

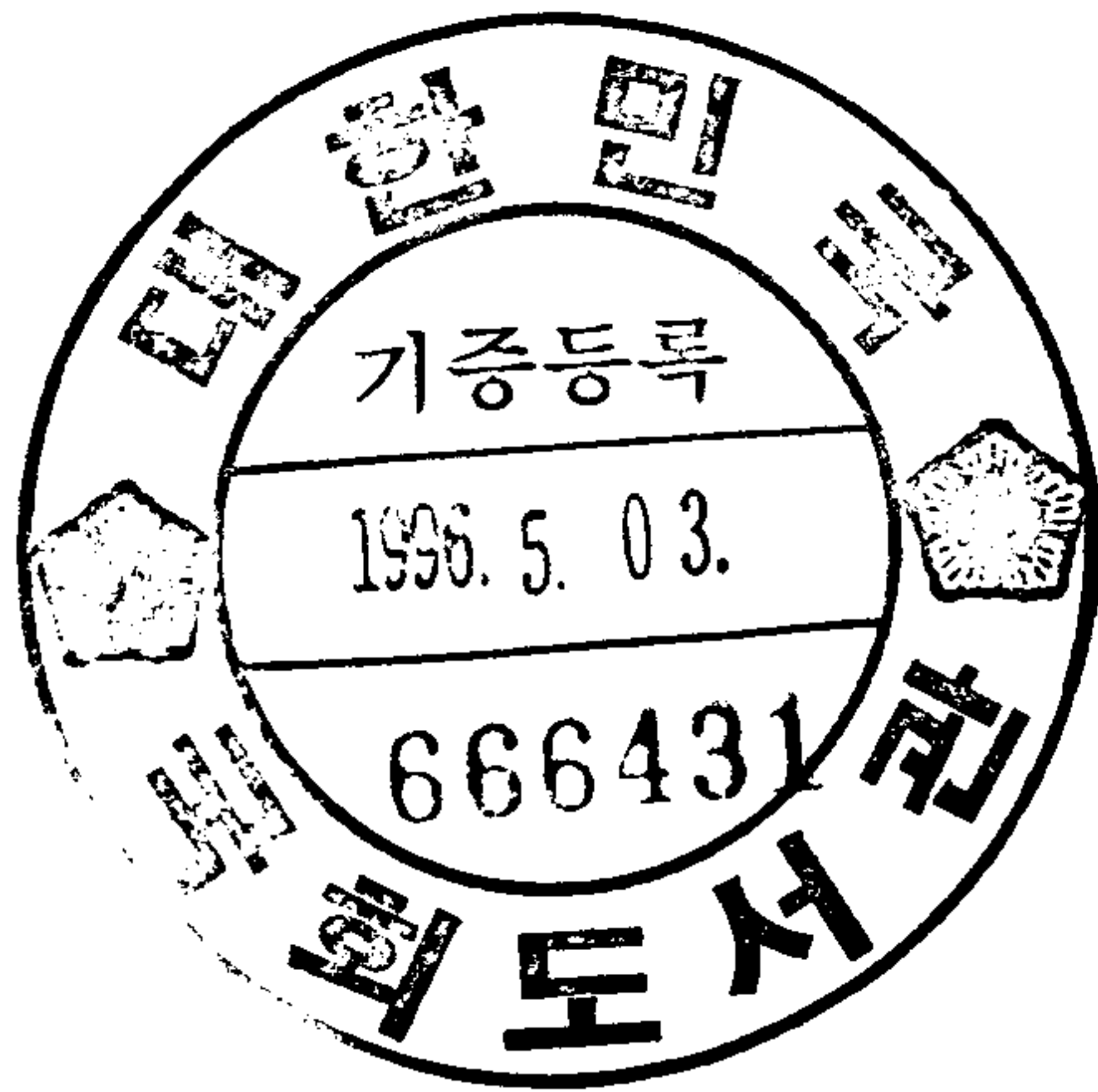
**지리산지역 목공예제조업체의 국제경쟁력  
제고를 위한 특성화 기술개발**

( 1 년차 보 고 서 )

1995년 12월 28일

주관연구기관  
국립이리농공전문대학

농 립 수 산 부



# 제 출 문

농림수산부장관 귀하

본 보고서를 “지리산지역 목공예제조업체의 국제경쟁력 제고를 위한 특성화기술 개발” 과제의 1 차년도 보고서로 제출합니다.

1995년 12월 28일

주관연구기관명 : 국립이리농공전문대학

총괄연구개발책임자	:	이 남 호
협동연구자	:	박 희 준
협동연구자	:	임 승 택
협동연구자	:	김 종 만
협동연구자	:	김 윤 재
협동연구자	:	김 윤 환
협동연구자	:	김 영 명
협동연구자	:	김 경 태
협동연구자	:	김 준 호
협동연구자	:	김 수 섭
협동연구자	:	김 정 정
협동연구자	:	김 동 진

# 요 약 서

**I. 제 목** : 지리산지역 목공예제조업체의 국제경쟁력 제고를 위한 특성화기술 개발

## 최종연구개발사업 목표

- 지리산 일대의 간벌소경목을 이용한 목공예품의 제조가능성 구명
- 목공예용재 및 특수운동구용재의 최적 건조스케줄 개발
- 간벌소경목을 이용한 고도의 내수성을 가진 신소재 개발 및 소득원 확보를 위한 고부가가치의 신상품 개발
- 지역적 특색을 살린 독특하고 상징적 소재의 신모델 및 신제품 개발

## II. 연구개발사업의 목적 및 중요성

지리산 지역의 목공예 제조 업체들은 원료용재의 안정적인 공급문제, 대체수종 개발문제, 가공공정상에서 발생하는 건조가공문제 등 제반기술문제, 신제품, 신모델 개발문제 등 당면한 문제들이 산재해 있으나 이들 대부분의 업체들이 전통적인 가내수공업의 틀에서 벗어나지 못하고 있으며, 매우 영세한 형편으로 이와같은 문제를 해결하기 위한 연구와 기술개발을 하기에는 매우 역부족한 상태에 있는 것이 사실이다.

따라서 본 기술개발 연구사업에서는 첫째, 지리산 지역의 값싸고, 막대한 양의 침엽수 간벌 소경목을 이용한 목공예용 대체 수종의 개발로 목공예용재의 안정적인 공급의 가능성을 검토함과 동시에, 둘째 이들 간벌 침엽수재를 이용하여 고도의 내수성 및 내구성을 가진 신소재 목재를 개발하고, 이들 신소재를 이용한 목제품조 및 목제타일과 같은 신상품을 개발함으로써 새로운 소득원 확보에 기여를 하고자 한다. 셋째, 현재 이용수종의 건조가공기술지원 및 미이용 침엽수 간벌재의 건조기술 개발 및 기술지원으로 생산성 향상과 생산비 절감에 기

여를 하고자 하며, 또한 내제로는 기존의 목공예품과는 다른 새로운 디자인 개발 및 신상품을 개발함으로써 이 지역 목공예품의 차별화 및 특성화에 기여를 하고자 한다.

### Ⅲ. 연구개발사업의 내용 및 범위

#### 1. 목공예용 대체수종 개발 연구

- 침엽수재 원판의 진공건조기술 개발
  - 주요 국산침엽수재 원판의 두께별 진공건조 특성 구명
  - 주요 국산침엽수재 원판의 건조결함 예방을 위한 적정 전처리 효과 분석
  - 주요 국산침엽수재 원판의 진공건조후 수지용출 억제효과 구명
  
- 침엽수재의 목공예용재화 가능성 구명을 위한 기초재질 및 가공특성 조사
  - 지리산 일대의 주요 침엽수재의 임목축적량 및 연간 벌채량 조사
  - 남원산 주요 침엽수재의 물리적 성질 조사
  - 남원산 주요 침엽수재의 기계적 성질 조사
  - 남원산 주요 침엽수재의 접착성 및 도장성 조사

#### 2. 관형 목공예용 박판 활엽수재 원판의 진공건조기술 개발

- 박판 활엽수 원판의 고주파진공건조 특성 구명
- 박판 활엽수 원판의 건조중 기계적 압축력에의한 V형 크랙 예방효과 구명
- 박판 활엽수 원판의 고주파진공건조중 변재부분 엔드레핑 처리에 의한 V형크랙 예방효과 구명
- 박판 활엽수 원판의 고주파진공 및 전단면 엔드레이핑 처리에 의한 심재 할렬 예방효과 구명
- 고주파진공건조중의 수축율 및 재온분포 조사 분석
- 고주파진공건조중 잔적 방법이 건조결함 발생에 미치는 영향 검토
- V형 크랙 예방을 위한 압체식 고주파진공건조의 가능성 구명

### 3. 간벌소경재를 활용한 목재복합옥조제조 기술개발을 위한

#### 기초자료 조사

- 주요 침엽수 간벌소경재의 집성방법 및 사용 접착제별 집성재의 재질조사
- 주요 침엽수재의 고밀화 기술개발을 위한 적정조건 구명

### 4. 목공예용품의 특성화 디자인개발을 위한 시장조사 및 개발품목 선정

- 개발품목 선정을 위한 순서도 구성
- 개발품목 선정을 위한 기초자료 수집 및 분석, 사례연구, 제작기법 연구, 공예품의 주 사용대상 결정, 마케팅 상품 전략, 설문조사

## IV. 연구개발사업결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 목공예용 대체수종 개발 연구

#### ● 침엽수재 원판의 진공건조기술 개발

무처리나 ETSH처리 및 EWS처리 원판들의 생재에서 이용함수율까지 진공건조 하는데 소요된 시간은 종래의 실내음건 방식보다는 크게 단축되었지만 열수순환 가열식 진공건조의 경우 열판에 의해 원판의 상하 횡단면이 차단되므로써 횡단면을 통한 수분증발이 제약을 받아 건조시간이 상당히 지연되는 편이었다. 따라서 횡단면을 통한 수분증발에 절대적으로 의존하는 원판을 열수순환가열식 진공건조기를 활용하여 건조하기 위해서는 열판과 원판사이에 적절한 배기 카울을 끼워서 잔적하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한, EWS처리 원판들의 경우 이용함수율 수준까지의 건조가 불가능하였고, 고함수율 상태가 장기간 지속되므로 말미암아 변재변색 또한 심하게 나타나 EWS 처리는 심재율이 지나치게 낮은 수종이나 열수순환가열식 진공건조기에는 그 적용에 신중을 기해야할 것으로 판단된다.

은행나무의 경우 두께간에 건조속도의 차이가 현저하게 나타나 최소한 두께차가 25mm이상인 원판들을 동일 로드에서 혼합 잔적하는 것은 피하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

수종에 관계없이 심재할렬의 발생정도는 경미한 편이었으나, 일반적으로 원판 건조시에 크게 문제가 되지 않는 변재할렬이 심재할렬보다 심하게 발생한 경우가 많았다. 이는 본 시험에 사용된 공시수종의 경우 변재부의 초기함수율이 심재부 보다 훨씬 높았을 뿐만 아니라, 고함수율인 변재부위가 점유하는 비율이 상당히 높았으며 공시원판들의 상단수가 박피된 상태에서 건조가 개시되어 건조초기에 방사방향으로의 수분경사가 크게 형성되었기 때문인 것으로 생각된다.

은행나무의 경우 심재할렬, 변재할렬 및 V형 크랙 모두 그 발생 정도가 경미하여 목공예용 원판으로서의 대체가능성이 높은 것으로 평가되었으나 약간의 윤활이 발생하는 문제가 있었다.

소나무, 리기다소나무 및 잣나무의 원판들은 V형 크랙의 발생 정도가 심하였고, 특히 하나의 원판에 여러개의 V형 크랙이 발생하는 특징을 보였는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 건조초기에 변재할렬이 발생되었고, 건조후기에 발현되기 시작한 이방성 수축응력이 이 변재할렬부에 집중되었기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 침엽수재 원판들을 V형 크랙에 의한 손상 없이 건조하기 위해서는 박피가 되지 않도록 저목하거나, 선삭가공품의 가공공정을 원판건조 후에 귀도리하는 순서로 전환하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 또한 내부에 잔적된 원판에 기계적 압체력을 가할 수 있는 진공건조기를 활용할 경우 건조중에 기계적 압체력을 해제하는 것은 V형 크랙 예방에 바람직하지 않은 것으로 판단된다.

공시수종에 관계없이 진공건조된 원판들에서는 촉진폭로 조건에서의 수지용출은 전혀없는 것으로 조사되어 이들 공시수종들을 목공예용재로 활용하는데 있어서 사용상의 수지용출문제는 진공건조에 의해서 해결 가능한 것으로 나타났다.

### ● 국산 침엽수재의 기초재질 및 가공 특성

목공예용 대체수종 개발을 위한 연구의 일부로 1 차년도에는 지리산 지역에서 벌채된 침엽수 간벌 소경재인 낙엽송, 리기다소나무, 소나무 3 수종의 물리적 및 기계적 성질을 측정하였으며, 앞으로의 재질개량화 연구를 위한 기초자료로

삼고자 수행하였다.

기존의 목공예용재들(물푸레나무, 오리나무, 사방오리나무, 느티나무, 호도나무 등)이 심변재의 구분이 뚜렷하지 않고 조직이 치밀한 산공재나 환공재인 반면에 낙엽송, 리기다소나무, 소나무는 모두 연륜이 뚜렷하고, 심변재의 구분이 명확했으며, 춘추재의 이행이 급하고 수지용출이 심하게 나타났으며, 기존의 목공예용재에 비하여 전반적으로 비중이 낮았으나 수축율은 기존의 공예용 수종에 비하여 큰 것으로 측정되어 치수안정성이 열등한 것으로 나타났다. 또한 비중에 비례하여 강도적 성질 역시 기존의 목공예용재에 비하여 열등한 것으로 측정되었다.

한편, 접착성 시험결과 수종에 따라서는 접착력에 큰 차이를 보이지 않았으나 사용 접착제의 종류에 따라서는 큰 차이를 나타내었다. 특히 본 연구에서 사용한 상온경화형 이소시아네이트 접착제는 상태접착력과 내수접착력 사이에 큰 차이를 나타내지 않아 향후 목재의 재질개량 및 집성화 연구 그리고 목제육조제조 기술 개발에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

그리고 현재까지 국내에서 목재에 적용된 바 없는 고도의 내후성 도료로 알려진 불소수지계도료와 목공용 폴리우레탄계도료를 적용하여 도장성 시험을 한 결과 수종간에는 차이를 나타내지 않았으며, 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판단되었다. 단지 도료 종류별로 경화시간에서 큰 차이를 나타내었으며, 이들 도료로 도장처리를 함으로써 국산 침엽수재의 치수안정성을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

당해년도의 연구자료를 바탕으로 2차년도에서는 침엽수 간벌소경재에 물리적 처리 및 화학적 처리를 통하여 고밀화 및 치수안정성을 개선시킴과 아울러 강도적 성질도 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대가 되며, 향후 이들 처리를 통하여 목공예용재로의 전환 및 이들 물성에 적합한 목제품을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 관형 목공예용 박판 활엽수재 원판의 진공건조기술 개발

### - 두께 75mm 호도나무 원판의 고주파진공건조기술 개발 -

EWS처리 원판의 RF/V 건조중 평균건조속도는 전 건조기간에 걸쳐 거의 균



일하고, 안정적이었던 반면에 무처리와 ETSH처리 원판의 경우는 상당히 기복이 심하였고, 또 건조시간이 경과함에 따라 건조속도가 급속하게 저하되었다. 이것으로 미루어 볼 때 EWS처리 원판의 경우는 심재부보다 수분유동이 상대적으로 용이한 횡단면의 변재부가 비닐로 래핑처리되므로써 내부수분의 유동속도와 표면에서의 수분증발 속도간에 거의 차이가 없었던 것으로 생각된다.

원판의 상부표층과 하부표층간의 온도경사는 EWS처리 원판이 무처리원판보다 완만하였는데, 이는 적절한 잔적과 횡단면 변재부의 래핑처리에 의한 효과인 것으로 판단된다.

RF/V건조 원판들중 V형크랙에 의해 손상되지 않은 원판들의 접선방향 수축율은 표준수축율 시험편의 접선방향 수축율의 절반 정도에 불과한 반면, 방사방향 수축율은 반대로 약 2배정도로 크게 나타나, 결과적으로 두 횡단방향의 수축율의 합은 표준수축율의 경우에 비해서 10~20% 정도 더 작게 나타났다. 저기압조건 하에서 목재의 찌그러짐 발생량이 감소한 결과에 기인한 것으로 판단된다.

원판을 RF/V건조할 경우 심재할렬은 매우 효과적으로 예방되어졌고, 동일원판의 횡단면내에서 심·변재간 또는 상하 횡단면간 건조속도의 균형을 유지하도록 조치한다면 V형크랙 또한 상당히 예방될 수 있을 것으로 생각되지만 역시 RF/V건조만으로는 V형크랙의 예방에 불완전하다. 반대로 RF/V-to-press 건조는 심재할렬 예방에는 무의미 하였지만 V형크랙 예방에는 완전무결한 것으로 나타났다. 그러므로 원판을 심재할렬이나 V형크랙에 의한 손상이 없이 건조하는 데에는 기계적 압체력을 가하면서 RF/V건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

### **3. 간벌소경재를 활용한 목재복합육조제조 기술개발**

#### **- 기초자료조사 -**

간벌소경재를 활용한 목재복합육조 제조기술개발을 위한 연구 중 당해년도에는 목재육조제조 기술개발을 위한 기초자료조사 기간으로 국산침엽수 간벌 소경재, 낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 3수종으로 접착제 종류에 따른 상태접착력과 내수접착력을 시험하였으며, 열압처리에 의한 재질개량효과의 가능성을 검토하기 위한 예비연구 및 내후성이 우수한 도료로 알려진 불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 외부표면피복처리를 한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사하였다.

각 수종에 있어서 접착성은 차이가 없이 양호한 것으로 판단되었으며, 접착력

의 차이는 수종간의 차이 보다는 사용한 접착제의 종류에 따라 상이하게 나타났다. 일본 Koyo Bond 産業에서 구입한 상온경화형 이소시아네이트 접착제 (KR-120)은 작업성이 양호하며, 상태접착력 및 내수접착력에서 큰 차이를 나타내지 않았으며, 상태나 내수에서 모두 목과율 100%를 나타내었으나, 초산비닐에멀전수지접착제는 내수접착력이 매우 불량한 것으로 판정되었다.

열압처리에 의한 재질개량효과를 검토하기 위하여 몇 종류의 열압 스케줄을 적용해 본 결과 열압을 함으로써 고밀화 및 치수안정효과를 얻을 수 있는 것으로 판단되었으며, 절삭성 및 기계적 성질 향상도 상당히 클 것으로 기대가 된다. 그러나 3수종 모두 열압 후 수지 및 리그닌 유동에 의하여 변색 및 얼룩이 발생하였으며, 특히 리기다소나무에서 그 정도가 심하였다.

불소수지계도료와 폴리우레탄도료로 외부표면피복처리한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사한 결과 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판정되었으며, 이들 도료의 물성 또한 매우 우수하여 향후 침엽수 간벌 소경재의 재질개량화가 완료된 후 이들 도료로 피복처리할 경우 우수한 성능의 목제복합육조를 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4. 목공예품의 특성화 디자인 개발

##### - 개발 품 목 선 정 -

지리산지역 목공예제조업체의 제품 공급여건 및 잠정 수요시장을 분석한 결과 목공예품의 신상품 개발에 대한 잠재성은 대단히 양호한 것으로 판단된다. 특히 남원시가 계획하고 있는 관광개발 예정지가 성공적으로 완공되면 목공예품의 수요도 급증할 것으로 기대된다.

일반인, 남원지역 방문자, 지리산지역 방문자들의 목공예품에 대한 용도별 선호도는 장식용품, 일상용품, 사무용품, 주방용품, 화장용품, 기타 공예품의 순으로 일치되어 나타났다.

그리고 목공예품의 선호품목은 목기세트, 장식용 나무인형, 장식용시계, 장식용촛대, 다반류, 소반류, 아동용퍼즐, 기타 공예품으로 나타났는데, 이러한 품목들은 성별이나 연령층에 관계없이 누구나 즐겨찾는 품목으로서 지리산지역이나 남원지역의 독특한 향토성을 표현하여 특성화 품목으로의 전환도 용이할 것으로 판단된다.

# 목 차

<b>제 1 장</b>	<b>서 설</b> . . . . .	<b>4</b>
<b>제 2 장</b>	<b>목공예용 대체수종 개발연구</b> . . . . .	<b>7</b>
	- 침엽수재 원판의 진공건조 기술개발 -	
제 1 절	서 론 . . . . .	8
제 2 절	재료 및 방법 . . . . .	10
	1. 공시수종과 시험편 채취 . . . . .	10
	2. 진공건조시험 . . . . .	10
제 3 절	결과 및 고찰 . . . . .	16
	1. 건조시간과 건조속도 . . . . .	16
	2. 심재할렬과 변재할렬 . . . . .	29
	3. V형크랙 . . . . .	31
	4. 수지용출과 건조재의 전건비중 . . . . .	37
제 4 절	결 론 . . . . .	38
	참고문헌 . . . . .	40
<b>제 3 장</b>	<b>목공예용 대체수종 개발연구</b> . . . . .	<b>42</b>
	- 국산침엽수재의 기초재질 및 가공 특성 -	
제 1 절	서 론 . . . . .	43
제 2 절	재료 및 방법 . . . . .	44
	1. 공시원목 . . . . .	44
	2. 시험방법 . . . . .	44
제 3 절	결과 및 고찰 . . . . .	46
	1. 물리적 성질 . . . . .	46
	2. 기계적 성질 . . . . .	48
	3. 접착성 . . . . .	51
	4. 도장성 . . . . .	52

제 4 절	결 론	54
	참고문헌	55
<b>제 4 장</b>	<b>관행 목공예용 박판 활엽수재 원판의 진공건조 기술개발</b>	<b>56</b>
	두께 75mm 호도나무 원판의 고주파진공건조기술 개발	
제 1 절	서 론	57
제 2 절	재료 및 방법	59
	1. 시험편 준비	59
	2. RF/V건조	61
	3. RF/V-to-press건조	61
제 3 절	결과 및 고찰	64
	1. 건조시간과 건조속도	64
	2. RF/V건조중 재온분포	67
	3. 심재할렬	70
	4. 수축율과 V형크랙	70
제 4 절	결 론	78
	참고문헌	79
<b>제 5 장</b>	<b>간벌소경재를 활용한 목재복합육조제조 기술개발</b>	<b>81</b>
	기 초 자 료 조 사	
제 1 절	서 론	82
제 2 절	재료 및 방법	84
	1. 공시원목	84
	2. 시험방법	84
제 3 절	결과 및 고찰	97
	1. 간벌소경재의 집성화 기술개발	97
	2. 소재의 재질개량	98
제 4 절	결 론	94
	참고문헌	95

<b>제 6 장</b>	<b>목공예품의 특성화 디자인 개발</b>	<b>96</b>
	<b>개발 품 목 선 정 -</b>	
제 1 절	서    론	97
제 2 절	개발품목선정방법	99
	1. 연구목표분석	99
	2. 목공예품의 공급여건	99
	3. 잠정수요시장	99
	4. 목공예품의 주요 사용대상 설정	100
	5. 마케팅 상품전략	101
	6. 소비자설문조사	101
제 3 절	목공예품의 공급여건	102
	1. 일반인 설문조사 결과	102
	2. 남원지역 방문관광객 설문조사결과	105
	3. 국립공원 지리산 방문관광객 설문조사결과	107
	4. 용도별 선호도	109
	5. 품목별 선호도	109
제 4 절	결    론	111
부    록	설문조사지	112
<b>제 7 장</b>	<b>총 합 결 론</b>	<b>119</b>

# 제 1 장

# 서 설

지리산 지역, 특히 남원시 지역에서는 예로부터 지리산을 배경으로한 풍부한 목재자원과 더불어 사용되는 목재의 독특한 향과 함께 재질이 단단하고 모양이 정교하고 섬세하여 조선조 오백년동안 사용된 제기의 대부분이 남원목기일 정도로 목공예품 제조업이 명성을 얻어왔다. 그러나 최근 들어 한정된 범위의 목기사용과 플라스틱 제품의 범람 등으로 사양길에 접어들었으나 목기제작의 본산인 이곳에서는 생활수단 이상의 장인정신이 계승되어 꾸준하게 전통의 명맥을 이어오고 있다.

1993년 9월말 현재 남원시 지역 조합에 가입되어 있는 목공예품 제조업체의 수는 남원시에 51개 업체, 남원군 지역에 29개 업체로 도합 80개 업체가 조합에 가입되어 있으나 실제적으로 가입되지 않은 업체를 모두 포함하면 약 200여개 업체가 현재 목공예품을 생산하고 있는 것으로 조사되어 있다. 이들 업체에 종사하고 있는 종업원의 수는 약 2,000 여명으로 남원지역 제 1의 산업으로 자리를 차지하고 있다.

그러나 이들 지역에서 목공예품 제조에 사용해 왔던 수종은 노각나무, 괴목이라 불리는 회화나무, 오리나무류, 그리고 물푸레나무와 같은 수종을 주로 이용하여 왔으나, 이들 수종 중 노각나무와 괴목은 찾아보기 힘들며, 현재 1급재로 분류되고 있는 오리나무류와 2급재로 분류되고 있는 물푸레나무도 거의 고갈상태 이르러 대량의 목공예용재를 중국이나 캐나다로부터 수입해오고 있는 실정에 있다. 그러나 이들 도입 수종의 재질이 고르지 못하고, 가격이 700~1000원/사이로 고가이면서도 선금을 쥐야하는 실정일 뿐더러 계속적인 공급여부도 불안정한 상태에 있다. 이와 같이 목공예용재의 부족은 그 동안의 무분별한 벌채와 리기다소나무, 잣나무, 낙엽송 등과 같은 침엽수재 위주의 조림사업에 그 주원인이 있다고 생각된다.

한편, 일반적인 목기제조공정은 원목절단, 귀도리, 초벌깎기, 건조, 재벌깎기, 도장, 음건의 과정을 거쳐 제조되고 있으며, 이와 같은 여러제조과정 중에서 절삭, 건조, 그리고 도장 공정 중에서 많은 결함이 발생하고 있다. 특히 건조과정에서는 각 수종의 특성에 맞는 건조방식이 아닌 천연에서 장시간(약 150여일) 건조를 하게 됨으로써 건조에 장시간이 소요되며 이는 곧 자금의 회전이 원활하게 돌아가지 못하는 주원인이 되고 있으며, 건조과정 중 심재할렬과 V형 크랙 등과 같은 결함이 많이 발생하여 재료의 손실이 막

대할 뿐만 아니라 생산비가 증가하게 되는 원인이 되는 것이다. 또한 이들 목공예제조업체에서 생산하고 있는 목재공예품의 대부분을 제기생산에 의존하고 있어 현재와 같은 상황에서는 새로운 수요의 창출과 주민의 소득증대를 기대하기 어려운 실정에 있다.

이와 같이 원료용재의 안정적인 공급문제, 대체수종 개발문제, 가공공정상에서 발생하는 건조가공문제등 제반기술문제, 신제품, 신모델의 개발문제 등 당면한 문제들이 산재해 있으나 이들 대부분의 업체들이 전통적인 가내수공업의 틀에서 크게 벗어나지 못하고 있으며, 매우 영세한 형편에서 이와 같은 문제를 해결하기 위한 연구와 기술개발을 하기에는 매우 역부족한 상태에 있는 것이 사실이다.

따라서 본 기술개발 연구사업에서는 첫째, 지리산 지역의 값싸고 (250원/사이), 막대한 양의 침엽수 간벌 소경목을 이용한 목공예용 대체수종의 개발로 목공예용재의 안정적인 공급의 가능성을 검토함과 동시에, 둘째 이들 간벌 침엽수재를 이용하여 고도의 내수성 및 내구성을 가진 신소재 목재를 개발하고, 이들 신소재를 이용한 목재육조 및 목재타일과 같은 신상품을 개발함으로써 새로운 소득원 확보에 기여를 하고자 한다. 셋째, 현재 이용 수종의 건조가공기술 지원 및 미이용 침엽수 간벌재의 건조기술 개발과 건조가공 기술 지원으로 생산성 향상 및 생산비 절감에 기여를 하고자 하며, 또한 네째로는 기존의 목공예품과는 다른 새로운 디자인 개발 및 신상품을 개발함으로써 이 지역 목공예품의 차별화 및 특성화에 기여를 하고자 한다.

이와 같은 본 연구개발사업의 목표를 달성코저 1차년도에는 목공예용 대체가능 수종으로 국산 침엽수재를 선정하여 이들 수종에 대한 원판의 진공 건조기술을 개발하여 제공하고, 아울러 목공예용재화를 위하여 기초재질과 가공특성을 조사하였다. 또한 예로부터 목공예용재로 널리 활용되어 왔던 활엽수재 원판들의 진공건조기술을 개발하여 목공예용 원판의 건조시간 단축, 건조수율 향상 및 건조재의 품등향상을 꾀하고자 하였으며, 국산 침엽수 간벌소경재를 활용한 목재복합육조제조기술 개발을 위한 기초자료 조사를 실시하였다. 마지막으로 목공예품의 특성화 디자인을 개발코저 우선 개발품목 선정에 관한 기초 연구를 수행하였다.



## 제 2 장

# 목공예용 대체수종 개발 연구

- 침엽수재 원판의 진공건조기술 개발 -

세부연구책임자 : 이 남 호  
협 동 연 구 자 : 김 종 만  
연 구 원 : 여 환 명  
                  이 준 호  
                  이 동 진

# 제 1 절 서 론

예로부터 목재로 부터 조각용품, 장식용품, 관광기념품 및 음식용기 등과 같은 각종 선삭가공품을 제작할 때에는 판재나 각재보다는 곡선미가 아름다운 원판을 이용하여 왔다. 그러나 이들 원판은 생장응력과 횡절응력(crosscut stresses), 그리고 hygrothermal recovery 응력의 존재때문에 수(pith)를 중심으로한 심재부위가 저장중이거나 건조중에 매우 쉽게 할렬되는 경향이 있다(Kubler 1974, 1975 and 1977, Lee 등 1992, 1995a and 1995b, Wilhelmy 등 1973a and 1973b). 뿐만아니라 접선방향과 방사방향간의 수축율의 차이에 의해서 형성되는 이방성 수축응력이 목재의 횡인장강도를 초과할때는 V형 크랙이라는 파괴가 발생하여 원판이 전혀 활용할 수 없게 되는 등 원판은 건조하기가 무척 까다롭다(Lee 등 1992, 1995a and 1995b). 그래서 남원 지역의 목공예제조업체들은 비교적 원판으로서의 건조성이 양호한 노각나무, 회화나무, 오리나무류나 물푸레나무 등만을 골라서 실내에서 음건하는 방식으로 목공예용 원판을 공급해 왔다. 물론 이렇게 할 경우 건조에 소요되는 시간이 너무 길고, 건조수율도 만족스러울 정도가 되지 못하는 등 아직도 건조가공상의 문제가 많은데, 최근에는 이것마저도 자원이 고갈되어 거의 전량을 캐나다나 중국 등으로부터 도입해 오고 있는 실정이다. 최근 지구환경보존 차원에서 이와 같은 활엽수재의 벌채가 적극 규제되므로 말미암아 원목가격이 급등하고 있으며 공급마저도 매우 불안정한 상태일 뿐만아니라 점점 소경재화, 저질화 되어가고 있어 가공상에도 많은 문제점들이 나타나고 있는 실정이다. 따라서 국산재중에서 임목축적량이 풍부하고 목공예용재로서의 이용가치가 양호한 대체수종을 개발하고, 이들 대체수종의 원판 건조가공 기술을 개발하여 제공하는 것이 이들 목공예제조업체의 가격경쟁력 제고를 위해서 매우 시급하다.

본 연구에서는 지리산 일대에 비교적 풍부하게 조림되어 있는 소나무, 리기다소나무, 잣나무 및 은행나무 등 4수종을 대체가능 수종으로 선정하여 이들 수종의 두께 50mm~100mm 원판들의 건조가공 기술을 개발하여 제공코

저 하였다. 이를 위하여 우선 1차년도에서는 오리나무, 호도나무, 은행나무 또는 일본삼나무 등의 원판건조에 관한 일련의 연구결과(Lee 등 1992, 1995a and 1995b) 건조시간의 단축과 그에 따른 에너지 절감 및 변재변색 예방, 심재할렬과 V형 크랙의 예방효과, 기타 잔적작업의 편리함 등의 측면에서 긍정적 평가를 받았던 진공건조방식을 적용 검토하였다. 아울러 전단면엔드테이핑처리, 변재부 엔드테이핑처리 및 변재부 엔드래핑처리에 의한 주요 국산침엽수종 원판들의 진공건조성 개선 효과를 구명코저하였다

## 제 2 절 제 료 및 방 법

### 1. 공시수종과 시험편 채취

주요 국산침엽수재종 소나무(*Pinus densiflora*), 리기다소나무(*Pinus rigida*), 잣나무(*Pinus koraiensis*) 및 은행나무(*Ginkgo biloba*) 등 4수종을 공시수종으로 선정하여 시중 목상으로부터 數本の 원목을 구입하였다. 건조시험용 원판은 두께(섬유방향) 50mm, 75mm 및 100mm의 3단계로 구분하되, 잣나무의 경우는 두께 100mm 원판에 대해서만 건조시험을 실시하였다. 각 두께의 건조시험용 원판은 다시 무처리, 전단면엔드테이핑처리(End-taping of sapwood and heartwood ; ETSH), 변재부엔드테이핑처리(End-taping of only sapwood ; ETS) 및 변재부엔드래핑처리(End -wrapping of only sapwood; EWS)로 구분하여, 이들 처리 원판들이 서로 엔드매치되게 채취하였다(그림 1). 그리고 하나의 엔드매치 시리즈의 양단에서 두께 1cm의 원판을 채취하여 그림 2와 같은 방법으로 건조시험용 원판의 초기함수율과 생재비중 시험편을 얻었다. 각 건조시험용 원판의 두께별, 처리별 원판의 갯수, 직경, 생재비중 및 심·변재부별 초기함수율은 표 1과 같다.

ETSH처리 원판은 한지 2매를 원판의 양 횡단면 전체에 밀가풀을 사용하여 테이핑하였고, ETS처리 원판은 원판의 횡단면중 변재부만을 역시 한지 2매로 테이핑하여 심재부와 변재부간의 수분증발속도의 차를 줄이고자 하였다. 또한 EWS처리 원판은 한지 대신 음식물 포장용 비닐랩으로 접선단면과 횡단면의 변재부만을 감싼 다음 수개의 칼자국을 만들어 변재부의 수분증발속도를 콘트롤하였다.

### 2. 진공건조시험

진공건조는 길이 530cm×폭 85cm×높이 50cm 크기의 열수순환가열식 진공건조기에서 실시하였다. 이 건조기는 상부덮개가 유연한 고무시트로 이루어져 있어 진공하에서 약 1기압정도의 압체력이 내부에 잔적된 원판에 전달되는 타입이다.

