양평 지평향교 대성전 목부재의 수종 및 연륜연대 분석^{*1}

손 병 화^{*2} · 김 정 훈^{*3} · 남 태 광^{*4} · 이 광 희^{*5} · 박 원 규^{*3†}

Species Identification and Tree-Ring Analysis of Wood Elements in Daesungjeon of Jipyong Hyanggyo, Yangpyeong, Korea^{*1}

Byeong-Hwa Son^{*2} · Jung-Hun Kim^{*3} · Tae-Kwang Nam^{*4} ·
Kwang-Hee Lee^{*5} · Won-Kyu Park^{*3†}

요 약

양평 지평향교 대성전의 목부재에 대한 수종 식별과 연륜연대 분석을 통해 정확한 수종과 건축역사를 조사하고자 하였다. 목부재 49점 가운데 연송인 잣나무류로 식별된 창방 5점과 장여 1점을 제외한 43점은 경송인 소나무류였다. 그리고 5개 목부재에 대한 연륜연대가 측정되었는데, 수피가 있는 대보 1점과 종보 1점의 마지막 연도가 각각 1718년과 1720년(만재 형성 완료)으로 측정되어 『학교등록』에 수차례 기록되었던 지평향교 대성전의 이건이 1720년대에 실행되었거나 이건 없이 대규모의 중수가 있었음을 유추할 수 있었다.

ABSTRACT

The objective of this study is to conduct the species identification and tree-ring dating for the wood elements of Daesungjeon (main hall) in Jipyong Hyanggyo, a Confucian shrine in Jije-myeon, Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do, Korea. Major wood species for Daesung Hall was *Pinus densiflora* (88%) belonging to hard pine. The other species was *P. koraiensis* belonging to soft pine. One large beam and one collar beam with bark were dated to A.D. 1718 and 1720,

^{*1} 접수 2011년 1월 6일, 채택 2011년 4월 19일

^{*2} 충북대학교 목재연륜소재은행. Tree-Ring Material Bank, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

^{*3} 충북대학교 목재·종이과학과. Department of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

^{*4} 충북대학교 문화재과학과. Department of Cultural Heritage Science, Graduate School, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

^{*5} 영남문화재연구원. Younngnam Institute of Cultural Properties, Chilgok 718-912, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 박원규(e-mail: treering@cbnu.ac.kr)

suggesting either a large-scale repair or moving in 1720s as the record of an historical document 'Hakgyodeongrok'.

Keywords: cross-dating, species identification, *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, tree ring

1. 서 론

지평향교는 경기도 양평군 지체면에 위치한 향교로 경기도 문화재자료 제20호로 지정되어 있는 건물이다. 향교는 고려 이후 유교의 성현 배향과 교육을 담당하기 위해 각 지방에 설립된 관립교육기관으로서나 문장을 짓는 사장학(詞章學)과 유교의 경전을 공부하는 경학(經學)이 주요 교육 내용이었다. 지평향교 대성전은 앞면 3칸, 옆면 2칸의 맞배지붕 초익공 건물이며(Figs. 1 and 2), 내부에는 공자를 비롯한 5성과 송조 2현, 해동 18현의 위패가 봉안되어 있다(국립문화재연구소, 2000).

대성전의 초창 기록은 남아있는 것이 없는데, 각도의 감사 혹은 병사가 향교에 관해 상소한 것을 예조에서 모아 수록한 『학교등록』에 따르면 지평향교는 수차례 이진한 것으로 기록되어 있다. 1650년(효종 1년)과 1683년(숙종 9년) 두 번에 걸쳐 이진 논의가 있었는데, 1987년 대성전을 해체 보수하던 중 발견된 『상량문』에 1684년(숙종 10년)의 이진에 대한 내용이 적혀 있어 현재의 대성전은 1684년 이진된 건축으로 보고 있다(국립문화재연구소, 2000).

