추나무 : 고추나무의 삽목 발근율은 숙지삽(전년지 사용 3월 삽목)에서 70%이상 발근이 되었다. 삽목 상토는 마사토 보다는 피트모스에서 약 5%정도 발근이 잘 되었다. 새순을 이용한 녹지삽과 새순이 경화된 후에 삽목하는 반녹지삽은 발근율이 95% 이상으로 나타나 대량생산이 용이한 수종으로 분류되었다.

* 고추나무는 전국의 표고 100~500m사이의 계곡 및 산록에서 자라는 낙엽활엽관목으로 높이 3~5m에 달하며 지리적으로는 중국과 일본에 분포한다. 종자번식은 채취하여 말리지 말고 노천매장 하였다가 이듬해 봄에 파종하면 90%이상 발아 한다. 주의할 점은 종자를 말리게 되면 전혀 발아하지 않는다는 점이다.

○ 히어리 : 삽수길이를 8~14㎝로 조제하여 5월의 녹지삽과 7월 반녹지삽을 실시하면 상토재료에 관계없이 100% 발근을 하는 수종이나 숙지삽목에서는 50% 정도로 저조하였다. 삽목에서 발근까지 소요되는 기간은 약 40일정도 소요되었다. 멸종위기식물로 지정되어 있어 번식이 어려울 것으로 예상되었으나 시험결과는 실생 및 무성번식이 용이한 수종으로 분류되었다.

* 우리나라 특산이며 낙엽활엽관목으로 높이 5m까지 자란다. 환경부 지정 멸종위기 Ⅱ급으로 분류되고, 이른 봄 3월 8~12개의 작은 꽃이 주렁주렁 늘어져 나무전체를 노랗게

뒤덮고 9월에 익은 종자를 채취하여 노천매장 하였다가 이듬해 봄에 파종하면 78% 이상의 발아율을 보인다.

○ 금송 : 금송은 숙지삽목으로 3월 초~중순경 피트모스를 상토재료로 삽목 했을 때 무처리와 루톤처리 모두 100% 발근되는 것으로 조사되었다. 마사토와 사양토에서는 50%이하의 발근율을 보였고, 녹지삽목에서는 피트모스+펄라이트를 상토로 삽목을 했을 때 무처리구에서 66%의 발근율을 보였다.

○ 백송 : 발근촉진제를 바르고 숙지삽목으로 처리했을 때 마사토에서 3% 피트모스에서 7%로 발근율은 저조하게 나타났으나 일단 삽목증식이 가능한 수종으로 구분되어 삽목 시기를 조절하고 삽목 상의 환경조건만 조절해 준다면 발근율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

○ 진달래 : 진달래 발근율(%)은 숙지삽(3월)이 마사토에서 무처리대조구와 발근촉진제(루톤) 처리구에서 0%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구 6.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구에서 20.20%였다. 녹지삽(6월)에서는 마사토에서 무처리대조구 26.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구 20.00%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구 90.00%, 발근촉진제(루톤) 처리구 96.67%였다. 반녹지삽(8월)은 발근율(%)이 마사토에서 무처리대조구는 0%, 발근촉진제(루톤) 처리구는 6.67%, 피트모스+펄라이트(2:1비율)에서 무처리대조구는 36.67%, 발근촉진제(루톤) 처리구는 46.67%로 발근율(%)이 낮았다.

○ 흰진달래 : 삽목 상 피트모스+펄라이트의 비율 2:1로 시험한 흰진달래 녹지삽(6월)의 발근율은 90.00%였다. 이러한 결과로 볼 때 흰진달래, 진달래 삽목 상의 토양은 피트모스+펄라이트의 비율을 2:1로, 삽목방법은 녹지삽(6월)으로 하는 것이 발근율(%)을 높이는데 좋을 것으로 판단되었다. 흰진달래 삽수 조제방법에 있어서는 흰진달래 삽수의 윗부분 잎 1/3(잎3~4장)을 남긴 삽수와 1/6(잎6~8장)을 남긴 삽수에 발근촉진제(루톤)를 처리하여 삽목한 결과, 발근율(%)은 잎 1/6(잎3~4장)을 남긴 삽수에서 60%, 잎 1/3(잎6~8장)을 남긴 삽수에서 90%로 잎을 6~8장을 붙여 삽수를 조제하여 삽목 한 것이 발근율(%)이 30% 높았다. 또한 뿌리의 생장상태도 6~8개의 잎을 남긴 삽수가 3~4개의 잎을 남긴 삽수보다 0.5cm이상 자란 뿌리의 수가 2.5~3.3배 많았고, 삽수 개체당 뿌리의 평균 길이는 1.85cm, 가장 긴 뿌리의 평균 길이도 3.23cm가 길었으며, 뿌리를 물속에 넣어 자연스럽게 펼쳤을 때 잎 1/3(6~8장)을 남긴 삽수에서 뿌리의 평균 폭이 4.6cm 넓어 뿌리 생장상태가 좋은 것을 확인할 수 있었다. 흰진달래 녹지

삽수(揷樹)의 잎 수에 따른 잎, 줄기, 겨울눈의 생장상태를 조사한 결과, 잎의 길이는 잎의 개수가 5~7장일 때 4.33~4.40cm, 폭은 잎이 4~9장일 때 1.59~1.77cm로 잎의 수가 많을수록 생장상태가 양호하였고, 삽수의 길이나 직경은 생장과의 상관관계는 적었다. 그리고 겨울눈의 경우 잎이 3~10개일 때 길이는 0.22~0.45cm 범위에서, 겨울눈의 폭은 0.16~0.28cm의 범위에서 잎이 많을수록 생장이 좋았다. 이러한 결과로 볼 때 흰진달래 녹지삽목(6.14일)은 삽수의 윗부분 1/3의 잎을 3~8개 남기고 삽목을 실시하는 것이 높은 발근율(90%)과 잎, 겨울눈의 생장상태가 좋아져 녹지삽목의 성공률이 높을 것으로 판단되었다.

○ 슈퍼왕석류 : 전년지를 이용한 숙지삽목에서는 전혀 발근이 되지 않았고 녹지삽과 반녹지삽에서 60%이상 발근율을 보였으나 발근 후 뿌리가 부패하는 현상이 나타났다. 모수 또한 직경생장을 하지 못하고 맹아가 많이 발생하며 내한성이 약해 조경수로서 부적합한 수종으로 판단되었다.

< 난대수종 적응시험 >

○ 중부지역에서 난대수종의 월동가능 여부를 규명하기 위하여 공주(현재 세종시) 금강자연휴양림, 안면도수목원(태안군), 천안시양묘장(천안시)에 홍가시나무, 은목서, 금목서 아왜나무를 식재하고 조사한 결과, 금강자연휴양림과 천안양묘장에 식재한 4수종 모두 고사하여 중부 내륙지역에서는 생육이 불가능한 것으로 조사되었다. 반면 안면수목원에 식재한 나무는 아왜나무와 금목서 일부는 생육상태가 다소 불량하였으나 은목서, 종가시나무의 생육은 양호한 것으로 조사되어 안면도 지역은 해양성 기후의 영향으로 은목서, 종가시나무의 생육은 가능할 것으로 판단되었다.

6. 참고문헌

가. 이경준, 손성인, 이돈구. 1979. 임목육종학.

나. 김기철, 이갑연, 이성규, 김종한, 이정주. 2001. 노각나무 천연집단의 특성 및 맹아지 삽목증식.

다. 한상돈, 홍성호, 민영택. 김영모, 김홍은. 1994. 물푸레나무속 수형목의 수심에 의한 지조맹아 발생력과 이를 이용한 녹지삽목.

라. 탁우식, 김태수, 강규석, 최충호. 2004. 우리나라 주요 조림 6수종의 발아율 및 수분 함량 분석.

마. 이성열, 조수현, 노준현, 윤종탁, 유창연, 이진하, 김종대. 2003. 마가목 종자의 발아율 향상 및 육묘기술.

바. 이성호, 임정대, 김명조, 허권, 유창연. 2003. 가시오갈피 개갑종자의 저온 처리에 의한 발아 묘목의 생육특성.

사. 권오준, 심경구, 하유미. 1997. 한국자생 때죽나무의 조경수 이용을 위한 번식방법에 관한 연구.

아. 김봉찬, 새로운 식물을 찾아서, 만병초류 재배사례. pp 16~19.

기후변화 취약 산림식물종 보전·적응 연구

(공동 '14 ~ 6년차)

【김남희, 김영재, 전순천, 김연태】

1. 목 적

기후변화에 따라 수목원내에 식재된 식물과 산림내 분포하는 기후변화 취약 산림식물의 변화와 식생에 영향을 미치는 요인을 파악하고 보전대책 수립

2. 배 경

최근 기후변화 가속화에 따라 자생식물의 서식지 이동추세가 심화되고 있는 상황으로, 평균기온이 1℃ 상승하면 잎이 트는 시기가 약 7일 정도 빨라지고 연평균기온이 2℃가 상승하면 온대지역의 대표 수종인 신갈나무는 지리산, 덕유산, 태백산맥 일부만 분포하고, 주목 등 아한대식물은 거의 멸종할 것으로 예상하였다(한국과학기술원 환경연구센터).

이러한 산림생태계 변화는 우리나라에 서식하는 토종식물의 멸종과 새로운 식물의 이입으로 산림생태계에 커다란 혼란을 가져올 수 있는 매우 중대한 사안이 될 수 있다. 따라서 식물의 생태에 큰 영향을 미칠 수 있는 미기상에 따른 생리적 변화를 장기적으로 모니터링하여 식물의 분포, 이동, 쇠퇴 등 미세변화 정보를 파악하여 앞으로 변화될 식생을 예측하고자 본 연구를 수행하게 되었다.

3. 조사지 개황

가. 금강수목원

금강수목원의 지리적 위치는 동경 127˚2′ 북위 36˚45′에 위치하고, 대전 기점에서 국도 32번을 따라 공주 방향 29㎞지점에 위치하며 유성 나들목에서 14㎞, 공주기점에서 대전방향으로 10㎞지점에 위치하고 있다. 주봉인 매봉재에서 북쪽으로 향한 부능선은 산림환경연구소의 부지를 좌우로 나누면서 크고 작은 물줄기를 이루고 있는데, 좌측에

형성된 계곡은 길이가 약 1,030m로 깊고 다양하게 형성되어 있으며, 우측으로는 실개천 형태의 계곡으로 길이가 약 660m 정도에 불과하며 규모가 작아 수직적 공간보다는 수평으로 전개되어 있다. 부지의 경사는 전체적인 경사도가 0°~20°이며, 지형변화를 최소화하여 조성되었고 비교적 15°이하 완경사지에는 본관, 산림박물관, 열대온실, 주차장 등이 배치되어 있다. 비교적 급경사지에는 수목원 등을 배치하였으며, 전반적인 시설이 북향으로 위치해 있어 일조량 확보가 불량한 실정이다. 기후 및 기상은 계절풍의 영향을 받는 중부내륙성 기후이고 공주지역 월별 자동 기상 관측 자료에 의한 기온은 연평균 12.0℃, 최고평균기온은 18.7℃, 최저 평균기온은 6.4℃이며, 월별로 보면 1월의 평균 기온은 −2.3℃로 가장 낮고 8월이 25.1℃로 가장 높다. 강수량은 연간 1,409.8㎜로서 7~9월에 전체 강수량의 약 57.5%가 집중되고 있으며, 증발량이 많아 여름에는 고온 다습하며 강설은 11월부터 3월까지 계속된다. 풍향은 남서풍이 주풍향이고, 평균풍속은 1.6m/sec이며 최대풍속은 14.3m/sec이다. 국지적인 기후현상으로 주간에는 금강에서 불어오는 강바람이, 야간에는 계곡에서 바람이 형성되며, 강변에 위치하고 있는 관계로 11월부터 5월까지 안개 끼는 날이 많다.

나. 가야산

가야산은 행정구역상으로 충청남도 예산군과 서산시에 걸쳐있고, 최고봉인 가야봉(677.6m)은 금북정맥이 지나고 있다. 가야산은 충청남도 서부지역에서 가장 높은 산이며, 해양성 기후와 대륙성 기후가 교차되어 한국식물의 분포구계가 남부와 중부로 갈라지는 경계지역으로 식물분포학적으로 의미가 있다. 경위도 좌표는 동경 126° 36′ ~ 북위 36° 42′ 주변에 걸쳐있으며 가야산의 주봉인 가야봉을 중심으로 원효봉(677m), 옥양봉(621.4m), 일락산(521m)이 있으며, 면적은 20,099㎢이다. 산림식생은 소나무군락군, 층층나무군락군, 인공림유형으로 구분되어 있다. 가야산과 봉수산의 행정구역인 충청남도의 연평균기온은 지속적으로 상승(0.6~0.7℃)하였으며, 강수량이 크게 많아졌고, 일조시간은 크게 감소되었다. 가야산의 현존식생은 상관우점종으로 분류한 결과, 천연림은 신갈나무군락과 소나무군락, 소사나무군락, 떡갈나무군락, 굴참나무군락이 전체적으로 우점하고 있었다. 인공 식재림으로는 잣나무림과 리기다소나무림이 나타났고, 능선부에서 억새군락이 출현하고 있었으며, 계곡부에는 헛개나무군락과 층층나무군락, 합다리나무군락이 우점하고 있는 것으로 나타났다. 기후는 해안에서 그리 멀지 않으나 바다의 영향은 비교적 적어 기온 교차가 심하다. 한반도의 기후형인 여름철의 남동풍과 겨울철의 북서풍이 탁월한 온대계절풍 지대이며,

여름이 몹시 덥고 겨울이 추운 대륙성기후가 나타난다. 강수량의 반 이상이 여름에 내리는 하계 다우형 기후이며, 연평균기온은 11.8℃, 1월 평균기온 −4℃, 8월 평균기온은 26.3℃이다. 연평균 강수량은 1,133mm이다.

4. 조사 내용 및 방법

가. 조사대상종 선정

조사대상 식물 선정은 자생지 외 지역인 금강수목원과 자생지인 가야산에 자생하고 있는 식물 중 기후변화취약종으로 산림식물종 보전·적응사업 조사메뉴얼(산림청·국립수목원 2015)에 기초하여 침엽수 4종, 활엽수 17종, 초본류 9종 총 30종을 선정하였다. 수목원 외 지역의 종 선정은 장기 모니터링을 위해 개발 등 인위적인 간섭 가능성이 적은 지역에서 생육하고 있는 종을 지표종으로 선정 하였다.

나. 조사 내용 및 수행 항목

1) 계절성 모니터링

식물계절성 조사는 2019년 3월부터 11월까지 수행하였으며, 충남에서는 2014년도에 처음 조사대상목을 선정하고 조사를 시작하여 금년도는 6년차가 된다. 조사방법은 생육초기와 개화기, 단풍 및 낙엽시기에는 매주 1회 조사하는 것을 원칙으로 하고, 하절기인 6~8월은 격주로 조사하였다. 지표 식물종의 조사방법은 교목 및 관목(침엽수, 낙엽활엽수, 상록활엽수)과 초본류(1년생, 다년생)로 구분하여 잎눈, 개엽, 단풍, 낙엽, 꽃눈, 꽃, 열매 등의 주기적 계절 생태변화를 조사야장에 기록하였으며, 관찰부위에 대한 사진촬영을 병행하였다.

2) 기상자료 수집

기상변화 추이는 일별, 월별, 연중 변화와 연차별 변화 추이를 분석하여 기후 환경 변화가 식물에 미치는 영향을 사전에 예측함으로써 미래 지구환경 변화에 대응하는 수단과 방법을 찾아 지속가능한 생태계 보존의 기초 자료로 활용하고자 분석하는 것으로, 기상측정은 기후변화에 취약한 조사 대상식물이 분포하는 장소인 자생지 1개소와 수목원 2개소 등 총 3개소에 간이 Hobo(온·습도(U23-001) 2개 항목)만을 설치하고 1월부터 11월까지 30분

간격으로 자동 측정된 데이터는 1개월 단위로 수집하여 계절별·산지별 기후변화 패턴을 분석하였고, 주기상장비(온·습도, 일사량, 강우량, 풍향·풍속(HOBO U30 Weaherstation))는 2015년도 8월부터 1개월 단위로 수집 분석 하였다.

5. 조사결과

가. 계절성 모니터링

1) 금강수목원 전시원

가) 조사대상종

2019년도 금강수목원 내 기후변화 취약식물 조사 대상종은 침엽수 3종, 활엽수 9종, 초본류 8종을 포함하여 총 20종이다. 한 종당 3개체씩 선정하였고, 암수딴그루일 경우 암 2개체, 수 2개체 선정하여 4개체를 관찰하였다.

표 1. 금강수목원 조사 대상종

번호	조사대상종	대상지	기 타	번호	조사대상종	대상지	기 타
1	개나리	전시원	암/수	11	돌단풍	종보존원	
2	마가목	전시원		12	산철쭉	종보존원	
3	백목련	전시원		13	아까시나무	전시원	
4	산수유	전시원		14	구절초	전시원	
5	소나무	전시원		15	산국	종보존원	
6	수수꽃다리	전시원		16	가지복수초	종보존원	
7	왕벚나무	전시원		17	꽃창포	전시원	
8	은행나무	전시원	암/수	18	산오이풀	종보존원	
9	주목	전시원	암/수	19	피나물	종보존원	
10	깽깽이풀	종보존원		20	함박꽃나무	종보존원	

표 2. 금강수목원 조사 대상종 목록 및 현황

고유번호	국 명	학 명	조사기간
1	주목_암(♀)	*Taxus cuspidata* Siebold & Zucc.	2014-현재
2	주목_수(♂)	*Taxus cuspidata* Siebold & Zucc.	2015-현재
3	은행나무	*Ginkgo biloba* L.	2014-현재
4	마가목	*Sorbus commixta* Hedl.	2014-현재
5	피나물	*Hylomecon vernalis* Maxim.	2014-현재
6	돌단풍	*Mukdenia rossii* (Oliv.) Koidz.	2014-현재
7	소나무	*Pinus densiflora* Siebold &Zucc.	2014-현재
8	산수유	*Cornus officinalis* Siebold & Zucc.	2014-현재
9	수수꽃다리	*Syringa oblata* var. *dilatata* (Nakai) Rehder	2014-현재
10	백목련	*Magnolia denudata* Desr.	2014-현재
11	왕벚나무	*Prunus yedoensis* Matsum.	2014-현재
12	복수초	*Adonis amurensis* Regel & Radde	2014-현재
13	산국	*Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam.	2014-현재
14	깽깽이풀	*Jeffersonia dubia* (Maxim.) Benth. &Hook.f. ex Baker &S.Moore	2014-현재
15	노랑꽃창포	*Iris pseudacorus L.*	2015-현재
16	개나리	*Forsythia koreana (Rehder) Nakai.*	2014-현재
17	함박꽃나무	*Magnolia sieboldii K.Koch.*	2015-현재
18	산철쭉	*Rhododendronyedoensevar.poukhanense (Lev.) Nakai*	2019
19	아까시나무	*Robiniapseudoacacia*	2019
20	구절초	*Dendranthemazawadskiivar.latilobum*	2019
21	산오이풀	*Sanguisorbahakusanensis*	2019
변동사항	종수삭제 : 구상나무, 호랑가시나무, 전나무, 분비나무, 눈향나무, 산겨릅나무, 복자기, 매자나무, 둥근잎꿩의비름, 무궁화, 노랑무늬붓꽃, 산마늘, 애기앉은부채, 눈개승마, 구골나무, 가시나무, 꽝꽝나무, 미선나무, 굴거리나무, 노각나무, 히어리, 미치광이풀, 개족도리풀, 한라개승마, 잣나무, 비자나무, 개비자나무, 자귀나무, 동백나무, 모감주나무, 원추리, 매발톱나무, 측백나무, 단풍나무, 진달래 종명변경 : 꽃창포→노랑꽃창포(2015), 복수초→가지복수초(2019) 종수추가 : 주목_수(2015), 비자나무-수(2015), 함박꽃나무(2015) 산철쭉(2019), 아까시나무(2019), 구절초(2019), 산오이풀(2019)		

나) 식물종별 계절성 변화

(1) 금강수목원 침엽수의 계절성 변화

2019년 침엽수 조사 종들의 잎눈 파열시기는 전년(2018년) 대비 주목이 1~2일 빨라졌고 이들을 제외한 소나무, 은행나무는 대체로 1~4일 늦어졌다. 그러나 개엽시기는 모든 수종에서 3~20일 느려졌다.

조사대상종 침엽수종 중에 가장 늦게 개엽 된 수종은 예년과 마찬가지로 소나무였으며 6월 3일로 조사되었다. 가장 빨리 개엽이 시작된 수종은 은행나무로 4월 22일 개엽이 시작되었다.

침엽수 중에 단풍이 들고 낙엽이 지는 수종은 은행나무가 유일하였으며, 90%이상 단풍 든 시기는 2018년도 보다 12일 늦은 11월 4일로 조사되었다.(표 3)

2019년도 침엽수의 꽃가루 날리는 시기는 전년대비 주목이 1일 빨라졌으며, 종료 시기 역시 주목이 6일 빨라진 것으로 조사되었고, 소나무는 전년대비 꽃가루 날리는 시기가 7일 늦어졌으며, 종료 시기는 4일 느려졌다.(표 4)

열매 생성시기는 모든 수종에서 느려졌으며, 주목이 4월 29일로 예년보다 5일 늦게 생성되었으나 다른 수종에 비해 가장 먼저 생성되었다. 소나무와 은행나무는 5월 13일로 가장 늦게 생성되었다. 침엽수의 열매가 50%이상 성숙되는 시기는 은행나무와 주목은 각각 비슷한 시기인 9월 27일, 9월 30일이었고, 소나무가 11월 4일로 가장 늦게 성숙이 완료된 것으로 조사되었다.(표 5)

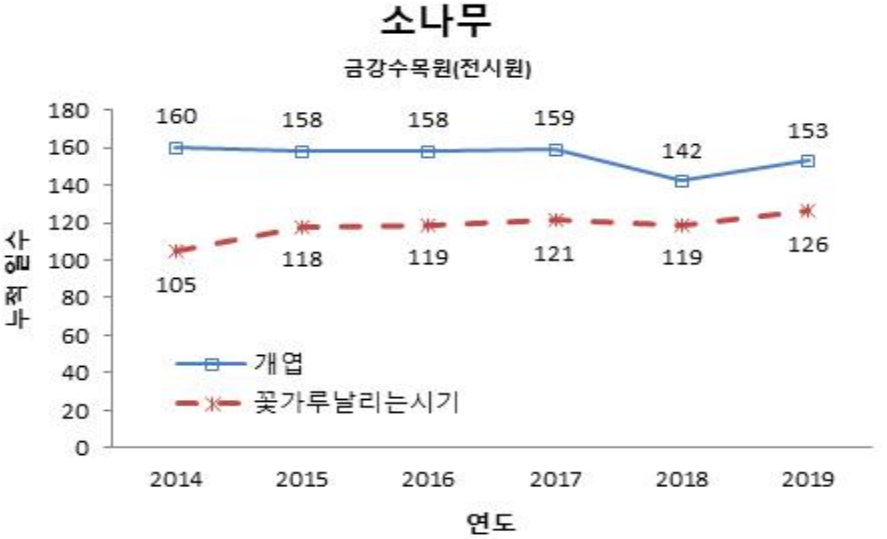


그림 1. 금강수목원 전시원 내 소나무의 개엽, 개화시작일

표 3. 금강수목원 전시원내 침엽수 영양기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	잎눈파열시기						개 엽						단풍 90% 이상					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
주목-암	4/16	4/9	4/18	4/7	4/17	4/15	4/24	5/7	5/9	5/2	5/4	5/7	-	-	-	-	-	-
주목-수	-	-	-	-	4/17	4/18	-	-	-	-	4/30	5/20	-	-	-	-	-	-
소나무	4/30	5/7	5/9	5/2	5/9	5/13	6/10	6/8	6/7	6/9	5/23	6/3	-	-	-	-	-	-
은행나무_암	-	4/15	4/11	4/7	4/2	4/3	4/16	4/22	4/18	4/19	4/17	4/22	10/22	11/2	10/31	10/23	10/23	10/28
은행나무_수	-	-	-	-	-	4/5	-	-	-	-	-	4/22	-	-	-	-	-	11/4

표 4. 금강수목원 전시원내 침엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃가루 날리는 시기						꽃가루 날리는 시기(>50%)						꽃가루 날리지 않는 시기					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
주목-암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주목-수	-	3/19	-	4/7	3/30	3/29	3/27	-	-	4/7	4/2	4/1	-	4/3	-	4/12	4/9	4/3
소나무	4/16	4/29	4/29	5/2	4/30	5/7	4/24	5/7	5/6	-	4/30	5/10	5/10	5/12	5/9	5/11	5/9	5/13
은행나무_수	-	-	-	-	-	4/29	-	-	-	-	-	4/29	-	-	-	-	-	5/7

표 5. 금강수목원 전시원내 침엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
주목_암	4/24	5/19	4/29	5/2	4/24	4/29	10/08	9/30	9/19	9/19	10/4	9/30
소나무	6/10	6/8	4/29	5/2	5/9	4/29	11/11	11/2	11/7	10/23	11/2	11/4
은행나무_암	5/14	5/26	5/9	5/19	5/9	5/13	9/11	9/7	9/19	9/19	9/28	9/27

표 6. 금강수목원 전시원내 침엽수 병해충 발생

식물명	2016			2017			2018			2019		
	발병부위	발병시작시기	병해충명	발병부위	발병시작시기	병해충명	발병부위	발병시작시기	병해충명	발병부위	발병시작시기	병해충명
주목	줄기	6/13	갈색날개매미충	-	-	-	줄기	2/14	갈색날개매미충	-	-	-
소나무	잎	6/20	솔잎혹파리, 소나무왕진딧물	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) 금강수목원 활엽수의 생물계절성 변화

2019년도 잎눈파열시기는 마가목 등 9분류군 중 수수꽃다리와 아까시나무가 3월 11일로 가장 먼저 파열이 시작되었고 마가목이 3월 18일에 파열이 시작되었다. 4월에는 산수유, 개나리, 백목련, 왕벚나무, 함박꽃나무, 산철쭉 등이 파열되었다. 전년(2018년) 대비 파열시기가 빨라진 수종은 산수유, 개나리, 왕벚나무, 모감주나무, 구골나무, 꽝꽝나무, 굴거리나무로 조사되었고 가시나무가 전년과 같은 4월 24일로 조사되었으며, 그 외 수종은 전년대비 파열이 늦게 시작된 것으로 조사되었다.

대부분의 수종은 4월중에 개엽이 시작되었으나, 수수꽃다리가 전년보다 4일 일찍 3월 29일에 개엽하여 가장 빨리 개엽한 것으로 조사되었고, 수수꽃다리 백목련, 함박꽃나무는 지난해보다 1일에서 5일정도 일찍 개엽한 것으로 조사되었다.

낙엽활엽수의 90%이상 단풍이 진행되는 시기는 10월에서 11월로 조사되었다. 전년에는 마가목이 10월 4일로 가장 먼저 단풍이 진행되었었는데, 올해는 왕벚나무가 10월 28일로 가장 먼저 단풍이 진행되었다. 전체적으로 단풍이 90% 진행된 시기는 전년도보다 느려졌으며, 2일에서 30일까지 차이를 보였다. 마가목은 30일 늦게 진행되었고, 산수유와 수수꽃다리는 2일 늦어졌으며, 개나리는 10일, 왕벚나무는 5일, 함박꽃나무는 20일 늦어진 것으로 조사되었다. 90%이상 낙엽이 진 시기는 함박꽃나무가 10월 28일로 가장 빨리 시작되었으며, 나머지 조사종은 작년보다 일주일 이상 늦게 낙엽이 졌고, 개나리, 수수꽃다리, 백목련은 11월 20일, 아까시나무, 왕벚나무는 11월 12일, 산수유, 산철쭉은 11월 25일에 낙엽이 지는 것으로 조사되었다.(표 7)

활엽수의 꽃눈 파열시기는 산수유가 3월 11일로 가장 먼저 파열이 시작되었으며, 개나리, 백목련, 왕벚나무가 3월에 파열된 것으로 조사되었고 4월에는 마가목, 수수꽃다리, 산철쭉의 꽃눈이 파열 되었다. 5월에는 함박꽃나무 아까시나무 2종의 꽃눈이 파열 되었다. 수수꽃다리를 제외한 모든 수종의 꽃눈 파열시기가 2일에서 5일정도 빨라졌다.

활엽수의 개화시기는 산수유가 예년과 마찬가지로 가장 먼저 개화(3월 20일)를 시작하였고 다음으로 백목련과 개나리가 각각 3월 26일, 3월 29일 개화를 시작한 것으로 조사되었다. 전년 대비 9일 이상 늦어진 수종은 수수꽃다리 1개 수종이었으며, 마가목, 산수유, 왕벚나무는 3~7일 늦어진 것으로 조사되었다. 그 외 다른 조사종들은 대체로 전년대비 1~3일 빨리 개화한 것으로 나타났다.

3월에 개화가 50% 진행된 수종은 백목련 1개 수종으로 조사되었으며 2019년 4월 4일에

50% 진행된 왕벚나무의 경우 11일 늦어진 4월 15일에 진행되었다. 4월에 50% 이상 개화하는 수종은 산수유, 개나리, 수수꽃다리, 왕벚나무, 산철쭉으로 나타났고, 5월에 개화하는 수종은 마가목, 함박꽃나무, 아까시나무로 조사되었다.

활엽수 개화시작 시기를 기준으로 낙화 90%이상 진행된 시기까지 개화기간이 가장 긴 수종은 개나리로 개화기간이 28일로 조사되었다. 전년 대비 9일 이상 늦어진 수종은 개나리(9일), 왕벚나무(12일)였으며, 마가목, 산수유는 4~6일 늦어진 것으로 나타났다. 그 외 나머지인 수수꽃다리와 함박꽃나무는 전년대비 낙화가 빨리 된 것으로 조사되었다. (표 8)

활엽수의 열매 생성시기가 2019년도와 비교해 9일 이상 늦어진 수종은 산수유(12일), 백목련(13일) 2개 수종이었으며, 마가목 5일, 개나리 2일, 왕벚나무 5일 늦어진 것으로 조사되었다. 열매가 완전히 성숙하는 시기는 왕벚나무가 예년(2014~2018년)과 마찬가지로 6월 10일로 가장 빨랐고, 2018년도와 비교해서 마가목은 1일 빨라졌다. 전체적으로 열매 성숙시기는 늦어진 것으로 조사되었다.(표 9)

표 7. 금강수목원 전시원내 활엽수 영양기관의 생물계절성 변화

구분 / 지표종	잎눈파열시기						개엽						단풍(>90%)						낙엽(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
마가목	–	3/27	4/4	3/30	3/26	3/18	–	4/9	4/11	4/12	4/4	4/9	9/30	11/9	11/7	10/16	10/4	11/4	10/08	11/27	11/15	10/23	11/2	11/15
산수유	–	4/3	4/4	4/7	4/2	4/3	–	4/22	4/11	4/19	4/17	4/22	10/13	11/16	10/31	11/6	11/2	11/4	11/17	11/24	11/15	11/13	11/12	11/25
개나리_암	–	3/27	4/4	4/7	4/2	4/9	–	4/9	4/11	4/17	4/9	4/15	11/11	11/2	10/25	11/6	11/2	11/12	11/17	11/16	11/7	11/13	11/12	11/20
수수꽃다리	–	3/19	3/21	3/13	3/26	3/11	–	4/3	4/4	4/10	4/2	3/29	11/17	11/24	11/7	11/6	11/2	11/4	11/25	12/2	11/29	11/13	11/12	11/20
백목련	–	4/15	4/11	4/2	4/17	4/15	–	4/19	4/18	4/19	4/30	4/22	11/11	11/24	11/7	11/6	11/2	11/12	11/17	11/24	11/15	11/13	11/12	11/20
왕벚나무	–	4/9	4/11	4/10	4/2	4/3	–	4/22	4/18	4/17	4/17	4/18	10/13	10/26	10/17	10/16	10/23	10/28	11/11	11/24	11/7	10/23	11/12	11/12
함박꽃나무	–	4/3	4/4	3/30	4/2	4/3	–	4/15	4/11	4/12	4/17	4/15	–	11/16	10/31	10/10	10/15	11/4	–	11/24	11/7	10/16	10/23	10/28
산철쭉	–	–	–	–	–	4/3	–	–	–	–	–	4/22	–	–	–	–	–	11/4	–	–	–	–	–	11/25
아까시나무	–	–	–	–	–	3/11	–	–	–	–	–	4/22	–	–	–	–	–	10/28	–	–	–	–	–	11/12

표 8. 금강수목원 전시원내 활엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃눈파열시기						개화시작시기						개화(>50%)						낙화(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
마가목	–	4/15	4/4	4/24	4/24	4/22	–	5/7	4/25	5/2	4/30	5/7	4/25	5/12	4/29	5/2	5/4	5/7	5/10	5/19	5/9	5/19	5/9	5/13
산수유	–	2/23	3/8	2/20	3/12	3/11	–	3/19	3/21	3/17	3/16	3/20	–	3/27	3/29	3/30	3/26	4/3	4/16	4/15	4/11	4/19	4/9	4/15
개나리_암	–	3/9	3/21	3/30	3/23	3/18	–	3/19	3/29	4/7	3/30	3/29	4/16	3/27	4/4	4/12	4/2	4/3	4/24	4/22	4/18	4/19	4/17	4/26
수수꽃다리	–	3/19	4/4	3/30	3/26	4/9	–	4/9	4/11	4/10	4/9	4/18	4/16	4/15	4/18	4/17	4/17	4/22	4/24	4/29	4/29	5/2	4/30	4/29
백목련	–	3/19	3/21	3/13	3/23	3/18	–	3/27	3/29	3/30	3/30	3/26	–	4/3	4/4	4/7	4/2	3/29	4/16	4/9	4/11	4/10	4/9	4/9
왕벚나무	–	3/19	3/29	3/22	4/2	3/29	–	3/27	4/4	4/7	4/2	4/5	–	4/3	4/11	4/10	4/4	4/15	4/16	4/15	4/18	4/19	4/17	4/29
함박꽃나무	–	4/29	4/18	5/2	5/9	5/8	–	–	5/9	5/11	5/15	5/13	–	5/21	5/16	5/19	5/23	5/20	–	5/26	5/30	5/31	5/29	5/24
산철쭉	–	–	–	–	–	4/15	–	–	–	–	–	4/26	–	–	–	–	–	4/29	–	–	–	–	–	5/20
아까시나무	–	–	–	–	–	5/13	–	–	–	–	–	5/17	–	–	–	–	–	5/20	–	–	–	–	–	5/28

표 9. 금강수목원 전시원내 활엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성시기						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
마가목	5/10	5/19	5/16	5/19	5/15	5/20	9/11	9/7	9/19	9/4	9/3	9/2
산수유	4/24	4/29	4/11	4/24	4/17	4/29	9/11	9/30	9/26	10/10	10/4	10/10
개나리_암	5/20	5/12	5/16	4/24	4/24	4/26	9/30	미결실	10/25	9/13	조기낙과	조기낙과
수수꽃다리	4/30	4/29	4/25	5/2	4/30	4/29	9/11	–	8/22	9/13	9/3	–
백목련	5/10	4/6	4/11	4/17	4/9	4/22	9/16	9/15	9/5	9/13	조기낙과	9/2
왕벚나무	4/24	4/22	4/18	4/17	4/17	4/22	6/09	6/8	6/13	5/19	5/29	6/10
함박꽃나무	–	6/8	5/16	5/24	5/29	5/24	–	조기낙과	9/19	9/13	조기낙과	9/27
산철쭉	–	–	–	–	–	5/28	–	–	–	–	–	7/8
아까시나무	–	–	–	–	–	5/24	–	–	–	–	–	8/20

표 10. 금강수목원 전시원내 활엽수 병해충 발생

식물명	2016			2017			2018			2019		
	발병부위	발병 시작시기	병해충명	발병부위	발병 시작시기	병해충명	발병부위	발병 시작시기	병해충명	발병부위	발병 시작시기	병해충명
마가목	잎	8/30	반점병									
산수유												
개나리	–	–	–	줄기	2/20	갈색날개매미충						
				잎	4/24	개나리잎벌						
수수꽃다리	–	–	–	줄기	2/14	갈색날개매미충						
백목련	–	–	–	줄기	2/14	갈색날개매미충						
왕벚나무	잎	5/9	벚나무혹진딧물									
	잎	8/23	갈색무늬구멍병									
함박꽃나무	잎, 줄기	6/7	꽃매미, 갈색날개매미충	줄기	2/14	갈색날개매미충						

(3) 금강수목원 초본류의 생물계절성 변화

2019년도 금강수목원 지역의 초본류의 성장 시작 시기는 2월 말에 가지복수초, 산국을 시작으로 3월 11일에 돌단풍, 깽깽이풀, 구절초의 성장이 시작되었다. 3월 18일에는 피나물의 성장이 시작되었고, 꽃창포는 4월 9일 가장 늦게 성장이 시작되었다. 대부분 1~2일정도 빨리 성장이 시작되어 전년도 대비 큰 차이를 보이지 않는 것으로 조사되었다.

성장 시작에서 개엽까지의 기간이 가장 오래 걸린 초본류는 돌단풍으로 30일 정도 소요되었고 가지복수초, 깽깽이풀이 그다음으로 15일 이상 소요 되었다. 꽃창포, 구절초, 피나물은 개엽까지 5~10일이 소요 되었다.

초본류가 80~100% 잎이 시들거나 고사된 시기는 2018년도와 비교해 전체적으로 느려진 것으로 조사되었다. 피나물은 40일, 돌단풍은 27일, 깽깽이풀은 25일, 산국은 9일, 가지복수초는 5일 느려진 것으로 조사되었다.(표 11)

2019년도 전시원내 초본류의 꽃눈파열은 깽깽이풀이 3월 11일로 가장 먼저 파열되었고, 다음으로 3월 26일 돌단풍이 전년보다 6일 늦게 파열되었다. 4월에는 피나물이 4월 3일에 파열되었고, 꽃창포는 6월 25일에 파열, 구절초와 산국은 각각 10월 10일, 10월 14일로 산국이 가장 늦게 꽃눈이 파열되었고, 구절초와 산국은 가을꽃 식물로 분류되었다.

초본류 개화(>50%)시기가 2018년도 대비 6일 이상 늦어진 종은 피나물로 조사되었고, 6일 이상 빨라진 종은 산국(8일)으로 조사되었다. 나머지 종은 전년도 대비 비슷한 시기에 50%이상 개화가 시작되었다. 노랑꽃창포는 2015~2018년까지 조사했던 꽃창포와 꽃눈 파열시기부터 낙화까지의 시기가 평균 약 45일정도 느리게 진행되었다.