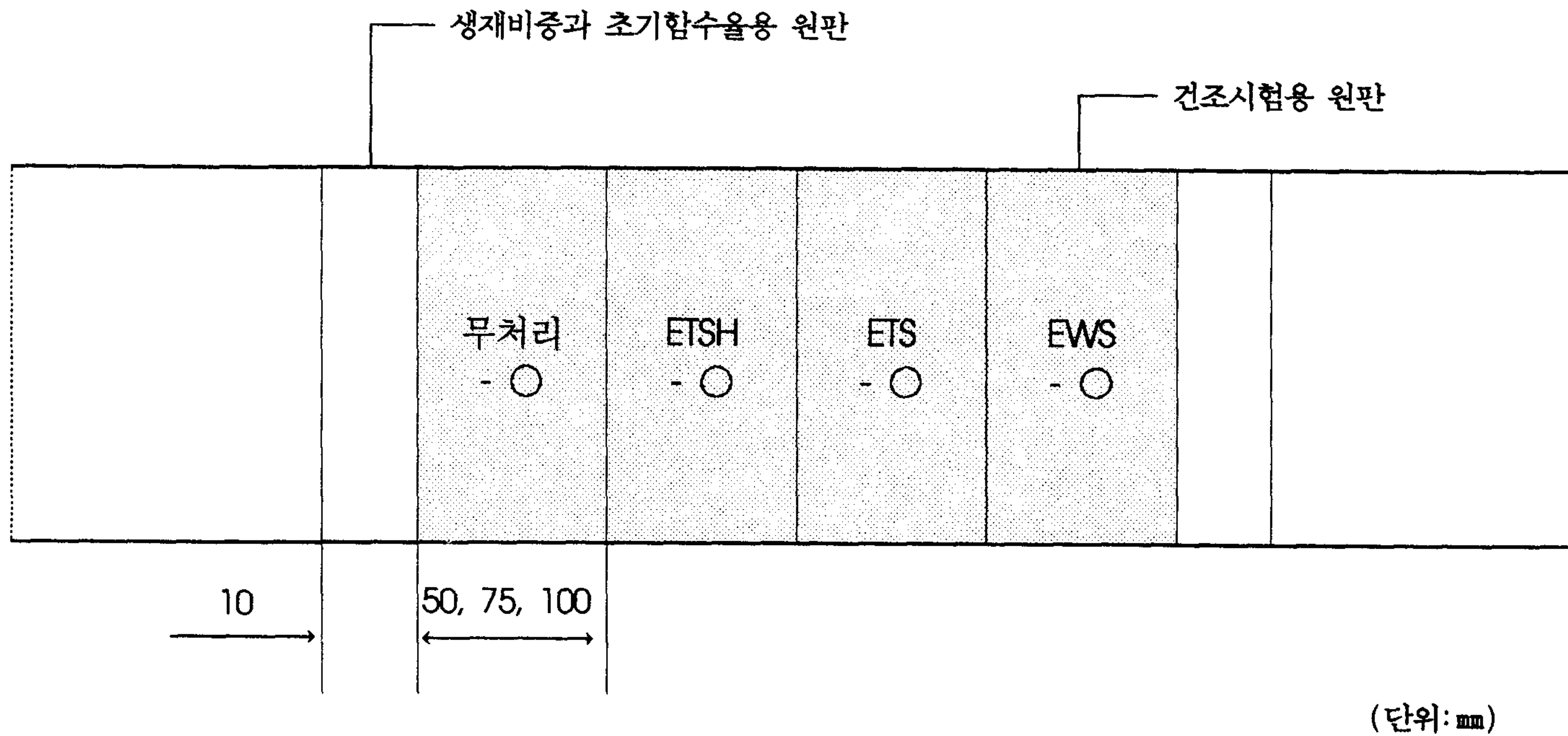


그림 1. 건조시험용 원판 및 생재비중과 초기함수율용 원판 채취 모식도  
 Fig. 1. Preparation of tree disk for drying test and specific gravities based on green volume and Initial MC from log

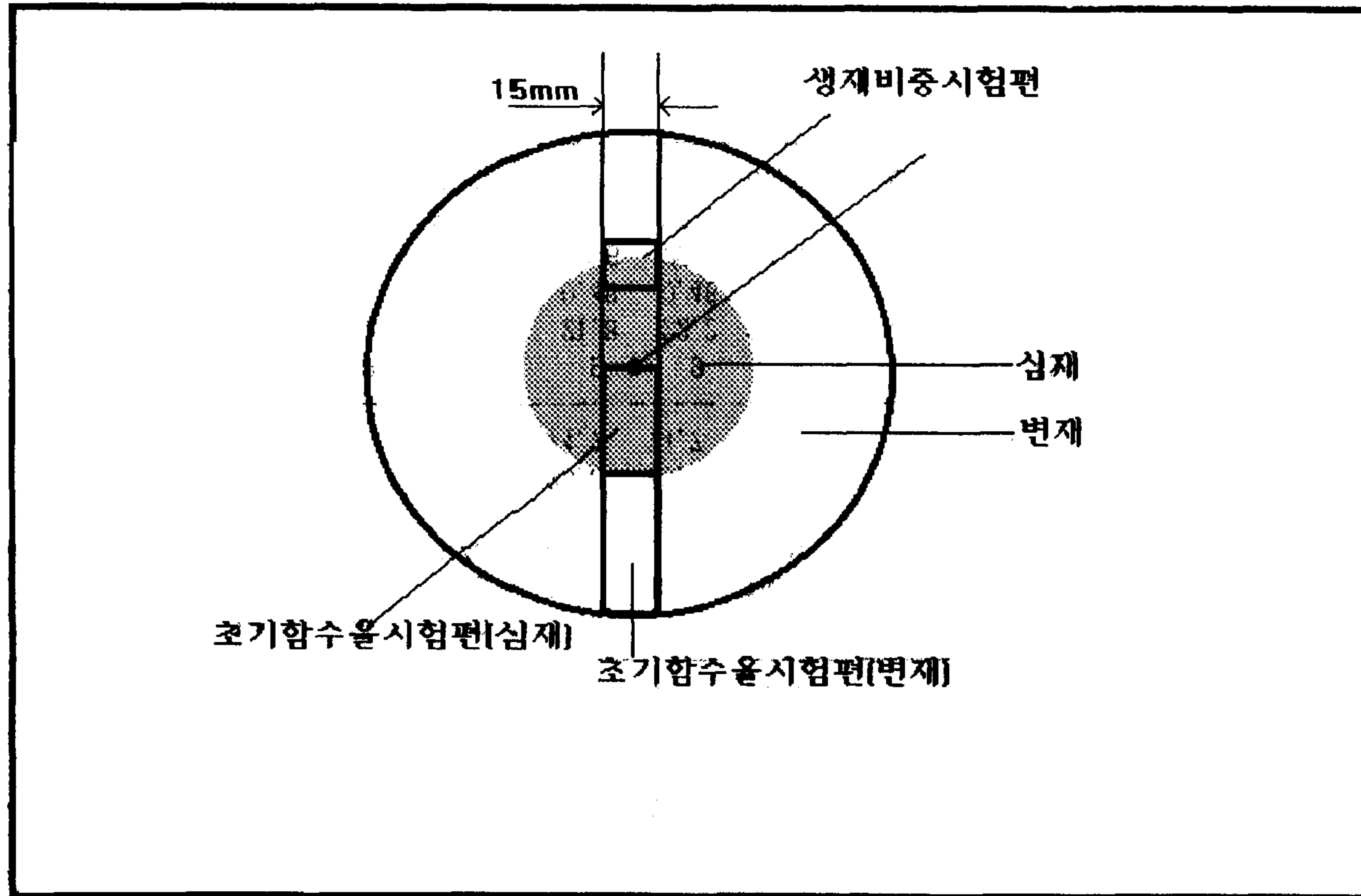


그림 2. 생재비중과 심재 및 변재 초기함수율 시험편 채취

Fig. 2. Preparation of sections for specific gravities based on green volume and Initial MC of heartwood and sapwood from tree disks

표 1. 건조시험용 원판의 갯수, 직경, 생재비중 및 심·변재부별 초기 함수율

Table 1. Number of disks, diameter, specific gravities based on green volume, and Initial MC of heartwood or sapwood of tree disks for vacuum drying test.

두께 구분 (mm)	소 나 무				리 기 다 소 나 무				자 나 무				은 행 나 무			
	무처리	ETSH	ETS	EWS	무처리	ETSH	ETS	EWS	무처리	ETSH	ETS	EWS	무처리	ETSH	ETS	EWS
50 시험편수(개)	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-	-	-	10	10	10	10
직 경(cm)	26.5	26.4	26.3	26.3	18.6	18.7	19.0	18.9	-	-	-	-	22.1	21.8	21.6	22.1
생재비중	0.41	0.41	0.41	0.41	0.47	0.47	0.47	0.47	-	-	-	-	0.40	0.40	0.40	0.40
초기함수율-심재 (%)	45.3	45.3	45.3	45.3	37.5	37.5	37.5	37.5	-	-	-	-	97.8	97.8	97.8	97.8
-변재 (%)	104.8	104.8	104.8	104.8	70.0	70.0	70.0	70.0	-	-	-	-	146.7	146.7	146.7	146.7
-평균	81.4	81.4	81.4	81.4	61.5	61.5	61.5	61.5	-	-	-	-	122.7	122.7	122.7	122.7
75 시험편수(개)	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-	-	-	7	7	7	7
직 경(cm)	27.7	27.6	27.7	27.4	18.2	18.6	18.3	18.5	-	-	-	-	23.1	23.6	23.4	25.1
생재비중	0.43	0.43	0.43	0.43	0.48	0.48	0.48	0.48	-	-	-	-	0.43	0.43	0.43	0.43
초기함수율-심재 (%)	36.5	36.5	36.5	36.5	41.4	41.4	41.4	41.4	-	-	-	-	34.4	34.4	34.4	34.4
-변재 (%)	91.9	91.9	91.9	91.9	85.6	85.6	85.6	85.6	-	-	-	-	105.3	105.3	105.3	105.3
-평균	74.9	74.9	74.9	74.9	74.7	74.7	74.7	74.7	-	-	-	-	68.2	68.2	68.2	68.2
100 시험편수(개)	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	8	8	8	8
직 경(cm)	27.7	27.6	27.7	27.4	21.9	21.8	22.2	22.3	25.3	25.2	25.8	25.0	26.6	27.5	25.8	25.4
생재비중	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45
초기함수율-심재 (%)	39.3	39.3	39.3	39.3	36.6	36.6	36.6	36.6	54.6	54.6	54.6	54.6	29.3	29.3	29.3	29.3
-변재 (%)	103.5	103.5	103.5	103.5	70.1	70.1	70.1	70.1	145.4	145.4	145.4	145.4	130.6	130.6	130.6	130.6
-평균	77.2	77.2	77.2	77.2	61.2	61.2	61.2	61.2	86.4	86.4	86.4	86.4	90.5	90.5	90.5	90.5

각 공시원판들은 열판과 열판사이에 實積(solid pile)하되, 동일 수종, 동일 두께의 동일 처리 원판들은 같은 段에 잔적하였으며, 두께 100mm 원판을 제외한 나머지 원판들은 모두 동일 진공건조시험에 잔적하였다.

진공건조중 건조기내의 절대수증기압은 잔적로드에 관계없이 약 50mmHg를 유지하였고, 건조온도는 두께 50mm와 75mm 원판들의 경우는 재온을 건조초기의 경우 40℃로, 건조시간이 경과함에 따라 45℃, 50℃ 및 55℃로 점차 상승시키되 은행나무 두께 50mm 무처리 원판의 내층온도를 기준으로 콘트롤하였다. 한편 소나무, 리기다소나무 및 잣나무의 두께 100mm 원판들의 경우는 최저 40℃에서 최고 50℃의 재온으로 건조하였고, 은행나무의 경우는 최저 40℃에서 건조말기에는 최고 60℃까지 재온을 상승시켰다. 이들의 경우도 은행나무 무처리 원판의 내층온도가 기준이 되었다. 건조중 적당한 시간간격으로 건조기의 작동을 중지하고 건조기의 고무시트에 의한 압체력을 해제한 후 원판들의 건조중 무게를 평량하여 건조중 함수율을 구하였다.

건조종료후 모든 원판들의 횡단면상에 나타난 심재할렬과 변재할렬 및 V형 크랙의 발생정도를 조사한 후, 무작위로 각 처리당 4~5개의 원판을 선별하여 생재비중시험편 채취 요령과 동일한 방법으로 건조재의 전건비중시험편을 채취하여 파라핀코팅한 다음 침적법으로 전건비중을 구하였다. 또한 전건비중시험편을 채취한 원판중 무처리 원판에서만 수지용출시험편을 그림 3과 같은 방법으로 준비하였다. 수지용출시험은 항온항습기의 표 2와 같은 폭로시험사이클에서 24시간 방치한 후 시험편의 방사단면 상에서 수지용출의 정도를 육안으로 판정하였다(Kanagawa 1989).

표 2. 진공건조 원판의 수지용출시험을 위한 촉진폭로시험사이클  
Table 2. Accelerated cycle for resin exudation test of tree disks after vacuum drying.

사이클	건구온도 (℃)	상대습도 (%)	평형함수율 (%)	방치시간 (시간)
1	20	90	20.8	24
2	20	65	11.8	24
3	40	90	18.3	24
4	40	65	11.0	24



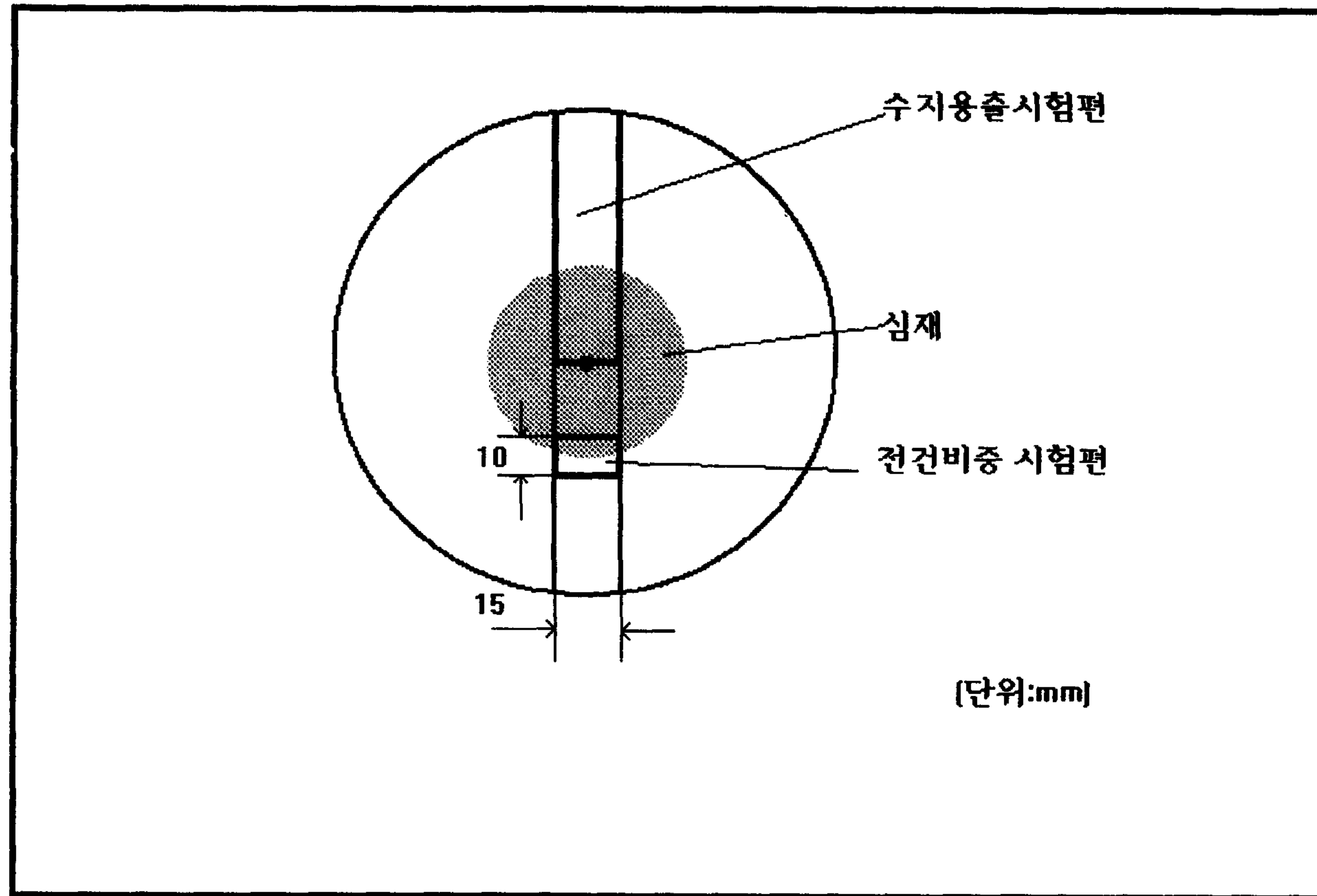


그림 3. 진공건조 원판의 전건비중 및 수지용출 시험편 채취  
 Fig. 3. Preparation of specimens for specific gravities based on oven-dry volume and resin exudation test from tree disks after vacuum drying

## 제 3 절 결 과 및 고 찰

### 1. 건조시간과 건조속도

각 수종 원판의 두께별 진공건조곡선을 그림 4~그림 13에 나타내었다. 소나무 원판의 경우 두께 50mm와 75mm 원판은 317시간 만에 함수율 7~11%까지 건조되었으나, EWS처리 원판은 동일 건조시간에 17.0%와 21.6%까지 밖에 건조되지 않아 이용함수율수준까지 건조하는 것이 불가능 하였다. 또한 두께 100mm 원판도 무처리, ETSH처리 및 ETS처리 원판들은 495시간만에 이용함수율 범위까지 건조가 가능하였으나 EWS처리 원판의 경우 50.9%의 고함수율 상태를 나타내었고, 특히 고함수율 상태가 장기간 지속되므로 말미암아 변재변색 또한 심하게 나타나 EWS처리는 실용상 열수순환가열식 진공건조가 불가능한 것으로 평가되었다. 더구나 은행나무를 제외한 나머지 공시 수종의 경우 심재율이 매우 낮아 횡단면의 거의 대부분이 비닐래핑 되므로써 건조속도의 지연이 더욱 심화되었을 것으로 생각되는 바, EWS처리는 심재율이 지나치게 낮은 수종에는 그 적용에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다. 건조 소요시간 317시간과 495시간은 두께 1인치 미송원판을 실내에서 건조하는 데에 소요되는 시간인 약 35일보다는(Kubler, 1974) 훨씬 단축된 시간이었지만 두께 75mm 호도나무 무처리 원판이나 ETSH처리 원판을 함수율 약 10%까지 고주파진공건조하는데 각각 소요된 시간인 118시간이나 174시간 보다는 훨씬 긴 시간이 소요되었다(Lee 등 1995a). 소나무의 경우 호도나무보다 내부수분의 표면으로의 이동이 더 용이할 것으로 예상되고, 또한 더 강한 건조조건이 적용되었음에도 불구하고 이처럼 건조속도가 느린 까닭은 고주파가열과 열수가열 차이에 따른 재온상승 속도 및 온도분포 모형의 차이에 의한 자유수 유동의 기동력의 차이도 고려해 볼 수 있는 원인이라 생각되지만, 무엇보다도 열수순환가열식진공건조의 경우 열판이 원판의 상하 횡단면을 차단하므로써 횡단면을 통한 수분증발이 제약을 받았기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 횡단면을 통한 수분증발에 절대적으로 의존하는 원

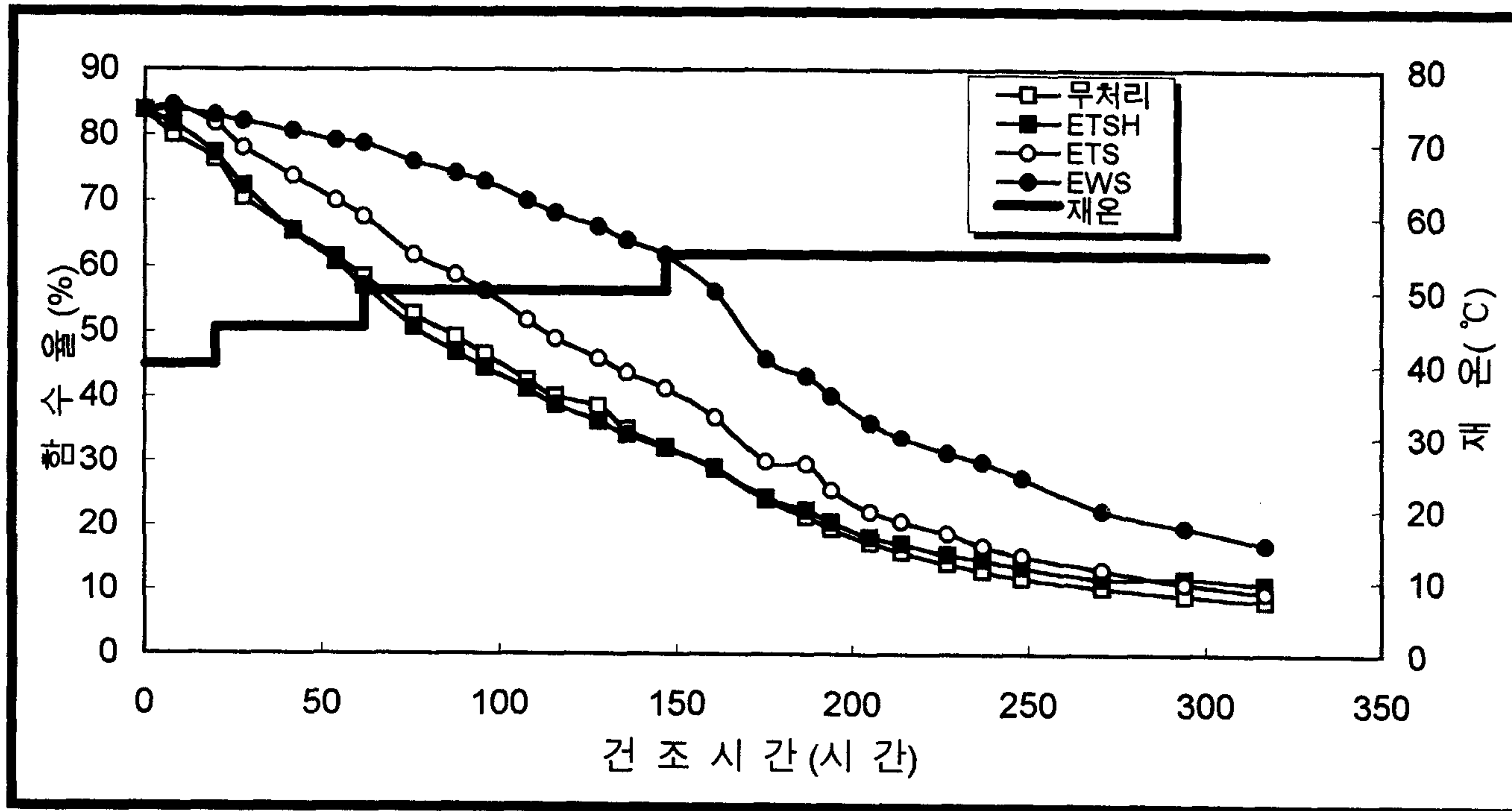


그림 4. 소나무 두께 50mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 4. Vacuum drying curves for 50mm-thick Korean red pine disks

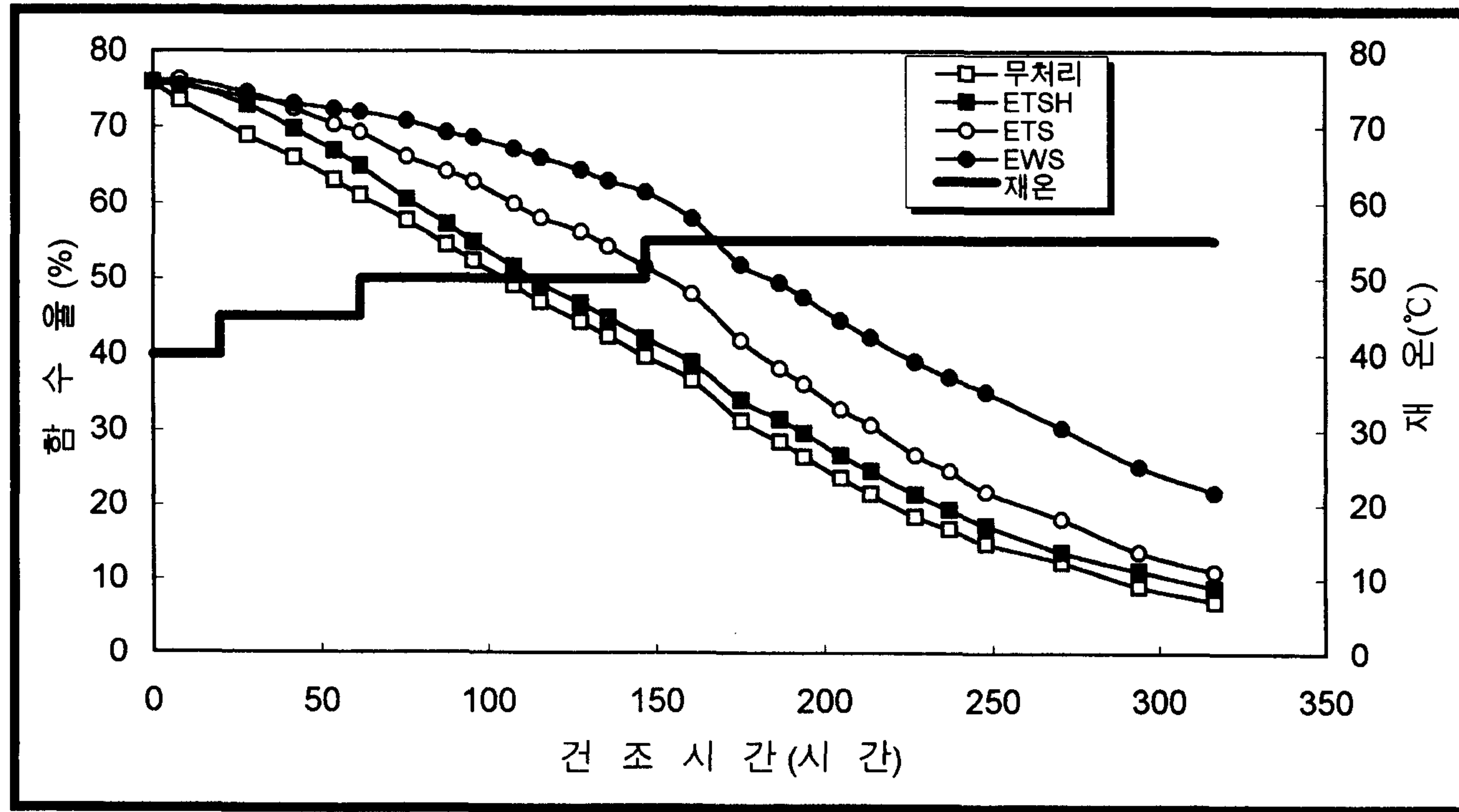


그림 5. 소나무 두께 75mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 5. Vacuum drying curves for 75mm-thick Korean red pine disks

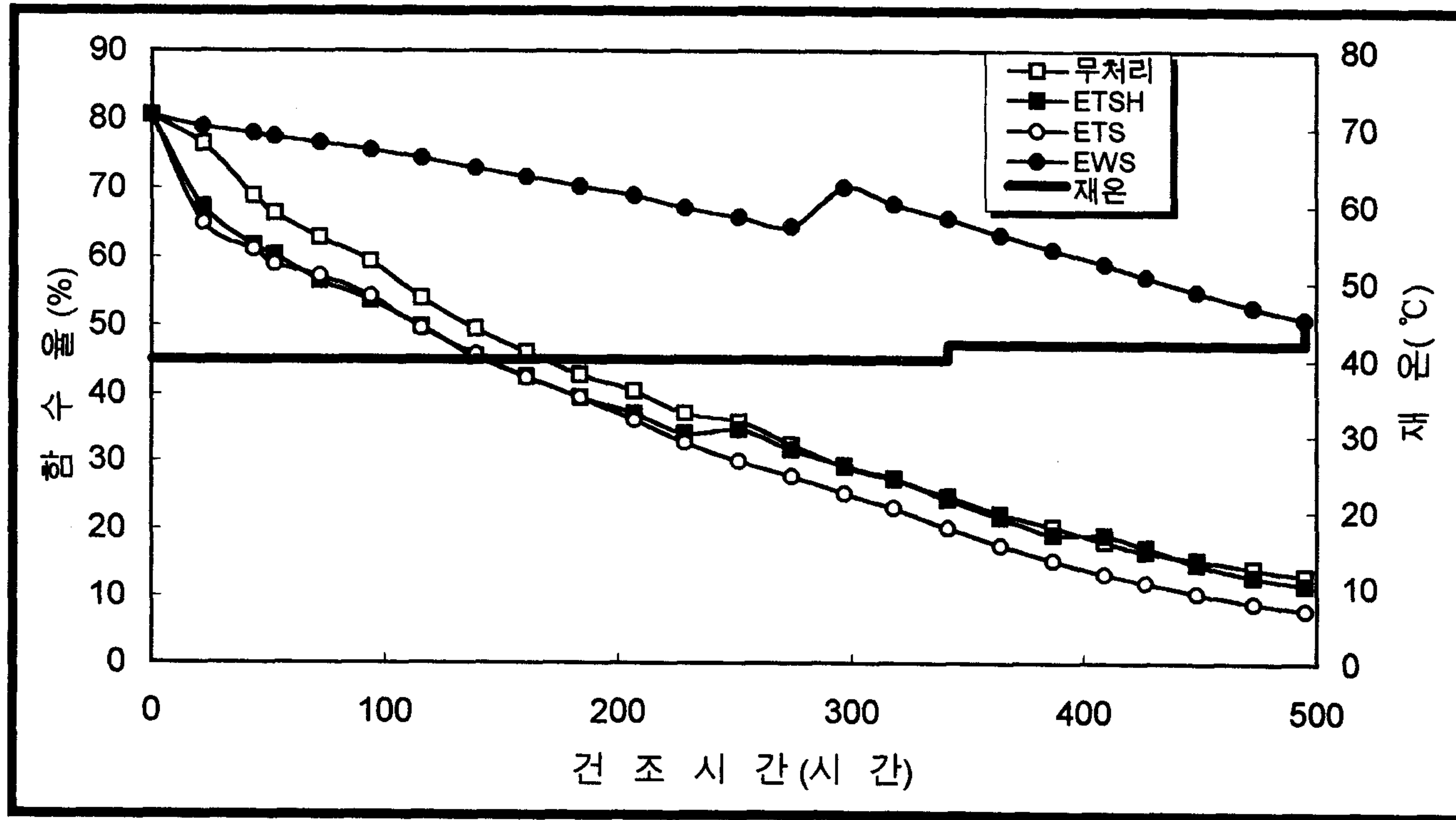


그림 6. 소나무 두께 100mm 원판의 진공건조 곡선

Fig. 6. Vacuum drying curves for 100mm-thick Korean red pine disks

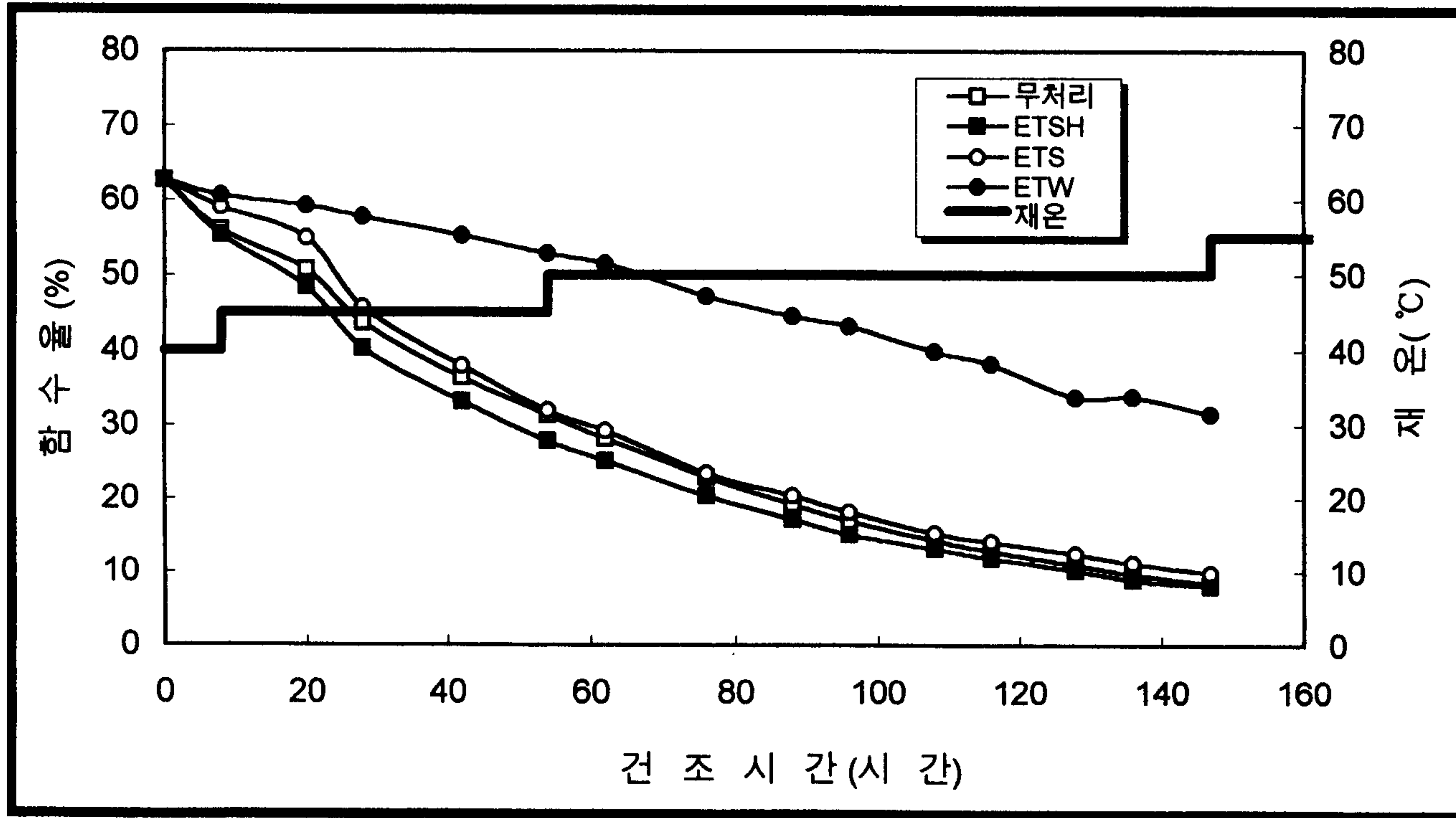


그림 7. 리기다소나무 두께 50mm 원판의 진공건조곡선  
 Fig. 7. Vacuum drying curves for 50mm-thick pitch pine disks