그런데 1720년대에도 지평향교 이진 논의가 있었다. 1720년(숙종 46년) 4월 『학교등록』에는 현감 박종이 보고하기를 “보수가 시급한 대성전 북벽을 먼저 보수하고, 재물을 모아 가을에 이진할 것을 청하였고 허락을 받았다”라고 기록되어 있으나 이때 바로 이진하지는 못하였다. 왜냐하면 1723년(경종 3년) 2월에 경기감사 이세취가 4년 전에 이진을 허락받았는데 지금까지 실행을 하지 못하고 있다며 “향교가 습기로 인해 거의 쓰러질 형편이며 교생들이 풍수에 미혹되어 청하는 점과는 다르므로 이진을 청한다”라고 다시 상소를 올렸기 때문이다. 그러나 대성전 상량문에는 1720년대 이진에 대한 언급이 없고 이진에 따른 중

양정부에서 향과 축을 내리는 기록도 없어서 1720년대의 이진은 실행되지 않은 것으로 여겨지고 있다(경기도 양평군, 2010).

본 연구에서는 건축연대에 관하여 논란이 되고 있는 지평향교 대성전의 목부재에 대한 연륜연대를 측정함으로써 중건, 이진, 보수 등 건축연대를 조사하고자 하였다. 아울러 연륜연대의 사전 조사로 목부재의 수종을 식별하여 기초 자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 수종

지평향교 대성전에서 보, 침차, 기둥, 장여, 창방, 창방뿔목, 소로, 주두 등 목부재 49점에 대한 수종 식별을 실시하였다(Table 1).

시료는 부재의 보존을 위해 갈라진 부위나 떨어져 나갈 것이 예상되는 파편을 채취하여 수종 식별을 실시하였다. 시료가 소편(약 $3 \times 3 \times 3$ mm)이어서 마이크로톰을 이용하지 못하고 면도칼로 hand-cut하여 3단면 박편을 절단하고 글리세린 용액으로 봉입하여 임시프레파라트를 제작한 후, 광학현미경(Nikon 80i)으로 목재의 구성세포의 종류와 조직 특성을 관찰하고 현미경에 부착된 디지털카메라로 해부학적 특성을 촬영하였다.

2.2. 연륜연대

지평향교 대성전의 중건 및 보수 시기를 밝히기 위해 주요 부재 13점을 대상으로 연륜연대 측정을 실시하였는데 대상 부재는 Table 2에 나타내었다.

선정된 주요 부재들을 대상으로 목부재의 외관을 살펴 수피가 있다면 수피가 있는 곳을, 수피가 없다

Fig. 1. A front view of Daesungjeon in Jipyong Hyanggyo.

Fig. 2. An inside view of Daesungjeon in Jipyong Hyanggyo.

Table 1. The names and numbers of samples for species identification

Samples			Numbers	
Beam	Large beam (Deabo)	4	Purlin (Dori)	2
	Collar beam (Jongbo)	4	Small bearing block (Soro)	4
Bracket arm (Po)	Cross-cut end	4	Capital (Judu)	4
	Floral-pattern end	4	Head penetrating tie (Changbang)	6
Pillar	Pillar (Gidung)	10	Protruded head penetrating tie (End part of Changbang)	1
	Strut (Dongjaju)	4	Jangyeo	2

Table 2. Samples for tree-ring dating

Samples		Numbers
Beam	Large beam	4
	Collar beam	3
Pillar		4
Head penetrating tie		1
Protruded head penetrating tie		1
Total		13

면 최외각 부위가 최대한 수피부에 근접하도록 선택하여 천공기(drill)를 이용하여 연륜 코어를 채취하였다.

채취된 코어의 횡단면을 사포로 연마하여 연륜계가 잘 보이도록 조정하였다. 연륜폭 측정기로 0.01 mm 단위까지 측정하여 연륜폭 곡선을 작성한 후, 표본별로 나타나는 연륜폭 절대치 차이를 상쇄하기 위하여 5년 이동평균으로 표준화하여 각 시료의 표본

연대기를 작성하였다. 작성된 표본연대기는 이미 작성되어 있는 우리나라 소나무의 마스터연대기(표준연대기)와 크로스데이팅(crossdating)을 실시하였다(Baillie, 1982; 박 등, 2003; 박 등, 2006). 크로스데이팅의 유의성은 상관계수(r), t값, G값 등의 통계량으로 검정하였다(Baillie, 1982).

r = 표본(S : sample)과 마스터(R : reference) 연대기간의 상관계수

$$r = \frac{\sum (S_i - \bar{S}) \times (R_i - \bar{R})}{\sqrt{\sum (S_i - \bar{S})^2 \times \sum (R_i - \bar{R})^2}}$$

