

백제 사비기 목제유물의 수종 식별과 분석

*Species Identification of Ancient Wood Excavated from Capital Area in
Sabi Era, Baekje*

韓相曉¹⁾, 朴元圭²⁾

Sang Hyo Han, Won Kyu Park

<ABSTRACT>

This study was made to identify species of archaeological wood products excavated from three sites(Kwunbuk-ni, Gunngnamgi, Wanggung-ni) of **Sabi Era, Baekje**. These sites are presumably considered as capital areas of Sabi Era, Baekje. Total of 220 specimens were identified into five softwoods and eighteen hardwoods. *Pinus densiflora*(or *Pinus thunbergii*) and *Quercus spp.* are the most common and occupied 32%, 28% of total specimen, respectively. The others are follows : *Torreya nucifera*(1%), *Abies holophylla*(3%), *Cryptomeria japonica*(4%), *Thuja spp.*(2%), *Chamaecyparis obutusa*(2%), *Salix spp.*(1%), *Platycarya strobilacea* (3%), *Alnus spp.*(1%), *Carpinus spp.*(0.5%), *Castanea crenata*(9%), *Zelkova serrata* (6%), *Celtis spp.*(0.5%), *Prunus spp.*(2%), *Rhus verniciflua*(1%), *Rhus trichocarpa*(0.5%), *Meliosma oldhamii*(1%), *Hovenia dulcis*(1%), *Kalopanax pictus*(0.5%), *Cornus walteri*(0.5%), *Styrax japonica*(1%), *Fraxinus rhynchophylla* (0.5%), *F. sieboldiana*(1%).

Most of the identified species have been growing in this area until nowadays. However, a few species(*Cryptomeria japonica*, *Thuja spp.*, *Chamaecyparis obutusa*, *Torreya nucifera*) didn't grow natively around this area at that time. Two species(*Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obutusa*) are endemic species of Japan, indicating international

1) 국립부여문화재연구소

2) 충북대학교 목재종이과학과

trade or exchange of woods between Baekje Kingdom and Japan in 6-7th century. *Torreya nucifera* grows in limited areas in Korea (south of 35° 10' N), however, is widely distributed in the southern Japan.

Quercus spp. was identified the most in implements of Baekje and *Pinus densiflora*(or *Pinus thunbergii*) was in the second place. *Zelkova serrata* was mainly used for raw materials of turnery products, e.g., wooden container. This species produces one of the hardest woods as 0.7 in specific gravity. It indicates that iron technologies have reached some high level in Sabi Era, Baekje.

요 약

백제 사비기 유적지에서 출토된 목제유물 총 228점 중 220점(관북리 42점, 궁남지 172점, 왕궁리 6점)의 수종을 식별하였다. 관북리는 총 42점이 식별되었으며 소나무 54%, 삼나무 12%, 편백 4점, 측백나무류 1점, 전나무 2점, 밤나무 2점, 참나무류 1점, 팽나무 1점, 벚나무류 1점, 비자나무 1점이 검출되었으며 유물의 용도는 목간 및 소형목 제품이 주류를 이루었다. 궁남지에서는 침엽수 5종, 활엽수 18종이 검출되었다. 침엽수로 소나무가 전체의 27%를 차지하였으며 그 외로는 비자나무 · 전나무 · 삼나무 · 편백 · 측백나무류 등이 검출되었다. 활엽수중에서는 참나무류가 전체의 33%로 가장 높은 비율을 보였고 밤나무 9%, 느티나무 6% 순이며 그 밖에 버드나무류 · 굴피나무 · 오리나무류 · 서어나무류 · 팽나무류 · 벚나무류 · 율나무 · 개율나무 · 합다리나무 · 헛개나무 · 음나무 · 말채나무 · 때죽나무 · 물푸레나무 · 쇠물푸레나무 등 다양한 수종이 검출되었다. 용도는 말목, 공구류, 자루, 옷칠목기 등 다양한 생활유물이다. 왕궁리 유적에서는 참나무, 굴피나무, 밤나무가 식별되었는데 용도는 건축용 부재 및 공구류이었다.

수종분석결과 백제 사비기 궁남지 일대의 식생은 참나무, 소나무, 밤나무, 느티나무

가 다수 분포하고 다양한 수종들로 구성된 혼효림으로 추정된다. 특히 세 번째로 많이 검출된 밤나무는 목재 사용과 식량 채취라는 목적을 동시에 갖는 수종으로써 당시 궁남지 일대의 재배가능성을 생각할 수 있다.

일본특산수종으로는 삼나무, 측백나무류, 편백이 검출되었다. 이중 편백은 우리나라에서 최초로 밝혀진 일본특산수종이며 삼나무 또한 무령왕릉의 관재와 궁남지 출토목간에서 밝혀진 예가 있으나 단일 유적지에서 다양한 목제유물에 나타난 예는 이번이 처음이다. 이것은 백제와 일본의 활발한 교류를 실증적으로 뒷받침할 수 있는 증거이다.

참나무가 공구류에서 가장 높은 비율로 나타나 강도가 요구되는 목제품에는 주변에서 흔히 구할 수 있는 참나무가 선호되었음을 알 수 있다. 또한 비중이 0.7로 비교적 단단한 느티나무가 돌려 깎은 목기의 50%를 차지한 점은 고도의 가공공구를 만들 만큼의 우수한 제철기술을 엿볼 수 있는 좋은 자료로 생각된다.

I. 서 론

인류와 역사를 함께한 목제유물에 대한 연구는 역사적인 사료가 부족한 시대에 더욱 절실히 필요하다. 목제유물은 당시 생활상과 자연환경에 대한 정보를 가지고 있어 재질 분석을 통해 얻을 수 있는 고고학적 정보는 다양하다. 그 중 목재조직의 구성세포로 수종을 동정하면 가공목일 경우 당시 사람들이 용도에 따라 선호한 수종을 밝혀낼 수 있으며 또 출토된 유적지의 현식생과 비교하여 목재 또는 목제품의 유통 등을 알 수 있다¹⁾. 신안해저유물선²⁾과 무령왕릉 관재의 수종분석결과³⁾는 그 좋은 예이다.

최근 대규모의 개발이 급속도로 진행됨에 따라 연간 900건에 달하는 발굴조사가 이뤄지고 있으며 저습지 유적에 대한 발굴조사 또한 확대되어 출토목제유물이 방대해지고 있다. 목제유물에 대한 관심과 인식이 많이 변화하였지만 여전히 발굴 현장마다 수많은 목제유물이 기초적인 수종분석조차 거치지 못하고 사라지고 있는 실정이다.

지금까지 진행된 백제 사비기 부여 지역의 목제식별은 궁남지⁴⁾⁵⁾⁶⁾, 능산리사지⁷⁾, 능산리고분군⁸⁾⁹⁾에서 출토된 목제품을 대상으로 이뤄졌다. 궁남지에서는 참나무, 밤나무

등 다양한 활엽수종과 침엽수종의 소나무가 검출되었으며 목간에서 일본특산수종인 삼나무가 검출되었다. 능산리사지에서는 주로 소나무가 건축부재로 활용되었음을 확인할 수 있었으며 능산리출토 목관재에 부착된 목편은 모두 비자나무로 밝혀졌다.