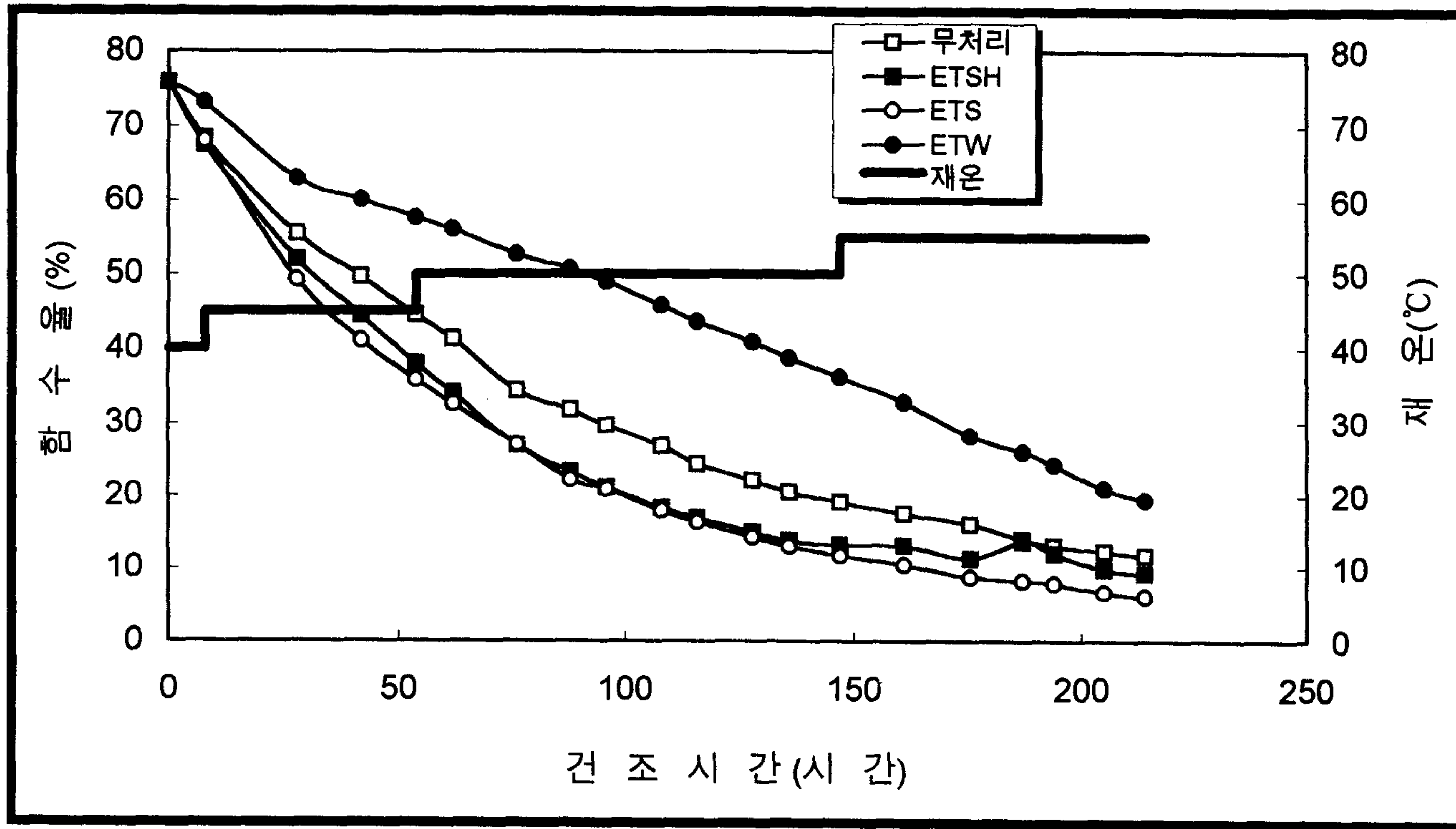


그림 8. 리기다소나무 두께 75mm 원판의 진공건조곡선  
 Fig. 8. Vacuum drying curves for 75mm-thick pitch pine disks

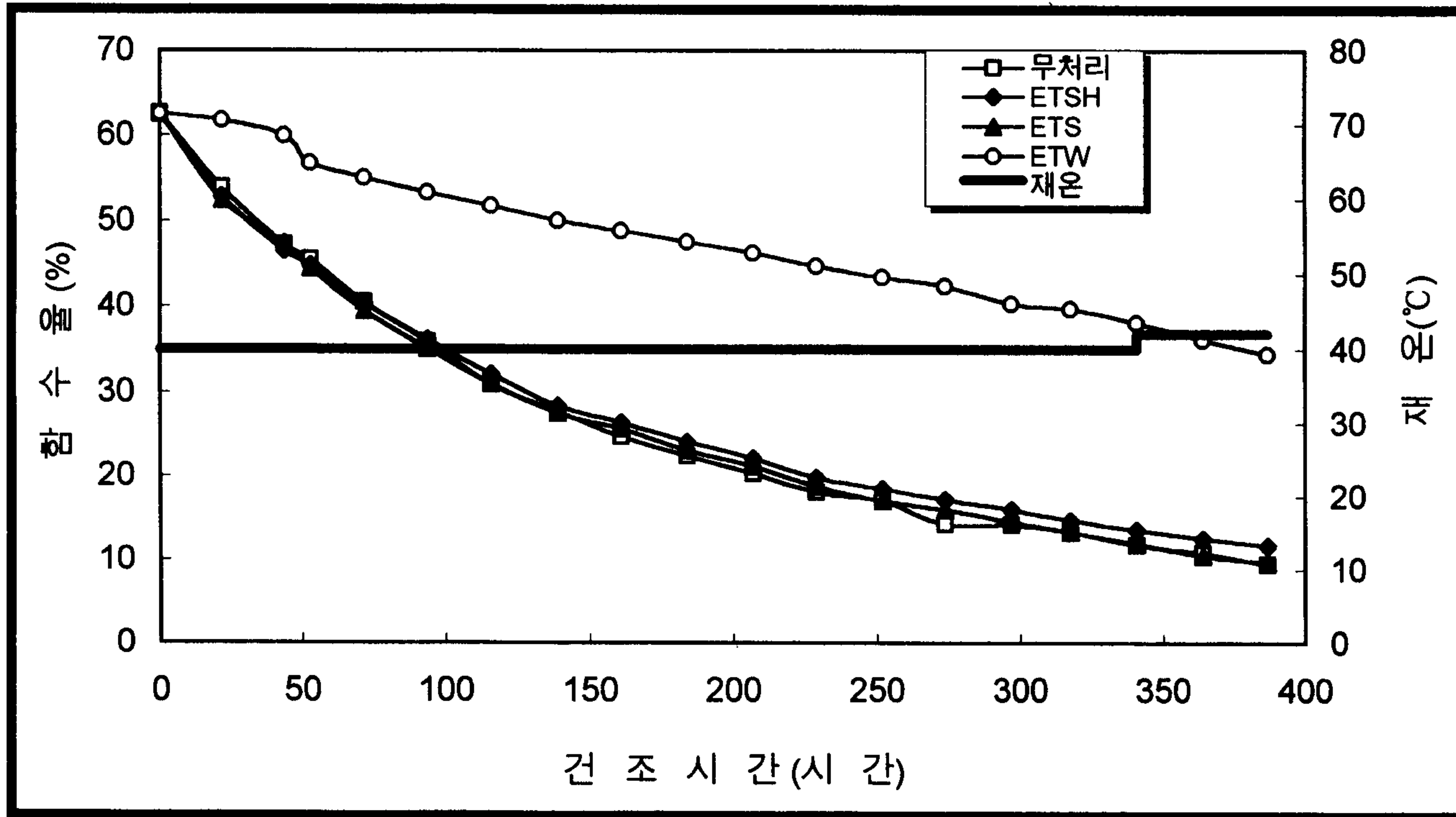


그림 9. 리기다소나무 두께 100mm 원판의 진공건조곡선  
 Fig. 9. Vacuum drying curves for 100mm-thick pitch pine disks



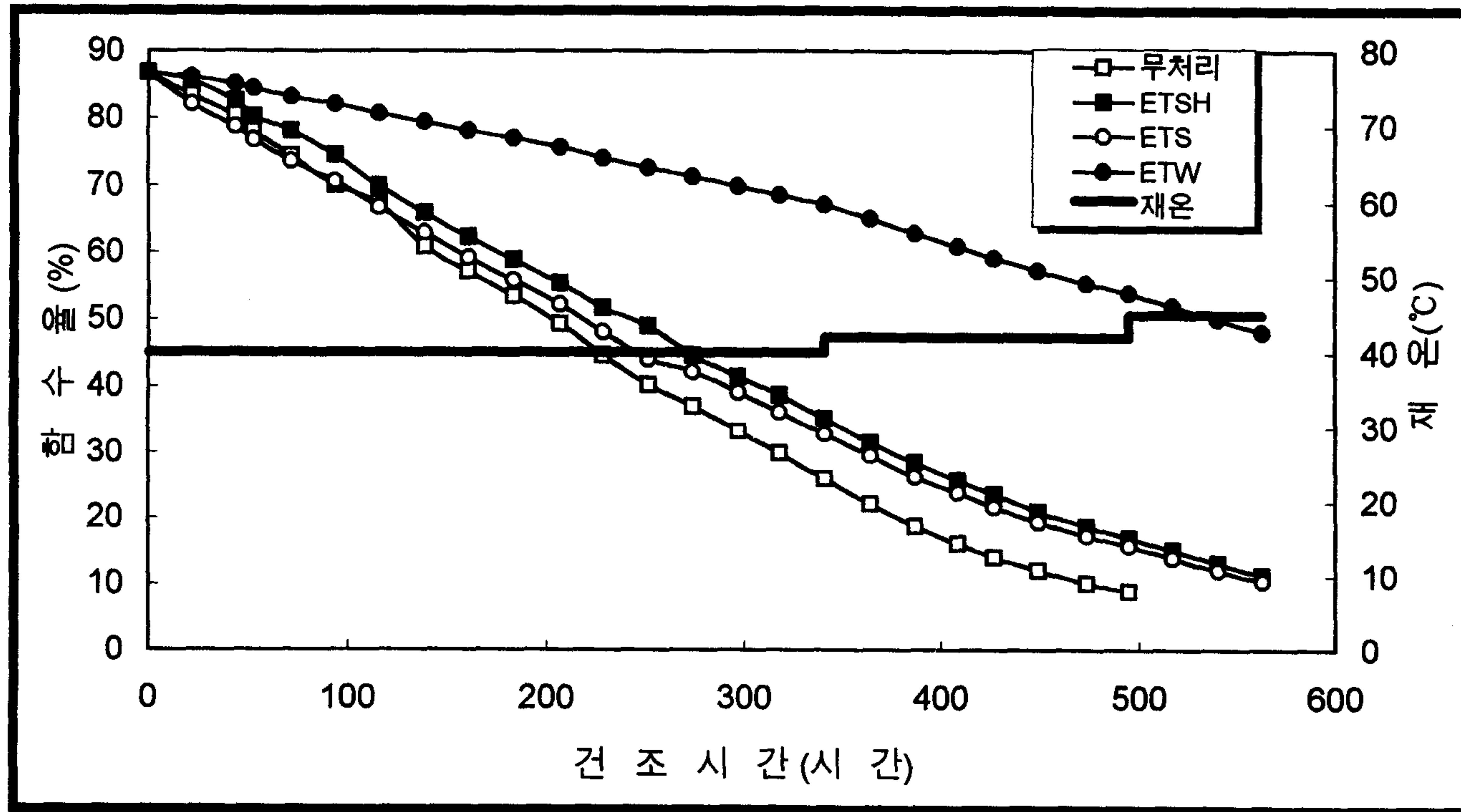


그림 10. 잣나무 두께 100mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 10. Vacuum drying curves for 100mm-thick Korean pine

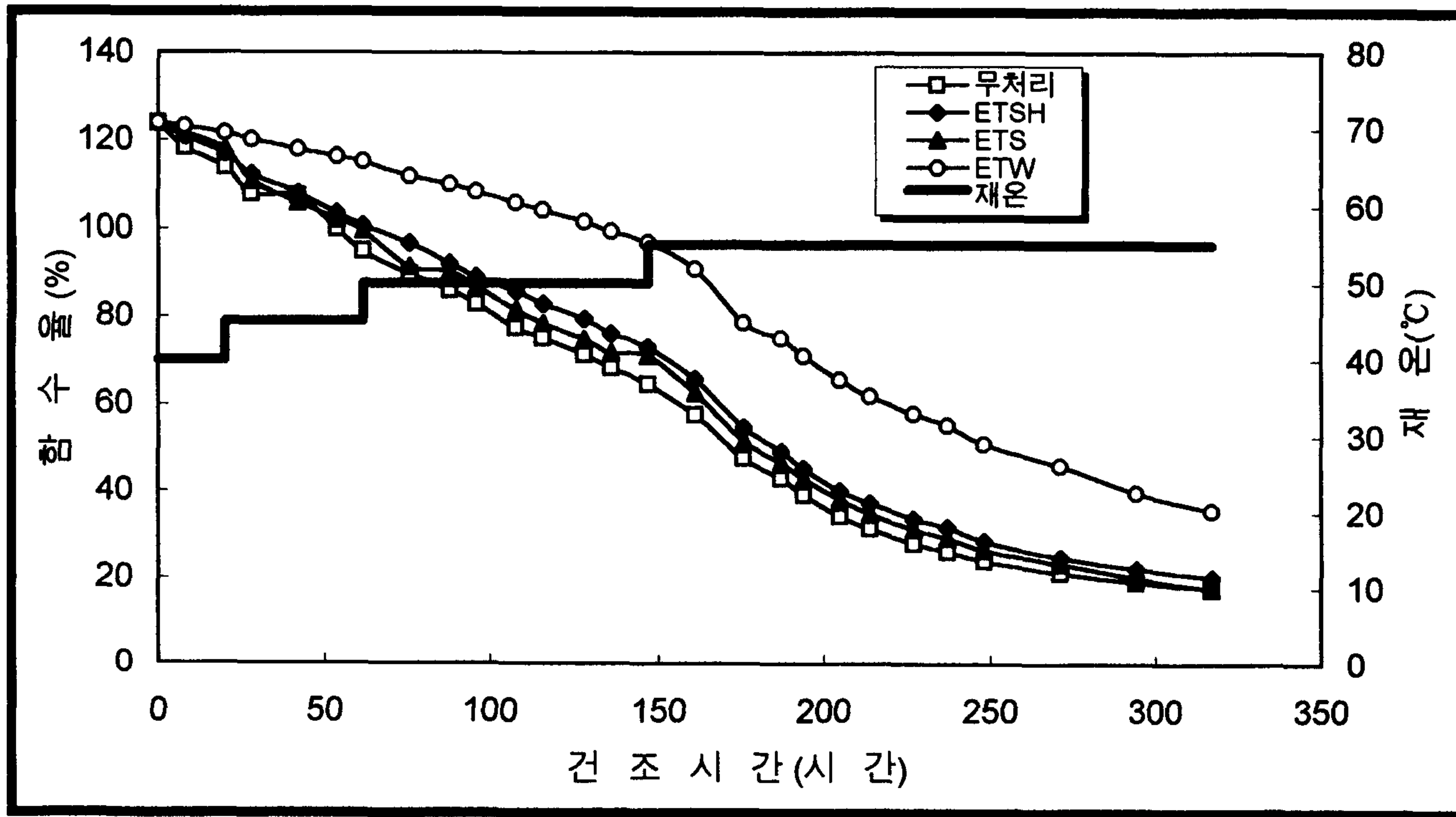


그림 11. 은행나무 두께 50mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 11. Vacuum Drying curves for 50mm-thick ginkgo disks

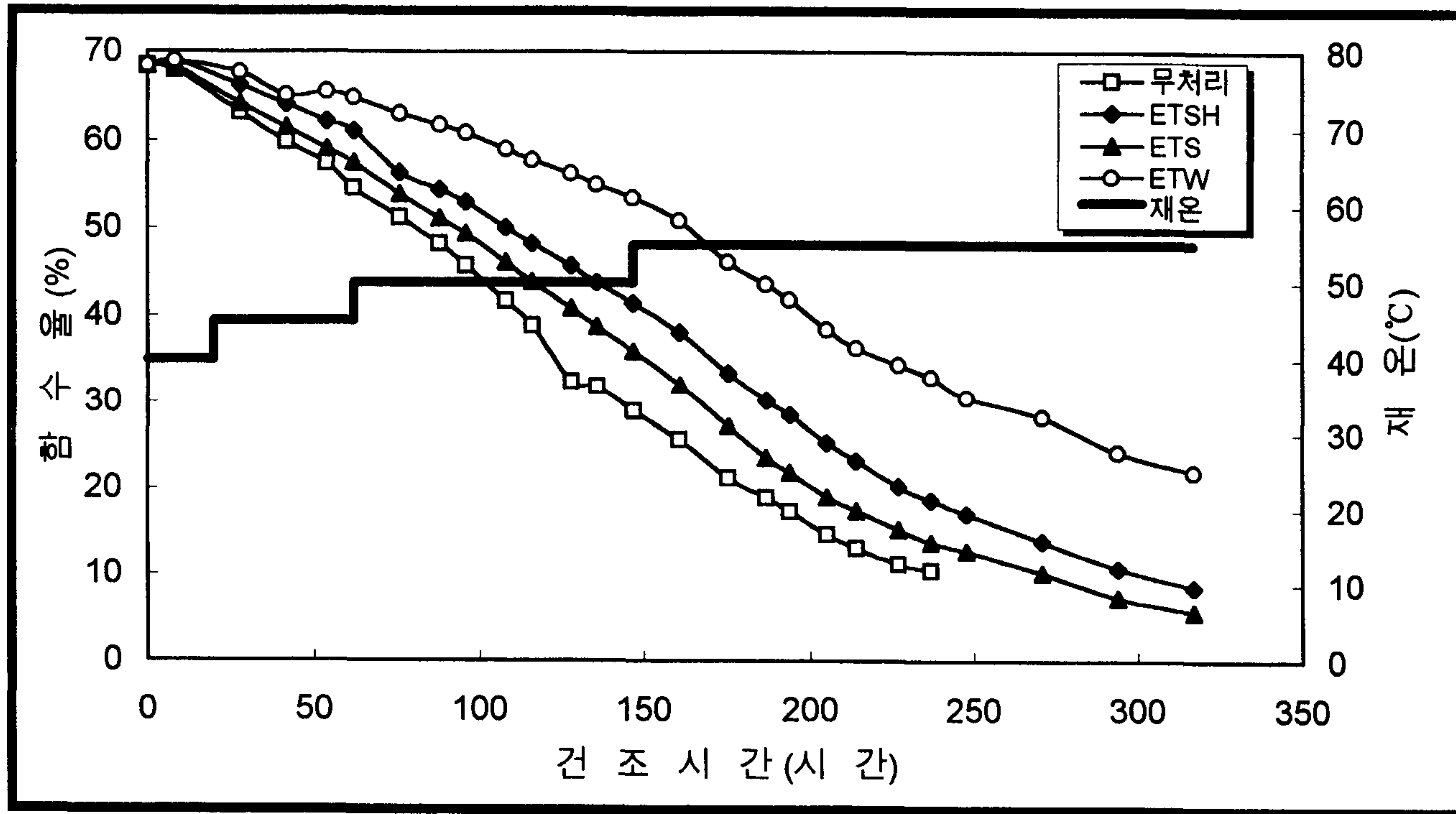


그림 12. 은행나무 두께 75mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 12. Vacuum Drying curves for 75mm-thick ginkgo disks

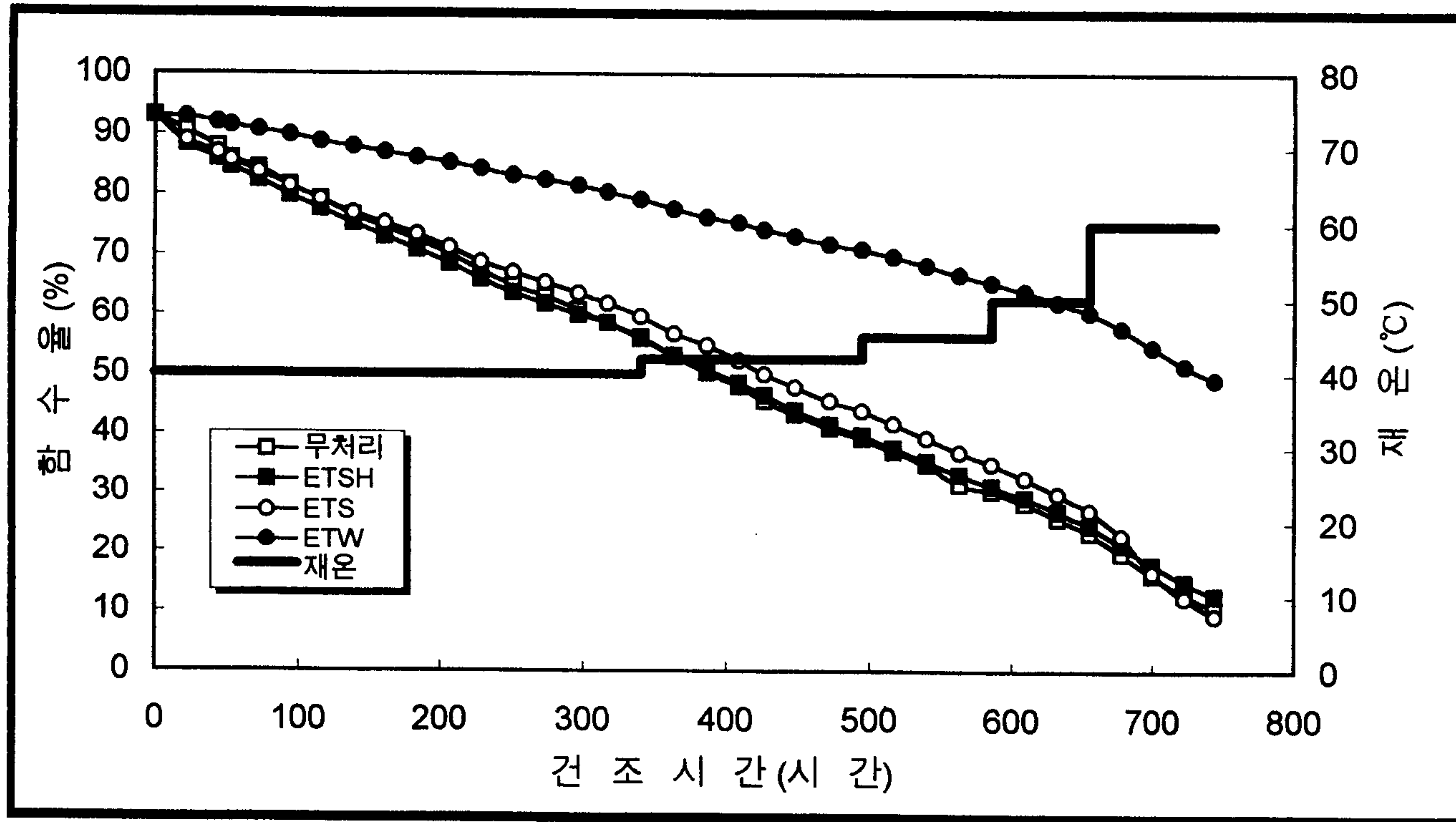


그림 13. 은행나무 두께 100mm 원판의 진공건조 곡선  
 Fig. 13. Vacuum Drying curves for 100mm-thick ginkgo disks

판을 열수순환가열식 진공건조기 내에서 건조하기 위해서는 열판과 원판 사이에 적절한 배기 카울(ventilated caul)을 끼워서 잔적하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

한편 소나무 두께 100mm의 EWS처리 원판의 경우 건조시간 197시간 무렵에서 건조증함수율이 오히려 크게 증가된 양상을 보이고 있는데, 이는 건조 중 배수탱크와 인접해서 잔적되었던 원판들이 오히려 수분을 흡수하므로써 나타난 사고적인 결과였다.

리기다소나무도 소나무의 경우와 유사한 경향을 보였으나, 두께 50mm와 75mm의 무처리, ETSH처리 및 ETS처리 원판들은 평균건조속도가 0.31%/hr. ~ 0.37%/hr.로서 소나무나 은행나무의 동일처리 원판들보다 상당히 빠른 편이었다. 이것은 리기다소나무의 경우 공시원목의 저목상태 불량으로 대부분 원판들이 박피된 상태에서 건조가 시작되어 접선단면을 통한 수분증발이 상대적으로 용이하였고, 이 결과 방사방향으로의 수분경사 때문에 하나의 원판에 다수의 V형 크랙이 발생되었으며, 이 크랙면이 또 다른 수분증발면으로 작용하였기 때문인 것으로 생각된다.

한편 잣나무 두께 100mm 무처리 원판은 생재에서 함수율 8.9%까지 건조되는데 495시간이 소요되었고, ETSH처리나 ETS처리 원판들은 563시간만에 각각 함수율 11.3%와 10.4%에 도달하였다. 청변균에 특히 약한 잣나무의 재질 특성을 감안해 볼 때 건조시간을 보다 더 단축할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것이다. 실제 본 시험 중에도 잣나무의 경우 청변이 심하게 발생한 편이었다.

은행나무의 두께 50mm 원판의 경우 EWS처리 원판을 제외한 나머지 원판들은 이용함수율 수준까지 건조되는데 343시간이 소요되었고, 두께 75mm 원판은 무처리 237시간, ETSH처리와 ETS처리는 모두 371시간이 소요되었다. 은행나무의 경우 다른 수종들과는 달리 원판 두께간에 건조속도의 차이가 현저하게 나타나 최소한 두께차가 25mm이상인 원판들을 동일 로드 에 혼합잔적하여 건조하는 것은 피하는 것이 건조시간 단축과 건조결함 예방의 측면에서 바람직할 것으로 판단된다. 특히 두께 100mm 원판의 경우 건조재의 손상은 거의 없었으나 평균 건조속도가 0.10%/hr. 정도로 매우 느려 건조에

너무 긴 시간이 소요되고 있어 좀 더 강한 건조조건을 적용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 각 수종 원판의 두께별 진공건조곡선을 그림 4~그림 13에 나타내었다. 소나무 원판의 경우 두께 50mm와 75mm 원판은 317시간 만에 함수율 7~11%까지 건조되었으나, EWS처리 원판은 동일 건조시간에 17.0%와 21.6%까지 밖에 건조되지 않아 이용함수율수준까지 건조하는 것이 불가능 하였다. 또한 두께 100mm 원판도 무처리, ETSH처리 및 ETS처리 원판 들은 495시간만에 이용함수율 범위까지 건조가 가능하였으나 EWS처리 원판 의 경우 50.9%의 고함수율 상태를 나타내었고, 특히 고함수율 상태가 장기간 지속되므로 말미암아 변재변색 또한 심하게 나타나 EWS처리는 실용상 열수순환가열식 진공건조가 불가능한 것으로 평가되었다. 더구나 은행나무를 제외한 나머지 공시수종의 경우 심재율이 매우 낮아 횡단면의 거의 대부분 이 비닐래핑 되므로써 건조속도의 지연이 더욱 심화되었을 것으로 생각되는 바, EWS처리는 심재율이 지나치게 낮은 수종에는 그 적용에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다. 건조 소요시간 317시간과 495시간은 두께 1인치 미송 원판을 실내에서 건조하는 데에 소요되는 시간인 약 35일보다는(Kubler, 1974) 훨씬 단축된 시간이었지만 두께 75mm 호도나무 무처리 원판이나 ETSH 처리 원판을 함수율 약 10%까지 고주파진공건조하는데 각각 소요된 시간인 118시간이나 174시간보다는 훨씬 긴 시간이 소요되었다(Lee 등 1995a). 소 나무의 경우 호도나무보다 내부수분의 표면으로의 이동이 더 용이할 것으로 예상되고, 또한 더 강한 건조조건이 적용되었음에도 불구하고 이처럼 건조 속도가 느린 까닭은 고주파가열과 열수가열 차이에 따른 재온상승 속도 및 온도분포 모형의 차이에 의한 자유수 유동의 기동력의 차이도 고려해 볼 수 있는 원인이라 생각되지만, 무엇보다도 열수순환가열식진공건조의 경우 열 판이 원판의 상하 횡단면을 차단하므로써 횡단면을 통한 수분증발이 제약을 받았기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 횡단면을 통한 수분증발에 절대적으로 의존하는 원판을 열수순환가열식 진공건조기 내에서 건조하기 위해서는 열판과 원판 사이에 적절한 배기 카울(ventilated caul)을 끼워서 잔적 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

한편 소나무 두께 100mm의 EWS처리 원판의 경우 건조시간 197시간 무렵 에서 건조중함수율이 오히려 크게 증가된 양상을 보이고 있는데, 이는 건조

중 배수탱크와 인접해서 잔적되었던 원판들이 오히려 수분을 흡수하므로써 나타난 사고적인 결과였다.

리기다소나무도 소나무의 경우와 유사한 경향을 보였으나, 두께 50mm와 75mm의 무처리, ETSH처리 및 ETS처리 원판들은 평균건조속도가 0.31%/hr. ~ 0.37%/hr.로서 소나무나 은행나무의 동일처리 원판들보다 상당히 빠른 편이었다. 이것은 리기다소나무의 경우 공시원목의 저목상태 불량으로 대부분 원판들이 박피된 상태에서 건조가 시작되어 접선단면을 통한 수분증발이 상대적으로 용이하였고, 이 결과 방사방향으로의 수분경사 때문에 하나의 원판에 다수의 V형 크랙이 발생되었으며, 이 크랙면이 또 다른 수분증발면으로 작용하였기 때문인 것으로 생각된다.

한편 잣나무 두께 100mm 무처리 원판은 생재에서 함수율 8.9%까지 건조되는데 495시간이 소요되었고, ETSH처리나 ETS처리 원판들은 563시간만에 각각 함수율 11.3%와 10.4%에 도달하였다. 청변균에 특히 약한 잣나무의 재질 특성을 감안해 볼 때 건조시간을 보다 더 단축할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것이다. 실제 본 시험 중에도 잣나무의 경우 청변이 심하게 발생된 편이었다.

은행나무의 두께 50mm 원판의 경우 EWS처리 원판을 제외한 나머지 원판들은 이용함수율 수준까지 건조되는데 343시간이 소요되었고, 두께 75mm 원판은 무처리 237시간, ETSH처리와 ETS처리는 모두 371시간이 소요되었다. 은행나무의 경우 다른 수종들과는 달리 원판 두께간에 건조속도의 차이가 현저하게 나타나 최소한 두께차가 25mm이상인 원판들을 동일 로드에서 혼합잔적하여 건조하는 것은 피하는 것이 건조시간 단축과 건조결함 예방의 측면에서 바람직할 것으로 판단된다. 특히 두께 100mm 원판의 경우 건조재의 손상은 거의 없었으나 평균 건조속도가 0.11%/hr. 정도로 매우 느려 건조에 너무 긴 시간이 소요되고 있어 좀 더 강한 건조조건을 적용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

## 2. 심재할렬과 변재할렬

진공건조중 각 공시수종 원판의 심재할렬과 변재할렬의 발생정도를 표4

~표7에 나타내었다.

소나무 원판의 경우 전반적으로 심재할렬 및 변재할렬의 발생 갯수와 크

표 3. 공시수종 두께별, 처리별 원판의 진공건조중의 평균건조속도(%/시간)  
Table 3. Average drying rates for tree disks during vacuum drying  
(%/hr.)

처리	소나무			리기다소나무			잣나무 100mm	은행나무		
	50mm	75mm	100mm	50mm	75mm	100mm		50mm	75mm	100mm
무처리	0.238	0.217	0.137	0.370	0.306	0.137	0.157	0.312	0.244	0.111
ETSH	0.230	0.211	0.139	0.372	0.318	0.132	0.134	0.308	0.161	0.108
ETS	0.234	0.204	0.147	0.359	0.332	0.137	0.136	0.315	0.169	0.113
EWS	0.210	0.171	0.060	0.212	0.270	0.073	0.069	0.273	0.125	0.059

기는 경미한 편이었으나, 발생빈도에 있어서는 심재할렬의 경우 최대 40%,  
재면할렬의 경우 최대 70%에 이르는 등 양호한 편은 아니었다. 그러나 원판  
의 두께나 처리에 관계없이 ETSH처리 원판에서는 심재할렬이 전혀 발생하지  
않거나 극히 경미하였는데, Lee 등(1992, 1995a and 1995b)은 횡단면의 심  
재부위를 한지로 테이핑하므로써 섬유방향 수분경사가 완만하게 유지될 수  
있었기 때문인 것으로 보고한 바 있다.

일반적으로 원판을 건조할 때 횡단면의 변재부위에서의 할렬발생은 거의  
문제가 되지 않는 것으로 보고되어 왔음에도 불구하고, 본 시험에서는 변재  
할렬의 발생 정도가 심재할렬의 발생 정도보다 오히려 심한 경우가 많았다.  
이는 본 시험에서 사용한 공시 수종의 경우 변재부의 초기함수율이 심재부  
의 초기함수율보다 훨씬 높아 건조가 진행되면서 방사방향으로의 수분경사  
가 형성되었고, 이로 인해 건조초기에 원판 횡단면의 변재부에 접선방향 인  
장응력이 야기되어 변재부측에 미세할렬들이 쉽게 발생된 것으로 판단된다.  
특히 공시 원판들의 수피가 박피(剝皮)된 채 건조가 개시되어 접선단면을  
통한 수분증발이 가능했던 경우나, 변재율이 매우 작았던 경우, 또는 횡단  
면의 변재부만이 한지에 의해서 테이핑되었던 ETS의 경우 변재할렬의 발생  
은 더욱 용이하였을 것으로 해석된다. 원판의 접선단면을 통한 수분증발이  
상대적으로 크게 억제되었던 EWS처리의 경우 변재할렬의 발생이 매우 경미  
하였던 점이나, 동일 원판내에 하나가 아닌 다수의 V형크랙이 발생되었던



점 등도 이러한 해석을 가능케 한다.

따라서 원판 건조중에 변재할렬의 발생을 예방하기 위해서는 원판을 박피하지 않고서 건조하는 것이 바람직하고 변재함수율이 심재함수율보다 월등히 큰 경우, 변재율이 지나치게 큰 경우일 때에는 방사방향으로의 수분경사가 형성되지 않도록 적절한 대책을 강구해야할 필요가 있다. 소나무, 리기다소나무 또는 잣나무 등과 재질적 특성이 유사한 것으로 사료되는 일본삼나무의 두께 75mm 원판을 심재할렬이나 변재할렬은 물론 V형크랙 없이 고주파진공건조가 가능하였던 Lee 등(1995b)의 보고를 감안해 볼 때 우리나라산 주요 침엽수재 원판도 고주파진공건조 방식을 적용·검토해 볼 필요가 있을 것으로 판단된다.

리기다소나무의 경우 심재할렬은 전혀 발생하지 않았으나 두께 75mm와 100mm 원판의 경우 원판들의 대부분이 박피된 채 건조가 진행되므로써 변재할렬의 발생은 상당히 심한 편이었다.

한편 두께 100mm 잣나무 원판의 경우 전반적으로 심재할렬과 변재할렬 모두 경미한 편이었으나, 박피원판이 전혀 없었음에도 불구하고 무처리와 ETS처리 원판의 경우 변재할렬의 발생율이 각각 40%와 30%를 보였는데, 이는 잣나무의 경우 심재와 변재의 초기함수율 차이가 약 90%에 이를 정도로 극심하여 변재부에 인장응력의 형성이 용이하였고, 횡인장강도가 약한 잣나무의 재질적 특성과 연관하여 변재할렬의 발생은 더욱 쉬워졌던 것으로 생각된다.

은행나무의 경우 모두 심재할렬과 변재할렬 발생정도가 경미하였다. 그러나 다른 수종과는 달리 윤할이 일부 발생된 경우가 있었는데, Lee 등(1992)은 은행나무의 경우 접선단면상에 존재하는 엽흔(leaf trace) 때문에 연륜층간에 조직적 결합력이 약하여 건조중 윤할의 발생이 빈번한 것으로 보고한 바 있다.

### 3. V형 크랙

진공건조중 각 공시수종 원판의 V형크랙의 발생 정도를 표 8~표 11에

나타내었다.

