

최 중
연구보고서

664
L2937

가공식품 개발 및 우량종 육성을 통한 도토리 경제작물화 방안

A Study on Farming Possibilities of Acorn by Developing
Processed Food and Breeding Superior Variety

연구기관

진주산업대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “가공식품 개발 및 우량종 육성을 통한 도토리 경제작물화 방안” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. 29



주관연구기관명 : 진주산업대학교

총괄연구책임자 : 안 상 열

연 구 원

가공식품 개발 : 강군중 주옥수

우량종 육성 : 이철호 조현서
추갑철

재배기술 개발 : 안상열 박상현
채윤석

경제성 분석 : 조덕래 박동철

요 약 문

I. 제 목

가공식품 개발 및 우량종 육성을 통한 도토리 경제작물화 방안

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

도토리의 수요량은 급증하는 추세를 나타내고 있는 반면 국내 생산량은 계속 감소하고 있으며, 그에 따라 공급량의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 수입 도토리는 품질이 낮기 때문에 도토리 가공식품의 품질 저하 요인으로 작용한다는 문제점을 내포하고 있다.

한편 세계무역기구(WTO) 체제라는 국제무역질서 속에서 경종부문의 경쟁력을 제고시키려면 기존의 작목에 대한 가격경쟁력 및 품질경쟁력을 향상시키거나 새로운 고부가가치 대체작목을 개발하는 것이 중요하다. 이러한 시각에서 이 연구는 도토리의 경제작물화가 경종부문의 경쟁력 제고를 위한 하나의 수단이 될 수 있을 것이라는 가설을 설정하였다.

따라서 이 연구의 목적은 도토리 가공식품의 개발 및 수요 창출 가능성, 도토리의 재배기술 개발 가능성, 고품질 우량품종의 육성 가능성, 도토리 재배의 경제적 타당성 등을 체계적이고 종합적으로 분석함으로써 도토리가 농가의 새로운 경제작물로서 부상할 수 있는 가능성과 그 조건을 규명하려는데 있다.

2. 연구개발의 중요성

이 연구는 기술적 측면에서 식품가공 기술의 발전과 농업 생산 기술의 발전에 기여할 수 있다. 경제적 측면에서는 농업 경쟁력 향상과 국제수지 개선 효과를 나타낼 수 있으며, 농산물 가공산업의 발전이라는 산업 측면의 기여도 또한 크게 나타날 것이다.

환경보전 효과, 공익적 기능 제고 효과, 건강식품의 소비 확대 효과 등과 같은 부수적 기대효과는 사회적 측면에서 조명할 수 있는 이 연구의 중요성으로 지적할 수 있다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

이 연구의 주요 내용은 가공식품 개발, 우량종 육성, 재배방법 개발, 경제성 분석 등의 네 가지 연구 분야로 구성하였으며 각 연구 분야별 연구개발 내용 및 범위는 다음과 같다.

가공식품 개발 분야의 연구 내용은 도토리 박피법 및 이화학적 조사, 반죽 특성실험 및 가공품 개발, 저장성 및 기능성 실험, 품질보증모델 설정 등으로 세분하였다. 우량종 육성의 세부 연구 내용에는 분포 및 생태 조사, 우량종 선발 시험, 영양번식법 연구, 우량계통 육성, 우량종의 다량 번식기술 확립 등을 포함하였다.

재배방법 개발 분야의 세부 연구 내용은 이식묘 활착 증진 시험, 수체생장과 화아 분화 조절, 안정결실 관리, 수확기술 개발, 저장기술 개발 등으로 구성하였다. 경제성 분석 연구 분야에서는 도토리의 수급현황 분석, 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망, 도토리 재배의 경제적 파급 효과 등을 분석하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

(1) 가공식품 개발

1) 도토리박의 박피법

열처리에 의한 박피법 실험 결과 100-200℃의 열처리에 의해서는 시료가 열에 의한 손실을 입기 때문에 상품으로서의 가치가 없었으며, 300℃ 이상에서는 효과적인 박피는 진행되었으나 가열 시간 및 가열 온도를 조절할 수 있는 기계적인 장치가 필요한 것으로 나타났다.

가성소오다에 의한 실험 결과 80℃, 10%의 농도 이하에서 가장 양호한 박피 효과를 나타내었다.

2) 도토리의 이화학적 성분 분석

도토리 가공품 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 도토리 품종(상수리, 줄참, 굴참)별로 이화학적 성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 평균 중량은 굴참, 줄참, 상수리 순이었으며 가식 부위는 줄참이 84%, 상수리가 78%, 굴참이 75%인 것으로 나타났다.

이화학적 성분을 분석한 결과 수분, 조지질 및 조섬유는 줄참이 각각 12.7%, 4.2% 및 3.5%로서 가장 높았으며, 회분은 상수리가 2.3%, 조단백질은 굴참이 7.4%로서 가장 높은 것으로 나타났다. 무기성분의 경우 세 가지 시료 모두 K의 함량이 가장 높았으며 상수리의 무기성분 함량은 Mg, Ca, Na, P, Fe의 순으로 나타났다. 줄참의 무기성분 함량은 Mg, P, Ca, Na, Fe의 순이었고, 굴참에서는 Ca, Mg, P, Na, Fe의 순으로 나타났다.

향기 성분은 분리된 성분 46개 중 14종만이 동정되었는데 palmitic acid가 54%로서 가장 높았으며, 그 다음으로 dioctyl adipate, methyl-9, 12-octadecadienoate, methyl-9-octadecenoate, phenyl ethyl alcohol 등의 성분이 높은 것으로 나타났다.

3) 반죽 특성 실험 및 가공식품 개발

도토리 무첨가구(백설기)와 첨가구로 구분하여 반죽 특성(수분 함량)을 실험한 결과 첨가구가 무첨가구보다 수분 함량이 더 높았으며, 첨가량이 증가할수록 수분 함량도 증가하는 것으로 나타났다.

도토리 분말을 첨가한 카스테라를 개발하여 관능검사(맛, 향기, 색깔, 조직감)를 실시한 결과 맛과 향기의 기호도는 20% 첨가구가 가장 높은 것으로 나타났다. 색깔은 15% 첨가구에서 가장 좋은 기호도를 나타내었고, 조직감은 10% 수준이 가장 적당한 반면 20% 이상에서는 거부감을 나타내었다.

도토리 분말을 첨가한 국수의 경우 맛의 기호도는 20-30% 첨가구에서 가장 높았으며 향기, 색깔, 조직감 등은 모두 20% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었다. 도토리 드링크를 개발한 결과 5% 도토리 엑기스 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 탄닌이 완전히 제거되지 않기 때문에 쓴맛이 잔류하였다.

제과품은 10% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 그 이상 첨가시에는 기존의 호두과자보다 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 우동은 20% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며 맛과 색깔에는 좋은 느낌을 주었으나 조직감에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

제빵의 경우 부드러운 정도는 무첨가구가, 쫄깃한 정도와 전반적인 느낌은 30% 첨가구에서 가장 기호도가 높았다. 촉촉한 정도는 첨가구별로 큰 차이가 없었으며, 졸참과 상수리 제품 사이의 기호도 역시 차이가 없는 것으로 판명되었다. 목 가공품의 경우에는 졸참 목이 상수리 목보다 견고성, 절단성 및 탄성 등이 더 우수한 것으로 판명되었으며, 기호도도 졸참 목이 더 높은 것으로 나타났다.

4) 저장성 및 기능성

가공품 개발 결과 기호도가 가장 높았던 제품에 대하여 도토리 첨가구와 무첨가구로 구분하여 저장조건(상온 및 냉장) 및 저장기간(0, 1, 3, 5, 7일)별로 저장성을 실험한 결과는 다음과 같다. 국수 제품은 도토리 첨가 여부에 상관없이 기간별 저장성 차이가 거의 없었으며, 상온에서 저장하는 경우 30일 경과시 변색 현상이 나타났다.

카스테라의 경우 저온 저장에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나 상온 저장시 무첨가구는 저장 3일째부터, 첨가구는 저장 5일째부터 곰팡이가 발생하였다. 떡을 상온에서 저장하는 경우 무첨가구와 첨가구에서 각각 저장 3일째, 저장 7일째에 곰팡이 발생 현상이 나타났다.

한편 기능성 실험 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다. 유효성분을 각 용매(물, 메탄올, 에탄올)별로 추출한 결과 물에 의한 추출이 27.5%로서 가장 높았으며 그 다음이 메탄올, 에탄올 순인 것으로 나타났다. 감압 농축하는 경우에는 물 추출물이 4.7%, 메탄올 추출물이 3.9%, 에탄올 추출물이 3.4%인 것으로 나타났다.

돈지에 도토리 추출액을 0.01-0.02% 수준으로 첨가하여 황산화 효과를 분석한 결과 저장 3일까지는 도토리 첨가구가 무첨가구보다 과산화물가의 변화가 크게 나타난 반면 저장 6일 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그 이유는 저장 초기일수록, 즉 신선할수록 황산화 효과가 더 크기 때문이다.

E.coli, B.subtilis, S.typhimurium, S.aureus의 4균주에 대하여 항균 실험을 수행한 결과 항균성이 없는 것으로 나타났다. 기능성 식품 개발을 위하여 캔디에 엑기스를 첨가하여 제조한 결과 현재의 캔디보다 가격이 더 높아지기 때문에 큰 의미가 없는 것으로 판명되었다. 따라서 휘발성 성분 중 도토리의 특성을 나타내는 성분을 추출하여 첨가하는 것이 더 효과적일 것으로 판단된다. 기능성 식품은 소동물에 의한 임상실험 결과가 수반되어야 하므로 이 분야에 관한 추가적인 연구가 수행되면 더욱 보완될 수 있을 것이다.

(2) 우량종 육성

1) 분포 및 생태조사

참나무류는 타가수정에 의한 자연교잡종의 발생이 많으므로 종 분류뿐만 아니라 참나무류의 육종전략에도 많은 어려움이 있다. 따라서 참나무류의 분포와 생태에 관한 자료를 얻기 위하여 백운산 지역 95개소, 지리산 지역 89개 조사구를 설정하였다. 백운산 지역은 소나무림, 굴참나무림 그리고 졸참나무림으로 구성되어 있고 백운산 지역의 참나무류를 우점종으로 하는 활엽수 혼효림군집간에는 55% 이상의 유사도 지수를 보였다. 지리산 지역은 소나무림, 굴참나무-졸참나무림, 서어나무림, 신갈나무림, 층층나무-신갈나무림으로 구성되어 있고 침엽수림과 낙엽혼효림간에는 20% 미만의 유사도 지수를 보였다.

2) 유전자원조사 및 개체선발

유전적 자원을 개선하기 위하여 유전적으로 적합한 수종을 선발하고 또 유전적 차이를 나타내는 개체집단을 동시에 선발하였다. 수형목을 선발하기 위하여 자연적으로 성장하고 있는 곳에서 모수를 선발하고, 자연적 선발을 통하여 개발된 유전적 특성이 있는 곳에서 선발하였다. 수형목 선발기준을 적용하여 낙엽참나무류 6종을 대상으로 다수성이면서 우량도토리를 생산하는 참나무류를 1차년도에 21개체, 2차년도에 27개체 등 모두 48개체를 선발 조사하였다.

선발 1년차 신초장의 생육은 함양선발종 Ha-6, 7, 14호가 가장 크게 신장했고, 종실의 무게는 산청선발종 S-2, 9호가 각각 7.2g와 5.7g으로 가장 무거운 것으로, 종실의 형태는 난형, 장타원형 등 수종에 따라 다양하였다.

선발 2년차 다수종의 평균 과중은 3.1g이고 과중경은 평균 20.4mm인 것으로 나타났으며 주로 상수리나무류가 과중이 무겁고, 졸참나무류의 과중경이 횡경에 비해 긴 것으로 나타났다. 평균 과중이 가장 무거운 것은 산청선발종

S-2,9등이고 함양선발종H-7, H-19 등은 과중이 가장 낮았다. 숙기 조사 결과 함양선발종H-4, 진주금산선발종Ck-1, 구례선발종G-1 등이 조생종이고 함양선발종H-10, 산청선발종S-7, 합천선발종Hp-1 등은 중생종, 함양선발종 H-7, 산청선발종S-3, 산청생비랑선발종Ss-0 등은 만생종이었다.

3) 영양번식법 개발 및 우량종의 분석

타가수정을 하는 참나무류의 개체번식은 영양번식이 효과가 있을 것으로 판단되어 상수리나무, 갈참나무, 및 떡갈나무에서 선발된 개체를 대상으로 접목법과 삽목법으로 실험하였다.

접목번식법은 과중상에서 1-0묘에 居接(거접)을 실시하고 차광을 50%를 유지시켰으며 접목 활착율이 높은 수종은 상수리나무 75%, 갈참나무 58% 그리고 떡갈나무 51%로 나타났다.

삽목번식법 실험결과 맹아지 삽목은 상수리나무의 발근율이 61%, 갈참나무 58%, 그리고 떡갈나무 48%로 나타났으며, 접목묘에서 채취한 삽수의 발근율은 상수리나무, 갈참나무, 떡갈나무로서 각각 74%, 65% 그리고 52%로 나타났다.

우량종 분석을 위해 참나무류의 화분을 관찰한 결과, 花粉粒은 單粒이고, 花粉의 크기는 約 $22.75 \sim 31.25 \times 27.75 \sim 39.75 \mu\text{m}$ (Min.~Max., P×E)이며 中粒(Medium sized)이었다. 赤道面 粒狀에서 갈참나무, 졸참나무, 떡갈나무, 가시나무는 장구형이고 상수리나무와 굴참나무는 약장구형이며 신갈나무는 아장구형이다. 극면 粒狀은 모든종이 半三角形이다. 발아구는 3공구형 또는 3약공구형이다. 구구는 폭이 좁은 편이며 표면은 평활상이거나 약간 망상이었고 外口緣은 상수리 나무와 굴참나무가 발달했다.

잎을 이용한 PCR 분석에서는 참나무류의 우량종 육성을 위한 표식인자가 나타났다으며, 그 가운데 8개 primer가 유용하였고 모두 122개의 RAPD 표식인자를 탐색

하였다.

4) 우량종의 다량번식 기술확립

① 외식체의 채취부위 및 시기

참나무 조직배양을 위한 外植體의 채취는 種子上胚軸과 온실에서 육묘한 實生苗 新梢枝의 clone을 채취하는 것이 가장 유리하며, 봄철 成木에서 채취한 新梢枝의 clone도 가능하나 오염율이 높고 5월 중순 이후의 여름철에 채취한 가지는 거의 대부분이 오염되었으며, 습도가 높은 날도 이와 비슷하였다.

成木의 외식체 채취는 1월에 主幹이 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻는 것이 유리하며 이렇게 할 경우 6월까지도 생존율이 높은 외식체를 얻을 수 있었다.

② 외식체의 처리 및 살균법

외식체는 잎에 엽병과 줄기를 부착하여 소독한 후 0.5cm정도 양쪽 끝을 잘라버린 결과 외식체의 생존율이 높았으며 種子殺菌方法은 剝皮 種子を 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠알콜에 5분間 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키고 멸균수로 2-3회 水洗하는 방법이 효과가 높았으며, clone外植體의 살균방법은 NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 70% ethanol에 6분간 재침지하여 살균하고 외식체 兩端을 자른 후 0.1% AgNO₃ 수용액에 3초 정도 담가 활성탄을 첨가한 배지에 삼목하므로써 매우 높은 생존율을 보였다.

③ 배지조성

培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μ M을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는 NAA 5 μ M을 첨가하여 배양할 경우 생육이 모두 양호하였으나 Zeatin을 첨가한

배지가 생육이 더욱 양호하였다.

④ 순화실험

馴化實驗을 위해 幼苗를 플라스틱용기에 퍼어라이트와 버미큐라이트를 섞은 화분에 이식된 幼苗를 비이크를 씌워서 분무, 관수 조건하에 둔 경우 뿌리가 가진 묘목의 85% 이상이 활착하였다.

(3) 재배기술 개발 분야

도토리의 수요량 증대에 대비한 대량 생산체계를 확립하기 위하여 육성된 우량 수종을 식재하고 저비용 다수확 재배기술을 개발한 결과는 다음과 같다.

- 1) 이식묘의 활착 및 초기생육을 증진하기 위하여 이식묘의 근부를 성장조절제 IBA에 침적 처리 후 식재하는 경우 측근의 발달이 좋아 활착 및 초기생육이 양호하였다.
- 2) 전정 및 단근 처리가 이식묘 생육에 미치는 결과는 주간장 및 주근장의 길이를 20~30cm로 전정한 다음 뿌리 부위를 IBA 500 ppm에 침적하여 식재하는 경우 식상을 줄이고 근군의 분포 및 활착을 좋게 하였으며, 지상부의 성장과 가지수가 증가하여 도토리의 재배 작물화 및 수형 구성에 좋은 것으로 판단되었다.
- 3) 수체 성장 및 화아분화 조절을 위한 정지전정 및 환상박피의 효과는 휴면기에 수령별로 적정량을 전정하면 수형과 수체생장이 조절되고, 6월 하순부터 7월 상순에 환상박피를 실시하면 화아수를 증가 시키는 것으로 나타났다.

- 4) 수세 조절에 의한 안정결실 관리를 위하여 결실 초기인 10년생 상수리나무를 10kg정도 전정하여 수형과 수세를 조절하고, 7월초에 환상박피를 실시하면 수세가 조절되어 화아수를 증가시켜 안정 결실을 유도할 수 있었다.
- 5) 수확기술을 확립하기 위한 시험 결과 참나무의 도토리에는 에스텔(에세폰) 1000~2000배액을 도토리 중심으로 수관 전면에 분무한 후 10~15일이 경과한 시점이 가장 적절한 동시 수확 시기인 것으로 나타났다. 저비용 수확 방법은 에스텔 처리 직후 그물망을 설치한 다음 적기에 진동기를 사용하여 동시 수확하는 것이 가장 좋은 것으로 판명되었다.
- 6) 도토리의 저장에 관한 실험 결과 노천 매장은 3월 초까지 5개월동안 저장 가능하고, 저온 저장은 5월 초까지 7개월 저장이 가능하였으나 발아로 가공 재료의 품질 저하 문제가 발생하였다. 반면 건조 저장과 박피건조 저장은 장기 저장이 가능하므로 가공 원료의 주년 공급이 가능한 저장법으로 판명되었다.

(4) 경제성 분석

도토리 재배의 경제성 분석 목적은 도토리를 재배하는 것이 농가 입장에서나 국민경제적 입장에서 경제적 타당성이 있는가의 여부를 입증하려는데 있다. 분석 내용에는 도토리의 수급현황, 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망, 도토리 재배의 경제적 파급 효과 분석 등을 포함하였다. 분석 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다.

도토리의 수급 추세를 분석한 결과 국내산 도토리의 생산량은 1983년 이후 계속 감소하는 추세를 나타내고 있다. 반면 소비량은 계속 증가하고 있으며 특히 1991년에 큰 폭의 소비 도약단계를 거친 후 급격한 증가 추세를 나타내고 있다.

소비량 증가에 따른 공급 부족분을 수입에 의존하는 비율이 계속 증가해 왔으며, 그 결과 1997년의 자급률은 4.1%까지 하락하였다.

도토리의 수입 시장은 10개국 이상에 달하고 있으나 가장 큰 수입시장은 중국과 남아프리카공화국인 것으로 나타났다. 수입 점유율은 대부분을 중국이 차지 하고 있고 최근 들어 남아프리카공화국의 수입 점유율이 증가하는 추세를 나타내고 있다.

국내산의 도토리 가격은 1995년까지 상승하는 추세를 나타낸 다음 1996년부터는 하락하는 추세를 나타내고 있다. 1997년의 중국산 수입가격은 국내산 가격의 9.0%, 남아프리카공화국산의 수입가격은 국내산의 7.3%에 불과할 정도로 국내산 가격이 수입가격보다 훨씬 높은 수준이다.

도토리의 수급모형을 추정한 결과 도토리 수요는 국내산 가격 및 수입가격의 변화에 대해서는 비탄력적으로 반응하는 반면 소득탄력성은 대단히 높은 것으로 나타났다. 국내산 도토리 공급의 경우 가격탄성치는 작은 반면 대체작목가격 탄성치와 임금탄성치가 큰 것으로 나타났다.

2010년의 도토리 수요량은 1997년보다 2.3 ~ 8.6배 증가하는 반면 도토리의 국내 생산량은 계속 감소하는 것으로 나타났다. 그에 따라 도토리의 자급률은 2010년에 0.6%까지 하락하는 것으로 전망되었다. 즉 국내 생산량 증대 방안에 관한 아무런 대책이 수립되지 않는다면 앞으로 도토리 공급의 거의 전량을 해외에 의존하게 된다는 것을 알 수 있다.

도토리를 재배하는 경우의 10a당 농업조수입은 미국의 농업조수입과 비슷하며 잡곡, 두류, 특용작물 등의 발작물보다는 크게 높을 것으로 예상된다. 또한 과일의 조수입보다는 훨씬 낮은 수준이나 밤의 조수입보다는 2 ~ 3배 더 높을 것으로 나타났다.

도토리를 재배하는 경우의 시장규모는 2010년에 가면 현재의 복숭아, 밤 등의 시장규모와 비슷한 수준으로 부상하여 농산물 시장규모 증대 효과가 클 것으로 나타

났다. 도토리 수요량을 모두 국내에서 재배하는 경우 2.5ha 규모의 농가 6.0 ~ 21.9 천호가 도토리만을 재배함으로써 전국 평균 호당 농업조수입을 실현할 수 있을 정도로 대체작물 부상효과가 클 것으로 예상된다. 또한 현재 휴경면적의 33.8 ~ 142.1%에 해당하는 경지에 도토리가 재배됨으로써 농지 이용률을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 나타났다.

도토리 수요량을 국내에서 재배하여 공급하는 경우 전체 농산물 수입액의 0.3 ~ 1.2%에 해당하는 금액의 외화를 절감할 수 있을 것으로 나타났다. 이러한 수입대체효과 외에도 유희 한계지나 야산 등에 도토리를 재배함으로써 공익적 기능을 증대시키는 부수적 효과도 거둘 수 있을 것이다.

이와 같이 도토리가 농가의 새로운 대체작물로 부상되는 경우의 경제적 파급효과는 대단히 크므로 고품질의 국내산 도토리를 대량 공급하는 체계로 국내 생산방식을 채취형에서 재배형으로 전환하는 것이 중요하다.

2. 연구개발 결과의 활용에 대한 건의

(1) 가공식품 개발

1) 도토리 박피법 개발

현재 농가에서 박피하고 있는 방법보다 효과적으로 박피를 할 수 있도록 고온까지 온도 조절이 가능한 박피기를 개발 보급하는 것이 중요하다.

2) 이화학적 성분 분석

도토리에 함유되어 있는 향기성분 중 유용한 성분만을 추출 농축하여 식품에 첨가함으로써 도토리 함유 식품을 개발할 수가 있을 것이다.

3) 반죽 특성 실험 및 가공품 개발

기존의 국수나 카스테라보다 맛과 기능상 우수한 식품의 개발이 가능하며 우동 및 음료로서의 개발 가능성도 높기 때문에 도토리 식품을 식품공전상 인정하는 것이 요망된다.

4) 저장성 및 기능성 개발

도토리가 첨가된 제품이 첨가하지 않은 제품보다 저장성이 뛰어났으며, 식품에 첨가하였을 때 항산화성 및 건강 기능성이 우수하므로 기능성 식품으로서의 개발을 촉진하는 것이 중요하다. 또한 돈지에 대한 항산화 효과도 우수하므로 천연 항산화제로서의 개발 방안도 강구해야 할 것이다.

(2) 우량종 육성

1) 分布, 植生 및 유전자원의 수집과 분석

도토리를 과수화 작물로 육성하기 위하여는 식생이 참나무림으로 천이되고 있는 남부지역에서 군집별로 식생변이에 대한 조사자료를 축적하여야 할 것이다. 또 타가수정에 의한 자연교잡종의 변이가 발생하므로 이에 대한 우량계통의 보존을 위해 지속적인 선발을 실시해야 할 것이다.

2) 우량종의 다량번식 기술확립

참나무 조직배양을 위한 外殖體의 채취 부위, 적기 및 방법을 究明하고 외식체의 처리 및 살균법과 배지조성 방법 그리고 조직배양된 幼苗의 순화적응에 필요한 방법 등을 체계화함으로서 참나무 우량종의 수집 및 clone을 증식할 때 효과적으로 이용·활용할 수 있을 것이다.

(3) 재배기술 개발

선발 육성된 도토리 나무의 수종별로 토양 적응력에 따라 적지를 선정하여 식재하고, 수형을 변칙 주간형으로 정지 전정을 실시하여 수세를 조절하며, 환상박피로 결실을 유도하면 안정적 생산이 가능할 것이므로 전국 각 지역의 유희 경작지 및 식재 가능한 산지에 재배면적을 확충하여야 할 것이다.

SUMMARY

I . Title of thesis

A Study on Farming Possibilities of Acorn by Developing Processed Food and Breeding Superior Variety

II. Objectives and importance of research and development

1. Objectives of this research and development

While the demand for acorn is increasing rapidly, its domestic production is decreasing continuously. So most of the acorn supply depends on import. The quality of imported acorns is not so good as domestic ones, which results in quality deterioration of acorn-processed foodstuffs.

To enhance the competitiveness of crop-raising industry under the present trade circumstances regulated by WTO, it is important that we should enhance the price and quality competitiveness of present crops and develop new substitute crops of much value added. This study has been carried out on the hypothesis that the economization of acorn cultivation could be a way of enhancing the competitiveness of crop raising industry.

The purpose of this study is to examine the possibility and conditions of acorn as a new economical crop for farmers. This thesis analyzes systematically and comprehensively the possible development of acorn-processed foodstuffs, their demand forecast, efficient techniques of raising acorns, the breeding method of high-quality acorns and the economic validity of acorn cultivation.

2. Importance of this research and development

This study will contribute to the technical development of food processing and agricultural production. From economic standpoint, this study will go far toward enhancing our agronomic competitiveness and balancing our trade payments. The development of related food-processing industry, the effect of environmental protection and the supply of health food are also worth mentioning as side effects of this study.

III. Content and scope of this research and development

The content of this study is 4 areas of acorn-processed-food development, superior variety breeding, cultural technique development, and economical efficiency analysis. The content and scope of each study area is as follows.

The area of acorn-processed food development has been subdivided into acorn-peeling method, physicochemical analysis, kneading characteristics, processed food development, preservative and functional properties, and establishment of hallmark standards. The area of superior variety breeding has been subdivided into distribution and vegetation investigation, elite tree selection test, vegetative reproduction, superior tree cultivation, and micropropagation of superior tree.

The area of cultural technique development is subdivided into root-taking improvement test of transplanted plants, tree trunk growth and flower bud control, fruit setting stability control, harvest technique development, and

storing method development. The area of economical efficiency analysis is subdivided into present acorn demand and supply analysis, acorn supply-demand determinant analysis and prospect, and incidental economic effects of acorn cultivation.

IV. Results of research and proposal for application

1. Results of research and development

(1) Development of acorn as a food

This study was carried out to find that the acorn can be a new commercial tree by introducing the development of acorn as a food, cultivation methods, development of the high quality of varieties and economic feasibility study, and the results are as follows.

1) Peeling method of acorn

The heat treatment above 300°C showed positive effect but it needed the mechanical instrument to adjust the heating time and temperature, whereas the heat treatment between 100 to 200°C showed negative by decreasing the quality of product. 10% NaOH lye solution at 80°C for 30 seconds was found to be the most suitable for peeling the acorns.

2) Physical and chemical properties of acorn

Q. acetsina, *Q. variabilis* and *Q. serrata* showed in the order of weight and

edible portion of *Q. variabilis*, *Q. serrata* and *Q. acetsina* showed 84%, 78% and 75% respectively. The contents of moisture, crude lipid and crude fiber in *Q. acetsina* were 12.7%, 4.2% and 3.5% respectively. The content of crude ash in *Q. serrata* was 2.3% and the crude protein content in *Q. variabilis* was 7.4%. The 14 out of 46 volatile compounds of acorn were identified. Among them, palmitic acid content showed the highest as 54%, and showed dioctyl adipate, methyl-9, 12-octadecadienoate, methyl-9-octadecenoate, phenyl ethyl alcohol in the order of the amount of content.

3) Kneading characteristics and acorn food

The moisture content of the acorn paste added condition was higher than that of non added condition and the more the condition added the more the moisture contented.

The sensory evaluation of acorn CASTELLA (sponge cake mixed with acorn flour) for taste and flavor test showed the highest in 20% addition of conditioner, for color test 15%, for texture 10% respectively.

The sensory evaluation of acorn noodle for taste showed the highest in 20%-30% treatment of acorn flour and those for flavor, color and texture showed the highest value in 20% of each treatment. In the taste evaluation of acorn drink, 5% of acorn showed highest, but it gave bitter taste due to the tannin content which remained in the extract. In the acorn cookies taste, 10% of acorn flour showed the highest. More than 10% of acorn gave less taste than that of nut cookies which are commonly used. In the sensory test for taste of woodong, 20% of acorn flour showed the highest taste.

The taste and color of the product evaluated as good, whereas the texture of

the product gave no significant effect.

The cohesiveness and overall quality of acorn bread showed the highest in 30% addition of acorn flour. Tendency of the bread had no difference among the treatments and neither had between and in its favorite degree.

The hardness, brittleness and springiness of acorn paste(mook) made from more than that of.

The favorite degree of mook made from had the most value among the varieties.

4) Preservation and function of acorn foods

Temperature(room temperature and cold treatment) and time(0, 1,3,5,7days) effects on the processed foods of acorn were carried out to find the proper condition of preservation. weather the acorn flours were added or not, there was no significant difference on treatments of temperature and time for noodle foods. After 30 days preservation, the noodle preserved at room temperature showed deterioration effect.

Acorn castella preserved under cold condition has shown its effect, whereas the food preserved at room temperature and without addition of acorn flour appeared mold growth after 3 days storage, but the treatment of acorn flour showed moldy after 5 days. In the Dduk foods, the acorn application delayed mold appearances as 2 days compared to those of castella food itself.

On the other hand, to find the functional properties of acorn food the various solvents were introduced. Among the solvents, water extracted the most as 27.5% compare to those of methanols and ethanol. By applying vacuum concentration, the extraction was varied as 4.7% by water, 3.9% by methanols

and 3.4% by ethanol.

To find the antioxidative effect lard oil was treated. The effect of antioxidation up to 3 days storage showed significant differences between the food with and without acorn flour. whereas there was no significant effect on after 6 days' storage.

Antibiotics effect was not shown to 4 varieties of microorganisms, *E.coli*, *B. subtilis*, *B.typimurium* and *S.aureus*. The candy added acorn extracts for making the functional food proved no significant effects due to higher cost to produce than that of other commercial candy. Therefore it is required to extract and add the substances which represented the acorn's characteristics like flavor, taste etc..

(2) Superior variety breeding

1) A study of distribution and vegetation structure

This sections were summarized to analysis plant community in Mt. Bakwoon and Mt. Chiri area. The structure of plant community of Mt. Bakwoon and Mt. Chiri were set up 95 plots and 89 plots by clumped sampling method, respectively. By the DCA ordination, Mt. Bakwoon are composed of *Pinus densiflora*, *Quercus variabilis*, and *Q. serrata* community, it is similarity index between *Quercus variabilis* and mixed stands of broad leaved trees were more than 55%. Mt.Chiri was *Pinus densiflora*, *Quercus variabilis*- *Q. serrata*, *Carpinus laxiflora*, *Q. mongolica* and *Cornus controversa* - *Q. mongolica* community, it is similarity index between coniferous and mixed stands of broad leaved

trees were less than 20%.

2) A study of genetic resources and individual selection

Genetic resources improvement is accomplished by having a population of trees with genetic difference and selecting the genetically desirable trees. The survey sites to where the mother trees were growing in natural forests and the where their genetic characteristics were developed through natural selection. According to the standard list of elite tree collection were selected 6 species 48 individual of Fagaceae which is 21 individual 1st year and 27 individual 2nd year. The H-6, H-7 and H-14 were extension of shoot length. The weight of acorn were heavier S-2, S-9 and acorn type were ovate and oblong. The average weight of most individual were 3.1g and average diameter of acorn was 20.4 mm. The period of fruit maturity was H-4, JS-1 and G-1 were precocious species, H -10, S-7 and WH-1 were intermediate ripening species, H-7, S-3 and SS- 0 were late ripening species.

3) A study of vegetative reproduction and analysis of superior tree

Superior tree of *Quercus* which producing a high quantity of acorn starch was from natural forest and its mass propagation method. By grafting and cutting was studied. Survival ratio in grafting of *Q. acutissima*, *Q. aliena* and *Q. dentata* are 75%, 58%, 51% respectively. Rooting ratio in cutting of sprout *Q. acutissima*, *Q. aliena* and *Q. dentata* are 61%, 58%, and 48% respectively. Rooting ratio in cutting of rejuvenation of *Q. acutissima*, *Q. aliena* and *Q. dentata* are 74%, 65%,

and 52% respectively. By cutting of rejuvenized green wood the rooting efficiency was increased.

The observation results of *Quercus* pollens with light microscopy were as follows;

Observation results of *Quercus*(7 species) pollens with light microscopy were as follow : pollen was monad and its size $22.75\sim31.25\times27.75\sim39.75\mu\text{m}$ (Min.~Max., P×E) and Equatorial shape in *Q. aliena*, *Q. serrata*, *Q. dentata*, and *Q. myrsinaefolia* were prolate, *Q. acutissima* and *Q. variabilis* were prolate-spheroidal, *Q. mongolica* was subprolate and polar shape was semitriangular. Aperture was tricolporate or tricolporoidata. The width of colpus was small and its surface was smooth or somewhat reticulate and margo was developed in *Q. acutissima* and *Q. variabilis*.

In the Polymerase Chain Reaction (PCR) - Random Amplified Polymerase DNA(RAPD) analysis was performed on DNA samples obtained from leaf collected from wild *Quercus* spp. in Kyeongnam Province. PCR - DNA markers may be used as a predictor of superior tree in future *Quercus* breeding development. Eight primers were used for PCR and generated a total of 122 RAPD markers. According to the PCR products bands of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-17), *Q. variabilis* (lane 18-22), *Q. aliena* (lane 23-27), *Quercus x urticaefolia* (lane28) were detected in all samples.

4) Micropropagation technique *in vitro*

① Aseptic Seedling Culture in Nut of *Quercus acutissima* Carr ; Experiments were conducted to establish a plantlet regeneration system for epicotyl of *Quercus acutissima*

Carr. Effects of combination and concentration of growth regulator on the regeneration of epicotyl were investigated. Seeds, sterilized with 70%(v/v) ethyl alcohol and 20% (v/v)NaOCl and rinsed five times with sterilized distilled water, were germinated aseptically in 400ml glass jar containing MS, WP agar medium at $26 \pm 2^\circ\text{C}$ under 16hrs day condition(5000lux), provided by florescent lamps, and 8hrs dark condition. Throughout the study, ten explants were also cultured under these conditions on 40ml of MS medium was the most effective for the regeneration of shoots. WP medium containing $10 \mu\text{M}$ BA was best for stimulating shoot induction. The elimination effect for contamination was 8 time that more add charcoal than absent charcoal in medium.

② A Study on Clonal Micropropagation in *Q. acutissima* Carr. and *Q. serrata* T. ; The study was performed to establish a plantlet regeneration system for branch of *Quercus acutissima* C. and *Quercus serrata* T. The Effects of combination and concentration of growth regulators on the regeneration of shoots and roots were investigated.

The explants were cultured under conditions on 40ml of WP medium which was the most effective for the regeneration of shoots. Sterilization of explants had best effects under the condition of 20% sodium hypochlorite and 70% ethanol to 4 minute treatment. The effect of explants were best in stem having leaf and petiole than stem imbeding petiole in WP medium containing $10 \mu\text{M}$ BA.

Percentage of survival plantlet was very high under the WP medium containing charcoal than absent charcoal and represented survival 60% in *Q. acutissima*, 90% in *Q. serrata*, respectively.

③ A Study on Growth of Plantlet Cultured By Different Species, Tissue and

Medium in clonal micropropagation of *Q. acutissima* and *Q. serrata* ; Experiments were conducted to establish a plantlet regeneration system for *Quercus acutissima* C. and *Quercus serrata* T. Effects of cultivar, explant organ, and combination and concentration of growth regulator upon the regeneration of shoots were investigated.

Throughout the study, the explants which were also cultured under conditions of 40ml of WP medium was the most effective for the regeneration of shoots of three cultivars tested.

Among the various combinations of different concentrations of the culture medium added in BA and zeatin, the regenerated shoots were transferred to WP medium containing zeatin, and resulting in multiple shoot formation. WP medium containing 10 μ M zeatin was best for stimulating multiple shoot formation in *Q. acutissima* and *Q. serrata*.

④ A Study on Auxin upon Rooting system of Plantlet by Clonal Micropropagation of *Q. acutissima* and *Q. serrata* ; A Experiments were conducted to establish a plantlet rooting system for tissue culture of *Quercus acutissima* C. and *Quercus serrata* T. Effects of cultivar and concentration of auxin hormone as IAA and NAA on the regeneration of roots were investigated.

Throughout the study, the explants, *Quercus acutissima* C., were better effective for the regeneration of roots in two species tested. Among the two concentrations of auxin as IAA and NAA added in the culture medium, the generated roots were transferred to WP medium containing NAA resulting in most root induction. WP medium containing NAA 5 μ M was best for root induction in *Q. acutissima* and *Q. serrata*.

⑤ A Study on CO₂ Concentrations and Light Density for micropropagation of *Q. acutissima* and *Q. serrata* ; Experiments were conducted to establish a plantlet regeneration system for *Quercus acutissima* C. and *Quercus serrata* T. Effects of cultivar, CO₂ concentration and air exchange rate on the development of plantlets were investigated.

Seeds, sterilized with 70% (v/v) ethyl alcohol and 2% (v/v) NaOCl and rinsed five times with sterilized distilled water, were germinated aseptically in 400ml glass bottles containing MS, WP agar medium at 26±2°C under a 16 hr day (5000 lux), provided by florescent lamps, and 8 hr dark regime. Throughout the study, five explants were also cultured under these conditions on 40ml of MS medium was the most effective for the growth of shoots of three cultivars tested. Among the various combinations of 2 different concentrations of CO₂(340, 1,000ppm), and air exchange rate (0.01, 1^{-h}) in the culture condition.

The regenerated shoots were transferred to WP medium containing zeatin, resulting in multiple shoot formation. WP medium containing 10 μM zeatin was best for stimulating multiple shoot formation in *Q. acutissima* and *Q. serrata*. 1,000ppm CO₂ with 1^{-h} air exchange rate were best for development of plantlet in *Q. acutissima* and *Q. serrata*. 1,000ppm CO₂ with 1^{-h} air exchange rate were more effects for fresh weight and height of plantlet in *Q. acutissima* and *Q. serrata*. 'France' of *Q. serrata* was rapid growth more than 'Korea', 'German'.

(3) Cultural technique development

This part of study aims at developing a low-cost high-yield cultivation technique to establish a mass-production system of newly-bred dominant

species of acorn. The results of experiment are as follows.

1) When the root area and the shoot tip area of to-be-transplanted nursery plant were cut properly, and when its root area was dipped in IBA 500ppm solution before planting, its root-taking and incipient growth was good.

2) Pruning the trunk length and the main root length to 20-30cm and dipping the root in IBA 500ppm solution improved the root system distribution and root-taking, which seems to accelerate the growth of above-ground part of plant and to increase the number of shoots, resulting in a better and more economical tree form.

3) The tree form and growth can be regulated by appropriate pruning according to the age of each tree during the dormant period, and girdling from late June to early July can increase the flower bud number.

4) When the tree form and force of 10-year-old *Quercus acutissima* C. are controlled by 10kg pruning together with girdling in early July, the tree vigor is controlled and the flower buds increase, inducing stable fruit setting.

5) A low-cost and simultaneous harvesting of acorns of *Quercus serrata* THUNBERG is possible when ethephon 1000-2000× solution is sprayed upon the whole surface of tree canopy and the vibrating harvest method is

used 10-15 days after spraying.

6) Acorns could be stored for 5 months until early March by storage in ground; storage house lengthened the period to 7 months until early May, but the quality of acorns deteriorated owing to budding; dry storage and peeling dry storage were most effective as a long period storage method.

(4) Economic validity of acorn cultivation

The objective of this chapter is to verify the economic validity of the acorn cultivation as a new crop in the agricultural and national aspect. This study is focussed on the analysis of the present demand & supply situation, modeling and estimation of the demand & supply function, prospect for the demand and supply quantities for acorn until 2010, as well as the economic effect of cultivating acorn. The major results of this study are as follows.

Domestic production quantities for acorn have been decreased continuously since 1983. On the other hand, the domestic demand quantities increase gradually. The increasing trend of the demand became much steeper especially after the revealing take-off stage of the demand in 1991. This has resulted in the degree of self-sufficiency for acorn from 100% in 1987 to 4.1% in 1997.

The price of the domestic acorn has been risen until 1995, and revealed a declining trend on and after 1996. Import price of acorn is far lower than the domestic price. The prices of the imported acorn from China and the Republic of South Africa are only 9.0 and 7.3% of the domestic price, respectively.

The income elasticity of demand for acorn is very high, but the elasticities with respect to its own price and import price are low. The price elasticity of supply for domestic acorn is low, but the substitute price elasticity and wage elasticity are higher than the price elasticity.

In 2010, the demand quantities for acorn will increase by 2.3 - 8.6 times of demand in 1997, while domestic production quantities will decrease continuously. Consequently, the self-sufficiency rate will decrease to 0.06% in 2010. Without appropriate policy to increase domestic productions, nearly all of the demand quantities for acorn will be entirely dependant upon the import in the near future.

The farm product income of acorn per 10a, if it is cultivated as a new crop, will be as much as rice, and higher than miscellaneous grains, pulses, and special crops. Although it will be less than fruits, it will be 2 -3 times higher than chestnut.

Domestic market share of acorn in 2010 will be as much as peach and chestnut, etc. In order to produce all of the domestic demand for acorn, 6.0-21.9 thousand farmers with 2.5ha farmland should grow acorn by utilizing 38.8-142.1 % of the unused land. This means that acorn cultivation would increase not only the farm products income but also the utilizing rate of the farmland.

In the national economic aspect, the acorn cultivation will save the foreign currency by reducing 0.3-1.2 % of the total import of agricultural import. Acorn farming in the unused land will also improve our environment.

In conclusion, it is apparent that the effect of cultivating acorn will be very high in the agricultural and national economic aspect. Therefore, it is

important to improve production system for domestic acorn from gathering system to mass production system.

2. Proposals for application of research results

(1) Development of acorn as a food

1) Peeling method of acorn

If it could be developed to a thin layer for controlling ultra high temperature, thin layer is more effectively than thin layer in used farm presently.

2) Physical and chemical properties of acorn

If acorn flavor could be extracted, it is able to developed acorn foods contained acorn flavor.

3) Kneading characteristics and development of processed food

If it can be winned Health-Social Affair recognition, it could be developed castella and noodle get more fancy and functional quality than other foods.

If it could be developed UDONG and drink, acorn is able to the economic plants and following effectivity and economic income is more exacellant than chestnut.

4) Preservation and function

Compared with non added products, added products was better during

storage. Antioxidative activity and health-function were better than others, it is enough to developed the funtional foods and natural antioxidative reagents.

(2) Superior variety breeding

1) Distribution, vegetation, and collection and analysis of genetic resources

For the acorn cultivation as an economical crop, the survey data must be collected and accumulated on each colony of the natural oak forests of southern Korea the vegetation of which is being changed to oak forests. Since variation by cross fertilization occurs, selection should be carried out continuously to preserve superior species.

2) Mass-propagation technique of superior species

To clarify the picking point, time and method of external gonophore for the tissue culture of oak tree, and to systematize the methods of external gonophore treatment, pasteurism, culture ground preparation and acclimatization of tissue-cultured plantlet are necessary for efficiency of superior species collection and clone multiplication.

(3) Cultural technique development

The stable production of acorns will be possible by planting each selected elite species in well-selected ground, by controlling the tree force through

pruning, and by stable fruit setting through girdling. So the land for acorn cultivation should be expanded all over the country.

Contents

Chapter 1. Introduction	37
Section 1. Objectives and Importance of Reserch and Development	37
Section 2. Content and Scope of this Reserch and Development	39
Chapter 2. Development of Acorn as a Food	42
Section 1. Introduction	42
Section 2. Peeling Method of Acorn	43
Section 3. Physical and Chemical Properties of Acorn	44
Section 4. Flour Products	46
Section 5. Kneading Characteristics and Acorn Food	54
Section 6. Preservation and Function of Acorn Foods	64
Section 7. Conclusions	72
Chapter 3. Superior Variety Breeding	82
Section 1. Introduction	82
Section 2. Distribution and Vegetation Structure	83
Section 3. Genetic Resources and Individual Selection	101
Section 4. Vegetative Propagation and Analysis of Superior Tree	107
Section 5. Micropropagation Technique <i>in vitro</i>	129
Section 6. Conclusions	172

Chapter 4. Cultural Technique Development	186
Section 1. Introduction	186
Section 2. Promotion of Transplanting Nursery's Root	189
Section 3. Tree Growth and Flower Bud Control	195
Section 4. Stable Fruit Setting by Tree Vigor Control	199
Section 5. Harvest Technique Development	201
Section 6. Conclusions	207
Chapter 5. Economic Validity of Acorn Cultivation	211
Section 1. Introduction	211
Section 2. Present Demand and Supply Situation	212
Section 3. Analysis and Prospect of Demand & Supply for Acorn	224
Section 4. Economic Effect of Acorn Cultivation	237
Section 5. Summary and Conclusions	247
Chapter 6. Summary and Conclusions	253

목 차

제 1 장 서 론	37
제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성	37
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위	39
제 2 장 가공식품 개발	42
제 1 절 서 론	42
제 2 절 도토리 박피법 개발	43
제 3 절 이화학적 성분 분석	44
제 4 절 분말 가공법 개발	46
제 5 절 반죽특성 및 가공품 개발	54
제 6 절 저장성 및 기능성 실험	64
제 7 절 적 요	72
제 3 장 우량종 육성	82
제 1 절 서 론	82
제 2 절 분포 및 생태조사	83
제 3 절 참나무 유전자원 수집 및 계통선발	101
제 4 절 영양분석법 개발 및 우량종의 분석	107
제 5 절 우량종의 다량분석 기술확립	129
제 6 절 적 요	172

제 4 장 재배기술 개발	186
제 1 절 서론	186
제 2 절 이식묘 활착증진	189
제 3 절 수체생장 및 화아분화 조절	195
제 4 절 수세조절에 의한 안정결실 관리	199
제 5 절 수확기술 개발	201
제 6 절 적요	207
제 5 장 경제성 분석	211
제 1 절 서론	211
제 2 절 도토리 수급현황	212
제 3 절 도토리 수급 결정요인 분석 및 전망	224
제 4 절 도토리 재배의 경제적 파급효과	237
제 5 절 요약 및 결론	247
제 6 장 요약 및 결론	253

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

견과류 식품으로 분류되고 있는 도토리는 선사시대부터 흉년을 대비한 구황식물로 인식되어 왔다. 또한 도토리는 열량, 단백질, 지방질 등의 영양 측면에서 같은 견과류에 속하는 밤보다 훨씬 높은 단위당 성분가를 함유하고 있을 뿐만 아니라 약용성 물질도 내포하고 있다. 이용 용도가 크게 다양화되지 못하고 있음에도 불구하고 도토리는 1990년대에 들어 수요량이 급증하고 있다.

도토리의 국내 생산량은 계속 감소하고 있으며, 다양한 품종의 참나무가 전국의 임야에 산재되어 있으므로 특별한 주산지가 있는 것이 아니라 전국적으로 고른 생산 분포를 나타내고 있다. 수요량은 증가하는 반면 국내 생산량이 감소함에 따라 공급량의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 수입 도토리는 품질이 낮기 때문에 도토리 가공식품의 품질 저하 요인으로 작용한다는 문제점을 내포하고 있다.

한편 세계무역기구(WTO) 체제라는 국제무역질서 속에서 경쟁력을 제고시키려면 기존의 작목에 대한 가격경쟁력 및 품질경쟁력을 향상시키거나 새로운 고부가가치 대체작목을 개발하는 것이 중요하다. 이러한 시각에서 이 연구는 도토리의 경제작물화가 경쟁력 제고를 위한 하나의 수단이 될 수 있을 것이라는 가설을 설정하였다.

지금까지 국내는 물론 세계적으로도 도토리의 경제작물화를 위한 재배기술 개발을 시도한 실적은 거의 없는 것으로 알려지고 있다. 또한 도토리를 원료로 투입하는 가공식품의 개발 실적은 전통적으로 섭취해 온 목 외에 목 가공용 분말, 건조목

정도로써 매우 저조한 수준에 머물러 있다.

이러한 여건 속에서 도토리의 대체작물 부상 가능성 여부에 관한 의문을 해소하려면 기술적 측면과 경제적 측면에서 몇 가지 과제가 검토되어야 할 것이다. 기술적 측면에서는 수요 창출이 보장되는 도토리 가공식품의 개발 가능성, 도토리의 재배기술 개발 가능성, 고품질 우량품종의 육성 가능성 등이 검토되어야 하며 경제적 측면에서는 도토리 재배의 경제적 타당성이 입증되어야 할 것이다.

따라서 이 연구는 앞의 네 가지 검토 사항을 체계적이고 종합적으로 분석함으로써 도토리가 농가의 새로운 경제작물로서 부상할 수 있는 가능성과 그 조건을 규명하려는데 목적을 두고 있다.

2. 연구개발의 중요성

이 연구의 중요성은 기술적 측면, 경제·산업적 측면, 사회적 측면 등으로 구분하여 할 수 있다. 먼저 기술적 측면의 중요성은 식품가공 기술의 발전과 농업생산 기술의 발전에 기여할 수 있다는 점이다.

도토리 재배를 통하여 농가의 고부가가치 실현이 가능하려면 가공식품을 개발하여 상품화함으로써 수요를 획기적으로 창출하는 것이 선결 조건이 된다. 이를 위하여 도토리 중심형 가공식품, 도토리 첨가형 가공식품 등 기존 농산물과의 혼합형 가공식품을 다양하게 개발하는데 성공한다면 식품 가공 기술의 발전에 크게 기여할 수 있을 것이다. 또한 도토리의 생산 방법을 전통적인 채취형으로부터 재배형으로 전환하기 위하여 생산 과정에서 농가의 관리가 용이하도록 새로운 재배기술을 개발하게 되면 영년생 작물의 생산기술 향상을 촉진시킬 수 있을 것이다.

경제적 측면의 중요성은 WTO 체제와 뉴라운드에 대비하는 고부가가치 대체작목을 발굴함으로써 농업 경쟁력을 향상시킬 수 있으며, 막대한 수입대체 효과를 통하여 국제수지를 개선할 수 있다는 점이다. 산업적 측면에서는 도토리를 대량 생산

하여 주년 공급체제를 확립함으로써 구조적으로 가동률이 저조한 농산물 가공산업의 발전에 기여한다는 점을 들 수 있다.

한편 도토리는 체내의 중금속 물질 정화 효과가 있는 등 약용성 물질을 내포하고 있으므로 도토리의 가공식품을 개발 보급함으로써 건강식품의 소비 확대를 도모할 수 있을 것이다. 또한 참나무를 비료, 농약 절약형 재배 작물로 개발함으로써 환경보전 효과를 거둘 수 있고, 야산 혹은 유휴 한계 농지 활용형으로 개발함으로써 토사 유실 방지와 같은 농림업의 공익적 기능을 제고시킬 수 있을 것이다. 이와 같은 부수적 기대효과는 사회적 측면에서 조명할 수 있는 중요성으로 지적할 수 있다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

이 연구의 주요 내용은 가공식품 개발, 우량종 육성, 재배방법 개발, 경제성 분석 등의 네 가지 연구 분야로 구성하였으며 각 연구 분야별 연구개발 내용 및 범위는 다음과 같다.

먼저 가공식품 개발 분야의 연구 내용은 도토리 박피법 및 이화학적 조사, 반죽 특성 실험 및 가공품 개발, 저장성 및 기능성 실험, 품질보증모델 설정 등으로 세분하였다. 도토리 박피법 및 이화학적 조사의 연구 범위는 박피법 개발, 이화학적 성분 및 향기성분 분석, 분말 가공법 개발 등으로 국한하였다.

또한 분말 가공품 개발, 가공식품(국수, 제빵, 제과, 목 등) 개발, 도토리 식품의 관능검사 등을 가공품 개발 내용에 포함하였으며 기능성 실험은 유효성분 추출 및 정제, 기능성 소재로서의 이용성 실험 등으로 구분하여 수행하였다.

두 번째 연구 분야인 우량종 육성의 세부 연구 내용에는 분포 및 생태 조사, 우량종 선발 시험, 영양 번식법 연구, 우량계통 육성, 우량종의 다량 번식기술 확립 등을 포함하였다. 분포 및 생태 조사는 조사지를 설정하여 군집구조 분석을 하였으

며 우량종 선발 시험 내용에는 유전자원 조사 및 개체 선발을 포함하였다. 영양 번식법은 접목 번식법과 삽목 번식법에 의해 규명하였으며 형태적 분석(잎의 특성) 화분학적 분석, RAPD 분석 등을 통하여 우량계통을 육성하였다.

우량종의 다량 번식기술 확립 연구는 상수리 堅果上胚軸의 無菌苗 培養, 상수리와 줄참나무의 器內微細増殖, 種과 組織 및 培地別 組織培養 效果 實驗, 組織培養 苗의 發根에 미치는 Auxin 物質 實驗, 器內培養時 CO₂ 濃度 및 光 照度 實驗, 다량증식 기술체계 수립 등의 내용으로 구성하였다.

세 번째로 재배방법 개발 분야의 세부 연구 내용은 이식묘 활착 증진 시험, 수체생장과 화아분화 조절, 안정결실 관리, 수확기술 개발, 저장기술 개발 등으로 구성하였다. 이식묘 활착 증진 시험은 성장조절제의 종류 및 농도별로 묘목 이식시의 활착 상태와 초기생육 증진 도모 실험을 수행하였고 수체생장과 화아분화조절 실험 내용에는 정지전정에 의한 조절 방법과 환상박피에 의한 조절 방법을 포함하였다.

안정결실 관리 시험 내용은 환상박피를 통한 화아수 증진 시험과 격년결실 예방을 통한 안정 결실 유도 시험으로 구성하였으며 동시 수확 유도 시험, 생산비 절감을 위한 Net설치 및 진동기 수확 실험 등에 의하여 수확기술 개발 실험을 수행하였다. 또한 저장기술 개발을 위하여 저장 방법별로 저장 실험을 실시하였으며 저장 방법은 노천 매장, 건조 저장, 저온 저장, 박피 건조 저장 등으로 구분하였다. 마지막으로 경제성 분석 연구 분야에서는 도토리 수급현황 분석, 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망, 도토리 재배의 경제적 파급 효과 등을 분석하였다. 도토리의 수급현황 분석에서는 참나무의 경제적 가치를 목재 이용 부분과 종실 이용부분으로 구분하여 분석하였고 수급 추세, 해외시장 현황, 가격 추세 등을 주요 분석 내용으로 포함하였다.

도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망에서는 수요모형과 공급모형을 설정하여 모형의 추정과 검정 과정을 거친 다음 수요-공급의 결정 요인을 분석하였다. 또한

추정 모형을 이용하여 2010년까지 도토리 수요량, 국내 생산량, 수입량 등을 전망하였다. 그 다음 도토리 재배의 농업경제 파급 효과와 국민경제 파급 효과 분석을 통하여 도토리 재배의 경제적 타당성을 검토하였다.

제 2 장 가공식품 개발

제 1 절 서 론

세계적인 식량난의 여파로 수입소맥분의 국산원료에 의한 대체가 크게 문제시 되고 있는 현실에 비추어볼 때 구황작물의 하나인 도토리전분의 이용연구는 바람직한 일이라 할 수 있을 것이다. 도토리는 우리나라의 산야에 많이 야생하고 있으며, 생산량도 많은 것으로 집계되고 있는데, 도토리의 가공식품은 주로 堅果를 이용하여 전통적으로 목가공, 약용재 등에 주로 이용되어 왔으며, 외국에서는 빵이나 과자, 도토리죽으로 많이 이용을 해오고 있지만, 전통적인 건강식품임에도 불구하고 도토리의 소비량은 다른 식품에 비해 대단히 낮은 수준에 머무르고 있다.

도토리의 소비량 수준이 낮은 이유는 생산의 한계로 인하여 다양한 가공식품 개발에 대한 인센티브가 부여되지 않았고 그에 따라 건강식품으로서의 홍보가 전무하였기 때문으로 생각되며 현재 개발된 도토리 가공식품은 기존의 목 외에 목가공용 분말, 건조목 정도에 불과한 수준이다.

도토리는 열량, 단백질, 지방질 등의 영양 측면에서 밤보다 훨씬 높은 단위당성분가를 함유하고 있을뿐만 아니라 약용성물질도 내포하고 있기 때문에 이를 이용한 가공식품 개발 및 수요의 창출가능성은 무한하다고 판단된다. 실제로 도토리를 전부 이용하거나 일부 첨가함으로써 개발 가능한 가공식품은 전분, 떡, 국수, 라면, 과자, 빵, 도토리차 등과 같은 제품으로 확대할 수 있을 것이며 또한 도토리는 열매 혹은 가공부산물을 사료용으로도 이용할 수도 있을 것이다. 또한 식용유지나 지방질식품은 가공, 저장중 산화를 일으켜 불쾌한 냄새를 내거나 독성물질을 생성하는데 이와같은 유지의 산화방지를 위하여 항산화제를 첨가하기도 하는데 이중 가장 효과적인 항산화제는 천연항산화제를 이용하는 것이라 할수 있다.

도토리 중에는 tannin계 화합물이 다량 함유되어 있어 도토리추출물의 천연 항산화제로의 이용가능성도 아주 높은 것으로 생각할 수가 있다.

도토리를 이용한 식품가공 용도는 기존의 밀가루 제품과 관련성이 높고 도토리의 열매 혹은 가공부산물은 사료생산에 이용 가능한 반면, 밀과 사료용 곡물 공급량은 대부분 해외시장에 의존하고 있으므로 도토리의 작물화를 통해 막대한 수입 대체 효과를 높일수 있으므로 국제수지 개선이라는 국민경제적 측면에서도 도토리의 경제작물화 방안을 확립하는 것은 의미 있는 일이라고 생각된다.

도토리제품을 가공하는 대부분의 식품가공 기업이 영세한 이유는 연중 원료확보의 곤란으로 가동율이 낮기 때문이며 가공원료의 연중 확보가 어려운 이유는 농산물 생산의 계절적 특성과 수입원료의 해외시장이 불안정하기 때문이다. 따라서 주년 공급체제를 확립하여 농산물 가공산업 발전에 기여할 수 있도록 도토리의 대량 생산 방안을 연구개발할 필요성이 있을 것이다.

제 2 절 도토리 박피법 개발

1. 재료 및 방법

연구내용 수행에 소요되는 실험용 재료는 품질면이나 수량면에서 우수하다고 판단되는 수종 중 상수리나무(*Q. acutissima*), 졸참나무(*Q. serrata*.) 및 굴참나무(*Q. variabilis*)의 3 수종을 주산지에서 수집하여 이용하였다.

박피법 개발은 열처리법과 약품처리법에 의해 최적의 박피 조건을 규명하는 방법으로 접근하여 도토리의 剝皮方法을 열처리법과 약품처리법으로 구분하여 열처리에 의한 박피법은 온도 구간별 열처리 결과로서 분석하였고 약품처리법은 가성소오다법에 의한 박피효과로서 비교 분석하였다.

2. 결과 및 고찰

가열처리법에 의한 박피실험을 온도 구간별로 시행한 결과 300-400℃ 사이의 열처리를 하는 경우 박피가 가장 잘 되는 것으로 나타났으며 100℃에서 200℃ 온도 사이에서는 가열 속도가 느리기 때문에 가식부위가 익거나 약간 벗겨지기도 하므로 상품으로서의 가치가 적은 것으로 나타났다.

400℃ 이상에서는 堅果의 속부분이 타는 현상이 나타났으며 대량 박피시 로울러가 부착된 기계의 개발이 필요하고 가열시간과 온도조절을 자동화하는 기계적 장치가 추가적으로 개발되어야 할 것으로 사료된다.

가성소오다법에 의한 박피실험 결과 양호한 박피효과를 나타내었으며 80℃에서 가성소다 10% 농도에서 가장 양호한 박피효과를 나타내었다.

이상 두가지의 박피율을 비교해보면 도토리는 내피와 가식부위의 분리율이 상당히 높고 외피의 두께가 얇기 때문에 회전로울러에 의하여 외피에 칼집 형태의 자욱을 낸 후 분리하면 더 나은 박피효과를 가져올 수 있을 것이다. 따라서 추후 간단한 박피기를 제작하여 농가 보급형으로서의 이용가능성 및 산업용으로서의 대형 박피기 개발 가능성에 대한 실험이 추가되어야 할 것이다.

제 3 절 이화학적 성분 분석

1. 재료 및 방법

성분 분석은 실험용 도토리의 부위별 중량 비교 분석, 원료 도토리의 일반성분 분석, 시료에 따른 무기성분 조성상의 차이점 분석, 도토리 전분의 입자의 구성 및 도토리의 휘발성항기성분구성 등을 분석하고자 하였으며 일반성분으로 수분, 조단백질, 조지질, 조섬유 및 회분은 A.O.A.C법을 이용하여 분석하고 무기성분은 원자

흡광분광광도계를 이용하여 표준검량선으로부터 원소의 함량을 측정하였으며 전분 입자는 전분현탁액을 제조하여 현미경으로 관찰하는 방법으로 분석하였으며, 휘발성항기성분은 S.D.E법으로 추출하여 구성성분을 동정하였다.