낙화(>90%)가 진행된 시기는 깽깽이풀이 4월 3일로 가장 빨랐고, 가지복수초는 4월 15일, 피나무와 돌단풍이 4월 22일 낙화되었다. 구절초는 10월 28일, 산국이 11월 4일이었으며 산국은 전년도 대비 8일 빨리 진행되었다. 전년도 대비 낙화시기가 크게 차이나는 식물은 가지복수초로 13일 늦어졌으며, 피나물, 돌단풍은 5일 늦어졌다.(표 12)

초본류의 열매 생성시기는 전년 대비 비슷한 시기에 생성되었다. 피나물, 가지복수초, 깽깽이풀은 1일 늦게 생성되었고, 돌단풍의 열매는 야생동물이 꽃을 식해하여 관찰하지 못하였다. 산국의 열매 생성시기는 2015년 이후 3~5일정도 매년 느려지고 있으며 작년보다 5일 늦은 11월 21일로 관찰되었다. 노랑꽃창포는 꽃창포보다 열매생성시기가 한달 느린 7월 1일로 관찰되었다.(표 13)

표 11. 금강수목원 전시원내 초본류 영양기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	성장시작시기						개 엽						80~100% 잎이 시들거나 죽은 시기					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
피나물	–	3/19	3/29	3/30	3/20	3/18	–	3/27	4/4	4/12	4/2	3/22	6/10	6/8	6/27	–	6/27	8/5
돌단풍	–	3/27	3/29	3/30	4/2	3/11	–	4/3	4/4	4/7	4/9	4/9	11/03	8/17	8/22	9/4	8/22	9/18
가지복수초	–	2/3	2/24	2/14	2/19	–	–	3/19	3/9	3/6	3/20	3/11	5/20	5/12	5/16	5/11	5/15	5/20
산국	–	2/23	2/21	3/30	3/26	3/11	–	3/2	3/29	4/7	4/2	3/4	11/25	11/9	11/7	11/13	11/12	11/21
깽깽이풀	–	2/10	2/14	2/14	3/12	3/11	–	3/19	3/21	3/13	3/23	3/22	9/22	7/8	7/25	7/10	6/27	7/22
노랑꽃창포	–	2/23	3/8	2/14	3/26	4/9	–	3/2	3/14	4/19	4/9	4/22	11/25	11/2	9/19	10/30	9/3	–
구절초	–	–	–	–	–	3/11	–	–	–	–	–	3/26	–	–	–	–	–	11/25
산오이풀	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11/25

표 12. 금강수목원 전시원내 초본류 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃눈파열시기						개화시작시기						개화(>50%)						낙화(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
피나물	–	4/3	4/18	–	4/2	4/3	–	4/9	4/25	4/12	4/2	4/9	–	4/15	4/29	4/19	4/9	4/15	4/16	4/29	5/9	5/2	4/17	4/22
돌단풍	–	3/19	3/29	3/13	3/20	3/26	–	3/27	4/4	4/7	4/2	3/29	4/16	4/3	4/11	4/12	4/9	4/9	4/24	4/29	4/18	4/19	4/17	4/22
가지복수초	–	2/23	2/24	3/6	3/20	3/11	–	3/2	3/9	3/13	3/20	3/18	–	3/9	3/21	3/22	3/26	3/26	–	4/3	4/11	4/12	4/2	4/15
산국	10/08	9/30	9/19	10/10	10/15	10/14	–	10/7	10/10	10/10	10/23	10/21	10/13	10/12	10/25	10/16	11/2	10/25	11/03	11/2	11/7	11/6	11/12	11/4
깽깽이풀	–	3/2	3/14	3/22	3/20	3/11	–	3/9	3/21	–	3/23	3/26	–	3/19	3/29	3/30	3/26	3/29	–	3/27	4/11	4/12	4/2	4/3
노랑꽃창포	–	5/7	4/29	–	5/9	6/25	–	5/12	5/9	5/19	5/15	7/1	–	5/19	5/16	5/24	5/23	7/5	–	5/26	5/30	5/31	5/29	7/8
구절초	–	–	–	–	–	10/10	–	–	–	–	–	10/10	–	–	–	–	–	10/14	–	–	–	–	–	10/28
산오이풀	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

표 13. 금강수목원 전시원내 초본류 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성시기						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
피나물	4/16	4/22	4/25	4/24	4/17	4/18	5/20	5/19	5/30	5/24	5/15	5/20
돌단풍	4/24	5/7	4/18	4/19	4/17	–	5/20	5/20	5/16	5/19	5/15	–
가지복수초	–	3/27	3/21	3/30	4/2	4/3	4/30	5/12	4/25	5/2	4/30	5/8
산국	–	11/2	11/7	11/13	11/16	11/21	11/11	11/24	11/24	11/30	–	11/25
깽깽이풀	–	4/3	4/4	4/7	4/2	4/3	5/10	5/19	5/9	5/11	5/9	5/13
노랑꽃창포	–	6/8	5/23	5/31	5/29	7/1	–	9/21	8/22	9/19	8/22	7/22
구절초	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
산오이풀	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

2) 가야산

가) 조사대상종

가야산도립공원 내 기후변화 취약식물 조사종은 침엽수 1종, 활엽수 8종 초본류 1종으로 총 10종을 조사하였다, 한 종당 3개체씩 선정하였고, 암수딴그루일 경우 암 2개체, 수 2개체 선정하여 4개체를 관찰하여 총 27개체를 조사 하였다.(표 14)

표 14. 가야산 조사 대상종

No.	조사대상종	대상지	기타
1	당단풍나무	가야산	
2	생강나무	가야산	암/수
3	신갈나무	가야산	
4	졸참나무	가야산	
5	병꽃나무	가야산	
6	진달래	가야산	
7	철쭉	가야산	
8	갯버들	가야산	수
9	일본잎갈나무	가야산	
10	얼레지	가야산	

표 15. 가야산 조사 대상종 목록 및 현황

고유 번호	국 명	학 명	조사기간
1	철쭉	*Rhododendron schlippenbachii Maxim.*	2014-현재
2	신갈나무	*Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.*	2014-현재
3	당단풍나무	*Acer pseudosieboldianum (Pax) Kom.*	2014-현재
4	진달래	*Rhododendron mucronulatum Turcz.*	2014-현재
5	생강나무	*Lindera obtusiloba Blume*	2014-현재
6	졸참나무	*Quercus serrata Murray*	2014-현재
7	일본잎갈나무	*Larix kaempferi (Lamb.) Carrière*	2019
8	병꽃나무	*Weigela subsessilis*	2019
9	갯버들	*Salix gracilistyla Miq.*	2019
10	얼레지	*Erythronium japonicum*	2019
변동 사항	개체삭제 - 개비자나무, 산벚나무, 원추리, 서어나무, 소나무, 변산바람꽃, 단풍나무, 현호색 개체추가 - 일본잎갈나무, 병꽃나무, 갯버들, 얼레지		

나) 식물종별 계절성 변화

(1) 가야산 침엽수의 계절성 변화

가야산 자생지내 침엽수는 일본잎갈나무 한 수종을 관찰하였다. 1종 당 3개체를 관찰하였는데 여름 태풍으로 한 개체가 쓰러졌으며, 자생지내 일본잎갈나무는 수고가 매우 높아 모니터링에 어려움이 있었다. 잎눈 파열시기는 4월 8일로 관찰되었고, 개엽은 5월 12일, 낙엽이 90% 이상 된 시기는 11월 27일로 조사되었다.(표 16)

일본잎갈나무 꽃가루가 날리지 않는 시기는 관찰하지 못하였다. 또한 열매생성과 열매 성숙을 모니터링 하지 못하였다.(표 17, 18)

표 16. 가야산 침엽수 영양기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	잎눈파열시기						개 엽						낙엽(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
일본잎갈나무	–	–	–	–	–	4/8	–	–	–	–	–	5/12	–	–	–	–	–	11/27

표 17. 가야산 침엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃가루 날리기 시작 시기						꽃가루 날리지 않는 시기					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
일본잎갈나무	–	–	–	–	–	4/15	–	–	–	–	–	–

표 18. 가야산 침엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
일본잎갈나무	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

(2) 가야산 활엽수의 생물계절성 변화

가야산 자생지 내 활엽수 조사 대상종의 잎눈파열시기는 3종은 3월 중, 5종은 4월중에 잎눈 파열이 시작 되었다. 수종별로는 당단풍나무가 3월 19일, 생강나무는 3월 22일, 병꽃나무가 3월 26일, 졸참나무, 갯버들은 4월 3일, 진달래는 4월 5일, 철쭉, 신갈나무는 4월 15일에 파열이 시작하였다.

개엽 시작은 파열시작 후 5~40일 경과 후에 개엽 되었다. 잎눈 파열 후 개엽까지 가장 짧은 기간에 개엽된 수종은 파열 5일 만에 개엽된 갯버들로 조사되었고, 개엽까지 기간이 가장 오래 걸린 수종은 당단풍나무로 40일 정도 소요되었다.

활엽수의 단풍(>90%)은 전체적으로 2018년과 비슷한 시기에 진행되었으며 당단풍나무와 신갈나무가 각각 11일, 21일 늦게 진행된 것으로 조사되었다.

활엽수의 낙엽(>90%)은 철쭉(10월)을 제외하고 모두 11월에 진행되었다.(표 19)

2018년 가야산 자생지의 활엽수 꽃눈파열시기는 갯버들이 가장 일찍 3월 13일에 파열되어 20일 후인 4월 3일에 개화가 시작되었으며, 당단풍나무와 병꽃나무가 5월 2일로 개화가 가장 늦게 시작되는 것으로 조사되었다. 개화(>50%) 진행시기는 생강나무 수그루가 암그루보다 4일 빠른 3월 22일이었고, 갯버들과 진달래는 4월에 개화되었으며, 당단풍나무와 병꽃나무는 5월에 50%이상 개화가 관찰되었다. 꽃눈파열부터 낙화(>90%)까지 소요되는 기간은 생강나무 수그루가 54일로 개화기간이 가장 긴 수종으로 조사되었고 병꽃나무가 35일, 갯버들이 32일, 생강나무 암그루가 30일, 진달래가 22일 소요되는 것으로 조사되었다.(표 20)

열매 생성시기는 진달래가 4월 30일로 가장 일찍 생성되었고, 당단풍나무는 5월 13일, 생강나무는 5월 2일, 병꽃나무와 졸참나무는 5월 20일, 신갈나무의 열매는 7월 3일 생성된 것으로 조사되었다. 열매의 성숙은 전년도와 대부분 비슷하였으나, 당단풍나무가 한 달 정도 늦게 성숙하였으며, 신갈나무와 졸참나무는 성숙한 열매를 관찰하지 못하였다.(표 21)



그림 2. 가야산 당단풍나무의 개엽, 개화시작일



그림 3. 가야산 생강나무의 개엽, 개화시작일

표 19. 가야산 활엽수 영양기관의 생물계절성 변화

구분 / 지표종	잎눈파열시기						개 엽						단풍(>90%)						낙엽(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
당단풍나무	–	4/2	4/12	4/11	4/27	3/19	–	4/24	4/26	4/26	5/8	5/2	10/24	10/6	10/18	10/26	10/24	11/5	11/27	11/27	11/2	11/7	11/14	11/21
진달래	–	4/8	4/12	4/11	4/3	4/5	–	4/24	4/26	4/26	4/16	4/15	11/06	10/22	10/28	10/31	11/5	11/5	11/27	11/27	11/16	11/17	11/14	11/27
철쭉	–	4/24	4/19	4/11	4/11	4/15	–	4/30	5/2	5/2	4/27	4/30	10/24	10/22	10/28	10/26	10/24	10/24	10/30	10/28	11/2	10/31	11/5	10/31
생강나무_암	–	4/2	4/5	4/4	4/3	3/22	–	4/24	4/19	4/18	4/16	5/2	10/30	11/11	11/8	10/31	10/24	10/24	11/12	11/22	11/16	11/7	11/5	11/5
생강나무_수	–	–	–	–	–	3/22	–	–	–	–	–	4/23	–	–	–	–	–	11/5	–	–	–	–	–	11/21
신갈나무	–	4/14	4/12	4/11	4/16	4/15	4/29	4/24	4/19	4/18	4/27	4/30	10/14	10/14	10/18	10/26	10/10	10/31	10/24	10/22	10/28	10/31	11/5	11/12
졸참나무	–	4/2	4/5	4/4	4/3	4/3	–	4/24	4/26	4/26	4/16	4/16	11/06	11/11	11/8	11/7	11/5	11/5	11/27	11/27	11/16	11/7	11/14	11/27
병꽃나무	–	–	–	–	–	3/26	–	–	–	–	–	4/15	–	–	–	–	–	11/5	–	–	–	–	–	11/12
갯버들_수	–	–	–	–	–	4/3	–	–	–	–	–	4/8	–	–	–	–	–	11/12	–	–	–	–	–	11/27

표 20. 가야산 활엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃눈파열시기						개화시작시기						개화(>50%)						낙화(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
당단풍나무	–	4/30	–	4/26	5/8	–	–	–	–	–	5/8	5/2	–	5/6	–	5/2	5/14	5/8	–	5/20	–	5/15	5/21	5/13
진달래	–	4/2	4/5	3/28	4/3	4/8	–	4/14	4/12	4/11	–	4/15	–	4/24	4/19	4/18	4/11	4/15	–	4/30	4/26	5/2	4/16	4/30
철쭉	–	4/24	4/19	4/11	4/27	–	–	4/30	4/26	4/26	–	–	4/29	5/6	5/2	5/2	5/2	–	5/08	5/13	5/17	5/15	5/8	–
생강나무_암	–	2/24	3/22	2/23	3/14	3/19	–	3/25	3/28	3/28	3/27	3/22	–	4/2	4/5	4/4	3/29	3/26	–	4/24	4/12	4/26	4/11	4/18
생강나무_수	–	–	–	–	–	3/14	–	–	–	–	–	3/19	–	–	–	–	–	3/22	–	–	–	–	–	5/2
신갈나무	–	–	–	–	4/27	–	–	–	–	–	4/27	–	–	5/6	4/26	4/26	–	–	–	5/13	5/2	5/8	5/8	–
졸참나무	–	4/24	4/26	–	4/27	–	–	–	5/2	–	4/27	–	–	4/30	5/9	5/8	–	–	–	5/6	5/11	5/15	5/8	–
병꽃나무	–	–	–	–	–	4/15	–	–	–	–	–	5/2	–	–	–	–	–	5/8	–	–	–	–	–	5/20
갯버들_수	–	–	–	–	–	3/13	–	–	–	–	–	4/3	–	–	–	–	–	4/8	–	–	–	–	–	4/15

표 21. 가야산 활엽수 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성시기						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
당단풍나무	–	5/6	5/17	5/8	5/21	5/13	–	10/6	10/12	9/20	9/6	10/8
진달래	–	4/30	4/26	5/2	4/16	4/30	9/25	10/6	9/21	9/27	9/12	9/2
철쭉	5/8	5/13	5/17	5/15	5/14	–	10/10	10/6	10/12	10/12	10/10	–
생강나무_암	–	4/30	5/2	5/2	4/27	5/2	9/13	9/8	9/7	9/20	9/6	9/10
신갈나무	6/11	5/27	5/17	6/12	5/21	7/3	9/19	9/23	9/21	–	9/12	–
졸참나무	–	5/27	5/17	6/12	5/21	5/20	9/13	9/23	9/7	–	9/6	–
병꽃나무	–	–	–	–	–	5/20	–	–	–	–	–	11/12

(3) 가야산 초본류의 계절성 변화

가야산 자생지의 초본류는 얼레지로 선정되어 구입하여 식재하였으나, 바뀐환경에 적응하지 못하고 고사하였기에 계절성 변화를 관찰 할 수 없었다. (표 22, 23, 24)

표 22. 가야산 초본류 영양기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	성장시작시기						개 엽						80-100% 잎이 시들거나 고사된 시기					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
얼레지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 23. 가야산 초본류 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	꽃눈파열시기						개화시작시기						개화(>50%)						낙화(>90%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
얼레지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 24. 가야산 초본류 생식기관의 계절성 변화

구분 / 지표종	열매생성시기						열매(성숙도3)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
얼레지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

나. 기상변화

1) 금강수목원 전시원

금강수목원 내 온,습도 변화를 측정하기 위해 2014년 4월 24일 간이 Hobo(온·습도(U23-001) 2개 항목)를 목련원(N : 36 ° 26′ 12.69", E : 127 ° 14′ 13.25") 내 설치하고 조사를 시작하였다. 기상변화분석은 매 30분마다 수집된 데이터를 기록하였다.



그림 4. 수목원내 기상관측장비(간이 Hobo)

1월 온도 분석결과 평균온도는 -1.6℃로 2018년 대비 2.25℃ 높았으며, 최저온도 -11.00℃로 2018년 대비 6.81℃ 높은 것으로 조사 되었고 최고온도 역시 9.21℃로 0.05℃ 높아져 전체적으로 전년 대비 기온이 많이 오른 것으로 나타났다.(표 25)

평균 상대습도는 매월 67%이상 유지되었으며, 9월에 90.45%로 가장 높게 측정되었으며, 5월에 67.45% 가장 낮게 측정되었다.(표 27)

금강수목원 전시원의 기상데이터 변화추이의 그래프는 아래와 같다.(그림 5, 6)

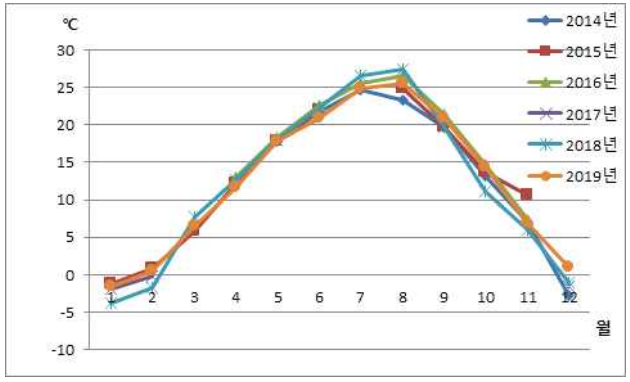


그림 5. 전시원 월평균 온도 변화

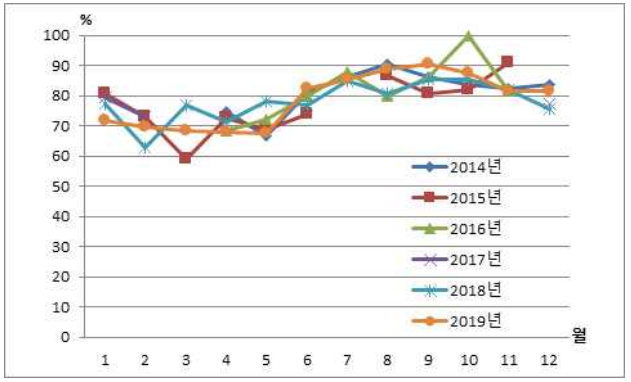


그림 6. 전시원 월평균 상대습도 변화

표 25. 전시원내 기상장치의 연도별 기온변화

구분	월 최고온도(℃)						월 최저온도(℃)						월 평균온도(℃)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	9.21	-	13.74	9.26	9.21	-	-11.65	-	-14.04	-17.81	-11.46	-	-1.2	-	-1.86	-3.85	-1.6
2월	-	12.63	-	14.51	12.77	14.31	-	-13.93	-	-11.08	-16.32	-9.57	-	0.88	-	-0.13	-1.73	0.49
3월	-	22.94	-	-	23.66	19.88	-	-8.07	-	-	-7.86	-5.2	-	5.77	-	-	7.68	6.44
4월	-	26.52	28.32	-	29.36	29.49	-	0.27	-2.68	-	-1.29	-3.86	-	12.23	12.94	-	12.72	11.7
5월	32.1	30.93	29.99	-	29.24	31.23	3.0	2.90	7.22	-	7.64	2.34	17.8	17.77	18.29	-	18.05	17.85
6월	30.6	33.31	31.56	-	33.31	31.35	14.6	10.39	12.39	-	12.19	9.70	21.7	21.92	22.55	-	22.28	20.98
7월	33.7	-	33.78	-	35.71	33.80	17.6	-	18.91	-	17.74	15.03	24.7	-	25.55	-	26.57	24.81
8월	30.5	34.39	36.04	-	37.78	33.78	15.4	16.99	14.19	-	17.39	16.91	23.3	24.80	26.62	-	27.49	25.48
9월	29.1	29.12	30.77	-	28.86	29.91	10.9	10.86	10.91	-	8.31	10.39	19.8	19.75	21.42	-	19.75	21
10월	25.6	24.10	27.14	-	23.56	25.93	0.0	-1.93	-1.19	-	-0.78	2.61	13.2	13.66	14.69	-	11.16	14.47
11월	17.0	20.48	21.84	-	18.32	20.86	-3.9	-1.13	-4.56	-5.14	-4.96	-4.92	7.0	10.61	7.30	-	6.06	6.92
12월	9.2	-	15.39	11.10	15.08	14.88	-11.6	-	-10.62	-13.39	-13.47	-11.18	-2.7	-	1.12	-1.65	-1.00	0.96

표 26. 금강수목원내 기상장치의 연도별 상대습도 변화

구분	월 최고습도(%)						월 최저습도(%)						월 평균습도(%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	–	100	–	100	100	100	–	31.01	–	30.26	28.42	21.36	–	80.66	–	79.53	77.22	71.54
2월	–	100	–	100	100	100	–	26.34	–	24.35	16.04	22.61	–	72.83	–	72.80	62.59	69.56
3월	–	100	–	–	100	100		11.27	–	–	21.86	13.43	–	58.83	–	–	76.63	68.13
4월	100	100	100	–	100	100	18.8	16.29	15.14	–	15.6	15.24	74.8	72.77	68.36	–	71.42	67.87
5월	100	100	100	–	100	100	21.6	17.37	18.91	–	25.13	20.83	66.7	68.81	71.95	–	77.99	67.45
6월	100	100	100	–	100	100	39.9	20.37	36.28	–	27.24	36.71	81.3	73.95	79.71	–	76.66	82.25
7월	100	–	100	–	100	100	34.4	–	57.5	–	50.31	31.86	86.4	–	87.75	–	84.79	85.53
8월	100	100	100	–	100	100	54.1	46.94	36.37	–	36.26	57.48	90.3	86.47	79.89	–	80.63	88.81
9월	100	100	100	–	100	100	29.8	30.64	42.24	–	40.09	38.30	86.2	80.62	86.27	–	85.22	90.45
10월	100	100	100	–	100	100	28.6	30.81	100	–	36.37	44.27	83.7	82.01	100	–	85.41	87.39
11월	100	100	100	100	100	100	24.0	38.46	27.9	20.83	21.80	27.14	82.5	90.99	81.64	–	81.79	81.46
12월	100	–	100	100	100	100	36.1	–	39.07	17.08	26.31	26.66	83.6	–	84.11	77.21	75.75	81.50

2) 인공보존원

금강수목원 인공보존원(N : 36 ° 25′ 50.49", E : 127 ° 13′52.52")의 온, 습도 변화를 측정하기 위해 2014년 5월 간이 Hobo(온·습도(U23-001) 2개 항목)를 설치하였고, 2015년 6월에 주기상 장치를 설치하여 풍향, 풍속, 일사량, 강우량 등의 기상변화 분석을 매 30분마다 데이터를 기록한 후 매월 1회 수집하여 분석하였다. (그림 7)



그림 7. 인공보존원내 기상관측장비 설치 위치도 및 기상장치

가) 연도별 기상변화

금강수목원 인공보존원의 주기상장치를 2015년 6월에 설치하고 조사를 시작하였다. 기상장비가 에러값이 자주 발생하여 누락된 자료가 많이 발생하였다.

금강수목원 인공보존원 지역에 설치한 간이 Hobo 데이터 수집은 월 최저온도는 전년도와 비슷한 1월 −16.91°C로 측정되었으며, 월평균 최저기온은 예년과 마찬가지로 1월엔 -4.05°C로 조사되었다.(표 27)

금강수목원 내 인공보존원의 평균습도 9월에 93.93%로 가장 높게 나타났으며, 3월에 68.19%로 가장 낮게 측정되었다.(표 28) 기상데이터 변화추이의 그래프는 아래와 같다. (그림 8, 9)

최고 일사량은 예년과 마찬가지로 5월에 가장 높았으며 1,193w/㎡로 측정되었다. 월 평균 일사량 역시 5월이 191.37w/㎡로 가장 높게 측정되었으며, 월 평균 최저 일사량은 1월로 71.69w/㎡로 측정 되었다.(표 30)

4월 누적 강우량이 92㎜ 가장 높은 것으로 조사되었으며 강우횟수는 3월이 11번으로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 측정기기의 문제로 7월과 8월은 측정이 되지 않았으며, 9월에는 한번도 비가 오지 않은 것으로 측정되었다.(표 31)

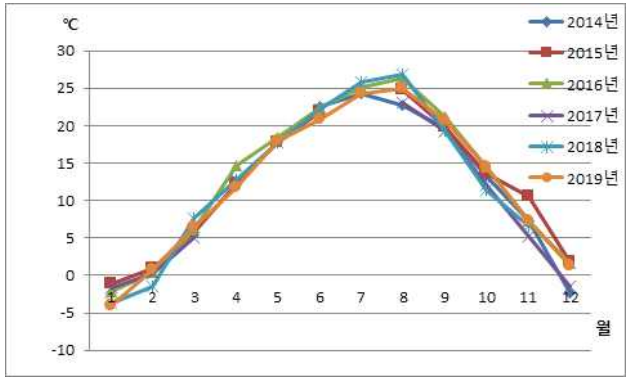


그림 8. 인공보존원 월평균 온도 변화

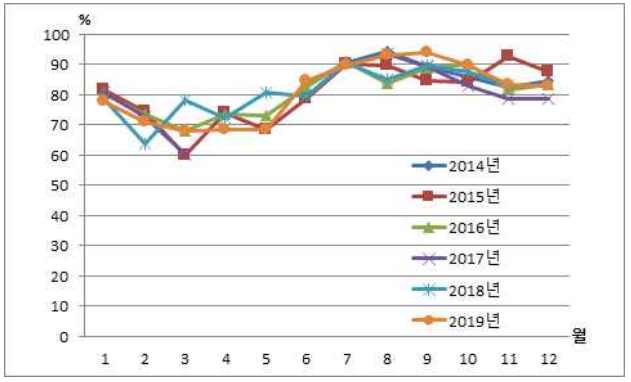


그림 9. 인공보존원 월평균 상대습도 변화

표 27. 인공보존원내 기상장치의 연도별 기온변화

구분	월 최고온도(℃)						월 최저온도(℃)						월 평균온도(℃)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	9.21	11.61	13.67	8.86	8.91	-	-11.65	-17.73	-13.13	-16.95	-16.91	-	-1.2	-2.21	-1.59	-3.65	-4.05
2월	-	12.63	18.51	14.15	12.31	14.17	-	-13.93	-11.04	-9.92	-15.30	-8.59	-	0.88	0.38	0.24	-1.50	0.70
3월	-	22.94	21.29	19.13	23.61	19.46	-	-8.07	-9.07	-4.65	-6.93	-4.37	-	5.77	6.02	5.06	7.57	6.51
4월	-	26.52	28.99	-	29.49	29.64	-	0.27	5.44	-	-0.95	-2.85	-	12.23	14.60	-	12.70	11.69
5월	-	30.93	31.15	-	30.52	31.17	-	2.90	5.17	-	8.22	3.35	-	17.77	18.40	-	17.81	17.85
6월	31.0	33.31	31.77	-	33.33	31.45	17.1	10.39	13.19	-	13.25	10.49	22.5	21.92	22.35	-	22.15	20.84
7월	33.8	-	34.86	-	35.68	32.92	18.1	-	19.08	-	15.81	15.65	24.2	-	25.20	-	25.82	24.25
8월	29.9	34.39	37.32	30.95	37.61	34.09	15.9	16.99	15.22	14.50	18.31	17.03	22.8	24.80	26.26	23.02	26.88	25.00
9월	28.7	29.12	30.67	27.54	28.64	28.81	12.1	10.86	11.81	8.52	9.26	11.12	19.7	19.75	21.22	19.32	19.34	20.64
10월	25.6	24.10	27.09	22.22	23.56	25.62	0.8	-1.93	-0.28	0.73	0.10	3.14	13.3	13.66	14.58	12.17	11.42	14.48
11월	16.7	20.48	21.84	19.77	18.13	20.65	-3.4	-1.13	-4.56	-5.82	-3.93	-3.83	7.3	10.61	7.3	5.27	6.55	7.34
12월	9.6	13.16	15.53	10.74	-	14.48	-10.4	-8.86	-	-12.12	-	-9.95	-2.3	1.84	1.56	-1.45	-	1.36

표 28. 인공보존원 내 기상장치의 연평균 상대습도 변화

구분	월 최고습도(%)						월 최저습도(%)						월 평균습도(%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	–	100	100	100	100	100	–	32.15	30.04	31.92	34.76	32.718	–	81.55	80.32	80.84	78.52	77.69
2월	–	100	100	100	100	100	–	28.46	26.47	24.69	20.91	23.63	–	74.29	73.78	72.90	63.70	70.92
3월	–	100	100	99.15	100	100	–	13.18	20.07	18.44	24.56	13.96	–	59.98	68.18	60.27	78.34	68.19
4월	–	100	100	–	100	100	–	16.01	21.48	–	16.14	15.45	–	74.16	73.52	–	72.44	68.68
5월	–	100	100	–	100	100	–	17.76	20.02	–	26.24	20.29	–	68.44	73.06	–	80.95	68.59
6월	100	100	100	–	100	100	44.8	19.11	34.22	–	31.91	37.76	83.5	78.83	82.4	–	79.32	84.59
7월	100	100	100	–	100	100	35.5	39.25	58.47	–	54.41	42.62	90.5	90.22	90.96	–	90.49	89.60
8월	100	100	100	100	100	100	57.5	51.04	36.63	45.45	42.55	60.53	94.3	89.64	83.66	93.58	84.91	92.97
9월	100	100	100	100	100	100	33.2	30.67	43.94	40.63	43.18	46.34	89.3	84.58	88.91	89.17	89.72	93.93
10월	100	100	100	100	100	100	29.5	31.39	31.96	33.14	45.67	48.19	86.1	84.29	89.96	83.03	87.77	89.94
11월	100	100	100	100	100	100	24.6	48.32	27.9	22.32	24.27	33.83	82.7	92.62	81.64	78.47	83.14	83.17
12월	100	100	100	100	–	100	38.2	28.65	34.14	19.68	–	28.33	84.8	87.52	83.36	78.89	–	83.10

표 29. 금강수목원 인공보존원 기상장치의 연도별 풍속 변화

구분	월 최대풍속(m/s)					월 평균풍속(m/s)					평균풍향				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
1월	–	10.76	6.22	3.74	–	–	0.97	0.22	0.28	–	–	156.96	160.60	165.76	–
2월	–	10.2	–	5.39	–	–	1.24	–	0.85	–	–	153.81	–	147.65	–
3월	–	10.2	–	–	5.39	–	1.17	–	–	0.66	–	148.6	–	–	140.4
4월	–	7.79	–	–	4.99	–	0.89	–	–	0.48	–	173.47	–	–	155.23
5월	–	9.46	–	–	–	–	0.8	–	–	–	–	163.3	–	–	–
6월	–	4.27	–	–	–	–	0.65	–	–	–	–	186.73	–	–	–
7월	1.67	7.24	–	–	–	0.31	0.71	–	–	–	154.10	159.92	–	–	–
8월	1.67	6.68	–	–	–	0.22	0.53	–	–	–	151.12	170.86	–	–	–
9월	1.48	5.94	–	–	–	0.23	0.56	–	–	–	157.20	186.96	–	–	–
10월	1.86	5.38	–	–	–	0.26	0.54	–	–	–	143.51	171.56	–	–	–
11월	1.67	5.94	–	–	–	0.24	0.58	–	–	–	166.53	157.49	–	–	–
12월	9.65	6.64	–	3.74	–	0.65	0.66	–	0.35	–	139.77	149.30	–	144.85	–

표 30. 금강수목원 인공보존원 기상장치의 연도별 일사량 변화

구분	월 최고일사량(W/㎡)					월 최저일사량(W/㎡)					월 평균일사(W/㎡)				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	593.1	611.9	543.1	545.6	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	64.73	68.87	62.36	71.69
2월	-	714.4	756.9	653.1	693.1	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	86.23	103.87	93.74	92.34
3월	-	836.9	823.1	795.6	860.6	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	130.77	132.59	116.73	116.02
4월	-	933.1	898.4	993.1	980.6	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	154.69	160.13	146.28	138.0
5월	-	1193.1	1,104.4	1146.9	1193.1	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	175.44	176.40	147.64	191.37
6월	-	1078.1	1,043.1	1061.9	1104.4	-	0.60	0.60	0.6	0.6	-	156.88	174.07	159.89	162.56
7월	1091.90	1030.6	-	1076.9	1171.9	0.60	0.60	-	0.6	0.6	114.62	154.11	-	152.3	134.20
8월	980.60	1128.1	-	1073.1	1034.4	0.60	0.60	-	0.6	0.6	135.05	132.94	-	134.04	132.40
9월	916.90	930.6	-	938.1	923.1	0.60	0.60	-	0.6	0.6	108.22	86.94	-	102.36	83.77
10월	791.90	889.4	788.1	-	844.4	0.60	0.60	0.60	-	0.6	95.25	76.9	82.10	-	83.78
11월	638.1	650.6	605.6	633.1	595.6	0.60	0.60	0.60	0.6	0.6	41.72	69.59	63.12	67.43	67.37
12월	519.4	525.6	515.6	544.4	594.4	0.60	0.60	0.60	0.6	0.6	46.89	54.30	58.21	60.46	57.07

표 31. 금강수목원 인공보존원 기상장치의 연도별 누적강우량 변화

구분	월 누적강우량(mm)					월 강우횟수(day)				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	4.4	14.8	17.8	0.8	-	6	8	7	3
2월	-	48.2	40.2	29.6	34.4	-	9	7	5	2
3월	-	25.4	7.3	94.8	30	-	4	11	10	8
4월	-	47.2	70.6	150	92	-	4	4	9	11
5월	-	116.2	22.7	80	33.4	-	7	4	9	7
6월	-	57.2	17.0	34.4	6.2	-	8	3	8	6
7월	197.4	-	-	121	-	16	-	-	8	-
8월	67.8	39.4	-	0.2	-	7	11	-	1	-
9월	20.2	80	-	0	0	6	16	-	0	0
10월	89.4	1	8	-	1.8	8	5	3	-	1
11월	128.2	43.8	13	52	46.6	15	7	3	6	6
12월	45.2	50.3	33.2	326.6	25.4	13	11	7	5	10

3) 가야산

가야산 지역의 온,습도 변화를 측정하기 위해 2014년 4월 간이 Hobo(온·습도(U23-001)를 헬기장 부근(N : 36 ° 42′ 12.55", E : 126 ° 36′ 49.90")에 설치하였다. 부기상장치는 2015년도 7월에 설치하고 8월부터 조사를 시작하였다. (그림 11)



그림 10. 가야산 기상관측장비 설치 위치도 및 기상장치

가) 연도별 기상변화

가야산 지역에 월 최저온도는 1월에 -11.94℃를 기록하였고, 월 평균 최저 온도도 1월로 -3.39℃를 나타냈다.(표 32)

가야산 지역의 월 평균 상대습도는 5월이 60.34%로 가장 낮게 측정되었고 다음으로 4월에 65.26%로 측정되었다. 월 평균 상대 습도가 가장 높은 달은 9월로 92.80%로 측정되었다. (표 33) 가야산의 기상데이터 변화추이의 그래프는 아래와 같다.(그림 11, 12)

가야산 지역에 월 최고 일사량은 5월로 1,168.1W/㎡로 나타났으며, 월평균 일사량의 경우 최고는 4월로 114.65W/㎡로 나타났다.(표 34)

가야산 지역에 월 누적 최고 강우량은 9월로 198.22㎜로 나타났으며, 최저 강우량은 1월로 2.0㎜로 나타났다. 강우 횟수는 7월이 21회로 가장 횟수가 많았던 것으로 나타났다.(표 35)

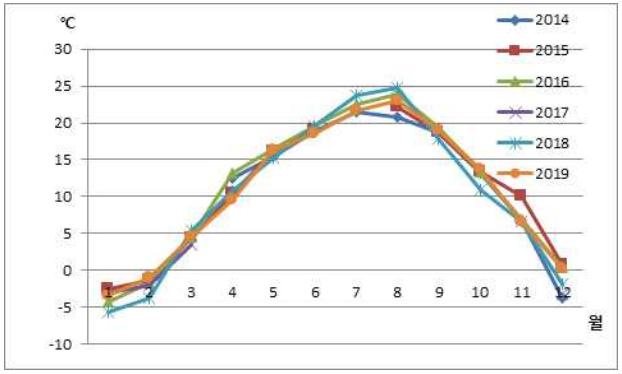


그림 11. 가야산 월평균 온도변화

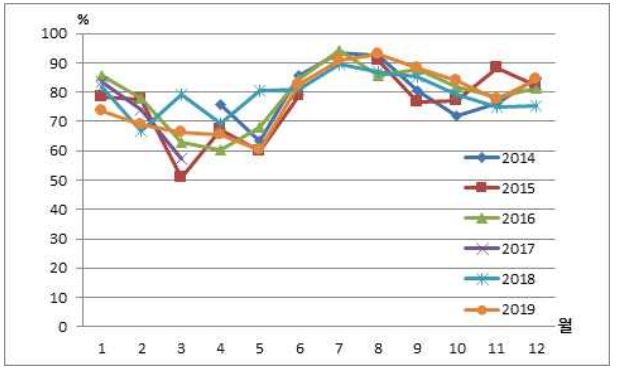


그림 12. 가야산 월평균 상대습도 변화

표 32. 가야산 기상장치의 연도별 기온변화

구분	월 최고온도(℃)						월 최저온도(℃)						월 평균온도(℃)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	7.14	7.97	8.67	4.81	5.46	-	-10.55	-17.86	-11.72	-17.90	-11.0	-	-2.55	-4.35	-3.09	-5.58	-3.39
2월	-	7.75	13.74	9.02	8.69	10.46	-	-12.98	-11.15	-10.48	-14.82	-11.94	-	-1.39	-1.64	-2.00	-3.78	-1.08
3월	-	16.80	19.22	14.19	18.65	15.39	-	-9.00	-9.68	-7.25	-8.33	-3.98	-	4.30	4.61	3.52	5.48	4.61
4월	22.7	20.32	25.45	-	25.40	25.55	9.4	2.07	8.2	-	-1.9	-1.9	12.5	10.45	13.12	-	10.82	9.63
5월	27.0	26.92	25.99	-	25.38	27.08	3.5	6.91	6.31	-	4.94	6.48	15.5	16.04	16.4	-	15.17	16.36
6월	24.3	28.22	26.33	-	29.54	28.86	14.0	12.58	14.86	-	13.44	10.83	18.8	18.97	19.52	-	19.54	18.50
7월	27.2	-	29.67	-	33.46	31.00	16.7	-	16.77	-	15.65	15.27	21.5	-	22.47	-	23.80	21.68
8월	26.8	29.34	30.5	-	35.60	31.00	16.1	16.20	14.05	-	16.03	16.86	20.7	22.21	23.92	-	24.68	23.03
9월	24.6	25.14	26.38	-	26.23	25.21	14.1	13.16	12.46	-	10.78	12.31	18.7	18.64	19.36	-	17.81	19.12
10월	21.2	21.39	22.06	-	19.96	24.14	5.1	1.64	0.33	-	0.96	5.82	13.2	13.38	13.29	-	10.87	13.63
11월	14.4	16.75	18.75	-	16.18	17.36	-2.9	2.82	-5.23	-	-4.02	-5.11	6.8	10.00	6.88	-	6.58	6.58
12월	5.4	9.58	13.55	7.17	13.02	11.46	-11.4	-8.40	-9.54	-12.05	-13.43	-11.14	-3.8	0.68	0.35	-3.29	-1.84	0.24

표 33. 가야산 기상장치의 연도별 상대습도 변화

구분	월 최고습도(%)						월 최저습도(%)						월 평균습도(%)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	100	100	100	100	99.23	-	15.66	32.62	28.95	32.59	30.36	-	78.4	85.75	83.67	81.73	73.62
2월	-	100	100	100	100	100	-	20.00	33.2	20.82	17.12	27.00	-	77.6	78.05	73.94	66.60	69.10
3월	-	100	100	100	100	100	-	14.09	21.15	20.73	10.35	13.93	-	50.87	62.87	57.13	79.35	66.23
4월	93.3	100	100	-	100	100	55.0	10.99	20.43	-	12.31	18.33	75.6	67.27	60.16	-	69.29	65.26
5월	100	100	100	-	100	100	18.9	15.33	23.06	-	17.41	14.43	63.4	60.10	68.09	-	80.38	60.34
6월	100	100	100	-	100	100	40.9	27.46	38.83	-	34.76	35.77	85.5	78.89	84.34	-	80.77	82.61
7월	100	-	100	-	100	100	41.8	-	53.53	-	40.18	39.15	93.2	-	94.32	-	89.51	91.02
8월	100	100	100	-	100	100	57.5	63.95	44.31	-	46.40	66.82	92.4	90.85	85.64	-	86.95	92.80
9월	100	100	100	-	100	100	34.2	28.03	51.24	-	40.54	30.06	80.5	76.69	87.79	-	85.25	88.34
10월	100	100	100	-	100	100	8.4	35.73	29.8	-	43.90	54.89	72.1	76.89	81.59	-	79.08	84.11
11월	100	100	100	-	100	100	15.8	42.69	37.21	-	20.28	29.30	76.0	88.05	78.52	-	74.71	77.37
12월	100	100	100	100	100	100	22.1	22.48	35.29	18.66	21.25	22.63	84.9	82.41	81.57	82.68	75.45	84.51

표 34. 가야산 기상장치의 연도별 일사량 변화

구분	월 최고일사량(W/㎡)					월 최저일사량(W/㎡)					월 평균일사량(W/㎡)				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	503.1	576.9	513.1	519.4	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	43.65	46.69	51.08	57.42
2월	-	700.6	689.4	696.9	693.1	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	71.82	80.32	80.34	92.34
3월	-	809.4	798.1	859.4	1011.9	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	112.06	121.03	101.04	112.43
4월	-	931.9	986.9	1078.1	986.9	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	117.78	134.03	118.23	114.65
5월	-	1111.9	1165.6	1214.4	1168.1	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	128.36	134.71	116.33	131.99
6월	-	1069.4	1115.6	1146.9	1163.1	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	98.86	120.31	112.26	90.08
7월	-	1044.4	928.1	1110.6	1115.6	-	0.6	0.6	0.6	0.6	-	75.9	46.24	102.36	55.96
8월	950.60	1054.4	1,091.9	1064.4	1090.6	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	72.37	78.71	61.14	87.28	68.01
9월	918.10	929.4	968.1	1073.1	924.4	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	86.50	70.02	86.54	69.28	53.11
10월	763.10	773.1	818.1	960.6	819.4	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	65.98	55.67	67.10	65.91	63.61
11월	545.60	576.9	650.6	631.9	666.9	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	40.32	51.53	56.04	60.58	60.58
12월	470.60	494.4	478.1	494.4	520.6	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	36.24	39.92	46.66	53.38	50.41

표 35. 가야산 기상장치의 연도별 누적강우량 변화

구분	월 누적강우량(mm)					월 강우횟수(day)				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
1월	-	10.6	8.4	15.2	2.0	-	5	2	7	4
2월	-	37	32.1	28	29.4	-	8	5	2	8
3월	-	29	4.6	65	33.6	-	4	3	10	8
4월	-	20.4	39.3	151	35.6	-	3	5	10	8
5월	-	131.2	32.4	128.4	35.8	-	7	6	11	8
6월	-	29.6	43.6	109.4	35.6	-	6	5	10	10
7월	-	90.6	63.1	158.2	54.4	-	30	31	8	21
8월	46.8	6.2	6.3	253.2	185.81	7	23	27	11	16
9월	10.4	2.4	2.4	103.6	198.22	5	12	12	8	11
10월	63.4	2.4	21.39	134.6	70.4	7	12	5	8	5
11월	95.4	26.2	13	65.0	104	7	10	6	3	10
12월	1.915	47.1	26.4	25.0	34.2	12	7	7	9	10

6. 종합고찰

충남지역 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업을 2014년도에 처음으로 참여하여 4월 중에 대상 종 선정을 완료하고 조사를 시작하였다. 2014년~2018년도까지는 금강수목원과 가야산, 계룡산에서 식물계절성을 조사하였는데, 2019년도는 조사 대상식물 선정을 자생지 외 지역인 금강수목원과 자생지인 가야산 두 곳에서만 모니터링을 하였고, 자생하고 있는 식물종 중 침엽수 4종, 활엽수 17종, 초본류 9종을 포함하여 총 30종을 조사하였다. 2019년도에는 수종의 변화가 많았다. 금강수목원의 경우 삭제 된 종은 구상나무 등 35종이며, 추가된 종은 산철쭉 등 4종이다. 가야산은 서어나무 등 8개 종이 조사대상에서 제외되었고, 대신 일본잎갈나무 등 4종이 추가되었다.