소나무, 리기다소나무 및 잣나무의 경우 V형크랙의 발생 정도가 매우 심한 편이었다. EWS처리 원판의 경우 나머지 처리 원판들에 비해서 상당히 경미한 경우가 있었으나 건조종료시 최종함수율이 17~50% 범위의 고함수율인 문제가 있었다. 이들 수종의 경우 V형크랙의 발생이 심하였던 것은 대부분의 원판이 박피된 상태에서 건조가 개시되므로써 원판의 접선단면을 통한 수분증발이 가능하였던 점, 변재부의 초기함수율이 심재의 초기함수율보다 상당히 컸었던 점, 그리고 고함수율의 변재부가 횡단면상에서 점유하는 비율이 컸었던 점 등의 원인으로 건조가 진행됨에 따라 방사방향으로의 수분경사가 형성되고, 이에 따라 건조초기에 변재부에 접선방향 인장응력이 발현되어 미세할렬이 다수 발생하게 되었고, 건조후기에 나타나기 시작하는 이방성 수축응력이 이 미세할렬부에 집중되므로써 V형크랙이 몹시 심하게 발생되었던 것으로 해석된다. 특히 원목이 박피된 채 대기중에서 장기간 저목되었을 경우 접선단면에 이미 상당수의 미세할렬들이 존재한다면 V형크랙은 더욱 쉽게 발생될 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 설명은 일반적으로 원판건조에서 거의 관찰되지 않는 변재할렬의 발생이라든가, 한 원판내에 여러개의 V형크랙이 발생한 점, 그리고 접선단면을 통한 수분증발이 거의 억제된 EWS처리 원판의 경우 V형크랙의 발생이 경미하였던 점 등에서도 뒷받침된다. 이러한 원인들 외에도 활엽수재에 비해서 강도가 약한 침엽수재의 재질 특성도 V형크랙의 발생을 가속화시킨 한 원인으로 생각해 볼 수 있다. 따라서 침엽수재 원판들을 V형 크랙에 의한 손상없이 건조하기 위해서는 박피되지 않도록 저목하거나, 또는 선삭가공품의 가공공정을 원판건조후에 귀도리하는 순서로 바꾸는 것이 바람직할 것으로 생각되며, 아울러 변재부의 생재함수율이 심재부보다 훨씬 크기 때문에 변재부 횡단면을 통한 수분증발을 억제하는 처리는 바람직스럽지 않은 것으로 판단된다. 또한 본 시험에서 사용한 진공건조기의 경우 유연한 고무 시트로 이루어진 상부덮개에 의해 건조기 내부에 잔적된 원판에 약  $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 의 기계적 압체력이 가해지므로써 건조중 원판의 횡단방향 수축이 상당량 억제될 수 있어 V형크랙 예방에 유리할 것으로 기대되어지므로, 건조중에 진공상태를 해제하여 원판의 건조중 무게를 평량하는 것 또한 바람직스럽지 않다. 따라서 건조종료시까지

지 연속적인 진공하에서 건조를 마무리하는 것이 이미 형성되어 있는 이방성수축응력의 기동을 억제하는데 유리할 것으로 생각된다.

한편 은행나무의 경우 다른 수종들과는 달리 두께 75mm와 100mm 원판에서는 V형크랙이 전혀 발생하지 않았고, 두께 50mm 원판에서도 그 발생정도는 매우 경미하였다. Lee 등(1991)은 은행나무의 경우 접선방향과 방사방향간의 수축율의 차이가 적은 재질적 특성때문에 V형크랙에 의한 손상 위험성이 적은 것으로 보고한 바 있다. 이상의 결과로 미루어 볼때 은행나무를 목공예용 원판으로 대체하는데 있어서 건조가공상의 문제는 진공건조 방식을 적용하므로써 해결가능한 것으로 평가된다.

표 4. 소나무 원판의 진공건조중 심재할렬 및 변재할렬의 발생빈도와 원판 1개당 총발생개수 및 총길이

Table 4. Frequencies of tree disks with heart checks or sap wood checks and their numbers and lengths per each tree disk of Korean red pine after vacuum drying

두께(mm)	처리	심재할렬			변재할렬		
		발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
50	무처리	30	0.4	1.1	20	0.2	1.6
	ETSH	10	0.1	0.3	20	0.3	1.1
	ETS	30	0.4	1.3	20	0.3	1.9
	EWS	40	0.4	2.0	0	0	0
75	무처리	40	0.6	2.9	20	0.7	2.2
	ETSH	10	0.1	0.5	40	0.6	1.9
	ETS	10	0.1	1.0	30	0.5	1.1
	EWS	40	0.5	2.3	10	0.1	0.2
100	무처리	0	0	0	70	1.8	6.6
	ETSH	0	0	0	30	0.6	1.4
	ETS	0	0	0	30	0.5	1.5
	EWS	0	0	0	10	0.1	0.5

표 5. 리기다소나무 원판의 진공건조중 심재할렬 및 변재할렬의 발생빈도와 원판 1개당 총발생개수 및 총길이

Table 5. Frequencies of tree disks with heart checks or sap wood checks and their numbers and lengths per each tree disk of pitch pine after vacuum drying

두께(mm)	처리	심재할렬			변재할렬		
		발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
50	무처리	0	0	0	0	0	0
	ETSH	0	0	0	0	0	0
	ETS	0	0	0	0	0	0
	EWS	0	0	0	0	0	0
75	무처리	0	0	0	70	2.8	7.3
	ETSH	0	0	0	80	3.0	7.5
	ETS	0	0	0	60	1.8	3.9
	EWS	0	0	0	50	2.0	5.7
100	무처리	0	0	0	70	2.6	7.3
	ETSH	0	0	0	80	3.0	10.4
	ETS	0	0	0	80	3.1	9.6
	EWS	0	0	0	20	0.4	1.5

표 6. 잣나무 원판의 진공건조중 심재할렬 및 변재할렬의 발생빈도와 원판 1개당 총발생개수 및 총길이

Table 6. Frequencies of tree disks with heart checks or sap wood checks and their numbers and lengths per each 100mm thick tree disk of Koran pine after vacuum drying

처리	심재할렬			변재할렬		
	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
무처리	0	0	0	40	0.8	2.3
ETSH	0	0	0	10	0.1	0.2
ETS	10	0.1	0.5	30	0.6	1.3
EWS	20	0.1	0.8	0	0	0

표 7. 은행나무 원판의 진공건조중 심재할렬 및 변재할렬의 발생빈도와 원판 1개당 총발생개수 및 총길이

Table 7. Frequencies of tree disks with heart checks or sap wood checks and their numbers and lengths per each tree disk of ginkgo after vacuum drying

두께(mm)	처리	심재할렬			변재할렬		
		발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
50	무처리	0	0	0	10	0.1	0.3
	ETSH	10	0.2	0.1	40	0.4	1.4
	ETS	0	0	0	10	0.1	0.7
	EWS	0	0	0	10	0.1	0.4
75	무처리	0	0	0	0	0	0
	ETSH	0	0	0	14	0.1	0.8
	ETS	28.5	0.7	1.9	14	0.4	1.2
	EWS	0	0	0	0	0	0
100	무처리	0	0	0	0	0	0
	ETSH	0	0	0	0	0	0
	ETS	0	0	0	0	0	0
	EWS	0	0	0	0	0	0

표 8. 소나무 원판의 진공건조중 V형 크랙의 발생빈도와 원판 1개당 총 발생개수 및 총길이

Table 8. Frequencies of tree disks with V-cracks and their numbers and lengths per each tree disk of Korean red pine after vacuum drying

처리	두께 50mm			두께 75mm			두께 100mm		
	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
무처리	100	1.7	13.8	100	2.6	19.0	100	5.6	34.1
ETSH	100	2.4	19.5	100	3.3	22.8	100	6.3	26.7
ETS	100	1.9	15.6	100	3.5	21.1	100	5.3	30.0
EWS	90	1.4	94.9	70	1.7	83.5	25	0.3	14.5

표 9. 리기다소나무 원판의 진공건조중 V형 크랙의 발생빈도와 원판 1개 당 총 발생개수 및 총길이

Table 9. Frequencies of tree disks with V-cracks and their numbers and lengths per each tree disk of pitch pine after vacuum drying

처리	두께 50mm			두께 75mm			두께 100mm		
	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
무처리	100	5.6	22.5	70	2.1	7.7	90	3.7	18.9
ETSH	100	5.0	22.4	90	3.4	13.8	100	3.4	17.8
ETS	100	5.8	22.2	100	2.0	9.4	100	4.3	21.1
EWS	10	0.1	0.3	20	0.2	1.1	20	0.3	0.9

표 10. 잣나무 두께 100mm 원판의 진공건조중 V형 크랙의 발생빈도와 원판 1개 당 총 발생개수 및 총길이

Table 10. Frequencies of tree disks with V-cracks and their numbers and lengths per each 100mm-thick tree disk of Korean pine after vacuum drying

처리	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
무처리	80	1.9	10.1
ETSH	70	1.3	6.9
ETS	70	1.1	6.6
EWS	0	0	0

표 11. 은행나무 원판의 진공건조중 V형 크랙의 발생빈도와 원판 1개당 총 발생개수 및 총길이

Table 11. Frequencies of tree disks with V-cracks and their numbers and lengths per each tree disk of ginkgo after vacuum drying

처리	두께 50mm			두께 75mm			두께 100mm		
	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)	발생빈도 (%)	총개수 (개)	총길이 (cm)
무처리	20	0.4	2.3	0	0	0	0	0	0
ETSH	30	0.3	1.8	0	0	0	0	0	0
ETS	10	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0
EWS	10	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0

## 나. 수지용출과 건조제의 전건비중

진공건조 종료후 각 공시수종의 무처리 원판을 대상으로 촉진폭로시험을 실시한 결과 수종과 두께에 상관없이 수지용출은 전혀 관찰되지 않았다(표 12).

Kanagawa(1989)는 고주파진공건조한 미송 각재의 경우 촉진폭로조건에서 전혀 수지가 용출되지 않았지만 관행열기건조재와 비교해볼 때 수지 잔존량의 차이는 없다고 보고한 바 있다. 따라서 진공조건하에서 건조된 재목의 수지용출이 억제되는 메카니즘에 대한 보다 분명한 구명이 필요할 것으로 사료된다. 아무튼 주요 국산 침엽수종을 목공예용 원판으로 대체하는데 있어서 문제점으로 예상되었던 수지용출의 문제는 진공건조에 의해서 효과적으로 해결될 수 있는 것으로 평가되었다.

한편 침엽수종을 목공예용재화 하는데 있어서 또 하나의 문제점인 경량감의 문제해결 가능성을 검토코저 건조방식에 따른 건조제의 비중변화를 비교코저 하였으나 이에 대한 결과는 2차년도에 수행될 열판건조제의 전건비중 결과와 함께 고찰하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

표 12. 각 공시수종 무처리 원판의 진공건조 종료후 수지용출  
Table 12. Resin exudation of control of each species disks after vacuum drying

두께(mm)	소나무	리기다소나무	잣나무	은행나무
50	없음	없음	-	없음
75	없음	없음	-	없음
100	없음	없음	없음	없음

## 제 4 절 결 론

무처리나 ETSH처리 및 EWS처리 원판들의 생재에서 이용함수율까지 진공 건조하는데 소요된 시간은 종래의 실내음건 방식보다는 크게 단축되었지만 열수순환가열식 진공건조의 경우 열판에 의해 원판의 상하 횡단면이 차단되므로써 횡단면을 통한 수분증발이 제약을 받아 건조시간이 상당히 지연되는 편이었다. 따라서 횡단면을 통한 수분증발에 절대적으로 의존하는 원판을 열수순환가열식 진공건조기를 활용하여 건조하기 위해서는 열판과 원판 사이에 적절한 배기카울을 끼워서 잔적하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한 EWS처리 원판들의 경우 이용함수율 수준까지의 건조가 불가능하였고, 고함수율 상태가 장기간 지속되므로 말미암아 변재변색 또한 심하게 나타나 EWS처리는 심재율이 지나치게 낮은 수종이나 열수순환가열식 진공건조기에는 그 적용에 신중을 기해야할 것으로 판단된다.

은행나무의 경우 두께간에 건조속도의 차이가 현저하게 나타나 최소한 두께차가 25mm 이상인 원판들을 동일 로드에서 혼합 잔적하는 것은 피하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

수종에 관계없이 심재할렬의 발생정도는 경미한 편이었으나, 일반적으로 원판건조시에 크게 문제가 되지 않는 변재할렬이 심재할렬보다 심하게 발생된 경우가 많았다. 이는 본 시험에 사용된 공시수종의 경우 변재부의 초기 함수율이 심재부보다 훨씬 높았을 뿐만 아니라, 고함수율인 변재부위가 점유하는 비율이 상당히 높았고 공시원판들의 상당수가 박피된 상태에서 건조가 개시되어 건조초기에 방사방향으로의 수분경사가 크게 형성되었기 때문인 것으로 생각된다.

은행나무의 경우 심재할렬, 변재할렬 및 V형크랙 모두 그 발생 정도가 경미하여 목공예용 원판으로서의 대체가능성이 높은 것으로 평가되었으나 약간의 윤활이 발생하는 문제가 있었다.



소나무, 리기다소나무 및 잣나무의 원판들은 V형크랙의 발생 정도가 심하였고, 특히 하나의 원판에 여러개의 V형크랙이 발생하는 특징을 보였는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 건조초기에 변재할렬이 발생되었고, 건조후기에 발현되기 시작한 이방성수축응력이 이 변재할렬부에 집중되었기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 침엽수재 원판들을 V형크랙에 의한 손상 없이 건조하기 위해서는 박피가 되지 않도록 저목하거나, 선삭가공품의 가공공정을 원판건조 후에 귀도리하는 순서로 전환하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 또한 내부에 잔적된 원판에 기계적 압체력을 가할 수 있는 진공건조기를 활용할 경우 건조중에 기계적 압체력을 해제하는 것은 V형크랙 예방에 바람직하지 않은 것으로 판단된다.

공시수종에 관계없이 진공건조된 원판들에서는 촉진폭로조건에서의 수지용출은 전혀 없는 것으로 조사되어 이들 공시수종들을 목공예용재로 활용하는데 있어서 사용상의 수지용출문제는 진공건조에 의해서 해결 가능한 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. Dwinell, L.D., S. Avramidis, and J.E. Clark. 1994. Evaluation of a radio-frequency/vacuum dryer for eradicating the pinewood. Forest Prod. J. 44(4):19-24.
2. Harris, R.A. and M.A. Taras. 1984. Comparison of moisture content distribution, stress distribution, and shrinkage of red oak lumber dried by a radio-frequency/vacuum drying process and a conventional kiln. Forest Prod. J. 34(1):44-54.
3. Hayashi, K. and S. Terazawa. 1977. Studies on cell-collapse of watersaturated balsa wood(V). Mokuzai Gakkaishi 23(1):30-34.
4. Kanagawa, Y. 1989. Resin distribution in lumber dried by vacuum drying combined with radio-frequency. Proceedings of IUFRO Wood Drying 1989:158-164.
5. Kubler, H. 1973. Role of moisture in hygrothermal recovery of wood. Forest Prod. J. 5(3):198-204.
6. \_\_\_\_\_. 1973. Hygrothermal recovery under stress and release of strain inelastic strain. Forest Prod. J. 6(1):78-85.
7. \_\_\_\_\_. 1974. Drying tree disks simply without defects. Forest Prod. J. 27(1):33-35.
8. \_\_\_\_\_. 1975. Study on drying of tree cross sections. Wood Science. 7(3):173-181.
9. \_\_\_\_\_. 1977. Formation of checks in tree stems during heating. Forest Prod. J. 27(1):41-46.
- 9-1. Lee, N. H. and H. S. Jung. 1991. Model of drying stress distribution in disks end-wrapped in Koran traditional paper and effects of end-wrappings on prevention of drying defects for vacuum drying of disks. Mokchae Konghak 19(1):31-63

10. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1992. Effects of end-taping with Korean traditional paper on the distribution of vacuum drying stresses in wood disks. Proceedings of 3rd IUFRO Drying Conference: 227-234.
- 10-1. \_\_\_\_\_, K. Hayashi and H. S. Jung. 1995a. Possibility of drying of walnut disk for wooden arts in radio-frequency/vacuum dryer with mechanical pressure system. Proceedings of Vacuum Drying of Wood '95: 270-279
- 10-2. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1995b. RF/V drying characteristics of 75mm-thick Japanese Cedar disks. Unpublished
11. Liu, F., S. Avramidis, and R.L. Zwick. 1994. Drying thick western hemlock in a laboratory radio-frequency/vacuum dryer with constant and variable electrode voltage. Forest Prod. J. 44(6):71-75.
12. Terazawa, S and K. Hayashi, 1972 Collapse in wood drying process. Wood Industry 27(11):2-7.
13. Wilhelmy, V. and H. Kubler. 1973. Probe for measurement of strains inside solid bodies. Experimental Mechanics 13(3) :142-144.
14. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1973. Stresses and checks in log ends from relieved growth stresses. Wood Science 6(2):136-142.

## 제 3 장

# 목공예용 대체수종 개발연구

- 국산 침엽수재의 기초재질 및 가공특성 -

세부연구책임자 : 박 희 준  
협 동 연 구 자 : 윤 재 창  
연 구 원 : 윤 영 기  
강 경 택

## 제 1 절 서 론

1992년말 현재 우리나라 목재 수급현황을 보면 국내산 목재의 공급은 침엽수재가 약 78.6%, 활엽수재가 21.4%로 침엽수재의 공급이 월등히 많은 비율을 차지하고 있으며, 침엽수재 용도의 대부분이 부가가치가 낮은 펄프용재나 목질판상재 제조용 원료, 갱목 등으로 이용되고 있으며, 국내산 공급 목재의 경우 경급이 말구직경 20cm이하가 침엽수재는 약 80%, 활엽수재는 약 90%를 차지하고 있다.

현재, 지리산 지역(남원지역)에는 200여개 이상의 목공예품 제조업체가 가동 중에 있으며, 이들 지역에서 목공예용 활엽수재 소비량은 전국 소비량의 약 41%를 차지하고 있다. 그리고 목공예용재의 대부분을 물푸레나무(약 36%)와 오리나무류(약 36%)가 차지하고 있으나, 현재 이들 수종이 거의 고갈 상태에 이르러 중국이나 캐나다 등 외국으로부터 국내 수요량의 50% 이상(약 7,000m<sup>3</sup>)을 수입해오고 있는 실정에 있다. 더우기 이들 도입 수종은 재질이 고르지 못하고 가격도 고가(700~1000원/사이)일 뿐더러 지속적인 공급여부도 불투명한 상태에 있다. 그리고 이들 대부분의 목공예 제조업체가 종업원 10인 이하의 영세적인 규모를 벗어나지 못하고 있는 실정을 고려한다면 목공예용 원자재의 안정적인 공급여부는 매우 심각한 문제로 대두되고 있다.

따라서 본 목공예용 대체수종 개발연구에서는 지리산 지역에서 생산되고 있는 침엽수 간벌 소경재의 물리적 및 기계적 성질을 규명하고 이들 소경목의 집성화 기술개발, 재질개량화연구 등을 통하여 저급 소경재의 목공예용재로의 이용방안과 지역 주민의 소득증대를 위한 고부가가치 신상품개발을 목적으로 수행하였다. 3년간의 과제 중 당해년도에는 지리산 지역에서 생산된 침엽수 간벌 소경재인 낙엽송, 소나무, 리기다소나무의 물리적 성질 및 기계적 성질 등을 조사하였으며, 앞으로의 간벌 침엽수재의 목공예용재로의 전환을 위한 재질개량화 연구와 고부가가치화 연구를 위한 기초자료로 삼고자 수행하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 공시원목

주요 국산 침엽수 간벌소경재 3수종, 낙엽송(*Larix gmelini* Var.), 리기다소나무(*Pinus rigida* Mill.), 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)를 공시원목으로 하여 목공예용재로의 전환을 위한 기초재질조사를 수행하였다. 1차년도 시험에 사용한 공시원목의 산지와 수종별 평균 직경은 표 1에 나타낸 바와 같다.

표 1. 공시원목의 산지, 흉고직경, 수령

Table 1. Locality, D.B.H., and tree age of sample trees

수 종	산 지	흉고직경(cm)	수령(年)
낙엽송( <i>Larix gmelini</i> Var.)	전북 무주군 안성면 죽헌리	17.20±3.44	14
리기다소나무( <i>Pinus rigida</i> Mill.)	전북 남원시 산동면 월석리	17.12±3.57	20
소나무( <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.)	전북 남원시 도통동 도통리	16.50±3.99	18

※ 각 값은 20본의 평균±표준편차임

### 2. 시험방법

#### 가. 물리적 성질 측정

주요 침엽수 간벌 소경재의 물리적 성질 조사는 표 1의 공시원목으로부터 시험편을 채취한 후 표준임업시험실시요령에 의거하여 평균 연륜 폭, 함수율, 비중, 수축율, 흡습성, 수분흡수량을 측정하였다.

#### 나. 기계적 성질 측정

주요 침엽수 간벌 소경재의 기계적 성질 조사는 표 1의 공시원목으로부터 시험편을 채취한 후 표준임업시험실시요령에 의거하여 압축강도(종압축강도, 횡압축강도), 인장강도, 휨강도(휨강도, 휨비례한도, 휨영계수), 전단강도(방사전단, 접선전단), 충격휨흡수에너지 측정시험을 수행하였다.

#### 다. 접착력 시험

낙엽송 리기다소나무, 소나무, 3수종에 접착제로는 일본 Koyo Bond 産業에서 구입한 상온경화형 이소시아네이트접착제(MDI, Diphenyl methane diisocyanate), 초산비닐수지에멸전수지 접착제, 에폭시수지접착제, 3종류를 사용하였다. 접착제 도포량은  $200\text{g}/\text{m}^2$ , 압체압력은  $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 으로 하여 표준임업시험실시요령에 의거하여 상태접착력과 내수접착력을 측정하였다. 측정하기전 제조한 시험편은 온도  $20\pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도  $65\pm 3\%$ 인 항온항습실에서 1개월간 조습처리한 후 시험하였다.

#### 라. 도장성 시험

낙엽송, 리기다소나무, 소나무 등 국산 침엽수 간벌소경재의 도장성 시험은 앞으로 침엽수재의 재질개량과 목재복합육조 개발을 위한 기초연구로 사용한 도료는 고도의 내후성을 가진 것으로 알려진 불소수지계 도료와 우수한 도막성능을 가진 것으로 알려진 폴리우레탄계 도료를 사용하였다. 도막건조 시험과 도막할렬시험은 표준임업시험실시요령에 의거하여 대한페인트 기술연구소에서 실시하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 물리적 성질

#### 가. 평균 연륜폭, 함수율 및 비중

낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 3 수종으로부터 측정된 평균연륜폭, 비중 및 함수율은 표 2와 같다.

표 2. 평균연륜폭, 비중 및 함수율

Table 2. Width of annual ring, specific gravity and moisture content

수 종	평균연륜폭(mm)	초기함수율(%)	기건함수율(%)	기건비중	전건비중
낙엽송	5.7 ± 0.8	22.93 ± 0.71	13.41 ± 0.96	0.48 ± 0.04	0.52 ± 0.04
리기다소나무	3.0 ± 1.2	50.55 ± 25.61	19.17 ± 2.32	0.42 ± 0.02	0.46 ± 0.02
소나무	3.6 ± 0.5	61.79 ± 18.77	18.65 ± 2.31	0.36 ± 0.02	0.40 ± 0.02

※ 각 값은 8반복의 평균±표준편차임.

본 시험에서 사용한 낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 3 수종의 평균 연륜폭은 3.0~5.7(mm) 범위에 있었으며, 낙엽송이 5.7로 가장 크게 나타났으며, 리기다소나무가 가장 작게 나타났다. 벌채 직후의 생재함수율은 일반적으로 수종, 입지조건 그리고 채취부위에 따라 심한 차이를 나타내는데 본 시험에서 측정된 표 2의 초기함수율은 벌채직후 측정된 값이 아니라 산지에서 벌채한 후 남원임업협동조합 집하장에 도착한 후 약 1개월이 경과한 후 측정된 값으로 생재에 비해서는 상당히 건조가 진행된 후의 값이다. 기건함수율은 각 수종으로 부터 시험편을 채취한 후 실험실내에서 1 개월간 조습처리한 후 측정된 값으로 낙엽송이 가장 낮은 값을 나타냈으며, 리기다소나무와 소나무는 큰 차이를 나타내지 않았다. 3 수종의 기건비중은 0.36~0.48 범위에 그리고 전건비중은 0.40~0.52의 범위에 있었으며, 낙엽송의 비중이 가장 높게 나타났고 리기다소나무, 소나무 순이었다.



## 나. 수축율

측정한 공시수종의 방사방향, 접선방향, 섬유방향에서 함수율 1%에 대한 평균 수축율은 표 3과 같다.

표 3. 함수율 1%에 대한 평균 수축율  
Table 3. Shrinkage per unit moisture content

수 종	함수율(%)	함수율 1%에 대한 평균 수축율 (%)		
		방사방향	접선방향	섬유방향
낙엽송	17.34	0.14±0.043	0.30±0.041	0.02±0.028
리기다소나무	19.72	0.13±0.301	0.41±0.269	0.02±0.004
소나무	18.95	0.16±0.009	0.29±0.014	0.02±0.005

※ 각 값은 8반복의 평균±표준편차임.

공시수종의 함수율 1%에 대한 평균 수축율은 방사방향에서 0.13~0.16%, 접선방향에서 0.29~0.41%, 그리고 섬유방향에서 0.02%를 나타내었다. 방사방향에 대한 접선방향의 수축비는 낙엽송에서 2.14, 리기다소나무에서 3.15, 그리고 소나무에서 1.81을 나타내어 3수종 중 리기다소나무가 가장 큰 값을 나타내었으며, 소나무가 가장 낮은 값을 나타내었다.

## 다. 흡수량

낙엽송, 리기다소나무, 소나무의 흡수량 측정은 전면에 대하여 실시하였으며, 각 수종별 흡수량과 시험전 시험편의 함수율은 표 4에 나타낸 바와 같다.

표 4. 흡수량  
Table 4. Absorption of water

수 종	시험전 함수율(%)	흡수량(g/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	13.4	0.168±0.103
리기다소나무	17.0	0.093±0.010
소나무	16.3	0.120±0.010

※ 각 값은 8반복의 평균±표준편차임.

3 수종의 전단면 수분 흡수량은 0.093~0.168의 범위내에 있었으며, 낙엽송이 0.168g/cm<sup>2</sup>으로 가장 큰 값을 나타내었으며, 소나무가 0.120 g/cm<sup>2</sup>, 그리고 리기다소나무에서 가장 적은 0.093g/cm<sup>2</sup>을 나타내었다.

## 라. 흡습성

낙엽송, 리기다소나무, 소나무의 흡습성 시험의 결과는 표 5에 나타낸 바와 같다.

표 5. 흡습성

Table 5. Hygroscopicity

수 종	40℃, RH65%에서 평균함수율(%)	40℃, RH90%에서 평균함수율(%)	함수율 1%에 대한 팽창율(%)	
			방사방향	접선방향
낙엽송	10.63±0.16	15.93±0.12	0.081±0.046	0.289±0.023
리기다소나무	10.74±0.29	16.30±0.37	0.149±0.061	0.281±0.037
소나무	10.65±0.38	15.99±0.28	0.081±0.038	0.241±0.063

\* 각 값은 8반복의 평균±표준편차임.

흡습성 시험결과 함수율 1%에 대한 평균 팽창율은 방사방향에서 0.081~0.149% 범위에서 나타났으며, 접선방향에서는 0.241~0.289를 나타내었다. 방사단면에 대한 접선단면의 팽창율 차이는 낙엽송에서 3.57로 가장 크게 나타났으며, 소나무에서 2.98, 그리고 리기다소나무에서 1.89로 가장 낮은 값을 나타내었다.

## 2. 기계적 성질

### 가. 압축강도

국산 침엽수 간벌 소경재 3수종의 압축강도를 시험한 결과는 표 6에 나타낸 바와 같다.

3 수종의 종압축강도는 366~397kgf/cm<sup>2</sup>의 범위내에 있었으며, 비중이 가장 큰 낙엽송의 종압축강도가 가장 크게 나타났으며, 다음이 리기다소나무, 그리고 소나무의 순으로 나타났다. 횡압축비례한도는 41.42~

61.59kgf/cm<sup>2</sup> 범위에서 나타났으며 종압축강도와 같이 비중이 가장 큰 낙엽송에서 61.59kgf/cm<sup>2</sup>로 가장 크게 나타났으며, 다음이 소나무, 그리고 리기다소나무에서 가장 낮은 값을 나타내었다.

표 6. 압축강도  
Table 6. Compressive strength

수 종	기건비중	종압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	종압축비례한도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	횡압축비례한도 (kgf/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	0.48	397.24 ± 19.25	314.08 ± 12.50	61.59 ± 11.58
리기다소나무	0.42	388.58 ± 51.77	330.50 ± 72.74	41.42 ± 11.32
소나무	0.36	366.59 ± 33.46	291.05 ± 26.96	45.21 ± 3.46

※ 각 값은 8반복의 평균 ± 표준편차임

#### 나. 인장강도

각 수종별 인장강도를 측정한 결과는 표 7에 나타낸 바와 같다. 본 시험에서 사용한 국산 침엽수 간벌소경재의 경우 직경 20cm 미만이 대부분으로 표준임업시험실시요령에 따라 횡인장강도 시험편을 제작하기가 곤란하였으므로 측정하지 않았다.

표 7. 인장강도  
Table 7. Tensile strength

수 종	기건비중	종인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	0.48	914.04 ± 157.72
리기다소나무	0.42	1158.32 ± 35.37
소나무	0.36	862.29 ± 83.28

※ 각 값은 6반복의 평균 ± 표준편차임

예상하던 바와 같이 인장강도는 다른 강도보다 매우 높은 값을 나타내어 수종 중 리기다소나무가 1158.32kgf/cm<sup>2</sup>로 가장 크게 나타났으며, 다음이 낙엽송(914.04kgf/cm<sup>2</sup>), 그리고 소나무가 가장 낮은 862.29kgf/cm<sup>2</sup>를 나타내었다.

#### 다. 휨강도

낙엽송 외 2수종의 휨강도적 성질을 시험한 결과는 표 8에 나타낸 바와 같다.

표 8. 휨강도

Table 8. Bending strength

수 종	기건비중	휨강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	휨비레한도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	휨영계수 (10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	0.48	791.76 ± 133.80	424.16 ± 99.88	85.33 ± 18.12
리기다소나무	0.42	904.94 ± 131.41	409.24 ± 91.01	101.38 ± 22.44
소나무	0.36	645.45 ± 154.93	317.58 ± 92.94	81.59 ± 20.68

※ 각 값은 8반복의 평균 ± 표준편차임

표에서 보는 바와 같이 3 수종의 휨강도는 645.45~904.94kgf/cm<sup>2</sup>의 범위내에 나타났으며, 리기다소나무(904.94kgf/cm<sup>2</sup>)가 가장 크게 나타났고, 낙엽송(791.76kgf/cm<sup>2</sup>), 그리고 비중이 가장 낮은 소나무(645.45 kgf/cm<sup>2</sup>)의 순으로 나타났다. 휨비레한도와 휨영계수도 휨강도와 마찬가지로 리기다소나무에서 가장 큰 값을 나타냈고 다음이 낙엽송, 소나무의 순으로 나타났다.

#### 라. 전단강도

낙엽송 외 2수종의 방사단면과 접선단면에서 전단강도를 시험한 결과는 표 9에 나타낸 바와 같다.

표 9. 전단강도

Table 9. Shear strength

수 종	기건비중	방사단면	접선단면
		전단강도(kgf/cm <sup>2</sup> )	전단강도(kgf/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	0.48	110.61 ± 35.49	163.93 ± 13.37
리기다소나무	0.42	128.94 ± 13.26	156.38 ± 9.86
소나무	0.36	122.02 ± 17.41	126.91 ± 5.32

※ 각 값은 6반복의 평균 ± 표준편차임

측정된 전단강도는 표에서 보는 바와 같이 방사단면 전단강도가 110.61~128.94kgf/cm<sup>2</sup>의 범위내에 나타났으며, 접선단면 전단강도는 126.91~163.93kgf/cm<sup>2</sup>의 범위내에 나타났다. 방사단면 전단강도는 리기다소나무에서 가장 크게 나타났으나 접선단면 전단강도는 낙엽송에서 가장 큰 값을 나타내어 수종간에 일정한 경향은 없었으나, 3 수종 모두에서 접선단면 전단강도가 방사단면 전단강도 보다 다소 높은 값을 나타내었다.

#### 마. 충격휨흡수에너지

낙엽송 외 2 수종으로부터 측정된 충격휨흡수에너지는 표 10에 나타난 바와 같다.

표 10. 충격 휨 흡수 에너지  
Table 10. Impact bending absorbed energy

수 종	기건비중	충격 휨 흡수 에너지 (kg · m/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	0.48	0.72 ± 0.06
리기다소나무	0.42	0.64 ± 0.15
소나무	0.36	0.79 ± 0.25

※ 각 값은 6반복의 평균 ± 표준편차임

본 시험에서 측정된 충격휨흡수에너지는 0.64~0.79kg · m/cm<sup>2</sup>의 범위에서 나타났으며 소나무에서 0.79kg · m/cm<sup>2</sup>로 가장 큰 값을 나타내었으며, 다음이 낙엽송, 그리고 리기다소나무의 순으로 나타났다.

### 3. 접착성

침엽수 간벌소경재 3 수종과 접착제 3종류를 적용하여 목재의 섬유방향이 서로 일치하도록 접착하여 상태접착력과 내수접착력을 측정하였다. 시험 결과 수종에 따른 접착력의 차이는 보이지 않았으나 사용한 접착제의 종류에 따라서는 상당한 차이를 나타내었다. 일본 Koyo Bond 産業에서 구입한 상온경화형 이소시아네이트 접착제는 상태와 내수에서 큰 차이 없이 우수한

접착력을 나타내었으며, 목파울도 상태와 내수에서 모두 100%를 나타내었다. 그러나 초산비닐에멀전수지접착제는 상태접착력은 우수하였으나 내수접착력은 매우 불량한 것으로 판정되었다. 또한 본 연구에서 구입한 에폭시접착제는 2 액형으로 조제시 점도가 높고 가사용시간이 짧아 작업이 불편한 것으로 판정되었다. 따라서 앞으로 내수형 집성재제조나 목제욕조 제조기술 개발시 이소시아네이트 접착제의 사용으로 내수성을 부여할 수 있을 것으로 기대되며 비내수형 목제품의 제조에는 초산비닐수지접착제의 사용이 바람직할 것으로 사료된다. 측정된 접착제 종류별, 수종간 상태접착력 및 내수접착력 결과는 제 5 장 간벌 소경재를 활용한 목제복합욕조 제조기술개발 부분에 제시하였다.

#### 4. 도장성

침엽수 간벌 소경재 3 수종에 불소수지계도료와 폴리우레탄계 도료를 적용하여 도장성 시험을 한 결과는 표 11에 나타낸 바와 같다.

표 11. 도장성  
Table 11. Paintability

수 종	도 료	지축건조		경화건조		할렬측정 <sup>1</sup> 접선단면 (No.)
		20℃ (min.)	30℃ (min.)	20℃ (min.)	30℃ (min.)	
낙엽송	불소수지계도료	60	40	600	480	0
	폴리우레탄계도료	15	11	120	90	0
리기다소나무	불소수지계도료	60	40	600	480	0
	폴리우레탄계도료	15	11	120	90	0
소나무	불소수지계도료	60	40	600	480	0
	폴리우레탄계도료	15	11	120	90	0

<sup>1</sup> ; 23℃, RH 95%, 24hr. → -20℃, 5hr. → 60℃, 19hr. (30 cycle)

표 11에서 보는 바와같이 불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 도장성

을 시험한 결과 3 수종간에 뚜렷한 차이는 발견할 수 없었다. 다만 현재까지 목재에 적용해보지 않았던 고도의 내후성 도료인 불소수지계도료를 적용한 결과 경화건조시간이 현재까지의 여타의 목공용 도료에 비하여 매우 장시간이 소요되었으며, 접선단면에서의 도막할렬시험을 표준입업시험실시요령(도장성시험 A방법)에 의거하여 도막할렬을 측정할 결과 시험기간동안에는 할렬이 전혀 발생하지 않아 이들 도료에 대한 침엽수재의 도장성은 매우 우수한 것으로 판단된다.