2. 결과 및 고찰

시료로 사용한 3개 품종별로 전체 중량에 대한 부위별 중량을 비교 분석한 결과 상수리나무는 가식부위 78%, 내피3%, 외피 19%, 졸참나무는 가식부위 84%, 내피 4%, 외피 12%, 굴참나무는 가식부위 75%, 내피 2%, 외피 23%로 나타났다.

도토리외 이화학적 성분을 분석한 결과는 <표 2-1>에서 보는 바와 같이 수분함량이 졸참나무>굴참>상수리나무의 순이고, 조회분 함량은 상수리나무>굴참나무>졸참나무의 순이며 조섬유는 졸참나무>굴참나무>상수리나무, 조단백질은 굴참나무>졸참나무>상수리나무, 조지방은 졸참나무>상수리나무>굴참나무의 순으로 나타났다.

표 2-1. 도토리 가루의 이화학적 성분 조성

(단위 : %)

Item	Sample A	Sample B	Sample C
Moisture	10.5	12.7	11.3
Ash	2.3	1.7	2.2
Crude fiber	3.0	3.5	3.2
Crude protein	7.0	7.1	7.4
Crude lipid	4.0	4.2	3.6

Sample A: *Quercus acutissima* C. B: *Quercus serrata* T., C: *Quercus variabilis* Bl.

<표 2-2>는 원료 도토리외 무기성분을 분석한 결과로서 상수리나무의 경우 K>Mg>Ca>Na>P>Fe, 졸참나무는 K>Mg>P>Ca>Na>Fe, sample 굴참나무는K>Ca>

Mg>P>Na>Fe의 순으로 나타났다.

표 2-2. 도토리 가루의 무기성분 조성

(단위 : mg%)

	Sample A	Sample B	Sample C
Ca	128.7	125.4	138.6
Fe	5.5	4.4	4.9
Na	95.4	63.2	82.1
Mg	130.9	144.8	119.6
K	888.1	868.1	965.4
P	90.7	128.6	99.3

Sample A: *Quercus acutissima* C, B: *Quercus serrta* T., C: *Quercus variabilis* BI

도토리 전분의 입자는 약간 둥근 형태로서 감자, 고구마 등의 전분 입자 크기보다 작은 것으로 관찰되었다.

제 4 절 분말 가공법 개발

1. 재료 및 방법

도토리 가공식품의 식품학적 가치 평가를 위해 도토리 분말 첨가형 카스테라를 제조하여 그 맛, 향기, 색깔, 조직감 등에 대한 관능 검사와 도토리 분말을 첨가한 국수를 제조한 후 그 제품의 맛, 향기, 색깔, 조직감 등에 대한 관능 검사 결과를 보고져 하였다.

도토리 카스테라의 도토리 첨가율은 10%, 20%, 30% 등 3가지 수준으로 하고 도토리 국수의 도토리 첨가율은 10%, 20%, 30%, 50% 등 4가지 수준으로 하였다. 도

토리 카스테라는 일반적인 카스테라 제조법에 의해 제조하였으며, 밀가루 중량에 대한 도토리 전분 첨가율은 3가지 수준으로 하였다. 도토리 카스테라의 관능검사는 맛, 향기, 색깔, 조직감 등에 대하여 6점 비교 채점법에 의해 실시하였으며 도토리 국수는 밀가루 중량에 대한 도토리 첨가율을 4가지 수준으로 소형 제면기를 이용하여 면대를 제조하였고 도토리 국수의 관능 검사 방법은 도토리 카스테라와 동일하게 측정하였다.

도토리 국수의 물리적 특성은 texture meter를 사용하여 maxium(dyun), initial force(dyne), extrusion work(dyne.cm) 및 slope 등을 측정하여 분석하였다.

2. 결과 및 고찰

가) 도토리 분말을 첨가한 카스테라의 관능검사 결과

도토리 카스테라의 맛에 대한 관능검사 결과는 <표 2-3>에서 보는 바와 같이 도토리를 첨가 하지 않은 제품이 도토리 첨가 제품에 비해 기호도가 낮은 것으로 나타났으며, 10%의 도토리 분말을 첨가한 제품은 무첨가 제품과 큰 차이가 없었으나 20% 이상 첨가한 제품에서는 맛에 있어서 기호도가 높은 것으로 나타났다.

<표2-4>는 도토리 카스테라의 향기에 대한 관능검사의 결과로서 도토리를 10% 첨가하는 경우 향기는 어느 정도 느낄 수 있으나 기호도가 높지는 않았으며, 반면 20% 첨가 제품의 경우 향기도 높으며 기호도도 높은 것으로 나타났다.

표 2-3. 도토리 카스테라의 맛에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	Total
P1	6	4	3	1	14
P2	6	4	4	2	16
P3	5	3	3	1	12
P4	4	2	2	1	9

P5	5	2	1	1	9
P6	5	1	3	2	11
P7	6	5	3	2	16
P8	4	3	2	1	10
P9	5	4	1	2	12
P10	6	5	3	1	15
Total	52	33	25	14	124

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%

표 2-4. 도토리 카스테라의 향기에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	Total
P1	5	4	3	1	13
P2	5	3	3	2	13
P3	6	5	4	3	18
P4	5	4	2	1	12
P5	4	3	2	2	11
P6	5	3	2	2	12
P7	6	4	2	1	13
P8	5	4	3	2	14
P9	6	5	4	3	18
P10	6	3	3	1	13
Total	48	38	28	18	137

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%

<표 2-5>는 도토리 카스테라의 색깔에 대한 관능검사 결과로서 도토리를 10% 첨가하였을 경우 도토리 무첨가 제품에 비해 색깔의 차이가 약간 나타났을뿐 기호도는 낮았으며 20% 이상 첨가 제품에서는 무첨가 제품에 비하여 색깔의 차이가 크고 기호도도 높았다.

표 2-5. 도토리 카스테라의 색깔에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	Total
P1	1	2	4	5	12
P2	1	3	5	6	15
P3	2	3	4	4	13
P4	1	4	5	5	15
P5	3	5	5	6	19
P6	1	3	3	5	12
P7	2	3	4	5	14
P8	2	4	5	6	17
P9	1	2	4	5	12
P10	2	3	4	4	13
Total	16	32	43	51	132

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%

표 2-6. 도토리 카스테라의 조직감에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	Total
P1	2	3	4	5	14
P2	1	2	4	5	12
P3	2	4	5	6	17
P4	2	3	4	5	14
P5	3	5	4	6	18
P6	1	3	4	4	12
P7	2	2	3	5	12
P8	2	3	4	5	14
P9	1	2	4	6	13
P10	3	2	3	5	13
Total	19	29	39	52	141

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%

도토리 카스테라의 조직감에 대한 관능검사 결과는 <표 2-6>에서 보는 바와 같이 기존의 카스테라 제품에 익숙해져 있기 때문에 도토리 첨가 제품의 조직감은

떨어지는 것으로 나타났으며 10% 첨가 수준에서는 거부반응이 별로 크지 않았으나 20% 이상의 첨가 수준에서는 조직감이 크게 떨어져 기호도가 낮아졌다.

나) 도토리 분말을 첨가한 국수의 관능검사 결과

<표 2-7>은 도토리 국수의 맛에 대한 관능검사 결과로서 도토리를 첨가하지 않은 제품에 대한 반응은 거의 없었으나 도토리 첨가 제품에 대해서는 새로운 맛에 대한 기대감으로 인하여 맛에 대한 호응도가 높은 것으로 나타났다.

도토리 첨가율이 20~30% 까지는 기호도가 높았으나 그 이상을 첨가하여도 기호도에서 큰 차이가 없이 오히려 도토리의 맛이 너무 강하게 느껴졌으므로 30% 첨가 제품이 가장 적절하다고 판단된다.

<표 2-8>은 도토리 국수의 향기에 대한 관능검사 결과로서 도토리 분말을 첨가함으로써 도토리 특유의 향기를 나타내어 호응도가 높았다. 10% 첨가 수준에서는 향기가 크게 느껴지지 않다가 20% 이상 첨가 제품에서는 향기가 뚜렷이 느껴졌으며, 30%와 50% 첨가 제품 사이에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 2-7. 도토리 국수의 맛에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	E	Total
P1	4	3	3	2	2	14
P2	4	2	2	3	2	13
P3	5	4	3	3	2	17
P4	4	3	3	2	1	13
P5	5	3	2	1	2	13
P6	5	4	3	2	1	15
P7	3	3	3	2	2	13
P8	4	3	2	2	2	13
P9	4	4	2	1	1	12
P10	5	3	3	2	1	14
Total	43	32	26	20	16	137

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%, E : 50%

표 2-8. 도토리 국수의 향기에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	E	Total
P1	6	5	3	1	1	16
P2	5	5	4	2	1	17
P3	5	4	3	1	2	15
P4	6	4	3	2	2	17
P5	4	3	3	1	1	12
P6	4	4	4	3	2	17
P7	5	5	4	2	2	18
P8	5	4	2	2	2	15
P9	6	4	3	2	1	16
P10	4	4	2	3	2	15
Total	50	42	31	19	16	158

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%, E : 50%

표 2-9. 도토리 국수의 색깔에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	E	Total
P1	2	3	4	6	6	21
P2	1	2	3	5	5	16
P3	2	2	4	5	6	19
P4	3	3	4	4	5	19
P5	2	2	3	5	6	18
P6	1	3	5	6	5	20
P7	2	3	4	6	6	21
P8	3	2	4	4	6	19
P9	1	2	5	6	5	19
P10	1	3	3	5	6	18
Total	18	25	39	52	56	189

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%, E : 50%

<표 2-9>는 도토리 국수의 색깔에 대한 관능검사 결과로서 기존의 국수 제품과의 색깔 차이로 인하여 도토리 첨가 제품에 대하여 약간의 거부반응이 나타났으며, 첨가량이 많을수록 거부반응이 더 큰 것으로 나타났고, 20% 수준의 첨가 제품이

비교적 적절한 것으로 나타났다.

표 2-10. 도토리 국수의 조직감에 대한 관능검사 결과

Conditions	A	B	C	D	E	Total
P1	2	2	3	4	6	17
P2	2	1	3	5	5	16
P3	1	1	2	3	5	12
P4	2	3	4	4	6	19
P5	1	2	4	5	6	17
P6	1	2	3	5	6	17
P7	2	1	3	4	5	15
P8	1	2	4	4	6	17
P9	2	1	2	3	5	13
P10	2	2	3	5	6	18
Total	18	17	31	42	56	161

P : panels, A : added acorn % prepare for wheat 0%, B : 10%, C : 20%, D : 30%, E : 50%

<표 2-10>은 도토리 국수의 조직감에 대한 관능검사 결과로서 도토리 특유의 전분 구조와 탄닌 성분으로 인하여 도토리 첨가 제품이 큰 호응도를 얻지 못하였으나 20% 정도의 첨가 제품은 무난한 것으로 나타났다.

표 2-11. 조리 5분 후 측정 국수의 물리적 특성 분석결과

Conditions	0%	10%	20%	30%	50%
Maximumforce (dyne)	4600	4250	3958	3645	3321
Initial force (dyne)	3550	3230	3018	2350	2125
Extrusion work (dyne.cm)	2271	2075	1682	1539	1186
Slope	1.77	2.02	2.19	2.33	2.47

<표 2-11>는 도토리 국수의 물리적 특성 분석결과로서 0%에서 50% 까지 도토리 분말의 첨가 비율이 높아질수록 값이 감소하였음. 그 이유는 밀가루에 존재하는 gluten의 함량 차이 때문인 것으로 추정된다. 특히 조리 후 5분 이내에 측정

하였기 때문에 slope가 가파르게 나타났다 (3반복 실험하여 평균값을 나타낸 것임).

표 2-11. 조리 5분 후 측정 국수의 물리적 특성 분석결과

Conditions	0%	10%	20%	30%	50%
Maximumforce (dyne)	4600	4250	3958	3645	3321
Initial force (dyne)	3550	3230	3018	2350	2125
Extrusion work (dyne.cm)	2271	2075	1682	1539	1186
Slope	1.77	2.02	2.19	2.33	2.47

다) 도토리분말의 향기성분 분석

<표 2-12>는 도토리분말의 향기성분을 분석한 결과로서 총 46개의 향기성분이 분리되었으나 그 중 14종의 성분만이 동정되었다. 이는 현재 도토리의 향기성분을 분석한 결과가 전무하기 때문이다. 분석된 향기성분은 palmitic acid가 54% 정도로 가장 많이 함유되었으며 dioctyl adipate, methyl-9,12-octadecadienoate, methyl-9-octadecenoate, phenyl ethyl alcohol의 순으로 나타났다.

Table 2-12. Volatile components of Acorn flour by GC-MS

Retention time	Components	Area %
16.907	Acetic acid	0.07669
25.961	Terpine-4-ol	0.44705
27.770	Phenyl acetaldehyde	0.04647
33.954	Decadienal	0.09681
34.459	Anethol	1.62470
35.062	Caproic acid	1.78350
37.622	Phenyl ethyl alcohol	1.85195
45.429	2-Methoxy-4-vinyl phenol	0.39447
46.556	Ethyl palmitate	4.31237
51.994	Methyl-9-octadecenoate	4.25733

53.404	Methyl-9,12-octadecadienoate	4.41911
65.435	Diocetyl Adipate	4.58424
69.643	Palmitic acid	54.12527

제 5 절 반죽특성 및 가공품개발

1. 반죽 특성 실험

가. 재료 및 방법

전통적인 방법에 따라 도토리 무침가루(백설기)와 도토리(줄참, 상수리)를 첨가한 시험구(15%, 30%, 45% 첨가)로 나누어 반죽특성(수분함량)을 실험하였다.

나. 결과 및 고찰

도토리 첨가에 따른 수분함량을 조사한 결과는 표 2-17과 같았다. 즉, 무침가루에 비하여 도토리를 첨가한 시험구에서 수분함량이 많이 나타났으며, 도토리 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하는 경향을 나타내었다.

표 2-17. 도토리 첨가에 따른 반죽특성 결과 (%)

sample	0	15	30	45
대조구	40.6			
줄참		41.8	43.1	47.6
상수리		43.2	46.9	52.3

2. 분말 가공품 개발

가. 재료 및 방법

도토리 분말을 이용한 가공제품 개발의 일환으로 도토리 음료를 개발하기 위하여 도토리 엑기스를 추출하였으며, 그 방법은 다음과 같다.

1) 도토리 엑기스의 제조.

시료 → 수세 → 껍질제거 → 건조 → 파쇄 → 추출(80℃, 3회, 8시간) → 원심분리(8,000 rpm., 5℃, 20분) → 농축(진공농축, 50~60℃, 65~75Brix) → 농축엑기스 (수분검사 및 수율검사)

2) 도토리 드링크의 제조.

도토리엑기스(10%, 20%), 부원료(비타민C : 0.01%), 산미제(구연산 : 0.01%), 칭량 → 용해 → 혼합 → 가향 → 원심분리(8,000 rpm, 20분) → 살균(80℃, Water bath) → 제품화

나. 결과 및 고찰

실험 결과 도토리엑기스의 첨가 함량은 5%가 가장 적당한 함량으로 판명되었으며, 제품으로는 토리엑기스 5%, 벌꿀 0.5%, 구연산 0.3%, 비타민 C 0.01%, 드링크 후레바 0.15%, 액상과당 20%, 정제수를 적량 혼합하여 만들었다.

1) 제조된 드링크를 식품 공전을 참고하여 다음 항목에 대하여 검사를 실시하였다.

①대장균 : 검출되지 않았음.

②생균수 : 식품 공전 규격상 문제되지 않았음.

③성상(맛, pH 6.7, 색도) : 일반 드링크류와 비교해 본 결과 크게 다른 것은 없으나, 도토리 쓴 맛 성분인 탄닌의 제거가 완전하지 않아서 희석을 하여도 쓴맛이 약간 잔류하여 전체적으로 쓴맛이 났음. 차후 탄닌을 제거할 수 있는 효소제나

기타 방법을 모색하여 쓴맛을 제거하면 좋은 건강음료로 개발될 수 있는 기초자료를 얻었음.

pH는 기존 음료(예;인삼드링크류)와 비교해도 큰 차이가 없는 약산성에 해당 색깔은 전체적으로 탄닌의 영향으로 짙은 색깔을 띄었지만 전반적으로 평가해 볼 때 도토리 음료로서 개발할 충분한 가치가 있는 것으로 판명되었음.

④타르색소 : 검출되지 않았음.

⑤보존료 : 합성보존료로 사용한 안식향산나트륨의는 검출되지 않았음.

⑥관능검사 : 10명의 pannel 요원을 선발하여 맛, 색깔, 향기, 및 입안에서의 느낌에 대하여 평가한 결과 6점 만점에 평균 5점을 얻어 관능적으로 느낄 때 드링크류로서 적당한 맛, 색깔 및 향기를 가지는 드링크트로 판정되었음.

3. 가공식품 개발

가. 제과 가공품 개발

호두 과자 제조틀을 이용하여 도토리 분말 첨가 비율(5%, 10%, 15%)별로 제조하여 기존의 호두과자와 비교 실험하였으며, 그 결과는 표 2-18과 같다.

평가는 가장 좋다(6점), 대단히 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간나쁘다(2점), 대단히 나쁘다(1점)의 6점 만점으로 하였다.

표 2-18. 도토리를 첨가한 호두과자에 대한 관능검사 결과

구분	호두과자	도토리과자		
		5%	10%	15%
맛	5.2	5.0	4.8	4.5
향기	4.4	4.5	5.2	4.2

색깔	4.1	4.2	5.1	4.1
조직감	4.7	4.8	4.5	3.7
종합적인 맛	4.6	4.6	4.9	4.1

- 1) 이상의 결과로 볼 때 기존의 호두과자에 익숙해져 있지만 도토리가루를 5% 첨가하였을 때에 느끼는 전체적인 맛이 기존의 호두과자와 비교하여도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 2) 10% 도토리가루를 첨가하였을 때에는 오히려 더 좋다는 결과를 얻었으며, 그 이상 첨가할 때에는 도토리 가루의 쓴맛 때문에 기호도가 기존의 호두과자보다 떨어지는 것으로 나타났다.
- 3) 결과적으로 도토리분말을 10% 첨가하였을 때가 가장 좋은 기호도를 나타내었기 때문에 도토리의 소비적인 측면에서 볼 때 10%의 도토리분말을 첨가하는 것이 가장 좋은 도토리과자를 만들 수 있을 것으로 판정되었다.

나. 국수 가공품 개발

1차년도 국수 시험에 이어 우동에 대해 적용 실험을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 재료 및 방법

가) 실험재료

실험에 사용한 도토리는 경남 미천면에서 생산된 도토리를 분말화하여 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

나) 제조공정 및 방법

제조공정은 원료 -- 혼합 및 반죽 -- 압연 -- 선절 -- 건조 -- 포장순이었다. 이때 밀가루에 대한 도토리가루의 첨가비율은 각각 10%, 20% 및 30%였으며, 30cm 길이로 절단하여 수분이 20% 정도까지 될 때까지 건조한 후 polyethylene film으로 포장하여 실험에 사용하였다. 실험 항목은 우동의 조리실험으로 제조한 우동 100g을 끓는 증류수 1200ml에 넣고 20분간 삶은 후 우동의 중량, 부피 및 관능검사를 실시하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 특성

각 농도별로 반죽해 보았을 때 수분 및 소금의 배합은 35%와 2%를 기준으로 하였을때 반죽조성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

나) 삶은 우동의 중량

제조한 우동을 10분간 삶아서 찬물에 담가 냉각시킨후 철망에 건져내어 물을 빼고 중량을 분석한 결과는 다음과 같았다. 10% 및 20%에서는 시간이 경과함에 따라 중량이 서서히 증가하는 경향이다가 30%에서는 서서히 감소하는 경향이었는데, 이는 점탄성 부족으로 인하여 수분흡수력이 증가하기 때문에 면발이 풀리는 것으로 생각되었다.

다) 삶은 우동의 부피

중량을 달고난 면을 일정량의 물을 채운 messcylinder에 담근 후 증가하는 물의 부피를 측정하여 국수의 부피를 측정하였으며 그 결과는 다음과 같았다. 즉, 10% 및 20%첨가구에서는 부피가 증가하였다가 30%첨가구에서는 서서히 감소하는 경향이었는데 이는 첨가농도의 증가 및 조리시간의 차이에 따라 수분 흡수력이 증가함에 따라 면발이 풀리기 때문인 것으로 생각되었다.

라) 관능검사

농도별로 제조한 면을 10분간 삶고 냉각한 후 면의 색깔, 맛, 냄새, 조직감 등에 대하여 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 표 2-20과 같았다.

표 2-20. 우동에 대한 관능검사 결과

시료	맛	색깔	냄새	조직감	총점
대 조 구	3.0	3.1	3.2	2.5	11.8
10% 첨가구	2.7	3.3	2.5	3.0	11.5
20% 첨가구	3.5	3.2	3.7	3.0	13.4
30% 첨가구	2.9	2.9	3.5	2.7	12.1

대조구 : 일반 우동

위의 결과로 볼 때 대조구에 비해 20%첨가구가 가장 기호도가 높았으며, 30%, 20% 첨가구 순으로 나타났다. 이는 기존의 우동에 비해 도토리 분말의 첨가로 색깔 및 맛에는 좋은 느낌을 주었으며, 냄새와 조직감은 큰 차이를 보이지 않았다. 1차년도에 국수에 이어 우동에도 도토리분말을 혼합한 도토리우동의 제조 가능성을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

다. 제빵 가공품 개발

1) 재료 및 방법

전통적인 방법에 따라 도토리 무첨가구(백설기)와 도토리(줄참, 상수리)를 첨가한 시험구로 나누어 관능적, 기계적 텍스처 특성 및 미생물번식(부패도)를 도토리 무첨가구와 도토리(줄참, 상수리)를 첨가한 시험구로 나누어 실험하였다. 관능검사는 진주산업대학교 식품가공학과 학생들 중 기본 역치 테스트와 건강, 신뢰성 및 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 10명을 선정한 후 reference 시료를 이용하여 훈련시킨 다음 실험에

응하게 하였다.

평가 내용은 조직의 부드러운 정도(consistency), 촉촉한 정도(moistness), 조직의 쫄깃한 정도(cohesiveness), 삼킨 후의 느낌(afterswallowing), 색깔(color), 향기(flavor) 및 전반적인 바람직한 정도(overall quality)를 7점 채점법으로 실시하였다. 기계적 texture는 Universal Instron을 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

2) 결과 및 고찰

가) 관능검사

도토리 첨가량을 달리하여 제조한 떡에 있어서의 관능검사 결과는 표 2-21과 같았다.

표 2-21. 도토리를 첨가한 떡에 대한 관능검사 결과

Item	졸참(%)				상수리(%)			
	0	15	30	45	0	15	30	45
consistency	3.5	3.1	2.7	2.2*	3.5	3.0	2.8	2.3
moistness	3.1	2.6	2.6	2.5	3.1	2.8	2.7	2.6
cohesiveness	2.8	3.4	4.6	3.9	2.8	3.5	4.9	3.8
afterswallowing	2.5	2.2	2.2	1.9	2.5	2.4	2.3	2.1
overall quality	3.6	4.0	5.2	4.5	3.6	4.2	5.3	4.7
color	2.2	3.7	6.4	5.7	2.2	3.3	5.9	5.5
flavor	1.6	3.2	5.3	5.6	1.6	2.9	5.5	5.9

위의 결과로 볼 때 조직의 부드러운 정도는 무첨가구가 도토리를 첨가한 시험구보다 높게 나타났으며, 첨가량이 많을수록 기호도가 낮아짐을 알 수 있었다. 졸참과 상수리의 경우 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며, 촉촉한 정도도 부드러운 정도와 비슷한 유형을 나타내었다. 조직의 쫄깃한 정도는 무첨가구에 비하여 도토리

를 첨가한 시험구에서 더 높은 기호도를 나타내었으며, 첨가량이 많을수록 기호도가 더 높았고, 졸참에 비하여 상수리가 더 나은 것으로 나타났다.

삼킨 후의 느낌은 무첨가구가 도토리첨가구보다 더 기호도가 높게 나타났고, 색깔, 향기 및 전반적인 바람직한 정도는 무첨가구에 비하여 도토리첨가구가, 첨가량이 높을수록 기호도가 더 높은 것으로 나타났다.

졸참과 상수리 두 시료에 대해서는 큰 유의적인 차이는 없었지만 졸참보다는 상수리를 첨가한 떡이 더 기호도가 약간 높게 나타났다.

나) 기계적 texture

도토리의 첨가량을 달리하여 제조한 떡에 대한 기계적 texture의 측정결과는 표 2-22와 같았다.

표 2-22. 도토리첨가에 따른 떡의 기계적특성

Item	졸참(%)				상수리(%)			
	0	15	30	45	0	15	30	45
hardness	13.5	9.2	5.6	3.3	13.5	9.0	4.4	2.9
cohesiveness	0.9	0.7	0.6	0.6	0.9	0.8	0.5	0.5
springiness	3.2	2.9	2.5	2.1	3.2	2.8	2.4	2.1
gumminess	10.6	8.3	5.5	4.9	10.6	7.2	4.7	3.3
chewiness	25.2	22.1	16.9	12.6	25.2	21.8	15.9	11.7

견고성(hardness)은 무첨가구가 도토리첨가구보다 높은 값을 나타내었으며, 첨가량이 많을수록 낮아지는 경향이였으며, 졸참과 상수리에 있어서는 크게 유성을 나타내지 않았다.

응집성(cohesiveness)은 무첨가구와 도토리첨가구 사이에 별 차이를 보이지 않았

으며, 졸참과 상수리에 있어서도 크게 유의성은 없는 것으로 나타났다.

탄력성(springiness)은 무첨가구가 첨가량에 비하여 높은 값을 나타내었으며, 첨가량이 많을수록 낮은 값을 나타내었으며 두 시료 사이에는 큰 유의성이 없었다.

씹힘성(chewiness)도 도토리를 첨가한 시료보다 무첨가구에서 높은 값을 나타내었으며, 첨가량이 증가할수록 감소하였고 두 시료 사이에는 큰 유의성을 나타내지 않았다.

라. 목 가공품

1) 재료 및 방법

도토리 수증(졸참, 상수리)을 전통적인 방법에 따라 목을 제조하여 물리적 특성 및 관능검사를 실시하였다. 관능검사 항목으로는 목의 색깔, 투명도 및 조직감(질감)에 대하여 실시하였으며, 목의 투명도와 색깔을 평가하기 위하여서 시료를 각각 흰색과 투명한 용기에 담아 밝은 조명 상태에서 흰종이 위에 제시하였다.

조직감(질감) 특성은 입안에서 저작하면서 느끼도록 하였으며, 각 시료의 검사후에는 물로서 입안을 씻어 이전의 맛을 제거하도록 하였으며, 평가 채점표는 표 2-23과 같음.

표 2-23. 목제품에 대한 관능검사 검사표

항목 \ 점수	4	3	2	1
color	very light	light	dark	very dark
clarity	very opaque	opaque	clear	very clear
firmness	very soft	soft	firm	very firm
cohesiveness	very weak	weak	strong	very strong

2) 결과 및 고찰

가) 물리적 특성

두가지 목에 대하여 물리적특성을 조사한 결과는 표 2-24와 같았다.

표 2-24. 졸참과 상수리목에 대한 기계적 특성

구분	건고성	절단성	탄성
졸참	937.6	755.2	67.4
상수리	829.6	703.9	55.8

위의 결과로 볼 때 상수리로 만든 도토리목보다는 졸참으로 만든 목에 있어서 건고성, 절단성 및 탄성이 우수하게 나타나서 상수리목보다는 졸참목이 더 나은 것으로 판명되었다.

나) 관능적 특성

도토리목의 관능적특성을 실시한 결과는 표 2-25와 같았다.

표 2-25. 졸참과 상수리목에 대한 관능적 검사 결과

sample	color	clarity	firmness	cohesiveness
졸참	2.5	3.5	3.1	2.4
상수리	1.8	3.1	2.8	2.1

위의 결과로 볼 때 상수리목에 비하여 졸참목의 색깔, 투명도, 경도 및 점착성에 있어서 더 우수한 제품으로 나타났다.

제 6 절 저장성 및 기능성 실험

1. 저장성 실험

가. 재료 및 방법

실험재료는 일반국수와 도토리를 첨가한 국수, 일반카스테라 및 도토리를 첨가한 카스테라, 일반떡 및 도토리를 첨가한 떡 등으로 하였다. 도토리의 첨가기준은 2차년도에 수행한 결과 가장 선호도가 좋은 것으로 나타난 제품을 선정하여 대표적으로 시행하였다. 2차년도에 개발된 가공식품과 도토리 무첨가 제품을 저장조건(저장 온도 : 상온 및 저온저장, 저장기간 : 0, 1, 3, 5, 7일)별로 설정하여 저장실험을 시행하였다. 저장온도는 상온(20℃) 및 저온(4℃)으로 구분하였고, 저장기간은 국수에 대하여서는 0, 10, 20, 30일였으며, 카스테라 및 떡은 0, 1, 3, 5, 7일로 설정하여 시행하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 국수에 대한 저장성 실험

국수에 대해서는 도토리의 첨가 여부에 상관없이 저장온도에 따른 결과가 큰 유의성 있는 차이를 나타내지 않았고, 다만 상온저장시 30일 경과후 도토리를 첨가하지 않은 국수의 경우 도토리를 첨가한 국수에 비하여 약간의 좋지 않은 냄새가 발생하였으며, 색깔도 약간 변색하는 현상이 나타났다.

2) 카스테라에 대한 저장성 실험

카스테라의 경우는 저온에서는 도토리 첨가 여부에 관계없이 저장 7일에 약간의 곰팡이가 생성되기 시작하였으며 그 기간 안에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 상온저장의 경우는 도토리를 첨가한 경우는 저장 5일째 부터 곰팡이의 발생이 나타나기 시작하였으나 문제점이 있는 발생은 아니었으며 저장 7일째에는 발생 곰

팡이가 많았다.

도토리를 첨가하지 않은 경우는 저장 3일째부터 곰팡이가 발생하였으며 저장 7일째에는 아주 많은 곰팡이가 표면을 덮었다.

이 결과로 미루어볼 때 도토리를 첨가한 경우가 저장성이 더 크게 나타나므로 제빵집에서 판매할 때에는 필름으로 포장하여 판매가 되므로 카스테라의 경우 도토리를 첨가하여 만들면 현재의 유통기간보다 저장 및 유통기간이 더 크게 길어질 것으로 생각되므로 큰 효과가 있을 것으로 결론지어졌다.

3) 떡에 대한 저장성 실험

떡의 경우는 도토리를 첨가하지 않은 경우 상온에서는 저장 3일째부터 곰팡이가 생성되기 시작하였으며, 저온저장에서는 저장 7일째에 곰팡이가 생성되기 시작하였다.

도토리를 첨가한 경우에는 상온저장에서는 저장 7일째에 약간의 곰팡이가 발생하기 시작하였으나 큰 문제성은 없을 정도였으며, 저온저장에서는 저장 7일째에도 저장초기의 상태와 큰 차이를 나타내지 않았다.

이 결과로 볼 때 떡의 경우도 도토리를 첨가하므로써 맛 뿐만 아니라 저장성에도 크게 기여를 하므로 떡을 만들 때 도토리를 첨가하면 여러 가지 면에서 우수할 것으로 생각되었다.

2. 기능성실험

가. 유효성분 추출 및 정제

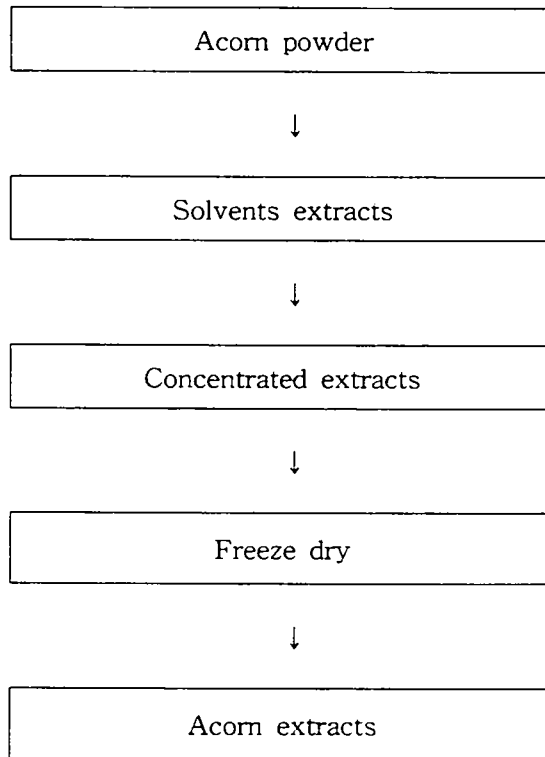
1) 재료 및 방법

용매를 종류별로 선정하여 추출하고 그 추출수율에 따라 수율성이 높은 용매를 선정하여 유효성분을 추출하였다. 가장 추출율이 높은 용매에 의해 추출된 추출물

에 대한 특성(분석 항목 : 항산화효과, 항균효과)을 분석하였다.

가) 유효성분(항산화물)의 추출

분쇄한 도토리분말 100g에 물, 메탄올, 에탄올을 가하여 100℃에서 각각 추출하고 잔사는 2-3회 반복추출하여 합하여 여과한 후 40℃에서 감압농축하였으며, 동결건조하여 분말상의 도토리 추출물을 얻었으며 제조과정은 다음과 같다.



2) 결과 및 고찰

도토리 분말로부터 추출 농축한 결과는 표 2-26에서 보는 바와 같이 물추출은 27.7%, ethanol 추출은 24.6%, Ethanol 추출은 22.7%로 물추출이 가장 수율이 높았으며, 추출물을 감압농축하여 건조시켜 얻은 분말은 물추출이 4.7%, Methanol 추출이 3.9%, Ethanol 추출이 3.4%로 역시 물추출물의 수율이 가장 높게 나타났다.

표 2-26. 도토리분말의 용매에 대한 수율 결과

	Solvent extract	Acorn extract
Water	27.5%	4.7%
Methanol	24.6%	3.9%
Ethanol	22.7%	3.4%

각각의 용매에 대하여 추출된 추출물을 ethanol에 용해하여 T.L.C에 점적하고 chloroform : ethyl formate : formic acid(50 : 40 : 10) 용액으로 전개시켜 건조한 후 확인하였으며, 각각의 spot를 분취하였다. 또한 추출물을 methanol에 녹여 H.P.L.C의 분석시료로 하여 표준품과 비교하여 항산화성분을 확인 동정하였으며 H.P.L.C 분석조건은 표 2-27과 같다.

표 2-27. 도토리추출물의 HPLC 분석조건

Instrument	
Column	μ -Bondapak C18
Solvent	0.3% H3PO4
Detector	UV 280nm
Flow rate	1ml/min.
Injection vol.	20 μ l

3. 항산화효과 실험

가. 재료 및 방법

추출 수율이 가장 높았던 물추출물로서 돈지에 대하여 항산화효과 실험을 행하였다. 첨가비율은 0.01% 및 0.02% 수준으로 하였으며 저장기간별로 과산화물가의 변화로서 항산화효과를 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

돈지에 도토리 추출물을 0.01% 및 0.02%의 수준으로 첨가하였을 때 저장기간(0-7일)별로 POV(과산화물가)의 변화를 보면 저장 3일까지는 도토리 첨가구가 무첨가구에서 비해 POV의 변화가 크게 나타났으나 저장 6일 이후부터는 POV의 변화가 크게 나타나지 않았던 것으로 보아 저장 초기의 신선할때에는 항산화력이 있는 것으로 생각되며 저장기간이 오래될수록 항산화효과는 떨어지는 것으로 나타났다. 첨가농도에 따라서도 약간씩의 항산화효과를 다르게 나타내었는데 첨가농도가 높을 수록 항산화효과가 큰 것으로 나타났다. 첨가 농도의 양에 대한 또 다른 연구자들의 결과와 비교해 보면 tocopherol의 경우는 0.3-0.04%가 가장 효과적인 항산화효과를 나타낸다고 하였는데 도토리 추출물의 경우는 이보다 더 낮은 농도에서도 항산화효과를 나타내므로 더 우수한 항산화제임으로 판명되었다.

T.L.C에 의한 항산화성분의 분리 결과 gallic acid를 비롯한 5개의 spot를 확인하였는데 이 중 gallic acid가 가장 많은 양으로 함유되어 있었다. Gallic acid에 해당하는 부분을 분취하여 돈지에 첨가하여 항산화효과를 살펴본 결과는 다음과 같다. Gallic acid 역시 저장 5일째 까지는 항산화효과가 있는 것으로 나타났으며, 이때 첨가수준은 0.01-0.015%에서도 항산화력이 있는 것으로 판명되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 도토리를 이용한 실용적인 항산화제로서의 개발에 대한

가능성을 살펴볼 수가 있었다.

4. 항균성 실험

가. 재료 및 방법

추출수율이 가장 높았던 물추출물을 이용하였으며, 항균성 측정은 agar 1.5%가 함유된 생육배지를 petri dish의 밑면에 얇게 펴고, 그 위에 다시 0.6%의 agar가 함유된 생육배지를 부어 2중의 평판배지를 만들었다. 만들어진 평판배지 위에 각 균주를 도말한 후 직경 0.8cm의 여지 disk에 추출물 일정량을 가한 다음 균주가 도말된 평판생육배지 위에 올려놓고 각각 균주의 최적온도에서 최적시간 배양하여 생성되는 생육저해환을 측정하여 항균성을 측정하였다. 이때 사용한 균주는 *E.coli*, *B.subtilis*, *S.tipymurium*, *S.aureus*였다.

나. 결과 및 고찰

사용된 균주 모두에서 도토리외의 항균성은 없는 것으로 나타났으며, 기타 다른 균주에 대해서는 선택적으로 항균성이 있을 지도 모르므로 향후 실험을 해볼 필요성은 있는 것으로 생각되어져 계속적으로 다른 균주를 구입해 실험을 행할 예정이다.

5. 기능성소재로서의 이용성 실험

가. 추출된 성분에 대한 식품첨가물 또는 기능성소재로서의 이용성에 대하여 실험을 수행하였으며, 캔디류에 대하여 물추출물을 첨가하여 실험하였다. 캔디로서의 개발에 관한 실험예로서는 현재 누룽지사탕을 비롯한 몇가지의 제품이 판매되고 있지만 실제적으로는 추출물의 첨가라고 보기보다는 휘발성성분을 첨가하여 제품

화하는 것이 기능성 식품으로 더 효과적일 것으로 판단되었으며, 이미 분석되어 있는 휘발성성분들 중 도토리 특성을 잘 나타낼수 있는 성분만 추출하여 캔디류에 첨가하는 과정이 앞으로 더 필요 할 것으로 생각된다.

나. 천연항산화제로서의 이용가능성 분석에 대한 분석결과도 항균성에 대한 실험에서 보는 바와 같이 돈지에 대해서는 훌륭한 천연항산화제로 개발될 수 있는 가능성을 보여준 결과라고 생각된다.

다. 이와 같이 분리 추출된 물질을 2차년도에 개발된 식품에 첨가하는 것은 현재 식품공전상 도토리 첨가 식품에 대한 규정이 전무한 관계로 공전상 문제점이 먼저 규정된 후에 그 결과를 보고하는 것이 더 나을 것으로 판단된다. 건강보조식품의 경우 식품과 의약품의 중간단계라고 할 수 있기 때문에 많은 문제점이 대두될 것으로 생각되기에 특허를 신청하여 식품의약품안전청에서 내려지는 식품 첨가물로서 또는 식품으로서의 기준을 취득한 후 개발될 수 있을 것으로 생각된다.

라. 기능성 식품 소재로서의 이용성 실험에 대한 결과는 위에서 언급한 바와 같이 식품공전상의 여러 가지 규정이 정해진 후 보건복지부의 허가를 득한후 제반 식품으로서의 성분 규격 등이 정하여져야 식품으로서의 인정을 받을 수 있기때문에, 기능성식품으로의 개발은 현재로서는 뚜렷한 결론을 얻기가 힘들 것으로 생각되며, 차후 임상실험(동물실험)을 어느 정도 거쳐야만 명백한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

6. 품질보증모델설정

위의 모든 결과를 종합해보면 다음과 같이 최적의 품질을 가질수 있는 품질보

증모델을 선정할 수가 있다.

가. 도토리의 박피법

열처리에 의한 박피법은 300℃ 이상의 고온에서는 박피효과가 있었으며, 소형 또는 중형의 기계에 의한 박피가 효율적으로 나타났는데 현재 소규모 크기로 사용하고 있는 박피기를 이용하고 아울러 속내피를 좀더 효율적으로 박피시키기 위해서는 가성소오다에 의한 박피를 동시에 병행하는 것이 저 좋은 것으로 나타났다.

나. 가공품 개발

1) 카스테라

도토리를 첨가한 카스테라의 경우는 20%정도 첨가하였을 때 맛, 향기가 우수하였으며, 10% 첨가하였을 때 색깔 및 조직감이 좋았는데 종합적으로 15% 정도의 수준이 가장 좋을 것으로 생각되었다.

2) 국수

도토리를 첨가한 경우는 전체적으로 20% 정도를 첨가하는 것이 가장 좋은 결과를 가져왔으므로 20% 첨가시 가장 좋은 모델로 설정할 수가 있다.

3) 가공품 개발

가)드링크

도토리를 이용한 드링크를 제조한 결과 엑기스를 5% 정도 첨가한 것이 정상적인 측면에서 볼 때 가장 우수한 드링크로 개발될 수 있는 것으로 판명되었다.

나)제과가공품

도토리를 첨가한 호두과자를 제조한 결과 10% 정도의 첨가수준이 도토리의 특성을 나타내면서 큰 거부반응을 일으키지 않았으므로 10% 첨가수준이 가장 적당하였다.

다)우동

20%의 도토리를 첨가한 것이 가장 우수한 결과를 나타내었으며, 10분간 삶은 후 빠른 시간 안에 소비를 해야하는 단점이 나타났다.

라) 저장성

저온저장시에는 제품에 따라 저장성의 차이를 크게 나타내지 않았으나, 국수의 경우에는 상온저장시에는 저장 30일 이후부터는 도토리를 첨가한 경우가 저장성이 더 뛰어났다. 그외 제품에 있어서는 저장성에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 결론적으로 도토리는 제품의 저장성에는 약간의 영향은 있지만 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판명되었다.

마) 기능성

용해에 따른 추출수율을 살펴본 결과 물에 의한 추출이 가장 수율이 높게 나타났다. 추출물을 0.01-0.02% 정도만 첨가하여도 항산화효과가 있었으므로 항산화 기능도 충분히 있는 것으로 판명되었다. 캔디류에 있어서는 추출물을 첨가하는 것보다는 휘발성성분중 효과적인 것을 선정 추출하여 첨가하는 것이 좋으며, 보건복지부 특허출원시 식품공전에 의거하여 그 기준을 정할 수가 있다.

제 7 절 적 요

도토리를 이용한 가공식품을 개발하기 위하여 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 가공식품 개발

(1) 도토리의 박피법

열처리에 의한 박피법 실험 결과 100-200℃의 열처리에 의해서는 시료가 열에 의한 손실을 입기 때문에 상품으로서의 가치가 없었으며, 300℃ 이상에서

는 효과적인 박피는 진행되었으나 가열 시간 및 가열 온도를 조절할 수 있는 기계적인 장치가 필요한 것으로 나타났다.

가성소오다에 의한 실험 결과 80℃, 10%의 농도 이하에서 가장 양호한 박피 효과를 나타내었다.

(2) 도토리외 이화학적 성분 분석

도토리 가공품 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 도토리 품종(상수리, 졸참, 굴참)별로 이화학적 성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 평균 중량은 굴참, 졸참, 상수리 순이었으며 가식 부위는 졸참이 84%, 상수리가 78%, 굴참이 75%인 것으로 나타났다.

이화학적 성분을 분석한 결과 수분, 조지질 및 조섬유는 졸참이 각각 12.7%, 4.2% 및 3.5%로서 가장 높았으며, 회분은 상수리가 2.3%, 조단백질은 굴참이 7.4%로서 가장 높은 것으로 나타났다. 무기성분의 경우 세 가지 시료 모두 K의 함량이 가장 높았으며 상수리의 무기성분 함량은 Mg, Ca, Na, P, Fe의 순으로 나타났다. 졸참의 무기성분 함량은 Mg, P, Ca, Na, Fe의 순이었고, 굴참에서는 Ca, Mg, P, Na, Fe의 순으로 나타났다.

향기 성분은 분리된 성분 46개 중 14종만이 동정되었는데 palmitic acid가 54%로서 가장 높았으며, 그 다음으로 dioctyl adipate, methyl-9, 12-octadecadienoate, methyl-9-octadecenoate, phenyl ethyl alcohol 등의 성분이 높은 것으로 나타났다.

(3) 반죽 특성 실험 및 가공식품 개발

도토리 무첨가구(백설기)와 첨가구로 구분하여 반죽 특성(수분 함량)을 실험한 결과 첨가구가 무첨가구보다 수분 함량이 더 높았으며, 첨가량이 증가할수록 수분 함량도 증가하는 것으로 나타났다.

도토리 분말을 첨가한 카스테라를 개발하여 관능검사(맛, 향기, 색깔, 조직감)를

실시한 결과 맛과 향기의 기호도는 는 20% 첨가구가 가장 높은 것으로 나타났다. 색깔은 15% 첨가구에서 가장 좋은 기호도를 나타내었고, 조직감은 10% 수준이 가장 적당한 반면 20% 이상에서는 거부감을 나타내었다.

도토리 분말을 첨가한 국수의 경우 맛의 기호도는 20-30% 첨가구에서 가장 높았으며 향기, 색깔, 조직감 등은 모두 20% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었다. 도토리 드링크를 개발한 결과 5% 도토리 엑기스 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 탄닌이 완전히 제거되지 않기 때문에 쓴맛이 잔류하였다.

제과품은 10% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 그 이상 첨가시에는 기존의 호두과자보다 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 우동은 20% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며 맛과 색깔에는 좋은 느낌을 주었으나 조직감에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

제빵의 경우 부드러운 정도는 무첨가구가, 쫄깃한 정도와 전반적인 느낌은 30% 첨가구에서 가장 기호도가 높았다. 촉촉한 정도는 첨가구별로 큰 차이가 없었으며, 졸참과 상수리 제빵 사이의 기호도 역시 차이가 없는 것으로 판명되었다. 목 가공품의 경우에는 졸참 목이 상수리 목보다 견고성, 절단성 및 탄성 등이 더 우수한 것으로 판명되었으며, 기호도도 졸참 목이 더 높은 것으로 나타났다.

(5) 저장성 및 기능성

가공품 개발 결과 기호도가 가장 높았던 제품에 대하여 도토리 첨가구와 무첨가구로 구분하여 저장조건(상온 및 저장) 및 저장기간(0, 1, 3, 5, 7일)별로 저장성을 실험한 결과는 다음과 같다. 국수 제품은 도토리 첨가 여부에 상관없이 기간별 저장성 차이가 거의 없었으며, 상온에서 저장하는 경우 30일 경과시 변색 현상이 나타났다.

카스테라의 경우 저온 저장에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나 상온 저장시 무첨가구는 저장 3일째부터, 첨가구는 저장 5일째부터 곰팡이가 발생하였다. 떡을 상

온에서 저장하는 경우 무첨가구와 첨가구에서 각각 저장 3일째, 저장 7일째에 곰팡이 발생 현상이 나타났다.

한편 기능성 실험 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다. 유효성분을 각 용매(물, 메탄올, 에탄올)별로 추출한 결과 물에 의한 추출이 27.5%로서 가장 높았으며 그 다음이 메탄올, 에탄올 순인 것으로 나타났다. 감압 농축하는 경우에는 물 추출물이 4.7%, 메탄올 추출물이 3.9%, 에탄올 추출물이 3.4%인 것으로 나타났다.

돈지에 도토리 추출액을 0.01-0.02% 수준으로 첨가하여 황산화 효과를 분석한 결과 저장 3일까지는 도토리 첨가구가 무첨가구보다 과산화물가의 변화가 크게 나타난 반면 저장 6일 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그 이유는 저장 초기일수록, 즉 신선할수록 황산화 효과가 더 크기 때문이다.

E.coli, B.subtilis, S.typhimurium, S.aureus의 4균주에 대하여 항균 실험을 수행한 결과 항균성이 없는 것으로 나타났다. 기능성 식품 개발을 위하여 캔디에 엑기스를 첨가하여 제조한 결과 현재의 캔디보다 가격이 더 높아지기 때문에 큰 의미가 없는 것으로 판명되었다. 따라서 휘발성 성분 중 도토리의 특성을 나타내는 성분을 추출하여 첨가하는 것이 더 효과적일 것으로 판단된다. 기능성 식품은 소동물에 의한 임상실험 결과가 수반되어야 하므로 이 분야에 관한 추가적인 연구가 수행되면 더욱 보완될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 안호경, 길훈배, 유해의, 오두환. 지방함량변화에 따른 도토리전분의 이화학적 특성. 1990. 한국농화학회지. 33. 293.
2. 안호경, 최형택, 김병용, 오두환. 탄닌함량에 따른 도토리전분의 물리화학적 특성. 1990. 한국농화학회지. 33. 301.
3. 박상옥, 김광옥. 옥수수전분을 혼합한 도토리묵의 관능적 특성. 1988. 한국식품

- 과학회지. 20. 613.
4. 박상옥, 김광옥. 조전분 농도 및 침지 시일이 도토리묵의 관능적 특성에 미치는 영향. 1989. 한국식품과학회지. 21(1). 9-12.
 5. 박선희, 이해량, 김성곤. 시판 도토리 묵가루의 아밀로그래프 호화성질. 1993. 한국식품과학회지. 22(6). 753-757.
 6. 박승미. 도토리 탄닌의 추출물과 견직물에 대한 처리효과. 1993. 부산대학교 석사학위논문.
 7. 박재영, 구성자. 도토리전분의 tannin 성분과 물리적 특성에 관한 연구. 1984. 한국영양학회지. 17(1). 41-49.
 8. 박재영, 구성자. 도토리 전분의 tannin 성분과 물리적 특성에 관한 연구-Gallic acid 함량과 점도특성. 1984. 한국영양학회지. 17. 41.
 9. Badenhuizen, N.P. General method for starch isolation, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*. 1964. Whistler, R.L.(ed), Vol. 4. Academic Press, New york, 14-15.
 10. Brady, P.L., Mayer, S.M. Correlations of sensory and instrumental measures of bread texture. 1985. *Cereal Chem.*, 62. 70-71.
 11. 배광순, 손경희, 문수재. 묵의 구조와 텍스처. 1984. 한국식품과학회지. 16(2). 185-191.
 12. Brennan, J.G. Texture perception and measurement, in *Sensory Analysis of Foods*. 1984. Piggott, J.R.(ed), Elsevier Applied Science Publishers, London and New york. 59-92.
 13. 채수규, 유태중. 미생물 tannase에 의한 식품의 tannin 성분 분해에 관한 연구. 1973. 한국식품과학회지. 5(4). 258-267.
 14. 채수규, 유태중. 미생물 Tannase를 이용한 도토리주의 실험적 제조. 1983. 한국식품과학회지. 15(4). 326-332.

15. 조성환, 성낙계, 기우경, 허종화, 심기환, 정덕화. 밥 가루의 변색방지를 위한 blanching 효과. 1988. 한국영양식량학회지. 17. 211.
16. Fernald, H., Kinsey, A. Edible wild plants of Eastern North America. 1937. Academic Press, Cornwall on Hudson, New York.
17. Franiau, R, Mussche, R. Quantitative determination of gallic acid in tannic acid by thin layer chromatograph. 1972. J.Inst.Brew. 78. 450-453.
18. Goodrun, P.D. Acorns in the Diet of Wildlife, Southeastern Assn. of Game and Fish Commissioners. 1959. 13th Annual Conference.
19. 구성자, 장정옥, Nakahama . 도토리 전분묵의 rheology 특성과 tannin성분의 영향에 대하여. 1985. 대한가정학회지. 23. 33.
20. 구성자. 도토리묵의 rheological properties에 관한 연구. 1984. 대한가정학회지. 22(1). 99-106.
21. 함승시, 이상영. 도토리전분의 이화학적 연구. 1974. 강원대학 연구논문집. 8. 81-87.
22. 홍병주, 이해중. 도토리의 사료이용성에 관한 시험. 1975. 한국축산학회지. 17(4). 423-431.
23. 허준, 김성곤. 생강전분과 옥수수가교 전분의 이화학적 성질 비교. 1984. 한국식품과학회지. 16(2). 201-205.
24. Hill, A.F. Economic botany. 1937. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
25. 정구민. 목 제조용 전분의 분자구조와 지방질. 1991. 한국식품과학회지. 23. 633.
26. 정사길, 최상두. 도토리분의 처리방법. 1972. 특허국 특허공보. 제236호.
27. 고진복. 도토리 전분의 영양생리학적 연구. 1982. 부산여대논문집. 13. 367.
28. 고진복, 최도점. 도토리전분 첨가급식시 소화흡수에 관한 연구. 1983. 부산여대 논문집. 14. 483-495.
29. 김성수, 이현유, 신영명, 신동화. 밤제품 다양화 연구. 1987. 농수산물유통공사

- 종합식품연구원 식품연구사업보고. 14. 113.
30. 김용휘, 신현영. 밤의 삼피제거에 대한 산, 알칼리 및 교반마찰 처리효과. 1989. 전북농대 논문집. 20. 71.
 31. 김영아, 이혜수. 도토리 조건분 및 정제전분의 이화학적 특성. 1987. 한국조리학회지. 3(1). 14.
 32. 김영아. 압착시험에 의한 도토리전분질의 물성 연구. 1989. 인하대학교 기초과학연구소 논문집. 10. 239.
 33. 김영아, 이혜수. 응력완화시험에 의한 도토리 전분질의 물성론적 모형 분석. 1989. 한국조리과학회지. 50(1). 49.
 34. 김영아. 도토리묵의 텍스처 특성, 관통시험, 역압출시험, 노화특성시험. 1991. 한국영양식량학회지. 20. 173.
 35. 김미란, 고영수, 정보섭. HPLC에 의한 개암종실중의 트리글리세라이드 조성에 관한 연구. 1982. 한국식품과학회지. 14. 122.
 36. 김정옥, 이만정. 도토리전분의 이화학적 성질에 관한 연구. 1976. 한국식품과학회지. 8.(4). 230.
 37. 김기현. 도토리 tannin 성분에 관한 연구. 1982. 약학연구지. 16(1). 1-3.
 38. 김성곤, 한태룡, 이양희, 비엘다포르니아.. 통일 및 팔달 쌀 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. 1978. 한국식품과학회지. 10(2). 157-161.
 39. 김종균. 한국 고유 떡류의 보존성에 관한 연구. 1976. 대한가정학회지. 14(1). 639-653.
 40. 김만기. 건조도토리묵의 흡습 및 수화특성.
 41. 김창식, 신응태. 한국산 도토리의 이용에 관한 연구. 1975. 산업미생물학회지. 3(1). 17-22.
 42. 김영권. 동결건조에 의한 농산가공물(도토리묵)의 건조. 1988. 충북대학교 석사학위논문.

43. 김영아, 이혜수. 도토리묵의 물리적 특성. 1985. 한국식품과학회지. 17(5). 345-349.
44. 김영아, 이혜수. 도토리묵의 물리적 특성-관통검사와 back extrusion test. 1985. 한국식품과학회지. 17(6). 469-473.
45. 김영아, 이혜수. 응력완화검사에 의한 도토리묵의 물리적특성. 1985. 한국조리과학회지. 1(1). 53-56.
46. 김영아, 이혜수. 객관적,주관적 검사방법에 의한 도토리묵의 텍스처 특성연구. 1987. 한국조리과학회지. 3. 68.
47. 김영아, 이혜수. 도토리묵의 Texture 특성 - 라틴방격법과 요인배치법의 비교. 1985. 대한가정학회지. 23(3). 49-53.
48. 김성희, 윤남천, 임광식. 굴참나무 열매의 steroid 및 그 배당체 성분. 1991. 부산대학교 약학연구지. 25.(2). 5-9.
49. 이혜성, 이혜수. 도토리와 밤전분의 이화학적 특성 연구. 1990. 한국조리과학회지. 6(3). 1.
50. 이혜성, 이혜수. 도토리와 밤전분질의 물리적 특성 비교. 1991. 한국조리과학회지. 7(1). 11.
51. Lee, C.S., Teramoto, Y.. Studies on the cooking quality of mung bean starch(part I). 1981. Science of Cookery. 14(2), 49-55.
52. Lee, C.S.. Studies on the cooking quality of mung bean starch(part II). 1981. Science of Cookery. 14(2), 56-60.
53. 이철호. Food texture 연구에 관한 최근 동향. 1979. 한국식품과학회지. 11(4). 314-321.
54. 이철호. Texturometer에 의한 성상별 식품군의 texture 특성. 1974. 한국식품과학회지. 6(1). 42-54.
55. 이인의. 재래 및 유신 찹쌀떡의 저장중 텍스처의 변화에 관한 연구. 1982. 서울

대학교 석사학위논문.

56. 이혜성. 도토리 목가루의 성질과 목의 텍스처. 1992. 서울대학교 박사학위논문.
57. 이상영, 함승시. 도토리전분에 관한 생화학적 연구. 1974. 강원대학 연구논문집. 8. 75-79.
58. 이병영, 윤인화, 김영배, 한관주, 이정명. 밤의 Polyethylene film 밀봉 저장 효과. 1985. 한국식품과학회지. 17(5). 331-335.
59. 이미현 외. 도토리 Gallic acid의 항산화성. 1992. 한국영양식량학회지.
60. 이미현. 도토리 추출물의 항산화효과. 1992. 충남대학교 석사학위논문.
61. 이혜성. 도토리 목가루의 성질과 목의 텍스처. 1992. 서울대학교 박사학위논문.
62. 임광식. 도토리 사포닌에 관한 연구. 1981. 약학연구지. 15. 35.
63. 임경빈, 변능삼. 한국에 있어서의 도토리 가공과 저장에 관한 연구. 1986. 한국식품과학회지. 1. 67-85.
64. 임호, 김정옥, 신동화, 서기봉. 밤저장에 관한 연구. 1980. 한국식품과학회지. 12(3). 170-175.
65. M.R., Mariun, H.P. Rheological behavior of Venezuelan Arepa dough for precooked corn flour. 1984. Cereal Chem., 61. 37-40. de Padua,
66. 문수재, 손경희, 박혜원. 목의 식품과학적 연구. 제1보. 목재료의 물리화학적 성질을 중심으로. 1977. 대한가정학회지. 15(4). 31-43.
67. Ofcarcik, R.P., Burns, E.E. Chemical and Physical properties of selected acorns. 1971. J. Food Sci., 36. 576-578.
68. 오형근, 고진복. 도토리전분 첨가급식이 白鼠에 미치는 영양효과에 관한 연구. 1984. 부산여대논문집. 14. 455-467.
69. 성낙계, 기우경, 허종화, 조성환, 심기환, 최진상. 신동화.밤을 이용한 국수제조 중 관능검사 및 물리적특성. 1989. 경상대학교 농어촌개발연구소보. 7. 1.
70. 손경희, 문수재. Gel상 식품에 관한 실험조리적 검토-각종 전분의 교질성을 이

- 용한 식품. 1978. 연세논총. 191-204.
71. 신두호, 배정술, 배국웅. 한국산 밤의 저장에 관한 연구. 1982. 한국식품과학회지. 11(3). 41-46.
72. 신응태. 한국산 도토리의 이용에 관한 연구. 1974. 동국대학교 석사학위논문.
73. 심기환, 성낙계, 기우경, 허종화, 조성환, 정덕화, 최진상. 밤을 이용한 카스테라의 제조 및 관능검사. 1990. 경상대학교 농어촌개발연구소보. 8. 33.
74. 심기환, 성낙계, 기우경, 허종화, 조성환, 정덕화. 밤을 이용한 청주 및 위스키 제조. 1990. 경상대학교 농어촌개발연구소보. 8. 25.
75. 심기환, 성낙계, 기우경, 허종화, 조성환, 정덕화. 밤의 효과적인 저장을 위한 중간소재의 개발. 1991. 경상대학교 농어촌개발연구소보. 9. 13.
76. 심기환, 성낙계, 기우경, 허종화, 조성환, 정덕화. 당침밤 제조중 변색방지를 위한 표백제 처리효과. 경상대학교 농어촌개발연구소보. 9. 21.
77. 윤명환. 도토리를 이용한 폐액중 우라늄 회수에 관한 연구. 1989. 한국에너지연구소보.
78. 윤서석, 안명수. 백설기의 정도에 관한 연구(I). 1975. 대한가정학회지. 13(3). 267-277.
79. 윤인화. Polyethylene film 밀봉저장중 사과, 밤, 감의 이화학적 변화에 관한 연구. 1984. 학위논총(원광대). 13. 579.

제 3 장 우량종 육성

제 1 절 서 론

전세계에 분포는 참나무屬은 약 450餘 種이 되며 우리 나라에도 山地의 全域에 널리 분포하고 生育이 왕성하여 山地에 分布하는 有實樹 中 가장 遷移의 범위가 넓다.

利用部位를 보면 木材, 코르크층, 皮質 및 종실 등 대부분이 인간생활에 이용되고 있다. *Q. aegilops*는 동유럽과 서아시아에서 탄닌 추출용으로, *Q. alba*는 북미에서 목재용으로, *Q. robur*는 유럽과 서아시아에서 木材와 皮質用으로, *Q. tinctoria* 껍질은 북미에서 染料用으로 각각 사용되어지며, 식용우량 표고원목으로 주로 상수리나무 등이 사용되고 있다.

우리 나라에서 참나무 種實, 즉 도토리는 인간과 야생조수류의 귀중한 식량 자원으로 되고 있으며 최근 건강식품으로 脚光을 받고 있어 식량작물화의 가능성을 충분히 기대될 뿐만 아니라 최근 원목 및 종실의 수요가 급신장하고 있으나 공급은 현저히 부족한 실정이다.

林木의 주요한 育種방법은 heterosis를 이용한 雜種強勢育種法이나 형질의 조합능력을 이용한 交雜育種法과 優良임분의 선발, 수형목 선발 및 채종원의 조성 등으로 우량종자 생산과정을 거치는 選拔育種法등을 들수 있다.