2019년도의 강우량은 2018년도에 비해 9월 한 달을 제외하고 현저히 낮게 나타났고, 금강수목원의 최저온도는 -11도로 작년대비 6.81도 높은 수치였으며, 최고 온도는 작년과 비슷하게 나타났다.

활엽수의 단풍, 낙엽시기, 낙화, 열매생성시기가 전체적으로 작년보다 늦어진 경향을 보였으며, 초본류의 잎이 시들거나 죽은 시기 또한 전체적으로 늦어짐을 보였다.

가. 자생지외 지역 모니터링

금강수목원 침엽수의 2019년도 영양기관 계절성 변화 시기 중 잎눈 파열시기는 전년에 비해 대체적으로 늦거나 비슷한 경향을 보였고 개엽시기는 전체적으로 전년보다 늦어진 경향을 보였다. 열매생성은 전년과 비슷한 시기에 생성되었다. 활엽수의 영양기관 계절성 변화도 대부분 작년과 비슷한 경향을 보였는데 개나리(4월 15일)가 작년보다 일주일가량 늦어졌고, 백목련(4월 22일)이 일주일정도 빨라짐을 보였다.

활엽수의 영영기관 계절성 변화 시기 중 개엽시기는 전체적으로 작년과 비슷한 시기에 개엽이 일어났다고 보여지는데, 구체적으로 살펴보면 마가목, 산수유, 개나리, 왕벚나무는 작년보다 1일에서 6일정도 느려진 경향을 보였고, 수수꽃다리, 백목련, 함박꽃나무는 3일에서 8일정도 빨라진 경향을 보였다.

2019년도 90%이상 단풍이 진행된 시기는 10월말에서 11월로 조사되었다. 전체적으로 작년보다 2일에서 30일 늦게 단풍이 든 것으로 보여졌다. 전년에는 마가목이 10월 4일로 가장 빨랐으나, 2019년에는 30일 느린 11월 4일에 단풍이 진행되었다. 10일 이상 늦게 단풍

90%가 진행된 식물은 개나리, 백목련 2수종이었다. 10월에 단풍 90%이상 진행된 수종은 왕벚나무와 아까시나무였고, 마가목, 산수유, 개나리, 수수꽃다리, 백목련, 함박꽃나무, 산철쭉은 11월에 단풍이 90%이상 진행되었다.

낙엽이 90%이상 진행된 시기는 작년보다 전체적으로 느렸다. 가장 차이가 많은 수종은 마가목과 산수유로 작년보다 13일 늦게 진행된 것으로 나타났다.

활엽수의 개화시기도 작년과 크게 다르지 않으나 마가목, 산수유, 수수꽃다리, 왕벚나무는 작년보다 3일에서 7일정도 늦게 개화가 시작되었고, 개나리, 백목련, 함박꽃나무는 작년보다 2~4일정도 빨리 개화가 시작되었다. 낙화시기는 함박꽃 나무를 제외하고 모두 작년보다 느린편이었다.

열매생성 시기는 수수꽃다리와 함박꽃나무를 제외하고 작년보다 느린 것으로 나타났다. 산철쭉과 아까시나무의 열매 생성시기는 5월 28일, 5월 24일로 관찰되었다. 열매생성시기가 작년과 가장 많이 차이가나는 수종은 산수유와 백목련으로 작년보다 12일 늦게 생성된 것으로 나타났다.

나. 자생지내 지역 모니터링

1) 가야산도립공원

올해 가야산 침엽수 관찰 수종으로 일본잎갈나무를 모니터링 하였다. 잎눈파열시기는 4월 8일, 개엽은 5월 12일로 관측되었다.

활엽수의 개엽 시기는 대부분 작년과 비슷한 시기인 4월에 진행되었으나 당단풍(4월 15일)의 경우 작년보다 3주정도 빨리 개엽이 시작되었고, 생강나무(5월 2일)의 경우는 3주정도 느리게 개엽이 시작되었다. 단풍이 90%이상 드는 시기는 전체적으로 작년보다 비슷하거나 느려짐을 보였다. 특히 당단풍나무와 신갈나무는 작년보다 10~20일 정도 느려졌다.

생강나무 암그루와 수그루를 비교해보면 수그루의 개엽(4월 23일)이 암그루보다 9일정도 빨랐고 개화시작 시기도 수그루(3월 14일)가 암그루(3월 22일)보다 8일정도 빨랐다. 단풍이 90%이상 드는 시기는 수그루(11월 5일)가 암그루보다 10일정도 느린 것으로 관찰 되었으며 낙화 90%이상 되는 시기도 수그루가 암그루(4월 18일)보다 20일정도 느리게 관찰 되었다.

꽃눈파열부터 낙화(>90%)까지 소요되는 기간은 병꽃나무가 35일로 가장 긴 수종으로 조사되었고, 갯버들(수)가 32일, 생강나무(암)가 29일 소요되는 것으로 조사되었다.

7. 참고문헌

가. 최봉석, 2008. 계룡산국립공원 자원 모니터링 보고서 계룡산국립공원사무소

나. 산림청 국립수목원 2013. 희귀·특산식물 보존 및 복원 인프라구축 4차 보고서

다. 기상청, 1981~2010 기상연보.

라. 신학섭, 윤충원, 2013. 충남 가야산 산림식생의 종조성 및 군집특성

마. 산림청, 국립수목원 2013. 기후변화 취약 산림식물종 보존·적응사업 보고서

바. 산림청, 국립수목원 2015. 기후변화 취약 산림종 보존·적응사업 조사 매뉴얼.

사. 충청남도산림환경연구소 2006. 활성화 방안 연구 보고서

아. 산림청, Nature 국가생물종지식정보시스템, 식물자원

자. 산림청 2009 자생식물 및 산림유전자원보호림 관리요령 p50.

차. 산림청, 임업연구원, 희귀 및 멸종위기 식물도감, 중부임업시험장.

카. 국립산림과학원, 2007. 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축

항균식물자원의 발굴 및 활용기술개발

(자체 '16 ~ 4년차)

【김보미, 김영재, 김연태】

1. 목 적

국내 자생식물자원 중 항균효과가 있는 식물을 발굴하고 이를 인체에 안전한 천연 방부제로 개발하여 산림자원의 부가가치 창출

2. 연구의 필요성 및 선행연구

가. 연구의 필요성

물질의 부패를 막는 물질 즉, 동식물성 유기물이 미생물의 작용에 의해 부패하는 것을 막는 것이 방부이고, 보존을 목적으로 방부하기 위해 첨가하는 약제가 방부제임

방부제는 화장품, 의약품, 생활용품, 식품 등 다양한 제품군의 품질을 장기간 유지하기 위해 필수적이며, 특히 화장품의 경우에는 유통기간이 비교적 길고 기름이나 물이 주성분으로 구성되어 미생물의 탄소원이 되는 글리세린이나 Sorbitol 등과, 질소원이 되는 아미노산 유도체, 단백질 등으로 조성되어 있어 더욱 필수적임. 따라서 인체에 해가 되지 않아야 하고, 방부제 첨가로 인해 제품의 품질을 손상시키지 않아야 함

그러나 화장품, 의약품에 범용적으로 사용되는 화학적 방부제인 파라벤([Paraben] 파라옥시안식향산 에스텔[Ester of p-oxybenzoate])류는 피부 알레르기(Conti, A. et al., 1997)와 내성균 유발 및 환경호르몬으로서의 작용 가능성(Routledge, E. J. et al., 1998) 등의 문제점을 불러일으킴

또한, 파라벤은 화장품뿐만 아니라 잼이나 간장, 소스 등 식품 방부제로도 널리 쓰였는데, 안전성 문제가 꾸준히 제기되자, 식약청이 부적합 판정을 내려 식품 내 첨가를 금지한 품목이며, 파라벤 다음으로 많이 사용되는 방부제인 이미다졸리 디닐유레아(Imidazolidinyl urea)는 파라벤류와 혼합되어 사용되기도 함

미국 피부과학회지에 발표된 연구결과에 따르면, 이미다졸리 디닐유레아는 호흡기나

피부를 자극하여 염증을 발생시키고, 심장 맥박수를 증가시켜 심계항진을 유발하고, 접촉성 피부염의 원인이 된다고 하며, 이 때문에 일본에서는 사용이 금지되었고, 유럽에서는 사용을 자제할 것을 권고하고 있음

천연물 유래의 항균성 물질로서 페놀릭(phenolic), 폴리페놀(polyphenol), 퀴닌(quinine), 플라본(flavone), 플라보노이드(flavonoid), 플라보놀(flavonol), 탄닌(tannin), 쿠마린(coumarin), 테르페노이드(terpenoid), 알카로이드(alkaloid), 레세틴(Lecithin), 폴리펩타이드(polypeptide) 등이 보고되었으며, 상기 천연물 유래 항균성 물질의 항균력에 대한 작용 기작이 모두 밝혀지지는 않았지만, 테르페노이드와 페놀릭은 미생물의 세포막을 파괴하는 기작을 통해 항균작용을 지닌다고 보고되었고, 페놀과 플라보노이드는 미생물의 대사작용에 필수적인 물질에 결합함으로써 미생물의 성장을 억제한다고 알려져 있음

그러나 보고된 천연 항균성 물질의 대부분은 색취, 제품 안정성 저하, 좁은 항균 스펙트럼, 제형 상의 문제점 등으로 인하여 상용화되지 못하고 있으며, 편백 추출물인 히노키티올(hinokitiol), 황금 추출물인 바이칼린(baicalin), 자몽 종자 추출물인 DF-100 등 극히 일부만이 상용화되고 있음

그 외 다른 천연항균제 등은 경제성이 낮거나 좁은 항균 스펙트럼 또는 물성에 의해 사용범위가 제한되는 등의 문제가 있어, 보다 진보되고 안전성과 경제성이 우수한 천연 항균물질 개발이 필요한 실정임.

또한, 2017년부터 발효된 나고야 의정서에 따라 생물(동식물, 미생물 포함)유전자원을 이용하는 나라는 유전자원의 제공 국가에 미리 통보해 승인을 받아야 하고, 해당 유전자원으로 얻은 이익은 상호 합의된 조건에 따라 배분해야 하는 등, 천연유전자원에 대한 중요성이 높아지고 있음

따라서 국내 자생식물의 유전자원의 발굴을 통해 인체에 자극적이지 않은 천연 항균물질을 개발하고, 국내 자생식물의 가치를 높여, 임업의 새로운 부가가치를 창출할 필요 있음.

나. 선행연구

2014년 선정된 식물의 혼합조성물(식물추출물30%+ 다가알코올70%)을 2%포함한 로션의 Challenge test 결과 세균과 진균이 3일만에 사멸했으나, 다가알코올의 조합에 따라 세균, 진균의 사멸일수가 달라졌고, 세균과 진균이 3일안에 사멸하는 조합물의 경우 방부효과는 우수했지만 식물추출물 자체의 방부력이 미흡하였음

방부력 시험 결과를 중심으로 방부력이 높을 것으로 예상되는 식물의 challenge test를 우선 시행하고, 시험 결과 항균력이 높은 식물 3종을 유효성분 분석 및 항산화 실험을 진행하였고, 유효성분 분석을 방부력 실험 후로 변경한 실험순서 변경은 항균 식물탐색기간을 단축시킴

2016년에는 2015년 실험에서 방부력이 높았던 보리수나무의 성분중 방부력에 영향을 끼치는 물질을 중심으로 연구를 진행하였고, 보리수나무 추출물을 포함하는 천연방부제 개발 및 특허를 취득하여 화장품 원료생산업체에 기술이전 하였음

3. 연구방법

가. 비수리 증식시험

1) 재배장소별 증식 비교 시험

노지 및 하우스에 기존 식물을 제거하고 상고르기, 관수 등 시험지를 정비하고, 7.5㎡ 규모의 파종상 준비하고 파종상 당 비수리 종자 5g/㎡ 파종한 후 흙이 마르지 않도록 수시로 물을 주며 발아상황을 관찰했다.

2) 유기질 비료 시비 유무별 증식 비교 시험

하우스 내 유기질 비료를 시비한 파종 상과 시비하지 않은 파종 상을 각 7.5m2 규모로 조성한다. 비료가 있는 파종 상과 비료가 없는 상에 비수리 종자 각 5g/㎡를 파종한 후 관수하고 발아상황을 관찰했다.

3) 유무에 따른 증식 비교 시험

25cm×15cm의 파종상 12개에 상토를 넣고 비수리 종자를 각 0.2g 씩 파종. 6개의 파종상은 빛이 있는 항온항습기(온도 25℃, 습도 75%)에서 14일간 배양하고, 나머지 6개의 파종상은 빛이 없는 항온항습기(온도 25℃, 습도 75%)에서 14일간 배양한 후 흙이 마르지 않도록 관리하여 발아상황을 관찰했다. 광의 조건은 항온항습기에 내장된 형광등임.

나. 비수리추출물(Propandiol 추출)과 폴리올 혼합 비율별 방부력 비교 시험

1) 혼합비율

연번	비수리추출물 함량(%)	폴리올 함량(%)
1	100.0	0
2	99.0	1.0
3	97.5	2.5
4	95.0	5.0
5	90.0	10.0

2) 실험에 사용된 균주

구 분	사용균주	비고
세 균	*Pseudomonas aeruginosa* (ATCC9027)	
	Escherichia coli (ATCC8739)	
	Staphylococcus aureus(ATCC6538)	
진 균	*Candia albicans* (ATCC 10231)	
	Aspergillus niger (ATCC 16404)	

3) 실험방법

가) 비수리 추출물 제조

1,500ml의 삼각플라스크에 건조된 비수리를 추말 분쇄한 시료 100g과 Propandiol 1,000ml를 넣고 교반기를 150rpm/50°c로 설정하여 7일 침지시키고. 침지된 용액을 110mm ∅Filter paper를 사용하여 여과하였다.

나) 함량별 폴리올 첨가 용액 제조

여과된 비수리 추출물을 5개의 삼각플라스크에 각 100ml씩 분주하고, GMCY를 1g, 2.5g, 5g, 10g씩 개량하여 비수리 추출물이 든 삼각플라스크에 함량별로 첨가하였으며, GMCY가 완전히 녹을 때까지 가열교반하였다.

다) 균주별 희석배지 제조

10ml 코니칼튜브에 LB(Luria Broth) 배지를 9ml씩 분주하고, LB(Luria Broth) 배지에 배양 중인 *Pseudomonas aeruginosa*(ATCC9027), *Escherichia coli*(ATCC8739), *Staphylococcus aureus*(ATCC6538), *Candia albicans*(ATCC 10231), *Aspergillus niger*(ATCC 16404)를 볼텍스 믹스로 균질화 한 후 1ml를 추출하여 앞서 만든 LB(Luria Broth) 9ml가 든 코니칼튜브에 분주하여 1차 희석배지 제조하였다. 1차 희석배지 제조과정을 반복하여 2차, 3차 희석배지를

제조하였다.

라) 방부력 시험(Paper Disk법)

'나'과정에서 제조된 폴리올 함량별 용액 5종에 8mm 페이퍼를 침지하고, '다'과정에서 제조된 1차 희석배지액을 TSA, SDA 고체배지에 0.1ml 분주 후 스프레더로 골고루 펼쳐주었으며, 비수리 천연방부제에 침지된 8mm 페이퍼를 대장균이 분주된 페트리디쉬에 일정간격으로 배치하였다. 페트리디쉬를 실링하여 36°c의 오븐에서 배양하며 24시간 간격으로 3일간 페이퍼 주변의 환 크기를 비교 관찰하였다.

다. 비수리 재배방법별 방부력 비교 시험

1) 실험방법

가) 비수리 추출물 제조

하우스, 노지에서 재배한 비수리를 채집하여 반음지에서 건조하고, 유기질 비료를 시비한 시험구와 시비하지 않은 시험구의 비수리를 구분하고, 건조된 비수리 시료를 추말 분쇄하였다. 1,500ml의 삼각플라스크에 Propandiol 1,000ml와 비수리 시료 100g을 넣고 교반기를 150rpm/50°c로 설정하여 7일간 침지하고, 침지된 용액을 110mm∅Filter paper를 사용하여 여과하였다.

나) 균 희석배지 제조

10ml 코니칼튜브에 LB(Luria Broth) 배지를 9ml씩 분주하고, LB(Luria Broth) 배지에 배양중인 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 검정곰팡이(*Aspergillus niger*)를 각각 볼텍스믹스로(Vortex) 균질화 한 후 1ml를 추출하여 앞서 만든 LB(Luria Broth) 9ml가 든 코니칼튜브에 분주하여 1차 희석배지를 제조하였으며, 1차 희석배지 제조과정을 반복하여 2차, 3차 희석배지를 제조하였다.

다) 방부력시험(Paper Disk법)

'나)'과정에서 제조된 폴리올 함량별 용액 5종에 8mm 페이퍼를 침지하고, '다)'과정에서 제조된 1차 희석배지액을 TSA, SDA고체배지에 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 검정곰팡이(*Aspergillus niger*)를 각 0.1ml 분주 후 스프레더로 넓게 펼쳐주며, 비수리 천연방부제에 침지된 8mm 페이퍼를 각 균이 분주된 페트리디쉬에 일정간격으로 배치하고, 페트리디쉬를 실링하여 36°c의 오븐에서 보관하였으며, 24시간 간격으로 3일간 페이퍼 주변의 환 크기를 비교 관찰하였다.

라. 비수리 천연방부제 피부자극 간이임상시험

1) 2019년 9월 16일부터 2019년 9월 25일까지 일주일 간 실험대상자 20명(남10, 여10)을 대상으로 비수리 천연방부제를 첨가하여 제조한 로션의 피부자극을 시험하였음.

2) 시험대상자의 팔에 천연방부제를 흡수시킨 첩포를 48시간 이상 부착하여 피부 자극을 육안으로 관찰하였으며, 판정기준은 CTFA 가이드라인에 따름

* CTFA 가이드라인

기호	Grade	판정기준
+	1	경미한 홍반 (Slight erythema, or spotty of diffuse)
++	2	균일한 홍반 (Moderate uniform erythema)
+++	3	부종을 동반한 강한 홍반 (Intense erythema with edema)
++++	4	부종과 수포를 동반한 강한 홍반 (Intense erythema with edema and vesicles)

마. 비수리 천연방부제 4종 표준제조지침 작성

1) 70% ethanol 추출

추말 시료 100g을 1L 삼각 플라스크에 넣고 70% ethanol을 플라스크에 500ml 채움. 시료가 든 플라스크를 Sonication(음파처리)에서 10시간, 50℃의 오븐에 12~14시간 두는 것을 4일간 반복한 후 60℃의 오븐에 2일 간 침출하여 Ø 110mm Filter paper로 여과. 여과된 추출물은 296.77g(수율49.46%)이다. 추출물의 알코올을 제거하기 위해 증발 농축기로 농축하고 Propanediol을 첨가하여 투명하게 녹여 추출물을 제조.

2) Propanediol 추출

추말 시료 200g을 2L 삼각 플라스크에 넣고 Propanediol을 플라스크에 1000ml 채움. 시료가 든 플라스크를 Sonication(음파처리) 10시간, 50℃의 오븐에 12~14시간 두는 것을 4일간 반복한 후 60℃의 오븐에 2일 간 침출하여 Ø 150mm Filter paper로 여과. 추출물은 780.75g(수율65.06%)이다.

3) Glycerin 추출

추말 시료 200g을 2L 삼각 플라스크에 넣고 Glycerin을 플라스크에 1200ml 채움. 시료가 든 플라스크를 Sonication(음파처리) 10시간, 50℃의 오븐에 12~14시간 두는

것을 4일간 반복한 후 60℃의 오븐에 2일 간 침출하여 Ø 150mm Filter paper로 여과한다. 추출물은 883.86g(수율63.13%)이다.

4) 1,3-BG 추출

1L 삼각플라스크에 추말 시료 100g과 1,3-BG를 500ml 채운다. 시료가 든 플라스크를 Sonication(음파처리) 10시간, 50℃의 오븐에 12~14시간 두는 것을 4일간 반복한 후 60℃의 오븐에 2일 간 침출하여 150mm Ø Filter paper로 여과한다. 추출물은 397.83g(수율66.31%)이다.

5) 제조과정 및 추출물 사진



초음파 추출(Sonication)



오븐 가온(50~60℃) 추출



여과



비수리 Ethanol 70% 추출물



비수리 Propandiol, Glycerin 추출물



비수리 1,3-BG 추출물

4. 연구결과

가. 비수리 증식시험

1) 재배장소별 증식 비교 시험

가) 하우스에서는 2019년 4월 15일에, 발아가 시작되었으나, 노지에서는 2019년 5월 15일

이후 발아가 시작되어 하우스 재배의 발아속도가 빨라짐을 알 수 있었음. 시기가 30일 빨랐다.

나) 하우스 재배 시 발아율이 매우 낮으나 평균 개체 높이는 노지에 비해 높게 나타남

2) 비배유무별 증식 비교 시험

가) 유기질 비료를 시비한 파종상은 2019년 4월 10일 발아가 시작되었고, 시비하지 않은 파종상은 2019년 4월 15일 발아가 시작되었다. 이러한 결과로 볼 때 유기질 비료의 시비가 비수리 종자의 발아를 촉진시키는 역할을 하는 것으로 판단되었다.

나) 관찰결과(파종 100후)

조사구	유기질 비료 시비	빛 조건	재배 장소	파종시기	개체 수	줄기 높이 (평균)
1	유	반음지	하우스	2019년 봄	8	18.55
2	무	반음지	하우스	2019년 봄	7	23.28
3	무	양지	노지	2019년 봄	126	7.00
4	무	양지	노지	2019년 봄	86	6.35
5	무	양지	노지	2019년 봄	77	6.27
6	무	반음지	노지	2019년 봄	51	6.36
7	무	반음지	노지	2019년 봄	114	6.45
8	무	반음지	노지	2019년 봄	59	7.48
9	무	양지	노지	2018년 가을	33	24.08
10	무	음지	노지	2018년 가을	46	17.83
계					607	12.37

다) 시험지 전경

조사구	전 경	높 이
1		
2		
3		
4		
5		
6		

조사구	전 경	높 이
7		
8		
9		
10		

3) 광 유무에 따른 증식 비교 시험

가) 광이 없는 항온항습기에서의 발아상태

- 4. 1. 발아시작
- 발아된 개체는 떡잎이 없고 노란색 머리에 흰 줄기를 가진 약한 개체가 발아됨
- 파종상별 약 20~30개체가 발아하였으나 생육이 불가하다고 판단됨
- 파종상에 곰팡이가 발생함

나) 광이 있는 항혼항습기에서의 발아상태

- 4. 5. 발아시작

- 초록색의 떡잎을 가진 건강한 개체가 발아됨
- 빛이 주는 형광등과 파종상의 거리에 따라 발아개체 수가 차이남
- 형광빛과 가까운 파종상에서 발아율이 높았음. 빛의 세기가 발아에 영향을 미친 것으로 판단되었음.

다) 광 조건별 발아 상황

형광등과 파종상의 거리	발아시작일	발아개체 수
5cm	4. 10.	4
20cm	4. 11.	2
35cm	–	0



빛이 있는 파종상(7일 차)



빛이 없는 파종상(7일 차)



빛이 있는 파종상(14일 차)



빛이 없는 파종상(14일 차)



빛과 가까운 파종상
(14일차 – 4개 발아)



빛과 먼 파종상
(14일 차 – 0개 발아)

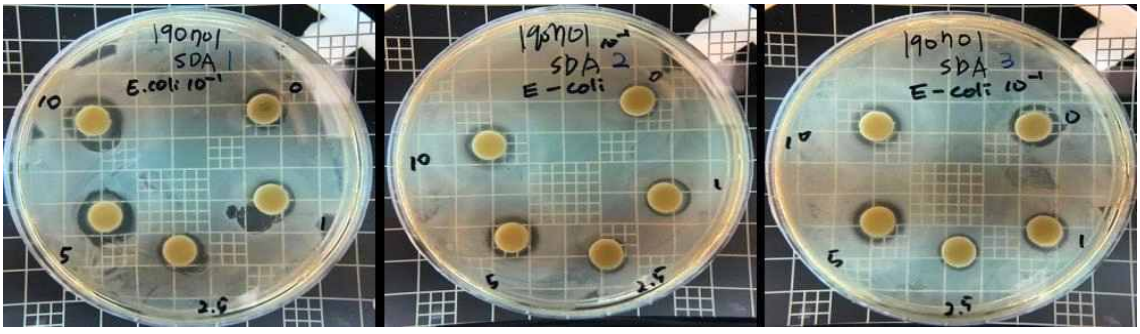
나. 비수리추출물(Propandiol 추출)과 폴리올 혼합 비율별 방부력 비교 시험

1) 대장균 실험결과

가) GMCY 0% ~ 2.5% 첨가 시 비수리추출물 원액의 방부력과 유사하거나 낮은 방부력을 보임

나) GMCY 5% ~ 10% 첨가 시 비수리추출물 원액보다 방부력이 향상됨

□ 대장균(E. coil) 1차 희석배지



□ 대장균(E. coil) 2차 희석배지



□ 대장균(E. coil) 3차 희석배지



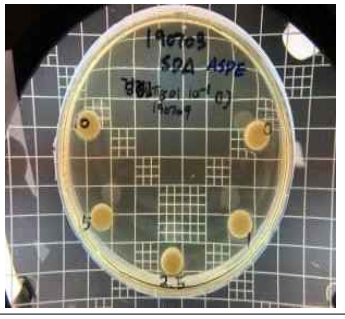
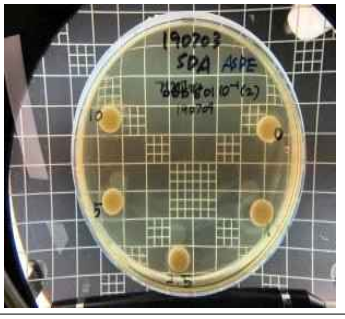
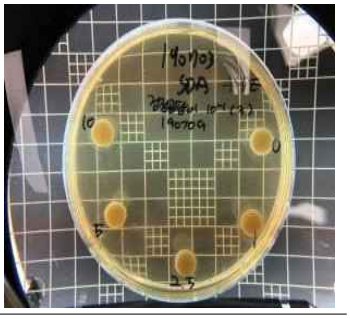
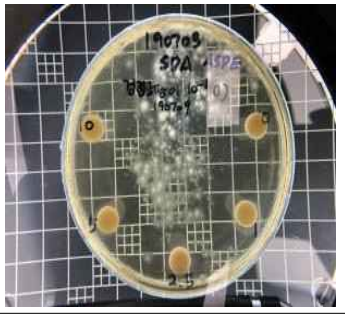
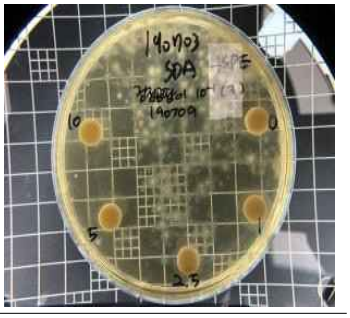
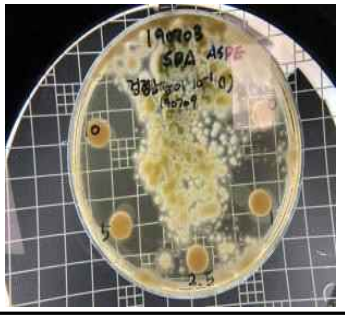
2) 검정곰팡이 실험결과

가) 비수리 천연방부제의 GMCY를 0% 첨가한 비수리 천연방부제 원액은 검정곰팡이에 대한 항균력은 있으나 유지되지 않음

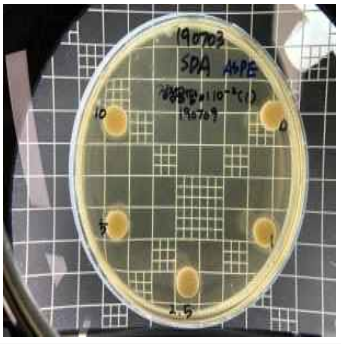
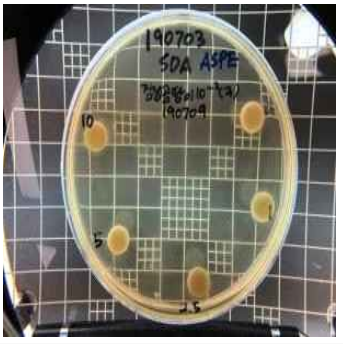
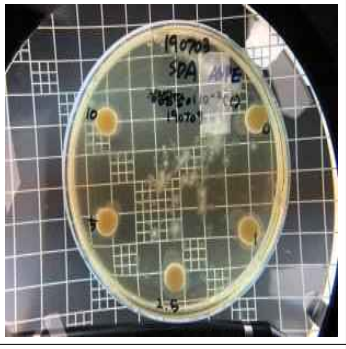
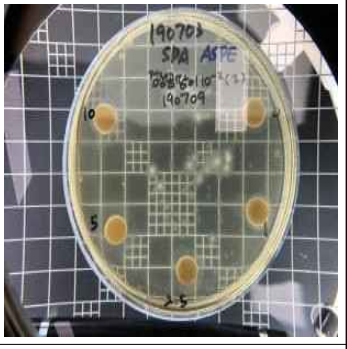
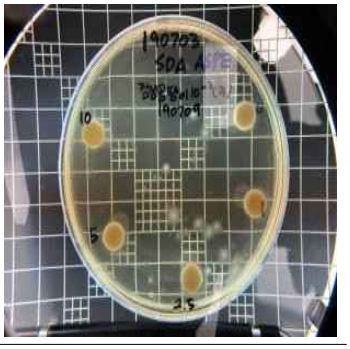
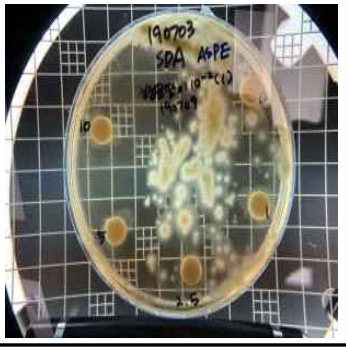
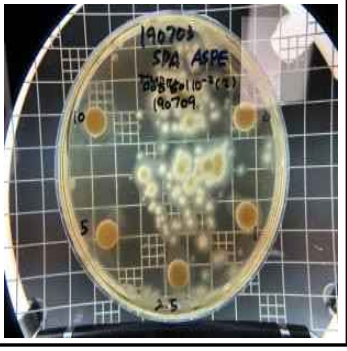
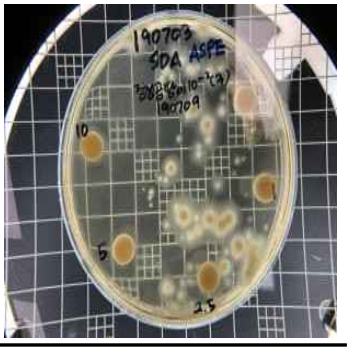
나) 비수리 천연방부제의 GMCY를 1% 첨가할 시 첨가함량 대비 검정곰팡이에 대한 항균활성 효과가 높았으나 GMCY를 2.5% 첨가에서는 항균활성이 오히려 낮게 나타남

다) 비수리 천연방부제의 GMCY를 5~10% 첨가할 시 검정곰팡이에 대한 항균활성이 높았으며 지속적인 효과를 나타냄

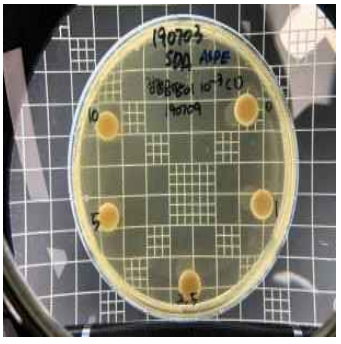
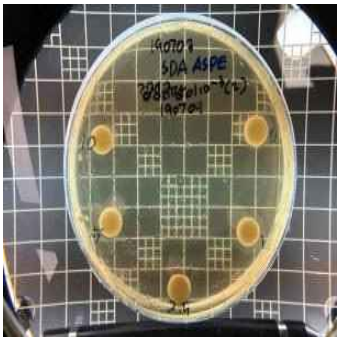
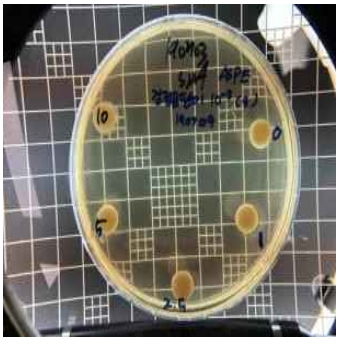
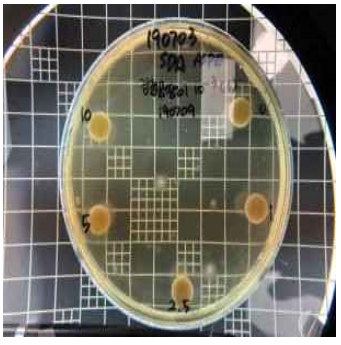
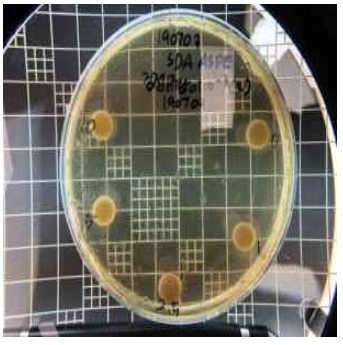
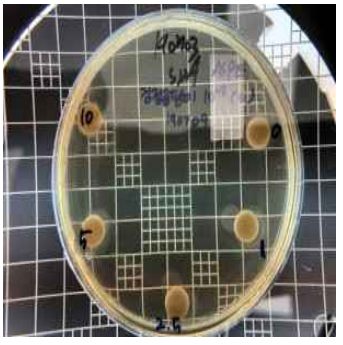
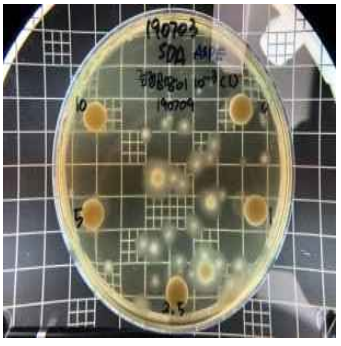
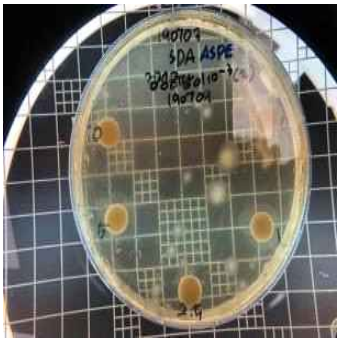
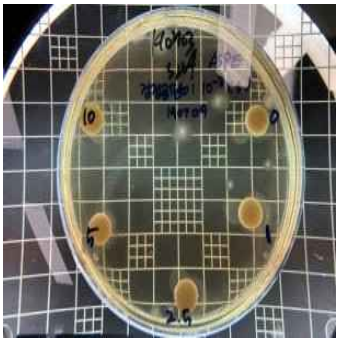
□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 1차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 2차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 3차 희석배지

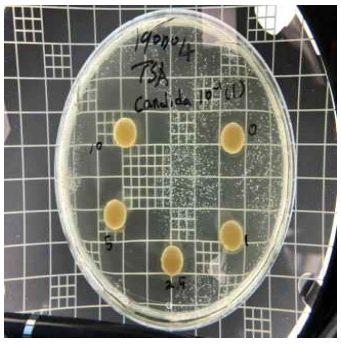
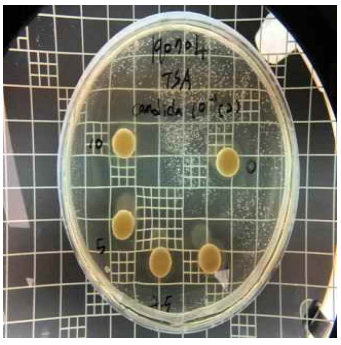
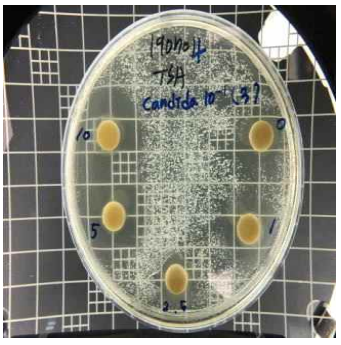
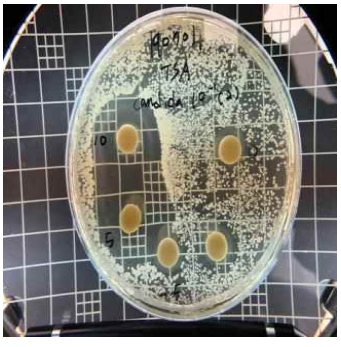
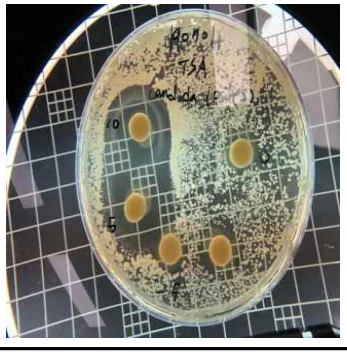
	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

3) 칸디다균(*Candida albicans*) 실험결과

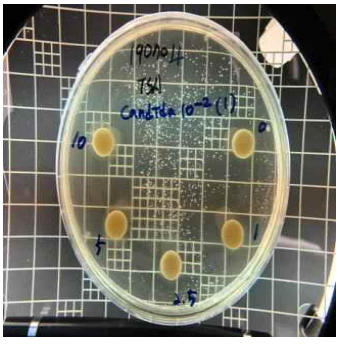
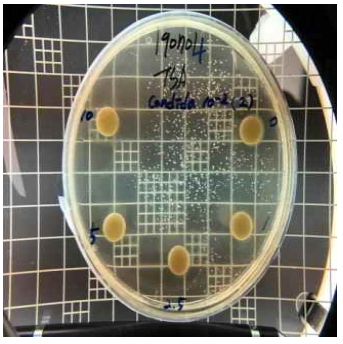
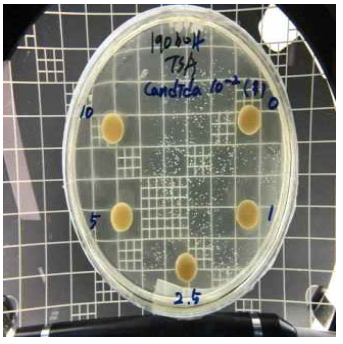
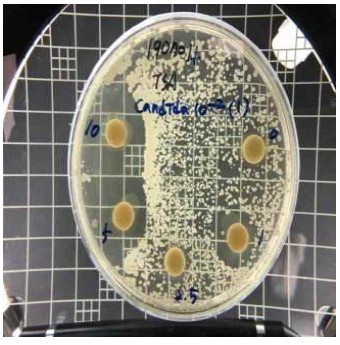
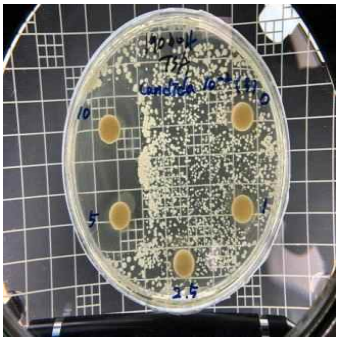
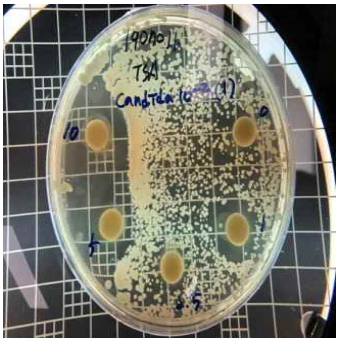
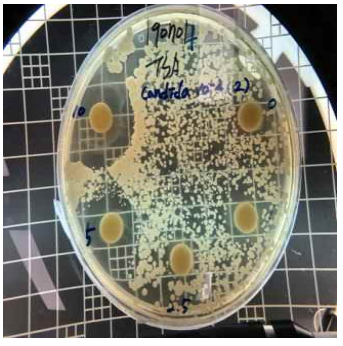
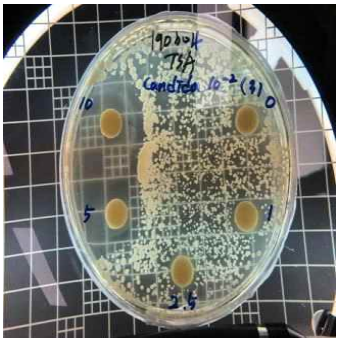
가) 비수리 천연방부제의 GMCY를 0% 첨가한 비수리 천연방부제 원액은 낮은 농도의 칸디다균에 대해서 항균력은 있으나 균농도가 높아질수록 항균효과가 낮음