(S_i : 표본연대기, $\bar{S}$: 표본연대기 평균, R_i : 마스터연대기, $\bar{R}$: 마스터연대기 평균)

t : 상관계수로부터 변환된 t값

Table 3. The results of species identification

Samples	Numbers	Species	Samples	Numbers	Species
Beam	Large beam	4	Hard pine	1	Hard pine
	Collar beam	4		1	Soft pine
Bracket arm	Cross cut	4	Hard pine	5	Soft pine
	Floral pattern	4		1	Hard pine
Pillar	Pillar	10	Hard pine	1	Hard pine
	Strut	4		4	Hard pine
Purlin		2	Hard pine	4	Hard pine

Fig. 3. Position of the species identified.
(H.P.T. : Head penetrating tie, P.H.P.T : Protruded head penetrating tie).

$$t = \frac{(r \times \sqrt{n-2})}{(1-r^2)}$$

(r : 상관계수, n : 비교중첩 년수)

G (Gleichlaeufigkeit)값 : 부호일치도로 표본연대기와 마스터연대기간 sign test 값이다.

3. 결 과

3.1. 수종분석

지평향교 대성전에서 채취한 목부재 49점을 대상으로 수종 식별을 실시한 결과, 창방 5점, 장여 1점이 소나무속의 연송인 잣나무류로 그리고 나머지 43점은 모두 소나무속의 경송인 소나무류로 식별되었다. 부재 종류별 수종 식별 결과를 Table 3에 요약하

였으며, 위치별 수종 분포는 Fig. 3에 도식화하여 나타내었다.

수종별 해부학적 식별 기준은 다음과 같았다.

3.1.1 소나무류(hard pine) : 소나무과(Pinaceae) 소나무속(*Pinus* spp.)

Fig. 4에서 볼 수 있듯이 횡단면에서 조재에서 만재로의 이행은 급하고, 수직수지구가 분포한다. 방사단면에서 축방향가도관 유연벽공의 배열은 거의 모두 1열이다. 방사조직은 방사가도관과 방사유세포로 이루어져 있는데, 방사가도관에는 거치상비후가 발달되어 있으며, 분야벽공은 창상이다. 접선단면에서 단일방사조직과 수평수지구를 포함하는 방추형방사조직이 관찰된다. 정상수지구가 존재하고 창상형 분야벽공과 방사가도관을 지니므로 1차적으로 소나무속으로 분류된다. 소나무속 중에서도 방사가도관에서 거치상비후가 관찰되고 조·만재의 이행이 급한 특징이 방사가도관이 평활하고 조·만재의 이행이 완만한 잣나무아속과는 구별됨으로 이 수종은 소나무아속, 즉 소나무류(경송류)로 식별된다. 우리나라의 소나무류에는 소나무, 곰솔, 중곰솔 등이 있는데 이들 수종은 목재해부학적으로는 서로 구별되지 않는다.

3.1.2 잣나무류(soft pine) : 소나무과(Pinaceae) 소나무속(*Pinus* spp.)

Fig. 5에서 볼 수 있듯이 횡단면에서 조재에서 만재로의 이행은 점진적이고 수직수지구가 관찰된다. 방사단면에서 축방향가도관 유연벽공의 배열은 거의

Fig. 4. Microscopic features of hard pine showing normal vertical resin canal, window-like cross-field pitting, ray tracheid with dentation, and fusiform ray with horizontal resin canal in cross (left), radial (center), and tangential (right) surface.

Fig. 5. Microscopic features of soft pine showing normal vertical resin canal, window-like cross-field pitting, ray tracheid without dentation, and fusiform ray with horizontal resin canal in cross (left), radial (center), and tangential (right) surface.

대부분 1열이다. 방사조직은 방사가도관과 방사유세포로 이루어져 있는데 거치상비후를 지니지 않는 방사가도관과 창상 분야벽공이 관찰된다. 접선단면에서는 단열방사조직과 수평수지구를 포함하는 방추형 방사조직이 존재한다. 정상수지구가 존재하고 분야벽공은 창상형이며, 거치상비후가 없는 방사가도관을 갖는 점으로 보아 소나무속중 잣나무아속, 즉 연송류인 잣나무류로 식별된다.