참나무류의 선발육종이 가장 먼저 이루어진 독일에서는 1949년부터 수형목 선발과 채종원조성을 시작으로 產地試驗을 계속하여 1970년 이후로 挿木 繁殖技術이 개발되고, 早期選拔, 再幼齡化 誘導 및 器內培養 등에 의한 營養繁殖方法이 체계화됨에 따라 1986년 부터는 삼목묘의 대량생산에 의해 실용적인 생산이 가능하게 되었다.

참나무는 타가수정을 함으로서 우량개체 선발 및 보존방법으로 종자를 채종할 경우 형질의 유전성이 보존될 수 없고 교잡이 어려우므로 교잡육종법을 적용하여 육종하는데도 한계가 있다. 그러므로 삽목이나 접목방법으로 영양번식을 시켜 육성하고 있으나 삽목시 발근력이 극히 부진하므로 선발초기에는 접목법을 통해 번식시켜 왔다.

접목번식의 경우도 접목당년의 활착은 쉬우나 접목묘의 생육은 식재후 수년 내지 수십년이 경과된 후에 가서야 현격하게 부진해지는 接木不親和性을 나타내므로 이러한 삽목의 어려움이나 접목불친화성 등으로 선발된 clone의 번식기술이 체계화되지 못하고 있으며 이로 인해 매년 귀중한 유전자원인 수형목의 클론이 수없이 소실되어가고 있다.

식물세포로부터 식물체를 재생할 수 있는 무성번식법으로 組織培養을 통한 器內培養技術이 여러 식물을 대상으로 확립되어 체계화되어가고 있으므로 영양번식이 어려운 것으로 알려진 도토리 경우도 이 방법의 체계화가 가능하리라고 예견되나 아직 우리나라에서는 초보적인 단계에 머무르고 있어 clone을 증식하는 체계적인 방법이 필요하다.

이상에서 도토리의 우량종자 육성을 위해 우량 clone계를 증식, 보존하는 기술로서 조직배양의 기술체계수립은 매우 중요하며 종자로부터 芽生을 이용해 안정적인 대량증식을 이용하는 방법이나 교잡육종 등에 얻는 종자를 재료로 우량묘의 대량증식에도 적용할 수 있으리라 생각된다.

본 연구는 이러한 점에 착안하여 참나무류의 효율적인 육종전략과 적절한 번식기술을 탐색하기 위하여 수행되었다.

제 2 절 분포 및 생태조사

1. 조사지설정 및 방법

가. 조사지 설정

백운산(1,218m)은 북위 35° 03' ~ 35° 10' , 동경 127° 34' ~ 127° 41' 사이에 위치하고 있으며, 행정구역상 전라남도 광양군과 구례군에 속하고 있는 428.6km²의 면적으로 이루고 있는 산이다. 지리산(1,915m)은 북위 35° 13' ~ 35° 13' , 동경 127° 33' ~ 127° 49' 사이에 위치하며 천왕봉을 주봉으로 경상남도 산청군, 함양군, 하동군과 전라남도 구례군, 전라북도 남원에 걸쳐 있는 438.92km² 면적을 가지고 있으며 수평적 삼림대로는 연평균 기온12℃~14℃로 온대남부에 속하지만 해발고에 따라 온대중부 및 한 대립까지 삼림기후대를 유지하고 있다. 백운산의 지층모암은 화강암으로 구성되어 있으며, 토양은 사질양토이고 북사면이 남사면보다 급한 편이다. 토심이 깊고 토양습도가 습윤하며 지력은 좋은 편이나 6.25 후 산림이 파괴되어 현재는 많은 환경변화를 일으켜 2차림으로 구성되어 있다.

백운산 표준지는 내회지역의 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 계곡을 중심으로 싸목재에서 천황재에 이르는 남북사면에 임의로 95개 조사구를 설정하였으며 지리산 대원계곡은 89개소의 조사지를 설정하였고, 각 조사구는 20×25m의 방형구(Quadrat)를 설치하여 면적을 500m²로 하였다.

나. 환경요인조사

환경요인으로 토양성질의 분석과 조사구의 일반적인 개황을 조사하였다. 토양분석을 위하여 토양시료를 각 조사구 3개 지점에서 유기물층을 제외한뒤 표토 0~15cm의 깊이에서 토양을 채취·혼합하여 약 1kg정도의 시료를 비닐주머니에 넣어 실험실로 운반한 후 일부는 Oven에서 105℃로 24시간 건조시켜 수분함량을 측정하고 나머지는 음건하여 2mm체를 통과한 것을 분석용 재료로 사용하였다.

분석항목은 토양수분함량, 산도, 유기물함량, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺등을 농업기술연

구소(1988)의 표준방법에 따라 실시하였다.

일반적 개황을 조사구별로 표고, 방위, 경사도, 교목층군의 평균수고, 평균직경, 울폐도, 아교목층군의 평균수고와 울폐도, 관목층의 평균수고와 울폐도를 측정하였다.

다. 식생조사

식생조사는 설치된 조사구의 방형구내에서 출현하는 흉고직경(DBH) 2cm이상의 목본식물을 대상으로 상층입관을 이루는 수목군을 교목층, 상층입관하의 수목군을 아교목층으로 구분하여 수종명 및 흉고직경을 측정하였다.

라. 식물군집구조분석

식생조사에서 얻어진 자료를 이용하여, 삼림군집간 종구성의 유사성을 비교하기 위하여 Whittaker의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity index)를 구하였다.

$$\text{유사도지수} = \frac{2c}{s_1 + s_2}$$

(단, S_1 과 S_2 는 각각 제1, 2조사구의 각 수종량의 합계, C 는 양 조사구의 공통수종에 있어서 양 조사구 중 양이 적은 종의 합계)

Ordination분석을 detrended correspondence analysis(DCA)를 Hill의 방법에 의하여 분석하였고, TWINSpan에 의한 classification분석을 하였다.

이상의 모든 분석을 plant data analysis package (PDAP)와 SAS Package를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 조사지 개황

Table 3-1. Description of the physical features and the stratum of each plot for classified type by DCA in Mt. Baekwoon

Community	A															B		
	53	54	55	56	57	58	59	60	65	67	69	70	71	72	75	15	16	47
Altitude(m)	310	330	330	350	390	460	510	410	440	360	430	460	480	500	420	420	420	660
Aspect	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	S	S	S	SE	SE	SE	S	NE	E	SE
Slope(°)	5	10	10	10	15	10	5	10	10	10	15	10	30	15	10	10	20	30
Height of tree layer(m)	12	14	14	12	12	8	5	13	10	10	12	9	12	8	5	12	12	12
Mean DBH of tree layer(cm)	20	30	30	25	20	15	15	25	30	20	15	20	20	15	10	28	25	30
Cover of tree layer(%)	80	80	80	80	80	85	90	80	80	90	90	95	85	80	50	85	80	85
Height of subtree layer(m)	3	7	7	6	5	5	3	8	5	6	7	5	5	5	4	6	5	6
Cover of subtree layer(%)	20	80	80	80	80	40	50	60	80	70	70	50	50	50	60	60	70	70
Height of shrub layer(m)	1.5	2	2	2	2	1.5	1.5	3	3	2	2	2	2	2	1.5	2	2	2
Cover of shrub layer(%)	90	70	60	60	60	40	80	30	40	40	70	40	40	70	80	50	70	70
Number of species	15	14	18	16	15	13	15	15	16	18	10	14	18	16	19	22	19	12

Continued at table 3-1

Community	B										C							
	64	65	68	73	74	77	80	81	82	83	2	4	6	8	12	44	78	95
Altitude(m)	40	420	410	500	510	470	380	360	340	460	460	540	580	650	550	740	390	780
Aspect	S	S	S	S	S	SW	SE	S	S	S	NE	NE	E	E	NE	SE	SW	SW
Slope(°)	10	20	10	25	20	30	20	20	10	15	15	10	10	10	10	30	25	5
Height of tree layer(m)	14	15	12	9	6	11	14	15	15	15	13	13	12	15	14	10	15	14
Mean DBH of tree layer(cm)	30	25	20	25	13	8	25	20	30	30	30	25	27	41	25	22	25	25
Cover of tree layer(%)	80	80	80	80	20	70	70	80	70	80	85	85	70	85	80	70	60	70
Height of subtree layer(m)	6	5	7	5	3	7	8	8	8	8	7	7	5	7	6	7	7	7
Cover of subtree layer(%)	80	70	70	60	40	50	70	70	70	70	50	50	50	50	50	50	50	60
Height of shrub layer(m)	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	4	2	2	3	4
Cover of shrub layer(%)	50	40	40	60	80	75	60	60	60	60	70	60	50	30	50	40	30	60
Number of species	19	14	16	16	10	18	21	18	19	20	24	19	19	15	19	15	16	16

Continued at table 3-1

Community	D																		
	Plot	3	5	7	9	11	14	17	21	22	23	24	28	29	31	32	33	34	35
Altitude(m)	490	560	600	680	600	470	550	660	640	600	570	580	600	680	650	600	600	600	550
Aspect	NE	E	N	NE	NE	NE	NE	NE	N	NE	NE	NE	NE	NW	N	NE	N	N	
Slope(°)	10	10	15	15	15	20	30	40	30	30	10	20	10	30	20	30	20	30	
Height of tree layer(m)	13	12	12	12	14	12	14	14	14	14	14	14	14	12	13	14	14	14	
Mean DBH of tree layer(cm)	35	35	23	25	35	30	29	20	18	35	30	31	36	17	20	20	23	30	
Cover of tree layer(%)	80	85	70	85	85	85	85	75	85	85	85	85	85	80	85	85	85	85	
Height of subtree layer(m)	7	7	5	7	7	6	7	7	7	7	7	6	6	4	6	7	7	7	
Cover of subtree layer(%)	60	70	60	60	50	30	40	70	80	80	80	60	60	50	60	60	60	60	
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	
Cover of shrub layer(%)	80	50	70	30	30	30	70	50	70	40	50	60	70	70		50	50	50	
Number of species	24	18	15	14	16	16	20	13	10	13	12	14	13	12	14	15	15	15	

Continued at table 3-1

Community	D						E												
	Plot	39	42	43	10	13	25	26	27	30	37	38	40	41	45	46	48	52	86
Altitude(m)	540	690	710	630	500	550	500	550	650	500	520	600	660	750	700	600	300	560	
Aspect	NE	E	E	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ES	N	NE	NE	NE
Slope(°)	30	30	30	15	10	30	20	20	20	30	30	30	20	30	30	30	15	15	
Height of tree layer(m)	14	14	13	14	14	12	12	14	14	12	13	14	12	12	12	14	11	14	
Mean DBH of tree layer(cm)	30	25	22	25	30	20	40	40	25	25	23	19	25	17	23	29	15	30	
Cover of tree layer(%)	85	85	80	80	85	85	85	85	85	85	85	85	85	80	85	85	85	85	
Height of subtree layer(m)	6	7	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	4	6	
Cover of subtree layer(%)	70	60	50	30	50	70	70	70	60	60	60	60	70	60	70	60	80	60	
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	
Cover of shrub layer(%)	50	40	40	10	60	40	70	60	60	60	50	50	50	60	80	30	40	40	
Number of species	14	10	14	15	18	15	13	12	16	18	16	17	16	13	13	14	13	19	

Continued at table 3-1

Community	E			F				G									H							
Plot	90	91	92	18	19	20	76	1	51	61	63	79	84	85	87	88	89	93	36	49	50	62	94	
Altitude(m)	650	660	690	600	670	680	520	430	310	310	300	385	560	560	590	600	580	750	500	560	550	290	780	
Aspect	NE	NE	NE	NE	E	SW	S	NE	SE	NE	NE	NE	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SV	NE	NE	N	NE	SV
Slope(°)	15	15	10	30	30	5	10	15	25	10	10	25	20	15	15	15	15	10		30	20	30	10	5
Height of tree layer(m)	15	13	14	12	9	11	6	12	15	15	10	15	16	16	16	13	13	14		13	12	12	10	14
Mean DBH of tree layer(cm)	30	30	30	25	25	20	15	25	25	25	20	30	30	30	30	20	20	30		30	28	23	25	25
Cover of tree layer(%)	80	80	80	80	70	70	70	85	90	80	80	70	70	70	80	80	80	80		80	80	80	80	70
Height of subtree layer(m)	8	8	7	7	6	6	3	7	5	8	6	8	6	6	8	6	8	7		6	8	8	7	7
Cover of subtree layer(%)	60	60	40	40	30	60	80	60	80	80	70	70	70	70	70	60	60	60		70	20	70	70	60
Height of shrub layer(m)	3	3	3	2	2	2	5	2	2	2	3	4	4	3	3	3	3	3		2	2	2	3	4
Cover of shrub layer(%)	40	40	40	60	50	50	50	80	40	40	50	50	70	60	40	50	40	40		60	10	50	40	60
Number of species	17	19	21	11	12	9	14	23	21	17	26	16	22	19	17	24	19	19		17	16	13	18	16

Table3-1은 각 조사구의 일반적인 개황을 나타낸 것으로 8개의 군집은 ordination에서 분리된 것을 적용한 것이다. 조사구들의 표고는 310~780m에 위치하고 방위는 동, 남, 북으로 서사면은 포함되지 않았고 경사도는 5 ~ 30° 범위였다. 교목층의 평균수고, 평균DBH, 울폐도는 각각 13m, 25cm, 79.4%이고, 아교목층과 관목층의 평균수고 및 울폐도는 각각 6.3m, 60.9%, 2.3m, 52.1%이며, 500m²당 출현종수는 평균16종이었다.

군집 A는 소나무군집 15개 조사구를 포함하며, 남사면에 위치하고, 평균수고는 10.4m, 평균출현종수는 15종이었다. 군집 B는 굴참나무군집이고, 13개의 조사구가 포함되며, 대체로 남사면에 위치하고, 평균수고 및 평균출현종수는 각각 12.5m, 17종이었다. 군집 C는 굴참-졸참나무군집이고 8개의 조사구가 속하고, 평균수고와 평균출현종수는 각각 13.3m, 16종이었다. 군집 D는 졸참나무군집으로 21개의 조사구가 포함되며, 대체로 북사면에 위치하고 평균수고와 평균출현종수는 각각 13.4m, 14종이었다. 군집 E는 서어나무군집이고 18개의

조사구가 속하고, 모두 북사면에 위치하며, 평균수고와 평균 출현종수는 각각 13.1m, 15종이었다.

군집 F는 신갈나무군집이며, 4개의 조사구가 표고 500 ~ 680m에 위치하며, 평균수고 9.5m, 평균출현종수는 12종이었다. 군집 G는 활엽수혼효군집으로 11개의 조사구로 구성되며, 평균수고 및 출현수종수는 각각 14m, 20종이었다. 군집 H는 고로쇠군집으로 대체로 북사면에 위치하고 평균수고는 12m, 평균출현종수는 16종이었다.

Table3-2. Description of the physical and the stratum of each plot for classified type by TWINSPAN in Daewon Valley of Mt. Chiri

Community	A																											
	Plot	60	62	68	71	2	24	4	5	6	59	38	39	40	42	43	44	45	46	47	48	61	30	37	56			
Altitude(m)	35C	36C	84C	86C	33C	37C	32C	33C	37C	34C	24C	27C	27C	27C	28C	30C	30C	30C	30C	30C	34C	29C	27C	34C				
Aspect	SW	SW	SE	SW	NW	SE	NV	NV	NV	W	NV	NE	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE			
Slope(°)	10	15	35	25	5	20	15	15	20	10	5	15	15	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	40			
Height of tree layer(m)	10	12	13	12	16	16	14	14	14	13	14	10	10	10	10	10	8	10	12	10	10	12	8	12				
Mean DBH of tree layer(cm)	50	35	22	28	25	30	20	20	20	48	30	15	20	15	15	15	15	20	20	15	20	20	15	30				
Cover of tree layer(%)	40	60	90	80	80	80	85	85	85	60	80	80	90	90	90	90	90	90	90	90	90	70	80	90	60			
Height of sub-tree layer(m)	8	5	8	8	5	6	8	8	7	8	5	6	6	5	4	5	5	6	6	5	8	6	5	8				
Cover of sub-tree layer	50	50	80	80	40	30	60	60	60	60	10	50	20	70	70	60	80	80	60	50	60	50	80	50				
Height of shrub layer(m)	2.5	2	2.5	2	2	2	2	2	2	1.5	·	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	3				
Cover of shrub layer(%)	40	20	40	60	10	20	40	30	50	70	·	30	60	70	70	60	40	40	50	80	20	80	70	40				
Number of species	9	15	14	13	7	10	12	12	9	14	9	15	9	16	7	14	13	14	12	9	9	19	6	11				

Continued at table3-2

Community	B																					
	Plot	64	25	28	29	32	33	34	36	49	50	52	54	58	63	53	55	19	20	21	35	88
Altitude(m)	460	400	330	330	260	260	270	250	350	350	370	330	330	500	330	330	470	490	500	250	650	660
Aspect	E	SW	NW	SW	SW	SW	SW	SW	E	E	SE	SE	W	E	E	E	NE	NE	NE	NW	SE	NE
Slope(°)	15	35	25	20	25	20	15	25	25	35	45	45	5	15	5	5	20	25	30	20	50	30
Height of tree layer(m)	10	18	8	14	12	14	10	10	12	13	16	17	11	13	11	16	7	7	8	10	9	10
Mean DBH of tree layer(cm)	22	25	25	20	20	20	18	20	32	38	36	44	40	26	45	40	12	12	15	20	16	20
Cover of tree layer(%)	50	80	90	90	85	85	85	85	40	50	60	70	50	60	50	60	80	80	85	85	85	85
Height of subtree layer(m)	7	7	5	6	6	6	6	6	5	6	7	8	7	7	5	8	4	4	4	6	8	7
Cover of subtree layer(%)	40	50	80	70	50	70	85	80	60	70	50	50	30	50	40	50	85	85	70	70	70	70
Height of shrub layer(m)	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	1.5	2	2.5	·	1.5	2	2	2	2	2	2
Cover of shrub layer(%)	50	70	50	80	40	80	90	60	70	50	30	30	20	70	·	80	80	80	80	50	60	50
Number of species	10	17	16	15	13	17	22	16	12	19	15	23	15	12	15	24	22	19	13	16	18	16

Continued at table3-2

Community	C												D							
	Plot	11	14	9	10	16	18	7	8	26	27	12	13	66	69	70	82	72	75	22
Altitude(m)	370	380	370	360	390	410	360	350	390	400	330	330	700	860	860	1150	880	950	560	580
Aspect	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NW	NE	NE	SE	NE	NE	NW	NE	SE	SE	NE	NE
Slope(°)	30	10	40	35	25	25	15	20	30	25	5	10	30	10	15	15	35	40	25	25
Height of tree layer(m)	14	15	14	14	14	16	14	14	15	18	16	16	12	11	11	14	11	14	8	8
Mean DBH of tree layer(cm)	20	20	20	20	25	25	20	20	30	25	25	25	24	26	26	65	26	24	15	15
Cover of tree layer(%)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	90	85	85	85	80	75	80	85	80	85	85
Height of subtree layer(m)	7	6	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	8	7	8	7	7	8	4	5
Cover of subtree layer(%)	60	70	60	60	70	70	60	60	40	80	60	60	70	60	70	60	80	70	70	70
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2
Cover of shrub layer(%)	60	70	60	60	85	80	50	50	30	30	10	60	60	50	50	40	60	60	80	80
Number of species	16	17	14	12	19	14	9	15	20	15	16	15	17	14	17	9	18	20	21	15

Continued at table3-2.

Community	E							
	76	77	78	79	80	74	84	86
Plot								
Altitude(m)	980	990	995	995	995	950	1160	1050
Aspect	NW	NE	NW	NW	NE	SE	EE	NE
Slope(°)	20	15	30	25	20	35	15	20
Height of tree layer(m)	14	15	16	16	13	15	12	10
Mean DBH of tree layer(cm)	27	23	27	23	26	25	12	10
Cover of tree layer(%)	80	70	80	80	85	60	70	80
Height of subtree layer(m)	8	7	8	9	9	8	65	18
Cover of subtree layer(%)	50	80	80	80	60	50	80	80
Height of shrub layer(m)	3	3	2	3	2	2	3	2
Cover of shrub layer(%)	50	50	60	60	60	40	85	60
Number of species	20	26	16	16	20	16	18	20

Table3-2는 지리산 대원계곡의 일반적인 개황을 나타낸 것으로 5개의 군집은 classification에서 분리된 것을 적용한 것이다.

조사구들은 해발고 240m ~ 1,160m에 위치하고 경사도는 5° ~ 55° 범위이었다. 교목상층군의 평균수고 및 평균흉고직경은 각각 13m, 24cm이고, 교목하층군의 평균수고는 7m이었고, 500m²당 출현종수는 평균 15종이었다.

나. 조사지의 classification 및 ordination분석

Fig.3-1은 백운산내회지역 조사구 95개에 대하여 TWINSpan에 의한 classification분석을 한 내용이다.

제1 division에서 북사면과 남사면으로 나뉘어 남사면의 소나무군집과 북사

면의 활엽수군집으로 크게 나눌 수 있다. 즉 광량을 많이 필요로 하는 양수인 소나무가 남사면에서 군집을 이루고 있었다. 그러나 제 3 division에서는 4개의 group으로 나뉘었으나 군집의 특성이 명확히 분리가 되지 않았다.

TWINSpan에 의해 군집이 분리될 때 환경인자가 중요한데 그중 토양습도 및 산불의 인자가 중요하다고 보고하였는데, 국내에서도 TWINSpan에 의한 군집분리에서 가야산, 속리산, 광릉 등이 토양습도에 의해 분리가 되었으며, 용문산은 사면, 지리산 화엄사계곡, 지리산 대원사계곡은 표고의 인자가 중요하다고 보고되었다. 최근에는 군집구조분석에서 TWINSpan과 ordination을 함께 이용하여 상호보완적으로 이용하는데, 본 연구에서는 TWINSpan에 의한 분리가 명확하지 않아 적당하지 않았다. ordination기법중 국내에서 가장 효율적인 DCA방법을 이용하여 95개의 조사지에 대한 ordination분석을 한 것이 Fig.3-2 이다.

Fig.3-3은 지리산 대원계곡의 조사구 89개에 대하여 TWINSpan에 의한 classification분석을 한 내용이다.

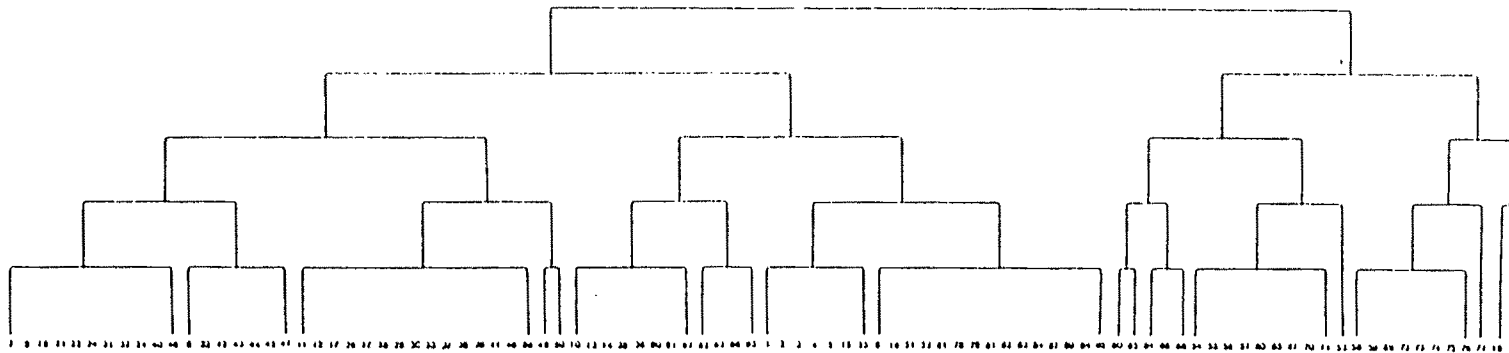


Fig.3-1. Dendrogram of TWINSpan stand classification of ninety-five plots in Mt. Baekwoon.

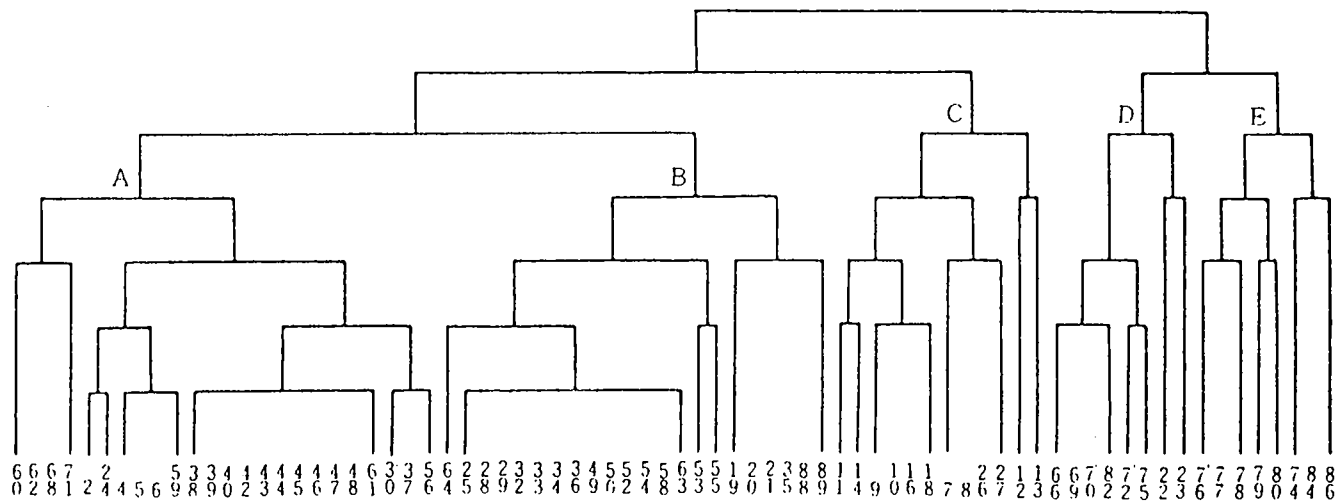


Fig.3-3. Dendrogram of TWINSpan stand classification of eighty-nine plots in Daewon valley of Mt. Chiri..

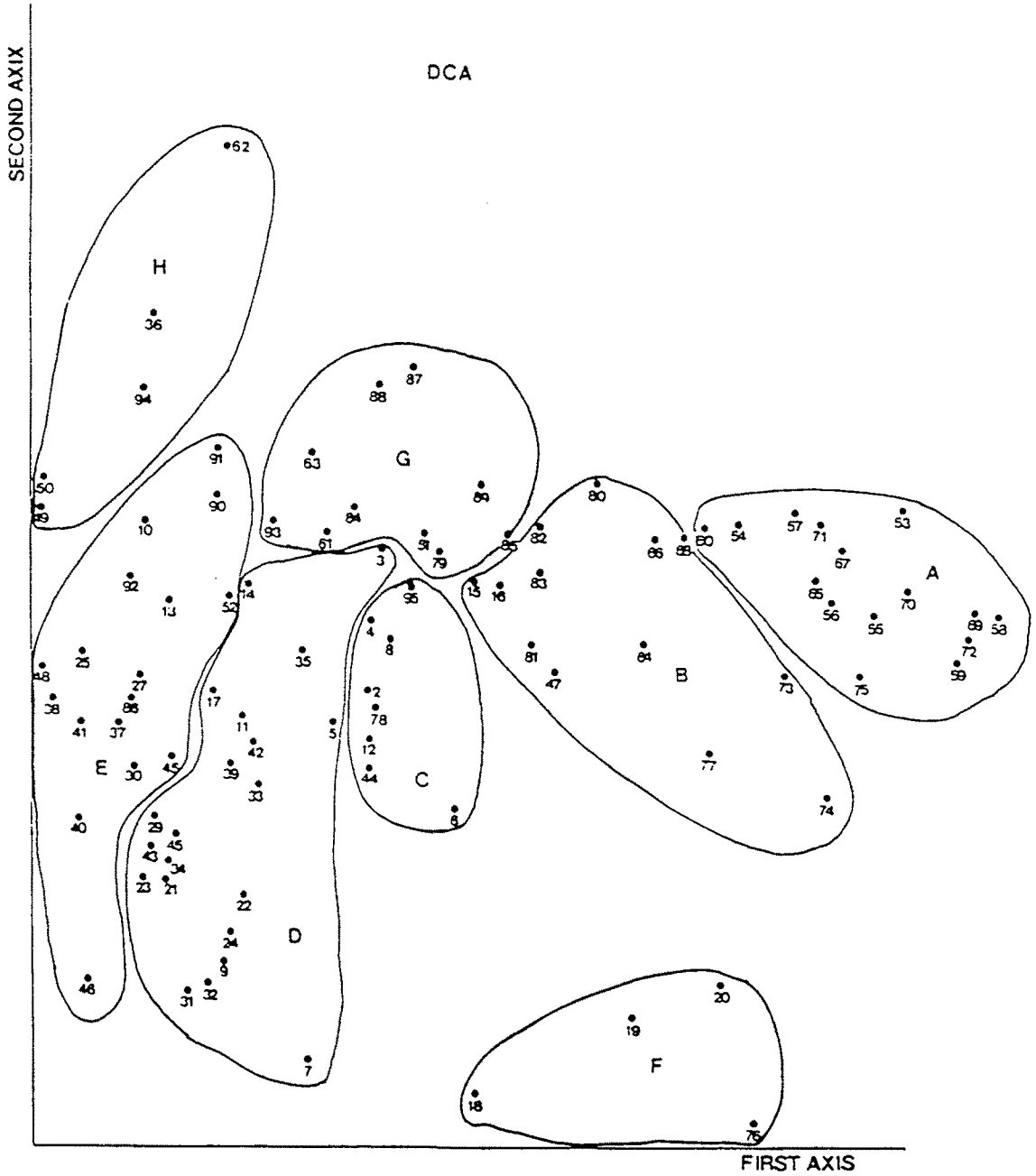


Fig.3-2. DCA ordination of the sample plots in Mt. Baekwoon.

다. 군집간의 유사도지수 분석

조사지간의 종적구성의 유사성을 분석하기 위하여 유사도지수를 산출 하였
 던 바 그 결과 백운산지역은 Table3-3, 지리산지역은 Table3-4와 같다.

Table 3-3. Similarity indices(%) between community

	A	B	C	D	E	F	G
B	47.04						
C	39.95	58.36					
D	16.27	33.10	62.80				
E	16.64	33.37	49.20	56.19			
F	27.45	34.07	41.46	34.99	25.23		
G	31.31	55.84	66.10	43.18	48.92	26.20	
H	12.65	20.30	34.18	34.71	44.93	19.30	38.11

Table 3-4. Similarity indices(%) between community

	A	B	C	D
B	60.59			
C	31.85	42.06		
D	14.49	16.41	37.40	
E	8.44	9.28	27.10	41.82

Table3-3에서와 같이 소나무군집과 졸참나무군집, 소나무군집과 서어나무
 군집, 소나무군집과 고로쇠나무군집, 신갈나무군집과 고로쇠나무군집에서 유사
 도지수가 20%이하로 나타나 이질적인 군집으로 분석되었다. 소나무군집과 고
 로쇠나무군집의 이질화는 물리적인 환경중 수분에 의한 결과 생각되며, 능선
 부의 신갈나무군집과 계곡부의 고로쇠나무군집의 경우는 표고와 토양수분의
 차이로 생각된다. 졸참나무-굴참나무군집과 굴참나무군집, 졸참나무군집, 활엽

수혼효군집, 그리고 굴참나무군집과 활엽수혼효군집간에는 55%이상의 유사도 지수값을 보여 다른 군집간에서 보다 높은 값을 나타내었다. 이는 이들 군집이 완전히 동질적은 아니나 비슷한 군집의 상태와 지위를 갖고 있다고 할 수 있다.

Table3-4에서는 해발고가 낮은 군집 A, B, C와 해발고가 높은 군집 D, E와는 유사도지수의 차이가 뚜렷하였다. 즉 군집 A, B는 군집 D, E와는 각각 20%미만의 유사도지수를 나타내어 완전히 이질적임을 알 수 있었다. 그러나 군집 C는 군집 A, B와 D, E의 중간에 위치하여 공통종이 많이 출현하기 때문에 다른 군집들과의 값이 20 ~ 40%의 수준으로 나타났다.

Buell등은 조사지간에 유사도지수가 20%미만일때는 서로 이질적인 군집이고, 80%이상일때는 서로 동질적인 군집이라고 한 바 있는데 본 조사지에서 20%이하의 값을 나타낸 것은 이질적인 군집인 것으로 분석된다.

라. 토양환경인자의 DCA분석

각 군집별 토양 산도, 수분함양, 유기물함량 및 K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} 을 백운산 지역 Table3-5, 지리산지역 Table3-6에 나타냈다.

Table3-5. Characteristics of soil variables for each community

Community	PH	Moisture (%)	Humus (%)	Exch. Cation(100g/me)		
				K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
A	4.39	6.55	5.22	0.37	0.38	0.15
B	4.26	7.14	6.19	0.47	0.18	0.09
C	4.22	9.23	6.66	0.33	1.00	0.38
D	4.06	9.60	6.49	0.31	0.63	0.27
E	4.19	9.99	7.45	0.42	2.72	0.80
F	4.17	9.26	7.19	0.18	0.17	0.14
G	4.48	8.63	6.42	0.48	2.75	0.56
H	4.52	9.50	6.68	0.49	3.51	0.70

Table3-6. Characteristics of soil variables for each community

Community	PH	Moisture (%)	Humus (%)	Exch. Cation(100g/me)		
				K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
A	5.11	19.54	9.70	0.21	0.53	0.21
B	5.21	23.52	10.90	0.27	0.90	0.41
C	5.01	29.84	12.43	0.25	0.69	0.29
D	4.76	30.40	17.14	0.32	0.79	0.31
E	4.73	34.47	19.88	0.37	2.05	0.69

Table 3-5에서 토양산도를 제외하고 모든 인자에서 A군집(소나무군집)에서 E군집(서어나무군집)으로 갈수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 생태적 천이가 안정된 숲으로 진행될수록 토양의 물리적인 환경상태가 양호하여짐을 알 수 있었다.

Table3-6에서는 토양산도값을 제외하고 소나무군집에서 참나무류군집, 서어나무군집으로 천이계열단계가 진행될수록 토양의 양료조건이 양호한 것을 알 수 있었다.

4. 요약

백운산 내회지역과 지리산 대원계곡의 삼림군집구조를 파악하여 우량종 육성에 필요한 자료를 분석한 결과는 다음과 같다.

- 가) 백운산지역 95개 조사지를 TWINSpan에 의하여 classification을 분석한 결과, 남사면에서는 양수인 소나무 군집으로 구분되었으며, 북사면에서는 활엽수혼효군집으로 구분되었다.
- 나) 백운산지역 조사지는 DCA에 의하여 1, 2축에 우측에서 좌측으로 소나무 군집, 굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집, 졸참나무군집, 서어나무군집

- 으로 분리되었고, 상, 하로 신갈나무군집, 활엽수혼효군집, 고로쇠나무군집 등의 8개 군집으로 분리되어 TWINSPAN보다 DCA방법이 효과적이었다.
- 다) 백운산 지역 군집간의 유사도지수를 분석한 결과, 소나무군집과 졸참나무군집, 소나무군집과 서어나무군집, 소나무군집과 고로쇠나무군집, 신갈나무군집과 고로쇠나무군집의 유사도지수가 20%미만을 나타내어 이질적인 군집임을 알 수 있었고, 졸참나무-굴참나무군집과 굴참나무군집, 졸참나무군집, 활엽수혼효군집 그리고 굴참나무군집과 활엽수혼효군집 간에는 55% 이상의 높은 값을 나타내었다.
- 라) 백운산지역 토양 환경인자의 DCA분석에서 토양산도를 제외하고 모든 인자의 A군집(소나무군집)에서 E군집(서어나무군집)으로 갈수록 증가하는 경향이 있었다.
- 마) 백운산지역 토양산도, 수분함량, 유기물함량 및 K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} 등 토양환경요인을 DCA기법을 적용한 결과, 대부분의 요인에서 소나무, 신갈나무군집은 낮은 계급을 나타내었고, 서어나무군집, 활엽수혼효군집, 고로쇠나무군집 등에서는 높은 계급에 위치하고 있었다.
- 바) 지리산 지역의 classification에 의하여 낮은 해발고의 건조지에서 소나무군집, 굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집으로, 습윤지에서는 서어나무군집으로 분류되었고, 높은 해발고의 건조지에서 신갈나무군집, 습윤지에서 층층나무-신갈나무군집으로 분류되었으며, DCA기법에 의한 rodination 분석결과에서도 classification분석결과와 같은 경향을 나타내었다.
- 사) 지리산 지역의 토양 환경인자는 토양산도 값을 제외하고 소나무군집에서 참나무류군집, 서어나무군집으로 천이계열단계가 진행될 수록 토양의 양료조건이 양호한 것을 알 수 있었다.

제 3 절 참나무 유전자원 수집 및 계통선발

1. 재료 및 방법

가. 선발 1년차(1996년)

상수리나무 군락, 굴참나무군락, 졸참나무군락, 갈참나무군락, 떡갈나무군락 등을 중심으로 선발요인을 적용하여 이들 중 도토리 생산량을 감안하여 상수리나무군락, 굴참나무 군락 및 졸참나무군락을 폭넓게 조사하였으며 調査 기준은 산림청 수형목선발기준(종묘사업실시 요령, 1995.12.18. 산림청 예규 제 427호)을 참고로 종실에 비중을 두어 선발하였다.

선발 첫해의 개체선발은 현지 관찰과 측정이 가능한 흉고직경, 수고, 수령, 지하고, 수관폭, 잎의 상태, 주변부식생, 토양인자 등을 조사하여 유리하다고 판단되는 수형목 중 21개체를 표시하고 그 특성을 조사하였다.

나. 선발2년차

국내에서 자생하는 참나무 8개 種 중 가시나무와 종가시나무는 상록수로서의 생태적 특성과 개화시기 및 결실시기에서 큰 차이가 있어 다른 수종과 상대적인 비교가 어렵기 때문에 제외하고 나머지 6종 즉, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무를 중심으로 多收性이고 良質인 도토리를 생산하는 연구 1차년도에 선발된 21種의 秀型木과 당해연도에 선발된 27種의 秀型木을 합쳐 형질이 우수한 48개체 중 극히 다수성인 8개체를 선발하여 조사하였다.

조사방법은 참나무 군락지를 중심으로 多收性으로 인정되는 수종의 母樹를 선발하되 산간마을의 주민 혹은 도토리 목 공장을 대상으로 탐문 조사하고 이와 같이 선발된 種을 대상으로 각 특성을 조사하였다.

농촌진흥청 원예시험장 과수조사 기준에 따라 果樹化를 위한 주요 형질인 葉長, 葉幅, 新梢長, 節間數, 新梢莖, 果重, 과중경, 과횡경 및 熟期를 각 지역 별로 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 선발 1년차

굴참나무(*Quercus variabilis* Blume)의 개체선발 결과 20m×20(400m²)의 방형구(Quadart)내 굴참나무 14개체의 일반적 특성은 평균 흉고직경이 21cm, 수고 10m, 수관폭 4m 정도이고 수령은 20-25년생이었다.

군집구조 분석 결과 우점종은 굴참나무이고 식피율은 70%이며, 중층은 박달나무, 신갈나무, 졸참나무 등이었고 느릅나무, 생강나무, 쪽동백, 비목나무등과 같이 생육하고 있었으며, 우량종으로 개체선발된 굴참나무는 흉고직경 23cm, 수고 12m, 수령 25년생으로 수간이 곧고, 수관 폭이 4.5m정도로 현재 종자의 결실상태는 양호하였다.

떡갈나무(*Quercus dentata* Thunb.)의 개체선발 결과 20m×20m(400m²) 방형구내 떡갈나무 12개체의 일반적 특성은 소군락을 이루고 있으며 평균 흉고 직경 20cm, 수고 8-9m, 수관폭 4m, 수령 20년생이었다.

군집구조 분석 결과 식피율은 80%이고 중층은 떡갈나무 식생지, 하층식생은 조팝나무, 산철쭉나무, 노린재나무, 졸참나무, 싸리, 조록싸리, 진달래 등이었으며, 우량종으로 개체선발된 떡갈나무는 흉고직경 20cm, 수고 8m, 수령 20년생으로 수간이 곧고 수관폭이 4m정도이며 종자의 결실상태가 양호했다.

졸참나무(*Quercus Serrata* Thunb)의 개체선발 결과 20m×20m(400m²)내 8개체의 일반적 특성은 평균흉고직경 25cm, 수고 13m, 수관폭 4m, 수령 25년생 정도였으며, 군집구조 분석 결과 식피율은 80%이고 중층은 졸참나무, 고로

Table 3-7. The morphological characters of selection tree by leaf and acorn

Lines	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Shoot length (mm)	No. of nodes	Shoot diameter (mm)	Acorn weight (g)	Acorn width (mm)	Acorn length (mm)
Ha- 3	148	51	94	6	1.0	3.3	22.0	22.2
Ha- 4	133	75	38	4	1.0	2.2	20.2	20.2
Ha- 5	89	41	66	7	1.0	2.1	22.1	22.1
Ha- 6	132	45	106	8	1.5	2.4	23.2	23.2
Ha- 7	125	52	105	8	2.0	1.7	20.0	20.0
Ha-14	141	42	155	10	2.5	3.7	14.3	14.3
Ha-15	152	32	46	6	2.0	3.1	18.2	18.2
Ha-16	148	41	67	8	2.5	2.9	18.2	18.2
Ch- 1	113	37	99	11	2.0	2.0	20.3	20.3
Sa- 2	146	32	60	5	2.1	7.2	23.0	23.0
Sa- 3	135	39	57	6	2.9	3.7	20.0	20.0
Sa- 4	143	50	57	5	2.3	4.3	19.0	19.0
Sa- 5	152	50	77	5	2.2	4.0	19.0	19.0
Sa- 7	154	45	75	8	3.0	3.9	22.0	22.0
Sa- 8	170	50	65	7	3.5	3.9	20.5	20.5
Sa- 9	121	47	54	4	2.2	5.7	19.5	19.5
Sa-10	132	31	58	7	3.0	3.5	18.5	18.5
Sa-11	154	45	78	6	2.2	4.5	22.0	22.0
Sa-12	105	35	70	7	3.0	4.5	20.0	20.0
Sa-13	128	40	71	8	3.5	4.1	20.0	20.0
Gu- 1	106	34	100	4	2.0	2.1	22.0	22.0

*: Ha-Hamyang ; C-Chinju ; Sa-Sanchung ; Gu-Gure

쇠나무, 쪽동백나무, 단당풍나무, 층층나무, 물푸레나무, 나도밤나무, 다릅나무, 때죽나무, 조릿대, 병꽃나무, 개비자나무, 국수나무 등이었다.

우량종으로 개체선발된 졸참나무는 흉고직경 25cm, 수고 10m, 수령 20년생으로 수간이 곧고 수관의 폭은 5m 정도이며 종자의 결실상태는 양호하였다.

농가조사에 의한 개체선발 결과는 육성의 기초자료를 얻기 위해 우수종 45종을 탐문조사하여 그 중 현재까지 조사된 21종의 특성을 조사한 결과는 Table3-7과 같다.

신초장의 생육은 함양선발종Ha-6, 7, 14가 가장 크게 신장했고, 잎의 형태는 수종별로 다양한 것으로 나타났으며, 종실의 무게는 산청선발종S-2, 9호가

7.2g와 5.7g으로 가장 무거운 것으로 나타났고, 종실의 형태는 난형, 장타원형 등 수종에 따라 다양하였다.

나. 선발 2년차

상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무를 중심으로 우수한 형질을 나타내는 48개체 중 선발된 6개의 수종의 형질 특성은 Table3-8과 같다.

Table 3-8. The morphological characters of selection tree by leaf and acorn

Lines	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Shoot length (mm)	No. of nodes	Shoot diameter (mm)	Acorn weight (g)	Acorn width (mm)	Acorn length (mm)	Days of Maturity
H-1	162	85	89	6	1.3	3.0	21.0	16.0	10/10
H-2	230	123	91	6	2.0	2.2	20.0	13.0	10/10
H-3	148	51	94	6	1.0	3.3	22.2	15.9	9/25
H-4	133	75	38	4	1.0	2.2	20.2	14.2	9/23
H-5	89	41	66	7	1.0	2.1	22.1	13.2	9/24
H-6	132	45	106	8	1.5	2.4	23.2	13.5	9/23
H-7	125	52	105	8	2.0	1.7	20.0	12.5	10/24
H-8	113	62	39	5	1.5	3.1	23.0	15.5	10/13
H-9	111	49	52	6	2.0	2.0	23.2	11.2	10/13
H-10	154	91	76	8	3.5	2.7	24.0	13.0	10/4
H-11	112	32	70	6	1.5	2.5	22.4	13.0	10/3
H-12	152	72	61	5	2.5	2.8	23.0	12.5	10/11
H-13	89	36	81	8	1.5	2.2	24.0	12.2	9/24
H-14	141	42	155	10	2.5	3.7	14.3	13.1	10/5
H-15	152	32	46	6	2.0	3.1	18.2	18.0	10/10
H-16	148	41	67	8	2.5	2.9	18.2	17.1	10/5
H-17	152	62	127	6	2.0	3.6	17.0	18.0	10/5
H-18	210	97	185	7	2.5	2.3	22.0	12.5	10/10
H-19	117	44	83	7	1.6	1.6	18.3	11.3	9/27
H-20	109	55	70	4	1.5	2.6	24.0	13.8	9/27
H-21	122	54	107	6	1.5	2.3	22.1	13.4	9/27
H-22	112	46	64	6	1.5	2.2	20.6	12.1	9/25
H-23	123	47	62	5	1.5	2.7	23.7	13.1	9/27
H-25	113	47	77	6	2.0	2.3	21.5	13.6	9/27

Continue dat table 3-8

Lines	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Shoot length (mm)	No. of nodes	Shoot diameter (mm)	Acorn weight (g)	Acorn width (mm)	Acorn length (mm)	Day of Maturity
H-26	132	54	83	6	2.1	2.5	23.8	12.2	9/23
H-27	115	42	66	6	2.1	2.0	23.5	12.0	9/25
H-28	145	32	81	8	2.0	3.0	16.5	16.3	10/7
Ch-1	113	37	99	11	2.0	2.0	18.8	14.5	9/27
Ch-2	132	43	108	7	2.2	2.9	22.3	14.0	10/10
Ck-1	171	63	87	8	3.2	3.9	25.1	14.8	9/7
Sa-1	220	41	101	6	2.0	5.1	21.6	19.1	10/13
Sa-2	146	32	60	5	2.1	7.2	23.0	22.0	9/30
Sa-3	135	39	57	6	2.9	3.7	20.0	17.5	10/20
Sa-4	143	50	57	5	2.3	4.3	19.0	18.0	9/23
Sa-7	154	45	75	8	3.0	3.9	22.0	20.0	10/5
Sa-8	170	50	65	7	3.5	3.9	20.5	19.3	9/24
Sa-9	121	47	54	4	2.2	5.7	19.5	18.0	10/1
S-10	132	31	58	7	3.0	3.5	18.5	16.5	10/13
S-11	154	45	78	6	2.2	4.5	22.0	18.5	-
S-12	105	35	70	7	3.0	4.5	20.0	18.2	-
S-13	128	40	71	8	3.5	4.1	20.0	17.5	-
S-14	122	46	97	7	3.0	3.8	23.8	16.0	10/10
Gu-1	106	34	100	4	2.0	2.1	22.0	13.0	9/20
Gu-2	118	62	107	5	1.7	2.2	22.2	14.4	9/24
Ss-0	110	35	88	7	2.9	2.5	14.4	15.8	10/15
Ss-1	150	48	12	7	2.7	3.3	19.6	16.8	10/12
Ss-2	150	36	105	11	2.0	3.9	16.5	19.7	9/20
Ha-1	129	37	107	13	2.5	4.1	19.7	18.2	10/2

*: H-Hamyang; C-Chinju; Ck-Chinjukumgok; Sa-Sanchung; Gu-Gure; Ss-Sanchungsangbirak, Ha-Hapchen

다수종의 평균 과중은 3.1g이고 과중경은 평균 20.4mm인 것으로 나타났으며 주로 상수리나무류가 과중이 무겁고, 졸참나무류의 과중경이 횡경에 비해 긴 것으로 나타났다.

평균 과중이 가장 무거운 것은 산청선발종S-2, 9호등이고 함양선발종H-7,19호등은 과중이 가장 낮았다. 숙기 조사 결과 함양선발종H-4, 진주금곡면 수집종JS-1, 구례종G-1 등이 조생종이고 함양종H-10, 산청종S-7, 합천종Ha-1 등은 중생종, 함양종H-7, 산청종S-3, 산청생비랑면종SS-0 등은 만생종이었다.

3. 요약

상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무를 중심으로 우수한 형질을 나타내는 48개체 중 선발된 수종의 형질 특성을 농촌진흥청 원예시험장 과수조사 기준에 따라 果樹化를 위한 주요 형질인 葉長, 葉幅, 新梢長, 節間數, 新梢莖, 果重, 과중경, 과횡경 및 熟期를 각 지역별로 조사한 결과를 요약한다.

가. 선발 1년차

- 1) 굴참나무의 개체선발 결과 평균 흉고직경이 21cm, 수고10m, 수관폭 4m 정도이고 수령은 20-25년생으로 그 중 우량종으로 개체선발된 굴참나무는 흉고직경 23cm, 수고 12m, 수령 25년생이었으며, 떡갈나무는 평균 흉고직경 20cm, 수고 8-9m, 수관폭 4m, 수령 20년생으로 그 중 우량종으로 개체선발된 떡갈나무는 흉고직경 20cm, 수고 8m, 수령 20년생으로 수간이 곧고 수관폭이 4m정도였다.
- 2) 졸참나무는 평균 흉고직경 25cm, 수고 13m, 수관폭 4m, 수령 25년생 정도로 그 중 우량종은 흉고직경 25cm, 수고 10m, 수령 20년생으로 수간이 곧고 수관의 폭은 5m였다.
- 3) 농가 탐문조사에 의한 개체선발 결과 우수종의 신초장 생육은 H-6, H-7, H-14가 가장 크게 신장했고, 종실의 무게는 S-2와 S-9가 7.2g와 5.7g으로 가장 무거웠다.

나. 선발 2년차

- 1) 상수리나무의 과중이 무겁고, 졸참나무류의 과중경이 횡경에 비해 길었으며 다수종의 평균 과중은 3.1g이고 과중경은 평균 20.4mm인 것으로 나타났다.

- 2) 평균 과중이 무거운 종은 S-2, S-9 등이고, 가벼운 종은 H-7, H-19 등이며 숙기 조사 결과 H-4, JS-1, G-1 등이 조생종이고, H-10, S-7, WH-1 등은 중생종, H-7, S-3, SS-0 등은 만생종이었다.

제 4 절 영양번식법 개발 및 우량종의 분석

1. 營養繁殖法 開發

가. 재료 및 방법

1) 供試材料

가) 接木材料

(1) 臺木(stock)

1995년 10월 경상남도 산청군 소재 진주산업대학 연습림에 자생하는 상수리, 갈참, 떡갈나무 種子를 채취하여 24시간 물에 침수시켰다가 노천매장 하였다.

1996년 3월 10일 노지에 과중하여 1년간 양묘한 것(苗幅 30cm~50cm, 1~0苗)을 1997년 3월말 접목시 대목으로 사용하였다.

(2) 接穗

1996년 2月末에 진주산업대학 연습림에서 10年~30年生의 상수리, 갈참나무, 떡갈나무 3樹種 樹幹을 지상 1.5m 以上되는 곳에 가지를 절단하고, 썩음을 방지하기 위하여 발코트를 발라두었다가 절단한 주위에서 발생한 1년생 맹아지를 1997년 봄에 접수로 사용하였다. 맹아지를 접수로 사용하는 이유는 상수리의 경우는 母樹의 結果枝는 新梢의 직경이 작기 때문에 접목시 臺木의 굵기와 너무 차이가 나서 접목작업이 어려우므로 맹아지를 사용해야 하고 떡갈나무와 갈참나무는 髓(pith)가 크고 接穗의 크기가 커서 臺木과 잘 맞지 않으므로 접목활착율이 낮다. 이러한 点

을 보완 하기 위하여 맹아지를 발생시켜 접수로 사용하였다.

나) 挿木材料

(1) 接木苗 挿穗

1997년도 3월말에 接木한 接穗에서 새줄기가 나서 當年 7月初까지 자란 줄기가 아직 경화되지 않은 綠枝를 挿穗로 사용하였다.

(2) 맹아지 삽수

1997년 2월말 진주산업대학 연습림에 자생하는 상수리, 갈참나무, 떡갈나무 등 3 樹種에 대하여 10年~30年生을 地上 1.0~1.5m 높이에서 줄기를 잘라내고, 7月初 切斷部位 부근에서 當年생 맹아지를 삽수로 사용하였다.

2) 接木方法

가) 접 목

1997년 3월25일 3樹種 모두 播種床에서 1~0묘에 据接을 실시하였다. 地上 5cm 内外의 部位에서 臺木을 절단하고 切接을 실시하였다. 臺木의 굵기가 작은것은 割接을 실시하였다. 接穗는 길이 7cm 정도로 눈이 2~3개가 붙도록 조제하였다. 接木後 接穗의 切口는 발코트를 바르고 대나무 활대를 꽂고 비닐을 덮어 밀봉한 다음 차광을 50%의 차광망을 덮어서 관리하고 接穗에서 새눈이 돌아 자라기 시작하고 낮에 기온이 너무 높아질 무렵에는 비닐터널 上部中央에 一字로 찢기를 하여 서서히 환기를 시키고 터널내부가 건조할때는 충분한 관수를 하였고 5월중순에는 비닐터널을 완전히 제거하였다. 상수리, 떡갈나무, 갈참나무 각각 100本씩을 접목 하였다.

나) 挿 木

(1) 挿木床 環境

폭 5m 길이 10m의 비닐하우스에 50%차광망을 설치하였으며 床土는 Peatmoss : Perlite= 1:1로 혼합사용 하였다. Mist는 자동관수장치를 설치하고 시간당 2~3秒로 분무 하였다.

하우스내부 온도를 낮추기 위해서 주간에는 하우스위에 간이 spring cooler장치를 하여 분무하고, 하우스내부 온도가 27℃를 넘을 때는 에어컨을 가동하여 27℃이상 넘지 않도록 하였다.

(2) 挿木 실시

挿穂造製는 萌芽枝에서나 接木苗에 채취한것 모두 길이 7~10cm, 잎 2~3枚가 붙도록하고 가지 頂端部의 연약한 부분은 제거하고 줄기의 색이 아직 갈색으로 변하지 않은 녹색의 경화되지 않은 것을 사용하였으며 1997年 7月2日 造製한 挿穂를 IBA. 200ppm용액에 3時間 침지한후, 건조한 진흙(cley)粉末에 300ppm IBA용액을 넣어서 갠 다음 삼수 下端部 約 3cm 길이에 도포하여 삽목상에 삽목하고 충분히 관수하였다. 萌芽枝 挿穂는 500本으로 하고 接木苗에서 채취한 挿穂는 300本을 삽목하였다.

나. 結果 및 考察

1) 接木

3월25일 挿木하여 10월11일에 接木成績을 조사한 결과는 다음과 같다.

Table3-9에 제시한 바와 같이 接木活着率이 상수리나무가 75%로 가장 높고 그 다음으로 갈참나무 58%, 떡갈나무 51%의 순으로 떡갈나무가 활착율이 상수리에 비하여 월등히 낮다. 그 원인은 떡갈나무의 경우 접수로 사용되는 綠枝新梢의 수(pith)가 상수리에 비해서 월등히 크고 목질부분이 적은데 기인한 것으로 생각된다. 또 접수의 횡단면을 보면 횡단면의 외곽 둘레가 고르지 못하고 굴곡이 심하여 접수의 길이 방향으로 角이 져있어 접수의 형성층과 臺木의 형성층을 맞추기가 어려웠고 幼時의 年間生長속도가 갈참나무나 떡갈나무는 상수리보다 늦었다. 따라서 접목후 臺木과 接穂의 形成層발달이 늦어서 活着率이 낮은 것으로 생각된다.

접목후 1개월 정도까지는 접수로부터 새눈이 발생하여 상당한 크기로 자라다가 時日이 지나면서 枯死하는 것이 많았다.

Table 3-9. Result of grafting

Species	No. of graftings	To April 20 survivor	To October 10 survivor	Ratio of grafted seedling(%)	Height of grafted seedling(cm)
<i>Q. acutissima</i>	100	87	75	75	80-120
<i>Q. aliena</i>	100	76	58	58	40-80
<i>Q. dentata</i>	100	71	51	51	38-71

접목활착이 잘된 것은 樹高가 120cm까지 성장한 것도 있으나 상수리나무의 生長이 빨랐고, 갈참나무나, 떡갈나무는 최고 수고가 각각 80cm, 71cm로 상수리 보다 월등히 낮았다. 이 理由는 수종 자체의 유전적인 성질로 상수리의 生長이 빠른데 있는 것으로 생각된다.

참나무 接木에서 특이한 사항 중에 하나는 接木部位가 깨끗하게 붙지 않고 상당히 거칠게 남아 있어 접목묘가 성장 후 接木部位가 부러져 나무가 죽을 수도 있으므로 接木不親和性의 한 원인이 되리라고 생각되며 이러한 問題에 대하여 文(1993)은 육종연구소에 接木하여 식재해 놓은 큰나무가 枯死하는 것이 대하여 接木不親和性을 언급한 바 있다. 그리고 접목묘가 크게 성장하여 도토리 結實시에 접목의 경우는 臺木의 影響을 받을 수도 있으므로 선발된 우량 모본으로 부터 채취한 접수로 접목을 하였다 하더라도 臺木의 影響을 받아 우량목이 될 수 없을 수도 있다. 이러한 이유로 즉 接木不親和現象과 臺木의 影響 때문에 참나무 樹種의 採種園이나 種實生産을 위한 造林用 苗木으로서는 接木묘가 바람직 하지 못하다고 생각된다.

2) 插木

가) 萌芽枝 插木

老齡母樹에서 發生시킨 萌芽枝 插木發根成績은 Table3-10과 같다.

상수리가 發根率이 61%로서 가장높고 갈참나무가 58%, 떡갈나무 46%순으로 떡갈나무의 發根率이 극히 낮다. 發根率調査時 插穗가 살아 있으면서 發根은 되지 않고 callus가 덩어리로 형성되어 있는것이 상당수에 달한다.

Table 3-10. Result of sprout cutting (green shoot) of *Qercus*

Species	No. of cutting	No. of cutting rooted	Ratio of rootings(%)	Only callus form. survived
<i>Q. acutissima</i>	200	122	61	65
<i>Q. aliena</i>	200	116	58	52
<i>Q. dentata</i>	200	92	48	38

이런 것은 삼목 기간이 더 길면 발근이 될지 枯死할지는 더연구 해야할 과제이다. 떡갈나무의 경우 발근율이 저조한 이유는 삼수자체가 상수리나 갈참나무에 비하여 좋지않은 조건에 있다. 즉 髓(pith)가 크고 木質部의 양이 적으며 잎이 넓고 커서 인위적으로 조절한다 하더라도 發根되기전 오랜기간을 견디기가 어려운 조건에 있다.

나) 綠枝 挿木

1997년 3월에 萌芽枝를 接穗로 1年生 臺木에 接木하여 7월 중순까지 성장한 줄기에서 채취한 삼수, 卽 再幼齡化(Rejuvenation)시킨 삼수를 挿木하였을 때의 挿木 發根成績은 Table3-11에 제시 하였다. 상수리나무의 발근율은 74%로서 맹아지에서 채취한 녹지삼목인 경우는 발근율이 61%인데 비하여 13%더 증가 하였다. 갈참나무에 있어서도 맹아지 녹지삼목은 58%, 접목묘 녹지삼목에서는 65%로서 7%증가하였고, 떡갈나무에 있어서도 46%와 52%로서 6%더 증가하였다. 이상과 같이 3수종 모두에서 발근율이 증가한것은 考齡木母樹에서 萌芽枝를 발생시켜 挿穗를 1次 幼齡化시킨 것을 1년생 臺木에 다시 접목 성장한 녹지는 2차유령화시킨 재유령화삼수가 되었다고 판단되고 이 삼수를 삼목하여 발근율이 높아졌다는 것은 재유령화가 발근력을 增進시키는데 影響을 미쳤다고 생각된다.

Table3-12에서 보는 바와같이 萌芽枝를 그대로 挿木하는것 보다 接木苗에서 채취한 삼수가 平均 9%의 發根率을 높였고 發根은 되지 않았지만 callus만 형성되어 있는 것은 平均 11%나 감소되었다. 이와 같이 再幼齡化하므로 發根率을 높일 수 있다는 연구는 文(1993)이 참나무 器內培養試驗에서 발표한 바 있다.

Table 3-11. Result of green shoot cuttings of *Quercus*

Species	No. of cutting	No. of cutting rooted	Ratio of rootings(%)	Only callus form. survived
<i>Q. acutissima</i>	150	111	74	21
<i>Q. aliena</i>	100	65	65	16
<i>Q. dentata</i>	50	26	52	11

Table 3-12. Comparison of sprout cutting(juvenation) and grafted seedling cutting(rejuvenation)

Species	Ratio of rootings(%)		Only callus form. survived(%)	
	Sprout cutting	Grafted seedling cutting	Sprout cutting	Grafted seedling cutting
<i>Q. acutissima</i>	61	74	36	14
<i>Q. aliena</i>	58	65	26	16
<i>Q. dentata</i>	46	52	23	22
Mean	55	64	28	17

佐木, 中尾(1981)가 10년생 모수의 萌芽枝에서 平均 30%의 發根率을 보였다는 보고가 참나무類에서 가장 考齡의 母樹였으나 본 시험에서 20년생 이상의 考齡木 母樹의 插穗發根率을 52-72% 높인 것은 참나무類 插木發根力增進에 획기적인 전기를 가져왔다고 생각된다.

