

631. K7
L2932
V.2

최 종
연구보고서

한계농지를 이용한 고소득 임산작목 개발과
농산촌 주민의 소득 증진 방안 연구

Studies on the Development of Value-added Income Sources
Using Marginal Agricultural Land
for Villagers in Mountainous Rural Areas

표고 자목용 참나무류 식재 및 무육 방법
Planting and tending of oaks in the marginal
agricultural land for Production of bed logs for
mushroom culture

조직배양을 이용한 희귀 산채류 증식 시험
Study on mass-propagation of highly valued herbs
by tissue culture

한계농지의 생산체계 분석 및 투자의 효율성
검토
Analysis of production system and investment
efficiency of marginal agricultural land

한계농지의 이용실태 및 대안작목의 시장성
분석
The status marginal agricultural land utilization
and the marketability of alternative crops

서울대학교 농업생명과학대학

농림부

최 종 보 고 서

1997 년도 농림수산특정연구사업에 의하여 완료한 “한계농지를 이용한 고소득 임산작목 개발과 농산촌 주민의 소득 증진 방안 연구”의 최종 보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 8부
2. 최종보고서 디스켓 1매

1997 . 11.

주관 연구 기관 : 서울대학교
농업생명과학대학

총괄연구책임자 : 이 돈 구

주관연구기관장 : 서울대학교

농 립 부 장 관

귀하



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “한계농지를 이용한 고소득 임산작목 개발과 농산촌 주민의 소득 증진 방안 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997 . 12 . .

주관연구기관명 : 서울대학교

농업생명과학대학

총괄연구책임자 : 이돈구

연 구 원 : 이경준

연 구 원 : 정주상

연 구 원 : 윤여창

요 약 문

I. 제목

한계농지를 이용한 고소득 임산작목 개발과 농산촌 주민의 소득 증진 방안 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내 산업이 발달하면서 이농현상으로 인해 농업에 종사하는 인구의 비율이 급격히 감소하고 농촌인구가 노령화되고 있다. 이러한 현상과 더불어 최근 우루과이라운드 농산물협상으로 대표되는 농산물 개방은 농업의 산업적 지위 유지에 심각한 타격을 주고 있다. 특히 이농현상으로 인한 농산촌의 노동력 부족은 기존의 농지이용 체계에 큰 변화를 주고 있다. 이러한 농업문제의 하나가 되는 한계농지에서의 농업은 기계화의 어려움 및 노임상승 등으로 인해 생산비용 측면에서 농업경쟁력이 급속히 낮아지고 있다. 현실적으로 국내 전체 농지면적중 약 15% 이상으로 추정되는 한계농지중 상당면적이 유휴지화 되고 있는 실정이다. 이와 같은 한계농지의 활용방안을 다각적으로 검토함으로써 국내 농업의 경쟁력 제고는 물론 토지의 효율적 이용을 추구할 수 있다.

한계농지의 활용방안으로 농지정리, 기계화 등 기간설비 투자에 의해 기존의 농업적 활용을 고려할 수 있겠으나, 국가경제적으로 과대한 비용에 비해 생산성이 낮을 것으로 판단되므로 기간설비와 같은 초기투자를 줄이는 방향의 활용이 바람직할 것이다. 이와 같은 방안의 하나로 한계농지의 임업적 활용을 고려할 수 있다. 즉, 여러가지 임산물중 연년수확이 가능한 산채류, 단별기 생산이 가능한 표고자목의 생산 등이 고소득 작목으로서 저투자 고효율이 가능한 한계농지 활용방안이 될 수 있다.

최근 산채류 및 표고와 같은 상품들은 기호식품, 향암물질을 포함한 건강식품 혹은 무공해식품으로서 널리 알려져 있으며, 특히 산림에서 생산되는 각종 희귀산채류는 그 독특한 맛과 자연성으로 인하여 도시민의 기호식품으로 각광받고 있다. 산야에서 자라는 산채류는 각종 비타민과 무기질, 섬유질, 필수지방산이 풍부하여 현대 도시민의 식습관에서 부족되기 쉬운 영양소들을 고루 갖추고 있으며 각종 유기산과 알칼로이드 등의 특수 약리효과를 지닌 물질들이 풍부하여 도시민으로부터 선호도가 매우 높다.

그러나 대부분의 산채 생산은 자연 채집방식에 의존하고 있으며, 현재 일부 산채종에 대한 부분적인 인공재배기술이 개발되고 있으나 새로운 유망 산채종의 개발과 이들의 증식 방법에 대한 연구는 많지 않다. 산채류의 증식기술 및 재배기술의 개발은, 현재 산채생산의 가장 큰 문제인 자연채취방식을 인공재배 방식으로 전환함으로써 임산물의 지속적인 이용을 보장할 수 있게 하며, 새로운 산채류의 개발은 현재 재배 및 채집되는 산채류에 대한 이용 강도를 분산함으로써 과도한 채집과 이용 강도를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 한계농지의 이용을 통한 농산촌 소득 증진에 기여할 수 있다.

한편, 표고자목의 국내 수요량은 표고의 생산실적으로 부터 추정할 수 있는데 1992년도 통계에 의하면 표고수출액이 약 2,600만달러에 달한다. 표고자목으로 활용이 가능한 수종은 참나무류를 비롯한 여러가지 활엽수로서 대부분의 국내 활엽수림을 구성하고 있다. 그러나 대부분이 지대가 높고 지형이 험준한 산악에 위치하고 있어서 수확 및 운반상의 문제가 있으므로 공급량이 적고, 현실적으로 시장가가 높은 품목으로 거래되고 있다. 표고자목으로 요구되는 임목의 직경은 약 15~25cm로서 비교적 소경재가 요구되므로(표고 생산시 무거운 자목은 작업의 능률을 저하시키므로 직경이 작을수록 유리함) 표고자목용 통나무의 생산기간은 15년 이하의 비교적 짧은 시간에 가능하다. 또한 한계농지에서 이러한 표고자목을 집약재배하는 경우 토지비옥도 등의 입지조건을 고려할 때 그 생산기간을 단축할 수 있을 것이고, 수확 및 운반비용을 줄일 수 있는 장점이 있다. 현실적으로 산악지형에서의 표고자목 생산비용중 60% 이상이 운반에 드는 비용으로 추정된다. 한편 한계농지에서의 표고자목 생산은 산악지형보다 접근성

이 뛰어나므로 기계화 비용이 적게 들고, 성장속도가 빨라 산악지형에서보다 자본의 회임기간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그 외에 표고자목의 생산은 다른 농업품목에 비해 단위면적당 노동력의 요구도가 월등하게 낮으므로 현실적인 한계농지 이용의 문제점이 되는 관리 및 생산비용상의 문제를 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다.

한계농지의 활용에 대한 연구는 1) 한계농지 경영실태 및 농산촌 소유주들의 투자 인식 조사, 2) 적정 생육조건하에 경제성을 충족시킬 수 있는 작목의 선정과 투자효율 증진을 위한 생산체계 분석, 3) 생산량 증진을 위한 기술개발로 집약될 수 있다. 그러나 문헌고찰에 의하면 국내에서의 한계농지 활용을 위한 연구는 거의 전무한 실정이다. 다만 김정호와 권우진(1992)에 의해 한계농지의 개념에 대한 이론적 고찰만이 있을 뿐이다. 이처럼 한계농지 활용에 대한 기술개발 및 연구결과가 미비한 실정이므로 이에대한 집중적인 연구가 필요하다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 표고 자목용 참나무 식재 및 무육방법

본 연구에서는 논, 밭 한계농지에 대한 1) 식재밀도 차이에 따른 수종별 성장량 조사와 2) 참나무류 톱밥 재배에 따른 표고 생산량을 조사하였으며, 3) 한계농지의 토양 특성에 대하여 각각 연구를 실시하였다.

식재 밀도에 따른 성장량은 우리나라 고유수종인 상수리나무와 팔루스트리스 참나무를 이용하여 논, 밭 한계농지에서 식재밀도를 방형구 식재와 Nelder design방법에 의해 $0.5m \times 0.5m$ (40,000본/ha), $1m \times 1m$ (10,000본/ha) 그리고 $1.8m \times 1.8m$ (약 3,000본/ha) 간격으로 조정하여 각각의 활착율과 표고 및 근원경 성장량을 분석하였다.

그리고, 참나무류 톱밥 재배는 천연림지역에서 자생하고 있는 상수리나무 맹아지를 이용하여 톱밥을 만든 다음, 톱밥과 쌀겨의 혼합비율을 달리하여 배지를 조성하고 고온성 표고 종균과 저온성 표고 종균을 각각 접종시켜 표고 발생량을

조사 하였다.

는, 밭 한계농지 토양의 특성은 먼저 토양 단면을 조사하고, 토양의 이화학적 특성인 수분함량, 유기물 함량, 토양 산도, 전질소 함량, 치환성 양이온 함량, 양이온 치환능력 등에 대한 분석을 실시하여, 논, 밭 한계농지의 토양 특성을 연도별로 각각 비교, 분석하였다.

2. 조직배양을 이용한 희귀 산채류 증식 시험

본 연구의 개발 내용은 크게 1) 유용한 산채종의 선정 및 생육환경 특성분석, 2) 대상 산채종의 조직배양조건 규명, 3) 조직배양에 의한 한계농지에서의 대량 증식방안 확립으로 나누어진다.

본 연구는 1차년도에는 대상 산채종을 선정하여 이들의 생육환경을 분석하고, 조직배양에 이용할 다양한 시료를 확보한 다음, 2·3차년도에는 대상 산채종의 조직배양 조건을 구명하여 한계농지에서의 적용 시험을 통해 대량생산 기술 체계를 확립하는 단계로 연구의 흐름이 이어진다.

1) 대상 산채종의 선정

풍미가 뛰어나고, 시장잠재성이 있으며, 실생번식이나 영양번식으로 증식속도가 늦거나 어려운 희귀산채종 중에서 증식 고려 대상종을 선정하였다.

선정기준은 우리나라 향토종으로 앞으로 수요 증대종을 우선으로 하였으며, 특히 자생지가 제한적이거나 원생지로부터 착취가 우려되는 종을 우선대상종으로 하였다.

2) 희귀 산채류의 시료 수집

다양한 생육지에서 자라는 산채를 수집하고, 지속적인 조직배양 시료를 확보하기 위해 설악산, 가리왕산, 계방산, 지리산, 덕유산, 울릉도 등의 여러지역에서 공시 산채종 이외 시험용 산채류를 포함하여 용담, 곤달비, 곰취, 참나물, 산마늘, 두메부추 등의 시료를 채집하였다. 그리고 강원도 산채연구소에서 누룩취와

곤달비를 분양받았다. 한편 산지에서 발견하기 어려운 삼지구엽초는 산림청 임업연구원에서 분양받았다.

수집한 시료는 서울대학교 농업생명과학대학 산림자원학과 은실과 묘포장에 이식하여 생육시켜 조직배양용 시료와 산채류의 생활사와 생육환경 특성 연구에 이용하였다. 이때 적절한 피음효과를 위해 차광막을 설치하였으며 월동기간에는 지피물을 이용하여 토양표면을 덮어주었다. 특히 울릉도가 자생지인 두메부추와 산마늘은 1차년도에 이식된 것에서 성장한 시료를 이용하였다.

3) 종자의 수집 및 발아시험

무균주 시료 확보 차원에서 지속적인 시료 공급을 위하여 산지로부터 종자를 수집하는 한편, 개인 농장과 관련 기관에 종자 분양을 의뢰하였다. 참나물, 용담, 산마늘, 두메부추 등 4종의 종자를 수집하였다. 수집된 종자들은 일차 정선 후 4℃의 냉장소에서 3개월간 저온처리한 후, 24시간 동안 흐르는 물에 담갔다가 발아시험에 사용하였다.

4) 조직배양 조건 구명

일반적으로 식물체의 대량증식 방법으로 채택되고 있는 켈루스 증식에 의한 식물체 재분화 방법을 사용하였다. 일차적으로 일반적인 MS 기본배지에 BA와 NAA를 농도별로 일률적으로 처리하여 가장 좋은 처리 수준을 탐색하고, 이후 2차 배양을 통하여 최적의 조건을 규명하였다.

3. 한계 농지의 생산 체계 분석 및 투자의 효율성 검토

본 연구의 목적은 (1) 한계농지의 임업적 활용의 경제적 타당성을 분석하고, (2) 한계농지에서 상수리나무 조림의 투자효율 분석과 임분생장을 예측할 수 있는 모델을 개발하는데 있다.

임업적 활용을 위한 한계농지의 경제적 타당성 검토는 전작물 생산과 상수리나무 용도별 생산의 투자효율 비교를 통하여 분석하였다. 이러한 목적을 위해 단벌기에 의한 자목과 용재 및 펄프재 생산을 위한 수종으로 상수리나무

를 선택하였다.

경제적 효율을 비교하기 위한 목적으로 상수리나무는 자목과 용재, 펄프재 생산을 위해 절동되었다. 자목의 경우는 말구직경이 10~20cm사이, 길이가 1.2m로 조재하였고, 용재는 말구직경이 20cm부터 길이가 1.8m로 조재하며, 나머지 임목은 펄프재로 조재한다고 가정하였다. 이자율은 3%로 가정하였으며, 투자효율은 순수익현재가와 내부투자수익율을 측정하였다. 반면에, 전작물의 투자효율을 계산하기 위한 자료는 문헌을 통해 획득하였다.

4. 유희한계농지 실태와 국민의식 조사

한계농지의 활용방안을 개발하는데 있어서 우리 나라 전국에 걸쳐있는 한계농지의 면적, 분포상황과 현재 이용실태에 대한 조사, 국민들의 유희한계농지에 대한 인식도 및 유희한계농지가 가지고 있는 사회환경적 기능에 대한 평가가 필요하며, 한계농지의 구체적인 활용방안을 모색하기 위하여 한계농지에 적합한 대안작목들에 대한 시장성분석이 요구된다. 이 연구에서는 대안작목으로서 '표고자목', '산채류', '약용작물'을 선정하여 수급 및 시장성분석을 하였다.

먼저, 1차년도에 유희한계농지 실태 및 국민의식조사를 위하여 <문헌조사→탐문조사→전국 농산촌민과 도시민 대상 우편설문조사>의 체계로 실시하였다. 2차년도에는 표고의 시장구조 및 수급분석을 위해서 경기도 용인군과 전라남도 장흥군을 현장조사하였으며, 3차년도에 산채류와 약용작물의 시장구조 및 수급분석을 위해서 주생산단지인 경기도 양평군 및 강원도 평창군 지역을 현장조사하였다. 그리고 수급함수의 추정은 시계열자료를 이용하여 회귀분석을 통하여 실시하였다.

우리나라의 1996년 현재 전 농지 면적의 3.2%인 64,600ha에 달하고 있다. 반면 설문조사 결과 16.7%로 나타났다. 유희한계농지에 대해 도시민의 인식과 관심이 매우 높았으며, 농산촌의 유희한계농지 매입에 대한 높은 의지를 보이고 있어 도시민의 농지소유면적은 앞으로 증가할 것으로 예상된다. 도시민과 농산촌민 모두 유희한계농지를 늘리는 것이 환경적으로나 경제적으로 바람직하지 못하다고 평가하고 유희한계농지에 산채류재배와 나무식재가 환경적으로나 경제

적으로 유리할 것으로 전망하였다.

표고의 수요·공급합수 추정결과, 가격탄력성은 각각 -0.9%, 0.7%로 나타났다. 국내표고공급량 예측을 기준으로 할 때, 2010년의 연간 표고자목의 수요(기여골목량)는 현수요량에서 10-30% 증가한 11만5천㎡에서 14만㎡ 사이일 것으로 예측되었다.

산채류와 약용작물의 소비량은 국민의 소득증대와 소비패턴의 변화로 꾸준히 증가해왔으며, 특히 1990년 이후 매우 큰 증가를 보여왔다. 국내생산량 역시 1990년 이후 크게 성장하여 1995년 산채 18,497톤, 약용작물 41,980톤에 달하였다. 그러나 같은 시기에 중국으로부터 산채류 및 약용작물(생약) 수입이 크게 증가하여 1995년 국내 총수요량의 각각 54%, 41%에 달하였다. 장기예측결과 국내생산량은 계속 증가할 것으로 분석되었으나, 2010년에는 산채의 경우 전체 수요량의 약 20%만이, 약용작물의 경우 30-40%만이 국내생산에 의해 이루어질 것으로 분석되었다. 대부분의 주요 산채류의 소득율이 70%를 상회하고, 약용작물의 소득율은 일반농작물 수준인 64% 수준이다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 표고 자목용 참나무 식재 및 무육방법

식재지에 따른 활착율을 비교한 결과 상수리나무와 팔루스트리스 참나무 모두 논 폐경지에서 높은 활착율을 보였으며, 식재 밀도별 성장량은 방형구 식재법의 경우 밀도가 높은 0.5m 간격(40,000본/ha)의 식재구에서 가장 좋았으며, Nelder design에 의해 식재한 것은 식재밀도를 1m 간격(10,000본/ha)으로 심었을 때 가장 양호한 성장을 보였다.

묘고 성장량은 팔루스트리스 참나무가 높고, 근원경 성장량은 상수리나무가 조금 더 좋은 것으로 나타났는데, 이는 우리나라 자생수종인 상수리 나무가 들쥐나 멧토끼 등 설치류의 피해를 많이 받기 때문인 것으로 나타났다.

따라서 한계농지에서는 이러한 야생 동물들에 의한 피해를 고려하여 초기에

는 높은 밀도로 식재를 하고 어느 정도 자란 뒤 수관이 울폐되면 적정 밀도로 유지하는 것이 좋은 방법으로 생각된다.

한편, 표고 발생량이 가장 높은 배지는 톱밥과 쌀겨를 각각 9:1로 섞은 배지로 배지 무게의 83.5%(건중량으로는 13.5%)의 표고가 발생하였다. 또한 표고 종균은 온도의 적응범위가 큰 고온성 품종이 적합한 것으로 나타났으며, 앞으로 표고 종균을 선택할 때에는 재배상의 온도, 광 및 습도와 배지의 간격 등에 대해서도 많은 주의를 기울여야 한다.

는, 밭 한계농지의 토양 특성을 조사한 결과 밭 한계농지의 토양이 논 토양에 비해 양료 수준과 투수성이 좋고, 토양 견밀도가 낮은 것으로 나타났으며, A층 깊이도 약 40cm로 층위 발달도 잘 되어 뿌리 생장에 양호한 토양 조건을 가지고 있었으나, 토양 견밀도가 낮기 때문에 들쥐에 의한 뿌리 식해 피해가 매우 심하였다.

반면, 논 한계농지의 토양은 점토질 토양으로 밭 토양에 비해 수분함량이 낮고 토양 견밀도가 높아 식재목의 뿌리 생육이 저조한 것으로 나타났다. 따라서 토양 보수력과 투수성을 증진시키기 위해 객토와 경운을 할 필요가 있다. 그리고 두 지역의 토양 모두 산도가 매우 높고, 양이온 치환능력도 낮게 나타나 앞으로 석회질 비료의 시비 등에 의한 지속적인 염기의 투입이 이루어 져야 할 것으로 보인다.

2. 조직배양을 이용한 회귀 산채류 증식 시험

식물은 자신의 고유한 특성에 의해 상이한 조직배양 조건을 필요로 한다. 따라서 최대한의 조건을 적용하여 가장 적절한 조건을 규명해야 하므로 시간과 노력이 많이 소요된다. 하지만 식물은 비슷한 분류군간에 유사한 요구조건을 가지는 경우가 있어, 적정조건 구명의 접근이 쉬울수도 있다. 이는 본 연구의 어려움과 필요성을 동시에 잘 나타내준다고 하겠다.

여섯종의 산채류에 대한 증식조건을 탐색한 결과, 참나물과 용담, 울릉미역취의 경우 증식이 원활히 이루어지고 있어서, 이들의 현장활용을 추천할만 하다고 판단된다. 특히 용담의 경우 약재로서뿐만 아니라, 절화용 재배의 가능성이 커서

시장을 형성할 수 있을 것으로 생각된다. 용담의 기내 화아분화에서는 다양한 조건적용으로 다양한 꽃의 색상을 유도할 수 있을 것으로 판단되어 활용의 가능성이 높다고 보인다. 산마늘과 두메부추는 오염이 해결되어 무균주식물체 확보가 최관건이 되며, 두메부추의 경우 산마늘의 결과로부터 배양조건을 유추, 탐색할 수 있을 것으로 판단되며, 누룩취는 참나물의 배양 조건에서 유추하여 접근할 수 있을 것으로 생각된다. 삼지구엽초의 경우는 식물특성상 조직배양이 어려운 종으로 여겨지는데 이는 삼지구엽초 특성에 기인하는 것으로 다른 대량증식방법을 도모해야 할 것이다.

3. 한계 농지의 생산 체계 분석 및 투자의 효율성 검토

분석결과 상수리나무 단벌기 목재생산의 투자효율이 전작물 보다 훨씬 낮지만, 여전히 한계농지의 임업적 활용은 증가하고 있다. 그 이유는 (1) 목재생산을 위한 한계농지의 이용은 전작물 보다 많은 노동력을 요구하지 않고, (2) 한계농지는 산악임지와 비교해서 작업조건이 상대적으로 양호하기 때문이다.

본 연구에서는 임분생장을 예측하고 투자효율을 분석하기 위한 모델을 개발하였다. 모델은 상수리나무 단목의 거리독립 생장예측 모델과 투자효율 분석 모델로 구성되어 있다. 생장예측 모델은 잔존임목이나 간벌효과에 관한 유용한 정도를 공급하고, 투자효율 분석 모델은 시업체계에 따른 자목 및 용재, 펄프재와 같은 최종 생산물의 현재가와 내부투자수익율을 계산할 수 있도록 구성되어 있다.

이 모델을 사용하여 간벌강도 및 비용감소효과 그리고 시업체계에 따른 투입비용의 변화에 대해 투자효율의 감도분석을 하였다. 감도분석 결과 단벌기 임업경영이 유리하였으며, 간벌강도는 10%가 가장 적당하다고 나타났다. 덧붙여서 기계화작업이 높은 투자수익성을 보이고 있다.

따라서 농산촌 주민의 소득향상을 목적으로 볼 때 상수리나무의 용도별 생산은 용재생산을 위한 장벌기 임업경영 보다는 단벌기에 의한 자목생산을 주목적으로 하는 임업경영의 형태가 타당할 것으로 판단된다.

그리고, 본 연구에서는 상수리나무에만 국한되어 연구를 진행 하였으므로, 향

후 타수종 임분의 자료수집 및 분석에 의해 단목생장함수의 계수를 적합한 계수로 변환함으로써 그 용도를 넓혀 갈 수 있을 것이다.

4. 유희한계농지 실태와 국민의식 조사

유희한계농지의 면적이 실제 알려진 수치보다 훨씬 많을 것으로 추정되므로 유희한계농지 면적에 대한 면밀한 조사가 요구된다. 또한 유희한계농지의 활용 계획에 있어서 농산촌민과 도시민 모두 산채재배와 경제수 식재가 환경적으로나 경제적으로 유리할 것으로 전망하고 있다.

현재 국내의 참나무 축적으로 보아 짧은 시일내로 표고자목용 참나무류가 고갈될 것으로 보이지는 않으나, 현재 지역별로는 표고재배단지를 중심으로 인건비상승과 자목생산시스템의 미개발로 인하여 표고자목공급의 어려움이 나타나고 있어 저비용의 표고자목생산 시스템의 개발이 요청된다. 따라서 이들 지역에 표고자목용 참나무류의 조림이 요구된다. 그러나 현재 임목가로는 적절한 이윤율을 보장할 수 없기 때문에 조림비가 낮은 직파조림이나 천연갱신을 통한 참나무림 조성이 요구된다. 동시에 유희한계농지에 조성된 참나무류 숲이 주는 환경적 가치와 농촌지역의 고용효과를 고려할 때, 정부의 참나무 육성에 대한 지원이 대단위 표고재배지를 중심으로 이루어져야 한다고 생각된다.

건강식품이라는 산채류와 약용작물의 특성 때문에 국내생산은 위축되지 않을 것이다. 또한 대부분의 산채류와 여러 약용작물 재배는 일반채소류나 기타 농작물에 비해 소득율이 높아 유희한계농지에서 상대적으로 유리하다. 그러므로 산촌지역의 농민들에게 한계농지의 산채류 및 약용작물의 재배는 소득증진의 일환으로서 권장될 수 있다고 판단된다.

이에 어떠한 작목이 어떠한 환경에서 잘 자라며, 이러한 작목을 활용하고 수익을 극대화할 수 있는 한계농지의 활용체제를 강구하기 위한 지속적인 연구가 필요하다.

SUMMARY

1. Planting and tending of oaks in the marginal agricultural land for production of bed logs for mushroom culture

The objectives of the study were 1) to compare the growth of two *Quercus* species at different planting densities in the marginal agricultural land, 2) to examine whether high or low temperature-type spawn affects oak mushroom yield when cultured on the mixed media of sawdust from stem sprouts and rice hull and 3) to observe the soil characteristics of the marginal agricultural land such as paddy or dry fields.

The survival rates of *Quercus acutissima* and *Q. palustris* were higher in the marginal paddy field than those in the marginal dry field.

In the rectangular planting trial, higher survival rates of the two species were shown at planting densities of 40,000 trees/ha.

In Nelder design trials, higher survival rates of *Q. acutissima* were shown at densities of 3,000 trees/ha and those of *Q. palustris* were shown at densities of 10,000 trees/ha.

The growth of two *Quercus* seedlings under the rectangular trial was better in the marginal dry field than that in the marginal paddy field, and increased with increasing densities. The height growth of the seedlings was better for *Quercus palustris* whereas the greater root collar diameter growth for *Q. acutissima*.

The height growth under the Nelder design trial was better for

Q. palustris whereas the greater root collar diameter growth for *Q. acutissima*. The best growth for both species was shown at densities of 10,000 trees/ha.

Damage to *Quercus* seedlings planted in the marginal agricultural land was the greatest due to Korean striped field mouse (*Apodemus agrarius*), and also shown by wild rabbit, insects and competing herbs.

The yield of oak mushrooms was higher by high temperature-type spawn than by low temperature-type spawn when cultured on the mixture media of sawdusts made of oak sprouts(9) and rice hulls(1).

The soil of the marginal dry field showed better permeability and nutrients than that of the marginal paddy field, and also better developed A layers with 40cm. However, greater damage due to Korean striped field mouse was exhibited in the dry field because of its low density. That of the marginal paddy field showed more clay but less moisture contents, which affect poor root growth of the seedlings.

2. Mass-propagation of highly valued wild herbs by tissue culture

To enhance income of village farmers by cultivating marginal lands, we have tried to develop some highly valued wild herbs and the methods of their mass-propagation through tissue culture. As a first step, we have selected 7 potential herbs and examined environmental conditions of their natural habitats. Using their tissues, we have tested possibility of mass propagation by tissue

culture on various culture media.

The potential species selected include *Allium senescens*, *Solidago virga-aurea* var. *giganta*, *Ligularia stenocephata*, *Epimedium koreanum*, *Gentiana scabra* var. *buerigeri*, *Allium victorials* var. *platyphyllum*, and *Pleurospermum kamschaticum*. The last two species have a good potential for highly valued species. The most important environmental factors at the natural habitat were soil moisture content and crown density. Except for *Allium senescens*, 6 species preferred high soil moisture content and crown density. For tissue culture, plants growing at natural habitat were not suitable due to contaminations by soil virus and fungi. And it is necessary to acquire virus-free tissues to start axenic culture.

As a result of tissue culture of 6 species, *Gentiana scabra* var. *buerigeri*, *Solidago virga-aurea* var. *giganta*, and *Timtinella gustavohegiana*(reference species for *Pleurospermum kamschaticum*) were cultured successively, and have a potential to be cultivated on marginal lands. In the case of *Gentiana scabra* var. *buerigeri*, dwarf flowers were produced *in vitro*, suggesting possibility of inducing various colorful flowers in miniature forms and it can serve for the income source to village farmers. *Allium senescens* and *Allium victorials* var. *platyphyllum*, were frequently contaminated by endogenic fungi and virus, and inner meristem tissues were used to get virus-free tissues. The best medium for *Allium victorials* var. *platyphyllum* was same as that of *Allium senescens*, and for *Timtinella gustavohegiana* was similar to

Pleurospermum kamschaticum. In the case of *Epimedium koreanum*, tissue culture seemed to be difficult to obtain fully grown plantlets.

3. Analysis on the production system and investment efficiency for utilization of marginal agricultural lands to produce forest products

The objectives of this study was (1) to investigate the economic potential of marginal agricultural lands for forest production and (2) to develop a simulation model to predict stand growth and analyze the investment efficiency for plantation stands of *Quercus acutissima* in marginal agricultural lands.

The economic potential of marginal agricultural lands for forest production was investigated by comparing the investment efficiency of producing agricultural crops with those of producing forest timber products and by-products. To fulfill the objectives, we have chosen *Quercus acutissima* as the major species to supply short-bolts, sawlogs and pulpwood with a relatively short rotation. The domestic mushroom industry is in need of short-bolts of *Quercus* species to cultivate mushrooms.

For comparing purposes in terms of economic efficiency, it was assumed that cut trees are bucked to produce short-bolts for mushroom cultivation. The length of a short-bolt is 1.2m and small-end diameter is between 10cm to 20cm. Then, the remaining was assumed to be bucked for sawlogs and pulpwood according to the top diameter. The interest rate was assumed 3% and the economic

efficiency was measured in net present value and internal rate of return. On the other hand, the data required for calculating economic efficiency of agricultural crops were obtained from literature review.

Even though investment efficiency of the short-rotation timber production for *Quercus acutissima* was much lower than that of agricultural crops, still it has a potential to increase utilization of marginal agricultural lands. The reasons are: (1) use of the lands for timber production does not require labor as much as that for agricultural crops and (2) the marginal agricultural lands provide relatively excellent working conditions compared with mountain forest lands do.

A simulation model to predict stand growth and to analyze investment efficiency was developed. The simulation model is composed of the individual tree, distance-independent growth predictor for *Quercus acutissima* and cashflow analyzer. The growth predictor provides valuable information on thinning effects or growth of remaining trees. The cashflow analyzer solves for net present value and internal rate of return associated with the stand prescriptions and the types of final products like short-bolts, sawlogs and pulpwood.

Using the model, we have investigated the sensitivity of investment efficiency associated with the changes in thinning intensity, cost functions and operation types. The sensitivity analyses indicated that the short rotation and thinning intensity

as low as 10% was about the optimal. In addition, the mechanized operation was found to be preferable for the higher investment efficiency.

4. The current status and prospects of marginal farm lands : with an emphasis on cultivation of alternative crops including shiitake mushroom, wild vegetables, and medicinal crops

The objectives of this part have two folds : first, to examine the current trends in land use of marginal farm lands in Korea and to evaluate the land owner's perception on the socio-environmental value of marginal farm lands; secondary, to forecast demand and supply of alternative crops, including bed-logs of shiitake mushroom, wild vegetables, and medicinal crops, and to analyze the profitability of their cultivation.

The area of marginal farm lands in Korea has been gradually increasing due to the stagnating profitability of agricultural industry in recent years. The results of questionnaire survey suggest that the deserted farm lands seem to be larger than the official figures published as 3.2% of the total farm land. Therefore, it would be worth carrying out a more detailed survey on the area of marginal farm lands.

According to the survey results, it is expected that the area of farm land owned by urban people will be increasing in the near future because urban people have instinct feeling of homing to rural areas and they are willing to purchase currently deserted

marginal farm lands. Both rural villagers and urban people believe that the cultivation of wild edible vegetables and plantation of trees in the deserted farm lands will help to increase the environmental condition and improve the social welfare.

Results of econometric shows that elasticity of demand and supply for shiitake mushroom with respect to price are 0.9 and 0.7, respectively. Based on the forecast of domestic supply of shiitake mushroom, by the year of 2010, demand of bed-log(the real amount contributing to produce mushroom in each year) will be increased by 10-30% above the current level.

Results of econometric reveal that the elasticity of demand for wild vegetables with respect to price and income are -1.8% and 2.6%, respectively, while the elasticity of supply with respect to price and rural wage are 1.9% and -0.8%, respectively.

Based on business - as - usual scenario, quantity of wild vegetables demanded will be increased from 39,905ton/year to 119,346ton/year and quantity supplied will be from 18,497ton/year to 27,822ton/year in 1995-2010. Thus, domestic supply will contribute only 23.3% to the total consumption in 2000 compared to 46.4% in 1995. In the case of medicinal crops, quantity demanded will be sifted from 71,539ton to 248,725ton, while quantity supplied will be from 41,980ton to 69,277ton when the real price of medicinal crops increase 1% per year from 1996 to 2010. It means that domestic supply will contribute about 30% to the total consumption in 2010. For the profitability of many wild vegetables

and medicinal cultivation, the rate of net revenue is higher than that of other crops or vegetables.

In conclusion, development of natural regeneration or lower cost method for oak tree plantation is required to reduce plantation costs. Futhermore, considering the environmental value of oak forest and the effect to rural employment, financial supports by government are needed, especially in the areas with more shiitake mushroom cultivation. And, it can be suggested that farmers in mountainous villages should be encouraged to grow wild vegetables to increase their income utilizing the marginal farm lands.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	24
Chapter 2. Planting and tending of oaks in the marginal agricultural land for production of bed logs for mushroom culture	
1. Introduction	27
2. Materials and Methods	29
3. Results and Discussion	35
4. Conclusion	65
5. Literature Cited	66
Chapter 3. Mass-propagation of highly valued herbs by tissue culture	
1. Introduction	68
2. Materials and Methods	69
3. Results and Discussion	76
4. Conclusion	101
5. Literature Cited	102

Chaper 4. Analysis on the production system and investment efficiency
for utilization of marginal agricultural lands to produce
forest products

1. Introduction.	105
2. Analysis on the production system and investment efficiency for using of <i>Quercus acutissima</i>	108
3. Comparison of the investment efficiency of producing agricultural crops with those of producing forest timber products and by-products	133
4. Develop a simulation model to predict stand growth and analyze the investment efficiency for plantation stands of <i>Quercus acutissima</i> in marginal agricultural lands application of the model	140
5. Conclusion	167
6. Literature Cited	168

Chapter 5. The current status and prospects of marginal farm lands :
with an emphasis on cultivation of alternative crops including
shiitake mushroom, wild vegetables, and medicinal crops

1. Introduction.	171
2. The current status and prospects of marginal farm lands	172
3. Forecast demand and supply of ged-logs of shiitake mushroom and Analysis the profitability of their cultivation	193
4. Forecast demand and supply of wild vegetables & medicinal crops and Analysis the profitability of their cultivation	209
5. Literature Cited	238

목 차

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위	24
--------------------	----

제 2 장 표고 자목용 참나무류 식재 및 무육 방법

제 1 절 서 론	27
제 2 절 재료 및 방법	29
제 3 절 결과 및 고찰	35
제 4 절 결 론	65
제 5 절 참고 문헌	66

제 3 장 조직배양을 이용한 회귀 산채류 증식 시험

제 1 절 서 론	68
제 2 절 재료 및 방법	69
제 3 절 결과 및 고찰	76
제 5 절 결 론	101
제 6 절 참고 문헌	102

제 4 장 한계농지의 생산체계 분석 및 투자의 효율성 검토	
제 1 절 서론	105
제 2 절 상수리나무 생산체계 및 용도별 활용방안에 따른 투자효율 분석	108
제 3 절 전작물과 단기 임산물 및 상수리나무 용도별 생산의 투자효율 비교 분석	133
제 4 절 한계농지에서의 상수리나무 재배를 위한 Simulator 개발과 적용성 검토	140
제 5 절 결론	167
제 6 절 참고 문헌	168
제 5 장 한계농지의 이용 실태 및 국민의식 조사와 대안작목 (표고자목, 산채류, 약용작물)의 시장성분석	
제 1 절 서론	171
제 2 절 유희한계농지 실태 및 국민의식 조사	172
제 3 절 표고자목 수급 및 시장성 분석	193
제 4 절 산채 및 약용작물의 수급 및 시장성 분석	209
제 5 절 참고 문헌	238

제 1 장 서 론

제 1 절 서 론

임업 생산성은 토질(비옥도)과 경사도에 크게 의존하는 것으로 알려 지고 있다. 즉, 비옥도가 높은 토지에서 임목이 잘 자라며, 노동 비용(기계 비용 포함)은 경사가 급할수록 증가한다. 우리나라 산지 가운데 임업 경쟁력을 기대할 수 있는 토양 급수능력 급수 4급지 이상, 경사 30° 이하의 산림 면적은 약 200만 ha가 있는 것으로 알려 지고 있다. 그 가운데 경사가 완만한 산업임지 120만 ha를 제외하면 생산임지 300만 ha 가운데 임업경쟁력이 있는 완경사지는 80만 ha에 불과한 셈이다. 나머지 220만 ha가 경사 30° 가 넘는 급경사지에 위치하고 있는 산림이다(이광원, 1994). 따라서 우리와 같은 경사지 임업과 유럽의 평지 임업은 경쟁이 되지 않는다. 토질이 좋고 경사가 완만한 지역의 임업이 토질이 척박하고 경사가 급한 지역의 임업보다 생산성도 좋고 경사가 완만한 지역의 임업이 토질이 척박하고 경사가 급한 지역의 임업보다 생산성도 높고 경쟁력이 높은 것은 당연하다.

최근 산지 전용 수요의 패턴이 달라지고 있으며, UR 시대를 맞아 농지가 남아 들게 되어 이의 활용 방안이 필요하게 된 것은 이런 어려운 환경 조건에서 산을 가꾸는 임업인에서 어떻게 보면 새로운 전기를 마련해 줄 수 있는 좋은 기회이다. 기계화의 어려움과 인건비 상승은 한계 농지를 농업을 계속 하기 어려운 유향지로 만들었으나, 한계 농지에서의 임업은 산림 내에서 어려운 기계화 작업을 가능하게 하고, 상대적으로 좋은 작업 환경은 인건비를 낮추는 역할을 할 수 있다. 따라서 UR등에 의하여 유향지화 된 한계 농지는 경쟁력이 낮은 우리나라 임업환경에 주어진 선물일 수 있다. 이런 한계 농지를 어떻게 활용하느냐 하는 것이 우리에게 주어진 과제이며, 한계 농지의 이용이 임업의 앞날에 새로운 지표를 보여줄 수 있다.