나) 비수리 천연방부제의 GMCY를 1~10% 첨가할 시 첨가함량에 따라 칸디다균에 대한 항균력이 점차 높아짐

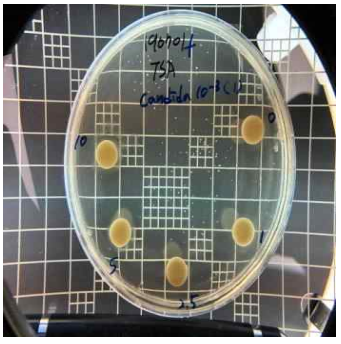
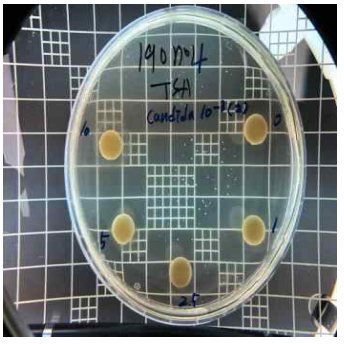
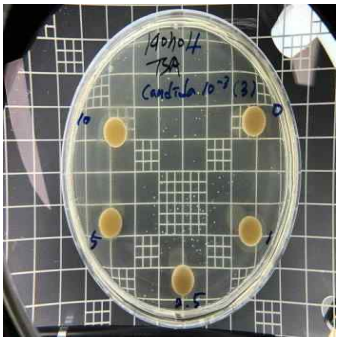
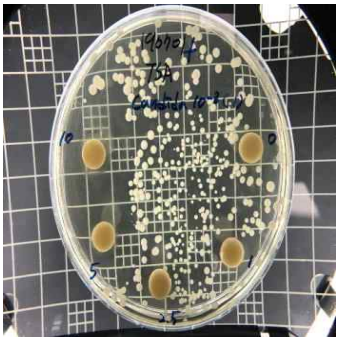
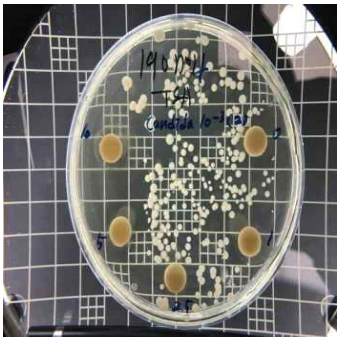
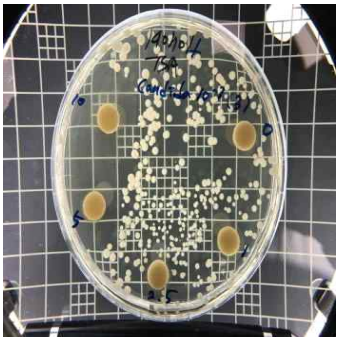
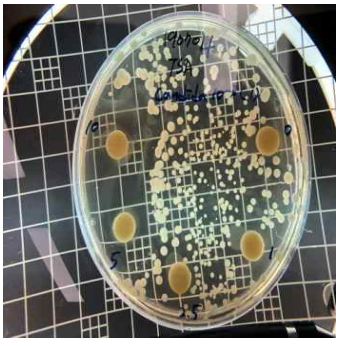
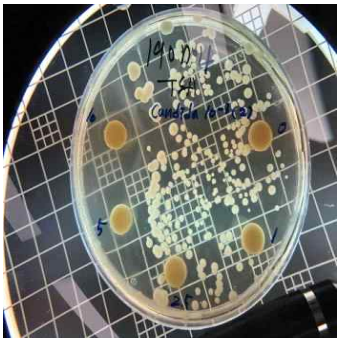
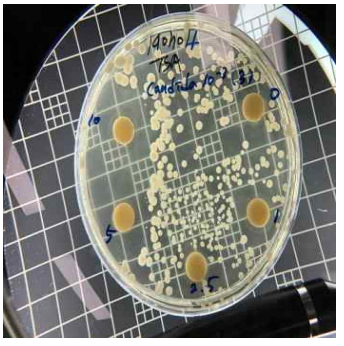
□ 칸디다균(*Candida albicans*) 1차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 칸디다균(*Candida albicans*) 2차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

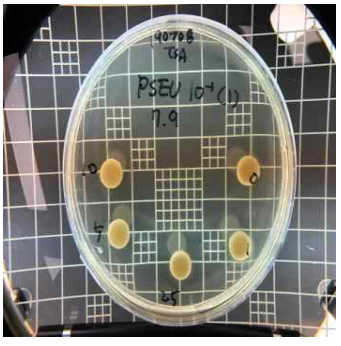
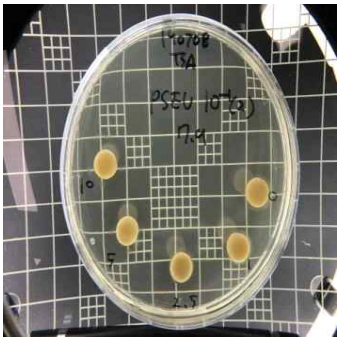
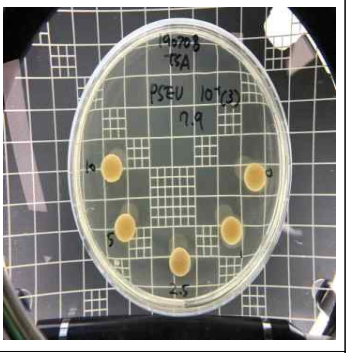
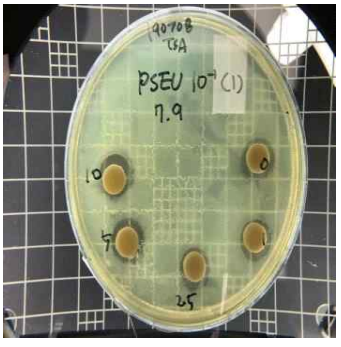
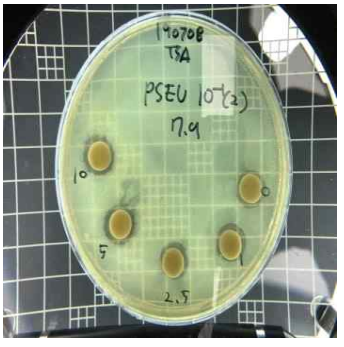
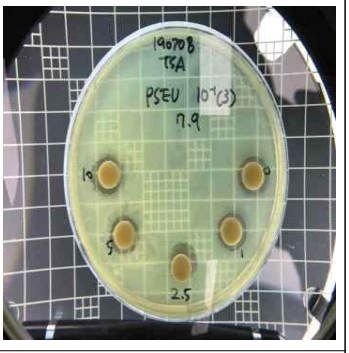
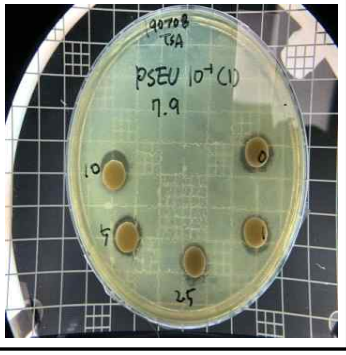
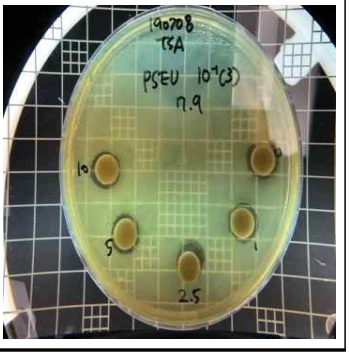
□ 칸디다균(*Candida albicans*) 3차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

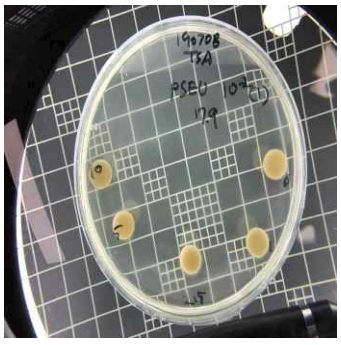
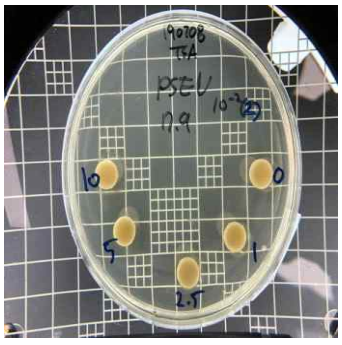
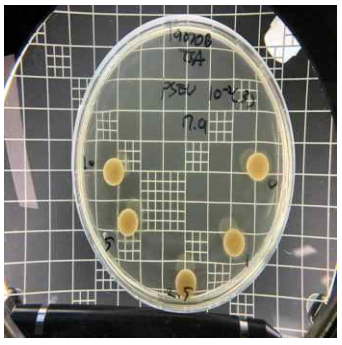
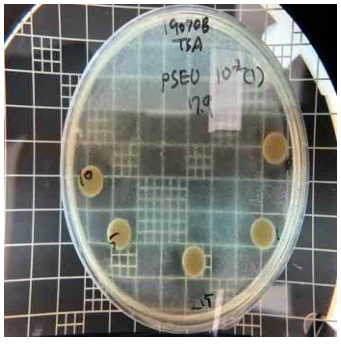
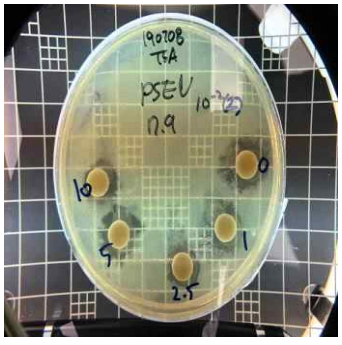
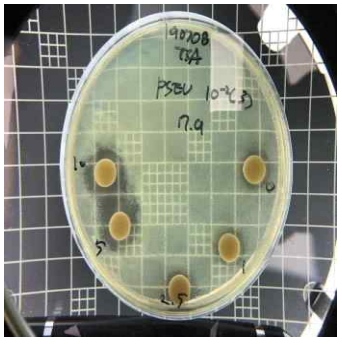
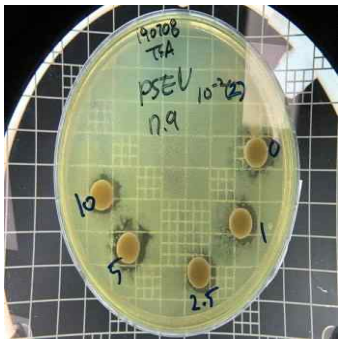
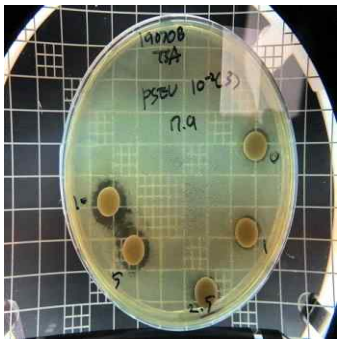
4) 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 실험결과

가) 비수리 천연방부제의 GMCY 함량에 따른 항균력 차이가 미미함

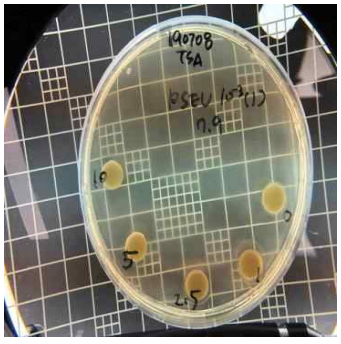
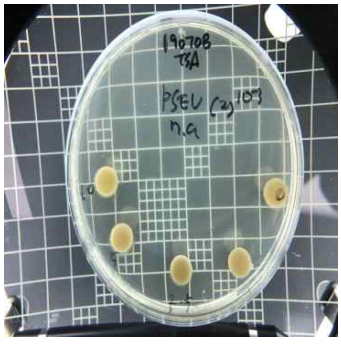
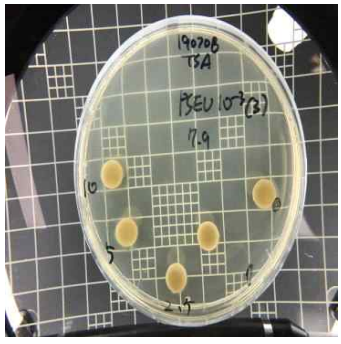
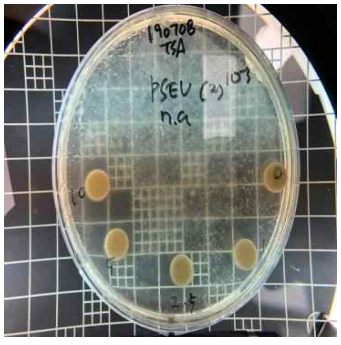
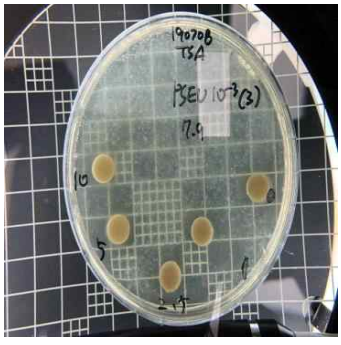
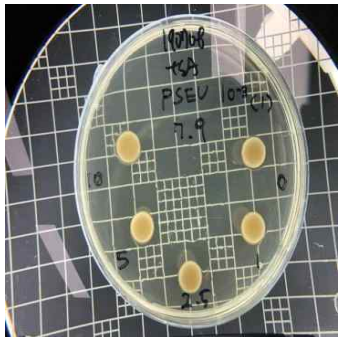
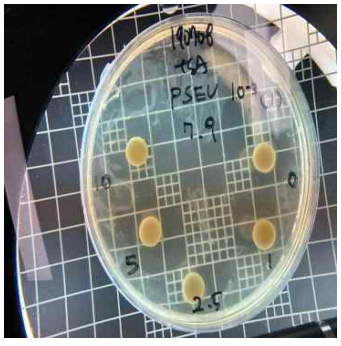
□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 1차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 2차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 3차 희석배지

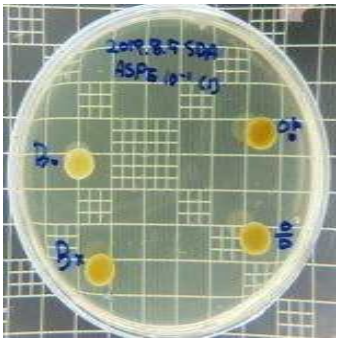
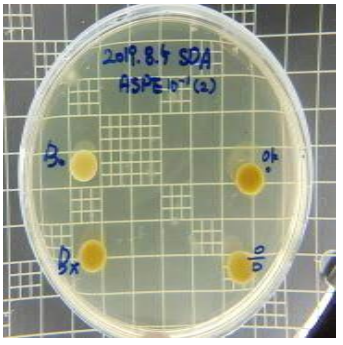
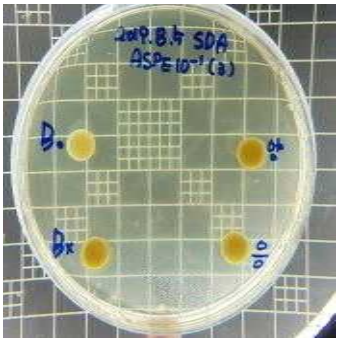
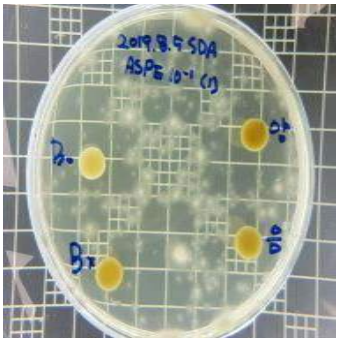
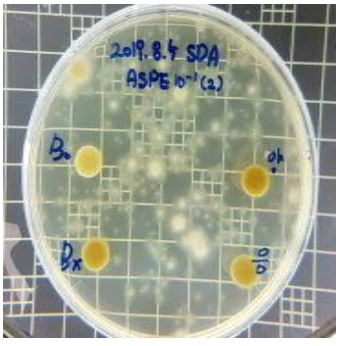
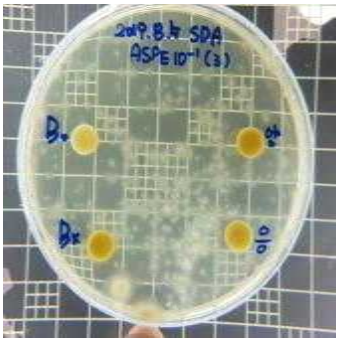
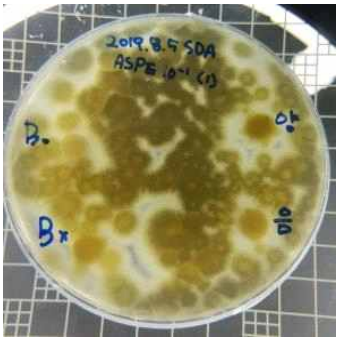
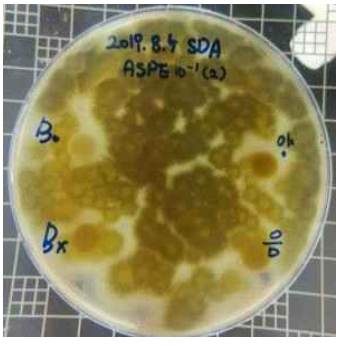
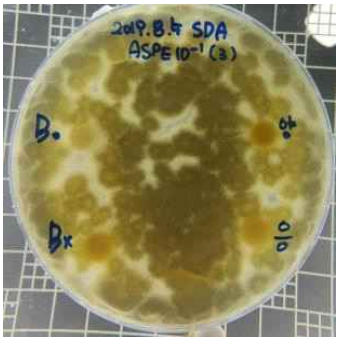
	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

다. 비수리 재배조건별 방부력 비교 시험

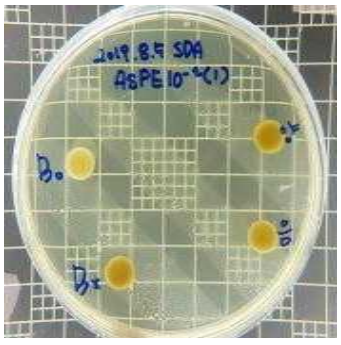
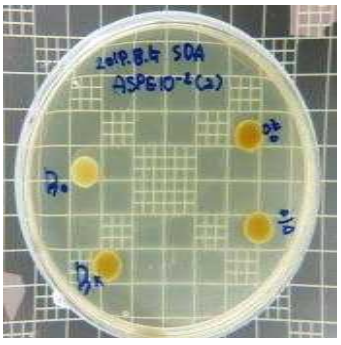
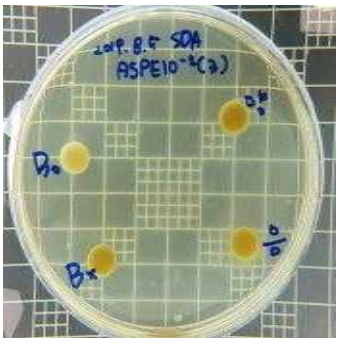
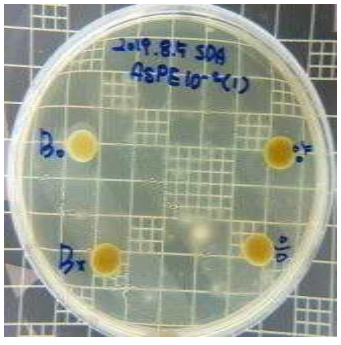
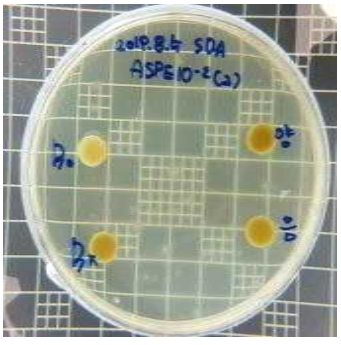
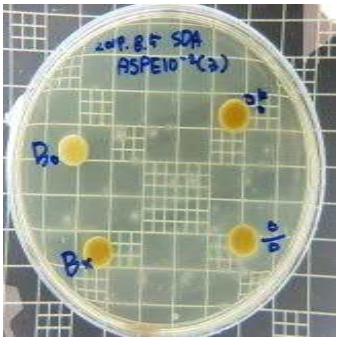
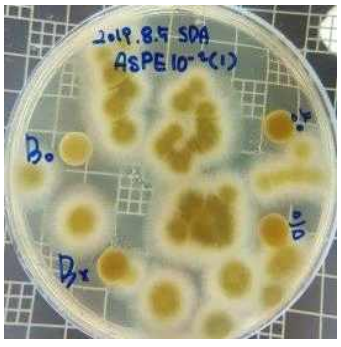
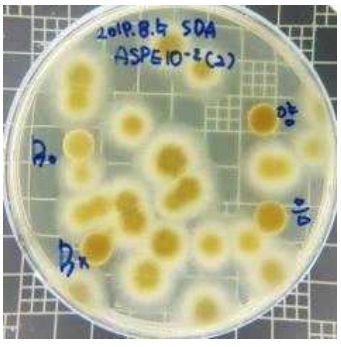
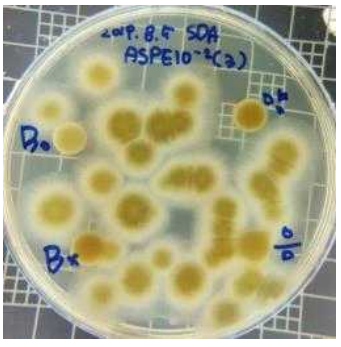
1) 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 실험결과

- 10-1 농도에서는 비료 있는 시험구의 방부력이 약간 높은 것으로 나타남
- 10-2, 10-3 농도에서는 오염이 발생한 것으로 추정되며 재시험 필요

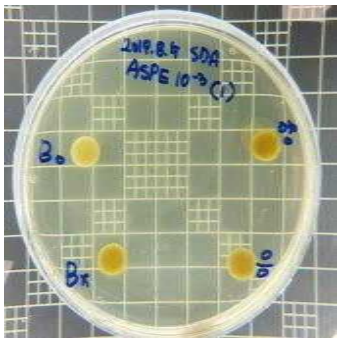
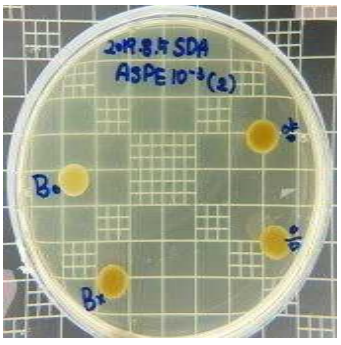
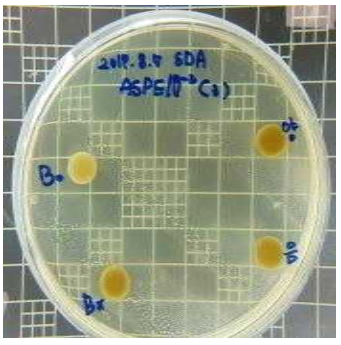
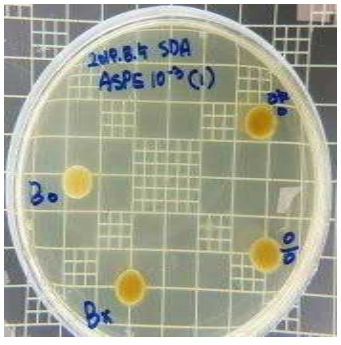
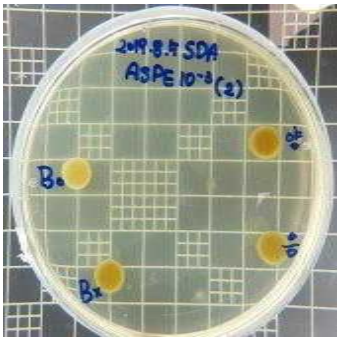
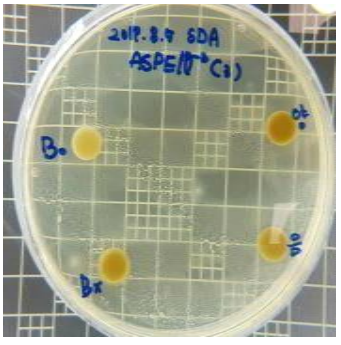
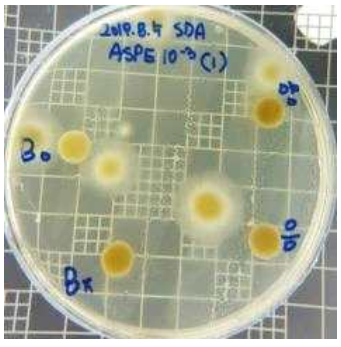
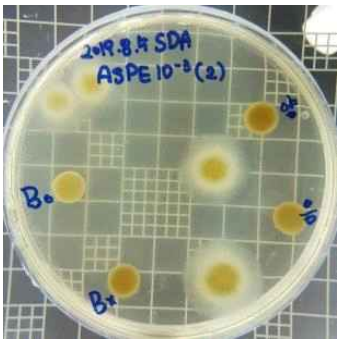
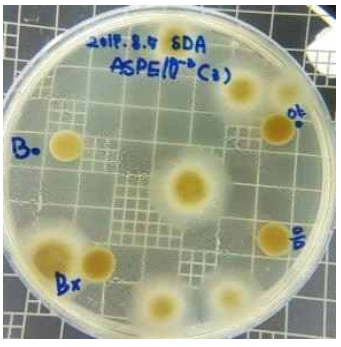
□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 1차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 2차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

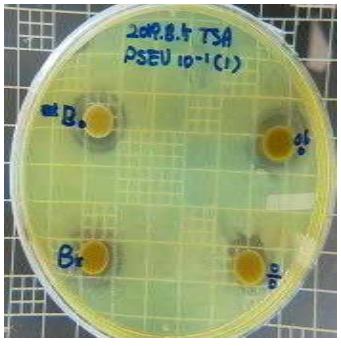
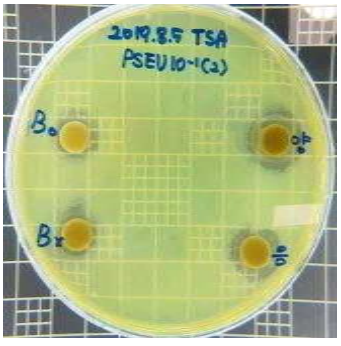
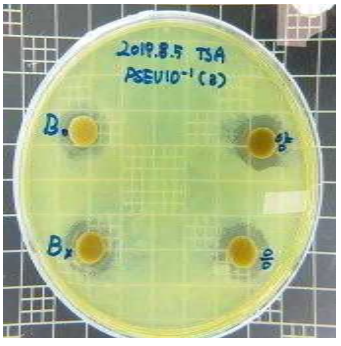
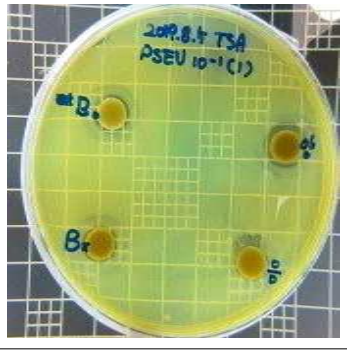
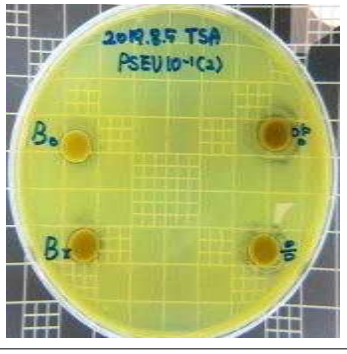
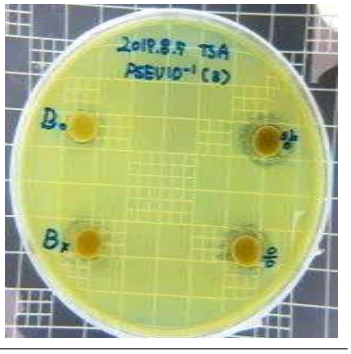
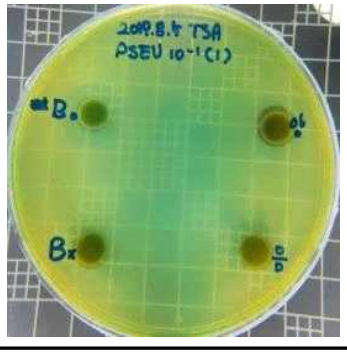
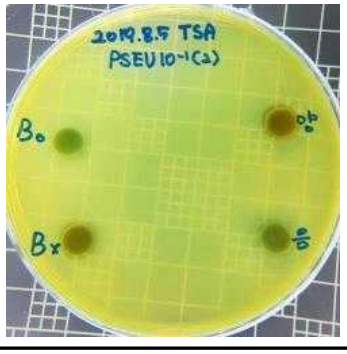
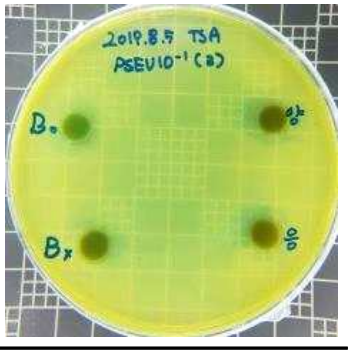
□ 검정곰팡이(*Aspergillus niger*) 3차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

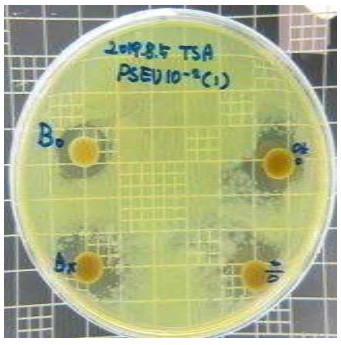
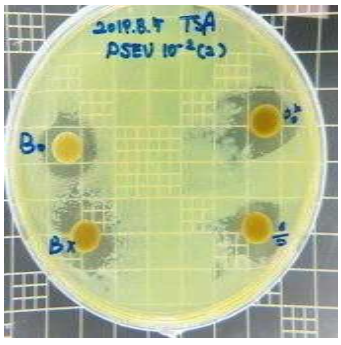
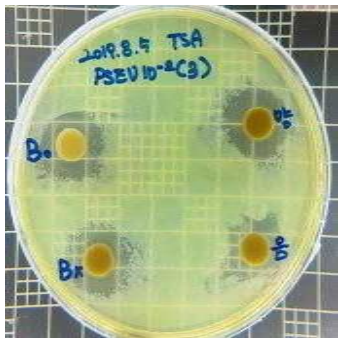
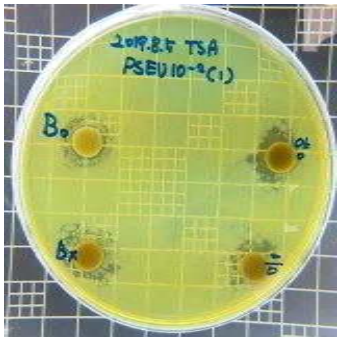
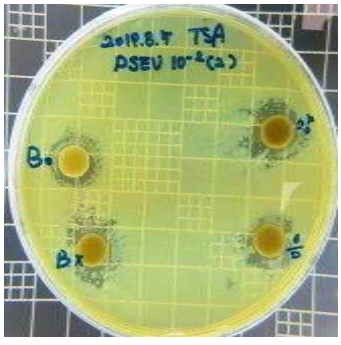
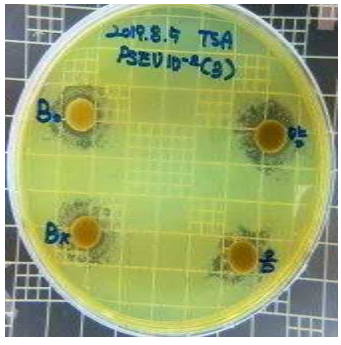
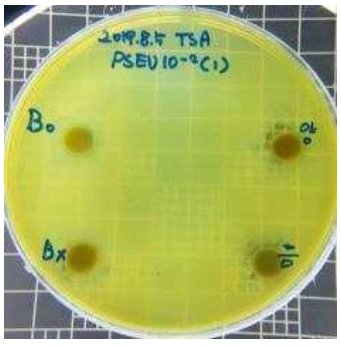
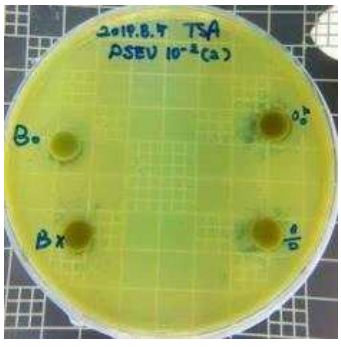
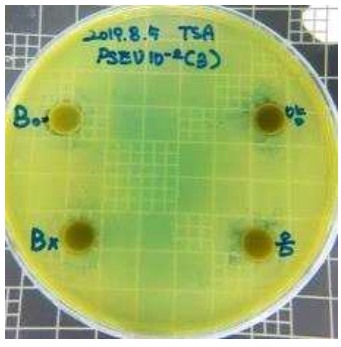
2) 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 실험결과

가) 10-3 농도에서의 3번째 페트리디쉬는 유기질 비료를 시비하지 않은 시험구의 경우 방부력이 약간 높게 나타났으나 나머지 페트리디쉬는 모두 비슷한 환 크기를 나타냄

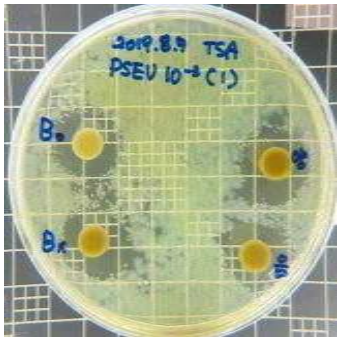
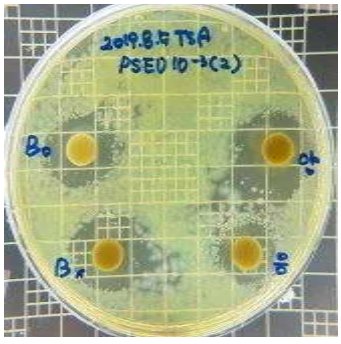
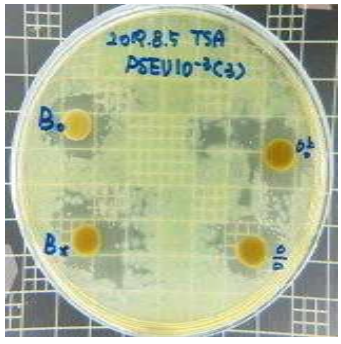
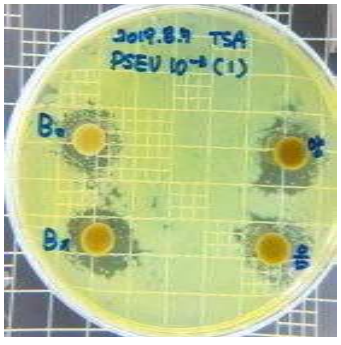
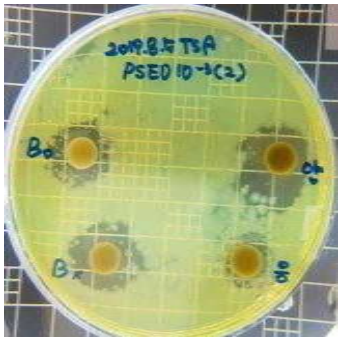
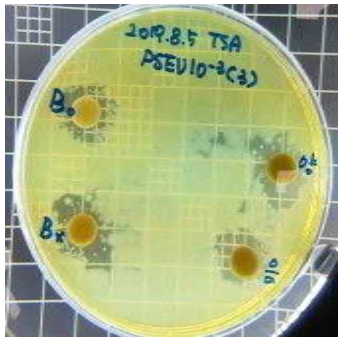
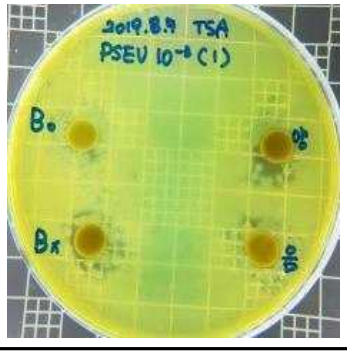
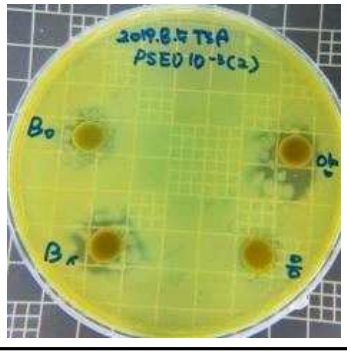
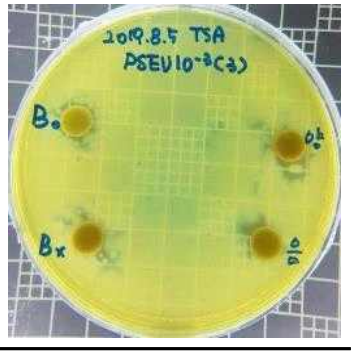
□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)1차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 2차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

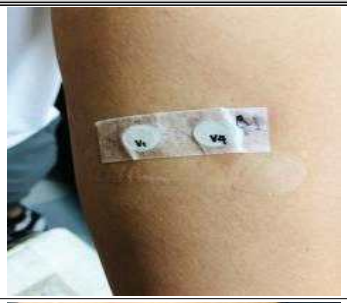
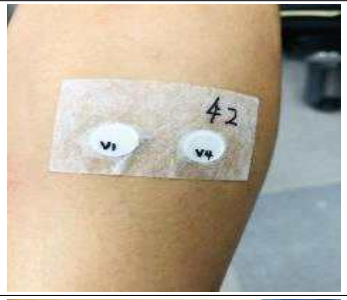
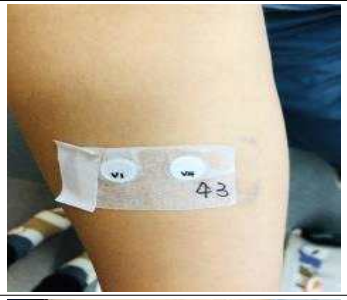
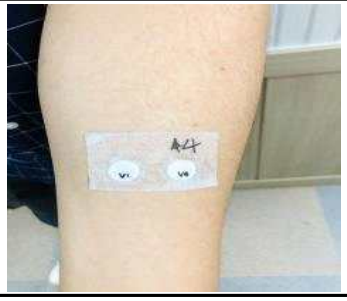
□ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 3차 희석배지

	1반복	2반복	3반복
1일차			
2일차			
3일차			

라. 비수리 천연방부제 간이임상자극시험 결과

- 20명의 참가자 모두 피부자극이 없으므로 비수리 천연방부제는 피부에 안전한 것으로 판단됨.

