

경산 임당 유적 출토 목재유물의 연대분석 및 수종분석에 따른 고기후환경 해석¹

이 광 희² · 서 정 욱³ · 한 규 성^{3,†}

Dating Wooden Artifacts Excavated at Imdang-dong Site, Gyeongsan, Korea and Interpreting the Paleoenvironment according to the Wood Identification¹

Kwang-Hee Lee² · Jeong-Wook Seo³ · Gyu-Seong Han^{3,†}

요 약

경산 임당 유적은 발굴된 층위와 출토된 유물을 근거로 2-4세기에 조성된 것으로 추정되었다. 본 연구는 유적지에서 출토된 목주 6점에 대해 추정된 연대를 확인하기 위하여 연륜연대분석을 실시하였다. 연륜연대분석 결과, 6점의 목주는 서로 일치하지 않아 각각 다른 시기에 벌채된 것으로 확인되었다. 6점의 목주 중 2점에 대해 위글매치법(wiggle matching)으로 방사성탄소연대를 측정할 결과에서도 각각 A.D. 94-135년과 A.D. 224-289년으로 재확인되었으며, 이는 전술의 추정연대와 일치하였다. 또한 목재유물의 수종 결과, 비교적 서늘한 환경에서 성장하는 수종(헛개나무, 피나무, 느릅나무 등)이 있음이 확인되었다. 이를 토대로 당시의 기후가 현재보다 서늘했다고 판단하였다.

ABSTRACT

It was estimated that the Imdang-dong site of Gyeongsan was constructed in the 2nd to 4th century based on excavated layers and artifacts. This study was carried out to verify the result using the dendrochronological analysis of six wooden pillars excavated at the site. As a result, it was proven that 6 specimens were not cut at the same age because their tree-ring chronologies were not synchronized each other. And more, it was reconfirmed in wiggle matching dating as confirming two of them were dated to A.D. 94-135 and A.D. 224-289, respectively. It was coincided with the above-mentioned estimated age. In wood identification, most of them were identified as *Hovenia dulcis* Thunb., *Tilia* spp., *Ulmus* spp. which grow usually under cool environment. Based on the result, we could conclude that the climate at that time was cooler than the present.

Keywords: wooden pillar, dendrochronological analysis, radiocarbon dating, wiggle matching, wood identification, paleoenvironment

¹ Date Received March 12, 2018, Date Accepted May 8, 2018

² 한국전통문화대학교 보존과학과. Department of Conservation Science, Korea National University of Cultural Heritage, Buyeo 33115, Republic of Korea

³ 충북대학교 목재·종이과학과. Department of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

† 교신저자(Corresponding author): 한규성(e-mail: wood@chungbuk.ac.kr, ORCID: 0000-0003-3835-2063)

1. 서 론

목재의 연대를 분석하는 방법에는 연륜연대분석법과 방사성탄소연대분석법이 있다. 연륜연대분석법은 수목의 나이테(이하 연륜) 패턴을 이용하여 연륜 하나 하나에 절대연도를 부여하는 것이다(Schweingruber, 1983). 절대연대가 명확한 현생목을 기점으로 연륜연대기(연륜폭을 그래프로 작성한 시계열그래프)를 작성하게 되며, 현생목의 경우 수령이 제한되어있기 때문에 목조건축물과 목재유물에서 확보한 연륜패턴으로 연대기를 확장시켜 표준연륜연대기를 만들게 된다(Park *et al.*, 2003). 다만 연륜패턴의 경우 지역별, 수종별로 다르기 때문에 여러 지역에서 표준연륜연대기를 구축할 필요가 있다. 현재 연륜연대분석법을 이용하여 다양한 연구가 진행되고 있다. Son *et al.* (2011)은 연륜연대분석법으로 1720년에 벌채된 나무를 이용하여 양평 지평향교 대성전 이진사 사용한 것으로 확인하였고, 전주 마전 유적에서 출토된 회곽묘 1기에 대한 연륜연대분석으로 1637년 가을에서 1638년 봄 사이에 벌채된 목재로 관을 제작한 것으로 밝혀내어 벌채된 계절까지도 확인한 연구가 있으며(Park *et al.*, 2006), 전통 목가구의 제작 시기 뿐만 아니라 사용된 목재의 지역까지도 밝혀낸 연구도 있다(Park and Kim, 2005; Park *et al.*, 2007).

방사성탄소연대측정법은 방사성탄소 14C의 반감기로부터 얻어지는 하나의 모델 연대로서, 보정곡선(calibration curve)을 통해 실제 연대로 보정되며, 이렇게 얻어진 실제 연대를 보정연대(calibrated age)라 부른다(Reimer *et al.*, 2004). 방사성탄소연대측정에 사용되는 보정곡선은 현재로부터 12000 BP까지는 연륜연대법(dendrochronology)으로 측정된 나이테의 방사성탄소연대를 측정하여 만들어졌으며, 12000 BP부터 26000 BP까지는 바다의 산호로부터 얻은 U/Th 연대와 지역적인 리저버효과(reservoir effect)를 교정(correction)한 해양자료를 통해 만들어졌다(Reimer *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2010). 따라서 이러한 국제방사성탄소 보정곡선(IntCal)과 보정(calibration) 프로그램을 이용하여 방사성탄소연대로부터 보정연대를 얻어낼 수 있다. 그러나 위글(Wiggle)이라 부르는 짧은 주기

의 변동은 극복하기 어렵기 때문에 큰 오차가 발생되어 연륜연대분석을 바탕으로 일정간격의 연륜시료에 대한 방사성탄소연대분석을 실시하여 통계적으로 연대를 산출해 내는 위글매치법(wiggle matching)이 적용되고 있다(Bronk Ramsey *et al.*, 2001).