참나무류는 한국의 주요 자생수종으로서 전국 산림면적의 약 40%를 점유하고 있으나 지금까지 참나무자원의 용도 개발이 미진하여 참나무 자원의 경제성이 과소평가 되었다. 그러나 최근 표고생산을 위한 소경목 자목의 수요가 급증하고 있는 반면 단벌기 소경목 생산기술은 거의 확립되어 있지 않으므로 그에 대한 연구가 시급하다.

또한, 현재 국토의 약 66%를 차지하고 있는 산림으로부터 막대한 양의 산채가 채취, 이용되고 있으나 이에대한 정확한 통계결과가 발표된 바는 없다. 그리고 고사리, 고비, 도라지, 더덕, 두릅, 참나물, 취나물, 곰취 등 다양한 초종의 산채가 전국적으로 채취되고 있는 반면, 최근 수요가 급증하고 있는 새로운 종류의 산채류인 삼지구엽초(*Epimedium koreanum*), 울릉미역취(*Solidago virga-aurea* var. *gigantea*), 곤달비(*Ligularia stenocephala*), 두메부추(*Allium senescens*), 용담(*Gentiana scabra* var. *buergeri*) 등에 대한 연구와 증식기술이 미비한 실정이다.

즉, 일반적인 산채류(고사리, 더덕, 두릅, 곰취 등)는 이미 일반 농가에서 한계농지를 활용한 인공재배가 가능한 것으로 판단되나, 그 외에 희귀성이 인정되는 새로운 산채류 및 약용식물(삼지구엽초, 울릉미역취, 곤달비, 두메부추, 용담 등)의 집약재배에 대한 기술이 요구된다.

이러한 생산체계는 지속적인 고소득원 개발을 위한 일종의 혼농임업(Agro-forestry)의 개념으로 발전이 가능하다. 즉, 산악지형에서는 작업의 어려움으로 인해 목재생산을 위한 임업과 산채 혹은 사료를 집약재배할 수 있는 생산체계에 비용상의 어려움이 있으나 한계농지는 비교적 접근성에 대한 문제가 없으므로 경제성 있는 생산체계의 수립이 가능할 것이다. 이미 Africa 등의 열대후진국들에서는 혼농임업의 형태가 성공적으로 실시된 바 있음은 국내에서도 잘 알려져 있는 사실로써 국내에서도 한계농지를 활용한 혼농임업의 생산재배 기술에 대한 연구가 필요하다. 또한 한계농지의 활용에 대한 연구목적을 성취하기 위해서는 국내 한계농지의 규모와 한계농지 유희화에 따른 경제적 손실을 밝히므로써 한계농지 활용의 타당성을 밝혀야 하고, 투자경영분석에 의한 적정 작농체계 및 상품의 시장성에 대한 연구가 요구된다. 이를 위해서는 기존의 작농체계와 새로운 작목의 개발 및 그에 대한 경제성 분석은 물론 투자효율을 극대화 할 수 있는 생산체계에 대한 연구가 요구된다.

또한, 일반적으로 산업이 발달하면 농업에 종사하는 인력이 2차산업과 3차산업으로 이동하여 필요한 인력을 채우게 되고, 따라서 상대적으로 농촌인구의 비율이 줄어들어 농산촌의 공동화 현상이 일어나는 것이 일반적인 현상이다. 우리나라도 예외는 아니어서 1960년대부터 진행되어온 이농현상으로 현재 농산촌 인력의 노령화 현상이 발생하고 있어 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 이러한 문제중의 하나가 한계농지의 유희화 현상이라고 할 수 있다. 즉, 사회적인 측면에서 노동력이 풍부했던 과거에는 한평의 농지라도 더 확보하기 위한 노력이 자연발생적으로 가능했으나 현재는 농산촌의 노동력 부족과 소유주의 인식변화로 말미암아 생산성이 떨어지고 관리가 어려운 한계농지를 방치하므로써 풀밭으로 변해가고 있는 실정이다. 이러한 현상은 산간의 한계농지외에도 이미 도시근교의 농지에서도 쉽게 볼 수 있는 현상이다.

그러나, 생산성이 떨어지고, 작업여건이 좋지 않은 한계농지에서 작농을 포기하기 보다는 보다 효율적인 투자방안을 모색하는 것이 국토의 효율적 관리 뿐만 아니라 농산촌 주민의 소득을 증대하는 측면에서도 바람직 할 것이다. 즉, 현실적으로 한계농지에서 문제가 되고 있는 집약적 영농을 위한 노동력의 수요를 줄이기 위한 투자방안을 모색할 필요가 있다.

전술한 바와 같이 한계농지에서의 산채류 재배 혹은 단벌기 표고자목의 재배 등은 비교적 관리가 쉬운 반면 고소득의 수입이 가능하므로 이농현상에 의한 노동력 부족과 관련된 새로운 작농체계에 대한 연구가 필요하다.

따라서, 이 연구의 목적은 한계 농지를 활용하여 고소득을 올릴 수 있는 임산 작목을 개발하고 농산촌 주민의 소득 증진 방안을 마련하는데 있다.

제 2 장 표고자목용 참나무류 식재 및 무육방법

제 1 절 서 론

참나무류는 우리 나라 산지의 약 23%를 점유하고 있으며, 전세계적으로는 관목형태 및 변종과 잡종을 포함하여 500여 종이 분포하고 있는 주요 활엽수종이다(김계환, 1994). 이 중 낙엽성 참나무류는 우리 나라 활엽수 생태계의 우점군으로서 환경적응력이 강하며, 또한 심근성 수종이기 때문에 수원 함양 및 수질 정화기능이 뛰어난 수종으로 알려져 있다. 참나무류의 이용면에서는 목재로 건축, 가구, 기구, 펄프재 등에 이용될 뿐만 아니라, 종실은 식용, 수피는 코르크 생산 등 그 이용 가치가 매우 높다(임목육종연구소, 1995).

최근 농가에서는 소득 증진을 위해 고부가 가치의 산물을 많이 재배하고 있는데, 표고는 높은 수익을 올릴 수 있는 작목으로 그 수요가 날로 늘어나고 있다. 표고 생산을 위한 표고 자목은 연간 12만㎡ 이상이 필요한 실정이나, 지금까지 매년 180만 ~ 200만㎡의 참나무류 표고 자목을 대량 벌채해 왔기 때문에 최근에는 년 10,000㎡ 이상의 목재를 수입하는 등 수입이 날로 증가하고 있어 국가적으로 많은 외화가 낭비되고 있는 실정이다.

산림 내의 참나무류는 그 특성상 나이가 어린 소경재의 경우 밀동이 심하게 구부러져 표고 자목으로 쓰기에 모양이 부적당한 것이 많고, 인건비 상승 등에 따른 산림 작업의 어려움 등이 초래되므로 이에 대한 대안으로 한계 농지를 새로운 참나무류 재배지로 생각할 수 있다.

이러한 소경목 자목의 수요가 급증하고 있는 반면, 참나무류 집약재배와 같은 단벌기 소경목 생산기술은 거의 확립되어 있지 않으므로 그에 대한 연구가 시급하며(과학기술처, 1990), 근래들어 활엽수의 경제적 가치가 새롭게 대두되어 이에 대한 연구의 필요성이 더욱 높아지고 있다.

표고자목의 국내 수요량은 표고의 생산실적으로부터 추정할 수 있는데, 1993

년도 표고 생산액은 약 480억원으로 전체 임산물 생산액 약 8995억원 중 5%를 차지한다(산림청, 1994). 그리고, 표고자목으로 활용이 가능한 수종은 참나무류를 비롯한 여러 가지 활엽수로서 이들이 국내 활엽수림의 대부분을 차지하고 있다.

그러나 이러한 활엽수들은 주로 지대가 높고, 지형이 험준한 산악에 위치하고 있어서 수확 및 운반상의 문제가 있으므로 공급량이 적고, 특히 표고자목 생산비용중 60% 이상이 운반비로 지출되어 이에 대한 개선책이 시급한 현실이다.

표고자목으로 쓰이는 임목의 직경은 약 15cm~25cm정도의 소경재가 요구되므로(표고 생산시 무거운 자목은 작업의 능률을 저하시키므로 직경이 작을수록 유리하다), 이의 생산은 15년 이하의 비교적 짧은 시간에 가능하다.

또한 한계농지에서 이러한 표고자목을 집약재배하는 경우 수확 및 운반비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 산악지형보다 접근성이 높으므로 기계화 비용이 적게 든다. 그리고 토지비옥도 등의 입지조건을 고려할 때 성장속도가 빨라 그 생산기간을 단축할 수 있으며, 자본의 회임기간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그 이외에 표고자목의 생산은 다른 농업작물에 비해 단위면적당 노동력의 요구도가 매우 낮으므로 현실적인 한계농지 이용의 문제점이 되는 관리 및 생산비용상의 문제를 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다.

우리 나라에 분포하는 낙엽성 참나무류는 6종이 있는데, 우리 나라의 주요 산에 대한 표고별 분포를 보면, 상수리 나무는 해발 50~500m에서 분포하고 있으며, 평균 표고는 213m이다. 굴참나무는 해발 175~900m에 분포하며, 평균 표고는 415m이다. 그리고 졸참나무와 신갈나무의 전국 평균 분포 해발고는 각각 430m와 707m로(임목육종연구소, 1995), 한계농지가 발생하고 있는 지역은 대부분 이러한 참나무류 발생 지역과 일치하기 때문에 참나무림 조성을 통한 한계농지의 임지로의 복구는 합리적이라고 할 수 있다. 그러나, 한계 농지는 과거 농경을 통한 입지와 토양 변화, 기타 지형 변화가 크게 발생하였기 때문에 이러한 지역의 복구를 위해서는 각 한계 농지 발생 지역에 적합한 수종 선택과 식재 및 무육방법 개발에 관한 연구가 선행되어야 한다.

한편, 표고 재배는 기존의 원목재배 뿐만 아니라 톱밥에 의한 재배도 가능하며, 톱밥 재배에 의한 생산량은 한 개의 균상에서 3번을 수확하였을 때 배지 무

계의 80%까지도 가능하다고 한다. 따라서 다수확과 함께 상등품의 생산 비율을 높이는 것이 표고 톱밥 재배의 중요한 과제가 되고 있다(윤갑희, 1994).

이 연구의 목적은 한계 농지에서 표고 자목생산용으로 참나무류를 식재 하였을 때 참나무류의 적정식재밀도 및 무육 방법을 구명하고, 한계농지의 토양 조건을 알아보며 또한, 톱밥 재배에 의한 표고 생산량을 알아 보는 것이다. 이러한 현장 연구에서 여러 가지 문제점들을 분석하여 실제 현장에서 어떤 애로 사항이 있는가를 미리 알아보고, 대비할 수 있도록 하여 농·산촌 주민의 소득 증진을 꾀하고자 하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 식재밀도 차이에 따른 수종별 성장량 조사

이 연구는 강원도 양양군 현남면의 한계 농지인 논폐경지 350평과 밭폐경지 980평을 대상으로 하였으며(사진 1, 2), 실험 수종으로서는 우리 나라 전역에 분포하고 있는 참나무류 수종이고, 표고 자목으로 널리 쓰이고 있는 상수리 나무(*Quercus acutissima*, 2-1묘)와 미국의 중북부와 동북부 지역에 널리 분포하는 외래 참나무 수종인 팔루스트리스 참나무(*Quercus palustris*, 1-0묘)이었다.

식재시기는 1995년 4월 10일 ~ 4월 11일로 밭 폐경지에는 밀도별로 두 반복씩 처리하여 각 입지별로 한 구획당 49주(7본 × 7본)씩 식재하였고, 밀도는 0.5m × 0.5m(40,000본/ha), 1m × 1m(10,000본/ha), 1.8m × 1.8m(약 3,000본/ha) 간격으로 조정하였다. 각 처리별 전체 식재 면적은 0.5m 간격의 경우 4m × 4 m, 1.0 간격은 8m × 8m, 1.8m 간격은 14.4m × 14.4m 였다(그림 2-1 a, b, c).

이러한 방형구에 의한 식재 방법 이외에 Nelder design에 의한 식재 밀도별 성장량을 조사 분석하였다(Nelder, 1962). Nelder design의 각 집구별 밀도도 방형구 식재의 밀도와 동일하게 집구(Block) 1, 집구(Block) 2, 집구(Block) 3에 대해 각각 0.5m × 0.5m(40,000본/ha), 1m × 1m(10,000본/ha) 그리고 1.8m × 1.8m

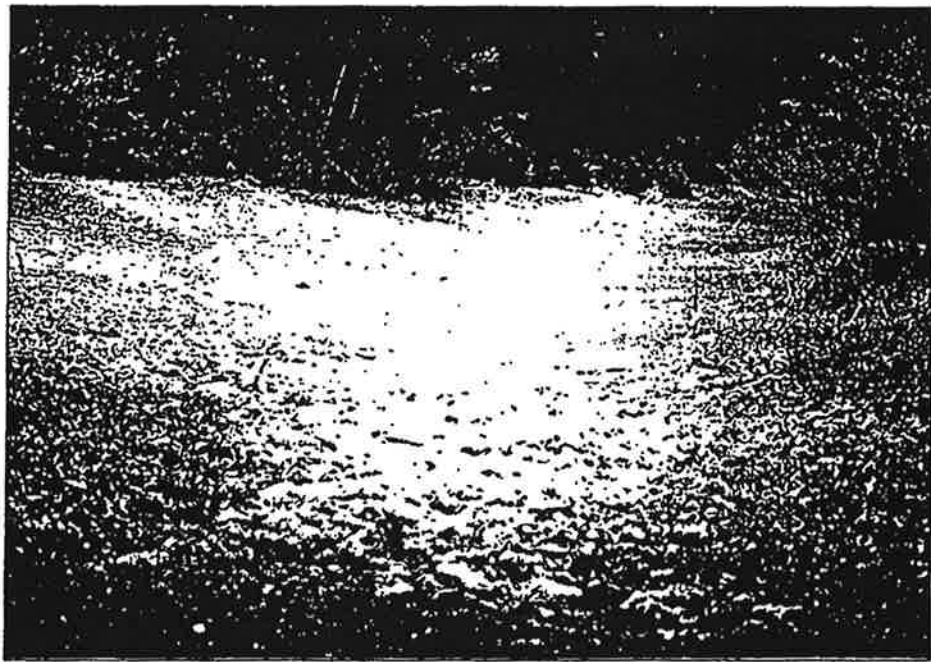
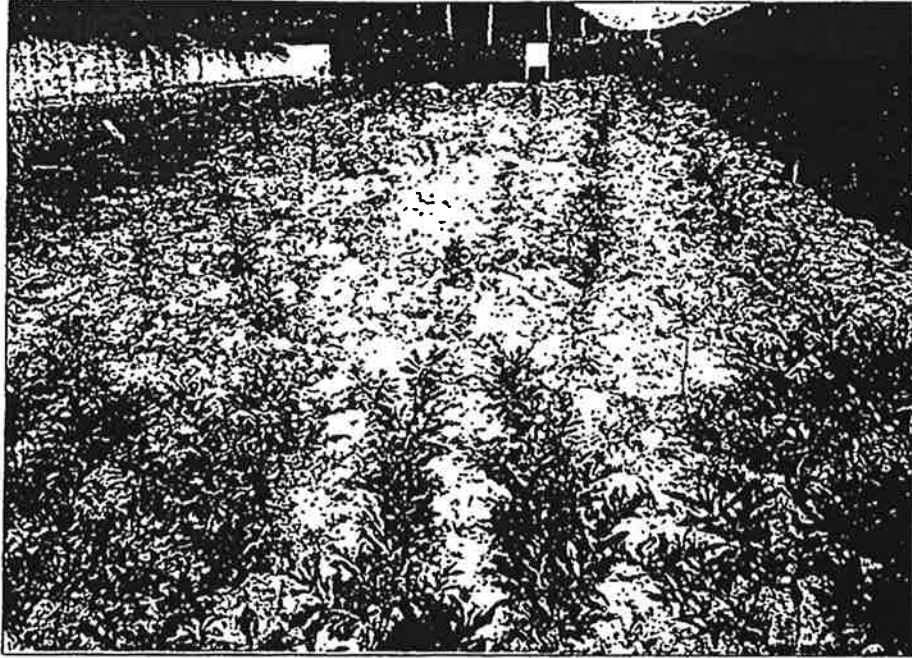


사진 2-1. 논 한계농지(위)와 밭 한계농지(아래)의 전경

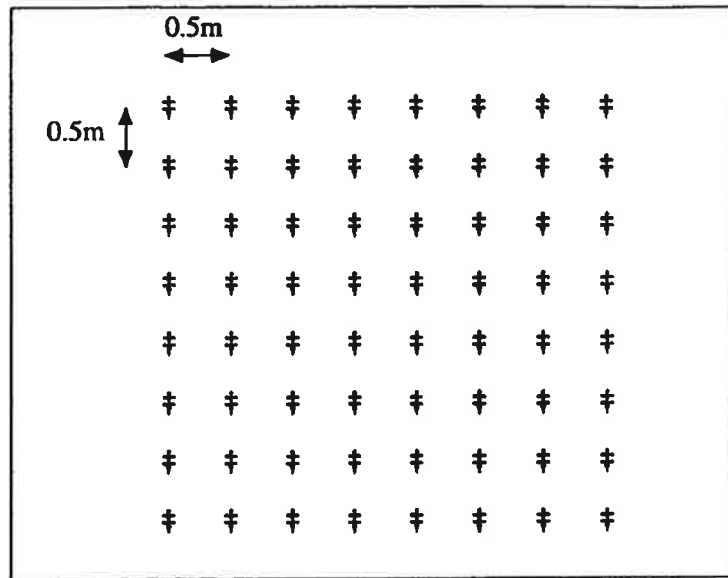


그림 2-1 (a). 밀도에 따른 식재 ; 40,000 본/ha, 0.5m 간격

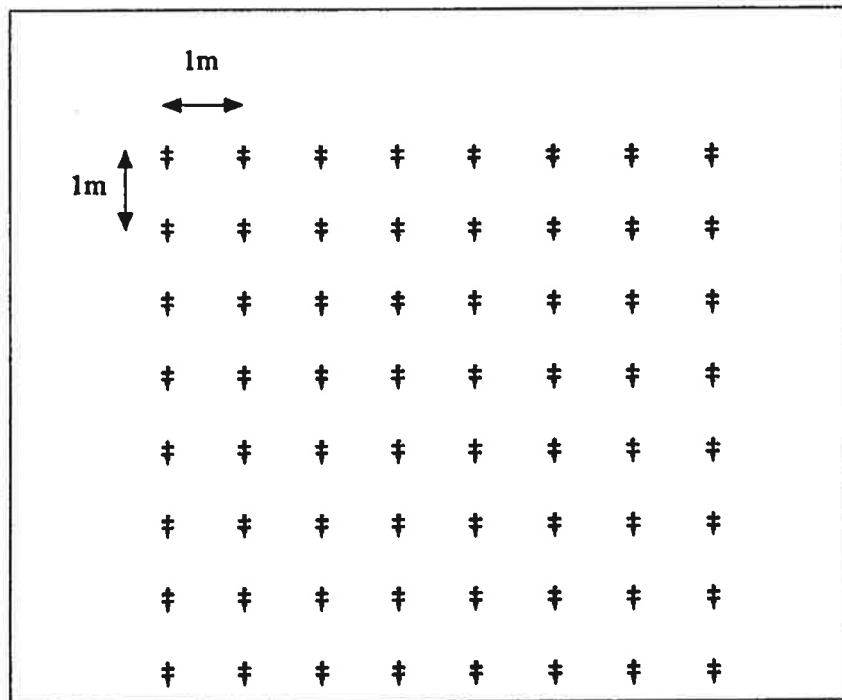


그림 2-1 (b). 밀도에 따른 식재 ; 10,000 본/ha, 1m 간격

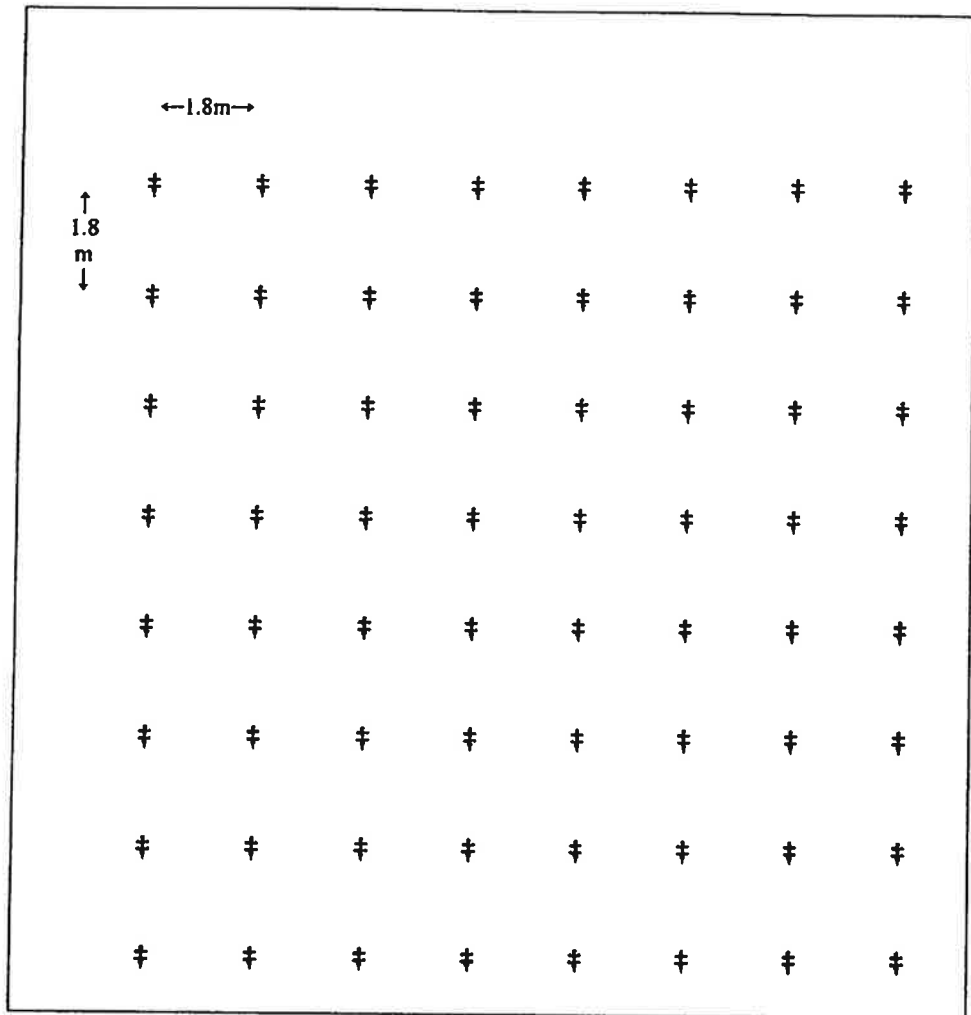


그림 2-1 (c). 밀도에 따른 식재 ; 3,000 본/ha, 1.8m 간격

(약 3,000본/ha)의 간격으로 조정하였다(그림 2-2 a, b).

그리고, 다른 입지 조건에서의 참나무류 성장량 비교를 위해 경기도 광주 지방(경기도 광주군 광주읍 장지리) 논 폐경지에서 직파조림에 의해 조성된 상수리 나무의 성장량을 조사하여 입지에 따른 참나무류의 성장특성을 비교하였다.

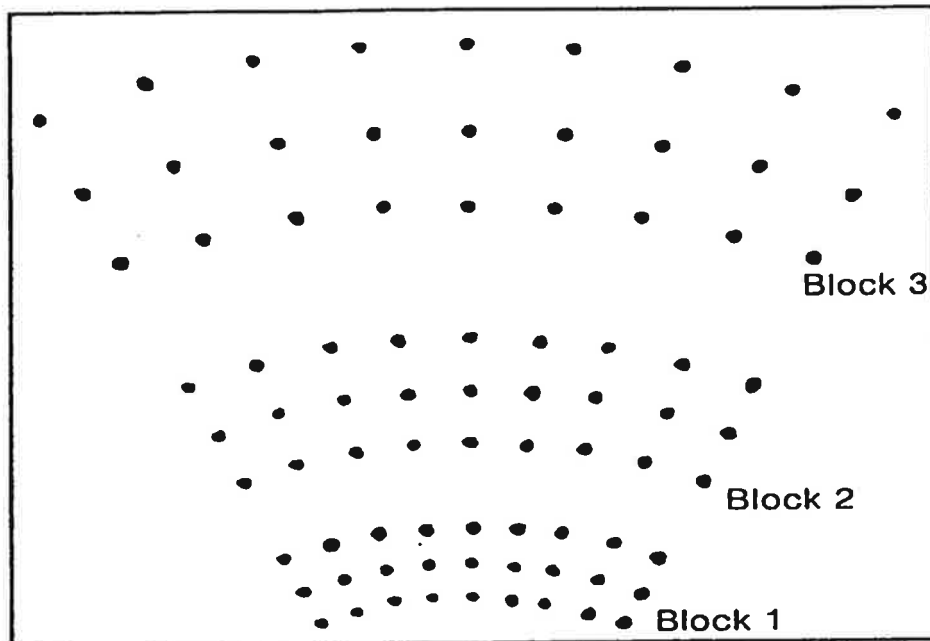


그림 2-2 (a). Nelder design에 의한 식재 (*Q. palustris*)

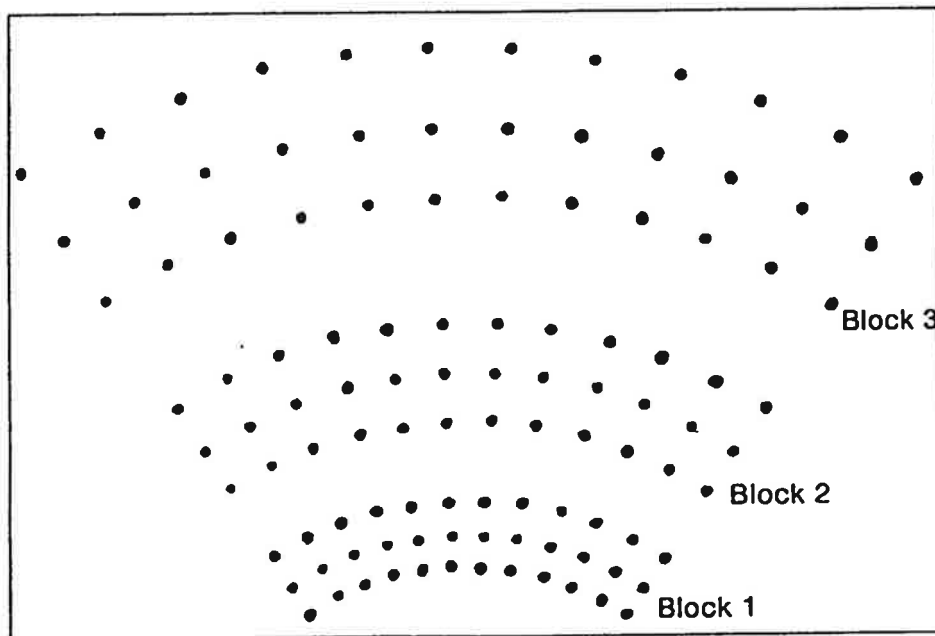


그림 2-2 (b). Nelder design에 의한 식재 (*Q. acutissima*)

한편, 참나무류는 멧아 발생이 매우 높은 수종으로서 산지에서의 멧아림 조성에 의한 멧아지의 성장과 한계농지에서의 식재에 의한 성장량을 비교하기 위해 경기도 광주군 서울대학교 부속 연습림내(경기도 광주군 도척면 태화산 소재) 상수리나무(*Q. acutissima*), 신갈나무(*Q. mongolica*), 떡갈나무(*Q. dentata*), 굴참나무(*Q. variabilis*) 천연림에서 1995년 2월에 벌채를 하여 2년간 멧아지의 길이 성장량을 조사함으로써, 천연림내에서의 멧아지 성장과 한계농지에서의 성장량을 비교하였다.

2. 참나무류 톱밥재배에 따른 표고 생산량 조사

참나무류의 톱밥 재배에 의한 표고 생산량을 조사하기 위하여, 수액이 올라 오기 전인 1996년 이른 봄에 서울대학교 중부연습림(경기도 광주군 도척면 태화산 소재)내에 자라고 있는 상수리나무림의 멧아지를 채취하여 강원도 봉평면 톱밥 제조 공장에서 직접 톱밥으로 만들었다.

배지는 1996년 10월부터 상수리 멧아지 톱밥과 쌀겨를 9:1, 8:2 그리고 7:3의 비율로 각각 섞은후 물을 첨가하여 함수량이 60~65%되도록 혼합하여 톱밥배지를 만들었다. 톱밥혼합물(수분 함량 제외) 200g을 배양용기(직경 15cm, 높이 18cm의 플라스틱 원통)에 다져 넣은후 120℃에서 90분간 고압 살균하였다. 살균이 끝난 배지를 식힌 후 무균실에서 고온성 품종인 임협1호와 저온성 품종인 임협2호 종균을 접종시키고, 온도 21℃와 상대습도 60~90%의 암배양실에서 균사를 만연시켜 2주간 4℃ 냉장고에서 저온처리 한 후 온실에 옮겨 표고 발생량을 조사하였다(윤갑희, 1994).

3. 한계농지 토양의 특성 및 연도별 변화

한계농지의 토양 특성을 조사하기 위해 논, 밭 한계농지에서 연차별 토양의 이화학적 특성을 조사, 분석함으로써 묘목 식재 전, 후의 한계농지 토양 변화를 조사하였다.

토양 수분함량은 신선 토양을 이용하여 105℃에서 24시간 건조시킨 후 무게의 차이를 이용하여 측정하였고, 유기물 함량은 건조 직후의 토양을 전기로 (furnace: 일본 제일과학 산업 주식회사)를 사용하여 450℃에서 12시간 동안 유기물을 태워 무게의 차이를 이용하여 측정하였다. 토양 pH는 신선 토양 10g과 H₂O 및 CaCl₂ 각각 25ml를 1:2.5의 비율로 혼합하여 진탕한 뒤, 24시간 지난 다음 pH-meter를 이용하여 측정하였다.

양이온 치환 능력(C.E.C.)은 풍건한 토양 10g에 1-N NH₄OAc 용액을 통과시킨 후 알코올로 세척한 다음 NaCl에 의해 치환된 NH₄⁺ 포화토양을 Kjeldahl 증류장치에 의해 NH₄⁺를 직접 정량하여 C.E.C.를 측정하였으며, 치환성 양이온 함량은 1-N NH₄OAc으로 통과시킨 용액을 원자 흡광 분석장치(AAS: Atomic Absorption Spectrophotometer Model Sp-9; Pye Unicam, GB)를 이용하여 Ca²⁺, K⁺, Na⁺ 등을 측정하였다. 토양내 총 질소 함량은 Automatic kjeldahl analyzer 1035를 이용하여 H₂SO₄로 분해시켜 NH₄⁺-N 형태로 전환하여 정량하였다(농업 기술연구소, 1988; Kalra, 1991).

제 3 절 결과 및 고찰

1. 식재 밀도에 따른 수종별 성장량

가. 식재 밀도에 따른 수종별 활착율

1995년 식재 이후 3년간 국내 자생 수종인 상수리나무와 도입 수종인 팔루스 트리스 참나무의 논, 밭 한계농지에서의 활착율을 조사하기 위해 매년 생장이 종료된 10월말에 살아있는 모든 개체(맹아지 포함)의 생존량을 파악하여 활착율을 조사한 결과, 두 수종 모두 논 폐경지에 식재한 것이 밭 폐경지에 식재한 것보다 높은 활착율을 보였다(그림 2-3, 2-4).

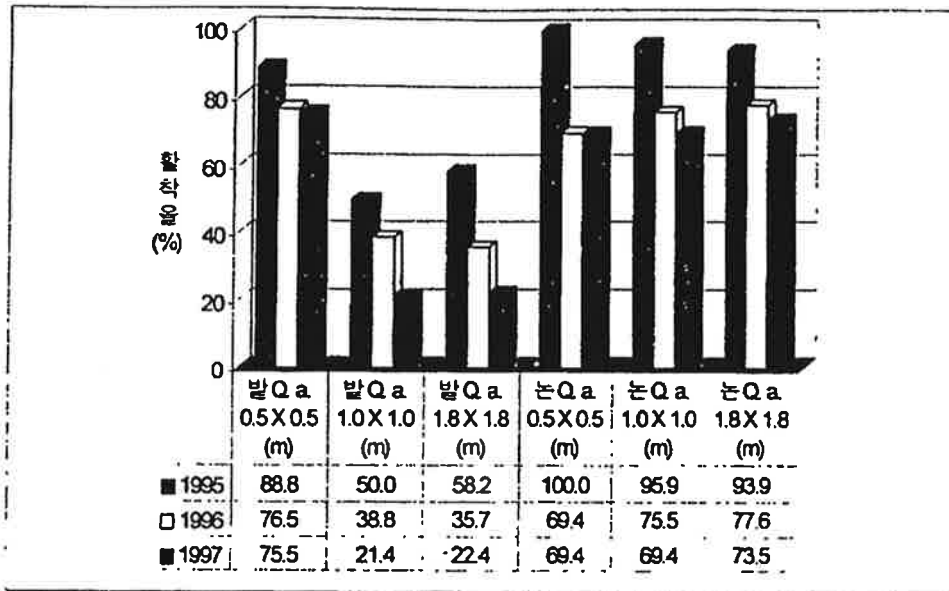


그림 2-3. 식재 후 3년간 논, 밭 한계농지에서의 상수리나무(*Quercus acutissima*; Q. a.)의 활착율(%)

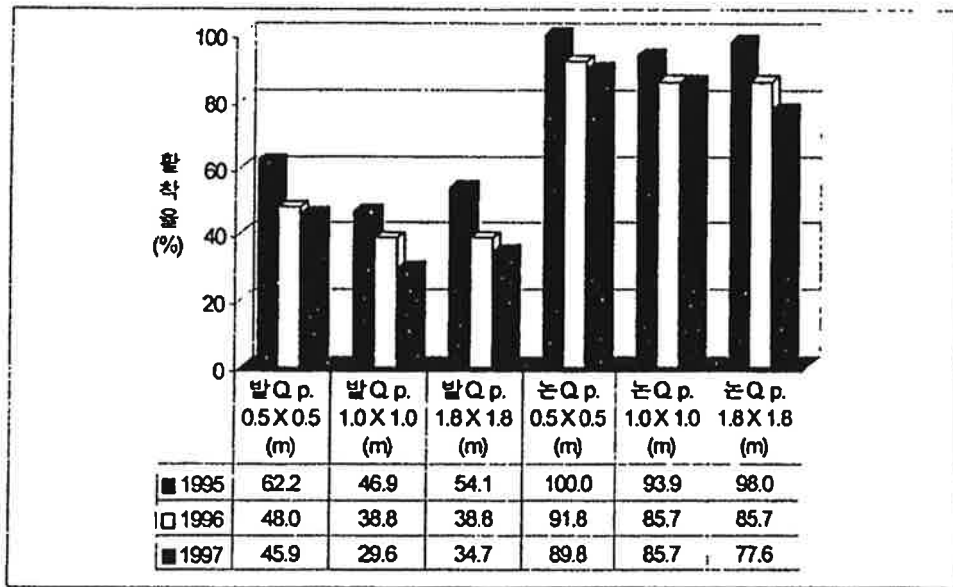


그림 2-4. 식재 후 3년간 논, 밭 한계농지에서의 팔루스트리스 참나무 (*Quercus palustris*; Q. p.)의 활착율(%)

상수리나무의 경우 논 폐경지에서의 활착율이 식재 첫해는 평균 96.6%로 매우 높은 활착율을 보였으며, 2년차(1996년)와 3년차(1997년)에는 각각 74.1%와 70.7%의 활착율을 보인 반면, 밭 폐경지에서는 식재 첫해의 활착율이 65.6%로 매우 저조하였으며, 2년차와 3년차에는 각각 50.3%와 39.8%에 불과하였다(그림 2-3). 또한, 식재 밀도에 따른 상수리나무의 활착율을 살펴보면, 밭 폐경지의 경우에는 $0.5 \times 0.5\text{m}$ (40,000본/ha) 식재구가 3년차에 75.5%로 다른 두 처리구의 22%정도에 비해 가장 활착율이 높았으며, 논 폐경지는 $1.8 \times 1.8\text{m}$ (약 3,000본/ha)의 처리구가 3년차에 73.5%로 비교적 높은 활착율을 보였으나 다른 처리구도 약 70%로 큰 차이를 나타내지 않았다.

팔루스트리스 참나무도 비슷한 경향을 보였는데, 논 폐경지의 경우 식재 첫해는 활착율이 97.8%로 거의 대부분이 생존하였으며, 2년차와 3년차의 경우에도 각각 87.8%와 84.4%로 매우 높은 활착율을 보였다. 하지만 밭 폐경지의 경우는 식재 첫해의 활착율이 54.4%로 고사율이 매우 높았으며, 2차년도와 3차년도는 41.8%와 36.7%로 상수리나무와 같이 매우 저조한 활착율을 보였다(그림 2-4). 또한, 식재 밀도에 따른 팔루스트리스 참나무의 활착율은 논·밭 폐경지 모두 $0.5 \times 0.5\text{m}$ 의 식재구가 다른 처리구에 비해 다소 높은 활착율을 보였다.

