

최 종
연구보고서

GOVP1200611061

산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발

The Development of Model and
Application Technology for Agroforestry

연구 기관

강 원 대 학 교

(국립산림과학원, 한국농촌경제연구원)

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 08월 11일

주관연구기관명	:	강원대학교
총괄연구책임자	:	김 지 흥
세부연구책임자	:	이 종 규
	:	김 지 흥
	:	성 경 일
연 구 원	:	박 규 택
연 구 원	:	김 병 완
연 구 원	:	강 성 기
협동연구기관명	:	국립산림과학원
협동연구책임자	:	최 명 섭
	:	성 규 철
연 구 원	:	성 주 한
연 구 원	:	김 갑 태
연 구 원	:	김 선 희
연 구 원	:	구 교 상
연 구 원	:	서 정 원
연 구 원	:	김 종 호
협동연구기관명	:	한국농촌경제연구원
협동연구책임자	:	석 현 덕
연 구 원	:	손 철 호
연 구 원	:	민 경 택
연 구 원	:	김 용 렬

요 약 문

I. 제 목

산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

좁은 국토와 높은 인구 밀도를 가진 우리나라의 토지 관련 분야 응용 과학자들은 효율적인 토지 이용에 관하여 오래 전부터 지대한 관심을 가져 왔다. 토지 관련 산업의 구조 상, 지역 농림업 생산의 상당 부분을 산지 또는 그와 인접한 지역에 의존하고 있고, 토지 수요의 증가로 인한 산지의 타용도로의 전환에 대한 사회적 요청에 부응해야 하기 때문에, 산지의 이용과 개발 그리고 보존에 합리성과 효율성을 기하여 산지 이용의 최적화를 추구해야 하는 당면 과제에 직면해 있다. 산지 이용의 최적화는 시대 변화에 대처하는 다양한 사회적 요구, 보다 높은 품질의 서비스에 대한 수요, 그리고 산림의 공익적 기능의 강화 등을 통하여 이루어 질 것이다.

이러한 수요에 부응할 수 있는 토지 이용 형태는 산림농업(agroforestry)이라 판단된다. 산림에서 목재 생산만을 위한 산림경영은 생산 기간이 장기간이고 자본회수율이 낮으므로, 목재 생산과 병행하여 단기 소득 작물 생산에 농업 기술을 적용하고, 임간 방목에 축산 기술을 접목함으로써 산림을 대상으로 하는 토지 산업에 혼합형 기술 도입이 절실히 요구되는 시점이다. 즉, 농업, 임업, 축산업 생산을 동일한 토지(우리나라의 경우 주로 산지)에서 이루어내는 복합 토지 이용 형태를 일컫는다. 이러한 토지 이용 형태는 지구상에서 6000년 이상의 오랜 역사를 갖고 있기는 하지만, 오늘날 세계 각처에서 추구하고 있는

산림농업은 다각적인 산물과 용역의 생산을 바탕으로 토지 이용의 경제적, 생태적, 환경적 효율성을 최대화하는 데 일차적인 목표를 두고 있다. 진정한 산림농업 시스템은 육상 생태계의 구조적 기능적 원리에 입각한 자원 이용의 합리성과 환경 친화성을 이룩하는 방향으로 설계되어야 할 것이다.

이와 같이 산지와 한계농지의 효율적 이용에 대한 필요성이 대두되고 이를 해결하기 위해 농림업 현장에서 농·림·축산 분야를 연계한 산림농업 시스템 개발에 대한 수요의 증대 등 산림농업에 대한 필요성과 관심이 급증하고 있는 추세이다. 본 연구는 우리나라 고유의 자연적 조건과 사회적 조건에 부합되는 산림농업의 모델을 개발하고 합리적인 산림농업 체계를 실현시키기 위한 적용 기술을 개선하는데 그 목적을 두었다

위와 같은 본래의 목표를 달성하기 위하여 구체적으로 수립한 세부 목표들은 다음과 같다.

1. 산지에서 산림농업을 실현하는데 적합한 경작물, 목초, 임목 및 가축 형태의 결정
2. 산림농업의 시범적 실현
3. 임간 방목 설계를 위한 방목 기술, 방목 강도, 임분 밀도의 설정
4. 산림농업의 경제적 환경적 효과 평가
5. 산촌 개발을 겨냥한 산림농업의 경제적 사회적 가치 및 제한 요소의 평가
6. 중앙 정부와 지방 자치단체에 의한 산림농업 기술 지원과 정책 지원 가능성 평가

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 제 1 세부과제 : 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -산림내 유용곤충 분류 및 우점종 선발 <li style="padding-left: 20px;">-톱사슴벌레, 넓적사슴벌레 등 -대상곤충의 증식을 위하여 사료의 탐색 <li style="padding-left: 20px;">-부재료 선발 : 간벌목, 버섯재배 폐목 등 -잣버섯 자실체 채집 및 서식환경 조사 및 파악 -잣버섯 균주분리, 배양 및 생리적 특성 조사 및 파악
2차 년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -대상곤충 생태특성 규명 <li style="padding-left: 20px;">-생활주기, 산란율, 부화율, 우화율, 먹이습성 등 -대량증식용 사료개발 -산림농산품으로 개발하기 위한 용도의 다양화 모색 및 상품가치 타당성 조사 -효과적인 균주저장방법 개발 <li style="padding-left: 20px;">-증류수, 초저온냉동, 목편접종 방법 등 -침엽수종 톱밥별 균주생장 및 버섯생산비교 <li style="padding-left: 20px;">-소나무, 잣나무, 낙엽송, 리기다소나무 등
3차 년도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -성충의 산란력증대를 위한 먹이개발 -유충의 성장기간 조정에 관한 시험 -실내 사육조건 확립 -버섯균 접종방법 및 버섯재배 환경조건 규명 -임지내 잣버섯 재배 시도
4차 년도 (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -누대사육을 위한 사육조건 규명 -유충 및 성충의 사육키트개발 -임지내 잣버섯 재배 시도 및 생산성 비교
5차 년도 (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -성충 및 유충 사육용 부재, 관광 상품화소재 개발 -관광 상품화가 가능한 버섯재배용 키트 시작품 개발

2. 제 2 세부과제 : 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000년)	-산림군집의 수종구성, 직경분포, 계층구조, 연령분포 파악 -토양의 물리적·화학적 성질 분석, 미세지형조건 파악 -임분 축적, 성장량, biomass, 수관생장을 추정 -수간석해에 의한 실연 임분 성장 모델링
2차 년도 (2001년)	-잔존 임목 수종과 벌채목 수종 기준 설정 -벌채후 상층울폐도 및 하층피복도 기준 설정 -임지정리작업 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석 -집·운재로 배치 계획 수립 -임업기계 작업공정 및 노동강도와 시간 분석
3차 년도 (2002년)	-잔존 임목 수종과 벌채목 수종 기준 설정 -상층울폐도 및 하층피복도 기준 설정 -임지정리작업 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석 -수확벌채 집·운재로 배치 계획 수립 -적정 임업기계 작업공정 및 노동강도와 시간 분석
4차 년도 (2003년)	-시업 임분의 생태적 식생 변화 추적 및 예측 -잔존 임분 성장 변화량 추정 -상층 수관의 확장 비율 및 변화 모델링 -수관확장에 따라서 밀도 조절을 위한 보육 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석
5차 년도 (2004년)	-임간재배 및 임간 방목에 합당한 잔존 수종, 적정 임분밀도, 수관 울폐도, 임상처리방법 개발 -모델 임형에 대한 수확 방법 및 작업 공정 기준 설정 -임분의 성장량을 근거한 조림작업종 선정 및 갱신 방안 수립

3. 제 3 세부과제 : 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000년)	<ul style="list-style-type: none"> -초지대상지(군유림)의 임대를 위한 제반서류 준비 -초지대상지의 입지조사 -기온, 강수량, 강설량 및 풍향조사 -토양분석, 수질분석 -선점식생 제거, 임간초지 조성, 목초초종 파종 -방법(간이초지개량법인 제경법) -목초과중량 및 시비량 결정(토양분석 결과에 의거) -목책설치(지형 및 지세에 따른 고정목책 설치, 별채목사용) -식생조사(파종후 월동진후에 초장, 수량, 식생구성 및 사료성분)
2차 년도 (2001년)	<ul style="list-style-type: none"> -임간초지 조성, 초지의 식생조사, 방목방식 결정, 목책설치 완료 -방목강도결정(3-5두/ha정도), 기후 및 토양의 정기적 조사 -방목에 따른 수질(BOD, COD 및 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -육성한우의 방목에 따른 증체량, 사료섭취량 조사 시작
3차 년도 (2002년)	<ul style="list-style-type: none"> -조성(부분파종 및 보파 실시) -조성초지의 식생(초장, 수량, 초종구성 및 사료성분)조사 -육성한우의 임간방목(방목강도, 증체량 및 사료섭취량) 조사 -방목에 따른 수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -과잉목초의 월동용 사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석) -기후 및 토양의 정기적 조사
4차 년도 (2003년)	<ul style="list-style-type: none"> -조성초지의 식생(초장, 수량, 초종구성, 및 사료성분)조사 -한우의 임간방목 (방목강도, 증체량 및 사료섭취량, 육량 및 육질) -따른 수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -과잉목초의 월동용 사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석)방목지의 기후 및 토양의 정기적 조사
5차 년도 (2004년)	<ul style="list-style-type: none"> -방목에 의한 비육한우의 생산성(증체량, 육량 및 육질)조사 -방목지의 식생(초고, 초량, 섭취량, 초종구성 및 사료성분)조사 -수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 검사 -방목지의 기후 및 토양의 정기적 조사 -사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석)

4. 제 4 세부과제 : 산림내 경제성 작물재배 기술 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(파드득나무, 용담) -종자 채취·발아시험(당귀, 독활, 곱취) -입지환경 및 동반 식생조사(병풍쌈, 개미취, 만삼, 용담) -개체수, 잎의 수 변화(개시호, 만삼, 곱취) -실연사업지 임상정리
2차 년도 (2001)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(섬쭈부쟁이, 개시호) -입지환경 및 동반 식생조사(파드득나무, 섬쭈부쟁이, 뚝갈, 돌마타리, 미치광이풀, 개시호) -개체수, 잎의 수 변화 : 개시호, 만삼, 곱취 -식·약용식물의 임간식재 시험(과종 및 식재) ◦ 육묘(고려엉겅퀴), 식재 및 활착율조사(곱취, 독활, 참당귀) -생육특성 조사
3차 년도 (2002)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(병풍쌈, 고본) -입지환경 및 동반 식생조사(눈개승마, 금낭화, 고본, 쥐오줌풀, 백작약) -개체수, 잎의 수 변화 : 개시호, 만삼, 곱취 -식·약용식물의 임간식재 및 성장량 조사 ◦ 식재시험 : 고려엉겅퀴, ◦ 식재 및 활착율조사 : , 곱취, 독활, 참당귀
4차 년도 (2003)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(개미취, 황기) -입지환경 및 동반 식생조사(참반디, 단풍취, 어수리, 땃두릅, 깽깽이풀, 황기) -식·약용식물의 임간식재 및 성장량 조사 ◦ 임상별 성장량비교 조사: 곱취, 독활, 참당귀
5차 년도 (2004)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(눈개승마, 만삼) -입지환경 및 식생 종합 분석 ◦ 식용:병풍쌈,등10종, ◦ 약용:고본등 11종 -식·약용식물의 생산량조사 ◦ 임상별 성장량비교 조사: 곱취, 독활, 참당귀 ◦ 생산성 증대방안 조사

5. 제 5 세부과제 : 산림농업의 생산성 및 경제성 분석

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	-산림농업의 정의와 연구범위 -온대 및 열대 산림농업시스템 분석 -자료집 발간(산림농업의 현황 및 발전방향)
2차 년도 (2001)	-유리나라의 산림농업 유형분석 -산림농업 경영실태 : 산림청지원사업 현황분석 -산림농업 사례분석 : 식·약용 임산작목별 소득분석
3차 년도 (2002)	-산림농업 경영실태 : 경영자 설문분석 산간목축업 실태조사 -산림농업 사례분석 : 경영자별 소득분석 -논문작성(한국 산림복합경영의 실태 및 경영분석)
4차 년도 (2003)	-산림농업 사례분석 : 적정작목선정과 선정 작목의 소득분석 : 우수 경영자별 소득분석 -산림농업 경영규모 : 평균농가소득 수준의 소득규모 산출 -논문작성(산림복합경영을 이용한 산촌지역 소득증진 방안)
5차 년도 (2004)	-산림농업 사례분석 : 우수경영자별 소득분석 -산림농업 모델제시(유형별, 지역별, 품목별)

6. 제 6 세부과제 : 산림농업의 정책화 방안

연 차	연구개발내용 및 범위
1 1차 년도 (2000년)	-국내외 연구 및 지도기구 운영 현황 조사 -국내외 산림농업 사례 분석 -국내외 산림농업 관련 정책 현황 조사 -국내외 산림농업 관련법 조사 -국내외 산림농업 지원제도 분석
2차 년도 (2001년)	-산림농업의 개념과 관련 정책의 범위 설정 -국내외 산림농업 관련 농지·산지·농림 정책의 문제점 파악 -국내외 산림농업 관련정책의 시사점 검토
5차 년도 (2004년)	-산림농업 정책 프로그램 개발 -정책목표와 수단 -산림농업에 관한 특별법 등 법적·제도적 정비 -산림농업을 위한 정책추진 체계 수립

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배 기술 개발

유용 곤충사육기술 개발의 주요 연구결과로는 1) 국내 분포 사슴벌레 중 크기가 크고 우점종이며, 수명이 긴 (3년 정도) 넓적사슴벌레(*Serrognathus platymelus castanicolor*)를 대상종으로 선발하였으며, 2) 대상종을 대상으로 실내 사육에 필요한 기본 생태적 특성(산란수, 산란기간, 부화율, 유충의 각 영기별 기간, 용기간, 성충의 수명 등)을 규명하고, 3) 증식을 위한 유충사료의 적응 시험과 4) 증식을 위한 사육조건 규명하였으며, 5) 상품화를 위한 사육 키트의 개발하였다.

유용 임산버섯 재배기술 개발의 주요 결과로는 임산버섯 자실체 채집 및 서식환경 조사를 통하여 침엽수 톱밥 및 원목을 이용하여 재배가 가능한 잣버섯(*Lentinus lepideus*)을 대상종으로 선발하였으며, 1) 잣버섯 균주분리, 배양 및 생리적 특성 조사, 2) 잣버섯 톱밥 및 원목재배법 개발, 3) 잣버섯 액체종균 배양기술 개발, 4) 잣버섯 최적 생산 환경 규명 및 대량재배기술을 개발하였다.

연구 성과 활용실적 및 계획으로는 개발된 넓적사슴벌레 재배기술을 농가의 새로운 소득산업으로 발전시킬 수 있는 소재로서 최근 붐이 조성되고 있는 농촌체험 및 생태교육을 위한 교육 자료로 활용하고자 한다. 또한 유용임산버섯으로 연구된 잣버섯은 추가로 생리활성 효과에 대한 연구가 이루어진다면 식용뿐만 아니라 약용균류로 개발이 가능하므로 개발된 재배기술을 바탕으로 버섯재배 농가의 새로운 소득창출원이 될 수 있을 것이므로 농사 차원에서의 시범적인 재배를 추진할 것이다.

2. 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

본 연구는 산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발과제 중 제 2 세 부과제로서 강원도 및 우리나라 중부지방의 전형적인 임상인 소나무림과 인공조림된 25년생 낙엽송림, 그리고 천연활엽수림을 대상으로 잔존 밀도를 달리하

는 하층 도태 간벌이 이루어진 후, 목초 종자 파종을 통한 임간 초지를 조성하는 실험을 실시하였다. 간벌 시업 후 시간이 지남에 따른 실연 임분의 수종구성, 종다양성, 하층 식생 변화, 하층 식생 Biomass, 상층수관 울폐도 변화, 상대조도, LAI(엽면적 지수), 토양습도, 갱신방법 등의 임분 생태적 특성 변화를 파악하였다. 이러한 현장 실험을 통하여 우리나라 실정에 맞는 임간재배 및 임간방목을 위한 적절한 임형 모델을 개발하는데 시업학적 정보를 제공하기위해 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 소나무림에서의 산림농업 적용

소나무림에서는 숲의 기원이 인위적인 조림이 아닌 자연 발생된 이령림을 대상으로 하였지만, 인공조림지에서도 동일한 적용이 가능하도록 임간재배 또는 임간방목을 위한 윤벌기를 60년으로 설정하였다. 숲이 조성된 후 최초 30년 일 때 ha당 400본으로 정량간벌을 실시하고, 향후 매 10년간의 시간적 간격을 두어 추가 간벌을 ha당 250본(40년)-200본(50년)-20본(60년)으로 잔존 시켜 모수에서 천연 하층 갱신이 유도되는 방법으로 후계림을 조성하도록 계획하였다. 임목 연령이 60년에 도달 할 때 기대되는 임목제원의 목표치는 평균흉고직경, 평균수고가 각각 31.4cm와 21m, 그리고 ha당 재적은 139.4m³이 될 것으로 예상된다. 최초 30년에 시업을 통해 임분 밀도를 ha당 400본으로 잔존시킬 경우, 상층 수관 울폐도는 약 60%로 비교적 높은 울폐도를 보이고, 상대조도는 약 40%로 약간 낮은 비율을 보인다. 그러나 임목 형질을 향상시키기 위한 가지치기를 통해 임관 울폐도를 50%이하로 개선시키고, 태양광선의 임내 도달 비율을 50%이상으로 유지 시켜주는 작업을 간벌 후속 작업으로 병행해 주어야 한다. 임간초지의 경우, 년차가 계속됨에 따라 목초 생산량의 감소폭이 커지므로, 자연광의 최소 20%(Vezina 및 Boulter, 1966) 또는 25%(Gaskin, 1965)에서 50%까지 유지시키는 것이 하층식생의 발달과 목초 생산량을 유지시키는 것이 (한홍전과 이종열, 1974; Stritzeke 등, 1976) 바람직 할 것으로 판단된다.

나. 낙엽송림에서의 산림농업 적용

잣나무와 더불어 널리 인공 조림되었으며, 대표적인 치산녹화 조림 수종인 낙엽송은 속성수로서 재질이 좋기 때문에 대경제 생산이 가능한 수종이다. 임간재배 및 임간방목을 위한 실연 시기를 조림된 이후 30년생부터로 설정하였으며, 하층 도태 간벌을 실시하여 실연 초기의 임분 밀도를 ha당 575본으로 하였다. 윤벌기를 60년으로 하여 매 10년 마다 간벌 및 가지치기를 병행하는 것이 장기적으로는 고가치의 대경제 생산을 가능하게 하고, 단기적으로는 경제성 작물 또는 임간방목을 통한 지속적인 수익을 올릴 수 있도록 할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구 실연지와 같이 사면 경사도가 15~25°로 완경사인 경우, 잔존 밀도를 ha당 575본으로 유지하면 상층 수관 유효도는 약 87.6%가 되고, 상대조도는 약 32.8%로 소나무림과 비교해볼 때 상대적으로 높은 유효도와 낮은 상대조도를 보이고 있으나, 하층의 목초 생산량 조사 결과를 고려해볼 때 ha당 310본 처리구와 통계적으로 유의적인 차이가 발생하지 않았으며, 생산량 또한 양호하였으므로 잔존 임분 밀도를 최초 ha당 575본에서 매 10년간 350본(40년생)-300본(50년생)으로 감소시켜 최종 수확벌채 시기인 60년에 기대되는 임목제원은 흉고직경, 수고가 각각 28.6cm와 21.8m로 기대되며, 최종 300본을 모두 수확 벌채하여 ha당 약 193.1m³가 수확가능 할 것으로 기대된다. 최종 수확 벌채 후, 후계림은 인공조림으로 조성하도록 계획하였으며, 최종 수확 벌채시 낙엽송은 낙엽의 분해가 잘 되지 않는 특성상 실연지를 조성할 때 축적된 낙엽층을 잘 처리 하는 것이 중요하다고 판단되며, 두릅나무, 오갈피, 가시오갈피, 더덕과 같은 경제성 작물의 자연적인 유입과 생장이 잘되는 특성을 보여 임간재배와 임간방목을 위한 좋은 임형이라고 판단된다.

다. 천연활엽수림에서의 산림농업 적용

우리나라 전체 산림면적의 약 25%(산림청, 2004)를 차지하는 활엽수림은 생장기간이 소나무나, 낙엽송에 비해 느리기 때문에 임간재배나 임간방목 시작 시점을 40년으로 설정하였다. 본 연구진이 선정한 대상지는 떡갈나무(42.6%)와

굴참나무(50.5%)가 우점하는 수종구성상의 특징을 가진 임분으로 최초 ha당 임분 밀도를 550본으로 하층도태간벌 및 구제벌을 실시한다. 이 때 상층 수관 울폐도는 91%, 상대조도는 25%정도로 조사되었는데, 잎이 넓은 활엽수의 특성상 상대적으로 높은 차광율을 보인다. 그러므로 가지치기로 태양광선의 수광율을 향상시키는 작업이 상당히 중요할 것으로 판단된다. 활엽수림의 윤벌기는 80년으로 하였으며, 최초 550본에서 매 10년간 ha당 300본(40년생)-200본(60년생)-20본(80년생)으로 추가 간벌을 실시하며, 최종 수확 벌채시 기대되는 임목 제원은 흉고직경과 수고가 각각 36.9cm와 27.8m일 것으로 기대되며, 최종 수확 벌채시 잔존목 180본을 수확 할 수 있으며, 재적량은 ha당 245.4m³로 세 임상 중 가장 높은 수확량이 기대된다. 후계림을 위해 ha당 20본의 모수를 잔존시키고, 실생묘 발생과 왜림작업으로 이령·복층림으로 후계림을 유도하며, 맹아 활력이 떨어지면 실생묘를 보식하는 방법도 고려할 수 있을 것이다. 다른 임상과 달리 주변 임분에서 유입되는 하층식생의 생육이 활발하므로 경제성 수종 및 임간방목을 위해서는 보다 집약적인 풀베기작업으로 하층식생과 경제성 시생 및 목초와의 경쟁을 완화 시키는 작업이 중요하다고 판단된다.

마지막으로 본 연구진의 연구수행 중 가장 염려가 되었던 부분이 간벌 후 발생하는 토양 유실과 같은 환경적인 요인이었으나, 임간방목을 위해 직접 가축이 도입되어 연구가 수행된 강원도 횡성군 소나무 실연지에서의 실시된 강우량에 따른 토양 유실 조사 결과, 집중호우에 의한 토양유실이 거의 없는 친환경적 실연이었던 것으로 증명되었다. 그러므로 산림농업(Agroforestry) 실연은 친환경적이면서도 장기적인 목재수확의 실연과 단기적인 산촌주민들의 수익을 증대시키며, 향후 체험 생태 관광과 같은 프로그램과 연결된다고 가정할 때 임업분야에서의 세계적인 추세인 지속가능한 산림경영(SFM: Sustainable Forest Management)의 한 축을 산림농업으로 실현 할 수 있을 것으로 기대된다. 그러므로 정부 차원의 지속적인 법제 개편과 지원으로 활성화되기를 기대하는 바이다.

3. 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

임간초지조성은 다음과 같은 방법으로 실시한다. 간벌이 완료되면 간이 전기 목책을 설치하고 선점식생제거를 위하여 ha당 150두의 한우를 투입하여 중방목을 한다. 광선 투과량을 높이기 위하여 입목도가 높은 곳은 가지치기를 정기적으로 한다. 토양 pH를 6.5정도로 교정하며, 석회시비량은 ha당 2-3톤 정도로 한다. 파종은 8월 하순-9월 초순(토양수분이 가장 높은 시기)에 걸뿌림법으로 하며, 혼파조합(kg/ha)은 orchardgrass(OG, 15), perennial ryegrass(9), kentucky bluegrass(KBG, 4.5) 및 ladino clover(LC, 1.5)를 기본으로 하나, 토양조건 및 광선투과율에 따라 일부 초종은 Timothy 또는 Tall fescue(TF)로 대체할 수 있다. 파종후 진압(복토)은 가축을 중방목(150두/ha)하여 실시한다.

차광정도가 높아짐에 따라 조단백질 함량은 증가하였으며, NDF와 ADF함량은 유의적으로 낮았다. 건물수량은 차광정도 0%에서 가장 높게 나타났으나, silvopastoral system하의 임간초지에 적용하기 부적합하다. 산지경사지의 임간초지에 있어서 차광은 35~50%가 적당한 것으로 사료된다.

겨울철 파종시기는 건물 수량면에서 11월 10일에서 11월 24일까지도 가능한 것으로 나타났다. 그러나 11월 24일 파종의 경우 토양의 동결 등 실제 초지조성에 따른 어려움이 예상된다. 겨울철 파종적기는 11월 10일 정도, 혼파조합은 OG+TF+KBG+LC으로 사료된다. 그러나 보다 다년간의 실험이 요구된다.

식생종류는 목초류가 각 목구에 모두 OG 외 4종, 야초류는 A목구에서 붉은서나물 외 36종, B목구는 붉은서나물 외 40종, C목구는 산부추 외 26종으로, 총 60여종 이었다. 건물수량 및 사료성분은 계절에 따라 차이가 있었으나 처리구간에는 차이가 적었다.

초지생산성(건물수량, 식생구성), 가축생산성(사료섭취량, 증체량 및 방목목이용율) 및 환경오염(수질, 토양유실)면에서 소나무의 임분밀도는 ha 당 200 그루정도가 적당할 것으로 사료된다.

이상에서 초지축산과 임업광의 조화형 임축업인 산지경사지에서의 silvopastoral system은 경제성과 환경적 측면에서 유리하여 우리나라의 대표

적인 친환경 축산모델로 중요한 역할을 할 것이다.

4. 산림내 경제성 작물재배 기술 개발

가. 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사

식용식물 5종(파드득나물, 섬쭈부쟁이, 병풍쌈, 개미취, 눈개승마)와 약용식물 5종(용담, 개시호, 고분, 황기, 만삼)을 대상으로 광 및 수분환경별 생리반응 특성(광합성, 증산, 수분이용효율)을 측정하였다. 광환경별 최대광합성은 섬쭈부쟁이, 용담, 고분, 황기는 대조구(전광조건)에서, 개시호는 전광~40% 피음처리구, 고분은 전광~60% 피음처리구, 파드득나물은 40% 피음조건, 개미취는 40~60% 피음처리구, 눈개승마는 60~80% 피음처리구, 만삼은 40% 이상의 피음조건에서 나타났다. 수분환경별 최대광합성은 파드득나물, 눈개승마, 용담은 관수주기 6일 처리구에서, 나머지 수종은 관수주기 3일 처리구에서 나타났다.

나. 식·약용식물 자생지특성 조사

산림내 경제성 작물로 식용식물 11종과 약용식물 10종에 대한 자생지의 입지환경과 토양 환경 인자를 전국의 산지를 대상으로 조사하였다. 대부분의 자생지는 해발 200~800m 사이에서 분포하고 있다. 자생지는 주로 수광조건이 양호한 남향과 남서향의 포행토에서 자생하고 있으며, 토양수분 조건은 약건한 갈색의 산림토양과 적절한 갈색의 산림토양이 주로 분포하였다. 특히 토양의 양분조건과 수분이 양호한 계곡과 산록에서는 많은 종류의 식·약용식물이 생육하고 있었다.

다. 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring

강원도 인제군 점봉산에서 곱취, 개시호, 만삼의 개체수와 포기수 변화를 조사하였다. 곱취와 개시호의 개체수 감소는 일부 주변 식생과의 경쟁에 의한 경우도 있으나 주요인은 뿌리를 포함한 과도한 채취로 나타났다.

라. 임간식재 실연사업

곰취, 참당귀, 독활의 임간재배 기술개발을 위하여 강원도 평창군 진부면 장전리 중왕산 지역의 국유림에서 생육환경이 다른 여러 입지에서 파종, 재배하면서 생육지에 따른 종자특성, 발아율, 이식활착율, 광합성율, 엽록소함량 및 생장을 조사·비교하였다. 곰취, 참당귀, 독활의 종자수득율과 천립중은 각각 1.54, 0.89, 30.54%와 2.71, 2.42, 2.45g/1,000립 이었다. 세 종에서 모두 가을파종은 실내시험과 임간에서의 봄파종에 비하여 높은 발아율을 보였다. 곰취의 임간재배적지는 광량이 풍부하고 경쟁식생의 양이 적은 적윤지 환경인 낙엽송이나 천연활엽수림의 간벌지로 해발고 900m 이상의 북사면이 좋을 것이라 판단되었다. 참당귀와 독활의 경우, 광량이 풍부하고 경쟁식생이 적은 환경의 가능하면 남사면의 강도 간벌이 실시된 조림지나 천연림 개량벌채지에 이식하여 임간재배도 가능할 것이라 판단되었다.

5. 산림농업의 생산성 및 경제성 분석

주요 산림농업의 품목별 경영실태 분석결과에서 목재생산은 간벌생산의 저조, 목재생산 위주의 경영이 저조(노동력 부족, 목재가 저미)하였으며, 표고재배는 임간노지재배에서 시설재배(생산성과 균일한 품질생산)를 선호하는 것으로 나타났으며 조경수(특용수)재배는 농지재배에서 산지재배(작업로 신설에 의한 생산여건 개선 : 정부보조)로 전환하는 것으로 나타났다. 식·약용식물재배는 산림자연채취(자원고갈 및 노동력 부족) → 농지재배 → 산지재배의 순서(일부품목만 산지재배가능, 생산성 저하로 작업로 신설 : 정부보조)로 천이하고 있으며 장뇌삼(임간재배)·산더덕(벌채지)재배는 고가품 생산 및 조방적 생산으로 활발하게 운영되는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 각 작목별 유형별로 경영분석도 실시되어 산림농업의 모델로서 농·산촌에 보급이 가능하리라 사료되며 본 연구결과는 산지이용의 효율성 증대 및 농·산촌주민의 소득증대에 기여하고 農林정책 자료로서 활용과 국민홍보자료로 이용이 가능하다.

6. 산림농업의 정책화 방안

온대지역의 산림농업은 산림농장(forest farming), 임간축산(silvopasture), 방풍림(windbreak), 수변완충림(riparian buffer strips), 임간재배(alley cropping) 등 크게 5가지 유형으로 구분되는데 이 중 우리나라 산지에서 주로 이루어지는 유형은 나무아래의 하층공간을 이용하여 농작물을 재배하는 산림농장, 임목과 축산을 혼합하여 관리하는 임간방목형태의 임간축산, 작물과 나무를 번갈아 일직선 또는 군상으로 심어 생산하는 임간재배라 할 수 있다.

우리나라에서는 산림농업은 산주 및 산촌지역 주민들에게 단기적으로 소득을 보장하기 위하여 1999년 이후 산림청의 산림 복합경영 사업이라는 이름으로 정부 지원 하에서 시작되어 2005년 현재 전국적으로 168개소에 이르며, 유형별로는 단기소득사업 중심형, 목재생산 중심형, 복합 산지관리형 등의 형태로 추진 중에 있다. 산림농업의 추진과정에서 제기된 문제점을 정리하면, 사업자의 측면에서는 투자재원 부족과 행정처리 과정, 노동력 부족 등이 문제로 지적되었고, 관계 공무원은 지원 사업 이외의 사업을 요구하거나 산림형질 변경 요구 등이 주된 문제로 인식하고 있다.

또한, 제도적 측면에서는 현행 산림농업 유형이 현장과 괴리가 심하며 각 유형별로 차별화된 경영전략이 부재한 채 산지 개발 위주로 경영이 이루어짐으로서 산림농업이 제대로 정착하지 못하고 있고, 산림농업 지원 이후 사후관리 및 평가제도가 미흡함을 들 수 있다. 한편, 앞으로 산림농업이 잘 추진되기 위해서는 무엇보다도 사업주체의 열의가 가장 중요한 것으로 지적되었으며 그 이후에 사업비 지원, 행정 지원 등이 이루어지는 것이 필요한 것으로 조사되었다.

이에 비하여 외국의 경우 재정지원이 연방정부, 주정부, 사적 기관 등 다양하며, 지원대상도 소득사업, 농지보전사업, 야생동물보호사업, 수변임지보호사업 등 매우 다양하다. 한편, 재정지원 부처와 지원대상이 다양하여 지원프로그램도 매우 다양하고 지원방식에 있어서도 단순히 재정적인 지원에서 벗어나 교육제공 등 비교적 다양하다. 또한, 산림농업의 시업방법이 매우 다양하다는

것이다. 온대지역의 경우 시업법이 다섯 가지가 있는 데 이를 실제 정책적인 지원에 있어서 모두 적용되고 있다. 따라서 우리나라의 경우도 단순한 지원프로그램을 다양화하고, 다섯 가지 시업방법을 정책지원프로그램에 모두 포함시켜 다양한 정책수단을 만들 필요가 있다.

앞으로 산림농업을 활성화하기 위해서는 첫째, 현장실정에 맞는 모델 정립 및 관리전략 개발과 산림농업의 기술개발과 확산으로 산림농업의 생산을 효율화하고 둘째, 산림농업을 지역임업 클러스터 사업으로 추진, 가공식품 개발로 부가가치의 제고 및 지속적인 판로개척, 품질 인증 제도를 통한 소비자의 신뢰 기반 구축 등으로 가공 및 유통분야를 효율화하며 셋째, 체험사업 등 통한 지역자원 활용도 제고 및 산림농업을 위한 지원시스템을 다양화와 법적 기반 강화와 같은 산림자원 활용 및 지원시스템의 활성화를 들 수 있다.

끝으로, 이러한 산림농업의 정책추진을 강화하기 위해서는 계획 지원 단계, 투자 지원 단계, 경영 지원 단계, 사후관리단계 등 단계별 추진체계를 명확히 구분하고 중앙정부와 지방정부가 역할을 분담하면서 차별적인 추진을 강구할 필요가 있다.

SUMMARY

I. The title of research

The Development of Model and Application Technology for Agroforestry

II. Objectives and necessity of research

Since Korea has small country land area and high population density, the applied scientists concerning land related industry have been strongly interested in effective land use for a long time. In the structure of land related industry, large amount of local agriculture and forestry production have been dependent upon mountains and adjacent areas. Furthermore, because the society requires the conversion of mountainous forest areas to other use of land to meet the increase of land demands, we face the serious problems to optimize and promote efficiency for mountainous forest land use between development and conservation. The optimization of mountainous forest land use should be realized by meeting the various demand of changing modern society, providing high quality of service from forest land, and enhancing the environmental values of forest resources.

The desirable type of forest land use to meet overall society demand is the practice of agroforestry. Agroforestry is an application of agricultural practice and silviculture to grow trees and crops together in habitats that permit suitable yields of selected fiber and food crops. The intelligent application of agroforestry requires an understanding of the major physical factors determining plant distribution across the landscape. In recent years

combining tree growing with other land uses, such as forest farming and silvopastoral system, has become increasingly important and it is recognized that much of future development should be integrated in this way. Although this type of land use system has long history of more than 6000 years, the primary purpose of agroforestry should be set up to maximize the economical, ecological, and environmental efficiency on the basis of multiple products and services from the forest land. Rational agroforestry system must be designed to achieve rationality of resources use and environmental soundness in accordance with the principles of structure and function in forest ecosystem.

Accordingly in the trend of sharp increase of necessity and interest for agroforestry system which might deal with the effective use of forest land and marginal agricultural land and to meet the increasing demand for integration of agriculture, forestry, and livestock husbandry, the purpose of research project was put on the development of agroforestry model corresponding to domestic natural and social conditions of our own and the improvement of application techniques to realize rational practice of agroforestry system.

To accomplish fundamental purpose, suggested actual objectives are as follows;

1. Identification of potential agricultural crops, forages, trees, and animal types, and selection criteria for use in designing agroforestry in the mountainous forest.
2. Practice and demonstration of designing agroforestry systems in the mountainous forest.
3. Establishment of grazing technique, stocking rate, and forest density to sustain the silvopasture system.

4. Evaluation of economical and environmental effects for properly designed agroforestry systems.
5. Assessment of the economic and social values and constraints of mountainous area agroforestry to rural development.
6. Evaluation on the feasibility of technical assistance and incentive programs for agroforestry land use by federal and local governments.

III. Contents and scope of research

1. The Development Techniques for Rearing Useful Insects and Cultivating Wild Edible Mushrooms

Years	Contents and scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none">-Taxonomical research of beneficial forest insects and selection of dominant species.-Searching of artificial diets for rearing insects (mushroom cultivated wood logs, etc.).-Collection of mushrooms and survey of their habitat.-Culture isolation from mushroom and physiological studies.
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none">-Investigation on ecological characteristics of target insects (life cycle, oviposition and hatching rate, behaviour, nutritional requirements, etc.).-Development of artificial diets for mass-rearing.-Comparison of sawdusts from 4 coniferous tree species in mycelial growth and fruiting body formation.
3rd year (2002)	<ul style="list-style-type: none">-Improvement of artificial diets for increasing oviposition rate of adult.-Control of larvae growth periods.-Establishment of standard rearing methods in laboratory.-Improvement of mushroom culture inoculation method and elucidation of favorable conditions for mushroom cultivation.-Artificial cultivation of target mushroom on wood log.
4th year (2003)	<ul style="list-style-type: none">-Elucidation of rearing conditions for continuous rearing.-Design of rearing cage and equipments for adult and larvae.-Sawdust cultivation of mushroom on the benches in cultivation room.
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none">-Development of artificial diets for commercial rearings for adult and larvae.-Development of liquid spawn culturing system.-Establishment of mass cultivation system with proper environment.

2. The Development Stand-type Model for the Silvorable and Silvopastoral System

Years	Contents and scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -Examine species composition, DBH pattern, stratification, tree age of plant community -Analysis soil characteristics, topographic condition -Estimate of volume, growth rate, biomass, crown growth rate -Modeling of stand growth
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -Determination of residual species & cutting species -Determination of coverage of over story & under story after cutting -Analysis of method of site preparation & intensity of labor -Establishment of logging road and logging plan -Analysis of labor time & progress of a forestry machine
3rd year (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -Determination of residual species & cutting species -Determination of coverage of over story & under story after cutting -Analysis of method of site preparation & intensity of labor -Establishment of logging road and logging plan -Analysis of labor time & progress of a forestry machine
4th year (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -Estimation of the ecological changes of a model forest -Estimation of the change in growing stock, growth rate, and crown expansion after thinning treatment for the model forest -Modeling of change & ratio of crown expansion of overstory trees -Analysis of operation process, labor intensity, and time required for applied machinery
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -Development of stand-type model for the forest farming system and silvopastoral system -Determination of silvicultural system for the model forest; species, stand type, rate of mixture, regeneration method, and estimation of yield -Establishment of adequate stand density and canopy coverage for cultivation and silvopasture

3. The Development of Livestock Production Techniques by the Silvopastoral System.

Year	Contents and scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -Preparation of document for grassland-making -Investigation of vegetation, water system, land scape in experimental site. -Climate, Soil, Water quality, Removal of existing vegetations, Surface sowing for forest grazing -Selection of grasses and legumes, Decision of mixture of seed -Seeding rate and fertilizer -Preparation of electric fence and water facilities -Height, yield and chemical composition of herbage
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -surface sowing for forest grazing -Vegetation(height, yield, species, and chemical composition of herbage, Determination of grazing method -Set up electric fence, Stocking rate , Climate and soil -Water quality(BOD, COD, N, P), Animal performance(Intake, body gain)
3rd year (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -Surface sowing for forest grazing -Vegetation(height, yield, species, and chemical composition of herbage, Grazing method -Set up electric fence, Stocking rate , Climate and soil -Water quality, Animal performance
4th year (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -surface sowing for forest grazing(supplemental seeding etal.) -Vegetation(height, yield, species, and chemical composition of herbage, Grazing, Set up electric fence, Stocking rate -Climate and soil, Water quality, Animal performance
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -Surface sowing for forest grazing -Vegetation(height, yield, species, and chemical composition of herbage -Grazing, Set up electric fence, Stocking rate -Climate and soil, Water quality, Animal performance -Silage making(pH, lactic acid, VFA ammonia, chemical composition)

4. The Development of Cultivation Techniques for Useful Herbs in the forest

Years	Contents and Scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -Growth under different light intensities and water conditions <i>Cryptotaenia japonica</i>, <i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i> -Investigation to optimum germination : <i>Ligularia fischeri</i> etc three species -Site conditions, soil characteristics, vegetation -<i>Czcalia firma</i>, <i>Aster tataricus</i>, <i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i>, <i>Codonopsis pilosula</i>, <i>Ligularia fischeri</i>, <i>Bupleurum longiradiatum</i>, <i>Codonopsis pilosula</i> -Number of leaf, change of individual numbers(Gariwang Mt) -Site preparation for seeding
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -Growth under different light intensities and water conditions -<i>Aster tataricus</i>, <i>Bupleurum longiradiatum</i>, -Site conditions, soil characteristics, vegetation -<i>Cryptotaenia japonica</i>, <i>Aster glehni</i>, <i>Patrinia villosam</i>, <i>Bupleurum longiradiatum</i>, <i>Patrinia rupestris</i>, <i>Scopolia japonica</i>, <i>Ligularia fischeri</i>, <i>Bupleurum longiradiatum</i>, <i>Codonopsis pilosula</i> -Number of leaf, change of individual numbers -<i>Ligularia fischeri</i>, <i>Aralia continentalis</i>, <i>Angelica gigas</i> -Growth of planted herbs, Survival rate
3rd year (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -Growth under different light intensities and water conditions <i>Czcalia firma</i>, <i>Angelica tenuissima</i> -Site conditions, soil characteristics, vegetation <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> <i>Dicentra spectabilis</i>, <i>Angelica tenuissima</i>, <i>Valeriana fauriei</i>, <i>Paeonia japonica</i>, <i>Ligularia fischeri</i>, <i>Bupleurum longiradiatum</i>, <i>Codonopsis pilosula</i> -Number of leaf, change of individual numbers(Gariwang Mt.) -<i>Ligularia fischeri</i>, <i>Aralia continentalis</i>, <i>Angelica gigas</i> -Growth of planted herbs, Survival rate
4th year (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -Growth under different light intensities and water conditions <i>Aster tataricus</i>, <i>Astragalus membranaceus</i> -Site conditions, soil characteristics, vegetation -<i>Sanicula chinensis</i>, <i>Ainsliaea acerifolia</i>, <i>Heracleum moellendorffii</i>, <i>Oplopanax elatus</i>, <i>effersonia dubia</i> <i>Astragalus membranaceus</i> -Site : Gariwang Mt. in Kangwon Province -<i>Ligularia fischeri</i>, <i>Aralia continentalis</i>, <i>Angelica gigas</i> -Growth of planted herbs, Survival rate
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -Growth under different light intensities and water conditions <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>,: <i>Codonopsis pilosula</i> -Site conditions, soil characteristics, vegetation <i>Czcalia firma</i> etc ten herbs, <i>Angelica tenuissima</i> etc eleven herbs -Site : Gariwang Mt. in Kangwon Province -<i>Ligularia fischeri</i>, <i>Aralia continentalis</i>, <i>Angelica gigas</i> -Growth of planted herbs, development of cultivation techniques

5. The Analysis of Productivity and Economic Efficiency for Agroforestry

Years	Contents and Scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -The definition and the scope of research on agroforestry -Agroforestry system analysis of Temperate Zone and Tropical Zone -Publication of research material booklet (current status of agroforestry and the prospect of agroforestry development)
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -Analysis of agroforestry types in Korea -Actual state of agroforestry management practices :Analysis of current projects supported by KFS (Korea Forest Service) -Case analysis of agroforestry: Income analysis of edible plants and herbs classified by item
3rd year (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -Actual management practices of agroforestry <ul style="list-style-type: none"> o Survey analysis of managers o Actual state of forest stock farming -Case analysis of agroforestry <ul style="list-style-type: none"> o Income analysis classified by manager -Thesis (Actual state of Korean agroforestry and analysis of agroforestry management)
4th year (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -Case analysis of agroforestry: <ul style="list-style-type: none"> o Selecting proper crop item and profitability analysis o analysis classified by leading manager -Business scales of agroforestry: Calculation of the average farm-household income level -Thesis (Income promotion plan for mountain villages through agroforestry)
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -Case Analysis of agroforestry: Income analysis classified by leading manager -Presenting agroforestry model (classified by type, region, product item)

6. The Scheme of Policy-Making for Agroforestry

Years	Contents and scope of research
1st year (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -Survey of agroforestry practices and policies in Korea, USA -Survey of agroforestry research and guidance organization -Survey of policies and laws of agroforestry -Survey of agroforestry subsidies and supporting systems
2nd year (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -Research on problems and instructions of agroforestry policies in Korea, USA, Japan -Establishment of definition and policy scope for agroforestry -Research on problems of agricultural land, mountain land and agricultural and forest policies which are relative to agroforestry -Scheme of suggestions of agroforestry policies
5th year (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -Scheme of policy-making for agroforestry -Development of goal, methodology and program for agroforestry -Establishment of policy system for agroforestry

IV. Results and Recommendations for application

1. The Development Techniques for Rearing Useful Insects and Cultivating Wild Edible Mushrooms

This study was conducted to investigate the selecting target species from the insect resources in the forestry, some ecological characteristics to develop a mass rearing technique, and the optimum rearing conditions. From the result, *Serrognathus platymelus castanicolor* was selected as the target species, and some ecological characteristics for the species, including fecundity (29.5/female), egg-period (18.9 days), developing period of each instar : 1st instar, 17-20 days; 2nd, 18-39 days; 102-206 days, pupal period,

33.9 days, and the longevity of adults, 1-2 years in the condition of 25°C, 75%RH, 16L: 8D, was investigated. Sawdust made from *Quercus* species was selected as food source for larvae, mixing with 10% of wheat powder. The optimum size of the mass rearing chamber to avoid their cannibalism is 45x30x30 cm for 20 larvae. The number of eggs laid per female is more in the ovoposition tree rather than in sawdust made by *Quercus* species, and more eggs are deposited in the fungus food rather than sawdust food. Kits for larva and adult were developed for the educational material and general users.

This study was also carried out to develop mass cultivation system of edible forest mushroom, and followings were studies; investigation of edible forest mushroom and their cultural characteristics for selecting target species, development of sawdust and wood log cultivation technique, development of liquid spawn culture technique, and mass cultivation system. *Lentinus lepideus* was selected as a candidate mushroom since the mushroom has known to be edible and medicinal as well as culturability using coniferous tree species. The optimal condition for the mycelial growth of *L. lepideus* was obtained at 30°C and pH 5.5, respectively. *L. lepideus* showed the most favorable growth on the GPB media. Starch and peptone were the most favorable carbon and nitrogen sources to the mycelial growth of *L. lepideus*, respectively. Mycelial growth of *L. lepideus* was generally increased by adding wood vinegar into culture media through syringe-filtration after autoclaving as compared to the untreated control. Fruiting body can be obtained by inoculating spawn to the sawdust media or wood logs of coniferous tree species. Fruiting body production was also increased by adding wood vinegar into sawdust media. In the case of using liquid spawn, the required periods from spawn preparation to the first

primordia formation after inoculation of spawn onto sawdust media were 70 days shorter than the normal period required for sawdust spawn cultivation. Thus, the cultivation of *L. lepideus* using liquid spawn seems to be effective for the mass cultivation.

2. The Development Stand-type Model for the Silvorable and Silvopastoral System

The study of this chapter has dealt with the experiment for establishing forest pasture by seeding the forage plants after low thinning treatment of several stand density in the *Pinus densiflora* stand, the typical forest type of central part of Korea and Kangwon Province, Japanese larch stand, and natural deciduous stand. As time passed by after thinning the survey and analysis for the practice were on the such ecological attributes as species composition, species diversity, the change of understory vegetation, the biomass of understory vegetation, the change of canopy coverage, relative light intensity, leaf area index (LAI), soil moisture content, and regeneration scheme. This sort of practical field experiment might provide the fundamental silvicultural information to develop appropriate stand model for the establishment of forest farming and silvopastoral system, and the results of the studies are as follows.

1) The application of agroforestry in the *Pinus densiflora* forest

Even though the experiment was conducted in the natural pine stands, the corresponding practice could be applied to artificial pine stands, setting up the rotation as 60 years for the establishment of forest farming and silvopastoral system. We planned the thinning practice toward residual stand density of 400 trees per ha at the time of first 30 years of age after

establishment of the forest, hereafter additional thinning treatment would be done every 10 years, leaving 250 trees (40 years) → 200 trees (50 years) → 20 (60years), inducing next-growth forest by natural regeneration of seed-tree system. Proposed stand structure at 60 years of age would be expected to reach 31.4 cm of DBH, 21m of height, and 139.4m³. In the stand density of 400 trees/ha at the time of first 30 years of age, canopy coverage would be 60% and relative light intensity might be 40%. However, if we prune the crop trees, canopy coverage could be improved by 50%, enhancing 50% of solar radiation into the stand. In the case of silvopastoral system, because the production of forage would be decreased as time passes by, it is necessary to increase the amount of light from 20% or 25% to 50% so as to maintain the development of understory vegetation and the production of forage.

2) The application of agroforestry in the Japanese larch forest

Japanese larch which has good reputation of timber production species with fast growing and high quality wood has been widely planted for afforestation along with Korean pine. The time for forest farming and/or silvopastoral system in the larch stand was appointed 30 years after the establishment of the forest. Initial thinning treatment would have made the stand density as 575 trees/ha for the rotation period of 60 years. After initial thinning, it is recommended that additional thinning and pruning would be done every 10 years to make high quality timber and to prepare forest floor for planting of commercial plants and forage establishment. In the case of the slope gradient of 15~25° like this study stand, 575 trees/ha of residual stand density could maintain 87.6% of canopy coverage and 32.8% of relative light intensity, showing relatively higher canopy coverage

and lower light intensity, compared to the previous pine forest. However, the production of forage in this stand was fairly good and not significantly different from the stand of 310 trees/ha of stand density. It could be expected that, if the stand of initial 575 trees/ha was continuously thinned every 10 years to 350 trees/ha (40 years) → 300 trees/ha (50years), the average DBH might reach 28.6cm and height 21.8m, harvesting 193.1m³ of stand volume in the rotation of 60 years. After harvesting, the next-growth forest was planned to make reproduction by artificial planting and the site preparation should be applied to treat litter layer on the forest floor. Overall results of the study indicated that the Japanese larch forest was appropriate to practice forest farming for commercial wild plants and silvopastoral system for forage production.

3) The application of agroforestry in the natural deciduous forest

We have set 40 years after establishment for the starting time of forest farming or silvopastoral system in the natural deciduous forest, of which growth rate seemed to be less than the pine and larch forest. Characterized by the dominance of *Quercus variabilis* (50.5%) and *Q. dentata* (42.6%), the study stand was initially induced to be treated by thinning and improvement cutting to maintain 550 trees/ha. This treatment has made 91% of canopy coverage and 25% of relative light intensity, showing higher rate of light shielding effect due to broader leaf area. Therefore, it is essential to practice of pruning for better incoming solar light. The period of rotation was determined 80 years, and the stand of initial 550 trees/ha would be continuously thinned every 10 years to 300 trees/ha (40 years) → 200 trees/ha (60years) → 20 trees/ha (80years), then the average DBH might reach 36.9cm and height 27.8m, harvesting 245.4m³ for 180 trees/ha

stand volume. It is recommended that residual stand density of 20 trees/ha might play role of seed supply and coppice regeneration to induce uneven-aged two-storied next-growth forest. If the vitality of sprouting is diminished, then supplementary planting could be considered for reproduction. Because the possibility of understory growth occurrence from adjacent stand seed source would be fairly high, commercial tree species and forage production could be enhanced by the practical operation of intensive weed control so as to reduce inter-species competition with target plants.

During the practical field experiment of establishing silvopastoral system in the pine forest of Heongseong County, Kangwon Province, even though research team has concerned the environmental problems such as soil erosion after thinning treatment, the results of soil erosion analysis showed that the surface soil of the study site has hardly disturbed by thinning and/or other practical operation. Since the practice of agroforestry is a environmentally sound multidisciplinary subject, such as long-term timber production, short-term monetary earning, and ecotourism, we could expect to achieve as a part of Sustainable Forest Management (SFM) which has been worldwide trend in forest resource related theme. More assistant and incentive programs from policy making organization should be required to activate the agroforestry.

3. The Development of Livestock Production Techniques by the Silvopastoral System.

The establishment of forest pasture is as follow: 1) Heaving stocking (150 heads/ha) within the portable electric fence after the removal of current plant community. 2) Regular trim to increase light infiltration for

optimum light levels 3) Increase the soil pH up to optimum levels (about 6.5) with lime (2~3 tons/ha). 4) Broadcasting the seeds on late August and early September (Soil moisture is abundant during this season); The mixtures are consisted of orchardgrass (15 kg/ha), perennial ryegrass (9 kg/ha), Kentucky bluegrass (4.5 kg/ha) and ladino clover (1.5 kg/ha). 5) Heaving stocking (150 heads/ha) again to compact the ground after seeding.

As the shading increased, the crude protein content increased, but NDF and ADF contents significantly decreased. The DM yield was highest at 0% shading which is not proper for silvopastoral systems. About 35~50% shading is considered to be optimum levels of shading for forest pasture in mid mountain area.

Late seeding dates (Nov. 11 and Nov. 24) are possible for the forage production, but bring the difficulties due to frozen soils, especially on Nov. 24. During winter, optimum seeding date is thought to be Nov. 11 and orchardgrass+tall fescue+Kentucky bluegrass+ladino clover is considered to be proper for mixture type of silvopasture. Long term researches, however, are required for more correct results.

About 200 pine trees/ha can be optimum density for increasing forage production (DM yield) and animal production (feed intake and daily gain), and decreasing environmental pollution (water and soil).

These results indicate that the silvopastoral system can play an important role on our country as a model of sustainable livestock production. we continue to evaluate the productivity of forest pasture and the production of environment friendly livestock product, and develop the optimum model of forest density for forest grazing.

4. The Development of Cultivation Techniques for Useful Herbs in the forest

Investigation to site condition in natural habitat and ecophysiological characteristics of experimental species and the development of cultivation techniques for useful herbs in the forest. Increment of mountain village income by development of cultivation techniques of high quality edible -medicine herbs in forest.

- 1) Investigation to the ecophysiological characteristics of edible and medical herbs

The physiological characteristics of five edible plants(*Cryptotaenia japonica*, *Aster glehni*, *Cacalia firma*, *Aster tataricus* and *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*) and five medicinal plants(*Gentiana scabra* var. *buergeri*, *Bupleurum longiradiatum*, *Angelica tenuissima*, *Astragalus membranaceus*, *Codonopsis pilosula*) were measured under different shadings and irrigation frequency.

Under different shadings, *A. glehni*, *G. scabra* var. *buergeri*, *A. tenuissima* and *A. membranaceus* showed highest photosynthetic rate under non-shading. The maximum photosynthetic rate showed under 40% shading in *C. japonica*, 40% or 60% shading in *A. tataricus*, 60% or 80% shading in *A. dioicus* var. *kamtschaticus*. *C. pilosula* showed higher photosynthetic rate under shaded condition than non-shading. The photosynthetic rate of *B. longiradiatum* and *A. tenuissima* appeared highly in shading rate lower than 40% shading and than 60% shading.

Under different irrigation frequency, *C. japonica*, *A. dioicus* var. *kamtschaticus* and *G. scabra* var. *buergeri* showed highest photosynthetic rate under irrigation frequency of 6th day once, while the maximum

photosynthetic rate of most species were appeared in irrigation frequency of 3rd day once.

2) Investigation to the site characteristics to natural habitat of the edible and medical herbs

This study were performed in order to clarify the environmental and forest soil condition of native edible and medicinal plants in wildland. Mostly of native plants they grew between 200m and 800m, characteristics of wildland were brown forest soil B1 or B2 and aspect positions were sw(south west) and s(south), which were enough to put light for natural growth. In valley and foot mountain, where nutrients condition in there were better than pick and middle mountain, native edible and medicinal plants were found relatively.

3) Monitoring for the optimum rotation time of the edible and medical herbs in forest

The individuals changes of *Ligularia fischeri*, *Bupleurum longiradiatum* and *Codonopsis pilosula* were measured at Mt. Jumbongsan located Inje-gun, Kangwon-do. The reasons of decrease of population density of *L. fischeri* and *B. longiradiatum* may be related with the over use and extensive gathering of digging up roots and all of plants as well as the competition with vegetation of nearby plants.

4) Cultivation of the edible and medical herbs in forest

To seek for proper forest-floor cultivation methods, *L. fischeri*, *A. gigas*, and *A. continentalis* were cultivated at Mt. Joongwang located in Jangjeon-ri, Jinbu-myeon, Pyungchang-gun, Kangwon-do. Study areas

were selected several growing sites with different topography and forest type. The seed characteristics, germination percentage, growth, photosynthetic rate and chlorophyll contents of three species were measured and compared between growing sites. True seeds of *L. fischeri*, *A. gigas*, and *A. continentalis* were selected from collected fruits 1.54, 0.89, and 30.54% in weight, and seed weight(gram/1,000 seeds) did 2.71, 2.42, and 2.45, respectively. Seed germination percentage of field seeding in fall was proved higher than those of room seeding and field ones in spring. Proper sites for *L. fischeri* cultivation on forest floor might be sunny, less groundcovers with enough soil moisture condition, such as thinned *L. kaemferi* and natural broad-leaved forest on north-faced slope above 900m altitude. Proper sites for *A. gigas*, and *A. continentalis* cultivation on forest floor might be more sunny, less ground covers, such as thinned plantation and natural broad-leaved forest on south-faced slope.

5. The Analysis of Productivity and Economic Efficiency for Agroforestry

Applied scientists in land-related science fields of Korea, where there is a high density of population in narrow land, have been interested in the effective landuse. Due to the generic structure of Korean land-related industry, a vast production of forestry is dependent on forests and their vicinities. Social demands on landuse switchover of forest to other uses are growing due to the increasing needs for more land. Thus optimization of landuse is inevitable in terms of forest utilization and development as well as efficiency of its conservation. The form of landuse to meet these demands is Agroforestry. Since The forest management that only focuses on the wood production out of forests yields low rate of capital returns

while output process takes a long period of time, it is under the necessity of phasing in mixed technology systems to the forest-land industry by applying stockbreeding technology to the forest range, and agricultural technology to the crops of short-run profit sustaining wood production simultaneously. That is, technology development of mixed landuse which leads to the production of agriculture , forestry , and stockbreeding out of same forest land. Also, labor-saving agroforestry, which can provide the direct profits to local residents, should be systemized as soon as possible by developing cultivation technology of edible plants and herbs in the forest as well as revving up the agricultural and forestry industries in the context of "Mountain Village Development Plan for Forest Income and Farm Forestry" by KFS (Korea Forest Service).

Therefore, the purpose of this research is not only to analyze the productivity and profitability of agroforestry classified by type as well as by crop item, but to develop a proper agroforestry model that fits to Korean agroforestry industry, which shall ultimately generate the profit increase to farm and mountain villages.

6. The Scheme of Policy-Making for Agroforestry

This study tried to find the way of encouraging agroforestry practices in Korea by way of investigating current situations of agroforestry and finding the problems of performing policies for agroforestry. In addition, agroforestry related policies of other countries were analyzed in order for finding possibility of applying to the Korea.

The models of agroforestry are basically categorized as five ways of practices, Forest farming, Silvopasture, Windbreak, Riparian buffer strips, and Alley cropping. Although the way of model categorization is the way of modeling in the temperate zone, it is fundamental and applicable to other areas.

Among the models, forest farming, silvopasture, and alley cropping are considered as adequate models for raising farmer's income, and became popular models for underdeveloping countries. However the rests are more environmentally oriented, and common practices for advanced countries.

Agroforestry in Korea began in the year of 1999 in order to provide interim income to the owners of forest who were mostly suffered by the lack of income from management and investment of forests. The project for the agroforestry started as a name of "a complex management of forest for multiple uses", and expanded to 168 sites hiring codes of agroforestry practices supported by government funding. Three models, Short-term income providing model, Timber producing model, and Multi-products producing model were set up.

Several problems were indicated during the application of agroforestry practices and its related policies. Most of investors in agroforestry felt that financial supports from the government were always short and especially needed after the first year of investments established. They also complained the process of administration were slow and out of date mostly. They are also suffered the shortage of labors in the country side and eventually elevated labor costs. The government officials expressed other problem of supporting agroforestry. The problem is that the purpose of applying agroforest practices are not earning money by producing forest products but converting forest lands to other uses which ended in the leaf of prices of land.

Additional problems are also exist. The models classified by the central government are not quite well fitted to the real world. This resulted in the lack of management strategies for an individual model. This means that those models are not applicable in the real world, and the financial and other aids may not be provided properly.

US government, which has the best supportive system in the world, provides various assistant programs by adopting multi-phase agroforestry related policies. The US government considers all five agroforstry management models equally important and provides the same amounts of support. This means not only production activities but also conservation

activities are supportive. The sources of funding are various, meaning that private sectors are active to provide specific funds. The ways and methods of supports are various, meaning that developing skills and educating services are provided too.

In conclusion, in order to activate agroforestry practices, several strategies are suggested.

1) The management models should be revised and re-established by considering the way of application to the real world. 2) The code of practices of individual agroforestry models should be developed and scattered by way of educating forest owners. 3) Regional agroforest cluster can be a solution of acquiring economies of scale and value adding processes by processing a large amount of agroforest products in the confined area. 4) The support systems for agroforestry should be revised and set in good condition.

CONTENTS

Chapter I. Introduction	69
1. Purpose and range of the research	69
2. Contents of the research	76
Chapter II. Current statues of domestic and foreign development technology	81
Chapter III. Contents and results of research	113
1. The Development Techniques for Rearing Useful Insects and Cultivating Wild Edible Mushrooms	113
1) Development of techniques for rearing beneficial insects	113
(1) Materials and Methods	114
(2) Results	119
2) Development of techniques for cultivating edible forest mushroom	153
(1) Materials and Methods	154
(2) Results	161
2. The Development Stand-type Model for the Silvorable and Silvopastoral System	212
1) Introduction	212
2) Materials and Method	214
3) Results and Discussion	234
4) Conclusion	344

3. The Development of Livestock Production Techniques by the Silvopastoral System	348
1) Rpeparation of surface sowing method for forest grazing in the hilly <i>Pinus densiflora</i> forest	348
2) Effect of shading degree on grass production, nutrition value and growth characteristics of grass-clover mixtures	352
3) Establishment of surface sowing for forest grazing in hilly <i>Pinus densiflora</i> forest	369
4) The effect of seeding dates of winter on dry matter yield in hilly area	377
5) Productivity of grassland and preparation of facilities for forest grazing	382
6) Productivity of grassland and grazing in the hilly <i>Pinus densiflora</i> forest	398
7) Effect of stand density of pine tree on pasture production, intake and grazing efficiency of Hanwoons in the spring season	417
8) Effect of stand density of pine tree on pasture production intake and body gain and grazing efficiency of Holstein steers in the summer to autumn season	422
9) Effect of stand density of pine tree on pasture production, intake and grazing efficiency of Holstein steers in the summer to autumn season	424
10) Animal performance of Holstein steers of barn in the winter season	429
11) Conclusion	432

4. The Development of Cultivation Techniques for Useful Herbs in the forest	433
1) Investigation and study methods	433
(1) Investigation to the ecophysiological characteristics of edible and medical herbs	433
(2) Investigation to the site characteristics to natural habitat of edible and medical herbs	434
(3) Monitoring for the optimum rotation time of the edible and medical herbs in forest	434
(4) Cultivation of the edible and medical herbs in forest	435
2) Results and discussion	436
(1) Investigation to the ecophysiological characteristics of edible and medical herbs	436
(2) Investigation to the site characteristics to natural habitat of edible and medical herbs	463
(3) Monitoring for the optimum rotation time of the edible and medical herbs	500
(4) Cultivation of the edible and medical herbs in forest	503
3) Conclusion	527
 5. The Analysis of Productivity and Economic Efficiency for Agroforestry	 529
1) Implementation method and contents of the research	529
2) Current status of Korean agroforestry	531
3) Types of Korean agroforestry	553
4) Current agroforestry status of case-study subjects	555
5) Analysis of productivity and economic effect of agroforestry	

classified by type	569
6) Investment analysis of agroforestry-practicing land	611
7) Conclusion	629
6. The Scheme of Policy-Making for Agroforestry	639
1) Background of Research	639
2) Concepts of Agroforestry	663
3) The status and Problem of Domestic Agroforestry	679
4) Program of Foreign Agroforestry	689
5) A Scheme for making Policy of Agroforestry	695
6) Conclusion	697
Chapter IV. Target achievement rates and contributions in associated field	731
Chapter V. Practice plan of development research results	737
Chapter VI. Foreign technology data collected in the development research process	741
Chapter VII. References	762
Appendix	791

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	69
제 1 절	연구개발의 필요성	69
제 2 절	세부과제별 연구개발 내용	76
제 2 장	국내외 기술개발 현황	81
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	113
제 1 절	유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발	113
1.	유용곤충 사육기술개발	113
1)	자료 및 방법	114
2)	결과	119
2.	유용임산버섯 재배기술개발	153
1)	자료 및 방법	154
2)	결과	161
제 2 절	임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발	212
1.	서론	212
2.	자료 및 방법	214
3.	결과 및 고찰	234
4.	결론	344
제 3 절	임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발	348
1.	임간초지조성에 관한 제반 조건 검토	348

2. Silvopasture system의 산지경사지에 있어서 혼과 조합별 차광정도에 따른 건물 수량 및 사료성분 변화	352
3. 임간초지 조성	369
4. 산간지역에 있어서 목초의 겨울철 파종시기가 건물수량에 미치는 영향	377
5. 임간초지의 초지생산성과 임간방목에 필요한 시설검토	382
6. 임간초지의 초지생산성과 한우의 임간방목	398
7. 봄철 임간방목에서의 홀스타인 젖소(육용우)의 생산성과 초지생산성	417
8. 여름에서 가을동안 임간방목하에서 육용우의 생산성 및 초지 생산성	422
9. 육용우의 임간방목하에서의 초지 생산성	424
10. 임간방목 후 축사내 사육에서의 가축 생산성	429
11. 결론	432
제 4 절 산림내 경제성 작물재배 기술 개발	433
1. 연구수행 방법	433
가. 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사	433
나. 식·약용식물 자생지특성 조사	434
다. 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring	434
라. 임간식재 실연사업	435
2. 연구수행 내용 및 결과	436
가. 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사	436
나. 식·약용식물 자생지특성 조사	463
다. 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring	500
라. 임간식재 실연사업	503
3. 결론	527

제 5 절	산림농업의 생산성 및 경제성 분석	529
1.	수행방법 및 연구내용	529
2.	우리나라 산림농업의 현황	531
3.	우리나라 산림농업의 유형	553
4.	사례조사 대상자의 산림농업 현황	555
5.	산림농업 유형별 생산성 및 경제성분석	569
6.	산림농업 실연지 투자분석	911
7.	결론	629
제 6 절	산림농업의 정책화 방안	639
1.	산림농업의 개념과 정책범위	639
2.	국내 산림농업의 실태와 문제점	663
3.	외국의 산림농업 현황과 시사점	679
4.	외국의 산림농업 프로그램	689
5.	산림농업의 정책화 방안	695
6.	결론	697
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	731
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	737
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	741
제 7 장	참고문헌	762
부	록	791

표 목 차

<표 1-1> 삼림지역내 조사에서 발견된 사슴벌레의 종류 및 개체수	120
<표 1-2> 조사대상 사슴벌레별 채집수종 및 서식형태	121
<표 1-3> 야외조사시 채집된 사슴벌레 성충의 개체수	123
<표 1-4> 야외상태에서 성충의 생활한 관찰 개체수와 기간	124
<표 1-5> 온도별 넓적사슴벌레 난의 발육소요기간	125
<표 1-6> 온도별 넓적사슴벌레 유충의 각 생육단계별 모습	126
<표 1-7> 온도별 넓적사슴벌레 용기간	127
<표 1-8> 넓적사슴벌레 유충의 발육단계별 소요일수	128
<표 1-9> 넓적사슴벌레의 부화율 및 우화율	128
<표 1-10> 넓적사슴벌레(1년 1화성) 각 발육단계별 시기	129
<표 1-11> 넓적사슴벌레(2년 1화성) 각 발육단계별 시기	130
<표 1-12> 산란처에 따른 넓적사슴벌레의 산란수 비교	131
<표 1-13> 첨가물 함량별 유충의 발육상태(예비시험)	132
<표 1-14> 발효톱밥의 첨가물 함량에 따른 유충의 체중변화(25℃ 조건) ...	133
<표 1-15> 균사먹이에 의한 유충의 발육상태 비교	134
<표 1-16> 집단사육을 통해 성충으로 우화한 넓적사슴벌레의 크기	135
<표 1-17> 발효톱밥과 산란목을 이용한 산란수 비교	136
<표 1-18> 산란 용기의 크기별 개체수	136
<표 1-19> 1차 산란후 경과 일수에 따른 2차 산란수	138
<표 1-20> 농가 실연시험 현황	141
<표 1-21> 배양배지 조성표	155
<표 1-22> 잣나무, 소나무, 낙엽송 톱밥의 배합비율	157
<표 1-23> 실험에 사용한 배양배지의 화학적 조성	160
<표 1-24> 직접분리 및 분양받은 잣버섯 균주의 종류	162

<표 1-25> 냉동 및 초저온냉동법으로 저장한 야생버섯균주들의 활성 비교	168
<표 1-26> 침엽수 수종별 배합비에 따른 잣버섯 균사의 자실체 말이 시기	172
<표 1-27> 침엽수종별 원목재배시의 잣버섯 생산량 비교	178
<표 1-28> 버섯발생 유도 이전의 온도별, 기간별 저온처리와 버섯생산량 ..	180
<표 1-29> 재배사내 잣버섯 발생 환경조건	182
<표 1-30> 수확기별 잣버섯의 생중량과 건중량	183
<표 1-31> 실험에 사용된 잣버섯	193
<표 1-32> Chemical composition of the culture media used in this experiment	196
<표 1-33> Code name and sequence of the primers used in this experiment	201
<표 2-1> 소나무림의 임분 특성	217
<표 2-2> 낙엽송림의 임분 특성	220
<표 2-3> 활엽수림의 임분 특성	221
<표 2-4> 소나무림의 간벌에 따른 잔존 밀도 비교	222
<표 2-5> 낙엽송림의 간벌에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교	224
<표 2-6> 활엽수림의 간벌에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교	225
<표 2-7> 낙엽송림과 활엽수림의 간벌처리구별 낙엽층 제거량 및 작업에 소요된 노동 강도와 인건비 소요내역	227
<표 2-8> 라이시미터 설치 지역의 지형 조건	234
<표 2-9> 조사지의 토양분석 결과	235
<표 2-10> 간벌 전 실연지의 수종구성	236
<표 2-11> 간벌 전 실연지의 임목제원	236
<표 2-12> 간벌 후 밀도 조절 구역별 잔존 임목 밀도 비교	241
<표 2-13> 간벌에 따른 잔존 임목의 흉고직경 및 수고 변화	243

<표 2-14> 간벌에 따른 흉고 단면적 변화	244
<표 2-15> 간벌에 따른 간벌 처리구별 재적 변화	245
<표 2-16> 실연대상 임분의 벌채 전, 후의 임분 구성 비교	246
<표 2-17> 소나무 임분의 시간의 경과에 따른 종다양성 변화	248
<표 2-18> 파종처리별 간벌 처리에 따른 하층 초본의 Biomass 생산량 비교	250
<표 2-19> 벌채에 따른 시기별 하층 식생 유입 종 수 변화	252
<표 2-20> 벌채 2년 후 밀도조절 구역에 따른 하층 식생 출현 양상	253
<표 2-21> 간벌에 따른 연차별 하층식생 유입 양상	254
<표 2-22> 시간의 경과에 따른 하층 초본 출현 종 수 변화	261
<표 2-23> 간벌 전, 직후 소나무 임분의 상대 조도 변화	264
<표 2-24> A 구역의 활엽수 맹아 발생 양상	269
<표 2-25> B 구역의 활엽수 맹아 발생 양상	270
<표 2-26> C 구역의 활엽수 맹아 발생 양상	271
<표 2-27> 벌채 강도에 따른 소나무치수 발생 양상	274
<표 2-28> 라이시미터 설치 지역의 지형조건	278
<표 2-29> 조사기간 동안의 강우 분포	278
<표 2-30> 조사구에 있어서 강우별 유출수의 pH	279
<표 2-31> 조사구에 있어서 강우별 유출수의 EC($\mu\text{s}/\text{cm}$)	281
<표 2-32> 조사구에 있어서 강우별 유출수의 부유물질양(g/ℓ)	289
<표 2-33> 조사구에 있어서 유출수의 토야유출량(g)	292
<표 2-34> 벌채에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교	295
<표 2-35> 낙엽송림에 대한 벌채 전, 후의 임목제원 비교	296
<표 2-36> 낙엽송림의 임상별 하층식생 출현 양상	303
<표 2-37> 간벌에 따른 하층 식생 종 변화	308
<표 2-38> 벌채 전, 후의 미세 환경 요소 변화 비교	313
<표 2-39> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 임내온도 및	

임내 습도 변화	314
<표 2-40> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 토양온도 및 토양 습도 변화	315
<표 2-41> 간벌에 따른 처리구별 임목 성장량 변화	316
<표 2-42> 연구실연지의 벌채 전의 천연활엽수림의 수종 구성	318
<표 2-43> 벌채에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교	319
<표 2-44> 벌채 전, 후의 임목제원 비교	320
<표 2-45> 간벌에 따른 임분 제원 변화2	320
<표 2-46> 간벌 전, 후 하층 식생 변화	326
<표 2-47> 활엽수림의 임상별 하층식생 출현 양상	328
<표 2-48> 벌채 전, 후의 미세 환경 요소 변화 비교	333
<표 2-49> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 임내온도 및 임내습도 변화	335
<표 2-50> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 토양온도 및 토양습도 변화	335
<표 2-51> 간벌에 따른 처리구별 임목 성장량 변화	337
<표 2-52> 소나무림의 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업	338
<표 2-53> 낙엽송림의 임간방목 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업	340
<표 2-54> 활엽수림의 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업	342
<표 3-1> 임간초지 조성 대상지의 기상 및 기후	350
<표 3-2> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures harvested at 6/16(1st harvest) under different shading degrees	358
<표 3-3> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures	

harvested 8/9 (2nd harvest) under different shading degrees	359
<표 3-4> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures harvested at 10/11 (the 3rd harvest) under different shading degrees	360
<표 3-5> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures under different shading degrees when three harvests were averaged	362
<표 3-6> 차광 정도에 따른 각 혼파조합에서의 건물수량 및 사료성분	363
<표 3-7> 차광 정도에 따른 혼파 조합별 건물수량 및 사료성분	365
<표 3-8> 파종상 준비를 위한 잔여물 제거량(유기물량)	373
<표 3-9> 파종목초 조합 및 파종량	375
<표 3-10> 목구면적별 파종량	375
<표 3-11> 구역별 발아율 및 초장의 범위	376
<표 3-12> 혼파 조합별 평균 건물수량	381
<표 3-13> 파종시기별 평균 건물수량	382
<표 3-14> 목구별 식생 구성 종류	386
<표 3-15> 각 목구별 식생에 따른 수량 및 사료성분(2003)	393
<표 3-16> 2001년 11월 방목지 온도	394
<표 3-17> 2001년 12월 방목지 온도	395
<표 3-18> 월동용 목초 및 사료작물의 원형곤포 사일리지의 사료품질	398
<표 3-19> 2002년 1월 온도	400
<표 3-20> 2002년 2월 온도	401
<표 3-21> 2002년 3월 온도	402
<표 3-22> 2002년 4월 온도	403
<표 3-23> 2002년 5월 온도	404
<표 3-24> 2002년 6월 온도	405
<표 3-25> 2002년 7월 온도	406

<표 3-26> 2002년 8월 온도	407
<표 3-27> 2002년 9월 온도	408
<표 3-28> 2002년 전체 온도	409
<표 3-29> 임간방목지의 각 목구별 사료성분	414
<표 3-30> 한우 성빈우 유지에 필요한 에너지 요구량 (한국 사양표준)	415
<표 3-31> 각 목구별 방목우의 CP, TDN 섭취량	415
<표 3-32> 방목기간 동안 기온	416
<표 3-33> 육용우 입식 기간 동안의 사료 급여량 (단위 : kg/두)	417
<표 3-34> 육용우 방목 실험 결과 (04년 5월 11일~동년 5월 29일)	419
<표 3-35> 방목우의 체형측정.(단위 : cm)	420
<표 3-36> 개체별 증체량	420
<표 3-37> 방목 기간 중 각 목구별 방목강도	421
<표 3-38> 사료성분	423
<표 3-39> 임간초지의 건물수량, 섭취량, 방목 이용율 및 증체량	423
<표 3-40> 체중 및 일당증체량	430
<표 3-41> 일일 사료섭취량	431
<표 4-1> 조사지 환경인자	435
<표 4-2> 계방산 자생지의 산림입지 환경	465
<표 4-3> 축령산 자생지의 산림입지 환경	465
<표 4-4> 점봉산 자생지의 산림입지 환경	475
<표 4-5> 울릉도 자생지의 산림입지 환경	477
<표 4-6> 죽엽산 자생지의 산림입지 환경	481
<표 4-7> 금대봉 자생지의 산림입지 환경	482
<표 4-8> 월악산 자생지의 산림입지 환경	486
<표 4-9> 주왕산 자생지의 산림입지 환경	488
<표 4-10> 발왕산 자생지의 산림입지 환경	490
<표 4-11> 구룡령 자생지의 산림입지 환경	492

<표 4-12> 동막골 자생지의 산림입지 환경	496
<표 4-13> 백운산·광덕산 자생지의 산림입지 환경	496
<표 4-14> 정산군 동강 자생지의 산림입지 환경	499
<표 4-15> 곰취의 개체수 변화	500
<표 4-16> 개시호의 개체수 변화	502
<표 4-17> 자생초본류 3종의 종자특성	504
<표 4-18> 독활의 처리별, 시기별 평균 발아개체수	506
<표 4-19> 곰취의 처리별 임상별 임간발아율	507
<표 4-20> 독활의 처리별 임상별 임간발아율	508
<표 4-21> 참당귀의 처리별 임상별 임간발아율	508
<표 4-22> 임상별 가을과종의 임간발아율	509
<표 4-23> 산채종별 임상별 활착율	512
<표 4-24> 산채종(2년생)별 낙엽송 간벌지내 이식활착율 (2003. 10. 이식)	513
<표 4-25> 임상별 생장(2003. 6. 21 측정)	513
<표 4-26> 임상별 생장(2003. 7. 26 측정)	514
<표 4-27> 임상별 생장(2004. 5. 23 측정)	515
<표 4-28> 임상별 생장(2004. 7. 24 측정)	516
<표 4-29> 임상별 생장(2004. 8 .21 측정)	517
<표 4-30> 임상별 엽록소함량(SPAD)(2003년 측정)	521
<표 4-31> 임상별 광합성량(2003년 측정)	522
<표 4-32> 임상별 곰취의 엽록소함량과 광합성량의 계절적 변화 (2004년 측정)	522
<표 4-33> 임상별 참당귀의 엽록소함량과 광합성량의 계절적 변화 (2004년 측정)	523
<표 4-34> 임상별 독활의 엽록소함량과 광합성량의 계절적 변화 (2004년 측정)	524

<표 4-35> 임상별 산채종의 업은 변화	524
<표 4-36> 임상별 곰취, 독활, 참당귀의 적지관정을 위한 비교	527
<표 5-1> 재배지별 임상성분 비교	531
<표 5-2> 산채의 수요함수 산출	533
<표 5-3> 농촌 생활환경 개선사업	534
<표 5-4> 연대별 농촌 생활환경 개선사업	535
<표 5-5> 농촌 생활환경 개선 사업별 추진현황	536
<표 5-6> 생활환경 정비정책(한 · 일 비교)	538
<표 5-7> 부처별 농촌지역 정비사업 현황	539
<표 5-8> 부처별 마을계획제도의 입장비교	555
<표 5-9> 정주권 개발의 장려사업과 억제사업	556
<표 5-10> 녹색관광의 유형	559
<표 5-11> 녹색관광 유형별 모델지표	561
<표 5-12> 녹색관광사업의 가능성	570
<표 5-13> 도별 산촌개발 현황	572
<표 5-14> 산촌개발사업의 지원기준	573
<표 5-15> 연차별 연구내용	575
<표 5-16> 주요수종별 연도별 내부투자 수익률변화	577
<표 5-17> 소나무의 연도별 · 지역별 산주수취가 변화	583
<표 5-18> 산림소유 규모별 산림소유 현황	593
<표 5-19> 도 · 농대비 소득변화	598
<표 5-20> 산림농업(산림복합경영)의 연차별 실적 및 지원계획	606
<표 5-21> 산림청의 산림농업(산림복합경영)의 유형	627
<표 5-22> 온대지역 산림농업 시스템 유형	628
<표 5-23> 열대지역 혼농임업 시스템 유형	629
<표 5-24> 남아시아 산림농업 시스템 유형	630
<표 6-1> 산림농업 시스템 구분	641

<표 6-2> 열대지역의 산림농업 유형	645
<표 6-3> 온대지역의 산림농업 유형	646
<표 6-4> 유럽에서의 산림농업의 유형과 문제점	655
<표 6-5> 산림농업의 주요 형태	659
<표 6-6> 온대지역과 열대지역 산림농업의 차이	662
<표 6-7> 산림복합경영의 연차별 지원 실적	665
<표 6-8> 강원도의 산림농업 추진현황(2004년말 기준)	666
<표 6-9> 품목별 조성실적	667
<표 6-10> 강원도의 연도별 산림농업 조성실적	667
<표 6-11> 산림복합경영의 모델별 지원기준	668
<표 6-12> 산림복합경영 주요 사례	669
<표 6-13> 산림농업의 사례	670
<표 6-14> 시도별 응답자수	671
<표 6-15> 실패조사자의 초기 사업 년도 현황	671
<표 6-16> 사업별 사업자수 및 사업규모의 변화	672
<표 6-17> 산림농업 추진과정의 애로사항	674
<표 6-18> 산림농업 관련 공무원이 인식하는 민원 마찰 요인	674
<표 6-19> 산림농업 개소 당 지원규모에 대한 의견	675
<표 6-20> 산림농업 사업자의 향후 계획에 대한 의견	676
<표 6-21> 산림농업을 성공적으로 추진하기 위한 요소	676
<표 6-22> 미국의 산림농업 지원현황	687
<표 6-23> 사업추진단계별 주요 내용	694
<표 6-24> 사업추진주체별 주요 내용	695

그 립 목 차

<그림 1-1> 다양한 탄소원을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본 균주(균주A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주B)의 균사생장 비교	162
<그림 1-2> 다양한 질소원을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본 균주(균주A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주B)의 균사생장 비교	163
<그림 1-3> 다양한 아미노산을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본 균주(균주A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주B)의 균사생장 비교	163
<그림 1-4> 여러 온도범위에서 배양한 잣버섯 일본균주(균주A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주B)의 균사생장 비교	164
<그림 1-5> 여러 pH범위에서 배양한 잣버섯 일본균주(균주A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주B)의 균사생장 비교	164
<그림 1-6> 고배지에서 탄소원별 잣버섯 균사의 성장속도	165
<그림 1-7> 액체배지에서 탄소원별 잣버섯 균사의 성장량	166
<그림 1-8> PDA(A), MESOP(B), MESTP(C), MA(D)배지에서 균사생장	167
<그림 1-9> 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 넣은 MA, 1/2MA, 무MA와 변형 MA에서 일본균주(A)와 농업과학기술원균주 (B)의 균사생장속도	169
<그림 1-10> 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 첨가한 변형 MA액체배지에서 균사생장량	170
<그림 1-11> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 개수	172
<그림 1-12> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 생중량	173

<그림 1-13> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 건중량	173
<그림 1-14> 침엽수 배합비에 따른 자실체 1개당 개수와 생중량의 비교 ..	173
<그림 1-15> 버섯재배 용기(대형)와 종균배양 용기(소형)의 톱밥무게(a)와 잣버섯의 발이개수(b), 생중량(c), 건중량(d)과 톱밥 100g당 자실체 생산량(e)	175
<그림 1-16> 잣버섯 고체의 액체종균 접종시 (a)버섯 발이수, (b)생중량, (c)건중량의 비교	176
<그림 1-17> 미강첨가별 잣버섯 균사의 성장량	177
<그림 1-18> 저온처리 기간에 따른 잣버섯의 발이개수(a), 생중량(b) 및 건중량(c)	179
<그림 1-19> 다양한 약제배지에서 잣버섯의 균사성장 비교	185
<그림 1-20> 잣버섯(<i>Lentinus lepideus</i>) 균사성장곡선	186
<그림 1-21> 통기율이 다른 조건에서 배양한 잣버섯의 균사성장 비교	186
<그림 1-22> 고체 및 액체종균 사용시 톱밥배지에 접종 후 원기형까지 소요되는 시간의 비교	187
<그림 1-23> 톱밥배양기간별 잣버섯 자실체 발생수의 비교	188
<그림 1-24> Effects of PG101, water soluble extract from <i>Lentinus</i> <i>lepideus</i> , on cytokine production in Human PBMCs	202
<그림 1-25> Comparison in mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i> isolates on PDA	203
<그림 1-26> Comparison in mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i> isolates on different culture media	204
<그림 1-27> Comparison in mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i> in different liquid culture media	204
<그림 1-28> Effect of temperature on the mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i> . The same letters on the bar(20641) are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's	

multiple range test	205
<그림 1-29> Effect of pH on the mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i>	205
<그림 1-30> Effect of carbon sources on the mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i>	206
<그림 1-31> Effect of nitrogen sources on the mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i>	207
<그림 1-32> Effect of wood vinegars on the mycelial growth of <i>Lentinus lepideus</i>	207
<그림 1-33> Comparison of <i>Lentinus lepideus</i> isolates in the amounts of fruiting body production	208
<그림 1-34> Effects of additives to the sawdust media on the fruiting body production of <i>Lentinus lepideus</i>	208
<그림 1-35> Comparison of liquid and sawdust spawn in the periods required for spawn preparation(A), and for primordia formation(B) after inoculation onto sawdust media in bottle	209
<그림 1-36> Amplified products from DNA of 12 isolates of <i>Lentinus lepideus</i> using random primers, OPB-01, OPB-03, OPB-05, OPB-14, OPB-15, OPC-04, Lane M: 1kb DNA ladder, lanes 1-12	210
<그림 1-37> Phylogenetic tree derived from the RAPD profiles of genomic DNA of 12 isolates of <i>Lentinus lepideus</i> with 6 different random primers	211
<그림 2-1> 실연 대상지 위치도(소나무림)	215
<그림 2-2> 강원도 횡성군 둔내면 소나무림의 기후도	216
<그림 2-3> 실연 대상지 위치도(낙엽송림, 활엽수림)	218

<그림 2-4> 실연지의 기후도	219
<그림 2-5> 라이시미터의 구조(단위, cm)	233
<그림 2-6> 실연지 토양 샘플의 함수비(%) 및 건조밀도(g/cm ³)	235
<그림 2-7> 간벌 전 소나무의 직경급에 따른 ha당 개체수	238
<그림 2-8> 간벌 전 소나무의 수고에 따른 ha당 개체수	239
<그림 2-9> 주요수종의 연령에 따른 직경성장 양상	240
<그림 2-10> 간벌 처리 후 시간의 경과에 따른 하층 식생 Biomass 생산량	251
<그림 2-11> 간벌에 따른 소나무림의 상층 수관 율폐도 변화	263
<그림 2-12> 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대조도 변화	265
<그림 2-13> 소나무림의 시간의 경과에 따른 엽면적지수 변화	266
<그림 2-14> 간벌 후 시간의 경과에 따른 소나무림의 토양 습도 변화	267
<그림 2-15> 그루터기 직경급별 멩아 발생량	273
<그림 2-16> A 구역의 사면방향에 따른 치수발생량	275
<그림 2-17> B 구역의 사면방향에 따른 치수발생량	275
<그림 2-18> C 구역의 사면방향에 따른 치수발생량	276
<그림 2-19> 조사구별 유출수의 pH 변화	281
<그림 2-20> 조사구별 유출수위 EC 변화	283
<그림 2-21> 각 조사구의 양이온 농도 변화	285
<그림 2-22> 각 조사구의 음이온 농도 변화	287
<그림 2-23> 강우량과 부유물질량과의 관계	291
<그림 2-24> 강우량과 유출 토사량과의 관계	294
<그림 2-25> 처리 A의 벌채에 따른 직경 및 잔존 분 수 변화	297
<그림 2-26> 처리 B의 벌채에 따른 직경급 변화	299
<그림 2-27> 벌채 후의 처리구별 직경 분포 양상	300
<그림 2-28> 처리 A의 벌채에 따른 수고 및 잔존 분 수 변화	301
<그림 2-29> 처리 B의 벌채에 따른 수고 및 잔존 분 수 변화	301

<그림 2-30> 벌채 후의 처리구별 수고 분포	302
<그림 2-31> 목초 및 하층 Biomass 변화	309
<그림 2-32> 간벌에 따른 낙엽송림의 상층 수관 율폐도 변화	310
<그림 2-33> 낙엽송림의 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대조도 변화	311
<그림 2-34> 낙엽송림의 엽면적 지수 변화	312
<그림 2-35> 시간의 경과에 따른 처리구별 토양 습도 변화	315
<그림 2-36> 처리구 A의 벌채에 따른 직경 분포 변화	322
<그림 2-37> 처리구 B의 벌채에 따른 직경 분포 변화	322
<그림 2-38> 대조구의 직경 분포	323
<그림 2-39> 처리구 A의 벌채에 따른 수고 분포 변화	324
<그림 2-40> 처리구 B의 벌채에 따른 수고 분포 변화	325
<그림 2-41> 대조구의 수고 분포	325
<그림 2-42> 간벌에 따른 활엽수림의 상층 수관 율폐도 변화	330
<그림 2-43> 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대 조도 변화	331
<그림 2-44> 활엽수림의 엽면적 지수 변화	333
<그림 2-45> 간벌에 따른 처리구별 토양 습도 변화	336
<그림 3-1> The proportion of each grass and clover of 2MT(OG+KBG+Clover+Ti) under 0% shade degree at each harvest date	355
<그림 3-2> The proportion of each grass and clover of 2MT (OG+KBG+Clover+Ti) under 35% shade degree at each harvest date	356
<그림 3-3> The proportion of each grass and clover of 4MT (OG+TF+Clover+Ti) under 50% shade degree at each harvest date	357
<그림 3-4> The proportion of each grass and clover of 3MT (OG+TF+KBG+Clover) under 75% shade degree at each	

harvest date	357
<그림 3-5> 차광 정도에 따른 혼파 조합별 건물수량	366
<그림 3-6> 차광정도별 혼파 조합의 평균 건물수량	366
<그림 3-7> 차광정도별 혼파 조합의 CP 함량	367
<그림 3-8> 차광정도별 혼파조합의 NDF함량	368
<그림 3-9> 차광중도별 혼파조합의 ADF함량	368
<그림 3-10> 임간초지 대상지의 기온(2001년 11월)	369
<그림 3-11> 임간초지 대상지의 기온(2001년 12월)	370
<그림 3-12> 임간초지 대상지의 기온(2002년 1월)	371
<그림 3-13> 임간초지 대상지의 기온(2002년 2월)	371
<그림 3-14> 임간초지 대상지의 기온(2002년 3월)	372
<그림 3-15> 임간초지 대상지의 기온(2002년 4월)	372
<그림 3-16> 10월 26일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량	379
<그림 3-17> 11월 10일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량	380
<그림 3-18> 11월 26일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량	381
<그림 3-19> 목구별 목초류, 야초류 식생 구성 비율	388
<그림 3-20> A목구 식생 비율	389
<그림 3-21> B목구 식생 비율	390
<그림 3-22> C목구 식생 비율	391
<그림 3-23> 목구별 건물수량과 일반성분(2002년)	392
<그림 3-24> 2001년 11월 방목지 온도	394
<그림 3-25> 2001년 12월 방목지 온도	395
<그림 3-26> 2002년 1월 온도	400
<그림 3-27> 2002년 2월 온도	401
<그림 3-28> 2002년 3월 온도	402
<그림 3-29> 2002년 4월 온도	403
<그림 3-30> 2002년 5월 온도	404

<그림 3-31> 2002년 6월 온도	405
<그림 3-32> 2002년 7월 온도	406
<그림 3-33> 2002년 8월 온도	407
<그림 3-34> 2002년 9월 온도	408
<그림 3-35> 2002년 전체 온도	409
<그림 3-36> 방목지의 이용현황	410
<그림 3-37> 방목기간 중의 방목일정	413
<그림 3-38> 각 목구별 방목이용율 및 섭취량	414
<그림 3-39> 방목기간 동안 기온	416
<그림 3-40> 체형 측정 부위	418
<그림 3-41> 육용우 방목 실험 일정	419
<그림 3-42> 2004년도 월별 방목지 최저, 최고 및 평균 온도	421
<그림 3-43> 방목 따른 건물수량 변화	428
<그림 3-44> 방목이용율 및 일당섭취량	428
<그림 4-1> 식용작물의 광도별 광합성 반응 특성	437
<그림 4-2> 약용작목의 광도별 광합성 반응 특성	438
<그림 4-3> 파드득나물의 피음처리	438
<그림 4-4> 파드득나물의 광조건별 광합성량	439
<그림 4-5> 파드득나물의 광조건별 증산량	439
<그림 4-6> 파드득나물의 광조건별 수분이용효율	440
<그림 4-7> 파드득나물의 수분조건별 광합성량	440
<그림 4-8> 파드득나물의 수분조건별 증산량	440
<그림 4-9> 파드득나물의 수분조건별 수분이용효율	440
<그림 4-10> 섬쭉부쟁이의 피음처리	441
<그림 4-11> 섬쭉부쟁이의 광조건별 광합성량	442
<그림 4-12> 섬쭉부쟁이의 광조건별 증산량	442
<그림 4-13> 섬쭉부쟁이의 광조건별 수분이용효율	442

<그림 4-14> 섬썩부쟁이의 수분조건별 광합성량	442
<그림 4-15> 섬썩부쟁이의 수분조건별 증산량	443
<그림 4-16> 섬썩부쟁이의 수분조건별 수분이용효율	443
<그림 4-17> 병풍쌈의 피음처리	443
<그림 4-18> 병풍쌈의 광조건별 광합성량	444
<그림 4-19> 병풍쌈의 광조건별 증산량	444
<그림 4-20> 병풍쌈의 광조건별 수분이용효율	445
<그림 4-21> 병풍쌈의 수분조건별 광합성량	445
<그림 4-22> 병풍쌈의 수분조건별 증산량	445
<그림 4-23> 병풍쌈의 수분조건별 수분이용효율	445
<그림 4-24> 개미취의 피음처리	446
<그림 4-25> 개미취의 광조건별 광합성량	447
<그림 4-26> 개미취의 광조건별 증산량	447
<그림 4-27> 개미취의 광조건별 수분이용효율	447
<그림 4-28> 개미취의 수분조건별 광합성량	447
<그림 4-29> 개미취의 수분조건별 증산량	448
<그림 4-30> 개미취의 수분조건별 수분이용효율	448
<그림 4-31> 눈개승마의 피음처리	448
<그림 4-32> 눈개승마의 광조건별 광합성량	449
<그림 4-33> 눈개승마의 광조건별 증산량	449
<그림 4-34> 눈개승마의 광조건별 수분이용효율	450
<그림 4-35> 눈개승마의 수분조건별 광합성량	450
<그림 4-36> 눈개승마의 수분조건별 증산량	450
<그림 4-37> 눈개승마의 수분조건별 수분이용효율	450
<그림 4-38> 용담의 피음처리	451
<그림 4-39> 용담의 광조건별 광합성량	452
<그림 4-40> 용담의 광조건별 증산량	452

<그림 4-41> 용담의 광조건별 수분이용효율	452
<그림 4-42> 용담의 수분조건별 광합성량	452
<그림 4-43> 용담의 수분조건별 증산량	453
<그림 4-44> 용담의 수분조건별 수분이용효율	453
<그림 4-45> 개시호의 피음처리	453
<그림 4-46> 개시호의 광조건별 광합성량	454
<그림 4-47> 개시호의 광조건별 증산량	454
<그림 4-48> 개시호의 광조건별 수분이용효율	455
<그림 4-49> 개시호의 수분조건별 광합성량	455
<그림 4-50> 개시호의 수분조건별 증산량	455
<그림 4-51> 개시호의 수분조건별 수분이용효율	455
<그림 4-52> 고본의 피음처리	456
<그림 4-53> 고본의 광조건별 광합성량	457
<그림 4-54> 고본의 광조건별 증산량	457
<그림 4-55> 고본의 광조건별 수분이용효율	457
<그림 4-56> 고본의 수분조건별 광합성량	457
<그림 4-57> 고본의 수분조건별 증산량	458
<그림 4-58> 고본의 수분조건별 수분이용효율	458
<그림 4-59> 황기의 피음처리	458
<그림 4-60> 황기의 광조건별 광합성량	459
<그림 4-61> 황기의 광조건별 증산량	459
<그림 4-62> 황기의 광조건별 수분이용효율	460
<그림 4-63> 황기의 수분조건별 광합성량	460
<그림 4-64> 황기의 수분조건별 증산량	460
<그림 4-65> 황기의 수분조건별 수분이용효율	460
<그림 4-66> 만삼의 피음처리	461
<그림 4-67> 만삼의 광조건별 광합성량	462

<그림 4-68> 만삼의 광조건별 증산량	462
<그림 4-69> 만삼의 광조건별 수분이용효율	462
<그림 4-70> 만삼의 수분조건별 광합성량	462
<그림 4-71> 만삼의 수분조건별 증산량	463
<그림 4-72> 만삼의 수분조건별 수분이용효율	463
<그림 4-73> 경기도 남양주시 축령산 조사지 위치 및 산림입지도	465
<그림 4-74> 강원도 홍천 계방산 조사지 위치 및 산림입지도	466
<그림 4-75> 강원도 양양군 구룡령 조사지 및 산림입지도	468
<그림 4-76> 강원도 인제군 점봉산 조사지 위치 및 산림입지도	470
<그림 4-77> 강원도 평창군 발왕산 조사지의 위치 및 산림입지도	471
<그림 4-78> 강원도 영월군, 정선군 동강유역 조사지 및 산림입지도	473
<그림 4-79> 강원도 인제군 점봉산 조사지 위치 및 산림입지도	476
<그림 4-80> 경북 울릉군 성인봉 조사지 위치 및 산림입지도	477
<그림 4-81> 경기도 포천시 죽엽산 위치 및 산림입지도	482
<그림 4-82> 강원도 태백 금대봉, 함백산 조사지 위치 및 산림입지도	483
<그림 4-83> 경상북도 문경시 월악산 지역의 (만수봉, 주흘산) 조사지 위치 및 산림입지도	486
<그림 4-84> 경북 청송군 주왕산 조사지의 위치 및 산림입지도	488
<그림 4-85> 강원도 인제군 설악산, 점봉산 조사위치 및 산림입지도	493
<그림 4-86> 강원도 철원군 광덕산 조사지 및 경기도 백운산 조사지 위치	497
<그림 4-87> Monitoring 조사구의 연도별 곰취 개체수 변화	501
<그림 4-88> 임간재배 시험의 여러 가지 과정	503
<그림 4-89> 시험대상 식물종과 종자	505
<그림 4-90> 임상별 곰취의 발아 상태	510
<그림 4-91> 임상별 독활의 발아 상태	510
<그림 4-92> 임상별 참당귀의 발아 상태	511

<그림 4-93> 곰취의 임상별 시기별 생육상태의 변화	518
<그림 4-94> 독활의 임상별 시기별 생육상태의 변화	819
<그림 4-95> 참당귀의 임상별 시기별 생육상태의 변화	520
<그림 6-1> 산림농업의 개념	640
<그림 6-2> 산림농장	646
<그림 6-3> 임간방목	648
<그림 6-4> 방풍림	649
<그림 6-5> 수변완충림	649
<그림 6-6> 임간재배	650
<그림 6-7> 세부사업별 사업규모 확대 사업자 및 축소 사업자 비율	673
<그림 6-8> 산림농업 추진체계 구축	693

사 진 목 차

<사진 1-1> 넓적사슴벌레의 수컷 성충	121
<사진 1-2> 넓적사슴벌레 알의 모습	125
<사진 1-3> 넓적사슴벌레 유충의 각 생육단계별 모습	126
<사진 1-4> 넓적사슴벌레 번데기	127
<사진 1-5> 넓적사슴벌레 사육용 사료(좌: 발효매트, 우: 산란목)	133
<사진 1-6> 대량산란 처리구	137
<사진 1-7> 1: 850cc의 군사병킷트, 2: 1800cc 유리병을 이용한 군사병 키트, 3: 발효톱밥을 이용한 유충사육, 4: 발효 톱밥을 이용한 유충사육	139
<사진 1-8> 성충 사육 키트	140
<사진 1-9> 넓적사슴벌레 유충 사육장면	142
<사진 1-10> 대량사육을 위한 산란실의 모습	142
<사진 1-11> 넓적사슴벌레 성충(위: 수컷, 아래: 암컷)	144
<사진 1-12> 넓적사슴벌레 사육용기	145
<사진 1-13> 넓적사슴벌레 암컷의 길이 측정법	146
<사진 1-14> 넓적사슴벌레 사육용 사료(좌: 발효매트, 우: 산란목)	147
<사진 1-15> 질병으로 치사한 넓적사슴벌레 번데기와 성충	148
<사진 1-17> 넓적사슴벌레 모습	149
<사진 1-18> 넓적사슴벌레 유충의 각 생육단계별 모습(위로부터 1령유충, 2령 유충, 3령유충)	150
<사진 1-19> 넓적사슴벌레 번데기 모습	151
<사진 1-20> 넓적사슴벌레 암컷의 우화직후 모습	152
<사진 1-21> 넓적사슴벌레 성충의 활동모습	152
<사진 1-22> (a) 톱밥배지 용기(대형)에서 잣버섯 자실체 발생 유도.	

원기형성, (b) 톱밥배지 용기(소형)에서의 잣버섯 자실체 형성	176
<사진 1-23> 잣버섯 단목재배에서의 잣버섯 자실체 발생	178
<사진 1-24> 숲가꾸기사업에서 얻은 잣나무톱밥 채로 치기	181
<사진 1-25> 잣버섯 종균 접종을 위한 톱밥 입병 기계화작업	181
<사진 1-26> 종균접종후 배양상자에서 배양중인 잣버섯	182
<사진 1-27> 톱밥 대량재배에서의 잣버섯 자실체 발생 상태	183
<사진 1-28> 수확한 잣버섯 자실체	184
<사진 1-29> 실험실에 설치한 버섯종균 액체배양시설 및 버섯 종균배양 ..	185
<사진 2-1> 황성 임간 방목지 소나무임분 내부 사진	217
<사진 2-2> 강원대학교 학술림내 낙엽송림 실연지 임분내부 사진	219
<사진 2-3> 강원대학교 학술림내 활엽수림 실연지 임분내부 사진	221
<사진 2-4> 간벌 후 간벌목 반출 및 임지 정리 작업	223
<사진 2-5> 소나무림에 발생한 활엽수 멧아	268
<사진 2-6> 라이시미터 설치 모습	277
<사진 2-7> 부유물질을 여과시킨 유리섬유지	288
<사진 2-8> 25년생 낙엽송의 채취 원관	298
<사진 3-1> 차광정도에 따른 혼과 조합별 목초의 생육 상태	354
<사진 3-2> 인력에 의한 벌채후 잔가치 제거 및 파종상 작업	374
<사진 3-3> 겨울철 파종시기에 따른 생육상황	378
<사진 3-4> 각 목구별 식생조사	383
<사진 3-5> 임간초지내 목책설치	396
<사진 3-6> 방목지내 음수시설(빗물활용시설)	396
<사진 3-7> 태양열을 이용하는 전기목책의 설치	397
<사진 3-8> 방목지내 시설 설치 현황	397
<사진 3-9> 한우의 입식 및 방목 개시	411
<사진 3-10> 방목중인 한우와 보조사료 급여	411

<사진 3-11> 방목 전·후의 방목지 전경	415
<사진 3-12> 방목지 내 멧아	424
<사진 3-13> 방목지 내 낙엽층	424
<사진 3-14> 잡관목(멧아) 제거	426
<사진 3-15> 보 파	426
<사진 3-16> 방목지 내 음수시설	426
<사진 3-17> 목초샘플 채취	426
<사진 3-18> 방목 전	427
<사진 3-19> 방목 후	427
<사진 3-20> 초지 조성이 잘 된 곳	427
<사진 3-21> 초지 조성이 잘못 된 곳	427
<사진 3-22> 체중 측정	429
<사진 3-23> 사료 섭취 모습	429

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

좁은 국토와 높은 인구 밀도를 가진 우리나라의 토지 관련 분야 응용 과학자들은 효율적인 토지 이용에 관하여 오래 전부터 지대한 관심을 가져 왔다. 토지 관련 산업의 구조 상, 지역 농림업 생산의 상당 부분을 산지 또는 그와 인접한 지역에 의존하고 있고, 토지 수요의 증가로 인한 산지의 타용도로의 전환에 대한 사회적 요청에 부응해야 하기 때문에, 산지의 이용과 개발 그리고 보존에 합리성과 효율성을 기하여 산지 이용의 최적화를 추구해야 하는 당면 과제에 직면해 있다. 산지 이용의 최적화는 시대 변화에 대처하는 다양한 사회적 요구, 보다 높은 품질의 서비스에 대한 수요, 그리고 산림의 공익적 기능의 강화 등을 통하여 이루어 질 것이다.

이러한 수요에 부응할 수 있는 토지 이용 형태는 산림농업(agroforestry)이라 판단된다. 산림에서 목재 생산만을 위한 산림경영은 생산 기간이 장기간이고 자본회수율이 낮으므로, 목재 생산과 병행하여 단기 소득 작물 생산에 농업 기술을 적용하고, 임간 방목에 축산 기술을 접목함으로써 산림을 대상으로 하는 토지 산업에 혼합형 기술 도입이 절실히 요구되는 시점이다. 즉, 농업, 임업, 축산업 생산을 동일한 토지(우리나라의 경우 주로 산지)에서 이루어내는 복합 토지 이용 형태를 일컫는다. 이러한 토지 이용 형태는 지구상에서 6000년 이상의 오랜 역사를 갖고 있기는 하지만, 오늘날 세계 각처에서 추구하고 있는 산림농업은 다각적인 산물과 용역의 생산을 바탕으로 토지 이용의 경제적, 생태적, 환경적 효율성을 최대화하는 데 일차적인 목표를 두고 있다. 진정한 산림농업 시스템은 육상 생태계의 구조적 기능적 원리에 입각한 자원 이용의 합리성과 환경 친화성을 이룩하는 방향으로 설계되어야 할 것이다.

우리나라의 산촌지역은 총 국토 면적의 46% 이상을 차지하는 방대한 면적이나 열악한 정주환경과 낮은 소득으로 많은 인구가 유출되어 전체 인구의

4% 가량을 차지하는 과소지역으로 변모되었다. 산촌지역의 평균 경지율은 약 12%(전국 평균 21.2%)로 낮은 반면 농가율이 약 52%(전국평균11.2%)로 높고 평균 임야율은 81%로 높아 산림의 잠재적 이용가능성이 대단히 크지만, 소득은 타지역에 비해 낮다. 농가 소득 중 농외소득이 차지하는 비중은 전국 평균이 약 32%이지만 산간지역의 농가소득은 28%에 불과하여 산촌지역의 소득증가는 농외소득의 증가에 달려 있다고 볼 수 있다. 따라서 순수농업소득이나 임업소득에 의한 산촌지역의 소득증가는 한계에 달하고 있어, 산림농업을 실시함으로써 도시민을 대상으로 한 신선한 농임산물을 제공하는 산림농업의 시너지 효과로 산촌지역 주민의 소득을 증가시킬 필요가 있다.

산촌마을은 전체 행정리의 약 29%를 차지하며 인구비율로는 농가인구의 23% 이상을 차지하고 있으나 이들에 대한 재정적 배려는 뒤쳐지고 있으며 농업생산성도 아주 낮은 실정이다. 따라서 이들 지역에서는 산지의 합리적인 이용이 더욱 중요한 곳이며, 산촌주민들을 산림무육 또는 산림관리에 투입하여 노임소득 향상과 산지를 종합적으로 활용하여 농산촌 경제 활성화 방안을 추진토록 해야 한다. 즉, 이들 지역은 경지규모의 영세성, 낮은 생산력 등으로 투자여건이 어렵기 때문에, 산지를 이용한 경작 단위를 확장하고, 저비용, 저노동에 의한 환경 보존적인 지속농업체계를 임업과 결합함으로써 산림무육을 보다 집약화 할 수 있어 효율적인 산림농업 체계를 갖출 수 있다. 이러한 산지이용은 임지의 특성에 따라 산채, 약용식물 등의 다품종 고품질 생산체제하에서 산림관리 투자 자본에 대한 조기회수는 물론 생산성과 경제성을 높여 가격경쟁력을 높일 수 있어 지역특화산업으로 육성이 가능하며, 품질인증제, 수출전략 상품화 등으로 외국 농산물과도 경쟁할 수 있게 될 것이다. 이처럼 산림농업을 통한 산촌주민의 소득증가로 산촌주민은 산촌을 떠나지 않고 산촌에 거주함으로써 국토의 균형발전에 기여할 수 있다. 아울러 임업적인 측면에서도 산림무육 폐경지, 한계농지 및 불량임지개량의 집약화 이외에 산불, 도벌, 채취, 밀렵 등에 대한 지역주민의 감시강화, 산림에 대한 주민의 책임의식 고양 등도 불러일으킬 수 있는 면에서 적극적으로 장려되어야 할 산지 이용 형태라고 판단된

다.

한편 노동력의 부족과 기계화 문제 등으로 경작이 어려워지는 한계농지의 활용문제는 농산촌의 소득증대 뿐만 아니라 우량농지의 보전 등 환경문제와도 관련되기 때문에 반드시 추진되어야 할 과제이다. 이와 같이 산지와 한계농지의 효율적 이용에 대한 필요성이 대두되고 이를 해결하기 위해 농림업 현장에서 농·림·축산 분야를 연계한 산림농업 시스템 개발에 대한 수요의 증대 등 산림농업에 대한 필요성과 관심이 급증하고 있으나, 이에 대한 기술 개발과 보급, 기술을 현장화하기 위한 제도적 뒷받침 등이 미비한 실정이다. 산림농업은 방치되어 있는 한계농지와 산지 자원을 효율적으로 활용함으로써 농림가에게 직접적인 농림소득 증대효과 뿐만 아니라 농림지의 활용을 통한 산림생태계 유지와 국토자원 보전 효과도 기대할 수 있기 때문에 이에 대한 기술 개발과 정책적인 지원이 적극적으로 시도되어야 할 것으로 판단된다.

1. 기술적 측면

산림내에서 생산 가능한 고품질 무공해 경제성 식물류(산채, 버섯, 야생 과실, 칠 재료, 조경 식물 등)의 생산 기술 체계(번식, 증식, 재배, 산지 적응 요인 규명 등)의 개발이 요구되고, 해당 경제성 식물류 재배를 위한 임분 조건(상층 임관밀도, 광선, 임상 지피물, 수분 및 토양 조건 등)에 대한 생리생태학적 분석이 요구된다.

약용곤충 및 유용곤충에 대한 관심이 증대되면서 대량 사육 및 산업화, 약리 작용 및 기능 등에 대한 연구에 관심이 고조되고 있으므로, 유용곤충의 대량증식기술 개발은 새로운 소득원 또는 산업이라는 차원에서 적극적인 검토가 필요하고, 임산버섯 재배는 주로 참나무류 원목을 이용한 재배방법이 이용되고 있으므로 참나무류 원목의 대량소비로 인한 원목가의 상승, 원목확보를 위한 별목에 의한 산림환경 훼손이 우려되고, 침엽수 간벌폐재를 이용한 임산버섯의 인공재배기술 개발이 필요하다.

산림농업 시스템이 적용 가능한 산림의 생태학적·조림학적 구조와 기능, 생

장 상황을 비롯하여 벌채 방법, 갱신 방법, 보육 방법, 조림 작업중 선정 등을 위한 산림경영적 기술 개발과 체계를 확립할 필요가 있으며, 임형에 따른 재배 가능 경제성 작물류의 선정, 수종 구성의 조장을 위한 산림경영적 처리 방법이 체계화되어야 한다.

축산물생산과 임산물생산이 상호 보완적인 성격이 아주 강함에도 불구하고 지금까지 별도의 발전과정을 거쳐 왔고, 임간방목에 대한 중요성은 국내에서 거론되어 이론적인 내용이 소개되고 있으나 체계적인 기술이 전혀 정립되어 있지 않고, 임간방목과 환경보전, 환경평가(수질, 토양유실방지 등)에 대한 자료가 없는 실정이다.

산림의 임업적 경영과 농업적 재배가 서로의 목적 달성을 충실히 수행하면서 서로의 보완성을 높여야 하며, 에너지의 집약적 투입 그리고 환경오염을 일으키는 기존의 경지재배법을 저비용, 저노동, 환경 및 토양 보존적 경작법으로 전환하며, 동시에 농약과 비료를 사용하지 않고 다품종 고품질의 산물을 지속적으로 체계를 유지하면서 생산해낼 수 있어야 한다. 산림의 다목적경영 대상작목의 시장성과 경제성 분석을 통해 농산촌지역의 소득증대를 위한 실현 가능성이 높은 산림농업 모델개발이 필요하다.

2. 경제·산업적 측면

우리나라의 농·산촌의 농업경영은 노동집약적으로 고투입, 고노동의 형태를 띠고 있으므로 생산비가 많이 들므로 조방적 농업에 의한 외국의 저가농산물 특히 산채의 경우 인건비가 저렴한 중국산과의 경쟁에서 이길 수 없으므로 새로운 농업생산체계, 즉 고품질, 높은 생산성, 그리고 적은 비용에 의한 생산 방안을 강구하여 한다. 산림에서의 식·약용식물의 재배기술을 개발함으로써 정부에서 추진하고 있는 『농림복합형 및 산림소득형 산촌종합개발사업』과 연계하여 농·산촌 경제를 활성화함으로써 지역주민에게 직접적인 소득을 제공할 수 있는 생력화된 산림농업 체계의 확립이 필요하다. 목재부산물이나 폐목을 이용한 기호성 곤충류의 대량사육기술개발은 농가의 새로운 소득원 가능성을

이 높고, 유용곤충을 대상으로 한 유용물질탐색의 연구 및 산업화에 대비한 대량증식 기술 개발이 요구된다고 하겠다. 임지내에서 버려지는 간벌재의 활용으로 생산원가 절감 및 자원 재활용에 기여하고 재배 임산버섯의 품목개발과 더불어 버섯의 기능성 창출함으로써 소비자의 선호에 부합하는 다양한 버섯 품목의 개발과 아울러 소비 촉진책이 강구될 것으로 보인다.

임간 방목에 따른 경제적 분석 자료는 많지 않으나, 강원도 부계목장과 일본의 사이토 목장의 자료에서 경제적 효과가 아주 높은 것으로 사료되며, UR타결과 WTO체제 출범, 그로 인한 농산물 수입 개방은 농촌보다도 이런 생산성과 생산기반이 뒤진 지역에 더욱 심하게 작용할 것으로 전망되고 있다.

지방화시대를 맞이하여 농·산촌 경제를 활성화하고 지역경제를 지역주민의 힘으로 일으키기 위해서는 산림 또한 지역주민에게 직접적인 소득을 제공할 수 있는 서비스를 제공하여야 하는데, 산림농업 체계는 바로 우리나라 농업이 구조적으로 안고 있는 문제점, 즉 이농현상, 규모의 영세성, 고비용, 고노동의 형태를 농산촌으로의 유통 현상 촉진, 조방적, 대규모적, 저비용, 저노동에 의한 고품질생산체제로 전환시킬 수 있는 방안이라 판단된다.

산림농업은 방치되고 있는 한계농지와 산지자원을 효율적으로 활용함으로써 농림가에게 직접적인 농림소득 증대효과 뿐만 아니라 농림지의 활용을 통한 산림생태계 유지와 국토자원 보전효과도 기대할 수 있기 때문에 이에 대한 정책이 적극적으로 시도되어야 할 것으로 보이며, 이를 위해서는 국내외 산림농업 사례를 발굴하고, 이를 뒷받침하는 국내외의 지원정책의 실태와 문제점을 분석한 다음, 이러한 산림농업을 현장화하기 위해 필요한 농지·산지이용·산림정책 과제와 행정적·법적·제도적·재정적 뒷받침 등에 대한 연구가 시급한 실정이다.

3. 사회·문화적 측면

산림은 목재생산이라는 생산성 낮은 1차 산업의 대상으로만 여겨왔고 또한 나무는 심으면 혼자 자란다는 생각으로 투자와 개발을 게을리 하였으나, 최근

사회가 복잡해지고 주거환경이 열악하여짐에 따라 자연을 접하는 기회가 점차 늘어나고 또한 건강식품으로 산야에서 자라는 무공해 식품을 선호하는 등 과거의 재배작물보다는 자연에서 자란 식물에 대한 관심이 점차 고조되고 있어 산림에 대한 인식이 『생산의 주체』에서 『생활의 환경』으로 많이 변화되었다. 산림에서 고품질 무공해 농산품을 생산함으로써 산림에 대한 적극적인 투자를 유도하고 식·약용식물에 의한 소득 증대는 물론 우리의 식물자원에 대한 국민의 관심을 끌고 또한 이를 통하여 산림을 건강한 숲으로 가꾸어 건전한 생태계를 유지함으로써 산림이 수원함양, 기후조절, 생물자원 저장, 토사유출 방지, 홍수조절 등 여러 가지 면의 커다란 공익적 효과(약 34조 6천억원 ; 1995년기준)를 극대화할 수 있을 것이다.

임업자원의 활용에 의한 유용곤충 대량사육기술개발은 생물다양성보전이나 기호성 곤충의 보급에 의한 교육, 문화적 효과가 지대고, 식생활의 다양화에 따른 새로운 식용 및 약용버섯자원의 개발을 통하여 농산촌 주민의 소득증대 및 안정화를 기할 필요가 있으며, 현행 축산은 자연의 물질순환의 균형을 유지 못하고 있고, 수입사료에 의존하는 가공형의 공업적 축산이며, 가축의 배설물을 토지에 환원하지 못함으로 말미암아 축산이 환경오염의 제공자로서 부정적인 시각이 팽배한 실정이다. 제한된 공간내에서 효율적인 토지이용방법으로 생산성을 올리면서 환경친화적 축산으로서 산지경사지를 활용한다는 것은 아주 바람직한 일이므로 풍부한 토지자원을 활용한 초지축산과 임업과의 조화형 임축업(林畜業)인 임간방목은 깨끗한 농산물의 생산은 물론 국가 또는 지역의 환경보존 및 물론 지역활성화에 커다란 역할을 하게 될 것으로 전망된다.

산지경사지에서의 축산적 이용기술인 임간방목은 우리나라의 대표적인 환경친화형 축산의 모델로서 중요한 역할을 할 것이며, 농업, 임업, 축산업을 연계시킬 수 있는 제도·정책개발을 통하여 농산촌 문제를 해결하고 지역경제를 활성화시키며 또한 시장개방으로 인한 무분별한 수입농산물, 생약재료 및 각종의 공업원료와 경쟁력 있는 산업으로 육성될 수 있으며, 세 가지 산업의 상호보완성을 최대로 살린 시너지 효과로 산촌지역 발전에 기여할 수 있을 것으로

판단된다.

제 2 절 세부과제별 연구개발 내용

1. 제 1 세부과제 : 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> -산림내 유용곤충 분류 및 우점종 선발 -톱사슴벌레, 넓적사슴벌레 등 -대상곤충의 증식을 위하여 사료의 탐색 -부재료 선발 : 간벌목, 버섯재배 폐목 등 -жат버섯 자실체 채집 및 서식환경 조사 및 파악 -жат버섯 균주분리, 배양 및 생리적 특성 조사 및 파악
2차 년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> -대상곤충 생태특성 규명 -생활주기, 산란율, 부화율, 우화율, 먹이습성 등 -대량증식용 사료개발 -산림농산품으로 개발하기 위한 용도의 다양화 모색 및 상품가치 타당성 조사 -효과적인 균주저장방법 개발 -증류수, 초저온냉동, 목편접종 방법 등 -침엽수종 톱밥별 균주생장 및 버섯생산비교 -소나무, 잣나무, 낙엽송, 리기다소나무 등
3차 년도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> -성충의 산란력증대를 위한 먹이개발 -유충의 성장기간 조정에 관한 시험 -실내 사육조건 확립 -버섯균 접종방법 및 버섯재배 환경조건 규명 -임지내 잣버섯 재배 시도
4차 년도 (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -누대사육을 위한 사육조건 규명 -유충 및 성충의 사육키트개발 -임지내 잣버섯 재배 시도 및 생산성 비교
5차 년도 (2004)	<ul style="list-style-type: none"> -성충 및 유충 사육용 부재, 관광 상품화소재 개발 -관광 상품화가 가능한 버섯재배용 키트 시작품 개발

2. 제 2 세부과제 : 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000년)	-산림군집의 수종구성, 직경분포, 계층구조, 연령분포 파악 -토양의 물리적·화학적 성질 분석, 미세지형조건 파악 -임분 축적, 성장량, biomass, 수관생장을 추정 -수간석해에 의한 실연 임분 성장 모델링
2차 년도 (2001년)	-잔존 임목 수종과 벌채목 수종 기준 설정 -벌채후 상층울폐도 및 하층피복도 기준 설정 -임지정리작업 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석 -집·운재로 배치 계획 수립 -임업기계 작업공정 및 노동강도와 시간 분석
3차 년도 (2002년)	-잔존 임목 수종과 벌채목 수종 기준 설정 -상층울폐도 및 하층피복도 기준 설정 -임지정리작업 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석 -수확벌채 집·운재로 배치 계획 수립 -적정 임업기계 작업공정 및 노동강도와 시간 분석
4차 년도 (2003년)	-시업 임분의 생태적 식생 변화 추적 및 예측 -잔존 임분 성장 변화량 추정 -상층 수관의 확장 비율 및 변화 모델링 -수관확장에 따라서 밀도 조절을 위한 보육 방법, 강도, 작업공정, 노동강도 분석
5차 년도 (2004년)	-임간재배 및 임간 방목에 합당한 잔존 수종, 적정 임분밀도, 수관 울폐도, 임상처리방법 개발 -모델 임형에 대한 수확 방법 및 작업 공정 기준 설정 -임분의 성장량을 근거한 조림작업종 선정 및 갱신 방안 수립

3. 제 3 세부과제 : 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000년)	<ul style="list-style-type: none"> -초지대상지(군유림)의 임대를 위한 제반서류 준비 -초지대상지의 입지조사 -기온, 강수량, 강설량 및 풍향조사 -토양분석, 수질분석 -선점식생 제거, 임간초지 조성, 목초초종 파종 -방법(간이초지개량법인 제경법) -목초과중량 및 시비량 결정(토양분석 결과에 의거) -목책설치(지형 및 지세에 따른 고정목책 설치, 별채목사용) -식생조사(파종후 월동진후에 초장, 수량, 식생구성 및 사료성분)
2차 년도 (2001년)	<ul style="list-style-type: none"> -임간초지 조성, 초지의 식생조사, 방목방식 결정, 목책설치 완료 -방목강도결정(3-5두/ha정도), 기후 및 토양의 정기적 조사 -방목에 따른 수질(BOD, COD 및 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -육성한우의 방목에 따른 증체량, 사료섭취량 조사 시작
3차 년도 (2002년)	<ul style="list-style-type: none"> -조성(부분파종 및 보파 실시) -조성초지의 식생(초장, 수량, 초종구성 및 사료성분)조사 -육성한우의 임간방목(방목강도, 증체량 및 사료섭취량) 조사 -방목에 따른 수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -과잉목초의 월동용 사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석) -기후 및 토양의 정기적 조사
4차 년도 (2003년)	<ul style="list-style-type: none"> -조성초지의 식생(초장, 수량, 초종구성, 및 사료성분)조사 -한우의 임간방목 (방목강도, 증체량 및 사료섭취량, 육량 및 육질) -따른 수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 조사 -과잉목초의 월동용 사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석)방목지의 기후 및 토양의 정기적 조사
5차 년도 (2004년)	<ul style="list-style-type: none"> -방목에 의한 비육한우의 생산성(증체량, 육량 및 육질)조사 -방목지의 식생(초고, 초량, 섭취량, 초종구성 및 사료성분)조사 -수질(BOD, COD, 질소 및 인함량)의 정기적 검사 -방목지의 기후 및 토양의 정기적 조사 -사일리지조제(pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석)

4. 제 4 세부과제 : 산림내 경제성 작물재배 기술 개발

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(파드득나무, 용담) -종자 채취·발아시험(당귀, 독활, 곱취) -입지환경 및 동반 식생조사(병풍쌈, 개미취, 만삼, 용담) -개체수, 잎의 수 변화(개시호, 만삼, 곱취) -실연사업지 임상정리
2차 년도 (2001)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(섬쭈부쟁이, 개시호) -입지환경 및 동반 식생조사(파드득나무, 섬쭈부쟁이, 뚝갈, 돌마타리, 미치광이풀, 개시호) -개체수, 잎의 수 변화 : 개시호, 만삼, 곱취 -식·약용식물의 임간식재 시험(과종 및 식재) ◦ 육묘(고려엉겅퀴), 식재 및 활착율조사(곱취, 독활, 참당귀) -생육특성 조사
3차 년도 (2002)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(병풍쌈, 고본) -입지환경 및 동반 식생조사(눈개승마, 금낭화, 고본, 쥐오줌풀, 백작약) -개체수, 잎의 수 변화 : 개시호, 만삼, 곱취 -식·약용식물의 임간식재 및 성장량 조사 ◦ 식재시험 : 고려엉겅퀴, ◦ 식재 및 활착율조사 : , 곱취, 독활, 참당귀
4차 년도 (2003)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(개미취, 황기) -입지환경 및 동반 식생조사(참반디, 단풍취, 어수리, 땃두릅, 깽깽이풀, 황기) -식·약용식물의 임간식재 및 성장량 조사 ◦ 임상별 성장량비교 조사: 곱취, 독활, 참당귀
5차 년도 (2004)	-광 및 수분조건별 성장량 조사(눈개승마, 만삼) -입지환경 및 식생 종합 분석 ◦ 식용:병풍쌈, 등10종, ◦ 약용:고본 등 11종 -식·약용식물의 생산량조사 ◦ 임상별 성장량비교 조사: 곱취, 독활, 참당귀 ◦ 생산성 증대방안 조사

5. 제 5 세부과제 : 산림농업의 생산성 및 경제성 분석

연 차	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	-산림농업의 정의와 연구범위 -온대 및 열대 산림농업시스템 분석 -자료집 발간(산림농업의 현황 및 발전방향)
2차 년도 (2001)	-유리나라의 산림농업 유형분석 -산림농업 경영실태 : 산림청지원사업 현황분석 -산림농업 사례분석 : 식·약용 임산작목별 소득분석
3차 년도 (2002)	-산림농업 경영실태 : 경영자 설문분석 산간목축업 실태조사 -산림농업 사례분석 : 경영자별 소득분석 -논문작성(한국 산림복합경영의 실태 및 경영분석)
4차 년도 (2003)	-산림농업 사례분석 : 적정작목선정과 선정 작목의 소득분석 : 우수 경영자별 소득분석 -산림농업 경영규모 : 평균농가소득 수준의 소득규모 산출 -논문작성(산림복합경영을 이용한 산촌지역 소득증진 방안)
5차 년도 (2004)	-산림농업 사례분석 : 우수경영자별 소득분석 -산림농업 모델제시(유형별, 지역별, 품목별)

6. 제 6 세부과제 : 산림농업의 정책화 방안

연 차	연구개발내용 및 범위
1 1차 년도 (2000년)	-국내외 연구 및 지도기구 운영 현황 조사 -국내외 산림농업 사례 분석 -국내외 산림농업 관련 정책 현황 조사 -국내외 산림농업 관련법 조사 -국내외 산림농업 지원제도 분석
2차 년도 (2001년)	-산림농업의 개념과 관련 정책의 범위 설정 -국내외 산림농업 관련 농지·산지·농림 정책의 문제점 파악 -국내외 산림농업 관련정책의 시사점 검토
5차 년도 (2004년)	-산림농업 정책 프로그램 개발 -정책목표와 수단 -산림농업에 관한 특별법 등 법적·제도적 정비 -산림농업을 위한 정책추진 체계 수립

제 2 장 국내외 기술개발 현황

Agroforestry 체계는 처음에는 인구밀도가 높고 식량이 부족한 열대림에서 식량 생산 또는 Plantation을 위해 산림을 개간하는 형태로 토지이용이 이루어졌기 때문에 우리나라 실정과는 거리가 있어 이에 대한 기술은 국내에서 그다지 크게 보급되지 못하였으며, 이에 대한 인식도 그다지 높지 않다. 그러나 일반적으로는 산불이 발생하면 지상목이 모두 불타 없어지므로 산화 후에는 여러 가지 산채류 특히 고사리, 취 등의 채취량이 많아진다는 것이 경험적으로 알려져 왔다. 최근 산림청에서 조사한 단기소득 임산물생산(1990)에 따르면 산채류 생산에 의해서는 연평균 215만원의 소득을 얻는 것으로 집계되고 있으나, 이러한 재배는 농업적 재배방법인 집단재배나 밭재배 또는 하우스재배 등을 통해 얻은 결과이므로 임간 재배를 위해서는 보다 적합한 기술이 필요하다.

국립산림과학원은 인삼 임간 청정 재배를 비롯하여 장뇌, 두릅, 곰취, 큰조롱의 생산에 관한 연구를 수행하였고, 임산약용식물인 삼지구엽초, 족도리풀, 삼주, 백부자, 임산식용자원으로 두릅나무, 산마늘, 임산도료로 옻나무 등에 대한 시장성과 경영 분석에 관한 연구 및 옷, 고로쇠, 도토리에 대한 생산성과 수익성을 분석한 바 있으며, 임간 초지 조성 및 방목 실태조사를 실시하여 초지 조성 규모와 육우의 적정 방목 두수 및 우리나라 방목지의 적정 임상을 제시한 바 있다.

산지 재배를 위한 산채류 재배시험은 인삼이나 약용식물 및 산채의 임간 재배 실험 결과, 활착률이 양호한 것으로 나타났으나 아직 생산농가에서 실현되지 못하고 있는 실정이어서 기술보급 및 단지화가 필요한 것을 판단된다(산림청, 단기 임산 신소득원 개발에 관한 연구 I, 1994). 산지재배를 위한 실험은 임업연구원에서 단기 임산물소득원 개발의 일환으로 추진하였다(1993). 실제 산림작업과 산채류의 생산과의 관계는 산림작업이 산지에서 단기 임산물의 생산성에 미치는 연구가 일부 이루어졌으나(산림청, 국유림경영 현대화 산학 협

동 실연 연구 III 1992, IV 1993, V 1994, VI 1995, VII 1996, VIII 1997, IX 1998), 재배적인 측면의 산림 보육 작업기술은 아직 발달되지 못하였다. 그러나 이러한 연구는 재배의 가능성을 검정하였을 뿐 실제 적용을 하지 못하여 상품성, 경제성 및 생산성 분석을 위한 적정규모의 생산 사업이 실현되지 못하고 있는 실정이다.

꿀벌, 누에, 꽃무지류 유충, 장수풍뎅이를 제외하고는 체계적인 사육시스템의 개발이 전무한 상태이며, 대상 곤충의 생활사, 인공사료개발, 사육조건 탐색 등 사육에 필요한 기술습득과 정보획득이 시급한 실정이다. 유용 식용 및 약용버섯 재배기술의 개발이 추진되고 있으나 임산버섯의 재배기술 개발에 대해서는 소홀한 편이며, 농산촌의 조건 불리 지역내의 많은 한계농지가 유희화되고 황폐화와 환경오염문제로 이어지고 있다. 조건 불리 지역에 해당하는 경지면적을 보면 약 274,479ha으로 추정하고 있으며(김 및 이, 1996), 대부분이 산지 또는 임지이므로 산지의 축산적 이용에 대한 기술적 검토가 필요한 실정임. 그러나 실제로 산지 또는 임지에서 임간방목에 대한 기술이 전혀 연구되어 있지 않은 실정에 있다.

환경친화형 축산에 대한 개념이 단순히 깨끗한 축산물을 생산한다는 것 이외에 국토보존이라는 새로운 개념이 도입되어 연구가 필요함. 그러나 정책적인 차원에서 원론적인 내용만 다루어지고 있는 정도에 불과하므로 산림농업을 통한 실제로 공급 가능한 산지 축산 기술 모델을 개발하는 것이 아주 시급한 실정이다.

산림농업은 예로부터 시행되어 왔으나 학문적으로 체계를 갖추고 연구되기 시작한 것은 근래에 이르러서이며 상대적으로 인구가 많고 토지가 부족한 동남아시아 국가에서는 산지에 간작재배형으로 활발히 이루어지고 있으며, 세계 여러 나라의 임간 방목은 환경친화형 농업의 일환으로 다루어지고 있고, EU는 조건 불리 지역에서의 관점에서, 일본은 우리나라와 국토면적 또는 농업생산구조가 비슷하여 기본적인 방향도 유사하며, 뉴질랜드와 호주는 축산업을 기반으로 하고 있으며, 미국은 생물다양성 보전이라는 측면에서 강조되고 있다. 또한

중국은 사막화 등에 따른 피해를 억제하기 위한 것에 중점을 두고 있다. 그러나 각 나라의 환경친화형 농업정책에서 나타나는 공통점은 이러한 지역이 가축의 생산물을 생산하기 위한 초지 중심의 축산적 이용이라고 하는 것이다.

미국은 산림청과 천연자원보존청의 협정에 따라 국립 Agroforestry 센터를 1992년 설치한 후 기술개발과 응용, 연구 및 국제기술교류를 도모하고 있으며, 1977년 설립된 산림농업연구국제센터(ICRAF) 및 온대산림농업협회(AFTA)를 통하여 산림농업에 대한 연구를 강화하고 있다. 또한 미국 미주리대학교 산림농업센터에서는 이에 대한 전문적인 지식과 기술을 배경으로 실행하고 있으며 학문적으로 발전되고 있으며, 산림농업의 모델 분류는 5가지 시스템을 사용하고 있는데 유형별로 ㉠ 임목-농작물 시스템, ㉡ 강기슭 식물완충대 시스템, ㉢ 임목-축산 시스템, ㉣ 방풍림 시스템, ㉤ 산림-특수작물 시스템과 같다.

북미에서는 곰보버섯, 송이버섯 등 임산버섯에 대한 일반인의 관심을 불러일으키기 위한 다양한 이벤트를 개최하여 소비자들의 구미를 자극하고 있고, 버섯 및 곤충을 포함한 다양한 유용자원로부터 생리활성물질을 얻고 이를 이용한 신의약 및 농약개발에 많은 연구와 재정적인 투자가 잘 이루어지고 있다.

중국에서는 1970년대 말부터 산림농업에 대한 연구가 시작되었으며, 산림농업의 모델은 주로 열대림 지역의 산지 간작형 재배시스템 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 최근에는 북부지역 황폐지에서 산림방풍림에 대한 연구가 이루어지고 있다. 또한 자생하는 버섯에 대한 연구인력 및 자료가 풍부하며, 저렴한 인건비를 이용한 인공재배기술 개발에 박차를 가하고 있고, 세계에서 버섯 생산량 및 버섯 품목이 가장 풍부한 나라이다.

일본의 경우, 사슴벌레 사육기술에 대한 연구와 기술이 세계 최고 수준이며 산업으로 이미 정착하였고, 그 외 딱정벌레, 왕사슴벌레 등의 사육도 산업화된 규모이며 수익성이 높은 산업으로 각광받고 있으며, 잎새버섯, 혼시메지 등 국내에서 아직 재배가 이루어지지 않거나 초보 생산단계에 있는 임산버섯의 재배기술이 개발되어 실연시험 수행 및 대량생산 체제에 들어갔고, 다양한 임산버섯 품종을 확보하고 이들 버섯에 대한 재배법 개발 및 이용성 확대에 관한

연구를 수행 중에 있다.

1. 임간방목 분야에 있어서 국내의 관련기술의 현황과 문제점

각국의 임간방목은 환경친화형 농업의 일환으로 다루어지고 있다. EU는 조건불리지역에서의 관점에서, 일본은 우리나라와 국토면적 또는 농업생산구조가 비슷하여 기본적인 방향도 유사하며, 뉴질랜드와 호주는 축산업을 기반으로 하고 있으며, 미국은 생물다양성 보전이라는 측면에서 강조되고 있다. 또한 중국은 사막화등에 따른 피해를 억제하기위한 것에 중점을 두고 있다. 그러나 각 나라의 환경친화형 농업정책에서 나타나는 공통점은 이러한 지역이 가축의 생산물을 생산하기 위한 초지중심의 축산적 이용이라고 하는 것이다. 내용을 보면 다음과 같다.

가. EU

1) Land capability classification for agriculture

경제적인 이윤의 극대화는 물론 환경보존과 국토의 효율적인 이용을 목적으로 농업생산에 대한 잠재적 가능성에 의하여 토지를 평가 등급을 분류하여 이에 맞는 목초 및 작물등을 재배하도록 하고 있다. 등급을 기초로 상세한 지도를 작성, 토지용계획을 세우거나 기술지도의 기초자료로 활용하고 있다.

2) Low input system

환경 및 자연자원을 고려한 농업생산 및 가축생산을 목적으로 하고 있으며, 그 대표적인 방법으로는 화학비료의 사용을 줄이고 질소를 고정, 생산하는 두과목초를 활용한 가축생산체계를 추진하고 있다.

3) Silvopastoral system

과잉생산되는 식량자원을 억제하면서 수입에 의존하는 목재생산을 향상하고 환경보존에 공헌하는 토지이용시스템을 확립하려는 agroforestry system의 일환이다. 영국에서는 임업과 초지 및 사료작물이 결합되어 가축을 생산하는 정

책을 추진하고 있다. 이에 대한 연구를 농업환경조건이 다른 전국 7개지역에서 공동으로 동시에 실시하고 있다.

4) 조건불리지역, 산악열등지역(Less-favoured areas, LFA)

아주 불량한 기후와 지형, 불량한 토질 및 경제의 중심지로부터 원거리에 있는 지역인 산지 또는 임지를 이용해서 임간방목으로 축산물을 생산하고 있다.

이상에서 유럽은 이미 오래전부터 환경이나 자연자원을고려한 농업생산, 가축생산에 대하여 연구해 왔다. 화학비료를 줄이고 두과목초를 활용하여 화분과목초 + 두과목초혼합처리구와 화분과목초+ 질소비료처리구간에 산유량 및 경제성에 미치는 영향, 그리고 육우에서 증체량 및 에너지효율에 미치는 영향을 검토하고 있다. 또한 upland(구릉지)에서의 질소시비량과 방목강도를 달리하여 면양사육에 대한 검토를 하고 있다.

나. 일본

“연구개발의 필요성”에서 서술한 바와같이 임간방목으로는 Hokkaido의 Asahikawa시 근교에 있는 Saito 목장(젖소목장)이 대표적인 예이다. 한편, 일본의 경우는 이미 단순한 환경친화형 축산물생산을 한다는 수준을 넘어, 초지축산의 생산기반을 확충하기 위하여 초지자원의 평가와 정비법, 사료생산기능의 해명과 강화기술, 초지의 공익적 기능의 해명과 평가법 및 초지축산기술의 체계적인 평가법의 확립을 지향하고 연구중에 있다. 이를 위하여 지리정보시스템등을 이용한 축산적 토지이용의 변천, 경관 simulation에 의한 목장의 최적배치방법, 목초의 물질생산기능의 평가, 사료목의 혼생초지의 개발, 초지의 amenity 기능의 평가, 초지축산경영에서의 기술의 경영적인 평가의 연구를 진행중에 있다. 또한 자연환경과 조화를 이룬 초지생산을 위해 사료작물에 의한 축산폐수의 정화처리기술, 지구온난화가 사료작물이나 초지의 사막화에 미치는 영향 그리고 반자연초지에서의 생물다양성평가에 대하여도 연구하고 있다.

다. 미국

미국의 Agroforestry system는 야생동물보호와 생물다양성을 통한 환경친화형 농업에 중점을 두고 있다. 여기에는 windbreak system, 작물생산 시스템, silvopastoral system, 삼림업시스템, biomass 생산등을 포함하여 아주 다양하게 접근하고 있다. 이러한 문제는 Sustainable Agriculture Research and Education(SARE) program을 USDA(미국농무성)에 두고 8개의 지역(Regional Contacts)으로 구분하여 지역 특성에 맞는 연구를 진행하고 있다.

축산의 경우 지금까지 행하여 왔던 생산성향상중심의 집약적 축산에 대한 반성에 서서 자연친화적이고 물질이 자연생태계 순환에 적합한 방목중심의 축산이 동북부를 중심으로 활발히 이루어지고 있다.

라. 기타 나라

1) New Zealand 및 Australia

이지역은 환경친화형 농업의 중심이 초지축산으로서 초지와 나무의 혼목림에서 가축의 생산 및 나무의 정착 그리고 식생의 변화 토양의 이화학적 성질 조사 및 기후등을 동시에 연구하고 있다.

2) 중국

"Great green Wall"로 알려진 이 정책은 protection forest system이 주요골자이다. 북서지방(North west)의 인구증가와 더불어 바람, 모래폭풍, 사막화 토양유실등의 자연재앙으로 생태적 균형이 심각하게 파괴되고, 생산성이 낮고 불안정하여 균형이 깨지기 쉬운 농업적 생태계를 갖고 있다. 이를 위해서 이미 1978년부터 2000년까지 이 연구를 진행하고 있다. 그러나 중국의 경우 축산적 이용에 대한 부분에 대한 관심은 경제적 여건상 낮다고 할 수 있다. 반면 오래전부터 초원(자연초지)에 가축방목을 통한 축산물생산은 고전적이지만 환경친화형 축산의 대표적인 방법이라 할 수 있다.

마. 한국

농산촌의 조건불리지역의 경우 이 지역내의 많은 한계농지가 유희화되고 황폐화와 환경오염문제로 이어지고 있다. 우리나라에서 조건불리지역에 해당하는 경지면적을 보면 274,479ha으로 추정하고 있으며(김 및 이, 1996), 대부분이 산지 또는 임지이므로 산지의 축산적 이용에 대한 기술적 검토가 필요할 것으로 사료된다. 그러나 실제로 산지 또는 임지에서의 임간방목에 대한 기술이 전혀 연구되어 있지 않다.

농수축산신문(1993.8.18)에 “산비탈 초지조성 한우사육”, 축산신문(1996.10.24) “육우, 유우산업과 초지의 경제성”이라는 주제로 간담회 한 정도이다. 근래와서 정책적 측면에서의 내용을 다룬 “농산촌 조건불리지역의 경제활성화를 위한 직접지불정책의 개발”이라는 심포지움(1997 10, 강원대학교)이 있는 정도이다. 또한 한국축산학회주최 “한국형 환경친화적 축산업 발전 대책” 심포지움이 개최되었으나 산지경사지에서의 축산에 대한 것은 전혀 언급되지 않았다

이상에서와 같이 선진축산국은 환경친화형 축산에 대한 개념이 단순히 깨끗한 축산물을 생산한다는 것이외에 국토보존이라는 새로운 개념이 도입되어 연구가 진행되고 있다. 그러나 우리나라는 아직도 정책적인 차원에서 원론적인 내용만 다루어지고 있는 정도에 불과하다. 선진국은 환경친화형농업으로서 중산간지역에서의 산지 및 조건불리지역 등을 이용한 임간방목(초지축산)에 관한 기술개발이 국가적인 차원에서 활발히 이루어지고 있으나 우리나라는 기술개발이 전무한 실정이다. 따라서 농촌에 그리고 축산농가에 실제로 공급가능한 산지축산기술 모델을 개발하는 것이 아주 시급하다.

2. 앞으로 전망

가. 외국의 사례에서와 같이 축산에 있어서 임업과 공존하는 임간방목을 통한 축산물생산은 증가할 것임

나. 산지가 많은 우리나라의 경우 대표적인 환경친화형 농업으로 발전할 것임

3. 산림내 경제성 작목별 산림농업 연구

우리나라 산림농업에 대한 연구는 80년대 다목적 산림경영에 대한 관심이 커지면서 산지에서의 초지조성 및 방목에 관한 연구와 다목적 경영모델에 관한 연구가 이루어지면서 시작되었다. 이후 산림농업 연구는 90년대에 작목별 산지 재배기술 및 경영모델 개발에 주안을 둔 연구가 실시되기 시작하였으며, 최근에는 여러 작목을 혼작한 경영자 위주의 산림복합경영 형태의 연구와 지역 위주로 산촌지역에서의 단기 임산소득원 개발 연구가 활발히 이루어지고 있다. 2000년대에 들어서면서 산림농업에 대한 연구는 기술적인 면, 경제적인 면, 제도적인 면에서 활발하게 이루어질 전망이다.

가. 단기소득 임산작목

우리나라에서도 산림농업은 오래 전부터 시행되어 왔으나 학문적으로 체계 를 갖추어 연구하기 시작한 것은 근래에 이르러서이다. 산림농업은 상대적으로 인구가 많고 토지가 부족한 동남아시아 국가에서 산지에 간작재배형태로 활발히 이루어지고 있으나, 우리나라에 적합한 산림농업 모델 개발은 세계 온대지역 여러 나라에서 시행하고 있는 산림농업 시스템 중에서 발전시켜 나아가는 연구가 필요하다고 하겠다.

국립산림과학원은 1990년부터 단기소득 작목에 대한 산림농업관련 연구를 시행해 왔다. 1990년부터 1995년까지는 “단기임산 신소득원 개발에 관한 연구”를 수행하였으며, 이 연구에서 임산 식·약용자원 총 21작목에 대해 과종적기, 재배방법 및 재배적지 등 자원증식법을 개발하였다. 1996년부터 1997년까지는 “산림유용식물 대량재배경영모델 개발”에 대한 연구에서 두릅나무 축성재배 및 생산비 절감방안, 곰취 산지재배법 개발, 그리고 큰조롱 산지재배법을 개발하였다. 또한 1996년부터 1998년까지 “인삼임간 청정재배 경영모델 개발”에 대

한 연구에서 임간인삼의 재배적지, 묘삼식재 방법, 종자과중 방법, 생육상황 등을 파악하고 밭재배 인삼과 장뇌삼과의 성분을 비교분석하였다.

국립산림과학원에서 연구한 재배작목은 인삼 임간 청정 재배를 비롯하여 장뇌, 두릅, 곰취, 큰조롱의 생산에 관한 연구를 수행하였고, 임산약용식물인 삼지구엽초, 족도리풀, 삼주, 백부자, 임산식용자원으로 두릅나무, 산마늘, 임산도료로 옷나무 등에 대한 시장성과 경영 분석에 관한 연구 및 옷, 고로쇠, 도토리에 대한 생산성과 수익성을 분석한 바 있다.

산지인삼이나 약용식물 및 산채의 임간 재배 실험 결과, 활착률은 양호한 것으로 나타났으나 아직 생산농가에서 실현되지 못하고 있는 실정이어서 산림청의 기술지원 및 단지화가 필요한 것으로 분석되었다 (산림청, 단기 임산 신소득원 개발에 관한 연구 I, 1994). 산지재배를 위한 실험은 국립산림과학원에서 단기 임산물소득원 개발 연구의 일환으로 추진한 바 있다(1993).

실제 산림작업과 산채류 생산과의 관계는 산림작업이 산지에서 단기 임산물의 생산성에 미치는 연구가 일부 이루어졌으나 (산림청, 국유림경영 현대화 산학 협동 실연 연구 III 1992, IV 1993, V 1994, VI 1995, VII 1996, VIII 1997, IX 1998), 재배적인 측면의 산림 보육 작업기술은 아직 발달되지 못하였다. 그러나 이러한 연구는 재배의 가능성을 검정하였을 뿐 실제 적용을 하지 못하여 상품성, 경제성 및 생산성 분석을 위한 적정규모의 생산 사업이 실현되지 못하고 있는 실정이다.

산림내에서 산채류 생산 연구보고(김갑태 1996)에 의하면 임내에서 더덕의 재배가 가능한 것으로 판명하였고 더덕의 발아촉진 방법으로는 김갑태와 추갑철(1994)이 지베렐린 처리에 의해 발아율이 증진될 수 있음을 이론적으로 밝혔다. 그러나 현재 일부 농가에서는 종자에 대한 별도의 발아촉진처리 없이 개별지에 추파(秋播)하여 다음해 봄부터 더덕을 생산하는 실용적인 방법을 자체 개발하여 실제 상품화하고 있으므로 이러한 산림농업 기술을 개발하기 위한 여지 및 이의 실제 적용은 충분한 가치도 있다.

현재까지 이루어진 연구과제와 주요연구과제 내용을 요약 소개하면 다음과

같다.

- 산지의 복합경영 사례조사(89, 유진우 등 2명, 임업연)
- 단기임산 신소득원 개발I(90-92, 최민휴 등 29명, 임업연)
- 단기임산 신소득원 개발II(93-95, 심동로 등 16명, 임업연)
- 산림의 다목적 경영모델 개발(91-93, 이흥균 등 7명, 임업연)
- 산림유용식물 대량재배 경영모델 개발(96-97, 이진상 등 15명, 임업연)
- 인삼 임간 청정재배 경영모델 개발(95-98, 김규현 등 7명, 임업연)
- 한계농지를 이용한 고소득 작목 개발과 농산촌 주민의 소득 증진방안에 관한 연구 (97, 이돈구 등 4명, 서울대)
- 조경수·분재·야생화 생산 및 유통실태와 정책대안 (99, 최관 등 4명, 경북대)
- 임산약용자원을 활용한 농산촌지역 소득증대 방안연구 (99, 장철수 등 6명, 농경연)

1) 단기임산 신소득원 개발('93~'95, 심동로 등 16명, 임업연)

- 임산 식·약용자원 연구개발
 - 연구대상 작목: 총 21작목
 - 식용작목: 산나물, 모시대, 드릅나무, 왜우산풀, 참죽나무 등
 - 약용식물: 족도리풀, 삼지구엽초, 현호색, 산지인삼 등
 - 연구내용
 - 자원증식법 개발: 과종적기, 재배방법 및 재배적지
 - 채종포조성 및 산지실연재배
 - 선도농가육성재배: 5작목 (산마늘, 영아자, 참죽나무, 족도리풀, 삼지구엽초) 710 m²
 - 생산성 및 시장성조사
 - 성분분석
 - 우량개체선발
 - 농가보급 유망작목 선정

- 식용자원(4작목): 산마늘, 두릅나무, 참죽나무, 고려엉겅퀴
- 약용자원(3작목): 가시오갈피, 큰조롱, 삼지구엽초

2) 산림유용식물 대량재배 경영모델 개발('96~'97, 이진상 등 15명,임업연)

- 두릅나무 축성재배 및 생산비 절감방안 개발
 - 발아촉진제 처리를 이용한 축성재배법 개발(월1회→월2회)
- 곰취 산지재배법 개발
 - 유기재배법으로 생산한 곰취는 자연산 곰취와 성분이 유사하여 고소득 작물로

다량 재배가능

- 큰조롱 산지재배법 개발
 - 자원증식방법 규명: 종자파종(150~500립/m²), 종근식재(10~15본/m²)
- 고로쇠 수액 채취량 및 경제성(120본/ha 기준)
 - 채취량 및 가격: 2,346ℓ/ha, 27,000원/18ℓ
 - 성분: 당도 1.8%, 무기물 0.02%, 5.75Mg(mg/ℓ), 49.8Ca(mg/ℓ)
 - 조수입: 3,821천원/ha, 연간소득: 2,571천원/ha, IRR: 12.6%

3) 인삼 임간 청정재배 경영모델 개발('95~'98, 김규현 등 7명, 임업연)

- 재배적지
 - 기후: 연평균기온 0~10℃, 여름철 생육적온 20~25℃내외
 - 방위: 동향, 북향, 동북향이 유리
 - 지형: 약간 경사진 곳(물 빠짐 양호)
 - 토양: 비옥한 임지로 토심이 깊은 양토, 토양산도 pH 6.0내외인 토양
 - 상층목 울폐도: 상층목수고 10m내외, 수관울폐도 90%내외
- 묘삼식재
 - 식재시기: 3월 하순~4월 초순
 - 식재요령: 묘삼을 일정한 간격(20cm)으로 놓은 뒤 묘삼의 머리(뇌두) 부분이 약

3~4cm정도 묻음

- 종자파종(산지직파)
 - 파종시기: 추파-당년 채종한 종자정선⇒발아촉진 처리 후 11월 직파
춘파-봄에 파종(종자보관: 건조 및 얼음주의)
 - 파종요령: 한곳에 2~3립의 인삼종자 파종하고 흙을 0.8cm정도 덮음
- 생육상황 및 성분분석
 - 발재배 보다 더디나 산삼과 비슷하게 가늘고 길게 자람
 - 묘삽이식 출아율: 식재당년(77.5%) → 2년차(62.4%) → 3년차(48.6%)
 - 종자직파 발아율: 파종1년 후(80%내외)
- 장뇌삼과 인삼에 있어 농약과 유기질비료 사용 차이점
 - 임간재배 인삼(장뇌삼): 농약과 비료시비 없음
 - 발재배 인삼: 농약 시비는 1년 6회, 비료시비는 2-3회/총 재배기간
- 성분분석(5년근): 사포닌 함량이 장뇌삼이 발재배 인삼의 1.3배

<표 2. 1> 재배지별 인삼성분 비교.

구분	사포닌(%)	전당(%)	조지방(%)	조섬유(%)
임간재배인삼	8.61	10.8	1.3	8.7
발재배인삼	6.98	9.1	1.0	6.5

- 가격
 - 임간재배인삼(10년근 기준): 80,000원(\$59)-400,000원(\$296)/1 뿌리
 - 발재배 인삼(6년근 기준): 3,500원(\$2.6)/1 뿌리

4) 임산약용자원을 활용한 농·산촌지역 소득증대 방안연구('99, 장철수 등 6명, 농경연)

- 품목별·연도별 수급실태 분석
 - 유통 및 소비실태 분석

- 자연산 및 재배산의 가격실태 분석
- 품목별 수요량 추정
- 약재시장 : 경동시장(40%), 제천(20%), 대구(15%), 영천(15%), 부산(10%)
 - 약재시장은 산지시장과 소비시장으로 구분
 - 산지시장(생산물 수집단계) : 제천, 연천, 금산, 영주 등 지역의 5일장
 - 생산과정은 농림부 통제, 유통과 소비과정은 보건복지부 규제
- 약초가격
 - 자연산 > 재배산
 - 소비지(약재상) 가격이 산지가격의 3~4배
 - 10년간(1986~1996)가격변동은 더덕, 시호를 제외하고는 상승 추세

<표 2. 2> 산채의 수요함수 산출.

품목	시호	독활	음양곽	백출	복령	더덕	오가피	오미자
가격탄성치	0.03	1.09	1.08	0.68	0.66	0.04	0.60	0.60
소득탄성치	1.06	3.81	3.81	4.37	5.92	1.90	2.07	0.34

- 한약재 관련업체
 - 한약재 제조업소 170개소(제약협회 58.3%, 한의사협회 25.3%, 한약협회 12.3%, 약사회 4.1%)
 - 한약재 판매업소 13,733개소(한약도매상 820개소, 한약방 2,162개소, 한약 취급약국 10,751개소)
- 주요 생산지역
 - 재배산: 경북(봉화, 영양, 예천, 영주), 전남·북(장수, 임실, 영광), 강원(정선, 삼척, 홍천, 평창, 영월)
 - 자연산: 강원(인제, 정선, 홍천, 화천, 평창), 경북(영양, 의성, 예천, 봉화)
 - 임간산: 전북(진안, 장수, 무주, 순창, 남원), 경북, 강원, 경기

- 산지재배와 노지재배의 경제성 비교
 - 노지재배가 순수익이 높은 작목 : 오가피, 오미자, 백출, 독활, 시호
 - 산지재배가 순수익이 높은 작목 : 더덕, 복령, 음양곽, 장뇌
 - 노지재배가 수확량은 많으나 가격이 저렴함
- 농·산촌 소득증대
 - 품목구성과 적정 입지배치에 따라 소득차이가 큼
 - 임간재배농가의 적정 소득규모 : 생약소득 호당 400~500만원 수준
 - 원예·특작부문 소득 구성비 농가 호당 농업수입의 42.1% 기준
 - 당귀 재배농가의 생약수입 구성비 53.8% 기준
 - 재배기간 : 작목에 따라 2~10년
 - 임간재배 농가의 안정적이고 지속적인 소득을 확보하기 위해서는 산림구조는 물론 형태, 농가의 노동력 및 자본력을 감안한 품목의 조합 필요
- 임간재배에 대한 경영의사
 - 90% 이상이 긍정적임 (사유: 노동력 절감과 농약살포에 거부감)
 - 국유림지 임대 선호 (수확시기 고려한 10~20년 장기 임대)
 - 투자 초기에 국가보조와 임대설치 확대 희망
 - 산림내 재배로 인한 관리사 설치 등 부분훼손 허용 요망
- 결론
 - 노지재배로 생산된 약초류가 수입품과 가격경쟁력을 상실하고 있는 현실에서 임간재배에 의한 무공해 청정 약초류의 생산이 농촌지역의 소득증대뿐만 아니라 산지자원의 이용도를 제고시킴
 - 임간재배를 활성화하기 위해서는 산지이용에 따른 법적·제도적 문제점을 개선하고, 유통 차별화와 품질인증문제, 생산자와 생산자단체 육성 및 지원 방안을 강구해야 함

나. 초지조성 및 방목

세계 여러 나라의 임간방목은 환경친화형 농업의 일환으로 다루어지고 있

으며, 유럽에서는 조건이 불리한 지역에서 활성화시키는 관점에서, 일본은 우리나라와 국토면적 또는 농업생산구조가 비슷하여 기본적인 방향도 유사하며, 뉴질랜드와 호주는 축산업을 기반으로 하고 있고, 미국은 생물다양성 보전이라는 측면에서 강조되고 있으며, 또한 중국은 사막화 등에 따른 피해를 억제하기 위한 것에 중점을 두고 실시하고 있다. 그러나 각 나라의 환경친화형 연구에서 나타나는 공통점은 이러한 지역이 가축의 생산물을 생산하기 위한 초지 중심의 축산적 이용이라고 하는 점이다.

국립산림과학원에서는 87년 임간 초지조성 및 방목 실태조사를 실시하여 초지조성 규모와 육우의 적정 방목 두수 및 우리나라 방목지의 적정 임상을 제시한 바 있으나, 농·산촌에 조건이 불리한 지역내 한계농지가 유희화·황폐화와 환경오염문제로 이어지고 있으며, 조건이 불리한 경지면적을 보면 대부분이 산지이므로 산지의 축산적 이용에 대한 기술적 검토가 필요한 실정이지만 산지에서의 임간방목에 대한 기술이 전혀 연구되어 있지 않다.

환경친화형 축산에 대한 개념이 단순히 깨끗한 축산물을 생산한다는 것 이외에 국토보존이라는 새로운 개념이 도입되어야 함에도 정책적인 차원에서 원론적인 내용만 다루어지고 있는 정도에 불과하므로 산림농업을 통한 실제로 공급 가능한 산지 축산 기술 모델을 개발하는 것이 아주 시급한 실정에 있다.

- 임지 개발과 산지농업 발전방향(88, 이광원, 농경연)
- 임간초지조성 및 방목실태조사(87-88, 김사일 등 7명, 임업연)

1) 임지 개발과 산지농업 발전방향 ('88, 이광원, 농경연)

산지농가의 대부분은 수도작 중심의 식량작물생산 농업을 하고 있으며, 나머지 자원을 기타 작목(엽연초, 약초, 양잠, 과수, 채소 등)에 투입하고 있다. 자연적, 경제적 조건으로 자원(노동, 비료 등)투입이 제한되어 있는 산지농가에서 자원투하 요구도가 높은 작목(토지집약적·노동집약적인 작목)을 채택하고 있는 구조상의 문제가 있다.

평지의 답은 다른 작물생산으로 전환하기가 어렵지만 산지의 답은 전지, 초

지 등 기타작물 생산지로 쉽게 전환할 수 있다. 노동생산성이 높은 경제작물이나 초지축산을 중심으로 특수부문과 결합하는 경영방향으로 나가야 할 것이다. 특히 초지축산은 산지재배가 평지보다 훨씬 유리한 것으로 수확량이 적은 전지를 대단위로 하여 과감히 토지이용형태를 초지로 전환하는 조치가 필요하다.

국토면적의 65%를 차지하는 산지를 개발하여 부족한 육류수요에 충당하고 농가소득을 증대시킬 수 있는 방향을 찾아야 함으로 적지를 선정하고 초지의 조성 및 관리에 이르는 제반 문제점을 해결하는 방안을 강구해야 할 것이다. 지형적으로 개발이 어려운 우리나라 산지 여건에 맞는 방법을 개발하고 그에 따라 단계적으로 초지조성을 확대해 나아가야 할 것이다.

기간농업과 초지축산 그리고 산림수종 6개를 대상으로 한 산림사업과 투자 분석을 한 결과 초지조성에 의한 유우사육과 속성수 재배, 경제작물 생산이 산지에서 가장 경제성 있는 이용방법 이었다. 그러나 속성수인 이태리포플러는 15년 후이나 벌채소득을 얻을 수 있는 대신에 초지축산은 매년 소득을 올릴 수 있어 초지조성에 의한 축산소득이 가장 경제성이 있는 것으로 증명되어 장래에 산지는 육우, 유우 등 축산물 생산을 위해 이용하는 것이 가장 합리적이라 생각된다.

따라서 산지를 임업 일변도 이용에서 농지, 초지, 임지, 관광 등 지역여건에 맞게 종합적으로 개발하여 산촌주민의 소득을 증대시키는 방안이 필요하며, 유실수 면적의 점진적 증대와 함께 조림, 육림, 관광, 초지, 축산, 농업개발 등에 의한 소득 및 취업기회를 확대할 수 있는 산림이용계획이 필요하다고 하였다.

2) 임간 초지조성과 방목실태조사 ('87~'88, 김사일 등 7명, 임업연)

임간초지의 방목실태를 조사하여 ha당 적정본수, ha당 방목두수, 생초수확량을 구명하기 위해 67개소를 조사한 결과 임간초지의 임상은 소나무 리기다 소나무가 81%,영급별로는 II~III영급이 91%, 경사도는 15°~25°가 80%, 조성면적은 10ha 미만인 82%였다.

임간초지 조성시 ha당 방목가능두수는 2두, 연간 방목가능일수는 150~180일로

분석되었으며 소나무의 적정 잔존본수는 생초 20M/T 생산을 기준으로 할 때, 15년생은 800본, 20년생 600본, 25년생 400본, 30년생 300본, 35년생 200본으로 분석되었으며 소나무 40년 벌기로 경제성을 분석한 결과 내부투자 수익율이 일반임지는 8.0%, 임간초지는 8.7%로 나타나 임간초지의 경제성이 다소 높았다.

4. 지역별 산림농업 연구

최근에 여러 작목을 혼작하는 경영위주의 산림복합경영의 연구와 지역위주로 산촌지역에서의 단기 임산소득원 개발을 목적으로 하는 산림농업의 기술적인 면과 사회적인 면이 혼합된 시스템적인 면의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 여기에서는 지역개발위주와 산촌지역개발과 산림농업과 연계된 연구내용을 연구과제와 과제별로 주요 연구결과를 요약하였다.

- 산촌종합개발 정책방향과 추진체계(95, 이광원 등 2명, 농경연)
- 농촌 생활환경 정비정책의 효율적 추진방안(97, 박시현 등 2명, 농경연)
- 자연친화적 산지개발을 위한 경제성 제고방안(98, 최영국 등 8명, 국개연)
- 녹색관광과 산촌활성화(99, 김성일, 서울대)
- 복합산림경영의 추진방향(99, 김의경, 경상대)
- 산촌 유형별 개발모델 연구(99, 유병일 등 4명, 임업연)

가. 지역개발위주의 산림농업 연구

1) 농촌 생활환경 정비정책의 효율적 추진방안('97, 박시현 등 2명, 농경연)

산촌종합개발사업 정책을 개발하는데 활용할 수 있는 자료가 될 것으로 생각되어 여기에 소개하고자 한다. 농촌 생활환경 정비정책은 1,236면을 대상으로 실시하고 있으며, 개발사업의 내용은 다음과 같다.

- 농촌정주생활권 개발사업(773면)
- 정주권 개발사업
- 문화마을 조성사업
- 농촌마을 상수도 설치사업
- 생활환경 개선사업
- 농촌 생활용수 개발

<표 2. 3> 농촌 생활환경 개선사업.

구 분	해당구역	사업비
정주권 개발	773면	30억/면
오지 개발	403면	20억/면
도서 개발	53면(449도서)	10억/도서
기 타	7면	-
계	1,236면	

<표 2. 4> 연대별 농촌 생활환경 개선사업.

년 대	70년대	80년대	90년대	
			전 반	후 반
사 업	새마을사업 (기초환경개선)	농촌종합개발 도서·오지개발 (종합개발)	농촌생활환경정비정책	
			면단위	마을단위
				산촌개발사업 (마을단위)
소관부서	내무부	내무부 농림수산부	내무부 환경부 농림부	내무부 농림부 환경부 산림청

- 대상지역 선정 →개발계획 선정 →대상사업 선정 →사업실행 →사후관리

<표 2. 5> 농촌 생활환경 개선 사업별 추진현황.

권역별 사업	부서	추진현황
정주생활권 개발사업	농림부	'90.4 농어촌 발전 특별 조치법(대상면:772면) '94.12 농어촌 정비법 사업내용: 농촌지역생활환경, 산업기반, 편익·복지시설
오지종합 개발사업	내무부	'88.12 오지개발 촉진법(대상면:400면) '90.7 오지종합개발 10개년(90~99)계획 사업내용: 생활기반시설, 산업시설, 문화복지시설, 국토보전시설, 주거환경개선

- 군 → 면 → 마을

- 권역별 개발방식과 사업별(농어촌도로사업, 농어촌주책개량사업, 생활용수 개발 사업, 마을하수처리사업 등) 개발방식의 병행하였으며 본 사업의 개발 방향은 정주권 개발사업으로 가능한 사업을 메뉴화하여 지역특성에 맞추어 선별 추진토록 유도하고 있으며, 중심마을 집중개발(집중적 종합개발)과 지역 특성사업으로 실시하고 있다. 사업내용은 다음과 같다.

- 정주권 개발사업(9개 부문)

- 마을기반정비
- 농어촌도로
- 문화복지시설
- 농어촌산업개발(개별사업)
- 생산기반정비(개별사업)
- 농어촌 용배수
- 환경보전시설
- 재해방지시설
- 농어촌주택(용자)

※농어촌 도로개발위주 사업과 주택용자 사업으로 진행(주민요구/추진용이)

정주권사업과 개별사업과 연계추진이 부진한데 그 이유는 중앙부처 중심의 수직체제로 시군의 담당부서가 다르기 때문이다. 산촌종합개발사업과 연계하면 국유림경영과 사업과 사유림지원과 사업연계가 필요한 부분이라고 볼 수 있다. 또한 사업계획과 실행의 차이가 큰 이유는 예산부족, 주민협조부족, 사업추가 등이며, 개발계획의 구속력도 행정기관(지침/ 예산통제/ 행정지도)은 있지만, 주민에게는 법적 구속력이 없기 때문이다. 본 사업 실시결과 정주권 개발사업

은 주민 숙원사업 해결에 많은 역할을 하였지만, 그러나 계획적 농촌공간의 재편은 효과가 낮았다.

<표 2. 6> 생활환경 정비정책(한·일 비교).

국 별	한 국	일 본
사업수	· 종합사업(1) · 단위사업(3)	· 종합사업(4)-단위사업(4×20)
대상지역	· 정주권대상면-종합(1), 단위(2) · 전농촌 - 단위(1) ※산촌개발사업(오지산촌)	· 전농촌 ※중산간지역은 별도대책

- 각 부처 역할정립 -유사중복성은 되도록 피하는 방향

본 사업의 기본방향은 1. 농촌 공간정비에 관한 부처간 역할 정립, 2. 사업 추진을 위한 제도 정비, 3. 개발사업의 추진방향 및 추진방식(정책수단)의 변화라고 할 수 있다. 부서간 역할 정립도 일정지역에서 이루어지므로 지지체가 공급의 주체가 되지만, 그러나 재정 빈곤과 지역차(불균형)로 중앙정부 개입이 필요하고, 농림부가 주도가 되는 부처간 역할정립이 필요하다.

<표 2. 7> 부처별 농촌지역 정비사업 현황.

부 처	정책목표	정책기조	사업규모	중점사업
농림부	농업 농촌공간 종합적 정비	효율성	중대규모	농촌공간의 종합적 정비사업
산림청	산촌공간 소규모 종합적 사업	효율성	소규모	산촌공간의 종합적 정비사업
내무부	소규모 지역 개발사업	형평성	소규모	낙후지역 개발 주민숙원사업 해결
환경부	농촌지역 환경보존	효율성	대규모	환경보존시설 설치

○ 마을계획수립의 제도화

정주권 개발사업 추진방식도 읍·면에서 중심마을 (3~4개리) 사업대상지역을 축소하고, 산촌개발 지정제도를 도입하여 사업내용을 한정할 필요가 있다. 단, 소득원 지원사업은 다른 정책사업으로 실시됨으로 제외한다.

<표 2. 8> 부처별 마을계획제도의 입장비교.

부 처	입 장
내무부	· 개별법에 의한 사업추진 선호 · 마을계획제도 필요성 적음
농림부	· 개별법에 의한 사업추진 선호 · 마을계획제도 관심 부족 · 마을계획제도 추진시 건교부와 마찰 예상
건교부	· 농촌중심지 계획 수립(면급 도시계획 및 취락지구 개발계획) · 실제 정비사업 안됨
지자체	· 예산부족과 사업추진 어려움 · 주민행위제한 회피
산림청	· 개별법에 의한 사업추진 선호 · 마을계획제도 관심부족

※도입사유 : 마을정비는 공공적 기반정비와 민간부분의 주택정비가 조화되어야 함. 주민의 무분별한 주택정비를 방지함.

<표 2. 9> 정주권 개발의 장려사업과 억제사업.

장려 사업	억제 사업
<ul style="list-style-type: none"> · 마을기반정비 · 마을간 도로교통 개선 · 공공시설 정비 · 공공시설 용지 확보 · 농촌환경보존 및 재해방지 시설 	<ul style="list-style-type: none"> · 소득원 지원시설 <ul style="list-style-type: none"> - 농산물 집하장 - 농기계 수리소 - 농산물 가공공장 - 농공단지 조성 - 미곡종합 처리장

본 사업의 다음사항을 개선해야 한다고 하였다. 농촌주택개량자금 지원은 별도 사업으로 추진하고, 농어촌 구조개선 특별회계의 용자자금으로 지원하며, 타산업과의 연계방안을 제시(생산기반 정비사업, 도로사업, 농촌생활정비사업과 연계)하여 정주권 개발계획을 개선한다. 중심마을의 재정비 통합으로 문화마을 조성사업과 통합방안을 모색하고, 주민주도 농촌마을 정비사업의 지원이 필요하다.

- 사업추진주체 : 지자체 → 주민 (공공주도방식에서 민간주도형으로)
- 사업대행 : 위탁형태 (주민 → 지자체, 농협, 농진공, 임협)
- 정부지원 : 기반시설정비비용 지원, 농지·산지 전용절차 간소화, 전용 부담금 완화, 주택개량·신축 유자지원(사유: 공공성과 수익성 없음)

2) 자연친화적 산지개발을 위한 경제성 제고방안 ('98, 최영국 등 8명, 국개연)

- 자연친화적 산지개발의 기본방향
 - 산지가 갖고 있는 쾌적성을 담보함과 동시에 적절한 경제성을 가짐.
 - 산지를 이용한 택지조성의 질 향상과 다양한 주거환경 확보
 - 산지개발을 통한 사업자의 수익성은 자연환경의 쾌적성을 우선하는 개발 방식으로
 - 수요자의 구매력을 증대함
- 산지개발의 관한 국민의식조사
 - 산지에 건설된 주택에 대한 생각은 생활의 편의성보다 자연과 잘 조화된 쾌적성을 선호함
 - 도시적 용도의 토지확보의 우선순위는
 - ① 기존도시의 집약적 이용
 - ② 산지이용 및 매립
 - ③ 농지전용

· 바람직한 산지개발을 통한 주택은 단독주택을 위주로 한 주택 및 저층의 연립주택 선호

- 산지에 쾌적한 주거환경 확보시 통근시간 15분 정도 더 할애할 용의가 있음
- 산지에 쾌적한 주거환경 확보시 기존 주택가격의 9% 더 지불할 의사 있음

○ 자연친화적 산지개발의 경제성 분석

· 대규모개발(10만평 이상)의 경우, 기존 개발지역 지가수준보다 10%감소할 경우에 자연친화적 개발(용적율 100%이하, 진입도로 3km 개설)도 사업성 있음

· 중규모개발(5만평)의 경우 지가수준 10% 감소시 용적율 100%, 진입로 2km개설도 사업성 있음

· 소규모 개발(2만평)의 경우 사업성 없음. 이 경우 집락개발을 유도하면 가능함

○ 제도적 개선방향

- 자연친화적 공사 활성화는 건설공사비 절감과 제도개선이 필요
- 개발 가능지에 대한 기반시설에 정부투자가 선행됨으로 공사비 부담을 줄임
- 산지적용시 도로 폭과 구배에 대한 기준을 기존 택지개발시와 달리 적용
- 산지적용시 지하주차장은 지상 타워식으로 유도하고, 주차타워는 용적율과 건폐율도 제외

· 산지개발인허가 서류의 간소화와 인허가기간을 단축하고, 개발관련업무를 지방으로 이관

- 산지개발 지침을 만들고 이를 준수하는 사업은 환경영양평가를 생략함

· 산지개발 관련부담금 면제조항 완화(면제 산지비율 70%이상, 50%이상은 차등면제)

3) 산림복합경영의 추진방향 ('99, 김의경, 경상대)

1999년부터 산림청에서는 산림복합경영을 하는 사람에게 정부보조 및 용자 지원을 시작했으며, 시범적으로 실시한 우수 재배자 3인을 선정하여 리플렛 형

태의 홍보물을 제작 배포하는 등 산림복합경영사업에 비중을 두기 시작했다. 산림청은 산림복합경영을 용재생산을 목적으로 하면서 중단기 소득을 얻기 위한 경영형태로 규정하고 있어서 산림농업에 가까운 정의를 채택하고 있다.

국제 산림농업 연구협의회의 정의에 의하면 「동일한 토지경영 단위에서 특정한 공간적 배열이나 연속적 시간을 띄면서 농작물이나 가축 대신에 수목을 사용하는 토지이용체계나 기술을 지칭하는 용어로서, 각기 상이한 구성 요소간에 생태학적 또는 경제적 상호작용을 갖는다」라고 기술되어 있다. 산림농업은 지구상에 6000년 이상의 오랜 역사를 가지고 있는 토지이용체계로서 최근 들어 열대지역을 중심으로 새로운 각광을 받기 시작하였으며, 온대지역에서도 그 가능성이 새롭게 인식되고 있다.

산림농업과 관련하여 중요시되는 점을 열거하면 첫째, 산림농업이 임업이나 농업의 단일 경작보다도 생물학적 생산성이 높고, 둘째로 산림농업이 일부 지역에서는 임업이나 농업의 단일 경작보다도 수익성이 높을 수 있으며, 셋째로 산림농업이 임업이나 농업의 단일 경작보다도 좀더 지속가능하며, 넷째로 구성요소인 수목, 경작물, 가축 등이 산림농업시스템으로 들어올 경우 각각의 독립적인 행동을 가지고 그 효과를 예측할 수 없다는 것이다.

이렇듯 산림농업은 복수의 작목을 경영한다는 차원이 아니라, 재배작목 상호간의 생태학적인 이로운 점을 극대화시켜 우리가 원하는 생물학적 생산량을 극대화시키고, 궁극적으로는 경제적 이익도 최대화할 수 있는 새로운 기술이나 토지이용체계로 인식해야 한다.

산림은 다양하게 사용되어 왔다. 방목지로 사용되고 과일, 꿀, 야생동물 등 식량자원을 얻기도 하고, 식물에서 의약품의 원료를 채취하기도 하였으며, 목재생산을 얻었다. 최근에는 국토의 보전으로서 수자원 함양과 레크리에이션의 쾌적한 자원으로서의 이용의 중요성도 커지고 있다. 산업화에 따른 일반적인 추세는 산림이용이 부산물 위주에서 목재생산 위주로 바뀌어 간다는 것이다.

그러나 우리나라의 경우는 임산물 생산액 가운데 산림부산물이 차지하는 비중이 높아 이에 대한 관심이 높아져, 최근에는 복고형 농업이라고 할 수 있

는 자연식이나 건강식과 관련된 임산물로서 더덕, 자작, 고로쇠 수액, 두릅, 도토리묵, 대추, 솔잎가루, 산채, 팽, 숯, 장뇌 등이 소비도 높고 값도 더 받을 수 있어 각광을 받고 있다. 그리고 비목재 임산물로서 그 동안 시장성이 없거나 그 활용가치가 알려져 있지 않아서 미이용 작물 가운데 점점 시장성이 확보되어 이용가치가 높아지는 야생화, 관상수, 약용식물 등이 있다.

80년대 들어서면서 우리나라 산림여건상 목재생산을 통한 소득 기대는 매우 어려워지게 되었다. 그전에는 간벌목을 생산하여 죽장목이나 해태목으로 판매하여 어느 정도 수입을 올릴 수 있었으나, 인건비 상승과 대체재의 보급으로 주벌까지 사이에 생산 소득을 기대하기 어려워졌다.

그에 대한 대응방안으로 주벌수확 이전에 산림에서 소득을 얻는 방안이 절실하게 되었다. 90년대 들어서면서 비목재 임산물에 대한 새로운 수요 창출이 가능해지게 되면서 산림의 이용과 경영에 대한 관심이 고조되면서 산림복합경영의 필요성이 더욱 부각되었다.

산림복합경영의 목적은 토지의 공동이용, 생산물의 공동이용, 노동력의 공동이용, 생산수단의 공동이용, 위험분산, 자금회전 등을 열거할 수 있다. 산림복합경영의 발전을 위해서는 산림부산물에 전국적인 수요가 있거나 아니면 수요가 계속 증가할 것으로 예상되는 품목을 우선 선정하는 것이 필요하며, 지속가능한 산림경영이면서도 복합경영의 형태를 취할 수 있는 산림농업의 중요성을 강조하였다. 복합경영의 대상품목은 보완관계나 포함관계에 있는 작목을 선택하여 재배하는 것이 필요하며, 재배기술은 국가 차원에서 정립해 주는 것이 필요하다고 하였다. 비목재 임산물에도 목재에서와 같이 인증제도를 도입하여야 한다.

산림복합경영은 단순히 목재생산을 통한 소득이 오랜 세월이 걸리기 때문에 그 중간에 소득을 얻는다는 측면도 생각할 수 있으나, 보다 근본적으로는 비목재 임산물에 대한 새로운 수요가 자연식품이나 건강과 관련하여 대두하는 현실을 감안하면 비목재 임산물에 대한 인증제도 도입이 바람직한 경영방법이라고 하였다. 90년대 들어서서 비목재 임산물에 대한 새로운 수요가 창출되고

있는 현실을 감안하여 산림복합경영으로 임업소득이 증대되고, 산림투자도 활성화될 것이다.

나. 산촌지역 개발과 연계된 산림농업 연구

1) 산촌종합개발 정책방향과 추진체계 ('95, 이광원 등 2명, 농경연)

산촌의 경제적 위치는 전 국토면적의 40%, 경지면적의 21.7%, 농업생산의 20%를 차지함으로써 개발 가능성이 높은 것으로 나타났다. 산촌주민 중 산림 소유자가 10~20%로 산지소득을 높이고자 하면 산지를 활용할 수 있는 권리 즉 이용권 제도가 필요한 것으로 판단하였다.

산촌개발의 문제와 발전방향을 서술하면 산촌은 도시와 공간적 거리가 멀기 때문에 시간적인 면에서 거리의 단축이 필요한데 이것은 사회·경제적으로 발전함에 따라 자연적으로 해소되는 추세에 있다. 가장 문제가 되고 있는 부문은 산촌 소득이 열악하기 때문에 생활환경적인 면에서 불리하여 이주하는 인구가 많아지고 있다는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 도시와 산촌의 상호보완적인 역할을 할 수 있는 산촌의 산업과 자원이용 및 개발이 무엇보다도 시급하다고 하겠다.

풍치관광림으로 개발하여 야외 레크레이션 장소 제공을 하거나, 산림농업의 형태로 산지를 이용한 단기 소득작목 (약초, 버섯, 한봉, 축산 등)의 재배기술 및 경영기술을 확립함이 필요하다고 하였다. 이와 같은 개발에는 농외소득(숙박, 노임 등), 농산물 외 특산물 소득, 장기적인 임업(목재생산)사업에 단기소득을 부여하는 등 긍정적인 면이 수반되고 있으나, 개발지역에 환경오염을 유발하거나 부재산주의 소득증대로 산촌민 소득과는 직결이 안 되는 부정적인 면이 발생할 수도 있다.

또한 환경보전적 측면에서 산림이용을 규제하고 있는데, 산림농업을 권장하는 범위내에서 산림이용권을 부여하거나 산림이용 임차제도 등을 신설함으로써 이용규제를 완화하는 것이 필요하다고 하겠다. 이와 같은 규제완화는 산림이용의 확대, 산림소유자격 제한, 산림투기 억제 효과 등의 긍정적인 면이 있

지만, 이 또한 산림소유자의 장기 임차 거부, 재산증식방법의 하나로 이루어지고 있어 개인 재산권을 제한한다는 부정적인 면도 포함하고 있다. 산촌 종합개발 정책방향과 추진체계는 다음과 같은 지역특성과 공공투자사업의 계획과 시행 하에 이루어져야 한다.

행정자치부에서 지원하고 있는 오지개발사업이 산촌개발사업과 중복될 소지가 있기 때문에 오지에 대한 개념을 명확히 할 필요가 있다고 하였다. 여기에서 오지에 대한 정의를 알아보면 다음과 같다.

· 오지(奧地)란 :

도시에서 상당히 거리가 떨어진 지역

교통이 불편하고 주민의 소득수준과 생활수준이 현저히 낮은 지역 (오지개발촉진법 제2조)

시와 경계를 접하지 않은 면 지역

시와 경계를 접하나 시와 내왕이 상당히 소요되는 면 지역

개발수준이 전국 면 평균 이하인 지역

지역 1인당 주민소득이 전국 면 지역 소득수준 이하인 지역(동법 시행령 제2조)

산촌지역 개발전략을 다음의 10가지로 확정하여 실시하여야 한다고 주장하였다.

- ① 가용자원에 대한 접근성 제고
- ② 자원분배에 대한 평등한 의사결정
- ③ 주변지역 보다 높은 자결권 보장
- ④ 지역 적정기술 선택
- ⑤ 지역주민 기본수요 충족
- ⑥ 부존자원 부족시 외부지역에서 도움
- ⑦ 질적인 생산품 특화, 생산환경 개선
- ⑧ 도시 교통체계의 개선
- ⑨ 산촌간 교통 통신 확충
- ⑩ 지역 공동체 의식 강화

산촌개발의 필요는 도시는 사람이 넘치고 환경오염 증가로 도시환경이 악화되고 농산촌은 빈집이 늘고 농경지를 방치하고 있어, 국토환경 보전과 생활환경 보호문제 해결과 지역간 불균형 등 국토, 지역간, 이해집단간 문제가 대두되어 이를 해결해야 하기 때문이다. 노동력을 확보해야 하는 문제, 휴양인구가 확대되는 추세에서의 산촌개발이 주목을 받고 있다.

산촌개발의 범위는 산촌중심마을(면소재지)을 중심으로 하고, 수리상의 마을 분포 감안 1개 통학권, 계곡권, 도로권의 소규모 개발권역으로 하는 것이 효율적이라고 판단하였다. 산촌의 개발은 지역에 따라 차별적으로 하여, 관광휴양, 청정농산물 생산과 임업·무공해 농산물 생산으로 건강과 환경을 기초로 한 산업육성이 필요하다고 하였다.

산촌개발은 계획적, 종합적, 집중투자의 종합개발 방식으로 하고, 개발목표를 산촌을 아름답게 가꾸는 것이 아니라 사람이 살 수 있는 여건을 만들고, 산촌은 다음과 같은 생활환경문제와 소득문제 그리고 이를 뒷받침할 수 있는 산촌진흥법 제정이 시급히 해결돼야 한다고 주장하였다

① 시급한 사업(하드웨어) → 지속적 관리·유지 필요

- 도로체계 개선
- 주택
- 전기, 전화, 상하수도 정비
- 마을회관

② 소프트웨어 필요

- 소득과 고용을 늘림
- 고용소득 (산림사업 참여방법) → 노동인력 양성
- 휴양소득 증대 (휴양지로 개발)
- 지역농업 개발 (무공해 관광농업)
- 교육, 의료문제 해결

③ 법적, 제도적 뒷받침 → 산촌진흥법 제정

2) 녹색관광과 산촌 활성화 ('99, 김성일, 서울대)

농림업 구조가 공급적인 면에서 보면 지역주민의 과소화, 고용기회 감소, 소득감소 등의 변화가 급하고, 수요적인 면에서 보면 소득 및 수요창출, 여성 역할 증대로 농가 민박경영 등 녹색관광에 관심이 높아져 환경 보전적인 관광이 요구되고 있다.

<표 2. 10> 녹색관광의 유형.

구 분	도시근교		오 지	
	전 업	부 업	전 업	부 업
사업 및 시설	-식당 -민박	-식당 -민박 -지역농산물 판매 -체험 이벤트	-식당 -민박 -다양한 체험장	-식당 -민박 -지역농산물 판매 -체험 이벤트 -산악스포츠
운 영 주 체	개인	집단 (지방정부 주도)	개인	집단 (지방 및 중앙정부)

<표 2. 11> 녹색관광 유형별 모델지표 .

	입지조건	자원	수요	시설	운영	제도
	도시와 거리	상품성	관광형태	시설 및 서비스	주체	법/용자
근교 전업	1시간 이내	전원성 쾌적성	당일코스	-식당. -주차장 -산림박물관 -야외휴양시설 -지속적 이벤트	농가공동	환경보전 용자제도
근교 부업	1~2시간	전원성 쾌적성	가족단위 주말코스	-주말농장 -민박 -소규모 농립업 체험시설	마을단위	보조금제도 (숙박시설)
오지 전업	2시간 이상	전원성. 쾌적성 고적감	개인위주	-민박. -식당 -농립업체험시설 -야외 휴양시설 -자연 교육시설	농가공동	환경보전 용자제도 보조금제도
오지 부업	2시간 이상	전원성. 쾌적성 고적감	가족단위	-민박. -식당 -농산물 직판장 -자연산책로 -교육시설 -야외 휴양시설	가족단위 마을단위	환경보전 용자제도 보조금제도

<표 2. 12> 녹색관광사업의 가능성.

	이 상	현 실	개선(가능성)
자원	-전원성 -쾌적성 -체험/교류 -경관/문화	-경관파괴/문화부재	-산촌문화 발굴 -체험활동 발굴 -계곡 이용
수요	-가족	-체험수요 불확실 -단기휴가 -계절적 입	-홍보
시설	-농가 민박 -농산물 판매시설 -농가식당 -기반시설 -환경보전시설 -체험·학습시설	-대규모 시설 선호 -콘크리트 슬라브형 주택선호 -가옥구조가 민박형 아님	- 환경친화적 개발 및 설계기준 -가옥을 민박형으로 개조 -마을내 유기적인 결합

3) 산촌 유형별 개발모델 연구 ('99, 유병일 등 4명, 임업연)

산촌개발사업의 목적은 산촌지역의 풍부한 산림 및 휴양자원을 이용한 소득원 개발과 주거환경 개선사업을 통하여 살기 좋은 마을로 개발함으로써 균형있는 국토발전과 임업경영의 거점지역으로 육성해야 하며, 산촌지역은 행정구역상 498개 읍·면(전국의 35%), 5,116개 법정리(전국30%), 국토면적의 46.5%, 임야면적의 58%,경지면적의 26.9%,인구의 4.3%에 이르고 있다.

산림청은 1995년에 산촌종합개발사업을 착수하였고, 1996년에 다음과 같이 산촌개발의 추진방향을 정하였다.

- 지원규모 조정(1개소) : 22.4억원 → 14억원
- 사업기간 연장 : 1년 → 3년
- 산림사업 등 산림청 소관사업은 기존예산에서 연계 지원

산촌개발사업의 문제점은 산촌종합개발사업의 대상마을 선정과정에서 객관성과 투명성 결여로 사업효과의 반감과 생활환경개선사업 위주의 사업추진으로 투자의 효율성이 낮고, 산촌사업의 정체성이 상실되어 있으며, 산촌개발 기본계획 수립과정에서 지역주민의 다양한 의사를 충분히 반영한 지역특성에 부합하는 계획이 수립되지 못하여 지역별 차별성 없이 추진됨으로 사업의 효율성이 저하되고 있다.

산촌개발사업의 양적인 확대에도 불구하고, 다른 농어촌지역개발사업과 별다른 차이점이 없고 특색있는 개발이 이루어지고 있지 못하여 산촌유형별, 특성별 중점투자 및 운영의 차별화로 산촌마을의 특성화 및 투자 효율성 증진이 요구되며, 산촌종합개발 사업의 근거법령인 산림법 시행령 제22조 3항은 산촌개발사업을 추진하기 위한 법적·제도적 뒷받침으로는 매우 미비하기 때문에 포괄적 산촌진흥을 위한 법적근거 마련이 시급한 실정에 있으며, 산촌유형구분에 의한 본 사업의 차별지원으로 사업추진의 효율성을 높이는 것이 필요하다.

<표 2. 13> 도별 산촌개발 현황.

구 분	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
'03완료 (개소)	93	7	16	10	12	14	11	12	11
'04추진 중(개소)	45	5	13	3	6	7	3	6	2

<표 2. 14> 산촌개발사업의 지원기준.

구 분	사 업	사업비(억원)	비고
계		12	
보조금	생활환경개선	5	국 고 70% 지방비 30%
	생산기반조성	7	
용 자	소득원 개발	-	2004년부터 용자사업은 단기임산물생산기반조 성 등 임산물소득증대 사업으로 추진
	주택 개 량	-	

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

1. 유용곤충 사육기술개발

가. 연구개발의 목표 및 내용

1) 우리나라에 분포하고 있는 사슴벌레는 모두 16종으로 알려지고 있으나, 사육 대상으로 고려되는 종은 톱사슴벌레, 넓적사슴벌레, 사슴벌레 등 수종에 불과하다. 그러므로 본 과제에서는 우리나라에 분포하는 사슴벌레들 중 유용자원으로 활용될 수 있는 대상종을 선발하고, 크기가 크고, 우점종이며, 수명이 3년이나 되는 넓적사슴벌레(*Serrognathus platymelus castanicolor*)의 대상종에 대한 생태적 특성 등 사육기술에 관한 기초연구를 수행하고, 과학적 data를 획득함과 동시에 대량사육을 할 수 있는 기술을 개발, 보급함으로써 새로운 농가소득원을 창출함에 있다.