본 연구의 목적은 최근 다량 출토된 백제 사비기 목제유물의 광범위한 수종동정을 통하여 용도에 따라 선호한 수종을 밝히고 유적지의 현식생과 비교하여 당시 목제품의 유통 상황을 추정할 수 있는 자료를 제공하고자 하며 당시 식생복원의 자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

궁남지, 관북리, 왕궁리에서 출토된 목제유물 총 228점을 대상으로 실시되었으며 모두 가공흔적을 가진 가공목이다. 유적지별로는 궁남지 176점, 관북리 45점, 왕궁리 7점이다. 유물은 모두 수침상태로 대형 냉장고에서 보관되어 보존상태는 양호하였다. 유물의 용도는 말목, 공구, 농기구, 건축부재, 목기, 칠기 등 다양하게 나타났으며 심하게 부서지거나 소실되어 정확한 용도를 추정하기 어려운 유물도 다수 있었다.

2. 연구방법

(1) 시료채취

유물은 대부분 상태가 양호하여 바로 박편을 떼서 일시 프레파라트를 제작하여 관찰하였다. 육안관찰을 통해 침엽수와 활엽수를 구분하고 활엽수는 다시 환공재와 산공재로 분류하였다. 목재의 정확한 해부학적인 특징을 파악하기 위해 3단면에 대한 박편 채취를 원칙으로 하였으나 육안관찰로 소나무와 참나무로 추정되는 유물에 대해서는 필요한 단면만을 박편으로 채취하여 유물에 대한 손상을 최대한 줄였다.

(2) 프레파라트 제작

1) 일시 프레파라트 제작

- 가. 육안으로 관찰하여 박편을 채취할 3단면을 찾는다.
- 나. 비교적 단단한 강도를 갖는 횡단면에 대해서는 단날 스테인레스 면도날로 trimming한 다음 양날 면도날로 단면에 박편을 뜬다. 양날 면도날이 구부러지거나 말릴 정도로 단단한 목재는 단날 면도날로 박편을 뜬다. 횡단면에 비해 상대적으로 연한 접선단면과 방사단면은 양날 스테인리스 면도날로 trimming한 후 단면에 박편을 뜬다.
- 다. 3단면을 슬라이드 글라스에 올려놓고 정확한 단면인지 광학현미경으로 확인한 다음 여분의 물기를 제거하고 50%글리세린 수용액으로 봉입한다.
- 라. label지에 유물번호와 단면을 표기한 후 슬라이드 글라스의 우측에 붙여 일시 프레파라트를 제작을 완료하였다.

2) 영구 프레파라트 제작

- 가. 0.5cm크기의 블록에 정확한 3단면이 노출되도록 양날 면도날로 trimming 한다.
- 나. 10ml 바이알에 시편을 넣고 FAA 용액으로 침지시켜 고정하였다.
- 다. 증류수로 블록을 세척한 후 30% ETOH 2hr → 50% ETOH 2hr → 70% ETOH 2hr → 85% ETOH 2hr → 95% ETOH 2hr → 99.9% ETOH 6hr → 99.9% ETOH 6hr의 과정으로 에탄올 계열 탈수하였다.
- 라. 99.9% ETOH 1 : xylene 1 12hr → xylene 6hr → xylene 12hr의 과정으로 xylene으로 치환하였다.
- 마. xylene 1 : 액상 paraffin 1 24hr → paraffin 12hr의 과정으로 paraffin처리 하였다.
- 바. 정육각형의 몰딩 캡에 블록의 횡단면이 바닥으로 향하게 하여 블록을 세우고 파라핀으로 충전한 후 경화시킨다.
- 사. 제작된 파라핀 블록은 로터리마이크로톰(Leica社, 4050)을 이용하여 두께 20 μ m 정도의 3단면 박편을 슬라이드 글라스 위에 놓고 xylene으로 파라핀을 녹인 후 여분의 xylene을 제거하고 permount로 봉입하였다. 시편의 상태를 고

려하여 염색은 생략하였다.

아. label지에 유물번호와 단면을 표기한 후 슬라이드 글라스의 우측에 붙여 영구 프레파라트 제작을 완료하였다.

(3) 수종식별

광학현미경(Nikon社, E600)을 이용하여 저배율에서 고배율로 검경하였으며 수종의 식별은 ‘한국산 목재의 구조’(이필우, 1994)¹⁰⁾, ‘목재조직 및 식별’(박상진 등, 1987)¹¹⁾, ‘朝鮮産木材の識別’(Yamabayashi, 1936)¹²⁾, ‘圖說木材組織’(島地 謙, 1982)¹³⁾을 참조하고 충북대학교 산림과학부 소장 목재재감 프레파라트와 대조하였다.

Ⅲ. 결 과

총 228점을 대상으로 실시하였으며, 시료채취 불가능 유물 6점, 대나무 2점을 제외한 220점이 분석되었다. 침엽수 6종, 활엽수 17종이 검출되었으며, 침엽수는 비자나무, 소나무, 전나무, 삼나무, 측백나무류, 편백, 활엽수는 버드나무류, 굴피나무, 오리나무류, 밤나무, 참나무류, 느티나무, 팽나무류, 벗나무류, 율나무, 개율나무, 합다리나무, 헛개나무, 음나무, 말채나무, 때죽나무, 물푸레나무, 쇠물푸레나무로 각각 구성되었다(Fig. 1).

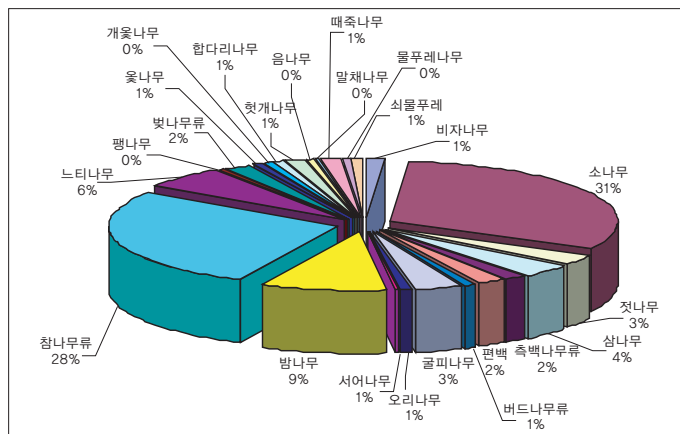


Fig. 1. Species composition of wood samples in Sabi Era, Beakje.
유적별 수종은 공남지 22종, 관북리 11종, 왕궁리 3종이 검출되었다(Table 1).

Table 1. Identified species in each site.

Species	Site	Kwunbuk-ni	Gunnamgi	Wanggung-ni	Subtotals
<i>Pinus densiflora</i> or <i>Pinus thunbergii</i>		22	47		69
<i>Quercus sp.</i>		1	57	3	61
<i>Castanea crenata</i>		2	16	1	19
<i>Zelkova serrata</i>		2	11		13
<i>Platycarya strobilacea</i>			5	2	7
<i>Abies holophylla</i>		2	4		6
<i>Cryptomeria japonica</i>		5	3		8
<i>Prunus sp.</i>		1	3		4
<i>Thuja sp.</i>		1	3		4
<i>Chamaecyparis obtusa</i>		4			4
<i>Torreya nucifera</i>		1	2		3
<i>Rhus sp.</i>			3		3
<i>Fraxinus sp.</i>			3		3
<i>Styrax japonica</i>			3		3
<i>Salix sp.</i>			2		2
<i>Alnus sp.</i>			2		2
<i>Meliosma oldhamii</i>			2		2
<i>Hovenia dulcis</i>			3		2
<i>Carpinus sp.</i>			1		1
<i>Celtis sp.</i>		1			1
<i>Kalopanax pictus</i>			1		1
<i>Cornus walteri</i>			1		1
Site subtotals		42	172	6	
Total			220		

용도별 수종을 살펴보면 참나무와 소나무가 도구의 대부분을 차지함을 확인할 수 있다(Table 2). 말목류는 참나무류와 소나무가 각각 50%, 40%를 차지하였다. 가장 간단한 가공으로 사용된 말목은 주변에서 흔히 구할 수 있는 참나무와 소나무를 사용하였음을 알 수 있다. 자루는 참나무류 56%, 소나무 22% 그 밖에 밤나무, 굴피나무 등이 검출되었다. 공구류에는 참나무와 소나무가 검출되었으며 각각 57%와 43%를 차지하였다. 끌망치에는 밤나무, 참나무류, 굴피나무가 사용되었다. 목간형 목제품과 목간에 주로 사용된 수종은 소나무가 55%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 그 밖에 삼나무, 편백,

전나무, 비자나무, 측백나무류 등 대부분 침엽수종들로 이뤄졌다. 4점의 건축부재에 나타난 수종은 참나무류가 2점, 밤나무 1점, 굴피나무 1점으로 나타났다. 목기는 느티나무가 전체목기의 50%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 소나무가 21%, 나머지는 오리나무, 굴피나무, 음나무, 들메나무가 각각 1점씩 검출되었다.