한편, Nelder design에 의한 식재 밀도별 활착율은 상수리나무의 경우 집구 3의 식재구가, 팔루스트리스 참나무의 경우 집구 2 식재구에서 비교적 높은 활착율을 보였다(그림 2-5). 특히, 방형구 식재법과 반대로 밀도가 높은 식재구에서 낮은 활착율을 보였는데, 이는 위의 방형구 식재에서는 0.5m 간격으로 밀식함으로써 들쥐 등의 피해를 어느 정도 줄일 수 있었으나, Nelder design에서는 띠형태로 넓게 분포되어 들쥐에 의해 많은 묘목이 뿌리 피해를 받은 결과로 생각된다.

참나무류는 직근성 뿌리를 발달시키기 때문에 실생묘를 이식할 때 뿌리의 손상 등으로 높은 활착율을 기대하기가 어렵다. 또한 이식에 의한 충격으로 고사하거나 주로 심한 수분 스트레스에 의해 고사하는 것으로 알려져 있다.

실제로 식재 첫해의 경우 고사율이 매우 높았으나, 둘째 해와 셋째 해의 경우 점차 줄어 드는 경향을 보여 묘목이 안정적으로 활착되어 감을 알 수 있다.

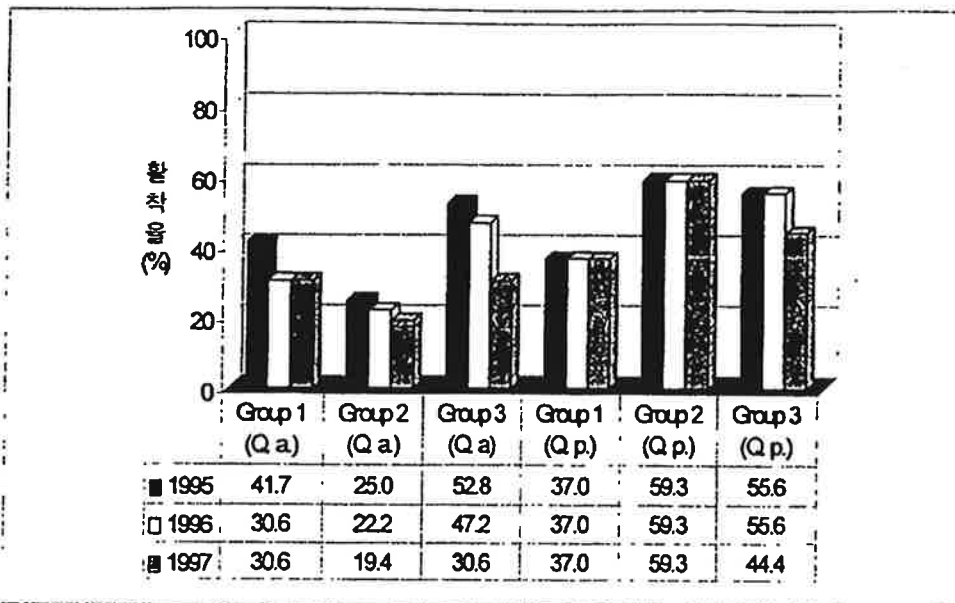


그림 2-5. 식재후 3년간 Nelder design에 의해 식재한 발 한계농지에서의 상수리 나무(Q. a.)와 팔루스트리스 참나무(Q. p.)의 활착율(%)

이돈구 등(1987)도 식재 밀도에 따른 강송의 생장 실험에서 관리가 잘 된 묘포에서의 활착율은 70~90%로 높았으나, 산지의 경우 30~40%로 매우 낮은 활착율을 보였으며 산지에 식재한 묘목의 경우 관리 및 무육이 필요하다고 지적하였다.

한계농지도 식재 당년에는 다른 잡초류들과의 수분 및 양료 경쟁과 설치류 등 동물들의 피해에 대한 관리를 제대로 해야만 활착율을 높일 수 있을 것이다.

일반적으로, 활착성을 정량적으로 판단할 수 있는 합리적인 방법은 지상부의 증산면적과 근계의 흡수면적과의 비율인데, 일반적으로 T/R 을 활착의 지표로서 많이 이용되고 있다(Baker, 1934). 그러나 상수리나무와 아까시 나무와 같은 직근성 수종에 있어서는 T/R 을과 활착율과는 상관관계가 나타나지 않는다고 보고된 바 있다(민경현과 박수기, 1966). 본 조사지에서의 주요 고사 원인을 조사한 결과 주로 식재시의 수분 조건에 의한 고사가 많았고, 그 외 특히 발 폐경지의 경우 들쥐에 의한 뿌리 식해 피해가 매우 심했으며, 앞으로 이에 대한 적절한

대책이 마련되어야 한다.

가. 식재 밀도 차이에 따른 수종별 성장량

각 식재지에서 식재 밀도별 묘고 및 근원경의 성장량 차이를 비교한 결과 식재밀도가 높을수록 대체로 좋은 성장을 보였다(그림 2-6, 2-7, 2-8, 2-9).

식재 초기에는 이식 충격과 설치류에 의한 피해 등으로 인한 초두부 고사로 성장율이 매우 낮았으나, 2차년도에 콩 재배 및 쥐덫 설치와 초음파 방제기 등에 의한 방제효과로 3차년도에는 좋은 성장을 보였다.

상수리나무의 경우 묘고 생장은 발 폐경지가 논 폐경지보다 높았으며, 식재 밀도별로는 0.5m 간격의 식재구가 비교적 높은 성장량을 보였다.

그림 2-6을 보면, 식재 초기에 성장량이 오히려 감소하는 현상이 나타나는데 이는 초두부 고사 및 설치류에 의한 상층부 절단 피해 등으로 상층부가 고사되고 다시 맹아에 의해 갱신되는 것이 많았기 때문이다. 상대적으로 근원경은 이러한 피해가 적게 나타나므로 3년차에는 100%가 넘는 높은 성장량을 보이고 있다(그림 2-8).

팔루스트리스 참나무의 묘고 및 근원경 성장도 발 폐경지에서의 생장이 논 폐경지보다 좋았으며, 밀도가 높을수록 비교적 좋은 성장율을 보이고 있다(그림 2-7, 2-9).

두 수종간의 성장량을 비교해 보면, 묘고 성장량은 팔루스트리스 참나무가 좋은 성장을 보였으며, 근원경은 상수리나무가 보다 높은 성장량을 보였는데, 이는 여러 원인이 있겠지만, 상수리나무는 2-1묘로서 이식시 고사에 의한 피해가 많아 맹아에 의해 다시 성장한 개체들이 많았으며, 팔루스트리스는 1-1묘로 비교적 활착이 용이한 수종이기 때문인 것으로 생각된다.

이상과 같이 식재 밀도가 높을수록 높은 성장량을 보이는 것으로 보아, 한계 농지에서 참나무류를 재배할 경우 가능한 높은 밀도를 유지하여 설치류 등에 의한 피해를 줄이고, 초기의 묘고 성장을 촉진 시키는 것이 중요하며, 어느정도 자란 뒤 초본류와의 경쟁에서 벗어나면, 점차 숙아내어 수관 경쟁으로 형질이 불량해지지 않도록 적절한 밀도로 조절해 주어야 한다.

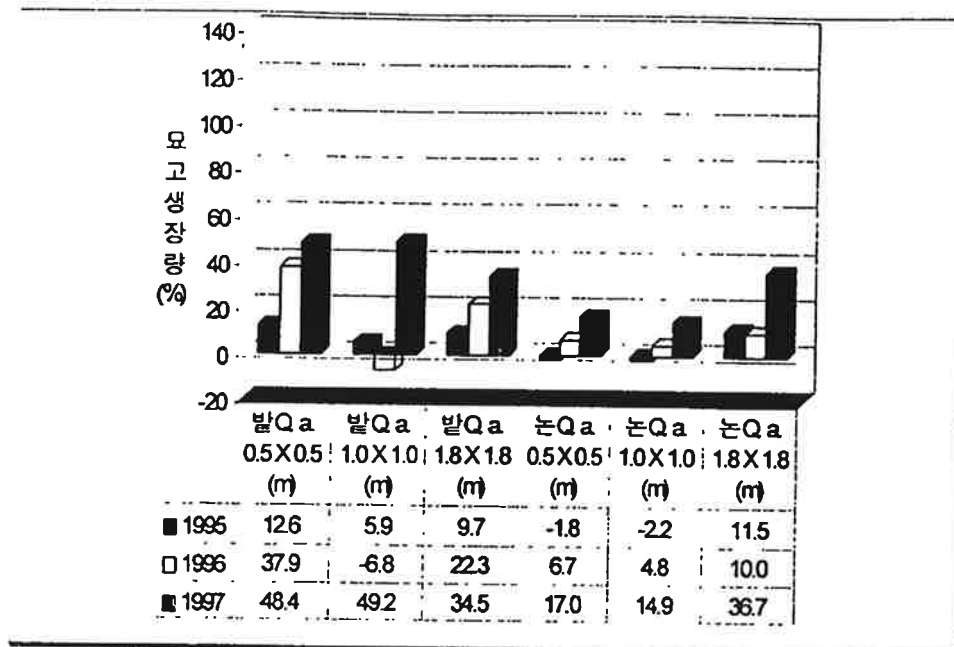


그림 2-6. 논, 밭 한계농지에서의 상수리나무(Q. a.)의 묘고 성장량

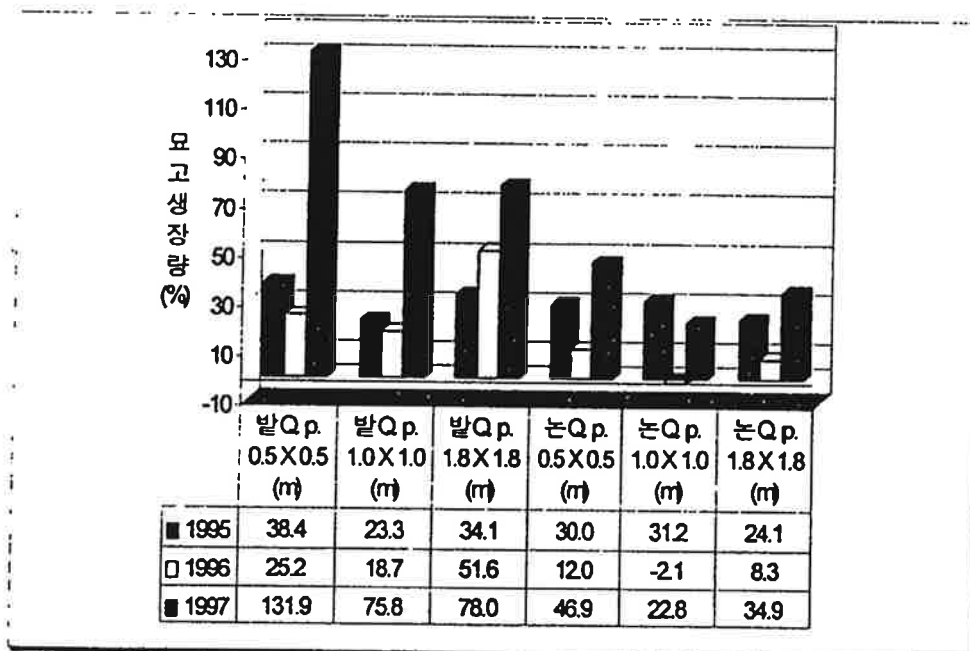


그림 2-7. 논, 밭 한계농지에서의 팔루스트리스 참나무(Q. p.)의 묘고 성장량(%)

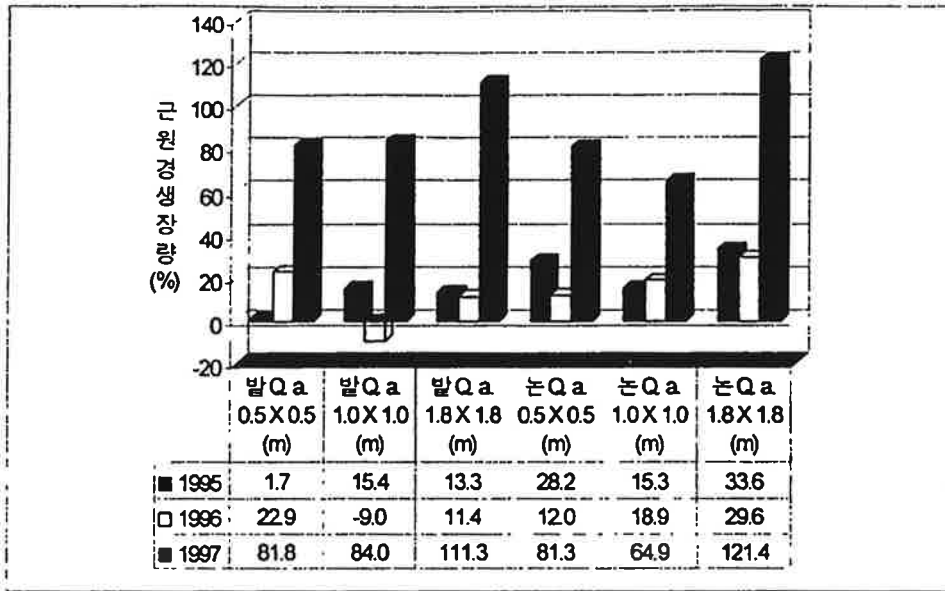


그림 2-8. 논, 밭 한계농지에서의 상수리나무 (Q. a.)의 근원경 성장률(%)

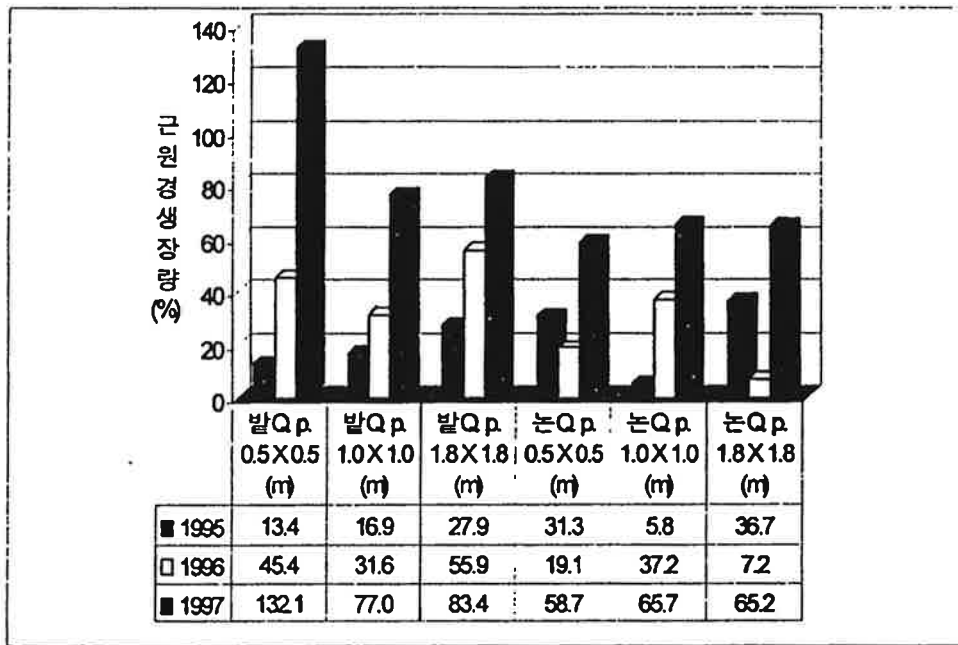


그림 2-9. 논, 밭 한계농지에서의 팔루스트리스 참나무(Q. p.)의 근원경 성장률(%)

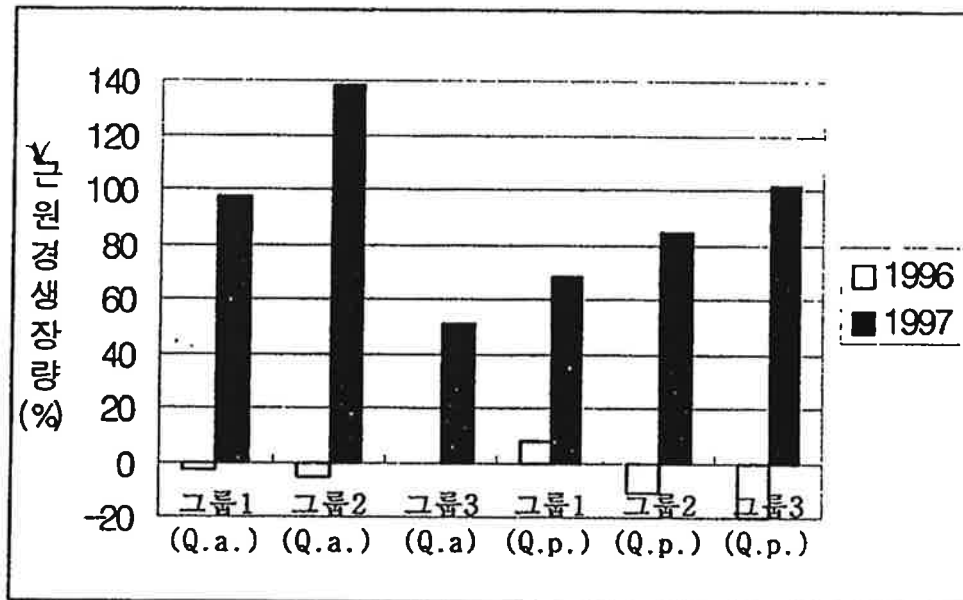
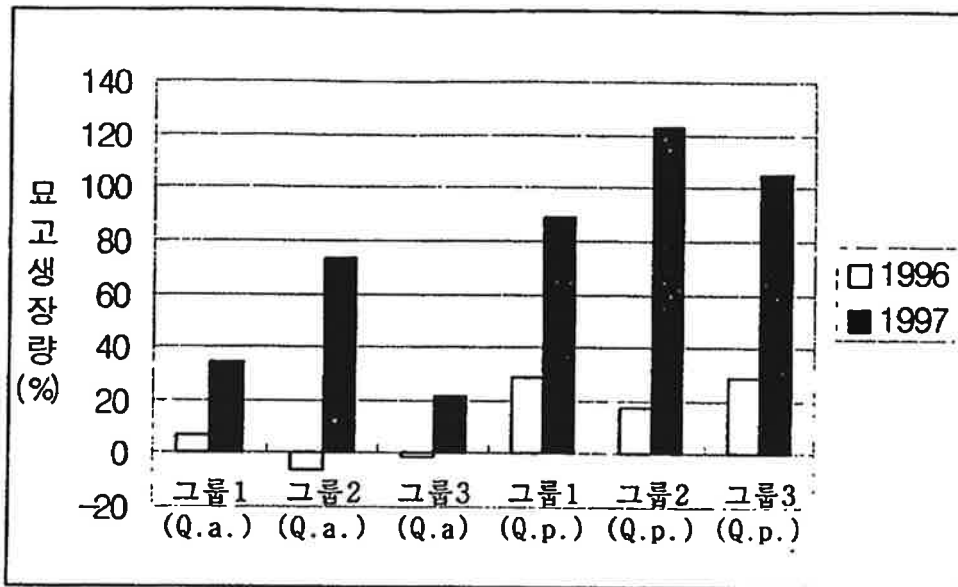


그림 2-10. Nelder design에 의해 식재한 밭 한계농지에서의 상수리나무(Q. a.)와 팔루스트리스 참나무(Q. p.)의 묘고 성장량(위) 및 근원경 성장량(아래)

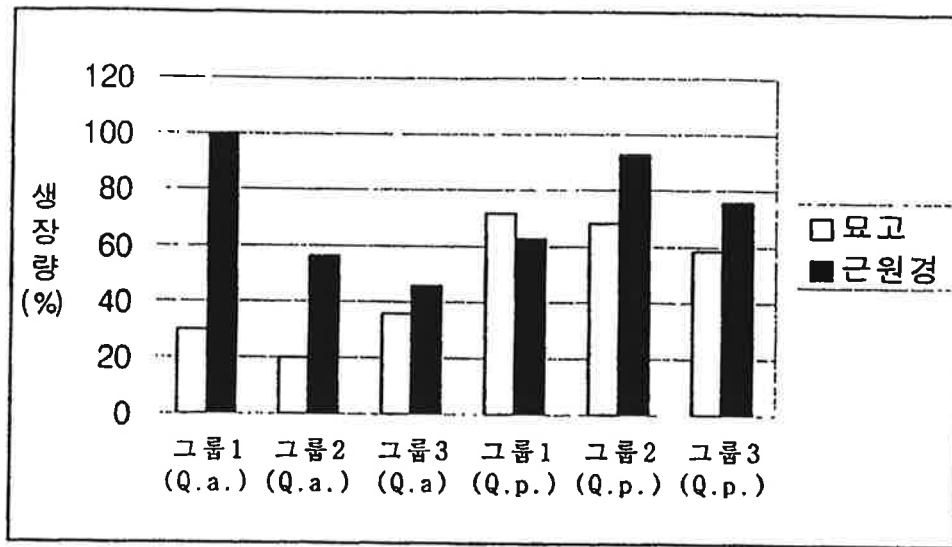


그림 2-11. Nelder design에 의한 식재후 3년차의 밭 한계농지에서의 상수리 나무(Q. a.)와 팔루스트리스 참나무(Q. p.)의 묘고 및 근원경 성장량(%)

한편, Nelder design 식재구의 성장량은 식재当年에는 활착율이 약 30~50%로 매우 저조하였고, 또한 겨울을 지나면서 더 많은 묘목들이 고사하여 2차년도에 다시 보식하여 1997년까지 2년간의 성장을 조사한 결과, 보식한当年(1996년)에는 성장량이 매우 저조하였으나, 이듬해에 묘목이 활착함으로써 매우 높은 성장량을 보이고 있다(그림 2-10). 1995년에 식재된 묘목의 3차년(1997년)도 성장량을 조사한 결과를 보더라도 묘목이 활착되고 나서는 매우 높은 성장량을 보이는 것을 알 수 있다(그림 2-11).

Nelder design의 경우에도 묘고 성장량은 팔루스트리스 참나무가 좋았고, 근원경은 상수리나무가 좋았음을 알 수 있고, 식재 밀도는 1m 간격으로 심은 그룹이 가장 높은 성장량을 보이는 것으로 나타났다. Imada(1997)가 물참나무(*Q. mongolica* var. *grosseserrata*)를 Nelder design에 의해 ha당 1,086본에서 40,816본까지 총 20수준의 밀도처리를 하여 식재 밀도와 흉고직경, 수관폭, 고사율 등을 종합적으로 고려한 결과 ha당 7,241본으로 식재하는 것이 가장 적절한 밀도라고 보고하였는데, 이는 묘목 본수당 차지하는 면적이 1.381㎡로, 1m × 1m간격의 1.306㎡와 거의 같음을 알 수 있다.

따라서 Nelder design의 경우에는 0.5m 간격의 밀식보다는 1m의 간격으로 식재하는 것이 더 적당한 것으로 나타났다.

나. 한계농지와 천연림내에서의 참나무류 성장비교

천연림 내에 분포하고 있는 참나무류의 성장량을 조사하기 위해 1995년 2월에 참나무 천연림을 대상으로 각 수종별로 벌채를 실시하여 1, 2년에 걸쳐 맹아지의 길이 성장을 조사한 결과 상수리나무(*Q. acutissima*)가 가장 높은 성장량을 보였으며, 다음으로 굴참나무(*Q. variabilis*) > 신갈나무(*Q. mongolica*) > 떡갈나무(*Q. dentrata*)의 순이었다(표 2-1).

한편, 한계농지에서 상수리나무와 팔루스트리스 참나무 성장량을 맹아지를 제외한 총 길이 성장량만을 대상으로 조사한 결과 식재当年에는 이식 충격 등에 따른 성장 둔화로 상수리나무의 경우 논, 밭 성장량이 각각 10.8cm와 4.8cm에 불과 하며, 팔루스트리스 참나무의 경우는 12.6cm와 7.7cm로 상수리나무보다 좋은 성장을 보였다.

이에 반해 천연림에서의 맹아지 성장량은 약 70~100cm로 식재 묘목보다 매우 높은 성장량을 보였는데, 이는 맹아에 의한 생장은 근주내에 축적된 동화물질과 발달된 근계에 의해 상대적으로 실생묘에 비하여 빠른 성장을 보이기 때문이다.

하지만 한계농지에 식재한 후 3년차인 1997년의 성장량은 최대 73cm까지 나타나는 등 묘목이 안정적으로 활착 함으로써 점차 생장이 왕성해지고 있으며, 천연림의 맹아지 성장만큼 빠른 성장을 보이고 있다.

따라서, 맹아에 의해 갱신된 참나무류가 어느 정도의 연령에 도달하면 심재 부위가 썩어 들어간다는 점을 고려한다면, 맹아 갱신은 대경재 보다 소경재 생산위주로 관리를 해 나가야 한다. 그러므로 한계농지에서의 참나무류 맹아림 조성도 장벌기에 의한 대경재 생산보다는 바이오매스 생산을 최대한 높이면서 표고 자목 등 소경재 중심으로 후계림을 조성한다면 인력과 경비를 절감시킬수 있고 생산성을 높일 수 있을 것이다.

수종 선택에 있어서는 김도경 등(1991)이 상수리나무 등 유용활엽수 20수종에 대하여 맹아의 발생량, 발생위치, 맹아의 성장량 및 충화정도 그리고 고사율 등을 감안하여 맹아 갱신의 적합도를 분석한 결과 상수리나무가 가장 양호하다고 보고한 바 있다.

일반적으로 한계농지에서 참나무류 맹아림을 조성하기 위해서는 상수리나무가 비교적 적합한 것으로 보이나 이러한 문제는 식재지역의 토양, 기후 및 지형 등 여러 입지 조건을 종합적으로 고려한 뒤에 결정해야 할 것이며, 적지 적수의 개념으로 묘목도 그 지역에서 생산된 것을 선택하는 것이 바람직할 것이다.

표 2-1. 한계 농지와 천연림에서의 참나무류 성장 비교

수종	입지	밀도	평균 묘고성장량(cm/년)			비고
			1995	1996	1997	
상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>)	한계 농지 (논)	0.5 × 0.5 (m)	26.1	8.6	22.7	식재
		1 × 1 (m)	4.1	4.9	17.9	
		1.8 × 1.8 (m)	2.3	13.3	51.6	
	한계 농지 (밭)	0.5 × 0.5 (m)	6.5	26.3	67.1	식재
		1 × 1 (m)	4.6	8.9	31.9	
		1.8 × 1.8 (m)	3.2	19.1	47.2	
팔루스트리스 참나무 (<i>Quercus palustris</i>)	한계 농지 (논)	0.5 × 0.5 (m)	17.7	7.8	34.3	식재
		1 × 1 (m)	12.3	4.8	21.3	
		1.8 × 1.8 (m)	7.7	17.9	46.8	
	한계 농지 (밭)	0.5 × 0.5 (m)	5.9	21.7	73.3	식재
		1 × 1 (m)	7.5	14.8	49.1	
		1.8 × 1.8 (m)	9.6	23.7	69.6	
상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>)	천연림		68.0	100.3	-	맹아 성장
떡갈나무 (<i>Quercus dentata</i>)	천연림		68.7	26.4	-	맹아 성장
신갈나무 (<i>Quercus mongolica</i>)	천연림		68.7	56.5	-	맹아 성장
굴참나무 (<i>Quercus variabilis</i>)	천연림		101.0	44.3	-	맹아 성장

다. 경기도 광주 지방 한계농지에 식재된 상수리나무의 생장

서로 다른 입지 조건을 가진 한계 농지에서의 참나무류 생장량을 비교하기 위해서 경기도 광주 지방 논 폐경지에서 우량 속성 임분 조성 방법을 구명하기 위해 1993년도에 1개월당 3립씩 직파 조립한 상수리나무의 묘고와 근원경을 각각 조사하였다.

이 지역은 논 폐경지로 배수가 잘 되지 않아 지하수가 매우 높이 올라오는 지역이다. 습답지의 배수로 처리지역도 지하 50cm 부위에서 지하수가 침출되어 직근성 수종인 상수리나무의 주근이 지하수면까지 성장하면 자연적으로 단근되어 측근이 발생된다. 따라서, 이처럼 논 폐경지의 경우에는 기존의 배수 처리에 주의를 기울여 참나무류의 뿌리가 침수되어 해를 받지 않도록 배수로를 깊게 파 주어야 한다.

1년차(1993년)의 습답의 묘고는 20.1cm, 근원경 3.7mm, 건답은 묘고 16.9cm, 근원경은 3.2mm이고, 2년차(1994년)의 습답 묘고는 60.0cm, 근원경은 8.8mm, 였고, 건답의 생장량은 묘고가 45.4cm, 근원경이 6.5mm로 약 2배가량 성장한 것으로 나타났다. .

이와 같은 생장량은 천연림 보다는 못하지만 양양지역 한계농지보다는 훨씬 빨리 자라고 있음을 알 수 있다. 활착율 또한, 3년차인 1995년에 상수리나무의 생존율을 조사한 결과 습답에서 66.1%를, 건답에서는 41.7%의 생존율을 보여, 강원도 양양 지방에 식재된 묘목보다 생존율이 높았다.

한편, 5년차인 1997년에 상수리나무의 근원경 및 수고를 조사한 결과 수고는 평균 232.2(±74.0)cm이고, 근원경은 42.6(±12.6)mm로 매우 왕성한 생장을 한다는 것을 알 수 있다.

그러므로, 직파 조립에 의해서도 초기 활착율과 생존율만 주의를 기울이면, 이후에는 빠른 생장을 유지하고 또한 토양조건도 식재 수종에 맞게끔 물리·화학 적 성질이 변해감을 알 수 있다. 따라서 논 폐경지의 경우 양양 한계농지는 건 조해서 토양 견밀도가 매우 높은 지역으로 되었지만, 그렇지 않고 배수가 잘 안 되는 지역은 배수로 처리 문제와 여러 가지 잡초들과의 경쟁 등에 많은 주의를

기울여야 할 것이다.

2. 한계농지에서의 참나무류 묘목의 피해와 대책

가. 들쥐에 의한 피해 현황과 대처 방안

최근들어 여러 조림 지역이 기존 임목의 벌채와 지존 작업으로 임내가 노출되어 초본과 관목이 무성하게 자라 야생동물의 서식환경이 개선됨에 따라 들쥐가 급격히 증가하고 있으며, 반면에 들쥐의 천적인 뱀은 약용 및 기호식품으로 대량 포획되어 그 수가 급격히 감소됨에 따라 들쥐가 더욱 증가하면서 조림목의 피해가 갈수록 늘어나고 있다.

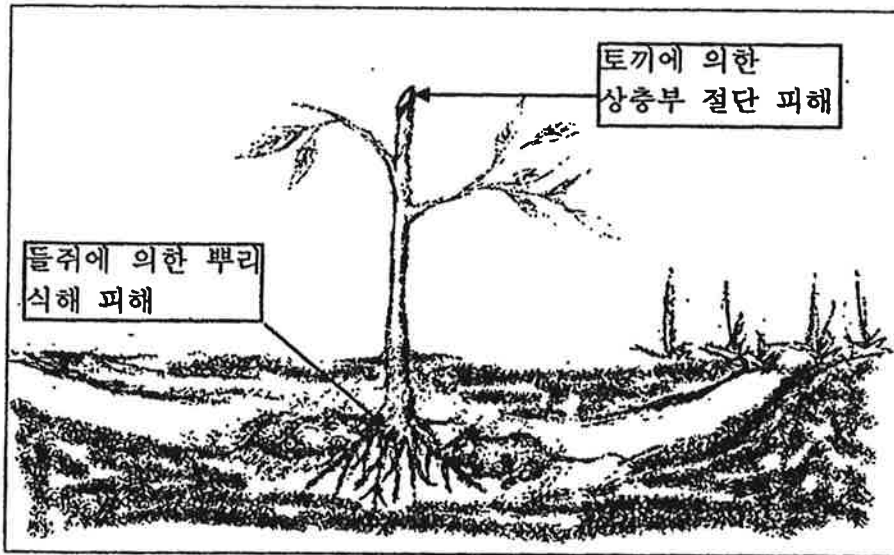


그림 2-12. 밭 한계농지 토양에서 참나무류의 들쥐 등 설치류에 의한 피해

김과 유(1985)가 강원도 평창과 경남 울주의 낙엽송 조림지와 리기다 소나무 조림지 등에서 임목에 피해를 주는 들쥐를 조사한 결과, 임목을 가해하는 종류는 주로 대륙밭쥐(*Clethrionomys rufocanus*)였고, 피해는 식재 당년부터 12년까지 발생하였으며, 식재후 4~5년의 피해가 가장 심하다고 보고하였다.

본 연구에 있어서 밭 폐경지의 경우 A층 깊이가 약 40cm 정도로 유효토심이 매우 깊은 것으로 나타났지만, 논 폐경지에 비해 상대적으로 토양의 견밀도가 낮아 여러 곳에서 들쥐의 통로를 확인할 수 있었으며, 작물을 재배하지 않게 됨에 따라 들쥐들의 먹이가 없어져 어린 묘목의 뿌리를 식해하게 되어 많은 묘목이 고사하는 것으로 나타났다(그림 2-12). 특히 겨울철에 많은 눈이 내려 먹을 것이 없어짐에 따라 땅속으로 들어가 어린 뿌리들을 갇아 먹는 것으로 나타났다(사진 2-3).

이러한 들쥐의 피해는 식재후부터 5~6년생, 수고 2~3m의 식재목까지 피해를 주며, 뿌리는 지하 15~25cm 부분의 뿌리를 통째로 갇아 먹으며, 식재부위의 뿌리는 3~5cm로 꽤 굵은 뿌리를 먹어 치운다(임목육종연구소, 1995).



사진 2-3. 밭 한계농지에 식재한 상수리나무 묘목의 들쥐에 의한 피해

본 조사지역의 밭 폐경지에서 뿌리에 직접적인 해를 가하는 들쥐를 조사하기 위해 20개의 Punch trap을 설치한 결과 우리 나라에서 가장 많이 서식하고 있는

(전체 들쥐의 74%) 등줄쥐(*Apodemus agrarius ningpoensis*)가 2마리 잡혔는데(사진 2-4), 계속적인 피해를 가하는 것으로 보아 더 많은 개체가 서식하고 있거나, 혹은 다른 곳에서 다시 이동해온 것으로 보인다. 따라서 들쥐에 대한 방제는 절멸을 시키는 것보다 서식밀도를 최소화하거나 식재시 고사율을 고려해서 더 많은 개체를 식재하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

김과 유(1991)는 이러한 들쥐의 방제 대책에 대해 조사한 결과 인화아연 1%, 2% 및 타론 0.005%에 의하여 약 70%의 구제효과가 나타났다고 하였으며, 저독성이고 특히 2차 피해가 적은 타론 0.005%의 사용이 안전하다고 보고하였다.



사진 2-4. 밭 한계농지에서 punch trap을 사용하여 잡은 등줄쥐
(*Apodemus agrarius ningpoensis*)

그러나, 이러한 약물에 의한 방법보다는 죽제비, 뱀류, 올빼미 등 천적을 보호하여 이용하는 방법과 다른 먹이 작물을 함께 심어줌으로써 어린 묘목에 대한 직접적인 가해를 방지하거나 또는 덫으로 직접 포획을 하여 방제하는 것이 보다 효과적인 방법일 것이다.

나. 멧토끼에 의한 피해와 대책 방안

멧토끼(*Lepus sinensis*)는 토끼목 토끼과에 속하며, 우리나라에는 1종이 분포하며, 주로 야산에 서식한다. 야행성 동물로서 해뜨기 전과 해가 진 후에 주로



사진 2-5. 밭 한계농지에서의 멧토끼(*Lepus sinensis*)에 의한 상수리 나무
지상부의 절단 피해(위)와 멧토끼 배설물(아래)

채식을 하며, 나무에 대한 피해는 크게 절단형과 박피형으로 나타나는데, 먼저 절단형은 치수의 수간 또는 가지를 예리하게 절단하는 것으로 주변에 절단된 가지가 남아 있고, 멧토끼의 배설물도 많이 보인다. 또한, 박피형은 수간이 3cm 이상일 경우 수피를 환상으로 박피 식해하는 것으로 임목의 고사를 초래하는데, 주로 이른 봄에 많이 나타난다.

본 연구에서는 발 한계농지에서 주로 절단 피해가 많이 나타나는데, 특히 이른 봄 먹이가 부족할 경우 어린 묘목의 연한 새순을 가해하는 것으로 나타났으며, 주변에 배설물과 잘린 가지 등 여러 흔적이 발견되었다(사진 2-5).

이처럼 어린 묘목의 정단부가 피해를 받게 되면 고사하거나 생장이 매우 불량하게 될 뿐만 아니라, 측지에 의한 성장 등으로 인해 가지가 굵게 되어 표고 자목용으로 쓰기에 부적당하게 되므로 이에 대한 적절한 대책을 마련해야 한다.

멧토끼의 방제는 주로 울무를 이용하여 포획하거나, 철망을 설치하는 방법이 있으며, 총기에 의한 직접적인 사살을 하는 방법이 있다. 이외에 특히 어린 묘목의 신초부의 피해를 방지하기 위해 콜타르유제나 니코틴제 등의 화학적 기피제를 가해 시기에 신초부에 살포하면나 우유분유 등 생물학적 기피제를 살포함으로써 방제효과를 높일 수 있다.

다. 해충에 의한 피해

상수리나무 등 참나무류에 대한 해충으로서 가장 무서운 것은 하늘소와 같은 천공성 해충으로, 주로 해발고가 낮은 지역에서 많이 발생한다. 특히 한계농지의 경우 상대적으로 해발고가 낮은 지역으로 하늘소류, 박쥐나방류 등이 수피나 목재부를 식해하여 내부로 구멍을 뚫고 들어가 집을 짓고 성충이 된다. 이러한 피해를 받은 나무는 풍해나 설해를 받아 쉽게 피해부위가 부러지는데, 흰점박이 회색 하늘소, 미끈이 하늘소 등이 피해를 주며 특히 박쥐나방의 경우 상수리나무의 유묘에 많은 피해를 준다(임목육종연구소, 1995).