2) 본 연구를 통해

가) 사육 대상종들에 대한 분류학적 문제점 검토

나) 사육기술에 전제되어야 할 것으로 대상종의 생태적인 제특성의 파악

다) 먹이조건과 溫度, 濕度 등 사육조건에 따른 산란률, 산란기간, 성충의 수명 등 누대 사육기술에 관련되는 요인분석과 적정요인 탐색

라) 사료의 재료 선발, 제조방법 및 조성

마) 교육용 및 애완용 상품 키트 개발

나. 추진전략 및 방법

왕사슴벌레의 인공사육 및 대량증식기술은 일본을 중심으로 개발, 발전되어 왔으며, 이미 산업화 되어 있는 상태이므로 일본으로부터 발전된 왕사슴벌레의 새로운 사육 기술의 도입 및 정보획득은 대상종의 사육 기술개발에 중요 한 사안이다. 우리나라에서도 이들 기호성 곤충의 수요가 급증할 것으로 예상되며, 폐목, 간벌목, 버섯골목, 목재 부산물 등을 이용한 유용곤충의 사육 기술개발은 새로운 농가소득원이 될 것으로 전망된다.

그러므로 우리나라에 분포하고 있는 사슴벌레들 중 왕사슴벌레 외의 대상종을 선별하고, 이를 대상으로 한 생태적 특성과 최적 사육조건을 구별코저 한다.

다. 연구개발 방법 및 설계

1) 유용곤충 종의 탐색, 대상종의 선별 및 먹이자원의 선별

가) 산림 내 서식하는 사슴벌레류의 종 파악

(1) 유충조사

대상종을 선별하기 위하여 산림서식지내의 참나무류, 은수 은사시나무, 밤나무 등 고시목을 대상으로 지상부와 지하부에 서식하는 유충을 채집하고 기주별, 기주부위별 서식종을 조사한다.

(2) 성충채집을 통한 우점종 조사

300W 수은등을 이용하여 경기, 강원 등 중부지역을 중심으로 발생되고 있는 사슴벌레류를 채집 조사하여 종류별채집 개체수를 파악하여 우점종을 선정한다.

나) 국내분포

북한지역의 분포자료는 문헌조사를 통하여 확인하고, 남한의 분포조사는 기존 문헌상의 분포 외에 실제 국내에 소장되고 있는 표본과 채집을 통해 확인된 국내의 분포현황을 종합 정리하였다.

다) 증식 사료용 원자재 선발

선발된 대상종을 참나무류 간벌재로 만든 발효톱밥과 표고버섯 재배로 사용한 부목을 대상으로 유충의 먹이 선호도를 조사하였다.

라) 유충 먹이의 첨가물 함량 별 유충의 발육상태

단기간 내 효율적인 참나무 생톱밥의 발효를 위해서는 소량의 밀가루를 첨가하는 것이 효과적임을 예비 조사를 통해 알 수 있었다. 그러므로 적정 밀가루의 함량을 찾기 위해 각각 5, 10, 20%씩 넣은 3개구를 설정, 비교하였다. 각각 60일간 발효시킨 발효톱밥에 1령 초기의 유충을 암수 14-19 마리씩 넣은 후 60일, 90일, 120일후의 유충 체중과 유충의 성장상태를 파악 하였으며, 최종 성충의 크기를 비교할 것이다.

2) 대상종의 생태적 특성 규명

국내 우점종으로 추정되고 있는 중 중 넓적사슴벌레를 대상으로 사육의 기초 정보로 필요한 종의 전반적 생활사 즉, 산란수, 난기간, 부화율, 각 령기별 기간, 용기간, 우화율, 월동태 등을 각기 다른 온도에 따라 사육실에서 조사한다.

가) 알

온도별 알의 발육기간을 조사하기 위하여 표고버섯용 골목을 이용하여 사육 중인 성충의 산란을 유도하였다. 산란된 알은 유리용기(직경10cm×높이1cm)에 1개체 씩, 건조를 방지하기 위하여 참나무 톱밥과 함께 넣었다. 이들 용기는 16°C, 20°C, 24°C, 28°C, 32°C의 온도조건, 65%-75% RH의 습도 조건, 16L:8D의 광주조건의 환경조절 장치로 옮겨 난 소요기간 및 부화비율을 조사하였다.

나) 유충

실온조건하에서 부화 직후의 유충을 1)항과 동일한 용기 및 환경하에 옮겨 사육하였으나 2령은 사육병(체적 600cc), 3령 유충은 종균병(체적850cc)을 이용하였다. 발효한 참나무톱밥을 먹이로 이용하였다. 용기내의 건조를 방지하기 위하여 알 사육과 동일한 방법을 사용하였으며, 매일 일정한 시간에 육안 및

현미경하에서 공시충의 생존유무를 확인하면서 령기별 유충 소요 시간을 조사하였다.

다) 용

1)항과 동일한 환경조건 하에서 평균병에 사육중인 3령 유충의 용화 기간을 기록한 후 우화시기까지의 소요기간을 조사하였다.

라) 부화율 및 우화율

월동한 넓적사슴벌레 성충 암·수 1쌍을 사육용기(플라스틱제품:45×30×30cm)에 옮긴 후 용기 내에 길이 18cm, 직경 13cm의 산란 목(표고재배 후 4년째의 나무사용) 12개를 넣어 산란을 유도하였다. 산란직후의 알을 성숙시킨 참나무톱밥과 함께 패트리디쉬(직경 10, 높이 2)에 넣고, 각 온도조건(16-32°C)하에서 사육하며 부화 개체수를 조사하였으며, 각 온도별로 용화한 개체들 가운데 우화에 성공한 개체수를 확인하였다.

마) 성충의 교미행동 및 산란수, 성비, 성충의 수명

성충의 교미는 폭 15cm, 길이 27cm, 높이 22cm의 플라스틱 사육용기에 암:수=1:1의 비율로 30일간 합방하여 산란을 유도한다. 산란수 측정은 야외 조건하에서 7-9월까지 산란을 유도한 후 부화한 유충의 수와 부화하지 못한 난의 수를 확인하여 조사하였다.

바) 생활환

참나무 산란목을 이용하여 상온 조건하에서 산란을 받은 후 산란목태에서 유충을 사육하면서 2개월 간격으로 나무를 부수어 유충을 꺼내어 유충의 상태를 주기적으로 관찰하였다.

3) 대상종의 증식방법

가) 넓적사슴벌레의 산란력 비교

사육장소는 강원대학교 학교농장(강원도 춘천시 소재)의 그린하우스내에서 실시(차광망 처리로 직사광선을 피하였다.)하였으며, 야외 자연상태와 같은 산란시기인 7-9월에 실시하였다. 본종은 야외에서 고사한 참나무 가운데 곰팡

이균에 의하여 부숙된 장소에 산란하고, 간혹 참나무톱밥을 야적한 경우 밑 부분에 발효가 되어 부숙된 곳에 산란하는 습성이 관찰되므로 기존의 참나무 표고버섯재배용의 골목(이하 골목처리)과, 금후 노동력 감소 등 상품화를 위하여 발효한 참나무톱밥(이하 톱밥처리)을 이용하여 산란정도를 비교하였다. 월동후의 넓적사슴벌레 성충을 사육용기(플라스틱제품: 27 × 15 × 22cm)에 1쌍씩 넣어 1개월간 짝짓기를 시킨 후 각 처리구의 산란유 도용기(플라스틱제품 : 45 × 30 × 30cm)에 암컷 2개체만을 넣었다. 골목처리구의 경우, 짝짓기가 종료된 성충을 좀더 넓은 사육용기(플라스틱제품 : 45 × 30 × 30cm)에 옮긴 후 용기 내에 길이 18cm, 직경 13cm의 산란목(표고 재배 후 4년째의 나무사용) 12개를 넣고, 나무와 나무사이에는 발효톱밥을 넣어 나무의 수분을 유지시켜 주었다. 톱밥처리구의 경우, 골목처리와 동일한 사육용기에 약 2달간 발효시킨 참나무톱밥을 15cm두께로 넣은 후 산란을 유도하였다. 성충의 먹이로는 시판하는 제리포를 이용하였다.

나) 발효톱밥을 이용한 유충의 집단사육

사육용기(플라스틱제품: 45×30×30cm)에 유충의 먹이인 참나무발효 톱밥과 밀가루의 혼합비 예비실험 결과 밀가루 10% 혼합이 가장 양호하였으므로 10%를 혼합한 먹이물을 30리터(30리터에 40마리를 사육한 이유는 개체사육의 경우 평균병이 850cc에 1개체를 사육하는 것을 감안하여 산정함)를 넣은 후 유충 40마리를 넣어 성충이 될 때까지 관찰하였다. 25℃±1, 70% RH±5 항온조건에서 성충이 될 때까지의 생존율과 성충의 크기를 조사하였다.

다) 균사사료의 조제와 균사사료를 이용한 유충의 발육 특성

(1) 균사사료의 조제

참나무톱밥에 미강 10%, 수분 65%로 하여 잘 섞은 다음 121℃, 1.2기압상태에서 90분간 멸균 후 18℃까지 냉각한 후 미리 배양한 균사를 접종하여 25℃에서 50일간 배양하였다. 사용 한 종균은 다른 유사 곤충에서 사용하여 선발한 균주(*Pleurotus* spp.)을 사용하였다. 균주가 접종된 배지는(균사사료) 40일간 25℃ 항온 하에서 배양한 후 유충의 먹이로 사용하였다. 균사사료는 균사

가 서로 얽혀 서로를 잡고 있기 때문에 유충이 먹이를 다 먹었을 때 교환하는 것이 좋으며, 군사 교환 시기에 유충의 크기를 측정하는 것이 유충에게 스트레스를 최소화 시키는 방법으로 고려되었다.

(2) 군사사료를 이용한 유충의 발육특성

발효톱밥과 군사사료를 각각 먹이로 하였을 경우 유충의 발육상태를 비교하기 위하여 군사사료를 자체 제조하여 사용하였다. 상기의 방법으로 조제된 군사사료에 넓적사슴벌레의 령기별 유충을 접종시 켰으며 접종 후 $25^{\circ}\text{C}\pm 1$ 항온, $70\%\pm 5\%$ RH, L:D=14:10 의 조건에서 사육하며 5개월 후에 유충의 체중을 측정하였다. 먹이인 군사사료는 3개월, 5개월에 각 2회 교환하였다. 일반적으로 톱밥의 경우보다 군사 사료로 사육할 경우 유충기간이 길어지므로 종령 유충기인 15일 후에 유충의 무게를 측정하였으며, 210일후 성충의 크기를 측정하였다. 성충의 크기는 mandible의 끝에서부터 복부 끝까지의 길이를 측정하였다.

라) 유충의 집단사육

사육용기(플라스틱제품:45×30×30cm)에 유충의 먹이(발효톱밥) 30리터를 넣은 후 유충 40마리를 넣고, 사육환경 $25^{\circ}\text{C}\pm 1$, $70\%\pm 5\%$ RH에서 성충이 될 때까지의 생존율과 성충의 크기를 관찰 하였다.

마) 누대사육을 위한 사육조건 규명

대량사육을 하기 위해서는 다량의 산란수를 확보하는 것이 중요하며, 산란 선호성이 높은 산란처를 제공하여야 한다. 또한 경제성을 고려하는 것도 필요하다. 그러기 위해 발효톱밥에 산란을 받는 방법과 산란목에 산란을 받는 방법에서의 산란수를 비교하였으며, 산란용 용기의 크기에 따른 산란수 등을 비교하여 가장 효율적인 방법을 모색하려 하였다.

(1) 산란재료별 비교시험

유충사료용 발효톱밥과 일반 사슴벌레 사육시 사용하는 산란목을 대상으로 산란 선호성을 비교, 조사하기 위하여 교미가 끝난 암컷을 각각 처리구에 1마리씩 넣은 후 50일 후에 유충수와 산란수를 측정하였다. 또한 산란상 크기를 달리 하였을 때의 산란수도 비교 하였다.

(가) 산란목처리구: 27×20×20cm의 용기에 산란목을 넣고 나머지 부분은 발효톱밥을 채워 넣어서 수분증발을 최소화시켰다.

(나) 발효톱밥처리구: 27×20×20cm의 용기에 15cm 깊이로 발효톱밥을 넣고 산란을 받았다

(2) 용기 크기별 비교시험

(가) 사육용기 22×13×15cm, 27×20×20cm의 용기에 교미가 끝난 암컷을 각각 1마리씩, 그리고 45×30×30cm 크기의 용기에 1마리와 2마리의 암컷을 동시에 넣어 산란수를 비교, 측정하였다.

바) 2차 산란에 대한 특성조사

누대사육을 하기 위해서는 안정적인 산란이 우선시 되어야 한다. 넓적사슴 별래는 성충의 수명이 1-3년이나 되며, 산란도 1, 2차로 나누어 하는 것이 보통이다. 1차 산란이 끝나면 일정기간 휴식기를 취하고 다시 산란을 하기 때문에 1차 산란 후 2차 산란을 원활히 할 수 있도록 조건을 부여해 주는 것이 무엇보다 중요하다. 그러므로 우선 2차 산란시기와 산란수를 실온 조건하에서 측정하였다. 위의 결과에 따라 최적의 산란수를 유도하기 위하여 45×30×30cm 용기에 산란목을 넣은 산란상에 산란이 끝난 성충 1쌍씩을 넣은 후 60일부터 180일까지 30일 간격으로 산란수를 측정하였다.

사) 유충·성충의 키트 개발

교육용, 애완용으로 상품화할 수 있는 유충 키트와 성충기르기세트를 개발한다.

아) 농가 실연 시험

곤충 기르기에 관심을 가진 한 농가를 선정하여 곤충 사육에 관한 사전 교육 및 기본 자재를 대여 및 공급하고, 실제 사육을 경험토록 한다.

라. 연구개발 결과

1) 유용곤충 종의 탐색, 분포현황 및 유충사료용 재료 선발

가) 대상종의 탐색

강원도를 중심으로 중부 지역에서 사슴벌레류 유충 및 성충을 대상으로 채집한 결과 다음 표와 같이 9종이 채집되었으며, 1차년도에 야외조사결과 우점도나 시장성을 고려해 본 결과, 대상종은 넓적사슴벌레가 적합할 것으로 고려되었으므로 이후의 모든 시험은 넓적사슴벌레를 대상으로 하였다.

<표 1-1> 삼림지역내 조사에서 발견된 사슴벌레의 종류 및 개체수.

학명	국명	채집된 개체수
<i>Platycerus hongwonpyoi</i>	홍원표비단사슴벌레	31
<i>Prismognathus dauricus</i>	다우리아사슴벌레	33
<i>Dorcus hopei</i>	왕사슴벌레	4
<i>Nipponodorcus rubrofemoratus</i>	홍다리사슴벌레	21
<i>Macrodercas recata</i>	애사슴벌레	35
<i>Serrognathus platymelus</i>	넓적사슴벌레	41
<i>Serrognathus consentaneus</i>	참넓적사슴벌레	5
<i>Lucanus maculifemoratus</i>	사슴벌레	55
<i>Prosopocoilus inclinatus</i>	툽사슴벌레	45

나) 넓적사슴벌레의 분류학적 위치 및 국내 분포현황

(1) 분류학적위치

- 딱정벌레목, 사슴벌레과
- 학명: *Serrognathus platymelus castanicolor* Motschulsky

(2) 형태적 특징

넓고 광택이 있는 흑색. 머리방패의 앞쪽 중앙은 깊게 파여 2개의 삼각형처럼 보이며, ocular canthus는 복안의 3/4 근처까지 늘어났다. 큰 턱은 매우 큰데 양옆이 거의 평행이다가 끝 근처에서 갑자기 굽었으며, 기부 근처의 윗면에 개의 큰 내치가 있다. 전흉배판의 양 옆에는 앞쪽과 뒤쪽의 1/3 위치가 약간 돌출하였고, 후각은 경사가 졌다. BL : 20~53mm(♂), 20~35mm(♀). ML :

4~23mm.



<사진1-1> 넓적사슴벌레의 수컷 성충.

(3) 국내분포

북한 : 송흥, 해주, 금강산, 보개산, 개성, 서광사, 송악산

남한 : 기존 문헌상의 분포 외에 실제 국내에 소장되고 있는 표본과 채집을 통해 확인된 국내의 분포현황은 아래와 같다. (설악산, 평창, 삼척, 정선, 홍천, 영월, 춘천, 치악산, 원주, 양양, 철원, 고성, 근봉산); 서울, 경기(덕정도, 이자도, 교동도, 파주, 청평, 대성리, 양평, 여주, 안성, 평택, 광릉, 가평, 강화도, 금곡, 관악산, 용인, 수원, 과천, 칠보산, 인천): 충북(월악산, 청주, 영동, 거산, 진천): 충남(광덕산, 청양산, 안면도, 아산, 공주, 온양, 수덕사, 대전): 경북(경산, 의성, 정읍, 고창): 경남(울산, 거창, 거제도): 전북(내장산, 김제, 남원, 전주, 진안, 임실): 전남(함평, 무안, 송도, 홍도, 백양산, 대둔산, 지리산, 영암, 고흥, 광양, 백운산, 담곡, 성주): 제주(제주)

(4) 국외분포현황

중국과 일본의 대마도에 분포하며, 일본에 분포하는 종은 한국 분포종과 다른 아종으로 알려져 있다.

(5) 습성

낮에는 상수리나무 따위의 고목 속에 숨어 있고, 밤에는 나무진 이나 과일에 모인다.

다) 사슴벌레의 유충 채집에 의한 서식특성 파악

국내에서 일반적으로 쉽게 찾아 볼 수 있는 사슴벌레는 약 9종정도이며, 사슴벌레의 유충 서식환경은 크게 3가지로 정리 할 수 있는데 고사목에서 지상부에 상존하는 형태, 지상부위와 지하부위에서 상존하는 형태, 지하부위에서 상존하는 형태로 나누어 볼 수 있다. 현재까지 채집한 유충을 대상으로 기주별, 부위별 서식하는 사슴벌레의 종류를 파악해 본 결과는 다음 표와 같다.

<표 1-2> 조사대상 사슴벌레별 채집수종 및 서식형태.

고사목 중 유충이 상존하는 부위	대상종	대상종의 기주
고사목의 지상부	애사슴벌레	굴참나무를 제외한 <i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무, 감나무, 오리나무, 벗나무, 뽕나무, 버드나무
	다우리아사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무
	홍원표비단사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무, 자작나무.
	왕사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무와 그 중 상수리나무를 가장 선호, 버드나무
고사목의 지상부와 지하부	홍다리사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무와 팽나무, 버드나무
	참넓적사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무
고사목의 지하부	톱사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무
	사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무
	넓적사슴벌레	<i>Quercus</i> 속의 대부분의 나무, 은사시나무, 밤나무

<표 1-2>는 채집을 위주로 기재된 사항이며 애사슴벌레, 다우리아사슴벌레, 홍원표사슴벌레는 고사목 중 가지가 떨어지거나 쓰러진 나무에서 주로 많이 발견되었으나 땅속에 묻힌 고사목에서는 일부개체를 제외하고는 찾아 보기 힘들었다. 상기 3종은 소형종으로 작은 가지 및 쓰러진 지상위의 고사목에 주로 산란하여 유충이 성장하는 것을 관찰 할 수 있었다. 왕사슴벌레는 대형종 사슴벌레에 속하며 굵은 고사목의 지상부위에 주로 산란하는 것으로 알려져 있다. 경우에 따라서는 지하부와 지상부의 경계부분에서 서식하는 개체도 있었으며, 일부개체는 지하부에 묻힌 고사목에서도 발견되었으나 주로 지상부에 많이 분포하였다. 홍다리사슴벌레와 참넓적사슴벌레는 고사목의 지상부와 지하부에서 모두 발견되었다. 넓적사슴벌레는 톱사슴벌레, 사슴벌레와 같이 대형종 사슴벌레에 속하며 주로 굵은 고사목이 묻힌 지하부위에 서식하였다.

라) 성충채집을 통한 우점종의 선별

<표 1-3> 야외조사시 채집된 사슴벌레 성충의 개체수.

사슴벌레종류	참넓적사슴벌레	홍원표비단사슴벌레	왕사슴벌레	홍다리사슴벌레	다우리아사슴벌레	애사슴벌레	사슴벌레	톱사슴벌레	넓적사슴벌레
마리수	32	34	40	57	75	77	99	198	253

우점종을 파악한 결과 1차년도와 2차년도의 채집 및 문헌참고 결과는 <표 1-3>과 같다. 이상의 결과에서 넓적사슴벌레가 가장 우점하였으며, 전국적으로 고루 분포하고 있었다. 하지만 채집지역의 차이와 생태적인 차이를 고려할 때 위의 결과는 경향을 나타내는 것뿐이며 자세한 결과는 수년간의 추가적인 연구가 필요할 것이다.

다음 <표 1-4>는 야외상태에서 사육하는 성충의 관찰과 이듬해 월동 후 생존한 성충의 개체수를 표시한 것이다.

<표 1-4> 야외상태에서 성충의 생활환 관찰 개체수와 기간.

조사기간	조사개체수		성비 (F/F+M)
	Female	Male	
2002. 3 - 9	30	14	2:1
2003. 3 - 7	23	11	2:1

마) 유충사료용 제조선발 :

위의 조사를 통해서 넓적사슴벌레가 가장 우점하고 시장성이 높은 것으로 되었으므로, 넓적사슴벌레의 대량사육을 위한 대용사료는 자연 내 주요 서식지적 특성에 부합하는 재료를 선택하여야 한다. 대부분의 넓적사슴벌레 유충이 *Quercus*속의 목재 부후목에서 발견되고 있으므로 가장 좋은 대용 사료로는 부숙이 진행된 참나무톱밥과 표고버섯 재배용 부목이 적합한 것으로 나타났으며, 이후의 대체사료 개발 부분에서 이에 대한 타당성 실험을 실시하였다.

바) 유충먹이의 첨가물 비율에 따른 유충의 발육상태 비교

우점종인 넓적사슴벌레의 유충을 사육하기 위하여 넓적사슴벌레의 생태적 특성을 고려, 유충먹이의 재료로 참나무톱밥을 이용하였다. 참나무톱밥에 밀가루를 적정 수준으로 혼합하여 약 60일간의 호기 발효를 거쳐 먹이로 사용하였다. 참나무 생톱밥의 발효를 위한 적정 밀가루의 함량 조사에서 밀가루 10%와 20%의 혼합 처리군에서 유충의 크기가 5%보다 크게 나타났다.

2) 대상종의 생태적 특성규명

가) 알

각 향온조건별 넓적사슴벌레 알의 난 기간을 조사한 결과는 <표 1-5>와 같

다. 사육온도 범위(16℃, 20℃, 24℃, 32℃)내의 알의 발육일수는 16℃에서 35.0일, 20℃에서 24.5일, 24℃에서 18.9일, 32℃에서 7.0일로 16℃ 조건이 32℃에 비하여 발육기간이 5배 길었다. 16℃의 경우에는 개체에 따라 난 기간의 차이가 심하게 나타났다.

<표 1-5> 온도별 넓적사슴벌레 난의 발육소요기간.

온도(℃)	조 사 개체수	난 기간		
		최소	최대	평균±표준오차(일)
16	8	20	48	35.1±11.1
20	16	23	26	24.5±1.6
24	14	17	22	18.9±2.1
28	12	12	17	13.7±1.6
32	9	6	9	7.0±1.3



<사진1-2> 넓적사슴벌레 알의 모습(산란목)

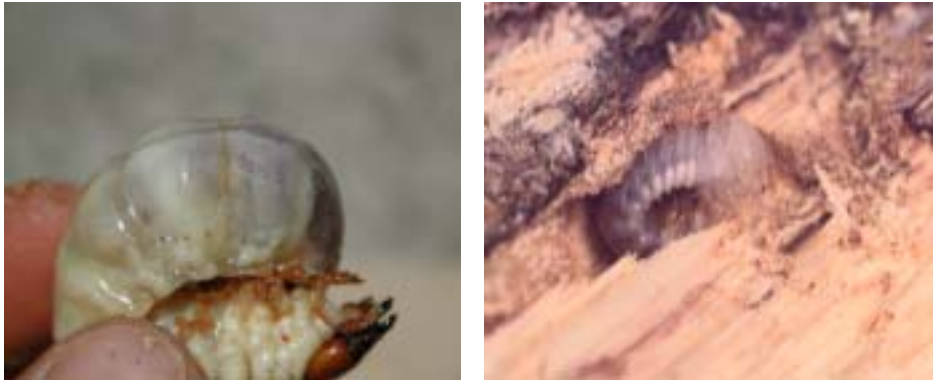


넓적사슴벌레 알의 모습(발효톱밥)

나) 유충

각 항온조건별 유충의 령기별 발육소요 일수를 조사한 결과는 <표 1-6>과 같다. 제1령 유충은 실험 온도 범위 내에서 발육이 진행되었으며 발육 소요 기간은 온도가 높을수록 짧은 경향을 나타내었다. 2령 유충의 경우에는 16-28℃

에서는 발육하였으나 32℃에서는 발육하지 못하고 모든 공시충이 사망하였다. 제3령유충은 20-28℃범위에서 발육하였으나 16℃에서는 사충률이 높아 분시험에서 제외시켰다.



<사진 1-3> 넓적사슴벌레 유충의 각 생육단계별 모습.

<표 1-6> 온도별 넓적사슴벌레 유충의 발육소요기간.

온도(℃)	유충기간(평균±표준오차)		
	1령(조사수) 최소-최대	2령(조사수) 최소-최대	3령(조사수) 최소-최대
16	39.4±6.1(8) 32-47	171±44.6(10) 85-220	-
20	25.8±6.9(14) 15-41	44.6±13.9(13) 28-66	121.0±44.3(6) 58-176
24	18.6±1.2(14) 17-20	24.0±5.4(10) 18-39	160.4±44.2(9) 102-206
28	14.9±1.1(12) 14-17	25.4±4.6(12) 23-40	77.2±27.9(10) 47-129

다) 용

가)항과 동일한 환경조건 하에서 종균병에 사육중인 3령 유충의 용화 기간을 기록한 후 우화시기까지의 소요기간을 조사하였다.



<사진1-4> 넓적사슴벌레 번데기.

각 항온조건별 용기간을 조사한 결과는 <표 1-7>과 같다. 20-28℃에서는 발육하여 성충으로 우화하였으나 16℃ 및 32℃에서는 발육하지 못하고 모든 공시충이 사망하였다. 실험 온도 범위내에서 용기간은 온도가 높아질수록 짧은 경향을 나타내었다.

<표 1-7> 온도별 넓적사슴벌레 용기간.

온도(℃)	조사개체수	용기간		
		최소	최대	평균±표준오차(일)
16	20	-	-	-
20	10	58	85	70.7± 11.3
24	13	30	55	33.9± 7.9
28	11	17	38	26.0± 6.4

넓적사슴벌레를 대상으로 각 태별 소요시간을 조사한 결과는 <표 1-8>과 같다. 위의 표에서와 같이 온도가 증가함에 따라 각 태의 소요시간이 감소됨을 알 수 있다. 2령, 3령, 성충기간, 산란전기의 기간은 실내사육방법 개발 부분에서 규명하였다.

<표 1-8> 넓적사슴벌레 유충의 발육단계별 소요일수.

난기간		용기간
24°C (n=15)	28°C (n=15)	24°C (n=9)
18.7±2.2	8.8±1.4	33.9±7.9

라) 부화율 및 우화율

각 항온조건에 따른 부화율 및 우화율은 <표 9>와 같다. 알은 각 실험항 온도 범위에서는 부화하였으나 성충까지 발육할 수 있는 온도 범위는 20-28°C 범위에서만 가능하였다. 부화율은 20-28°C에서 90%이상으로 높았고, 우화율은 20-24°C에서 가장 높게 나타났다.

<표 1-9> 넓적사슴벌레의 부화율 및 우화율.

구분	사육온도				
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C
부화율	87%	95%	96%	92%	84%
우화율	-	97%	95%	82%	-

마) 성충의 교미행동 및 산란수, 성비, 성충의 수명

번데기에서 성충으로 우화한 후 암수 모두 최소 4개월에서 6개월 이상의 휴

식기간을 거쳐 짝짓기와 산란행동을 시작하였다. 이는 가을에 성충으로 우화 후 월동하여 초여름부터 짝짓기와 산란하는 습성과 일치하는 현상을 나타내었다. 새로이 우화한 암컷은 수컷의 크기와는 상관없이 교미하였으며, 교미가 종료된 암컷은 산란을 위하여 교미를 회피하는 행동(수컷을 공격함)이 관찰되었다. 교미 후 산란 중에는 식욕이 왕성하므로 식이물이 부족하면 공식현상이 나타나며, 교미하지 않거나 산란하지 않는 암컷 성충은 섭식량이 적었다. 야외 사육 상태에서 성충은 7-9월까지 산란을 마친 후 온도가 떨어지면 월동을 하기 위해 부숙된 나무속으로 들어가 월동을 한 후 이듬해 늦은 봄부터 활동을 시작하며 짝짓기와 산란행동을 보인다. 산란을 마친 개체들은 생애를 마치는 경우와 다시 월동하는 개체로 나뉘어 진다. 이와 같이 넓적사슴벌레 성충의 수명은 평균 2-3년으로 관찰되었다.

바) 생활환

(1) 1년 1화성

월동한 성충은(우화하여 1년이 경과한 성충) 6월부터 교미하여 산란하고 산란된 알은 약 30일 후인 7. 8월경에 부화하여 2-3개월 후인 9. 10월에 2, 3령 유충으로 발육한다. 11월 이후 종령 유충인 3령 유충이 되며, 종령 유충으로 월동하여 이듬해 9월경에 용화되어 10-11월경에 성충으로 우화하였다. 우화된 성충은 번데기 방에서 겨울을 나고 이듬해 늦은 봄부터 활동을 재개한다.

<표 1-10> 넓적사슴벌레(1년 1화성) 각 발육단계별 시기.

성충활동기	월동태	번데기 시기	성충우화시기
6월	3령 유충	9월	10-12월

(2) 2년 1화성

월동한 성충(우화하여 1년이 경과한 성충) 6월부터 교미하여 산란하고 산란

된 알은 약 30일 후인 7~8월경에 부화하여 2령 유충으로 월동하고 이듬해 5~6월경에 종령 유충이 되어 1년간 성장한 후 이듬해 6월경에 용화하며 성충으로 우화하였다.

<표 1-11> 넓적사슴벌레(2년 1화성) 각 발육단계별 시기.

성충활동기	산란 시기	월동태	번데기 시기	성충우화시기
6월	6-8월	2-3령 유충	6월	7-8월

3) 대상곤충의 증식방법 및 체계화

가) 넓적사슴벌레의 산란력 비교

넓적사슴벌레는 1회 교미로 수정란의 산란이 가능하며, 경우에 따라서는 (아주 드물게 나타남) 지난해의 가을에 교미한 암컷은 이듬해에 수컷과의 교미가 이루어지지 않아도 이른 봄에 짧은 기간 소수 산란한다. 이는 암컷이 오랫동안 저저낭속에 정자보관이 가능한 것을 의미한다.

성충의 먹이로 제리포를 이용하며 2개의 각기 다른 산란처(나무 및 톱밥)에 산란 개체수를 조사한 결과는 표 12와 같다. 교미가 끝난 성충은 산란할 공간과 산란목이 존재하면 약 4개월간 계속하여 산란하는 행동이 관찰 되었으며 나무가 산란처인 경우에는 평균 산란수가 29.5개였다. 참나무톱밥의 경우 평균 산란수는 10.1개이었으나, 변이 폭이 심하게 나타났다. 따라서 본 종의 산란처로는 나무가 유용할 것으로 사료된다. 그러나 나무의 경우 산란을 확인하기 위해서 10회 가량의 확인 작업을 하여야 하기 때문에 성충의 스트레스를 최소화 하고, 산란능력을 최대한 발휘 할 수 있게 하기 위하여 산란상은 2개월 간격으로 2회 산란을 받는 것이 좋을 것으로 판단된다.

<표 1-12> 산란처에 따른 넓적사슴벌레의 산란수 비교.

산란처	조사개체수	개체당 산란수		
		최소	최대	평균±표준오차
참나무	10	11	56	29.5±12.7
참나무톱밥	7	3	34	10.1±10.2

나) 발효톱밥을 이용한 유충의 집단 사육

(1) 유충 먹이의 첨가물 함량별 유충의 발육상태

예비 시험 결과 <표 1-3> 10%와 20% 처리구에서 유충의 발육상태가 양호하게 나타났으므로 재시험을 시도하였다 <표 1-14>. 1-3차 측정 결과 밀가루 10%와 20%의 혼합 처리군에서 유충의 크기가 5%군의 경우 보다 크게 나타났다. 3차 측정시기인 120일 후에는 용화 또는 우화 개체가 나타나기 시작하였다. 암수의 경우 120일후의 조사에서 암컷의 경우 1-3마리를 제외하고는 모두 용화 또는 우화되었으나 수컷의 경우에는 전체 38 마리중 32마리가 유충태로 머물러 있어 수컷보다 암컷이 먼저 용화되는 경향을 나타내었다.

<표 1-13> 첨가물 함량별 유충의 발육상태(예비시험).

5%			10%			20%		
최초 무게	1차교환 시(60일)	2차교환시(120일)	최초 무게	1차교환 시(60일)	2차교환시(120일)	최초 무게	1차교환 시(60일)	2차교환 시(120일)
0.03	6.13	14.98	0.03	16.77	20.20	0.03	14.55	17.78
0.03	4.37	5.39	0.03	16.67	15.84	0.03	15.62	16.64
0.05	8.74	15.99	0.02	12.83	19.22	0.02	11.70	17.63
0.04	8.73	18.03	0.04	14.46	9.74	0.03	10.97	17.24
0.03	6.28	10.51	0.03	17.98	5.42	0.02	14.89	15.30
0.03	6.08	18.44	0.03	11.70	20.25	0.02	16.13	15.02
0.02	7.84	15.97	0.03	9.03	19.62	0.05	14.26	21.66
0.02	5.09	15.62	0.03	14.97		0.03	12.28	15.24
0.04	5.23	16.30	0.05	5.60		0.03	19.38	18.96
0.02	5.37	15.69	0.03	13.23		0.03	17.12	18.08
0.02	8.81	16.79	0.03	6.15		0.05	10.84	18.99
0.04	4.61	15.84	0.04	6.49		0.03	6.94	9.52
0.03	9.31	16.73	0.02	5.88		0.04	6.26	13.06
0.02	5.81		0.03	4.85		0.03	8.83	14.44
0.05	5.68		0.05	5.16		0.03	6.39	14.50
0.05	5.67		0.03	4.94		0.03	17.82	18.41
0.02	5.37		0.03	6.72		0.03	7.02	10.07
0.03	2.10		0.02	5.68		0.04	6.36	1.67
0.03	6.06		0.03	3.67		0.03	7.58	
0.04	4.23		0.04	5.83		0.03	6.03	
0.02	5.03		0.03	4.91		0.03	4.14	
0.05	5.71		0.03	1.75		0.02	5.57	
0.02	2.33		0.03	1.16		0.03	5.36	
0.03	1.91		0.03	16.17		0.05	6.18	
0.03	4.61		0.03	16.20		0.05	6.41	
0.03	4.28		0.02	5.96		0.03	1.47	
0.03	3.06		0.03	6.71		0.03	6.81	
0.03	7.45		0.03	4.18		0.05	7.83	
0.04	2.08		0.03	2.61		0.02	5.91	
0.03	1.13					0.05	3.91	
0.03	5.30	15.10	0.03	8.56	15.76	0.03	9.49	15.23

<표 1-14> 발효톱밥의 첨가물 함량에 따른 유충의 체중변화(25℃ 조건).

	1령초기 평균무게	1차(60일후)		2차(90일후)		3차(120일후)			
		암	수	암	수	암	수	성충	번데기
5%	0.03g	3.60 (n=18)	7.24 (n=12)	4.30 (n=18)	15.20 (n=12)	5.39 (n=1)	15.91 (n=12)	14	3
10%	0.03g	4.96 (n=19)	15.10 (n=10)	5.41 (n=19)	15.57 (n=10)	7.58 (n=2)	19.03 (n=5)	13	9
20%	0.03g	5.55 (n=14)	12.92 (n=16)	5.96 (n=14)	13.21 (n=16)	7.09 (n=3)	16.86 (n=15)	11	1



<사진1-5> 넓적사슴벌레 사육용 사료(좌:발효메트, 우:산란목).

다) 군사사료를 이용한 유충의 발육 특성

넓적사슴벌레의 유충은 제 1령 후기부터 2령 중기에 군사사료를 옮겨 넣는 것이 발육이 양호하였으며, 군사를 이용, 25℃ 항온하에서 5개월이 경과한 후 10개체에 대한 암수의 크기를 조사한 결과는 <표 14>와 같다. 90일후 숫컷의 체중은 평균 19.5g, 암컷은 7.7g 으로 발효톱밥을 먹이로 사육하였을 경우 보

다 각각 암 수 각각 2.3g, 3.9g 이상 무거웠으며, 성충의 체장은 수컷 74.0mm, 암컷 41.4mm로 발효톱밥의 처리구보다 훨씬 양호 한 것으로 나타났다.

<표 1-15> 균사먹이에 의한 유충의 발육상태 비교.

	1령초 기 평균무 게	1차(90일후)		2차(150일후)			3차(210일후:성충)	
		암	수	암	수	번데기	암	수
대조구	0.03	5.4 (n=19)	15.6 (n=10)	6.5 (n=10)	17.8 (n=12)	-	37.5 (n=17)	68.8 (n=13)
균사사 료	0.03	7.7mm (n=15)	19.5mm (n=15)	8.0m m (n=7)	20.5m m (n=13)	9마리	41.4mm (n=15)	74.0mm (n=15)

라) 유충의 집단사육

유충의 먹이(발효톱밥 30L에 유충 40마리를 넣고, 성충이 될 때까지의 생존율과 성충의 크기를 조사한 결과 성충까지 성장한 개체수는 19개체로 전체의 47.5%를 차지했으며 수컷의 평균 크기는 59.2mm, 암컷의 평균 크기는 35.5mm로 나타났다.

<표 1-16> 집단사육을 통해 성충으로 우화한 넓적사슴벌레의 크기.

조사개체수	수컷의 크기(mm)	암컷의 크기(mm)	생존율
1	55.0	36.0	처음 투입 유충: 40마리 성충으로 우화한 수 19마리 생존율 : 47.5% 45×30×30cm 플라스틱 용 기
2	56.0	36.6	
3	42.5	36.0	
4	52.5	35.5	
5	63.0	33.6	
6	67.0	34.6	
7	66.5	35.6	
8	65.1	35.2	
9	65.4	36.4	
10	-	35.4	
평균	59.2±8.3	35.5±0.9	

사슴벌레의 유충은 동종포식이 발생하므로 일정공간의 영역이 필요하기 때문에 상기 사육용기(플라스틱제품: 45×30×30cm)의 크기에 밀도는 20두가 적절할 것으로 사료된다. 이상의 결과를 볼 때 큰 사육용기에서 집단사육은 성충의 크기와 밀도, 생존율 등을 고려해볼 때 개체사육이 효율적이지만 노동력면에 있어서는 큰 사육용기의 집단사육이 효율적으로 보다 많은 실험이 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

마) 누대사육을 위한 사육조건 규명

(1) 산란재료와 산란용기에 따른 산란수 조사

유충사료용 발효톱밥과 일반 사슴벌레 사육 시 사용하는 산란목을 대상으로 산란 선호성을 비교, 조사하기 위하여 교미가 끝난 암컷을 각각 처리구에 1마리씩 넣은 후 50일 후에 유충수와 산란수를 측정하였으며, 산란상 크기에 따른 산란수도 비교하였다.

(가) 산란재료별 산란수

발효톱밥과 산란목 처리구에서의 산란수를 조사한 결과는 <표 1-16>에서와 같이 산란목 처리구에서 산란수가 많게 나타났다. 이는 발효톱밥을 이용한 산란구보다 산란유도에 있어서 발효톱밥 산란처 제공이 가장 유리한 것으로 나타났다.

<표 1-17> 발효톱밥과 산란목을 이용한 산란수 비교.

처리구	발효톱밥/산란수	산란목/산란수
1	6	10
2	7	12
3	4	17
4	3	5
5	8	8
평균산란수	5.6±2.0	10.4±4.5

(나) 용기 크기별 비교시험

<표 1-18> 산란 용기의 크기별 산란수.

처리구	A	B	C	D
1	8	10	18	38
2	7	12	22	31
3	9	17	31	42
4	13	5	28	41
5	10	8	25	32
평균산란수	9.4±2.3	10.4±4.5	24.8±5.1	36.8±5.1

*A=22×13×15cm 암컷 1마리; B=27×20×20cm 암컷 1마리; C=45×30×30cm 암컷 1마리; D=45×30×30cm 암컷 2마리.

산란용기별 산란수의 차이는 용기가 클수록 많은 산란수를 얻을 수 있었다.

크기가 가장 큰 C처리구의 경우 산란수가 2배나 많은 것으로 나타났다. 45x30x30cm 크기 용기의 경우에는 암컷 한 마리의 경우 평균 28.4개, 암컷 두 마리의 경우 평균 36.8개의 산란수를 얻은 결과를 고려하면 암컷 두 마리의 처리가 경제적인 것으로 판단되었다.

바) 2차 산란에 대한 특성조사



<사진 1-6> 대량산란 처리구.

누대사육을 하기 위해서는 안정적인 산란이 우선시 되어야 한다. 넓적사슴벌레는 성충의 수명이 1-3년이나 되며, 산란도 1, 2차로 나누어 하는 것이 보통이다. 1차 산란이 끝나면 일정기간 휴식기를 취하고 다시 산란을 하기 때문에 1차 산란 후 2차 산란을 원활히 할 수 있도록 조건을 부여해 주는 것이 무엇보다 중요하다. 그러므로 우선 2차 산란시기와 산란 수를 실온 조건하에서 측정하였다. 앞선 실험 결과에 따라 최적의 산란수를 유도하기 위하여 45×30×30cm 용기에 산란목을 넣은 산란상에 산란이 끝난 성충 1쌍씩을 넣은 후 60일부터 180일까지 30일 간격으로 산란수를 측정하였다. 1차 산란이 끝난 후 60일이 이후부터 제2차 산란을 시작, 150일까지 최대 산란수를 나타내었고 180일까지도 산란이 이루어졌다. 성충의 수명은 사육조건이 잘 갖춰져 있을 경

우 최소 1년 이상은 휴면 없이도 생명을 유지할 수 있으나 2년 이상까지 가는 경우는 매우 드물다. 그러므로 이용시기를 조정하기위해서 적정 저온처리를 하여 인위적인 월동조건을 유도함으로써 성충의 수명을 연장 하는 것도 좋은 보존 방법이 될 수 있을 것이다

<표 1-19> 1차 산란후 경과 일수에 따른 2차 산란수.

반복처리군	경과일	1차 산란 후 경과일수					비고
	60일	90일	120일	150일	180일		
1	0	3	5	21	28		
2	0	0	1	18	20	170이후암컷사망	
3	2	3	4	-	-		
4	1	5	15	20	-	148이후암컷사망	
5	0	0	2	17	-		
6	0	0	1	14	17		
계	3	11	28	94	106		
평균	0.5	1.8	4.7	15.6	17.7		

사) 유충 및 성충의 키트 개발

-유충 키트 상품



1



2



3



4

<사진 1-7> 1 : 850cc의 군사병키트; 2 : 1800cc 유리병을 이용한 군사병키트; 3 : 발효톱밥을 이용한 유충사육(용기가 투명한 플라스틱); 4 : 발효톱밥을 이용한 유충사육(850cc버섯재배용을 이용한 유충사육).

유충 상품으로 군사병 키트 <사진 1-7>은 850cc, 1800cc 등 2종으로 개발되며 동시에 발효톱밥을 이용한 유충 사육키트도 개발하였다. 성충 사육 세트는 장수풍뎅이 사육 세트와 유사하나 사육 부재를 달리하였다.

-성충사육용 세트



<사진 1-8> 성충 사육 세트.

성충을 기르기 위한 세트는 사육용기, 산란목, 먹이, 먹이접시, 발효톱밥, 사육 설명서로 구성되어 처음 접하는 사람들도 손쉽게 새로운 곤충사육의 기회를 갖게 조성할 수 있다.

아) 농가 실연시험

조사결과를 토대로 넓적사슴벌레의 농가 시험재배를 위해서 경기도 가평군 상면 임초리에 위치하고 있는 농가에 기초 사육기술을 지도하고 공시충 100개체를 분양하여 실연시험을 시도하였다. 초기 사육환경 조성을 마치고 관리 지침을 교육하고 2주에 1회씩 현장 지도방문을 실시하였다.

제공된 공시충은 시험사육을 통해서 순화된 개체들이었으며 사료는 첨가물이 배합된 발효톱밥의 형태로 공급되었다. 조사결과에서 도출된 사료교환 주기와 적정 산란환경제공에 관한 자료가 적용되었다.

<표 1-20> 농가 실연시험 현황.

입지현황	경기도 가평군 상면 임초리 시설재배농가
시험기간	2004. 12. 15 - 2005. 6. 30
사육개체수	유충 80개체, 성충 20개체
지도상황	<ul style="list-style-type: none"> - 초기 사육환경 조성 - 제조된 사료 제공 - 관리 점검 지침 교육 - 1회/2주 간격의 현장지도
성과	<ul style="list-style-type: none"> - 유충 사육 성공률 82%수준(우수) - 성충 산란효율(개체당 12개 수준) - 발효사료 제조(우수)

시험결과는 상당히 양호한 것으로 나타났다. 이미 안정화된 개체들이어서 자연 치사율이 현저히 떨어지는 것도 원인이겠지만 다른 작물과 달리 조성된 사육의 물리적 환경이 안정화 되고 2주 주기의 지도 방문으로 사양적 위해요소를 완전히 제거하였기 때문인 것으로 판단된다. 곤충사육이라는 다소 생소한 분야에 접하는 관계로 성충의 산란처리에 다소 많은 시간이 소요되는 문제 등이 발견되었으나 이러한 문제는 반복된 숙련으로 충분히 해결할 수 있을 것으로 판단된다.



<사진 1-9> 넓적사슴벌레 유충 사육장면.



<사진 1-10> 대량사육을 위한 산란실의 모습.

4) 넓적사슴벌레 사육

가) 넓적사슴벌레의 개요

- 학명 : *Serrognathus platymelus castanicolor*
- 분류학적 위치 : 딱정벌레목 사슴벌레과
- 생활양식 : 여러 종류의 나무 수액에 모이거나 고목의 구멍 등에 숨는 것을 좋아함
- 변태특성 : 완전탈피(갓춘탈바꿈)
- 분포지역 : 한국·일본·타이완·중국·인도차이나
- 특성 :

국내에서 가장 많이 볼 수 있는 사슴벌레 중 하나이며, 사슴벌레 중 크기가 가장 크다. 이전에는, 집게벌레라고 많이 불렸다. 25℃의 온도에서 알을 낳으면 그로부터 약 2주 후에 부화하여 1령이 된다. 1령에서 2령의 기간은 약 26일 전후, 2령에서 3령의 기간은 약 29일, 3령에서 번데기가 되는 기간은 약 150일, 번데기 기간은 30일 전후의 시간이 필요하다. 애벌레가 자라는 기간은 먹이와 온도에 따라 차이가 날수 있으며 온도가 높으면 전반적으로 그 기간이 단축되며 먹이가 좋을수록 그 크기가 크게 나타난다.

나) 형태적 특성

· 수컷 :

사슴벌레의 전형적인 특성인 큰턱이 매우 길고 발달해 있으며 비교적 직선의 형태로 나타난다. 국내에 분포하는 사슴벌레중 큰턱의 길이가 가장길고 머리, 가슴, 배부분의 폭이 비교적 일정한 편이다.

· 암컷 :

넓적사슴벌레 수컷에 비해서 몸길이가 1/2-2/3수준이다. 큰턱의 발달이 미약하여 위에서 보면 완만한 타원형을 이루고 있으며 등부분의 광택이 있다. 큰턱의 발달은 미약한 편이지만 나무를 갹는 능력은 수컷보다 월등하며 이러한 능력을 바탕으로 나무의 수피를 뚫고 알을 낳는다.



<사진 1-11>. 넓적사슴벌레 성충(위:수컷, 아래:암컷).

다) 사육에 필요한 용기

넓적사슴벌레의 사육은 크게 유충사육과 성충사육으로 나누어진다. 유충사육

의 경우에는 어린 유충시기에 동종포식을 하는 경우가 있어서 높은 치사율을 가져올 수 있기 때문에 가급적 개체사육을 하는 것이 좋다. 보통 800-1,000cc 정도의 용기면 충분하며 주기적으로 사료를 교환해 주어야 한다. 질 좋은 사료 주기적인 급여는 치사율을 줄이는 동시에 거대한 개체를 생산해 낼 수 있는 가능성을 열어준다. 성충의 사육은 주로 산란조건을 조성하는데 초점을 맞추어 준다. 높은 산란율을 유도하기 위해서 적당한 크기의 산란용기를 사용하여야 하며, 산란하기에 좋은 조건, 즉 산란용 발효사료가 있어야 한다. 넓적사슴벌레의 경우 나무에 산란하기도 하고 발효톱밥에 산란하기도 하지만 후에 손쉬운 리를 위해서는 발효톱밥을 이용하는 것이 유리하다고 할 수 있다.



넓적사슴벌레 유충 사육용기



넓적사슴벌레 성충 사육용기

<사진 1-12> 넓적사슴벌레 사육용기.

라) 암컷의 중요성

보다 크기가 큰 성충 개체를 얻기 위해서는 종자관리가 중요하다. 사람과 마찬가지로 어머니, 아버지의 키가 클 경우 자식들도 키가 큰 경우가 많기 때문이다. 사슴벌레에 있어서는 특히 암컷의 크기가 중요하다. 보통 35mm정도 이상이면 대형으로 간주되며 종자용으로 이용하는데 있어서 무방하다. 보통 넓적사슴벌레 암컷의 길이는 큰턱의 앞부분에서부터 시작하여 날개딱지의 끝부분

까지 측정하는 것을 원칙으로 하며 다리의 길이는 몸길이에 포함시키지 않는 것이 일반적이다.



<사진 1-13> 넓적사슴벌레 암컷의 길이 측정법.

마) 산란목과 메트의 준비

넓적사슴벌레의 사육을 위해서는 유충사육 및 산란유도용 발효메트와 산란을 유도하기 위한 산란목이 필요하다. 산란목에서 기르는 경우 좀더 거대한 개체가 나올수 있는 확률이 높아지지만 유충을 선별해내는 과정등이 번거러워 많이 이용되고 있지는 않다. 발효톱밥은 Quercus속 참나무류의 톱밥에 단백질원과 질소원을 적당량 배합하여 물을 갠후(습도 60%) 공기와 닿을수 있는 호기발효조건을 부여한후 최소 40-50일 이후에 이용하여야 한다. 이때 호기 발효조건을 제대로 맞추지 못하면 혐기발효가 되서 썩는 현상이 일어 날 수 있으니 주의해야 한다. 제조가 끝난 발효메트는 과습하지 않은 조건에서 보관하여야 한다. 과습할 경우 다른 잡균의 오염이 진행되거나 썩어서 심하게 냄새가 날수 있다.



<사진 1-15> 넓적사슴벌레 사육용 사료(좌:발효메트, 우:산란목).

바) 넓적사슴벌레의 질병

모든 생물체는 질병을 가지고 있다. 넓적사슴벌레도 예외는 아니어서 간혹 질병에 걸려서 죽는 개체가 나오기도 한다. 사육도중에 질병에 걸려서 죽은 개체가 나오면 즉시 사육장소에서 분리한 후 소각하거나 안전하게 폐기하여 야 한다. 오염된 병원체가 다른 개체에 전파될 수 있기 때문이다. 사슴벌레가 걸리는 질병은 대부분 진균에 의한(곤충병원성) 질병이며 간혹 세균성 질병으로 의심되는 경우도 발생한다. 또다른 치사요인으로는 응애류의 기생으로 인한 경우도 있다. 이러한 때에도 지체없는 개체를 사육구에서 분리하여 안전하게 제거하여야 한다.



<사진 1-16> 질병으로 치사한 넓적사슴벌레 번데기와 성충.

사) 넓적사슴벌레의 사육

○ 알의 특징

넓적사슴벌레의 암컷은 일생동안 대략 10-30개 정도의 알을 낳는다. 경우에 따라서는 산란목의 수피내에 알을 낳기도 하고 발효메트속에 낳기도 한다. 알은 처음 산란되었을때 그 크기가 1mm보다 조금 크다고 보된다. 알은 산란된 후 10-15일 사이에 1령 유충으로 부화하며 부화한 유충은 알껍질을 다 갉아먹은 후 발효톱밥이나 부숙된 나무를 파먹기 시작한다. 1령 유충은 크기도 작고 몸체도 약하기 때문에 사육용기로 옮기는 것은 2령 이상이 되었을 경우에 하는 것이 좋으며 1령 유충을 만지게 되었을 때는 수저나 약한 핀셋 등을 이용하여 조심스럽게 다루어야 한다.



넓적사슴벌레 알의모습(산란목)



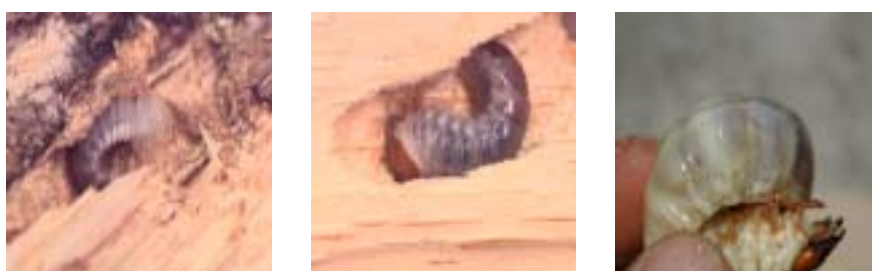
넓적사슴벌레 알의모습(발효톱밥)

<사진 1-17> 넓적사슴벌레 모습.

○ 유충의 사육

넓적사슴벌레의 유충은 모두 3번의 탈피를 한다. 사람은 뼈와 조직이 계속 성장해 나가지만 곤충의 경우는 탈피를 통해서만 몸이 커질수 있다. 알에서 부화한 1령 유충은 알 껍질을 먹은후 톱밥등을 먹기 시작하는데 보통 30일 전후의 기간을 갖은후 2령 유충으로 탈피를 한다. 2령 유충이 된 이후에는 몸의 크기가 급격히 커지기 시작하며 한달 정도 지난후 다시 탈피를 하여 3령 유충이 된다. 3령 유충이 된 이후에는 몸의 크기가 2령 유충의 3배 이상로 커지기 시작하며 3-4달 정도 계속 먹으면서 체중을 불리게 된다. 이때 얼마나 질 좋은 먹이를 잘 급여하느냐에 따라서 성충의 크기가 결정된다. 곤충의 유충의 맨마지막 령기때 얼마나 크기가 큰지에 따라서 성충의 크기가 결정되며 성충이 된 이후에는 단 1mm도 성장하지 않는다. 3령 유충기에 가장 많은 양의 사료를 섭취하게 되며 이때 주기적인 사료교환은 거대한 개체를 만들어 내는데 있어서 상당히 중요하다. 먹이의 교환주기를 맞추지 못하거나 너무 과습하거나, 건조한 먹이를 급이할 경우 증체량에 있어서 큰 차이를 가져오게 된다. 유충의 먹이교환시에는 충체에 주는 스트레스를 최소화 해야 한다. 곤충의 발육에 있

어서 가장 중요한 부분은 사료와 스트레스에 있다고 보아도 된다. 먹이 교환시 충체를 건드리지 않고는 다른 방법이 없으나 되도록이면 신속 하게 진행하여 충체가 외부로 노출되는 시간을 최소화 하여야 한다. 3-4달 정도의 3령 유충기가 끝나면 유충으로서는 마지막 탈피를 할 준비를 하게 된다. 바로 번데기가 되는 전단계로 “전용기간”이라고 하기도 한다. 전용기간이 되면 피부가 노랗게 변하면서 전체적인 크기가 줄어들게 된다. 이 시기는 스트레스에 가장 민감한 시기이므로 어떠한 처리를 하여도 안된다. 먹이의 교환주기를 조절하여 전용기에 먹이를 교환하는 일이 없도록 하는 것도 중요하다.



<사진 1-18> 넓적사슴벌레 유충의 각 생육단계별 모습.(위로부터 1령유충, 2령유충, 3령유충)

○ 번데기

오랜 기간의 유충기가 끝나고 전용기간이 되면 막바로 번데기가 된다. 전용에서 번데기로 탈피를 하면 이전까지는 보지 못한 완전히 다른 모습으로 변하게 된다. 이러한 현상(유충과 성충의 모양이 판이하게 다른 현상)을 가리켜 완전변태라 일컫는다. 번데기로 탈피를 하면 큰턱, 머리, 다리등 신체의 모든 부이 뚜렷하게 나타나며 약 30-40일의 번데기 기간을 거치면서 내부적으로 발육 진행되어 껍질 속에서 완전한 성충의 모양을 갖추게 된다. 번데기의 색깔은 짙은 갈색을 띠는 경우가 많으며 시간이 지날수록 더 진해진다. 번데기 시기에는

입에서 타액을 분비하여 수평으로 자기 몸의 2배 정도 길이가 되는 번데기 방을 만들게 된다. 이 번데기 방은 후에 번데기의 껍질을 벗고 성충이 되는 과정에 있어서 중요한 역할을 하게 되므로 절대로 부서지는 일이 없도록 하여야 한다.



<사진 1-19> 넓적사슴벌레 번데기 모습.

○ 우화

한달 이상의 번데기 기간을 거친 넓적사슴벌레는 발육단계의 맨 마지막인 우화를 하게 된다. 우화란 번데기의 껍질을 벗고 성충이 되는 과정을 말한다. 전용과 번데기 시기를 거치면서 만들어 놓은 번데기방을 이용하여 배부분의 왕복운동을 통한 마찰을 일으켜 껍질을 벗게 된다. 껍질을 벗은 넓적사슴벌레 성충은 처음에는 흰색을 띠게된다. 몸의 외골격 부분이 아직 마르지 않았기 때문에 이런 현상이 일어나며 넓적사슴벌레는 번데기방안에서 며칠을 더 머무르며 몸의 골격이 딱딱해 지기를 기다리게 된다. 시간이 지나면서 몸은 점점 흰색에서 갈색으로, 갈색에서 검은색으로 바뀌게 되며 어느 정도 몸이 굳어졌을 때 비로소 세상 밖으로 나오게 된다.



<사진 1-20> 넓적사슴벌레 암컷의 우화직후 모습.

○ 성충

우화를 끝낸 성충은 비로소 외부활동을 시작하게 된다. 앞에 달린 거대한 집게와는 어울리지 않게 넓적사슴벌레는 이가 전혀 없기 때문에 참나무의 수액 등의 수분만을 섭취할 수 있다. 거대한 집게는 수액을 차지하기 위한 경쟁의 수단으로 이용된다. 인공사육에 있어서는 수액을 급여할 수 없기 때문에 대용 먹이를 이용해야 한다. 설탕물을 조제하여 급여하는 방법이나,



<사진 1-21> 넓적사슴벌레 성충의 활동모습.

최근 들어 판매되고 있는 곤충용 젤리 등을 급여하는 것이 유리하다. 성충은

야행성이어서 주로 밤에만 활동한다. 보통 6월경에 외부활동을 시작하며 9월 이후가 되면 찾아보기 힘들게 된다. 성충의 사육조건이 잘 갖춰져 있을 경우 최소 1년 이상은 휴면 없이도 생명을 유지할 수 있으나 2년 이상까지 가는 경우는 매우 드물다. 경우에 따라서는 저온처리를 해서 인공적으로 월동을 시키는 것도 좋은 보존 방법이 될 수 있다.

2. 유용 임산버섯 재배기술 개발

가. 연구개발의 목표 및 내용

1) 임산버섯 재배는 주로 참나무류 원목을 이용한 재배방법이 이용되고 있다. 참나무류 원목을 이용한 버섯재배는 참나무류 원목의 대량소비로 인한 원목가의 상승, 원목확보를 위한 벌목으로 인한 산림환경 훼손이 우려되므로 침엽수 간벌폐재를 이용한 임산버섯의 인공재배기술의 개발이 필요한 실정이다. 따라서 이 연구과제의 수행은 산림농업 모델개발을 위한 세부과제로써 제 2세 부과제인 '임간재배와 임간 방목을 위한 임형모델 개발'에서 임분 밀도 조절을 위한 간벌시 임지내에서 버려지는 침엽수 간벌소경재를 이용하여 현재 인공재배법이 알려지지 않은 식용가능한 임산버섯의 재배기술을 개발하기 위하여 다양한 균주의 확보와 생리, 생태적 특성조사, 톱밥재배기술 및 원목재배기술을 개발하여 농산촌 주민의 소득증대에 기여하고자 수행하였다.

2) 이 연구를 통하여

- 가) 임산버섯 자원의 조사 및 균주자원 확보
- 나) 생리, 생태 연구
- 다) 효과적인 균주저장법 개발
- 라) 톱밥 및 원목재배기술 개발

마) 종균(고체 및 액체) 배양 및 접종기술 개발

바) 잣버섯 최적 재배환경 규명 및 생산기술 개발 등을 이루고자 하였다.

나. 추진전략 및 방법

임산버섯 중에서 침엽수 톱밥 및 원목을 이용하여 인공재배가 가능한 버섯은 극히 일부에 한정되어 있으므로 이들의 생리, 생태를 조사하고 침엽수종별 추출물을 첨가한 배지에서의 균사 성장 등을 비교하여 인공재배에 가장 적합한 버섯을 선정한 후에 종균의 종류를 고체와 액체로 비교하여 배지내 성장속도 및 버섯 생산량을 비교하였으며 버섯재배 최적 환경을 규명하여 버섯생산량을 증대시키는 기술을 개발하고자 추진하였다.

다. 연구개발 방법 및 설계

1) 유용 임산버섯 선발

임지내에서 버섯 주요 발생시기인 8-10월에 약 100여종의 버섯을 채집하여 목재부후 유형을 파악한 후에 침엽수 소경간벌재로 재배가 가능한 식, 약용버섯인 잣버섯(*Lentinus lepideus*)을 이 과제에서 재배법 개발 대상 임산버섯으로 선발하였다.

2) 균주의 배양적 특성 조사

가) 탄소원, 질소원, 아미노산, 온도, pH별 배양특성 비교

버섯균주의 효과적인 배양배지 개발을 목적으로 다양한 탄소원, 질소원, 아미노산을 첨가한 배양배지를 조제하고 배지의 중앙에 균사를 포함하는 agar disc를 접종한 후, 균사생장을 비교하였다. 또한 다양한 배양 온도와 pH 조건하에서 동일한 방법으로 접종한 버섯 균주를 배양하면서 균사생장량 등의 배양특성을 비교하였다.

나) 다양한 탄소원 첨가 액체배지에서의 균사생장량 비교

500ml 플라스크에 질소원으로 0.2%의 peptone을 넣고, 탄소원으로 1%의

glucose, xylose, fructose, sucrose, maltose, starch를 각각 넣은 후, 증류수 300ml을 넣고 질소원과 탄소원이 완전히 녹을 때까지 흔들어서 주었다. 30분간 고온멸균한 후, 무균상에서 식히고 접종원으로는 농원과학기술원에서 분양받은 균주를 고체 MA배지에서 10일 동안 배양한 후 균총의 가장자리에서 지름 5mm의 cork borer로 떼어내어 접종원으로 사용하였으며 액체배지에 각각 10개씩의 조각을 접종하였다. 진탕배양기에서 암상태, 30℃, 80rpm로 2주 동안 배양하였다. 배양 균사를 수확하여 물기를 제거 후 균사의 생중량을 측정하였고, 50℃의 건조기에서 2일동안 건조한 후 건중량을 측정하였다.

다) 배지별 균사생장속도 비교

배지별 균사생장 측정에 사용한 배지는 PDA(Potato Dextrose Agar), MESOP(Malt Extract Soya Peptone), MA(Malt extract Agar), MESTP(Malt Extract Starch Peptone)로 각각의 배지에 일본 균주, 농업과학기술원 균주와 강원대학교 연습림에서 분리한 균주를 치상하고 암상태, 30℃ 배양기에서 배양하였으며 3일, 7일, 10일 후에 균사생장량을 측정하였다(표 1-21).

<표 1-21> 배양배지 조성표.

PDA		MESOP		MA		MESTP	
PDA	39g	Malt extract	30g	Malt extract	20g	Malt extract	20g
D.W.	1L	Soya peptone	3g	Dextrose	20g	Starch	30g
		Agar	20g	Peptone	1g	Peptone	4.5g
		D.W.	1L	Agar	20g	agar	20g
				D.W	1L	D.W.	1L

3) 임산버섯자원 균주보관방법 개발

임산버섯자원의 균주의 활성과 순도를 유지하기 위하여 장기간 보관할 경우, 효과적인 방법을 찾기 위하여 일반 진균의 보관방법에 이용되는 증류수 냉장 저장법(10% glycerol)과 초저온 냉동법(5% PEG)을 이용하여 버섯균주를 보관

하고 일정기간이 지난 후에 재생시켜 균주의 성장 및 활력을 비교한다.

4) 임산버섯 톱밥재배법 개발

가) 침엽수 추출물을 첨가한 고체배지에서의 균사생장 비교

소나무, 잣나무, 신갈나무 가지를 채취하여 전정가위로 조각을 내고 60℃에서 3일 동안 건조시켰다. 건조된 시료 10g과 에탄올 250ml을 삼각 플라스크에 넣었다. 항온수조에서 물의 온도를 100℃에 맞추고 삼각 플라스크를 넣어 에탄올이 완전히 기화될 때까지 끓였다. 에탄올이 완전히 증발한 플라스크에 증류수 100ml을 넣고 다시 10분간 100℃에서 끓였다. 식힌 후 거즈로 걸러서 나무 조각을 제거하였다. 2%의 malt extract, glucose, agar와 0.1%의 peptone을 넣어 MA배지(대조구)를 만들고 glucose 대신 fructose를 넣어 변형 MA를 만들었다. MA배지에 10%의 각각의 추출액을 첨가하여 추출물 첨가 배지를 만들었다. autoclave를 하여 분주한 후 식혔다. 일본균주와 농과원균주를 치상하고 암상태, 30℃의 배양기에서 배양하였다. 균사측정은 4일, 6일, 8일, 10일에 지름을 측정하였다.

나) 침엽수 추출물을 첨가한 액체배지에서의 균사생장 비교

2%의 fructose, malt extract와 0.1%의 peptone을 증류수에 넣어 잘 녹인 후 10%의 소나무, 잣나무, 신갈나무의 추출액을 각각의 플라스크에 넣어 추출액 첨가 액체배지를 제조하였다. 2N의 HCl과 NaOH를 사용하여 pH 5.5를 맞추어 autoclave에서 30분 동안 멸균하였다. 액체배지를 식힌 후 고체배지에서 배양한 균사조각 10개를 일정한 크기로 잘라서 액체배지에 넣고 암상태, 30℃, 80rpm의 진탕배양기에서 14일 동안 배양을 하였다. 거즈를 이용하여 균사를 거르고 키친타올로 겉에 묻은 수분을 완전히 제거한 다음 무게를 측정하였다.

다) 침엽수 수종별 톱밥배합비에 따른 잣버섯 생산량 비교

잣나무, 소나무, 낙엽송 톱밥을 표22와 같은 배합비율로 조성하였고 무게를 $470 \pm 10\text{g}$ 로 일정하게 하여 버섯재배 용기에 입병하였다. 톱밥 용기를 고압멸균기에서 90분간 멸균한 후 무균상에서 식혔다. 접종원은 농과원 균주를 변형 MA고체배지에서 10일 동안 배양한 균사를 사용하였고 접종량은 petri dish에서 균사와 배지를 1/2를 떼어내어 접종하였다. 배양은 30°C의 incubator에서 암상태로 50일 동안 배양한 후 growth chamber에서 광상태로 30°C, 습도는 95%에서 잣버섯의 발이를 유도하였다. 건중량은 생중량을 측정하고 50°C의 건조기에서 2일 동안 건조한 후 측정하였다.

<표 1-22> 잣나무, 소나무, 낙엽송 톱밥의 배합비율.

침엽수 수종	배합 비율
잣나무 : 소나무	8 : 2 , 6 : 4
잣나무 : 낙엽송	8 : 2 , 6 : 4
소나무 : 낙엽송	8 : 2 , 2 : 8
잣나무	
소나무	
낙엽송	

라) 톱밥배지의 무게에 따른 잣버섯의 생산량 비교

잣나무 톱밥을 버섯재배 용기(대와 소)에 약 1.25 kg, 0.46 kg씩 담고 각각 5개와 1개의 접종구멍을 뚫어 주었다. 고온멸균기에서 90분간 멸균한 후 무균상에서 하루동안 충분히 식혔다. 큰 용기에는 1개의 plate(Φ 90 mm)에 담긴 배양배지에서 기른 균사를 모두 접종하였고 작은 용기에는 1/2에 해당하는 량의 균사를 접종하였다. 암상태로 30°C의 배양기에서 50일동안 배양한 후, 온도는 30°C, 상대습도는 95%의 조건으로 growth chamber에서 발이를 유도하였다. 생중량은 수확 후 즉시 측정하였고 건중량은 50°C의 건조기에서 2일동안 건조 후 측정하였다.

마) 잣버섯 균주 접종원의 종류(고체, 액체)에 따른 버섯생산량 비교

잣버섯 균주(KNU TPML-99161)의 접종원으로 고체 및 액체 종균을 사용하였다. 고체종균은 고체배지에서 배양한 잣버섯 균사를 포함한 고체배지 조각을 사용하였고, 액체종균은 배지조성은 동일한 액체배지에서 배양한 균사체를 blender로 마쇄하여 균사현탁액을 만든 후 사용하였다. 버섯배지용 배지로는 잣나무 톱밥을 사용하여 물과 혼합한 후에 종균병에 담고 고압증기멸균기에서 90분간 멸균하여 식힌 후 접종원을 접종하였다. 접종한 종균병은 30℃ 배양기에서 60일간 균사배양한 후, 발생실로 옮겨 자실체의 발생을 유도하고 형성된 자실체의 발이 개수, 생중량, 건중량 등을 조사하여 버섯생산량을 비교하였다.

바) 미강첨가별 균사생장과 푸른 곰팡이 오염 비교

잣나무 톱밥에 미강을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가하여 만들어 시험관에 2/3을 채워 넣었다. 종이마개로 단단히 막은 다음 고압멸균기에서 30분간 멸균하고 무균상에서 식혔다. 접종원은 고체배지에서 10일 동안 기른 균사 plate의 1/4를 접종하였다. 접종 후 암상태의 30℃의 배양기에서 배양하면서 10일 간격으로 균사속도를 측정하였다. 30일 지난 후 30℃, 95%의 조건의 growth chamber에서 배양하면서 푸른곰팡이의 오염여부를 측정하였다.

5) 임산버섯 원목재배법 개발

가) 침엽수종별 단목재배 비교

침엽수종별 잣버섯 생산량을 비교하여 재배에 최적 배지재료를 선택하기 위하여 리기다, 소나무, 낙엽송, 잣나무 등 침엽수 4개 수종의 원목에 액체종균을 접종하고 버섯생산량을 비교하였다. 잣버섯 재배에 가장 적합한 침엽수종을 선택하기 위하여 각 수종별로 직경 5cm, 길이 20cm의 단목 10개씩을 묶고 드릴로 한 쪽 단면에 구멍(깊이 7cm, 직경 1cm)을 만든 후 내열성 비닐봉지에 넣고 멸균하여 식힌 후에 잣버섯 액체종균을 구멍에 접종하고 60일간 배양한 후

버섯 발생을 유도하여 수종별 버섯생산량을 비교하였다.

나) 저온 처리에 의한 잣버섯 생산량 비교

버섯 발생유도 전에 종균병의 저온처리에 의한 버섯생산 증수가능성을 확인하고자 10일 동안 고체배지에서 배양한 균사를 고압 멸균한 잣나무 톱밥에 접종하여 암상태, 30℃의 배양기에서 50일 동안 배양한 후, 5℃와 15℃의 냉장고에 2일, 4일, 6일 동안 저온처리하고 버섯자실체 발생을 유도한 후 발생 개수, 생중량, 건중량을 측정하 자실체 발생에 적절한 저온처리 온도 및 기간을 조사하였다.

6) 잣버섯 균상 대량재배

가) 잣버섯 톱밥배지 제조, 입병 및 멸균

숲가꾸기 사업에서 간벌과 진정작업을 통하여 얻어진 잣나무를 톱밥화하여 버섯배지 원료로 사용하였다. 제재소에서 생산된 톱밥이 자동입병기를 사용하여 버섯배지로 입병하기에는 크기가 커서 기계가 제대로 작동하지 않았으므로 톱밥을 체로 쳐서 고운 톱밥만 사용하였다. 톱밥과 물을 혼합기에 서 혼합한 후, 자동입병기를 사용하여 종균병에 입병하고 고압멸균기에서 멸균하여 식힌 후에 종균을 접종하였다.

나) 종균 접종 및 배양

종균의 접종은 자동접종기를 사용하여 미리 배양하여 둔 톱밥종균을 접종하였으며 배양실에서 배양하였다.

다) 버섯 발생

배양이 완료된 종균병을 간이버섯재배사로 이동하여 버섯상자에 담고 8단으로 쌓아 자실체 발생환경을 조절하여 버섯발생을 유도하였다.

라) 수확 및 건조

발생된 버섯은 수확하여 50℃ 건조기에서 2일간 건조시켜 건중량을 측정하였다.

7) 잣버섯 대량생산 체계 확립

가) 잣버섯 액체종균 배양배지별 균사체 생산량 조사

잣버섯의 액체종균의 균사생육에 적합한 배지를 선발하기 위해 표 23에 기술된 배지 조성을 갖는 합성배지를 2ℓ air-lift fermenter에 제조 후 121℃, 1.2기압에서 30분간 고압살균 후 무균상 안에서 식히고 PDB배지에서 10일동안 배양한 균주(99161)의 균사체를 Blender에서 마쇄한 후 건중량 0.016g을 접종한 후 30℃ 암상태 1vvm의 통기량으로 7일간 배양한 후 균사체를 수확하여 70℃의 dry oven에서 72시간 동안 건조시킨 후 건중량을 측정하였다.

<표 1-23> 실험에 사용한 배양배지의 화학적 조성.

Nutritional reagents	Media (g/D.W. 1ℓ)												
	PDB	GYMP	GP	BP	BPC	BP-2	BP-3	BP-4	BY	BPYM	BYM	BPM	BS
Yeast Extract		10							3	10	10		
Malt Extract		15								15	15	15	
Glucose		10	30										
Peptone		10	3	3	3	6	15	30		10		10	
Brown Sugar				30	30	30	30	30	30	10	10	10	30
Soybean Powder													3
Calcium Carbonate					0.3								
PDB(Difco)	24												

나) 잣버섯 액체종균 배양기간별 균사체 생산량 조사

배양기간에 따른 균사체량의 변화를 알아보기 위하여 2ℓ air-lift fermenter에 BPYM(Brown sugar Peptone Yeast extract Malt extract)배지를 사용하여 잣버섯 99161균주를 접종한 후 30℃ 암상태로 1vvm의 통기량으로 8일간 액체 배양하면서 2일 간격으로 균사체의 건중량을 측정하였다.

다) 잣버섯 액체배양 통기 조건별 균사체 생산량 조사

잣버섯 액체배양시 통기 조건에 따른 균사체의 생산량을 알아보기 위하여 2ℓ air-lift fermenter에 BPYM(Brown sugar Peptone Yeast extract Malt extract)배지를 사용하여 잣버섯 99161균주를 접종한 후 30℃ 암상태로 통기 조건을 0.5, 1, 1.5, 2vvm(vol. of air/vol. of medium/min)으로 조절하여 6일간 배양한 후 균사체의 건중량을 측정하였다.

라) 액체 및 고체종균 사용시 톱밥배지에서의 원기형성까지 소요되는 기간 조사

톱밥재배시 접종원으로 잣나무 톱밥배지에서 50일간 배양된 고체종균과 BPYM배지에서 6일간 배양된 액체종균을 톱밥배지에 각각 접종하여 30℃ 암상태에서 배양하면서 자실체 발생의 초기 단계인 원기(primordia)가 형성되는데 요구되는 기간을 비교하였다.

마) 액체종균 접종시 배양기간에 따른 자실체 생산량과 자실체 수량 조사

잣버섯 톱밥재배시 접종원으로 액체종균을 사용하여 자실체 생산량과 자실체수를 조사하기 위해 잣나무 톱밥을 24시간 침수시켜 수분 함량을 60-65%로 조절한 후, 톱밥을 담은 종균병의 무게를 550g으로 조절하고 121℃ 1.2기압에서 90분간 고압증기멸균한 후 상온에서 식힌 다음 크린벤치 내에서 BPYM배지에서 6일간 배양된 액체종균을 접종하였다. 접종 후 30℃ 암상태의 항온배양기에서 28일, 35일, 42일간 배양 후 각각 24시간 산광을 주고 온도 30±2℃, 상대습도 95% 이상을 유지하며 CO₂ 농도 1000±200ppm 이하로 유지하여 버섯 발생을 유도하였다. 자실체는 갓이 2/3 정도 피었을 때 수확하였고 처리별 수확한 자실체의 톱밥배지 1병당 자실체 평균 건중량과 갓수를 조사하였다.

라. 연구 결과 및 고찰

1) 잣버섯 균주의 분리 및 확보

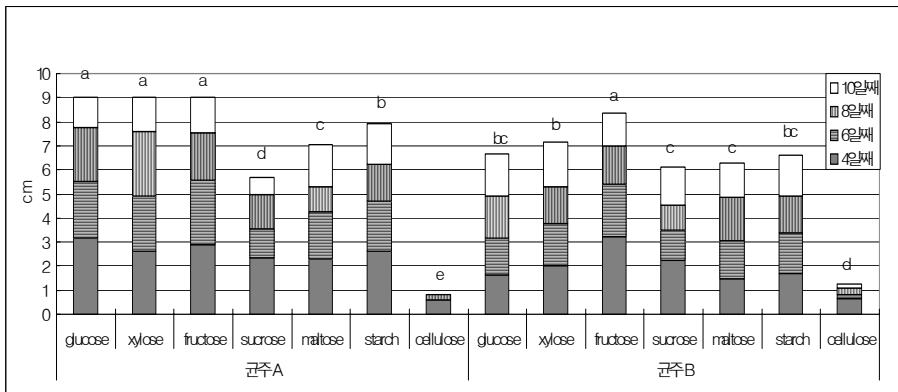
<표 1-24> 직접분리 및 분양받은 잣버섯 균주의 종류.

균주 ID	제공처(채집장소)	확보 방법
A	일본	분양(국립산림과학원)
B	강원도 농업기술원	분양(강원도 농업기술원)
C	강원대학교 연습림	조직분리

2) 균주의 배양적 특성 조사

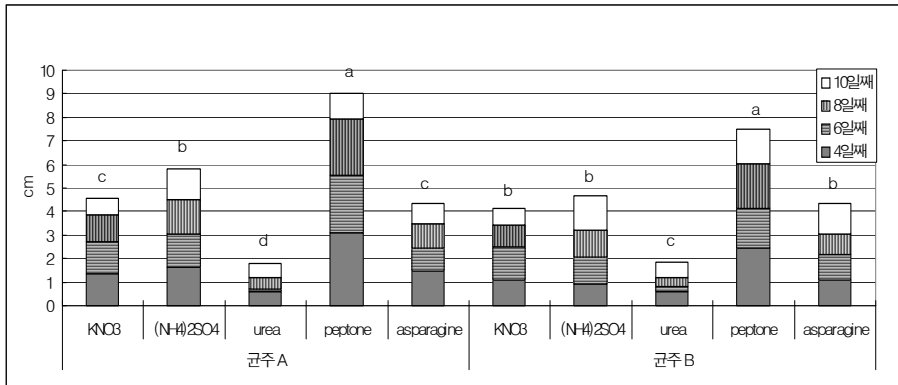
가) 탄소원, 질소원, 아미노산, 온도, pH별 배양특성 비교

(1) 탄소원별 균사생장 특성: 잣버섯을 배양하기 위하여 가장 적합한 탄소원은 이당류, 다당류보다 단당류가 좋으며, 그 중에서 fructose를 가장 잘 이용하는 것으로 확인되었다.



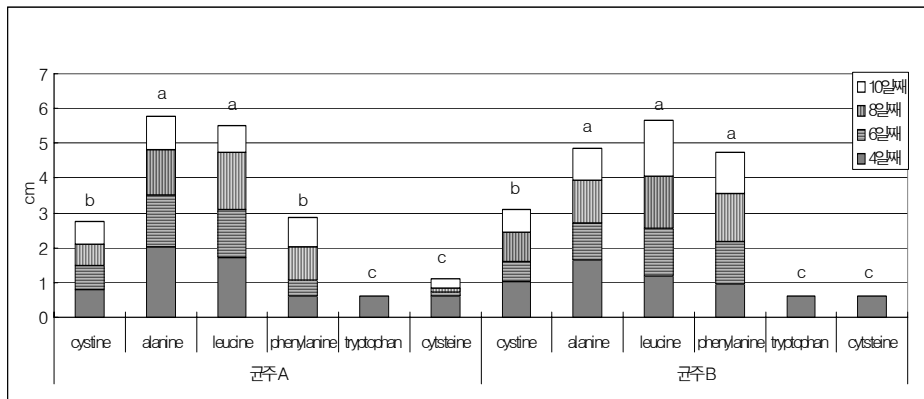
<그림 1-1> 다양한 탄소원을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본균주(균주 A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주 B)의 균사생장 비교.

(2) 질소원별 균사생장 특성: 여러 종류의 질소원 중에서 peptone은 잣버섯 균주의 생장에 가장 좋았으며, 잣버섯 균주배양에 질소원으로 가장 적합하다고 생각된다.



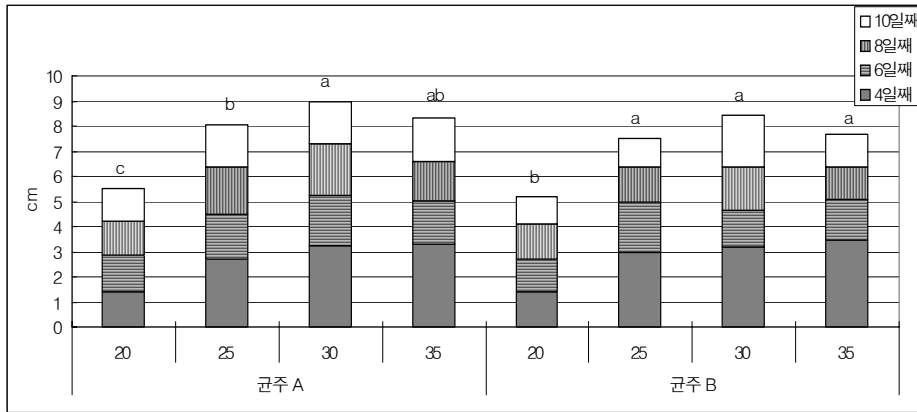
<그림 1-2> 다양한 질소원을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본균주(균주 A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주 B)의 균사생장 비교.

3)아미노산별 균사생장 특성: 잣버섯 균주의 고체배양에 아미노산으로 alanine, leucine을 첨가하는 것이 균사생장을 촉진시키는 것으로 생각 된다.



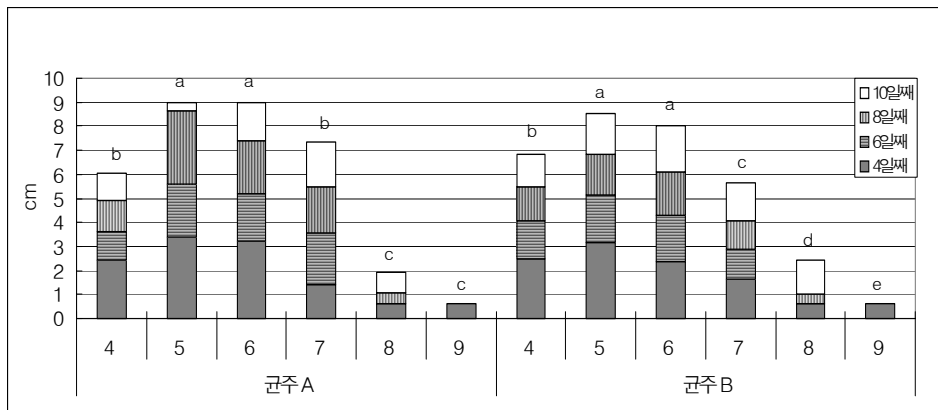
<그림 1-3> 다양한 아미노산을 첨가한 배지에서 배양한 잣버섯 일본균주(균주 A)와 강원도 농업기술원 분양균주(균주 B)의 균사생장 비교.

4)온도별 균사생장 특성: 잣버섯은 균사생장의 최적온도가 30℃로 고온성균으로 생각된다.



<그림 1-4> 여러 온도범위에서 배양한 잣버섯 일본균주(군주 A)와 강원도 농업기술원 분양균주(군주 B)의 균사생장 비교.

5) pH별 균사생장 특성: 잣버섯의 고체배지에서 최적 pH는 5로 확인되었다.



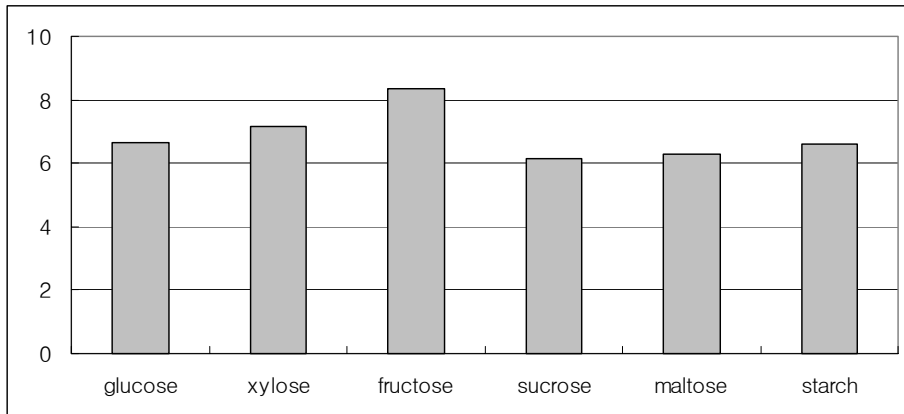
<그림 1-5> 여러 pH범위에서 배양한 잣버섯 일본균주(군주 A)와 강원도 농업기술원 분양균주(군주 B)의 균사생장 비교.

나) 다양한 탄소원 첨가 액체배지에서의 잣버섯 균사생장량 비교

<그림 1-6>과 <1-7>은 각각의 탄소원(glucose, xylose, fructose, sucrose, maltose, starch)을 첨가하여 만든 고체와 액체배지에 성장한 균사 성장량을

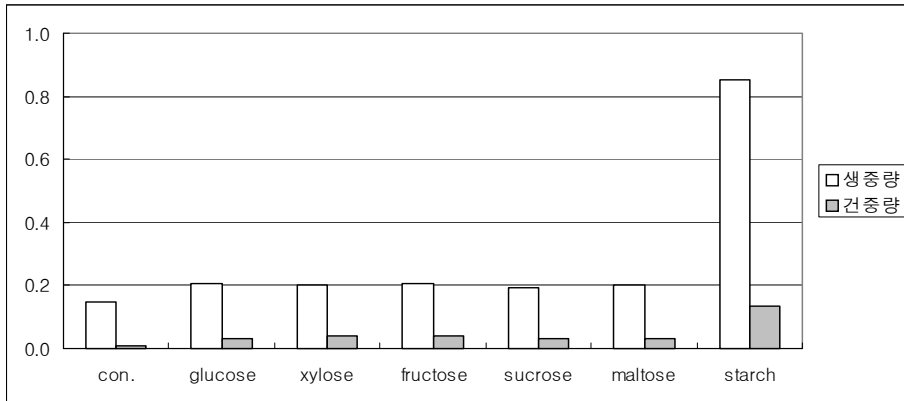
측정한 결과이다. glucose는 가장 일반적인 탄소원으로 다른 당류보다 균사생장에 좋다고 알려져 있으나 잣버섯의 경우에는 fructose를 첨가한 배지에서 성장량이 다소 많은 것으로 나타났다. 그리고 sucrose를 첨가한 배지는 다른 탄소원을 첨가한 배지보다 성장량이 다소 낮았다. 그러나 액체배지에서는 glucose, xylose, fructose, sucrose, maltose를 첨가한 배지 사이에서 균사 생증량과 건증량의 차이가 없었다. 특히 fructose는 고체배지에서 성장량이 많아 액체배지에서도 동일한 결과를 기대했었는데 다른 탄소원과 큰 차이가 없었다. 그림 7에서 starch의 생증량과 건증량이 다른 탄소원을 첨가한 배지보다 성장량이 많게 나타난 것은 잣버섯의 균사와 미세한 starch입자가 엉켜서 생증량을 측정할 때 starch를 완전히 제거하지 못한데 기인하는 것으로 생각된다.

(단위 : cm)



<그림 1-6>. 고체배지에서 탄소원별 잣버섯 균사의 성장속도.

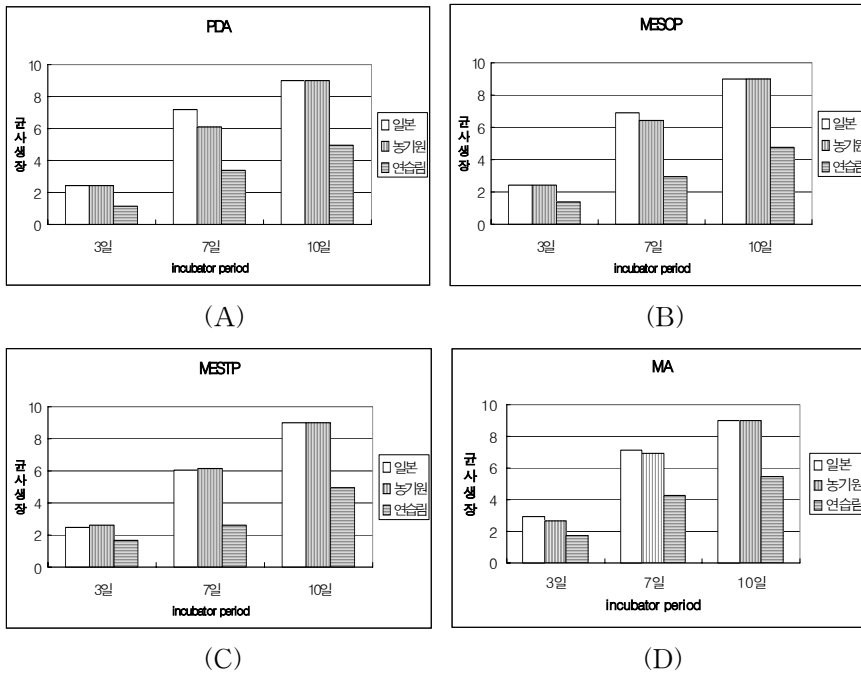
(단위 : g)



<그림 1-7> 액체배지에서 탄소원별 잣버섯 균사의 성장량.

다) 배지별 균사성장속도 비교

PDA(Potato Dextrose Agar), MESOP(Malt Extract Soya Peptone), MA(Malt extract Agar), MESTP(Malt Extract Starch Peptone)에서 일본균주, 농과원균주와 강원대학교 연습림에서 분리한 균주의 균사성장속도를 비교한 결과이다. 배양 10일째 모든 배지에서 일본균주와 농과원 균주간에는 차이가 없는 것으로 나타나 있는데, 그 이유는 균사가 petri dish에 완전히 성장하였기 때문이다. 배지별 균사성장속도를 측정한 결과 7일째 일본균주는 PDA, MESOP, MA에서 성장이 양호하였으며 농과원 균주는 MA배지에서 성장이 가장 양호하였다. 그러나 강원대학교 연습림에서 분리한 균주는 모든 배지에서 성장이 불량하게 나타났다. 배지 중에서 균주와 상관없이 가장 양호한 균사성장량을 나타낸 배지는 MA배지였다(그림 1-8).



<그림 1-8> PDA(A), MESOP(B), MESTP(C), MA(D)배지에서 균사생장 속도.

3) 임신버섯자원 균주보관방법 개발

잣버섯을 포함한 다양한 버섯균주를 10% glycerol을 함유한 멸균증류수 담아 냉장보관하거나 동결보호제로 5% PEG를 첨가한 멸균증류수에 담아 deep freezer에서 초저온냉동(-70℃) 보관한 후 약 12개월이 지난 후에 생장 및 활력을 조사한 결과, 대부분의 임신버섯 균주가 효과적으로 보존이 가능한 것으로 조사되었다(표 1-25).

<표 1-25> 냉동 및 초저온냉동법으로 저장한 야생버섯균주들의 활성 비교.

No	Scientific name of mushroom	Korean name	refrigeration				deep freezing			
			2	4	6	8	2	4	6	8
1	<i>Bjerkandera adusta</i>	줄버섯		○				○		
2	<i>Coriolus pubescens</i>	흰용털구름버섯		○					○	
3	<i>Coriolus consors</i>	송곳니구름버섯		○				○		
4	<i>Daedalea dickinsii</i>	등갈색송편버섯	○					○		
5	<i>Daedaleopsis tricolor</i>	삼색도장버섯	○				○			
6	<i>Fomes fomentarius</i>	말굽버섯	○				○			
7	<i>Ganoderma neo-japonicum</i>	일본불로초			○				○	
8	<i>Hypoxylon truncatum</i>	검은팔버섯			○				○	
9	<i>Laetiporus sulphureus</i>	붉은덕다리	○					○		
10	<i>Pholiota adiposa</i>	검은비늘버섯			○					○
11	<i>Fomitopsis cyticina</i>	흑잔나비버섯			○				○	
12	<i>Sparassis crispa</i>	꽃송이버섯			○					○
13	<i>Phellinus linteus</i>	목질진흙버섯		○				○		
14	<i>Lyophyllum ulmarium</i>	느티만가닥버섯			○				○	
15	<i>Lentinus lepideus</i>	잣버섯		○					○	

Mushroom isolates were preserved in sterilized water with cryoprotectants, 10% glycerol or 5% PEG.

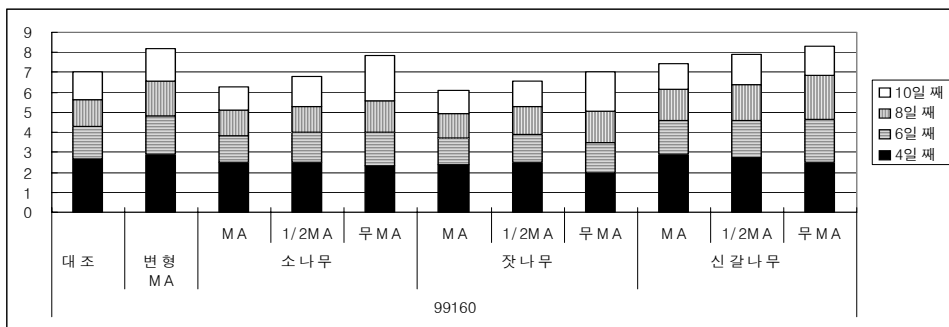
* 2, 4, 6, 8 : days to start re-grow on fresh agar after transferring from preservation for 12 months.

4) 임산버섯 톱밥재배법 개발

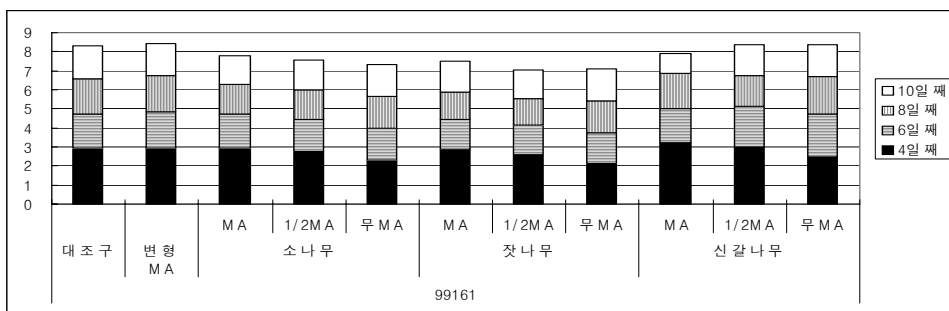
가) 침엽수 추출물을 첨가한 고체배지에서의 균사생장 비교

그림 1-9는 소나무, 잣나무, 신갈나무의 추출액을 첨가한 배지에서 일본 균주와 농과원 균주간에 균사생장량을 조사한 결과이다. 일본 균주는 MA배지보다 변형 MA배지에서 양호한 균사생장을 보였다. 소나무 추출액을 첨가한 배지 중에서 MA배지는 균사생장이 가장 불량하였으며, 무MA배지는 가장 양호

하였다. 잣나무, 신갈나무 추출액을 첨가한 배지에서도 동일한 경향을 나타내었다. 신갈나무 추출액이 잣나무, 소나무 추출액을 첨가한 배지보다 전체적으로 균사생장량이 양호한 것으로 나타났다. 농과원 균주는 MA배지와 변형 MA배지 간에 차이가 없었다. 농과원 균주는 일본 균주와 달리 소나무, 잣나무를 첨가한 MA배지에서 생장이 양호한 것으로 나타났으나 신갈나무 추출액을 첨가한 MA배지는 생장이 불량하였다. 신갈나무 추출액을 첨가한 배지는 일본 균주와 같이 전체적으로 생장이 양호하게 나타났다.



(A)



(B)

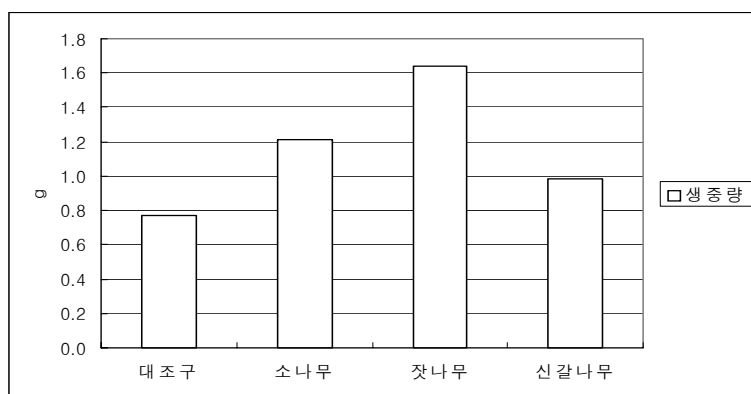
1) MA : MA배지조성대로 첨가, 2) 1/2MA : MA배지조성을 1/2첨가 3) 무MA : MA배지를 첨가하지 않음

<그림 1-9> 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 넣은 MA, 1/2MA, 무MA와 변형MA에서 일본균주(A)와 농업과학기술원균주(B)의 균사생장 속도.

추출물 첨가 배지실험에서 농과원 균주가 일본 균주보다는 전체적으로 생장이 양호하였다. 결과적으로 두 균주는 변형MA에서 신갈나무 추출액을 첨가한 MA배지에서 생장이 양호하였고, 일본 균주는 소나무, 잣나무 추출액을 첨가한 액체 MA배지에서 농과원 균주는 무MA배지에서 생장이 불량했다.

나) 침엽수 추출물을 첨가한 액체배지에서의 군사성장 비교

그림 1-10은 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 첨가한 변형 MA액체배지에서 농과원 균주의 군사성장량을 비교한 결과이다.



<그림 1-10> 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 첨가한 변형MA액체배지에서 군사성장량.

농과원 균주는 잣나무 추출액을 첨가한 변형 MA액체배지에서 1.64g, 소나무 추출액 첨가 배지에서 1.21g, 신갈나무 추출액 첨가배지에서 0.99g, 대조구 0.77g으로 나타났다. 잣나무 추출액을 첨가한 배지에서 군사성장량이 가장 양호하였고 추출액을 첨가한 배지가 추출액을 첨가하지 않은 배지(대조구)보다 많았다. 그림 9의 농과원 균주에서 신갈나무 추출액 첨가 배지와 대조구의 군사성장량이 잣나무, 소나무 추출액 첨가배지보다 많은 것으로 나타났었는데, 그림 1-10에서는 잣나무와 소나무 추출액 첨가배지가 군사성장량이 많았다. 대조구와 신갈나무 추출액을 첨가한 배지에서 군사는 영양원을 얻기 위해서

다른 장소로 얇게 퍼지는 것에 반대로 잣나무와 소나무 추출액을 첨가한 배지에서 균사는 빨리 퍼지지 않고 좁은 지역에서 많은 균사를 내어 두꺼운 균사층을 형성하는 것으로 생각된다.

다) 침엽수 수종별 톱밥배합비에 따른 잣버섯 생산량 비교

잣버섯은 침엽수류의 톱밥을 이용한 버섯재배가 가능하지만 그 중에서 가장 적합한 수종을 선택하여 재배하는 것이 생산성 증대에 매우 중요하다. 표 26은 소나무, 잣나무, 낙엽송의 톱밥을 배합비를 각각 다르게 조제한 톱밥에 10일 동안 고체배지에서 배양한 잣버섯 균을 접종하여 50일 배양한 후 growth chamber에서 발이를 유도하여 최초 발이한 자실체와 마지막 발이한 자실체간의 일수를 나타낸 결과이다. 3월 9일에 growth chamber에 넣어 약 10일 정도 지난 후 발이가 시작되었다. 발이 시기에 있어서는 침엽수 배합비에 따라 차이가 없었으며, 1차 발이 후 2차 발이가 시작되는 기간에도 수종별로 차이가 없었다. 따라서 최초 발이 소요일수는 침엽수 배합비와 무관한 것으로 생각된다.

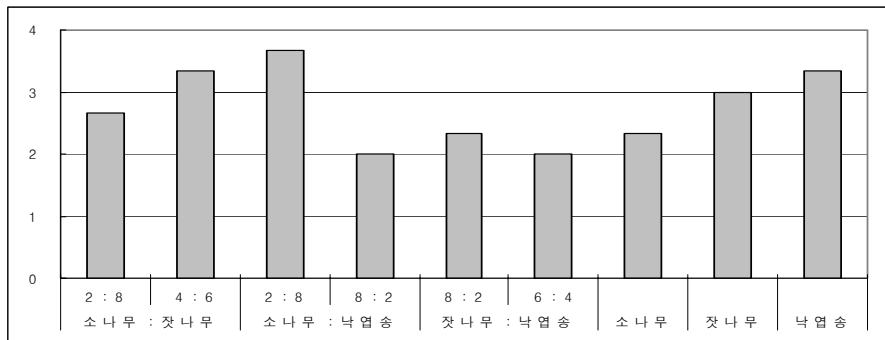
그림 1-11을 보면 자실체 발생개수는 소나무와 낙엽송의 배합비가 2대 8인 톱밥배지에서 평균 3.67개로 가장 많았고 소나무와 낙엽송의 배합비가 8대 2와 잣나무와 낙엽송의 배합비가 6대 4인 것이 평균 2개로 가장 적게 나타났다. 그림 22는 자실체의 생중량을 나타낸 것으로 소나무와 낙엽송의 배합비가 2대 8인 경우와 낙엽송 톱밥에서 자실체 생중량이 각각 26.9g와 27.3g으로 다른 톱밥 배합비보다 많이 발생되었고, 소나무와 잣나무 배합비가 4대 6인 톱밥이 21.2g로 가장 작았다. 자실체 개수가 작았던 잣나무와 낙엽송을 섞은 톱밥과 소나무와 낙엽송을 8대 2로 섞은 톱밥의 생중량은 다른 배합비로 섞은 톱밥과 비교해 보면 차이가 없었다. 그림 23에서 자실체 개수가 작았던 소나무와 낙엽송 배합비가 8대 2와 잣나무와 낙엽송의 배합비가 8대 2와 6대 4가 각각 12.7, 10.9, 12.0g로 자실체 개수가 적은 것이 개체 1개당 생중량이 많았다. 시장성을 고려한다면 자실체 개수와 생중량이 큰 톱밥 배합비를 찾는 것이 중요하지만 이 실험에서는 두 요소가 반비례적으로 나타났다. 개체수가

많이 생산되어 자실체 개수당 생중량이 적은 것보다 상품성을 고려해보면 개수가 적더라도 1개체 당 생중량이 큰 톱밥에서 재배하는 것이 시장성이 있다고 생각된다. 잣버섯 톱밥재배의 가장 큰 문제점은 다른 버섯처럼 다발로 발이 되는 것이 아니라 1회에 발생하는 자실체 발이수가 적고 또 한 곳에서 다량으로 발생하면 그 중 1개만 크게 성장하고 나머지는 갓이 작게 성장하거나 생장이 중단되는 현상이 나타났다.

<표 1-26> 침엽수 수종별 배합비에 따른 잣버섯 균사의 자실체 발이 시기.

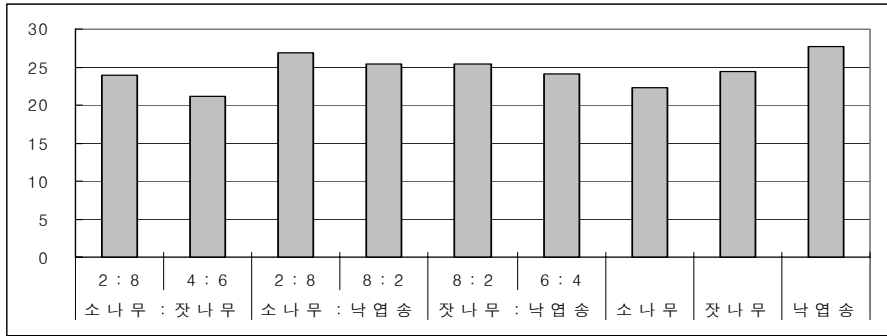
	소나무 : 잣나무		소나무 : 낙엽송		잣나무 : 낙엽송		소나무	잣나무	낙엽송
	2 : 8	4 : 6	2 : 8	8 : 2	8 : 2	6 : 4			
1차	3/22-4/8	3/20-3/21	3/19-3/21	3/20-3/31	3/19-3/23	3/21-3/23	3/21-4/11	3/21-3/29	3/21
2차	4/17-5/2	4/10-4/24	4/14-4/24	4/20-4/24	4/15-4/19	4/10-4/18	4/21-5/6	4/16-4/25	4/9-4/18

(단위 : 개)



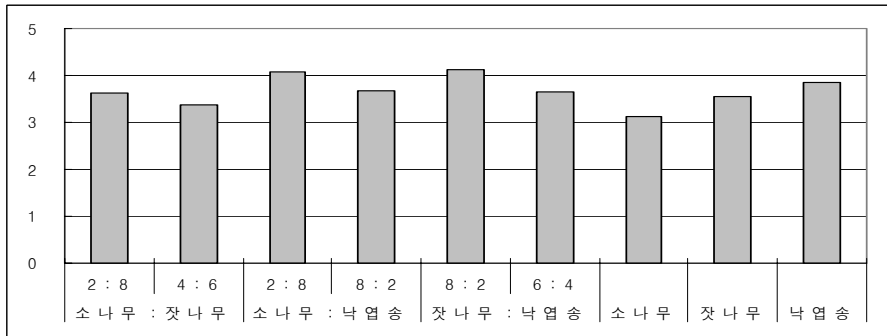
<그림 1-11> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 개수.

(단위 : g)



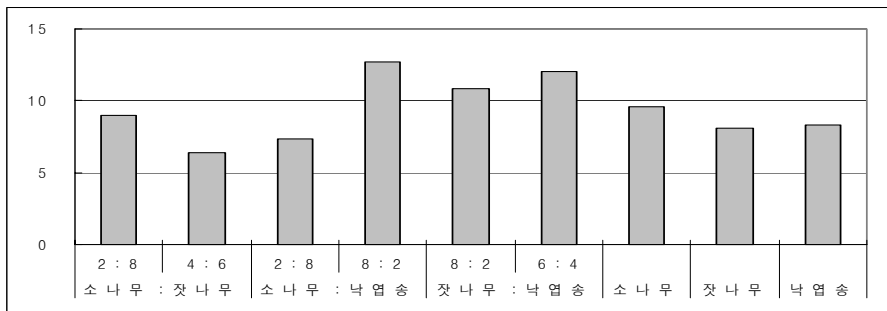
<그림 1-12> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 생중량.

(단위 : g)



<그림 1-13> 침엽수 수종의 배합비에 따른 잣버섯의 자실체 건중량

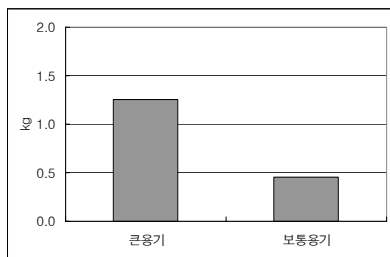
(단위 : g)



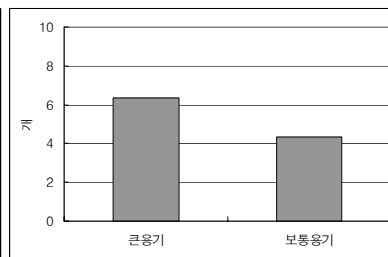
<그림 1-14> 침엽수 배합비에 따른 자실체 1개당 개수와 생중량의 비교.

라) 톱밥배지의 무게에 따른 잣버섯의 생산량 비교

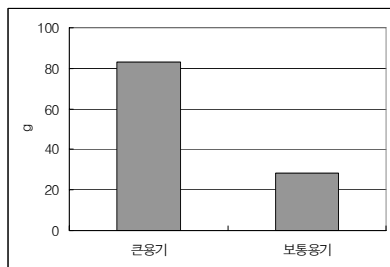
큰 용기와 작은 용기에서의 버섯 발이개수는 그림 1-15b에서 보는 바와 같이 6.3개와 4.3개로 1.5배의 차이가 있었지만 그림 1-15c에서 생중량은 83.2g과 28.4g를, 건중량은 12.2g과 4.1g로 약 3배의 차이를 보였다. 발이개수와 톱밥무게와는 관계가 없었으나, 생중량과 건중량은 큰 용기와 작은 용기의 톱밥무게가 1.25kg과 0.46kg으로 큰 용기의 톱밥무게가 3배인 것과 비례하여 생산량도 약 3배 차이가 생긴 것으로 생각된다(그림 1-15a). 그림 3e는 배지 100g당 자실체의 생중량을 나타낸 것인데, 큰 용기와 작은 용기가 각각 6.64와 6.19로 차이가 없어서 톱밥무게와 생중량과 건중량의 산출량은 비례관계가 있음을 알 수 있다.



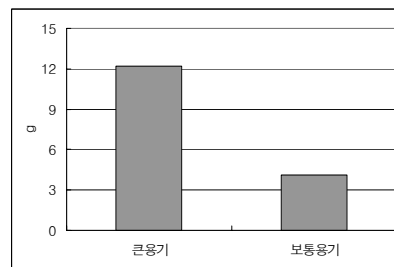
(a)



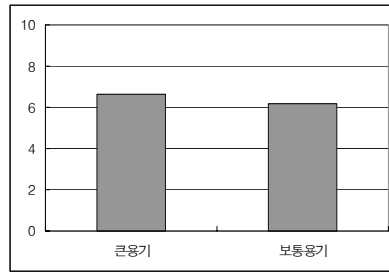
(b)



(c)



(d)



(e)

<그림 1-15> 버섯재배 용기(대형)와 종균배양 용기(소형)의 톱밥무게(a)와 잣 버섯의 발이개수(b), 생중량(c), 건중량(d)과 톱밥 100g당 자실체 생산량(e).

그러나 큰 용기(사진 1-22b)는 작은 용기(사진 1-22c)에 비해 단위 무게당 자실체 수는 적고 생중량에는 차이가 없었다. 즉 큰 용기의 자실체 1개당 무게가 작은 용기의 자실체 1개의 무게보다 많은 것으로 나타났다. 톱밥무게가 증가하면 자실체 1개당 무게는 증가하나 개수는 적어지는 반면에 톱밥무게가 감소하면 자실체 수는 증가하나 자실체 1개당 무게는 감소하는 것으로 나타났다.



(a)



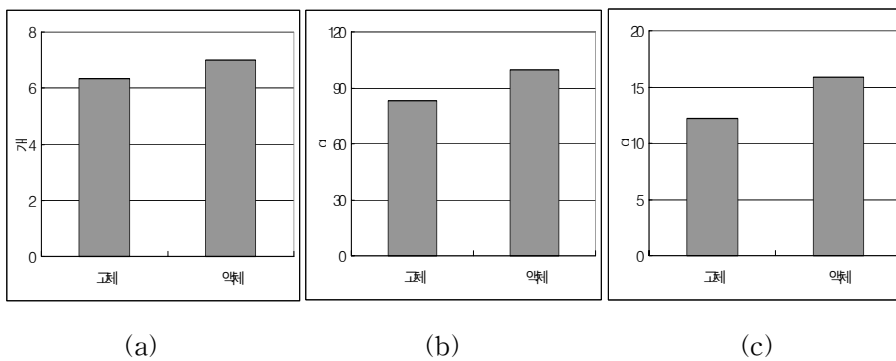
(b)



(c)

<사진 1-22> (a) 톱밥배지 용기(대형)에서 잣버섯 자실체 발생 유도. 원기형성, (b) 톱밥배지 용기(대형)에서의 잣버섯 자실체 발생, (c) 톱밥배지 용기(소형)에서의 잣버섯 자실체 형성.

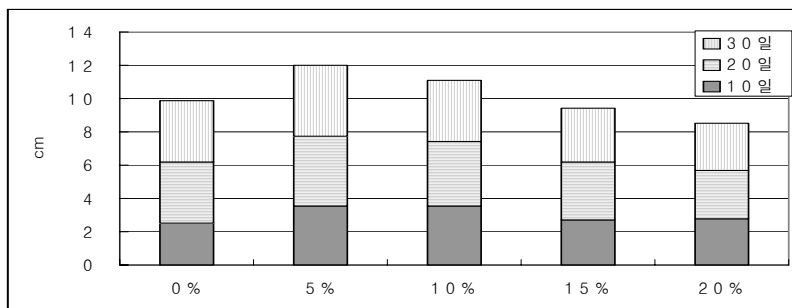
마) 잣버섯 균주 접종원의 종류(고체, 액체)에 따른 버섯생산량 비교
 잣버섯 균주의 접종원을 고체종균과 액체종균으로 사용하여 버섯발생에 있어서의 효과를 비교한 결과, 버섯발이 개수, 생중량, 건중량에 있어서 고체종균 사용시보다 액체종균을 사용하였을 때 더욱 효과가 좋게 나타났다(그림 1-16).



<그림 1-16> 잣버섯 고체 및 액체종균 접종시 (a)버섯 발이수, (b)생중량, (c) 건중량의 비교.

바) 미강첨가별 균사생장과 푸른 곰팡이 오염 비교

잣버섯 균사가 퍼지는 속도는 미강을 5%첨가한 것이 가장 빨랐다(그림 1-17). 균사의 양은 미강첨가 비율이 20%인 것이 가장 많았으며 미강첨가비율이 감소할수록 균사의 양은 감소하였다. 미강첨가율이 높을수록 푸른곰팡이에 대한 오염이 심한 것으로 보인다. 미강첨가율이 20%인 것은 거의 시험관의 바닥부분까지 푸른곰팡이의 포자가 형성된 것을 볼 수가 있다. 그러나 미강을 첨가하지 않은 톱밥은 오염된 배지에서 푸른곰팡이의 포자가 날려도 오염되지 않았으며 심지어 발이가 되는 것을 볼 수가 있었다. 미강은 균사의 생장에 도움을 주지만 오염을 생각할 때 첨가하지 않는 것이 좋다고 생각이 된다.



<그림 1-17> 미강첨가별 잣버섯 균사의 성장량.

5) 임산버섯 원목재배법 개발

가) 침엽수종별 단목재배 비교

침엽수종별 잣버섯 생산량을 비교하여 재배에 최적 배지재료를 선택하기 위하여 4개 수종의 침엽수 원목에 액체종균을 접종하고 버섯생산량을 비교한 결과, 잣나무, 소나무, 리기다소나무, 낙엽송의 순서대로 생산량이 많았으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.(표 1-27, 사진 1-23) 따라서 우리나라에서 많이 분포하고 있으며 숲가꾸기 공공사업이나 간벌시 경제적 효용가치가 없어서 임지내에 버려지고 산불발생시에는 산화재료가 되어 산불이 더욱 크게 나게 하

는 소경 폐재를 재활용할 수 있을 것으로 판단되어 폐자원의 재활용에 의한 부가가치 창출이 가능할 것으로 생각된다. 또한 최근 리기다소나무에 만연하고 있는 수지케양병 때문에 리기다소나무를 수종갱신 대상으로 별채하고 있는 리기다 소나무를 잣버섯 재배시에 버섯배지로 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 1-27> 침엽수종별 원목재배시의 잣버섯 생산량 비교.

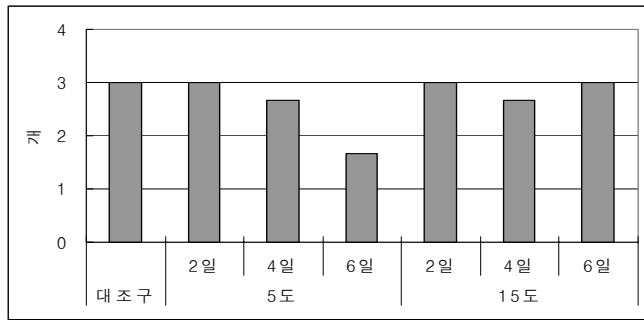
단목재배용 수종	소나무	리기다소나무	잣나무	낙엽송
버섯생산량(g/병)	30.3	28.7	30.5	27.2



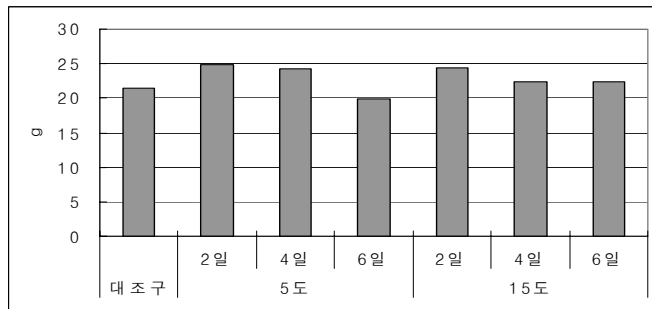
<사진 1-23> 잣버섯 단목재배에서의 잣버섯 자실체 발생.

나) 저온 처리에 의한 잣버섯 생산량 비교

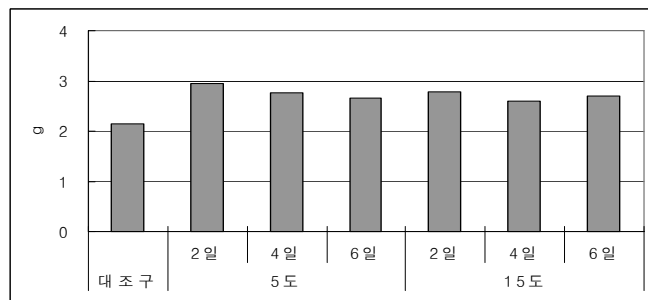
자실체 발이를 촉진시키기 위해 버섯발생처리 전에 2, 4, 6일 동안 저온처리 하였는데 일정기간 저온처리한 것은 대조처리와 비교하여 발이수(그림 1-18a)는 적게 나타났지만 생중량(그림 1-18b)과 건중량(그림 1-18c)에서는 다소 높게 나타났다.



(a)



(b)



(c)

<그림 1-18> 저온처리 기간에 따른 잣버섯의 발이개수(a), 생중량(b) 및 건중량(c).

또 다른 실험에서 잣버섯 발생을 유도하기 이전에 저온에서 일정기간 처리하면 무처리보다 버섯발생량이 증가하는 경향을 나타내었다. 저온처리시 5℃와

15℃의 처리온도간에는 큰 차이가 없었고, 같은 온도내에서 2, 4, 6일간의 처리 기간간에도 큰 차이를 보이지 않았으나 4일이나 6일 저온처리보다 2일간 저온 처리시 버섯생산량이 다소 많았고 모든 저온처리시 무처리보다 훨씬 높은 생산량을 나타내어 버섯발생을 유도하기 직전에 15℃에서 2일간 저온처리하면 증수효과를 얻을 수 있는 것으로 확인되었다(표 1-28)

<표 1-28> 버섯발생 유도 이전의 온도별, 기간별 저온처리와 버섯생산량.

저온처리 유무	무처리	저 온 처 리					
저온처리온도	30℃	5℃			15℃		
저온처리기간(일)	0	2	4	6	2	4	6
버섯발이수(병당)	3.0	3.0	2.7	1.7	3.0	2.7	3.0
생중량(g)	21.4	24.9	24.2	19.8	24.4	22.4	22.4
건중량(g)	2.1	3.0	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7

6) 잣버섯 균상 대량재배

가) 잣버섯 톱밥배지 제조, 입병 및 멸균

1) 톱밥배지 제조

초저온냉동고(-70℃)에 보관중인 cryotube에서 잣버섯 원균(FPML-99161)을 꺼내어 영양배지(PDA)에서 회생시킨 후에 멸균시킨 잣나무 톱밥배지가 담긴 종균병에 접종하고 30℃에서 60일간 배양한 후에 톱밥종균으로 사용하였다. 숲가꾸기사업에서 얻은 잣나무 톱밥을 체로 친 후에 사용하였다(사진 1-24).



<사진1-24> 숲가꾸기사업에서 얻은 잣나무톱밥 체로 치기.

2) 입병 및 멸균:



종균배양소에서의 배지혼합, 입병, 멸균 과정에 준하여 실시하였다(사진 1-25).

<사진 1-25> 잣버섯 종균 접종을 위한 톱밥 입병 기계화작업.

나) 종균 접종 및 배양

1) 멸균하여 식힌 종균병에 톱밥종균을 접종하였다. 종균의 접종량은 톱밥 종균 1병당 대략 70병의 톱밥배지에 접종하여 60병의 톱밥종균으로 4,200병의 톱밥배지에 접종하였다.

2) 배양



<사진 1-26> 종균집종후 배양상자에서 배양중인 잣버섯.

배양온도의 유지를 위하여 재배사내에 열선(벽면 전체), 히터 2대를 하였고, 습도 유지를 위해 버섯재배용 가습기(중앙가습기; 타미어 부착)와 스프레이 관수를 1일 3회 실시하였다. 재배사내의 CO₂ 농도는 여과공기 흡입 및 배출 장치를 설치하여 타이머로 조절하였고 자동온습도 기록장치 (Hygrothermometer)를 설치하여 시간대별로 온도 및 습도변화를 측정하여 기록하였다(사진 1-26).

다) 버섯발생

버섯발생 온도는 열선과 히터에 의해 25-30℃, 습도는 가습기 및 관수에 의해 70-100%, CO₂ 농도는 1200-1300 ppm, 광은 3과장 전구를 사용하여 10-80 lux의 산광을 조사하였다(표 1-29, 사진 1-27)

<표 1-29> 재배사내 잣버섯발생 환경조건.

온도	습도	CO ₂ 농도	광	관수
25-30℃	70-100%	1200-3000 ppm	3과장 전구 (20Wx5) 산광 (10-80 Lux)	가습기 및 관수
자동온습도기록장치 (Hygrothermometer)		공기필터(HEPA filter)를 통한 무균공기 흡입 및 배출		



<사진 1-27> 톱밥 대량재배에서의 잣버섯 자실체 발생 상태.

라) 수확 및 건조

자실체가 성숙하여 갓이 완전히 퍼졌을 때 수확하여 45℃ 건조기(dry oven)에서 2일간 건조하였다(표 1-30, 사진 1-28).

<표 1-30> 수확기별 잣버섯의 생중량과 건중량.

Fruiting body Development	Inducing period	Fresh weight (kg)	Dry weight (kg)
1st trial	2 weeks	100	12.5
2nd trial	4 weeks	40	5
Total	6 weeks	140	17.5
weight/bottle(800g)		35.0g	4.38g



<사진 1-28> 수확한 잣버섯 자실체.

7) 잣버섯 대량생산 체계 확립

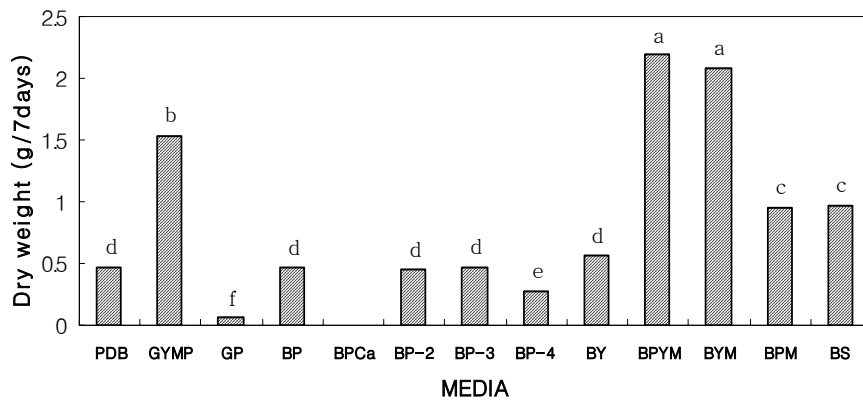
가) 잣버섯 액체종균 배양배지별 균사체 생산량 조사

버섯종균 액체배양시설을 설치하기 위하여 액체배양기 세트, 배양라인, Air pump, Regulator, 수분제거용 필터, 수분제거기 등을 설치하고(사진 1-29) 액체종균을 배양하였다.





<사진 1-29> 실험실에 설치한 버섯종균 액체배양시설 및 버섯 종균배양.

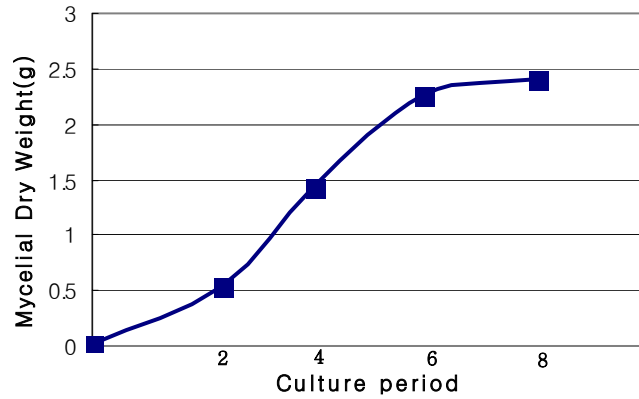


<그림 1-19> 다양한 액체배지에서 잣버섯의 균사생장 비교. 막대위에 표기된 동일한 문자는 Duncan 다중검정법(P = 0.05)에 의해 유의성이 없음을 표기함.

13종의 액체종균 배양배지에서 7일간 배양한 후 균사체의 건중량을 측정한 결과, BPYM, BYM 배지에서 가장 높은 균사 성장량을 보였다(그림 1-19).

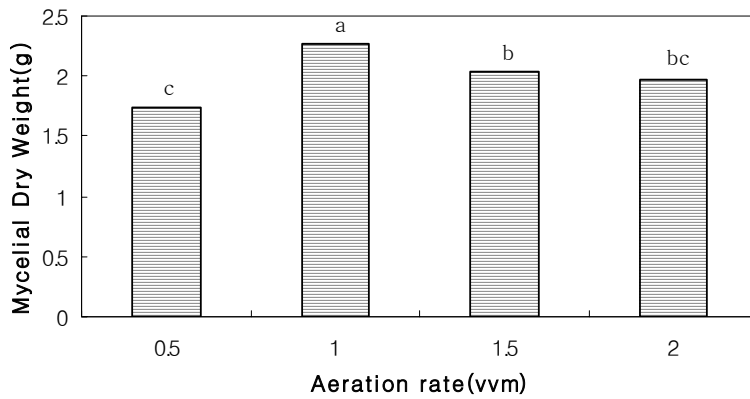
나) 잣버섯 액체종균 배양기간별 균사체 생산량조사

배양기간에 따른 균사체량의 변화를 조사한 결과 6일까지 균사체량은 급격히 증가하였고 그 후 부터는 증가량에 큰 변화가 없었다(그림 1-20).



<그림 1-20> 잣버섯 (*Lentinus lepideus*) 균사생장곡선.

다) 잣버섯 액체배양 통기 조건별 균사체 생산량 조사

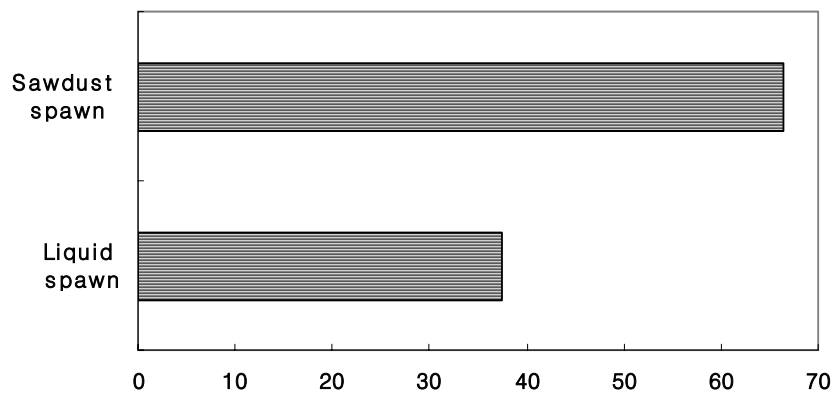


<그림 1-21> 통기율이 다른 조건에서 배양한 잣버섯의 균사생장 비교. 막대위에 표기된 동일한 문자는 Duncan 다중검정법(P = 0.05)에 의해 유의성이 없음을 표기함.

잣버섯 액체배양시 통기 조건에 따른 균사체의 생산량을 조사한 결과 통기량 1vvm 처리에서 가장 높은 균사 생산량을 보였다(그림 1-21).

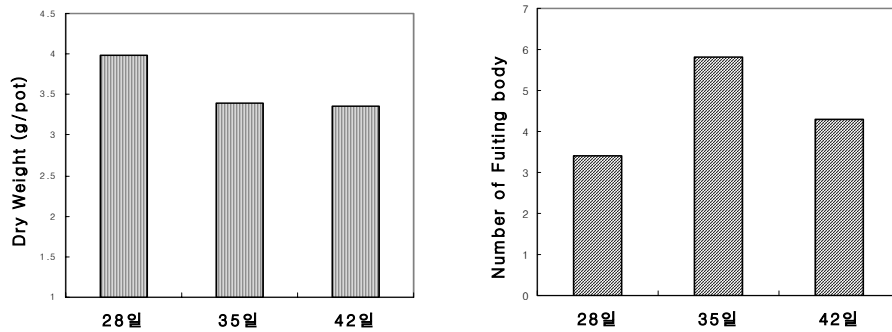
라) 액체 및 고체종균 사용시 톱밥배지에서의 원기형성까지 소요되는 기간 조사

액체종균과 톱밥종균을 동일한 톱밥배지에 접종하여 배양하였을 때, 원기가 형성되는데 까지 소요되는 기간은 액체종균 접종시 38일이 소요되고 톱밥종균 접종시 67일이 소요되어 톱밥재배에 의한 잣버섯 생산시 톱밥종균 대신 액체종균을 사용하면 버섯생산의 초기단계인 원기형성시까지 29일의 기간을 단축할 수 있어서 버섯생산력을 증대시킬 수 있는 효과적인 방법으로 판단되었다(그림 1-22).



<그림 1-22> 고체 및 액체종균 사용시 톱밥배지에 접종후 원기형성까지 소요되는 기간의 비교. 막대위에 표기된 동일한 문자는 Duncan 다중검정법(P = 0.05)에 의해 유의성이 없음을 표기함.

마) 액체종균 접종시 배양기간에 따른 자실체 생산량과 자실체수 조사
 액체종균을 톱밥배지에 접종하여 28, 35, 42일간 배양한 후 자실체의 생산량을 비교한 결과, 28일간 배양한 처리에서 상대적으로 생산량이 우수하였고 35일간 배양한 처리에서 자실체 발생 개수가 상대적으로 많았다(그림 1-23).



<그림 1-23> 톱밥배양기간별 잣버섯 자실체 발생수의 비교. 막대위에 표기된 동일한 문자는 Duncan 다중검정법(P = 0.05)에 의해 유의성이 없음을 표기함.

8) 잣나무 간벌소경폐재 톱밥을 이용한 잣버섯 인공재배

가) 잣버섯 특성

잣버섯 [*Lentinus lepideus* (Fr. ex Fr.)Fr]은 느타리과 잣버섯속에 속하는 목재부후균으로 소나무, 잣나무 등의 침엽수 고사목에 서식하는 버섯이다. 갓의 직경은 약 4~12cm에 이르고 백색에서 담황색 또는 옅은 황토색을 띠며 갈색의 잔잔한 균열이 보인다. 주름은 조밀한 편으로 백색이고 폭은 넓고 두꺼우며, 대의 크기는 2~8 cm×1~2 cm이고 속이 차 있으며, 표면은 백색이고 황갈색 비늘 모양의 털이 산재한다. 포자는 긴 타원형이며 포자의 크기는 7~11×3~5 μ m이며 포자문은 백색이다. 잣버섯은 우리나라에서는 자연 상태에서 봄부터 가을에 걸쳐 침엽수의 그루터기에서 발생하는데, 특유의 소나무향과 담백한 맛을 지니고 있고 양질의 단백질과 비타민류 및 각종 무기염류를 다량으로 함유하고 있으므로 체액조절과 건강 증진 등의 효용성을 지니고 있다. 또한 한방에서는 면역증강 및 항암작용 등의 약리효능으로 약용버섯으로도 이용되어 왔기에 야생하는 식용 버섯 중 일찍부터 인공 재배되어야 할 가장 유망한 버섯으로 분류되어 왔다. 따라서 본 연구는 숲가꾸기 사업 등에 의하여 임지내에 방치되는 잣나무 간벌소경폐재를 톱밥화하여 잣버섯 인공재배에 이용하기 위하

여 우선 야생 잣버섯 균주를 분리, 배양하여 이들 균주의 배양특성을 규명하고, 버섯생산기간의 단축과 생산량 증가 등을 위하여 액체종균 배양 및 접종에 의한 인공 대량재배기술을 개발하기 위한 목적으로 실시하였다.

나) 방법

잣버섯 균주의 군사생장에 적합한 탄소원과 질소원을 선별하기 위하여 합성 배지인 Czapek-Dox 배지를 기본배지로 하여 cellulose, lactose, mannitol, galactose, glucose, sucrose, fructose, starch, maltose 등 9종의 탄소원과 sodium nitrate, ammonium sulfate, asparagine, peptone 등 4종의 질소원을 기본배지의 탄소원 및 질소원과 동일한 농도가 되도록 배지에 첨가한 후 배지 중앙에 잣버섯 균주를 접종하고 30℃의 항온배양기에서 9일간 배양한 후 군사성장량을 측정하였다.

잣버섯 균주의 군사생장에 최적 온도와 산도(pH)를 조사하기 위하여 잣버섯 균주를 PDA배지 중앙에 접종한 후 온도를 각각 20, 25, 30, 35℃로 조절한 항온배양기에서 7일간 배양한 후 군사성장량을 측정하였고, 1N HCl과 KOH 용액으로 pH를 각각 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5로 조절한 PDA배지에 접종한 후 30℃의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 군사성장량을 측정하였다.

잣버섯의 군사생육에 적합한 배지를 선별하기 Czapek-Dox, YMA, Lilly, MCM PDA, MEA, GPA합성배지 중앙에 잣버섯 균주를 접종하고 30℃ 암상태의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 군사성장량을 측정하였다. 액체배지의 경우, 고체배지의 agar성분을 제외하고 배지 제조 후 접종하였다. 30℃, 암상태로 15일간 정치 배양배양한 후 군사체를 수확하여 건조시키고 건조량을 측정하였다.

목재추출액 첨가 액체배지에서의 군사생장을 조사하기 위해 MA배지에 소나무, 잣나무, 신갈나무 추출액을 10%씩 첨가하여 멸균한 후 접종원을 접종하고 진탕배양기에서 30℃, 80 RPM으로 14일간 배양한 후 군사성장량을 측정하였다.

첨가물에 의한 군사생장량을 조사하기 위해 버섯 군사배양 배지를 제조시 우선 PDA배지를 멸균하여 식히고(약 60℃), 멸균필터(0.2 μ m)를 통과시킨 참나무 목초액을 농도별로 첨가하여 petri-dish에 부어 굳힌 후에 배지의 중앙에 잣버섯 균주를 접종하고 30℃ 암상태의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 군사생장량을 측정하였다.

침엽수 수종별 톱밥배합비율에 따른 잣버섯 생산량을 조사하기 위하여 잣나무, 소나무, 낙엽송톱밥의 배합비를 달리하여 버섯배지를 제조하고 종균을 접종하여 처리별 생중량을 측정하였다.

접종원의 형태에 따른 톱밥배지에서의 잣버섯 생산량을 조사하기 위하여 톱밥배지 접종시 액체종균과 고체종균을 사용하여 잣버섯 생산량을 조사하였다.

액체종균 배양 및 접종에 의한 잣버섯 생산기간을 조사하기 위해 톱밥재배시 접종원으로 사용되는 톱밥종균과 액체종균의 생산에 소요되는 기간과 각 종균을 톱밥배지에 접종하여 배양한 후 버섯발생의 초기단계인 원기(primordia)가 형성되는데 요구되는 기간을 비교하였다.

다) 결과

잣버섯의 인공재배를 위한 잣버섯 균주의 배양적 특성을 조사한 결과, 군사생장 최적 온도는 30℃로 고온성 균류에 속하며, 군사생장 최적 pH는 5.5였다. 잣버섯 균주의 인공합성 배지별 군사생장량 조사 결과, glucose와 peptone이 주성분인 GPB배지에서 군사생장이 가장 양호하였다. 잣버섯 균주는 영양분으로 탄소원으로는 starch, 질소원으로는 peptone을 가장 잘 이용하며, 목재 추출액을 첨가한 배지에서의 군사생장은 잣나무 추출액 첨가배지에서 상대적으로 양호하였으며, 목초액을 첨가한 배지에서 군사생장이 양호하였다. 또한 톱밥배지 제조시 미강을 톱밥배지의 5%로 첨가시 첨가하지 않거나 그 이상으로 첨가할 때보다 군사생장이 양호하였다.

침엽수 수종별 톱밥 배합비율에 따른 잣버섯 생산량 조사 결과, 잣나무와 낙엽송을 8:2의 비율로 배합한 톱밥배지에서 자실체 생산량이 상대적으로 높았

다. 접종원의 형태에 따른 톱밥배지에서의 잣버섯 생산량 조사 결과, 액체종균 접종시 고체종균 접종시 보다 버섯 생산량이 증가되었다.

액체종균과 톱밥종균 접종시 버섯생산에 요구되는 기간을 조사한 결과, 액체종균의 생산은 12일 소요되는데 비해서 톱밥종균은 47일이 소요되었다. 또한 액체종균과 톱밥종균을 동일한 톱밥배지에 접종하여 배양하였을 때, 초발이 소요 일수는 액체종균 접종시 43일이었고 톱밥종균 접종시 52일로 조사되어서 톱밥을 이용한 잣버섯 인공재배시 톱밥종균 대신 액체종균을 사용하면 종균의 생산부터 버섯생산의 초기단계인 원기형성시까지 총 44일의 기간을 단축시킬 수 있으므로 액체 종균을 이용한 톱밥재배기술의 개발은 대량 인공재배시 버섯생산성 증대효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

9) 생리활성을 지닌 잣버섯 대량재배 연구

본 연구는 생리활성을 지닌 잣버섯(*Lentinus lepideus*)의 대량재배를 위한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 균사생장 최적 온도와 pH는 각각 30℃와 pH 5.5였으며, GPB배지에서 균사생장이 가장 양호하였다. 탄소원으로는 starch, 질소원으로는 peptone을 가장 잘 이용하며, 목초액이 첨가된 배지에서 균사생장이 비교적 양호하였다. 또한 톱밥배지 제조시 목초액의 첨가는 자실체 생산량을 증가시켰다. 잣버섯 균주간의 유전적 유연관계를 분석하기 위하여 RAPD 분석 결과, 잣버섯 균주들은 83~100%의 상동성을 보였다. 잣버섯 균사체와 자실체의 열수 추출물(PG101)을 처리한 인체 신경세포내 생리활성물질(cytokine)의 생성량은 표고(*Lentinula edodes*)에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 향후 면역증강제로써의 개발 가능성을 제시하였다. 또한 액체종균 재배시 종균배양부터 종균을 톱밥배지에 접종하여 최초로 발이하는데 소요되는 기간이 톱밥종균을 이용한 재배에 비해 44일이나 단축되었으므로 액체종균을 이용한 톱밥재배기술의 개발은 대량재배시 생산성을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다.

잣버섯[*Lentinus lepideus* (Fr. ex Fr.)Fr]은 느타리과 잣버섯속에 속하는 목재부후균으로 소나무와 같은 침엽수 고사목에 서식하는 버섯이다. 형태적 특징은 발생초기에 공모양의 형태이나 후에 표고처럼 갓이 펼쳐지고 중앙이 움푹한 접시모양으로 갓의 직경은 약 4~12cm에 이른다. 백색에서 담황색 또는 옅은 황토색을 띠고, 갈색의 잔잔한 균열이 보인다. 주름은 조밀한 편이며 백색이고 폭이 넓으며 두껍고, 자루에 홈이 파져 붙거나 내려 붙으며 주름 끝이 길게 자루에 붙어 있다. 또한 자루는 2~8 cm×1~2 cm이고 속이 차 있으며, 표면은 백색이고 황갈색 비늘 모양의 털이 산재한다. 포자는 긴 타원형이며 포자의 크기는 7~11×3~5 μ m이며 포자문은 백색이다. 우리나라에서는 자연 상태에서 봄부터 가을에 걸쳐 침엽수의 그루터기에서 발생한다. 북한에서는 이갈 버섯이라고 불리며, 미국에서는 철도 침목을 썩히기도 하기 때문에 '철도 파괴자'로 불리기도 한다.

잣버섯은 특유의 소나무향과 담백한 맛을 지닌 버섯으로 유명하고, 양질의 단백질과 비타민류 및 각종 무기염류를 다량으로 함유하고 있으며, 체액조절과 건강 증진 등의 효용성을 지니고 있다. 또한 한방에서는 면역증강 및 항암작용 등의 약리효능으로 약용버섯으로도 이용되어 왔기에 야생하는 식용 버섯 중 일찍부터 인공 재배되어야 할 가장 유망한 버섯으로 생각되어 왔다.

새로운 임산 버섯의 인공재배법 개발에 관한 연구는 국내외로 활발하게 진행되고 있으며 표고, 영지 등의 대부분의 임산 버섯은 참나무류를 이용한 활엽수의 원목 및 톱밥을 이용한 인공재배가 시행되고 있다. 이처럼 활엽수를 이용한 버섯의 재배가 활발한 반면, 침엽수를 이용하여 버섯을 생산하는 경우는 일부 버섯에 국한되어 있는 실정이다. 잣버섯의 경우 소나무·잣나무·젧나무 등의 침엽수를 이용하여 인공재배가 가능한 임산 버섯 중의 하나이다.

현재 '숲 가꾸기 운동' 등을 비롯한 조림 및 육림사업에 의한 간벌 소경재 등은 별다른 경제적 용도가 없어 임지에 방치되고 있는 실정이다. 이는 제한된 임목 자원을 경제적으로 활용하지 못할 뿐더러 산불발생시 불쏘씨개 역할을

하여 대형 산불의 원인이 되고 있다. 따라서 간벌 소경재를 효과적으로 이용할 수 있는 점에서 침엽수를 이용한 잣버섯 재배는 주목할 만하다.

잣버섯에 대한 연구는 일본과 우리나라에서 일부 이루어져 있으나 아직 인공재배의 실용화단계에는 미치지 못하고 있다. 박 등(1988)이 최초로 잣버섯의 생리적 특성과 원목재배법에 대하여 보고하였는데, 배양기간이 길고 생산성이 낮기 때문에 톱밥을 이용한 재배법 개발이 요구되었다. 김과 고(1995)는 톱밥 배지에서 생산되는 버섯의 양이 1kg 배지 당 평균 80-90g 정도라고 보고하여 표고버섯의 350g에 비교할 때, 생산성이 낮다고 보고하였다. 따라서 적은 비용으로 종균 배양 기간과 버섯 생산 기간을 크게 단축시킬 수 있고 균일한 품질의 종균을 대량생산할 수 있는 액체 종균을 이용한 재배법이 요구되고 있다.

<표 1-31> 실험에 사용된 잣버섯.

NO	Isolates	Origin	Location
1	TPML 99161	강원도 농업기술원	
2	TPML 02050	국립산림과학원 (FRI 513)	강원도 화진포
3	TPML 02052	인천대 야생버섯 균주은행 (IUM 00119)	경기도 김포 장릉
4	TPML 02053	인천대 야생버섯 균주은행 (IUM 00321)	서울시 종묘
5	TPML 02054	인천대 야생버섯 균주은행 (IUM 00344)	충북 속리산
6	TPML 20641	국립산림과학원 (FRI 20641)	일본
7	TPML 03050	강원대 학술림	강원도 홍천
8	TPML 03051	강원대 학술림	강원도 홍천
9	TPML 03052	농진청 농용미생물보존센터 (KACC50120)	
10	TPML 03054	인천대 야생버섯 균주은행 (IMU 00425)	경기도 구리 동구릉
11	TPML 03100	인천대 야생버섯 균주은행 (IMU 00752)	경기도 김포 장릉
12	TPML 04100	강원대 학술림	강원도 홍천

TPML: Tree Pathology and Mycology Laboratory, Kangwon National University.

한편, 진(1999)의 연구결과에 의하면 잣버섯은 표고와 함께 항암성분인 lentinan과 lepidan을 함유하고 있어 항종양, 항바이러스, 면역증강 또는 조혈,

혈압강하 등의 효과가 있다고 하였다. 이러한 잣버섯 추출물의 약리적 효과가 규명되면서 건강에 대한 관심이 증가하고 있는 요즘, 적은 섭취량으로 충분한 영양공급과 약리효과를 겸비한 건강식품인 잣버섯의 인공재배는 충분한 경쟁력을 가지며, 대량재배기술 개발은 버섯농가의 소득증대에 크게 이바지할 것으로 기대된다.

따라서 이 연구는 다양한 지역으로부터 채집된 잣버섯 균주의 배양특성을 규명하고 인공재배 시 이들 간의 버섯생산량 비교를 통한 잣버섯 우량균주의 확보와 균주들의 RAPD에 의한 유전적 유연관계를 분석 등을 통하여 기초 자료를 확보하고 대량재배 기술을 개발하기 위한 목적으로 실시하였다.

가) 공시 균주

본 실험에서 사용한 잣버섯 균주는 국립산림과학원, 강원도 농업기술원, 인천대학교 야생버섯 균주은행과 농촌진흥청 농용미생물보존센터(KACC)에서 분양받은 균주와 강원대학교 학술림에서 채집한 잣버섯 자실체의 조직에서 순수 분리 배양한 균주를 포함하여 총 12 균주를 사용하였다.

균주보관은 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에서 30일에 한번씩 계대배양하여 30℃ 암상태 배양기에서 배양하여 사용하였다.

나) 열수추출물의 생리활성(cytokine) 비교

(1) 잣버섯(*Lentinus lepideus*) 열수 추출물의 농축 및 수확

(가) 잣버섯 균사체 및 자실체 열수 추출물의 수확

잣버섯 균주를 액체배양배지(glucose, peptone, yeast extract, KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, pH 5.5)에서 배양한 후, 균사체를 수확하여 물기를 제거하고 멸균증류수로 수차례 세척하여 56℃에서 건조(overnight)한 후 건조시킨 균사체(14g)를 열수(500ml)로 2회(3시간/1회) 추출하였다. 자실체는 수확하여 건조시킨 후 분말화하고 열수(hot water)로 추출하였다.

(나) 열수 추출물의 농축

열수 추출물을 원심분리하고 여과지(Avantec filter paper No.2)로 여과시킨

후, 다시 원심분리하여 상층액을 취한 후 회전증발농축기로 농축하고 진공냉동 건조시켜 갈색의 분말(PG101)을 수확하였다.

(2) 세포의 배양

인체 신경말초 혈액단핵세포(Human Peripheral Blood Mononuclear Cells; PBMCs)를 분리한 후에, PG101를 10ug/ml 첨가하고 5% CO₂가 포함된 37℃ 배양기에서 배양하였다. 대조처리로는 세균의 LPS(Lipopolysaccharides; Sigma)를 10ng/ml처리하였다.

(3) Cytokine 생성량의 측정

인체내에서 여러 종류의 면역 세포를 조절하는데 관여하는 것으로 알려져 있는 물질인 cytokine의 생성에 미치는 PG101의 효과를 조사하기 위하여 세포와 PG101을 첨가한 배양액의 상층액을 취하여 상업용 ELISA kit를 사용하여 cytokine 생성량을 pg/ml까지 측정하였다.

다) 잣버섯 균주의 배양적 특성

(1) 균주별 균사생장

잣버섯 균주간의 균사생장 정도를 확인하기 위하여 PDA 배지에서 10일 동안 배양한 잣버섯 99161, 02050, 02052, 02053, 02054, 20641, 03050, 03051, 03052, 03054, 03100, 04100 균주(Table 1.)의 균총 끝부분을 cork borer (6mm)로 절취한 후 배지 중앙에 접종하고 5반복으로 하여 30℃ 암상태의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

(2) 배지별 균사생장

잣버섯의 균사생육에 적합한 배지를 선발하기 위해 Table 2.에 기술된 배지 조성을 갖는 Czapek-Dox, YMA(Yeast Extract Agar), Lilly, MCM(Mushroom Complete Medium), PDA(Potato Dextrose Agar),

MEA(Malt Extract Agar), GPA(Glucose Peptone Agar) 합성배지를 121℃, 1.2기압에서 20분간 고압살균 후 petri-dish에 분주하여 균현 후 PDA배지에서 10일간 배양한 99161, 03050 균주의 균사 끝부분을 cork borer (6mm)로 절취하여 배지 중앙에 접종하고 균주별, 배지별로 5반복으로 하여 30℃ 암상태의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

<표 1-32> Chemical composition of the culture media used in this experiment.

Nutritional reagents	Media (g/D.W. 1 ℓ)						
	Czapek	YMA	Lilly	MCM	PDA	MEA	GPA
PDA (DIFCO)					39		
Malt extract		3				20	
Peptone		5		2		1	10
Glucose				20			10
Maltose			10				
Asparagine			2				
Dextrose		10				20	
Yeast extract		3		2			
Sucrose	30						
KCL	0.5						0.3
KH ₂ PO ₄			1	0.5			0.87
NaNO ₃	3						
K ₂ HPO ₄	1			1			
FeSO ₄	0.01						
CaCl ₂							
MgSO ₄	0.5		0.5	0.5			0.5
FeCl ₃ · 5H ₂ O							0.5
MnCl ₂ · 4H ₂ O							0.36
ZnCl ₂							0.2
CuSO ₄ · 5H ₂ O							0.01
Agar	15	15	15	15		15	15

YMA : Yeast Extract Agar, MCM : Mushroom Complete Medium, PDA : Potato Dextrose agar, MEA : Malt extract agar, GPA : Glucose Peptone agar.

액체배지의 경우 표 1-32의 배지 조성에서 agar성분을 제외하고 배지 멸균 후 160ml Easy flask(Nunc)에 50ml씩 배지별로 분주한 후 무균상 안에서 식히고 PDA배지에서 10일동안 배양한 균주(99161, 03050)의 균사 끝부분을 cork borer (6mm)를 이용하여 고체 배지와 잣버섯 균사를 같이 떼어 내어 5개의 조각을 액체배지에 접종하였다. 균주별 배지별 3반복으로 하여 30℃, 암상태로 정치 배양하였다. 15일간 배양한 후 균사체를 270 mesh 체에 거르고 증류수로 세척하여 48℃의 dry oven에서 48시간 동안 건조시킨 후 건중량을 측정하였다.

(3) 온도별 균사생장

잣버섯의 균사생장 적정온도를 조사하기 위하여 PDA (Potato Dextrose Agar) 배지를 기본배지로 하여, 121℃ 1.2기압에서 20분간 고압살균 한 후 petri-dish에 분주하였다. 각 균주별(99161, 02052, 20641, 03050) 접종원의 균총 끝부분을 cork borer (6mm)로 절취하여 배지 중앙에 접종한 후 온도를 각각 20, 25, 30, 35℃로 조절된 항온배양기에서 7일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

(4) pH별 균사생장

잣버섯의 균사배양에 적합한 산도범위(pH)를 조사하기 위하여 1N HCl과 KOH 용액으로 pH를 각각 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5로 조절한 PDA (Potato Dextrose Agar)배지를 121℃ 1.2기압에서 20분간 고압살균한 후 petri-dish에 분주하였다. 각 균주별 접종원(99161, 02052, 20641, 03050)의 균총 끝부분을 cork borer(6mm)로 절취하여 배지 중앙에 접종한 후 30℃의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

(5) 탄소원별 균사생장

잣버섯의 균사생장에 적합한 탄소원을 선별하기 위하여 합성배지인 Czapek-Dox (Table 2.) 배지를 기본배지로 하여 9종의 탄소원(cellulose, lactose, mannitol, galactose, glucose, sucrose, fructose, starch, maltose) 농도를 기본배지의 탄소원과 동일한 양이 되도록 배지를 제조하였다. 처리당 3반복으로 실시하였으며 배지는 고압살균 후 petri-dish에 분주하였다. 각 균주별 접종원(99161, 03050)의 균총 끝부분을 cork borer(6mm)로 절취하여 배지 중앙에 접종하고 30℃의 항온배양기에서 9일간 배양 후 균사생장량을 측정하였다.

(6) 질소원별 균사생장

탄소원 선별실험과 동일하게 실시하였으며 질소원으로 4가지 질소원(sodium nitrate, ammonium sulfate, asparagine, peptone)을 비교하였으며 접종원(99161, 02052, 20641, 03050)을 제외한 나머지 과정은 탄소원 실험과 동일하게 실시하였다.

(7) 목초액의 잣버섯 균사생장에 미치는 영향

버섯 균사배양 배지를 제조시 우선 PDA배지를 멸균하여 식히고(약 60℃), 멸균필터(pore size: 0.2 μ m)를 통과시킨 참나무 목초액을 농도별로 첨가하여 petri-dish에 부어 균화 후에 PDA에 배양한 접종원(99161)의 균총 끝부분을 cork borer (6mm)을 절취하여 목초액 첨가배지의 중앙에 접종하고 30℃ 암상태의 항온배양기에서 7일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

라) 잣버섯 균주의 버섯생산량 비교

(1) 균주별 버섯생산량 조사

잣버섯 균주(99161, 02050, 02052, 02053, 02054, 20641, 03050, 03051, 03052, 03054, 03100)의 자실체 생산량을 조사하기 위해 잣나무 톱밥을 24시간 침수시켜 수분 함량을 60-65%로 조절한 후, 톱밥을 담은 1.2ℓ 종균병의 무게를

600g으로 조절하고 121℃ 1.2기압에서 90분간 고압증기멸균한 후 상온에서 식힌 다음 크린벤치 내에서 균주별로 종균병 1병당 PDA배지에서 10일간 배양한 접종원을 1/2 plate씩 각 균주별로 5반복으로 접종하였다. 접종 후 30℃ 암상태의 항온배양기에서 50일간 배양 후 24시간 산광을 주고 온도 30±2℃, 상대습도 95% 이상을 유지하며 CO₂ 농도 1000±200ppm 이하로 유지하여 버섯 발생을 유도하였다. 온도는 재배사내 열선과 라디에이터로 조절하였고, 습도는 버섯재배용 가습기(중앙가습기 JA-600)로 조절하였으며, CO₂농도는 HEPA 필터가 장착된 공기 흡입 장치를 통해 외부의 신선한 공기를 공급하였다. 자실체는 갓이 2/3 정도 피었을 때 수확하였고 30일간 수확한 자실체의 톱밥배지 1병당 자실체 평균 건중량을 조사하였다.

(2) 배지 첨가물이 버섯생산량에 미치는 영향

톱밥배지 제조시 증류수, 목초액(100배 희석액), 버섯나라(버섯영양제; 250배 희석액) 등을 첨가하여 배지의 수분함량을 60-65%로 조절하여 처리별 5반복으로 배지 제조 후 접종원(99161)을 접종하여 50일간 배양 후 버섯 발생을 유도하였다. 자실체는 갓이 2/3 정도 피었을 때 수확하였고 30일간 수확한 자실체의 톱밥배지 1병당 자실체 평균 생중량을 조사하였다.

(3) 액체종균과 톱밥종균 접종시 버섯생산 요구기간 조사

톱밥재배시 접종원으로 사용되는 톱밥종균과 액체종균의 생산 기간과 각각의 종균을 톱밥배지에 접종하여 배양한 후 원기(primordia)가 형성되는데 요구되는 기간을 비교하였다.

마) 잣버섯 균주의 RAPD(Randomly Amplified Polymorphic DNA)에 의한 유전적 유연관계 분석

(1) Genomic DNA 분리

각 균주들은 petri-dish에 분주하여 고화시킨 PDA배지 위에 멸균된 셀로판

지를 올린 후 PDA 평판배지에서 10일간 배양된 균총의 끝부분을 cork borer (6mm)로 절취하여 셀로판지 위에 접종하고 30°C 항온배양기에서 8-12일간 배양한 후 수확한 균사체를 동결 건조하여 DNA 분리를 위한 공시 재료로 사용하였다.

DNA 추출 방법은 Lee 등(1988)의 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 건조한 균사체는 액체질소를 이용하여 마쇄한 후 0.5ml의 Lysis buffer [50mM EDTA(pH8.0), 3% SDS, 50mM Tris-HCl(pH7.2), 1% mercaptoethanol]에 넣고 65°C에서 1시간동안 반응시킨 후 phenol : chloroform : isoamylalcohol(25:24:1)을 0.5ml 첨가 후 12,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 0.4ml의 상층액을 새 튜브에 옮겨담고 phenol : chloroform : isoamylalcohol(25:24:1)용액을 1 volume 첨가한 후 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 얻은 상층액 0.3ml에 3M sodium acetate(pH8.0) 30 μ l와 isopropanol 750 μ l를 첨가한 후 1,300rpm으로 10분간 원심분리한 후 얻은 펠렛에 0.1ml TE buffer를 첨가 후 65°C에서 20분간 반응시킨 후 3M sodium acetate(pH8.0) 10 μ l와 100% EtOH(-20°C) 250 μ l를 첨가하여 침전시킨 후 13,000 rpm으로 원심분리 후 얻어진 펠렛을 70% EtOH(-20°C) 0.2ml로 세척한 후 0.1ml TE buffer에 펠렛을 녹인 후 1 μ l RNase A solution(Promega Co.)을 넣어 65°C에서 30분간 반응시켜 RNA를 제거한 후 -20°C에 보관하면서 각 실험에 필요한 template DNA로 사용하였다.

(2) 실험에 사용한 Primer

Genomic DNA의 RAPD 분석에 사용된 random primer는 Operon사의 10-mer random primer를 사용하였으며 code name과 sequence는 Table 3과 같다.

(3) PCR 조건

PCR을 위한 reaction mixture의 조성은 template DNA 2 μ l, Random primer 2 μ l(5pM), Taq polymerase(Promega Co.) 2.5 unit, 25mM MgCl₂ 2.5 μ l, 10×Taq buffer 2.5 μ l, 10mM dNTP 1 μ l를 넣어 총 반응 용액을 25 μ l가 되게

하였다. PCR에 사용한 thermal cycler는 GeneAMP® PCR System 2700(Applied Biosystems Co.)을 사용하였고, PCR 조건은 94℃에서 3분간 pre-heating시킨 다음, 94℃에서 1분간 denaturation, 40℃에서 1분간 annealing, 72℃에서 1분간 extension을 1 cycle로 하여, 총 43 cycle을 돌린 후 72℃에서 5분 동안 post extension 후 4℃로 유지하였다.

PCR 증폭산물의 분석은 Mupid 21(Cosmo Bio Co.)을 사용하여 ethidium bromide(0.05 μ l/ml)를 첨가한 1.2% agarose gel(TBE buffer)에서 50V 30~60 분간 전기영동을 실시하였으며 1kb DNA ladder (Promega Co.)를 marker로 사용하였다. 전기영동 후 Gel Documentation System(Bio-Rad)의 UV transilluminator 상에서 밴드를 관찰하였다.

Dendrogram은 군주간 유사도를 근거로 UPGMA(Unweighted Paired Group Methods with Arithmetic average)법을 이용한 군(cluster)분석을 통해 phylogenetic tree를 작성하여 분리 군주 간의 유연관계를 분석하였다.

<1-33> Code name and sequence of the primers used in this experiment.

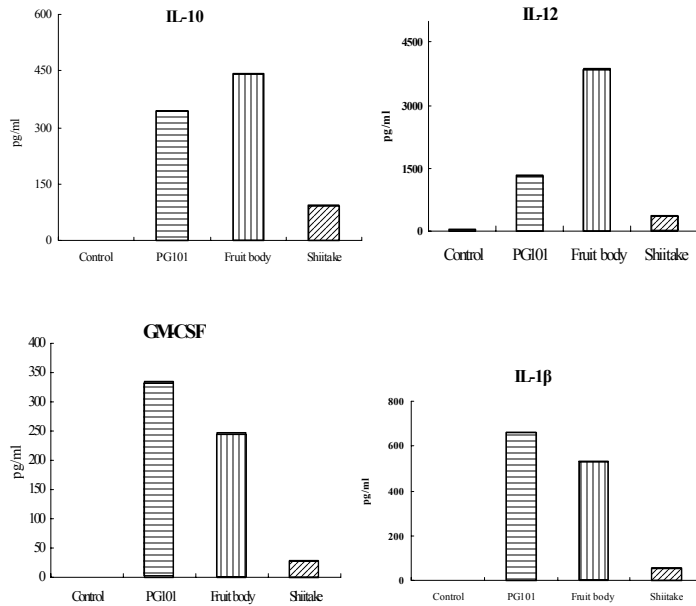
No.	Code name	Sequence(5' to 3')
1	OPB-01	GTTTGGCTCC
2	OPB-03	CATCCCCCTG
3	OPB-05	TGCGCCCTTC
4	OPB-14	TCCGCTCTGG
5	OPB-15	GGAGGGTGTT
6	OPC-04	CCGCATCTAC

바) 결과

(1) 열수 추출물의 생리활성(cytokine 생성량) 비교

잣버섯 균사체 및 자실체의 열수 추출물은 모든 종류의 cytokine 생성량에 있어서 표고버섯 추출물에 비해서 엄청나게 높았으며, 잣버섯 균사체와 자실체

추출물이 여러 종류의 cytokine 생성에 미치는 영향을 비교하면 IL-1 β 와 GM-CSF의 경우에는 균사체 추출물이, IL-10과 IL-12의 경우에는 자실체 추출물이 더욱 효과적이었다(그림 1-24)(Jin 등, 2003a, b)

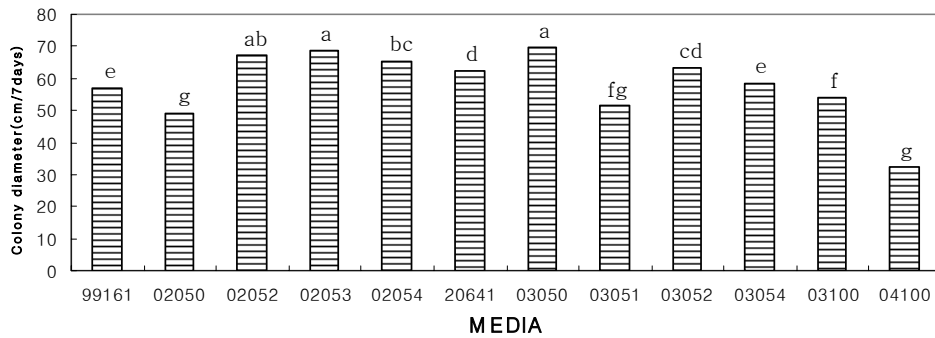


<그림 1-24> Effects of PG101, water soluble extract from *Lentinus lepideus*, on cytokine production in Human PBMCs. Human PBMCs were treated with PG101 for 24 hr. Supernatants were removed for detection of cytokine levels using ELISA. ELISA readings are expressed in picograms per milliliter. PG101: water soluble extract from *Lentinus lepideus* mycelium, Fruit body: water soluble extract of *Lentinus lepideus* fruit body, Shiitake: water soluble extract of *Lentinus edodes* fruit body.

(2) 잣버섯 균주의 배양적 특성

(가) 균주별 균사 성장

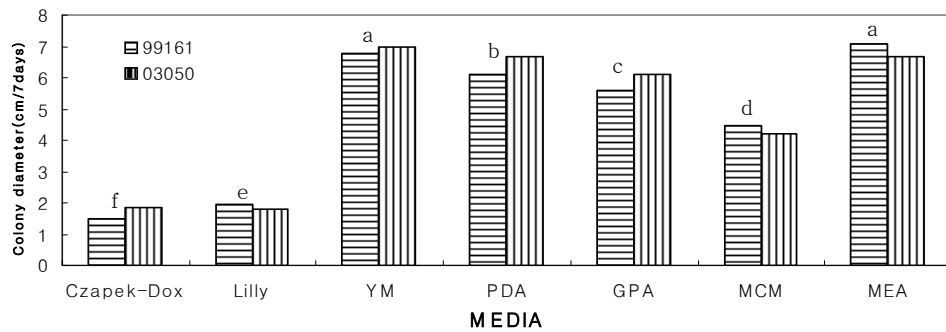
PDA배지상에서 12종의 균주(Table 1)를 7일간 배양한 후 균사 성장량을 측정
한 결과, 인천대학교 야생버섯 균주은행에서 분양받은 02053 균주와 강원대
학교 학술림에서 채집 후 순수 분리한 03050 균주가 비교적 높은 균사성장량
을 나타내었다(그림 1-25).



<그림 1-25> Comparison in mycelial growth of *Lentinus lepideus* isolates on PDA. The same letters on the bar are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(나) 고체 배지별 균사 성장

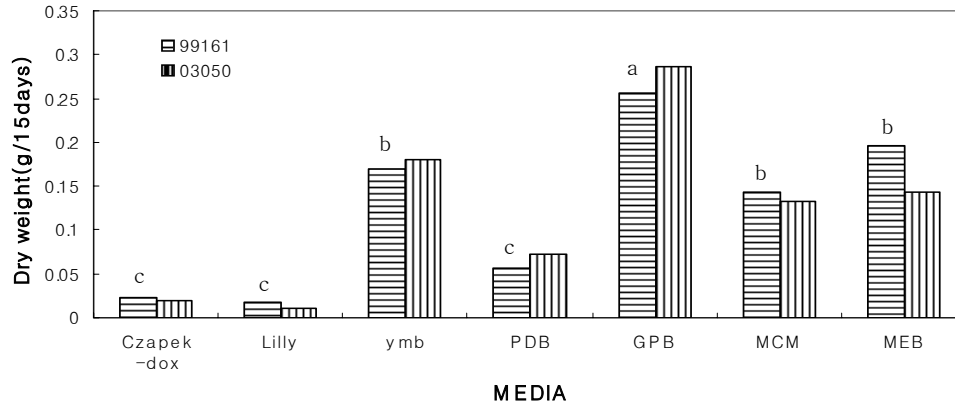
7종의 배지에서 30℃ 암상태로 7일간 배양한 후 균사성장량을 측정한 결과,
99161균주는 MEA배지에서, 03050균주는 YM배지에서 우수한 균사 성장량을
보였으나 GPA배지에서 모두 가장 높은 균사 밀도를 나타내었다(1-25).



<그림 1-26> Comparison in mycelial growth of *Lentinus lepideus* isolates on different culture media. The same letters on the bar(99161) are not significantly different ($P = 0.05$) by Duncan's multiple range test.

(다) 액체 배지별 균사 성장

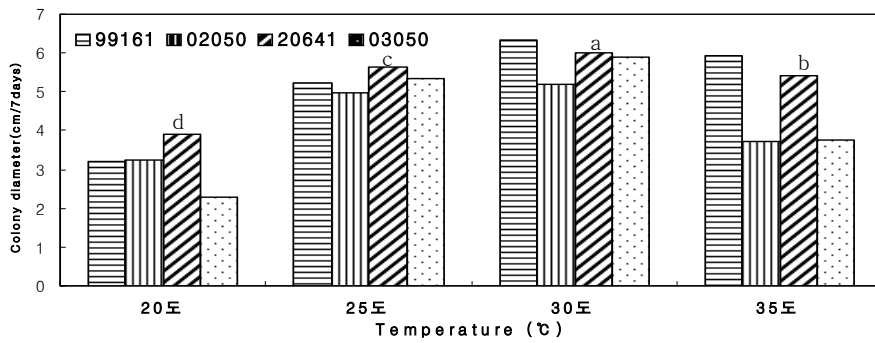
7종의 액체 배지에서 15일간 배양한 후 균사체량을 측정한 결과, 99161와 03050 균주 모두 GPB 배지에서 가장 높은 균사생장량을 보여 김과 박(1994)의 결과와 일치하였다(그림 1-27)



<그림 1-27> Comparison in mycelial growth of *Lentinus lepideus* in different liquid culture media. The same letters on the bar(99161) are not significantly different ($P = 0.05$) by Duncan's multiple range test.

(라) 온도별 균사 성장

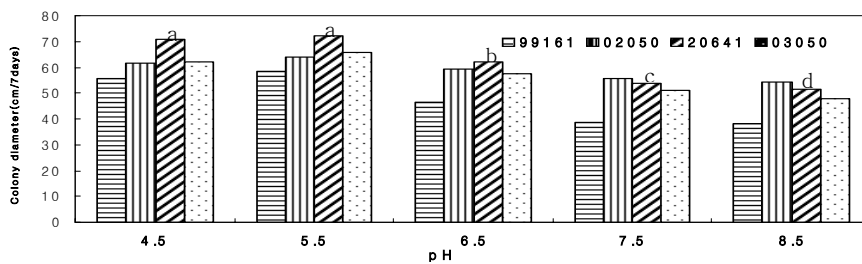
잣버섯 99161, 20641, 02052, 03050 균주를 온도별로 7일간 배양한 후 측정된 결과, 모든 균주가 30℃에서 가장 우수한 균사생장량을 나타내 장(2003)의 결과와 일치하였다(그림 1-28).



<그림 1-28> Effect of temperature on the mycelial growth of *Lentinus lepideus*. The same letters on the bar(20641) are not significantly different ($P = 0.05$) by Duncan's multiple range test.

(마) pH별 균사 성장

균사생장에 적합한 최적 pH를 구명하기 위해서 배지의 pH를 4.5에서 8.5까지 조절한 후 접종원(99161, 02050, 20641, 03050)을 접종하고 7일간 배양 후 균사생장량을 측정된 결과, 모든 균주가 약산성인 pH 5.5에서 균사 생장이 가장 우수하였다(그림 1-29).

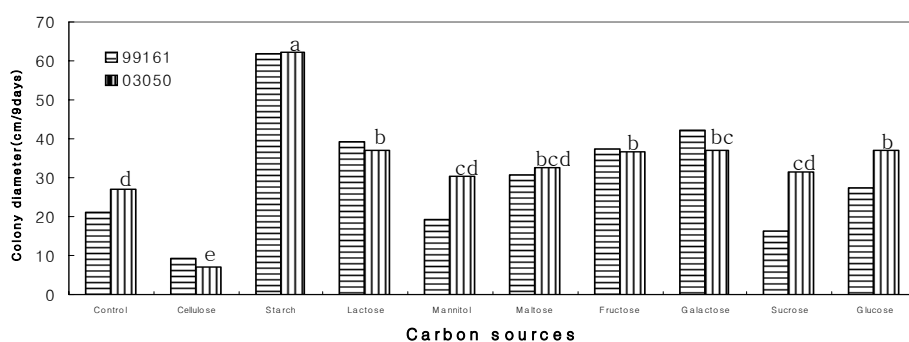


<그림 1-29> Effect of pH on the mycelial growth of *Lentinus lepideus*.

The same letters on the bar(20641) are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(바) 탄소원별 균사 성장

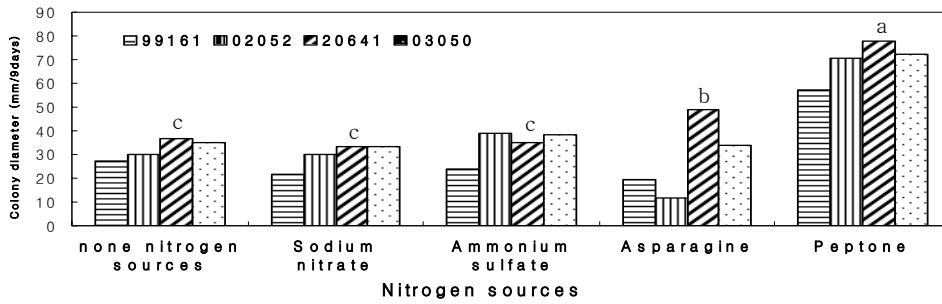
각종 탄소원이 잣버섯의 균사생장에 미치는 영향을 조사하기 위해 기본배지로 Czapek-Dox 배지에 같은 농도의 탄소원을 각각 첨가하여 배지 제조 후 접종원 (99161, 03050)을 접종하고 9일간 배양한 후 측정된 결과, 모든 균주가 starch 첨가 배지에서 가장 우수한 균사생장량을 보였다(그림 1-30).



<그림 1-30> Effect of carbon sources on the mycelial growth of *Lentinus lepideus*. The same letters on the bar(03050) are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(사) 질소원별 균사 성장

각종 질소원이 잣버섯의 균사생장에 미치는 영향을 조사하기 위해 기본배지로 Czapek-Dox 배지에 같은 농도의 질소원을 각각 첨가하여 배지 제조 후 접종원(99161, 02052, 20641, 03050)을 접종하고 9일간 배양한 후 측정된 결과, 모든 균주가 peptone 첨가 배지에서 가장 우수한 균사생장량을 보였다(그림 1-31).

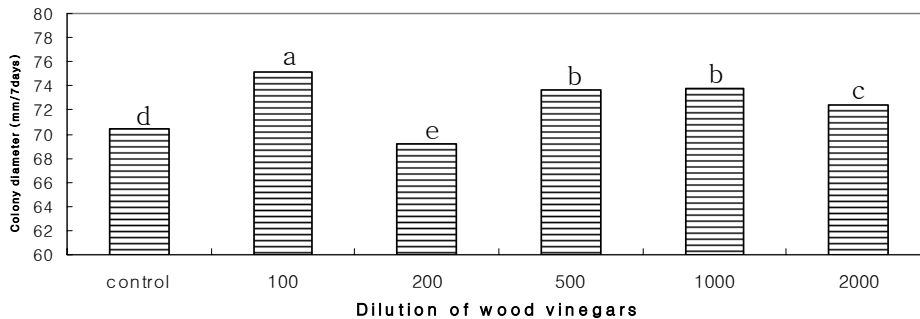


<그림 1-31> Effect of nitrogen sources on the mycelial growth of *Lentinus lepideus*.

The same letters on the bar(20641) are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(아) 참나무 목초액 농도별 균사 성장

목초액이 잣버섯 균사 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 PDA기본배지에 참나무 목초액을 농도별로 첨가하여 배지 제조하고 7일간 배양한 후 균사 성장량을 측정된 결과, 목초액 100배 희석액 첨가 배지에서 가장 우수한 균사 성장량을 나타내었다(1-32).

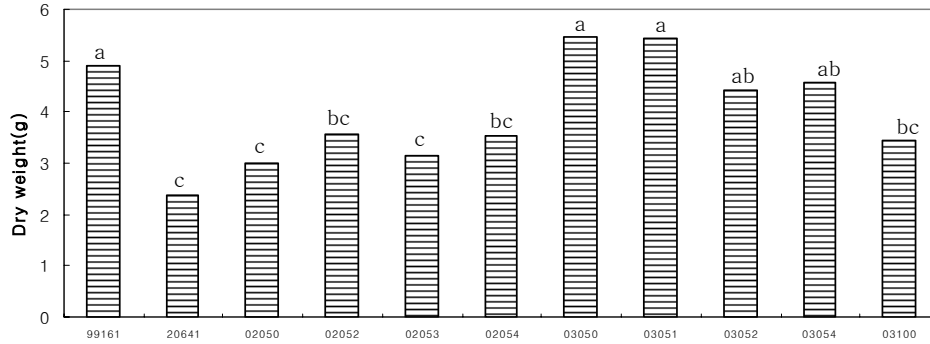


<그림 1-32> Effect of wood vinegars on the mycelial growth of *Lentinus lepideus*. The same letters on the bar are not significantly different (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(3) 잣버섯 균주의 버섯 생산량 비교

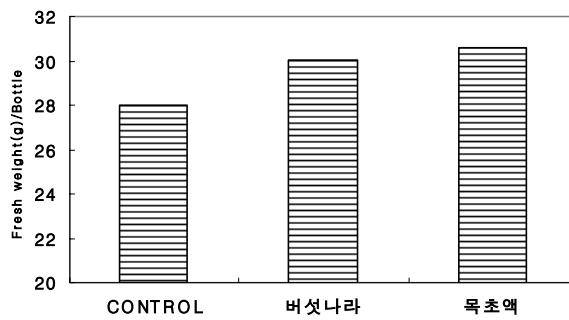
(가) 균주별 생산량 비교

잣버섯 균주별 자실체 생산량(건중량)을 조사한 결과, 99161, 03050, 03051 균주에서 우수한 자실체 생산량을 나타내었다(그림 1-33).



<그림 1-33> Comparison of *Lentinus lepideus* isolates in the amounts of fruiting body production. The same letters on the bar are not significantly different. (P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(나) 인공 톱밥 병재배시 배지 첨가물이 생산량에 미치는 영향

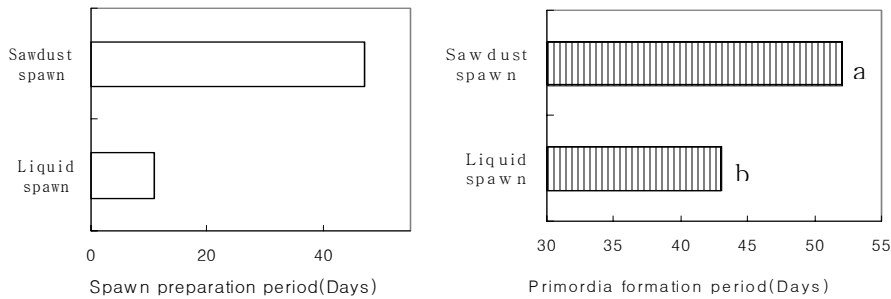


<그림 1-34> Effects of additives to the sawdust media on the fruiting body production of *Lentinus lepideus*.

툽밥 배지 제조시 버섯나라와 목초액을 첨가하여 자실체 생산량을 비교한 결과, 버섯나라와 목초액 첨가물 모두 버섯생산량을 증가시켰으며, 특히 목초액 첨가시 가장 높은 생산량을 나타내었다(그림 1-34).

(다) 액체종균과 툽밥종균 접종시 버섯생산 요구 기간 조사

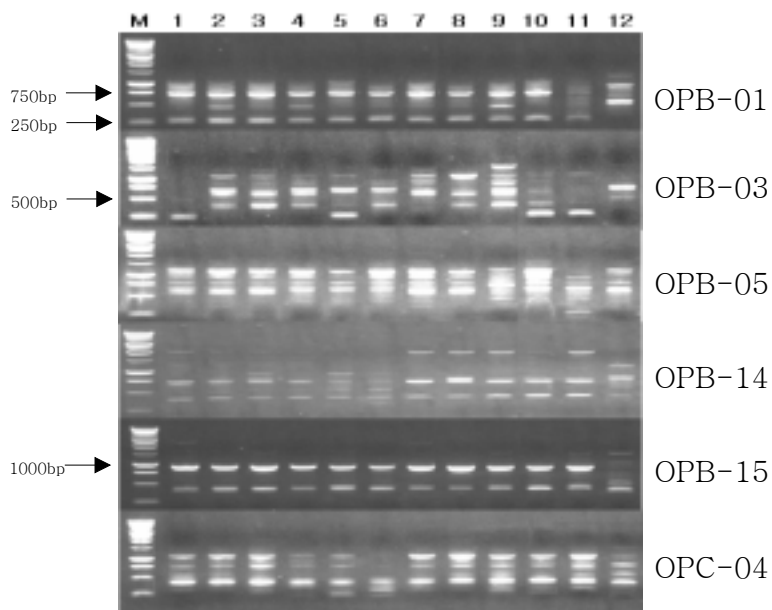
잣버섯의 툽밥재배를 위하여 접종하기에 적합한 종균의 생산기간을 비교할 때, 액체종균의 생산은 12일 소요되는데 비해서 툽밥종균은 47일이 소요되었다(그림 1-35A). 또한 액체종균과 툽밥종균을 동일한 툽밥배지에 접종하여 배양하였을 때, 원기가 형성되는데 까지 소요되는 기간은 액체종균 접종시 43일이 소요되고 툽밥종균 접종시 52일이 소요되어 툽밥재배에 의한 잣버섯 생산시 툽밥종균 대신 액체종균을 사용하면 종균의 생산부터 버섯생산의 초기단계인 원기형성시까지 총 44일의 기간을 단축할 수 있어서 버섯생산력을 증대시킬 수 있는 효과적인 방법으로 판단되었다



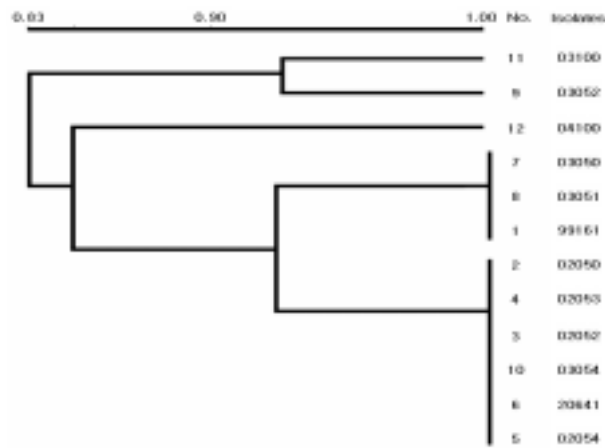
<그림 1-35> Comparison of liquid and sawdust spawn in the periods required for spawn preparation(A), and for primordia formation(B) after inoculation onto sawdust media in bottle. The same letters on the bar are not significantly different(P = 0.05) by Duncan's multiple range test.

(4) 잣버섯 균주의 RAPD에 의한 유전적 유연관계 분석

잣버섯 12개 균주를 대상으로 6개의 random primer를 사용하여 RAPD의 분석 결과, primer당 2~5개의 band를 나타내었으며, 종간에 서로 차이를 나타내거나 종내의 지역 개체군 간에 동일하거나 서로 다른 밴드양상이 관찰되었다.(Fig. 13) 6개의 random primer로부터 자료분석에 유용한 89개의 band가 최종분석에 이용되었고, 이를 근거로 UPGMA program을 이용하여 phylogenetic tree를 작성한 결과, 83%~100%의 상동성을 보였다(사진 1-36).



<그림 1-36> Amplified products from DNA of 12 isolates of *Lentinus lepideus* using random primers, OPB-01, OPB-03, OPB-05, OPB-14, OPB-15, OPC-04, Lane M: 1kb DNA ladder, lanes 1-12: Sample numbers are listed in Table 1-31.



<그림1-37> Phylogenetic tree derived from the RAPD profiles of genomic DNA of 12 isolates of *Lentinus lepideus* with 6 different random primers.

제 2 절 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

1. 서론

인류는 아주 오래 전부터 식량공급, 연료재 확보, 목재, 섬유, 임산물, 건축용 재료를 구하기 위해서뿐만 아니라 외부 위협으로 부터의 피난처 및 보호처로써 또는 오락을 위한 장소로 산림을 이용해 오고 있다. 환경파괴와 인구증가 그리고 인류의 삶의 질 향상은 식량 생산 증대에 대한 압력을 증가 시키게 되었다.(Zhao 등, 2003).

국토의 64.3%가 산림인(산림청, 2003) 우리나라는 1961년부터 2002년까지 최근 40년간 185%의 인구가 증가하였는데, 이는 도시화의 팽창과 산림지역이 도시화 지역으로 편입되었기 때문이다. 좁은 국토에 비해 많은 인구 때문에 농업, 임업, 그리고 축산업을 조화시키기 위한 토지 생산 기능을 최대화하기 위해서는 집약적인 토지의 이용은 필수적이다.

산림농업(Agroforestry)은 교목 또는 관목의 나무를 다른 농작물 또는 가축과 의도적으로 조합할 때 구성 요소들 간의 생물학적 상호작용에서 생성되는 물리적, 생물학적, 생태학적, 경제적, 사회적 이익을 최대화 시키는 집약적인 토지 이용 체계를 말한다(Garrett 등, 1994). 일반적으로, 산림농업 체계는 다섯 가지 종류인데 간작시스템(Alley cropping), 임간방목(Silvopasure), 방풍림(Windbreaks), 수변 완충수림대(Riparian buffer strips), 그리고 임간방목(Forest farming)으로 분류된다(Merwin, 1997). 최근 우리나라의 경우, 산림농업은 초기단계에 있으며, 열대림 지역, 아열대 지역, 그리고 많은 다른 온대 지역에서는 일반화 되고 해결방안으로 즉, 대안으로 많은 연구가 진행되어오고 있으며, 전 세계적으로 광범위 하게 수용되어 오랜 농업적 기술로서 널리 채택 되고 사용되어 오고 있는 반면, 우리나라는 엄격한 의미에서는 차이가 있지만 화전형태는 있었지만, 장뇌, 송이 등이 음성적으로 행해져 왔을 뿐 산림농업다운 산림농업은 거의 해본 경험이 없다(강성기와 김지홍, 2004).

산림농업 유형 가운데 임간방목시스템은 토양 개량, 그늘제공, 섬유, 목재, 그리고 야생 동물의 서식처를 포함한 다양한 목적을 위하여 임업적 요소인 나무를 가축시스템과 통합하는 것을 말하며(Alyson and Nair, 2003), 산림농업 형태 가운데 가장 복잡한 유형이고(Clason and Sharrow, 2000), 임간 재배와 함께 우리나라의 현실에 적용할 가장 적합한 형태라고 생각된다(강성기 등, 2002). 임간 방목에 있어서 임목과 가축간의 특정 비율이 이용되었다(Garret and Kurtz, 1983; Lundgren 등, 1983; Kurtz 등, 1984; Pearson, 1991). 그러나 한국에서는 아주 최근에 과학적 관심과 주의를 기울이게 되어, 그 잠재력은 매우 높을 것으로 예상된다. 특히, 임간 방목지의 임목은 같은 지위 조건의 인공 조림되어 관리되어온 지역의 임목보다 빨리 자란다(Gibson 등, 1994; Hughes 등, 1965; Sharrow and Fletcher, 1995).

하층 식생과 생산량에 영향을 주는 가장 중요한 요소 가운데 하나는 광선이고(Acciaresi 등, 1994), 하층식생의 성공적인 조성과 생장은 상층 임목의 생장, 나이, 그리고 잔존밀도뿐 만아니라 하층 식생의 내음성 정도에 의해 직접적인 영향을 받는다(Gaines 등, 1954; Wolters 등, 1982; Lewis 등, 1984; Braziot, 1997; Kyriazopoulos 등, 1999). 그러므로 광선 조건은 간벌과 가지치기와 같은 시업학적 처리에 의해 변화시킬 수 있다(강성기와 김지홍, 2004).

임목 간격이 나무의 성장률에 미치는 영향에 대한 많은 연구가 진행 되었다지만(Lewis 등, 1983; Chingaibe, 1985; Cole and Newton, 1986; Anderson and Jenkins, 1988; Nastis 등, 1997), 이러한 연구들은 기존 산림을 개별한 후 인공 조림을 통한 접근방법이며, 우리의 연구는 시업적 처리가 이루어지지 않은 임분을 대상으로 잔존 밀도 처리를 하여 임간재배 또는 임간 방목지를 조성한다는 점에서 가장 큰 차이를 보이고 있다(강성기와 김지홍, 2004).

따라서 본 연구는 산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발과제 중 제 2 세부과제로서 강원도 횡성군 둔내면 현천 3리 일대 강원도축산기술센터 관내 4.2ha의 소나무림과 강원도 춘천시에 위치한 강원대학교 학술림내 인공 조림된 25년생 낙엽송림과 천연활엽수림을 대상으로 잔존 밀도를 달리하는 하층

도대 간벌이 이루어진 후, 목초 종자 파종을 통한 임간 초지를 조성하여 시간의 경과에 따른 수종구성, 종다양성, 하층 식생 변화, 하층 식생 Biomass, 상층수관 율폐도 변화, 상대조도, LAI(엽면적 지수), 토양습도 등의 임분 생태적 특성 관찰을 통해 우리나라 실정에 맞는 임간재배 및 임간방목을 위한 적절한 임형 모델을 개발하는데 시업학적 정보를 제공하기 위해 수행되었다.

2 재료 및 방법

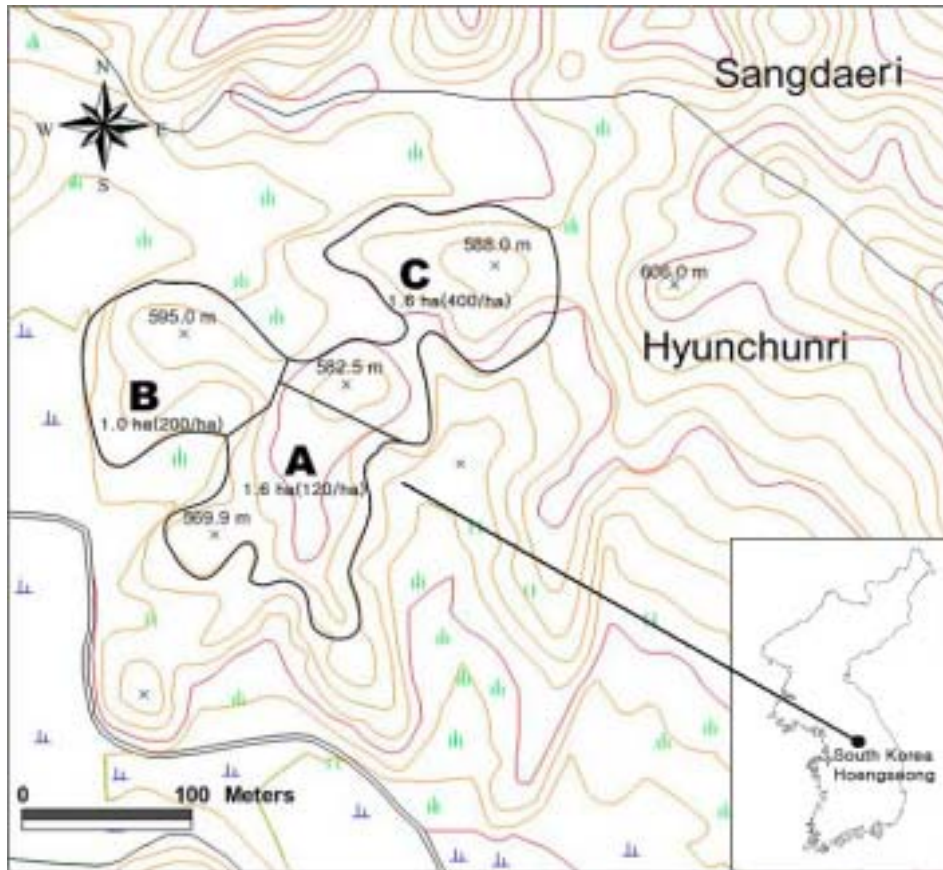
가. 연구대상지

이 연구는 임간재배와 임간 방목을 실연하기 위하여, 소나무, 낙엽송, 그리고 활엽수의 세 가지 임상을 대상으로 하였다. 실연 대상지 가운데 임간방목을 위해 직접 가축을 도입하여 수행된 실험은 행정구역상 강원도 횡성군 둔내면 현천 3리에 위치한 강원도축산기술센터 관내 4.2ha의 소나무 도유림(동경 128° 10' ~ 북위 37° 30')을 대상으로 하였으며, 강원도로부터 5년간(2000년~2005년) 대부를 받아 간벌 강도에 따라 A(1.6ha), B(1.0ha), C(1.6ha)의 세 구역으로 구분하여 임간방목을 위한 임형 모델 개발에 초점을 둔 연구가 수행되었다.