自然生態의 天然林集團에서 도토리 結實量이 많고 도토리가 크며, 전분의 함량과 수질의 질이 우수한 個體를 선발하고 이것과 동일한 유전형질을 가진 次代를 대량번식 할려면 선발된 秀形木의 모수에서 萌芽枝를 發生시키고 이 萌芽枝를 1년생 臺木에 接木시켜 生長한 綠枝(再幼齡化된)插穗를 插木하는 方法으로 發根力을 높여서 目的을 達成할 수 있다. 勿論 無性繁殖方法에는 插木外에 接木, 組織培養등에 의한 여러가지 方法이 있으나 接木法은 참나무류의 특성상 接木部位에 不親和現狀이 接木後 장기간에 걸쳐 發生하여 枯死 되는 위험성이 있고, 또 臺木의

影響을 받아 우량한 유전자를 갖는 母樹의 形質을 변화 시킬수 있기 때문에 바람직하지 못한 方法이라고 생각되며, 또 組織培養方法은 高度의 學術的 지식과 기술이 요구되며 아무나 실행할 수 없을 뿐만 아니라 시설이 필요하고, 묘목생산비가 많이 드는 결점이 있다. 따라서 本 研究에서 개발한 插穗의 再幼齡化 方法을 적용하여 참나무類 優良木을 대량증식 시키는 技術의 확대·보급이 필요하다.

다. 요약

참나무는 대목과 접수의 불친화성 때문에 접목방법이 효과적인 번식법으로 보기 어려우나 본 연구에서는 천연임분에서 도토리크고 전분함량이 많은 양질의 참나무류 맹아지를 재유령화시켜 번식시키는 방법으로 삼목을 한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 접목의 활착율은 상수리나무가 75%, 갈참나무가 58%, 떡갈나무 48%순이다.
- 2) 맹아지 삼수에서의 발근율은 상수리나무가 61%, 갈참나무 58%, 떡갈나무 48% 순이었다.
- 3) 접목묘에서 재유령화시킨 삼수에서의 발근율은 상수리나무 74%, 갈참나무 65%, 떡갈나무 52%로 나타났다.

이상의 결과에서 삼수의 재유령화 방법으로 삼목하면 발근이 용이하여 참나무 우량목을 증식시키는 방법으로 추천하는 바이다.

2. 優良種의 分析

가. 化분분석법

1) 재료 및 방법

가) 化분의 채집

본 연구에 사용된 참나무류 7수종은 1997년 4월부터 1998년 4월까지 경남 함양군, 산청군, 진주시 등지에서 雄花가 완전히 성숙된 것 중에서 花粉을 採集하여 Dry oven으로 건조시켜 유산지에 싸서 보관하였다가 실험에 이용했으며 채취한 시료의 종류와 장소는 Table3-13과 같다.

Table 3-13. Collection data of the samples used in this study

Scientific name	Korean name	Locality	Date
<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무	Mt. chiri	May 15 1997
<i>Q. acutissima</i> Car.	상수리나무	Sanchung	May 1 1997
<i>Q. variabilis</i> Blume	굴참나무	Hamyang	May 13 1998
<i>Q. serrata</i> Thunberg	졸참나무	Hamyang	May 13 1998
<i>Q. mongolica</i> Ficher	신갈나무	Mt. chiri	May 25 1997
<i>Q. dentata</i> Thunberg	떡갈나무	Mt. chiri	May 10 1998
<i>Q. myrsinaefolia</i> Blume	가시나무	Chinju	Apr. 17 1997

나) 花粉의 處理

硫酸紙에 保管하고 있던 花粉을 Livingstone이 改良한 Erdtman 方法을 利用하여 다음과 같은 方法으로 초산분해과정(Acetolysis)를 거쳐 70% Ethanol 溶液에 保管하였다가 利用하였다.

- ① 5ml의 glacial acetic acid를 centrifuge tube에 부어서 花粉을 넣고 5分間 遠心分離 시킨후 上層液을 따라낸다.
- ② Acetolysis mixture(Acetic anhidride : Sulfuric acid = 9 : 1)을 넣은 뒤 hood아래에서 約 40分間 water bath에서 끓인다.
- ③ tube를 식힌후 遠心分離해서 上層液을 따라낸다.
- ④ Acetic acid를 부어 잘 저은 다음 Steel wire mesh(0.14mm)로 濾過시킨다.
- ⑤ 濾過된 材料를 遠心分離시킨후 上層液을 따라낸다.
- ⑥ 材料에 distilled water bath를 넣고 遠心分離한다.
- ⑦ 5% KOH를 넣고 water bath에 20分間 끓인다.

⑧ Tube를 식힌후 遠心分離하여 上層液을 버린다.

⑨ distilled water를 넣고 遠心分離하여 上層液을 버리고 Tube에 있는 花粉을 70% Ehanol 溶液에 保管한다.

다) 花粉觀察方法

70% Ethanol 溶液에 保管된 花粉을 glycerine Jelly로 埋沒시켜 paraffin으로 塗布한 후 영구 preparat를 제작해서 花粉형, 花粉입체 花粉립의 두께 표면무늬의 형태 등을 광학현미경(Olympus BH-2)으로 1,000배 확대하여 수종별 花粉을 각각 80粒씩 觀察測定하였다.

본 관찰에서 使用된 술어는 주로 Erdtman(1952), Faegri and Iverson (1964)의 용어를 인용하였고 우리말 용어는 李(1978)를 따랐다.

2) 결과 및 고찰

참나무類 7樹種의 花粉을 채집해 초산분해 과정을 거쳐 花粉립의 Equatorial view(赤道面에서의 觀察)와 Polar view(極에서의 觀察)을 광학현미경으로 조사하고 測定한 結果는 Table3-14와 같다.

花粉립은 단립(Monad)이고 크기는 $22.75 \sim 31.25 \times 27.75 \sim 39.75 \mu\text{m}$ (P×E, 最小值~最大值)로 中粒(Medium sized)이고, 가장 작은 花粉粒은 상록성의 잎을 가진 가시나무로 平均 $24.62 \times 20.90 \mu\text{m}$ (P×E)이며, 가장 큰 花粉립은 신갈나무로 $34.88 \times 29.13 \mu\text{m}$ 이었다.

赤道面粒狀(Equatorial shape)에서 갈참나무, 줄참나무, 떡갈나무, 가시나무는 長球型(Prolate)이고 상수리나무와 굴참나무는 弱長球型(Prolate spheroidal)이며, 신갈나무는 亞長球型(Subprolate)이다. 極面粒狀(Polar shape)은 半三角形(Semitriangular)이다. 發芽口(Aperture)는 三孔溝型(Tricolporate)또는 三弱孔溝型(Tricolporoidata)이고, 溝口(Colpus)는 일반적으로 幅이 좁은 편이었으며,

表面은 平滑狀이거나 미약한 網狀이었으며 口外緣(Margo)는 상수리나무와 굴참나무가 發達되어 있다.

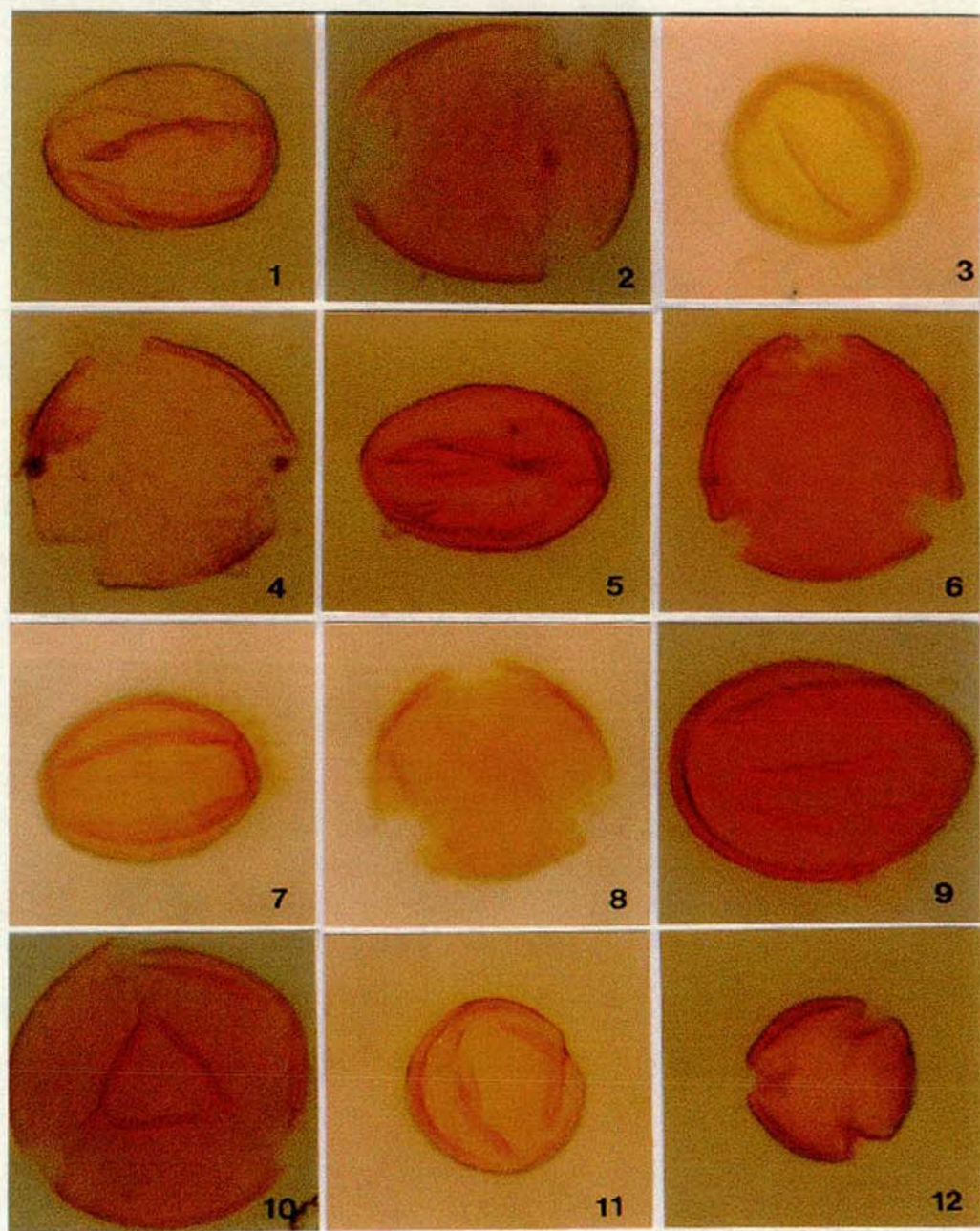
Table 3-14. Pollen measurements of *Quercus* Species (unit : μm)

Scientific name	Polar length(P)	Equatorial diameter(E)	P/E
<i>Quercus aliena</i> Blume	25.25(28.23)29.75	22.25(24.35)26.25	1.16
<i>Q. acutissima</i> Car.	26.25(29.73)32.50	21.25(26.55)31.75	1.12
<i>Q. variabilis</i> Blume	26.25(29.38)32.75	24.50(26.50)27.25	1.11
<i>Q. serrata</i> Thunberg	24.50(26.10)27.75	20.50(22.75)25.50	1.47
<i>Q. mongolica</i> Ficher	31.25(34.88)39.75	24.75(29.13)32.50	1.20
<i>Q. dentata</i> Thunberg	27.50(30.30)32.50	24.50(25.75)28.75	1.18
<i>Q. myrsinaefolia</i> Blume	22.75(24.62)28.75	17.50(20.90)24.50	1.18

※ Minimum(mean)maximum

3) 적 요

참나무류 7種에 對한 花粉을 光學顯微鏡으로 觀察한 結果는 다음과 같다. 花粉粒은 單粒이고 花粉의 크기는 約 22.75~31.25×27.75~39.75 μm (Min.~Max., P×E)이며 中粒(Medium sized)이다. 赤道面 粒狀에서 갈참나무, 졸참나무, 떡갈나무, 가시나무는 장구형이고 상수리나무와 굴참나무는 약장구형이며 신갈나무는 아장구형이다. 극면粒狀은 모든종이 半三角形이다. 발아구는 3공구형 또는 3약공구형이다. 구구는 폭이 좁은 편이며 표면은 평활상이거나 약간 망상이었고 外口緣은 상수리나무와 굴참나무가 발달했다.



Pho. 3-1. Light microscopic photographs of pollen grain(*Quercus*)

1: *Q. aliena* 2: *Q. dentata* 3, 4: *Q. acutissima* 5,6: *Q. variabilis*
 7, 8: *Q. serrata* 9, 10: *Q. mongolica* 11, 12: *Q. myrsinaefolia*

다. RAPD 분석법

1) 서 언

참나무류는 타가수정을 하기 때문에 종간의 변이가 매우 심하고 형태학적으로도 차이를 보이고 있지만 교잡종의 경우 식별에 어려움이 있고, 종내, 종간의 외형적 차이도 형태적 또는 생리학적 차원에서 조사되어 왔다. 형태적으로 유사한 종에 있어서도 실제로 구분에 어려움이 있어 유전적 인식인자를 찾을 수 없어 직접적인 추적이 불가능 하였다. 전기영동법에 의한 동위효소 분석을 거쳐 최근에는 DNA를 이용한 분석이 많은 장점을 가지고 있어 널리 이용되고 있다. 특히 PCR 기법을 이용한 RAPD의 표식인자가 발견됨으로서 식물종 내의 개체간의 유전적 변이를 탐지하는데 비약적 발전을 하고 있다. 본 조사에서는 28개 개체의 유전적 변이를 RAPD 를 이용한 음 polymorphism 으로 관찰하고 사진으로 촬영하여 개체간의 연관관계를 분석하였다.

2) 재료 및 방법

우량종육성을 위하여 조사된 각 지역의 참나무류 집단에서 결실량이 우수한 상수리나무 10종류, 졸참나무 6종류, 굴참나무 5종류, 갈참나무 4종류, 갈졸참나무 3종류 등 총 28종류의 개체에서 DNA 분석용 시료를 채취하였다.

종실의 결실량이 많은 상수리나무의 유전적 표식인자(Marker)를 찾기 위하여 PCR기법을 이용한 RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA) 방법을 이용하였으며, DNA 추출은 Junghans (1990) 방법에 의하여 시료로 채집된 참나무류 잎 시료 0.1g을 액체질소로 마쇄하여 추출하였다. 추출된 DNA는 260nm에서 흡광도(Beckman,DU 650)를 측정하여 농도를 계산하고 1ml당 10ng이 되도록 희석하여 PCR에 사용하였다. DNA 중합효소반응은 Table 3-15에서 보는바와 같은 조건에서 수행되었고, RAPD 에 사용된 primer 의 DNA sequence 는 Table 3-16에서와 같다.

Table 3-15. Polymerase chain reaction program for DNA amplification

Base condition	reaction		
Composition	concentration	temp(°C)	time
Template DNA	5.0 μ l(50 ng)	95	5 min.
Primer	1.0 μ l(50 ng)	94	40 sec.
dNTPs	2.5 μ l(50 ng)	36	40 sec.
Tag polymerase	0.4 μ l(50 ng)	74	1 min.
10 x Buffer	2.5 μ l(50 ng)	74	5 min.
MgCl ₂	3.0 μ l(50 ng)	4	30 min.
ddH ₂ O	10.6 μ l		

PCR 반응 후 ethidium bromide 가 함유된 1.5% agrose 겔에서 전기영동을 실시하고, 전기영동이 끝난 후에는 UV transilluminater에서 band 유무를 확인한 다음 polaroid camera 촬영하여 판독하였다.

Table 3-16. Information on primers used for polymerase chain reaction

Primes	Sequence (5' to 3')
OPA - 10	GTGATCGCAG
OPA - 16	AGCCAGCGAA
OPA - 17	GACCGCTTGT
OPB - 06	TGCTCTGCC
OPB - 07	GGTGACGCAG
OPB - 10	CTGCTTGGGAC
OPB - 11	GTAGACCCGT
OPB - 12	CCTTGACGGA
OPC - 08	TGGACCGGTG

3) 결과 및 고찰

RAPD 패턴에 영향을 끼치는 Template DNA, Primer dNTPs, *Taq* DNA polymerase 농도를 조사하여 조건을 확립하고자 하였는데, 그 결과 50ng의 DNA, 25pM의 primer, 2.5uM의 dNTPs 및 2 unit의 *Taq* DNA polymerase

가 가장 좋았다.

증폭조건은 94℃에서 40초간 denaturation, 36℃에서 40초간 annealing, 74℃에서 1분간 extention으로 40cycle을 수행한 후 74℃에서 5분간 double helex formation 시키는 것이 가장 좋은 결과를 보였다. Primer 50개를 이용하여 polymorphism이 가장 뚜렷하게 나타나는 8개 primer를 선발하였고, 선발된 primer에서 나타난 전체 DNA band는 101개 이었고, DNA조각은 37개로 나타났다(Table 3-17).

Table3-17. Information on primers used for polymerase chain reaction

Primes	Sequence (5' to 3')	Number of Total amplified markers	Number of polymorphic markers
OPA - 10	GTGATCGCAG	11	6
OPA - 16	AGCCAGCGAA	10	3
OPB - 06	TGCTCTGCCC	6	4
OPB - 07	GGTGACGCAG	9	2
OPB - 10	CTGCTTGGGAC	7	5
OPB - 11	GTAGACCCGT	6	7
OPB - 12	CCTTGACGGA	11	4
OPC - 08	TGGACCGGTG	9	6

RAPD를 이용한 참나무류의 band pattern은 primer의 종류에 따라 공시 수종 별로 구분이 가능한 표식인자(marker)를 가지고 있었다. 또 primer OPA-10, OPA-16 및 primer OPC-8에서는 band pattern 이 가장 다양하게 나타났다. 즉 상수리나무 (lane 1-10) band pattern에서는 집단간의 변이가 심하였지만 상수리나무 집단의 고유 band를 보였다. Primer OPA-10, OPA-16에서 갈줄참나무 (lane 26-28)는 갈참나무(lane 22-25) 및 줄참나무(lan 11-16)와 공유 band 가 있었으나, 갈참나무와 유사한 band pattern을 보여 갈참나무와 유사한 경향을 보였다.

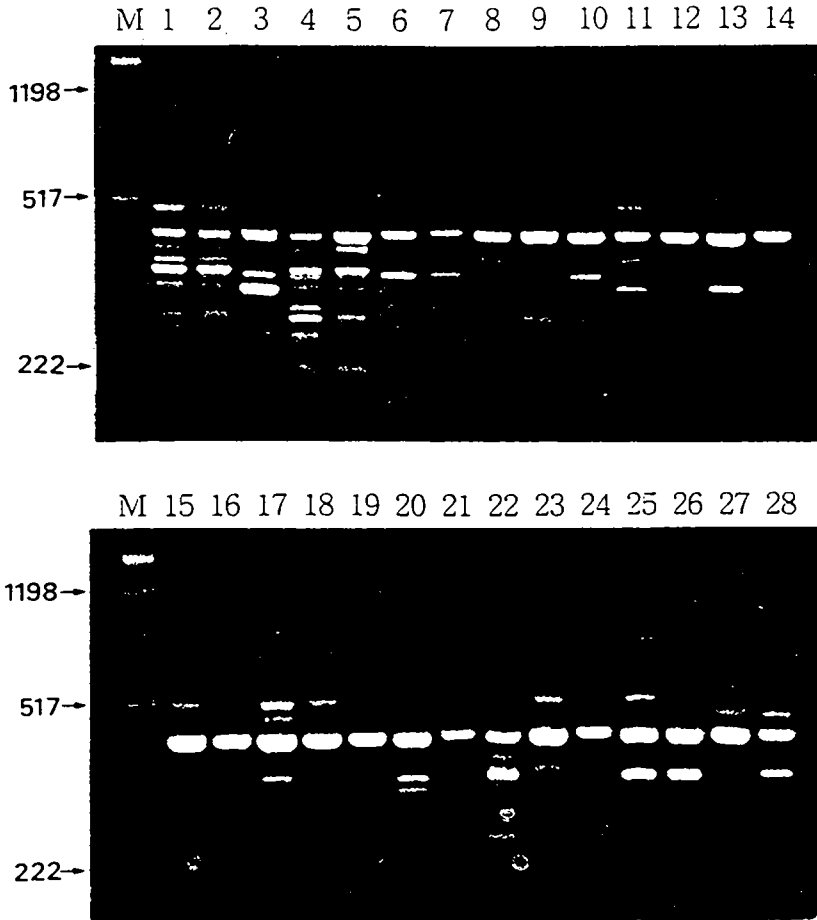


Fig. 3-5. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPA-10 (5'- GTGATCGCAG - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-5는 primer OPA-10을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서 참나무류의 기본적인 공동 band를 가지고 있었고, 상수리나무 집단 (lane 1 ~ 10)에서 polymorphism 한 band 경향을 나타내었다. 졸참나무 (lane 11~17), 갈참나무 (lane 23~27) 와 갈졸참나무 (lane 28) 집단 간에는 유사한 band pattern을 보여 갈졸참나무가 갈참나무에 근접한 교잡종으로 인식되었다.

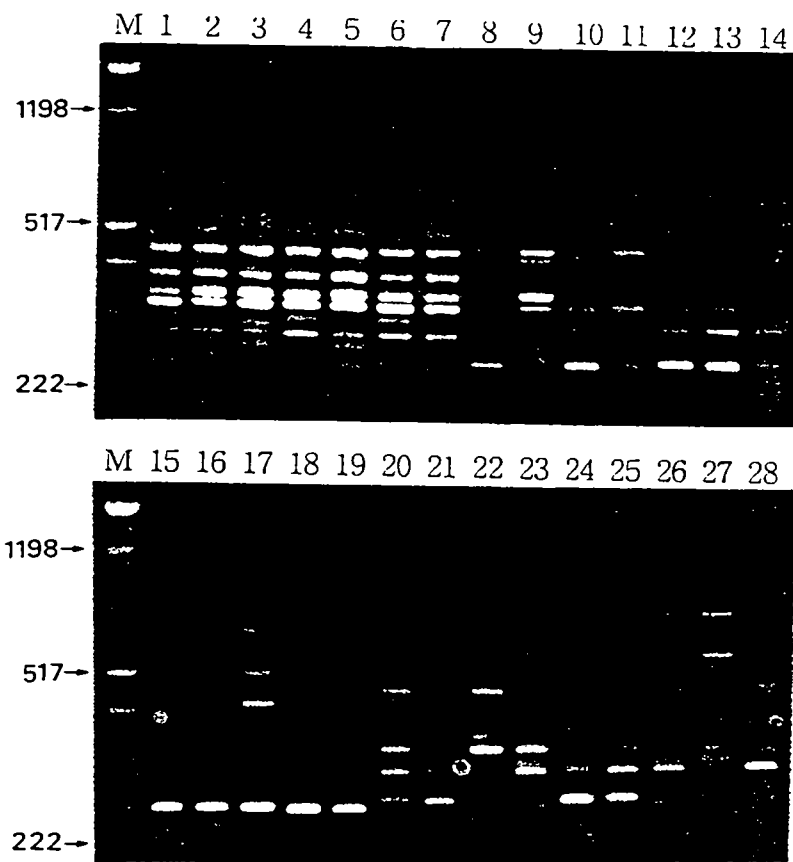


Fig. 3-6. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPA-16 (5'- AGCCAGCGAA - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-6은 primer OPA-16을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서 참나무류의 기본적인 공동 band를 가지고 있었고, 갈참나무 (lane 28)를 제외한 모든 수종에서 polymorphism 한 band 경향을 나타내었다. 상수리나무(lane 8)와 굴참나무(lane 14)에서는 band의 출현이 단순하여 사용된 primer에 대한 민감성의 정도인지 아니면 집단간에 나타나는 교잡의 정도인지는 앞으로 지속적인 구명이 있어야 하겠다.

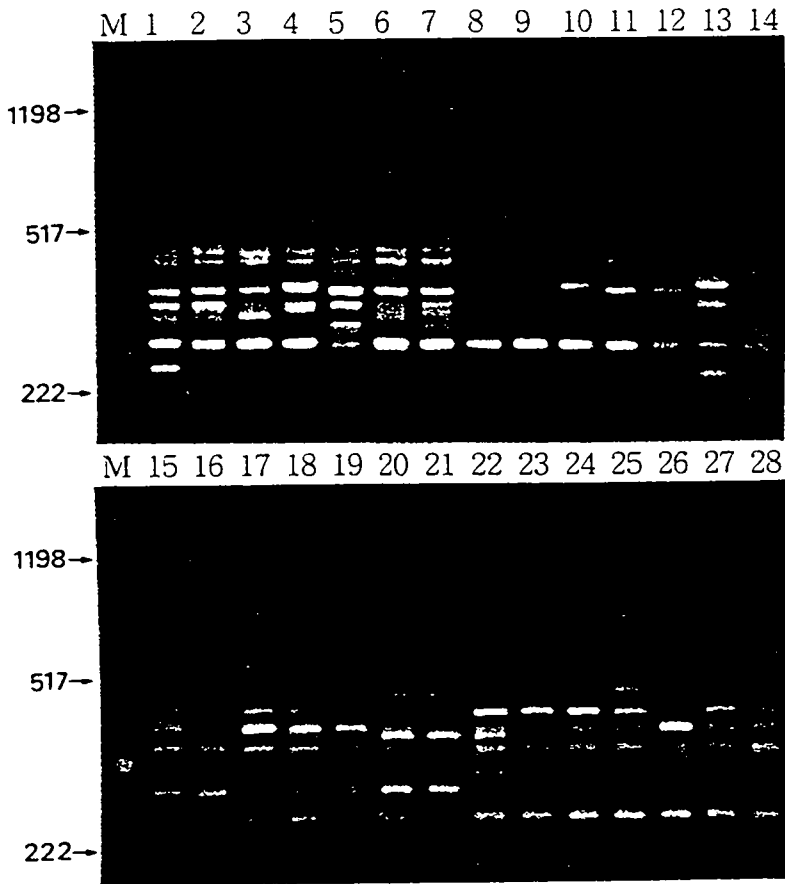


Fig. 3-7. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPB-6 (5'- TGCTCTGCCC - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-7은 primer OPB-6을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서, primerOPB-11과 같이 가장 단순하면서 분명한 식별인장참나무류의 기본적인 공동 band를 가지고 있었고, 갈줄참나무 (lane 28)를 제외한 모든 수종에서 polymorphism 한 band 경향을 나타내었다. 상수리나무(lane 8) 와 굴참나무 (lane 14)에서는 band의 출현이 단순하여 사용된 primer에 대한 민감성의 정도 인지 아니면 집단간에 나타나는 교잡의 정도인지는 연구가 지속되어야 하겠다.

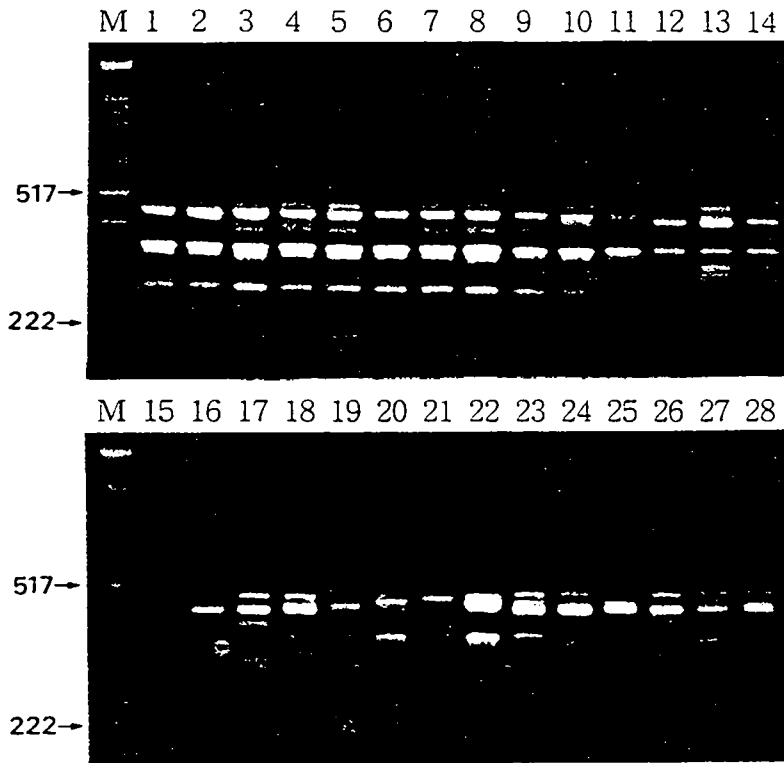


Fig. 3-8. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPB-7 (5'-GGTGACGCAG - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-8은 primer OPB-7을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서, 상수리나무 집단 (lane 1- 10)에서 polymorphism한 band를 가지고 있었는데 그 가운데 lane 8과 9에서는 다른 집단에서 나타나는 상수리나무의 고유 band 출현이 미약하였다. 졸참나무집단 중 lane 14에서는 band의 유무가 아주 미약한 반면 lane15-17에서는 다른 참나무류 보다도 많은 band의 활성이 탐색 되었다.

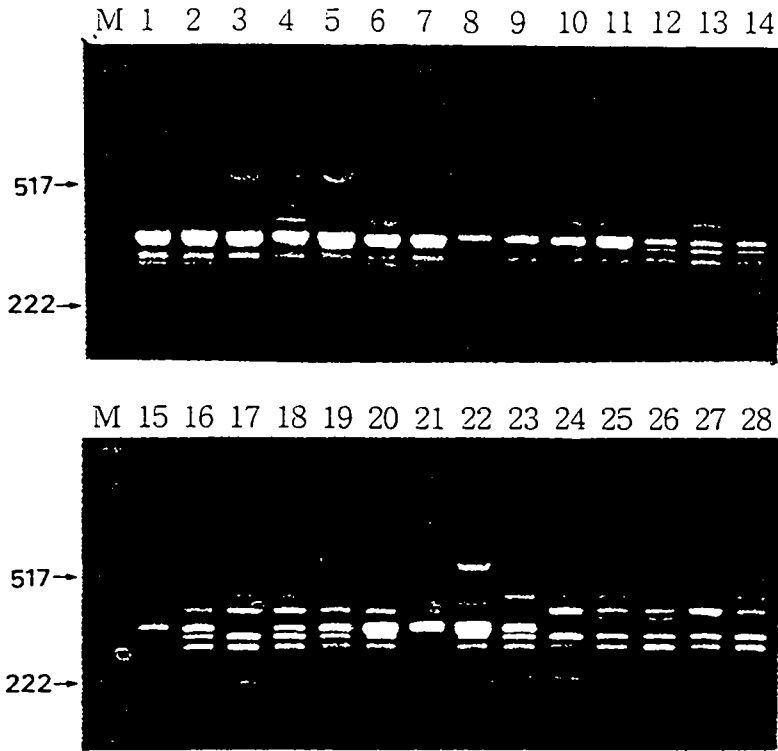


Fig. 3-9. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPB-10 (5'- CTGCTTGGGAC - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-9는 primer OPB-10을 이용하였는데, 참나무류의 기본적인 고유 band대는 나타났으나, 굴참나무집단(lane 21), 상수리나무(lane 8)은 고유 band이외의 band 출현은 미약하여 이 둘 두 집단의 변이 유무는 지속적인 탐색이 있어야 할 것으로 사료된다. 또 상수리나무 집단 중 lane8-10 에 있어서는 졸참나무 집단(11-17)과 유사한 band pattern을 보여 이 두 수종간의 교잡 여부도 다각적인 측면에서 연구되어야 할 것이다.

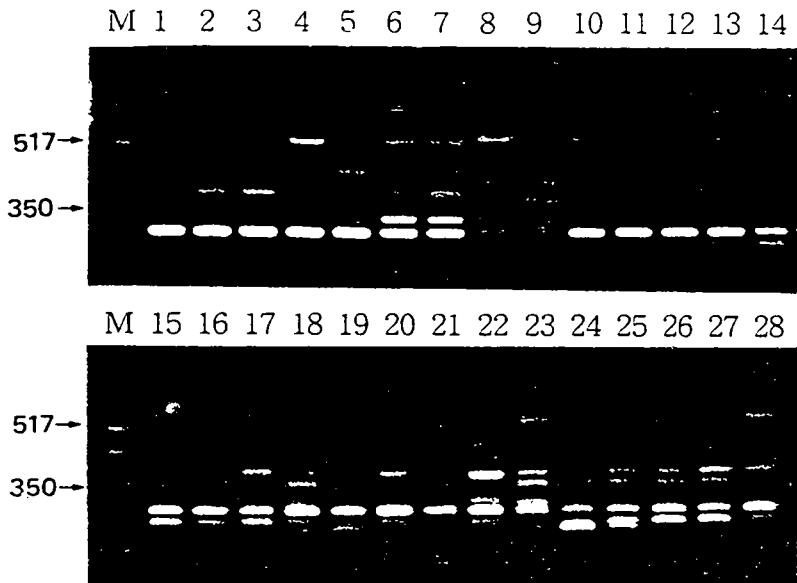


Fig. 3-10. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPB-11 (5'- GTAGACCCGT - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-10은 primer OPB-11을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서, 앞에서 설명된 primer와 마찬가지로 상수리나무 집단 (lane 1- 10)에서 polymorphism한 band를 가지고 있었다. 졸참나무 집단(lane 11 -17) 중에서 lane 11- 16 에서는 band의 출현이 거의 탐색되지 않았다.

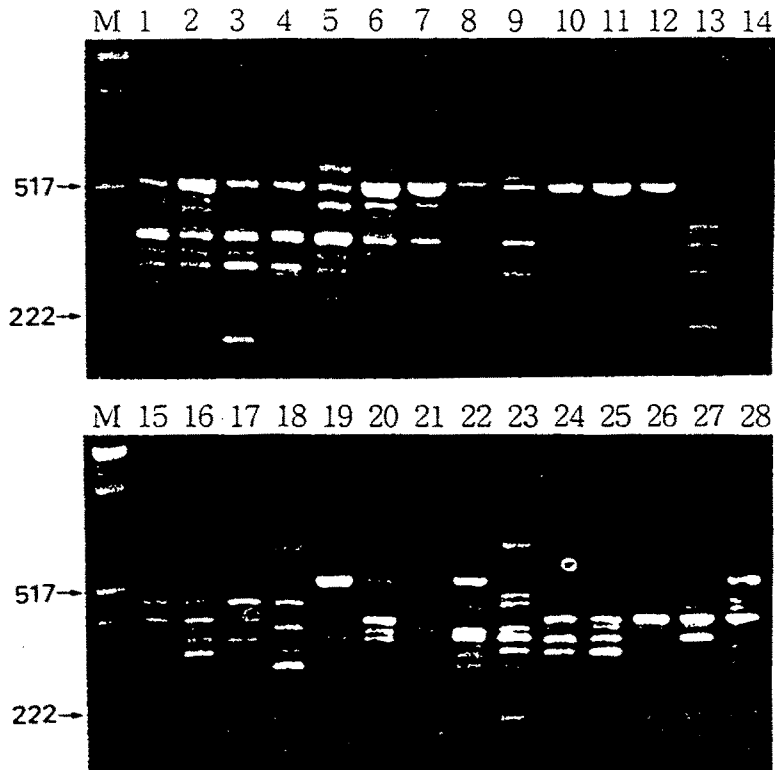


Fig. 3-11. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPB-12 (5'- CCTTGACGGA - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia* (lane 26-28).

Fig.3-11은 primer OPB-12를 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서, 앞에서 설명된 primer와 마찬가지로 상수리나무 집단 (lane 1- 10)에서 polymorphism한 band를 가지고 있었다. 졸참나무 집단(lane 11 -17) 중에서 lane 11과 12, 14에서는 band 출현이 미약하였고, 갈참나무(lane28)는 갈참나무와 유사한 band의 양상을 보였다.

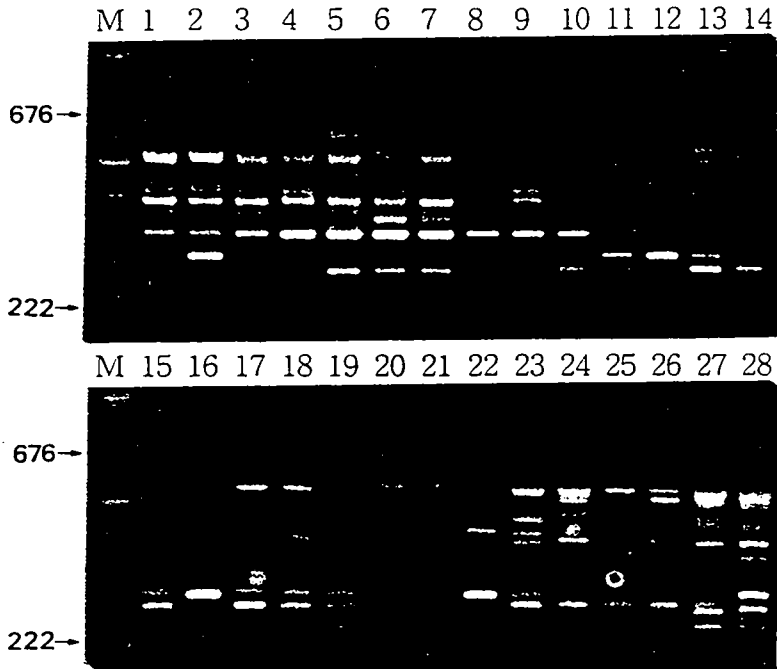


Fig. 3-12. DNA amplification pattern generated from using RAPD markers. OPC-8 (5'- TGGACCGGTG - 3') was used as a primer. PCR products of *Quercus acutissima* (lane 1-10), *Q. serrata* (lane 11-16), *Q. variabilis* (lane 17-21), *Q. aliena* (lane 22-25), *Quercus x urticaefolia*(lane 26-28).

Fig.3-12는 primer OPC-8을 이용하여 RAPD marker를 확인한 것으로서, 상수리나무 집단 (lane 1- 10)에서 polymorphism한 band를 가지고 있거나, 상수리나무의 고유 band를 보였고, 졸참나무 집단(lane 11-17), 굴참나무 집단 (lane18-22)에서는 상수리나무와 갈참나무집단에서 탐색되는 중간 band는 출현하지 않았으며, 갈졸참나무도 갈참나무와 유사한 band pattern을 보였다.

4) 요약

RAPD를 이용한 참나무류의 band pattern은 primer의 종류에 따라 공시 수종 별로 구분이 가능한 표식인자(marker)를 가지고 있었고, 상수리나무 (lane 1-10) band pattern에서는 고유 band를 보였다. Primer OPA-10, OPA-16에서 갈줄참나무(lane 26-28)는 갈참나무(lane 22-25) 및 줄참나무(lane 11-16)와 공유 band가 있었으나, 갈참나무와 유사한 band pattern을 보여 갈참나무와 유사한 경향을 보였다. 줄참나무 (lane 11~17), 갈참나무(lane23~27) 와 갈줄참나무(lane28) 집단 간에는 유사한 band pattern을 보여 갈줄참나무가 갈참나무에 근접한 교잡종으로 인식되었다.

제 5 절 우량종의 다량번식 기술확립

1. 상수리 堅果上胚軸의 無菌苗 培養에 관한 研究

가. 서 언

참나무의 秀型木에서 얻은 도토리를 재료로 하여 종묘의 대량생산체계를 수립함은 긴요한 과제다. 조직배양 방법은 식물체의 조직, 즉, 胚, 頂芽, 및 腋芽와 같은 기관을 외식체로 사용하여 직접식물체를 얻는 방법과 식물세포의 원형질체를 배양하여 식물체 특유의 전능성을 재생시키는 방법을 들수있다.

선발수종의 영양계증식방법 중 너도밤나무과인 *castae*속내종들과 참나무속 종들은 기내배양이 어렵고, *C. sativa* 등은 기내증식에 성공한 보고가 많다. 도토리 종자는 低溫濕層貯藏에서 어느정도 보존이 가능하나 장기저장시에는 발아력이 현저히 감소하므로 선발된 우량종자를 발아시켜 얻어진 어린묘목이나 종자 조직에서 직접 얻어진 배조직을 재료로 clone을 얻어 조직배양에 의해

대량증식 방법을 체계화하므로서 묘목생산의 안정화를 도모하는 한편 시험관 내에서의 묘목의 장기보존방법도 유리하게 이용될수 있으리라 예측된다. 그리고 자연상태에서 생육하는 도토리 성목으로부터 채취한 組織片은 나무의 어느 부분에서 채취한 경우에도 대부분 각종 잡균에 의해 오염되어 있어 무균묘 생산을 위한 조직배양은 식물체의 배 조직으로부터 구하여 잡균을 실험계통로부터 제거할 필요가 있을 것이다.

본 실험에서는 상수리의 다량증식을 위한 기술체계를 확립하기 위하여 도토리 堅果의 上胚軸을 이용하여 무균묘를 획득하는 방법과 배양에 필요한 적정 배지를 규명하기 위하여 실험하였다.

나. 재료 및 방법

共試材料로서 상수리와 졸참나무 도토리 눈의 上胚軸을 이용하기 위하여 도토리를 10월 1일~11월 30일에 걸쳐 우량목을 대상으로 採集하여 사용시까지 비닐봉지에 封入하여 4℃에서 냉장하여 두었다가 필요할 때마다 사용하였다. 상배축의 추출은 살균 후 살균편을 멸균한 핀셋과 칼로서 橫半分하여 胚조직이 붙은 위반분에 대해 자엽의 사방을 잘라버리고 배양병당 3립씩 파종하여 25℃ 암소에서 7일동안 발아시켜 배양 후 상배축이 1분만 신장하도록 하여 무균묘를 양성하였다.

과중용 배양병은 400ml용기를 사용하고 배지조성은 적정배지가 究明되기 이전에는 MS배지를 40ml씩 분주하여 사용하였으며 상배축에 7~9개 인편엽 이 착생하여 그 착생부위부터 눈이 형성·분화된 후 상배축을 길이 15~20mm로 절단 초대배양 배지에 삽목시켰다.

種子殺菌方法은 도토리를 증류수에 씻어 수분이 완전히 제거된 다음 剝皮하여 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 75% 에칠알콜에 5분間 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키고 다시 멸균수로 2-3회 水洗한후 크

린벤치내의 멸균지 위에서 풍건하였다.

도토리 조직배양을 위한 광도는 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 하고 광주기는 1일16시간, 온도조건은 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도는 70%로 하였으며, sucrose 농도는 30g/l, pH는 5.80, vitamine B₅을 첨가하였으며 배양병은 400ml 유리병을 사용하였다.

適定培地 究明을 위한 研究는 MS, WPM, BPM, IS 등 4종의 배지 중 예비 실험에서 배양효율이 높은 MS.(Murashige and Skoog, 1962)배지와 WPM (McCown and Lloyd, 1980)배지를 선택하여 조직배양 환경을 설정하고 도토리 상배축의 적정배지 탐색은 배양효율이 상대적으로 낮았던 MS배지 조건을 대조구로 하고 WPM배지에 식물생장제를 첨가하여 WPM+BA $5\mu\text{M}$, WPM+BA $10\mu\text{M}$, WPM+BA $15\mu\text{M}$ 3培地 조건을 달리하여 상배축을 置上하고 조사하였다.

도토리 상배축의 기내파종시 활성탄 첨가 유무에 따른 오염율을 조사하기 위해 도토리 종자를 WPM+BA $10\mu\text{M}$ 지에 활성탄을 첨가한 배지와 첨가하지 않은 배지로 구분하여 置上하고 생존율을 조사하였다.

다. 결과 및 고찰

MS, WPM, BPM, IS 등 4종의 배지 중 예비실험에서 배양효율이 높은 MS배지와 WPM배지를 선택하고 배양효율이 상대적으로 낮았던 MS배지조건을 대조구로 하고 WPM배지에 식물생장제를 첨가하여 WPM+BA $5\mu\text{M}$ WPM +BA $10\mu\text{M}$, WPM+BA $15\mu\text{M}$ 의 3조건으로 적정배지를 조사한 결과는 Fig. 3-13과 같다.

도토리의 종실에서 얻은 상배축을 기내에 파종하였을 경우 배지에 따른 shoot의 출현율을 보면 MS배지보다는 WPM배지가 Shoot 출현율이 월등히 높게 나타났으며 BA농도별 Shoot 출현율을 보면 BA $5\mu\text{M}$ 배지와 $15\mu\text{M}$ 배지에서는 shoot출현율이 40%전후였지만 $10\mu\text{M}$ 배지에서는 90%이상의 출현율을 보여 같은 식물생장조절제에서도 농도에 따라 shoot 출현이 크게 달라 미량의

생하는 페놀화합물 및 2차대사산물에 의해 오염되어 뿌리는 발근하였지만 shoot를 내지 못하고 죽는 경우가 너무 높아 난과 식물들에서와 같이 배지 내에 활성탄을 첨가하는 것이 필수적인 것으로 思料된다.

Pho.3-2는 상수리와 졸참의 기내 무균묘 배양의 일련 과정을 사진으로 나타낸 것이다.

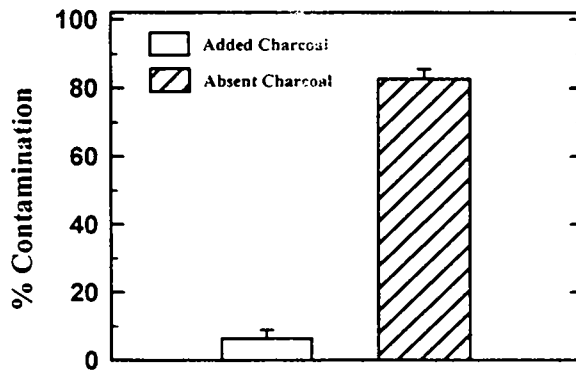
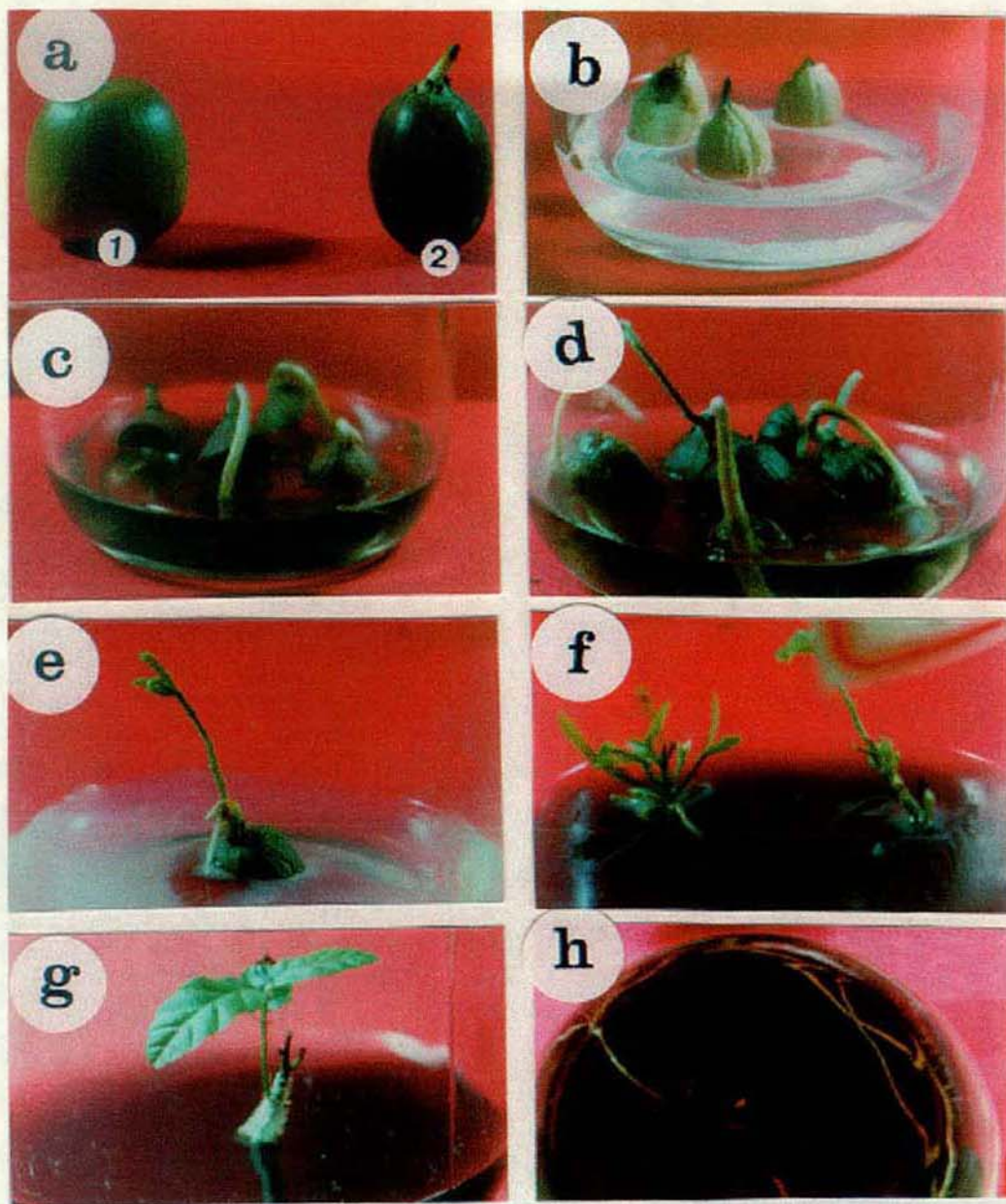


Fig.3-14. Effect of charcoal for contamination in micropropagation of *Quercus acutissima* C.



Pho. 3-2. In vitro growth in *Q. acutissima* C. and *Q. serrata* T.

- | | |
|--|--------------------------------|
| a) Seeds of <i>Q. acutissima</i> C. and <i>Q. serrata</i> T. | |
| b) In vitro germination | c) Radicle induction from seed |
| d),e) Leaf expression from seed | f) Multiple shoot formation |
| g) Regenerated whole plantlet | h) Root induction |

라. 요약

본 실험에서는 상수리의 다량증식을 위한 기술체계를 확립하기 위하여 도토리 堅果의 上胚軸을 이용하여 무균묘를 획득하는 방법과 배양에 필요한 적정배지를 규명하기 위하여 실험하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 도토리의 종실에서 얻은 상배축을 기내에 파종하였을 경우 배지에 따른 shoot의 출현율을 보면 MS배지보다는 WPM배지가 Shoot 출현율이 월등히 높게 나타났다.
- 2) BA농도별 Shoot 출현율을 보면 BA 5 μ M배지와 15 μ M배지에서는 shoot출현율이 40% 전후였지만 10 μ M배지에서는 90%이상의 출현율을 보였다.
- 3) 배지에 활성탄이 첨가되지 않은 처리구에선 오염율이 80%였으나 활성탄이 첨가된 처리구에는 오염율이 10%로 감소하였다.

2. 상수리와 졸참나무의 器內微細増殖에 관한 연구

가. 서 언

도토리는 종자생산의 풍흉의 격차가 심해 매년 안정된 종자를 채취하기 어렵고 장기저장시에는 발아력이 현저히 감소하므로 선발된 우량종자를 발아시켜 얻어진 어린 묘목이나 종자 조직에서 직접 얻어진 배조직을 재료로 clone을 얻어 조직배양에 의해 대량증식 방법을 체계화함으로써 묘목생산의 안정화를 도모하는 한편 시험관내에서의 묘목의 장기보존방법에도 유리하게 이용될수 있으리라 예측된다.

도토리나무는 受粉方法이 他家受精을 하므로 優良木의 종실이 純系가 아니라는 점에서 유전적으로 母樹와 동일하다고 볼수없으므로 도토리의 우량개체

를 조직배양으로 증식하기 위해서는 외식체를 종실에서 뿐만아니라 成木의 조직 일부에서도 구할 필요가 있다.

상수리 미세증식을 위해 axillary bud를 사용한 조직배양을 시도하였고 Harquci(1987)는 자엽조직으로부터 체세포 배의 유기를 보고하였고, 그러나 이들 배로부터 정상적인 식물체의 재분화는 성취하지 못하였다고 보고되었다.

본 실험에서는 상수리와 졸참의 견과인 도토리로부터 種別 培地開發實驗을 통해 樹種別 배지조건을 탐색하고 器內에서 培養된 도토리 幼苗를 포장 활착율이 높은 建苗로 육성하기 위하여 뿌리의 발근효과가 높은 성장조절제를 규명함으로써 다량번식을 위한 조직배양의 기법을 제고하는데 기여하리라 생각되어 수행하였다.

나. 재료 및 방법

1) 供試材料의 養成

供試材料로서 外植體는 상수리와 졸참나무의 실생묘를 양성하여 얻은 clone과 成木으로부터 채집한 clone을 이용하였다.

가) 實生苗의 養成

먼저 실생묘의 양성은 10월에서 11월에 걸쳐 우량목으로부터 도토리를 채집하여 물에 씻어 말린 다음 二酸化炭素로 훈증·살충하고 4℃로 유지하여 냉장하였다가 1개월 후 플라스틱용기에 버미큐라이트를 用土로 해 과중하고 충분히 관수하면서 25℃의 항온상태와 一日 16시간동안 약 5,000lx의 형광등 照明下의 growth chamber에서 발아·생육시켰다.

나) 成木의 養成

상수리와 졸참나무의 成木으로 무균상태의 clone을 얻기 위한 방법은 萌芽枝를 12월부터 1월 중에 主幹에 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 置上하고 상온 25℃, 광조도 1,000~2,000lx의 옥내에서 물꽂이 재배를

하였다.

다) 外植體의 採取

공시재료의 오염을 막기 위하여 이들 新梢의 clone에 잎의 葉柄을 부착하여 외식체로 사용하였고, 줄참 외식체는 國內外로부터 수집된 한국종, 독일종, 프랑스종을 구분하여 파종하고 그 실생묘를 이용하였다.

외식체는 발아 1개월 후에 약 15cm 정도의 shoot가 신장했을 때 제1엽의 바로 아래를 절취하여 잎을 조금 붙혀 마디를 자른 Y자형의 小片을 외식체로 이용했다.

라) 殺菌과 洗滌

외식체는 채집한 후 수돗물에 5분간 씻어 오염원을 제거한 다음 무균대내에서 20%의 NaOCl에 침지하고 멸균수로 水洗한 후 70% ethanol에 침지시켜 표면살균하고 멸균한 여과지에서 건조시켰다. clone의 培養方法은 1년생 실생묘와 成木에서 채취한 외식체를 소독한 후 멸균지 위에서 가위를 사용해 표면살균시 살균제 침투로 상처난 아래, 위, 끝을 수mm 잘라버리고 외식체 아래 부위를 0.1% AgNO₃수용액에 3초 정도 담가 배지에 삼복하였다.

마) 培地組成

培地는 MS배지와 WPM배지를 사용하고 비타민 B₅를 첨가하였으며 Sucrose는 30g/l 를 사용하였다. 갈변화에 의한 고사율을 줄이기 위해 활성탄을 첨가하였으며, 배양병은 400ml 배양용기에 배지를 400ml 씩 분주한 후 배양병당 4개의 절편체를 치상하였다. 배양시 외적인 환경조건은 광도를 75 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 로 하였고, 일장은 16시간, 온도는 25±1℃ 상태에서 연속 배양하였다.

바) 實驗設計 및 調查方法

실험방법은 3가지로 나누어 clone 外植體의 살균 방법에 따른 배양효과 검정, 살균 후 치상하는 방법과 절편체 종류에 따른 배양효과의 검정, 배지내 활

성탄 첨가정도에 따른 배양효과의 검정으로 나누어 시행하였다.

clone外植體의 살균 방법으로 1년생 유묘의 가지와 水盤에서 물재배한 성목의 新梢를 1마디씩으로 절단하여 clean bench에서 NaOCl에 2분, 4분, 6분 및 8분간씩 침지하여 살균한 다음 다시 이들 시료를 70% ethanol에 살균시간을 달리하여 각각 2분, 4분, 6분 및 8분씩 재침지하여 처리한 시험구를 비교하여 오염율을 조사하였다.

살균 후 치상하는 방법에 따른 배양연구는 外植體의 器內 置床時 소독시의 식체 兩端의 손상으로 인한 요인이 외식체 활착에 영향을 미칠것으로 생각되어 멸균후 잎의 葉柄만 부착하여 바로 치상하는 방법과 살균후 외식체의 잎에 엽병과 줄기를 부착하여 양쪽 끝을 0.5cm 절단하여 치상하는 방법을 나누어 상호 비교·조사하였으며, 절편체 종류에 따른 배양연구는 상수리와 졸참나무를 대상으로 clone의 잎에 엽병만 붙인 것과 잎, 엽병 및 절간을 부착한 외식체간의 생존율을 조사하였고, 배지내 활성탄 첨가정도에 따른 실험은 본 실험의 기본배지에 활성탄을 첨가한 것과 첨가하지 않은 배에 상수리와 졸참나무의 1년생 가지를 치상하고 이들을 비교하여 분석하였다.

다. 결과 및 고찰

상수리와 졸참 實生苗 및 成木 clone의 器內多量增殖時 가장 문제가 되는 汚染率을 줄이기 위한 외식체의 살균방법을 究明하기 위해 外植體의 살균 방법으로 1년생 幼苗의 가지와 水盤에서 물재배한 성목의 新梢를 1마디씩으로 절단하여 clean bench에서 NaOCl에 2분, 4분, 6분 및 8분간씩 침지하여 살균한 다음 다시 이들 시료를 70% ethanol에 살균 시간을 달리하여 각각 2분, 4분, 6분 및 8분씩 재침지하여 처리한 시험구를 비교하여 오염율을 조사한 결과를 보면 Fig.3-15와 같다.

각 처리별 오염율은 외식체를 절단한 후 NaOCl에 2분간 침지한 후 다시 70% ethanol에 각각 2분간 살균한 처리구가 가장 높아 오염율 85%를 넘어선

반면 외식체 생존율은 5%로 가장 낮아 살균효과가 미미했고, 처리 시간이 길어질수록 외식체의 오염율은 낮아져 8분간의 처리에서는 오염율이 10% 미만으로 가장 효과적인 살균방법으로 나타났다. 그러나 강한 살균효과에 반비례해 외식체의 생존율은 처리구 중 가장 낮은 20%로 나타나 소독에 의한 절편체의

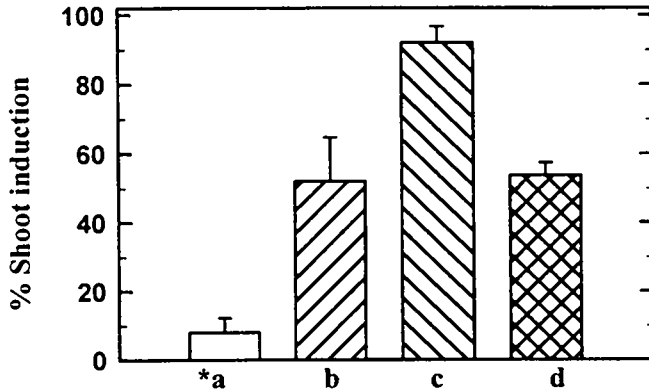


Fig. 3-15. Percent of contamination and survival by sterilization methods in *Q. acutissima*.

- *a : 2min of soaking for NaOCl and Ethanol
- b : 4min of soaking for NaOCl and Ethanol
- c : 6min of soaking for NaOCl and Ethanol
- d : 8min of soaking for NaOCl and Ethanol

손상이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 외식체의 생존율은 clone을 절단한 후 6분간씩 NaOCl과 70% ethanol에 각각 침지한 처리구에서 가장 높아 85%를 나타냈고, 오염율은 8분씩 처리한 것보다 높은 18%이었다.

이상의 결과에서 NaOCl과 ethanol에 각 2분씩 처리한 시험구에서는 생존율은 높았지만 일주일 이내에 거의 모든 처리구가 오염되었고 8분씩 처리한 시험구에선 오염율은 낮았지만 2주 이내에 置床切片體의 80% 이상이 고사하는 경향을 보여 각각 6분간의 살균처리 시간이 적합한 것으로 생각된다.

外植體의 消毒時 외식체 손상으로 인한 요인이 외식체 활착에 미치는 영향

을 알아보기 위해 멸균후 잎의 葉柄만 부착하여 바로 치상하는 방법과 살균후 외식체의 잎에 엽병과 줄기를부착하여 양쪽 끝을 0.5cm 절단하여 치상하는 방법을 나누어 조사한 결과는 Fig.3-16과 같다. Fig.3-16에서 상수리는 잎에 葉柄만 붙혀 置床할 경우 생존율이 20%미만으로 낮은 반면 줄기까지 같이 부착한 처리구에서는 생존율이 95%이상으로 엽병만 부착한 처리구보다 4배이상의 생존율을 보였고, 역시 졸참에서도 엽병만 부착한 처리구는 생존율이 상수리 시험구와 유사한20%미만으로 낮았던 반면 줄기를 함께 부착한 것은 생존율이 95%이상이었다.

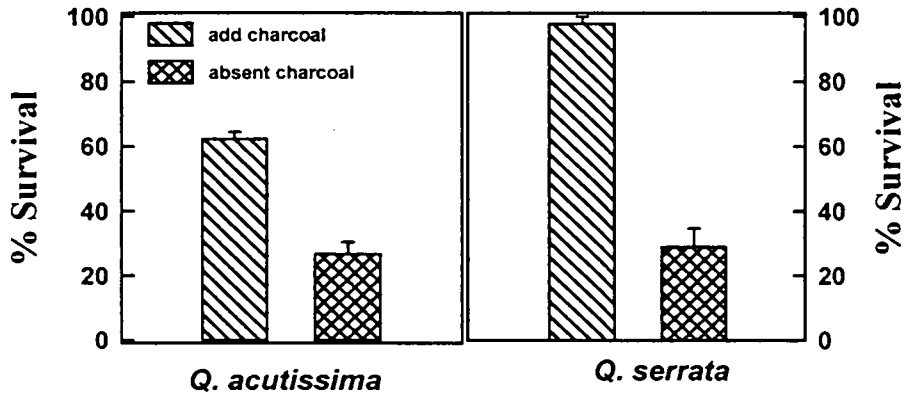


Fig. 3-16. Effect of explants for micropagation in *Q. acutissima* and *Q. serrata*.