이러한 해충들에 대한 방제는 파프유제 등 살충제를 살포하거나, 피해목을 벌채해서 소각하는 방법이 있고, 또한 산란 부위가 주로 2cm 이하의 가는 가지

이므로 가지치기 작업을 적절히 실시하면 그 피해를 감소시킬수 있다.

이밖에, 잡초나 기타 덩굴식물과의 경쟁이나 피압에 의해 어린 묘목이 피해를 입을 우려가 있으므로, 식재 초기에는 벌채작업을 해주어 경쟁을 완화시켜주고 생장을 촉진 시켜주어야 할 것이다.

3. 상수리 맹아지 톱밥재배에 따른 표고 생산량 파악

표고(*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.)는 담자균류 송이과에 속하며, 맛과 향기가 우수하고 ergosterol, 아미노산, 무기질 등을 많이 함유하고 있는 자연식품일 뿐만 아니라, cholesterol 저하, 항암효과 등의 약리활성이 있다는 보고가 있어 건강식품으로 그 수요가 날로 증대되고 있으며, 수출 농산물 중 밤, 송이 다음가는 외화획득원으로 총 7,600여호의 농가에서 약 2,600톤을 생산하여 연간 480억원의 소득을 올리고 있는 주요한 작목이다(이대진, 1995; 임업연구원, 1995).

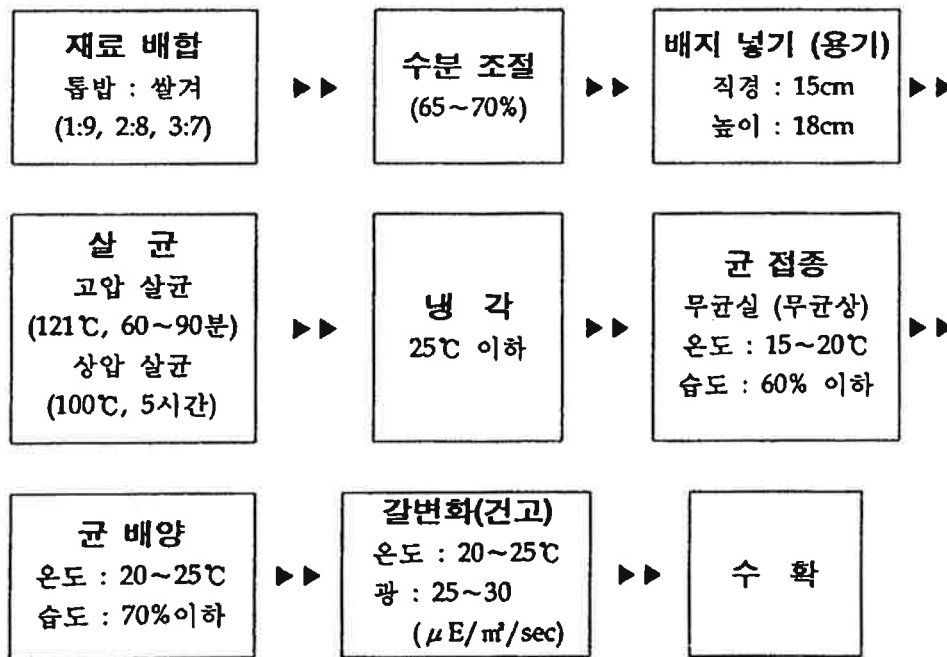


그림 2-13. 참나무류 맹아지 톱밥을 이용한 표고 재배 과정

우리 나라의 표고 생산은 충청 남·북도 지역(전체 표고 생산의 42%)에서 주로 생산하고 있으나, 이 지역의 참나무류의 축적은 약 1,200만㎥으로 우리 나라 전체 축적인 8,200만㎥의 14.5%에 불과하다. 이처럼 표고 주 생산지역에서의 표고 자목용 참나무류 자원이 매우 부족하다는 것을 알 수 있으며, 만일 우리 나라 참나무류의 36.1%가 축적되어 있는 산악지대인 강원도에서 표고 자목을 생산할 경우 생산비가 매우 높아 재배 농가가 심하게 타격을 받게 되고, 시장성 또한 매우 낮게 될 전망이다(임업통계연보, 1996).

따라서 최근 들어 환경제어를 할 수 있는 시설내에서 여러 가지 재료를 혼합한 톱밥을 플라스틱 용기 등에 넣어 만든 인공기질을 이용하는 집약적인 균상 재배기술이 많이 개발 보급됨으로써 표고 톱밥재배가 많이 이루어 지고 있다(그림 2-13).

이러한 톱밥 재배는 활엽수자원을 거의 100% 이용할 수 있어 참나무류의 자원 부족을 상당부분 해소 할 수 있다. 재배 기간도 원목 재배는 접종후 8개월후 부터 수확이 시작되어 수확 완료 까지는 3년 이상의 기간이 소요되지만 톱밥 재배는 접종후 3개월 경부터 수확이 시작되어 8개월이면 수확이 완료되는 등 재배 기간이 대단히 짧아 자금회전이 빠르고 재배 과정의 많은 부분을 기계화 할 수



사진 2-6. 쌀겨와 톱밥을 3:7로 배합하여 고온성 표고 종균을 접종하여 발생한 버섯 (3차 수확시기)

있는 장점이 있다. 이외에도 시설 재배로 연간 생산이 가능하여 겨울철 높은 가격으로 판매할 수 있고, 수확이 끝난 배지는 퇴비나 가축사료로도 이용될 수 있다는 잇점 때문에 최근 표고의 톱밥재배에 대한 버섯 농가의 관심이 날로 높아지고 있다.

본 연구는 톱밥과 쌀겨의 배합 비율을 달리하여 섞은 다음, 플라스틱 용기 배지를 이용하여 배지를 조성한 후 적절한 수분조건을 유지하도록 증류수를 첨가하고, 고압살균기를 이용하여 살균을 하였다. 그 후 고온성 표고 품종(임협 1호)과 저온성 표고 품종(임협 2호) 종균을 상수리나무 맹아지 톱밥 배지에 1996년 11월 7일에 접종하였으며, 11월 9일부터 균사가 발생하기 시작하였다. 균사가 만연한 뒤 저온처리를 하고 온실에 옮겨 표고 버섯을 재배하였다.

톱밥과 쌀겨의 혼합비율에 따른 표고 생산량을 조사한 결과 고온성 품종의 경우 쌀겨와 톱밥을 1:9, 2:8, 3:7로 섞은 모든 경우 표고가 발생하였으나(사진 2-6), 저온성은 3:7의 혼합비율에서는 표고가 나오지 않았다.

또한, 표고 종균별 표고 발생은 고온성 품종에서 많은 표고가 발생하였으나, 저온성 품종은 표고의 발생이 저조하였다(표 2-2).

고온성 품종인 임협1호의 경우 일반적으로 가장 널리 보급되고 있는 품종으로 발생 온도 범위는 12~25℃이며, 주발생 온도범위가 비교적 넓다(17±5℃).

표 2-2 상수리나무 맹아지 톱밥 재배에 따른 표고 생산량 (단위 : g)

수확 시기	임협1호(고온성 품종)			임협2호 (저온성 품종)		
	쌀겨와 톱밥의 혼합비율			쌀겨와 톱밥의 혼합비율		
	1:9	2:8	3:7	1:9	2:8	3:7
1차 수확량	40±5	18±6	20±5	43±4	60±7	-
2차 수확량	77±8	60±8	65±9	-	-	-
3차 수확량	50±8	26±5	70±8	-	-	-

반면, 임협2호(저온성 품종)의 경우는 단위가격이 높은 상품용 버섯생산에 적합한 품종인데 발생 온도 범위가 7~18℃이며, 주발생 온도범위는 12±5℃로 비교적 낮은 대표적인 봄, 가을 발생형이다. 이처럼 저온성 품종은 낮은 온도에서만 발생되기 때문에 수확기간이 짧지만 비닐하우스를 이용하거나 비닐 등을 덮어 씨워 관리하면 수확기간을 연장시킬수 있어 겨울철 실내 재배용으로 적당한 품종이다(민두식 등, 1995).

본 연구에서는 겨울에 온실내에서 고온성 품종과 저온성 품종을 각각 재배한 결과 고온성 품종이 보다 높은 수확량을 보였는데, 이는 온실내의 온도가 평균 20~25℃로 비교적 높기 때문에 고온성 품종의 생장에 적합한 환경이기 때문이며, 상대적으로 저온성 품종 종균을 접종한 톱밥배지의 수확량이 적은 것으로 생각된다.

따라서, 앞으로 표고 톱밥 재배를 할 경우, 온도에 많은 주의를 기울여야 하며, 그 외 습도와 광 조건 그리고 톱밥 배지의 간격등에 대해서도 많은 관심을 가져야 한다. 보통 발생실의 환경조건 중 습도는 80%내외가 되도록 하며, 광조건은 25~30 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$ 을 유지하는 것이 좋다.

고온성 품종의 전체 배지 무게(200g)당 표고 생산량을 조사한 결과 톱밥과 쌀겨의 비율이 9:1, 8:2 그리고 7:3일 때, 각각 전체 톱밥 배지의 83.5%, 52.0% 그리고 77.5%로 매우 높게 나타났다(수분포함). 이를 건중량으로 나타내면 배지무게 200g의 13.5%, 8.42% 그리고 12.6%의 표고가 발생하였다.

일반적으로 원목재배는 원목무게의 10~15%의 생표고 만이 생산되나, 톱밥재배는 사용된 톱밥무게의 80%까지 생표고를 생산할 수 있어 버섯 수확량이 2~3배에 달하는 등 산림자원의 유효 이용도가 높다(윤갑희, 1994).

이처럼 표고의 톱밥 재배가 수확량이 높은 것으로 보아 앞으로 한계 농지를 이용한 표고 자목의 생산 뿐만 아니라 맹아에 의한 가지 등을 이용하여 톱밥으로 만든 뒤 톱밥을 이용한 표고 생산은 임목생산량의 효율적 이용 측면에서 효과적일 뿐만 아니라 보다 많은 표고 생산을 통해 농가 소득에 많은 기여를 할 것으로 생각된다.

4. 한계농지 토양의 특성 및 연도별 변화

우리나라의 논 토양은 모암이 산성암인 화강암류가 70%를 차지하고 있어 산성토양이 많으며, 기후가 온난·습윤하여 토양중에서 유기물의 분해가 촉진되는 반면 집적량은 적어서 유기물 함량이 낮은 척박한 토양이 대부분이다. 또한 지형은 기복이 심하고 복잡하여 경사지가 많고, 여름철에는 집중강우로 각종 양분과 점토의 유실이 많아 갈이흙의 깊이가 얕으며, 흙의 조직이 거칠다.

한편, 밭토양은 우리나라 전체 밭면적중 74%가 곡간지와 구릉지 및 산록지에 산재해 있으며 해안 또는 하천주변의 평탄지에 분포하고 있는 것은 9%에 불과하다. 따라서 침식을 많이 받게 되어 토양의 유실이 많고 비료성분의 용탈이 심하여 지력이 낮은 척박한 토양이 대부분이다. 즉, 관개수에 의한 양분의 천연공급이 거의 없고, 오히려 빗물에 의한 양분의 유실이 심하다(이춘수, 1996).

이처럼 우리의 농토는 대부분 곡간지나 산록지에 분포(밭 91%, 논 62%)해 있으며, 한계농지의 대부분도 이 지역에 포함되는 것으로 토양 관리가 제대로 이루어지지 못하기 때문에 토양 양료 조건이 좋지 못하다.

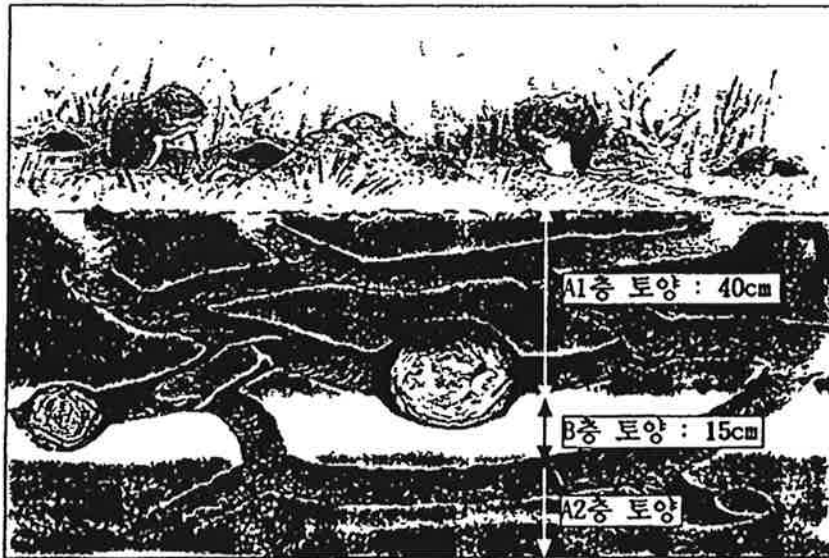


그림 2-14. 한계농지 밭 토양의 단면과 들쥐 구멍

따라서 이러한 한계농지의 올바른 이용을 위해서는 이러한 토양 양료조건을 제대로 파악하여 이에 대한 대책을 마련해야 하는데, 이러한 토양의 비옥도는 토양의 연령, 깊이, 양이온 치환능력 그리고 기후 등에 따라 좌우되며, 식생이 발달함에 따라 토양의 물리적, 화학적 특성이 변화하게 되고, 토양의 양분 요구도 역시 수종, 수령, 발육단계, 계절에 따라 다르게 나타난다.

논, 밭 한계농지의 구조 및 물리적 특성을 살펴본 결과, 밭 한계농지는 A층의 토양 층위가 약 30~40cm로 다소 높았으며, 토양 견밀도가 낮은 부드러운 토양으로 주로 모래성분이 많은 사양토로 나타났다(그림 2-14).

그러나, 그림에서 보듯이 밭 토양의 경우 토양 견밀도가 낮아 들쥐들이 많이 서식함으로써 식재목의 뿌리를 식해하여 많은 피해를 주는 것으로 나타났다. 특히 원래의 A층(A2층) 위에 토사 유출 등으로 노란색의 B층이 형성되고, 그 위에 다시 A층(A1층)이 형성되어 전체적으로 토양 견밀도가 낮아 더 많은 들쥐의 피해를 받은 것으로 나타났다.

이러한 들쥐들의 출입구는 여러곳에 산재되어 있으며, 특히 먹이를 저장하는 곳과 잠자리 그리고 새끼를 키우는 곳 등이 각각 따로 만드는 것으로 알려져 있다(由井正敏, 阿部 頌, 1982 ; 川道武男, 1996).

반면에 논 한계농지의 토양은 점토질이 많은 사양토로 토양 수분이 없어짐에 따라 토양 경도가 높아져 뿌리의 생육이 불량해 질 수 있다.

이처럼 토양 경도는 토층의 투수성, 식물 뿌리의 생장 등에 영향을 끼치는 요인으로 논 한계농지의 토양은 복토 등으로 사질 토양을 섞어 줌으로써 투수성 및 뿌리의 발달이 잘 이루어 질 수 있도록 유도해야 하며, 밭 토양은 경운 등에 의해 토양 층위 발달이 좋고, 견밀도도 낮으나 앞에서 언급한대로 들쥐에 의한 피해가 증가하므로 이에 대한 대책을 마련해야 한다.

한편, 한계농지 토양의 화학적 특성을 알아보기 위해 식재년도부터 매년 토양 수분, 유기물함량, 전질소, 치환성 양이온 그리고 양이온 치환능력(CEC) 등을 조사하였다.

연도별 토양 수분함량을 조사한 결과 밭 토양의 평균 수분 함량이 15.8%로 논 토양의 12.5%보다 높게 나타났다(그림 2-15).

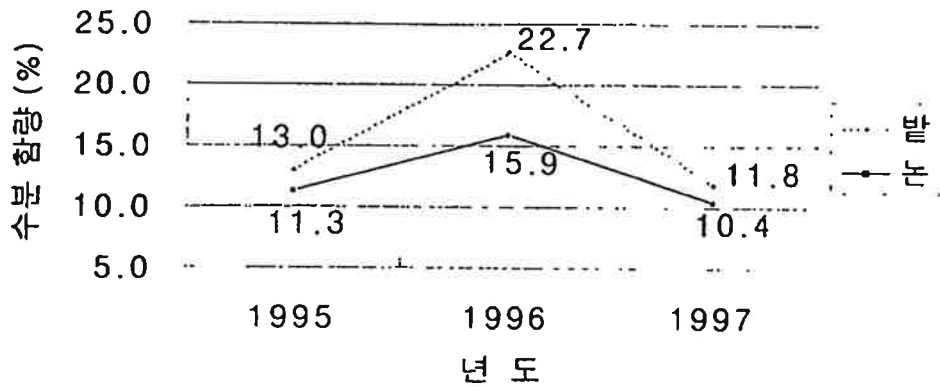


그림 2-15. 논, 밭 한계농지에서의 연도별 토양 수분함량의 변화

일반적으로 논 토양과 밭토양의 가장 큰 차이점은 물의 영향이다. 즉, 밭토양의 표면은 항상 대기와 직접 접촉하고 있으므로 산화 상태에 있게 되나, 논작토는 벼를 재배하는 동안 거의 항상 물에 덮여 있어 대기와의 접촉이 없기 때문에 산소의 공급이 매우 적으며, 더욱이 유기물을 분해하는 미생물이 산소를 소비하므로 더욱 환원상태가 발달하게 된다. 그에 따라 논과 밭 사이에는 각종 성분이나 이온의 화학적 형태의 많은 차이가 생기게 되는 것이다(임선옥, 1990).

한편, 산림 토양의 경우 초본류와 두꺼운 낙엽층에 의해 덮여 있으므로 토양 수분 함량의 변화가 크지 않으나, 논, 밭 토양에서는 대체로 변화가 크다.

본 연구결과 밭 토양의 수분함량이 논 토양보다 높게 나타난 것은 밭 토양의 경우 토양 공극이 크기 때문에 투수성이 좋고, 상대적으로 잡초들이 많이 발생하고 있어 토양 보수력이 높기 때문인 것으로 생각된다(이천용, 1996). 반면 논 한계농지 토양의 경우 수분결핍(특히 초봄에 많이 발생)에 의한 고사를 방지하기 위해서는 토양 보수력을 높일 수 있도록 해야 한다.

그리고, 토양의 이화학적 성질에 영향을 미치는 토양 유기물 함량도 밭 토양이 3.5%로 논 토양의 2.7%보다 높게 나타났으며, 잡초 등 유기물질이 계속 공급됨에 따라 매년 조금씩 증가하는 것을 알 수 있다. 밭 토양의 경우 농업기술연구소에서 제시하는 개량목표인 3.0%를 넘는 비옥한 토양이며, 논 토양도 3차년

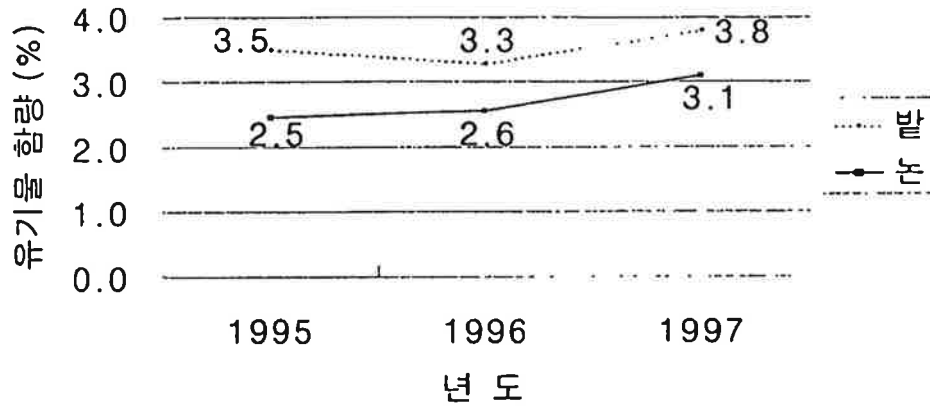


그림 2-16. 논, 밭 한계농지에서의 연도별 토양 유기물 함량의 변화

도에는 개량 목표인 3.0%를 넘는 3.1%를 보였다(그림 2-16).

토양 산성은 토양용액에 들어있는 수소 이온에 의한 것인 활산성(活酸性)과 교질물에 흡착된 H^+ 와 Al^{+++} 이온에 의해 나타나는 잠산성(潛酸性) 혹은 치환산성이 있다. 이 두 산성의 차이가 클수록 토양의 완충능이 크다고 할 수 있으며, 보다 정확한 토양 산성의 분석 및 적절한 석회질 비료의 양 등을 알기 위해서는 위의 두가지를 같이 분석해야 한다.

본 연구지에서의 논 토양의 활산성과 잠산성이 모두 5.11과 4.24로, 밭 토양 활산성과 잠산성의 4.48과 3.60보다 산도가 다소 높게 나타났다(그림 2-17, 2-18).

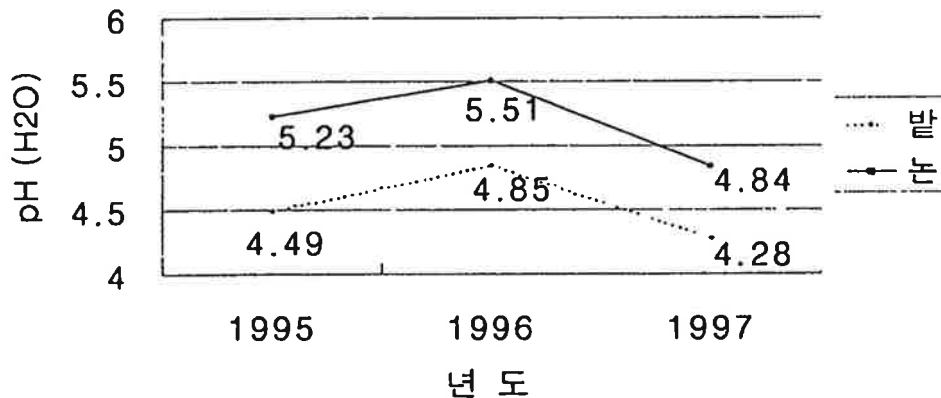
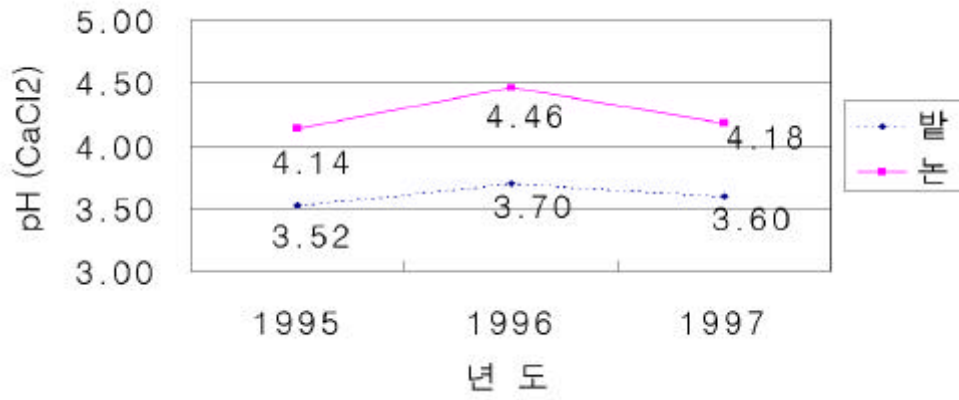


그림 2-17. 논, 밭 한계농지 토양의 연도별 활산성 변화



2-18. ,

가

pH 6.5

pH가

pH가

가

pH

가

가

가

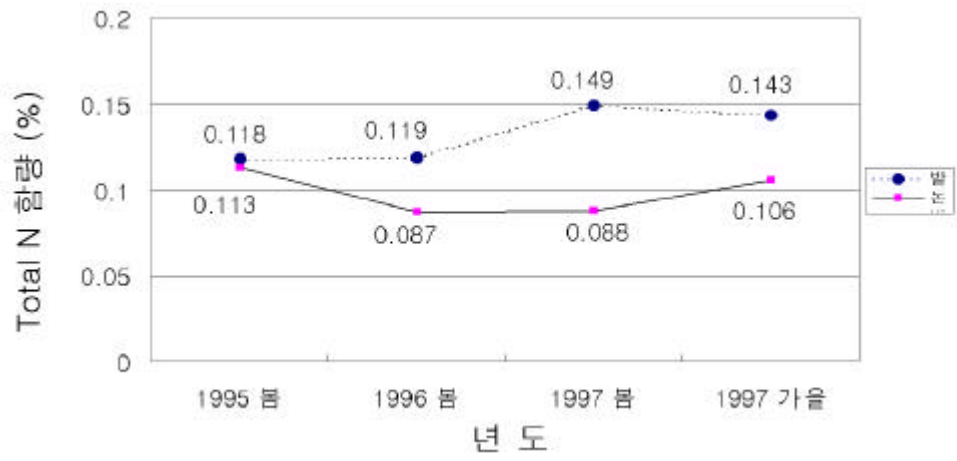
0.132%

0.099%

가

가

(2-19).



2-19.

100

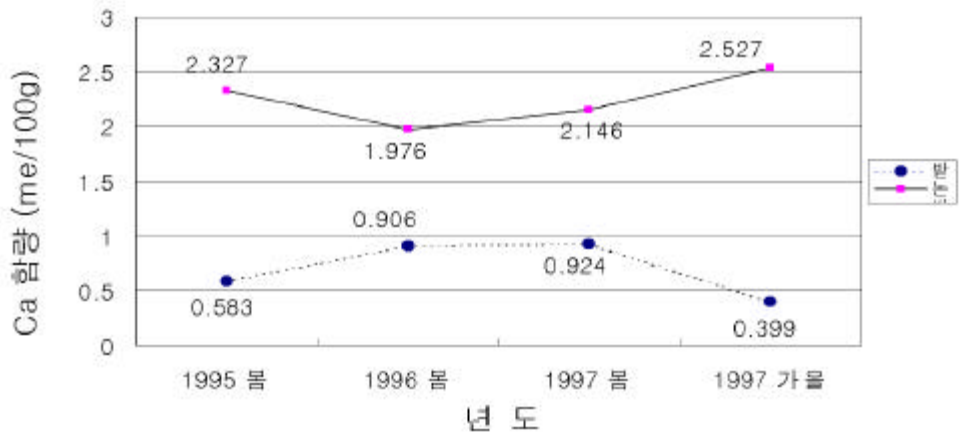
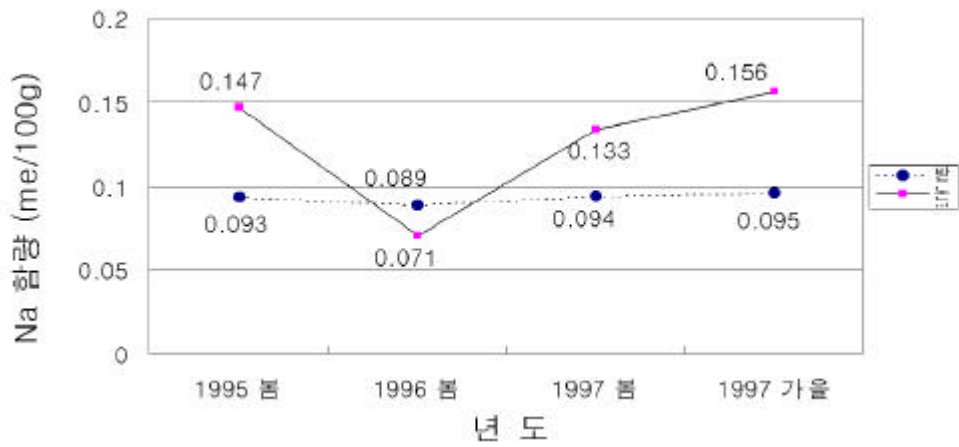
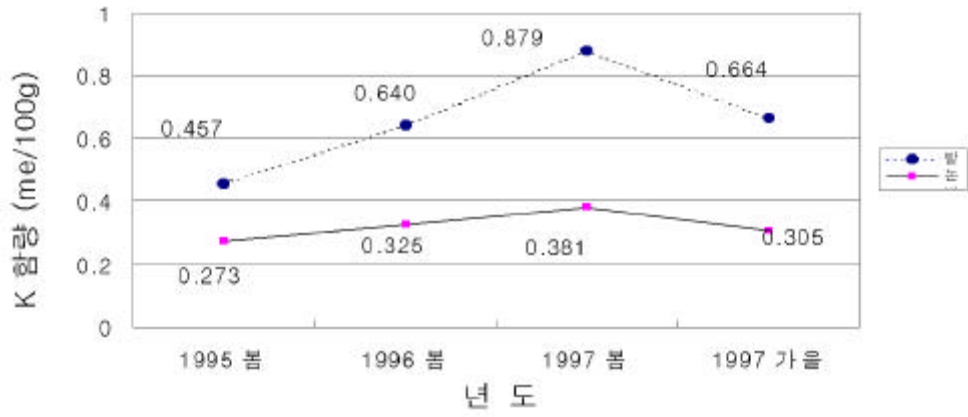
가

(K)

Na

(Ca)

colloid



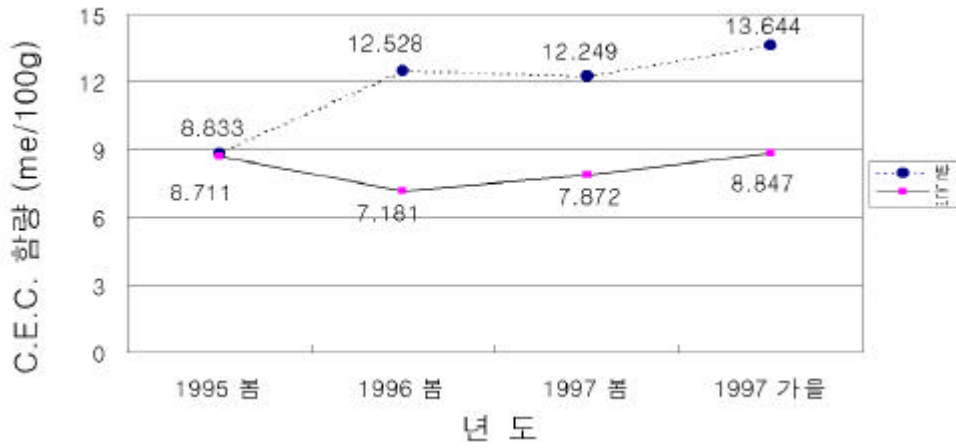
2-19. ,

K, Mg, Ca

가

11.814me/ 100g, 8.143me/ 100g (2-20),

20me/ 100g



2-20. ,

가

(1988) , , , ,

(1995)

(10YR 0246 • 0323)

가 , 가 가

가 ,

(橋詰集人, 1981),

가

가 ,

가 CEC 가

가

가

(, . 1996).

pH

4

가 , 40,000 / ha
가 . Nelder design
3(3,000 / ha) 가, 2(
10,000 / ha) .
가 , 가 .
가 가 ,
가 .
Nelder design 가 ,
가 , 1m
(10,000 / ha) 가 가 .
가 가 ,
가 ,
가 ,
가 가 ,
9:1 가 가 ,
가 가 .
가 , A
가 40cm , 가
가 .
가 가
가 .
가 , pH .

5

1. . 1990. (III). 449pp.
2. . 1988. . 450pp
3. , , . 1994. -
Quercus - . 163pp.
4. , , , . 1991. 20
. 42:20- 35.
5. , . 1985. (野鼠)
. 32:146- 155.
6. , . 1966. T.R .
. 14 .
7. , , , . 1995. .
. 320pp.
8. . 1994. . 536pp.
9. . 1994. . 87 . pp3- 45.
10. . 1994. (). . 12:51- 58.
11. . 1994. . 12:16- 29.
12. . 1995. . pp55- 69.
13. , , , . 1994. .
14. , , . 1987. . .
. 22:15- 19.
15. . 1996. . 350pp.
16. , . 1996. . pp 404.
17. . 1995. . 187pp.
18. . 1990. . 383pp

19. . 1988. .
. 36:22- 43.
20. . 1995. '95 ().
99 . 178pp.
21. . 1995. 가.
. 173pp.
22. Baker, F. S. 1934. Theory and practice of silviculture. pp147- 148.
23. Imada, M., T. Dunisaki, N. Mizoue, Y. Teraoka. 1997. Optimum planting density for Japanese Oak (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*) based on spacing experiment with systematic design. J. For. Res. 2:89- 93.
24. Kalra Y. P., D. G. Maynard. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Minister of Supply and Services Canada. 116pp.
25. Nelder, J. A. 1962. New kinds of systematic designs for spacing experiments. Biometrics 18:283- 307.
26. Solomon, D. S. and B. M. Blum. 1967. Stump sprouting of four northern hardwood. USDA Forest Service Research Paper NE- 59, 13pp.
27. Theodore T. Kozlowski, Stephen G. Pallardy. 1997. Physiology of Woody Plants. Academic Press, Inc. 411pp.
28. 橋詰集人. 1981. シイタケ原木林の造成に関する研究(1). 日本林學會關西支講. 32:275.
29. 由井正敏, 阿部 禎. 1982. 鳥獸害の防ぎ方. 農山漁村文化協會. 338pp.
30. 川道武男. 1996. 日本動物大白科. 平凡社. 156pp.

3

1

가 ,

가

, 가

가

가

가가

가

가

가 ,

가 , 가 가
가 가
가 가
가 가

가 ,
1)
2) , 3)
3
1
, 2 · 3

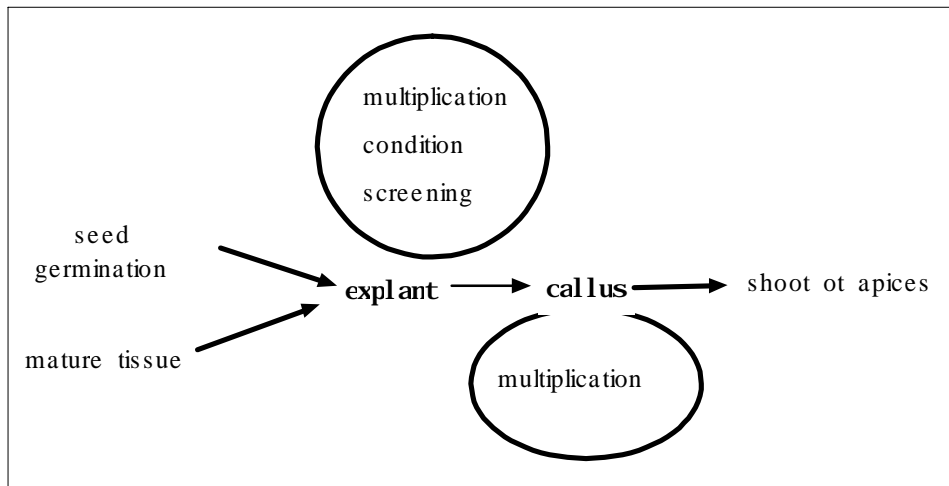
2

1.

5 (, , ,
,) 가 , ,
가 가
. 가
가
가 , ,
가 가 ,
가 ,
가
가
.

2.

가
, .
가
, 가
, ,
. ,
가 , 가 .
가.
(,
, ,)



3-1.

. ,
 10 24
 , 20%(v/v) tween20 10
 ,
 , 70% 30 2 , 2
 . 30%
 , 2 1 .

1)

MS (control)/ MS + BA 0.05ppm(1ppm=1mg/ 1L)

2) : [5 x 4 = 20]]

MS + NAA(0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2 ppm)+BA(0.1, 0.5, 1.0, 2.0 ppm)

3)

MS + 2,4-D(0.5g/ L) / MS + NAA(1.0g/ L)

4) stock solution

BA \ NAA	0	0.01ppm	0.05ppm	0.1ppm	0.2ppm
0.1ppm	NAA 0ml BA 2ml	NAA 0.2ml BA 2ml	NAA 1ml BA 2ml	NAA 2ml BA 2ml	NAA 4ml BA 2ml
	NAA 0ml BA 10ml	NAA 0.2ml BA 10ml	NAA 1ml BA 10ml	NAA 2ml BA 10ml	NAA 4ml BA 10ml
0.5ppm	NAA 0ml BA 20ml	NAA 0.2ml BA 20ml	NAA 1ml BA 20ml	NAA 2ml BA 20ml	NAA 4ml BA 20ml
	NAA 0ml BA 40ml	NAA 0.2ml BA 40ml	NAA 1ml BA 40ml	NAA 2ml BA 40ml	NAA 4ml BA 40ml

.

1)

7)

70% 30 , 2% 10
 MS 0.2 mg/ L BAP, 3% sucrose
 0.8% gelrite 4
 . 8 MS control 0.05, 0.2,
 0.5 mg/ L BAP, 3% sucrose
 10 , 3

)

MS BAP 3 (0, 0.2, 0.5 mg/ L) NAA 2
 (1.0, 2.0 mg/ L) 70% 2%

, 4

2)

가)

1

, MS

. MS

2,4-D NAA 가 (0.2, 0.5, 1.0, 2.0 mg/ L) BAP 0.1mg/ L

가

4

, ,

8 3

)

(single node culture)

. MS

3% sucrose

가

. 0.2 mg/ L BAP가 가

MS

3)

. MS

. MS

2,4-D 0.5 1.0 mg/ L BAP, sucrose 3% 가 , 0.25% gelrite

3 5mm

20

3

. MS

1/ 2 MS

4)

MS
MS
2,4-D 0.5 1.0 mg/ L BAP, sucrose 3% 가 , 0.25% gelrite
3 5mm
20 3 MS 1/2 MS

5)

70% 30 , 2% 20

7.

가

가

3

1.

5 (, ,)

, ,)

가

가 가 ,

가

Gentiopierin Gentianose , , 가 .

2가

가 .

가

가

가 가

가

가

“ ” ,

가

가

가 가 .

가

2

가

가

가

가

가

가

가

2.

가

(description)

가

가

가.

(*Allium senescens*)

가

80%

3-1.