또한 다양한 유적에서 출토된 목재에 대해 연대 뿐만 아니라 수종분석을 통해 과거 식생을 복원하고 기후를 추정하는 연구들도 진행되고 있다. 우리나라에서 목재전문가에 의해 과학적인 수종분석이 이루어진 연구는 1973년에 천마총에서 발굴된 목관과 마구(馬具)에 대한 분석으로 백화수피의 존재를 처음으로 확인하였다(Lee, 2007). 이후 황남대총, 무령왕릉과 같은 고분유적부터 다호리, 신창동, 갈매리 유적 등 생활유적까지 여러 유형의 유적에서 출토된 수침목재에 대한 체계적인 분석이 이루어지고 있다. 분석된 수종 결과로는 당시 선호수종, 목재의 이동, 주변 식생환경 및 기후를 추정할 수 있는 중요한 자료가 된다.

경산 임당 유적은 대규모의 복합유적으로 2-4세기에 형성된 것으로 추정되는 마을 유적 복원에 위치하고 있으며, 총 346점의 목재유물이 출토되었다(Yeongnam Institute of Cultural Properties, 2014). 하지만 확인된 시기는 발굴된 층위와 유물로 추정된 결과로서 오차범위가 넓다. 따라서 유적에서 발굴된 목재유물의 정확한 연대를 분석한다면, 유적의 정확한 형성 및 폐기된 시기를 확인할 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 경산 임당 유적에서 출토된 목주에 대해 연륜연대분석 및 방사성탄소연대분석(wiggle matching)을 실시하여 유적의 건축물에 사용된 목주의 벌채시기를 확인하고, 목재유물에 대한 수종분석 결과로 당시의 식생 및 기후를 추정하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 분석대상

경산 임당 유적에서는 용기류(用器類), 농공구류(農工具類), 생활구류(生活具類), 무구류(武具類), 결합부재(結合部材), 목주(木柱), 불명목재(不明木材)

Table 1. Information on wooden pillars selected for dating

| ID | Bark | Tree species |
|---------|------|--|
| IDWW 01 | - | <i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z. |
| IDWW 02 | Y | |
| IDWW 03 | - | |
| IDWW 04 | - | <i>Quercus</i> species (<i>Prinus</i> section) |
| IDWW 05 | Y | |
| IDWW 06 | - | |

등 총 346점의 목제유물과 많은 양의 목주(木柱)가 발굴되었다. 연대분석은 목제유물에 포함되지 않은 목주 중 연륜이 50개 이상인 6점(굴피나무 1점, 졸참나무류 5점)을 선발하여 실시하였다(Fig. 2, Fig. 3). 선발된 목주들의 한쪽은 땅에 박기위해 선단부로 갈수록 뾰족해 지는 간단한 가공만이 이루어졌으며, 수피를 가지고 있는 목주도 확인되었다(Table 1, Fig. 1). 목제유물에 대한 수종분석은 발굴 직 후 박물관으로 이관된 유물과 크기가 매우 작아 시료채취가 불가능한 유물 30점을 제외한 316점에 대해 실시하였다(Table 2).

Table 2. The number of excavated wooden artifacts and used for woods identification

| | Identification | | Exception | Total |
|-----------------------|----------------|-----------|-----------|-------|
| | un-lacquered | lacquered | | |
| Container | 18 | 72 | 4 | 94 |
| Farm and machine tool | 35 | - | 1 | 36 |
| Living tool | 23 | 3 | 11 | 37 |
| Weapon | 2 | 4 | 3 | 9 |
| Combination material | 39 | 1 | 1 | 41 |
| Pillar | 39 | - | 1 | 40 |
| Unclear material | 78 | 2 | 9 | 89 |
| Total | 234 | 82 | 30 | 346 |



Fig. 1. Wooden pillars selected for dating (A: IDWW 01, B: IDWW 02, C: IDWW 03, D: IDWW 04, E: IDWW 05, F: IDWW 06).

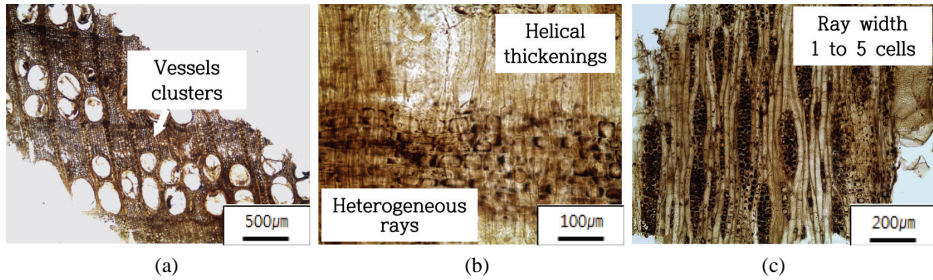


Fig. 2. Micrographs of *Platycarya strobilacea* S. et Z.
(A): Cross section, (B): Radial section, (C): Tangential section

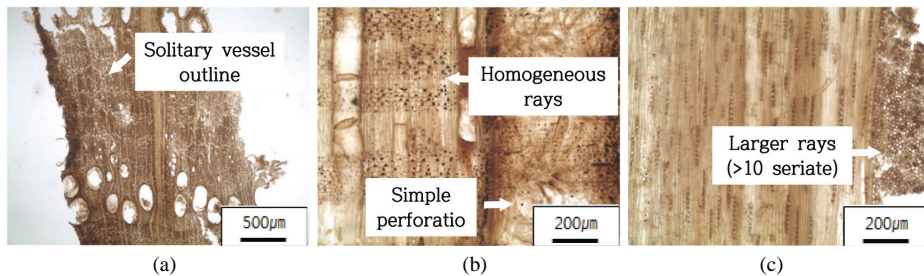


Fig. 3. Micrographs of *Quercus* species (*Prinus* section).
(A): Cross section, (B): Radial section, (C): Tangential section