이러한 현상은 살균시 외식체들이 받은 損傷에 의해 생육이 불안전하거나 고사하기 때문이며 상수리와 졸참의 野外 實生苗 및 成木의 영양증식을 위해 器內培養할 경우에는 clone의 잎에 엽병만 붙혀 치상한 경우보다 잎, 엽병, 절간을 모두 붙혀 치상한 것이 유리할 것으로 생각된다.

외식체의 배지에 활성탄을 첨가함에 따라 상수리와 졸참나무 외식체의 생존율을 Fig.3-17에서 보면 배지내 활성탄을 첨가하여 외식체를 치상하였을 경우 상수리는 활성탄을 첨가한 처리구에서 60% 이상의 생존율을 보인 반면 활성

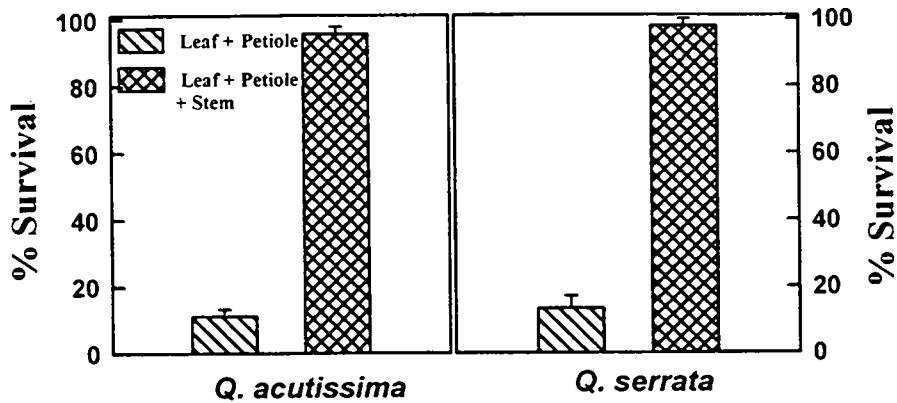


Fig. 3-17. Effect of charcoal for micropagation in *Q. acutissima* and *Q. serrata*.

탄을 첨가하지 않은 것은 20%를 약간 넘는 생존율을 보였고, 졸참에선 활성탄을 첨가한 처리구는 생존율이 95%이상인 반면 첨가하지 않은 처리구는 35% 정도밖에 되지 않았다. 활성탄을 첨가하지 않았을 경우 수종에 관계없이 거의 비슷한 낮은 생존율을 나타냈으나 활성탄이 첨가되므로써 상수리나무와 졸참나무는 현저히 높은 생존율을 나타내 phenol 화합물 및 2차대사산물의 유출에 의한 오염 및 고사하는 것이 확실한 것으로 추정된다. 器外 切片體의 器內 置床時 생존율은 상수리 보단 졸참이 적응력이 더 뛰어난 것으로 나타났다.

라. 요약

본 실험에서는 상수리, 졸참 堅果로부터 무균묘를 획득하여 증식시키는 방법과 야외에서 우량종인 實生苗와 成木의 Clone으로부터 외식체를 얻어 다량 번식기술체계의 확립을 위해서 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 외식체의 생존율은 clone을 절단한 후 4분간씩 20% NaOCl과 70% ethanol에 각각 침지한 처리구에서 85%로 가장 높게 나타나 살균처리 시간은 4분간이 적합한 것으로 생각된다.
- 2) 상수리와 졸참의 野外 實生苗 및 成木의 영양증식을 위해 器內培養할 경우에는 clone의 잎에 葉柄만 붙혀 置床한 경우보다 잎, 葉柄, 節稈을 모두 붙혀 置床하는 것이 유리하다.
- 3) 외식체의 배지에 활성탄을 첨가함에 따라 상수리와 졸참나무 외식체의 생존율은 상수리는 60%, 졸참에선 95%이상의 생존율을 보인 반면 첨가하지 않은 처리구는 20~35%로 낮았다.



Pho.3-3. Clonal micropropagation in *Q. acutissima* C. and *Q. serrata* T.

- a) Shoot induction of *Q. acutissima* C.
- b) Root induction of *Q. acutissima* C.
- c, d) Root induction of *Q. serrata* T.

3. 種, 組織 및 培地別 組織培養에 관한 研究

가. 서 언

林木에서 優良秀型木을 選拔하여 繁殖할 적에 無성번식법의 확립은 임목육종에 있어서 필수적인 선결 요건이다.

식물에 있어서 하나의 조직이나 세포로부터 완전한 식물체로 재생할 수 있는 가장 효과적인 방법은 組織培養方法을 들수 있으며, 최근 많은 식물에서 器內培養技術이 확립되므로써 대부분의 식물에서 이 기법이 체계화되어가고 있는 단계다.

접목이나 삽목 등의 영양번식이 어려운 것으로 알려진 도토리외의 경우도 이 방법의 체계화가 가능하리라고 예견되나 아직 우리나라에서는 초보적인 단계에 머무르고 있어 clone을 증식하는 체계적인 방법이 必要하다.

식물조직배양의 기초적인 탐색은 위해서는 배지의 조성방법과 외식체의 종류 및 조직배양묘의 순화와 관련된 기술개발 방향에서 접근해야한다.

도토리 종자는 종자선발의 경우 도토리나무는 受粉方法이 他家受精을 하므로 優良木의 종실이 純系가 아니라는 점에서 유전적으로 母樹와 동일하다고 볼수없으므로 유전성이 동일한 도토리외의 우량개체를 조직배양으로 증식하기 위해서는 種을 달리한 영양기관조직별로도 조직배양의 적부를 탐색해 볼 필요성이 있을 것이다.

본 실험에서는 상수리와 졸참나무의 종을 달리하여 實生苗 및 秀型木에서 채집한 Clone으로부터 효과적인 다량증식기술을 확립하고자 실험하였던 바 몇 가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

나. 재료 및 방법

배지개발 실험은 種別로 生長제 농도를 달리하였을 경우와 외식체별로 生長제 농도를 달리한 경우의 배지개발 실험으로 나누어 수행하여 種別培地開發

實驗에서는 한국졸참나무와 프랑스, 독일종의 배지조건을 탐색하고 外植體別 培地開發實驗에서는 상수리의 미세증식에 필요한 Clone과 실생묘의 적정배지를 탐색하여 증식효율을 검정하였다.

種別 비교는 졸참나무와 상수리나무로 구분하여 공시하고 실험분야는 種別로 植物生長劑의 濃度를 각각 달리하여 절편체를 치상하고 생존율로서 培養適否를 판정하였다. 졸참나무는 수종 중에 프랑스종, 독일종 및 한국종의 실생묘에서 얻어진 clone을 배양하여 상호 비교하였다.

組織別 비교는 상수리나무의 수형목에서 채취한 clone과 도토리틀 파종하여 발아된 1년생 가지에서 채취한 clone을 조직배양하여 판정하였다.

실험에 사용한 수형목 및 1년생 실생묘에서 채취한 外植體의 Clone은 엽에 엽병을 부착한 외식체를 이용하였으며 외식체는 채집 후 수돗물에 5분간 씻어 오염원을 제거한다음 무균대내에서 NaOCl에 침지한 후 멸균수로 수세후 70% ethanol에 침지시켜 표면살균하고 멸균한 여과지에서 건조시켰다.

배양배지는 WPM배지에 비타민 B₅를 첨가하였으며, 성장조절제는 Shoot증식을 위해 Cytokinin계의 BAP와 Zeatin을 각각 단독으로 5, 10, 20 μ M 농도로 처리하였다. 갈변화에 의한 고사율을 줄이기 위해 활성탄 첨가를 하였으며, 배양병은 400m ℓ 배양용기에 배지를 40m ℓ 씩 분주 후 배양병당 4개의 절편체를 치상하였다. 배양시 외적인 환경조건은 광도를 75 μ mol \cdot sec⁻¹로 하였고, 일장은 16시간, 온도는 25 \pm 1 $^{\circ}$ C 상태에서 연속배양하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 組織別 生長劑 組成效果

상수리 절편체의 종류와 성장 조절제에 따른 생존율을 표3-18 및 그림 3-18에서 보면 조직간 비교에서는 온실에서 생육한 Clone보다는 실생묘에서 채취한 절편체가 생존율이 높은 것으로 나타났다.

Table 3-18. Percent of survival by different growth regulator concentration and stock plants in *Quercus acutissima* C.

Growth regulator concentration		Stock Plants	
		Clone	Seedling
BA	5 μ M	22.2 \pm 5.9	37.8 \pm 5.9
	10 μ M	51.1 \pm 2.2	66.7 \pm 3.8
	20 μ M	11.1 \pm 2.2	26.7 \pm 3.8
Zeatin	5 μ M	66.7 \pm 6.7	60.0 \pm 6.7
	10 μ M	68.9 \pm 2.2	88.9 \pm 2.2
	20 μ M	20.0 \pm 3.9	42.2 \pm 5.9

BA 처리구중 생존율이 가장 높게 나타난 처리구는 BA 10 μ M농도가 Clone에서 채취한 절편체는 51.1%의 생존율을 보였고, 실생묘에서는 66.7%로 높은 생존율을 보인 반면, Zeatin 10 μ M 농도 처리구에선 Clone에서 채취한 절편체는 68.9%와 실생묘에서 채취한 절편체는 88.9%의 더 높은 생존율을 나타내었다. 하지만 BA 5 μ M, 20 μ M 처리구는 10~40%로 생존율이 낮게 나타났지만, Zeatin 5 μ M 처리구에선 Clone에서 채취한 절편체와 실생묘에서 채취한 절편체에서 각각66.7%와 60.0%의 생존율을 보여 BA처리구와는 다른 경향을 나타내었다. 이로 미루어 생각하여 보면 상수리의 미세증식에 있어선 모주로는 Clone보단 실생묘가 Cytokinin 종류에선 BA보단 Zeatin이, 농도는 10 μ M가 가장 적당한 것임을 알 수 있었다.

나) 種別 生長劑 組成效果

줄참의 영양계 미세증식시 품종과 성장조절제 농도에 따른 생존율을 보면 BA 성장조절제처리구에선 BA 성장조절제 처리구에선 5 μ M농도 한국 품종에서 가장 높은 77.8%의 생존율을 보였고, 프랑스와 독일 품종에선 각각 73.3%와 64.5% 생존율을 보였다.

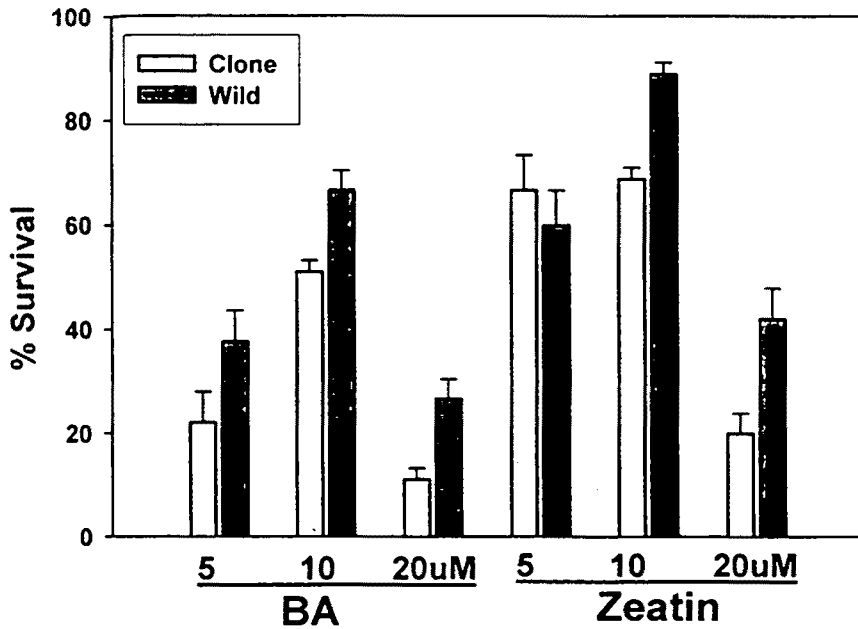


Fig. 3-18. Percent of survival by different growth regulator concentration and cultivars in *Quercus acutissima* T.

그러나 프랑스와 독일 품종은 BA가 10µM 함유된 처리구에서 73.3%와 66.7%의 생존율을 보여 BA가 5µM 함유된 처리구보다 같거나 높은 생존율을 보였다.

BA가 20µM 함유된 배지에선 3품종과 22~35%의 생존율을 보여 20µM 처리는 부적당한 것으로 보였다. Zeatin 처리구에선 10µM, 처리구에선 프랑스 97.8%, 독일 93.3%, 한국 품종에선 100%의 아주 높은 생존율을 보인 반면 20µM에선 각각 17.8, 19.9, 22.2%의 낮은 생존율을 보였다.

BA와 Zeatin간 비교에선 Zeatin 처리구에서 생존율이 높았으며 특히 Zeatin 10µM 처리구에서 생존율이 가장 높았다.

품종간에는 한국 품종이 생존율이 프랑스와 독일 품종보다 높은 것으로 나타났다. 줄참의 절편체 기내 증식시 프랑스 실생에서 채취한 절편체는 노화현

Table 3-19. Percent of survival by different growth regulator concentration and cultivars in *Quercus serrata* T.

Growth regulator concentration		cultivars		
		France	Germany	Korea
BA	5 μ M	73.3 \pm 5.8	64.5 \pm 2.2	77.8 \pm 2.2
	10 μ M	73.3 \pm 3.8	66.7 \pm 0.0	64.4 \pm 4.4
	20 μ M	22.2 \pm 5.9	35.6 \pm 8.0	28.9 \pm 12.4
Zeatin	5 μ M	73.3 \pm 3.8	75.6 \pm 8.0	66.7 \pm 6.7
	10 μ M	97.8 \pm 2.2	93.3 \pm 6.7	100.0 \pm 0.0
	20 μ M	17.8 \pm 2.2	19.9 \pm 3.8	22.2 \pm 5.9

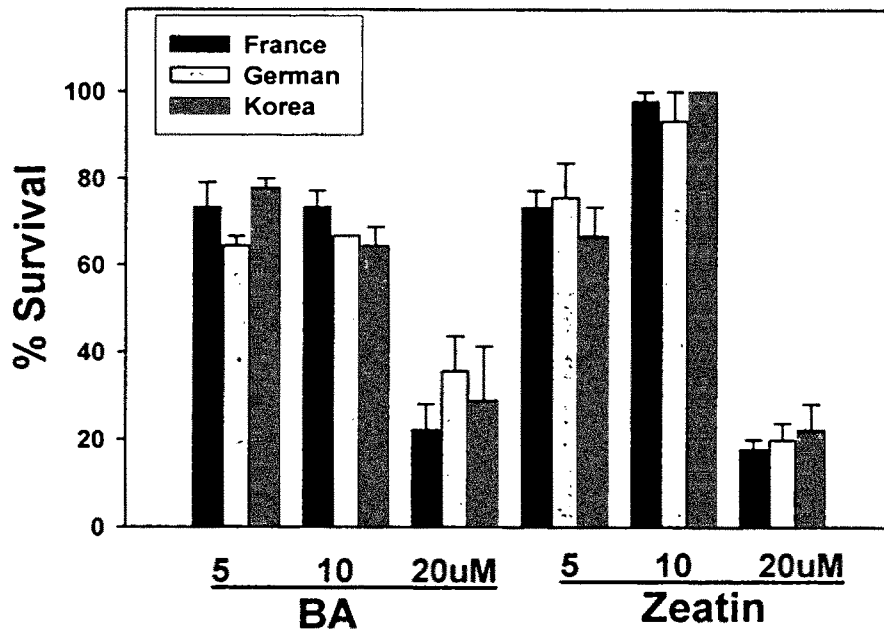


Fig. 3-19. Percent of survival by different growth regulator concentration and cultivars in *Quercus serrata* T.

라. 요약

참나무의 조직배양에 있어서 種과 組織에 따라서 배양효율과 배지에 첨가되는 식물생장제의 종류와 농도에 따라서도 배양효율이 다를 것이므로 種과 植物組織을 달리하고 배지내 성장조절제 농도를 달리하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 조직별 성장조절제의 효과는 1년생 실생묘에서 채취한 외식체가 성목의 Clone에서 채취한 외식체보다 생육이 양호했고 BA보다는 Zeatin 처리구가 좋았으며, 두 시험구 모두 성장조절제의 농도는 10 μM 농도에서 생육이 우수하였다.
- 2) 종별 성장조절제의 효과는 한국, 프랑스, 독일 실생묘 공히 Zeatin 10 μM 농도에서 생육이 우수했으며 그중 프랑스 실생에서 채취한 절편체는 노화 현상이 다른 두나라 절편체보다 빠르게 진행되는 결과를 보였다.

4. 組織培養苗의 發根에 미치는 Auxin物質 관한 研究

가. 서 언

참나무의 번식은 삽목이나 접목방법을 통해 번식시켜왔으나 삽목시 발근력이 극히 부진하므로 접목법을 이용하기도 한다.

그러나 접목번식의 경우도 접목당년의 활착은 쉬우나 접목묘의 생육은 식재 후 수년내지 수십년이 경과된 후에가서야 현격하게 부진해지는 接木不親和性을 나타내므로 문제점으로 대두되고 있다.

삽목묘의 발근력 감퇴나 접목불친화성등의 원인으로 참나무의 영양번식은 체계화되어 있지 못하며 接木不親和性의 경우를 보면 대부분 접목후 접목부위의 목부는 충분히 활착되어 있어도 그 주변조직의 겹질조직이 바깥부위로 부

터 아물지 않아 접수의 고사현상이 일어나는데 기인되며 삼목이 어려운 원인은 삼수의 발근력이 현저히 낮은데 기인한다.

조직배양에 있어서도 器內培養된 유묘의 활착력을 높이기 위해서는 健苗育成이 필수적이며 이를 위한 방안으로 유묘의 발근을 촉진하는 방법도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

조직배양에 있어서 보편적으로 이용되는 외식체의 발근용 배지는 auxin계 식물생장조절물질 중 IAA와 NAA의 효과가 큰 것으로 알려져 있다.

그러므로 본 연구에서는 상수리와 졸참나무 실생묘의 clone을 외식체로하여 IAA와 NAA의 농도를 달리한 배지에서 외식체의 발근력을 조사하였던바 몇 가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

나. 재료 및 방법

상수리나무와 졸참나무의 器內培養된 유묘의 발근력을 높이므로써 이식시 활착력을 좋게하기 위하여 WPM 기본배지에 외식체의 발근효과가 높은 IAA와 NAA의 농도를 각각 $1\mu\text{M}$ 와 $5\mu\text{M}$ 의 2개 수준으로 처리한 배지에서 외식체의 발근력을 조사하였다.

상수리와 도토리나무의 실생묘 양성은 10월에서 11월에 걸쳐 우량목으로부터 도토리를 채집하여 물에 씻어 말린 다음 二酸化炭素로 훈증·살충하고 4°C 로 유지하여 냉장하였다가 1개월 후 플라스틱용기에 버미큐라이트를 用土로 해 파종하고 충분히 관수하면서 25°C 의 항온조건에서 16시간 일장, 약5000lx의 형광등 照明下의 growth chamber에 두고 발아시켰다. 발아 1개월후에 약 15cm 정도의 shoot가 신장했을 때 제1엽의 바로 아래를 절취하여 잎을 조금 불려 마디를 자른 Y자형의 小片을 외식체로 이용했다.

외식체는 채집 후 수돗물에 5분간 씻어 오염원을 제거한다음 무균대내에서 NaOCl에 6분간 침지한 후 멸균수로 水洗 후 70% ethanol에 각각 6분간 침지

시켜 표면살균하고 멸균한 여과지에서 건조시켰다. clone의 培養方法은 외식체를 소독한 후 멸균지 위에서 가위로 표면살균시 살균제 침투로 상처난 아래, 위, 끝을 수mm 잘라버리고 외식체 아래부위를 0.1% AgNO₃수용액에 3초 정도 담가 배지에 삽목하였다.

培地는 활성탄을 첨가한 WPM배지에 IAA와 NAA의 농도를 각각 1 μM와 5 μM의 2개 수준으로 첨가하였으며 Sucrose는 30g/l를 사용하였다. 갈변화에 의한 고사율을 줄이기 위해 활성탄을 첨가하였으며, 배양병은 400ml배양용기에 배지를 400ml씩 분주한 후 배양병당 4개의 절편체를 치상하였다. 배양시 외적인 환경조건은 광도를 75 μmol · m⁻² · sec⁻¹로 하였고, 일장은 16시간, 온도는 25±1℃ 상태에서 연속배양하였다.

다. 결과 및 고찰

器內培養된 외식체의 발근력을 높이기 위하여 WPM배지에 외식체의 발근효과가 높은 IAA와 NAA의 농도를 각각 1 μM와 5 μM의 2개 수준으로 첨가한 배지에서 외식체의 발근력을 조사한 결과는 Table3-20과 같다.

Table 3-20. Effect of root induction by growth concentrations in *Quercus acutissima* C. and *Quercus serrata* T.

Growth regulator concentration	Stock Plants	
	<i>Q. acutissima</i> C.	<i>Q. serrata</i> T.
IAA 1 μM	0.33±0.33	0.33±0.33
	5 μM	1.67±0.33
NAA 1 μM	1.57±0.33	1.33±0.33
	5 μM	3.67±0.33

* 0: Absent root, 1: 1-3root, 2: 4-10root, 3: 11-20root, 4: more 20root

도토리 수종별에 따른 發根效果를 보면 生長調節劑 종류와 농도에 따라 상수리나무와 졸참나무 외식체의 발근경향은 비슷하나 상수리나무의 발근효과가 상대적으로 높았고, 식물생장제의 종류에 따른 효과를 보면 NAA가 IAA보다 효과가 높은 것으로 나타났다.

외식체의 수종별 식물생장조절제의 효과를 보면 상수리나무에서는 IAA와 NAA를 각각 1 μ M과 5 μ M을 처리하였을 때 NAA 5 μ M배지에서 뿌리가 가장 많이 유기되었으며, IAA 5 μ M배지에서는 15개 정도의 뿌리를 유기하여 졸참나무보다 유기효과가 높게 나타났고, IAA 1 μ M과 NAA 1 μ M 함유구는 졸참나무의 실험 결과와 비슷하였다.

졸참나무의 외식체에서는 IAA와 NAA를 각각 1 μ M과 5 μ M을 처리하였을 때 NAA 5 μ M에서 20개 정도의 뿌리가 유기되어 처리구 중 뿌리가 가장 많이 발생하였으며, IAA 5 μ M 처리구가 뿌리 10개 이하로 다음으로 많이 유기되었고, NAA 1 μ M 처리구에서는 뿌리가 7개 유기되었으며 IAA 1 μ M 함유구가 가장 저조한 3개 미만의 뿌리가 발생했다.

이상의 결과로 상수리나무와 졸참나무의 순화전 배양 마지막 단계인 발근배지에는 IAA보다 NAA배지가 유리한 것으로 판단된다.

라. 요약

상수리나무와 졸참나무의 외식체로 조직배양된 幼苗의 활착을 촉진시키기 위하여 발근율을 높일 수 있는 방안으로 WPM배지에 auxin계 hormone인 IAA와 NAA를 1 μ M과 5 μ M의 2개 수준으로 첨가하여 실험하였던 바 몇가지 결과를 얻었기에 요약하는 바이다

- 1) 수종별로 보면 상수리나무가 졸참나무에 비해 식물생장조절제의 발근 효과가 높았고 식물생장조절제의 종류에 따른 효과를 보면 NAA가 IAA보

다 효과가 높았다.

- 2) 식물생장조절제의 농도별 효과를 보면 5 μ M 농도에서 발근력이 높아 줄참나무에서는 NAA 5 μ M구에서 20개, IAA 5 μ M구에서 10개의 뿌리가 각각 유기되었다.
- 3) 상수리나무에서는 NAA 5 μ M 배지에서 20개정도 IAA 5 μ M배지에서는 15개 정도의 뿌리가 발생했다.

5. 器內培養時 CO₂ 濃度 및 光 照度에 관한 研究

가. 서 언

식물의 물질생산은 炭素同化作用을 통하여 이루어지며 탄수화물이 충분히 축적되므로서 식물생장은 양호하게 된다. 탄수화물은 CO₂와 물을 합성해 얻어지는 유기물이다. 유기물합성을 위한 탄소동화작용의 효율에 영향을 미치는 요인은 태양광선, CO₂ 그리고 물을 들수 있으며 이들 중 광선과 물의 관리는 인위적인 경종관리방법으로 계속적으로 연구되어 왔으나 이산화탄소의 관리방법에 관한 연구는 드물다. 이것은 이산화탄소가 대기 중에서 공급되며 기체상태의 가스이므로 인위적으로 조절하기 어렵고 대기중에 그 밀도가 높으므로 인위적인 공급의 필요성이 없다고도 볼수 있었기 때문이다. 그러나 최근의 施設農業의 발달에 따라 비닐하우스내의 작물재배가 보편화되어 밀폐된 공간내에서의 이산화탄소 함량을 인위적으로 조절하므로서 탄소동화 작용의 효율을 증대시킬 수 있는 방안을 모색하고 있다.

작물의 광합성을 공기 중의 탄산가스농도를 대기 중의 농도인 0.03%보다 높여 주므로서 조장하여 생육을 증가시킬 수 있는 가능성을 제시한 보고는 많다.

따라서 작물에 인위적으로 탄산가스를 공급하여 그 생산성을 높이려는 試圖가 적지 않으며 최근 조직배양에서도 광합성색소를 갖는 소식물체는 배양기 내의 광합성이 유효광선과 CO₂ 가스농도가 일정치 이상으로 유지되면 유기물이 첨가되지 않은 배지에서도 탄소동화 작용에 의해 정상적으로 증식, 성장 및 발근한다고 보고하고 있다.^{3, 6, 15-17)} 그리고 환기회수가 높은 배양기의 사용이 배양기내의 CO₂ 가스농도를 높여주며, 상대습도를 낮추어 줌으로 배양체 순화시의 생존율의 증대와 정상적인 순화가 가능하다고 보고하고 있다.¹⁸⁻²²⁾

본 실험에선 이러한 점에 착안하여 조직배양된 幼苗의 建苗육성을 통한이식 적응력을 높이기 위하여 光 照도와 CO₂농도를 조절하여 배로부터 유기된 소

식물체의 성장도를 알아보기 위하여 실험하였다.

나. 재료 및 방법

供試한 도토리는 상수리(*Quercus acutissima*) 1종과 한국, 독일, 프랑스에 수집한 졸참(*Quercus serrata*) 3종이며 이들을 외식체로 하여 상배축을 배양하고 이것을 무균묘로 이용하였다. 외식체는 종자를 과중하여 3주째의 무균묘를 부정근을 제거한 후 節間長 0.5cm, 葉幅 0.2cm 정도의 葉柄 1매를 부착하여 시험재료로 사용하였다.

배양병은 400ml의 유리병을 사용하고, 배양병내의 CO₂농도는 340ppm와 1,000ppm의 2개 수준으로 하고 光 照度는 70 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 와 140 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 2수준으로 하였으며 通風回數는 시간당 0.01 $\cdot \text{h}^{-1}$ 와 1.00 $\cdot \text{h}^{-1}$ 의 2수준으로 하였다. 배양병내의 환기회수를 측정한 결과 0.01 $\cdot \text{h}^{-1}$ 로, 환기회수를 1 $\cdot \text{h}^{-1}$ 로 늘리기 위하여 배양기 두껍에 직경 10mm의 구멍을 뚫어 통기성의 filter(Milliseal, 공경 0.5 μm , 직경 18mm, 일본 Millipore사, Tokyo)를 구멍에 1개씩 부착하였다. 환기회수는 Fujiwara 등의 방식에 의해 산출되었다.

배지는 WPM 기본배지에 vitamin과 식물생장조절제로서 Zeatin 10 μM 을 첨가하여 배양병당 40ml씩 분주하여 사용하였고, 배지의 pH는 고압증기 멸균 전에 5.70으로 고정하였다. 1일 조명시간은 16시간이었으며 외식체를 계대하여 각기 다른 환경하에 5주간 성장시킨 후 성장정도를 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 상수리나무(*Q. acutissima*)

가) 葉 數

그림3-20에서 外殖體의 發生葉數는 조도와 CO₂농도별에 따라서 큰차이

를 보이지 않았으나 공기순환속도에 따라서는 큰 차이를 나타냈다.

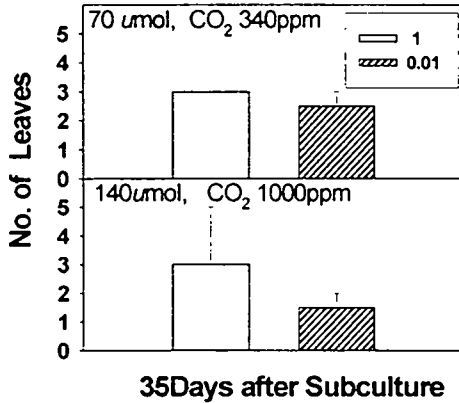


Fig.3-20. Number of leaves for 35 days after subculture in explant of *Q. acutissima*.

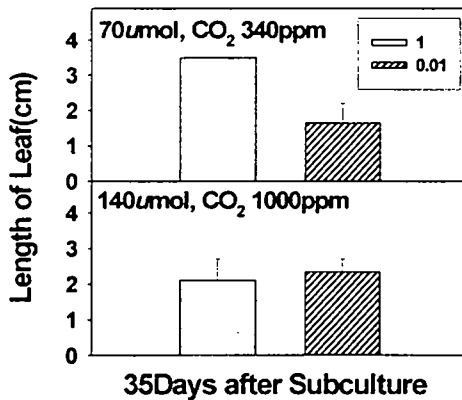


Fig.3-21. Mean of leaf length for 35 days after subculture in explant of *Q. acutissima*.

두 有意差를 나타냈다.

외식체의 最大葉의 길이는 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당

외식체의 발생엽수는 照度가 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 동일한 조건에서 공기순환속도를 시간당 1회로 했을 경우 CO_2 340 ppm 농도에서는 3.0개로 공기순환속도를 시간당 0.01회로 했을 경우 2.5개보다 많았고, CO_2 1,000ppm에서는 1회는 3.0개로 0.01회의 경우 1.5개보다 현저히 많았다.

照度가 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ CO_2 농도가 1,000ppm인 경우에는 공기순환속도를 시간당 1회로 했을 경우 3.0개로 공기순환속도를 시간당 0.01회로 했을 경우 1.5개 보다 현저히 많았다.

나) 最大葉長

그림3-21에서 最大葉長은 CO_2 농도와 공기순환속도에 따라서 모

1회, CO₂ 340ppm농도에서 3.5cm로 가장 길었고, 照度 140 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도를 시간당 0.01회, CO₂ 1000ppm농도에서 2.35cm 다음으로 길었으며, 照度 70 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 0.01회, CO₂ 340ppm농도에서 1.65cm로 가장 짧았다.

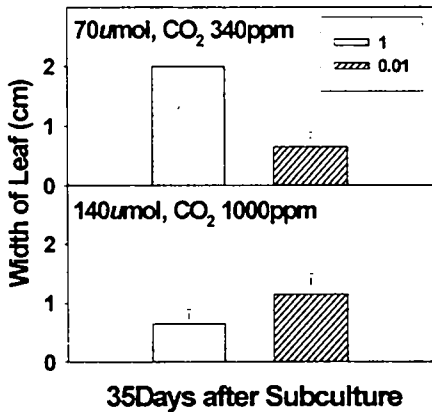


Fig.3-22. Mean of leaf width for 35 days after subculture in explant lines of *Q. acutissima*.

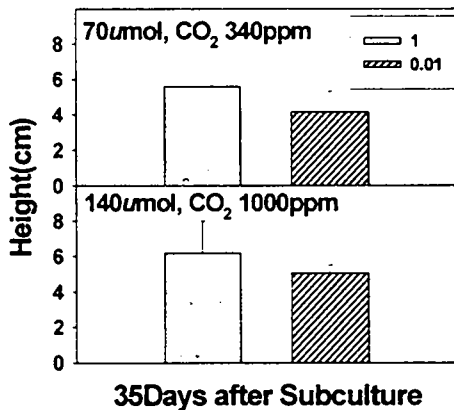


Fig.3-23. Mean of height for 35 days after subculture in explant of *Q. acutissima*

다) 葉幅

그림3-22에서 葉幅은 CO₂농도와 공기순환속도에 따라서 모두 有意差가 인정되지 않았다. 외식체의 葉幅은 照度 70 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO₂ 340ppm농도에서 2.0cm로 가장 넓었고, 照度 140 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도를 시간당 0.01회, CO₂ 1000ppm농도에서 1.15cm로 넓었다.

라) 草長

그림3-23에서 草長은 CO₂농도와 공기순환속도에 따라서 모두 有意差를 나타냈다. 외식체의 草長은 照度 140 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO₂ 1000ppm 농도에서 6.2cm 로 가장 길었으며, 다

음이 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도에
서 5.6cm로 길었고, 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당
0.01회, CO_2 340ppm농도에서 가장 짧았다.

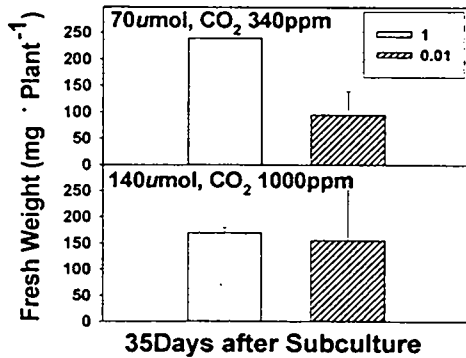


Fig.3-24. Mean of fresh weight for 35 days after subculture in ex-plant lines of *Q. acutissima*

거웠고 다음이 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회,
 CO_2 1,000ppm 농도에서 170mg였으며, 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순
환속도 시간당 0.01회, CO_2 340ppm농도에서 가장 낮았다.

이상의 결과로 미루어 조직배양시에 관행으로 가장 많이 하고 있는 照度
 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 0.01회, CO_2 340ppm농도의 조건은
상수리 조직배양에서는 부적당하며 기내대량증식을 위한 공기의 순환속도를
시간당 1회로 하는 방법이 필요하며 CO_2 의 양은 大氣 조건보다 많이 공급
할 필요는 없는 것으로 생각된다.

2) 졸참나무(*Q. serrata*)

가) 葉數

그림3-25에서 外殖體의 發生葉數는 종과 공기순환속도에 따라서는 유의
적 차이가 있었으나 CO_2 농도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다. 엽수는
照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에

마) 생체중

그림3-24에서 生體重은 CO_2 농
도와 공기순환속도에 따라서
모두 高度의 有意差를 나타냈
다. 외식체의 生體重은 照度 70
 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도
시간당 1회, CO_2 340ppm 농
도에서 240mg로 현저히 무

서 가장 높아 독일종과 프랑스종은 3.5매, 한국종은 2.5매 가 착생 했으며, 프랑
스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000ppm 농도

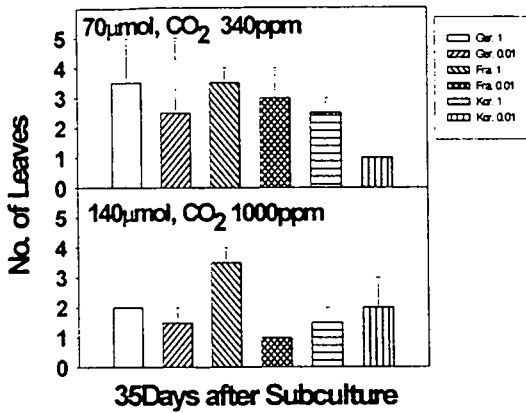


Fig.3-25. Number of leaves for 35days after subculture in three lines of *Q. serrata*.

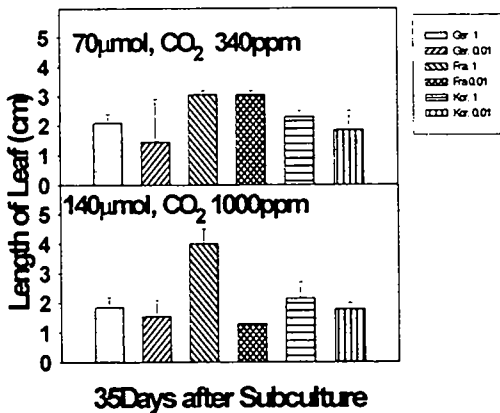


Fig. 3-26. Mean of leaf length for 35 days after subculture in three lines of *Q. serrata*.

$2 \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 독일종은

의 조건에서도 동일한 결과를 보였다.

나) 最大葉長

그림3-26에서 外殖體의 發生葉長은 種과 공기순환속도에 따라서는 유의적 차이가 있었으나 CO_2 농도에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 葉長은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 독일종은 2.1cm, 한국종은 2.3cm로 가장 길었고, 프랑스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000ppm농도의 조건에서 4.0cm로 가장 길었다.

다) 葉幅

그림 3-27에서 外殖體의 葉幅은 種과 공기순환속도에 따라서는 유의적 차이가 있었으나 CO_2 농도에 따라서 큰 차이를 보이지 않았고 엽폭은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 독일종은

1.25cm, 한국종은 0.95cm로 가장 넓었고, 프랑스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000ppm농도의 조건에서 2.15cm로 가장 넓었다.

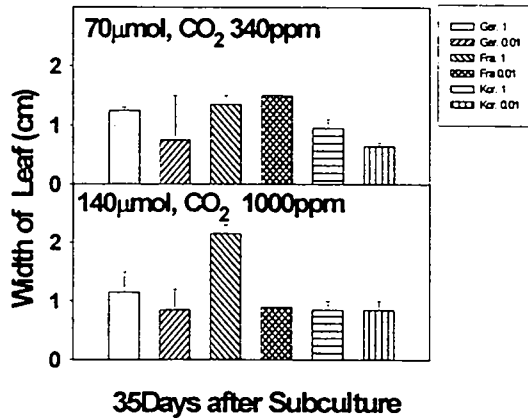


Fig. 3-27. Mean of leaf width for 35 days after subculture in three lines of *Q. serrata*.

기 순환속도 시간당 0.01회로 한 경우가 4.25cm로 가장 짧았다. 프랑스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환

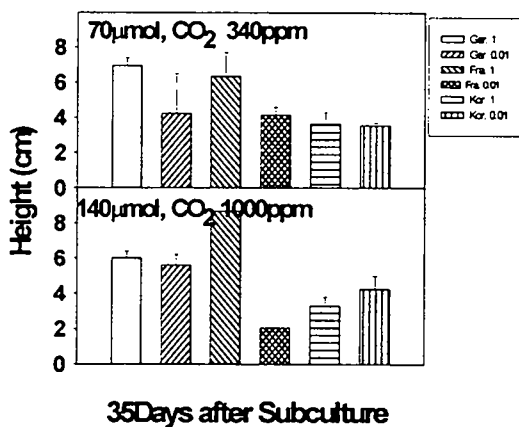


Fig. 3-28. Mean of height for 35 days after subculture in three lines of *Q. serrata*.

라) 草長

그림3-28에서 外殖體의 草長은 種과 공기순환속도에 따라서는 유의적 차이가 있었으나 CO_2 농도에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 3품종 중 초장이 가장 긴 종은 프랑스종이었으며 독일종은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340

ppm농도의 조건에서 6.95cm로 가장 길었고, 동일한 조건에서 공

기순환속도를 시간당 0.01회로 한 경우 2.05cm로 가장 짧았다. 한국종은 프랑스종

에서 가장 낮았던 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도

시간당 0.01회, CO_2 1,000ppm 농도의 조건에서 4.25cm로 가

장 크게 신장하였고, 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 0.01회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 3.3cm 로 초장이 가장 짧았다.

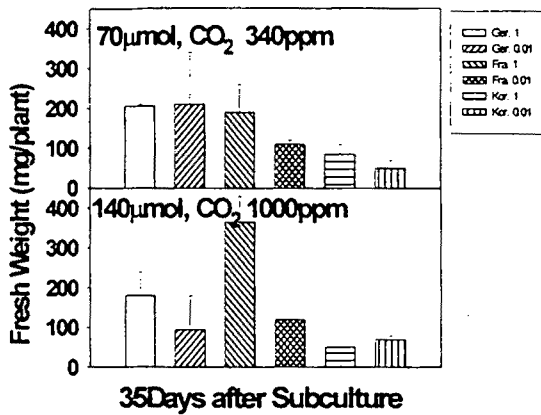


Fig.3-29. Mean of fresh weight for 35 days after subculture in three lines of *Q. serrata*.

마) 生體重

그림3-29에서 外殖體의 生體重은 種, CO_2 농도, 공기순환속도에 따라서는 모두 유의적 차이가 인정되었으며 그 상승적효과도 인정되었다.

3種 중 생체중이 가장 높은 품종은 독일종이었으며 독일종은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,

공기순환속도 시간당 0.01회, CO_2 340ppm농도의 조건에 210mg으로 가장 높았고, 동일한 조건에서 공기순환속도를 시간당 1회로 한 경우가 205mg으로 다음 순이었으며, 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000 ppm농도의 조건에서는 180mg였고, 동일한 조건에서 공기순환속도를 시간당 0.01회로 한 경우가 95mg으로 가장 낮았다

프랑스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000ppm농도의 조건에서 365mg으로 가장 높았고, 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 190mg으로 다음 순이었으며, 동일한 조건에서 공기의 순환속도를 시간당 0.01회로 한 경우가 110mg으로 가장 낮았다. 한국종은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm농도의 조건에서 95mg으로 가장 좋았으며, 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 0.01회,

CO₂ 1,000ppm농도에서 70mg으로 다음 순이었다.

표3-21의 탄소농도와 환기횟수가 줄참의 기내번식에 미치는 영향을 보면 着生葉數는 환기횟수가 더 큰 영향을 미쳤으며 탄소농도는 무관한 것으로 나타났다.

葉長은 탄소농도와 환기횟수 모두에 영향받는 것으로 보였으며 엽폭은 탄소농도와 환기횟수 모두에 영향 받지않는 것으로 나타났고 초장과 생체중은 탄소농도와 환기횟수 모두 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

표3-22의 탄소농도, 환기횟수, 種間의 外殖體 生育效果를 보면 種과 공기순환횟수와는 모든 형질에서 유의성이 인정되고 두 요인간의 上昇的인 효과도 인정되었으며 탄소농도는 초장과 생체중에서만 독립적, 상승적효과가 인정되었고 다른 형질은 유의차이가 인정되지 않았다. 독일종과 한국종은 照度 70 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO₂ 340ppm 농도의 조건에서 생육이 가장 양호한 것으로 나타났으며, 프랑스종은 照度 140 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO₂ 1,000ppm농도의 조건에서 가장 좋은 생육을 보였다.

Table 3-21. Effects of CO₂ concentration and air exchange rate in explant development of *Quercus acutissima in vitro*.

CO ₂ conc. (ppm) (A)	Air exc (No. · h ⁻¹) (B)	No. of Leaf	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Height (cm)	Fresh Weight (mg · plant ⁻¹)
340	0.01 1	2.50	1.65	0.65	4.15	95
		3.00	3.50	2.00	5.60	240
1,000	0.01 1	1.50	2.35	1.15	5.05	155
		3.00	2.10	0.65	6.20	170
F-test	A	ns	**	ns	**	**
	B	**	*	ns	*	**
	A × B	ns	*	ns	*	**

*, ** : Significant at 5% and 1%, respectively ns : nonsignificant

Table 3-22. Effects of CO₂ concentration and air exchange rate in explant development of *Quercus serrata* in vitro.

Variety	CO ₂ conc. (ppm)	Air exc. (No. · h ⁻¹)	No. of Leaf	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Height (cm)	Fresh Weight (mg · plant ⁻¹)
(A)	(B)	(C)					
Ger	340	0.01	2.50	1.45	0.75	4.25	210
		1	3.50	2.10	1.25	6.95	205
	1,000	0.01	1.50	1.55	0.85	5.60	95
		1	2.00	1.85	1.15	6.00	180
Fra	340	0.01	3.00	3.05	1.50	4.15	110
		1	3.50	3.05	1.35	6.35	190
	1,000	0.01	1.00	1.30	0.90	2.05	120
		1	3.50	4.00	2.15	8.65	365
Kor	340	0.01	1.00	1.85	0.65	3.55	50
		1	2.50	2.30	0.95	3.65	85
	1,000	0.01	2.00	1.80	0.85	4.25	70
		1	1.50	2.15	0.85	3.30	50
F-test	A		*	**	*	**	**
	B		ns	ns	ns	**	*
	C		*	**	**	*	**
	A × B		ns	ns	ns	**	*
	A × C		*	**	*	*	**
	B × C		ns	ns	ns	*	ns
A × B × C			ns	ns	ns	ns	ns

*, ** : Significant at 5% and 1%, respectively. ns : nonsignificant

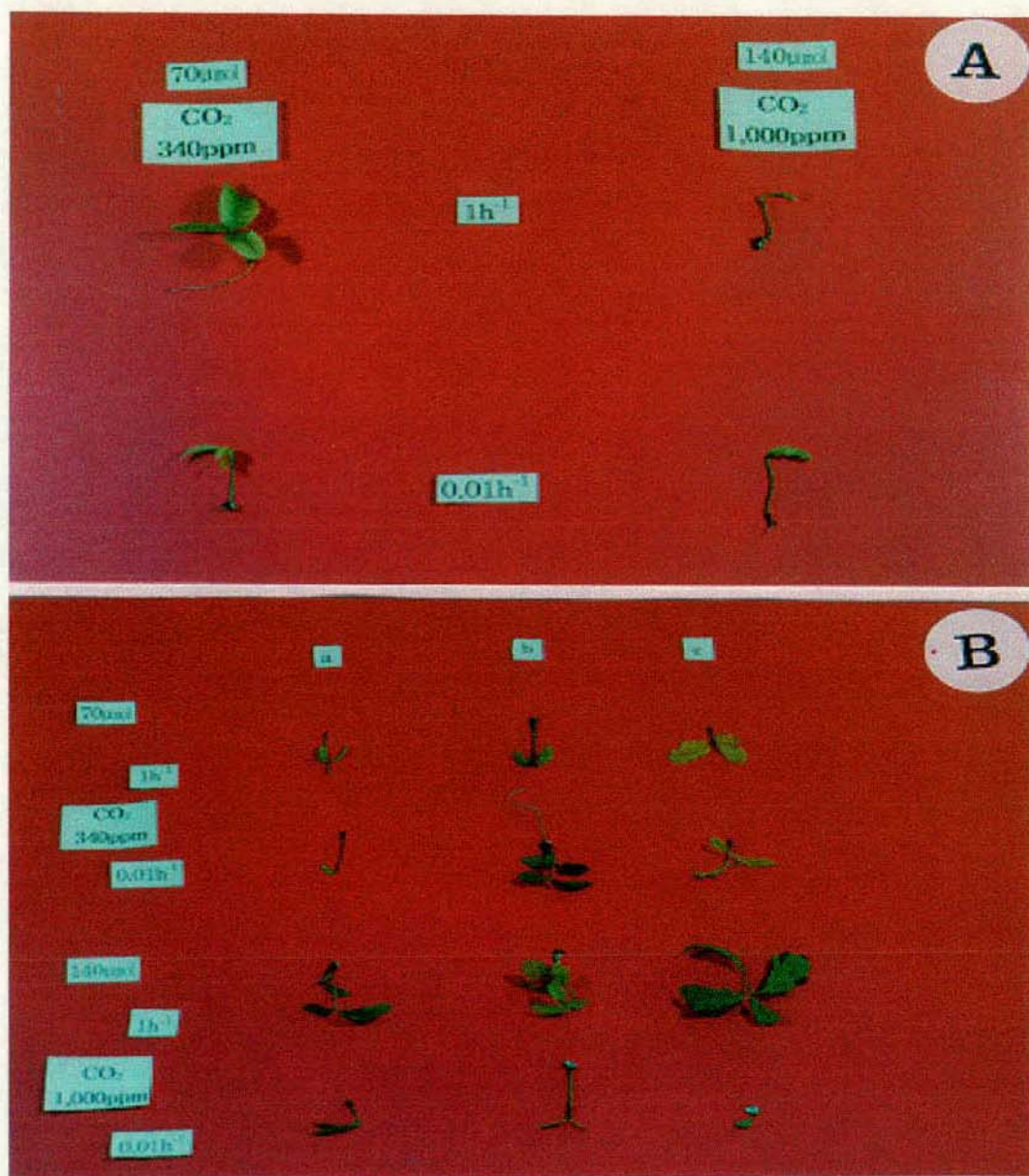
상수리에서와 같이 관행환경조건에서 생육이 부진한 것으로 나타나 졸참의 기내 미세대량 증식에서도 배양병내의 공기순환횟수를 높혀주는 것이 유리할 것으로 생각된다.

라. 요약

참나무의 조직배양시 器內 이산화탄소 농도, 光 照度 및 환기횟수가 외식체의 생육에 미치는 효과를 究明하기 위하여 배양병내의 CO₂농도는 340ppm와 1,000ppm의 2개 수준, 光 照度는 70μmol · m⁻² · s⁻¹와 140μmol · m⁻² · s⁻¹의 2수준으로 하고 通風回數는 시간당 0.01 · h⁻¹와 1.00 · h⁻¹의 2수준으로 하여 분

석한 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 이산화탄소농도와 환기횟수가 졸참의 기내번식에 미치는 영향을 보면 着生葉數는 환기횟수가 더 큰 영향을 미쳤으며 탄소농도는 무관한 것으로 나타났다. 葉長은 탄소농도와 환기횟수 모두에 영향을 받는 것으로 보였으며 엽폭은 탄소농도와 환기횟수 모두에 영향 받지않는 것으로 나타났고, 초장과 생체중은 탄소농도와 환기횟수 모두 상관관계가 있는 것으로 나타났다.
- 2) 種과 공기순환횟수와는 모든 형질에서 유의성이 인정되고 두 요인간의 上昇的인 효과도 인정되었으며 탄소농도는 초장과 생체중에서만 독립적, 상승적 효과가 인정되었고 다른 형질은 유의차이가 인정되지 않았다. 독일종과 한국종은 照度 $70\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 340ppm 농도의 조건에서 생육이 가장 양호한 것으로 나타났으며, 프랑스종은 照度 $140\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 공기순환속도 시간당 1회, CO_2 1,000ppm 농도의 조건에서 가장 좋은 생육을 보였다.



Pho. 3-4. Plant growth for 35days after subculture by differentiation growth environmental in *Quercus serrata*(A) and three cultivars of *Quercus acutissima*(B).

a) Variety of Korea, b) Variety of German, c) Variety of France.

6. 器內 多量增殖體系 確立에 관한 研究

가. 서 언

본 실험은 졸참나무와 상수리나무를 공시재료로 하여 실험분야는 1, 2년차에서 실험한 외식체를 채집하는 방법, 무균묘의 양성방법 및 배지조성방법 등에서 우수한 결과를 나타낸 방법으로 실험하여 그 결과를 검증·보완하고, 조직배양에서 얻어진 幼苗의 활착율을 높이기 위한 馴化에 관한 실험을 병행하여 조직배양에 의한 효과적인 苗木 生産에 관한 일련의 체계를 구축하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

1) 外植體 채취 및 처리방법

본 실험에서 사용한 외식체는 도토리 堅果에서 얻어진 상배축, 1년생 실생묘에서 채취한 新梢, 成木에서 채취한 新梢 및 2년생 가지를 각각 사용하였다. 외식체로서 도토리 堅果의 상배축은 堅果의 상배축을 채취하기 위해 水洗한 후 水分을 除去하고 表皮를 剝皮하여 70% 에칠알콜에 5分間 침적하여 表面을 살균하고 크린벤치내의 멸균지 위에서 風乾하였으며, 堅果를 살균한 후 살균편을 18×180mm의 시험관에 넣을 수 있게 멸균한 핀셋과 칼을 사용하여 橫半分으로 절단한 다음 胚조직이 붙은 상부조직의 사방을 절단하여 배양 후 상배축이 1분만 신장하도록 무균묘로 양성하였다. 外植體는 무균묘 상배축이 7~9개의 인편엽이 착생된 후 상배축을 15~20mm의 길이로 절단하여 초대배양 배지에 삽목했다.

외식체로서 1년생 실생묘의 新梢는 종자를 수집하여 잠시 물에 담가 수선한 후 二酸化炭素로 熏蒸·殺蟲한 후 비닐포대에 넣어 4~5℃의 조건에서 냉장한 3개월 후 종자를 벤레이트수화제로 표면살균하고 플라스틱용기에 버미큐라이

트를 用土로 파종하고 25℃의 항온조건에서 일장 16시간, 5000lx의 형광등 조명 하에 발아시켰다. 이 기간 중 용토가 건조되지 않게 적당히 관수하며, 종자가 발아하여 2개월 후 shoot가 15cm 정도 신장했을 때 제1엽의 몇 cm 아래를 절취하여 잎을 조금 붙여 마디를 자른 Y자형의 소편(小片)을 외식체로 이용하였으며 shoot의 신장기에 수시로 하이포넥스를 살포하여 育苗하였다.

成木の 외식체로서 新梢는 1월에 主幹에 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 상온 25℃, 광조도 1,000~2,000lx의 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻은 新梢를 1마디씩으로 절단하여 외식체로 이용하였고, 외식체로서 성목의 2년생 가지는 群落地의 야외에서 채취하여 바로 이용하였다.

2) 殺菌 및 培地造成方法

無菌苗 양성법은 살균방법과 활성탄 첨가방식을 병행하였으며 種子殺菌方法은 외식체를 증류수에 씻어 수분이 완전히 제거된 다음 剝皮하여 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠알콜에 5분間 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키고 다시 멸균수로 2-3회 水洗한 후 크린벤치내의 멸균지 위에서 풍건 하였다.

Clone外植體의 살균 방법으로 clean bench에서 20% NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 다시 이들 시료를 70% ethanol에 6분간 재침지하여 살균한 후 멸균수로 3회 정도 세척하고 풍건하였고, 성목의 2년생 가지는 잡균 오염이 심하여 70% 에탄올에서 1분간 보관 후 0.3% 승홍수 용액에 담가 15분간 처리한 후 크린벤치 내에서 승홍을 지우고 살균수에 충분히 담근 후 멸균지위에서 풍건하였으며 소독한 외식체 아래 부위는 0.1% AgNO₃ 수용액에 3초 정도 담가, 배지에 삼목하였다.

활성탄은 오염율을 줄이기 위하여 배지에 첨가하였으며 외식체로서 1년생 실생묘와 成木에서 채취한 가지는 잎에 엽병과 줄기를 부착하여 소독한 후 멸

균지 위에서 가위를 사용해 표면살균시 상처난 아래, 위, 끝을 0.5cm정도 잘라 버리고 사용하였으며, 풍진 외식체의 양단을 절단한 외식체 아래부위를 0.1% 초산은(AgNO₃) 수용액에 액아로부터의 shoot 신장을 억제하고, 절단부의 탄닌 유출을 막을 목적으로 잠시 침적하였으며, 배양온도는 25℃, 약 5,000lx의 조도에서 16시간 일장조건으로 배양하였다.

培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μM을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는 NAA 5 μM을 첨가하여 배양하였다.

3) 馴化實驗方法

馴化實驗은 조직배양에 사용된 외식체로서 도토리 堅果에서 얻어진 상배축, 1년생 실생묘에서 채취한 新梢, 成木에서 채취한 新梢 및 2년생 가지를 배양하여 얻은 幼苗의 shoot가 1cm 정도 신장한 후 절단하여 0.02mM의 초산은 수용액과 0.16mM의 티오유산나트륨의 등량 혼합액인 STS액에 담가 발근을 촉진하고 2주째에 발근한 외식체가 재생되어 약 2개월이 경과한후 80% 이상이 발근된 다음 뿌리가 상하지 않게 한천배지를 제거하고 플라스틱용기에 버미큐라이트와 퍼어라이트를 용토로 하여 pot에 이식하여 pot의 밑면이 직접 바닥에 닿지 않도록 대를 받쳐 水盤 위에 두고 移植 苗는 비커로 씌워, 수반에 수시로 소량의 물을 관수하면서 室溫 25℃, 照度 약3,500lx, 日長 16시간의 조건인 growth chamber에 두었다. 이식 후 2~3일째부터는 때때로 비커를 벗겨 2주 후 幼苗가 20cm 신장한 후 순화가 완료된 시점에 유묘의 생존율을 조사하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 外殖體 채취 및 처리방법

外殖體는 種子上胚軸과 온실에서 육묘한 實生苗 新梢枝의 clone을 채취하는 것이 가장 유리하며 봄철 成木에서 채취한 新梢枝의 clone도 가능하나 오염율이

높고 5월중순 이후의 여름철에 채취한 가지는 거의 대부분이 오염되었으며, 습도가 높은 날도 이와 비슷하였다.

成木の 외식체 채취는 1월에 主幹이 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻는 것이 유리하며 이렇게 할 경우 6월까지도 생존율이 높은 외식체를 얻을 수 있었다.

외식체는 잎에 엽병과 줄기를 부착하여 소독한 후 0.5cm정도 양쪽 끝을 잘라 버린 결과 외식체의 생존율이 높았다.

2) 살균과 활성화 첨가 결과

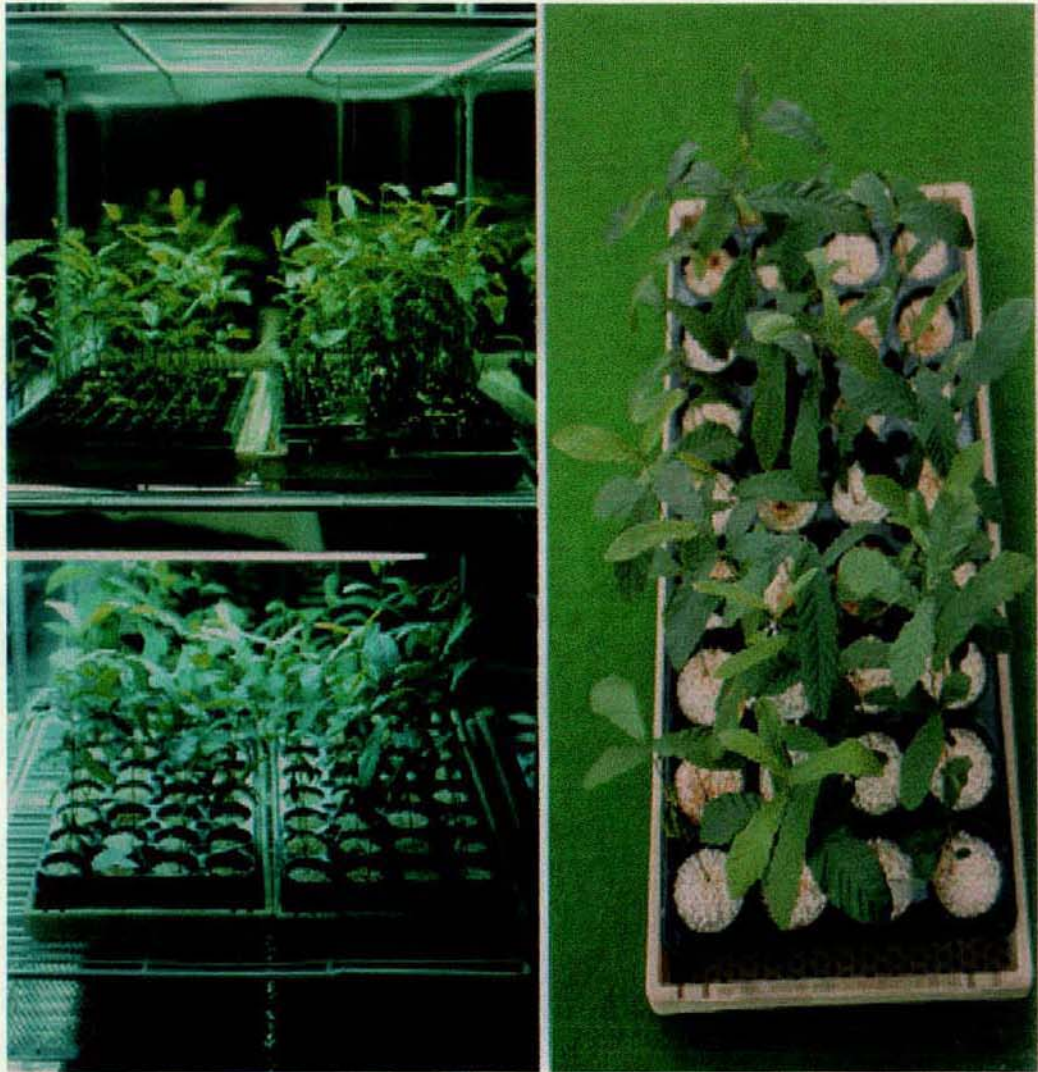
種子殺菌方法은 剝皮 種子를 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠 알콜에 5분간 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키 멸균수로 2-3회 水洗하는 방법이 유효하였으며, clone外植體의 살균방법은 NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 70% ethanol에 6분간 재침지하여 살균하고 외식체 兩端을 자른 후 0.1% AgNO₃수용액에 3초 정도 담가 활성화탄을 첨가한 배지에 삼목하므로써 매우 높은 생존율을 보였다.

培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μ M을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는 NAA 5 μ M을 첨가하여 배양할 경우 생육이 모두 양호하였으나 Zeatin을 첨가한 배지가 생육이 더욱 양호하였으며, 잎세포의 원형질체 배양 결과 callus는 다소 형성되었으나 식물체의 분화는 나타나지 않았다.

馴化實驗을 위해 幼苗를 플라스틱용기에 버미큐라이트를 用土로 해서 이식한 결과 종자를 파종한 것에 비해 매우 활착율이 낮았다.

퍼어라이트+버미큐라이트를 섞은 화분에 이식된 幼苗를 비이크를 씌워서 분무, 관수 조건하에 둔 경우 뿌리를 가진 묘목의 85% 이상이 활착하였다.

추후 用土의 조건과 관리방법을 달리하여 幼苗의 활착률을 높이기 위한 계속적인 연구를 수행하고자 한다.