임상별로 적용 가능한 적정 잔존 임분 밀도 수준을 모색하기 위하여 강원대학교 산림과학대학 학술림에 위치한 인공 조림된 25년생 낙엽송 임분(동경 127° 50' ~ 북위 37° 47')을 대상으로 간벌강도에 따라 2개의 고정표본구(40m×20m)와 간벌이 전혀 이루어 지지 않은 1개의 대조구(20m×20m)를 설치하였으며, 강원대학교 학술림에 위치한 활엽수림(127° 49' ~ 북위 37° 46')을 대상으로 간벌강도에 따라 2개의 고정표본구(40m×25m)와 간벌이 전혀 이루어 지지 않은 1개의 대조구(20m×20m)를 설치하여 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발에 초점을 둔 연구가 수행되었다. 현실적인 여건의 어려움으로 인해 가축을 이용한 임간 방목 실연은 강원도 횡성군 강원도축산기술센터 관내 소나무림에서만 실시되었으며, 강원대학교 학술림에서는 접근성과 농가에서의 가축 도입의 어려움으로 인해 생산량 시험에 초점을 둔 연구가 진행되었다.

1) 소나무 임분(강원도 횡성군 둔내면 현천3리)

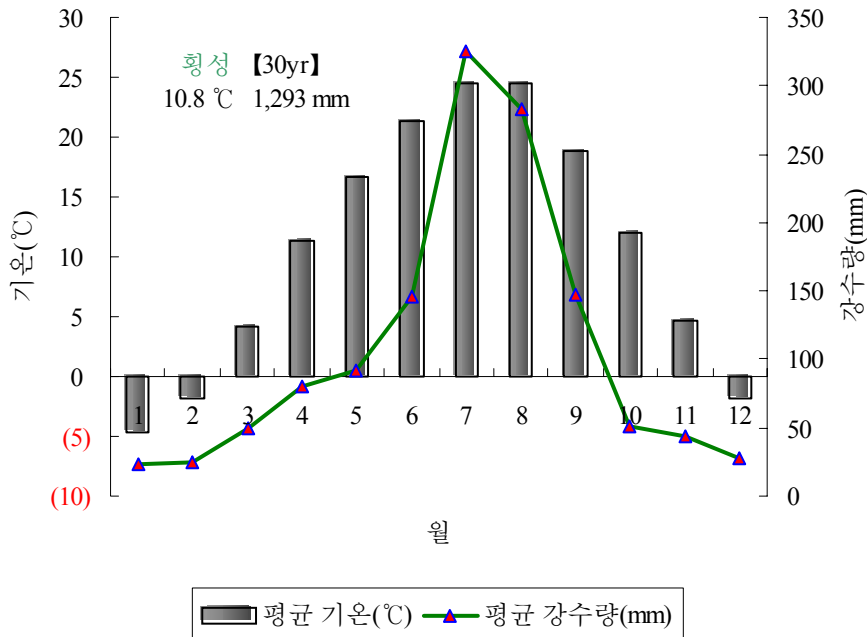
가) 대상지 위치도



<그림 2-1> 실연 대상지 위치도(강원도 축산기술센터 도유림).

나) 기후조건

소나무 임분이 위치한 강원도 횡성군의 최근 30년간 년 평균 온도와 년 평균 강수량은 각각 10.8℃와 1,293mm 이며, 최난월인 8월의 평균 기온은 29.5℃, 최한월인 1월의 평균 기온은 -9.7℃로 우리나라의 전형적인 중부지방의 기후를 보이고 있다(기상청, 2004).



<그림 2-2> 강원도 횡성군 둔내면 소나무림의 기후도.

다) 임분특성

(1) 강원도 횡성군 둔내면 소나무림

실연 소나무림에 대한 토성, 사면경사도, 사면방향, 구역별 면적, 해발고도 등의 임분특성 자료를 표에 나타내었다. 전체적으로 각 항목별로 큰 차이는 발생하지 않았다. 토성은 사질 양토로 우리나라 전형적인 산림 토양 특성을 보이고 있으며, 사면경사도는 7~25°로 비교적 완만한 형태를 보이고 있다. 실연지가 위치한 사면 방향은 A, C구역은 수광 조건이 좋은 남서, 남동 방향이지만, B 구역의 경우, 북서 또는 북동 방향으로 파악되어 다른 두 구역과 비교된다. 해발 고도는 520~600m로 임간 방목을 통한 가축을 사육하기에 적당한 위치를 차지하고 있는데 이는 강원도 축산기술센터 주변에 위치하고 있어 지리적으로 임간 방목 시험에 좋은 지리적 여건을 갖추고 있음을 반증하고 있다.

<표 2-1> 소나무림의 임분 특성.

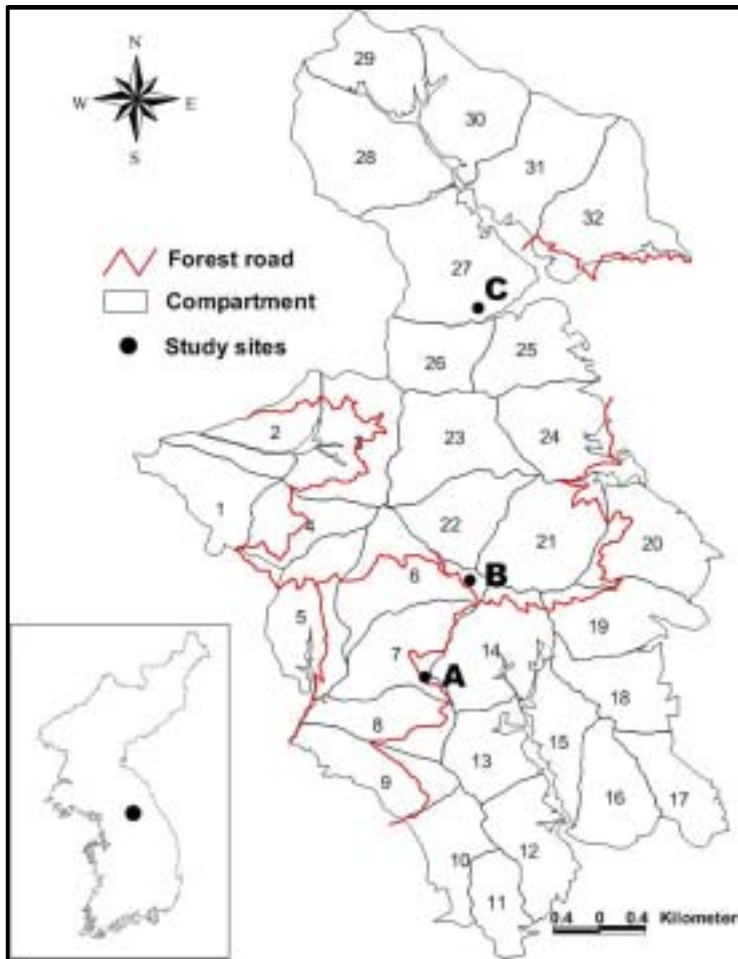
구 분	A 구역	B 구역	C 구역
토 성	사질 양토	사질 양토	사질 양토
사면 경사도 (°)	15~23	7~19	10~25
사면방향	SE~SW	NE~NW	SW
면적 (ha)	1.6	1.0	1.6
해발고도 (m)	520~580	540~595	540~590



<사진 2-1> 황성 임간 방목지 소나무임분 내부 사진.

2) 낙엽송, 활엽수 임분(강원대학교 산림과학대학 부속 학술림)

가) 대상지 위치도

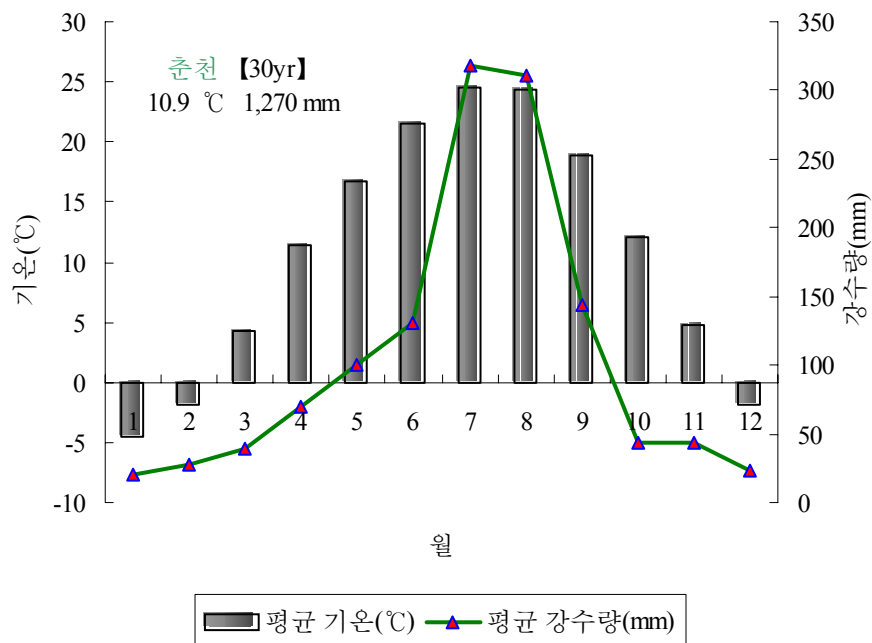


<그림 2-3> 실연 대상지 위치도(강원대학교 학술림- A: 활엽수림, B: 낙엽송림).

나) 기후조건

낙엽송림과 활엽수 임분이 위치한 강원도 춘천시의 최근 30년간 년 평균 온도와 년 평균 강수량은 각각 10.9℃, 1,270mm로 우리나라의 전형적인 중부지

방의 기후를 보이고 있다(기상청, 2004).



<그림 2-4> 실연지의 기후도.



<사진 2-2> 강원대학교 학술림내 낙엽송림 실연지 임분내부 사진.

다) 임분특성

<표 2-2> 낙엽송림의 임분 특성.

구 분	A 구역	B 구역	대조구
토 성	사질 양토	사질 양토	사질 양토
사면 경사도 (°)	15	24	19
사면방향	SW	SW	SW
면적 (ha)	0.08	0.08	0.04
해발고도 (m)	700~710	690~700	710~720

실연 낙엽송림에 대한 토성, 사면경사도, 사면방향, 구역별 면적, 해발고도 등의 임분특성 자료를 표 2-2에 나타내었다. 전체적으로 각 항목별로 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 토성은 사질 양토로 우리나라 전형적인 산림 토양 특성을 보이고 있으나, 과거 1970년대 화전 정리가 이루어지기 이전까지는 화전을 하던 장소인 것이 소나무림이나 활엽수림과의 가장 구별되는 차이점이라 할 수 있다. 사면경사도는 15~24°로 비교적 완만한 형태를 보이고 있다. 실연지가 위치한 사면 방향은 A, B, 대조구 모두 수광 조건이 좋은 남서, 남동 방향을 보이고 있다. 해발 고도는 690~700m로 임간 방목을 통한 가축을 사육하기에 가장 적당한 위치에 자리하고 있다고 판단된다.

실연 활엽수림에 대한 토성, 사면경사도, 사면방향, 구역별 면적, 해발고도 등의 임분특성 자료를 표에 나타내었다. 전체적으로 각 항목별로 큰 차이는 없는 것으로 보인다. 토성은 소나무림과 낙엽송림과 마찬가지로 사질 양토로 우리나라 전형적인 산림 토양 특성을 보이고 있으나, 다른 실연지와 비교해 전석지의 비율이 높은 것이 큰 차이로 하겠다. 사면경사도는 5~15°로 매우 완만한

형태를 보이고 있다. 실연지가 위치한 사면 방향은 A, B, 대조구 모두 수광 조건이 좋은 남서방향을 보이고 있다. 해발 고도는 640~660m로 임간 방목을 통한 가축을 사육하기에 양호한 위치에 자리하고 있다고 판단된다.

<표 2-3> 활엽수림의 임분 특성.

구 분	A 구역	B 구역	대조구
토 성	사질 양토	사질 양토	사질 양토
사면 경사도 (°)	5	15	5
사면방향	SW	SW	SW
면적 (ha)	0.1	0.1	0.04
해발고도 (m)	640~650	650	650~660



<사진 2-3> 강원대학교 학술림내 활엽수림 실연지 임분 내부 사진.

나. 재료 및 방법

1) 간벌 대상목 선정

임간방목과 임간재배를 위해 적절한 임분 잔존 밀도를 유지하고자 실시되는 벌채작업 이전에 임목간 거리를 고려한 선목이 이루어졌다. 잔존 대상목은 형질이 우수하고 수형이 좋은 나무를 대상으로 하였으며, 비록 현재의 임분의 상층 임관을 점유하지 못하고 중층에 위치한 직경이 작은 나무일지라도 장래에 현재 임분의 상층을 점유할 가능성이 있는 미래목의 경우 소나무임분을 대상으로 잔존 대상목에 포함시켰다. 낙엽송림의 경우, 임목간 적절한 간격과 현재의 자람과 수형이 양호한 나무를 잔존 대상으로 하였으며, 비록 양호한 생장을 보일지라도 임목간 거리가 가까운 임목들은 적절한 거리를 두어 벌채 대상으로 선정하였다. 간벌목 선정에는 학부생 및 대학원생을 동원하였으며, 간벌 대상목에 대하여 색깔 있는 테이프로 표시하여 벌채 작업시 미래목을 벌채하는 경우에 대비하였다.

2) 간벌

가) 소나무림

<표 2-4> 소나무림의 간벌에 따른 잔존 밀도 비교.

간벌 처리구	간벌면적(ha)	잔존 임목간 평균거리(m)	잔존 임목수/ha	임형
A 구역	1.6	9	120	소나무림
B 구역	1.0	7	200	소나무림
C 구역	1.6	5	400	소나무림

실연 대상지를 잔존 임분 밀도를 달리하여 잔존목 본수를 차이 나도록 3개의 구역(A, B, C)으로 구분하고, 고사목, 피압목, 폭목, 형질 불량목, 생장 불량

목, 경영대상 제외 수종 등을 중심으로 하층 간벌 및 도태 간벌을 실시하여 밀도를 조절하였다. A구역의 경우, 벌채 강도가 가장 높은 구역으로 벌채 후 임목간 평균거리를 약 9m, ha당 잔존 본수를 약 120본으로 설계하였으며, B구역과 C구역의 경우는 임목간 평균거리를 각각 약 7m와 약 5m로, ha당 잔존 본수는 각각 200본과 400본으로 차이를 두었다. 한편, 전 구간에서 흉고직경이 작지만 형질이 우수하여 미래 임분의 상층을 점유할 가능성이 있는 임목에 대해서는 그대로 존치하였다. 이러한 임분 밀도의 차이를 두는 것은 임상에 목초 혹은 경제성 작물을 재배하고자 시도할 때, 수광량의 차이에 따른 하층 작물 등의 유입, 성장, 발달을 추적하여 실제 적용에 적합한 적정 상층 임분 밀도를 찾아내는데 그 목적을 두고 있다.



<사진 2-4> 간벌 후 간벌목 반출 및 임지 정리 작업.

산림경관을 유지하고 임지 조건의 급격한 변화를 막기 위하여 임연부 약 5~10m는 완충수림대를 조성하였다. 벌목작업은 산림작업단 총 20인을 활용하

였으며, 간벌목의 임의 반출 및 벌채 잔여물 제거에는 Wood grapple를 장착한 불도저(Solar 50) 1대를 사용하여 15일이 소요되었다.

나) 낙엽송림

<표 2-5> 낙엽송림의 간벌에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교.

	처리구 A		처리구 B		무처리구	
	잔존 본 수	본 수/ha	잔존 본 수	본 수/ha	잔존 본 수	본 수/ha
간벌 전	65	813	77	963	46	1,150
간벌 후	26	325	46	575		
간벌율 (%)	60%		40%		0	

위의 표 2-5는 낙엽송림에 대한 간벌 전의 생육밀도와 벌채 비율에 따른 벌채 후의 잔존 밀도를 나타낸 것이다. 미국 등의 외국 사례의 경우, 일반적으로 임간 방목을 실시하기 위한 벌채 강도에 대한 많은 연구가 진행되었지만, 우리나라의 경우, 간벌강도가 임목의 생장에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 연구들은 임간방목을 염두에 둔 연구가 아니었으므로 임간방목 및 임간재배를 목표로 한 연구는 전무한 실정이었다. 임간방목을 염두에 둔 벌채 강도는 대부분의 경우 생육 본수의 25%, 50%, 75%의 비율로 정량적인 간벌 적용방법이 가장 일반적인 형태이다. 밀도조절에 의한 간벌은 임지의 수광 조건을 좋게 하여 하층 식생의 생육조건을 향상시키는 것이 가장 중요한 사항이므로 임내에 도달하는 광선의 수광량과 임목의 잔존 본수를 감안한 밀도조절이 이루어져야하므로 생육 본수의 25%를 간벌하는 것은 임내에 도달하는 광선량의 차이를 보기에선 간벌 강도가 낮다는 판단 하에 간벌율을 40%와 60% 그리고 벌채하지 않는 대조구를 무처리구로 두어 밀도조절에 따른 하층식생 및 목초의 생산과 장기적인 목재 가치의 향상을 도모하는 시업방법을 택하였다. 처리구 A의 경우, 벌채 전에 813본/ha 이었으나 약 60%의 강

한 간벌을 실시하여 ha당 325본이 되도록 하였으며, 처리구 B의 경우, 벌채 전 963본/ha에서 벌채 후 ha당 575본이 되게 하였다. 그리고 무처리구인 대조구인 경우, 간벌을 실시하지 않고 상층 임목을 그대로 유지하면서 하층 식생 및 목초의 생산량 변화를 파악하고 상대적으로 간벌이 많이 이루어진 처리구 A, B와의 임목생장 차이를 비교하기 위해 현존 밀도를 그대로 유지하였다.

다) 활엽수림

<표 2-6> 활엽수림의 간벌에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교.

	처리구 A		처리구 B		무처리구	
	잔존 본 수	본 수/ha	잔존 본 수	본 수/ha	잔존 본 수	본 수/ha
간벌 전	74	740	87	870	51	1,275
간벌 후	31	310	50	500		
간벌율 (%)	60%		42%		0	

천연활엽수 임분에 적용된 간벌 비율은 낙엽송림에 적용했던 비율과 비슷하게 적용하여 처리구 A의 경우, 간벌 전의 ha당 740본에서 약 60%의 간벌이 이루어져 ha당 310본이 존치토록 하였으며, 처리구 B의 경우는 간벌 전이 ha당 870본으로 처리구 A보다는 ha당 130본의 개체수가 많았는데 약 42%의 간벌율을 적용하여 ha당 500본은 존치시켰다. 그리고 대조구의 경우 숲 가꾸기 등의 보육벌채가 전혀 이루어 지지 않았기 때문에 처리구 A, B 보다 상당히 높은 임분 밀도를 보여 ha당 1,275본이 생육하고 있는 것으로 파악되었다. 이 실연지 역시, 벌채 강도를 달리 하여 벌채가 이루어지고, 처리구별로 각기 다른 환경조건의 구성에 따른 목초의 파종이후 단기적으로는 하층식생의 유입 및 종의 변화 그리고 파종된 목초의 생산량을 비교 하는데 중점을 두었으며, 장기적으로는 처리구별 상층 임목의 수관 확장 및 직경생장의 비교 그리고 그에 따른 토양 습도와 같은 미세 환경 인자들의 변이를 지속적으로 비교 하는

데 초점을 두어 연구를 수행하도록 계획하였다.

3) 임지정리작업(Site preparation)

임지정리작업의 목적은 종자의 발아와 활착을 개선시키는데 있는데, 실연 임상별(소나무림, 낙엽송림, 활엽수림)로 간벌 작업이 완료된 후에 고정 표본구내의 모든 간벌목을 고정 표본구 밖으로 집채를 하였으며, 임간 방목 및 임간 재배가 가능한 임내 조건을 조성하기 위해 표본구내 모든 벌채 잔여물(Slash)을 표본구 밖으로 이동시켰다. 그러므로 일반적으로 실시되는 벌채 후 조림을 위한 임지정리작업과는 벌채 잔여물을 상당히, 깔끔하게 제거한다는 측면에서 큰 차이이가 보이며, 많은 노력과 집약적인 관리가 이루어졌다.

4) 목초 파종

가) 소나무림

강원도 횡성 소나무 실연지의 경우, 2002년도 4월에 4.2ha의 실연지에 강원대학교 동물자원과학대학 학부생 약 60여명을 동원하여, 임지 정리작업이 실시된 산림바닥에 남아있는 낙엽층을 주변 완충수림대로 긁어내고 목초종자를 파종하여 ha당 476kg 의 N(21%): P(12%): K(11%): Mg(3%) 비료를 시비하여 목초파종작업을 완료하였다.

나) 낙엽송, 활엽수림

강원대학교 학술림에 위치한 낙엽송림과 활엽수림의 경우, 횡성군의 소나무 실연지와 비교할 때, 직접 가축을 도입하지 않는다는 점에서 접근방법이 다르다고 할 수 있다. 2003년 3월에 간벌이 이루어지고 1년 뒤인 2004년도 4월에 목초 종자를 파종하기 위한 낙엽층 및 임내 부유물 제거 등의 임지정리 작업과 목초종자의 파종이 낙엽송림과 활엽수림을 대상으로 인근 마을 주민들을 고용하여 4일간에 걸쳐 실시되었다. 활엽수림 내부 바닥의 낙엽층은 임지내에 도달하는 광선에 의해 그 차이는 있겠지만, 어느 정도 시간이 흐르면 미생물에

의한 분해가 이루어져 양분으로써 다시 숲으로 환원되는 양료 순환 메카니즘을 갖고 있으나, 낙엽송림의 경우, 25년 동안 쌓여온 낙엽층은 쉽게 분해되지 않는 특성을 보여 활엽수림과 낙엽층 제거량에서 현저한 차이를 보였으며 그 정도의 차이를 파악하고자 1m×1m 소형 표본구 3개씩 총 6개를 설치하여 제거된 낙엽층 총량을 이동식 저울로 중량을 측정하여 총 제거량을 산출하였다. 활엽수림도 같은 방법을 적용하였다. 목초의 파종시 과거의 경운초지가 아닌 불경운 방법을 이용하여 목초파종 과정에 의한 토양유출 방지에 심혈을 기울였으며, 질소비료와 같은 화학비료를 일체 비배하지 않는 친환경적인 방법으로 임간내 초지 조성 작업이 이루어졌다.

<표 2-7> 낙엽송림과 활엽수림의 간벌처리구별 낙엽층 제거량 및 작업에 소요된 노동 강도와 인건비 소요내역.

임상	간벌 처리구	표본구 면적 (ha)	낙엽제거량 (kg)	작업인부 (人)	작업시간 (h)	인건비 (천원)
낙엽송림	325본/ha	0.08	8,736	2	20	200
	575본/ha	0.08	8,736	2	20	200
	1,150본/ha	0.04	4,368	1	20	100
	합 계		21,840	5	60	500
활엽수림	310본/ha	0.1	2,170	2	16	180
	500본/ha	0.1	2,170	2	16	180
	1,275본/ha	0.04	868	1	16	90
	합 계		5,208	5	48	450

5) 간벌에 따른 임분특성 변화조사

가) 식생조사

강원도 횡성에 위치한 소나무림의 경우, 벌채 이전인 2001년 9월에 하층식생에 대한 자료를 수집하기 위하여 표본구법을 적용하여 임간방목을 위해 구획

된 3개의 Block별로 각각 7개씩 총 21개의 정방형 표본구(10m×10m)를 무작위로 설치하였다. 표본구내에서 생육하고 있는 흉고직경 6cm 이상의 모든 교목 수종들을 대상으로, 수종을 식별하고(이창복, 1982), 수고, 흉고직경, 수관폭(장축, 단축), 지하고 등을 조사하였다. 2002년 2월 간벌이 이루어진 이후 수종구성의 변화를 파악하기 위하여 점표본구법(Point-Quarter sampling method)을 적용하여 조사가 이루어졌다. 임분 내에서 임의의 점(point)을 무작위로 선정하여 표본점으로 정하고, 동-서 및 남-북을 잇는 가상의 선으로 4구역을 등분하고 표본점에서 각 구역에 있는 가장 가까운 흉고직경 6cm 이상 임목의 수종을 식별하고, 흉고직경과 중심부까지의 거리를 측정하였다. 중요치(Curtis and McIntosh, 1951; Importance value)를 이용하였다.

매목조사는 2004년도에 각 구역별로 잔존목 가운데 평균 흉고직경에 해당하는 임목 20본씩 총 60본과 인공 조림된 잣나무 총 40본을 선정하여 임목표시기를 부착하고 수고, 흉고직경, 지하고 등에 대한 1차 조사를 실시하고 2005년도에 2차 조사를 완료하였다. 간벌에 따른 주변 임분에서의 유입된 식생 변화에 대한 자료 수집을 위하여 연중 식생의 생장이 가장 왕성한 8월에 연구실연지에 생육하고 있는 모든 식생 중에 대한 list를 작성하는 방법을 채택하여 조사가 이루어졌다.

강원대학교 학술림에 위치한 낙엽송림과 활엽수림의 경우, 농림부와의 최초 협약단계에서는 연구계획에 포함되어 있지는 않았으나, 다양한 임상에 대한 산림농업 임형 모델 개발에 대한 필요성이 중요하다고 판단되어 본 연구진이 추가로 연구의 내용에 포함시켜 소나무림보다 늦은 2002년도 9월에 강원대학교 학술림에 인공 조림된 25년생 낙엽송임분에는 간벌 강도에 따라 각각 2개의 40m×20m의 고정표본구와 1개의 20m×20m의 대조구를 설치하였으며, 활엽수이령 임분에 대하여 간벌 강도에 따라 각각 2개의 40m×25m의 고정표본구와 1개의 20m×20m의 대조구를 설치하였다. 식생자료 수집을 위해, 간벌이 이루어지기 이전인 2002년 9월에 표본구내 6cm 이상의 모든 교목 수종에 대하여 수종을 구분하고, 수고, 지하고, 흉고직경, 수관폭(장축, 단축)을 조사하였다.

2003년 3월 간벌이 이루어진 1년 이후인 2004년 7월에 잔존목에 대한 1차 매목조사가 이루어 졌으며, 2005년 7월에 잔존목에 대한 2차 매목조사를 완료하였다. 간벌에 따른 주변 임분에서의 유입된 식생 변화에 대한 자료 수집을 위하여 연중 식생의 생장이 가장 왕성한 8월에 연구실연지에 생육하고 있는 모든 출현 종의 피도계급을 판정하는 기준을(Braun-Blanquet, 1964) 적용하여 하층식생 유·출입에 따른 종 변화 list를 작성하는 조사가 이루어졌다.

나) 종다양성 변화

상층 임관이 소개되고 임지바닥에 도달하는 태양광선의 정도가 간벌 강도별로 각각 달리 나타나게 되는데, 황성 실연지의 경우, 간벌 전과 간벌 후에 주변 임분으로부터 유입되는 하층식생에 대하여 Shannon-Weaver(1949)의 종다양성 지수 산출방법을 이용하였다. 종다양성에 대한 조사는 대면적 대상지에 적합하므로 강원대학교 학술림의 낙엽송림과 활엽수림에서는 이루어지지 않고 황성시연지에서만 실시되었다. 2003년 8월부터 2005년 8월까지 매년 정기적으로 조사가 이루어졌으며, 각 간벌 처리구별로 1m×1m 소표본구를 10개씩 총 30개를 설치하여 표본구내에 출현하는 모든 식생의 종명을 밝히고 개체수에 대한 조사가 이루어졌다.

다) 하층식생 바이오매스 생산량

2002년 2월에 간벌이 실시된 후, 밀도조절 처리구별로 2002년 4에 목초 종의 파종이 실시되었다. 목초의 성장량이 좋은 여름(2002년 8월, 2004년 8월)에 각 처리구별로 하층식생에 대한 biomass 생산량 조사가 이루어 졌다. 2002년 8월에는 처리구별로 3개의 1m×1m의 보조 표본구 총 9개를 설치하였으며, 2004년 8월에는 처리구별로 10개씩 총 30개의 1m×1m의 보조 표본구를 무작위로 선정하여 표본구내에 생육하는 모든 하층식생을 뿌리까지 모두 채취하여 현장에서 생중량을 측정하고, 측정된 표본을 연구실로 가져와 건조기(LABTECH)를 이용하여 65℃의 온도로 72시간(Zoi et al., 1995) 동안 건조한 후 저울을 이용

하여 건중량을 측정하였다.

제 3과제의 경우, 실제 가축을 투입하여 가축이 소비하는 초량을 파악하기 위해 낫을 이용하여 지상 5cm부위 까지 목초를 채취하여 건중량으로 생산량을 결정하지만, 본 세부과제의 경우, 중복 조사를 피하기 위해 목초 및 기타 하층 식생의 뿌리까지 모두 절취 하여 간벌 처리구간 하층 식생의 총 Biomass 생산량을 비교하는데 중점을 두었기 때문에 이러한 표본 채취 방법상의 차이가 발생하게 되었다.

라) 활엽수 맹아 발생 및 소나무 갱신 치수 발생 양상

임간재배에 적용되는 경계성 작물이나 임간방목지 목초의 생장에 필요한 물리적 요소로서는 수분조건과 광선조건이 가장 중요한 요소라 할 수 있는데, 잔존목과 함께 잘려나간 그루터기에서 발생한 활엽수의 맹아는 하층의 작물이나 목초의 초기 활착 및 생장에 커다란 장애요인으로 작용할 가능성이 크므로 활엽수 맹아의 수종별 발생정도와 활력도에 대한 정보는 향후 임간재배 및 임간방목 적용시 별채대상목을 선정하고, 발생한 맹아를 처리하는데 중요한 시업학적 자료로 활용될 수 있으므로 활엽수 맹아에 대한 조사는 필수적이라 할 수 있다. 그러므로 횡성 소나무림에 대하여 간벌이 이루어진 후 잔존밀도별 잘려나간 활엽수의 그루터기로부터의 맹아 발생 정도를 파악하기 위하여 2004년 5월에 각 간벌 처리구별로 7개씩 총 21개의 10m×10m 정방형 표본구를 무작위로 설치해 표본구내에 발생하는 별채된 활엽수 그루터기의 수종을 식별하고, 그루터기 직경, 맹아발생 수, 그리고 맹아별 수고를 측정하여 간벌 처리구에 따른 활엽수 수종별 맹아 활력도를 파악하는 조사가 실시되었다.

소나무 임분에서 별채 강도에 따른 소나무 갱신 치수 양상을 파악하기 위해 각 구역별로 6개씩 총 18개의 5m × 5m의 정방형 sub-plot을 설치하였다. 각 구역별로 맹아수종, 그루터기 수, 그루터기에서 발생하는 맹아의 수, 맹아 근주 직경, 수고를 비교하였고, 각 구역별 사면 방향별 치수발생량을 비교하였다. 그루터기 직경과 근원경 측정에는 버니어캘리퍼스(Vernier Calipers)를 사용하였

고, 그루터기 높이와 맹아의 높이 측정에는 측량용 Pole을 이용하였다.

마) 상대조도 변화

소나무림의 경우 간벌 후 목초과종의 준비 단계인 임지 정리 작업이 완료된 후 상대조도, 토양습도 등과 같은 미세환경 인자를 측정하기 위하여 각 구역별로 10m간격으로 10개씩의 PVC 파이프를 이용하여 고정 표본점을 설치하였다. 임내의 태양광선의 측정은 모두 이미 설치된 고정 표본점에서 실시되었다. 태양광선의 측정은 구름이 적은 맑은 날을 택하여 하루 중 태양광선의 높이가 가장 높은 시간인 오후 12시에서 오후 2시 사이에 모든 측정이 이루어졌으며, 각 표본점에서 2분 간격을 두고 측정이 이루어졌다. 강원대학교 연습림에 위치한 낙엽송림과 활엽수림에서는 표본구 크기가 횡성군 둔내면의 소나무림에 비해 상대적으로 적은 관계로 각 표본구의 가운데에서 가로로 길게 10m 간격으로 4개씩의 고정 표본점을 설치하여 조도에 대한 조사가 이루어졌다. 임분 내부에서의 조사와는 반대로 상대조도를 산출하기 위해서는 임목이 없는 나지에서 태양광선의 측정값을 이용한다. 횡성의 소나무림에서는 지방도변 나지에서 임외 조도가 측정이 되었고, 강원대학교 연습림에서는 임도변에서 측정값을 이용하여 임분 내부에서 측정한 값의 상대 비율로서 상대조도를 산출하였다.

바) 상층임관 율폐도 및 LAI 변화

임간재배 및 임간방목을 포함한 산림농업 실연지에서의 경제성 작물, 목초를 포함한 하층식생의 생장에 결정적인 영향을 미치는 것이 바로 태양광선인데, 이러한 태양광선이 임내에 도달하는데 있어서의 변수는 잔존 상층 임목의 수관율폐도 정도이다. 그러므로 간벌 전과 이후의 시간적 변화에 따른 상층 임관의 엽면적 지수(Leaf area index)의 변화에 대한 관찰은 필수 요소가 된다. 기존의 상층 율폐도에 대한 조사는 조사자의 주관적 목측에 의한 비과학적 조사에 의존하였으나, 본 실연연구에서는 실연지의 임관 율폐도 및 식생의

생장이 가장 왕성한 여름에 측정을 실시하였으며, 임목간 울폐도는 방향에 따라서 상당한 변이를 보여 동-서-남-북 4방향을 측정하여 평균치로서 각 표본점의 울폐도로 간주하였고, 황성 소나무 임분에서는 각 벌채 구역별로 10개씩 총 30개의 표본점에서, 강원대학교 학술림에 위치한 낙엽송림과 활엽수림의 경우 고정 표본구 중간에 10m간격으로 4개의 고정 표본점에서 지속적인 반복 측정이 이루어졌으며, 평균치로서 각 구역의 울폐도를 추정하였다.

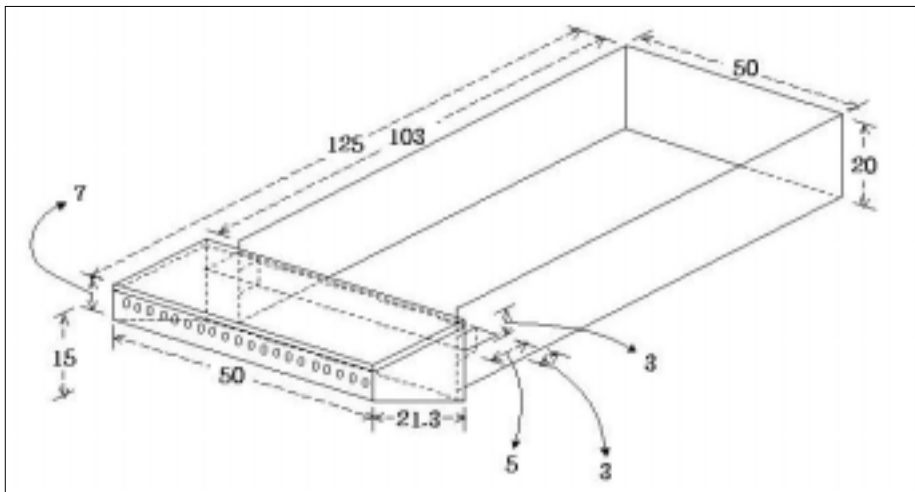
울폐도 측정 및 엽면적(Leaf area index)측정에는 수관울폐도 측정기(Spherical Densimeter)가 사용되었으며, 지상 1.2m 지점에 어안렌즈를 장착한 카메라를 설치하여 측정이 이루어졌다. LAI 측정에 사용된 장비는 LAI 2000(Li-Co Inc.)와 WinsCanopy 2004(Regent Inc., Canada)를 사용하였으며, 분석에는 Hemiview(Delta T Device, Cambridge, UK) 프로그램을 이용하였다.

사) 토양습도 변화

토양습도에 대한 간벌 후 시간의 경과에 따른 변화를 파악하기 위하여 잔존 밀도를 달리하는 A, B, C구역의 가운데 부분에 10m 간격으로 10개씩 총 30개의 PVC말뚝을 이용하여 고정 표본점을 정하였다. 강원대학교 학술림에 위치한 낙엽송림과 활엽수림의 경우, 각 표본구 4개의 고정 표본점에서 실시되었다. 측정은 측정 일을 기준으로 1주간 전 동안(7일 동안) 비가 오지 않은 날을 선정하여 설치된 각 고정표본점에서 5회씩 한 구역에서 실시하였으며, 평균을 계산하여 평균 토양습도를 산출하였다. 토양 습도의 측정에는 TDR-300이라는 장비를 이용하여 정밀 측정하였다. 자료수집 시기는 강원도 황성군 소나무 임분에서는 목초 종자가 파종되어 초지가 조성된 1년 후인 2003년 5월 2004년 8월, 그리고 2005년 7월에 각각 수행되었으며, 강원대학교 학술림의 낙엽송림과 활엽수림에서는 임간 초지가 조성된 1년 후인 2004년 6월, 8월, 2005년 5, 7, 8월에 각각 수행되었다.

아) 강우 강도에 따른 실연지 토양의 부유사 유출량 조사

간별 강도별, 목초종 파종, 식생 피복에 따른 토양 침식과 강우에 따른 부유물의 유출 정도를 파악하기 위해, 라이시미터(Lysimeter)를 소나무림 실연지에 각각 2기씩 총 8기를 설치하였다. 이러한 조사를 통해 임간방목을 위한 임지 훼손시 야기될 수 있는 토양침식의 정도와 그로 인한 수질오염의 정도를 파악하는데 상당히 중요한 척도가 도가 될 수 있으며, 이러한 침식과 오염을 줄여주기 위해 조성된 완충수림대(Buffer Zone)의 역할을 검증할 수 있는 중요한 요소로 작용할 것이라는 판단에서 설치와 조사가 이루어졌다.



<그림 2-5> 라이시미터의 구조(단위, cm).

조사구는 다음의 표에서 알 수 있듯이 방위는 SE, SW, NW, NE 사면에 위치하도록 하였으며, 경사는 완경사가 10~15°, 급경사는 31~36°로 하였다. 그리고 해발고는 520~565m의 분포를 보이고 있다. 설치는 목초종이 파종된 지역에 2개씩 총 8개를 설치하여 잔존 밀도에 따른 토양 유실 및 부유사의 차이를 파악하고자 하였으며, 목초종자가 파종되지 않은 지역은 A구역과 B구역에

1개씩 설치하여 목초종자의 파종지역과 비파종지역에 대한 영향을 비교하기 위함이다.

<표 2-8> 라이시미터 설치 지역의 지형 조건.

구역	사면방향(°)	경사도(°)	해발고도(m)	목초파종
A	S20E	15	520	○
A	S60E	36	525	○
B	S40W	15	555	○
B	N80W	34	569	○
C	S30W	10	560	○
C	N12E	31	565	○
A	S35E	15	520	X
B	S20E	10	545	X

3. 결과 및 고찰

가. 소나무임분 연구 결과

1) 간벌 전 입지 분석 및 임분 조사 결과

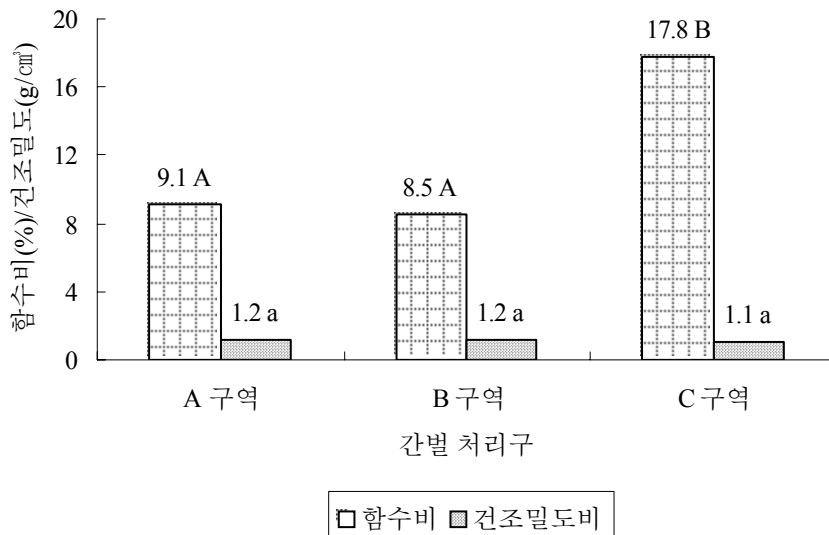
가) 토양

토양 시료 채취 분석 결과 토양경토는 C-B-A순으로 높은 것으로 분석되었으며, 토양 속에 포함되 수분 함유량은 C구역, 흙의 건조 밀도는 B구역, 균등계수는 A, 곡률계수는 B구역으로 나타났다. 토양 함수비와 건조밀도, 균등계수를 제외한 나머지 항목 값은 큰 차이가 발생하지 않는 동일한 토양 조건을 보이고 있다. 처리구별 함수비와 건조 밀도비에 대한 다중검정 결과 함수비에서는 A-B구역 간에는 통계적 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었으며, A-C, 그리고 B-C구역 간에는 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다. 반면 건조 밀도비에서는 A, B, C모두 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다.

<표 2-9> 조사지의 토양분석 결과.

구 분	토양경도 (kg/cm ²)	흙의 함수비 (%)	흙의 건조밀도 (g/cm ³)	균등계수 (<i>C_u</i>)	곡률계수 (<i>C_g</i>)	통일분류법
A 구역	0.062	9.91	1.18	22.33	0.83	SP
B 구역	0.600	8.51	1.21	12.51	0.96	SP
C 구역	0.707	17.76	1.05	7.19	0.87	SP

※입도시험 결과 $C_u > 6$ 이고, $1 \leq C_g \leq 3$ 이면 흙은 입도분포가 좋은 모래(SW)로 분류하고, 이 조건을 만족하지 않으면 입도 분포가 나쁜 모래(SP)로 분류한다.



<그림 2-6> 실연지 토양 샘플의 함수비(%) 및 건조밀도(g/cm³)

나) 수종 구성 및 임목제원

연구대상지역에서 조사된 흉고직경(Diameter of breast height: D.B.H) 6cm 이상의 모든 교목수종을 대상으로 하여 각 수종별로 상대밀도, 상대빈도,

상대피도를 산출하고 이를 바탕으로 중요치로 표현되는 상대우점도를 산출하여 2-10에, 출현수종별 임목제원은 2-11에 각각 나타내었다.

<표 2-10> 간벌 전 실연지의 수종 구성.

수종명	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치 (%)
개웃나무	0.4	2.3	0.1	0.9
떡갈나무	1.5	9.1	0.4	3.7
밤나무	0.4	2.3	0.1	0.9
산벚나무	3.9	13.6	1.1	6.2
소나무	77.8	36.3	89.9	68.0
산갈나무	10.1	20.4	4.1	11.6
일본잎갈나무	0.4	2.3	0.8	1.2
잣나무	5.1	11.4	3.4	6.6
줄참나무	0.4	2.3	0.1	0.9

<표 2-11> 간벌 전 실연지의 임목제원.

수종명	평균 흉고직경 (cm)	평균수고 (m)	본수/ha	흉고단면적/ha(m ²)	재적/ha (m ³)
개웃나무	7	4	6	0.02	0.04
떡갈나무	7	5	25	0.08	0.20
밤나무	8	7	6	0.03	1.13
산벚나무	7	8	63	0.30	1.11
소나무	14	10	1,250	20.91	99.59
신갈나무	8	7	163	0.95	4.51
일본잎갈나무	19	16	6	0.18	1.22
잣나무	10	8	81	0.79	4.38
줄참나무	6	4	6	0.02	0.04

본 연구의 표본구에서 조사된 교목수종의 수종구성을 보면, 소나무(68%), 신

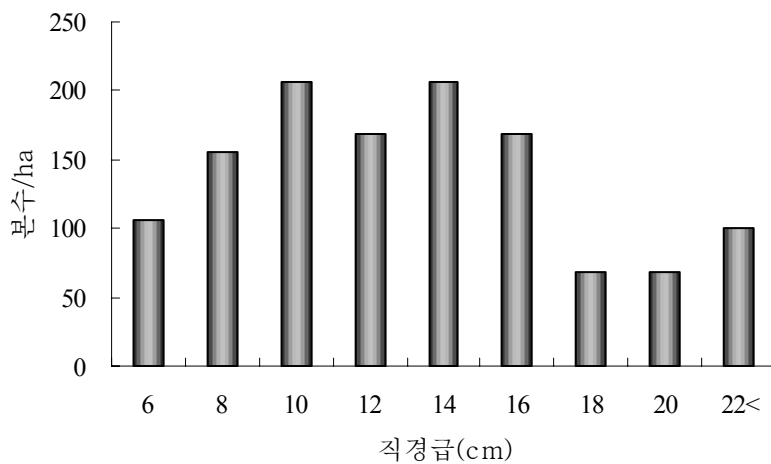
갈나무(11.6%), 잣나무(6.6%), 산벚나무(6.2%) 순으로 우점도가 높은 것으로 파악되었다. 특히 소나무의 경우 상대밀도, 상대빈도, 상대피도가 모두 높게 나타나 이 지역에 출현하는 수종 중, 우점도가 가장 높고, 넓은 지역에 걸쳐 많은 개체수가 분포하는 것으로 파악되었다. 신갈나무와 잣나무는 상대 빈도가 상대 밀도와 상대피도 보다 높은 것으로 나타나 비교적 넓게 분포를 하고 있지만, 흉고직경은 적은 것으로 파악되었다.

연구대상지역에는 총 9개의 교목수종이 출현하고 있었으며, 그리고 ha당 개체수는 소나무(1,250본)-신갈나무(163본)-잣나무(81본)-산벚나무(63본) 순으로 높게 나타났다. 그리고 ha당 재적의 합이 112.2m³/ha로 우리나라 평균재적(60.3m³/ha)보다 상당히 양호한 것으로 파악되었는데, 이것은 이 지역에 우점하는 소나무의 생장이 비교적 양호하기 때문인 것으로 사료된다. 소나무는 출현 수종 중에 ha당 개체수가 가장 많고, ha당 흉고단면적, ha당 재적도 높게 나타나 이 지역의 다른 수종보다 생장이 양호한 것으로 파악되어 앞으로 밀도조절을 통해 임간방목(Silvopasture system)을 적용했을 때 가장 넓은 지역에, 생장이 양호한 개체수의 분포가 많기 때문에 대경제 생산가능성이 가장 높은 수종으로 사료된다. 실연지에 일부 인공조림된 것으로 추정되는 일본잎갈나무는 평균 흉고직경과 평균수고가 가장 높게 나타났지만, ha당 개체수는 가장 낮은 것으로 파악되었다. 기타 수종들은 출현 빈도도 낮고 흉고직경도 적은 유령목 단계에 있는 것으로 파악되었다. 신갈나무, 떡갈나무 등의 참나무류의 우점도는 상대적으로 높게 나타났는데, 비록 직경급이 높은 분포는 보이고 있지 않지만, 이 지역을 자연 상태로 둔다면 소나무의 후계림으로 발달할 가능성이 매우 높은 것으로 사료된다.

다) 주요 수종의 직경급 분포

연구대상지역에 출현하는 주요수종을 대상으로 수종별 직경분포 양상을 아래에 도시하였다. 산벚나무의 흉고직경은 전체적으로 유령목단계를 벗어나지 못한 상태로 나타났지만, 직경급이 커질수록 ha당 본수가 적어지는 역J자형 분

포를 보이고 있다. 소나무의 경우, 직경급이 6~22cm까지 비교적 다양한 직경급 분포를 나타내며 전체적으로 정규분포 양상을 띠고 있으며, 8~16cm의 직경급 분포가 가장 많은 것으로 나타나 밀도조절을 통해 미래목으로 잔존시킨다면, 앞으로 대경급 임분으로의 발전 가능성이 높은 것으로 사료된다. 그리고 직경급이 낮은 소경목의 개체수가 적은 것으로 나타났지만, 기타 수종에 비해 개체수가 높게 나타나 지속적으로 천이가 진행될 경우에도 소나무의 우점도는 당분간 지속될 것으로 예측된다..

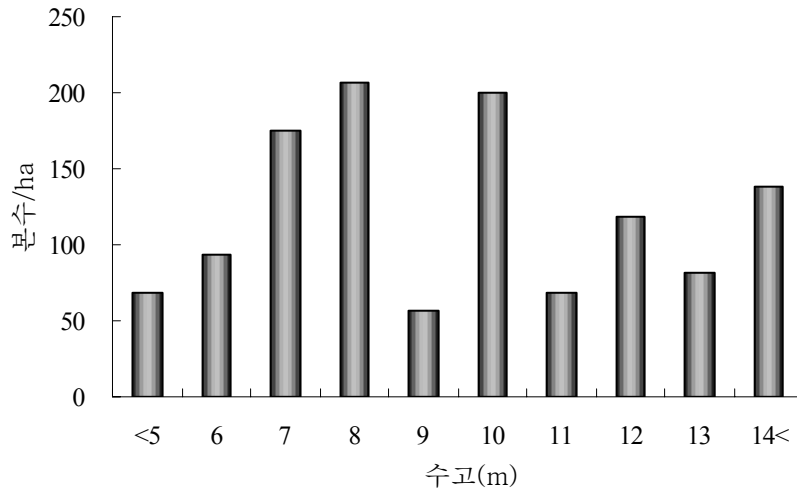


<그림 2-7> 간벌 전 소나무의 직경급에 따른 ha당 개체수.

신갈나무의 직경분포는 6cm급의 소경목의 개체수가 가장 많고 10~12cm급이 없는 불규칙적인 양상을 보이고 있다. 잣나무의 직경분포 역시 직경급이 커질수록 ha당 본 수가 줄어드는 역J자 형 분포를 보이고 있으며, 신갈나무의 분포보다 좀더 안정적인 분포 양상을 띠고 있는 것으로 파악되었지만, 이 지역의 잣나무는 대부분 인공조림 된 후, 간벌작업, 가지치기와 같은 시업적 처리가 전혀 이루어지지 않은 것으로 보이므로, 간벌작업 및 가지치기와 같은 임목 형질을 개선시킬 수 있는 여러 가지 시업 처리가 필수적이라고 판단된다.

라) 주요 수종의 수고급 분포

실연지에 가장 우점하는 소나무에 대하여 수고에 따른 ha당 개체수 양상을 아래 그림에 도시하였다. 소나무는 전체적으로 수고급도 다양하며, 정규분포 양상을 보이고 있으며, 신갈나무의 경우, 수고급이 증가할수록 ha당 개체수가 감소하는 형태를 보이는 것으로 나타났고, 잣나무는 수고급의 분포가 불규칙한 양상을 보이며, 대부분이 낮은 수고급의 개체수가 많이 분포하는 양상을 보이고 있다. 산벚나무는 대부분 수고 5~9m에 가장 많은 분포를 보이고 있으며, 수고급에 따른 개체수의 차이가 거의 없는 것으로 파악되었다.



<그림 2-8> 간벌 전 소나무의 수고에 따른 ha당 개체수.

마) 주요 수종의 연령별 직경 성장 양상

연구대상지역에 출현하는 주요 수종에 대하여 수종별 대표성을 띠는 1개 나무를 선정하여 연령에 따른 직경성장 양상을 도시하였다. 산벚나무는 7년생까지는 직경생장이 감소하였는데, 이는 중간 경쟁으로 인해 생장이 감소하였다가 10년생부터 증가하기 시작하여 17년생에서 직경생장이 최고점에 이르고, 점차

감소 추세를 보이고 있다. 소나무는 전체적으로 큰 변이는 보이지 않고 양호한 생장은 아니지만 고른 성장 패턴을 보이고 있지만 전체적으로 높은 임분 밀도와 수종 간 경쟁으로 인해 저조한 성장패턴을 보여 간벌과 같은 임분 밀도를 개선시킬 수 있는 시업처리가 수행 되어야할 시기임을 보여주고 있다. 10년생 까지 일정한 성장양상을 보이다가 17년생까지 감소추세를 보이고 18년생부터 점차 직경생장이 증가하는 추세를 보이는 것으로 파악되었다.

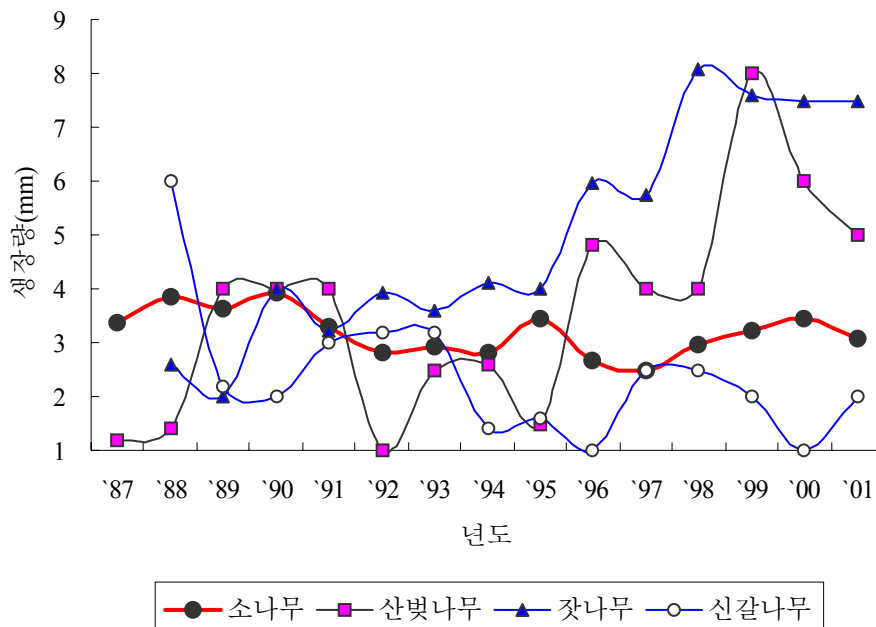


그림 2-9. 주요수종의 연령에 따른 직경생장 양상.

신갈나무의 경우도 큰 변이를 보이지 않는 완만한 곡선을 보이고 있는 반면, 잣나무의 경우 8년생에서부터 급격한 직경생장 양상을 보이고 있는데 이것은 이 시기에 어떤 교란의 영향에 의해 종간 경쟁이 약화되어 직경생장이 왕성하게 이루어 졌던 것으로 사료된다.

2) 간벌에 따른 잔존 임분 밀도 및 임목제원 변화

가) 잔존 밀도 변화

벌채 후 벌채 강도를 달리한 구역별로 잔존 임분 밀도를 표본점에서의 평균 거리, 임목 한그루가 차지하는 면적, 그리고 단위 면적당 평균 임목 본수 등을 파악하여 아래 표에 나타내었다.

<표 2-12> 간벌 후 밀도 조절 구역별 잔존 임목 밀도 비교.

수종명	잔존 임분 밀도/ha			
	간벌 전	간벌 후		
	전체	A구역	B구역	C구역
개웃나무	6	--	--	--
굴참나무	--	2	--	5
떡갈나무	25	--	--	--
물박달나무	--	2	--	--
밤나무	6	--	--	5
산벚나무	63	14	9	--
소나무	1,250	194	270	604
신갈나무	163	28	12	16
일본잎갈나무	6	--	3	--
잣나무	81	--	66	16
졸참나무	6	--	--	5
합계	1,606	240	360	646

조사 분석 결과, 임의의 점에서의 임목간 평균거리는 A구역이 5.4m로서 가장 컸고, B구역 5.3m, C구역 3.9m 순으로 즉, 벌채 강도가 높은 구역 순으로 크게 나타났다. 임목 한 그루 당 점유하는 평균 면적은 A구역이 29.2m²로써 가장 넓었고, B구역 27.9m², C구역 15.3m² 순으로 파악되어, 임목간 거리가 크게 나타난 구역일수록 한 그루가 차지하는 점유 면적이 넓게 나타났다. 이는

C지역보다는 B지역, B지역보다는 A지역의 잔존 임목의 생장이 양호함을 알 수 있다. 임분 밀도를 가장 높게 처리한 C지역의 경우, 벌채전의 단위 면적 당 임목수가 다른 구역보다 많았으며, 그에 따라서 단목의 생육 상태 또한 다른 구역의 임목에 비해서 뒤떨어지는 것으로 판단된다.

벌채 후 단위 면적 당 잔존목을 산출한 결과 A구역은 340본/ha로 추정되었고, B구역은 360본/ha, C구역은 650본/ha으로 조사되었다. 벌채 전에 구상했던 경영 대상 잔존 본 수(A구역 120본, B구역 200본, C구역 400본)와는 다소 차이가 있었다. 그 원인으로서는 첫째, 경영 대상 잔존 본수는 최종 수확기에 이르렀을 때의 수확 본수이며, 최종 수확벌채 후 후계림 조성을 위한 미래목으로 직경급이 낮은 임목을 다수 잔존시켰기 때문에 이러한 차이가 발생하였으며, 다른 원인으로서는 산림경관을 유지하고 임지 조건의 급격한 변화를 막기 위하여, 그리고 임간 방목을 할 경우, 예상되는 가축의 배설물이나 토사유출로 야기되는 오염을 막기 위해 조성된 (각 구역 경계부분 5~10m) 완충수림대(Buffer Zone)에 잔존시킨 본수가 상당히 많기 때문인 것으로 판단된다. 또한 이러한 잔존 본수의 차이는 차후, 실연 대상지의 소나무임목에 대한 수간 석해 등의 성장정보수집에 상당수의 소나무 단목 벌채가 이루어져야하므로 이러한 잔존 본 수의 차이는 점차 줄어들게 될 것으로 판단된다.

나) 임목자원 변화

(1) 직경 및 수고 변화

간벌 이전에는 대상지역에 총 11개의 교목 수종이 중, 상층을 점유하고 있었는데 그중에 75% 이상이 소나무이다. 소나무는 간벌 이전에 평균 흉고직경이 13.7cm 이었으나, 간벌 이후에 전체 평균이 상승하여 A구역의 평균 직경이 가장 높은 효과를 가져왔다. 이는 하층 도태 간벌 및 제벌로 벌채를 하여 형질이 좋지 않은 중, 상층의 임목을 벌채 대상으로 하였기 때문으로 판단된다. 수고의 경우, 간벌전 소나무의 평균 수고는 9.5m 이었고 간벌 후에는 각각 10.8-10.8-11.0으로 직경급의 향상을 보다는 낮은 경향을 보였다. 이것은 간벌

과정에서 수고가 크더라도 형질이 좋지 않은 나무를 많이 베어내었기 때문으로 여겨진다. 기타 신갈나무, 산벚나무, 떡갈나무 등의 활엽수종들은 큰 차이를 보이지 않아 간벌에 의한 수고와 직경의 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

<표 2-13> 간벌에 따른 잔존 임목의 흉고직경 및 수고 변화.

수종명	흉고직경 (cm)				수고 (m)			
	간벌 전	간벌 후			간벌 전	간벌 후		
	전체	A구역	B구역	C구역	전체	A구역	B구역	C구역
개웃나무	7.0	--	--	--	4.0	--	--	--
굴참나무	--	10.0	--	7.9	--	8.0	--	8.0
떡갈나무	6.5	--	--	8.0	5.0	--	--	7.0
물박달나무	--	9.4	--	--	--	10.0	--	--
밤나무	8.0	--	--	10.0	7.0	--	--	8.0
산벚나무	7.3	7.7	7.4	--	7.6	7.6	10.0	--
소나무	13.7	19.4	18.2	18.1	9.5	10.8	10.8	11.0
신갈나무	7.7	8.2	6.8	8.9	6.7	6.9	6.0	6.0
일본잎갈나무	19.0	--	20.0	--	16.0	--	16.0	--
잣나무	10.2	--	14.1	6.9	8.3	--	11.4	4.7
졸참나무	6.0	--	--	--	4.0	--	--	--

(2) 흉고 단면적 변화

간벌 전 실연지에 분포하는 수종 가운데 소나무의 흉고단면적이 전체의 89.9%를 차지하고 있는데, 간벌 강도에 따라 A구역-B구역-C구역은 차례대로 간벌 전의 72%-61.4%-26.7%의 감소율을 보였다. 그러나 소나무의 흉고단면적이 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 기타 수종들의 변화는 소나무의 변화에 비해 상대적으로 적었으며, 소나무의 비율이 높은 것은 소나무를 경영대상수종으로 선정하여 임간재배와 임간방목에 따른 변화를 파악하고자 함이다.

<표 2-14> 간벌에 따른 흉고 단면적 변화.

수종명	흉고단면적/cm ² /ha			
	간벌 전	간벌 후		
	전체	A구역	B구역	C구역
개웃나무	0.02	--	--	--
굴참나무	--	0.01	--	0.03
떡갈나무	0.08	--	--	0.03
물박달나무	--	0.02	--	--
밤나무	0.03	--	--	0.04
산벚나무	0.3	0.07	0.04	--
소나무	20.91	6.31	7.72	16.77
신갈나무	0.95	0.16	0.05	0.13
일본잎갈나무	0.18	--	0.09	--
잣나무	0.79	--	1.08	0.07
졸참나무	0.02	--	--	--
합 계	23.26	6.57	8.98	17.07

(3) 재적 변화

실연지에 생육하는 11수종의 간벌 전 ha당 총 재적은 112.12m³로 시업적 처리에 의해 집약적 관리가 이루어지지 않은 전형적인 중부지방 소나무림에 속한다. 총 재적 중 88.8%를 차지하며 그 다음은 신갈나무(4.51m³)-잣나무(4.38m³)순으로 조사되었다. 간벌 후 잔존 임분 밀도가 높을수록 잔존 재적이 높게 나타났다. 이러한 간벌에 따른 밀도 변화, 재적, 흉고단면적 변화 모니터링을 통해 임간재배 및 임간방목에 적절한 밀도 수준을 찾는 데 목적이 있고 하겠다.

<표 2-15> 간벌에 따른 간벌 처리구별 재적 변화.

수종명	재적(m ³ /ha)			
	간벌 전	간벌 후		
	전체	A구역	B구역	C구역
개웃나무	0.04	--	--	--
굴참나무	--	0.05	--	0.10
떡갈나무	0.2	--	--	0.09
물박달나무	--	0.07	--	--
밤나무	1.03	--	--	1.59
산벚나무	1.11	0.25	0.2	--
소나무	99.59	32.24	41.14	85.53
신갈나무	4.51	0.56	0.13	0.40
일본잎갈나무	1.22	--	0.69	--
잣나무	4.38	--	6.72	0.16
졸참나무	0.04	--	--	--
합 계	112.12	33.17	48.88	87.87

3) 수종구성 변화

실연 대상 임분의 벌채 전과 벌채 후의 수종 구성을 비교하기 위하여, 벌채 강도가 다른 A, B, C구역별로 출현한 DBH 6cm 이상의 잔존목을 대상으로 점표본법에 의해서 조사 분석된 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 개념인 상대 우점도를 산출하여 아래 표에 나타내었다.

벌채전의 수종구성은 상층의 대부분을 차지하고 있는 소나무의 중요치가 68%로 산출되어 제1의 우점 종이었으며, 그 다음으로 신갈나무 약 12%, 잣나무 약 7%, 산벚나무 약 6%, 떡갈나무 약 4% 순으로 나타났다. 잣나무 이외의 활엽수들은 중층 내지는 하층에서 생육하고 있으며, 소나무림이 조성되고 난 후에 침입한 것으로 판단되며, 임분이 발달할수록 그 구성 비율과 우점도가 증가할 것으로 사료된다. 본 연구 대상 산림은 소나무의 구성 비율이 가장 높은,

소나무 순림에 가까운 구성을 나타내어 소나무를 주 경영대상으로 선정하고 하층 간벌을 실시하였다.

<표 2-16> 실연대상 임분의 벌채 전 후의 임분 구성 비교.

수종명	중요치(%)			
	벌채 전 (2001. 9)	벌채 후 (2002. 9)		
		A구역	B구역	C구역
개웃나무	0.9	--	--	--
굴참나무	--	1.5	--	1.7
떡갈나무	3.7	--	--	1.7
물박달나무	--	1.5	--	--
밤나무	0.9	--	--	1.7
산벚나무	6.2	9.1	3.4	--
소나무	68.0	70.6	67.3	84.7
신갈나무	11.6	17.3	4.8	5.1
일본잎갈나무	1.2	--	1.5	--
잣나무	6.6	--	23.0	5.1
졸참나무	0.9	--	--	--

벌채후의 수종구성 비율은 벌채 강도에 따른 차이는 기대하기 어렵지만, A, B, C구역 모두에서 소나무의 구성 비율이 가장 높은 것으로 파악되었다. A구역은 소나무 이외에 신갈나무, 산벚나무 등이 상대적으로 높은 구성 비율을 보이고 있으며, 이러한 수종의 흉고직경이 비교적 작지만 미래에 소나무와 혼효를 이룰 수 있을 것이라는 판단 아래 미래목으로 선정하여 잔존시켰다.

B구역은 소나무 외에 잣나무의 구성 비율이 23%로 높게 나타났는데, 이것

은 과거의 조림 계획에 의해 B구역의 일부지역에 인공 식재되었기 때문에 수종구성에서도 높은 비율을 보이는 것으로 나타났다. 이는 소나무에만 치우치지 않고, 상층목의 구성 수종에 따라서 목초 종이나 혹은 하층 도입 식생의 생육 양상을 파악할 수 있는 중요한 요인으로 작용할 것으로 판단되므로, 시간적인 차이를 두고 관찰하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

C구역은 대부분 소나무 위주로(약 85%) 잔존되었으며, 벌채전의 임목의 생육 밀도가 A, B구역에 비해 상당히 높고, 상대적으로 낮은 직경급 분포를 보이고 있으며, 기타 수종들 또한 직경급이 낮은 미래목으로 존치시켰다.

4) 종 다양성 변화

벌채 전과 벌채 후의 시간의 흐름에 따른 하층 식생의 종다양성을 파악하여 표 2-17에 나타내었다.

벌채 전 소나무 임분에 출현하는 하층 식생의 종수는 27종 이었으나, 벌채 이후에 주변 임분 및 임내 Seed bank로부터 종자 유입으로 출현 종수가 상당히 증가하는 경향을 보이고 있다. 간벌 처리구별로는 잔존 임분 밀도가 가장 높은 C구역(400본/ha)이 가장 출현 종수와 최대다양성 지수가 가장 높은 것으로 파악되었으며, 종 다양성 지수에서는 A, C지역이 비슷한 양상을 보였고, 균재도는 벌채전이(0.818) 벌채 후 보다 오히려 높은 것으로 나타났는데 이것은 벌채전의 단순한 식생 분포와 개체수 분포를 보이다가 벌채 후 다양한 식물종이 각각 다른 개체수 분포를 보이기 때문에 벌채 이후의 균재도가 낮게 나타나는 결과를 얻게 되었다. 반면, 우점도의 경우 벌채전의 0.182에서 벌채 이후에 상당히 증가하였으며, B지역의 균재도가 가장 높은 것으로 파악되었다.

<표 2-17> 소나무 임분의 시간의 경과에 따른 종 다양성 변화.

자료수집 시기		간벌 처리구	H'	H_{max}	J'	$1-J'$	종 수
간벌 이전	2001.6	전 체	2.696	3.296	0.818	0.182	27
간벌 이후	2003.7	A 구역 (240본/ha)	3.170	3.912	0.810	0.190	50
		B 구역 (360본/ha)	2.982	3.892	0.766	0.234	49
		C 구역 (651본/ha)	3.165	4.043	0.783	0.217	57
		전 체	3.427	4.407	0.778	0.222	82
	2004.8	A 구역 (240본/ha)	2.921	3.892	0.750	0.250	49
		B 구역 (360본/ha)	2.184	3.892	0.561	0.439	49
		C 구역 (651본/ha)	2.627	3.989	0.659	0.341	54
		전 체	2.861	4.466	0.641	0.359	87

종 다양성의 경우, 임분 구성이 단순한 소나무림에 대해 간벌이라는 시업적 처리를 통해 다양성을 증가시키는 임업적 측면에서 상당히 긍정적인 작용을 하게 된다. 토지 이용 측면에서, 향후 임간 방목이 끝나면, 임업적 측면을 강조한 토지이용 시스템으로의 자연적인 전환이 이루어져야 할 것이다. 장기적인 관점에서 경제성 대경제 생산을 도모하고, 잔존 임목의 수확벌채 후 후계림을 유도할 경우, 후계림 조성 방법을 결정해야 한다. 실연지에 유입된 다양한 수종들 가운데 미래목을 선정하고, 장차 후계 임분으로 유도할 수 있는 장점이 있으므로 인위적인 조림이 아닌 천연갱신에 의한 혼효림 후계 임분 조성 가능성이 높다는데 커다란 의미가 있다고 하겠다.

2004년 8월 조사 결과, 간벌 강도가 가장 높았던 A구역의 종다양성이 가장

높게 나타났으며, C구역-B구역 순이었다. 2003년도 보다 약간의 수치상의 감소는 있었으나 큰 차이라고 보기는 힘들고, 이러한 차이는 풍부성, 균재성의 차이에 의해 발생하는 것으로서 아직 천이 발달상 활발한 천이와 중간 경쟁이 지속되고 있다고 볼 수 있다. 전체적으로 간벌이후 종다양성이 증가한다는 사실은 입증되었다고 보며, 향후 5년, 10년 장기적인 모니터링이 종다양성 관리 측면에서 반드시 필요하며 중요할 것으로 본다.

5) 하층식생 바이오매스 생산량

측정결과, 목초가 전혀 뿌러지지 않은 즉, 자연 발생한 하층식생이 생육하는 곳에서의 생체량은 간벌 강도가 높을수록(A-B-C) 높은 것으로 파악되었으며, 목초와 자연 발생 하층 식생이 혼생하는 장소에서는 B-A-C 구역 순으로 파악되었다. 그러나 다소 차이 발생하지만 벌채 강도가 높은 구역에서의 생체량이 높은 것으로 나타났다. 그리고 목초 종이 가장 잘 자라고 있는 구역에 대한 측정결과 ha당 약 120본의 잔존밀도로 처리된 A지역의 생체량 비율이 42.9%로 가장 높게 나타났으며 그 다음은 C구역(29.7%), 그리고 벌채 후 잔존 밀도가 200본/ha인 B 구역이 8.9%로 가장 낮은 비율을 보이고 있다.

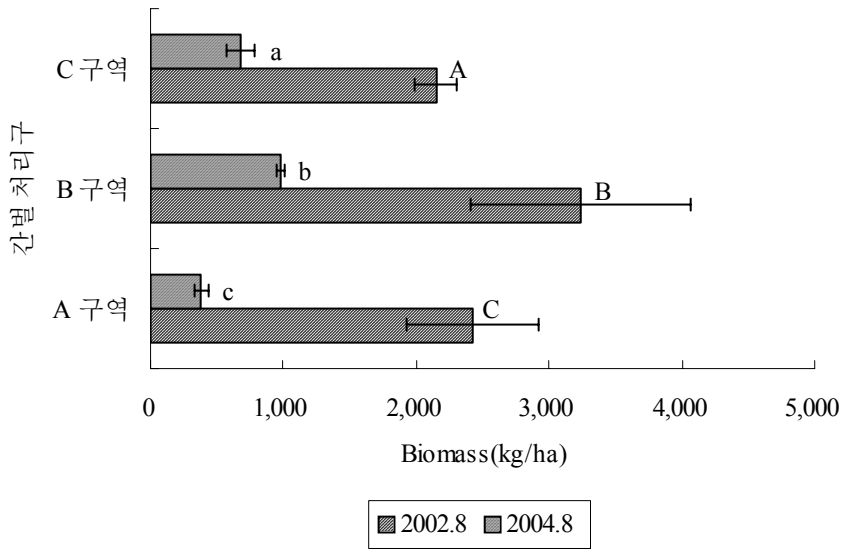
전체적으로 볼 때, 벌채가 이루어지기 전과의 생체량비교는 할 수 없었으나 벌채가 이루어지기 전의 하층 식생구조가 벌채 후 보다 출현 종수나 생장 측면에서 좋지 못했음을 상기해 볼 때, 벌채 후 목초가 파종된 다음의 실연지의 생체량이 당연히 높을 것으로 추정된다. 벌채 강도가 가장 높은 A구역의 경우 ha당 잔존 본수가 약 120본으로 B, C구역 보다 생육공간이 넓어 수관에 의한 광선 차단량이 너무 적과 임지에 도달하는 광선 조건이 상대적으로 유리하였으므로 생체량의 비율이 가장 높게 나타난 것으로 파악된다. 그러므로 과거의 개벌에 의한 벌채 후 대면적 초지를 조성하던 방식(경운식)에서 탈피하여 적절한 밀도조절이 이루어지고, 그 아래 목초의 파종이 이루어지는 형태(불경운식)의 Silvopasture가 이루어지는 것이 집중강우에 의해 발생하는 토양침식과 대량 방목에서 기인되는 환경오염을 줄이는 생태적으로 건전한 방법이며, 제한된 토

지의 생산성을 최대화시킬 수 있는 방법이라고 판단된다.

<표 2-18> 파종처리별, 간벌 처리에 따른 하층 초본의 Biomass 생산량 비교.

간벌 처리구	반복	생중량(g)	생체량(g)	비율(%)
A 구역	1 회	1,105	434	39.3
	2 회	1,248	453	36.3
	3 회	3,017	1,294	42.9
B 구역	1 회	2,177	780	35.8
	2 회	3,829	1,875	49.0
	3 회	2,886	257	8.9
C 구역	1 회	2,815	750	26.6
	2 회	2,249	722	32.1
	3 회	1,548	460	29.7

임간 초지가 조성되고 난 1년 후 하층식생의 biomass 생산량은 B-A-C구역 순으로 나타났으나, 간벌에 의해서나 임목간 간격의 차이에 의해서도 통계적 차이를 보이지 않았다. 그러나 3년 후인 2004월 8월에는 생산량 순서로는 B-A-C구역 순으로 1년 후와 비슷한 경향을 보였으나, 세 구역모두 통계적으로 유의적인 차이가 발생되었다. 그러므로 간벌에 의한 잔존밀도 또는 간벌 강도의 차이에 의해 하층 식생의 biomass 생산량의 차이가 발생하였다고 할 수 있다. 그러나 간벌 효과와 biomass 생산량간의 상관관계에 대한 장기적인 모니터링이 더욱 필요하다고 판단된다.



<그림 2-10> 간벌 처리 후 시간의 경과에 따른 하층 식생 Biomass 생산량.

6) 하층식생 변화

연구 대상 산림의 간벌 후, 가장 두드러진 환경적 변화는 광선 유입량의 증가라고 할 수 있다. 광선 유입량의 증가에 따라 산림의 구조적 변화가 발생하는데 임분 하층의 경우, 지피식생의 변화가 활발하게 진행되어, 실연지에 새롭게 출현하는 식물종의 수가 급격히 증가하게 되었다. 이것은 연구 대상 산림이 벌채라는 훼손 요인 후에 이차 천이(Secondary succession)가 진행되고 있는 방편으로서 식물 종 구성에 변화가 오고 식물 종 구성이 달라지면서 생태계 속성의 변화를 유발시키며, 다시 변화된 환경에 적응하는 식물종이 이주 정착하는 연쇄적인 절차가 이루어진다.

아래 표는 벌채 전의 식물종의 수와 벌채 후 연차적으로 출현 혹은 비출현 식물종의 수의 변화를 나타낸 것이다. 벌채 전에는 72종의 식물이 출현하였으나, 벌채 후 2년이 지나면서 136종의 식물종이 출현하게 되었다. 이것은 상층 임관의 부분적인 소개로 인한 임간재배 혹은 임간 방목의 가능성을 시사하는

현상이라고 할 것이다.

간벌 이전에 습사리 분해되지 않는 소나무 낙엽층은 다른 초본 식물 종자의 발아와 활착에 장애 요인이 되었다가, 벌채 후, 광선 유입량이 증가함으로써 온도가 올라가고 낙엽 분해가 촉진되는 것과 더불어서 완전한 임지정리작업으로 인하여 임상에 침입하여 생육하는 식물종의 발아와 활착을 용이하게 함으로서 출현 식물종의 수를 증가 시킨 것으로 사료된다.

<표 2-19> 벌채에 따른 시기별 하층 식생 유입 종 수 변화(*○ : 출현, X : 비출현).

벌채 전 (2001.06.04)	식생천이	벌채 1년 후 (2002.08.20)	식생천이	벌채 2년 후 (2003.05.24)	종 수
○	→	X	→	X	18
○	→	X	→	○	21
○	→	○	→	X	8
○	→	○	→	○	25
X	→	○	→	○	20
X	→	○	→	X	25
X	→	X	→	○	71
총 72종 출현	→	총 82종 출현	→	총 136종 출현	

임간 방목시 사료로서 역할을 할 수 있는 하층식생의 식물종을 파악하기 위하여, 소나무림 간벌 후 밀도 조절 구역 (A, B, C) 별 하층 식생 출현 양상을 아래 표에 나타내었다. A구역에만 나타나는 식물종은 12종, B구역에만 나타나는 식물종은 21종, C구역에만 나타나는 식물종은 31종, A와 B구역에만 나타나는 식물종은 7종, A와 C구역에만 나타나는 식물종은 12종, B와 C구역에만 나타나는 식물종은 15종이었다. 개암나무, 개웃나무, 고마리 등 38종은 A, B, C구역에 모두 출현하였으며, 구역별 출현하는 식물종의 특별한 경향은 파악되지 않았다.

<표 2-20> 벌채 2년 후 밀도조절 구역에 따른 하층 식생 출현 양상 (*◎ : 출현, X : 비출현).

출현 종 명	A 구역 (120본 /ha)	B 구역 (200본 /ha)	C 구역 (400본 /ha)	출현 종수
가는잎죽제비고사리,가새잎머루, 갈퀴꼭두서니, 고들빼기, 고비, 곶딸기, 기름새, 평의밥, 나비나물, 넓은잔대, 두릅나무, 단풍마, 딱갈, 산썩, 산조풀, 샷갓나물, 솜방망이, 애기나리, 은분취, 조팝나무, 좁진고사리, 지칭개, 질경이, 찰피나무, 참마, 처녀고사리, 층층나무, 처녀치마, 환삼덩굴, 톱풀, 홀아비꽃대	X	X	◎	31
개선갈퀴, 고갈제비꽃, 고추나물, 길뚝사초, 노루오줌, 미나리아재비, 밀나물, 생강나무, 신나무, 실청사초, 으아리, 줄참나무, 짚신나물, 짚레꽃, 흰털제비꽃	X	◎	◎	15
구절초, 그늘사초, 평의다리아재비, 낙엽송, 냉초, 노루발풀, 맑은대썩, 멧석딸기, 물레나물, 배초향, 솔나물, 수영, 아까시나무, 음나무, 장구채, 점나도나물, 좁쌀풀, 참썩, 참취, 처녀바디, 철쭉	X	◎	X	21
가지청사초, 기름나물, 동자꽃, 봄구슬봉이, 산구절초, 속속이풀, 원추리, 조록싸리, 진달래, 참억새, 칩, 취류	◎	X	X	12
고사리, 꿀풀, 물박달나무, 박새, 산거울, 산딸기, 산비장이, 세잎양지꽃, 솜분취, 썩, 잣나무, 화살나무	◎	X		12
강아지풀, 다릅나무, 달맞이꽃, 산벚나무, 이고들빼기, 제비썩, 청미래덩굴	◎	◎	X	7
개암나무, 개웃나무, 고마리, 꿩이밥, 굴참나무, 평의다리, 넓은잎외잎썩, 노린재나무, 대사초, 둥글레, 떡갈나무, 밤나무, 방울비짜루, 뱀고사리, 붉나무, 산초나무, 삼주, 새, 선밀나물, 소나무, 신갈나무, 싸리, 썩바귀, 양지꽃, 영경취, 오리새, 오이풀, 우산나물, 은대난초, 은방울꽃, 잔대, 제비꽃, 쥐오줌풀, 청사초, 큰까치수영, 큰새포아풀, 토끼풀, 호랑버들	◎	◎	◎	38

<표 2-21> 간벌에 따른 연차별 하층식생 유입 양상(*◎ : 출현, X : 비출현).

순위	종 명	2001년 (벌채 전)	2002년 (벌채1년후)	2003년 (벌채2년후)	2004년 (벌채3년후)
1	가는잎죽제비고사리	X	X	◎	X
2	가막사리	X	X	X	◎
3	가새잎새머루	X	X	◎	X
4	가새잎머루	X	◎	X	X
5	가죽나무	X	◎	X	◎
6	가지청사초	X	X	◎	◎
7	갈대	◎	X	X	X
8	갈퀴꼭두서니	X	X	◎	X
9	강아지풀	X	X	◎	◎
10	강활	X	X	X	◎
11	개구리자리	X	X	X	◎
12	개고사리	◎	X	X	X
13	개다래	◎	X	X	◎
14	개망초	◎	◎	X	◎
15	개미취	X	◎	X	X
16	개불알풀	X	X	X	◎
17	개선갈퀴	X	X	◎	X
18	개암나무	◎	◎	◎	◎
19	개여뀌	X	◎	X	◎
20	개웃나무	◎	◎	◎	◎
21	겨이삭	X	X	X	◎
22	고깔제비꽃	X	◎	◎	◎
23	고들빼기	X	◎	◎	X
24	고마리	X	◎	◎	◎
25	고비	◎	X	◎	X
26	고사리	◎	◎	◎	◎
27	고추나무	X	X	◎	◎
28	곰딸기	◎	◎	◎	◎
29	팽이밥	X	X	◎	◎
30	구절초	X	X	◎	X

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채 3년후)
31	국수나무	X	◎	X	◎
32	굴참나무	X	X	◎	◎
33	그늘사초	X	X	◎	◎
34	금강아지풀	X	X	X	◎
35	기름나물	◎	X	◎	X
36	기름새	◎	◎	◎	X
37	길뚝사초	X	X	◎	X
38	김의털	X	◎	X	X
39	꼭두서니	X	X	X	◎
40	꽃머느리밥풀	X	X	X	◎
41	꿀풀	◎	X	◎	X
42	평의다리	◎	X	◎	◎
43	평의다리아재비	X	X	◎	X
44	평의밥	X	X	◎	X
45	끈끈이어뀌	X	X	X	◎
46	나비나물	◎	X	◎	X
47	낙엽송	X	◎	◎	X
48	냉초	X	X	◎	X
49	넓은잎외잎쭈	◎	◎	◎	X
50	넓은잔대	X	X	◎	X
51	노루발풀	◎	X	◎	◎
52	노루삼	X	◎	X	X
53	노루오줌	◎	X	◎	◎
54	노린재나무	◎	X	◎	◎
55	노박덩굴	X	◎	X	X
56	누룩취	◎	◎	X	X
57	다릅나무	X	X	◎	X
58	단풍마	X	X	◎	X
59	달맞이꽃	X	◎	◎	X
60	닭의장풀	X	◎	X	◎

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채 3년후)
61	당귀	◎	X	X	X
62	대사초	◎	X	◎	◎
63	맹맹이덩굴	◎	X	X	X
64	더덕	◎	X	X	X
65	돌콩	X	X	X	◎
66	동자꽃	X	X	◎	◎
67	두릅나무	X	◎	◎	◎
68	등굴레	◎	◎	◎	◎
69	등근잎돼지풀	X	◎	X	X
70	등근털제비꽃	X	X	X	◎
71	떡갈나무	X	◎	◎	◎
72	떡갈	X	◎	◎	◎
73	마타리	◎	◎	X	X
74	맑은대쭉	◎	X	◎	X
75	망초	◎	◎	X	◎
76	매듭풀	X	X	X	◎
77	머루	◎	X	X	◎
78	명석딸기	X	X	◎	X
79	머느리 배꼽	X	◎	X	X
80	명아주	X	◎	X	◎
81	무릇	X	◎	X	◎
82	물레나물	X	X	◎	◎
83	물매화	X	X	X	◎
84	물박달나무	X	X	◎	◎
85	물봉선	X	◎	X	◎
86	미나리아재비	◎	X	◎	X
87	미꾸리뉘시	X	X	X	◎
88	밀나물	X	X	◎	X
89	박새	X	X	◎	X
90	바랭이꽃	X	◎	X	X

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채3년후)
91	밤나무	X	○	○	X
92	방가지뚝	○	○	X	X
93	방동사니	X	○	X	○
94	방아풀	X	X	X	○
95	방울비짜루	X	X	○	X
96	배초향	X	X	○	X
97	뱀고사리	X	○	○	○
98	벌개미취	X	○	X	X
99	벌개덩굴	○	X	X	X
100	병꽃나무	X	X	X	○
101	봄구슬봉이	X	X	○	X
102	부채마	○	X	X	X
103	붉나무	X	○	○	○
104	붉은병꽃나무	X	X	X	○
105	붉은서나물	X	○	X	X
106	사시나무	○	X	X	X
107	사위질빵	X	○	X	X
108	사초	X	○	X	X
109	산거울	○	○	○	X
110	산구절초	X	X	○	○
111	산달래	X	X	X	○
112	산딸기	○	X	○	○
113	산박하	○	○	X	X
114	산벗나무	X	○	○	○
115	산비장이	X	X	○	X
116	산뽕나무	X	X	X	○
117	산쑥	X	X	○	○
118	산조팝	X	X	○	X
119	산초나무	○	○	○	○
120	삼주	○	○	○	○

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채3년후)
121	삿갓나물	X	X	○	X
122	새	○	X	○	○
123	새콩	X	X	X	○
124	생강나무	○	X	○	○
125	선밀나물	○	○	○	○
126	세잎양지꽃	○	○	○	○
127	소나무	X	○	○	○
128	소리쟁이	○	X	X	X
129	속속이풀	X	X	○	X
130	솔나물	X	X	○	X
131	솜방망이	X	X	○	X
132	솜분취	X	X	○	X
133	쇠뜨기	○	X	X	X
134	수영	X	X	○	X
135	신갈나무	X	○	○	○
136	신나무	○	○	○	X
137	실청사초	X	X	○	○
138	십자고사리	○	X	X	X
139	싸리	○	○	○	○
140	쭈	○	○	○	○
141	쭈바귀	X	○	○	○
142	아까시나무	X	○	○	○
143	애기고추나물	X	X	X	○
144	애기나리	○	○	○	○
145	양지꽃	○	○	○	○
146	어수리	X	X	X	○
147	영경취	○	○	○	○
148	여우주머니	X	X	X	○
149	오리새	X	X	○	○
150	오이풀	○	○	○	○

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채 3년후)
151	왕고들빼기	X	○	X	X
152	우산나물	○	X	○	X
153	원추리	X	X	○	○
154	으아리	X	○	○	○
155	은대난초	X	X	○	X
156	은방울꽃	○	○	○	X
157	은분취	X	X	○	X
158	음나무	X	X	○	X
159	이고들빼기	X	X	○	○
160	자작나무	X	X	X	○
161	잔대	X	X	○	○
162	잔털제비꽃	X	X	X	○
163	갯나무	X	○	○	○
164	장구채	X	X	○	X
165	점나도나물	X	X	○	X
166	제비꽃	X	X	○	X
167	제비쭉	○	○	○	X
168	조록싸리	○	○	○	X
169	조뱅이	○	X	X	X
170	조팝나무	X	○	○	○
171	졸참나무	X	X	○	X
172	좁진고사리	X	X	○	X
173	좁쌀풀	○	○	○	X
174	종덩굴	X	X	X	○
175	주름조개풀	X	X	X	○
176	쥐꼬리망초	X	X	X	○
177	쥐오줌풀	X	X	○	X
178	지칭개	X	X	○	X
179	진달래	○	X	○	○
180	질경이	X	X	○	X
181	짚신나물	X	○	○	○
182	짚레꽃	○	X	○	○

순위	종 명	2001년 (별채 전)	2002년 (별채 1년후)	2003년 (별채 2년후)	2004년 (별채 3년후)
183	차풀	X	○	X	○
184	찰피나무	X	X	○	○
185	참마	X	X	○	X
186	참싸리	X	○	X	○
187	참쑥	X	X	○	X
188	참억새	X	X	○	X
189	참취	○	○	○	○
190	처녀고사리	X	X	○	○
191	처녀바디	X	X	○	○
192	처녀치마	○	X	○	○
193	철쭉	○	X	○	X
194	청미래덩굴	X	X	○	X
195	청사초	X	X	○	○
196	층층나무	X	X	○	X
197	층층이꽃	X	X	X	○
198	쑥	X	X	○	X
199	큰개별꽃	○	X	X	X
200	큰개여뀌	X	○	X	X
201	큰기름새	○	○	X	○
202	큰까치수영	○	○	○	○
203	큰새포아풀	X	X	○	○
204	클래마티스	○	X	X	X
205	털별꽃아재비	○	X	X	X
206	도끼풀	X	○	○	○
207	톱풀	X	X	○	X
208	포아풀	X	○	X	X
209	하늘지기	X	X	X	○
210	현사시	X	○	X	X
211	호랑버들	○	○	○	○
212	호밀풀	X	X	X	○
213	홀아비꽃대	○	X	○	X
214	화살나무	X	X	○	○
215	환삼덩굴	X	○	○	○
216	회잎나무	○	X	X	X
217	흰명아주	X	○	X	X
218	흰털제비꽃	X	X	○	○
219	취류	X	X	○	X
총 출현 수종 수		71종	82종	136종	116

위의 표 2-21은 연구대상 산림에서 간벌 전과 간벌 후 연차별로 식물종의 출현과 비출현 양상을 나타낸 것이다. 출현하는 식물종 대부분은 가축 사료로서 기능을 수행할 수 있는 것으로 판명되어, 특별한 식생 관리를 하지 않아도 되는 것으로 판단된다. 그러나 가축이 목초와 다른 하층식생을 섭식한 후에 교목 혹은 관목의 잎을 섭식하게 되는데, 그러한 식물종 중에서 떡갈나무 잎을 과다 섭식할 경우, 가축이 건강 상 장애를 일으킬 위험이 있는 것으로 알려져 있다. 그러므로 간벌 혹은 밀도 조절 별채시 떡갈나무를 잔존시켜 임관의 상층으로 생육하게 만들어 가축의 섭식을 피하게 하거나, 혹은 별채후, 맹아 발생을 방지하기 위하여 제초제 등을 사용하여 완전히 제거하는 시업을 수행하는 것도 한 가지 방안이라고 사료된다.

<표 2-22> 시간의 경과에 따른 하층 초본 출현 종수 변화.

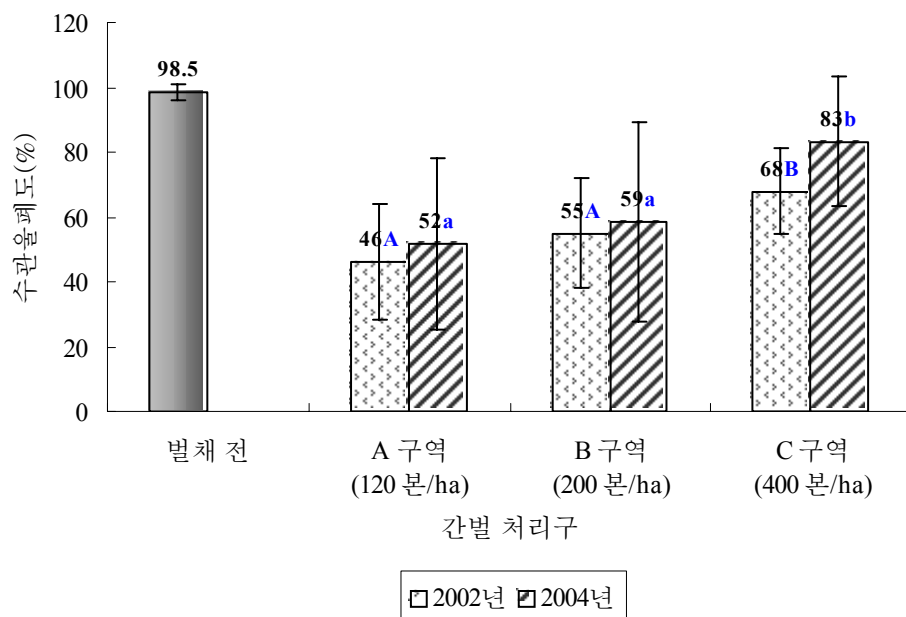
자료 수집 시기		교목	관목	초본	목본성 덩굴식물	출현 종 합 계
간벌 전	2001. 6	5	11	53	2	71
간벌 후	2002. 8	13	10	59	0	82
	2003. 6	18	17	100	1	136
	2004. 8	12	16	80	3	111

간벌 전, 후 시간의 경과에 따른 대상지 전체의 식물 종 유·출입 조사 결과, 교목, 관목, 초본, 목본성 덩굴식물 중 모두 증가하였으며, 교목은 7종, 관목은 6종, 그리고 가장 변화가 많은 초본은 30종 이상 증가하는 결과가 나타났다. 연차별로는 2003년도에 가장 많은 136종이 출현하였으나 2004년에는 111종으로 감소하는 경향을 보였는데, 간벌에 따라 급격한 환경 변화로 주변 지역에서 유입된 종들 간에 계속적인 경쟁이 이루어지고 있는 것으로 보여 향후 지속적인 모니터링이 요구된다.

7) 상층임관 울폐도 변화

간벌 강도를 달리하는 구역별로 수관울폐도 측정기 (Spherical Densiometer) 를 이용하여 간벌 전과 간벌 후 시간의 경과에 따른 상층 임목의 수관 울폐도를 측정하였다. 시업적 처리가 이루어지지 않은 간벌 전의 실연대상지 상층 임목의 평균 상층 수관 울폐도는 98.5%로 파악되어 거의 100%에 가까운 울폐도를 보이고 있었다. 이는 실연대상 산림이 자연적인 천이에 의해 형성된 후, 간벌, 가지치기 등의 임분 형질 개선을 목적으로 하는 어떠한 시업처리도 이루어지지 않았음을 의미하는 것이다. 벌채 1년 후의 경우, A구역은 평균 46%, B구역은 평균 55%, 그리고 C구역은 평균 68%로 측정되어, 간벌 강도가 높을수록 수관울폐도가 낮아지는 것으로 파악되었다. Duncan의 다중비교 분석 결과, 벌채 후 잔존 임분의 수관 울폐도는 A구역과 B구역 간에는 통계적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었으나, A구역과 C구역 간에는 99% 확률 수준에서, 그리고 B구역과 C구역 간에는 95% 확률 수준에서 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다. 평균값을 기준으로 도시된 표준편차는 간벌 강도가 높을수록 즉, 잔존 밀도가 낮아 수목간 거리가 넓을수록 편차 값이 큰 것으로 분석되었다. 이는 측정 지점에서 4방향으로 측정할 때, 잔존목이 많은 C구역의 경우, B구역이나, A구역보다 상층 임목의 밀도가 균일한 반면, 간벌 강도가 높았던 A구역의 경우, 잘려나간 뒤 생겨나는 상층 임관의 gap이 B 또는 C구역보다 넓기 때문에 이러한 표준 편차 값의 차이가 발생하게 되었다. 간벌 시업이 이루어진 2년 후부터 전체적인 상층 수관 울폐도가 증가하는 경향을 보였다. 임분 밀도가 높은 상태에서는 주변 나무와의 생육공간의 확보를 위한 경쟁이 심하여 간벌 이전에는 큰 차이를 보이지 않다가, 간벌 강도에 따라 생육 공간 확보정도가 비례하여 처리구간 큰 차이를 보였다. 그러나 간벌 후 1, 2년이란 짧은 시간에도 잔존 임목 간 생육 공간 확보에 대한 심한 경쟁으로 수간확장이 활발히 진행된 결과 상층 수관울폐도가 점차 회복되어 가는 과정을 보이고 있다. 잔존 임분 밀도가 가장 높은 C구역의 경우, 간벌 전 98.5%였던 울폐도가 간벌 1년 뒤 68%, 그리고 2년 뒤인 2005년에는 83%까지 회복되는 것

으로 분석되었다. 그러므로 간벌 후 시간 경과에 따른 상층 수관 유효도의 변화는 빠른 회복율을 보였으며, 이러한 빠른 수확 확장은 하층의 목초나 경제성 작물이 자라는데 적절한 태양광선이 임지에 도달하는 것을 차단하는 원인이 되어 생산량과 하층 식생의 성장 패턴에 부정적 영향을 끼칠 수 있으므로 추가 간벌 또는 가지치기는 이를 해결하기 위한 결정적인 시업적 방안이라고 판단된다.



<그림 2-11> 간벌에 따른 소나무림의 상층 수관 유효도 변화.

8) 상대조도 변화

연구 실연지의 벌채전과 벌채후의 상대조도 변화를 파악하기 위해, 간벌전과 간벌후로 시간적 간격을 두고 간벌강도가 다른 구역(A, B, C)별로 조도를 측정하여 상대조도를 산출하였다. 조도계의 시간적·공간적 변이를 감안하여 30번씩 반복하였다. 벌채전의 경우, 연구 실연지를 동일한 조건을 갖는 임상으로 판단하여, 임분 바깥의 나지와 임내에서 각각 조도를 측정하였다. 그 결과, 임

내가 임외의 15%정도의 상대조도를 갖는 것으로 나타났다. 그러나 벌채후의 간벌 강도별 측정에서는 A-B-C구역 순으로 즉, 간벌강도가 강한 구역일수록 수광 조건이 향상되어 벌채 전에 비해 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 목초종 파종 후, 수광 조건이 서로 다른 구역별로 목초종 활착 및 생육정도, 주변산림의 초본 류의 유입 그리고 잔존목의 형질 및 직경생장 차이의 변화도 관찰할 수 있을 것으로 판단된다.

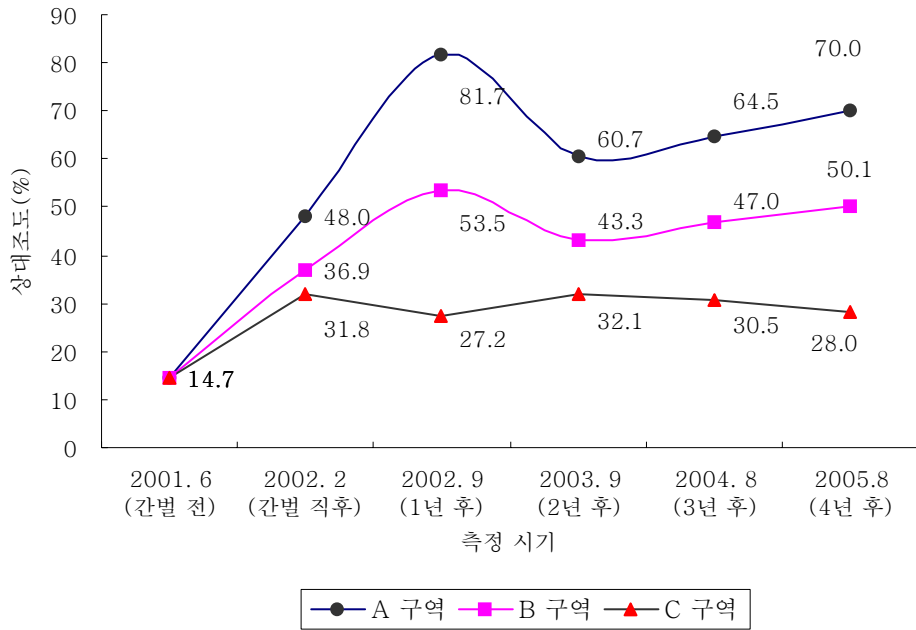
<표 2-23> 간벌 전, 직후 소나무 임분의 상대 조도 변화.

	간벌 전 (2001. 6)	간벌 후(2002. 5) (단위 : lux)		
		A구역	B구역	C구역
임외	$\bar{X} = 46,725$	$\bar{X} = 47,500$	$\bar{X} = 38,500$	$\bar{X} = 38,500$
임내	1,496~11,374 ($\bar{X} = 6,874$)	10,600~40,300 ($\bar{X} = 22,620$)	8,700~35,000 ($\bar{X} = 17,555$)	6,000~30,300 ($\bar{X} = 15,110$)
비율 (%)	4.7~31.4 ($\bar{X} = 15$)	22.3~84.8 ($\bar{X} = 48$)	22.6~90.9 ($\bar{X} = 46$)	15.6~78.7 ($\bar{X} = 39$)

임간방목이 실연되고 있는 강원도 횡성군 실연지에서, 간벌이 이루어진 2002년 3월을 기준으로 벌채 전과 벌채 후의 시간적 경과에 따른 태양광선의 변화를 아래의 그림 2-12에 도시하였다.

일반적으로 산림농업 시스템에서 하층 식생 발달과 생자에 가장 큰 영향을 미치는 물리적 환경인자는 광선조건이므로, 상대조도 변화 관측은 중요한 의미를 지닌다. 임목이 존재하지 않는 나지에서 측정된 값에 대한 간벌처리구별 임분내에서의 측정값을 상대조도로 나타내었다. 벌채 전 임분밀도가 ha당 1,300본일 때, 대상지 전체의 임내 상대조도는 14.7%에 불과하였으나, 벌채 이후 간벌 강도가 가장 높았던 A구역(120본/ha)의 경우 81.7%로 간벌후 잔존밀도가 가장 적은 C구역(400본/ha)과 상당한 대조를 이루어, 결국 간벌 강도가 높고

잔존 임분 밀도가 낮을수록 상대조도가 높게 나타나는 경향을 보였다.

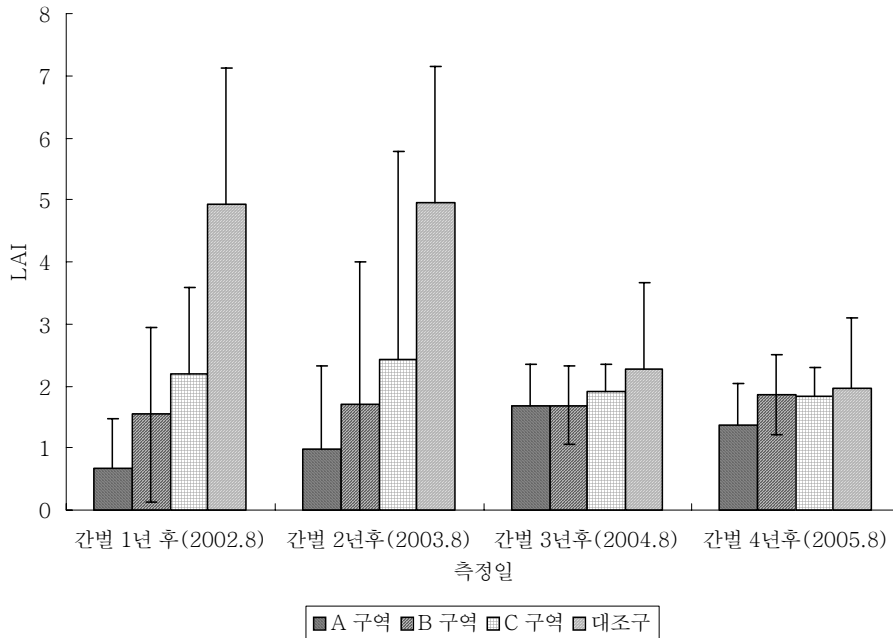


<그림 2-12> 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대조도 변화.

2003년 9월초의 경우, 간벌 처리구 별로 상대조도가 감소하는 경향을 보이고 있는데, 임목의 수관은 생육공간이 확보될수록 더욱 확장하려는 경향을 보이므로 별채 2년 뒤에는 120본구와 200본구의 경우 수관 확장 정도가 높아 이러한 경향을 보이는 것으로 판단된다. 이와 같은 시간의 경과에 따른 태양광선의 차이는 밀도조절에 따라 생육공간을 확보에 따른 상층 수관의 확장과 시간에 따라 자연적으로 회복되는 결과이므로, 이러한 조건에서 하층 식생 및 파종된 목초의 생산량과의 상관관계를 밝히는 것은 임간방목의 성패를 좌우하는 중요한 요인으로 작용할 것으로 판단된다. 그러므로 향후 지속적인 관찰이 요구되므로 시간의 경과에 따른 지속적인 모니터링을 통해 밀도조절에 따른 광선의 변화와 하층식생의 발달 및 유·출입패턴을 파악하고, 임간재배와 임간방목을 실현하기 위한 적정 조건 즉, 절절한 임분 모델을 선정하는데 결정적인 정보를 제

공할 수 있을 것으로 판단된다.

9) LAI 변화

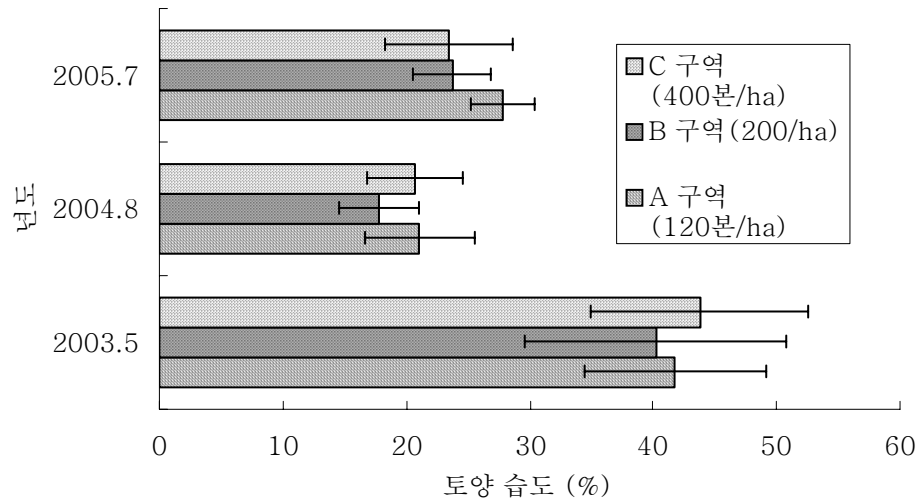


<그림 2-13> 소나무림의 시간의 경과에 따른 엽면적지수 변화.

LAI가 3~4가 될 경우 산림내부로 들어오는 태양광선의 95%를 차단하며 (Loomis and Connor, 1992), 습한 지역에서의 성숙한 산림에서는 대개 8~9까지 측정 되는 것으로 보고하였다(Odum, 1971). 낙엽송림의 경우, 간벌하기 이전에는 약 1.5~1.8로 비교적 높은 지수 값을 보이다가 간벌 후 급격한 감소를 보인 A처리구와는 반대로 B처리구에서는 오히려 소폭 상승하는 경향을 보였다. 낙엽송림과 달리 소나무림에서는 간벌이 이루어지지 않은 대조구의 경우 약 4.8정도로 1992년 Loomis and Connor가 보고한바와 같이 태양광선의 상당 부분을 차단하고 있다. 그러나 간벌 3년 후부터 전체적인 엽면적 지수의 감소 현상이 두드러지게 관찰되었으며, 간벌 처리구간에는 B구역의 엽면적 지수가

약간 높은 경향을 보였으나 A구역과 별 차이가 없는 것으로 분석되었다.

10) 토양습도 변화



<그림 2-14> 간벌 후 시간의 경과에 따른 소나무림의 토양 습도 변화.

시간의 경과에 따른 토양 습도 측정은 목초 파종이 이루어진 1개월 뒤인 2003년 5월부터 1년 주기로 실시하였다. 임목 자체는 광합성을 하고 증산 작용을 하므로 잔존 임분 밀도가 높을수록 하층 토양의 수분조건이 악화되어 식물의 뿌리 상호간 수분경쟁이 치열하다. 그러나 간벌로 증산 작용을 하는 임목 밀도가 감소하면 상대적으로 얇은 토양층의 토양습도는 증가한다. 이 연구에서도 2003년 5월에는 전체 지역에서 토양습도가 증가하였다. 그러나 간벌 처리구 사이의 큰 차이는 발생하지 않았다. 2004년 8월에 감소현상을 보이다가 2005년 7월에는 소폭 상승하였으며, 특히 잔존 임목이 가장 적은 A구역의 토양습도가 가장 높았으며 B, C구역은 거의 동일한 수준이었다.

11) 활엽수 벌채 그루터기에서 발생한 멧아 발생 양상

실연지에 간벌이 이루어진 후, 벌채된 활엽수의 그루터기에서 발생한 멧아가 목초 및 하층 식생의 광합성을 방해하는 현상을 보여 간벌 처리구별 멧아 발생 결과를 아래 표에 나타내고 멧아발생 양상에 대한 사진을 아래와 같이 도시 하였다.

가) 멧아 발생



▶ 120본/ha 구의 멧아 발생 사진



▶ 400본/ha 구의 멧아 발생 사진



▶ 산벚나무 멧아 발생 모습



▶ 신갈나무 멧아 발생 모습

<사진 2-5> 소나무림에 발생한 활엽수 멧아.

위의 사진 2-5에서 보는 바와 같이 잔존 밀도가 낮은 A구역의 경우, 임목간

생육공간이 넓은 관계로 세 구역 가운데 멧아 활력도(수고, 직경)가 가장 왕성한 모습을 보이고 있다. 발생한 대부분은 신갈나무, 떡갈나무와 같은 참나무류이지만, 그림 아래 좌측에서 보는 것과 같이 산벚나무, 호랑버들, 신나무, 밤나무, 노린재나무, 개웃나무 등 다양한 활엽수종들에서 멧아발생이 관측되었다. 조사에서는 노린재나무, 개웃나무와 같은 관목류를 제외한 신갈나무, 떡갈나무, 굴참나무, 갈참나무, 산벚나무, 호랑버들 등의 교목 수종을 대상으로 조사를 실시하였다.

나) 간벌 처리구에 따른 수종별 멧아 발생 양상

간벌 처리구별, 멧아를 발생시키는 수종으로는 B지역에서 6개 수종으로 가장 많았고, A지역 5개 수종, 그리고 간벌 밀도가 가장 낮은 C지역의 경우, 단 3개의 수종만이 출현하였다.

<표 2-24> A 구역의 활엽수 멧아 발생 양상.

밀도 처리구	수종명	평균 근원경 (cm)	평균 수고 (m)	그루터 기수 /ha	멧아수 /ha	그루터기 당 멧아 발생 수											
						1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	8개	9개	10개	10개 <	
A 120본 /ha	갈참나무	0.7	0.5	157	700	--	1	4	1	3	1	--	--	--	1	--	
	개암나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	굴참나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	떡갈나무	1.1	2.1	857	2,799	35	23	20	11	38	14	24	11	11	13	4	
	산벚나무	1.4	1.4	100	343	1	2	1	2	1	--	1	--	--	--	--	
	신갈나무	1.0	0.9	1,057	3,441	16	12	8	3	16	4	9	2	1	1	2	
	신나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	호랑버들	1.1	1.2	29	71	1	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	
	합계				2,200	7,354	53	38	33	17	58	19	34	13	12	15	6

A구역(120본/ha)의 경우, ha당 2,200본의 그루터기가 발생하여 ha당 총 7,354개의 멧아를 발생시켜 세 구역 가운데 가장 높은 멧아 발생율을 보이는 것으로 파악되었다. B구역의 경우 ha당 1,128개의 그루터기에서 총 4,427개의 멧아를 보이고 있어 오히려 C구역의 1,513개 그루터기 총 5,484개의 멧아발생량보다 적어 세 구역 가운데 가장 적은 멧아 발생율을 나타내고 있다.

수종별 멧아발생 경향을 볼 때, A구역에서는 신갈나무가 그루터기 수와 멧아 발생 수에서 떡갈나무 등 다른 수종보다 월등히 멧아 발생율이 높은 결과를 얻었다. 그루터기 당 발생하는 개체수의 경우 신갈나무와 떡갈나무 모두 한 그루터기에서 5개의 개체수를 발생 빈도가 가장 높은 것으로 파악되었으며, 심지어 한 그루터기에서 10이상의 멧아를 발생시킨 비도도 신갈나무 2회, 떡갈나무 4회로 조사되었다.

<표 2-25> B 구역의 활엽수 멧아 발생 양상.

밭 도 처리구	수 종 명	평 균 근원경 (cm)	평균 수고 (m)	그루터 기 수 /ha	멧아수 /ha	그루터기 당 멧아 발생 수											
						1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	8개	9개	10개	10개 <	
B 200본 /ha	갈참나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	개암나무	0.7	0.4	14	29	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	굴참나무	1.1	1.5	29	114	1	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--
	떡갈나무	0.8	0.4	814	3,256	2	10	15	13	8	3	2	2	1	0	1	1
	산벚나무	0.8	0.5	14	57	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--
	신갈나무	0.8	0.6	214	800	1	2	2	5	5	--	--	--	--	--	--	--
	신나무	0.6	0.4	43	171	--	1	1	--	--	--	1	--	--	--	--	--
	호랑버들	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	합 계				1,128	4,427	4	14	18	19	13	3	4	2	1	--	1

B구역(200본/ha)의 경우, 떡갈나무의 멧아 발생비율이 가장 높고, 신갈나무가 그 다음으로 높게 나타났다. 신갈나무는 A 구역과는 달리 한 그루터기에서 발생한 멧아의 수가 5개를 넘는 횟수가 거의 없는 것으로 조사되었다. 떡갈나무는 한 그루터기 1본당 3개에서 가장 높은 멧아 발생 횟수를 보이며, 대부분 2개~4개에 높은 발생 빈도를 보이고 있다.

<표 2-26> C 구역의 활엽수 멧아 발생 양상.

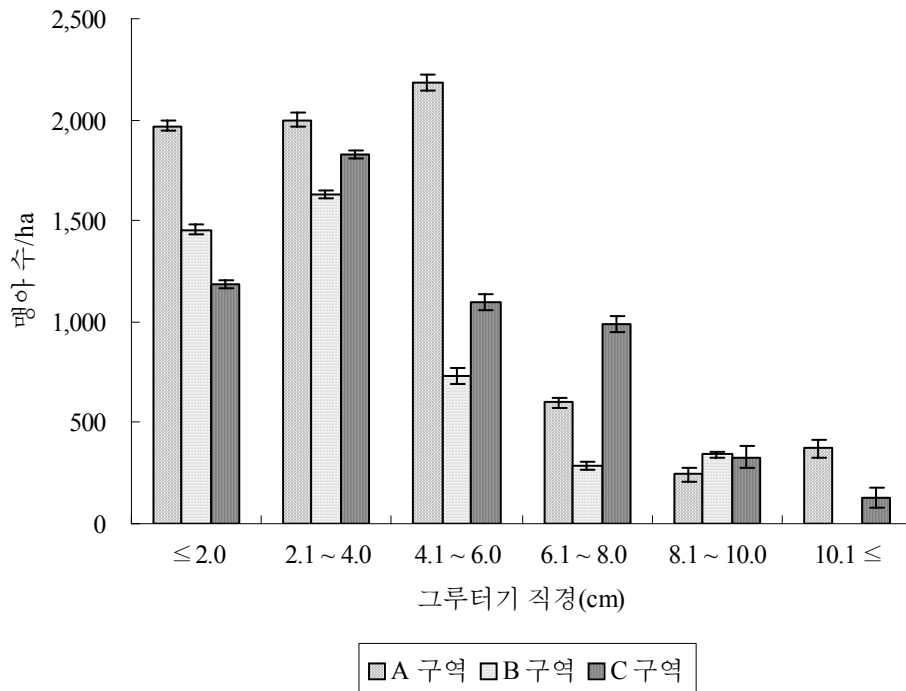
밭 도 처리구	수 종 명	평 균 근원경 (cm)	평균 수고 (m)	그루터 기 수 /ha	멧아수 /ha	그루터기 당 멧아 발생 수										
						1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	8개	9개	10개	10개 <
C 400본 /ha	갈참나무	0.9	0.9	14	86	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--
	개암나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	굴참나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	떡갈나무	0.8	0.4	942	2,913	4	10	14	6	15	14	--	--	--	2	1
	산벚나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	신갈나무	0.7	0.5	557	2,485	3	5	9	5	6	2	5	3	--	--	1
	신나무	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	호랑머들	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	합 계				1,513	5,484	7	15	23	11	21	17	5	3	--	2

C구역(400본/ha)의 경우, 출현 종수가 제일 갈참나무, 떡갈나무, 그리고 신갈나무의 3종류로 세 구역 중, 가장 낮게 나타났는데, 간벌 강도에 의해 출현 종수가 결정 되었다고 단정 지을 수는 없지만, 멧아 출현에 있어서 상층 임관을 울폐도 및 간벌 강도가 그루터기 당 멧아 개체수 발생에는 어느 정도 영향을 주었을 것으로 판단된다. 세 구역 가운데, 갈참나무가 출현한 것이 다른 구역과 다른 특이한 점이다.

표 2-26에서 보는 것과 같이, 떡갈나무의 멧아력이 신갈나무와 더불어 상당히 높게 나타났음을 알 수 있다. 우리나라 중부지방에 출현하는 대표적인 참나무 6가지 수종 가운데 떡갈나무는 잎의 성분에 탄닌의 함유량이 다른 참나무 수종보다 높은 것으로 알려져 있어서, 임간 방목되는 가축 특히, 한우가 다량의 떡갈나무 잎을 섭취할 경우, 심하면 폐사하는 경우가 종종 발생한다고 하므로(강원도 평창군 부개목장주 최민규), 천연활엽수림 임상을 대상으로 임간방목을 위한 임형 모델 개발시 이에 대한 적절한 대응책 마련이 중요하게 대두되었다. 현재 횡선실연지의 경우, 떡갈나무 멧아 처리에 대해 해결해야 할 과제를 갖게 되었으며, 이를 해결하기 위해, 지속적으로 발생된 멧아에 대해 인부를 동원하여 멧아를 제거할 것인지 그렇지 않으면, 근사미 등과 같은 제조제를 이용해 멧아력을 약화 시킬지에 대해 차후 고찰이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 실연지의 경우, 5차 년도에 A(120본/ha)구역을 대상으로 면적을 분할하여 일부는 발생된 멧아를 인부를 동원해 잘라주고, 일부는 그대로 방치하여 차후 변화 양상에 대한 모니터링을 계획하고 있다. 강원대학교 연습림의 경우 벌채된 떡갈나무에서 발생된 멧아가 횡성 실연지에서처럼 심각한 현상이 아니므로 두 지역 간 떡갈나무 멧아 발생에 대한 비교를 하는 등 떡갈나무 멧아처리를 해결하기 위한 다양한 각도의 연구를 수행할 것이다. 그러므로 가축에게 해를 주는 떡갈나무의 멧아처리를 막기 위해서는 벌채시 그대로 존치를 시키는 방법과 전술한 것처럼 지속적 관리과 약품처리를 해주는 방법 모두 강구되어야 할 것으로 판단된다. 임간 방목되는 가축의 선택을 통하여 멧아를 처리하는 방법도 제시할 수 있을 것이다. 염소와 같이 수종을 가리지 않고 잘 섭생하는 가축을 한우가 방목되기 전단계인 멧아의 신초가 발생하는 이른 봄에 대상지에 방목하여 선점 멧아를 제거하는 방법도 좋은 방법이라고 생각한다.

참나무의 천연갱신은 실생묘, 뿌리멧아, 그루터기멧아를 포함(Johnson, 1993)한다. 참나무 그루터기 멧아가 성공적으로 조성되기 위해서는 빠른 초기 생장이 필수적인데, 이는 멧아가 다른 하층 식생과 경쟁을 용이하게 하기 때문이다(Zahner and Myers, 1984). 산림내 토양과 같은 환경 요소는 참나무의 멧아

발달에 영향을 미칠 수 있으며(Johnson 1975; Tworkoski et al. 1990), 벌채 시기, 그루터기 크기와 나이, 그리고 수종에 따라 참나무의 그루터기 멍아에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Roth and Hepting 1943; Longhurst 1956; Johnson 1975; Kays et al. 1988).



<그림 2-15> 그루터기 직경급별 멍아 발생 량.

일반적으로 산림을 벌채 한 후 후계림을 유도하고자 인공조림이나 천연갱신을 유도하게 되는데, 임간방목이나 임간재배를 위해서는 활엽수 그루터기에서 발생하는 멍아는 상당한 장애 요소로 작용한다. 간벌 처리구역 별로 그루터기 직경급별 멍아 발생개체수를 파악하였다. 벌채된 활엽수 그루터기 직경급이 4~6cm에서 가장 왕성한 멍아 개체수를 보였으며, 직경급이 적을수록 많은 개체수 발생을 보였다.

12) 소나무 갱신치수 발생 양상

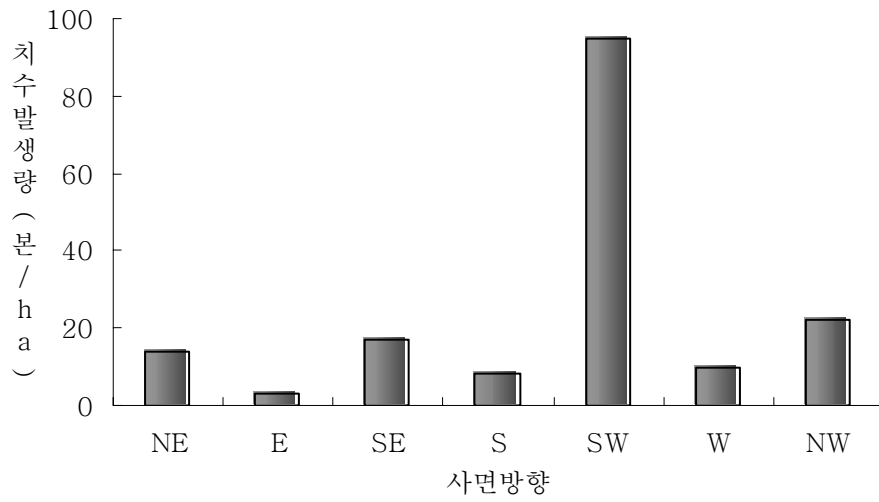
연구대상지에 간벌 밀도에 따른 수광 조건을 개선시키고, 임지의 낙엽층을 제거로 인해 소나무 천연갱신 조건을 향상시킨 후 밀도 처리구에 발생한 소나무 갱신치수량을 조사하여 표 2-27에 나타내었다.

A구역의 소나무 치수 발생량이 ha당 11,400본으로 가장 높게 나타났고 C구역은 ha당 7,800본으로 가장 낮게 나타났으며 벌채 강도에 따른 광선의 유입량과 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 사료된다. 이는 소나무 치수의 생존에는 광이 매우 중요한 역할을 한다는 결과 보고(이돈구 등, 1996; Koyama, 1943; Shirley, 1945)와 일치한다.

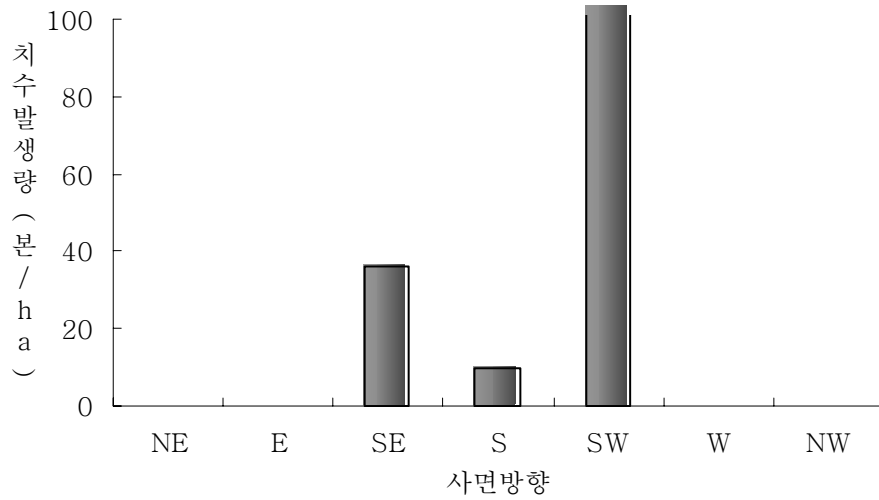
<표 2-27> 벌채 강도에 따른 소나무치수 발생 양상.

간벌 강도	평균 치수 발생량	치수 발생량/ha
A구역(120/ha)	29	11,400
B구역(200/ha)	25	9,933
C구역(400/ha)	20	7,800

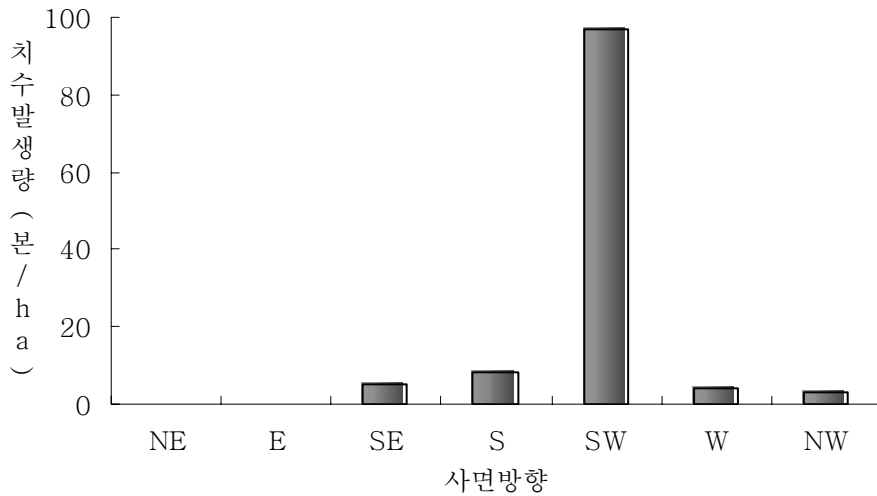
구역별 사면 방향에 따른 소나무 치수 발생량을 보면, SW(남서 방향)에서 가장 높은 치수 발생량을 나타내고 있다. A구역(그림 2-16)의 경우 N을 제외한 모든 방향에서 소나무치수가 발생하였다. 이는 강한 벌채에 따른 수광 조건의 개선과 소나무 치수의 확착을 돕기 위한 낙엽층의 제거로 인한 결과로 사료된다. B구역의 경우 SE ~ SW에서만 소나무치수가 발생하였고 C구역의 경우 SE ~ NW에서 소나무치수가 발생하였다. 이러한 결과를 기초로 할 때, 소나무의 갱신치수는 수광 조건이 좋은 남, 남동, 남서방향에서 발생량이 많다는 결론을 얻었다.



<그림 2-16> A구역의 사면방향에 따른 치수발생량.



<그림 2-17> B구역의 사면방향에 따른 치수발생량.



<그림 2-18> C구역의 사면방향에 따른 치수발생량.

광선 유입량은 B구역이 C구역보다 많이 나타났지만 맹아발생량의 경우 오히려 B구역이 C구역보다 적게 나타났다. 그 이유는 B구역보다 C구역의 신갈나무 그루터기 수가 더 많기 때문이나 점차 상층 울폐도가 회복되어 가면 자연적으로 C구역의 맹아들이 경쟁에 의해 자연 도태될 가능성이 높을 것으로 사료된다. 모든 구역에 출현하는 활엽수종들 가운데에서 신갈나무와 떡갈나무의 맹아 활력도가 가장 높게 나타났고, 그루터기직경이 커질수록 맹아발생량이 증가하는 추세를 보였다. 벌채 후 소나무 치수 발생에 영향을 미치는 활엽수 맹아의 발생을 억제시키고, 상층 소나무의 자원 경쟁을 완화시키기 위해 절단된 맹아 단면에 근사미와 같은 화학적 처리 방법을 사용하거나, 맹아처리 비용이 부담이 높다고 판단될 경우, 최초 벌채 시 이러한 활엽수종을 그대로 존치·혼효시키는 방안도 비용절감 측면에서 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

라) 강우에 따른 부유사량 측정 결과

(1) 간벌 지역별 조사구에 있어서 유출수의 수질변화 및 토사유출

(가) 시공대상지 선정 및 라이시미터 설치



<사진 2-6> 라이시미터 설치 모습.

간벌강도별, 목초종 파종과 식생피복에 따른 토양침식과 강우에 따른 부유물의 유출정도를 파악하기 위해, 위 그림과 같은 구조의 라이시미터(Lysimeter)를 실연대상지에 설치하였다. 설치한 실연대상지를 4개의 처리를 달리하는 지역 즉, 별채가 이루어지고 목초종이 파종된 A, B, C지역과 별채작업이 실행되었으나, 목초종을 파종하지 않은 지역으로 구분하고, 산지 경사도를 30도 미만과 30도 이상의 급경사지의 두 부분으로 나누어 설치하였다.

조사구는 표 2-28과 같이 방위는 SE, SW, NW, NE사면에 위치하고 있으며, 산지경사는 10~15°와 31~36°로 구분하였다. 그리고 해발고도는 520~565m의 분포를 보이고 있다.

<표 2-28> 라이시미터 설치 지역의 지형조건.

라이시미터 설치 지역	사면방향	경사도(°)	해발고도(m)	파종여부	
A	조사구 1	S20°E	15	520	O
A	조사구 2	S60°E	36	525	O
B	조사구 3	S40°W	15	555	O
B	조사구 4	N80°W	34	560	O
C	조사구 5	S30°W	10	560	O
C	조사구 6	N12°E	31	565	O
A	조사구 7	S35°E	15	520	X
B	조사구 8	S20°E	10	545	X

(2) 강우조사

강우량은 기상청에서 발행하는 강우자료를 활용하였으며, 유출수를 수집한 조사기간은 2002년 7월 7일~2002년 10월 30일까지로서, 지표유출이 발생한 강우는 표 2-29와 같이 총 6회를 조사하였다(7월 5일~7월 7일(강우 1): 74mm, 7월 14일~7월 23일(강우 2): 130.5mm, 8월 4일~8월 7일(강우 3): 465mm, 8월 31일~9월 1일(강우 4): 120.5mm, 10월 5일~10월 6일(강우 5): 91.5mm, 10월 26일(강우 6): 10.5mm).

<표 2-29> 조사기간 동안의 강우 분포.

강우	강우 발생 일	강우량(mm)
1	7월 5일 ~ 7월 7일	74.0
2	7월 14일 ~ 7월 23일	130.5
3	8월 4일 ~ 8월 7일	465.0
4	8월 31일 ~ 9월 1일	120.5
5	10월 5일 ~ 10월 6일	91.5
6	10월 26일	10.5

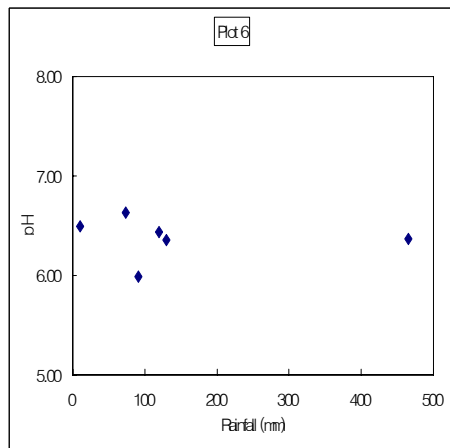
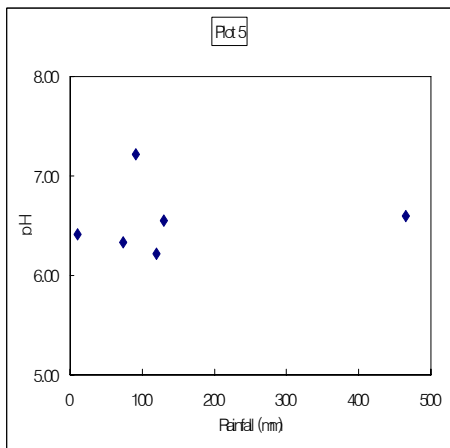
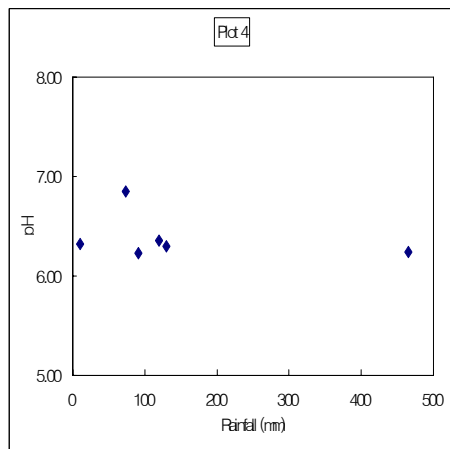
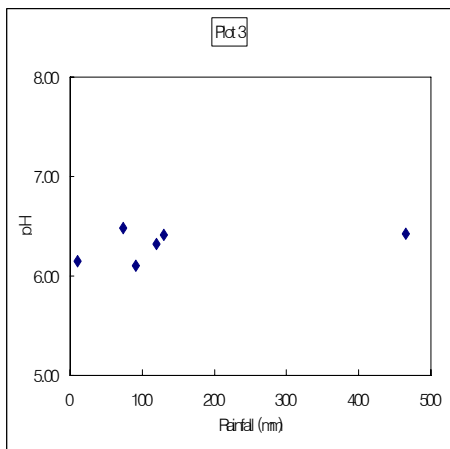
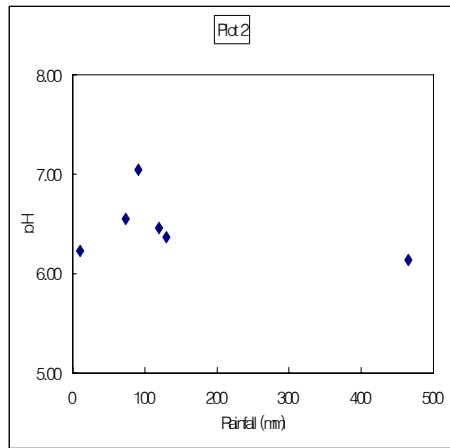
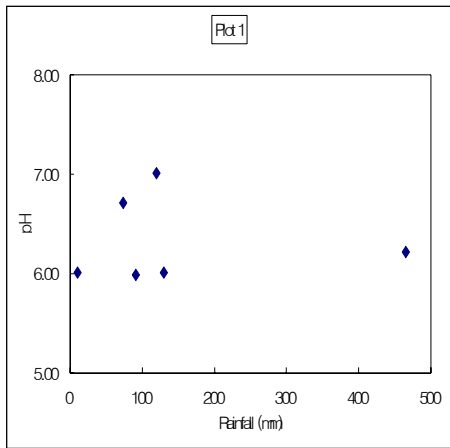
(3) 조사구에 있어서 유출수의 pH와 EC

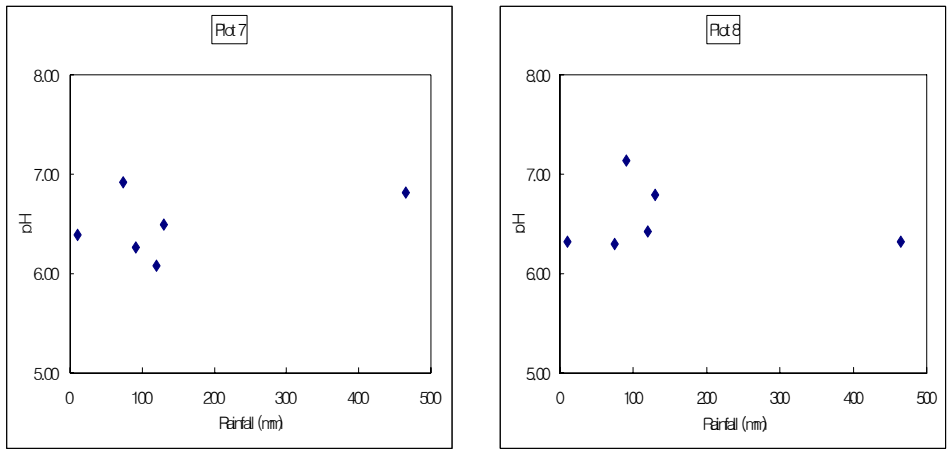
각 조사구별 유출수의 pH는 표 2-30과 같이 조사구 1: 5.99~7.01(평균 6.32), 조사구 2: 6.14~7.05(평균 6.47), 조사구 3: 6.10~6.49(평균 6.31), 조사구 4: 6.23~6.85(평균 6.38), 조사구 5: 6.22~7.21(평균 6.56), 조사구 6: 5.99~6.63(평균 6.37), 조사구 7: 6.09~6.92(평균 6.49), 조사구 8: 6.30~7.14(평균 6.55)로, 조사구 5 → 조사구 8 → 조사구 7 → 조사구 2 → 조사구 4 → 조사구 6 → 조사구 1 → 조사구 3의 순이었다. 조사구별 유출수의 pH는 간별강도, 목초파종의 유무 및 산지경사에 따라서 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

<표 2-30> 조사구에 있어서 강우별 유출수의 pH.

시험구 강우	1	2	3	4	5	6	7	8	평 균
1	6.71	6.55	6.49	6.85	6.34	6.63	6.92	6.30	6.60
2	6.01	6.37	6.41	6.30	6.55	6.35	6.49	6.80	6.41
3	6.22	6.14	6.42	6.24	6.60	6.36	6.81	6.32	6.39
4	7.01	6.46	6.33	6.36	6.22	6.43	6.09	6.43	6.42
5	5.99	7.05	6.10	6.23	7.21	5.99	6.27	7.14	6.50
6	6.01	6.23	6.16	6.32	6.42	6.49	6.39	6.33	6.29
평 균	6.32	6.47	6.31	6.38	6.56	6.37	6.49	6.55	

또한 강우에 따른 유출수의 pH는 강우 1: 6.34~6.92(평균 6.60), 강우 2: 6.01~6.80(평균 6.41), 강우 3: 6.14~6.81(평균 6.39), 강우 4: 6.09~7.01(평균 6.42), 강우 5: 5.99~7.21(평균 6.50), 강우 6: 6.01~6.49(평균 6.29)로 강우 1 → 강우 5 → 강우 4 → 강우 2 → 강우 3 → 강우 6의 순으로 나타났으나, 강우에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 강우에 따른 각 조사구별 유출수의 pH는 다음 그림 2-19와 같다.





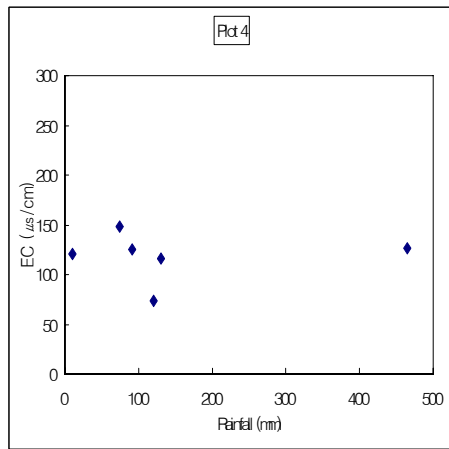
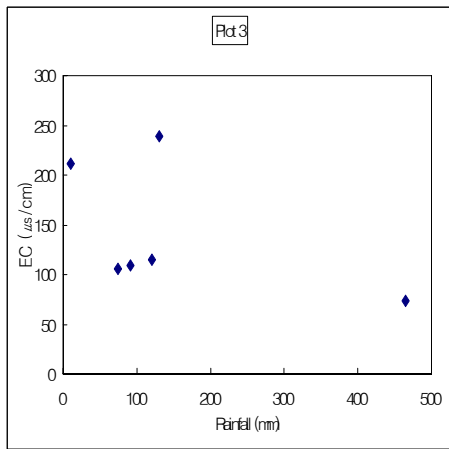
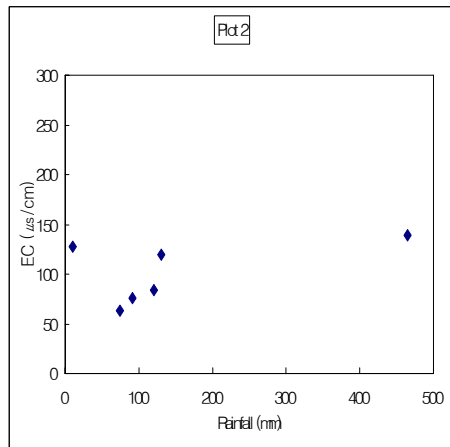
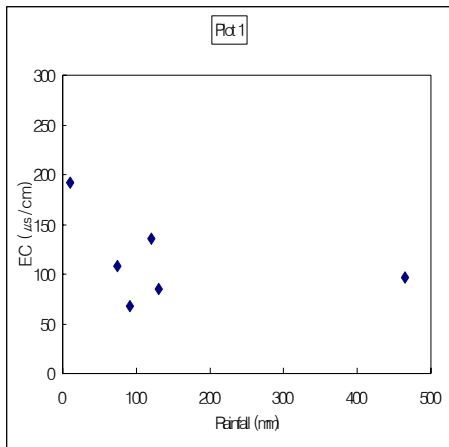
<그림 2-19> 조사구별 유출수의 pH 변화.

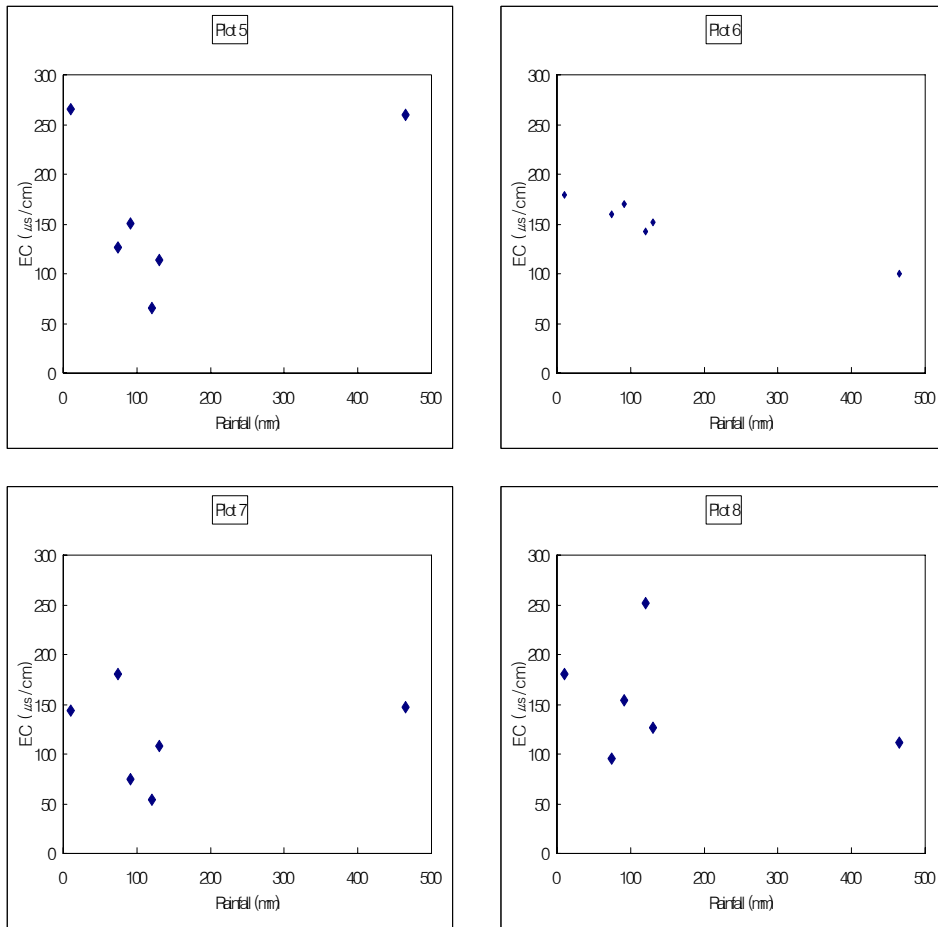
<표 2-31> 조사구에 있어서 강우별 유출수의 EC($\mu\text{s}/\text{cm}$).

시험구 강우	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
1	108	63	106	148	127	160	180	95	123
2	85	119	239	116	114	152	108	126	132
3	97	139	74	127	260	100	147	112	131
4	136	84	115	74	65	143	54	252	115
5	68	76	109	125	151	170	75	154	116
6	192	128	211	121	265	179	244	181	190
평균	114	102	142	119	164	151	118	153	

각 조사구별 유출수의 EC는 아래 표와 같이 조사구 1: 68~192 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 123 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 2: 63~139 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 102 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 3: 74~239 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 131 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 4: 54~252 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 115 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 5: 65~170 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 116 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 6: 121~265 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 190 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 7: 75~244 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 118 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 8: 95~181 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 153 $\mu\text{s}/\text{cm}$)이다.

균 $142\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 4: $74\sim 148\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 $119\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 5: $65\sim 265\mu\text{s}/\text{cm}$
 (평균 $164\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 6: $100\sim 179\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 $151\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 7: $54\sim 244\mu\text{s}/\text{cm}$
 (평균 $118\mu\text{s}/\text{cm}$), 조사구 8: $95\sim 252\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 $153\mu\text{s}/\text{cm}$)로, 조사구 5 → 조
 사구 8 → 조사구 6 → 조사구 3 → 조사구 4 → 조사구 7 → 조사구 1 → 조
 사구 2의 순이었다. 조사구별 유출수의 EC는 pH와 마찬가지로 간벌강도, 목초
 파종의 유무 및 산지경사에 따라서 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.



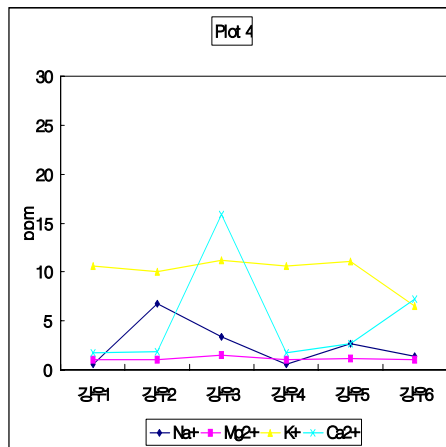
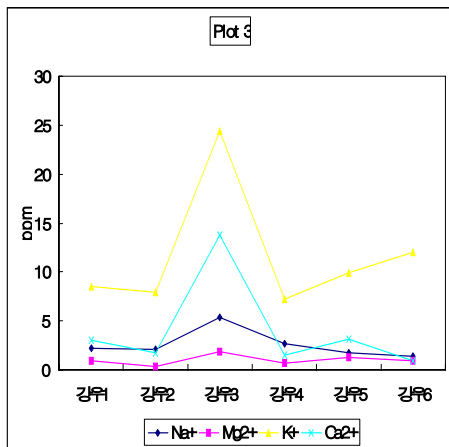
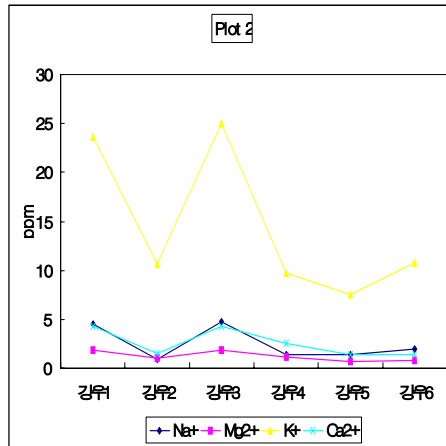
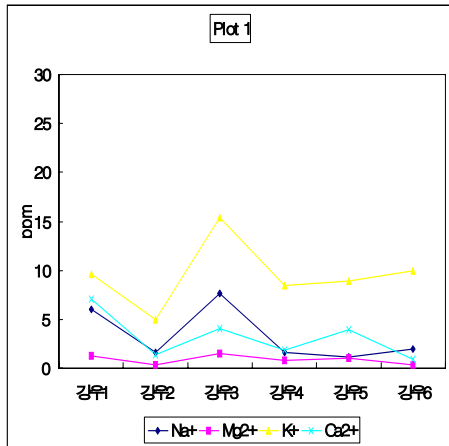


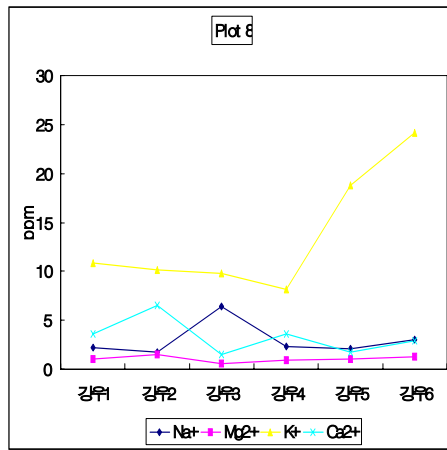
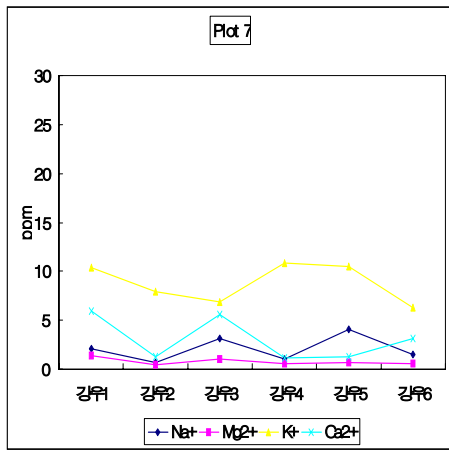
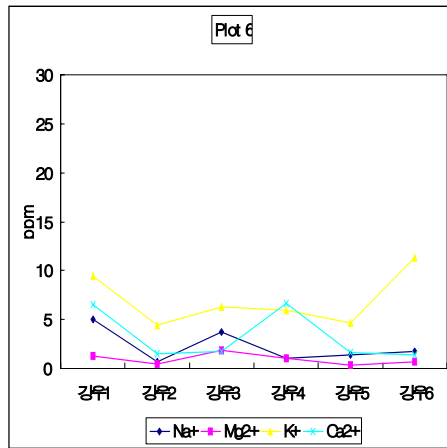
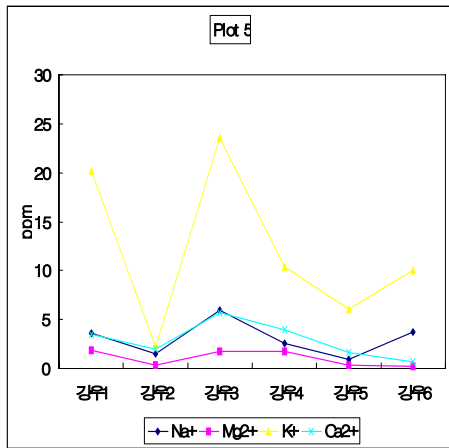
<그림 2-20> 조사구별 유출수의 EC 변화.

강우에 따른 유출수의 EC는 강우 1: 63~180 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 123 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 강우 2: 85~239 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 132 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 강우 3: 74~260 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 131 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 강우 4: 54~252 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 115 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 강우 5: 68~170 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 116 $\mu\text{s}/\text{cm}$), 강우 6: 128~265 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (평균 190 $\mu\text{s}/\text{cm}$)로 강우 6 → 강우 2 → 강우 3 → 강우 1 → 강우 5 → 강우 4의 순으로 나타났다. 따라서 유출수의 EC는 강우에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 강우에 따른 각 조사구별 유출수의 EC는 아래 위 그림 2-20과 같다.

(4) 유출수의 이온 농도

유출수의 이온 농도는 수질의 일반적인 조사항목과 수목의 생리적 생육에 영향을 미치는 양분 중에서 중복되는 Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} 의 양이온과 F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 의 음이온을 정량화하였다. 각 조사구에서 수집한 유출수의 양이온 농도의 변화와 음이온 농도의 변화는 아래 그림 2-21과 같다.

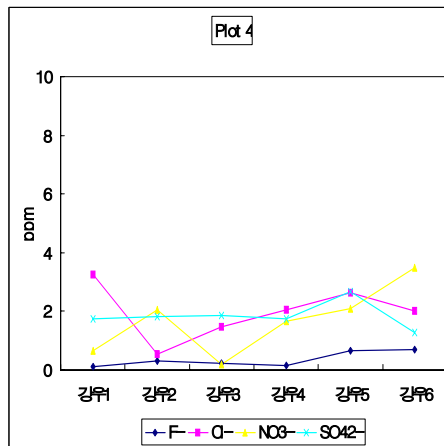
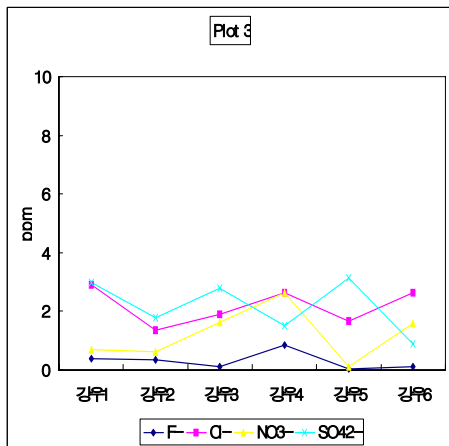
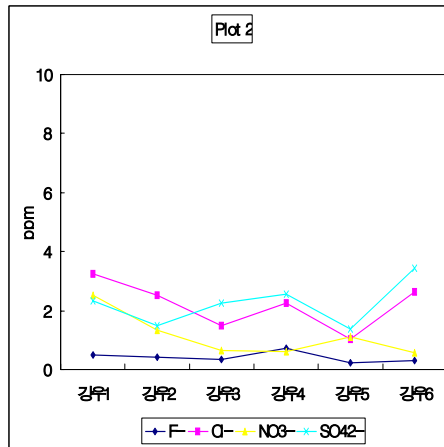
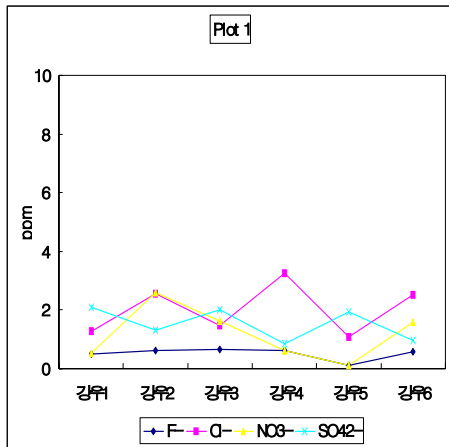


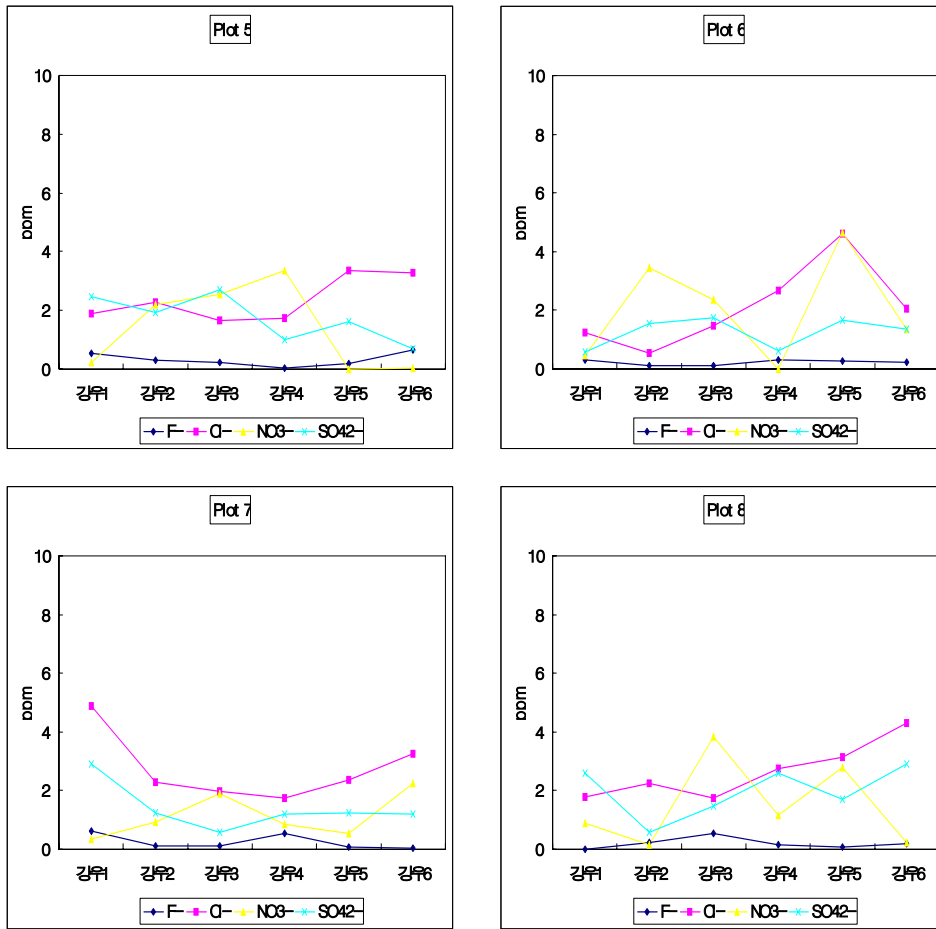


<그림 2-21> 각 조사구의 양이온 농도 변화.

각 조사구별 유출수의 이온을 분석한 결과, 양이온에 있어서 K^+ 이 모든 조사구에서 가장 높은 값을 나타냈는데, 간벌강도, 목초종의 파종유무, 산지경사 및 강우에 따라서 뚜렷한 경향이 나타나지는 않았다. 또한 장마철 이후에 목초종의 성장촉진을 위한 비료시비에 따른 유출수의 양이온 농도 변화를 파악하려고 했으나, 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았다. 음이온에 있어서 전 조사구에서 Cl^- 이 평균적으로 가장 높은 수치를 기록했으며, 양이온과 마찬가지로 뚜렷

한 경향을 나타내지는 않았다.





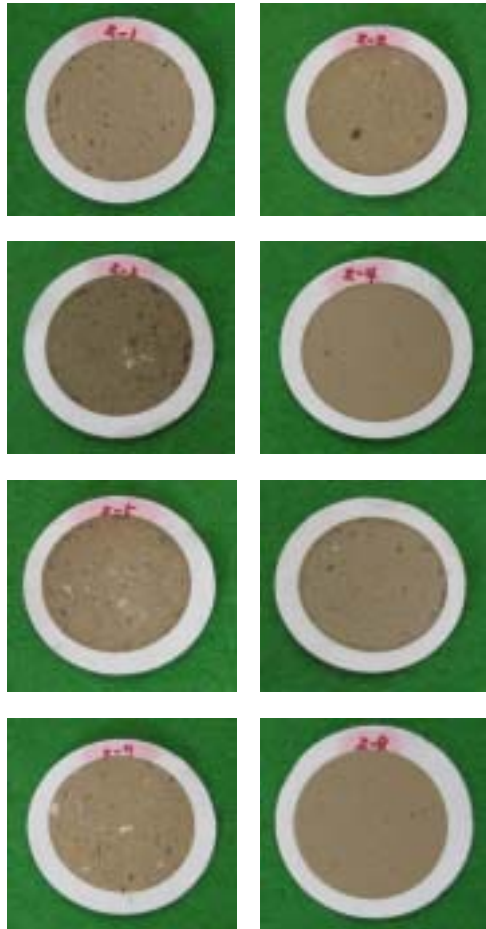
<그림 2-22> 각 조사구의 음이온 농도 변화.

(5) 조사구에 있어서 유출수의 부유물질량

유출수의 부유물질은 우선 유리섬유여지(CF/C)를 증류수로 세척한 다음 105~110℃의 건조기 안에서 2시간동안 건조한 후 무게를 정밀하게 측정한다. 이어서 이 유리섬유지를 여과기에 부착시키고, 사진 2와 같이 부착 후 즉시 일정량의 시료를 여과시킨 다음 유리섬유지를 다시 105~110℃의 건조기 안에서 2시간 건조하여 다음의 (1)과 같은 방법으로 여과 전·후의 유리섬유여지의 무게 차를 산출하여 부유물질량을 계산하였다.

$$S.S. = (b-a) \cdot \frac{1,000}{V} \text{ ----- (1)}$$

여기서 S.S.는 부유물질량(g/ℓ), a와 b는 각각 여과 전·후의 유리섬유여지 무게, V는 시료의 양(ml)이다.



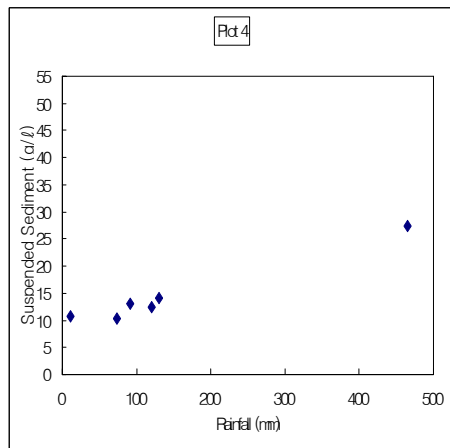
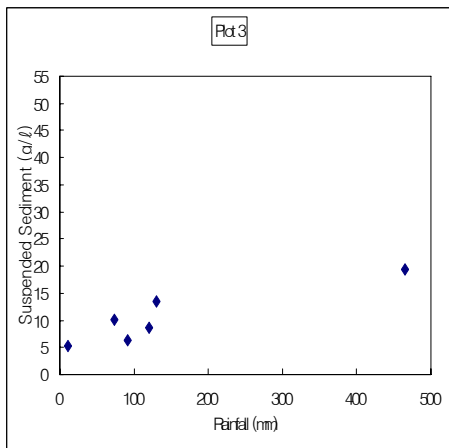
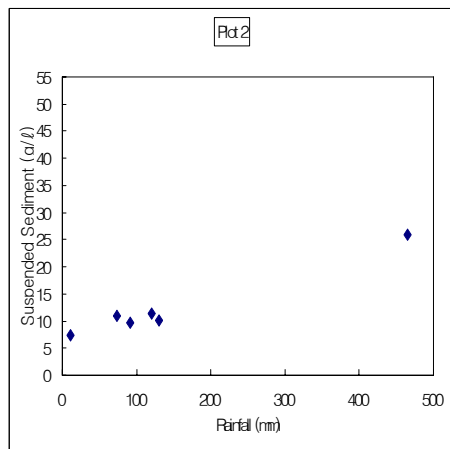
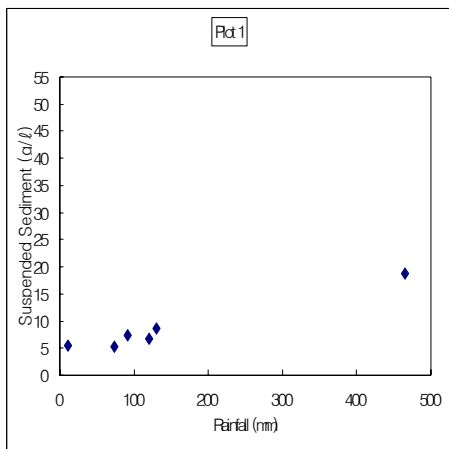
<사진 2-7> 부유물질을 여과시킨 유리섬유여지.

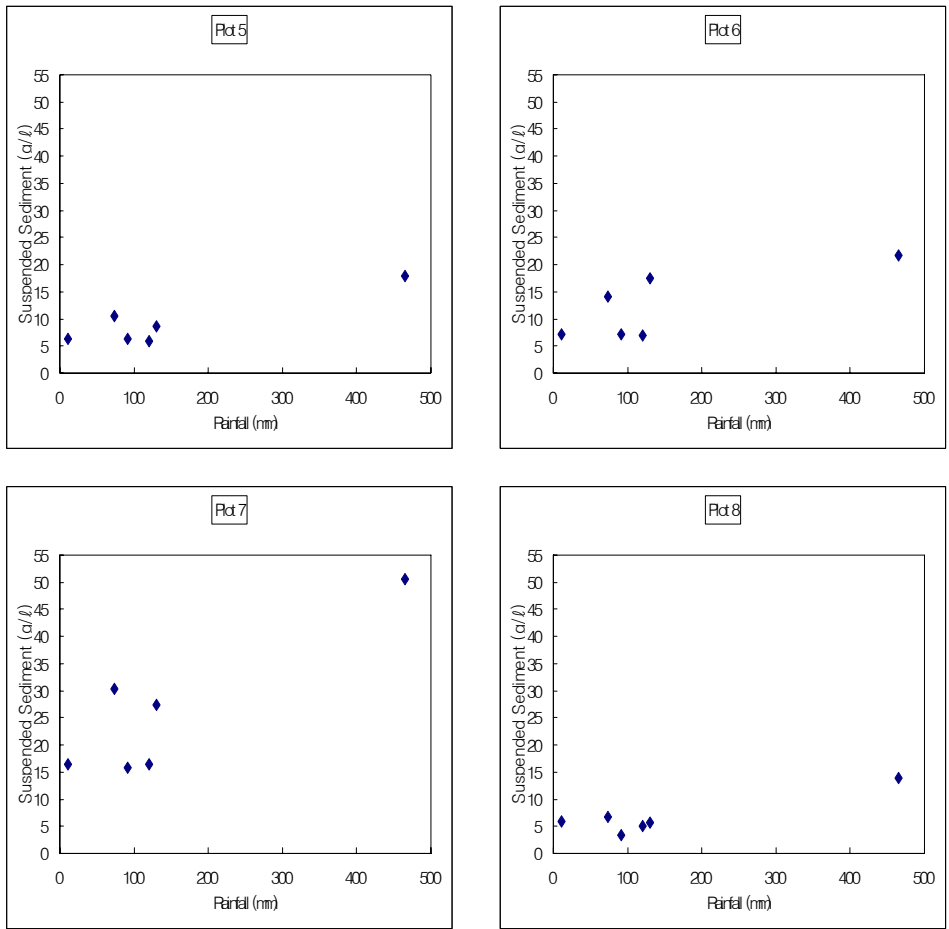
각 조사구별 부유물질량(g/ℓ)은 표 2-32와 같이 조사구 1: 5.410~18.660g/ℓ (평균 8.665g/ℓ), 조사구 2: 7.310~25.984g/ℓ (평균 12.568g/ℓ), 조사구 3: 5.300~19.344g/ℓ (평균 10.533g/ℓ), 조사구 4: 10.370~27.490g/ℓ (평균 14.697g/ℓ), 조사구 5: 6.310~17.980g/ℓ (평균 9.301g/ℓ), 조사구 6: 7.035~21.750g/ℓ (평균 12.438g/ℓ), 조사구 7: 15.703~50.510g/ℓ (평균 26.135g/ℓ), 조사구 8: 3.375~13.830g/ℓ (평균 6.724g/ℓ)로, 조사구 7 → 조사구 4 → 조사구 2 → 조사구 6 → 조사구 3 → 조사구 5 → 조사구 1 → 조사구 8의 순이었다. 조사구별 유출수의 부유물질량은 목초종 파종구역의 조사구보다는 목초종 비파종구역의 조사구에서 많이 나타났고, 산지경사에 따라서는 환경사보다는 급경사의 조사구에서 유출수의 부유물질량이 많이 나타났으며, 간벌강도에 따라서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

<표 2-32> 조사구에 있어서 유출수의 부유물질량(g/ℓ).

조사구 강우	1	2	3	4	5	6	7	8	평 균
1	5.270	11.063	10.094	10.370	10.620	14.200	30.360	6.734	12.339
2	8.710	10.060	13.540	14.110	8.560	17.410	27.406	5.609	13.176
3	18.660	25.984	19.344	27.490	17.980	21.750	50.510	13.830	24.444
4	6.670	11.360	8.619	12.430	5.924	7.035	16.360	4.970	9.171
5	7.271	9.630	6.300	12.990	6.410	7.111	15.703	3.375	8.599
6	5.410	7.310	5.300	10.790	6.310	7.119	16.470	5.828	8.067
평 균	8.665	12.568	10.533	14.697	9.301	12.438	26.135	6.724	

또한 강우에 따른 유출수의 부유물질량은 강우 1: 5.270~30.360g/l (평균 12.339g/l), 강우 2: 5.609~27.406g/l (평균 13.176g/l), 강우 3: 13.830~50.510g/l (평균 24.444g/l), 강우 4: 4.970~16.360g/l (평균 9.171g/l), 강우 5: 3.375~12.990g/l (평균 8.599g/l), 강우 6: 5.410~10.790g/l (평균 8.067g/l)로 강우 3 → 강우 2 → 강우 1 → 강우 4 → 강우 5 → 강우 6의 순으로 나타났다. 특히 유출수의 부유물질량은 그림 3과 같이 강우량이 많을수록 유출수의 부유물질량도 많이 나타나, 강우량의 영향을 강하게 받는 것으로 나타났다





<그림 2-23> 강우량과 부유물질량과의 관계.

(6) 조사구의 토사유출량

유출 토사량은 강우 종료 후 물받이에 유출되어 있는 토사를 채취, 실내에서 풍건 후, 전기오븐에서 250℃로 약 2시간 건조하여 물기를 완전히 제거한 후에 무게를 측정하였다.

각 조사구별 유출수의 유출 토사량은 표 2-33과 같이 조사구 1: 2.76~27.56g(평균 12.55g), 조사구 2: 7.72~24.27g(평균 12.78g), 조사구 3: 2.59~20.27g(평균 11.07g), 조사구 4: 5.76~30.20g(평균 14.38g), 조사구 5: 3.26~

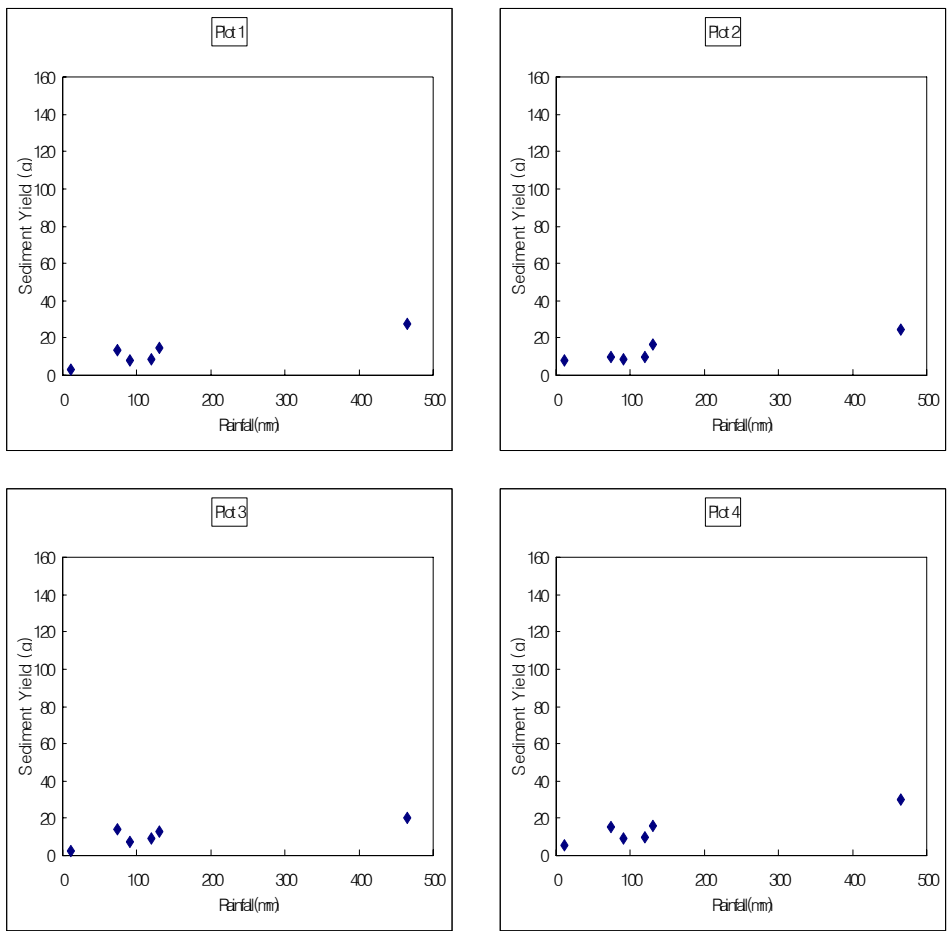
37.42g(평균 13.24g), 조사구 6: 5.72~46.92g(평균 17.63g), 조사구 7: 8.73~143.47g(평균 53.59g), 조사구 8: 8.29~23.20g(평균 12.93g)로, 조사구 7 → 조사구 6 → 조사구 4 → 조사구 5 → 조사구 8 → 조사구 2 → 조사구 1 → 조사구 3의 순이었다. 조사구별 유출수의 유출 토사량은 목초종 파종구역의 조사구보다는 목초종 비파종구역의 조사구에서 많이 나타났다. 그러나 목초종 비파종 구역인 조사구 8에서 유출 토사량이 적게 나타난 이유는 외부로부터의 다른 초종의 침입하여 피복되었기 때문이다. 산지경사에 따라서는 환경사보다는 급경사의 조사구에서 유출수의 유출 토사량이 많이 나타났으며, 간벌강도에 따라서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

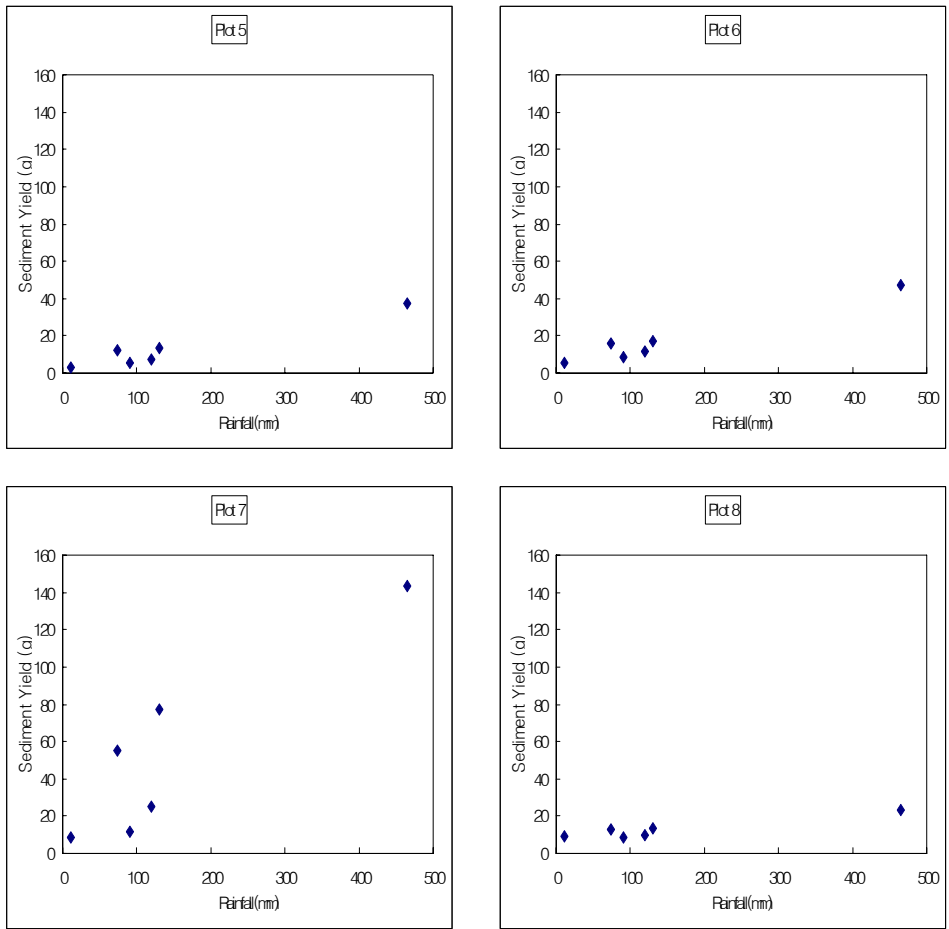
<표 2-33> 조사구에 있어서 유출수의 토사유출량(g).

조사구 강우	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
1	13.28	10.10	13.92	15.34	12.49	15.79	55.26	12.84	18.63
2	14.94	16.39	13.03	15.97	13.26	16.94	77.29	13.76	22.70
3	27.56	24.27	20.27	30.20	37.42	46.92	143.47	23.20	44.16
4	8.53	9.57	9.09	10.01	7.55	11.86	25.26	10.04	11.49
5	8.21	8.65	7.54	8.98	5.47	8.56	11.50	8.29	8.40
6	2.76	7.72	2.59	5.76	3.26	5.72	8.73	9.47	5.75
평균	12.55	12.78	11.07	14.38	13.24	17.63	53.59	12.93	

또한 강우에 따른 유출수의 유출 토사량은 조사구 1: 10.10~55.26g(평균 18.63g), 조사구 2: 13.03~77.29g(평균 22.70g), 조사구 3: 20.27~143.47g(평균

44.16g), 조사구 4: 7.55~25.26g(평균 11.49g), 조사구 5: 5.47~11.50g(평균 8.40g), 조사구 6: 2.76~9.47g(평균 12.438g/ℓ), 조사구 7: 15.703~50.510g/ℓ(평균 26.135g/ℓ), 조사구 8: 3.375~13.830g/ℓ(평균 6.724g/ℓ)로, 강우 3 → 강우 2 → 강우 1 → 강우 4 → 강우 5 → 강우 6의 순으로 나타났다. 유출수의 유출 토사량은 아래 그림과 같이 강우량에 따라 비례하여 증가하는 경향이 명확히 나타났다. 그러나 강우 3이후의 유출 토사량이 강우량에 관계없이 적게 나타나고 있는 것은 장마철 이후의 목초종의 왕성한 성장과 시간이 지남에 따른 조사구 내의 토양 표층의 안정화와 관계가 있는 것으로 사료된다.





<그림 2-24> 강우량과 유출 토사량과의 관계.

나. 낙엽송임분 연구 결과

1) 임목제원 변화

가) 간벌 전, 후 임분 밀도

아래 표는 낙엽송림에 대한 벌채 전의 생육밀도와 벌채 비율에 따른 벌채 후의 잔존 밀도를 나타낸 것이다. 외국의 경우, 일반적으로 임간방목을 실시하기 위한 벌채 강도에 대한 많은 연구가 진행되었지만, 우리나라의 경우 간벌강도가 임목의 생장에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 진행되었다. 그러나 이러

한 연구들은 임간방목을 염두에 두고 연구가 진행되지 않아 임간방목 및 임간 재배를 목표로 한 연구는 전무한 실정이다. 임간방목을 염두에 둔 벌채 강도는 대부분의 경우 생육본 수의 25%, 50%, 75%의 비율로 정량적인 간벌 적용방법이 가장 일반적인 형태이다. 밀도조절에 의한 간벌은 임지의 수광 조건을 좋게 하여 하층 식생의 생육조건을 향상시키는 것이 가장 중요한 사항이므로 임내에 도달하는 광선의 수광량과 임목의 잔존 본수를 감안한 밀도조절이 이루어져야하므로 생육 본수의 25%를 간벌하는 것은 임내에 도달하는 광선량의 차이를 보기에는 강벌 강도가 낮다는 판단 하에 간벌율을 40%와 60% 그리고 벌채하지 않은 대조구를 두어 밀도조절에 따른 하층식생 및 목초의 생산과 장기적인 목재 가치의 향상을 도모하는 시업방법을 채택하였다. A plot의 경우, 벌채 전에 813본/ha 이었으나 약 60%의 강한 벌채를 실시하여 325본/ha이 되도록 하였으며, B plot의 경우, 벌채 전 963본/ha에서 벌채 후 575본/ha이 되게 하였다. 그리고 대조구의 경우, 벌채를 실시하지 않고 상층 임목을 그대로 유지하면서 하층 식생 및 목초의 생산량의 변화를 파악하고 상대적으로 벌채가 많이 이루어진 처리구 A, B와의 임목성장 양상을 비교하기 위해 현존 밀도를 그대로 유지하였다.

<표 2-34> 벌채에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교.

	Plot A		Plot B		대조구 C	
	현존 본 수	본 수 /ha	현존 본 수	본 수 /ha	현존 본 수	본 수 /ha
벌채 전	65	813	77	963	46	1,150
벌채 후	26	325	46	575		
벌채율 (%)	60		40		0	

나) 간벌에 따른 임목제원 변화

강원대학교 부속연습림에 위치한 낙엽송림에 대하여 표본구(A, B :40×20m, 대조구: 20×20m)에 생육하는 모든 임목을 대상으로 보육벌채(2003년 2월)에 따른 임목제원을 파악하여 아래 표 2-35에 비교하였다.

벌채가 이루어지기 전 A, B, 대조구의 ha당 본 수는 각각 813, 963, 1,150본으로 대조구의 밀도가 가장 높았으며, 생육 밀도가 낮을수록 평균직경, 수고, 단목 채적 등의 임목 생육이 상대적으로 좋은 것으로 조사되었다. A plot의 경우, 생육 본수의 약 60%의 강도 간벌이 실시되어 벌채 후의 직경과 수고 분포는 거의 변화가 없었으며, 수고의 경우 약간 감소하는 것으로 파악되었다. 이것은 다른 처리구에 비해 벌채량이 많았기 때문이며, 비록 수고가 낮은 임목이라 할지라도 임목간의 적절한 거리를 유지하기 위하여 잔존시켰기 때문에 이러한 현상이 발생하였다.

<표 2-35> 낙엽송림에 대한 벌채 전, 후의 임목제원 비교.

간벌 처리구	직경 (cm)	수고 (m)	수관폭 (m)	단목채적 (m ³)	채적 (m ³ /ha)	BA* (m ² /ha)	본 수 (본/ha)	
A 구 역	전	$\frac{20}{14-29}$	$\frac{19}{13-23}$	$\frac{3}{1-6.5}$	$\frac{0.29}{0.09-0.62}$	232.93	26.20	813
	후	$\frac{20.1}{13.9-28.8}$	$\frac{18.5}{14.1-23.1}$	$\frac{4.5}{1.5-8.5}$	$\frac{0.30}{0.11-0.62}$	96.28	10.67	325
B 구 역	전	$\frac{19}{13-28}$	$\frac{17}{13-21}$	$\frac{3.5}{1-6}$	$\frac{0.23}{0.08-0.60}$	222.40	27.57	963
	후	$\frac{20}{14-28}$	$\frac{17}{14-21}$	$\frac{3.5}{1-6}$	$\frac{0.28}{0.12-0.60}$	158.44	19.22	575
대조구	$\frac{18.5}{12.8-26.4}$	$\frac{17.1}{13.8-20.9}$	$\frac{3}{0.8-5.5}$	$\frac{0.23}{0.09-0.50}$	270.05	32.52	1,150	

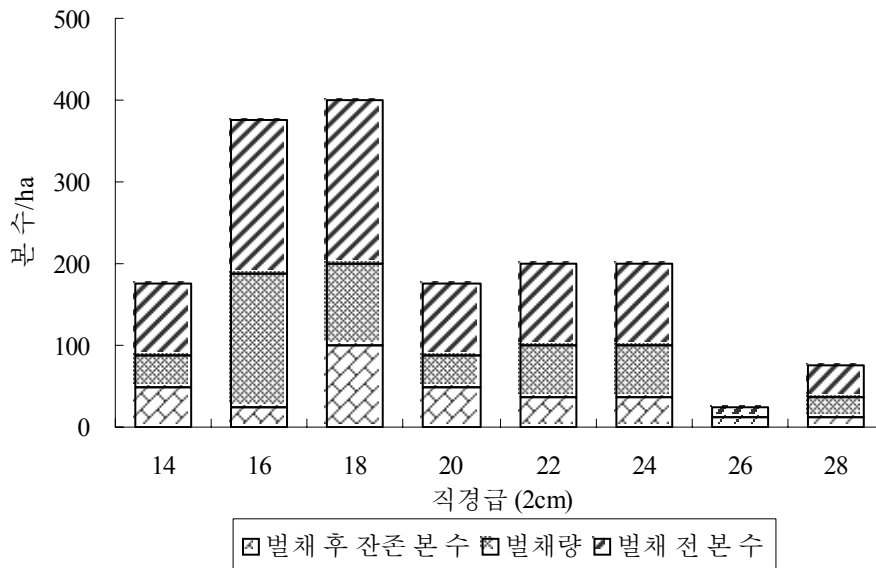
B plot의 경우, 벌채 전의 생육 본수의 약 40%의 간벌이 이루어 졌는데, 그

결과 평균 직경이 약 1cm 증가하고, 수고의 경우 비슷한 양상을 보이는 것으로 나타났다. 벌채가 전혀 이루어지지 않은 대조구의 경우, 생육 밀도가 다른 두 처리구에 비해 높아 임목간 심한 경쟁 때문에 임목의 생장이 상대적으로 저조한 양상을 보이고 있다.

추후 목초가 파종되고, 단기적으로는 잔존 밀도의 상대적인 차이에 따라 목초 종 및 하층식생의 유입 그리고 생산량을 비교 할 수 있으며, 장기적으로는 벌채 강도에 따라 임목의 성장 양상을 파악하여, 어떠한 잔존밀도가 목초의 생산량과 고부가가치의 대경재 생산에 유리한 조건인지를 모델화 하는데 중요한 정보가 될 수 있을 것으로 판단된다.

다) 간벌에 따른 직경급 변화 및 직경 성장

간벌이 이루어진 뒤, 처리 A, B의 잔존 임목에 대한 직경을 조사하여 벌채에 따른 직경급의 변화 양상과 간벌 후의 잔존 임목에 대한 직경급을 아래의 그림 2-25에 나타내었다.



<그림 2-25> 처리 A의 벌채에 따른 직경 및 잔존 본 수 변화.

A plot의 경우, 벌채가 이루어지기 전에는 직경이 18cm 이하의 임목들이 상당부분 차지하고 있어서 벌채에 의한 생육공간의 확보가 필요한 직경분포 형태를 보였다. 생육 분수의 약 60%의 강한 간벌이 실시되고 또한 임내에 도달하는 광선량을 일정하게 유지시키기 위해 임목간 적절한 거리를 유지시킨 결과 비교적 직경급이 큰 임목들도 다수 벌채되었다. 그러나 임지의 생산력이 좋고 생육공간이 충분히 확보되었기 때문에 시간이 지나면서 직경생장이 상당히 증가할 것으로 기대된다.

아래 사진은 인공 조성된 25년생 낙엽송에 대한 조림 후부터 현재까지의 연간 성장을 파악하기 위해 채취한 6개의 원판 중 두개의 원판을 나타낸 것이다. 사진에서 조림 후 5년까지는 급격한 직경생장을 보이다가 그 후 10년간 약간의 증가를 보이고, 그 이후 생장이 급격히 둔화되는 현상이 나타났는데, 이것은 조림 후 적절한 간벌작업이 이루어지지 않았기 때문에 임목 간 수분, 양분, 광선, 생육 공간 등의 자원에 대한 심한 경쟁의 결과 때문이라고 판단된다.

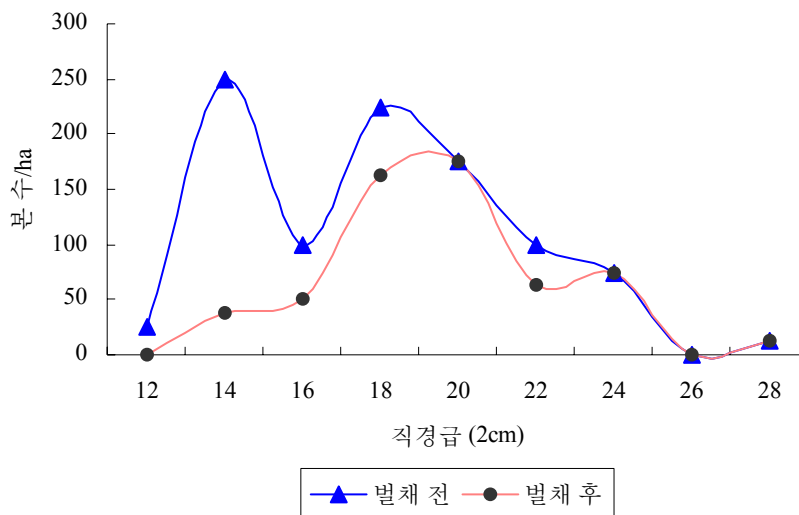


<사진 2-8> 25년생 낙엽송의 채취 원판.

과거의 연구 결과에 의하면, 양수에 낙엽송은 자연 지타가 되기 때문에 가지치기를 해줄 필요가 없다고 하지만, 사진에서 보는 바와 같이 적절한 가지치기의 시기를 놓침으로 인해 상당수의 옹이가 생겨 목재가치를 떨어뜨리는 원인

이 되고 있으므로, 단위 면적에서의 고부가가치의 목재생산과 하층 식생과 목초 그리고 가축 생산과 유용 임산물 생산을 가능케 하기 위해서는, 적절한 간벌과 가지치기가 반드시 병행되어야 할 것으로 판단된다.

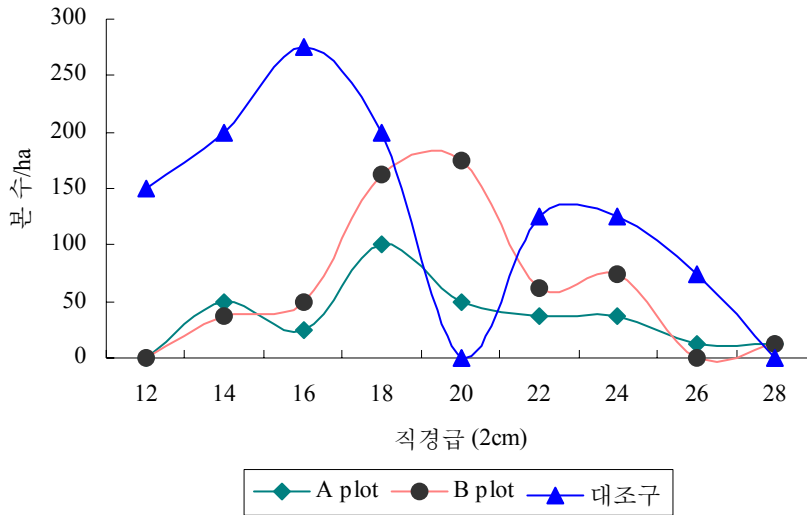
벌채 전 임분 밀도의 약 40%의 벌채가 이루어진 B plot에 대한 벌채 전과 후의 직경급 변화에서 18cm 미만에 해당하는 임목 대부분이 벌채되어 벌채 전보다 평균 경급 구조가 향상되는 효과를 가져왔다. 벌채 후의 평균직경 20cm를 중심으로 정규분포하는 전형적인 인공림의 직경분포를 보이고 있다. A plot 보다는 상대적으로 적은 임목이 벌채되고, 임목간 평균거리도 약 4.6m 이므로 현재의 임목을 최종 수확벌채기에 이르기까지 최소한 한, 두 차례의 추가 간벌이 필요할 것으로 판단된다.



<그림 2-26> 처리 B의 벌채에 따른 직경급 변화.

낙엽송림에 대한 벌채 이후의 잔존 임목에 대한 처리별 직경 분포 양상을 비교한 결과, 벌채가 이루어지지 않은 대조구의 경우 평균직경 18.5cm이하에 해당하는 임목이 상당부분 잔존하고 있으며, 비교적 직경급이 좋은 임목도 상당부분 잔존하는 것으로 나타났다. 벌채가 이루어진 A, B plot은 평균 직경을

중심으로 정규 분포하는 비슷한 양상을 보이거나 벌채 강도에 따른 잔존 분수의 차이가 나타날 뿐이며 비슷한 직경급 분포를 보이고 있다.