또한 향후 목재의 재질개량 및 목제육조 제조기술개발을 위하여 이들 도료를 적용하여 내수성, 내산성, 내알카리성, 부착성, 옥외폭로시험, 표면경도, 내마모성, 내새척성 등을 당해년도에 수행하였는 바 그 결과는 간벌소 경재를 활용한 목제복합육조 제조기술개발 부분에 기술하였다.

## 제 4 절 결 론

목공예용 대체수종 개발을 위한 연구의 일부로 1 차년도에는 지리산 지역에서 벌채된 침엽수 간벌 소경재인 낙엽송, 리기다소나무, 소나무 3 수종의 물리적 및 기계적 성질을 측정하였으며, 앞으로의 재질개량화 연구를 위한 기초자료로 삼고자 수행하였다.

기존의 목공예용재들(물푸레나무, 오리나무, 사방오리나무, 느티나무, 호도나무 등)이 심변재의 구분이 뚜렷하지 않고 조직이 치밀한 산공재나 환공재인 반면에 낙엽송, 리기다소나무, 소나무는 모두 연륜이 뚜렷하고, 심변재의 구분이 명확했으며, 춘추재의 이행이 급하고 수지용출이 심하게 나타났으며, 기존의 목공예용재에 비하여 전반적으로 비중이 낮았으나 수축율은 기존의 공예용 수종에 비하여 큰 것으로 측정되어 치수안정성이 열등한 것으로 나타났다. 또한 비중에 비례하여 강도적 성질 역시 기존의 목공예용재에 비하여 열등한 것으로 측정되었다.

한편, 접착성 시험결과 수종에 따라서는 접착력에 큰 차이를 보이지 않았으나 사용 접착제의 종류에 따라서는 큰 차이를 나타내었다. 특히 본 연구에서 사용한 상온경화형 이소시아네이트 접착제는 상태접착력과 내수접착력 사이에 큰 차이를 나타내지 않아 향후 목재의 재질개량 및 집성화 연구 그리고 목제육조제조 기술개발에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 그리고 현재까지 국내에서 목재에 적용된 바 없는 고도의 내후성 도료로 알려진 불소수지계도료와 목공용 폴리우레탄계도료를 적용하여 도장성 시험을 한 결과 수종간에는 차이를 나타내지 않았으며, 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판단되었다. 단지 도료 종류별로 경화시간에서 큰 차이를 나타내었으며, 이들 도료로 도장처리를 함으로써 국산 침엽수재의 치수안정성을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

당해년도의 연구자료를 바탕으로 2차년도에서는 침엽수 간벌소경재에 물리적 처리 및 화학적 처리를 통하여 고밀화 및 치수안정성을 개선시킴과 아울러 강도적 성질도 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대가 되며, 향후 이들 처리를 통하여 목공예용재로의 전환 및 이들 물성에 적합한 목제용품을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.



## 참 고 문 헌

1. 박문재 외 2인. 1991. 국산재의 용도별 재질평가 및 품질기준(Ⅱ) -리기  
다소나무와 잣나무 간벌재에 대하여 -. 임업연구원 연구보고 43:28-37.
2. 산림청 임업시험장. 표준임업시험실시요령(이용분야).
3. 소원택 외 5인. 1979. 개량소나무속의 재질에 관한 시험. 임업연구원  
연구보고 26:5~28.
4. 심근 외 3인. 1990. 국산재의 용도별 재질평가 및 품질기준(Ⅰ) - 참나  
무류, 낙엽송 간벌재에 대하여-. 임업연구원 연구보고 40:46~58.
5. 임업연구원. 1994. 한국산 주요목재의 성질과 용도. 임업연구원 연구자  
료 제95호.
6. 조재명 외 3인. 1994. 원색 세계목재도감. 선진문화사.

## 제 4 장

# 관형 목공예용 박판 활엽수재 원판의 진공건조기술 개발

- 두께 75mm 호도나무 원판의  
고주파진공건조기술 개발 -

세부연구책임자 : 이 남 호  
협 동 연 구 자 : 김 종 만  
연 구 원 : 이 준 호  
이 동 진

# 제 1 절 서 론

원판(圓板)의 횡단면상에는 아름다운 문양과 수목이 성장해온 기록이 모두 담겨져 있기 때문에 원판은 관행적인 제재품인 판재나 각재에 비해서 외관적인 면에서 뿐만 아니라 내면적인 면에서도 목공예용 재료로서의 가치가 훨씬 우수하다. 그래서 과거부터 테이블의 床板, 음식용기, 장식용품, 기타 관공이나 각종 이벤트의 기념품 제작용으로 원판을 이용코저하는 시도가 끊임없이 계속되고 있다. 특히 최근 목재자원이 점점 소경재화 또는 저질화되어가는 시점에서 이들 자원을 원판의 형태로 활용하는 것은 자원의 집약적 이용이라는 측면에서도 유리하다.

그러나 원판에 반드시 포함되어 있는 수(pith)부위에는 생장응력이나 횡절응력(crosscut stresses)등에 의해 접선방향으로의 인장응력이 크게 형성되어 있기때문에 건조중이거나 저장중에 섬유방향으로의 수분경사가 미미하게 형성되더라도 심재할렬이 발생할 위험성이 매우 높다(7, 8, 9, 10, 13, 14). 뿐만아니라 횡단방향의 수축이방성에 의해서 야기되는 수축응력이 목재의 횡인장강도를 초과할 경우 판재나 각재에서는 틀어짐이 발생되지만 원판에서는 V형크랙이라는 파괴로 나타나기 때문에 건조재의 품질손상에 미치는 영향이 훨씬 치명적이다. 특히 원판의 경우 그 용도상 미관성이 중요시되어 건조특등품 이외에는 별 유용가치가 없는 점 또한 원판의 건조가 더욱 어려운 한 요인이 되고 있다. 알루미늄 호일로 횡단면을 감싸거나 PEG를 주입처리한 후 실내에서 음건하거나 저온으로 건조하는 등의 방식이 시도되어 왔으나, 이 경우 처리나 건조에 소요되는 시간이 너무 길고, V형크랙이나 변재변색의 우려가 크며, 도장성과 같은 2차가공성의 불량, 촉감불량 및 잔적작업의 불편함 등이 문제점으로 지적되고 있다(7, 10).

최근 Lee 등 (10)은 호도나무, 오리나무, 은행나무 등의 원판을 진공건조하므로써 진공건조의 일반적인 잇점인 자유수 유동속도의 증진효과 및 저온건조에 의한 hygrothermal recovery 응력의 저하효과(5, 6)에 힘입어 심재할렬에 의한 손상없이 10일 이내에 건조가 가능하다고 보고한 바 있다.

진공건조는 實積(solid pile)을 적용하기 때문에 형상이 불규칙하고 소형인 원판의 잔적에 적합하다. 특히 진공건조는 투과성이 불량한 수종에 부적합하고, 건조비용이 비싼 단점을 지니고 있으나 원판은 목재의 3단면중 투과성이 가장 양호한 횡단면이 모두 수분증발면으로 이용되고, 건조후 고부가가치용재로 활용되기 때문에 원판의 경우 진공건조의 단점이 극복될 수도 있다.

이처럼 진공건조는 원판의 건조에 적합한 면들이 많으나, 이방성수축응력과 심·변재간의 건조속도의 큰 차이에 의해 변재부에 형성되는 접선방향인장응력 등의 영향으로 V형크랙의 예방에는 아직 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 심재할렬이나 V형크랙이 없이 원판을 진공건조하기 위해서는 건조중 횡단방향 수축율의 저하는 물론이고, 원판 양 횡단면의 심·변재 부위를 통한 수분 증발속도의 균형을 유지하는 것이 중요하다라는 가설을 설립하고 이를 검토코저하였다. 특히 고주파진공건조(Radio-frequency/Vacuum Drying)는 건조중 수분경사를 완화시키는데 효과적이기 때문에(4, 11), 원판의 건조결함 예방에 효과적일 것으로 기대된다.

본 연구에서는 두께 75mm 호도나무(*Platycarya strobilacea*) 원판을 전단면 엔드테이핑처리(ETSH) 또는 변재부 엔드래핑처리(EWS)한 후 고주파진공건조하거나 또는 생재에서 함수율 약 50%까지는 고주파진공건조하고, 이 이후부터 건조종료시까지 열판건조, 즉 고주파진공-열판건조(RF/V-to-press Drying)하면서 건조중 수축율, 재온분포 및 건조결함 등을 조사하였다. 이 결과로 부터 건조결함 예방을 위한 각 처리의 효과 및 원판의 압체식 고주파진공건조의 가능성을 구명코저 하였다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 시험편 준비

호도나무(*Platycarya strobilacea*) 임목 1本을 벌채하여 길이 1.4m 원목 4本을 조제해서 RF/V건조 및 RF/V-to-press 건조용으로 각각 2本씩을 사용하였다. 각 원목의 양단으로 부터 10cm씩을 거단하여 표준수축율시험편(접선방향 30mm×방사방향 30mm×섬유방향 5mm)을 10개씩 준비하였다. 그리고 나머지 부분에서 두께 75mm(섬유방향)의 건조시험용 원판을 3개씩 엔드매치되게 채취하여 각각 무처리, ETSH처리 및 EWS처리로 사용하였다(그림 1). 동일처리의 건조시험용 원판중에서 직경이 가장 큰 것 1개씩을 선별하여 RF/V건조중의 재온분포를 조사하거나 또는 RF/V-to-press 건조중의 건조속도를 추정하는데 이용하였다. RF/V건조중의 재온변화는 테프론(teflon)코팅을 한 백금촉온저항체로 측정하여 데이터집적장치로 수집하였다. 재온은 양 횡단면으로 부터 각각 10mm 떨어진 지점과 원판두께의 중앙지점 등 3지점에서 측정하였다(그림 2A). 온도센서는 원판의 횡단면과 평행을 이루도록 삽입한 다음, 실리콘으로 밀봉하고서 다시 플라스틱캡을 씌웠다. 이때 구멍의 깊이는 온도센서의 선단이 원판의 심재부위까지 삽입될 수 있도록 조절하였다.

재온분포조사용 원판을 제외한 나머지 원판에는 수피측 횡단면상에 접선방향과 방사방향의 수축을 측정기준선을 2개부위에 그려 건조전후의 길이를 화상처리기와 NEXUS프로그램을 이용하여  $\pm 0.01\text{mm}$ 까지 측정하였다.

ETSH처리는 원판의 양 횡단면의 전부위를 밀가루 풀을 사용하여 한지 2매씩으로 테이핑한 반면에 EWS처리는 횡단면상의 변재부위만을 음식물 포장용 비닐랩으로 감싼 다음 약간의 칼집을 내어 이곳을 통해서 수분증발이 이루어지도록 처리하였다. 그러나 열판건조중에는 비닐랩 대신 한지 2매로 변재부위만을 테이핑하였다. 건조시험용 원판의 직경은 21~23cm 였고, 생재비중과 초기함수율은 각각 0.53과 75%였다.

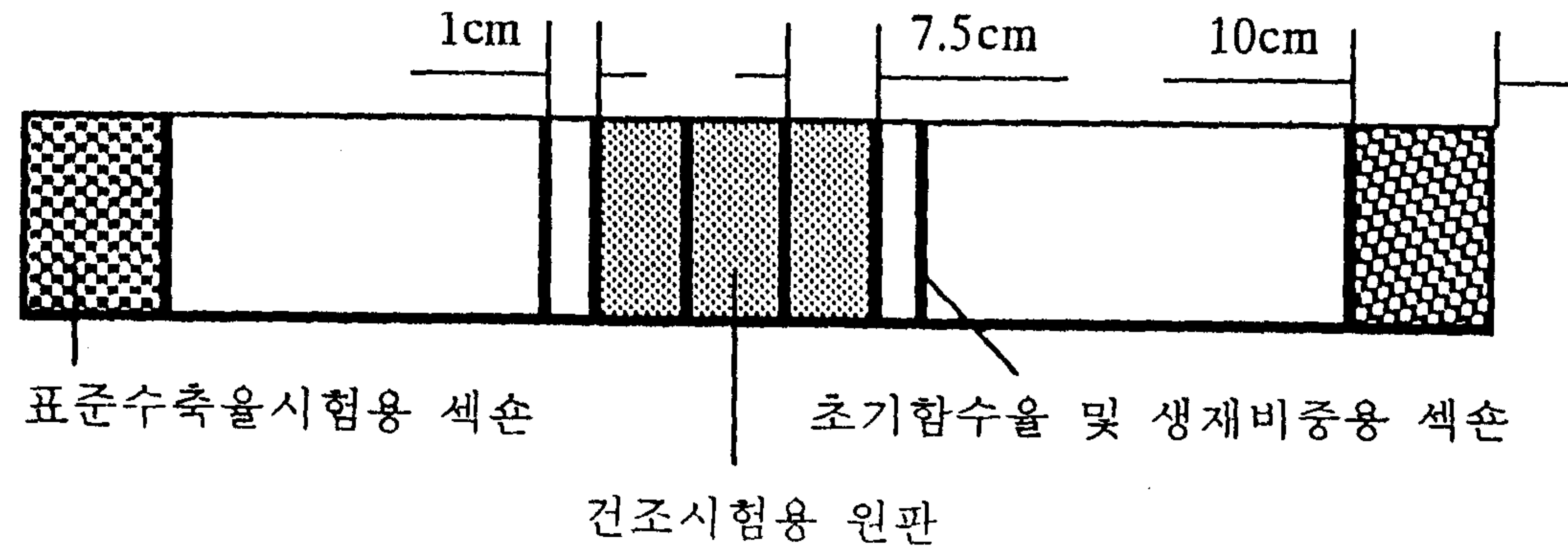


그림 1. 건조시험용 원판과 초기함수율, 생재비중 및 표준수축율시험용 섹션의 채취

Fig 1. Preparation of tree disks for drying test and specimen for Initial MC and Sp.Gr. based on green volume and standard shrinkage

## 2. RF/V건조

RF/V건조는 직경 50cm×길이 100cm의 크기로서 1KW의 고주파발전기가 7분 작동-3분 정지 사이클로 작동되는 진공건조기내에서 수행되었다. 각각 8개씩의 무처리, ETSH 및 EWS처리 원판들은 각 처리별로 독립적으로 잔적하였는데, 각 경우 공히 1단에 4개씩 2단으로 실적하되 ⊕⊖ 알루미늄전극판과 잔적층 사이에는 합판을 끼워 잔적하였다. 단 무처리 원판의 경우에는 하부잔적층과 하부 알루미늄전극판 위의 합판사이에 두께 3mm의 목재산대를 끼워 하부 횡단면을 통한 수분증발이 보다 용이하게 이루어지게 잔적한 반면에, ETSH나 EWS처리 원판을 잔적할때는 이러한 산대를 사용하지 않으므로써 양 횡단면을 통한 수분증발의 영향을 보다 분명하게 관찰코저하였다(그림2 B와 C). 재온분포조사용 원판은 항상 하부잔적층에 잔적하였다.

건조중 절대수증기압은 약 50mmHg를 유지하였고, 원판 내층의 재온을 생재~함수율 20%까지는 38℃, 20%MC~15%MC는 42℃, 그리고 15% MC 이하부터 건조종료시까지 45℃로 조절하였다. 건조중 적절한 시간간격으로 건조기의 작동을 중지하고, 잔적된 각 원판의 무게를 평량하여 건조중 함수율을 구하였고, 이때 적산전력계를 이용하여 소요된 전기에너지도 측정하였다. 건조종료후 재온분포조사용 원판을 제외한 나머지 원판들의 양 횡단면상에 나타난 심재할렬 및 V형크랙의 발생정도를 조사하였다.

## 3. RF/V-to-press건조

무처리, ETSH 및 EWS 처리한 모든 원판들은 생재에서 함수율 약 50%까지는 RF/V건조때와 동일한 잔적과 건조조건으로 RF/V건조하였고, 이때까지 V형크랙이 발생하지 않은 원판들에 한해서 건조종료시까지 열판의 크기가 31×36cm이고, ±1kgf까지 압력조절이 가능한 열판건조기내에서 열판건조하였다. 열판의 압력과 온도는 각각 5.25kgf/cm<sup>2</sup>와 120℃로 고정하였으며, 열판과 원판사이에 직경 3mm의 환기구멍이 관통되어있는 알루미늄 배기카울과 80메쉬의 철사망을 끼워 수분증발이 용이하게 이루어지도록 조치하였다.

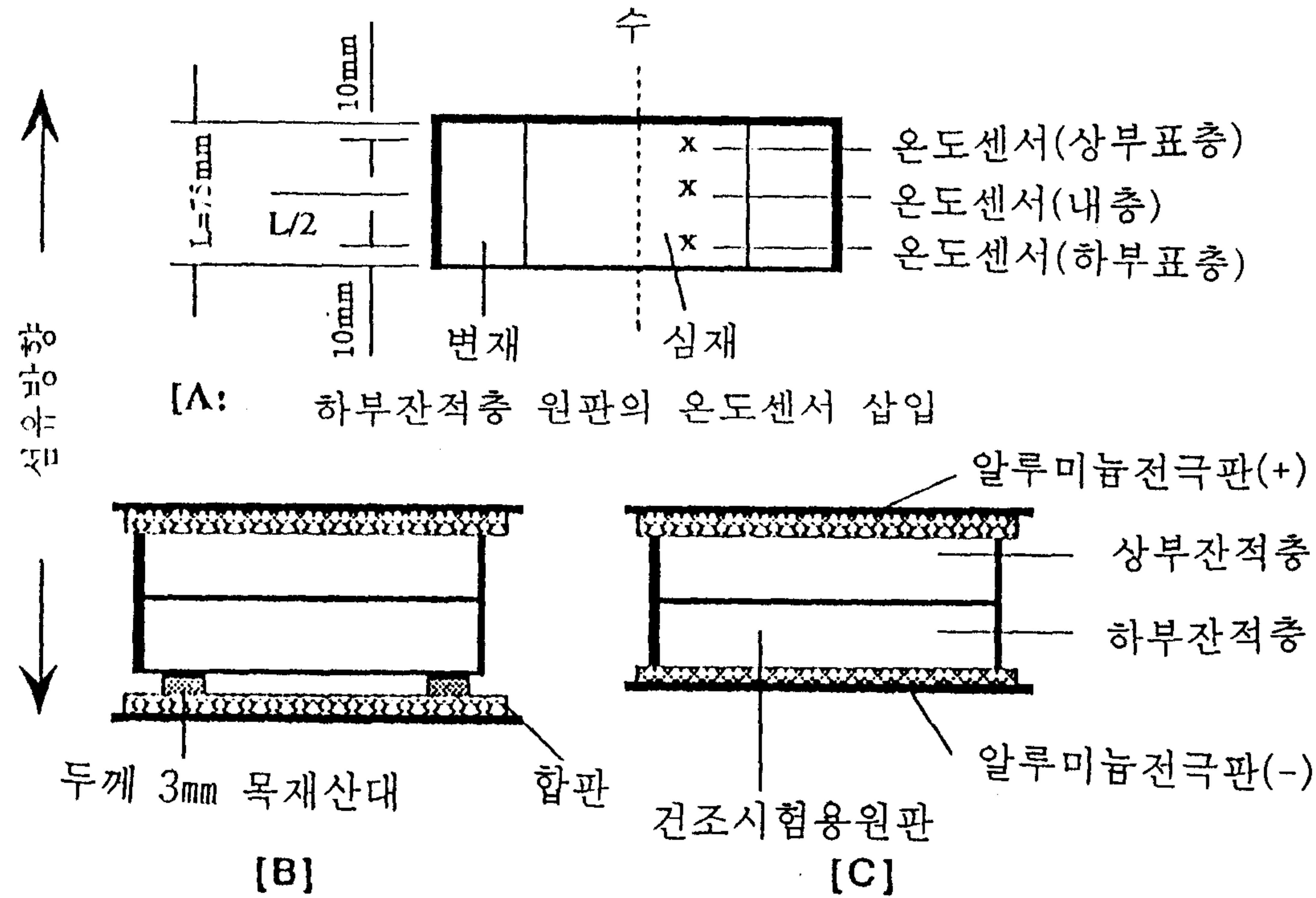


그림 2. 재온분포조사용 온도센서의 삽입위치[A]와 무처리[B] 또는 ETSH 및 EWS 처리 원판[C]의 잔적 정면도

Fig 2. Locations of temperature sensors in longitudinal section of tree disk [A] and front views of stacking tree disks for control [B] and ETSH or EWS[C].



각 처리에 있어서 생재~함수율 50%까지 RF/V건조하는 동안 재온콘트롤 용으로 사용되었던 원판을 열판건조하면서 적절한 시간간격으로 열압을 해제하고서 원판의 건조중 무게를 평량하여 함수율 약 5%까지의 각 처리별 건조속도곡선을 구하였다. 이 건조속도곡선으로부터 각 처리별 원판의 함수율 8%까지의 건조시간을 추정하였다. 건조시간추정용으로 사용된 원판을 제외한 나머지 원판들은 추정된 건조시간동안 연속열판건조하여 건조를 종료하였다. RF/V건조때와 동일한 요령으로 심재할렬, V형크랙 및 수축을 등을 조사하였다.

## 제 3 절 결 과 및 고 찰

### 1. 건조시간과 건조속도

생재에서 함수율 약 10%까지 RF/V건조하는데 소요된 시간은 무처리 118시간, ETSH처리 174시간 EWS처리의 경우 323시간이었다(그림 3). 이 시간은 두께 1인치 미송원판을 실내음건하는데 소요된 시간 약 5주일(7)의 1/10~2/5에 불과할 정도로 건조시간이 크게 단축되었고, 이 때문에 모든 원판들은 변재변색을 피할수 있었던 것으로 생각된다. EWS처리 원판의 건조소요시간은 ETSH처리의 약 2배에 가깝고, 생재에서 최종함수율까지의 평균건조속도 또한 0.20%/hr로 ETSH처리 원판의 0.37%/hr보다 상당히 느렸다(그림 4). 이것은 원판 횡단면의 변재부 영역을 통한 수분증발이 원판의 건조속도에 절대적인 영향을 미치고 있음을 의미하는 것으로서 원판의 경우 판재나 각재와는 달리 심재부와 변재부가 건조중 각각 독립적인 수분증발면으로 작용하기 때문인 것으로 해석된다. 그리고 각 처리에 관계없이 모두 건조속도가 건조개시 4시간 이후 급격하게 감소하고 있음을 볼 수 있다. 이것은 진공하에서 수분의 모세관 유동의 부가적인 기동력을 부여하는 재내외간의 절대압력의 차가 건조개시 당시에는 거의 1기압이었던 것이 이후 세포내강속의 기포수가 감소함에 따라 급격하게 약화(11)되기 때문인 것으로 설명될 수 있을것 이다.

무처리와 ETSH처리 원판의 RF/V건조중의 평균건조속도는 기복이 크고, 건조시간이 경과함에 따라 급속하게 감소된 반면에 EWS처리 원판은 전 건조기간내 안정적이면서 거의 균일한 모습을 나타내었다. 이러한 사실은 EWS처리 원판의 경우 변재부 횡단면을 비닐로 래핑하므로써 내부수분의 표층으로의 수분유동속도와 횡단면을 통한 수분증발속도간에 거의 차이가 없었음을 시사하는 것으로서, 이로 미루어 보아 섬유방향이나 방사방향으로의 수분경사 또한 무처리나 ETSH처리 원판보다 완만하였을 것으로 추측된다.

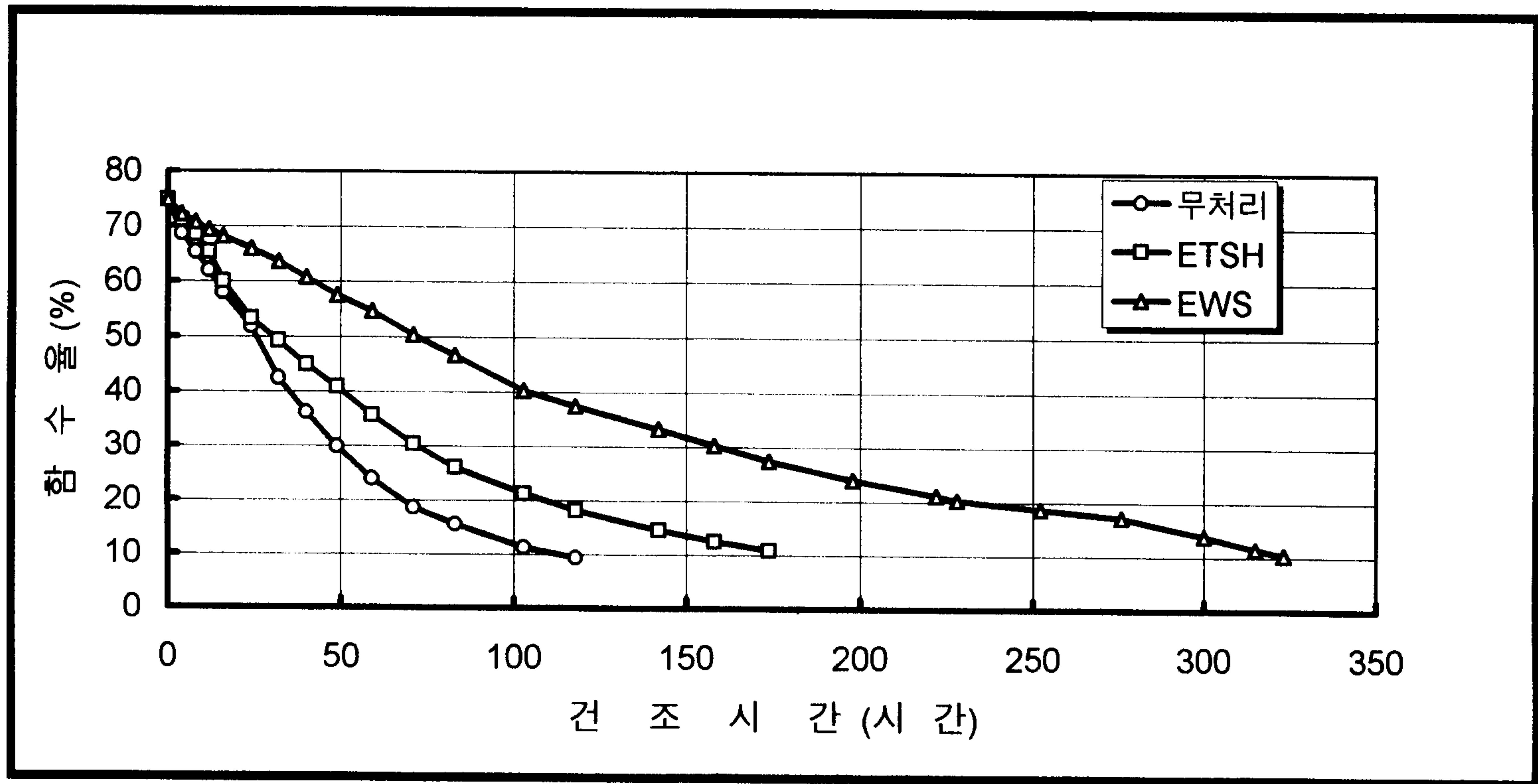


그림 3. 두께 75mm 호도나무 원판의 RFV건조곡선  
 Fig. 3. RFV drying curves for 75mm-thick walnut disks

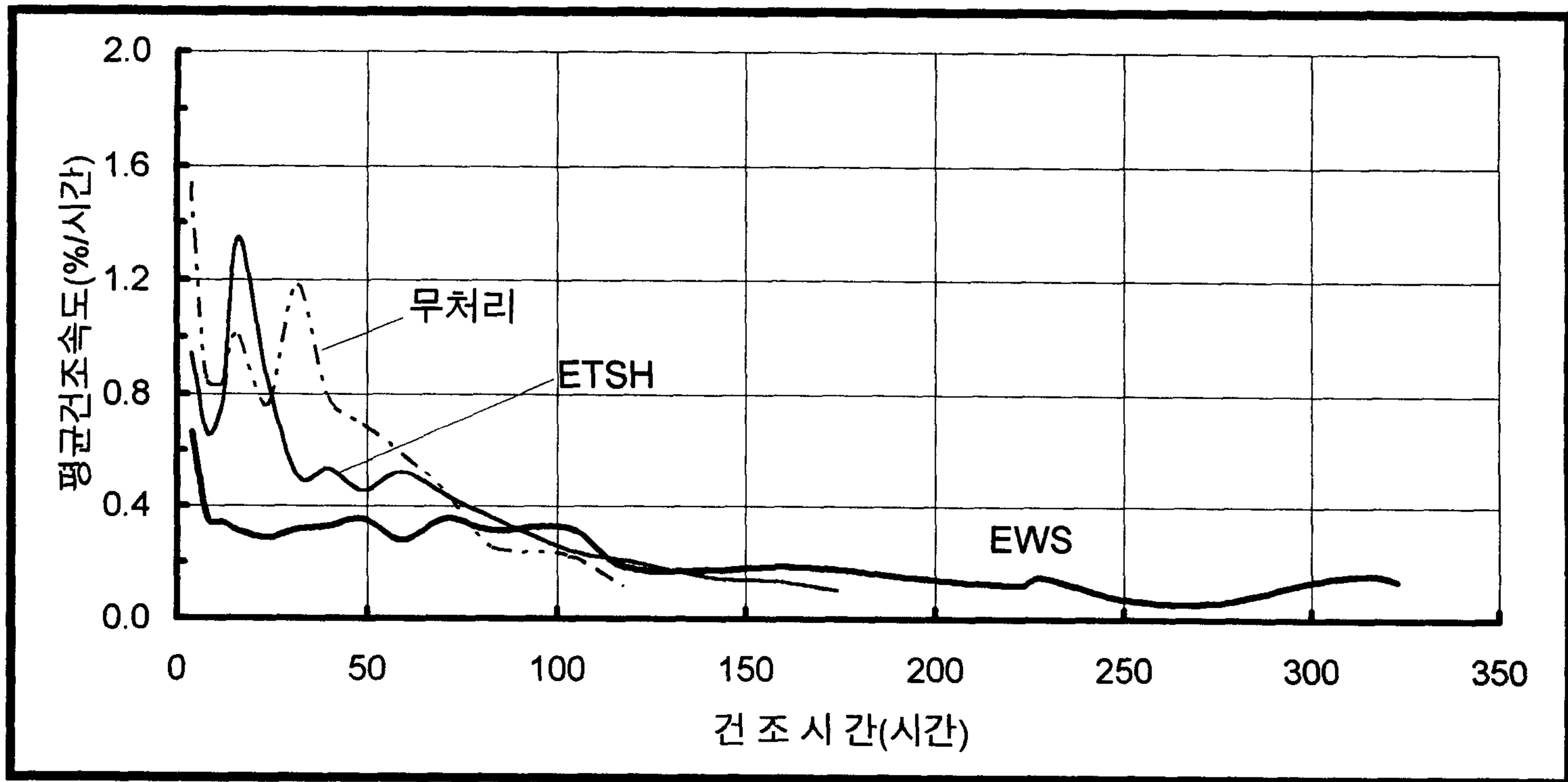


그림 4. 두께 75mm 호도나무 원판의 RFV건조중의 평균건조속도  
 Fig. 4. Average drying rates for 75mm-thick walnut disks during RFV drying

그림 5는 RF/V건조중 동일처리의 각 원판들간의 건조속도의 변이를 나타낸 것이다. EWS처리 원판들의 경우 무처리나 ETSH처리 원판들의 건조속도 변이보다 더 작았다. 특히 무처리 원판은 건조중 평균함수율이 58%, 42.5% 및 24%에서, 그리고 ETSH처리 원판에서는 함수율 60%에서 변이가 급증하는 피크를 보인 반면에 EWS처리의 경우는 건조후기인 함수율 20.2%에서 비교적 낮은 피크를 보였을 뿐이다. 이 피크들은 건조중에 V형크랙이 발생되고, 이 크랙면을 통해서 수분증발이 왕성하게 이루어졌기 때문인 것으로 생각된다. 실제로 무처리나 ETSH처리 원판을 RF/V건조하는 동안 섬유포화점보다 훨씬 높은 함수율인데도 불구하고 V형크랙이 발생된 원판들을 볼 수 있었다. 이것은 동일 원판내에서 심·변재부간의 건조속도의 차이때문에 방사방향으로의 수분경사가 심하게 형성된다면 비록 건조초기라 할지라도 변재부 영역에 접선방향 인장응력이 형성될 수 있음을 의미한다. RF/V-to-press 건조의 건조시간과 최종함수율은 표1에 나타내었으나, RF/V와 기계적압체력에 의한 건조결함 예방효과를 검토하는 것 이외에는 RF/V-to-press건조가 지니는 의는 없기 때문에 건조시간에 대한 고찰은 피하였다.

표 1. 건조속도 추정용 원판의 RF/V-to-press건조의 건조시간과 최종함수율  
Table 1. Drying times and final MCs of tree disks for determining the drying rates during RF/V-to-press drying.