3.2. 연륜연대

지평향교 대성전의 목부재 연륜을 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 13개의 부재 중 종보 1번, 대보 1번, 창방 6번, 창방뿔목, 기둥 3번의 5점에 있어서 연륜 패턴이 서로 일치하여 121년간의 대성전 연대기가 작성되었다. 이 대성전 연대기를 충북대학교 목재연륜소재은행이 소장하고 있는 소나무 마스터

연대기와 통계분석 비교 결과, 1600년(가장 안쪽 연륜)~1720년(가장 바깥쪽 연륜)으로 크로스데이팅(t값 : 4.4, G값 : 63%)되었다(Table 5). t값과 G값 모두 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 우리나라처럼 지형이 복잡하고 따라서 기상 조건도 다양한 경우 지역별로 연륜폭 절대치에는 상당한 차이가 존재하나 연도별 상대적인 좁고 넓은 패턴은 거시적인 기후의 영향으로 일치하기 때문에 마스터연대기와 크로스데이팅이 가능한 것으로 해석된다(Baillie, 1984).

대성전 연대기에 포함된 부재들의 상대적인 연대 위치와 연륜연대는 Fig. 6과 같다. 연륜연대 측정에 실패한 8개 부재는 대보 3번을 제외하고는 모두 60개 미만의 연륜을 가지고 있었다. 적은 수의 연륜으로는 특징적인 연륜 패턴을 일치시키기가 어려워 연륜연대 측정에 실패할 확률이 높아진다(Baillie, 1982).

Table 4. Tree-ring data (S* : succeeded in tree-ring dating, F** : failed in tree-ring dating)

Sample I.D.	Name of Element	Number of rings	Tree-ring dating	Sample I.D.	Name of Element	Number of rings	Tree-ring dating
JPBO001	Large beam #1	86	S*	JPBO008	Large beam #4	53	F
JPBO002	Collar beam #1	121	S	JPBO009	Collar beam #4	48	F
JPBO003	Large beam #2	47	F**	JPGD010	Pillar #3	91	S
JPGD004	Pillar #2	22	F	JPCB011	Head penetrating tie #6	54	S
JPGD005	Pillar #10	6	F	JPCB012	Protruded head penetrating tie	77	S
JPBO006	Large beam #3	64	F	JPGD013	Pillar #4	41	F
JPBO007	Collar beam #3	24	F				

Table 5. Cross-dating statistics of Daesungjeon chronology and master chronology

Overlap Period	t-Value	G-value (%)	First ring	Last ring
121 Years	4.4 (p < 0.001)	63% (p < 0.01)	1,600	1,720

NO	Innermost ring	Outermost ring
JPBO001	1633	A. Large beam #1 ★1718
JPBO002	1600	B. Collar beam #1 ★1720
JPGD010	1642	C. Pillar #3 1695
JPCB011	1611	D. Head penetrating tie #6 1664
JPCB012	1605	E. Protruded head penetrating tie 1681
Average	1600	Daesungjeon site chronology ★1720

Fig. 6. Building the site chronology and dating individual wood elements.

(★ indicated that the outermost rings were just below barks and the formation of late-wood were completed).

대성전 연대기에 포함된 부재들을 살펴보면, 마지막 연륜이 1664년부터 1720년까지 나타나고 있다 (Fig. 6). 이 가운데 수피가 분명하게 존재하는 부재 (Fig. 6에 ★표시된 것)인 대보 1번과 중보 1번의 마지막 연륜의 연대가 각각 1718년과 1720년으로 측정되었다. 연륜연대 측정에 성공한 부재들을 Figs. 7A & 7B에 나타내었다.

4. 고 찰

지평향교 대성전 목부재 49점을 채취하여 수종 식별을 실시한 결과, 대성전은 경송인 소나무류 88%

그리고 연송인 잣나무류 12%인 것으로 나타났다. 우리나라 소나무류에는 소나무와 곰솔이 있는데 곰솔은 해안가에 자라고 건축재에는 잘 사용되지 않는다는 점에서 내륙에 위치한 양평에서 식별된 수종이 곰솔일 가능성은 작다. 또한 지평향교 소나무류의 연륜 패턴이 우리나라 소나무의 마스터연대기와 일치하였다는 점에서도 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)일 가능성이 높을 것으로 여겨진다.