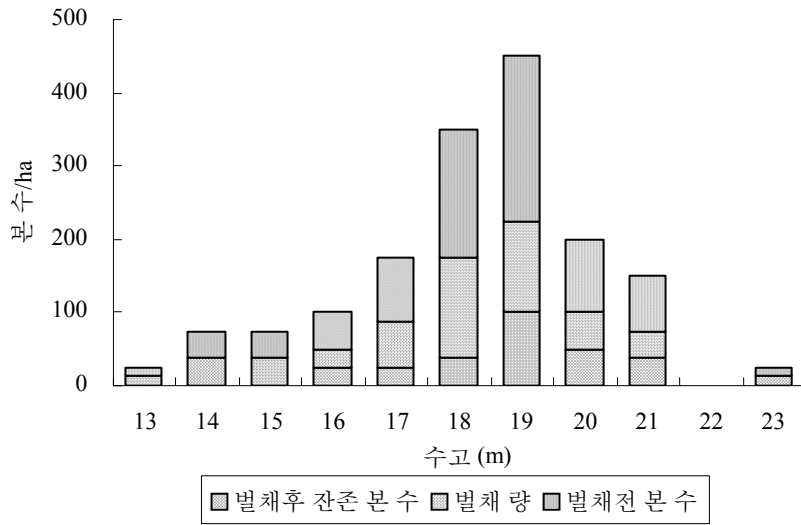


<그림 2-27> 벌채 후의 처리구별 직경 분포 양상.

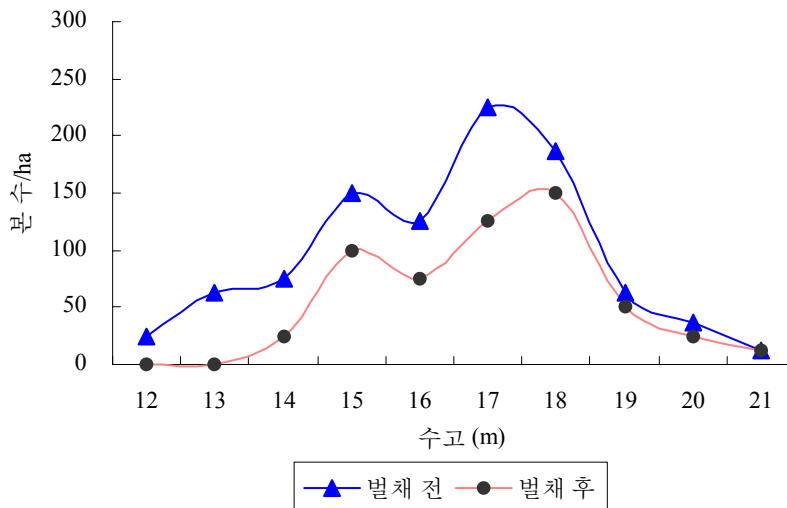
라) 간벌에 따른 수고 변화

간벌이 이루어진 뒤, 처리 A, B의 잔존 임목에 대한 수고를 조사하여 벌채에 따른 수고의 변화 양상과 간벌 후의 잔존 임목에 대한 수고 분포를 아래의 그림 2-28과 2-29, 2-30에 각각 도시하였다.

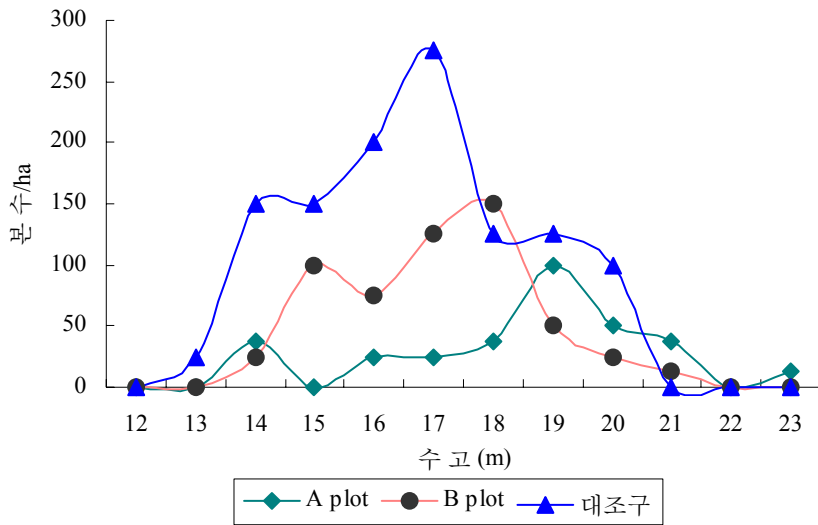
수고의 경우, 일반적으로 생육공간을 넓혀 준다고 하더라도 간벌의 영향이 수고생장에 뚜렷한 영향을 주지 못하는데, 수고의 생장은 임목이 생육하고 있는 토양의 생산력과 상관관계가 깊다. 현 실연지의 토양이 유기물의 함유량이 많은 비옥한 토양조건을 가지고 있으므로 벌채로 인한 직경생장과 함께 지속적인 수고생장도 기대할 수 있을 것으로 판단된다. A plot의 경우 많은 양의 임목이 임목간 평균 거리를 고려한 벌채로 인해 수고가 18~21m에 해당되는 비교적 수고생장이 좋은 임목들이 상당부분 벌채되었다.



<그림 2-28> 처리 A의 별채에 따른 수고 및 잔존 분 수 변화.



<그림 2-29> 처리 B의 별채에 따른 수고 변화.



<그림 2-30> 벌채 후의 처리구별 수고 분포.

B plot의 경우, 12~18m에 이르는 임목이 고르게 벌채되어 수고의 구조 또한 벌채로 인해 향상되는 결과를 가져오게 되었다. 벌채 전과 후의 처리구별 수고분포를 살펴보면, 벌채가 이루어지지 않은 대조구의 경우 낮은 수고에 해당하는 임목들이 상당부분 잔존하고 있는 것으로 파악되었으며, B plot보다는 A plot의 수고급이 더욱 양호한 것으로 파악되었다. 그러므로 벌채 수확기에 이르기까지 B plot의 임목들은 한 두 차례의 추가 간벌이 필요할 것으로 판단된다.

2) 하층식생 변화

<표 2-36> 낙엽송림의 임상별 하층식생 출현 양상.

순 위	출현 종 명	임상별 피도계급 ¹⁾		
		2002.9	2004.9	2005.8
1	가는잎왕꼬들빼기		r	
2	가래나무	+	+	+
3	가세잎뽕나무			r
4	가세잎머루		+	+
5	가죽나무		r	r
6	각시등글레			r
7	갈참나무			r
8	갈퀴나물	+	+	+
9	강아지풀		+	
10	개고사리		+	
11	개다래			+
12	개망초			+
13	개머루	+	+	
14	개웃나무		+	
15	거북꼬리	+	+	
16	고깔제비꽃	+	+	+
17	고로쇠나무	1		+
18	고비			r
19	고사리	+		+
20	고추나물			+
21	곰딸기	+	+	+
22	광대싸리		+	+
23	랭이밥		+	+
24	구릿대		r	
25	구절초		+	
26	굴참나무		+	
27	그늘사초		+	
28	그늘썩		+	
29	기름새		+	
30	꼭두서니	+	+	+

1) 피도계급을 파정하는 기준(Braun-Blanquet, 1964)

1: 개체수가 많지만 피도는 5% 이하를 차지하는 종, +; 개체수가 적고 피도는 1% 정도를 차지하는 종

r; 조사지에 우연히 출현하는 개체수가 적은 종

순 위	출현 증 명	임상별 피도계급		
		2002.9	2004.9	2005.8
31	꽃마리			r
32	쟁이밥			+
33	쟁의다리		+	+
34	끈끈이여뀌		+	
35	나래회나무			r
36	나비나물	+		+
37	넓은잎외잎쑥		+	
38	네잎갈퀴덩굴		+	+
39	노루오줌	+	+	+
40	노린재나무		+	+
41	눈피불주머니			r
42	다래나무		+	
43	단풍마	+		
44	닭의장풀	+	1	1
45	담쟁이덩굴	+		
46	당단풍			r
47	대사초		+	
48	더덕			+
49	도꼬로마		+	
50	도둑놈의갈고리	+		
51	독활			r
52	돌콩	+	+	+
53	동의나물		+	
54	두릅나무	2	2	2
55	둥글레	+	+	
56	딱총나무	+	+	+
57	떡갈나무		+	
58	마타리			+
59	망초		+	+
60	머루	+		+

순 위	출현 종 명	임상별 피도계급		
		2002.9	2004.9	2005.8
61	명석딸기			+
62	매꽃		+	
63	머느리밑씻개	+		
64	머느리배꼽	+	+	
65	물봉선	+	+	+
66	물푸레나무	+	+	+
67	미국쭉부쟁이	+		
68	미꾸리납시		+	
69	미역취	+		
70	민들레			+
71	밀나물		+	
72	박주가리		r	
73	방아풀		r	
74	뱀고사리		+	
75	뱀딸기		r	
76	별깨덩굴	+		
77	붉나무	r	+	+
78	사위질빵		+	+
79	산괴불주머니		+	+
80	산딸기	+	1	1
81	산박하		+	+
82	산벚나무			+
83	산부추			r
84	산뽕나무	+	+	+
85	산쭉		+	+
86	산씀바귀		+	+
87	산여뀌		+	+
88	산초나무	+	+	+
89	삼주	+		
90	새		+	

순 위	출현 종 명	임상별 피도계급		
		2002.9	2004.9	2005.8
91	생강나무	+	+	+
92	선밀나무	+	+	+
93	세잎양지꽃	+	+	+
94	세콩		+	
95	쇠방동사니		r	
96	수영		r	
97	신갈나무		+	+
98	실새풀		r	
99	십자고사리			+
100	싸리		+	+
101	쭈		+	
102	썸바귀		+	
103	알록제비꽃	+		
104	애기나리		+	+
105	애기메꽃		r	r
106	양지꽃	+		+
107	영경귀		+	+
108	영아자		+	
109	오미자		r	
110	올괴불나무			r
111	왕고들빼기			r
112	왜제비꽃			+
113	용동글레			r
114	원추리			+
115	으아리	+	+	+
116	음나무	+	+	+
117	작살나무		+	+
118	잔대		+	+
119	잔털제비꽃			+
120	잣나무		+	+

순 위	출현 종 명	임상별 피도계급		
		2002.9	2004.9	2005.8
121	장구채		r	
122	제비꽃			+
123	조록싸리		+	+
124	졸방제비꽃		+	+
125	졸참나무	r	r	r
126	주름조개풀	l	l	l
127	졸딸기		r	
128	쥐꼬리망초			r
129	쥐대래			+
130	쥐오줌풀			+
131	진득찰		r	
132	짚신나물		+	+
133	쪽동백나무			r
134	차풀		+	
135	참싸리			+
136	참취		+	+
137	치녀고사리		r	
138	치녀바디			r
139	천남성			+
140	청가시덩굴	+		
141	청미래덩굴		+	
142	춧대승마		r	
143	층층나무	+	+	+
144	취	+	+	
145	큰까치수영	+	+	l
146	큰꽃으아리			r
147	큰도둑놈의갈고리		r	
148	토끼풀	+	+	+
149	헛개나무		r	
150	현호색			r
151	환삼덩굴	+	+	
152	흰제비꽃		r	
총 출현 종수		48	100	93

<표 2-37> 간벌에 따른 하층 식생 종 변화.

분 류	간벌전 2002.9	A 처리구		B 처리구		대조구		전체	
		2004.9	2005.8	2004.9	2005.8	2004.9	2005.8	2004.9	2005.8
교목	7	10	10	8	11	8	11	11	16
관목	7	9	12	13	15	8	9	15	15
목본성 덩굴식물	6	5	3	3	3	4	1	7	4
초본	28	48	50	45	38	25	22	67	58
합 계	48	72	75	69	67	45	43	100	93

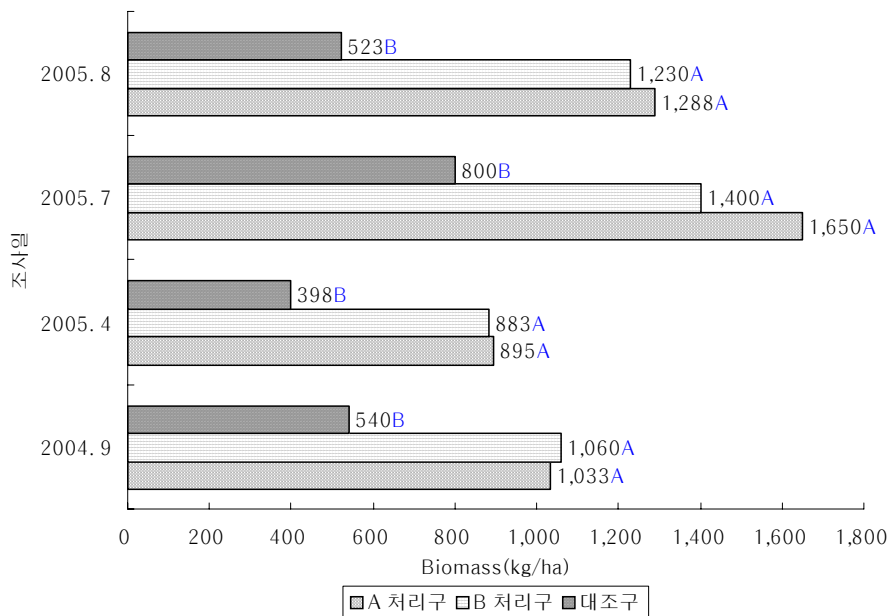
낙엽송림에서 간벌이 실시되기 이전인 2002년 9월초부터 임간 초지가 조성된 후인 2004년 9월과 2년 후인 2005년 8월에 실시한 식생조사 결과, 외부로부터 실연지 임분내로 유입된 하층식생 종의 변화에 큰 차이가 발생하였다. 간벌 전에는 총 48개의 식물 종이 분포하고 있었으나, 초지 조성 1년 후에는 많은 식생 종의 유입으로 두 배가 넘는 100종의 식생이 분포하는 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 유입 종의 증가는 2005년 8월에 약간의 감소세를 보여 상층 임관의 소개에 따른 급격한 환경변화와 이에 적응하기 위한 천이의 활발한 진행이 여전히 진행되고 있음을 알 수 있다. 이러한 하층식생은 목초종 뿐만 아니라 임간방목시 가축의 다양한 먹이 감이 될 수 있는 장점과 임간 재배시 두릅, 더덕, 둥글레, 삽주, 취류 등의 경제성 작물 종의 유입 측면에서도 장점이 될 수 있다고 판단된다.

3) 목초 Biomass 생산량

1989년 서성 등은 봄철 목초의 일상 생산량은 여름과 가을철에 비해 2배 이상 높고, 일반 초지에서는 예취 높이를 6cm로 하는 것이 알맞으나(1988, 서성 등), 임간 초지의 경우, 목초의 예취 높이가 3-6-9cm로 높을수록 목초의 갱신

생장량이 높다고 보고 하였다. 그러나 본 연구에서는 6cm 정도에서 예취한 목초 및 하층 식생의 biomass를 시간의 경과에 따라 비교하였다.

계절별로는 일반 초지에서는 봄에 생산량이 많으나 임간 초지에서는 6~7월에 가장 많은 생산량을 보이는데 본 연구에서도 계절 별 경향을 볼 때, 2005년 7월에 가장 많은 목초 생산량을 보여 동일한 연구 결과를 얻었다. 봄에는 건조한 기후 때문에 건조의 해와 나무 뿌리간 심한 경쟁으로 인해 생산량의 감소를 가져오는 것으로 판단되며, 6월 장마기간 동안 많은 량의 강우량은 이후 목초의 성장에 상당한 도움을 주어 6~7월의 목초 성장량이 많은 것으로 사료된다.



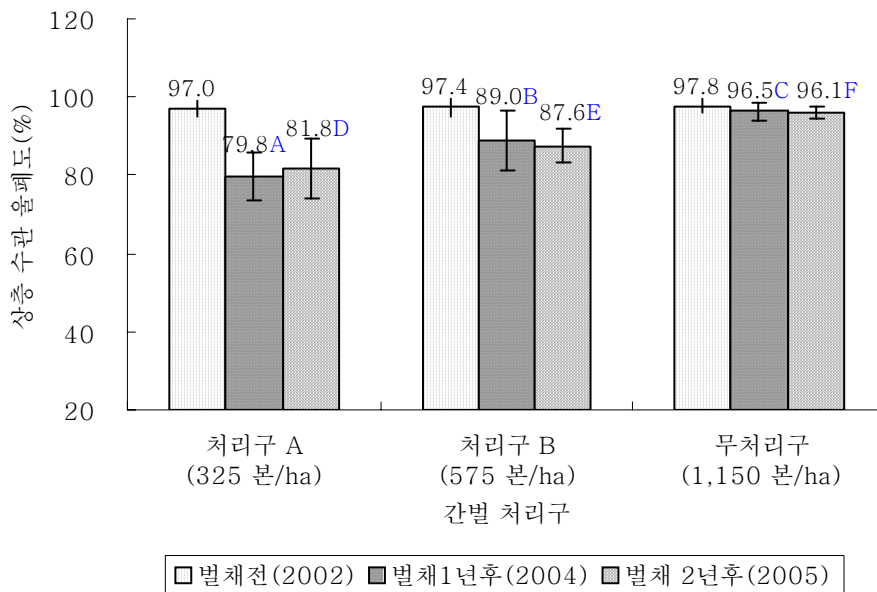
<그림 2-31> 목초 및 하층 Biomass 변화.

년차별 목초의 biomass 생산량은 임간 초지가 조성된 1년 후보다는 2년 후에 비교적 많은 량이 증가 하는 결과를 보였으며, 부족할 경우, 보파를 통해 목초의 생산량을 늘릴 수 있다고 판단된다. 처리구간 생산량 비교 결과, 전 기

간에서 간벌이 가장 많이 이루어진 A처리구에서의 생산량이 가장 많았으나, B 처리구와의 통계적 유의적인 차이는 발생하지 않았으나, A-C 또는 B-C간에는 고도의 유의적인 차이가 인정되었다($P < 0.01$).

그러므로 우리나라 중부지방의 25년생 낙엽송 임분을 대상으로 임간방목, 또는 임간재배를 적용하고자 할 경우에는 ha당 325본을 잔존시킨 A처리구 보다는 ha당 575본을 잔존 시킨 B처리구가 가장 적절한 잔존 임분 밀도라고 판단된다. 단순한 목초생산량 수치상으로는 A처리구가 유리하나 통계적인 차이가 발생하지 않았으므로, 장기적인 대경재 생산이라는 목적을 달성하고자 한다면 잔존 밀도를 ha당 575본으로 시작 하는 것이 바람직 할 것으로 보인다. 일반 초지 보다는 생산량이 떨어지지만 친환경적 유기농, 또는 유기축산이 가능하다는 측면에서 상당히 가치가 높다고 하겠다.

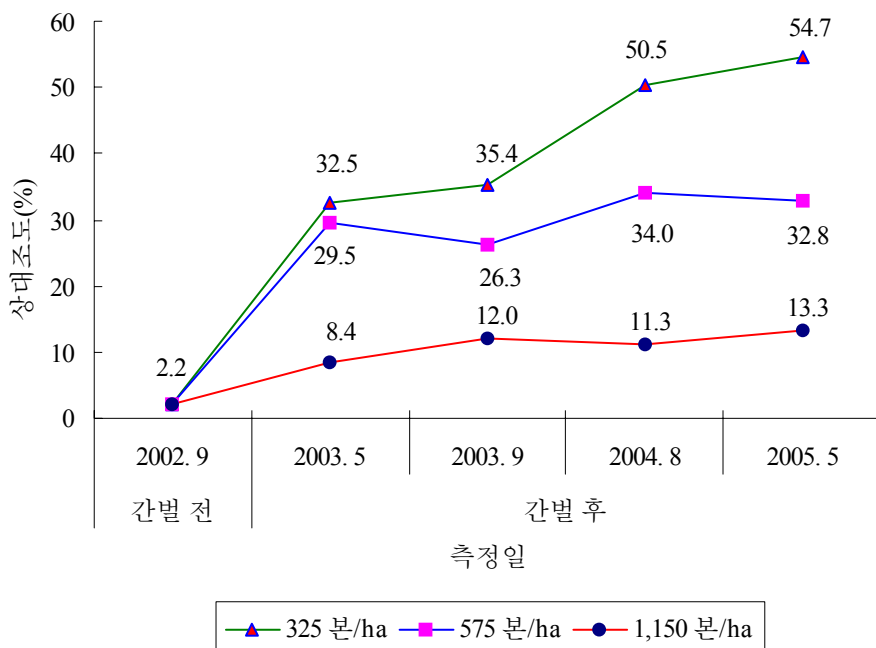
4) 상층임관 울폐도 변화



<그림 2-32> 간벌에 따른 낙엽송림의 상층 수관 울폐도 변화.

간벌이 이루어지기 이전인 2002년 9월에는 낙엽송림 전 지역의 상층 수관울폐도가 97% 이상으로 상당히 울폐된 상태였으나, 간벌 1년 후 A-B-대조구가 각각 79.8%, 89.0%, 96.5%로 간벌 처리에 따른 차이가 뚜렷이 나타났다. 처리구별 울폐도 차이에 대한 Duncan의 다중 검정 결과 95% 유의 수준에서 세 구역 모두 유의적인 차이가 발생하였다. 이러한 현상은 2년 후인 2005년에도 같은 양상으로 나타났다.

5) 상대조도 변화

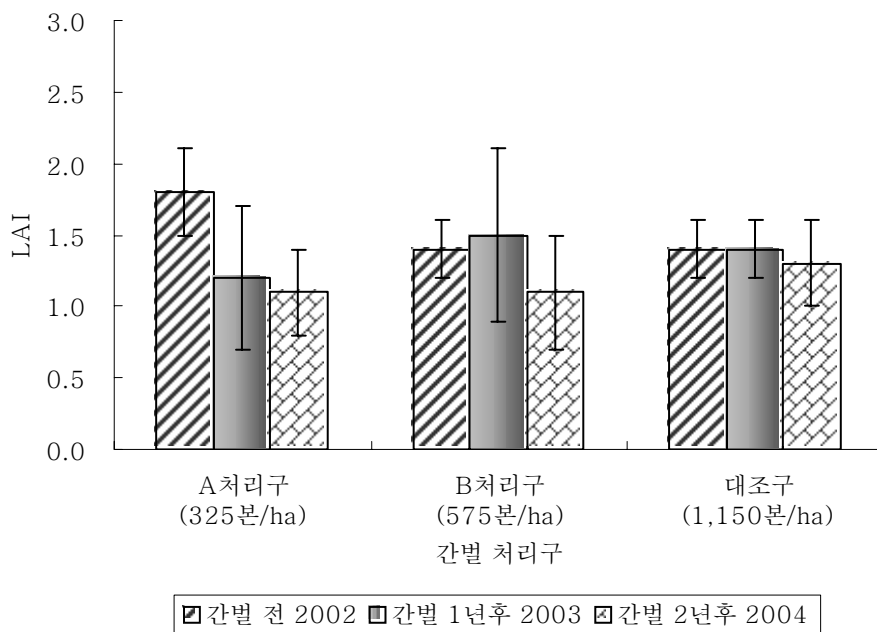


<그림 2-33> 낙엽송림의 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대조도 변화.

6) LAI 변화

LAI가 3~4가 될 경우 산림내부로 들어오는 태양광선의 95%를 차단하며 (Loomis and Connor, 1992), 습한 지역에서의 성숙한 산림에서는 대개 8~9까

지 측정 되는 것으로 보고하였다(Odum, 1971). 낙엽송림의 경우, 간벌하기 이전에는 약 1.5~1.8로 비교적 높은 지수 값을 보이다가 간벌 후 급격한 감소를 보인 A처리구와는 반대로 B처리구에서는 오히려 소폭 상승하는 경향을 보였다. 이것은 실연지 내부에서 자라는 두릅나무와 같은 관목이 중층을 점유하였기 때문에 이러한 현상이 발생하였다. 그러나 2년째인 2005년도에는 좀 더 감소하는 경우가 발생하였다.



<그림 2-34> 낙엽송림의 엽면적 지수 변화.

7) 임분내 미세환경 변화

낙엽송림에 대한 벌채 전과 벌채 후의 미세 환경 인자인 조도, 임내온도, 습도, 토양온도, 습도에 대한 측정결과를 아래 표 2-28에 그리고 하층식생과 목초의 생육에 큰 영향을 주는 태양광선에 대한 상대습도의 변화를 아래 그림 2-35에 각각 나타내었다.

<표 2-38> 벌채 전, 후의 미세 환경 요소 변화 비교.

측정 시기		상대조도 (%)	임내온도 (°C)	임내습도 (%)	토양온도 (°C)	토양습도 (%)
벌채 전		2.2	23.8	53.5	20.3	30.8
벌채 후	처리 A	32.5	22.4	31.8	16.9	27.3
	처리 B	29.5	20.3	33.3	15.7	51.6
	대조구	8.4	22.4	31.8	16.8	27.3

간벌 전의 상대조도는 2.2%로 상당히 낮은 값을 보이는데 이것은 측정당시 (2002. 9월)에 숲 내의 안개와 중층과 하층의 식생피복으로 인한 광선의 차단량이 많아 임지에 도달하는 태양광선이 상대적으로 적었기 때문으로 판단된다. 임내온도는 23.8°C, 임내습도는 53.5%로 상당히 높게 측정되었으며, 토양온도와 토양습도는 각각 20.3°C와 30.8%로 측정되었다. 2003년 2월에 벌채가 실시된 후, 2003년 5월에 실시된 조사 결과, 상대조도는 벌채 강도가 높은 A plot이 가장 높게 나타났으며, B plot, 대조구의 순으로 나타났다. 임내의 온도는 생육공간이 더욱 넓어진 A plot이 B plot 보다 높은 것으로 조사되었다. 토양온도와 토양 습도의 경우에서도 이와 비슷한 결과가 나와 상대조도의 변화 이외의 결과에서는 벌채에 따른 미세 환경의 뚜렷한 경향은 발생하지 않고 상당한 변이가 발생하는 것으로 파악되었다. 집락적인 자료의 수집이 불가능하므로 상대조도의 보조적인 자료로서 활용할 수 있으므로 월별, 계절에 따른 꾸준한 측정이 더욱 필요할 것으로 판단되어 앞으로 지속적이고 빈번한 측정이 이루어질 예정이다.

낙엽송림에 대한 벌채에 따른 상대조도 변화는 벌채전의 낙엽송 전 임분이 2.2%로 상당히 적은 양의 태양광선이 임지에 도달했으나, 벌채 후 생육공간의 확대로 잔존 임분 밀도에 따라 상당한 변화가 관측되었다. 즉, 벌채 강도가 높을수록 임외 조도에 대한 임내의 상대조도가 증가하는 것으로 조사되어, 하층

식생 및 목초의 생산량 변화에 밀도조절에 의한 광선변화량이 상당한 영향을 끼칠 것으로 판단된다.

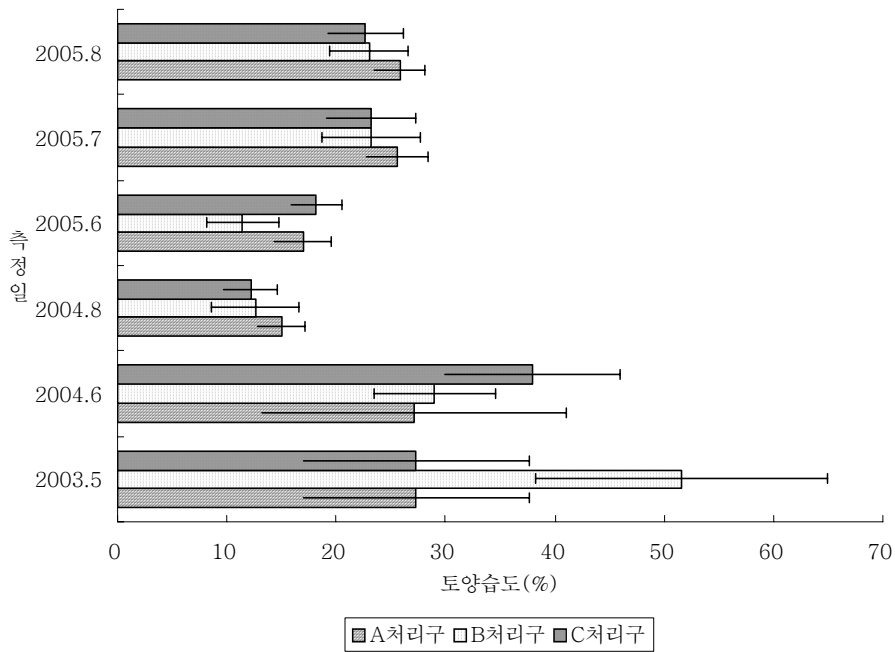
<표 2-39> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 임내온도 및 임내 습도 변화.

간 벌 처리구	임내온도(℃)			임내습도(%)		
	벌채 전	벌채 후		벌채 전	벌채 후	
	2002.9	2003.5	2004.6	2002.9	2003.5	2004.6
325본/ha	23.6	22.4	19.8	53.6	31.8	64.0
	24.1-23.3	26.6-19.9	20.6-19.0	54.3-52.7	45.9-23.5	67.0-61.9
575본/ha	23.6	20.3	20.6	53.6	33.3	64.1
	24.1-23.3	20.9-20.0	23.4-19.0	54.3-52.7	34.7-32.0	67.0-60.5
1150본/ha	23.6	22.4	19.4	53.6	31.8	66.3
	24.1-23.3	26.6-19.9	20.1-19.2	54.3-52.7	45.9-23.5	69.9-63.8

낙엽송림의 벌채 월(2002. 3)을 기준으로 벌채 전과 후로 나누어 시간의 경과와 간벌 처리구에 따른 임내온도, 습도, 토양온도 그리고 토양습도 등의 미세기후 환경 인자에 대한 관찰을 실시하여 그 결과를 표 2-39에 나타내었다. 이러한 미세 환경 인자에 대한 정확한 조사를 위해서는 현지에 고정 측정 장치를 설치하여 24시간 1년 12달 지속적인 결과 값을 산출하여야 바람직하지만 본 연구에서는 임간방목 기간을 5월~10월초까지로 보았을 때, 식생의 생장이 왕성한 여름을 선택하여 반복측정을 실시하였다. 임내온도와 임내 습도에서는 두드러진 경향을 발견하기 힘들었으며, 토양온도와 토양습도에서는 벌채 후에 잔존 밀도가 높은 표준지에서의 토양온도가 약간의 높은 경향을 보였고, 반면 토양 습도는 잔존 임분 밀도가 가장 높은 대조구가 가장 높은 것으로 관측되었다.

<표 2-40> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 토양온도 및 토양 습도 변화.

간 벌 처리구	토양온도(℃)			토양습도(%)		
	벌채 전	벌채 후		벌채 전	벌채 후	
	2002.9	2003.5	2004.6	2002.9	2003.5	2004.6
325본/ha	20.3	16.8	31.8	30.8	27.3	27.1
	20.6-19.4	21.1-15.0	32.4-31.0	50.0-13.0	51.0-13.0	39.0-12.0
575본/ha	20.3	15.7	31.7	30.8	51.6	29.0
	20.6-19.4	16.1-15.0	32.4-30.6	50.0-13.0	69.0-25.0	41.0-19.0
1150본/ha	20.3	16.8	30.9	30.8	27.3	37.9
	20.6-19.4	21.1-15.0	31.5-28.7	50.0-13.0	51.0-13.0	64.0-18.0



<그림 2-35> 시간의 경과에 따른 처리구별 토양 습도 변화.

간벌 및 임간 초지 조성 후 시간의 경과에 따른 처리구별 토양 습도 변화를 도시하였다. 간벌이 이루어지기 이전(2002. 9월)에는 전체 지역의 평균 토양습도가 30.8%로 상당히 높은 편이었으며, 2003년 4월 목초 파종이 이루어진 1개월 뒤에 실시한 조사에서는 A처리구와 대조구는 27.3% 이었으나, B처리구는 51.6%로 가장 높게 나타났는데 이것은 장비의 이상 과대치가 나온 것으로 판단된다. 간벌이 실시되고 임내 토양 광선의 유입이 많아지면서 지표면 20cm 아래의 토양층의 수분은 처리구별로 차이를 보였으며, 임간 초지가 조성된 3년째 되면서 간벌 강도가 높은 지역일수록 토양습도가 증가하는 경향을 보이고 있다. 목초를 비롯한 하층식생의 biomass 생산량을 비교한 결과 A-B-C순으로 간벌 강도가 높은 지역일수록 높게 나타났는데, 이는 초지를 임간지에 재배하면 토양 수분이 잘 유지되고 여름철에도 서늘하여 더위에 의한 피해를 적게 받는다는 내용(서성 등, 1998)과 비슷한 경향을 보이고 있다. 잔존 임목이 많은 처리구 일수록 목초뿌리와 나무뿌리간의 양분과 수분에 대한 경쟁이 나타나기 때문인 것(Whitcomb, 1972)으로 판단된다.

8) 임목 성장량

<표 2-41> 간벌에 따른 처리구별 임목 성장량 변화.

구분	직경(cm)			수고(m)			ha당 재적(m ³)		
	간벌 전	간벌 후		간벌 전	간벌 후		간벌 전	간벌 후	
	2002.3	2002.9	2005.7	2002.3	2002.9	2005.7	2002.3	2002.9	2005.7
A처리구	19.9	20.1	24.6	18.6	18.9	21.0	232.9	96.3	151.1
B처리구	18.8	20.5	22.2	16.8	16.8	17.6	222.4	158.4	202.3
대조구	18.5	-	19.4	17.1	-	18.6	270.1	-	326.3

낙엽송림의 간벌 이전과 이후의 시간의 변화에 따른 임목 성장 조사 결과, 간벌량이 많았던 A처리구가 평균직경 성장량이 4.7cm 증가하여 B처리구와 대조구의 3.4cm와 0.9cm 보다 상당히 높은 증가량을 보였다. 수고 성장의 경우

역시 간벌량이 많을수록 수고생장이 증가하는 A(+2.4m)-B(+0.8m)-대조구(+1.5m) 순으로 직경 성장과 동일한 양상을 보였다. 재적의 증가량은 간벌이 이루어 지지 않은 대조구가 56.2m³으로 가장 높은 성장량을 보였으며, A처리구가 54.7m³, B처리구가 43.9m³의 증가량을 보였다. 단순 성장량을 기준으로 임간 재배나 임간 방목에 적절한 임분 밀도를 설정할 수 없지만, 하층의 목초 생산량과의 상관관계를 고려해 보았을 때, ha당 575본인 B처리구가 가장 바람직한 임분 모형이 될 수 있을 것으로 판단된다.

다. 활엽수임분

1) 임목제원 변화

가) 간벌 전 상층 임목 수종 구성

실연대상 천연활엽수 임분의 벌채 전의 수종 구성을 알아보기 위해, 두 개의 40×25m(A, B plot)plot과 하나의 20×20m(대조구)plot에 대하여 표본구법을 이용하여 표본구내에 생육하고 있는 흉고직경 6cm 이상의 모든 임목을 대상으로 상대밀도, 상대피도를 이용한 중요치를 산출하여 아래 표에 나타내었다.

수종 구성 분석 결과, 상층과 중층의 대부분을 차지하는 수종은 굴참나무와 떡갈나무였다. 굴참나무의 경우, 중요치가 50.5%로 연구대상지에서 가장 높은 우점율을 보였으며, 그 다음은 떡갈나무 42.6%, 물박달나무(4.2%), 잣나무(0.8%), 소나무(0.7%),산벚나무(0.4%), 신갈나무(0.5%), 층층나무(0.3%) 순인 것으로 파악되어 다른 천연활엽수림의 임상구조 보다 상당히 단순한 양상을 보이고 있다. 굴참나무와 떡갈나무가 우점하는 임분으로서 잔존 밀도에서는 떡갈나무가 51.6%로 40%의 굴참나무보다 높은 것으로 나타났지만, 상대피도 즉, 임목의 흉고직경은 굴참나무가 61%로 떡갈나무의 33.6%보다 약 두 배정도 양호한 것으로 파악되었다. 이 지역의 하층에는 청설모 등의 설치류들에 의해 산포된 것으로 추정되는 천연 발생 잣나무 어린나무의 개체수가 상당히 많아 독특한 입지 조건을 나타내고 있어, 목초 종의 파종 후 이러한 천연 발생 잣나무 치수의 개체수가 목초 및 하층식생의 성장에 어떠한 영향을 줄 것인지 그리고

벌채 후의 넓은 생육공간에서의 잣나무 치수의 생장이 어떻게 변할 것인지도 관심을 가지고 관찰해야 할 것이다.

<표 2-42> 연구실연지의 벌채 전의 천연활엽수림의 수종 구성.

수 종 명	상대밀도(%)	상대피도(%)	중요치(%)
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	40.0	61.0	50.5
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	51.6	33.6	42.6
물박달나무(<i>Betula davurica</i>)	4.6	3.8	4.2
산벚나무(<i>Prunus sargentiae</i>)	0.5	0.3	0.4
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0.9	0.5	0.7
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	0.5	0.5	0.5
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	1.4	0.2	0.8
층층나무(<i>Cornus controversa</i>)	0.5	0.1	0.3
합 계	100	100	100

벌채는 임목의 형질이 좋지 못한 임목을 대상으로 이루어 졌으므로 임목의 형질이 좋지 못한 층층나무, 신갈나무, 산벚나무, 물박달나무, 잣나무 그리고 일부 굴참나무와 떡갈나무가 벌채되어 벌채 후 잔존 임분은 벌채가 이루어지지 않은 대조구를 제외하고 굴참나무-떡갈나무의 임분 구조가 되었다.

나) 간벌에 따른 임분 밀도 변화

천연활엽수 임분에 적용된 간벌 비율은 낙엽송림에 적용했던 비율과 비슷하게 적용하여 A plot의 경우, 벌채 전의 740본/ha에서 약 60%의 간벌이 이루어져 310본/ha이 잔존하도록 하였으며, B plot의 경우는 벌채 전이 870/ha분으로 A plot 보다는 약 130본/ha의 개체수가 많았는데 약 42%의 벌채율을 적용하여 500본/ha이 잔존토록 하였다. 그리고 대조구의 경우 숲 가꾸기 등의 보육벌채가 전혀 이루어지지 않았기 때문에 A, B plot 보다 상당히 높은 임분 밀도

를 보여 1,275본/ha이 생육하는 것으로 파악되었다.

<표 2-43> 벌채에 따른 표본구별 밀도 및 벌채율 비교.

	Plot A		Plot B		대조구 C	
	현존 본 수	본 수 /ha	현존 본 수	본 수 /ha	현존 본 수	본 수 /ha
벌채 전	74	740	87	870	51	1,275
벌채 후	31	310	50	500		
벌채율 (%)	60		42		0	

이 실연지 역시, 벌채 강도를 달리 하여 벌채가 이루어지고, 처리구별로 각기 다른 환경조건이 조성되었으므로 목초의 파종이후 단기적으로는 하층식생의 유입 및 종의 변화 그리고 파종된 목초의 생산량을 비교 할 수 있게 되었으며, 장기적으로는 처리구별 수관 확장 및 직경생장의 비교 그리고 그에 따른 미세 환경 인자들의 변이를 지속적으로 비교 할 수 있을 것으로 예상된다.

다) 간벌에 따른 임목제원 변화

각 처리구에 생육하는 모든 임목들에 대한 제원을 벌채 전과 후로 조사하여 표에 각각 나누어 비교하였다. 가장 간벌이 많이 이루어진 A plot의 경우, 벌채 전의 평균직경이 20.9cm, 수고가 14.5m, 단목제적, 재적, 흉고단면적 등의 모든 임목의 생장이 B plot과 대조구에 비해 상당히 양호한 것으로 파악되었다.

<표 2-44> 벌채 전, 후의 임목제원 비교.

벌채		직경 (cm)	수고 (m)	수관폭 (m)	단목재적 (m ³)
A 구역	전	$\frac{20.9}{7.3-34.4}$	$\frac{14.5}{4.2-21.4}$	$\frac{3.4}{0.5-7.0}$	$\frac{0.24}{0.01-0.72}$
	후	$\frac{25.7}{14.2-34.4}$	$\frac{16.7}{12.2-21.4}$	$\frac{5.7}{2.0-9.0}$	$\frac{0.35}{0.08-0.72}$
B구역	전	$\frac{18.1}{8.6-33.9}$	$\frac{12.9}{7.9-17.4}$	$\frac{4.0}{1.0-8.5}$	$\frac{0.16}{0.03-0.55}$
	후	$\frac{20.1}{8.6-33.9}$	$\frac{13.8}{10.3-17.4}$	$\frac{4.5}{2.0-8.5}$	$\frac{0.20}{0.03-0.55}$
대조구		$\frac{14.8}{4.3-38.4}$	$\frac{12.1}{3.5-21.2}$	$\frac{2.5}{0.5-5.0}$	$\frac{0.143}{0.003-0.842}$

<표 2-45> 간벌에 따른 임분 제원 변화 2.

간벌 처리구		재적 (m ³ /ha)	BA (m ² /ha)	분 수 (분/ha)
A구역	전	177.12	44.40	740
	후	109.51	32.80	310
B구역	전	138.69	24.03	870
	후	97.76	16.67	500
대조구		182.7	27.92	1,275

대조구의 경우에는 임분 밀도가 가장 높고 보유벌채의 흔적이 없었기 때문에 임목의 생장이 가장 낮은 단계에 머물고 있다. 벌채가 이루어지지 않은 대조구를 제외한 A, B plot 모두 벌채 전보다 평균직경, 수고 단목재적이 향상되었음을 알 수 있는데, 이것은 적절한 벌채가 임목의 형질 및 직경, 수고 분포 구조를 향상시킨 결과라고 판단된다. 활엽수종의 경우, 침엽수종에 비해 잎의 면적이 넓기 때문에 임지에 도달하는 광선을 상당히 많이 차단하므로 하층 식생과 목초의 생육에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단되므로 침엽수종보다 빈

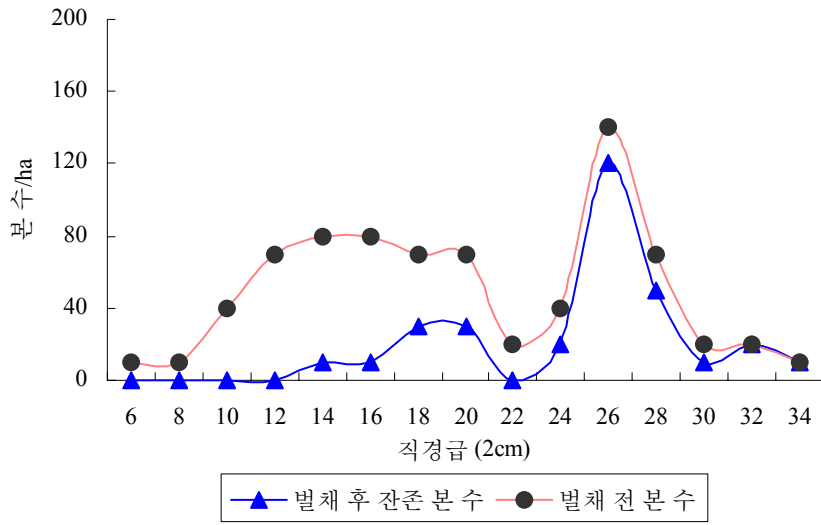
번한 가지치기가 반드시 수행되어야 한다. 임지에 수분을 공급하는 측면에서는 침엽수의 경우 작은 침엽이 소지에 예각으로 밀생하고 소지가 밀생한 임관으로 구성되어 활엽수보다 강우의 차단량이 많고 소지에 차단된 수분의 상당부분이 대기 중으로 증발하므로 임지에 수분을 공급해주는 측면에서는 활엽수가 상당히 유리하므로 이와 같은 변화가 목초를 포함한 하층식생의 발달에 영향을 미칠 수 있는 요소가 될 것이다

라) 간벌에 따른 직경급 변화

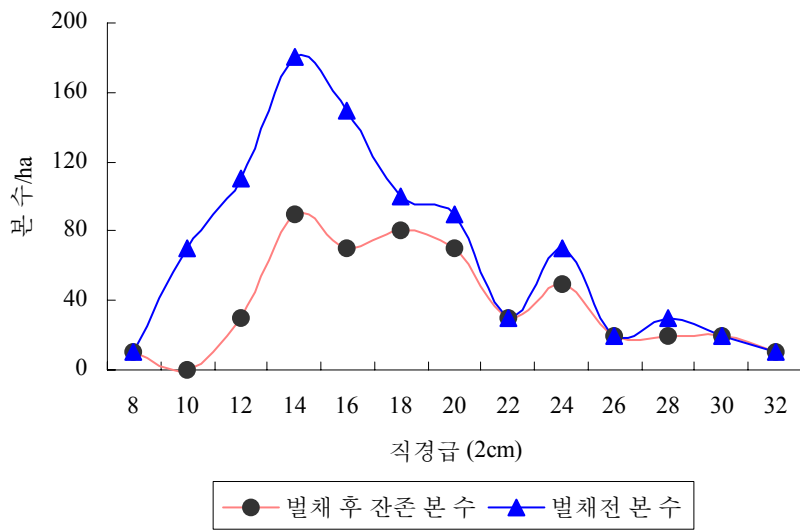
실연지의 밀도 처리구별 직경 분포의 변화를 파악하여 아래 그림 2-36과 2-37에 각각 도시하였다.

벌채 강도가 가장 높았던 A plot의 경우, 벌채 전에 6~20cm, 그리고 24~30cm급의 개체수가 가장 많은 직경분포 양상이었으나 벌채시 직경급이 낮은 6~24cm급을 집중적으로 벌채함으로써 상당한 평균직경의 향상을 유도할 수 있었다. 생육밀도의 약 42%의 간벌이 이루어진 B plot의 경우, A plot 보다는 직경급이 적은 임목의 개체수가 상당히 많은 분포를 보였다. 벌채시 평균직경 18cm 이하의 8~18cm의 직경급이 집중 벌채되어 이 지역 역시 벌채로 인한 평균 직경이 증가하는 임분구조 개선 효과가 나타난 것으로 보인다.

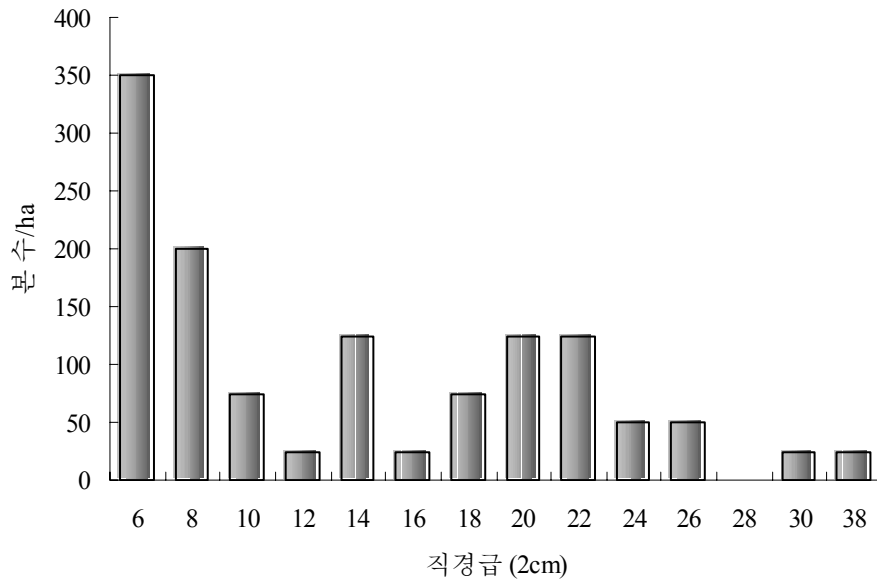
벌채가 전혀 이루어지지 않은 대조구의 직경분포는 위의 두 실연지 보다 직경급이 낮은 임목들이 상당부분 표본구내에 생육하고 있기 때문에 비교적 어린 직경급 즉, 6~16cm에 해당하는 임목이 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 파악되었다. 그러나 직경급이 18~38cm의 비교적 직경이 큰 임목들도 고른 분포를 보이고 있다.



<그림 2-36> 처리구 A의 별채에 따른 직경 분포 변화.



<그림 2-37> 처리구 B의 별채에 따른 직경 분포 변화.



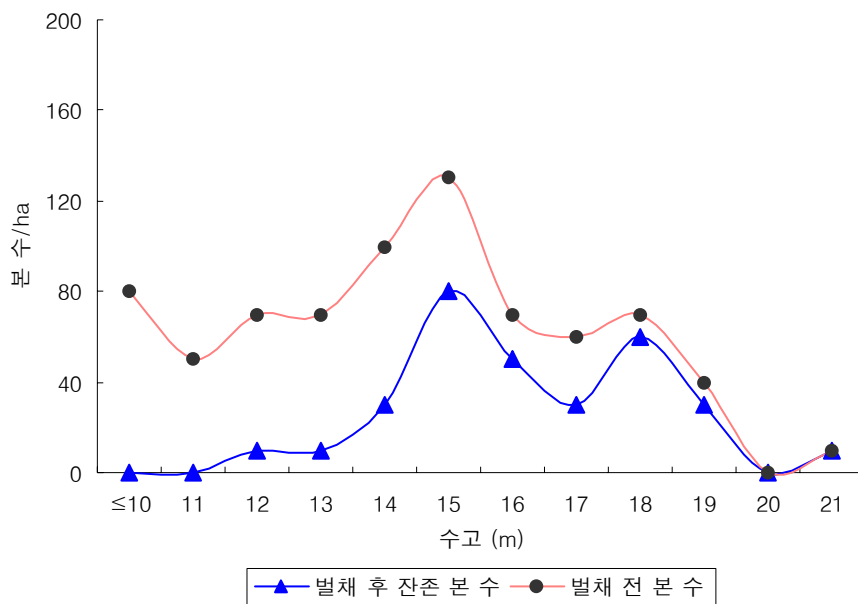
<그림 2-38> 대조구의 직경 분포.

마) 간벌에 따른 수고 변화

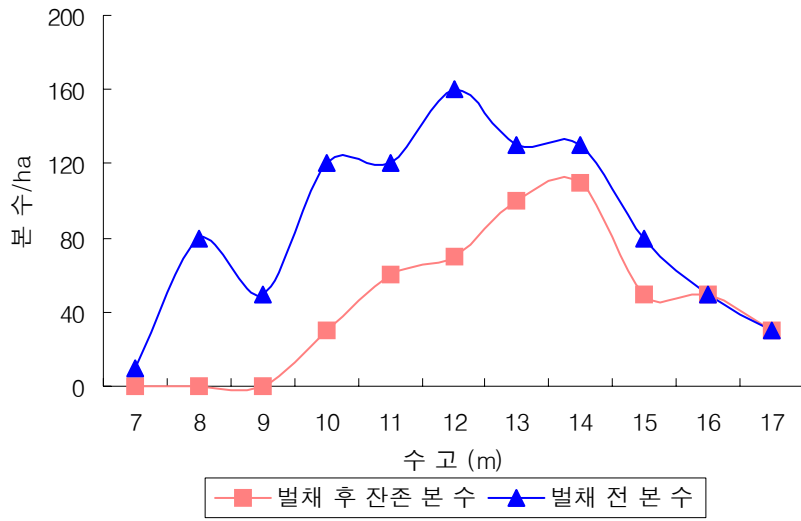
간벌이 이루어진 뒤, 처리 A, B plot의 잔존 임목에 대한 수고를 조사하여 간벌에 따른 수고의 변화 양상과 간벌이 이루어지지 않은 대조구의 잔존 임목에 대한 수고 분포를 아래 그림에 각각 도시하였다.

간벌 강도가 가장 높게 벌채가 이루어진 A plot의 평균 수고는 벌채 전 14.5m에서 벌채 후 16.7m로 평균수고가 상당히 상승하게 되었는데, 벌채 전에는 수고 10m미만~15m 사이의 임목이 상당히 많았으나, 수고생장이 좋지 못한 이러한 임목들이 간벌에 의해 제거되어 수고가 개선되는 효과가 발생하였다. B plot의 경우에는 A plot과 비교해 볼 때, 수고생장이 상대적으로 좋지 못하였고, 평균 수고도 약 1.4m의 차이를 보였다. 벌채 전 임분 밀도의 약 42%의 임목이 벌채되었는데, 벌채 전에는 수고가 7~14m에 이르는 임목이 벌채에 의해 대부분 제거되어 평균수고가 향상되는 효과가 나타나게 되었다.

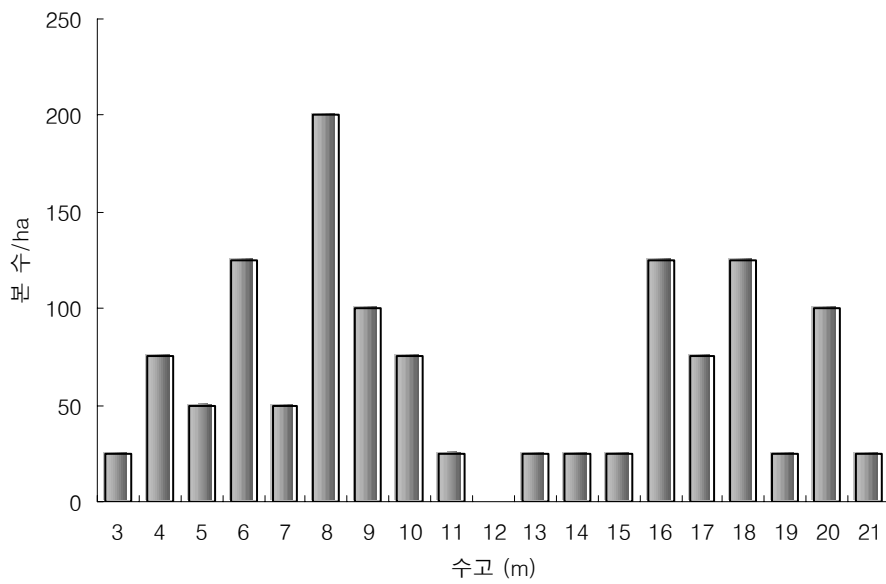
벌채가 이루어지지 않은 대조구의 경우, 평균수고 12m를 중심으로 3~11m의 낮은 수고의 임목들이 개체수의 50%이상을 차지하는 반면, 16~21m의 높은 수고에 해당하는 임목의 개체수도 상당히 많이 분포하는 2중적인 수고분포 양상을 보이고 있다. 비교적 수고가 큰 쪽에 속하는 임목들은 대부분 실연 임분의 최상층을 점유하는 굴참나무와 일부 떡갈나무이며, 나머지 떡갈나무, 잣나무, 층층나무 등은 중층을 점유하며 낮은 수고를 보이고 있는 것으로 파악되었다. 임분 내부에는 임목 간 경쟁에 의해 고사 직전에 있는 임목이 상당 수 있으며, 이미 고사한 임목도 다수 방치되어 있으므로, 그대로 이러한 임분 구조를 방치해 두었을 때 임목 간 경쟁에 의한 생육공간의 확보가 더욱 치열해질 것이며 현재의 ha당 1,275본의 임분 밀도도 점차 감소될 것으로 판단된다.



<그림 2-39> 처리구 A의 벌채에 따른 수고 분포 변화.



<그림 2-40> 처리구 B의 벌채에 따른 수고 분포 변화.



<그림 2-41> 대조구의 수고 분포.

2) 하층식생 변화

<표 2-46> 간벌 전, 후 하층 식생 변화.

분 류	간벌 전 전체 (2002.9)	간벌 후(2005.6)			
		A 처리구	B 처리구	C 처리구	전체
교목	14	12	8	5	13
관목	8	8	10	6	12
목본성 덩굴식물	1	3	4	2	4
초본	30	38	52	26	58
합 계	53	61	74	39	87

활엽수림에서 간벌이 실시되기 이전인 2002년 9월초부터 임간 초지가 조성된 2년 후인 2005년 6월에 실시한 식생조사 결과, 외부로부터 실연지 임분내로 유입된 하층식생 종의 변화에 큰 차이가 발생하였다. 간벌전에는 총 53개의 식물 종이 분포하고 있었으나, 초지 조성 1년 후에는 많은 식생 종의 유입으로 87종의 식생이 분포하는 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 유입 종의 증가는 낙엽송림과 비교할 때 상대적으로 적은 수를 보인다. 간벌 이전과 비교할 때 상층 임관의 소개에 따른 급격한 환경변화와 이에 적응하기 위한 천이의 활발한 진행이 여전히 진행되고 있음을 알 수 있다. 이러한 하층식생은 목초종 뿐만 아니라 임간방목시 가축의 다양한 먹이감이 될 수 있는 장점과 임간 재배시 두릅나무, 더덕, 둥글레, 삼주, 취류 등의 경제성 작물 종의 유입 측면에서도 장점이 될 수 있다고 판단된다. 활엽수림의 경우, 낙엽송림이나 소나무림과는 달리 목초종의 파종을 2회에 걸쳐 실시했음에도 불구하고, 목초의 생장은 상당히 저조한 결과를 보이고 있다. 활착율은 상당히 높은 편이었으나, 활착 후 풀베기 작업과 같은 시업적 처리를 하지 않은 결과 내음성을 가진 활착이 잘된 목초라 할지라도 주변 선점 식생과의 경쟁에서 세력이 밀려서 생겨난 것으로 판단된다. 그러므로 활엽수림과 같이 임내 바닥에 Seed bank에 상당한

식생종자가 보유한 산림에서는 임간방목과 임간재배를 적용할 경우, 집약적인 관리의 방편으로 집중적인 풀베기 작업이 필요할 것으로 판단된다.

간벌 강도별로는 잔존 밀도가 가장 낮은 A처리구보다 B처리구에서 하층 식생의 유입종이 가장 높은 것으로 파악되었다. 목초 및 하층식생의 Biomass생산량 비교에서 살펴보았듯이 잔존 밀도가 ha당 575본인 B처리구가 목초 생산량에서도 비교적 많고, 하층식생 유입 종도 많기 때문에 이러한 유입종들은 가축의 먹이 또는 다양한 경제성 작물 재배가 가능한 환경임을 반증하는 것이므로 본 연구에서는 B처리구가 유리할 것으로 판단된다.

아래 표는 강원대학교 학술림의 활엽수림을 대상으로 간벌 후 하층식생의 출현 상황을 나타낸 것이다. 간벌 후, 활엽수림에서는 53종의 식물종이 출현한 것으로 조사되었다.

피도계급을 사정하는 기준(Braun-Blanquet, 1964)을 근거로 1은 개체수가 많지만 피도는 5% 이하를 차지하는 종, +는 개체수가 적고 피도는 1% 정도를 차지하는 종, 그리고 r은 조사지에 우연히 출현하는 개체수가 적은 종을 나타낸 것이다.

형성의 연구 대상 산림과 마찬가지로, 가장 두드러진 환경적 변화는 광선 유입량의 증가라고 할 수 있다. 광선 유입량의 증가에 따른 산림의 구조적 변화는 지피식생 식물종의 출현과 비출현 양상이 변화한 것이다. 즉, 출현 식물종의 수가 급격히 증가하게 되었다. 이것은 연구 대상 산림이 벌채라는 훼손 요인 후에 이차 천이가 진행되고 있는 과정에서 식물종 구성에 변화가 오고 식물종 구성이 달라지면서 생태계 속성의 변화를 유발시키며, 다시 변화된 환경에 적응하는 식물종이 이주 정착하는 연쇄적인 복잡한 천이 과정이 활발히 진행되고 있음을 보여주는 것이다.

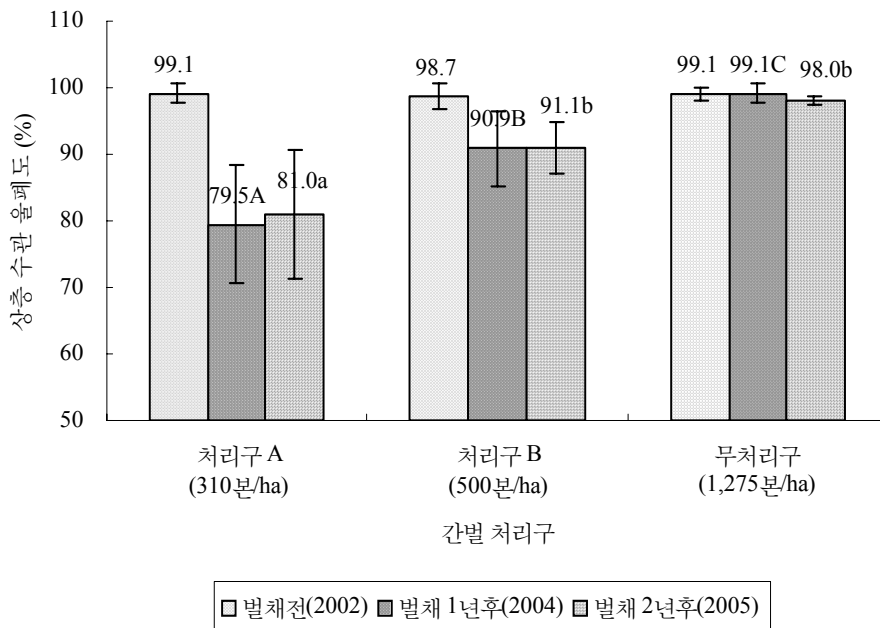
<표 2-47> 활엽수림의 임상별 하층식생 출현 양상.

순 위	출현 종 명	임상별 피도계급		순 위	출현 종 명	임상별 피도계급	
		2002.9	2005.6			2002.9	2005.6
1	가락지나물		r	35	느릅나무	r	r
2	가래나무	+	+	36	단풍마	+	+
3	가세잎머루		+	37	담쟁이덩굴	r	+
4	각시둥글레		r	38	당단풍	r	
5	갈퀴꼭두서니	+		39	대사초	+	+
6	갈퀴나물	+	+	40	더덕	+	+
7	개다래		+	41	도꼬로마		+
8	개머루	+		42	두릅나무	r	+
9	개선갈퀴		r	43	둥글레	+	+
10	개암나무	+	2	44	떡갈나무	+	+
11	개웃나무	+	+	45	떡취		r
12	고광나무		+	46	뚝갈		+
13	고갈제비꽃		+	47	마타리	+	+
14	고로쇠나무	r	r	48	말나리		r
15	고사리	+	+	49	맑은대쭉		+
16	고추나물		+	50	머루		+
17	곰딸기		+	51	물박달나무		+
18	곰취		+	52	물봉선	r	
19	구슬봉이		r	53	물푸레나무	+	+
20	굴참나무	+	+	54	박새		r
21	그늘사초		+	55	붉나무	+	+
22	긴잎갈퀴		+	56	비짜루		r
23	꼬갈제비꽃	+		57	사위질빵		+
24	꼭두서니	+		58	산딸기	+	+
25	꽃머느리밥풀		+	59	산마늘		r
26	평의다리		+	60	산박하	+	+
27	평의다리야채비	+		61	산벚나무	l	l
28	난티잎개암		+	62	산부추	r	
29	넓은잎외잎쭉	+	+	63	산뽕나무	+	
30	네잎갈퀴나물		+	64	산쭉		+
31	노루발풀	+		65	산초나무	+	+
32	노루오줌	r	+	66	삼자고사리		+
33	노린재나무	r	+	67	삼주	+	+
34	누리장나무		r	68	삿갓나물		r

순 위	출현 종 명	피도계급		순 위	출현 종 명	피도계급	
		임상별 2002.9	2005.6			임상별 2002.9	2005.6
69	새모래덩굴		+	86	잔대	+	+
70	생강나무	+	+	87	잔털제비꽃		+
71	선밀나물	+	+	88	갯나무	2	2
72	세잎양지꽃		+	89	제비쭉		+
73	소나무	+		90	조록싸리		+
74	신갈나무	+	+	91	줄방제비꽃	+	+
75	십자고사리		+	92	취다래		+
76	싸리		+	93	참싸리		+
77	알록제비꽃		+	94	참으아리		r
78	애기나리		+	95	참취	+	+
79	양지꽃	+	+	96	층층나무	+	+
80	오이풀	r	+	97	큰기름새	+	
81	왜제비꽃		r	98	큰까치수영	+	+
82	우산나물	+	+	99	큰꽃으아리		r
83	원주리		+	100	토끼풀		+
84	으아리	+	+	101	하늘나리		+
85	은대난초	+	+	출현 종 총 수		53	87

3) 상층임관 유효도 변화

간벌이 이루어지기 이전인 2002년 9월에는 활엽수림 전 지역의 상층 수관유효도가 약 99%로 상당히 유효된 상태로 임내에 도달하는 광선량이 전광의 5%수준으로 극히 낮은 형태였으나, 간벌 1년 후 A-B-대조구가 각각 79.5%, 90.0%, 99.1%로 간벌 처리에 따른 차이가 뚜렷이 나타났다. 처리구별 유효도 차이에 대한 Duncan의 다중 검정 결과 95% 유의 수준에서 세 구역 모두 유의적인 차이가 발생하였다. 그러나 2년차인 2005년도에는 A-B, 또는 A-C구간에는 유의적인 차이가 발생하였으나 B-대조구 사이에는 유의적인 차이가 발생하지 않아 소나무림이나 낙엽송림 보다 잎의 면적이 넓고 생육 공간으로의 확장이 빠른 활엽수종의 생육 특성상 빠른 수관 확장 때문에 이러한 현상이 나타난 것으로 파악된다. 상대 조도가 약 47% 나타난 것으로 보아 향후 추가 간벌 또는 가지치기를 통해 임분내 도달하는 수광 조건을 50% 이상으로 향상시키는 작업이 필요할 것으로 판단된다.

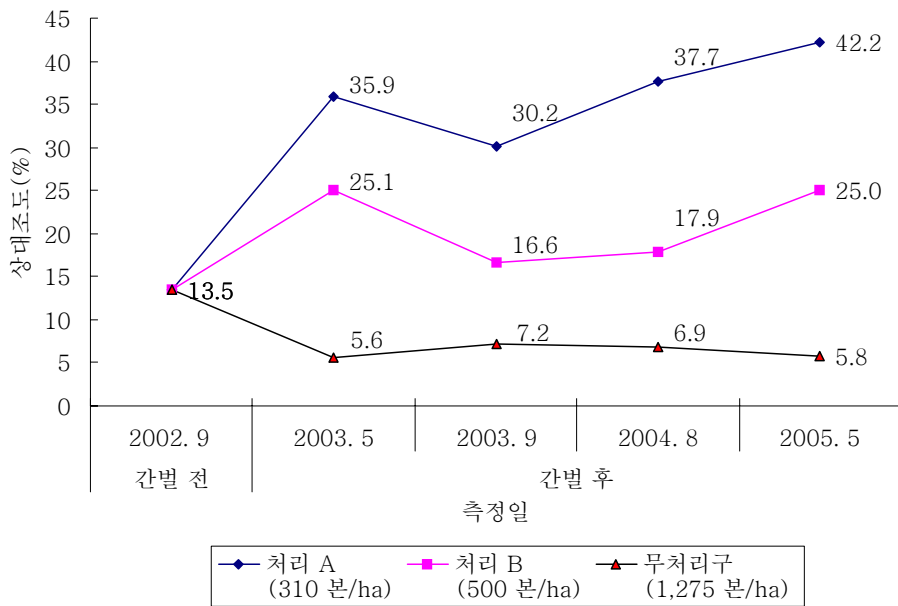


<그림 2-42> 간벌에 따른 활엽수림의 상층 수관 울폐도 변화.

4) 상대조도 변화

떡갈나무, 굴참나무 등의 참나무류 수종이 우점하고 있는 활엽수림의 경우, 잔존밀도에 따라 ha당 310본, 500본으로 두 개의 처리구를 두었으며, 간벌과 같은 시업적처리가 이루어 지지 않은 지역에 ha당 1,275본의 대조구를 대상으로 간벌 전인 2002년 9월부터 목초과종이 이루어지고난 1개월 뒤인 2003년 5월, 그리고 시간의 경과에 따라 매년 고정 표본점에서 임내조도를 측정하여 임의 나지에서의 전광에 대한 상대 비율로 상대조도를 측정 한 결과, 간벌 이전에는 전체 활엽수림에서 13.5%의 상대광선이 임내로 유입되었으나, 간벌이 이루어진 이후부터 대조구의 경우 오히려 감소하여 2~12,000lux 즉, 전광의 5~10% 내외 수준으로 유지가 되었는데 이는 넓은 잎의 활엽수 개체목의 잔존 밀도가 높게 유지되었기 때문으로 보인다. 낮은 광도로 인해 대조구의 하층에서 내음성이 강한 목초종이 겨우 활착을 하였으나 점차 쇠퇴하였으며, 그 외

기타 초본류의 식생의 피복율이 상당히 낮게 유지되었다. 간벌 3개월 뒤인 2003년 5월 간벌이 이루어진 A, B처리구 모두 급격한 상승률을 보였다. A처리구의 경우 35.9%, B처리구는 25.1%였다. 2003년 9월초에는 성장기간의 정점에 속해 있으므로 잔존 목들의 수관 확장 또는 왕성한 생장으로 인해 약간 감소하는 추세를 보였다. 간벌 후 2, 3년 까지 소폭 증가하는 경향을 보였지만 향후 잔존 임목간 생육공간에 대한 심한 경쟁과 중층과 하층 식생의 광합성 효율을 높이기 위한 수관 확장이 예상되므로 상대조도의 감소세가 예상된다.



<그림 2-43> 간벌 후 시간의 경과에 따른 상대 조도 변화.

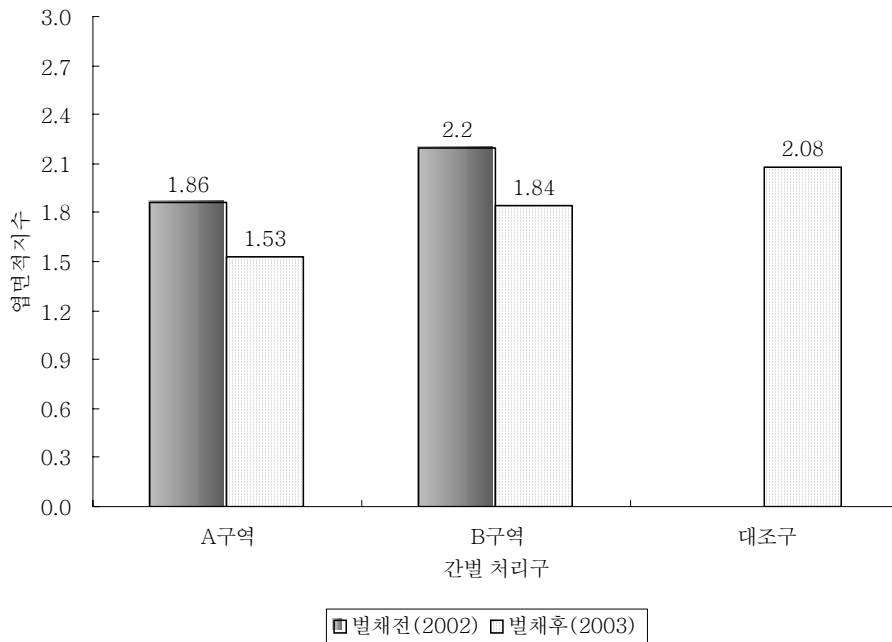
하층식생에 변화와 생산량에 가장 큰 영향을 끼치는 환경요소가 태양광선이며(Acciaresi *et al.*, 1994), 하층 식생의 성공적인 성장과 활착은 상층 임목의 성장, 나이, 밀도 뿐 만아니라 하층 식생의 내음성 정도와 직접적인 연관이 있다(Gaines *et al.*, 1954; Wolters *et al.*, 1982; Lewis *et al.*, 1984; Braziot, 1997; Kyriazopoulos *et al.*, 1999). 그러므로 임간 방목 또는 임간 재배 성패의

관건은 상대조도의 적절한 조절 및 유지 관리와 상황에 따라 변하는 광선량에 맞는 경제성 작물과 목초종을 도입하여 실제 적용하는 것이 중요하다고 판단된다. 그리고 자연광의 50% 되는 조건 하에서는 목초 생산량에 큰 영향이 없으며(한홍진 과 이종열, 1974; Stritzke *et al.*, 1976) 생육 한계광량은 자연광의 20%(Vezina and Boulter, 1966) 또는 25%(Gaskin, 1965) 인데 임간 초지에서는 년차가 계속될수록 목초 생산량의 감소폭이 커진다고 한다(Hart *et al.*, 1970). 그러나 목초종 가운데 가장 내음성이 강한 것으로 알려진 Orchardgrass(*Dactylis glomerata*) 뿐만 아니라(Burton, 1973; Lewis *et al.*, 1983) 식물 종들은 어느 정도 넓은 내음성을 가지므로 상대조도를 45~50% 정도로 적절하게 유지시키는 것이 가장 중요하다고 판단된다. 적절한 상대조도의 유지 관리를 위해서는 추가 도태, 하층간벌 또는 꾸준한 가지치기, 그리고 풀베기 작업 등의 집약적 관리가 중요하다 하겠다.

5) LAI 변화

LAI가 3~4가 될 경우 산림내부로 들어오는 태양광선의 95%를 차단하며(Loomis and Connor, 1992), 습한 지역에서의 성숙한 산림에서는 대개 8~9까지 측정 되는 것으로 보고하였다(Odum, 1971). 떡갈나무와 굴참나무 등 잎이 넓은 참나무류가 우점하는 활엽수림의 경우, 간벌하기 이전에는 약 1.8~2.0로 낙엽송림의 1.5~1.8 보다 비교적 높은 값을 보였다.

간벌 후에는 잔존 임분 밀도가 가장 높을수록 즉, 대조구-B처리구-A처리구 순으로 LAI가 높은 것으로 파악되었다. 소나무, 낙엽송, 활엽수 등 임상에 따른 차이와 흉고단면적에 따른 엽면적 지수의 변화 등에 대한 비교에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.



<그림 2-44> 활엽수림의 엽면적 지수 변화.

6) 임분내 미세환경 변화

천연활엽수림에 대한 벌채 전과 벌채 후의 미세 환경 인자인 조도, 임내온도, 습도, 토양온도, 습도에 대한 측정결과를 표 2-48에 나타내었다.

<표 2-48> 벌채 전, 후의 미세 환경 요소 변화 비교.

측정 시기	상대조도 (%)	임내온도 (°C)	임내습도 (%)	토양온도 (°C)	토양습도 (%)	
벌채 전	13.5	18.1	76.0	19.0	22.0	
벌채 후	처리 A	35.9	25.4	31.9	21.9	30.8
	처리 B	25.1	27.2	26.8	24.2	26.3
	대조구	5.6	24.4	36.1	21.6	34.5

별채 전(2002년 9월)의 천연활엽수림 임분 내부의 상대조도, 임내온도, 임내 습도, 토양온도, 그리고 토양습도는 각각 13.5%, 18.1℃, 76%, 19℃, 22%인 것으로 조사되었다. 임내습도가 상당히 높은 것으로 파악되었는데, 측정시기의 임분 내부의 안개로 인해 습도가 높았기 때문인 것으로 판단된다. 2003년 2월에 별채가 이루어진 후 2003년 5월에 측정한 상대조도는 대조구가 5.6%로 가장 낮고, B plot이 25.1%, A plot이 35.9%로 가장 높은 것으로 측정되었다. 즉 별채 강도가 강할수록 임지에 도달하는 태양광선 량이 증가하는 것으로 파악되었다. 그러나 태양광선이 임지에 많이 도달하면, 비례적으로 임분 내부의 온도가 상승하여 별채가 가장 많았던 A plot이 가장 높아야 하지만 오히려 상대적으로 별채가 약했던 B plot이 높게 나타났다. 그러므로 계절별에 따른 좀더 빈번하고 꾸준한 자료의 수집이 필요할 것으로 판단돼 지속적인 자료의 수집을 계획하고 있다. 임내습도, 토양온도, 토양습도 또한 일정한 경향이 발생하지 않으므로 이에 대한 지속적인 자료의 수집이 요망된다.

실연지의 별채 시점을 기준으로 별채 전과 별채 후의 시간적 경과에 따른 미세 환경 인자들에 대한 측정을 실시하여 아래 표에 나타내었다. 낙엽송림과 마찬가지로 더욱 복잡하고 다양한 인자들에 의해 영향을 받은 활엽수림의 임분 구조에서 짧은 조사기간과 데이터로 특정한 경향을 찾기가 무척 어려운 일일 것이다. 하지만 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

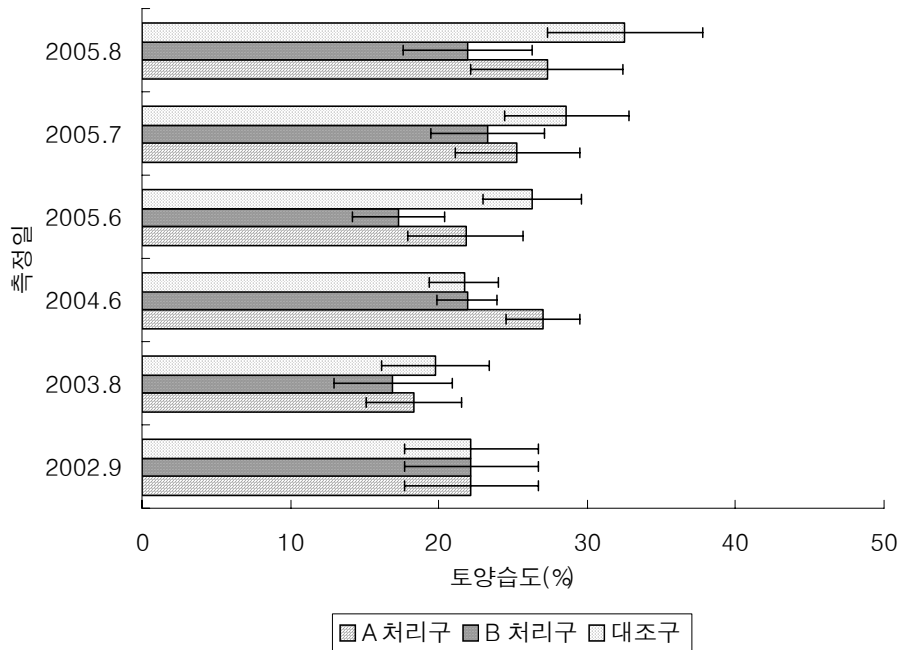
임내 온도, 임내 습도의 경우 일정한 경향을 찾을 수 없었으며, 토양온도 및 토양 습도의 경우 간벌 강도가 높을수록 즉, 잔존 밀도가 낮을수록 각각 증가하는 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 산림에서 이루어지는 연구 기간 5년만으로 자연현상을 대상으로 한 실험 결과를 도출하기가 상당히 어려운 면도 고려되어야 할 것으로 판단되며, 앞으로 지속적인 모니터링 작업이 필요할 것으로 판단된다.

<표 2-49> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 임내온도 및 임내 습도 변화.

간 벌 처리구	임내온도(℃)			임내습도(%)		
	벌채 전	벌채 후		벌채 전	벌채 후	
	2002.9	2003.5	2004.6	2002.9	2003.5	2004.6
처리구 A 310본/ha	18.1	25.4	20.1	76.1	31.9	63.4
	18.6-17.6	26.3-24.7	20.6-19.7	79.5-71.9	33.4-30.2	67.0-60.7
처리구 B 500본/ha	18.1	27.2	21.4	76.1	26.8	62.6
	18.6-17.6	31.3-24.9	23.4-20.8	79.5-71.9	30.1-20.1	65.4-56.7
대조구 1275본/ha	18.1	24.4	19.3	76.1	36.1	65.9
	18.6-17.6	24.6-24.1	20.1-18.7	79.5-71.9	36.7-35.6	68.5-62.5

<표 2-50> 간벌 처리구별 간벌 전, 후에 따른 토양온도 및 습도 변화.

간 벌 처리구	토양온도(℃)			토양습도(%)		
	벌채 전	벌채 후		벌채 전	벌채 후	
	2002.9	2003.5	2004.6	2002.9	2003.5	2004.6
처리구 A 310본/ha	19.3	21.9	33.7	22.2	30.8	27.0
	20.6-18.3	23.3-20.0	34.3-32.9	33.0-14.0	51.0-4.0	67.0-3.0
처리구 B 500본/ha	19.3	24.2	33.3	22.2	26.3	21.9
	20.6-18.3	27.2-21.1	36.2-32.0	33.0-14.0	43.0-4.0	54.0-3.0
대조구 1275본/ha	19.3	21.6	32.7	22.2	34.5	21.7
	20.6-18.3	26.7-20.6	32.9-32.4	33.0-14.0	70.0-8.0	79.0-3.0



<그림 2-45> 간벌에 따른 처리구별 토양 습도 변화.

간벌 및 임간 초지 조성 후 시간의 경과에 따른 처리구별 토양 습도 변화를 위 그림에 도시하였다. 간벌이 이루어지기 이전(2002. 9월)에는 전체 지역의 평균 토양습도가 22.2%로 균일한 편이었으며, 2003년 4월 목초 파종이 이루어진 4개월 뒤에 실시한 조사에서는 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 간벌이 실시되고 임내 토양 광선의 유입이 많아지면서 지표면 20cm 아래의 토양층의 수분은 처리구별로 차이를 보였으며, 임간 초지가 조성된 3년째인 2005년도 8월에는 간벌 강도가 높은 A처리구가 가장 높았으며, B구역이 가장 낮았다. B구역의 경우, 전석지가 넓게 분포하고 있고, A처리구나 대조구보다 태양광선을 수광량이 많은 지리적 조건 때문에 이러한 차이가 발생하는 것으로 판단된다.

7) 임목 성장량

활엽수림의 간벌 이전과 이후의 시간의 변화에 따른 임목 성장 조사 결과,

간벌량이 많았던 A처리구가 평균직경 성장량이 6.7cm 증가하여 B처리구와 대조구의 3.1cm와 0.9cm 보다 상당히 높은 증가량을 보였다. 즉, 간벌에 의해 임분 형질뿐 만아니라 직경생장의 개선되는 효과를 가져왔다고 할 수 있다. 수고생장의 경우 역시 간벌량이 많을수록 수고생장이 증가하는 A(+2.9m)-B(+1.6m)-대조구(+0.7m) 순으로 직경 성장과 동일한 양상을 보였다.

<표 2-51> 간벌에 따른 처리구별 임목 성장량 변화.

구분	직경(cm)			수고(m)			ha당 재적(m ³)		
	간벌 전	간벌 후		간벌 전	간벌 후		간벌 전	간벌 후	
	2002.3	2002.9	2005.8	2002.3	2002.9	2005.8	2002.3	2002.9	2005.8
A처리구	20.9	25.7	27.6	14.5	16.7	17.4	177.1	109.5	131.5
B처리구	18.1	20.1	21.2	12.9	13.8	14.5	138.7	97.8	113.5
대조구	15.3	-	16.2	12.1	-	12.8	182.7	-	235.7

재적의 증가량은 간벌이 이루어 지지 않은 대조구가 53m³으로 가장 높은 성장량을 보였으며, A처리구가 22m³, B처리구가 15.7m³의 증가량을 보여 인공 조림된 낙엽송림의 재적 증가량에서 대조구는 비슷한 양상이었지만 간벌 이후 증가량은 낙엽송에 미치지 못한 결과를 얻었다. 낙엽송림과 마찬가지로 단순 성장량을 기준으로 임간재배나 임간 방목에 적절한 임분 밀도를 설정할 수 없지만, 하층의 목초 생산량과의 상관관계를 고려해 보았을 때, 활엽수림의 경우, 목초의 활착은 잘 이루어진 반면, 생장은 기타 하층 식생과의 수고경쟁에서 우점을 보이지 못해 세력이 점점 쇠퇴해 가고 있다. 그러므로 활엽수림에서 임간 방목을 성공적으로 수행하려면, 목초 파종의 시기를 가을에 실시하고 봄에 생육 상황을 잘 살펴보고 하층식생과의 경쟁에서 불리할 경우 6월에 풀베기와 추가 목초의 파종을 고려해야 될 것으로 판단된다. 또한 활엽수림의 경우, 다양한 하층 식생의 유입으로 유입 종수가 많은 편이며, 특히 곰취, 삼주, 둥글레, 더덕과 같은 수익을 올릴 수 있는 작물의 생장이 양호하므로 ha당 500본인 B처리구가 가장 바람직한 임분 모형이 될 수 있을 것으로 판단된다.

라. 적용 임상별 적정 임분 밀도 및 산림시업 방안

<표 2-52> 소나무림의 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업 방법.

임 종		동령 · 순림								
생산기간(윤별기)		60년								
시업시기 및 임분제원	주요 임목 제원	시업 착수 (30년생)	30년생 시업후 목표치	40년생 벌채전	40년생 벌채후 목표치	50년생 벌채전	50년생 벌채후 목표치	60년생 벌채전	60년생 벌채후 목표치	
		평균흉고직경 (cm)	18.2	20.2	25.6	25.6	28.5	28.5	31.4	31.4
		평균 수고 (m)	15.3	16.3	18.4	18.4	20.5	20.5	21.0	21.0
		잔존본수 /ha	1,147	400	400	250	250	200	200	20
		흉고단면적 /ha (m ²)	29.8	12.8	20.6	12.9	15.9	12.8	15.5	1.55
		재적/ha (m ³)	217.2	99.4	180.4	113.0	155.2	124.9	154.9	15.5
기타 시업		임지 정리 작업	117.8m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가지치기	67.4m ³ 수 확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가지치기	30.3m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가지치기	139.4m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	
갱신방법		모수작업법 우량형 질목 20분을 모수로 남김 나머지 수확벌채, 임목간거리 22m								

※ 참고자료 : 산림청. 2000. 산림과 임업기술 III 산림경영(수확표). 755pp.

복잡 다양한 요소들이 연관된 산림에서 임목 등의 식생을 대상으로 수행되는 연구의 특성상, 간벌과 같은 시업적 처리를 통해 어떤 결과를 도출하기에는 5년이라는 시간은 충분하지 않지만 현재까지 들어난 결과를 바탕으로 대표적인 침엽수종인 소나무림과 인공 조림된 25년생 낙엽송림, 그리고 활엽수림을 대상으로 임간재배와 임간방목을 위한 적정 임분 모델을 수립하였다.

강원도 횡성군 둔내면 소나무림은 숲이 조성된 이후 일부 낙엽송, 잣나무 인공조림이후 숲가꾸기와 같은 임분형질을 개선시키기 위한 어떠한 시업적 처리도 이루어 지지 않고 방치된 상태에서 그대로 식생 천이가 진행되어온 내력을 보이고 있는데, 소나무의 경우 미국온대지역 또는 영국 등지에서 임간 방목에 가장 널리 적용되고 있는 수종이므로 본 연구에서도 소나무림을 선택한 것도와 같은 맥락에서 이다. 현재 소나무가 상층의 약 75%이상을 차지하는 순림 상태를 보이며, 생산기간을 60년으로 하여 윤벌기를 정하였다. 강원도 지방의 소나무림의 경우, 시업 착수 년도는 30년생일 때 임간재배 및 임간 방목을 위한 간벌을 실시하며, 간벌 전이 ha당 밀도가 1,147본일 때 잔존목의 약 65%를 하층 도태 간벌 및 제벌의 형태로 벌채를 실시하여 ha당 400본이 되도록 임분 밀도를 조절하며, 간벌이 이루어진 후 남겨진 벌채목과 벌채 잔여물은 모두 임지정리 작업을 통해 임분 밖으로 이동 시키고, 바이오칩으로 사용이 가능한 나무의 경우, 간벌 수익이 예상된다. 간벌 이후 임목은 넓은 생육공간에 대한 경쟁을 하기 때문에 빠른 수관 확장이 예상되고 그렇게 될 경우 임분내 도달 광선의 대부분이 수관에 의한 차단이 발생하므로 하층의 경제성 작물이나 목초의 생산량이 급격히 감소할 것으로 판단되므로, 이후 매 10년마다 추가 간벌과 가지치기는 상층 수관 울폐에 의한 하층작물과 목초의 생산량이 감소되는 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 방법이 될 수 있다. 10년 뒤에는 ha당 400본을 ha당 250본으로 잔존 본수를 약 38%까지 간벌을 실시하고 임지정리작업을 수행한다. 50년 뒤에는 ha당 250본에서 200본으로 추가 간벌을 실시하는데, 윤벌기까지 ha당 200본을 유지시켜 60년이 되는 해에 ha당 20본을 잔존시키고 모두 수확벌채를 실시한다. 이때 다음 임분의 후계림 조성을 위해 잔존된 20본

을 모수로 하여 후계수를 위한 종자를 퍼트리게 하며 임목간 거리는 약 22m로 한다. 갱신은 모수에 의한 천연갱신으로 유도하며, 임간 재배와 임간 방목의 지속성 여부도 이에 따라 수행 되어야 될 것으로 판단된다.

<표 2-53> 낙엽송림의 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업 방법.

임 종		동령 · 순림							
생산기간(윤별기)		60년							
시업 시기 및 임분 제원	주요 임목 제원	시업 작수 (30년생)	30년생 시업후 목표치	40년생 벌채전	40년생 벌채후 목표치	50년생 벌채전	50년생 벌채후 목표치	60년생 벌채전	60년생 벌채후 목표치
	평균 흉고 직경 (cm)	18.7	20.7	24.2	24.2	26.4	26.4	28.6	--
	평균 수고 (m)	16.8	17.8	20.0	20.0	21.3	21.3	21.8	--
	잔존본수 /ha	910	500	500	350	350	300	300	--
	흉고단면적 /ha (m ²)	25.0	16.8	23.0	16.1	19.1	16.4	19.3	--
	재적/ha (m ³)	192.8	137.3	211.1	147.8	186.7	160.3	193.1	--
기타 시업		임지 정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	55.5m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가치치기	63.3m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가치치기	26.4m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가치치기	193.1m ³ 수확 임지 정리 작업 (벌채 잔여물 정리)
갱신방법		인공조림							

1960년대 말부터 시작된 치산녹화 사업은 빠른 시간에 황폐화된 산림을 녹화하는데 성공하는 좋은 성과를 올렸다. 이때 많이 조림된 수종은 잣나무, 낙

엽송, 소나무, 사방오리, 아카시나무 등이다. 잣나무는 광선 차단량이 많으므로 임간재배나 임간방목을 적용하고자 간벌을 할 경우 상당히 많은 임목을 벌채해야 하는 부담이 있으므로 잣 종실과 목재생산 측면에서 불리한 조건을 가지고 있으므로 장뇌삼 등 상당히 높은 피음을 요구하는 임간재배이외에는 적용이 바람직하지 않을 것으로 판단되어, 강원도 횡성군의 소나무림과 더불어 대표적인 침엽수로서 속성수이고 수형이 좋아 임간재배나 임간방목과 같은 산림농업(Agroforestry)을 적용하기에 적합한 수종이라고 판단하여 강원대학교 학술림에 조성된 25년생 인공림을 대상으로 ha당 325본, 575본으로 간벌을 실시하고 ha당 1,150본은 간벌을 하지 대조구로 하여 임간재배 및 임간방목을 위한 적정 임분 유형을 찾는 연구를 수행한 결과 태양광선, 상층 울폐도, LAI 등 환경변화에 따른 하층의 목초 바이오매스 생산량, 두릅나무 등의 산촌 주민들의 소득 향상에 도움이 되는 작목의 성장 결과, 조성된지 25~30년 정도의 낙엽송림을 대상으로 산림농업 모델을 적용하고자 한다면, 시업 착수년도는 30년생 일 때 ha당 500본구로 간벌을 실시한다. 낙엽송림의 윤벌기 즉, 목재 생산을 위한 최종 수확벌채는 소나무와 같이 60년으로 하여 최초 30년생에서 시업을 시작하여 간벌목과 벌채 잔여물 등에 대한 임지정리작업을 집약적으로 실시해야 한다. 시작 후 매 10년 마다 추가 간벌을 실시하며, 간벌후 임지 정리작업과 가지치기도 병행하는 것이 임목 재질향상에도 좋은 영향을 미칠 것으로 판단된다. 40년생일 때, ha당 500본에서 350본으로 잔존 임목의 50%를 간벌하며, 50년생일 때는 300본으로 잔존시켜서 최종 수확기인 60년생까지 ha당 300본을 잔존목 없이 모두 최종 수확벌채 하도록 한다. 낙엽송림은 인공조림으로 갱신하여 후계림을 육성하며, 후계수로는 향수 현지 토양과 지위 특성에 맞는 수종을 선택하는 것이 중요하다고 판단된다. 낙엽송림의 경우, 임간재배와 임간방목 모두 가능한 임형이라고 판단된다. 하층에는 두릅나무가 자연 발생하여 단위면적당 상당한 두릅을 생산할 수 있으며, 상층에 조성된 낙엽송과의 서식처 요구도가 상당히 유사하다고 판단된다. 또한 오갈피, 가시오갈피와 같은 경제성 수종의 도입이 다른 임상에서 보다 용이 할 것으로 판단된다.

약 25년 간 쌓인 낙엽층 제거 작업이 상당한 노동력을 필요로 하였는데, 낙엽층을 제거하는데 소요되는 노동력은 일반 농가에서 작물관리에 투입되는 자가 노동으로 간주 될 수 있으며, 본 연구진에서 낙엽층 제거에 투입된 인부에 지급되는 인건비는 산주의 자가 노동으로 대체가 가능하므로 농사에 비교해 볼 때, 훨씬 적은 비용이 소요되므로 적은 비용, 노동력, 시간의 투입으로 비교적 높은 수익을 올릴 수 있을 것으로 판단된다.

<표 2-54> 활엽수림의 임간방목, 임간재배를 위한 적정 잔존 밀도 선정 및 시업 방법.

임종		이령·혼효림					
생산기간(윤벌기)		80년					
시업시기 및 임분제원	주요 임목 제원	시업 착수 (40년생)	40년생 시업후 목표치	60년생 벌채전	60년생 벌채후	80년생 벌채전	80년생 벌채후
	평균흉고직경 (cm)	23.1	25.1	32.5	32.5	36.9	36.9
	평균 수고 (m)	18.2	19.2	23.6	23.6	27.8	27.8
	잔존본수 /ha	550	300	300	200	200	20
	흉고단면적 /ha (m ²)	23.0	14.8	24.9	16.6	21.4	2.1
재적/ha (m ³)	175.8	119.3	246.8	164.5	249.9	24.5	
기타 시업		임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	56.5m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가지치기, 풀베기	82.3m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)	가지치기, 풀베기	225.4m ³ 수확, 임지정리 작업 (벌채 잔여물 정리)
갱신방법		소면적 개별(0.1~0.3ha)을 여러 군데 작업하여, 20본 잔존시킴. 실생묘 발생과 왜림작업으로 이령·복층림 유도, 맹아활력이 떨어지면 실생묘 보식					

우리나라 산림에서 많은 부분을 차지하고 있는 활엽수림의 경우, 민가와 인접한 접근성이 좋은 지역에 분포하는 산림의 대부분은 과거 연료재로 이용된 후 식생 천이에 의해 숲이 조성되고 발달되어서 실생묘 비율보다는 맹아에 근원을 둔 잔존 임목 구성 비율이 높은 경향을 보이고 있는 임상으로, 임간재배와 임간방목을 위한 적정 임분 밀도 유형을 찾아내고자 ha당 310본, 500본, 그리고 벌채 하지 않은 인접 지역에 ha당 1,275본의 대조구를 조성하여 간벌 후 시간의 경과에 따른 하층 식생 및 목초의 활력도를 관찰 하였다. 본 연구가 수행된 강원대학교 학술림의 활엽수림은 떡갈나무와 굴참나무 그리고 일부 물박달나무와 인근 잣나무 인공림에서 유입된 잣 종자에서 갱신된 하층의 잣나무가 자라는 비교적 단순한 수종구성을 보이는 대상지로서 B처리구(500본/ha)는 비교적 많은 돌들이 깔려 있어 벌채 후 임지정리작업이나 낙엽층 정리작업, 그리고 파종작업에 약간의 장애요인으로 작용하였다. 향후 대상지 선정시 돌이 적은 임지를 선택하는 것이 중요할 것으로 판단된다. ha당 1,270본의 대조구는 5~8%의 상대조도가 들어올 만큼 상층 임관의 태양광선 차단량이 많으므로 장뇌와 같은 높은 피음도가 요구되는 작목에 적용 가능 할 것이지만 일반 경제성 작물의 적용에는 적합지 않은 잔존 밀도라고 판단된다. 본 연구의 결과, 활엽수림에서의 목초 파종을 통한 임간방목 시험을 위해서는 본 연구진이 선택한 목초의 파종 시기를 봄이 아닌 가을을 선택하여 기존 하층식생과의 경쟁을 원천적으로 줄이고, 봄에 풀베기 작업을 통해 목초종이 우점 할 수 있는 환경을 개선해주는 것이 성패의 주요 원인이라고 판단된다. 즉, 소나무림이나 낙엽송림보다는 보다 집약적인 노동력의 투입이 필요할 것으로 보인다. 그러므로 임간재배를 위한 경제성 작물의 도입이 노동력이 적게 들어간다는 측면에서 좀 더 유리할 것으로 판단되어 시업 착수시기를 생장이 더딘 활엽수의 특성을 고려하여 40년생으로 시작 시기는 10년 늦추었다. ha당 300본으로 간벌을 실시 한 후 향후 매 20년 마다 추가 간벌을 실시한다. 윤벌기는 80년으로 하고 수형이 좋은 굴참나무와 떡갈나무를 최종 수확 수종으로 하였다. 80년생일 때 최종 수확벌채를 하는데, 소면적 개별(0.1~0.3ha)을 여러 군데 작업하여, ha당

20분의 모수를 남겨 후계수의 천연 하층 개신을 유도하며, 실생묘 발생과 왜림 작업으로 이령·복층림으로 유도하며, 맹아활력이 떨어지면 실생묘로 보식을 유도하여 후계림을 조성한다. 활엽수림은 소나무림과 낙엽송림과는 달리 꾸준한 풀베기 작업이 성패를 좌우할 정도로 중요한 산림사업이라고 판단된다. 또한 빨리 울폐되는 활엽수종의 특성을 고려한 가지치기의 병행작업이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

이러한 임간재배와 임간방목은 민가의 인근에서 이루어져야 가축 투입과 노동력 투입에 유리할 수 있다고 판단된다. 본 연구에서는 목초 파종을 연구진의 노동력으로 실시되었지만 가축을 통해 간벌 이전에 목초 종자를 뿌려 놓고 간벌 후 임지 정리작업을 할 때 토양의 노출을 이용한다든지, 간벌 후 임지정리 작업 이후 목초종자를 파종하여 소와 같은 가축을 이용하여 답압에 의한 파종과 선점식생의 제거에 이용하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 산림농업(Agroforestry) 모델 및 적용기술 개발과제 중 제 2 세부과제로서 강원도 및 우리나라 중부지방의 전형적인 임상인 소나무림과 인공조림된 25년생 낙엽송림, 그리고 천연활엽수림을 대상으로 잔존 밀도를 달리하는 하층 도태 간벌이 이루어진 후, 목초 종자 파종을 통한 임간 초지를 조성하여 시간의 경과에 따른 실연 임분의 수종구성, 종다양성, 하층 식생 변화, 하층 식생 Biomass, 상층수관 울폐도 변화, 상대조도, LAI(엽면적 지수), 토양습도, 갱신방법 등의 임분 생태적 특성 관찰을 통해 우리나라 실정에 맞는 임간재배 및 임간방목을 위한 적절한 임형 모델을 개발하는데 시업학적 정보를 제공하기 위해 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 소나무림에서의 산림농업 적용

소나무림에서는 숲의 기원이 인위적인 조림이 아닌 자연 발생된 이령림을

대상으로 하였지만, 인공조림지에서도 동일한 적용이 가능하도록 임간재배 또는 임간방목을 위한 윤벌기를 60년으로 설정하였다. 숲이 조성된 후 최초 30년 일 때 ha당 400본으로 정량간벌을 실시하고, 향후 매 10년간의 시간적 간격을 두어 추가 간벌을 ha당 250본(40년)-200본(50년)-20본(60년)으로 잔존 시켜 모수에서 천연 하층 갱신이 유도되는 방법으로 후계림을 조성하도록 계획하였다. 임목 연령이 60년에 도달 할 때 기대되는 임목제원의 목표치는 평균흉고직경, 평균수고가 각각 31.4cm와 21m, 그리고 ha당 재적은 139.4m³이 될 것으로 예상된다. 최초 30년에 시업을 통해 임분 밀도를 ha당 400본으로 잔존시킬 경우, 상층 수관 울폐도는 약 60%로 비교적 높은 울폐도를 보이고, 상대조도는 약 40%로 약간 낮은 비율을 보인다. 그러나 임목 형질을 향상시키기 위한 가지치기를 통해 임관 울폐도를 50%이하로 개선시키고, 태양광선의 임내 도달 비율을 50%이상으로 유지 시켜주는 작업을 간벌 후속 작업으로 병행해 주어야 한다. 임간초지의 경우, 년차가 계속됨에 따라 목초 생산량의 감소폭이 커지므로, 자연광의 최소 20%(Vezina 및 Boulter, 1966) 또는 25%(Gaskin, 1965)에서 50%까지 유지시키는 것이 하층식생의 발달과 목초 생산량을 유지시키는데(한흥진과 이종열, 1974; Stritzeke 등, 1976) 바람직 할 것으로 판단된다.

나. 낙엽송림에서의 산림농업 적용

잣나무와 더불어 널리 인공 조림되었으며, 대표적인 치산녹화 조림 수종인 낙엽송은 속성수로서 재질이 좋기 때문에 대경재 생산이 가능한 수종이다. 임간재배 및 임간방목을 위한 실연 시기를 조림된 이후 30년생부터로 설정하였으며, 하층 도태 간벌을 실시하여 실연 초기의 임분 밀도를 ha당 575본으로 하였다. 윤벌기를 60년으로 하여 매 10년 마다 간벌 및 가지치기를 병행하는 것이 장기적으로는 고가치의 대경재를 생산을 가능하게 하고, 단기적으로는 경제성 작물 또는 임간방목을 통한 지속적인 수익을 올릴 수 있도록 할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구 실연지와 같이 사면 경사도가 15~25°로 완경사인 경우, 잔존 밀도를 ha당 575본으로 유지하면 상층 수관 울폐도는 약 87.6%가

되고, 상대조도는 약 32.8%로 소나무림과 비교해볼 때 상대적으로 높은 율폐도와 낮은 상대조도를 보이고 있으나, 하층의 목초 생산량 조사 결과를 고려해볼 때 ha당 310본 처리구와 통계적으로 유의적인 차이가 발생하지 않았으며, 생산량 또한 양호하였으므로 잔존 임분 밀도를 최초 ha당 575본에서 매 10년간 350본(40년생)-300본(50년생)으로 감소시켜 최종 수확벌채 시기인 60년에 기대되는 임목제원은 흉고직경, 수고가 각각 28.6cm와 21.8m로 기대되며, 최종 300본을 모두 수확벌채하여 ha당 약 193.1m³가 수확가능 할 것으로 기대된다. 최종 수확 벌채 후, 후계림은 인공조림으로 조성하도록 계획하였으며, 최종 수확 벌채시 낙엽송은 낙엽의 분해가 잘 되지 않는 특성상 실연지를 조성할 때 축적된 낙엽층을 잘 처리 하는 것이 중요하다고 판단되며, 두릅나무, 오갈피, 가시오갈피, 더덕과 같은 경제성 작물의 자연적인 유입과 생장이 잘되는 특성을 보여 임간재배와 임간방목을 위한 좋은 임형이라고 판단된다.

다. 천연활엽수림에서의 산림농업 적용

우리나라 전체 산림면적의 약 25%(산림청, 2004)를 차지하는 활엽수림은 생장기간이 소나무나, 낙엽송에 비해 느리기 때문에 임간재배나 임간방목 시작 시점을 40년으로 설정하였다. 본 연구진이 선정한 대상지는 떡갈나무(42.6%)와 굴참나무(50.5%)가 우점하는 수종구성상의 특징을 가진 임분으로 최초 ha당 임분 밀도를 550본으로 하층도태간벌 및 구체벌을 실시한다. 이 때 상층 수관 율폐도는 91%, 상대조도는 25%정도로 조사되었는데, 잎이 넓은 활엽수의 특성상 상대적으로 높은 차광율을 보인다. 그러므로 가지치기로 태양광선의 수광율을 향상시키는 작업이 상당히 중요할 것으로 판단된다. 활엽수림의 윤벌기는 80년으로 하였으며, 최초 550본에서 매 10년간 ha당 300본(40년생)-200본(60년생)-20본(80년생)으로 추가 간벌을 실시하며, 최종 수확 벌채시 기대되는 임목제원은 흉고직경과 수고가 각각 36.9cm와 27.8m일 것으로 기대되며, 최종 수확 벌채시 잔존목 180본을 수확 할 수 있으며, 재적량은 ha당 245.4m³로 세 임상 중 가장 높은 수확량이 기대된다. 후계림을 위해 ha당 20본의 모수를 잔존

시키고, 실생묘 발생과 왜림작업으로 이령·복층림으로 휴계림을 유도하며, 맹아 활력이 떨어지면 실생묘를 보식하는 방법도 고려할 수 있을 것이다. 다른 임상과 달리 주변 임분에서 유입되는 하층식생의 생육이 활발하므로 경제성 수종 및 임간방목을 위해서는 보다 집약적인 풀베기작업으로 하층식생과 경제성 식생 및 목초와의 경쟁을 완화 시키는 작업이 중요하다고 판단된다.

마지막으로 본 연구진의 연구수행 중 가장 염려가 되었던 부분이 간벌 후 발생하는 토양 유실과 같은 환경적인 요인이었으나, 임간방목을 위해 직접 가축이 도입되어 연구가 수행된 강원도 횡성군 소나무 실연지에서의 실시된 강우량에 따른 토양 유실 조사 결과, 집중호우에 의한 토양유실이 거의 없는 친환경적 실연이었던 것으로 증명되었다. 그러므로 산림농업(Agroforestry) 실연은 친환경적이면서도 장기적인 목재수확의 실연과 단기적인 산촌주민들의 수익을 증대시키며, 향후 체험 생태 관광과 같은 프로그램과 연결된다고 가정할 때 임업분야에서의 세계적인 추세인 지속가능한 산림경영(SFM: Sustainable Forest Management)의 한 축을 산림농업으로 실현 할 수 있을 것으로 기대된다. 그러므로 정부 차원의 지속적인 법제 개편과 지원으로 활성화되기를 기대하는 바이다.

제 3 절 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

1. 임간초지조성에 관한 제반 조건 검토

가. 서론

산지가 많은 강원도를 중심으로 1970년대 후반부터 시작되었던 임간초지에 의한 방목은 많은 문제점을 나타내고 실패한 대표적인 사례이다(성, 2001). 산지경사지에서의 축산은 평지에서의 축산과는 아주 다르다. 초지의 생존을 결정하는 기후나 축산의 형태를 결정하는 지리적 조건의 변화가 심하며 기계화가 불가능하여 이에 따라 초지조성, 관리 및 가축사양에 대한 기술도 다양하게 나타날 수 밖에 없다. 따라서 산지경사지에서의 축산적 이용기술인 임간초지를 이용한 방목은 우리나라의 대표적인 환경친화형 축산의 모델로서 중요한 역할을 할 것이다.

이상에서 Silvopastoral system하의 임간초지에 의한 방목에 대한 체계적인 연구가 전혀 없어, 실제로 우리나라에 적용할 수 있는 산지경사지에서의 축산적 이용기술인 임간초지에 의한 방목에 대한 기술모델을 제시한다는 것은 아주 중요하다. 따라서 본 실험에서는 Silvopastoral system하의 임간초지에 의한 방목에 필요한 임간초지를 조성하는 방안에 대하여 검토하였다.

나. 재료 및 방법

1) 대상지 변경

당초 본 실험은 강원도 평창군 미탄면 해발 700-750m에 위치하고 있는 부계목장(최민규 사장, 한우사육, 60두)과 목장과 인접하는 국유림 4-5ha에서 실시할 예정이었다. 그러나 연구개시 7개월 후에 국유림 임대가 불가하다는 통고를 받고, 임간초지 대상지를 강원도 횡성군 둔내면 현천 3리에 있는 강원도 축산기술센터(이하“센터”)내 도유림으로 변경하게 되었다. 센터는 춘천에서 90km, 서울에서 140km(2시간) 거리에 위치하고 있다.

다. 결과 및 고찰

1) 임간초지 조성 서류

가) 임대면적 : 4.2ha (소나무림)

나) 임대 진행 상황

- (1) 제 2세부과제와 공동으로 초지조성 허가 서류 제출(횡성군)
- (2) 기초조사(수종조사, 벌목재 선별 등) 완료
- (3) 현황 측량 완료
- (4) 초지조성 허가서류 완료

2) 초지조성허가의 어려움

실제로 임간초지를 조성하는 것보다 관련 공무원(산림과와 축산과)들에게 임간초지조성의 당위성 설명 및 초지조성을 위한 서류를 구비하는데 4-5개월 소요되는 어려움이 있었다.

3) 초지대상지의 지형 및 지세, 수문, 수계, 식생 및 경관 등의 입지조사

가) 지형 및 지세

동서 양측 능선으로 남측방향으로 트여진 완만한 경사를 이루고 있었고, 2개의 작은 골을 갖고 있으며, 골과 골 사이에는 휴경 밭으로 되어 있다.

나) 표고

중부지방의 전형적인 지형으로 표고 496-638m사이에 위치하고 있고, 도로쪽으로 급경사지가 일부 있으나 전반적으로 경사 30%이하의 낮은 능선으로 구성되어 있다.

다) 수문

특별한 수계는 나타나지 않으며, 대상지를 따라 개설된 작은 도랑이 있고, 대상지 입구 쪽에 작은 늪지가 존재하고 있다. 경사지를 따라 내려오는 밭의 일부는 아주 습한 상태로 되어 있어 샘물이 나오는 있다.

라) 식생 및 경관

전반적으로 다양한 식생의 혼효림 상태로 침엽수림이 우점되어 있다. 북측에

서 남측으로 조망하게 되면 주 진입도로와 이미 조성된 초지를 볼 수 있다.

마) 기상 및 기후

<표 3-1> 임간초지 조성 대상지의 기상 및 기후.

구분		월별											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
기온 (°C)	평균	-6.2	-2.5	3.9	11.2	16.8	21.3	23.9	24.9	18.7	11.9	4.5	-2.1
	최고	0.2	3.6	10.3	18.7	24.6	27.3	28.9	30.0	25.2	19.2	10.8	3.8
풍속(m/s)	최저	-11.9	-7.7	-1.9	4.0	10.5	15.8	20.3	20.6	13.8	6.0	-0.8	-7.1
	평균	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	WNW	WNW	WNW	WSW	WSW
강수량(mm)	평균	1.0	1.3	1.6	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.1
	일조시간 (h)	27.5	25.2	59.0	61.8	92.9	131.3	375.3	258.7	183.0	44.4	52.5	25.4
	평균	183	183	217	248	257	244	189	219	204	205	158	165

본 지역은 계절풍의 영향을 받는 중부내륙성 기후에 속하며 비교적 추위와 더위의 차가 크다. 10년간의 평균 기온, 풍향, 풍속, 강수량 및 일조시간은 표 3-1과 같다. 연평균 기온은 10.8°C 최고 기온 31.3°C 최저기온 -18.4°C로 연간 기온의 차가 심하면 타 지역에 비하여 저온 현상을 나타내고 있다. 연평균 강우량은 1,406mm로 전국 평균 강우량보다 많은 편이며 강우량의 73.5%가 6-8월에 집중되고 있다.

풍향은 12월부터 6월은 서남서 방향, 7월은 남서 방향, 8월에서 10월은 서북서 방향을 나타내고 있다. 풍속은 0.9-1.7 m/s를 나타내며, 일조시간은 11월의 158시간에서 5월의 257시간의 범위에 있다(표3-1).

바) 토양 분석

토양분석을 위하여 임간초지대상지로부터 총 9개소의 시료를 채취하였다.

이 지역의 환경영향평가자료(1993)에 의하면 pH는 4.8-5.3범위에 있는 산성토양으로, Cu, Cd, Pb 및 Zn 등의 중금속은 기준치 이하로 나타나고 있다.

사) 수질 분석(대상지 및 하류지역의 BOD, COD, 질소 및 인함량)

대상지에 따라 작은 도랑이 있으나 현재 가뭄으로 전혀 물이 존재하지 않고 있어 분석용 시료채취가 불가능하였다. 8월 하순정도가 되어야 수질분석이 가능할 것으로 사료된다. 환경영향평가자료(1993)에 의하면 이지역의 수질은 pH 7.1-7.5, BOD 0.9-1.3 ppm, TP 0.01-0.02 ppm 으로 하천의 환경기준 1-2등급의 깨끗한 수질을 나타냈다.

4) 임간초지조성 방법 검토

임간초지조성방법은 다음과 같은 과정으로 진행된다. 목초파종시기가 가을 파종에 해당하므로 파종적기인 2001년 8월하순 이전에 파종상을 준비한다.

가) 목책설치

간벌이 완료되면 4. 2ha(3개의 면적으로 구분, 총 연장 2800m)면적에 가시철선의 목책을 설치한다. 목책설치는 2.1m의 주주를 지하로 0.6m를 묻고 지상으로 1.5m 설치한후, 가시철선을 0.5m 간격으로 3줄 설치한다. 여기에 보조기둥을 15m당 1개소에 설치하여 목책을 보강토록하게 된다. 목책을 3개 처리수준(임분밀도를 ha당 100본, 200본 및 300본 처리)별로 설치한다.

나) 선점식생제거

잡관목류 및 밀생수종 등의 선점식생을 제거하기 위하여 간벌이 종료되면 목책이 설치되고 ha당 150두의 한우를 투입하여 중방목으로 제거한다. 선점식생을 제거할 경우 초분류의 야초와 일부지역은 오차드그라스, 켄터키블루그라스 등이 재생할 가능성이 있으므로 그대로 활용한다.

다) 간벌 및 가지치기

광선투과량을 높이기 위하여 입목도가 높은 곳은 처리수준(ha당 100본, 200본 및 300본 처리)에 의거 나무가지, 구부러진 나무 등을 솎아준다.

라) 시비

토양분석결과에 의거 토양 pH를 6.5정도로 교정하며 이때 석회시비량은 ha 당 2-3톤 정도 시비한다. 비료로는 작업공정상 복합비료(질소 80,인산 200 및 칼리 70kg/ha)를 시비하며, 경우에 따라서는 석회도 비료와 함께 시비한다.

마) 파종

(1) 파종시기

8월하순-9월초순(토양수분이 가장 높은 시기에 파종)

(2) 혼파조합(kg/ha)

orchardgrass : perennial ryegrass : kentucky bluegrass : ladino clover

15 : 9 : 4.5 : 1.5

토양조건 및 광선투과율에 따라 일부 초종은 timothy 또는 Tall fescue로 대체할 수 있다.

(3) 파종방법

겉뿌림법(Over sowing)

바) 복토 및 진압

(1) 인력에 의한 갈퀴질

(2) 가축에 의한 중방목(150두/ha)

사) 식생조사

(1) 간벌 및 선점식생 제거 후 재생하는 야초의 종류 및 초장 등을 조사

(2) 8월 하순파종 후) 목초의 발아율, 출현율, 정착율 및 초장 조사

2. Silvopastoralsystem의 산지경사지에 있어서 혼파조합별 차광정도에 따른 건물수량및사료성분변화

가. 서론

목초성장에 있어서 광선은 식물체 생육에 필수 불가결한 요소이다. 그러나 산지에서 임간초지를 조성할 경우 광선이 임목 등의 기존식생에 의하여 차단

되어 목초의 생장에 장애를 받는다. 본 연구팀은 Agroforestry 등 임간 초지에
서 임간 방목을 통한 축산물 생산 기술 개발에 관한 일련의 연구를 수행하고
있다. 그러나 임지에서 초지를 조성할 때 문제 중의 하나는 수간(樹幹)에 의해
빛이 차단됨으로써 목초생육의 저하가 초래될 수 있다는 점이다. 이러한 문제
점을 보완하기 위해서는 shade(차광정도)에 대한 적응성이 높은 초종들을 이
용한 적절한 혼과 조합의 선택이 중요하다. 본 연구는 차광정도가 각 혼과 조
합의 건물수량과 사료성분에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

나. 재료 및 방법

1) 장 소 : 강원도 축산기술연구센터 (횡성군)

2) 실험기간 : 2001년 9월부터 2002년 10월 까지

3) 차 광 정 도 : 0%, 35%, 50% 및 75% (사진 1)

4) 0% 평균 조도 : 46,000 ~ 50,000lux

5) 품 종

Orchard grass(OG), Tall fescue(TF), Kentucky bluegrass(KBG), Ladino
clover(LC), Perennial ryegrass(PRG), Timothy(Ti)

6) 조 합 구 성

가) I 조합 (OG+TF+KBG+LC+PRG+Ti)

나) II 조합 (OG+KBG+LC+Ti)

다) III 조합 (OG+TF+KBG+LC)

라) IV 조합 (OG+TF+LC+Ti)

7) 파종량(kg/ha) : OG (15), TF (15), KBG (10), LC (8), PRG (7),
Ti (12)

8) 파 종 시 기 : 2002년 4월 20일

9) 파 종 방 법 : 흩어뿌림

10) 시비량(kg/ha) : 200 - 180 - 240

12) 예 취 시 기

1차(02년 6월 15일), 2차(02년 8월 9일) 및 3차(02년 10월 11일)

13) 처 리 수 : 3반복

14) 통 계 처 리

포장시험은 Split plot design으로 처리당 3반복하였고, 본 시험에서 얻은 모든자료는 SAS 프로그램 (SAS institute, 1990)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균간 유의성 검정은 LSD 검정법을 이용하였음.

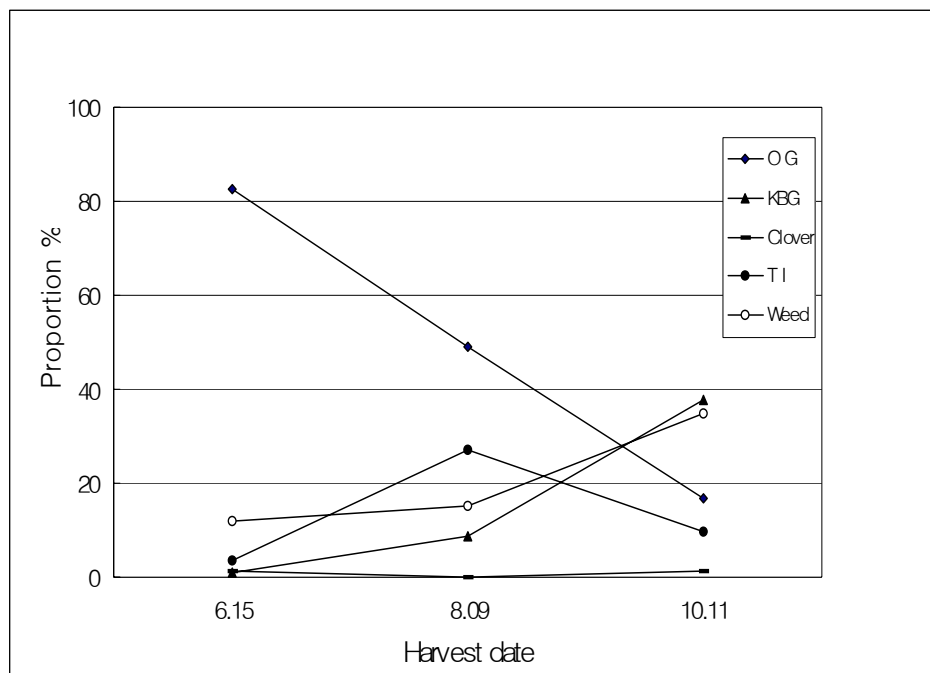


<사진 3-1> 차광정도에 따른 혼파 조합별 목초의 생육 상태.

다. 결과 및 고찰

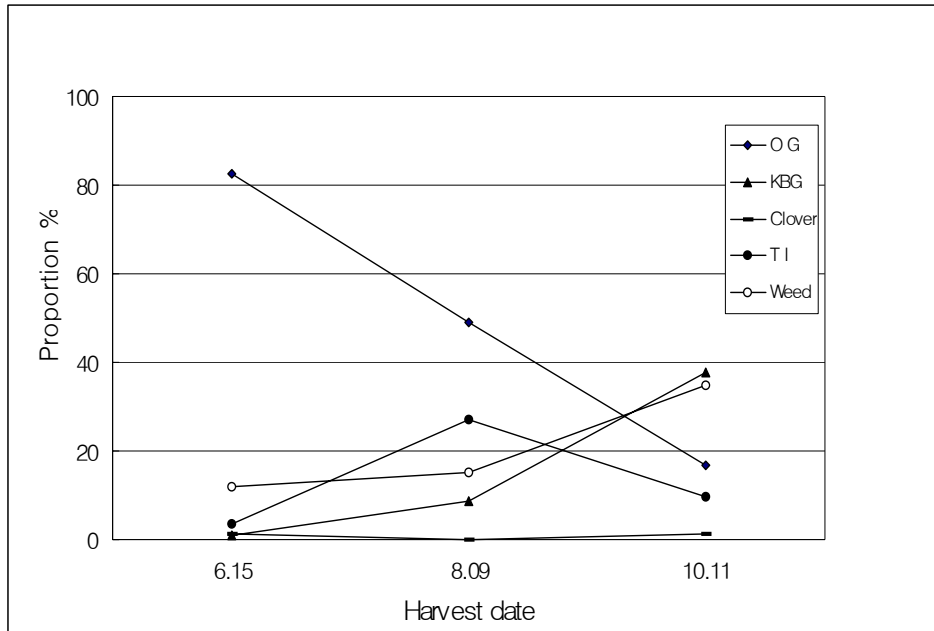
1) 식생변화

모든 혼파조합에서 차광정도에 관계없이 오차드그라스가 우점되는 경향을 나타냈고, 이러한 경향은 차광정도가 커질수록 더욱 뚜렷한 결과를 보였다 (Fig. 3-11, 3-12, 3-13, 3-14). 이것은 오차드그라스가 다른 초종에 비해 그늘에 강하며 과수원 하초지나 임간 하초지에 잘 적응한다는 보고와 비슷한 결과이다 (김, 1983). 켄터키 블루그라스는 차광하에서 보통 20%내외의 비율을 보여 (Fig. 3-11, 3-12, 3-14) 오차드그라스보다 음지에 대한 적응성이 강하지 못함을 나타냈다. 그리고 클로버는 아주 낮은 수준의 비율을 보였는데 (Fig. 3-11, 3-12, 3-13, 3-14), 이것은 차광시 직립형인 화본과 목초가 클로버보다 빛에 대한 반응도가 높아 생육이 빠르며 수량이 많기 때문이라는 보고와 일치한다 (Chan 및 Mac Kenzie, 1971).



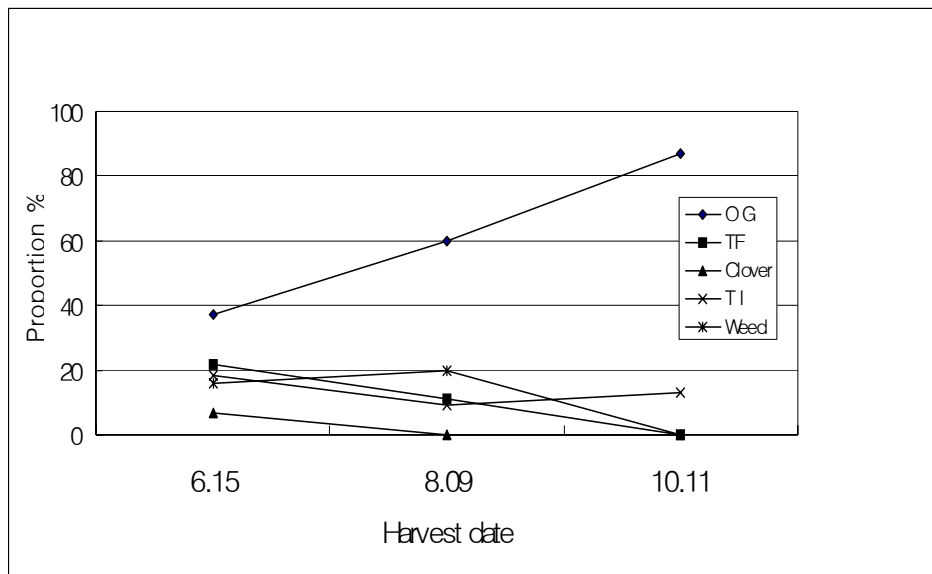
<Fig 3-1> The proportion of each grass and clover of 2MT(OG+KBG+Clover+Ti) under 0% shade degree at each harvest date.

클로버에 대한 또 다른 보고에서 질소비료 사용으로 인해 화분과 목초의 생육촉진으로 차광시 상대적으로 클로버의 생육이 억제된다는 연구결과와도 일치한다.

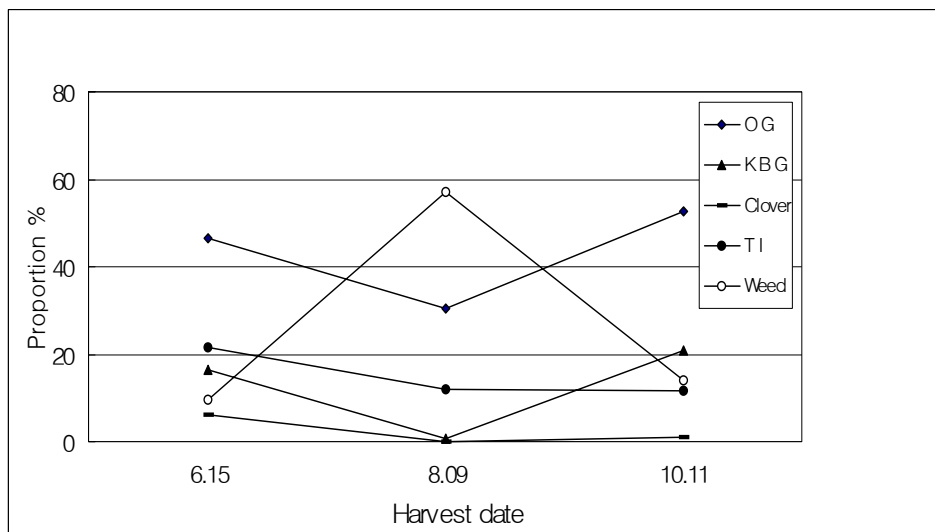


<Fig 3-2> The proportion of each grass and clover of 2MT (OG+KBG+Clover+Ti) under 35% shade degree at each harvest date.

이와 같이 오차드그라스가 다른 목초에 비해 음지에 대한 적응성이 높다는 결과는 앞으로 임간초지 조성시 비음도가 높은 지역에 가장 적합한 초종이 될 것이라 생각된다. 또한 비음도가 높은 지역에서 질소비료를 제한하고 예취 횟수나 높이를 낮추는 것이 클로버의 점유비율을 높이는데 도움을 줄 것이라 생각된다.



<Fig 3-3> The proportion of each grass and clover of 4MT (OG+TF+Clover+Ti) under 50% shade degree at each harvest date.



<Fig 3-4> The proportion of each grass and clover of 3MT (OG+TF+KBG+Clover) under 75% shade degree at each harvest date.

<Table 3-2> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures harvested at 6/16(1st harvest) under different shading degrees.

Shading degree	Mixture type	Yield	CP	NDF	ADF	RFV
%		kg/ha	-----g/kg-----			
75	1MT	1373 ^a	212 ^a	537 ^a	312 ^a	113 ^a
	2MT	701 ^c	214 ^a	572 ^a	321 ^a	104 ^a
	3MT	1043 ^b	235 ^a	555 ^a	281 ^a	113 ^a
	4MT	1167 ^{ab}	232 ^a	550 ^a	303 ^a	113 ^a
	Mean	1071 ^B	223 ^A	553 ^B	304 ^A	111 ^{AB}
50	1MT	1477 ^a	219 ^a	574 ^a	304 ^a	107 ^a
	2MT	1111 ^{ab}	229 ^a	552 ^a	310 ^a	110 ^a
	3MT	699 ^b	217 ^a	547 ^a	309 ^a	111 ^a
	4MT	837 ^{ab}	220 ^a	540 ^a	299 ^a	114 ^a
	Mean	1031 ^B	221 ^A	553 ^B	305 ^A	110 ^{AB}
35	1MT	1410 ^a	230 ^a	508 ^a	264 ^b	127 ^a
	2MT	854 ^b	226 ^a	511 ^a	286 ^{ab}	121 ^a
	3MT	1268 ^{ab}	175 ^a	606 ^a	326 ^a	98 ^a
	4MT	1253 ^{ab}	206 ^a	507 ^a	266 ^{ab}	126 ^a
	Mean	1196 ^B	209 ^A	533 ^B	285 ^A	118 ^A
0	1MT	2925 ^a	176 ^a	578 ^a	301 ^a	106 ^a
	2MT	2204 ^b	161 ^a	602 ^a	341 ^a	97 ^a
	3MT	2909 ^a	151 ^a	590 ^a	312 ^a	102 ^a
	4MT	2446 ^{ab}	166 ^a	604 ^a	294 ^a	102 ^a
	Mean	2621 ^A	163 ^B	594 ^A	312 ^A	102 ^B

^{a,b,c,d} Means within a column for a given shade without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

^{A,B,C,D} Means within a column among whole plots(shade effect) without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

2) 목초 생산수량

<Table 3-3> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures harvested 8/9 (2nd harvest) under different shading degrees.

Shading degree	Mixture type	Yield	CP	NDF	ADF	RFV
%		kg/ha	-----g/kg-----			
75	1MT	1057 ^a	194 ^a	519 ^b	280 ^b	121 ^a
	2MT	640 ^b	183 ^a	647 ^a	379 ^a	85 ^b
	3MT	899 ^{ab}	196 ^a	643 ^a	347 ^a	90 ^b
	4MT	960 ^{ab}	190 ^a	619 ^a	355 ^a	92 ^b
	Mean	889 ^C	191 ^A	607 ^C	340 ^B	97 ^A
50	1MT	1880 ^a	206 ^a	634 ^a	367 ^a	88 ^a
	2MT	917 ^b	191 ^b	652 ^a	367 ^a	86 ^a
	3MT	2112 ^a	154 ^c	657 ^a	368 ^a	85 ^a
	4MT	1156 ^b	176 ^b	587 ^a	321 ^a	103 ^a
	Mean	1516 ^B	182 ^A	633 ^{BC}	356 ^B	91 ^{AB}
35	1MT	2473 ^b	145 ^a	637 ^a	371 ^a	88 ^a
	2MT	3593 ^a	158 ^a	653 ^a	352 ^a	88 ^a
	3MT	1494 ^c	185 ^a	635 ^a	362 ^a	89 ^a
	4MT	2140 ^{bc}	151 ^a	644 ^a	349 ^a	89 ^a
	Mean	2425 ^A	160 ^B	642 ^B	359 ^B	88 ^B
0	1MT	3298 ^{ab}	94 ^b	693 ^a	380 ^a	80 ^a
	2MT	3491 ^a	108 ^{ab}	693 ^a	382 ^a	79 ^a
	3MT	2222 ^{ab}	111 ^{ab}	700 ^a	387 ^a	78 ^a
	4MT	1944 ^b	125 ^a	672 ^a	381 ^a	82 ^a
	Mean	2739 ^A	109 ^C	690 ^A	382 ^A	80 ^C

^{a,b,c,d} Means within a column for a given shade without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

^{A,B,C,D} Means within a column among whole plots(shade effect) without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

<Table 3-4> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures harvested at 10/11 (the 3rd harvest) under different shading degrees.

Shading degree	Mixture type	Yield	CP	NDF	ADF	RFV
%		kg/ha	-----g/kg-----			
75	1MT	742 ^{ab}	177 ^a	502 ^b	248 ^{ab}	129 ^a
	2MT	883 ^a	174 ^a	537 ^a	268 ^a	118 ^b
	3MT	454 ^{bc}	204 ^a	512 ^{ab}	245 ^b	127 ^a
	4MT	306 ^c	198 ^a	515 ^{ab}	238 ^b	127 ^a
	Mean	596 ^{BC}	188 ^A	517 ^{AB}	250 ^{AB}	125 ^{AB}
50	1MT	427 ^a	174 ^a	492 ^b	236 ^b	133 ^a
	2MT	459 ^a	177 ^a	523 ^a	255 ^a	123 ^b
	3MT	401 ^a	173 ^a	518 ^a	252 ^a	124 ^b
	4MT	420 ^a	181 ^a	514 ^{ab}	244 ^{ab}	127 ^{ab}
	Mean	427 ^C	176 ^B	512 ^{AB}	247 ^B	127 ^{AB}
35	1MT	841 ^a	150 ^a	506 ^a	249 ^a	128 ^a
	2MT	816 ^a	151 ^a	486 ^a	234 ^a	135 ^a
	3MT	621 ^a	174 ^a	491 ^a	247 ^a	133 ^a
	4MT	735 ^a	173 ^a	504 ^a	251 ^a	128 ^a
	Mean	751 ^B	162 ^C	497 ^B	245 ^B	131 ^A
0	1MT	1973 ^a	117 ^a	520 ^a	260 ^a	128 ^a
	2MT	1409 ^b	121 ^a	572 ^a	280 ^a	113 ^a
	3MT	2283 ^a	125 ^a	525 ^a	259 ^a	122 ^a
	4MT	920 ^c	138 ^a	534 ^a	255 ^a	121 ^a
	Mean	1646 ^A	125 ^D	538 ^A	264 ^A	121 ^B

^{a,b,c,d} Means within a column for a given shade without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

^{A,B,C,D} Means within a column among whole plots (shade effect) without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

목초 생산수량은 예취시기별로 보았을 때 첫 번째 (6/16) 와 두 번째 예취시기 (8/9)에 높았으며, 마지막 예취시기 (10/11)에는 매우 낮은 목초 생산수량을 보였다(Table. 3-7, 3-8, 3-9). 차광정도에 따른 생산량은 차광정도가 전혀 없는 0%에서 연평균 ha당 7006 kg이 생산되는 것으로 가장 높은 목초 생산수량을 보였으며, 그 다음으로 35% 차광 처리구에서 4372 kg을 보였다. 비음의 정도가 심한 50 및 75 %의 차광수준에서는 목초 생산수량이 각각 2974 및 2556 kg 으로 이 두 처리구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 연 평균 목초 수량은 모든 예취시기와 차광정도에 관계없이 1번 혼파조합 (OG, Ti, TF, PR, KBG, Clover)에서 가장 높은 생산성을 나타냈으나, 비음정도가 낮은 35 % 처리구에서는 2번 혼파조합 (OG, KBG, Ti, Clover)에서도 높은 목초생산성을 보였다.

3) 사료성분

모든 예취시기에서 차광정도가 높을수록 조단백질의 함량이 증가하는 것을 볼 수 있었다(Table.3-7 & 3-8). 이는 차광정도가 높아 비음이 심해지면 식물체가 흡수한 상당량의 질소가 아미노산이나 단백질로 합성되지 못하고 많은 양이 질산태 질소($\text{NO}_3\text{-N}$) 형태로 축적되기 때문이다 (박 등, 1988). 하지만 같은 수준의 차광정도에서는 혼파조합별로 조단백질 함량의 차이는 뚜렷이 나타나지 않았다. NDF와 ADF함량은 차광을 했을 경우가 차광을 안 했을 때 보다 유의적으로 낮게 나타났으나, 차광수준별에 따른 NDF 및 ADF 함량차이는 나타나지 않았다 (Table. 3-10). 이는 비음하에서 생육되는 목초에 비해 충분한 광선하에서 생육되는 식물체는 성장이 빨리 진행됨에 따라 식물체 내부의 구조탄수화물의 함량 또한 급격히 증가함에 따라 발생된 결과라 할 수 있다. 혼파조합별로 보면 1번 혼파조합에서 가장 낮은 NDF 함량을 나타냈고, 이러한 경향은 차광정도가 심해질수록 더욱 뚜렷한 경향을 나타냈다.

<Table 3-5> The yield and nutritive value of grass-clover mixtures under different shading degrees when three harvests were averaged.

Shading degree	Mixture type	Yield	CP	NDF	ADF	RFV
%		kg/ha	-----g/kg-----			
75	1MT	3172 ^a	194 ^{ab}	519 ^b	280 ^c	121 ^a
	2MT	2223 ^b	190 ^c	585 ^a	323 ^a	102 ^b
	3MT	2396 ^b	212 ^a	570 ^a	291 ^{bc}	110 ^b
	4MT	2396 ^b	207 ^{ab}	561 ^a	299 ^b	111 ^b
	Mean	2556 ^C	201 ^A	559 ^B	298 ^B	111 ^A
50	1MT	3784 ^a	200 ^a	567 ^a	302 ^a	110 ^a
	2MT	2488 ^c	199 ^a	576 ^a	311 ^a	106 ^a
	3MT	3212 ^b	181 ^a	574 ^a	309 ^a	107 ^a
	4MT	2412 ^c	192 ^a	547 ^a	288 ^a	114 ^a
	Mean	2974 ^C	193 ^A	566 ^B	303 ^B	109 ^A
35	1MT	4723 ^{ab}	175 ^a	550 ^a	295 ^{ab}	114 ^a
	2MT	5263 ^a	179 ^a	550 ^a	291 ^b	115 ^a
	3MT	3374 ^c	178 ^a	577 ^a	312 ^a	107 ^a
	4MT	4127 ^{bc}	177 ^a	552 ^a	289 ^b	115 ^a
	Mean	4372 ^B	177 ^B	557 ^B	296 ^B	113 ^A
0	1MT	8195 ^a	129 ^a	597 ^a	314 ^a	105 ^a
	2MT	7104 ^a	130 ^a	622 ^a	335 ^a	96 ^a
	3MT	7414 ^a	129 ^a	605 ^a	319 ^a	101 ^a
	4MT	5310 ^b	143 ^a	603 ^a	310 ^a	102 ^a
	Mean	7006 ^A	133 ^C	607 ^A	319 ^A	101 ^B

^{a,b,c,d} Means within a column for a given shade without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

^{A,B,C,D} Means within a column among whole plots (shade effect) without common superscripts differ ($p \leq 0.05$)

<표 3-6> 차광정도에 따른 각 혼파조합에서의 건물수량 및 사료성분.

조합별	차광정도	총건물수량 Kg/ha	% of DM			
			CP	ADF	NDF	RFV
1조합	75%	2115	19.4	28.0	51.9	121
	50%	3784	20.0	30.2	56.7	124
	35%	4724	17.5	29.5	55.0	128
	0%	8195	12.8	31.4	59.7	116
	Mean	4705	17.4	297.6	558.2	122
2조합	75%	2224	19.0	32.3	58.5	117
	50%	2488	20.0	31.1	57.6	120
	35%	5263	17.9	29.1	55.0	173
	0%	7104	13.0	33.5	62.2	116
	Mean	4270	17.5	31.5	58.3	132
3조합	75%	2396	21.2	29.1	57.0	124
	50%	3212	18.1	31.0	57.4	121
	35%	3374	17.8	31.2	57.7	106
	0%	7414	12.9	31.9	60.5	170
	Mean	4099	17.5	30.8	58.2	130
4조합	75%	2433	20.7	29.9	56.1	110
	50%	2412	19.2	28.8	54.7	130
	35%	4127	17.7	28.9	55.2	129
	0%	5310	14.3	31.0	60.3	156
	Mean	3571	18.0	29.6	56.6	131

※ 각각의 차광정도에 따른 최적 목초 혼파조합 결과.

우리나라의 임간초지에 적합한 혼파 조합은 적응성 및 생산성 등으로 보아 Orchardgrass 위주형으로 하는 것이 가장 유망하며 차광정도가 높아짐에 따라 조합에 상관없이 목초의 건물수량은 감소하는 것을 볼 수 있다. 비음정도가 높은 산림에 임간초지를 조성할때 Orchardgrass를 주초종으로 하고 Tall fescue, Kentucky bluegrass, Ladino clover, Perennial ryegrass, Timothy 혼파하여 조성하고, 비음정도가 낮은 곳에서는 Orchardgrass를 주초종으로 Kentucky bluegrass, Ladino clover, Timothy를 각각 혼합하여 조성하고 Clover의 점유 비율을 높이기 위하여 질소비료를 제한하여 시용하고, 방목강도를 높여 관리하

면 우리나라의 산지를 우수한 청정 조사료 자원의 생산 기반으로 활용함과 친환경적 축산물 생산에 크게 기여할 것으로 사료된다.

(1) 차광정도에 따른 목초 혼과 조합별 건물수량은 75%, 50%, 30% 및 0% shade 하에서 각각 4조합(2,433kg), 1조합(3,784kg), 2조합(5,263kg) 및 1조합(8,195kg)이 가장 높게 나타났다.

(2) 차광정도별 목초 혼과조합 평균 건물수량은 0%에서 7,006kg로서 가장 높게 나타났으며, 35%는 4,372kg, 50%는 2,974kg, 75%는 2,292kg 순으로 높았다.

(3) 차광정도에 따른 목초 혼과 조합별 사료성분에 있어서 CP함량은 조합에 따른 차이는 없었으나, 각 조합 공히 차광정도가 증가함에 따라 CP 함량이 상승하는 것으로 나타났다.

(4) NDF 및 ADF함량은 차광정도에 따른 목초 혼과 조합별 차이는 없었으나, 무차광구가 각각의 차광구에 비해 높게 나타났다(표 3-11).

4) 적 요

차광수준이 높아짐에 따라 모든 혼과조합의 목초수량이 감소하는 결과가 나타났으며, 특히 차광수준이 50와 75%에선 급격히 감소하였다. 혼과초지의 조단백질 함량은 차광수준이 높아짐에 따라 유의적으로 높은 결과를 나타냈으며, 같은 차광수준에서 혼과조합의 조단백질 차이는 관측되지 않았다. NDF 및 ADF 함량은 무차광에 비해 차광구에서 낮은 결과가 나타났으며, 차광수준별로는 유의적인 차이는 보이지 않았다. 비음도가 높아 짐에 따라 1번 혼과조합 (Orchardgrass + Tall fescue + Kentucky bluegrass + Ladino clover + Perennial ryegrass + Timothy)이 가장 낮은 NDF 및 ADF 함량을 나타냈으며, 이 결과는 차광수준이 75% 에서 특히 현저하게 나타났다. 본 연구결과는 비음정도가 높은 산림에 임간초지를 조성할때 Orchardgrass를 주초종으로 하고 Tall fescue, Kentucky bluegrass, Ladino clover, Perennial ryegrass,

Timothy 혼파하여 조성하고, 비음정도가 낮은 곳에서는 Orchardgrass를 주초종으로 Kentucky bluegrass, Ladino clover, Timothy를 각각 혼합하여 조성하여 관리하면 산림자원과 함께 초자원이 공존하는 친환경 축산의 길이 모색될 수 있다고 생각된다.

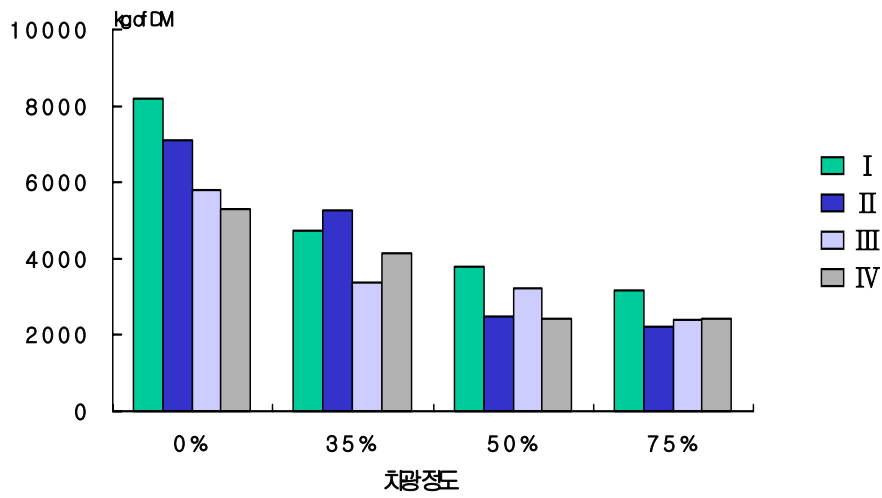
1) 건물수량

차광정도에 따른 혼파 조합별 건물 수량은 0%, 35%, 50% 및 75% 에서 각각 I 조합(8,195kg), II 조합(5,263kg) , I 조합(3,784kg) 및 I 조합(3,172kg)이 가장 높게 나타났다(표 3-1 및 그림3-1).

<표 3-7> 차광 정도에 따른 혼파 조합별 건물수량 및 사료성분.

차광 정도 %	혼파조합	건물 수량 kg/ha	CP	NDF		ADF
				% of DM		
0	I	8195 ^a	12.9 ^a	59.7 ^a	31.4 ^a	
	II	7104 ^a	13.0 ^a	62.2 ^a	33.5 ^a	
	III	7414 ^a	12.9 ^a	60.5 ^a	31.9 ^a	
	IV	5310 ^b	14.3 ^a	60.3 ^a	31.0 ^a	
	평균	7006 ^A	13.3 ^C	60.7 ^A	31.9 ^A	
35	I	4723 ^{ab}	17.5 ^a	55.0 ^a	29.5 ^{ab}	
	II	5263 ^a	17.9 ^a	55.0 ^a	29.1 ^b	
	III	3374 ^c	17.8 ^a	57.7 ^a	31.2 ^a	
	IV	4127 ^{bc}	17.7 ^a	55.2 ^a	28.9 ^b	
	평균	4372 ^B	17.7 ^B	55.7 ^B	29.6 ^B	
50	I	3784 ^a	20.0 ^a	56.7 ^a	30.2 ^a	
	II	2488 ^c	19.9 ^a	57.6 ^a	31.1 ^a	
	III	3212 ^b	18.1 ^a	57.4 ^a	30.9 ^a	
	IV	2412 ^c	19.2 ^a	54.7 ^a	28.8 ^a	
	평균	2974 ^C	19.3 ^A	56.6 ^B	30.3 ^B	
75	I	3172 ^a	19.4 ^{ab}	51.9 ^b	28.0 ^c	
	II	2223 ^b	19.0 ^c	58.5 ^a	32.3 ^a	
	III	2396 ^b	21.2 ^a	57.0 ^a	29.1 ^{bc}	
	IV	2396 ^b	20.7 ^{ab}	56.1 ^a	29.9 ^b	
	평균	2556 ^C	20.1 ^A	55.9 ^B	29.8 ^B	

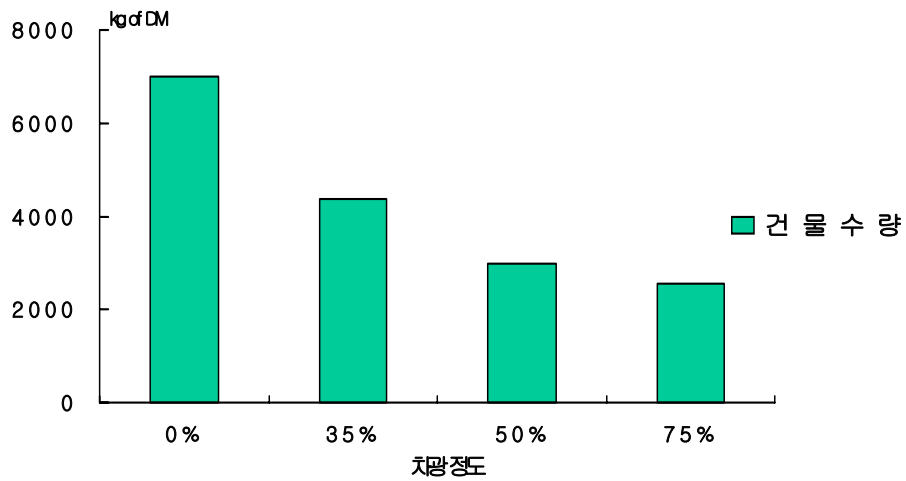
ABCD, abcd (p ≤ 0.05)



<그림 3-5> 차광 정도에 따른 혼파 조합별 건물수량.

2) 차광정도별 혼파 조합 평균 건물수량

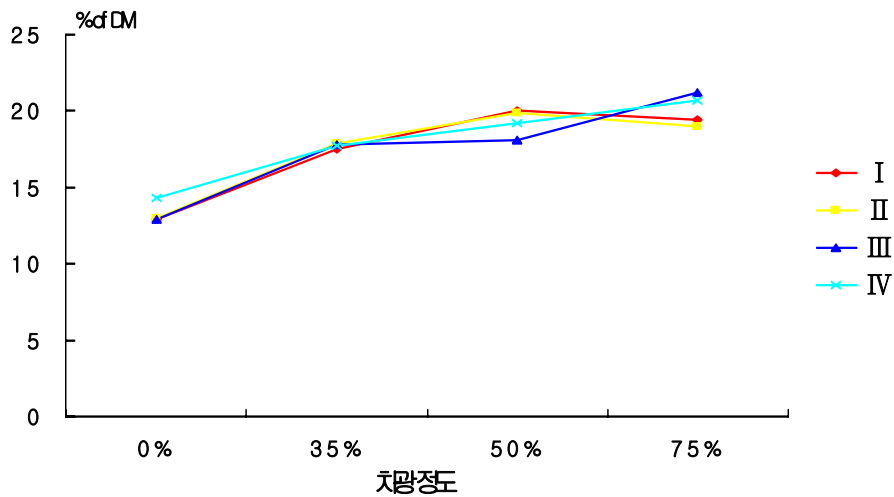
0%에서 7,006kg 로서 가장 높게 나타났으며, 35%는 4,372kg, 50%는 2,974kg, 75%는 2,292kg 순이었다(표 3-1 및 그림 3-2).



<그림 3-6> 차광정도별 혼파 조합의 평균 건물수량.

3) 차광정도별 혼과 조합 CP 함량

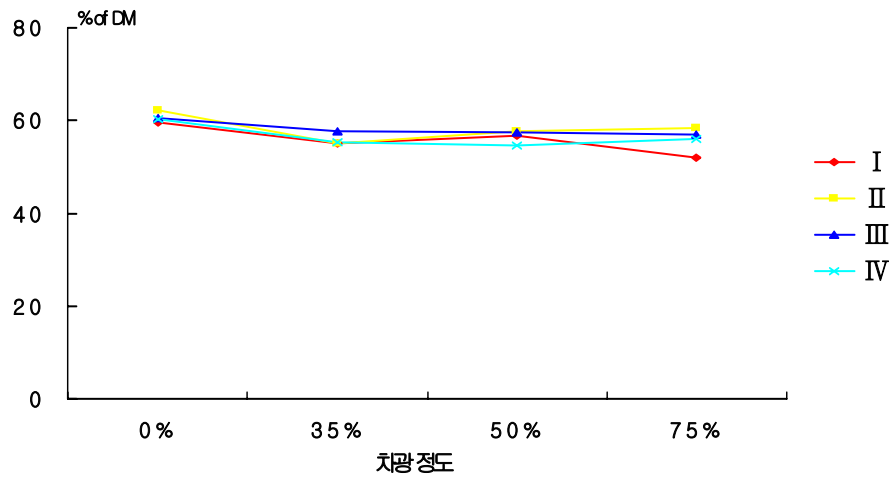
차광정도에 따른 혼과 조합별 사료성분에 있어서 CP함량은 조합에 따른 차이는 없었으나, 각 조합 공히 차광정도가 증가함에 따라 CP함량이 증가하는 것으로 나타났다(표3-1 및 그림 3-3).



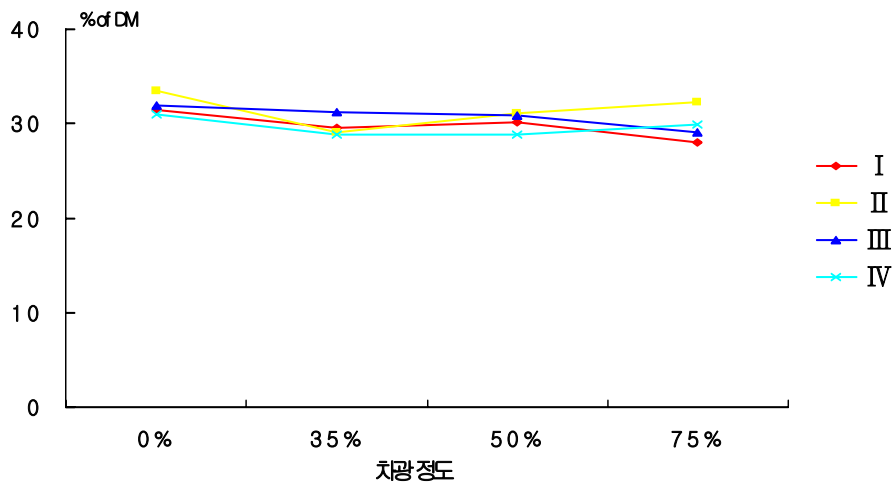
<그림 3-7> 차광정도별 혼과 조합의 CP 함량.

4) 차광 정도별 혼과조합의 NDF 및 ADF함량

차광정도별 혼과 조합간의 유의적 차이는 없었으나, 0%가 가장 높았으나 35, 50 및 75% 간에 차이가 없었다(표 3-1, 그림 3- 4 및 그림 3- 5).



<그림 3-8> 차광정도별 혼파조합의 NDF함량.



<그림 3-9> 차광중도별 혼파조합의 ADF함량.

5) 결 론

본 실험에서 차광정도가 높아짐에 따라 조단백질 함량은 증가하였으나, 혼파 조합간에 차이는 없었다. 건물수량은 0%에서 가장 높게 나타났으나,

silvopastoral system의 산지경사지의 임간초지에 적용하기 부적합한 차광이다. 이상의 결과로부터 산지경사지의 임간초지에 있어서 차광은 35~50%가 적당한 것으로 사료된다. 실제로 임간초지를 조성할 경우 차광정도는 방목강도, 방목방식 및 수목 성장과정의 관계를 고려하여 결정해야 할 필요가 있다.

3. 임간초지 조성

가. 서론

실험 1의 임간초지 대상지의 선정, 지리적, 기후 및 토양환경 그리고 임간초지 조성방법에 대한 검토 결과와 실험 2의 차광도 실험에서 산지경사지의 임간초지에 있어서 차광은 35~50%가 적당한 것으로 사료되었다. 이를 근거로 본 실험에서는 임간방목을 위한 임간초지 조성을 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 임간초지조성 대상지의 기온

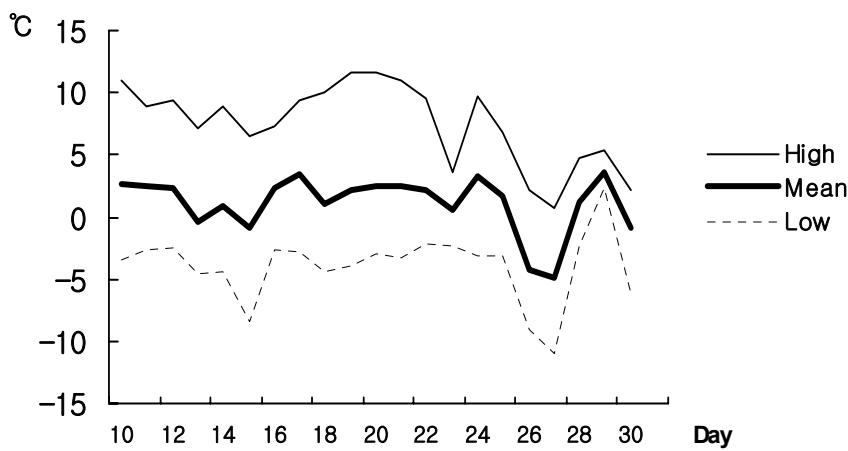
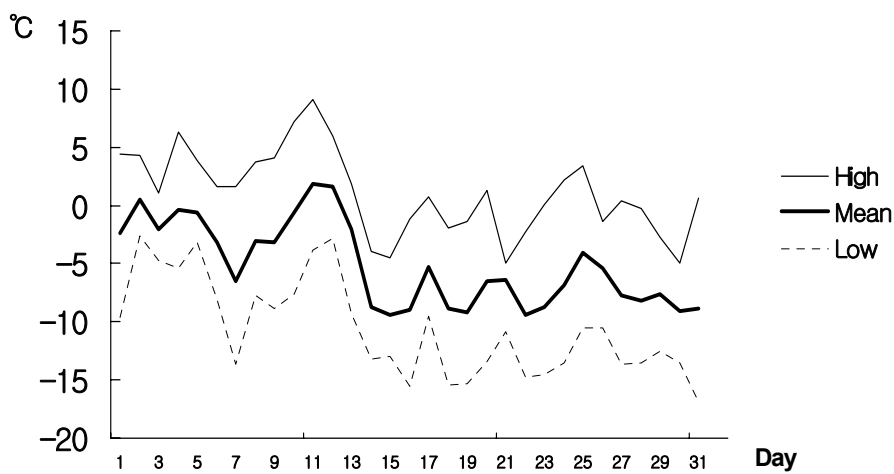
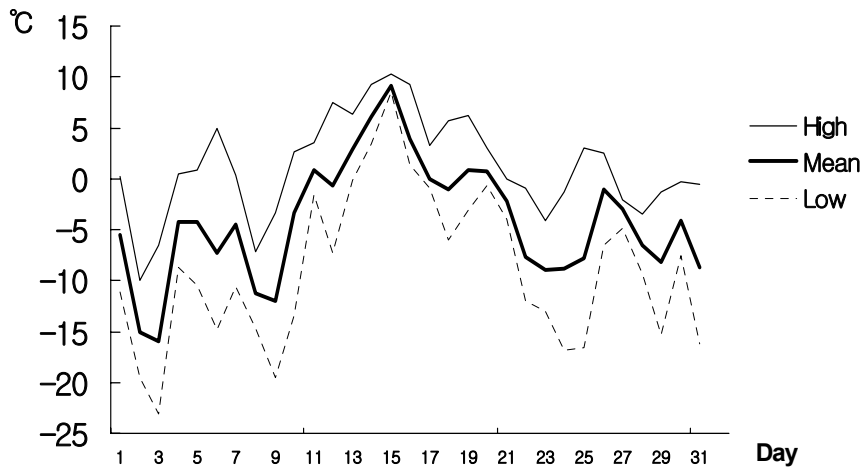


그림 3-10> 임간초지 대상지의 기온(2001년 11월).

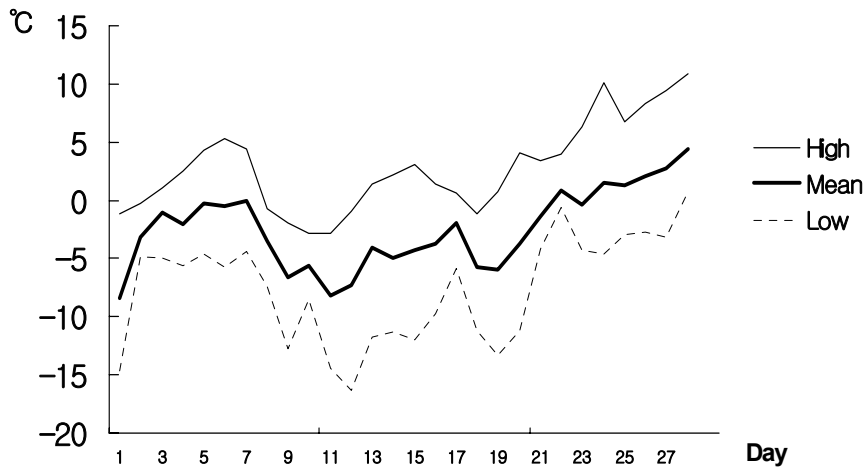
대상지의 기온을 2001년 11월부터 매일 2시간 간격으로 조사한 결과는 그림 1에서 그림 6과 같다. 11월의 평균기온은 2-3°C 였으며, 24일이후로는 0 °C 이하로 떨어지고 있어 목초의 생육이 불가능한 상로 나타났다. 목초의 생육이 시작하는 2002년 3월의 평균기온은 3월 10일이전에는 5°C이하로 목초의 생육에 필요한 온도이하 였으나, 이후로는 5°C이상으로 증가하여 목초의 성장이 가능한 것으로 사료되었다. 4월에는 평균기온이 10°C정도로 정상적인 목초성장에 필요한 온도에 달하고 있다(그림 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6).



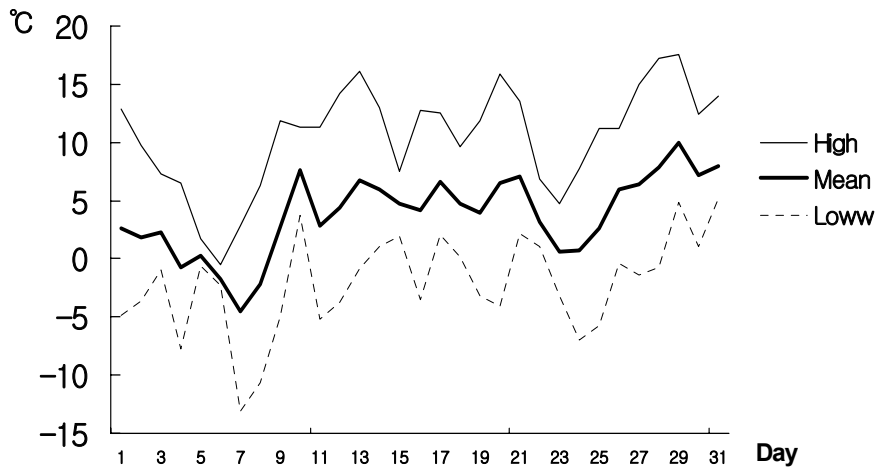
<그림 3-11> 임간초지 대상지의 기온(2001년 12월).



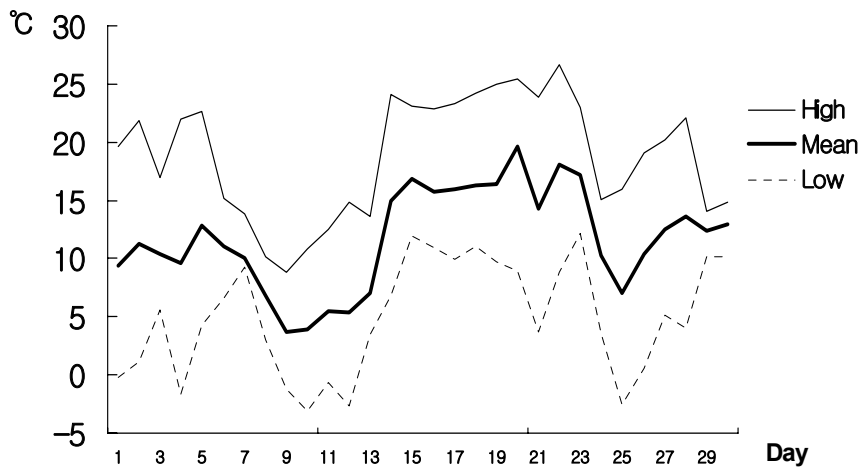
<그림 3-12> 임간초지 대상지의 기온(2002년 1월).



<그림 3-13> 임간초지 대상지의 기온(2002년 2월).



<그림 3-14> 임간초지 대상지의 기온(2002년 3월).



<그림 3-15> 임간초지 대상지의 기온(2002년 4월).

2) 벌채

ha당 잔존 임목수가 120본인 A 구역, 200본인 B 구역 및 400본인 C 구역에서 하층간벌과 도태간벌이 이루어졌다. 잔존 임목수에 따른 상대조도, 임관 율 폐도 및 간벌목의 특성은 제 2세부과제에서와 같다.

A목구 : ha당 소나무 120그루 존치, 차광정도 28.3%

B목구 : ha당 소나무 200그루 존치, 차광정도 46.5%

C목구 : ha당 소나무 400그루 존치, 차광정도 72.8%

차광정도는 나무에 의하여 햇빛이 차단된 정도를 나타내며, 나무가 없는 도로에서 조사한 96500lux를 기준으로 하였다.

3) 초지조성을 파종상(播種床)준비

2004년 4월 20부터 파종상을 위한 벌채후의 잔가지 등 제거작업과 대상지에 퇴적되어 있는 유기물(잔여물)을 제거하는 작업이 각 구역별로 실시되었다. A 구역의 경우 유기물의 제거하지 않은 상태에서 파종을 하기위하여 30 x 20m 정도는 유기물을 제거하지 않았다.

파종상을 만들기 위하여 퇴적되어 있는 유기물 제거량은 A, B 및 C구역이 ha당 각각 11.0, 11.5 및 11.3톤 이었으며, 퇴적유기물의 깊이는 각각 9.2, 9.5 및 9.7cm로서 구역간에 차이는 없었다(표 3-2).

<표 3-8> 파종상 준비를 위한 잔여물 제거량(유기물량).

	A구역	B구역	C구역
유기물 축적 깊이(cm)	9.2 ± 2.5	9.5 ± 3.4	9.7 ± 2.9
유기물량 (ton/ha)	11 ± 0.5	11.5 ± 1.4	11.3 ± 1.6

*각 구역당 3반복의 평균

4) 임간초지 대상지의 목초 혼파조합, 시비 및 파종

표 3-3는 Orchardgrass(OR), Timothy(Ti), Perennial ryegrass(PRG), Tall fescue(TF), Kentucky bluegrass(KBG) 및 Ladino clover(LC) 의 파종량을 나타냈다.산지와 온도 등의 요인을 고려하여 OG와 PRG 및 TF의 파종량이 가장 많았으며, 두과목초로서는 LC가 전체 파종량에 15%정도 혼파되었다. 또한 전체 파종량도 기준량보다 40%정도 증가시켰다(표 3-3).

비료의 경우 석회는 사용하지 않았으며, 퇴적물인 잔여물(유기물)제거후 복합비료(질소 : 인산 칼리 : 고토 = 21 : 12 : 11 : 3)를 ha 당 476 kg을 시비하였다. 파종방법은 산파로 하였으며, 2002년 4월 21부터 5월 3일에 걸쳐 실시하였다.



<사진 3-2> 인력에 의한 벌채후 잔가치 제거 및 파종상 작업.

A구역의 경우, 유기물을 제거한 후 파종한 plot, 유기물을 제거하지 않은 상태에서 파종한 plot 및 목초를 파종하지 않은 plot을 두었다. A 구역에서 목초를 파종하지 않은 plot을 제외하고는 파종후 인력과 갈쿠리에 의한 답압이 이루어졌다.

<표 3-9> 파종목초 조합 및 파종량.

파종목초	파종량(kg/ha)
Orchardgrass	22.4
Timothy	9.0
Perennial ryegrass	17.9
Tall fescue	17.9
Kentucky bluegrass	9.0
Ladino clover	13.5
합계	89.7

<표 3-10> 목구면적별 파종량.

초종/파종량(kg/ha)	A목구(1.6ha)	B목구(1.0ha)	C목구(1.6ha)
	Kg/ha		
Orchardgrass (OG)	35.9	22.4	35.9
Timothy (Ti)	14.4	9.0	14.4
Tall fescue (TF)	28.7	17.9	28.7
Perennial ryegrass (PRG)	28.7	17.9	28.7
Kentucky bluegrass (KBG)	14.4	9.0	14.4
Ladino clover (LC)	21.5	13.5	21.5

5) 임간초지 조성초기의 생육특성 및 수량 조사

임간초지조성후 2002년 5월21일에 목초의 생육상태를 조사한 결과, 대표적인 세 가지 유형을 관찰하였다. ①은 각 구역의 생육상태를 근접해서 본 것으로서 두과목초인 클로버 위주로 발아하고 있으며 부분적으로 화분과목초가 발아하고 있다. ②는 각 구역에서 생육상태가 불량한 곳으로 아직도 발아하지 않았거나, 잡초 등의 기존의 식생이 먼저 자라고 있는 상태이다. ③ 생육상태가 양호한 곳으로 초장 3-5 cm정도 생육하고 있으나 아직은 정착(establishment)단계라고는 할 수 없는 상태에 있었다. 전체적인 발아율의 범위는 구역간에 차이

는 없었으나 B 구역이 양호한 상태에 있었으며, 초장도 구역간에 차이는 없었다(표 3-4). 특히 A 구역의 잔여물을 제거하지 않고 파종을 한 지역은 발아율이 15에서 20%정도로 낮은 수준에 있었으며, 초장은 아주 미진하였다.

각 구역의 생육상태를 조사한 결과, 화본과 목초와 두과목초가 60 : 40정도로 비교적 양호하게 성장하고 있다. 각 A, B 및 C구역 모두 잔존임목수에 관계없이 발아, 정착중에 있는 것으로 판단된다. 각 구역에서 생육상태가 불량한 곳으로 아직도 발아하지 않았거나, 발아하기 시작한 곳이 있었으며, 잡초 등의 기존의 식생이 웃자라고 있어, 방목 또는 잡초 및 참나무 멧아 등에 대한 청소배기가 실시되어야 할 것으로 사료된다. 생육상태가 양호한 곳에는 초장 15-20 cm정도 생육하고 있어 이미 정착단계에 있었으며, 방목이 가능한 상태에 있었다. 전체적인 발아율의 범위는 2002년 5월 22일 조사에서와 동일한 경향을 보여, 구역 간에 차이는 없었으나 B 구역이 양호한 상태에 있었으며, 초장도 구역 간에 차이는 없었다(표 3).

특히 A 구역의 경우 잔여물을 제거하지 않고 파종을 한 지역은 발아율이 25% 정도 였으며 유기물에서 발아하는 목초도 존재하고 있어, 강수량에 의하여 적절한 습도가 유지된다면 발아율이 50%이상 될 것으로 사료된다.

<표 3-11> 구역별 발아율 및 초장의 범위.

	A 구역	B 구역	C 구역
(2002. 5. 22)			
발아율 (%)	24-51	36-62	32-54
초장 (cm)	2-8	2-10	2-12
(2002. 6. 9)			
발아율 (%)	45-50	50-53	45-50
초장 (cm)	2-12	2-15	2-15

4. 산간지역에 있어서 목초의 겨울철 파종시기가 건물수량에 미치는 영향

가. 서론

목초파종은 일반적으로 봄파종과 가을파종으로 나뉘어 실시한다. 봄파종은 잡초와의 경합으로 인해 수량의 감소를 초래할 수 있어 가을파종이 선호되고 있는 실정이다. 그러나 산간지역에 있어서 가을철 파종시기는 평지지역보다 상대적으로 짧아 적합한 파종시기를 맞추기에는 어려움이 많다. 그러므로 산간지역에 있어서 겨울철 목초파종이 가능하게 되면 추수기간 농가의 일손을 덜어 줄 수 있을 뿐만 아니라, 이듬해 봄파종에 비해 잡초와의 경합으로 인한 수량 감소를 완화시킬 수 있다. 따라서 본 연구는 산간지역에서 겨울철 목초 파종시기 및 혼파 조합이 이듬해 건물수량에 어떠한 영향을 주는지에 대해 알아보기 위하여 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 장 소 : 강원도 축산기술연구센터 (횡성군)

2) 시험기간 : 2001년 10월 ~ 2002년 10월 (1년간)

3) 파종시기 : 2001년 10월 26일, 11월 10일 및 11월 24일의 3처리

4) 품 종

Orchard grass(OG), Tall fescue(TF), Kentucky bluegrass(KBG), Ladino clover(LC), Perennial ryegrass(PRG), Timothy(Ti)

5) 파종시기 : 01년 10월 26일, 01년 11월 10일, 01년 11월 24일

6) 혼파조합

가) I 조합(OG+TF+KBG+LC+PRG+Ti) (사진)

나) II 조합(OG+KBG+LC+Ti)

다) III 조합(OG+TF+KBG+LC)

라) IV 조합(OG+TF+LC+Ti)

7) 파종량(kg/ha) : OG (15), TF (15), KBG (10), LC (8), PRG (7), Ti

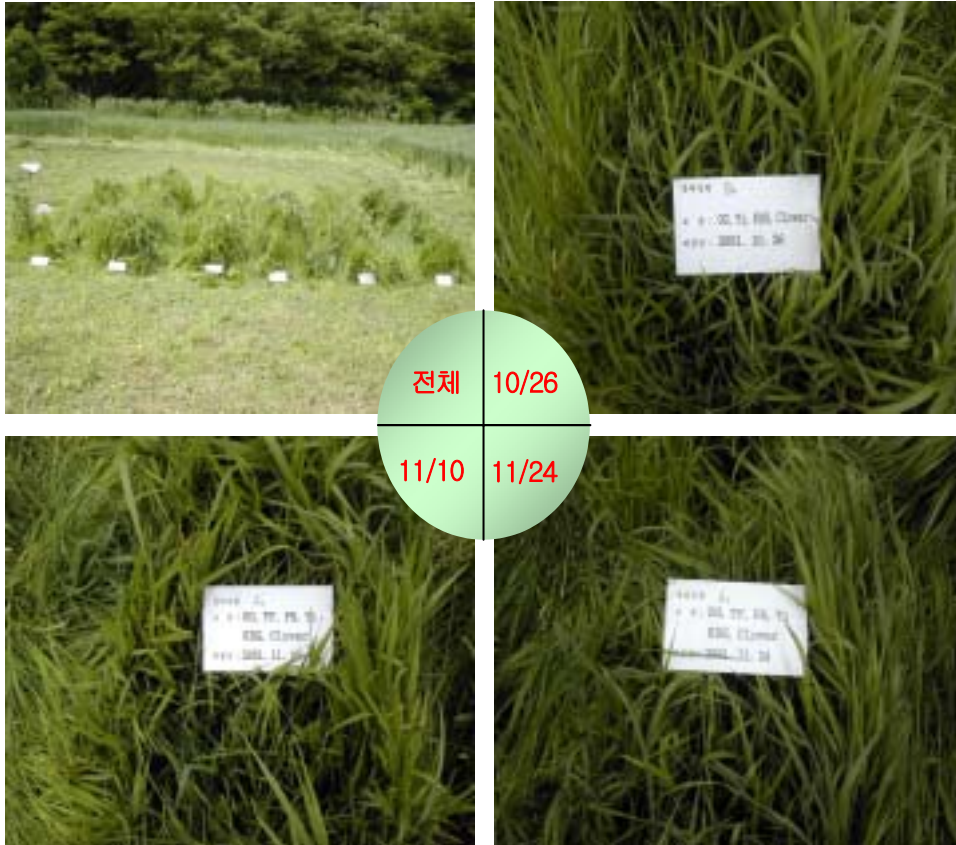
(12)

8) 파종방법 : 흩어뿌림

9) 시비량(kg/ha) : 200 - 180 - 240

10) 예취횟수 : 3회 예취(1차: 6월 15일, 2차 : 8월 9일 및 3차 : 10월 11일)

11) 조사항목 : 건물수량

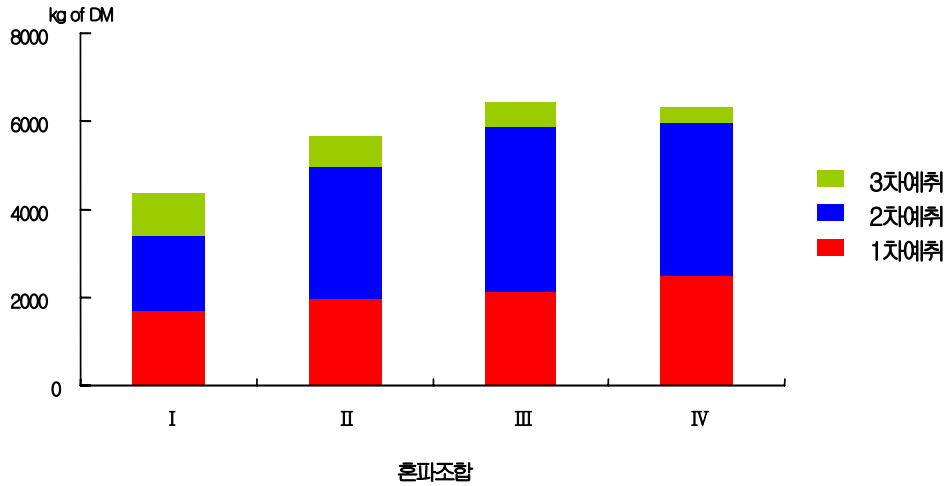


<사진 3-3> 겨울철 파종시기에 따른 생육상황.

다. 결과 및 고찰

1) 10월 26일 파종

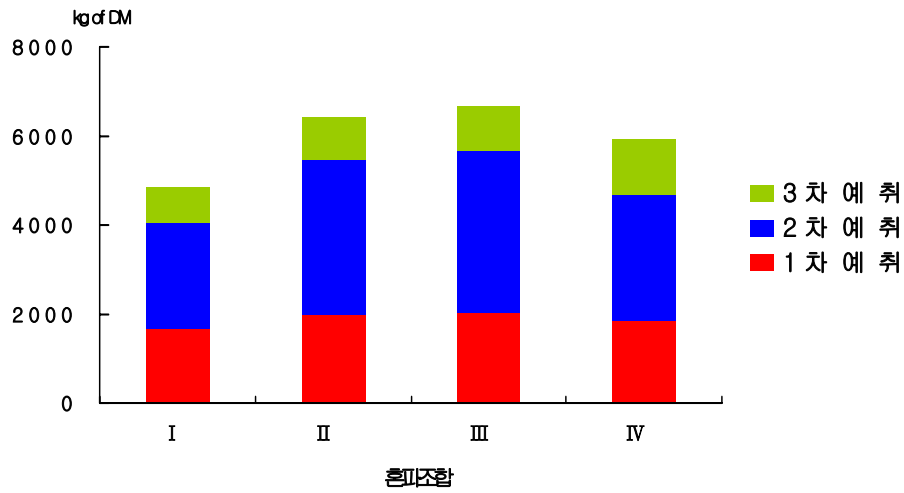
건물수량은 1차 예취에서는 혼파조합 IV에서 높았으나 2차 예취에서는 혼파조합 III에서 높았다(그림 3-6). 연간 건물수량에서는 혼파조합 IV과 혼파조합 III간에 유의적인 차이는 없었으나 혼파조합 III(6,438kg/ha)이 높은 경향을 보였다.



<그림 3-16> 10월 26일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량.

2) 11월 10일 파종

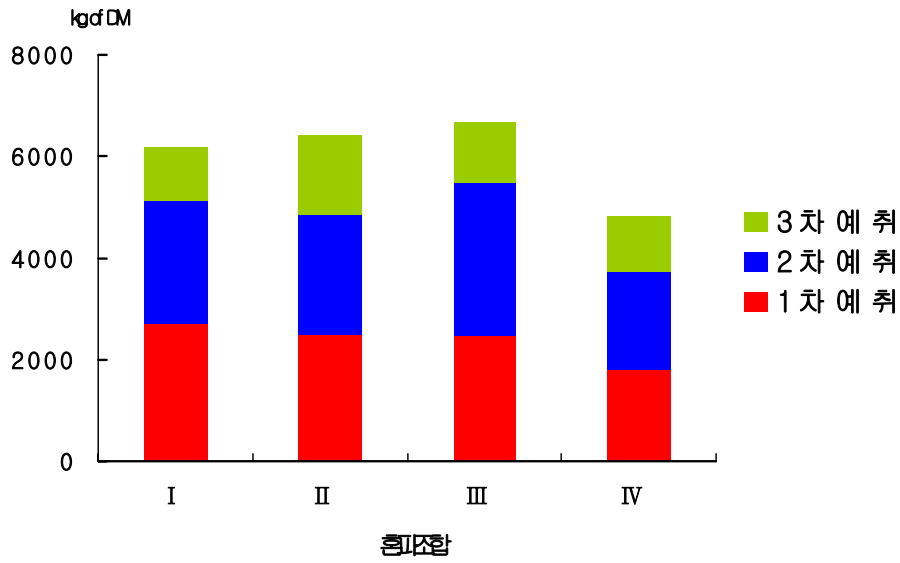
건물수량은 1차 예취에서는 처리간에 유의적인 차이가 없었으나, 2차예취에서는 혼파조합 III이 가장 많고 유의적인 차이는 없었으나 혼파조합 II순이었다(그림 3-7). 연간수량에서는 혼파조합 II보다 혼파조합 III(6,677kg/ha)이 높은 경향을 보였다.



<그림 3-17> 11월 10일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량.

3) 11월 26일 파종

건물수량은 1차 예취에서는 혼파조합 I 이 혼파조합 II와 III보다 많은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다(그림 3-8). 혼파조합 IV는 1 및 2차 예취 모두 다른 처리구에 비해 건물수량이 낮았다. 2차 예취에서는 다른 파종시기에서 와같이 혼파조합 III이 가장 많은 것으로 나타났다. 연간 건물수량에서는 혼파조합 III(6,675kg/ha) > 혼파조합 II>혼파조합 I 순 이었다.



<그림 3-18> 11월 26일 파종에 따른 혼파 조합별 건물수량.

4) 혼파조합별 평균 건물수량

혼파조합별 건물수량은 혼파조합 I, II, III 및 IV에서 각각 5,133, 6,165, 6,567, 및 5,694 kg/ha으로 혼파조합 III에서 가장 많았으며 그 다음이 혼파조합II 순 이었다.

<표 3-12> 혼파 조합별 평균 건물수량.

혼파조합	예취횟수			합계
	1차	2차	3차	
I	2027	2165	942	5133
II	2153	2943	1068	6165
III	2213	3467	916	6597
IV	2047	2744	903	5694

5) 파종시기별 건물수량

파종시기에 따른 평균 건물수량은 11월 24일 = 11월 10일 > 10월 26일 순이었다(표 3-2).

<표 3-13> 파종시기별 평균 건물수량.*

단위 : kg/ha			
파종 시기	10월 26일 파종	11월 10일 파종	11월 24일 파종
건물 수량	5,697	5,970	6,024

*각 파종시기에 있어서 I + II + III + IV의 평균

다. 결 론

이상에서 겨울철 파종시기는 건물 수량면에서 11월 10일에서 11월 24일까지도 가능한 것으로 나타났다. 그러나 11월 24일 파종의 경우 토양의 동결 등 실제 초지조성에 따른 어려움이 예상된다. 또한, 겨울철 파종시기별 혼파조합에 따른 건물수량은 혼파조합 III (OG+TF+KBG+LC)에서 가장 높았다. 이상의 결과로부터 겨울철 파종시기는 11월 10일 정도, 혼파조합은 III조합 (OG+TF+KBG+LC)으로 사료된다. 그러나 본 실험은 1년간의 연구로 파종시기 및 혼파조합에 대한 최종 평가는 다년간의 결과 및 사료성분 등의 결과를 종합하여 이루어져야 할 것이다.

5. 임간초지의 초지생산성 임간방목에 필요한 시설 검토

가. 서론

실험 3과 실험 4의 결과를 근거로 주된 수종이 소나무인 산지의 4.2ha를 임분밀도에 따라 A(1.6ha, ha당 120그루 존치), B(1.0ha, ha당 200그루 존치),

C(1.6ha, ha당 400그루 존치)목구로 구분하여 임간초지를 조성하였다. 파종은 오차드그라스(OG), 티모시(Ti), 톨웨스큐(TF), 페레이얼 라이그라스(PRG), 켄터기블루그라스(KBG) 및 라디노클로바(LC)를 혼파조합하여 2002년 4월20일에 봄파종으로 산파(겉뿌림법) 하였다. 본 실험에서는 조성된 임간초지의 초지생산성에 미치는 영향과 임간방목에 필요한 시설 설치에 대하여 검토하였다.

나. 재료 및 방법

1)공시재료

공시재료는 실험 4와 동일하였다. 목초 파종후 A, B 및 C목구의 식생종류와 식생비율, 건물수량, 사료성분 및 TDN함량을 조사하였다.



<사진 3-4> 각 목구별 식생조사.

2) 임간초지의 초지생산성 및 방목을 위한 시설 검토

위의 방법으로 임간 초지가 조성된 곳에 2003년 4월부터 9월까지 간이 전기목책, 음대수 및 패덕을 설치하였다. 태양열 간이 전기목책, 음수시설 및 체중계를 방목지내에 설치하였다.

3) 월동용 사일리지

원형곤포사일리지로 조제하여 보관하였으며, sample의 채취는 uni-forage

sampler를 이용하여 채취하였다.

4) 조사항목

조사항목은 식생종류와 식생비율, 건물수량, 사료성분, TDN수량, 방목이용율 및 섭취량 그리고 기상관측을 조사하였다. 식생종류 및 식생비율 그리고 건물수량은 가로 세로 각각 1m인 Quadrot을 이용하여 조사하였다 사료성분은 일반성분을 분석하였다. 각 목구당 생초를 채취하여 60°C 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 건조한후 건물율을 구하였다. 얻어진 시료는 분쇄한 후 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 사료성분분석에 이용하였다. 건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, Ash), 조지방(Crude fat, Ether extract, EE), 조단백질(Crude protein, CP)은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고, NDF(Neutral detergent fiber) 및 ADF(Acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest법(1991)으로 분석하였다. 한편 NFE(Nitrogen - free extract, 가용무질소물)는 다음과 같은 식을 이용하여 산출하였다. $NFE = 100 - (CF + CP + Ash + EE)$. TDN(Total Digestible Nutrients)은 조단백질함량, NFE, 조지방함량 및 조섬유함량을 이용한 회귀방정식(한인규, 1982)를 이용하여 산출하였다. $TDN(\% \text{ of DM}) = -21.7656 + 1.4284 (CP\%) + 1.0277(NEF\%) + 1.2321(EE\%) + 0.4867(CF\%)$.

기상관측은 Tasto - 175 기계를 이용하여 2001년 11월부터 2002년 9월, 2003년 방목기간의 기온을 관측하여 최저, 최고 그리고 평균기온으로 나타냈다.

다. 결과 및 고찰

1) 식생조사

(가) 식생종류

목구별 식생종류(표 3-14)를 보면 목초류는 각 목구에 OG의 4종이 있었으며, 야초류는 A목구에서 붉은서나물의 36종, B목구는 붉은서나물의 40종, C목

구는 산부추외 26종 이었으며, 총 60종으로 가식초와 불가식초를 구분하였다.

(나) 식생비율

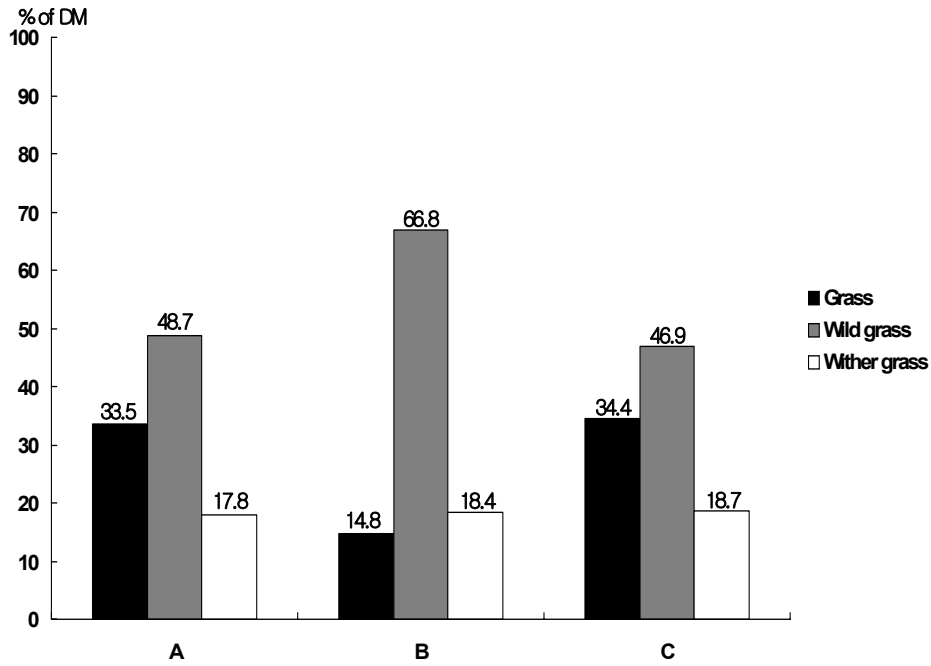
식생비율(그림 3-19)을 보면 각 목구별로 A목구는 목초류가 33.5%, 산야초가 48.7% 그리고 고사초가 17.8% 였고, B목구는 목초류가 14.8%, 산야초가 66.8%, 고사초가 18.4% 였으며, C목구는 목초류가 34.4%, 산야초 46.9%, 고사초가 18.7% 였다. 각 목구 공히 산야초 비율이 가장 높았으며, B목구를 제외한 A, C목구에서 목초류의 비율이 두 번째로 높았다. 각 목구별 우점 식생비율(그림. 3-19 3-20, 3-21 및 3-22)을 보면 A목구는 OG가 25.8%로 가장 높았고, 여뀌 20.8%, 고사초 17.8% 순이었고, B목구는 기타 야초류가 40.8%로 가장 높았으며, 큰기름새가 26.0%, 고사초 18.4%, OG가 12.0%, PRG가 10.3% 순이었으며, C목구는 기타 야초류가 32.7%, OG가 22.9%, 고사초가 18.3%, 큰기름새 14.2%, PRG가 10.3%순으로 높았다. 여기에서 주목해야 할 사항은 각 목구 공히 야초류의 비율이 모두 높다는 것이다. 기존의 초지 조성(경운초지)에서는 대상지를 갈아 엷고 필요한 석회와 비료를 충분히 넣은 다음에 우량한 목초종자를 뿌려 약 6~12개월 정도의 짧은 기간내에 생산성이 높은 초지를 만드는 것으로 초지조성 대상지는 대형 농기계에 의한 경운이 가능한 경사도 15도 미만의 평탄지 또는 구릉지라야 한다. 이 경운초지는 ① 경운을 하여 줌으로써 자연식생의 제거가 가능하고, ② 초지조성 후 빨리 이용할 수 있으며, ③ 초지조성시 땅 표면이 고르기 때문에 목초를 수확할 때 기계작업이 가능하다는 장점이 있지만, 기존의 초지 조성에서는 임간 초지내 있던 기존 식생을 모두 제거(땅 표면을 갈아 엷음)하므로 표토유실이 쉬운 반면에 본 실험의 초지조성은 기존 식생인 산야초 등을 이용하게 함으로써 또한 임분밀도에 따른 나무가 존치하고 있기 때문에 표토유실을 줄일 수 있다. 또한 기존 초지를 조성하고 있는 식생은 초지내에서 이미 적응하였기 때문에 수량적인 면에서 유리하고, 농기계 등의 기계사용이 없이 조성함으로 구입 비용 등 생산비가 절감된다.

<표 3-14> 목구별 식생 구성 종류.