처 리	건 조 시 간 (시 간)			함 수 율 (%)	
	고주파진공건조	열판건조	계	열판건조前	건조종료後
무처리	42	33	75	57.3	5.8
ETSH	60	75	94	49.4	5.7
EWS	143	28	171	48.3	4.6

## 2. RF/V건조중 재온분포

무처리와 EWS처리 원판의 RF/V건조중 재온분포를 각각 그림 6과 그림 7에 나타내었다. 두 처리 모두 건조초기의 상부표층의 온도는 내층의 온도와 거의 같았고, 건조시간이 경과함에 따라 내층의 온도보다 점점 더 높아진

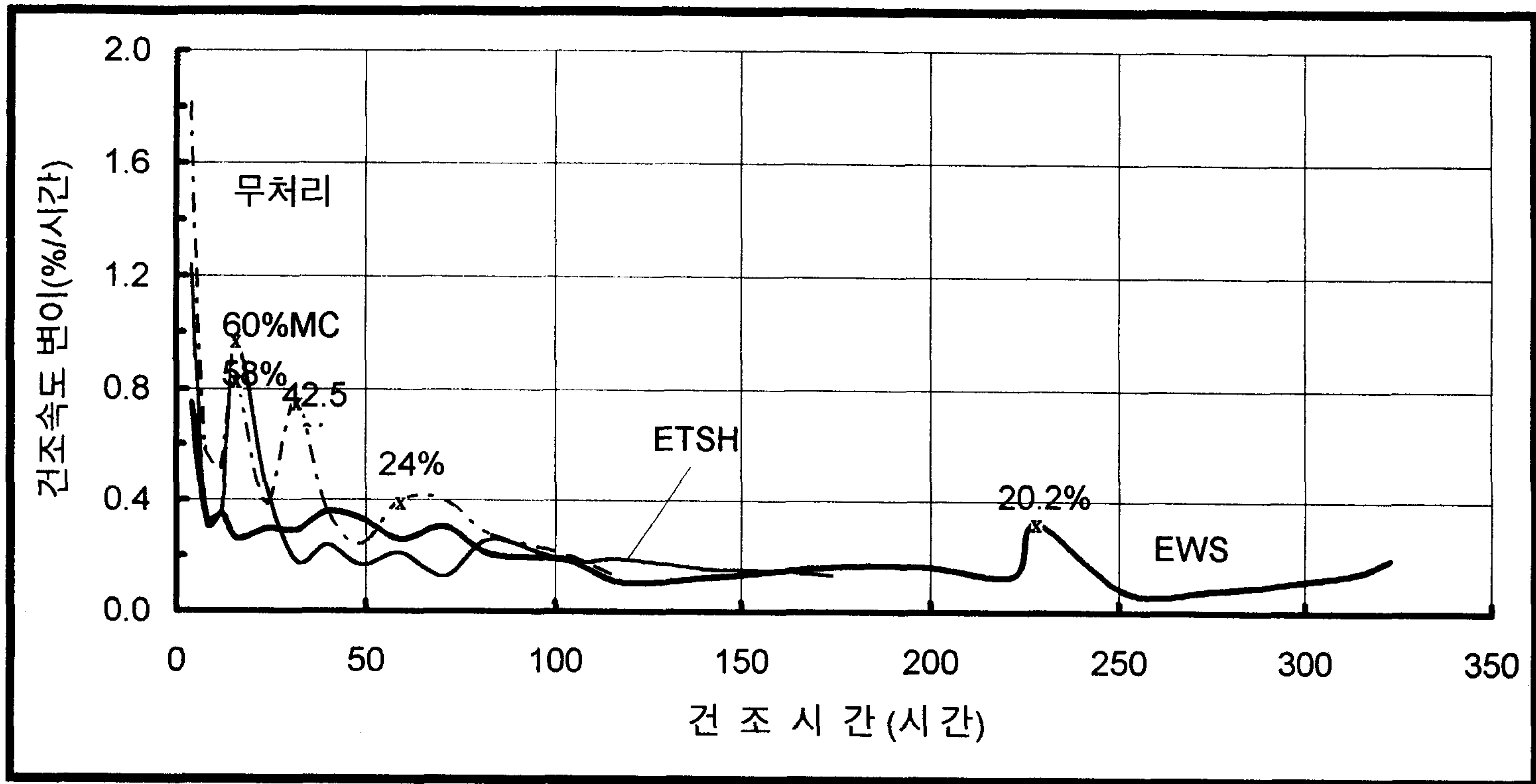


그림 5. 두께 75mm 호도나무 원판의 RFV건조중의 건조속도 변이  
 Fig. 5. The variations of drying rates for 75mm-thick walnut disks during RFV drying

반면에 하부표층의 온도는 전 건조기간 내내 항상 내층온도보다 낮은 분포를 보였다. 이것은 재온분포조사용 원판의 상부측 횡단면은 바로 위층에 잔적된 원판의 하부측 횡단면과 직접 접촉하고 있기때문에 원판내 수분의 대부분이 반대측 횡단면을 통해서 이루어지므로써 증발잠열에 의한 열손실로 하부표층의 온도는 콘트롤온도인 내층의 온도보다 낮아지게 된 것으로 판단된다. 특히 무처리 원판의 하부표층의 온도는 38℃정도로 EWS처리 원판의 하부표층의 온도 40℃보다 더 낮게 나타난 사실로부터도 이러한 설명은 뒷받침된다. 즉 EWS처리의 경우 재온분포조사용 원판의 하부측 횡단면과 하부 알루미늄전극판 사이에 목재산대를 끼우지 않고 잔적하였을 뿐아니라 수분 증발이 상대적으로 용이한 변재부위를 비닐로 래핑처리하므로써 무처리원판보다 원판의 하부측 횡단면을 통한 수분증발량이 적었고, 따라서 증발잠열에 의한 열손실량도 무처리의 경우보다 적어 하부표층의 온도가 더 높게 나타난 것으로 해석된다. 그러므로 원판건조시 섬유방향 수분경사를 보다 완만하게 유지하기 위해서는 상·하층에 잔적된 두 원판의 횡단면들이 직접 접촉하지 않도록 주의해야할 것으로 생각된다.

건조시간이 경과함에 따라 원판의 상부표층의 온도는 급격하게 증가하는 양상을 보였는데, 고주파발전기로 부터 투입된 전기에너지의 대부분이 하부표층보다 고함수율상태인 상부표층에 흡수되어졌기 때문인 것으로 판단된다 (1). 따라서 상부표층과 하부표층간의 온도의 차이도 건조말기에는 무처리의 경우 8℃, EWS처리의 경우 약 6℃까지 증가하였다. 이상의 재온분포 모형을 미루어 볼때 EWS처리 원판은 잔적방법이나 변재부의 엔드래핑처리에 의해서 무처리 원판보다 섬유방향으로의 수분경사가 더 완만하였을 것으로 추측된다.

한편 EWS처리 원판의 경우 건조경과시간 222시간에서 투입에너지의 급증에도 불구하고 표층과 내층의 온도가 모두 1℃이상씩 급락한 것을 볼 수 있다. 이 시기는 건조중 평균건조속도의 변이(그림 5)가 피크를 이루는 시기와 일치하는데, 재온분포조사용 원판에 V형크랙이 발생하여 이 크랙면을 통해서 수분증발량이 갑작스럽게 증가한 결과인 것으로 생각된다.

### 3. 심재할렬

RF/V건조의 경우 ETSH처리 원판에서는 심재할렬이 전혀 발생하지 않았고, 무처리와 EWS처리 원판의 경우 심재할렬에 의해 손상된 원판의 출현율이 각각 57%와 29%였으며, 원판 1개당 심재할렬의 발생갯수와 총길이는 매우 작았다(표 2). Lee 등(10)은 원판을 진공건조할 경우 재내외간의 절대압력의 차이에 의해 섬유방향으로의 수분경사를 보다 완만하게 유지할 수 있기 때문에 심재할렬은 효과적으로 예방이 가능하다고 보고한 바 있다. 특히 ETSH처리의 경우 횡단면의 심재부위가 한지로 테이핑되었기 때문에 다른 처리 원판들에 비해서 수부위의 섬유방향 수분경사가 더욱 완만하여 심재할렬이 전혀 발생되지 않은 것으로 생각된다. 그러나 횡단면의 심재부위만을 또는 횡단면 전체를 테이핑처리할 경우 심재할렬 예방에는 효과적이지만 동일 횡단면내에서 심재부위와 변재부위간의 건조속도의 차이를 완화시킬수 없거나 더욱 심화시키기 때문에 V형크랙이 보다 쉽게 발생될 수 있는 점에 주의해야 할 것으로 판단된다. 또한 무처리나 EWS처리 원판이라 할지라도 상·하 잔적층에 놓여있는 두 원판들의 횡단면이 직접 접촉되지 않도록 잔적하여 동일 원판의 양 횡단면을 통한 수분증발의 균형을 유지한다면 RF/V 건조에 의한 심재할렬 예방효과는 더욱 증진될 것으로 기대된다. 한편 RF/V-to-press건조재의 경우 열판건조중 고온의 건조조건과 원판의 횡단면에 대하여 수직으로 가해진 기계적 압체력 때문에 처리에 관계없이 심재할렬의 발생정도는 그 수와 크기를 셀 수 없을 정도로 극심하였다.

### 4. 수축율과 V형크랙

RF/V건조 또는 RF/V-to-press건조 중에 V형크랙에 의해 손상되지 않은 원판들의 함수율 8%까지의 접선방향 수축율은 방사방향 수축율과 같거나 오히려 더 작았다(표 3). RF/V-to-press건조의 경우는 기계적 압체력에 의해서 횡단방향 수축이 억제되어졌을 뿐아니라 방사조직을 따라서 발생한 표면할렬때문에 접선방향 수축율이 과소평가된 것으로 보인다. RF/V건조 원판이



표 2. RF/V건조와 RF/V-to-press 건조원판의 심재할렬의 발생 빈도 및 원판1개당 총 발생개수와 총 길이

Table 2. Frequencies of tree disks with heart checks and their numbers and lengths per each tree disk after RF/V drying and RF/V-to-press drying.

건 조 방 식	처 리	심 재 할 렬		
		발생빈도(%)	총개수(개)	총길이(cm)
RF/V 건조	무처리	57	1.4	3.9
	ETSH	0	0	0
	EWS	29	0.3	0.8
RF/V-to-press 건조	무처리	100	극심	극심
	ETSH	100	극심	극심
	EWS	100	극심	극심

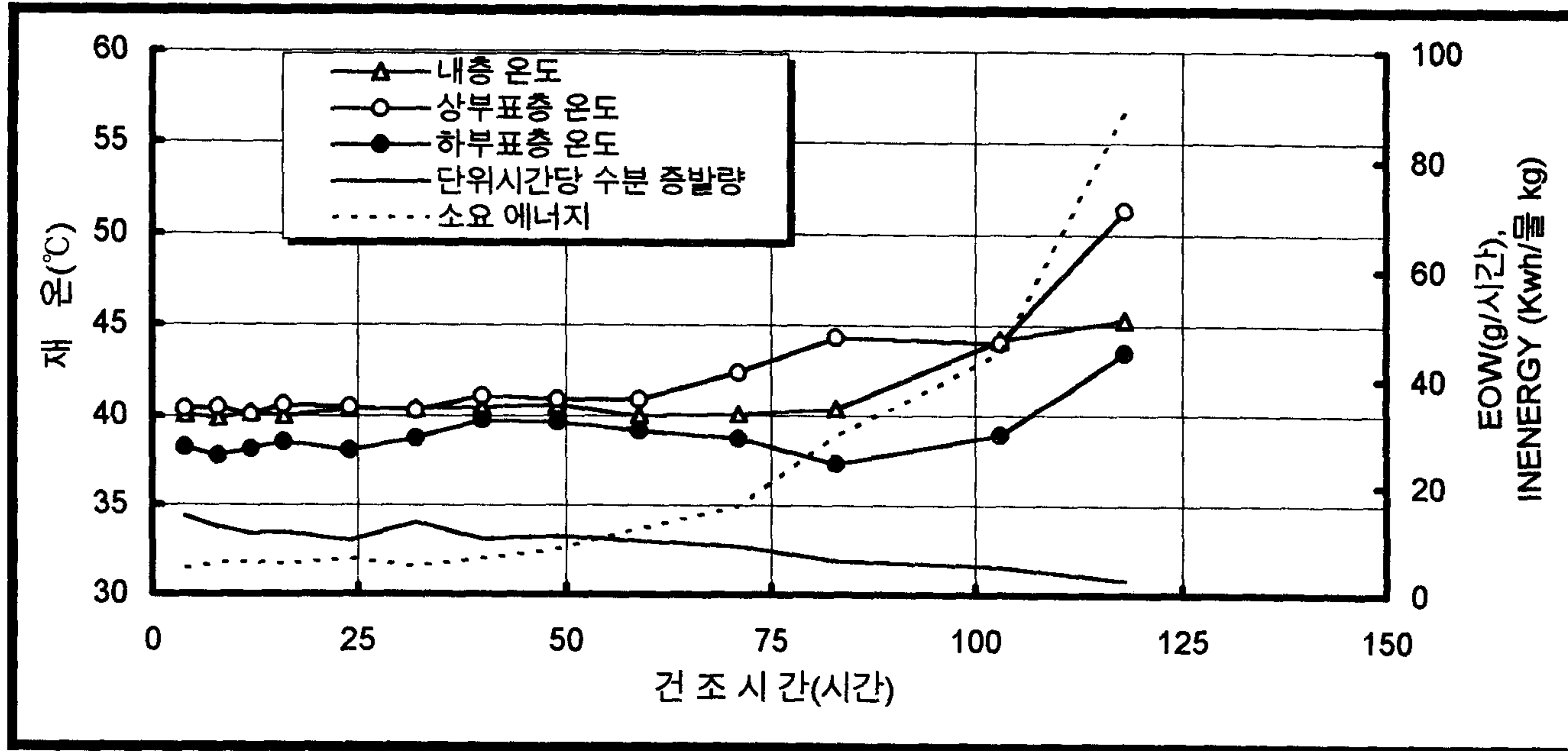


그림 6. 두께 75mm 호도나무 무처리 원판의 고주파 진공건조중 재온의 분포, 재온측정용 원판의 단위시간당 수분증발량(EOW) 및 수분 1kg 증발에 소요되는 에너지(INENERGY)

Fig. 6. The distribution of wood temperatures, evaporated water per hour in the tree disk with temperature sensors(EOW) and the input electrical energy for evaporating of of water 1kg(INENERGY) for control during RFV drying

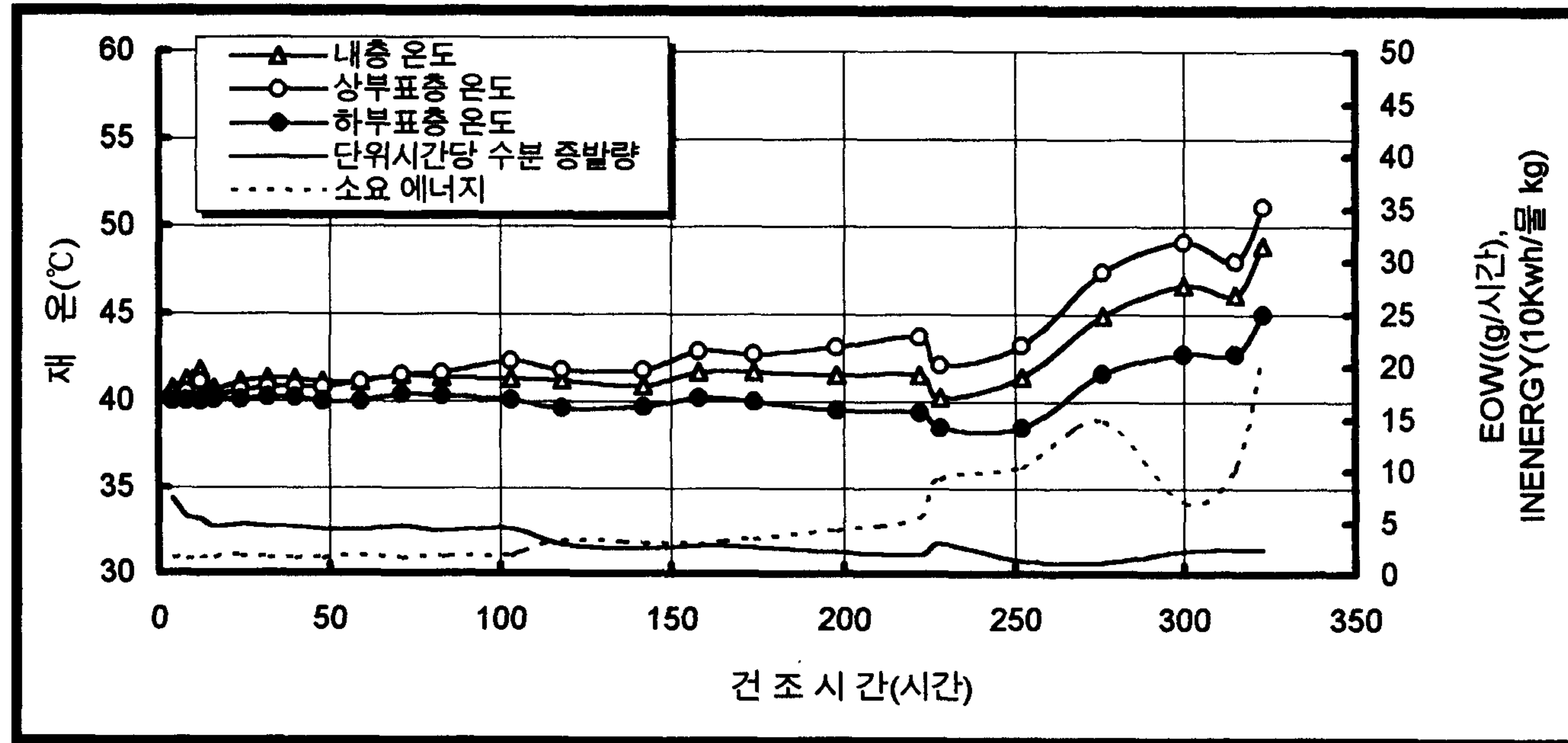


그림 7. 두께 75mm 호도나무 EWS 원판의 고주파 진공건조중 재온의 분포, 재온측정용 원판의 단위시간당 수분증발량(EOW) 및 수분 1kg 증발에 소요되는 에너지( INENERGY)  
 Fig. 7. The distribution of wood temperatures, evaporated water per hour in the tree disks with temperature sensors(EOW) and the input electrical energy for evaporating of water 1kg(INENERGY) for EWS during RFV drying

라 할지라도 V형크랙에 의해 손상된 원판에서는 두 횡단방향간의 수축율의 역전현상은 전혀 나타나지 않았다. 그러나 두 횡단방향간의 수축율의 차이는 표준수축율의 경우에 비해서 훨씬 작았다. 특히 RF/V건조된 無V크랙 원판의 접선방향 수축율은 표준수축율시험의 접선방향 수축율의 약 절반정도에 불과한 반면에 방사방향수축율은 2배정도에 이른 것으로 나타나, 결과적으로 두 횡단방향의 수축율의 합( $S_t+S_r$ )은 표준수축율의 경우에 비해서 10~22%정도 작게 나타났다. 이것은 RF/V건조의 경우 찌그러짐량이 감소한 결과에 기인한 것으로 생각된다. Hayashi 등(3)은 진공하에서는 세포의 액체장력이 소멸된 이후 찌그러짐의 복원이 대기압하의 경우 보다 용이하다고 보고한 바 있다. 찌그러짐이 건조재의 수축에 미치는 영향은 방사방향보다는 접선방향 수축의 경우가 훨씬 크고 (12), 따라서 RF/V건조된 원판은 정상적인 경우에 비해서 접선방향 수축율이 작고, 반대로 방사방향수축은 포아송효과에 의해서 약간 증가된 것으로 해석된다. Harris 등(2)도 RF/V건조재의 수축율은 열기건조재의 수축율보다 작은 것으로 보고한 바 있다. 그러나 진공 또는 RF/V 조건하에서의 목재의 수축메카니즘은 목재의 진공건조기술 개발에 있어서 대단히 중요한 것으로서 앞으로 물리적인 접근을 통한 보다 분명한 메카니즘 구명이 필요한 것으로 생각된다.

RF/V건조 또는 RF/V-to-press건조후 V형크랙의 발생정도를 표 4에 나타내었다. RF/V-to-press건조의 경우는 어떤 원판에서도 V형크랙이 발생하지 않았는데, Kubler(8)에 의해서 제시된 아래식 (1)에서 ( $S_t-S_r$ )가 (-)값을 나타내므로써 횡단방향간 수축율의 차이에 의해서 나타나는 건조응력( $\sigma$ )이 압축응력 상태였기 때문인 것으로 생각된다.

$$\sigma = E(S_t-S_r)/(1-S_r) \text{ -----(1)}$$

- $\sigma$  : 건조응력(kgf/cm<sup>2</sup>)
- E : Young률
- $S_t$  : 접선방향수축율
- $S_r$  : 방사방향수축율

표 3. RF/V건조 원판과 RF/V-to-press건조 원판 및 표준함수율 시험재 (횡단면 3×3cm)의 함수율 8%까지의 수축율(%)

Table 3. Corrected drying shrinkages(%) of tree disks dried by RF/V and by RF/V-to-press methods and standard shrinkage(%) measured with the specimens of 3cm×3cm in cross section from green to 8% MC

	RF/V 건조						RF/V-to-press 건조			표준 시험 수축율
	無 V-크랙 원판			V-크랙 손상 원판			無 V-크랙 원판			
	무처리	ETSH	EWS	무처리	ETSH	EWS	무처리	ETSH	EWS	
S <sub>t</sub>	4.17 (0.54)	3.99 (0.52)	4.47 (0.58)	5.89 (0.76)	5.58 (0.72)	7.32 (0.95)	2.06 (0.27)	2.13 (0.28)	2.05 (0.27)	7.71
S <sub>r</sub>	5.57 (1.72)	5.85 (1.81)	4.41 (1.36)	3.78 (1.17)	4.33 (1.34)	5.79 (1.79)	2.66 (0.82)	3.68 (1.14)	3.71 (1.15)	3.24
S <sub>t</sub> +S <sub>r</sub>	9.74 (0.89)	9.84 (0.90)	8.88 (0.81)	9.67 (0.88)	9.90 (0.90)	13.11 (1.20)	4.72 (0.43)	5.80 (0.53)	6.42 (0.59)	10.95
S <sub>t</sub> -S <sub>r</sub>	-1.39	-1.85	0.06	2.12	1.25	1.53	-0.60	-1.55	-1.66	4.47

- 주) 1. S<sub>t</sub>와 S<sub>r</sub>은 각각 접선방향과 방사방향 수축율임  
 2. ( )는 표준시험 수축율에 대한 비임

RF/V건조중에도 (S<sub>t</sub>-S<sub>r</sub>)이 감소함에 따라 이 건조응력은 완화되었겠다고 생각되지만 무처리나 ETSH처리 원판들중 상당수가 V형크랙에 의해 손상되었다. 이것은 횡단면상에서 심재부와 변재부간의 건조속도의 차이, 특히 무처리의 경우는 여기에 상하 횡단면간의 건조속도의 차이까지 가미되어 건조초기에 변재부 영역에는 미세한 할렬이 발생하게 되고, 건조후기에 원판이 수축하면서 형성되기 시작하는 이방성 수축응력이 이 미세할렬부에 집중되므로써 RF/V건조에 의해서 얻어진 건조응력 완화에도 불구하고 V형크랙 예방에는 큰 소득을 얻지 못한 것으로 판단된다. 따라서 V형크랙의 발생은 이방성 수축응력 뿐아니라 방사방향이나 섬유방향 수분경사에 의해 형성된 표면응력과도 밀접한 관련이 있는 점에 주목해야 한다.

RF/V건조중 오로지 심재할렬 없이 V형크랙에 의해서만 손상된 원판(위-왼쪽)과 무결점재(위-오른쪽), 그리고 RF/V-to-press 건조중 V형크랙은 없지만 심재할렬이 매우 극심하게 발생한 원판(아래) 사진을 그림 8에 나타내었다. RF/V건조에 의해서 심재할렬은 매우 효과적으로 예방되어졌고, V형크

랙도 동일 원판의 횡단면내에서 심·변재간 또는 상하횡단면간 건조속도의 균형을 유지하도록 조치한다면 어느 정도 예방이 가능할 것으로 판단되지만 역시 RF/V건조만으로는 V형크랙의 예방에 불완전하다. 반대로 RF/V-to-press건조는 심재할렬 예방에는 무의미하였지만 V형크랙 예방에는 완전무결한 것으로 나타났다.

표 4. RF/V건조와 RF/V-to-press 건조 원판의 V형크랙 발생빈도 및 원판 1개 당 총발생 개수, 총폭 및 총길이  
 Table 4. Frequencies of tree disks with V-cracks and their numbers, widths and lengths per each tree disk after RF/V drying and RF/V-to-press drying

건 조 방 식	처 리	V형 크랙			
		발생빈도 (%)	개수 (개)	총 폭 (cm)	총길이 (cm)
RF/V 건조	무처리	86	0.86	1.46	8.69
	ETSH	71	0.71	0.66	6.00
	EWS	43	0.43	0.44	3.13
RF/V-to-press 건조	무처리	0	0	0	0
	ETSH	0	0	0	0
	EWS	0	0	0	0

따라서 원판을 심재할렬이나 V형크랙에 의한 손상이 없이 건조하는 데에는 기계적 압체력을 가하면서 RF/V건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 건조중 틀어짐을 방지할 목적으로 이와 유사한 고주파진공건조기가 이미 시판되고 있기때문에 실용적으로도 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.



그림 8. RF/V건조중 V형크랙에 의해 손상된 원판(위-왼쪽)과 무결함재(위-오른쪽) 및 RF/V-to-press 건조중의 심재할렬에 의해 손상된 원판(아래)의 모습

Fig 8. Tree disks RF/V-dried without heart checks but with V-crack (above, left) and with no defects (above, right), and tree disk RF/V-to-press dried without V-crack but with severe heart checks(below)

## 제 4 절 결 론

EWS처리 원판의 RF/V건조중 평균건조속도는 전 건조기간에 걸쳐 거의 균일하고, 안정적이었던 반면에 무처리와 ETSH처리 원판의 경우는 상당히 기복이 심하였고, 또 건조시간이 경과함에 따라 건조속도가 급속하게 저하되었다. 이것으로 미루어볼 때 EWS처리 원판의 경우 심재부보다 수분유동이 상대적으로 용이한 횡단면의 변재부를 비닐로 래핑처리하므로써 내부수분의 유동속도와 표면에서의 수분증발 속도간에 거의 차이가 없었던 것으로 생각된다.

원판의 상부표층과 하부표층간의 온도경사는 EWS처리 원판이 무처리원판보다 완만하였는데, 이는 적절한 잔적과 횡단면 변재부의 래핑처리에 의한 효과인 것으로 판단된다.

RF/V건조 원판들중 V형크랙에 의해 손상되지 않은 원판들의 접선방향 수축율은 표준수축율 시험편의 접선방향 수축율의 절반 정도에 불과한 반면, 방사방향 수축율은 반대로 약 2배정도로 크게 나타나, 결과적으로 두 횡단방향의 수축율의 합은 표준수축율의 경우에 비해서 10~20% 정도 더 작게 나타났다. 저기압조건하에서 목재의 찌그러짐 발생량이 감소한 결과에 기인한 것으로 판단된다.

원판을 RF/V건조할 경우 심재할렬은 매우 효과적으로 예방되어졌고, V형크랙도 동일 원판의 횡단면내에서 심·변재간 또는 상하횡단면간 건조속도의 균형을 유지하도록 조치한다면 상당한 예방효과를 거둘수 있을것으로 생각되지만 역시 RF/V건조만으로는 V형크랙의 예방에 불완전하다. 반대로 RF/V-to-press건조는 심재할렬 예방에는 무의미하였지만 V형크랙 예방에는 완전 무결한 것으로 나타났다. 그러므로 원판을 심재할렬이나 V형크랙에 의한 손상이 없이 건조하는 데에는 기계적 압체력을 가하면서 RF/V건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.



## 참 고 문 헌

1. Dwinell, L.D., S. Avramidis, and J.E. Clark. 1994. Evaluation of a radio-frequency/vacuum dryer for eradicating the pinewood, *Forest Prod. J.* 44(4):19-24.
2. Harris, R.A. and M.A. Taras. 1984. Comparison of moisture content distribution, stress distribution, and shrinkage of red oak lumber dried by a radio-frequency/vacuum drying process and a conventional kiln. *Forest Prod. J.* 34(1):44-54.
3. Hayashi, K. and S. Terazawa. 1977. Studies on cell-collapse of water-saturated balsa wood(V). *Mokuzai Gakkaishi* 23(1):30-34.
4. Kanagawa, Y. 1989. Resin distribution in lumber dried by vacuum drying combined with radio-frequency. *Proceedings of IUFRO, Wood Drying 1989*:158-164.
5. Kubler, H. 1973. Role of moisture in hygrothermal recovery of wood. *Forest Prod. J.* 5(3):198-204.
6. \_\_\_\_\_. 1973. Hygrothermal recovery under stress and release of inelastic strain. *Forest Prod. J.* 6(1):78-85.
7. \_\_\_\_\_. 1974. Drying tree disks simply without defects. *Forest Prod. J.* 27(1):33-35.
8. \_\_\_\_\_. 1975. Study on drying of tree cross sections. *Wood Science.* 7(3):173-181.
9. \_\_\_\_\_. 1977. Formation of checks in tree stems during heating. *Forest Prod. J.* 27(1):41-46.
10. Lee, N.H. and H.S. Jung. 1992. Effects of end-taping with Korean traditional paper on the distribution of vacuum drying stresses in wood disks. *Proceedings of the 3rd IUFRO Drying Conference*: 227-234.

11. Liu, F., S. Avramidis, and R.L. Zwick. 1994. Drying thick western hemlock in a laboratory radio-frequency/vacuum dryer with constant and variable electrode voltage. Forest Prod. J. 44(6):71-75.
12. Terazawa, S and K. Hayashi, 1972 Collapse in wood drying process. Wood Industry 27(11):2-7.
13. Wilhelmy, V. and H. Kubler. 1973. Probe for measurement of strains inside solid bodies. Experimental Mechanics 13(3):142-144.
14. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1973. Stresses and checks in log ends from relieved growth stresses. Wood Science 6(2):136-142.

## 제 5 장

# 간벌소경재를 활용한 목재복합육조 제조기술개발

- 기초자료조사 -

세부연구책임자 : 박 희 준  
협동연구자 : 윤 재 창  
연구원 : 윤 영 기  
강 경 택

## 제 1 절 서 론

목재는 천연적인 재료로서의 장점으로 인하여 인류가 지구상에 등장한 이래로 없어서는 안 될 필수불가결한 재료로 이용되어 왔다. 특히, 목재는 습도조절기능이나 보온성 등이 우수하여 여타의 타재료에 비하여 인간생활에 매우 중요한 건축재나 건축내장재 등에서 매우 우수한 성능을 발휘하는 것으로 알려져 왔다. 그러나 생물학적 열화와 함수율 변화에 따른 치수의 불안정 등 몇가지의 단점으로 인하여 목재를 이용한 제품의 개발 중 수분을 많이 접하는 장소에서는 그 이용에 큰 제약을 받아왔다. 특히, 욕실용품(욕조, 타일, 세면대, 변기 등)과 주방용품의 제작에는 목재의 강한 흡습성에 기인하여 젖음, 썩음, 곰팡이, 냄새, 세척성 불량, 미끄러짐, 지건성, 수축과 팽윤에 따른 결함발생 등으로 제작이 거의 불가능한 것으로 인식되어 왔으며, 더우기 이들 용품제작에 비교적 적합한 수종으로 알려진 편백나무, 나한백, 벗나무 등은 그 재료가 한정되어 있을 뿐만 아니라 대경목이 부족하여 제작하여도 가격이 매우 비싸 대중화하기에는 불가능한 실정에 있다. 그러나 본 연구개발과제에서는 국산 침엽수 간벌소경재를 이용하여 집성화 기술개발을 개발하고 물리적처리 및 화학적 가공처리 또는 표면가공가공처리 등 특수처리를 함으로써 목재로부터 수분 흡수를 완전히 차단할 뿐만 아니라 세척성, 내마모성, 보온성 등이 뛰어난 재료를 개발하여 고내수형 집성목제복합욕조 제조기술을 개발하고자 한다.

이와같이 함으로써 목제욕조의 대중화가 가능해져 일반 가정의 욕실, 공중숙박시설(호텔, 여관, 콘도미니엄 등 기타 관광숙박시설)에 사용이 가능하고 간벌재를 집성가공함으로 크기를 자유자재로 조절이 가능하여 주문제작이나 증·개축이 가능할 뿐만 아니라 규격화가 가능하여 대량생산체제의 구축이 가능할 것으로 기대된다.

이와같은 목제욕조를 개발함으로써 대단위 아파트, 호텔, 여관, 관광업소 등 수요시장이 매우 넓어 산업채산성이 클 것으로 기대되며, 기존의 남

원 목공예품의 명성과 더불어 목제욕조의 상품화로 여타의 남원 목공예품의 수요촉발이 기대된다. 또한 목제욕조의 개발과 더불어 욕실, 화장실, 수영장 등의 바닥과 벽에 적용할 수 있는 목제타일 등 고도의 내수성을 필요로 하는 기타용품의 개발이 가능할 것으로 기대되며, 이에따라 저급재인 국산 침엽수 간벌 소경재의 고부가가치 용재화로 산촌농가의 소득증대가 가능할 것으로 기대된다.

본 과제는 총 3차년에 걸친 과제로 당해년도에는 침엽수 간벌소경재의 물리적 및 기계적 성질 조사와 아울러 도장성과 접착성 그리고 재질개량화 기술개발을 위한 기초연구를 수행하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 공시원목

주요 국산 침엽수 간벌소경재 3 수종, 낙엽송(*Larix gmelini* Var.), 리기다소나무(*Pinus rigida* Mill.), 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)를 공시원목으로 하여 목재복합육조 제조기술개발을 위한 기초조사를 수행하였다. 당해년도 시험에 사용한 공시원목의 산지와 수종별 평균 직경은 표 1에 나타낸 바와 같다.

표 1. 공시원목의 산지, 흉고직경, 수령

Table 1. Locality, D.B.H., and tree age of sample trees

수 종	산 지	흉고직경(cm)	수령(年)
낙엽송( <i>Larix gmelini</i> Var.)	전북 무주군 안성면 죽헌리	17.20±3.44	14
리기다소나무( <i>Pinus rigida</i> Mill.)	전북 남원시 산동면 월석리	17.12±3.57	20
소나무( <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.)	전북 남원시 도통동 도통리	16.50±3.99	18

※ 각 값은 20본의 평균±표준편차임

### 2. 시험방법

#### 가. 간벌소경재의 집성화 기술개발

당해년도에는 수종에 따른 집착특성과 집착제 종류에 따른 상태집착력 및 내수 집착력을 측정하였다. 집착제는 일본 Koyo산업에서 구입한 상

온 경화형 이소시아네이트 접착제, 국내에서 구입한 에폭시접착제 그리고 초산비닐에틸전수지접착제, 3종류로 하여 시험하였다. 시험편 제작은 섬유방향이 서로 일치하도록 하여 도포량  $200\text{g}/\text{m}^2$ , 그리고 압체압력  $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 으로 10시간 냉압한 후 온도  $20\pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도  $65\pm 3\%$ 인 항온항습실에서 1개월간 조습처리한 다음 표준임업시험실시요령에 의거하여 상태접착력 및 내수접착력을 측정하였다.

## 나. 소재의 재질개량

### (1) 물리적 처리를 통한 소재의 재질개량

물리적 처리를 통한 재질개량연구의 일부로 당해년도에는 최적의 열압스케줄을 찾기위한 예비조사를 수행하였다. 공시수종은 낙엽송, 리기다소나무 그리고 소나무, 3수종으로 하여, 압력조건은 1,000psi ( $70\text{kgf}/\text{cm}^2$ ), 500psi ( $35\text{kgf}/\text{cm}^2$ ), 압체시간은 1,000psi에서 30분과 60분, 그리고 500psi에서 60분을 적용하였으며, 열압온도는 공히  $180^\circ\text{C}$ 로 하였다. 이때 각 시험편의 크기는  $100\times 100\times 12(\text{mm})$  이었으며, 각 4반복으로 하여 제조하였다. 처리한 시험편은  $50\times 50\times 12(\text{mm})$  크기로 재단하여 각 수종당 16개의 시험편으로 분리한 후 비중과 함수율 그리고 수분흡수량을 각 8반복으로 하여 측정하였다.

### (2) 표면피복처리를 통한 재질개량

목공예용재화 연구에서 적용한 건축용 외장도료로는 적용된 바 있으나 목재용으로는 적용된 바 없는 고도의 내후성 도료로 알려진 불소수지계도료와 목공용 속건성 폴리우레탄계도료를 사용하여 낙엽송, 리기다소나무 그리고 소나무, 3수종에 표면피복처리하여 도장성, 재질개량효과를 측정하였다. 시험항목으로는 내수성, 내산성, 내알카리성, 부착성, 옥외폭로시험, 표면경도, 내마모성 시험을 하였다. 각 항목별 시험방법은 KS M 5000-1984, 도료 및 관련원료의 시험방법에 의거하여 시험하였다.

(3) 시험용 축소욕조 제조

표면피복처리에 의한 치수 안정성 개선 효과를 검토하기 위하여 시험용 축소 욕조를 제조하여 제조 가능성 및 치수안정성을 검토함과 아울러 내세척성 시험을 수행하였다. 내세척성 시험은 침엽수 간벌 소경재 3수종에 불소수지계도료와 폴리우레탄계 도료를 표면도장하여 KS M 5000 시험방법 3351에 의거하여 수행하였다. 내세척성 시험편의 처리조건은 표 2에 나타낸 바와 같다. 이때 각 반복수는 3반복으로 하였다.