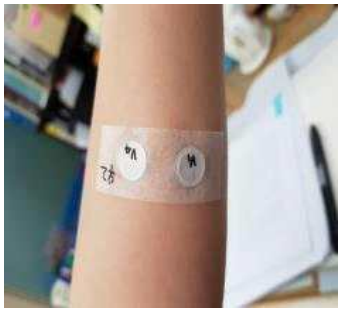
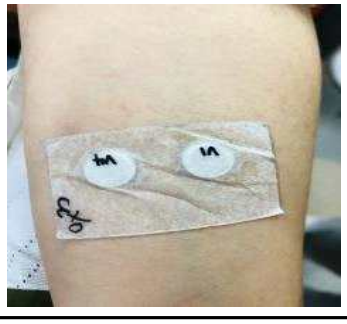
1) 간이임상자극시험 사진(남성 시험자)

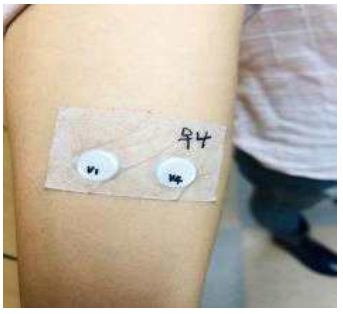
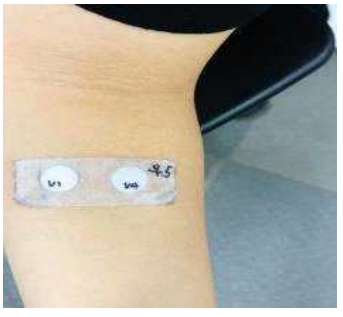
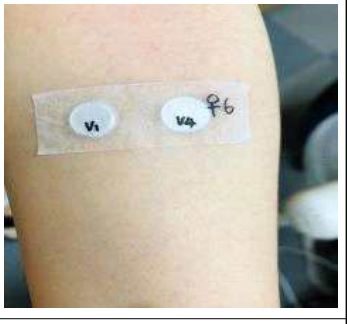
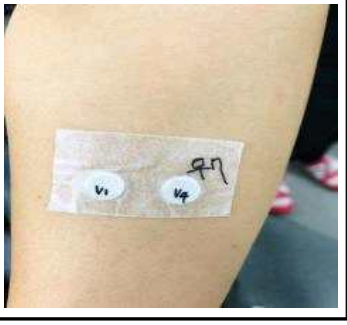
구분	시험 전	시험 중	시험 후
남 1			
남 2			
남 3			
남 4			

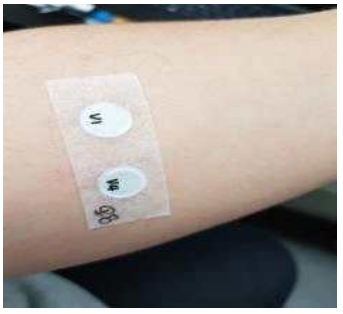
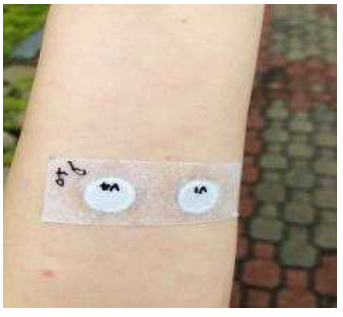
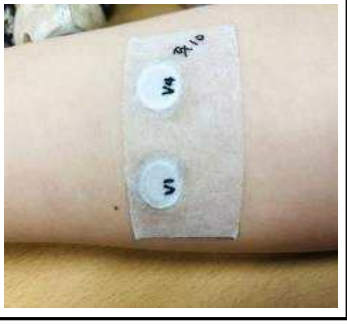
구분	시험 전	시험 중	시험 후
남 5			
남 6			
남 7			
남 8			
남 9			

구분	시험 전	시험 중	시험 후
남 10			

2) 간이임상자극시험 사진(여성 시험자)

구분	시험 전	시험 중	시험 후
여 1			
여 2			
여 3			

구분	시험 전	시험 중	시험 후
여 4			
여 5			
여 6			
여 7			

구분	시험 전	시험 중	시험 후
여8			
여9			
여10			

마. 비수리 천연방부제 표준제조 지침

1) 비수리 70% 에탄올 추출물 표준 제조 지침

가) 비수리의 전처리 : 비수리를 2~3cm 이하의 크기로 세절 후 건조, 추말 분쇄하여 2cm 이하로 파쇄

나) 가열 및 침출 추출

(1) 파쇄한 비수리 원료를 추출기 반응기에 투입

(2) 비수리 원료 대비 5배의 70% 에탄올(정제수+에탄올)을 넣어 혼합(예, 원료 : 정제수 : 에탄올= 1 : 1.5 : 3.5)

(3) 추출기를 밀봉하고 히터를 작동시켜서 조업 온도(50~60 ℃)까지 승온 → 침출 추출 7일 (lab scale : 3일 초음파 추출, 4일 50~60℃ 침출)

다) 추출물의 분리정제 및 추출원액 제조 : 추출조업 완료 후 진공 펌프로 여과 비수리 원물 제거

라) 추출물의 농축 및 농축원액 제조

(1) 회전 증발농축기를 이용 가온하여 색 제거 추출액을 농축

(2) 농축 후 1,3-propandiol 과 정제수를 최소량 첨가하여 비수리 추출 원액 제조

(3) 부유물이 생기면 원심분리 하여 제거

마) 비수리 추출물 제조

(1) 제조된 비수리 추출 원액을 혼합비율에 의거하여 Prpandiol와 첨가물을 혼합하여 제품용기에 정량 투입하여 비수리 천연방부제 제조

(2) 각 제품용기에서 일정량을 샘플 하여 세균검사 및 사양기준을 통과한 제품의 성적서 제조 후 출하 또는 보관

2) 비수리 1,3-Propanediol, 글리세린, 1,3-BG 추출물 표준제조 지침

가) 비수리의 전처리 : 비수리를 2~3cm 이하의 크기로 세절 후 건조, 추말 분쇄하여 2cm 이하로 파쇄

나) 가열 및 침출 추출

(1) 파쇄한 비수리 원료를 추출기 반응기에 투입

(2) 비수리 원료 대비 6배의 글리세린(1,3-Propanediol, 1,3- BG는 5배)을 넣어 혼합 (예, 원료 :글리세린= 1 : 6)

(3) 추출기를 밀봉하고 히터를 작동시켜서 50~60 ℃까지 승온

(4) 침출 추출 7일 (lab scale : 3일 초음파 추출, 4일 50~60℃ 침출)

다) 추출물의 분리정제 및 추출원액 제조

(1) 추출조업 완료 후 탈수기, 원심분리기, 여과포로 여과 비수리 원물 제거(filter paper를 이용해 진공펌프로 여과 시 고품질 원액 제조 가능)

(2) 회수된 추출물을 filter paper이용 진공펌프로 여과 2차 정제 비수리 추출 원액 제조

라) 비수리 추출물 제조

(1) 제조된 비수리 추출 원액을 혼합비율에 의거하여 Prpandiol와 첨가물을 혼합하여 제품용기에 정량 투입하여 비수리 천연방부제 제조

(2) 각 제품용기에서 일정량을 샘플 하여 세균검사 및 사양기준을 통과한 제품의 성적서 제조 후 출하 또는 보관

5. 요약

○ 비수리의 재배조건에 따라 비수리의 항균력을 비교한 결과, 그 차이가 미미하였다. 따라서 비수리 천연방부제 제조를 위해 특정 조건에서 재배하거나, 특정 시기에 채취 할 필요 없이 비수리의 발아율이 높고 생장이 좋은 재배적지를 선정하여 재배하는 것이 적합하다.

○ 비수리의 재배적지 선정을 위해 재배장소별 증식 비교 시험 결과 하우스 재배가 노지재배보다 발아일이 빠르고 개체의 크기가 크나 발아율은 낮았다. 노지재배 시 발아 시작일은 늦으나 발아율이 높아 비수리는 노지재배가 적합한 것으로 보인다.

○ 비수리의 비배유무별 증식 비교 시험 결과 유기질 비료를 시비할 경우 발아일이 빨라지는 것으로 나타나 시비의 유무는 발아일에 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

○ 비수리 재배조건 선정을 위해 광 유무에 따른 증식 비교 시험결과, 빛이 없는 파종상은 발아일이 빠르고 발아율이 높았으나 생육이 불량하고 곧 고사하였다. 빛이 있는 파종상 초록색의 떡잎을 가진 건강한 개체가 발아되었으며 노지의 경우도 양지가 음지보다 발아량이 많은 것을 관찰하였다. 비수리의 재배조건 중 빛은 중요한 요인으로 작용하기에 재배 시 양지에서 재배하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

○ 비수리추출물(Propandiol로 추출)과 폴리올 혼합 비율별 방부력 비교 시험 결과, 대장균의 경우 GMCY를 5%이상 첨가하면 대장균, 검정곰팡이, 칸디다균 모두 방부력이 증가하였으며, 녹농균은 GMCY의 함량이 항균력에 미치는 영향이 미미한

것으로 나타났다. 화장품의 경우 여러 가지 균이 복합적으로 서식하기 때문에 피부자극이 없는 한도 내에서 GMCY를 첨가하여 제품의 안정성을 확보할 필요가 있다.

○ 비수리 천연방부제 간이임상자극시험 결과 20명의 참가자 모두 피부자극이 없으므로 비수리 천연방부제는 피부에 안전한 것으로 판단되었다.

6. 참고문헌

가. 2011. 화장품의 미생물한도 기준 및 시험방법 가이드라인. 식품의약품안전처

나. 김선영, 원두현, 박수남, 2010. 며느리배꼽 추출물의 항균 작용과 성분 분석Kor. J. Microbiol. Biotechnol. Vol. 38, No. 3, 278-282 (2010)

다. 이지영, 이정노, 이강태, 이건국, 2012. 향균활성을 갖는 천연물개발과 화장품으로 응용에 관한 연구. J. Soc. Cosmet. Scientists Korea Vol. 38, No. 2, June 2012, 171-179

라. 정은주, 박나영, 이신호. 2012. Chitosan 자몽종자추출물 Adipic Acid를 함유한 항균제제의 항균효과. 한국키틴키토산학회지 17(2), 68-74.

마. 조춘규, 안창규. 1999. 천연물질의 향균효과. 대한화장품학회지 제25권 3호, 87-10

바. 황신혜, 박창호, 2009. 황금黃芩의에탄올추출물에의한화장품방부효과 KSBB journal 347-352

사. 홍주현, 윤경영, 김광수, 김남우, 신승열, 2007. 뜰보리수(Elaeagnusmultiflora THUNB)잎의 유용성분과 생리활성에 관한 연구. 한국식품저장유통학회. 239.

03 산림생물 · 환경분야

- 산림병해충 발생조사 및 예측기술연구(공동)
  / 김경진, 지동현, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태

- 공립나무병원운영(자체)
  / 지동현, 김경진, 조성효, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태

- 산림토양 산성화영향 모니터링 및 평가관리기술개발(공동)
  / 조성효, 지동현, 류연희, 최유미, 오세철, 김연태







산림병해충 발생조사 및 예측기술연구
(공동 '68 ~ 영구)

【김경진, 지동현, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태】

1. 목 적

병해충 피해의 조기발견으로 초기에 피해를 예방하고 발생시기와 발생량을 예측, 적기 방제로 피해확산을 방지하며, 방제대책 수립 및 실행에 필요한 직접적 정보를 제공하고, 주요병해충 방제효과조사 분석 및 방제효율을 제고하고자 함.

2. 본 연구와 관련된 기존사실

산림병해충예찰조사 사업은 1968년도부터 영구적으로 실시하는 과제로 산림병해충예찰조사 요령에 따라 산림 및 조경 수목에 피해를 주는 병해충을 대상으로 예찰활동을 실시하고 있다.

산림자원에 큰 피해를 주고 있는 주요 병해충은 주로 외래병해충으로 소나무재선충병, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 버즘나무방패벌레, 미국흰불나방, 밤나무혹벌 등이 대표적이며, 외래침입 병해충은 발생초기에 집중적으로 피해를 주며 이들 병해충의 유입은 대부분 국가 간의 교역과정에서 나타나고 있다. 또한 토착 병해충은 그 해의 환경변화에 따라 주기적, 돌발적으로 대발생하여 극심한 피해를 주고 있으며, 솔나방, 잣나무넓적잎벌, 꽃매미, 매미나방, 대벌레 등이 대표적인 토착해충으로 분류되고 있다.

소나무재선충병은 1988년 부산 동래구 금정산에서 처음 발생하여 경남, 경북, 전남, 강원 점차 확대되어 우리나라 소나무류 (소나무, 해송, 잣나무)에 큰 피해를 주고 있다. 2009년 충북 옥천, 경북 영덕, 충북 단양에서 발생, 2010년 전남 여수, 순천, 광양에서 발생, 2011년 경기 용인, 성남, 포천에서 발생되었고, 서울 용산을 비롯해 강원 강릉, 충북 영동과 단양, 충남 서천·천안·논산, 전북 군산, 경남 거창 지역이 발생되었다. 2013년 경기 양평·하남·연천·가평, 충북 충주, 광주광역시에서 발생, 2017년에는 파주, 인제, 정읍, 영양, 봉화, 예천, 부여, 홍성, 청양에서 신규 발생하였다. 한편, 소나무재선충병에 대한 방제는 매개충

(솔수염하늘소와 북방수염하늘소)과 재선충 방제 방법이 있다. 방제방법으로는 감염목의 훈증, 소각 및 매개충 약제살포, 재선충 예방 나무주사 등 화학적 방제법을 주로 이용하고 있으나 토양 및 수질오염 등 산림생태계를 교란시키는 영향을 주는 것으로 알려져 있어 최근에는 식물기생선충 방제 등 생물학적 방제법에 대한 관심이 높아지고 있다.

솔껍질깍지벌레는 1963년 전남 고흥군 도양읍 '비봉산'에서 최초 발생된 후 해송에 큰 피해를 주고 있으며 해안지방을 중심으로 점진적으로 확산되다가 충남지역에서는 2008년 서천군 춘장대해수욕장과 동백정에서 처음 발견되었고, 2009년 서천 춘장대해수욕장 해송림에서 3.9ha, 보령 대천해수욕장 및 무창포 해수욕장 10ha, 태안 소원면 모항리 35ha, 근흥면 신진도리의 가로수에서 발생되었다. 2013년에는 당진 동부제강에서 바다를 매립하고 식재한 소나무에서 발견되었고, 2016년 현재 보령지역은 지속적으로 방제를 실시하여 밀도가 감소하였으나, 서천지역은 서울시 서초구 휴양림 주변이 확산되었고, 태안지역은 소원면 모항 인근 발생면적이 확산되어 큰 피해를 주었으나 2016~2017년 나무주사를 실시하여 밀도가 많이 낮아졌다. 당진은 소나무 이식목에 대하여 방제를 수회 실시하여 성충 발생빈도가 현저히 줄어들었다. '15~'18년에는 기존발생지(서천, 보령, 태안, 당진)에서 추가 확산되지 않았고 '19년 기준 전국 발생면적은 6,380ha로 최근 3년간 발생면적은 줄어드는 추세이다('17. 4,043ha, '18. 7,718ha, '19. 6,380ha). 솔잎혹파리 피해는 1929년 서울과 목포에서 처음 발견된 이래 1970~1980년대 소나무, 해송에 극심한 피해를 주었으며, 1979년부터 2008년까지 생물적 방제 방법으로 솔잎혹파리 천적(혹파리사리먹좀벌, 솔잎혹파리먹좀벌)을 사육하여 꾸준히 방사하고, 화학적 방제방법으로 나무주사를 병행하여 실시한 결과, 2019년 현재 도내 61개 고정조사구 충영형성률은 4.6%, 천적기생률은 21.2%로 생태적 안정화 단계이다.

참나무시들병은 2004년 가을 경기 성남에서 처음 발견된 후 2008년을 정점으로 감소하였으나, 2011년 수도권과 충북을 중심으로 피해가 극심한 이후 수도권 외곽으로 피해가 확산되고 있으며, 수도권에 집중 발생되고 있다. 2016년에는 중서부지역으로 확산되어 피해가 발생하였다. 우리 도는 2006년 천안, 보령, 부여에 처음 발생되었지만 천안 지역은 완전 방제하였고, 보령과 부여지역은 발생면적이 광범위하여 2009년 보령에서 50ha, 부여에서 11ha가 발생되었다. 2012년은 보령, 부여 지역은 지속적인 방제로 확산은 안 되었지만 논산에서 신규로 약 200여ha가 추가로 발생되었고 2014년 청양지역 칠갑산도립공원 내 신갈나무에서 발생되었으며, 또한 2017년 금산군 진산면 묵산리에서 추가로 참나무시들음병이 발생하였다. 참나무시들음병을 방제하기 위해서는 매개충인 광릉긴나무좀을 완전 방제해야

하는 실정이나 완전방제는 어려워 참나무시들음병도 솔껍질깍지벌레와 마찬가지로 주변으로 확산을 최대한 줄일 수 있는 밀도조절에 초점을 맞춰나가야 할 것이다.

따라서 주요 산림병해충, 침입우려 병해충, 돌발병해충에 대하여 정기적으로 예찰을 실시하고 발생시기와 발생량을 조사하여 전망함으로써 초기에 피해를 예방하고 적기방제하며, 방제대책 수립을 위한 자료축적 및 정보제공 능력을 높이고자 한다.

3. 수행방법

가. 주요 산림병해충의 발생조사

1) 소나무재선충병 매개충(솔수염하늘소, 북방수염하늘소) 우화상황 조사

가) 조사장소 : 세종특별자치시 금남면 도남리 2-3, 충남 보령시 청라면 소양리 산39
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 4~8월
라) 조사방법
(1) 우화상 내 반드시 온도와 습도 정보를 기록할 수 있는 데이터로거 설치
(2) 전년도 11월말까지 우화조사목을 우화상에 적치완료하고 우화상 내 기온 및 우화하는 솔수염하늘소, 북방수염하늘소의 우화상황 조사
마) 조사항목 : 지역별 우화초일 및 우화최성기

2) 참나무시들음병 매개충(광릉긴나무좀) 우화상황 조사

가) 조사장소 : 충남 보령시 성주면 개화리 산74번지
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 4월 중순~8월
라) 조사방법 : 4월 15일까지 조사지에 이목을 설치하여 끈끈이트랩을 부착 후 유인된 광릉긴나무좀의 우화상황 조사
마) 조사항목 : 지역별 우화초일 및 우화최성기

3) 솔잎혹파리

가) 조사장소 : 세종특별자치시 금남면 도남리 산21
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 9~10월(충영률), 5~7월(우화상황)
라) 조사방법
(1) 충영률은 조사구(93개 시군, 300개 고정조사지)에서 임의로 5본씩 택하여 4방위에서 중간부위의 가지 신초 2가지씩 채취하여 조사
(2) 우화상황은 4월 10일까지 우화상을 설치하되, 산기슭·산허리·산꼭대기의 솔잎혹파리 유충이 많은 평탄한 지면에 고루 설치하여 조사
마) 조사규모 : 17개 시군 × 3~7개소 × 5본 × 8지
바) 조사항목 : 충영률, 우화상황

표 1. 도내외 솔잎혹파리 천적분포 61개 고정조사지

조사지			조사지			조사지			조사지		
시·군	읍·면	리·동	시·군	읍·면	리·동	시·군	읍·면	리·동	시·군	읍·면	리·동
천안	-	안서	아산	염티	대동(3)	부여	초촌	세탑	태안	안면	정당
〃	-	삼용	〃	음봉	원남	서천	비인	장포	〃	〃	승언
〃	-	신방	서산	인지	성	〃	종천	종천	〃	근흥	안기
〃	목천	신계	〃	팔봉	어송	〃	판교	판교	대전	유성	구암
〃	〃	남화	〃	성연	고남	청양	비봉	사점	〃	〃	덕명
〃	〃	교촌	논산	상월	월오	〃	화성	장계	〃	〃	교촌
〃	〃	석천	〃	연산	청동	〃	정산	마티	〃	〃	안산
공주	-	상왕	계룡	두마	엄사	〃	대티	장곡	〃	〃	봉산
〃	반포	봉곡	당진	순성	성북	홍성	광천	광천	〃	대덕	읍내
〃	추부	마전	〃	정미	매방	〃	은하	장척	〃	동	하소
보령	성주	성주	〃	당진	사기소	〃	장곡	가송	세종	남	눌왕
〃	청소	신송	금산	금성	대암	예산	예산	향천	〃	금남	발산
〃	〃	성연	〃	남이	구석	〃	예산	대회	〃	〃	용담
〃	청라	장산	〃	추부	마전	〃	신양	차동	〃	장군	은용
아산	염티	대동(1)	부여	구룡	현암	〃	대술	산정	이 하 여 백		
〃	〃	대동(2)	〃	은산	가곡	태안	안면	창기			

4) 솔껍질깍지벌레

가) 조사장소 : 충남 공주시 정안면 대산리 산93-1

나) 조사기관 : 충남산림자원연구소

다) 조사시기 : 4~5월

라) 조사방법 : 선단지 전방 지역의 곰솔(해송)림을 대상으로 난낭 발생(피해발생) 여부 조사

마) 조사규모 : 선단지 시·군별(읍·면 단위)

바) 조사항목 : 발생 선단지, 확산거리

5) 미국흰불나방

가) 발생량조사

(1) 조사장소

(가) 세종특별자치시 전동면 노장리 도로주변

(나) 충남 공주시 반포면 학봉리 동학사 입구 도로변

(다) 대전광역시 유성구 장동 한국기계연구원 앞 도로변

(2) 조사기관 : 충남산림자원연구소
(3) 조사시기 : 6, 8월
(4) 조사방법 : 고정조사지에서 2본당 1본 간격으로 총 50본의 조사목을 대상으로 본당 충소수 조사
(5) 조사규모 : 3개소 × 2조사 시기
(6) 조사항목 : 피해율, 충소수

나) 발생시기 조사
(1) 조사장소 : 세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110
(2) 조사기관 : 충남산림자원연구소
(3) 조사시기 : 5~9월
(4) 조사방법 : 유아등에 채집된 성충수 조사
(5) 조사규모 : 1개 지역 × 5월
(6) 조사항목 : 우화시기 및 우화개체수

6) 소나무허리노린재

가) 조사장소
(1) 세종특별자치시 금남면 도남리 5-3
(2) 충남 공주시 웅진동 448
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 6월~8월
라) 조사방법 : 잣나무 혹은 소나무림에서 약 50본의 조사목을 대상으로 본당 성충 포획수 조사
마) 조사규모 : 2개 지역 × 3조사 시기
바) 조사항목 : 발생개체수

나. 돌발산림병해충의 발생모니터링

1) 특정지역조사

가) 조사장소 : 동학사, 갑사, 계룡대, 수덕사, 칠갑산, 무령왕릉, 현충사, 칠백의총, 독립기념관, 부소산, 춘장대해수욕장
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 5~9월(월 1회)

라) 조사방법 : 기선정된 조사지역과 이동로의 산림해충 피해상황 조사
마) 조사규모 : 11지역 × 4항목
바) 조사항목 : 해충 종류, 피해상황, 가해수종, 방제효과

2) 일반지역 조사

가) 조사장소 : 도내일원
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 수시조사
라) 조사방법
(1) 특정지역 및 주요지역(해충별 선단지, 자원보존지역) 이외의 지역 중 각 시군의 보고나 민원을 통해 알려진 산림병해충 피해지를 방문하여, 피해도, 피해면적과 종류 진단
(2) 피해지 위치(경도, 위도, 행정명) 표시 및 피해지사진, 충태 사진과 표본을 국립산림과학원으로 송부
마) 조사규모 : 도내15개 시·군 × 4항목
바) 조사항목 : 해충 종류, 피해지역, 피해도, 피해상황

3) 유아등에 의한 돌발해충 조사

가) 조사장소 : 세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110(충남산림자원연구소 내 유아등)
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 4~10월
라) 조사방법 : 각 지역별로 매주 1회(수요일) 유아등에서 곤충을 채집(오후 7시~익일 7시)하여, 국립산림과학원으로 송부
마) 조사규모 : 1지역 × 7개월

다. 주요 산림병해충의 발생조사

1) 푸사리움가지마름병

가) 조사장소
(1) 천안시 성환읍 매주리 48-3 둥지별곡 앞산
(2) 부여군 부여읍 가증리1 송간초등학교
(3) 태안군 안면읍 승언리 산23-1

나) 조사기관 : 충남산림자원연구소

다) 조사시기 : 4~5월

라) 조사방법 : 도별로 설치되어 있는 고정조사지 3개소(10×15m)에서 피해도('심', '중', '경', '건전')를 조사하고, 전년도의 조사결과와 비교하여 발생변화 분석

피해도	5(심)	3(중)	1(경)	0
피해가지 수	50% 이상	49~20%	20% 이하	무발생

$$\text{피해율}(\%) = \frac{5\times(\text{'심'의 본수}) + 3\times(\text{'중'의 본수}) + 1\times(\text{'경'의 본수})}{\text{총 조사본수}\times 5}\times 100$$

마) 조사항목

(1) 위치(행정위치, GPS위치), 수종, 흉고직경, 조사구 내 나무의 상대위치(mapping), 피해율, 고사율

2) 참나무시들음병

가) 조사장소 : 보령시 성주면 개화리 산74

나) 조사기관 : 충남산림자원연구소

다) 조사시기 : 8~10월

라) 조사방법

(1) 도내 발생상황 표 작성

(가) 도내 발생상황을 개소별로 발생시기, 수종, 위치, 발생면적, 피해정도 등을 총괄표로 작성

(2) 고정조사구 설치(최초 발생지 대상) 및 조사사항

(가) 발생개소가 3개 이상인 경우 도내 평균거리 감안하여 3개소 선정

(나) 고사목을 중심으로 반경 25m 내 모든 나무를 조사하며, 매개충의 침입구멍이 있는 나무와 침입구멍이 있으면서 고사한 나무를 중점 조사

(다) 고정조사지 입지환경인자 조사

(라) 조사규모 : 1지역 × 2(~3)조사구

(마) 조사항목

- 위치(행정위치, GPS위치), 수종, 흉고직경, 고사율, 조사구 내 나무의 상대위치(mapping)
- 천공목률 : (천공목 수 / 전체 나무 수)×100
- 천공목 고사율 : (고사목 수 / 천공목 수)×100
- 전체 고사율 : (천공 고사목 수 / 전체 나무 수)×100
- 병발생 추이 및 입지환경인자와의 관계

3) 양버즘나무흰가루병

가) 조사장소

(1) 대전시 동구 산내동 153
(2) 세종특별자치시 전동면 심중리 488-2
(3) 충남 공주시 반포면 학봉리 197-2
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 7~10월
라) 조사방법
(1) 도내 발생상황 표 작성
(가) 도내 발생상황을 개소별로 발생시기, 수종, 위치, 발생면적, 피해정도 등을 총괄표로 작성
(2) 고정조사구 설치(최초 발생지 대상) 및 조사사항
(가) 양버즘나무 식재지를 답사하고 피해목의 표징을 확인하여 발생여부 판정
(나) 도내 평균거리 감안하여 신규 발생지를 대상으로 고정조사지 3개소 선정
(다) 피해목을 중심으로 반경 30m 내 모든 나무를 조사
(라) 고정조사지 입지환경인자 조사
마) 조사규모 : 3지역(중점)×1~3조사구, 6지역(지속적 모니터링)
바) 조사항목
- 위치(행정위치, GPS위치), 수종, 흉고직경, 조사구 내 나무의 상대위치(mapping), 고사율, 병발생 추이 및 입지환경인자와의 관계

4) 벚나무 빗자루병

가) 조사장소
(1) 충남 금산군 금성면 양전리 731-2
(2) 충남 청양군 장평면 미당리 235
(3) 충남 공주시 반포면 학봉리 325-4
나) 조사기관 : 충남산림자원연구소
다) 조사시기 : 4~6월
라) 조사방법
(1) 도내 발생상황 표 작성
(가) 도내 발생상황을 개소별로 발생시기, 수종, 위치, 발생면적, 피해정도 등을 총괄표로 작성
(2) 고정조사구 설치(최초 발생지 대상) 및 조사사항
(가) 벚나무 식재지를 답사하고 피해목의 병징을 조사하여 발생여부 판정
(나) 도내 평균거리 감안하여 신규 발생지를 대상으로 고정조사지 3개소 선정
(다) 고사목을 중심으로 반경 30m 내 모든 벚나무의 피해 상황 조사

(라) 고정조사지 입지환경인자 조사

마) 조사규모 : 3지역(중점)×1~3조사구, 6지역(지속적 모니터링)

바) 조사항목

- 위치(행정위치, GPS위치), 수종, 흉고직경, 조사구 내 나무의 상대위치(mapping), 고사율, 병발생 추이 및 입지환경인자와의 관계

라. 돌발 산림병해 발생조사

1) 특정지역 병해 조사

가) 조사장소 : 동학사, 갑사, 계룡대, 수덕사, 칠갑산, 무령왕릉, 현충사, 칠백의총, 독립기념관, 부소산, 춘장대해수욕장

나) 조사기관 : 충남산림자원연구소

다) 조사시기 : 5~9월(월 1회)

라) 조사방법 : 기선정된 조사지역과 이동로의 산림병해 피해상황 조사

마) 조사규모 : 11지역 × 4항목

바) 조사항목 : 병해 종류, 피해상황, 가해수종, 방제효과

2) 일반지역 조사

가) 조사장소 : 도내일원

나) 조사기관 : 충남산림자원연구소

다) 조사시기 : 수시조사

라) 조사방법

(1) 특정지역 및 주요지역(병해별 선단지, 자원보존지역) 이외의 지역 중 각 시군의 보고나 민원을 통해 알려진 산림병해 피해지를 방문하여, 피해도, 피해면적과 종류 진단

(2) 피해지 위치(경도 및 위도, 행정명) 및 피해지사진, 병징사진과 표본을 국립산림과학원으로 송부

마) 조사규모 : 도내15개 시·군 × 4항목

바) 조사항목 : 병해 종류, 피해지역, 피해도, 피해상황

□ 페로몬 트랩을 활용한 매개충 임내 활동시기 조사

가) 조사기관 : 충남산림자원연구소

나) 조사장소 : 각 도별 소나무, 곰솔, 잣나무림 중 2 임지 선택

다) 조사기간

(1) 북방수염하늘소 및 혼생지 : 4월 10일~활동종료 후 2주까지

(2) 솔수염하늘소 : 5월 10일~활동종료 후 2주까지

라) 처리방법 및 조사항목

(1) 시험지에 페로몬 트랩을 설치하고 1주일 간격으로 포획되는 매개충의 종 및 성별에 따른 개체수 조사

(2) 시험지에는 반드시 온도와 습도 정보를 기록할 수 있는 데이터로거 설치

4. 결과 및 고찰

1. 주요산림병해충 발생상황 조사

가. 소나무재선충병

(1) 피해실태조사

소나무재선충병은 전 세계적으로 북위 20～40°선에 위치한 국가인 미국, 캐나다, 멕시코, 포르투갈에 발생하였으며, 동아시아 지역에서는 일본, 대만, 중국 등에 발생하여 소나무, 해송, 잣나무 등을 고사시키는 병으로 우리나라는 1988년 부산 금정산에 처음 발생한 이래 경남, 경북, 전남, 강원 등에서 발생되어 우리나라 소나무류(소나무, 해송, 잣나무)에 큰 피해를 주고 있다. 2009년 충북 옥천, 경북 영덕, 충북 단양에서 발생, 2010년 전남 여수, 순천, 광양에서 발생, 2011년 경기 용인, 성남, 포천에서 발생되었고, 서울 용산을 비롯해 강원 강릉, 충북 영동과 단양, 충남 서천·천안·논산, 전북 군산, 경남 거창 지역이 발생되었다. 2017년 파주, 인제, 정읍, 영양, 봉화, 예천, 부여, 홍성, 청양에서 추가발생 하였다. 2018년 8월 기준 114개 시·군·구에서 피해가 발생하였으며, 2019년 12월 기준 117개 시·군·구에서 피해가 발생하고 있다. 피해고사목은 2017년 4월기준 99만본, 2018년 4월 기준 69만본, 2019년 4월기준 49만본으로 전년대비 28.5% 감소한 것으로 나타났다. 충남에서는 2012년 보령에서 발생되었고 2014년 6월에 태안 안면도에서 추가로 발생이후, 2015년 서천, 천안, 논산, 2016년 금산, 2017년 부여, 홍성, 청양, 2018년 예산에서 추가 발생되었으며, 2018년 6월에 태안이 청정지역으로 회복되었으나 2019년 3월에 재발생하였고, 홍성군은 2019년 6월에 청정지역으로 회복하여 현재는 9개 시군에서 피해가 발생되고 있다. 충남에서 소나무재선충병 발생현황을 살펴보면 보령시, 천안시, 청양군 등 9개시·군으로 2012년 2월에 처음으로 보령 청라면 소양리 산 40번지 일원에서 발생되었고 2014년 6월에 태안 안면도 정당리 1311-34번지 일원에서 발생되었다. 2015년에는 3월 서천 장항읍 옥남리 647-13번지, 4월 천안 성환읍 학정리 산74-10번지, 11월 논산 연산면 사포리 산27-3번지 일원에서 추가로 발생되었으며, 2016년 2월 금산 제원면 제원리 산1-11번지, 2017년에는 홍성 구항면 오봉리, 부여 외산면 지선리, 청양 화성면 장계리 일원에서 발생되었다. 2018년에는 청양 정산면 대박리, 예산 대술면 장복리의 2지역에서 신규발생하였으며 2019년 3월 태안군에서 최초발생지에서 재발생하면서 현재는 15개 시·군 중 9개 시·군에서 발생되어 충남 전지역에 대하여 확산 우려를 낳고 있다. 2012~2019년까지 8년간 소나무재선충병 의심

시료 검경 건수는 52,599건으로, 일반고사목은 51,416건이었고, 소나무재선충병 감염목은 1,183건이었다. 2019년 지역별 시료검경 건수는 소나무재선충병 발생지역인 부여가 1,580건으로 가장 많았고, 당진 905건, 태안 842건, 논산 812건, 보령 611건, 홍성 463건 등의 순이었다. 충남 도내 지역별 소나무재선충병 검경 건수(2012~2019년)는 <표 1>과 같다. 2019년 소나무재선충병 감염목은 태안 105본, 청양 74본, 보령 29본, 서천 12본, 금산 10본, 천안 5본, 부여 2본, 예산 1본으로 총 238본이었다.

전국 소나무재선충병 발생 현황은 <그림 1>과 같다. 2009년 267천본(5,633ha), 2010년 133천본(3,547ha), 2011년 477천본(5,123ha), 2012년 506(5,286ha), 2013년 1,537천본(11,550ha), 2014년 2,180천본(9,644ha), 2015년 1,800천본(9,048ha), 2016년 1,370천본(6,325ha), 2017년 992천본, 2018년 686천본, 2019년 498천본으로 소나무재선충병은 1988년 최초 발생 이후 특별법 제정('05년), 인력·예산 대폭 확충 및 방제방법 보완 등 적극적인 방제를 한 결과 감소추세를 보였으나, 2013년 고온현상·가뭄 등 기후적 요인과 고사목 존치·피해목 무단이동 등 인위적 요인이 결합하여 피해가 급속히 확산되었다. 그 이후 산림청, 지방자치단체, 유관기관이 권역별로 방제전략을 수립하고 피해고사목 방제방법의 다양화 및 예방사업의 확대로 방제지원 여건 개선으로 발생 감소추세를 보이고 있다.

(2) 우화상황 조사

2019년도 연구소 내 우화상에서 소나무재선충병 매개충인 솔수염하늘소 및 북방수염하늘소의 우화시작일과 우화최성기를 조사한 결과 북방수염하늘소 성충은 5월 9일에 최초로 수컷 개체 1마리가 우화하였으며, 우화한 이후 최성기로 판단하기는 어렵지만 우화되는 개체의 수가 가장 많은 날은 5월 16일 이었다.(8마리) 솔수염하늘소의 경우 우화상 내 적재된 이병목에서 우화된 개체를 발견할 수 없었다.

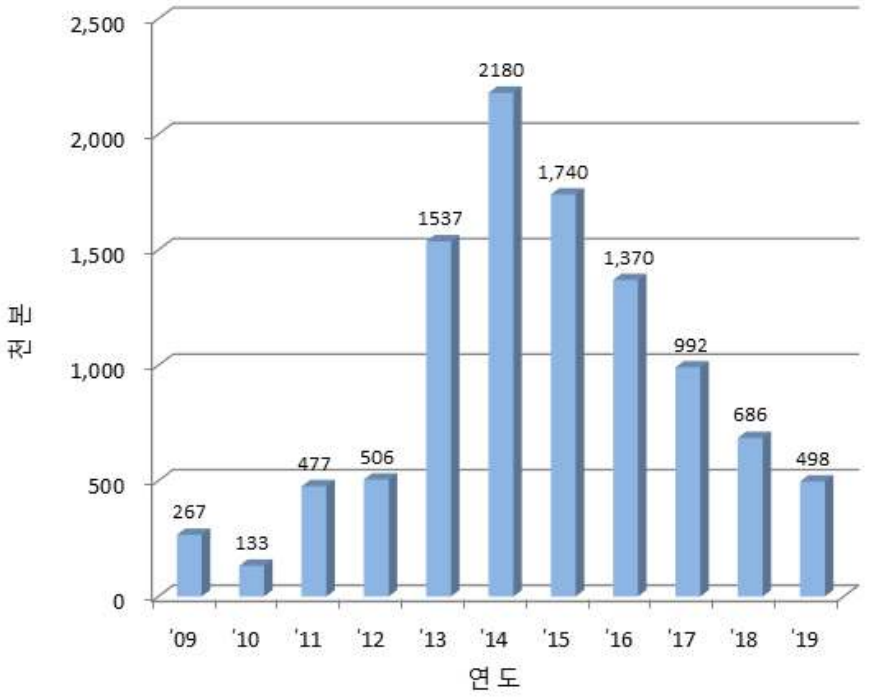


그림 1. 전국 소나무재선충병 발생현황

표 1. 충남 도내 지역별 소나무재선충병 검경 건수(2012~2019년)

구분	시·군별 소나무재선충병 검경 건수(건)																			
	계	천안	공주	보령	아산	서산	논산	계룡	당진	금산	부여	서천	청양	홍성	예산	태안	대전	세종	기타	자체
계	46,839	1,100	1,302	6,017	2,777	1,567	1,551	2,016	1,720	399	4,367	2,155	1,238	1,295	822	1,225	171	2,216	1,685	13,216
'12	2,381	80	49	566	101	55	38	64	109	24	227	35	47	17	149	213	0	7		600
'13	2,238	36	9	980	13	2	37	0	21	0	61	26	4	16	19	37	0	3		974
'14	5,206	120	82	1,163	80	132	57	68	117	33	266	151	122	290	73	465	3	0		1,984
'15	7,296	235	105	235	501	217	188	114	192	47	294	852	147	290	102	106	20	4		3,647
'16	9,607	217	324	478	1,000	216	276	471	206	68	578	333	114	209	118	210	59	1,050	150	3,530
'17	10,676	201	196	1,598	372	443	553	644	429	52	1,717	359	411	288	197	61	30	644		2,481
'18	9,435	211	537	997	710	502	402	655	646	175	1,224	399	393	185	164	133	59	508	1,535	
'19	7,931	309	218	611	341	326	812	112	905	103	1,580	286	407	463	172	842	18	426	0	

나. 참나무시들음병 매개충(광릉긴나무좀) 우화상황 조사

충남 보령시 성주면 개화리 산74번지에 이병목을 설치하고 페로몬 트랩을 설치하여 4월 중순에서 8월까지 참나무시들음병 매개충인 광릉긴나무좀의 우화상황을 조사하였지만 우화된 개체를 채집하지 못하였다.

다. 솔잎혹파리

(1) 충영률 및 천적분포조사

충남도내(대전, 세종 포함) 61개 고정조사지에서 조사된 2019년도 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*, Uchida et Inouye)의 충영형성률은 평균 4.6%, 천적기생률은 21.2%(혹파리살이먹좀벌 13.1%, 솔잎혹파리먹좀벌 8.1%)이었고 2018년 대비 충영형성률은 0.26% 증가하였고 천적기생률은 0.7% 감소하였다<표 2>.

전국적으로 솔잎혹파리의 피해 면적은 감소추세이나 강원, 경북지역으로 확산되고 있으며, 대체로 10~12년 주기로 대 발생 하는 경향이 있어 지속적인 관심이 필요하다. 최근 솔잎혹파리는 생태적 안정화 단계에 있어 <그림 2> 나무생장 저해나 경관을 해치지 않는 범위 내에서 임업적 방제를 실시하여 소나무림의 생태적 건강성을 확보하는 것이 중요하다.

표 2. 2018~2019년 시군별 솔잎혹파리 충영형성률 및 천적기생률

시·군별	조사 구수 (개)	충영형성률(%)			천적기생률(%)					
					2018			2019		
		2018	2019	증감	계	사리	먹좀	계	사리	먹좀
합계(평균)	61	4.35	4.62	0.26	21.9	13.5	8.4	21.2	13.1	8.1
천안시	7	2.10	3.20	1.10	15.7	7.8	7.9	15.3	10.8	4.5
공주시	2	3.10	2.90	-0.20	35.3	21.5	13.8	27.6	18.0	9.6
보령시	4	4.30	5.70	1.40	25.8	14.2	11.6	21.1	11.6	9.5
아산시	4	1.60	1.40	-0.20	9.7	7.1	2.6	8.3	5.8	2.5
서산시	3	6.30	4.20	-2.10	25.3	15.6	9.7	18.0	11.2	6.8
논산시	2	11.70	5.00	-6.70	28.1	22.6	5.5	20.7	13.1	7.6
계룡시	1	1.50	7.80	6.30	0.0	0.0	0.0	25.5	15.1	10.4
당진시	3	4.60	4.80	0.20	18.9	13.3	5.6	28.4	16.7	11.7
금산군	3	0.70	0.40	-0.30	0.0	0.0	0.0	9.8	2.8	7.0
부여군	3	5.60	8.30	2.70	43.9	24.4	19.5	31.6	21.9	9.7
서천군	3	4.30	5.50	1.20	15.9	11.4	4.5	27.5	13.7	13.8
청양군	4	12.10	6.10	-6.00	38.0	21.4	16.6	24.6	13.4	11.2
홍성군	3	3.80	5.90	2.10	40.0	22.2	17.8	18.0	13.0	5.0
예산군	4	4.30	5.60	1.30	17.9	11.8	6.1	25.3	15.2	10.1
태안군	4	4.00	5.40	1.40	11.5	7.6	3.9	22.8	11.6	11.2
세종시	4	2.70	3.40	0.70	30.8	19.9	10.9	21.5	16.2	5.3
대전시	7	1.30	2.90	1.60	15.3	8.9	6.4	14.6	12.4	2.2

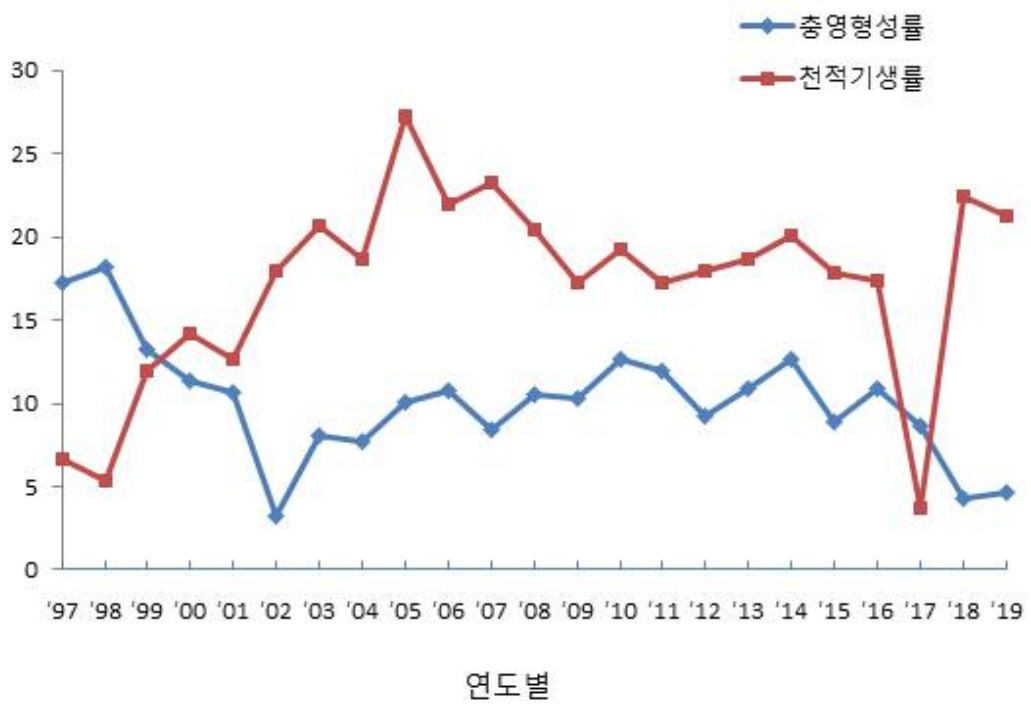


그림 2. 1997~2019년까지 61개 고정조사구 충영형성률 및 천적기생률

라. 솔껍질깍지벌레

우리도는 2008년 서천군 춘장대해수욕장과 홍원항 동백정에 있는 해송에서 처음 발견되었고, 2009년 서천 춘장대해수욕장 해송림에서 3.9ha, 보령 대천해수욕장 및 무창포 해수욕장 10ha, 태안 소원면 모항리 35ha, 근흥면 신진도리의 가로수 수십 본, 2013년에는 당진 동부제강에서 바다를 매립하고 식재한 소나무에서 발견 확산되었다. 당진에 식재된 소나무는 전라북도 고흥에서 감염된 소나무를 운반하였다.

