연구약보고서

충주 칠금동 제철유적 발굴조사 출토 탄화목재의 과학적 분석

2019. 12.

충북대학교 산학협력단부설 나 이 테 연 구 센 터

충주 칠금동 제철유적 발굴조사 출토 탄화목재의 과학적 분석

국립중원문화재연구소가 2018년 8월부터 2019년 6월까지 실시한 『충주 칠금동 392-5번지 일대 제철유적 발굴조사』에서 14기의 제련로가 발굴되었다.

칠금동 유적의 제련로는 넓게 굴광하여 바닥과 벽면에 목조시설을 설치하고 흙을 채운 후 중앙을 재굴광하는 작업이 선행되었으며, 그 위에 기존의 방식인 하부에 목 탄과 점토, 모래 등을 채우고 노벽을 축조한 것이 확인되었다. 이러한 칠금동식 제련 로의 독특한 지하구조에 설치된 바닥과 벽면의 목재는 탄화된 상태로 발견되었다.

본 연구는 지하 목조시설의 탄화목을 대상으로 수종을 분석하여 재질과 주변식생을 파악하고, 연륜연대분석을 실시하여 제련로의 상호간 선후관계를 밝히고자 하였다. 또한 목조시설의 탄화목이 처음부터 탄화목을 사용한 것인지 또는 목재가 제련로의 열로 인해 탄화된 것인지를 밝히려는 목적으로 실시되었다.



그림 1. 충주 칠금동 392-5번지 일대 제철유적 현장

Ⅰ. 분석대상

충주 칠금동 제철유적 5기의 제련로에서 채집한 탄화목 7점을 대상으로 과학적 분석인 수종, 연륜연대, 공업분석을 실시하였다. 분석대상은 다음과 같다(표1, 그림2).

표 1. 분석대상

no.	유구명	위치	no.	유구명	위치
1	5호 제련로	벽면	5	15호 제련로	바닥면2
2	13호 제련로	바닥면	6	19호 제련로	바닥면
3	13호 제련로	벽면	7	24호 제련로	바닥면
4	15호 제련로	바닥면1			



5호 제련로 출토 탄화목재

13호 제련로 출토 탄화목재





15호 제련로 출토 탄화목재

19호 제련로 출토 탄화목재



24호 제련로 출토 탄화목재

그림 2. 조사 지역 및 탄화목재 채취

Ⅱ. 수종분석결과

충주 칠금동 392-5번지 일대 제철유적 발굴조사에서 출토된 탄화목 7점을 대상으로 수종 조사를 실시한 결과, 7점 중 5점은 **상수리나무류**(*Cerris* group)로, 2점은 버드나무속(*Salix* spp.)으로 식별되었다(표2).

표 2. 탄화목재의 수종조사 결과

no.	유구명	위치	수 종 결 과
1	5호 제련로	벽면	상수리나무류(<i>Cerris</i> group)
2	13호 제련로	바닥면	상수리나무류(<i>Cerris</i> group)
3	13호 제련로	벽면	버드나무속(<i>Salix</i> spp.)
4	15호 제련로	바닥면1	상수리나무류(<i>Cerris</i> group)
5	15호 제련로	바닥면2	버드나무속(<i>Salix</i> spp.)
6	19호 제련로	바닥면	상수리나무류(<i>Cerris</i> group)
7	24호 제련로	바닥면	상수리나무류(<i>Cerris</i> group)

상수리나무류(Cerris group)

- 참나무과(Fagaceae) 참나무속(Quercus) 상수리나무아속(Lepidobalanus)

횡단면 - 환공재로써 연륜경계를 따라 대관공이 1-2열로 관찰되었으며, 광방사조직이 존재하였다. 공권이외의 소관공은 후벽이었으며, 방사상으로 배열되었다.

접선단면 - 단열 또는 30열 이상의 방사유세포로 구성된 광방사조직이 관찰되었다. 방사단면 - 방사조직은 평복세포로만 이루어진 동성형 방사조직이 관찰되었다. 도관 은 단천공이었다.