2.2. 분석방법

2.2.1. 연륜연대 분석

경산 임당 유적 목주의 외관을 살펴 최외각 연륜이 수피에 가까운 부분을 선택한 후 전기톱을 이용하여 시료채취를 하였다. 채취된 시료는 면도날을 이용하여 연륜 경계가 선명하게 관찰될 수 있도록 하였다. 각 연륜의 폭은 실체현미경(Nikon Smz800, Japan)으로 연륜경계를 확인하면서 측정(LINTAB, RINNTECH, Germany)하였다. 측정된 시료들의 각 연륜에 상대연도 및 절대연도를 부여하기 위하여 크로스데이팅을 실시하였다. 크로스데이팅을 위해 TSAP-Win 프로그램(RINNTECH, Germany)을 이용하였으며, 그래프 비교방법(graphic method)과 통계학적 비교방법(상관계수를 이용한 t값, 부호검정을 응용한 G값(gleichläufigkeit)을 이용하였다(Park et al., 2003). 100년 이상의 연대기를 상호 비교할 때, 유의성 있는 결과의 기준은 t값 3.5 이상이며, G값

65% 이상이다(Kim, 2003). 짧은 기간이 중첩되는 시리즈간의 비교 시에는 통계값들에 대한 유의성 해석에 신중을 기해야 한다.

2.2.2. 방사성탄소연대 분석

연륜연대분석이 실시된 6점의 목주 중 다른 목주들과 수종이 다른 IDWW 01(굴피나무, 87년), 가장 많은 연륜을 가지고 있는 IDWW 06(졸참나무류, 135년)에 대해 위글매치 방법을 이용한 방사성탄소연대 분석을 실시하였다. 연륜연대분석을 통해 40년-60년 단위의 연속적인 연륜블록을 제작하고, 방사성탄소연대측정 회사인 일본 Paleo Labo社에 방사성탄소연대 측정을 의뢰하였다. 시료를 목분으로 제작한 후 산-알카리-산 세정(염산: 1.2N, 수산화나트륨: 1.0N, 염산: 1.2N)으로 전처리하여, 일본 Paleo Labo사의 질량가속분석기(NEC, 500kV)로 측정하였다.

위글매치 분석에 사용된 미지의 나이테 시료들은 실제 연대가 가장 오래된 것부터 최근 것 순서로

정렬한 후, 각 시료들의 방사성탄소연대 Gaussian 확률분포를 보정 프로그램에서 Bayesian 통계 분석 방법으로 계산하면, 매우 정확한 보정연대 확률분포를 산출해 낼 수 있다(Bronk Ramsey *et al.*, 2001). 각 시료의 일치도(agreement)는 위글매치 분석을 수행한 보정연대 확률분포 분석을 수행하기 전 보정연대 확률분포의 일치 정도를 나타낸다. 전체 일치도 A(overall agreement)가 수용한계 An(acceptability threshold)보다 클 때 χ^2 검정을 만족하며 위글매치 분석 결과를 신뢰할 수 있다.

2.2.3. 수종 및 기후 분석

대부분의 목재유물은 발굴 직후 10여 년간 수침 보관 되어 있었기 때문에 탈락된 편들이 다수 존재하였고, 그 중 접합이 불가능한 소편(小片)을 대상으로 시료를 채취하였다. 탈락된 편이 없는 일부 목재유물의 경우 육안 식별이 가능한 수종(상수리나무 아속)을 제외하고는 외관상 눈에 잘 띄지 않는 곳에서 최소한의 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 항온건조기($\pm 60^\circ\text{C}$)에서 PEG#3,350 50% 용액에 24시간 함침하여 강화한 후 면도날을 이용하여 횡단면, 방사단면, 접선단면의 박편을 20-30 μm 두께로 제작하였다. 제작된 3단면을 슬라이드글라스에 놓고 글리세린 50% 용액을 떨어뜨려 커버글라스로 덮었다. 제작된 프레파라트를 대상으로 광학현미경(Olympus社, CX40RF100)을 이용하여 3단면 세포를 관찰하고, 특징을 디지털 카메라로 사진 촬영하였다. 수종분석은 한국산 목재의 성질과 용도 I (Lee, 1997)과 목재조직 및 식별(Park *et al.*, 1987)을 참고하였다.

경산 임당 목주로부터 확인된 시기의 식생 및 기후를 추정하고자 현재 경상북도의 식생환경과 경산 임당 유적에서 출토된 목재유물의 수종분석 결과를 비교하고자 하였으며, 고환경 연구자료들과 비교를 통해 분석된 결과를 검증하고자 하였다. 현재 식생에 대한 자료는 활엽수자원조사보고서 경상북도편(Forestry Research Institute, 1995)을 이용하였으며, 확인된 수종들의 분포역, 기후대 등에 대한 자료는 한반도 수목 필드가이드(Chang *et al.*, 2012), 대한식

물도감(Lee, 2003), 한국산 목재의 성질과 용도 I (Lee, 1997), 수목학(Lee, 1974), Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula(Yim, 1977) 등을 참고하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 연륜연대 분석

경산 임당 유적 목주의 연륜연대분석 결과, IDWW 06 목주의 연륜 수(수령)가 135개로 가장 많았으며, IDWW 02는 66개로 가장 적은 연륜 수가 확인되었다. 평균연륜폭은 IDWW 03 목주가 1.67 mm로 가장 넓었으며, IDWW 01은 1.13 mm로 가장 좁게 나타났다. 각 목주로부터 개체연륜연대기를 작성하여 상호 비교한 결과, 연륜패턴의 일치도가 낮아 경산 임당의 표준연륜연대기를 만들 수 없었으며, 서로간의 상대연도도 확인할 수 없었다. 또한 굴피나무를 제외한 각각의 참나무연대기를 충북대학교 소장 참나무 표준연륜연대기(약 350년)와 상호 비교에서도 일치도가 확인되지 않아 절대연도도 부여할 수 없었다. 각 목주의 연륜패턴은 Fig. 4에 나타내었다.