Table 2. Species occupying rate of each uses.

Uses	Species	Proportion of each species	Numbers
Post	<i>Quercus sp.</i>	49%	14
	<i>Pinus sp.</i>	39%	11
	<i>Castanea crenata</i>	4%	1
	<i>Platycarya strobilacea</i>	4%	1
	<i>Prunus sp.</i>	4%	1
Helve	<i>Quercus sp.</i>	56%	5
	<i>Pinus sp.</i>	22%	2
	<i>Castanea crenata</i>	11%	1
	<i>Platycarya strobilacea</i>	11%	1
Tools	<i>Quercus sp.</i>	57%	4
	<i>Pinus sp.</i>	43%	3
Mallet	<i>Quercus sp.</i>		1
	<i>Castanea crenata</i>		1
	<i>Platycarya strobilacea</i>		1
Wooden container and Lacquers	<i>Zelkova serrata</i>	50%	7
	<i>Pinus sp.</i>	21%	3
	<i>Kalopanax pictus</i>	7%	1
	<i>Fraxinus sp.</i>	7%	1
	<i>Platycarya strobilacea</i>	7%	1
	<i>Alnus sp.</i>	7%	1

각 수종의 조직특징과 식별기준은 다음과 같다.

비자나무(*Torreya nucifera* SIEB. et ZUCC.) – 주목과 비자나무屬

3점이 검출되었으며 용도는 판재편, 목재잔편, 목간형목제품이다.

구성요소는 가도관, 방사유세포 2종류이다. 횡단면에서 조·만재의 이행은 완만하며 만재부위가 좁고 연륜 경계는 비교적 명확하다. 방사단면에서 유연벽공의 공구가 렌즈상으로 특징적이다. 가도관벽에 나선비후가 관찰되며 2본 대칭으로 주행하는 경향이 있다. 방사조직은 방사유세포로 구성되며 분야벽공은 편벽형으로 1분야당 2~4개가 존재한다. 단열방사조직은 1~15세포고이다.

소나무 혹은 곰솔(*Pinus densiflora* S. et Z. or *P. thunbergii* PARL) – 소나무과 소나무屬

분석된 219점의 시료 중 69점이 검출되어 전체의 32%를 차지하였다. 용도는 말목, 자루, 공구, 목기, 옷칠목기, 옷칠목제품 등 다양하다.

구성요소는 가도관, 에피테리얼세포, 방사유세포, 방사가도관 4종류이다. 접선단면에서 가도관, 수평수지구를 갖는 방추형방사조직, 단열방사조직이 관찰된다. 방추형방사조직內 수평수지구를 둘러싸는 박벽의 에피테리얼 세포는 파괴되어 관찰된다. 단열방사조직은 1~15세포고이며 대개 10세포고 이하이다. 유연벽공은 1열 배열이다. 방사유세포內 직교분야벽공은 창상벽공이며 1분야 당 1개가 존재한다. 방사가도관은 유세포의 양쪽 가장자리에 분포하며 내강에 발달된 거치상비후가 관찰된다.

전나무(*Abies holophylla* MAX.) – 소나무과 전나무屬

6점이 검출되었다. 용도는 나무주걱, 목재편, 목간형목제품 등이다.

구성요소는 가도관, 방사유세포 두 종류이다. 횡단면상 조만재의 이행은 비교적 완만하며 연륜 경계는 명확하다. 상해수직수지구가 연륜 경계를 따라 나타난다. 방사유세포의 수평벽은 매우 두꺼우며 현저한 단벽공대가 관찰된다. 직교분야당 1~4개의 분야벽공을 가지며 삼나무형벽공이며 염주상말단벽이 현저하다. 가도관의 유연벽공 열수는 1~2열이다. 방사조직은 단열이며 2~21 세포고이다. 가끔 20세포고 이상의 방사조직이 관찰되며 세포고가 대체로 높다.

삼나무(*Cryptomeria japonica* D. DON) - 낙우송科 삼나무屬

8점이 검출되었다. 유물은 작은 각재 · 판재, 목간형목제품 등 작은 목편들이다.

구성요소는 가도관, 축방향유세포, 방사유세포 3종류이다. 횡단면상 조 · 만재의 이행이 급하며 만재의 폭이 넓다. 만재부위나 조 · 만재 경계 부위에 축방향유세포가 산재상으로 풍부하게 출현한다. 방사단면에서 전형적인 삼나무형벽공이 관찰되며 분야당 1~3개가 분포하며 보통 2개가 분포한다. 유연벽공의 열수는 1~2열이다. 접선단면상 축방향유세포의 말단벽은 평활하다. 방사조직은 단열이며 11세포고 이하이다. 드물게 20세포고가 관찰된다. 삼나무로 식별한 수종 중 몇몇 수종은 방사단면상 2열 유연벽공이 특징적인 점은 일본에 분포하는 삼나무(*Cryptomeria japonica* D. DON)와 차이를 보인다. 이 수종이 중국 남부에 분포하는 柳杉(*Cryptomeria fortunei* HOOIBRENK)일 가능성이 있으며 앞으로 비교검토가 요구되는 부분이다.

측백나무類(*Thuja* LINN.) - 측백나무科 측백나무屬

4점이 검출되었으며 용도는 목간형목제품, 소형 옷칠판재 등이다.

구성요소는 가도관, 축방향유세포, 방사유세포 3종류이다. 횡단면상 조재에서 만재로의 이행은 다소 급한 편이며 만재의 세포벽이 갑자기 두꺼워진다. 만재 폭은 좁거나 넓다. 축방향유세포가 만재나 조 · 만재 경계부위에 주로 관찰된다. 방사단면에서 유연벽공은 1열~2열이다. 방사조직은 모두 방사유세포로 구성되며 분야벽공은 삼나무형으로 1분야당 2~6개 존재하며 그 형태가 불균일하며 전형적인 삼나무형 벽공보다 상대적으로 작다. 여기에 속하는 목재는 대부분 분야벽공연이 많이 소실되어 분야벽공 관찰에 어려움이 있었다. 방사유세포의 수평벽에 인텐처가 가끔 관찰된다. 접선단면상 스트랜드상의 축방향유세포가 관찰되며 단면에 만재부 유연벽공이 관찰된다. 방사조직은 단열 혹은 복열로써 1~15세포고이며 가끔 20세포고 이상인 것도 있다.

편백(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) - 측백나무科 편백屬

4점이 검출되었다. 목간, 목간형목제품 및 작은 목편이다.