Species	Korean name	Site			가식초	불가식초
		A	B	C		
<i>Dactylis glomerata</i>	오चे드그래스	○	○	○	○	
<i>Lolium perenne</i>	페레니얼 라이그래스	○	○	○	○	
<i>Trifolium repense</i>	라디노글로버	○	○	○	○	
<i>Poa pratensis</i>	켄터키볼루그래스	○	○	○	○	
<i>Festuca arundinacea</i>	플래스큐	○	○	○	○	
<i>Erechitites hiercifolia</i>	붉은서나물	○	○		○	
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	○	○			○
<i>Heteropappus hispidus</i>	개썩부장이	○	○		○	
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	왕고들빼기	○	○		○	
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	미역취	○	○		○	
<i>Allium thunbergii</i>	산부추	○	○	○	○	
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	○	○	○		○
<i>Potentilla freyniana</i>	세잎양지꽃		○		○	
<i>Festuca ovina</i>	김의털	○	○		○	
<i>Arundinella hirta</i>	새	○	○	○	○	
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>crusgalli</i>	돌피	○	○		○	
<i>Miscanthus sinensis</i>	억새	○	○	○	○	
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	큰기름새	○	○	○	○	
<i>Schizachyrium brevifolium</i>	쇠풀	○			○	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	실새풀	○	○		○	
<i>Carex siderostica</i>	대사초		○			○
<i>Lysimachia chlethroides</i>	큰까치수염		○	○		○
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마타리			○	○	
<i>Patrinia villosa</i>	쪽갈		○		○	
<i>Aster scaber</i>	참취	○	○	○	○	
<i>Bidens frondosa</i>	미국가막사리		○	○		○
<i>Gentiana scabra</i>	웅담	○	○	○		○
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절추	○	○	○	○	
<i>Artemisia keiskeana</i>	맑은대썩		○	○	○	

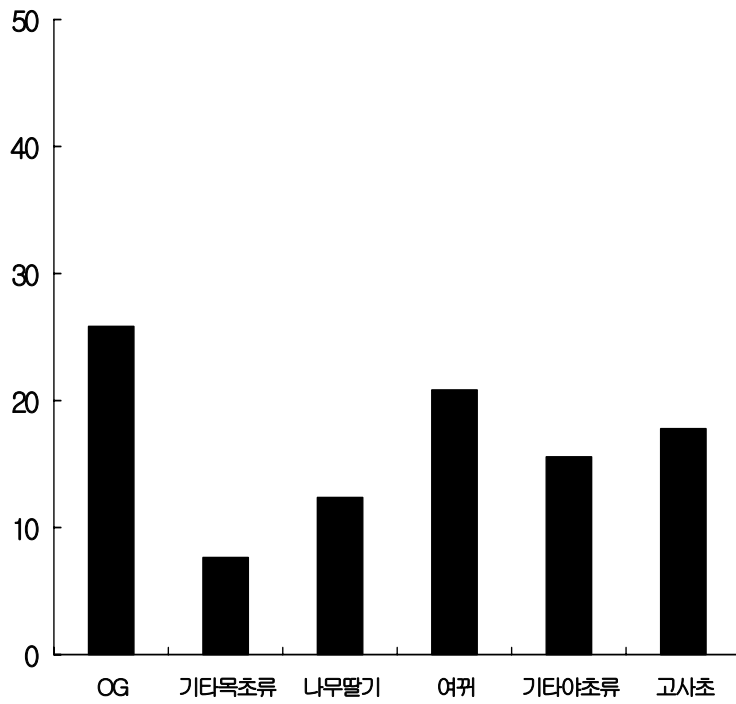
Species	Korean name	Site			가식초	불가식초
		A	B	C		
<i>Crepiastrum denticulatum</i>	이고들빼기			○	○	
<i>Persicaria lapathifolia</i>	명아주여뀌	○	○	○	○	
<i>Persicaria thunbergii</i>	고만이	○	○	○		○
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	명아주	○	○		○	
<i>Elythia ciliata</i>	향유	○				○
<i>Asparagus schoberioides</i>	비짜루			○		○
<i>Pueraria thunbergiana</i>	췌			○	○	
<i>Aralia elata</i>	두릅나무		○			○
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	진달래	○	○	○	○	
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	철쭉나무	○	○	○		○
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>Pilosa</i>	노린재나무		○			○
<i>Salix hulteni</i>	호랑버들	○	○		○	
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	개암나무	○	○	○	○	
<i>Castanea crenata</i>	밤나무	○			○	
<i>Quercus acutissima</i>	상수리나무	○			○	
<i>Quercus dentata</i>	떡갈나무	○	○	○	○	
<i>Quercus aliena</i>	갈참나무	○			○	
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	느릅나무	○				○
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>	조팝나무	○				○
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	산초나무	○	○	○		○
<i>Rhus trichocarpa</i>	개울나무	○	○	○		○
<i>Lespedeza bicolor</i>	싸리나무	○	○		○	
<i>Lespedeza intermedia</i> var. <i>intermedia</i>	풀싸리		○		○	
<i>Rubus crataegifolius</i>	나무딸기	○	○	○		○
<i>Rubus parvifolius</i>	멍석딸기		○	○		○
<i>Rosa multiflora</i>	짚레나무		○	○		○
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	벚나무	○	○		○	
<i>Weigela subsessilis</i>	병꽃나무	○				○
<i>Lindera obtusiloba</i>	생강나무		○			○

이에 따라 표고 및 경사 때문에 초지조성을 하지 못하는 경우도 없으며, 가장 중요한 것은 시비를 하지 않으므로 유기 축산의 기본인 유기 조사료를 생산할 수 있다는 점이 기존 초지 조성과의 가장 큰 차이점이라 하겠다.

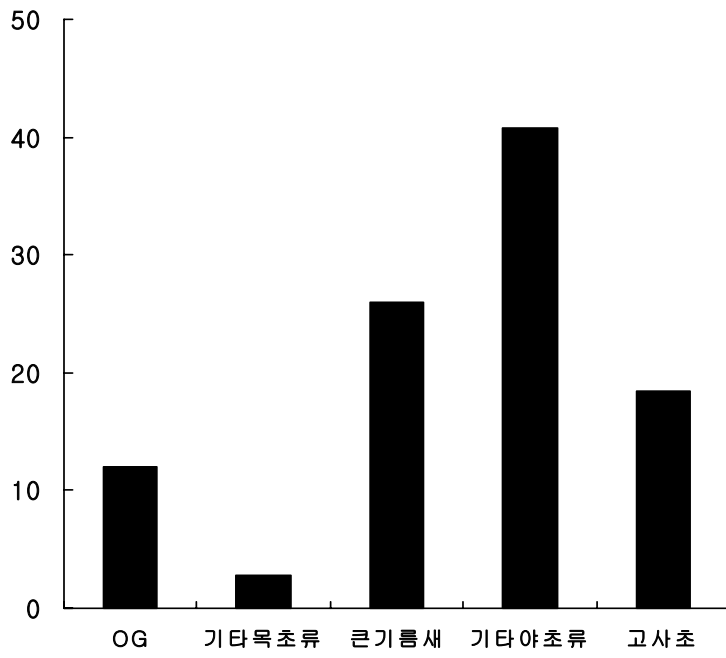


※ A목구 : 목초류 OG 외 4종, 야초류 붉은서나물 외 36종
 B목구 : 목초류 OG 외 4종, 야초류 붉은서나물 외 40종
 C목구 : 목초류 OG 외 4종, 야초류 산부추 외 26종

<그림 3-19> 목구별 목초류, 야초류 식생 구성 비율.



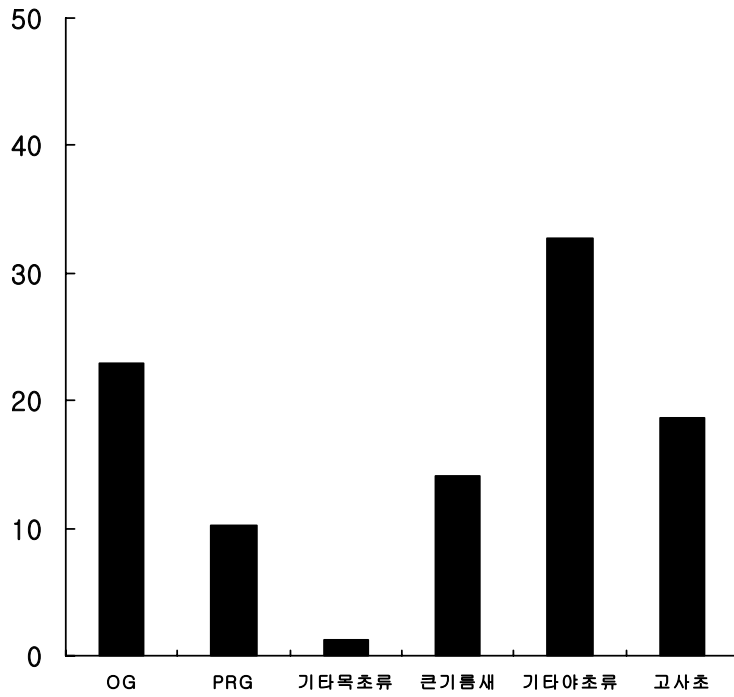
※ 기타 목초류 : OG 제외한 목초류
 기타 야초류 : 나무말기, 여뀌 제외한 야초류
 <그림 3-20> A목구 식생 비율.



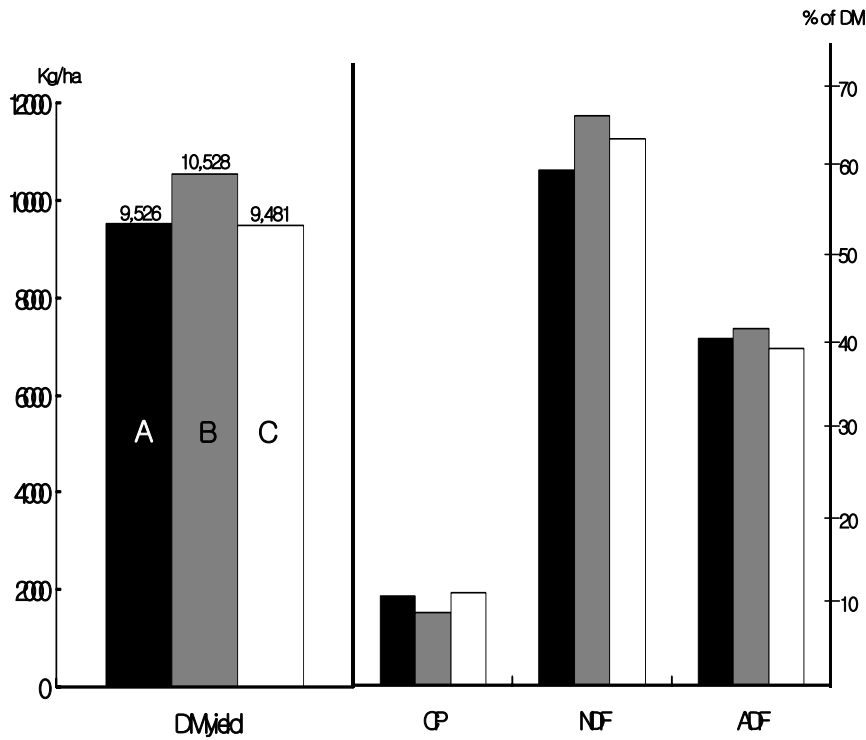
※ 기타 목초류 : OG 제외한 목초류

기타 야초류 : 큰기름새 제외한 야초류

<그림 3-21> B목구 식생 비율.



※ 기타 목초류 : OG, PRG 제외한 목초류
 기타 야초류 : 큰기름새 제외한 야초류
 <그림 3-22> C목구 식생 비율.



<그림 3-23> 목구별 건물수량과 일반성분(2002년).

(다) 건물수량 및 사료성분

2002년 각 목구의 건물수량 및 사료성분(그림 3-15)을 보면 사료성분 모두 목구별 차이는 없었으며, 건물수량도 A목구는 9,526kg, B목구는 10,568kg, C목구는 9,481kg(ha/kg)으로 B목구가 가장 높았으나 각 목구별 유의적인 차이는 없었다. 2003년 각 목구의 사료성분 및 건물수량을 보면 사료성분은 각 목구간 차이가 없었으며, 건물수량은 8월에 A목구는 3,578kg, B목구는 3,230kg, C목구는 3,937kg으로 C목구가 가장 높았으나 각 목구간 변이가 심하였고, 9월에 A

목구는 3,502kg, B목구는 3494kg, C목구는 3277kg으로 A목구가 가장 높았으나 각 목구간 차이가 없었다.

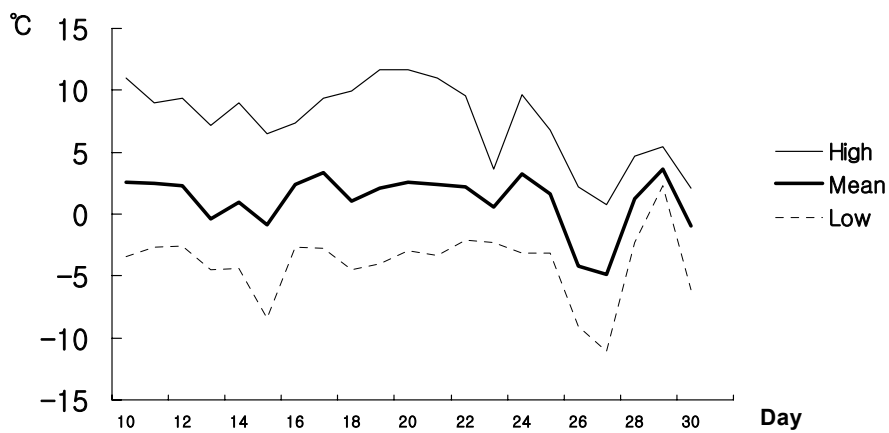
<표 3-15> 각 목구별 식생에 따른 수량 및 사료성분(2003).

목구	초종	건물수량(kg/ha)	사료성분			
			CP	NDF	ADF	TDN
			—————(%)—————			
A	목초류	3,877	13.8	56.0	32.0	60.7
	산야초	5,649	8.1	62.1	45.9	58.5
	고사초	2,065	10.9	68.4	47.9	59.6
B	목초류	1,908	12.2	53.5	29.5	56.5
	산야초	8,620	7.7	68.6	44.0	55.5
	고사초	2,376	10.5	71.8	49.2	58.9
C	목초류	4,018	13.4	61.3	34.2	57.1
	산야초	5,463	8.7	64.8	42.5	54.3
	고사초	2,180	11.6	74.7	47.0	62.2

ha당 건물수량은 B(12,904kg) > C(11,661kg) > A(11,591kg)순으로 높았고, ha당 TDN수량은 B(7,265kg) > A(6,888kg) > C(6,616kg)순으로 높았다(표 3-15).

<표 3-16> 2001년 11월 방목지 온도.

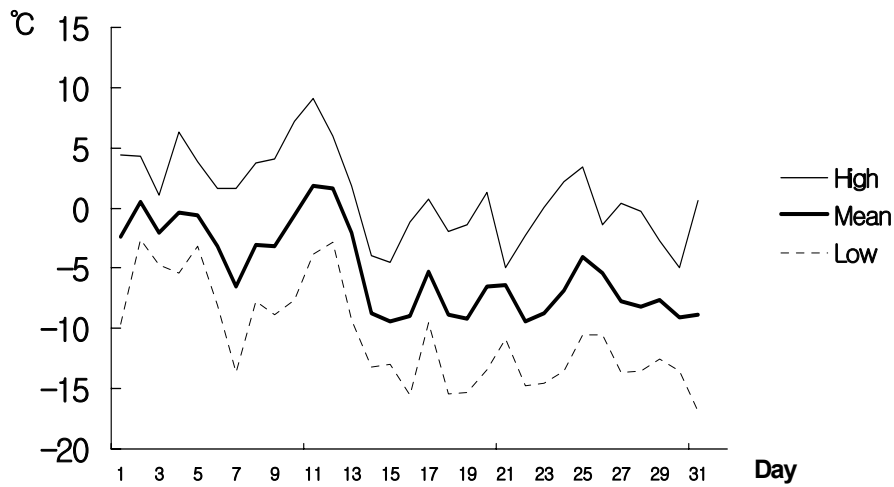
	11/10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Low	-3.5	-2.7	-2.5	-4.5	-4.4	-8.4	-2.6	-2.8	-4.5	-4.0	-3.0
High	11.0	9.0	9.4	7.1	9.0	6.5	7.3	9.4	10.0	11.7	11.6
Mean	2.6	2.4	2.3	-0.4	0.9	-0.9	2.4	3.4	1.0	2.1	2.6
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Low	-3.3	-2.1	-2.3	-3.2	-3.2	-9.1	-11.1	-2.3	2.3	-6.2	
High	11.0	10.0	3.7	9.7	6.7	2.2	0.8	4.7	5.4	2.1	
Mean	2.4	2.2	0.6	3.3	1.6	-4.3	-4.9	1.2	3.6	-0.9	



<그림 3-24> 2001년 11월 방목지 온도.

<표 3-17> 2001년 12월 방목지 온도

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	-9.6	-2.6	-4.7	-5.4	-3.2	-8.1	-13.7	-7.8	-8.9	-7.7	-3.8
High	4.4	4.3	1.0	6.3	3.8	1.2	1.6	3.7	4.1	7.2	9.1
Mean	-2.4	0.5	-2.0	-0.4	-0.6	-3.1	-6.5	-3.1	-3.2	-0.7	1.8
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	-2.9	-9.3	-13.2	-13.0	-15.6	-9.5	-15.4	-15.3	-13.5	-10.8	-14.8
High	6.0	1.9	-3.9	-4.5	-1.2	0.8	-1.9	-1.4	1.3	-4.9	-2.3
Mean	1.6	-2.1	-8.8	-9.4	-9.0	-5.3	-8.9	-9.2	-6.6	-6.4	-9.4
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	-14.5	-13.6	-10.5	-10.6	-13.7	-13.5	-12.5	-13.6	-16.9		
High	0.0	2.1	3.4	-1.3	-0.4	-0.3	-2.7	-5.0	0.7		
Mean	-8.7	-6.8	-4.1	-5.4	-7.7	-8.1	-7.6	-9.1	-8.9		



<그림 3-25> 2001년 12월 방목지 온도.

2) 임간초지의 초지생산성 및 방목을 위한 시설 검토



<사진 3-5> 임간초지내 목책설치.



<사진 3-6> 방목지내 음수시설(빗물활용시설).



<사진 3-7> 태양열을 이용하는 전기목책의 설치.



<사진 3-8> 방목지내 시설 설치 현황.

<표 3-18> 월동용 목초 및 사료작물의 원형근포 사일리지의 사료품질.

종류	위치	DM (%)	pH
목초1	상	61.9	5.76
	중	64.6	5.82
	하	43.1	4.89
목초2	상	57.9	5.91
	중	63.0	5.59
	하	41.4	5.01
연맥	상	38.6	5.22
	중	37.5	5.14
	하	39.8	4.97
옥수수 1	상	27.6	6.66
	중	38.5	6.80
	하	24.4	6.65
옥수수 2	상	29.6	5.36
	중	30.1	5.33
	하	30.8	5.33
호밀	상	34.8	6.36
	중	33.5	5.87
	하	29.5	5.41

※ 원형근포사일리지의 경우 바닥에 닿는 부분을 하(下), 중간부분을 중(中), 그리고 윗 부분을 상(上)으로 하여 시료를 채취.

6. 임간초지의 초지생산성과 한우의 임간방목

가. 재료 및 방법

1) 실험장소

실험 5와 동일하였다

2) 공시 가축

한우 성빈우 21두(평균 체중 450kg)를 이용하여 2003년 9월부터 동년 10월 까지 방목을 실시하였다. 기 조성되어 있는 임간방목지의 A, B, C 목구에 각각 6, 5, 10두씩을 균 분리하여 투입하였고, 목구의 효율적 이용성을 위하여 각

목구별로 2개의 세목구로 나누어 윤환 방목을 하였다(사진 3-9 및 3-10).

3) 조사항목

가) 임간 초지의 식생조사

구성되어진 임간 방목지의 식생조사는 가로 세로 각각 1m인 Quadrot을 이용하여 각 목구별로 나누어 실시하였다. 각 목구별 식생비율, 수량 및 초장을 측정하여 임분밀도에 따른 식생의 변화 및 성장추이를 조사하였다.

나) 방목 이용율

방목 이용율은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{방목이용율} = \frac{\text{방목후 수량}}{\text{방목전 수량}} \times 100$$

다) 방목초의 사료성분(표 3-30), 건물섭취량 및 TDN함량

라) 방목에 따른 수질의 정기적 조사

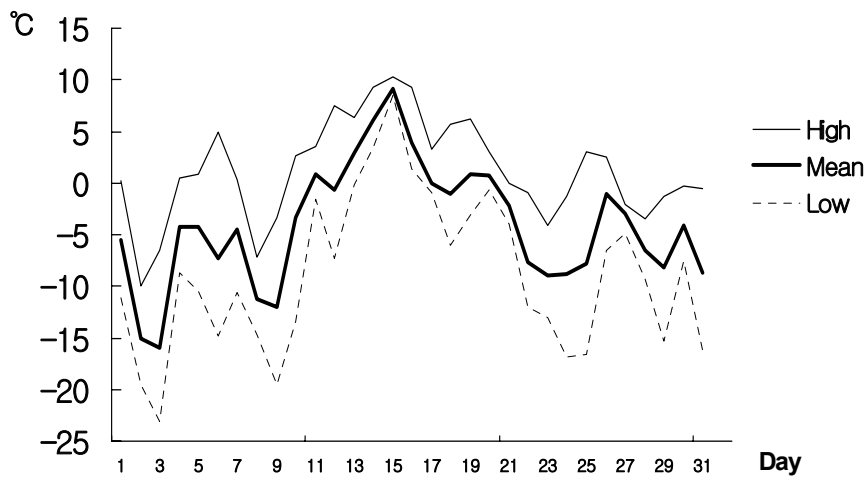
방목지 주변에 흐르고 있는 자연 하천에서 정기적으로 샘플을 채취하여 BOD, COD, 질소 및 인함량을 조사하여, 방목에 따른 주변 환경요소에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

마) 방목에 따른 기후자료 조사

자동 온, 습도기 측정 장치인 TESTO-175를 이용하여 방목개시 전 1개월부터 종목 후 1개월 간의 기후자료를 매 1개월 마다 수집하여 방목 및 종목에 따른 기후특성을 조사한다.

<표 3-19> 2002년 1월 온도.

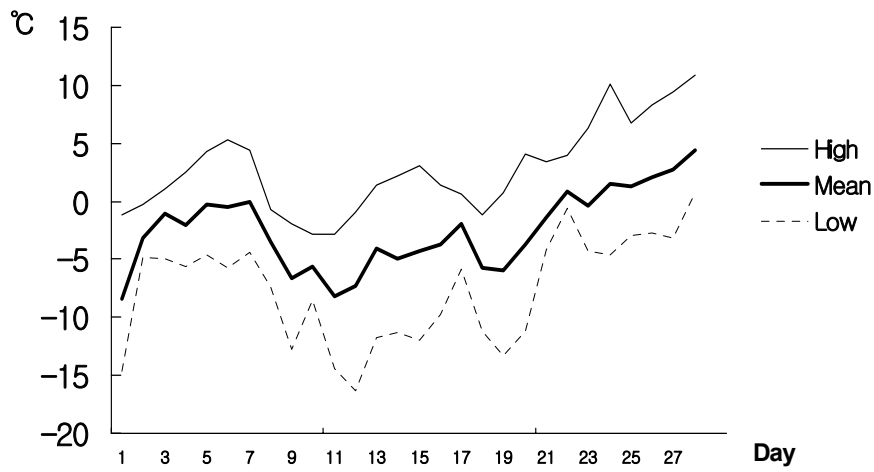
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	-11.1	-19.5	-23.0	-8.7	-10.4	-14.9	-10.6	-14.7	-19.5	-13.4	-1.5
High	0.2	-10.0	-6.6	0.4	0.9	5.0	0.4	-7.2	-3.3	2.6	3.6
Mean	-5.6	-15.1	-15.9	-4.3	-4.2	-7.3	-4.4	-11.3	-12.0	-3.4	0.8
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	-7.2	-0.1	3.5	8.5	1.3	-1.0	-6.0	-3.0	-0.7	-4.0	-12.0
High	7.5	6.3	9.3	10.2	9.3	3.3	5.6	6.2	3.0	0.0	-0.9
Mean	-0.6	2.9	6.0	9.2	3.9	0.0	-1.0	0.9	0.7	-2.1	-7.7
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	-13.0	-16.8	-16.5	-6.6	-4.9	-9.3	-15.3	-7.6	-16.1		
High	-4.0	-1.4	3.0	-2.5	-2.1	-3.5	-1.3	-0.3	-0.6		
Mean	-8.9	-8.9	-7.8	-1.1	-3.0	-6.5	-8.2	-4.1	-8.7		



<그림 3-26> 2002년 1월 온도.

<표 3-20> 2002년 2월 온도.

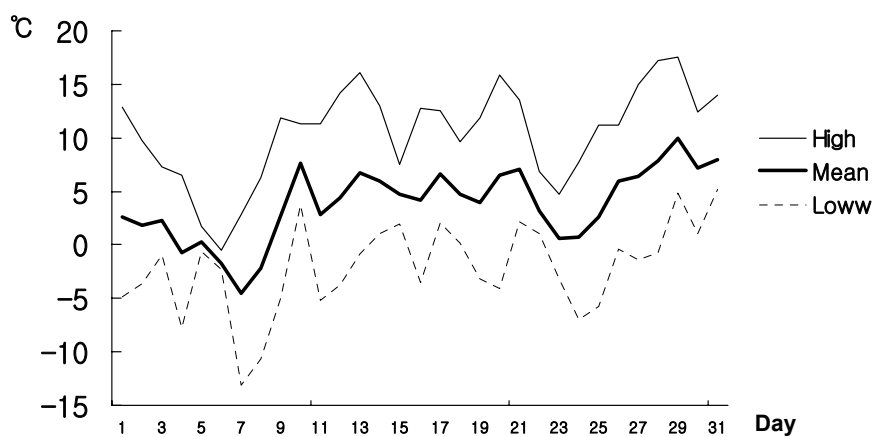
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Low	-14.7	-4.8	-5.0	-5.6	-4.6	-5.8	-4.4	-7.5	-12.8	-8.5
High	-1.1	-0.3	1.0	2.6	4.3	5.3	4.4	-0.7	-1.9	-2.9
Mean	-8.4	-3.2	-1.0	-2.0	-0.3	-0.5	0.0	-3.5	-6.6	-5.6
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Low	-14.4	-16.3	-11.8	-11.3	-12.0	-9.8	-5.8	-11.2	-13.4	-11.2
High	-2.8	-1.0	1.4	2.2	3.0	1.4	0.7	-1.2	0.7	4.0
Mean	-8.2	-7.3	-4.0	-5.0	-4.2	-3.7	-1.9	-5.7	-5.9	-3.7
	21	22	23	24	25	26	27	28		
Low	-4.2	-0.6	-4.3	-4.7	-3.0	-2.8	-3.2	0.8		
High	3.4	3.9	6.3	10.1	6.7	8.4	9.4	10.8		
Mean	-1.4	0.8	-0.4	1.5	1.3	2.0	2.8	4.4		



<표 3-27> 2002년 2월 온도.

<표 3-21> 2002년 3월 온도.

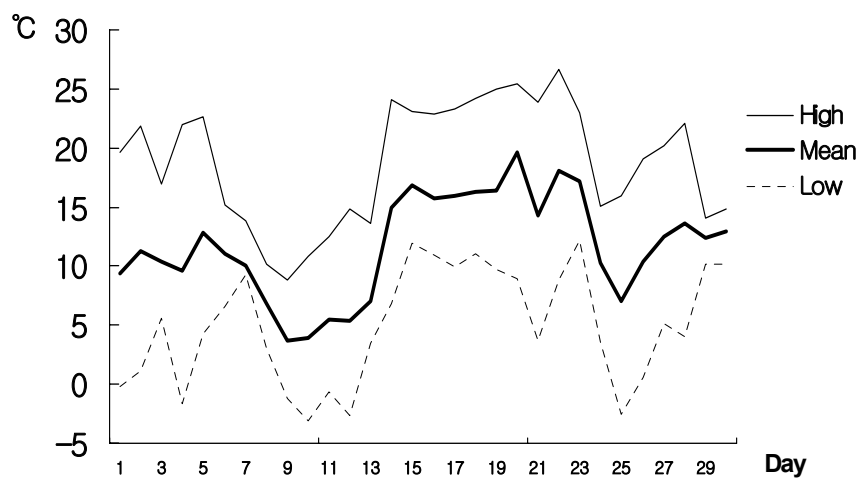
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	-4.9	-3.6	-0.9	-7.8	-0.6	-2.3	-13.1	-10.6	-5.0	3.7	-5.2
High	12.8	9.7	7.3	6.5	1.8	-0.5	2.9	6.3	11.9	11.3	11.3
Mean	2.7	1.8	2.3	-0.7	0.3	-1.8	-4.5	-2.2	2.8	7.6	2.8
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	-3.8	-0.9	1.0	2.0	-3.5	2.1	0.2	-3.1	-4.1	2.2	1.0
High	14.3	16.1	12.9	7.6	12.7	12.6	9.6	11.9	15.9	13.5	6.9
Mean	14.3	16.1	12.9	7.6	12.7	12.6	9.6	11.9	15.9	13.5	6.9
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	-3.2	-6.9	-5.7	-0.4	-1.4	-0.7	4.8	1.1	5.1		
High	4.7	7.8	11.1	11.2	15.0	17.2	17.5	12.4	14.0		
Mean	4.7	7.8	11.1	11.2	15.0	17.2	17.5	12.4	14.0		



<그림 3-28> 2002년 3월 온도.

<표 3-22> 2002년 4월 온도.

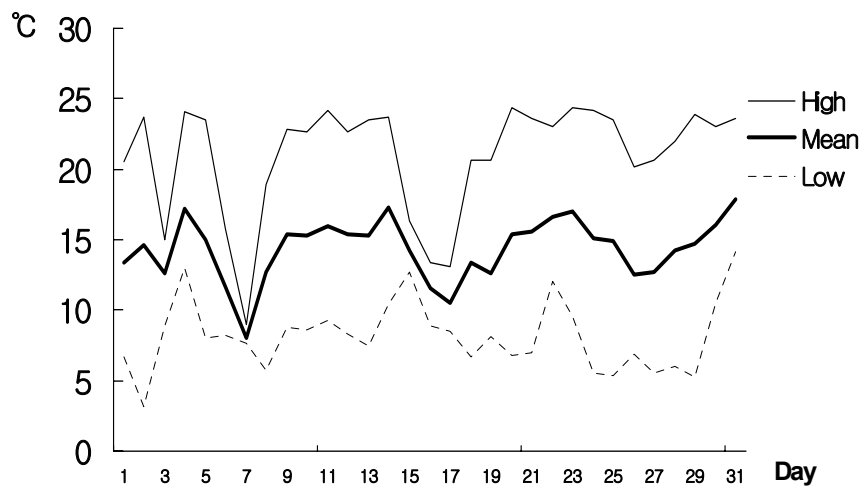
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Low	-0.3	1.1	5.6	-1.7	4.2	6.6	9.3	3.1	-1.2	-3.1
High	19.6	21.9	16.9	22.0	22.7	15.2	13.8	10.1	8.8	10.8
Mean	9.4	11.3	10.3	9.6	12.8	11.1	10.1	6.8	3.7	3.9
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Low	-0.7	-2.7	3.4	6.8	11.9	-	-	-	-	8.9
High	12.5	14.8	13.6	24.1	23.1	-	-	-	-	25.5
Mean	5.5	5.4	7.1	14.9	16.8	-	-	-	-	19.6
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Low	3.7	8.8	12.2	3.6	-2.5	0.6	5.1	4.1	10.2	10.2
High	23.8	26.7	23.0	15.0	15.9	19.1	20.2	22.1	14.0	14.8
Mean	14.3	18.1	17.2	10.3	7.0	10.4	12.5	13.7	12.3	12.9



<그림 3-29> 2002년 4월 온도.

<표 3-23> 2002년 5월 온도.

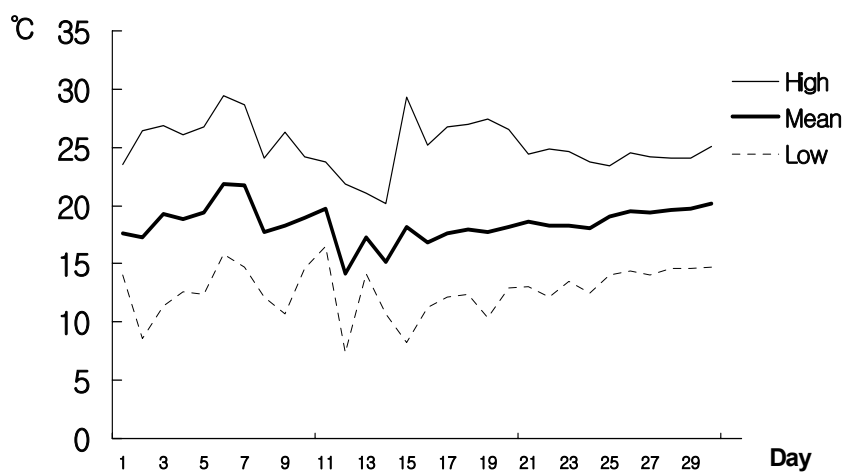
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	6.7	3.2	8.9	13.0	8.0	8.2	7.6	5.8	8.8	8.6	9.3
High	20.5	23.7	15.0	24.1	23.5	15.8	9.0	18.9	22.8	22.7	24.2
Mean	13.4	14.7	12.6	17.2	15.0	11.7	8.1	12.7	15.4	15.3	16.0
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	8.3	7.4	10.4	12.7	8.9	8.5	6.7	8.1	6.8	7.0	12.1
High	22.7	23.5	23.7	16.4	13.4	13.1	20.7	20.6	24.4	23.6	23.0
Mean	15.4	15.3	17.3	14.3	11.6	10.5	13.4	12.6	15.4	15.5	16.6
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	9.6	5.5	5.4	6.9	5.5	6.0	5.2	10.5	14.2		
High	24.4	24.2	23.5	20.1	20.7	22.0	23.9	23.1	23.6		
Mean	17.0	15.1	14.9	12.5	12.7	14.2	14.8	16.1	17.8		



<그림 3-30> 2002년 5월 온도.

<표 3-24> 2002년 6월 온도.

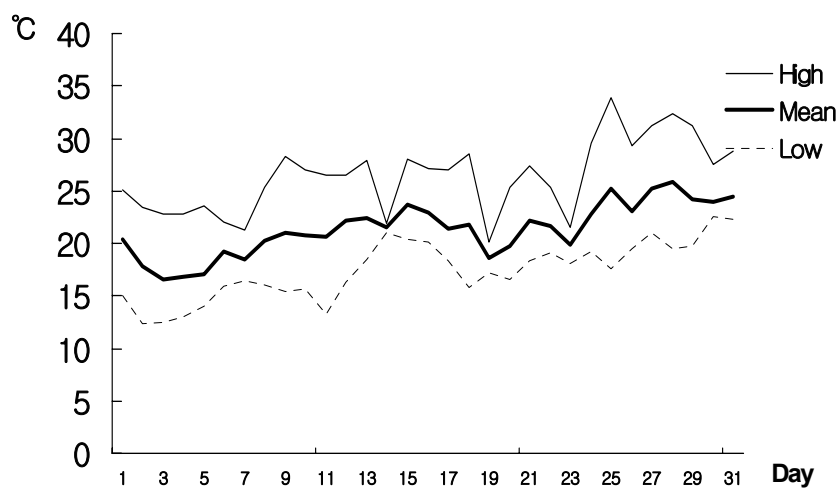
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Low	14.0	8.5	11.3	12.6	12.4	15.8	14.7	12.2	10.7	14.6
High	23.6	26.4	26.9	26.1	26.8	29.5	28.7	24.0	26.3	24.2
Mean	17.6	17.3	19.3	18.8	19.4	21.9	21.7	17.8	18.3	18.9
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Low	16.5	7.4	14.2	10.7	8.3	11.2	12.1	12.4	10.3	13.0
High	23.8	21.8	21.1	20.2	29.3	25.2	26.8	27.0	27.4	26.6
Mean	19.7	14.1	17.3	15.1	18.2	16.8	17.6	18.0	17.7	18.1
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Low	13.0	12.2	13.5	12.4	14.1	14.4	14.0	14.6	14.6	14.8
High	24.4	24.9	24.7	23.8	23.4	24.6	24.2	24.0	24.1	25.1
Mean	18.7	18.2	18.3	18.0	19.1	19.6	19.4	19.6	19.7	20.2



<그림 3-31> 2002년 6월 온도.

<표 3-25> 2002년 7월 온도.

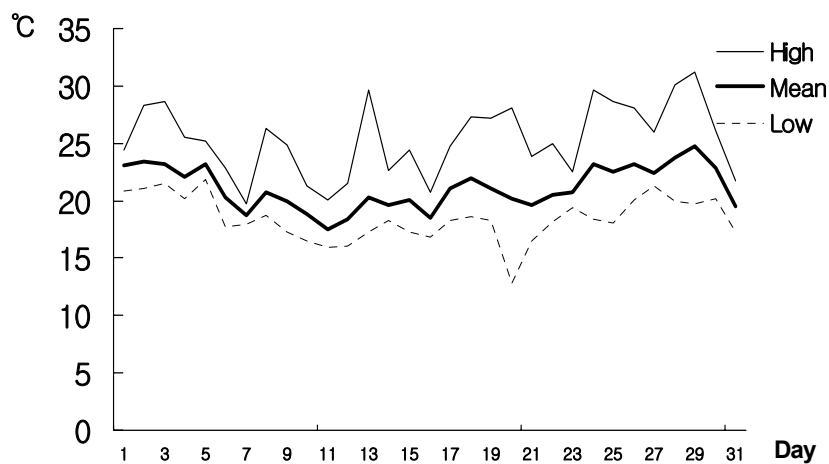
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	15.1	12.4	12.5	13.0	14.0	15.9	16.4	16.1	15.4	15.7	13.3
High	25.2	23.4	22.8	22.8	23.5	22.0	21.3	25.4	28.3	27.0	26.5
Mean	20.3	17.8	16.5	16.8	17.0	19.2	18.5	20.3	21.0	20.8	20.6
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	16.3	18.5	21.0	20.3	20.2	18.4	15.8	17.2	16.5	18.3	19.2
High	26.5	27.9	22.0	28.0	27.1	27.0	28.5	20.1	25.4	27.4	25.3
Mean	22.2	22.5	21.5	23.7	23.0	21.4	21.8	18.6	19.8	22.2	21.6
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	18.1	19.2	17.6	19.6	21.0	19.4	19.7	22.6	22.3		
High	21.5	29.6	33.9	29.3	31.2	32.3	31.3	27.5	28.8		
Mean	19.9	22.8	25.2	23.0	25.2	25.8	24.2	23.9	24.5		



<그림 3-32> 2002년 7월 온도.

<표 3-26> 2002년 8월 온도

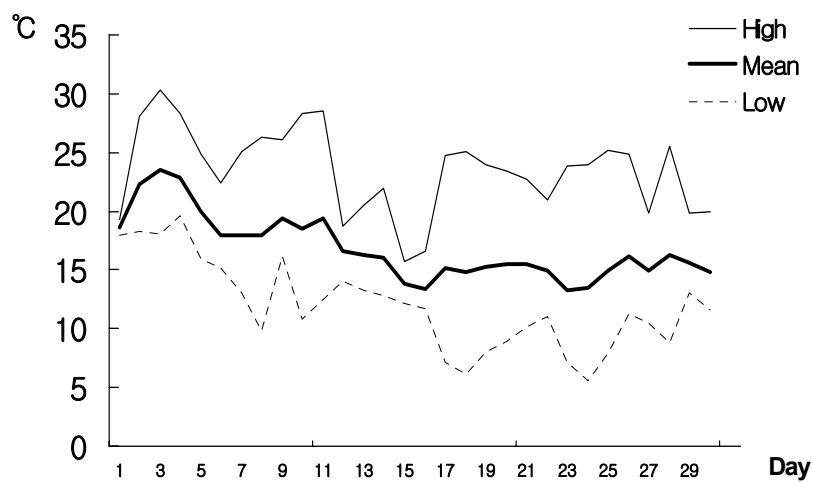
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Low	20.9	21.0	21.5	20.1	21.9	17.7	17.9	18.8	17.3	16.5	15.9
High	24.4	28.3	28.6	25.6	25.2	22.9	19.7	26.3	24.9	21.3	20.0
Mean	23.1	23.4	23.1	22.1	23.2	20.3	18.7	20.8	19.9	18.9	17.6
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Low	16.0	17.3	18.3	17.3	16.8	18.3	18.6	18.3	12.8	16.5	18.1
High	21.5	29.7	22.6	24.4	20.7	24.7	27.3	27.2	28.1	23.8	25.0
Mean	18.4	20.3	19.6	20.1	18.5	21.1	22.0	21.1	20.1	19.6	20.5
	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Low	19.4	18.4	18.1	20.0	21.3	19.9	19.7	20.2	17.3		
High	22.6	29.6	28.6	28.1	26.0	30.2	31.3	26.1	21.8		
Mean	20.7	23.2	22.5	23.1	22.4	23.8	24.8	22.8	19.5		



<그림 3-33> 2002년 8월 온도.

<표 3-27> 2002년 9월 온도.

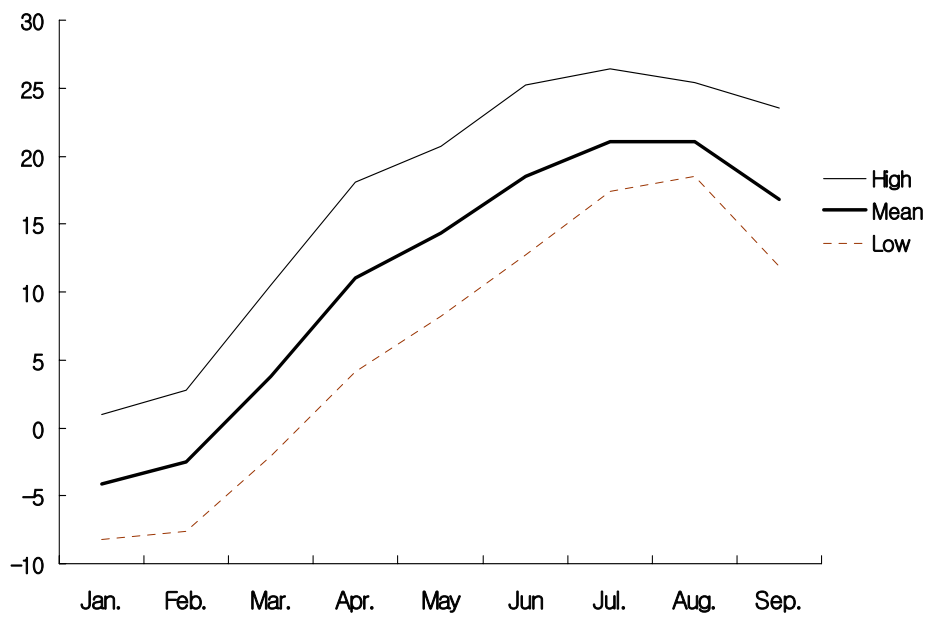
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Low	18.0	18.3	18.1	19.6	15.9	15.1	13.0	9.8	16.2	10.8
High	19.3	28.1	30.3	28.3	24.9	22.4	25.1	26.4	26.1	28.4
Mean	18.6	22.3	23.5	22.9	20.0	17.9	17.9	17.9	19.3	18.5
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Low	12.5	14.1	13.3	12.8	12.1	11.7	7.2	6.2	8.1	9.0
High	28.5	18.7	20.5	22.0	15.7	16.6	24.8	25.1	23.9	23.4
Mean	19.4	16.6	16.2	16.0	13.8	13.4	15.1	14.8	15.2	15.5
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Low	10.1	11.1	7.1	5.5	8.0	11.2	10.5	8.9	13.1	11.6
High	22.8	20.9	23.8	24.0	25.2	24.9	19.9	25.6	19.8	20.0
Mean	15.4	14.9	13.3	13.5	15.0	16.2	15.0	16.3	15.6	14.8



<그림 3-34> 2002년 9월 온도.

<표 3-28> 2002년 전체 온도.

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Low	1.0	-7.6	-2.1	4.1	8.2	12.7	17.4	18.5	11.9
High	-4.1	2.8	10.5	18.1	20.7	25.2	26.4	25.4	23.5
Mean	-8.8	-2.5	3.8	11.0	14.3	18.5	21.1	21.1	16.8

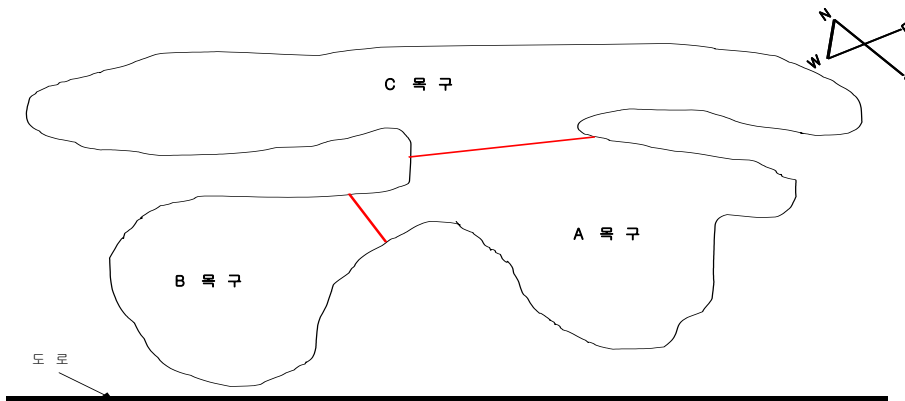


<그림 3-35> 2002년 전체 온도.

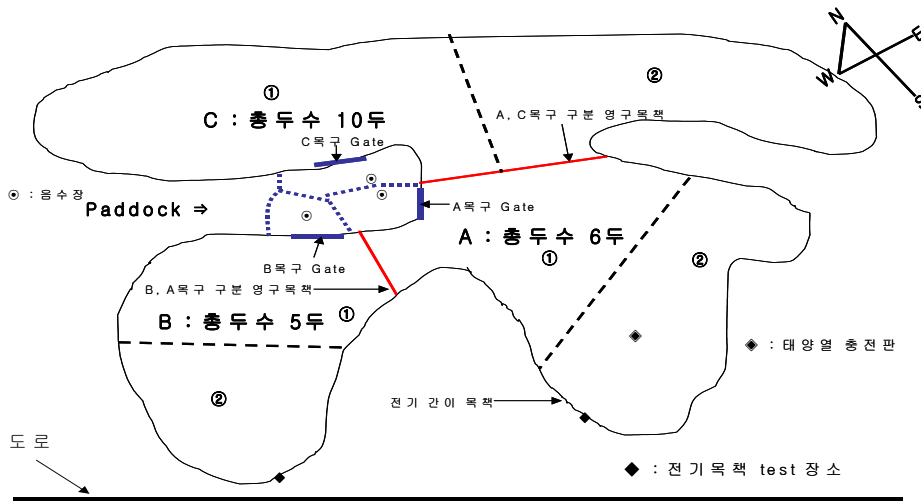
가. 한우 성빈우를 이용한 입간 방목(사진 3-9, 3-10 및 3-11)

조성되어져 있는 방목지는 다음의 그림 1과 같이 전기목책 및 관련시설을 조성하여 이용하였다(사진 3-6, 3-7, 3-8, 3-9). 각 목구별 투입된 방목우는 A 목구가 6두(평균 체중 471kg), B 목구 5두(평균 체중 451kg), C목구 10두(평균 체중 462kg)이었다(그림 3-36).

1) 방목지(조성 전)



2) 방목지(조성 후)



<그림 3-36> 방목지의 이용현황.

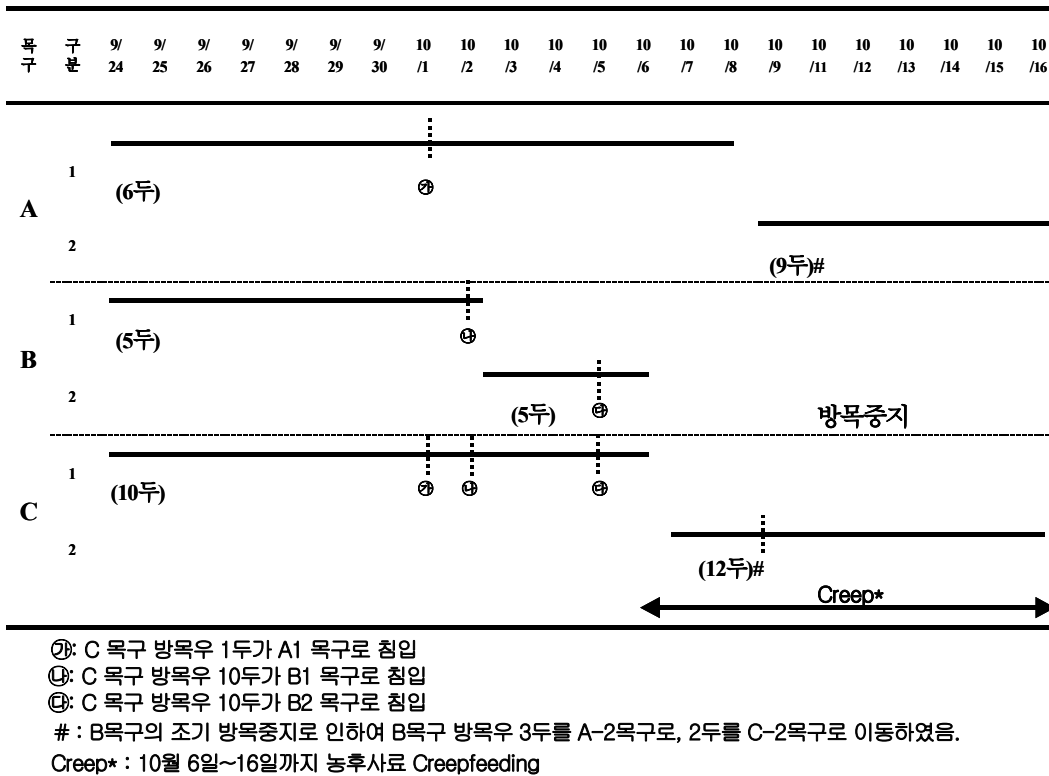


<사진 3-9> 한우의 입식 및 방목 개시.



<사진 3-10> 방목중인 한우와 보조사료 급여.

방목일정(그림3-37)을 보면 각 목구별로 평균 450kg의 임신우를 A목구는 6두, B목구는 5두, C목구는 10두를 2003년 9월24일부터 동년 10월16일까지 총 22일간 방목을 실시하였다. 또한 초지 이용성을 높이기 위하여 각각의 목구를 2개로 세분하였다(그림 3-36). 방목 하던 중 10월1일에 C목구의 방목우 1두가 목책을 넘어 A목구로 침입 하였으며, 그로 인해 무너진 목책을 보수하고 방목우를 몰아 다시 A목구로 방목시켰다. 또한 10월 2일과 5일에 C목구의 방목우 10두가 B목구로 침입하였다. 그로인하여 침입이 많았던 B목구는 과방목되어 방목이 조기 중지 되었으며, B목구의 방목우는 A(3두), B(2두)목구로 분리 방목 시켰다. A목구는 10월 9일부터, B목구는 10월 2일부터, C목구는 10월 7일부터 2세목구로 방목지를 옮겼다. 이때 C목구는 세분한 경계목책의 폭이 너무 좁아 일정량의 초지를 이용하지 못하여서 계획보다 일찍 2세목구 방목을 시작하였다. 10월 6일부터 방목 종료일까지 농후사료를 보조사료로 주었으며, 농후사료는 패덕내에 각 목구별로 다른 먹이통 없이 바닥에 두당 1kg씩 급여하였다.

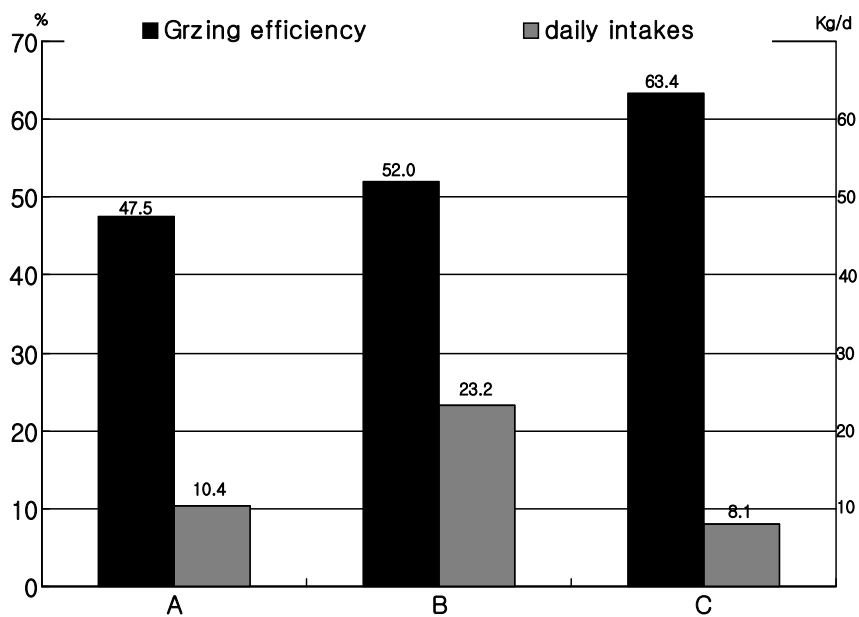


<그림 3-37> 방목기간 중의 방목일정.

방목시의 각 목구별 사료성분은 다음의 표 3-29과 같으며, 각 목구별 방목이용율(그림 3-38)은 A목구는 47.5%, B목구는 52.0%, C목구는 63.4%로 C목구가 가장 높았으며, 일당 섭취량(그림 3-38)은 A목구는 10.4kg, B목구는 23.2kg, C목구는 8.1kg이었다. C목구의 방목이용율에 비하여 섭취량이 적은 것으로 보아 A목구와 B목구에 비하여 C목구의 방목강도가 높았던 것으로 사료된다. 한국 사양표준은 450kg 성빈우의 유지시 필요한 일일 CP요구량은 0.68g이고, TDN요구량은 방목조건이 불량일때 4.53kg이었다. 그것과 비교하여 볼때 방목우의 일일 CP섭취량(표 3-30)은 A목구 0.7kg, B목구 1.8kg, C목구 0.7kg으로 CP요구량을 모두 충족하였으며, 일일 TDN섭취량은 A목구 6.3kg, B목구 14.6kg, C목구 4.9kg으로 TDN요구량을 모두 충족하였다(표 3-31).

<표 3-29> 임간방목지의 각 목구별 사료성분.

목구	DM(%)	CP	CF	NDF	ADF	EE	Ash	NFE	TDN	
	% of DM									
8월	A	52.1	6.5	32.2	70.0	42.5	2.0	5.4	54.0	61.0
		38.3	5.9	33.7	70.4	42.9	1.9	5.2	53.3	60.2
	B	31.7	7.2	34.6	69.8	45.5	2.1	5.6	50.4	59.8
		30.3	7.7	34.3	72.9	43.9	2.4	5.6	50.0	60.2
	C	31.2	8.6	33.4	68.3	44.7	2.7	6.9	48.3	59.8
		34.4	8.0	35.0	69.8	46.9	2.5	6.3	48.1	59.3
9월	A	48.8	6.3	31.3	70.7	45.7	2.0	7.0	53.4	59.8
	B	38.4	8.7	33.3	70.9	42.6	2.6	5.8	49.6	61.1
	C	36.0	8.3	33.0	70.5	42.5	2.4	6.3	50.0	60.5
	농후사료	89.4	17.7	4.6	43.0	12.9	3.0	7.8	66.8	75.0



<그림 3-38> 각 목구별 방목이용율 및 섭취량.

<표 3-30> 한우 성빈우 유지에 필요한 에너지 요구량(한국 사양표준).

체중(kg)	CP(g)	TDN(kg)
450	677	3.67

체중(kg)		방목 조건	
	양호	약간불량	불량
	kg		
450	3.47	3.93	4.53

<표 3-31> 각 목구별 방목우의 CP, TDN 섭취량.

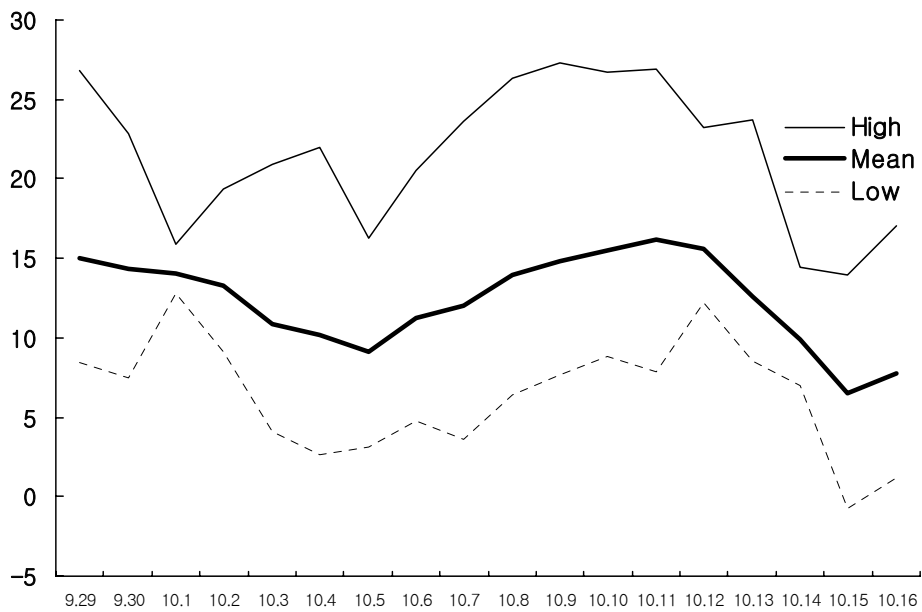
목구	일일단백질섭취량	일일TDN섭취량
	kg	
A	0.7	6.3
B	1.8	14.6
C	0.7	4.9



<사진 3-11> 방목 전·후의 방목지 전경.

<표. 3-32> 방목기간 동안 기온.

	9/29	9/30	10/1	2	3	4	5	6	7
Low	8.4	7.5	11.8	9.1	4.1	2.7	3.2	4.8	3.6
High	26.8	22.8	15.9	19.4	20.9	22.0	16.3	20.5	23.6
Mean	15.0	14.3	14.1	13.2	10.9	10.1	9.1	11.3	12.0
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Low	6.4	7.7	8.8	7.9	12.2	8.5	7.0	-0.8	1.2
High	26.4	27.3	26.7	27.0	23.3	23.7	14.4	13.9	17.0
Mean	14.0	14.8	15.5	16.2	15.6	12.6	9.9	6.5	7.8



<그림 3-39> 방목기간 동안 기온.

2002년 3월 평균온도가 3.8도인 것을 본다면 목초의 생육온도는 5도 이상이므로 3월 중순 부터는 방목을 개시 할 수 있을 것이다. 또한 가을철 목초 파종 적기는 일평균 기온이 5도 되는 날로부터 50~60일 전이라고 볼 수 있는데 이는 일평균기온이 5도가 되면 생육이 정지되기 때문에 월동을 위한 영양분 저장 을 위해서이다. 따라서 본 임간방목지의 파종 적기는 9월 초에 파종 하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

7. 봄철 임간방목에서의 홀스타인 젖소(육용우)의 생산성과 초지생산성

가. 재료 및 방법

1) 공시 가축

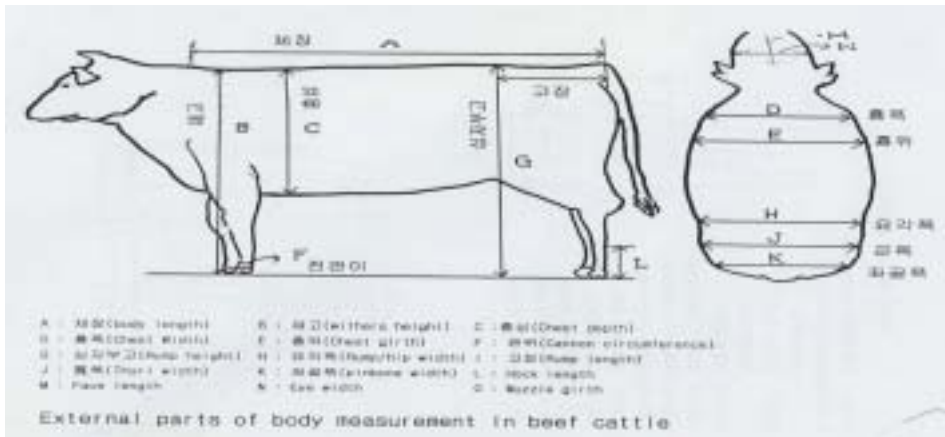
육용우는 Holstein 중 ♂ 14두(평균 체중 123.1kg)를 2004년 3월 29일에 입 식하여 1개월간 강원대학교 부속목장에서 표 3-33의 급여량(NRC 사양표준 1988)으로 사사하였고 동기간 내에 거세를 실시하였다. 실험 우는 동년 4월 24 일 방목지로 이송하였다.

<표 3-33> 육용우 입식 기간 동안의 사료 급여량 (단위 : kg/두).

일 자	예상 체중	목표 증체량	건물 섭취량	TDN 요구량	CP 요구량	실섭취량			TDN 섭취량	CP 섭취량
						연맥	알팔파	옥수수 사일리지		
03. 29	100									
03. 30 ~ 04. 13	109	0.6	3.02	1.94	0.45	2.1 (60%)	1.4 (40%)		1.8	0.48
04. 14 ~ 04. 28	118		3.38	2.04	0.47	1.1 (30%)	1.1 (30%)	4.5 (40%)	2.0	0.47

2) 실험 설계

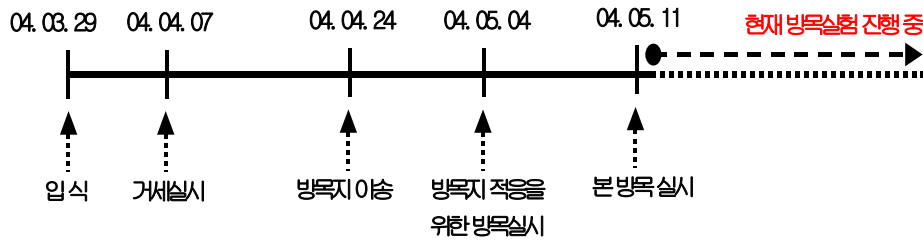
육용우(Holstein 종 거세우) 14두(평균 체중 123kg)를 이용하여 임간방목지에서 성장패턴 및 생산성을 조사했다. 방목은 2004년 5월부터 실시하였으며 동년 9월에 종목 할 예정이다. 각 목구별 군배치는 투입된 육용우 14두를 1군으로 하여 각 목구에 방목시키며, 매 1개월마다 체중 측정을 실시하여 증체량을 조사했다. 각 목구별 방목 전 수량조사를 실시하여 목구별 생산성과 사료성분을 조사하며, 방목 후 수량을 조사하여 방목이용율 및 적정 방목 강도를 조사했다. 또한, 방목 개시 전 체형을 측정하고, 종목 후 체형을 측정하여 임간방목지에 따른 육용우의 성장패턴을 조사했다(그림 3-40).



<그림 3-40> 체형 측정 부위.

나. 결과 및 고찰

방목지 이송 후에는 수송 스트레스에 대비하여 5월 3일까지 각 목구별 휴식 장소에서 계류하였으며, 5월 4일체중 측정 후 방목 적응 훈련을 위해 경방목을 실시하였다. 각 목구별 군분리는 A목구 5두(평균 체중 141kg), B목구 3두(평균 체중 111kg), C목구 6두(평균 체중 144kg)로 하였다. 실험 일정은 다음 그림 3-41과 같다.



<그림 3-41> 육용우 방목 실험 일정.

현재까지 진행된 방목실험의 결과는 다음과 같다(표 3-34). 각 목구별 사초 수량은 A 목구 1,067kg/ha, B 목구 1,100kg/ha, C 목구 1,367kg/ha 으로 C 목구의 수량이 다소 높게 나타났다. 각 목구별 섭취량은 A, B, C 목구 각각 22.8, 38.0, 27.6kg/두 으로서 B목구의 섭취량이 높게 나타났다. 이에 따른 방목 이용율은 A, B, C 목구 각각 52, 52.3, 60.3%로 나타나 C목구의 이용율이 다소 높게 나타났다. 방목개시시의 초장은 각 목구 공히 평균 23cm정도로 나타났고, 방목종료시의 초장은 11.5~12.6cm 이었다.

<표 3-34> 육용우 방목 실험 결과(04년 5월 11일 ~ 동년 5월 29일).

	사초 생산량 (kg/ha)	두당 섭취량 (kg/두)	방목 이용율 (%)	초장(cm)		체중(kg)		증체량(kg)
				방목 전	방목 후	방목 전	방목 후	
A 목구	1,067	22.8	47.4	23.0	11.5	141.3	147.9	0.31
B 목구	1,100	38.0	47.4	23.6	12.3	111.2	113.6	0.12
C 목구	1,367	27.6	53.3	23.3	12.6	144.2	142.7	-0.07*

※ 방목 우 중 1두가 질병(뱀에 물린 것으로 추정)으로 인해 1주일간 방목을

하지 못하였음(예후불량).

<표 3-35> 방목우의 체형측정.(단위 : cm).

십자 부고	체고	흉폭	흉심	좌골폭	근폭	요각폭	고장	체장	흉위	전관이
100.9	95.3	36.3	55.4	28.3	40.6	36.6	43.5	107. 5	121. 3	13.3

<표 3-36> 개체별 증체량.

목구	개체번호	개시체중	종료체중	일당증체량**
(Kg)				
A목구	1	146.0	158.8	0.85
	2	142.6	143.4	0.05
	5	122.6	126.0	0.22
	11	151.2	150.6	-0.04
	12	153.2	160.6	0.49
	평균	143.2±12.2	147.9±14.0	0.31±0.36
B목구	2	103.7	103.4	-0.02
	4	114.5	113.4	-0.07
	8	117.5	124.0	0.44
	평균	111.9±7.3	113.6±10.3	0.12±0.28
C목구	6	123.8	123.2	-0.04
	7	153.4	157.0	0.24
	9	152.4	149.6	-0.19
	10	135.8	143.6	0.52
	13	136.0	136.0	0.00
	14*	161.4	146.8	-0.97
평균	143.8±14.1	142.7±11.8	-0.07±0.51	
		(140.3±12.5)	(141.9±13.0)	(0.11±0.28)

* : 땀/벌레에 목이 울려 섭취를 제대로 하지 못한 개체

()는 14번 개체를 제외한 평균.

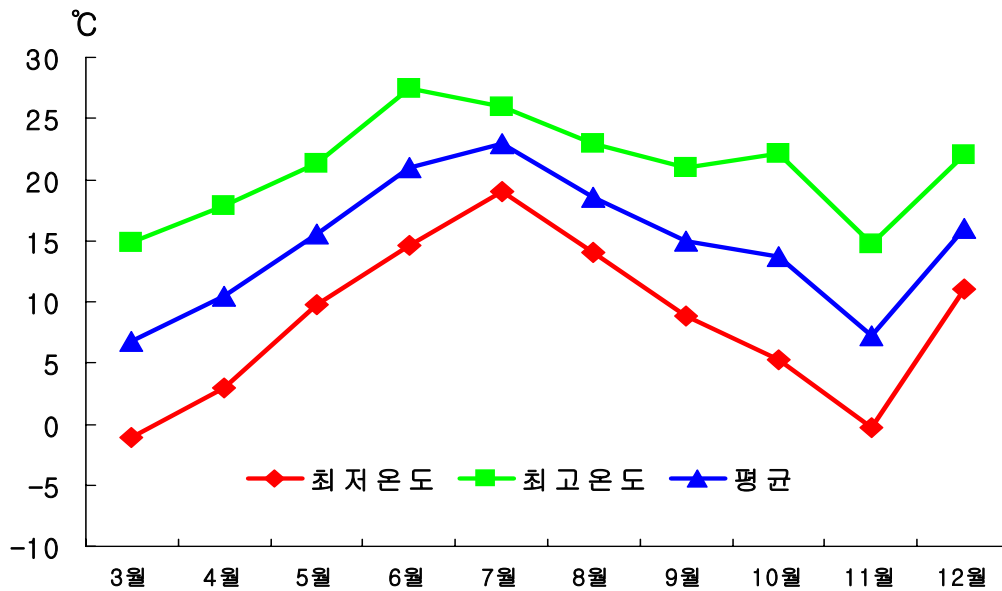
** : 휴목기간 동안의 섭취량은 제외한 증체량

방목이용율은 A, B, C목구 각각 52.0, 52.3 및 60.3% 으로 나타났고(그림 3-34), 방목기간 동안의 증체량은 A, B 및 C목구 각각 0.31, 0.12 및 -0.07 kg 이었다(표

3-36). 방목기간중의 증체량이 낮은 이유는 방목지의 특성상 평지가 아닌 산지경사지를 이용하기 때문에 가축 유지 및 활동에 필요한 에너지를 충분히 섭취하지 못하여 증체량이 낮게 나타난 것으로 사료되었다.

<표 3-37> 방목 기간 중 각 목구별 방목강도.

목 구	A	B	C
	(AU/ha)		
방 목 강 도	1.4	0.8	1.6



<그림 3-42> 2004년도 월별 방목지 최저, 최고 및 평균 온도.

방목 기간중의 방목강도는 A, B, C 각각 1.4, 0.8 및 1.6 AU/ha 이었다(표 3-37).

본 실험 기간 동안의 연구결과를 종합하면 임분밀도에 따른 임간 초지의 생산성은 건물 생산량, 섭취량 및 방목 이용율을 고려 시 ha 당 120 ~ 200 그루 이상 존

치하는 것이 양호할 것으로 사료되나 본 연구의 봄철 조사기간이 짧아 더욱 많은 조사가 필요할 것으로 사료된다.

8. 여름에서 가을동안 임간방목하에서 육용우의 생산성 및 초지생산성

가. 재료 및 방법

전체 시험기간인 2004.05.11~동년 11월 4일 중, 본 연구는 2004.5.30~2004.11.04까지 여름 및 가을철 자료를 이용하였다. 시험장소는 황성 강원도축산기술연구센터의 해발 400m의 임야 4.2ha(주된 수종은 소나무)로서 임분밀도에 따라 A(1.6ha, ha당 120그루 존치), B(1.0ha, ha당 200그루 존치) 및 C(1.6ha, ha당 400그루 존치)목구로 구분하여 실시하였다. 공시가축은 홀수타인 거세우 14두(평균 체중 138.3kg)이고, 윤환 방목으로 방목하였다. 조사항목은 건물수량, 사료성분, 방목이용율, 섭취량 및 증체량을 조사하였으며, 건물 수량은 Quadrot을 이용하여 맹아가 자라고 있는 지역을 제외한 다른 지역에서 목초 및 야초류(가식초)만을 조사하였다. 시험기간동안 방목초가 부족한 시기에는 방목초 외에 일부 농후사료, 목초사일리지 등을 보조사료로 급여하였다.

나. 결과 및 고찰

사료성분은 각 목구별 차이는 없었으나, DM함량은 A, B 및 C목구가 각각 33.3, 27.2 및 24.4%로 임분밀도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. CP함량의 경우 임분밀도가 증가할수록 CP함량이 높아졌는데(표 3-38), 이것은 박 등(1988)이 보고한 임분밀도가 높을수록 CP함량이 증가하는 경향과 일치하는 것이었다.

<표 3-38> 사료성분.

Site	DM	CP	EE	Ash	CF	ADF	NDF	NFE
	%	% of DM						
Pasturage								
A	33.3	10.2	4.6	6.6	22.4	34.1	61.0	56.3
B	27.2	12.1	5.7	7.9	30.6	32.3	45.0	52.7
C	24.4	15.7	5.1	8.7	31.1	32.2	50.1	48.1
concentrate	88.8	17.8	4.1	8.9	14.6	15.7	11.6	57.7
grass silage	44.3	14.3	4.5	8.8	24.8	33.5	60.6	47.7

방목기간 중의 건물수량은 A, B 및 C목구가 각각 292.2, 291.9 및 406.0kg/ha로서 C목구가 가장 높았지만 일본자료(Iwasaki, 1998 ; 2000)에 비하여 각 목구 공히 아주 낮았다(표 3-39). 그러나 건물섭취량 및 방목이용율은 B목구에서 높은 경향을 나타냈다.

<표 3-39> 임간초지의 건물수량, 섭취량, 방목 이용율 및 증체량.

	A	B	C
Dry matter yield (kg/ha)	292.2±85.0	291.9±63.7	406.0±203.0
Dry matter intake (kg/day)			
Pasturage	3.5±2.1	5.4±0.7	3.9±1.7
Concentrate	0.2±0.5	0.7±1.4	0.4±1.0
Grass silage	0.0	0.6±1.7	0.4±1.4
Grzing efficiency (%)	75.7	86.3	85.2
Body weight gain (kg/day)	0.3±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1

건물수량이 낮은 것은 방목우의 분뇨만을 비료로 사용하고 시비를 하지 않은 것과 높은 맹아의 비율(사진 3-12) 및 방목지내 덮여 있는 두꺼운 낙엽층(사진 3-13) 등의 요인으로 사료된다. 특히 맹아 비율은 A, B 및 C목구가 공히 높았는데, 각 목구의 약 50%이상을 덮고 있어서, 목초의 수량이 현저히 떨어졌다.



< 사진 3-12 > 방목지 내 맹아.



< 사진 3-13 > 방목지 내 낙엽층.

일당섭취량은 A, B 및 C목구가 각각 3.7, 6.7 및 4.7kg으로 NRC사양표준(1989)의 건물 섭취량인 3.26kg(체중 140kg, 증체량 0.6kg)과 비교 시 모든 목구에서 요구량을 충족하는 것으로 나타났다. 방목이용율은 A, B 및 C목구가 각각 75.7, 86.3 및 85.2%으로 나타났고, 방목기간 동안의 증체량은 목구별 차이 없이, 공히 0.3kg/day 이었다(Table 3-39). 방목 기간 중의 방목강도는 A, B 및 C목구가 각각 17.9, 14.2 및 29.5 AU/ha였다.

본 실험을 종합하면 임분밀도에 따른 임간 초지의 생산성은 건물 생산량, 섭취량 및 방목이용율을 고려 시 ha 당 200그루 이상 존치하는 것이 양호할 것으로 사료되나 보다 많은 Data의 축적이 요구된다. 또한 임간초지의 생산성 향상에 관한 연구도 진행되어야 할 것으로 사료된다.

9. 육용우의 임간방목하에서의 초지 생산성

가. 재료 및 방법

본 실험은 2005년 5월부터 2005년 8월 31일까지 황성 강원도축산기술연구센터의 해발 500m의 임야에서 실시하였다. 공시가축은 홀스타인 거세우(개시체중 : 367.5kg)으로 3두를 이용하여 주야간 일정기간을 정해 윤환방목을 실시하

였다.

임야 4.2ha(주된 수종은 소나무)로서 임분밀도에 따라 A(1.6ha, ha당 120그루 존치), B(1.0ha, ha당 200그루 존치), C(1.6ha, ha당 400그루 존치)목구로 구분하여 실시하였다.

보파는 오차드그라스(OG), 티모시(Ti), 톨웨스큐(TF), 페레이얼 라이그라스(PRG), 켄터기블루그라스(KBG) 및 라디노클로바(LC)를 혼파조합하여 2005년 4월16일에 산파(겉뿌림법) 하였다. 초지 조성된 임야 4.2ha를 임분밀도에 따라 A목구, B목구, C목구로 구분하였다.

- 1) A목구 : ha당 소나무 120그루 존치 차광정도 28.3%
- 2) B목구 : ha당 소나무 200그루 존치 차광정도 46.5%
- 3) C목구 : ha당 소나무 400그루 존치 차광정도 72.8%

차광정도는 나무에 의하여 햇빛이 차단된 정도를 나타내며, 나무가 없는 도로에서 조사한 96500lux를 기준으로 하였다. 건물수량은 가로 세로 각각 1m인 Quadrot을 이용하여 조사하였다(사진 3-17). 한편 방목이용율은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{방목이용율} = \frac{\text{방목후 수량}}{\text{방목전 수량}} \times 100$$

초지의 생산성 향상을 위해 잡관목(맹아)를 2005년 4월15일~16일 1박 2일간 실시하였다(사진 3-14 및 3-15). 음수는 흐르는 계곡물을 이용하여 음수통에 수집한 후 음수로 이용하였다(사진 13-16).



<사진 3-14> 잡관목(맹아) 제거.



<사진 3-15>보 파.



<사진 3-16> 방목지 내 음수시설.



<사진 3-17> 목초샘플 채취

나. 결과 및 고찰

건물수량은 A목구는 172.1kg, B목구는 303.0kg, C목구는 211.7kg(ha/kg)으로 B목구가 가장 높았으나 각 목구 공히 전반적으로 건물수량 낮았다. 방목이 진행됨에 따라 건물수량은 점차 감소하는 경향을 보였다(그림 3-24, 사진 3-18 및 3-19).



<사진 3-18> 방목 전.



<사진 3-19> 방목 후.

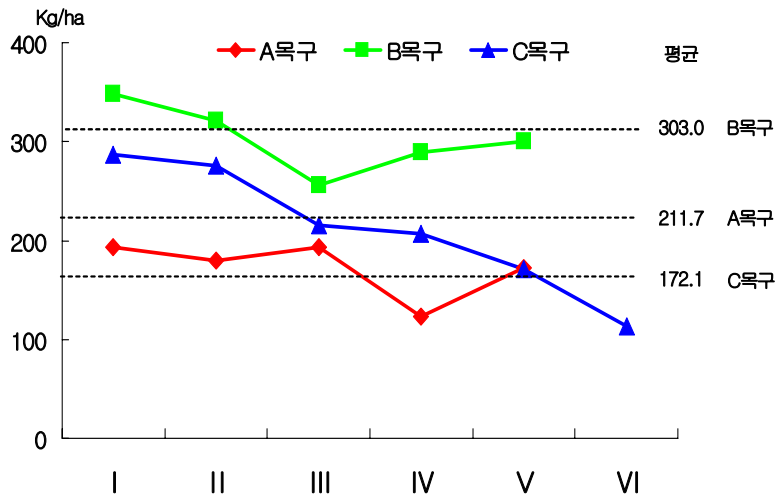


<사진 3-20> 초지 조성이 잘 된 곳.

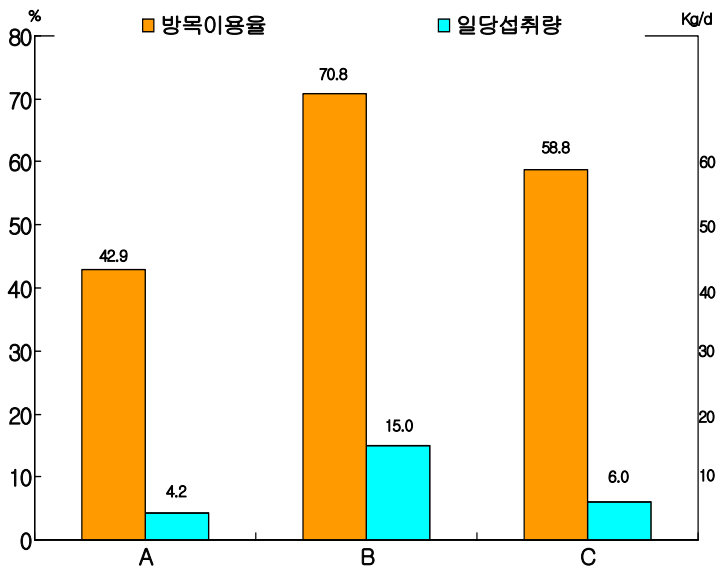


<사진 3-21> 초지 조성이 잘못 된 곳.

방목지내 덮여 있는 두꺼운 낙엽층과 맹아의 문제로 인해 초지가 부실해 초지 생산성이 떨어진 것으로 사료된다(사진 3-20 및 3-21).



<그림 3-43> 방목 따른 건물수량 변화.



<그림 3-44> 방목이용율 및 일당섭취량.

방목이용율은 A, B 및 C 목구 각각 42.9, 70.8 및 58.8%로 B목구가 다른 목

구에 비해 월등히 높은 수치를 나타내었다. 또한 일일섭취량에서도 B목구는 15.0kg/day를 나타내 A목구의 4.2 kg/day 및 C목구의 6.0 kg/day보다 많은 양의 초지를 섭취하였다(그림 3-44).

10. 임간방목후 축사내 사육에서의 가축생산성

가. 재료 및 방법

본 실험은 2005년 11월부터 2005년 8월 31일까지 춘천시 서면에서 실시하였다. 공시가축은 홀스타인 거세우(개시체중 : 209.6kg)으로 11두를 이용하였다. 체중은 2달에 1번씩 측정하였으며, 사료섭취량은 매일 측정하여 기록하였다. 사료급여는 오전 9시, 오후 6시로 일일 2회씩 급여하였으며, 음수와 미네랄 블록은 자유채식 하였다(사진 3-22 및 3-23).



<사진 3-22> 체중 측정.



<사진 3-23> 사료 섭취 모습

나. 결과 및 고찰

<표 3-40> 체중 및 일당증체량.

	11월	1월	ADG	3월	ADG	5월	ADG	7월	ADG	9월	ADG
1번	221.8	309	1.25	375	1.10	415.6	0.69	484.6	1.15	547.4	1.06
2번	225.6	315.8	1.28	379.6	1.06	449.6	1.19	531	1.36	613.6	1.40
3번	155	211.2	0.85	282	1.18	358.4	1.29	-*	-	-	-
4번	168.2	207.6	0.35	257.4	0.83	328	1.20	-	-	-	-
5번	184	261.4	1.30	358	1.61	437	1.34	530.2	1.55	610.6	1.36
6번	183	244.4	0.80	336.6	1.54	406.6	1.19	472.8	1.10	518.6	0.78
7번	223.4	309.4	1.28	376.8	1.12	454.6	1.32	541.2	1.44	596.2	0.93
8번	182.8	258	1.10	309.6	0.86	368.4	1.00	-	-	-	-
9번	224.6	301.2	1.04	377.8	1.28	470.8	1.58	562.8	1.53	648.6	1.45
10번	204.6	275.2	1.36	330.6	0.92	399	1.16	466.4	1.12	521	0.93
11번	228.4	322.2	1.51	388.8	1.11	466.4	1.32	546.8	1.34	622.2	1.28
12번	206.6	276.4	0.87	347.8	1.19	432	1.43	508	1.27	592.8	1.44
13번	198	256.6	0.97	339	1.37	413.2	1.26	508.4	1.59	579.8	1.21
14번	206	275.8	1.46	345.6	1.16	399.8	0.92	458.6	0.98	501.2	0.72
평균	200.9	273.2	1.1	343.2	1.2	414.2	1.20	510.1	1.31	577.5	1.12

* 방목지로 이동

2개월에 한번씩 체중을 측정한 결과 평균 증체량이 1.1 kg/day으로 일반 관행 사육보다 높은 증체를 보였다(표 3-40).

<표 3-41> 일일 사료섭취량.

	알팔파 큐브	농후사료	볍짚 + 페레니얼 라이그라스짚		총섭취량
			Kg / day		
1번	3.1	5.0	3.0	11.1	
2번	3.2	5.3	3.1	11.6	
3번	3.6	3.2	2.7	9.5	
4번	3.6	3.2	2.7	9.5	
5번	3.1	4.9	3.0	11.0	
6번	3.1	4.4	3.0	10.5	
7번	3.1	5.4	3.1	11.6	
8번	3.8	3.5	2.7	10.0	
9번	3.1	5.3	3.1	11.5	
10번	3.2	4.6	3.0	10.8	
11번	3.1	5.4	3.1	11.6	
12번	3.2	5.0	3.0	11.2	
13번	3.0	4.6	3.0	10.6	
14번	3.2	4.6	3.0	10.8	
평균	3.2	4.6	3.0	10.8	

두당 일일 섭취량은 알팔파 큐브가 3.2kg, 농후사료 4.6kg, 볅짚 및 페레니얼 라이그라스 짚 3.0kg으로, 총 10.8kg을 섭취하고 있다(표 3-41).

현재 육용우는 계속 연구가 진행되고 있으며, 2005년 12월 경에 출하되면 도체성적(육질, 육량)의 결과가 나오게 되면 제 3세부과제의 경우, 보다 세밀한 검토가 가능할 것으로 사료된다.

11. 결 론

초지축산과 임업광의 조화형 임축업인 산지경사지에서의 silvopastoral system은 수익성 측면과 환경적 측면에서 유리하여 우리나라의 대표적인 친환경 축산모델로 중요하다. 또한 초지생산성(건물수량, 식생구성), 가축생산성(사료섭취량, 증체량 및 방목목이용율) 및 환경오염(수질오염, 토양유실)면에서 임분밀도는 ha 당 200 그루정도가 적당할 것으로 사료된다.

제 4 절 산림내 경제성 작물 재배기술 개발

1. 연구수행 방법

가. 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사

1) 공시재료

가) 식용식물 : 파드득나물, 섬썩부쟁이, 병풍쌈, 개미취, 눈개승마

나) 약용식물 : 용담, 개시호, 고본, 황기, 만삼

2) 처리방법

공시식물을 4월말에 생육상자 및 포트에 식재하여 충분히 활착을 시킨 후 광도별 피음 및 관수 처리를 하였다.

가) 광조건별 생리반응특성 조사

피음을 실시하지 않은 전광 대조구(0%)와 차광막을 이용하여 40%, 80%, 90% 피음으로 조절하였다. 광도는 조도계를 이용하여 측정하였다.

나) 수분조건별 생리반응특성

관수처리는 3일, 6일, 12일 주기로 토양이 적윤상태가 되도록 관수하였다.

3) 조사방법

식물별 광합성 측정은 LED light source가 부착된 휴대용 광합성 측정기 (Li-6400, Li Cor)를 사용하여 광도별 광합성 반응특성, 광합성량과 증산량을 측정하였다. 동시에 측정된 광합성속도(Pn)와 증산속도(Tr)의 비율(Pn/Tr)을 산출하여 광합성에 대한 수분이용효율(water use efficiency)을 산정하였다.

4) 조사항목

식물별 광합성량, 증산량, 수분이용효율

나. 식·약용식물 자생지특성 조사

1) 공시재료

가) 식용식물 : 개미취, 금낭화, 눈개승마, 단풍취, 돌마타리, 딱갈, 병풍쌈,
섬쑥부쟁이, 어수리, 참반디, 파드득나물

나) 약용식물 : 개시호, 고본, 깽깽이풀, 땃두릅, 만삼, 미치광이풀,
백작약, 용담, 쥐오줌풀, 황기

2) 조사항목

가) 지형 : 산정, 능선, 산록, 산복, 계곡, 평지, 기타

나) 군계 : 천연림, 조림지, 초지, 습원

다) 토양 : 갈색, 적황색, 암적색, 회갈색, 침식토, 미숙토, 자갈,

라) 식생 : 교목, 관목, 초본 : 식피율, 평균수고, 평균흉고, 우점종

다. 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring

1) 공시재료 : 곰취(*Ligularia fischeri*), 개시호(*Bupleurum longiradiatum*)

만삼(*Codonopsis pilosula*)

2) 조사장소 : 강원도 인제군 기린면 진동리 점봉산

3) 처리방법

가) 강원도 인제군 기린면 진동리 점봉산 일원의 곰취, 개시호 자생지 내에 모니터링을 위해 2001년도에 6월에 곰취는 10m×10m(100㎡), 개시호는 5.0m×5.0m(25㎡) 조사구를 설치하였다. 이후 2002년, 2003년도에 개체수 변화를 조사하였다.

나) 만삼은 자생지를 쉽게 찾을 수 없어 종자를 채취 생장적지에 파종한 후 개체 수 변화를 조사하였다. 만삼 파종시기는 5월 중순경으로 파종전에 물에 24시가 침수 시킨후 모래에 섞어 파종하였다.

4) 조사항목

작목별 개체수 변화, 주변식생

라. 임간식재 실연사업

1) 공시재료 : 곰취, 독활, 참당귀

2) 조사장소 : 강원도 평창군 대화면 하안미리, 진부면 장전리

<표 4-1> 조사지 환경인자.

입지	임간묘포 (전광조건)	소나무림	낙엽송림	신갈나무림
해발고(m)	900	900	1,000	1,150
방위	plane	S	N	NE
낙엽층 (cm)	0	4	4	6
상대광도(%)	100	9.1	16.8	8.1
토양수분	건조	약건	적정	습
토심(cm)	30	25	25	25

3) 처리방법

가) 종자특성 조사

2000년 가을에 가리왕산, 청태산에서 채취한 곰취, 독활, 참당귀의 종자 특성을 실시하였다.

나) 종자발아실험

채취한 종자의 발아특성을 조사하기 위하여 실내 발아실험과 임내 포지에서 봄과 가을 파종시 발아특성을 조사하였다.

다) 실연사업

(1) 임상 : 임간묘포, 소나무림, 낙엽송림, 신갈나무림

(2) 임상별 시기별 파종 또는 이식 후 발아율, 생장량 및 생리적 특성을 조사하였다. 광합성량은 휴대용광합성 측정기를 사용하였으며 엽록소함량은 SPAD를 사용하였다.

4) 조사항목

종자발아율, 시기별 발아율, 이식활착율, 생장량, 광합성량, 엽록소함량

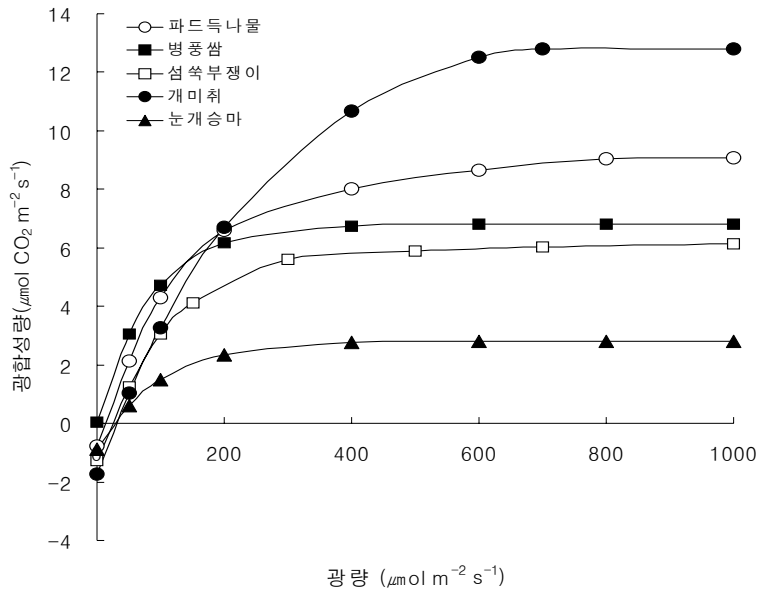
2. 연구수행 내용 및 결과

가. 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사

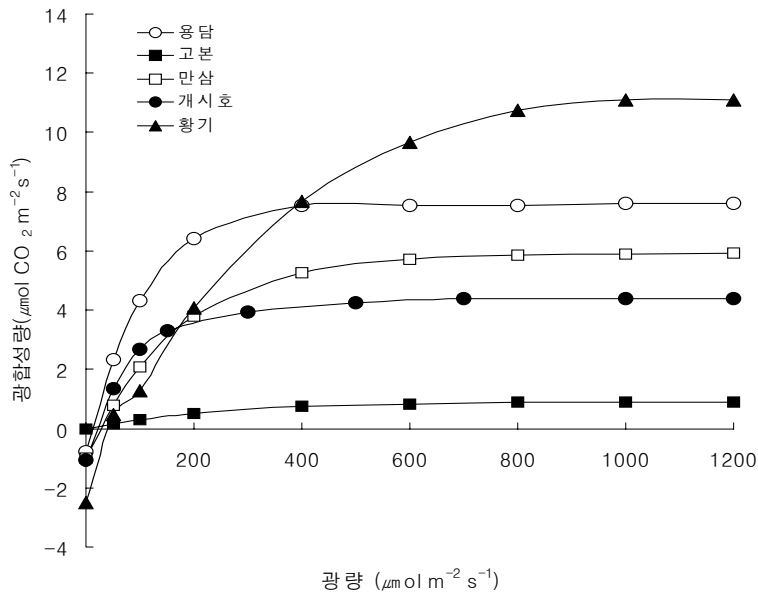
1) 광도별 반응특성

광도변화에 따른 작목별 광합성반응 특성을 조사한 결과 <그림 4-1, 2>와 같다. 파드득나물의 광포화점은 광량 $800\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대광합성량은 $9.02\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 섬썩부쟁이의 광포화점은 광량은 $700\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $6.00\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 병풍쌈의 광포화점은 광량 $600\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $6.80\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 개미취의 광포화점은 광량 $700\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $12.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 눈개승마의 광포화점은 광량 $700\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $2.81\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었다<그림 4-1>.

용담의 광포화점은 광량 $400\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $7.54\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 개시호의 광포화점은 $700\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $4.40\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 고본의 광포화점은 광량 $1000\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 다른 작목에 비하여 매우 높았으며 최대 광합성량은 $0.90 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 황기의 광포화점은 광량 $900\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $11.09\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 만삼의 광포화점은 광량 $700\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 최대 광합성량은 $5.91\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었다<그림 4-2>.



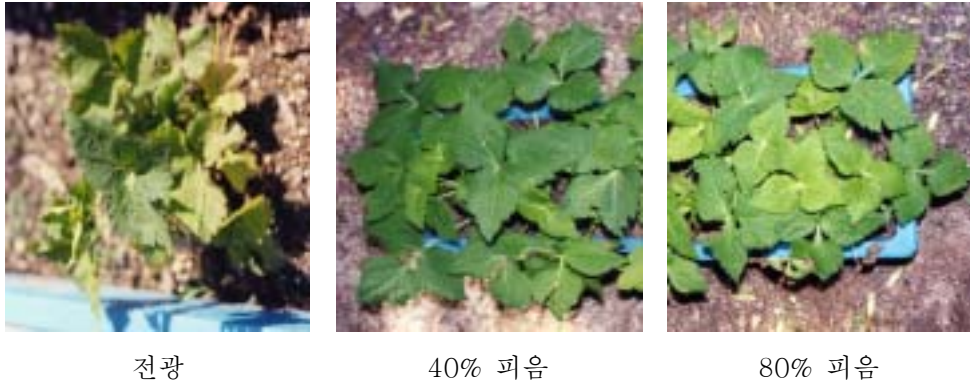
<그림 4-1> 식용식물의 광도별 광합성 반응 특성.



<그림 4-2> 약용식물의 광도별 광합성 반응 특성.

2) 파드득나물(*Cryptotaenia japonica*)

파드득나물의 피음처리는 <그림 4-3>과 같다.

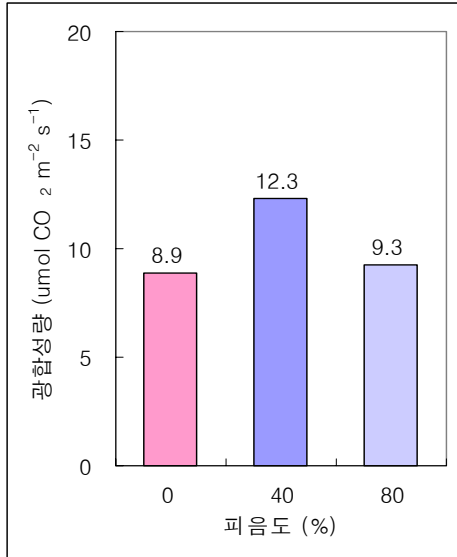


<그림 4-3> 파드득나물의 피음처리.

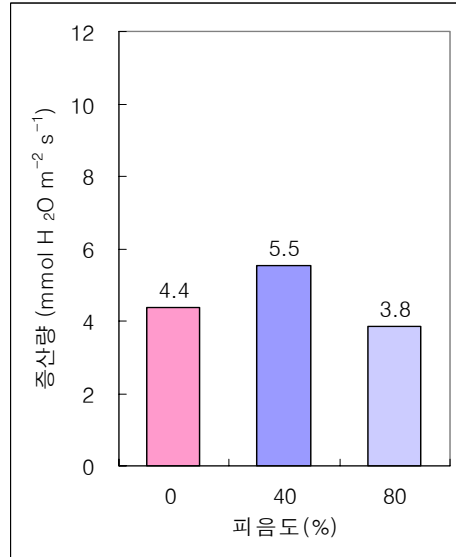
광조건별 광합성량은 대조구 8.9, 40% 피음처리구 12.3, 80% 피음처리구 9.3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-4>. 증산량은 대조구 4.4, 40% 피음처리구 5.5, 80% 피음처리구 3.8 $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-5>. 수분이용효율은 대조구 2.0, 40% 피음처리구 2.2, 80% 피음처리구 2.4 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-6>.

수분조건별 광합성량은 3일 관수 7.7, 6일 관수 5.2, 12일 관수 5.9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-7>. 증산량은 3일 관수 4.3, 6일 관수 2.4, 12일 관수 2.8 $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-8>. 수분이용효율은 3일 관수 1.8, 6일 관수 2.2, 12일 관수 2.1 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다

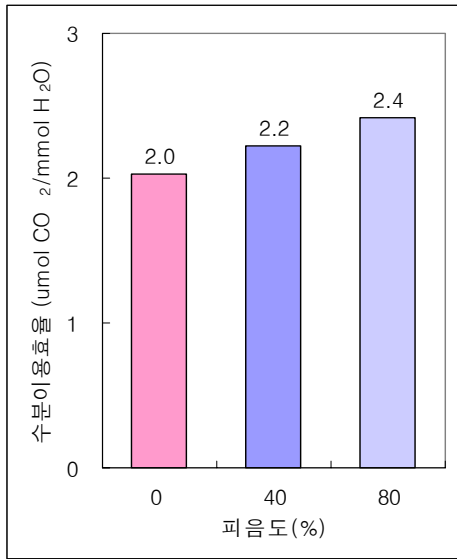
<그림 4-9>.



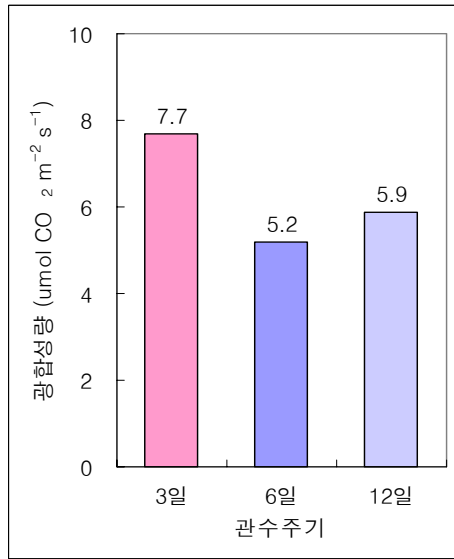
<그림 4-4> 파드득나물의 광조건별 광합성량.



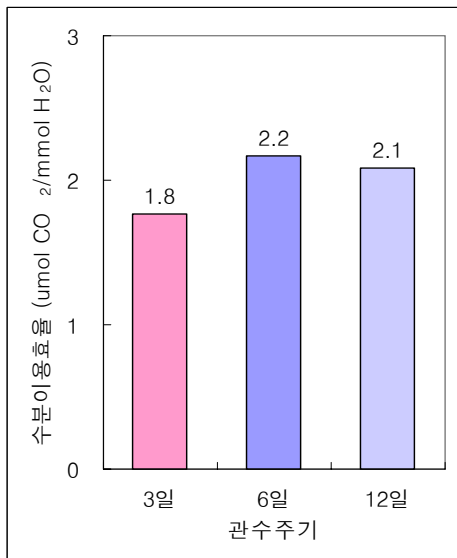
<그림 4-5> 파드득나물의 광조건별 증산량.



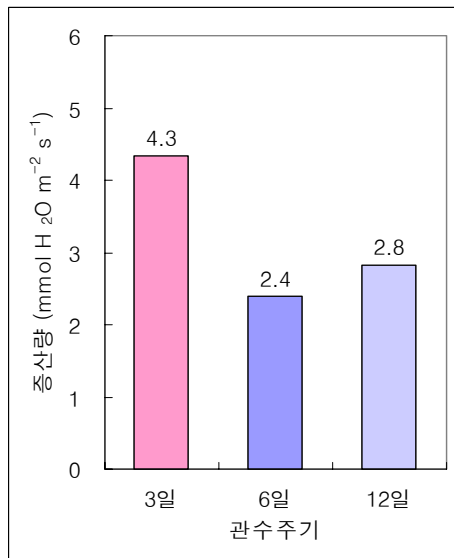
<그림 4-6> 파드득나물의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-7> 파드득나물의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-8> 파드득나물의 수분조건별 증산량.



<그림 4-9> 파드득나물의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 파드득나물은 40% 내외의 피음조건과 토양수분이 적절한 상태에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

3) 섬쭉부쟁이(*Aster glehni*)

섬쭉부쟁이의 피음처리는 <그림 4-10>과 같다.



40% 피음

60% 피음

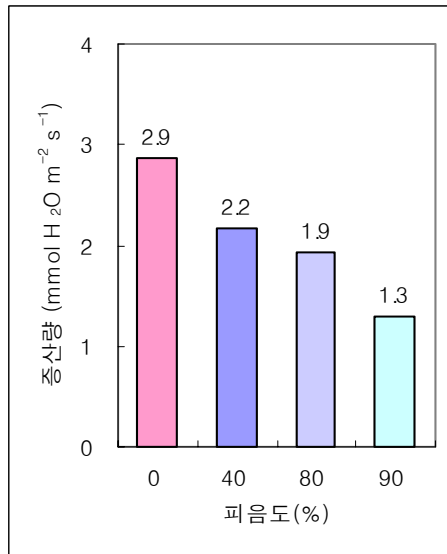
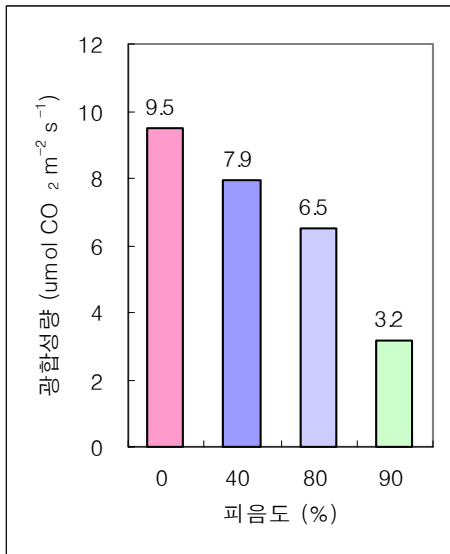
80% 피음

<그림 4-10> 섬쭉부쟁이의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 9.5, 40% 피음처리구 7.9, 80% 피음처리구 6.5, 90% 피음처리구 $3.2\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 대조구에서 가장 양호하였다<그림 4-11>. 증산량은 대조구 2.9, 40% 피음처리구 2.2, 80% 피음처리구 1.9, 90% 피음처리구 $1.3\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 대조구에서 가장 양호하였다<그림 4-12>. 수분이용효율은 대조구 3.3, 40% 피음처리구 3.7, 80% 피음처리구 3.4, 90% 피음처리구 $2.4\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-13>.

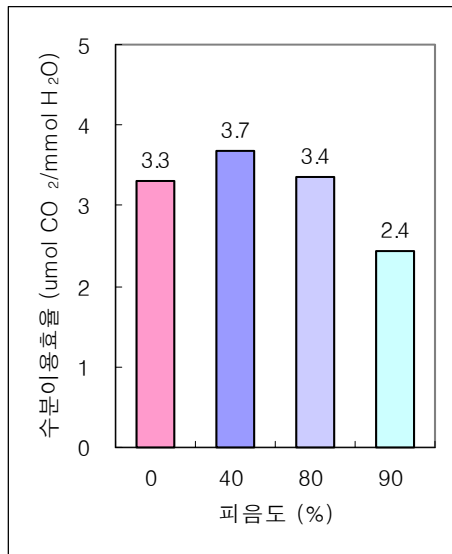
수분조건별 광합성량은 3일 관수 8.0, 6일 관수 5.4, 12일 관수 $1.0\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-14>. 증산량은 3일 관수 1.8, 6일 관수 1.0, 12일 관수 $0.1\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-15>. 수분이용효율은 3일 관수 4.4, 6일 관수 5.3, 12일 관수 $10.6 \mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 12일 관수시 가장 양호하였

다<그림 4-16>.

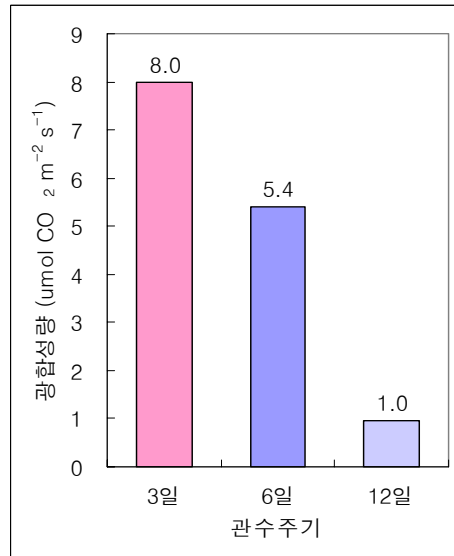


<그림 4-11> 섬쭉부쟁이의 광조건별 광합성량.

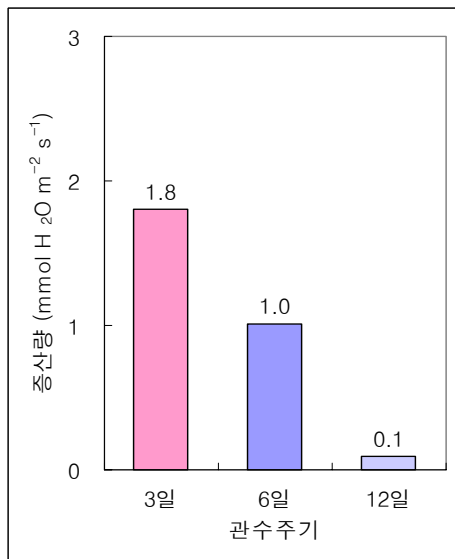
<그림 4-12> 섬쭉부쟁이의 광조건별 증산량.



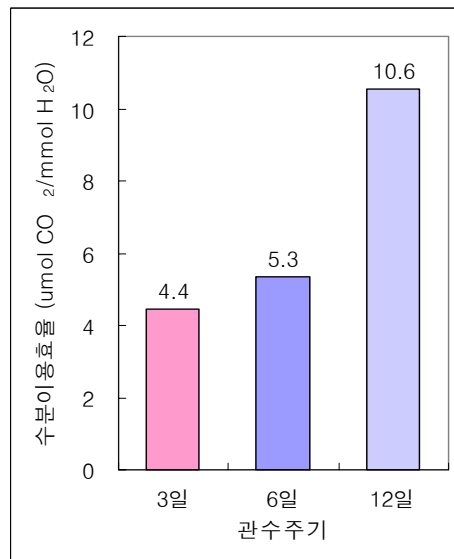
<그림 4-13> 섬쭈부쟁이의 광조건별 수분이용효율



<그림 4-14> 섬쭈부쟁이의 수분조건별 광합성량



<그림 4-15> 섬쭈부쟁이의 수분조건별 증산량.



<그림 4-16> 섬쭈부쟁이의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 심숙부쟁이는 비교적 햇빛이 많은 조건과 토양수분이 적운 한 상태에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

4) 병풍쌈(*Czcalia firma*)

병풍쌈의 피음처리는 <그림 4-17>과 같다.



40% 피음

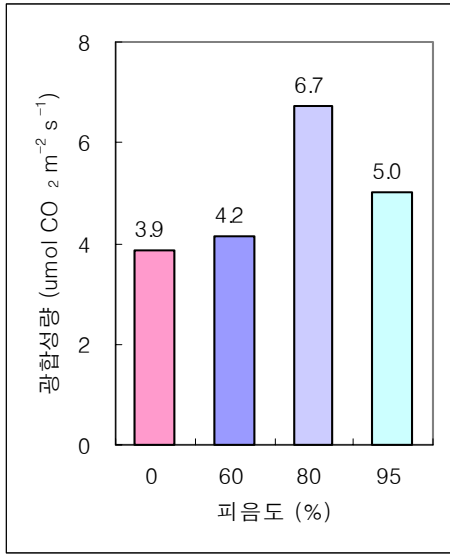
60% 피음

80% 피음

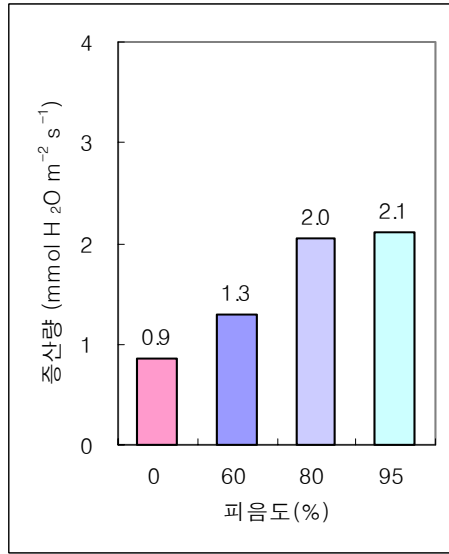
<그림 4-17> 병풍쌈의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 3.9, 60% 피음처리구 4.2, 80% 피음처리구 6.7, 95% 피음처리구 $5.0\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-18>. 증산량은 대조구 0.9, 60% 피음처리구 1.3, 80% 피음처리구 2.0, 95% 피음처리구 $2.1\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-19>. 수분이용효율은 대조구 4.5, 60% 피음처리구 3.2, 80% 피음처리구 3.3, 95% 피음처리구 $2.4\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 대조구에서 가장 양호하였다<그림 4-20>.

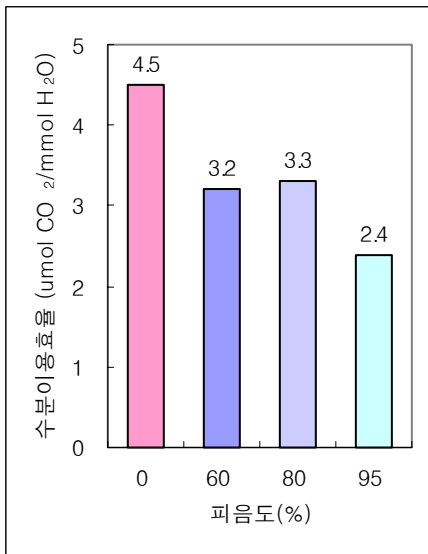
수분조건별 광합성량은 3일 관수 6.8, 6일 관수 5.7, 12일 관수 $4.8\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-21>. 증산량은 3일 관수 2.4, 6일 관수 1.5, 12일 관수 $1.4\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-22>. 수분이용효율은 3일 관수 2.9, 6일 관수 4.0, 12일 관수 $3.5\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-23>.



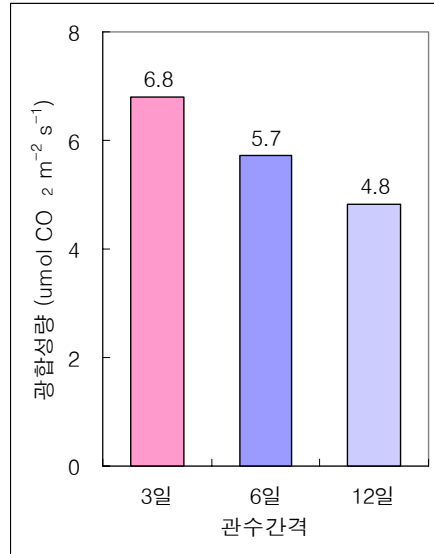
<그림 4-18> 병풍쌈의 광조건별 광합성량.



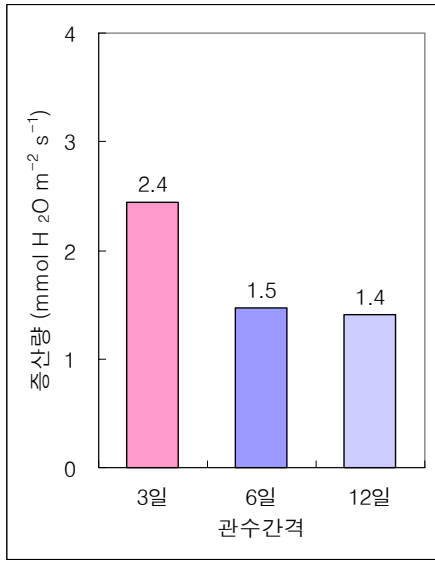
<그림 4-19> 병풍쌈의 광조건별 증산량.



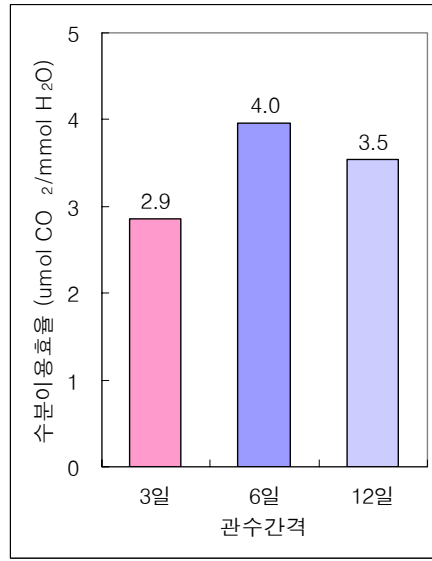
<그림 4-20> 병풍쌈의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-21> 병풍쌈의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-22> 병풍쌈의 수분조건별 증산량.



<그림 4-23> 병풍쌈의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 병풍쌈은 80% 내외의 피음조건과 토양수분이 적운한 상태에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

5) 개미취(*Aster tataricus*)

개미취의 피음처리는 <그림 4-24>과 같다.



40% 피음



60% 피음

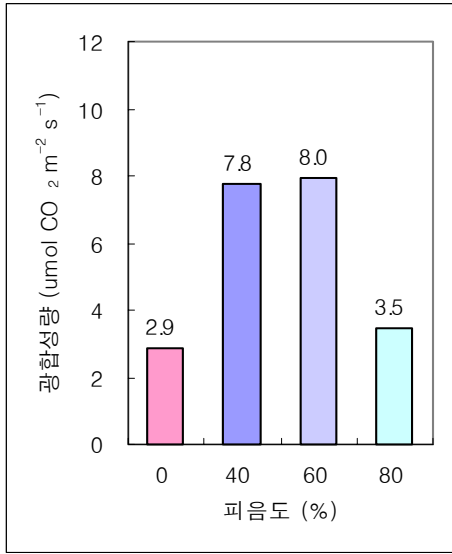


80% 피음

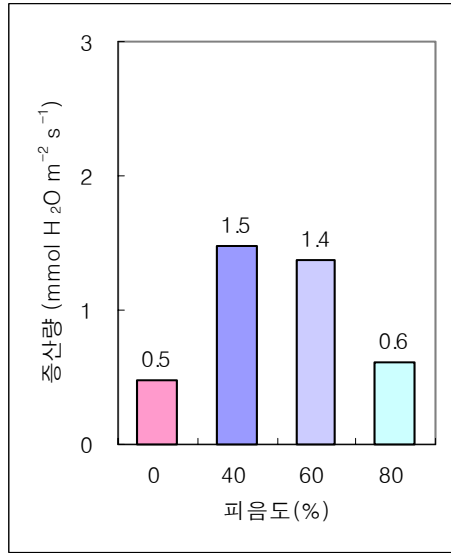
<그림 4-24> 개미취의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 2.9, 40% 피음처리구 7.8, 60% 피음처리구 8.0, 80% 피음처리구 $3.50\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40~60% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-25>. 증산량은 대조구 0.5, 40% 피음처리구 1.5, 60% 피음처리구 1.4, 80% 피음처리구 $0.6\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40~60% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-26>. 수분이용효율은 대조구 5.9, 40% 피음처리구 5.3, 60% 피음처리구 5.8, 80% 피음처리구 $5.7\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 대조구에서 가장 양호하였다<그림 4-27>.

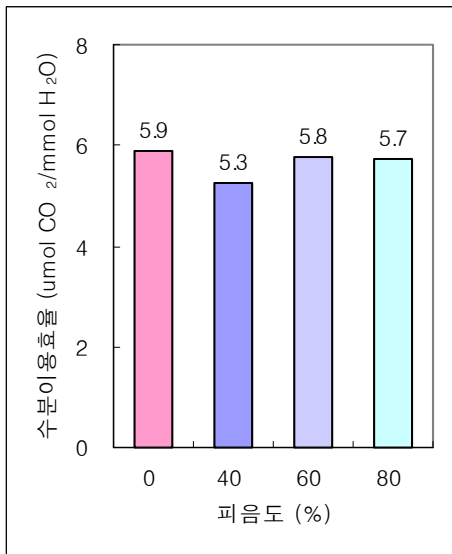
수분조건별 광합성량은 3일 관수 9.9, 6일 관수 6.0, 12일 관수 $2.6\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-28>. 증산량은 3일 관수 2.3, 6일 관수 0.8, 12일 관수 $0.2\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-29>. 수분이용효율은 3일 관수 4.2, 6일 관수 7.6, 12일 관수 $14.0\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 12일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-30>.



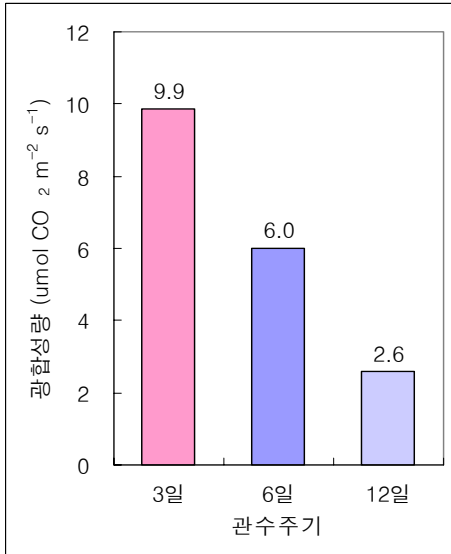
<그림 4-25> 개미취의 광조건별 광합성량.



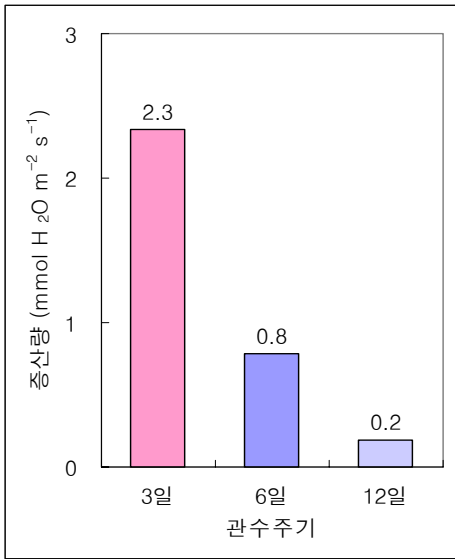
<그림 4-26> 개미취의 광조건별 증산량.



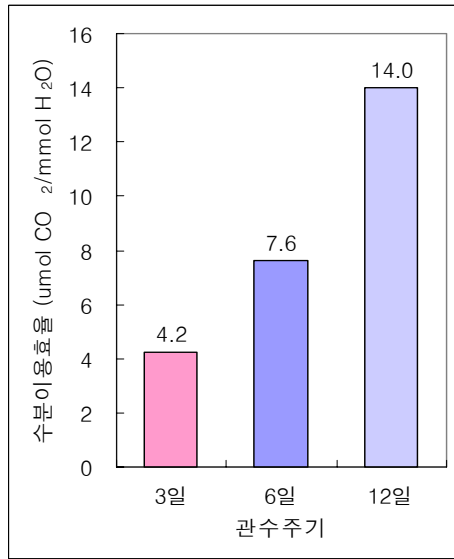
<그림 4-27> 개미취의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-28> 개미취의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-29> 개미취의 수분조건별 증산량.



<그림 4-30> 개미취의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 개미취는 40~60% 피음조건과 적절한 토양수분조건에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

6) 눈개승마(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*)

눈개승마의 피음처리는 <그림 4-31>과 같다.



40% 피음

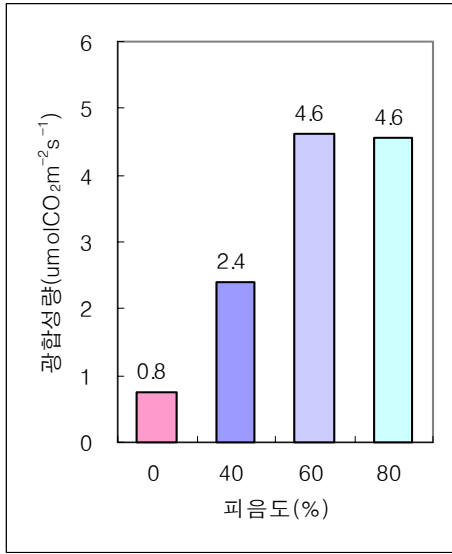
60% 피음

80% 피음

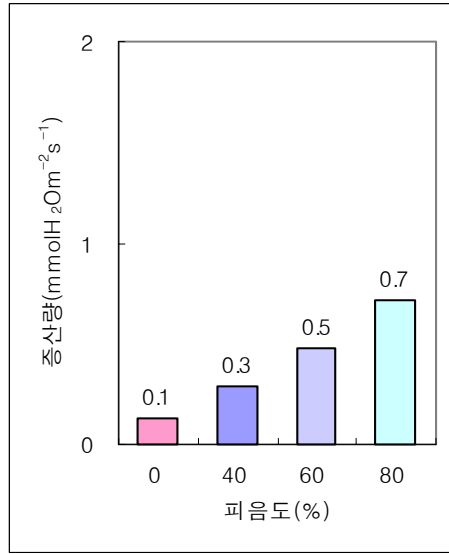
<그림 4-31> 눈개승마의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 0.8, 40% 피음처리구 2.4, 60% 피음처리구 4.6, 80% 피음처리구 $4.6\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 60~80% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-32>. 증산량은 대조구 0.1, 40% 피음처리구 0.3, 60% 피음처리구 0.5, 80% 피음처리구 $0.7\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-33>. 수분이용효율은 대조구 5.8, 40% 피음처리구 8.3, 60% 피음처리구 9.6, 80% 피음처리구 $6.3\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 60% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-34>.

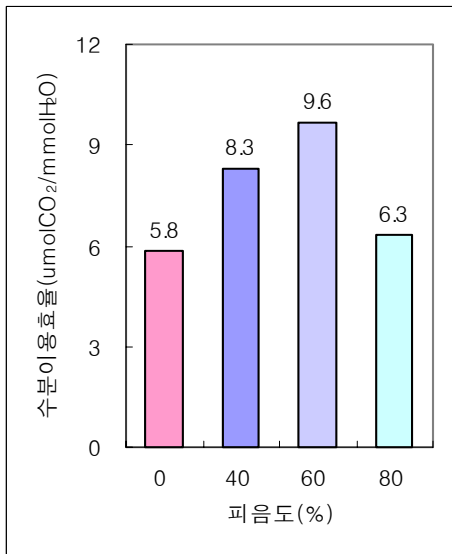
수분조건별 광합성량은 3일 관수 6.3, 6일 관수 6.4, 12일 관수 $4.8\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 6일 관수시까지 양호하였다<그림 4-35>. 증산량은 3일 관수 1.6, 6일 관수 1.3, 12일 관수 $1.4\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-36>. 수분이용효율은 3일 관수 4.0, 6일 관수 4.8, 12일 관수 $3.3\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-37>.



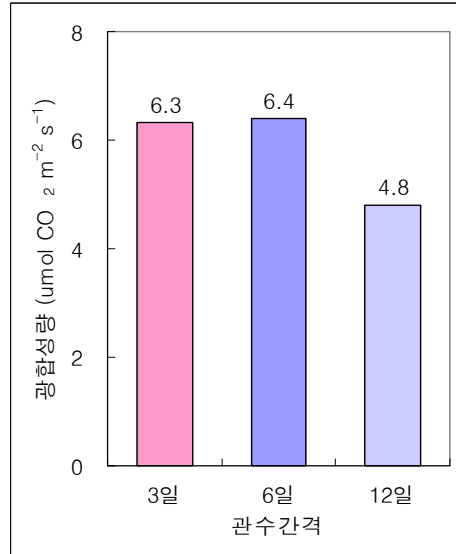
<그림 4-32> 눈개승마의 광조건별 광합성량.



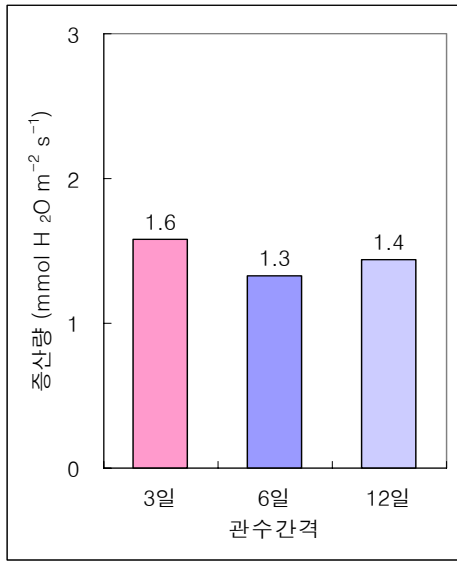
<그림 4-33> 눈개승마의 광조건별 증산량.



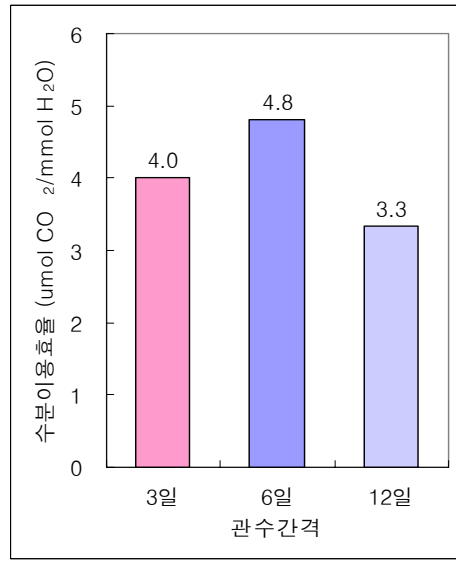
<그림 4-34> 눈개승마의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-35> 눈개승마의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-36> 눈개승마의 수분조건별 증산량.



<그림 4-37> 눈개승마의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 눈개승마는 60~80% 피음조건과 약건상태의 토양수분환경 조건에서도 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

7) 용담(*Gentiana scabra* var. *buergeri*)

용담의 피음처리는 <그림 4-38>과 같다.



전광

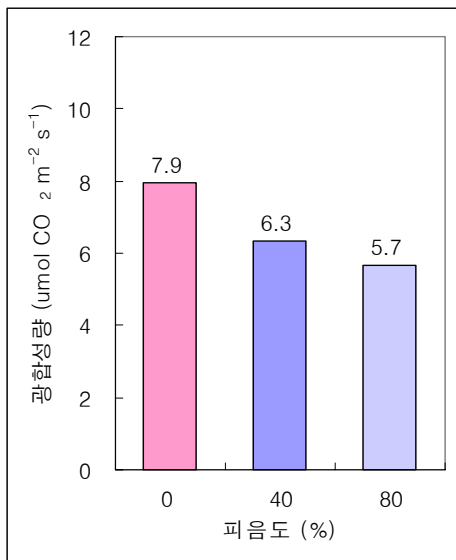
40% 피음

80% 피음

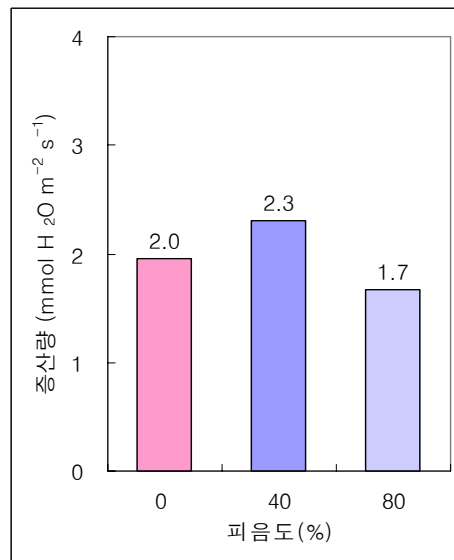
<그림 4-38> 용담의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 7.9, 40% 피음처리구 6.3, 80% 피음처리구 5.7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 대조구에서 양호하였다<그림 4-39>. 증산량은 대조구 2.0, 40% 피음처리구 2.3, 80% 피음처리구 1.77 $\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-40>. 수분이용효율은 대조구 4.1, 40% 피음처리구 2.8, 80% 피음처리구 3.4 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 대조구에서 가장 양호하였다<그림 4-41>.

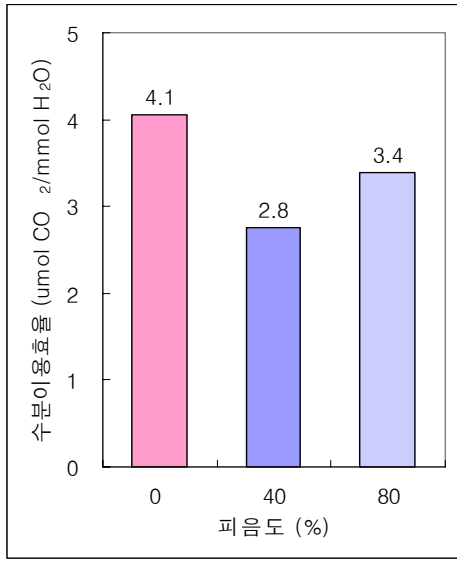
수분조건별 광합성량은 3일 관수 4.4, 6일 관수 5.1, 12일 관수 3.5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 6일 관수에서 양호하였다<그림 4-42>. 증산량은 3일 관수 1.9, 6일 관수 2.0, 12일 관수 2.5 $\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 12일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-43>. 수분이용효율은 3일 관수 2.3, 6일 관수 2.6, 12일 관수 1.4 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-44>.



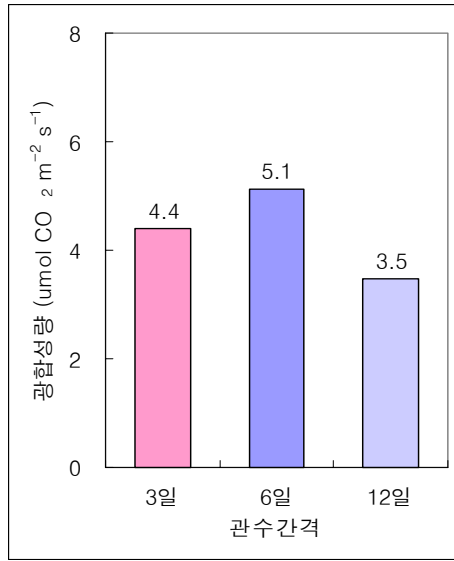
<그림 4-39> 용담의 광조건별 광합성량.



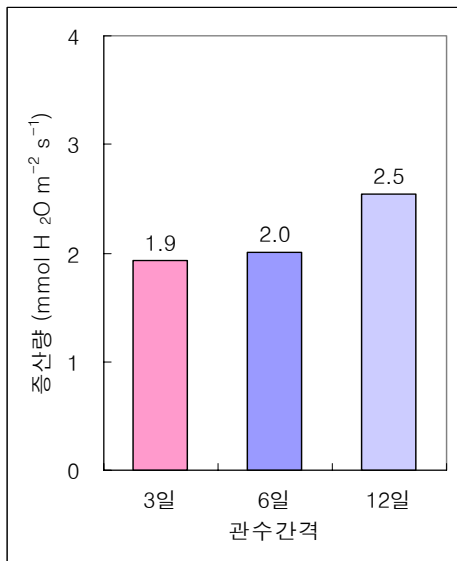
<그림 4-40> 용담의 광조건별 증산량.



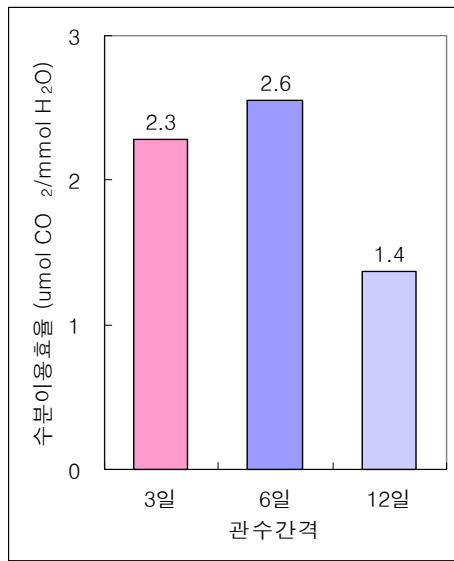
<그림 4-41> 용담의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-42> 용담의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-43> 용담의 수분조건별 증산량.



<그림 4-44> 용담의 수분조건별 수분이용효율.

이러한 결과로 용담은 햇빛이 많은 조건 및 약건지역에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

8) 개시호(*Bupleurum longiradiatum*)

개시호의 피음처리는 <그림 4-45>과 같다.



40% 피음

60% 피음

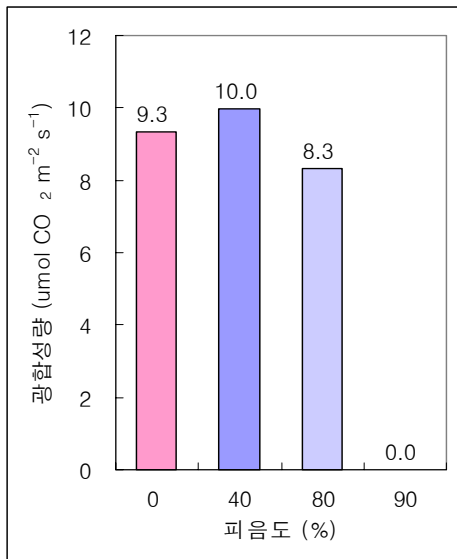
80% 피음

<그림 4-45> 개시호의 피음처리.

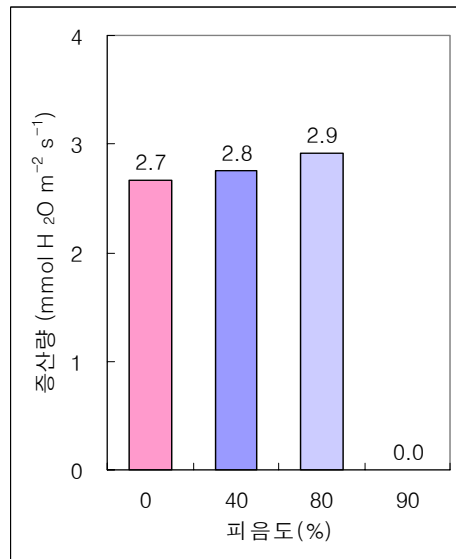
광조건별 광합성량은 대조구 9.3, 40% 피음처리구 10.0, 80% 피음처리구 8.3, 90% 피음처리구 $0.0\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-46>. 증산량은 대조구 2.7, 40% 피음처리구 2.8, 80% 피음처리구 2.9, 90% 피음처리구 $0.0\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-47>. 수분이용효율은 대조구 3.5, 40% 피음처리구 3.6, 80% 피음처리구 2.9, 90% 피음처리구 $0.0\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 40%피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-48>.

수분조건별 광합성량은 3일 관수 8.0, 6일 관수 5.7, 12일 관수 $2.5\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-49>. 증산량은 3일 관수 2.2, 6일 관수 1.5, 12일 관수 $0.5\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-50>. 수분이용효율은 3일 관수 2.9, 6일 관수 4.0, 12일 관수 $3.5\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다

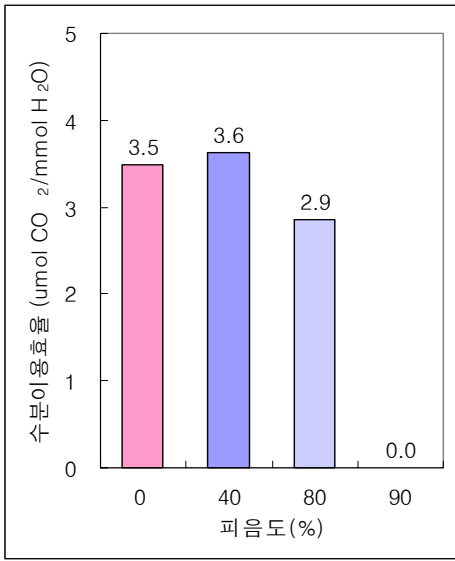
<그림 4-51>.



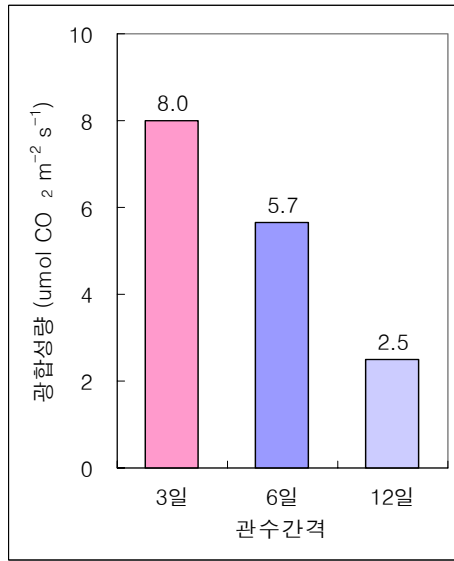
<그림 4-46> 개시호의 광조건별 광합성량.



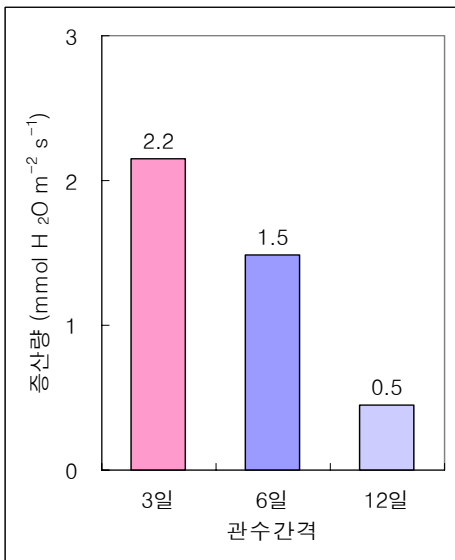
<그림 4-47> 개시호의 광조건별 증산량.



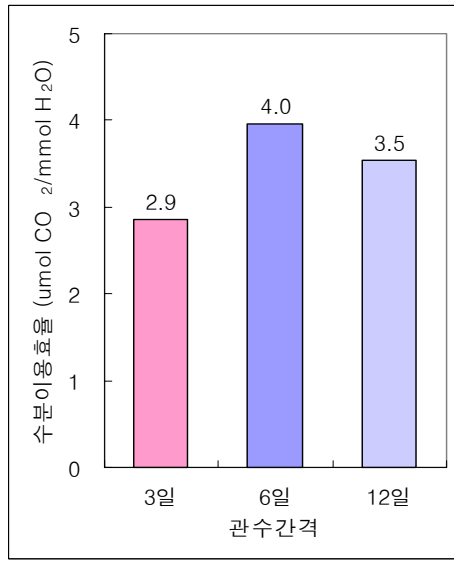
<그림 4-48> 개시호의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-49> 개시호의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-50> 개시호의 수분조건별 증산량.



<그림 4-51> 개시호의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 개시호는 0~40% 피음조건과 토양수분환경이 적운한 조건에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

9) 고본(*Angelica tenuissima*)

고본의 피음처리는 <그림 4-52>과 같다.

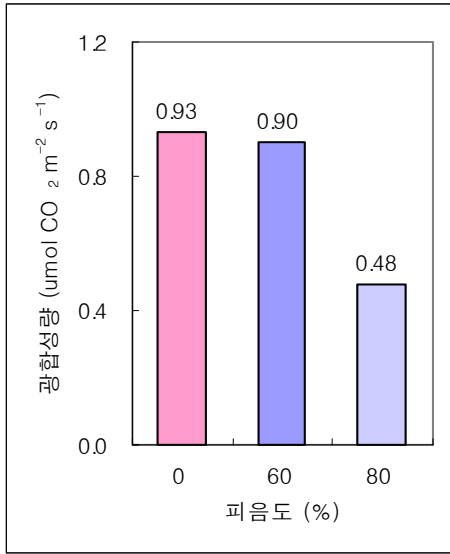


<그림 4-52> 고본의 피음처리.

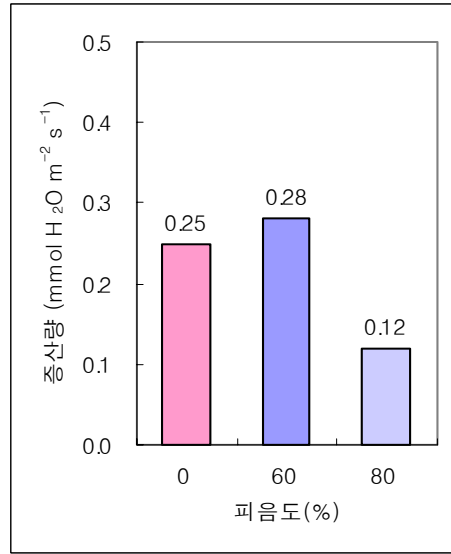
광조건별 광합성량은 대조구 0.9, 60% 피음처리구 0.9, 80% 피음처리구 0.5, 95% 피음처리구 $0.5\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 60% 피음처리구까지 양호하였다<그림 4-53>. 증산량은 대조구 0.3, 60% 피음처리구 0.3, 80% 피음처리구 0.1, 95% 피음처리구 $0.2\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 60% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-54>. 수분이용효율은 대조구 3.7, 60% 피음처리구 3.2, 80% 피음처리구 4.0, 95% 피음처리구 $3.2\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-55>.

수분조건별 광합성량은 3일 관수 0.3, 6일 관수 0.2, 12일 관수 $0.2\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 양호하였다<그림 4-56>. 증산량은 3일 관수 0.1, 6일 관수 0.1, 12일 관수 $0.2\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-57>. 수분이용효율은 3일 관수 3.9, 6일 관수 3.7, 12일 관수 $1.3\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림

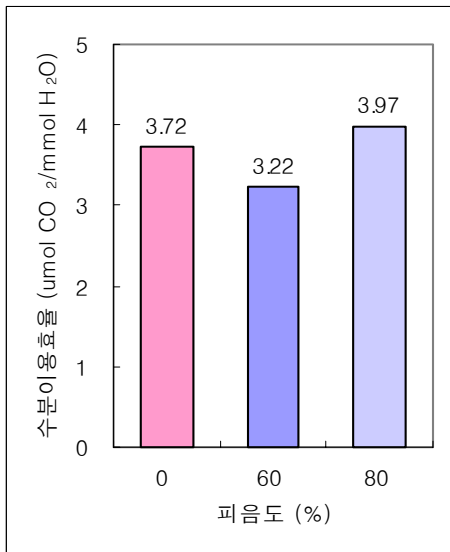
4-58>.



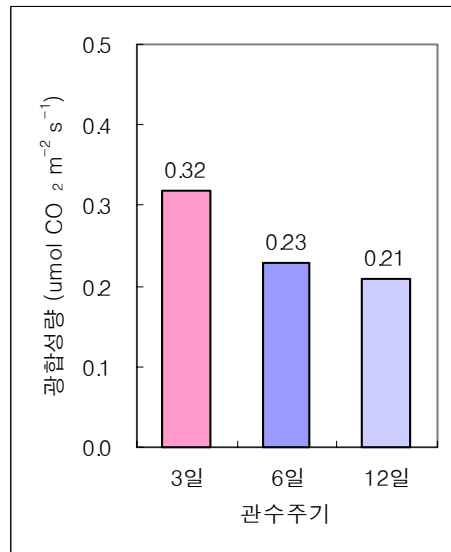
<그림 4-53> 고본의 광조건별 광합성량.



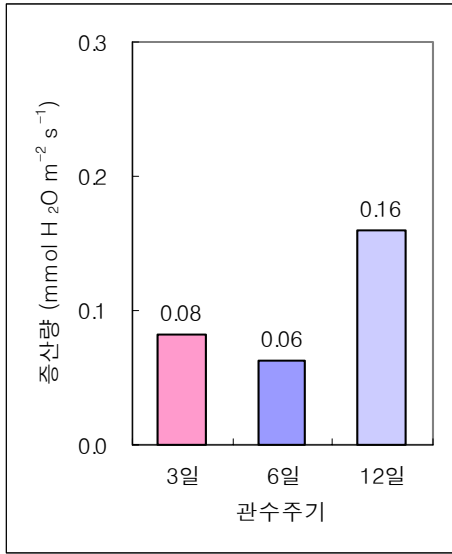
<그림 4-54> 고본의 광조건별 증산량.



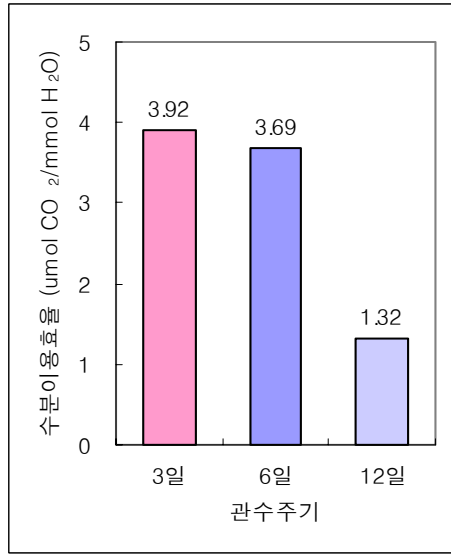
<그림 4-55> 고본의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-56> 고본의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-57> 고분의 수분조건별 증산량.



<그림 4-58> 고분의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 고분은 전광조건~60% 이하 피음조건과 토양수분환경이 적절한 조건에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

10) 황기(*Astragalus membranaceus*)

황기의 피음처리는 <그림 4-59>과 같다.



40% 피음



60% 피음

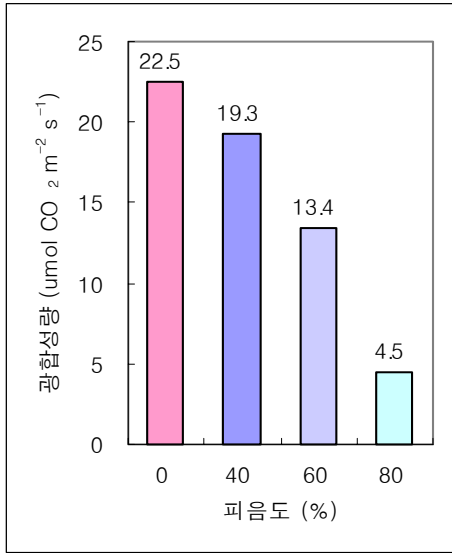


80% 피음

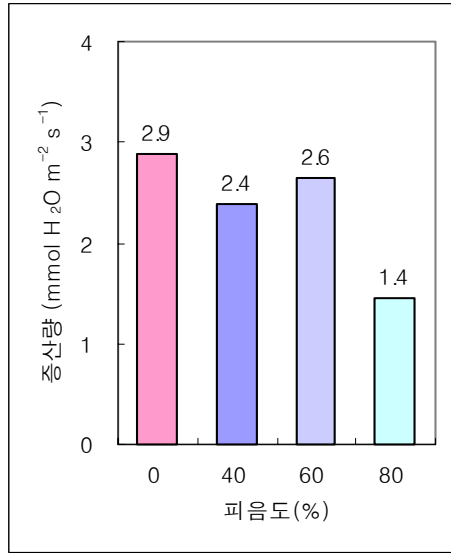
<그림 4-59> 황기의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 22.5, 40% 피음처리구 19.3, 60% 피음처리구 13.4, 80% 피음처리구 $4.5\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 대조구에서 양호하였다<그림 4-60>. 증산량은 대조구 2.9, 40% 피음처리구 2.4, 60% 피음처리구 2.6, 80% 피음처리구 $1.4\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 대조구에서 양호하였다<그림 4-61>. 수분이용효율은 대조구 7.8, 40% 피음처리구 8.1, 60% 피음처리구 5.1, 80% 피음처리구 $3.1\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 40% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-62>.

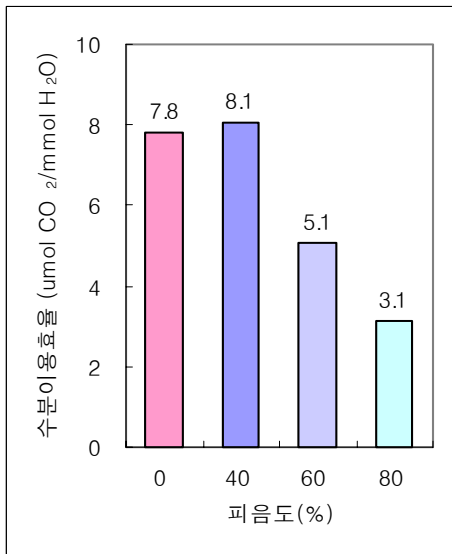
수분조건별 광합성량은 3일 관수 20.7, 6일 관수 20.7, 12일 관수 $19.1\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 6일 관수시까지 양호하였다<그림 4-63>. 증산량은 3일 관수 3.8, 6일 관수 3.0, 12일 관수 $2.5\text{mmolH}_2\text{Om}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-64>. 수분이용효율은 3일 관수 2.9, 6일 관수 4.0, 12일 관수 $3.5\mu\text{mol CO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ 로 나타났으며 6일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-65>.



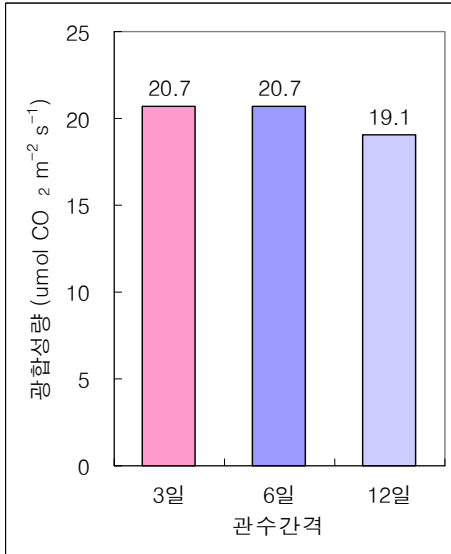
<그림 4-60> 황기의 광조건별 광합성량.



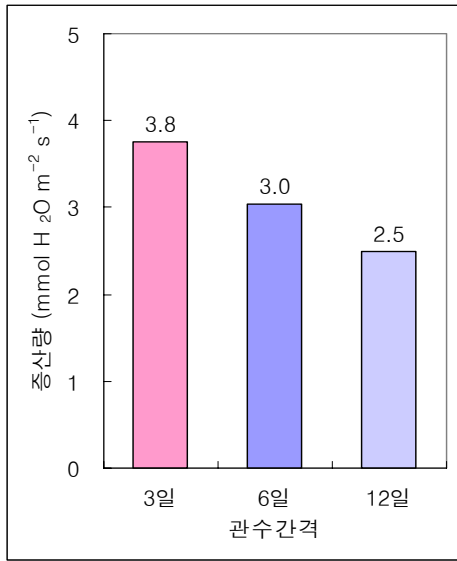
<그림 4-61> 황기의 광조건별 증산량.



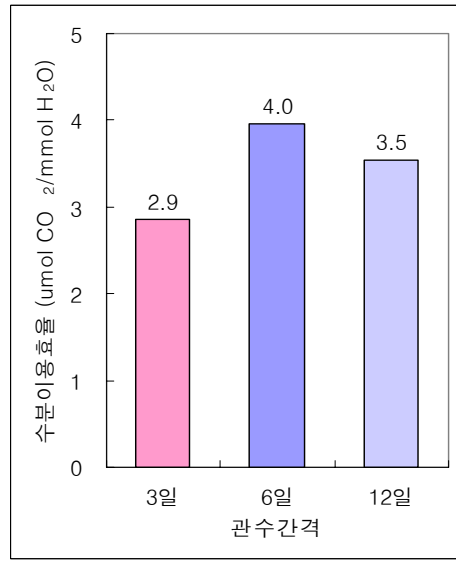
<그림 4-62> 황기의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-63> 황기의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-64> 황기의 수분조건별 증산량.



<그림 4-65> 황기의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 황기는 광량이 많은 전광조건에서 생장이 양호함을 알 수 있었고, 수분환경에 대한 적응력은 비교적 넓은 것으로 판단되었다.

11) 만삼(*Codonopsis pilosula*)

만삼의 피음처리는 <그림 4-66>과 같다.



40% 피음

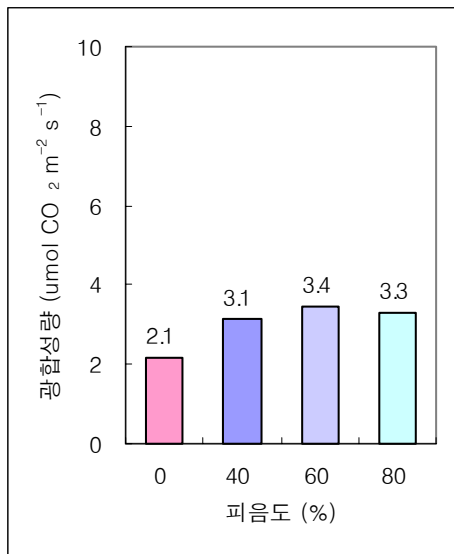
60% 피음

80% 피음

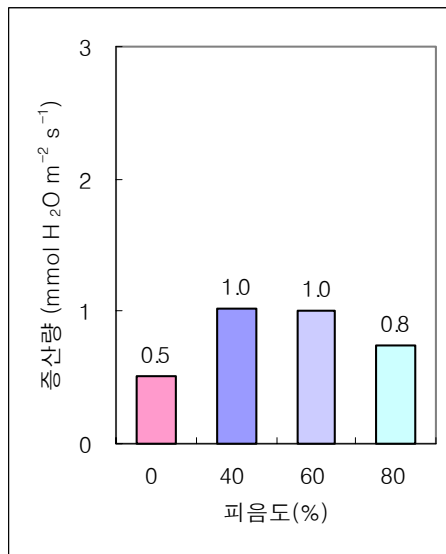
<그림 4-66> 만삼의 피음처리.

광조건별 광합성량은 대조구 2.1, 40% 피음처리구 3.1, 60% 피음처리구 3.4, 80% 피음처리구 3.3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 로 나타났으며 60% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-67>. 증산량은 대조구 0.5, 40%와 60% 피음처리구 1.0, 80% 피음처리구 0.8 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 로 나타났으며 40~60% 피음처리구에서 양호하였다<그림 4-68>. 수분이용효율은 대조구 4.2, 40% 피음처리구 3.1, 60% 피음처리구 3.4, 80% 피음처리구 4.4 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ 로 나타났으며 80% 피음처리구에서 가장 양호하였다<그림 4-69>.

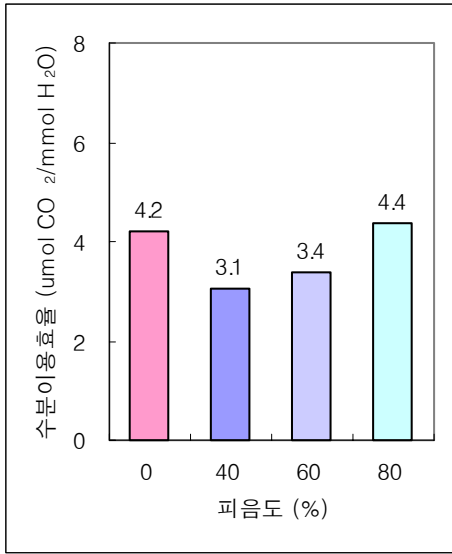
수분조건별 광합성량은 3일 관수 5.9, 6일 관수 3.5, 12일 관수 0.0 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시까지 양호하였다<그림 4-70>. 증산량은 3일 관수 1.9, 6일 관수 1.2, 12일 관수 0.0 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-71>. 수분이용효율은 3일 관수 3.1, 6일 관수 3.0, 12일 관수 0.0 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ 로 나타났으며 3일 관수시 가장 양호하였다<그림 4-72>.



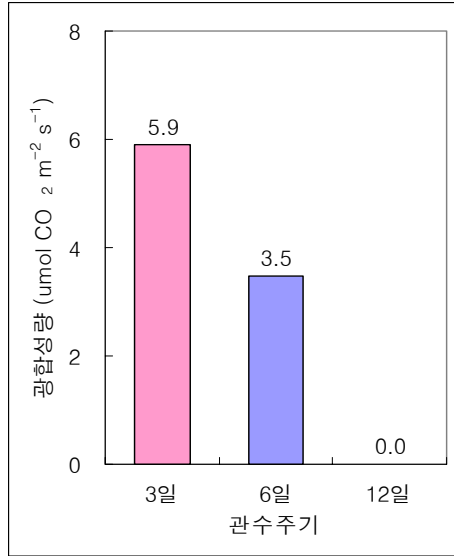
<그림 4-67> 만삼의 광조건별 광합성량.



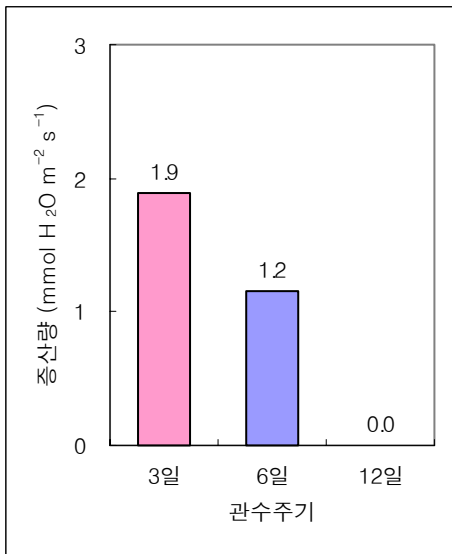
<그림 4-68> 만삼의 광조건별 증산량.



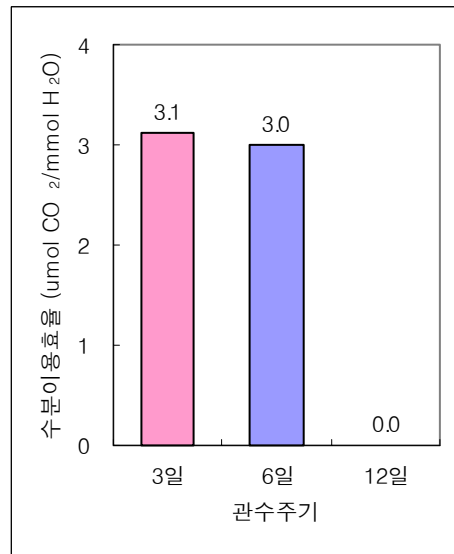
<그림 4-69> 만삼의 광조건별 수분이용효율.



<그림 4-70> 만삼의 수분조건별 광합성량.



<그림 4-71> 만삼의 수분조건별 증산량.



<그림 4-72> 만삼의 수분조건별 수분이용효율.

이상의 결과로 만삼은 적윤한 토양수분환경조건 및 전광보다는 차광조건에서 생장이 양호한 것으로 판단되었다.

나. 식·약용식물 자생지특성 조사

1) 개미취

과 명 : 국화과

학 명 : *Aster tataricus* L.

한문명 : 紫苑, 靑紫



가) 식물학적 특성

한국, 일본, 만주, 중국, 몽고, 시베리아에 자생하는 다년초로서 자생지에서는 높이 1~1.5m이지만 토양 내 유기물의 함량이 높고 적습한 곳에서는 2m까지 자라기 때문에 개화기 때는 옆으로 쓰러지기도 한다.

나) 형태적 특성

줄기는 5개의 능선과 5각이 져있고 가는 줄이 세로로 있으며 짧은 털이 있다. 근생엽은 꽃이 필 즈음이면 없어지며 잘 자란 것은 길이 40~67cm, 폭 8~13cm로 밑 부분에서 점점 좁아져서 엽병에 날개 모양 붙어 있으며, 양면에 짧은 털이 있으며 가장자리에 파상의 톱니가 있다. 근생엽은 호생하고 큰 것은 길이 20~31cm로서 난형 또는 긴 타원형이며 둔두에 원저이다. 위로 올라갈수록 엽병이 없어지며 기부엽의 엽병 길이는 9~20cm 정도이다.

꽃은 8~10월에 줄기와 가지 끝에 청보라색 꽃이 산방상으로 100여 개 이상 핀다. 꽃대는 잔털이 나있고 총포는 반구형으로 길이가 7mm, 폭은 1.3~1.5cm 정도 된다. 종자는 길이 3mm정도로 털이 있고 관모는 길이 5~

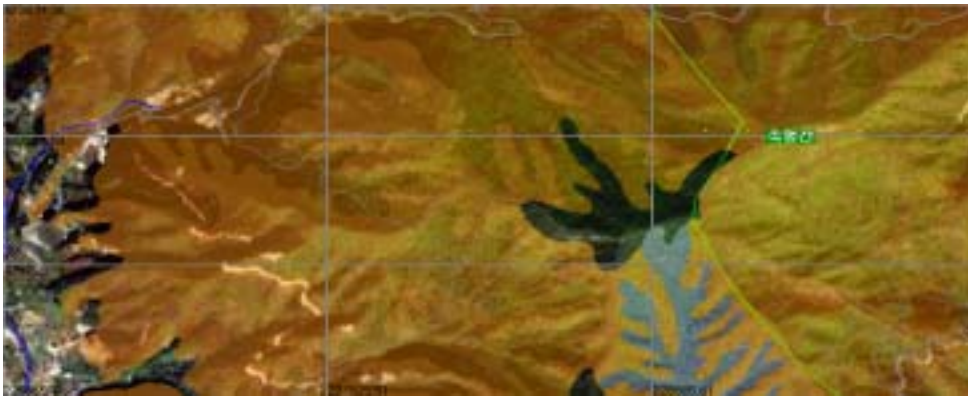
6mm로 백색이다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천군 축령산과 광릉 죽엽산, 강원도 화천군 광덕산, 홍천군 계방산 10개 조사구에서 조사한 결과 상층임분의 피도가 10%내외의 임도변이나 임연부위에서 자생하고 있었다. 상층 큰키나무는 소나무, 신갈나무, 층층나무, 물푸레나무와 개미취와의 동반식생으로는 맑은대쭉, 억새, 마타리, 뚝갈, 민들레, 주름조개풀, 질경이 등 건조하고 척박한 토양에서 자생하는 식물이었다. 토양환경은 갈색건조토양형(B1)이었으며, 지형적으로 산정에서 산복의 건조한 지역에서 나타났다. 특히 A0층이 유실되었거나 A층이 침식된 지역이 많았다. 토양습도는 약건상태였다.

<표 4-2> 축령산 자생지의 산림입지 환경.

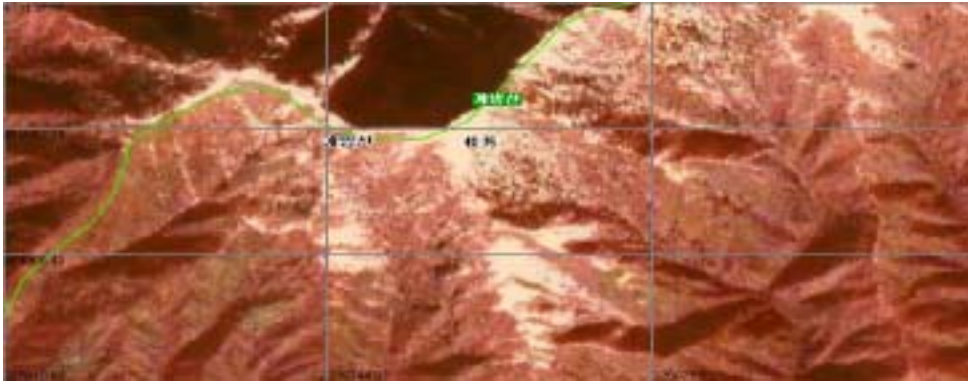
지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
축령산	화성암	600m 이상	30° 이상	산정	없다	온대 중부	남서 (SW)	상승 사면	잔적토	노출



<그림 4-73> 경기도 남양주시 축령산 조사지 위치 및 산림입지도.

<표 4-3> 계방산 자생지의 산림입지 환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
계방산	변성암	700~800m	20~25°	산복	없다	온대 북부	남서 (SW)	평행 사면	포행토	보호



<그림 4-74> 강원도 홍천 계방산 조사지 위치 및 산림입지도.

2) 금낭화

과 명 : 현호색과

학 명 : *Dicentra spectabilis* (L.) Lem.

한문명 : 荷包牡丹



가) 식물학적 특성

강원도 깊은 산에서 자라며 어린 순을 나물로 먹기도 하고 5월에 피는 꽃이 아름다워 관상용으로 식재하기도 하고 한방에서는 그 뿌리를 何包牡丹根이라 하여 거풍(祛風), 화혈산혈(和血散血), 소창독(消瘡毒)의 효능이 있어 약용으로 이용하기도 하는데 뿌리로 즙을 내어 술에 타서 마시면 매우 취하는데 쇠붙이에 의한 상처를 치료하는 매우 좋은 약재이다.

나) 형태적 특성

다년생 초본으로 높이 40~50cm이며 전체가 흰빛이 도는 녹색이다, 잎은 어긋나고 엽병이 길며 3개씩 2회 갈라지고 소엽은 길이 3~6cm로서 3~5개로 깊게 또는 완전히 갈라지며 열편은 도란상 췌기형이고 끝에 결각이 있다.

꽃은 5~6월에 피며 연한 홍색이고 길이 27~30mm, 나비 18~20mm로서 밑부분이 신장저이며 원줄기 끝의 총상화서에 한쪽으로 치우쳐서 주렁주렁 달리고 화서는 원줄기 끝에서 발달하며 길이 20~30cm로서 활처럼 굽는다. 꽃받침잎은 2개이고 피침형이며 끝이 둔하고 길이 6~7mm로서 빨리 떨어지며 꽃잎은 4개가 모여서 편평한 심장형으로 되고 바깥 꽃잎 2개는 길이 2cm 정도로서 밑부분이 주머니 같은 뿔로 되며 끝이 좁아져서 밖으로 젖혀지고 안쪽 꽃잎 2개는 합쳐져서 돌기처럼 되며 길이 2.5cm정도이다.

다) 자생지 환경의 특성

전북의 지리산에서 강원도 양양군, 구룡령, 설악산 계곡, 홍천군 내면 광원리 냇가나 도로변 절개지 아래 길가의 토심이 깊고 비옥한 사질양토에서 습도가 많은 곳에서 생육이 왕성하며 북향, 동북향의 양지와 반음지의 전석지에서 나고 동반식생으로는 신갈나무가, 물푸레나무가 상층에 우점하고 중층에는 정향나무, 국수나무, 청미래덩굴, 하층에는 둥굴레, 맑은대쭉, 넓은잎외잎쭉, 은방울꽃 등과 혼생하는데 최근 들어 야생화를 좋아하는 사람들에 의해 불법 남채되어 그 수가 점차 줄어들고 있다.

아래 그림의 구룡령<그림 4-75> 주변의 산지는 험난하고 경사가 급한 입지이다. 그러나 산복과 산록의 입지조건은 경사가 완만하며 토심이 깊고 토양수분 조건이 양호한 토양이다. 이 지역의 토양은 갈색의 약건 또는 적윤한 산림토양으로 낙엽송과 잣나무의 생육상태가 매우 양호하며 산림생산력이 높은 것으로 나타났다. A₀층의 분화가 불분명한 유기물 층이 많은 토양이다(F층, H층이 잘 발달하여 A층으로 유기물이 유입되고 있음.). A층의 토양구조는 입상구조이었으며, 토양 내 식물군의 분포가 매우 넓고 깊이 발달하였다.



<그림 4-75> 강원도 양양군 구룡령 조사지 및 산림입지도.

3) 눈개승마

과 명 : 장미과

학 명 : *Aruncus dioicus* var.

kamtschaticus Hara.



가) 식물학적 특성

경남, 경북, 강원, 경기, 평북, 함남, 함북에 자생하며 지리적으로는 북반구의 온대 및 한대에 분하는 심산형 초본이다. 1980년대부터 울릉도에서는 밭에서 집단적으로 재배하여 삼나물이라는 이름으로 판매되고 있으며 삶아서 말린 삼나물 1kg당 50,000원 정도에 팔린다.

나) 형태적 특성

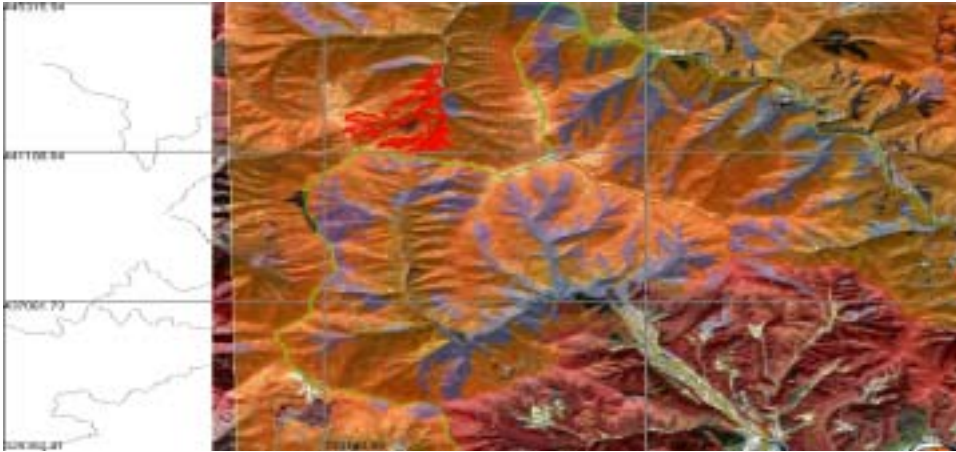
다년초로서 높이 30~100cm이며 근경은 목질화 되어 굽어지고 밑부분에 떨어지는 인편이 몇 개 붙어 있다. 잎은 2~3회 羽狀複葉이며 소엽은 좁은 卵

形 또는 난상 원형이고 끝이 뾰족하거나 꼬리처럼 길게 뾰족해지며 가장자리에 결가과 톱니가 있고 때로는 羽狀으로 갈라지며 길이 3~10cm, 나비 1~6cm로서 흔히 윤채가 있다. 꽃은 이가화로서 6~8월에 피고 황록색이며 원추화서는 길이 10~30cm로서 짧은 털과 짧은 소화경이 있다. 열매는 골돌로 밑으로 향하며 익을 때는 윤채가 있고 길이 2.5mm 정도로서 긴 타원형이며 암술대가 짧다.

다) 자생지 환경의 특성

경북 울릉군 성인봉 태화령부근, 나리분지, 강원도 인제군 점봉산, 평창군 박쥐산 지역에서 방위는 동향이며 피음도 85% 진후의 임지에서 자생. 상층에는 울릉도에서 섬오리나무, 마가목 우산고로쇠, 층층나무가 강원도에서는 신갈나무, 물푸레나무등이 자생하고 관목층에는 우산고로쇠 치수와 다래, 소태나무, 쪽동백 등과 등수국, 바위수국, 섬쥐똥나무, 좀깨잎나무, 머루, 칩등과 하층동반식생은 울릉도에서 섬초롱꽃, 참쭈, 새괘, 꿩의다리, 물쭈, 파리풀, 진범, 피나무, 곰취, 줄방제비꽃, 큰두루미꽃, 산마늘 등과 혼생한다.

점봉산 주변의 산지는 험난하고 산복이후로 급격히 경사가 급한 지형이다. 입지조건은 모암이 화성암이 대부분이며 국소적으로 변성암을 모암으로 발달한 토양이 나타난다. 토양의 깊이는 비교적 깊고 토양수분 조건이 양호하다. 이 지역의 토양은 갈색의 적운한 산림토양으로 낙엽송과 잣나무, 상수리나무 등 생육상태가 양호하며 산림생산력이 다른 지역보다 높다. F층, H층이 얇게 발달하였으며, 유기물이 표토에 유입되고 있다. 표층의 토양구조는 단립상 구조, 심층의 토양구조는 괴상구조로 나타났다. 토양 내 식물군의 분포가 매우 넓고 깊이 발달하였다.



<그림 4-76> 강원도 인제군 점봉산 조사지 위치 및 산림입지도.

4) 단풍취

과 명 : 국화과

학 명 : *Ainsliaea acerifolia* Sch.-Bip

한문명 : 槭吐兔几風



가) 식물학적 특성

전국 각지에 분포하며 지리적으로는 일본, 만주, 중국에 분포한다. 괴불딱취, 장이나물이라 하여 오래전부터 어린순을 나물로 이용하던 식물이나 새순이 나와 시간이 조금만 지나도 익세져서 나물로 하기가 어려워 채취시기를 잘 맞추어야 한다.

나) 형태적 특성

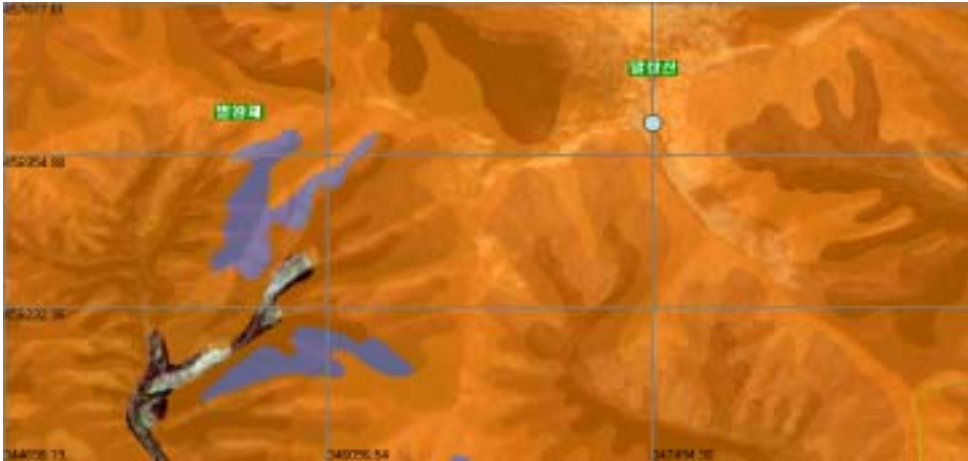
다년초로서 높이 35~80cm이고 가지가 없으며 긴 갈색털이 드문드문 있다. 잎은 원줄기 중앙에 4~7개가 둘러난 것처럼 달리고 원형이며 끝이 7~11

개로 얇게 갈라진 다음 다시 3개로 갈라지는 것이고 길이 6~12cm, 나비 6~19cm로서 양면과 잎자루에 털이 약간 있으며 잎자루는 길이 5~13cm이다.

꽃은 7~9월에 원줄기 끝에서 백색으로 피고, 수과(瘦果)는 넓은 타원형이며 길이 9mm, 지름 2mm로서 양끝이 좁고 자주색 바탕에 종선이 있으며 관모는 길이 10~11mm로서 갈색 또는 자주빛이 도는 갈색이다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 발왕산, 박쥐산, 가리왕산, 금대봉, 함백산, 경기도 광덕산, 백운산의 해발 600m이하의 임지에 피음도는 70%내외이며 상층에는 신갈나무, 소나무, 팔배나무, 박달나무 등이 분포하며 관목층에는 줄댕강나무, 병꽃나무, 국수나무, 청미래덩굴, 산앵도, 당단풍, 다릅나무, 치수, 함박꽃나무, 생강나무가 자생하며 하층 동반 식생으로는 단풍취, 풀솜대, 꽃며느리밥풀, 등굴레, 대사초 등과 혼생함. 강원도 발왕산, 박쥐산의 임지는 험난하고 경사가 급하며 암석이 노출되어 있으며, 계곡과 산복사면은 토심이 깊고, 토양수분 조건이 양호한 입지조건을 가지고 있다. 자생지역의 토양은 갈색의 적운한 산림토양으로 낙엽송과 잣나무와 참나무류 등의 생육상태가 양호하며 산림생산력이 높은 것으로 나타났다.



<그림 4-77> 강원도 평창군 발왕산 조사지의 위치 및 산림입지도.

5) 돌마타리

과 명 : 마타리과

학 명 : *Patrinia rupestris* Juss.

한문명 : 岩敗醬



가) 식물학적 특성

충북, 강원 이북의 산지에 나며 지리적으로는 동시베리아의 한대, 아한대, 몽골, 중국 동북부, 만주에 분포한다. 뿌리는 굵고 튼튼하며 강렬한 악취가 난다. 뿌리와 전초에는 정유가 함유되어 있고 뿌리에 사포닌과 알카로이드가 추출된다. 한방에서는 뿌리를 청열(淸熱), 해독(解讀), 활혈(活血), 배농(排膿)의 효능이 있어 장염, 이질, 충수염, 간염을 치료하는데 이용한다.

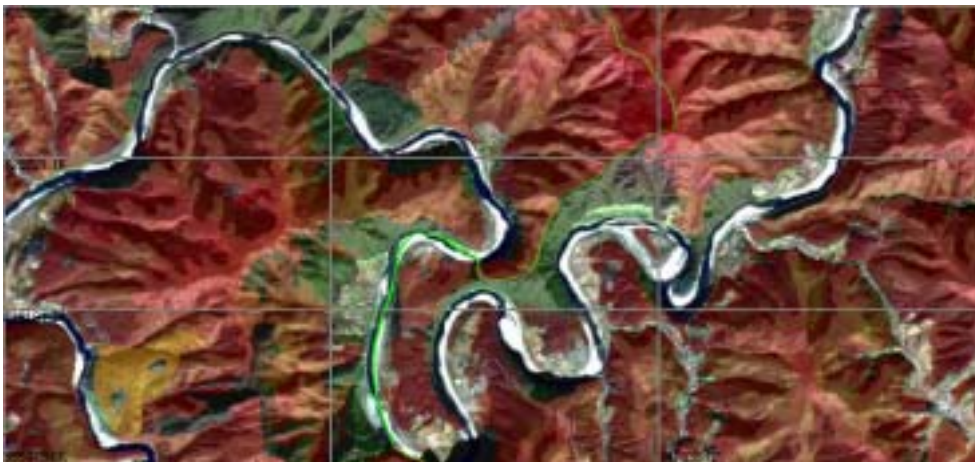
나) 형태적 특성

다년초로서 높이 20~60cm이고 털이 거의 없으며 윗부분에서 가지가 갈라

지나 마타리 같이 많은 가지는 갈라지지 않는다. 잎은 마주나고 잎몸은 깃모양으로 중앙맥까지 갈라지며, 갈라진 조각은 긴 타원형 또는 피침형으로 끝이 뾰족하며 가장자리는 밋밋하거나 느슨하게 톱니가 있으며 앞면에는 짓꼭지 모양의 작은 돌기가 있다. 잎자루는 없다, 잎 부분이 서서히 밑으로 흐르면서 줄기를 얇게 감싼다. 꽃은 7~9월에 노란색으로 핀다, 열매는 수과로 긴 타원형이며 길이는 3~4mm이다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 영월, 삼척, 정선지방의 석회암 지대의 두타산, 태백산, 함백산의 해발 600m 이상의 고지대의 중턱이나 골짜기의 바위틈의 양지쪽에서 피음도는 10%내외이며 상층에는 신갈나무, 소나무, 서어나무, 까치박달나무 등이 분포하며 관목층에는 줄대강나무, 병꽃나무, 국수나무, 청미래덩굴, 산앵도, 당단풍, 다릅나무, 치수, 함박꽃나무, 생강나무가 자생하며 하층 동반 식생으로는 바위 채송화, 기린초 등과 혼생하나 개체수가 매우 적은 편이다.



<그림 4-78> 강원도 영월군, 정선군 동강유역 조사지 및 산림입지도.

6) 똑갈

과 명 : 마타리과

학 명 : *Patrinia villosa* (Thunb.)Juss.

한문명 : 孩兒菊, 苦菜, 敗醬



가) 식물학적 특성

똑갈은 가장 많이 이용되는 보편적인 산나물인데 채집기간이 길어서 이른 봄 싹이 나올 때부터 꽃봉오리가 나오는 여름까지 연한 상순의 줄기와 잎을 먹을 수 있어서 즐겨 애용한다.

싹이 어릴 때는 미역취와 비슷하며 흰꽃이 피므로 “흰미역취”라고도 하는데 똑갈은 털이 많아서 쉽게 구별이 된다.

똑갈의 어린싹은 생으로 튀겨서 요리해도 맛있고 국거리로도 이용하며 데쳐서 나물로 무치기도 하고 기름에 볶아도 좋으며 찌개에도 넣는다. 또 말렸다가 목나물로도 이용하는 구황식량이기도 했다.

한방에서는 해열, 해독제로 쓰인다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이가 1m에 달하고 백색털이 많으며 밑으로 번는 가지가 지하 또는 지상으로 자라면서 번식한다. 잎은 마주나고 단순하거나 羽狀으로 갈라지며 길이 3~15cm 로서 양면에 백색 털이 드문드문 있고 표면은 짙은 녹색이며 뒷면은 흰빛이 돌고 가장자리에 톱니가 있으며 밑부분의 것은 엽병이 있으나 위로 올라가면서 없어진다. 꽃은 7~8월에 백색으로 피고 열매는 도란형이다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천의 소리봉, 죽엽산과 경기도와 강원도의 경계에 있는 광덕산, 백운산, 강원도 가리왕산, 함백산의 평지나 햇빛이 잘 드는 해발 100~1,000m 까지 상층의 수목이 거의 없는 피음도 10~20% 정도의 양지에서 자생한다. 임도변이나 공한지에 모여 나고 임내에서는 성장하지 못한다.

7) 병풍쌈

과 명 : 국화과

학 명 : *Cacalia firma* Kom.



가) 식물학적 특성

높이 1~2m까지 자라는 다년초로서 줄기에 종선이 있으며 해발 6000m이상의 높은 산지에 자라고 사람이 접근하기 어려운 곳에 자생하기 때문에 널리 알려지지 않은 산채류이다. 어린 순은 독특한 향기가 있으며 생나물로 하거나 묵나물로 만들어 식용한다. 러시아 식물학자인 Vladimir Leontyevitch Komarov가 명명 하였듯이 동아시아의 온대 북부 심산에 자생한다.

나) 형태적 특징

뿌리부근의 잎은 잎자루가 길며 원형이고 심장저이며 지름 35~100cm로서 표면은 녹색이고 털이 없으며 뒷면은 연한 녹색으로서 그물맥이 있고 맥위에 털이 약간 있으며 가장자리가 11~15개로 갈라지고 열편은 삼각상 난형으로서 불규칙한 치아상의 톱니가 있다. 줄기에 나오는 잎은 작고 잎자루가 거의 없고 엽병 기부가 원줄기를 둘러싼다. 꽃은 7~9월에 원줄기 끝에 원추화서로 피고 화경은 짧다.

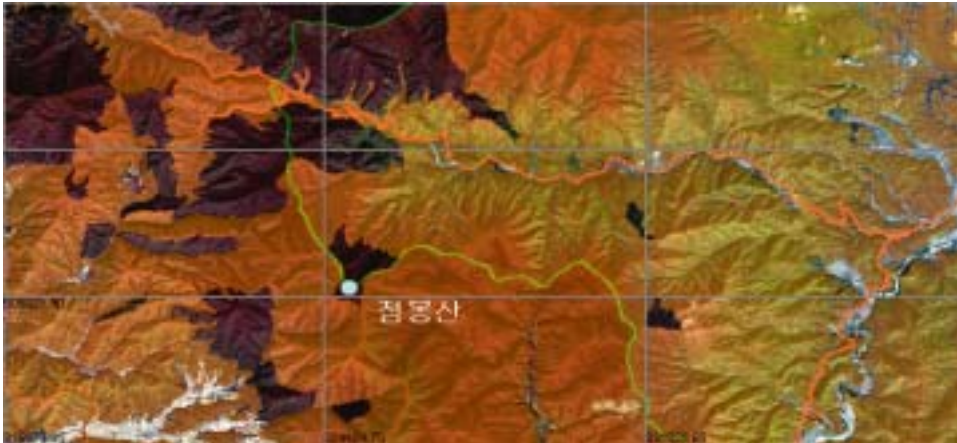
다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천군 축령산과 강원도 평창군 가리왕산, 인제군 점봉산의 자생지 환경조사 11개 조사구에서 조사한 결과 대부분이 해발 600~900m사이에 분포하며 상층의 피음도 85%이상이었다. 상층 수목은 층층나무, 사스레나무, 마가목, 귀룽나무, 신갈나무가 차지하고 중층에는 나래회나무, 청시닥나무, 부계꽃나무, 딱총나무가 분포하고 동반 초본식물로는 진범, 꿩의다리, 늦젓가락나무, 관중, 참나물 등으로 토양수분이 높은 곳에서 자생하는 식물들이었다.

토양환경은 모암분포는 편마암, 석회암이 혼성되어 출현하는 지역으로 A0층이 매우 발달되었으며, 특히 F층이 발달되었다(두께 4~5cm). 토양습도는 약간 또는 적윤상태였다. 표토의 토양구조는 단립화되어 성숙한 토양으로 발달하는 과도기 토양이었다.

<표 4-4> 점봉산 자생지의 산림입지 환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
점봉산	화성암	100~200m	25~30°	산록	없다	온대중부	남동(SE)	하강사면	포행토	보호



<그림 4-79> 강원도 인제군 점봉산 조사지 위치 및 산림입지도.

8) 섬쑥부쟁이

과 명 : 국화과

학 명 : *Aster glehni* Fr. Schm.

한문명 : 胡麻菜



가) 식물학적 특성

경북 울릉도에 나며 일본에도 자생하는 섬쑥부쟁이는 울릉도에서 오래전부터 부지깥이나물이라 하여 밭에서 재배하였고 나물로 이용되어 왔다. 한방에서는 경혈(凉血), 청열(清热), 이습(利湿), 해독(解毒), 토혈(吐血), 비출혈(鼻出血), 말라리아, 단독(丹毒)을 치료하는데 사용한다.

나) 형태적 특성

다년생 초본으로 높이 1~1.5m이고 근경이 옆으로 자란다. 밑부분의 잎은 꽃이 필 때 쓰러지며 줄기의 잎은 어긋나고 긴 타원형이며 끝이 뾰족하고 길이 13~19cm, 나비 4~6cm로서 밑부분이 짧은 잎자루로 되어 좁아지며 양면

에 잔털이 드문드문 있고 뒷면에 선점이 있으며 가장자리에 불규칙한 톱니가 있고 위로 올라가면서 점차 좁아져 화서에서는 선형으로 된다.

다) 자생지 환경의 특성

울릉도 성인봉을 중심으로 전역에 자생하고 있으나 햇빛을 좋아하는 양지 식물로 산림이 무성해지면서 점차 숲 가장자리로 밀려나 숲 속에는 개체수가 급격히 감소하고 임연부에서 많은 개체수가 분포하고 있다. 60%이상의 피음도에서는 개체수가 100m²내에서 10~13개체정도 출현하며 완전히 개방된 임연부에서는 많은 개체수가 출현하고 있었다.

< 표 4-5> 울릉도 자생지의 산림입지환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
울릉도	퇴적암	600m 이상	30° 이상	산정	있다	난대	북동 (NE)	상승사면	잔적토	노출



<그림 4-80> 경북 울릉군 성인봉 조사지 위치 및 산림입지도.

울릉도의 입지·토양환경은 화산회성 토양과 갈색의 산림토양이 혼재하여 출현하고 있다. 갈색의 적운한 산림토양은 주로 계곡과 산복이하의 경사가 완만한 지역에 분포하고 있다. 화산섬이나 퇴적암이 모암으로 발달하였으며, 경사는 평균 30°로 급경사지로 구분된다. 이 지역의 산림생산력은 “중” 이상으로 나타났다. A층의 토양구조는 단립이었으며, 식물근의 분포가 매우 밀한 것으로 조사되었다. 토심이 깊은 편으로 20cm내외였다.

9) 어수리

과 명 : 산형과

학 명 : *Heracleum moellendorffii* Hance

한문명 : 白芷



가) 식물학적 특성

충북, 경남북을 제외한 전국에 자생하며 지리적으로는 일본, 중국, 만주에 분포한다. 한방에서는 구릿대, 어수리, 개구릿대를 동속의 약초로 白芷라고 부르며 함께 사용한다. 맛은 맵고 성질은 따뜻하다, 피를 잘 돌게 하며 고름을 없애고 새살이 잘 살아나게 하며 아픔을 멈춘다. 약리실험에서 진정작용, 억균작용 등이 밝혀졌다. 따라서 풍한두통, 젓앓이, 웅종, 장출혈, 치루, 뱀에게 물린데 등에 사용한다. 신경통, 허리 아픔에도 사용한다. 먹는 방법으로는 하루 6~12g을 달여 먹거나, 가루약, 젓으로 만들어 먹는다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이 70~150cm이고 원줄기는 속이 빈 원주형이며 굵은 가지가 갈라지고 큰 털이 있다. 근생엽과 밑부분의 잎은 잎자루가 있으며 크고 우상이며 3~5개의 소엽으로 구성되고 뒷면과 잎자루에 털이 있다. 정소엽은 원

심형이며 3개로 깊이 측소엽은 넓은 난형 또는 3각형이며 2~3개로 갈라지고 길이 7~20cm이며 열편은 끝이 뾰족하고 결각상의 톱니가 있다. 산형화서는 가지 끝과 원줄기 끝에 달리며 20~30개의 소화경으로 갈라져서 25~30개의 백색꽃이 핀다. 열매는 편평한 도란형이며 윗부분 가까이에 독특한 무늬가 있고 털이 없다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 가리왕산, 발왕산, 경기도 백운산, 광덕산의 해발 300m내외의 산지 물이 흐르는 계곡 햇빛이 잘 비치는 임연부에 자생한다. 상층목은 물푸레나무, 층층나무, 고로쇠나무, 신갈나무, 주목, 산마가목이 위치하고 있으며 관목층에는 미역줄나무, 나래회나무, 참물개암나무, 귀룽나무, 마가목이 분포하고 하층 동반식생으로는 대사초, 물양지꽃, 주름조개풀, 참쑥, 물쑥, 곰취, 동자꽃, 참나무, 박새, 진범, 늦것가락나무, 꼭두서니, 노랑물봉선, 이질풀, 산작약, 관중, 서덜취 등 습지에 출현하는 종들과 혼생하고 있다.

강원도 가리왕산<그림 4-75>, 발왕산<그림 4-77>, 경기도 백운산, 광덕산<그림 4-86> 주변의 산지는 험난하고 경사가 급한 산지이다. 그러나 산복과 산록의 입지조건은 경사가 완만하며 토심이 비교적 깊고 토양수분 조건이 양호하다. 이 지역은 화성암을 모암으로 발달한 토양으로 갈색의 약건 또는 적운한 산림토양이다. 산림생산력은 높아 장기수(잣나무, 참나무류 등) 구성에 적당하다. A₀층의 분화가 뚜렷하지 않은 유기물층이 많은 토양이다(F층, H층이 잘 분해되어 표토층으로 유입됨). 표토층의 토양구조는 단립상구조였으며, 식물근의 생육상태는 넓고 깊이 잘 발달하였다.

10) 참반디

과 명 : 산형과

학 명 : *Sanicula chinensis* Bunge

한문명 : 變豆菜, 山廳菜



가) 식물학적 특성

중국, 일본에 분포하며 예전부터 어린 잎을 나
利尿, 解熱劑로 사용한다.

나) 형태적 특성

다년초로서 15~100cm이고 곧추 자라며 뿌리가 짧고 굵다. 根生葉은 밑부
분까지 3개로 갈라지며 옆은 것은 다시 2개로 갈라져 5개로 갈라진 掌狀葉
비슷하고 지름 5~10cm로서 표면은 짙은 녹색이며 주름살이 지고 뒷면의 葉
脈이 튀어나오며 가장자리에 톱니가 있고 葉柄은 길이 10~20cm이다. 莖生葉
은 어긋나며 根生葉과 비슷하지만 엽병이 점점 짧아져서 마침내 없어지고 옆
의 것이 갈라지지 않으며 엽병 밑부분이 넓어져서 원줄기를 감싼다. 꽃은 7월
에 백색으로 피고 줄기 끝에 복산화서로 달리고 열매는 2~4개씩 달린다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천의 소리봉, 죽엽산과 경기도와 강원도의 경계에 있는 광덕산,
백운산, 강원도 가리왕산, 함백산의 해발 100~300m 의 임도변이나 등산로
주변의 나지에 나며도 피음도는 10~30% 정도로 양지에서 파드득나물과 함께
모여 자란다. 상층에는 낙엽활엽수가 주종으로 신나무, 물푸레나무, 신갈나무,
낙엽송, 잣나무 조림지의 임연부에서 분포하고 관목층에는 국수나무, 화살나무
가 분포하고, 하층 동반식생은 파드득나물, 뱀무, 물양지꽃, 쥐손이풀, 이질풀,
쥐오줌풀 등과 혼생한다.