3.2. 방사성탄소연대 분석

IDWW 01 목주(굴피나무, 87년)의 5th-6th, 40th-42th, 82th-86th 연륜 즉, 약 40년 간격으로 연륜을 3개 그룹으로 구분하여 위글매치를 실시한 결과($n=3$), 전체 일치도 $A=131.2\%$ 이며, 수용한계(5% 유의수준) An은 40.8%이므로 χ^2 검정을 만족하였다(Fig. 5). IDWW 01 목주의 82-86번째 연륜에 대한 95.4% 신뢰구간에서 A.D. 94-135(95.4%)로 계산되었다. 따라서 마지막 87번째 연륜에 대한 최외각 연대는 A.D. 95-136년 사이에 형성된 것으로 추정할 수 있으며, 이 연대 구간이 IDWW 01 목주에 잔존하는 최외각 부위 즉, 별채연도에 가장 근접한 연대가 된다(Table 3).

IDWW 06 목주(졸참나무류, 135년)의 6th-8th, 65th-66th, 131th-132th 연륜 즉, 60년 간격으로 연륜을 3개의 그룹으로 구분하여 위글매치를 실시한 결

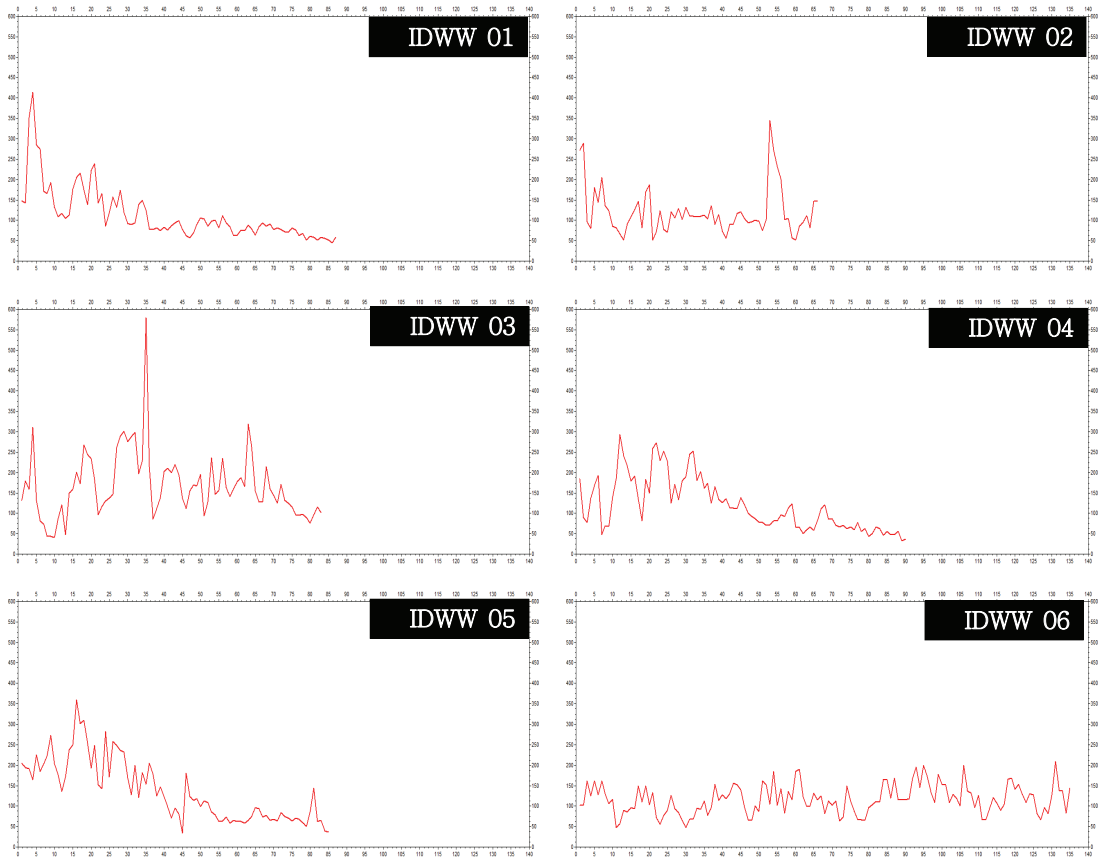


Fig. 4. Ring-width chronologies from wooden pillars (X-axis: tree-ring number, Y-axis: tree-ring width × 100mm).