이상의 특징으로 상수리나무아속으로 분류할 수 있었다. 상수리나무아속은 도관의 횡단면상 배열 상태에 따라 상수리나무류(상수리나무, 굴참나무)와 졸참나무류(신갈나무, 졸참나무, 갈참나무, 떡갈나무 등)로 구분된다. 본 분석 시료는 공권이외의 소도관모양이 원형이고 후벽이었으며, 방사상으로 독립적인 배열을 하고 있어 상수리나무류로 식별하였다. 졸참나무류는 소도관 모양이 각형이고 박벽인 것이 특징이다.

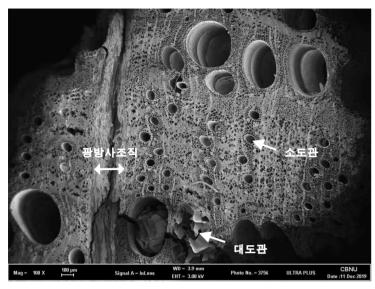


그림 3. 상수리나무류 횡단면 I

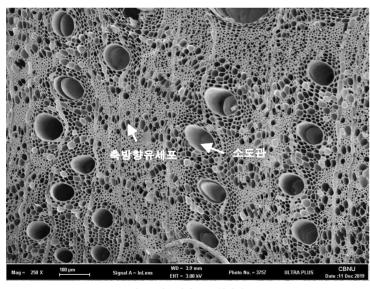


그림 4. 상수리나무류 횡단면Ⅱ



그림 5. 상수리나무류 접선단면

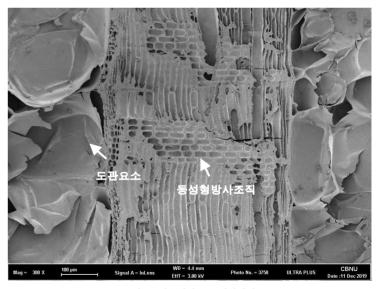


그림 6. 상수리나무류 방사단면

버드나무속(Salix spp.) - 버드나무과(Salicaceae)

황단면: 도관이 연륜전체에 고르게 분포한 산공재이었으며, 고립관공과 방사방향으로 2~4개씩 연결된 복합관공도 관찰되었다. 연륜의 경계는 비교적 명확하였다.

접선단면 : 방사조직은 단열이성형으로 관찰되었다.

방사단면 : 도관요소와 방사유세포 간의 벽공은 비교적 소형의 원형~타원형으로 밀집되어 관찰되었다. 방사조직은 이성 Ⅲ형으로 관찰되었다.

산공재이며 단열이성형 방사조직의 특징으로 버드나무과 버드나무속으로 분류하였다. 버드나무과에는 단열동성형 방사조직을 갖는 사시나무속과 단열이성형 방사조직을 갖는 버드나무속이 있다.