11) 파드득나물

과 명 : 산형과

학 명 : *Cryptotaenia japonica* Hassk.

한문명 : 鴨兒芹



가) 식물학적 특성

전국의 숲속이나 임연부(林延部)에서 자생하는 다년생 초본으로 산형과의 쌍자엽식물로 전초를 오래전부터 어린 순을 나물로 이용하기도 하고 채배하는 곳도 있다. 비타민 A, C가 많고 철분과 칼슘이 풍부하므로 3~5월에 어린잎을 채취하여 소금물로 살짝 데쳐서 나물무침이나 볶음으로 조리하며 국거리로도 향미가 좋다, 꽃봉오리는 튀김을 해먹을 수 있으며 뿌리는 굵고 육질이며 단맛이 있으므로 잘게 썰어 조림, 튀김, 볶음으로 조리한다. 한방에서는 신경통, 류마티스의 치료에 쓰고 피부대사와 시력향상에도 좋다, 조혈을 촉진하여 빈혈이나 심장병 예방에도 좋다, 또한 신경의 흥분을 진정시키므로 초조감이나 불면증을 덜어준다. 중국에서는 줄기와 잎을 소염, 해독, 폐렴, 임질, 치통, 대상포진 등에 약재로 사용한다.

나) 형태적 특성

다년생 초본으로 전체에 털이 없고 향기가 있으며 높이는 30~60cm까지 자란다. 근생엽은 엽병이 길고 경생엽은 점차 짧아져서 윗부분에서는 엽초(葉鞘)로 되며 3출엽이고 소엽은 난형 또는 긴 타원형이며 양끝이 좁고 뒷면에 윤채가 있으며 가장자리에는 불규칙하고 예리한 톱니가 있다. 복산형화서(複傘形花序)는 원추상을 이루고 산형화서의 꽃자루는 4~10개 이고 길이는 가지런하지 않다.

꽃은 백색 때로는 담자색으로 6~7월에 피고 꽃잎의 끝은 안으로 꼬부라지고 화병은 선형이다. 과실은 긴 난형이고 양끝은 좁고 꼬부라져 있다.

다) 자생지 환경의 특성

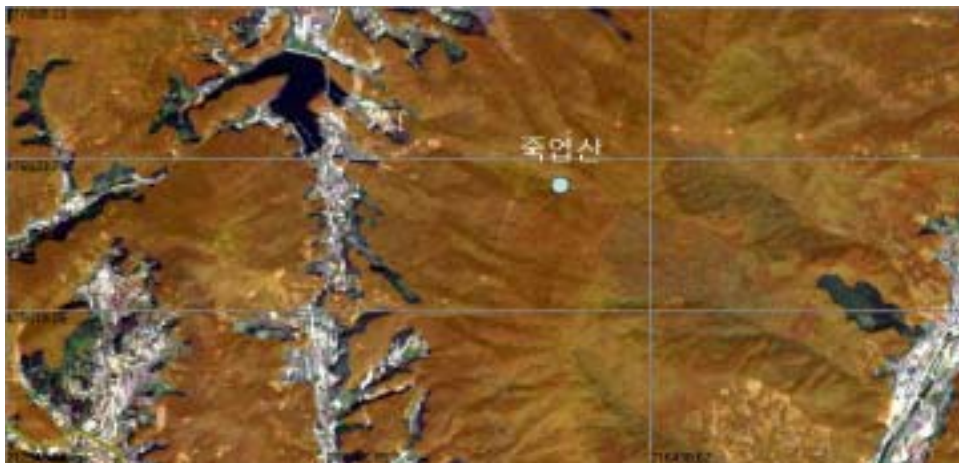
경기도 포천군 소흘면 직동리 소리봉과 죽엽산의 산록부, 광덕산, 백운산,

강원도 태백의 함백산, 금대봉에서 11개 조사구에서 조사한 결과 방위에 구분 없이 토심이 깊고 토양의 습도가 약습이며 40~50%의 그늘에서 상층목은 신나무, 느릅나무, 신갈나무, 층층나무, 사스레나무, 피나무등 교목류이고, 중층에는 말발도리, 국수나무등 비교적 적고 동반 식생으로는 팽이사초 이삭사초, 길뚝사초, 질경이등과 집단적으로 혼생한다. 임내 보다는 임연부에서 집단적으로 자생하고 있었다.

토양환경은 갈색토양형이었으며, 지형적으로 계곡부나 산복부의 다소 습한 장소에서 나타났다. 특히 A0층이 비교 두껍게 분포하는 지역이 많았다. 토양 습도는 약습 상태였다.

<표 4-6> 죽엽산 자생지의 산림입지환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
죽엽산	화성암	300~400m	20-25°	산록	없다	온대중부	북서(NW)	상승사면	포행토	보통



<그림 4-81> 경기도 포천시 죽엽산 위치 및 산림입지도.

<표 4-7> 금대봉 자생지의 산림입지환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
금대봉	퇴적암	800~900m	25~30°	산복	없다	온대북부	남서(SW)	평행사면	포행토	보통



<그림 4-82> 강원도 태백 금대봉, 함백산 조사지 위치 및 산림입지도.

12) 개시호

과명 : 산형과

학명 : *Bupleurum longiradiatum* Turcz.

한문명 : 大葉柴胡



가) 식물학적 특성

제주도를 포함하여 전국의 심산 햇빛이 잘 들지 않는 숲속에 자라며 지리적으로는 일본, 중국에도 분포한다. 예로부터 시호 대신으로 사용되어 왔으나 독성이 강하다. 북한에서는 큰시호라고 부르는데 이는 시호보다 잎의 크기가 커서 붙여진 이름으로 본다.

개시호는 간담(肝膽)의 열을 내리고 간기를 잘 통하게 하고 기를 끌어 오는 효능이 있어 감기, 두통, 간염, 담낭염 등에 쓴다. 시호의 자생지는 거의 절멸되어 현재 약용으로 쓰는 것은 대부분 재배품이거나 수입약재이며 대응으로 개시호를 채취해서 사용한다. 어린 순은 나물로도 이용한다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이 40~150cm이고 전체에 털이 없으며 곧추 자라고 윗부분에서 가지가 갈라진다, 근생엽은 잎자루가 길며 넓은 피침형 또는 긴 타원형이고 경생엽은 엽병이 없으며 밑부분이 이저(耳底)로서 원줄기를 감싸안고 끝이 예두 또는 둔두이며 길이 5~15cm, 나비 2~3.5cm이고 구두창 같으며 뒷면에 약간 흰빛이 들고 가장자리는 밋밋하다. 복산형화서(複傘形花序)는 윗부분의 엽액과 원줄기 끝에서 자라며 5~10개의 소화경이 갈라지고 10~15개의 꽃이 달리며 7~8월에 황색으로 핀다. 열매는 긴 타원형이며 길이 3.5~4mm로서 능선(稜線)이 있다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 영월, 삼척 두타산, 정선, 태백시 태백산, 함백산 석회암 지대의 해발 600m 이상의 고지대의 중턱이나 골짜기의 바위틈의 양지쪽에서 피음도는 10%내외이며 상층에는 신갈나무, 소나무, 서어나무, 까치박달나무 등이 분포하며 관목층에는 줄대강나무, 병꽃나무, 국수나무, 청미래덩굴, 산앵도, 당단풍, 다릅나무, 치수, 함박꽃나무, 생강나무가 자생하며 하층 동반 식생으로는 바위 채송화, 기린초, 등과 혼생하나 개체수가 매우 적은 편이다.

13) 고본

과 명 : 산형과

학 명 : *Angelica tenuissima* Nakai

한문명 : 藁本



가) 식물학적 특성

울릉도 제주도를 제외한 전국의 심산에 분포하는 약초로서 뿌리에는 精油 함유되어 향이 좋아 음식이나 음료로 개발코자 연구하는 식품학자들이 많다.. 藁本은 생약명을 그대로 쓴 경우로 한방에서는 고본의 뿌리를 발포산한(發表散寒), 거풍지통(祛風止痛), 풍한두통(風寒頭痛), 설사(泄瀉)등을 치료하는데 사용한다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이 30~80cm이고 전체에 털이 없으며 근생엽과 밑부분의 잎은 엽병이 길고 3회우상으로 갈라지며 열편은 선형이고 윗부분에서는 엽병 전체가 엽초로 되어 굽어진다. 꽃은 8~9월에 피며 원줄기 끝과 가지 끝의 큰 산형화서에 달리고 총산경(總傘梗)은 15~20개, 소화경은 20~22개이다.

포엽은 0~2개로서 총산경보다 짧으며 피침형이고, 소포는 1~5개가 소화경보다 길며 꽃받침잎은 설두로서 밋밋하고 꽃잎은 5개로서 도란형이며 안으로 굽고 백색이다.

다) 자생지 환경의 특성

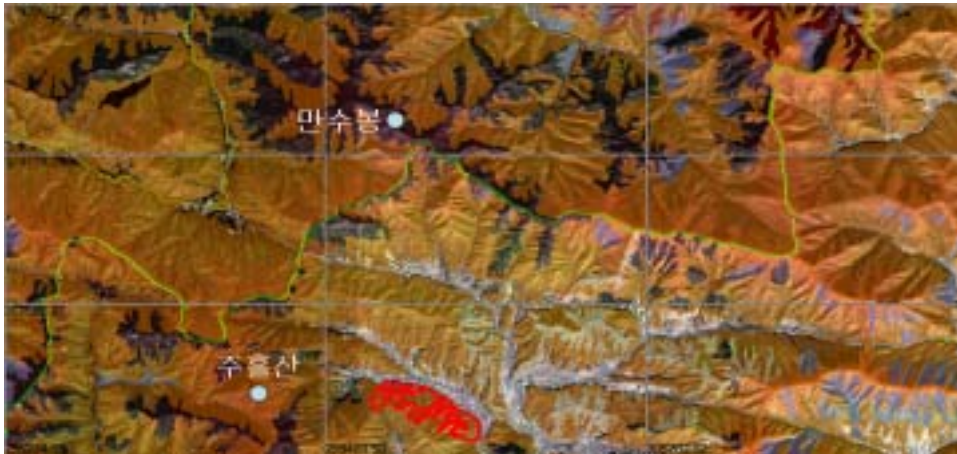
경북 문경시 월악산, 강원도 설악산 정상부근, 장수대 숲 언저리, 발왕산, 산정, 박귀산의 산정 해발 700m이상의 양지 바른곳의 토양수분이 적습한 사질토양에 자생하며 상층에는 소나무, 신갈나무, 물푸레나무가 중층에는 꼬리진

달래, 철쭉, 산철쭉, 병꽃나무, 등췌, 생강나무가 분포하며 동반식생으로는 더덕, 곰취, 은꿩의다리, 맑은대췌, 길뚝사초 등과 함께 혼생한다.

이 지역의 모암은 화성암, 변성암과 퇴적암이 나타나는 지역으로 경북 문경시 지역으로는 탄광이 많이 분포하고 있다. 충주시 지역으로는 변성암이 주로 분포하고 있으며 모암이 노출된 암석지가 산복이상의 산정에 나타나고 있다. 토심이 깊고 토양습도는 약건~적윤하며 토양환경은 갈색의 약건산림 토양형이었고 지형적으로 계곡부나 산복부의 경사는 완만하였다. 특히 A₀층이 비교적 두껍게 분포하는 지역이 많았다.

<표 4-8> 월악산 자생지의 산림입지환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
월악산	변성암	500~600m	30°	산정	없다	온대중부	남동(SE)	상승사면	잔적토	노출



<그림 4-83> 경상북도 문경시 월악산 지역의 (만수봉, 주흘산) 조사지 위치 및 산림입지도.

14) 갯갯이풀

과명 : 매자나무과

학명 : *Jeffersonia dubia* Benth.

한문명 : 鮮黃連



가) 식물학적 특성

흔히 황련이라 부르기도 하는 약초로서 청열, 해독, 건위에 효능이 있어 오

래전부터 한방에서 식욕감퇴(食慾減退), 편두통(扁桃腺), 토설생창(土泄生蒼), 안결막염(眼結膜炎), 악심구토(惡心嘔吐), 비출혈(鼻出血), 장염(腸炎), 토혈(吐血) 治療에 이용되어왔다. 산림청에서는 갯쟁이풀을 보호식물(27번) 희귀식물(112번)으로 지정하여 보호하고 있는 종으로 원래 햇빛이 잘드는 곳에 자생하는 식물이나 연료 정책의 변화로 산에서 땀감을 하지 않아 점차 그 개체가 급격히 줄어들고 이른 봄 일보다 먼저 피는 꽃이 아름다워 도취해 감으로 인해 개체수가 줄어들고 있다. ,

나) 형태적 특성

다년초로서 원줄기가 없고 근경에서 여러 잎이 나오며 근경은 짧고 옆으로 자라며 많은 잔뿌리가 달려있다, 잎은 긴 엽병 끝에 달리고 원심형이며 길이와 지름이 각각 9cm로서 가장자리가 파상이고 전체가 딱딱하며 연잎처럼 물에 젖지 않는다. 꽃은 4~5월에 피고 지름 2cm로서 홍자색이며 1~2개의 화경이 일보다 먼저 나와서 끝에 꽃이 1개씩 달린다. 꽃받침 잎은 4개이고 피침형이며 꽃잎은 6~8개로서 도란형이고 옆으로 퍼지며 8개의 수술과 1개의 암술이 있다. 열매는 골돌로서 넓은 타원형이고 끝이 부리처럼 길며 종자는 흑색이고 타원형이다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 연천군 동막리, 내산리, 장현 연평리, 경북 주왕산의 해발 300m이하에 분포하며 피음도 60~70%내외의 개활지에 자생함. 대부분 산록의 천연림의 중림에서 일광은 중정도이며 토습은 적습한곳에서 번성한다. 대부분 북동향의 전석지에 위치하며 자생지는 하천변에 위치한다. 상층목으로는 갈참나무야광나무, 산벚나무, 소태나무, 산사나무, 물푸레나무가 분포하고 관목층에는 , 고광나무, 참개암나무, 국수나무, 이스라지, 매자나무, 참싸리, 노린재나무, 조팝나무, 화살나무가 하층 동반 식생으로는 애기송이풍 너도바람꽃, 남산제비꽃, 고깔제비꽃, 벌개덩굴, 물봉선, 고삼, 들깨풀, 미역취, 여로, 개고사리 등과

혼생되어 있으며, 상층목이 개엽하기 전인 이른 봄 개화 결실이 되어 종자를 산포한다.

연천군 동막리<그림 4-85>의 산지는 비교적 경사는 급하나 표고가 낮아 접근이 쉬운 지역이다. 반면에 경북 청송읍 주왕산 주변의 산지는 험난하고 경사가 급하며 제지가 넓고 많은 지역이다. 그러나 산복과 산록의 입지조건은 자갈이 많(30%)이 분포하고 토양배수 조건이 양호한 토양이다. 토심이 깊고 토양수분 조건이 좋아 식물생육에 도움을 준다. 동막리와 주왕산 지역의 토양은 갈색의 약건 또는 적윤한 산림토양으로 장기수의 생육상태가 양호하여 산림생산력이 높은 것으로 나타났다. 포토층의 토양구조는 입상과 단립구조가 혼합되어 나타나고 있으며 심토층의 토양구조는 견과상 구조가 대부분이다.

<표 4-9> 주왕산 자생지의 산림입지환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
주왕산	퇴적암	500~600m	30°이상	산정	없다	온대북부	북서(NW)	상승사면	잔적토	노출



<그림 4-84> 경북 청송군 주왕산 조사지의 위치 및 산림입지도

15) 땃두릅나무

과 명 : 두릅나무과

학 명 : *Oplopanax elatus* Nakai

한문명 : 薺人蓼



가) 식물학적 특성

땃두릅나무는 초본 식물인 독활과 이름이 혼돈되어 초본인 독활을 땃두릅으로 잘못 부르는 경우도 간혹 있다. 산림청 지정 희귀식물목록(148번) 지정 보호되고 있는 수종으로 자생지에서 개체수가 점차 줄어들고 있는 수종이다. 한방에서는 해열(解熱), 진해(鎮咳)의 효능이 있어 약용으로 이용되어 왔으며 중국 등 외국의 연구에서 땃두릅나무의 뿌리(薺人蓼)은 인삼의 작용과 유사하다 하여 연구가 기대되는 주요한 자원이다.

나) 형태적 특성

낙엽관목으로서 높이 2~3m 이고 원줄기는 갈라지지 않으며 긴 가시가 밀생한다. 잎은 어긋나고 둥글며 길이 15~30cm 로서 표면의 주맥과 뒷면 맥 위에 가시가 밀생하고 가장자리가 5~7개로 갈라지며 잔 복거치가 있고 잎자루는 길며 가시가 밀생한다. 꽃차례는 가지 끝에 달리고 갈색 털이 있으며 총상으로 갈라진 分枝 끝에서 傘形花序가 발달하고 꽃은 7~8월에 핀다. 꽃잎은 靑白色의 수술과 더불어 각각 5개이고 열매는 타원상 원형으로 8~9월에 적색으로 익는다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 함백산, 발왕산, 설악산의 해발 1,000m이상의 고산 전석지에 노출된 임연부나 정상부의 상층 수목이 빈약한 바위틈이나 비음도 20%내외의 산지에 자생한다. 상층목은 신갈나무, 고로쇠나무, 찰피나무, 거제수나무, 분비

나무, 구상나무, 사스레나무가 분포하며 관목층에는 정향나무, 만병초, 부계꽃나무, 병꽃나무, 눈측백 등과 혼생하며 하층초본은 멸가지, 단풍취, 대사초, 곰취 박새, 여로, 늦젓가락나물 등과 혼생한다. 땃두릅나무의 개체수가 줄어드는 이유로 두 가지를 들 수 있는데 첫째는 상층수목이 울창해지므로 인해 햇빛이 줄어드는 요인과 약용수목으로 알려지면서 무자비한 채취가 원인이기도 하다.

함백산<그림 4-81>과 발왕산<그림 4-85> 주변의 산지는 험난하고 경사가 급하다. 산복과 산록의 입지와 토양은 경사가 완만하고 토심이 깊으며 토양수분이 양호하여 지피 식물 생육환경이 양호하다. 토양은 갈색의 적윤한 산림토양이다. 반면에 신갈나무 등 입목의 생육조건은 강한 바람과 안개에 의한 수광조건이 불량하고 고지대의 특성으로 토양조건은 양호하여도 생육상태가 불량하다. A₀층의 분화가 불분명하나 분해 전 이층인 F층이 두껍고 명확하게 발달한다. 식물의 뿌리는 넓고 깊이 발달하고 있다.

<표 4-10> 발왕산 자생지의 산림입지환경(그림 4-77).

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
발왕산	퇴적암	700~800m	25-30°	산록	없다	온대북부	남서(SW)	평행사면	포행토	보통

16) 만삼

과명 : 초롱꽃과

학명 : *Codonopsis pilosula* (Franch.)

Nannp.

한문명 : 蔓蓼



가) 식물학적 특성

한방에서는 비위허약(脾胃虛弱), 보중(補中), 익기(益氣), 피로권태에 이용되어 오던 귀중한 약재로 산지에서 채취하여 오던 것이 수량이 줄어 들면서 산간 마을 주택주변에서 점차 농경지로 재배된 약용식물이다.

나) 형태적 특성

다년생 초본으로 전체에 털이 있고 자르면 유액이 나오며 도라지 같은 뿌리가 길이 30cm이상 자라고 외피는 유향색 또는 연한 회갈색을 띤다. 줄기는 다른 식물에 휘감겨서 자라며 길고 많은 가지가 있고 하부에는 꺼칠꺼칠하고 뺨뺨한 털이 있지만 상부는 매끄럽다. 잎은 어긋나지만 짧은 가지에서는 마주나고 엽신은 난형 또는 광난형으로 길이 1~7cm, 나비 0.8~5.5cm이고 끝은 둔하거나 뾰족하며 가장자리는 보통 밋밋하고 길이 2~3cm의 잎자루가 있다.

꽃은 측지끝에 1개씩 달려 4월경에 피며 가느다란 화경이 있다. 꽃받침은 5개로 갈라지고 화관은 넓은 종형으로 담황색을 띠며 끝은 5개로 갈라져서 곧추선다.

삭과는 원추형이고 종자는 작고 윤채가 난다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 평창군 가리왕산, 인제군 점봉산<그림 4-76>, 양양군 구룡령<그림 4-75>에서 11개 조사구를 조사한 결과 해발 800m이상의 고산에서 자생하고 있었으며, 상층의 피음도는 50~70%내외였다. 상층에 분포하는 수종은 신갈나무, 피나무, 부계꽃나무, 시달나무, 층층나무가 우점하는 천염림이나 소나무, 낙엽송 조림지에서도 자생하고 있다. 관목류에는 생강나무, 고광나무, 바위말발도리, 미역줄나무, 하층에는 곰취, 참나물, 쥐손이풀, 쥐꼬리새, 쥐오줌풀, 노랑물봉선 등 공중습도가 높은 지역에서 자생하였다.

토양환경은 갈색적운산림토양으로 낙엽송의 생육상태가 양호한 산림생산력이 매우 높은 지역이었다. A₀층의 분화는 미약하나 F층, H층이 잘 발달하여 A층으로 유기물이 유입되었다. A층의 토양구조는 단립이었으며, 식물근의 분포가 매우 밀한 것으로 조사되었다. 토심이 깊은 편으로 토심이 20cm내외였다.

<표 4-11> 구룡령 자생지의 산림입지 환경(그림 4-75).

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
구룡령	화성암	600m 이상	30°이상	산복	없다	온대북부	서(W)	평행사면	포행토	보호

17) 미치광이풀

과명 : 가지과

학명 : *Scopolia japonica* Maxim.

한문명 : 東莨菪



가) 식물학적 특성

산림청 지정 희귀 멸종위기종(180번)으로 강원도 설악산, 점봉산, 가리왕산, 경기도 축령산, 광덕산, 백운산 등 북부 산지의 다소 습하고 그늘진 곳에서 자생하는 다년초로서 오래전부터 약용으로 이용되면서 그 수가 급속히 줄어든 식물이다.

한방에서는 주독에 의한 떨림, 진통, 정신광조(情神狂躁), 해경(解瘵), 수즙(收汁)등 외상출혈을 치료한다.

나) 형태적 특성

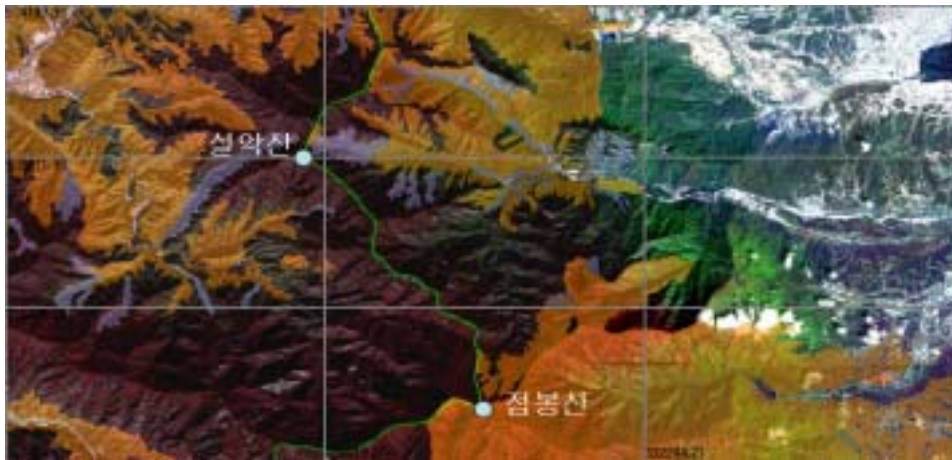
다년생 초본으로 근경은 옆으로 자라고 굽으며 끝에서 털이 없는 원줄기가 나오고 가지가 약간 갈라진다. 잎은 어긋나고 엽병이 있으며 가장자리가 밋밋하지만 밑 부분의 잎은 1~2개의 톱니가 있고 길이 10~20cm, 나비 3~7cm로서 양끝이 좁으며 털이 없고 연하다. 꽃은 4~5월에 피고 엽액에 1개씩 달

려서 밑으로 처지고 소화경은 길이 3~5cm이며 꽃받침은 녹색이고 5개로 불규칙하게 갈라진다. 화관은 종형이며 끝이 얇게 갈라지고 길이 2cm정도로서 자줏빛이 도는 황색이다. 삭과는 원형이고 꽃이 핀 다음 자라는 꽃받침 속에 있다. 종자는 신장형으로 도드라진 그물 모양의 무늬가 있다.

다) 자생지 환경의 특성

강원도 설악산, 점봉산, 가리왕산, 경기도 축령산, 광덕산, 백운산등 북부 산지의 표고 500m 전석지에 자생한다. 상층목은 신갈나무가 우점하고 산벚나무, 물푸레나무, 층층나무, 까치박달, 신갈나무 등이 혼효한 임내에 피음도는 90%정도로 거의 햇빛이 들어오지 않는 음습한 북향에서 자라고 동반식생으로는 관중, 개고사리, 대사초, 산작약, 곰취, 참나물, 병풍쌈 등과 혼생한다.

입지조건은 전석지인 15~25cm 크기의 돌맹이가 깔려있는 사이에 약간의 토양과 이끼로 덮인 곳에서 자생한다.



<그림 4-85> 강원도 인제군 설악산, 점봉산 조사위치 및 산림입지도

18) 백작약

과 명 : 미나리아재비과

학 명 : *Paeonia japonica*

Miyabe et Takeda

한문명 : 白芍藥



가) 식물학적 특성

충북을 제외한 전국의 깊은 산 산복 부근에 자생하는 초본식물로 약초를 채취하는 사람들의 손에 의해 거의 멸종해가는 초본식물로 북한에서는 산함박꽃이라 부른다. 일본에서도 자생한다고 하나 검토의 대상이다. 뿌리에는 정유, 지방유, 수지, 탄닌, 당, 전분, 점액질, 단백질이 들어 있고 그 외에 안식향산이 0.92% 들어 있다. 약리 실험결과로 보면 진경작용(진경작용), 순환계에 대한 작용이 있고, 진통(鎮痛), 진정(鎮靜), 항경련작용(抗痙攣作用), 항염작용(抗炎作用)을 하기 때문에 한방에서는 월경불순(月經不順), 협통(脇痛), 복중경결(腹中硬結), 혈리(血痢)를 치료하는데 사용한다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이 40~50cm이고 밑 부분이 비늘 같은 잎으로 싸여 있으며 뿌리는 肉質이고 굵다, 잎은 3~4개가 어긋나며 잎자루가 길고 3개씩 2회 갈라지며 小葉은 긴 橢圓形 또는 도란형이고 양끝이 좁으며 길이 5~12cm, 나비 3~7cm로서 가장자리가 밋밋하고 뒷면은 흰빛이 돌며 털이 없다. 꽃은 6월에 피고 지름 4~5cm로서 백색이며 원줄기 끝에 1개씩 달리고 꽃받침 잎은 3개이며 난형이고 크기가 서로 다르다. 골돌(蓇葖)은 벌어지며 안쪽이 붉고 가장자리에 자라지 못한 적색 종자와 익은 흑색 종자가 달린다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도와 강원도의 경계에 있는 광덕산, 강원도 가리왕산, 금대봉, 홍천군

양덕원의 해발 400~600m사이의 상층목이 우거진 피음도 85% 이상의 산복 부위에서 자생한다. 상층에는 낙엽활엽수가 주종으로 층층나무, 서어나무, 까치박달나무, 신갈나무가 분포하고 관목층에는 함박꽃나무, 국수나무, 병꽃나무가 하층 동반식생으로는 곰취, 누리대, 병풍쌈, 참나물, 진범, 관중 등 습지에 강한 식물들과 동반한다. 토양은 전석지로서 직경 20cm 내외의 돌맹이가 바닥에 쌓여 있고 그 위에 5cm내외의 토양이 덮이고 그 위에 이끼가 덮여 있다.

19) 용담

과 명 : 용담과

학 명 : *Gentiana scabra* var. *buergeri*
(Miq.) Maxim.

한문명 : 龍膽草



가) 식물학적 특성

상상의 동물인 용의 쓸개에서 느낄 수 있을 정도의 쓴맛이 난다하여 용담이라 한다. 위로 높게 자라므로 꽃꽂이 절화용으로 재배할 수도 있다. 우리나라에서 자라는 용담속 (*Gentiana*)에는 8종, 3변종, 1품종이 있으며 모두 12종이다.

오래 전부터 약용으로 이용되었으며 1980년대 후반부터 야생화 화단용, 절화용으로 재배도 한다.

나) 형태적 특성

높이 20~60cm까지 자라는 다년초로서 줄기에 4개의 가는 줄이 있으며 근경이 짧고 굵은 수염뿌리가 있다. 잎은 마주나며 잎자루가 없고 피침형이며 예두 원저이며 길이 4~8cm, 나비 1~3cm로서 3맥이 있으며 표면은 녹색이고 뒷면은 연한 녹색이며 가장자리는 밋밋하지만 파상으로 된다. 8~10월에

꽃자루가 없이 줄기 윗부분의 엽액과 끝에서 자주색 꽃이 핀다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천군 축령산, 광릉, 연천군 동막리 산기슭과 강원도 화천군 광덕산, 평창군 가리왕산에서 12개 조사구에서 조사한 결과 대부분 완전 노출된 임도변이나 임연부위, 농경지와 산자락의 연결 부분에서 자생하고 있었다. 동반중으로는 쑥, 참쑥, 개미취, 새, 수크령, 그령, 질경이, 서양민들레 등 건조토양에서 자생하는 식물이었다. 토양의 pH에 따라 꽃의 색깔이 약간씩 다른 것을 발견할 수 있었으며, 토양환경은 표토의 유실로 광물질토층이 노출되기도 하였다. 토양수분이 적은 갈색건조산림토양이었다. 주로 능선과 산복사면 건조한 지역에서 자라고 있었다. A0층이 유실되었거나 L층이 쌓여있으나 낙엽분해가 지체되고 있었다.

<표 4-12> 동막리 자생지의 산림입지 환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
동막리	화성암	100~200m	25~30°	산복	없다	온대중부	북서(NW)	평행사면	포행토	보통

<표 4-13> 백운산·광덕산 자생지의 산림입지 환경.

지역	모암	표고	경사	지형	침식상태	기후대	방위	경사형태	퇴적양식	풍노출도
백운산 광덕산	변성암	600m 이상	30° 이상	산정	없다	온대 중부	남서 (SW)	상승 사면	잔적토	노출



<그림 4-86> 강원도 철원군 광덕산 조사지 및 경기도 백운산 조사지 위치.

20) 쥐오줌풀

과 명 : 마타리과

학 명 : *Valeriana fauriei* Briq.

한문명 : 纈蕘



가) 식물학적 특성

전국에 나며 일본, 중국, 만주, 대만에 분포하며 어린순을 나물로 하며 줄기와 뿌리는 향기 좋아 담배의 향료로 이용하였으며 한방에서는 신경계통에 鎮靜작용, 抗菌作用이 있어 情神不安, 胃弱, 腰痛, 月經不純, 神經衰弱, 無月經,

月經困難, 腦神經, 心臟, 胃 등의 만성 신경증에 이용한다.

나) 형태적 특성

다년초로서 높이 40~80cm이고 뿌리에 강한 향기가 있으며 밑에서 받는 가지가 자라서 번식하고 마디 부근에 긴 백색 털이 있다. 根生葉은 꽃이 필때 되면 없어지며 莖生葉은 마주나고 5~7개로 갈라지며 열편에 톱니가 있다. 꽃은 5~8월에 피고 흰색이거나 적자색이다. 꽃은 가지 끝과 원줄기 끝에 繖房狀으로 달리고 화관은 5개로 갈라지며 수술은 3개, 花冠管보다 조금 길다. 열매는 피침형이며 길이 4mm정도로서 윗부분에 꽃받침이 冠毛狀으로 달려서 바람에 날린다.

다) 자생지 환경의 특성

경기도 포천군 광덕산 동사면의 토심이 깊고 양지 또는 반음지인 임연부에서 자생함. 상층식생은 신갈나무, 느릅나무, 갈참나무, 소나무, 물푸레나무, 졸참나무가 분포하고 관목층은 병꽃나무, 노린재나무, 산앵도, 철쭉, 국수나무, 동반 초본들은 대사초, 진범, 박새, 기름새, 길뚝사초, 노랑제비꽃, 하늘말나리, 잔대, 수영등과 혼재하였다.

경기도 포천군 광덕산, 백운산<그림 4-77> 방위에 관계없이 토심이 깊고 토양 습도가 적당한 갈색토양형에 생육하고 있었으며, 지형적으로 계곡부나 산복부의 다소 습한 장소에서 나타났다. 특히 A₀층이 비교적 얇게 발달한 지역이 많았다.

21) 황기

과 명 : 콩과

학 명 : *Astragalus membranaceus* Bunge

한문명 : 黃芪



가) 식물학적 특성

경북 울릉도, 강원도, 함남 부전고원, 함북 관모봉에 야생하고 지리적으로는 동부 시베리아, 만주에 분포한다. 분포지가 극히 제한적이고 약용으로 이용되면서 과도한 채취로 자생지에서는 거의 절멸된 것으로 판단되며 현재 이용되는 황기는 대부분 재배품이다. 여름철 더위를 이기게 해주는 약재로 오래전부터 이용되어 왔으며 한방에서는 익기고표(益氣固表), 이수소종(利水消腫), 탁독(托毒)의 효능이 있고 자오(自汗), 도오(盜汗), 혈비(血痺), 유종(乳腫), 기파(已破), 미파(未破)의 웅종(癰腫)을 치료하고 밀적(蜜炙)한 황기는 보중익기(補中益氣)의 효능이 있다 하여 주로 몸을 보하는데 이용된다.

나) 형태적 특성

높이가 1m에 달하고 전체에 잔털이 있다. 잎은 6~11쌍의 소엽으로 구성된 기수1회우상복엽(寄數1回羽狀複葉)이며 소엽은 긴 타원형이고 양끝이 둔하거나 둥글며 가장자리가 밋밋하고 탁엽은 피침형으로서 끝이 길게 뽕족해진다. 꽃은 7~8월에 피며 길이 15~18mm로서 연한황색이고 소화경은 길이 3mm이다. 꼬투리는 도란상 타원형이며 길이 2~3cm이다.

다) 자생지 환경의 특성

영월군 동강 해발 100m내외의 임연부에 피음도 45%내외로 상층에는 신갈나무, 물푸레나무, 피나무, 팔배나무 가 덮고 있으며 관목층에는 찔레, 국수나무, 줄댕강나무가 하층의 동반식생으로는 체꽃, 할미꽃, 엉겅퀴, 까치수영, 억새, 미역취 등과 혼생하였다.

<표 4-14> 정선군 동강 자생지의 산림입지환경(그림 4-78).

지 역	모 압	표 고	경사	지형	침식상 태	기후대	방위	경사 형태	퇴적 양식	풍노 출도
정선군 동강	퇴적암	400-50 0m	20-25°	산복	없다	온대 중부	동(E)	하강 사면(N)	잔적토	보통

다. 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring

1) 조사지 입지환경

곰취와 개시호의 입지환경은 해발 1065m, 동사면의 산복지역으로 신갈나무, 물푸레나무가 상층을 이루고 하층으로는 고추나무, 병꽃나무 등 23종이 자라고 있었다. 만삼은 해발 890m, 동남사면의 산록지역으로 상층이 없이 버드나무, 쥐손이풀, 사초류 등 18종이 자라고 있었다.

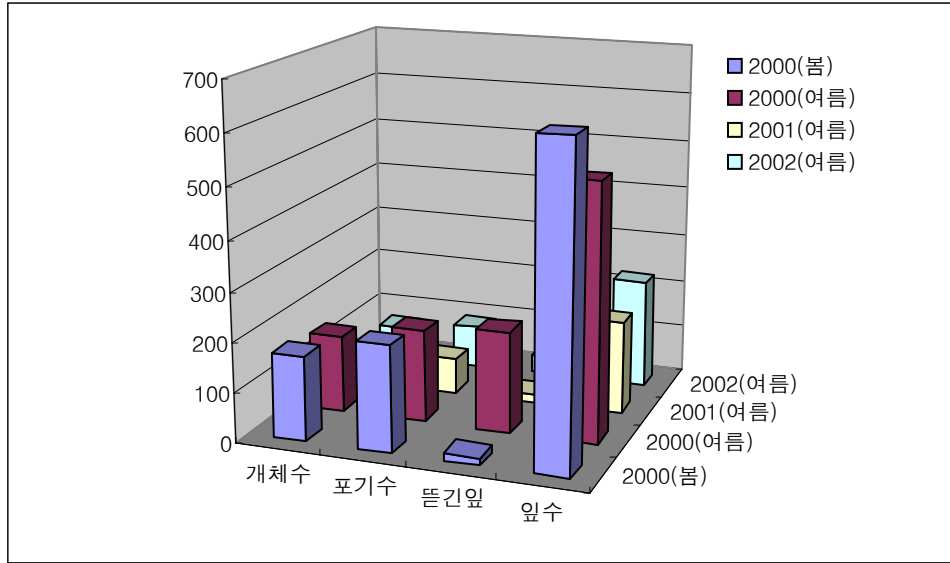
2) 개체군의 변화분석

곰취는 국화과의 곰취속에 속하는 종으로 유사종으로는 곤달비 등 8종이 우리나라에 분포하고 있다 이중 식용으로 사용하는 종은 곰취, 곤달비, 북부지방에 분포하는 긴잎곰취 정도이며 특히 곰취의 경우 심산지역의 땅이 비옥하고 공중습도가 높은 지역에 분포하는 종으로 봄에 근생엽의 잎이 2개 자라다가 경생엽의 잎이 3-4장 정도나고 8월에 총상화서로 7-8월에 노란색의 꽃을 피운다 특히 곰취는 잎이 심장형으로 넓고 부드러워 산채식용으로 매우 인기가 좋다 따라서 산나물 채취꾼에 의해 집중적으로 피해를 보는 종으로 알려져 있다.

곰취 개체군의 산나물 채취꾼들에 의한 피해정도와 시간의 경과에 따른 재생 가능성을 알아보기 위해 2000년 봄에 강원도 인제군 기리면 진동리 점봉산 곰취 자생지를 찾아 100㎡ 고정조사구를 설치하고 포기수, 훼손된 잎, 달린 잎수를 조사한 후 2000년 8월 2001년 7월 2002년 6월 3차에 걸쳐 조사하여 <표 4-15>, <그림 4-87>과 같은 결과를 얻었다.

<표 4-15> 곰취의 개체수 변화.

조사일시\처리	개체 수	포기 수	뜯긴 잎	잎 수
2000(봄)	170	213	15	633
2000(여름)	154	187	204	514
2001(여름)	48	72	19	189
2002(여름)	67	87	40	222



<그림 4-87> Monitoring 조사구의 연도별 곰취 개체수 변화

개체군의 변화상을 보면 2000년 봄에는 170개체, 633개의 잎을 가지고 있으며 2000년 여름에 집중적인 훼손이 일어나 2001년 여름 조사결과에 의하면 48개체 189개의 잎만이 조사되었다 그러나 2002년에는 2001년의 훼손이 없어 개체수와 잎수가 증가하는 현상을 보였다. 2003년도 조사시는 30개체로 급격히 감소하였다. 이와 같은 곰취의 급격한 감소 현상은 나물채취방식에 문제로 일어난 현상으로 판단되었다. 즉 한 개체에 1개의 잎을 만 것이 아니라 편리에 의한 한 개체에 대한 집중훼손에 개체의 급격한 감소를 가져왔으며 더

붙어 있을 뜯는 것 이외에 농가재배를 위하여 종자를 파종하는 방법보다는 뿌리를 절취하여 심는 방법으로 훼손이 일어난 것으로 판단되었다. 또한 수관윽폐에 따른 임분내 광량의 부족도 영향을 미친 것으로 판단되었다.

개시호는 산형과의 시호속에 속하는 종으로 유사종으로는 고산지에 분포하는 등대시호, 시호, 개시호, 현재 울릉도에만 분포하는 섬시호 등 4종이 우리나라에 분포하고 있다 이중 시호는 약용으로 해열, 항균바이러스, 진통, 진해작용에 사용하나 시호가 없어지면서 시호의 대용으로 개시호의 뿌리를 이용하고 있어 약초 채취꾼에 의해 피해를 보는 종으로 알려져 있다.

※ 개시호는 독이 있어 시호대용으로 사용시 위험하나 약재의 경우 구별이 힘이 들어 시중에서 사용하고 있다. 시호, 개시호의 약용부위는 뿌리이므로 훼손이 심하고 매우 빠르다.

모니터링구내에서도 2000년 봄 조사시는 17개체에 39포기, 2000년 여름 조사시에도 15개체 35포기가 자라고 있어서나 2001년 여름 조사시 1개체 3개 포기만이 남아 있었고 2002년에는 이 한 포기가 6개의 개체로 늘어나 있었다. 2003년도에는 훼손되어 잔존 개체가 없었다<표 4-16>. 이와 같은 현상은 개시호의 경우 약초 채취꾼에 자생지가 발견되면 단 한번에 훼손이 일어난다는 것을 알 수 있었다.

<표 4-16> 개시호의 개체수 변화.

조사일시\처리	개체 수	포기 수
2000(봄)	17	39
2000(여름)	15	35
2001(여름)	1	3
2002(여름)	1	6

만삼은 초롱꽃과의 초롱꽃시호속에 속하는 종으로 더덕, 소경불알 등 3종의 유사종이 분포하며 3종 모두 분포지의 차이가 있는 종이다. 만삼은 고산지

양지쪽에 자라며 땅의 비옥도를 많이 요구한다. 뿌리는 비위를 튼튼하게 하는 효과가 있어서 설사를 하거나 부인들에게 대하가 있는 경우 진액을 수렴시켜 줄 수 있는 효능이 있으며 열이 많은 사람들에게는 인삼 대용으로도 사용되는 매우 귀중한 한약재이다.

만삼은 자생지도 잘 찾을 수 없고 또 자생지가 있다 하더라도 1-2포기가 자라는 정도라 만삼의 성장과 훼손 정도를 알아보기 위해 강원도 인제군 기린면 진동리내에 자생지와 비슷한 환경을 가진 지역에 종자를 파종하여 모니터링을 하였다. 처리별 발아율 조사 결과 처리의 경우는 25%, 무처리는 60%로 종자를 그늘에 보관했다가 처리없이 직파하는 것이 유리하게 나타났다.

파종 후 발아하여 잔존한 개체가 2001년도에 5개체가 있었으나 2002년도에 모두 고사하였다. 따라서 만삼의 경우는 한번 자생지가 훼손되면 회복이 어려울 것으로 판단되었다.

라. 임간식재 실연사업

임간재배 실연연구의 진행과정은 아래의 <그림 4-88>에 보였다. 임간의 적지를 골라 작상, 파종, 이식, 성장조사, 제초 등 묘상관리 등이 순차적으로 진행되었다. 깊은 산중의 시험지라 관리가 매우 힘들었으며, 야생동물, 잎을 갉아먹는 곤충들, 산나물 채취꾼들의 간섭 등이 의외의 변수로 작용하였고, 가뭄, 폭우 등의 기상변화도 실연연구에 상당히 영향하였다고 판단된다.



임간작업 (A. 임간작상 B. 채초,포장관리 C. 광합성, 생장 측정 D.염록소함량 측정)

<그림 4-88> 임간재배 시험의 여러 가지 과정.

1) 식·약용식물의 종자특성 및 발아시험

가) 종자특성 조사

2000년 가을에 가리왕산, 청태산에서 채취된 독활, 참당귀, 곰취의 열매를 말려서 종자특성을 조사하기 위한 시료로 이용하였다.

실험실에서 충분히 풍건된 열매를 손으로 비벼서 종자를 탈각시키고 풍선 또는 체를 이용하여 1차적으로 정선하고, 1차 정선된 종자를 냉수에 48시간 정도 침지시켰다가 가라앉은 종자만을 2차적으로 정선하였다. 단계별로 초기채취량에 대한 백분율로 종자량을 표시하였으며, 중량은 모두 풍건한 건중량을 이용하였다. 2차 수선까지 거친 종자에 대하여 종자장과 폭을 측정하였다. 정선된 종자의 실중을 측정하였다.

곰취를 비롯한 3종의 자생초본류의 종자특성을 <표 4-17>에 보였으며, 초본종의 식물체와 종자의 사진<그림 4-89>을 함께 제시하였다.

<표 4-17> 자생초본류 3종의 종자특성.

수종	종자수득율		종자 무게 (g/1,000)	종자 크기 (mean±se; mm)	
	1차 정선	2차 정선		길이	폭
Ligularia fischeri(곰취)	14.29	1.54	2.71	8.04±0.87	1.72±0.26
Angelica gigas(참당귀)	3.94	0.89	2.42	5.98±0.84	4.26±0.56
Aralia continentalis(독활)	42.2	30.54	2.45	3.32±0.34	1.63±0.25



시험 대상 식물종과 종자 (A. 곰취 B. 독활 C. 참당귀)

<그림 4-89> 시험대상 식물종과 종자

장과에 속하는 독활은 종자수득율이 비교적 높은 30.54%로 나타났으며, 수과와 분과인 곰취와 참당귀는 종자수득율이 매우 낮은 1% 정도로 나타났다. 초본식물은 기후에 따라 해마다 종자충실도가 달라지므로 충분한 종자량을 확보하는 것이 식·약용식물의 임간재배의 첫걸음이라 판단된다. 종자의 크기가 작아 천립중이 세 종 모두 2.42-2.71g 정도로 매우 작은 값이었다.

나) 실내 발아시험

정선된 종자를 2001년 3월 23일 네 종류의 200mM 염류액(KH_2PO_4 , KNO_3 , K_3PO_4 및 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)에 3일간 성장상에서 침지하였으며, 성장상은 20°C , 상대습도 70%, 암조건으로 고정하였다. priming처리 후 호마이 5%용액에 6시간 침지하여 종자를 소독하고 여과지 2매를 간 샤알레에 50립씩의 종자를 배열하여 성장상에서 발아시험을 실시하였다. 처리별로 5반복으로 시험하였으며, 증류수에 3일간 침지한 종자와 무처리 종자도 함께 발아시험하였다. 발아한 개체는 매일 적출하면서 수를 조사하였다.

독활 종자는 실내 발아시험 30일까지 전혀 발아하지 않았으며, 참당귀 종자는 1% 미만의 개체수만 발아하였다. 곰취 종자는 발아시험 3일 후인 3월 29일부터 발한 개체를 적출하기 시작했으며, 50립씩의 샤알레에서 처리별, 시기별 발아개체수를 통계처리한 결과를 <표 4-18>에 보였다.

곰취종자는 200mM K_3PO_4 용액 처리구에서 평균발아율이 72%로 가장 높았으며, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 용액을 제외하고는 염류액의 priming처리효과가 인정되었다. KH_2PO_4 , KNO_3 용액 처리구에서는 각각 45.6%, 54%의 평균발아율을 보였으며, 이에 비하여 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 용액, 물 및 대조구에서는 30.4%-38.5% 정도의 평균발아율을 보였다. 곰취종자에 대한 K_3PO_4 용액 처리는 발아율을 높이는 데 효과적이라 판단된다.

<표 4-18> 독활의 처리별, 시기별 평균 발아개체수.

처리	측정일				
	3.29	3.30	3.31	4. 1	4. 2
KH ₂ PO ₄	6.40 b	8.00 a	19.40 b	22.20 b	22.80 b
KNO ₃	8.80 b	13.80 b	21.80 bc	26.20 b	27.00 b
Ca(NO ₃) ₂	4.80 a	5.60 a	14.40 a	15.20 a	15.20 a
K ₃ PO ₄	12.00 bc	18.00 bc	30.00 bc	34.00 c	36.00 c
Water	9.75 bc	14.00 bc	17.75 ab	19.00 a	19.75 a
Control	2.50 a	7.55 a	17.50 ab	19.25 a	19.25 a
평균	7.38	11.16	20.14	22.64	23.33
F-value	13.237**	12.732**	8.600**	10.294**	13.025**

다) 임간 발아시험(봄과종)

임간 발아시험은 평창군 대화면과 진부면에 위치한 가리왕산과 중왕산의 기상조건으로 2001년 5월 4일 200mM KH₂PO₄ 및 K₃PO₄에 3일간 처리한 종자와 물에 침지한 종자와 무처리 종자를 임간에 파종하였다.

임간 발아시험은 평창군 대화면과 진부면에 위치한 가리왕산과 중왕산의 기상조건으로 2001년 5월 4-5일에 현장의 소나무림, 낙엽송간벌지, 신갈나무림 및 임간포장에 4반복으로 파종시험을 하였다.

실연사업 대상지인 신갈나무림은 진부면 장전리로 124임반 라소반이며 해발 1150m 근처, 낙엽송간벌지는 125임반이며 해발 950m 정도이고, 소나무림은 대화면 하안미리로 해발 800m 정도인 곳이다. 종자의 전처리는 4처리였으며, (200mM KH₂PO₄ 및 K₃PO₄에 3일간 처리한 종자와 물에 침지한 종자와 무처리 종자)를 파종하였다. 임간파종에서는 실내시험에서 효과가 있다고 판단되는 KH₂PO₄ 와 K₃PO₄ 용액의 priming 처리만을 선택하였다. 독활과 참당귀는 실내발아시험과 같이 냉습적 처리를 30일 후에 종자전처리를 실시하고 늦게 5월 25-26일에 파종하였다.

2001년 6월 하순경까지 발아율을 조사하고 얻은 결과를 <표 4-19, 20, 21>에 보였다. 임간과종시험 및 육묘를 위한 임간묘포에서의 육묘는 극심한 가뭄으로 시험결과가 상당히 영향 받았을 것이라 판단된다. 결과적으로 모든 임상에서 모든 종에서 임간발아율이 지극히 낮게 나타났으며, 이는 임간시험으로 관수, 제초 등의 포장관리가 거의 없었다는 점과 봄가뭄이 크게 영향했던 것이라 판단된다.

<표 4-19> 곰취의 처리별 임상별 임간발아율.

처리	임상				
	신갈나무림	낙엽송림	소나무림	임간묘포	평균
KH ₂ PO ₄	2.0	3.0	0.0	0.0	1.25
K ₃ PO ₄	2.0	2.0	1.0	1.0	1.50
Water	8.0	2.0	12.0	5.0	11.25
Control	8.0	0.0	8.0	15.0	7.75
평균	5.00	6.25	5.25	5.25	5.44

<표 4-20> 독활의 처리별 임상별 임간발아율.

처리	임상				
	신갈나무림	낙엽송림	소나무림	임간묘포	평균
KH ₂ PO ₄	1.0	2.0	1.0	3.0	1.75
K ₃ PO ₄	3.0	0.0	6.0	0.0	2.25
Water	1.0	0.0	0.0	2.0	0.75
Control	5.0	3.0	0.0	7.0	3.75
평균	2.50	1.25	1.75	3.00	2.13

<표 4-21> 참당귀의 처리별 임상별 임간발아율.

처리	임상				
	신갈나무림	낙엽송림	소나무림	임간묘포	평균
KH ₂ PO ₄	0.0	0.0	0.0	2.0	0.50
K ₃ PO ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Water	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Control	0.0	0.0	0.0	4.0	1.00
Mean	0.00	0.00	0.00	1.50	0.38

라) 임간 발아시험(가을파종)

가을파종 임간 발아시험은 평창군 대화면과 진부면에 위치한 가리왕산과 중왕산의 기상조건으로 2001년 10월 27일에 현장의 소나무림, 낙엽송간벌지, 신갈나무림 및 임간포장에 4반복으로 파종시험을 하였다.

연구대상지인 신갈나무림은 진부면 장전리로 124임반 라소반이며 해발 1150m 근처, 낙엽송 간벌지는 125임반이며 해발 950m 정도이고, 소나무림은 대화면 하안미리로 해발 800m 정도인 곳이다. 현장에서 채종된 종자는 무처

리로 파종하였다.

2002년 5월 초에 조사한 가을파종의 발아시험 결과를 <표 4-22>에 보였다. 대체로 실내시험과 임간에서의 봄파종에 비하여 높은 발아율을 보였으며, 임상별로 광선, 경쟁식생의 양, 토양수분의 조건 등이 상이한 탓으로 임상별로 차이가 있는 것으로 판단된다. 독활과 참당귀의 경우 거의 발아하지 않았던 1차년도와 달리 높은 발아율을 보여 야생성이 있던 종자의 경우 적지를 골라 가을에 임간파종하는 것이 매우 효과적일 것이라 판단된다.

<표 4-22> 임상별 가을파종의 임간발아율.

수종 \ 임상		발아율(%)				평균
		임간묘포	소나무림	낙엽송림	신갈나무림	
파종 (50x4) 01,10.2 7	곰취	14.0	50.0	50.5	44.0	39.63
	참당귀	16.0	78.5	44.0	9.5	37.00
	독활	3.0	8.5	2.5	2.5	4.13

<그림 4-90, 91, 92>에 가을파종한 세 식물종의 2002년 6월 8일에 촬영한 임상별 발아상태를 보였다.



곰취 임간밭아 20020608 [추파: A, 신갈밭 B, 낙엽송밭 C, 소나무밭 D, 임간포장]

<그림 4-90> 임상별 곰취의 발아 상태.



독활 임간밭아 20020608 [추파: A, 신갈밭 B, 낙엽송밭 C, 소나무밭 D, 임간포장]

<그림 4-91> 임상별 독활의 발아 상태.



참당귀 임간발아 20020608 (추파: A, 신갈림 B, 낙엽송림 C, 소나무림 D, 원간포장)

<그림 4-92> 임상별 참당귀의 발아 상태.

식·약용식물 세 종 곱취, 독활 및 참당귀의 여러 가지 발아시험의 결과는 가을에 채종하여 무처리로 채파한 것이 가장 발아율이 높았다. 공시종자를 네 종류의 200mM 염류액(KH_2PO_4 , KNO_3 , K_3PO_4 및 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)에 3일간 성장상에서 침지하였으며, 성장상은 20°C , 상대습도 70%, 암조건으로 고정하였다. priming처리 후 호마이 5%용액에 6시간 침지하여 종자를 소독하고 여과지 2매를 칸 샤알레에 50립씩의 종자를 배열하여 성장에서 발아시험을 실시한 경우에도 곱취종자는 72% 정도로 높았으나, 독활과 참당귀는 전처리 효과가 인정되지 않았다.

임상별 임간의 봄파종은 곱취의 경우 15%, 독활은 7%, 참당귀는 4%의 발아율이 가장 높은 값이었다. 가을에 무처리로 임간에 임상별로 채파한 경우 곱취의 경우 50.5%, 독활은 8.5%, 참당귀는 78.5%의 발아율을 보여 가장 좋은 방법으로 판단되었다. 야생성이 강한 세 수종의 발아는 자연상태와 가장 비슷한 가을 채파가 가장 좋은 발아촉진법인 것으로 사료된다.

2) 식·약용식물의 임간식재 실연사업

가) 곶취, 참당귀, 독활 모종의 이식활착율

2002년도에 과중하여 양묘된 곶취, 참당귀, 독활에 대한 임간식재 시험을 활엽수임상인 신갈나무림과 침엽수 임상인 낙엽송, 소나무조림지 및 임간포장 4곳을 선정하여 임내정리 및 가을식재(2002년 10월) 하였으며, 활착율 조사는 2003년 5월에 실시하였다.

2002년 10월에 이식된 산채종별 임상별 활착율을 <표 4-23>에 보였다. 5월 31일 측정된 산채종별 평균은 곶취는 95.72%, 참당귀는 88.65%, 독활은 87.10%의 활착율을 보였다. 전광의 임간묘포나 차광율이 높고 지피식생이 많은 신갈나무림보다 낙엽송 간벌지나 소나무림하에서 모든 산채종이 상대적으로 높은 이식활착율을 보였다. 이러한 결과는 이들 산채종들이 임간재배에 적합할 수 있다는 가능성을 보인 것이라 판단된다.

임상별로는 모든 산채종에서 소나무림에서 가장 이식활착율이 높았으며, 다음이 낙엽송 간벌지였다. 경쟁식생의 양이나 토양상태가 다소 공극이 발달하고 경쟁식생의 양이 적은 점 등때문에 상대적으로 양호한 것이라 판단된다.

산채종별로는 곶취, 참당귀, 독활의 순으로 이식활착율이 높았으며, 독활의 경우 임간재배가 보다 힘든 식물종이라 판단된다.

<표 4-23> 산채종별 임상별 활착율.

임상	산채종 측정일	곰취		참당귀		독활	
		5. 10	5. 31	5. 10	5. 31	5. 10	5. 31
임간묘포		82.5	88.6	83.2	83.2	53.8	89.2
소나무림		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3
낙엽송림		99.0	100.0	95.0	90.0	93.8	91.6
신갈나무림		94.3	94.3	91.6	81.4	55.0	69.3
평균		93.95	95.72	92.45	88.65	75.65	87.10

강원도 평창군 하안미리 해발고 900m 지점에 조성된 임간포장과 활엽수임상인 신갈나무림과 침엽수 임상인 낙엽송 간벌지, 소나무림 3곳에 조성된 임간 시험지에 가을과종(2001년 10월)하였던 2년생 모종을 2003년 10월에 산채종별로 낙엽송 간벌지에 이식작업을 실시하였다. 2003년 10월에 임상별로 이식한 산채류 이식묘의 활착율을 2004년 5월 22일에 조사한 결과를 <표 4-24>에 보였다. 2004년 5월 8일에 측정된 산채종별 활착율 평균은 곰취는 96.7%, 참당귀는 90.0%, 독활은 85.0%의 활착율을 보여 지난 해의 1년생 모종의 이식 활착율과 거의 같은 수준이었다.

침엽수림 하에서 초본식물의 생장이 좋지 않다는 통설과는 달리 2002년에 2차 간벌을 실시한 낙엽송림에서 산채류의 이식활착율은 높게 나타났으며, 성장도 비교적 양호한 것으로 나타났다.

<표 4-24> 산채종(2년생)별 낙엽송 간벌지내 이식활착율(2003. 10. 이식).

산채종	곰취	참당귀	독활
이식활착율(%)	96.7	85.0	90.0

나) 고려엉겅퀴, 독활, 곰취 이식묘의 임상별 성장

<표 4-25, 26>에 임분별로 2003년도에 측정된 세 종의 엽록소 함량과 광합성능의 월별 변화를 보였다.

<표 4-25> 임상별 생장(2003. 6. 21 측정)

산채종 임상	곰취			독활			참당귀		
	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)
임간묘포	17.5b	3.0	6.7a	8.8c	2.9a	5.2b	11.9b	2.1	7.9b
소나무림	21.9a	3.3	7.5a	18.7a	2.4ab	7.5a	19.9a	2.3	10.5a
낙엽송림	14.7b	3.3	5.3b	14.8b	3.0a	7.8a	17.3a	2.3	7.8b
신갈나무림	21.5a	2.9	6.9a	14.1b	2.0b	5.4b	15.6ab	2.1	7.6b
평균	18.90	3.13	6.60	14.10	2.58	6.47	16.18	2.20	8.45
F-value	11.1**	0.9	5.7**	9.7**	3.1*	3.6*	3.8*	0.3	2.7

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-26> 임상별 생장(2003. 7. 26 측정).

산채종 임상	곰취			독활			참당귀		
	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)
임간묘포	18.4b	3.1	7.4ab	13.0	2.7a	6.2	16.4b	2.1	9.9
소나무림	27.0a	3.5	9.4a	16.8	2.6a	6.9	24.3a	1.8	10.7
낙엽송림	16.6b	3.0	6.2b	15.8	3.0a	6.4	22.0ab	2.0	10.0
신갈나무림	25.8a	3.2	8.4a	15.5	2.0b	5.5	17.0b	1.3	8.1
평균	21.95	3.20	7.85	15.28	2.58	6.25	19.93	1.80	9.68
F-value	12.5**	1.0	3.7*	1.2	7.4**	0.9	4.4*	2.2	1.8

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

임상별로 이식한 세 종의 식·약용식물에 대한 성장관련 형질들을 측정한 결과를 <표 4-27, 28, 29>에 보였다.

<표 4-27>에 2004년 5월 22-23일에 측정한 주요 산채종의 임상별 성장량을 보였다. 곰취의 묘고생장은 낙엽송 간벌지에서 최대값 26.2cm를 보였고, 엽수 또한 낙엽송 간벌지에서 최대값 3.3개를 보였으며, 엽장은 소나무림에서 최대값 12.0cm를 보였다. 종합적으로 낙엽송 간벌지에서 곰취의 생장이 가장 좋은 것으로 판단된다. 독활은 묘고, 엽수 엽장 모두에서 임간묘포에서 가장 생장이 좋은 것으로 나타났다. 신갈나무림에서는 생장을 제대로 측정할 수 없을 정도로 독활의 생존율이 낮았다. 참당귀의 묘고생장은 소나무림에서 최대값 25.9cm를 보였고, 엽수는 낙엽송 간벌지에서 최대값 2.7개를 보였으며, 엽장은 소나무림에서 최대값 12.8cm를 보였다. 종합적으로 소나무림에서 참당귀의 생장이 가장 좋은 것으로 나타났다.

<표 4-27> 임상별 성장(2004. 5. 23 측정).

임상 \ 산채종	곰취			독활			참당귀		
	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)
임간묘포	11.8c	2.0b	7.0b	13.0	2.2	6.7	18.9b	1.8	10.5ab
소나무림	18.8b	2.0b	12.0a	10.1	1.8	5.0	25.9a	2.0	12.8a
낙엽송림	26.2a	3.3a	11.3a	12.8	1.5	5.1	18.7b	2.7	8.5b
신갈나무림	19.0b	3.0a	7.3b	-	-	-	17.1b	2.0	7.0b
평균	18.95	2.58	9.40	12.0	1.83	5.60	20.15	2.13	9.70
F-value	14.4**	7.3**	5.8**	0.9	1.7	3.7	5.2**	2.7	4.4*

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-28>에 2004년 7월 23-24일에 측정한 주요 산채종의 임상별 성장량을 보였다. 곰취의 묘고생장은 낙엽송 간벌지에서 최대값 24.2cm를 보였고, 엽수도 낙엽송 간벌지에서 최대값 4.7개를 보였으며, 엽장은 소나무림에서 최대값 11.6cm를 보였다. 독활은 묘고, 엽수 엽장 모두에서 임간묘포에서 가장 생장이 좋은 것으로 나타났다. 신갈나무림에서는 생장을 제대로 측정할 수 없을 정도로 독활의 생존율이 낮았다. 참당귀의 묘고생장은 소나무림에서 최대값 24.6cm를 보였고, 엽수는 임간묘포에서 최대값 2.6개를 보였으며, 엽장은 임간묘포에서 최대값 13.4cm를 보였다. 종합적으로 임간묘포에서 참당귀의 생장이 가장 좋은 것으로 나타났다.

<표 4-28> 임상별 성장(2004. 7. 24 측정)

산채종 임상	곰취			독활			참당귀		
	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)
임간묘포	16.5b	3.3	8.6	31.3a	3.8	13.0a	23.5	2.6a	13.4
소나무림	23.9a	3.7	11.6	13.4b	2.9	8.6b	24.6	1.6b	12.8
낙엽송림	24.2a	4.7	10.8	23.2b	3.7	8.8b	23.4	2.0ab	12.6
신갈나무림	22.4b	3.3	8.6	-	-	-	21.2	2.3a	10.3
평균	21.75	3.75	9.90	22.6	3.5	10.1	2.73	2.13	12.28
F-value	7.3**	2.5	2.9	7.1**	0.5	3.3*	0.6	3.5*	1.1

- no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-29>에 2004년 8월 21일에 측정한 주요 산채종의 임상별 성장량을 보였다. 곰취의 묘고생장은 소나무림에서 최대값 26.8cm를 보였고, 엽수는 낙엽송 간벌지에서 최대값 3.4개를 보였으며, 엽장은 소나무림에서 최대값 9.5cm를 보였다. 독활은 묘고와 엽장에서 임간묘포에서 가장 생장이 좋은 것으로 나타났으며, 엽수는 소나무림에서 가장 많았다. 신갈나무림에서는 생장을 제대로 측정할 수 없을 정도로 독활의 생존율이 낮았다. 참당귀의 생장은 임간묘포에서 모두 최대값을 보였으며, 묘고 35.2cm, 엽수 2.2개, 엽장 13.6cm를 보였다. 종합적으로 임간묘포에서 참당귀의 생장이 가장 좋은 것으로 나타났다.

2004년 5, 7, 8월의 성장측정 자료들이 들쭉날쭉한 것-묘고가 감소하고 엽수가 줄어드는 등의 자료-은 앞서 언급한 바와 같이 산채 채취꾼이나 야생동물의 영향으로 일부 시험대상 식물체들이 없어져 버리는 영향으로 생겨난 결과이다, 다수의 개체들을 대상으로 측정하여 평균값으로 비교하여 고찰하였음을 밝혀둔다.

<표 4-29> 임상별 성장(2004. 8. 21 측정).

산채종 임상	곰취			독활			참당귀		
	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	묘고 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)
임간묘포	16.5c	2.4	8.3	37.0a	1.6	10.2a	35.2a	2.2a	13.6
소나무림	26.8a	3.0	9.5	14.8c	2.0	6.1b	26.8ab	1.8ab	11.9
낙엽송림	25.6a	3.4	8.6	23.0b	1.4	8.1ab	26.4ab	1.4bc	12.4
신갈나무림	21.4b	2.0	7.1	-	-	-	19.2b	1.0c	8.5
평균	22.57	2.70	8.38				2.73	1.60	11.60
F-value	11.1**	1.9	1.3	25.6**	1.2	9.9**	4.3*	7.6**	2.2

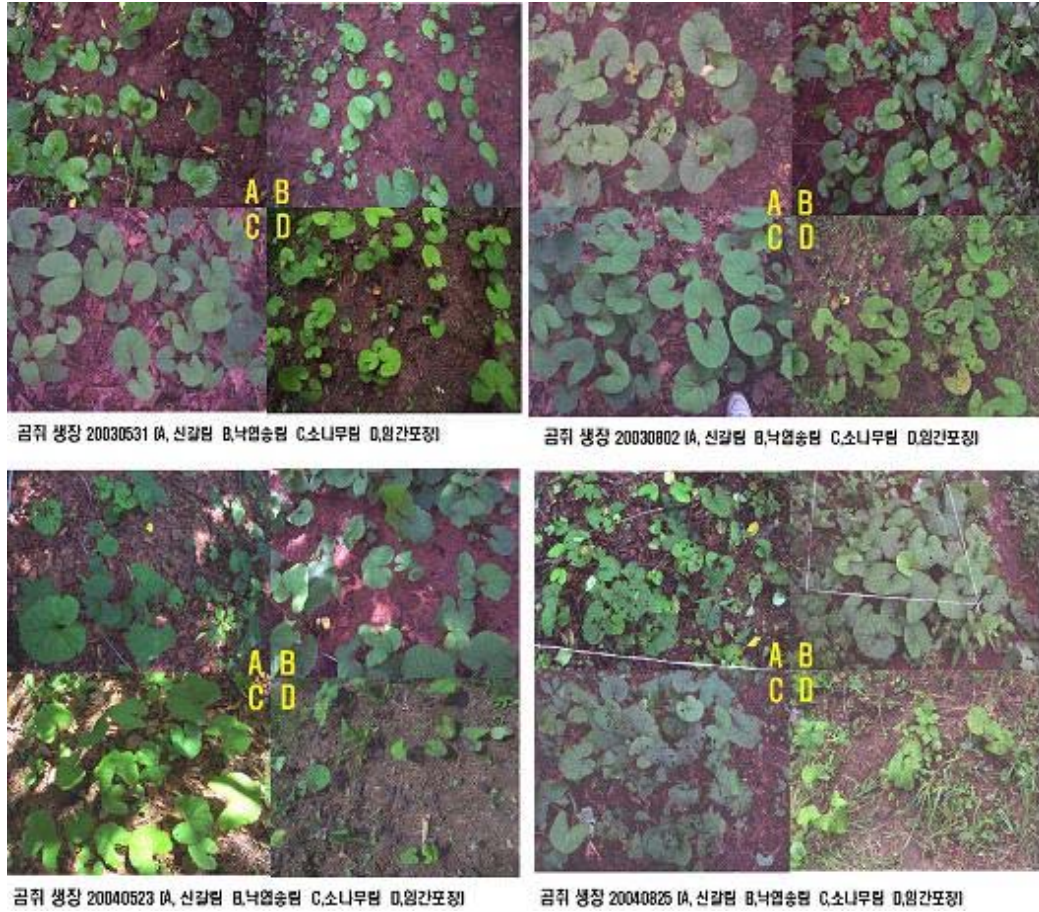
- no data available

* : indicate significance at 5 % levels

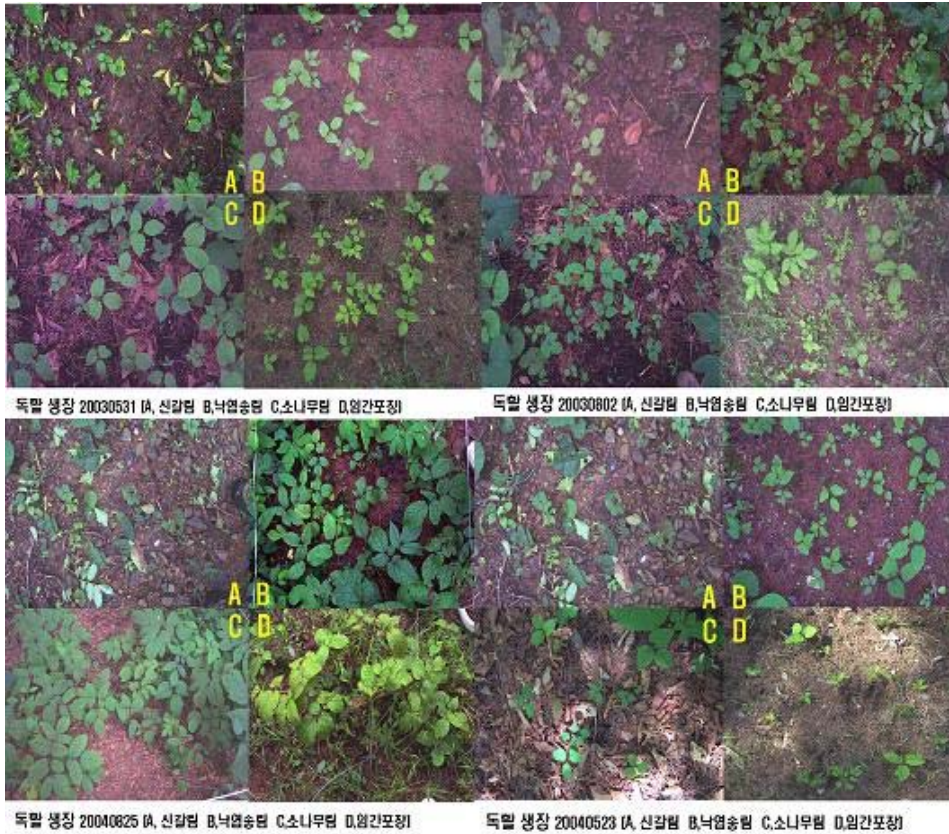
** : indicate significance at 1 % levels

곰취의 임상별 시기별 생육현황을 관찰한 결과, 초봄의 경우 임상별로 별 차이가 없이 싹이 올라오는 것으로 판단된다. 이후 자생하는 곰취가 분포하는 활엽수림 지역인 신갈나무림에서 경쟁식생이 많고 야생동물의 영향인지 생육이 상대적으로 부진하였다. 임간묘포장의 경우에도 야생동물과 산채꾼들의 영향인지 오히려 초봄생장이 늦어졌고, 여름을 지나면서 강한 광선과 기온 탓인지 일찍 잎이 마르는 경향으로 해가 갈수록 생육상태는 불량해 지는 것으로 나타났다. 북사면에 위치한 낙엽송 간벌지에서 자라는 곰취가 가장 양호한 생육상태를 보였으며, 다소 습하고 비음이 유지된 관계로 늦게까지 잎의 상태도 양호하게 나타났다. 생육상태로 보아서 낙엽송 간벌지가 임간재배의 최적지이며, 다음으로 소나무림 지역이었다.

<그림 4-93, 94, 95>은 임간이식된 식물종별 시기별 성장상태를 경시적으로 비교하고자 제시하였다.

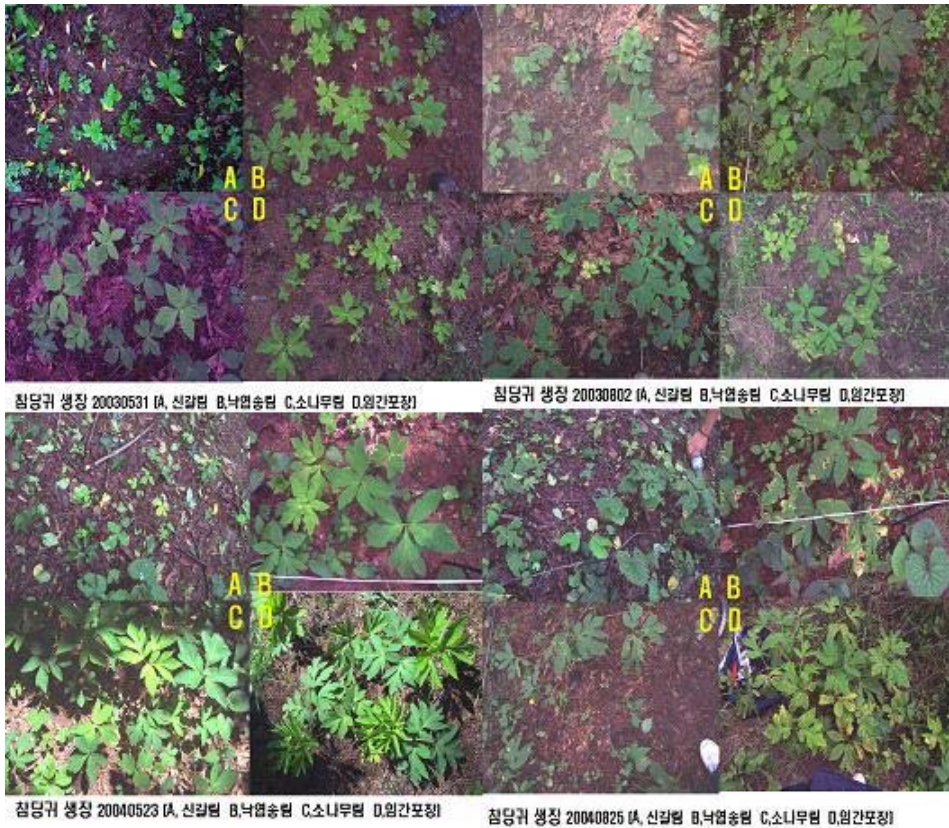


<그림 4-93> 임상별 금취의 성장.



<그림 4-94> 임상별 독활의 생장.

독활의 임상별 시기별 생육현황을 관찰한 결과, 이식한 직 후부터 신갈나무림에서의 독활의 생육은 지극히 불량하였다. 광량의 부족과 경쟁식생의 과다가 원인인 것으로 판단된다. 그러나 임간묘포장에서도 일부 개체는 매우 왕성하게 생육하나 그 개체수가 줄어드는 현상이 관찰되었다. 상대적으로 낙엽송 간벌지와 소나무림에서 생육상태는 비교적 양호하나 임간묘포장과 비교하면 생육이 뒤지는 것으로 나타났다. 독활의 임간재배는 강도의 간벌지, 개벌지에 도입하여 단기재배하는 것이 적당할 것이라 판단된다. 광선이 부족한 임지에서의 임간재배는 피해야 할 식물종이라 판단된다.



<그림 4-95> 임상별 참당귀의 성장.

참당귀의 임상별 시기별 생육현황을 관찰한 결과, 이식한 직 후부터 신갈나무림에서의 참당귀의 생육은 지극히 불량하였다. 광량의 부족과 경쟁식생의 과다가 원인인 것으로 판단된다. 그러나 낙엽송 간벌지와 소나무림과 같은 광량이 부족한 곳에서 상대적으로 생육이 양호하나 임간묘포장에서 보다 더 왕성하게 성장하였다. 다만 임간묘포장에서도 일부 개체는 매우 왕성하게 생육하나 야생동물이나 산채꾼들의 영향으로 보이나 그 개체수가 줄어드는 현상이 관찰되었다. 참당귀의 임간재배는 강도의 간벌지, 천연림 보육지에 도입하여 단기재배하는 것이 적당할 것이라 판단된다. 광선이 부족한 임지에서의

임간재배는 피해야 할 식물종이라 판단된다.

3) 식·약용식물의 생리생태적 특성 조사

가) 식·약용식물종의 엽록소함량 및 광합성능 측정 비교

<표 4-30> 임상별 엽록소 함량(SPAD)(2003년 측정)

산채종 측정일 임상	곰취				참당귀				독활			
	5.31	6.21	7.26	9.6	5.31	6.21	7.26	9.6	5.31	6.21	7.26	9.6
임간묘포	23.5 c	20.8 b	26.2 b	27.5 c	23.1 b	20.5 b	19.1 b	19.3	30.6	25.1 bc	23.1 b	21.7 c
소나무림	30.7 a	32.0 a	33.2 a	32.8 b	23.7 b	27.5 a	25.4 a	22.8	29.5	26.4 b	30.7 a	30.0 b
낙엽송림	27.3 b	22.7 b	32.5 a	36.7 a	22.2 b	21.5 b	19.7 b	-	29.5	22.7 c	30.9 a	31.1 b
신갈나무림	30.4 a	31.4 a	34.6 a	34.4 b	27.3 a	27.8 a	24.4 a	-	34.2	30.6 a	34.3 a	37.0 a
평균	27.9 8	26.7 3	31.6 3	32.8 5	24.0 7	24.3 2	22.1 5	21.1	30.9 5	26.2 0	29.7 5	29.9 5
F-value	14.7* *	40.7* *	15.2* *	24.2* *	12.0* *	24.3* *	16.9* *	5.5**	2.7	8.8**	10.2* *	54.8* *

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

임상별로 생육 중인 곰취, 참당귀, 독활 이식묘를 대상으로 광합성율과 엽록소함량은 2003년 5월부터 생육기간 동안 2004년까지 측정하였다. 광합성 측정은 휴대용 광합성 측정기(Portable Photosynthesis System, LI-6400)를 이용하여 측정하였으며, 광원은 LED light source(LI-COR)를 이용하여 500(PAR $\mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$), CO₂농도는 별도로 조절하지 않았다. 광합성율은

각 3개체 이상에서 3반복 이상의 측정을 하였다. 광합성율의 측정은 오전 10시부터 오후 4시까지 생육지에서 건전하게 자란 개체의 피해가 없이 잘 자란 잎을 대상으로 생육지 현장에서 실시하였다.

엽록소함량은 생육지별로 엽록소함량 측정기(Chlorophyll meter, SPAD-502, Minolta)를 이용하여 총엽록소 함량만을 간접적으로 측정을 하였다

<표 4-31> 임상별 광합성량(2003년 측정).

산재종 측정일 임상	곰취			참당귀			독활		
	6.21	7.26	9.6	6.21	7.26	9.6	6.21	7.26	9.6
임간묘포	7.9	10.4a	4.8b	4.6ab	3.0	5.5	5.9a	3.8b	5.3
소나무림	4.6	7.4ab	7.2ab	2.3b	3.5	15.4	1.8b	4.5b	6.3
낙엽송림	5.9	3.6b	3.1b	7.3a	3.1	-	2.1b	8.7b	9.5
신갈나무림	10.1	6.2ab	10.1a	1.6b	5.5	-	3.6ab	15.6a	3.3
평균	7.13	6.90	6.30	3.95	3.77	10.5	3.35	8.15	6.10
F-value	1.5	4.3*	4.6*	4.2*	1.2	6.1*	4.5*	9.3**	5.1*

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-32>에 곰취의 엽록소 함량과 광합성능의 계절적 변화를 보였다. 5월 측정에서 곰취의 엽록소 함량은 신갈림에서 31.7(SPAD)로, 6월은 낙엽송 간벌지에서 32.6으로, 7월 측정에서는 임간묘포에서 36.1로 각각 최대값을 보였다. 광합성능은 5월 측정에서 낙엽송림에서 9.4($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)로, 6월과 7월 측정에서 13.9, 9.2로 각각 최대값을 보였다. 시기별로 생리적 측정치의 최대값이 다른 생육장소에서 기록되어 생육을 좌우하는 환경요소의 변화가 많은 탓에 이러한 결과가 나타난 것이라 추정된다.

<표 4-32> 임상별 곰취의 엽록소 함량과 광합성량의 계절적 변화(2004년 측정)

구분 측정일	엽록소함량(SPAD)				광합성량 ($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)			
	5.22	6.18	7.24	8.20	5.22	6.18	7.24	8.20
임상								
임간묘포	29.5a	30.4	36.1a	33.0	6.8	13.9a	9.2a	14.8a
소나무림	24.5b	31.2	28.9b	35.8	4.6	4.6c	4.2b	11.2b
낙엽송림	29.0a	32.6	33.0ab	37.9	9.4	9.3b	5.6b	16.1a
신갈나무림	31.7a	32.3	30.1b	34.5	2.8	7.7bc	4.6b	13.5ab
평균	22.06	31.63	32.02	35.30	6.50	8.88	5.90	13.90
F-value	5.5**	0.8	4.2*	2.0	64.7**	11.3*	13.5**	4.1*

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-33>에 참당귀의 엽록소 함량과 광합성능의 계절적 변화를 보였다. 5월 측정에서 참당귀의 엽록소 함량은 임간묘포에서 34.1(SPAD)로, 6월은 낙엽송 간벌지에서 30.4로, 7월 측정에서는 소나무림에서 32.7로 각각 최대값을 보였다. 광합성능은 5월 측정에서 낙엽송림에서 9.2($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)로, 6월 측정에서 임간묘포에서 11.3으로, 7월 측정에서는 소나무림에서 13.4로 각각 최대값을 보였다. 시기별로 생리적 측정치의 최대값이 다른 생육장소에서 기록되어 생육을 좌우하는 환경요소의 변화가 많은 탓에 이러한 결과가 나타난 것이라 추정된다.

<표 4-33> 임상별 참당귀의 엽록소 함량과 광합성량의 계절적 변화(2004년 측정)

구분 측정일	엽록소함량(SPAD)				광합성량 ($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)			
	5.22	6.18	7.24	8.20	5.22	6.18	7.24	8.20
임상								
임간묘포	34.1	25.0b	29.5b	33.8	4.4	11.3a	8.0b	14.0bc
소나무림	29.5	29.1a	34.3a	30.9	2.6	5.6b	13.4a	18.6a

낙엽송림	28.8	30.4a	29.5b	31.6	9.2	5.8b	6.2bc	16.6ab
신갈나무림	-	29.5a	32.7ab	30.2	2.8	5.8b	3.8c	11.8c
평균	30.8	28.50	31.50	31.63	5.36	7.13	7.85	15.25
F-value	2.4	8.4**	3.6*	0.2	79.6**	12.3**	22.7**	10.9**

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

<표 4-34>에 독활의 엽록소 함량과 광합성능의 계절적 변화를 보였다. 5월 측정에서 독활의 엽록소 함량은 임간묘포에서 26.8(SPAD)로, 6월은 임간묘포에서 27.6으로, 7월 측정에서는 낙엽송 간벌지에서 31.2로 각각 최대값을 보였다. 광합성능은 5월 측정에서 낙엽송림에서 6.1($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)로, 6월 측정에서 임간묘포에서 11.2로, 7월 측정에서는 소나무림에서 10.3으로 각각 최대값을 보였다. 시기별로 생리적 측정치의 최대값이 다른 생육장소에서 기록되어 생육을 좌우하는 환경요소의 변화가 많은 탓에 이러한 결과가 나타난 것이라 추정된다.

<표 4-34> 임상별 독활의 엽록소 함량과 광합성량의 계절적 변화(2004년 측정)

구분 측정일	엽록소함량(SPAD)				광합성량 ($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)			
	5.22	6.18	7.24	8.20	5.22	6.18	7.24	8.20
임상								
임간묘포	26.8a	27.6a	24.5c	28.9ab	4.0	11.2	8.6a	13.4a
소나무림	23.6b	27.6a	28.1b	31.4a	3.3	5.5	10.3a	9.7b
낙엽송림	22.8b	23.1b	31.2a	32.4a	6.1	6.0	5.3b	14.1a
신갈나무림	-	-	-	-	-	-	-	-
평균	24.4	26.1			4.5			
F-value	6.0**	12.1**	7.64**	5.0**	35.3**	3.5	12.1**	6.5**

- : no data available

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

나) 식·약용식물종 엽온의 측정 비교

<표 4-35> 임상별 산채종의 엽온 변화

산채종	곰취				참당귀				독활			
	엽온(°C)		Δt(°C)		엽온(°C)		Δt(°C)		엽온(°C)		Δt(°C)	
측정일	5.22	6.18	5.22	6.18	5.22	6.18	5.22	6.18	5.22	6.18	5.22	6.18
임상												
임간묘포	25.5	18.8	5.7	0.2	20.8	18.8a	1.0	0.3b	27.1	18.9a	7.3	0.5a
소나무림	17.4	16.8	1.6	0.1	16.8	18.2b	1.0	1.3a	17.6	16.8c	1.8	-0.3b
낙엽송림	16.3	18.4	-1.0	-0.8	16.7	18.4b	-0.6	-0.2c	16.6	18.3b	-0.7	0.4a
신갈나무림	13.3	15.6	0.7	-0.2	13.7	15.6c	1.1	-0.2c	-	-	-	-
평균	16.11	17.40	2.88	-0.17	14.88	17.75	0.63	0.30	16.63	18.00	3.40	0.20
F-value	292.1**	468.0**	86.5**	39.3**	70.2**	288.9**	5.5**	62.7**	67.3**	118.7**	33.5**	18.8**

Δt : L.T.(엽온) - A.T(기온)

- : no data available ;

* : indicate significance at 5 % levels

** : indicate significance at 1 % levels

임상별로 생육 중인 곰취, 참당귀, 독활 이식묘를 대상으로 광합성율과 엽록소함량은 2004년 5월 22-23일, 6월 18-19일, 7월 23-24일, 8월 29-30일에 각각 측정하였고, 엽온 측정은 휴대용 엽온측정기(신영전자)를 이용하여 측정하였다.

생육환경에 따른 엽온의 변화나 변화폭을 알아보하고자 엽온과 기온을 측정하여 집계한 결과를 <표 4-35>에 보였다.

생육장소에 따라 엽온과 기온과의 편차가 큰 경우는 곰취와 독활이었고, 상대적으로 참당귀는 편차가 작은 편이었다. 자연분포가 중부지방 해발 800m 이상에서 흔히 자생하는 곰취의 경우 저지대의 밭에서 재배하는 경우 엽온의 상승으로 생육에 장애를 받을 가능성도 있을 것으로 추정되나 지속적으로 측정, 관찰해야 할 것이라 판단된다.

4) 식·약용식물의 임간재배에 대한 종합고찰

가) 식·약용식물의 채종 및 파종

대부분의 야생상의 식·약용식물들의 종자수득율이 매우 낮으므로 임간재배를 위해서 다량의 종자를 수집할 필요가 있다. 임간재배를 위한 모종생산은 춘기이식의 활착율이 상대적으로 낮고, 임간에 이식할 경우 포장관리가 거의 불가능하므로 이식활착율이 낮을 수 밖에 없다. 이러한 문제와 아울러 실내 시험이나 춘기파종에 비하여 채종즉시 채파하는 것이 상대적으로 발아율이 높게 나타나 가을파종이 가장 효과적일 것이라 판단된다.

나) 식·약용식물의 임간재배를 위한 적지판정

이들 지역을 대상으로 곰취, 독활, 참당귀를 이식하여 생장, 광합성, 엽록소 함량, 생육상태 등을 측정 비교한 앞서의 내용을 다음 표 21에 집계하였다. 임상별로 비교한 값이 가장 좋은 것은 ++ 그 다음은 +로 표시하였다.

곰취의 임간재배를 위한 최적조건은 다소 습한 토양환경이 유지되며, 전광의 20-10% 정도의 광량이 확보되어야 하며, 상대적으로 경쟁식생의 양이 적은 임지라고 판단된다. 다만 고온에 장기간 노출되는 경우 생육이 지극히 불량해 지므로 가능한 해밭고가 높은 임지나 북사면에 위치한 임지가 적합할 것이라 판단된다. 상대적으로 토심이 깊고 비옥한 임간포장에서 해가 갈수록 생육이 불량해지는 것으로 보아 고온과 건조에 견디는 능력이 약한 것이라 보여지고, 배수가 양호한 사양토를 선호하는 것이라 판단된다.

독활의 경우, 광량이 부족하고 경쟁식생이 많은 신갈나무림에 지극히 생장이 불량하였다. 광량이 풍부한 임간포장에서 상대적으로 생육이 좋았으며, 전광의 8-9%인 낙엽송 간벌지나 소나무림 내에서도 비교적 생육이 양호하여, 강도의 간벌이나 천연림개량사업지에 이식하여 임간재배도 가능할 것이라 판단된다. 다만, 숲이 울창해지도록 방치하는 경우 생육이 불량해 지므로 주의할 필요가 있다. 곰취와 달리 고온에도 잘 견디므로 해밭고가 낮은 산림에서도 임간재배가 가능할 것이라 판단된다.

참당귀의 경우에도 광량이 부족하고 경쟁식생이 많은 신갈나무림에 지극히 생장이 불량하였다. 광량이 풍부한 임간포장에서 상대적으로 생육이 좋았으

며, 전광의 8-9%인 낙엽송 간벌지나 소나무림 내에서도 비교적 생육이 양호하여, 강도의 간벌이나 천연림개량사업지에 이식하여 임간재배도 가능할 것이라 판단된다. 다만, 숲이 울창해지도록 방치하는 경우 생육이 불량해 지므로 주의할 필요가 있다. 곰취와 달리 고온에도 잘 견디므로 해발고가 낮은 산림에서도 임간재배가 가능할 것이라 판단된다. 다량소비되는 약재로 밭재배의 농약오염 문제가 자주 거론되므로 참당귀의 임간재배는 산촌의 마을 주변 산림에서 산림무육과 함께 시도해 볼 만한 좋은 식물종이라 판단된다.

<표 4- 36> 임상별 곰취,독활, 참당귀의 적지관정을 위한 비교

비교항목 임분	생 장			생육상태		광합성		엽록소함량		종합 지표
	묘고	엽수	엽장	2003	2004	2003	2004	2003	2004	
식물종	곰 취									
임간포장						+	+			
소나무림	+	+	++	+	+	+				++
낙엽송림	++	++	+	++	++		++	+	+	+++
신갈나무림						++				
식물종	독 활									
임간포장	++	++	++	++	++	+	++			+++
소나무림			+	+	+			+	+	+
낙엽송림	+	+	+	+	+	++	+		+	++
신갈나무림										
식물종	참 당 귀									
임간포장	+	++	++	+	++	+	+		++	+++
소나무림	++		+	++	+	+	+	+		++
낙엽송림	+	+	+	++	++		+		+	++
신갈나무림										

마. 요약

- 1) 식·약용식물의 생리 생태적 특성조사

식용식물 5종(파드득나물, 섬썩부쟁이, 병풍쌈, 개미취, 눈개승마)와 약용식물 5종(용담, 개시호, 고본, 황기, 만삼)을 대상으로 광 및 수분환경별 생리반응 특성(광합성, 증산, 수분이용효율)을 측정한 결과,

광환경별 최대광합성은 섬썩부쟁이, 용담, 고본, 황기는 대조구(전광조건)에서, 개시호는 전광~40% 피음처리구, 고본은 전광~60% 피음처리구, 파드득나물은 40% 피음조건, 개미취는 40~60% 피음처리구, 눈개승마는 60~80% 피음처리구, 만삼은 40% 이상의 피음조건에서 나타났다.,

수분환경별 최대광합성은 파드득나물, 눈개승마, 용담은 관수주기 6일 처리구에서, 나머지 수종은 관수주기 3일 처리구에서 나타났다.

2) 식·약용식물 자생지 특성조사

임간재배기술 개발을 위하여 개미취 등 21개 식·약용 식물의 자생지 입지환경 특성을 조사하였다. 개미취, 돌마타리, 딱갈, 참반디, 개시호, 고본, 용담은 피음도가 10%내외의 토양습도가 약건한 지역, 금낭화, 단풍취, 섬썩부쟁이, 어수리, 파드득나물, 갯꿩이풀, 땃두릅나무, 만삼, 쥐오줌풀, 황기 등은 피음도가 30-60%내외의 토양습도가 적윤한 지역, 눈개승마, 병풍쌈, 미치광이풀, 백작약은 피음도가 80%이상으로 토양습도가 적윤한 지역에서 자생하였다.

3) 산지내 채취 휴식년제 도입을 위한 Monitoring

강원도 인제군 점봉산에서 곰취, 개시호, 만삼의 개체수와 포기수 변화를 조사하였다. 곰취와 개시호의 개체수 감소는 일부 주변 식생과의 경쟁에 의한 경우도 있으나 주요인은 뿌리를 포함한 과도한 채취로 나타났다.

4) 임간식재 실연사업

곰취, 참당귀, 독활의 임간재배 기술개발을 위하여 강원도 평창군 진부면 장전리 중왕산 지역의 국유림에서 생육환경이 다른 여러 입지에서 파종, 재배

하면서 생육지에 따른 종자특성, 발아율, 이식활착율, 광합성율, 엽록소함량 및 생장을 조사·비교하였다.

곰취, 참당귀, 독활의 종자수득율과 일천립중은 각각 1.54, 0.89, 30.54%와 2.71, 2.42, 2.45g/1,000립 이었다. 세 종에서 모두 가을파종은 실내시험과 임간에서의 봄파종에 비하여 높은 발아율을 보였다.

곰취의 임간재배적지는 광량이 풍부하고 경쟁식생의 양이 적은 적윤지 환경인 낙엽송이나 천연활엽수림의 간벌지로 해발고 900m 이상의 북사면이 좋을 것이라 판단되었다.

참당귀와 독활의 경우, 광량이 풍부하고 경쟁식생이 적은 환경의 가능하면 남사면의 강도 간벌이 실시된 조림지나 천연림 개량벌채지에 이식하여 임간재배도 가능할 것이라 판단되었다.

제 5 절 산림농업 생산성 및 경제성 분석

1. 수행방법 및 연구내용

가. 수행방법

1) 자료조사

본 연구에서는 산림농업의 실연지역 및 사례지역을 대상으로 다음과 같이 구분하여 자료 조사(설문조사와 현지조사)를 실시하였다.

- 유형별
 - 결합형태 : 순수혼농임업, 혼목임업, 혼농축임업
 - 대상품목 : 산채, 약초, 버섯, 목초, 가축
 - 생산방법 : 간작생산형, 임간생산형
- 소유별 : 국유림, 공유림, 사유림
- 지역별 : 중부, 남부

2) 설문조사

산림농업 실태 및 경영분석을 위하여 과거부터 소유한 산림 혹은 임차한 산림에 산림복합경영을 실시하고 있는 경영자를 대상으로 개별방문 면접조사(face-to-face interview)와 설문지조사를 실시하였다. 조사대상은 산림청의 산림복합경영자금 대부자 중 지속적으로 산림복합경영을 실시하고 있는 산림소유자 중에서 선발되었는데, 조사대상자별로 산림복합경영의 작목 선정과 경영규모, 경영기간은 커다란 차이를 나타내고 있다.

따라서 과거 경영활동의 장부기록자료 혹은 본인의 직접 구술자료를 이용하여 자료를 1년 단위로 평균화·표준화하도록 하였다. 복합경영 작물의 경영기간은 짧게는 2~3년, 길게는 20~30년이 소요되며, 지역별, 산림내 지형, 토양, 지세, 방위 등에 따른 경영방법과 경영규모별 생산성, 생산기술의 차이 등이 크기 때문에 년 단위의 단위면적당 표준화를 실시하였다. 또한 경영분석대

상은 1차적으로 임목과 작물의 가장 단순한 복합경영 형태에 한정하도록 하였으며, 작목 역시 주요 경영대상인 표고, 장뇌, 더덕, 도라지, 두릅으로 한정하였다.

3) 현지조사

- 유형별, 소유별, 지역별 산림농업 생산자 현황
- 산채, 약초, 버섯 생산량 및 운영실태
 - 현지조사 : 지역(중부, 남부) × 소유(국유, 사유) × 품목(산채, 약초, 버섯) × 생산방법(간작, 임간) = 24개소
 - 시장조사 : 가격 ; 자료조사, 유통 ; 지역(중부, 남부) × 품목(산채, 버섯, 약초) = 6개소
- 목초, 가축, 생산량 및 운영실태
 - 현지조사 : 지역(중부, 남부) × 소유(국유, 사유) × 품목(목초, 방목, 혼농축) × 생산방법(간작, 임간) = 24개소
- 산림농업 실연지 및 우수경영사례지
 - 품목별 운영실태, 생산지 환경변화, 실연지 투자실적, 산림농업 생산물의 판로 등 마케팅 전략 수립을 위한 시장조사

나. 연차별 연구내용

연차별 연구내용은 아래의 표에서와 같이 연차별로 연구내용 및 실적 등을 정리하였다.

<표 5-1> 연차별 연구내용.

구분	연차	연구 내용
계획 및 실적	1년차('00.8~'01.7)	- 산림농업의 정의와 연구범위 - 온대 및 열대 산림농업시스템 분석 - 자료집 발간(산림농업의 현황 및 발전방향)
	2년차('01.8~'02.7)	- 우리나라의 산림농업 유형분석 - 산림농업 경영실태 : 산림청지원사업 현황분석 - 산림농업 사례분석 : 식·약용 임산작목별 소득분석
	3년차('02.8~'03.7)	- 산림농업 경영실태 - 경영자 설문분석 산간목축업 실태조사 - 산림농업 사례분석 - 경영자별 소득분석 - 논문작성(한국 산림복합경영의 실태 및 경영분석)
	4년차('03.8~'04.7)	- 산림농업 사례분석 : 적정작목선정과 선정 - 작목의 소득분석 : 우수 경영자별 소득분석 - 산림농업 경영규모 : 평균농가소득 수준의 소득규모 산출 - 논문작성 (산림복합경영을 이용한 산촌지역 소득증진 방안)
	5년차('04.8~'05.7)	- 산림농업 사례분석 : 우수경영자별 소득분석 - 산림농업 모델제시(유형별, 지역별, 품목별)

2. 우리나라 산림농업의 현황

가. 산림농업의 필요성

산촌은 과소화와 고령화로 빈집이 늘어나고 농경지는 방치됨으로서 국토환경 보전과 생활환경 보호문제, 지역간 불균형과 이해집단간 문제가 심각하게 대두되면서 이를 해결하기 위한 노력이 필요하게 되었다. 따라서 산촌주민이

그 지역을 떠나지 않으면서 산림사업의 주체가 되도록 한다거나 더 나아가 산촌으로 U턴, I턴이 이루어지도록 유도하면서 산촌을 찾는 도시 휴양인구를 적극적으로 수용해야 할 상황이 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 하나의 방안으로 정부가 주도하는 산촌개발사업은 임업활성화에 의한 소득증대와 산촌주민 생활환경개선을 통한 살기좋은 산촌을 만들어 나아가는데 중점을 두고 있다. 그리고 산촌진흥을 도모하여 산촌을 아름답고 사람이 살 수 있는 여건으로 만들어 가는 데에는 산촌지역의 소득원개발과 고용창출, 도로, 주택, 교육, 의료 등 생활복지환경을 조성하는 것이 필요하며, 삼림자원을 비롯한 오래 전부터 이어져 내려온 생활이나 문화 등을 활용하면서 도시와의 교류를 활성화시켜 활력이 넘치는 산촌을 만드는 것이 국토를 균형적으로 발전시키는 목적달성에 기여 할 수 있고 이것이 산촌진흥에 중요한 과제들이라고 할 수 있다.

산촌에서 삶의 질 보장을 위한 소득증대, 생활환경개선, 의료, 복지, 교육, 교통, 문화 등 분야에서 우선적으로 필요한 산촌주민의 소득증대 분야에 중점을 두었고, 이에 대한 해결방법의 하나로 산림복합경영(Agroforestry)을 대상으로 하였다. 산촌의 입지조건, 토지조건을 활용한 환경제어형 재배방법에 의해 고품질의 농·임산물로 노동은 적게 들어가면서 부가가치가 높은 무공해 청정 농·임산물을 생산하거나 자연환경을 기초로 한 관광휴양(그린투어리즘) 사업에 의한 산촌소득원 개발에 초점을 두었다.

산촌은 입지조건이 좋지 않다고 하지만 자연환경 등을 볼 때 잠재적인 가능성은 더 높다고 할 수 있다. 고급품 지향주의에 걸 맞는 「품질이 좋은 상품」 「맛이 좋은 상품」을 생산해 내는 장소로서 산촌을 재검토 할 수 있으며, 또 산촌에서 유리하게 생산할 수 있는 것은 목재뿐만 아니라 식료품, 약품, 화학물질 등의 원료 및 이들의 가공품 그리고 넓게는 물이나 공기도 삼림의 산물이라고 볼 수 있다. 농작물생산과 함께 축산을 병행하거나 이 산물을 소재로 한 식품가공업으로 부가가치를 높이는 것도 요구되므로, 농·축·임업을 한데 묶은 수익성 높은 1차 산업, 그것들을 소재로 가공한 2차 산업, 휴양 중심의 3차 서비스업을 일체화 한 녹지공간의 이용을 생각할 수 있다.

1) 사회·경제 조건변화에 따른 산림

가) 목재생산 임업경영의 수익성 악화

국내 임목의 주요 수종인 소나무, 잣나무, 낙엽송, 삼나무의 내부투자수익률은 1980년대 중반 내부투자수익률을 계산한 이후 계속 하락 추세이며, 이는 1970년 이후 10년을 주기로 조사되는 소나무의 지역별 산주수취가를 비교할 경우 더욱 분명해진다 <표 3-2> .

<표 5-2> 주요수종별 연도별 내부투자 수익률변화.

구 분	1985	1990	1997	2000	기준 별기령
강송	7.6%	4.8%	1.2%	3.1%	50년
잣나무	9.5%	6.2%	3.4%	4.7%	60년
낙엽송	5.9%	4.0%	0.3%	-1.5%	40년
삼나무	5.8%	3.9%	-2.1%	-2.1%	40년
상수리나무	-	-	0.8%	-1.4%	50년

산주수취율의 지속적인 하락과 함께 산주수취 액면가의 하락은 목재생산 경영만으로는 더 이상 산주의 소득을 보장할 수 없으며, 지속가능한 산림경영 (SFM, Sustainable Forest Management) 역시 어려운 일이다. 산림의 환경보전 기능 등 사회전체에 환원되는 산림의 공익적 가치가 목재생산액의 수십 배에 달하는 현실을 고려하여도 산림소유자에게 직접 지불되는 경제적 가치는 미미한 실정 으로 산주의 산림 경영 의욕은 수십 년간 계속 저하되고 있다 <표 3-3> .

<표 3-3> 소나무의 연도별·지역별 산주수취가 변화.

년 도	구 분	전국평균	강원	충청	전라	경북
1971	산주수취가(천원/m ³)	2.8	-	-	-	-
	산주수취율(%)	24.7	-	-	-	-
1983	산주수취가(천원/m ³)	16.8	21.3	10.2	15.6	15.9
	산주수취율(%)	29.4	34.7	19.1	26.6	26.6
1992	산주수취가(천원/m ³)	15.1	16.0	16.5	12.4	15.3
	산주수취율(%)	20.6	21.2	22.4	17.7	20.4
2002	산주수취가(천원/m ³)	14.7	14.0	11.1	11.0	15.0
	산주수취율(%)	15.2	15.4	14.0	13.6	15.5

※ 자료 : 국립산림과학원, 주 : 산주수취율(%) = (입목가 / 원목가) * 100

현재 지역마다 차이가 있지만 평균적으로 1ha당 평균벌채량이 80m³인 점을 감안하면 평균 50년 벌기령에 1ha당 산주수취액은 약 120만원에 불과한 실정이다. 간벌수익이 미미함을 감안하여 주벌수입이 산림 소유자의 유일한 수입이라고 가정한다면, 산술적으로 1ha당 매년 24,000원의 평균수입이 산지에서 발생함을 의미하며, 우리나라 산주의 영세한 산림소유 규모(평균 산림 면적 2.2ha)를 기준으로 할 경우, 산주 1인당 연간 수입은 1ha(3,000평)당 약 52,800원에 불과하다

나) 산림소유규모에 따른 산림경영 차별화 전략 부재

산림청은 임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률 제7조 2항에서 산림소유자의 산림소유 규모에 따라 3ha이상 50ha미만의 산림소유자를 겸업임업인으로, 50ha이상의 산림소유자를 전업임업인으로 정의하고 있다. 이는 산림경영에 관한 최소 3ha이상의 산림을 대상으로 하고, 3ha미만의 산림에 대하여는 산주 1인의 단독경영은 임업경영을 목적으로 한 행정에서는 차별화한다는 해석도 가능하게 한다.

실제로 3ha미만 산림소유자의 상당수는 수익성을 목적으로 하는 산림경영보다는 묘지용으로 산림을 소유하는 경우가 많기 때문에 산림경영 대상에서 제외되어도 산림소유자 개개인들의 문제 제기는 미미할 것으로 추측된다. 다만 3ha미만의 영세산주의 산림에 대하여는 산림조합의 협업체 가입 등을 통하여 산림경영에 참여토록 유도하여 규모의 경제를 기대할 수 있을 것이며, 산주간의 산림 합병으로 산림소유 면적의 대규모화를 도모하도록 하고 더 이상의 산림분할을 방지할 수 있는 정책과 제도개발이 시급하다고 할 수 있다.

3~50ha를 소유하는 겸업임업인은 약 33만명(전체의 15%)으로 2,635천ha(58%)의 산림을 소유하고 있으며, 50ha이상을 소유하는 전업임업인의 경우는 6,270명(전체의 0.3%)이 821천ha(18%)을 소유하고 있다. 이는 결국 3ha이상의 산주 약 34만명을 관리하면 전체 사유림의 약 76%를 관리할 수 있으며, 10ha이상의 산주 약 7만명을 집중 관리하면 전체 산림의 46%를 집약적으로 관리할 수 있다는 것을 의미한다. 산림 행정의 집중과 선택이 필요한 부분이다 <표 3-4> .

<표 5-4> 산림소유 규모별 산림소유 현황.

규 모	산주 수(명)		면적(ha)		필지 수(필지)	
	수	비율	면적	비율	필지	비율
1ha미만	1,412,316	65.1%	356,568	7.9%	1,894,911	49.0%
~3ha	419,769	19.4%	748,996	16.4%	783,318	20.3%
~10ha	260,383	12.0%	1,356,937	29.7%	660,573	17.1%
~30ha	62,146	2.8%	981,622	21.5%	266,183	6.9%
~50ha	7,847	0.4%	296,413	6.5%	59,855	1.5%
~100ha	4,113	0.2%	279,539	6.1%	61,123	1.6%
100ha이상	2,157	0.1%	541,855	11.9%	140,908	3.6%
합 계	2,168,731	100%	4,561,930	100%	3,866,871	100%
10ha~50ha	69,993	3.2%	1,278,035	28.0%	326,038	8.4%

임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률 제정 이전에는 이와 같은 산림소유 규모별 산주 차등화 정책이 미진하였다는 점을 감안하면 소유 규모별 산림정책의 개발과 수행은 산림행정의 커다란 발전이라 할 수 있다. 이와 같은 산림 규모별 경영활성화를 도모하기 위하여 산림소유 규모별로 산림경영 제도와 정책이 차별화되고 산림관리의 효율성과 산림소유자의 경제적 이익을 증진시킬 수 있는 방안이 강구되어야 한다. 대규모 산림으로 경영하는 규모의 경제를 실현시키기 위한 산림 행정부서의 최소한의 산림정책이 제시되지 못하는 한 산림 경영의 활성화는 기대하기 어렵다.

다) 도시가구와 농가의 소득 격차 심화

1990년대 이후 도·농간의 소득격차가 심화되고 농가소득내 농업소득의 비중이 감소됨에 따라 농가 소득증진과 함께 농업소득 절대액의 증진 방안이 요청되고 있다. 그러나 WTO/DDA체제하에서 전 세계가 자유무역을 기조로 함에 따라 우리나라도 자유무역체제로부터 자유롭지 못한 형편이다. 특히 농촌의 농산물 자유무역 반대가 극심한 가운데 중국, 북한 등지로부터의 농산물수입은 국내 농산물의 가격 하락을 가속화시키고 있으며 이 결과 전통적인 농업 작물의 소득증대는 기대하기 어렵고, 대체 작물 혹은 생산성 제고 방안을 발굴하여야만 할 형편이다(표 3-5).

<표 5-5> 도·농대비 소득변화.

년 도	도시근로자 가계소득 (천원, A)	농가소득(천원, B)				농업/ 농가소득 (%)	B/A (%)	비 고
		계	농업	농외	기타			
1980	2,808	5,706	3,669	1,060	977	64.3	203	1990년대 이후 도·농간 소득 격차 심화
1990	11,316	11,017	6,264	2,841	1,912	56.9	97	
2000	28,644	23,072	10,897	7,432	4,743	47.2	81	
2002	33,504	24,474	11,274	8,140	5,060	46.1	73	

나. 산림농업의 정부지원

1) 산림농업(산림복합경영)의 법적 지위와 행정 지원

산림청에서 산림농업(산림복합경영)을 지원한 것은 1997년 4월 임업진흥촉진법 제정 후 사유림 경영 활성화를 위하여 일반 산주의 산림농업(산림복합경영)실태 조사를 실시한 후 1998년 산림농업(산림복합경영)사업비를 확보하고, 1999년 농림부의 산림농업추진 지시 등으로 활성화되기 시작하였다. 법적으로는 2001년 12월 31일 임업 및 산촌진흥 촉진에 관한 법률의 일부 개정시 제9조의 2(산림의 복합경영지원)가 신설됨에 따라 법적인 장치를 갖게 되었다. 동 법률은 임업인이 지속적이며 안정적인 산림소득을 얻을 수 있도록 목재생산과 함께 단기소득사업을 복합적으로 경영하는 데에 필요한 지원을 할 수 있도록 하고 유형별 경영모형, 적합한 산림작물, 산지재배기술 등을 개발·보급하도록 규정하고 있다.

따라서 산림행정에서 산림농업(산림복합경영)지원사업은 불과 수년간의 짧은 역사를 가지고 있으며, 많은 시행착오를 겪고 있다. 그러나 실제 현장에서 장뇌 등의 산림내 작물 생산은 수십년의 역사를 가지고 있다.

2) 산림농업(산림복합경영-산림청) 사업 현황

가) 사업목적

- 다양한 산림농업(산림복합경영) 지원을 통한 산주의 소득증대 및 산지의 소득화 도모

나) 사업방향

- 산지를 임업과 농업이 상호 보완된 복합경영지로 활용, 산림농업(산림복합경영) 육성을 위한 모델정립 및 자금지원 확대, 산림농업 기반조성을 위한 제도적 기반구축
- '98년부터 예산반영, '99년부터 시작(현재까지 총 70개소 38억원투자(평균 1개소 5,500만원))
- 사업비 구성율 : 국고20%, 지방비20%, 용자30%, 자부담30%

다) 사업 추진체계

- 사업신청 : 해당 시·군·구에 임업인이 신청
- 지원대상자 선정 : 해당 시·군·구에서 심의·선정
- 지원사업 평가 : 산림경영평가위원회 구성(10명 이내 : 산림청, 연구원, 학계전문가, 민간단체전문가 등)
 - 임무 : 사업실적 및 경영상태 평가
 - 사업비 지원 : 경영모델별(생태적 산지관리형, 목재생산 중심형, 단기소득 사업중심형)로 지원대상 사업 및 지원규모의 차별화
 - 사후관리
 - 평가위원회의 평가결과에 따라 지원규모의 확대 및 축소
 - 목재생산에 편입된 임지를 산림사업(3년이내)에 활용하지 않을 경우 보조금 및 융자금 반환
 - 사업지별로 관리카드를 작성·비치

3) 산림농업(산림복합경영)의 실태

1998년 산림청의 예산지원 이후 2003년까지 산림복합경영인에게 지원된 연차별 사업의 내용과 산림농업(산림복합경영)의 유형은 <표 3-6, 7> 과 같다.

<표 5-6> 산림농업(산림복합경영)의 연차별 실적 및 지원계획.

구 분		계	1999	2000	2001	2002	2003
사업량 (개소, 명)		98	5	18	20	25	30
사업비 (백만원)	계	10,282	546	1,560	2,180	2,726	3,270
	국고보조	2,056	109	312	436	545	654
	용 자	3,085	164	468	654	818	981
	지방비 보조	2,056	109	312	436	545	654
	자 부담	3,085	164	468	654	818	981

<표 5-7> 산림청의 산림농업(산림복합경영)의 유형.

구분	생태적산지관리형	목재생산중심형	단기소득사업중심형
개념	산림의 생태적 기능을 적극적으로 개발, 생물학적 생산량을 극대화	목재생산과 단기소득사업을 절충	단기소득사업 위주
임지 선정기준 -산림면적 -목재생산림 비율	5ha 이상 90% 이상	10ha 이상 70% 이상	10ha 이상 50% 이상
대상자 선정기준	임업에 전념하고자 하는 자로서 산림생태를 중시하는 산림관리자	임업에 전념하고자 하는 자로서 목재생산림 구성에 비중을 두는 단기소득 종사자	임업에 전념하고자 하는 자로서 목재생산림 구성과 병행하는 단기소득 종사자
대상 사업기준	-목재생산림 하층식생으로 더덕, 산채류, 약초류 -목재생산림과 방목업 (염소 제외) -목재생산림과 토종별, 곤충을 생태적으로 이용	-산지의 형태를 그대로 유지하면서 일정공간에 단기소득 품목을 생산	-산지의 형태를 그대로 유지하면서 단기소득 품목을 중점 생산
지원기준 -기반사업비 (작업로, 방목장, 표고재배사) -생산사업비 (묘목구입비 등)	기반사업비의 100% 생산비의 100%	기반사업비의 100% 생산비의 50%	기반사업비의 100% 생산비의 50%
총사업비	150백만원 한도내	70백만원 한도내	50백만원 한도내

사업지원대상금액이 소액이고, 지원대상자도 소수에 불과하지만 목재생산의 수익성 하락에 따라 산림농업(산림복합경영)에 대한 산림소유자의 관심이 증가

하고 있어 상당수의 산주는 개인 자금으로 산림농업(산림복합경영)에 참여하는 경우가 많다. 현재 산림청은 산림농업(산림복합경영)모델을 유형별로 구분하여 차등 지원하고 있는데, 산지 형태를 최대한 유지하면서 단기소득 작물을 생산하도록 유도하고 있다.

산림청의 산림농업(산림복합경영)의 지원내용은 개소 당 150백만원 이내이며, 국고20%, 지방비20%, 융자30%, 자부담30%의 비율로 지원이 되며, 융자조건은 연리 4.0%, 3년 거치 7년 상환이다. 2003년말까지 지원실적은 총 98개소에 국고보조 20억원에 달하는 미미한 수준이다. 이러한 보조금을 지원받은 이들을 중심으로 생산기술 개발을 통한 경영의 합리화 및 효율적인 유통체계를 확립하고 회원상호간의 정보교류와 협력을 통하여 임산업을 경쟁력 있는 산업으로 육성하기 위하여 산림복합경영인협회가 2003년 하반기에 발족되어 있다.

다. 산림농업의 실태

위에서 제시한 것 같이 산림청에서 1998년부터 실시하고 있는 산림농업(산림복합경영)사업은 다양한 지원을 통한 「산림경영자의 소득증대 및 산지의 소득화 도모」를 하는 사업으로 2003년까지 5년간 98명의 산림경영자를 대상으로 10,282백만원 (보조40%, 융자30%, 자부담30%)을 지원하고 있다.

산림농업(산림복합경영)자의 사업내용에서 살펴보면, 임목생산지내에 표고버섯, 방목(염소 등), 식·약용식물(산더덕, 장뇌, 산나물 등) 조경수, 특용수 등이 주요 경영품목이다. 그러나 아직까지 산림농업(산림복합경영)에 대한 재배기술이 확립되어 있지 않고, 경영모델이 정립되지 않은 상태에서 추진하다 보니 많은 시행착오가 발생되고 있다. 지역에 부합되면서 경제성이 있는 적정한 작목이 선택되지 못하거나, 일부작목은 적지가 아니어서 고사하거나, 당장 필요치 않은 시설이나 경영규모에 맞지 않는 투자가 이루어지는 경우가 발생하고 있다. 그리고 아직 투자초기로 수확이 되지 않아 수입실적은 없기 때문에 수지분석을 하기에 아직 빠른 단계에 있다. 산림농업(산림복합경영)의 생산여건을 보면, 산촌의 과소화, 고령화로 노동력의 량과 질이 떨어지며, 도·농간 소

득 격차 심화로 휴경농지가 발생하고 있다. 산림농업(산림복합경영)은 산림작업(간벌 등)이 잘 이루어지지 않아 목재생산은 고려치 않고, 단기소득작목 위주로 경영을 하고 있으며 정부보조에 의존도가 높고, 여러 품목을 생산함으로써 집약적인 경영이 이루어지지 않고 있다

산림농업(산림복합경영)의 품목별 경영을 보면, 목재생산의 경우 간벌생산이 저조하고, 목재생산 위주의 경영은 거의 없었다. 표고의 경우 임간노지재배에서 생산성과 균일한 품질생산이 가능한 시설재배로 변화하고 있으며, 조경수(특용수)는 거의 평지(농지)에 재배하고 있으며 일부 작업로 신설로 생산여건이 개선된 산지에서 실시하고 있었다. 식·약용식물은 산지자연산의 자원고갈 및 노동력 부족으로 농지재배로 전환되고 있으며, 정부보조에 의해 신설된 작업로를 이용하여 일부에서 산지 재배를 하고 있었다. 그러나 장뇌삼과 산더덕은 장기재배기술에 의한 고품 생산 및 산촌체험행사에 의한 생산비를 절감하는 조방적 생산으로 이를 이용한 경영자는 높은 수익을 올리고 있었다.

라. 산림농업 경영자의 경영의식

1) 조사내용 : 산림농업(산림복합경영) 일반사항 등 총 30문항 조사

2) 산림농업(산림복합경영) 의식조사 분석결과

가) 총응답자 수 : 34명

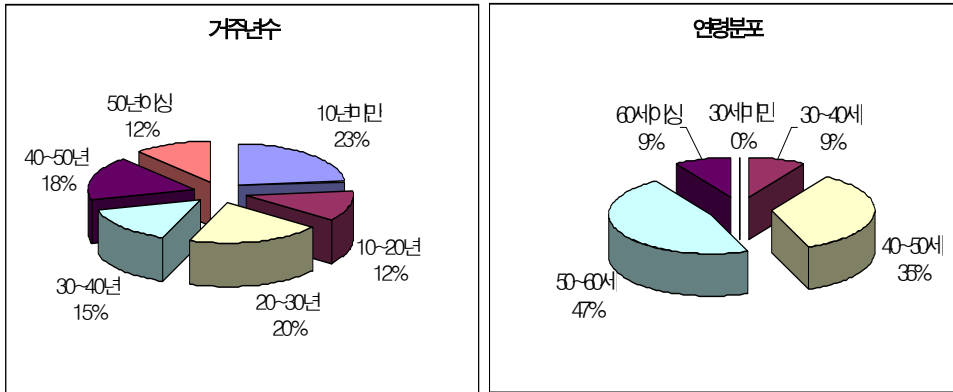
- 경기 1명, 강원 11명, 충북 2명, 충남 4명, 전북 1명, 전남 4명, 경북 7명, 경남 4명

나) 거주 년수 : 전체 평균 거주 년수 26.1년

- 10년 미만이 23%로 가장 많아 최근 귀농하여 산림농업을 하는 농가가 많음을 알 수 있음

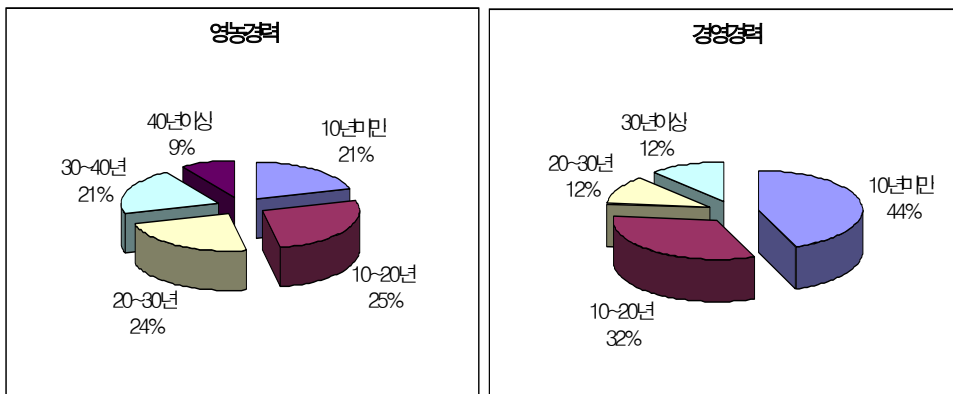
다) 연령분포

- 전체 평균연령 50.1세 - 50세~60세의 연령층이 47%로 가장 많아 비교적 고령화 현상



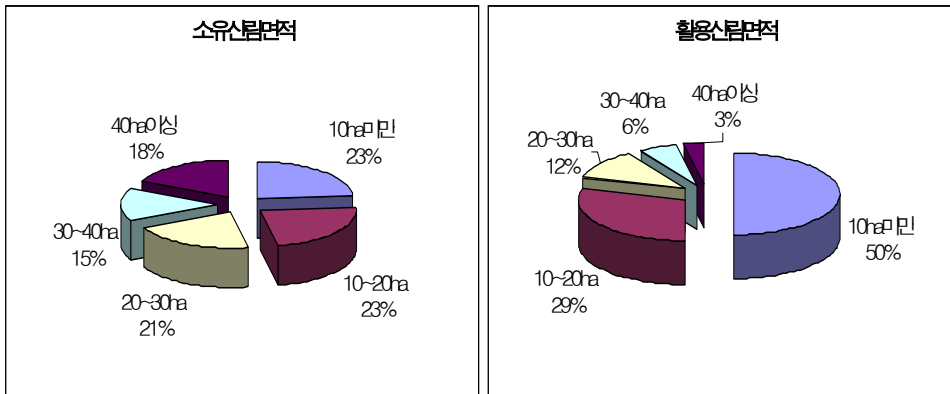
라) 영농경력

- 전체 평균 영농경력 19.1년으로 고르게 분포



마) 소유산림면적 및 활용산림면적

- 전체 평균 소유산림면적 27.3ha
- 전체 평균 활용산림면적 : 12.7ha(전체 산림면적의 46.5%)



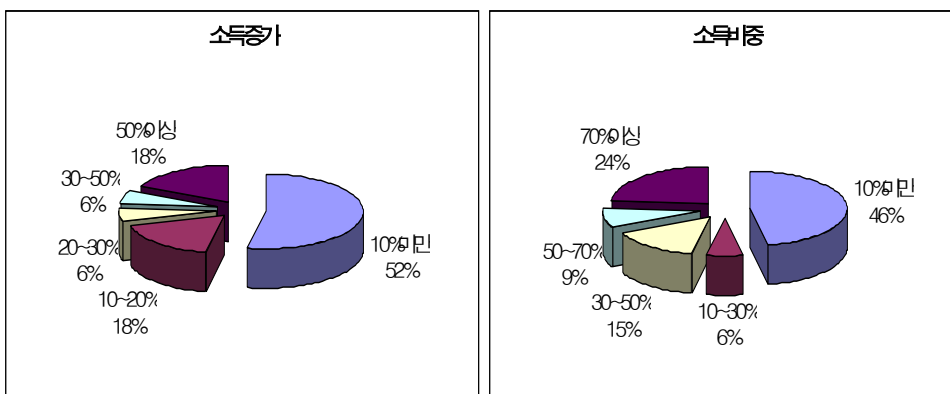
바) 해당품목 경영경력

- 전체 평균 경영경력 11.7년
- 10년 미만이 44%로서 최근에 많이 해당품목을 경영하는 것으로 나타남

사) 소득증가 및 소득비중

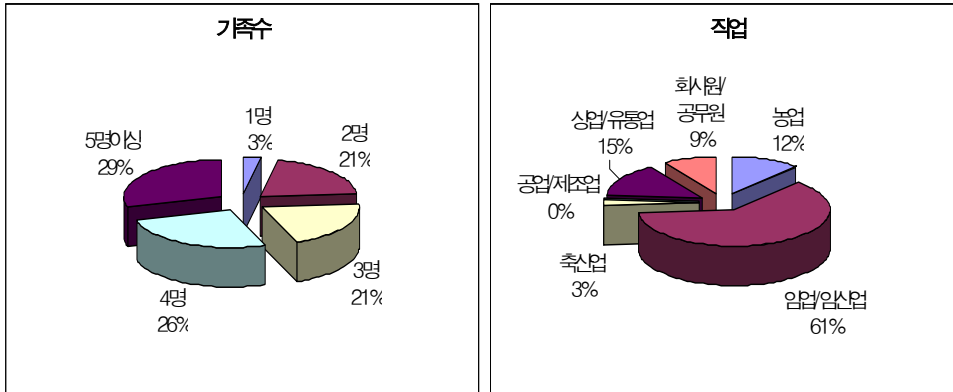
- 소득증가는 조사농가의 절반이상이 복합경영을 시작한 지 얼마 안돼서 10%미만이었음

- 연간 총소득 중 경영품목의 소득비중은 10%미만이 46%로 나타남



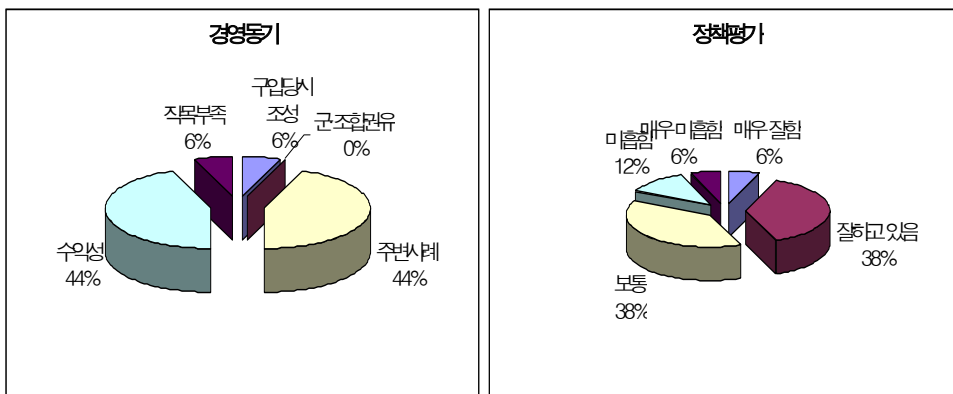
아) 직업 및 가족 수

- 임업 및 임산업 : 전체의 61%(21명), 평균 가족수 : 3.6명



자) 경영동기

- 산림농업(산림복합경영)을 하게 된 동기는 주변의 사례를 보고 자발적으로 시작했거나 현재의 수익성과 장래성 때문에 시작했다는 의견이 대부분이었음



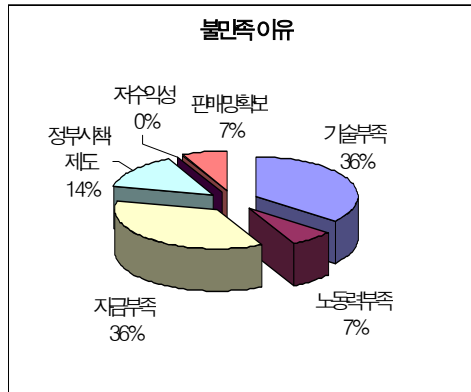
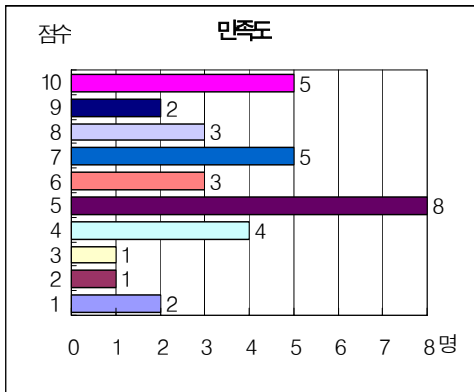
차) 산림농업(산림복합경영)사업 관련정책 평가

- 긍정적인 평가(44%)가 부정적인 평가(18%) 보다 월등

카) 사업의 만족도 및 불만족 이유

- 전체 평균 만족도 : 6.1점

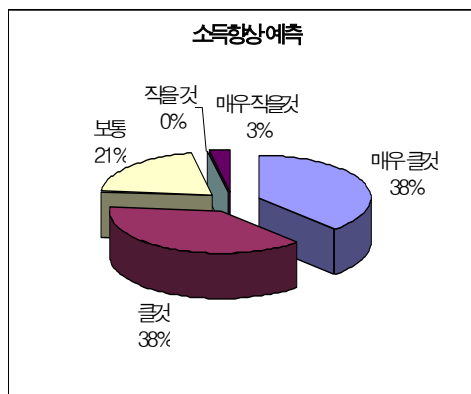
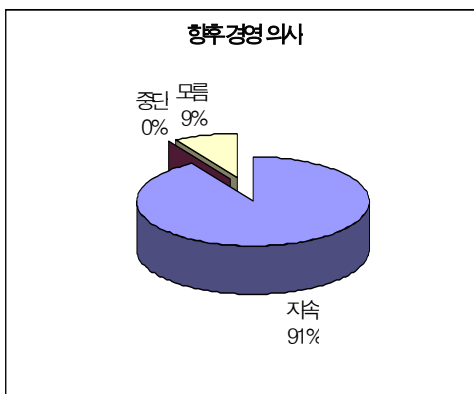
- 불만족(16명) : 복합경영에 대한 기술부족(36%), 자금부족(36%)



타) 향후 경영 의사 및 소득향상 추정

- 향후 경영을 계속하겠다는 의견이 91%로 절대적이며, 중단하겠다는 의견이 전혀 없음

- 76%의 농가가 앞으로 품목경영은 소득향상에 크게 기여할 것으로 예측

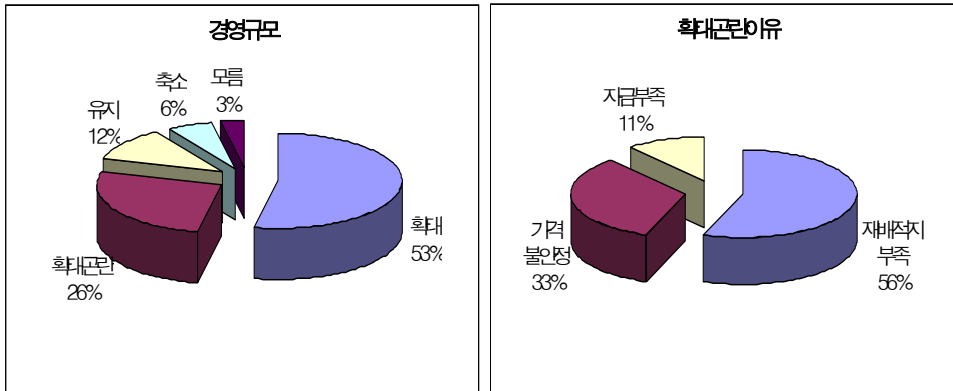


과) 경영규모 계획

- 향후 경영규모를 확대하겠다(53%)는 의견이 축소하겠다(6%)는 의견 보다 월등히 많아

복합경영에 대한 장래 전망을 좋게 보는 경향

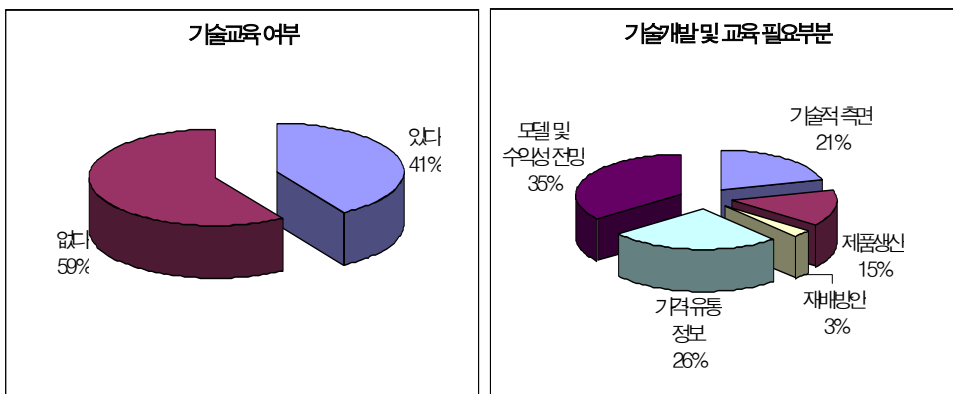
- 확대할 의사는 있지만 어렵다(9명) : 재배적지부족, 가격불안정, 자금부족



하) 기술교육

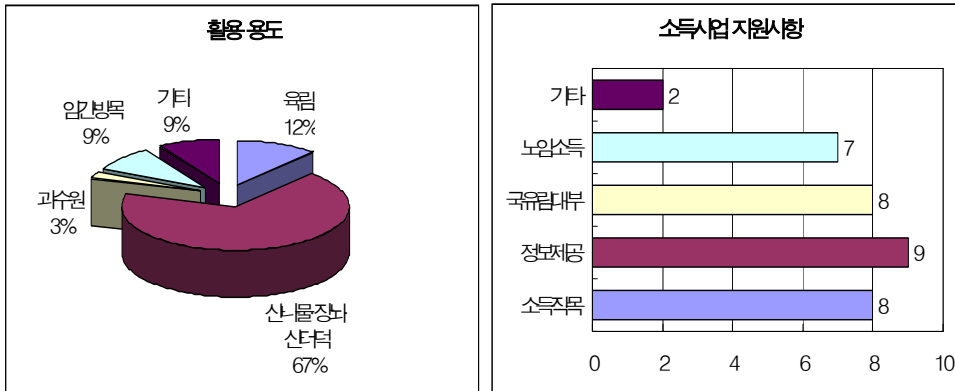
- 경영품목과 관련하여 기술교육을 받지 않은 경우 : 59%

- 기술개발 및 교육 필요부분 : 복합경영을 위한 모델 및 수익성 전망(35%)



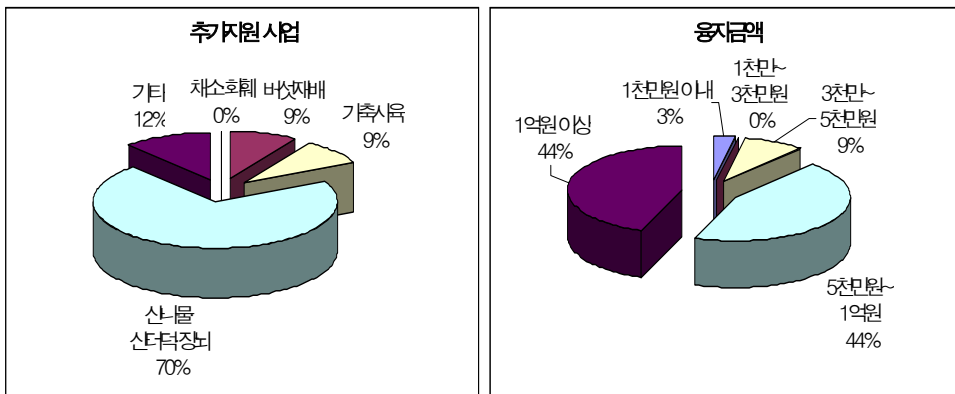
거) 산림의 활용 및 지원사항

- 전체의 67% 농가가 산나물·산삼(장뇌)·산더덕 등 고소득 작목을 재배하겠다고 희망
- 소득사업과 관련해서 산림기관에서 지원해 주기를 바라는 사항은 전반적으로 다양한 의견 반영



너) 추가지원 사업

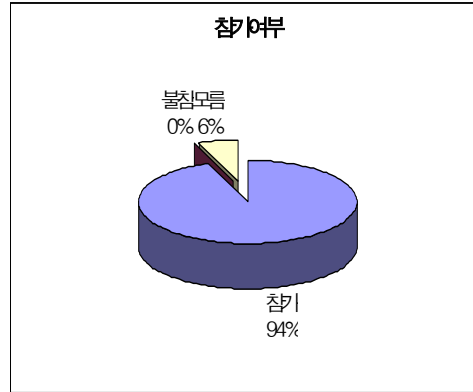
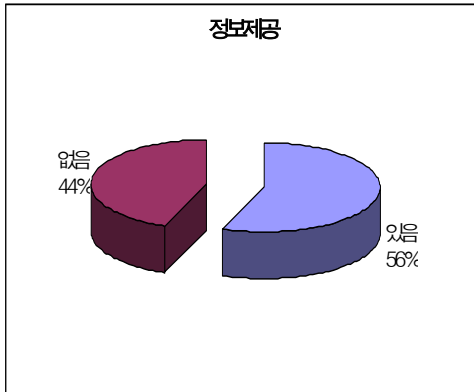
- 융자금의 추가지원 사업도 산림의 소득사업 활용 용도와 비슷한 경향
- 융자의 금액 : 5천만원 이상을 요구하는 농가가 전체의 88%



더) 정보 제공 및 연찬회 참가여부

- 정보제공 내용 : 작목의 재배기술, 소득증대 유망, 복합경영 필요성

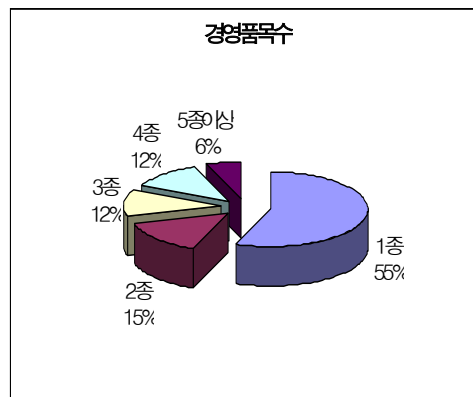
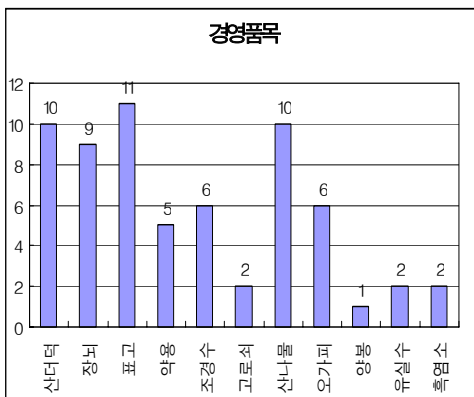
- 산림농업(산림복합경영) 연찬회나 설명회의 참가여부 : 거의 모든 농가 참가희망(94%)



리) 경영품목

- 평균 경영품목 수 : 1.9종

- 주요 경영품목 : 표고, 산나물, 산더덕, 장뇌



며) 국가 요구사항

충북	단양	1. 자금보조 2.. 사전 경영지역의 기초조사와 성공가능성조사 3. 경영대상 임지내에서 규제완화(형질변경 제외), 울타리(장뇌삼), 관정 및 장비 지원
전남	나주	1. 조경수 등 적정가격 유지될 수 있도록 나무시장개설 2. 저리자금 및 보조자금 등 지원 확대 3. 산림복합경영인 교육실시 및 사기진작 요망
경북	문경	1. 산림복합경영에 대한 산주 및 국가기관의 인식부족현상, 산주 행정기관의 참여확대방안 강구
경남	밀양	1. 판매를 보조할 정부보조기구(단, 농산물도매시장의 도매인은 절대사절) 2. 안정적인 판로 확보(시도간의 직거래선 확보) 3. 인터넷을 활용(산림조합기능을 확대)하는 상설상담 창구 신설
경남	산청	1. 전문적인 재배기술을 가진 농가와 공동연구 방안강구
충남	금산	1. 산림법의 수정필요, 융자금과 보조금의 대폭증액 2. 복합경영으로 생산한 임산물과 축산물을 직접 판매할 수 있는 사업 검토
경기	용인	1. 전문연구소를 확대하여 지속적인 지도와 교육 필요
전남	강진	1. 산림개발을 국가중요시책, 지속적 지원과 소득원개발
강원	홍천	1. 자금지원과 규제완화
강원	철원	1. 법적인 규제완화(군사보호구역)
경북	경산	1. 산림청예산의 증액
경북	봉화	1. 산을 담보물로 할 수 있게, 산림보험정책을 조기에 시행
강원	화천	1. 친환경 임산물 생산유도, 체험농장, 도농교류의 장

버) 장래전망

- 산림농업(산림복합경영)의 장래전망

충북	단양	1. 복합경영의 마인드는 좋으나 대부분 현지여건이 복합경영의 임업부문은 충족시키지 못하고 있는 것 같다. 2. 복합경영규모는 유역면적기준이 중요치 않으며, 실지 활용면 적규모가 약 30ha(전답포함)는 되어야 자립적인 복합경영 임가로 생계가 가능하며 적지에는 복합경 영의 장래전망이 매우 밝다.
전남	나주	1. 조경수생산에 내실을 기하고, 토종닭, 흑염소 증을 사육, 고로 쇠나무재배로 수액채취
경북	문경	1. 지역별 특색있는 복합경영도입 및 모델 발굴 확대
경남	밀양	1. 도시민들의 귀향 열로의 발상점 2. 현 농촌사회의 부작용인 지속적인 노동환경에서 벗어난 제철노동으로 고소득 유지 3. 타지역민 교류의 유의점(농촌사회보다 산촌이 가지는 전원생활 의 잇점 활용)
경남	산청	1. 지리오가피를 계속 재배할 것이며, 후손한테 까지 계속 이어 나갈 것이다
충남	금산	1. 임산물을 이용한 관광농원으로 확대, 관광지유도
충남	금산	1. 산림복합경영에 휴양시설 설치 및 운영을 포함 2. 산림의 휴양 등 서비스산업과 연결될 수 있도록 시설설치 등 법률적 지원이 절실 3. 임산물 가공시설에 대한 지원(체험임업희망)
충남	부여	1. 해외경쟁력 및 품질개량(맛, 크기 등) 좋은 전망
강원	춘천	1. 산림복합경영에 판매유통정보가 미흡함으로 중복재배로 가 격폭락 우려 2. 식재 후 관리체계 미흡으로 경제적 가치 저하
강원	태백	1. 오미자, 독활, 오가피, 산채, 남성, 고본 등 약초재배 전망
경기	용인	1. 세계 유일한 흰색 숲을 조성하고 싶음

전남	강진	1. 수생식물, 분재소재, 조경수재배, 장뇌삼, 토하 양식계획
강원	화천	1. 산림복합경영을 통한 산약초 재배를 육성한다면 농업, 임업인의 생활의 질을 높이는데 기여
강원	철원	1. 장뇌삼의 질적 가치와 효능이 탁월하여 전망이 밝음
경북	봉화	1. 적지적수재배희망
경북	경산	1. 사업유망
강원	화천	1. 외국 농산물의 무차별적 수입으로 인한 농업붕괴 우려, 무공해 친환경 임산물생산으로 소득증대

- 실현방안

충북	단양	1. 충분한 경험 2. 담당공무원 또는 지도자의 자질과 의욕 3. 정부보조
전남	나주	1. 조경수판매가 어렵다. 상인들의 농간에 어쩔 수 없이 염가판매가 불가피하다. 2. 지자체에서 나무시장 등을 개설하여 조경수도 공판기능에 위탁했으면 좋겠다.
경북	문경	1. 특산품 발굴, 규모화, 단지화, 리더육성
경남	밀양	1. 충분한 시험지에서의 견학 및 타 사업지와의 교류 2. 인터넷을 이용하는 인적 교류 3. 판매협동을 실현할 정부보조기구
경남	산청	1. 적극적인 관심과 지원이 필요
충남	금산	1. 경영인의 의지와 노력, 정부의 지속적인 관심과 지원
충남	금산	1. 산지현질변경 등 임업경영인에 대한 절차간소화
강원	춘천	1. 원두층 가격폭락과 같은 사례를 막기 위해 정부차원에서 계획생산 유도 2. 자금회전이 5년 이상 소요되므로 국가에서 지원 또는 융자확대가 필요 3. 소득화를 위하여 관리사건축, 임도개설, 펜스시설 도입
경기	용인	1. 육묘생산을 위해 국유림을 활용할 수 있도록
경북	안동	1. 장뇌삼의 효능에 대한 기본 분석
전남	강진	1. 월출산국립공원, 수인 산성과 연계 식물생태계공원조성
강원	철원	1. 군사보호구역이라 어려움
경북	봉화	1. 수종선택 정보부족, 종자구입비 과다
강원	화천	1. 기술보급, 자금지원, 유통구조 획기적인 개선 2. 가공, 저장확대, 소비자가 쉽게 접할 수 있도록 함

3. 우리나라 산림농업의 유형

가. 유형분류

우리나라 실정에 적용할 수 있는 산림농업의 유형은 ①임간내 작물재배형 ②임간방목형 ③방풍림형 ④산림농장형 ⑤산림환경 보전형 으로 고려할 수 있지만 현실적으로 이루어지고 있는 유형은 다음과 같다.

- 1) 임간 산림농업 : 목재 + 장뇌삼, 표고
- 2) 별채지 산림농업 : 목재 + 조경수, 식·약용식물
- 3) 축산유형 산림농업

본 연구에서 목표로 하는 임간방목 축산은 과거 실패경험을 충분히 고려해야 할 유형이다.

유형	산지축산	산림복합경영축산	임간방목축산
주업	축산	복합	임업, 축산
형태	○전업적인 축산 -산지에 초지를 조성하여 방목	○산림청 지원사업 -축산은 여러품목 중 하나의 품목으로 경영 -축사내 사육 (소규모)	○임지내 방목(제경초지 조성) ○목재생산과 축산을 병행 실시
실태	○전업적인 축산 -축종: 한우, 유산양, 염소 -산지의 초지조성은 생산성 저하와 노동력 부족으로 기피(정부지원)	○복합적인 경영 -축산은 소규모로 실시 -축종 : 염소, 사슴, 노루, 멧돼지 등	○'90년대 초까지는 일부 시행되었으나 현재 경영자 없음 ○과거 정책사업으로 실시한 임간방목은 실패 -방치되거나 산림으로 복구 중

나. 유형별 특성

유 형		형 태	경영상 특징
임 간 경 영	A	목재 + 장뇌 간벌생산 + 장뇌 (적정한 간벌율이 필 요)	· 목재 무육관리비 절감 · 장뇌 관리비 절감
	B	목재 + 표고 표고1회(5년간) 재배 후 벌채(다양한 형태)	· 표고재배추세(임간노 지 재배→ 시설재배, 건표 고 → 생표고, 골목재배→ 균상재배) · 자목 생산시 골목비 절감 표고재배 관리비 절 감
	C	목재+장뇌+표 고 표고자목생산 + 장뇌 + 표고1회재배(5년간)	· 목재무육비 절감 · 표고자목 생산시 원가 절감 · 표고재배관리비 일부 절감
벌 채 지 경 영	D	목재 + 산·약초 목재 + 산더덕(10년 내) 목재 + 산·약초(2년 내)	· 목재무육비 절감 · 산·약초 재배기간 한 정 · 특이사항 : 산더덕 체 험행사에 의한 판매로 인건비절 감, 유기 질비료 사용으로 고가 격 판매
	E	목재+조경수 (특용수) 목재 + 조경수·특용 수 (5년내)	· 목재무육비 절감 · 산지재배로 생산비 증 가 (작업로 확대)

4. 사례조사 대상자의 산림농업 현황

가. 단기소득 임산작목

1) 일반현황

2001년도 산림청에서 행정자료로 수집한 지역별 생산자 현황을 보면 식용으로 6종, 약용으로 8종, 총 14종이 주종을 이루었고 생산(재배)자는 266명이 되는 것으로 나타났다.

가) 식·약용식물별, 도별 단기임산소득 생산자 현황(2001)

		계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계		266	3	40	29	1	11	53	14	106	9
식용	더덕	23	1	6	5			2	2	2	5
	두릅	45	1	1	1	1		26	6	8	1
	취나물	17		9				5	2	1	
	고사리	112		1			4	15		93	
	도라지	3									3
	곤드레	1		1							
약용	장뇌	54	1	20	23		7	1	2		
	두충	4						4			
	오갈피	1		1							
	황기	2		2							
	당귀	1								1	
	작약	1						1			
	천마	1						1			
	백출	1								1	

나) 우리나라 산림농업의 실태

산림청에서 지원하고 있는 산림농업 경영자 23명을 대상으로 현지 조사한 경영실태를 요약하면 다음과 같다.

- 목재생산을 목적으로 한 산림농업 저조 (산림복합경영자의 22%)
- 산림청의 산림복합경영사업은 투자단계
- 여러 작목의 복합경영 보다는 생산성이 있는 작목별 단일경영을 선호
- 산림농업의 범위를 확대한 사업추진 (1차 산업 → 1~3차 산업)

2) 경영현황

현지조사자 23명 중 비교적 경영상태가 양호한 9개 대상지의 산림농업 경영형태를 아래의 표와 같이 정리하였다. 경영의 특징은 단기임산 소득 작목으로 장뇌, 산더덕, 표고, 조경수가 주종을 이루었고 목재생산보다는 단기소득 작목에 의한 경영에 주안을 두고 있다.

가) 산림농업 사례조사 현황(9개 농가)

NO	성명	지역	나이(세)	경영기간	주업	년소득액(천만원)	산림면적(ha)	유형
1	이경우	충남 공주군 계룡면 내흥리	42	4년	목축업(육우, 번식우)	40	17.3	목재생산(표고자목), 조경수(스잰, 은행), 표고재배(임간재배), 초지 조성(방목)
2	차중현	강원 평창군 대화면 하안미	46	3	농업(특용작물)	3	20.0(임차)	목재생산, 장뇌삼, 산더덕, 특용수(업나무, 산초)

3	임영빈	충남 금산군 금산읍 이안리	46	15	임 업 (양 묘업)	60	3.0 (자 가) 27.0 (임 차)	양묘업(옥, 무궁화), 밤 (체힘농장) 특용수(산초,초피, 목 단, 작약 등 30종), 방 목(사슴, 염소)
4	박만영	경기 양평군 단월면 산음리	45	3	임 업	3	6.1	목재생산(표고자목), 산더덕, 조경수(전나무, 구상나 무), 방목(멧돼지, 흑돼지)
5	박봉희	경기 양평군 서종면 정배리	47	20	임 업 (잣 가공 업)	66	8.0	산더덕, 장뇌삼, 특용 수(은행), 한봉
6	조남상	경기 양평군 서종면 문호리	50	8	임 업	100	250 (임 차)	목재생산, 산더덕, 장 뇌삼
7	최진형	경기 여주군 산북면 용담리	65	5	임 업 (표 고)	5	13.3	목재생산(표고자목), 표고, 산더덕, 조경수(주목, 은행) 방목(흑돼지, 염소), 장 뇌삼
8	김윤제	강원 홍천군 홍천읍 상오안	49	30	임 업 (표 고)	30	26.8	목재생산, 표고, 산더 덕, 조경수(스잣, 마가목)
9	변일권	강원 홍천군 내면 울전리	42	10	임 업 (표 고)	10	25.0	목재생산, 표고, 조경 수, 산더덕, 장뇌삼

NO	산림현황					목재생산						조경수재배								
	면적 (ha)	수종	입령 (년)	수고 (m)	축적 (m³)	조림			벌채			식재			생산					
						수종	년차	면적	수종	년차	면적	수종	년	면적	수종	년	면적			
1	2.0	잣	3	-	-							스잣	1	1.5	스잣	7	1.5			
												은행	1	1.0	은행	7	1.0			
												자작	1	0.5	자작	7	0.5			
	12.6	참	22	7	532				참	2	1.0									
									참	9	5.0									
									참	10	2.0									
	2.7	소	20	7	109															
2	6.0	참	35	-	-				참	5	6.0									
	14.0	자작	2	-	-															
3	2.0	참	20	-	-				참	10	2.0									
	1.0	잣	20	-	-				잣	10	2.0									
4	1.2	잣, 낙	20	-	-							전	1	0.5	전	6	0.5			
												구상	1	0.2	구상	6	0.2			
	4.2	참	20	-	-				참	2	2.0									
	0.7	-	-	-	-															
5	2.9	밤	20	4	27				밤	2	2.9									
	0.6	낙	27	12	62				낙	2	0.6									
	0.9	잣	25	7	57															
	3.6	참	25	8	133															
6	33	잣	5	-	-															
	20	참	20	7	541															
7	7.9	참	25	7	329							참	2	2.9	소	1	0.1			
												참	3	2.5	벗	1	0.1	벗	5	0.1
												참	4	2.5	주목	1	0.1	주목	5	0.1
	1.4	낙	26	7	60															
	1.0	아카	22	6	27															
2.9	잣	17	4	51																
8	6.4	잣	8	-	-							주목 외4	1	0.5	주목 외4	5	0.5			
	13.9	자작	9	-	-															
	3.0	소	40	13	181															
	3.5	낙	20	8	140															
9	13.0	참	20	-	-				참	2	5.0	스잣	2	0.6	스잣	2	0.6			
	8.0	잣	5	-	-															
	4.0	낙	20	-	-															

NO	표고재배				장뇌재배				산약초재배					
	투자		생산		투자		생산		투자			생산		
	년차	본수	년차	본수	년차	면적	년차	면적	종류	년	규모	종류	년	규모
1	1	2만본	2	2만본					두릅	1	1ha	두릅	3~	1ha
	2	1만본	3~10	3만본										
	6	2만본												
	7	1만본												
2					1(중 자)	1ha (25kg)	7~10	1						
					1(유 묘)	1ha (370 본)	7~10	1						
3									등글 레	1	0.1ha	등글 레	3	0.1ha
									고사 리	1	0.3ha	고사 리	1	0.3ha
4									두릅	4	0.5ha	두릅	6	0.5ha
5					1(중 자)	1ha (20kg)	7~10	1						
6					1	20ha (500k g)	7~10	20	황기	1	400 만원	황기	3~7	
									도라 지	1	300 만원	도라 지	3~7	
7	1	4천본	2	4천본	1	2ha (15kg)	7~10	2	도라 지	1	2ha	도라 지	3~7	2ha
	2	3천본	3~10	7천본										
	6	4천본												
	7	3천본												
8	2	4만본	3~10	4만본										
	6	4만본												
9	1	1만본	2	1만본	1	1ha (50kg)	7~10	1						
	2	1만본	3	4만본										
	3	1만본	4~10	6만본										
	5	1만본												
	6	1만본												
	7	1만본												

NO	산더덕재배				특용수재배						방목					
	투자		생산		투자			생산			투자			생산		
	년차	면적	년차	면적	종류	년차	규모	종류	년차	규모	종류	년차	규모	종류	년차	규모
1																
2	1	10ha (320kg)	4~8	종자 10ha 더덕 10ha	가시 오갈피	1	1ha	-	-	-						
					엄나무	1	3ha	엄나무	5	3ha						
					산초	2	1ha	산초	6	1ha						
3				산초	1	1ha	산초	5	1ha							
				초피	1	1ha	초피	5	1ha							
4	1	3ha	4~8	종자 더덕							멧돼지	1	3두	멧돼지	1	3두
											흑돼지	1	8두	흑돼지	1	8두
5	1	7ha 146kg	4~8	종자 더덕	은행 (13년, 1000주)	2	3.6ha	은행 (열매)	7~10	3.6ha						
6	1	33ha	4~8	33ha												
7	1	7ha 40kg	4~8	7ha	오미자	1	0.1ha 1000주	오미자	1	0.1ha 1000주	멧돼지	1	15두	멧돼지	3~	20두
					오갈피	1	0.1ha 1000주	오갈피	1	0.1ha 1000주	흑돼지	1	10두	흑돼지	3~	27두
											염소	1	4두	흑돼지	3~	30두
8	1	6ha	4~8	6ha												
9	1	6ha	4~8	6ha												

NO	기타재배						시설						비고
	투자			생산			투자			생산			
	종류	년	규모	종류	년차	규모	종류	년차	규모	종류	년차	규모	
1							작업로	1	500m				○ 초지 조성 (5ha) ○ 번식 우육 (100두), 비육 (25두)
							저수시설	1	500t				
2							작업로	1	3km				○ 가시오갈피 실패 ○ 산초로 대체
3													○ 밤나무 현장 판매 (군유지 20ha : 4,000주) 년수입 (500만원) = 입장료수입 - 관리비 - 임차료 (250만원)
4	사과	1	0.7ha (400주)				작업로	1	600m				○ 산지 사과 재배 실패
	야생화	1	300평	-	-	-							
5	한봉	1	20군 (400만원)	-	-	-	작업로		2km				○ 은행나무 열매수확
6							울타리	1	100m				○ 재배지 모 두 임차
							작업로	1	2km				
7							울타리	1	2km				
							작업로	1	2km				
8							작업로	1	1km				
9							울타리	1	2km				
							작업로	1	800m				

나. 산지축산

1) 일반현황

가) 산지축산의 실태

- 목재생산과 축산경영과의 비교우위를 적용한 선택(전업적 축산)
- 동일임지에서 목재생산과 축산의 공동생산(임간방목)은 어려움
- 산지방목으로 출산시 사고율(1~2%)이 낮음, 축사내 축산은 사고율(15%

내외)

- 축종 : 한우, 유산양, 염소
- 산지의 초지조성은 생산성 저하와 노동력부족으로 기피

(1) 산지축산의 장점

- 부동산 비용의 절감으로 저렴한 양질조사료 생산 가능
- 여름에 평균온도가 3~4°낮아 가축스트레스 저하
- 청정한 공기, 깨끗한 물
- 민가와 거리가 멀어 환경문제의 민원이 적어짐

(2) 산지축산의 단점

- 배합사료 수송 및 소출하 등 운송이 불편
- 각종 시설설치에 비용이 증가(지역이 오지)
- 겨울철 평균기온이 낮아 방한시설비 및 에너지 요구량 증가

나) 산림농업(산림복합경영)축산의 실태

- 복합적인 경영
- 축산은 소규모로 실시
- 축종 : 염소, 사슴, 노루, 멧돼지 등

다) 임간방목 축산의 실태

- '90년대 초까지는 일부 시행되었으나 현재 경영자 없음
- 과거 정책사업으로 실시한 임간방목 방치되거나 산림으로 복구 중

(1) 임간방목의 이용형태

- 대규모 축산 전용방식(방목, 제초)
- 축산·임업의 공동방식(실패)

(2) 임간방목 실패 이유

- 과도한 방목(적정두수 이상)
- 부적정한 윤환방목(미실시)

(3) 임간방목 실패지에 나타난 일반적 현상

- 임목생육 저조
- 임지토양침식 발생
- 수자원오염 발생

2) 경영현황

임업과 축산업이 동시에 성립하는 산림농업 형태의 임간방목 대상지는 없었지만 산지에 축산업을 하는 3개 목장을 대상으로 임간방목의 가능성을 검토하기 위해 경영여건, 규모 내용 등을 조사 분석하였다.

가) 유산양 경영농가(덕산농장)

- 지역 : 강원 홍천 주천 대성

- 산지이용형태

- 단위면적당 최대의 목초 생산
- 임간방목에 의한 조기수입(목재생산에 비해)위주의 경영
- 초지조성으로의 적지판정(해밭고, 경사도)이 중요
- 동일임지에 목재생산과 축산경영과의 비교우위를 적용한 선택
- 동일임지에서 목재생산과 축산의 공동생산(임간방목)은 어려움
- 번식장애를 줄이기 위한 초지방목이 필요(번식양 사육에 이용)
- 산지방목으로 출산시 사고율(1~2%)이 낮음
- 계류사내 축산은 출산시 사고율(15%내외)이 높음

- 경영실태

<일반현황>

- 목장용지로 유산양 경영 : 8년(축산업경력 : 40년)/ 뉴질랜드에서 수입
- 적정두수(12두/ha)의 경영으로 환경파괴를 막음
- 방목지 분뇨를 유기질비료로 활용
- 농후 사료값이 상대적으로 낮아 이를 이용한 농가주변에 축산이 많음
- 임간방목은 제경초지로 조성하여 방목을 하고 방대한 방목면적 필요
- 수입건초가격 : 420~500원/kg (현재 농후사료 생산비 : 350원/kg)
- 임지가격 : 만원/평 (초지 : 4만원/평)
- 잣수확 : 250만원/년 (35년생 : 200본)

<경영여건>

- 해발고(500m이상)가 높아 방목일수 : 180~200일(4월초 ~ 11월초)
- 해발고가 높아 하고가 없음(청정지역으로 고품질 생산)

<경영규모>

- 방목축종 : 유산양 110두(성숙양) 내외(최대 240마리)
- 방목면적 : 9ha (방목구 30개 : 2개 지역으로 구분 이용)
- 년 우유생산량 : 110두×1,000리터/년 = 110,000리터
- 년 조수입 : 110,000리터×1,300원 = 143,000천원
- 생초생산량 : 40~80(60)톤/ha × 9ha = 540톤(건초 130톤)

<경영내용>

- 방목구 1개소의 방목일수 : 평균 10일
- 초지생육 기간내 1일 1cm 생육 : 20일에 20cm 성장(이때 방목)
- 목초종 : 오차드그라스(60%), 페레니아, 레드탑, 티모스 등(30%) , 와이트크로바(10% 두과식물)를 혼파
- 암수를 구분하여 관리 (분만 시기 조정 : 1년에 1번 출산 유도: 우유생산 목적)
- 성숙양은 6세(4~5산)까지 젖 생산

- 젓 산지가격 : 1,200~1,400원/ℓ
- 새끼 양 판매가격 : 암컷(4개월) - 40만원(분양시기), 수컷(4개월) - 15만원, 수컷(10 개월: 6kg) - 35만원(비육우 판매)
- 마리당 1,000 ℓ/년 우유생산
- 초지조성비(기간 : 2년) : 2천만원/ha(7,000원/평)×9ha = 1억8천만원
- 방목장 울타리 조성 : 10km
- 울타리 설치가격 : 50m당 25만원(5,000원/m)
- 수목보호대가격 : 6만원/개(설치비 포함) × 200그루(잣나무) =1,200만원

나) 한우 경영농가(설성목장)

- 지역 : 강원 횡성 둔내 설성

- 산지이용형태

- 초지조성으로의 적지판정(해발고 800m, 경사도 20°내외)이 중요
- 동일임지에 목재생산과 축산경영과의 비교우위를 적용하여 선택
- 동일임지에서 목재생산과 축산의 공동생산(임간방목)은 어려움
- 번식장애를 피하기 위한 초지방목이 필요(번식우 사육에 이용)
- 산지방목으로 출산시 사고율(1%)이 낮음
- 계류사내 축산은 출산시 사고율(10%내외)이 높음

- 경영실태

〈일반현황〉

- 목장용지로 한우 300두 경영 : 1980년 초(20년간) 경영
- 해발고 800m의 경사도 완만(분지)
- 방목면적 : 15만평(이중 10만평은 방목지, 5만평은 임야), 임지가격 : 만원/평
- 임야지 수종 : 참나무(80%), 소나무(10%), 낙엽송(10%)
- 방목지 : 소나무(150그루), 낙엽송(30그루) (경관 및 그늘), 수령 : 30~40년생

- 수입건초가격 : 420~500원/kg (현재 농후사료 생산비 : 350원/kg)

〈경영여건〉

- 해발고(800m이상)가 높아 방목일수 : 150일(5월중순 ~ 10월중순)
- 해발고가 높아 하고가 없음(청정지역으로 고품질 생산)

〈경영규모〉

- 방목축종 : 한우 270두 ~ 350두(번식기와 출하기에 따라 다름 : 3~8월에 늘어나고 9~2월에 감소함)내외

- 현재(2002. 3월) 보유두수 : 계 273두, 번식우 177두[경산우 125두, 처녀우(2년생) 28두, 육성우 14두, 송아지(암컷) 10두], 비육우 96두[성우 72두, 송아지(숫컷) 24두]

- 분만우 : 20두/월(분만기간 13~15개월)
- 방목면적 : 10만평 (방목구 : 15목구, 목구당 : 5,000 ~ 10,000평)
- 2개 권역으로 구분 방목, 1목구(60~70두)에서 4일간 방목
- 전일방목 → 주간방목 (09:00~17:30 : 야간에는 축사)
- 년 조수입 : 50두(비육우: 도태우 3~5%포함) × 500백만원 = 2억5천만원
- 년 송아지 생산 : 120~150 두 (암수 각 50%)

〈경영내용〉

- 목초종 : 오차드그라스, 켄터키블루그라스(60%), 몬테스큐 등(40%) 혼파
- 암수를 구분하여 관리
- 관리인 : 2인 / 축사 : 700~800평(5동) / 퇴비사 420평
- 송아지 마리당 : 220~250만원
- 초지조성비(기간 : 2년) : 천2백만원/ha(4,000원/평)×17ha = 2억4백만원
- 방목기간 중 : 농후사료 급여 마리당 2kg/일(가격 620원), 생초(초지조성지)
- 겨울철 : 농후사료 급여 마리당 4kg/일, 조사료 4kg/일(생초환산 16kg)
- 울타리 : 목책 10km
- 초지조성규모에 비해 다소 많은 사육

- 모여서(군집으로) 씩으로서 토사유출지 발생
- 방목지의 물 부족이 일부에서 발생

다) 한우 경영농가(대성목장)

- 지역 : 강원 화천 사내 삼일

- 산지이용형태

- 초지조성으로의 적지관정(해발고 500~800m, 경사도 20°)이 중요
- 목재생산과 축산업과의 비교 우위를 적용하여 축산위주 경영
- 동일임지에서 목재생산과 축산의 공동생산(임간방목)은 어려움
- 고급육 생산시스템의 일부로서 산지초지방목을 활용(번식우 사육)
- 산지방목으로 출산시 사고율(1%)이 낮음
- 계류사내 축산은 출산시 사고율(15%내외)이 높음

- 경영실태

<일반현황>

- 목장용지로 한우 1,200두(1,000~1,500두)경영 : 1980년초(20년간) 경영
- 해발고 평균 600m, 경사도 완만
- 방목면적 : 30만평(이중 15만평은 도유림을 임차)
- 수종 : 참나무(60%), 소나무(30%), 낙엽송, 잣나무 등 (10%), 수령 : 3

0~40년생

- 방목지 : 소나무(100그루), 참나무(300그루) (경관 및 그늘로 은신처)
- 수입건초가격 : 420~500원/kg (현재 농후사료 생산비 : 350원/kg)
- 임지가격 : 1만원/평
- 대성육가공(주) 운영 : 경기도 용인시 원삼면 맹리

<경영여건>

- 해발고(500~800m)가 높아 방목일수 적음 : 150일(5월 중순~10월 중순)
- 해발고가 높아 하고가 없음(청정지역으로 고품질 생산)

〈경영규모〉

· 방목축종 : 한우 1,000 ~ 1,500두(번식기에 따라 다름 : 3~8월에 늘어나고, 9~2월에 감소함)내외

- 현재(2002. 3) 보유두수 : 1,200두
- 축사 : 4,500평(7개동)
- 분만 우 : 100두/월(분만기간 13~15개월)
- 방목면적 : 30만평 (방목구 : 30목구, 목구당 : 5,000 ~ 10,000평)
- 전일방목 → 주간방목(09:00~17:30 : 야간 계류사 - 관리가 어려워 실시)
- 조수입 : 500~700두(600두, 비육우) × 500백만원 = 30억원/년
- 송아지 생산 : 600~800두/년

〈경영내용〉

· 목초종 : 오차드그라스, 켄터키블루그라스(60%), 몬테스큐 등(40%) 혼파
· 분만에 방목을 함으로서 출산시 사고율을 줄이고, 암수를 구분 관리하여 출산기간을 조절하고, 해발고에 의한 일교차로 고급육을 생산

- 관리인 : 10인, 축사 : 4,500평(7동)
- 송아지 가격 : 220~250만원/두
- 초지조성비(기간 : 2년) : 천5백만원/ha(5,000원/평) × 100ha = 10억5천만원
- 울타리 : 목책 50km 설치
- 모여서(군집으로) 씩으로서 토사유출지 발생
- 해동기에는 방목금지 (환경오염 및 토사유출 방지) : 하류 마을에 영향을 주고, 청정지역으로 계곡수 오염에 주의를 요함
- 도유림을 임차·방목하여 경영비를 줄임

〈기타〉

- 비육우는 자체가공공장(경기도 용인)에 출하
- 자체가공한 브랜드 육 포장으로 신세계백화점 및 E-마트에 판매
- 축사내 분뇨와 방목지 집단분뇨는 톱밥을 이용한 분뇨처리를 실시
- 15만평(50ha) 방목지에 70~100두 방목의 홍보용 체험행사코스를 마련

하여 도시민(소비자)에게 청정이미지를 소개.

- 산지방목은 계류사 사육보다 구충 및 방역관리에 더 많은 비용이 소요됨

5. 산림농업 유형별 생산성 및 경제성분석

생산성 및 경제성 분석은 사례 농가를 현지 방문·청취 조사하여 크게 작목별 분석과 유형별 경영농가 분석 2개 부문으로 나누어 실시하였다.

가. 분석방법

1) 시장성 분석

- 작목별 수급현황, 수출입현황
- 작목별 유통현황

2) 생산성 분석

- 유형별 임분조절에 의한 단기임산작물의 생산량 비교분석
- 유형별 일정지역내 임목과 단기임산작목의 적정 배치 및 결합분석

3) 경제성 분석

- 유형별 사례 및 단순 비교 분석

4) 산림농업의 장단점 분석

- 유리한 점
 - 작목결합에 의한 관리비 및 인건비 절감
 - 시설 및 장비의 공동사용
- 불리한 점
 - 목재생산여건 불리 (산촌지역의 과소화, 고령화 및 저미한 목재가격)
 - 복합경영 재배기술 및 생산성 비교자료 부족

나. 단기소득 작목별 분석

1) 주요 단기 소득품목

가) 주요 농산물 소득자료(2002)

- 산림농업의 수익성 검토 : 임간표고, 산더덕, 장뇌 등을 대상으로 일반 농

지에서의 표고, 더덕, 인삼 등과 직·간접 비교 분석을 실시

(단위 : 300평 기준)

구 분	수량 (kg)	조수입 (천원)	경영비 (천원)	소득 (천원)	소득율 (%)	조사 가구	'01소 득 (천원)	'02/'01 (%)	비고 (평균농업 소득달성규모)
쌀	654	968	282	686	70.8	-	765	89.7	4,930평
인삼 (4년1기작)	504	11,208	4,346	6,862	61.2	102	6,347	108.1	493평
더덕 (2년1기작)	843	5,640	1,372	4,268	75.7	51	3,753	113.7	793평
표고버섯 (1,000본 4년1기작)	1,565	6,728	3,546	3,182	47.3	90	3,104	102.5	1,063평
감 껍	3,006	1,084	728	356	32.8	-	637	55.9	-
대추(경북)	422	2,279	513	1,766	77.5	27	-	-	-
뽕은감(경북)	2,118	2,458	529	1,929	78.5	18	-	-	-
도라지(경북)	1,165	3,035	935	2,100	69.2	18	-	-	-

- 비교 품목은 농촌진흥청에서 조사 발표한 농·축산물 소득자료집(2002)의 결과를 기초로 하였으며, 300평 기준으로 쌀의 연간소득은 686천원 이었으며, 평균농가소득(24,474천원) 중 평균농업소득(11,274천원)을 달성하기 위해서는 4,930평의 경영이 필요

- 장뇌, 산더덕, 임간표고와 비교할 수 있는 인삼, 더덕, 표고버섯(시설재배)의 단위면적(300평)당 소득은 각각 6,862천원, 4,278천원, 3,182천원으로 2002년도 가구당 평균농업 소득 11,274천원을 얻기 위하여 각각 493평, 793평, 1,063평의 면적이 필요할 것으로 판단되며, 소득율은 작목에 따라 다양한 분포

나) 표고버섯의 경영소득분석 및 소득율 변화

- 소득 자료는 조사 대상 농가의 생산기술력과 원자재 투입 및 산출기준,

생산물 판매

협상력에 따라 차이 발생

- 표고 시설재배의 경우 생산량은 1,565kg, 원목은 본당 평균 1,675원을 계
상하였으나 표고의 현실 평균생산량 1,000kg을 감안하면 과다치로 나타났으며
경영비 가운데 큰 비중을 점유하는 중간자재 즉 원목가격은 과소평가(평균
2,500원/본) 되었음.

○ 표고 경영소득자료(2002)

비목별		수량	단가(원)	금액(원)
조수입	주산물	1,565kg	4,281	6,699,765
	부산물			28,722
	계			6,728,487
경영비	중간자재			3,105,906
	원 목			1,675,438
	기 타			1,340,468
	임차·고용노동			530,015
	계			3,454,921
자가노력비				1,002,451
소 득				3,182,566
부가 가치				3,712,577
소득율 (%)				47.3

- 현실 평균수치 고려시, 단위면적당 소득 3,546천원과 소득율 47.3%는 상
당히 감쇠될 것으로 예상

- 주요작목들의 소득 및 소득율은 투입·산출 인자에 따라 커다란 변이를
나타냄

○ 표고생산량과 원목대 변화에 따른 소득 및 소득율 변화

(단위 : 원, 1,000본)

재(원목) 표고생산량		중 간 자	소득자료 기준	25% 증	50% 증	75% 증
			1,675	2,093	2,513	2,931
소득자료기 준	1,565kg		3,183 (47)	2,765 (41)	2,345 (35)	1,927 (29)
10% 감	1,048kg		2,511 (41)	2,093 (35)	1,673 (28)	1,255 (21)
20% 감	1,252kg		1,843 (34)	1,425 (26)	1,005 (19)	587 (11)
30% 감	1,095kg		1,170 (25)	753 (16)	333 (7)	-85 (-2)

다) 농지와 산지의 유사품목 비교(두릅)

(단위 : 원, 1,000본)

	조수입		경영비			소득	소득율(%)
	생산량	금액	중간자 재	임차 등	계		
산지 두릅묘	120본	2,400	761	210	971	1,429	59.5
산지 두릅순	240kg	2,880	1,011	210	1,221	1,659	57.6
두릅순 축성재배 (시설재배)	1,928kg	34,716	21,644	300	21,944	12,772	36.8
시설오이* 시설토마토 *	13,946kg	17,320	-	-	7,829	9,491	54.8
	8,305kg	14,010	-	-	5,448	8,562	61.1

※ 자료 : 충북 제천군 청풍면 용곡리

라) 농지와 산지의 유사 품목 비교(표고, 장뇌, 더덕, 도라지)

(단위 : 천원, 300평 기준)

구분	수량	조수입	경영비	소득	소득율	소득비교 (산지/농지)
산지표고 1,000본(5년1기작)	345kg	2,760	1,908	853	30.9%	26.8%
시설표고*(4년1기작)	1,565kg	6,728	3,546	3,182	47.3%	-
산지장뇌(10년1기작)	30본	3,000	572	2,428	80.9%	35.4%
인삼*(4년1기작)	504kg	11,208	4,345	6,862	61.2%	-
산지더덕(5년1기작)	120kg	2,160	1,112	1,038	48.1%	24.3%
산지더덕(10년1기작)	42kg	5,040	905	4,135	82.0%	96.9%
더덕*(2년1기작)	843kg	5,640	1,371	4,268	75.7%	-
산지도라지 (5년1기작)	40kg	800	472	328	41.0%	15.6%
산지도라지 (4년1기작)	20kg	3,000	542	2,458	81.9%	117%
도라지* (경북, 1년1기작)	1,165kg	3,035	935	2,100	69.2%	-

※ 자료 : 경남 거창군 고제면 개명리 등

마) 산림농업(산림복합경영)의 품목별 재배규모

- 위의 자료를 기초로 가구당 평균농업소득과 동일한 소득을 얻기 위하여
작목별로 다음 표와 같은 산림면적이 필요

○ 평균농업소득을 위한 품목별 산지재배 요소 면적

(단위 : 천원, 300평 기준)

구분	연간소득(A) (천원, 300평 기준)	B/A	산지재배 소요규모(평)	평균농업소득 (B)
산지두릅묘	1,429	7.9	2,366	11,274
산지두릅순	1,659	6.8	2,038	
두릅순 (축성시설재배)	12,772	0.9	264	
산지 표고	853	13.2	3,965	
산지 장뇌	2,428	4.6	1,393	
산더덕(5년기작)	1,038	10.9	3,258	
산더덕(10년기작)	4,135	2.7	817	
산도라지(5년기작)	328	34.4	10,311	
산도라지(10년기작)	2,458	4.6	1,376	

바) 품목별 소득분석 결과

- 산림농업에서 산림내 재배 작목으로 채택하고 있는 표고, 장뇌, 산더덕 등을 일반 농지재배와 비교할 경우 단위면적 당 소득율은 비슷하나, 소득은 약 30%에 불과 함.

∴ 동일한 소득창출을 위해서는 농지재배에 비하여 수배의 토지 면적이 요구됨

- 경영비 투입은 농지재배와 비교시, 장뇌(13%), 산더덕(66%), 표고(54%)에 달하며 특히 표고의 경우 시설재배에 비하여 기술력이 부족하여 고품질의 표고 생산이 불가능할 경우 생산량과 경쟁력이 급속히 약화될 것으로 판단되며, 현장에서 임간재배는 전체 생산자 중 극히 일부가 참여하고 있으며 그 비중은 계속 하락하는 경향이 있음.

- 두릅(축성재배)의 경우 소득은 시설오이, 시설토마토 소득보다 높게 나타났

으나 소득율은 낮게 나타나고 있어 소득율 제고 방안 필요.

- 단위 면적당 산림복합경영 소득이 평균농업소득을 만족시키기 위해서는 두릅(시설재배) 264평 내외, 표고, 3,965평, 두릅묘, 두릅순 생산은 2,000평 내외, 장뇌 1,393평, 산더덕(5년 기작) 3,258평, 산더덕(10년 기작) 817평, 산도라지(5년 기작) 10,311평, 산도라지(10년 기작) 1,376평이 소요되는 것으로 분석됨.

∴ 농지재배에 비하여 최소 2.7배부터 10배 이상의 토지면적이 필요하며 생산성을 높일수 있는 방안이 필요하다.

2) 조경수 및 산약초

조경수와 산약초는 종류가 다양하고 위치에 따라 수익성이 크게 달라져 품목을 단순화하고 현지 조사한 내용을 평균하여 생산비와 수익성을 단위당 기준으로 정리 분석하였다.

가) 조경수

<교목>

산출기준(본)

구분	일반경영(2000년)		산림농업	비고	
	금액(원)	구성(%)			
판매수입	50,000		50,000		
생산비	계	32,060	100	34,060	
	묘 목 비	500	1.6	500	1회(1년차)
	식 재 비	200	0.6	200	1회(1년차)
	약 제 비	350	1.1	350	7회(매년)
	인건비(전정, 약제)	17,700	55.2	17,700	5회(매년)
	이 식 비	400	1.3	400	1회(2년차)
	굴 취 비	2,000	6.2	2,000	1회(5년차)
	운 반 비	3,000	9.4	3,000	1회(5년차)
	임 차 료	5,000	15.6	5,000	5회(매년)
	제세공과비	3,360	9.0	3,360	
	작 업 로	-	-	2,000	100m(1년차)

<교목>

수익성 (본)

할인율	현재수입가(원)	현재비용가(원)	NPV(원)	B/C율	IRR(%)
0%	50,000	32,060	17,940	1.56	13
5%	39,063	28,707	10,356	1.36	
8%	34,029	26,481	7,547	1.29	
10%	31,005	24,920	6,085	1.24	

<관목>

산출기준(본)

구분		일반경영(2000년)		산림농업	비고
		금액(원)	구성(%)		
판매수입		1,000			
생산비	계	832	100	942	
	묘 목 비	50	6.0	50	1회(1년차)
	식 재 비	60	7.2	60	1회(1년차)
	관 수 비	38	4.6	38	1회(매년)
	김 매 기	388	46.7	388	5회(매년)
	굴취·운반	200	24.0	200	
	임 차 료	20	2.4	20	
	체세공과비	76	9.1	86	
	작 업 로	-	-	100	50m(1년차)

<관목>

수익성(본)

할인율	현재수입가(원)	현재비용가(원)	NPV(원)	B/C율	IRR(%)
0%	1,000	832	168	1.20	16
5%	909	822	87	1.11	
8%	857	798	59	1.07	
10%	826	786	40	1.05	

나) 산약초

<취나물>

산출기준(300평)

구분	일반경영(1994)				일반경영(2000)		산림농업	
	수량	단가(원)	금액(천원)	%	단가(원)	금액(천원)	금액(천원)	
조수입	2,167kg	1,500	3,250		2,200	4,767	4,767	
생 산 비	계		2,023	100		3,194	3,694	
	조성비		80	4.0		94	94	
	비료	1,500kg	75	5.6	125	188	188	
	농구비		40	2.0		47	47	
	재료비		200	9.9		236	236	
	고용노임	남8,여14	남30,000 여20,000	520	25.7	남50,000 여30,000	920	920
	임차료	300평	630원	188	9.3	1,000	300	300
	제세공과			102	5.0		179	179
	자가노동	남12,여21		780	38.6		1,230	1,230
작업료	(10m)		-	-		-	500	
순수입			1,227			1,573	1,623	

<취나물>

수익성 (300평)

구분	조수입(천원)	생산비(천원)	순수익(천원)	순수익율(%)
일반경영	4,767	3,194	1,573	33.00
산림농업	4,767	3,694	1,073	22.51

○ 약용식물의 수익성 (10a당)

(단위 : 천원)

품 목	약용 부위	경영 기간(년)	수확량 (kg)	조수익	생산비	순수익	순수익율 (%)
족두리풀	뿌리	5	800	7,200	4,155	3,045	42.29
현 호 색	지하경	5	550	3,850	2,374	1,476	38.33
삼지구엽 초	잎,줄기	10	2,450	15,925	6,834	9,091	57.08
장 너 삼	뿌리	10	45분	4,500	901	3,599	79.97

○ 오미자(300평)

구분	1994(연구결과)				2000기준		산림농업 금액(천원)	비고	
	수량	단가(원)	금액(천원)	%	단가(원)	금액(천원)			
조수입	75kg	15,000	1,125		23,000	1,725	1,725		
생 산 비	계		709	100		1,082	1,132		
	조 성 비		24	3.4		31	31		
	비 료	1,030kg	170	204	28.8	280	288	288	
	농 구 비			40	5.6		47	47	
	생 재 료 비			19	2.7		22	22	
	고 용 노 임	남3,여3	남30,000 여20,000	150	21.2	남50,000 여30,000	240	240	
	임 차 료	300평	480원	144	20.3	700	210	210	
	제 세 공 과			28	4.0		84	84	
	자 가 노 동	남2,여2		100	24.0		160	160	
	작 업 료	(10m)		-	-		-	50	
순수입			416			643	593		

※ 적용기준

1. 수종 : 오미자(산지재배), 2. 경영기간 (1년), 3. 재배방법 : 종자과종
4. 물가상승율 : 18.7% 상승('95년 대비), 5. 산림농업(산지재배) 경우 : 작업로 신설시(공정은 동일)

다. 우수 사례농가 유형별 분석

1) 유형별 사례농가 현황

비교적 경영이 잘 이루어지고 있는 산림농업 총 24개 농가를 대상으로 조사하였으며 유형은 5개로 분류하였다.

○ 유형별 조사농가 수

(단위: 농가)

유형	계	단기소득 작목형	특용작목 재배형	농사체험 형	연중소득 형	고부가 가치형
농가 수	24	7	7	5	3	2

단기소득 작목형은 표고 밤, 오갈피, 조경수 등을 주요 생산 작목으로 경영하는 형태이고 특용작목 재배형은 고로쇠, 엄나무, 산채, 두릅, 고사리, 더덕 등을 주품목으로 경영하는 형태이다. 농사체험형은 주요 생산 작목으로는 특용작물이고 소비자를 생산에 참여시키는 3차 산업의 형태이다. 연중소득형은 특히 생산시기 이외에도 연중 소득을 올리기 위해 경영방법을 개선하거나 생산품목을 다양하게 선정하여 경영하는 형태라 할 수 있다. 고부가가치형은 경영목표를 변경하거나 가공품(2차 산업)을 생산하여 제품의 가치를 높여 소득을 올리는 형태이다.

산림농업의 생산성 및 경제성 분석을 위하여 조사한 유형별 사례농가의 현황은 아래의 표와 같다.

○ 유형별 사례농가 현황

구분	유형	성명	지역	나이	기간 (년)	주업	소득 (억원)	산림 (ha)	품목
산림 농업	단기 소득	안정균	강진	53	10	표고	20.0	7	표고
		김홍덕	임실	50	10	표고	5.5	3	표고
		이건훈	부여	60	20	밤	4.5	140	밤
		변일권	홍천	48	10	임업	0.6	25	표고
		김윤제	홍천	51	32	임업	0.3	27	표고
		정종술	임실	58	25	임업	1.0	100	표고
		황상복	광양	56	10	임업	0.3	73	표고
	특용수	한철웅	제천	71	20	사업	1.5	30	특용수
		최인규	단양	45	5	조합원	1.0	17	식약용
		이두영	논산	44	5	요식업	0.9	28	표고
		함번웅	경산	62	25	임업	1.1	110	특용수
		박행규	산청	59	10	유통업	0.3	20	식약용
		성판원	산청	63	30	임업	1.2	15	특용수
		전형선	보은	45	10	임업	1.0	10	대추
	체험형	유홍식	괴산	70	20	밤	2.0	20	밤
		조남상	양평	52	10	임업	1.0	250	산더덕
		김종섭	영월	55	30	임업	3.0	3	산채
		이의덕	양구	55	25	과수	0.6	10	특용수
		배소식	영동	60	16	축산업	0.5	10	꽃사슴
	연중 소득	천영호	제천	55	14	두릅	1.0	3	두릅
		고선출	순천	65	35	임업	1.0	300	편백
		오영기	구례	53	15	임업	0.5	10	특용수
	고부가 가치	황조연	거창	64	22	임업	1.5	40	식약용
		이재호	안동	58	16	임업	0.5	63	장뇌

2) 사례농가별 수익성 분석

사례농가의 주 경영 작목과 경영특성에 따라 5개 유형으로 분류하고 유형별 사례농가별로 경영분석을 실시하였다. 24개 농가를 대상으로 사례조사를 실시하였지만 수익성분석이 가능한 수집자료는 4개 농가에 불과하였다. 따라서 4개 농가는 경영특성과 생산성 및 경제성 분석을 하였고 나머지 20개 농가는 경영특성과 주요 경영작목, 경영여건, 개괄적인 수지분석을 실시하였다.