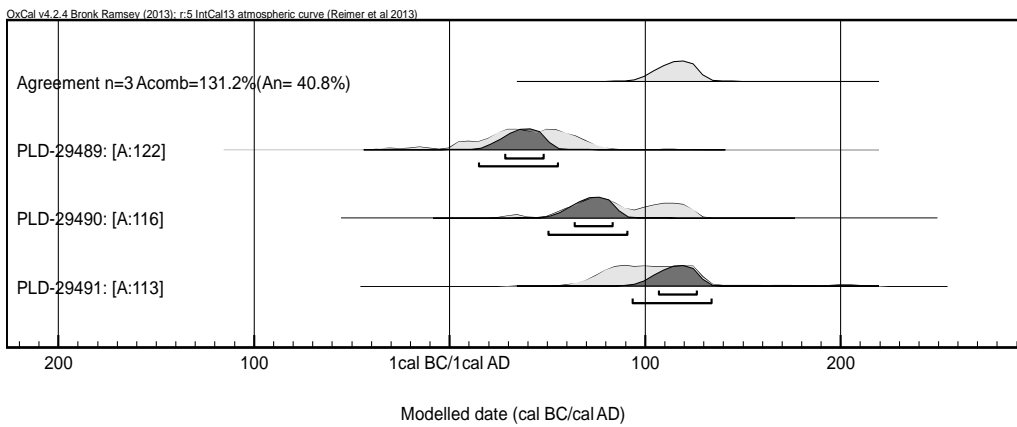


Fig. 5. The result of wiggle matching at wooden pillar (IDWW 01).

Table 3. Dating of the outmost tree ring in wooden pillar, IDWW 01

| ID | Tree rings used to WM* | BP (yrBP±1σ) | Calibrated date (95.4%, C.I.) |
|--------------------|------------------------|--------------|--|
| PLD-29489 | 5-6th | 1962±20 | 22BC (2.3%) 11BC, 2B C(93.1%) 82AD |
| PLD-29490 | 40-42th | 1918±19 | 32AD (1.5%) 37AD, 51AD (93.9%) 129AD |
| PLD-29491 | 82-86th | 1894±20 | 58AD (92.5%) 140AD, 155AD (1.4%) 168AD, 195AD (1.5%) 208AD |
| *: Wiggle matching | | Outmost date | 94AD (95.4%) 135AD |

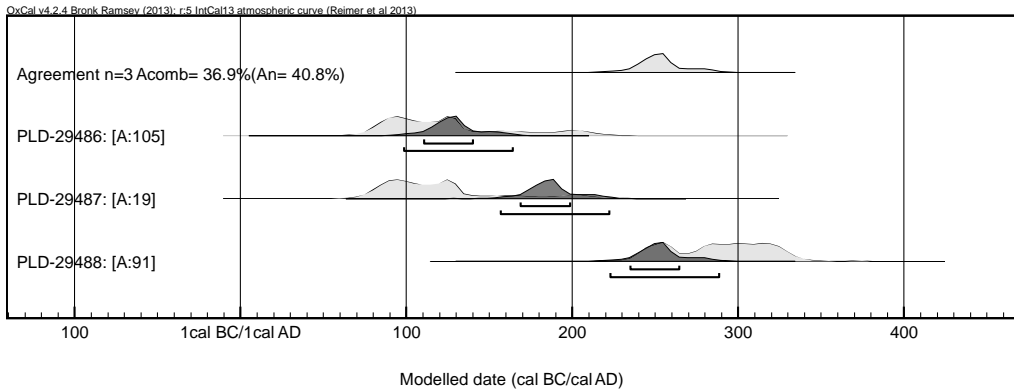


Fig. 6. The result of wiggle match at wooden pillar (IDWW 06).

Table 4. Dating of the outmost tree ring in wooden pillar, IDWW 06

| ID | Tree rings used to WM* | BP (yrBP±1σ) | Calibrated date (95.4%, C.I.) |
|--------------------|------------------------|--------------|---|
| PLD-29486 | 6-8th | 1878±20 | 73AD (95.4%) 214AD |
| PLD-29487 | 65-66th | 1881±19 | 71AD (88.9%) 178AD, 189AD (6.5%) 213AD |
| PLD-29488 | 131-132th | 1756±20 | 233AD (95.4%) 342AD |
| *: Wiggle matching | | Outmost date | 224AD (95.4%) 289AD |

과(n=3), 전체 일치도 A=36.9%이며, 수용한계(5% 유의수준) An은 40.8%이므로 통계치를 넘지 않아 χ^2 검정을 만족하지 못하였다(Fig. 6). 이는 2번째 시료(65th-66th)의 일치도가 매우 낮아서 발생한 것으로 첫 번째 시료(6th-8th)와 세 번째 시료(131th-132th)의 일치도는 매우 높은 것이 확인되어 연대를 부여하였다. 따라서 IDWW 06 목주의 131-132번째 연륜에 대한 연대는 95.4% 신뢰구간에서 A.D. 224-289(95.4%)로 계산되었고, 마지막 135번째 연륜에 대한 최외각

연대는 A.D. 227-292년 사이에 형성된 것으로 추정할 수 있으며, 이 연대 구간이 IDWW 06 목주에 잔존하는 최외각 부위 즉, 벌채연도에 가장 근접한 연대가 된다(Table 4).

3.3. 수종 및 기후 분석

3.3.1. 경산 임당 유적 수종과 현재 식생 비교
경산 임당 유적 출토 목재유물에 대한 수종분석

결과 총 346점 중 316점이 식별되었으며, 선행연구 자료 중 경산 임당 유적에서 출토된 갑옷틀 1점에 대한 수종분석 결과도 포함하였다(Kim *et al.*, 2006). 또한 보다 정확한 분석을 위해 경산 임당 유적과 동시대 동일지역 유적에 대한 목재유물 수종분석 자료를 확인하고자 하였으나 목재유물이 출토된 대부분의 경상북도 유적들의 시기는 통일신라시대이며, 경산 임당 유적과 시기적으로 일치하지 않았기 때문에 경산 임당 유적 자료만을 이용하여 분석하였다(Lee, 2017). 총 확인된 수종은 16과 23속 1아속 1류 7종으로 이 중 참나무속, 굴피나무, 소나무류가 63.8%를 차지하였다(Table 5). 경산 임당 유적은 경상북도 경산시에 위치하고 있으므로 경상북도의 현재 식생환경과 비교하여 차이를 확인해 보았다. 경상

북도의 혼효림에서 분포하고 있는 수종은 16과 24속 40종으로 확인되었으며(Forestry Research Institute, 1995), 이 중 참나무속, 소나무류가 88.0%로 식생의 다수를 차지하고 있었다. 경산 임당 유적에서 확인된 주요 수종(속)들이 현생 식생에서도 대부분 확인되었다(Table 6). 하지만 난대성 수종인 가시나무가 일부 확인되고 있어 현재의 기후는 임당 유적이 형성했을 당시보다 비교적 온난한 것으로, 즉 과거 기후가 현재보다는 서늘했을 것으로 추정된다.