적송 또는 육송이라 불리기도 하는 소나무는 북부의 고원지대를 제외한 우리나라 전국에 걸쳐 자생하는 수종으로 해발 1,300 m 이하에 분포하며(이, 1999; 김, 2007), 느티나무나 참나무류와 함께 우리

Fig. 7A. Dendrochronologically dated elements.
A : Large beam #1 (A.D. 1718).
B : Collar beam #1 (A.D. 1720).

나라의 목조건축에 가장 널리 사용되었던 나무로서, 조선 후기에 이르면 전체 목조건축물 기둥의 72% 가량이 소나무로 건축될 정도로 고건축에 사용된 소나무 목재의 비율이 높다(박, 1978; 박과 박, 2005; Eom 등, 2005; 박과 이, 2007; 엄 등, 2009).

우리나라에 자생하는 잣나무류에는 잣나무, 섬잣나무, 눈잣나무가 있는데 섬잣나무는 울릉도에만 자생하는 수종이어서 내륙의 건축물에 쓰였을 가능성이 작다. 또한 눈잣나무는 설악산, 금강산, 묘향산 및 차일봉에서 자라는 소교목으로 큰 재목으로 쓰일 수 없는 수종이다(이, 1999). 따라서 본 연구에서 식별된 잣나무류는 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.)인 것으로 추정된다. 잣나무는 남한에서는 높은 산악 지대에 자라며 중부 이북에서는 표고 300 m 이상에 나타나고 주로 평북과 함경도의 오지에 많은 수종이기 때문에 잣나무 목재가 지평향교 원래의 건축에 사용되었다기 보다는 근래 조립된 목재로 보수 시 교체한 부재의 수종으로 여겨진다.

지평향교 대성전의 목부재 13점을 대상으로 한 연륜연대 분석 결과, 5개 부재에 대한 연륜연대 측정에 성공하였다. 이 중 대보 1번과 종보 1번에 수피가 잔존하고 있었으며, 마지막 연륜에 각각 1718년과 1720년의 연대가 부여되었다. 수피의 존재는 연륜연대분석에 있어 매우 중요한 사항으로서 수피 바로 밑에 있는 최외각 연륜이 벌채 직전에 형성되었음을 말해 준다(박 등, 2003). 대보 1번은 1718년 만재 형성

Fig. 7B. Dendrochronologically dated elements.
C : Head penetrating tie #6 (A.D. 1664+). D : Protruded head penetrating tie (A.D. 1681+).

이 완료되어 있었기 때문에 1718년 늦가을부터 1719년 초봄 사이에, 그리고 종보 1번은 1720년 만재 형성이 완료되어 있었기 때문에 1720년 늦가을부터 1721년 초봄 사이에 벌채되었음을 알 수 있었다. 벌채 후 건조나 저장 기간이 길지 않았다면 벌채 시기는 건축연대를 유추할 수 있는 중요한 단서가 된다. 한편 마지막 연륜이 1720년 이전으로 나타나고 있는 부재(기둥, 창방, 창방뺨목)들은 부재를 다듬는 과정인 치목 과정에서 일부 목재가 소실되었음을 나타내는 것으로 여겨진다.

『학교등록』에 언급된 1720년(숙종 46년)과 1723년(경종 3년)의 지평향교 이건에 대한 논의는 상량문에 이에 대한 언급이 없고 이건에 따른 중앙정부에서 향과 축을 내리는 기록도 없어서 실행되지 않은 것으로 보아왔다. 그러나 본 연구의 연륜연대 측정결과를 보면 수피를 가지고 있는 대보와 종보의 마지막 연륜의 연대가 1718년과 1720년으로 측정되어 1720년대의 이건은 실제로 실행된 것으로 일단 유추된다. 그러나 연륜연대 측정결과만 가지고는 이건되었는지 아니면 그 자리에서 개보수만 되었는지는 알 수 없다. 즉, 이건 없이 현 위치에서 대보, 종보, 창방, 기둥 등 다수의 구조부재가 교체될 만큼 큰 규모의 중수가 이루어졌을 가능성도 배제할 수는 없다. 한편, 1899년(고종33년)에 발행된 『경기읍지』 중의 『지평군읍지』에는 향교를 “임인년 2월 봉미산 아래 서쪽 1

리로 이진하였다"라고 기록되어 있다(경기도 양평군, 2010). 임인년은 경종 2년인 1722년이거나 1662년으로 볼 수 있는데(경기도 양평군, 2010), 연륜연대 측정결과로 보면 1722년으로 보인다. '봉미산 아래 서록'이라는 기록은 1872년 무렵 지평현 읍치의 시설을 그린 경기도 지도의 내용과도 일치한다. 『경기읍지』 기록과 『학교등록』에 1720년대에 지평향교의 이건에 관한 기록이 수차례 언급된 점, 그리고 연륜연대 측정결과를 종합하여보면 대규모의 중수와 함께 이진공사가 이루어졌을 가능성이 커 보인다.