가) 주요 소득 작목재배형(A형)

(1) 사례농가 1 (안정균 : 전남 강진 칠량 삼흥)

가. 경영목표

○ 소득증대

- 노지재배에서 시설재배
- 표고가공제품생산 판매(표고조미료생산, 포장방법개발)
- 직거래장(백화점) 판매 및 인터넷 판매

나. 사업현황

- 재배규모 : 시설재배 6,000평, 노지재배 23,000평, 200,000본
- 한국식품개발연구원에 의뢰 표고조미료(다시마, 멸치 포함) 개발
- 중량변화 (생표고 : 건표고 = 6.0 : 1.0)
- 연간 조수입 - 20억원 (생표고 40톤, 1.5~1.0kg/본), 순수입 - 7억원

(2) 사례농가 2 (김홍덕 : 전북 임실 운암 선거)

가. 경영목표

○ 소득증대

- 시설재배 및 저온저장고 설치
- 통풍조절을 위한 수직차광막을 독자적으로 개발 설치
- 직거래장 개설 및 수출

나. 사업현황

- 재배규모 : 시설재배 9,000평, 125,000본 (14본/평)
- 홍수출하(정부시설보조와 저리용자)에 의한 대비로 저온저장고 설치
- 이용종균 : 산조6호(초년에는 생산량도 많고 품질도 좋았으나, 말기에는 생산량은 많았으나 질이 떨어지고 유해균 침입이 늘어남)
 - 차후에는 일본종균 290호를 이용할 계획임(조합의 종균개발 필요)
 - 년 4회 생산출하를 6회로 늘리고, 재배기간을 5년에서 3년으로 단축하여 경영

여 경영

- 중량변화 (생표고 : 건표고 = 4.5 : 1.0)
- 연간 조수입
 - 가을 : 3억8천만원 (생표고 76톤 판매 : 판매가 5,000원/kg)
 - 봄 : 1억7천만원 (건표고 6.4톤 판매 : 판매가 26,700원/kg) = 생표고 환산 29톤 생산) → 수출
 - 계 : 5억5천만원 (생표고 105톤 : 0.84kg/본)
 - ※ 순수입 - 3억3천만원
 - 생표고가격 : 1box(16kg) = 80,000원 (1관[4kg] = 20,000원)
 - 건표고가격 : 1관(3.75kg) = 100,000원 (1kg = 26,700원) : 수출용

(3) 사례농가 3 (이건훈 : 충남 부여 구용 태양)

가. 경영목표

- 소득증대
 - 다수확재배법 및 저온저장고 설치 - 포장 브랜드화
 - CA저온저장방법 도입

나. 사업현황

- 재배규모 : 140ha(직영 40ha, 위탁경영 70ha, 30ha)
- ha당 400본 식재 → 10년생 : 200본/ha → 20년생 : 100본/ha
- 분당 생산량(15년생 경우) : 평균 50~80kg (최대 120kg)

○ 연간 조수입 : 4억 5천만원 (밤 1,050톤, 430원/kg // 210톤, 2,150원/kg), 순수입 - 35% (1억 6천만원)

(4) 사례농가 4 (변일권 : 강원 홍천 내면 울진)

- 유형 : 임간내 산림농업
- 산림현황

산림현황					시설			비고
면적 (ha)	수종	임령 (년)	수고 (m)	축적 (m³)	투자			
					종류	년차	규모	
8.0	잣	5	-	-	올타리	1	2km	주수입 : 표고재배
13.0	참	20	-	-				
4.0	낙	20	-	-	작업로	1	800m	

- 산림농업현황

장뇌재배				산더덕재배				목재생산		
투자		생산		투자		생산				
년차	면적	년차	면적	년차	면적	년차	면적	종류	년차	규모
1	1ha(50kg)	7~10	1	1	6ha(192kg)	4~8	6ha	표고자목	1	10,000본

표고재배				조경수재배					
투자		생산		종류	투자		생산		
년차	규모	년차	규모		년차	규모	년차	규모	
1~3	3만본	2~8	3만본		스트로브잣	1	1,000본	5	1,000본

- 수익성(경영기간 : 10년, 이자율 : 10% 적용 ,단위 : 천원)

구 분		조수익	생산비	순수익	비 고	
단기 소득	산더덕 (6ha)	단일작목	66,282	55,842	10,440	5~8년차 수입
		산림농업	54,488	43,020	11,468	관리비 절감
	장뇌삼 (1ha)	단일작목	11,583	5,210	6,373	10년차 수입
		산림농업	11,583	4,886	6,697	관리비 절감
	표 고 (3만본)	단일작목	314,100	281,481	32,619	5년(1회)경영
		산림농업	314,100	281,481	32,619	-
	조경수 (천 분)	단일작목	31,005	24,920	6,085	5년차 수입
		산림농업	31,005	26,720	4,285	작업로 신설
표고자목 생산(만본)		15,000	12,000	3,000	1년차 수입	
합계	단일경영	437,970	379,453	58,517		
	산림농업	426,176	368,107	58,069		

(5) 사례농가 5 (김윤제 : 강원 홍천군 홍천읍 상오안리)

○ 경영기간 : 32년

○ 소유산림현황 : 26.8ha

○ 경영특징(임업후계자)

- 조경수, 표고버섯, 산더덕, 두릅재배

- 1971년부터 표고버섯 재배 시작

- 1990년부터 산더덕, 두릅재배 시작

- 표고의 경우 대부분 재래시장 판매(70%), 외부(가락시장, 원주) 판매(30%)

- 조경수의 경우 중개상을 통해 판매

○ 소득현황



종 류	소득액(천원)	비 고
조 경 수	25,000	주목 등 4종
표고버섯	20,000	생표고, 건표고
계	45,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
조 경 수	6,000	스트로브잣 등 4종
식 약 용	50,100	산더덕(42,000천원), 장뇌삼(8,100천원)
표고버섯	19,200	표고자목 12,000본
계	75,300	

○ 요구사항

- 산림농업 지원사업 : 사업대상자는 어느 정도 산림을 소유하고 있는 농가에 대해 지원(산림소유면적 10ha 이상)
- 조경수 판매를 위한 목재반출에 대해 규제 완화
- 표고버섯판매에 있어 생산자들과 소비자간의 거래를 직거래할 수 있는 방안강구
- 생산자인증 필요(판매물량 부족시 자신이 생산한 것 외에 다른 사람들의 산물을 포함하는 경우가 발생)
- 산림조합의 역할 미약

(6) 사례농가 6 (정종술 : 전북 임실 강진 방현 이운마을)

○ 경영기간 : 25년

○ 임차산림현황 : 100ha

○ 경영특징

- 1973년부터 임야를 매입하기 시작하여 조림 실시
- 1978년부터 잣나무 5ha, 낙엽성 5ha 조림 실시
- 1980년부터 호두나무 및 은행나무 조경수 조림 실시
- 호두나무, 은행나무 임지에 흑염소(100두) 방목 실시
- 제조효과
- 조경수 식재 : 느티나무, 마가목, 감나무, 고로쇠 등



- 실질적인 산림복합경영 및 유희지의 이용

→ 임산물(조경수, 종실, 부산물)과 농산물(고추, 콩) 등 다양한 품목을 생산

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
표고버섯	80,000	생표고, 건표고
호두(종실)	75,000	간호두 5,000kg 생산
은행(종실)	6,000	간은행 1,000kg 생산
조경수	10,000	느티나무, 산벚나무, 소나무
계	171,000	

○ 투자현황(33ha)

종 류	투자액(천원)	비 고
인건비	20,000	관리 및 수확 400명 × 5,000원
비료	12,000	2,000포 × 6,000원(년)
표고버섯	200,000	표고자목 100,000본
호두, 은행나무	3,500	호두나무 2,500주/은행나무 1,000주
저장고	5,000	표고버섯 생산
건조기	5,000	표고버섯 생산
칠 바래기	5,000	퇴비생산
염소방목	3,000	제조효과(폭염소 100두)
계	253,500	

○ 요구사항

- 노동력확보를 위한 정부의 대책이 필요(제3국의 노동자 사용가능 여부)

- 산림복합경영에 대한 지속적인 정보와 연구자료 제공 요망

- 조경수 생산에 투자할 예정, 목재반출에 규제완화 필요

(7) 사례농가 7 (황상복 : 전남 광양시 진상면 비평리 1228)

○ 경영기간 : 10년

○ 소유산림현황 : 73ha(전체 100ha : 매실, 밤나무 조림지 제외)

○ 경영특징

- 산촌개발마을(비촌마을)의 특산물 판매장 및 저온저장고 이용
- 1994년부터 고로쇠나무 식재 시작
- 고로쇠 및 표고, 고사리는 백운산 억불봉 밑의 임지에서 재배
- 임업후계자 → 2000년에 산림복합경영으로 전환
- 10년간 산림복합경영에 지속적인 투자 실행(더덕, 장뇌, 감나무(대봉시)식재)
- 표고는 특산물판매장과 인터넷 판매사이트(<http://www.o2st.com>)에서 판매

○ 소득현황(2003년)

종 류	소득액(천원)	비 고
표고버섯	3,000	생표고, 건표고
고 로 쇠	-	수액
계	3,000	

○ 투자현황(73ha)

종 류	투자액(천원)	비 고
임도	120,000	스트로브잣 등 4종
작업로	40,000	산더덕(42,000천원), 장뇌삼(8,100천원)
작업실	30,000	표고버섯 건조
표고버섯	100,000	표고자목 30,000본
계	290,000	

○ 요구사항

- 산림복합경영의 관건은 임도와 작업로 → 사업비의 지원증대가 필요
 - 산림조합의 보조사업비(임도, 지게차)를 수혜받기 위한 규제 완화
 - 군의 산림복합경영 담당자가 빈번하게 교체됨으로 업무의 효율성이 떨어짐
- 마을전체를 위한 저온저장고를 완성 후에도 개인에게 저온저장고 설립을

계속 인가함

- 부족한 노동력을 해결할 수 있는 방안 강구

나) 특용 작목 재배형(B형)

(1) 사례농가 1 (한철웅 : 충북 제천 자작동)

- 경영목표

- 도시민을 끌어들이는 산림복합경영 (프로그램 개발)
- 녹색체험행사 도입, 골프연습장 설치, 인터넷이용 판매



- 경영현황

- 우수독립가(소유임야 : 927ha)
 - 산지과수 4만평 계단식 재배(사과 6500주, 배 600주, 매실 외 5종), 연간조수입 : 1억5천만원 , 표고재배(시설재배) : 연간조수입(1억8천만원)
 - 현재 예식장 및 식당경영, 앞으로 계획사업 : 숲가마설치, 찜질방
- 산림복합경영 투자내용
- 총 투자비 : 130,750천원
 - 〈조경수 및 약용수〉
 - 경영면적 : 30ha
 - 조경수(32,800천원) : 라일락 2년생 15,000본(300원/본), 왕벚 2년생 4,000

본(2,200원/본), 팔배 3년생 3,000본(3,000원/본), 노각 3년생 3,000본(3,500원/본)

- 약용수(34,000천원) : 가시오갈피 2년생 4,600본(2,500원/본), 헛개 2년생 3,000본(2,500원/본), 마가목 4년생 6,000본(2,500원/본)

- 식재인건비 : 8,500천원(남 50명 × 50,000원, 여 200명 × 30,000원)

- 임내정리(포크레인) : 1,000천원(250,000원 × 4일)

〈목재〉

- 간벌비(400m³) : 16,000천원(400 × 40,000원/m³) → 스트로브스잣나무 조림

〈표고〉

- 표고목 구입비(5,000본) : 10,000천원(2,000원 × 5,000본)

〈기타〉

- 관정개발(1개소) : 25,700천원

- 울타리(0.5km) : 1,000천원

- 산림현황

산림현황					시설			비고
면적(ha)	수종	임령(년)	수고(m)	축적(m³)	투자			
					종류	년차	규모	
20	참	20	7	541	울타리	1	100m	○ 재배지 임차
33	잣	5	-	-	작업로	1	2km	

- 산림농업현황

장뇌재배				산더덕재배				목재생산		
투자		생산		투자		생산		종류	년차	규모
년차	면적	년차	면적	년차	면적	년차	면적			
1	20ha (500kg)	7~10	20	1	33ha (480kg)	4~8	33ha	표고 자목	1	15,000본

※ 잣나무 조림지내 산더덕 재배 : 산더덕을 현장체험행사로 판매

- 수익성(경영기간 : 10년, 이자율 : 10% 적용, 단위 : 천원)

구 분		조수익	생산비	순수익	비 고	
단기 소득	산더덕 (33ha)	단일작목	364,551	307,131	57,420	5~8년차 수입
		산림농업	321,684	236,610	85,674	현장체험
	장뇌삼 (20ha)	단일작목	231,660	104,220	127,460	10년차 수입
		산림농업	231,660	91,720	133,940	관리비 절감
표고자목 생산(20ha)		22,500	18,000	4,500	1년차 수입	
합 계	단일경영	618,711	429,351	189,380	산림농업으로 순수익 18%증	
	산림농업	575,844	346,330	224,114		

(2) 사례농가 2 (최인규 : 충북 단양 어상천 연곡)

- 경영목표

- 소득증대를 위한 산림복합경영
- 식·약용식물, 가축(염소)사육,
표고재배(추후), 작업로, 울타리, 관리사



- 경영현황

- 소유산림 : 16.7ha
- 음나무, 가시오갈피, 구지뽕나무 (술원조경에서 450만원에 구입, 동해입
은 묘목구입으로 실패) : 특용식물의 유통문제 발생

- 마가목은 밭에 식재(임야에 식재 못함 : 구입시기가 늦음)
- 음나무(연곡 국유림관리소 양묘장 묘목 양호 : 추가구입 예정)

- 산림복합경영 투자내용

<식·약용식물>

- 장뇌삼 : 종자 2홉 (50평, 30만원), 묘목 1만주(800평, 65만원)
파종 및 식재 인건비 : 120만원 · 더덕 : 50kg (300평, 300만원)

<약용수>

- 총투자액 : 1,890만원(10종)
- 가시오갈피 600만원(3년생 2,000본, 3,000원/본)
- 오갈피 250만원(2년생 1,000본, 2,500원/본)

- 헛개나무 150만원(2년생 1,000본, 1,500원/본)
- 음나무 240만원(2년생 2,000본, 1,200원/본)
- 산초나무 200만원(2년생 1,000본, 2,000원/본)
- 구지뽕나무 200만원(3년생 1,000본, 2,000원/본)
- 고로쇠 30만원(2년생 500본, 600원/본)
- 마가목 100만원(3년생 500본, 2,000원/본)
- ※ 소구역별채, 임내정리, 식재비, 사후관리비 계산 안함

<기타>

- 울타리 : 600만원 (4,000원/m×1,500m)
- 작업로 : 1,300만원(1,300m)
- 관리사 : 2,000만원(100m²)

(3) 사례농가 3 (이두영 : 충남 논산 양촌 양촌)

- 경영기간 : 5년
- 소유산림현황 : 28ha
- 경영특징
 - 요식업(속리산 경희식당)을 주업으로 하고 있음
 - 조경수(느티나무, 벚나무 등) 식재
 - 표고버섯재배, 감나무 식재
 - 향후 휴양림사업을 대대적으로 전개하기 위한 기반조성
 - 판매용에 미치지 못하는 중질이하는 한식당에서 재료로 사용하는 장점
 - 임대시설
 - 관리인 부부 고용
 - 현재까지는 투자단계로 수익성분석은 이른 편임

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
식 약 용	20,000	구릅축성재배(온실재배)
조 경 수	24,000	느티나무, 벗나무
감 나 무	40,000	곶감판매
계	84,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
조 경 수	24,000	30,000주(주당 1,500원)
저 장 고	50,000	곶감생산
건 조 대	20,000	곶감생산
두릅온실	20,000	두릅축성재배
계	114,000	

○ 요구사항

- 많은 면적에 두릅을 재배하고 있으나 재배법 및 병해에 대한 정보 습득
- 정부의 지속적인 관심과 자금지원

(4) 사례농가 4 (합번용 : 경북 경산 용성 송림)

○ 경영기간 : 25년

○ 소유산림현황 : 109.6ha

○ 경영특징

- 100ha의 면적에 120여종의 향토수종 식재
- 병충해예방과 경쟁적인 성장유도를 위해 혼식식재
- 큰 장기수 사이에 중기와 단기소득을 올릴 수 있는 복층식재
- 임간방목, 수액생산, 약이 되는 특수 묘목생산, 조경수 생산
- 산나물채취대회(고사리, 취다래, 두릅)
- 임도시설
- 관리인(3인) 고용
- 매실 및 매실 엑기스 생산, 감식초생산, 송이생산, 약재원 자재생산(옷, 오가피, 헛개)

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
조 경 수	10,000	모과, 히말라야시다 등 20종
식 약 용	40,000	고사리, 취, 두릅
염소방목	12,000	40만원/두
기 타	48,000	수액채취 : 자작, 물박달
계	110,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
조 경 수	20,000	장기수 8,000주
약용식물	40,000	두릅 외 15종
임간초지	8,000	염소방목 250두
계	68,000	

○ 요구사항

- 정부 용자보다 수요처개발을 위한 정보제공 및 홍보
- 지역에 부합하는 품목(참죽나무, 오가피, 두릅, 음나무, 오미자, 구기자) 및 과학적 효능분석 제시
- 수출품목(수액, 매실, 헛개, 딱총나무 : 가공상품)의 개발

(5) 사례농가 5 (박행규 : 경남 산청 차황 장위)

○ 경영기간 : 10년

○ 소유산림현황 : 20ha

○ 경영특징

- 유통업을 주업으로 하고 있음 - 임대시설 및 관리인(1인) 고용
- 15ha의 면적에 고로쇠나무 3종(고로쇠, 우산고로쇠, 긴고로쇠) 식재
- 산더덕(0.5ha), 산나물(3ha)을 고로쇠나무 수하식재
- 현재까지는 투자단계임

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
식 약 용	8,400	더덕주(140병*60,000원)
고 로 쇠	15,000	300말*50,000원
기 타	7,000	고사리, 취나물
계	30,400	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
고 로 쇠	45,000	30,000주(주당 1,500원)
식 약 용	20,000	두릅(1,000주), 더덕(3가마)
계	65,000	

○ 요구사항

- 고로쇠수종별 수액에 대한 성분분석 및 수율조사 - 정부의 지속적인 관심과 자금지원

(6) 사례농가 6 (성판원 : 경남 산청 시천 사리)

○ 경영기간 : 30년

○ 소유산림현황 : 15ha

○ 경영특징

- 15ha 중 5ha의 면적에 가시오갈피 식재
- 지리산 가시오갈피의 재배적지는 해발 700~800m 가 적지
- 재배뿐만 아니라 가공공장을 설립하여 판매중
- 산청약초연구회를 2000년도에 결성하여 약효 등을 연구

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
가시오갈피 묘목판매	60,000	20,000주*3,000원
엑기스판매	60,000	400상자*150,000원
계	120,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
가공공장	200,000	엑기스, 주류가공시설
양 묘	20,000	50,000주(연간)
계	220,000	

○ 요구사항

- 국내시장뿐만 아니라 국제시장으로 수출할 수 있는 방안 강구
- 지리산 가시오갈피의 재배권장
- 정부의 지속적인 관심과 자금지원

(7) 사례농가 7 (전형선 : 충북 보은 회북 건춘)

○ 경영기간 : 10년

○ 소유산립현황 : 10ha(밭 포함 - 4ha정도)

○ 경영특징

- 임업후계자 및 2003년 신지식임업인
- 목재생산과 단기소득 사업을 복합적으로 경영하여 소득 증대도모
- 산림내 공간을 활용한 생산, 가공, 판매 등 경영기반 조성
- 보은의 특산물인 대추 재배 → 명품으로 성공
- 대추 재배면적 3ha(3,000주) - 9년 전부터 연차적으로 조성
- 은행 재배면적 2ha(8,000주) - 현 400주가 열매를 맺어 은행 생산
- 산채 재배면적 1ha(더덕)
- 2002년 대추수출(미국, 캐나다, 인도네시아) : 400kg(11,000원/kg) → 4,400천원 소득
- Internet 판매 및 도 직거래 장터에서 판매(최고 판매액 5,600천원/일)
- 2003년 대추수확량 : 생대추 9,000kg, 건대추 9,000kg
- 인건비 및 노동투입량 : 30일간(여자 120명 - 360만원, 남자 30명 - 180만원) : 540만원



○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
대 추	100,000	생대추(12,000원/kg), 건대추(15,000원/kg)
은 행	-	은행은 판매를 하지 않음
계	100,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
작업로 및 입도	10,000	작업로 2km, 입도 0.5km 시설 설치
저장고 및 건조기	30,000	대추건조 및 출하조절
기반시설	23,000	관정
은행 및 더덕식재	21,000	은행 800주 및 더덕
계	84,000	은행 800주 및 더덕

○ 요구사항

- 사업 확장을 위한 임지주위의 국유림 대부 희망 - 정부의 지속적인 관심과 자금지원

다) 농사 체험형 (C형)

(1) 사례농가 1 (유홍식 : 충북 괴산 청천 사기막(용추폭포))

- 경영목표

- 산림사업의 소득 증대 : (2002년도 : 청주시민(주부) 200명 참여)
- 9월에 3회로 나누어 실시
- 밤 줍기행사 (용추폭포 관광지)

- 사업현황

- 밤 재배규모 : 20ha (4,000주 : 10~20년생, 연간 20톤 생산[40톤 가능])
- 초기 행사(1995~1998)는 입장료를 받고 실행
(일정한 크기의 주머니를 주고 그 량만큼만 수집)
- 최근 행사(1999~2001)는 주은 밤의 무게를 달아 판매(위탁상 판매가격)

- 차후 행사(2002년)는 주은 밤은 받아놓고, 미리 담아놓은 일정량의 밤 (5,000원 상당의 중등품)을 주거나 일정량 이상은 판매
- 금년 행사(2002)는 괴산군 주관으로 실시할 계획 임
- 25년생 이상 밤나무는 강한 정지를 하여 맹아가 나오는 것을 이용한 갱신을 실시하고 정지한 나무는 표고자목으로 이용함
- 산림복합경영 품목으로는 산머루, 밤, 산채종자채취 및 재배, 송이버섯 채취(저수시설 설치), 양봉 및 한봉(밀원식물확보), 장뇌삼, 더덕이 가능하며, 임산물 판매는 산지에서 이루어지도록 해야 함

〈밤소득 증대방안〉

- 밤저장고(10평×3개)를 설치하여 고급품(특,대)은 저장하여 비생산기에 2배 이상의 가격을 받고 판매하고, 중등품(중,소)은 밤줍기 행사용으로 사용
- 현재 밤생산을 포기한 재배지를 임차 관리하여 행사용으로 이용
- 용추계곡 관광지로 민박과 식당을 개설하여, 주 5일근무제를 대비할 예정
- 외지인의 토지투자가 많아 주민협의체를 통한 주민을 위한 사업(적어도 50%)이 이루어지도록 해야 함
- 1박2일의 여행자를 붙잡기 위해서는 프로그램을 개발하여 경비가 적게 들면서 선호하는 시설(토담집, 조립식 통나무집 등)을 많이 설치하는 것이 필요 함
- 주 5일근무제를 대비하여 관광지 주변에 교회를 신축 함

(2) 사례농가 2 (조남상 : 경기 양평 서종 문호)

- 경영기간 : 10년
- 임차산림현황 : 250ha
- 경영특징
 - 1993년부터 산더덕 및 장뇌삼재배 시작
 - 33ha의 면적에 잣나무조림지에 산더덕 재배
 - 산더덕을 현장체험행사 : 봄(4.15~5.15)과 가을(9.30~11.30) 2차례 실시

- 2000년부터 산림농업(산림복합경영사업) 실시
- 판매형태 : 현장체험 50%, 우체국주문 50%
- 장뇌삼의 경우 재배는 용이하나 재배지관리(도난)에 어려움
- 산더덕의 상품개발 : 엑기스, 짬아찌, 술, 산더덕, 스낵, 캔 등 다양

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
산 더 덕	100,000	현장체험판매 20,000원/kg, 우체국판매 30,000원/kg
계	100,000	

○ 투자현황(33ha)

종 류	투자액(천원)	비 고
인 건 비	5,000	조성비 100명×50,000원
비 료	6,000	1,000포×6,000원
종 자 대	37,500	15가마×250만원
계	48,500	

○ 요구사항

- 외국(일본)으로 수출을 위하여 약리성분 분석 요망
- 산더덕에 대한 효능시험을 위해 임상시험에 대한 정부지원

(3) 사례농가 3 (김종섭 : 강원 영월 상동 구례)

- 경영동기
 - 1970년대 초 고부가가치 작목(장뇌삼)을 생산 경영
 - 현경영자가 전문 장뇌삼 생산자의 종자를 분양받아 시작
 - 1996년에 신문 및 방송에 소개되어 안정적 경영
- 경영자의 수입

<장뇌>

- 연간수입 : 3천만원/년(주수입원)
- 재배규모 : 200평 (1년생부터 20년생까지 고르게 분포)

- 장뇌삼 : 2천만원 (10년생 - 10만원, 20년생 - 100만원)
 - ※ 모양과 크기에 따라 가격은 차이가 큼
- 장뇌종자 : 1천만원(3,000원/립)
 - ※ 신용거래 (지금은 잘 알려져 제 가격을 받음)
- 고추재배 : 1천만원(2000평)
- 총수입 : 4천만원/년
- 묘포장 : 장뇌삼 생산
- 앞으로의 계획 : 인증(공신력이 있는 기관)에 의한 현장판매

- 투자 및 생산현황

작 목	투자(인건비 제외)				생산			
	수량	단가	금액	비고	수량	단가	금액	비고
음나무 (나물)	4만본	1,200 원/본	4,800 만원	구입지역 :횡성,진 부	8,000kg (5본= 1kg)	5,000 원/kg	4,000 만원/년	1관= 20본 (3년차)
가 시 오갈피	2,000본	2,000 ~4,000 원/본	600 만원	1년생 ~2년생	2,000kg	만원/본	2,000 만원/년	5년차 (1본= 1kg)
곰 취	13,000주 =52,000 포기	2,000 원/주	2,600 만원	1주= 4포기	5,200kg	12,000 원/kg	6,240 만원/년	10포기 =1kg
참두릅	1,200본	1,000 원/본	120 만원	2.5ha	60kg	30,000 원/kg	180 만원/년	5년차 (1kg= 20본)
황 기	80kg (1가마)	350만원/ 가마	350 만원	5ha	예측 못함	만원/1근 (600g)	미정	5년차 생 산
더 덕	35kg (1가마)	250만원/ 가마	250 만원	5ha	예측 못함	2만원 /1kg	미정	5년차 생 산

- 경영특징

- 해발 580m 고지대에서 일반삼 재배형태로 경영
- 무비료 생산 및 장기간 재배가 가능할 수 있는 이식방법이 재배노하우

- 장뇌삼 종자로 생산자간에 인정받아 고가로 판매(만원/립)
- 1년차에 2,000개를 파종하면 20년 후에는 40~50개 만 생존
- 고부가 상품으로 현장판매와 택배판매
- 홈페이지 개설 판매망 구축 예정
- 70년대 초 20명에 종자분양 판매, 80년대 초에 삼척지역에 판매

(4) 사례농가 4 (이의덕 : 강원 양구 양구 석현)

- 경영동기

- 1980년대초 현경영자 부친이 과수원 경영
- 현경영자가 6년전(1996년)에 관광농원(민박) 실시 : 당시 5억원 투자
- 2000년에 산림복합경영 시작

- 경영자의 수입

- 과수원 : 3천만원/년(주수입원)
- 콩재배 : 메주로 가공 판매
- 총수입 : 6천만원/년
- 묘포장 : 가시오갈피, 엄나무, 두릅 생산
- 앞으로의 계획 : 관광농원(민박)에 의한 현장체험 및 현장판매
- 주품목 : 과수(사과, 배, 포도), 야생화, 유실수(밤, 대추), 조경수(단풍, 복자기, 라일락, 벚나무), 특용수(가시오갈피, 엄나무, 두릅), 가축(사슴, 염소, 오골계, 토종닭, 꿩)

- 경영특징

- 양구선착장 : 1.5km (관광객 유치에 유리)
- 관광농원(민박) 실시 : 500명 투숙/년 (1박2일이 80%), 민박료 : 3~10만원(숙박객수 성수기에 따라), 실내 취사(콘도식)가능, 규모 : 30평(거실1, 주방1, 방3) × 6개
- 토지가격 : 밭 - 5만원/평, 임야 - 1만원/평
- 경영지 전방 임야 : 스키장 및 골프장 적지(현재 군부대 사격장)

- 임금 : 5만원/일(남자), 3만원/일(여자)
- 유기질비료 탱크시설(시설비:천만원) : 인근 가축분뇨 이용 비료생산, 유기농업 실시

- 관광농원과 연계한 다양한 품목을 경영함
- 홈페이지 개설 판매망 구축 예정
- 경영영상 어려운 점 : 인부의 적기조달
- 산림복합경영은 투자단계로 현재 수입이 없음(3년 후부터 가능)

(5) 사례농가 5 (배소식 : 충북 영동 심천 명천)

- 경영기간 : 16년
- 소유산림현황 : 10ha (논, 밭 2ha 포함)
- 경영특징



- 영동군 신농업인 - 소득증대를 위한 산림복합경영실시(꽃사슴 임간 방목)

- 명천사슴농장 운영 : 엘크와 꽃사슴을 이용, 1박2일 1마리 관광 (Green tourism)

- 임지내에 울타리를 치고 적정두수만 입식 : 참나무 잎, 칩닝쿨, 약초 등을 사료로 이용 조사료의 비용을 절감하고 임지내의 용재생산이 가능

- 꽃사슴 350마리 방목 : 10ha, (적정방목두수 : 10마리/ha) - 180만원/마리

- 엘크 90마리 : 사육장 사육 실시

- 한계농지이용 : 옻나무 조림지 조성(20,000주 식재) → 순과 즐기(조사료로 이용)

- 옻나무사료이용 : 건국대학교 녹용연구소와 공동연구(녹용채취 후 성분분석 : 약효입증)

- 사슴고기의 상품화를 위한 수요조사 실시 : 응답자의 67%가 사슴고기를 체험하고 싶어 함, 산업화를 위해서는 고기생산이 필수 → 미래의 대체 육류로 개발 가능성 타진

- 명천식품 : 꽃사슴 및 엘크와 한약재를 이용한 액기스 생산 및 가공품 판매

- Internet (www.myungcheon.co.kr) 판매실시

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
축 산 업	540,000	꽃사슴 및 엘크사육
가공식품	-	녹혈 및 녹용액기스
계	540,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
축 산 업	150,000	꽃사슴 및 엘크 구입
농장시설	30,000	울타리 및 사육장 시설
기 타	20,000	웃나무 20,000주 및 식품가공시설
계	200,000	

○ 요구사항

- 산림의 효율적인 이용방안 : 임간방목의 권장 (꽃사슴, 엘크 등)
- 국유림대부를 희망 : 20ha 이상의 산림 내에 임간방목을 희망
- 대면적 임간방목 경영으로 유도 : 고품질의 소량생산 필요
- 다양한 조사료(웃나무)의 성분분석 및 효능 인증 요구

라) 연중 소득형 (D형)

(1) 사례농가 1 (천영호 : 충북 제천 청풍 용곡)

- 경영목표

- 연중 재배기술개발에 의한 지속적인 소득
- 축성재배(12~2월 생산), 억제재배(9~10월 생산 : 실험중), 자연재배(3~6월 생산)
- 개량두릅에 의한 생산량 확대 및 고품질 생산
- 부가가치 개발로 소득증대(두릅김치 생산 판매계획 → 공장설치 중)

- 경영현황

- 두릅경영기간 : 14년(규모 : 3,000평)
- 주품목 : 고추(15°~20°경사지로 기계농 어려움)
- 토지가격 : 30만원/평 (낙시터 관광지), 농가수 : 9가구(총가구:11가구)
- 개량두릅 생산 : 4본/평, 2개순/본, 8개순/평, 800g/평, 8,000원/평
- 두릅재배동기 : 비탈지로 기계농이 어려워 다년생 품목 선택
- 두릅소득 : 600만원(3,000평 : 축성재배) ×3회(두릅순 2회, 묘목 1회)
- 두릅구입가(묘목) : 3,600만원(3,000원×12,000주)
- 신품종 : 신구, 자오(우리나라산은 중국산에 비해 향기에서 차이가 큼)
- 두릅판매가 : 1,300원/200g(8개순) → 2,600원 → 3,300원
- 생산비 : 175원/200g(묘목대와 시설비 제외)
3,000평 재배시 70인(35일×2인)×30,000원 = 210만원(700원/평[800g])
- 재배면적 : 하우스(시설)재배 70평, 노지재배 10,000평
- 신품종과 재래종의 차이(재래종에 비해 무게 4배, 가격 1.5배 큼)
- 순수익 : 2,000[1,500~2,500]만원(3,000평)
- 경영방법 : 두릅순·묘목 판매 50%(판매가 2,000원/200g, 본)
- 시장판매 → 산지 신용판매

- 경영계획

- 관광두릅농원(낙시터 유원지)으로 변경하여 경영 유도
- 토지가격(임야 : 3만원/평)이 높아 생산성이 낮음(적정선 : 2만원/평)
- 두릅생산의 적정규모 : 20,000평 이상, 직거래, 가공품생산(두릅차, 두릅장아찌 등) 거래, 25,000원/평 → 부가가치 증가(6개월) [25,000원/평 → 100,000원/평]

- 수익성 분석

두릅(300평)

구분	1994(연구결과)				2000기준		산림농업	비고
	수량	단가(원)	금액(천원)	%	단가(원)	금액(천원)	금액(천원)	
조수입	156kg	7,500	1,170		12,000	1,872	1,872	
생산비	계		706	100		1,042	1,092	
	조성비		14	2.0		17	17	
	비료	2,400kg	80	192	27.2	125	300	300
	농구비			35	5.0		41	41
	재료비			12	1.7		14	14
	고용노임	남3,여1	남30,000 여20,000	110	15.6	남50,000 여30,000	180	180
	임차료	300평	480원	145	20.5	700	210	210
	제세공과			38	5.4		76	76
	자가노동	남5,여1		160	22.6		280	280
	작업로	(10m)		-	-		-	50
순수입			464			830	780	

※ 적용기준

1. 수종 : 두릅(산지재배), 2. 경영기간(1년), 3. 재배방법 : 종자파종
4. 물가상승율 : 18.7% 상승('95년 대비), 5. 산림농업(산지재배) 경우 : 작업로 신설시(공정은 동일)

(2) 사례농가 2 (고선출 : 순천)

- 목재생산 (삼나무, 편백, 리기테다)
- 흑염소 방목(60두, 초지4ha)
- 양봉 100통

① 임목생산계획 및 수입추정액(300ha)

수종	면적 (ha)	본수 (만주)	임령 (년)	입목가 격 (원/본)	생산계획 및 수입액(천원)			IRR
					2002~2006	2007~2011	2012~2016	
합계	300	30			302,500 (60,500/년)	547,000 (195,000/년)	915,000 (183,000/년)	-0.42
삼나무	90	10	35	4,000~ 6,000	2만주×4,000원	2만주×5,000원	6만주×6,000원	-2.11
					80,000	100,000	360,000	
편백	180	18	35	5,000~ 7,000	4만주×5,000원	7만주×6,000원	7만주×7,000원	0.53
					=200,000	=420,000	=490,000	
리기테 다	30	2	30	4,500~ 6,500	5천주×4,500원	5천주×5,500원	1만주×6,500원	-1.47
					=22,500	=27,500	65,000	

② 흑염소 년 소득(흑염소 60두, 초지 4 ha)

구분	조수입	생산비							소득
		계	새끼염소	인건비	종자비	비료	사료비	기타	
수 량	180두	-	60두	1인 (12개월)	50kg	80포	365일		
단가(천원)	200/두	-	80/두	1,000/월	5/kg	5.5/포	120/일		
금액(천원)	36,000	19,470	4,800	8,400	250	440	4,380	1,200	1,603
비 고				참여율7 0%	초지4 ha	초지4ha	농후사 료		

③ 양봉 년 소득(100통)

구분	조수입	생산비						소득
		계	벌	벌통	채밀기	이동비	기타	
수 량	2,500kg	-	100군	100통	100개	5회		
단가(천원)	18/kg	-	100/군	60/통	12/개	200/회		
금액(천원)	45,000	20,000	10,000	6,000	1,200	1,000	1,800	2,500
비 고			기반조 성			4~6회	사양기, 훈연기, 면포	

(3) 사례농가 3 (오영기 : 전남 구례 간전 운천)

○ 경영기간 : 10년

○ 소유산림현황 : 10ha

○ 경영특징

- 임지내 산림복합경영 실시
- 관광형 산림복합경영(볼거리+먹거리 상품개발 : 염소, 수액, 고사리 등)
- 지리산(백운산)권으로 관광객 증가 추세 지역 : 식당과 민박 운영
- 시기별로 단기임산소득 경영 실시

· 고로쇠(2~3월) → 두릅(3~4월) → 한봉(3~10월) → 밤(9~10월) → 염

소(연중)

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
염소방목	10,000	염소 50마리
표고버섯	15,000	7,000본
밤 나 무	20,000	6ha, 1200주
식 약 용	5,000	고사리, 두릅
고 로 쇠	4,000	수액 100통
한 봉	10,000	
민 박	4,000	
계	68,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
고로쇠조림	6,000	1ha
두릅재배	13,000	1ha
표고버섯	18,000	50m ²
임간방목 펜스	41,000	1,070m
계	78,000	

○ 요구사항

- 두릅 및 고사리의 생육관리 철저

- 고로쇠 채취원의 관리 및 품질향상
- 정부의 지속적인 관심과 자금지원

마) 고부가가치형 (E형)

(1) 사례농가 1 (황조연 : 경남 거창 고제 개명)

○ 경영기간 : 22년

○ 소유산림현황 : 47.2ha

○ 경영특징

- 임지내 생태형 산림복합경영 실시
- 산림복합경영 전시포 운영
- 임도시설 5.8km, 방책시설 3.5km, 관수 및 수액이동시설 2km 설치
- 홈페이지 개설 운영(www.youjeong-sanji.co.kr)
- 산지직거래 판매(유통비 절감, 품질인증)
- 인건비가 적게 들고, 크기가 작은 고부가가치 품목생산
(장뇌삼, 산더덕, 도라지 : 10년 이상 재배하여 약용으로 판매)
- 관리인(5인) 고용



○ 상품정보

- 덕유산장뇌산삼 1뿌리(10년근 : 100,000원, 15년근 : 170,000원)
- 덕유산 장생 건도라지(300g : 200,000원)
- 덕유산 헛개나무(1.5kg : 50,000원)
- 덕유산 장생 생도라지(14년근 1kg : 200,000원)
- 장생더덕(1kg : 100,000원)

○ 주요사업내역

구 분	품명	사업년도(년)	면적(ha)
용제림 조립	낙엽송	1970~1973	30
	주 목	1999	1
	잣 나무	1985	1
	독일가문비	1985	3
특용수 조립	웃 나무	1999	1
	두 립	1999	1
	산 초	2000	2
	초 피	1997	3
	음 나무	2001	0.5
	자작나무	2000	2
	고로쇠나무	2000	0.5
약용수 조립	가시오갈피	2000	2
	황벽나무	1990	0.5
	두 층	1990	0.5
	헛개나무	1997	0.5
	사극나무	1997	0.5
약초재배	산양산삼	1990	1
	장뇌산삼	1990	0.3
	도 라 지	1990	0.1
	더 덕	1990	0.7
	자 초	2000	0.1

○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
묘 목 업	100,000	주목 등 15종
식 약 용	20,000	장뇌삼, 더덕, 도라지
특 용 수	10,000	매실, 헛개나무, 웃나무
기 타	30,000	벼농사, 채소
계	150,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
묘 목 업	20,000	묘목 및 인건비
식 약 용	10,000	장뇌삼, 더덕, 도라지
특 용 수	20,000	헛개, 율나무, 초피나무
기 타	30,000	수액이송시설 2km
계	80,000	

○ 요구사항

- 정부 용자보다 수요처개발을 위한 정보제공 및 홍보
- 국제경쟁력 있는 품목개발(초피, 1차 가공상품 개발, 송이 야생채취)
- 다양한 재배기술 습득 및 시장조사의 어려움
- 약용식물의 성분분석 및 효능 인증

(2) 사례농가 2 (이재호 : 경북 안동 길안 천지)

○ 경영기간 : 16년

○ 소유산림현황 : 63ha

○ 경영특징

- 1989년에는 안동의 임야를 매입하여 임지내에 특용수 및 유실수 조림
 특용수 : 두충, 패모, 작약, 두릅식재, 더덕은 구릉지에 10,000평 종자 산

과 실시

유실수 : 매실(1,000주), 대추(3,000주), 사과(1,000주) 묘목조림 실시

→ 전문적인 관리지식과 조림지 관리소홀로 실패

- 1990년 산림조합용자로 임도시공 실시(자부담, 용자) 5년간 10km 시공
- 1993년 임지내 15,000평의 천지휴게소 건립(도에서 허가) : 기본적인 수

입원 확보

- 1995년 천지영농조합법인 설립 - 안동시 자영독립가 인증
 임산물가공사업시작 : 더덕즙 판매(5만평에 더덕재배실시)

- 2003년 장뇌로 산림복합경영자 인증
- 2003년 장뇌 판매 및 수입 → 장뇌판매액 5,000만원

5년생 장뇌화분 3천개(40,000원/개) :

시중 판매가는 110,000원~120,000원

8년생~10년생 생장뇌 2천본 판매 2004년

계획 : 20,000만원, 2005년 계획 : 50,000만원

- 장뇌화분 및 장뇌가공식품 개발 판매 실시
- 생산지 현장 판매 및 Internet 판매(www.chunji.net) 실시
- 관리인(9인 : 남자 5인, 여자 4인) 고용



○ 소득현황

종 류	소득액(천원)	비 고
휴게소 운영	-	입지내에 휴게소 및 식당 운영
장뇌 화분	15,000	5년생 3천개 출시
생 장뇌	35,000	8~10년생 장뇌 판매
가공식품	-	장뇌환, 분말, 파우치, 사탕
계	50,000	

○ 투자현황

종 류	투자액(천원)	비 고
조 경 수	15,000	사과, 대추, 매실 등 5,000주
특 용 수	15,000	두충, 작약, 패모, 두릅, 더덕 등
입 도	50,000	입도 10km(2km/년)
계	80,000	

○ 요구사항

- 독립가와 임업후계자 중 30여 대상자를 선발하여 집약적인 투자가 필요
- 산·학·연의 협동으로 5년 정도의 기간동안 예산과 연구인력 투자
- 품목별로 최적화된 산림복합경영의 모델을 정립
- 정부차원의 명확한 품질을 토종장뇌를 인증 할 수 있는 체계 확립 필요
- 생산자가 직접 농장에서 체험하며 판매할 수 있는 판매방식(인증)의 도입

요구

- 토종장뇌의 보존 및 재배확대, 유통 체계화를 위한 지속적인 연구투자 필요
- 산지소득 작목화와 재배기술전파를 위한 장뇌재배자의 단체(그룹)형성필요

6. 산림농업 실연지 투자분석

가. 산림농업의 모델(시나리오)

산림농업 실연지의 투자분석을 위하여 각 세부 과제별로 추진하였던 연구내용을 근거로 제5세부과제에서 전체 시나리오의 기본 틀을 작성하고 제2세부과제와 제3세부과제는 자체 내용의 시나리오를 작성, 근거로 산림농업 모델의 경영분석을 실시 함.

* 산림농업 모델 시나리오 작성

과제	책임자	투자분석 기간	주요 내용
제2세부과제 (임간재배와 임간방목을 위한 입형모델 개발)	김지홍	임목수확을 위한 윤벌기를 1cycle 경제수종(60년) 활엽수종(80년)	30년 이후부터 소나무(경제수) 임분의 임목을 윤벌기까지 지 속적으로 가지치기와 수확간 벌을 시행함. 소요되는 비용과 수확되는 목 재가격은 산림청자료를 이용
제3세부과제 (임간방목을 통한 축산물 생산기술의 개발)	성경일	초지조성, 임간방목, 송아지 생산까지를 1cycle (3년)	임목의 잔존본수가 400본/ha 생육하는 임지내에 초지를 조 성하고 번식한우를 대상으로 임간방목을 실행, 어미소가 송아지 출산까지를 기간으로 투입되는 비용과 송아지 판매 의 수입가격은 황성 축산기술 센터와 실제 임간방목실연자 의 자료를 활용
제5세부과제 (산림농업의 생산성 및 경제성 분석)	성규철	-	소나무(경제수)를 식재하여 이 를 30년까지 관리한다고 가정 했을 경우 30년간 소요되는 년간 비용을 계산한 순서는 풀베기→어린나무 가꾸기→덩 굴제거→가지치기→숙아베기 (간벌) 등의 순서이며, 이때 소요되는 비용을 산림청자료 를 참고로 산출

- 제2세부과제 : 임간재배와 임간방목을 위한 임형모델 개발

강원도 지역에서의 임간방목 및 임간재배 실연을 위한 소나무림 산림사업 적용 및 수확벌채까지의 임목 제원 목표량 선정.

□ 소나무림

임 종		동령·순림								
생산기간(윤별기)		60년								
사업시기 및 임분제원	주요 임목 제원	시 업 착 수 (30년 생)	30년 생 사업 후 목표 치	40년 생 벌채 전	40년 생 벌채 후 목표 치	50년 생 벌채 전	50년 생 벌채 후 목표 치	60년 생 벌채 전	60년 생 벌채 후 목표 치	
		평균흉고직경(cm)	18.2	20.2	25.6	25.6	28.5	28.5	31.4	31.4
		평균수고 (m)	15.3	16.3	18.4	18.4	20.5	20.5	21.0	21.0
		잔존본수/ha	1,147	400	400	250	250	200	200	20
		흉고단면적/ha (m ²)	29.8	12.8	20.6	12.9	15.9	12.8	15.5	1.55
		재적/ha (m ³)	217.2	99.4	180.4	113.0	155.2	124.9	154.9	15.5
기타 사업		임지 정리 작업	117.8 m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여 물 정리)	가지 치기	67.4m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여 물 정리)	가지 치기	30.3m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여 물 정리)	가지 치기	139.4 m ³ 수확, 임지 정리 작업 (벌채 잔여 물 정리)	
갱신방법		모수작업법 우량 형질목 20분을 모수로 남김, 나머지 수확벌채 임목간거리 22m								

※ 참고자료 : 산림청. 2000. 산림과 임업기술 III 산림경영(수확표). 755pp.

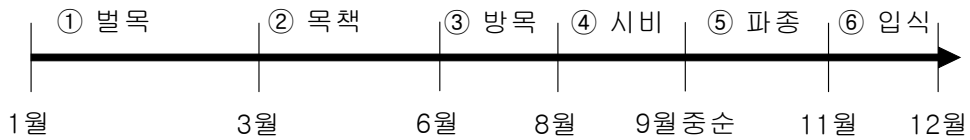
- 제3세부과제 : 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

1. 임간초지조성

■ 전제조건

- 벌목 후 나무 및 잔가지를 제거한 상태
- 토지(산지)와 가축(번식 육성우 20두)을 소유한 경우
- 조성방법 : 제경법

임간초지조성 1년 스케줄



① 벌목 : 약 3개월 소요

- 200본/ha, 잔가지를 제거한 상태

② 목책 및 기타시설 설치 : 약 3개월 소요

■ 목책

(1) 철망으로 할 경우

- 1,000,000원/ha (주로 철재지주를 이용 + 벌목나무 활용 + 유지 및 보수비 포함)

- 500,000원/ha (인건비)

(2) 전기목책으로 할 경우

- 1,000,000원/ha (전기철선, 지주 및 인건비 포함)

- 산지일 경우 전기가 들어오지 못하는 경우가 많다.

(3) 태양열 전기목책으로 할 경우

- 1,500,000원/ha (태양열판, 전기전선, 지주 및 인건비등 모두 포함)

■ 기타시설

- 축사 : 200,000원/평, 150평 기준 약 30,000,000원 소요
- 음수시설 및 가축 휴식공간

③ 방목

- 한우 임신우 20두 구입(평균체중 450kg) : 5,000,000원 × 20두 = 1,000,000,000원
- 선점식생제거를 위한 방목
- 3~7일 정도에 선점식생이 제거 가능 수준에서 방목 (70-80두/ha)
- 성우 500kg 기준
- 성우 450kg 기준 (20두/ha) : 약 한달정도 예상

④ 시비

- 160,000원/ha
- 500kg/ha
- 20kg짜리 25포(6,400원/포)
- 이중 50%는 정부보조 (초지조성 당해연도에 한함, 그 후에는 없음)

⑤ 파종 - ha당 1일 소요

(1) 6월 말 파종

- 해발이 높은지역(평창, 태백 등) : 습도가 있어서 방목에 의한 진압, 복토 작업등이 불필요

(2) 9월 중순 파종

- 복토작업 필요 (파종 후 방목에 의한 복토효과 - 제경법)
- 파종량 : 40kg/ha
- 혼파조합 : 화분과 위주(오차드그라스, 켄터키블루그라스, 크로버, 티모시, 톨페스큐)

- 260.000원/ha

⑥ 입식 - 11월~다음해 4월까지 우사 입식

- 농후사료 단가 : 250원/kg, 건물 90%

- 볏짚 단가 : 230원/kg, 건물 90%

- 수입건초 단가 : 280원/kg, 건물 90%

- 옥수수사일리지 단가 : 150-200원/kg, 건물 30%

* 생산량 : 40,000kg/ha(원물), 12,000kg/ha(건물)

* 750,000원/ha (인건비, 기타잡비 포함)

■ 입식 후 사료 급여, (450kg, 암소 성빈우 기준) - 건물섭취량 : 평균 7kg/일

(1) 농후사료+볏짚+수입건초(4 : 2 : 4)

⇒ (3.1kg×250원)+(1.5kg×230원)+(3.1kg×280원)=1,988원/두/일

(2) 농후사료+옥수수사일리지+볏짚(3 : 5 : 2)

⇒ (2.3kg×250원)+(6.0kg×200원)+(1.5kg×230원)=1,820원/두/일

(3) 옥수수사일리지+볏짚(8 : 2)

⇒ (9.5kg×150원)+(1.5kg×230원)=1,770원/두/일

(4) 옥수수사일리지+수입건초(7 : 3)

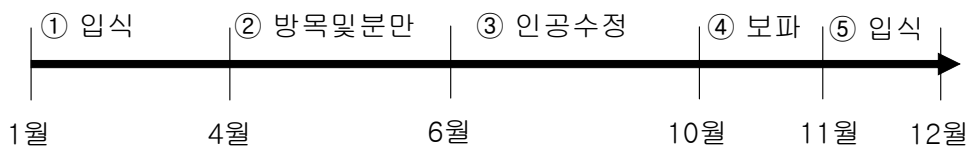
⇒ (8.3kg×150원)+(2.3kg×280원)=1,889원/두/일

(5) 옥수수사일리지

⇒ (11.9kg×150원)=1,785원/두/일

2. 임간방목

임간방목 1년차 스케줄



① 입 식

■ 입식 후 사료 급여 위와 동일, (450kg, 암소 번식우 기준)

- 건물섭취량 : 평균 7kg/일

② 방목 및 분만

- 목초 초장 20~30cm 정도에서 실시

- 번식우(체중 450kg, 20두), 암소육성우(10두)

- 분유떼기가 지난 후

- 봄~가을(5~6개월간 방목) - 농후사료 불필요

- 주간 방목후 야간은 축사에서 사육

- 인공수정, 사고유무관찰, 영양소보충(보조사료)

- 20두 분만 : 성비(1 : 1)

- 수컷 10두 : 암컷 10두

- 수컷은 비육우로 육성

- 암컷은 번식우로 육성

③ 인공수정

- 2산차 20두, 인공수정

- 4~6월 인공수정

- 3~4월 분만유도

- 봄철 분만은 풀의 이용이 가장 용이

- 가을철 분만은 기온이 선선하고 건조한 기후환경 때문에 어린송아지 육성에 대단히 편리

* 일괄수태, 배란동기화 또는 발정동기화 기술을 적용시켜 분만간격을 최대한 단축시키고 임신진단을 실시하여 공태우의 발생을 최소화시킨다.

④ 보 파

- 파종량 : 10kg/ha

- 혼파조합 : 화분과 위주(오차드그라스, 켄터키블루그라스, 크로버, 티모시, 톨페스큐)

- 65.000원/ha

- 복토작업 필요 (파종 후 방목에 의한 복토효과 - 제경법)

⑤ 입 식 - 11월~다음해 4월까지 우사 입식

■ 입식 후 사료유형 (200kg, 암소 육성우 기준) - 건물섭취량 : 평균 6kg/일

(1) 농후사료+볏짚+수입건초(4 : 2 : 4)

⇒ (2.6kg×250원)+(1.3kg×230원)+(2.6kg×280원)=1,677원/두/일

(2) 농후사료+옥수수사일리지+볏짚(3 : 5 : 2)

⇒ (2.0kg×250원)+(5.1kg×150원)+(1.3kg×230원)=1,564원/두/일

(3) 옥수수사일리지+볏짚(8 : 2)

⇒ (8.2kg×150원)+(1.3kg×230원)=1,529원/두/일

(4) 옥수수사일리지+수입건초(7 : 3)

⇒ (7.1kg×150원)+(2.0kg×280원)=1,625원/두/일

(5) 옥수수사일리지

⇒ (10.2kg×150원)=1,530원/두/일

■ 입식 후 사료 급여, (450kg, 암소 성빈우 기준) - 건물섭취량 : 평균 7kg/일

(1) 농후사료+볏짚+수입건초(4 : 2 : 4)

⇒ (3.1kg×250원)+(1.5kg×230원)+(3.1kg×280원)=1,988원/두/일

(2) 농후사료+옥수수사일리지+볏짚(3 : 5 : 2)

⇒ (2.3kg×250원)+(6.0kg×200원)+(1.5kg×230원)=1,820원/두/일

(3) 옥수수사일리지+볏짚(8 : 2)

⇒ (9.5kg×150원)+(1.5kg×230원)=1,770원/두/일

(4) 옥수수사일리지+수입건초(7 : 3)

⇒ (8.3kg×150원)+(2.3kg×280원)=1,889원/두/일

(5) 옥수수사일리지

⇒ (11.9kg×150원)=1,785원/두/일

임간방목 2년차 스케줄



① 입 식

■ 입식 후 사료 급여 위와 동일,(200kg, 암소 육성우 기준) - 건물섭취량 : 평균 6kg/일

■ 입식 후 사료 급여 위와 동일,(450kg, 암소 성빈우 기준) - 건물섭취량 : 평균 7kg/일

② 방목 및 분만

- 방목시작

- 2산차 20두 분만 : 성비(1 : 1) - 수컷 10두 : 암컷 10두

- 수컷은 비육우로 육성

- 암컷은 번식우로 육성 (임간방목 1년차 스케줄에 따라)

③ 인공수정 - 최소 5산차 까지

- 초산우 10두에게 인공수정

- 2산차 번식우 20두에게 인공수정

④ 보 파

- 과중량 : 10kg/ha

- 혼파조합 : 화분과 위주(오차드그라스, 켄터키블루그라스, 크로버, 티모시, 톨페스큐)

- 65.000원/ha

- 복토작업 필요 (파종 후 방목에 의한 복토효과 - 제경법)

⑤ 입식 및 출하

■ 입식 후 사료유형 (200kg, 암소 육성우 기준) - 건물섭취량 : 평균 6kg/일

(1) 농후사료+벚짚+수입건초(4 : 2 : 4)

⇒ (2.6kg×250원)+(1.3kg×230원)+(2.6kg×280원) = 1,677원/두/일

(2) 농후사료+옥수수사일리지+벚짚(3 : 5 : 2)

⇒ (2.0kg×250원)+(5.1kg×150원)+(1.3kg×230원) = 1,564원/두/일

(3) 옥수수사일리지+벚짚(8 : 2)

⇒ (8.2kg×150원)+(1.3kg×230원) = 1,529원/두/일

(4) 옥수수사일리지+수입건초(7 : 3)

⇒ (7.1kg×150원)+(2.0kg×280원) = 1,625원/두/일

(5) 옥수수사일리지

⇒ (10.2kg×150원)=1,530원/두/일

■ 입식 후 사료 급여 위와 동일, (450kg, 암소 성빈우 기준) - 건물섭취량 : 평균 7kg/일

■ 수컷 - 비육(650kg) 출하

* 3년차부터는 순환됨

- 제5세부과제 : 산림농업의 생산성 및 경제성 분석

(경제수)목재생산을 위한 투입비용 시나리오

1. 임목 생육에는 많은 인자들이 간섭하며, 경우의 수도 많으므로 다음과 같은 가정을 기초로 생육비용을 산출.

2. 소나무(경제수)를 식재하여 이를 30년까지 관리한다고 가정했을 경우 30년 간 소요되는 연간 비용을 계산한 순서는 풀베기→어린나무 가꾸기→덩굴 제거→가지치기→숙아베기(간벌) 등의 순서이며, 이때 소요되는 비용을 산림청 자료를 참고로 산출.

3. 조림에서부터 숙아베기(간벌)까지 모두 1회씩 실행한다고 가정하였으며, 조림부문은 보조비용이 다르므로 따로 계산하여 다른 시업비용과 합산.

조림 (3,000본/ha)			풀베기	어린 나무 가꾸기	덩굴 제거	가지 치기	간벌	총비용
사업년도	1년		5년	7년	8년	10년	15년	
재료비	905,470	재료비			22,690		13,468	941,628
노무비	1,714,669	노무비	324,798	671,029	290,175	160,338	671,029	3,832,038
운반비	36,674	운반비						36,674
경비	163,746	경비	30,531	63,077	27,276	15,072	63,077	362,779
부대비용	24,257	부대비용	7,107	14,682	6,803	3,508	14,951	71,308
합계	2,844,816	합계	362,436	748,788	346,944	178,918	762,525	5,244,427
국고 (70%)	1,991,371	국고 (50%)	181,218	374,394	173,472	89,459	381,263	3,191,177
지방비 (20%)	568,963	지방비 (40%)	144,974	299,515	138,778	71,567	305,010	1,528,807
자력 (10%)	284,482	자력 (10%)	36,244	74,879	34,694	17,892	76,253	524,444

* 참고 자료 : 산림청 산림자원과. 2004년 사업계획(자원조성·자원관리·종묘분야)

4. 간벌까지의 총 비용은 5,244,427원, 국고 3,191,177원, 지방비 1,528,807원, 자부담 524,444원으로 계산이 됩니다. 따라서 30년(벌기)까지 다른 시업은 없고 이런 가정대로 간다면, 생산자의 연간 ha당 생육비용 지출은 524,444원/30년=17,481원이 소요 됨.

구분	15년까지		30년까지	
	총비용	자부담	총비용	자부담
ha당 비용 합계	5,244,427	524,444	5,244,427	524,444
연평균 ha당 비용	349,628	34,962	174,814	17,481

나. 시나리오별 경영분석

1) 임간방목의 소득분석(현재가)

① 임목(소나무)을 30년간 생육한 임지에 임간 방목 실시 : 적정 방목두수 2마리/ha

② 임간방목의 주기를 3년 1기작으로 기준, 황성과 평창을 대상 지역으로 적용

- 임지는 약 200본/ha의 임목이 생육하고 간벌 후 잔가지는 제거한 상태
- 토지(산지-10ha)와 가축(번식 육식우-20두) : 소득보존을 위한 적정규모

③ 목재판매 가격은 임지에서 임목상태 판매가격으로 적용(1사이(才) 당 70원)

④ 한우(성우-암놈, 450kg) 구입비는 1마리 당 5,000천원이 소요되나 소득 분석에서 자산가치의 성격이므로 투여 경영비에서 제외

⑤ 목책과 축사경비는 제작 소요경비에서 3년 1기작으로 10회 정도 가동이 가능하므로 10회로 분할한 경비가로 산정

- 목책 : 태양열 전기목책(태양열판, 전기전선, 지주 및 인건비 포함)
- 축사 : 2마리 사육시 15평 기준, 평당 200,000원 소요

⑥ 목책과 축사에 대한 감가상각비는 최소 1~3회까지는 실제 소요되지 않으므로 제외

⑦ 송아지 생산에 대한 시나리오에서 사산율은 5%미만으로 추계하여 주소득으로 산정

⑧ 투여된 경영비는 융자 혹은 지원금을 배제한 상태의 시나리오로 소득분석

⑨ 소득분석 표는 현재가를 적용하여 소득분석을 실시한 것임

⑩ 다른 경영인자들의 투입요인은 소득분석의 결과를 변화시킬 수 있음.

2) 임목생산 및 임간방목의 소득분석(현재가)

위의 임간방목 시나리오 외에 다음과 같은 기준을 부가하여 소득분석을 실시 함

① 임목생산은 소나무(경제수)를 60년 1기작으로 4회에 걸친 간벌과 최종 60년에 주벌 수확을 실시하는 것으로 소득을 분석

② 주벌 수확시에 임분의 갱신은 모수갱신으로 유도, 우량 형질목 20본을 모수로 남김

③ 목재 수확시 목재의 흉고직경 및 수고 시나리오

- 15년생 간벌목은 흉고직경 10.5cm, 수고 8.5m로 목재가 산정
- 30년생 간벌목은 흉고직경 18.2cm, 수고 15.3m로 목재가 산정
- 40년생 간벌목은 흉고직경 25.6cm, 수고 18.4m로 목재가 산정
- 50년생 간벌목은 흉고직경 28.5cm, 수고 20.5m로 목재가 산정
- 수확벌채 목재는 흉고직경 31.4cm, 수고 21.0m로 목재가 산정

④ 임목생산이 60년 1기작 기준일 경우, 임간방목을 3년 1기작 기준으로 경영할 시 동일한 임지내에서 10회의 임간방목이 가능하나 금번 소득분석에서는 1번의 임간방목을 실행하는 것으로 소득분석을 실시 함

※ 아래의 소득분석표는 임간방목, 임목생산+임간방목, 공히 소요기간 상관 없이 현재가로 투입비용과 수익을 산출하였음.

구분	내용	수량(두, 본)	단가(원)	원/ha
조수입	주산물(송아지)	2	2,800,000	5,600,000
	부산물(입목)	2,800	-	6,572,600
	15년생 간벌목	1,000	683	683,000
	30년생 간벌목	1,800	3,272,000	5,889,600
	계①			12,172,600
경영비	재료비(소계)			955,096
	(입목생산)			
	조림(1년)	-	905,470	905,470
	넙쿨제거(8년)	-	22,690	22,690
	간벌(15년)	-	13,468	13,468
	간벌(30년)	-	13,468	13,468
	노무비(소계)			4,503,067
	조림(1년)	-	1,714,669	1,714,669
	풀베기(5년)	-	324,798	324,798
	치수가꾸기(5년)	-	671,209	671,209
	넙쿨제거(8년)	-	290,175	290,175
	가지치기(10년)	-	160,338	160,338
	간벌(15년)	-	671,029	671,029
	간벌(30년)	-	671,029	671,029
	운반비		36,674	36,674
	제경비(소계)			425,856
	조림(1년)	-	163,746	163,746
	풀베기(5년)	-	30,531	30,531
	치수가꾸기(5년)	-	63,077	63,077
	넙쿨제거(8년)	-	27,276	27,276
	가지치기(10년)	-	15,072	15,072
	간벌(15년)	-	63,077	63,077
	간벌(30년)	-	63,077	63,077
	부대경비(소계)			86,259
	조림(1년)	-	24,257	24,257
	풀베기(5년)	-	7,107	7,107
	치수가꾸기(5년)	-	14,682	14,682
	넙쿨제거(8년)	-	6,803	6,803
	가지치기(10년)	-	3,508	3,508
	간벌(15년)	-	14,951	14,951
	간벌(30년)	-	14,951	14,951
	입목(소계)			6,006,952
(임간방목)	목책(태양열)	10회 분할	1,500,000	150,000
	축사	10회 분할	3,000,000	300,000
	한우구입	1	5,000,000	-
	비료대	500kg	320	160,000
	초지과종	-	260,000	260,000

구분	내용	수량(두, 본)	단가(원)	원/ha
	초지입식경비	-	750,000	750,000
	보과	10kg	6,500	65,000
	초지입식경비	-	750,000	750,000
	보과	10kg	6,500	65,000
	초지입식경비	-	750,000	750,000
	방목(소계)			3,250,000
	계②			9,256,952
소득③	① - ②			2,915,648
소득율	③/①*100			23.98%

구분	내용	수량(두, 본)	단가(원)	원/ha
조수입	주산물(송아지)	2	2,800,000	5,600,000
	부산물(입목)	2,980	-	8,509,327
	15년생 간벌목	1,853	683	1,265,599
	30년생 간벌목	747	3,694	2,759,418
	40년생 간벌목	150	8,658	1,298,700
	50년생 간벌목	50	11,019	550,950
	60년생 주벌	180	14,637	2,634,660
	계①			14,109,327
경영비	재료비(소계)			995,550
(입목생산)	조림(1년)	-	905,470	905,470
	닝쿨제거(8년)	-	22,690	22,690
	간벌(15년)	-	13,468	13,468
	간벌(30년)	-	13,468	13,468
	간벌(40년)	-	13,468	13,468
	간벌(50년)	-	13,468	13,468
	수확벌(60년)	-	13,468	13,468
	노무비(소계)			7,157,506
	조림(1년)	-	1,714,669	1,714,669
	풀베기(5년)	-	324,798	324,798
	치수가꾸기(5년)	-	671,209	671,209
	닝쿨제거(8년)	-	290,175	290,175
	가지치기(10년)	-	160,338	160,338
	가지치기(20년)	-	160,338	160,338
	가지치기(30년)	-	160,338	160,338
	가지치기(40년)	-	160,338	160,338
	가지치기(50년)	-	160,338	160,338
	간벌(15년)	-	671,029	671,029
	간벌(30년)	-	671,029	671,029
	간벌(40년)	-	671,029	671,029

	간벌(50년)	-	671,029	671,029
구분	내용	수량(두, 본)	단가(원)	원/ha
	수확벌(60년)	-	671,029	671,029
	운반비		36,674	36,674
	제경비(소계)			675,375
	조림(1년)	-	163,746	163,746
	풀베기(5년)	-	30,531	30,531
	치수가꾸기(5년)	-	63,077	63,077
	녕쿨제거(8년)	-	27,276	27,276
	가지치기(10년)	-	15,072	15,072
	가지치기(20년)	-	15,072	15,072
	가지치기(30년)	-	15,072	15,072
	가지치기(40년)	-	15,072	15,072
	가지치기(50년)	-	15,072	15,072
	간벌(15년)	-	63,077	63,077
	간벌(30년)	-	63,077	63,077
	간벌(40년)	-	63,077	63,077
	간벌(50년)	-	63,077	63,077
	수확벌(60년)	-	63,077	63,077
	부대경비(소계)			145,144
	조림(1년)	-	24,257	24,257
	풀베기(5년)	-	7,107	7,107
	치수가꾸기(5년)	-	14,682	14,682
	녕쿨제거(8년)	-	6,803	6,803
	가지치기(10년)	-	3,508	3,508
	가지치기(20년)	-	3,508	3,508
	가지치기(30년)	-	3,508	3,508
	가지치기(40년)	-	3,508	3,508
	가지치기(50년)	-	3,508	3,508
	간벌(15년)	-	14,951	14,951
	간벌(30년)	-	14,951	14,951
	간벌(40년)	-	14,951	14,951
	간벌(50년)	-	14,951	14,951
	수확벌(60년)	-	14,951	14,951
	입목(소계)			9,010,199
(임간방목)	목책(태양열)	10회 분할	1,500,000	150,000
	축사	10회 분할	3,000,000	300,000
	한우구입	1	5,000,000	-
	비료대	500kg	320	160,000
	초지과종	-	260,000	260,000
	초지입식경비	-	750,000	750,000

구분	내용	수량(두, 본)	단가(원)	원/ha
	보과	10kg	6,500	65,000
	초지입식경비	-	750,000	750,000
	보과	10kg	6,500	65,000
	초지입식경비	-	750,000	750,000
	방목(소계)			3,250,000
	계②			12,260,199
소득③	① - ②			1,849,128
소득율	③/①*100			13.11%

3) 임간방목의 IRR을 분석

임간방목의 IRR을 분석은 임간방목을 실행하는 3년간의 투자비용과 수익만을 가지고 분석을 실시하였다. 임간방목을 위해서는 임간방목을 실행할 수 있는 임지를 소유하고 있어야 가능하므로 임간방목자는 임간방목 임지를 소유하였다는 가정 하에 IRR을 구하였다.

년도	비용 (원)	수익 (원)	할인비용 (48%)	할인수익 (48%)	할인비용 (49%)	할인수익 (49%)
1	1,620,000	-	1,094,595	-	1,087,248	-
2	815,000	-	372,078	-	367,101	-
3	815,000	5,600,000	21,404	1,727,440	246,376	1,692,892
총계			1,718,077	1,727,440	1,700,725	1,692,892
순수익 현재가			9,363		-7,833	
NPV			0.48	9,363	0.49	-7,833
IRR			48.54			
IRR = Plus Ratio + 이자율 차이 * (Plus NPV/(Plus NPV - Minus NPV))						

* NPV(Net Present Value) : 순 현재가치

순 현재가치란 순 편익이라 하며 사업에 수반되는 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재 가치(Present Value)로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값을 말하여 미래에 발생 할 모든 편익과 비용의 현금흐름을 적절한 할인율로 할인하여 현재가치로 나타내며 장기투자결정에 이용된다.

* IRR(Internal Rate of Return) : 내부투자 수익률

내부투자 수익률이란 순 편익이 0이 되는 할인율을 말한다. 편익흐름의 현재가치의 합이 비용 흐름의 현재 가치의 합과 같아지는 할인율이다. 내부투자 수익률은 케인즈의 자본의 한계효율 혹은 투자 사업의 예상 수익률이라고 한다. 내부투자 수익률은 투자사업에 대한 재무분석에 이용되는 기준으로 만약에 사전에 선택된 이율(실질 시장이율) 보다 계산된 내부투자 수익률이 크다면 투자사업으로 가치가 있다고 판단된다.

3년간의 임간방목 IRR을 분석결과 임간방목을 실행할 수 있는 모든 조건이 갖추어진 상태에서 임간방목의 IRR율은 48.54%로 상당히 높게 나타나 시나리오와 같이 모든 조건이 충족된 상태에서 임간방목을 실행할 시에는 실제 높은 수익을 올릴 수 있을 것으로 나타났다.

4) 임목생산과 임간방목의 IRR을 분석

동일한 임지에서 실행되는 임목생산과 임간방목의 IRR율은 분석은 임목생산의 1주기인 60년을 기준으로 투입된 투자비용과 수익, 동일임지 내에서 임간방목을 10회 실행한다는 가정 하에 투입되는 투자비용과 수익을 모두 고려하여 분석을 실시하였다.

년 도	비용 (원)	수익 (원)	할인비용 (4%)	할인수익 (4%)	할인비용 (5%)	할인수익 (5%)
1	2,844,816	-	2,735,400	-	2,709,349	-
5	363,436	-	298,718	-	284,762	-
7	748,788	-	569,017	-	532,150	-
8	346,944	-	253,509	-	234,825	-
10	178,918	-	120,871	-	109,840	-
15	762,525	1,265,599	423,403	702,742	366,788	608,775
20	178,918	-	81,656	-	67,432	-
30	941,443	2,759,418	290,264	850,780	217,829	638,467

년 도	비용 (원)	수익 (원)	할인비용 (4%)	할인수익 (4%)	할인비용 (5%)	할인수익 (5%)
31	1,620,000	-	480,266	-	356,982	-
32	815,000	-	232,322	-	171,041	-
33	815,000	5,600,000	223,387	1,534,927	162,896	1,119,286
34	1,620,000	-	426,954	-	308,375	-
35	815,000	-	206,534	-	147,752	-
36	815,000	5,600,000	198,590	1,364,545	140,716	966,882
37	1,620,000	-	379,561	-	266,386	-
38	815,000	-	183,608	-	127,633	-
39	815,000	5,600,000	176,546	1,213,075	121,556	835,229
40	2,561,443	1,298,700	533,521	270,505	363,842	184,475
41	815,000	-	163,227	-	110,255	-
42	815,000	5,600,000	156,949	1,078,420	105,004	721,502
43	1,620,000	-	299,972	-	198,781	-
44	815,000	-	145,108	-	95,242	-
45	815,000	5,600,000	139,527	958,711	90,707	623,260
46	1,620,000	-	266,674	-	171,715	-
47	815,000	-	129,000	-	82,274	-
48	815,000	5,600,000	124,039	852,291	78,356	538,396
49	1,620,000	-	237,073	-	148,334	-
50	2,561,443	550,950	360,427	77,526	223,367	48,045
51	815,000	5,600,000	110,270	757,683	67,687	465,087
52	1,620,000	-	210,757	-	128,136	-
53	815,000	-	101,951	-	61,394	-
54	815,000	5,600,000	98,030	673,578	58,470	401,759
55	1,620,000	-	187,362	-	110,689	-
56	815,000	-	90,634	-	53,034	-
57	815,000	5,600,000	87,148	598,808	50,509	347,055
58	1,620,000	-	166,564	-	95,617	-
59	815,000	-	80,573	-	45,813	-
60	1,577,525	8,234,660	149,960	782,790	84,454	440,847
총계			11,119,369	11,716,281	8,749,988	7,939,063
순수익 현재가			597,012		-810,925	
NPV			0.04	597,012	0.05	-810,925
IRR			4.42			
IRR = Plus Ratio + 이자율 차이 * (Plus NPV/(Plus NPV - Minus NPV))						

60년간의 임목생산과 임간방목의 IRR을 분석결과 임목생산과 임간방목을 실행할 수 있는 모든 조건이 갖추어진 상태에서 임목생산+임간방목의 IRR은 4.42%로 낮게 나타나 시나리오와 같이 모든 조건이 충족된 상태에서 임목생산과 임간방목을 실행할 시에는 실제 높은 수익을 올리기가 어려울 것으로 나타났다. 따라서 장기간의 기간이 소요되는 임목생산과 임간방목에는 실제 실행자를 위하여 정부 혹은 지자체의 정책적인 지원(장기의 저이자 융자, 재정적인 지원)이 뒷받침 되지 않으면 실제 농가에 권장·보급하기에는 어려운 형태의 경영모델이 될 수 있다.

7. 결 론

가. 우리나라 산림농업의 현황

1) 산림농업 생산여건

가) 도·농간 소득 격차 심화

- 휴경농지 발생
- 노동력 부족(산촌의 과소화, 고령화)

나) 산림농업 실태

- 산림작업(간벌 등)이 잘 이루어지지 않음
- 적절한 산림농업작목 부족
- 목재생산은 고려치 않고, 단기 소득작목 위주의 경영
- 산림복합경영사업은 정부보조에 의존
- 다품목을 경영하여 집약적 생산이 불가능 함

2) 산림농업의 품목별 경영실태

가) 목재생산

- 간벌생산의 저조, 목재생산 위주의 경영 저조(노동력 부족, 목재가 저미)

나) 표고재배

- 임간노지재배 → 시설재배 (생산성과 균일한 품질생산)를 선호

다) 조경수(특용수)재배

- 농지재배 → 산지재배 (작업로 신설에 의한 생산여건 개선 : 정부보조)

라) 식·약용식물재배

- 산림자연채취(자원고갈 및 노동력 부족) → 농지재배 → 산지재배

(일부품목만 산지재배가능, 생산성 저하로 작업로 신설 : 정부보조)

마) 장뇌삼·산더덕재배

- 장뇌삼(임간재배)·산더덕(벌채지재배) : 고가품 생산 및 조방적 생산으로 활발(장기간이 소요되므로 가격예측이 불안정)

3) 산림농업의 유형

가) 임간내 산림농업 : 목재 + 장뇌삼, 표고, 방목

나) 벌채지내 산림농업 : 목재 + 조경수, 식·약용식물

(1) 산림농업 축산 유형분류

- 산지축산형 : 산지에 초지를 조성한 후 방목

- 산림복합경영 축산형 : 복합적인 품목의 하나로 축사내 사육

- 임간방목 축산형 : 임간내 방목으로 목재생산과 축산을 병행

(2) 산림농업 축산실태

- 산지축산형 : 전업적인 축산으로 임목은 그늘과 경관으로만 이용

- 산림복합경영 축산형 : 복합적인 작목중 하나의 작목으로 선택 소규모

경영

2001년 현재 산림청 지원사업의 41개 농가 중 10개 농가에서 실행

- 임간방목 축산형 : '90년 초까지 실행농가가 있었으나 현재 경영농가는 없고, '80년대 정부주도의 임간방목은 실패하여 임지로 복구되거나 방치됨

- 2년차 연구의 중심과제인 임간방목 축산형 수익성 분석은 제 2,3 협동과제 실연 사업지의 연구결과를 토대로 추후에 분석기로 하고, 산림농업모델의 유형을 제시하기 위한 식·약용식물 산림농업 우수사례농가의 수익성을 분석함

4) 산림농업 경영자의 의식조사(34명)

가) 내용 : 산림복합경영 일반사항 등 총 30문항 조사

나) 산림복합경영 현황

- 평균 거주년수 : 26.1년(10년 미만이 23%로 가장 많아 귀농자의 복합경영 증대 반영)

- 연령분포 : 전체 평균연령 : 50.1세(50세~60세의 연령층이 47%로 가장 많음)

- 해당품목 평균 경영경력 : 11.7년

- 전체 평균 소유산림면적 : 27.3ha, 전체 평균 활용산림면적 : 12.7ha

- 주업 : 임업 및 임산업(전체의 61%, 21명)

- 경영동기 : 주변의 사례로서 자발적으로 시작했거나 수익성과 장래성을 감안하여 시작

- 산림복합경영사업 관련정책 평가 : 긍정적 평가(44%)가 부정적 평가(18%)보다 월등함

- 사업의 만족도 : 전체평균 6.1점

- 불만족(16명) 이유 : 복합경영에 대한 기술부족(36%), 자금부족(36%)

- 경영규모 계획 : 확대(53%)가 축소(6%)보다 많아 복합경영 전망을

긍정적으로 평가

- 평균 경영품목 수 : 1.9종(주요 경영품목 : 표고, 산나물, 산더덕, 장뇌)으로 단순화

- 정책건의 사항

· 지역별 특화된 복합경영 도입 및 모델 발굴 확대

· 판매유통 정보 제공 강화

· 경영인의 의지와 노력, 정부의 지속적인 관심과 지원 요청

산림복합경영을 성공적으로 실시중인 산림소유자의 평균 소유 산림면적은 27.3ha이며, 평균 활용산림면적은 12.7ha(전체 평균소유 산림면적의 46.5%)로

산림복합경영을 위하여 최소 10ha이상의 산림을 보유하여야만 적지를 선정하여 사업을 추진할 수 있을 것으로 판단된다. 현재 법에 의한 겸업임업인은 3~50ha의 산림을 소유하는 자로 정의되어 있으며, 약 33만명(전체 소유자의 15%)이 2,635천ha(전체 면적의 58%)를 보유하고 있다. 그러나 10ha미만 산림 소유자는 현실적으로도 산림복합경영 참여비율이 극소수이며, 산림복합경영의 정책 집중을 위해서는 우선 10ha이상의 산림소유자에 한정하여 산림복합경영을 추진해나가는 것이 바람직하다고 판단된다.

10ha에서 50ha를 보유하는 산림소유자 7만여명이 128만ha의 산림을 보유하고 있다는 점은 전체 산주중 3.2%를 집중 관리할 경우 우리나라 전체 사유림의 약 28%가 관리되며, 산림복합경영으로 산림경영을 유도할 경우 산지의 효율적 이용이 가능해 짐을 알 수 있다. 따라서 현재 산림청에서 제시하는 복합경영모델 산림 경영조건인 5ha는 최소 10ha이상으로 규모를 증가시켜야 할 것으로 판단된다. 산림복합경영자에 대한 설문 조사결과는 현재 소득만족도는 낮으나, 정책에 대한 신뢰성이 높고 경영만족도와 경영 지속의사 및 경영규모 확대의사가 대단히 높다. 따라서 산림조합을 통한 기존의 단순한 산주 기술지도정책을 탈피할 수 있도록 산림조합 기술지도원 중 일부를 산림복합경영 전문지도원으로 지정하여 대산주 산림경영을 활성화시킬 필요가 있다.

나. 산림농업의 품목별 수익성 분석

- 산림농업에서 산림내 재배 작목으로 채택하고 있는 표고, 장뇌, 산더덕 등을 일반 농지 재배와 비교할 경우 단위면적당 소득율은 비슷하나, 소득은 약 30%에 불과하다. 따라서 동일한 소득창출을 위해서는 농지재배에 비하여 수배의 토지 면적이 요구된다고 판단된다.

- 경영비 투입은 농지재배와 비교시, 장뇌(13%), 산더덕(66%), 표고(54%)에 달하고 있다. 특히 표고의 경우 시설재배에 비하여 기술력이 부족하여 고품질의 표고생산이 불가능할 경우 생산량과 경쟁력이 급속히 약화될 것으로 판단되며, 현장에서 임간재배는 전체 생산자중 극히 일부가 참여하고 있으며 그

비중은 계속 하락하는 경향을 나타내고 있다.

- 두릅(축성재배)의 경우, 소득은 시설오이, 시설토마토 소득보다 높게 나타났으나 소득율은 낮게 나타나고 있어 소득을 제고 방안이 필요하다.

- 단위면적당 산림복합경영 소득이 평균농업소득을 만족시키기 위해서는 두릅(시설재배) 264평 내외, 표고 3,965평, 두릅묘, 두릅순 생산은 2,000평 내외, 장뇌 1,393평, 산더덕(5년 기작) 3,258평, 산더덕(10년 기작) 817평, 산도라지(5년 기작) 10,311평, 산도라지(10년 기작) 1,376평이 소요되는 것으로 분석되었다. 농지재배에 비하여 최소 2.7배부터 10배 이상의 토지 면적이 필요하며, 생산성을 높일 수 있는 방안이 강구되어야만 할 것이다.

다. 우수사례농가의 수익성 분석

1) 고부가가치 생산 산림농업 수익성 분석(4,300평)

① 장뇌삼 생산 (임지 3,300평) : 임지에서 10년생 재배

② 산더덕 생산 (임지 700평) : ㉠임지에서 5~8년생 재배(400평), ㉢10년생 재배(300평)

③ 도라지 생산 (임지 300평) : ㉠임지에서 5년생 재배(150평), ㉢10년생 재배(150평)

※특징 : 장기재배기술 개발에 의한 고소득 창출(산더덕과 산도라지를 약용재배)

유 형	조수입(천원)			생산비(천원)					순수입 (천원)	IRR (%)
	생산량	단가(원)	금액	인건비	종자대	자재비	기타	계		
합계(①+②+③)	-	-	42,820	2,757	2,489	3,643	312	9,201	33,619	24.4

2) 년중 소득을 얻는 두릅생산농가의 수익성 분석(3ha)

① 두릅묘 생산 판매(노지 6,000평) : 생산시기 3~6월(고급묘 생산/재래묘 가격의 4배)

② 두릅순 생산 판매(노지 3,000평) : 생산시기 3~6월, 8~10월(억제재배)

③ 두릅순 축성재배(하우스 70평) : 12~2월(단마디 축성재배 : 휴면기간 짧아 조기출하)

※ 특징 : 년중 소득 가능

유형	조수입(천원)			생산비(천원)							소득 (천원)	순수입 (천원)	소득 율 (%)
				경영비(천원)①				②					
	생산 량	단가 (원)	금액	조성 비	자재 비	기타	계	자가 비	임차 료				
계	-	-	84,900	16,600	11,430	2,330	30,360	8,530	6,370	45,260	54,540	39,640	64.2
①	2,400 본	2,000	48,000	6,600	7,080	1,520	15,220	5,600	4,200	25,020	32,780	22,980	68.3
②	2,400 kg	12,000	28,800	5,800	3,550	760	10,110	2,800	2,100	15,010	18,690	13,790	64.9
③	450kg	18,000	8,100	4,200	800	50	5,050	130	70	5,250	3,050	2,850	37.7

3) 밤줍기 산촌체험농가의 수익성 분석(20ha)

① 밤수확시 판매 (수확시기 판매)

② 저온저장고 이용 (수확시기 + 2회 분산 판매)

③ 밤체험행사 (체험행사 + 수확시기 + 2회 분산 판매)

경우	출하형태		밤가격 (원/kg)	조수입 (천원)	경영비(천원)		생산비 (천원)	소득 (천원)	순수익 (천원)	소득율 (%)	순수익 율(%)
	형태	량(kg)			자재비	노임					
①	수확시	39,300	1,600	62,900	3,220	28,080	61,160	31,300	1,740	49.7	2.8
②	합계	39,300	-	84,888	12,220	26,676	70,160	45,992	14,728	54.2	17.3
	수확시	23,580	1,600	37,728	1,932	16,848	36,696	18,948	1,032		
	5개월저장	11,790	2,800	33,012	6,966	8,424	24,348	17,622	8,664		
③	10개월저장	3,930	3,600	14,148	3,322	1,404	9,116	9,422	5,032	58.8	22.0
	합계	39,300	-	84,888	12,220	22,744	66,228	49,924	18,660		
	체험행사	7,860	1,600	12,576	644	1,684	8,300	10,248	4,276		
	수확시	15,720	1,600	25,152	1,288	11,232	24,464	12,632	688		
	5개월저장	11,790	2,800	33,012	6,966	8,424	24,348	17,622	8,664		
10개월저장	3,930	3,600	14,148	3,322	1,404	9,116	9,422	5,032			

4) 우수사례 농가 I (경기도 양평군 서종면 문호리)

- 유형 : 별채지내 산림농업(경영기간 : 8년차)
- 사업내용 : 표고자목생산(15,000본), 산더덕(33ha), 장뇌삼(20ha)
- 특이사항 : 산더덕을 현장체험행사로 판매
- 수익성(경영기간 : 10년, 이자율 : 10% 적용)

(단위 : 천원)

구 분		조수익	생산비	순수익	비 고
합 계	단일경영	618,711	429,351	189,380	산림농업으로 순수익 18%증
	산림농업	575,844	346,330	224,114	

5) 우수사례 농가 II (강원도 홍천군 내면 울전리)

- 유형 : 임간내 산림농업(경영기간 : 3년차)
- 사업내용 : 표고자목생산(10,000본), 산더덕(6ha), 장뇌삼(1ha), 조경수(천본)
표고재배(30,000본)
- 수익성(경영기간 : 10년, 이자율 : 10% 적용)

(단위 : 천원)

구 분		조수익	생산비	순수익	비 고
합계	단일경영	437,970	379,453	58,517	순수익 차이 없음
	산림농업	426,176	368,107	58,069	

라. 산림농업의 모델별 경영분석

1) 임간방목의 IRR을 분석

임간방목의 IRR을 분석은 임간방목을 실행하는 3년간의 투자비용과 수익만을 가지고 분석을 실시하였다. 임간방목을 위해서는 임간방목을 실행할 수 있는 임지를 소유하고 있어야 가능하므로 임간방목자는 임지를 소유하였다는 가정 하에 IRR을 구하였다.

3년간의 임간방목 IRR을 분석결과 임간방목을 실행할 수 있는 모든 조건이

갖추어진 상태에서 임간방목의 IRR율은 48.54%로 상당히 높게 나타나 시나리오와 같이 모든 조건이 충족된 상태에서 임간방목을 실행할 시에는 실제 높은 수익을 올릴 수 있을 것으로 나타났다.

2) 임목생산과 임간방목의 IRR율 분석

동일한 임지에서 실행되는 임목생산과 임간방목의 IRR율은 분석은 임목생산의 1주기인 60년을 기준으로 투입된 투자비용과 수익, 동일임지 내에서 임간방목을 10회 실행한다는 가정 하에 투입되는 투자비용과 수익을 모두 고려하여 분석을 실시하였다.

60년간의 임목생산과 임간방목의 IRR율 분석결과 임목생산과 임간방목을 실행할 수 있는 모든 조건이 갖추어진 상태에서 임목생산+임간방목의 IRR율은 4.42%로 낮게 나타나 시나리오와 같이 모든 조건이 충족된 상태에서 임목생산과 임간방목을 실행할 시에는 실제 높은 수익을 올리기가 어려울 것으로 나타났다.

따라서 장기간의 기간이 소요되는 임목생산과 임간방목에는 실제 실행자를 위하여 정부 혹은 지자체의 정책적인 지원(장기의 저이자 융자, 재정적인 지원)이 뒷받침 되지 않으면 실제 농가에 권장·보급하기에는 어려운 형태의 경영모델이 될 수 있다.

마. 산림농업의 문제점 및 추진방향

산림복합경영자의 사업내용을 보면 표고버섯, 방목(염소 등), 식·약용식물(산더덕, 장뇌, 산나물 등) 조경수, 특용수 등이 주요 경영품목이나 산림복합경영에 대한 재배기술 확립되지 않았고, 경영모델이 정립되지 않은 상태에서 추진하다 보니 시행착오가 발생하고 있으며 지역에 부합되면서 경제성이 있는 적절한 작목이 선택되지 못하거나, 일부작목은 적지가 아니어서 고사하거나, 당장 필요치 않은 시설이나 경영규모에 맞지 않는 투자가 이루어지는 경우가 발생하고 있다.

1) 산림농업의 추진방향

가) 산림농업지역의 노동력 부족과 고령화로 이에 부합하는 사업개발

- 취로기회를 넓히는 사업 (특산물판매장, 체험농장 등)
- 휴양관광사업 (생태체험관광, 민박업 등)

나) 산림복합경영사업의 집약경영과 정부지원

- 유망한 소득품목 2~3개를 선정하여 중점 경영
- 환경임업(유기질비료 사용) 경영시 따르는 손실분은 정부보조

다) 산림농업 성공사례를 활용

- 현장체험을 이용한 인건비 절감(산더덕 현장체험)
- 환경임업(유기질비료 사용) 실시에 따른 고부가가치 상품 생산
- 라) 생산성 향상을 위한 기술 및 유통개선
 - 산림농업 경영기술 확립
 - 노동력이 적게 소요되는 고부가가치 작목 개발 (장뇌삼 등)
 - 직거래 방법 확대

2) 산림농업경영자의 유의사항

가) 경영여건 분석

- 임지소유형태와 규모, 임지가격 (자산평가)
- 재배적지와 재배작목 선정 및 재배기술 습득 (가능성작목 확보)
- 종묘생산량 및 종묘가격 파악 (일부작목의 과잉생산)
- 재배식물의 생산량 및 소비량 파악 (시장 및 수급전망)
- 수출입량 및 수출입가격 파악 (일부작목의 저가수입)

나) 현실성 있는 경영목표의 설정

- 무공해 청정자연식품 생산과 고부가가치제품 생산 (고품질 수요충족)
- 2·3차 산업과 연계한 소득 증대

다) 생산비의 절감 (경영방법의 선택)

- 시설설치 (비닐하우스, 저온저장고 등) 및 작업의 기계화

라) 판매전략 수립 (계통출하, 통신판매, 직거래, 대형마트판매 등)

마) 경영시스템의 개발

- 경영자금 및 노동력 확보방안 수립
- 계절을 연계한 년중 운영방식 채택
- 가공식품생산 및 산촌체험행사 등 연계방안 고려

3) 산림농업경영에 필요한 정부지원

가) 적절한 재배품목 발굴 및 재배기술 확립

나) 가공식품의 개발

다) 정확한 생산통계 제공

- 생산량 및 종묘상현황, 재배자 현황

라) 신속한 가격정보 및 정확한 유통정보 제공

마) 정부지원의 적정성과 일관성 유지

- 지원사업별 지원품목의 중복
- 지원사업별 지원율의 통일

바) 녹색체험행사와 연계한 경영시스템 개발

제 6 절 산림농업의 정책화 방안

1. 산림농업의 개념과 정책범위

가. 산림농업의 개념

산림농업의 개념에 대한 논의는 1970년대 중반부터 본격적으로 시작하였다. 1977년 Bene는 「산림농업이란 농작물과 목재생산 그리고 축산을 동시에 조화시켜 총생산을 증가시키는 것으로, 지역민들의 경작방법과 어울릴 수 있는 경영실천을 응용하여 적용하는 토지의 지속 가능한 경영 시스템」이라고 정의하였다.

열대지역을 중심으로 한 산림농업의 개념은 ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry)의 Ludgren & Raintree에 의해 1982년에 정립되기 시작하여 1989년 Nair에 의해 완성되었다고 볼 수 있다.

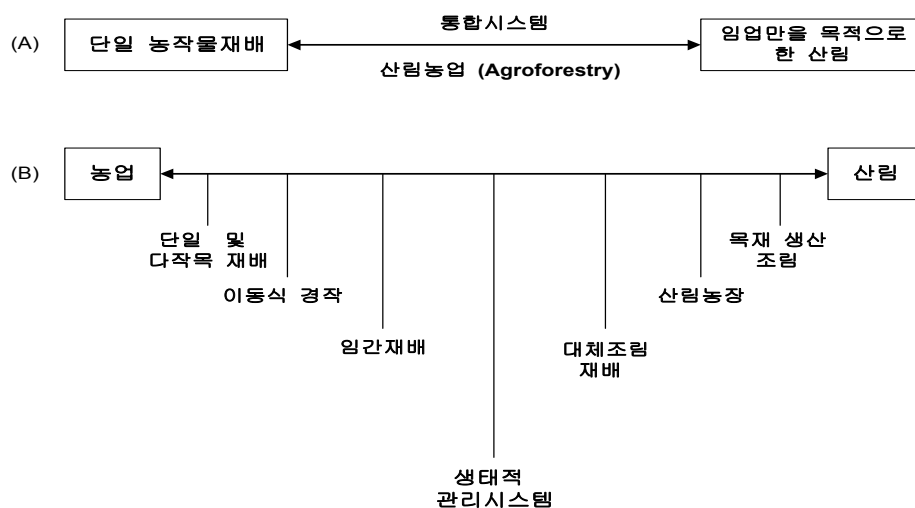
Nair는 「산림농업이란 기술과 자본이 부족한 지역과 한계지에서 동식물의 총생산량을 증가시키기 위해 수목과 농작물, 가축을 사회적으로나 생태적으로 조화롭게 결합시키는 토지이용시스템」이라고 정의하였다.

MacDicken & Vergara는 Nair의 정의를 토대로 「산림농업은 생태적인 면과 경제적인 면의 상호작용으로 인해 발생하는 이익을 위해서 농업생산(축산생산)지역에 다년생 수목을 식재하여 나무와 농작물을 혼합시키고, 이를 체계적으로 유지하는 토지이용」으로 규정하였다.

온대지역에서의 산림농업에 대한 정의는 1994년 Garrett 교수가 열대지역의 산림농업에 대한 정의를 토대로 하여 「산림농업은 나무나 관목이 의도적으로 농작물이나 축산과 조합될 때 생성되는 생물물리학적 상호작용으로부터 얻어지는 물리적, 생물적, 생태적, 경제적, 사회적 이익들을 최적화시키는 집약적 토지이용 경영」이라고 규정하였다.

미국 산림농업 종합평가서는 「산림농업을 생산과 보전을 위한 집약적인 토

지이용 경영체계」라고 정의하면서, 새로운 접근을 위한 시도로 임목이 작물 또는 가축과 함께 성장할 때 서로를 보완하는 역할을 한다고 하였고, 경영 시스템은 자연적으로 발생하는 것으로 구조와 기능을 시간, 공간과 생물다양성으로 재설정하였다.



- (A) 산림농업은 단일 농작물 재배와 임업적 목적으로만 이용되는 산림경영 사 이를 연결해 주는 연결고리로서 인식
- (B) 농업과 임업을 양극으로 하여 그 사이를 연결해 주는 매개체로서의 기능

<그림 6-485> 산림농업의 개념.

이상에서 살펴보듯이 산림농업은 전 세계적으로 적용되고 있는 전통적인 토지이용방식으로서 농작물, 원예작물, 축산과 수목, 임산부산물 등을 함께 운영하는 토지이용시스템 혹은 경영을 의미하며, 토지를 이용함에 있어 나무와 농작물, 가축 등을 다양한 형태로 혼합하거나 통합하여 환경적, 생태적, 경제적으로 이익을 창출하는 토지이용체계를 의미한다.

나. 산림농업의 구분

산림농업은 구조(구성요소의 성질과 배열), 기능(구성요소의 역할과 생산물),

농업생태계와의 관계, 사회경제적 측면과 경영수준을 기준으로 하는 4가지 기준에 의하여 구분하였다.

<표 6-1> 산림농업 시스템 구분.

구조와 기능을 기준으로 한 산림농업 시스템		경영형태에 따른 산림농업 시스템		
구조 (구성요소의 성질과 배열)		기능 (구성요소의 역할 혹은 생산물)	농업생태계와 환경적인 측면	사회경제적 측면 과 경영 수준
구성요소의 성질	구성요소의 배열			
1) 농업+ 임업 (Agrosilviculture) : 농작물, 임목 2) 임업+ 축산 (Silvopastoral) : 임목, 가축 3) 농업+ 임업+ 축산 (Agrosilvopastoral) : 농작물, 가축, 임목 4) 기타 : 다목적용 임목지, 나무가 있는 농업, 나무가 있는 양식업	1) 공간적측면 ○ 밀식형(홈 가든형) - 나무와 다른작물 밀식 ○ 조방형(임간방목형) - 나무와 다른 요소간의 공간이 넓음 ○ 고랑형 - 한 줄 혹은 그 이상의 나무 줄이 형성되어 있고 그 줄 사이로 작물을 재배하는 형태 ○ 경계형 - 농지나 기타 장소에 경계를 이루는 나무 2) 시간적 측면 - 동시성, 부수성 - 이중성, 연속성 - 삽입성	1) 생산기능 - 식량 - 사료 - 연료 - 목재 - 부산물 2) 보호기능 - 방풍림 - 은신처 - 토양보전 - 수원함량 - 토양개량 - 그늘진 휴식처	○ 대상지 - 저지대 습한 열대지역 - 고지대 습한 열대지역 (안데스, 인도, 말레이시아와 같은 해발 1,900미터 이상 지역) - 저지대 약간 습한 열대지역(아프리카 사바나 지역, 남아메리카 세라도지역) - 고지대 약간 습한 열대지역(케냐, 에디오피아)	1) 기술의 투입 정도 - 낮은 투입 - 중간정도 투입 - 높은 투입 2) 비용편익 기준 - 상업적 - 중간재 - 생계형
자료 : Nair (Classification of agroforestry systems, 1985).				

첫째, 산림농업의 구조 즉, 구성요소의 성질과 배열에 따라 구분하는 것이다. 구성요소의 성질에 의한 구분은 어떤 구성요소들로 구성되어있는가가 기준이 되며, 구성요소의 배열에 따른 구분은 공간배치의 형태에 의한 공간적인 측면과

구성요소의 시간적 배치 형태에 의한 시간적인 측면이 기준이 된다.

둘째, 기능에 따른 분류로서 구성요소가 어떤 역할을 하고, 어떤 최종 생산물을 생산하는지에 따라 구분한다.

셋째, 지역의 농업생태계와 환경적인 측면을 고려한 구분으로서 대상지의 기후적 특성, 미세기상, 고도 등을 고려하여 구분한다.

넷째, 사회경제적 측면과 경영수준에 따라 구분하는 형태로서 기술의 투입 정도와 경영목표가 어디에 있는지에 따라 구분한다.

다. 산림농업 유형

산림농업의 개념과 산림농업시스템 구분 기준에 따라 산림농업을 유형화할 경우 여러 형태로 구분될 수 있으나 열대지역과 온대지역은 약간 달리하고 있다.

1) 열대지역 산림농업 유형

가) 농장경계림(Farm Borders)

농가간의 농지에 대한 경계로 나무를 심은 것으로 경우에 따라서는 방풍림의 역할도 할 수 있도록 키우기도 한다. 아프리카에서는 가축들의 울타리로도 사용하는 데 아프리카와 중국등지에 흔하고 우리나라도 제주도에 많다.

나). 생울타리(Living Fences)

Farm Border와 비슷한 기능을 가지고 있으나 울타리로의 활용이 주 되고 Farm Border에 비해 나무들이 집약적으로 관리되지 않고 있으며, 세계각지에 흔하고 우리나라는 제주도에 많다.

다) 방풍림(Windbreaks)

발작물 등이 바람으로부터의 피해를 줄이기 위한 것으로 바람에 의한 직접

적인 피해와 더불어 토양을 건조를 줄이는 등의 이득도 있다. 하와이 등 해안 지역에 많이 하고 있으며 우리나라도 제주도 등 해안지역을 중심으로 방풍림이 많다.

라) 간작(Hedgerow Intercropping)

크게 두 가지 기능으로 구분되는 데 경사진 농지에 침식을 줄이기 위한 것으로 Sloping Agricultural Lands Technology(SALT)의 일종으로 활용되고, 또 하나는 척박한 농지에 질소를 고정하기 위해 NFT(Nitrogen Fixing Tree)를 활용하여 Alloy Farming 방식으로 활용하고 있음. 필리핀 등 열대지역에서 많이 이용하고 있다.

마). 임간재배(Wide-row Intercropping)

목재를 생산하는 것을 주요 목적으로 경영하는 방법으로 Allow Farming에 비해 나무간의 거리를 멀리하여 나무와 작물간의 경쟁을 줄여서 생산력을 높이는 방식임. 케냐 등 아프리카에서 많이 활용하는 방식이다.

바) Shade and Nurse Trees

커피나 차, 카카오와 같이 그늘을 좋아하는 작물을 위한 경작법으로 그늘을 만들어 줄 뿐 아니라 토양에 영양을 공급하는 기능을 가지고 있다. 인도네시아 등에서 널리 활용하고 있다.

사) Support trees

바닐라, yam, 검은 고추와 같은 덩굴식물은 이를 지지하는 나무가 필요한데 지지대로 활용하는 나무를 같이 심는 방법으로 코스타리카 같은 곳에서 많이 하는 경작법이다.

아) Fodder Bank

가축들에게 사료를 제공하는 목적으로 초지와 함께 가축사료로 제공되는 나

무를 심는 시스템임. 하와이, 코스타리카 등지에서 많이 경작하고 있다.

자) Pasture improvement

기존의 초지에 나무를 심는 것으로 두가지 방향에서 혜택이 있음. 우선 나무의 잎이나 줄기 등으로 사료의 양을 증가시키고, 초지에서는 가축들에게 그늘을 제공하여 건강하도록 한다. 하와이, 코스타리카 등지에서 많이 사용하고 있다.

차) Taungya

신규 조림지에서 묘목이 어느 정도 성장할 때까지 묘목사이로 작물을 심는 방법으로 태국 등지에서 많이 사용하고 있고 우리나라도 더덕 등을 생산하는 데 활용하고 있다.

카) Improved fallow

NFT 등을 조림하여 토양을 비옥하게 하는 농법으로 윤작지등에서 활용하고 있는 방법임. 필리핀 등지에서 주로 이용하고 있다.

타) Land Rehabilitation

오랜 경작으로 인해 토양이 최대한 나빠진 농지에 나무를 심어 땅심을 높이는 방법으로서 코스타리카 등지에서 활용하고 있다.

<표 6-2> 열대지역의 산림농업 유형.

유형	특징	사례
① Farm Borders	농가간의 농지 경계로 나무를 심으며, 방풍림의 역할도 수행	아프리카와 중국 등지, 제주도
② Living Fences	Farm Border와 유사하나 울타리로의 활용이 주 됨.	세계각지, 제주도
③ Windbreaks	밭작물 등이 바람으로부터의 피해를 줄이기 위한 것	하와이 등 해안지역, 제주도 등
④ Hedgerow Intercropping	경사진 농지에 침식을 저감하고, 척박한 농지에 질소를 고정	필리핀 등 열대지역
⑤ Wide-row Intercropping	목재 생산이 주 목적인 경영으로 나무간의 거리를 멀리하여 나무와 작물간의 경쟁을 최소화	케냐 등 아프리카
⑥ Shade and Nurse Trees	커피나 차, 카카오와 같이 그늘을 좋아하는 작물을 위한 경작법	인도네시아 등
⑦ Support trees	바닐라, yam, 검은 고추와 같은 덩굴식물과 함께 지지대로 활용하는 나무를 같이 심는 방법	코스타리카 등
⑧ Fodder bank	가축들에게 사료를 제공하는 목적으로 초지와 함께 가축사료로 제공되는 나무를 심는 시스템임.	하와이, 코스타리카 등지
⑨ Pasture improvement	기존의 초지에 나무를 심는 것	하와이, 코스타리카 등지
⑩ Taungya	신규 조림지에서 묘목사이로 작물을 심는 방법	태국 등지, 우리나라 (더덕생산 등)
⑪ Improved fallow	NFT 등을 조림하여 토양 비옥도제고 (윤작지등에서 활용)	필리핀 등지
⑫ Land rehabilitation	오랜 경작으로 토양이 나빠진 농지에 나무를 심어 지력 회복	코스타리카 등지

2) 온대지역 산림농업 유형

산림농업의 구조와 기능을 기준으로 하여 산림농장(Forest Farming), 임간축산(Silvopasture), 방풍림(WindBreak), 수변완충림(Riparian Buffer Strips), 임간재배(Alley Cropping)로 유형화할 수 있다.

<표 6-3> 온대지역의 산림농업 유형.

산림농업유형	특징	유사사례
산림농장 (Forest Farming)	농작물과 수목의 혼재 형태 -수목하층공간 활용	장뇌재배, 노지표고재배, 임간 고추냉이재배
임간축산 (Silvopasture)	임목과 목축을 혼합 - 목재생산과 축산병행	임간방목(소, 염소, 산양 등)
방풍림 (WindBreak)	경작지의 가장자리에 방풍용 수 목 식재	방풍림(해안, 경작지)
수변완충림 (Riparian Buffer Strips)	강이나 호수와 같은 수원지역과 경작 또는 생산지역 사이에 나무 를 식재	홍수방지 숲 오염물질흡수 숲
임간재배 (Alley Cropping)	작물과 나무를 번갈아 일직선으 로 심어 생산력 향상	과수와 농작물의 재배

가) 산림농장(Forest Farming)



<그림 6-486> 산림농장.

산림농장은 농업과 임업의 복합형태로 농작물과 수목이 혼재하여 이루어지는 방식이라 할 수 있다. 산림의 하층부에 음지에 강한 작물을 심어 생산력을

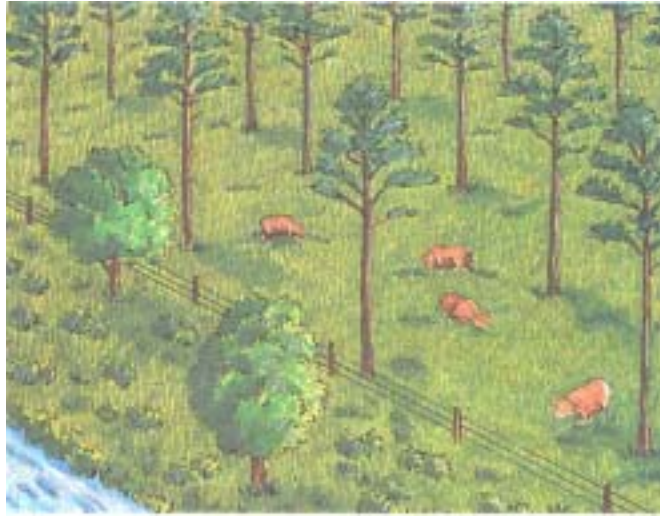
향상시키는 방법인데 장뇌나 표고버섯의 재배가 대표적이다. 임지에서 목재생산과 함께 농작물 생산을 병행하는 형태로 자본회전기간이 길어 수익률이 낮은 임업의 단점을 보완하기 위하여 단기소득작물을 재배함으로써 자본회전기간을 줄이고 수익률을 높이는 것이다. 산림농장으로 이용되는 임지의 경우 태양에 완전히 노출되지 않고 어느 정도 그늘이 지기 때문에 재배작물은 내음성이 강해야 한다. 그리고 태양에 노출되는 다른 농지보다 토양수분이 많고 임내 습도가 높기 때문에 내습성이 강한 작물이 적격이다.

나) 임간축산(Silvopasture)

임간축산은 임목과 목축을 혼합하는 시업체계로서 목축은 유기물질을 나무에게 제공하고 나무는 먹이나 그늘을 제공하여 생산력을 향상시키는 형태이다. 임지에서 초지를 조성하거나 방목함으로써 목재생산과 함께 가축생산을 병행하는 형태이다. 따라서 임간축산은 임지에서 목재생산과 더불어 초지를 조성하거나 임내에 임간방목을 실시함으로써 인공사료에 의존하지 않고 자연발생적으로 생성되는 조사료를 이용하기 때문에 가축의 생산 원가를 낮출 수 있다. 그리고 성립지의 경우 가축의 배설물로 인해 시비효과를 가져와 토양이 비옥하게 되며, 사료비와 관리에 필요한 인건비가 절약되어 생산원가를 절약할 수 있는 장점을 가지고 있다.

다) 방풍림(WindBreak)

방풍림은 기능을 강조한 형태로서 바람에 약한 작물이나 가축을 보호하여 생산력을 향상시키기 위해 경작지의 가장자리에 바람막이용으로 나무를 심는 시업 체계를 말한다. 방풍림에는 농경지 방풍림과 농장이나 목장 방풍림으로 크게 나눈다. 농경지 방풍림은 바람에 의한 건조를 막고, 저온에 의한 피해를 줄여줌으로써 작물의 수확량을 늘리고, 품질을 높여 주며, 토양유실을 막아준다. 또한 동물에게 서식처를 제공해 주고 주위의 산과 연결될 수 있는 동물의 이동통로로서도 이용된다. 농부들에게는 더운 여름날 그늘을 제공함으로써 휴



<그림 6-487> 임간방목.

식공간을 마련해 준다.

식재수종으로 갖추어야 할 조건은 식재지의 토양과 기후에 잘 적응할 수 있어야 하며, 인접한 작물과의 경쟁을 최소화하기 위하여 수관폭이 좁고 뿌리가 넓게 퍼지지 않아야 한다. 그리고 해충, 살충제에 대한 내성이 강하고 강한 바람에 의한 줄기나 가지의 파손이 적고 한해에 강해야 한다.

농장이나 목장방풍림은 바람 및 눈날림, 모래 날림 등으로부터 농장 및 목장의 가옥과 가축의 보호를 위한 것으로서 특히 겨울에 바람을 막아 추위로부터 보호받을 수 있다. 목장에서는 초지 중간에 균상으로 또한 한 두 나무를 식재함으로써 가축들에게 뜨거운 직사광선을 피하게 해 주고 휴식공간을 제공한다.

라) 수변완충림(Riparian Buffer Strips)

수변완충림은 강이나 호수와 같은 수원지역과 이에 근접한 농업이나 축산, 산지와 같은 경작 및 생산지역사이에 나무를 심어서 상호간의 역할을 최적화하는 시업체계이다. 예컨대 침식을 방지하거나 경작지대에서 유출되는 오염물질을 걸러주고 수원지역에서 발생하는 홍수나 범람을 방지하기 위한 시업체계



<그림6-488> 방풍림.

이다. 식재수종으로서 갖추어야 할 조건으로는 식재지의 토양과 기후에 잘 적응할 수 있어야 하며, 홍수피해에 강해야 한다. 그리고 강한 바람에 의한 줄기나 가지의 파손이 적고 한해에 강해야 한다.



<그림 6-489> 수변완충림.

마) 임간재배(Alley Cropping)

임간재배는 작물과 나무를 번갈아 일직선으로 심어 생산력을 향상시키는 시업 체계이다. 임목과 농작물 또는 사료작물 등을 선형으로 식재하는 것으로서 임목은 바람에 직접 노출되는 바깥쪽에 식재하고 바람에 약한 작물을 가운데 심어 바람으로부터 보호하기 위한 것으로서 동일한 토지 위에서 다양한 생산물을 획득할 수 있다. 작물과 사료작물에 있어서는 미세 기상의 조건을 개선함으로써 수확량과 품질을 높일 수 있고, 낙엽 등에 의하여 작물의 영양분 이용도를 향상시킬 수 있다.



<그림 6-490> 임간재배.

다. 세계 산림농업 개황

산림농업은 근본적으로 개발도상국을 대상으로 삶을 영위하기 어려울 정도로 생산활동이 힘든 농촌지역에서 다양한 종류의 나무와 농산물, 경제작물, 가축들은 지속적인 산림농업경작시스템을 통해 생태적이고 경관적으로 건전한 농산촌지역을 만드는 것으로 시작하였다. 따라서 산림농업은 지역적으로는 생

장이 대체적으로 빠른 나무들과 경작상에 상호보완적인 농작물들을 가지고 있으면서 경제적으로 어렵고 식량이 충분치 못한 열대와 아열대 지역의 개발도상국과 미개발국가 들을 중심으로 발달하였다. 이러한 지역들은 대체적으로 아프리카, 라틴아메리카, 동남아시아 등이면서 경제적으로는 어려운 지역이다. 이러한 지역의 산림농업은 대체적으로 식량증산과 일부 경제작물의 생산을 통해 소위 가족들의 생존을 위한 아홉 가지 필요한 요소 “식량, 영양, 건강, 사료, 에너지, 수자원, 수입, 삶의 장소, 환경” 등을 제공하는 데 있다.

한편 온대지역에는 대체적으로 열대와 아열대 지역에서 영위하는 산림농업과는 다른 관점에서 산림농업이 이루어지고 있다. 즉 온대지역은 열대와 아열대지역과는 달리 대부분이 경제적으로 부유한 국가들이기 때문에 산림농업이 경제작물의 재배나 식량작물의 생산과 같은 농산물의 생산 위주 일변도에서 벗어나 생태적인 측면과 야생동물의 보호 등을 고려한 환경적인 측면을 오히려 강조하는 방향으로 산림농업이 영위되고 있다. 그런 의미에서 온대지역의 산림농업은 경작기술에 있어서 열대지역에 비해 현저히 떨어지고 있다. 이는 역시 열대지역에서는 농작물의 작황이나 생산량을 극대화하는 것이 가장 중요한 것이기 때문에 작물간의 생산기술에 대한 연구가 많기 때문이다. 온대지역의 산림농업은 주로 북미, 중국 등지에서 이루어지고 있으며, 최근에는 뉴질랜드 등에서도 산림농업형태의 시업법이 시도되고 있다.

1) 열대 아열대지역의 산림농업

열대와 아열대 지역에 있으면서 경제적으로는 개발도상국인 지역의 산림농업은 World Agroforestry Centre를 중심으로 전개되었다고 할 수 있다.

World Agroforestry Centre 는 1978년에 International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)로 시작되었다. 이 단체는 캐나다에서 만들어 졌지만 열대와 아열대 지역에서의 토지자원의 효과적으로 활용하고, 화전농법의 형태인 slash and burn 농법을 산림농업으로 대체하는 등을 통해 식량증산, 가난퇴치, 환경기능 제고 등을 목적으로 활동을 시작하였다. 그 후 2002년에 World

Agriculture Center로 개명하였으나 일반적으로 ICRAF 불리고 있다. ICRAF의 사업방식은 산림농업사업법과 관련 작물의 재배법등을 현장 중심으로 연구하고 이를 교육 등을 통해 지역에 제공하는 방식이다. ICRAF는 열대와 아열대 지역을 6개로 나누어서 사업을 전개하고 있다. ICRAF의 6개 지부는 Eastern and Central Africa Regional Programme, Southern Africa Regional Agroforestry Programme, Sehel Ahel Regional Programme, Southeast Asia Regional Programme, South Asia Regional Programme, Latin American Regional Programme 등이다.

ICRAF가 2005-2007의 주요 사업으로 추진하고 있는 산림농업 관련 사업들을 살펴보면 다음과 같다.

가) Land and People

이 사업의 목적은 1) 토양의 비옥도를 종합적으로 높여서 농촌지역의 생활환경을 개선하고, 2) 농산촌의 생산적인 풍경을 조성하기 위해 토양과 수자원을 보호하고, 3) 산림농업의 관리기법의 개선을 통해 지속적인 농업생산시스템을 유지하는 등 토양의 상태를 개선하여 지역의 생활환경을 개선하고 농업의 생산력을 향상시키는 데 있다.

나) Trees and Markets

이 사업의 주요 목적으로는 1) 목재산업을 지원하기 위해 시장을 분석하고, 2) 산림농업에 필요한 수종의 공급을 위해 지속적인 종자공급시스템을 구축하고, 3) 수목재배시스템을 효율적으로 운용하여 수종을 지역에 고착화 시키고, 4) 수목 재배시스템에 대한 사업규모를 확대하고, 5) 지역의 풍경을 위해 수종을 다양화 하는 등 수목과 산림자원, 그리고 임산물 시장을 통해 지역의 산림농업을 효율적으로 관리하자는 데 이 사업의 목적이 있다.

다) Environment Services

이 사업의 주요 목적으로는 1) 산림의 수자원 함량 능력을 제고시키고, 2) 지역의 산림모습과 풍경을 위해 생물다양성을 유지하고, 3) 지역의 기후변화를 줄이기 위해 산림농업을 활용하는 방안을 찾고, 4) 환경보호와 농촌개발을 조화롭게 하는 등 지역의 환경보호를 위해 산림농업의 역할을 확대하는 데 이 사업의 목적이 있다.

라) Strengthening Institutions

이 사업의 목적은 1) 농업에 관련된 연구기관과 시스템을 강화하고, 2) 개발 기구와 시스템에서 산림농업에 대한 몫을 늘리고, 3) 교육기구와 시스템을 강화하고, 4) 농업관련 기구간의 협력과 정보교환을 강화하여 산림농업에 관한 기술개발과 이의 확산, 정보제공 등을 관련기관의 역량과 교류 등을 통해 확대 하자는 데 있다.

마) African Highlands Initiative(AHI)

이 사업은 아프리카 고지대 농업지역의 생산성 저하를 이겨내기 위해 ICRAF가 산림농업기법에 관한 기술개발과 이의 교육 등을 제공하고, 지역의 자치 단체와의 협력을 통해 산림농업 관련사업에 대한 제도 개혁, 산림농업 경영기법의 개발과 이를 지역주민에게 지도하는 등 산림농업 기법을 전반적으로 개발하여 지역에 제공하고 지역의 행정기관 등과의 협력을 통해 정책적으로도 지원을 할 수 있도록 하는 프로젝트다.

바) Alternatives to Slash & Burn(ASB)

아프리카 등 대부분의 열대 및 아열대 지역에서의 생태파괴 원인인 Slash & Burn이라는 경작법을 대체하는 경작법으로 산림농업을 채택하여 ICRAF가 이를 해당지역에 기술지도를 하고 관련된 경영기법을 확산시키고 있다.

사) Sloping Land Conversion Program(SLCP)

중국에서 25도 이상의 경사 농지가 토양침식 등의 위협으로 인해 경작이 힘든 경우가 발생하면서 이를 방지하기 위해 나무를 심는 보완적인 작업을 하고 있다. 따라서 경사가 심한 지역에서 조림을 할 경우 농가에게 곡식과 양식, 그리고 재정지원을 하는 프로그램으로 약 20개 성에서 실시하고 있다. 그러나 이 프로그램을 단순하게 적용하면서 기술적으로 몇 가지 문제점이 발견되어 ICRAF China에서 산림농업기법을 제공하는 활동을 하고 있다.

2) 온대 지역 산림농업 현황

온대지역의 산림농업은 열대 아열대 지역의 산림농업과는 경작법에 있어서 성격이 매우 다르다. 즉 열대나 아열대 지역이면서 개발도상국에서는 산림농업의 주요 경작법이 작물의 생산량을 극대화시키고 가능하면 경제작물을 효과적으로 생산하는 데 있다. 반면에 온대지역에서는 시업법에 있어서 작물의 생산량을 극대화하기 보다는 노동력을 최대한 절약하는 방식에 관심이 있다. 또한 주요 관리모델은 토양침식을 방지하거나 야생동물의 보호, 산림의 풍치자원 확보 등과 같은 친환경적인 시업법을 주로 채택하고 있는 것에 관심을 가지고 있다. 그런 의미에서 온대지역이면서 경제적으로 풍요한 국가들이 추구하는 산림농업은 농임산물의 생산에 주력을 하는 Alley cropping, Forest farm, Silvopasture 보다는 환경보호가 중요한 Riparian buffer stream 과 Windbreak 를 중점적인 시업 법으로 활용하고 있다.

가) 유럽의 산림농업정책 현황

유럽에서는 화학비료 및 농약의 지속적 투입으로 인한 토지생산성의 증가와 인구의 정체로 인한 식량 공급의 과다 현상이 지속되어 농지 이용에 대한 새로운 접근이 필요하게 되었다. 따라서 프랑스와 같은 국가에서는 1996년부터 매년 3만ha의 농경지를 재조림하는 정책목표를 설정하여 시행하고 있다.

산지에서는 비임업적 이용이 가장 활발히 이루어져 전체 토지 가운데 산림

의 구성비율이 매우 낮은 특징을 보이고 있다. 따라서 산지의 농업적 이용뿐만 아니라 초지 또는 목초지로서의 이용이 매우 활발히 추진되었는데 이는 기후와 지형이 안정되어 있기 때문이다.

유럽에서의 산림농업은 과거로부터 경작을 위해 토지를 개간하면서 일부 나무를 남겨두는 형태가 일반적인데 이러한 형태의 산림농업은 hedgerow(경작지 주위에 울타리 형태로 나무가 형태), 또는 bocage(농경지와 숲이 혼재하는 형태), dehesa(목장지나 농경지내에 나무가 있는 형태)의 시스템으로 구분되고 있다.

<표 6-4> 유럽에서의 산림농업의 유형과 문제점.

온대지역 유형	유럽지역 형태	특징 또는 문제점
산림농장		- 거의 발달하지 못함
임간축산	임간방목 시스템	- 대규모의 목초지 조성으로 인한 환경영향이 크고 나무들의 본포밀도가 낮음 - 임간방목동물이 대동물이나 아니면 소동물이냐에 따라 임내 관리방법 및 환경영향정도가 달라짐
	임목-가축 시스템 (dehesa)	- 방목지역에 임목들 도입하는 방식 - 식재된 임목들의 보호를 위한 비용 증가
방풍림	hedgerow	- 경작지 주위에 울타리 형태로 나무가 서 있는 형태
임간재배	dehesa bocage	- 경작 내에 나무가 있는 간작재배 형태 - 농경지와 숲이 혼재하는 형태

그러나 최근에는 기계화된 농업과 양립할 수 있는 시스템이 대두되기 시작하여 나무들을 열로 세워 두는 양식을 가지고 있다. 즉 확대된 구획의 토지를 따라서 간작식으로 재배하는 과수원과 bocage가 합쳐진 새로운 형태의 경작방식이 다시 만들어지고 있다. 이는 임목과 가축 또는 농작물과의 혼용 형태가 부

각된다고 할 수 있다.

나) 일본의 산림농업 현황

시장개방에 따른 농업의 위축으로 산림농업에 대한 의욕이 부진한 실정이다. 일본은 농업과 농촌을 유지하기 위하여 각종 보조금 정책을 추진하고 있지만 시장개방에 따른 저가 농산물의 유입으로 자국 농민을 보호하는 데는 한계를 보이고 있다. 더욱이 그 동안의 농약과 화학비료 사용으로 인한 토양오염과 수질오염의 심각성은 농지의 친환경적 활용으로의 전환을 강력히 요구하고 있을 뿐만 아니라 시민들의 환경의식의 고양에 따른 친환경농산물에 대한 선호도로 인하여 친환경농업으로의 급속한 전환이 추진되고 있다. 이로써 외국 농산물의 의존도가 높은 일본으로서는 자국내 농지의 확대보다는 유지에 중점을 두는 경향이며, 이는 산지의 농지로의 전용 경향에서도 뚜렷하게 나타나고 있다. 즉, 1980~1990년에 8만 7천ha에 달하던 농경지로의 산지전용은 1990~2000년에는 2만ha로 감소하였다.

일본에서 산지는 주로 목재생산위주의 관리방향을 추구하고 있지만 열악한 제반 목재생산 환경으로 인하여 산림관리의 어려움을 겪고 있다. 일본의 임야면적은 전국토면적의 67%인 24,919천ha로서 이 가운데 민유림이 70.4%, 국유림이 29.6%를 각각 차지하고 있으며, 인공림은 임야면적의 41%인 10,338천ha를 차지하고 있다. 이처럼 일본의 임야면적은 우리나라와 매우 유사한 경향을 보이고 있으며, 인공림에 우리보다 훨씬 더 많은 투자를 집중하여 왔다. 하지만 낮은 목재가격과 높은 임금으로 인한 열악한 임업경영여건으로 인하여 자국내 목재를 생산하는 데는 근본적인 한계를 보이고 있다.

최근 일본 정부는 산림관리의 기본정책방향으로서 산림의 다면적 기능의 지속적 발휘, 산림자원의 지속적인 순환이용의 추진, 산촌으로 활성화로 구분하고 있다. 이는 전 세계적으로 확대되고 있는 지속 가능한 산림관리를 위한 정책적 대안이라는 측면과 아울러 목재생산이 안고 있는 문제를 환경 측면에서 해결하려는 자구책이라 할 수 있다. 즉, 지역 내 자원의 순환 시스템을 강조함

으로써 외부적인 투입에 의존하기보다는 지역 내 투입과 산출의 순환을 도모 하자는 것이다. 그리고 산림관리를 산주의 소득증대라는 측면에서 고려할 수도 있지만 현실적으로 농작물의 수입증대와 대외경쟁력 하락으로 수익성을 맞추기 어렵기 때문에 산지를 이용한 소득증대에 치중하기보다는 대국민적이고 거시적인 측면적의 공익적 기능 즉, 산림환경 측면에서의 관리에 중점을 두고 있음을 시사한다. 그리고 이러한 유역관리를 추진하면서 산림이 갖는 외부적 효과를 내부화하는 노력을 경주하고 있는데, 그 사례로서 수원림 조성, 관리 및 비용분담사례를 들 수 있다. 이처럼 산림관리의 수익을 목재가치뿐만 아니라 산림의 외부적 가치까지 고려함으로써 산림관리의 가치증진을 도모하고 있다.

일본은 산지 내에서 산림농업을 추구하기 보다는 목재 및 환경자원 관리 중심의 유역관리시스템과 지역진흥을 강조하고 있다. 일본은 산림관리방향을 추구함에 있어서 유역관리시스템의 적용에 의한 국유림과 사유림을 아우른 종합적 관리를 도모할 뿐만 아니라 산림의 종합적인 이용 및 지역임업 진흥을 강구하고 있다. 이를 위하여 일본은 2001년에 전반적인 산림행정조직을 개편하여 변모를 시도하고 있다. 그러나 근본적으로 산지를 농업적 이용 또는 축산적 이용과 같은 방식의 접근은 상당히 신중한 편이며 이를 최소화하고 있다. 한 예로 산림관리방향에 있어서 산림농업을 고려한 산림사업방향을 거의 찾아볼 수 없으며, 다만 산림정비부의 산림종합이용과 산촌진흥, 그리고 국유림야부의 국유림야 종합이용추진실에서 산림의 관리방향을 비목재영역까지 확대할 수 있는 가능성을 열어두고 있다.

일본에서 산림농업의 접근이 가능한 영역은 무엇보다도 산촌진흥사업을 들 수 있다. 즉, 산촌지역의 정주안정을 도모하기 위하여 지역주민의 소득원을 창출하는 측면에서의 산지의 복합적 이용이 강구되고 있다. 그러나 대부분의 산지에서 복합경영은 목재를 중심으로 한 forest farming 형태의 산림경영이 주를 이루고 있다.

이상을 종합하면 일본에서는 산림관리의 일환으로서 복합경영을 추진하고, 산촌지역의 진흥을 위하여 다양한 산지이용사업을 추진 중에 있지만 이러한

사업들의 경우 산림농업 유형 가운데 forest farming에 기초한 사업들로서 농업을 겸한 산지이용형태의 산림농업과는 큰 차이를 보이고 있다. 이는 개발도상국 즉, 중국이나 동남아 등지에서 일반적인 산림농업 유형과는 다른 형태로서 유럽이나 최근 한국에서의 산림에서 보편적인 형태라 할 수 있다. 그리고 일본의 경우 자국 내에서의 산림농업 추진보다는 개발도상국에서의 산림농업의 연구나 시행에 더 많은 비중을 두고 있다고 할 수 있다. 실제로 개발도상국들에서 10여 년 이전부터 관련 연구사업을 수행 중에 있으며, 이를 각국의 농림업에 시험 적용하고 있다.

다) 중국의 산림농업 현황

중국은 약 9억 6천만ha에 달하는 국토면적을 가지며, 산림면적은 한때 전국토의 면적의 9%까지 감소되었지만 그 동안 조림활동으로 현재 전국토 면적의 16.6%인 2억 5,667천ha를 차지하고 있다. 최근의 전국산림자원조사결과에 의하면 산림은 有林地가 50.1%, 무림지가 28.5%, 관목림이 11.6%, 기타 9.8%인 것으로 나타났다.

중국에서의 산림농업은 경작지의 감소와 인구수요증가라는 이중적인 문제 상황에서 출발하고 있다. 즉, 생산을 증가시키기 위해서는 산림농업이 불가피하다는 것이다. 이는 곧 우리나라의 1960~70년대에 대부분의 산림이 농경지로 전환되었던 시기의 특성과 유사한 경향을 보인다.

표 6-5 산림농업의 주요 형태.

종류	특성	비고
농경지 수림대	6~20ha의 규모로 조성되며, 643천ha가 조성되었고, 10.7백만 ha의 농경지가 보호를 받음	북부와 북동부 지역에 분포
간작	약 2백만ha 정도가 조성되어 있고, 주요 간작 작물로는 paulownia, 밀, 과수를 들 수 있음.	평야지
기타 수림대	집 주변, 마을, 도로변, 하천부지 등에 조성되는데 그 동안 70억 그루이상이 식재됨	생활공간

중국에서 산림농업으로 대표되는 사례는 중국의 북서부, 중앙 북부, 북동부 지역에서 1978년부터 시작한 “Green great wall” 프로그램을 들 수 있다. 농지를 보호하기 위하여 농경지 주변에 방풍림 또는 수림대를 조성하는 방식, 사구 안정 산림의 조성, 토양 및 수원보전림의 조성, 기타 산림 등으로 구성된 이 프로그램은 특히, 농경지에서 증수효과가 인정되고 있다.

중국은 사막화의 확대로 사막주변의 농경지가 지속적으로 감소되는 경향을 보이고 있으며, 이를 막기 위한 다양한 노력이 경주되고 있다. 이러한 측면에서 사막화 진전이 많은 북서부, 북부 중앙, 북동부 지역에서는 농경지 주변의 수림대 조성이 흔한 형태를 보인 반면에 평야지역이나 해안지역 등에서는 나무와 작물을 혼식하는 간작 경영이 매우 흔한 형태를 보이고 있다.

마. 열대지역과 온대지역 산림농업의 차이

산림농업이 시행되고 있는 지역은 크게 열대지역과 온대지역으로 구분할 수 있다. 두 지역에서 실시되고 있는 산림농업은 기후적 차이와 사회문화적 차이, 지형지세의 차이 등 산림농업을 실시함에 있어 지역간 많은 차이점을 지니

고 있다. 따라서 두 지역간 산림농업 속성들의 차이를 면밀히 검토함으로써 우리 나라에 적용함에 있어 중요한 착안점들을 찾을 수 있을 것이다.

산림농업의 본격적인 시작은 열대지역 빈곤국가의 경우 빈곤탈피를 위한 식량생산을 주목적으로 활발히 이루어졌고, 온대지역에서는 열대지역과는 다른 측면에서 이용되고 있다.

<표 6-6>에서 보는 바와 같이 산림농업의 여러 가지 속성들 가운데 열대지역과 온대지역에서 기여하고 있는바가 서로 다를 수 있다. 여섯 가지의 큰 속성들 가운데 세 가지 속성에서는 극과 극의 차이, 두 가지 속성에서는 약간의 차이, 두 가지 속성에서는 거의 동일한 관련성을 가지고 있다.

극과 극의 차이를 나타내고 있는 속성에는 ‘인구과밀’과 ‘토지 및 자원 부족’, ‘지역에서 이용할 수 있는 투입물에 대한 필요성’이란 세 가지가 있다. 이러한 속성들에서 온대지역과 열대지역간에는 정반대의 관련성을 지니고 있는 것으로 나타났다. 즉, 온대지역에서는 이들 속성과는 관련성이 전혀 없는 것으로 나타났으나, 열대지역에서는 이에 대한 관련성이 매우 높은 것으로 나타났다. 이들 세 가지 속성들은 가장 기초적이면서 생계 지향적 속성들이라 할 수 있다. 따라서 열대지역에서의 산림농업은 생계 지향적 특성을 많이 지니고 있음을 나타내 주고 있는 것이다.

‘농촌 지역 고용문제’라는 속성과의 관련성에서는 온대지역의 경우 ‘중간’ 정도의 관련성을 지니고 있는 반면 열대지역에서는 ‘높음’ 관련성을 지니고 있다. 세부적인 속성들을 살펴보면, 온대지역의 경우 소득, 고용, 신뢰성을 나타내는 속성에 대해 높은 관련성을 지니고 있지만 열대지역의 경우 소득, 고용, 단순 노동력을 나타내는 속성에 높은 관련성을 나타냄으로써 개발이 중요시되는 사회의 특성을 나타내고 있다. 반면 온대지역은 소득의 안정화, 신뢰도 높은 사회 등 안정화되고 선진화된 사회가 추구하는 특성을 나타내고 있다.

그리고 온대지역과 열대지역에 관계없이 모두 높은 관련성이 있는 두 가지 속성은 모두 환경적인 측면이 강하게 반영되고 있는 속성들로서 ‘지속 가능한 토지이용 시스템 추구’와 ‘환경가치 하락’이라는 속성이다. ‘지속 가능한 토지이

용 시스템 추구' 속성에서는 온대지역과 열대지역이 전체적인 측면에서는 속성들과의 관련성에 있어 서로 비슷한 정도를 나타내고 있으나 산림농업의 도입 목적에 따라 세부속성에서는 그 차이가 크게 나타나고 있다. 온대지역의 경우 경제적 생산 최적화와 환경친화성에 대한 중요성이 강조되는 반면 열대지역에서는 경제적 생산 극대화에 초점이 맞추어져 있다. 이것은 산림농업에서 지속가능성이라는 개념이 기본적인 개념이라는 측면에서 볼 때 열대지역에 비해 온대지역이 토지이용에 있어 지속가능성의 중요성에 대해 더욱 많은 관심과 노력을 기울이고 있음을 의미한다.

마지막으로 '환경가치 하락'이라는 속성에서는 온대지역과 열대지역 모두에서 산림농업이 도입됨으로 해서 원래 자연그대로의 상태보다는 환경적인 가치가 하락되고 있음을 나타내고 있다. 그러나 열대지역에서의 산림농업이 온대지역에 비해 환경적인 영향에 더 큰 악영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 이는 열대지역과 온대지역의 산림농업 도입 목적과 실행방법의 차이 그리고 인식의 차이에서 찾을 수 있을 것이다. 환경적인 가치는 산림농업의 특성상 위에서 살펴본 여러 가지 속성들이 결합되어 나타나는 복합적인 요소들을 지니고 있는 것으로 볼 수 있다.

<표 6-6> 온대지역과 열대지역 산림농업의 차이.

속 성	관련성	
	온대 선진국	열대 개발도상국
○인구 과밀	관련 없음	높음
○토지 및 자원 부족	관련 없음	높음
- 불안정한 토지 및 나무 소유권	관련 없음	높음
- 성(性)별의 중요성	관련 없음	높음
- 고유한 지식	관련 없음	높음
- 토착 종의 사용 증가	관련 없음	높음
○지역에서 이용할 수 있는 투입물에 대한 필요성	관련 없음	높음
- 에너지 : 연료 공급	관련 없음	높음
- 유기물 : 비료	관련 없음	높음
- 사료	관련 없음	높음
- 건축재료	관련 없음	높음
- 약용작물	관련 없음	높음
○농촌지역 고용문제	중간	높음
- 농촌 지역 소득 다양화	높음	높음
- 새로운 고용 선택권	높음	높음
- 목조주택 산업의 생성	낮음	높음
- 신뢰성	높음	낮음
- 단순노동력 사용 정도	낮음	높음
○지속 가능한 토지이용 시스템 추구	높음	높음
- 다양한 경제적 생산을 위해 생산성이 높은 토지의 대체 이용	높음	높음
- 이용 촉진을 위한 정책변화 필요	높음	높음
- 이용 촉진을 위한 인식변화 필요	높음	낮음
- 이용 촉진을 위한 경제적 가치 증명 필요	높음	중간
- 경제적 생산을 위해 한계지 이용 증대	관련 없음	높음
- 생산 극대화 필요	관련 없음	높음
- 생산 최적화 필요	높음	높음
- 한계지의 바람직한 친환경적 이용을 위해 정책우선순위의 변화 필요	높음	높음
- 환경보전을 위해 작물생산 축소	높음	관련 없음
- 토지이용 시스템을 기존 시설에 부합 시킴	높음	관련 없음
○환경가치 하락	높음	높음
- 생물학적 다양성 감소	높음	높음
- 토양유실 증가	높음	높음
- 수렵용 동물의 서식처 감소	높음	높음
- 자연 서식처 감소	중간	높음
- 지구 기후 변화	중간	낮음
- 사막화	관련 없음	높음
자료 : Michael A. Gold의 3인(Agroforestry nomenclature, concepts, and practices for the USA, 2000).		

앞에서 살펴 본 온대지역과 열대지역에서의 산림농업의 차이를 종합해 보면, 온대지역에서는 소득의 다양화, 생산 최적화를 통한 지속 가능한 토지이용 추구, 환경가치 하락 최소화에 중점을 두면서 산림농업을 실행하고 있고, 열대지역의 경우는 경제적 생산 최대화, 소득 창출, 일자리 창출 등 경제적 생산 극대화에 가장 큰 목적을 두고 있는 것으로 나타났다.

2. 국내 산림농업의 실태와 문제점

가. 국내 산림농업 관련 정책

우리나라에서 산림농업이라는 개념을 도입하여 정식으로 실시한 바는 없으나 산림농업개념에 준하는 방식들이 전개되어 왔다. 열대지역의 산림농업의 한 유형으로 분류하는 화전(shifting cultivation)은 1979년 이전까지 우리나라의 산지에서 대대적으로 진행되었고, 산림황폐화의 주된 요인으로 작용하였다. 특히, 일제식민지 시대를 거치면서 여러 가지 이유로 산속으로 들어간 사람들이 생계를 위한 경작수단으로 화전을 일구면서 전국적으로 그 면적은 광대하게 되었다. 그러나 1970년 이후 시작된 화전정리사업이 1979년에 완료되면서 화전민들은 사라지게 되었고, 화전도 산지에서 사라지는 인위적인 과정을 거치게 되었다.

한편, 70년대와 80년대에 전국적으로 축산장려 정책추진과정에서 산지초지조성과 방목이 활성화 되었으며, 이 당시의 산지초지 조성은 대면적의 산림을 개간한 후에 초지를 조성하는 방식으로 추진되었다. 이는 현행 산림농업에서 추구하는 임목과 초지, 가축의 조화로운 관계를 고려한 방식과는 상당히 거리가 먼 방식이었다.

그리고 본격적인 산림농업의 시작은 임업진흥촉진법 제정(1997년)으로 산지소득화를 위한 법적, 제도적 기반이 조성되면서 가능해졌다. 그리하여 1999년부터는 산림청의 정책지원사업으로 산지소득사업으로서 산림복합경영사업이 추진되었으며, “임업진흥촉진법”을 개정한 “임업 및 산촌진흥촉진에 관한법

를”(2001년)에 산림의 복합경영 지원(제9조의2)내용을 신설하여 본격적인 산림 복합경영사업의 추진 토대를 마련하게 되었다.

산림복합경영사업은 무분별한 산지개간으로 인한 산림황폐화를 막고 임업적 가치를 보전하면서 목재생산의 장기성과 단기 소득사업의 조화를 통해 산지의 소득다원화와 안정화를 목적으로 추진되었다.

그러나 산림복합경영에 대한 인식이 부족한 관계로 산림을 벌채한 후 다른 소득원을 재배하는 것이 산림복합경영의 취지인 것으로 인식하고 있어 목재생산에는 투자하지 않고 단순히 단기소득사업에만 투자와 경영을 실시하는 경향이 강하였다.

이와 같이 국내 산림농업은 식량증산을 목적으로 한 산지의 농업적 이용이나 산지초지 조성과 방목을 통한 축산 이용 등 농업 또는 축산 일변도의 개간형 산지이용이라든가, 산림의 생태적·환경적 가치를 도외시한 단기 소득만을 목적으로 한 생산 지향적 산지이용의 형태로 전개되어 왔다. 즉, 산림농업에 대한 개념과 적용을 위한 기술이 체계적으로 정립되지 않은 상황에서 단순히 소득 지향적인 방향으로 산지를 개발하여 왔고, 농지나 산지에서의 산림농업을 위한 법적, 제도적 걸림돌이 많아 시행에 많은 문제점이 있었다.

나. 산림농업의 지원현황

1) 산림복합경영의 지원 현황

산림복합경영사업은 목재생산 및 단기소득사업의 복합적 경영을 위한 생산 기반시설 지원을 하고 있으며, 그 주요 지원내용을 다음과 같다.

- 조경수, 특용수, 약용·관상용식물, 표고버섯 등 소득작목 개발과 생산기반 조성
- 종자채취 및 구입, 산지묘포장 조성, 임내정리 및 식재 등
- 임간방목 등 조수사육에 필요한 작업로 및 울타리 설치 등
- 산림복합경영지 관리 및 임산물 생산·가공·판매 등을 위한 다용도 창고 시설 등

- 산림복합경영의 지원근거
 - 산촌맞임업진흥촉진에관한법률 제5조(재정지원), 제9조(임산물소득원의 개발·육성지원)
- 지원대상자
 - 산촌맞임업진흥촉진에관한법률 제2조제2호의 규정에 의한 임업인의 범위에 속하는 자로서 장기 산림경영(목재생산)과 더불어 농업과 임업을 복합적으로 경영하고자 하는 자
- 지원조건
 - 지원금액 : 개소 당 150백만 원 이내
 - 지원비율 : 국고 20%, 지방비 20%, 용자 30%, 자부담 30%
 - 용자조건 : 연리 4.0%, 3년 거치 7년 상환

<표 6-7> 산림복합경영의 연차별 지원 실적.

단위 : 백만원

구 분	계	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
사업량(개소)	168	5	18	20	25	30	30	30		
사업비	계	18,822	546	1,560	2,180	2,726	4,270	4,270	4,270	
	국비	보조	3,364	109	312	436	545	654	654	654
		용자	5,047	164	468	654	818	981	981	981
	지방비	3,364	109	312	436	545	654	654	654	
	자부담	5,047	164	468	654	818	981	981	981	

자료 : 산림청 내부자료(2005)

전국에서 산림복합경영이 주도적으로 추진되었고, 아울러 지방자치단체의 선도적인 노력으로 산림농업이 가장 활발히 추진되고 있는 강원도의 사례를 살펴보면, 전체 산림농업 개소 수는 총78개소로서 730ha에서 실시되고 있고, 이 가운데 산림복합경영사업은 31개소, 278ha를 차지하고 있다. 강원도의 경우 다

른 지자체와 달리 산림농업사업으로서 지역특화사업, 산림농업, 장뇌단지, 산·약초단지 등을 추진하고 있으며, 특히 산림농업의 경우 산림복합경영과 거의 비슷한 수준의 사업물량을 차지하고 있다.

<표 6-8> 강원도의 산림농업 추진현황(2004년말 기준).

단위 : 개소, ha, 백만 원

단위사업	단지수	사업량	사 업 비				
			계	국 비	도비	시군비	자부담
계	78	730	8,711	1,808	956	1,698	4,249
산림복합경영	31	278	3,271	655	195	459	1,962
사유림협업경영	5	61	708	213	106	107	282
지역특화공모	6	90	2,768	776	199	578	1,215
산림농업	32	249	1,096		294	359	443
장뇌단지	1	13	457		137	137	183
산·약초단지	3	39	411	164	25	58	164

자료 : 강원도청 내부자료 (2005)

이러한 산림농업을 통한 각 품목별 조성실적으로 살펴보면, 가장 많은 조성 품목은 장뇌와 산더덕으로서 전체 조성면적 가운데 각각 35%를 차지하고 있다. 아울러 산지 시범재배 등을 통하여 산지집약 재배의 성공을 하여 다양한 품목으로 조성을 확대하고 있다. 다만, 특정품목에 집중되는 경향을 보인다는 측면에서 향후 과잉공급 등과 같은 수급상의 문제를 야기할 수 있다.

<표 6-9> 품목별 조성실적.

단위 : ha, %

품목	계	장뇌	산더덕	산채	음나무	오갈피	드릅	약초류	도라지	기타
면적	730	254	255	37	26	39	28	23	11	57
%	100	35	35	5	4	5	4	3	1	8

자료 : 강원도청 내부자료 (2005)

산림청의 경우 산림복합경영사업을 2003년 이후 일정한 개소수로 유지한 반면에 강원도는 산림농업사업을 지속적으로 확대 추진하고 있다. 이는 타 시도에 비하여 상대적으로 산림의존율이 높을 뿐만 아니라 산지의 활용이 중시되기 때문이며, 산림복합경영사업에만 의존하기 보다는 농림부 등 타 부처에서 추진하는 관련 사업과의 연계 또는 사업비의 확보, 도비의 지원 등을 통하여 산림농업에 대한 지원을 강화하고 있기 때문이다.

한편, 강원도는 산림농업의 추진을 위하여 사업지도의 강화와 더불어 기시행지에 대한 보완사업을 추진하고, 생산품의 전자상거래 확충을 위한 홈페이지 구축 등 다양한 지원을 하고 있는 것으로 나타났다.

<표 6-10> 강원도의 연도별 산림농업 조성실적.

단위 : 개소, ha, 백만 원

연도별	단지수	사업량	사업비
2000	8	74	1,008
2001	12	124	1,380
2002	16	149	1,642
2003	19	214	2,854
2004	23	169	1,827
2005	25	160	2,997
계	103	890	11,708

주 : 2005년은 계획물량임.

자료 : 강원도청 내부자료 (2005)

2) 산림복합경영의 유형별 모델

<표 6-11> 산림복합경영의 모델별 지원기준.

구 분	단기소득사업중심형	목재생산중심형	복합산지관리형
○개 념	-단기소득사업 위주 경영모델	-목재생산과 단기소득 사업을 절충한 경영 모델	-산림의 복합적 기능을 적극적으로 개발, 임산물 생산량을 극대화 하고자 하는 산림경영모델
○임지 선정기준			
-산림면적	-10ha이상	-10ha이상	-5ha이상
-목재생산림 비율	-50%이상	-70%이상	-90%이상
○대상자선정기준	-임업에 전념하고자 하는 자로서 목재 생산림 조성과 병행하는 단기소득 종사자	-임업에 전념하고자 하는 자로서 목재 생산림 조성에 비중을 두는 단기소득종사자	-임업에 전념하고자 하는 자로서 복합 경영을 중시하는 산지관리자
○대상사업기준	-산지의 형태를 그대로 유지하면서 단기 소득 품목을 중점 생산	-산지의 형태를 그대로 유지하면서 일정 공간에 단기 소득 품목을 생산	-목재생산림 하층식생으로 더덕 등 산채류, 약초류 재배 -목재 생산림과 방목업 (염소제외) -목재 생산림과 토종벌, 곤충 등 복합적 이용
○지원기준			
-기반사업비	기반사업비의100%	기반사업비의100%	기반사업비의100%
-생산사업비	생산비의 50%	생산비의 50%	생산비의 100%
○ 총 사업비	50백만원 한도 내	70백만원 한도 내	150백만원 한도 내

자료 : 산림청 내부자료 (2005)

현재 추진중인 산림복합경영은 3가지 유형으로 분류하여 사업을 추진하고 있으며, 장기적으로는 복합산지관리형을 목표로 하고 있다. 각 유형에 따라서 지원기준을 달리하고 있다.

2.3. 경영유형별 경영 사례

대부분의 산림복합경영이 특정 유형에 국한되어 진행되기 보다는 다양한 사업을 포함한 혼합형 경영을 추진하고 있어 특정 유형의 사례를 제시하기는 쉽지 않다. 우리나라의 대표적인 산림복합경영사례를 각 유형별로 제시하면 다음과 같다.

<표 6-12> 산림복합경영 주요 사례.

	단기소득 중심형	목재생산형 또는 복합산지관리형	
사업자	J 씨	H 씨	H 씨
소재	경기 양평	경북 경산	경남 거창
산림면적	250ha	110ha	45ha
사업내용	더덕, 산지인삼 재배, 양봉, 작업로 개설, 조림 및 육림	느티나무, 단풍나무 등 조경수 식재 헛개나무, 산사나무 등 약용식물 재배, 표고재배, 자작나무 수액채취, 흑염소 방목	장뇌삼, 더덕, 두릅 재배 사극, 자초, 오가피, 헛개나무 재배, 자작나무, 옷나무, 주목 조림 양봉, 관수 및 수액 이송시설
연간소득	500백만 원	100 백만 원	50 백만 원
경영특징	인공조림목 사이의 공간에 더덕종자 파종·재배 간벌 및 하층식생 정리작업 후 인삼종자 파종	다양한 약용 및 조경수종을 이용한 산림경영	산림공간을 활용한 약용식물 위주로 경영

우리나라의 산림농업 유형은 온대지역의 산림농업 유형과 비교할 때, 주로 산림농장과 임간축산 또는 산림농장+임간축산의 형태로 이루어지고 있다고 할 수 있다. 따라서 산림청에서 구분하고 있는 산림복합경영의 유형보다는 온대지역의 산림농업 유형에 의한 구분이 더 적합한 것으로 판단된다.

<표 6-13> 산림농업의 사례.

사업지	산림농업 유형	사업품목	ha
강원 평창 산림농업 시범사업	산림농장	가시오갈피, 산채, 장뇌, 더덕, 엄나무	20
경기 양평 J농가	산림농장	산더덕, 표고, 인삼, 황기, 도라지	160
전남 광양 D마을	산림농장	고로쇠 수액	-
충남 구례 J농가	산림농장	고사리	6.2
강원 홍천 K농가	산림농장	표고, 산채, 조경수, 육림	26
강원 화천 C농가	산림농장	조경수, 산나물, 산약초, 표고	8
충남 홍성 J농가	산림농장	밤, 약초, 조경수, 더덕, 표고	45
충남 부여 L농가	산림농장	표고, 두릅, 밤, 은행나무, 조경수	16
전북 임실 L농가	산림농장	산약초, 관상수	7.5
전남 장흥 L농가	산림농장	조경수, 표고, 산채, 조림, 야생화	11.2
경북 안동 K농가	산림농장	조경수, 분재소재, 송이	23
경북 안동 J농가	산림농장	산채, 송이	31
경북 청송 P농가	산림농장	산채, 야생화, 조경수	20
경남 남해 Y농장	임간축산	토종닭	2.5
경북 경산 H농가	산림농장+임간축산	수액자원, 산채, 약용자원, 표고, 고사리, 취나물, 두릅나무, 다래, 율나무, 흑염소	100
경남 거창 W농가	산림농장+임간축산	가문비나무, 초피나무, 장뇌, 더덕, 도라지, 흑염소	47
경기 양평 P농가	산림농장+임간축산	장뇌삼, 산더덕, 양봉, 표고, 염소, 과수	6
충남 공주 L농가	산림농장+임간축산	표고, 조경수, 임간방목, 밤	20
전남 구례 O농가	산림농장+임간축산	고로쇠, 임간방목, 산채, 표고	5.5
경기 여주 C농가	산림농장+임간축산	조경수, 표고, 임간방목, 오갈피, 산더덕, 장뇌삼	13
강원 정선 W농가	산림농장+임간축산	조경수, 산나물, 더덕, 두릅, 엄나무, 임간방목(흑염소, 토종닭)	3.9
전남 순천 L농가	산림농장+임간축산	임간방목, 산채	62
전남 광양 Y농가	산림농장+임간축산	가축, 조림, 표고, 야생화	54.2
전남 광양 J농가	산림농장+임간축산	가축, 양봉, 조림, 표고	20.2
전남 장흥 L농가	산림농장+임간축산	조림, 산채, 표고, 한봉	5
경남 산청 K농가	산림농장+임간축산	오소리, 표고	46
충남 금산 K수목원	산림농장+임간축산	참율나무, 산초나무, 무궁화, 흑염소, 사슴	16.7
제주 감귤 농장	방풍림	감귤, 삼나무	-
동해, 서해, 남해안 해변	방풍림	해송 등 바람에 강한 수종 식재	-
상수원 보호구역	수변완충림	내습성이 강한 수종 식재	-

다. 산림농업 실태조사 결과

1) 조사 개황

1999년 이후 추진된 산림농업정책의 실태를 파악하기 위하여 우편설문조사를 실시하여 산림농업의 추진과정에서 제기되는 문제점을 도출하였다.

2005년 3월 23일 ~ 4월 14일에 산림농업 사업자 및 관계공무원을 대상으로 조사를 하였으며, 설문대상 사업자는 총160명으로 이중 50명으로부터 조사표를 회수하여 31%의 회수율을 보였다. 그리고 시군의 관계 공무원 52명에게 우편을 발송하여 27명으로부터 조사표를 회수하여 52%의 회수율을 보였다.

사업자 응답자는 지역별로 강원도, 충청남도, 전라남도, 경상남도의 순으로 구성비율이 높고, 사업시작년도는 최근에 시작한 사업자들이 많았다.

<표 6-14> 시도별 응답자수.

단위 : 명, %

	구분	경기도	강원도	충청북도	충청남도	전라북도	전라남도	경상북도	경상남도	계
사업자	응답자수	3	18	1	8	2	7	4	7	50
	비율	6.0	36.0	2.0	16.0	4.0	14.0	8.0	14.0	100.0
관계공무원	응답자수	-	4	2	3	1	8	5	4	27
	비율	-	14.8	7.4	11.1	3.7	29.6	18.5	14.8	100.0

<표 6-15> 실태조사자의 초기 사업 년도 현황.

단위 : 명

사업년도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
사업자수	1	6	5	10	14	11	48
비율	2.1	12.5	10.4	20.8	29.2	25.0	100

2) 산림농업의 종류와 사업규모

산림농업 재배자들이 선호하는 사업은 약용작물재배, 조경수, 밤나무 등의

순으로 나타났고, 산지묘포장이나 종자채취는 선호도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 사업의 참여자수와 사업규모의 변화에서 잘 보여주고 있다.

사업 참여자수는 사업초기와 비교하여 현재 큰 변화가 없지만 일부 사업의 경우 사업을 포기하거나 새롭게 참여하는 경우가 있었다.

전반적으로 사업규모는 늘어난 추세를 보이고 있으며, 특히 선호도가 높은 약용작물재배, 밤나무재배 등은 많이 늘어난 반면에 선호도가 낮은 종자채취 및 임간방목의 경우 전체 사업규모의 절반이상으로 사업규모를 축소하거나 포기한 것으로 나타났다.

<표 6-16> 사업별 사업자수 및 사업규모의 변화

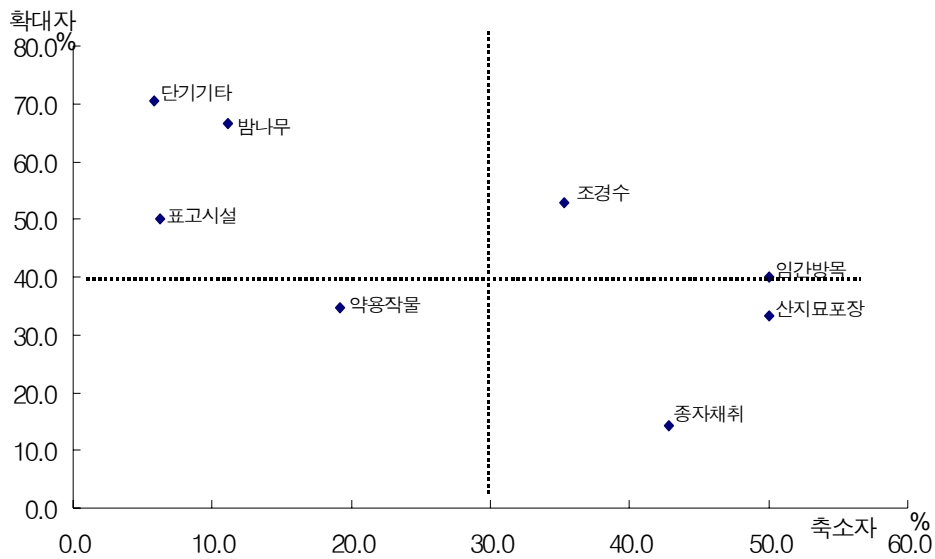
단위 : 명, 평 또는 마리

구분	사업자수			사업규모		
	사업초기	현재	증감	사업초기	현재	증감
조경수	17	17	0	182,430	185,830	3,400
약용작물	26	24	-2	492,700	592,900	100,200
밤나무	11	9	-2	101,700	423,000	321,300
표고시설	16	16	0	8,110	12,920	4,810
기타 단기소득작물	11	16	5	134,030	154,050	20,020
종자채취	6	5	-1	950	455	-495
산지묘포장	5	4	-1	14,600	19,000	4,400
임간방목	10	9	-1	1,198	344	-854

사업규모의 변화는 조경수, 종자채취, 산지묘포장, 임간방목의 경우 사업규모 축소자의 비율이 높게 나타난 반면에 밤나무, 표고시설 등은 사업규모 확대자의 비율이 높게 나타났다.

한편, 조경수나 임간방목 등의 경우 사업규모를 축소한 사업자 비율과 더불어 사업규모를 확대한 사업자의 비율도 높게 나타나고 있다. 포기한 사업으로는 종자채취 및 산지묘포장 조성 사업에서 비율이 높게 나타났다.

사업을 포기하는 주요 이유는 관리상의 문제(도둑맞음, 야생동물 먹이감, 접근성 곤란), 기술상의 문제(노동, 노동력), 판로문제, 자금문제, 관리소홀 등이 이유로 제기되었다.



<그림 6-491> 세부사업별 사업규모 확대 사업자 및 축소 사업자 비율.

3) 산림농업 추진의 애로사항

가) 사업주체별 애로사항

산림농업의 추진과정 상의 애로사항에 대하여 사업자 측면과 관계공무원 측면에서 각각 조사결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째로, 사업자가 인식하는 산림농업 추진과정의 주된 애로사항은 사업의 투자재원 부문, 행정처리 과정, 노동력 부문을 들 수 있다. 투자재원 부문 애로사

항은 현재 한해만 일회적으로 보조금이 지급되지만 사업의 특성상 추가로 경영자금이 계속 소요되어 어려움이 많기 때문이다.

행정처리과정의 애로사항으로는 인허가 절차 시 경직된 법 적용과 과도한 법적 제약으로 사업이 지연되거나 제한을 받는 경우, 담당부서의 전문성 결여 등을 들 수 있다.

노동력 부문의 애로사항은 인건비 상승 및 노령화, 농산촌 노동력 감소로 노동력 확보의 곤란을 들 수 있다.

<표 6-17> 산림농업 추진과정의 애로사항.

단위 : 명

구분	순위별 응답자수	
	1순위	2순위
행정처리 과정1)	12	5
투자재원부문2)	23	12
노동력 부문	9	6
생산물 출하과정	1	9
사업의 관리과정3)	1	13
계	46	45

- 주 1: 시군에서의 사업인허가 등의 행정처리
 2: 사업추진에 필요한 자원확보
 3: 사업장의 관리, 지역사회와의 관계 등

<표 6-18> 산림농업 관련 공무원이 인식하는 민원 마찰 요인.

단위 : 명, 비율

구분	산림형질 변경 요구	산림의 일시적 훼손 요구	지원사업이 외의 사업희망	기타	계
응답자수	6	2	14	3	25
비율	24.0	8.0	56.0	16.0	100.0

둘째로, 산림공무원들이 산림농업을 추진하는 과정에서 민원인과 마찰이 생

기는 주요 요인은 민원인이 “지원사업 이외의 사업을 희망하는 경우”(56%), “산림의 형질변경 요구” 또는 “일시적 훼손 요구”(32%) 등으로 나타났다.

나) 보조금에 대한 인식

사업자의 경우 응답자의 56%가 부족하다고 응답하였으며, 적당하다고 응답한 경우도 41.7%로 나타났다. 반면에 공무원의 경우 적당하다가 절반에 못 미치며, 나머지는 너무 많거나 부족하다는 상반된 입장을 보이고 있다.

현행 산림농업의 보조금 지원에 대하여 사업자 및 관계 공무원들의 인식에서 통일되지 못하는 경향을 보여 보조금 지원규모에 대해서는 충분한 검토 후 조정할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

<표 6-19> 산림농업 개소 당 지원규모에 대한 의견.

단위 : 명, 비율

구분		너무 많다	적당하다	부족하다	계
사업자	응답자수	1	20	27	48
	비율	2.1	41.7	56.3	100
공무원	응답자수	7	12	8	27
	비율	25.9	44.4	29.6	100

다) 향후 사업계획

산림농업 사업자들이 향후 사업계획에 대하여 확대(78%)하거나 최소한 현 상태를 유지하기를 희망(20%)하여 사업의 의욕이 강한 것으로 조사되었다.

한편, 공무원들이 인식하는 사업자들의 정책수요도 조사에서도 다소 높은 것으로 나타났다.

<표 6-20> 산림농업 사업자의 향후 계획에 대한 의견 .

단위 : 명, %

	현상태유지	확대	미 계획	계
응답자수	10	39	1	50
비율	20.0	78.0	2.0	100

4) 산림농업의 정책개선

산림농업이 잘 추진되기 위해서는 무엇보다도 본인의 열의가 가장 중요한 것으로 지적되었으며, 그 이후에 사업비 지원, 행정 지원, 출하시스템 지원 등의 지원이 추가되었을 때 산림농업이 발전할 수 있다고 사업자들이 제기하고 있다.

<표 6-21> 산림농업을 성공적으로 추진하기 위한 요소.

구분	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위	6순위	계
본인의 열의	77.1	14.6	8.3				100.0
원활한 행정지원	6.4	23.4	36.2	19.1	12.8	2.1	100.0
충분한 사업비 지원	12.8	38.3	21.3	17.0	4.3	6.4	100.0
안정적 출하시스템	4.3	8.7	21.7	26.1	19.6	19.6	100.0
지역사회와 관계	4.5	4.5	11.4	18.2	59.1	2.3	100.0
경영컨설팅 지원	2.2	15.6	6.7	24.4	42.2	8.9	100.0

관계 공무원의 경우도 “본인의 열의”가 절대적으로 중요하다고 인식하고 있었으며, 이는 산림농업이 그 동안 사업에 지원되는 보조금에만 의지하여 투자하였다가 장기적인 투자와 지속적인 관리가 소요되는 특성 때문에 사업을 중간에 그만두는 사례가 발생하는 등 많은 문제가 지적되었기 때문이다.

산림농업 사업자들이 현행 산림농업의 추진과정에서 개선하기를 희망하는 부분을 정리하면 다음과 같다.

① 지역의 특색을 살리는 특정사업에 비중을 두어 주요 사업 위주의 집중 지원

② 국유림을 임대하여 활용

③ 사업대상자의 선발 시 엄격히 선발하고 조건, 지식, 목적 등을 교육시킨 후에 사업을 추진하도록 하는 등 선발과 지도단계를 강화

④ 사업기간을 충분히 부여

⑤ 사업비를 단계별, 연차별로 지원 가능하도록 지원제도의 개선

한편, 현행 산림농업의 세부사업 이외에 가공시설, 생산에서 가공까지의 컨설팅제도 도입, 도난방지시스템의 구축, 도로 및 장비지원 등을 추가 사업으로 희망하였으며, 사업을 체험위주로 전환하고, 우수 산림농업 사업자에 대한 지원 등의 인센티브 부여를 희망하였다.

라. 산림농업의 문제점

1) 유형별 모델이 현장과 괴리

첫째로, 산림복합경영의 지원기준이 되는 모델유형이 현실과 맞지 않다는 것을 들 수 있다. 복합산지관리형의 경우 5ha이상으로 단기소득형 10ha보다 작으나, 실제로 산지를 복합적으로 경영하는 데는 넓은 면적이 유리하기 때문에 기준면적이 현실과 동떨어져 있다. 사업비로 단기소득형 50백만 원, 목재생산형 70 백만 원, 복합산지관리형 150백만 원이 지원되고 있으나, 사업의 특성상 단기소득형이 많이 소요될 수 있어 이러한 유형별 지원금도 현실을 갖지 못하고 있다.

둘째로, 유형별·모델별 구분이 모호하다는 것이다. 현재 각 유형을 목재생산림의 비율로 구분하였으나 실제로 시기로 구분하는 경우가 대부분이다. 예컨대 조림초기에는 단기소득사업 모델이 적용되고 후에는 목재생산형으로 변모되는 경우가 대부분이다. 따라서 공간적인 모델구분보다는 시기별로 적용형태에 따라서 구분하는 방식이 더 현실적이라 할 수 있다.

2) 차별화된 경영전략 부재

첫째로, "산림복합경영"의 사업개념에 대한 이해가 부족하여 별채 후 산림훼손을 통한 적극적 산지개발로 이해하고 단기소득사업에 지나치게 치중하고 있다.

당초 산림복합경영 사업비를 정부에서 지원하게 된 당초 취지는 30~50년이나 소요되는 산림경영(목재생산)을 단기소득사업으로 보완하고자 한 것이었다. 그러나 현재까지 조성된 곳의 대부분이 과거의 조림, 천연림보육 임지를 편입하고 있으나 산림경영을 위한 산림사업을 실행한 곳은 거의 없다. 즉 대부분이 장기산림경영에는 거의 관심이 없으며 단기소득위주로 사업을 추진하고 있다고 할 수 있다.

둘째로, 차별화된 경영전략 부재를 들 수 있다. 산림소유 규모에 따른 차별화된 경영체계가 확립되어 있지 않다. 즉 소유규모가 다양(5~200ha)함에도 경영방식은 유사한 현실이다. 대부분이 임지별 특성 및 사업성을 고려한 특화된 경영전략이 없고, 고로쇠, 조경수 산채, 표고, 임간방목 위주로 경영하고 있다.

셋째로, 산지 개발 위주로 경영하고 있다는 것을 들 수 있다. 조경수, 산채, 약초재배 위주 경영으로 산지의 개발에만 관심을 두고 있다. 이는 산지에서 친자연적·친환경적 요소의 특성을 살리지 못할 경우 농업작목과 차별화하지 못하게 되어 생산성 저하와 친자연성 저해로 산림만 황폐화될 우려가 많다는 문제점을 안고 있다.

3) 사후관리 평가제도 미흡

첫째로, 보조사업 지원 후 임지를 방치하거나 부실화를 대비한 사후관리 방안이 미흡하다. 직접 소득에 도움이 되는 사업(표고자목 구입비 등)에 대한 지원을 받는데 뜻을 들 경우 나머지 사업은 관심부재로 전체사업의 부실화 우려가 있다. 사업성패는 보유산림을 경영하기 위한 산주 1인의 경영능력과 정신이 중요한 데 일부 산주의 경우 과연 계속 임업에 전념할 수 있는 지 의문(임업경

영보다는 단기소득사업에 관심이 많음) 이다.

둘째로, 투자관리시스템이 없다. 현행 정부지원은 투자효과에 대한 검증 기능이 미약하여 사후평가 및 정책효과 분석이 어렵다. 더욱이 현재 지원한 사업에 대한 사후관리가 부실한 상태이다.

4) 지원제도의 단조로움

첫째로, 현재 산림복합경영의 경우 최초 조성사업비만 지원하고 있으나, 최소한 경제적인 소득을 올리기까지 지속적인 투자가 이루어져 한다.

둘째로, 경제적인 소득을 올리기 위해서는 부가가치를 높이는 방안이 필요한데 이를 위해 가공하여 판매할 수 있도록 지원이 이루어져야 하나, 이에 대한 지원은 없는 실정이다. 다만, 2004년도에 보완사업이 가능하도록 예산지원기준을 개선하였다.

5) 산림복합경영 기술 개발 미흡

음지 등 작물의 특성을 고려한 작물재배법 등 산림복합경영을 기술적인 요구가 특별히 큰데도 불구하고 구체적인 재배방법이 확립되어 있지 않고 국가연구기관에 산림복합경영에 대한 전문연구인력이 없다. 이로 인해 대부분의 산림복합경영자가 스스로 기술을 습득하여 실행하고 있다.

3. 외국의 산림농업 지원정책

가. 세계 산림농업지원 정책의 개요

산림농업관련 정책에 있어서 개발도상국의 정책은 거의 없다고 할 수 있다. 이는 이미 설명하였듯이 개발도상국에서의 산림농업은 국제산림농업기구가 중심이 되어 지원하는 방식으로 주로 전개되고 있는 반면에 당사국에서는 재정적인 문제로 지원정책이 거의 없다고 할 수 있다.

한편 온대지역이면서 경제적으로 안정적인 국가에서는 산림농업 시업법을

환경보호측면에서 적극적으로 활용하는 경향이 있기 때문에 의외로 다양한 지원정책을 가지고 있는 국가도 있다. 미국이 대표적인 예로 산림농업의 활성화를 위해 전 세계적으로 가장 다양한 지원정책을 마련하여 운용하고 있다. 그런 의미에서 미국의 지원정책을 분석하는 것이 우리나라의 지원정책을 수립하는데 도움이 될 것으로 판단되어 여기서 정리하였다.

나. 미국의 산림농업 지원정책

미국의 산림농업지원정책을 지원프로그램의 분석을 통해 살펴 보았다. 산림농업지원프로그램은 크게 3가지의 지원기관을 통해 정리할 수 있다. 즉 농무성(USDA)가 주축이 되는 연방정부에서 지원하는 프로그램, 주마다 조금씩 다르지만 주정부가 지원하는 프로그램, 그리고 환경단체와 같은 NGO에서 지원하는 프로그램 등으로 구분할 수 있다.

1) 연방정부의 지원프로그램

가) USDA/FSA 프로그램

○ Conservation Reserve Program(CRP)

이 프로그램은 농지를 임지로 전용하는 경우 지원하는 프로그램으로 지원내용은 Soil Rental Rate(SRR)를 지역의 평균토지임차율의 120% 까지 지원하고 conversion 비용의 50%를 지원하여 이 후의 관리비용은 에이커당 5-10\$ 까지 지원하고 있다.

○ Continuous Conservation Reserve Program(CCRP)

이 프로그램은 환경적으로 보전가치가 있는 지역 즉 습지나 강가 등을 보전할 경우에 지원받는 프로그램으로 지원체계나 지원정도는 근본적으로 CRP와 동일하다고 할 수 있다.

이 프로그램에서는 추가적으로 한번만 지원하는 두 가지 인센티브 프로그램이 있는데 Signing incentive payment(SIP)는 에이커당 10\$을 지원하고,

Practice incentive payment(PIP)는 초기 투자비용의 40%를 지원하고 있다.

이 프로그램에서 지원하는 사업방법은 9개가 있는데 산림농업과 관련된 사업방법으로는 이 중 4개가 있다. 즉 Field windbreak, Shallow water area, Shelterbelt, Riparian buffer Stream 등이 여기에 포함되어 있다.

○ Conservation Reserve Enhancement Program(CREP)

이 프로그램은 농업적으로도 중요하고 환경적으로도 보전가치가 있는 농지에 대한 보전프로그램으로 주정부와 연방정부가 공동으로 관리하고 있다.

이 프로그램에서 지원하는 내용과 정도도 기본적으로 CRP에서 제공하는 지원내용과 거의 동일한 수준이다. 그 외 추가적인 지원으로는 SIP, PIP와 주정부에서 비용의 25%에 대한 추가적인 지원이 있고, 주정부의 연간 토지임차비용의 150% 지원 등이 포함되어 있다.

나) USDA/NRCS

○ Environmental Quality Incentive Program(EQIP)

이 프로그램은 환경적으로 관리가 필요한 지역을 중심으로 해당지역에 대해 산림농업을 사업할 경우 전반적인 지원을 하는 프로그램이다.

각 사업모델별로 지원대상과 내용은 조금씩 다르다.

Alley Cropping은 사업 1년차에 조성비용으로 100\$/에이커, 같은 지역에 대해 1년차와 2년차에 관리비용으로 50\$/에이커를 지원하고 있다.

Riparian Forest Buffers에는 조성비용의 50%의 지원과 야생동물보호 시 3년간 \$100/에이커를 지원하고 있다.

Windbreak/ Shelterbelt Establishment에는 \$1.75/피트, 횡 에 대한 지원으로 총지원액이 \$3000미만으로 한정되어 있다.

○ Wetland Reserve Program(WHIP)

WHIP는 농민들이 자발적으로 농지를 습지로 보전하는 경우에 지원하는

프로그램이다.

이 프로그램은 세 개의 옵션으로 Permanent Easement, 30 year Easement, Restoration Cost Share 등이 있으며 각각의 옵션에 대해 비용의 100% 지원, 75% 지원, 75% 지원 등으로 지원정도도 차별화하고 있다.

○ Wildlife Habitat Incentive Program(WHIP)

WHIP는 야생동물의 보호를 위한 프로그램으로 야생동물에 대한 서식처를 제공하는 농지에 대한 지원프로그램이다. 지원정도는 5-10년 계약으로 유지비용의 75% 지원하고 있다.

○ Conservation Security Program(CSP)

CSP는 토양, 수자원, 야생동물등을 보호하기 위해 토지를 산림농업의 시업법으로 관리하는 경우 광범위한 지원을 하는 프로그램으로 지원정도는 사업을 3개의 수준으로 구분하여 지원하고 있다.

Tier1은 농장의 일부에 대해 1개의 자원을 보호하는 경우로 5%의 토지임차비용, 75%의 관리비용을 최대 \$5000까지 지원하고 있다.

Tier2는 농장전체에 대해 1개 자원을 보호하는 경우 10%의 토지임차비용과 75%의 관리비용을 최대 \$10,500까지 지원하고 있다.

Tier3는 농장전체에 대해 모든 자원을 보호하는 경우를 대상으로 15%의 토지임차비용과 75%의 관리비용을 최대 \$13,500까지 지원하고 있다.

다) USDA/FS

○ Forest Land Enhancement Program(FLEP)

FLEP는 산지를 산림농업 시업법으로 관리하는 경우 지원하는 프로그램으로 관리비용의 75%까지 지원하고 있다.

라) Sustainable Agriculture Research and Education Program(SARE)

SARE는 경제적으로 경쟁력이 있고 친환경적이며 사회적으로도 도움이 되는 산림농업 시업법에 대한 연구와 이에 대한 교육, 그리고 이의 적용에 도움을 주기 위한 지원 프로그램으로 지금까지 설명되었던 재정적인 지원프로그램과는 근본적으로 성격을 달리하고 있다.

SHAR는 전체적으로 네가지 종류의 세부 프로그램으로 구분하고 있다. 세부 프로그램의 구분은 지원대상과 지원성격에 따라 구분된다. 1) 대학과 공익재단을 대상으로 산림농업의 시업법에 대한 연구를 지원하고 이를 산주들에게 교육하는 단체에 지원하는 Research and Education Grants, 2) Cooperative extension 과 NRCS 등을 대상으로 지원하는 Professional Development Program(PDP) Grants, 3) 환경과 농업의 조화를 위해 지원하는 Agriculture in Concert with the Environment(ACE), 4) 농가나 산주가 시업법을 연구하거나 교육을 받을 경우에 대해 약 \$500-6000 정도를 지원하는 Producer Grants 등이 있다.

마) USFWS

○ Partners for Fish and Wildlife(PFW)

PFW는 지역특산이거나 지역적으로 보호가 필요한 야생동물을 산림농업의 시업법으로 복원할 경우에 지원하는 프로그램이다.

지원정도는 최초 10년간은 비용의 75%까지 지원가능하고 추가적인 관리의 경우 최대 95%까지 지원 가능하다.

2) 주 정부의 지원 내용

주 정부차원에서의 지원은 주정부의 성향과 산림농업에 대한 관심 정도에 따라 다르다. 따라서 모든 주에 대한 정리는 힘들고 산림농업에 대해 가장 관심과 열의가 많은 주인 미주리주에 대한 지원체도를 정리하였다.

미주리의 경우 산림농업에 대한 지원은 세 기관에서 지원하고 있다. Missouri Department of Agriculture(MDA), Missouri Department of

Conservation(MDC), Missouri Department of Natural Resource(DNR)이 이들 기관이다.

가) Missouri Department of Agriculture Incentive Programs for Agroforestry

MDA에서는 산림농업을 장려하기 위해 두개의 지원프로그램을 제공하고 있다. 1) Sustainable Agriculture Demonstration Award Program으로 농지의 대체이용이나 자연자원을 보호할 경우에 최대 \$3000까지 지원하는 프로그램이다. 2) Alternative Loan Program으로 농지의 대체 이용시 \$20000에 달하는 비용을 융자해주고 있다.

나) Missouri Department of Conservation(MDC)

MDC에서는 산림농업을 장려하기 위해 두개의 프로그램을 제공하고 있다. 두개의 프로그램은 Missouri Agroforestry Program 과 MDC Cost Share Program 이다.

Missouri Agroforestry Program은 산림농업을 하는 경우 비용의 75%까지 제공하는 프로그램이다.

MDC Cost Share Program은 다른 지원프로그램과는 달리 여타 프로그램에서 지원을 받지 않은 농가나 산주에 대해 지원을 하는 프로그램으로 두가지 세부프로그램을 가지고 있다. 두가지 세부프로그램으로는 1) MDC 700 Tree/Share Establishment 프로그램으로 주요한 산림사업비용에 대해 50%를 제공하고 있고, 2) MDC 900 Woodland Improvement은 간벌과 가지치기에 대한 지원으로 비용의 50-70%를 지원하고, 최대 \$5000까지 지원하고 있다.

다) Missouri Department of Natural Resources(MDNR)

MDNR에서도 두개의 프로그램을 운용하여 산림농업을 장려하고 있다. 두개의 프로그램은 SWCP와 SALT로 주로 토양침식방지와 수자원의 질적 향상을

위해 산림농업을 장려하는 프로그램들이다.

Soil and Water Conservation Program(SWCP) Cost Share 프로그램은 토양의 침식방지와 수자원의 질을 향상시키기 위한 시업을 할 경우 비용의 75%까지 지원하는 프로그램이다.

Agriculture Non-Point Source(AgNPS) Special Area Land Treatment Program(SALT) Grants은 수자원의 질적 향상을 위해 소유한 토지를 최대한 관리를 할 경우 지원하는 프로그램으로 비용의 75%를 지원하고 있으며 이중 산림농업과 관련해서는 조림과 방풍림조성, 수변완충림 조성 등에 대한 지원이 포함되어 있다.

3) 비정부 부분의 지원

비정부부분의 지원은 주로 NGO를 중심으로 이루어 지고 있다. 산림농업에 지원하고 있는 NGO들은 대부분이 야생동물을 보호하는 데 목적을 둔 기구들로서 산림농업이 야생동물에게 훌륭한 서식처를 제공한다는 것을 알 수 있다.

가) National Fish and Wildlife Foundation(NFWF)

이 기금은 야생동물과 어자원을 보호하는 데 대한 지원을 하는 기금으로 원칙적으로 Challenge Grants 인데, 이는 Matching fund의 성격으로 연방정부에서 지원하는 자금이외의 자금을 조달할 경우에 같은 수준의 자금을 지원하는 성격의 프로그램이다. 이 기금에서는 두 가지 지원 프로그램이 있다. 1) Native Plant Conservation Initiative로 해당지역의 자생식물의 보호에 대한 지원으로 Challenge Funds 가 1:1 일 경우 지원이 가능하다. 2) Conservation on Private Lands는 해당지역의 사유지보호에 대한 지원으로 Challenge Grants 가 2:1 일 경우 지원이 가능하다.

나) National Wild Turkey Federation(NWTF)

칠면조를 중심으로 야생동물의 서식을 늘리기 위해 산림농업 시업법을 통해

식생을 다양하게 하는 경우 지원하는 프로그램이다.

다) Quail Unlimited(QU)

NWTF와 거의 같은 종류의 지원 프로그램으로 Quail의 보호를 위하여 산림 농업 사업을 할 경우 지원을 하고 있다.

라) Ducks Unlimited(DU)

QU와 마찬가지로 NWTF와 같은 종류의 지원프로그램으로 거위의 보호를 위해 산림농업을 할 경우 지원을 하는 프로그램이다.

마) Pheasants Forever(PF) Funding Incentives

QU와 마찬가지로 NWTF와 같은 종류의 지원프로그램이며 각종 야생조수의 서식처를 제공하기 위해 산림농업을 할 경우 지원을 하는 프로그램이다.

<표 6-22> 미국의 산림농업 지원현황.

구분	기관	프로그램명
연방 정부	USDA/FSA	Conservation Reserve Program(CRP)
		Continuous Conservation Reserve Program(CCRP)
		Conservation Reserve Enhancement Program(CREP)
	USDA/NRCS	Environmental Quality Incentive Program(EQIP)
		Wetland Reserve Program(WRP)
		Wildlife Habitat Incentive Program(WHIP)
		Conservation Security Program(CSP)
	USDA/FS	Forest Land Enhancement Program(FLEP)
	SARE	Research and Education Grants
		Professional Development Program(PDP)Grants
		Agriculture in Concert with the Environment(ACE)
Producer Grants		
USFWS	Partners for Fish and Wildlife(PFW)	
주 정부	Missouri Department of Agriculture	Sustainable Agriculture Demonstration Award Program
		Agriculture Alternative Loan Program
	Missouri Department of Conservation	Missouri Agroforestry Program
		MDC Cost Share Program
	Missouri Department of Natural Resources	Soil and Water Conservation Program(SWCP) Cost Share Agricultural Non-Point Source Special Area Land Treatment(AgNPS/SALT)Grants
개인	National Fish and Wildlife Foundation(NFWF)	Native Plant Conservation Initiative
		Conservation on Private Lands
	National Wild Turkey Federation(NWTF)	
	Quail Unlimited(QU)	
	Ducks Unlimited(DU)	
	Pheasants Forever(PF)	
자료 :		

다. 외국 산림농업 정책의 시사점

국제적으로 이루어지고 있는 산림농업의 형태와 정책을 살펴본 결과 다음과 같은 몇가지 시사점을 얻을 수 있었다.

1) 산림농업의 형태와 정책이 다양

세계적으로 이루어지고 있는 산림농업의 형태와 방식 그리고 이를 지원하는 정책은 지역과 대상국의 경제적인 여건에 따라 다른 양상을 보이고 있다.

열대나 아열대지역이면서 경제적으로는 부유하지 않는 개발도상국에서는 농산물의 생산을 중심으로 산림농업사업의 전개되고 있다. 즉 이 지역에서는 Forest farming 이나 Alley cropping 이 가장 중요하고 일반적인 산림농업모델로 이용되고 있다. 한편 산림농업관련정책은 대부분의 경우 국가재정이 빈약하여 국내정책은 거의 존재하지 않는 것으로 나타났고 다만 산림농업이나 농업관련 국제개발기구의 도움을 받아 사업을 전개하는 것이 대부분이다.

온대지역이며 대부분이 선진국인 지역에서는 산림농업사업의 목적이 주로 농지 보존, 산림 환경 유지, 야생동물 보호, 산림의 휴양가치 보전 등에 두고 있어 생산적인 활동보다는 환경적인 보호에 정책적인 지원이 집중되어 있다. 이 경우 다양한 국가차원의 지원정책이 완비되어 있다고 볼 수 있다.

2) 다양한 지원 프로그램

미국의 경우 산림농업에 대한 지원정책이 지원대상, 지원정도, 지원처 등을 고려할 때 매우 다양한 것으로 나타났다.

산림농업에 대한 지원기관이 연방정부는 물론이고, 주정부와 NGO 등 다양하다. 지원대상도 매우 다양하여 소득사업, 농지보전사업, 야생동물보호사업, 수변임지보호사업 등으로 여러 분야에 걸쳐 있다. 지원방식도 다양하여 단순히 자금만 지원하는 것에서 교육을 제공하고, 기술을 개발하는 데 대한 지원 등 여러 사업에 대한 지원을 하고 있다.

우리나라의 경우는 지원프로그램이 매우 단순한데, 지원프로그램을 다양하게 할 필요가 있고 지원대상도 넓히고 지원방식을 다양하게 할 필요가 있다.

3) 다양한 산림농업 시업방법

산림농업의 다섯 가지 시업법을 모두 실제 정책적인 지원에 있어서 적용하고 있다. 따라서 다양한 지원정책이 나올 수 있고 다양한 지원방식이 나타날 수 있다. 우리의 경우도 다섯 가지 시업방법 모두를 정책지원프로그램에 포함시켜 다양한 정책수단을 만들 필요가 있다.

4. 산림농업의 정책화 방안

가. 산림농업의 정책목표와 추진방향

1) 산림농업의 정책목표

우리나라 산지의 특성과 산주의 경영여건을 고려하여 산림농업의 정책목표를 다음과 같이 설정하였다.

- 풍부한 산림자원을 농업에 접목시켜 임목수확과 더불어 고소득 단기소득 임산물을 생산할 수 있는 산림농업 추진
- 산림경영의 다각화 및 전략화로 임업의 경제성 제고

2) 산림농업 활성화 방향

설정된 정책목표를 달성하기 위한 산림농업의 활성화 방향을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 산림농업의 생산 효율화 도모

- 품목간의 효율적인 생산 재배기술 개발 및 확산
- 관리모델의 유형화와 확산

둘째, 가공 및 유통의 효율화

- 임산물 클러스터화와 지역임산물 특화전략으로 유통효율화 및 가공 확대

- 품질인증제 등으로 고객친화 전략
- 방문체험형 유통시스템 구축

셋째, 산림농업 자원 활용화

- 지역자원과 연계활용 확대
- 체험사업 등 휴가기회 활용
- 산촌개발 등과 연계

넷째, 지원시스템의 활성화

- 지원시스템의 다양화
- 법적 제도적 지원 강화

나. 산림농업 정책 추진 방안

1) 산림농업 생산의 효율화

첫째, 현장 실정에 맞는 모델을 정립하도록 추진한다. 우리나라가 위치하고 있는 온대지역의 기 산림농업유형의 국내 적용가능성을 검토하고 이를 바탕으로 재배 시스템을 구체화할 필요가 있다.

온대지역의 산림농업유형은 크게 Forest farming, Silvopasture, Windbreak, Riparian buffer strips, Alley cropping으로 대별되고 있다. 이러한 각 유형의 국내 적용가능성을 면밀히 검토할 뿐만 아니라 각 유형별 작물재배 시스템을 개발할 필요가 있다. 즉, 수종, 재배기간, 시기 등을 고려하여 각 유형별 시스템을 개발하되 예컨대 Forest farming은 기존의 수목이 있는 곳을 일부 소개하여 음수 위주의 농작물 투입, Alley cropping은 초기 조림지를 대상으로 양수 위주의 5-6년간 수확이 가능한 농작물 투입 등을 구체화하도록 한다.

둘째, 산림농업 기술개발 및 확산을 강구한다. 산림농업 경영유형별 작물선택 및 관련 작물 재배기술 개발하고, 이러한 산림농업기술 확산을 위해 산림농업 교육장을 조성, 활용하도록 한다. 그리고 산림농업을 위한 재배 계획수립을 지역의 농업기술센터, 지역 농업관련 대학, 산림과학원 분원 등을 활용하여 지

원하도록 강구한다.

2) 가공 및 유통의 효율화

첫째, 산림농업을 지역임업 클러스터 사업으로 추진한다. 일정지역에 특화된 임산물의 생산, 유통, 가공 등과 관련된 주체를 중심으로 산·학·관이 유기적인 네트워크를 형성하고 가용자원의 최적이용을 통해 생산성을 높이는 형태로 산림농업을 추진한다. 이 경우 산림농업이 가능한 적지조사를 바탕으로 산림농업 클러스터(cluster) 단지 지정이 선결되어야 한다.

둘째, 가공식품 개발로 부가가치 제고 및 판로 개척을 강구한다. 친환경적으로 생산된 산물을 가공식품(술, 주스 등) 개발로 연계함으로서 부가가치를 제고하도록 한다. 그리고 산물의 전자상거래를 활성화하기 위한 전자상거래 망 구축을 위해 임업인 홈페이지 구축지원을 확대할 필요가 있다. 한편, 다양한 이벤트 행사 등을 통한 제품 홍보 및 판매를 활성화 하도록 추구한다.

셋째, 품질인증제도의 활용 등으로 소비자의 신뢰기반을 구축한다. 산림농업을 통해 생산된 생산품의 청정성, 기능성, 진품성 등을 입증하기 위해서는 품질인증제도를 활용할 필요가 있다. 현재 강원도의 경우 산채류, 건표고, 간짓, 도토리묵가루에 대하여 농수특산물 품질인증을 받았으며, 추가적으로 장뇌, 송이·오가피가공품에 대하여 품질인증을 준비하고 있다.

3) 산림자원활용 효율화

체험사업 등 휴가기회 활용을 통하여 지역자원과 산림농업 생산 및 가공품의 활용을 확대하며, 산촌종합개발사업 등 지역개발사업과의 연계 개발함으로써 지역개발사업의 소득사업의 일환으로서 산림농업을 반영하도록 한다.

4) 지원시스템의 효율화

첫째, 지원시스템을 다양화하도록 강구한다. 현재 초기 투자비만 지원하는 방식을 지양하여 운영비 등도 지원하는 방식이 필요하고, 유통 및 가공분야에

지원을 강화하여 생산된 임산물을 제값 받고 판매할 수 있는 기반을 마련하여야 한다. 오갈피, 장뇌, 산머루 등을 위하여 지원하고 있는 임산물단지사업을 산림농업지에도 지원이 가능하도록 개선할 필요가 있다.

둘째, 법적 기반을 강화하도록 한다. 산림농업을 하기에는 산지이용 상에 제약이 많으나 이들을 해지할 수 없는 것은 산지훼손가능성 때문이다. 따라서 산림농업지역이나 클러스터 지역 등에 대해서는 산지이용에 관한 법률을 완화하는 방안이 필요하다.

국유림을 산림농업(소득사업)에 이용할 수 있도록 「국유림의경영및관리에관한법률」(법률통과 2005. 6. 30)의 하위법령 제정 시 집단적으로 산림농업을 하거나 지역 특화사업을 할 경우 이용할 수 있도록 반영할 필요가 있다.

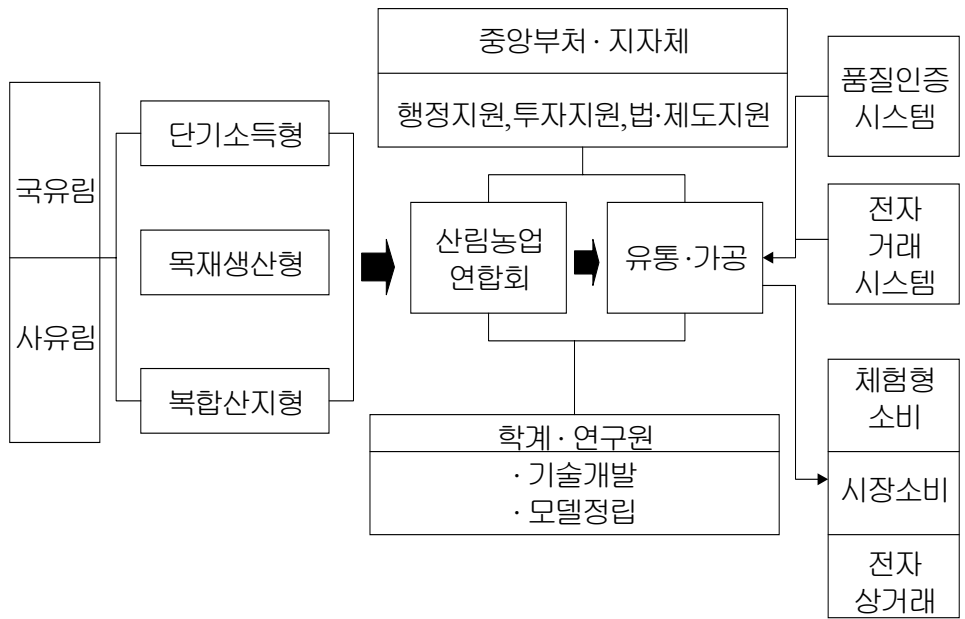
그리고 산림농업을 위한 울타리, 운재로 등의 경우 부분적·일시적 산지전용허가가 가능토록 조치할 필요가 있다.

둘째, 지원제도를 개선한다. 산림농업관련 지원제도를 사업과 작물에 따라 유동성이 있도록 조정하고 일부 자부담이 많은 사업에 대해서는 자부담을 축소할 필요가 있다. 그리고 운영비와 사후관리비의 지원을 확대함으로써 산림농업을 활성화시키고 현재 조립 시 현물지원 중심에서 현금지원 확대로 전환하여 산림농업용 경제수종의 조립을 확대하도록 강구한다.

다. 산림농업을 위한 정책추진체계 수립

1) 사업추진단계

산림농업의 효과적인 정책 추진을 위해서는 계획지원, 투자재원지원, 경영지원, 사후지원 등 추진단계별로 체계적인 접근이 필요하다.



<그림 6-492> 산림농업 추진체계 구축.

첫째, 계획지원 단계에서는 산림농업추진계획 및 법적, 제도적 개선을 추구한다. 체계적인 산림농업을 추진하기 위해 산림농업 추진계획을 국가단위, 지자체 단위에서 수립할 필요가 있다. 아울러 법적 근간이 미약한 산림농업의 명확한 개념 정립 및 산림복합경영과의 관계 정립이 우선되어야 한다. 특히, 산림농업의 법적 토대를 마련하기 위해서는 협의의 개념(산지이용)에서는 산지관리법에 포함하거나 광의의 개념(산지, 농지 이용)에서는 특별법의 수립 필요하다.

<표 6-23> 사업추진단계별 주요 내용.

<사업추진단계>	<주요내용>
계획지원단계 □□	<ul style="list-style-type: none"> • 산림농업추진계획 수립 • 산림농업의 법적, 제도적 개선
투자 지원단계 □□	<ul style="list-style-type: none"> • 투자재원의 지원체계 정립
경영지원단계 □□	<ul style="list-style-type: none"> • 인증시스템 구축 • 산림농업 모델개발 • 경영컨설팅 지원 • 유통·판매시스템 지원
사후관리단계	<ul style="list-style-type: none"> • 사후평가제도 확립 • 인센티브제도 도입

둘째, 투자지원 단계에서는 투자 지원체계를 명확히 정립하도록 한다. 산림농업에 대한 적극적인 의지를 갖는 사업자에게 우선적으로 재원이 지원될 수 있도록 기준을 명확히 할 필요가 있다. 그리고 재원 지급시기의 조기화 및 단계별 지급으로 사업추진과정에서의 재원부담을 최소화시키는 편의를 제공하도록 한다.

셋째, 경영지원 단계에서는 인증시스템, 경영컨설팅 또는 관련 기술지원을 추진한다. 산지에서 산림농업을 통해 친환경적으로 생산된 임산물에 대한 인증시스템의 도입과 산지 또는 지역별 특색을 고려한 산림농업의 경영모델 개발, 경영컨설팅지원을 통해 다양한 작물을 재배하는 사업자들에게 경영정보 및 기술의 보급, 유통·판매시스템의 지원으로 산림농업을 통해 생산된 제품의 소비촉진을 강구한다.

넷째, 사후관리 단계에서는 사후평가제도의 확립과 인센티브제를 도입한다. 지원대상자 선정 시 임지를 사업계획에 따른 준수 의무를 부과하여 사후관리를 구체적으로 명시할 필요가 있으며, 학계, 산림복합경영인협회 등과 사업대상지에 대한 사후평가를 실시하여 문제점을 도출하여 개선하도록 하는 피드백 시

시스템을 강구한다. 특히, 투자효과에 대한 주기적인 검증을 하여 투자효과가 미진한 사업에 대하여는 지원대상에서 제외하되, 유망사업에 대하여는 확대 지원토록 사후평가 분석을 실시할 필요가 있다.