2017년 서천 장항면, 비인면, 서면 일대로 솔껍질깍지벌레 피해가 확산되었고, 그 중 서천 서울시 서천연수원과 동백정 주변은 고사목이 나타나고 외관상 잎이 갈변하는 피해가 있었다. 암컷 성충과 번데기도 다수 발견되었다. 보령지역은 대천해수욕장 임해수련원(기존발생지) 주변으로 1km 정도 확산되었고 무창포해수욕장에서는 미 발생되었다. 태안지역 소원면 모항 인근도 발생면적이 의항리(만리포해수욕장)까지 확산되었고, 이원면 내리 일대(꾸지나무골 ~ 만대항)에서도 발생면적이 확산되어 피해를 주었다. 당진은 동부제철 식재목에서는 2014년 난낭이나 성충이 외관상 보이지 않다가 2015년 난낭 및 성충이 발견되었고 2016년 당진 삽교호, 서산 삼길포항에서 암컷 성충이 발견되었다. 솔껍질깍지벌레는 1963년

전남 고흥에서 발생된 것으로 추정되는 해충으로 우리나라에서는 겨울철(11월~다음해 3월)에 구기를 인피부에 꽂고 수액을 흡수하여 임목을 고사시키는 특이한 생태습성을 지니고 있는 해충으로 성충의 크기가 작고, 산란 밀도가 높아 일시적 완전방제가 어려운 해충으로 발생주변 지역으로 확산될 가능성이 매우 높다.

최근 충남, 전남, 전북, 경남 해안지역의 해송림을 중심으로 확산 중에 있으며 전북, 경남 지역은 소나무재선충병과 함께 혼재하여 발생되고 있을 뿐만 아니라 해안가 우량 해송림 관리 미흡과 기상여건 및 인위적인 영향에 따른 생육환경 악화로 주요해충으로서의 심각성이 부각되고 있다. 전국 솔껍질깍지벌레 발생추이(ha)는 <그림 3>과 같다.

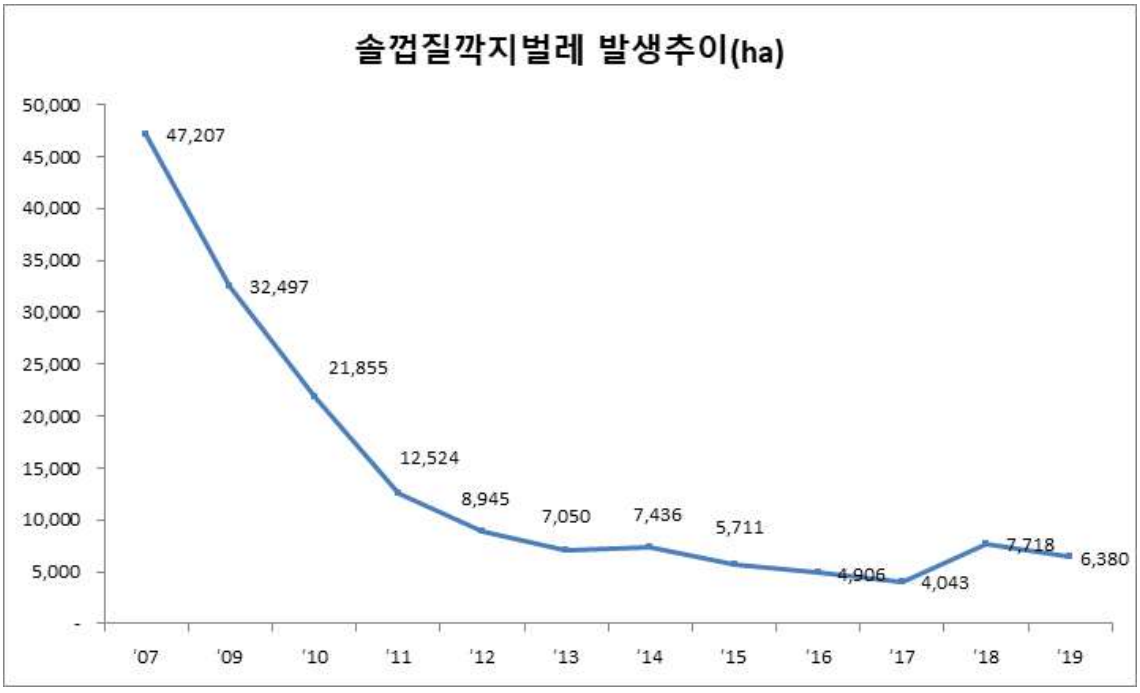


그림 3. 전국 솔껍질깍지벌레 발생추이(ha)

마. 미국흰불나방 발생량조사

도내 3개 고정조사지인 공주, 대전, 세종에서의 양버즘나무와 벚나무를 대상으로 1997~2019년 미국흰불나방(*Hyphantria cunea*, Drury) 발생량 조사를 실시한 결과 <그림 6>과 같다. 발생 연도별 미국흰불나방 발생은 본당 충소수가 1997년 2.67%였고, 2002년 3.8%(대전), 2007년 0.08%(대전)의 피해율을 보였다. 2010년 고정조사지 3개소 모두 미국흰불

나방은 발생되지 않았으나 충남도내 서산, 당진 등 서해안과 대전, 세종 등 도심 가로수에 발생하여 피해를 주었다. 2011년은 고정조사지에서 모두 발생되었고 피해율은 1.23%로 높게 나타났으며, 1화기 보다는 2화기 때 큰 피해를 보였다. 고정조사지 뿐만 아니라 논산, 예산, 서천, 대전 등 가로수 등에 높은 피해율이 나타났다. 2019년은 피해율이 1.25%로 전년도에 비해 피해율이 높아졌으며, 고정조사지인 세종 전동 노장에서 2화기 피해율이 높게 나타났다.

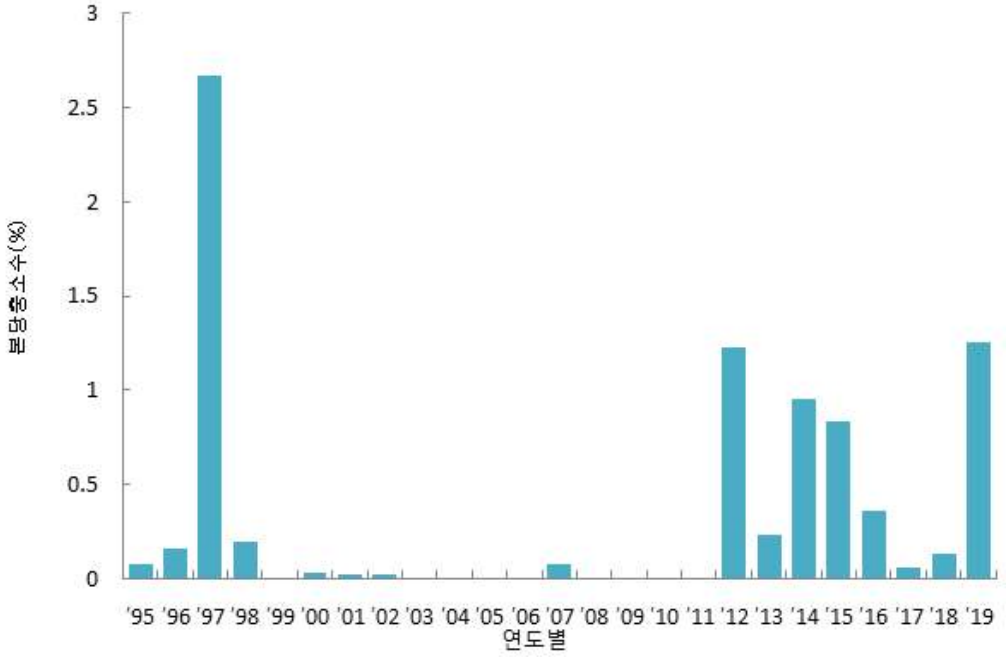


그림 4. 연도별 버즘나무, 벚나무에서의 미국흰불나방 발생 충소수

가해수종으로는 버즘나무, 벚나무, 뽕나무, 느릅나무, 이팝나무, 감나무, 아까시나무, 낙우송 등 이었다. '09~'10년 서해안과 논산지역의 가로수 벚나무, 버즘나무 등에 피해가 심했으며, '11~'15년에는 피해도가 낮았으나 '16~'18년에는 서해안 일대 국지적 피해가 심하였다.

바. 소나무허리노린재

소나무허리노린재는 북미산 외래 곤충으로 북아메리카·멕시코·유럽·중국·일본·한국에 분포하며 한국에서는 2010년에 처음으로 창원 지역에서 발견된 노린재목의 곤충이다. 소나무허리노린재는 주사기 모양의 구침을 소나무류의 솔방울 종자 낱알에 찔러 넣어 침의 효소로 종자 내용물을 용해해서 흡즙하며 열매는 소나무허리노린재의 섭식 활동에 의해

피해를 입는 것이 아니라 종자 형성 초기에 종자를 탈락시켜 속이 빈 종자를 형성하거나 속이 반만 찬 종자를 형성하는 것이 주된 피해로 알려져 있다. 1년에 1세대를 가지며 6월 중순에서 8월 초까지 숙주 식물의 잎을 따라 산란하며 부화에는 2주정도 소요된다. 유충은 초기에는 잎을 먹다가 솔방울 형성기에는 차츰 솔방울로 옮겨가서 종자 형성에 해를 끼치게 된다. 숙주 식물은 전체 소나무과 식물로 알려져 있으며 더글라스전나무, 소나무류, 가문비나무류, 낙엽송 등 광범위한 숙주 분포를 나타내고 있다. 성체는 나무껍질 아래에서 모여서 월동하지만 월동 장소로 사람이 사는 집을 선택하는 경우도 많다. 인간의 거주 지역과 연관되기 때문에 꾸준히 분포 영역을 확대하고 있는 추세로 2019년에 인천 지역에서도 발견되었다.

2019년 2지역에서 발생개체수를 조사한 결과 공주지역 소나무림에서는 포획개체수가 없었으나, 세종 소나무·섬잣나무·백송림 등에서는 총 40마리가 포획되었다.

2. 돌발산림병해충의 발생모니터링

가. 특정지역 병해충조사

2019년도 도내 특정지역 11개소(갑사, 계룡대, 칠백의총, 독립기념관, 동학사, 무령왕릉, 부소산성, 수덕사, 춘장대해수욕장, 칠갑산, 현충사)에 대한 산림병해충 발생조사를 실시한 결과 <표 3>과 같다. 발생된 해충의 종수는 42종, 병의 종류는 31종, 기타 생리적 피해 등이 5건으로, 총 78종 이었다.

특정지역에 서식하는 나무에 발생된 주요 해충은 갈색날개매미충 > 미국선녀벌레 > 응애류 > 진딧물류 > 미국흰불나방 > 느티나무외줄진딧물 > 유리나방류 순이었으며, 병해는 그을음병 > 두창병 > 흰가루병 > 점무늬병 > 민떡병 > 적성병 > 둥근무늬병 > 떡병 순으로 발생 빈도가 높았다.

전체 해충피해 중 40%의 발생빈도를 보인 해충은 갈색날개매미충으로 총 182회 조사되었고 특정지역 전체에서 5월말~9월말까지 발생빈도가 타 해충에 비해 높게 나타났으며, 특히 칠갑산과 수덕사에서는 산란에 의한 피해가 자주 발견되었다. 그 다음으로 높은 빈도를 나타낸 해충은 미국선녀벌레(12%)였으며 이는 미국흰불나방(5%)과 더불어 외래유입된 해충으로 이들에 의한 피해 또한 전체 예찰범위에서 관찰되었다.

수병은 그을음병(29%)과 두창병(13%), 흰가루병(12%)이 높은 발생빈도를 나타내었으며, 부소산성과 현충사에서는 그을음병 발생빈도가 특히 높았다.

표 3. 2019년도 특정지역 11개소에 대한 피해 형태별 발생 종수

구분	병해충명	발생종수(종)
계		78
해충	갈색날개매미충 등	42
수병	그을음병 등	31
기타	생리적피해(동해) 등	5

나. 유아등에 의한 돌발해충 조사

세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110 연구소 내 설치된 유아등에 채집된 개체는 총 4,584마리이며 월별 채집량은 <표 4>와 같다.

표 4. 2019년도 월별 유아등 채집수(마리)

월	계	4	5	6	7	8	9	10
채집수 (마리)	4,584	15	32	371	1,637	1,390	954	185

3. 주요 산림병해 발생 조사

가. 푸사리움가지마름병

푸사리움가지마름병의 전염은 가지의 상처를 통해 병원체(포자)가 바람에 날려 감염되고, 임내 온도, 습도 등 기후환경 인자와 임분 밀도 등의 생육환경에 많은 영향을 받기 때문에 기존 발생 지역을 중심으로 축사, 쓰레기매립장, 화장장, 공장 주변 등 환경취약지 주변 리기다 소나무림에서 계속 발생할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 2019년도에 도내 3지역(천안, 부여, 태안)에서 푸사리움가지마름병에 대해 조사하였으나, 이로 인한 피해는 발견되지 않았다.

나. 참나무시들음병

참나무시들병은 2004년 가을 경기 성남에서 처음 발견된 후 2017년 서울·대전·울산·경기·강원·충남·충북·전북·전남·경남·경북 11개 시도에 감염 확산되고 있는 병으로 매개충은 광릉긴나무좀이다. 현재까지 우리나라 참나무에는 그다지 문제시 되는 병해충이 없었다는 점에서 참나무 병해충의 방제에 또 다른 국면을 맞이하게 되는 계기가 된 병이기도 하다. 우리 도는 2006년 천안, 보령, 부여에 처음 발생되었지만, 천안 지역은 완전 방제하였고, 2014년 이후 보령, 부여, 금산, 논산, 청양, 아산 등으로 확산되었다.

2019년도에는 광릉긴나무좀 우화상 주변 등에서 피해가 발견되지 않았다.

참나무시들음병을 방제하기 위해서는 매개충인 광릉긴나무좀을 완전 방제해야 하는 실정이나 현실적으로 불가능하여 참나무시들음병도 솔껍질깍지벌레와 마찬가지로 주변으로의 확산을 최대한 줄일 수 있는 밀도조절에 초점을 맞춰나가야 할 것이다.

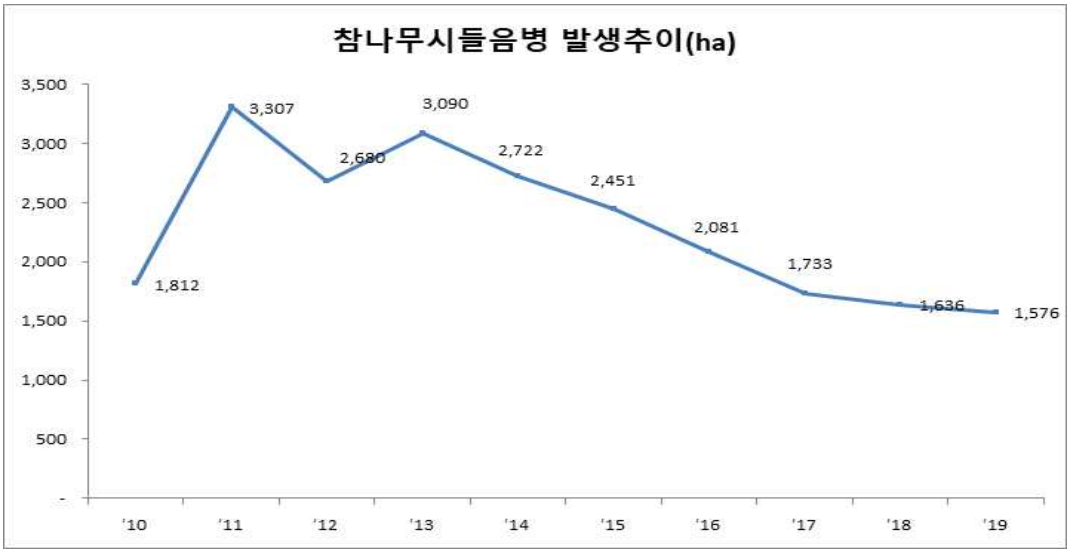


그림 5. 연도별 참나무시들음병 전국 발생추이(ha)

다. 양버즘나무흰가루병

2019년도 3지역에서 조사한 양버즘나무 흰가루병 피해율은 0%로 3조사구 모두에서 피해가 발생되지 않았다.

라. 벚나무빗자루병

벚나무빗자루병은 1990년대까지는 크게 문제되지 않았으나 2000년대 중반 이후부터 제주도를 비롯해 남부지방에서 피해가 나타났다. 최근 중부지방에서도 동학사, 태안, 세종 국도변 가로수에서 나타나기 시작하여 충남도 내 전반적으로 발생하였으나 '10~'12년 적극 방제로 '13~'18년 기존 발생지역이 감소하였다. 2019년도 도내 3개소(금산, 청양, 공주)에서 조사한 벚나무빗자루병 피해율은 0%로 피해가 발생되지 않았다.

벚나무빗자루병은 이른 봄 새잎이 피면서 포자도 함께 발생되어 이웃가지나 나무로 전염되기 때문에 잎이 피기 전에 가지를 잘라 없애주어야 한다.

따라서 빗자루병에 걸린 가지를 그냥 방치할 경우 계속해서 주변 나무에 옮겨 피해율이 늘어날 것이나, 이른 봄 잎이 피기 전 병든 가지를 잘라 제거해 준다면 발생량은 줄어 들 것이다.

□ 페로몬 트랩을 활용한 매개충 임내 활동시기 조사

소나무재선충병 매개충 활동시기 조사를 위한 페로몬 트랩에서 채집된 매개충은 표 5와 같다. 금산은 북방수염하늘소만 유인되였고, 보령은 솔수염과 북방수염이 모두 유인되었다. 부여와 청양에서는 솔수염하늘소만 유인된 것으로 조사되었다.

표 5. 2019년도 재선충병 매개충 활동시기 조사

연번	설치장소	구분	성별	계	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
계				57		17	14	25	0	2	0
1	금산	솔수염	암	0	0	0	0	0	0	0	0
			수	0	0	0	0	0	0	0	0
		북방수염	암	0	0	0	0	0	0	0	0
			수	31	0	17	14	0	0	0	0
2	부여	솔수염	암	5	미설치	0	0	5	0	0	0
			수	0	미설치	0	0	0	0	0	0
		북방수염	암	0	미설치	0	0	0	0	0	0
			수	0	미설치	0	0	0	0	0	0
3	청양	솔수염	암	3	미설치	0	0	3	0	0	0
			수	1	미설치	0	0	1	0	0	0
		북방수염	암	0	미설치	0	0	0	0	0	0
			수	0	미설치	0	0	0	0	0	0
4	보령A	솔수염	암	8	미설치	0	0	8	0	0	0
			수	0	미설치	0	0	0	0	0	0
		북방수염	암	0	미설치	0	0	0	0	0	0
			수	1	미설치	0	0	1	0	0	0
5	보령B	솔수염	암	5	미설치	0	0	4	0	1	0
			수	3	미설치	0	0	2	0	1	0
		북방수염	암	0	미설치	0	0	0	0	0	0
			수	0	미설치	0	0	0	0	0	0

5. 참고문헌

○ 국립산림과학원. 2013. 2013년도 산림병해충발생예찰조사연보.

○ 김길하, 최미현, 김정화. 버즘나무방패벌레(노린재목, 방패벌레과) 발육과 생식에 미치는 온도의 영향. 1999. 한국응용곤충학회지. 38(2): 117-121.

○ 김영재. 2006. 밤나무에 발생하는 복숭아명나방과 밤바구미의 발생생태 및 방제전략. 충북대학교 박사학위논문.

○ 김영재, 한종빈, 서동규, 김연태, 박병규, 최광식, 김철수, 신상철, 이상길, 김길하. 밤바구미 방제를 위한 살충제의 탐색. 농약과학회지. 제8권 제4호. 347-352.

○ 김철수, 김종국, 박지두, 신상철, 박일권, 최광식. 2003. 한국임학회지. 92(3): 222-226.

○ 국립산림과학원·충북. 2013. 산림병해충 발생조사 워크숍

○ 국립산림과학원. 2008. 기후온난화에 따른 외래종 괴벌레 떼의 극성 (산림환경신문 2008.8.18일자)

○ 유정수, 김길하, 이상길, 신상철, 박지두, 박승찬. 2002. 털두꺼비하늘소 성충에 대한 monoterpenoids의 살충활성과 산란기피. 한응곤지. 41(4): 285-292.

○ 이상명, 정진영, 문일성, 이상길, 이동운, 추호열, 이총규. 2003. 솔수염 하늘소 (Monochamus alternatus) 훈증방제를 위한 수종 살충제의 살충활성 및 훈증조건. 한국임학회지. 92(3): 191-198. 2003.

○ 이총규, 임종택, 최재식, 김우룡, 박지두, 이상명. 2002. 밤나무의 천공성 해충인 하늘소류 3종의 피해 및 발생생태에 관한 연구. 학국임학회지. 91(6): 701-705.

○ 위안진, 박승찬. 2001. 합성페로몬에 대한 솔껍질깍지벌레 수컷의 반응에 관여하는 생물적, 기상적 요인. 한국임학회지. 90(1): 139-145.

○ 전문장, 신상철. 2002. 솔잎혹파리와 그 기생봉인 혹파리반뿔먹좀벌 및 솔잎혹파리먹좀벌의 우화시기와 우화수의 년차 변동(1986-1997). 한국임학회지. 91(5): 632-636.

○ 국립산림과학원. 2008. 신 산림해충도감.

공립나무병원운영

(자체 : '98 ~ 22년차)

【지동현, 김경진, 조성효, 오세철, 최유미, 류연희, 김연태】

1. 목 적

최근 기후온난화가 진행되면서 수목가해 병해충의 증가 추세로 현장 수목진료 방제기술의 개발과 병해충 확산예방 및 대민산림보호서비스 증진을 목적으로 함.

2. 본 연구와 관련된 기존사실

○ *Colletotrichum* spp.에 의한 탄저병은 채소 및 과수 등 다양한 작물에 발생하여 경제적으로 많은 손실을 일으키고 있다(Agrios, 2005).

○ 전 세계적으로 큰 피해를 주는 병으로 보통 따뜻하고 습기가 많은 곳에서 발생한다. 병원균의 분생포자는 습도가 높을 경우 잘 형성되고 비가 내릴 때 빗방울이 전염원이 되며 특히 장마철에 많이 발생한다(Agrios, 2005). 우리나라에서는 시설재배를 많이 하는 경남, 충남지역에 많이 발생하는 것으로 알려져 있다(Huh et al., 2010).

○ 탄저병은 미이라병과 함께 우리나라에서 가장 피해가 큰 진균병해로 전 생육기간동안 발생하여 주로 줄기, 잎자루에 불규칙한 갈색병반을 만든다.

○ 탄저병균은 포자나 균사의 형태로 종자나 병든 식물의 잔재물에서 월동하여 다음해의 전염원이 되므로 건전종자의 사용, 종자소독, 이병잔재물의 처리 등 포장위생이 방제의 기본이 된다(안 등, 1970).

○ 탄저병균은 기주표피에 도달, 부착기를 형성하여 침입균사를 낸 후 각피와 세포벽을 직접 뚫고 침입하는 것으로 알려져 있다(도 등, 1987; Tiffany, 1951). 생육기에 탄저병의 발생이 심하게 되면 약제방제가 불가피하며 이때에 필요한 것이 오이흰가루병의 경우에서(김 등, 2006) 약제방제의 경제성을 정당화시킬 수 있는 기준의 마련이다.

○ 다양한 환경조건에서 서식하고 있는 곤충은 해충방제에 따른 농약사용 생태계 변화 등 주변 매질의 급속한 파괴에 따라 내부 환경의 동적평형과 항상성을 유지하는 문제에 직면하고 있다.

○ 탄저병은 비바람에 의해서 전반되는 병이기 때문에 시설재배 또는 노지에서 반비가림 재배를 한다면 살균제를 사용하여 방제할 수 있는 정도의 효과를 얻을 수 있으나 시설하는데 들어가는 경비와, 일정시간이 경과한 후에 시설을 철거하고 보수하는데 들어가는 비용이 크다.

○ 대표적인 탄저병균으로는 *C. orbiculare*, (Syn. *C. lagenarium*), *C. acutatum, C. gloeosporioides, C. lindemuthianum* 및 *C. sublineolum* 등이 있다. 탄저병균은 작물 지상부의 거의 모든 부위를 침해할 수 있으며, 기주 식물의 잎, 줄기, 과실 등에 병반을 형성하고 병이 진전되면 조직 괴사, 썩음, 가지 마름 등의 증상을 나타낸다.

○ 한국산 깍지벌레에 관해서는 1943년 Kanda에 의해 75종의목록이 발표되었으며 근래 관엽식물, 열대식물들의 온실재배가 유행됨에 따라 온실에 특유한 해충으로 깍지벌레의 피해가 문제되고 있다.

○ 식나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis cockerelli*)는 매미목(Homoptera), 깍지벌레과(Cocoidea)에 속하며 관행방제 과원에서도 5% 내외의 피해과율을 보이는 주요 해충으로서, 흡즙에 의한 기형과 발생과 배설물에 의한 그을음병은 과실의 상품가치를 저하시키는 큰 요인이 된다.

○ 깍지벌레는 자라면서 백색의 왁스 물질을 분비해서 몸체를 보호하기 때문에, 방제 적기를 놓칠 경우 약제 효율이 극히 낮아진다

○ 오미자에 발생한 식나무깍지벌레를 천연식물추출제(메리골드, 쿠아시아, 님오일, 로테논)로 방제한 결과, 피해율은 대조구가 48.7%였고, 각각 17.2%, 22.6%, 27.2%, 31.1%로 발생되었다. 석회유황합제와 기계유유제는 월동휴면기에 오미자에 대한 약해는 없었으며, 피해율은 무처리 대비 50% 정도의 발생억제 효과가 있었다.

○ 성충의 우화시기가 하루 중 기온변화에 의하여 크게 영향을 받는다는 연구보고(Odell 1978)와 같이 조사시기 중 7월 19일부터 기온이 급상승하여 27.2℃에 이르렀다. 이 같은 온도상승은 성충의 우화율을 급속히 상승시켜 최대의 발현효과를 낸다(이해풍 등. 1999).

○ 유충의 발생수준을 가름하기 위한 조사방법으로 채집한 유충수가 30마리 이하, 31마리이상 99마리 이하, 100마리 이상의 경우 등으로 구분하여 밀도 수준을 각각 저, 중, 고밀도 등으로 구분하였다(Feuester *et all.* 1983).

○ 근래 들어 식물과 해충간의 상호관계에 대한 관심이 높아지고 있는데 그 이유는 첫째, 생물의 공진화적 기작을 규명하는 훌륭한 자료이며 둘째, 해충의 퇴치와 천연물질 개발의 기초를 제공할 수 있기 때문이다(Bemsom *et al.,* 1975).

○ 현재 우리나라의 자연생태계는 심각한 훼손의 위기에 있으며 농약이나 살충제의 과다살포는 환경오염을 더욱 증대시키고 있다(추호렬, 1992).

○ 따라서 병해충과 식물관리를 위하여 다른 방법을 모색하여야 하는데 최근 천적을 이용한 생물학적 방제에 많은 관심이 집중되고 있다(추호렬, 1992).

○ 일반 식물에서는 많은 종류의 곤충들이 서식하고 있으며 곤충은 기주특이성이 있을 뿐만 아니라 가해정도가 높다(추호렬, 1992).

○ 식물의 생물적 방제가 성공을 거두기 위해서는 천적의 존재나 정착, 천적개체군의 형성 및 방제대상 잡초에서의 효과가 인정되어야 한다(Andres, 1977).

○ 맥주와 담배 혼합액을 민달팽이가 심하게 발생된 상추 재배하우스에 3일간 연속으로 처리한 결과 68.4%의 방제효과를 나타내었으며, 상추 육묘상에서는 58.3%의 방제효과를 보였다.

○ 감염된 잎과 종실은 땅속에 묻거나 소각하고, 밀생된 가지를 솎아내어 통풍을 좋게 한다. 비배관리를 하여 수세를 회복시키며, 상처가 생기지 않게 한다. 방제는 5월 중순부터 테부코나졸 유제(25%) 2000배액을 2주간격으로 2~3회 수관살포한다. 7월부터는 종실에 탄저병이 발생되지 않도록 플루아지남수화제(50%) 1000배액을 2주 간격으로 3회 살포한다.

○ 우리나라에서 흰가루병균은 Blumeria, Golovinomyces, Erysiphe, Leveillula, Sphaerotheca, Phyllactinia등 13속의 다양한 종에 의하여 흰가루병이 발생한다. 우리나라에서는 수목과 초본식물을 포함하여 약 300여종의 식물에서 흰가루병이 발생하고 있는 것으로 알려지고 있다(한국식물병명목록, 2004; Shin, 1994; 이 등, 2008).

○ 흰가루병을 방제하는 방법은 매우 다양하다. 화학농약의 사용(MacGrath, 1991; MacGrath, 1992), 중복기생균등을 이용한 생물적 방제(Shin and Kyeung, 1994), 저항성 품종의 이용(hosoya et al., 2000), 그리고 식물성 오일의 이용(MacGrath and Staniszewska, 1996) 등 다양한 방법에 의해 방제가 이루어지고 있지만 국내에서 실제 이용되는 방법은 매우 국한되어 있다. 주로 이용되고 있는 방법인 농약 사용은 매우 효과적이고 빠른 방법 중 하나이다.

○ 현재 흰가루병 방제는 주로 합성농약에 의존하고 있으며, 지속적인 농약 사용으로 저항성균이 출현하여 방제효과가 저하되고 있다(McGrath, 2001).

○ 농약 이외의 흰가루병 방제재로서 Cho 등(1998)은 수용성 규소와 계면활성제를 사용함으로써 오이의 흰가루병 방제 가능성을 보고하였고, 탄산수소나트륨(NaHCO3)은 장미(Horst 등, 1992), Euonymus(Ziv와 Hagiladi, 1993), 오이(Ziv와 Zitter, 1992)의 흰가루병과 citrus의 green mold(Smilanick 등, 1999) 및 Botrytis cinerea(Palmer 등, 1997) 방제에 이용되었다.

○ 난황유는 각종 흰가루병에 우수한 방제효과를 나타내는 것으로 알려져 왔으며, 특히 상추, 오이, 장미 흰가루병에 탁월한 방제효과를 나타내고 있다(Jee 등, 2006, 2008; 지 등, 2006). 친환경 농자재인 난황유는 살균에 대하여 내성을 나타내는 장미와 오이 흰가루병에 방제가 90%에 달하는 우수한 효과를 나타내었을 뿐 아니라 잎색이나 꽃, 과실의 품질이 향상되었고, 상추 흰가루병을 방제하기 위하여 난황유를 처리하였을 때 수량도 증수하였다고 보고하였다(Jee 등, 2005; Jee, 2008).

○ 장 등(2001)은 단호박 흰가루병의 약제방제 실험을 한 결과 difenoconasole 등 시험약제 모두 80% 이상의 방제 효과를 보였고, 특히 triforine과 triflumizole이 각각 88.5%와 89.9%의 높은 방제효과를 나타냈다.

○ 우리나라에서 매미나방(*Lymantria dispar* L.)은 현재까지 전국적으로 분포되어 있으나, 비교적 낮은 밀도인 것으로 알려져 있다. 그러나 지난 몇 년 사이에도 강원도 철원군일대, 경기도 남양주시 일부지역 등 국지적, 일시적으로 대발생한 경우가 있고 현재는 제주도 한라산 일부 지역에 대발생하여 활엽수에 큰 피해는 주고 있다.

○ 매미나방(*Lymantria dispar* L.)의 발생은 오래전부터 있어 온 것으로 추측되며 발생 해충으로 기록은 일제시대의 문헌에서 찾아볼 수 있고, 그 이전의 발생기록에 대한 정보는 부족한 실정이다.

○ 중부지역 공주, 부여, 청양 지역의 복숭아명나방 발생은 3회 발생되었다. 최성기는 1화기 6월초순, 2화기 8월중순, 3화기 9월초중순이었다.

○ 밤바구미 성충(Curculio sikkimensis)에 대한 100%의 살충율을 나타낸 약제는 chlorpyrifos, fenitrothion, phenthoate, benfuracarb, thiodicarb, carbosulfan, bifenthrin, cypermethrin, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, clothianidin, acetamiprid+bifenthrin, etofenprox+diazinon, esfenvalerate+ fenitrothion, furathiocarb+diflubenzuron, fipronil 등 16종이었다. 잔효성 시험에서는 phenthoate, benfuracarb, thiodicarb가 1일째까지는 80% 이상을 나타내었으나 그 이후로는 급속히 떨어졌다. 그 외 약제들도 잔효성은 낮았다. 야외포장 방제효과 시험에서는 phenthoate, thiodicarb, fipronil, acetamiprid+bifenthrin, furathiocarb+diflubenzuron이 1일째부터 90% 이상의 높은 방제효과를 나타내었다.

○ 계피유를 함유한 친환경방제제를 밤 재배원에 살포한 결과, 부여 79.1%, 청양 76.1%, 세종 67.4%의 방제가를 보였고, 멀구슬나무 추출물을 함유한 친환경방제제를 밤 재배원에 살포한 결과, 부여 81.5%, 청양 71.4%, 세종 64.2%의 방제가를 보였다.

○ 시설 재배 온실에서 무인 연무방제기를 이용한 목화진딧물(Aphis gossypii)과 복숭아혹진딧물(Myzus persicae)의 방제결과, 무인 연무방제기를 가동시키는 동안 시설 내 측창과 출입구가 완전히 폐쇄된 조건하에서는 시설 내 상대습도가 높게 유지되었고(>95%) 관행방제 약제처리구와 유사한 방제 효과를 보였다(방제가 61.0~94.1%). 반면 무인 연무방제기 가동 시간 동안 측창과 출입구를 50% 정도 개방한 조건에서는 시설 내 상대습도가 상대적으로 낮았고(<95%), 측창과 출입구가 모두 폐쇄된 온실 조건보다 방제 효율이 낮았다(방제가 36.0~54.4%).

3. 수행방법

가. 나무병원

(1) 운영기간 : 2019.1.1 ~ 2019.12.31.

(2) 운영주체 : 충청남도공립나무병원

(3) 운영대상 : 도민(대전시, 세종시 포함)

(4) 운영방법

(가) 나무병원 : 의뢰 민원 건에 대하여 전화통신에 의한 진단, 내방에 의한 진단, 인터넷을 통한 사이버 진단, 직접방문에 의한 진단의 유형으로 분류하여 진단하고, 이동진단시스템을 이용 현장 위주의 화상비교 설명진단을 실시한다.

(나) 재선충병 진단실 : 시·군 산림관련 부서나 민원인으로부터 의뢰되는 소나무재선충병 감염의심목 시료나 자체 예찰에 의해서 채취하는 시료에서 1차적으로 선충을 분리하고 실체현미경으로 관찰한 후 이상이 있는 경우 400배율로 소나무재선충의 특징을 관찰하여 진단한다. 진단한 결과는 전화나 공문으로 개별 통보한다.

(5) 도 구 : 이동식현미경, 실체현미경, 확대경, 산림병해충도감, PCR 등

(6) 항 목

(가) 나무 해충·병, 생리적 피해, 화학적 피해, 제초제 등 진단

(나) 병해충 담당자·밤 재배자 교육

나. 실연사업(방제약제 선발시험)

(1) 밤나무왕진딧물 약제방제 효과시험

(가) 목 적

1) 산림병해충 방제약제 선발로 방제효율성 증대

2) 수목병해충 약제방제체계 확립으로 산림방제분야 취약점 보강

(나) 시험기간 : 2019. 1. 1. ~ 2019. 12. 31.

(다) 시험장소 : 도내 발생지

1) 충남 청양군 장평면 화산리 383-3, 충남 부여군 은산면 내지리 산26-23

(라) 대상해충 : 밤나무왕진딧물(*Lachnus tropicalis*)

(마) 대 상 목 : 밤나무(*Castanea crenata*)

(바) 시험방법 : 밤나무에 가해하는 공시충에 직접 약제를 살포하고 약효·약해 시험

(사) 시험구 배치 및 면적 : 임의배치법

구 분	처 리 수	반 복 수	총 구 수	구당주수	조사항목	개소	소요주수	총소요주수
약 효	7	3	21	1	3	2	126	198
약 해	12	3	37	1	1	2	72	

(아) 조사방법

구 분	조사항목	조사 횟수	조사시기	조사방법
약효시험	성충 생충률	3회	3-11월	약제처리 전 및 후 1, 3, 7일후
약해시험	외관상 약해유무	3회	3-11월	약제처리 3,5,7일 후 기준량, 배량 에서 외관상약해 유무 달관조사

(자) 처리내용

시험약제	주성분 함 량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험		시험 년차
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배 량	
스피로테트라맷·티아클로프리드 액상수화제(모벤토스마트)	22	4,000배	다발생기 경엽처리	4,000	2,000	3
티아클로프리드 액상수화제(칼립소)	10	1,000배	〃	1,000	500	〃
클로르플루아주론 액상수화제 (아타브론)	10	2,985배	〃	2,985	1,493	〃
플로니카미드 입상수화제(세티스)	10	2,000배	〃	2,000	1,000	〃
무처리	-	-	-	-	-	-

(차) 시험규모 : 1해충×4종×3반복

(카) 시험항목 : 약효, 약해

(2) 중국단풍 흰가루병 방제약종 선발시험

(가) 목 적

1) 산림병해충 방제약제 선발로 방제효율성 증대

2) 수목병해충 약제방제체계 확립으로 산림방제분야 취약점 보강

(나) 시험기간 : 2019. 1. 1 ~ 2019. 12. 31.

(다) 시험장소 : 계룡시 엄사면 엄사리 458, 공주시 계룡면 구왕리 915-7

(라) 대 상 병 : 흰가루병(*Sawadaea nankinensis*)

(마) 대 상 목 : 중국단풍(*Acer buergerianum* Miq.)

(바) 시험방법

1) 약효 : 흰가루병이 발생한 가지 4개를 선정하여 신초에서부터 50엽이 되는 지점을 끈으로 묶고, 이병엽을 세어 200엽에 대한 이병엽율을 조사(3반복)

2) 약해 : 신초와 어린가지에 1배수, 2배수의 약액을 살포한 뒤 잎의 변형·변색 등의 변화를 육안으로 조사(3반복)

(사) 처리내용

시험약제	주성분 함 량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배량
플룩사피록사드 액상수화제(카디스)	15.3	4,000배	발병초 10일 간격 3회 경엽처리	4,000배	2,000배
트리플루미졸 수화제(트리후민)	30	2,000배	〃	2,000배	1,000배
폴리옥신비 수화제(포리옥신)	10	1,000배	〃	1,000배	500배
무처리	–	–	–	–	–

(아) 시험구 배치 및 면적 : 완전임의배치법 3반복

구 분	처 리 수	반 복 수	총 구 수	구당주수	조사항목	개소	소요주수	총소요주수
약 효	4	3	12	1	1	2	24	62
약 해	6	3	19	1	1	2	38	

(자) 조사방법

구 분	조사항목	조사 횟수	조 사 일	조사방법
약효시험	이병엽율 조사	1	약제처리 7일 후	구당 잎의 발병도
약해시험	외관상 약해유무	2	약제처리 후 3, 5, 7일	외관상 나타나는 약해유무 달관조사

(차) 시험규모 : 3종(약제)×3반복

(카) 시험항목 : 약해, 약효

4. 결과 및 고찰

가. 나무병원 운영

(1) 민원 나무병해충 진단 및 발생상황

2019년 수종 및 유형별 진단 건수는 <표 1>과 같다. 나무병해충 진단 건수는 총 158건이었으며 피해 유형별 진단건수는 해충 73건, 병해 16건, 동해 17건, 생리적피해 22건, 제초제 7건, 관리방법 29건, 동해 2건, 기타 9건이었다. 진단 수종은 밤나무가 55건, 소나무가 46건으로 가장 많았고, 이들 두 수종의 진단 건수가 63.9%를 차지하였는데, 이러한 결과는 요즘 이슈가 되고 있는 소나무재선충병과 충남이 밤 특화지역이기 때문인 것으로 추측된다. 병해충 진단 수종은 소나무, 밤나무, 느티나무, 호두나무 등 총 29종이었다.