경산 임당 유적에서 확인된 수종들의 분포 가능성을 확인해 보고자 목재유물에서 분석된 수종을 대상으로 현재 우리나라의 식생 분포역으로 확인하였다(Chang *et al.*, 2012). 확인된 23종의 수종 중 대부분은 남부지방까지 분포하고 있어 유적 형성 당

Table 5. The result of identification for wooden artifacts excavated at Imdang-dong site in Gyeongsan, Gyeongsangbuk-do

| Family | Genus | Species(subgenus) | Rate(%) |
|--------------|--------------------|---|---------|
| Pinaceae | <i>Pinus</i> | Hard pine group | 17.4 |
| Aceraceae | <i>Acer</i> | | 0.6 |
| Araliaceae | <i>Aralia</i> | <i>Aralia elata</i> Seem. | 0.6 |
| Betulaceae | <i>Alnus</i> | | 8.8 |
| | <i>Betula</i> | <i>Betula schmidtii</i> Regel | 0.9 |
| Cornaceae | <i>Cornus</i> | | 1.3 |
| Fabaceae | <i>Maackia</i> | <i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Max. | 0.3 |
| Fagaceae | <i>Quercus</i> | (<i>Lepidobalanus</i>) | 24.6 |
| | <i>Castanea</i> | | 3.8 |
| Juglandaceae | <i>Platycarya</i> | <i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z. | 18.0 |
| Moraceae | <i>Morus</i> | | 4.4 |
| Oleaceae | <i>Fraxinus</i> | | 1.6 |
| | <i>Chionanthus</i> | <i>Chionanthus retusa</i> Lind. et Paxton | 0.3 |
| Rhamnaceae | <i>Hovenia</i> | <i>Hovenia dulcis</i> Thunb. | 5.0 |
| Rosaceae | <i>Prunus</i> | | 1.6 |
| | <i>Pyrus</i> | | 1.3 |
| Salicaceae | <i>Salix</i> | | 1.9 |
| | <i>Populus</i> | | 0.9 |
| Styracaceae | <i>Styrax</i> | | 0.3 |
| Tiliaceae | <i>Tilia</i> | | 0.3 |
| | <i>Ulmus</i> | | 3.2 |
| Ulmaceae | <i>Celtis</i> | | 1.6 |
| | <i>Zelkova</i> | <i>Zelkova serrata</i> Makino | 0.9 |

Table 6. The prevalence rate of tree species in mixed forests of Gyeongsangbuk-do

| Family | Genus | Species | Rate(%) |
|---------------|-------------------------------|---|---------|
| Cupressaceae | <i>Juniperus</i> | <i>Juniperus chinensis</i> L. | 0.05 |
| | <i>Larix</i> | <i>Larix gmelini</i> var. <i>principisruppr-echtii</i> Pilger | 0.43 |
| Pinaceae | <i>Pinus</i> | <i>Pinus densflora</i> S. et Z. | 39.03 |
| | | <i>Pinus thunbergii</i> Parl. | 0.19 |
| | | <i>Pinus rigida</i> Miller | 0.92 |
| | | <i>Acer palmatum</i> Thunb. var. <i>coreanum</i> Nak. | 0.98 |
| Aceraceae | <i>Acer</i> | <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> | 0.13 |
| | | <i>Acer ginnala</i> Max. | 0.03 |
| | | <i>Acer triflorum</i> Kom. | 0.00 |
| | | <i>Alnus japonica</i> Steud. | 0.86 |
| Betulaceae | <i>Alnus</i> | <i>Alnus hirsuta</i> Rup. | 0.43 |
| | | <i>Betula davurica</i> Pall. | 0.54 |
| | | <i>Betula platyphylla</i> Sukatchev var. <i>japonica</i> Hara | 0.09 |
| | | <i>Betula schmidtii</i> Regel | 0.05 |
| | <i>Betula</i> | <i>Betula costata</i> Trautretter | 0.02 |
| | | <i>Carpinus laxiflora</i> Blume | 0.50 |
| | | <i>Carpinus cordata</i> Blume | 0.03 |
| | | <i>Cornus controversa</i> Hemsl. | 0.05 |
| Cornaceae | <i>Cornus</i> | | |
| Ebenaceae | <i>Diospyros</i> | <i>Diospyros kaki</i> Thunb. | 0.07 |
| Euphorbiaceae | <i>Sapium</i> | <i>Sapium japonicum</i> Pax. et Hoffm. | 0.07 |
| Fabaceae | <i>Robinia</i> | <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | 2.81 |
| | <i>Maackia</i> | <i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Max. | 0.02 |
| Fagaceae | <i>Cyclobalanopsis</i> | <i>Quercus myrsinaefolia</i> Blume | 0.01 |
| | <i>Castanea</i> | <i>Castanea crenata</i> S. et Z. | 0.76 |
| | | <i>Quercus aliena</i> Blume | 0.37 |
| | | <i>Quercus variabilis</i> Blume | 6.26 |
| | | <i>Quercus dentata</i> Thunb. | 0.14 |
| | | <i>Quercus acutissima</i> Carruth. | 10.40 |
| | | <i>Quercus tschonoskii</i> var. <i>eximia</i> Hatus. | 16.18 |
| | <i>Quercus serrata</i> Thunb. | 14.98 | |
| Juglandaceae | <i>Platycarya</i> | <i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z. | 0.41 |
| Lauraceae | <i>Lindera</i> | <i>Lindera erythrocarpa</i> Makino | 0.04 |
| Oleaceae | <i>Fraxinus</i> | <i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance | 1.21 |
| Rosaceae | <i>Prunus</i> | <i>Prunus sargentii</i> Rehder | 1.50 |
| Salicaceae | <i>Populus</i> | <i>Populus alba</i> × <i>glandulosa</i> T. Lee | 0.26 |
| | <i>Salix</i> | <i>Salix koreensis</i> Anderson | 0.01 |
| Styracaceae | <i>Styrax</i> | <i>Styrax japonica</i> S. et Z. | 0.01 |
| | | <i>Styrax obassia</i> S. et Z. | 0.01 |
| Theaceae | <i>Stewartia</i> | <i>Stewartia koreana</i> Nakai | 0.13 |
| Ulmaceae | <i>Zelkova</i> | <i>Zelkova serrata</i> Makino | 0.04 |
| Total | | | 100 |