Pho. 3-5. Plant growth in growth chamber for hardress of plantlet after tissue culture

라. 요약

본 실험은 졸참나무와 상수리나무를 공시재료로 하여 실험분야는 1, 2년차에서 실험한 외식체를 채집하는 방법, 무균묘의 양성방법 및 배지조성방법 등에서 우수한 결과를 나타낸 방법으로 실험하여 그 결과를 검증·보완하고, 조직배양에서

얻어진 幼苗의 활착율을 높이기 위한 馴化에 관한 실험을 병행하여 조직배양에 의한 효과적인 苗木 生産에 관한 일련의 체계를 구축하고자 하였으며 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 外植體 채취는 種子上胚軸과 온실에서 육묘한 實生苗 新梢枝의 clone을 채취하는 것이 가장 유리하며 봄철 成木에서 채취한 新梢枝의 clone도 가능하나 오염율이 높고 5월중순 이후의 여름철에 채취한 가지는 거의 대부분이 오염되었으며, 습도가 높은 날도 이와 비슷하였다.
- 2) 成木의 외식체 채취는 1월에 主幹이 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻는 것이 유리하며 이렇게 할 경우 6월까지도 생존율이 높은 외식체를 얻을 수 있었다.
- 3) 외식체는 앞에 엽병과 줄기를 부착하여 소독한 후 0.5cm정도 양쪽 끝을 잘라버린 결과 외식체의 생존율이 높았다.
- 4) 種子殺菌方法은 剝皮 種子를 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠알콜에 5분간 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키 멸균수로 2-3회 水洗하는 방법이 유효하였으며, clone外植體의 살균방법은 NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 70% ethanol에 6분간 재침지하여 살균하고 외식체 兩端을 자른 후 0.1% AgNO₃수용액에 3초 정도 담가 활성탄을 첨가한 배지에 삽목하므로써 매우 높은 생존율을 보였다.
- 5) 培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μ M을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는 NAA 5 μ M을 첨가하여 배양할 경우 생육이 모두 양호하였으나 Zeatin을 첨가한 배지가 생육이 더욱 양호하였다.
- 6) 馴化實驗을 위해 幼苗를 플라스틱용기에 퍼어라이트+버미큐라이트를 섞은 화분에 이식된 幼苗를 비이크를 씌워서 분무, 관수 조건하에 둔 경우 뿌리를 가진 묘목의 85% 이상이 활착하였다.

제 6 절 적 요

1. 분포 및 생태조사

참나무류는 타가수정에 의한 자연교잡종의 발생이 많으므로 종 분류뿐만 아니라 참나무류의 육종전략에도 많은 어려움이 있다. 따라서 참나무류의 분포와 생태에 관한 자료를 얻기 위하여 백운산 지역 95개소, 지리산 지역 89개 조사구를 설정하였다. 백운산 지역은 소나무림, 굴참나무림 그리고 졸참나무림으로 구성되어 있고 백운산 지역의 참나무류를 우점종으로 하는 활엽수 혼효림군집간에는 55% 이상의 유사도 지수를 보였다. 지리산 지역은 소나무림, 굴참나무-졸참나무림, 서어나무림, 신갈나무림, 층층나무-신갈나무림으로 구성되어 있고 침엽수림과 낙엽혼효림간에는 20% 미만의 유사도 지수를 보였다.

2. 유전자원조사 및 개체선발

유전적 자원을 개선하기 위하여 유전적으로 적합한 수종을 선발하고 또 유전적 차이를 나타내는 개체집단을 동시에 선발하였다. 수형목을 선발하기 위하여 자연적으로 성장하고 있는 곳에서 모수를 선발하고, 자연적 선발을 통하여 개발된 유전적 특성이 잇는 곳에서 선발하였다. 수형목 선발기준을 적용하여 낙엽참나무류 6종을 대상으로 다수성이면서 우량도토리를 생산하는 참나무류를 1차년도에 21개체, 2차년도에 27개체 등 모두 48개체를 선발 조사하였다.

가. 선발 1년차

신초장의 생육은 함양선발종 Ha-6, 7, 14호가 가장 크게 신장했고, 종실의 무게는 산청선발종S-2, 9호가 각각 7.2g와 5.7g으로 가장 무거운 것으로, 종실의 형태는 난형, 장타원형 등 수종에 따라 다양하였다.

나. 선발 2년차

다수종의 평균 과중은 3.1g이고 과중경은 평균 20.4mm인 것으로 나타났으며 주로 상수리나무류가 과중이 무겁고, 졸참나무류의 과중경이 횡경에 비해

긴 것으로 나타났다. 평균 과중이 가장 무거운 것은 산청선발종S-2,9등이고 함양선발종H-7, H-19 등은 과중이 가장 낮았다. 숙기 조사 결과 함양선발종 H-4, 진주금산선발종Ck-1, 구례선발종G-1 등이 조생종이고 함양선발종H-10, 산청선발종S-7, 합천선발종Hp-1 등은 중생종, 함양선발종 H-7, 산청선발종 S-3, 산청생비랑선발종Ss-0 등은 만생종이었다.

3. 영양번식법 개발 및 우량종의 분석

타가수정을 하는 참나무류의 개체번식은 영양번식이 효과가 있을 것으로 판단되어 상수리나무, 갈참나무, 및 떡갈나무에서 선발된 개체를 대상으로 접목법과 삽목법으로 실험하였다.

1) 접목번식법

과중상에서 1-0묘에 居接(거접)을 실시하고 차광을 50%를 유지 시켰으며 접목 활착율이 높은 수종은 상수리나무 75%, 갈참나무 58% 그리고 떡갈나무 51%로 나타났다.

2) 삽목번식법

삽목실험결과 맹아지 삽목은 상수리나무의 발근율이 61%, 갈참나무58%, 그리고 떡갈나무 48%로 나타났으며, 접목묘에서 채취한 삽수의 발근율은 상수리나무, 갈참나무, 떡갈나무로서 각각 74%, 65% 그리고 52%로 나타났다.

3) 우량종 분석

참나무류의 화분을 관찰한 결과, 花粉粒은 單粒이고, 花粉의 크기는 約 22.75~31.25×27.75~39.75 μ m(Min.~Max., P×E)이며 中粒(Medium sized)이었다. 赤道面 粒狀에서 갈참나무, 졸참나무, 떡갈나무, 가시나무는 장구형이고 상수리나무와 굴참나무는 약장구형이며 신갈나무는 아장구형이다. 극면 粒狀은 모든종이 半三角形이다. 발아구는 3공구형 또는 3약공구형이다. 구구는 폭이 좁은 편이며 표면은 평활상이거나 약간 망상이었고 外口線은 상수리 나무와

굴참나무가 발달했다.

잎을 이용한 PCR 분석에서는 참나무류의 우량종 육성을 위한 표식인자가 나타났으며, 그 가운데 8개 primer가 유용하였고 모두 122개의 RAPD 표식인자를 탐색하였다.

4. 우량종의 다량번식 기술확립

1) 외식체의 채취부위 및 시기

참나무 조직배양을 위한 外植體의 채취는 種子上胚軸과 온실에서 육묘한 實生苗 新梢枝의 clone을 채취하는 것이 가장 유리하며, 봄철 成木에서 채취한 新梢枝의 clone도 가능하나 오염율이 높고 5월 중순 이후의 여름철에 채취한 가지는 거의 대부분이 오염되었으며, 습도가 높은 날도 이와 비슷하였다.

成木의 외식체 채취는 1월에 主幹이 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻는 것이 유리하며 이렇게 할 경우 6월까지도 생존율이 높은 외식체를 얻을 수 있었다.

2) 외식체의 처리 및 살균법

외식체는 잎에 엽병과 줄기를 부착하여 소독한 후 0.5cm정도 양쪽 끝을 잘라버린 결과 외식체의 생존율이 높았으며 種子殺菌方法은 剝皮 種子を 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠알콜에 5분間 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키고 멸균수로 2-3회 水洗하는 방법이 효과가 높았으며, clone外植體의 살균방법은 NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 70% ethanol에 6분간 재침지하여 살균하고 외식체 兩端을 자른 후 0.1% AgNO₃ 수용액에 3초 정도 담가 활성탄을 첨가한 배지에 삼목하므로써 매우 높은 생존율을 보였다.

3) 배지조성

培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μ M을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는

NAA 5 μ M을 첨가하여 배양할 경우 생육이 모두 양호하였으나 Zeatin을 첨가한 배지가 생육이 더욱 양호하였다.

4) 순화실험

馴化實驗을 위해 幼苗를 플라스틱용기에 퍼어라이트와 버미큐라이트를 섞은 화분에 이식된 幼苗를 비이크를 씌워서 분무, 관수 조건하에 둔 경우 뿌리를 가진 묘목의 85% 이상이 활착하였다.

참고문헌

1. Alfred Rehder. 1974. Manual of cultivated trees and shrubs. Macmillan publishing. Co. INC. New york.
2. Allen, R. B. and T. R. Partridge. 1988. Effects of spring and autumn fires on the composition of *Chionochlora rigida* tussock, New Zealand. *Vegetatio* 76:37-44.
3. Borzan, Z., A. Krstinic, W. Libby, and M. Vidakovic. 1983. The rooting of cutting of the early and fishing slavonian oak. *Ann. Pro. Exp. Foresticis* 21:213-222.
4. Buell, M. F. , A. N. Langford, D. W. Davidson and L. F. Ohmann. 1966. The upland forest continuum in northern New Jersey. *Ecology* 47(3):416-432.
5. Cai T., Daly B., Butler L. 1987. Callus induction and plant regeneration from shoot portions of mature embryos of high tannin sorghums. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 9:245-252.
6. Cai T., Daly B., Butler L. 1987. Callus induction and plant Hu,J.

- and C. F. Quiros. 1991. Identification of broccoli and cauliflower cultivars with RAPD markers. *Plant Cell Rep.* 10:505-511.
7. 秋甲喆, 金守仁, 丁泳在, 李相泰. 1993. 韓國産 갈매나무科의 花粉分類學的研究. *植物分類學會誌* 23(3) : 175~184.
 8. Davis, A. E.. 1970. Propagation of shrub live oak from cuttings. *Bot. Gaze.* 131(1):55-61.
 9. Desjardins Y., F. Laforge, C. Lussier, and A. Gosselin. 1988. Effect of CO₂ enrichment and high photosynthetic photon flux on the development of autotrophy and growth of tissue culture stawberry, raspberry and asparagus plants. *Acta. Hort.* 230:45-53.
 10. Duncan, J. and F. Matthews. 1969. Propagation of southern red oak and water oak by rooted cuttings. USDA Forest Service, Research Note SE-107.
 11. Enescu, V. and V. Enescu. 1988. Research studies on oak cutting(*Quercus robur* L.):premisses for the improvement based on clonal selection. *Silvae Genetica* 37(3-4):165-166.
 12. Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms. Haf-ner, Ny.
 13. Faegri, K. and J. Iversen. 1964. Text-book of pollen Analysis. Munksgrard, cop-enhagen.
 14. Faemer, R. E.. 1965. Mist propagation of juvenile cherrybark oak cuttings. *J. Forestry* 63:463-464.
 15. Flemer, W.. 1962. The vegetative propagation of oaks. *Plant Pro. Soc. Proc.* 12:168-171.
 16. Fujiwara, K., T. Kozai, and I. Watanabe. 1987. Fundamental studies on

- environment in plant tissue culture vessels (3). J. Agric. Meteorol. 43:21-30.
17. Gauch, H. G. 1977. ORDIFLEX-a flexible computer program for four ordination techniques : weighted averages, polar ordination, principal components analysis and reciprocal averaging. Release B. Cornell University, New York. 185pp.
18. Gauch Jr. H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. 298pp.
19. Gauch, H. G., Jr. and R. H. Whittaker. 1972. Comparison of ordination techniques. Ecology 53:868-875.
20. Goodall, D. W. 1963. The continuum and the individualistic association. Vegetatio 11:297-316.
21. Greig-Smith, P. 1957. Quantitative plant ecology. Butterworths Scientific Publications, London. 198pp.
22. 河木台鉉. 1943. 朝鮮森林植物圖説. 朝鮮博物研究會.
23. Haraguchi, M. 1988. Plantlet regeneration from adventitious embryos induced by cotyledon culture in *Quercus acutissima*. J. Jpn. For. Soc. 70: 411~416
24. 原口雅人. 1989. クヌギにおける2次不定胚の形成と發芽條件の検討. 100回日林論 : 499-500
25. Hare, R. C.. 1977. Rooting of cuttings from mature water oak. South. J. Appl. For. 1:24-25.
26. Harmer, R.. 1988. Production and use of epicormic shoots for the vegetative propagation of mature oak. Forestry 61:305-316.
27. 橋詰集人. 1979. つ“ナとクスキ”のさし木による増殖. 90回日林論 301-303.

28. Hill, M. O. 1973. Reciprocal averaging : An eigenvector method of ordination. *J. Ecology*. 61:237-249.
29. Hill, M. O. 1979. TWINSPLAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York, 99pp.
30. Huang, C. and R. Moral. 1988. Plant-environment relationships on the Montlake Wildlife area, Seattle, Washington, U. S. A. *Vegetatio* 75:103-113.
31. Huang, C. and R. Moral. 1988. Plant-environment relationships on the Montlake Wildlife area, Seattle, Washington, U. S. A. *Vegetatio* 78:109-124.
32. Ide Y. and S. Yamamoto. 1986. In vitro plantlet regeneration from axially buds of juvenile seedling of Kunugi(*Quercus acutissima*). *J. Jpn. For. Soc.* 68 : 472-474
33. 井出雄二・山本茂弘. 1987. クヌギ實生の培養 における植物ホルモンと銀イオン處理の影響. *日林誌* 69 : 69-73.
34. 井出雄二・山本茂弘. 1988. クヌギ成木の萌芽枝の組織培養による幼植物体再生. 99回 *日林論* : 457-458.
35. 池本影夫, 永森通雄. 1983. 有用廣葉樹の さし木増殖(2) クヌギコナラの萌芽枝及び 枝打ち萌芽枝の 發根. *日本林學會關西支部大會發表*63-67.
36. 池本影夫, 永林通雄. 廣葉樹のさし木育苗 *日本林學會關西支部 第34回 大會講演集*
37. Innis, M.A., D.H.Gelfand and J.J. Sninsky. 1990. PCR protocols. Academic Press, USA.

38. Isebrands, J. G. and T. R. Crow. 1985. Techniques for rooting juvenile softwood cuttings of northern red oak. Proc. 5th Central Hardwood Forest Conf. p.228-233, Univ. of ill. , Urbana-Champaign, ill.
39. Ishimaru K., Nanaka G., Nishioka I. 1987a. Tannin and related compounds LV. Isolation and characterization of acutissimis A and B, novel tannin from *Quercus* and *Castanea* species. Chem Pharm Bull. 35:602-610.
40. 강규석. 1992. 국내 참나무류 3수종의 효소 발생량과 RFLP와 PCR 반응을 이용한 DNA polymorphism 에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문
41. 강운순, 오계철. 1982. 광릉삼림군집에 대한 ordination 방법의 적용. 한국식물학회지 25(2):83-99.
42. Ishimaru K., Nonaka I. 1987b. Phenolic glucoside gallates from *Quercus mongolia* and *Q. acutissima*. Phytochemistry. 26:1147-1152.
43. 伊東祐道. 1989. クヌギの組織培養による増殖(Ⅱ)シュートの發根に對するオーキシン要求度のクローン間差. 100回日林論 : 501~503.
44. Ixhimaru K., Nonaka I. 1987b. Phenolic glucoside gallates from *Quercus mongolia* and *Q. acutissima*. Phytochemistry. 26:1147-1152.
45. Kent, M. and J. Ballard. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. Vegetatio 78:109-124.
46. 金發煥, 李相泰. 1978. 韓國의 主要種子植物 花粉이 形態學的 研究 林學會誌 40 : 35~42.
47. 金三植, 李正煥. 1993. 우리나라 外來導入植物調査. 慶尙大學校 演習林 研究報告 第3號.
48. 金榮斗, 秋甲喆. 1995. 韓國產 *Abies*屬의 花粉分類學的 研究. 晉州産業大學校 農業技術研究所報第 8輯 : 1-8.

49. 金榮斗, 權泳徹, 金佑龍, 秋甲喆. 1996. 韓國産 朱木科의 花粉分類學的 研究. 晋州産業大學校 農業技術研究所報. 第 9輯 : 143~150.
50. Kirdmanee, C., Y. Kitaya, and T. Kozai. 1995. Effects of CO₂ enrichment and supporting material on growth, photosynthesis and water potential of *Eucalyptus* shoots/plantlets cultured photoautotrophically in vitro. *Environ Control Biol.* 33(2):133-141.
51. Klaus, W.. 1978. On taxonomic significance of tectum sculpture characters in alpine pinus species. *Grana* 17 : 161~166.
52. Kleinschmit, J. 1986. Oak breeding in germany; experiences and problems. IUFRO Conference Proc., Oct. 13-17, 1986, Williamsburh, Virginia, p. 260-258.
53. Kozai, T., Y. Iwanami, and K. Fujiwara. 1987. Effect of CO₂ enrichment on the plantlet growth during the multiplication stage. *Plant Tissue Culture Letters.* 4:22-26.
54. Kozai, T. and Y. Iwanami. 1988. Effects of CO₂ enrichment and sucrose concentration under high photon fluxes on plantlet growth of carnation(*Dianthus caryophyllus* L.) in tissue culture during the propagation stage. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 57:279-288.
55. Kozai, T., Y. Koyama, and I. Watanabe. 1988. Multiplication of potato plantlets in vitro with sugar free medium under high photosynthetic photon flux. *Acta Hort.* 230:121-127.
56. Kozai, T. and K. Sekimoto. 1988. Effects of the number of air changes per hour of the closed vessel and the photosyntetic photon flux on the carbon dioxide concentration inside the vessel and the growth of strawberry plantlets in vitro. *Environ. Control in Biol.*

- 26:21-29.
57. Kozai, T., K. Watanabe, and I. Watanabe. 1989. Relationship between dry matter increase of stawberry plantlets in vitro and nutrient uptake. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:248-249.
 58. Kozai, T., C. Kubota, and M. Nakaynma. 1989. Net photosynthesis rate of plantlets in vitro under natural and forced ventilaton conditions. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:250-251.
 59. Larsen, C. M.. 1946. Experiments with softwood(non-lignified) cuttings of forest trees. *Forstl. Forsgsv. Danm.* 17(2):289-443.
 60. Larsen, O. N.. 1989. Propagation of oak by cuttings: a method for the future? *Gron. Viden. Havebrug. No.* 32:1-4.
 61. Larson, P. R.. 1960. Gibberellic acid induced growth of dormant hardwood cuttings. *For. Sci.* 6:232-239.
 62. Lawrence, G. H. M. 1951. *Taxonomy of vascular plants.* Macmillan Pub. Co. Inc. New york : 823~824.
 63. 이창복. 1982. *대한식물도감.* 향문사.
 64. 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석. 1990b. 광릉 삼림의 식물군집 구조 (I)-Classification 및 ordination방법에 의한 소리봉 지역의 삼림군집 구조 분석-*한국임학회지* 79(2):173-186
 65. 이경재, 조재창, 류창희. 1990. Classification 및 ordination방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집 구조분석. *한국식물학회지* 33(3):173-182.
 66. 이경재, 조재창, 우중서. 1989. Ordination 및 classification 방법에 의한 가야산지구의 식물군집 구조 분석. *용용생태연구* 3(1):28-41.
(I)-Classification 및 ordination 방법에 의한 소리봉 지역의 삼림군집 구조분석-*한국임학회지* 79(2):173-186.

67. 이경재, 박인협, 조재창, 오충현. 1990c. 속리산 삼림군집 구조에 관한 연구(II)-Classification 및 ordination 방법에 의한 식생분석 - 응용생태연구4(1):33-43.
68. 李相泰. 1978. 花粉形態의 系統學的 意義. 植物分類學會誌 8 : 59~68.
69. 이용섭. 1993. RAPD marker를 이용한 은행나무의 유전변이에 관한 연구. 건국대학교 대학원 석사학위 논문.
70. 임업연구원. 1988. 참나무 자원의 종합이용에 관한 연구(I). 과학기술처, 226 pp.
71. Lloyd, G. and B. H. McCown. 1980. Commercially feasible micro propagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 30 : 421-427
72. Manzanera, J. A. and J. A. Pardos. 1990. Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L.. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 21:108.
73. McCown DD. McCown BH. 1987. North American hardwood. In: Bonga JM, Durzan JD(ed) Cell and tissue culture in forestry, vol 3. Nijhoff, Dordrecht, pp. 247-260.
74. Moon, H. K. and J. S. Yi. 1991. Rooted cuttings of plus tree clones of *Quercus acutissima* rejuvenated through serial grafting. In Genetics of Oak Species, Meet. of the IUFRO Working Party S2, 2-22, (Abs) 4. 2., Arboretum National Des Barres, France.
75. Morgan, D.. 1985. Propagation of *Q. virginiana* cutting. Proc. Int'l. Plant Prop. Soc. 35:716-719.
76. Muller, C. H.. 1951. The significance of vegetative reproduction in *Quercus. Madrono* 11:129-137.
77. 文興奎, 朴裕憲, 李鉉淵, 金元雨. 1987. 發根促進劑 및 培養土에 따른 상수리

- 나무의 挿木發根 林育年報 23:38-46.
78. 文興奎, 朴裕憲, 李鉉淵, 李炳失. 1991. 상수리나무의 幼苗의 挿木發根에 影響하는 挿木길이, 節幹부위, 葉의 切斷形態 및 blanching 處理 效果. 林育年報 27:80-84.
79. 文興奎, 朴文韓, 李鉉淵, 朴裕憲, 1988. 참나무屬 主要樹種의 幼齡半熟枝 및 상수리 秀型木 接木苗의 挿木發根 林育年報 24:42-46.
80. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.* 15 : 493-497
81. 中澤慶久・戸田義宏. 1987. 組織培養によるクヌギの大量増殖. 林木の育種 142 : 20-22.
82. Nonaka G., Ishimaru K., Nishioka I. 1984. Tannin and related compounds XIII. Galloyhamanmeloses from *Castanea crenata* L. and *Sanguisorba officinalis* L. *Chem Pharm Bull.* 32:483-489.
83. Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology.* W. B. Saunders Co. , Ltd. , Philandelpia. 574pp.
84. 오계철, 이근섭. 1989. 반자연 소나무림에 있어서 ordination 미분류 및 인근효과에 대하여. *한국생태학회지* 12(2):83-108.
85. 박인협. 1985. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교대학원 박사학위논문, 48pp.
86. 박인협, 이경재, 조재창. 1987. 북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구. *응용생태연구* 1(1):1-23.
87. 박인협, 이경재, 조재창. 1988. 치악산국립공원의 삼림군집구조 -구룡사- 비로봉지역을 중심으로-. *응용생태연구* 2(1):1-9.
88. 박숙경. 1994. RAPD 를 이용한 버드나무류의 유전변이에 관한 연구, 영

남대학교 대학원 석사학위 논문

89. Pevalék, K. B.. 1991. Clonal propagation of common oak(*Quercus robur* L.). Acta. Hort. 289:143-144.
90. 佐木義則, 諫本信義, 小山田研日, 中尾稔. 1977. クスキ”のさし林分 の造成に 關する研究(Ⅲ). 30回 日本林學會九州支部論文集. p.115-116.
91. 佐木義則, 諫本信義 中尾稔. 1978. 推茸原木林の 造成に關する研究(V)る. 日本林學會九州支部研究論文集.第31號 137-138.
92. 佐木義則, 諫本信義. 1979. 推茸原木林の 造成に關する研究(XII). 日本林學九州 支部研究論文集 239-240.
93. 佐木義則, 諫本信義. 1980. 推茸原木林の 造成に關する研究(XI). 日本林學九州 支部研究論文集 237-238.
94. 佐木義則, 中尾稔. 1981. 推茸原木林の 造成に關する研究(VIII)る. 日本林學會九州 支部研究論文集.第34號 71-72.
95. Sasaki, Y. , Y. Shoyama. 1988. Difference of individual stocks on tissue culture of *Quercus acutissima* C. Trans. Kyushu Jpn. For. Soc. 41 : 63-64
96. Sasaki, Y. , Y. Shoyama, T. Maruyama and M. oda. 1993. Effect of G-19, a new cytokinin, on shoot and secondary somaticembryo propagation of *Quercus acutissima*. J. Jpn. For. Soc. 75 : 150-153
97. 佐藤 亨・森 格良. 齊藤 明. 1987. クヌギ芽生えの上胚軸片からの幼植物 体 再生. 日林誌 69 : 113-117.
98. Sasamoto, H. and Y. Hosoi. 1989. Somatic embryogenesis in suspension cultures of *Quercus serrata* T. J. Jpn. For. Soc. 71 : 20-22
99. Shoyama, Y., Y. Sasaki, I. Nishioka, and T. Suzaki. 1992. Clonal propagation of oak (*Q. acutissima* C.). In:Y. P. S. Bajaj (ed).

- Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 18. High-Tech and Micropropagation II, p.179-192. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
100. Skinner, H. T.. 1952. Vegetative propagation of oaks and suggested research techniques. 2nd Proc. Plant Prop. Soc. p. 81-90.
101. Smith, D. J. and W. W. Schwabe. 1984. Accelation of early growth of seedlings and rooted cuttings of *Quercus robur L.* Forestry 57:143-157.
102. 송호경, 우인식, 이수옥, 남대. 1987. 분류법과 서열법에 의한 덕유산 삼림식생연구. 충남대학교 환경연구보고 5(2):59-73.
103. Spethmann, W. 1982. Cutting propagation of deciduous trees(I). Experiment with maple, ash, oak, beech, cherry, lime tree and birch. Allg. Forst, u. J. Ztg. 153(1-2) : 13-24
104. ----- . 1985. Mass propagation of oak by cuttings. Int'l Plant Prop. Soc. Ann. conf.(Post Presentation).
105. ----- . 1986. Stecklingsvermehrung von Stiel-und Traubeneiche(*Q. robur L.* und *Q. petraea* (Matt. Liebl.). Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Goettingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt 86, pp. 1-99.
106. Spethman, W.. 1986. Mass propagation of oak by cuttings. International Plant Propagation's Society Annual Conference 3-6. September 1985. Univ. of Essex. Colchester (Poster Presentation)
107. Struve, K. and B. Moser. 1984. Auxin effect on Root Regeneration of Scarlet Oak Seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(1):91-95.
108. 玉泉幸一郎. 1987. クヌギ, コナラの質生無菌苗から誘導された, 萌芽による試験管内増殖. 98回日林論 : 455~456.
109. Taylor, S. J. , T. J. Carleton and P. Adams. 1987. Understory

- vegetation changes in a *Picea mariana* chronosequence. *Vegetatio* 73:63-72.
110. Teclaw, R. M. and J. G. Lsebrands. 1987. Stage of shoot development and concentration of applied hormone effect rooting of northern red oak softwood cuttings. *Proc. 19th south For. Tree Improv.* p. 101-108.
111. 戸田忠雄, 1985. しいたけ原木の無性繁殖に関する研究. 九州林木育種 年報 12:96.
112. 上原敬二. 1960. 樹木大圖説. 有明書房 1 : 109~242.
113. 上野賢朗. 1978. 花粉學研究. 風間書房 58~60.
114. Vieitez AM, Vieitez ML. 1978. In vitro culture of cotyledon tissue of *Castanea sativa*. *Sci Hortic.* 8:243-247.
115. Vieitez AM, Vieitez ML. 1980a. Plantlet formatuon from embryonic tissue of chestnut grown in vitro. *physiol Plant.* 50:127-130.
116. Vieitez AM, Vieitez ML. 1980b. Culture of chestnut shoots from buds in vitro. *J. Hortic Sci.* 55:83-84.
117. Wang, C. J., S. Q. Chang, F. T. Wang, and P. Jiang. 1983. Trial on the propagation of *Quercus mongolica* with cuttings. *Forest Sci. and Technol.* No. 11:2-3
118. Whittaker, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogra.* 26:1-80.
119. Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147:250-259.
120. Whittaker, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42:207-264.
121. Willis JC. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns, 8th edn. Univ. Press, Cambrige. pp. 972.
122. Wright, J. W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press, 463 pp.

제 4 장 재배 기술 개발

제 1 절 서 론

1. 연구목적

최근들어 도토리의 수요량이 급속히 증가되면서 국내 수급의 불균형을 이루자 외국으로부터 수입이 급증하고 있는 실정이나 국내의 도토리 재배 및 생산체계는 거의 개발되어 있지 못한 실정이다. 따라서 우량종을 선발 육성하여, 저비용 다수확이 가능한 자연친화형의 새로운 재배작물로 개발하는데 이 장의 목적을 두었다.

새로운 재배 기술이 개발되면 전국에 산재되어 있는 유휴경지와 식재 가능한 산지에 새로운 재배기술을 활용할 수 있을 것이다. 이러한 연구는 현재 IMF 관리하에 처해진 우리나라의 식량 및 사료의 자급에 획기적으로 기여할 수 있을 것으로 기대되며, 새로운 경제작물로 재배방법을 확립하고자 한다.

2. 연구 내용 및 범위

도토리 재배기술을 확립하려면 양성된 우량묘를 확보하고, 이식으로 인한 식상을 줄여 활착 및 초기생육을 증진시키며, 정지 전정으로 수형 및 수체생장을 양호하게 한 후 안정적인 결실 관리를 위하여 수세안정 및 화아분화를 지속시키고 생산비를 줄이기 위한 수확기술 개발로 경제성을 높이고 생산된 도토리의 주년공급을 위한 저장기술 등의 연구를 다음과 같이 수행하였다.

○ 이식묘 활착 증진 시험

이식묘의 활착 및 초기 생육은 식물의 종류에 따라 큰 차이는 있으나, 대다수의 수목이 이식을 하면 식상을 받게 되는데 특히 참나무를 과수로 육성할 경우 초기 생육이 더욱 중요하게 된다. 따라서 육성된 우량형질의 묘목 식재시 활착 및 초기 생육을 증진시키기 위하여 성장조절제의 종류 및 적정농도를 구명하고, 이식작업의 편의성을 도모하기 위하여 적정 가지장 및 근장을 절단하여 이식작업의 능률을 향상시키고자 하였다.

○ 수체생장과 화아분화 조절

도토리는 격년결실이 심하여 안정적인 생산에 많은 문제가 있는 수종으로 수체 성장에 심한 불균형을 이루고 있다. 따라서 수체생장을 안정시키기 위하여 정지 전 정의 기술로 과다결실에 의해 약화된 수세를 회복시켜 영양생장을 좋게하고, 수세가 강한 유목 및 수체생장이 지나치게 왕성한 나무에 환상박피를 실시하여 영양생장을 억제시킴으로서, 화아분화를 유도하여 다음 해의 안정적인 결실이 가능하게 하고자 하였다.

○ 수세조절에 의한 안정결실 관리 실험

정지전정으로 수세를 조절하여 영양생장이 좋아지게 한 다음 환상박피를 실시하여 영양생장을 억제시키고 정아부위의 화아분화를 유도함으로 정상발육이 이루어져 개화결실을 시킬 수 있어 격년결실을 방지하고 안정적인 생산이 가능하게 하였다.

○ 수확기술개발 실험

도토리를 경제성 작물로 육성시키는데 가장 중요한 과제중의 하나가 수확시 노력비용이 크기 때문에 국제 경쟁력이 낮다. 그러므로 수확기에 성장조절제를 처리하여 숙기를 조절하고 그물망을 설치한 다음 적정한 시기에 진동기에 의한 동시수

확을 유도함으로써 생산비를 절약하는 수확기술을 개발할 수 있을 것이다.

○ 저장기술개발

대다수의 농산품 가공에서 볼 수 있듯이 도토리 생산도 가을에 집중생산이 이루어지고 있어 도토리의 주년공급을 위한 저장기술 개발로 원활한 가공재료 수급이 요구된다. 이에 따라 도토리의 안정적인 공급을 위하여 노천매장, 건조저장 저온시설 저장, 박피건조저장 등에 의한 저장 기술개발로 도토리의 주년공급체계를 확립하고자 하였다.

제 2 절 이식묘 활착 증진

1. 성장조절제 처리가 이식묘 생육에 미치는 영향

참나무류중 상수리나무는 직근성이 강하며, 수성은 정부우세성이 강한 특성을 가지고 있다. 대다수의 다년생 목본식물은 영양생장을 하고 개화결실하는 왕성한 분열조직과 형성층을 가지는 성장 기간인 무한생장과 노화과정을 거쳐 쇠퇴하는 유한생장을 한다. 정부우세성의 특성을 가지는 나무일수록 무한생장이 한정적이며 개화결실형성이 격년결실의 영향을 크게 받으며 결실형성율도 급격히 떨어진다. 이러한 현상은 성장형태나 성장정도가 어떤기관 즉, 정아우세의 영향을 받는 성장상관 현상이다. 분지수 조절, 화아분화를 위한 생식기관의 성장촉진등 수체기관별로 성장조절을 위한 정지 전정과 같은 물리·생리적인 방법과 성장조절제처리와 같은 화학적 방법 등의 학문적 연구개발이 되어야 한다. 참나무류는 맹아력이 강하여 생존능력이 강하므로 우점률이 아주 높은 수종이다. 이러한 특성을 가지고 있어 견과류의 생산성이 높아지면 재배지역의 확산이 용이하게 된다. 이에 따라 양묘된 우량종의 식상을 줄이고 초기생육을 좋게하기 위하여 성장조절제 처리 시험을 실시하

였다.

가. 재료 및 방법

이식시 활착 및 초기생육을 증진시키기 위하여 성장조절제는 IAA, IBA, NAA를 사용하였고, 처리농도는 각각 250, 500, 1000ppm을 사용하였으며 처리방법은 1년생 묘목의 근부를 각 농도별로 침지 처리한 후 식재하였다.

시험포장은 경남 진주시 칠암동 소재 본 대학 시험포장에서 분할구 배치법 3반복으로 시험구를 배치하였으며, 시험포장관리는 제초, 관수, 배수 등의 기본관리만 관행 관리하였다. 각 처리별 조사항목은 신초장, 신초중, 근장, 근부중 및 근부직경 등의 생육상태를 각각 조사하였다.

시험조사 기준은 농사시험 연구조사기준(농촌진흥청)에 따라 조사 분석하였다.

나. 결과 및 고찰

참나무는 직근성으로서 묘목의 식재시 측근 및 세근의 발생량이 적어 고사율이 높고, 초기생육이 불량하기 쉬우므로 식재후 뿌리발생의 촉진을 유도하고, 초기생육의 증진을 위하여 1년생 묘목의 근부를 성장조절제에 침지 처리하여 관행관리한 후 휴면기에 굴취하여 조사 분석한 결과 표 4-1과 같다.

지상부의 신초장과 신초중은 성장조절제간에는 IBA처리구에서 신초장 56.3cm로 가장 길고, 신초중도 73.9g으로 가지 발생 및 비대되어 초기생육이 좋은 경향을 보였다.

지하부의 근장은 무처리에서 76.0cm로 가장 길게 나타나 직근성의 수성이 그대로 나타났으며, 성장조절제 처리구에서는 근장은 다소 짧고 근부중은 다소 무거워지는 경향을 보여 측근 및 세근의 수가 많음을 나타내었다.

각 성장조절제별로는 IAA 500ppm처리구의 신초장이 49.8cm로 길었으나, 신초중은 1000ppm처리가 무거운 것으로 나타나 신초의 생장이 양호하고 분지수가 증가

하는 것으로 나타났다. 근장은 비슷한 경향을 보였으나 근부의 중량은 1000ppm처리에서 무거운 것으로 나타나 이식묘의 건전상태가 양호한 것으로 보여진다.

IBA처리구에서의 신초장은 농도가 낮은 250ppm처리구에서 59.0cm로 다소 긴 경향을 보였으나 처리간에는 큰 차이는 없었으며, 다른 처리구보다는 신초생장이 평균 56.3cm로 다소 좋은 것으로 나타났다. 신초중도 다른 처리구보다 생육상태가 평균 73.9cm로 좋은 것으로 나타나 지상부 생육상태가 양호하였다.

지상부의 생육과 지하부 뿌리발달의 T/R율은 동일한 경향을 나타내고 있었는데 본 시험의 목적으로 보아 IBA 침지처리가 분지발생 및 가지의 비대와 성장상태가 양호한 경향을 보였다.

근부의 발육상태는 처리농도가 높은 처리구에서 근장은 짧아지고 근부중은 증가하는 것으로 나타나 500~1000 ppm으로 처리하여 근균의 분포를 양호하게 하고 활착 및 생육을 좋게 할 수 있을 것으로 판단되었다.

NAA처리구에서는 지상부생육은 처리간에 비슷한 경향을 보였으며, 무처리와도 비슷하였다. 지하부의 생육은 근장은 다소 짧으나 근부중의 증가와 측근 및 세근의 발생이 많았다.

근부직경에서는 성장조절제처리에 따른 별다른 영향이 없는 것으로 조사되었다. 한편, 무처리구의 근장은 성장조절제 처리구에 비하여 15~20cm정도 더 성장하는 직근성을 보였으며, 측근의 발생량이 2~3개로 적어 식상이 클 것으로 판단되었다. 근부중은 전처리구에서 모두 무처리보다 무거운 것으로 나타났으며, IBA 처리구에서 측근의 발달이 타처리구에 비해 좋았다. 이는 참나무의 이식묘 활착 및 생육에 성장조절제의 처리효과가 기대된다.

이상의 결과로 볼 때 근부의 발육상태는 주근의 분포상태와 측근 및 세근의 발육상태에 따라 서로 다른 경향이 관찰되었으며, 성장조절제 처리구에서 측근 및 세근의 발생량이 많은 반면, 주근 형성의 발달은 다소 떨어졌으며, 근균의 분포도는 좋아지는 것으로 판단되며, 그중 IBA처리구가 가장 양호한 것으로 판단된다.

표 4-1. 성장조절제 처리가 이식묘 활착과 초기생육증진에 미치는 영향

Auxin류 농도(ppm)		신초장(cm)	신초중(g)	근장(cm)	근부중(g)	근부직경(cm)
IAA	250	42.8	41.6	66.9	51.4	1.3
	500	49.8	43.1	52.2	47.7	1.1
	1000	40.8	69.3	61.1	68.3	1.7
	Mean	44.5	51.3	60.1	55.8	1.4
IBA	250	59.0	69.6	66.3	59.6	1.4
	500	55.9	74.8	60.4	70.6	1.2
	1000	53.9	77.3	51.0	78.7	1.5
	Mean	56.3	73.9	59.2	69.6	1.4
NAA	250	45.2	46.2	65.1	58.3	1.2
	500	52.9	45.6	58.9	59.4	1.4
	1000	48.5	51.5	57.6	61.6	1.3
	Mean	48.9	47.8	60.5	59.8	1.3
무 처 리		48.5	54.0	76.0	52.5	1.4

2. 전정 및 단근처리가 이식묘 생육에 미치는 영향

성장조절제처리가 참나무의 이식묘 활착 및 초기생육 증진에 좋은 영향을 미친다는 결과를 이용하여 적정량의 절지 및 단근 처리를 실시하여 이식의 작업능률을 향상시키고 활착 및 초기생육을 증진시키기 위하여 상수리나무 묘목에 다음과 같은 시험을 실시하였다.

가. 재료 및 방법

참나무 묘목의 특성상 정부우세성이 강하게 나타나 주간장이 길고 주근은 직근성의 특성을 가지고 있어 이식묘의 식상이 클 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 양묘된 묘목의 주근장 및 주간장을 지점부로부터 각각 10, 20, 30cm를 남기고 절단한 처리구와 무절단구로하여 시험수를 각각 처리한 다음 IBA 500ppm에 근부를 침지한 후 시험 포장에 분할구 배치법 3반복으로 시험구를 설치하여 각각 식

재하였다.

시험포 관리는 제초, 관수 등의 일반 관행으로 관리를 하였고, 낙엽후 휴면기에 굴취하여 枝長, 根長, 枝重, 枝經, 根重, 枝數 및 根數 등을 각각 조사분석하였다.

나. 결과 및 고찰

참나무류중에서 상수리나무의 단근처리에 따른 주간장의 길이가 이식묘의 활착 및 초기생육에 미치는 영향은 표 4-2와 같다. 주근장이 길수록 가지장 및 근장 등의 초기생육이 양호하였으며, 주근장이 가장 짧은 10cm 처리구에서는 지장, 근장, 근중, 지경, 근중, 지수 및 근수의 모든 생육이 부진한 것으로 나타나 이식시 지나친 단근이 되지 않도록 각별한 주의가 요망되었다.

주근장을 20~30cm로 조절한 처리구에서 가지의 길이는 무처리보다 다소 짧은 경향을 보이는데, 이는 정부우세성이 강한 나무의 성장호르몬이 정아로의 이동에 의하여 다소 주간생장이 길어지는 것으로 추정되나 주근장 20~30cm처리구에서 근수가 증가하여 근군의 분포가 좋아지고 활착 및 초기생육이 양호해지는 것으로 관찰되었다.

근중은 단근을 하지 않은 무단근구에서 가장 무거웠으나 무단근, 무전정구에서는 현저히 떨어지는데, 이는 T/R율의 불균형과 지상부의 지나친 양분소모에 의한 것으로 판단된다. 또한 단근의 정도가 심할수록 근중이 감소하므로 지나친 단근이 참나무의 뿌리의 영양생장을 저하시키는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때 참나무 묘목의 이식에는 주간장 및 주근장을 20~30cm로 절단한 후 뿌리 부위를 IBA 500ppm에 침지하여 식재할 경우 식상을 줄이고 근수를 증가시킴으로서, 근군의 분포를 좋게하여 활착과 초기생육이 좋아져 도토리 경제작물화를 위한 기초 수형구성과 생육안정에 유리할 것으로 생각된다.

표 4-2. 단근 및 전정 처리가 이식묘의 활착과 초기생육에 미치는 영향

主根長 主幹長		生育狀態 調査						
		枝長 cm	根長 cm	枝重 g	枝經 mm	根重 g	枝數	根數
무단근	무전정	62.70	54.30	43.10	0.94	61.50	4.13	3.60
	10 cm	75.13	75.13	74.07	1.34	112.10	3.80	4.00
	20 cm	76.93	70.40	74.13	1.19	110.50	3.00	4.60
	30 cm	90.07	74.87	87.93	1.37	104.70	4.20	5.87
	Mean	76.20	69.58	69.80	1.24	97.20	3.78	4.51
10 cm	무전정	60.70	48.50	11.10	0.91	19.40	3.20	4.67
	10 cm	48.37	63.95	31.25	0.94	52.49	2.53	4.47
	20 cm	47.60	53.80	26.30	1.06	44.30	2.87	4.20
	30 cm	45.50	49.90	31.80	1.10	43.30	3.47	4.00
	Mean	50.54	54.03	25.11	1.01	39.87	3.02	4.34
20 cm	무전정	52.13	52.09	20.27	0.78	42.43	4.00	4.40
	10 cm	55.33	74.89	40.78	1.17	82.45	2.00	4.93
	20 cm	60.60	72.50	50.90	1.40	83.70	3.40	6.40
	30 cm	58.00	65.00	57.40	1.28	77.90	5.40	5.87
	Mean	56.53	66.12	42.34	1.16	71.62	3.70	5.40
30 cm	무전정	78.50	71.50	61.90	1.15	103.00	6.00	6.00
	10 cm	60.30	76.30	54.10	1.22	101.00	3.67	5.73
	20 cm	80.40	76.30	77.40	1.40	111.00	3.60	6.67
	30 cm	63.80	74.10	63.90	1.31	63.30	4.53	5.67
	Mean	70.75	74.55	64.33	1.27	94.58	4.45	6.02
主根長	LSD 5%	7.64	10.84	20.19	0.22	18.99	0.99	1.23
	LSD 1%	11.54	16.38	30.51	0.34	28.68	1.49	1.86
主幹長	LSD 5%	7.87	7.41	14.32	0.18	15.22	0.80	0.72
	LSD 1%	10.67	10.04	19.39	0.24	20.61	1.09	0.97

제 3 절 수체생장과 화아분화조절

1. 정지 전정에 의한 수체생장과 결실조절

도토리는 오래전부터 구황식품으로 이용되어 왔으나 풍흉의 차이가 심한 특성을 가지고 있어 안정생산에 어려움이 많았다. 특히 식량작물이 흉년이면 도토리는 풍년이 들고, 식량작물이 풍년이면 도토리는 흉년이 되는 현상이 나타나는데 이러한 현상은 강우량과 일조량에 따라 수체생장과 결실차가 심하게 나타나는 것으로 생각된다. 이에 따라 정지 전정을 실시하여 재배작물화해 위한 수형을 다듬고 수체생장을 조절하여 자연환경과 결실량에 의한 격년결실을 조절하는 기초 실험을 실시하게 되었다.

가. 재료 및 방법

경사지 산림에 군락 자생하는 수령이 10, 20, 30년생 상수리나무를 시험수로 각각 선정하여 일반 과수의 변칙주간형의 전정방법으로 전정을 실시하고, 전정량은 평균 10년생이 10kg, 20년생이 20kg, 30년생이 30kg정도 되게 각각 전정하였다. 전정처리구와 수령이 같은 대조구의 생육 상태와 비교하여 표4-3과 같이 조사 비교 분석하였다. 조사항목은 엽장, 엽폭, 신초장, 절간수, 신초경 등을 농사시험 연구조사기준에 따라 각각 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

전정수와 무전정수의 생육상태의 결과<표 4-3> 엽장은 전정수가 132.6mm로 무전정수 122.2mm보다 길고 엽폭도 다소 넓어지는 것으로 나타나 적정량의 전정을 실시하면 잎의 생장을 좋게하고, 이로 인한 광합성량도 증가시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

표 4-3. 전정이 수체 생장에 미치는 영향

처 리	수령(년) 전정량(kg)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	신초장 (mm)	절간수	신초경 (mm)
전정수	10 (10)	125.5	37.3	102.8	9.8	2.95
	20 (20)	136.2	38.0	90.0	7.5	2.58
	30 (30)	136.2	37.5	63.7	7.0	2.25
	Mean	132.6	37.6	85.5	8.1	2.59
무전정수	10	120.0	36.8	55.2	6.8	2.18
	20	118.5	34.2	44.3	5.7	2.10
	30	128.2	39.0	40.5	5.3	1.98
	Mean	122.2	36.7	46.7	5.9	2.09

신초장은 전정수에서 85.5mm로 무전정수의 46.7mm보다 현저한 차이를 보여 적정량의 전정을 실시함으로써 수체생장을 증진시키고 수세를 회복시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참나무의 전정으로 영양생장인 신초장과 신초경은 무전정수보다 증가하였고, 그중에 수령이 낮은 유년수에서 생장이 더욱 왕성한 것으로 나타나, 지나친 전정은 유목의 결실을 지연시킬 수도 있을 것이므로, 조기결실을 위하여 유인작업, 단근처리 및 수분을 조절하여 영양생장을 억제하거나 비틀기 또는 환상박피를 실시하여 C/N율을 높이고, 수세를 안정시켜 화아분화를 유도하는 기술이 요구된다

절간수는 전정한 처리구에서 길게 나타나 생육이 좋았으며, 전엽기와 개화기는 비슷한 경향을 보였다.

이러한 결과는 정지전정에 의해 수형을 주간형에서 변칙주간형으로 수고를 적당히 낮추고, 생장을 촉진시켜 재배형으로 전환하는 기초연구로 활용할 수 있을 것이며, 과다결실이 예상되는 해에는 정지전정을 실시하여 결실량을 사전에 조절하고, 과다결실로 수세가 쇠약해질 경우 수세를 회복시킬 수 있을 것으로 판단된다.

2. 환상박피에 의한 수체생장과 화아분화조절

참나무의 격년결실을 방지할 수 있는 기초자료를 얻고자 지나친 영양생장을 안정시키고 생식생장으로의 전환을 위하여 환상박피를 실시하여 수체생장을 조절하고, 화아분화를 유도하는 시험을 다음과 같이 수행하였다.

가. 재료 및 방법

경사지에 군락자생하는 참나무숲에서 수세가 안정된 상수리나무를 수령별 10년생, 20년생, 30년생으로 각각 시험수를 선발하여 시기별로 환상박피를 실시하였다.

환상박피의 시기는 1996년 6월 5일부터 7월 14일까지 14일 간격으로 4회로 나누어 처리하였다.

환상박피방법은 전정톱으로 목질부가 나올때까지 환상으로 톱질을 하였으며, 시험구 배치는 분할구 배치법 3반복으로 하였다. 조사항목은 엽장, 엽폭 및 엽수등 잎의 생육상태를 조사하고, 신초장, 신초경 및 절간수 등의 가치를 생육상태 조사하였으며, 생식생장의 전환상태를 알아보기 위하여 화아수를 각각 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

환상박피가 수체생장과 화아수에 미치는 영향<표 4-4>에서 엽장과 엽폭 및 엽수는 환상박피 처리 시기간에 비슷한 경향을 보였는데, 이는 환상박피 처리시기에는 잎의 생장이 거의 이루어진 것으로 판단되며, 엽수와 절간수도 각처리 시기간 비슷한 경향을 보였으나 무처리에서 다소 증가하는 것은 영양생장이 진행되는 가을 가지의 발생 영향인 것으로 판단되었다.

수령간에는 엽폭, 신초장, 신초경 등의 영양생장에 유의적인 차이를 보였는데 이는 상수리나무의 왕성한 생장이 20~30년생에서 이루어지고 있는 것으로 사료된다.

신초경과 화아수는 6월 19일 처리구와 7월 3일 처리구에서 양호한 것으로 나타난 것으로 볼 때 시비 및 정지전정에 의해 수체생장을 좋게 한 다음 6월 하순순부터 7월 상순에 환상박피를 실시하면 수체생장은 일단 정지되고 수세가 안정되어

표 4-4. 환상박피가 수체 성장과 화아수에 미치는 영향

환상박피 시 기(A)	수령(B)	엽장(cm)	엽폭(cm)	신초장(cm)	신초경(cm)	엽수	절간수	화아수
6월 5일	10년생	35.66	109.66	35.66	1.66	5.33	4.33	1.00
	20년생	35.66	105.66	29.66	1.76	5.00	5.00	1.33
	30년생	33.33	127.66	59.66	2.06	4.66	5.33	2.00
	Mean	34.88	114.33	41.66	1.83	5.00	4.89	1.44
6월19일	10년생	37.00	110.66	35.66	2.03	5.66	5.66	1.33
	20년생	34.00	120.00	40.33	2.23	5.33	5.66	3.33
	30년생	34.33	119.33	44.33	2.06	4.66	4.66	2.66
	Mean	35.11	116.66	40.11	2.11	5.22	5.33	2.44
7월 3일	10년생	38.00	119.66	46.00	2.13	4.66	5.00	2.00
	20년생	34.66	107.00	43.66	2.23	5.33	5.33	3.00
	30년생	38.33	122.66	41.33	2.66	6.33	6.33	3.66
	Mean	36.70	116.44	43.66	2.34	5.44	5.55	2.89
7월17일	10년생	37.33	105.00	37.66	1.86	5.00	5.00	1.66
	20년생	37.66	118.00	46.66	2.03	5.00	5.00	2.33
	30년생	34.00	131.66	59.66	2.43	5.33	4.66	1.66
	Mean	36.33	118.22	47.99	2.11	5.11	4.89	1.88
무처리	10년생	31.50	112.70	35.70	1.90	5.00	5.30	1.00
	20년생	34.20	118.50	44.30	2.10	5.50	5.70	1.70
	30년생	36.80	128.20	55.20	2.18	6.80	6.80	2.00
	Mean	34.10	119.80	45.06	2.06	5.76	5.93	1.56
환상박피시기(A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
수령(B)	ns	**	*	*	ns	ns	*	
A × B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

C/N율이 증가되어 화아수를 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

환상박피시기는 봄 성장시기의 제1차 휴지기(종료기)에 들어가는 시기에 하는 것이 무처리와 비슷한 생육상태를 나타내는 반면, 화아수는 수령에 관계없이 무처리의 10, 20년생보다 2배의 화아수를 나타내었다. 7월 17일 처리구는 이미 하계 휴면이 장마 등의 기후변화로 휴면타파되어 제2차 생육개시된 것으로 사료되어 환상박피로 인한 수세회복 등의 생리적 현상으로 화아발달이 다소 감소되는 경향을 보인 것으로 사료되어 이는 추후 연구 검토되어야겠다.

제 4 절 수세조절에 의한 안정결실관리

1. 전정 및 환상박피가 수세조절에 미치는 영향

참나무는 생존능력이 강하고, 흡비력과 맹아력이 아주 좋아 우점율이 높고, 정부우세성이 강한 수종중의 하나이다. 이러한 특성으로 분포지역이 아주 넓어 우리나라 전역에 군락을 이루며 자생하고 있다. 도토리가 많이 달리는 참나무를 경제작물화 하려면 도토리의 생산성을 높이고, 격년결실을 방지하여 안정적인 다수확 생산체계가 확립하여야 할 것이다. 이와같은 목적을 달성하기 위하여 전정으로 적정한 영양생장을 이룩한 다음 환상박피를 실시하여 수세를 조절하고, 생식생장을 유도하여 안정적인 결실 관리를 유지하여야 한다. 이에 따라 참나무의 수세조절과 안정결실을 위한 전정과 환상박피시험을 다음과 같이 수행하였다.

가. 재료 및 방법

전정 및 환상박피시험은 1987년(2차년도)에 경남 진주시 명석면 소재의 경사림에 군락을 이루고 자생하는 상수리나무를 이용하였다. 시험수는 결실기에 접어든 10년생 전후의 수세안정수를 선정하였으며, 시험수 주위는 하예(下刈)작업을 실시하고, 2월하순에 각 시험수별로 전정을 실시하였다.

전정량은 시험구별 5, 10, 15kg을 전정하였고, 시험 포장 관리는 자연방임 관리하다가 환상박피를 6월 18일, 7월 2일, 7월 16일에 각각 실시하였다.

시험구배치는 분할구 배치법 3반복으로 수행하였고, 조사항목은 엽장, 엽폭, 신초장, 신초경, 절간수 및 화아수를 농사시험 연구조사기준에 따라 조사분석하였다.

나. 결과 및 고찰

전정 및 환상박피처리가 상수리 나무의 영양생장과 화아수에 미치는 결과 <표4-5> 전정량이 많을수록 수세가 강해져서 도장지와 2차지 발생이 일어나 왕성한 영양생장이 일어나는 결과를 보였으며, 화아수는 15kg 전정구 에서 강전정에 의한 왕성한 영양생장이 일어나 다소 줄어드는 경향을 보였다.

한편 전정량이 5kg으로 약전정 할 경우 잎의 영양생장은 무전정 환상박피 처리구보다 양호한 것으로 나타났고, 엽장은 무전정 무환상박피와 비슷하였으며, 엽폭은 다소 넓어지는 것으로 나타났다. 신초장, 신초경 및 절간수 등의 가지생장도

표 4-5. 전정 및 환상박피가 수세조절에 미치는 영향

전정량(A)		환상박피시기(B)	엽장(cm)	엽폭(cm)	신초장(cm)	신초경(cm)	절간수	화아수
5 kg	6월 18일		13.43	4.30	7.16	2.33	6.53	2.20
	7월 02일		13.53	4.10	9.13	2.30	7.16	2.36
	7월 16일		11.73	3.63	9.30	2.06	7.60	2.03
	Mean		12.89	4.01	8.53	2.23	7.09	2.20
10 kg	6월 18일		13.83	3.93	12.80	2.20	8.70	2.10
	7월 02일		12.70	4.13	10.26	2.36	7.30	2.43
	7월 16일		12.33	3.63	9.40	2.23	9.10	2.60
	Mean		12.95	3.89	10.82	2.26	8.37	2.38
15 kg	6월 18일		13.46	4.33	14.76	2.60	11.43	1.60
	7월 02일		13.10	4.00	10.46	2.60	9.46	1.80
	7월 16일		13.03	4.10	10.16	2.10	8.76	2.30
	Mean		13.20	4.14	11.79	2.43	9.88	1.90
무전정	6월 18일		11.16	3.50	6.43	1.76	5.70	1.40
	7월 02일		11.40	3.10	6.70	1.93	6.93	1.86
	7월 16일		11.16	2.96	7.06	1.83	5.86	1.46
	Mean		11.24	3.19	6.73	1.84	6.16	1.57
무전정 · 무환상박피			13.00	3.47	7.20	1.80	4.67	1.33
전정량(A)			**	**	**	**	**	ns
환상박피시기(B)			ns	**	ns	*	ns	ns
A × B			ns	ns	*	ns	*	ns

장도 이와 비슷한 경향을 보여 무전정 환상박피처리구 및 무전정 무환상박피보다 생장이 좋아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전정을 실시함으로 생장이 좋아지고, 여기에 환상박피를 실시하면 무전정구의 환상박피 여부에 관계없이 영양생장 및 화아수가 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 15kg의 강전정을 실시하면 잎 및 가지의 영양생장은 훨씬 좋아지나 화아수는 줄어드는 것으로 나타나 지나친 영양생장은 유목의 조기결실을 지연시키는 결과를 초래할 것으로 나타났다

이상의 결과로 볼 때 10년생 전후의 결실기에 접어든 상수리 나무에 10kg정도의 전정량으로 수형을 형성 시키고 수세를 조절하여 영양생장을 좋게한 다음 7월 2일을 전후하여 환상박피를 실시하면 신초경과 화아수를 증가시키므로 다음해의 안정결실을 유도 할 수 있을 것으로 판단되었다.

제 5 절 수확기술 개발

도토리를 경제작물화 하려면 생산성을 높이고 생산비를 낮추는 것이 가장 중요하다. 생산성을 높이는 연구에 이어 생산비용을 줄이기 위한 연구로 수확기간을 단축시키고, 저비용 동시수확이 가능한 방법으로 그물망을 설치하고 진동수확기를 활용하면 생산비를 최소화할 수 있을 것이다. 그리고 생산된 도토리의 저장기술을 개발하여 가공재료의 주년공급을 가능하게 한다면 대다수의 농산물 가공산업이 겪고 있는 가동률의 제한을 해결할 수 있을 것이다. 이에 따라 도토리의 수확과 저장에 관하여 다음과 같이 연구를 수행하였다.

1. 수확 기술 개발

가. 재료 및 방법

참나무는 수종이 다양하고, 수종별 생존특성에도 큰 차이가 있어 분포지역에

따라 수종이 다르다. 따라서 도토리의 경제작물화가 가능한 수종으로 토심이 깊은 사질토에 잘 자라는 다수성 상수리나무와 내습성이 강하여 계곡의 습지에 잘 자라는 졸참나무 및 내한성은 약하나 조경수로 많이 식재하고 있는 가시나무를 시험수종으로 선정하였다. 선정된 시험수의 수확기간을 조절하기 위하여 도토리의 착색기에 생장조절제 ethephon 39%제제인 에스렐(에세폰)을 분무 살포하였다.

처리방법 및 농도는 도토리를 중심으로 공시 가지와 잎의 전면에 분무 살포하였고, 처리농도는 시중에 판매되는 에스렐(에세폰)을 각각 100, 500, 1000, 2000 4000배액으로 희석하여 잘 저은 다음 분무기로 고루 분무 처리하였다.

조사항목 및 방법은 낙엽율, 낙과율, 착색율을 처리후 5일 간격으로 상수리, 졸참나무, 가시나무의 수확에 관하여 각각 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 상수리나무의 수확기 조절 실험

참나무류중 상수리나무의 도토리를 동시수확하여 생산비를 최소화하기 위한 기초시험으로 에스렐(에세폰)을 처리한 시험결과<표4-6> 5일에 전체처리구에서 낙엽 및 낙과는 발생하지 않았고, 도토리의 착색은 처리농도가 낮은 배수 일수록 증진되는 것으로 나타났으며, 처리후 10일에는 100배액의 고농도 처리구에서 50% 이상의 낙엽율을 보였고, 500배액의 처리구에서도 15%정도 낙엽하는 것으로 조사되어 고농도에서는 잎의 약해가 염려되었으며, 낙과율은 1000배액 이하의 고농도에서 낙과율이 60.7%~87.7%로 높은 낙과율을 보였고, 2000배액 이상의 저농도에서는 28.3~20.0의 낙과율을 보였는데, 이와 같은 경향도 무처리의 2.3%보다 현격히 높게 나타나 처리후 10일부터 효과가 나타나는 것을 알 수 있었다. 착색율도 현저한 촉진효과를 보여 무처리의 54.0%보다 전처리구에서 89.3~100%의 착색정도를 보였다.

표 4-6. 상수리 나무의 수확기 조절 실험

처리농도 (배액)	처리후 5일			처리후 10일			처리후 15일			처리후 20일		
	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율
100	0	0	32.7	54.0	87.7	100	100	100	100	100	100	100
500	0	0	33.3	15.0	77.7	100	40	97.3	100	97.3	100	100
1000	0	0	31.0	1.7	60.7	100	5.0	92.7	100	92.7	100	100
2000	0	0	28.3	0	28.0	93.3	3.3	96.7	100	96.7	100	100
4000	0	0	20.0	0	20.0	89.3	3.0	66.7	95	66.7	91.7	100
무처리	0	0	19.0	0	2.3	54.0	3.3	46.7	75	46.7	72.3	100

처리후 15일에는 낙엽율이 500배액 처리구에서 40%, 100배액 처리구에서 100%를 보여 500배액이하의 고농도는 약해가 발생하는 것으로 판단되었고, 1000 배액이상의 저농도는 무처리와 비슷한 경우를 보였으나, 낙과율은 2000배액이하의 높은 농도처리구에서 90%이상을 보였고, 4000배에서는 66.7%의 낙과율을 나타냈으며, 무처리의 46.7%보다 현저한 차이를 보여 에스텔 처리가 도토리의 동시낙과를 유도하여 생산비를 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 기대되었다.

이와 같은 결과로 볼 때 상수리나무의 도토리를 저비용 동시수확이 가능하게 하려면 그물망을 펼친 후 에스텔 1000~2000배액을 살포하고 15일후에 진동수확기를 이용하면 저비용 동시수확이 가능할 것으로 판단 되었다.