병해충별 진단 건수의 증감 변동은 이용자들의 심리와 주변 여건변화, 돌발해충의 발생 등에 의해 좌우된다. 최근 몇 년간 우리 연구소는 밤 재배자에 대한밤나무 병해충 교육 및 나무병원 홍보에 지속적으로 노력해 왔다. 그러나 이용자들이 어느 정도 방제지식을 얻고 인터넷 등을 통한 정보의 습득 용이 및 진단 담당자의 업무과중 등으로 연도별 진단 건수는 감소하는 추세였으나 2017~2019년에는 밤나무 병해충 방제 적기 핸드폰 문자메세지 발송 등 홍보로 밤나무 재배자와 조경수 관리 등 컨설팅이 증가하였다. 따라서 병해충의 확산방지 및 진단서비스의 활성화를 위해서는 진단전문가의 확보로 현장진단 건수를 늘리고 공립나무병원을 독립시켜 확대시켜 나가야 할 필요성이 있다.

표 1. 2019년 수종 및 유형별 진단 건수

(단위 : 건)

구 분	계	해충	병해	동해	생리 피해	관리 방법	제초제	기타
계	**158**	**73**	**16**	**2**	**22**	**29**	**7**	**9**
구지뽕나무	1				1			
밤나무	55	39	5	1	1	5		4
이팝나무	1					1		
소나무	46	15	3		8	12	6	2
벚나무	3	2		1				
호두나무	6	1	3		1	1		
느티나무	10	5			3	2		
황금측백	1					1		
목련	2	1					1	
잣나무	2				1			1
꽃잔디	1							1
단풍나무	4		1		3			
노간주나무	1	1						
가이즈까향나무	2					2		
주목	2				1	1		
곰솔	2	1			1			
영산홍	1	1						
산수유	1		1					
은행나무	2					2		
무궁화	1		1					
사철나무	2	1				1		
노각나무	1				1			
배롱나무	2		2					
매실나무	1				1			
반송	3	2				1		
느릅나무	2	2						
음나무	1	1						
낙엽송	1	1						
전나무	1							1

2019년 병해충별 진단 건수는 <표 2>, <표 3>과 같다. 해충별 진단 건수는 21종 73건으로, 그 중 복숭아명나방이 21건으로 가장 많았고 병해별 진단 건수는 7종 16건으로 가장 발생빈도가 높은 것은 탄저병류가 7건으로 가장 많았다. 그 외에도 서천, 부여, 청양지역 밤 재배원에 밤나무혹나방 피해가 대발생한 것을 확인할 수 있었다.

표 2. 2019년 해충별 진단 건수

해충명	가해수종	진단횟수(건)
21종		**73**
응애류	소나무, 사철나무	7
진딧물류	밤나무	3
벚나무유리나방	벚나무	1
오리나무좀	호두나무	1
하늘소류	소나무	1
소나무좀류	소나무, 곰솔, 노간주나무	9
미국흰불나방	목련, 음나무	3
갈색날개매미충	밤나무	1
방패벌레류	영산홍	1
솜벌레류	소나무	2
느티나무외줄면충	느티나무	2
복숭아명나방	밤나무	21
밤나무혹나방	밤나무	7
밤바구미	밤나무	7
옥색긴꼬리산누에나방	단풍나무	1
붉은매미나방	밤나무	1
미국선녀벌레	밤나무	1
두줄제비나비붙이	느티나무, 느릅나무	2
솔잎벌	반송	1
바구미류	낙엽송	1
흰제비불나방	밤나무	1

표 3. 2019년 병해별 진단 건수

병해명	가해수종	진단횟수(건)
7종		16
줄기마름병	밤나무	1
소나무재선충병	소나무	3
부후균류	단풍나무	1
산수유두창병	산수유	1
점무늬병	무궁화	1
배롱나무흰가루병	배롱나무	2
탄저병류	호두나무, 밤나무	7

생리적 피해 및 동해, 제초제 등의 피해는 <표 4>와 같다. 유형별로는 관리방법 모순에 의한 피해 29건, 생리적 피해 22건, 제초제 피해 7건, 동해 2건, 기타 9건 이었다. 생리적 피해는 피압에 의한 생육불량이 많았고 관리방법에 있어서는 시비, 복토 등에 의한 피해가 있었으며, 제초제는 특히 소나무 조경수 주변에 제초제를 잘못 살포하여 피해가 큰 경우가 많았다. 기타는 일반적인 병해충 방제 방법에 대한 문의가 있었다.

표 4. 2019년 생리적 피해, 동해, 제초제 등 진단 건수

피해명	가해수종	진단횟수(건)
계		69
생리적 피해	구지뽕나무, 소나무, 느티나무, 잣나무, 단풍나무, 곰솔, 노각나무, 매실나무, 밤나무	22
관리방법	이팝나무, 밤나무, 소나무, 황금측백, 꽃잔디, 가이즈까향나무, 주목, 느티나무, 은행나무, 호두나무, 사철나무, 반송	29
동해	밤나무, 왕벚나무	2
제초제	소나무, 목련	7
기타	밤나무, 호두나무, 전나무	9

지역별 나무병해충 진단 건수는 <표 5>, 나무병해충 진단방법별 건수는 <표 6>과 같다. 지역별 건수는 공주가 28건으로 가장 많았고, 논산 15건, 금산 14건, 부여 13건, 천안 및 청양이 각각 10건이었고 충남 외 지역인 대전은 10건, 우리 연구소와 연접한 세종은 12건이었다. 기타 지역은 서울, 경남 등 타 광역단체 거주민의 전화 상담이 14건이었다. 공주 지역의 진단의뢰 건수가 많은 것은 밤나무 병해충에 대한 문의가 많았다.

진단방법별 건수는 전화 108건, 출장 25건, 방문 4건, 인터넷 21건이었다. 최근 들어 충남공립나무병원의 진단방법 중 핸드폰을 이용한 사진전송이 주요 수단으로 이용되고 있다.

표 5. 2019년 지역별 나무병해충 진단 건수

구분	지역별																		
	계	천안	공주	보령	아산	서산	논산	계룡	금산	부여	서천	청양	홍성	예산	태안	당진	대전	세종	기타
진단건수	158	10	28	3	4	1	15	1	14	13	5	10	6	4	1	7	10	12	14

표 6. 2019년 나무병해충 진단방법별 건수

구 분	방법별				
	계	전화	출장	방문	인터넷
진단건수	158	108	25	4	21

2002~2019년까지 연도별·지역별·진단 방법별 나무병해충 진단 건수는 <표 7>과 같다. 지난 18년간 나무병해충 진단 건수는 3,543건이었다. 지역별 진단 건수는 충남이 2,762건, 대전 545건, 기타(세종포함) 236건이었다. 2019년 진단 건수는 전화 〉 출장 〉 인터넷 〉 내방 순이었다.

표 7. 연도별·지역별·방법별 나무병해충 진단 건수(2002~2019)

연도	진단방법별 건수(건)															
	계	충남					대전					기타(세종포함)				
		소계	전화	출장	내방	인터넷	소계	전화	출장	내방	인터넷	소계	전화	출장	내방	인터넷
계	**3,543**	**2,762**	**2,157**	**389**	**125**	**91**	**545**	**443**	**48**	**36**	**18**	**236**	**160**	**10**	**9**	**57**
2002	90	54	52	2			35	35				1	1			
2003	139	98	98				39	39				2	2			
2004	152	121	114	5	2		31	28	2	1						
2005	166	124	119	5			37	35	1	1		5	4		1	
2006	154	115	108	6	1		37	34	2	1		2	2			
2007	209	161	87	44	30		46	36	2	8		2	1		1	
2008	224	181	133	32	16		40	30	6	4		3	3			
2009	215	169	138	18	13		38	25	4	9		8	7		1	
2010	248	198	138	48	12		36	25	6	5		14	14			
2011	269	209	147	39	8	15	45	27	10	1	7	15	9			6
2012	227	179	105	31	18	25	26	14	8	3	1	22	11		1	10
2013	230	183	124	38	6	15	23	19	2		2	24	19			5
2014	204	168	119	31	9	9	23	20	1	1	1	13	7	2	1	3
2015	205	171	131	29	4	7	16	13		1	2	18	13			5
2016	196	137	113	18	1	5	29	26	1	0	2	30	20	1	1	8
2017	220	185	174	8	2	1	15	13		1	1	20	16	1		3
2018	237	187	169	15		3	19	17	1		1	31	18	3	2	8
2019	158	122	88	20	3	11	10	7	2	0	1	26	13	3	1	9

2019년 월별·유형별 나무병해충 진단 건수는 <표 8>과 같다. 해충 73건, 생리적피해 22건, 병해 16건, 동해 2, 제초제 7건, 관리방법 29건, 기타 9건으로 총 158건 중, 월별 진단은 6월에 34건으로 가장 많았고, 7월에 28건, 8월에 21건, 5월에 17건, 4월에 12건순이었다.

표 8. 2019년 월별·유형별 나무병해충 진단 건수

구 분	월별·유형별 상담 및 진단건수(건)												
	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
계	**158**	**1**	**5**	**11**	**12**	**17**	**34**	**28**	**21**	**11**	**6**	**8**	**4**
해충	73			4	3	10	20	17	13	6			
병해	16		2		1		2	3	3		3	2	
동해	2					1	1						
생리적피해	22	1		2	6	2	2	5				2	2
관리방법	29		3	2	1	3	5	2	1	3	3	4	2
제초제피해	7			1		1	2	1	1	1			
기타	9			2	1		2		3	1			

연도별, 월별 나무병해충 상담 및 진단 건수(2002~2019)는 <표 9>와 같다. 18년간 월별로 진단한 건수의 분포는 6월〉 7월〉 5월〉 8월〉 4월 순이었다.

표 9. 연도별·월별 나무병해충 상담 및 진단 건수(2002~2019)

구분	연도별·월별 진단건수(건)												
	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
계	**3,564**	**54**	**89**	**264**	**404**	**477**	**561**	**529**	**459**	**266**	**258**	**146**	**57**
2002	90	3	0	7	13	19	13	16	19	0	0	0	0
2003	139	0	0	11	8	22	30	19	25	8	12	4	0
2004	152	0	1	13	13	17	32	19	18	15	15	7	2
2005	166	1	3	7	16	28	27	13	11	15	29	14	2
2006	154	0	11	9	16	25	21	25	17	15	13	2	0
2007	209	9	2	23	37	41	31	19	15	9	13	10	0
2008	224	0	1	19	43	26	27	35	24	20	19	8	2
2009	215	5	15	17	34	26	25	27	23	15	10	9	9
2010	248	5	8	14	21	27	51	26	30	26	21	14	5
2011	269	3	4	29	17	21	43	45	39	30	25	10	3
2012	227	5	7	25	31	34	28	26	38	12	15	5	1
2013	230	0	3	9	30	38	31	30	29	23	16	13	8
2014	204	6	9	16	26	21	24	28	25	13	15	19	2
2015	205	5	7	14	27	26	27	42	21	13	16	3	4
2016	196	6	6	16	25	33	24	23	23	13	11	7	9
2017	241	2	3	14	13	25	59	67	30	13	8	6	1
2018	237	3	4	10	22	31	34	41	51	15	14	7	5
2019	158	1	5	11	12	17	34	28	21	11	6	8	4

(2) 주요 산림병해충 발생 전망

주요 산림병해충의 2019년 발생현황 및 2020년 발생 전망은 <표 10>과 같다. 전국적으로 문제시 되는 해충과 최근 또는 지속적으로 충남도 내에 발생되어 방제의 필요성이 있는 병해충을 대상으로 발생을 예측하였다.

표 10. 2019년 주요 나무병해충 발생현황 및 2020년 발생전망(28종; 해충21, 병7)

○ 해충 : 21종

구 분	기존발생	2020년 발생전망
솔나방	○ 발생현황 – '12년 세종 금남 영곡 발생 – '13년 미발생(경미) – '14 ~ '19년 미발생	○ '20년은 생태적으로 안정화 전망 ※ 1970년대 주 가해수종은 소나무였으나 '12년 발생 솔나방은 리기다, 잣나무를 주로 가해
솔껍질깍지벌레	○ 발생연혁 – '63년 전남 고흥 추정 – '90년 전북 고창 – '95년 경남 진해, 창원 – '00년 부산, 전남, 전북, 경남 등 – '08년 충남 서천 발생 – '09 ~ '10년 충남 보령·태안 – '12년 서천, 보령, 태안 – '13년 서천, 보령, 태안, 당진(신규) – '14년 서천, 보령, 태안, 당진 – '15 ~ '19 서천, 보령, 태안, 당진	○ '15년 태안 소원 모항, 이원면 내리 기발생지를 중심으로 크게 확산 되었으나 나무주사 등으로 밀도는 낮아짐 ○ '16년 서산 삼길포, 당진 삽교천 해상공원으로 확산 ※ 2013년 전라북도 고창군에서 소나무 이동, 당진 동부제강 주변발생 ○ '20년은 태안, 서천 지역을 중심으로 서산지역 등으로 피해 확산예상 * 도 내 내륙지역에 대한 예찰 예정
밤바구미	○ 피해율 – '15년 : 조생12.6%, 중생29.9%, 만생46.7% – '16년 : 조생21.0%, 중생61.5%, 만생57.7% – '17년 : 조생30.5%, 중생15.9%, 만생42.1% – '18년 : 조생2.9%, 중생10.2%, 만생14.9% – '19년 : 조생7.2%, 중생15.2%, 만생22.9%	○ '17년을 기점으로 낮아지는 추세였으나 '19년도 다소 증가하였고 ○ '20년 기온 상승과 강수량 감소로 피해율은 다소 증가할 것으로 예상

구 분	기존발생	2020년 발생전망
솔잎혹파리	○ 도내 평균 피해율 (충영형성율, 천적기생율) – 2001년 : 10.7%, 12.7% – 2002년 : 3.2%, 18.0% – 2003년 : 8.7%, 20.6% – 2004년 : 7.7%, 18.6% – 2005년 : 10.1%, 27.3% – 2006년 : 10.8%, 22.0% – 2007년 : 10.1%, 23.2% – 2008년 : 10.5%, 20.4% – 2009년 : 10.3%, 17.3% – 2010년 : 12.7%, 19.2% – 2011년 : 11.8%, 17.5% – 2012년 : 9.1%, 17.9% – 2013년 : 10.9%, 18.9% – 2014년 : 12.7%, 20.0% – 2015년 : 8.9%, 17.8% – 2016년 : 6.8%, 18.3% – 2017년 : 8.4%, 3.7% – 2018년 : 4.3%, 22.4% – 2019년 : 4.6%, 21.2%	○ 솔잎혹파리 고정조사지 61개소에 대한 충영형성율 및 기생율은 안정화 단계임 ○ 최근 '15 ~ '19년 충영형성율은 낮아지고 천적기생율은 높아지는 추세로 '20년 솔잎혹파리 발생율은 낮아질 것으로 전망 ※ 피해밀도는 월동시기 토양조건(온도, 강수량)에 따라 좌우되므로 국지적 피해율은 높게 나타날 가능성 있음
복숭아명나방	○ 2016년 성충발생 최성기 – 1화기 : 6월 중순 – 2화기 : 8월 중하순 – 3화기 : 9월 초중순 ○ 피해율 – '15년 : 조생11.1%, 중생14.9%, 만생11.7% – '16년 : 조생10.7%, 중생14.8%.만생16.4% – '17년 : 조생12.7%, 중생9.2%.만생9.2% – '18년 : 조생2.8%, 중생2.3%.만생5.4% – '19년 : 조생9.5%, 중생3.9%.만생5.1%	○ '15 ~ '17년은 충남지역 극심한 가뭄의 영향으로 병해충 피해율이 높았으나 '18년은 피해율이 낮아졌다가 '19년 다소 증가. ○ '20년은 기온이 상승하고 강수량은 적을 것으로 예상, 피해율은 전년 대비 다소 증가할 것으로 판단됨
밤송이진딧물	○ 발생현황 – '14 ~ '17년 공주, 부여, 청양 발생밀도 높아짐 – '18 ~ '19년 발생밀도 낮아짐	○ '20년 발생밀도가 낮을 것으로 예상되나 기상 상황에 따라 돌발적으로 증가할 수 있어 주의 필요
밤나무혹나방	– '18 ~ '19년 : 부여, 서천 등	○ 밤 재배원에 국지적으로 발생 '심'

구 분	기존발생	2020년 발생전망
꽃매미	○ 발생현황 – '08년 천안, 아산, 연기, 공주 – '09 ~ '19년 전 시군 발생	○ '09~'19까지 발생밀도 계속 감소, 피해도 '경'으로 '19년도 도내 발생밀도는 낮을 것으로 전망
잣나무 넓적잎벌	○ 발생현황 – '08년 공주 유구(2ha) 공주 사곡(1ha) – '09 ~ '10년 공주 유구(2ha) 공주 사곡(1ha)	○ '08년 피해도 '심' 발생 이후 지속적으로 방제를 실시하여 '09년 피해도 '중', '10년 '경'으로 '11 ~ '19년 피해 없어 '20년 발생 가능성 낮음 * 강원도 일부 발생
소나무가루 깍지벌레	○ 발생현황 – '03 ~ '12년 태안, 서산, 논산, 홍성 산림지역 – '15 ~ '19년 큰 피해 없음	○ '20년 산림지역에서 대발생할 가능성은 없으나 일부 조경수는 관리 상태에 따라 피해수준의 발생 가능성 있음
미국흰불나방	○ 발생현황 – '07년, '08년 당진, 서산, 서천 등 서해안지역과 대전 지역의 버즘나무, 벚나무 등 활엽수에 발생 – '09년 당진, 서산, 서천, 대전 – '10년 논산, 당진, 서산, 서천 – '11 ~ '15년 발생밀도 낮음 – '16 ~ '18년 예산, 서산 등 서해안 – '19년도 내 대발생	○ '09 ~ '10년 서해안과 논산지역의 가로수 벚나무, 버즘나무 등에 피해가 '심', '11 ~ '15년에는 피해도가 낮았으나, '16 ~ '18년에는 서해안 일대 국지적 피해 '심', '19년에 내륙 등 피해 '심' ○ '20년에도 국지적 대발생할 것으로 판단됨
아까시잎혹파리	○ 발생현황 – '02 ~ '12년 전국적 발생 – '13 ~ '19년 발생밀도 매우 낮음	○ 도내에 경미하게 발생될 것으로 전망
미국선녀벌레	○ 발생현황 – '10 ~ '19년 태안, 서산, 예산 등 전 시군 감나무, 오갈피 등	○ '20년 도내 전 지역에 지속적으로 발생 확산 될 것으로 판단

구 분	기존발생	2020년 발생전망
붉은매미나방	○ 발생현황 – '10 ~ '11년 부여, 청양, 공주 등 '심' – '12년 발생 '경' – '13 ~ '16년 미발생 – '17 ~ '18년 공주,부여,청양 등 – '19년 발생 '경'	○ '10 ~ '11년 부여, 청양, 공주 밤나무림에 대발생, '18년 공주, 부여, 청양, 서천 등 국지적으로 대발생하였으나 '19년에는 피해 '경' ○ '20년은 기상상황에 따라 국지적으로 대발생할 수 있으므로 주의 요망
갈색날개매미충	○ 발생현황 – '10년 공주 신풍, 감나무, 두릅, 밤나무 0.3ha – '11 ~ '19년 도내 공주, 청양, 부여 등 전 시군	○ '10 ~ '17년까지 지속적으로 발생 밀도가 높아져 농작물과 수목에 많은 피해를 주었으나 '18년부터 발생 밀도가 줄어드는 추세로 '20년에도 발생 밀도는 줄어들 것으로 예상되나, 미국선녀벌레와 함께 문제 해충으로 토착화 우려
기타 돌발해충 (뒤흰가지나방 등)	○ 발생현황(금강자연휴양림) – '05 ~ '07년 : '심' – '08년 : '중' – '09년 발생 경미 – '10 ~ '19년 미발생	○ '05 ~ '07년 뒤흰가지나방 등 돌발해충이 대발생, '08 ~ '09년 피해 '경', '10 ~ '19년 미발생, '20년 미발생될 것으로 추정
곱추재주나방	○ 발생현황 – '13년 예산 가야산국립공원 '심' – '14년 '경' – '16 ~ '19년 미발생	○ '20년 미 발생될 것으로 추정
두릅나무밤나방	○ 발생현황 – '13년 공주, 청양 등 두릅나무에 피해 '심' – '14 ~ '19년 미발생	○ '20년 미 발생될 것으로 추정

구 분	기존발생	2020년 발생전망
산맴돌이거저리	○ 발생현황 – ’13년 10월 청양 장평 중추리 표고재배하우스에서 대 발생 – ’14 ~ ’19년 미발생	○ ’20년 일반 표고 재배하우스에서 발생될 가능성은 적음 – 표고자목 유입 때 관리를 어떻게 하느냐에 따라 발생 여부결정
백송애기 잎말이나방	○ 발생현황 –’ 14 ~ ’18년 공주, 금산, 당진, 세종, 천안 등 – ’19년 발생 ‘경’	○ 도내 백송, 잣나무, 소나무 등 가로수, 조경수에 발생하여 ’20년에도 방제가 미흡한 장소에 발생 가능성 높음
메타응애	○ 발생현황 – ’13 ~ ’16년 부여, 청양, 대전 등 – ’18년 천안 등 일부 지역 – ’19년 미발생 ※ 가뭄이 심할 때 많이 발생	○ 발생 밀도가 낮아지는 추세로 ’20년에도 발생밀도가 낮을 것으로 예상되나 강수량이 적을 경우 많이 발생할 수 있음

○ 병 : 7종

구 분	기존발생	2020년 발생전망
소나무재선충병	○ 발생현황 – '88년 부산 최초발생 – '97년 전남 구례, 경남 함안 – '98년 경남 진주 – '99년 경남 통영 – '00년 울산, 경남 사천 – '01년 경남거제, 경북구미, 전남목포 – '04년 제주도 – '05년 경북 안동, 영천 등 – '06년 경기 광주 – '07년 강원,서울,경기,전북,경남 – '09년 충북 옥천, 단양 – '10년 전남 여수 – '11년 경기 포천·성남, 경북 의령·고령, 대구 달성 – '12년 보령 – '14년 태안 안면도 – '15년 서천, 천안, 논산 – '16년 금산, 세종 – '17년 홍성, 청양, 부여 – '18년 예산 등 9시군 – '19년 예산 등 9시군 ＊ 태안 재발생, 홍성 청정지역 회복	○ '12년 보령에 처음 발생, '18년 예산(3. 7.)에서 추가 발생되었고, 태안이 청정지역으로 회복되었으나 '19년 재발생. '19년 홍성은 청정지역 회복 현재 15시군 중 9시군이 발생 ○ 도 내 재선충병은 모든 시군에 발생할 가능성 상존
참나무시들음병	○ 발생현황 – '04년 경기 의정부, 가평, 광주 등 – '05년 서울 불암산, 수락산, 강원 화천, 춘천, 고성, 충북 월악산, 전북 무주 – '06년 부여 – '08년 보령, 천안 – '09년 보령, 부여 – '10년 보령, 부여 – '11년 금산 – '12 ~ '18년 논산 – '19년 미발생	○ '19년은 발생 지역을 찾지 못했으나 기 발생된 천안, 부여, 보령, 금산, 논산 지역을 중심으로 피해 가능성 있음

구 분	기존발생	2020년 발생전망
벚나무빗자루병	○ 발생현황 – '06년부터 제주도 가로수에서 '심'하게 발생 문제시 됨 – '08년 공주 동학사에서 발견 (몇 년 전부터 확산된 것으로 추정) – '09 ~ '12년 공주, 태안, 홍성 등 도내 전 지역 발생 – '13 ~ '19년 기존 발생지역 감소	○ '10 ~ '12년 적극 방제로 발생 경감, '20년에는 일부지역 위주로 경미하게 발생 예상 ※ 이른 봄 잎이 피기 전 가지 절단 제거로 확산방지 가능
푸사리움 가지마름병	○ 발생연혁 – '46년 미국 플로리다 – '96년 인천 – '99년 홍성 – '00 ~ '19년 도내 전 시군 발생	○ 지속적으로 발생 밀도는 낮아지는 추세로 '20년에도 발생 밀도는 낮아질 것으로 판단 ○ 환경 취약지(쓰레기매립장, 축사 등) 주변에서 발생될 것으로 전망
리지나뿌리썩음병	○ 발생연혁 – '81년 경주시 최초발생 – '87년 강릉시 병산동 – '01년 태안, 서천 발생 – '02 ~ '09년 강원, 충남 해안 – '12 ~ '19년 미발생 ※ 국외 : 독일, 프랑스, 미국, 네덜란드, 일본	○ '05 ~ '06년 서해안 해수욕장 주변으로 확산, '07 ~ '10년 발생 면적이 감소, '11 ~ '12년은 피해 '경', '13 ~ '19년 미발생 되어 '20년에도 미발생할 것으로 예상
소나무류 잎마름병	○ 발생현황 – '08 ~ '12년 16개 시군 발생 – '13 ~ '17년 피해도 '경' – '18년 서해안 피해도 '심' – '19년도 피해도 '경'	○ '09년 발생율이 높았다가 '10 ~ '17년 다소 낮아졌으나, '18년 서해안 해송림, 소나무림을 중심으로 2년 잎에 피해 '심', '19년은 피해도 '경'이었으나 겨울철 기온이 높아 '20년은 피해 증가할 수 있음
아까시잎 황화현상	○ 발생현황 – '01년 경북 최초발생 – '03 ~ '08년 당진, 서산, 태안 등 – '09 ~ '12년 도내 전역 – '13 ~ '19년 미발생	○ '09년 아까시잎 황화현상이 심하게 나타났다가 '10년 다소 줄었고, '11 ~ '12년 감소, '20년 미발생 전망

나. 실연사업(방제약제 선발시험)

(1) 밤나무왕진딧물 약제방제 효과시험

(가) 약효시험

2019년 2지역(2개소)의 밤재배원에 발생한 밤나무왕진딧물 약충에 약제 4종을 스프레이 살포 시험한 결과 <표 1>과 <표 2>와 같다. 2지역 모두 약충의 살충률은 Spirotetramat LF · Thiacloprid FL와 Thiacloprid FL이 100%였으며 CV값은 청양지역 2.04, 부여지역 6.25로 나타났다.

표 1. 2019년 청양지역 밤재배원에 발생한 밤나무왕진딧물 약충에 대한 살충률(%)

시험약제	살충율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Spirotetramat LF · Thiacloprid FL	100	100	100	100	A	100
Thiacloprid FL	100	100	100	100	A	100
Chlorfluazuron FL	1.32	0.72	1.41	1.15	B	−0.44
Flonicamid WG	0.00	0.90	2.50	1.13	B	−0.45
무처리	3.45	2.22	0.83	2.17	B	0.60

CV(%) ---------- 2.04

표 2. 2019년 부여지역 밤재배원에 발생한 밤나무왕진딧물 약충에 대한 살충률(%)

시험약제	살충율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Spirotetramat LF · Thiacloprid FL	100	100	100	100	A	100
Thiacloprid FL	100	100	100	100	A	100
Chlorfluazuron FL	0.00	0.61	3.98	1.53	B	−0.05
Flonicamid WG	1.74	10.42	11.90	8.02	B	6.55
무처리	1.82	1.25	1.67	1.58	B	0.00

CV(%) ---------- 6.25

(나) 약해시험

약제처리 3, 5, 7일후 밤나무왕진딧물 방제약종 4종에 대한 약해 유무를 달관조사한 결과는 <표 3>과 같다. 조사 결과 약해는 발견되지 않았다.

표 3. 2019년 밤나무왕진딧물 약종에 대한 약해시험 결과

시험약제	시험작물	약해정도 (0~5)		비 고
		기 준 량	배 량	
Spirotetramat LF · Thiacloprid FL	밤나무	0	0	
Thiacloprid FL	〃	0	0	
Chlorfluazuron FL	〃	0	0	
Flonicamid WG	〃	0	0	

(2) 중국단풍흰가루병 방제약종 선발시험

(가) 약효시험

2019년 2지역(2개소)의 가로수변에 발생한 중국단풍 흰가루병에 대한 방제약제 3종을 스프레이 살포 시험한 결과 <표 4>와 <표 5>와 같다. 2지역 모두 중국단풍 흰가루병의 방제가는 유의성이 없었으며 CV값은 계룡지역 110.68, 공주지역 34.59로 나타났다.

표 4. 2019년 계룡시 도로변 가로수 중국단풍에 발생한 흰가루병에 대한 방제가(%)

시험약제	이병엽율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Fluxapyroxad FL	53.9	18.5	0.0	24.1	a	−161
Triflumizole WP	45.1	15.7	0.0	20.3	a	−119
Polyoxin B WP	42.3	27.2	0.0	23.2	a	−151
무처리	17.0	10.8	0.0	9.3	a	0

CV(%) ---------- 110.68

표 5. 2019년 공주시 도로변 가로수 중국단풍에 발생한 흰가루병에 대한 방제가(%)

시험약제	이병엽율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	Ⅰ반복	Ⅱ반복	Ⅲ반복	평 균		
Fluxapyroxad FL	16.7	17.2	7.3	13.7	a	31
Triflumizole WP	14.8	15.2	6.2	12.1	a	39
Polyoxin B WP	20.5	23.0	12.6	18.7	a	5
무처리	24.8	21.6	13.0	19.8	a	0
CV(%) ----------						34.59

(나) 약해시험

약제처리 3, 5, 7일후 중국단풍 흰가루병 방제약종 3종에 대한 약해 유무를 달관조사한 결과는 <표 6>과 같다. 조사 결과 약해는 발견되지 않았다.

표 6. 2019년 중국단풍 흰가루병 방제약종에 대한 약해시험 결과

시험약제	시험작물	약해정도 (0~5)		비 고
		기 준 량	배 량	
Fluxapyroxad FL	중국단풍나무	0	0	
Triflumizole WP	〃	0	0	
Polyoxin B WP	〃	0	0	

5. 적 요

○ 나무병해충 진단 건수는 158건이었다. 피해 유형별 진단건수는 해충 73건, 병해 16건, 동해 2건, 생리적피해 22건, 제초제 7건, 관리방법 29건, 기타 9건이었다. 진단 수종은 밤나무가 55건, 소나무가 46건으로 가장 많았고, 이들 두 수종의 진단 건수가 63.9%를 차지하였다. 병해충 진단 수종은 소나무, 밤나무, 느티나무, 호두나무 등 총 29종이었다.

○ 해충별 진단 건수는 21종 73건으로 복숭아명나방이 21건으로 가장 많았고, 서천, 부여 청양지역 밤 재배원에 밤나무혹나방 피해가 대발생한 것을 확인할 수 있었다. 병해별 진단 건수는 7종 16건으로 가장 발생빈도가 높은 것은 탄저병류였다.

○ 기타 피해로는 생리적 피해 22건, 동해 2건, 제초제 피해가 7건, 관리방법이 29건, 기타 9건 이었다. 생리적 피해는 피압에 의한 생육불량이 많았고 관리방법에 있어서는 시비, 복토 등에 의한 피해가 있었으며 제초제는 특히 소나무 조경수 주변에 제초제를 잘못 살포하여 피해가 큰 경우가 많았다.

○ 2002~2019년까지 지역별 진단 건수 누계는 충남이 2,762건, 대전 545건, 기타(세종포함) 236건이었다. 2019년 진단 건수는 전화 〉 출장 〉 인터넷 〉 내방 순이었다. 시군별 진단 건수는 공주가 28건으로 가장 많았으며, 논산 15건, 금산 14건, 부여 13건, 천안 10건, 세종 12건, 대전 10건 등이었다.

○ 진단방법별 건수는 전화 108건, 출장 25건, 방문 4건, 인터넷 21건이었다.

○ 2019년 월별 나무병해충 진단 건수는 6월에 34건으로 가장 많았고, 7월에 28건, 8월에 21건, 5월에 17건, 4월에 12건순이었다. 18년간 월별로 진단한 건수의 분포는 6월〉 7월〉 5월〉 8월〉 4월 순이었다.

○ 2020년 주요해충의 발생전망으로 소나무재선충병은 기존 발생지인 보령, 청양, 태안 지역을 중심으로 확산 가능성이 크고, 기존 발생지나 최근 감염목이 적거나 발생되지 않고 있는 홍성, 예산, 논산 지역은 예비청정지역으로 될 가능성이 있다. 솔껍질깍지벌레는 피해가 심한 서해안(태안, 서천, 서산) 지역을 중심으로 지속적으로 발생될 것으로 판단되고, 솔잎혹파리는 국지적으로 발생되어 피해를 줄 수는 있으나 도 평균 피해율은 낮게 나타나 생태적으로 안정화 단계가 지속될 것으로 본다.

그리고 밤나무해충은 국지적으로 밤나무흑나방이 대발생될 가능성이 있으며, 복숭아명나방과 밤바구미 피해율은 2020년 기온상승과 강수량 감소로 다소 증가할 것으로 예상된다.

○ 2019년 2지역(부여, 청양)의 밤재배원에 발생한 밤나무왕진딧물 약충에 약제 4종을 스프레이 살포 시험한 결과, 2지역 모두 약충의 살충률은 Spirotetramat LF · Thiacloprid FL와 Thiacloprid FL이 100%였으며 CV값은 청양지역 2.04, 부여지역 6.25로 나타났다. 또한 모든 약종에서 외관상 약해가 관찰되지 않았다.

○ 2019년 2지역(공주, 계룡)의 가로수변에 발생한 중국단풍 흰가루병에 대한 방제약제 3종을 스프레이 살포 시험한 결과, 2지역 모두 중국단풍 흰가루병의 방제가는 유의성이 없었으며 CV값은 계룡지역 110.68, 공주지역 34.59로 나타났다. 그러나 모든 약종에서 외관상 약해는 관찰되지 않았다.

6. 참고문헌

○ 국립산림과학원. 2012. 산림병해충 기술교본. 158p.

○ 남상호외. 1998. 한국곤충생태도감. 고려대학교한국곤충연구소. 1~5pp.

○ 박세정, 이수민, 권현욱, 이호택, 김홍태. 2014. 고추 탄저병에 대한 보르도액의 방제 효과. 18(3) : 168-174.

○ 백운하. 1972. 온실의 깍지벌레 조사연구. 11(1) : 1-4

○ 심선아, 장경수, 최용호, 김진철, 김홍태, 최경자. 2013. 탄저병(*Colletotrichum orbiculare*)에 대한 박과작물의 저항성. 31(3) : 371-379

○ 장석원 등. 2001. 단호박 흰가루병의 약제방제. *Res. Plant Dis.* 7(1):31~36pp.

○ 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록.

○ 함은혜, 이영수, 이준석, 박종균. 2013. 노지재배 오미자에서 식나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis cockerelli*)와 볼록총채벌레(*Scirtothrips dorsalis*)의 생물적 방제를 위한 토착천적 *Chrysoperla nipponensis*와 지중해이리응애(Amblyseius swirskii)의 적용 효과. 7(2) : 142-146.

○ Cho, I.C., Lee, S.H., Cha, B.J. 1998. Effects of soluble silicon and several surfactants on the development of powdery mildew of cucumber. Korean J. of Environmental Agriculture 17.

○ McGrath, M.T. 1991. Evaluation of fungicides and effect of timing of bayleton applications on control of pumpkin powdery mildew, 1990. *Fungic. Nematicide Tests* 47:124p.

○ McGrath, M.T. 1996. Increased resistance to triadimefon and to benomyl in Sphaerotheca fuliginea populations follwing fungicide usage over one season. *Plant Dis.* 80: 633~639pp.

○ McGrath, M.T. and Staniszewska, H. 1994. Efficacy of fungicides applied preventively or following disease detection for managing powdery mildew of pumpkin, 1993.

Fungic. Nematicide Tests 49:142p.

○ McGrath, M.T.2001. fungicide resistace in cucurbit powdery mildew:experience and challenges. Plant Dis. 85:236~245pp.

○ Jee, H.J. 2008. Manageent of pests by using egg yolk and cooking oil mixture in organic vegetables. Proceedings in Organic Agriculture in Asia. ISOFAR conf erence. Dankook University, Korea. 317~324 pp.

○ Jee, H.J., Shim, C.K., Ryu, K.Y. and Choi, D.H. 2005. Effects of cooking sils on control of powdery mildew of cucumber caused by *Sphaerotheca fuliginea. Plant Phytho. J.* 21:415p.

○ Jee, H.J., Shim, C.K., Ryu, K.Y., Lee, B.M., Park, J.H. and Choi, D.H.2006. Effects of air-circulation fan and egg-yolk and cooking oil mixture on production and control of powdery mildew of letuce in the greenhouse cultivation. *Plant Phytho. J.* 22: 188p.

산림토양 산성화영향 모니터링 및 평가관리기술개발

(공동 : '11 ~ 9년차)

【 조성효, 지동현, 류연희, 최유미, 오세철, 김연태 】

1. 목 적

강수산도와 대기 중 SO_2 농도의 경시적 변화량이 산림생태계에 미치는 영향을 구명하여 산림 피해예방과 회복을 위한 기초자료 제공과 산림토양 산성화영향 모니터링 및 평가관리 기술개발 체계 확립을 목적으로 한다.

2. 본 연구와 관련된 기존사실

○ 중국의 대기오염이 우리나라에 미치는 영향

중국의 대기오염이 우리나라에 미치는 영향과 관련하여, 김기현 등(1999)은 중국이 우리나라 풍상측에 위치하고 있어 편서풍의 영향을 받는 우리나라로 산성물질의(SO_2등) 대량유입이 예상된다고 하였으며, Kim and Chung(2007)은 동아시아가 세계 3대 공업지역으로 부상함에 따라 이 지역의 국제적인 대기오염 관측이 지속적으로 수행되고 있는데 특히 중국 대륙의 도시와 산업지대에서 배출된 오염물질들이 황해를 지나 한반도에 상륙 및 통과하는 광역적인 대기오염 이동을 인공위성과 지상관측을 통해 확인하였다고 보고하였다.

○ 먼 지역에서 발생한 먼지-모래바람이 도시 생태환경에 미치는 영향

중국 서북지역 북부, 華北, 黃河 지역에서 불어온 모래폭풍으로 눈과 함께 내려앉은 먼지는 하루에 최고 13.0g/㎡이었고, 48시간 세균배양 결과 흙과 눈에 있는 세균은 약 6.4억 개로 밝혀졌다(胡克 등, 2002).

○ 중국의 기후 온난화와 건조화 추세변화

길림성 서부지역의 온난화, 동북지역의 급격한 기후 변화 등으로 토지의 사막화가 더욱 더 진행될 전망이다(沈柏竹 등, 2002).

○ 대기오염의 이동

최근에는 인위적인 오염 발생원이 없어 청정지역으로 예상되던 백령도나 제주도에서도 강한 산성비가 내리고 있는 것으로 확인되었다(김기현 등, 1999).

○ 주요 이산화황(SO_2)의 발생 지역

선진국의 경우에는 황 함유율이 낮은 연료를 사용하거나 제어기술이 발달되어 일반적으로 SO_2의 대기오염 기여도가 작지만, 황 함유율이 높고 고체연료를 주로 이용하는 개발도상국의 경우에는 SO_2에 의한 대기오염문제가 심각하다(김기현 등, 1999).

○ 우리 나라의 이산화황(SO_2)의 배출원

우리나라의 SO_2 배출량의 현황을 배출원별로 보면 발전(25%), 난방(8%), 산업(46%), 수송(22%)이고, 연료별 현황을 보면 석탄(32%), 유류(68%), 가스(0%)로 산업시설과 유류가 가장 많은 SO_2의 배출원인으로 나타났다(환경부, 1997). 용도별 배출량의 경우 SO_2는 산업에서의 배출량이 가장 많으나 겨울철 짧은 기간 동안 집중적으로 사용되는 난방용 연료의 연소도 큰 비중을 차지한다(김기현 등, 1999).

○ 자동차에 의한 대기오염

1997년 우리나라에서 운행 중인 1,000만대의 차량 중 경유사용 차량은 약 29% 정도인데 실제로 경유차에 의하여 배출되는 대기오염물은 전체 차량에 의해 배출되는 대기오염물의 약 70%를 차지하였고(환경부, 1997), 급속한 산업화와 도시화로 심각한 대기오염문제가 야기된 1980년대에는 SO_2와 부유분진이 주요 관리대상 오염물질이었으나, 서울 올림픽이 열린 1988년부터 교통량의 급속한 증가와 함께 NO_2와 O_3에 의한 대기오염이 더욱 악화되었다(Kim,S.T.외, 2002).

○ 도시지역의 계절별 pH

계절별 pH 분포는 공업도시인 울산 이외의 도시지역의 경우 비교적 여름철에 높은 pH를 나타낸 반면 겨울철에는 pH가 낮게 나타났다. 이는 상대적으로 가정용 난방연료의 연소에 의하여 배출된 산성물질의 영향을 강하게 받기 때문인 것으로 생각된다(김기현 등, 1999).