구성요소는 가도관, 축방향유세포, 방사유세포 3종류이다. 횡단면상 조 · 만재의 이

행이 완만하다. 연륜 최외곽 만재부위에 검은색으로 착색된 축방향유세포가 산재상 혹은 단접선상으로 배열되어있다. 유연벽공이 1열 배열한다. 분야벽공은 전형적인 편백형으로 1분야당 보통 2개씩 존재한다. 접선단면의 만재부 접선벽에 다수의 유연벽공이 관찰된다. 방사조직은 1~12세포고이며 유연벽공은 단열이지만 드물게 2열도 존재한다.

버드나무類(*Salix* LINN.) - 버드나무과 버드나무屬

2점이 검출되었다. 용도가 불명한 목재잔편들이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 전형적인 산공재로서 도관은 연륜 전체에 고르게 분포한다. 고립관공과 복합관공이 관찰된다. 축방향유세포는 종말상으로 배열하며 연륜 경계는 불명확하다. 방사조직은 모두 단열이다. 방사단면상 단천공이 관찰되며 도관상호간 벽공은 교호상벽공이다. 벽공연의 외형은 원형~타원형이지만 벽공이 밀집하여 윤곽이 6각형인 경우도 있다. 도관요소와 방사유세포간의 벽공은 원형~타원형으로 밀집되어 특징적인 모습을 띤다. 방사조직은 단열이성형이다.

굴피나무(*Platycarya strobilacea* SIEB. et ZUCC.) - 가래나무과 굴피나무屬

7점이 검출되었으며 자루, 끌망치, 건축부재, 말목 등 다양한 용도로 쓰였다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공재로서 공권부의 도관은 단독으로 1~4열이며 공권 외의 도관은 크기가 급격히 작아진다. 공권 외의 소관공은 집합하여 사상으로 배열하기도 한다. 방사단면상 단천공의 둥근 벽공연이 관찰된다. 방사조직은 평복세포와 방형세포로 구성된 이성형이며 방형세포에 결정이 분포하기도 한다. 접선단면에서 방사조직은 1~5세포폭이다.

오리나무類(*Alnus* Linn.) - 자작나무과 오리나무屬

2점이 검출되었으며 용도불명 1점, 목기편 1점이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 육안으로 봤을 때 연륜 구분은 비교적 명확하다. 집합방사조직의 연륜 경계는 오목하게 들

어갔다. 방사단면상 도관의 내강에서 흔히 계단상천공이 관찰되며 bar의 개수는 10~30개 정도이다. 도관 상호간 벽공은 원형의 대상벽공이다. 섬유상가도관 및 진정목 섬유가 관찰된다. 방사조직은 모두 평복세포로 이루어진 동성방사조직이다. 접선단면상 집합방사조직이 관찰되며 집합방사조직 내 방사조직나비는 거의 단열이며 1~30 세포고를 이룬다.

밤나무(*Castanea crenata* SIEB. et ZUCC.) - 참나무과 밤나무屬

19점이 검출되었으며 말목, 판재, 결구형목제품, 건축부재 등 다양하다.

구성요소는 도관요소, 가도관, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 5종류이다. 횡단면상 환공재로서 공권의 폭(5~6열)이 넓으며 공권 외 소관공의 크기는 급격히 작아진다. 공권부의 대도관은 원형~타원형을 이루며 단독으로 분포하고 공권 외 소관공은 박벽이고 각이 져으며 화염상으로 배열한다. 방사조직은 단열이다. 방사유세포와 도관상호간의 벽공은 책상을 이루기도 한다. 방사조직은 동성방사조직이다. 접선단면상 방사조직은 대부분 단열이며 드물게 복열을 이루기도 한다. 1~15세포고이다.

참나무류(*Quercus* spp.) - 참나무과 참나무屬

상수리나무류 43점, 졸참나무류 14점이 검출되었다.

우리나라에는 낙엽성 참나무류 6종과 상록성 참나무류 5종이 자라고 있어 모두 11종이 분포 생장한다. 해부학적으로는 방사공재인 가시나무亞屬(*Cyclobalanopsis*)과 환공재인 상수리나무亞屬(*Lepidobalanus*)으로 구분할 수 있으며, 상수리나무아속은 다시 상수리나무류와 졸참나무류로 구분한다. 상수리나무류는 공권외의 소관공이 후벽이고, 대체로 원형~타원형이며 상수리나무와 굴참나무가 여기에 포함된다. 졸참나무류는 공권외의 소관공이 박벽이고 다각형이며 졸참나무, 신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 물참나무 등이 여기에 포함된다.

느티나무(*Zelkova serrata* Makino.) - 느릅나무과 느티나무屬

13점이 검출되었으며 용도는 대부분 옷칠목기이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공재로서 1~2열의 명확한 공권을 가지며 공권 외 관공은 급격히 크기가 줄어든다. 공권부의 대도관은 대개 원형이며 고립한다. 공권 외 소도관은 다각형이며 집단관공을 이룬다. 방사단면에서 단천공의 천공연이 확인되며 소도관의 내벽에 나선비후가 현저하다. 방사조직은 이성형이며 양 끝단의 방형의 세포에 자주 능형결정이 관찰된다. 접선단면상 방사조직은 대부분 6~7세포나비를 가지는 방추형방사조직이 현저하지만 1~3열의 방사조직도 혼재한다.

산벚나무類(*Prunus* Linn.) - 장미科 앵두나무亞科 벚나무屬

4점이 검출되었으며 목제빗, 절구형목제품, 말목, 용도불명 목제품이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 산공재로서 도관은 연륜전체에 균등히 분포하지만 연륜의 시작부위에서 관공의 밀도가 다소 높게 나타난다. 개개의 도관은 대부분 고립관공이며 방사방향이나 사상으로 이어지는 경우도 있다. 도관의 직경은 거의 대부분 비슷하지만 연륜의 경계부위에서 작아지는 경향이 있다. 축방향유세포는 주위상, 산재상으로 분포하며 수반점이 보인다. 방사조직은 보통 1~5세포나비이다. 방사단면상 도관은 단천공을 가지며 내강의 곳곳이 착색물질로 가득 차 있다. 교호상벽공을 가지며 내강에 나선비후를 가진다. 방사조직은 동성형 혹은 이성형이다.

옻나무類(*Rhus verniciflua* Stokes) - 옻나무科 옻나무屬

2점이 검출되었으며 용도는 절구형목제품이다.

구성세포는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공재로서 공권이 2~3열이며 관공의 접선방향직경은 120~150 μ m이다. 공권 외 도관은 차츰 그 직경이 감소한다. 공권부의 도관은 고립관공이며 2~3개씩 접합된 복합관공도 관찰된다. 만재부의 소도관은 집단으로 접선상이나 사상으로 짧게 연결되어 배열한다. 소도관에 나선비후가 있다. 방사조직은 평복세포와 방형세포로 구성된다. 접선단면에서 도관의 내강에 천공판의 단면이 관찰된다. 도관상호간 벽공은 교호상이다. 방사조직은

동성형 또는 이성Ⅲ형으로 2~3세포나비이며 주로 2세포나비이다.

합다리나무(*Meliosma oldhamii* Max.) - 나도밤나무과 나도밤나무屬

2점이 검출되었으며 결구형목제품과 목제품편이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 반환공성을 보이며 작은 관공이 등글게 집합한다. 큰 것은 12~18개의 관공이 집합하고 접선방향 직경이 200 μ m 정도이며 작은 것은 2~6개의 관공이 집합하고 접선방향 직경이 150~200 μ m이다. 공권부 고립관공의 접선방향직경은 100 μ m 정도이다. 방사조직은 1~5열이다. 방사단면상 방사조직은 주로 평복세포로 이루어져있으나 드물게 방형세포가 방사조직의 양 가장자리에 분포하기도 한다. 접선단면상 2mm 이상인 방사조직이 관찰되며 대체로 세포고가 높다.