2) 졸참나무의 수확기 조절 실험

생장조절제 에스텔(에세폰)의 처리농도가 졸참나무의 수확기 조절에 미치는 영향은 표 4-7에서 보는 바와 같이 처리후 5일에 낙엽이 진행되는 것으로 나타났으며, 처리후 15일 이후에는 100배액의 고농도에서 낙엽 및 낙과가 100% 일어나

표 4-7. 졸참나무의 수확기 조절 실험

처리농도 (배액)	처리후 5일			처리후 10일			처리후 15일			처리후 20일		
	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율
100	10.7	3.7	32.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100
500	5.7	3.0	30.3	25.0	63.3	81.7	43.3	100	100	46.7	100	100
1000	0.7	2.0	23.3	3.7	46.7	56.7	4.3	86.7	91.7	7.7	100	100
2000	0.3	0.7	20.2	3.3	45.0	55.3	4.3	86.7	90.0	7.7	96.7	100
4000	0.3	0.7	20.2	2.7	40.0	46.7	2.7	76.7	80.0	6.7	91.7	100
무처리	0.3	0.7	18.3	2.3	16.7	28.3	2.3	53.3	66.7	6.7	75.0	100

는 것으로 보아 약해가 심하게 일어남을 알 수 있으며, 1000배 이상의 저농도 처리에서 낙과율은 다소 떨어지나 안전할 것으로 판단되었다.

졸참나무의 수확기술 개발은 도토리 착색기에 에스텔(에세폰)을 1000~2000 배액을 도토리를 중심으로 수관전면에 고루 살포한 다음 그물망을 설치하고, 처리한 후 10~15일에 진동기로 수확하면 생산비를 최소화 할 수 있을 것이다.

3) 가시나무의 수확기 조절 실험

우리나라 남부지역에서 정원수로 널리 심어지는 가시나무에서 결실성이 좋은 나무를 많이 발견할 수 있다. 참나무 수종중 상록수인 가시나무는 정원수로서의 높은 가치를 인정받고 있으며, 공공지역에 심어진 가시나무의 도토리도 상당한 경제적 가치가 있을 것으로 판단되어 참나무류를 경제작물화로 개발함에 있어서 다수종으로 선발한 공시수 ch-3 가시나무를 선정하여 시험한 결과는 표 4-8과 같다. 처리농도 100배액 처리에서 처리후 20일에 71.0%의 낙엽율을 보였고, 500배액에서 51.7%, 1000배액에서 15.7%의 낙엽율을 보였다. 처리일수가 경과할수록 처리구는 무처리에 비해 낙과율은 2~5배, 착색율은 2배의 효과를 나타내었다. 그러나 상록 정원수로의 낙엽현상이 일어나는 것은 약해가 심각한 것으로 판단되어 낙

표 4-8. 가시나무의 수확기 조절 실험

처리 농도 (배액)	처리후 5일			처리후 10일			처리후 15일			처리후 20일		
	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율	낙엽율	낙과율	착색율
100	0	3.3	61.0	9.3	56.0	95.0	55.0	90.0	100	71.0	100	100
500	0	0	55.0	4.0	54.3	90.0	33.3	68.3	100	51.7	100	100
1000	0	0	56.7	0	52.6	91.7	13.3	58.3	100	15.7	96.7	100
2000	0	0	52.0	0	43.3	86.7	1.7	55.0	96.7	1.7	95.0	100
4000	0	0	43.3	0	31.0	81.7	0	45.0	91.7	1.7	85.0	100
무처리	0	0	33.3	0	8.3	56.7	0	22.7	66.7	1.0	51.7	100

엽율이 낮은 2000배액 전후에서 처리하고 진동동시수확하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

2. 저장기술 개발

가. 재료 및 방법

농산물 가공업체의 가동율이 낮은 것은 가공원료의 계절적 생산으로 주년수급이 어려운 점이다. 그러므로 도토리류의 주년공급을 가능하게 하여 수요의 안정적 수급이 이루어 지도록 하여야 한다. 따라서 도토리 저장기술을 확립하기 위하여 상수리 도토리를 1997년 10월 1일 합천에서 구입하여 3일간 침수후 3일간 음건하여 노천매장, 건조저장, 저장시설 저장 및 박피건조저장을 실시하였다.

저장방법은 공기와 수분이 통과할 수 있는 P.V.C망에 2500g씩 각각 넣어 저장방법별로 3반복으로 저장하였다.

노천매장 방법은 준비된 도토리를 배수가 양호한 사질양토 30cm깊이에 도토리를 넣고 복토저장하였고, 건조저장은 통풍이 양호한 실내에서 자연건조하면서 실온에 개봉저장하였으며, 저장시설 저장은 밤 저장고를 활용하였는데 저장조건은 -1℃의 저장고에 10일간격으로 건조를 막기위한 분무를 실시하면서 저장하였다.

그리고 박피건조저장은 40℃전후의 건조실에서 건조 시킨후 박피하여 침수 탈삼하여 다시 건조실에 넣어 건조시켜 저장하였다.

나. 결과 및 고찰

도토리 저장 시험결과는 표 4-9와 같이 노천매장 5개월 저장하여 발아기인 3月初순에 굴취 파종하였으므로 최고저장기간이 5개월 정도임을 알 수 있어 가공재료의 공급을 위한 그 이상의 장기저장이 요구되었다.

저온저장고 저장은 7개월정도 신선한 저장이 가능하였으나 저장경비의 부담이 크며, 최장 7개월 이후에는 발아가 진행되어 품질이 저하되었다.

건조저장 및 박피건조저장은 도토리의 주년공급이 가능하였으며 건조저장시 바구미 피해가 우려되었고, 박피건조저장은 탈삼시켜 저장하였으므로 분말로 바로 사용할 수 있는 장기저장방법으로 도토리 가공재료의 안정공급을 할 수 있을 것으로 판단되었다.

이와 같이 도토리의 주년수요가 증가하면 원활한 공급을 위한 재배기술이 체계화 되면서 새로운 경제작물로 발전할 수 있을 것으로 확신한다.

표 4-9. 도토리(상수리) 저장 실험

처리방법	5개월 저장	10개월 저장	저장기간	비 고
노천 매장	2423.3 g	0	5	3/2 굴취파종
건조 저장	1335.3 g	1335.0 g	10	박피사용함
저장고 저장	2491.7 g	2356.7 g	7	5/2 발아
박피 건조 저장	1035.3 g	1035.0 g	12	분말 사용함

제 6 절 적 요

도토리의 수요량 증대에 대비한 대량 생산체계를 확립하기 위하여 육성된 우량 수종을 식재하고 경제 작물화하기 위한 저비용 다수확 재배기술의 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 이식묘의 활착 및 초기생육을 증진하기 위하여 이식묘의 근부를 생장조절제 IBA에 침적 처리후 식재하면 측근의 발달이 좋아 활착 및 초기생육이 양호하였다.
- 2) 전정 및 단근처리가 이식묘 생육에 미치는 결과는 주간장 및 주근장의 길이를 20~30cm로 전정한 다음 뿌리부위를 IBA 500 ppm에 침적하여 식재하면 식상을 줄이고 근군의 분포 및 활착을 좋게 하였으며, 지상부의 생장과 가지수가 증가하여 도토리의 재배 작물화 및 수형 구성에 좋은 것으로 판단되었다.
- 3) 수체 생장 및 화아분화조절을 위한 정지전정 및 환상박피의 효과는 휴면기에 수령별로 적정량을 전정하면 수형과 수체생장이 조절되고, 6월하순부터 7월상순에 환상박피를 실시하면 화아수를 증가 시킬수 있었다.
- 4) 수세 조절에 의한 안정결실 관리를 위하여 결실 초기인 10년생 상수리나무를 10kg정도 전정하여 수형과 수세를 조절하고, 7월초에 환상박피를 실시하면 수세가 조절되어 화아수를 증가시켜 안정결실을 유도할 수 있었다.
- 5) 수확기술을 확립하기 위한 시험결과 참나무의 도토리는 에스텔(에세폰) 1000~2000배액을 도토리를 중심으로 수관전면에 분무한 후 그물망을 설치하고 처리후 10~15일에 진동수확으로 저비용 동시수확이 가능하였다.
- 6) 도토리의 저장에 관한 연구결과는 노천매장은 3월초까지 5개월 저장할 수 있고, 저온 저장고 저장은 5월초까지 7개월 저장이 가능하였으나 발아로 가공재료의 품질이 떨어졌으며, 건조저장과 박피건조저장은 장기저장법으로 가공재료의 주년공급이 가능하였다.

참고문헌

1. 안상열, 박상현, 채윤석. 1998. 도토리 과수화 가능수종의 특성에 관한 연구. 진주산업대학교 농업기술연구소보. 11 : 113~119
2. Benson, L. 1957. Plant Classification. D. C. Health and Co. Boston.
3. Galletta, G.J. and D.G. Himelrick. 1990. Small fruit crop management.
4. 한국국립공원협회. 1979. 지리산국립공원식물 자원조사. 건설부. 382pp.
5. 홍병주, 이해중. 1975. 도토리의 사료 이용성에 관한 시험. 한국축산학회지. 17(4). 423~431.
6. 홍순범 외 1971. 우량품종으로 선발된 나무딸기 7계통의 특성에 관하여. 농시연보. 14:49~55.
7. 黃 增. 1977. 智異山 참나무類의 葉形變異에 關한 考察. 慶尙大 論文集. 16:63~66.
8. 고광출. 1974. 한국산 야생 개암과실의 특성에 관한 연구. AID 연구보고서.
9. ———. 1993. 뽕나무 과실의 과수화와 이용기술연구-뽕나무 과수화 기초연구. 농촌진흥청.
10. ———. 1994. 뽕나무 과실의 과수화와 이용기술연구-뽕나무 과실의 양질다수와 이용기술연구(1). 농촌 진흥청.
11. 김창식, 신응태. 1975. 한국산 도토리의 이용에 관한 연구. 산업미생물학회지. 3(1). 17~22.
12. 김정옥, 이만정. 1976. 도토리 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지. 8(4). 230
13. 김기현. 1982. 도토리 tannin 성분에 관한 연구. 약학연구지. 16(1). 1~3.
14. 김삼식, 이정환. 1990. 지리산의 관속식물상과 특산식물, 경상대학교 농과대학부속 연습림연구 보고 1 : 81~138.

15. 김성희, 윤남천, 임광식. 1991. 굴참나무 열매의 steroid 및 그 배당체 성분. 부산대학교 약학연구지. 25(2). 5~9.
16. 김영권. 1988. 동결건조에 의한 농산가공물(도토리묵)의 건조. 충북대학교 석사학위논문.
17. 김영아, 이혜수. 1985. 도토리묵의 물리적 특성. 한국식품과학회지. 17(5). 345~349.
18. 金永模, 盧銀雲. 1993. 상수리나무의 生殖生長과 polyamines의 含量變化. 林育研報 29:140~149.
19. 金永模, 韓相敦. 1993. 상수리나무 果實 및 잎의 時期別 成分量變化. 林育研報 29:150~155.
20. 金永模. 1995. 韓國 상수리나무 集團의 形態的, 生理的 特性 및 遺傳變異에 관한 研究. 江原大 學校 博士學位 設文. 111pp.
21. 金智文, 權琦遠, 文興奎. 1984. 참나무 天然集團의 氣孔形質變異. 韓林誌. 66:82~94.
22. ———, ———, ———. 1985. 참나무 天然集團의 葉形質變異. 韓林誌. 66:82~94.
23. 이경구, 이경학. 1986. 경기도 광주지방 참나무림에서의 굴참나무와 신갈나무의 생장에 관한 연구. 서울대학교 연습림 보고서 22:29~32.
24. 이경재, 조재창, 류창희. 1990. Classification 및 ordination방법에 의한 용문산 삼림의 식물군 집구조분석. 한국식물학회지 33(3):173~182.
25. ———, ———, 우중서. 1989. Ordination 및 classification방법에 의한 가야한 지구의 식물군 집구조분석. 응용생태연구3(1):28~41.
26. ———, ———, 이봉수, 이도석. 1990. 광릉 삼림의 식물군집구조 (I)-Classification 및 ordination방법에 의한 소리봉지역의 삼림군집구조 분석. 한국임학회지 79(2):173~186.

27. 林美榮. 1969. 有用樹木圖說(林木編). 成文堂 新光社. 193~224.
28. 林業科學技術振興所. 1985. 有用廣葉樹 知識. 太平社. 110~155.
29. 임경빈, 변능삼. 1986. 한국에 있어서의 도토리 가공과 저장에 관한 연구. 한국 식품과학회지. 1. 67~85.
30. 임업연구원. 1988. 참나무 자원의 종합이용에 관한 연구(I). 과학기술처 226pp.
31. 林業研究院. 1988. 참나무 資源의 綜合利用 開發에 關한 研究(I). 科學技術處 307pp.
32. 林業研究院. 1989. 참나무 資源의 綜合利用 開發에 關한 研究(II). 科學技術處 307pp.
33. 林業研究院. 1990. 참나무 資源의 綜合利用 開發에 關한 研究(III). 科學技術處 449pp.
34. 織田春紀, 河野耕藏, 奥山和彦, 榮花茂. 1991. コナラ屬における葉の形態の遺傳形態に.
35. 박승미. 1993. 도토리 탄닌의 추출물과 견직물에 대한 처리효과. 부산대학교 석사학위논문.
36. 박인협. 1985. 백운산지역 천연림 생태계의 조림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문. 49pp,
37. ———, 최영철, 조우. 1991. 지리산국립공원 화엄사 계곡 및 피아골 계곡의 삼림군집 구조에 관한 연구-classification 및 ordination방법에 의한 식생분석. 응용생태연구 5(1):42~53.
38. 신응태. 1974. 한국산 도토리의 이용에 관한 연구. 동국대학교 석사학위논문.
39. 유재은, 송호경. 1989. Classification과 ordination에 의한 치악산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 7:1~8.
40. 윤명환> 1989. 도토리를 이용한 폐액중 우라늄 회수에 관한 연구. 한국에너지 연구소보.

제 5 장 경제성 분석

제 1 절 서 론

이 연구는 도토리 가공식품의 대중 소비단계를 실현하고 도토리가 새로운 고부가가치 대체 작목으로 부상케 하려는데 최종적인 목적이 있다. 도토리 가공식품의 대중 소비단계가 실현되면 도토리 공급을 기존의 채취형 생산 및 수입에 의존하는 방법으로는 공급량, 품질 등의 측면에서 한계에 직면할 것이다. 따라서 양질의 도토리를 대량 공급하려면 도토리를 국내에서 재배하는 수 밖에 없을 것이다.

그에 따라 이 장의 경제성 분석 목적은 도토리를 재배하는 것이 농가 입장에서나 국민경제적 입장에서 경제적 타당성이 있는가의 여부를 입증하려는데 있다.

이 장의 연구 내용은 도토리 수급현황 분석, 수급 결정요인 분석 및 수급전망, 도토리 재배의 경제적 파급 효과 분석 등 세 가지의 분석 항목으로 구성하였다. 먼저 도토리의 수급현황 분석에서는 참나무의 경제적 가치를 목재 이용 부분과 종실 이용 부분으로 구분하여 분석하였으며 도토리의 수급 추세를 시계열 분석하였다. 또한 도토리의 해외시장 현황을 분석하였고, 국내산과 해외산 사이의 가격 추세를 비교 분석하였다.

도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망에서는 수요모형과 공급모형을 설정하여 모형의 추정과 검정 과정을 거친 다음 수요-공급 결정 요인별 탄성치를 분석하였다. 또한 수급모형의 추정 결과를 이용하여 수요량 및 공급량을 전망하였다. 도토리 재배의 경제적 파급 효과는 도토리의 10a당 단수 및 농업조수입을 추정한 다음 도토리 재배의 농산물 시장규모 증대효과, 대체작물 부상 효과, 농지 이용율 제고 효과 등의 농업경제 파급 효과를 분석하였다. 그 다음 도토리 재배의 수입대체효과와 도토리 재배의 공익적 기능을 추정함으로써 국민경제 파급 영향을 분석하였다.

도토리의 수급현황 분석 방법으로는 참나무와 도토리의 경제적 이용 용도의 경우 문헌조사 방법을 통하여 분석하였고 수급 추세, 해외시장 현황, 가격추세 등은 통계 자료를 수집하여 분석하였다. 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망을 위한 수요모형과 공급모형은 단일방정식 모형으로 설정하였고, 최소자승법(OLS)에 의해 추정된 다음 통계적 방법에 의해 유의성과 적합성을 검정하였다. 모형의 추정 결과를 이용하여 수요-공급 결정 요인별 탄성치를 산출하였다. 그 다음 추정된 수요모형과 공급모형을 이용하여 수요량과 공급량을 전망하였다. 수요량 전망의 경우 가공식품 개발을 통하여 적극적으로 수요를 창출하는 것을 가정하여 두 가지의 시나리오 설정에 의한 전망 방법을 병행하였다.

도토리 재배의 농업경제 파급 효과 분석을 위한 도토리의 10a당 단수는 표본을 설정하여 조사하였으며, 도토리의 10a당 농업조수입은 단수에 가격을 곱하여 추정하되 가격이 현재 수준으로 유지되는 경우와 국내산 공급량 증가에 따라 가격이 하락하는 경우의 두 가지 방법으로 추정하였다. 농산물 시장규모 증대 효과, 대체작물 개발 효과 및 농지 이용률 제고 효과는 수요량과 공급량의 전망치를 이용하여 생산액, 재배면적, 농가 수 등을 추정함으로써 분석하였다. 도토리 재배의 국민경제 파급 영향은 수입대체효과의 경우 수입 절감액을 산출함으로써 분석하였고, 비교역적 효과는 농림업의 공익적 기능에 관한 기존 연구 결과로부터 추정하였다.

제 2 절 도토리 수급현황

1. 도토리 이용 현황

참나무의 경제적 가치는 목재의 이용 부분과 종실의 이용 부분으로 구분할 수 있다. 문헌 조사에 의해 목재 자체의 이용 용도를 검토한 결과 참나무는 농기구에 서부터 가구의 재료에 이르기까지 다양하게 사용되어 온 것으로 나타났다<표

5-1>.

국내에서는 팽이자루, 삼자루 등의 소도구 재료로 이용되기도 하였으며 지게, 쟁기, 쓰레 등과 같은 농기구 재료로도 활용되었다. 또한 장작, 참숯 등과 같은 연료로서도 중요하게 이용되었고 물방아 굴대, 절구공이 등의 재료로 이용되기도 하였다. 참나무는 가구의 생산 요소로 이용되기도 하였는데 그 대표적인 예로는 찬장, 책상, 장농 등을 들 수 있다. 참나무의 껍질은 병마개 원료로 사용되어 왔으며 수피의 물은 염료 원료로 이용되기도 하였다.

참나무는 외국에서도 다양한 용도로 사용되어 왔다. 포르투갈, 스페인, 알제리아 등에서 코르크 생산 원료로 투입해 왔으며 독일에서는 건축재 및 가구재, 고급 무늬목 등의 원료로 사용하고 있다. 영국에서는 전함 등의 선박 건조용 재료로 활용되기도 하였으며 건축용 들보 재료로 사용되기도 하였다. 또한 참나무는 위스키 숙성에 사용하는 오크통의 원료로서도 인기가 높은 재목이며, 악기 제작에 사용되기도 하였다. 구 소련 등에서는 펄프 원료로 사용되기도 하였다.

그러나 경제가 발전하고 신기술이 개발됨에 따라 산업용재로서 참나무를 이용하는 범위는 점점 축소되어 왔으며 현재는 일부 용도로만 이용되고 있다. 반면 참나무의 종실인 도토리 이용 용도는 큰 변화를 나타내지 않고 있다.

표 5-1 참나무의 이용 용도

국 내	국 외
팽이자루, 삼자루, 망치자루, 지게, 쟁기, 쓰레, 찬장, 책상, 장농, 물방아 굴대, 절구공이, 장작, 병마개, 참숯(흑탄, 백탄), 펄프 원료, 표고버섯의 지목, 염료(수피의 물), 악기 제작재(거문고의 뒷판, 가야금의 뒷판 등)	코르크(포르투갈, 스페인, 알제리아), 건축 및 가구재(독일), 고급 무늬목(독일), 전함 및 선박 건조용재(영국), 건축용 들보(영국), 오크통 제조(위스키 숙성용), 악기 제작재(플루트, 오르간 등), 펄프 원료(구 소련)

자료 : 임주훈 편, 「참나무와 우리 문화」, 숲과 문화 연구회, 1996.

이 연구의 경제성 분석 대상인 도토리의 이용 용도는 크게 식품 원료로서의 용도와 식품 이외의 이용 용도로 구분할 수 있다<표 5-2>. 먼저 도토리를 식용으로 이용한 역사를 보면 이미 선사시대부터 다양하게 이용되어 온 것으로 나타났다. 도토리는 상수리 쌀 혹은 상수리 밥으로 이용되기도 하였으며 묵, 만두, 수제비, 떡 등 다양한 식품의 원료로 사용되어 왔다. 북미의 인디언들은 도토리 녹말을 이용한 죽을 섭취하기도 하였다. 또한 이탈리아, 스페인 등의 지역에서는 빵, 과자, 죽 등을 제조하는데 도토리 분을 사용하였다.

현재는 주로 묵, 도토리 국수 등의 원료로 이용되고 있으며 소비자들이 직접 묵을 제조할 수 있는 도토리 분의 생산에도 이용되고 있다. 중국에서는 도토리 냉면의 원료로 투입되고 있으며, 일본에서는 방부제 대신 도토리를 첨가하는 도토리 빵의 생산에 투입되기도 한다.

현장 조사와 식품 가공기업에 대한 설문조사 결과 앞으로 개발 가능한 도토리 식품은 건조 묵, 도토리 빵 등이 유력한 것으로 나타났다. 또한 도토리의 공급이 충분하다면 현재 소비되는 다수의 밀가루 제품에 도토리를 첨가하게 될 가능성이 높은 것으로 조사되었다.

제 2장의 “가공식품 개발 연구 분야”에서 도토리 첨가 식품을 개발하여 판능검사를 실시한 결과 도토리 카스테라, 도토리 국수, 도토리 과자, 도토리 우동, 도토리 떡 등이 좋은 반응을 얻은 것으로 나타났다.

도토리는 식품 이외의 용도로도 다양하게 이용되어 왔다. 그 중 가장 대표적인 것이 사료용이다. 한국의 경우 산림에 산재되어 있는 참나무 숲에서 떨어지는 도토리가 산돼지, 곰, 다람쥐 등과 같은 야생동물의 먹이로 이용되고 있다. 미국에서 노루 먹이의 50%, 다람쥐 먹이의 70%가 도토리로 충당되고 있다는 추정 결과를 감안하면 한국에서도 도토리가 야생동물을 보존하는데 크게 기여했다는 것을 알 수 있다. 독일에서는 18세기까지 도토리를 사료로 활용함으로써 돼지를 사육하기 위하여 참나무 숲을 조성하였는데 6천ha의 숲에 돼지 20천마리를 수용할 수 있었다고

한다. 프랑스에서도 참나무 숲을 멧돼지 방목용으로 활용했으며, 영국에서는 사냥용 사슴 및 멧돼지의 보호를 위하여 참나무 숲을 중요시했다고 한다.

표 5-2 용도별 도토리 이용 현황 및 제품 개발 가능성

	식 품	식 품 이 외
과거의 이용실태	<ul style="list-style-type: none"> · 목, 만두, 수제비, 떡, 빈대떡 · 상수리 밥, 상수리 쌀 · 도토리 죽 (북미 인디언, 이탈리아, 스페인) · 빵, 과자 쿠키대용(이탈리아, 스페인) 	<ul style="list-style-type: none"> · 사료 한국 : 산돼지, 곰, 다람쥐 등의 먹이 독일 : 돼지 사육용 참나무 숲 조성 미국 : 노루 먹이(50% 총당), 다람쥐 먹이(75% 총당) 영국 : 사냥용 사슴 및 멧돼지 보호용 참나무 숲 증식 프랑스 : 멧돼지 방목용 참나무 숲 활용 · 햄, 소세지 등의 장기보관 첨가제(탄닌 성분) · 향료(탄닌 성분) · 약용재(설사, 치질, 진통, 지혈 등)
현재의 이용실태	<ul style="list-style-type: none"> · 목, 도토리 국수, 도토리 분(목 제조용) · 도토리 냉면(중국) · 도토리 빵(일본 : 방부제 대신 첨가) 	<ul style="list-style-type: none"> · 사료 생산 : 가공 부산물 이용한 사슴 사료, 기타 보조 사료 · 수렵장(참나무 숲) · 산업원료 이용 : 중금속 처리제 · 의약품 원료, 건강 보조제
향후 이용 가능성	<ul style="list-style-type: none"> · 건조 목 · 도토리 빵 · 기타 도토리 첨가형 식품 	<ul style="list-style-type: none"> · 황산화제 · 항균성 물질
개발실험 완료제품	<ul style="list-style-type: none"> · 카스테라 · 국수 · 과자 · 우동 · 떡 · 도토리 음료수 	

주 : 과거 및 현재의 이용 실태, 향후 이용 가능성 등은 참고문헌 검토 및 식품가공산업 조사 결과를 종합 정리한 것임. 또한 개발 실험 완료 제품은 이 연구의 “가공식품 개발 연구 분야”에서 실험한 결과를 요약한 것임.

자료 : 임주훈 편(1996), 임목육종연구소(1995), 정동호 외(1995), 김영명 외(1986), 辻稜三(1986)

한편 도토리의 탄닌 성분은 향료로 이용되기도 하며 햄, 소세지 등과 같은 식품의 저장성을 제고하기 위한 첨가제로도 이용된다. 또한 도토리는 약용재로서도 활용되는데 그 이유는 도토리에는 유지방, 크에르사이트린 등 여러 가지 성분이 함유되어 있어서 설사, 치질, 진통, 지혈 등에 효과가 있기 때문이다.

앞으로 도토리는 식품 가공 부산물을 이용한 사슴 사료, 기타 보조 사료 등의 원료로 투입될 가능성이 있는 것으로 조사되었으며 의약품 및 건강 보조제의 원료로도 활용될 수 있을 것으로 추정된다. 또한 참나무 숲을 조성하여 수렵장으로 활용하는 방안도 모색해 볼 수 있을 것이다. 도토리를 우려낸 물은 중금속을 정화시키는 작용을 하는 것으로 보고되고 있으므로 중금속 처리제와 같은 산업용 원료로도 이용 가능성이 있을 것이다. 이 연구의 “가공식품 개발 연구 분야”에서 실험한 결과에 의하면 도토리는 황산화제의 원료로 이용될 수 있으며, 도토리로부터 향균성 물질을 추출하여 산업원료로 활용할 수 있을 것으로 나타났다.

2. 수급 현황

도토리는 국내산의 경우 임야에서 채취된 상태의 종실 형태로 유통되며, 무역은 박피 건조된 형태와 전분 형태(도토리 분)의 두 가지 형태로 이루어진다. 따라서 도토리의 수급 추세를 분석하려면 이 세 가지 형태를 동일한 기준의 중량으로 환산해야 한다. 이 연구에서는 도토리의 수급량을 모두 원래의 종실 형태로 집계되는 국내 생산량 기준으로 환산한 후 수급 추세를 분석하였다.

소비량 산출에 필요한 수출입량의 경우 건조 박피 상태의 도토리는 원료 중량에서 차지하는 내피 및 외피 중량 비율(21%)과 수분 함유 중량에서 차지하는 건조 중량 비율(53.5%)¹⁾을 적용하여 국내 생산량 기준으로 환산하였다. 또한 도토리 분의 수출입량은 수율(15%)²⁾ 자료를 이용하여 생산량 기준으로 환산한 후 소비량

1) 도토리 중량 중 내피 및 외피의 중량 비율과 (건조 중량/수분함유 중량) 비율 자료는 이 연구의 실측치임.

산출에 이용하였다.

여기서 주의할 것은 수입되는 도토리 분의 품질은 100% 전분이 아니라 전분 성분이 83 ~ 84% 정도에 불과하다는 점이다. 그 이유는 도토리 분을 수입하는 경우 전분 성분이 목 제조에 적합한 88% 이상이 되면 수입 관세가 800%나 되므로 수입상이 관세 부담을 경감하기 위하여 전분 성분이 87% 이하인 제품만 수입하기 때문이다. 그러나 여기서는 도토리 분의 수입량을 100% 전분 성분이라고 가정하고 도토리 기준으로 환산하였다. 왜냐하면 도토리 식품을 제조하는 경우 도토리 분의 수입량에서 전분 이외의 성분을 추출해 내고 투입하는 것이 아니라 수입된 상태 그대로 투입하기 때문이다.

수급 추세 분석에 사용한 자료는 국내 생산량의 경우 산림청의 「임업통계연보」에 발표되는 생산통계를 이용하였고, 형태(도토리 및 도토리 분)별 무역량은 관세청의 「무역통계연보」에 발표되는 수출입량 자료를 이용하였다. 국내 생산량에서 수입량과 수출량을 가감하여 총소비량을 산출하였으며, 이것을 인구로 나누어 1인당 소비량을 산출하였다. 이와 같은 방법으로 도토리의 수급 추세를 분석한 결과는 <표 5-3>과 같다.

도토리의 국내 생산량은 1983년에 2,850톤으로서 정점을 이룬 후 계속 감소하는 추세를 나타내고 있다. 1980년대에는 생산량이 2천톤 내외 수준을 유지하였으나 1990년대에는 2천톤 미만 수준으로 감소하여 현재는 1.5천톤 내외 수준에 머물고 있다. 생산방법이 전통적 채취형에 의존되고 있으며 참나무가 전국 임야에 산재되어 있으므로 특별한 주산지가 있는 것이 아니라 전국적으로 고른 생산 분포를 나타내고 있다.³⁾

국내 소비량은 1990년까지 5천톤 미만 수준에 머물고 있었으나 1991년에 큰 폭의 소비 도약단계를 거친 후 급격하게 증가하는 추세를 나타내고 있다. 도토리의

2) 수율이란 도토리를 도토리 분으로 가공하는 경우의 중량 비율을 의미하며, 수율 자료는 경북 안동군 신평농업협동조합 도토리 가공공장의 실측치임.

3) 이러한 사실은 도별 통계 혹은 시군별 통계를 검토하면 확인되는 내용으로서 구체적 자료 제시는 생략하였음.

국민 1인당 소비량 역시 1991년부터 크게 증가하여 1997년 현재의 1인당 소비량은 875.6g인 것으로 나타났다.

1997년의 1인당 도토리 소비량을 과일류의 그것과 비교해 보면 사과 1인당 소비량의 6.2%에 불과한 수준이나 배의 15.6%, 복숭아의 27.4%에 해당하는 수준이다. 또한 식품 분류상 도토리가 속한 견과류의 소비량과 비교해 보면 밤 1인당 소비량의 67.6%에 해당하며 호도의 소비량보다는 22.8배나 많은 수준이다. 따라서 도토리도 이제는 중요한 식품으로 부상하고 있다는 것을 알 수 있다.

국내 생산량이 감소하는 반면 소비량이 급격히 증가하기 때문에 1988년부터 도토리가 수입되기 시작하였으며, 그 이후 수입량은 빠른 속도로 증가하는 추세를 나타내고 있다. 도토리가 최초로 수입되기 시작한 1988년에는 수입량이 박피 건조 형태의 중량 기준으로 38톤에 불과하였으나 1991년에는 6,600톤, 1997년에는 9,457톤으로 크게 증가하였다. 1993년부터는 도토리 분(粉)도 수입되었는데 도토리 분의 수입량 역시 빠른 속도로 증가하여 1997년에는 전분 중량 기준으로 2,470톤을 나타내었다. 이와 같이 도토리의 수입량이 크게 증가할 수 있었던 배경은 1990년부터 주 수입선인 중국과 한국 사이의 교역이 부분적으로 직접교역 형태로 변화하였고 1992년 8월 24일 한·중 수교가 이루어졌기 때문이다.

한편 도토리의 수출 실적은 극히 미미한 수준에 불과한 것으로 나타났다. 1996년에 355톤을 수출한 것이 가장 큰 실적이며 그 외의 기간에는 수출량이 전무하거나 100톤 미만을 수출하는데 그친 것으로 나타났다. 1994년부터 1996년 사이에는 소량의 도토리 분을 수출하기도 하였다.

이와 같이 도토리의 국내 소비량은 크게 증가하는 반면 국내 생산량이 계속 감소함에 따라 도토리의 자급률이 크게 하락하였다. 1987년까지는 자급률 100%를 달성하였으나 1988년부터 계속 하락한 결과 1997년 현재의 자급률은 4.1%에 불과한 것으로 나타났다. 1997년의 도토리 자급률은 1997년의 두류 자급률 8.6%보다도 낮은 수준이다. 두류의 자급률이 8.6%까지 하락하는데 30년 이상의 기간이 소요된 것에 비해 도토리의 자급률이 불과 10년만에 4.1%까지 하락하였다는 것은 수요 증

가에 대응하는 국내산 공급 정책이 전무하였다는 것을 의미한다.

표 5-3 연도별 도토리 수급 추세

	생산량 (M/T)	수입량(M/T)		수출량(M/T)		소비량 (M/T)	자급률 (%)	1인당소비 량 (g/년)
		도토리	도토리 분	도토리	도토리 분			
1976	930	-	-	-	-	930	100.0	25.9
1977	1,296	-	-	-	-	1,296	100.0	35.6
1978	1,477	-	-	25	-	1,418	104.2	38.4
1979	1,272	-	-	30	-	1,201	105.9	32.0
1980	1,018	-	-	-	-	1,018	100.0	26.7
1981	1,297	-	-	3	-	1,290	100.5	33.3
1982	1,887	-	-	43	-	1,785	105.7	45.4
1983	2,850	-	-	42	-	2,751	103.6	68.9
1984	2,101	-	-	83	-	1,905	110.3	47.1
1985	2,090	-	-	-	-	2,090	100.0	51.2
1986	1,953	-	-	-	-	1,953	100.0	47.4
1987	2,258	-	-	-	-	2,258	100.0	54.3
1988	2,234	38	-	2	-	2,319	96.3	54.6
1989	2,310	469	-	-	-	3,420	67.5	80.6
1990	1,657	1,327	-	-	-	4,797	34.5	111.9
1991	1,643	6,600	-	2	-	17,254	9.5	398.8
1992	1,740	6,150	-	-	-	16,291	10.7	373.1
1993	1,695	4,288	449	-	-	14,834	11.4	336.7
1994	2,033	6,301	1,882	9	4	29,440	6.9	662.3
1995	1,621	3,467	2,132	2	41	23,759	6.8	529.7
1996	1,433	4,526	1,610	355	83	21,482	6.7	474.8
1997	1,663	9,457	2,470	99	-	40,271	4.1	875.6

주 : ① 생산량은 산림청의 「임업통계연보」 자료로, 도토리 및 도토리 분의 수출입량은 관세청의 「무역통계연보」 자료를 이용하였으며 소비량은 수출입량을 국내산 생산량 기준의 증량으로 환산한 다음 산출하였음.

② 자급률(%) = 국내 생산량/국내 소비량 × 100.

3. 해외시장 현황

관세청의 「무역통계연보」에 발표되는 국별 수출입 통계를 이용하여 도토리 및 도토리 분의 수출입 시장을 분석한 결과는 <표 5-4>와 같다. 한국에서 극히 소량

을 수출하고 있는 도토리의 수출시장은 중국, 일본, 미국 등이며 도토리 분의 수출시장은 중국과 일본 정도에 국한되어 있다. 또한 도토리 분의 수입시장도 중국과 일본에 국한되어 있다. 그러나 한국이 도토리를 수입한 실적이 있는 나라는 10개국 이상에 달하는 것으로 나타났다. 이와 같이 도토리의 수입시장이 상당히 다양한 것으로 나타났으나 한국과 중국 사이의 직접 교역이 실질적으로 가능해진 1991년부터는 도토리의 수입을 거의 대부분 중국에 의존하고 있다<표 5-5>.

표 5-4 도토리의 수출입 시장 현황

수 입 시 장		수 출 시 장	
도토리	도토리 분	도토리	도토리 분
중국, 남아프리카공화국, 일본, 스위스, 아르헨티나, 태평양군도(미국령), 오스트레일리아, 대만, 우즈벱, 미얀마, 터어키, 기타	중국, 일본	중국, 일본, 미국	중국, 일본, 기타

자료 : 관세청, 「무역통계연보」, 각 연도.

표 5-5 도토리 및 도토리 분의 국별 수입비율 추세

(단위 : %)

	도토리				도토리 분		
	중 국	남아공	기 타	계	중 국	일 본	계
1988	-	-	100.0	100.0	-	-	-
1989	-	-	100.0	100.0	-	-	-
1990	-	-	100.0	100.0	-	-	-
1991	96.1	-	3.9	100.0	-	-	-
1992	96.7	-	3.3	100.0	-	-	-
1993	99.5	0.5	-	100.0	100.0	-	100.0
1994	99.4	0.6	-	100.0	100.0	-	100.0
1995	92.7	5.7	1.6	100.0	100.0	-	100.0
1996	82.4	14.9	2.7	100.0	98.9	1.1	100.0
1997	87.9	8.1	4.0	100.0	100.0	-	100.0

자료 : 관세청, 「무역통계연보」, 각 연도.

국별 수입 점유율 추세를 보면 1991년부터 1995년까지는 중국의 점유율이 90%를 상회하였고 나머지는 남아프리카공화국을 비롯한 기타 나라에서 수입된 것으로 나타났다. 1996년부터 중국으로부터의 수입 점유율이 하락하는 반면, 남아프리카공화국의 점유율이 증가하는 현상이 뚜렷이 나타나고 있다. 1997년에는 우즈벡 등의 구 소련 지역과 미얀마, 터키 등에서도 도토리를 수입함으로써 수입선이 다변화되고 있음을 알 수 있다. 도토리 분의 경우 일본으로부터 1.1%가 수입된 1996년을 제외하고는 중국의 점유율이 100%를 차지하고 있다.

4. 가격 추세

도토리의 국내산 가격은 1988년에 1995년 기준 불변가격으로 kg당 1,398원이었으나 연평균 7.45%의 증가율을 나타내어 1997년에는 2,734원으로 상승하였다<표 5-6>. 국내산 도토리의 가격 추세는 지속적으로 상승한 것이 아니라 1995년에 2,885원이 될 때까지 계속 상승하다가 1996년부터는 소폭 하락하는 방향으로 그 추세가 반전되고 있다. 도토리의 국내 생산량이 감소하는데도 불구하고 국내산 가격이 최근에 하락하는 것은 도토리와 도토리 분의 수입량이 크게 증가하는데 기인한다.

도토리의 수입가격은 1991년 이후 하락하다가 1995년부터 다시 상승하고 있으며 도토리 분의 수입가격은 계속 상승하는 것으로 나타났다. 도토리 수출가격의 경우 1995년까지는 일본에 소량을 수출하면서 상당히 높은 가격을 수취하였으나 1996년 이후에는 정상적인 세계시장 가격 수준을 나타내고 있다. 도토리 분의 수출가격 변화 추세는 수입가격의 그것과 비슷한 양상을 나타내고 있다.

도토리의 국내산 가격을 주요 수입선의 국별 수입가격과 비교한 결과는 <표 5-7>과 같다. 1993년에 수입된 중국산 도토리의 수입가격은 1995년 불변가격 기준으로 kg당 101원으로서 국내산 가격의 4.0% 수준에 불과하였다. 그러나 중국산의

국내산 가격 대비 상대가격 비율은 계속 상승하는 추세를 나타내었고 그 결과 1997년에는 9.0%까지 상승하였다.

표 5-6 도토리 및 도토리 분의 수출입 가격 추세

(단위 : 원/kg, 1995년 기준 불변가격)

	국내산 도토리 가격	수 입 가 격		수 출 가 격	
		도토리	도토리 분	도토리	도토리 분
1988	1,398	241	-	2,719	-
1989	1,578	146	-	-	-
1990	1,853	142	-	-	-
1991	2,275	176	-	1,754	-
1992	2,325	163	-	-	-
1993	2,494	101	1,310	-	-
1994	2,538	95	1,011	1,365	848
1995	2,885	129	1,021	2,122	1,123
1996	2,827	229	2,113	145	1,138
1997	2,734	237	2,010	188	-

주 : 국내산 도토리 가격은 생산자가격(=생산액/생산량)이며 수입가격은 C.I.F.가격(정상도착가격), 수출가격은 F.O.B.가격(본선인도가격)임. 수입가격과 수출가격은 모든 수출입국의 평균치임. 도토리의 수출입가격은 국내산 도토리 중량 기준으로 환산한 것임.

자료 : 산림청, 「임업통계연보」, 각 연도.

관세청, 「무역통계연보」, 각 연도.

표 5-7 도토리의 국내산 가격과 국별 수입가격 비교 결과

(가격 단위 : 원/kg, 1995년 기준 불변가격)

	국내산 가격	수 입 가 격		가 격 비		
		중 국	남아공	국내산	중 국	남아공
1993	2,494	101	70	100.0	4.0	2.8
1994	2,538	94	238	100.0	3.7	9.4
1995	2,885	124	186	100.0	4.3	6.4
1996	2,827	238	177	100.0	8.4	6.3
1997	2,734	245	200	100.0	9.0	7.3

주 : 국내산 도토리 가격은 생산자가격(=생산액/생산량)이며 수입가격은 C.I.F.가격(정상도착가격), 수출가격은 F.O.B.가격(본선인도가격)임. 수입가격은 국내산 도토리 중량 기준으로 환산한 가격임.

자료 : 산림청, 「임업통계연보」, 각 연도.

관세청, 「무역통계연보」, 각 연도.

남아프리카공화국산의 수입가격은 1994년에 국내산 가격의 9.4% 수준이었으나 그 이후 계속 하락하다가 1997년에 소폭 상승하는 추세를 나타내고 있다. 중국산과 남아공산의 수입가격을 비교해보면 1994-95년에는 남아공으로부터의 수입가격이 중국산보다 더 높았으나 1996-97년에는 중국산이 더 비싼 것으로 나타났다.

한편 중국산에 대하여 도토리 수입가격과 도토리 분 수입가격을 비교한 결과는 <표 5-8>과 같다. 이 때 두 가지 형태의 수입가격을 동등 단위로 비교하기 위하여 도토리 수입가격을 도토리 분 가격 기준으로 환산하였다. 중국산에 대해서만 이러한 분석을 시도한 이유는 도토리과 도토리 분이 동시에 수입되는 국가는 중국이 유일하기 때문이다.

1993년의 경우 도토리 1kg의 수입가격 101원을 도토리 분 1kg 기준 가격으로 환산하면 673원이 된다. 그런데 같은 해에 도토리 분 1kg의 수입가격은 1,310원이었으므로 도토리 분 수입가격이 도토리 수입가격의 1.9배나 되었다.

도토리 수입가격에 대한 도토리 분의 상대가격 비율은 1997년에 1.2배 수준이 될 때까지 빠르게 하락하여 두 가지 형태의 수입가격 차이가 크게 줄어들었다. 그 이유는 도토리의 수입가격과 도토리 분의 수입가격 모두 상승하여 왔으나 도토리의 수입가격 상승률이 도토리 분의 그것보다 더 높았기 때문이다.

표 5-8 중국산 도토리과 도토리 분 사이의 수입가격 비교 결과
(가격 단위 : 원/kg, 1995년 기준 불변가격)

	도토리		도토리 분 수입가격(C)	가격비(%) (C/B)
	수입가격(A)	도토리 분 기준 환산가격(B)		
1993	101	673	1,310	194.7
1994	94	627	1,011	161.2
1995	124	827	1,021	123.5
1996	238	1,586	2,113	133.2
1997	245	1,633	2,010	123.1

주 : 도토리를 도토리 분으로 제조하는 경우의 수율은 15%이므로 도토리 수입가격의 도토리 분 기준 환산가격은 $(B = A/0.15)$ 에 의해 산출하였음.

제 3 절 도토리 수급 결정요인 분석 및 전망

1. 수급 결정요인 분석

가. 수급모형의 설정

앞의 <표 5-2>에서 보았듯이 도토리는 식품뿐만 아니라 사료용으로도 이용된다. 식품용의 경우 도토리가 직접 소비되는 것이 아니라 가공식품 형태로 소비되므로 도토리 수요의 결정 요인을 분석하려면 이론적으로 도토리를 원료로 이용하는 각 가공식품의 수요모형을 설정해야 할 것이다. 그러나 도토리가 원료로 투입되는 가공식품은 기호식품류로서 소비지출 수준이 아주 낮으며, 일부 가공식품의 경우 극히 소량의 도토리가 투입되는 수준에 머물러 있다. 그러므로 이들 가공식품의 소비량 자료 및 가격 자료가 정비되어 있지 않으며, 그에 따라 각 가공식품의 수요모형을 추정할 수가 없게 된다. 사료용으로 이용되는 경우 역시 야생동물이 직접 섭취하는 수준에 머물러 있고 가축 사육용 사료로서 상품화된 상태가 아니기 때문에 분석 모형의 설정 및 추정이 불가능하다.

따라서 이 연구에서는 가공품의 투입 원료 상태인 도토리의 수요모형을 설정하는 방법을 선택하였다. 도토리의 수요함수는 수요이론에 따라 자체가격, 대체재가격 및 소득의 함수가 될 것이다. 그런데 1980년대 후반부터 도토리가 수입되기 시작하였고, 1990년대에는 수입량이 크게 증가하였기 때문에 도토리의 국내 소비량은 수입가격도 영향을 미칠 것이다. 한편 한·중 수교라는 정치적 요인에 의해 수입이 원활해짐으로써 1991년부터 소비량이 큰 폭으로 도약한 것은 수요곡선의 이동(shift) 요인이 된다. 따라서 더미변수를 도입하여 이러한 요인을 반영함으로써 안정적인 파라메타를 추정할 수 있을 것이다.

도토리의 수요모형은 이와 같은 요인들을 모두 고려하여 식 (5-1)과 같이 설정하였다.

$$(5-1) \quad Q_t = q(P_t, IP_t, M_t, D_t)$$

여기서 Q 는 1인당 소비량, P 는 국내산 도토리의 소비자가격, IP 는 도토리의 수입가격, M 은 1인당 국민소득을 각각 나타낸다. 또한 D 는 1991년부터의 소비량 도약 단계를 반영하는 더미변수를 나타내고 t 는 연도를 나타낸다.

공급모형은 영년생 과일의 경우와 마찬가지로 재배면적함수와 단수함수를 설정하는 방법도 고려할 수 있으나 국내산 도토리의 경우 이러한 방법을 채택하는 것은 불가능하다. 그 이유는 도토리 생산의 기술수준이 참나무가 산재되어 있는 임야에서 채취하는 수준에 머물러 있으므로 재배면적이나 단수에 관한 자료가 전무하기 때문이다.

따라서 이 연구에서는 공급이론에 따라 국내산 공급량이 전기의 생산물 가격, 전기의 대체작목 가격 및 금기의 생산요소 가격에 의해 결정되도록 식 (5-2)와 같은 공급모형을 설정하였다.

$$(5-2) \quad S_t = s(P_{t-1}, RP_{t-1}, W_t)$$

여기서 S 는 국내산 도토리의 공급량, P 는 도토리의 국내산 가격, RP 는 대체작목 가격, W 는 임금을 각각 나타낸다.

나. 모형의 추정 및 검정

수요모형의 추정에 이용한 자료는 다음과 같다. 1인당 수요량 자료는 앞의 <표 5-3>에서 산출한 시계열 자료를 사용하였고 소득 자료는 1인당 GNP를 이용하였다. 도토리의 국내산 가격 자료는 「임업통계연보」에 발표되는 생산액 자료를 생산량으로 나눈 값을 이용하였다. 수입가격은 「무역통계연보」에 발표되는 자료를 이용하되, 먼저 도토리 수입량과 도토리 분 수입량을 국내산 도토리 기준 중량으로

환산한 다음 도토리 및 도토리 분 수입액을 수입량으로 나누어 도토리의 평균 수입가격을 산출하였다.

수요모형 추정에 이용한 가격 및 소득 자료는 모두 1990년 기준 실질가격으로 환산하였다. 1인당 GNP는 GNP 디플레이터(deflator)를 이용하여 1990년 기준 불변 가격으로 환산하였으며, 국내산 가격과 수입가격은 소비자물가 총지수로 디플레이트(deflate)하였다. 수요모형의 추정에 이용한 자료 기간은 1980년부터 1997년까지의 18개년으로 설정하였다.

공급모형의 추정에 이용한 연도별 공급량 자료는 도토리의 국내 생산량을 이용하였으며, 도토리의 가격 자료는 생산자 가격(생산액/생산량)을 이용하였다. 대체작목 가격은 도토리와 수확 시기가 동일하며 도토리를 재배하는 경우 재배기술이 유사할 것으로 예상되는 과일류의 농가판매가격을 사용하였다. 임금 자료는 농협중앙회의 「농촌물가총람」에 발표되는 농업노동임금을 이용하였다.

공급모형 추정에 이용한 모든 가격 자료는 1990년 기준 실질가격으로 환산하였다. 도토리의 생산자 가격과 과일류의 가격은 농가판매가격 총지수로 디플레이트하였으며, 농업노동임금의 디플레이터(deflator)로는 농가구입가격 총지수를 사용하였다. 공급모형의 추정에 이용한 자료 기간은 수요모형의 경우와 마찬가지로 1980년부터 1997년까지의 18개년으로 하였다.

도토리의 수요함수와 공급함수는 식 (5-1)과 식 (5-2)를 양대수(log-log) 형태로 전환하여 통상최소자승법(ordinary least squares : OLS)에 의해 추정하였다. 추정 결과는 식 (5-3) 및 식 (5-4)와 같다.

수요함수 추정 결과

$$(5-3) \quad \log Q_t = 1.1510 - 0.4213 \log P_t - 0.4009 \log IP_t + 1.5599 \log M_t - 1.2862 D_t$$

$$(10.522) \quad (-1.911) \quad (-1.846) \quad (3.170) \quad (-7.205)$$

$$R^2 = 0.9765, \quad DW = 2.133, \quad \rho = -0.078$$

여기서 R^2 는 결정계수를 나타내고 DW는 더빈-왓슨(Durbin - Watson) d 통계량, ρ 는 1차 자기상관계수를 각각 나타낸다. 그리고 ()안 숫자는 t치를 나타낸다.

공급함수 추정 결과

$$(5-4) \log S_t = 0.2314 + 0.1936 \log P_{t-1} - 0.7704 \log RP_{t-1} - 0.4948 \log W_t$$

$$(3.349) \quad (1.246) \quad (-2.273) \quad (-1.921)$$

$$R^2 = 0.4469, \quad DW = 1.778, \quad \rho = 0.011$$

여기서 R^2 는 결정계수, DW는 더빈-왓슨(Durbin - Watson) d 통계량, ρ 는 1차 자기상관계수를 각각 나타내고 ()안 숫자는 t치를 나타낸다.

수요함수의 경우 모든 추정 계수의 부호가 이론적으로 적합하고 유의성이 높은 것으로 나타났으며, 결정계수도 0.9829로서 대단히 높은 것으로 나타났다. 더빈-왓슨 d 통계량은 2.169, 1차 자기상관계수는 -0.096인 것으로 나타나 자기상관(auto-correlation) 문제는 없는 것으로 판단된다.

공급함수의 경우 임금항 계수와 대체작목항의 추정계수는 유의성이 높은 것으로 나타났으나 도토리 가격항의 계수는 유의성이 약간 낮은 것으로 추정되었다. 결정계수는 0.4469로서 모형의 적합도가 수요함수의 그것보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다. 더빈-왓슨 d 통계량은 1.778, 1차 자기상관계수는 0.011인 것으로 나타나 수요함수와 마찬가지로 자기상관 문제가 없다는 것을 알 수 있다.

다. 수급 결정요인 분석

도토리의 수요함수를 양대수 형태로 추정하였기 때문에 추정계수가 곧 수요량 결정 요인별 탄성치가 된다. 도토리 수요의 국내산 가격 탄성치는 -0.4213으로서 국내산 가격이 1% 상승하면 도토리 수요량이 0.42% 감소하는 것으로 나타났다< 표 5-9>. 수입가격 탄성치는 -0.4009인 것으로 나타나 수입가격의 변화가 도토리

수요량 변화에 미치는 영향이 국내산 가격의 그것과 비슷하다는 것을 알 수 있다. 반면 소득탄성치는 1.5596으로서 대단히 탄력적인 것으로 나타났다.

이와 같이 도토리 수요의 자체가격 탄성치와 수입가격 탄성치는 작은 반면 소득탄성치가 대단히 크다는 것은 도토리의 수요량이 급격히 증가하고 있는 가장 큰 이유가 소득이 증가하기 때문이라는 것을 의미한다. 이러한 사실은 건강식품으로 인식되고 있는 도토리 식품이 다양하게 개발된다면 도토리의 수요량이 더욱 증가할 것이라는 점을 시사해 주고 있다.

표 5-9 도토리 수요의 가격 및 소득탄성치

국내산가격 탄성치	수입가격 탄성치	소득탄성치
-0.4213	-0.4009	1.5599

국내산 도토리 공급의 요인별 탄성치를 분석한 결과는 <표 5-10>과 같다. 도토리의 국내산 공급량은 가격이 1% 상승하면 0.19% 증가하지만 임금이 1% 상승하면 0.49% 감소하는 것으로 나타났다. 도토리와 수확 시기가 동일한 과일류의 가격이 1% 상승하면 도토리의 공급량은 0.77%나 감소하는 것으로 나타났다.

이와 같이 도토리 공급의 가격탄성치는 작은 반면 대체작목가격 탄성치와 임금탄성치가 가격탄성치보다 더 크다는 사실은 도토리의 생산방법이 전통적 채취형 방식에 머물고 있기 때문에 농촌 임금이 상승하거나 과일류의 가격이 상승하는 한 국내산 도토리의 공급량은 계속 감소할 수밖에 없다는 것을 의미한다. 앞의 <표 5-3>에서 나타났듯이 도토리의 국내 생산량이 계속 감소하는 것은 이러한 요인에 기인한다는 것을 알 수 있다.

표 5-10 국내산 도토리 공급의 요인별 탄성치

가격탄성치	대체작목가격 탄성치	임금탄성치
0.1936	-0.7704	-0.4948

2. 수급 전망

가. 전망 방법

1) 수요량 전망 방법

도토리의 수요량은 앞에서 추정된 도토리 수요함수를 이용하여 전망할 수 있다. 이렇게 전망하는 경우의 예측치는 도토리 식품의 개발 속도가 현재대로 유지되는 경우의 소비량이 된다. 그러나 도토리 식품을 적극적으로 개발하여 수요가 창출되는 경우 과거의 자료를 이용하여 추정된 수요모형으로 수요량을 전망하는 데에는 한계가 있다. 따라서 이 연구에서는 수요모형에 의한 예측뿐만 아니라 몇 개의 시나리오를 설정하여 예측하는 방법을 병행하여 도토리 수요량을 전망하였다. 전망 기간은 1998년부터 2010년까지의 13개년간으로 설정하였다.

수요모형에 의한 전망 방법

수요모형에 의한 전망 방법은 다음과 같다. 먼저 추정된 수요함수를 예측 식으로 전환한 다음 외생변수를 대입하여 연도별 1인당 도토리 수요량을 산출하였다. 그 다음 1인당 수요량 예측치에 인구를 곱하여 총수요량을 전망하였다. 1인당 도토리 수요량 예측 식은 식 (5-3)의 종속변수 및 설명변수 대신에 예측 기준 년도인 1997년의 실제치를 대입함으로써 상수항을 조정하였다. 이와 같이 조정한 연도별 1인당 도토리 수요량 예측 식은 다음과 같다.

$$(5-5) \log Q_t = 1.2255 - 0.4213 \log P_t - 0.4009 \log IP_t + 1.5599 \log M_t$$

여기서 Q는 1인당 소비량, P는 국내산 도토리의 소비자가격, IP는 도토리의 수입가격, M은 1인당 국민소득을 각각 나타낸다.

전망에 이용한 외생변수 수준은 국내산 도토리 가격과 도토리 수입가격의 경우 1997년 현재의 수준으로 유지된다고 가정하였다. 1인당 GNP는 한국경제가 IMF(국제통화기금) 관리체제에 돌입함에 따라 1998년에 마이너스 성장을 기록한 다음 점차 회복될 것이라는 한국개발연구원의 전망치를 이용하였다. 즉 1998년에는 6.2% 감소하고 1999년과 2000년에는 각각 2.2%, 3.3%씩 증가한 후 2001년부터 2007년까지는 5.3 ~ 5.0%씩 증가한다고 가정하였다. 그 이후에는 매년 4.7% 내외씩 증가한다고 가정하였다.⁴⁾

시나리오에 의한 전망 방법

한편 시나리오에 의한 전망 방법은 다음과 같다. 앞의 <표 5-2>에서 분석하였듯이 기존의 도토리 식품 및 개발 가능한 도토리 식품은 밀가루 제품에 도토리가 첨가되는 형태가 대부분이므로 도토리의 수요량은 밀가루 제품의 수요량 변화에 크게 의존할 것이다. 따라서 도토리의 수요량을 예측하기 위한 시나리오는 밀가루 수요량을 예측한 다음 그것의 일정 비율만큼 도토리 분이 투입될 것이라고 설정하였다. 이와 같이 도토리 분의 수요량이 예측되면 그것에 수율을 적용하여 도토리 수요량으로 환산하였다.

이 연구의 가공식품 개발 연구 분야에서 실험한 결과 밀가루 제품의 품목에 따라 도토리 분이 10% 내지 20%가 첨가될 수도 있는 것으로 나타났으나 밀가루 수요량의 일정 비율을 도토리 분의 수요량이라고 가정하는 경우 모든 밀가루 제품에 대한 평균 첨가 비율을 설정해야 한다. 따라서 이 연구에서는 예측 마지막 연도에 도토리 분이 밀가루 수요량의 1% 혹은 2%가 된다는 두 가지의 시나리오를 설정하였으며, 시나리오의 구체적인 내용은 다음과 같다.

시나리오 I : 2010년의 도토리 분 소비량이 밀가루 소비량의 1%가 될 때까지 도

4) 한국개발연구원(1998), 박준경·김정호(1995) 참조.

토리 분의 첨가 비율이 매년 0.0569% 포인트씩 증가하는 경우
시나리오 II : 2010년의 도토리 분 소비량이 밀가루 소비량의 2%가 될 때까지 도
토리 분의 첨가 비율이 매년 0.1338% 포인트씩 증가하는 경우

이러한 방법으로 도토리의 수요량을 전망하려면 밀가루의 수요량 전망이 선행되어야 한다. 이 연구의 주된 목적이 밀가루 수요 예측에 있는 것이 아니므로 밀가루 수요량은 다른 연구의 예측치를 이용할 수도 있고, 다른 연구의 소득탄성치 추정 결과를 인용하여 예측할 수도 있다. 그러나 IMF 관리 체제 이후에 이러한 연구가 전무하기 때문에 이 연구에서 직접 밀가루 수요모형을 설정하여 예측하였다.

밀가루의 수요함수를 수요이론에 따라 자기가격, 대체재 가격 및 소득의 함수로 설정하는 데에는 한계가 있다. 왜냐하면 밀가루는 그 특성상 소비되는 형태가 다양하기 때문이다. 즉 밀가루는 가게에서 직접 소비되는 비율이 낮은 반면 여러 가지의 가공식품에 투입되는 비율이 높을 뿐만 아니라 1차 가공품이 다시 2차 가공품으로 투입되기도 한다. 그러므로 밀가루 소비량은 가게 직접 소비용 가격보다는 밀가루가 투입되는 가공식품들의 가격에 의해 더 큰 영향을 받을 것이다. 그러나 밀가루가 원료로 투입되는 가공식품들의 가격을 모두 수요함수의 설명변수로 설정하면 다중공선성(multi-collinearity) 문제로 인하여 파라메타(parameter) 추정이 곤란하다.

한편 밀가루 수요모형을 설정하는 목적이 도토리 수요량 전망의 시나리오 작성을 위한 밀가루 수요량을 전망하는데 있고, 실제로 전망 과정에서 가격은 외생변수로 처리할 것이므로 가격 항이 없어도 전망이 가능하다. 이와 같이 밀가루 수요량에 영향을 미치는 모든 가격변수를 포함하는 수요모형을 설정하기가 어렵고, 소득항만으로도 전망이 가능하므로 밀가루의 수요모형은 식 (5-6)과 같이 설정하였다.

$$(5-6) \quad QW_t = f(M_t, D_t)$$

여기서 QW는 1인 1일당 밀가루 소비량, M은 1인당 소득, D는 더미변수를 각각 나타낸다.

밀가루 수요모형의 추정에 이용한 자료는 다음과 같다. 1인 1일당 수요량 자료는 「식품수급표」에 발표되는 순 식용 공급량⁵⁾ 자료를 이용하였다. 소득 자료는 1인당 GNP를 1990년 기준 실질가격으로 환산하여 이용하였다. 1인당 GNP를 실질가격으로 환산하는 데에는 GNP 디플레이터(deflator)를 이용하였다. 서울올림픽을 대비한 특수에 의해 소비량이 높았던 것으로 추정되는 1987년과 1988년에 대하여 더미 처리하였다. 밀가루 수요모형의 추정에 이용한 자료 기간은 1983년부터 1996년까지의 14개년으로 하였다.

밀가루의 수요함수는 식 (5-6)을 양대수(log-log) 형태로 전환하여 통상최소자승법(ordinary least squares : OLS)에 의해 추정하였다. 추정 결과는 식 (5-7)과 같다.

$$(5-7) \quad \log QW_t = 0.0696 + 0.0632 \log M_t + 0.0602 D_t$$

$$\quad \quad \quad (6.146) \quad (1.794) \quad \quad \quad (2.019)$$

$$R^2 = 0.3653, \quad DW = 1.799, \quad \rho = 0.060$$

여기서 R^2 는 결정계수, DW는 더빈-왓슨(Durbin - Watson) d 통계량, ρ 는 1차 자기상관계수를 각각 나타내고 ()안 숫자는 t치를 나타낸다.

밀가루 수요함수를 추정한 결과 모든 추정계수의 부호가 이론적으로 적합하고 유의성도 비교적 높은 것으로 나타났다. 결정계수는 0.3653으로서 모형의 적합도가 낮은 것으로 나타났는데, 그것은 위에서 설명하였듯이 가격 항을 제외하고 추정하였기 때문이다. 더빈-왓슨(Durbin - Watson) d 통계량은 1.799, 1차 자기상관계수는 0.060인 것으로 나타나 자기상관(auto-correlation) 문제는 없는 것으로 판단된다.