(%)	(%)	(pH)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)
1.02	3.21	5.61	71355	2736	16029	10260

(*Solidago virga-aurea* var. *giganta*)

가

(*Ligularia stenocephata*)

, 가

50%

가 4 5cm

가

1,000m

가

가

(*Epimedium koreanum*)

가

300 400m

5 35 °

가

(*Gentiana scabra* var. *buerigeri*)

가

가

가

(*Allium victorials* var. *platyphyllum*)

(3-2).

70%

3-2.

(%)	(pH)	(%)	(%)	(cm)		(%)
7.21	6.1	68	1.78	15		> 100

8

(*Pleurospermum kamtschaticum*)

1,000m

가 ,

가

4.

가

, 1970

가

가

가

가

5.

가.

, 1

24

가

가

가

2 3mm

3-3.

			(%)
	500	167	33.4
	500	298	59.6
	500	201	40.2
	200	142	71.0
	300	180	60.0

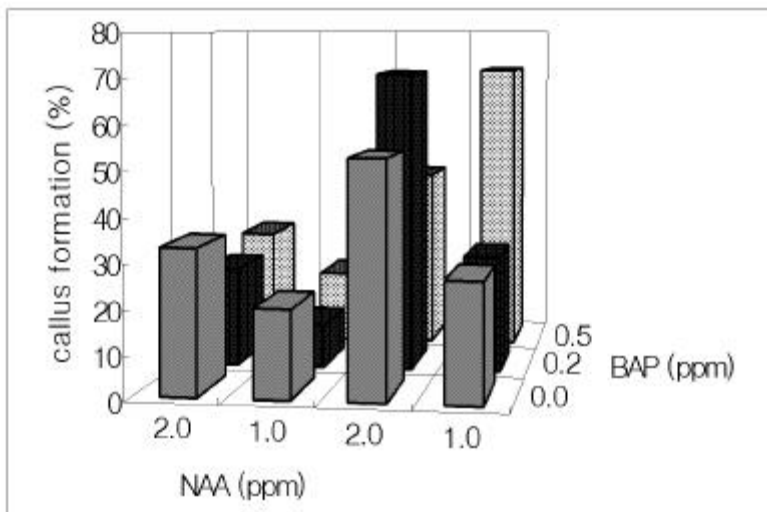
. 1

가

가

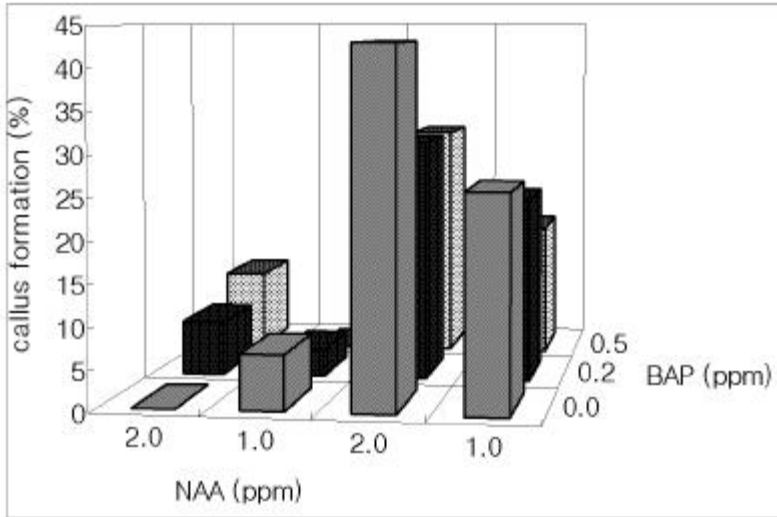
10

BAP 0ppm, NAA 1.0ppm 가
 , BAP
 0.2ppm, NAA 0.5ppm 6 가 가
 가
 1.0ppm NAA, 0ppm 0.2ppm BAP ,
 2.0ppm NAA, 0.2ppm BAP , 2.0ppm NAA
 (3-2, 3-3, 3-4).
 가 가



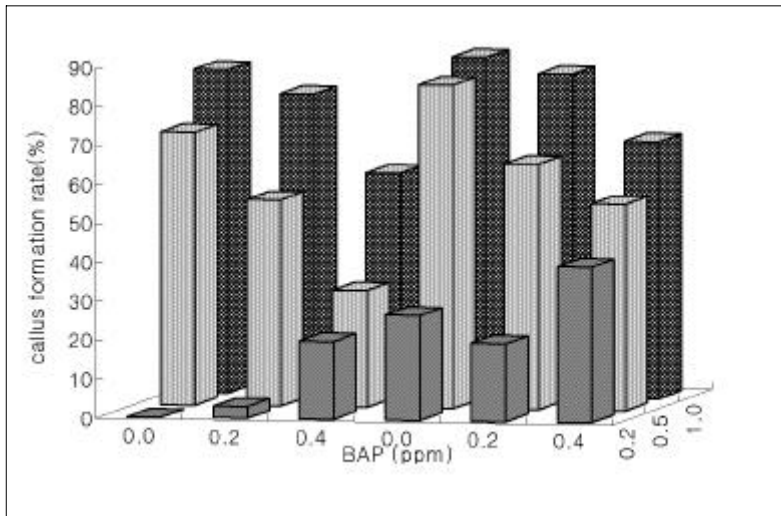
3-2. () ()

6



3-3.

(: 3 , : 6) .



3-4.

(: 3 , : 6)

. 2

1)

가)

1 가 . 4

BAP 3-4 .

가 0.2mg/ L 2.3

가 (3-5A). 가

BAP

가 ,

1

(single node culture)

3-5A

2 3 가 .

(

3-5B). 가 1/ 2 MS , IBA 0.2mg/ L

가 , 50%가

가

3-4.

BAP

MS+BAP			(cm)	(%)
0.00 ppm	30	1.6 ± 0.5	3.0 ± 1.6	30.8
0.05 ppm	30	2.0 ± 1.0	3.1 ± 2.2	5.0
0.20 ppm	30	2.3 ± 1.6	3.0 ± 2.1	0.0
0.50 ppm	30	2.0 ± 1.2	3.4 ± 1.9	0.0

4 가 3 가
 가 (3-5C).
 가 ,
 3 4 가

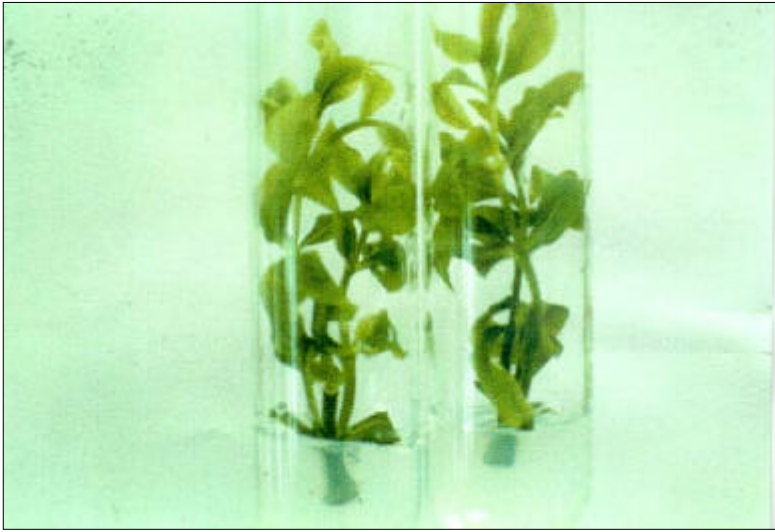
)

3-5

가
 ,
 BAP 0.2 ppm + NAA 2.0ppm BAP 0.5ppm + NAA 1.0ppm

3-5.

BAP	3		6	
	NAA 2.0	NAA 1.0	NAA 2.0	NAA 1.0
0	0	6.7	43	26
0.2	6.7	3.3	30	23
0.5	10	0	30	17
0	33	20	53	27
0.2	23	10	70	27
0.5	27	17	43	70



3-5A.

8



3-5B.



3-5C.

2)

가)

2

3 5 cm .

. BAP가 가 .

가 가

가 .

12 ,

3 가

(3-6A).

가

(3-6B),

(hyperhydration) ,

gelrite

agar

가

가 .

가 .

)

3-5, 6 .

(3-6C),

가 가 . 2,4-D가

, (3-6D), NAA

가 NAA

0.5, BAP 0.1 mg/L . NAA가 1.0 mg/L 가

(3-6E).

가 , shoot

3-6. ,

	L	P	L	P	L	P	L	P
MS + 2,4- D 0.2 + BAP 0.1	100	100	31.3	0.0	LB	LB	+	+
0.5 "	100	100	61.9	0.0	LB	DB	+	+
1.0 "	100	100	52.4	12.5	LB	DB	+	+
2.0 "	100	100	38.1	0.0	DB	DB	+	+
MS + NAA 0.2 + BAP 0.1	100	37.5	5.0	0.0	G	DB	++	+
0.5 "	100	100	38.1	75.0	G	G	+++	++
1.0 "	100	100	72.7	60.0	PG	G	++	++
2.0 "	100	100	73.9	66.7	LB	LB	++	++

* : L- leaf; P- petiole

: LB - light brown; DB - dark brown; G - green; PG - pale green

: + - ; ++ - ; +++ -

3-7.

	L	P	L	P	L	P	L	P
MS + 2,4-D 0.2 + BAP 0.1	100	100	0.0	0.0	LB	LB	++	++
0.5	100	100	100	16.7	DB	B	++	++
1.0	100	100	60.0	0.0	DB	B	++	++
2.0	100	100	0.0	0.0	LB	DB	++	++
MS + NAA 0.2 + BAP 0.1	100	100	50.0	28.6	LB	LB	++	+++
0.5	100	100	100	83.3	LB	LB	++	++
1.0	100	100	90.0	90.0	LB	B	++	++
2.0	100	100	100	33.3	DB	DB	++	++

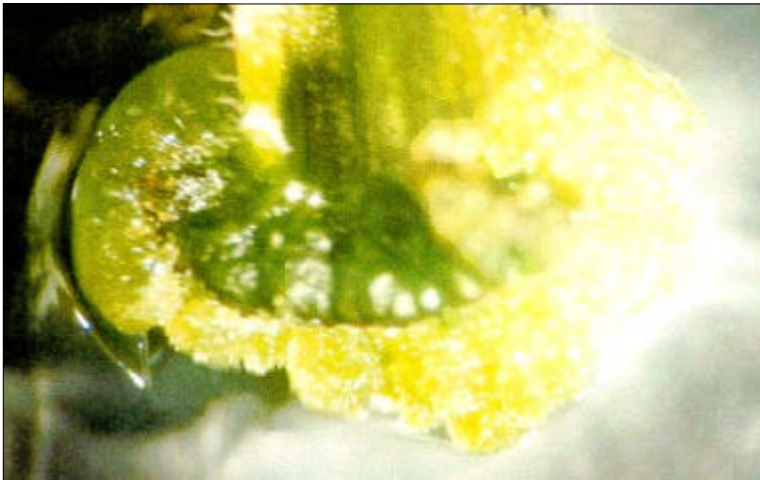
* : L- leaf; P- petiole
: LB - light brown; DB - dark brown; B - brown
: ++ - ; +++ -



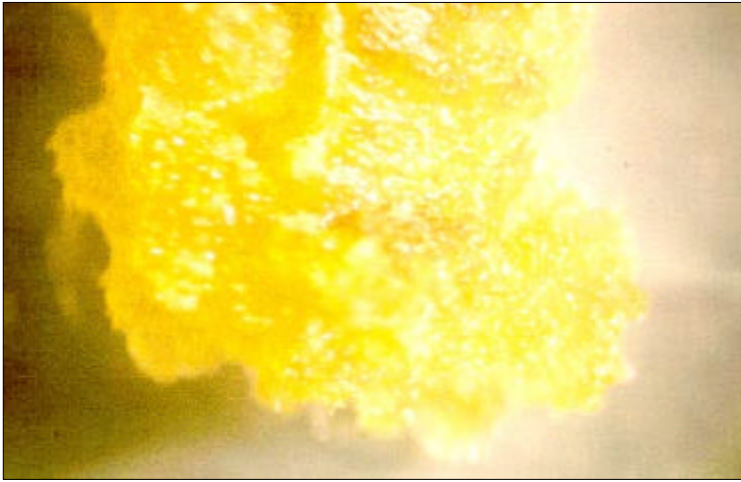
3-6A.



3-6B.



3-6C.



3-6D.



3-6E.

3)

가

가

8

4

2

6

가

0.5mg/ L 2,4-D

가

2,4-D가

가

2,4-D

가

2

3

가

(3-7A, 3-7B).

가

, 2

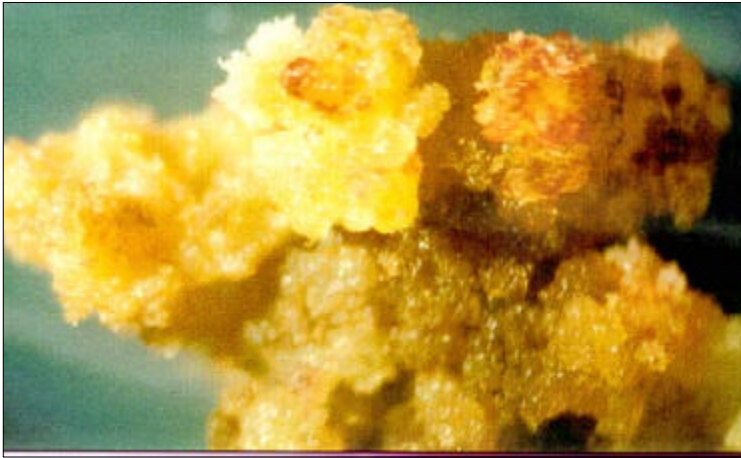
6

가

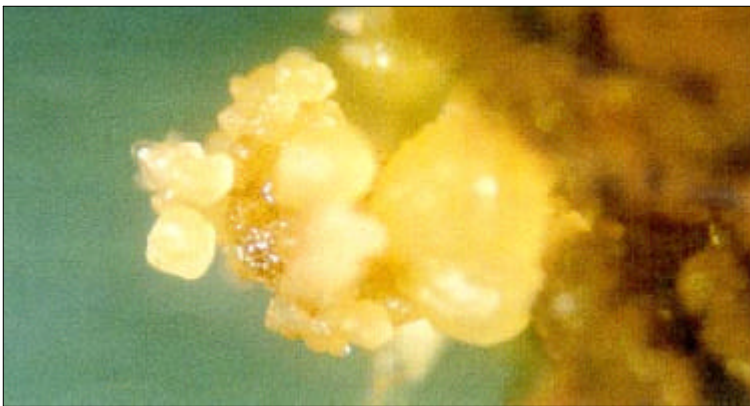
가

(3-7C).

(3-7D, 3-7E).



3-7A.



3-7B.

0.5mg/ L 2,4-D가 가 MS mB5 100%

0.5mg/ L NAA 가 , 2

6 MS mB5 31% 49%

2 14

가

2

가

2,4-D NAA 가 ,

2,4-D 가 ,

가 BA

2,4-D, BA, 2,4-D NAA . 2

mB5 0.1mg/ L NAA가 가

가

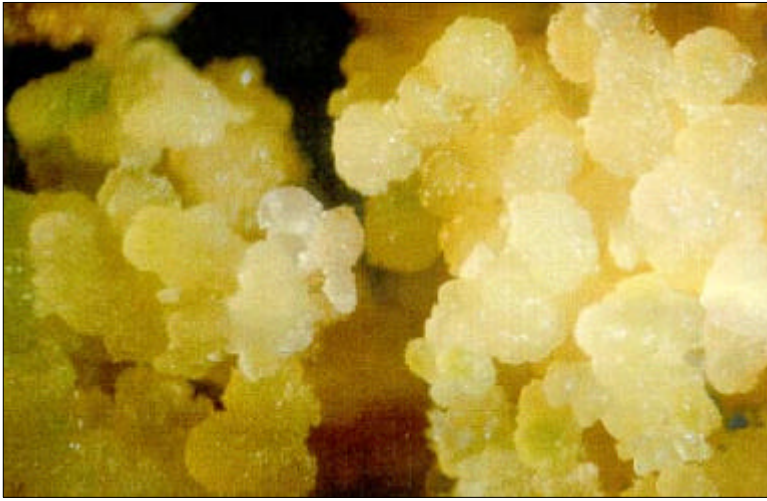
가 가 (),

가 가

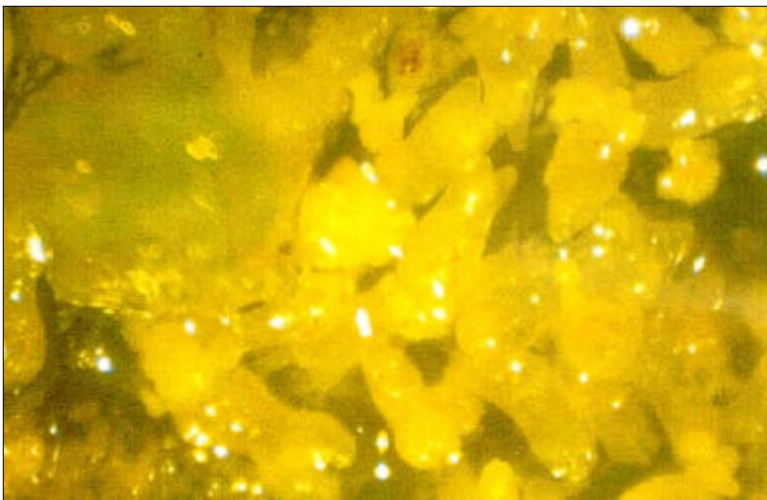
mB5 MS 4 6 (3-7F)

(peatmoss + perlite, 1:1 v/ v)

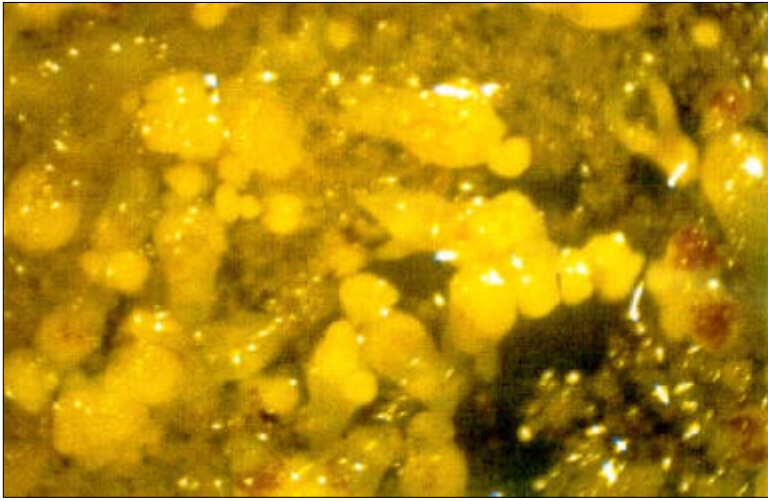
97% 2 15 25cm



3-7C.



3-7D.



3-7E.



3-7F.



3-7G.

4)

가)

20%

3-8A

1

2

4

8

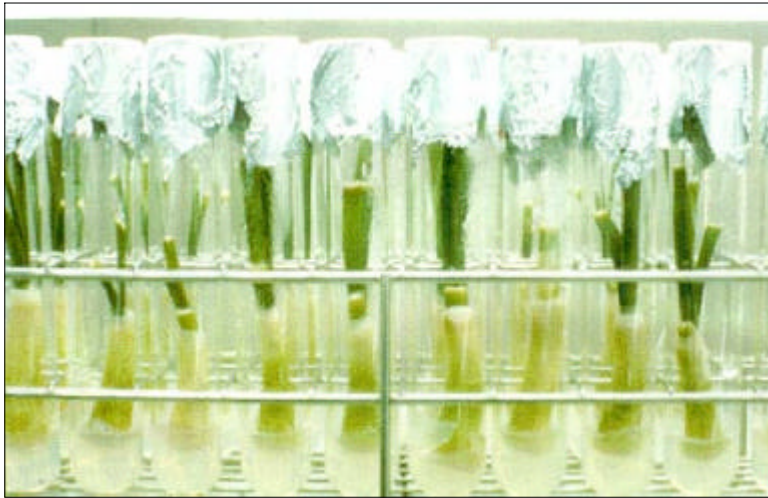
가 (3-8B),

(3-8C).

가 가

가

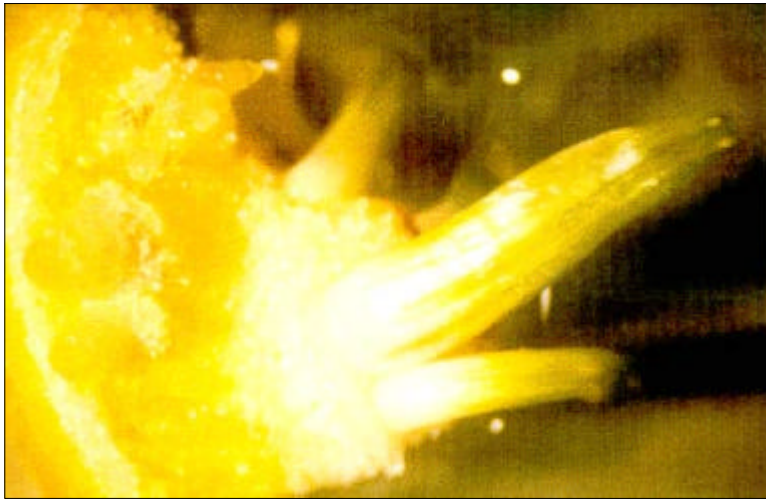
가 가 ,



3-8A. (2)



3-8B.



3-8C.

5)

가)

, 2 가 .
shoot
가 가 가

6.

4

1. 5 (, , , , ,)
4

2. 5 가 가 , 가

가 가 가 .
3. , 가 가 , 6

4. 가 ,

5. 가 가 가

6. , , , 가

가 .
7. 가 ,

5

1. Ada V, Altman A, Rabinwitch HD. 1994. *In vitro* Propagation and germplasm cold-storage of fertile and male-sterile *Allium trifoliatum* subsp. *hirsutum*. Gen Res Crop Evol 41 : 87-98
2. Choi SY, Paek KY, Jo. 1993. Plantlet Production through callus culture in *Allium sativum* L. J Kor Soc Hort Sci 34 : 16-28
3. Choi SY, Paek KY, Jo JT. 1992. Micropropagation through apical meristem flower stalk, and flower byd cultures in *Allium sativum* L. Kor J Plant Tiss Cul 19 : 337-342
4. Dunstan DI, Short KC. 1977. *In vitro* studies on organogenesis and growth in *Allium cepa* tissue cultures. Acta Hort 78 : 139-148
5. Dunstan DI, Short KC. 1979. Soot Production from the flower head of *Allium cepa* L. Sci Hort 10 : 345-356
6. Fujieda K, Matsuoka N, Fujita Y. 1979. Vegetative multiplication of onion, *Allium capa* L, through tissue culture. J Jap Soc Hort Sci 48 : 186-194
7. Havel L, Novak Fj. 1985. Meristem-tip nculture of *Allium cepa* L. Sci. Horticul 27 : 209-214
8. Kahane R, Rancillac M, Teyssendier deia SB. 1992. Long term multiplication of onion (*Allium cepa*)by cycic shoot regeneration *in vitro*. Plant Cell Tis Org Cul 28 : 281-288
9. Lee, E. M. and Lee, Y. B. 1994. Systematic propagation of high quality gaarlic (*Allium saativum* L.) through shoot apical meristem culture. I. Organogenesis from in vitro cultured shoot-tips. Kor J. Plant Tiss. Cul 21: 161-166.
10. Lee, E. M. and Lee, Y. B. 1994. Systematic propagation of high quality gaarlic (*Allium saativum* L.) through shoot apical meristem culture. II.

- Effect of sucrose concentration and nitrogen source on *in vitro* formation of bulblets. Kor J. Plant Tiss Cul 21: 193-199
11. Lee, E. M. and Lee, Y. B. 1994. Systematic propagation of high quality gaarlic (*Allium sativum* L.) through shoot apical meristem culture. III. Micropropagation by involucre culture. Kor J. Plant Tiss Cul 21: 277-280
 12. Min SR, Lee EM, Ra SW, Rho TH, Lee YB. 1991. Effects of low temperature treatment and medium composition on callus Proliferation and shoot differ-entiation of garlic (*Allium sativum* L.) seed bulbs. Kor J. Plant Tiss Cul 18 : 247-253
 13. Novak FJ, Havel L. 1981. Shoot Production from *in vitro* cultured flower heads of *Allium porrum* L. Biol Plant 23 : 2669-269
 14. Novak FJ, Havel L. 1981. Shoot Production from *in vitro* cultured flower heads of *Allium porrum* L. Biol Plant 23 : 2669-269
 15. Suh SK, Park HG. 1988. Somatic embryogenesis and plant regeneration from flower organ culture of Garlic (*Allium sativum* L.) Kor J Plant Tiss Cul 15 : 121-132
 16. Waliey DGA, Webb MJW, Boll CJ, Miller A. 1978. Production of virusfree garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*A. ascalonicum* L.) by meristem-tip culture. J Hort Sci 62 : 211-220
 17. Waliey DGA, Webb MJW, Boll CJ, Miller A. 1978. Production of virusfree garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*A. ascalonicum* L.) by meristem-tip culture. J Hort Sci 62 : 211-220
 18. Yang, S. G., et al. 1993. Production of virusfree microbulbs of garlic (*Allium sativum* L.) by *in vitro* culture of vegetative and floral buds in immature involucre. J Kor Soc Hort Sci 34 : 179-183
 19. Yang SG, Lee HS, Jeong WJ, Min SR, Liu JR 1993. Production of virusfree microbulbs of garlic (*Allium sativum* L.) by *in vitro* culture of vegetative and floral buds in immature involucre. J Kor Soc Hort Sci 34 :

179-183

20. . 4 . 1989. . . 369pp
21. . 1995. . . 45 : 40-43
22. , , . 1994. (*Pimpinella brachycarpa*)
. . 21(2) : 85-90.
23. , . 1993. embryogenic cell
GA3 ABA . 29:79-83
24. . 1994. (V). 314pp
25. . . 1993. 191pp
26. 4 . 1995. . . 268pp
27. , . 1990. 100 . . 237pp
28. , , . 1989.
(), pp 172-176
29. , , . 1990. (),

178-182

30. , , , . 1981. callus ,
callus . (4) : 3 22.
31. , , . 1979. (*Allium monanthum*) callus
. 2(1) : 13 16.
32. . 1985. . . 989pp
33. . 1994. . . 274pp
34. . 1990. . . 211pp
35. , , . 1992. (*Gentiana axillariflora* var *coreana*)
. 19(6) :

357 362.

36. , , . 1993. .
20: 15-19
37. . 1994. . . 418pp

4

1

WTO
가 , 2005
가

가

가 가

가

, 가

57%가

가

가

가

가

가

가가 가

가

1.

가 ,

,

가

가

가.

2.

2

1.

(1)

가 , (2)

가

2.

가.

1)

가

4-1

가

가

, 가

, 가 , 가

가

가

가

가

가

가

1,700

, m³ 가

4-1.

가

	9 5 6 , 3 4 0 / h a	1	
	515,200 /ha	1	
	2 3 6 , 8 4 0 / h a	5	
가	5 2 3 , 3 5 4 / h a	10	2
가	499,100 /ha	15	1

	2 5 , 7 4 2 / m 3	37,095 /m ³
	2 , 9 4 8 / m 3	9,902 /m ³
	22,529 /m ³	28,636 /m ³

	170,000 /m ³
가	48,000 /m ³
	80,000 /m ³

: (1993), (1996)

2)

가
가
20m × 20m Plot 2 , 3 , 7 , 8
Plot 1

1)

(1986)
ha
, ha

$$\ln D = a + b \times \ln T + c \cdot T$$

ha
가
ha

4-1
10cm , 20cm가 가 1.2m(4)가
가
20cm가 가 1.8m(6)가
가
가

2) 상수리나무 단목의 이용방법과 조제방법

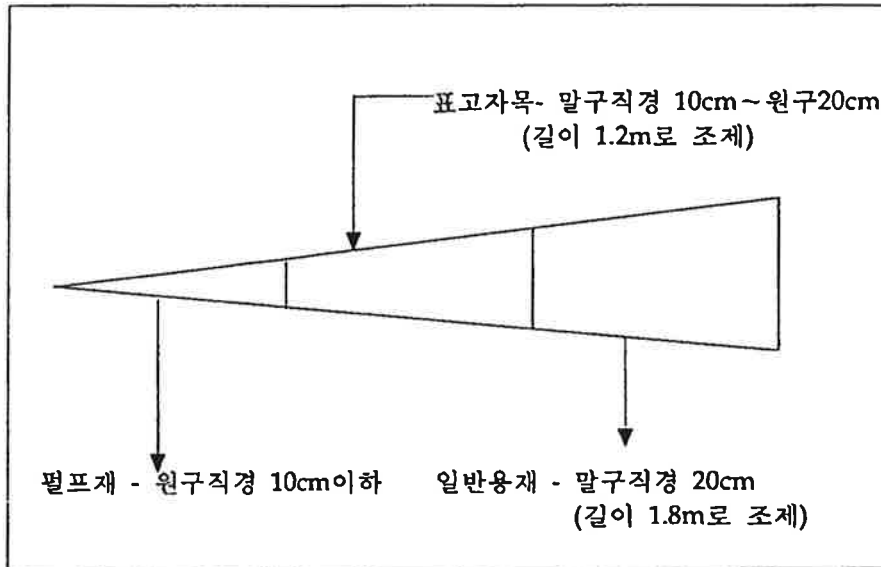


그림 4-1. 상수리나무 단목 이용방법

상수리나무 용도별 이용재적을 산출하기 위해서는 그림 4-1에서 보는바와 같이 표고자목과 용재는 말구직경과 용도별 이용 길이를 추정하여 말구직경자승법으로 이용재적을 산출하였으며, 펄프재 이용재적은 단목재적에서 자목과 용재로 이용할 수 있는 이용재적을 감하여 추정하였다.

다. 상수리나무 시업체계에 따른 용도별 생산의 투자효율 분석

1) 투자효율 분석 방법

상수리나무 생산의 투자효율 분석은 순현재가법과 내부투자수익율법을 이용하여 영급별로 분석하였다. 순현재가법은 입업장기이자율 3%를 적용하였으며, 영급별 시업체계에 따라 투입되는 비용과 수익의 흐름을 이자율로 할인하여 계산하였다. 내부투자수익율은 영급별 시업체계에 따라 투입되는 비용과 수익을 계산하여 내부투자수익율을 추정하였다.

상수리나무 용도별 생산에 따른 시업체계별 비용은 표 4-1에 나타난 자료를 활용하여 투자효율 분석에 필요한 비용을 산출하였다.

가 (Net Present Value): $NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t}$

(Internal Rate of Return): $0 = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t}$

4-2 t , Rt t , Ct t , i

2)

가)

. 20 , 40 60 가 ,

.

)

가 .

, 70% , 50%
 , 30% 가 3가
 가 .

3.

가.

4-3 .

4-3

D (cm), H (m), N ha
 , V ha (m³), T

4-3.

ha	$\ln D = 1.5935 + 0.4546 \ln T - 5.2911/T$
ha	$\ln H = 0.5827 + 0.5231 \ln D - 1.134*/D$
	$\log N = 4.0453 - 0.7797 \log T - 1.48*/T$
	$\ln V = 4.6003 + 0.2075 \ln T - 14.3116/T$

*: (6 , 1986)

4-2 4-3

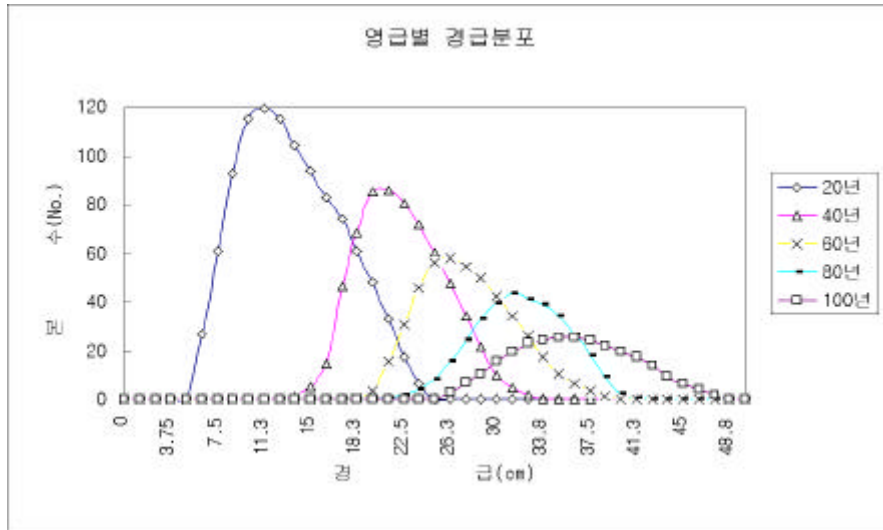
가 가
 가 가
 가 ha 가 가
 , bell

ha

ha

1)

1) , , , , , 1986. , . 33:14- 34.



4-2.

ha

4-2

가 가

4-4

가

가

ha

10cm

1

가

10cm

10 20cm

2 가

, 가

20cm

5

가

, 5

5

20cm

가 가

가 ha 가

가

4-4

(: / ha)

10cm	929	102	10	-	-	-	-
10 20cm	381	705	386	123	23	3	-
20cm	-	98	302	451	468	428	385
	1,310	905	698	547	491	431	385

1)

4-5

4-1

10cm , 20cm
 1.2m ,
 20cm가 1.8m

4-5.

1cm	0	0	19cm	6	0	37cm	5	6
3cm	0	0	21cm	6	1	39cm	5	6
5cm	0	0	23cm	6	1	41cm	4	7
7cm	0	0	25cm	5	2	43cm	4	7
9cm	0	0	27cm	5	3	45cm	4	8
11cm	1	0	29cm	5	3	47cm	4	8
13cm	3	0	31cm	5	4	49cm	4	9
15cm	4	0	33cm	5	4			
17cm	5	0	35cm	5	5			

4-5

19 23cm가

6

가 가 ,

가

가

4-5

가

가 .

가

가 ,

가

가

2)

4-6

$$, V = g * h * f$$

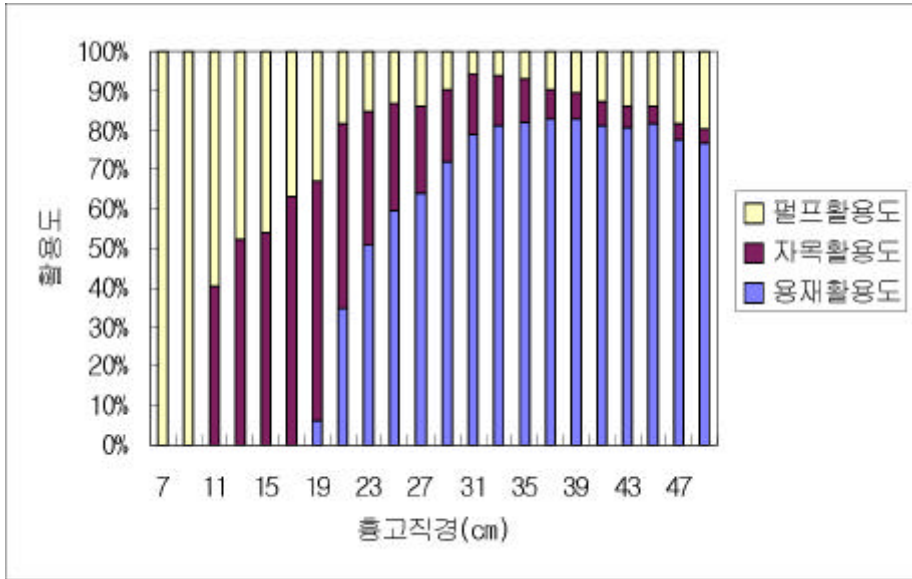
g

, h

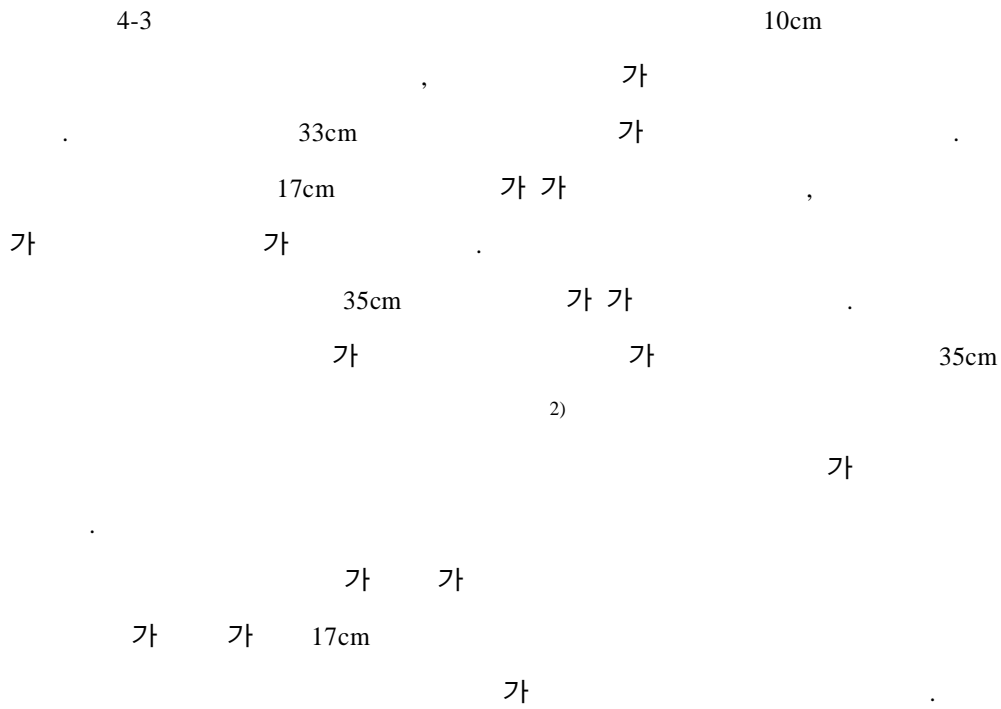
, f

4-6.