5. 결 론

경기도 양평에 소재한 지평향교 대성전의 목부재 49점에 대한 수종 식별을 실시한 결과, 연송인 잣나무류로 식별된 창방 5점과 장여 1점을 제외한 43점 모두 경송인 소나무류로 식별되어 이 건물의 건축에 주로 사용된 나무는 소나무류라는 것을 알 수 있었다. 목재해부학적으로 소나무류라는 것밖에 알 수 없었지만, 곰솔은 해안가에 자라고 건축재에는 잘 사용되지 않는다는 점에서 내륙에 위치한 양평 건축에서 식별된 수종이 곰솔일 가능성은 작고 지평향교 소나무류 목재의 연륜패턴 역시 우리나라 소나무의 마스터연대기와 일치하였다는 점에서 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)일 가능성이 높아 보인다.

건축연대의 측정을 위해 연륜연대를 실시한 결과, 수피가 존재하고 있는 2개 보의 마지막 연륜이 1718년과 1720년으로 각각 연대가 부여되어 『학교등록』에 기록된 1720년(숙종 46년)과 1723년(경종 3년)의 지평향교 이건에 관한 논의는 논의에 그치지 않고 실제로 실행에 옮겨졌거나 현재의 건물위치에서 대보, 종보, 창방, 기둥 등이 교체될 만큼 큰 규모의 중수가 이루어졌다는 것을 연륜연대 측정 결과로 추정할 수 있었다.

사 사

이 논문은 경기도 양평군에서 2010년에 발간한 선

영건축사사무소의 〈경기도지정문화재 실측조사보고서-지평향교〉의 연륜연대(159~175쪽) 측정결과를 바탕으로 작성된 것이다. 연륜연대 측정에 협조하여 준 선영건축사사무소 천영재 소장과 양평군 문화관광과 관계자 여러분께 감사드린다. 논문에 포함된 지평향교에 관한 『학교등록』과 『지평군읍지』의 기록은 동 보고서의 연혁부분(71~73쪽 : 경기대학교 이혜원 집필)에서 인용하였음을 밝혀둔다.

참 고 문 헌

1. Baillie, M. G. L. 1982. Tree-Ring Dating and Archaeology. Croom Helm. London.
2. Eom, Y. G., H. S. Kim, and G. Z. Xu. 2005. Species identification of wooden structural members of the Beomeo Temple. Mokchae Konghak 33(2): 1~7.
3. 경기도 양평군. 2010. 경기도지정문화재 실측조사보고서-지평향교. 선영건축사사무소.
4. 국립문화재연구소. 2000. 서울 · 경기도의 향교건축. 일진사.
5. 김세현. 2007. 한국의 유용수종 100선. 국립산림과학원.
6. 박병수, 박정환. 2005. 주요 목조문화재의 수종구성. 국립산림과학원.
7. 박상진. 1978. 고재의 구조와 수종식별(제1보)-제주도 지방에 있어서 조선시대의 목조건축재. 목재공업 6(1): 15~23.
8. 박원규, 손병화, 한상효. 2003. 창경궁 통명전 목부재의 연륜연대 측정-방에서 마루로 변형된 시기규명을 중심으로. 건축역사연구 35: 53~63.
9. 박원규, 윤두형, 박수현. 2006. 전주 마전유적 출토 목관재의 수종식별 및 연륜연대 분석. 목재공학 34(6): 12~20.
10. 박원규, 이광희. 2007. 우리나라 건축물에 사용된 목재 수종의 변천. 건축역사연구 50: 9~28.
11. 엄영근, 오세창, 허광수, 김삼성. 2009. 경북 청도지역 19세기 고택 기둥의 크기와 수종식별. 목재공학 37(3): 177~183.
12. 이창복. 1999. 신고 수목학. 향문사.