5) 여기에는 양조용만 제외되고 양조용 이외의 모든 용도로 이용되는 소비량이 포함된다.

밀가루의 소비량 전망 방법은 다음과 같다. 먼저 위와 같이 추정된 수요함수를 예측 식으로 전환한 후 외생변수(소득) 전망치를 대입함으로써 1인 1일당 수요량을 전망하였다. 그 다음 인구와 연간 일수(365일)를 곱하여 총수요량을 전망하였다. 전망 기간은 1997년부터 2010년까지의 14개년간으로 하였다. 전망에 이용한 1인당 소득 자료는 1997년의 경우 실제치를 이용하였으며, 1998년 이후에는 앞의 도토리 수요량 전망 방법에서 설명한 자료를 그대로 이용하였다.

1인 1일당 밀가루 수요량 예측 식은 식 (5-6)의 QW, M 및 D 대신에 각각 예측 기준 년도인 1996년의 실제치를 대입함으로써 상수항을 조정하였다. 이와 같이 조정한 연도별 1인 1일당 밀가루 수요량 예측 식은 다음과 같다.

$$(5-7) \log QW_t = 0.1047 + 0.0632 \log M_t$$

여기서 QW는 1인 1일당 밀가루 소비량, M은 1인당 소득을 각각 나타낸다.

표 5-11 밀가루 수요량 전망 결과

	1인당 소비량 (g/일)	총소비량 (천톤)		1인당 소비량 (g/일)	총소비량 (천톤)
1997	92.7	1,556	2004	93.9	1,672
1998	92.4	1,566	2005	94.2	1,689
1999	92.4	1,580	2006	94.5	1,706
2000	92.7	1,600	2007	94.8	1,722
2001	93.0	1,618	2008	95.1	1,738
2002	93.3	1,637	2009	95.3	1,751
2003	93.6	1,655	2010	95.6	1,766

이와 같은 방법으로 2010년까지의 밀가루 소비량을 전망한 결과는 <표 5-11>과 같다. 1인 1일당 소비량은 소득이 감소함에 따라 2000년까지 감소하다가 2001년부터 다시 증가하는 것으로 나타났다. 밀가루의 총수요량은 1998년에 소득이 급격히

감소함에 따라 인구가 증가함에도 불구하고 약간 감소하는 것으로 전망되었다. 그러나 1999년부터 2000년까지는 1인당 소비량이 감소하지만 인구가 증가함에 따라 총수요량이 증가하고, 2001년 이후에는 1인당 수요량 및 인구 증가 요인이 복합적으로 작용하여 총수요량이 증가하는 것으로 나타났다. 그 결과 2010년에 가면 밀가루의 총소비량이 1996년의 1,538천톤보다 1.13배 증가한 1,739천톤이 될 것으로 예상된다.

2) 공급량 전망 방법

국내산 도토리의 공급량은 추정된 공급함수를 예측 식으로 전환한 다음 외생변수를 대입하여 2010년까지 연도별로 전망하였다. 도토리 공급량 예측 식은 공급함수 추정 결과인 식 (5-4)의 종속변수 및 설명변수 대신에 예측 기준 년도인 1997년의 실제치를 대입하여 상수항을 조정하였다. 이와 같이 조정한 국내산 도토리의 공급량 예측 식은 다음과 같다.

$$(5-8) \log S_t = 0.2690 + 0.1936 \log P_{t-1} - 0.7704 \log RP_{t-1} - 0.4948 \log W_t$$

여기서 S는 국내산 도토리의 공급량, P는 도토리의 국내산 가격, RP는 대체작목 가격, W는 임금을 각각 나타낸다.

전망에 이용한 외생변수 수준은 국내산 도토리 가격과 대체작목 가격의 경우 1997년 현재의 수준으로 유지된다고 가정하였다. 임금 수준은 1인당 GNP 변화율 추세와 동일하게 매년 상승한다고 가정하였다.

나. 수급전망 결과

수요모형에 의해 도토리 소비량을 전망한 결과는 <표 5-12>와 같다. 1997년에 27.5천톤이던 도토리의 수요량은 1998년에는 25.1천톤으로 감소하고, 2005년에는

43.1천톤으로 증가하는 것으로 전망되었다. 예측 마지막 연도인 2010년에는 1997년 보다 2.3배 증가한 64.1천톤이 소비될 것으로 예상된다. 수요모형에 의한 전망치는 도토리 식품에 대한 소비자의 기호가 현재 추세대로 유지되는 경우를 가정한 것이므로 도토리 식품 개발에 대한 아무런 조치가 없더라도 최소한 이 수준까지는 수요량이 증가한다는 것을 의미한다.

반면 다양한 도토리 식품을 개발하여 적극적으로 수요를 창출하는 경우를 상정한 시나리오에 의한 전망치는 수요모형에 의한 전망치보다 훨씬 높은 증가율을 보일 것으로 나타났다. 2010년에 도토리 분의 소비량이 밀가루 소비량의 1%가 된다고 가정한 시나리오 I의 경우에는 2010년의 도토리 소비량이 118.0천톤으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한 예측 마지막 연도에 도토리 분 소비량이 밀가루 소비량의 2%가 된다고 가정하는 경우(시나리오 II)에는 2010년의 도토리 수요량이 235.3천톤에 달할 것으로 예상된다.

시나리오 I 과 시나리오 II에 의한 2010년의 도토리 수요량 전망치는 각각 1997년의 4.3배, 8.6배가 되는 수준이다. 도토리는 건강식품으로 인식되고 있으므로 도토리 식품 및 도토리 첨가형 밀가루 제품을 개발하여 적극적으로 소비를 촉진하는 경우 도토리의 수요량이 더욱 큰 폭으로 증가할 가능성을 배제할 수 없을 것이다.

공급모형에 의해 공급량을 예측한 결과 도토리의 국내 생산량은 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 1997년에 1.7천톤이던 국내 생산량은 2010년에 가면 1.3천톤에 머물 것으로 전망된다<표 5-12>.

이와 같이 도토리의 수요량은 크게 증가하는 반면 국내산 생산량이 감소함에 따라 1997년에 4.1%이던 도토리의 자급률은 크게 하락할 것으로 예상된다. 도토리의 수요량이 수요모형에 의한 전망치 만큼 증가하는 경우 2010년의 자급률은 2.0%까지 하락하고, 수요량이 시나리오 I 과 시나리오 II에 의한 전망치 만큼 증가하는 경우에는 2010년의 자급률이 각각 1.1%, 0.6%까지 하락하는 것으로 나타났다.

표 5-12 도토리 수급 전망 결과

	수요량(천톤)			국내산 공급량 (천톤)	자급률(%)		
	수요모형 에 의한 전망(a)	시나리오 I 에 의한 전망(b)	시나리오 II 에 의한 전망(c)		A	B	C
1998	25.1	33.3	40.7	1.7	6.8	5.1	4.2
1999	26.2	38.7	56.0	1.7	6.4	4.3	3.0
2000	27.8	46.0	70.7	1.7	5.9	3.6	2.3
2001	30.4	52.7	86.0	1.6	5.3	3.1	1.9
2002	33.3	58.7	101.3	1.6	4.7	2.7	1.5
2003	36.1	66.0	116.7	1.5	4.2	2.3	1.3
2004	39.6	73.3	134.0	1.5	3.8	2.0	1.1
2005	43.1	81.3	150.0	1.5	3.4	1.8	1.0
2006	46.8	87.3	166.0	1.4	3.0	1.6	0.9
2007	50.8	95.3	184.0	1.4	2.7	1.5	0.8
2008	55.0	103.3	200.7	1.4	2.5	1.3	0.7
2009	59.4	110.0	218.0	1.3	2.2	1.2	0.6
2010	64.1	118.0	235.3	1.3	2.0	1.1	0.6

주 : ① A, B, C는 수요량 전망치가 각각 a, b, c인 경우의 자급률임.

<표 5-12>의 도토리 수급 전망 결과로부터 도토리의 예상 수입량을 산출한 결과는 <표 5-13>과 같다. 1997년 현재 25.8천톤 정도이던 도토리의 수입량은 2005년에는 42 - 149천톤으로 증가하고 2010년에는 63 - 234천톤의 도토리가 수입될 것으로 전망된다. 이와 같이 도토리의 수입량이 크게 증가하는 것으로 나타난 것은 국내산 도토리의 생산이 기존의 채취형 방식에 의존하는 경우를 가정한 때문이다. 따라서 국내산 도토리의 생산 방법이 개선되지 않는다면 점차 확대되는 수입량 규모만큼 도토리 수입에 소요되는 외화 규모가 증가할 것이라는 점을 알 수 있다.

한편 도토리는 대부분 중국에서 수입되고 있는데 수입 도토리는 비위생적 방법에 의한 건조상의 문제, 저장을 위한 약품 처리 문제 등과 같은 건강식품 원료로서는 치명적인 문제점을 내포하고 있다. 따라서 국내산 도토리의 생산 방식을 재배형으로 개선하여 예상되는 저품질의 대량 수입량을 양질의 국내산으로 대체한다면

가공식품의 품질을 향상시키는 부수적 효과를 나타낼 수 있을 것이다.

표 5-13 도토리 수입량 전망 결과

	수입량(천톤)				수입량(천톤)		
	a	b	c		a	b	c
1998	23.4	31.6	39.0	2005	41.6	79.8	148.5
1999	24.5	37.0	54.3	2006	45.4	85.9	164.6
2000	26.2	44.3	69.0	2007	49.4	93.9	182.6
2001	28.8	51.1	84.4	2008	53.6	101.9	199.3
2002	31.7	57.1	99.7	2009	58.1	108.7	216.7
2003	34.5	64.5	115.2	2010	62.8	116.7	234.0
2004	38.1	71.8	132.5				

주 : ① a는 수요량 전망을 수요모형에 의해 전망한 경우의 수입량 전망치이고 b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우의 수입량 전망치임.

② 도토리 수입량은 도토리 분을 도토리 기준으로 환산하여 포함한 것임.

제 4 절 도토리 재배의 경제적 파급효과

1. 도토리의 농업조수입 추정

가. 단수추정

도토리의 단수는 우량종 육성 분야와 재배방법 개발분야에서 설정한 표본을 중심으로 조사하였다. 조사방법은 표본수를 절단한 후 도토리를 전량 수거하여 주당 중량을 측정하는 방법과 작은 가지를 채취하여 도토리 중량을 측정한 후 전체 가지수를 곱함으로써 주당 중량을 측정하는 방법을 병행하였다. 그 다음 표본수의 면적과 수량을 10a당 단수로 환산하였다.

실제로 도토리를 재배하는 경우 과원내 농기계 통행용 도로가 필요하고 성목과 미과수가 혼재 되는 것이 일반적인 반면 본 조사치는 성목 중심으로 농로를 고려하지 않은 것이므로 조정계수를 도입하여 조사치를 조정하였다. 제1조정계수는 과

일의 성목 단수와 전국 평균 단수 비율(66%)을 도입하였고, 제2조정계수는 농로를 (5%)를 도입하였다. 이와 같은 방법으로 도토리의 단수를 추정한 결과 10a당 387 kg이 생산되는 것으로 나타났다 <표 5-14> .

표 5-14 도토리의 10a당 단수 추정 결과

표본	단수(kg/10a)		표본	단수(kg/10a)	
	조사치	조정치		조사치	조정치
산청 3	337	211	함양 16	1,458	914
산청 7	642	403	함양 14	284	178
산청 14	270	169	산청(북곡)	548	344
함양 28	997	625	합천 1	893	560
			평균	617	387

주 : ① 조정치 = 조사치 × 제 1조정계수(0.66) × 제 2조정계수(0.95).

② 평균은 극치(산청 14 및 함양 16)를 제외한 평균치임.

나. 도토리의 10a당 농업조수입

도토리를 재배하는 경우의 10a당 조수입은 앞에서 추정한 10a당 단수에 가격을 곱하여 산출하였다. 도토리의 가격은 현재의 국내산 가격 수준으로 유지되는 경우와 재배로 인한 국내산 공급량의 증가에 따라 가격이 하락하는 경우로 구분하였다. 현재의 국내산 가격은 1995 ~ 97년 평균가격을 이용하였고 공급 증가로 인하여 하락하는 가격은 1995 ~ 97년 사이의 국내산가격과 수입가격(수입 도토리와 수입 도토리 분의 가중평균 가격)을 평균하여 이용하였다.

이와 같은 방법으로 도토리 재배의 조수입을 추정한 결과는 <표 5-15>와 같다. 도토리의 가격이 현재의 국내산 가격 수준으로 유지되는 경우 10a당 조수입은 1,096천원이 되는 것으로 나타났다. 도토리를 재배함으로써 국내산 공급량이 증가하고, 그에 따라 국내산 도토리 가격이 현재의 국내산 가격과 수입가격의 평균치까지 하락하는 경우 10a당 조수입은 592천원이 되는 것으로 나타났다.

표 5-15 도토리의 10a당 조수입 추정 결과

(금액 : 1995년 기준 불변가격)

	가격(원/kg)	단수(kg/10a)	조수입(천원/10a)
현재의 국내산 가격기준	2,833	387	1,096
가격이 하락하는 경우	1,531	387	592

다. 도토리와 타 작목 사이의 조수입 비교 분석

앞에서 추정한 도토리의 10a당 조수입을 다른 작물의 조수입과 비교함으로써 도토리 재배의 경제적 타당성을 1차적으로 판단할 수 있을 것이다. 이러한 분석을 위한 비교 대상 농산물로는 미곡, 일부 발작물, 과일류, 밤 등을 선정하였다. 미곡을 선정한 이유는 농산물 중 가장 중요한 작물이므로 조수입 비교 기준으로서의 의미가 크기 때문이며 잡곡, 두류, 특용작물 등의 발작물은 도토리를 재배하는 경우의 경지로는 주로 밭이 소요될 가능성이 크기 때문에 비교 대상 농산물에 포함하였다. 또한 사과, 배, 복숭아, 포도 등의 과일류와 밤을 비교 대상 작물로 선정한 이유는 도토리를 재배하는 경우 재배 기술이 유사할 것으로 판단되기 때문이다.

비교 대상 농산물의 10a당 조수입은 농촌진흥청의 「농축산물 표준소득」 자료를 이용할 수도 있으나 이 자료는 시·군 농촌지도소의 권장 영농기술을 실제 수용한 중상위 수준의 농가를 표본으로 추출한 결과일 뿐만 아니라 과일의 경우 성목 기준으로만 조사하기 때문에 과대 평가될 가능성이 크다. 따라서 비교 대상 농산물의 현실성 높은 조수입을 추정하기 위하여 농림부에서 발표하는 작목별 생산액을 재배면적으로 나눈 값을 10a당 조수입이라고 가정하였다. 또한 연도별 생산량 혹은 가격의 진폭을 고려하기 위하여 1995 ~ 97년 사이의 평균치를 이용하였다.

이와 같은 방법으로 도토리와 타작목 사이의 조수입을 비교한 결과는 <표 5-16>과 같다. 도토리를 재배함으로써 공급량이 증가하더라도 가격이 현재의 국내산 가격 수준으로 유지된다고 가정하는 경우 도토리의 조수입(1,096천원/10a)은 쌀의 1.4배, 두류의 4.1배, 밤의 3.5가 되는 것으로 나타났다. 과일의 조수입과 비교해

보면 도토리의 조수입이 과일의 55 ~ 69% 수준이 되는 것으로 추정되었다.

표 5-16 도토리와 타 작목 사이의 조수입 비교 결과

	조수입(천원/10a)		조수입 비율(도토리/타작목 : %)	
	도토리 가격이 2,833원/kg인 경우	도토리 가격이 1,531원/kg인 경우	도토리 가격이 2,833원/kg인 경우	도토리 가격이 1,531원/kg인 경우
도토리	1,096	592	100.0	100.0
미곡	758		144.6	78.1
잡곡	148		740.5	400.0
두류	269		407.4	220.1
특용작물	427		256.7	138.6
사과	1,600		68.5	37.0
배	1,974		55.5	30.0
복숭아	1,870		58.6	31.7
포도	1,917		57.2	30.9
밤	314		349.0	188.5

주 : 모든 농산물의 조수입은 1995년 기준 불변가격으로서 1995 ~ 1997년 사이의 3개년 이동평균치임.

도토리의 가격이 하락한다고 가정하는 경우 도토리의 조수입(592원/10a)은 미곡의 78% 수준이 되는 반면 잡곡, 두류, 특용작물 등의 발작물 조수입보다는 1.4 ~ 4.0배 높으며 밤의 조수입보다도 1.9배 높을 것으로 예상된다. 그러나 도토리의 조수입은 과일 조수입의 31 ~ 37%수준에 머무는 것으로 나타났다.

2. 농업경제 파급효과

도토리의 경제작물화 가능성에 대한 1차적 판단 기준인 작목간 조수입 비교 분석에 이어 2차적으로 도토리를 재배하는 경우의 농업경제 파급 영향을 분석하는 것 또한 경제작물화 가능성의 중요한 판단 기준이 될 것이다. 이 연구에서는 도토리 재배의 농업경제 파급 영향을 농산물 시장규모 증대 효과, 대체작목 개발 효과,

농지 이용을 제고 효과 등으로 구분하여 분석하였다.

가. 농산물 시장규모 증대 효과

농산물 시장규모 증대 효과는 도토리 재배의 시장규모를 추정한 다음 그것을 타 작목의 시장규모와 비교 분석하였다. 도토리를 재배하는 경우의 시장규모는 수요량에 가격을 곱하여 산출하였다. 즉 도토리 수요량을 국내에서 재배하여 공급하는 경우의 생산액을 시장규모라고 가정하였다.

도토리의 시장규모를 전망한 결과는 <표 5-17>과 같다. 도토리 제품(식품)의 개발 속도가 과거 추세대로 지속되는 경우(이것은 도토리 수요량을 수요모형에 의해 전망하는 경우임. 표의 a) 도토리 가격이 현재 수준으로 유지되면 시장규모는 1995년 기준 불변가격으로 1,816억원, 도토리 가격이 하락하면 시장규모는 981억원으로 증가하는 것으로 나타났다. 즉 시장규모가 현재보다 2.3배 정도 확대된다는 것을 알 수 있다.

표 5-17 도토리의 시장규모 전망 결과

(단위 : 억원, 1995년 기준 불변가격)

	도토리가격 2,833원/kg인 경우			도토리 가격 1,531원/kg인 경우		
	a	b	c	a	b	c
1997	779	779	779	421	421	421
2000	787	1,303	2,003	426	704	1,082
2005	1,221	2,303	4,250	660	1,245	2,297
2010	1,816	3,343	6,666	981	1,807	3,602

주 : ① 시장규모는 생산액(수요량 × 가격) 기준임.

② a는 수요모형에 의해 수요량을 전망한 경우의 시장규모이며 b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우의 시장규모임.

도토리 식품을 적극적으로 개발하여 수요를 창출하는데 성공하는 것을 가정하는 경우(이것은 도토리 수요량을 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 전망하는 경우임. 표의 b와 c)에는 도토리 가격이 현재 수준이면 시장규모는 현재보다 4.3 ~ 8.6배

증가한 3,433 ~ 6,666억원이 되는 것으로 나타났다. 또한 도토리 가격이 하락하면 시장규모가 1,807 ~ 3,602억원이 되는 것으로 전망된다.

2010년의 도토리 시장규모가 현재보다 최소한 2.3배 증가하며, 도토리 식품 개발의 진척 상황에 따라 8.6배까지도 증가할 수 있다는 위의 분석 결과는 도토리를 재배함으로써 전체 농산물 시장규모의 유지 혹은 확대에 크게 기여할 수 있다는 것을 의미한다. 그러면 도토리의 시장규모는 기존 작물의 시장규모에 비해서 어느 정도 수준에 해당하는 것일까? 이러한 의문을 해소하기 위하여 도토리의 2010년 시장규모와 과일류 및 밤의 현재 시장규모를 비교한 결과는 <표 5-18>과 같다.

표 5-18 도토리와 타 작목 사이의 시장규모 비교

(단위 : %)

	도토리가격 2,833원/kg인 경우			도토리 가격 1,531원/kg인 경우		
	a	b	c	a	b	c
도토리/사과	25.3	46.6	92.9	13.7	25.2	50.2
도토리/배	48.8	89.9	179.3	26.4	48.6	96.9
도토리/복숭아	93.4	171.9	342.7	50.4	92.9	185.2
도토리/포도	34.9	64.3	128.2	18.9	34.8	69.3
도토리/밤	82.7	152.2	303.6	44.7	82.3	164.0

주 : ① 모든 작목의 시장규모는 생산액(수요량 × 가격) 기준임.

② 도토리의 2010년 시장규모를 다른 작목의 1995 ~ 97년 평균 시장규모와 비교한 것임.

③ a는 수요모형에 의해 수요량을 전망한 경우의 시장규모 비율이며, b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우의 시장규모 비율임.

도토리 제품의 개발 속도가 과거 추세대로 유지되는 경우 도토리의 가격이 현재 수준으로 유지되면 2010년의 도토리 시장규모는 현재의 복숭아 시장규모의 93.4%, 밤의 82.7% 수준이 되고 사과, 포도, 배 등의 시장규모에 비해서는 25 ~ 49% 수준에 머무는 것으로 나타났다. 도토리 가격이 하락하는 경우에는 2010년의 도토리 시장규모는 복숭아의 50% 수준, 복숭아 이외 과일 시장규모의 14 ~ 26% 수준에 불과한 것으로 전망되었다.

그러나 도토리 제품을 적극적으로 개발하여 수요를 창출하는 경우에는 일부 과

일류의 시장규모보다 더 커지는 것으로 나타났다. 도토리 가격이 현재 수준으로 유지되는 경우에는 2010년의 도토리 시장규모는 복숭아의 1.7 ~ 3.4배, 밤의 1.5 ~ 3.0배가 될 것으로 예상된다. 도토리 가격이 하락하는 경우를 가정하더라도 2010년의 도토리 시장규모는 현재 복숭아 시장규모의 0.9 ~ 1.9배, 현재 밤 시장규모의 0.8 ~ 1.6배에 이를 것으로 전망된다.

이러한 분석 결과로부터 도토리의 시장규모는 대략 복숭아나 밤 정도의 시장규모와 비슷한 규모로 부상할 가능성이 크다는 것을 추론할 수 있다.

나. 대체작물 부상 효과

도토리 재배의 대체작물 부상 효과를 분석하기 위하여 도토리 재배만으로서 전국 평균 호당 농업조수입을 실현하는 경우의 농가 수, 생산에 소요되는 재배면적, 호당 경작규모 등을 산출한 결과는 <표 5-19>와 같다.

표 5-19 2010년의 도토리 재배 상황

		농가 수(천호)	재배면적(천ha)	호당 경작규모(ha)
도토리가격 2,833원/kg인 경우	a	11.0	16.6	1.5
	b	20.3	30.5	1.5
	c	40.5	60.8	1.5
도토리가격 1,531원/kg인 경우	a	6.0	16.6	2.8
	b	11.0	30.5	2.8
	c	21.9	60.8	2.8

주 : ① 재배면적(ha) = 수요량 ÷ ha당 단수

② 농가 수 = 생산액 ÷ 호당 농업조수입

③ a는 수요모형에 의해 수요량을 전망한 경우이며, b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우임.

도토리 가격이 현재 수준으로 유지되는 경우에는 도토리 수요량이 수요모형에 의한 전망치만큼 증가하면 농가 수는 11.0천호, 재배면적은 16.6천ha, 호당 경작규모로 1.5ha가 되는 것으로 나타났다. 도토리 수요량이 시나리오 I 과 시나리오 II에 의한 전망치만큼 증가하는 경우에는 농가 수가 20.3 ~ 40.5천호, 재배면적은 30.5

~ 60.8천ha, 호당 경작규모는 1.5ha가 되는 것으로 나타났다. 도토리 가격이 하락하는 경우에는 도토리를 재배하는 농가수가 6.0 ~ 21.9천호가 되고 재배면적은 16.6 ~ 60.8천ha, 호당 경작규모는 2.8ha가 되는 것으로 나타났다.

이와 같은 분석 결과는 도토리의 수요량을 국내에서 생산하여 공급하게 되면 1.5ha 규모의 농가 수 11.0 ~ 40.5천호, 혹은 2.5ha 규모의 농가 수 6.0 ~ 21.9천호가 도토리만을 재배함으로써 전국 평균 호당 농업조수입을 실현할 수 있을 정도로 대체작물 부상 효과가 크다는 것을 의미한다.

다. 농지 이용률 제고 효과

도토리 재배의 농지 이용률 제고 효과를 분석하기 위하여 2010년의 도토리 재배면적과 1995 ~ 97년 사이의 평균 휴경면적을 비교한 결과는 <표 5-20>과 같다. 앞의 <표 5-19>에서 전망하였듯이 2010년의 도토리 재배면적은 수요량 전망 방법에 따라 16.6 ~ 60.8천ha에 이를 것으로 예상된다. 반면 1995 ~ 97년 사이의 3개년 평균 휴경면적은 42.8천ha이다. 따라서 2010년에 예상되는 도토리의 재배면적은 현재 휴경면적의 38.8 ~ 142.1%에 해당되는 수준이다. 즉 도토리를 재배하게 되면 시장규모 증대 효과, 대체작물 부상 효과 외에도 농지 이용률을 크게 향상시키는 효과를 나타낼 것이라는 사실을 알 수 있다.

표 5-20 도토리 재배의 농지 이용률 제고 효과

	a	b	c
도토리 재배면적(A, 천ha)	16.6	30.5	60.8
휴경면적 (B, 천ha)	42.8		
A/B(%)	38.8	71.3	142.1

주 : ① 도토리 재배면적은 2010년 전망치이며, 휴경면적은 1995 ~ 97년 평균치로서 논과 밭의 휴경면적을 합한 것임.

② a는 수요모형에 의해 수요량을 전망한 경우이며, b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우임.

3. 국민경제 파급영향

도토리가 농가의 새로운 대체작물로 부상하려면 앞에서 검토한 농업조수입, 농가 경제 파급 영향 측면에서 뿐만 아니라 국민경제적 입장에서도 그 타당성이 입증되어야 할 것이다. 도토리 재배의 국민경제 파급 영향은 도토리를 재배함으로써 외화 유출을 절감하는 수입대체효과와 도토리 재배로 인한 공익적 효과로 구분할 수 있다.

먼저 도토리 재배의 수입대체효과를 분석한 결과는 다음과 같다. 도토리를 재배하게 되면 도토리 공급을 해외에 의존하는 경우에 예상되는 수입액만큼의 외화 절감 효과를 거둘 수 있을 것이다. 여기서 도토리 공급을 수입에 의존하는 경우의 수입액은 예상 수입량에 수입가격(도토리와 도토리분의 1996 ~ 97년 평균 수입가격)을 곱하여 산출하였다. 수입액을 이와 같이 전망하는 것은 수입가격이 현재 수준으로 유지된다고 전제하는 것이다.

표 5-21 도토리 재배의 수입 절감 효과

(단위 : 억원, 1995년 기준 불변가격)

	a	b	c
2000	71.0	120.1	187.0
2005	112.7	216.3	402.4
2010	170.2	316.3	634.1

주 : ① 수입대체 효과 = 수입량 × 수입가격(도토리와 도토리분의 평균가격으로서 1996 ~ 97년 평균치를 적용하였음).

② a는 수요모형에 의해 수요량을 전망한 경우의 수입대체효과이며 b와 c는 각각 시나리오 I 과 시나리오 II에 의해 수요량을 전망한 경우의 수입대체효과임.

<표 5-21>에서 볼 수 있듯이 도토리 수요량을 국내에서 재배하여 공급하게 되면 수요량 전망 방법에 따라 2000년에는 71.0 ~ 187.0억원, 2010년에는 170.2 ~ 634.1억원의 수입 절감 효과를 나타내는 것으로 전망되었다. 이러한 수입대체효과는 앞 절에서 분석한 도토리 재배의 시장규모보다 훨씬 작은 것으로 나타났다. 그

이유는 시장규모 산출에는 국내산 가격 혹은 국내산 가격과 수입가격의 평균치를 적용한 반면 수입절감 효과 산출에는 수입가격을 적용하였기 때문이다.

도토리를 재배하는 경우에는 이와 같은 외화 절감 효과뿐만 아니라 소비자가 양질의 도토리 제품을 소비할 수 있는 부수적 효과를 거둘 수 있다. 반면 도토리 공급을 수입에 의존하는 경우에는 수입절감 규모만큼의 외화가 유출될 뿐만 아니라 양질의 도토리 대신 저질의 수입 도토리 제품을 소비해야 하는 역효과가 수반되는 점에 유의해야 할 것이다.

앞의 <표 5-21>에 나타난 수입 절감액 규모는 어느 정도의 효과를 나타내는가를 파악하기 위하여 1995 ~ 97년 사이의 평균 농산물 수입액(1995년 기준 불변가격으로 54,328억원)에 대한 수입 절감액 비율을 나타낸 것이 <표 5-22>이다.

도토리 재배의 수입 절감액은 2005년에는 농산물 수입액의 0.2 ~ 0.7%, 2010년에는 농산물 수입액의 0.3 ~ 1.2%가 되는 것으로 나타났다. 단일 농산물의 수입 규모가 전체 농산물 수입액의 1% 내외를 차지한다는 것은 상당히 큰 비중으로서 도토리 재배의 수입대체효과가 대단히 크다는 것을 의미한다.

표 5-22 농산물 수입액에 대한 도토리 수입 절감액 비율

(단위 : %)

	a	b	c
2000	0.1	0.2	0.3
2005	0.2	0.4	0.7
2010	0.3	0.6	1.2

주 : ① 수입절감 비율 = 도토리 수입절감액/농산물 수입액(농산물 수입액은 1995 ~ 97년 사이의 평균치인 54,328억원을 기준하였음).

② a는 수요모형에 의해 도토리 수요량을 전망한 경우의 비율이고 b와 c는 각각 시나리오Ⅰ과 시나리오Ⅱ에 의해 수요량을 전망한 경우의 비율임.

한편 도토리를 재배하는 경우의 경작지는 한계 유희지, 야산 등이 될 가능성이 크므로 도토리 재배의 공익적 기능은 농림업의 공익적 기능과 유사할 것으로 예상된다. 일반적으로 농림수산업의 비교역적 효과는 자원보존 효과, 사회문화적 효과

등의 정기능과 자원훼손의 역기능으로 구분할 수 있다. 자원보존 효과는 수자원 보존, 토양 보존, 환경정화 등으로 세분할 수 있으며 사회 문화적 역할은 생물공간 유지 효과, 지역사회 유지 효과 등으로 세분할 수 있다. 반면 자원훼손의 역기능은 수자원 오염, 토양 오염, 토양 침식과 황폐화 등으로 구분할 수 있다.

토토리 재배의 공익적 기능을 금액으로 평가하려면 기존의 연구에서 추정된 농림업의 단위 면적당 공익적 기능 평가액에 도토리의 예상 재배면적을 곱하여 추정해야 할 것이다. 그런데 도토리의 예상 재배면적이 16.6~60.8천ha로서 전체 농림업 면적에서 차지하는 비율은 아주 작으므로 공익적 기능을 금액으로 평가한다는 것은 큰 의미가 없다고 판단된다.

그러나 대안 없이 방치되고 있는 한계 유휴지에 도토리를 재배하는 경우 한계 유휴지를 방치하는 경우보다 공익적 기능이 크게 향상될 것이라는 점은 쉽게 예상할 수 있다. 그 중에서도 한계 유휴지를 방치하는 경우 심각한 문제로 나타나게 될 토양 유실을 방지하는 효과가 크게 나타날 것이다. 또한 도토리는 과일류나 밭보다 비용절약형 작물이 될 가능성이 높으므로 도토리를 재배함으로써 자원을 훼손하는 역기능은 오히려 다른 작물보다 더 낮을 것이다. 특히 비료나 농약을 상대적으로 적게 사용함으로써 수자원 오염이나 토양오염과 같은 역기능이 현저히 낮을 것이다. 이와 같은 비교역적 기능 역시 도토리를 재배함으로써 국민경제에 긍정적 영향을 미치는 중요한 요인으로 고려해야 할 것이다.

제 5 절 요약 및 결론

이 장에서는 도토리가 농가의 새로운 대체작물로 부상할 수 있을 것인가에 대한 종합적 연구 내용 중 도토리 재배의 경제성을 분석하였다. 분석 내용에는 도토리의 수급현황, 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망, 도토리 재배의 경제적 파급 효과 분석 등을 포함하였다. 분석 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다.

도토리의 이용 용도는 식용과 사료용으로 구분되는 것으로 나타났다. 식용으로는 도토리 목 제조, 일부 식품에 대한 첨가 원료, 약용재 등으로 이용되고 있으나 그 용도가 크게 다양화되지는 못한 상태에 있다. 또한 도토리는 야생동물의 중요한 먹이로 이용되고 있으나 사료용으로의 개발 시도는 전혀 이루어지지 않은 상태에 있다.

도토리의 수급 추세를 분석한 결과 국내산 도토리의 생산량은 1983년 이후 계속 감소하는 추세를 나타내고 있다. 반면 소비량은 계속 증가하고 있으며 특히 1991년에 큰 폭의 소비 도약단계를 거친 후 급격한 증가 추세를 나타내고 있다. 소비량 증가에 따른 공급 부족분을 수입에 의존하는 비율이 계속 증가해 왔으며, 그 결과 1997년의 자급률은 4.1%까지 하락하였다. 도토리는 박피 건조 상태의 정곡 형태와 전분(도토리 분)형태로 무역이 이루어지는데 최근으로 올수록 총수입량 중 도토리 분의 수입 비중이 커지고 있다. 도토리와 도토리 분의 수출 실적은 미미한 수준에 머물러 있다.

도토리의 수입 시장은 10개국 이상에 달하고 있으나 가장 큰 수입시장은 중국과 남아프리카공화국인 것으로 나타났다. 수입 점유율은 대부분을 중국이 차지하고 있고 최근 들어 남아프리카공화국의 수입 점유율이 증가하는 추세를 나타내고 있다. 중국과 남아프리카공화국 이외 국가의 수입 점유율은 4%이하 수준에 불과한 것으로 나타났다. 도토리 분의 경우에는 1996년에 일본으로부터 1.1%가 수입된 것을 제외하고는 전량 중국으로부터 수입되는 것으로 나타났다.

국내산의 도토리 가격은 1995년까지 상승하는 추세를 나타낸 다음 1996년부터는 하락하는 추세를 나타내고 있다. 1997년의 중국산 수입가격은 국내산 가격의 9.0%, 남아프리카공화국산의 수입가격은 국내산의 7.3%에 불과할 정도로 국내산 가격이 수입가격보다 훨씬 높은 수준이다. 그러나 수입산 도토리의 국내산 가격에 대한 상대가격 비율은 계속 상승하는 추세를 나타내고 있다. 수입 형태별 가격을 비교한 결과 도토리 분의 수입가격이 도토리의 그것보다 높으나 두 가지 형태 사이의 가

격 차이는 빠르게 줄어들고 있는 것으로 나타났다.

도토리의 수급모형을 추정한 결과 도토리 수요는 가격(국내산 가격 및 수입가격)의 변화에 대해서는 비탄력적으로 반응하는 반면 소득탄력성은 대단히 높은 것으로 나타났다. 이것은 소득이 증가하는 한 도토리의 소비량이 계속 증가할 것이라는 점을 시사해 주고 있다. 국내산 도토리 공급의 경우 가격탄성치는 작은 반면 대체작목가격 탄성치와 임금탄성치가 큰 것으로 나타났다. 이것은 농촌임금이 상승하거나 대체작목(여기서는 과일류)의 가격이 상승하는 한 국내산 도토리의 공급량이 계속 감소할 것이라는 점을 의미한다.

도토리의 수요량을 전망한 결과 도토리 식품에 대한 기호가 현재 추세대로 유지되는 경우에는 2010년의 소비량이 1997년보다 2.3배 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 다양한 도토리 식품을 개발하여 수요를 창출하는 경우에는 2010년의 도토리 소비량이 1997년보다 4.3 ~ 8.6배 증가할 것으로 예측되었다. 반면 도토리의 국내 생산량은 계속 감소하는 것으로 나타났다.

이와 같이 도토리의 수요량은 크게 증가하는 반면 국내 생산량은 계속 감소함에 따라 도토리의 자급률은 2010년에 0.6%까지 하락하는 것으로 전망되었다. 즉 국내 생산량 증대 방안에 관한 아무런 대책이 수립되지 않는다면 앞으로 도토리 공급의 거의 전량을 해외에 의존하게 된다는 것을 알 수 있다.

한편 도토리의 가공식품을 다양하게 개발하여 수요 창출에 성공하고 우량종을 육성하여 개발된 재배 방법과 함께 농가에 보급함으로써 도토리가 새로운 작목으로 재배되는 경우의 경제적 타당성을 분석한 결과는 다음과 같다. 도토리를 재배하는 경우의 10a당 농업조수입은 미국의 농업조수입과 비슷하며 잡곡, 두류, 특용작물 등의 발작물보다는 크게 높을 것으로 예상된다. 또한 과일의 조수입보다는 훨씬 낮은 수준이나 밤의 조수입보다는 2 ~ 3배 더 높을 것으로 나타났다.

도토리를 재배하는 경우의 시장규모는 2010년에 가면 현재의 복숭아, 밤 등의 시장규모와 비슷한 수준으로 부상하여 농산물 시장규모 증대 효과가 클 것으로 나타

났다. 도토리 수요량을 모두 국내에서 재배하는 경우 2.5ha 규모의 농가 6.0 ~ 21.9천호가 도토리만을 재배함으로써 전국 평균 호당 농업조수입을 실현할 수 있을 정도로 대체작물 부상효과가 클 것으로 예상된다. 또한 현재 휴경면적의 38.8 ~ 142.1%에 해당하는 경지에 도토리가 재배됨으로써 농지 이용률을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 나타났다.

도토리 수요량을 국내에서 재배하여 공급하는 경우 전체 농산물 수입액의 0.3 ~ 1.2%에 해당하는 금액의 외화를 절감할 수 있을 것으로 나타났다. 이러한 수입대체효과 외에도 유향 한계지나 야산 등에 도토리를 재배함으로써 공익적 기능을 증대시키는 부수적 효과도 거둘 수 있을 것이다.

이상의 분석 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다. 만일 도토리를 이용한 가공식품을 다양하게 개발하여 수요 창출에 성공한다면 도토리의 수요는 더욱 큰 폭으로 증가할 가능성이 높다. 그러나 현재의 가격 추세가 유지되는 한 수요량 증가분을 충족시키기 위한 공급량은 대부분을 수입에 의존할 수 밖에 없을 것이다. 그렇게 되면 도토리의 수입 가격이 상승하고 있기 때문에 도토리 수입을 위한 외화 부담은 더욱 가중될 것이다.

반면 도토리가 농가의 새로운 대체작물로 부상되는 경우의 경제적 파급효과는 대단히 크므로 고품질의 국내산 도토리를 대량 공급하는 체계로 국내 생산방식을 채취형에서 재배형으로 전환하는 것이 중요하다. 수입에 의한 도토리 공급량을 재배에 의한 국내산으로 대체하면 막대한 경제적 성과뿐만 아니라 저질의 수입 도토리 대신 고품질의 국내산을 원료로 이용함으로써 나타나는 가공식품의 품질 향상 효과가 크다는 점에도 유의해야 할 것이다.

참고문헌

김사일·주인원, “종실류(밤·대추) 생산농가의 소득증대 방안에 관한 연구,” 임업

연보 35(1987) : 1 - 8.

김성일 외, 「농업이 환경에 미치는 공익적 기능 평가」, 농촌진흥청, 1996. 8.

김영명 · 이현유 · 김성수, 「도토리묵 가공공정 확립에 관한 연구용역 결과 보고서」, 농어촌개발공사 · 종합식품 연구원, 1986.

박용배, “밤나무 재배의 수익성 분석에 관한 연구,” 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 1985.

박준경 · 김정호, 「2010년의 산업구조 전망」, 한국개발연구, 제 17권 제 1호, 별책, 한국개발연구원, 1995.

송형섭, “밤 가격의 경제분석 및 생산예측에 관한 연구,” 충남대학교 대학원, 석사학위논문, 1987.

신용태, “한국산 도토리의 이용에 관한 연구,” 동국대학교 대학원, 석사학위논문, 1974.

이정환 · 조덕래 · 조재환, 「경제사회 발전과 농림수산업의 역할 변화」, 한국농촌경제연구원, 연구보고 236, 1991. 7.

이홍균 외, 「산림의 공익적 기능의 계량화 연구」, 과학기술처, 1993. 10.

임목육종연구소, 「참나무」, 1995.

임주훈 편, 「참나무와 우리문화」, 숲과 문화 연구회, 1995.

정동효 · 유태종 · 최병규, “도토리 녹말의 이용에 관한 연구,” 「한국농화학회지」, Vol. 18, No.2, 한국농화학회(1975): 102-108.

조덕래 · 조재환, 「주요 과실류의 수급 분석 및 전망」, 한국농촌경제연구원, 연구보고 260, 1992. 12.

조덕래 · 조재환, 「과수부문의 장기 수급전망과 정책과제」, 한국농촌경제연구원, 연구보고 277, 1993. 12.

조재명 외, 「참나무 자원의 종합이용 개발에 관한 연구」, 과학기술처, 1988.

조재명 외, 「참나무 자원의 종합이용 개발에 관한 연구(Ⅱ)」, 과학기술처, 1989.

- 조재명 외, 「참나무 자원의 종합이용 개발에 관한 연구(Ⅲ)」, 과학기술처, 1990.
- 한국개발연구원, 「경제위기 극복과 구조조정을 위한 종합대책」, 1998.
- 홍병주 · 이해종 · 이영철, “도토리 사료 이용성에 관한 시험,” 「한축지」, 17(4), 강원대학교(1975) : 102-108.
- 辻稜三, “한국에 있어서의 도토리 가공과 저장에 관한 연구,” 「KOREAN J. DIETARY CULTRE」, Vol. 1, No. 1, 1986 : 67-85.
- Askari, H. and J. T. Cummings, *Agricultural Supply Response: A Survey of the Econometric Evidence*, Praeger Publishers, 1976.
- French, B. C. and J. L. Matthews, “A Supply Response Model for Perennial Crops,” *Amer. J. Agri. Econ.*(1971) : 478-490.
- Oral Capps, Jr. and B. Senauer, *Food Demand Analysis : Implication for Future Consumption*, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1986.

제 6 장 요약 및 결론

이 연구는 도토리 가공식품의 개발 및 수요 창출 가능성, 도토리의 재배기술 개발 가능성, 고품질 우량품종의 육성 가능성, 도토리 재배의 경제적 타당성 등을 체계적이고 종합적으로 분석함으로써 도토리가 농가의 새로운 경제작물로서 부상할 수 있는 가능성과 그 조건을 규명하려는 목적으로 수행하였다. 연구 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다.

1. 가공식품 개발

(1) 도토리의 박피법

열처리에 의한 박피법 실험 결과 100-200℃의 열처리에 의해서는 시료가 열에 의한 손실을 입기 때문에 상품으로서의 가치가 없었으며, 300℃ 이상에서는 효과적인 박피는 진행되었으나 가열 시간 및 가열 온도를 조절할 수 있는 기계적인 장치가 필요한 것으로 나타났다.

가성소오다에 의한 실험 결과 80℃, 10%의 농도 이하에서 가장 양호한 박피 효과를 나타내었다.

(2) 도토리의 이화학적 성분 분석

도토리 가공품 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 도토리 품종(상수리, 졸참, 굴참)별로 이화학적 성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 평균 중량은 굴참, 졸참, 상수리 순이었으며 가식 부위는 졸참이 84%, 상수리가 78%, 굴참이 75%인 것으로 나타났다.

이화학적 성분을 분석한 결과 수분, 조지질 및 조섬유는 졸참이 각각 12.7%, 4.2% 및 3.5%로서 가장 높았으며, 회분은 상수리가 2.3%, 조단백질은 굴참이 7.4%

로서 가장 높은 것으로 나타났다. 무기성분의 경우 세 가지 시료 모두 K의 함량이 가장 높았으며 상수리의 무기성분 함량은 Mg, Ca, Na, P, Fe의 순으로 나타났다. 줄참의 무기성분 함량은 Mg, P, Ca, Na, Fe의 순이었고, 굴참에서는 Ca, Mg, P, Na, Fe의 순으로 나타났다.

향기 성분은 분리된 성분 46개 중 14종만이 동정되었는데 palmitic acid가 54%로서 가장 높았으며, 그 다음으로 dioctyl adipate, methyl-9, 12-octadecadienoate, methyl-9-octadecenoate, phenyl ethyl alcohol 등의 성분이 높은 것으로 나타났다.

(3) 반죽 특성 실험 및 가공식품 개발

도토리 무첨가구(백설기)와 첨가구로 구분하여 반죽 특성(수분 함량)을 실험한 결과 첨가구가 무첨가구보다 수분 함량이 더 높았으며, 첨가량이 증가할수록 수분 함량도 증가하는 것으로 나타났다.

도토리 분말을 첨가한 카스테라를 개발하여 관능검사(맛, 향기, 색깔, 조직감)를 실시한 결과 맛과 향기의 기호도는 20% 첨가구가 가장 높은 것으로 나타났다. 색깔은 15% 첨가구에서 가장 좋은 기호도를 나타내었고, 조직감은 10% 수준이 가장 적당한 반면 20% 이상에서는 거부감을 나타내었다.

도토리 분말을 첨가한 국수의 경우 맛의 기호도는 20-30% 첨가구에서 가장 높았으며 향기, 색깔, 조직감 등은 모두 20% 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었다. 도토리 드링크를 개발한 결과 5% 도토리 엑기스 첨가구가 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 탄닌이 완전히 제거되지 않기 때문에 쓴맛이 잔류하였다.

제과품은 10% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 그 이상 첨가시에는 기존의 호두과자보다 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 우동은 20% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 나타내었으며 맛과 색깔에는 좋은 느낌을 주었으나 조직감에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

제빵의 경우 부드러운 정도는 무첨가구가, 쫄깃한 정도와 전반적인 느낌은 30%

첨가구에서 가장 기호도가 높았다. 촉촉한 정도는 첨가구별로 큰 차이가 없었으며, 졸참과 상수리 제품 사이의 기호도 역시 차이가 없는 것으로 판명되었다. 목 가공품의 경우에는 졸참 목이 상수리 목보다 견고성, 절단성 및 탄성 등이 더 우수한 것으로 판명되었으며, 기호도도 졸참 목이 더 높은 것으로 나타났다.

(5) 저장성 및 기능성

가공품 개발 결과 기호도가 가장 높았던 제품에 대하여 도토리 첨가구와 무첨가구로 구분하여 저장조건(상온 및 냉장) 및 저장기간(0, 1, 3, 5, 7일)별로 저장성을 실험한 결과는 다음과 같다. 국수 제품은 도토리 첨가 여부에 상관없이 기간별 저장성 차이가 거의 없었으며, 상온에서 저장하는 경우 30일 경과시 변색 현상이 나타났다.

카스테라의 경우 저온 저장에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나 상온 저장시 무첨가구는 저장 3일째부터, 첨가구는 저장 5일째부터 곰팡이가 발생하였다. 떡을 상온에서 저장하는 경우 무첨가구와 첨가구에서 각각 저장 3일째, 저장 7일째에 곰팡이 발생 현상이 나타났다.

한편 기능성 실험 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다. 유효성분을 각 용매(물, 메탄올, 에탄올)별로 추출한 결과 물에 의한 추출이 27.5%로서 가장 높았으며 그 다음이 메탄올, 에탄올 순인 것으로 나타났다. 감압 농축하는 경우에는 물 추출물이 4.7%, 메탄올 추출물이 3.9%, 에탄올 추출물이 3.4%인 것으로 나타났다.

돈지에 도토리 추출액을 0.01-0.02% 수준으로 첨가하여 황산화 효과를 분석한 결과 저장 3일까지는 도토리 첨가구가 무첨가구보다 과산화물가의 변화가 크게 나타난 반면 저장 6일 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그 이유는 저장 초기일수록, 즉 신선할수록 황산화 효과가 더 크기 때문이다.

E.coli, B.subtilis, S.typhimurium, S.aureus의 4균주에 대하여 항균 실험을 수행한 결과 항균성이 없는 것으로 나타났다. 기능성 식품 개발을 위하여 캔디에 엑기스를

첨가하여 제조한 결과 현재의 캔디보다 가격이 더 높아지기 때문에 큰 의미가 없는 것으로 판명되었다. 따라서 휘발성 성분 중 도토리 특성을 나타내는 성분을 추출하여 첨가하는 것이 더 효과적일 것으로 판단된다. 기능성 식품은 소동물에 의한 임상실험 결과가 수반되어야 하므로 이 분야에 관한 추가적인 연구가 수행되면 더욱 보완될 수 있을 것이다.

2. 우량종 육성

(1) 분포 및 생태조사

참나무류는 타가수정에 의한 자연교잡종의 발생이 많으므로 종 분류뿐만 아니라 참나무류의 육종전략에도 많은 어려움이 있다. 따라서 참나무류의 분포와 생태에 관한 자료를 얻기 위하여 백운산 지역 95개소, 지리산 지역 89개 조사구를 설정하였다. 백운산 지역은 소나무림, 굴참나무림 그리고 졸참나무림으로 구성되어 있고 백운산 지역의 참나무류를 우점종으로 하는 활엽수 혼효림군집간에는 55% 이상의 유사도 지수를 보였다. 지리산 지역은 소나무림, 굴참나무-졸참나무림, 서어나무림, 신갈나무림, 층층나무-신갈 나무림으로 구성되어 있고 침엽수림과 낙엽혼효림간에는 20% 미만의 유사도 지수를 보였다.

(2) 유전자원조사 및 개체선발

유전적 자원을 개선하기 위하여 유전적으로 적합한 수종을 선발하고 또 유전적 차이를 나타내는 개체집단을 동시에 선발하였다. 수형목을 선발하기 위하여 자연적으로 성장하고 있는 곳에서 모수를 선발하고, 자연적 선발을 통하여 개발된 유전적 특성이 있는 곳에서 선발하였다. 수형목 선발기준을 적용하여 낙엽참나무류 6종을 대상으로 다수성이면서 우량도토리를 생산하는 참나무

류를 1차년도에 21개체, 2차년도에 27개체 등 모두 48개체를 선발 조사하였다.

선발 1년차에서 신초장의 생육은 함양선발종 Ha-6, 7, 14호가 가장 크게 성장했고, 종실의 무게는 산청선발종S-2, 9호가 각각 7.2g와 5.7g으로 가장 무거운 것으로, 종실의 형태는 난형, 장타원형 등 수종에 따라 다양하였다.

선발 2년차는 다수종의 평균 과중은 3.1g이고 과중경은 평균 20.4mm인 것으로 나타났으며 주로 상수리나무류가 과중이 무겁고, 졸참나무류의 과중경이 횡경에 비해 긴 것으로 나타났다. 평균 과중이 가장 무거운 것은 산청선발종 S-2,9등이고 함양선발종H-7, H-19 등은 과중이 가장 낮았다. 숙기 조사 결과 함양선발종H-4, 진주금산선발종Ck-1, 구례선발종G-1 등이 조생종이고 함양선발종H-10, 산청선발종S-7, 합천선발종Hp-1 등은 중생종, 함양선발종 H-7, 산청선발종S-3, 산청생비랑선발종Ss-0 등은 만생종이었다.

(3) 영양번식법 개발 및 우량종의 분석

타가수정을 하는 참나무류의 개체번식은 영양번식이 효과가 있을 것으로 판단되어 상수리나무, 갈참나무, 및 떡갈나무에서 선발된 개체를 대상으로 접목법과 삽목법으로 실험하였다.

접목번식법은 과중상에서 1-0묘에 居接(거접)을 실시하고 차광율 50%를 유지 시켰으며 접목 활착율이 높은 수종은 상수리나무 75%, 갈참나무 58% 그리고 떡갈나무 51%로 나타났다.

삽목번식법 실험결과 맹아지 삽목은 상수리나무의 발근율이 61%, 갈참나무 58%, 그리고 떡갈나무 48%로 나타났으며, 접목묘에서 채취한 삽수의 발근율은 상수리나무, 갈참나무, 떡갈나무로서 각각 74%, 65% 그리고 52%로 나타났다.

우량종 분석을 위해 참나무류의 화분을 관찰한 결과, 花粉粒은 單粒이고, 花粉의 크기는 約 22.75~31.25×27.75~39.75 μ m(Min.~Max., P×E)이며 中粒

(Medium sized)이었다. 赤道面 粒狀에서 갈참나무, 졸참나무, 떡갈나무, 가시나무는 장구형이고 상수리나무와 굴참나무는 약장구형이며 신갈나무는 아장구형이다. 극면 粒狀은 모든종이 半三角形이다. 발아구는 3공구형 또는 3약공구형이다. 구구는 폭이 좁은 편이며 표면은 평활상이거나 약간 망상이었고 外口 緣은 상수리 나무와 굴참나무가 발달했다.

있을 이용한 PCR 분석에서는 참나무류의 우량종 육성을 위한 표식인자가 나타났다으며, 그 가운데 8개 primer가 유용하였고 모두 122개의 RAPD 표식인자를 탐색하였다.

(4) 우량종의 다량번식 기술 확립

1) 외식체의 채취부위 및 시기

참나무 조직배양을 위한 外植體의 채취는 種子上胚軸과 온실에서 육묘한 實生苗 新梢枝의 clone을 채취하는 것이 가장 유리하며, 봄철 成木에서 채취한 新梢枝의 clone도 가능하나 오염율이 높고 5월 중순 이후의 여름철에 채취한 가지는 거의 대부분이 오염되었으며, 습도가 높은 날도 이와 비슷하였다.

成木의 외식체 채취는 1월에 主幹이 가까운 부위의 직경 30~50cm의 主枝를 잘라 水盤에 安置하고 옥내에서 물꽂이 재배를 하여 얻는 것이 유리하며 이렇게 할 경우 6월까지도 생존율이 높은 외식체를 얻을 수 있었다.

2) 외식체의 처리 및 살균법

외식체는 잎과 줄기를 부착하여 소독한 후 0.5cm정도 양쪽 끝을 잘라버린 결과 외식체의 생존율이 높았으며 種子殺菌方法은 剝皮 種子를 20% Sodium hypochlorite용액에 8분, 70% 에칠알콜에 5분間 침적하여 表面을 살균하고 멸균수에 4분간 침지시키고 멸균수로 2-3회 水洗하는 방법이 효과가 높았으며, clone外植體의 살균방법은 NaOCl에 6분간씩 침지하여 살균한 다음 70%

ethanol에 6분간 재침지하여 살균하고 외식체 兩端을 자른 후 0.1% AgNO₃ 수용액에 3초 정도 담가 활성탄을 첨가한 배지에 삼목하므로써 매우 높은 생존율을 보였다.

3) 배지조성

培地는 WPM에 Zeatin이나 BA 10 μ M을 첨가하여 초기배양하고, 발근배지는 NAA 5 μ M을 첨가하여 배양할 경우 생육이 모두 양호하였으나 Zeatin을 첨가한 배지가 생육이 더욱 양호하였다.

4) 순화실험

馴化實驗을 위해 幼苗를 플라스틱용기에 퍼어라이트와 버미큐라이트를 섞은 화분에 이식된 幼苗를 비이크를 씌워서 분무, 관수 조건하에 둔 경우 뿌리를 가진 묘목의 85% 이상이 활착하였다.

3. 재배기술개발분야

도토리의 수요량 증대에 대비한 대량 생산체계를 확립하기 위하여 육성된 우량 수종을 식재하고 저비용 다수확 재배기술을 개발한 결과는 다음과 같다.

1) 이식묘의 활착 및 초기생육을 증진하기 위하여 이식묘의 근부를 성장조절제 IBA에 침적 처리 후 식재하는 경우 측근의 발달이 좋아 활착 및 초기생육이 양호하였다.

2) 전정 및 단근 처리가 이식묘 생육에 미치는 결과는 주간장 및 주근장의 길이를 20~30cm로 전정한 다음 뿌리 부위를 IBA 500 ppm에 침적하여 식재하는 경우 식상을 줄이고 근군의 분포 및 활착을 좋게 하였으며, 지상부의 생장과 가지

- 수가 증가하여 도토리의 재배 작물화 및 수형 구성에 좋은 것으로 판단되었다.
- 3) 수체 성장 및 화아분화 조절을 위한 정지전정 및 환상박피의 효과는 휴면기에 수령별로 적정량을 전정하면 수형과 수체생장이 조절되고, 6월 하순부터 7월 상순에 환상박피를 실시하면 화아수를 증가 시키는 것으로 나타났다.
 - 4) 수세 조절에 의한 안정결실 관리를 위하여 결실 초기인 10년생 상수리나무를 10kg정도 전정하여 수형과 수세를 조절하고, 7월초에 환상박피를 실시하면 수세가 조절되어 화아수를 증가시켜 안정 결실을 유도할 수 있었다.
 - 5) 수확기술을 확립하기 위한 시험 결과 참나무의 도토리는 에스렐(에세폰) 1000~2000배액을 도토리 중심으로 수관 전면에 분무한 후 10~15일이 경과한 시점이 가장 적절한 동시 수확 시기인 것으로 나타났다. 저비용 수확 방법은 에스렐 처리 직후 그물망을 설치한 다음 적기에 진동기를 사용하여 동시 수확하는 것이 가장 좋은 것으로 판명되었다.
 - 6) 도토리의 저장에 관한 실험 결과 노천 매장은 3월 초까지 5개월동안 저장 가능하고, 저온 저장은 5월 초까지 7개월 저장이 가능하였으나 발아로 가공 재료의 품질 저하 문제가 발생하였다. 반면 건조 저장과 박피건조 저장은 장기 저장이 가능하므로 가공 원료의 주년 공급이 가능한 저장법으로 판명되었다.

4. 경제성분석분야

도토리 재배의 경제성 분석 목적은 도토리를 재배하는 것이 농가 입장에서나 국민경제적 입장에서 경제적 타당성이 있는가의 여부를 입증하려는 데 있다. 분석 내용에는 도토리의 수급현황, 도토리 수급의 결정요인 분석 및 전망, 도토리 재

배의 경제적 과급 효과 분석 등을 포함하였다. 분석 결과 나타난 주요 사항은 다음과 같다.

도토리 수급 추세를 분석한 결과 국내산 도토리의 생산량은 1983년 이후 계속 감소하는 추세를 나타내고 있다. 반면 소비량은 계속 증가하고 있으며 특히 1991년에 큰 폭의 소비 도약단계를 거친 후 급격한 증가 추세를 나타내고 있다. 소비량 증가에 따른 공급 부족분을 수입에 의존하는 비율이 계속 증가해 왔으며, 그 결과 1997년의 자급률은 4.1%까지 하락하였다.

도토리의 수입 시장은 10개국 이상에 달하고 있으나 가장 큰 수입시장은 중국과 남아프리카공화국인 것으로 나타났다. 수입 점유율은 대부분을 중국이 차지하고 있고 최근 들어 남아프리카공화국의 수입 점유율이 증가하는 추세를 나타내고 있다.

국내산의 도토리 가격은 1995년까지 상승하는 추세를 나타낸 다음 1996년부터는 하락하는 추세를 나타내고 있다. 1997년의 중국산 수입가격은 국내산 가격의 9.0%, 남아프리카공화국산의 수입가격은 국내산의 7.3%에 불과할 정도로 국내산 가격이 수입가격보다 훨씬 높은 수준이다.

도토리의 수급모형을 추정한 결과 도토리 수요는 국내산 가격 및 수입가격의 변화에 대해서는 비탄력적으로 반응하는 반면 소득탄력성은 대단히 높은 것으로 나타났다. 국내산 도토리 공급의 경우 가격탄성치는 작은 반면 대체작목가격 탄성치와 임금탄성치가 큰 것으로 나타났다.

2010년의 도토리 수요량은 1997년보다 2.3 ~ 8.6배 증가하는 반면 도토리의 국내 생산량은 계속 감소하는 것으로 나타났다. 그에 따라 도토리의 자급률은 2010년에 0.6%까지 하락하는 것으로 전망되었다. 즉 국내 생산량 증대 방안에 관한 아무런 대책이 수립되지 않는다면 앞으로 도토리 공급의 거의 전량을 해외에 의존하게 된다는 것을 알 수 있다.

도토리를 재배하는 경우의 10a당 농업조수입은 미국의 농업조수입과 비슷하며

잡곡, 두류, 특용작물 등의 발작물보다는 크게 높을 것으로 예상된다. 또한 과일의 조수입보다는 훨씬 낮은 수준이나 밤의 조수입보다는 2 ~ 3배 더 높을 것으로 나타났다.

도토리를 재배하는 경우의 시장규모는 2010년에 가면 현재의 복숭아, 밤 등의 시장규모와 비슷한 수준으로 부상하여 농산물 시장규모 증대 효과가 클 것으로 나타났다. 도토리 수요량을 모두 국내에서 재배하는 경우 2.5ha 규모의 농가 6.0 ~ 21.9천호가 도토리만을 재배함으로써 전국 평균 호당 농업조수입을 실현할 수 있을 정도로 대체작물 부상효과가 클 것으로 예상된다. 또한 현재 휴경면적의 33.8 ~ 142.1%에 해당하는 경지에 도토리가 재배됨으로써 농지 이용률을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 나타났다.

도토리 수요량을 국내에서 재배하여 공급하는 경우 전체 농산물 수입액의 0.3 ~ 1.2%에 해당하는 금액의 외화를 절감할 수 있을 것으로 나타났다. 이러한 수입대체효과 외에도 유희 한계지나 야산 등에 도토리를 재배함으로써 공익적 기능을 증대시키는 부수적 효과도 거둘 수 있을 것이다.

이와 같이 도토리가 농가의 새로운 대체작물로 부상되는 경우의 경제적 파급효과는 대단히 크므로 고품질의 국내산 도토리를 대량 공급하는 체계로 국내 생산방식을 채취형에서 재배형으로 전환하는 것이 중요하다.