표 2. 내세척성 시험편 처리조건

Table 2. Treatment conditions for washing resistance test

처 리	하 도	상 도
1		방부제+불소수지계도료
2		폴리우레탄수지도료
3		불소수지계도료
4	폴리우레탄수지도료	불소수지계도료
5		방부제+폴리우레탄수지도료
6	방부제+폴리우레탄수지도료	불소수지계도료



## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 간벌소경재의 집성화 기술개발

#### 가. 접착력 시험

침엽수 간벌소경재 3 수종과 접착제 3 종류를 적용하여 섬유방향이 서로 일치하도록 접착한 시험편으로부터 측정된 접착력은 표 3에 나타낸 바와 같다.

표 3. 접착특성  
Table 3. Gluing properties

수 종	접착제 종류	상태 접착력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	내수 접착력 (kgf/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	MDI	72.65 ± 13.30	44.99 ± 16.00
	에폭시수지접착제	58.48 ± 6.57	27.67 ± 6.62
	초산비닐수지접착제	57.92 ± 7.02	25.60 ± 5.66
리기다소나무	MDI	63.23 ± 25.70	49.94 ± 12.89
	에폭시수지접착제	50.59 ± 14.21	30.90 ± 3.01
	초산비닐수지접착제	76.02 ± 4.98	23.73 ± 6.84
소나무	MDI	54.75 ± 6.69	44.60 ± 11.01
	에폭시수지접착제	38.20 ± 8.51	23.22 ± 6.70
	초산비닐수지접착제	70.55 ± 8.33	7.00 ± 3.87

표 3에서 보는 바와같이 수종 간에 접착특성은 큰 차이를 나타내지 않았으나 사용한 3 종류의 접착제 간에는 상당한 차이를 나타내었다. 3 종류의 접착제의 상태접착력은 38.20~76.02kgf/cm<sup>2</sup>로 수종간에는 차이를 보이지 않았으나, 내수접착력은 7.00~49.94kgf/cm<sup>2</sup>로 접착제 종류에 따라 큰 차이를 나타내었다. MDI는 상태접착력과 내수접착력 사이에 큰 차이를 보이지 않았으며, 에폭시접착제와 초산비닐수지접착제는 상태접착력과 내수접착력 사이에 큰 차이를 나타내었다. 이상의 결과로부터 MDI 접

착제는 앞으로 개발하고자 하는 내수용 목제품 개발에 이용이 가능할 것으로 기대되며, 초산비닐수지접착제는 상태접착력은 비교적 우수하나 내수접착력이 불량하므로 습기가 많이 접하지 않는 목제품 제조에는 충분히 사용이 가능할 것으로 기대된다. 에폭시접착제는 초산비닐수지접착제 보다는 전반적으로 우수한 접착력을 나타내었으나, 2액형으로 사용이 불편하며 점도가 높고 가사용시간도 짧을 뿐더러 가격도 비싸므로 내수용으로는 MDI접착제 그리고 비내수용으로는 초산비닐수지접착제를 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 나. 소재의 재질개량

### (1) 물리적 처리를 통한 소재의 재질개량

열압처리를 통한 소재의 재질개량 효과를 검토하기 위하여 당해년도에 수행한 연구 결과는 표 4에 나타낸 바와 같다.

표 4. 열압축처리에 의한 개량목재의 물리적 성질

Table 4. Physical properties of modified wood by compression of wood while heating

수종	처리	전건비중	함수율 (%)	수분흡수량 (g/cm <sup>2</sup> )
낙엽송	무처리	0.55±0.01	10.46±0.12	0.36±0.11
	1000psi, 30min.	0.89±0.09	4.29±0.59	0.33±0.09
	1000psi, 60min.	0.79±0.06	2.82±1.00	0.11±0.02
	500psi, 60min	0.80±0.13	0.86±0.17	0.14±0.04
리기다소나무	무처리	0.54±0.02	12.82±0.13	0.59±0.09
	1000psi, 30min.	0.83±0.09	3.59±3.10	0.40±0.07
	1000psi, 60min.	0.76±0.03	1.44±0.14	0.20±0.01
	500psi, 60min	0.74±0.08	0.94±0.21	0.17±0.03
소나무	무처리	0.47±0.02	12.58±0.16	0.64±0.09
	1000psi, 30min.	0.79±0.06	2.01±0.19	0.40±0.03
	1000psi, 60min.	0.64±0.04	1.06±0.51	0.20±0.01
	500psi, 60min	0.69±0.15	1.69±1.81	0.17±0.01

표 4에서 보는 바와 같이 열압처리를 함으로써 소재의 비중을 매우 높일 수 가 있었으며, 무처리보드와 같은 함수율 10~13% 범위에 있는 목재를 2000psi의 압력으로 열압하였을 경우에는 조직의 파괴가 심하게 나타났다. 예비시험 결과 이와같이 열압처리를 함으로써 수분이 흡수되는 속도가 현저히 줄어들어 무처리 목재에 비하여 치수안정성이 향상되었음을 알 수 있었으며, 비주요이 증가에 따라 강도적 성질 역시 매우 향상될 것으로 판단된다. 2차년도에서는 처리전 보드의 적정 함수율과 목표비중 설정, 그리고 목재의 사용용도에 맞는 열압스케줄을 개발함으로써 목재의 재질개량이 가능해 질 것으로 사료된다.

사진 1은 열압처리 하기 전의 소나무, 리기다, 낙엽송(좌로부터)의 모습이고, 사진 2는 온도 180℃, 압력 500psi, 그리고 열압시간 60분으로 하여 처리한 후 표면 샌딩을 한 모습이다. 사진에서 보는 바와같이 리기다소나무와 낙엽송에서 수지와 리그닌의 유동으로 변색과 얼룩이 심하게진 모습을 볼 수 있다. 사진 3은 온도 180℃, 압력 250psi, 그리고 열압시간 60분으로 하여 열압을 마친 보드를 접성접착한 후 선삭가공한 모습이다. 이때 접성시에 사용한 각 판재(lamina)의 두께는 10mm 이었다. 이와같이 열압을 함으로써 열압하지 않은 목재에서 보다 선삭가공시 절삭성이 양호하고 보다 평활한 표면을 얻을 수가 있었다.

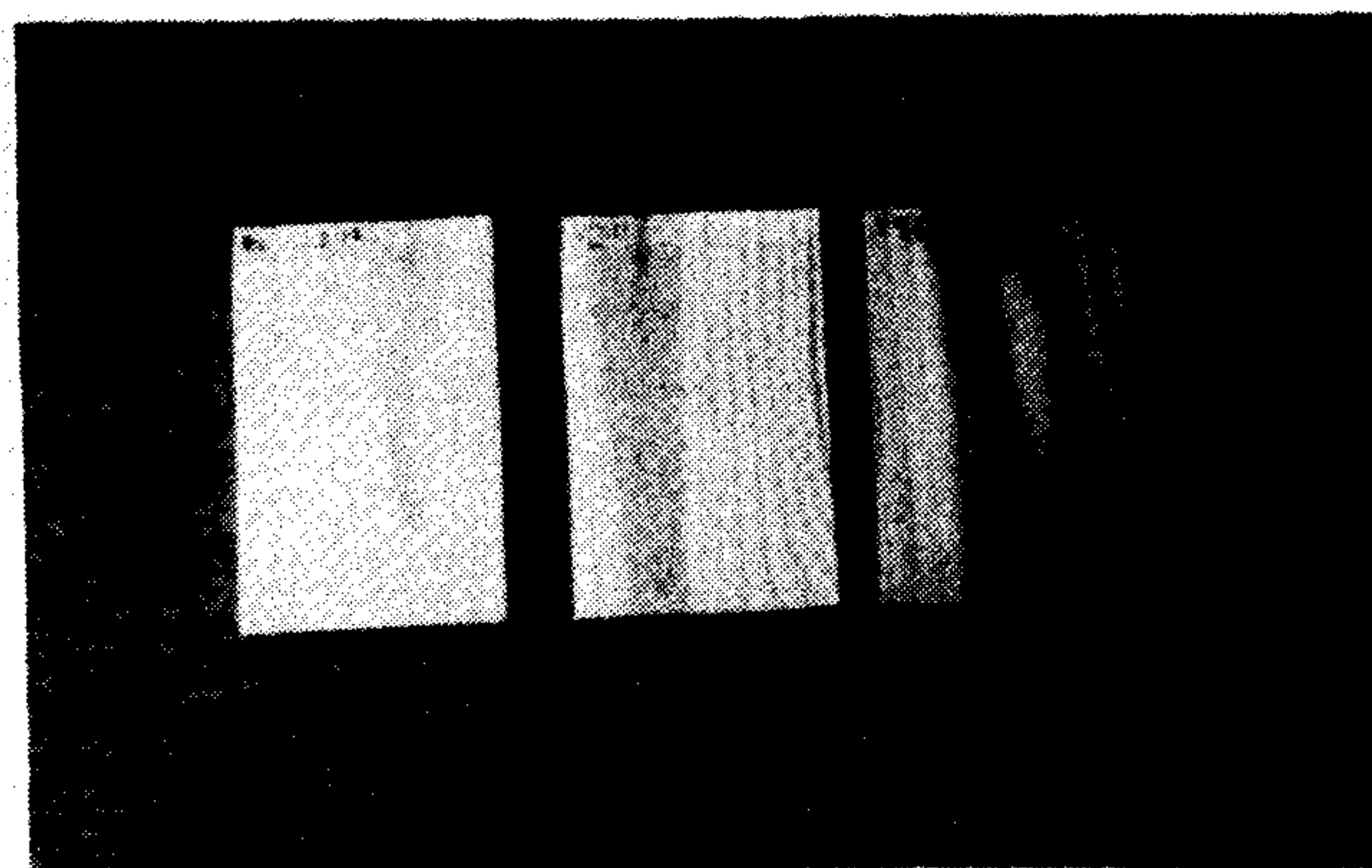


사진 1. 열압처리 전 침엽수 간벌 소경재의 모습  
(좌로부터 소나무, 리기다소나무, 낙엽송)

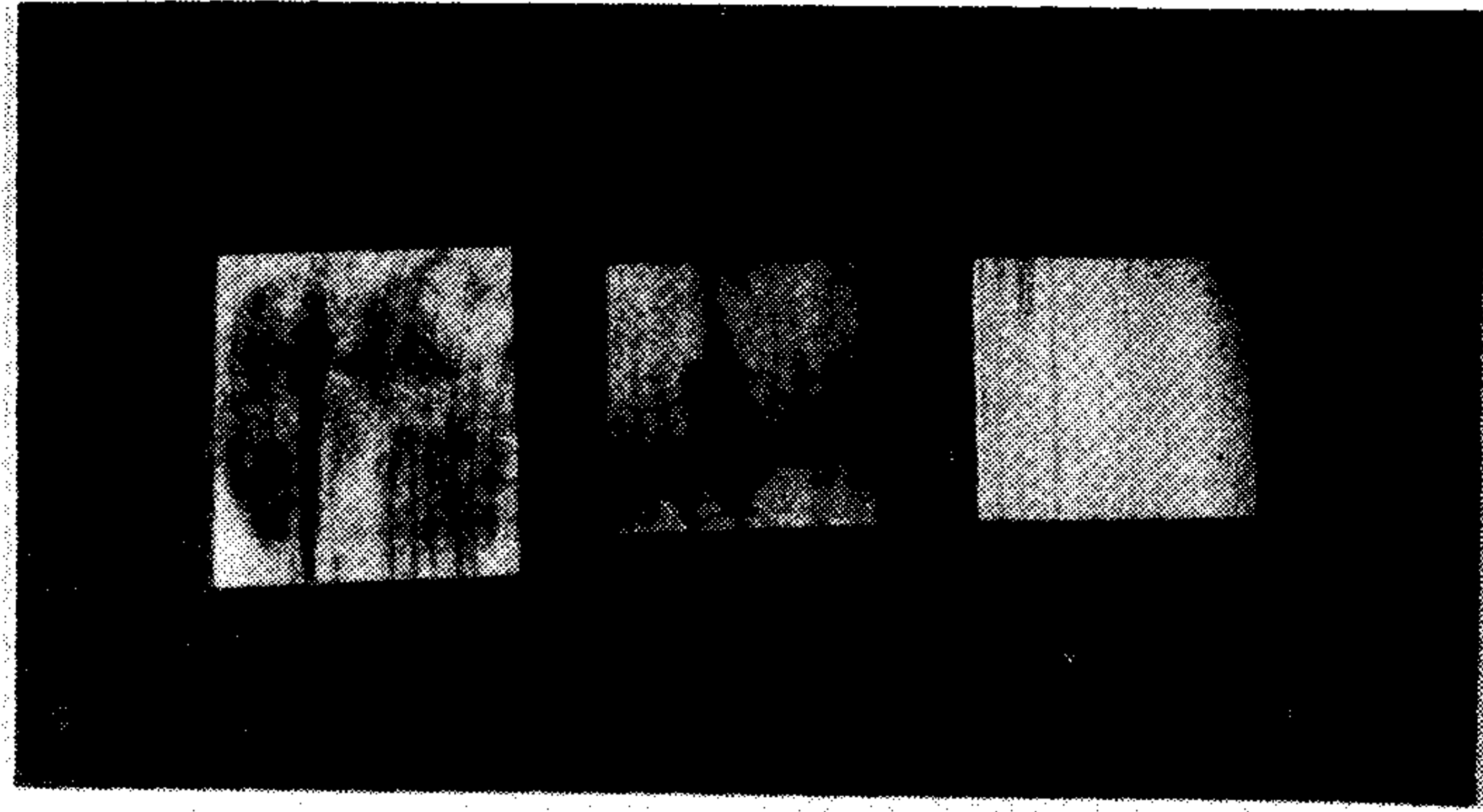


사진 2. 열압처리 후 침엽수 간벌 소경재의 모습  
(좌로부터 리기다소나무, 낙엽송, 소나무)



사진 3. 열압집성접착 후 양호하게 가공된 선삭가공품

## (2) 표면피복처리를 통한 재질개량

불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 표면 피복처리한 후 내수성, 내산성, 내알칼리성, 부착성, 옥외폭로시험, 표면경도, 내마모성을 시험한 결과는 표 5에 나타낸 바와 같다.

표 5. 표면피복처리에 의한 목재의 재질개량 효과

Table 5. The modified effects of wood by surface coating treatment

시험항목	시험방법	수 지 종 류	
		불소수지계도료	폴리우레탄계도료
내수성	1개월간 침적	이상없음	이상없음
내산성	10% HCl 24시간 처리	이상없음	이상없음
내알칼리성	10% NaOH 24시간 처리	이상없음	이상없음
부착성	2mm x 2mm Cross Cut	100/100	100/100
옥외폭로시험	2개월 진행 중	이상없음	이상없음
표면경도	Mitsubishi	F	H
내마모성 (마모량)	Taber CS-10 500g/1000cycle	0.0532g	0.0752g

표 5에서 보는 바와 같이 불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 외부 표면피복처리 후 도장성 및 내수성, 내산성, 내알칼리성, 부착성, 옥외폭로시험, 표면경도, 내마모성 등을 시험한 결과에서는 수종에 따른 차이를 보이지 않고 도장성은 우수한 것으로 판단되었으며, 각 수종에 대한 시험항목별 이들 도료의 물성 역시 여타의 목공용 도료에 비하여 매우 우수한 것으로 나타났다. 그리고 두 도료 중 불소수지계 도료의 경화시간이 폴리우레탄도료의 경화시간에 비하여 훨씬 더 긴 것으로 나타났으나 도막의 물성면에서는 불소수지계 도료가 보다 우수한 것을 나타냈다.

### (3) 시험용 축소 육조 제조

목제복합육조 제조기술개발을 위한 연구 중 당해년도에는 표면피복처리에 의한 치수안정성 개선 효과를 검토하기 위하여 표면피복처리에 의한 도장성 및 도막의 성능 시험결과를 기초로하여 사진 1과 같은 낙엽송 간벌 소경재를 사용하여 축소형 목제육조를 제조하였다. 제조한 육조의 표면에는 가장 성능이 우수한 것으로 나타난 불소수지계 도료로 2회 도장한 후 익산시 소재 모 대중 사우나실에서 2개월간 방치 하면서 변화 유무를 육안으로 확인하였다. 사진 1의 육조는 시험을 마친 육조로 2개월이 경과한 후에도 전혀 변화가 발생하지 않은 모습이다. 또한 내세척성 시험한 결과는 표 6에 나타낸 바와 같다.

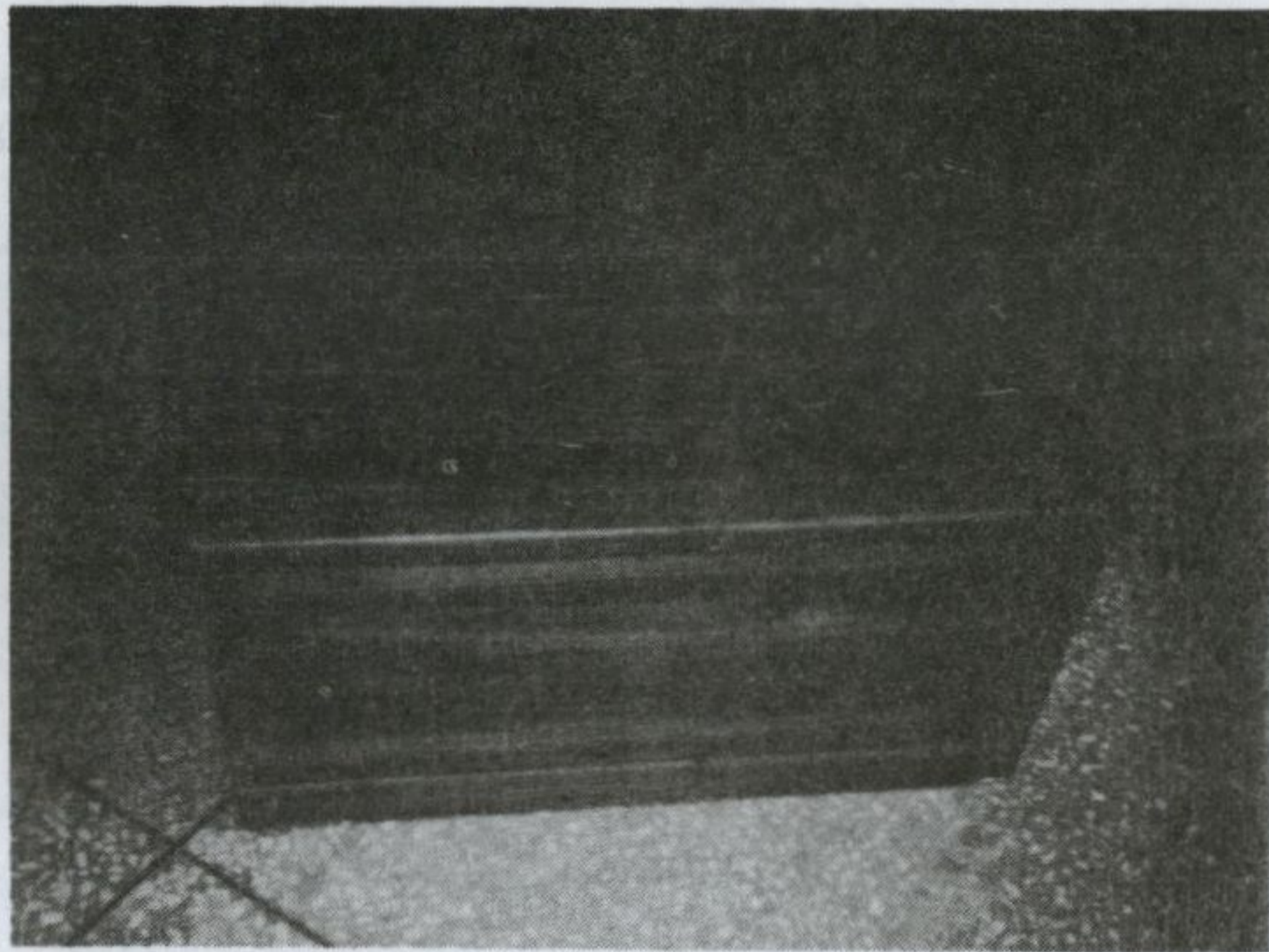


사진 4. 시험용 축소 목제욕조

표 6. 광택감소율

Table 6. The rate of brilliance decrease

수 종 - 처 리	Gi	Gt	광택감소율(%)
낙엽송 - 1	92.0	90.4	1.7
낙엽송 - 2	108.5	105.7	2.6
낙엽송 - 3	89.5	87.4	2.4
낙엽송 - 4	74.6	70.7	5.2
낙엽송 - 5	100.3	95.6	4.7
낙엽송 - 6	61.6	54.4	11.7
소나무 - 1	74.1	73.2	1.2
소나무 - 2	83.3	71.1	14.6
소나무 - 3	90.5	72.3	9.1
소나무 - 4	75.6	74.8	1.1
소나무 - 5	101.6	81.8	19.5
소나무 - 6	91.7	90.8	1.0
리기다 - 1	79.3	72.5	8.6
리기다 - 2	91.9	72.7	20.9
리기다 - 3	84.8	83.2	1.9
리기다 - 4	67.4	65.5	2.8
리기다 - 5	87.0	83.7	3.8
리기다 - 6	82.0	72.4	11.7

한국공업규격 KS M 5000의 시험방법 3351에 의거하여 세척성을 시험한 결과 150주기가 완료된 후에도 도막의 균열마모나 도막탈락이 발생하지 않

았으며, 300주기 후에도 도막의 균열마모나 도막탈락이 발생하지 않아 세척성이 매우 양호한 것으로 판정되었다. 또한 세척성 시험 전과 300주기가 끝난 다음의 광택도를 시험한 결과 표 6에 나타낸 바와 같이 각 수종에 따라서는 차이가 발견되지 않았으나 전반적으로 불소수지계도료에서 광택감소가 적은 것으로 나타났다.

## 제 4 절 결 론

간벌소경재를 활용한 목재복합육조 제조기술개발을 위한 연구 중 당해 년도에는 목재육조제조기술개발을 위한 기초자료조사 기간으로 국산 침엽수 간벌 소경재, 낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 3수종으로 접착제 종류에 따른 상태접착력과 내수접착력을 시험하였으며, 열압처리에 의한 재질개량효과의 가능성을 검토하기 위한 예비연구 및 내후성이 우수한 도료로 알려진 불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 외부표면피복처리를 한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사하였다.

각 수종에 있어서 접착성은 차이가 없이 양호한 것으로 판단되었으며, 접착력의 차이는 수종간의 차이 보다는 사용한 접착제의 종류에 따라 상이하게 나타났다. 일본 Koyo Bond 産業에서 구입한 상온경화형 이소시아네이트 접착제(KR-120)은 작업성이 양호하며, 상태접착력 및 내수접착력에서 큰 차이를 나타내지 않았으며, 상태나 내수에서 모두 목파율 100%를 나타내었으나, 초산비닐에멀전수지접착제는 내수접착력이 매우 불량한 것으로 판정되었다.

열압처리에 의한 재질개량효과를 검토하기 위하여 몇 종류의 열압 스케줄을 적용해 본 결과 열압을 함으로써 고밀화 및 치수안정효과를 얻을 수 있는 것으로 판단되었으며, 절삭성 및 기계적 성질 향상도 상당히 클 것으로 기대가 된다. 그러나 3수종 모두 열압후 수지 및 리그닌 유동에 의하여 변색 및 얼룩이 발생하였으며, 특히 리기다소나무에서 그 정도가 심하였다.

불소수지계도료와 폴리우레탄도료로 외부표면피복처리한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사한 결과 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판정되었으며, 이들 도료의 물성 또한 매우 우수하여 향후 침엽수 간벌 소경재의 재질개량화가 완료된 후 이들 도료로 피복처리할 경우 우수한 성능의 목재복합육조를 제조할 수 있을 것으로 기대된다.



## 참 고 문 헌

1. Hiroto, I. 1994. Improvement of the weather resistance of wood. Wood modification research association. p. 247-254.
2. Hirotsugu, O, Y. Sakamoto, and T. Nakajima. 1994. Dimensional Stabilization of surface layers of wood materials and coatings to improve weather resistant properties of wood products. Wood modification research association. p. 335--364.
3. Mutsumi, I. 1994. Development of wood modification technique. Wood modification research association. p. 18-20.
4. Rowell. R. M., and P. Konkol. 1987. Treatments that enhance physical properties of wood. USDA Forest Service Gen. Tech. Re. FPL-GTR-55.
5. USDA. 1987. Wood handbook : Wood as an engineering material. USDA For. Prod. Lab., Agric. Handbk. No 72.
6. Walker, J. C. F. 1993. Dimensional instability of timber. Chapman & Hall p.95-120.
7. 임업연구원. 1994. 일본 목재보존공업 기술동향. 임업연구원 연구자료 제 90 호.
8. 한국공업표준협회. 1984. 도료 및 관려원료 시험방법.

## 제 6 장

# 목공예품의 특성화디자인 개발

- 개발 품 목 선 정 -

세부연구책임자 : 임 승 태  
협 동 연 구 자 : 김 종 만  
연 구 원 : 김 강 섭  
이 수 정

## 제 1 절 서 론

세계화와 함께 수출 1천억 불을 넘어선 우리 나라에 있어서 관광 토산품 개발이 갖는 의미는 매우 중대하다. 이는 지역 특성을 살리는 지방 특화 산업의 일환으로 관광 토산품 산업을 육성하므로서 지방 유향 노동력을 활용하고 나아가 지방 소득 증대에 기여할 수 있기 때문이다. 특히 수출 증대에 의한 외화 획득은 물론 점차 증가 일로에 있는 외국 관광객을 상대로 우리 나라의 민속과 전통문화를 해외에 소개하는 등 여러 가지 가치성을 내포하고 있다는 점에서 더욱 그러하다.

그러나 우리나라의 목공예품 제조업체에서 생산되고 있는 공예품은 종별이 매우 한정되어 있을 뿐만 아니라, 획일적인 특성을 띄고 있어 다른 생산 분야에 비하여 저조한 발전을 보이고 있다. 이러한 문제점은 전국 유명 관광지나 가까운 지리산지역의 토산품 판매업소에서 판매되고 있는 거의 똑같은 모양의 공예품에서도 여실히 드러나고 있다.

또 공예품의 제작에 있어서도 가내수공업 형식의 영세한 조건의 전통적 경험과 재래식 방법에 의한 기술 의존도가 높기 때문에 공예품의 신제품 개발에 대한 디자인의 후진성을 탈피하지 못하고 있다.

더욱이 현대 산업사회로 접어들면서 공예품의 재료를 전국 어디서나 구매할 수 있도록 유통산업이 발달되어 과거처럼 특정 지역에서만 볼 수 있는 특산물로서의 재료적 특성이 상실되었다.

이같은 까닭으로 현재와 같은 조건에서는 새로운 수요의 창출과 지역주민의 소득증대를 기대하기 어려운 실정이다. 지역사회가 끊임없는 문화의 발달과 경제적 부가가치를 추구하기 위해서는 지역 이미지를 제고하고, 지역경제를 활성화시킬 수 있는 우수한 상품의 개발이 시급하지 않을 수 없다. 특히 새로운 토산품을 개발하기 위한 아이디어의 창조와 기술혁신도 중요하지만 우리 생활의 전통성과 지역적 특성을 살린 제품의 개발에 대한 연구의 필요성이 더욱 절실하다고 하겠다. 따라서 기존의 목공예품과 차별화된 독특한 상품을 개발하여 공예품의 대중화와 수출상품으로서의 가능성을

제시하여 지역경제 발전에 기여하고자 한다.

본 연구에서는 지리산 및 남원 지역의 목공예품을 살펴보고 관광 토산품에 지역적 특성을 응용하여 실질적인 신제품 개발에 도움이 될수있도록 하는데 그 연구 목적을 둔다.

당해년도는 목공예품의 특성화 디자인 개발을 위한 시장조사 및 개발 품목을 선정하는데 중점을 두었다. 이를 위해 목공예품이 생산되는 여건과 생산된 제품의 수요시장을 살펴보고 실제 공예품을 사용하는 대상을 잠정적으로 설정하도록 하였다. 또 마케팅 상품전략을 수립하여 대표적 관광 상품화가 가능한 품목을 선정하도록 하였으며 특히 제품개발에 필요한 지역적 특성과 상징적인 소재, 소비자의 의식조사를 설문을 통하여 분석하고 이를 토대로 개발품목을 선정하도록 하였다.

## 제 2 절 개발품목선정방법

### 1. 연구목표분석

제품은 고부가 가치를 창출할 수 있으며 양산이 가능하도록 하고 제작 공정이 간단하여 가격이 저렴한 품목이 선정되도록 한다. 또 관광객을 위하여 휴대하거나 운반하기에 간편해야하고, 신소재 목재를 활용하여 타지역 제품과의 차별화를 시도하기에 용이한 품목이 선정되도록 한다. 특히 내국인은 물론 외국인의 생활에도 사용될 수 있어야하고 지리산과 남원의 지역적, 생태적 특성이나 전통, 역사, 등의 소재를 응용할 수 있는 품목을 선정하도록 한다.

### 2. 목공예품의 공급여건

남원은 목기제작의 본산으로 장인정신이 오늘날까지 계승되고 있으며 약 200여개의 업체가 산재되어 목기 산업은 남원 제1의 산업으로 자리잡고 있다. 특히 남원시 특산품 전시장에는 남원 소재 70여군데의 우수업체에서 생산된 목공예품이 한자리에서 전시 판매되고 있다.

남원목기단지에서는 업체별로 제기 또는 소반류 등의 단일 생산품종이 전문생산되고 있다. 공예품의 재료로는 지리산 지역에서 생산되는 느티나무, 물푸레나무, 오리목나무와 중국산 목재 등을 사용하고 있으며 소반및 다반류 등에 보이는 판재작업의 경우에는 합판이나 MDF가 부분적으로 사용되고 있다.

### 3. 잠정수요시장

제품개발의 잠재성을 판단하기 위하여 풍부한 관광자원과 특산물, 인근

배후지역을 살펴보고 남원시가 최근에 계획한 지역 관광 개발 예정지 8개소를 연계하여 시장성을 판단하도록 한다.

널리 알려진 남원지역의 관광자원으로는 광한루원, 남원관광단지, 국악원, 남원성, 흥부전마을등이 있으며, 지리산 지역에 소재한 명찰로는 실상사, 화엄사, 쌍계사, 문수사, 천은사, 연곡사, 대원사 등이 있어 사시사철 관광객이 끊이지 않는다. 또 천왕봉을 중심으로 노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목 지대, 뱀사골 등의 등반로가 개발되어 있어 등반 애호가들과 관광객의 사랑을 받고 있다. 최근에 개발된 지하 470mm에서 용출되는 게르마늄 온천과 대규모 숙박시설의 확충으로 지리산 지역에는 전례없이 많은 관광객들이 붐비고 있다.

남원시민의 축제인 춘향제, 흥부제와 지리산의 고로쇠 약수제와 삼동굿이 매년 성황리에 개최되면서 지역민은 물론 관광객들의 높은 관심을 사고 있으며, 지리산의 생태계를 배경으로 하는 한봉과 고로쇠물, 은어, 미나리, 안개꽃, 목재제기등은 널리 알려진 이 지역의 대표적 특산물이다.

지리산과 남원을 중심으로한 인근 배후지역을 살펴보면 광주 광역시, 대구 광역시, 전라남도, 전라북도, 경상남도, 경상북도(약 1천만명)가 인접해 있으며, 매년 중등학교 수학여행단과 일반 단체 관광객이 이 곳을 찾으려 시를 이루고 있다. 또 광한루원을 찾는 관광객은 연간 약 100만명이 넘게 입장하고 있다고 한다.

최근에 남원시가 관광개발예정지로 계획된 8개소는 춘향테마 공원, 광한루 인도교, 오리정 자연농원, 지리산 운봉리조트, 춘향골 과일랜드, 흥부골 종합휴양지, 이백 온천리조트 및 섬진강 하계휴양지로서 이 계획이 성공적으로 수행이 된다면 이 지역 관광 상권과의 연계 마케팅은 지역경제에 대단한 활력소로 작용 될 것으로 기대된다.

#### **4. 목공예품의 주요 사용대상 설정**

공예품을 실제 사용하는 대상을 감정적으로 설정하여 품목을 개발 하는

것이 유익할 것으로 판단되어 편의상 성인남자, 주부, 아동, 청소년으로 크게 구분하였다. 목공예품에 대한 연령층별 및 성별 공예품 활용기호가 반영된 품목을 선정함으로써 수요의 다각화가 가능하도록 하였다.

## 5. 마케팅 상품전략

남원 목기 단지의 인력 및 시설 등의 생산요건을 최대한 활용하고 관광 상품 및 토산품에 지역적 특성을 표현하여 소비자로 하여금 제품의 환상성을 증대시켜 펜시제품으로 특성화되도록 한다. 특히 타지역에서 생산되는 목공예품과의 차별화를 위하여 지리산 중심 인근지역 및 남원의 상징성이 제고되도록 지역 이미지를 상품화 하도록 한다. 따라서 대중적인 상품과 품종의 다양화가 이루어져 상징상품에 대한 자긍심을 고취할 수 있는 품목이 개발되도록 한다. 이와 함께 설문조사에서 조사된 자료를 적절히 활용하여 상품효과를 높이도록 한다.

## 6. 소비자 설문 조사

설문조사는 1995. 10. 24~10. 26까지 남원지역 방문 관광객 120명과 지리산 지역의 등반로, 사찰, 온천지대를 방문한 관광객 120명을 중심으로 실시되었으며, 일반인 조사는 전주지역 성인 남녀 120 여명을 대상으로 조사하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

앞에서 기술한 연구목표를 가지고 제품의 공급여건 및 잠정 수요시장을 분석한 결과 공예품의 신상품 개발에 대한 잠재성은 대단히 양호한 것으로 판단된다.

특히 남원시가 계획하고 있는 8개소의 관광개발 예정지가 성공적으로 완공되면 관광객의 증가와 함께 제품의 수요도 현재보다 훨씬 더 증가 될 것으로 보여진다.