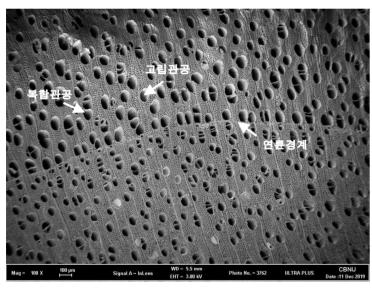


그림 7. 버드나무속 횡단면

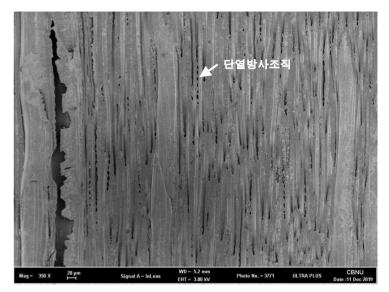


그림 8. 버드나무속 접선단면 I

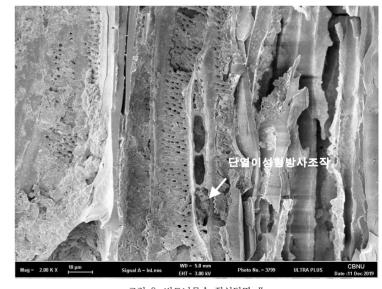


그림 9. 버드나무속 접선단면 Ⅱ

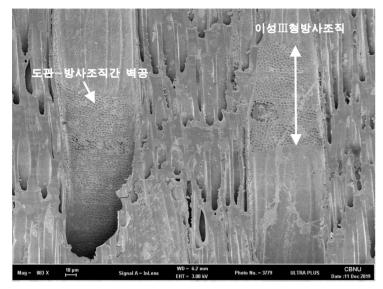


그림 10. 버드나무속 방사단면

Ⅲ. 연륜연대분석결과

연륜연대 분석이 가능한 탄화목 시료는 5호, 13호, 24호 제련로의 출토 탄화목이었다. 나머지 시료들은 형태를 유지하지 못하고 분리되어 연륜연대분석이 불가능하였다.



그림 11. 연륜연대분석 대상 탄화목재

연륜을 측정한 결과, 탄화목에 포함된 연륜의 수는 13~52개로 최소 20년에서 60년 이상 수령의 목재가 사용되었음을 알 수 있었다(표 3). 연륜의 수가 적어 상호간 유의 성을 찾을 수 없었다.

표 3. 탄화목재의 연륜정보

분석시료	분석번호	수	수피	측정연륜수	평균연륜폭(0.01mm)
5호 제련로 탄화목재	CJCGQU3	-	-	52	115
13호 제련로 탄화목재	CJCGQU4	0	-	13	164
24호 제련로 탄화목재	CJCGQU8	-	-	24	111

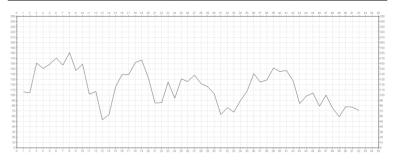


그림 12. 5호 제련로 탄화목재의 연륜패턴 (x축: 상대연도, y축: 연륜폭×0.01mm)

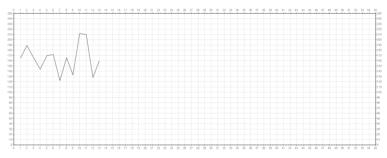


그림 13. 13호 제련로 탄화목재의 연륜패턴

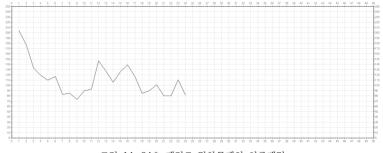


그림 14. 24호 제련로 탄화목재의 연륜패턴

Ⅳ. 공업분석결과

목재는 크게 고정탄소와 휘발분으로 구성된 연소성 물질과 비연소성 물질인 수분과 회분으로 구성되어있다. 목재는 생재 및 탄화도의 진행에 따라 구성 성분의 비율이 달라진다. 석탄화도(石炭化度)가 진행된 것일수록 고정탄소가 많고 휘발분이 적다.

제련로 지하 목조시설의 탄화목에 대한 공업분석 결과는 고정탄소가 적고 휘발분이 많아 목재에 가까운 특성을 보였다. 따라서 목재인 상태에서 지하 목조시설에 사용된 것으로 판단된다.

표 4. 상수리나무류의 물질구성 비율 비교

വിച കിലി	공업분석(%)						
시료 형태	고정탄소	수분	회분	휘발분	전체		
목재	13.08	8.81	0.37	77.74	100		
흑탄	61.9	5.6	1.3	31.2	100		
백탄	79.6	7.9	2.5	10.0	100		
5호 제련로	17.26	12.61	16.05	54.08	100		
13호 제련로	16.88	14.78	14.66	53.68	100		
15호 제련로	27.08	13.36	9.08	5048	100		
19호 제련로	22.22	15.08	12.82	49.88	100		
24호 제련로	18.63	15.53	16.96	48.88	100		