헛개나무(*Hovenia dulcis* Thunb.) - 갈매나무과 헛개나무屬

2점이 검출되었다. 켜기형목제품과 결구형목제품이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공재이며 관공의 접선방향직경이 150~250 μ m이다. 공권은 3~4열이다. 공권외 소관공은 고립하거나 드물게 2개 복합한다. 축방향유조직은 공권부에서 수반산재상이며 만재부에서 주위상이다. 방사단면에서 도관의 내강에 단천공의 천공연을 볼 수 있다. 방사조직은 평복세포, 방형세포, 직립세포로 구성되었다. 접선단면상 방사조직은 1~4열이며 이성 I · II 형이다.

음나무(*Kalopanax pictus* Nakai) - 두릅나무과 음나무屬

1점이 검출되었다. 옷칠목기이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공재로서 공권부의 도관은 전형적인 1열이다. 공권 외 도관은 다각형으로 여러 개가 집합하여 집단관공을 이루며 접선상, 사상, 파상으로 이어져 있다. 축방향유세포는 비교적 적다. 방사조직은 4~5열이 주행한다. 방사단면상 단천공이 뚜렷하다. 방사조직은 대부분

평복세포로 이루어져 있으며 양 가장자리에 방형세포가 존재하는 이성Ⅲ형이다. 접선단면상 소도관의 직경이 방사조직의 폭과 거의 비슷하다. 방사조직은 10~20세포고이다.

말채나무(*Cornus walteri* Wanger.) - 층층나무과 층층나무屬

1점이 검출되었으며 결구형목제품이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면 산공재로써 관공의 접선방향 직경은 70~80 μ m이며 1mm²당 관공의 분포개수는 24~36개이다. 도관의 직경이 연륜 경계부위에서 급격히 감소하며 거의 고립관공으로 분포하는 것이 특징적이다. 방사조직은 1~4세포나비이며 대개 3~4세포나비이다. 방사단면상 현저한 계단상벽공이 관찰되며 bar의 개수는 26~30개이다. 방사조직은 평복세포와 직립세포로 이루어진 이성형이다. 도관상호간 벽공은 교호상이다. 방사조직은 양 가장자리에 직립세포가 1~수개씩 연결되어 이성 I ~ II 형을 이룬다.

때죽나무 (*Styrax japonica* SIEB. et ZUCC.) - 때죽나무과 때죽나무屬

3점이 검출되었다. 결구형목제품 1점, 용도불명 목제품 2점이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 반환공성이며 2~6개의 관공이 방사복합관공을 이룬다. 조재부위의 방사복합관공이 산재상으로 분포하다가 만재부위로 오면서 직경감소가 현저해지며 연륜 경계부위에서 분포개수가 줄어든다. 축방향유세포는 산재상, 단접선상, 수반산재상이다. 방사조직은 2~3세포나비이다. 방사단면에서 명확한 계단상천공이 관찰되며 도관상호간 벽공은 교호상이다. 방사조직은 평복세포, 방형세포, 직립세포로 구성되며 방형 및 평복세포가 2~4층을 형성하는 경우가 많다. 접선단면에서 방사조직은 이성 I · II 형이며 주로 이성 I 형이 특징적이다.

물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla* Hance.) - 물푸레나무과 물푸레나무屬

1점이 검출되었으며 옷칠목기이다.

구성요소는 도관요소, 목섬유, 축방향유세포, 방사유세포 4종류이다. 횡단면상 환공

재로서 공권은 3열이다. 공권부 관공의 접선방향직경은 $220\sim 300\mu\text{m}$ 이다. 공권 외 도관은 고립관공과 2~3개의 방사복합관공이 산재상으로 드물게 나타난다. 유세포는 주위상, 종말상으로 나타나다가 연륜 경계에서 유세포의 층이 4층에 달하여 익상이나 연합익상으로 되는 경우도 있다. 방사단면상 도관 내강에 단천공의 천공연이 관찰된다. 방사조직은 평복세포로 이루어진 동성형이다. 접선단면상 도관상호간 벽공은 교호상이며 단천공의 절단면이 관찰된다.

IV. 고 찰

1. 식생복원

출토목제유물 중 자연목에 대한 분석을 식생복원의 자료로 활용하지만 궁남지 출토 목제유물은 그 용도가 다양하고 주변에서 쉽게 구했을 것으로 추정되는 유물(수피가 붙은 상태로 이용된 말목 등)이 다량 포함되어있어 궁남지 주변의 식생복원에 활용하여도 무리가 없을 것으로 판단된다. 관북리와 왕궁리 유적 출토목제유물은 적은 양이며 유물의 용도 또한 목간 등의 소형목제품이 많아 식생복원의 자료로 활용하기에 부적절할 것으로 판단된다.

궁남지에서는 침엽수 5종, 활엽수 17종이 검출되었으며, 침엽수는 비자나무, 소나무, 전나무, 삼나무, 측백나무류, 활엽수는 버드나무류, 굴피나무, 오리나무류, 밤나무, 참나무류, 느티나무, 팽나무류, 뽕나무류, 율나무, 개울나무, 합다리나무, 헛개나무, 음나무, 말채나무, 때죽나무, 물푸레나무, 쇠물푸레나무로 각각 구성되었다. 참나무가 전체의 33%로 가장 많이 차지하였으며 소나무 27%, 밤나무 9%, 느티나무 6%의 점유율을 보였다.

선행연구⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾에서 저수조시설목재, 말목, 가래, 칠기, 건축부재 등 다양한 목제유물 98점이 분석되었다. 분석결과 참나무류가 30%로 가장 높은 비율을 보였고 밤나무 26%, 소나무 23%, 느티나무 8%, 뽕나무 4%를 차지하고 가래나무, 오리나무, 뽕나무,

삼나무 등이 검출되었다. 밤나무는 저수조시설의 목부재로써 많은 비율을 차지하였다.

선행연구와 본 연구의 수종분석결과 백제 사비기 궁남지 일대는 참나무와 소나무, 밤나무, 느티나무가 우위를 점하며 그 밖의 다양한 수종이 혼재하는 혼합림을 이루었을 것으로 추정된다. 특히 목재의 생산과 식량자원의 취득이라는 두 가지 상반되는 목적을 지니는 밤나무가 많은 비율을 차지하는 점은 궁남지 일대 밤나무 재배 가능성도 신중히 고려해 볼 수 있는 자료로 생각된다.

2. 수종선택

농공구류에 참나무류 57%, 소나무 43%, 자루에 참나무류 56%, 소나무 22%의 비율을 보였으며, 끝망치에 참나무류, 밤나무, 굴피나무가 각각 1점씩 검출되었다. 이상에서 참나무류와 소나무가 가장 널리 이용된 수종임을 확인할 수 있으며 강도가 크게 요구되는 도구일수록 소나무의 사용빈도가 줄어들음을 확인할 수 있다. 참나무, 밤나무, 굴피나무의 비중(0.6~0.7)이 소나무 비중(0.4~0.5)보다 상대적으로 높은 더 단단한 목재임을 고려하면 목재 재질에 따라 용도에 맞게 사용한 지혜를 엿볼 수 있다.