### 1. 일반인 설문조사 결과

1. 귀하께서는 지리산 하면 가장 생각나는 것을 중요도 순서로 3가지만 고르시오.  
① 실상사( 7)    ② 쌍계사(20)    ③ 화엄사(67)    ④ 문수사( )    ⑤ 천은사( 9)  
⑥ 연곡사 등의 사찰과 보물( 3)    ⑦ 노고단(74)    ⑧ 피아골(30)  
⑨ 정령치고개( 6)    ⑩ 고사목지대(17)    ⑪ 남원광한루(36)    ⑫ 남원운봉목기(14)  
⑬ 지리산 온천(12)    ⑭ 기타, (천왕봉, 세석평전) ( )
2. 귀하께서는 '남원' 하면 생각나는 것을 우선 순위로 2가지만 고르시오.  
① 광한루(91)    ② 춘향전(91)    ③ 흥부전( 2)    ④ 지리산(47)    ⑤ 운봉목기( 5)  
⑥ 남원의 국악원( 3)    ⑦ 기타( 1)
3. 귀하께서는 지리산의 목재토산품이나 목공예품을 산다면 가장 갖고 싶은 2가지를 고르시오.  
① 춘향과 관련된것(36)    ② 흥부전과 관련된것( 6)  
③ 지리산의 생태계와 관련된것(46)    ④ 남원의 전통제기(목기) (55)  
⑤ 지리산에 소재한 사찰과 관련된것(40)    ⑥ 국악과 관련된것(22)  
⑦ 기타(2, 사찰모형)



5. 귀하께서 토산품 구입시 중요시 하는점은 무엇입니까?
- ① 모양(형태) (30)                      ② 용도(쓰임새)(27)                      ③ 가격(18)  
 ④ 부피와 무게( )                      ⑤ 재료( 2)                      ⑥ 내구성(오래쓰는 정도)( 5)  
 ⑦ 전통미와 향토성(53)                      ⑧ 기타( 1)
6. 일반인 들에게는 보통 선물 1개의 가격이 어느 정도가 알맞겠습니까?
- ① 3천원 이하( 4)    ② 3천원 이상 5천원 미만(37)    ③ 5천원 이상 만원미만(46)  
 ④ 만원이상 2만원 미만(18)    ⑤ 2만원 이상( 3)    ⑥ 기타( )
7. 선물의 용도는 무엇입니까?
- ① 주방용( 2)    ② 사무용 또는 문방용(12)    ③ 장식용(67)    ④ 화장용( 1)  
 ⑤ 일상용품(29)                      ⑥ 기타( )
9. 선물의 크기는 대략 어느정도가 좋겠습니까?
- ① 손크기보다 작게(18)                      ② 귀하의 손크기(34)                      ③ 손크기의 2배(37)  
 ④ 손크기의 3배( 9)                      ⑤ 손크기의 4배이상( 6)
11. 귀하의 생각에 우리 지역에서 생산되는 토산품이나 목공예품의 스타일은  
 어떻습니까?
- ① 현대적이다( 6)                      ② 어느쪽도 아니다(56)                      ③ 전통적이다(41)
13. 귀하께서는 지리산 지역이나 남원 지방에서 생산되는 토산품이나 목공예품의 색상에  
 대해서는 어떻게 생각하십니까?
- ① 너무 어둡다( 8)    ② 어둡다(41)    ③ 적당하다(37)    ④ 밝다( 9)    ⑤ 너무 밝다( 1)
14. 귀하께서 다음 품목 중 갖고 싶은 것 2가지만 고르신다면 어느것이 되겠습니까?
- ① 이동용 퍼즐( 6)                      ② 장식용 시계(42)                      ③ 장식용 나무인형(45)  
 ④ 장식용 촛대(40)    ⑤ 목기(47)    ⑥ 다반류(11)    ⑦ 소반류(10)    ⑧ 기타( 5)

이상의 설문조사 결과를 요약하여 표 1에 나타내었다.

설문에 응답한 사람이 대부분 성인 남녀로서 아동용에 관한 관심이 낮은  
 편으로 나타났으나, 관광 토산품은 각 연령대별로 선호도가 있는 품목을 개  
 발해야할 것으로 여겨진다.

표 1. 일반인 대상의 설문조사 결과 요약

구 분		순 위	비 고
상징성	지리산	① 노고단 ② 화엄사 ③ 남원광한루 ④ 피아골 ⑤ 쌍계사 ⑥ 고사목지대 ⑦ 남원 운봉 목기	
	남 원	① 광한루 ① 춘향전 ③ 지리산 ④ 운봉목기 ⑤ 국악원	
응용 소재의 선호도		① 남원의 전통제기(목기) ② 지리산의 생태계와 관련된것 ③ 지리산에 소재한 사찰과 관련된것 ④ 춘향과 관련된것 ⑤ 국악과 관련된것 ⑥ 흥부전과 관련된것	
토산품구입 기준		① 전통미와 향토성 ② 모양(형태) ③ 용도(쓰임새) ④ 가격 ⑤ 내구성	
선물의 가격		① 5천원이상 만원미만 ② 3천원이상 5천원미만 ③ 만원이상 2만원미만	
선물의 용도		① 장식용품 ② 일상용품 ③ 사무용 또는 문방용품 ④ 주방용품	
우리지역 토산품의 스타일		①현대적이지도 전통적이지도 않다. ②전통적이다. ③현대적이다.	
토산품의 색상		① 어둡다 ② 적당하다 ③ 밝다 ④ 너무 어둡다	
선호 품 목		① 목기 ② 장식용 나무인형 ③ 장식용 시계 ④ 장식용 촛대 ⑤ 다반류 ⑥ 소반류 ⑦ 아동용 퍼즐 ⑧ 기타 공예품	

## 2. 남원지역 방문관광객 설문조사 결과

1. 다음 항목은 남원과 관련된 것들입니다. 귀하께서 좋아하는 2-3개를 고르신다면?

- ① 춘향전(67)    ② 흥부전( 5)    ③ 국악(18)    ④ 광한루(66)    ⑤ 지리산(64)  
⑥ 남원목기(21)    ⑦기타( )

2. 귀하께서 남원 관광후 다음의 목재 토산품이나 목공예품을 살 수 있을 때 가장 갖고 싶은 것 2가지를 고른다면?

- ① 춘향전과 관련된것(45)                      ② 흥부전과 관련된것( 7)  
③ 국악과 관련된것(20)                        ④ 광한루와 관련된것(32)  
⑤ 지리산과 관련된것(45)                      ⑦ 운봉목기와 관련된것(29)  
⑧ 기타( 2)

3. 귀하께서 남원에서 다음의 품종들을 살 수 있을 때 꼭 갖고 싶은 것 2개를 고르시오

- ① 목기(26)    ② 다반류(14)    ③ 소반류(21)    ④ 아동용퍼즐( 3)  
⑤ 장식용 시계(40)    ⑥ 장식용 나무인형(47)    ⑦ 장식용 촛대(36)    ⑧ 기타( )

5 선물의 쓰임새는 어느것이 적당하겠습니까?

- ① 주방용품( 4)                      ② 사무용품 또는 문방용품(17)                      ③ 장식용품(57)  
④ 화장용품( 2)                      ⑤ 일상용품(26)    ⑥ 기타( 1)

이상의 설문조사 결과를 요약하여 표 2에 나타내었다.

표 2. 남원지역 방문 관광객 대상의 설문조사 결과 요약

구 분	순 위	비 고
남원의 상징성	① 광한루 ② 춘향전 ③ 지리산 ④ 남원 목기 ⑤ 국악 ⑥ 흥부전	
공예품 응용 소재의 선호도	① 춘향과 관련된것 ① 지리산과 관련된것 ③ 광한루와 관련된것 ④ 남원 목기와 관련된것 ⑤ 흥부전과 관련된것 ⑥ 기타와 관련된것	
선 호 품 목	① 장식용 나무 인형 ② 장식용 시계 ③ 장식용 촛대 ④ 남원 목기 ⑤ 소반류 ⑥ 다반류 ⑦ 아동용 퍼즐	
용 도	① 장식용품 ② 일상용품 ③ 사무용품 또는 문방용품 ④ 주방용품 ⑤ 화장용품	

### 3. 국립공원 지리산 방문 관광객 설문조사 결과

1. 다음 항목을 국립공원 지리산과 관련된 것들입니다. 귀하께서 좋아하는 2-3개를 고르신다면?
  - ① 명찰(실상사, 쌍계사, 화엄사, 문수사, 천은사, 연곡사)과 관련된 것 (59)
  - ② 노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉 등 등산코스(70)
  - ③ 지리산의 생태계(동물 및 식물) (39)
  - ④ 지리산 온천(14)
  - ⑤ 기타( )
2. 귀하께서 국립공원 지리산 관광 후 목재 토산품이나 목공예품을 살 수 있을 때 가장 갖고 싶은 것은?
  - ① 명찰(실상사, 쌍계사, 화엄사, 문수사, 천은사, 연곡사)과 관련된 것 (30)
  - ② 노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉 등 등산코스(34)
  - ③ 지리산의 생태계(동물 및 식물) (39)
  - ④ 지리산 온천( 2)
  - ⑤ 기타( 2)
4. 귀하께서 국립공원 지리산에서 다음의 품종을 살 수 있을 때 꼭 갖고 싶은 것 2개만 고르시오
  - ① 목기(32)    ② 다반류(17)    ③ 소반류(13)    ④ 아동용 퍼즐( 6)
  - ⑤ 장식용 시계(32)    ⑥ 장식용 나무인형(33)    ⑦ 장식용 촛대(27)    ⑧ 기타( 3)
6. 선물의 쓰임새는 어느것이 적당 하겠습니까?
  - ① 주방용품( 3)    ② 사무용품 또는 문방용품(13)    ③ 장식용품(61)    ④ 화장용품( 8)
  - ⑤ 일상용품(23)    ⑥ 기타( )

표 3. 국립공원 지리산 국립공원 방문관광객 대상의 설문조사 결과요약

구 분	순 위	비 고
지리산의 상징성	① 노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉 등 등산코스. ② 명찰(실상사,쌍계사, 화엄사, 문수사, 천은사, 연곡사 등)과 관련된것 ③ 지리산의 생태계(동물 및 식물)과 관련된것 ④ 지리산 온천	
공예품 응용소재의 선호도	① 지리산의 생태계와 관련된것 ② 노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉등 등산코스과 관련된것 ③ 명찰(실상사, 쌍계사 .....)과 관련된것 ④ 지리산 온천 ⑤ 기타	
선 호 품 목	① 장식용 나무인형 ② 목기 ② 장식용 시계 ④ 장식용 촛대 ⑤ 다반류 ⑥ 소반류 ⑦ 아동용 퍼즐 ⑧ 기타	
용 도	① 장식용품 ② 일상용품 ③ 사무용품 또는 문방용품 ④ 주방용품 ⑤ 화장용품	

#### 4. 용도별 선호도

공예품의 주 사용대상을 잠정 설정하여 인기품목을 설문조사를 통해 용도면에서의 선호도를 분석한 결과 선정된 개발품목은 표 4와 같다

따라서 일반인과 남원지역 방문자, 지리산 지역 방문자들의 설문조사를 통해 그들이 선호하는 공예품이나 토산품의 용도는 대체로 장식용품, 일상용품, 사무용품, 주방용품, 화장용품, 기타 공예품의 순으로 일치되어 나타나고 있다.

표 4. 목공예품의 용도별 선호도

(단위 : 명)

용도	구분	일반인 조사	남원지역 방문자	지리산지역 방문자	비 고
장식용품		67	57	61	
일상용품		29	26	23	
사무용품(문방용품)		12	17	13	
주방용품		2	4	3	
화장용품		1	2	8	
기 타					

#### 5. 품목별 선호도

인기품목에 대한 설문조사 결과 목공예품의 품목별 선호도를 표5에 나타내었다.

일반인과 남원지역 방문자, 지리산 지역 방문자의 설문조사를 통해 드러난 공예품의 선호품목은 목기세트, 장식용 나무인형, 장식용 시계, 장식용 촛대, 다반류, 소반류, 아동용 퍼즐, 기타 공예품 순으로 나타났다. 이와 같이 선정된 품목은 누구나 즐겨찾는 품목으로서 성인남자, 주부, 아동 및 청소년들의 기호에 적합한 것으로 여겨지며 지리산 지역 및 남원 지역의 상징성이 소재로 응용이 가능하다고 판단되어진다.

특히 이러한 시도는 타 지역 목공예 제조업체에 신제품 개발에 대한 자극과 동기가 이루어져 목공예 및 기타 공예품의 새 상품 개발이 가속화 될 것으로 전망된다. 또 지역 관광 개발 비전이 반영된 품목을 선정함으로써 관광상권과의 연계 마케팅이 가능 할 것으로 기대된다.

표 5. 목공예품의 품목별 선호도

(단위 : 명)

품목	구분	일반인 조사	남원 지역 방문자	지리산지역 방문자	비 고
목기 세트		47	26	32	
장식용 나무인형		45	47	33	
장식용 시계		42	40	32	
장식용 촛대		40	36	27	
다반류		11	14	17	
소반류		10	21	13	
아동용 퍼즐		6	3	6	
기 타		5		3	



## 제 4 절 결 론

지리산지역 목공예제조업체의 제품 공급여건 및 잠정 수요시장을 분석한 결과 목공예품의 신상품 개발에 대한 잠재성은 대단히 양호한 것으로 판단된다. 특히 남원시가 계획하고 있는 관광개발 예정지가 성공적으로 완공되면 목공예품의 수요도 급증할 것으로 기대된다.

일반인, 남원지역 방문자, 지리산지역 방문자들의 목공예품에 대한 용도별 선호도는 장식용품, 일상용품, 사무용품, 주방용품, 화장용품, 기타 공예품의 순으로 일치되어 나타났다.

그리고 목공예품의 선호품목은 목기세트, 장식용 나무인형, 장식용시계, 장식용촛대, 다반류, 소반류, 아동용퍼즐, 기타 공예품으로 나타났는데, 이러한 품목들은 성별이나 연령층에 관계없이 누구나 즐겨찾는 품목으로서 지리산지역이나 남원지역의 독특한 향토성을 표현하여 특성화 품목으로의 전환도 용이할 것으로 판단된다.

# 부 록

## [설문 1. 일반인 설문]

안녕하십니까, 본 조사는 지리산 지역과 남원 지역 관광사업에 도움을 줄 수 있도록 관광단지에서 제작, 판매되는 목재 토산품과 목공예품을 연구하고자 합니다. 본 자료는 본 연구목적 이외에는 어떤 용도로도 사용하지 않을 것을 약속드리며 정확하게 응답을 하여 주시기 바랍니다.

1995. 10. 전북대학교 예술대학 미술학과  
임 승 택 교수

1. 귀하께서는 '지리산' 하면 가장 생각나는 것을 중요도 순위로 3가지만 고르시  
요.

- |                 |          |          |       |       |
|-----------------|----------|----------|-------|-------|
| ① 실상사           | ② 쌍계사    | ③ 화엄사    | ④ 문수사 | ⑤ 천은사 |
| ⑥ 연곡사 등의 사찰과 보물 | ⑦ 노고단    | ⑧ 피아골    |       |       |
| ⑨ 정령치고개         | ⑩ 고사목 지대 | ⑪ 남원 광한루 |       |       |
| ⑫ 남원 운봉 목기      | ⑬ 지리산 온천 |          |       |       |

2. 귀하께서는 '남원' 하면 생각나는 것을 우선 순위로 2가지만 고르시요.

- ①광한루( )    ②춘향전( )    ③홍부전( )    ④지리산( )  
⑤운봉 목기( )    ⑥남원의 국악원( )    ⑦기타\_\_\_\_\_

3. 귀하께서는 지리산의 목재토산품이나 목공예품을 산다면 가장 갖고 싶은 2가지를  
고르시요

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| ①춘향과 관련된 것( )          | ②홍부전과 관련된 것( )    |
| ③지리산의 생태계와 관련된 것( )    | ④남원의 전통 제기(목기)( ) |
| ⑤지리산에 소재한 사찰과 관련된 것( ) | ⑥국악과 관련된 것( )     |
| ⑦기타_____               |                   |

4. 귀하께서 이 밖에 지리산에서 꼭 갖고 싶은 선물이 있다면 무엇입니까?

5. 귀하께서 토산품 구입시 중요시 하는 점은 무엇입니까?

- ①모양(형태)( )      ②용도(쓰임새)( )      ③가격( )  
④부피나 무게( )      ⑤재료( )      ⑥내구성(오래쓰는 정도)( )  
⑦전통미나 향토성( )      ⑧기타\_\_\_\_\_

6. 일반인들에게는 보통 선물 1개의 가격이 어느정도가 알맞겠습니까?

- ①3천원 이하( )      ② 3천원이상 5천원미만( )      ③5천원이상 만원미만( )  
④만원이상 2만원미만( )      ⑤ 2만원이상 ( )      ⑥기타\_\_\_\_\_

7. 선물의 용도는 무엇입니까?

- ①주방용( )      ②사무용 또는 문방용( )      ③장식용( )      ④화장용( )  
⑤일상용품( )      ⑥기타\_\_\_\_\_

8. 귀하께서 선물을 주고 싶은 상대는?

- ①아동( )      ②청소년( )      ③남성성인( )      ④여성성인( )      ⑤노년( )

9. 선물의 크기는 대략 어느정도가 좋겠습니까?

- ①손크기보다 작게( )      ②귀하의 손크기      ③손크기의 2배( )  
④손크기의 3배( )      ⑤손크기의 4배이상( )

10. 우리 지역에서 생산되는 토산품이나 목공예품에 손색이 있다면 해당되는 것을 있는 대로 고르시요

- ①고급스럽지 않다( )  
②정교하게 제작되지 않았다( )  
③지역적 특색이 표현되지 않았다( )  
④품종이 다양하지 않다( )  
⑤제품의 질에 비해 값이 비싸다( )  
⑥타지역의 제품과 차별성이 없다( )

11. 귀하의 생각에 우리 지역에서 생산되는 토산품이나 목공예품의 스타일은 어떻습니까?

- ①현대적이다( )      ②어느쪽도 아니다( )      ③전통적이다( )

12. 귀하께서는 지리산 지역이나 남원 지방에서 생산되는 토산품의 판매증대를 위해 해결해야 할점은 무엇이라고 생각하십니까?

- ①전통미와 지역적 특성 표현( )
- ②품질고급화( )
- ③품종의 다양화( )
- ④타지역과의 제품의 차별화( )
- ⑤정교한 표면처리( )
- ⑥기타\_\_\_\_\_

13. 귀하께서는 지리산 지역이나 남원 지방에서 생산되는 토산품이나 목공예품의 색상에 대해서는 어떻게 생각하십니까?

- ①너무 어둡다( )
- ②어둡다( )
- ③적당하다( )
- ④밝다( )
- ⑤너무 밝다( )

14. 귀하께서 다음 품목중 갖고 싶은 것 2개만 고른다면 어느 것이 되겠습니까?

- ①아동용 퍼즐( )    ②장식용 시계( )    ③장식용 나무인형( )    ④장식용 촛대( )
- ⑤목기( )    ⑥다반류( )    ⑦소반류( )    ⑧기타\_\_\_\_\_

**우리나라 목기, 제기 수요의 상당량을 차지하는 남원산 목기(제기세트 (32개-37개), 소반류, 다반류)에 관한 내용입니다.**

15. 귀하께서는 남원 목기의 품질에 대하여 어떻게 생각하십니까?

- ①타지역의 목기와 다른 점이 없다
- ②타지역의 목기와 다른 점이 있다( )  
다른 점이 있다면 무엇이라고 생각하십니까?
- ①형태(디자인)( )    ②전통미( )    ③재료( )    ④마감칠( )    ⑤기타\_\_\_\_\_

16. 귀하께서는 목기의 형태나 모양을 어떻게 생각하십니까?

- ①전통적인 재래식 모양이 좋은 것 같다( )
- ②현대인의 생활 양식과 정서에 맞도록 개선해야 한다( )
- ③전통적인 형태를 바탕으로 현대인의 정서에 부합되도록 부분적 변화를 줘야 한다( )
- ④잘 모르겠다( )

17. 귀하께서는 목기의 색상은 어떻게 생각하십니까?

- ①전통적인 재래식 색상이 좋은 것 같다 ( )
- ②현대인의 생활양식과 정서에 알맞도록 개선해야 한다( )
- ③전통적인 색상을 바탕으로 현대인의 기호에 적합하도록 부분적 변화를 줘야 한다 ( )
- ④잘 모르겠다( )

18. 귀하께서는 목기의 제작시 재료사용에 대하여 어떻게 생각하십니까?

- ①재래식방법으로 원목으로만 제작해야 한다( )
- ②원목과 합판 또는 무늬목(단판)을 혼합사용해야 한다( )
- ③원목을 더욱 여러가지 방법으로 접합 또는 접목을 사용해야 하고 필요한 부분에는 합판이나 무늬목을 사용할 수 있다( )
- ④잘 모르겠다( )

19. 그 밖에 남원산 목기의 수요증대를 위하여 덧붙이고 싶은 말씀은 무엇입니까?

---

## [ 설문 2 남원방문 관광객 설문 ]

1. 다음 항목은 남원과 관련된 것들입니다. 귀하께서 좋아하는 2-3개를 고르신다면?

- ①춘향전( )    ②흥부전( )    ③국악( )    ④광한루( )
- ⑤지리산( )    ⑥목기( )    ⑦기타\_\_\_\_\_

2. 귀하께서 남원 관광후 다음의 목재 토산품이나 목공예품을 살 수 있을 때 가장 갖고 싶은 것 2가지를 고르다면?

- ①춘향전과 관련된 것( )                      ②흥부전과 관련된 것( )
- ③국악과 관련된 것( )                          ④광한루와 관련된 것( )
- ⑤지리산과 관련된 것( )                      ⑥운봉 목기와 관련된 것( )
- ⑦기타\_\_\_\_\_

3. 귀하께서 남원에서 다음의 품종들을 살 수 있을 때 꼭 갖고 싶은 것 2개를 고르시오

- ①목기( )                      ②다반류( )                      ③소반류( )  
④이동용퍼즐( )                ⑤장식용 시계( )                ⑥장식용 나무인형( )  
⑦장식용 촛대( )                ⑧기타\_\_\_\_\_

4. 귀하께서 이 밖에 남원 관광단지에서 꼭 갖고 싶은 선물이 있다면 무엇입니까?

\_\_\_\_\_

5. 귀하께서 토산품 구입시 중요시 하는 점은 무엇입니까? 2개를 고르시오.

- ①모양(형태)( )                ②용도(쓰임새)( )                ③가격( )  
④부피나 무게( )                ⑤재료( )                              ⑥내구성(오래쓰는 정도)( )  
⑦전통미나 향토성( )            ⑧기타\_\_\_\_\_

6. 선물의 쓰임새는 어느것이 적당하겠습니까?

- ①주방용( )    ②사무용품 또는 문방용품( )    ③장식용품( )    ④화장용품( )  
⑤일상용품( )    ⑥기타\_\_\_\_\_

7. 귀하께서 선물을 주고 싶은 상대는?

- ①자신이 사용( )    ②친구( )    ③가족( )    ④직장동료( )    ⑤기타\_\_\_\_\_

\* 귀하의 성별, 연령대, 직업, 거주지 등을 기록해주시요.

- 성 별 :        남 , 여
- 연령대 :        \_\_\_\_\_대
- 직    업 :
- 거주지 :

[설문 3 국립공원 지리산 방문 관광객 설문 ]

1. 다음 항목은 국립공원 지리산과 관련된 것들입니다. 귀하께서 좋아하는 2-3개를 고르신다면?

- ①명찰(실상사, 쌍계사, 화엄사, 문수사, 천은사, 연곡사)과 관련된 것( )
- ②노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉 등 등산코스( )
- ③지리산의 생태계(동물 및 식물)( )
- ④지리산 온천( )
- ⑤기타\_\_\_\_\_

2. 귀하께서 국립공원 지리산 관광후 목재토산품이나 목공예품을 살 수 있을 때 가장 갖고 싶은 것은?

- ①명찰(실상사, 쌍계사, 화엄사...)과 관련된 것( )
- ②노고단, 피아골, 정령치고개, 고사목지대, 천왕봉 등 등산코스과 관련된 것( )
- ③지리산의 생태계와 관련된 것( )
- ④지리산 온천과 관련된 것( )
- ⑤기타\_\_\_\_\_

3. 귀하께서는 국립공원 지리산 주변의 토산품 판매소에서 판매하는 목재 토산품이나 목공예품에 대해서 어떻게 생각하십니까?

- ①다른 관광지에서는 볼 수 없는 독특한 제품이다( )
- ②다른 관광지에서는 흔히 볼 수 있는 비슷비슷한 제품이다( )
- ③잘 모르겠다( )
- ④기타\_\_\_\_\_

4. 귀하께서 국립공원 지리산에서 다음의 품종을 살수 있을 때 꼭 갖고 싶은 것 2개만 고르시오.

- ①목기( )      ②다반류( )      ③소반류( )      ④아동용 퍼즐( )
- ⑤장식용시계( )    ⑥장식용 나무인형( )    ⑦장식용 촛대( )    ⑧기타\_\_\_\_\_

5. 귀하께서 이 밖에 지리산 관광 후 꼭 갖고 싶은 선물이 있다면 무엇입니까?

---

6. 귀하께서 토산품 구입시 중요시 하는 점은 무엇입니까? 2개를 고르시오

- ①모양(형태)( )      ②용도(쓰임새)( )      ③가격( )  
④부피나 무게( )      ⑤재료( )      ⑥내구성(오래쓰는 정도)( )  
⑦전통미(향토성)( )      ⑧기타\_\_\_\_\_

7. 선물의 쓰임새는 어느것이 적당하겠습니까?

- ①주방용( )    ②사무용품 또는 문방용품( )    ③장식용품( )    ④화장용품( )  
⑤일상용품( )    ⑥기타\_\_\_\_\_

8. 귀하께서 선물을 주고 싶은 상대는?

- ①자신이 사용( )    ②친구( )    ③가족( )    ④직장동료( )    ⑤기타\_\_\_\_\_

**\* 귀하의 성별, 연령대, 직업, 거주지 등을 기록해주시요.**

- 성 별 :    남 , 여
- 연령대 :    \_\_\_\_\_ 대
- 직    업 :
- 거주지 :



## 제 7 장

# 종 합 결 론

## 1. 목공예용 대체수종 개발 연구

### ▣ 침엽수재 원판의 진공건조기술 개발

무처리나 ETSH처리 및 EWS처리 원판들의 생재에서 이용함수율까지 진공건조하는데 소요된 시간은 종래의 실내음건 방식보다는 크게 단축되었지만 열수순환가열식 진공건조의 경우 열판에 의해 원판의 상하 횡단면이 차단되므로써 횡단면을 통한 수분증발이 제약을 받아 건조시간이 상당히 지연되는 편이었다. 따라서 횡단면을 통한 수분증발에 절대적으로 의존하는 원판을 열수순환가열식 진공건조기를 활용하여 건조하기 위해서는 열판과 원판사이에 적절한 배기 카울을 끼워서 잔적하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한, EWS처리 원판들의 경우 이용함수율 수준까지의 건조가 불가능하였고, 고함수율 상태가 장기간 지속되므로 말미암아 변재변색 또한 심하게 나타나 EWS처리는 심재율이 지나치게 낮은 수종이나 열수순환가열식 진공건조기에는 그 적용에 신중을 기해야할 것으로 판단된다.

은행나무의 경우 두께간에 건조속도의 차이가 현저하게 나타나 최소한 두께차가 25mm이상인 원판들을 동일 로드에서 혼합 잔적하는 것은 피하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

수종에 관계없이 심재할렬의 발생정도는 경미한 편이었으나, 일반적으로 원판건조시에 크게 문제가 되지 않는 변재할렬이 심재할렬보다 심하게 발생된 경우가 많았다. 이는 본 시험에 사용된 공시수종의 경우 변재부의 초기함수율이 심재부 보다 훨씬 높았을 뿐만 아니라, 고함수율인 변재부위가 점유하는 비율이 상당히 높았으며 공시원판들의 상단수가 박피된 상태에서 건조가 개시되어 건조초기에 방사방향으로의 수분경사가 크게 형성되었기 때문인 것으로 생각된다.

은행나무의 경우 심재할렬, 변재할렬 및 V형 크랙 모두 그 발생 정도가 경미하여 목공예용 원판으로서의 대체가능성이 높은 것으로 평가되었으나 약간의 윤활이 발생하는 문제가 있었다.

소나무, 리기다소나무 및 잣나무의 원판들은 V형 크랙의 발생 정도가 심하였고, 특히 하나의 원판에 여러개의 V형 크랙이 발생하는 특징을 보였는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 건조초기에 변재할렬이 발생되었고, 건조후기에 발현되기 시작한 이방성 수축응력이 이 변재할렬부에 집중되었기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 침엽수재 원판들을 V형 크랙에 의한 손상 없이 건조하기 위해서는 박피가 되지 않도록 저목하거나, 선삭가공품의 가공공정을 원판건조 후에 귀도리하는 순서로 전환하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 또한 내부에 잔적된 원판에 기계적 압체력을 가할 수 있는 진공건조기를 활용할 경우 건조 중에 기계적 압체력을 해제하는 것은 V형 크랙 예방에 바람직하지 않은 것으로 판단된다.

공시수종에 관계없이 진공건조된 원판들에서는 촉진폭로 조건에서의 수지용출은 전혀없는 것으로 조사되어 이들 공시수종들을 목공예용재로 활용하는데 있어서 사용상의 수지용출문제는 진공건조에 의해서 해결 가능한 것으로 나타났다.

#### ■ 국산 침엽수재의 기초재질 및 가공특성

목공예용 대체수종 개발을 위한 연구의 일부로 1 차년도에는 지리산 지역에서 벌채된 침엽수 간벌 소경재인 낙엽송, 리기다소나무, 소나무 3 수종의 물리적 및 기계적 성질을 측정하였으며, 앞으로의 재질개량화 연구를 위한 기초자료로 삼고자 수행하였다.

기존의 목공예용재들(물푸레나무, 오리나무, 사방오리나무, 느티나무, 호도나무 등)이 심변재의 구분이 뚜렷하지 않고 조직이 치밀한 산공재나 환공재인 반면에 낙엽송, 리기다소나무, 소나무는 모두 연륜이 뚜렷하고, 심변재의 구분이 명확했으며, 춘추재의 이행이 급하고 수지용출이 심하게 나타났으며, 기존의 목공예용재에 비하여 전반적으로 비중이 낮았으나 수축율은 기존의 공예용 수종에 비하여 큰 것으로 측정되어 치수안정성이 열등한 것으로 나타났다.

또한 비중에 비례하여 강도적 성질 역시 기존의 목공예용재에 비하여 열등한 것으로 측정되었다.

한편, 접착성 시험결과 수종에 따라서는 접착력에 큰 차이를 보이지 않았으나 사용 접착제의 종류에 따라서는 큰 차이를 나타내었다. 특히 본 연구에서 사용한 상온경화형 이소시아네이트 접착제는 상태접착력과 내수접착력 사이에 큰 차이를 나타내지 않아 향후 목재의 재질개량 및 집성화 연구 그리고 목제육조제조 기술개발에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

그리고 현재까지 국내에서 목재에 적용된 바 없는 고도의 내후성 도료로 알려진 불소수지계도료와 목공용 폴리우레탄계도료를 적용하여 도장성 시험을 한 결과 수종간에는 차이를 나타내지 않았으며, 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판단되었다. 단지 도료 종류별로 경화시간에서 큰 차이를 나타내었으며, 이들 도료로 도장처리를 함으로써 국산 침엽수재의 치수안정성을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다.

당해년도의 연구자료를 바탕으로 2차년도에서는 침엽수 간벌소경재에 물리적 처리 및 화학적 처리를 통하여 고밀화 및 치수안정성을 개선시킴과 아울러 강도적 성질도 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대가 되며, 향후 이들 처리를 통하여 목공예용재로의 전환 및 이들 물성에 적합한 목제용품을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 관형 목공예용 박판 활엽수재 원판의 진공건조 기술 개발

- 두께 75mm 호도나무 원판의 고주파진공건조 기술개발 -

EWS처리 원판의 RF/V건조중 평균건조속도는 전 건조기간에 걸쳐 거의 균일하고, 안정적이었던 반면에 무처리와 ETSH처리 원판의 경우는 상당히 기복이 심하였고, 또 건조시간이 경과함에 따라 건조속도가 급속하게 저하되었다. 이것으로 미루어볼 때 EWS처리 원판의 경우 심재부보다 수분유동이 상대적으로 용이한 횡단면의 변재부를 비닐로 래핑처리하므로써 내부수분의 유동속도와 표면에서의 수분증발 속도간에 거의 차이가 없었던 것으로 생각된다.

원판의 상부표층과 하부표층간의 온도경사는 EWS처리 원판이 무처리 원판 보다 완만하였는데, 이는 적절한 잔적과 횡단면 변재부의 래핑처리에 의한 효과인 것으로 판단된다.

RF/V건조 원판들중 V형크랙에 의해 손상되지 않은 원판들의 접선방향 수축율은 표준수축율 시험편의 접선방향 수축율의 절반 정도에 불과한 반면, 방사방향 수축율은 반대로 약 2배정도로 크게 나타나, 결과적으로 두 횡단방향의 수축율의 합은 표준수축율의 경우에 비해서 10~20% 정도 더 작게 나타났다. 저기압조건 하에서 목재의 찌그러짐 발생량이 감소한 결과에 기인한 것으로 판단된다.

원판을 RF/V건조할 경우 심재할렬은 매우 효과적으로 예방되어졌고, V형크랙도 동일 원판의 횡단면내에서 심·변재간 또는 상하횡단면간 건조속도의 균형을 유지하도록 조치한다면 상당한 예방효과를 거둘수 있을 것으로 생각되지만 역시 RF/V건조만으로는 V형크랙의 예방에 불완전하다. 반대로 RF/V-to-press건조는 심재할렬 예방에는 무의미하였지만 V형크랙 예방에는 완전무결한 것으로 나타났다. 그러므로 원판을 심재할렬이나 V형크랙에 의한 손상이 없이 건조하는 데에는 기계적 압체력을 가하면서 RF/V건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

### 3. 간벌소경재를 활용한 목재복합육조 제조기술개발

#### - 기초자료조사 -

간벌소경재를 활용한 목재복합육조 제조기술개발을 위한 연구 중 당해년도에는 목재육조제조기술개발을 위한 기초자료조사 기간으로 국산 침엽수 간벌 소경재, 낙엽송, 리기다소나무, 소나무, 3수종으로 접착제 종류에 따른 상태접착력과 내수접착력을 시험하였으며, 열압처리에 의한 재질개량효과의 가능성을 검토하기 위한 예비연구 및 내후성이 우수한 도료로 알려진 불소수지계도료와 폴리우레탄계도료로 외부표면피복처리를 한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사하였다.

각 수종에 있어서 접착성은 차이가 없이 양호한 것으로 판단되었으며, 접착력의 차이는 수종간의 차이 보다는 사용한 접착제의 종류에 따라 상이하게 나타났다. 일본 Koyo Bond 産業에서 구입한 상온경화형 이소시아네이트 접착제(KR-120)은 작업성이 양호하며, 상태접착력 및 내수접착력에서 큰 차이를 나타내지 않았으며, 상태나 내수에서 모두 목파율 100%를 나타내었으나, 초산비닐에멀전수지접착제는 내수접착력이 매우 불량한 것으로 판정되었다.

열압처리에 의한 재질개량효과를 검토하기 위하여 몇 종류의 열압 스케줄을 적용해 본 결과 열압을 함으로써 고밀화 및 치수안정효과를 얻을 수 있는 것으로 판단되었으며, 절삭성 및 기계적 성질 향상도 상당히 클 것으로 기대가 된다. 그러나 3수종 모두 열압후 수지 및 리그닌 유동에 의하여 변색 및 얼룩이 발생하였으며, 특히 리기다소나무에서 그 정도가 심하였다.

불소수지계도료와 폴리우레탄도료로 외부표면피복처리한 후 도장성 및 도막의 물성을 조사한 결과 이들 도료에 대한 도장성은 양호한 것으로 판정되었으며, 이들 도료의 물성 또한 매우 우수하여 향후 침엽수 간벌 소경재의 재질개량화가 완료된 후 이들 도료로 피복처리할 경우 우수한 성능의 목재복합육조를 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

## 4. 목공예품의 특성화 디자인 개발

### - 개발 품목 선정 -

지리산지역 목공예제조업체의 제품 공급여건 및 잠정 수요시장을 분석한 결과 목공예품의 신상품 개발에 대한 잠재성은 대단히 양호한 것으로 판단된다. 특히 남원시가 계획하고 있는 관광개발 예정지가 성공적으로 완공되면 목공예품의 수요도 급증할 것으로 기대된다.

일반인, 남원지역 방문자, 지리산지역 방문자들의 목공예품에 대한 용도별 선호도는 장식용품, 일상용품, 사무용품, 주방용품, 화장용품, 기타 공예품의 순으로 일치되어 나타났다.

그리고 목공예품의 선호품목은 목기세트, 장식용 나무인형, 장식용시계, 장식용촛대, 다반류, 소반류, 아동용퍼즐, 기타 공예품으로 나타났는데, 이러한 품목들은 성별이나 연령층에 관계없이 누구나 즐겨찾는 품목으로서 지리산지역 이나 남원지역의 독특한 향토성을 표현하여 특성화 품목으로의 전환도 용이할 것으로 판단된다.