2) 사업추진주체

사업추진주체를 중앙정부와 지방정부로 구분하여 역할을 재정립하여 추진할 필요가 있다. 즉, 중앙정부 단위에서는 국가단위의 산림농업 추진계획, 바람직한 산림농업 모델개발, 모니터링 및 인센티브 방안 등을 제시하도록 하며, 지방정부에서는 지역별 특성과 여건을 고려한 지방단위의 산림농업 추진계획을 수립하고 아울러 바람직한 모델의 적용을 구체화하도록 한다.

<표 6-24> 사업추진주체별 주요 내용.

사업추진주체	주요 내용
중앙정부	<ul style="list-style-type: none"> • 국가단위 산림농업 추진계획 • 산림농업 모델개발 • 모니터링 및 인센티브
지방정부	<ul style="list-style-type: none"> • 지방단위 산림농업 추진계획

5. 종합

산림농업은 전 세계적으로 적용되고 있는 전통적인 토지이용방식이며, 농업, 임업, 축산 등을 함께 혼합하여 조화롭게 운용하는 환경친화적인 독특한 토지이용 시스템이다. 즉 토지를 이용함에 있어 나무와 농작물, 가축 등을 다양한 형태로 혼합하거나 통합하여 생태적으로나 경제적으로 이익을 창출하는 토지이용체계를 의미한다. 산림농업이 전 세계적으로 커다란 관심의 대상이 될 수 있었던 것은 이것을 도입하고자 하는 사람들에게 경제적인 이익, 환경적인 가치, 사회적 욕구 등을 모두 충족시킬 수 있는 시스템으로 받아들여졌기 때문이

다.

우리나라는 기후적으로 온대지역에 속하고 산지에 대한 인식도 환경적 가치, 생태적 가치, 자연적 가치 등 공익적 가치를 중시하는 사회에 진입하고 있다. 산림의 생태적, 환경적 가치뿐만 아니라 경제적 가치를 함께 고려한 새로운 측면에서의 산지이용방식이 검토되어야 할 시점이다. 산지를 대상으로 산림농업을 도입할 경우 우리나라와 유사한 기후적 지형 지리적 조건을 갖춘 온대 선진국들의 경우를 면밀히 검토하여 우리 실정에 맞는 산림농업모형을 정립하여야 할 것이다. 즉 환경과 생태계보전이라는 대전제 하에 경제적 이익제고를 위한 다양한 산림농업시스템이 정립되어야 한다는 것이다.

따라서 우리나라의 실정에 맞는 산림농업 시스템을 정립하기 위해서는 소득의 다양화, 경제적 생산 최적화를 통한 지속 가능한 토지이용 추구, 환경가치 하락 최소화 등에 중점을 두어야 할 것이다. 이러한 측면에서 우리나라와 기후적, 지형적으로 비슷한 온대지역 국가인 일본, 유럽의 농지, 산지, 산림농업의 관련 정책이 갖는 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 산림농업체계정립을 위한 모델개발이 시급하다. 산지에서의 산림농업은 산림-농업-축산이 상호 연계된 집약적인 산지이용 경영시스템이므로 이들이 조합될 때 생성되는 생물 물리적 상호작용으로부터 얻어지는 생태적, 경제적, 사회적 이익들을 최적화시키기 위한 모델이 개발되어야 할 것이다. 즉 임목과 농작물, 임목과 가축, 또는 임목-농작물-가축의 상호 작용을 바탕으로 한 생물·경제적 모델을 개발하여 활용해야 할 필요가 있다.

둘째, 산림농업의 현장 적용을 위한 기술체계를 정립해야 할 것이다. 산지에서의 산림농업은 환경 및 생태계의 파괴, 산림의 황폐화를 야기할 위험을 동시에 가지고 있다. 환경친화적이고 생태적으로도 조화되는 방향으로 산지이용이 추진되지 않을 경우 산지의 상당 부분이 크게 훼손될 우려가 높다. 그러므로 산림농업의 실행에 따른 환경적 안정성, 생산성의 최적화, 지속가능성 등에 대한 경험적 증거와 실질적인 실험을 통해 기술체계 정립이 요구된다.

셋째, 산림농업이 가능한 적지조사가 이루어져야 할 것이다. 산림농업시스템

은 기상, 기후, 표고, 경사, 토양 등 자연 환경적 요인뿐만 아니라 임목, 작물이나 가축의 고유한 생물적 특성, 지역적, 사회·경제적 요인에 따라 서로 상이하게 적용될 수 있기 때문에 이용가능지역에 대한 구분과 함께 적지 조사가 병행되어야 할 것이다.

넷째, 법적 제도적 지원체계를 정비해야 할 것이다. 1997년 제정된 임업진흥촉진법을 2001년에 임업및산촌진흥촉진에 관한 법률로 개정하여 산림복합경영의 법적기반을 마련하였지만, 앞으로도 농지와 산지의 활용을 용이하도록 하는 제반 법적, 제도적 뒷받침이 요구된다. 목재생산과 더불어 농작물재배, 특용수재배, 임간방목 등 임업과 농업, 축산업이 함께 하는 산림농업시스템이 도입됨으로서 산지는 수평적 이용에서 수직적 공간 이용으로 전환되고 다양한 품목의 도입과 다양한 산림시업이 동일 임지 내에서 전개될 것이므로 이에 맞도록 산지이용을 위한 법 및 제도개선과 함께 지원체계가 정비되어야 할 것이다.

※ 미국의 산림농업

가. 미국의 산림농업 정책 프로그램²⁾

1) 연방정부 정책(National Policy)

자원 사용자들로 하여금 자원보전목표를 달성하도록 하는 다양한 연방정부 정책들은 지속적으로 수정되어 왔다. 산림농업과 가장 밀접하게 관련되어 있는 두 가지 기본 정책수단은 기술적인 지원 및 교육과 직접적인 보조이다. 농업경영자들에게 기술 지원을 위한 기본적인 프로그램은 1935년 토양보전과 국내분배에 관한 법령(Soil Conservation and Domestic Alloment Act)에 의해 제정된 협동기술지원프로그램(Cooperative Technical Assistance)이고, USDA 천연자원보전국(Natural Resources Conservation Sercice, NRCS)에서 이 프로그램들을 운영하고 있다. 농업경영자들에 대한 기술적 지원과 교육은 또한 USDA

2) 이 부분은 H.E. Garrett 등(2000)의 "North American Agroforestry: An Integrated Science and Prattice(p350); Economics and Policy of Agroforestry. American Society of Agronomy"와 AGUS I. RAHMAI(1966)의 "A study of state agroforestry legislation in the United States"의 자료를 정리한 것임.

의 산림청(Forest Service, FS)와 Cooperative Extension Service(CES)에 의해 제공된다. 다양한 주정부의 천연자원보전 기관들 또한 기술 지원과 교육을 제공한다. 보전을 실시함에 따라 지원되는 직접적인 보조(비용분담)는 1935년에 제정된 토양보전과 국내분배에 관한 법령(Soil Conservation and Domestic Alloment Act)이 1936년 수정되면서 농업보전프로그램(Agricultural Conservation Program, ACP)을 통해서 먼저 적용된다. 1973년에 제정된 농업과 소비자보호에 관한 법령(Agriculture and Consumer Protection Act)에 의해 제정된 산림인센티브프로그램(Forestry Incentives Program)이 사유림에 목재생산 혹은 보전을 증가시키는 경영을 하는 토지소유자에게 일정한 금액을 지원하는 프로그램이다.

역사적으로 농업정책과 보전정책은 서로 관장하는 기관이 다르기 때문에 개별적으로 제정되어 왔다. 그러나 1985년 Farm Bill의 식품안전에 관한 조항(Food Security Act)이 통과됨에 따라 이러한 개별성은 없어지게 된다. 이들 법규는 농업생산과 자원보전간에 상호 동의와 양보의 내용을 담고 있다.

산림농업이란 용어는 1990년 Farm Bill의 식품, 농업, 보전과 무역에 관한 조항(Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act, FACTA)내 연방법안에 처음 등장한다. FACTA 제14장인 보전프로그램개선조항(Conservation Program Improvement Act)은 산림농업 유형중 임간재배에 비용분담을 할 수 있도록 하기 위해 1985년 FSA Conservation Reserve Program(CRP) 조항을 수정하였다. 이 수정안은 나무줄 아래 공간에서 농산물을 생산하도록 허가해주는 대신에 매년 임대료를 50%씩 감해주도록 경영자가 제안한다. 이것은 일정한 토지에 활엽수를 식재 할 때 농산물을 생산하는 임간재배에 대해 비용분담을 실시 할 수 있도록 해 주었다. 방풍림이나 동식물 서식처 제공 역할을 할 경우에도 똑같이 적용될 수 있는 형태이다.

FACTA 제7장인 1990년 산림책무에 관한 조항(Forest Stewardship Act)은 산림농업과 특별히 관련이 있고, 토지소유자의 Forest Stewardship Plan에 속해 있을 때 연방정부의 비용분담금 지급 조건에 적합한 Forest Stewardship

프로그램을 제정하였다. Forest Stewardship Plan은 (i) 은신처, 방풍림, 경관적인 가치, 그리고 다른 기타 보전 목적을 위해 산림에 대한 안정화, 경영, 관리, 복구 행위, (ii) 습지에 대한 보호, 회복, 이용 등, (iii) 수질 개선을 위해 다른 토지에 있는 자연식물자원에 대한 경영, 유지 활동 등을 포함하고 있다. 후에 Forest Stewardship 프로그램을 수정하기 위해 개발된 법들은 산림농업과 직간접적으로 아래와 같은 유형들을 포함하고 있다:

산림과 산림농업 개선(Forest and Agroforest Improvement, SIP 3)에 관한 조항은 산림과 산림농업표준생산성 개선, 목재생산의 가치, 질, 활력, 건전성 등의 개선 활동을 포함하고 있다.

방풍림과 수목띠 형성, 관리, 회복(SIP 4)에 관한 조항은 에너지 보전, 농장·가축·작물 보호, 토양유실 감소를 위해 방풍림과 수목띠의 형성, 유지, 개선 활동을 포함한다.

수변지역, 습지 보호와 개선(SIP 6)에 관한 조항은 수질을 유지하고 야생식물을 늘리기 위해 습지와 수변지역에 대해 보호하고, 회복시키고, 개선시키는 활동들을 포함한다.

1996년 Farm Bill의 연방농업개선 및 회복조항(Federal Agriculture Improvement and Reform Act, FAIR)은 농산물시장변화, 무역, 보전이라는 세 가지 사항에 집중하고 있다. 결론적으로 앞에서 살펴본 두 가지 Farm Bill에서 상세하게 열거된 보전에 관한 사항은 보다 일반적인 형태로 약술되어 있다. 임간재배에 대해 공식적으로 언급되어 있는 CRP의 조항들과 관련이 있는 사항들은 Forest Stewardship Act의 조항들과 마찬가지로 2002년경에 새로이 제정될 것이다.

가) 산림농업과 직접적인 관련이 있는 연방정부 정책

(1) The Forest Stewardship Program(FSP)

FSP는 사유림소유자가 산림관리에 필요한 지속 가능한 경영관리계획을 수립하는데 도움을 주는 프로그램이다.

○ 목적

FSP는 사유림지(non-industrial private forest lands, NIPF)를 경영하는 데 있어 다양한 자원적인 측면으로 접근함으로써 천연자원경영관리가 토지소유자와 공공 부문에 최고의 서비스를 제공할 수 있도록 하는 원칙하에 제정되었다. 미국에서 1천만명이 NIPF 토지중 3억 5천 3백만 에이커를 소유하고 있으나 역사적으로 단지 일부만이 전문적인 지원을 받아 왔다.

FSP는 NIPF토지소유자들이 산림책무계획(Forest Stewardship Plan)을 발전시키는데 도움을 주기 위해 전문적인 천연자원경영관리기법들을 소개해 주는 역할을 한다. 적절히 잘 관리된 사유림은 목재, 야생동물 서식처, 수자원보호, 레크레이션 기회 등 다양한 이익들을 제공한다. 산림경영계획(Forest Management Plan)은 NIPF토지소유자들로 하여금 산림경영에 대한 계획 수립 및 관리하는 데 큰 도움을 준다.

○ 역할

계획 수립에 대한 노력에 대해서 재정적인 지원을 함으로써 FSP는 주정부 산림관련자, 생물학자, 사설 컨설팅 기구들의 전문적인 지식들을 사유림 소유자에게 제공한다. 이러한 전문적인 지식은 사유림 소유자들이 자신의 경영목적과 천연자원과 관련된 여러 가지 관련사항들을 반영할 수 있는 상세한 자원경영계획을 수립하는데 많은 조언을 주게 된다. FSP는 산림소유자들이 자원관리에 대한 전문적인 지식을 가지고 있는 전문가들과 좀 더 긴밀한 관계를 가질 수 있는 가이드라인을 제공한다.

○ 지급조건

일반적으로 FSP에 참여할 수 있는 사람은 1000 에이커 이하의 토지를 소유한 사람들이다. 그러나 토지소유상한선은 없다. 소유하고 있는 토지를 최소한 10년 동안 계획에서 밝힌 데로 유지한다고 동의하는 개인이나 비상업적인 토지소유자가 해당된다. FSP는 비용분담프로그램은 아니고, 다양한 자원관리를 할 수 있도록 기술적인 부분과 계획 수립에 있어 가이드라인을 제공하는 프로그램이다. Forest Stewardship 계획의 완성은 토지소유자가 SIP(Stewardship Incentive Program)을 통한 비용분담지원을 받을 수 있는 책임자임이 증명되어야 한다. 이러한 계획 수립에 있어 필요한 조건들은 SIP자금이 좀더 효율적으로 쓰일 수 있도록 함이다.

(2) The Stewardship Incentive Program(SIP)

사유림 소유자들에게 그들이 계획한 책무 계획을 수행할 수 있도록 재정적인 지원을 하는 프로그램이다. FACTA 제 XII장(주유림과 사유림)에서도 승인된 유형들에 대해 비용분담(cost-sharing)제도를 통해서 사유림의 좀 더 나은 관리를 촉진하기 위해 Stewardship Incentive Program을 제도화 하였다. 각 주에서 실시하고 있는 비용분담정책에 부합되는 승인된 활동이나 유형들은 생산적인 목적 뿐만 아니라 은신처, 방풍림, 경관기능, 다른 보전목적을 위해서 행해지는 산림의 안정화, 관리, 유지등의 활동을 포함하고 있다.

USDA의 산림청(Forest Service)과 주 산림정책관련자들이 연방정부나 주 정부 차원에서 이루어지는 SIP를 위한 주도적인 책임들을 가지고 있다. Stewardship Incentive Committee에 속해 있는 각 주의 산림관련자들은 유형들의 우선순위와 최소적용면적에 따라 비용분담 수준을 결정한다. USDA's Agricultural Stabilization and Conservation Service는 이 프로그램에 지원한 지원서를 받고 지불한 금액들을 지불함으로써 행정적인 절차들을 지원한다.

○ 목적

SIP는 사유림소유자들이 수립한 Forest Stewardship Plan을 발전시키고 수정하는데 도움을 주기 위해 사유림소유자들에게 비용을 분담 지원한다. SIP 프로그램이 지원하는 광범위한 경영관리 활동들과 연관되어 있는 Forest Stewardship Plan의 계획 수립과 평가를 위한 필요조건들은 산림소유자들로 하여금 다양한 산림증진과 보호활동을 유발시킨다.

SIP는 미국의 사유림에 대해 전문적인 지식을 지원함으로써 수립된 자원계획은 두 가지 중요한 사항을 위해 제공된다. 첫째, SIP는 공공재(수자원보호, 야생동물 보호 등)에 투자함으로써 발생하는 시장성 부재에 따른 손실을 토지소유자에게 보상해 주는 것. 둘째, SIP는 산림건강을 개선시키는 산림경영관리를 포함하는 천연자원기초를 유지하는데 있어 장기적인 투자를 토지소유자로 하여금 유도하는 것이다.

○ 역할

SIP는 건강한 산림생태계를 유지할 수 있도록 하는 광범위한 산림경영관리 활동들을 지원한다. 1) 산림채무계획 개발, 2) 재조림 및 조림, 3) 산림과 산림농업 개선, 4) 방풍림 안정과 유지 그리고 수선, 5) 토양과 수자원 보호 및 개선, 6) 수변지역과 습지의 보호 및 개선, 7) 어류서식처 증대, 8) 야생동물 서식지 증대, 9) 산림레크리에이션 증대.

SIP 자금은 이들활동들 중 하나에 적용된다 할지라도 다양한 목적과 주정부의 우선순위를 달성할 수 있는 경우에 더 많은 지원이 이루어진다 : 산림과 산림농업 개선은 야생동물 서식지를 증대시키거나 레크리에이션 기회를 증대시킨다.

○ 지급조건

일반적으로 SIP에 참여할 수 있는 사람은 1000 에이커 이하의 토지를 소유한 사람들인데 이들은 특정한 공공이익을 가지고 있는 5000 에이커 규모의 토

지에 대해 다른 용도로의 이용을 포기하게 된다. 연방정부는 토지소유자에게 비용의 75%까지 지원하는데 최고 \$10,000/년까지 가능하다. 그리고 토지소유자는 지원받는 조건으로 최소 10년간 SIP 지원 사업들에 대해 보호하고 유지한다는 동의서를 제출해야만 한다.

나). 산림농업과 간접적인 관련이 있는 연방정부 정책

(1) Forestry Incentive Program(FIP)

FIP는 제X장 Agriculture and Consumer Protection Act(농업과 소비자 보호에 관한 조항)하에서 1973년 의회에 의해 승인되었고, 1974년에 Agriculture and Conservation Program(농업과 보전정책)을 통해서 수정되었으며, 1975년에 FIP는 독립적인 제정지원을 받게 되는 프로그램으로 되었다. 1992년까지 FIP에 의해 사유림중 3백만 에이커의 면적이 조림되었다. FIP의 주된 목적은 재조림, 육림, 방화림, 자연회복지 마련 등을 통해 국가적인 목재공급 능력을 늘리고자 하는 것이다. 바로 이러한 점에서 FIP가 다른 정책들과 다른점이라 할 수 있다.

USDA Forest Service가 기술지원을 위한 주도적인 역할을 담당한다면 ASCS는 이 프로그램에 대한 집행률 담당하고 있다고 할 수 있다. 주 정부에 속해 있는 산림정책관련자들은 토지소유자의 산림관리계획을 승인하고 그들에게 분담금을 지불하기 전에 그들의 이행 여부를 감독한다. County에 있는 ASCS 위원회는 자금을 받기 원하는 신청자들의 최종적인 승인 권한을 가지고 있다. FIP는 국가적인 산림농업 인센티브 프로그램을 위한 모범적인 모델로서 역할을 하고 있다.

(2) Conservation Reserve Program(CRP)

1985년 식품안전법(Food Security Act)에 의해 실시된 CRP는 농업생산자들에게 장기임대합의, 면적별 지급, 비용분담지원 프로그램을 제공하는 것이다. 이것은 특정한 농작물재배지에 항구적인 식물보호지대를 설정하기 위한 것이다. 보전프로그램수정법안(The Conservation Program Improvements Act :

Title XIV of Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act of 1990 - FACTA)은 1985년 법안을 수정한 것이다. 이 수정법안은 어떤 토지에 활엽수가 식재될 때 농산물을 생산하는 임간재배(alloycropping)에 대해서 비용분담을 할 수 있도록 해 놓았다. 단 조건은 운영자가 농산물생산에 대한 허가를 받는 대신에 매년도 임대료를 50% 감하는 것을 제안해야 한다. 이 법안은 또한 모든 필지에 대해서 등재하는 것을 요구하는 것 없이 방풍림(windbreak, shelterbelt)에 대해서도 제공했으며, 또한 일정한 한도 내에서 운영자가 이들에 대한 각 계약사항에 대해 상술하도록 허락하고 있다.

(3) Agricultural Conservation Program(ACP)

정책들 가운데서도 비교적 오랫동안 유지되어 온 ACP는 보전을 목적으로 농민들에게 나무를 심도록 권장하는 것으로 이를 장려하기 위해 비용분담정책을 쓰고 있다. Soil Conservation Service(토양보전국)은 농민들에게 묘목대를 지원해 주고 심은 나무를 잘 가꿀 수 있도록 지원해 준다. 이 프로그램은 산림농업이 지향하고 있는 목표와 일치하며, 나무를 기본으로 하여 보전을 추구하고자 하는 것에 SCS가 참여하는 것은 굉장히 오래 된 전통이다. 그러나 SCS가 ACP하에서 촉진하고자 한다는 측면에서 다른 보전 수단들과 비교해 보면 이 프로그램에서 나무라는 존재는 마이너한 역할을 하고 있다.

(4) Environmental Easement Program(EEP)

Agricultural Resources Conservation Program(농업자원보전프로그램)의 제 3장(FACTA의 소제목 C)가 EEP를 제도화하였다. 이 프로그램은 토양과 수자원을 보전하고 개선할 수 있도록 하는 활동들을 지속적으로 하기에 적합한 농지나 목초지를 주인들로부터 영원히 혹은 장기간 동안 환경적인 부하를 줄일 수 있는 활동들을 실시할 수 있도록 하는 공공적인 승인 내지 획득을 제공하는 프로그램이다. 허가받은 토지에 대해 환경부하를 격감시키기 위해 토지소유자들은 비록 그들이 간벌이나 가지치기 등의 일상적인 산림작업을 할 수 있도

록 허가받았다 할 지라도 허가된 산림내에서 크리스마스츄리 혹은 열매를 수확하거나 판매하는 것이 금지되어 있다. 이러한 격감이라는 용어는 자연환경에 이익인 행위를 제외하고는 어떠한 농산물 생산도 제한하며 수확, 초지 혹은 다른 상업적인 조사로 생산을 금지한다.

이러한 EEP조항들은 이 프로그램의 보전이라는 목적을 달성하기 위해 산림농업을 위한 잠재적 이익을 주지 못할 뿐만 아니라 자연자원보전관리계획의 수정을 위한 토지소유자의 선택에도 제한을 주고 있다. 산림농업 형태의 유형들에 대한 배제에 대한 정당성과 실제적인 기반에 대한 재검토가 필요한 것으로 보인다.

(5) Sustainable Agricultural Research

FACTA의 타이틀 XVI는 지속 가능한 농업연구 조항을 상정한다. 지속 가능한 농업이란 다음과 같다 - "...장기간 동안 식량과 섬유질 식품을 충족, 농업경제의 토대가 되는 천연자원기반과 환경적인 질적 향상, 재활용되지 않는 자원과 농업자원의 효율적 사용, 자연생물학적 사이클과 조절의 통합, 농가경영의 경제적 활력 지속, 농민과 사회에 전체적으로 삶의 질 향상 등을 가져올 수 있는 특정구역에 대한 식물과 동물 생산 유형의 통합...". 이러한 임무는 산림농업을 위한 잠재적인 역할을 직접적으로 언급하는 것이다.

지속 가능한 농업연구와 확대(Sustainable Agricultural Research and Extension, SARE)로 현재 알려진 이 프로그램은 여러 역할을 수행하는 나무를 포함하고 있는 산림농업이나 농장시스템에 집중되어 있는 연구프로젝트에 연구비를 지원하는 경우가 거의 없다. 그러나 1년 에서 3년까지 주어지는 연구기간은 산림농업에 대한 여러 가지 중요한 문제들을 밝혀내는데는 턱없이 부족한 기간이고 이것이 커다란 제한요소로 작용하고 있다.

2) 주정부 정책(State Policy)

미국에서 최초로 산림농업과 관련된 법안을 1990년 미조리주가 채택하였다.

CRP의 완성도를 높이기 위해 도입한 미조리주의 산림농업에 대한 법안은 당시 임간재배(alleycropping)에 국한되어 있었다. 이 정책은 미조리주에서 토양 손실이 많은 지역을 대상으로 토양손실을 줄이기 위한 한 방편으로 활용되었고, 이것을 도입한 주 정책 관련자들은 많은 토지소유자들이 연방정부로부터 지원되는 인센티브 제도보다 주법 안에서 지원하는 정책을 통해서 더 많은 참여를 해 줄 것을 독려 하였다. 처음 주정부에서는 농민들에게 산림농업과 관련이 없는 CRP 유형에 따른 지불금액과 산림농업의 유형인 임간재배를 함으로써 지원받을 수 있는 지불금액(임대료 50% 감면)과의 차액을 주정부에서 보상해 주었다.

1990년 이후 사우스다코타와 아이오와주가 미조리주 다음으로 산림농업에 대한 지원을 하기 시작하였다. 일리노이주의 산림개발조항(Forestry Development Act)은 CRP와 연계되어 있지 않은 곳에 조림을 실시할 경우 비용분담을 해 줄 수 있는 법적 근거를 마련해 주었다.

연방정부의 정책과 더불어 20개주가 산림농업과 직간접적으로 관련되어 있는 법들을 제정하였다. 아래에서 살펴보게 될 직접적인 관련이 있는 정책들이란 산림농업유형들과 특별히 관련되어 있는 정책들을 의미하고, 간접적으로 관련이 있는 정책들이란 산림농업과 관련이 있을 수 있지만 좀더 상세히 들어가면 산림농업유형들을 위한 사항이 아닌 경우를 지닌 정책들을 말한다.

가) 직접적으로 산림농업과 관련이 있는 주정부 정책

9개주가 산림농업과 직접적인 관련이 있는 정책들을 가지고 있다. 직접적인 관련이 있는 법들 하에 들어 있는 산림농업유형들은 방풍림-서식처, 임간재배, 임간축산, 수변완충림, 산림농업 형태이다. 그리고 이들 법들 속에 들어 있는 구체적인 실행 프로그램들은 기술지원과 교육, 비용분담, 세금감면을 포함하고 있다(표 참조). 이외 농지경계나 중요한 지역에 대한 조림과 같은 산림농업유형들은 다른 몇몇 법들 속에 포함되어 있다. 방풍림이나 서식처를 위한 임목이 가장 보편적으로 적용되는 산림농업의 형태이고, 그 다음으로 임간재배, 임간

축산, 수변완충림이다.

비용분담프로그램은 토지소유자들로 하여금 산림농업유형들을 도입하도록 유도하기 위해 일부 주에서 적용하고 있다. 하와이주, 아이오와주, 메릴랜드주, 미조리주, 미네소타주, 네브라스카주, 사우스다코타주, 버지니아주와 같이 8개 주는 비용분담프로그램을 사용하고 있다. 매년 지불해 주는 프로그램(Annual Payment)은 미조리주, 사우스다코타주에서 토지소유자들에게 적용하고 있는 또 다른 인센티브제도이다. 직접적인 산림농업 관련법을 가지고 있는 주들 중에서 인디애나주만이 세금감면정책을 쓰고 있다. 그리고 각 주들은 기술지원과 교육 프로그램을 실시하고 있고, 프로그램 혜택의 연장도 해준다.

<산림농업과 직접적으로 관련있는 미국 각 주의 정책>

주명	법 및 제도	제정 연도 (개정)	적용 유형	규정
하와이	Forest Stewardship Act (산림책무에 관한 조항)	1991	방풍림-은신처	산림농업 경영을 위해 비용의 50%까지 지원
인디애나	Classified Field Windbreak (농지 방풍림에 관한 법률)	1985	방풍림-은신처	재산세 감면; 방풍림세는 \$1/acre임
아이오아	Resource Enhancement and Protection Rules (자원 증대와 보호에 관한 규칙)	1990	방풍림-은신처;임간재배, 임간축산, 식물보호 완충지역, 중요조림지역, 들경계	비용의 75%까지 지원, \$365/acre 초과 불가
매릴랜드	Cost Sharing Water Pollution Control (수질오염 방지를 위한 비용 보존에 관한 법률)	1984	방풍림-은신처;임간재배, 임간축산, 식물보호 완충지역, 중요조림지역, 들경계	비용의 87.5%까지 지원, 공동출자 합의하에 프로젝트당 \$10,000 혹은 BMP당 \$20,000 초과 불가
미조리	Missouri Economic Diversification and Afforestation Act 1984, Subtitle (미조리 소득다각화와 조림에 관한 법률)	1990 (1993)	방풍림-은신처 임간재배, 임간방목, 산림농업	비용의 75%까지 지원 (매년 지급)
미네소타	Reinvest in Minnesota Resources Law (미네소타 자원 재투자에 관한 법률)	1994	방풍림-은신처 임간방목, 식물보호완충지역	비용의 75%까지 지원, \$75-\$300/acre 초과 불가 (유형에 따라 다양함)
네브라스카	Soil and Water Conservation Act (토양과 수자원 보호에 관한 조항)	1945 (1993) (1995)	방풍림-은신처	비용의 75%까지 지원
	Erosion and Sediment Control Act (토양유실 및 퇴적물 보호에 관한 조항)	1945 (1986) (1988) (1991) (1994)	방풍림-은신처 임간재배, 중요한 조림지	비용의 90%까지 지원
사우스다코타	Shelterbelts Development Act (은신처 개발에 관한 조항)	1985	방풍림-은신처	허가받은 서식처를 위해 \$5/acre(매년 지급)
	Phesants for Everyone Tree Cultivation Guidelines (육림을 위한 가이드라인)	1986	방풍림-은신처	\$50-\$125/acre 비용 분담 (조림량에 따라 다양함)
버지니아	Soil and Water Conservation Law (토양 및 수자원 보호에 관한 법률)	1984	임간재배, 임간방목, 식물보호완충지역, 산림농업	비용의 75%까지 지원, 매년 \$15-\$100/acre 지급 (유형에 따라 다양함)

자료 : H.E. Garrett외 2명, 「North American Agroforestry:An Integrated Science and Practice」, 2000
 Agus I. Rahmadi, 「A study of state agroforestry legislation in the United States」, 1996

(1) 하와이(Hawaii)

- Forest Stewardship Act(Hawaii Revised Statutes, Chapter 195F)

1991년에 통과된 이법의 주된 목적은 개인토지소유자들로 하여금 수질 관리, 공기청정, 동식물을 위한 서식처 제공 등과 같은 주된 역할을 수행하는 책무경영실연(Stewardship management practices)을 발전시키기 위한 것이었다. 비용분담프로그램(cost-share program)은 좀더 진보된 경영실연형태인데 총년간 비용의 50%를 초과하지 못하도록 되어 있다. 방풍림이나 서식처를 위한 조림과 같은 산림농업유형은 비용분담프로그램에 적합한 형태이다.

토지 및 천연자원부서(Department of Land and Natural Resource)와 협력하고 있는 토지 및 천연자원위원회(Board of Land and Natural Resource)에 속해 있는 산림과 야생동식물 및 기타 관련 분과(Division of Forestry and Wildlife and other related agencies)는 프로그램을 이행하는데 직접적인 책무를 지니고 있다.

이 프로그램에 참여하기 위해서는 지원하고자 하는 토지소유자가 프로그램의 목적에 부합하고 위원회에서 제시한 여러 활동들에 적합한 산림책무경영계획(Forest Stewardship Management Plan)을 위원회에 제시하여야만 한다. 이 법은 토지소유자가 상황이 이루어지기 전에 개인자금을 사용할 것을 요구하고 있다. 적정한 상황율은 위원에 의해서 결정된다.

(2) 인디애나(Indiana)

- Classified Field Winbreak(P.L.58-1985, Chapter 6, Section 1.1-6.2)

1985년에 제정된 이 법의 목적은 바람으로 인한 피해를 방지하기 위해 농지 보호를 목적으로 한 방풍림을 식재하도록 토지소유자들을 유도하기 위함이다. 토지소유자들로 하여금 이 프로그램에 참여하도록 유도하기 위해 에이전시인 인디애나 주 정부의 천연자원산림부(Forestry Department of Natural Resources)는 재산세 감면 혜택을 제공하고 있다. 방풍림으로 분리된 토지는

에이커당 1.달러를 할당받게 된다. 이와 더불어 방풍림의 안정과 유지를 위해 기술지원이 이루어지게 된다.

이에 관심이 있는 토지소유자는 신청서를 작성하고 에이전시로부터 이 프로그램에 참여하기 위한 승인을 받아야 한다. 지원자에게 승인을 주기 전에 에이전시에서는 토지가 농지보호를 위한 방풍림으로써 역할을 제대로 수행할 수 있는 곳인지에 대해 심사하게 된다. 이와 같은 심사를 위해 필요한 조사비용은 지원자가 부담하게 된다. 토지중 일부가 농지보호를 위한 방풍림으로써 구분되면 이 필지가 적어도 폭이 50피트가 되고, 담장라인, 소유지라인 혹은 경계지와 인접한다면 이 프로그램을 실시하기에 적합한 곳이다. 더불어 방풍림으로 구분된 곳은 그곳에 주거를 위한 어떠한 건물이나 기타 다른 건물을 지을 수 없고, 수렴도 허가되지 않는다.

토지소유자가 에이전시에서 제시한 기준들에 부합하도록 방풍림을 유지하여야만 한다. 이러한 규칙을 어기게 되면 방풍림지역으로부터 제외되게 되고 토지소유자는 협약사항을 어긴 것으로써 일정한 벌금을 내야 된다.

(3) 아이오와(Iowa)

- Resource Enhancement and Protection Rules(Iowa Code, Section 467F, Rule 27, Chapter 12: Water Protection Practices-Water Protection Fund)

이 법은 1990년에 제정되었다. 이 법이 산림농업(Agroforestry)를 위해 특별히 제정된 것은 아니지만 산림농업과 직접적인 관련이 있는 것으로 분류될 수 있다. 아이오와주가 천연자원을 보호하기 위한 광범위한 기초적 접근을 제공하기 위해 만든 이 법은 많은 적법한 실연방법들을 담고 있다. 이들 실연방법들 중에 하나가 산림농업이다. 산림농업 유형중에도 줄형 작물재배(strip-cropping), 농지경계림, 농지보호 방풍림, 식물보호지역, 임간축산, 특정 지역 조립 유형이 이에 속한다.

아이오와 농업과 토지책무과(Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship)의 토양보전분과(Division of Soil Conservation)에 의해서 만들어

지고 운영되는 프로그램은 비용분담프로그램이다. 비용분담율은 총비용의 75% 수준이며 에이커당 365달러를 초과할 수 없다. 특히 줄형 작물재배에 있어서는 에이커당 15달러까지 지원되는 비용분담비는 한 번에 지급된다. 아울러 저비용 어린묘목 재배와 기술지원이 이루어진다.

이 프로그램에 참여하고 하는 토지소유자나 농장주는 에이전시에서 요구하는 일정한 지원서를 제출하여야 한다. 에이전시에서 제시한 일정한 조건에 동의하지 않으면 어떠한 재정지원도 이루어지지 않는다. 이 프로그램하에서 이루어지는 프로젝트들은 본래 추구하고자 했던 기준들을 초과하거나 수용할 수 있는 것들이어야 하고, 기대수명이 20년이나 그 이상이 되어야 한다. 현존하고 있는 곳에 수선하거나 수정을 할 경우에는 재정지원이 이루어지지 않는다.

(4) 매릴랜드(Maryland)

- Cost Sharing Water Pollution Control Act(Maryland Acts 1984, Subtitle 7, Chapter 795, Section 2; 8-701 to 8-705)

1984년에 제정된 이 법은 건전한 농업 이행을 지원하기 위해 만들어졌다. 이 프로그램은 최선의 경영을 통한 실연방법(best management practices, BMPs)들을 통해 토양유실, 동물잔해, 유기물, 농약으로부터 수자원 오염을 최소화하는 데에 목적이 있다. BMPs는 27개의 실연유형으로 구성되어 있다. 이들 중 네가지 유형, 즉, 방풍림, 오염원 여과림, 줄형 작물재배, 특정 지역의 조림이 산림농업으로 분류된다.

비용분담 수질오염조절법(Cost Sharing Water Pollution Control Act)에 의해 만들어진 매릴랜드 농업용수비용분담프로그램(Maryland Agricultural Water Quality Cost Share Program, MACs)은 Maryland Department of Agriculture의 Office of Resource Conservation에 의해 운영되고 있다. 이 프로그램은 법적 비용의 87.5%까지 비용분담을 해 주고, 재정지원의 경우 한프로젝트에 1만달러 혹은 2만달러를 초과할 수 없다. 여기에 덧붙여 각종 기술지원이 무료로 이루어진다.

MACS프로그램은 수질오염을 야기할 수 있거나 현재 야기하고 있는 농장을 운영하는 개인, 공동경영자, 회사 등 다양한 주체에 적용된다. 제안된 프로젝트는 수질개선을 할 수 있어야 하고, MACS에서 제시한 법적 기준과 비용 효율조건들을 만족시켜야 한다. 이와 같은 주정부의 비용분담자금은 이전에 한번 시도해서 실패한 곳에 농업적 이용을 위해 재시도하는 곳에는 지원하지 않는다. 동의한 사항에 따라 수행되고 있는 곳에서 수질 개선이 이루어지지 못할 경우에는 지원된 비용을 토지소유자가 상환하여야 한다.

(5) 미조리(Missouri)

- Missouri Economic Diversification and Afforestation Act(Missouri Revised Statutes, Chapter 252. 300-252.333)

이 법은 1990년에 제정되어 1993년에 수정되었다. Missouri Department of Conservation(MDC)는 다른 관련 에이전시와 협력하여 산림농업프로그램을 발전시키기 위해 노력하고 있다.

이 프로그램이 추구하고자 하는 목표들은 다음과 같다. 1) 새로운 혹은 확대된 연방 보전보류프로그램(Federal Conservation Reserve Program, CRP)을 보완하는 것. 2) 토양보전을 촉진하는 것. 3) 산림농업 유형을 실현함으로써 미조리지역의 농업기반의 다양화 추구.

이 프로그램을 실행시킴으로써 얻고자 하는 목적은 토양보전, 수질개선, 공기정화, 야생동물 서식처 개선의 결과를 가져 올 수 있는 장기적인 상호연계 전략을 가지고 환경적, 경제적, 사회적 프로그램을 도입하는 것이었다. 또한 이 프로그램은 일자리 창출과 사회적 문제들을 감소시키는 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

이 프로그램은 만약에 이 프로그램에 해당되는 토지가 산림농업 목적으로 사용된다면 연방정부와의 계약이 만료된 이후 10년간 더 CRP지역에 대해 주정부 임대지불금을 지원해 준다. 따라서 농민은 만약 그들이 산림농업을 목적으로 토지를 계속해서 이용한다면 20년간(10년간의 CRP 계약기간) 혹은 25년

간(15년간의 CRP 계약기간) CRP 토지에 대한 인센티브 지불을 받게되는 것이다. 법적으로 적합한 산림농업 유형들은 나무와 작물(방풍림), 나무와 사료작물(임간축산), 나무와 대체작물(산림농장), 나무와 원예작물(임간재배)가 해당된다.

완전 정착기간까지 이 프로그램은 산림농업관리 프로그램에 따라 나무를 심거나 관련된 유형들을 도입할 경우 비용분담 인센티브를 제공하는데 총비용의 75%를 초과하지 못한다. 완전정착화되는 기간이란 CRP에 속하는 토지이거나 CRP에 속하지 않는 토지에 경우 6개월의 기간을 의미한다. 이와 덧붙여 MDC의 기술대표자에 의해 매년 이루어지는 검사들은 경영관리 구조의 효율성을 평가하게 된다.

지원하고자 하는 토지소유자는 MDC에 일정한 지원서를 제출하여야 한다. 지원자는 10년 동안 법적 동의서에 사인을 해야만 한다. 이 프로그램의 적용을 받을 수 있는 토지는 토양손실이 자주 일어나는 농업용지, CRP에 적용되는 농업용지, 지정된 농지의 1/3 이상이 유실지수(Erodibility Index, EI)가 8 이상이면서 CRP에 해당되지 않는 토양유실 가능성이 높은 농업용지가 해당된다. 만약 이러한 유형들이 협약사항과 다르거나 토지소유자가 이전에 있던 문제들을 개선하려는 의지가 없을 경우 토지소유자는 차후의 지불금액을 받을 수 없게 된다.

(6) 미네소타(Minnesota)

- Reinvest in Minnesota Resources Law(Minnesota Statutes, Section. 103F.505 to 103F.531)

이 법은 1994년에 제정되었다. 이 법의 목적은 토양 유실 방지, 수질보호, 어류와 야생동물 서식처 보호를 위해 한계농지에 농작물 재배를 하지 않도록 유도하는 데에 있다. 이 법은 한계농지나 토양유실 가능성이 높은 토지, 공공하천에 인접한 토지, 습지, 상수원보호구역 지역의 토지에 농업행위를 중지하도록 유도하고, 이 지역에 다년생 식물을 식재함으로써 환경적 가치 증진을 추구

하고자 하는 정책들이 실행될 수 있도록 법적 지원을 하게 된다.

이 법이 추구하고자 하는 목적들을 달성하기 위한 프로그램과 실연유형들을 발전시키고 관장하기 위해 수자원 및 토양자원 위원회(The Board of Water and Soil Resources)가 결성된다. 이 법에서 허용하고 있는 산림농업 유형은 방풍림, 녹색식물지대(vegetative buffer strip), 임간축산이다.

필요한 기술지원이 이루어지고, 다년생 식물이나 나무를 식재할 경우 토지소유자에게 비용분담프로그램에 따라 재정지원도 이루어진다. 비용분담율은 일정기간을 한정할 경우 비용의 75%, 항구적으로 할 경우 100%를 지원받게 되고 에이커당 75달러에서 300달러의 범위에서 지원된다.

이 프로그램에 적용되는 지역은 대개 한계농지, 수변지역, 방풍림이 식재된 토지, 목초지로 활용되는 사면토지가 해당된다. 토지소유자는 에이전시에서 제시한 협약사항에 동의해야 한다. 이 프로그램에 적용되는 토지에서 방풍림과 같은 항구적인 역할을 할 수 있는 유형들이 가장 우선시 취급된다.

(7) 네브라스카(Nebraska)

- Nebraska Soil and Water Conservation Act(Nebraska Revised and Reissued Laws, Section 2-1575 to 2-1585) ; Nebraska Erosion and Sediment Control Act(Nebraska Revised and Reissued Laws, Section 2-4601, to 2-4613)

이 두 법은 1945년에 제정되었는데 그 동안 여러 번 수정되었다. 전자의 법이 가장 최근에 수정된 것은 1993년과 1995년이고, 후자의 법은 1986년, 1988년, 1991년, 1994년에 각각 수정되었다. Nebraska Soil and Water Conservation Act에 따라 Nebraska Natural Resources Commission이 필요한 프로그램과 실연유형들을 관장하게 된다. 그리고 Nebraska Erosion and Sediment Control Act에 따라 실연유형들을 관장하기 위한 에이전시로서 위의 위원회와 협력하여 Department of Natural Resources가 주관하게 된다.

이들 두 법은 각각 추구하고자 하는 목적들이 비슷하기 때문에 상호보완적

인 측면이 강하다. Nebraska Soil and Water Conservation Act는 네브라스카 주의 수자원과 토지자원을 보전, 보호, 이용에 관해서 다루고 있으며, 이 법은 토양유실과 퇴적물 손실을 줄이는데 목적을 두고 있다. 그리고 Nebraska Erosion and Sediment Control Act은 수질을 향상시키기 위해 토양유실과 퇴적물 유실을 방지하는 수단들을 강화하고 확대하고자 하는데 목적을 가지고 있다.

이 법에서 산림농업으로 구분하고 있는 유형들은 방풍림, 줄형 작물재배, 특정 지역에 대한 조림이다. Nebraska Soil and Water Conservation Act하에 지원되는 재정지원은 사용된 실비용의 75%를 초과할 수 없게 되어 있다. 그리고 Nebraska Erosion and Sediment Control Act하에서 지원되는 재정지원은 실비용의 90%까지 지원된다. 이 두 프로그램에 의해 지원되는 지원금의 재원은 Nebraska Soil and Water Conservation Act에 의해 조성된 Nebraska Soil and Water Conservation Fund이다.

지원자가 제안한 유형들의 적법성은 천연자원보호구역, 토양보전사무국 그리고 기타 관련 에이전시들로부터 지원을 받는 위원회에 의해 결정된다. 위원회와 토지소유자간에 이루어지는 협약은 단기 혹은 장기간의 협약을 하게 되는데 장기의 경우 10년을 초과하지 않는다.

(8) 사우스 다코타(South Dakota)

- Shelterbelt Development Act(SL 1985, Chapter 38-7A-1); Pheasants for Everyone Tree Cultivation Guidelines

Shelterbelt Development Act는 State Conservation Commission과 보전 관련 부서들과 협력관계에 있는 주농무부에 의해 관장된다. 이 법은 1990년에 제정되었다. Pheasants for Everyone Tree Cultivation Guidelines은 동식물 서식처림과 방풍림을 장려하기 위해 1986년에 Department of Game, Fish and Parks(DGFP)에 의해 발의되었다.

동식물 서식처림의 발전을 위해 이루어지는 두 프로그램하에서 인센티브는

매년 지불되는 지불금과 비용분담프로그램 형태로 지원되었다. 첫째 지불금제도에서는 토지소유자에게 서식처림을 조성한데 대해 연간 에이커당 5달러를 지불한다. 그리고 비용분담프로그램에서는 조림한 넓이, 조림열 수, 수종의 구성에 따라 다양한데 에이커당 50달러에서 125달러 범위에서 토지소유자에게 DGFP에 의해 지급된다. DGFP하에서 서식처림을 조성하여 안정화시키는 데는 토양보전을 목적으로 할 뿐만 아니라 야생동물을 보호하려는 의도도 있다.

Shelterbelt Development Act하에서 State Conservation Commission은 서식처림이 적법성을 결정한다. 1984년 1월 1일 이후에는 조림된 서식처림만이 허가를 받을 수 있게 되었고, 새로운 서식처림의 승인기간은 10년을 초과하지 않는다.

Pheasants for Everyone Tree Cultivation Guidelines하에서 관심 있는 토지소유자들은 서식처림 조성을 위한 계약을 맺어야만 하고 계약을 맺게 되면 승인을 위해 DGFP 대표부에 보내진다. 서식처림을 위한 최소 나무 줄 수는 1-15에이커에 8줄이 되어야 한다. 나무는 최초 조림된 시기를 포함해서 4년 동안 육림되어야만 하며 계약의 유효기간은 조림후 10년간이다.

(9) 버지니아(Virginia)

- Soil and Water Conservation Law(Code of Virginia, Section 10.1-500 et. seq.)

이 법의 목적은 토지소유자로 하여금 최선의 경영 실연방법(BMPs)을 정착하도록 유도함으로써 버지니아의 토양 및 수자원을 보호하고자 하는 데에 있으며 1984년에 제정되었다.

이 법에서 권장하고 있는 실연유형에는 22가지가 있다. 이중 7가지가 산림농업과 관련이 있는 유형들이다. 완충형 줄작물재배(Buffer strip-cropping)와 줄작물재배(strip-cropping) 시스템은 토양유실을 막고 수질을 개선하고자 하는데 목적을 두고 실시하고 있다. 식물완충지역으로 구분되는 숲완충지역과 하천보호지역과 같은 특정한 지역에 녹색완충지역을 형성하는 것은 그 지역으로부터

터 퇴적물 유출을 막고 각종 유기물의 유출을 막고자 하는데 그 목적이 있다.

이 프로그램에 토지소유자들이 참여하도록 유도하기 위해 각종 비용분담을 이 제공되고 있다. 구성요소에 따라 실비용의 70-75% 그리고 에이커당 15달러에서 100달러가 지급된다. 더불어 45개 지역 토양 및 수질 보전지역은 프로그램 시행을 위해 필요한 기술지원도 이루어진다.

2) 간접적으로 산림농업과 관련이 있는 주정부 정책

8개 주가 산림농업과 간접적으로 관련이 있는 정책들을 가지고 있다. 간접적인 관련 정책들하에서 제공되고 있는 프로그램은 직접적으로 산림농업과 관련이 있는 정책들하에서 적용되고 있는 프로그램과 유사한데 기술지원과 교육, 비용분담, 세금감면, 자금대출과 같은 프로그램들이다(표 참조).

산림농업과 간접적인 관련이 있는 정책들을 가지고 있는 주들은 간접적인 정책속에 있는 각종 조항들과 산림농업과 관련이 있는 Conservation Reserve Program(CRP), Forest Stewardship Program(FSP)와 같은 연방정부의 정책들을 통해서 산림농업유형들을 지원하고 있다. 이러한 예들을 뉴멕시코주와 유타주에서 발견된다.

<산림농업과 간접적으로 관련있는 미국 각 주의 정책>

주명	제도 및 법	제정 연도 (개정)	규정
델라웨어	Commercial Forest Plantation Act(상업적 조림에 관한 조항)	1953	인공조림지에 대하여 30년가 세금 면제
일리노이	Forestry Development Act (산림개발에 관한 조항)	1983 (1986) (1987) (1990) (1993)	비용의 75% 지원, \$25-\$210 초과 불가
미시건	Farmland and open Space Preservation Act(농지와 개활지 보전에 관한 조항)	1974	농지나 개활지로 등록된 땅에 대해서는 재산세 면제
미시시피	Forest Resource Development Law	1974	비용의 75% 지원, \$37.3/acre 초과 불가
뉴저지	Farmland Assessment Act (농지과세에 관한 조항)	1964 (1986)	허가된 임지에 대하여 재산세 감면
뉴멕시코	Forest Conservation Act (산림보호와 관한 조항)	1978	비용 지원, 저렴한 묘목가
뉴욕	New York State Ginseng Regulation(뉴욕주 인삼 규제)	1987	-
노스다코타	North Dakota Forest Stewardship Tax Law (노스다코타 산림의무세 법률)	1991	의무조항을 잘 실천하였을 경우 매년 50센트/acre 정도만 세금 부과
	Forestry and Tree Distribution (임업 및 나무 유통)	1995	주민과 토지소유자에게 씨앗과 조림채권 배당
유타	Management of Forest Lands and Fire Control (산지관리와 산불방지)	1988	비용분담 \$75/acre 지원, 기술지원
워싱턴	Ecopractice Standards for State -owned Agricultural and Grazing Lands (주소유의 농지 및 목초지를 위한 생태사업 기준)	1993	-
위스콘신	Winsconsin Managed Forest Law(위스콘신 산림관리법)	1985	개활지에 대해서 \$0.85/acre 세금감면

자료 : H.E. Garrett외 2명, 「North American Agroforestry:An Integrated Science and Practice」, 2000
 Agus I. Rahmadi, 「A study of state agroforestry legislation in the United States」, 1996

산림농업과 간접적인 관련이 있는 정책들을 가지고 있는 주들은 대개 조립을 장려하기 위해 세금감면(Tax Reduction) 방법을 많이 사용한다. 세금감면 정책을 사용하는 주는 델라웨어주, 미시간주, 뉴저지주, 노스다코타주, 위스콘신주로 5개주이다. 조립을 장려하기 위해 이용되는 또 다른 방법중에 하나가 비용분담(Cost-Sharing)인데 이 방법을 주로 사용하는 주는 일리노이주, 미시시피주, 뉴멕시코주, 유타주로 4개 주이다. 뉴욕주와 워싱턴주는 인센티브성의 정책을 사용하지 않고 있다.

(1) 델라웨어(Delaware)

- Commercial Forest Plantation(Delaware Code, Title 7, Chapter 35, Section 3501-3508)

이 법은 1953년에 제정되었다. 델라웨어 농무부에서 운영하고 있는 세금감면 프로그램은 개인 소유의 토지에 산림경영을 유도하기 위해 개발되었다. 상업적인 목적으로 산림에 조립함으로써 이 프로그램에 참여하고자 하는 토지소유자는 조립한 지역에 한해서 30년간 세금면제를 받게 된다.

이 프로그램에 참여하기 위해서는 제시한 토지가 주정부의 산림전문가들에 의해 승인된 산림경영계획에 의해 경영되어야 하고 면적은 10에이커 이상이 되어야 한다.

이 법은 잠재적으로 델라웨어주의 산림농업 도입에 영향을 끼칠 수 있다. 그러나, 이 법하에서 실시되는 프로그램은 토지소유자로 하여금 그들의 토지에 나무를 심도록 유도하기 위해 실시하고 있다. 이 프로그램에 적용될 토지는 산림경영계획을 반드시 첨부하여야 한다. 그와 같은 계획을 승인하는 권한을 가지고 있는 주정부의 산림전문가들은 산림에 보다 좋은 재정적인 지원을 하기 위해 토지소유자에게 산림농업유형을 권유할 수 있을 것이다.

(2) 일리노이(Illinois)

- Illinois Forestry Development Act(Title 17, Chapter Id, Section 1536.30)

이 법은 1983년, 1985년, 1986년, 1987년, 1990년, 1993년에 걸쳐 여러 번 수정되었다. 이 법의 목적은 조림 장려에 있다. 일리노이주의 Department of Natural Resources의 Division of Forest Resources가 조림장려를 위한 비용분담프로그램을 관장하고 있다.

이 프로그램에 관심이 있는 토지소유자는 적어도 5에이커의 토지가 있어야 하고 최소 10년간 계약을 하여야 한다. 비용분담율은 실비용의 75%인데 이것은 조림형태에 따라 25달러에서 210달러 정도의 범위에서 지원된다. 비용분담의 경우 다음과 같은 경우에는 허용되지 않는다. 1) 조림면적이 1에이커 미만이거나 에이커당 식재된 나무가 435그루 이하일 경우, 2) 유실수, 조경수 식재시, 3) 식재된 나무에 관개시설 도입시.

토지소유자가 협약사항을 이행하지 않을 경우 지원된 모든 비용을 환불하여야 한다.

(3) 미시건(Michigan)

- Farmland and Open Space Preservation Act(Act 116, P.A. 1974)

이 법은 1974년에 제정되었다. 미시건주의 Department of Natural Resources의 Division of Forest Resources에 의해 실시되고 있는 두 가지 프로그램은 농지에 대한 개발권과 개활지에 대한 개발권으로 명명된다. 이들 프로그램은 농경지와 개활지에 대해 과도한 사용을 억제키 위해 사용되고 있다.

토지소유자들이 이 프로그램에 동참하도록 하기 위해 에이전시는 동참하는 토지에 대해 세금감면 혜택을 주고 있다. 두 프로그램의 최소참여기간은 10년이며 이 기간이 되기도 전에 계약을 파기할 경우 지금까지 지원받은 모든 세금혜택에 대해 다시 상환하여야 하고, 여기에 상환할 금액에 대해 매년 6%의 이자가 덧붙여진다.

(4) 미시시피(Mississippi)

- Mississippi Forest Resource Development Law(Mississippi Laws 1974,

Chapter 326, Section 49-19-201 to 49-19-227)

1974년에 제정된 이 법은 미시시피주의 황폐해진 사유림에 대해 산림자원 축적을 유도하기 위해 제정되었다.

Mississippi Forestry Commission은 조림, 육묘, 육림, 대상지 정리, 수렴을 위한 보전과 개발을 위해 체계적인 활엽수 조림을 장려키 위해 비용분담프로그램을 실시하였다. 비용분담율은 실비용의 75%이고, 에이커당 37.3달러를 초과할 수 없다. 계약기간은 10년이다.

이 프로그램에 참여할 수 있는 주체는 개인토지소유자, 단체, 에이전시, 주정부 부가 해당된다. 개인제조업체나 공공재를 제공하는 개인 업체는 이 프로그램에 참여할 수 없다. 더욱이 비용분담프로그램은 연방정부의 재정지원을 받는 사업들은 지원받을 수 없다.

(5) 뉴저지(New Jersey)

- The Farmland Assessment Act(N.J.A.C. 18.15.2)

이 법은 1964년에 제정되어 1986년에 수정되었다. 이 법의 목적은 산림의 과도한 벌채를 막음으로써 공기정화, 수질개선, 야생동물 서식처 제공과 같은 산림의 중요한 기능을 증진시키기 위함이다. 산림경영계획에 따라 산림을 관리할 경우 세금감면 혜택을 주고 있다. 이 프로그램이 실시되는 토지는 최소 5에이커가 되어야 한다. 이 프로그램을 통해 잠재적으로 지원을 받을 수 있는 산림 농업유형은 산림농장, 임간축산, 임간재배이다.

(6) 뉴멕시코(New Mexico)

- New Mexico Forest Re-leaf Act(NMSA 1978, Section 68-2-29 to 68-2-33)

1978년에 제정된 이 법은 조림을 장려함으로써 환경적 가치를 증진시키는데 목적을 두고 있다. 이 법은 조림할 경우 비용분담 프로그램을 제공하고 있다. 이 프로그램에 쓰이는 자금은 보전과 조림 회전자금에서 기인하는데 이 자

금의 20%가 이 프로그램을 위해 할당된다. 그리고 이에 더해서 이 프로그램에 참여하는 토지소유자에게 묘목가 인하, 기술지원이 제공된다.

(7) 뉴욕(New York)

- New York State Ginseng Regulation(Title 6 New York Codes, Rule and Regulations, Sections 193.4-103.8)

1987년에 제정된 이 법의 목적은 뉴욕주에서 생산되는 인삼의 품질을 보호하기 위한 것이다. 이 법하에서 지원되는 인센티브는 없다. 기본적으로 이 법은 뉴욕주산 인삼임을 인증함으로써 인삼거래를 규제한다. 인증이 의미하는 것은 뉴욕주에서 합법적으로 생산되거나 자연채취된 뉴욕산 인삼의 수출을 허가하는 환경보전부(Department of Environmental Conservation)가 발급한 원산지 표시가 반드시 있어야 한다는 것을 의미한다. 인삼을 거래하는 업자는 환경보전부로부터 허가를 받아야 하고, 인삼 거래에 대한 모든 거래 기록을 반드시 보관하고 있어야 한다. 이 기록은 3년간 보관하여야 하고 환경보전부가 요구할 경우 제출하여야 한다. 더욱이 인삼거래업자는 90일마다 인삼거래 상황을 환경보전부에 보고해야만 한다.

(8) 노스다코타(North Dakota)

- North Dakota Forest Stewardship Tax Law(North Dakota Century Code, Chapter 57-57); Forestry and Tree Distribution(North Dakota Century Code, Chapter 4-19)

North Dakota Forest Stewardship Tax Law(1991)는 토지소유자로 하여금 그들의 산림자원에 대한 책무를 충실히 수행하도록 유도하기 위해 제정되었다. 이러한 목적을 달성하기 위해 노스다코타 산림청은 Forest Stewardship Program하에서 경영이 이루어지고 있는 토지에 대해 매년 세금감면 혜택을 주고 있다. 이 프로그램에 적용될 수 있는 토지는 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다. 1) 10에이커 이상의 천연림, 2) 5에이커 이상, 너비 60피트 이상인 인

공림, 3) 10에이커 이상의 천연림과 인공림이 혼합된 산림. 계약은 5년 동안 유지되며, Board of County Commissioner와 토지소유자들간에 쌍방간의 합의 하에서 계약사항은 재조정될 수 있다.

두 번째 법인 Forestry and Tree Distribution은 1995년에 제정되었는데 임업활동을 촉진하고 산림의 개발, 이용, 효율적인 경영을 촉진하는 것이 목적이었다. 이 법하에서 제공되는 인센티브는 토지소유자나 노스다코타주 주민에게 주정부에서 운영하는 묘목장에서 씨앗과 묘목을 나누어 주는 것이다. 이렇게 나눠진 씨앗과 묘목들은 재조림되거나 방풍림, 동식물서식처림, 울타리, 크리스마스 트리, 기타 환경보전을 위한 조림에 쓰이게 된다.

(9) 뉴타(Utah)

- Management of Forest Lands and Fire Control(Title 65A-8, Chapter 1)

이 법중에서 한 챕터가 산림농업과 관련이 있다. Utah Division of Forestry는 이 챕터를 1992년 뉴타주 산림농업 지원 프로그램을 발전시키기 위해 필요한 조항으로 이용하고 있다.

이 챕터의 일반적인 목적은 연방정부 소유가 아닌 산림과 수변지역을 보호하고 사유림 소유자들로 하여금 산림과 다른 토지를 보전하고 보호하며 경영하도록 유도하는 데에 있다. 산림농업 프로그램을 실시함에 있어 Division of Forestry는 위원회의 규칙에 따라 토지소유자와 일정한 협약을 맺어야 한다.

이 프로그램은 연방정부가 시행하고 있는 Stewardship Incentives Program(SIP)을 완성하는 것이다. 현장에 종사하는 일선직원들은 토지소유자에게 기술지원을 해 주고 비용분담율을 결정하기 위한 기초작업으로 목표를 설정하고 프로그램 이행 여부를 보고한다. 이 프로그램을 위해서 최소 20에이커의 토지가 있어야만 한다.

(10) 워싱턴(Washington)

- Ecosystem Standards for State-owned Agricultural and Grazing

Lands(Washington Laws, First Special Session, Chapter 4, Section 5-6)

이 법은 1993년에 제정되었으며, 법의 목적은 일정한 기준과 가이드라인을 제공함으로써 임차인, 천연자원에이전시, 단체들간의 상호협조하는 자원경영계획의 발전을 꾀하는 것이다. 이 법하에서 지원되는 인센티브제도는 없다. 에이전시들을 관장하고 있는 Department of Natural Resources와 Department of Fish and Wildlife는 이 법이 워싱턴 주정부가 건전한 생태계를 유지하는 데 적합한 법이라고 인식하고 있다. 이 법에서 규정하고 있는 가이드라인과 기준들에 부합하고 잠재적으로 개발 가능한 산림농업유형은 방풍림, 식물완충지대, 임간축산, 임간재배이다.

(11) 위스콘신(Wisconsin)

- Wisconsin Managed Forest Law(Wisconsin Statutes 93-94, Chapter 77, Sub Chapter VI: 77.80-77.91)

이 법은 건전한 임업활동을 통해서 미래의 상품적 가치가 있는 작물의 성장을 촉진하기 위하여 1985년에 제정되었다. 건전한 임업활동이라는 것은 개인산주의 목적과 레크레이션 기능, 경관기능, 야생동물 서식처 기능, 토양유실 방지, 자원보호와 같은 공공의 욕구와 합치하여야만 할 것이다.

만약 토지소유자가 산림경영계획에 동의하고 이 프로그램에 참여하려면 규모 면에서 최소 10에이커의 토지가 있어야 한다. 법이 추구하는 목적을 고려하여 주정부의 산림관련자는 산림경영계획에 산림농업유형을 추천할 수 있다. 세금감면은 이 프로그램에 등재된 토지에 한해서 제공된다. 1993년에서 1997년 동안에 Managed Forest Law하에서 토지에 대한 세금은 개활지의 경우 에이커당 0.85달러, 비개활지의 경우 에이커당 2달러의 세금이 부과되었다. 이 프로그램에 적용되는 토지는 25년간이나 50년간 둘 중 하나의 기간에 세금감면 혜택을 받게 된다.

2. 미국 산림농업 사례³⁾

가. 산림농장(Forest Farming)

산림농장은 농작물에게 유용한 그늘과 미세기상을 제공하기 위해 심겨진 나무들 아래에서 경제적 가치가 높은 작물을 재배하는 것을 말한다. 산림농장에 주로 재배되고 있는 작물은 약용작물, 식용 야채류, 장식용 식물로 나눌 수 있다.

34개 주에 있는 RC&D 지역 중 34%가 산림농장 유형을 운영하고 있는 것으로 조사되었고, 이들 지역 중 중서부와 남동부 지역이 전체의 70%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 몇몇 지역이 산림농장 중 하나 이상의 작목들을 운영하고 있었는데 특이하게도 캘리포니아주에 있는 Trinity RC&D는 다섯 가지 작목으로 구성된 산림농장을 운영하고 있는 것으로 조사되었다.

이 조사는 버섯, 장식용 양치류, 인삼, goldenseal, 실유카로 구성된 다섯 가지 품목을 대상으로 조사하였다. 버섯은 72%, 인삼은 62%가 재배하는 것으로 나타나 산림농장유형의 품목 중 가장 많이 재배되고 있는 품목으로 나타났다. 그리고 장식용 양치류 21%, 실유카 21%, goldenseal이 6%로 나타났다. 이들 품목의 분포도는 각 지역의 특수한 조건들을 반영하고 있다. 특히 실유카의 경우는 5개주의 5개 RC&D에서만 재배되는 것으로 조사되었는데 이는 특수한 자연환경으로 인한 것으로 북서태평양지역에서 주로 재배되는 것으로 조사되었다.

산림농장을 하고 있는 것으로 조사된 RC&D중 92%가 규모를 확장하고자 하는 것으로 조사되었다. RC&D중 57%가 직접 산림농장 유형들을 촉진하기 위해 다양한 노력들을 하고 있는데 21개 지역에서는 세미나, 컨퍼런스, 투어, 시연회 등을 통해서 산림농장 유형의 촉진을 위해 노력하고 있다.

여기서 조사된 다섯 가지 품목 이외에도 잠재적으로 산림농장에 널리 이용

3) 이 부분은 미국의 National Association of RC&D Councils(NARC&DC)의 2000년 봄호 리포트에서 보고된 내용을 중심으로 정리한 것이다.

될 수 있는 품목으로는 야생화, 도토리나 개암과 같은 견과류, 공예품을 위한 포도덩쿨류, pine straw mulch, kenaf, 수액(maple syrup), 야생 검은딸기, 나무딸기, European truffles(유럽 송로(松露))이다. 특히 5개 RC&D에서는 산림농장에 대한 좀 더 많은 교육과 정보들을 요구하였고, 다른 한 곳에서는 여기에 더해 연구의 필요성을 제기하였다.

산림농장을 운영하는 것이 다양한 작물재배의 기회를 줄 수 있지만 시장성이 전제되는 수요시장의 확대가 필요하다고 RC&D중 10%가 제기하였다. 산림농장을 널리 확대하기 위해서는 무엇보다도 경제적 이익이 보장되어야 한다. 3개 주에 있는 RC&D 지역을 조사해 본 결과 소규모의 농장이 산림농장을 위해 특히 유익한 것으로 조사되었다.

나. 임간재배(Alley Cropping)

임간재배는 경제적 가치가 높은 나무들 줄 사이에 일년생이나 다년생 작물을 재배하는 것을 말한다. 이는 장기간의 나무가 목재적 가치를 지니기까지 농작물이 매년 소득을 창출해 준다. 임간재배의 유형으로는 검은 호두나무 사이에서의 콩 재배, 속성 소나무나 포프러 사이에서의 사료용 풀 재배를 들 수 있다. 일년생 작물의 성장은 나무의 성장정도와 그늘 생성에 따라 다양하다.

22개 주의 RC&D중 13%가 임간재배가 그들 지역에서 활용되고 있다고 답하였다. 많은 RC&D에서 말하기를 임간재배 유형의 이용을 확대하고자 하는 잠재적인 욕구들이 많이 있다고 하였다.

한 줄 혹은 여러 줄로 형성된 활엽수띠가 임간재배를 위해 가장 널리 이용되고 있는 형태이나 침엽수띠를 이용하는 경우도 가끔 있다. 임간재배는 오레곤, 워싱턴, 텍사스를 제외한 중부지역에서 주로 이용되고 있다. 미네소타와 켄터키주에서는 포플라와 같은 단기별채가 가능한 활엽수를 많이 이용하고 있다.

임간재배를 하게 된 동기를 묻는 질문에 조사대상 RC&D의 66%가 농장의 경제성 개선을 위함이라고 답하였다. 농지 유실방지, 수질개선, 야생동물 서식처 개선 등의 역할을 위해 임간재배를 하겠다는 의견은 50%를 넘지 못하였다.

그 외 임간재배를 하고자 하는 이유들로는 농지의 나무 식재지로의 전환, 농작물 생산 증대, 과수원 조성, 탄광지역의 회복 등이다.

임간재배를 하고 있는 RC&D의 69%가 확장을 위한 잠재성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 단지 28%만이 임간재배를 촉진하기 위한 활동을 하고자 하는 것으로 나타났다. 여기서 시사하는 바는 임간재배를 어떻게 하면 가장 잘 이용할 수 있는지에 대한 지식과 정보들이 부족하다는 것이다. 따라서 농민들의 관심을 증대시키기 위해서는 임간재배를 통해서 경제적 가치 증대가 어느 정도 이루어질 수 있는지를 제시해 주어야 한다.

임간재배시스템으로는 전통적인 줄형태를 띤 농작물 재배, 상품화 할 농작물, 허브와 약용작물, 사료작물이 이에 속한다.

8개의 RC&D가 임간재배를 활성화시키기 위해 노력하고 있었다. 이들은 이를 위해 세미나와 컨퍼런스를 활용하고 있었고 다른 곳에서는 허브와 약용식물 재배, 등선을 따라 개암나무 식재, 검은 호두나무 줄 사이로 농작물 재배 등을 활성화하는데 참여하고 있었다.

다. 방풍림(Windbreak)

방풍림은 바람과 눈으로부터 토양유실을 방지하고, 농작물과 가축, 건물, 농경지, 도로, 공동체 등을 보호하기 위해 나무를 식재하는 것을 일컫는다. 나무로 형성된 눈보라 방지용 울타리는 우선적으로 도로를 보호하지만 눈을 모이게 함으로써 토양에 수분을 공급하고, 연못이나 저수지에 물을 채워주는 역할도 할 수 있다.

방풍림은 미국에서 수십 년 동안 이용되어 왔다. 이것은 이 번 조사에서도 나타났듯이 43개주에서 방풍림 유형을 이용하고 있다고 보고되고 있는 RC&D 중 68%가 방풍림을 실제로 이용하고 있다는 것에서도 잘 알 수 있다.

RC&D가 보고한 방풍림 중 82%가 농지보호나 공동체 보호를 위해 방풍림을 이용하고 있는 것으로 나타났다. 특히 겨울철 보호를 위해 더 많이 이용되고 있는 것으로 조사되었다. 들판이나 목초지 보호를 위한 방풍림은 68%를 차

지하였고, 가축보호를 위한 방풍림은 56%인 것으로 나타났다.

방풍림 효과로 가장 많이 이야기 되고 있는 것들은 바람의 속도 감소효과, 에너지 비용 절감, 야생동물 서식처 제공, 가축보호, 토양손실 감소 등이다. 비용분담프로그램의 유용성이 방풍림 적용을 증가시키고 있다. 많은 응답자들이 그들에게 조언을 주고 있는 토양과 수자원보호국(Soil and Water Conservation Districts, SWCD's), NRCS, 대학 그리고 다른 주나 연방정부 관련 기관들의 중요성을 강조하였다. RC&D는 방풍림 식재를 증가시키기 위해 프로그램을 개발하고 이를 촉진하기 위해 노력해 왔다.

방풍림은 1930년대 이래로 많은 지역에 식재되었는데 지금은 많은 곳에서 방풍림들이 성숙기에 접어들었다. 몇몇 RC&D 지역에서는 방풍림을 위해 심겨졌던 나무들이 수세가 약화되거나 죽어 가는 곳도 있다. 방풍림을 안정화시키기까지의 고비용은 새로운 방풍림 식재의 커다란 장애요인으로 작용하고 있다. 따라서 방풍림 재조립이나 신규조립을 촉진시킬 수 있는 재정지원이 가능한 프로그램이 절실하다고 지적하고 있다.

라. 임간축산(Silvopasture Systems)

임간축산은 나무와 사료작물 그리고 가축생산을 동시에 하는 것을 말한다. 나무는 장기적인 소득을 보장하고 가축은 단기적인 소득을 보장해 준다. 나무와 사료작물을 혼합하는 것은 가축들의 스트레스를 줄이고, 높은 사료 생산을 가능케 한다.

임간축산은 소나무 지대에 많이 응용되는데 테나소나무와 초본식물, 폰더로사소나무와 자생식물과 조화를 이루는 유형으로 많이 이용되고 있다. 지금까지 침엽수 위주의 연구가 주를 이루어 왔을 뿐 활엽수에 대해서는 pecanorchard/fescue grass 시스템을 제외하고는 아직 연구가 활발히 이루어지지 않고 있다.

32개 주에 있는 67개 RC&D 지역 중 30%가 임간축산을 하고 있다고 응답하였다. 그리고 임간축산을 하고 있는 지역의 대략 60%가 남동부에 위치하고

있는 것으로 나타났다.

임간축산을 하게 된 동기에 대한 질문에는 84%가 농가경제 개선을 위해서라고 대답하였다. 농가소득원 다양화를 목적으로 임간축산에 대한 많은 관심을 보이고 있는 것으로 조사되었다. 임간축산에 의해 발생하는 부정적인 측면에 대한 것은 토양손실, 수질 악화, 야생동물 서식처 감소 등이 제기되었다.

알래스카의 경우 낙농과 축산업이 성장하고 있는 것으로 나타났는데 이는 천연림에서의 방목이 증가하기 때문인 것으로 나타났다.

pecan orchards류를 여러 지역에서 조림하고 있는데 이것은 그 지역에 대한 일종의 인센티브 형식으로 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

몇몇 지역에서는 pinionjuniper와 cedar의 고밀도 식재가 방목에 있어 장애요인으로 작용하고 있는 것으로 나타나 기술적인 지원이 필요한 것으로 나타났다.

RC&D가 임간축산 유형을 촉진하기 위해 투어, 미팅, 소책자, 방목 등의 방법을 이용하고 있다. 어느 한 RC&D는 매년 젊은이를 위한 산림주간을 제정하여 실시하고 있는 곳도 있고, 또 다른 곳에서는 임간축산을 장려하기 위해 보조금으로 지원하는 경우도 있다.

마. 수변완충림(Riparian Forest Buffers)

수변완충림은 나무, 관목, 식물류들을 포함하는 자연발생적 관목이나 인공조림을 통한 강변산림지대를 형성하는 것을 말한다. 수변완충림은 인근 농지로부터 발생하는 과도한 유기물 방출, 농약유출 등의 오염원으로부터 수자원 보호를 위한 완충 역할을 수행하기 위해 만들어진 것이다. 또한 수변완충림은 강변 뚝의 소실 방지, 수자원 환경 보호, 야생동물 서식처 보호, 경관기능 등의 역할을 하고 있다.

수변완충림은 산림농업 형태중 가장 흔하게 이용되고 있는 유형으로 조사대상 RC&D 지역 중 81%가 수변완충림을 이용하고 있는 것으로 나타났다. 수변완충림을 더 확충하고자 하는 RC&D 지역이 93%로 나타났다. 수변완충림의

역할을 보면 강둑 소실 방지가 89%로 가장 높게 나타났고, 오염원 유출 방지 83%, 야생동물 서식처 제공 73%로 나타났다. 그 외 복구, 사태방지, 수생식물 서식처 제공, 경관기능을 위한 역할이 약 50%를 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 수변완충림을 이용하고자 하는 목적에는 여러 가지가 있으나 가장 크게 부각되는 것은 수질과 관련된 것이다.

수변완충림을 확대하기 위한 많은 제안들이 나왔지만 실제 수변완충림을 하고 있는 많은 지역들이 그 규모가 소규모라서 인센티브프로그램을 적용할 수 없는 지역이 많았다. 따라서 수변완충림을 어떻게 적용하고 그에 따른 이익을 사회에 어떻게 설명하여야 하는가에 대한 교육의 필요성과 정보제공이 필요한 것으로 나타났다.

조림을 통한 수변완충지역을 만드는 것은 저렴한 비용으로 강둑의 소실방지를 할 수 있는 좋은 방법으로 인식되고 있다. 건조지대인 남서부의 경우 이 지역에 식재되어 있던 salt cedar 나무들을 제거하고 그 곳에 토착 수종인 북미산 사시나무와 흑버드나무를 식재함으로써 많은 이익을 본 것으로 나타났다. 이번 프로젝트에 참여한 106개의 RC&D중 대부분이 SWCD, NRCS, Forest Service, Environmental Protection Agency(EPA)와 같은 파트너들과 협동을 통해 사업들을 실시하고 있는 것으로 나타났다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

임산자원의 이용적 측면에서 넓적사슴벌레의 대량 사육기술 개발은 최근 들어 급격히 발전하고 있는 곤충산업의 기반 기술 제공이라는 측면에서 의의를 갖는다고 할 수 있을 것이다. 최근들어 친환경농업 경영을 위한 천적의 이용에서부터 시작하여 일본, 대만 등에서 인기를 구가하고 있는 교육 교보 재, 애완용으로서의 곤충사육 붐은 국내에도 이미 정착해 가고 있는 단계이다.

천적 곤충자원의 경우 아직까지 국내 천적자원에 대한 조사와 개발이 미흡한 관계로 많은 종이 외국으로부터 수입되어 보급되고 있는 실정이며, 아직까지 체계적인 대량사육 기술이 적용되어 사육될 수 있는 곤충의 종이 10여 종 안팎인 것을 감안해 보면 우리나라의 곤충산업 경쟁력 확보를 위해 곤충 종 사육에 대한 기반 기술 개발은 큰 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

넓적사슴벌레 사육기술의 개발이 새로운 농가의 소득원으로 직접적인 역할도 할 수 있겠지만 빈약한 우리나라의 곤충사육 원천기술 확보란 측면에서 유사한 다른 풍덩이류(부식성 풍덩이류) 사육기술 개발에 있어서 원천기술로 파생될 수 있는 소지가 매우 크다. 주로 국외에서 인기가 높은 사육 대상 곤충의 경우 부식성 풍덩이류가 많은 부분을 차지하고 있다는 관점에서 볼 때 본 기의 개발이 의미를 가질 수 있을 것으로 생각된다.

유용 임산버섯자원의 인공재배기술 개발은 최근 유용 식용 및 약용버섯 재배기술의 개발이 추진되고 있으나 임산버섯의 재배기술 개발에 대해서는 소홀한 경향이 있는 점을 감안할 때 많은 노력을 기울여야 할 분야이다. 특히 숲가꾸기 사업 등을 통하여 간벌과 전정 작업시 임지내에서 버려지는 침엽수 폐간벌재의 버섯재배 배지로의 재활용은 버섯생산원가 절감 및 자원 재활용에 기여하고 재배 임산버섯의 품목개발과 더불어 버섯의 기능성 창출함으로서 소비자의 선호에 부합하는 다양한 버섯 품목의 개발과 아울러 소비 촉진책이 강구

될 것으로 판단한다. 특히 잣버섯은 침엽수에서 성장하고 발생하는 몇 안 되는 식용 및 약용버섯 중의 하나이므로 침엽수 톱밥 및 원목재배가 가능하게 됨으로써 농산촌 주민들의 소득증대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 잣버섯의 약리효과는 아직 구체적으로 밝혀져 있지 않으나 문헌에 약리효과가 기록되어 있어서 인공재배기술의 개발은 향후 생리활성 물질 및 약리작용기작에 대한 연구를 활성화시킬 수 있는 촉매제 역할을 할 것으로 생각된다.

2. 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

최초 협약에서는 소나무림 만을 대상으로 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발을 목표로 하였으나, 본 연구진의 판단에 따라 다양한 임상, 적어도 우리나라 임상을 대표하는 수종을 대상으로 동일한 내용의 연구를 시도해야 되겠다는 의도에서 기존 계획에 추가하여 강원대학교 학술림에 위치한 우리나라 대표적인 낙엽송 인공림과 천연활엽수를 대상으로 연구를 수행하였다.

강원도 횡성의 소나무림에서는 강원도 축산기술센터의 적극적인 지원을 받아 직접 실연지에 간벌을 달리하여 가축을 도입한 연구가 가능했으며, 강원대학교 학술림에서는 가축을 도입 할 수 없는 현실적인 어려움 때문에 간벌을 통한 임분 밀도를 조절하고 제 3세부과제와 공동으로 목초를 파종하고 목초생산량으로 방목밀도를 산출하는 연구를 수행하여 기대 이상의 좋은 성과를 달성할 수 있었다. 횡성에서의 연구 결과로 한국임학회에 투고(Changes of stand characteristics following practice of silvopastoral system by thinning in a *Pinus densiflora* stand in Hoengseong Area, Gangwon Province) 2회(1회는 원고 작성중), 학술발표회 2회를 하였으며, 낙엽송림의 결과는 세계임학회(IUFRO)에서 발표(Determination of optimum stand density level for forage establishment by thinning in a Japanese larch plantation, Korea) 를 하였으며, 활엽수림에 대한 결과는 현재 원고 작성 중에 있다. 또한 제 3세부과제와 공동으로 한국초지학회에 5회의 발표를 실시하는 성과를 거두었다. 그러므로 기대이상의 목표달성도와 관련분야의 기여를 위해 꾸준한 노력을 했다고

판단된다.

3. 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

가. 연차별 연구개발 목표 및 달성도

1) 1차년도

1차년도는 삼림내에서의 임간초지 조성을 목표로 85% 달성하였는데, 초지 대상지(군유림)의 임대를 위한 제반서류 준비하였고, 초지대상지의 지형, 지세, 수문, 수계, 식생 및 경관 등의 입지조사와 수종구성 및 벌채기준 결정하였다. 목초초종 및 혼파조합을 문헌조사로 결정하였으며, 기온, 강우량, 강설량 및 풍향조사를 하였다. .

2) 2차년도

2차년도는 1차년도에 이어 삼림내에서의 임간초지조성의 일부 완료하였고, 임간방목지 조성을 목표로 방목초지 내 부분파종 및 보파를 실시하였고, 지형과 지세를 고려하여 목책을 설치하였다. 또한 음수시설 및 비가림 시설을 설치하였으며, 기온의 정기적 조사를 실시하였다. 달성도는 100%였다.

3) 3차년도

3차년도는 지속적인 임간초지의 관리로 삼림내에서의 임간초지조성이 완료되었으며, 한우방목에 따른 가축생산성 및 초지생산성을 검토하기 위해 조성초지의 초장, 초량 및 식생구성을 조사하였고, 한우 성빈우의 방목강도, 증체량 및 사료섭취량을 조사하였다. 또한 월동용 목초 사일리지를 조제하여 pH, 유산, 암모니아질소, VFA, 사료성분 분석을 하였다.

4) 4차년도

4차년도는 한우 및 육용우에 따른 가축생산성 및 초지생산성 향상 검토를 목표로 이를 95% 달성하였다. 한우 및 육용우의 방목강도, 증체량 및 사료섭취량을 조사하였고, 조성초지의 초장, 수량, 초종구성 및 사료성분등 식생을 조사하였다. 특히 초지생산성 향상을 위해 방목지 내 잡관목(맹아)제거 하였다.

5) 5차년도

5차년도는 임간방목에 따른 환경평가 검토와 임간방목후 축사내 육용우의 생산성을 목표로 100% 달성하였다. 4차년도에 이어 초지생산성 향상을 위해 잡관목을 제거하고 보파를 실시하였고, 수질변화에 따른 환경평가를 하였다. 또한 임간방목후 축사내 육용우의 증체량 및 사료섭취량을 조사하였다.

나. 관련분야의 기술발전예의 기여도

1) 기술적인 측면

가) 기후 및 지리적 조건에 맞는 임지/산지/경사지에서의 초지개량 및 관리 기술향상

나) 산지경사지 초지에서의 축산물 생산에 관한 기술제시

다) silvopastoral system의 적용기술 제시

2) 경제, 산업적인 측면

가) 임간방목의 기술개발로 한우의 경우 생산비가 두당 160-180만원으로도 가능하게 되므로, 일반 한우농가에 비하여 순수익이 150만원정도 증가한다.

나) 환경오염이 없어 부가가치가 높은 축산물생산이 가능하다.

다) 장기적으로는 목재생산으로 수익을 올릴 수 있다

라) 물질의 자연순환시스템에 따라 환경오염이 없어지므로 분뇨처리에 대한 시설투자가 없게 된다.

4. 산림내 경제성 작물재배 기술 개발

식용식물인 파드득나무 등 4종과 약용식물인 용담 등 5종에 대한 광 및 수분환경별 생리·생태적 특성을 밝혔으며, 개미취, 고분 등 21 종에 대한 자생지 환경 사례조사를 통하여 식·약용식물의 최적 생육의 입지환경조건 및 임분 특

성을 구명하였다(목표달성도 100%). 고부가치의 식·약용식물 재배를 위한 곰취, 참당귀, 독활의 이식시기, 성장특성 등 임상별 임간재배기술을 개발하였다(목표달성도 100%). 본 연구의 결과를 학술지에 발표를 세 건 하였다.

파드득나물과 용담의 생리·생태적 특성 조사 (2002. 6.27. 한국임학회 학술연구발표논문집 178-179), 병풍삼과 고본의 생리·생태적 특성 (2005. 2.17. 한국임학회 학술연구발표 논문집 178-179), 섬쭉부쟁이와 개시호의 생리·생태적 특성 (2005. 6.23. 한국임학회 학술연구발표논문집 184-185).

5. 산림농업 생산성 및 경제성 분석

산림농업 생산성 및 경제성 분석의 연구 목표는 “산림농업의 유형별 생산성 및 경제성 분석”과 “산림농업의 모델 개발”, “국제 온대산림농업의 동태분석”으로 분류할 수 있다. 산림농업의 유형별(품목, 규모 생산방법)로 산림농업 생산자 현황 및 품목별(산채, 약초, 버섯, 목초, 가축 등) 생산량과 운영실태를 분석하였다. 또한 산림농업 실연지 및 우수경영사례지 경영실태(지황 및 환경조사, 생사지 임황조사, 품목별 운영실태, 생산지환경변화 등)를 조사하였다. 또한 본 연구의 공동(세부)연구 제목인 제2세부과제(임간재배와 임간방목을 위한 임형모델 개발)과 제3세부과제(임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발)에 대한 수익성 분석도 실시하였다.

“국제 온대산림농업의 동태분석”의 결과 내용으로 「연구자료 170호 - 혼농임업의 현황과 발전방향(The status and development directions of Agroforestry)」 자료집을 정리 발간함으로써 산림농업의 국제 동향에 대하여 학계 및 관련자에게 알리는 홍보 자료로 이용이 되었다.

“산림농업의 유형별 생산성 및 경제성 분석”을 위하여 산림농업 유형별 우수 사례농가를 “단기소득형” “특용수형” “체험형” “연중소득형” “고부가가치형” 등으로 분류하여 24명의 산림농업 경영자의 사례를 분석하여 경영실태 및 생산성 분석을 실시하였다.

그 결과로 얻은 내용을 정리하여 “산림복합경영을 이용한 산촌지역의 소득증대방안(산림경제학회지 2004)” “한국 산림복합경영의 실태 및 경영분석(산림과학논문집2004)” 등의 제목으로 논문을 게재하여 실제 산림농업을 경영하는

경영자와 학계 및 연구자들에게 많은 정보를 제공하였다.

특히, 산림농업 경영자를 대상으로 산림농업의 경영실태 및 경영자 의식에 대한 설문조사를 실시하여 그 결과를 학회에서 발표하였으며 산림청의 산림농업 담당부서인 “사유림 지원과”에 시책건의를 실시함으로써 실제 산림농업 경영자들이 요구하는 의견과 정책의 방향을 실시 행정에 반영토록 기여하였다.

6. 산림농업의 정책화 방안

국내외 산림농업의 관련 실태 및 정책을 살펴본 후 국내에서의 산림농업 활성화를 위한 정책화 방안을 모색하는데 연구의 개발 목표 및 연구내용을 두고서 추진하였다.

연구 추진결과 연구개발목표는 충실히 달성된 것으로 자체 평가되며 특히, 국내외에서 산림농업의 현주소를 파악할 수 있었다. 그리고 목표달성의 충실도를 높이기 위하여 산림농업 사업자와 관계 공무원을 대상으로 조사를 실시함으로써 당초 연구내용보다 더 세밀히 접근하여 산림농업의 추진과정에서 제기되는 문제점 및 현재의 추진실태를 구체화할 수 있었다. 이는 산림농업의 활성화를 위한 정책화를 이끌어 내는데 큰 도움이 되었다. 아울러 국내외 산림농업 관련 법 및 지원제도 등에 대하여 살펴보았고, 온대지역의 산림농업의 중추적인 역할을 담당하고 있는 미국의 사례를 구체적으로 살펴봄으로서 우리나라에서의 적용과정에 많은 참고가 될 수 있었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

가. 현재의 기술수준

넓적사슴벌레는 일본의 대마도에 분포하는 아종이 국내 아종과 동일하며 일본 열도의 아종은 국내 아종과 다른 아종으로 알려져 있으므로, 본종의 사육 기술은 국내 고유의 기술이라 할 수 있다. 본 사업을 통해서 개발된 넓적사슴벌레 대량사육기술은 보다 효율적인 사료의 개발 등에 대한 추가 연구가 있어야 하겠지만 직접 현지 농가에 적용하여 이용될 수 있을 정도의 완성도를 가지는 것으로 판단된다. 본 결과보고서를 토대로 교육 자료로 활용할 경우 비교적 단시간 내에 기술 이전이 가능할 것으로 생각되어지며 농가 적응 시험을 통해서도 어느 정도 안정성이 확보되었다고 판단된다.

잣버섯은 우리나라에서도 인공재배기술을 개발하고자 시도한 적이 있으나 버섯의 수량이 많지 않은 단점이 있어서 대량생산기술 개발을 중도 포기한 적이 있다. 그러나 이번 연구에서는 산림농업 모델개발의 일환으로 임간재배와 임간 방목을 위한 임형 모델 개발시 수행하게 되는 임분 밀도 조절을 위한 간벌시 임지내에서 버려지는 침엽수 간벌 소경 폐재를 활용하여 임산버섯을 재배하여 산촌농가의 단기소득을 증대시키는 방안으로 시도되었다.

나. 활용계획

넓적사슴벌레의 사육기술은 최근 들어 상품화 되고 있는 주요 종에 속하는 만큼 많은 농가들이 기술에 대한 수요처가 될 것으로 생각된다. 본 연구 결과를 토대로 대농민 교육프로그램으로 활용하여 개발결과에 대한 폭넓은 이용여건을 조성하여 보다 효율적인 사육방법이 적용될 수 있도록 하는 것이 중요하다고 생각된다.

사료개발에 대해서는 추가적인 연구개발이 있어야 하겠지만 현재의 결과물

을 다소 보완할 경우 일반 기업체나 대규모 농가로의 이전을 통한 대량생산, 상품화로 이어질 가능성이 높다고 할 수 있다. 추가적인 연구개발을 통한 고품질화를 통한 상업화의 가능성이 높다고 할 수 있다.

구체적인 연구결과의 활용을 위해서는 일반 농가를 대상으로 하는 교육프로그램의 개발을 통한 일선 보급이 우선시 되어야 하며, 사료의 고품질화를 통한 추가 연구를 진행하여 국내는 물론 일본, 대만, 유럽등지에 이미 형성되어 있는 곤충사료 시장의 개척을 위한 노력이 경주되어야 한다.

잣버섯의 인공재배기술 개발은 버섯생산성이 낮다는 단점에도 불구하고 침수 간벌소경폐재의 효율적인 재활용이라는 임업 경제적인 측면에서 시도되었다. 다른 식용 재배버섯과는 달리 버섯의 생산성이 낮다는 단점이 있으나 이 문제는 액체종균배양기술의 개발과 자실체 발생유도 전 저온처리를 통하여 생산기간을 단축시키고 생산성을 향상시킴으로 다소 보완가능하고 향후 약리효과가 입증되면 식용보다는 약용버섯으로 재배함으로써 그 가치를 제고시킬 수 있을 것으로 판단된다. 농가의 새로운 소득산업으로 발전시킬 수 있는 소재로서 최근 붐이 조성되고 있는 농촌체험 및 생태교육을 위한 교육 자료로 활용코자 한다. 또한 유용임산버섯으로 연구된 잣버섯은 추가로 생리활성 효과에 대한 연구가 이루어진다면 식용뿐만 아니라 약용균류로 개발이 가능하므로 개발된 재배기술을 바탕으로 버섯재배 농가의 새로운 소득창출원이 될 수 있을 것이므로 농사 차원에서의 시범적인 재배를 추진할 것이다.

2. 임간재배와 임간방목을 위한 임형 모델 개발

산촌과 농가의 가까이에 위치한 준보전임지를 대상으로 임간재배와 임간방목 실연이 가능하다고 보며, 본 연구진에 의해 다양한 임상(소나무, 낙엽송, 활엽수)을 대상으로 연구가 수행되었으므로 산지의 대부절차 및 방법 그리고 실제 실연 산림을 대상으로 벌채 방법 결정, 갱신, 경제성 수종 도입에 필요한 기술적 노하우를 습득한 상태이므로 향후 실제 농가에서의 산림농업 적용시 기술전수 또는 기술적 지원이 가능할 것으로 기대하고 있다. 미국 등 선진 외

국의 경우, 임간방목지의 조성은 우리나라 여건과 접근적인 차이가 있는데, 외국 사례의 경우, 벌채 수확기에 이른 산림을 개별로 모두 벌채를 실시하고, 임지정리작업 및 관리소각으로 벌채 잔여물을 모두 정리하는 절차를 따른다. 그런 다음 목초를 파종해 약 1, 2년간 목초의 활착과 생장을 좋게 한 다음 어린 묘목을 조립하여 임간방목지를 조성한다. 그리고 곧 바로 가축을 들여보내지 아니하고 어린나무의 생장을 돕도록 3년 정도 후에 비로소 가축을 들여보내 방목을 하는 시스템이다. 그러므로 우리나라의 여건으로 비추어 볼 때, 기존의 산림을 이용해 밀도조절을 통한 시도는 독특한 방법이며, 외국 사례의 절차를 적용할 수 있는 것은 대관령 등에 이미 조성된 대규모 산지형 목장에 적용가능하며, 향후 기존 목장에 임목을 도입하는 연구도 필요할 것으로 보인다.

3. 임간방목을 통한 축산물 생산기술 개발

임업과 공존하는 새로운 형태의 기술로 낙농에도 그대로 적용가능하며, 남북한 농업분야 교류 및 통일후 북한 적용, 생물다양성 연구에 활용이 가능하다.

4. 산림내 경제성 작물재배 기술 개발

현재 각종 식·약용식물은 주로 밭이나 온실 등 동일 장소에서의 계속되는 채취로 인하여 백부자 등 일부 유용작물들은 자생지에서 멸종이 우려되고 있는 실정이므로 본 연구를 통하여 식·약용식물자원의 보존과 산림 내에 각 작목별 적정생육환경에 의거 산지재배기술을 개발함으로써 향후 산촌지역에 적용하여 농산촌 소득증대에 기여할 것으로 보여 진다.

5. 산림농업 생산성 및 경제성 분석

본 연구에서 분석된 산림농업의 유형별 경제성 및 생산성분석의 결과로 각 유형 및 품목에 대한 전체의 경제성 과 생산성의 경향을 대표한다고 단정하는 것은 현재의 연구결과로는 다소 어려운 상황이다. 그러나 본 연구의 결과로서 산림농업을 실행하고자 하는 경영인의 의사결정을 하는 데에 기본 자료로의

활용은 충분하리라 사료된다. 특히 유형별로 분석된 단기 소득 작물인 “표고, 장뇌, 대추, 두릅, 더덕 등과 밤과 호두와 같은 중·장기성 작물의 경영분석 자료와 소득분석 결과는 산림을 경영하는 사유림 경영자에게 산림의 다각적인 활용방안을 제시함으로써 산주들의 소득원 제고에 일익을 담당할 것으로 사료된다.

각 세부과제별로 정리되는 결과 내용은 우리나라 산림농업 모델을 정립하는 기본 자료로 의 활용이 가능하며 산림농업의 정책과 시책 등을 지원하는 정책부서에는 실제 산림농업 사례자들의 조사결과를 제시함으로써 산림농업의 정책결정과 정부의 지원 사업 등에 더욱 확고한 정책을 이행할 수 있을 것이다.

향후 현 연구의 결과를 뒷받침할 수 있는 산림농업에 대한 지속적인 연구가 수행되어 좀 더 산림농업에 대한 다각적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

6. 산림농업 정책화 방안

산주의 소득기반으로서 산림농업을 정착시키기 위해서는 법적 장치가 구비되어야 하고 산림농업을 안정적이고 효율적으로 추진할 수 있는 토대를 마련하여야 한다. 이를 위해서는 산림농업을 추진을 위한 법적 기반이 될 수 있는 기초 자료의 확보가 요구되는데 특히 산지의 활용에 대한 부정적인 국민적 인식을 불식시키기 위해서라도 산림농업의 다양한 유형이 친환경적이라는 관련 자료를 확보하는 연구가 지속적으로 추진될 필요가 있다고 판단된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

1. 유용곤충 사육기술개발 및 유용임산버섯 재배기술개발

사슴벌레류나 풍뎅이류의 사육 붐을 지난 20여 년 전부터 일본에서부터 시작되어 수많은 매니아들에 의해 곤충 산업으로 발전하여 왔다. 특히 일본인들의 관심이 커져 온 데에는 우선 자연의 소중함을 알고 곤충 등 자연생물에 관심이 큰 일본인들이 특유의 자연보호 정신과 전통적인 유년층의 호기심에 따른 곤충사육 열풍, 그리고 멸종위기를 맞고 있는 희귀종들의 보호에 동참하려는 성숙된 자연 사랑에서 비롯된 것이라 생각된다. 결과적으로 이런 관심과 운동은 앞으로 생태적 관점에서 위기종들의 복원산업을 위한 과학 기술로 발전될 수 있을 것으로 사료된다.

중국의 버섯연구는 자생하는 버섯에 대한 연구인력 및 자료가 풍부하며, 저렴한 인건비를 이용하여 다양한 버섯의 인공재배기술 개발에 박차를 가하고 있으며 현재 세계에서 버섯생산량 및 버섯 품목이 가장 풍부한 나라이다.

일본의 경우에도 버섯에 대한 관심과 연구는 전 세계에서 가장 활발한 편이고, 특히 최근에는 기존에 많이 재배하고 생산하던 느타리버섯이나 표고버섯의 생산은 점차 감소하는 반면, 만가닥버섯, 잎새버섯, 혼시메지 등 국내에서 아직 재배가 이루어지지 않거나 초보 생산단계에 있는 임산버섯의 재배기술이 개발되어 실연시험 수행 및 대량생산 체제에 들어갔고, 다양한 임산버섯 품종을 확보하여 이들 버섯에 대한 재배법 개발 및 이용성 확대에 관한 연구를 수행 중에 있다. 특히 인공재배가 어려운 것으로 알려진 공생성 균류인 균근성 버섯의 인공재배에 대한 많은 연구가 시도되고 있다.

북미 지역에서는 곰보버섯, 송이버섯 등 임산버섯에 대한 일반인의 관심을 불러일으키기 위한 다양한 이벤트를 개최하여 소비자들의 구미를 자극하고 있고, 버섯 및 곤충을 포함한 다양한 유용자원로부터 생리활성물질을 얻고 이를

이용한 신의약 및 농약개발에 많은 연구와 재정적인 투자가 잘 이루어지고 있다.

2. 임간재배 및 임간방목을 위한 임형 모델 개발

제 2 세부과제에서는 미국의 사례를 통해 임간방목을 실현하기 위한 여러 가지 제반 사항들에 대한 시업학적 정보를 수집할 수 있었으며, 그 내용은 다음과 같다.

1. 임간방목의 개념

목재생산과 목초 및 가축생산을 혼합하는 형태로서, 상층 목은 직사광선과 바람의 stress로부터 가축을 보호(그늘 제공)하고, 가축은 유기물질(배설물)을 나무에게 제공하여 생산성을 향상시키는 시업 체계.

- Trees + Forage : 목초를 베어서 가축에 제공.
- Trees + Forage + Livestock.
- AF 형태 중 가장 복잡한 형태 : 3가지 구성요소(임목, 목초, 가축)를 통합해서 경영 관리해야 하기 때문이다.

2. 특징

임간 방목은 다른 산림농업의 형태와는 달리 의도적(Intentional), 집약적(Integrated)인 경영이라는 점에서 전통적 임업과 구별되는 점이 가장 큰 특징이다.

3. 목적(by Agroforestry Notes - Silvopasture #1)

가. 높은 가치의 목재 생산(장기적) : 장기간의 가치가 높은 목재 생산, 단기적으로는 지속 가능한 수입 창출.

나. 목제품생산, 양질의 목초생산, 효율적인 가축생산의 동시수행(단기적).

<표> 임간방목 또는 방목지에 임목을 잔존 시키는 이유.

Reason	Percentage of farmers that leave trees in pasture for this reason (n=22; this study)	Percentage of farmers that leave forest fragments for this season(n=40; Guiddon, 1988)
Shade for cattle	95	NA
Source of future timber	82	60
Provision of fruits for birds and wildlife protection	64	5
Source of fence posts	59	78
Trees help maintain the grass humid in dry season	50	NA
Wind protection	46	85
Source of firewood	46	70
Increase organic input and soil fertility	18	NA
Provision of Fruits for human consumption	18	10
Aesthetics(the farm looks nicer with trees)	14	NA
Forage and/or fruits for cattle consumption	14	NA
Source of live fence posts	9	NA
Production of oxygen	9	NA
Source of harness for oxen	9	NA
Protection of cattle form rain	5	NA
Source of saplings for reforestation	5	5
Nitrogen fixation	5	NA
Medicinal uses	5	NA
Increase farm value	5	NA
Personal enjoyment	NA	20
Water protection	NA	80

라. 임목 밀도를 결정짓는 요소

Tree species(수종 구성), tree age(수령), site condition, light requirements of forage species에 따라 큰 차이가 나타난다.

마. Tree(crown) density는 목초생산에 큰 영향을 미침(Gaines et al., 1954; Lewis et al., 1984).

바 Silvopasture 조성이 가능한 장소

기존임분 조성지에 간벌 또는 수확벌채 후, 상층이 소개된 산림, 목초지, 목장, 기타 농지

사. 임간방목에 성공하기 위해 고려해야할 조건

생물학적인 고려, 생태적으로 지속가능, 경제적인 가능성, 사회적 수용

아. 기타 고려해야할 사항

임목이 성장함에 따라, 즉, 수관 율폐도가 증가함에 따라 목초생산 감소(Sibbald et al., 1994) 즉, 간벌 또는 가지치기 요구됨(ex) 5년생 slash pine 조림지에서, 5년 후 목초생산량이 20% 감소(Hart et al., 1970). 임간방목지의 임목 생장이 임업적 목적의 조림지의 임목 성장보다 양호함(Gibson et al., 1994; Hughes et al., 1965; Sharrow, 1995). 적정한 기후와 토양조건 하에서, 임간방목은 생물적, 환경적, 그리고 경제적으로 목재 생산과 가축생산을 최대화 할 수 있다. 목초생산을 위한 시비와 가축배설물의 재활용으로 임목에 충분한 영양분 제공.

자. 중요한 조림학적 고려사항

1) 간벌작업

간벌작업의 주요목적은 임분가치와 성장향상이다. *Pinus taeda* 같은 경우, 조림후 12년부터 매5년 주기로 수확벌채 때까지 실시(Gardner, 1990). 소나무 임분은 흉고단면적의 18.4~23.0m²/ha 간벌을 할 수 있으며, 목재와 목초생산임분의 경우, 5년 또는 10년 주기로 흉고단면적의 16.1m²/ha 간벌(Byrd and

Lewis, 1983)을 실시한다.

2) Prescribed burning(관리소각)

목재생산과 가축생산을 위한 목초관리에 유용한 방법으로 유럽이나 미국에서는 필수작업으로 활용되고 있으나 우리나라의 경우, 바람에 의한 산불의 위험성 때문에 적용에 세심한 주의가 요구되며, 지표화 수준을 고려할 수 있을 것이다. 임목의 수고가 3.66m이상일 때, 적용가능(Byrd and Lewis, 1983)하며, 관리소각 기간은 10년, 15, 20, 그리고 25년으로 5년 단위가 가능하다.

3) 가지치기작업

가지치기의 가장 큰 목적은 목재 가치 향상(응이 없는 목재 생산→높은 가격)에 있으며, 임간방목지에서 가축의 원활한 이동, forage release(Smith et al., 1997)을 위해 필요하다. 또한 수광조건 향상으로 인한 목초생산량 증가를 도모할 수 있으며, 소나무임분의 경우, 윤벌기 30년, 247.0본/ha로 간벌과 가지치기 실시(Clason, 1996)할 수 있다. 어릴 때 가지치기를 하면 수간 통직, 재적 증가시킬 수 있고(Valenti, 1986), 수관 길이의 1/2~1/3까지 실시, 총 수고의 1/3을 남겨두는 방법이 있다(Fletcher et al., 1992). 기타 방법으로는 시비가 있으나 친환경 유기농을 생각할 경우 시비는 최소화 한다.

차. 수종 및 목초종 선택시 고려사항 (자료: Agroforstry Notes - Silvopasture#1)

1) Timber component

- Marketable, High quality, Fast growing, Deep-rooted, Drought tolerant
- Capable of providing the desired products and environmental services
- 침엽수의 경우, 생산성이 낮은 땅(척박한 토양)에 적응을 잘하고, 집약적인 경영에 반응이 빠르며, 임지표면에 보다 많은 광선 도달을 가능하게 하는 장점이 있어 일반적으로 활엽수보다는 침엽수를 선호하는 추세이다(그 중 Pine이 대부분임). 그 이유는 Adapt to a variety of growing sites, Respond

rapidly to intensive management, 원뿔형의 수관으로 인해 좀 더 많은 광선이
임지 표면에 도달 할 수 있기 때문이며, 가축들에 의한 뜯어 먹히는(섭생) 피
해 적고, 기후, 지형조건, 토양 그리고 사회적 수용력에 따라 달라질 수 있지
만, 가장 우선시 되는 것은 경제성이다.

2) The forage component

-Suitable for livestock grazing

-Compatible with the site(soil, temperature, precipitation)

3) Productive under partial shade and moisture stress

-내음성, 내한성, 내건성 강한 수종

4) Responsive to intensive management.

5) Tolerant of heavy utilization.

6) 자생 초본(경제적인 측면, 종자 구입비용 감소).

7) 질소 고정 초종 : 콩과식물(예, 클로바 류)

ex) 대기중 질소를 100kg/ha 고정시키는데 이것은 Ammonium nitrate
cd비료 200kg/ha 이상 시비하는 것과 맞먹는다(Heichel, 1983).

※ 광선 정도에 따른 초종의 생육에 대한 연구가 선행되어야 한다.

차. 임간방목에 적용할 가축의 선택문제

임간방목에 적용할 가축의 선택에 있어서 소, 양, 염소, 말, 칠면조, 닭, 타조
류, 또는 사냥 가능 수종(들소, 사슴, 순록 등)들을 우선 고려해 볼 수 있다. 나
무, 목초, 환경, 토지 이용 상의 규제 등에 적합성 여부도 고려사항이다. 조림
된 어린나무를 뜯어 먹는 피해를 주는 가축은 사슴, 양, 염소 > 소, 큰사슴(깃
뺨는 피해 크다). 나이든 가축보다는 어린 가축이 나무에 피해를 많이 주며,
침엽수보다는 활엽수에 많은 영향을 끼친다고 알려져 있다. 단위면적당 방목
두 수가 관건인데, 이것은 Overgrazing이 우려되기 때문으로 일반적으로 ha당
2~3두가 보통이다.

카. 임간방목지의 설계 및 조성방법

1) 적절한 조성 방법 기준

-Woodland/forest type 또는 목장의 존재 여부가 중요하며, 지위조건, 수종, 연령, 분포 양상, 수종간 거리

-동령림 또는 이령림

-토지소유자의 목적 : 목재생산, 환경적(공익기능) 기능, 야생동물 등.

※ 목재생산과 가축생산을 지속할 수 있는(윤별기와 비슷) 대단위 면적이 요구됨.

2) 적절한 방목 System 기준

기후, 지형, 나무수종, 나무연령, 기타 식생, 가축의 종류, 노동 요구정도, fence의 길이 정도, 물 공급원, 부가적인 장비 등의 이동 수단도 고려사항이다.

타. 임목의 배열 및 배치(Silvopasture 성공에 가장 중요한 요소)

나무와 목초에 최적의 생육공간과 광선을 제공 할 수 있도록 나무가 대상지에 균등히 분포 시켜야 한다. 가지치기가 요구되며 이는 수광조건 향상과 목재 가치 향상에 도움이 된다. 동령림 또는 이령임분에 목초조성할 수 있으며, 목초의 발아와 생육을 위해 간벌과 갈아주기(경운) 필요하다. 또한 임간방목지에 존치된 잔존목의 역할은 다음과 같다(Many farmers stated that having the trees in their pastures helped the grass remain greener for longer during the dry season because the trees shade the grass and prevent it from being desiccated by the sun)

파. Silvopasture의 장점(효과)

1) 경제적 측면에서의 장점

경제적 측면에서의 임간방목의 장점은 하나의 토지 경영 시스템 구축함으로써 시장성 있는 상품 생산을 유지할 수 있으며, 다양한 상품 생산에 의한 수입으로 경제적 위험을 감소시킬 수 있고, 집약적인 경영이 가능하므로 생산비용 절감, 장기적으로 목재생산, 단기적으로 매년 일정 수익을 얻을 수 있어 지속적인 수입이 가능하며, 가축사육과 생산을 위한 Nutrition(영양섭취)를 개선시킬 수 있다. 목재를 이용한 다양한 상품 생산 잠재력을 갖고 있다(sawtimber, veneer logs, pulpwood, firewood(연료재), pine straw, posts and poles, harvested game, nuts, fruit, ornamental flowers and greenery, maple syrup, mushrooms, organic mulches, 기타 2차 생산품 등).

2) 임목 및 목초가 갖는 생태학적 생물학적 장점

생물학적 장점으로는 임목과 초본간 경쟁 조절(수분, 양료, 광선)이 가능하며 임목 성장 촉진(가축방목으로 초본을 먹음으로써 경쟁완화)할 수 있으며, - 경제적인 잡초 조절, 산불발생 억제, 설치류 서식처 감소, 목초생산을 위한 시비로 임목에도 양분 공급이 가능한 장점을 갖고 있다. 가축 배설물은 임목, 목초에 양분을 제공할 수 있다.

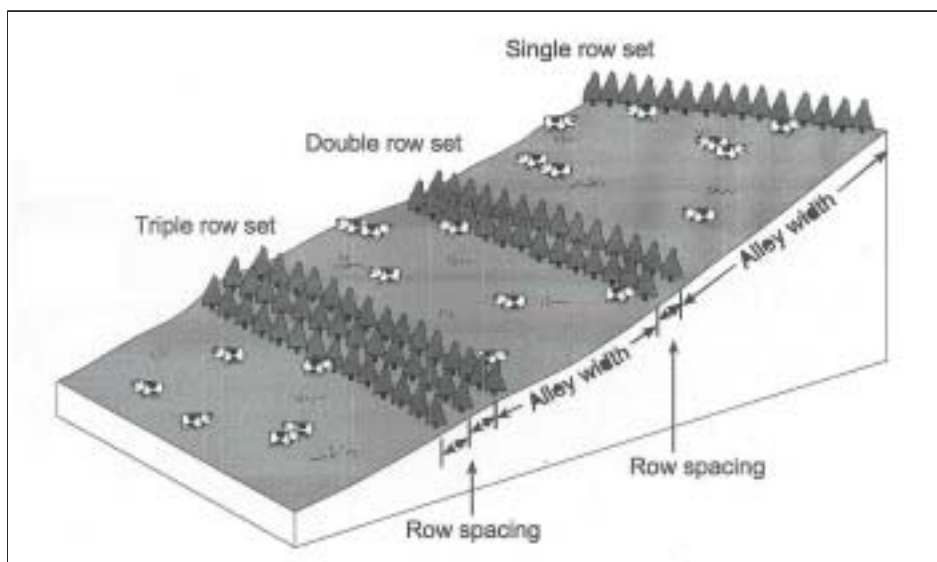
3) 가축이 얻을 수 있는 장점

임간방목된 가축은 임목이 그늘 제공하고, 바람으로부터 보호해주므로, 광선 및 바람의 스트레스를 덜 받을 수 있다. 추위의 50%, 풍속의 70%까지 임목으로부터 보호 받을 수 있으며, 스트레스의 감소로 인해 사료 소비 감소, 가축 사망률이 줄어 들 수 있다.

4) 환경적 및 미적 측면에서의 장점

환경적 또는 미적 측면에서의 장점은 야생 동·식물 다양성이 증가하며, 완충수림대에 의해 수질이 개선되며, 수질 오염을 줄일 수 있는 1차적인 이득을

볼 수 있으며, 토양 침식과 바람에 의한 침식으로부터 보호, 유기물을 토양층에 축적되며, 공원과 같은 경관 제공하여 농장의 미적 가치를 향상시켜 관광상품과의 연계될 가능할 것으로 기대된다. 또한 수질, 악취, 먼지, 소음, 질병문제 등과 관련된 환경적 문제에서도 친환경적으로 문제점을 해결할 수 있을 것이다.



<그림> 임간방목 설계시 임목과 가축의 배열 방법.

3. 산림농업 생산성 및 경제성 분석

1. 산림농업의 시스템 유형

가. 온대지역

온대지역에서 이루어지고 있는 산림농업에 관한 연구와 실행되고 있는 산림농업의 특징을 비교해 보면 공간과 시간적 구성을 달리하여 많은 수종들을 이용함으로써 여러 가지 목적을 이루어 온 온대림 산림농업의 시스템 유형을 볼 수 있다. Andrew M. Goden이 정리한 온대지역 산림농업 시스템의 유형은 <표> 과 같다.

유럽의 경우, 북부에서는 관목 열로 된 전경(hedgerow : 농지 경계주위에 임목들과 관목이 있는 전경) 또는 bocage(농지와 숲이 혼재되어 있는 전원풍경), 남부에서는 dehesa 또는 montado의 전경(넓은 공간에 참나무를 심거나 목장이나 경작지의 중심에 임목이 있는 전경)형태의 전통적인 임목-가축 시스템이 있다. 이 시스템들은 20세기 후반부에는 발달되지 못했지만, 최근 이 시스템들의 경제성·생물다양성 그리고 지속가능성을 다시 파악하게 되면서 임목-축산 시스템에 대한 연구들이 최근에 시도되고 있다.

또한 임목-농작물 시스템도 재평가되고 있으며 기계를 최대한 활용하면서 수종으로는 포플러와 낙엽송이 장려되고 있다. 경제적이며, 환경공학적인 과수원 간작재배 또한 과학적인 시도로 과수원 간작재배는 보다 활성화 될 것이다.

유럽의 산림농업은 비교적 오랜 된 역사를 가지고 있으나 시스템 관련 연구는 근래에 시작되었다. 지금 유럽의 산림농업 체계 유형은 비교적 간단한 것으로 주로 지중해부근의 지대에 분포하고 있다. 지중해 연안지구는 풍부하고도 다채로운 산림농업 체계가 있었으며, 이러한 체계는 변화무쌍한 지중해 기후에 대해 뛰어난 적응성을 가지고 있었다. 지중해지역의 산림농업 개발은 20세기말 농촌지도사업의 주요 내용의 하나가 되었다.

유럽은 지금 농산품의 과다한 생산으로 정부는 농업생산을 억제하고 있으며, 이로 인하여 많은 농민들이 산림농업을 모색하고 있다. 특히, 영국의 산림농업은 어려움을 맞고 있다. 첫째, 영국은 산림농업에 대한 경험 부족으로 농민들은 조림의 지식이 없다. 둘째, 농가수준의 산림농업은 시장예측과 상업성 부족으로 임업경영과 경쟁하는데 어려움이 있다. 셋째, 산림농업 체계는 초기에 비교적 높은 투자가 필요하고, 비교적 기간이 길다는 제한조건을 갖고 있기 때문이다.

북미 대륙내부의 광활한 토지를 덮친 풍식작용이 주요한 문제가 되었던 1930년대에는 방풍림이 중요한 역할을 하였다. 오늘날, 방풍림들은 북미 전 지역에 걸쳐 다양한 형태로 존재하며, 넓게는 경제적·환경적 이익들을 제공하고 있다.

<표> 온대지역 산림농업 시스템 유형.

국가	시스템	주요 수종	수종의 성질	중요성 또는 범위
유럽	Bocage Dehesa 임목-축산 임목-농작물 임간방목 과수원간작재배	다양 참나무와 올리브 물푸레와 벚나무 포플러 다양 사과, 배, 호두	낙엽수 낙엽수 낙엽수 낙엽수 낙엽수 낙엽수	전통적인 관목열 전경, 현재 감소추세 500만 ha 이상의 전통적인 전경으로 지금은 감소추세 소규모 연구 하층작물 생산을 위해 최근 정밀하게 연구되고 있는 전통적인 간작재배 최근 연구되고 있는 전통적인 방식 하층작물 생산을 위해 최근 정밀하게 연구되고 있는 전통적인 간작재배
북미	방풍림 임목-축산 간작재배 배열식재배 강기슭 완충대 생물자원 산림농장	다양 다양 특히 소경재 흑호두 임목과 활엽수 포플러 포플러와 버드임목 다양	상록수 상록수 낙엽수 낙엽수 낙엽수 공동	특성들이 잘 알려져 일반적으로 적용 1870년 이후 장려 대규모의 반자연적 최적화 연구가 광범위한 당면과제 소규모의 상업적 농장구획 소규모 연구 소규모 연구 집약적 비목재 임산물의 전통적 실행
중국	오동 임목 간작 재배 보호림대 사방조립 임목-축산 과일과 열매	오동임목 다양 다양 관목 다양	낙엽수 상록수 상록수 낙엽수 낙엽수	최근 최적화 연구가 완결되어 서양에 확대 토지개간사업에서 활발한 연구 광범위하고 지역망 규모로 중국 유일 북부에서 발달 초기단계 대규모, 최적화(예 : 대추임목)
뉴질랜드	임목-축산 보호림대 임간방목	라디에타소경재 다양 소경재 조립지	상록수 상록수 상록수	현재 최적화 연구결과로 확대 tree belt는 활발히 연구중 하층작물 개량 연구로 잡목제거에 이용
호주	임목-축산 임목대 농용림	유칼리와 소경재 유칼리임목 유칼리와 소경재	상록수 상록수 상록수	자세한 최적화 연구 후 중요성 증대 복합열 임목 belt 전통적인 보호림과 토양 개선

또한 다른 대규모 시스템으로써 방목지에 임목들을 심고 관리하는 유형이 있으며 임목-가축 시스템 중 이러한 형태가 북미 경관(landscape)의 특징을 나타내고 있다. 북미에는 산림농장(forest farming)이라는 전통이 있다. 이것은 유럽 이주민들과 미국 원주민들의 경험에서 나온 것으로 넓게는 임목 열매와 당밀을 생산하고 단풍나무의 시럽과 같은 액기스를 받아내는 수액채취 등의 작업들이 이러한 노력에 속하고 있다.

현재 북미에서 연구 중인 강기슭 완충지대 시스템은 수질개선, 토양유실방지(치산:治山)와 같은 환경개선을 위한 임목 이용과 밀접한 관련이 있으며, 무분별한 농지이용으로 토양침식이 우려되는 지역에서 이 시스템이 이용되고 있다.

북미에서는 산림농업을 6개의 대 구역으로 나누고 있다.

- ① 미국동남부 및 중남부는 초지사료(飼草), 임간방목(林牧)체계를 위주로 하고, 그 중 임목-우(牛)시스템이 가장 보편적이다.
- ② 중부와 남서부는 호두나무를 주요 경영대상으로 하는 농장이 있다.
- ③ 동북부는 과일제품을 위주로 하는 방법과 동물에게 먹이를 제공하는 방법으로 임목아래에 일년생 작물을 재배한다.
- ④ 서남부는 산림농업이 발달하지 못하였고, 관개시설을 대신할 수 있는 관목식재와 건조함을 막아주는 임목을 심고 있다.
- ⑤ 서북부는 전통적인 산림농업 체계지역으로 주로 생산력이 낮은 토지 위에 임목(林牧)을 혼합하여 생산성을 높일 목적으로 임목을 심는다.
- ⑥ 캐나다 지역은 기후가 나빠, 농작물과 임목의 혼작으로 일정한 수익을 얻고 있다. 토탄토양 위의 버드나무는 가축에게 사료로 제공되거나 종이를 만드는데 사용되고 있다.

북미지역 산림농업의 주목적은 투자를 적게 하면서 우수한 목재생산과 축산물을 증산시키는 것이다. 그러나 토양보호 필요성이 대두됨에 따라, 염분화 방지와 미생물 박테리아 이용을 목적으로 하는 산림농업 시스템이 있으며, 또한 산림농업의 경관미학도 중시되고 있다. 북미 산림농업 연구내용은 매우 광범하여 기초적인 이론, 생물생산력, 생물다양성, 토지자원의 이용, 경제적이며

사회의 지속적인 발전 등을 포함하고 있다.

중국은 20세기 후반에 농업 활성화에 박차를 가함으로써 나라 전체 산림에 커다란 영향을 미치게 되었다. 그러나 작물생산비 만으로는 조림하기가 어려워 이를 해결하기 위해 오동나무를 이용한 4면 조림을 하였다. 오동나무는 중국 전 지역 특히 밀 생산 지역에서는 생장이 양호하다. 농작물과의 생태학적인 적합성을 고려해 볼 때 오동나무만큼 더 이상적인 수종은 없었다.

임목을 이용한 가장 큰 토지 개간사업으로 상록수 보호림대(shelter-belt)를 이용하고, 갈매나무속과 같은 관목을 이용한 사막 개간사업이 중국에서 실행되고 있다. 규모는 작지만 경제적 중요성에서 그에 못지않은 사업으로는 집중적으로 간작 재배하는 과일·열매 과수원과 임목-축산 시스템들이 있다. 북부에서는 자유방목을 이용한 임목-축산 시스템들을 찾아볼 수 있다.

뉴질랜드의 주요 문제는 바람이 농업에 미치는 영향이었다. 초기 정착이주민들에 의해 어떤 지역이 지나치게 벌목됨으로 농작물, 사람, 가축에게 많은 피해가 발생하였다. 이에 대한 방안으로 '60년대 말부터 전형적인 임목(林牧) 복합체계에 대한 연구를 시작했으며, 임목(林牧) 복합체계에는 3가지 종류가 있다.

- ① 용재생산과 가축보호를 겸하는 임목지대를 조성하고, 한편으로는 가축을 보호하고 다른 한편으로는 우수한 목재를 생산한다.
- ② 목장내 임목 아래에 방목을 시키고, 가축이 초식(草食)을 하도록 하여 가축의 생장을 촉진시키며, 다른 한편으로는 가축이 풀을 먹는 것을 이용하여 임목의 생산을 촉진시킨다.
- ③ 목장내 임목을 심어 비교적 적은 투자로 임목(林牧)쌍방에서 수익을 얻는다.

뉴질랜드는 라디에타 소경제-양(소) 복합체계에 비교적 심도 있는 연구를 진행하고 있으며, 생리생태와 생산력을 포함하고 아울러 라디에타소나무 산림농업의 모의 프로그램을 개발하고 이것을 이용한 산림농업을 지도하기도 한다. 이 밖에 뉴질랜드는 생물적인 처리방법을 이용하여 토양 침식을 억제하는

연구를 진행하고 있다. 예를 들어, 백양나무와 버드나무를 이용하여 토양침식이 심각한 지대에 식재를 할 경우 보다 지속성이 있는 임목(林牧)혼합적 토지 이용방식을 실행할 수가 있다.

호주의 산림농업 체계는 주로 보호림과 임간방목이 혼합된 유형이다. 주로 아래와 같은 몇 가지 방면에서 연구가 이루어지고 있다.

① 조림과 기타 생물에 대한 조치로 토양의 염분화 방지 : 이 연구는 주로 1980년대에 호주

서남부에서 일어났으며 이미 수 백 종류의 임목에 대해 실험을 하였고, 조식배양 기술을 적용하여 습기를 방지하는 품종을 개발했으며, 모의실험으로 연구를 진행시키고 있다.

② 임목품종의 다양화 : 각종 임목의 분포 및 임목의 잠재된 경영적 가치를 연구 중이며, 이미 연구된 사료임목은 20여 종에 이르고 있다.

③ 산림농업 체계의 생산력 : 양의 성장발육이 산림농업 체계에 따라 개선될 수 있음을 증명하는 연구를 하고 있다. 산림농업이 작물생장에 대해 촉진작용을 하고 있다.

④ 보호림 및 목초경영 : “농장림” 소프트웨어는 농장주와 연구원이 쉽게 목재를 이용하도록 도와주고 있으며, 목초와 목초복합경영의 모델에 대한 연구를 하고 있다.

호주에서는 임목-농작물 시스템보다는 임목-축산 시스템을 강조하고 있으며, 유칼리나무를 이용하고 있다. 바람과 관련된 문제가 있다 할지라도 많은 지역에서는 적은 우량과 빈약한 토양비옥도의 문제들을 처리할 수 있도록 이루어진 산림농업 시스템이 설계되고 있다. 보호림대(shelter-belt)와 인공조림지들이 농장경관(landscape)의 특징을 나타내고, 토양·가축 보호에 상당한 역할을 하고 있다.

나. 열대지역

산림농업으로 이용할 수 있는 다양한 형태들(산림농업 실행들, 과학기술들)

은 공간과 시간에서 성분의 배열에 기초를 두고 생산품, 서비스 (토양보호와 수원함양, 국소기후 개선, 경계구분 등)라는 점에서 그들의 산출물에 기초를 둔 다양한 형태로 분류될 수 있다.

따라서 열대지역의 산림농업은 agri-silviculture(임목과 농작물), silvo-pastoral 실행들(임목과 목초, 가축), agro-silvo-pastoral 실행들(작물, 목초, 동물, 임목), 농용임지(woodlot), 경계지 조림(boundary planting), 보호림대(shelter-belt) 등 그 밖의 다양한 유형이 있다 <표> .

기능적인 관점에서 보면 이러한 분류는 때때로 임목구역(선, 소구획, 지역)에서 성장하는지 또는 작물 사이에서 또는 목초지에서 넓게 산재하여 성장하는지를 나타내는 기능적인 면에서 유용한 분류방법이다. 토지의 동시적 또는 연속적 이용에 대한 개념은 중요하다. 토지이용의 연속은 임목과 작물사이의 직접적인 경쟁은 피하지만, 임목성장 후 토지개간에 필요한 노동력의 투입에 관해서는 경제적인 관련이 있다.

동시적 시스템에서의 실행은 그들이 혼합되어 있는지 또는 지역으로 갈라져 있는지에 따라 달라질 수 있다. 임목-작물의 경쟁력은 임목 또는 관목이 경작지나 목초지에 산재되어 있는 곳이 선, 소구획, 지역으로 임목과 관목이 배열되어 있는 곳보다 더 크다. 더욱이 혼합하는데 있어서 중요한 것은 작물과 임목의 비율 선정이다.

즉, 우리는 임목의 밀집된 혼합 또는 소식된 혼합에 달려 있다고 말한다. 이것은 분명히 구성성분 사이의 상호작용을 완화시키는데 영향을 미칠 뿐만 아니라 생산성에도 영향을 미칠 것이다. 임목과 관목이 산재되어 있는지 또는 열로 있는지는 분명히 관리와 밀접한 관계를 갖는다.

산림농업의 경영목적에 따른 시스템은 생계 시스템 또는 현금수입 시스템으로 분류하고 있다. 어떤 특정 시스템에 대해 그것의 한계, 하부시스템, 구성요소의 특성을 명확하게 정의하는 것이 중요하며, 따라서 산림농업은 경제학자, 사회학자, 생물리학자들이 다양한 각도에서 연구를 해야 할 필요가 있다.

유형과 시스템이란 용어는 흔히 구별하지 않고 사용하고 있다. 그러나 그들

사이에는 차이가 있다. 유형은 하나의 분류 형태로써 적용된 반면에 시스템은 기능적인 것을 내포하고 있다.

<표> 열대지역 혼농임업 시스템 유형.

유형	내용
임목과 농작물 (agri-silviculture)	「시간적으로 순환 (연속 실행)」 • 윤작(때때로 목본 구성성분의 강화) • 휴작지에 임목개량 • Taungya(상업적인 조림지 조성기간 동안 재배) 「공간적으로 혼합(동시 실행)」 • 경작지에 임목 • 농장지에 임목의 다목적 이용 • 혼합한 다층의 임목과 작물 배열 (예: 열대정원) 「공간적인 지역(동시 실행)」 • 울타리 간작재배(배열 재배), 외곽울타리 또는 장벽 식재와 그 밖의 선형 식재 • 다양한 생산물을 위한 경계 식재 또는 생울타리 • 산림에 열 식재 또는 조림 • 방풍림, 바람통로에 임목강화, 보호림대, 야생동물 서식처 식재
초본과 동물과 임목 (silvopastoral) (동시 실행)	「공간적으로 혼합」 • 목초지를 이용한 임목-작물 조림지 • 방목지에, 영속적인 목초와 초본을 임목과 같이 심었고 잎과 또는 꼬투리 사료를 위한 콩과식물과 임목을 심었다.(때때로 식용가능) 「공간적인 지역」 • 오솔길 농장(때때로 관목과 초본을 혼합한 에너지 정원) • 생울타리 • 경계 식재 주로 사료를 이용하였다.
소구획 경영 임목	• 목본을 이용한 사료저장 • 연료재 • 혼합 과수원(특히 몇 가지 생산물을 위한 것)
그 밖의 조합	• agro-silvo-pastoral(작물, 목초, 동물, 임목) • 또한 임목은 성장하면서 벌(꿀), 진디물(설텍니스), 누에(실크) 등과 같은 곤충으로부터 생산물을 얻을 수 있도록 도움을 준다 • 물고기 생산농장은 때때로 잎이 있는 사료임목이 유용하다.

따라서 시스템은 실행유형의 특정한 예를 묘사하는데 더 적절히 이용되고

있다. 그러므로 토지이용 유형이라고 한 것은 토지 이용형태를 일반적으로 알아볼 수 있는 방식을 말하고 있다. (예: 사료생산과 토양비옥화 개선을 위한 조립, 윤작, 울타리 간작재배 등)

어떤 특정한 유형을 연구하기 위해서 대개 식물성분의 기능 또는 상호작용을 조사할 수 있는 개별시스템을 연구하는 것이 필요하다. 또는 그 특별한 경우에 적용되는 특정한 경제성 또는 사회적 특성들을 이해하기 위해서 개별시스템(특정농장의 예)을 연구하는 것이 필요하다. (시스템이란 투입을 산출물로 가공 처리하는 요소 「또는 하부 시스템」의 한 장치이며, 각 시스템은 범위, 요소, 요소사이의 상호작용, 투입과 산출로 이뤄져 있다.)

산림농업으로 간주되는 유형에는 다양한 상호작용이 있다. 일부는 관리차원에서 유발되기도 한다. 예를 들어 다른 곳에서 사육한 가축들에게 가지치기한 것을 먹일 때처럼 농부들에 의한 식생 원료의 이동이 있을 것이다. 또는 임목들 또는 울타리(hedge)에서 가지치기한 것을 작물들의 덮개로 이용하기 위해 옮겨 놓을 수도 있다.

열대지역에서 현재 실행하고 있는 형태별 유형을 살펴보면, 특히 아프리카의 카메룬, 중앙아프리카 공화국, 콩고, 이디오피아, 가봉, 가나, 아이보리코스트, 케냐, 말리, 나이지리아, 루안다, 세네갈 및 탄자니아 등 지역의 산림농업의 주요유형은 아래와 같은 것들이 있다.

- 이동식 윤작 체계
- 정원식 산림농업 체계
- 타유냐(Taunya) 체계
- 긴 벨트식의 혼합체계
- 농지의 산발적인 식수체계
- 농지 보호림 체계
- 방목림(放牧林)체계

<표> 남아시아 산림농업 시스템 유형.

국가	전통적 산림농업 체계 유형	새로 발전된 산림농업 체계
방글라데시	이동식 윤작(Jhumming System) 타우나 체계(Taungya) 다층 정원 수종 농지 수종	다층정원 수종의 진일보한 풍부함과 발전 용재수, 과실수와 일년생 작물의 短, 中, 長期의 윤작과 혼작 뽕나무와 식량의 혼작 망과 정원과 고무나무 밭의 산림농업
인도네시아	정원식 산림농업 이동식 경작 타우나 체계 혼농산림공원	집약형의 타우나 경영 윤작형 도로모양의 농림혼작(Ma-Ma) 고지목축 및 사료생산
인도	타우나 체계 이동식 경작(Jhumming) 건조지역 농림간작 다원 가운데 차양수 심기 준농(竹農)혼작 접경지대 식수	정원 농촌 복합경영 임농(林農)간작 논구덩이 위에 식수 보호림 퇴화된 토지위에 산림농업
네팔	정원 다층 경영 농림간작 임목(林牧)복합체계 목본사료 혼합경영 임목, 식량, 가축 혼합경영	농지 위에 다중의 용도임목 심기 산지사료와 단백질금고
라오스	이동식 경작	과실수와 농작물의 혼작
파키스탄	최소한 임목과 풀 체계 방호림 농림(農林)혼합체계	사유토지에 사방형 식수 유자와 식량의 혼작
필리핀	이동식 경작(Kaingin) 타우나 체계 농림(農林)혼합체계	사회지구의 목장 수토보존 산림농업 체계 언덕 농업 등 고조림 기술체계(SALT) 대중참여의 산림농업 체계 가축을 위주로 하는 산림농업
파푸아뉴기 니	이동식 경작 · 식수개간 마황과 과실수의 혼농 경영체 계 과실수와 농사의 혼작 임목과 양식의 정원수림 경영 습지의 종려나무속 + 양식과 과일의 경영	커피, <i>Leucaena leucocephala</i> , 혹은 임목 에 따라 혼농경영 차양수 + 커피 및 기타 경제작물 임목(林牧)체계

국가	전통적 산림농업 체계 유형	새로 발전된 산림농업 체계
스리랑카	이동식 윤작 농업(Chena cultivation) 타우냐 체계 코코아 혼농경영 차, 커피, 코코아+ 차양수 고무임목 농작물 혼합 종려 농업 혼작체계 다층 열대 정원 복합체계 (KHG) 기타유형의 정원 복합체계 임목-담수어 복합체계 약용식물 - 가축체계 임목 - 야생동물 - 물고기 체계	사방식수 사방농업 및 가축 단백질 은행 언덕지 농업 등 높은 식수 기술 국가 주관의 산림농업 식수원 국가 주관의 농민 수립 여행과 혼합하는 향료원 방호림 체계 띠모양의 농림(農林) 간작체계 학교에서 행하는 복합체계 임목(林牧)체계 농림목어(農林牧漁)체계 임목과 양봉의 체계 빈곤보조성의 산림농업(Janasaviya)
태국	정원 산림농업 농지위에 여러 종류의 용도수 심기 농지위의 천연적인 목본식물 보호 이동식 윤작 경영 타우냐 체계의 개량	임업촌 땅 구덩이에 식수 임목(林牧)체계 사료녹지 방호림 목장주변에 과실수 심기
베트남	이동식 윤작 경영 타우냐 체계 멀구슬나무와 대경재의 혼합체계 정원 산림농업 체계	임목과 식량의 간작 커피와 다원 가운데 차양수 심기 농림어(農林漁) 白千層+ 벼, 물고기, 벌

북아프리카의 나이지리아는 인구가 대단히 많아 토지자원의 압력이 나날이 증가되어 수 백년의 이동식윤작법 체계가 점차 파기되고 있다. 1982년부터 나이지리아는 타우냐(Taunya)법을 실행하였고 아울러 그 생산방식에 대하여 다방면의 연구를 하였는데 작물생산량, 토양양분, 임농(林農)혼작 등을 포함하였다. 정원경영은 그 효율이 높고 위험이 적기 때문에 산발적인 노동력을 이용할 수 있는 장점이 있어 이미 널리 이용되고 있다.

70년대에 반건조지대와 건조지대에 광범위하게 보호림을 만들었는데, 단일 종류의 임목을 비롯하여 여러 종류의 임목이 섞여있는 산림지대도 있어 이에 대해 생산량의 영향을 연구하였다. 산림조성에 있어 합리적인 안배와 구성상황

아래서 작물생산은 20-30% 증가하였다. 남아시아지역은 산림농업 체계의 발전에 있어 유구한 역사를 가지고 있다. 근래에 산림농업 체계는 이 지역에 있어 매우 신속한 발전을 보이고 있다. 그 원인을 분석해 보면 두 가지 방면이 있다.

첫째, 아시아 태평양 지역 농업인구는 전 세계 인구의 69%를 차지하고 있으며, 그 경작지는 세계의 28%를 차지하고 있다. 이 지역의 인구 평균 경작지 면적은 0.27ha이며, 세계 인구 평균의 1.64ha의 수준에 비하면 아주 작고 또한 적지 않은 지역의 토지자원의 매장량 또한 한계에 달하고, 인구의 부단한 증가의 수요를 만족시키기 위해서는 반드시 집약적인 토지이용방식을 취해야 한다.

둘째, 인구의 증가에 따라 저지대에 사는 주민들은 부근의 고지대로 이동하고 있다. 산림의 파괴로 인하여 수토유실 및 토지퇴화가 이루어지고 있다. 이러한 높은 대가는 각국의 정부의 우려와 관심을 끌고 있다. 이 지역에서 오랫동안 존재하고 있는 전통적인 토지이용방식은 이미 새로운 주목과 새로운 형세아래서 소생과 발전을 하고 있다. <표 6. 3> 은 이 지역에서 자주 보이는 산림농업의 유형을 나열한 것이다.

이 지역의 산림농업 체계를 말할 때, 사람들은 자연히 타우냐 체계를 생각하게 된다. 이 방법은 장기적으로 기른 임목을 베어버리고 경작하거나 화전으로 만들었던 문제 해결을 위하여 시행되고 있다. 이 체계 가운데 농민은 산림벌채 후에 유자임목의 재배와 식량작물 심기를 혼합하였다. 몇 년이 지난 후 수관이 울창하게 자라면 식량작물 심기를 멈추고 그런 다음 임목을 벌채하는데 아울러 다른 한 순환을 진행시키기도 한다. 이러한 방법은 조림, 제초의 비용을 감소시키고 또한 토지를 여러 가지 경로로 이용할 수 있었기 때문에 매우 빨리 세계 각지로 특별히 개발도상국에서 널리 응용되었다.

이 밖에 농가를 단위로 하는 정원식의 산림농업 체계가 있는데, 이는 아시아 각국에서 대표적인 모델로 발전하였다. 예를 들어, 인도의 카라라방과 명지아라의 가정 정원과 스리랑카의 칸티 복합체계, 인도의 산림농업 농가경영체계 등 국제 산림농업 체계 가운데 중요한 위치를 차지한다. 태국농민들은 실행 중에 농가를 기본경영 단위로 하는 여러 가지 종류의 산림농업 체계를 만들었다.

이 체계는 국제연합식량 농업기구(1989) 아시아 태평양지구 사무처가 진행하고 있으며, 전통적인 산림농업 체계를 제외한 근래 아시아태평양 지대의 산림농업 체계는 새로운 많은 모델들을 창조하고 있다.

예를 들어 말레이시아의 고무농원과 가축의 복합체계, 태국의 산림농촌의 건설, 베트남과 스리랑카의 임목, 목장, 물고기, 벌의 복합체계 등은 모두 그 지역의 자연-사회-경제조건에 발달에 근거하여 실행한 효과 있는 산림농업 체계이다.

4. 산림농업의 정책화 방안

해외의 산림농업 관련 정책 및 지원제도 등에 대한 자료를 수집하였으며, 특히 미국의 온대지역 산림농업에 대한 자료를 수집하였다. 그러나 산림농업의 구체적인 기술관련 자료라기보다는 산림농업의 추진을 위한 다양한 제도적 측면의 관련 정보라 할 수 있다.

제 7 장 참고문헌

1. 고민규 김현중. 1995. 잣버섯 톱밥재배기술 개발. 산림과학논문집 51 : p96-100.
2. 고민규. 잣버섯 톱밥재배기술. 월간 임업정보. 제53호: 37-38.
3. 권기원. 2004. 우리나라 산림생태계의 실상과 산림내 임간초지의 친환경적인 공존. 한국초지학회지 제24권 별쇄본, p.79~108
4. 김갑태, 엄태원. 1994. 다목적생산 및 활용 방안. 1.임산부산물 생산량 조사. 국유림 경영현대화 산학 협동 실연 연구보고서(5); 277-295.
5. 김갑태, 엄태원. 1997. 가리왕산의 산채 분포에 관한 연구. 한국임학회지 86(4):422-429.
6. 김갑태, 엄태원. 1997. 혼농임업의 가능성에 대한 연구(1) - 더덕의 효과적인 증식방법과 임간재배 가능성에 대한 연구-상지대 생명자연과학논총 1:79-87.
7. 김갑태, 추갑철. 1991. Gibberelin처리와 토양이 더덕의 발아와 뿌리생장에 미치는 영향. 상지대 자연과학논총: 5:1-10.
8. 김갑태. 1998. 더덕의 임간재배에 관한 연구. pp 15-22, "지방화시대에 원주권 지역농업의 발전전략" 심포지움 논문집. 원주상지대학교 중앙도서관 .
9. 김갑태. 1998. 더덕의 種子發芽와 生長에 미치는 몇 樹種의 他感作用 效果. 상지대 생명자연과학논총 4:29-34.
10. 김갑태. 1998. 오대산 아고대의 자생초본식물의 분포와 입지인자에 관한 연구. 한국임학회지 87(3):459-465.
11. 김갑태. 1999. 더덕의 임간재배를 위한 기초연구- 생존율 및 성장-. 상지대 생명자연과학논총 6:39-48.
12. 김갑태. 2000. 강원도 평창군 지역의 산채자원에 관한 연구 1. 산채채취 실태. 상지대 생명자연과학논총 7:39-52.
13. 김갑태. 2000. 강원도 평창군 지역의 산채자원에 관한 연구 2. 산채가격,유

- 통구조 및 주민소득. 상지대 생명자연과학논총 7:53-60.
14. 김갑태. 2003. 生育場所에 따른 곰취(*Ligularia fischeri*)의 生長, 光合成率 및 葉綠素 含量 調査 研究. 한국임학회지 92(4):374-379.
 15. 김갑태. 2003. 생태적 숲관리와 조림문제-조림지, 천연림, 맹아림에서 물푸레나무 직경생장 비교-. 환생지 17(2):105-111.
 16. 김갑태. 2003. 생태적 숲관리와 조림문제-조림지와 천연림에서 자작나무 세 수종의 직경생장 비 교-. 환생지 17(3):224-231.
 17. 김갑태. 2004. 생태적 숲관리와 조림문제-조림지와 천연림에서 가래나무의 직경생장 비 교-. 환생지 17(4):309-315.
 18. 김갑태. 2004. 자생 초분류 몇 종의 종자특성과 발아율에 대한 연구. 환생지 18(1):1-6.
 19. 김규현 외 6인 (1998) 인삼 임간 청정재배 경영 모델 개발, 林業研究院.
 20. 김동암. 2001. 초지학.
 21. 김상일 외 6명 (1988) 임간 초지조성 및 방목실태조사, 林業研究院.
 22. 김성일 (1999) 녹색 관광과 산촌활성화, 서울대학교.
 23. 김의경 (1999) 복합산림경영의 추진방향, 경상대학교.
 24. 김점수. 2000. 강원 혼농임업 모델 개발-식·약용식물을 중심으로-. 강원개발연구원 연구보고 00-08, 108쪽.
 25. 김종성. 2000. “혼농임업의 활성화 방안”. 숲과 문화 총서 8:숲과 임업. 수문출판사. pp.32-40.
 26. 김진일, 1998. 한국곤충생태도감 III, 고려대학교 한국곤충연구소. p. 165.
 27. 김창효, 1988. 인간과 건강. 경양사. pp. 114.
 28. 김창효, 1993. 곤충의 사육법. 경상대학교 출판부. pp. 229~237
 29. 김창효, 1995. 산업곤충. 경상대학교출판부. pp. 204.
 30. 김철학, 이준석, 정근, 박규택, 2004. 왕사슴벌레의 대량사육 기술개발을 위한 생태특성 조사 Korean Journal of Applied Entomology.43(2): 135-141
 31. 김태환 외. 2002. 산지에서의 환경친화형 조사료생산과 이용. 한국초지학

- 회. 21세기 조사료 생산과 환경 Forage Production and Environment in 21C. p.131-156
32. 김한경, 박정식, 김양섭, 차동렬, 문병주. 1994. 잣버섯 인공 재배에 관한 연구 (I)-균사 배양 조건에 관하여-. 한국균학회지 Vol. 22, No 2, p145-152.
33. 김현중, 고민규. 1995. 잣버섯 톱밥재배기술 개발. 산림과학논문집 51 : p96-100.
34. 남궁민식, 김곤식, 성경일, 김병완, 김지홍, 강성기. 2003. Silvopastoral system의 산지 경사지에 있어서 목초의 겨울철 파종시기가 건물수량에 미치는 효과. 한국초지학회지 제41회 학술발표회. p191
35. 남궁민식, 김곤식, 성경일, 김병완, 김지홍, 강성기. 2003. Silvopastoral system의 산지 경사지에 있어서 혼과조합별 차광정도에 따른 건물수량 및 사료성분변화. 한국초지학회지 제41회 학술발표회. p190
36. 남상호, 1998. 한국곤충생태도감 V, 고려대학교 한국곤충연구소. pp. 19~22.
37. 농림부. 농촌진흥청 축산기술연구소. 2002. 한국 사양 표준 한우. p31: p57
38. 농촌진흥청. 2000. 산지농업 기술개발 연구동향과 금후 연구방향. p241-257
39. 박규택, 1999. 국내 유용곤충자원의 탐색과 활용방안. 한국과학기술한림원 농수산학부 제1회 한림콜로키움 pp. 1-14.
40. 박규택, 2001. 자원곤충학. 아카데미서적. pp. 334.
41. 박규택, 2002. 국내 곤충산업화를 위한 제언, 곤충산업화 기반조성방안 심포지움, pp. 17-45.
42. 박규택, 2002. 토착 유용곤충자원의 활용과 보존방안. 한국토종연구회 심포지움(토종자원의 보존현황과 국가관리방향), pp. 91-112.
43. 박규택, 2004. 국내 곤충산업 무엇이 문제인가? 곤충산업의 현안문제 해결을 통한 활성화 방안 심포지움. 농촌진흥청, 한국곤충자원연구회, P. 17-31

44. 박대식 외 1명 (1998) 농업·농촌의 역할에 관한 국민의식조사 연구, 농촌경제연구원.
45. 박문수, 서성, 한영춘, 이종경. 1988. 임간초지개발에 관한 연구. VIII. 차광 정도가 주요 목초의 물질, 소화율 및 질산태 질소함량에 미치는 영향. 한초지 8(2):85-91.
46. 박시현 외 1명 (1996) 농촌생활환경정비 정책의 효율적 촉진방안, 농촌경제연구원.
47. 박재형, 박선수, 이종규. 2001. Cultural characteristics and fruiting body production of *Lentinus lepideus*. *Mycobiology* 29(2):113
48. 박찬준, 김교수, 전개상, 박용길. 1988. 잣버섯의 생리적 특성에 대한 연구. 임업연구원 연구보고 36 : p110-114.
49. 백길전, 김갑태. 1999. 종자의 처리가 각시취와 참취의 발아에 미치는 영향. 상지대 생명자연과학논총 6:49-54.
50. 산림청. 1993. 단기소득임산물 특성과 재배법. pp.1-459
51. 산림청. 1999. “산림복합경영사업 추진계획:경영모델에 따른 사업추진방안”. 산림청 소득과
52. 설광렬, 2003. 산업화를 위한 유용곤충 자원의 사육현황 및 문제점. 곤충대량사육 및 산업화 심포지움. 농촌진흥청, 한국곤충자원연구회, P. 11-23
53. 성경일 외. 2000. 임간초지에서의 한우생산에 있어서 silvopastoral system 개념 적용. 한국초지학회. 제2000년도 제25회정기총회 프로그램 제38회 학술발표회 및 특별강연 초록. p.120-121
54. 성경일, 우제훈, 김곤식, 이준우, 김지홍, 김병완, 강성기, 김남욱. 2004. Silvopastoral system의 산지 경사지에서 임분밀도에 따른 임간초지의 생산성과 방목의 가능성. 한국동물자원과학회 학술발표회. P112
55. 성경일, 홍석만, 김병완, 강성기, 양희문, 김광택, 김지홍, 최민규. 2001. 산지경사지에서의 Silvopastoral system에 관한 연구 - 2. 임간초지내 및 주변산림의 임목제원 및 성장비교. 한국초지학회지 제39회 학술발표회.

p99~100

56. 성경일, 홍석만, 김병완, 정종원, 최민규. 2001. 산지경사지에서의 Silvopastoral system에 관한 연구 -1. 임간초지의 한우방목이 초지식생과 수질변화 그리고 한우 생산성에 미치는 영향. 한국초지학회지 제39회 학술발표회. p98~99
57. 성경일. 2001. 21세기 환경친화형 축산으로서 임간초지의 활성화 방향과 과제. 한국초지학회. 제26회정기총회 프로그램 제39회 학술발표회 및 특별강연 초록. p.27-54
58. 성경일. 2003. 조사료 자원현황, 품질 및 문제점, 규격화. 자급조사료의 생산 · 이용확대 방안. 수입조사료의 유통현황 및 개선방안. 한국초지학회. p7-44
59. 신금철, 김남규, 조병주, 이종규. 2005. 잣나무 간벌소경폐재를 이용한 잣버섯 인공재배. 잣나무 연구회 창립총회 및 발표논문집 6-8 p.
60. 신금철, 김남규, 조병주, 진미림, 이종규. 2005. 생리활성을 지닌 잣버섯 (*Lentinus lepideus*)의 대량재배 연구. 강원대학교 산림과학연구소 대학원생 논문발표집. pp. 153-172.
61. 심동로 외 15명 (1995) 단기 임산 신소득원 개발Ⅱ, 林業研究院.
62. 우제훈, 김곤식, 박형진, 이준우, 남궁민식, 성경일, 김병완, 김지홍, 강성기. 2003. Silvopastoral system의 산지 경사지에 있어서 임분밀도에 따른 임간초지의 식생비율, 건물수량 및 사료성분. 한국초지학회지 제41회 학술발표회. p189
63. 우제훈, 이준우, 길용현. 2003. Silvopastoral system의 산지 경사지에 있어서 임분밀도에 따른 임간초지의 생산성과 방목의 가능성. 한국초지학회지 제24권 별쇄본. p166~169
64. 유병일 (1999) 산촌유형별 개발모델 연구, 임업연구원
65. 유병일. 성규철. 2000. 「혼농임업의 현황과 발전 방향」. 임업연구원. 연구자료 제170호.

66. 유진우 외 1명 (1989) 산지의 복합경영 사례조사, 林業研究院.
67. 윤세형 외. 2002. 집약방목지에서의 목초 및 가축생산성에 관한 연구. 한국초지학회지. v.22(1), p.45-50
68. 이진상 외 14명 (1997) 산림유용식물 대량재배경영모델 개발, 林業研究院.
69. 이광원 (1988) 임지 개발과 산지 농업발전방향, 농촌경제연구원.
70. 이광원 외 1명 (1985) 산촌사례연구, 농촌경제연구원.
71. 이광원 외 1명 (1995) 산촌종합개발 정책방향과 추진체계, 농촌경제연구원.
72. 이돈구 외 3명 (1997) 한계농지를 이용한 고소득 개발과 농산촌 소득증진 방안에 관한 연구, 서울대학교.
73. 이용과. 단기소득임산물 재배 및 특성(산채류·약초류·특용수종수실류·버섯류). 임업연구원. pp. 1-600
74. 이준우, 성경일, 김곤식, 우제훈, 김병완, 강성기, 김지홍, 김남욱, 김응호. 2004. Silvopastoral system에 있어서 임분밀도에 따른 임간초지의 생산성과 홀스타인 거세우의 봄철 방목성적. 한국초지학회지 제24권 별쇄본. p166~169
75. 이준우, 성경일, 김병완, 강성기, 김지홍, 김곤식, 김남욱, 장희영. 2005. Silvopastoral system에 있어서 임분밀도에 따른 임간초지의 생산성과 홀스타인 거세우의 여름·가을철 방목성적. 한국초지학회지 제43회 학술발표회. p222~223
76. 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사. 990 pp.
77. 이흥균 외 6명 (1993) 산림의 다목적 경영모델 개발, 林業研究院.
78. 임업연구원. 1993. 단기임산 신소득원 개발에 관한 연구(III). 산림청. pp.1-15
79. 임업연구원. 1996. 단기임산 신소득원 개발에 관한 연구(III). 산림청. pp.1-10
80. 장성희. 2003. 잣버섯균의 생리적특성 및 부후특성. 전남대학교 석사학위논문

문.

81. 장철수 외 5명(1999) 임산약용자원을 활용한 농산촌지역 소득증대방안 연구, 농업경제연구원.
82. 진미림, 정규선, 1999. 잣버섯 균사체로부터 분리한 수용성 단백질단백체 lepidan의 면역 증가 작용. 약학회지 43(5) 635-641.
83. 최관 외 3명 (1997) 조명수, 분재, 야생화, 생산 및 유통실태조사와 정책대안, 경북대학교.
84. 최민휴 외 28명 (1992) 단기 임산 신소득원 개발 I, 林業研究院.
85. 최영국 외 1(1999) 농업, 자연친화적 산지개발을 위한 경제성 최고 방안, 국토개발연구원.
86. 한인규, 장윤환. 1982. 한국사료성분표
87. 허삼남 外. 1997. 산지초지 개량과 관리에 관한 연구. 한국초지학회. v.17(4), p.329-344
88. 甘日出正美(1984) ドウガネブイブイの飼育法. 植物防疫 38:407-410.
89. 甘日出正美, 山田幸一, 飯塚安彦(1984) ドウガネブイブイの累代飼育法について. 日応動昆誌 28:14-19.
90. 高橋正 (1984) 山村開發の課題と展望, pp.312.
91. 串田保(1973)食葉性コガネムシ類の採集と飼育法.植物防疫 27:509-513.
92. 國土廳地方振興局 (1968) 明月の山村をめして, pp.328.
93. 金東岩. 1983. 飼料作物 (그 특성과 栽培方法) 제 15장. 오차드 그라스, 제 16장 토올페스큐.
94. 山村振興調査會 (1969) 過疎向題と山村振興, pp.326.
95. 森巖夫 (1973) 山村經濟論, pp.182.
96. 三井田圭右 (1991) 山村の人口維持機能 , pp.209.
97. 桑名伊之古, 1930. 一般昆虫 應用動物圖鑑. 北隆館. p. 460~545.
98. 神谷夢治 (1969) 日本の山村向題, pp.324.
99. 井上楊一郎 (1970) 混牧林の經營, pp.234.

100. 潮見俊隆 (1967) 日本林業と山村社會, pp.586.
101. 澤田正明(1984) アカヒロウドコガネおよびヒメコガネの飼育法. 植物防疫 38:411-414.
102. 藤況秀夫 외 1명 (1968) 日本の山村- 現状と基本向題, pp.235.
103. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C.
104. Acciaresi, H., O.E. Ansiu and R.M. Marlats. 1994. Silvopastoral systems: effects of tree density on light penetration and forage production in poplar (*Populus deltoides* Marsh) stands. *Agroforestry-en-las-Américas* 1(4) : 6-9.
105. Alyson, B.K. and P.K.R. Nair. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions.
106. Anderson, G.W. and P.J. Jenkins. 1988. The integration of pasture, livestock and widely-spaced pine in south western Australia. *Agroforestry Systems* 6 : 188-195.
107. Anderson, G.W., Moore, R.W. and Jenkins P.J. (1988) The integration of pasture, livestock and widely-spaced pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems* 6, 195-211.
108. Anderson, M.K. and Nabhan, G.P. (1991) Gardeners in Eden. *Wilderness* 55(194), 27-30.
109. Andrew, M. Gordon and Steven, M. Newman (1997) Temperate *Agroforestry Systems*, 9-266
110. Anthony Young, 1989, 1997, *Agroforestry for Soil Management*, CIP
111. Bainbridge, D.A. (1997) *Agroforestry for the Southwest*. USFS General Technical Report Rocky Mountain Forest Range Experiment Station, Fort Collins Colorado.

112. Baldwin, C.S. (1988) The influence of field windbreaks on vegetable and specialty crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22/23, 191-203.
113. Baltensperger, B.H. (1987) Hedgerow distribution and removal in non-forested regions of the Midwest. *Journal of Soil and Water Conservation*(Jan.-Feb.) 1987, 60-64.
114. Bandolin, T.H. and Fisher, R.F. (1991) Agroforestry systems in North America. *Agroforestry Systems* 16, 95-118.
115. Barrow, E.G.C. (1990) Usufruct right to trees: the role of ekwar in dryland central Turkana, Kenya. *Human Ecology*, 18. 163-76
116. Barrow, E.G.C. (1996) *The Drylands of Africa: Local Participation in Tree Management*. Initiatives Publishers, Nairobi, 268pp.
117. Bene, J.G., Beall, H.W. and Côté, A.(1977) *Trees, Food, and People: Land Management in the Tropics*. IDRC, Ottawa, 52pp.
118. Bene, J.G. etc. 1977. 「Tree, food and people: Land management in the tropics」. IDRC-084e, IDRC, Ottawa.
119. Benties, J. R. 1990. Agroforestry systems with potential for acid soils of the humid tropics of Latin America and the Caribbean. *Forest Ecology and Management* 36:81-101.
120. Bexkorowajnyj, P.G., Gordon, A.M. and McBride, R.A. (1993) The effect of cattle foot traffic on soil compaction in a silvopastoral system. *Agroforestry systems* 21, 1-10.
121. Bird, P.R., Bicknell, D., Bulman, P.A., Burke, S.J.A., Leys, J.F., Parker, J.N., Van der Sommen, F.J. and Voller, P. (1992) The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems* 20, 59-86.
122. Boland, D.J., Pinyopusarerk, K., MacDonald, M.W., Joranovic, T. and

- Booth, T.H. (1991) The habitat of *Acacia auriculiformis* and probable factors associated with its distribution. *Journal of Tropical Forest Science*, 3, 159-80.
123. Borzon, E.L. (1982) *Evergreen Challenge: The Agreement Forest Story*. Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, Ontario, Canada.
124. Braziotis, L. 1997. Relationships between woody and herbaceous species in silvopastoral systems. In: *Sustained Utilization of Rangelands and Pastures*. Proceedings of the 1st Pan-Hellenic Rangeland Congress in Drama, Greece, 6-8 November 1996, Hellenic Range and Pasture Society, pp. 98-103 (in Greek with English abstract).
125. Brown, L.R. (1995) *Who Will Feed China? Wake-up Call for a Small Planet*. World watch Environmental Alert Series. Earthscan, London.
126. Buck, L.E. and Matthews, S. (1994) Innovative agroforestry practices and supporting knowledge networks in New York and Southern Ontario. In: Schultx, R.C. & Colletti, J.P. (eds) *Opportunities for Agroforestry in the Temperate Zone Worldwide: Proceedings of the Third North American Agroforestry Conference, August 15-18, 1993*, Department of Forestry, Iowa State University, Ames, Iowa, p.423(abstract).
127. Bunting, A.H. (1976) *Report of a Workshop on Forestry Research Priorities in the Tropics*. University of Reading, 11 June 1976, 6 pp.
128. Burton, G.W. 1973. Integrating forest trees with improved pastures. p. 41-49. In R.S. Campbell and W.T. Keller (ed) *Range resources of the southeastern United States*. ASA Special Publication no. 21. ASA, Madison, WI.
129. Byington, E.K. (1990) Agroforestry in the temperate zone. In:

- MacDicken, K.G and Vergara, N.T. (eds) *Agroforestry Classification and Management*. John Wiley, New York, USA, pp.228-289.
130. Chambers, R., Leach, M. and Conroy, C. (1993) *Trees as Savings and Security for the Rural Poor*. Gatekeeper Series No. SA 3. IIED, London, 15pp.
131. Chan, W.T., and A.F. MacKenzie. 1971. Effects of Shading and nitrogen on growth of grass-alfalfa pasture. *Agron. J.* 63: 667-669
132. Child, R.D. and Pearson, H.A. (1995) Rangeland and agroforestry ecosystems. In: Barnes, R.F., Miller, D.A. & Nelson, C.J.(eds) *Forages, Volume 2: The Science of Grassland Agriculture*, 5th edn, Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp.225-242.
133. Chingaipe, T.M. 1985. Early growth of *Eucalyptus camaldulensis* under agroforestry conditions at Mafiga, Morogoro, Tanzania. *Forest Ecology and Management* 11 : 241-244.
134. Clason, T. (1994) Economic implication of silvipastures on southern pine plantations. In: Schultz, R.C. & Colletti, J.P. (eds) *Opportunities for Agroforestry in the Temperate Zone Worldwide: Proceedings of the Third North American Agroforestry Conference, August 15-18, 1993*, Department of Forestry, Iowa State University, Ames, Iowa, pp.289-293.
135. Clason, T.E. and S.H. Sharrow. 2000. Silvopastoral practices. In: Garrett H.E., Rietveld W.J. and Fisher R.E. (Eds.) *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*, pp. 119-147. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
136. Cole, E.C. and M. Newton. 1986. Nutrient, moisture, and light relations in five years old Douglas fir plantations under variable competition. *Canadian Journal of Forest Research* 16 : 727-732.

137. Comb, B. G. Budowski. 1979. 「Classification of agroforestry techniques in G. De Las Salas」. Agroforestry systems in Latin America. Turrialba. Costa Rica Catif.
138. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest boarder region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-498.
139. Dupraz, C., Dautat, M., Girardin, N., and Oliver, A. (1995) Root extension of young wide-spaced wild cherry trees in an agroforest as deduced from the water budget. In: Proceedings of the 4th North-American Agroforestry Conference, Boise, Idaho, pp.46-50.
140. Dupraz, C., Lagacherie, M., Liagre, F., and Boutland, A. (1995) Perspectives de Diversification par l'Agroforesterie des Exploitations Agricoles de la Région Midi-Pyrénées. Rapport final de contrat de recherche commandité par le conseil Régional Midi-Pyrénées, INRA, Montpellier, 243 pp.
141. Ellen, G. (1992) An examination of the cost-benefit of sheep grazing to significantly reduce competing vegetation on conifer plantations in the Clearwater District. Paper presented at Vegetation Management without Herbicides Workshop, February 18-19, Department of Forest Sciences, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
142. Evelyn, J. (1679) Sylva or a Discourse on Forest Trees and the Propagation of Trees in His Majesties Dominions. 3rd edn. Royal Society, London.
143. Felger, R.S. (1979) Ancient crops for the twenty-first century. In: Ritchie, G.A.(ed.) New Agricultural Crops. Symposium No. 38, American Association for Advancement of Science, Westview Press, Boulder, Colorado, pp.5-20.
144. Felker, P. (1979) Mesquite: an all purpose leguminous arid land tree.

- In: Ritchie, G.A. (ed.) *New Agricultural Crops*. Symposium No. 38, American Association for Advancement of Science, Westview Press, Boulder, Colorado, pp.89-125.
145. Fournier, R.A., R. Landry, N.M. August, G. Gedosejevs, and R.P. Gauthier. 1996. Modelling light obstruction in three conifer forests using hemispherical photography and fine tree architecture. *Agricultural and Forest Meteorology* 82 : 47-72.
 146. Gaines, E.M., R.S. Campbell, and J.J. Brasington. 1954. Forage production on long-leaf pine lands of southern Alabama. *Ecology*, 35 : 59-62.
 147. Garrett, H.E. and L. Buck. 1994. Agroforestry practice and policy in the United States of America. *Forest Ecology and Management* 91 : 5-15.
 148. Garrett, H.E. and W.B. Kurtz. 1983. Silvicultural and economic relationships of integrated forestry farming with black walnut. *Agroforestry System* 1 : 245-256.
 149. Gibson, M.D., T.R. Clason, and G.A. Brozdits. 1994. Effects of silvopasture management on growth and wood quality of young loblolly pine. p. 48. In M.B. Edwards (ed.) *Abstracts of the 8th Biennial Southern Silvicultural Research Conference*, p. 48.
 150. Gilchrist, A.N., Hall, J.R. dez., Foote, A.G. and Bulloch, B.T. (1993) Pasture growth around trees planted for grassland stability. *Proceedings of the XVII Grassland Congress*, Rockhampton, Queensland, pp.2062-2063.
 151. Gold, M.A. and Hanover, J.W. (1987) Agroforestry for the temperate zone. *Agroforestry Systems* 5, 109-121.
 152. Gordon, A.M. and Newman, S.M. (1997) *Temperate Agroforestry*

- Systems. CAB International, Wallingford, pp. 250, 269.
153. Gordon, A.M. and Williams, P.A. (1991) Intercropping valuable hardwood tree species and agricultural crops in southern Ontario. *The Forestry Chronicle* 67, 200–208.
 154. Grainger, A. 1980. The development of tree crops and agroforestry systems. *International Tree Crops journal* 1:3–14.
 155. H.E. Garrett etc, 2000, *North American Agroforestry : An Integrated Science and Practice*, American Society of Agronomy
 156. Hale, S.E. 2003. The effect of thinning intensity on the below-canopy light environment in a Sitka spruce plantation. *Forest Ecology and Management* 179 : 341–349.
 157. Han, Y. C., M. S. Park, S. Seo, J. G. Kim, J. Y. Lee, and D. A. Kim. 1985. Studies on the Grassland Development in the Forest. 1. Botanical composition and yield of grass-clover mixtures grown under pine trees. *J. Korean Grassl. Sci.* 5(1):37–44
 158. Harris, K.L.(ed.) (1996) *Making Forest Policy Work*. Conference Proceedings of the oxford Summer Course Programme 1996. Oxford Forestry Institute, Oxford, 174pp.
 159. Hoare, A.H. (1928) *The English Grass Orchard and The Principles of Fruit Growing*. Ernest Benn, London, 227pp.
 160. Hughes, R.H., J.B. Hillmon and G.W. Burton. 1965. Improving forage on southern pine woodlands. USDA Forestry Service Southeast Forest Experiment Station. Series Paper no. 146. U.S. For., Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, NC.
 161. Huo, Y.Q. (1992) Taungya in China. In: Jordan, C.F., Gajaseni, J. and Watanabe, H. (eds) *Forest Plantations with Agriculture in Southeast Asia*. Sustainable Rural Development Series No.1., CAB International,

- Wallingford, UK, pp.133-146.
162. ICRAF. 1993. 「An introduction to agroforestry」 . Netherlands Kluwer Academic Press.
 163. Jin, M., Jeon, H., Jung, H.J., Kim, B., Shin, S.S., Choi, J.J., Lee, J.K., Kang, C.Y., and Kim, S.Y. 2003. Enhancement of repopulation and hematopoiesis of bone marrow cells in irradiated mice by oral administration of PG101, a water-soluble extracts from *Lentinus lepideus*. *Experimental Biology and Medicine* 228(6):759-766.
 164. Jin, M., Jeon, H., Jung, H.J., Kim, B., Shin, S.S., Choi, J.J., Lee, J.K., Kang, C.Y., and Kim, S.Y. 2003. Enhancement of repopulation and hematopoiesis of bone marrow cells in irradiated mice by oral administration of PG101, a water-soluble extracts from *Lentinus lepideus*. *Experimental Biology and Medicine* 228(6):759-766.
 165. Jin, M., Jung, H.J., Choi, J.J., Jeon, H., Oh, J.W., Kim, B., Shin, S.S., Lee, J.K., Yoon, K., and Kim, S.Y. 2003. Activation of selective transcription and cytokines by water-soluble extracts from *Lentinus lepideus*. *Experimental Biology and Medicine* 228(6):749-758.
 166. Jin, M., Jung, H.J., Choi, J.J., Jeon, H., Oh, J.W., Kim, B., Shin, S.S., Lee, J.K., Yoon, K., and Kim, S.Y. 2003. Activation of selective transcription and cytokines by water-soluble extracts from *Lentinus lepideus*. *Experimental Biology and Medicine* 228(6):749-758.
 167. Jodha, N.S., M.Banskota and Tej Partap. 1992. Sustainable Mountain Agriculture. Vol. 1: Perspectives and Issues. Intermediate Technology Publications. 389pp.
 168. Jodha, N.S., M.Banskota and Tej Partap. 1992. Sustainable Mountain Agriculture. Vol. 2: Farmer's strategies and innovative approaches. Intermediate Technology Publications. 389pp.

169. joffre, R., Vacher, J., De Los Llanos, C. and Long, G. (1988) The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry Systems*6(1), 71-96.
170. Johnson, P. S. 1975. Growth and structural development of red oak sprout clumps. *Forest Science*. 21: 413-418.
171. Johnson, P. S. 1993. Sources of oak reproduction. pp. 112-131. In: Loftis, D. and McGee, C. E.(Eds). *Oak Regeneration: Serious Problems, Practical Recommendations*. USDA Forest Service, Southeast. Forest Experimental Station, Gen. Tech. Rep. SE-84.
172. Kang, S.K., H.M. Yang and J.H. Kim. 2002. The comparison of stand structure and tree growth between the pasture area and the nearby deciduous forest. *Journal of Korea Forestry Energy* 21(2) : 51-61. (in Korean with English abstract)
173. Kays, J. S., Smith, D. Wm, Zedaker, S. M. and Kreh, R. E. 1988. Factors affecting natural regeneration of Piedmont hardwoods. *South. J. Appl. Forestry*. 12: 98-102.
174. Kenneth G. MacDicken etc. 1990. 「Agroforestry:classification and management」. John Wiley&Sons. New York.
175. Kiepe, P. (1995) No Runoff, No Soil Loss : Soil and Water Conservation in Hedgerow Barrier Systems. *Tropical Resource Management Paper 10*, Wageningen Agricultural University. The Netherlands.
176. Kiepe, P. and Rao, M.R. (1994) Management of agroforestry for the conservation and utilization of land and water resources. *Outlook on Agriculture*, 23, 17-25.
177. Kim, Sung Won. 1979. A study of the component of *Lentinus lepideus*

- Fr.(I). Kor. J. Mycol. 7(1):9-11.
178. King, K.F.S. (1968) Agri-silviculture. Department of Forestry, University of Ibadan, Nigeria, Bulletin No. 1.
179. King, K.F.S. (1987) The history of agroforestry. In: Stepler, H.A. & Nair, P.K.R. (eds) Agroforestry: A Decade of Development. ICRAF, Nairobi, pp.3-21.
180. King, K.F.S. 1987. 「The history of agroforestry」. In: Nair. Agroforestry systems in the tropics.
181. Koch E. E. and Kennedy J. J. 1991. Multiple-use forestry for social values. *Ambil.* 20 : 330-336
182. Korea Forest Service. 2001. Tree volume table. 279pp.
183. Korea Forest Service. 2003. Statistical year-book of forestry. 411pp. (in Korean)
184. Korea Meteorological Administration. 2002. Statistical Database.
185. Kurtz, W.B., H.E. Garrett and W.H. Jr. Kincaid. 1984. Investment alternatives for black walnut plantation management. *Journal of Forestry* 82 : 604-608.
186. Kyriazopoulos, A.P., Z. Koukoura and A.S. Nastis. 1999. Effect of wild cherry (*Prunus avium*) and grazing on the herbaceous understory and its crude protein content. In: Papanastasis V.P., Frame J. and Nastis A.S. (eds), *Grasslands and Woody Plants in Europe*. European Grassland Federation, *Grassland Science in Europe*, Thessaloniki, Greece, Vol. 4, pp. 187-190.
187. Lachaux, M., De Bonneval, L. and Delabrazé, P. (1988) Pratiques anciennes et perspectives d'utilisation fourragère des arbres. *Fourrages* 81-104.
188. Le Roux, P.L. (1959) Red Indians used honey locust tree as source of

- sugar. *Farming in South Africa* 35, 8.
189. Lee, S.B., Milgroom, M.G. and Taylor, J.W. 1988. A rapid, high yield mini -prep method for isolation of total genomic DNA from fungi. *Fungal Genet Newsletter* 35:23-24.
190. Lee, S.B., Milgroom, M.G. and Taylor, J.W. 1988. A rapid, high yield mini -prep method for isolation of total genomic DNA from fungi. *Fungal Genet Newsletter* 35:23-24.
191. Lewis, C.E. (1985) Planting slash pine in a dense pasture sod. *Agroforestry systems* 3, 266-274.
192. Lewis, C.E. and Pearson, H.A. (1987) Agroforestry using tame pastures under planted pines in the southeastern United States. In: Gholz, H.L. (ed.) *Agroforestry: Realities, Possibilities, and Potentials*. Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands, pp.195-212.
193. Lewis, C.E., G.W. Burton, W.G. Monson and W.C. McCormic. 1983. Integration of pines, pastures, and cattle in south Georgia, USA. *Agroforestry System* 1 : 277-297.
194. Lewis, C.E., G.W. Burton, W.G. Monson and W.C. McCormic. 1984. Integration of pines and pastures for hay and grazing, *Agroforestry System* 2 : 31-41.
195. Lewis, C.E., Tanner, G.W. and Terry, W.S. (1985) Double vs. single-row pine plantations for wood and forage production. *Southern Journal of Applied Forestry* 9, 55-61.
196. Liefers, V.J., C. Messier, K.J. Stadt, F. Gendron and P.G. Comeau. 1999. Predicting and managing light in the understory of boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research* 29 : 796-811.
197. Lim, J.H., J.H. Shin, G.Z. Jin, J.H. Chun and J.S. Oh. 2003. Forest stand structure, site characteristics and carbon budget of the Kwangnenung

- National Forest in Korea. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 5 : 101-109.
198. Long, A.J. (1993) Agroforestry in the temperate zone. In: Nair, P.K.R.(ed.) An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.443-468.
 199. Longhurst, W. M. 1956. Stump sprouting of oaks in response to seasonal cutting. J. Range Manage. 9: 194-196.
 200. Loomis, R.S. and D.J. Connor. 1992. Crop ecology. Cambridge University. Press, Cambridge.
 201. Lowdermilk, W.C. (1932) Forests in denuded China. Annals, American Academy of Political and Social Science 152, 98.
 202. Luckwill, L.C. and Cutting, C.V. (eds) (1970) Physiology of Tree Crops. Second Long Ashton Symposium, 1969. Academic Press, London, 382 pp.
 203. Lundgren, B. (1980) Plantation Forestry in Tropical Countries - Physical and Biological Potentials and Risks. Rural Development Studies, No. 8. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, 134 pp. and Appendix.
 204. Lundgren, B. (1982) Introduction. Agroforestry Systems, 1, 3-6
 205. Lundgren, G.K., J.R. Corner and H.R. Pearson. 1983. An economic analysis of forest grazing on four timber management situations. Southern Journal of Application Forestry 7 : 19-24.
 206. Lynam, J.K., Sanders, J.H. and Mason, S.C. (1986) Economics and risk in multiple cropping. In: Francis, C.A. (ed.) Multiple Cropping Systems. Macmillan, New York, pp. 250-66.
 207. Matthews, R.B., Holden, S.T., Volk, J. and Lungu, S. (1992) The potential of alley cropping in improvement of cultivation systems in

- the high rainfall areas of Zambia. I. Chitomene and Funikila. *Agroforestry Systems*, 17, 219-40.
208. McKathen, G. (1980) The Spicer Field story. In: Child, D. and Byington, E. (eds) *Proceedings of the Southern Forest Range and Pasture Resource Symposium*, March 13-14, 1980, New Orleans, Louisiana, pp.208-211.
209. McLean, H.D.J. (1990) The effect of corn row width and orientation on the growth of interplanted hardwood seedlings. MSc Thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
210. Merwin, M.L. 1997. The status, opportunities and needs for agroforestry in the United States: A national report. Association for Temperate Agroforestry. Center for Agroforestry, Univ. of Missouri, Columbia.
211. Merwin. M.L. 1997. 「The status, opportunities and needs for agroforestry in the United States:A national report」. Association for Temperate Agroforestry Center for Agroforestry, Univ. of Missouri, Columbia.
212. Messier, C., and P. Puttonen. 1995. Spatial and temporal variation in the light environment of developing Scots pine stands: the basis for a quick and efficient method of characterizing light. *Canadian Journal of Forest Research* 25 : 343-354.
213. Michael A. Gold와 3명. 2000. 「Agroforestry nomenclature, concepts, and practices for the USA」. In: Garrett. *North American Agroforestry:An Integrated Science and Practice*, American Society of Agronomy.
214. Mitchell, K. J. and S. T. J. Coles. 1955. Effect of defoliation and shading on short rotation ryegrass. *N.Z.J. Sci. Tech.* 37 A:586-604.

215. Monfore, J.D. (1992) Plantation grazing – eleven years of success. In: Forest Vegetation Management without herbicides Workshop, February 18–19, 1992, Department of Forest Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
216. Monteith, J.L. (1991) Steps in crop climatology. In: Unger, P.W., Sneed, T.V., Jordan, W.R. and Jensen, R. (eds) Challenges in Dryland Agriculture. Conference on Dryland Farming, Texas Agricultural Experiment Station, Amarillo, pp.273–82.
217. Moon Soo Park, Sung Seo, Young Choon Han and Joung Kyong Lee. 1988. Studies on the Grassland Development in the Forest. 13. Effect of shading degrees on the quality, digestibility and nitrate nitrogen concentration of main grasses. J. Korean Grassl. Sci. 8(2) : 92–98
218. Moore, R. and Russell, R. (1990) The 'Three Norths' forestry protection system in China. *Agroforestry Systems* 10, 71–88.
219. Mostert, W.C. and Donaldson, C.H. (1960) Value of honey locust as fodder tree negligible. *Farming in South Africa* 40, 8–11.
220. Mount, P.R., Scarfe, D. and Busby, R. (1994) Vegetation management using goats. In: Schultz, R.C. and Colletti, J.P. (eds) Opportunities for Agroforestry in the Temperate Zone Worldwide: Proceedings of the Third North American Agroforestry Conference, August 15–18, 1993, Department of Forestry, Iowa State University, Ames, Iowa, pp.59–62.
221. Mulk, Masud ul. 1990. Farmer's Strategies and Their Implication for Sustainability of Mountain Agriculture in Chitral Pakistan. International Centre for Integrated Mountain Development and the Aga Khan Rural Support Programme. Kathmandu: ICIMOD.
222. Nabhan, G.P. (1982) *The Desert Smells like Rain*. North point Press, Albany California, USA.

223. Nabhan, G.P. (1985) *Gathering the Desert*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, USA.
224. Nabhan, G.P. and Sheridan, T.E. (1977) Living fencerows of the Rio San Miguel. *Human Ecology* 5, 97-111.
225. Nair, P.K.R. (1993) *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic, Dordrecht, 499 pp.
226. Nair, P.K.R. (ed.) (1989) *Agroforestry Systems in the Tropics*. Kluwer Academic Publishers/ICRAF, Dordrecht/Nairobi, 664pp.
227. Nair, P.K.R. 1985. 「Classification of agroforestry systems」. *Agroforestry systems* 2.
228. Nair, P.K.R. 1989. 「Agroforestry systems in the tropics」. ICRAF
229. Nair, P.K.R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers. 499pp.
230. Nastis, A., C. Noitsakis, C. Tsiouvaras, Z. Koukoura and I. Ispikoudis. 1997. Agroforestry - Alternative use of marginal lands in the future. In: *Sustained Utilization of Rangelands and Pastures*. Proceedings of the 1st Pan-Hellenic Rangeland Congress in Drama, Greece, 6-8 November 1996, Hellenic Range and Pasture Society, pp:181-187(in Greek with English abstract).
231. Newman, S.M. (1986) A pear and vegetable interculture system: land equivalent ratio, light use efficiency and productivity. *Experimental Agriculture* 22, 383-392.
232. Newman, S.M. (1987) Biomass productivity of species mixtures. In: Grassi, G., Delmon, B., Molle, J.F. and Zibetta, H. (eds) *Proceedings of EEC Contractors Meeting on Energy from Biomass*, Orléans. Elsevier Applied Science, London.
233. Norton, R.L. (1988) *Windbreaks: benefits to orchard and vineyard*

- crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22/23, 165-190.
234. Ntayombya, P. and Gordon, A.M. (1995) Effects of black locust on productivity and nitrogen nutrition of intercropped barley. *Agroforestry Systems* 29, 239-254.
235. Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders, Philadelphia.
236. Padoch, C. and de Jong, W. (1987) Traditional agroforestry practices of native and ribereño farmers in the lowland Peruvian Amazon. In: Gholz, H.L. (ed.) *Agroforestry: Realities, Possibilities, and Potentials*. Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands, pp.170-194.
237. Parent, S. and C. Messier. 1996. A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. *Canadian Journal of Forest Research* 26 : 151-154.
238. Park, J., Newman, S.M. and Cousins, S.H. (1994) The effects of poplar (*P.tri-chocarpa*×*deltoides*) on soil biological properties in a silvoarable system. *Agroforestry Forum* 5(2), 111-118.
239. Pearson, H.A. 1991. Silvopasture: forest grazing and agroforestry in the southern coastal plain. In: Henderson D.R. (ed) *Proceedings of the Mid-South Conference on Agroforestry Practices and Policies*, pp. 25-42. Winrock International Institute for Agricultural Development, Morrilton, Arkansas. Pearson, H.A., Pinkerton, F., Escobar, E.N., McLemore, J.A. and Archer, J.M. (1994) Goats for vegetation management. In: Schultz, R.C. and Colletti, J.P. (eds) *Opportunities for Agroforestry in the Temperate Zone Worldwide: Proceedings of the Third North American Agroforestry Conference, August 15-18, 1993*, Department of Forestry, Iowa State University, Ames, Iowa, pp.95-100.
240. Peter Huxley (1999) *Tropical Agroforestry*, 3-65.

241. Prinsley, R.T. (1991) Australian Agroforestry – Setting the Scene for Future Research. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra.
242. Pritchett, W. L. and L. B. Nelson. 1951. The effect of light intensity on the growth characteristics of alfalfa and brome grass. *Agron. J.* 43:172–177.
243. Rackam, O. (1993) Trees and Woodland in the British Landscape. JM Dent, London, 234pp.
244. Raintree, J.B. (1991) Socioeconomic attributes of trees and tree planting practices. Community Forestry Note No.9. FAO, Rome, 115 pp.
245. Raintree, J.B. (ed.) (1987) D&D User's Manual: An Introduction to Agroforestry Diagnosis and Design. ICRAF, Nairobi, 110 pp.
246. Rao, M.R. and Willey, R.W. (1983) Effects of genotype in cereal/pigeonpea intercropping on the alfisols of the semi-arid tropics of India. ICRISAT Report. ICRISAT, Hyderabad, India.
247. Rich, P. 1990. Characterizing plant conopies with hemispherical photographs. *Remote Sensing of Environment* 26 : 151–154.
248. Richard H. Hart , Ralph H. Hughes, Clifford E. Lewis, and Warren G. Monson. 1970. Effect of Nitrogen and Shading on Yield and Quality of Grasses Grown Under Young Slash Pines. *Agron. J.* 62: 285–287
249. Rose Innes, R.R. (1965) The concept of the 'woody pasture' in low-altitude tropical tree savanna environments. Proceedings of the Ninth International Grassland Congress, 2, 1419–23.
250. Roth, E. R. and Hepting, G.H. 1943. Origin and development of oak stump sprouts as affecting their likelihood to decay. *J. Forestry* 41: 27–36.

251. Russell-Smith, J. (1929) *Tree Crops: A Permanent Agriculture*. Island Press, Washington. (Reprinted in 1950, 408pp.)
252. Sanchez, P.A. (1995) Science in agroforestry. *Agroforestry systems*, 30. 5-55.
253. Scheer, S.J. (1995) Meeting household needs: farmer tree-growing strategies in western Kenya. In: Arnold, J.E.M. & Dewees, P.A. (eds) *Tree Management in Farmer Strategies: Responses to Agricultural intensification*. Oxford Science, Oxford, pp.141-73.
254. Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Science* 185 : 27-39.
255. Sharrow, S.H. (1994) Sheep as a silvicultural management tool in temperate conifer forests. *Sheep Research Journal*, Special Issue, 97-104.
256. Sharrow, S.H. and Fletcher, R.A. 1995. Trees and pastures: 40 years of agrosilvopastoral experience in western Oregon. p. 47-52. In *Proc. Agroforestry and Sustainable Systems Symp.*, Ft. Collins, CO. 7-10 Aug. 1994. USDA Forestry Service Gen. Tech. RM-GTR-261. U.S. Forestry Service Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
257. Singh, K.A., R.N. Rai, Patriman and D.T. Bhutia. 1989. 'large Cardamom (*Amomum Subulatum* Roxb). Plantation-An Age-old Agroforestry System in Eastern Himalayas.' *Agroforestry Systems* 9:241-257.
258. Smith, J.R. (1950) *Tree Crops: A Permanent Agriculture*. Devin-Adair, Old Greenwich, Connecticut, 408pp.
259. Smith, M.E. and Francis, C.A. (1986) Breeding for multiple cropping systems. In: Francis, C.A. (ed.) *Multiple Cropping Systems*. Nacmillan,

- New York, pp.219-49.
260. Stepler, H.A. and Nair, P.K.R. (eds) (1987) *Agroforestry: A Decade of Development*. ICRAF, Fairabi, 335pp.
 261. Stritzke, J. F. and W. E. McMurphy. 1982. Shade and N effects on tall fescue production and quality. *Agron. J.* 74:5-8.
 262. Stritzke, J. F., L. I. Croy and W. E. McMurphy. 1976. Effect of shade and fertility on NO₃-N accumulation, carbohydrate content and dry matter production of tall fescue. *Agron. J.* 60:387-389.
 263. Sullivan, E.T. 1962. Effects of soil reaction, clipping height and N fertilization on the productivity of Kentucky bluegrass sod transplants in pot culture. *Agron. J.* 54: 261-263
 264. Sung Kee Kang and Ji Hong Kim. 2004. Changes of stand characteristics following practice of silvopastoral system by thinning in a *Pinus desiflora* stand in Hoengseong area, Gangwon Province. *Journal of Korean Forestry Society.* 93(6).325-334.
 265. Szott, L.T., Palm, C.A. and Davey, C.B. (1994) Biomass and litter accumulation under managed an natural tropical fallows. *Forest Ecology and Management*, 67, 177-90.
 266. Tabbush, P.M., White, I.M.S., Maxwell, T.J. and Sibbald, A.R. (1985) *Tree Planting on Upland Sheep Farms*. Study team report, Forestry Commission and Hill Farming Research Organization.
 267. Thevathasan, N.V. and Cordon, A.M. (1995) Moisture and fertility interactions in a potted poplar-barley intercropping. *Agroforestry Systems* 29, 275-283.
 268. Thomas, T.H. (1991) A spreadsheet approach to the evaluation of the economics of temperate agroforestry. *Forest Ecology and Management* 45, 207-235.

269. Ticknor, K.A. (1988) Design and use of field windbreaks in wind erosion control systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22/23, 123-132.
270. Timberman, C. (1975) Controlled Grazing of Brush Fields. Internal Report, Umpqua National Forest, Tiller Ranger Dist., Oregon.
271. Tworkoski, T. J., Ross, M. S. and Hopper, G. M. 1990. Analysis of chestnut and scarlet oak stump sprout growth. *Canadian Journal of Forest Research*. 20: 112-116.
272. USDA, 1994. 「Agroforestry: An integrated land-use management system for production and farmland conservation」 .
273. Ven Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597
274. Ven, C.P., Pham, C.H., Cox, G.S. and Garrett, H.E. (1978) Soil depth and root development patterns of Missouri black walnut and certain Taiwan hardwoods. In: *Proceedings Foot Form of Planted Trees Symposium*, May 16-19, 1978, Victoria, British Columbia, Canada, pp.36-43.
275. von Carlowitz, P.G. and Wolf, G. (1991) Open pit sunken planting: a tree establishment technique for dry environments. *Agroforestry Systems*, 15, 17-29.
276. Wallis, J.A.N. (1997) *Some Intensified Systems of Farming in the Tropics and Sub-tropics*. World Bank Technical Paper No. 364. The World Bank, Washington, 203pp. and 8pp. of maps.
277. Welles, J. M. and S. Cohen, 1996. Canopy structure measurements by gap fraction analysis using commercial instrumentation. *Journal of Experimental Botany* 47 : 1335-1342.

278. West, G.G. and Van Rossen, R. (1997) Cutover oversowing for weed control and improved tree growth. In: Zabkiewicz, J.(ed.) Proceedings, Workshop on Forestry Weed Control. NZ Forest Research Institute Bulletin No. 183 (in press).
279. Westoby, J.C. (1989) Introduction to World Forestry: People and Their Trees. Blackwell UK.
280. Williams, P.A. and Gordon, A.M. (1992) The potential of intercropping as an alternative land use system in temperate North America. *Agroforestry Systems* 19, 253-263.
281. Williams, P.A. etc. 1997. 「Agroforestry in North America and its Role in farming systems」 .
282. Williams, P.A., Koblents, H. and Gordon, A.M. (1996) Bird use of two intercropped plantations in southern Ontario. In: Ehrenreich, J.H., Ehrenreich, D.L. and Lee, H.W. (eds) *Growing a Sustainable Future. Proceedings of the Fourth North American Agroforestry Conference, 23-28 July 1995, University of Idaho, Boise*, pp.158-162.
283. Willson, K.C., Haninsworth, E., Green, M.J. and O'Shea, P.B.T. (1975) Studies on the mineral nutrition of tea: III. phosphate. *Plant and Soil*, 43, 259-78.
284. Wolters, G.L., A. Martin and H.A. Pearson. 1982. Forage response to overstorey reduction on loblolly-shortleaf pine-hardwood forest range. *Journal of Range Management* 35(4) : 443-446.
285. Wu, Y.Y. and Shepherd, G. (1997) The role of paulownia-based agroforestry in rural economics of the North Central China Plain. *Agroforestry Systems* (in press).
286. Yobterik, A., Timmer, V.R. and Gordon, A.M. (1994) Screening agroforestry tree mulches for corn growth: a combined soil test, pot

- trial and plant analysis approach. *Agroforestry systems* 25, 153-166.
287. You, X.L. (1991) Mixed cropping with trees in ancient China. In: Zhu, Z.H., Cai, M.T., Wang, S.J. and Jiang Y.X. (eds) *Agroforestry Systems in China*. IDRC, Canada and CAF, China, pp.8-9.
288. Young, A. (1997) *Agroforestry for Soil Management*, 2nd edn. CAB International /ICRAF. Wallingford/Nairobi, 288pp.
289. Zahner, R., and Myers, R. K. 1984. Productivity of young Piedmont oak stands of sprout origin. *South. J. Appl. Forestry* 8: 102-108.
290. Zha, T.S. and Lu, Q. (1993) Agroforestry on the north Central China Plain. *Agroforestry Today* 5(2), 2-5.
291. Zhang, P.C. Yan, G.F. and Yang, C. (1993) *The Present Five Big Ecological Construction Projects in China*, Chinese Forestry Publishing House, Beijing, China. [Chinese].
292. Zhao, W., J.Q. Russell and R.B. Pedro. 2003. Modeling of the short wave radiation distribution in an agroforestry system. *Agricultural and Forest Meteorology* 118 : 185-206.
293. Zhu, Z.H. (1986) Review on agroforestry research. *Paulownia* 1(1), 63-66. [Chinese]
294. Zhu, Z.H. (1991) Evaluation and model optimization of paulownia intercropping system - a project summary report. In: Zhu, Z.H., Cai, M.T., Wang,S.J. and Jiang Y.Z. (eds) *Agroforestry Systems in China*. IDRC, Canada and CAF, China, pp.30-43.
295. Zoi, K., A. Demetrius and M. Ioannis. 1995. Effective of thinning, fertilization and sheep grazing on the understory vegetation of *Pinus pinaster* plantations. *Forest Ecology and Management* 77 : 181-189.
296. Zou X. and Sanford, Jr, R.L. (1990) Agroforestry systems in China: a survey and classification. *Agroforestry Systems* 11, 85-94.