○ 토양산도 및 주요 양이온에 대한 장기적 변화

도시에서 토양산성화는 지속적으로 심화됨은 물론 지역적으로 확대되고 있고 도시의 인위적인 오염원으로부터 방출되는 산성강하물이 토양에 지속적으로 퇴적되면서 염기성 양이온의 용탈은 비례적으로 진행되고 있다. 특히, 공단지역 토양은 H^+의 소비를 위한 중화능력은 없는 것으로 판단된다(장관순, 2003).

○ 산성비가 토양에 미치는 영향

산성 강하물이 지상 생태계에 부착하여 토양을 산성화시키며, 이로 인하여 토양 비옥도가 저하됨과 함께 식물에 유해한 Al, Mn, Fe을 토양 용액중에 용출시켜 근계의 생육을 저해한다(戶塚, 1990)고 하였다. 대기오염에 의한 임목 및 산림토양의 반응은 아주 느리며 초기에는 생장차이가 없는 것으로 나타났음을 밝혔다. 비오염지역의 엽 질소 함량은 오염지역의 엽 질소 함량보다 낮은 반면 기본 양이온의 함량은 높아서 K, Mg, P 등과의 영양적 균형이 좋게 이루고 있음을 밝혔다(Boxman, 1994). 산성비는 낙엽율의 증가, 황백화 현상, 잎말림(wrinkling) 같은 증상을 유발할 수 있다고 한다. 실제로 우리나라 국립환경과학원의 실험연구에 의하면 붉은가문비나무에 pH 2.5의 산성비를 5개월 동안 뿌린 결과 40-50% 낙엽율을 보였다(허인애외 10인, 1992).

○ 산성비에 대한 임목의 내성

일반적으로 산성비에 대한 내성은 침엽수가 활엽수보다 강하다. 침엽수 중에서도 소나무, 주목 등이 산성비에 대한 내성이 강하고, 미국측백은 산성비에 민감한 것으로 나타났다(김기현 등, 1999). 또한 산성비는 식물피해뿐만 아니라 물고기의 생존에도 심각한 영향을 주고 있어 pH가 6.0이하로 떨어지면 물고기의 생존이 어렵게 된다(문광순, 1992).

○ 대기오염방지를 위한 우리나라의 대처

대기환경을 달성하기 위한 주요 수단인 황산화물 등 26개 오염물질에 대하여 배출허용기준이 설정되어 있는데 1991년부터 1999년까지 3단계 예시제를 도입하여 시행함으로써 현재 미국, 일본 등 선진국 배출허용 기준(SO_2 20ppb, NO_2 250ppb)에 도달되도록 하였다. 대류권의 오존(O_3)은 자동차의 배기가스 및 공장 매연의 질소산화합

물과 연료 속의 탄화수소가 높은 온도에서 햇빛과 반응하여 오존이 생긴다. 오존주의보는 시간당 오존 농도가 0.12ppm 이상일 경우에 신체에 영향을 미친다.

3. 수행방법

가. 대기오염실태조사

(1) 조사구 설정

도내 산림지역을 40㎞×40㎞로 구분하여 1지점씩 6개소를 선정하여 강수 채취기와 대기물질 포집기(passive sampler)를 설치하였다.

(2) 조사장소

ㄱ 태안 소원 신덕, 예산 봉산 효교, 보령 청라 라원

ㄴ 천안 동남 안서, 대전 유성 덕명, 세종 금남 도남

(3) 조사방법

(가) 강수산도조사

1) 기　　간 : 1-12월

2) 장　　소 : 도내 6개소

3) 강수채취

가) 강수채취기에 6 l 통을 설치하고 1mm 이상 강우시 모두 채취한다.

나) 강수채취기 및 채수용기의 오염방지를 위하여 자주 먼지를 제거하여 준다.

※ 강수량 : 채수량(㎤ 또는 ㎖)/채수면적(510.4㎠)

4) pH측정

pH meter 측정기구를 pH 4.0, pH 7.0, pH 10.0 표준용액으로 표시 수치를 표준용액과 일치하도록 교정한 후 pH를 측정한다.

(나) 이온분석

1) 기　　간 : 1-12월

2) 장　　소 : 도내 6개소

3) 측정방법 : 강수산도 측정시와 마찬가지로 강수를 일괄 채취하여 IC를 이용 음이온(SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-), 양이온(Na^+, NH_4^+,

K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) 8가지 성분을 분석한다.

(다) 대기 중 SO_2 농도조사

1) 기　　간 : 1~12월

2) 장　　소 : 도내 6개소

3) 측정방법 : 대기 중에 SO_2 측정기구(Passive Sampler)를 30±2일간 방치한 후 수거하여 분석한다.

(라) 대기 중 NO_2 농도조사

1) 기　　간 : 1~12월

2) 장　　소 : 도내 6개소

3) 측정방법 : 대기 중에 NO_2 측정기구(Passive Sampler)를 30±2일간 방치한 후 수거하여 분석한다.

(마) 대기 중 O_3 농도조사

1) 기　　간 : 1~12월

2) 장　　소 : 도내 6개소

3) 측정방법 : 대기 중에 O_3 측정기구(Passive Sampler)를 30±2일간 방치한 후 수거하여 분석한다.

나. 산성화 산림피해 조사

(1) 조사기간 : 1-12 월

(2) 조사장소

태안 안면 승언 , 예산 봉산 효교 , 보령 성주 성주

천안 동남 안서 , 대전 유성 덕명 , 세종 금남 도남

(3) 지상부 조사 방법

(가) 낙엽낙지 조사

고정 조사구 20m×20m내 낙엽트랩은 3개를 설치하고 30일간 방치한 후 낙엽과 낙지를 수거하여 건중량 측정

(4) 지하부 조사 방법

(가) 산림 입지 토양 조사

고정 조사구내의 입지 환경조사 및 토양시료를 A, B층에서 각각

1kg 채취 후 이화학성 분석

(5) 조사규모

(가) 낙엽낙지 조사 : 6개소×3트랩=18트랩

(나) 산림입지토양 조사 : 6개소×2개층=12개층

4. 결과 및 고찰

가. 대기오염 실태조사

(1) 강수량 및 강수일수 조사

(가) 월별 강수량 및 강수일수 조사

세종 금남지역 2019년도 강수량 및 강수일수 조사 결과 표 1과 같다. 연간 총 강수량은 962mm로 이는 전년도 1,096mm보다 134mm 적었으며, 강수일수는 36일로 기록되어 전년도 31일보다 5일이 늘었다.

표 1. 세종지역 강수량 및 강수일수 월별내역

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	총계	평균
강수량 (mm)	0	29.4	25.5	87.2	47.0	97.6	170.5	153.8	139.1	94.0	96.0	22.5	962.6	80.2
강수일수	0	2	3	4	2	3	5	6	4	2	2	3	36	3

(나) 연도별 강수량 및 강수일수

세종 금남 산림박물관('97~'19년) 지역의 연도별 강수량 및 강수일수는 표 2와 같다.

표 2. 세종지역의 연도별 강수량과 강수일수('97~'19)

구분	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
강수량(mm)	1,779	2,054	1,655	1,507	846	1,374	1,203	1,377	1,658	1,122
강수일수	67	76	96	86	88	94	49	90	85	86
구분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16
강수량(mm)	1,525	863.0	991.0	1,507.0	1,811.3	1,475.4	1,144.0	1,066.2	852.6	981
강수일수	100	81	77	122	127	142	134	105	88	47
구분	'17	'18	'19	평균						
강수량(mm)	1233.4	1,096.6	962.6	1,308						
강수일수	37	31	36	84.5						

(2) 강수산도(pH) 조사

(가) 연도별 강수산도 조사

연도별 강수산도를 조사한 결과 표 3과 같다. '94년 강수산도는 pH 5.5로서 '95년 pH 5.8, '01년 pH 6.0, '04년 pH 6.1로 매년 pH의 수치가 높아지다가 '08년 pH 5.2 '09년~'10년에 pH 5.3으로 수치가 낮아졌고 '11년~'16년에 점차 높아졌으며 25년간 평균 pH는 5.7이다.

표 3. 연도별 강수산도 변화량('94~'19)

구분	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
강수산도 (pH)	5.5	5.8	5.8	5.6	5.6	6.0	5.8	6.0	5.8	6.0	6.1	5.9	5.9	5.5
구분	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	평균	
강수산도 (pH)	5.2	5.3	5.3	5.6	5.7	5.6	5.8	5.6	5.7	5.4	5.7	5.8	5.69	

(나) 월별 강수산도 조사

2019년도 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안의 월별 강수산도를 조사한 결과 표 4와 같다.

표 4. 지역별·월별 강수산도 내역

지역별 / 월별	강수산도 (PH)						비고
	천안	보령	예산	태안	대전	세종	
평 균	5.99	5.91	5.95	5.47	5.69	5.77	
1월	–	–	–	–	–	–	
2월	5.98	6.32	6.0	5.99	6.08	5.96	
3월	6.44	6.54	6.44	6.04	6.35	5.98	
4월	6.05	6.18	6.18	6.03	5.96	5.63	
5월	6.10	6.22	6.42	5.53	5.48	5.84	
6월	6.23	5.50	6.45	5.32	5.49	6.45	
7월	5.92	5.22	5.01	5.16	5.65	5.76	
8월	5.85	5.75	5.36	5.29	5.63	5.59	
9월	6.15	6.14	6.02	5.48	5.84	5.94	
10월	6.10	5.89	5.99	5.55	5.62	5.90	
11월	5.63	5.89	5.81	5.14	5.14	5.15	
12월	5.46	5.45	5.84	4.64	5.44	5.30	

(다) 이온농도 분석

도내 6개소 산림지역 고정조사구에서 채취한 강수의 연간 음이온 및 양이온을 분석한 결과 표 5와 같다.

표 5. 지역별·월별 이온농도

구분 / 월별	음이온(ppm)						평균	양이온(ppm)						평균
	천안	보령	예산	태안	대전	세종		천안	보령	예산	태안	대전	세종	
평균	3.5	4.02	1.91	4.95	2.34	1.76	3.08	1.82	2.18	1.53	2.08	1.2	1.17	1.66
1월	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2월	2.53	7.39	2.25	6.04	8.13	1.44	4.63	1.19	3.18	1.77	2.5	1.3	1.15	1.85
3월	10.16	12.44	2.83	8.1	5.25	4.22	7.17	4.14	5.39	1.57	3.32	2.42	1.88	3.12
4월	3.92	2.37	1.44	3.35	2.24	0.95	2.38	2.03	1.47	1.06	1.65	1.28	0.7	1.36
5월	2.74	2.94	1	8.98	0.78	1.03	2.91	1.85	2.32	1.16	3.16	0.83	0.77	1.68
6월	2.8	1.81	1.67	2.59	1.36	1.76	2	1.87	1.64	1.71	1.28	1.07	1.31	1.48
7월	2.15	2.07	2.05	2.28	1.05	1.43	1.84	1.94	1.62	1.71	1.5	1.14	1.3	1.53
8월	1.81	1.52	2.85	1.92	1.2	1.02	1.72	1.49	1.41	2.71	1.49	1.32	1.23	1.61
9월	1	1.1	0.93	3.15	0.8	1.24	1.37	0.76	0.89	0.96	1.41	0.69	0.9	0.93
10월	3.11	0.7	0.83	4.99	0.61	0.91	1.86	1.4	0.95	0.96	1.99	0.7	0.97	1.16
11월	2.51	3.89	2.08	5.58	1.9	2.08	3.01	1.3	1.92	1.24	2.18	0.97	1.14	1.46
12월	5.82	7.98	3.1	7.44	2.46	3.26	5.01	2.03	3.18	2	2.39	1.52	1.48	2.1

표 5-1. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 1월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
강수 없음										

표 5-2. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 2월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	2.74	3.9	7.23	4.63	3.26	3.52	0.3	0.28	1.92	1.85
천안	1.45	2.99	3.16	2.53	2.61	1.23	0.18	0.22	1.73	1.19
보령	7.71	7.17	7.31	7.39	5.92	525	0.46	0.61	3.68	3.18
예산	1.22	3.0	2.53	2.25	2.82	4.68	0.39	0.10	0.88	1.77
태안	4.33	6.0	7.79	6.04	3.38	5.41	0.32	0.48	2.94	2.5
대전	1.10	2.63	20.68	8.13	2.51	2.35	0.23	0.18	1.45	1.3
세종	0.67	1.75	1.92	1.44	2.35	2.24	0.22	0.10	0.84	1.15

표 5-3. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 3월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	3.72	9.51	8.27	7.17	2.95	8.05	0.34	0.52	3.75	3.12
천안	8.18	12.33	9.96	10.16	5.38	9.37	0.50	0.80	4.66	4.14
보령	6.09	14.70	16.53	12.44	3.79	13.36	0.96	0.91	7.93	5.39
예산	1.25	3.51	3.74	2.83	1.89	3.94	0.13	0.26	1.62	1.57
태안	3.95	12.44	7.90	8.10	2.82	9.43	0.2	0.59	3.58	3.32
대전	1.43	7.80	6.51	5.25	2.04	6.83	0.14	0.30	2.81	2.42
세종	1.42	6.28	4.96	4.22	1.75	5.37	0.12	0.28	1.90	1.88

표 5-4. 지역별 이온농도 분석

구 분	2019년 4월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	0.97	3.38	2.79	2.38	2.13	3.0	0.14	0.2	1.35	1.36
천안	1.0	6.11	4.65	3.92	2.39	5.46	0.23	0.29	1.77	2.03
보령	1.94	2.52	2.64	2.37	3.04	1.97	0.21	0.27	1.87	1.47
예산	0.95	1.6	1.78	1.44	1.86	2.3	0.09	0.14	0.92	1.06
태안	1.0	5.4	3.65	3.35	2.10	4.10	0.12	0.25	1.66	1.65
대전	0.67	3.22	2.84	2.24	1.77	2.97	0.11	0.16	1.39	1.28
세종	0.28	1.42	1.16	0.95	1.63	1.20	0.09	0.09	0.49	0.7

표 5-5. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 5월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	1.04	4.26	3.44	2.91	2.20	3.98	0.36	0.27	1.61	1.68
천안	1.0	4.27	2.96	2.74	1.88	4.41	0.53	0.32	2.12	1.85
보령	0.89	4.32	3.6	2.94	1.63	7.53	0.45	0.29	1.70	2.32
예산	0.60	1.19	1.22	1.0	2.63	2.31	0.20	0.08	0.59	1.16
태안	3.08	13.01	10.86	8.98	3.30	6.97	0.70	0.73	4.08	3.16
대전	0.31	1.17	0.87	0.78	2.38	0.99	0.15	0.07	0.57	0.83
세종	0.34	1.61	1.14	1.03	1.40	1.65	0.12	0.10	0.59	0.77

표 5-6. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 6월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	0.4	3.34	2.25	2.0	1.73	4.37	0.22	0.14	0.93	1.48
천안	0.61	5.10	2.69	2.8	1.56	5.97	0.33	0.23	1.27	1.87
보령	0.40	2.94	2.08	1.81	1.66	4.91	0.41	0.15	1.09	1.64
예산	0.30	2.57	2.15	1.67	1.44	5.64	0.23	0.15	1.08	1.71
태안	0.61	4.30	2.85	2.59	2.62	2.36	0.13	0.14	1.13	1.28
대전	0.23	2.02	1.82	1.36	1.83	2.88	0.11	0.05	0.46	1.07
세종	0.25	3.12	1.92	1.76	1.29	4.47	0.12	0.09	0.57	1.31

표 5-7. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 7월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	0.54	2.99	1.99	1.84	2.62	3.76	0.30	0.08	0.92	1.53
천안	0.45	3.87	2.13	2.15	2.74	5.51	0.39	0.10	0.94	1.94
보령	0.49	3.51	2.21	2.07	2.73	4.16	0.26	0.07	0.89	1.62
예산	0.66	2.99	2.5	2.05	2.43	4.27	0.40	0.13	1.31	1.71
태안	0.57	3.66	2.6	2.28	2.37	3.92	0.22	0.08	0.93	1.50
대전	0.57	1.50	1.09	1.05	2.82	1.74	0.30	0.05	0.77	1.14
세종	0.48	2.42	1.38	1.43	2.61	2.96	0.23	0.05	0.65	1.30

표 5-8. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 8월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	0.58	2.52	2.06	1.72	3.20	3.54	0.28	0.09	0.93	1.61
천안	0.50	3.04	1.88	1.81	2.93	3.37	0.21	0.08	0.86	1.49
보령	0.64	2.04	1.87	1.52	3.16	2.60	0.31	0.10	0.86	1.41
예산	0.65	4.19	3.71	2.85	3.24	8.23	0.45	0.14	1.47	2.71
태안	0.84	2.68	2.23	1.92	3.56	2.72	0.24	0.07	0.86	1.49
대전	0.49	1.66	1.46	1.20	3.27	2.18	0.26	0.07	0.82	1.32
세종	0.34	1.5	1.22	1.02	3.04	2.15	0.21	0.06	0.70	1.23

표 5-9. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 9월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	1.78	1.22	1.11	1.37	2.13	1.5	0.24	0.16	0.64	0.93
천안	0.31	1.61	1.07	1.0	1.31	1.72	0.12	0.07	0.58	0.76
보령	1.56	0.87	0.86	1.1	2.04	1.47	0.23	0.15	0.57	0.89
예산	0.92	0.81	1.06	0.93	1.73	1.70	0.53	0.10	0.72	0.96
태안	5.65	1.79	2.0	3.15	3.95	1.52	0.28	0.41	0.90	1.41
대전	0.57	1.08	0.75	0.8	1.60	1.05	0.13	0.10	0.56	0.69
세종	1.65	1.17	0.90	1.24	2.16	1.55	0.13	0.14	0.51	0.9

표 5-10. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 10월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	1.15	2.78	1.65	1.86	2.55	1.78	0.21	0.16	1.12	1.16
천안	1.55	5.0	2.79	3.11	2.95	2.05	0.21	0.24	1.56	1.4
보령	0.4	0.84	0.87	0.7	1.96	1.92	0.19	0.08	0.62	0.95
예산	0.49	0.90	1.09	0.83	2.17	1.57	0.24	0.08	0.75	0.96
태안	3.62	7.89	3.46	4.99	3.45	3.29	0.32	0.42	2.46	1.99
대전	0.31	0.86	0.66	0.61	2.09	0.59	0.13	0.06	0.63	0.7
세종	0.55	1.17	1.0	0.91	2.66	1.27	0.18	0.08	0.67	0.97

표 5-11. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 11월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	2.94	3.16	2.92	3.01	2.72	2.82	0.24	0.30	1.21	1.46
천안	1.88	2.85	2.81	2.51	2.05	3.21	0.15	0.20	0.90	1.3
보령	3.99	4.33	3.35	3.89	3.5	3.51	0.53	0.41	1.67	1.92
예산	1.43	2.5	2.3	2.08	1.88	2.37	0.28	0.23	1.44	1.24
태안	8.13	4.37	4.23	5.58	5.55	2.68	0.25	0.67	1.76	2.18
대전	1.1	2.09	2.5	1.9	1.64	2.16	0.09	0.15	0.8	0.97
세종	1.09	2.81	2.34	2.08	1.71	3.0	0.12	0.16	0.69	1.14

표 5-12. 지역별 이온농도 분석

구분	2019년 12월									
	음이온(ppm)			평균	양이온(ppm)					평균
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}		Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
평균	4.2	6.29	4.55	5.01	3.31	4.64	0.35	0.40	1.8	2.1
천안	4.76	6.85	5.84	5.82	3.29	4.31	0.17	0.40	1.98	2.03
보령	9.32	8.18	6.44	7.98	5.34	6.25	0.68	0.84	2.77	3.18
예산	2.02	3.83	3.46	3.10	2.63	4.9	0.48	0.25	1.73	2
태안	6.07	10.16	6.09	7.44	4.12	4.83	0.3	0.54	2.17	2.39
대전	1.22	3.75	2.41	2.46	2.23	3.88	0.22	0.15	1.11	1.52
세종	1.79	4.95	3.03	3.26	2.26	3.64	0.26	0.21	1.03	1.48

(라) 대기 중 SO_2 농도분석

1) 연도별 대기 중 SO_2 농도

1999-2019년까지 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안 지역 산림지역 내 고정조사구 6개소의 연도별 대기 중 SO_2 농도(ppb)는 표6과 같다.

표 6. 연도별 대기 중 SO2 농도

지역별 / 연도별	평균	SO_2 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평균	4.7	4.4	4.8	4.3	5.5	4.0	4.9
1999	5.2	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0
2000	4.5	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0
2001	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	4.0
2002	4.3	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0
2003	4.5	4.2	5.6	3.7	5.1	4.1	4.0
2004	6.2	4.0	5.0	3.3	5.0	3.6	16.4
2005	4.4	3.3	5.6	4.6	4.9	3.7	4.0
2006	4.6	3.8	5.6	4.1	5.8	3.7	4.2
2007	6.1	5.2	7.3	5.2	6.5	5.6	6.5
2008	4.5	3.9	5.1	3.8	5.7	4.0	4.5
2009	4.8	4.2	5.8	4.6	5.7	4.2	4.2
2010	5.1	4.8	5.1	4.6	5.6	4.4	5.8
2011	4.5	3.7	5.8	3.2	5.4	3.6	4.8
2012	4.6	5.9	2.8	4.4	6.2	4.4	3.9
2013	6.0	5.6	6.1	8.2	5.6	4.8	5.7
2014	3.2	4.1	2.5	3.1	3.7	2.7	3.1
2015	3.1	3.6	2.2	2.6	5.8	2.3	2.6
2016	5.9	5.90	5.12	6.17	9.46	4.38	4.19
2017	2.3	3.15	1.69	2.22	2.64	1.71	2.23
2018	1.9	2.61	1.86	2.04	2.35	1.11	1.13
2019	3.4	4.2	3.9	3.3	3.9	2.8	2.7

2) 지역별·월별 대기 중 SO_2 농도분석

2019년 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 월별 대기 중 SO_2의 농도는 표 7과 같다.

표 7. 지역별·월별 대기 중 SO2 농도분석

지역별 / 월별	평균	SO2 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평균	3.48	4.2	3.94	3.25	3.97	2.82	2.7
1월	6.4	7.45	11.28	4.5	5.18	5.05	4.91
2월	4.46	4.54	3.63	4.7	5.56	4.12	4.19
3월	3.74	6.27	2.97	3.61	4.03	2.21	3.37
4월	3.29	1.35	3.55	3.7	4.27	4.21	2.63
5월	5.21	10.01	3.67	3.68	4.94	5.09	3.85
6월	2.78	4.36	2.37	3.77	1.96	2.27	1.95
7월	2.56	1.9	5.02	1.98	3.78	1.29	1.41
8월	3.7	3.42	6.6	2.81	4.56	2.36	2.43
9월	2.6	2.19	2.33	2.76	4.42	1.9	2.02
10월	1.76	1.95	1.57	1.99	2.59	1.08	1.36
11월	2.57	3.1	2.36	2.65	2.91	2.26	2.14
12월	2.68	3.82	1.89	2.87	3.4	2.04	2.08

(마) 대기 중 NO_2 농도분석

1) 연도별 대기 중 NO_2 농도

2005-2019년까지 세종, 대전, 천안, 보령, 예산, 태안 지역 산림 내 고정조사구 6개소의 연도별 대기 중 NO_2 농도(ppb)는 표 8과 같다.

표 8. 연도별 대기 중 NO2 농도

지역별 / 년도별	평균	NO_2 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평균	5.1	8.1	6.5	4.4	3.2	4.1	4.7
2005	2.4	5.5	7.1	5.3	4.3	6.1	5.0
2006	5.6	4.2	5.9	4.6	3.5	4.4	3.6
2007	4.4	8.4	6.7	5.1	3.5	5.2	3.8
2008	5.5	3.9	6.0	4.2	2.6	3.7	3.1
2009	4.3	3.4	5.2	4.2	2.4	3.6	6.8
2010	4.3	3.7	5.0	3.1	2.3	3.6	7.0
2011	4.1	2.8	3.7	2.7	2.4	2.9	5.7
2012	2.9	4.0	3.3	2.5	2.1	2.6	3.1
2013	3.1	2.6	4.9	2.9	2.2	2.9	3.0
2014	3.8	7.4	3.0	3.0	2.7	3.4	3.5
2015	7.7	11.3	4.4	6.9	7.4	7.1	9.6
2016	14.60	39.36	25.59	10.41	3.67	5.73	2.87
2017	4.01	8.77	3.65	2.77	2.87	2.64	3.36
2018	3.86	8.22	4.70	2.71	2.07	2.67	2.80
2019	3.41	7.72	3.92	2.24	1.82	2.43	2.35

2) 지역별·월별 대기 중 NO_2 농도

2019년 세종, 대전, 천안, 보령, 예산, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 월별 대기 중 NO_2의 농도는 표 9와 같다.

표 9. 지역별·월별 대기 중 NO2 농도분석

지역별 / 월별	평균	NO2 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평 균	3.41	7.72	3.92	2.24	1.82	2.43	2.35
1월	4.96	10.03	8.81	2.14	2.66	3.37	2.75
2월	2.73	7.31	3.52	1.19	0.96	2.0	1.39
3월	2.41	6.60	2.7	1.15	0.86	1.8	1.34
4월	3.18	8.98	2.2	2.49	2.11	1.42	1.87
5월	1.78	5.33	0.72	1.72	0	2.03	0.88
6월	1.65	4.61	1.41	1.63	0.88	1.38	0
7월	2.19	4.18	4.82	1.17	1.49	0.82	0.68
8월	2.76	6.43	4.93	1.06	0.77	1.58	1.76
9월	1.4	0	1.27	1.97	1.73	1.68	1.74
10월	2.86	8.2	2.22	1.63	1.56	2.13	1.44
11월	6.86	10.64	9.12	5.1	4.16	5.73	6.41
12월	8.17	20.27	5.31	5.6	4.7	5.2	7.95

(바) 대기 중 O_3 농도분석

1) 연도별 대기 중 O_3 농도

2011-2019년까지 세종, 대전, 천안, 보령, 예산, 태안 지역 산림지역 내 고정조사구 6개소의 연도별 대기 중 O_3 농도(ppb)는 표 10과 같다.

표 10. 연도별 대기 중 O3 농도분석

지역별 / 년도별	평균	O_3 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평균	42.1	37.3	42.2	40.7	49.6	40.3	42.4
2011	31.5	29.9	30.3	30.1	38.6	29.2	31.1
2012	33.5	32.0	30.4	33.3	39.9	30.7	34.5
2013	31.8	32.1	28.8	30.0	36.7	30.2	32.8
2014	32.2	28.0	32.2	31.3	38.5	32.6	30.5
2015	31.9	27.5	31.9	32.4	39.1	27.6	33.4
2016	100.5	81.3	108.3	102.4	113.3	97.2	100.3
2017	33.2	30.0	33.3	25.6	41.2	34.5	34.4
2018	19.77	17.09	28.30	13.87	21.45	19.69	18.26
2019	25.56	21.75	35.98	22.66	9.58	20.74	22.65

2) 지역별·월별 대기 중 O_3 농도

2019년 세종, 대전, 천안, 보령, 예산, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 월별 대기 중 O_3의 농도(ppb)는 표 11과 같다.

표 11. 월별 대기 중 O3 농도

지역별 / 월별	평균	O3 농도(ppb)					
		천안	보령	예산	태안	대전	세종
평균	25.56	21.75	35.98	22.66	29.58	20.74	22.65
1월	29.34	15.37	65.38	21.54	31.44	19.98	22.32
2월	22.57	15.29	26.25	22.42	28.78	19.76	22.93
3월	24.38	22.3	25.09	22.44	29.08	20.12	27.24
4월	22.97	20.96	28.13	17.92	30.53	18.05	22.2
5월	23.19	19.75	17.46	27.2	29.34	19.5	25.89
6월	27.99	27.47	25.76	29.31	31.84	24.93	28.64
7월	36.63	40.91	79.88	30.58	36.13	31.18	1.09
8월	28.05	21.4	67.2	16.01	17.25	17.72	28.72
9월	26.86	23.99	28.37	25.36	32.26	23.16	28.02
10월	22.78	19.14	27.84	21.11	28.43	16.1	24.03
11월	18.18	12.96	14.65	15.87	26.53	19.44	19.62
12월	23.81	21.42	25.72	22.21	33.40	18.95	21.14

나. 산성화 산림피해 개략조사

(1) 개황조사

2019년 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 개황조사 결과는 표 12와 같다.

표 12. 조사구의 개황

Plot No.	조사 지역명	좌 표	북 위	지 황					임 황			
				기후대	지형	표고(m)	경사도(℃)	경사방위	임종	수종	수고(m)	흉고직경(cm)
1	세종	127°13′ 56.1″	36°26′ 09.9″	온대 중부	산복중	31	15°	N	침엽수	리기다	15 ~ 23	25.0 ~ 41.2
2	대전	127°17′ 20.1″	36°20′ 47.9″	온대 중부	산복하	110	3°	N	침엽수	소나무	17 ~ 25	36.5 ~ 47.6
3	보령	126°39′ 16″	36°21′ 02.1″	온대 중부	산복중	206	15°	W	침엽수	소나무	14 ~ 25	37.3 ~ 49.9
4	예산	126°41′ 01.9″	36°43′ 51.8″	온대 중부	산복하	66	5°	W	혼효림	소나무 참나무	11 ~ 20	12.6 ~ 45.7
5	천안	127°11′ 32.2″	36°49′ 46.5″	온대 중부	산복하	133	3°	N	침엽수	소나무 리기다	14 ~ 27	16.7 ~ 46.2
6	태안	126°21′ 40.11″	36°29′ 35.93″	온대 중부	산복하	20	4°	W	침엽수	리기다	15 ~ 28	13.1 ~ 46.5

(2) 입지환경조사

2019년 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 산림토양 단면을 조사한 결과는 표 13와 같다.

표 13. 산림토양 단면조사(9개 항목)

지역	토심(cm)		토성	토 색	지 형	석 력(%)	건습도	견밀도 (kg/cm^2)	암석 노출도	사면 위치
	층위	깊이								
세종	A	10	SL/SCL	7.5YR 6/6	입상	5%이하	약건	1.5	10%이하	산복
	B	90	SL/SL	10YR 5/6	입상	5%이하	약습	1.5	10%이하	산복
대전	A	20	L/SCL	5YR 3/4	입상	5%이하	적윤	0.5	10%이하	산록
	B	50	SL/CL	5YR 3/6	입상	5%이하	약습	0.8	10%이하	산록
보령	A	20	SL/SCL	10YR 3/3	각괴상	30~50%	약건	2.5	30~50%	산록
	B	60	SL/SCL	10YR 2/3	각괴상	30~50%	약건	2.5	30~50%	산록
예산	A	20	SL/SCL	5YR 4/6	입상	5%이하	건조	1.5	10%이하	산록
	B	45	L/LS	5YR 3/6	입상	5%이하	약건	2.0	10%이하	산록
천안	A	20	L/SCL	7.5YR 4/6	입상	5%이하	적윤	0.7	10%이하	산록
	B	50	SiL/CL	7.5YR 4/4	입상	5%이하	약습	1.0	10%이하	산록
태안	A	10	L/SCL	7.5YR 4/6	입상	30~50%	약건	1.5	10%이하	산록
	B	40	L/CL	5YR 5/8	입상	30~50%	약건	1.5	10%이하	산록

(3) 산림토양 분석

2019년 세종, 대전, 보령, 예산, 천안, 태안 산림지역 내 고정조사구 6개소의 산림토양 및 낙엽낙지 조사한 결과 표 14와 같다.

표 14. 산림토양분석 결과(8개 항목)

시료채취지역	산도 pH	모래 (%)	미사 (%)	점토 (%)	유기물 (%)	전질소 T.N(%)	전기 전도도 (ds/m)	치환성 알루미늄 (ppm)
세종	4.05	64	24	12	3.1	0.12	0.54	273
대전	3.87	45	43	13	7.8	0.31	0.92	326
보령	4.06	29	50	21	9.8	0.31	0.9	296
예산	4.13	57	27	16	4.7	0.19	0.69	457
천안	3.99	60	29	11	4.2	0.14	0.65	265
태안	3.82	42	49	10	11.2	0.1	1.01	307

표 14-1. 산림토양분석 결과(6개 항목)

시료채취지역	유효인산 (ppm)	C.E.C (cmol+/kg)	치환성 양이온(cmol+/kg)			
			K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
세종	10	13	0.2	0.1	0.9	0.6
대전	39	20	0.2	0.1	1.3	0.8
보령	12	23	0.2	0.1	2.0	1.1
예산	15	26	0.3	0.2	2.6	2.1
천안	15	14	0.2	0.1	1.0	0.5
태안	36	26	0.2	0.3	2.0	1.2

표 14-2. 낙엽낙지 조사 결과(5개 항목)

구 분 / 지역별	평균	구 분				
		잎	가지	열매	수피	기타
평 균	3.24	10.7	1.57	0.58	1.38	1.93
세종	3.88	14.26	1.42	0.16	0.46	3.14
대전	2.82	11.87	1.23	0.19	0.47	0.36
보령	2.85	9.24	1.56	0.8	1.29	1.4
예산	4.15	11.66	2.79	0.69	2.46	3.18
천안	2.21	7.88	0.39	0.23	0.94	1.62
태안	3.54	9.63	2.03	1.45	2.68	1.93

5. 참고문헌

○ Kim, S. T. and H. S. Kim, 2002. The nationwide NO_2 monitoring with passive sampler in Korea. J. Korea, J. KOSAE. 18: 69-77.

○ Bubenick, D. V. 1984. Acid Rain Information Book. Noyes Date Corp,. N. J. p. 397.

○ Evans, L. S. 1984. Botanical aspects of acid precipitation. Bot. Rev. 50: 449-490.

○ Puckett, L. J. 1982. Acid rain, air pollution, and tree growth in southeaster New York. J. Environ. Qual. 11: 376-381.

○ 김기현 등. 1999. 향문사. 신제 대기오염개론. p. 53. p 256. p. 260.

○ 김재봉 등. 1988. 침엽수의 대기오염 정화력에 관한 연구. 국립환경연구원 보고. 10: 77-87.

○ 김학성 등. 2007. 동아시아 지역에서 광역적 대기오염의 이동; 위성과 지상관측. 한국지구과학회지. 28(1): 123-135.

○ 과학기술처. 1994. 환경오염이 산림생태계에 미치는 영향. 1, 2차 보고서. pp. 57-72.

○ 농촌진흥청 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. pp. 35- 58.

○ 이돈구·김갑태. 1986. 인공산성우가 몇 수종의 종자발아와 묘목생장에 미치는 영향. 서울대 관악수목원 연구보고. 7: 15-21.

○ 이수욱·장관순. 1987. 한국내 산성우의 장거리 오염원에 관한 연구. 충남대학교 환경연구보고. 5(1): 1-14.

○ 장관순. 2003. 대도시 및 주변의 토양에서 pH와 주요 양이온의 장기적인 변화에 대한 고찰. 환경관리학회지. 9(4): 399-406.

○ 朝克등. 2002. 沅源沙토 暴촌 域市 生態環境 影響的 初步 研究 먼 지역에서 발생한 먼지-모래바람이 도시 생태환경에 미치는 영향에 관한 기초 연구. 吉林大學 地球科學學院. 130061. 長春.

○ 沈柏竹등. 2002. 길림성 서부지역의 최근 수년간 기후의 온난화와 건조화 추세변화 및 모래폭풍이 주변국가에 미치는 영향에 대한 기초 연구. 中國長春吉 林成氣象科學研究所. 130062. 微意.

04 부록

1. 연혁

2. 위치 및 규모

3. 기구 및 정원

4. 예산규모

5. 주요시설현황

6. 채종원 및 채수포 현황

7. 2019년 휴양림 이용객 현황







1. 연　　혁

○ 1918. 3.　　: 충청남도 연기사방사업소 설치

○ 1938. 3. 1 : 충청남도 임업시험장 설치

○ 1993. 9. 1 : 충청남도산림환경연구소 설치(임업시험장+치산사업소)

○ 1994. 7. 15 : 연구소 이전 및 산림박물관 건물 준공

○ 1997. 2. 10 : 연구소 내 충청남도자연학습원 흡수 통합

○ 1998. 9. 5 : 기구개편(치산사업과 및 자연학습장 폐지)

○ 2008. 7. 1 : 기구개편(휴양림관리사업소 통합)

○ 2017. 1. 1 : 기구개편(명칭 변경)

2. 위치 및 규모

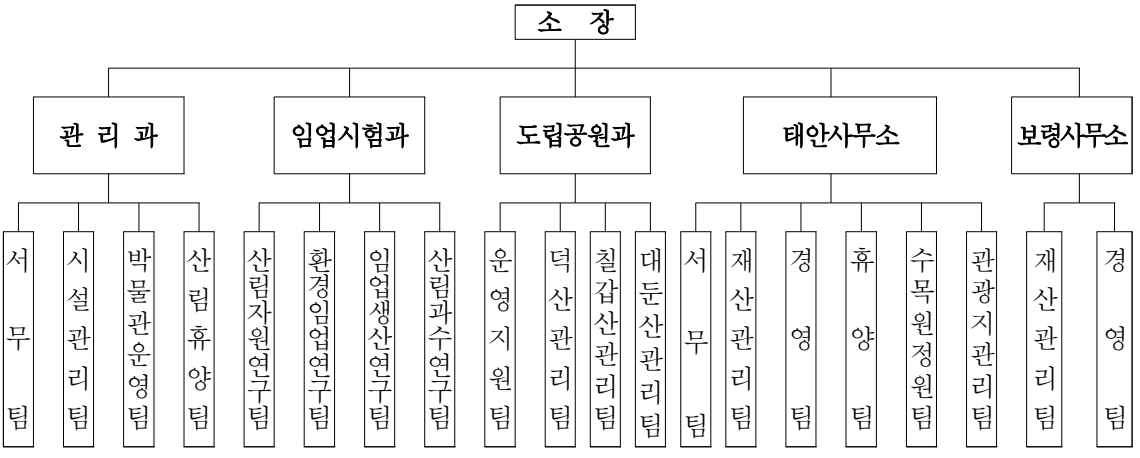
○ 위　치 : 세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110 외 2개소(안면, 보령)

○ 규　모

- 건　물 : 128동(연건평 21,209㎡)
- 토　지 : 5,325필지 10,294ha(임야 : 9,814.5ha)

3. 기구 및 정원

○ 기　구 : 3과, 2사무소, 20팀



○ 정 원

(단위 : 명, %)

구 분	계	일 반 직						연구직
		4급·연구관	5급·연구관	6급	7급	8급	9급	연구사
정원	61	1	5	17	18	9	4	7
비율	(100)	(2)	(8)	(28)	(30)	(15)	(7)	(11)

4. 예산규모

○ 세입 : 7,502백만원(경상적세외수입 1,994, 국비보조금 등 5,508)

○ 세출 : 27,190백만원(행정운영경비 8,442, 산림환경보존 등 18,748)

5. 주요시설 현황

시 설 별	규 모	비 고
산 림 박 물 관	3,173㎡	67항목, 5,588점
자 연 휴 양 림	2개소	319ha(금강 184ha, 안면 135ha)
숲 속 의 집	27동 35실	금강-7동 12실, 안면-20동 23실
수 목 원	103.5ha	3,973종(금강 2,149종, 안면 1,915종)
열 대 온 실	1,685㎡	514종, 28,574본
동 물 마 을	7,065㎡	10개소 31종
주 차 장	1,653대	본소 550, 안면 1,103

6. 채종원 및 채수포 현황

○ 중앙지정(채종림)

수 종	면적(ha)	본수(본)	비 고
합 계	**4.0**	**1,513**	
상 수 리	3.0	1,080	세종 3.0ha
자 작	1.0	433	세종 1.0ha

○ 도 지정(채종임분)

수 종	면 적(ha)	본 수	비 고
합 계	46.36	22,187	
굴 참	13	4,870	금산 1, 공주 2, 보령 10
느 티	2	150	공주 2
백 합	4	800	천안 2, 대전 2
비 목	1	1,500	세종 1
상수리	12	4,320	세종 12
오 리	0.6	500	보령 0.6
아까시	1.7	1,000	공주 0.3, 보령 1.4
안면송	9	3,780	태안 9
졸 참	1	250	공주1
참 죽	0.06	17	공주 0.06
헛 개	2	5,000	공주 2

○ 수형목 지정

수 종 별	계(본)	공주시	금산군
계	6	3	3
졸 참 나 무	4	1	3
신 갈 나 무	2	2	-

○ 채수포

- 포플러

면적(㎡)	계(본)	품 종 명			
		양황철	1-214	이태리-2	수원
1,100	240	60	60	60	60

- 상수리

면적(㎡)	계(본)	품 종 명					
		경북7	영암1	전북0552	전북0561	경기16	산정1
4,614	669	250	182	68	58	42	69

7. 2019년 휴양림 이용객 현황

휴양림별	이용객 (명)	징 수 액 (천원)				
		계	입장료	시 설 사 용 료		
				소계	숲속의집	주차장 등
계	588,905	1,384,955	317,610	1,067,345	723,030	344,315
금 강	215,920	545,004	126,678	418,326	257,673	160,653
안면도	372,985	839,951	190,932	649,019	465,357	183,662

2019년도 시험연구보고서(제45호)

인 쇄 : 2020년 5월 일
발 행 : 2020년 5월 일
발행인 : 안재수
편집위원장 : 김연태
편집위원 : 김영재, 지동현, 차영복, 조현선,
고승연, 김보미, 김남희, 조성효,
김경진, 배연태, 유원호
발행처 : 충청남도산림자원연구소(비매품)

충청남도산림자원연구소

30085 세종특별자치시 금남면 산림박물관길 110
Tel. 041-635-7351, Fax. 041-635-7978