시 주변 및 산에서 식생가능한 수종임을 확인할 수 있었다. 하지만 헛개나무, 피나무, 느릅나무 등은 현재 비교적 중부 이북에 분포하는 수종들이다. 경산 임당 유적에서는 다수의 유물 제작에 사용된 수종으로, 유물 제작을 위한 목재의 이동이 없었다고 가정한다면 현재보다 서늘한 기후였을 것으로 판단할 수 있다. 이를 확인하기 위해 경산 임당 유적에서 확인된 수종에 대해 현재 수종의 분포역을 연구한 다른 자료를 확인해 보았다. ‘한국산 목재의 성질과 용도’(Lee, 1997)에서는 위의 결과와 유사한 분포역을 확인할 수 있었으며, 온도분포 범위를 이용하여 여러 수종의 식생대를 확인한 연구(Yim, 1977)에서도 경산 임당 유적에서 확인된 느릅나무가 한대에 포함된다는 것으로 확인되었다. 따라서 경산 임당 유적의 당시 수목식생은 온대성 낙엽활엽수 수종이 주를 이루고 있었을 가능성이 높으며, 특히 경산 임당 유적은 중부 이남에 위치하고 있으나 난대성 수종이 확인되지 않고, 현재에는 서늘한 지역에서 식생하고 있는 수종(헛개나무, 피나무, 느릅나무 등)들이 경산 임당 유적에서도 확인되어 당시의 기후는 현재보다 서늘하였을 것으로 판단된다.

3.3.2. 고환경 연구자료 비교

경산 임당 유적에서 출토된 목재유물의 수종을 통해 분석된 결과에서 경산 임당 유적의 당시 기후(2-4세기)는 현재보다 서늘한 것으로 확인되었으며, 고기후 연구자료들을 확인하여 분석된 결과를 검증하였다.

한반도 쌍자엽식물의 사-공간적 분포역을 식물 화석 자료를 바탕으로 분석한 자료에 따르면 지금으로부터 약 2000년 전에 주문진과 천리포에서는 버드나무속, 가래나무속, 오리나무속, 자작나무속, 밤나무속, 참나무속, 느릅나무속 등 낙엽 활엽수들이 주로 분포하는 것으로 확인되었다(Kong, 1996). 삼국시대 건축물에 사용된 부재들에 대한 수종분석 결과에서 참나무, 밤나무, 팽나무, 가래나무 등 낙엽활엽수가 대부분 사용된 것이 확인되어 당시 기후는 현재보다 서늘하고 습윤한 것으로 판단하였다(Park and Lee, 2007). 또한 속초 영랑호 퇴적층의 꽃가루 분석

을 이용하여 우리나라 중부지역의 식생을 추정한 연구에서는 4500-1400 년전에는 참나무속소나무류서어나나무속개암나무속느릅나무속가래나무속 등이 주요 수종으로 확인되어 현재보다 한랭 습윤한 기후로 판단하였다(Lee, 2004). Kim (1998)은 삼국사기의 서리, 눈, 식물의 동사 등의 한난 기록과 비, 홍수, 눈 등의 건설 기록을 지표로 하여 2-3세기는 한난지수가 높고 뚜렷하고, 습윤한 기후였을 것으로 판단하였으며, 중국과 일본의 기록과도 유사함을 확인하였다.

이와 같이 다양한 선행연구 결과를 근거로 경산 임당 유적의 연대(2-4세기)에는 현재보다 서늘하고 습윤한 기후인 것으로 확인되었으며, 경산 임당 유적에서 출토된 목재유물의 수종분석을 통해 당시 기후를 추정할 본 연구에서도 선행연구 결과를 재확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 경산 임당 유적에서 출토된 목주들에 대해 정확한 벌채시기를 확인하여 유적의 형성 및 활동 시기를 파악하고자 하였다. 또한 목재유물의 수종분석 결과를 이용하여 당시의 식생 및 기후를 추정하고자 하였다.