(cm)	(m)		(m ³)	(cm)	(m)		(m ³)
3	2.8	0.642	0.0013	27	19.5	0.322	0.3588
5	5.3	0.642	0.0066	29	20.3	0.316	0.4245
7	7.3	0.5905	0.0166	31	21.2	0.3105	0.4965
9	9.0	0.508	0.0292	33	22.0	0.3055	0.5749
11	10.6	0.4565	0.0459	35	22.8	0.301	0.6600
13	12.0	0.4215	0.0669	37	23.6	0.297	0.7523
15	13.3	0.396	0.0927	39	24.3	0.2935	0.8521
17	14.4	0.3765	0.1233	41	25.0	0.295	0.9748
19	15.6	0.361	0.1591	43	25.7	0.2925	1.0932
21	16.6	0.3485	0.2004	45	26.4	0.2855	1.2000
23	17.6	0.338	0.2471	47	27.1	0.283	1.3307
25	18.6	0.329	0.2996	49	27.8	0.281	1.4711



4-3



2) 6m $V = d^2 \times L \times 1/10,000 \text{ (m}^3\text{)}$

 6m $V = (d + (L' - 4) / 2)^2 \times L \times 1/10,000 \text{ (m}^3\text{)}$

L: L': m

19cm

가

3)

4-8

ha

4-8

3,522

가

34.14m³

가

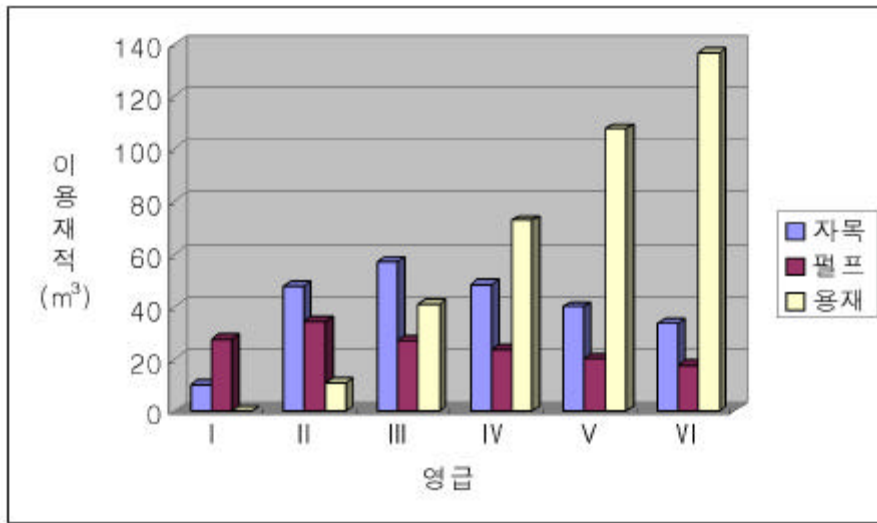
가

가

4-8.

(: , m³)

		730	3,282	3,522	3,160	2,587	2,191
		10.37	47.781	56.97	48.57	39.94	33.42
		-	-	-	-	-	-
		27.78	34.14	26.64	23.81	20.04	17.42
		0	113	442	788	1,144	1,381
		0	10.81	41.10	72.67	107.38	136.70



4-4.

4-4

3 56.97m³/ ha 가
 , 가 . 2
 34.14m³/ ha 가 가
 가 , 2 가 .

1)

가)

4-9

15 , 30 , 45

20%

가 .

)

4-10

4-9

가

가

4-9.

Cash flow

(: / ha, / m³)

	1	5	10	15	30	45
	1,471,540	-	-	-	-	-
	-	1,184,200	-	-	-	-
가	-	523,354	523,354	-	-	-
가	-	-	-	499,100	-	-
	-	-	-	346,224	644,222	821,543
	-	-	-	39,644	73,765	94,069

4-10.

(: / m³)

	859,746	2,089,053	2,808,643	3,270,190	3,770,728	4,225,018
	112,501	273,360	367,521	427,916	483,413	552,859
	972,247	2,362,413	3,176,164	3,698,106	4,254,141	4,777,877

2)

4-11

4-8

가

15 , 30 , 45 가 , 20% 가

가

3

5,987,796 / ha

2

1,638,687 / ha 가

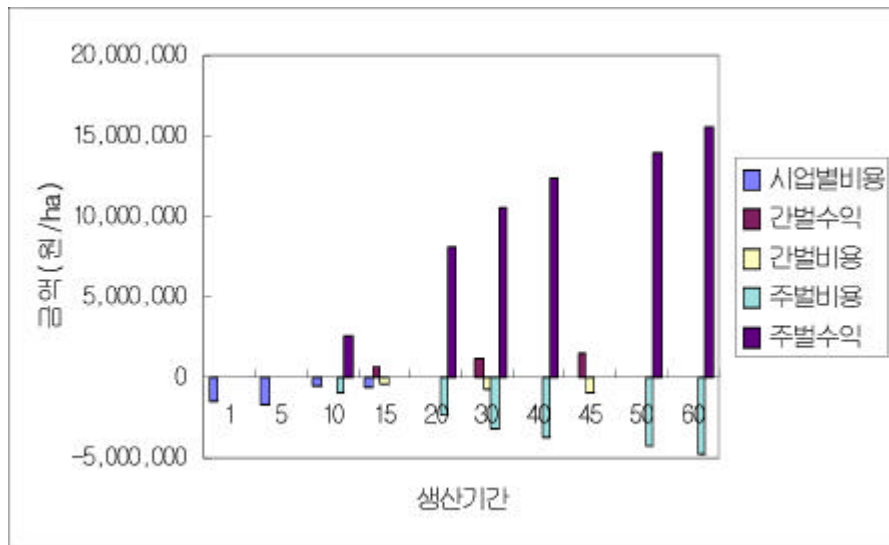
4-11.

(: / ha)

	1,240,233	5,578,563	5,986,796	5,372,684	4,397,437	3,724,704
	0	864,487	3,287,660	5,813,243	8,591,794	10,936,374
	1,333,557	1,638,684	1,277,028	1,142,668	962,139	835,943
	0	645,489	645,489	1,846,555	3,378,214	3,378,214
	2,573,790	8727223	11,196,973	14,175,150	17,329,584	18,875,235

가 가
가 가 가

4-5



4-5.

Cash Flow

3)

4-12

가 3% 15 ,
 30 , 45 , 가
 1 , 5
 가 5 10 , 가 15
 가 0 가

가 가 4-12 .

4-12.

	10					20			
		3%	- 9%	- 8%			3%	2%	2.5%
1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,877,341	- 1,856,935	1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712
2	- 236,840	- 223,244	- 286,004	- 279,820	2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428
3	- 236,840	- 216,742	- 314,290	- 304,153	3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929
4	- 236,840	- 210,429	- 345,374	- 330,601	4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565
5	- 760,194	- 655,750	- 1,218,197	- 1,153,414	5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901
10	- 972,247	- 723,443	- 2,496,679	- 2,238,197	10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843
10	2,573,790	1,915,141	6,609,357	5,925,088	15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040
가 (/ha)	- 1,773,088	71,472	- 238,032	15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	
				20	- 2,362,413	- 1,308,011	- 1,589,836	- 1,441,712	
				20	8,081,734	4,474,660	5,438,775	4,932,047	
				가 (/ha)	- 341,274	208,629.7	- 82,395		

30					40				
	3%	2%	2.5%		3%	2%	2.5%		
1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712	1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712
2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428	2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428
3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929	3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929
4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565	4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565
5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901	5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901
10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843	10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843
15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040	15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040
15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9
30	- 3,176,164	- 1,308,538	- 1,753,468	- 1,514,213	30	- 717,987	- 295,801	- 396,380	- 342,295
30	10,551,484	4,347,072	5,825,167	5,030,343	30	1,201,066	494,823.3	663,073.6	572,599.4
가 (/ha)	- 469,389	431,389.7	- 56,600	40	- 3,698,106	- 1,133,680	- 1,674,837	- 1,377,288	
				40	12,328,595	3,779,415	5,583,503	4,591,546	
				가 (/ha)		- 663,165	535,050.4	- 1,281,67	

50					60				
	3%	2%	2.5%		3%	2%	2.5%		
1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712	1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712
2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428	2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428
3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929	3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929
4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565	4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565
5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901	5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901
10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843	10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843
15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040	15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040
15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	15	645,489	4,143,14.8	479,607.8	445,687.9
30	- 717,987	- 295,801	- 396,380	- 342,295	30	- 717,987	- 295,801	- 396,380	- 342,295
30	1,201,066	494,823.3	663,073.6	572,599.4	30	1,201,066	494,823.3	663,073.6	572,599.4
45	- 915,613	- 242,123	- 375,582	- 301,396	45	- 915,613	- 242,123	- 375,582	- 301,396
45	1,531,659	405,029.8	628,281.6	504,182.9	45	1,531,659	4,050,29.8	628,281.6	504,182.9
50	- 4,264,141	- 972,681	- 1,584,247	- 1,240,619	60	- 4,777,877	- 810,964	- 1,45,621.2	- 1,085,933
50	13,950,371	3,182,178	5,182,952	4,058,752	60	15,497,021	2,630,357	4,723,217	3,522,219
가 (/ha)	- 936,497	477,789	- 321,505	가 (/ha)		- ,132,601	146,089	- 703,352	

4-13.

가(/ha)	- 1,773,089	- 360,947	- 489,063	- 663,167	- 934,217	- 1,326,602

4-13

4-12

4-13

가

가가 -360,947 / ha 가

가

가

4)

20

60 ,

40

가

,

100%

가

70%, 50% 30%

가

가)

4-14

20 , 40 , 60

4-14.

	()		(%)
1	20	15	100
			70
			50
			30
2	40	15 , 30	100
			70
			50
			30
3	60	15 , 30 , 45	100
			70
			50
			30

)

(1)

4-15

4-15

3가

가

4-15.

(: / ha)

			(%)	
1	20	8,727,223	100	6,949,829
			70	4,864,880
			50	3,474,914
			30	2,084,948
2	40	13,349,661	100	8,481,567
			70	5,937,097
			50	4,240,784
			30	2,544,470
3	60	17,028,680	100	10,998,893
			70	7,699,225
			50	5,499,446
			30	3,299,667

(2)

4-15

3가

4-16, 4-18, 4-20 .

,

.

4-16. 1

	20				20			
		100%				70%		
		3%	2%	2.5%		3%	6%	5.5%
1	-1,708,380	-1,658,621	-1,674,882	-1,666,712	-1,195,866	-1,161,035	-1,128,175	-1,133,522
2	-236,840	-223,244	-227,643	-225,428	-165,788	-156,271	-147,551	-148,953
3	-236,840	-216,742	-223,180	-219,929	-165,788	-151,720	-139,199	-141,187
4	-236,840	-210,429	-218,804	-214,565	-165,788	-147,300	-131,320	-133,827
5	-760,194	-655,750	-688,531	-671,901	-532,135.8	-459,025	-397,643	-407,155
10	-523,354	-389,425	-429,333	-408,843	-366,347.8	-272,597	-204,567	-214,471
15	-884,968	-568,027	-657,544	-611,040	-619,477.6	-397,619	-258,486	-277,484
15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	645,489	414,315	269,340	289,136
20	-2,362,413	-1,308,011	-1,589,836	-1,441,712	-1,653,689	-915,607	-515,628	-566,767
20	8,081,734	4,474,660	5,438,775	4,932,047	8,081,734	4,474,660	2,519,923	2,769,844
가 (/ha)	-341,274	208,629.7	-82,395	가 (/ha)	1,227,801	-133,306	35,614	
(%)	2.36%			(%)	5.61%			

	20							
		50%				30%		
		3%	8.5%	8%		3%	12.5%	12%
1	-854,190	-829,311	-787,272	-790,917	-512,514	-497,586	-455,568	-457,602
2	-118,420	-111,622	-100,592	-101,526	-71,052	-66,973	-56,140	-56,642
3	-118,420	-108,371	-92,712	-94,006	-71,052	-65,023	-49,902	-50,573
4	-118,420	-105,215	-85,449	-77,336	-71,052	-63,129	-44,357	-45,155
5	-380,097	-327,875	-252,782	-258,688	-228,058.2	-196,725	-126,556	-129,406
10	-261,677	-194,712	-115,736	-121,207	-157,006.2	-116,827	-48,349	-50,552
15	-442,484	-284,014	-130,152	-139,489	-265,490.4	-170,408	-45,369	-48,504
15	645,489	414,315	189,864	203,485	645,489	414,315	110,306	117,928
20	-1,181,206	-654,005	-231,063	-253,426	-708,723.8	-392,403	-67,209	-73,471
20	8,081,734	4,474,660	1,580,920	1,733,921	8,081,734	4,474,660	766,398	837,807
가 (/ha)	2,273,850	-24,974	100,811	가 (/ha)	3,319,901	-16,746	43,830	
(%)	8.39%			(%)	12.36%			

4-17. 1

		가	
		(/ha)	(%)
20	100%	- 341,275	2.36
	70%	1,227,800	5.61
	50%	2,273,850	8.39
	30%	3,319,900	12.36

4-17 1 20

가 -341,275 / ha , 2.36%

3%

가 가

30% 가

3,319,900 / ha 12.36%

4-18. 2

	40				40			
		100%				70%		
		3%	2%	2.5%		3%	4%	3.5%
1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712	- 1,195,866	- 1,161,035	- 1,149,871	- 1,155,426
2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428	- 165,788	- 156,271	- 153,280	- 154,765
3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929	- 165,788	- 151,720	- 147,385	- 149,531
4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565	- 165,788	- 147,300	- 141,716	- 144,475
5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901	- 532,135.8	- 459,025	- 437,377	- 448,044
10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843	- 366,347.8	- 272,597	- 247,491	- 259,711
15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040	- 619,477.6	- 397,619	- 343,974	- 369,760
15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	645,489	414,315	358,417	385,286
30	- 717,987	- 295,801	- 396,380	- 342,295	- 502,590.9	- 207,061	- 154,958	- 179,062
30	1,201,066	494,823.3	663,073.6	572,599.4	1,201,066	494,823	370,311	427,914
40	- 3,698,106	- 1,133,680	- 1,674,837	- 1,377,288	- 2,588,674	- 793,576	- 539,192	- 653,828
40	12,328,595	3,779,415	5,583,503	4,591,546	12,328,595	3,779,415	2,567,911	3,113,864
가 (/ha)	- 663,165	535,050.4	- 128,167		가 (/ha)	942,349	- 18,605	412,462
(%)	2.40%				(%)	3.98%		

	40				40			
		50%				30%		
		3%	5.5%	5%		3%	7%	7.5%
1	- 854,190	- 829,311	- 809,659	- 813,514	- 512,514	- 497,586	- 478,985	- 476,757
2	- 118,420	- 111,622	- 106,395	- 107,410	- 71,052	- 66,973	- 62,060	- 61,484
3	- 118,420	- 108,371	- 100,848	- 102,296	- 71,052	- 65,023	- 58,000	- 57,194
4	- 118,420	- 105,215	- 95,591	- 97,424	- 71,052	- 63,129	- 54,205	- 53,204
5	- 380,097	- 327,875	- 290,825	- 297,816	- 228,058.2	- 196,725	- 162,602	- 158,856
10	- 261,677	- 194,712	- 153,194	- 160,647	- 157,006.2	- 116,827	- 79,814	- 76,178
15	- 442,484	- 284,014	- 198,203	- 212,842	- 265,490.4	- 170,408	- 96,226	- 89,727
15	645,489	414,315	289,136	310,491	645,489	414,315	233,955	218,153
30	- 358,993.5	- 147,901	- 72,030	- 83,063	- 215,396.1	- 88,740	- 28,296	- 24,603
30	1,201,066	494,823	240,987	277,900	1,201,066	494,823	157,781	137,187
40	- 1,849,053	- 566,840	- 217,196	- 262,650	- 1,109,432	- 340,104	- 74,088	- 61,484
40	12,328,595	3,779,415	1,448,155	1,751,224	12,328,595	3,779,415	823,308	683,243
가 (/ha)	2,012,692	- 65,663	201,953		가 (/ha)	3,083,038	120,768	- 20,904
(%)	5.38				(%)	7.49%		

4-19. 2

		가	
		(/ha)	(%)
40	100%	- 663,167	2.40
	70%	942,349	3.98
	50%	2,012,693	5.38
	30%	3,083,037	7.49

4-19 40

가
 .
 -663,165 / ha , 2.40% .
 가
 , 3%
 가 . 30% 가
 3,083,037 / ha 7.49%

4-20. 3

	60				60			
	100%				70%			
		3%	2%	2.5%		3%	3%	3.5%
1	- 1,708,380	- 1,658,621	- 1,674,882	- 1,666,712	- 1,195,866	- 1,161,035	- 1,161,035	- 1,155,426
2	- 236,840	- 223,244	- 227,643	- 225,428	- 165,788	- 156,271	- 156,271	- 154,765
3	- 236,840	- 216,742	- 223,180	- 219,929	- 165,788	- 151,720	- 151,720	- 149,531
4	- 236,840	- 210,429	- 218,804	- 214,565	- 165,788	- 147,300	- 147,300	- 144,475
5	- 760,194	- 655,750	- 688,531	- 671,901	- 532,135.8	- 459,025	- 459,025	- 448,044
10	- 523,354	- 389,425	- 429,333	- 408,843	- 366,347.8	- 272,597	- 272,597	- 259,711
15	- 884,968	- 568,027	- 657,544	- 611,040	- 619,477.6	- 397,619	- 397,619	- 369,760
15	645,489	414,314.8	479,607.8	445,687.9	645,489	414,315	414,315	385,286
30	- 717,987	- 295,801	- 396,380	- 342,295	- 502,590.9	- 207,061	- 207,061	- 179,062
30	1,201,066	494,823.3	663,073.6	572,599.4	1,201,066	494,823	494,823	427,914
45	- 915,613	- 242,123	- 375,582	- 301,396	- 640,929.1	- 169,486	- 169,486	- 136,299
45	1,531,659	405,029.8	628,281.6	504,182.9	1,531,659	405,030	405,030	325,721
60	- 4,777,877	- 810,964	- 1,456,212	- 1,085,933	- 3,344,514	- 567,675	- 567,675	- 424,534
60	15,497,021	2,630,357	4,723,217	3,522,219	15,497,021	2,630,357	2,630,357	1,967,104
가 (/ha)	- 1326601	146,089	- 703,352	가 (/ha)	254,736	254,736	- 315,582	
(%)	2.08%				(%)	3.22%		

	60				60			
	50%				30%			
		3%	4.5%	4%		3%	6%	5.5%
1	- 854,190	- 829,311	- 817,407	- 821,337	- 512,514	- 497,586	- 483,504	- 485,795
2	- 118,420	- 111,622	- 108,441	- 109,486	- 71,052	- 66,973	- 63,236	- 63,837
3	- 118,420	- 108,371	- 103,771	- 105,275	- 71,052	- 65,023	- 59,657	- 60,509
4	- 118,420	- 105,215	- 99,302	- 101,226	- 71,052	- 63,129	- 56,280	- 57,354
5	- 380,097	- 327,875	- 305,009	- 312,412	- 228,058.2	- 196,725	- 170,418	- 174,495
10	- 261,677	- 194,712	- 168,501	- 176,780	- 157,006.2	- 116,827	- 87,671	- 91,916
15	- 442,484	- 284,014	- 228,641	- 245,696	- 265,490.4	- 170,408	- 110,780	- 118,922
15	645,489	414,315	333,537	358,417	645,489	414,315	269,340	289,136
30	- 358,993.5	- 147,901	- 95,851	- 110,684	- 215,396.1	- 88,740	- 37,503	- 43,218
30	1,201,066	494,823	320,685	370,311	1,201,066	494,823	209,118	240,987
45	- 457,806.5	- 121,062	- 63,161	- 78,376	- 274,683.9	- 72,637	- 19,956	- 24,687
45	1,531,659	405,030	211,314	262,218	1,531,659	405,030	111,275	137,658
60	- 2,388,938	- 405,482	- 170,305	- 227,093	- 1,433,363	- 243,289	- 43,451	- 57,704
60	15,497,021	2,630,357	1,104,767	1,473,153	15,497,021	2,630,357	469,782	623,879
가 (/ha)	1,308,960	- 190,086	175,734	가 (/ha)	2,363,188	- 72,941	113,223	
(%)	4.24%				(%)	5.80%		

4-21. 3

		가	
		(/ha)	(%)
60	100%	- 1,326,602	2.09
	70%	254,736	3.22
	50%	1,308,961	4.24
	30%	2,363,187	5.80

4-21 60

가가 -1,326,602 / ha , 2.09%

가

가

4.

가

가 ,

가

가 19 23cm

가 , 17cm 63%

가

가

가

3

3,522 ,

56.97m³/ ha

가

2

34.14m³/ ha

가

가

가

가

1

2

3

가

가

3

1.

(1)

, (2)

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		-				○... ○...	...× ...×	— —	— —	— —	— —	■ ■	■ ■		
		- - / -			○...	○... ○... ○... ○...	...× ...× ...× ...×	— — — —	○... ...× x— ○...	— — — —	■ ■ ○ —	— — — —	■ ■ ■ ■		
		-				○... ○	...××	— — —	— — —	— — —	— — —	■ ■	■ ○		
		- - - -	○	○... ...× ○... x—	x— — — —	— ○— — —	— — — —	— — — —	— — — —	■ ■ ○ —	■ ■ ■ ■		
		-				○... ○...	...× ...×	— —	— —	— —	— —	■ ■	■ ○		
		- - - -		○... ○... x—	x— — — —	— ○— — —	— — — —	— — — —	— — — —	■ ■ ○ —	■ ■ ■ ■		

4-6.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-				○... ○...	...× ...×					■ ■	■ ■	
	- - -		○... ○	...×	○... ○	×... ...×	■ ■ ■	○ ■	○ ■	○... ○... ...×	× ■	■ ■	■ ■
					○... ○	...× ○	■ ○	■ ○	■ ○	■ ○	■ ○	○	
	- -				○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○	

4-6. ()

1) 가

4-22. 가 (: / 10a)

	가 (/kg)	가		
	763	114,183	130,730	244,913
	506	127,660	211,233	338,893
	1,702	91,031	176,207	267,238
	391	219,392	240,826	460,218
	315	324,878	254,016	578,894
가	464	288,343	242,074	530,417
	1,046.6	92,677	46,874	139,551
	1,034.5	108,450	63,530	171,980

4-22 가 가
 가 , 가 가
 , 4-23
 10a 1ha

4-23. (: / ha)

		2,803,610	2,449,130	354,480
		2,488,780	1,395,510	1,093,270
		2,785,070	1,719,800	1,065,270
		3,242,490	3,388,930	- 146,440
		2,952,530	2,672,380	280,150
		8,005,280	4,602,180	3,403,100
		7,013,250	5,788,940	1,314,310
	가	7,168,800	5,304,170	1,864,630
		33,500,000	20,233,900	12,266,100
		55,250,000	30,470,000	24,780,000
		11,725,000	7,058,190	4,666,810

: (1993)

2)

4-24

20

4-34 가가 가
 50,629,535 / ha 가 ,

73.95%

가 368,663,827 / ha

81.33%

4-24.

(: / ha, %)

		가(/ha)	(%)
		5,273,767	14.47
		16,265,097	44.36
		15,848,528	61.94
		- 2,178,657	- 4.32
		4,167,925	10.48
		50,629,535	73.95
		19,553,614	22.70
	가	27,740,986	35.15
		197,366,069	65.56
		368,663,827	81.33
		69,430,348	66.12

가 50%

20

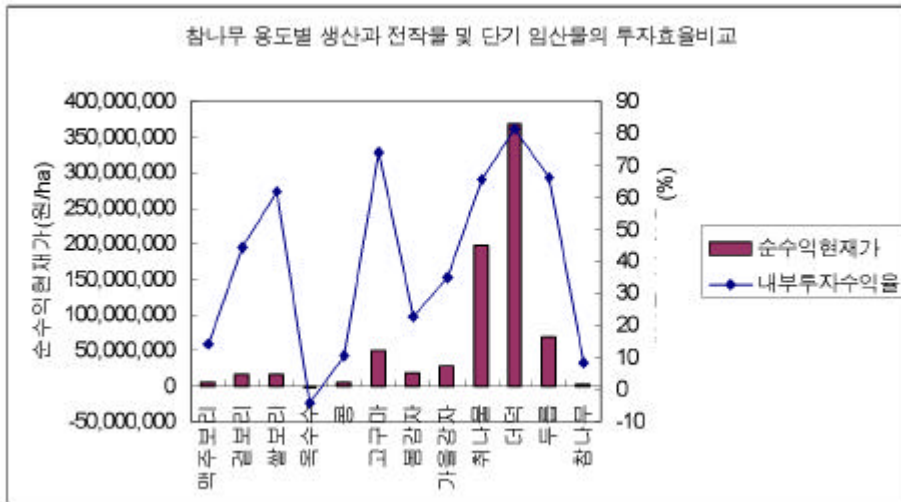
가

4-7

가가 2,273,800 / ha,

8.39%

가



4-7.

가

가

4.

가

가

가

가

가

8%

4

Simulator

1.

... , 2

가

(1)

, (2)

(Distance-independent growth model)

(3)

가

... ,

,

가,

.

2.

가.

1)

1

20 × 20m Plot 13

13

2)

4-25.

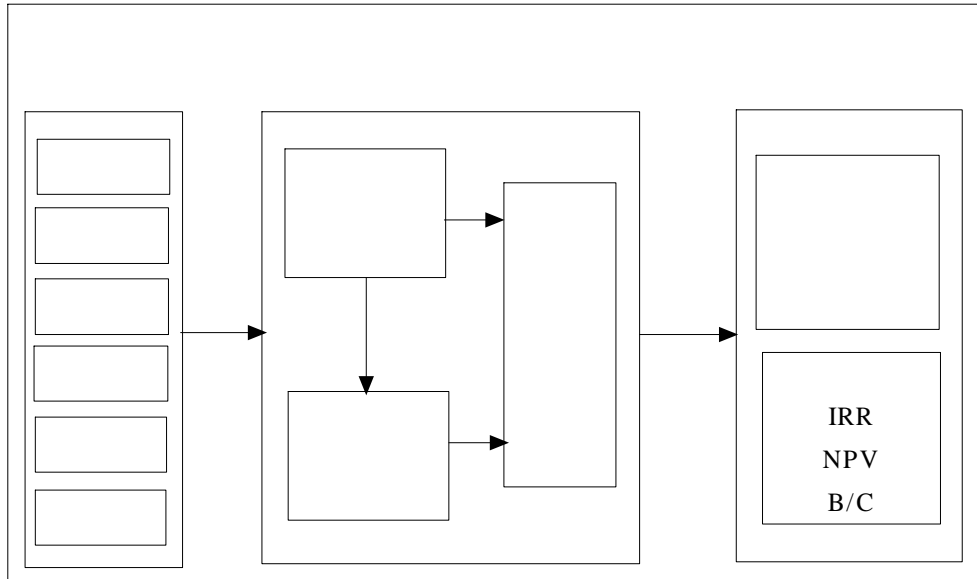
	956,340 /ha	1
	515,200 /ha	
	236,840 /ha	2 5 (4)
가	523,354 /ha	15 (1)
	25,742 /m3	37,095 /m3
	2,948 /m3	9,902 /m3
	22,529 /m3	28,636 /m3
		가
	1,700 /	
	50,000 /m3	
	80,000 /m3	

* (1994), (1997)

가

4-8

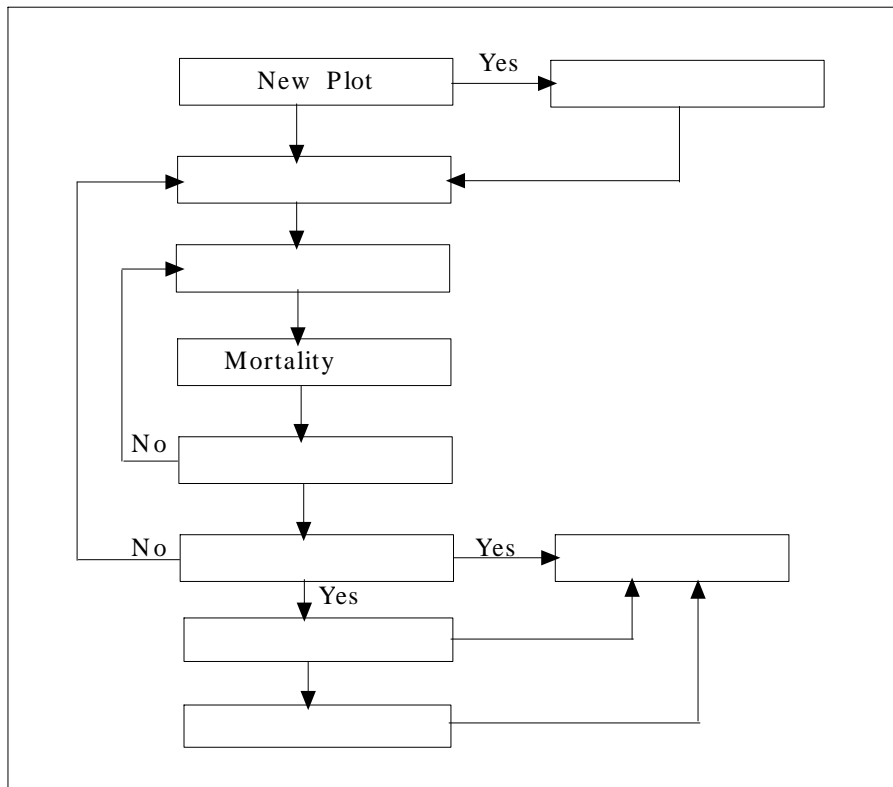
, ha , ,
Spreadsheet ,



4-8

4-9

Simulator
ha , 가



4-9

1) (Potential Growth)

$$PG = a + b * DBH^c + d * SI * CR * DBH^e$$

(Hahn, Terold T., and Gray J. Brand et al., 1979)

*PG= DBH= SI= CR= a,b,c,d,e=

2) (Crown Ratio)

가

1.....10% 1 , 11.....20% 2, , 91.....100% 10

10

$$CR = \frac{a}{(1 + b * AV10BA)^c} + c * [1 - \exp(- d * DBH)]$$

(Hahn, Terold T., and Gray J. Brand et al., 1979)

* CR= , AV10BA= 10 , DBH= a,b,c,d=

3) (Modifier)

가 가

$$MOD = 1 - \exp[- (X1)(X2)(X3)]$$

$$X1 = a * (1 - \exp(b * DBH / AD)^c + d)$$

$$X2 = e * (1 + AD)^f$$

$$X3 = \sqrt{\frac{MBA - BA}{BA}}$$

(David W. Hann and David R. Larsen. 1991)

* MOD= DBH= AD= MBA=

BA= a,b,c,d,e,f=

4)

$$DBH_2 = PG * MOD + DBH_1$$

(Hahn, Terold T., and Gray J. Brand et al., 1979)

* DBH1= DBH2= PG=
 MOD=

5) (Mortality Probability)

가 (, 1986)

Modifier DGRO PG

$$Mortality = [1 + \exp(a + b * DGRO^c + d * DBH)]^{-1} + e$$

(Hahn, Terold T., and Gray J. Brand et al., 1979)

* Mortality= DBH= DGRO= a,b,c,d,e=

6)

4-26

가 , /

4-26

가 (Net Present Value)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t}$$

(Internal Rate of Return)

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t}$$

/ (Benefit-Cost Ratio)

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

* R = , C = , t = , i =

Secant

Secant

4-10

가

4-10

$Y=f(X)$

가

(P_0, P_1)

X

$Y=f(X)$

P_2

(P_1, P_2)

X

P_3

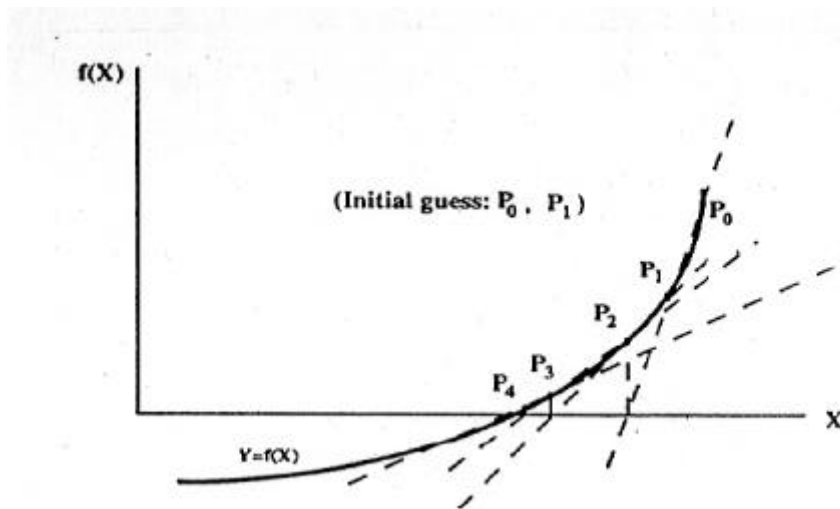
$f(X)=0$

X

가

$$X_{n+1} = X_n - \frac{f(X_n)}{\text{Slope}}$$

Slope



4-10 Secant

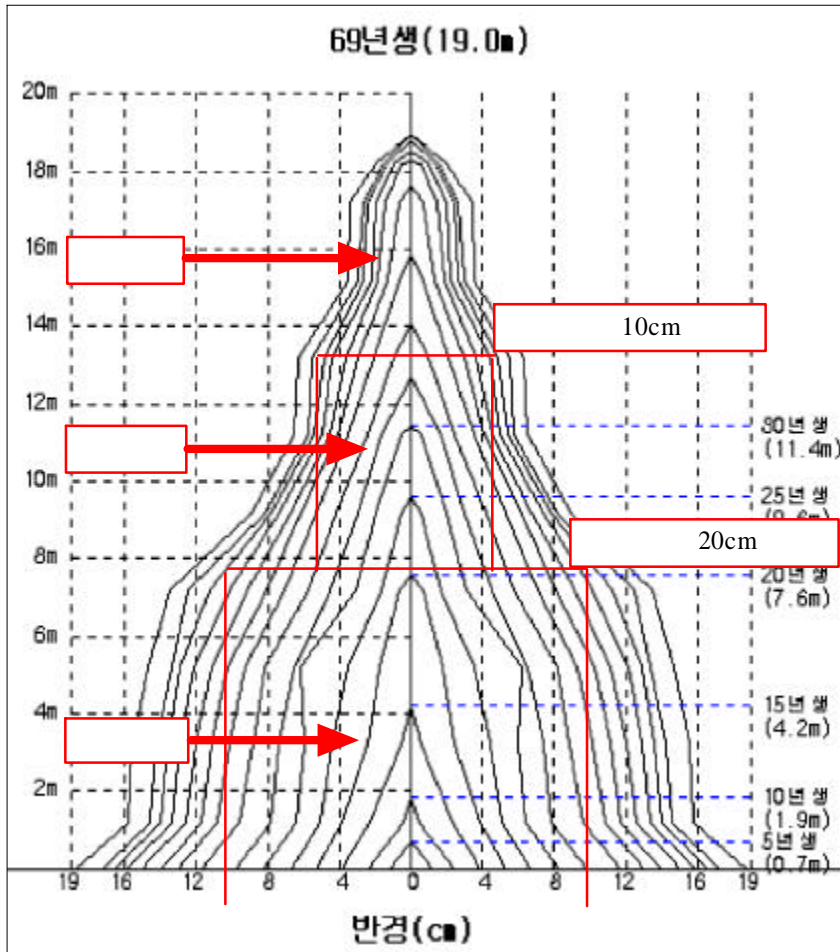
4-11

10cm가

20cm가

20cm

가



4-11

1)

2)

3)

가

가

$$\% \quad \left(\frac{\quad}{\quad} * 100 \right)$$

100%

80%, 60%, 40%

가

4)

25

20

10%

20%, 30%, 40%

3.

가.

1)

가)

(Potential Growth)

4-27

4-27.

$$PG = a + b * DBH^c + d * SI * CR * DBH^e$$

a	b	c	d	e	R2
0.45	-0.00347	1.48	-2.19	-11.45	0.45348

* PG= DBH= SI= CR= a,b,c,d,e=

) (Crown Ratio)

4-28.

$$CR = \frac{a}{(1 + b * AV10BA)^c} + c * [1 - \exp(-d * DBH)]$$

a	b	c	d	R2
4.28	5.86	16.13	-0.00405	0.68135

* CR= , AV10BA= 10 , DBH= a,b,c,d=

) (Modifier)

4-29.

$$MOD = 1 - \exp[-(X1)(X2)(X3)]$$

$$X1 = a * (1 - \exp(b * DBH / AD)^c + d) \quad X2 = e * (1 + AD)^f \quad X3 = \sqrt{\frac{MBA - BA}{BA}}$$

a	b	c	d	e	f	R2
0.347	-0.00192	-0.00192	1.29	2.176	0.719	0.64248

* MOD= DBH= AD= MBA=
BA= a,b,c,d,e,f=

가 X2

X1

$$DBH_2 = PG * MOD + DBH_1$$

* DBH1= DBH2= PG= MOD=

) (Mortality Probability)

가 (, 1986) ha

PG Modifier DGRO

4-30.