현대목기의 재료로는 제기에 물푸레나무와 오리나무, 발우에 은행나무, 그 밖의 큰 용기에는 소나무, 사시나무 등 비교적 연한 재질의 나무가 사용되며 느티나무는 성질이 사나워(건조과정에서 잘 뒤틀림; 목리가 곧지 않음.) 잘 사용하지 않는다고 전한다. 하지만 백제시대 옷칠목기의 50%가 느티나무로 이뤄진 점은 특이하다. 이러한 현재와 백제시대간의 목기 재료에 대한 차이에서 여러 가지 측면을 고려할 수 있다. 첫째, 백제시대에는 목기 제작에 적합한 목리가 곧은 질 좋은 느티나무가 많이 분포하였음을 추정할 수 있다. 둘째, 기건 비중이 0.74인 비교적 단단한 느티나무를 정교하게 돌려 깎기 위해서는 무엇보다 목재를 깎는 도구 즉, 제철기술이 높은 수준에 도달하여야 한다는 점이다. 또한 나무의 여러 가지 성질을 종합하여 볼 때 가장 우수한 나무로 여겨지며 나뭇결이 아름답고 약간 윤이 나며 잘 썩지 않고 가공이 용이해서 조선시대 전통가구재로서 오동나무, 떡감나무와 더불어 3대 우량재에 속하는 느티나무를 목기의 재료로 훌륭하게 접목시킨 점은 당시 우수한 목재가공기술을 엿볼 수 있는 좋은 자료로 생각된다.

3. 교 류

부여지역의 식생을 고려하여 그 당시에 자생하지 않았을 것으로 추정되는 수종은 비자나무, 삼나무, 측백나무류, 편백으로 침엽수 4종이다.

비자나무는 현재 북위 35° 10' 이남에서 자라며, 내장산·백양산과 경남 남해군 산동면, 전남 고흥군 및 제주도에서 자라고 있으며 일본에도 자라는 난대성 수종이다. 백제시대 관재의 철정에 부착된 목편이 비자나무로 식별되었으며 이는 좋은 관재를 쓰기 위해 남해안에서 비자나무를 운반하였거나 무령왕릉의 관재와 일본과의 관계를 비춰볼 때 일본에서 가져왔을 가능성도 제시된 바가 있다⁸⁾⁹⁾. 이번에 분석된 비자나무는 총 3점이며 모두 크기가 작고 형태가 불규칙하여 목재잔편으로 추정되는 것이다. 이 목제유물들은 남해안에서 가져온 비자나무를 가공하고 남은 잔편으로 생각되며 당시에도 질 좋은 나무가 남부해안에서 부여지역까지 널리 유통되고 있음을 파악할 수 있는 자료로 생각된다.

선행연구에서 백제시대 출토 목제유물 중 일본특산수종으로 밝혀진 것은 무령왕릉 관재의 금송과 삼나무³⁾, 익산 미륵사지의 금송¹⁴⁾, 궁남지 출토 목간의 삼나무⁴⁾이다. 이번에 밝혀진 일본특산수종은 삼나무, 측백나무류, 편백(히노끼)이며 우리나라 출토유물 중 편백이 밝혀진 예는 이번이 처음이다. 일본특산수종은 총 16점에 이르며 용도는 방직구 부재, 목간형목제품, 먹갈흔적 소목편 등 작은 목제품 혹은 목편이다. 검출된 수종 중 민간차원의 생활도구도 포함되어있어 일본과의 민간교류도 엿볼 수 있는 중요한 자료로 생각되며 특히 먹선이 그어진 삼나무 목재편은 어느 정도 크기의 목재를 수입하여 백제에서 가공한 것으로 추정되므로 당시 교역량을 추정할 수 있는 중요한 자료로 생각된다. 특히 선행연구³⁾에서 밝혀진 무령왕릉의 관재가 일본특산수종인 금송으로 이뤄진 점과 이번 연구에서는 금송이 단 한점도 검출되지 않은 점은 특이하다. 왕권과 관련된 목부재에서 금송이 검출된 것에 반해 민간차원 교류의 산물로 추정되는 목제품에서 금송이 단 한점도 검출되지 않은 점은 왕실과 민간차원의 무역품 중 목재에도 분별이 있었던 것으로 추정되며 당시 금송이 귀한 무역품으로 여겨졌음을 추정할 수 있다. 또 유적지별 가장 많은 일본수종이 검출된 관북리 유적은 당시 일본과의 교류에 있어 중요한 지리적 위치를 차지하였을 것으로 생각된다.

V. 결 론

참나무와 소나무가 가장 높은 비율로 검출되어 침엽수의 소나무, 활엽수의 참나무가 대표적인 현 식생과 당시의 식생이 비슷하며 궁남지 일대는 참나무, 소나무, 밤나무, 느티나무가 주로 분포하고 다양한 활엽수들로 구성된 혼효림을 이루었을 것으로 추정된다. 특히 세 번째로 높은 비율을 차지하는 밤나무는 목재의 생산과 식량의 공급이라는 목적을 동시에 갖는 수종으로 당시 궁남지 일대 밤나무 재배도 신중히 고려할 수 있는 자료로 생각된다.

참나무와 소나무가 가장 널리 이용된 수종으로 확인되었으며 비교적 큰 강도가 요구되는 목제품일수록 비중이 높은 단단한 나무가 사용되고 소나무의 이용이 감소됨이 확인되었다. 이는 목재의 재질을 고려하여 용도에 맞게 수종을 선택한 선조들의 지혜를 엿볼 수 있는 민속학적 자료로 생각된다.

삼나무와 편백 등 일본특산수종의 검출은 백제와 일본의 교류를 실증적으로 뒷받침할 수 있는 증거로서 의의가 크다. 선행연구에서 검출된 일본특산수종은 왕실과 관련된 일본과의 교류를 뒷받침할 수 있는 자료이며 본 연구에서 검출된 것은 민간차원의 교류를 뒷받침할 수 있는 귀중한 자료로 생각된다. 특히 백제시대 나루터로 불리는 구드래가 인접한 관북리 유적에서 24%에 달하는 수종이 일본특산수종으로 검출됨에 따라 관북리 일원이 백제와 일본의 문물교류에 있어 중요한 지리적 위치를 차지하였을 것으로 추정된다.

참고문헌

1. 辻誠一郎, 2000, 考古学と自然科学 - ③ 考古学と植物学, 同成社, pp.151~152.
2. 박상진, 1984, 新案海底遺物(資料篇Ⅱ) - 船舶의 樹種調査, 문화공보부 문화재관리국, pp.145~162.
3. 박상진, 1991, 百濟武寧王陵 - 목관의 수종, 충청남도·공주대학교 백제문화연구소, pp.324~381.
4. 박상진, 1999, 宮南池 - 宮南池 木造貯水槽 樹種調査, 국립부여문화재연구소, pp.174~178, 181~182.
5. 박원규·이진호·김요정, 2001, 宮南池Ⅱ - 부여 공남지유적 출토 목재유물 수종 분석 1·2, 국립부여문화재연구소, pp.495~512.
6. 국립해양유물전시관 학예연구실, 2001, 宮南池Ⅱ - 부여 공남지유적 출토 목재유물 수종분석 3, 국립부여문화재연구소, pp.513~519.
7. 이화형·이종신, 2000, 陵寺 夫餘 陵山里寺地發掘調査 進展報告書 - 夫餘 陵山里寺地 출토목재 수종식별-, 국립부여박물관·부여군, pp.283~298, 325~328.
8. 박상진, 1999, 宮南池 - 陵山里 古墳 出土 木棺材 鐵釘 附着 木片의 材質分析, 국립부여문화재연구소, pp.349~364.
9. 정기호·박상진·강애경, 2002, 능산리 고분 출토 목관재 능산리 고분 철정부착 목편의 수종분석, 목재공학 30(4): pp.17~22.
10. 이필우, 1997, 한국산 목재의 성질과 용도 (Ⅰ) 목재의 구조 및 성질과 용도, 서울대학교출판부.
11. 朴相珍·李元用·李華珩, 1999, 木材組織과 識別 2版, 향문사.
12. Yamabayashi, 1938, 朝鮮産木材の識別, 朝鮮總督府林業試驗場.
13. 島地 謙·伊東隆夫, 1982, 図説木材組織, 地球社.
14. 박상진, 1996, 彌勒寺 遺跡發掘調査報告書Ⅱ - 木材遺物 試料 分析, 국립부여문화재연구소, pp.580~582.