출토된 목주들 중 연륜이 50개 이상인 목주 6점을 대상으로 연륜연대분석한 결과, 각각의 목주의 연륜폭연대기가 작성되었지만 서로 일치하지 않아 서로간의 상대연대를 확인할 수 없었다. 연륜연대분석을 통해 연대가 밝혀지지 않은 목주 중 2점을 대상으로 방사성탄소연대를 이용한 위글매치를 실시한 결과, 각 시료 최외각 연륜의 연대는 A.D. 95-136년, A.D. 227-292년으로 확인되어 벌채연도에 차이가 있음이 확인되었다. 이러한 이유로 목주 6점을 활용하여 작성된 연륜연대기 상호간 크로스데이팅이 불가능하였음을 결론지을 수 있었다. 또한 조사가 이루어진 유적지의 건축물들은 약 150년에 걸쳐 지속적으로 지어진 것으로 예측할 수 있었다. 경산 임당 유적의 연대는 유물이 확인된 층위와 유물의 형태를 바탕으로 약 2-4세기의 유적으로 추정되었으나, 당시 건축물에 사용되었을 것으로 추정되는

목주의 연대는 2-3세기로 확인되었다. 또한 벌채되어 없어진 연륜을 포함된다면 최대 2-4세기가 건축물이 주로 지어진 시기로 볼 수 있다.

수종분석 결과를 대상으로 당시의 식생을 추정한 결과, 경산 임당 유적에서 확인된 수종들이 대부분 현재 경상북도 혼효림의 식생과 비슷한 결과를 나타내었다. 현재에는 난대성 수종인 가시나무도 확인되어 당시 경산 임당 지역의 기후는 현재보다 서늘한 기후였을 것으로 판단되었다. 경산 임당 유적에서 확인된 수종이 자연적인 식생환경에서 자라지 않았을 가능성도 있지만 여러 선행연구 결과에서 당시의 기후는 서늘하고 습윤하였다고 제시하였으며, 당시 임당 유적의 환경은 낙엽활엽수가 많이 분포하는 환경이며 현재보다 서늘한 기후였던 것으로 판단되었다.

REFERENCES

- Bronk Ramsey C, van der Plicht J, Weninger B. 2001. 'Wiggle matching' radiocarbon dates. *Radiocarbon* 43(2A): 381-389.
- Chang, C.S., Kim, H., Gil, H.Y. 2012. A field guide to korean woody plants, DESIGNPOST. Forestry Research Institute. 1995. Hardwood forest inventory report, Research Data of Forestry Research Institute 112.
- Kim, S.C., Lee, Y.H., Lee, H.S. 2006. Conservation for Wooden Objects Excavated from Imdang, Kyungsan, *Conservation Science in Museum* Vol 7:53-62.
- Kim, Y.J. 2003. Dating of the 17th-Century Korean Buildings Using Tree Rings of *Pinus densiflora* S. et Z., Master's thesis, Chungbuk National University.
- Kim, Y.O. 1998. *Climate Change*, Minumsa.
- Kong, W.S. 1996. The Distribution of Dicotyledons in Time and Space in the Korean Peninsula, *The Korean Journal of Quaternary Research* 10(1): 1-18.
- Lee, B.H. 2007. Species of the Archaeological Woods Excavated in Gyeongju, the Capital of Silla Dynasty, Master's thesis, Chungbuk National University.
- Lee, C.B. 1974. *Dendrology*, Hyangmunsa.
- Lee, C.B. 2003. *Illustrated plant book of Korea*, Hyangmunsa.
- Lee, D.W. 2004. *Korea traditional ecology*, Science books.
- Lee, K.H. 2017. Identification of Woodworking Methods and Estimation of Paleoenvironment by analysis of Wooden Artifacts Excavated from Imdang-Dong Site (2-4C), Korea, Doctor's thesis, Chungbuk National University.
- Lee, P.W. 1997. *The characters and uses of Korean Wood*, Publishing department of Seoul National University.
- Park, S.J., Lee, W.Y., Lee, W.H. 1987. *Timber organization and identification*, Hyangmunsa.
- Park, W.K., Kim, S.K., Kim, Y.J. 2007. Tree-Ring Dating for Korean Wood Furniture: A Case Study on Medicine Cabinets. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 35(6): 57-64.
- Park, W.K., Kim, Y.J. 2005. Tree-Ring Dating of Korean Traditional Furnitures: A Case Study on Cabinet and Chest, *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 33(3): 1-10.
- Park, W.K., Kim, Y.J., Kim, S.K., Youn, M.Y., Kim, S.K. 2010. Tree-Ring Dating and Radiocarbon Dating of Sungryemun Signboard, *Proceeding of the 31th National Conference of the Korean Society of Conservation Science of Cultural Heritage*, 82-85.
- Park, W.K., Lee, K.H. 2007. Changes in the Species of Woods Used for Korean Ancient and Historic Architectures, *Journal of Architectural History* 16(1): 9-28.
- Park, W.K., Son, B.H., Han, S.H. 2003. Tree-Ring Dating of Wood Elements Used for Tongmyungeon Hall of Changkyung Palace, *Journal of Architectural*

- History 12(3): 53-63.
- Park, W.K., Yoon, D.H., Park, S.H. 2006. Species Identification and Tree-Ring Dating of Coffin Woods Excavated at Ma-Jeon Relic in Jeonju, Korea, *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 34(6): 12-20.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. 2004. IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 Cal Kyr BP. *Radiocarbon* 46: 1029-1058.
- Schweingruber, F.H. 1983. *Tree Rings*. D. Reidel Publishing Company, 144-165.
- Son, B.H., Kim, J.H., Nam, T.K., Lee, K.H., Park, W.K. 2011. Species Identification and Tree-Ring Analysis of Wood Elements in Daesungeon of Jipyeong Hyanggyo, Yangpyeong, Korea, *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 39(3): 213-220.
- Yeongnam Institute of Cultural Properties. 2014. The ancient wetland site at Yimdang-dong, Gyeongsan (Wooden artifacts), *Research Report of Antiquities* Vol. 212.
- Yim, Y.J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula(Ⅲ. Distribution of tree species along the thermal gradient), *Japanese Journal of Ecology* 27: 177-189.