Mortality = $[1 + \exp(a + b * DGRO^c + d * DBH)]^{-1} + e$					
a	b	c	d	e	R2
-2.381	325.77	13.625	0.611	0.012	0.500

* Mortality= DBH= DGRO= a,b,c,d,e=

2)

가

4-11

10cm가

20cm

가

4-31 4-32

4-31. 10cm

$$H_1 = a + b * DBH + c * DBH^2 + d * DBH^3$$

a	b	c	d	R2
- 0.203558	0.0750068	0.029475	- 0.0006048	0.975167

*H1= 10cm DBH= a,b,c,d=

4-32. 20cm

$$H_2 = a + b * DBH + c * DBH^2$$

a	b	c	R2
- 0.0117102	- 0.284917	0.018930	0.988595

*H2= 20cm DBH= a,b,c=

4-31 4-21

6 (120cm)

20cm가

8 (180cm)

가 ,

가

1) Worksheet



4-12. Worksheet

Worksheet

Plot

, Plot

가

2)

단위별공급계획서
File - 데이터 - 간별 - 인쇄

공고직급생성 간별목 선정 최종년도생성 끝내기

년간 직결생결과 입목 분수

구분	0년 공고직급	수량	TRFAC	1년 공고직급	수량	TRFAC	경 품
1	12.15	4	25	12.59	5	24.54	
2	12	4	25	12.44	5	24.53	
3	11.85	4	25	12.29	5	24.51	
4	11.7	5	25	12.14	5	24.49	
5	11.55	5	25	11.99	5	24.47	
6	11.4	5	25	11.84	5	24.45	
7	11.25	5	25	11.69	5	24.42	
8	11.1	5	25	11.54	5	24.40	
9	10.95	5	25	11.39	5	24.37	
10	10.8	5	25	11.24	5	24.34	
11	10.65	5	25	11.09	5	24.30	
12	10.5	5	25	10.94	5	24.27	
13	10.2	5	25	10.64	5	24.18	
14	10.05	5	25	10.49	5	24.13	

4-13.

4-13

Spreadsheet

Spreadsheet

1

Tree

Factor

“ ”

4-14

“ ”

4-20

가,

3)

구분	홍고직경	수고	홍고단면적	입목재적
1	20.71	13.98	0.0337	0.1666
2	20.56	13.96	0.0332	0.1640
3	20.43	13.94	0.0328	0.1617
4	20.28	13.92	0.0323	0.1591
5	20.13	13.89	0.0318	0.1564
6	20.00	13.87	0.0314	0.1542
7	19.85	13.85	0.0309	0.1517
8	19.70	13.83	0.0305	0.1492
9	19.57	13.80	0.0301	0.1469
10	19.42	13.78	0.0296	0.1444
11	19.27	13.75	0.0291	0.1419
12	19.14	13.73	0.0288	0.1398
13	18.84	13.68	0.0279	0.1403
14	18.71	13.65	0.0275	0.1380
15	18.56	13.63	0.0270	0.1356
16	18.28	13.57	0.0262	0.1310
17	18.13	13.54	0.0258	0.1286

4-14.

4-14

Spreadsheet

“ ”

5 “ ”

4-15

4)

구분	5년 휴고적량	수고	재적	TRFAC	10년 휴고적량
1	14.32	12.58	0.0824	23.07	16
2	14.17	12.53	0.0804	23.01	16
3	14.03	12.48	0.0785	22.95	16
4	13.88	12.43	0.0765	22.91	16
5	13.73	12.38	0.0746	22.85	15
6	13.59	12.33	0.0728	22.79	15
7	13.44	12.28	0.0709	22.72	15
8	13.29	12.22	0.0690	22.64	15
9	13.15	12.17	0.0672	22.56	1
10	13	12.11	0.0701	22.47	15
11	12.85	12.06	0.0681	22.36	
12	12.7	12	0.0662	22.27	14

4-15.

4-15

5

Tree Factor

Spreadsheet

“ ” 5

, Tree Factor

,

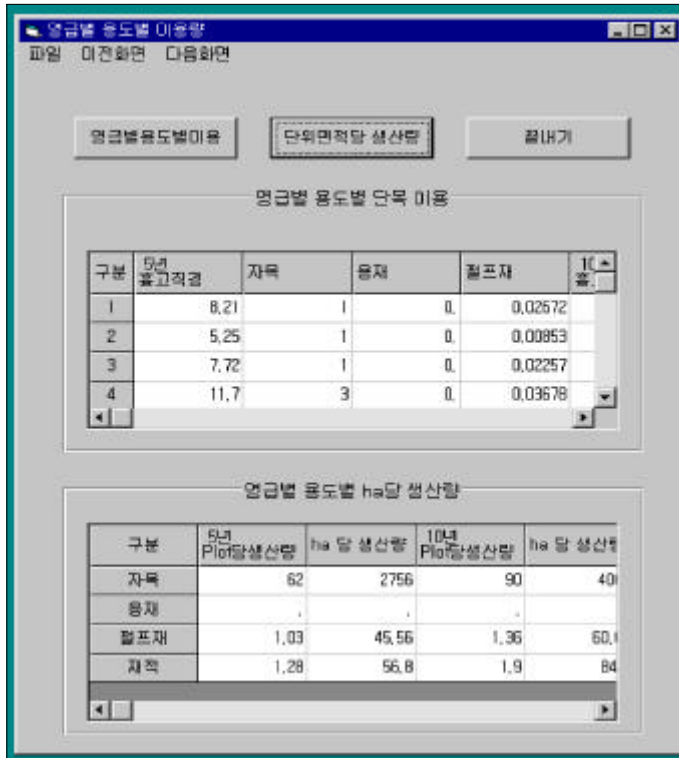
(ha)

가 “ ”

4-16

가

5)



4-16

4-16

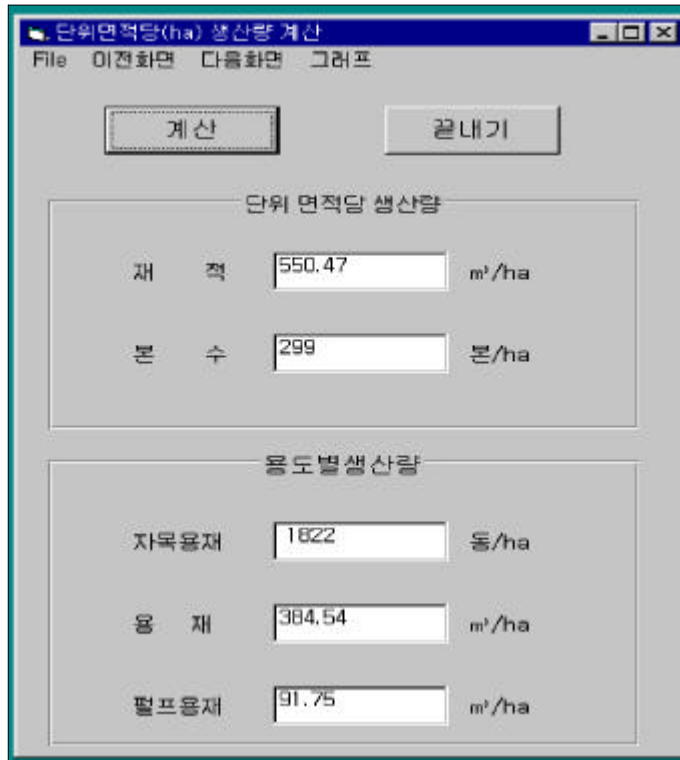
(ha)

5

“ ”
 , “
 ” Spreadsheet

” 4-17 가 .

6) ha



4-17. ha

4-17

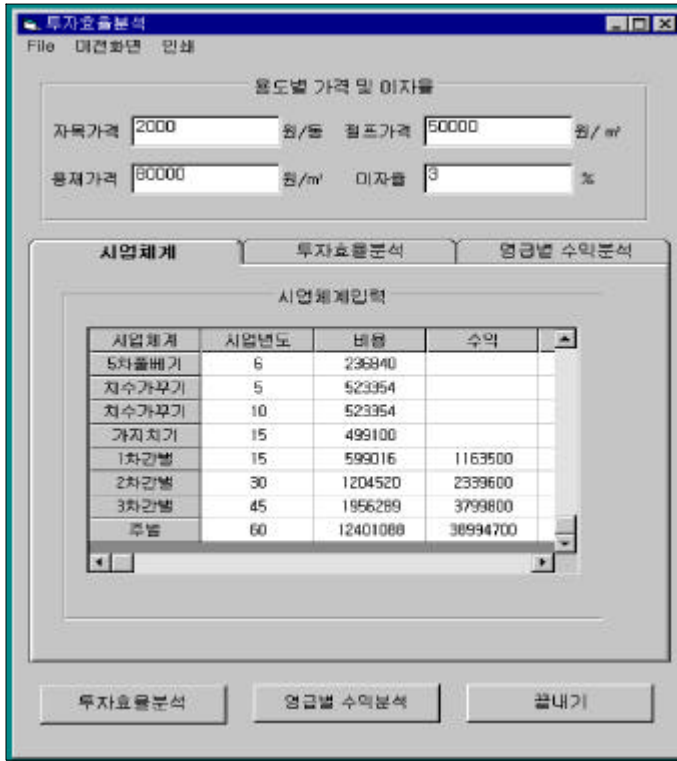
ha

“ ” ha

4-18

가

7)



4-18.

4-18

가

Spread sheet

ha

4-19

가

8)

투자효율분석

File | 편집화면 | 인쇄

용도별 가격 및 이자율

자목가격 2000 원/동 필드가격 50000 원/m²

용제가격 80000 원/m² 이자율 3 %

시업체계 | 투자효율분석 | 영급별 수익분석

용도별수익

자목용제 3,644,000 원/ha

용 제 30,763,200 원/ha

필드제 4,587,500 원/ha

총수익

46,297,600 원/ha

총비용

16,160,913 원/ha

투자수익률

순수익현재가 5,881,279 원

내부투자수익률 4.66 %

수익/비용률 2.66 %

투자효율분석 | 영급별 수익분석 | 끝내기

4-19.

4-19

4-18

가 , /

9)

구분	10년산고	수관율	TRFAC
1	16.47	5	21.60
2	16.32	5	21.54
3	16.18	5	21.48
4	16.03	5	21.40
5	15.88	5	21.34
6	15.74	5	21.27
7	15.59	5	21.19
8	15.44	5	21.10
9	15.30	5	21.00
10	15.15	5	20.90
11	15.00	5	20.78
12	14.85	5	20.66

4-20 Plot

4-20 4-13 “ ”

가 Grid

“ ”

가 가

ha Tree Factor 가

Plot

10)

간벌후 년도별 재적계산

년도별 재적생장 끝내기

구분	TRFAC	11년사종고적결	수관률	TRFAC	12년사종고적
25	17.63	13.36	5	17.35	13.6
26	17.27	13.23	5	16.99	13.6
27	16.86	13.09	5	16.58	13.5
28	16.43	12.94	5	16.15	13.3
29	15.98	12.79	5	15.70	13.2
30	15.50	12.64	5	15.22	13.0
31	14.98	12.49	5	14.70	12.9
32	14.47	12.34	5	14.19	12.7
33	6.03	12.19	5	05.91	12.6
34	0	12.04	5	00.00	12.4
35	0	11.89	5	00.00	12.3
36	0	11.74	5	00.00	12.1
37	0	11.59	5	00.00	12.0
38	0	11.44	5	00.00	11.8
39	0	11.29	5	00.00	11.7
40	0	11.14	5	00.00	11.5
41	0	10.99	5	00.00	11.4

4-21

4-21
Spreadsheet

Tree Factor

Tree Factor 0가

4-18

가 가 1 가
 가 가 . 가
 8.06cm , Plot 가 20m × 20m, Plot 56 ,
 20 가 4-25

25 가 ,

1)

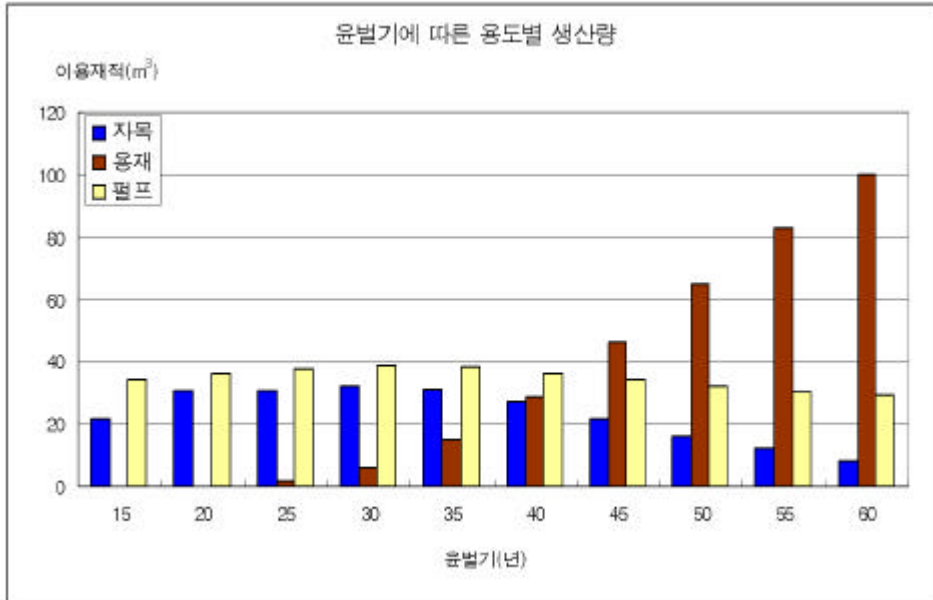
4-33. (: / ha, m³/ha)

15	2,184	0	34.31
20	2,615	0	35.96
25	3,052	1.47	37.81
30	3,214	6.04	38.77
35	3,117	15.17	38.11
40	2,707	28.86	36.33
45	2,156	45.98	34.16
50	1,626	64.62	32.01
55	1,218	82.94	30.25
60	817	99.7	28.94

4-33

4-22

30 3,214 / ha ,
 가 가 . 가 30
 88.77m³/ ha 가 , 가



4-22.

2)

가)

4-34 .
 가 , 가 15
 가 534,388 / ha, 4.86%, / 1.18

가

가

4-34.

		가 (/ha)	(%)	/
15		534,388	4.68	1.18
20		95,780	3.23	1.03
25		18,448	3.03	1.01
30		- 203,498	2.35	0.87
35		- 469,952	2.01	0.78
40		- 773,870	1.76	0.70
45		- 1,027,946	1.63	0.65
50		- 1,206,257	1.60	0.61

)

가

3%

3%

4-35.

		가 (/ha)	(%)	/
25		18,448	3.03	1.01
		- 428320	2.14	0.89

)

가 4-36

4-25

가 60%

가 1,590,036 / ha 가 ,

7.458% 3.4%, / 1.83

83% 가 .

4-36.

			가 (/ha)	(%)	/
25	100%		18,448	3.03	1.01
	80%		542,309	4.11	1.18
	60%		1,066,743	5.50	1.44
	40%		1,590,036	7.46	1.83

)

4-37 4-23

가 ,

10% 가 .

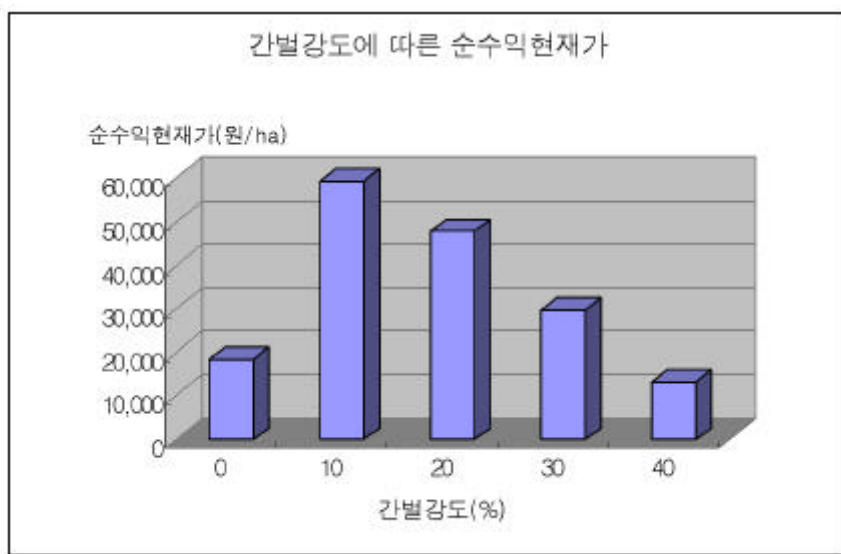
가 10% 가

59,495 / ha, 3.11%, / 1.017

가 41,047 / ha, 0.08%,
 / 0.012가 가 .

4-37.

		가 (/ ha)	(%)	/
25	0%	18,448	3.03	1.0053
	10%	59,495	3.11	1.0172
	20%	47,732	3.09	1.0138
	30%	29,795	3.06	1.0086
	40%	13,185	3.026	1.0038



4-23.

가

5

가 30
3,214 / ha 가 가
가 30 88.71m³/ ha
가
가
25 가
10% 가 가
가

6

1. . 1990. ().
. 449pp.
2. . 1991.
12
3. . 1968. . 15:16-18
4. , . 1970.
. 17:9-27.
5. . 1995. . 12:46 47
6. , . 1992. . 15(3):71-82
7. , . 1992. . 15(2):51-64
8. . 1994.
9. . 1995. . - 2000
. pp296
10. . 1988.
11. . 1984. . 63:61-68.
12. , , , . 1993. -
(4-). 91-99.
13. , , , . 1994. -
(4-). 39-55.
14. . 1986.
22:42-51.
15. . 1981. (. .). 1362pp.
16. . 1994.
17. . 1995.
18. , . 1993. I.B.R.D.

- . 59:9-14.
19. . 1987. ,
34:1-11.
 20. , , , , , . 1986. ,
. 33:13 34.
 21. , . 1990. .
26:42-54.
 22. . 1987. .
35:28-32
 23. , . 1990. (). - ,
, . 41:103-113.
 24. , , , . 1988. .
. 30:7-26.
 25. , , . 1994. 가() - ,
, . 50:96-111.
 26. . 1976. .
. 32:9-15.
 27. . 1991. UR . 304:30-33
 28. , . 1994. -
. 463-517.
 29. , . 1988. () -
. 213-262.
 30. David W. Hann and Chao-Huan Wang. 1990. Mortality Equations for Individual Trees in the Mixed-Conifer Zone of Southwest Oregon. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Covalis, Oregon. Research Bulletin 67. 17p.
 31. David W. Hann and David R. Larsen. 1991. Diameter Growth Equations for Fourteen Tree Species in Southwest Oregon. Forest Research

- Laboratory, Oregon State University, Covalis, Oregon. Research Bulletin 69. 18p.
32. Gary J. Brand. 1981. "Grow"-a computer subroutine that projects the growth of trees in Lake States forests. U.S.D.A Forest Service, Research Paper nc-207, 11p. U.S.D.A. Forest Service, North Central Experiment Station, St. Paul, Minnesota.
 33. Hahn, Jerold T., Gary J. Brand., et al. 1979. A Generalized Forest Growth Projection System. Applied To the Lake States Region. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. NC-49, 96p. North Cent. For. Exp. Stn., St. Paul, Minnesota.
 34. Hann, D. W., D.K. Walters et J. A. Scrivani. 1987. Incorporating crown ratio into prediction equations for Douglas-fir stem volume. Can. J. For. Res. 17:17-22.
 35. Robert A. Monserud. 1976. Simulation of Forest Tree Mortality. Forest Science 22:438-444.
 36. Schultz, T. W. 1951. "A Framework for Land Economic: The Long View " Journal of Farm Economics. 33:2

5

(, ,)

1

2 3

가

, 가

가

24% 46 2 ha

, 가

, 가

가

가

가

가

가

,

.

가

.

,

가 가

가,

,

,

,

,

,

,

2

--- 1

1.

가

가

가.

-

-

-
-

1)

2)

가

3)

1995 7 23 7 25 ,
1995 7 26 7 28

3

가 가

가

가

가 가

1)

1995 10 19 1995 11 30

가

(), (),

(), (),

가 , ,

, , .

150 .

2)

가 가

가 가

3)

373

194

146

340 .

29.7%

가

가

5-1.

(: , %)

	750	78	10.4	212	31.5
	750	164	21.9	161	27.5
	1500	242	16.1	373	29.7

)

,
가 가

2.

가.

(David Richardo)

가

(, 1991).

2 9 “

가
 가
 가
 가
 가 15%
 가 30,000m2
 - 3 가 100
 30%

가
 가
 가
 ()

1)

가)

가

가

가

가

가

)

가

가

가

가

가

가

가

가

가

)

24%

가 가 “

” “ ”

가 ,

가,

)

3D

. 1985

5-2

. 1996

64,600ha

1,985 ha 3.2%

5 2000

6.2% 121,900ha가

10 2004

7.4% 144,900ha가

3 9 ha

, 3 7

ha가

(, 1995).

23 12 , 50%

22 11 , 50%가

가

가

가

5-2.

(: 100ha, %)

	85	90	91	92	93	94	95
	2144	2109	2091	2070	2055	2033	1985
	1325	1345	1335	1315	1298	1267	1205
	820	764	756	755	757	765	779
	20.2	40.4	67.5	68.9	66.5	62.5	64.6
	41.0	12.4	24.0	31.0	30.3	31.4	33.5
	16.1	28.0	43.5	37.9	36.2	31.4	31.1
(%)	0.9	1.9	3.2	3.3	3.2	3.0	3.2
	0.3	0.9	1.8	2.4	2.3	2.4	2.6
	2.0	3.7	5.8	5.0	4.8	4.1	4.1

: , 1997,

가

가

.1)

5-3.

(: , %)

가			
	3	11	14(31.1)
	12	4	16(35.6)
	3	4	7(15.6)
	4	3	7(15.6)
	0	0	0
	1		1(2.2)
	23(51.1)	22(48.9)	45(100)

1) 가

)

가

()

GNP

(,), (,),
(, 1993).

가 가

가

2)

가) 2)

(1)

(가)

0.3%, 2.4% 3).

13.8%, 30.4%,

21.6%가

2)

3)

가

5-4.

(: ha, %)

	(A)			(B)			(C)		
	2147.3	1802.0	345.3	2140.2	1797.5	342.7	7.1	4.5	2.6
B/ A				99.6	99.8	99.2			
C/ A							0.3	0.3	0.8
	1184.6	557.0	627.6	1156.6	554.6	602.0	28.0	2.4	25.6
B/ A				97.6	99.6	95.9			
C/ A							2.4	0.4	4.1

: (, 1993;
1995)

5-5.

(: , , %)

	(A)		(B)		(C)	
	2000	279300	2000	38500	2000	17200
	66.7	9310	66.7	1283.3	66.7	573.3
1(%) (B/ A), (C/ A)	-	-	100	13.8	100	6.2
2 (C/ B, %)	-	-	-	-	100	44.7
	1	28	1	14	1	9
	3.3	93.3	3.3	46.7	3.3	30.0

5-6.

(: , , %)

	(A)		(B)		(C)	
	18090	20400	5500	4410	2500	2910
	1391.5	1569.2	423.1	339.2	192.3	223.8
1(%) (B/ A), (C/ A)	-	-	30.4	21.6	13.8	14.3
2 (C/ B,%)	-	-	-	-	45.5	66.0
	11	12	4	7	2	5
(%)	84.6	92.3	30.8	53.8	15.4	38.5

()

가

가

()

가 72.8%

가

가 85.7%

가

가

)

가

가

5-7.

(: ha, %)

		6.4 (100)	0.4 (6.3)	2.4 (37.5)
		1.9 (100)	0.4 (21.1)	
		4.5 (100)		2.4 (53.3)
				3.6 (56.3)
				1.5 (78.9)
				2.1 (46.7)

: (: 가) , 1993)

1)

가)

95.2%가

54.1%

5-8.

(: , %)

				()
		180	95.2	5
		9	4.8	
		189	100	
		100	54.1	9
		85	45.9	
		185	100	
		91	91.9	97
		8	8.1	
		99	100	

91.9%

가 1501-3000 가 55%
 가 1500 가 1ha
 25%

5-10.

(: , , %)

			()
0-500	11	16	77
501-1000	13	19	
1001-1500	7	10	
1501-3000	21	30	
3000-	17	25	
	69	100	
	196,625		
	1435		
	2849		

3)

가)

가

가

가

가

, 가 54.6%

)

가 66.9%

33.1%

가

가

. 53%가
69.9%가 .

5-11.

(: , %)

				()
		61	34.3	16
	/	7	3.9	
	/	102	57.3	
	/ /	1	0.6	
	/			
	/ /	4	2.2	
	/	3	1.7	
		178	100.0	
		24	25.5	100
	가	35	37.2	
		1	1.1	
	가	25	26.6	
		9	9.6	
		94	100.0	
		5	5.2	98
		12	12.5	
	/	7	7.3	
	/ /	27	28.1	
		8	8.3	
		2	2.1	
		9	9.4	
		26	27.1	
		96	100.0	

4)

, 57.3%가

가

50 500
50 , 100
1000
100 가 55.8% 100
가 19.3% ,
가
2)
가 - -
가 가
, , ,
, .
50%
, “
”(19.7%) 가 “ ”(17.7%),
“ ”(16.5%), “
”(5.1%) “ ”(48.1%)
.
3) 가 가
가) 가 가
가
83.6%, 88.3%가
가 . 가

() ,

)

26.4% , 500 32.2% 가 , 2000
500 1000 , 1000 2000
가

가

21% 16% 25.2% 가 , 가
가

)

1995 2004 15

‘ ’ 32%, ‘ ’ 19%

가

가

14

200 10 100 가 (63.9%)

가

5-12.

(: , %)

				()
	1-99	2	1.4	6
	100-199	19	13.6	
	200-299	4	2.9	
	300-399	8	5.7	
	400-499	12	8.6	
	500-999	30	21.4	
	1000-1999	28	20.0	
	2000-	37	26.4	
		140	100	
		14	10.7	49
	1	15	11.5	
	2	5	3.8	
	가	33	25.2	
		6	4.6	
		16	12.2	
	(,)			
		21	16.0	
	/	16	12.2	
		5	3.8	
		0	0	
		131	100	

가

가 가

1

1996 3.2% 64,600ha
 24%

4,672,000ha
 가 16.7%

가 50.4%
 77.9%, 가 가 45.7%

가
 가 가

1.

.
 .
 , 1974 1995 22 1 .

가.

1)

, 가 .
 = f(가 , ,)
 , 가
 .

2)

1 1977-1995 19
 . 5-13 .

5-13.

	1 (kg)	1 가 ()	()	가 (/ kg)	
1974	9.7	8,663	34,692	11.9	0
1975	12.9	8,353	35,281	13.4	0
1976	13.8	10,847	35,849	15.6	0
1977	18.6	12,540	36,412	16.0	0
1978	21.0	15,040	36,969	15.7	0
1979	22.3	16,074	37,534	12.6	0
1980	26.9	13,630	38,124	12.1	0
1981	24.6	13,837	38,723	9.1	0
1982	16.6	14,987	39,326	11.2	0
1983	20.2	17,231	39,910	16.9	0
1984	19.1	19,182	40,406	13.9	0
1985	21.6	20,830	40,806	12.7	0
1986	25.1	24,284	41,214	14.1	0
1987	25.9	28,106	41,622	18.5	0
1988	26.6	32,101	42,031	15.7	0
1989	36.0	34,923	42,449	16.5	0
1990	38.5	41,727	42,869	17.0	0
1991	40.7	47,380	43,268	18.5	0
1992	51.6	51,219	43,663	18.3	1
1993	58.6	55,650	44,056	17.2	1
1994	60.6	61,385	44,453	16.8	1
1995	63.0	66,456	44,851	16.3	1

가) 1

1 < + - > 가
 .
 .
) 가
 가 가
 가 가 가 가 .
 가 가

가 . 가 가
가
「 」 , 가
「 」 .

) 1 가
1 가 가 가
. 가

)
1992
가 '92

3)
2010 .

가) 가
10 가 가 2% .
가
가 가 가
가 가 가
가 가 3%, 2%, 1% .

)

(1) 1 가

1 가 GDP 가 가
 , KDI (1997) GDP 가 1990-2000 7.2%,
 2000-2010 5.5% 가 ,
 5.5% 가 가 .

(2)

.

(3)

가 가

.

.

1)

가 가

$$= f(\text{가}, \text{가}, \text{가})$$

.

2)

5-14 .

가)

「 」 .

) 가

가 .

5-14.

	(kg)	가 (/ kg)	(9295)	(7479)
1974	337,290	11.9	0	1
1975	455,613	13.4	0	1
1976	496,033	15.6	0	1
1977	677,716	16.0	0	1
1978	776,428	15.7	0	1
1979	838,777	12.6	0	1
1980	1,027,382	12.1	0	0
1981	950,827	9.1	0	0
1982	652,842	11.2	0	0
1983	805,483	16.9	0	0
1984	770,000	13.9	0	0
1985	880,000	12.7	0	0
1986	1,033,519	14.1	0	0
1987	1,079,816	18.5	0	0
1988	1,117,247	15.7	0	0
1989	1,529,815	16.5	0	0
1990	1,648,447	17.0	0	0
1991	1,760,597	18.5	0	0
1992	2,254,164	18.3	1	0
1993	2,580,152	17.2	1	0
1994	2,693,968	16.8	1	0
1995	2,824,381	16.3	1	0

)

1980

가

,

1990

1975

1979 ,

1992

1995

.

3)

가

가

2010

가) 가

가

)

가 가

$$\begin{aligned}
 t &= 0.1 \times t-1 + 0.27 \times \\
 t-2 + 0.3 \times & \quad t-3 + 0.2 \times \quad t-4 + 0.13 \times \quad t-5 \\
 , t & \quad , \quad t \quad 2) \\
 &= t \quad / t \\
 &= 1/
 \end{aligned}$$

2)

가 가 . 1 2-4

가 가 .

, 1 10%, 2 27%, 3 30%, 4 20%, 5

13% (, 1997).

2.

가.

1)

가 가
 1996 2,757 , 10,944 .
 , , , ,
 가 92% ,
 ('96) 90% (, 1997), 1994

5-15.

(:)

1975	446	332	0
1980	1,027	696	0
1985	880	659	2
1990	1,648	1056	329
1995	2,824	727	495
1996	3,404	356	840

5-16.

, , 가

	()	()	가()	()	()	가()
1993	2,059	384	15,640	3,721	97	4,580
1994	2,199	413	15,960	3,539	94	5,230
1995	1,899	363	16,668	6,613	176	4,123
1996	1,872	358	21,750	10,941	291	4,625

가

, 1988

가 1996 840

2)

가)

81,921,000m³

72%, 70%, 20 가 가 600m
 2,064,000m³ , 가 가 10).
 가 1,515,000m³ (10).

5-17.

(: ha, m³)

		I		II		III		IV		V		VI	
1,693	81,921	180	-	622	20,912	638	35,477	173	15,848	63	7,588	18	2,096
231	9,743	12	-	94	3,059	110	5,551	13	911	1	139	1	82
426	29,601	66	-	112	6,518	123	9,237	81	8,202	36	4,520	9	1,123
191	7,928	10	-	57	1,047	109	5,401	13	1,212	2	235	-	34
109	3,920	13	-	45	882	48	2,735	3	261	-	43	-	-
107	4,551	9	-	40	952	44	2,311	8	599	4	487	2	202
108	3,539	14	-	41	783	46	2,155	3	174	4	331	1	96
336	15,271	32	-	160	5,956	102	5,265	35	3,193	6	703	1	154
172	6,148	24	-	72	1,693	54	2,661	15	1,042	5	385	3	368
12	1,220	-	-	1	23	3	160	2	255	5	745	-	37

)

가 가 1992

1996 152,000m³

가 (42%)

(11,848,000m³, 14.5%).

2.6% 36.1% 가

.

가가

가 , 가

5-18.

	(m ³)	(%)	ha	(%)	()	(%)
	81,921	100.0	1693	100.0	3,403.8	100.0
	9,743	11.9	231	13.6	116.8	3.4
	29,601	36.1	426	25.2	87.5	2.6
	7,928	9.7	191	11.3	460.1	13.5
	3,920	4.8	109	6.4	1,310.0	38.5
	4,551	5.6	107	6.3	280.7	8.2
	3,539	4.3	108	6.4	460.2	13.5
	15,271	18.6	336	19.8	273.4	8.0
	6,148	7.5	172	10.2	346.0	10.2
	1,220	1.5	12	0.7	53.7	1.6

: , 1996,

.

1)

가)

가 -0.9167 , 1 가

0.9330 가 1%
 0.9167% , 1 가 1%
 0.933% 가 . 가
 가 .

$$DCOM = 29.5357 - 1.8161 * POM + 0.00099 * PDII$$

(1.9282) (-1.2020) (8.4929)

D-W = 1.8899 R2 = 0.9304 R2 Adjusted = 0.9227

Sample Period : 1974 - 1995

Estimate Method = 2SLS

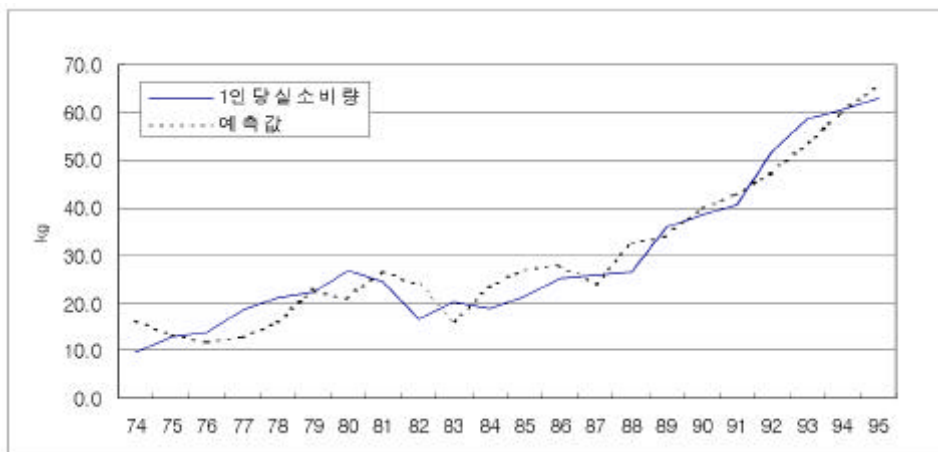
가 : -0.9167, : 0.9330

DCOM : 1

POM : 가

PDII : 1 가 (90)

() t



5-1.

1995 1 65.8kg , 가 3%
 가 2010 1995 30% 가 84.5kg, 가 2% 가
 38% 가 90.8kg, 가 가 1% 46% 가
 96.3kg .

5-19. 1

	1 가 3%		2 가 2%		3 가 1%	
	가 (/ kg)	1 (kg)	가 (/ kg)	1 (kg)	가 (/ kg)	1 (kg)
2000	18.9	72.6	18.0	74.2	17.2	75.8
2005	22.0	80.6	19.9	84.3	18.1	87.7
2010	25.5	84.5	22.0	90.8	19.0	96.3

2)

$$QOM = -204611 + 90319* POM + 1326340D9295 - 499445D7479$$

(-0.389) (2.617) (6.133) (-2.015)

D-W= 1.3669 R2 = 0.8799 R2 Adjusted = 0.8574

Sample Period : 1975 - 1995

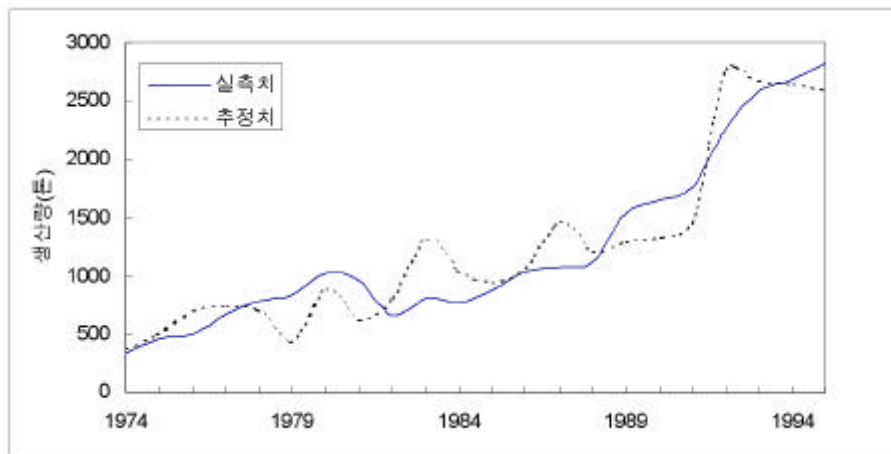
Estimate Method = 2SLS

QOM :

POM : 가 (90)

D9295 : (92-95=1), D7479 ; (74-79=1)

() t



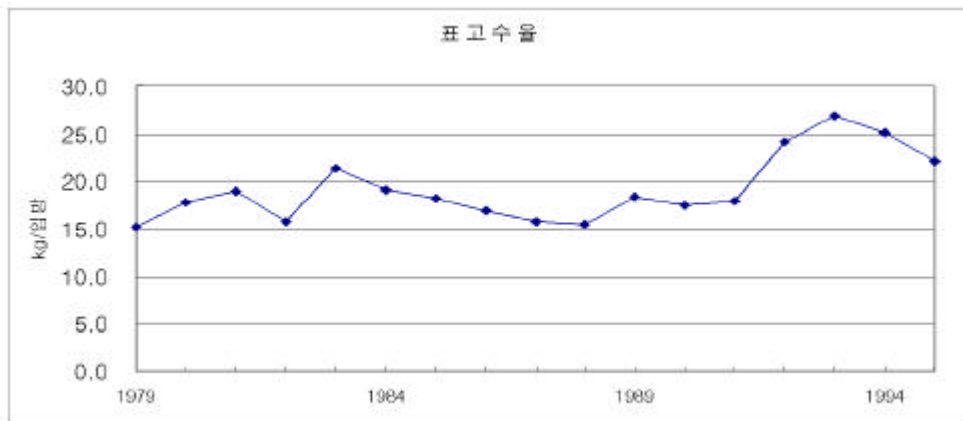
5-2.

가 3% , 2010 1995
 2,824 21% 가 3,400 , 가 2%
 , 10% 3,100 , 가 1%
 1995 .

5-20.