- Fig. 2. *Torreya nucifera*, CS, $\times 40$, Transition from early to late wood very gradual, Parenchyma or resin canal not visible.
- Fig. 3. *Torreya nucifera*, RS, $\times 400$, A pair spiral thickening open present in all tracheids. Cupressoid pit several in cross-field pits.
- Fig. 4. *Torreya nucifera*, TS, $\times 100$, Uniseriate rays.
- Fig. 5. *Pinus densiflora*(or *Pinus thunbergii*), TS, $\times 400$, Broken epithelial cells in fusiform ray.
- Fig. 6. *Pinus densiflora*(or *Pinus thunbergii*), RS, $\times 400$, Window-like pit pairs in cross-field pits and dentate thickening in ray tracheids.
- Fig. 7. *Abies holophylla*, CS, $\times 40$, Transition from early to late wood gradual, Parenchyma or resin canal not visible.
- Fig. 8. *Abies holophylla*, RS, $\times 400$, Nodular end wall in ray parenchyma, Taxodioid pit several in cross-field pits.
- Fig. 9. *Abies holophylla*, TS, $\times 80$, Uniseriate rays.
- Fig. 10. *Cryptomeria japonica*, CS, $\times 40$, Transition from early to late wood abrupt, Abundant and diffuse longitudinal parenchyma.
- Fig. 11. *Cryptomeria japonica*, RS, $\times 200$, Taxodioid pit pairs in cross-field pits.
- Fig. 12. *Cryptomeria japonica*, RS, $\times 800$, Taxodioid pits.
- Fig. 13. *Cryptomeria japonica*, TS, $\times 80$, Uniseriate rays.
- Fig. 14. *Cryptomeria japonica*, TS, $\times 200$, Longitudinal parenchyma end walls usually smooth.
- Fig. 15. *Chamaecyparis obtusa*, CS, $\times 80$, Transition from early to late wood gradual, Rings usually very narrow, Parenchyma sparse in late wood.
- Fig. 16. *Chamaecyparis obtusa*, RS, $\times 800$, Cupressoid pit pairs in cross-field pits.
- Fig. 17. *Chamaecyparis obtusa*, TS, $\times 80$, Uniseriate rays.
- Fig. 18. *Salix spp.*, CS, $\times 40$, Diffuse-porous and usually with apparent size gradation from earlywood to latewood, and solitary and in multiples of 2 to several.
- Fig. 19. *Salix spp.*, RS, $\times 400$, The upright cells with large pits identify a heterocellular ray.
- Fig. 20. *Salix spp.*, TS, $\times 100$, Uniseriate, heterocellular.
- Fig. 21. *Platycarya strobilacea*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 3-6 pores in width.

- Fig. 22. *Platycarya strobilacea*, RS, $\times 100$, Procumbent ray cells, square ray cell, appear parenchyma at regular intervals.
- Fig. 23. *Platycarya strobilacea*, TS, $\times 100$, 1-6 seriate rays.
- Fig. 24. *Alnus spp.*, CS, $\times 50$, Growth ring boundary distinct, Vessel frequently in radial multiples of more than four, Aggregate rays present.
- Fig. 25. *Alnus spp.*, RS, $\times 100$, Scalariform perforation plates with 20-30bar.
- Fig. 26. *Alnus spp.*, TS, $\times 60$, Rays composed of uniseriate and aggregate cells.
- Fig. 27. *Castanea crenata*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 3-4 pores in width and in continuous, Latewood pores very numerous · radial · wandering patches.
- Fig. 28. *Castanea crenata*, RS, $\times 60$, Only procumbent ray cells.
- Fig. 29. *Castanea crenata*, TS, $\times 80$, Uniseriate rays.
- Fig. 30. *Quercus acutissima*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 1-2 pores in width, Latewood pores mostly uniseriate and scattered in radially aligned, Thick walled, Broad ray present.
- Fig. 31. *Quercus serrata*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 1-2 pores in width, Latewood pores numerous · small · thin walled, Broad ray present.
- Fig. 32. *Zelkova serrata*, RS, $\times 40$, Heterocellular rays.
- Fig. 33. *Zelkova serrata*, RS, $\times 100$, Crystal appear in square ray cell, Spiral thickening present in small vessels.
- Fig. 34. *Zelkova serrata*, TS, $\times 40$, Rays unstoried, 1-8(mostly 5-7) seriate.
- Fig. 35. *Celtis spp.*, CS, $\times 100$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 4-5 pores in width.
- Fig. 36. *Celtis spp.*, RS, $\times 80$, Heterocellular rays.
- Fig. 37. *Celtis spp.*, TS, $\times 80$, Sheath cell in rays, 1-2 or 5-11 seriate.
- Fig. 38. *Prunus spp.*(most possibly, *Prunus leveilleana*), CS, $\times 40$, Diffuse-porous woods, Growth ring boundary distinct.
- Fig. 39. *Prunus spp.*(most possibly, *Prunus leveilleana*), RS, $\times 80$, Heterocellular rays.
- Fig. 40. *Prunus spp.*(most possibly, *Prunus leveilleana*), RS, $\times 400$, Spiral thickening present in vessels.
- Fig. 41. *Prunus spp.*(most possibly, *Prunus leveilleana*), TS, $\times 80$, 1-3seriate rays (mostly 2).

- Fig. 42. *Rhus verniciflua*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 2-3 pores in width, Latewoods pores solitary and in multiples of 2 to several.
- Fig. 43. *Rhus verniciflua*, RS, $\times 80$, Heterocellular rays.
- Fig. 44. *Rhus verniciflua*, RS, $\times 800$, Spiral thickening present in small vessels.
- Fig. 45. *Rhus verniciflua*, TS, $\times 80$, Uniseriate rays, Mostly biseriate rays.
- Fig. 46. *Meliosma oldhamii*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods or semi Ring-porous woods, Pore cluster in a circle.
- Fig. 47. *Meliosma oldhamii*, RS, $\times 40$, Mostly procumbent ray cells.
- Fig. 48. *Meliosma oldhamii*, TS, $\times 40$, Very height rays(2mm).
- Fig. 49. *Hovenia dulcis*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 4-5 pores in width, Latewoods pores mostly solitary. Scanty- paratracheal parenchyma.
- Fig. 50. *Hovenia dulcis*, RS, $\times 100$, Heterocellular rays. Abundant crystal appear in square ray cell.
- Fig. 51. *Hovenia dulcis*, TS, $\times 60$, Heterocellular rays, 1-5seriate rays (mostly 4-5).
- Fig. 52. *Kalopanax pictus*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 1 pores in width, Pore cluster.
- Fig. 53. *Kalopanax pictus*, RS, $\times 50$, Heterocellular rays.
- Fig. 54. *Kalopanax pictus*, TS, $\times 60$, 1-6seriate rays(mostly 4-5), diffuse ray.
- Fig. 55. *Cornus walteri*, CS, $\times 40$, Diffuse-porous woods, Most pores solitary.
- Fig. 56. *Cornus walteri*, RS, $\times 40$, Heterocellular rays.
- Fig. 57. *Cornus walteri*, RS, $\times 200$, Scalariform perforation plates with 26-30bar.
- Fig. 58. *Cornus walteri*, TS, $\times 80$, 4-5seriate rays.
- Fig. 59. *Styrax japonica*, CS, $\times 50$, Semi Ring-porous woods. Vessel frequently in 2-4radial multiples.
- Fig. 60. *Styrax japonica*, RS, $\times 60$, Heterocellular rays. Scalariform perforation plates with 10-14bar.
- Fig. 61. *Styrax japonica*, TS, $\times 60$, 1-3 seriate rays.
- Fig. 62. *Fraxinus rhynchophylla*, CS, $\times 40$, Ring-porous woods forming a conspicuous band 4-5 pores in width, Vessel in latewood mostly solitary, multiples of 2, and cell walls very thick.
- Fig. 63. *Fraxinus rhynchophylla*, RS, $\times 40$, Rays composed of mostly procumbent cells.
- Fig. 64. *Fraxinus rhynchophylla*, TS, $\times 100$, Rays 1-3 seriate, 200-350 μ m heights.



Fig. 2. *Torrey nucifera*

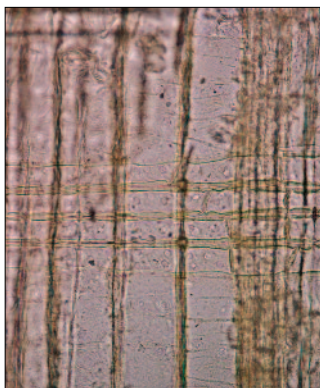


Fig. 3. *Torrey nucifera*

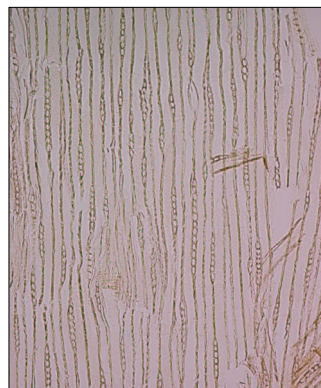


Fig. 4. *Torrey nucifera*



Fig. 5. *Pinus densiflora*

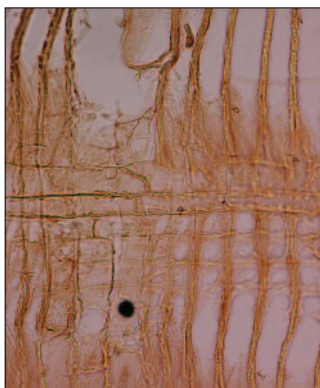


Fig. 6. *Pinus densiflora*



Fig. 7. *Abies holophylla*

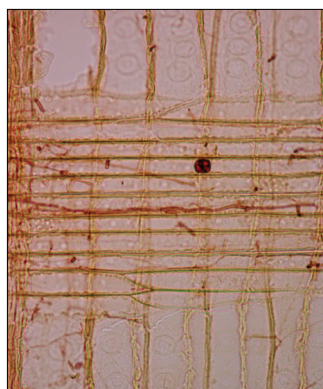


Fig. 8. *Abies holophylla*

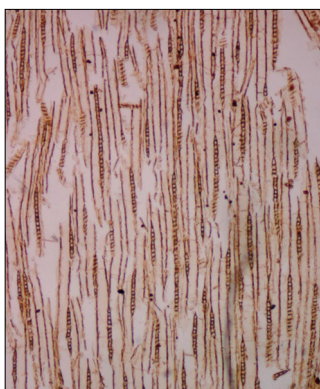


Fig. 9. *Abies holophylla*

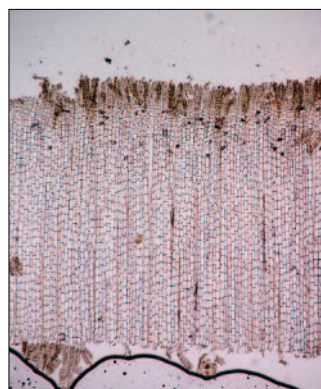


Fig. 10. *Cryptomeria japonica*

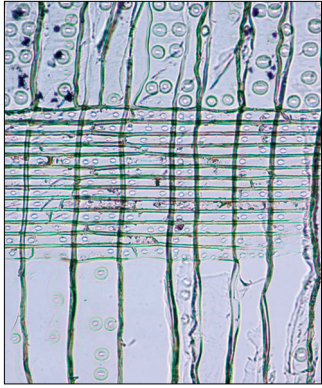


Fig. 11. *Cryptomeria japonica*

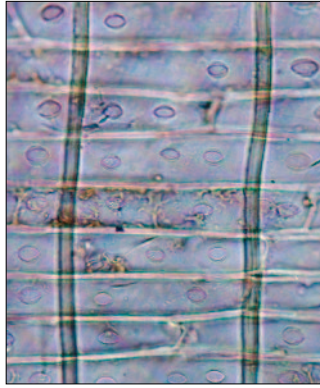


Fig. 12. *Cryptomeria japonica*

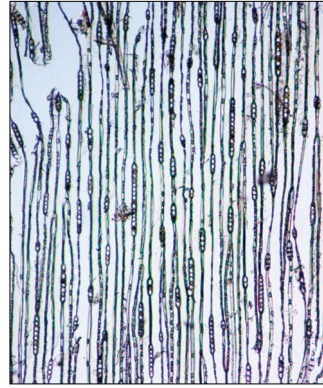


Fig. 13. *Cryptomeria japonica*

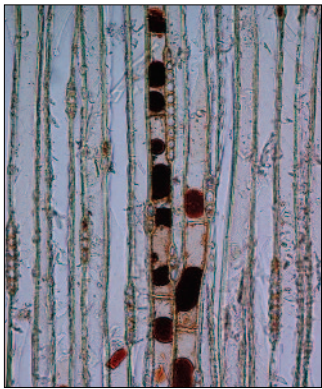


Fig. 14. *Cryptomeria japonica*

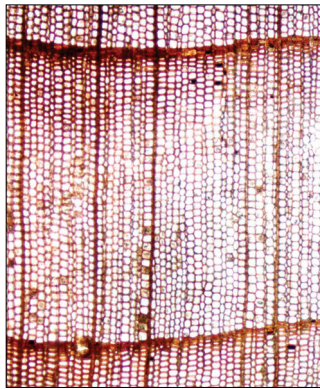


Fig. 15. *Chamaecyparis obtusa*

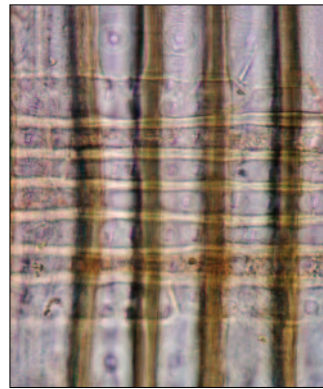


Fig. 16. *Chamaecyparis obtusa*

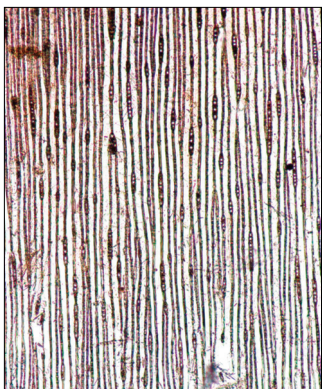


Fig. 17. *Chamaecyparis obtusa*

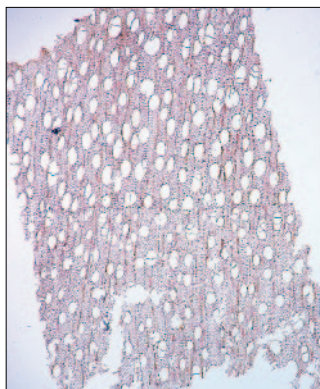


Fig. 18. *Salix* spp.



Fig. 19. *Salix* spp.