	1 가 3%		2 가 2%		3 가 1%	
	가 (/ kg)	(kg)	가 (/ kg)	(kg)	가 (/ kg)	(kg)
2000	18.9	2,833,254	18.0	2,751,768	17.2	2,673,415
2005	22.0	3,105,855	19.9	2,921,423	18.1	2,752,567
2010	25.5	3,421,875	22.0	3,108,737	19.0	2,835,756

1980 5 6 m³ , 1990 1980
 2 10 3 m³ 가 1m³
 가 1992 17.5kg , 1992
 24.5kg . 1992
 . 1992-1995 0.04094m³ .



5-3.

5-21.

	(kg)	(m ³)	(m ³)	(m ³ /kg)	(kg/ m ³)
1974	337,290	21	-	-	-
1975	455,613	60	-	-	-
1976	496,033	60	-	-	-
1977	677,716	64	-	-	-
1978	776,428	54	-	-	-
1979	838,777	42	55.4	0.066	15.1
1980	1,027,382	21	57.8	0.056	17.8
1981	950,827	40	50.2	0.053	18.9
1982	652,842	53	41.4	0.063	15.8
1983	805,483	46	37.8	0.047	21.3
1984	770,000	94	40.6	0.053	19.0
1985	880,000	64	48.5	0.055	18.2
1986	1,033,519	72	61.4	0.059	16.8
1987	1,079,816	87	68.8	0.064	15.7
1988	1,117,247	137	72.1	0.065	15.5
1989	1,529,815	84	83.8	0.055	18.3
1990	1,648,447	77	94.2	0.057	17.5
1991	1,760,597	88	98.2	0.056	17.9
1992	2,254,164	145	93.5	0.041	24.1
1993	2,580,152	153	96.0	0.037	26.9
1994	2,693,968	156	107.2	0.040	25.1
1995	2,824,381	151	128.0	0.045	22.1

가 3% 가 () 2010
 1992-1995 (10 6 m³) 32% 가 14 m³
 , 가 가 (2%) 20% 가 12 7 m³ ,
 가 1% 가 9% 가 11 6 m³ .

5-22.

(: =kg, =1,000)

	1		2		3	
	가	3% 가	가	2% 가	가	1% 가
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
2000	2,833,254	116	2,751,768	113	2,673,415	109
2005	3,105,855	127	2,921,423	120	2,752,567	113
2010	3,421,875	140	3,108,737	127	2,835,756	116

3.

(1994)

가

600 1,000 / (1m) ,

1,000 1,200 / (1m) ,

가 (가) 1,400 1,500 / (1m) .

5-23 가 1,315 / (1m) 가(

) 450-600 / (39%) .

ha 48.39m³ ,

(72%) (70%) ha 가 24.39m³

, ha 3,000 (120 (1m)/ 1m³) .

ha 가 135-180 .

20 () 3% , ha

가 75 -100 3).

(가) 75-100 .

3) 가 1m³ 135-180 3%/ 20 75-100 .

5-23.

	(/ 萬本)(純林)	()
1) 가()	450-600 (3-4ha * 150 / ha1)	525 (39%)
2) ()	50 - 60 (3)	55 (4%)
3) ()	140 - 150 (4 x 5 x 7)	145 (11%)
4) ()	60 - 70 (30 x 25,000)	65 (5%)
5) (4)	100 (5 x 20)	100 (7%)
6) ()	100	100 (7%)
7) (600 /)	250 (2 /)	250 (19%)
8) ()	100	100 (7%)
	1,250 -1430	1,340
1	1,250 - 1,450	1,315
* 50%	ha 30	

5-24.

(:4ha)

	(/)()	()
1) 가()	600 (4ha * 150 / ha1)	600 (40%)
2) ()	200 (25 x 8)	200 (13%)
3) ()	132 (33 x 40,000)	132 (9%)
4) ()	132 (2 /)	132 (9%)
5)	330	330 (22%)
6)	96	96 (6%)
	1,490	
1)	240 (60 x 4)	240 (39%)
2)	200 (25 x 8)	200 (11%)
	304	

1.

1977 1995 19

1)

가)

$$= f(\text{가}, \text{가}, \text{가})$$

가

가

)

1 1977-1995 19
5-25

(1) 1

< + - >
가
「 」

	가 (/ kg)	1 (kg)	1 가 ()	
1977	1.04	0.04	1,254	0
1978	1.31	0.04	1,504	0
1979	1.06	0.04	1,607	0
1980	0.83	0.04	1,363	0
1981	0.85	0.04	1,383	0
1982	1.12	0.05	1,498	0
1983	1.09	0.06	1,723	0
1984	1.13	0.06	1,918	0
1985	1.54	0.08	2,083	0
1986	1.49	0.10	2,428	0
1987	1.74	0.11	2,810	0
1988	1.69	0.11	3,210	0
1989	2.15	0.12	3,492	0
1990	2.65	0.38	4,172	1
1991	2.76	0.44	4,738	1
1992	2.78	0.50	5,121	1
1993	3.13	0.53	5,565	1
1994	3.06	0.69	6,138	1
1995	3.19	0.89	6,645	1

(2) 가

가 가 가 가 ,
 가 가 가 가 .
 가 가 .
 가 가 가
 가 .
 「 」 , 가
 「 」 .

(3) 1 가

1 가 가 가
 . 가

(4)

1990

가

90

)

2010

가

1

가

가

2가

5-26

(1)

가

가

가

8%

가

가

가

가

(

가

가

8%),

가

가

4%

(2)

(가)

1

가

1

가

GDP

가

가

, KDI

(1997)

GDP

가

1990-2000

7.2%,

2000-2010

5.5%

가

5.5%

가

가

()

()

가 가

5-26.

	1 가 ()		가 (/ kg)		
				8% 가	4% 가
2000	9,321	1	3.19	4.69	3.88
2005	12,182	1	3.19	6.89	4.72
2010	15,921	1	3.19	10.12	5.75

2)

가)

가 (RPWV)

가 .

$$= f (가 , ,)$$

가

)

5-27 .

(1)

「 」 .

(2)

가

(3)

가

, 「 」 .

(4)

1990

가

1990

5-27.

		()	가 (/ kg)	
1977	81.7	1,381	1.04	0
1978	96.1	1,482	1.31	0
1979	103.4	1,522	1.06	0
1980	67.9	1,512	0.83	0
1981	53.2	1,680	0.85	0
1982	54.2	2,064	1.12	0
1983	57.0	2,468	1.09	0
1984	58.4	2,547	1.13	0
1985	60.4	3,659	1.54	0
1986	65.1	4,384	1.49	0
1987	67.8	4,782	1.74	0
1988	74.3	4,576	1.69	0
1989	88.2	3,989	2.15	0
1990	100.0	9,534	2.65	1
1991	119.5	12,530	2.76	1
1992	133.8	16,330	2.78	1
1993	137.7	17,842	3.13	1
1994	134.8	20,444	3.06	1
1995	131.5	18,498	3.19	1

)

() 2010 가 가
가

(1) 가

(2)

GDP 가

가 가

(3)

가 가

5-28.

				가 (/ kg)		
		7% 가			8% 가	4% 가
2000	1.3	1.8	1	3.19	4.69	3.88
2005	1.3	2.6	1	3.19	6.89	4.72
2010	1.3	3.6	1	3.19	10.12	5.75

3)

가)

가

$$= f(\text{가}, \text{가}, \text{가}, \text{가})$$

$$= f(\text{가}, \text{가}, \text{가}, \text{가})$$

)

1

1977-1995

5-29

	가	1 (kg)	1 가 ()	()
1980	1.04	0.14	1,363	6,380
1981	1.08	0.12	1,383	5,755
1982	1.01	0.22	1,498	7,901
1983	1.04	0.20	1,723	8,988
1984	1.02	0.23	1,918	10,096
1985	1.04	0.33	2,083	12,616
1986	0.79	0.27	2,428	11,857
1987	0.95	0.39	2,810	16,047
1988	1.06	0.45	3,210	17,584
1989	0.95	0.57	3,492	19,962
1990	1.00	0.69	4,172	22,822
1991	1.22	0.80	4,738	25,646
1992	1.16	1.27	5,121	31,187
1993	1.32	1.43	5,565	37,393
1994	1.19	1.41	6,138	35,295
1995	1.39	1.59	6,645	41,980

(1) 1

가 < + - >
 가 1
 「 」

(2) 가

가 ('90 =100)

가 .

(3) 1 가

1 가 가 1990 가
 가 ,

(4)

1990

가 1990

1980

1985

)

2010 가 1 가

가 2가

5-30

(1) 가

가 가

2% 가

가 가

2% 1%

(2)

(가) 1 가

1 가 GDP 가

가

, KDI (1997) GDP 가 1990-2000 7.2%,

2000-2010 5.5% 가 ,

5.5% 가 가

()

()

가 가

5-30.

	1 가 ()	()	가	
			2% 가	1% 가
2000	9,321	47,274	46.9	38.8
2005	12,182	49,123	68.9	47.2
2010	15,921	50,617	101.2	57.5

2.

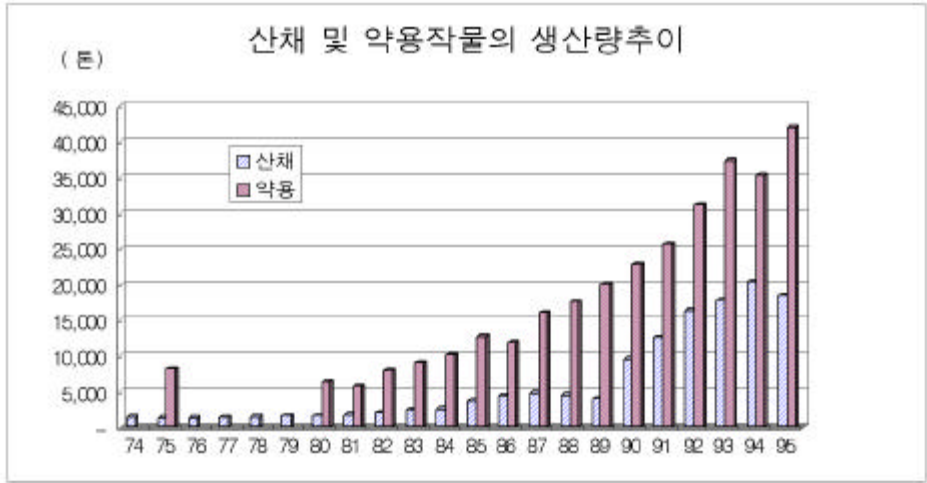
1)

가)

1995 18,498 1975 20 15 가
 , 1989 4,000 1990 9,500 2
 1990

가 , 1995
 41,980 1975 20 5 가

)



5-4.

5-31. , 1974-1995

연도	산채 (톤)	약용 (톤)	연도	산채 (톤)	약용 (톤)
1974	1,453	-	1985	3,659	12,616
1975	1,217	-	1986	4,384	11,857
1976	1,279	-	1987	4,782	16,047
1977	1,381	-	1988	4,576	17,584
1978	1,482	-	1989	3,989	19,962
1979	1,522	-	1990	9,534	22,822
1980	1,512	6,380	1991	12,530	25,646
1981	1,680	5,755	1992	16,330	31,187
1982	2,064	7,901	1993	17,842	37,393
1983	2,468	8,988	1994	20,444	35,295
1984	2,547	10,096	1995	18,498	41,980

: (, 1974-1996)/ (, 1988-1995)

1985 가 54%

, 1990

. 1990 가 34% ,

16.3% , 4.3% 10.7% 가 . 1995

1990 4.5 가 38.9%
 , 1.3 가
 22.6% . 1995 2 .
 , 가 , , 가
 가 , , 가

5-32.

(:M/ T)

	1985		1990		1995		
		(%)		(%)		(%)	가
總計	3,659	100.0	9,534	100.0	18,498	100.0	3,727
	174	4.7	3,239	34.0	4,189	22.6	3,525
	566	15.5	1,637	17.2	7,204	38.9	2,366
	1,975	54.0	1,551	16.3	1,817	9.8	3,135
	157	4.3	1,019	10.7	2,199	11.9	8,589
	328	9.0	536	5.6	674	3.6	2,970
	295	8.1	368	3.9	851	4.6	5,362
	164	4.5	1,184	12.4	1,564	8.5	2,828

5-33.

(:M/ T)

	(M/ T)	()
	1,116	3,748
	4,398	20,679
	537	2,672
	4,089	16,231
	582	3,727
	2,898	8,792
	3,253	12,129
	1,236	2,941
	1,175	4,496
()	19,394	75,799

: (, 1997)

1996 19,394 ,
 62% , 6,500ha .
 , 80% , 70%
 . , , , 90%

5-34. . , 1996 (:M/ T, :)

總計			%					
總計	19,394	75,799	7,402	38	11,992	62	23,509	6,502
	1,792	12,431	1,745	97	46	3	179	147
	173	781	171	99	3	1	13	4
	3,636	13,016	550	15	3,086	85	11,902	1,916
	1,865	17,321	358	19	1,507	81	3,446	1,470
	907	5,429	581	64	325	36	1,416	342
	699	1,975	665	95	34,520	5	112	15
	9,052	21,623	2,214	24	6,838	76	6,067	2,405
	1,266	3,221	1,114	88	152	12	374	202

* , 가 , , .
 : (, 1997)

1982 가 . 1986
 , , , , 1995
 가 . 가 .

표 5-35. 약용작물의 재배면적, 수확면적, 단위면적당 생산량 추이

연도	재배면적(ha)	생산량(M/T)	수확면적(ha)
1975	4,556	8,149	-
1980	3,965	6,380	-
1985	4,025	12,616	-
1990	9,179	22,822	6,156
1995	14,954	41,980	11,257

자료 : 원예시험장/ 약용작물재배(농촌진흥청, 1996)

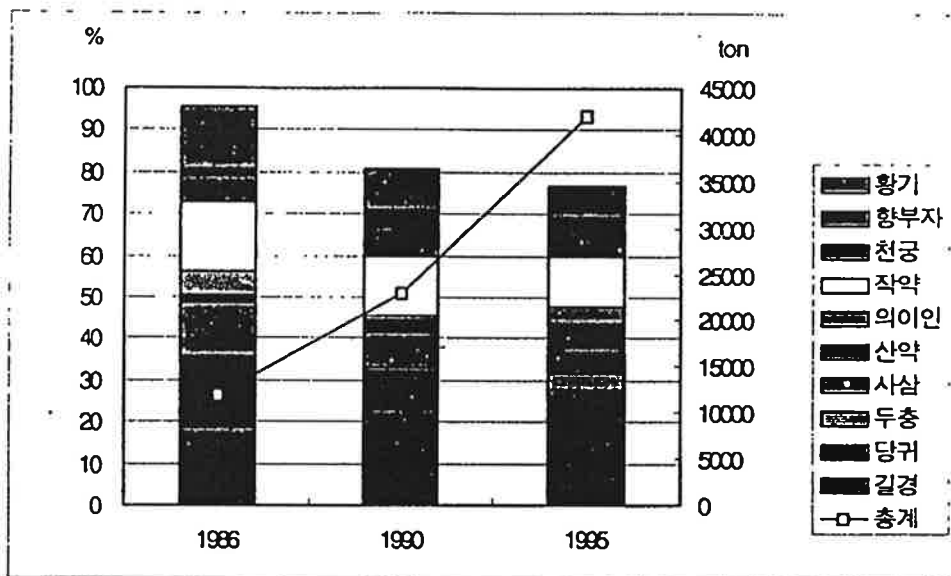


그림 5-5. 주요 약용작물의 생산량 구성비

다) 수출입현황

1980년대 중반 도라지, 고사리, 더덕, 취나물 등을 중심으로 일본 등지에 100-200톤 수출되던 산채류는 90년대 들어 100톤 이하로 감소하였으며, 수입은 1992년 중국과의 수교를 전후해서 급격히 증가하여 현재 약 25,000톤에 이르고, 이는 전체 산채류소비량의 58%에 해당하는 양이다. 약용작물(생약)의 수출은 1991-1992년 5,000톤이상까지 증가하였다가 1996년에 들어 1,000톤이하까지 감소하였다. 수입은 산채와 마찬가지로 1988년, 1992년 중국과의 교류확대와 수교로 영향을 받은 것으로 분석된다. 1996년의 수입량은 35,000여톤이 수입되어 1986년에 비해 13배이상 증가하였다.

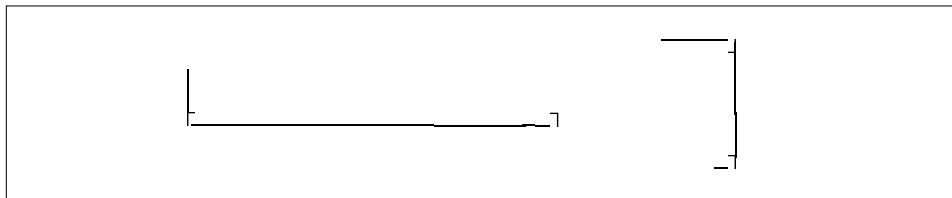
5-36.

	()	()	()	()
1985	2,651	1,936	12	252
1990	10,320	3,468	6,764	60
1992	29855	5,503	5,662	39
1994	29302	2,134	10,421	17
1996	35041	972	24,295	7

: , 1997

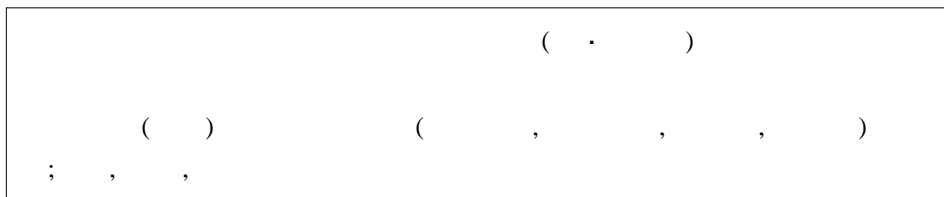
)

, 가



5-6.

가 가



5-7.

2)

가) 1

$$\ln DCWVI = -24.088 - 1.814 \times \ln RPWV + 2.631 \times \ln RPDI + 0.969 \times D9095$$

(-4.444) (-1.651) (3.203) (3.964)

D-W : 1.4837 R2 : 0.9569 R2 adjusted : 0.9494

Method : 2SLS Sample period : 1977 - 95

DCWVI : 1

RPWV : 가

RPDI : 1 가

D9095 : (1990-1995=1)

() t .

. , 가 1%

1 1.8% , 1 가 1% 1

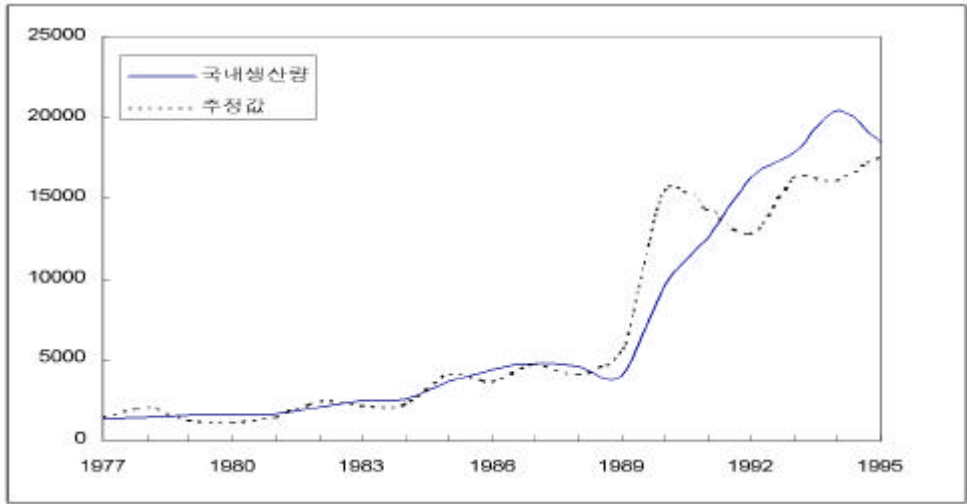
2.6% 가 . 95% 3가

가 1 95% .

t 가 . 가 t

15%

5-8 .



5-9.

)

가 가 1 1995 1

0.89kg 2000 1.9 가 1.68kg, 2010

7.7 가 6.85kg (가 : 15%).

가 가 가 8%

2 2010 1995

. 가 가 가가 4%

3 2000 1.17kg(1995 1.3 가), 2010

2.36kg(1995 2.7 가) (가 : 7%).

가 가 3

1995 37,163 2000 1.5 가 55,508 , 2010

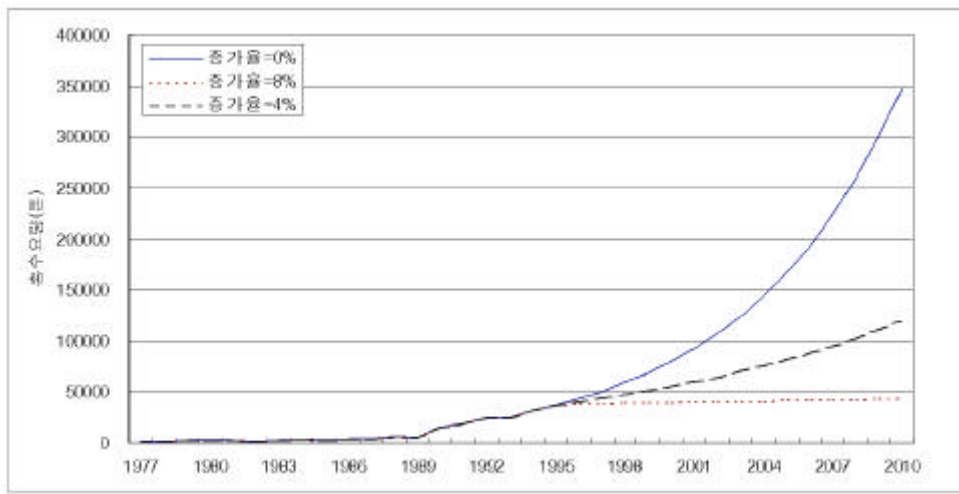
3.2 가 119,346 . 1995 2010

8% 가가 .

5-37.

1

	1 (kg)			()		
	1	2	3	1	2	3
	가 가 =0%	가 가 =8%	가 가 =4%	가 가 =0%	가 가 =8%	가 가 =4%
2000	1.68	0.83	1.17	79,217	39,421	55,508
2005	3.39	0.84	1.66	166,648	41,224	81,735
2010	6.85	0.84	2.36	346,891	42,748	119,346



105-10.

)

1995

18,497

가 , 가

가 0%

가 가 8% 2010 1995 8.8 가

163,025 , 가 가 4% 3 가 54,719

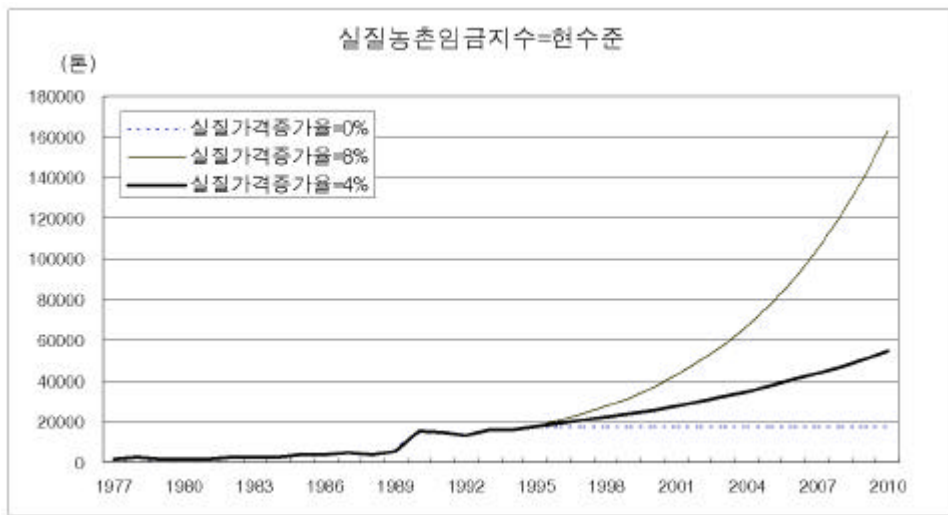
. 가 5.5% 가 , 가 가

0% , 가 가
 8% 2010 1995 4.5 가 82,891 , 가 가
 4% 1.5 가 27,822 .

5-38.

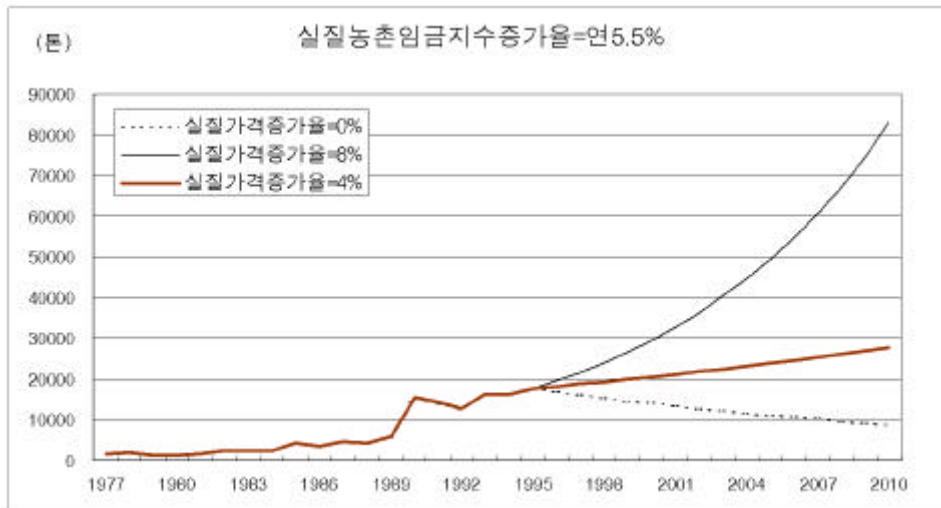
(:)

	=			= 5.5%		
	가	가	가	가	가	가
	가 =0%	가 =8%	가 =4%	가 =0%	가 =8%	가 =4%
2000	17,596	36,957	25,684	14,044	29,497	20,500
2005	17,596	77,620	37,488	11,210	49,447	23,882
2010	17,596	163,025	54,719	8,947	82,891	27,822



5-11.

: =



5-12. : =GDP 가

)

가가 , 가
 가 가
 [GDP 가 ,
 가 4% 가]
 . 1995
 46.4% 2000 36.9%, 2010 23.3% .

5-39.

	()	()	()	(%)
1995*	39,905	18,497	21,408	46.4
2000	55,508	20,500	35,009	36.9
2005	81,735	23,882	57,853	29.2
2010	119,346	27,822	117,337	23.3

* : 1995

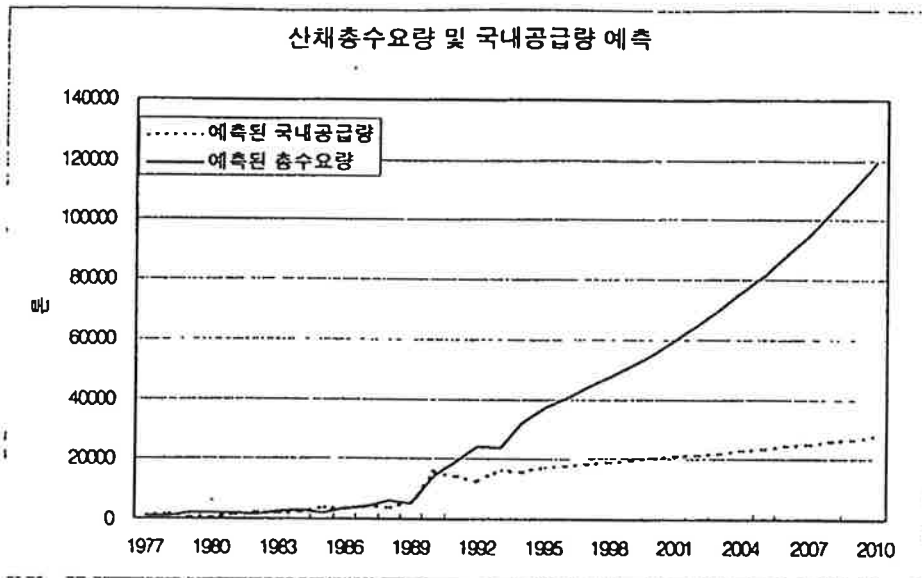


그림 5-13. 예측된 산채류 국내 총수요량과 국내공급량

3) 약용작물의 수요·공급함수의 추정 및 미래수급예측

가) 수요함수의 추정

약용작물의 1인당 수요함수 추정에 이용하는 독립변수들은 국민1인당 가처분 소득, 당해년도 실질단위가격지수 등이었으나, 약용작물의 가격탄력성이 매우 낮다고 판단되어 모델에서 가격변수를 제외하고 소득변수만으로 추정하였다. 산채와 마찬가지로 1990년 전후로 하여 소비량이 크게 증가하였는데 이는 1987년 한방의료보험의 실시와 중국으로부터의 본격적인 수입이 수요에 큰 영향을 미친 것으로 보고 1990년부터 1995년까지 더미변수를 주었다. 소득이 1%증가할 때 약용작물에 대한 수요는 1.4% 증가하는 것으로 나타났다.

$$\ln DCH1 = -15.512 + 1.425 \ln RPDII + 0.136 D9095$$

(-10.8247) (9.8932) (0.8573)

D-W= 2.4637 R2 = 0.9702 R2 Adjusted = 0.9657

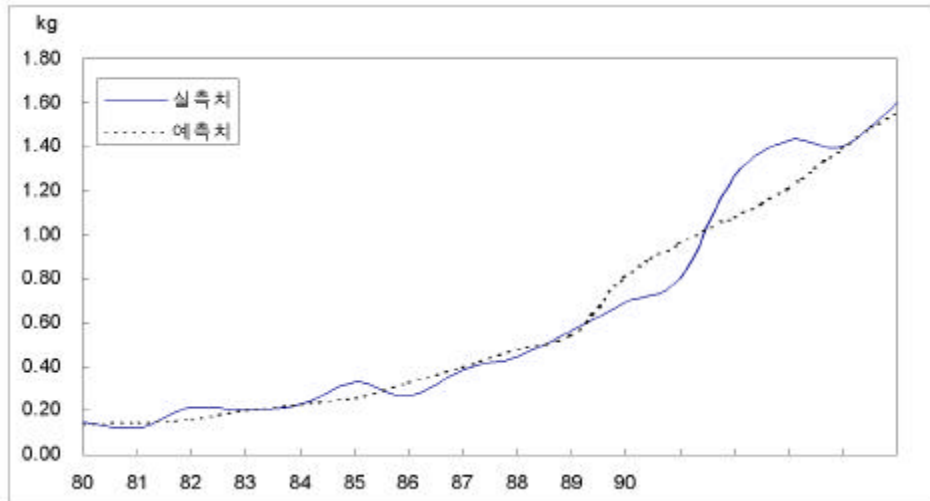
Sample Period : 1980 - 1995

Estimate Method = 2SLS

DCH1 : 1

RPDI : 1 가

D9095 : (1990-1995=1, 0)



5-14.

)

$$\ln QOH = 9.866 + 2.659 \times \ln RPH + 0.136 \times D8085$$

(-110.741) (4.972) (-7.381)

D-W= 1.3806 R2 = 0.8776 R2 Adjusted = 0.8589

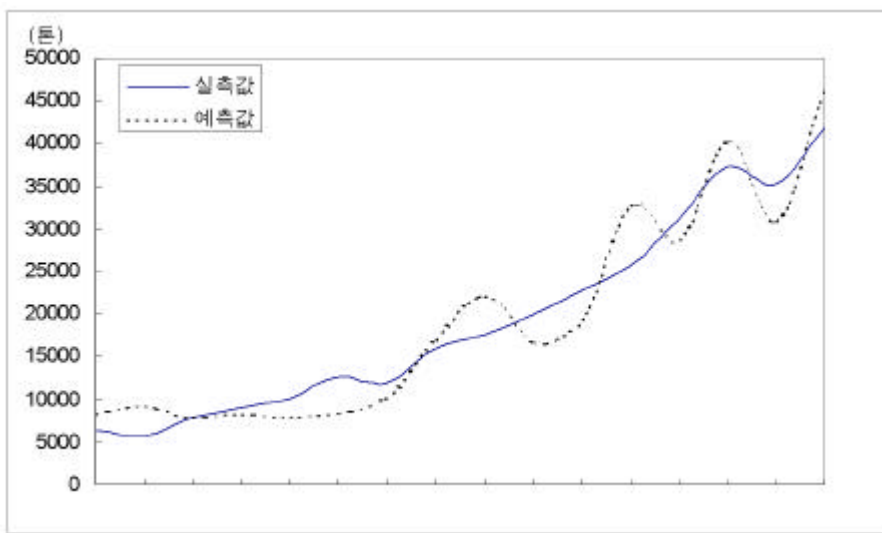
Sample Period : 1980 - 1995

Estimate Method = 3SLS

QOH : 1

RPH : 1 가

D8085 : (1990-1995=1, 0)



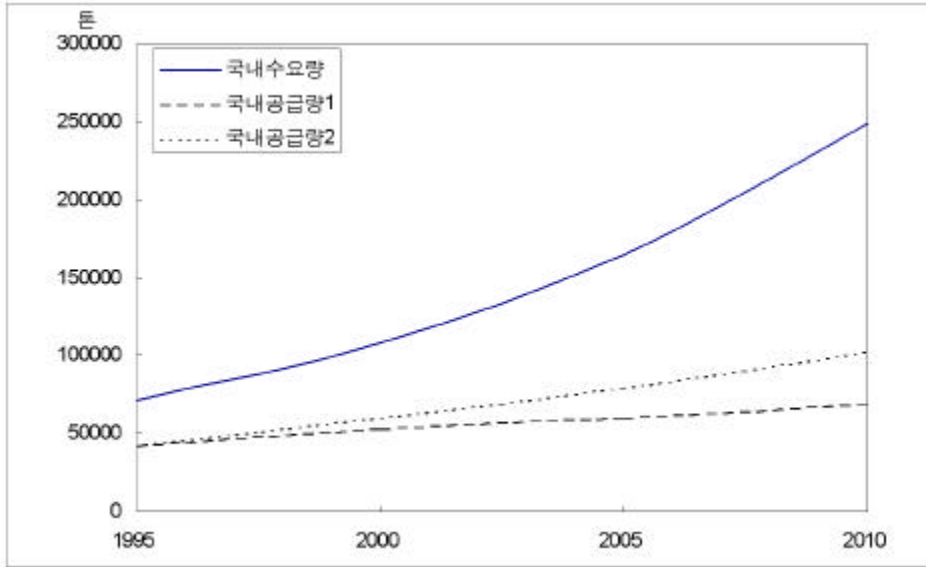
5-15.

)

1 가 5.5% 가 , 2010
 1995 250% 가 248,725 ,
 1 가 15 가
 2% 2010 145% 가 102,630 ,
 1995 59% 41% .
 2 가 가 1% , 2010 65% 가
 692,777 , 28% .

5-40.

	()	1(가 =1% 가)		2(가 =2% 가)	
		()	(%)	()	(%)
1995	71,537	41,980	59	41,980	59
2000	108,317	53,170	49	60,612	56
2005	164,829	60,691	37	78,871	48
2010	248,725	69,277	28	102,630	41



5-16.

4)

5-41

가 80%

70%

가

5-41.

(: / 10a)

	(kg)	가				(%)
	1,229(3)	2,682	3,722,460	1,082,706	2,639,754	70.9
	2,030	2,438	4,949,000	2,288,586	2,660,414	53.8
	2,700	810	2,187,667	642,344	1,545,323	70.6
	1,813(3)	1,162	2,223,985	538,960	1,685,025	75.8
	1,730	500	865,000	181,483	683,517	79
	1,200	1,434	1,720,500	344,252	1376,240	80

: '96

(, 1996)

(5-44).

5-44. (:1,000m²)

	()	()	()	(%)
	2,088	608	1,480	70.9
	1,322	473	849	64.2
	1,272	377	894	70.3
	4,210	1,381	2,828	67.2
	822	294	529	64.3
	502	181	320	63.9
				64.4

: '93 (, 1993)

가 (5-45).
 10 (가)
 가 1,278,000
 588,000 2 가
 790,000 가

5-45.

	(kg/ 10a)	가(/ kg)	()	()	()	(%)
(A)	1,872	1,737	3,252	1,278	1,940	59.7
(B)	1,454	1,196	1,739	588	1,150	66.1
A-B	327	541	1,513	698	790	6.4

: (1997. 8.)



5- 15. , 1997.8,



5- 16. , 1997.8,



5- 17. , 1997.8,



5- 18. , 1997.8,

3.

가 , 1990 가 . 1990
1995 18,497 , 41,980 .
() 가
1995 54%, 41% .
가 , 2010
20% , 30-40%

5

1. , 1993, (),
2. , .
3. , 1989, .
4. , 1993-1994, .
5. , .
6. , .
7. , 1989,
8. , 1993-1994, .
9. , .
10. , 1991, , .
11. , 1992, , 15(2):51-65,
12. , 1992, , 15(3):71-83,
13. , 1995, “ . ”,
2000 .
14. , , 1992, .
15. , 1992,
16. , 1993,
17. , 1994,
18. , 1993, .
19. , 1990, .
20. . 1995. - 7

- 2000 . p243-260
21. . 1990. . p160-184
 22. . 1995. . p118-219.
 23. . 1996. . p3-20
 24. . 1996. . p3-16:249-270
 25. , , , . 1995. - .
 26. , 1994, , , .
 27. . 1993. . p61-141.
 28. . 1997. .
 29. , 1993, . .
 30. , . 1994. . 2:p91-105.
 31. , 1993, 1 , , , .
 32. , 1994, “ 가 ”, 17(3):57-70, .
 33. , 1990, : , , 13(1):51-61, .
 34. , 1994, - , .
 35. . 1997. . .
 36. , 1992, .
 37. Asian Productivity Organization, 1993, Part III Country Papers, Republic of Korea (by Se-Ik Oh) Report of the APO Seminar on Development of Marginal Agricultural Land.
 38. Hal R. Varian. 1992. Microeconomic Analysis.