

고대 철기의 제작기술 연구 -이천 설봉산성 출토 유물을 중심으로-

유재은

국립문화재연구소 보존과학연구실

Ancient Iron Technologies as Observed in the Microstructure of Iron Artifacts Excavated from Icheon Seolbong Fortress

Jae-Eun Yu

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Properties

Ⅰ. 머리말

이천 설봉산성은 경기도 이천시 사음동에 소재하는 석성으로 단국대학교 박물관에 의한 1차 발굴조사 결과 4세기 후반 백제시대로 편년되었다. 출토 유물은 토기, 기와, 자기, 금속유물 등 종류가 다양하며 특히 백제 토기가 출토된 토광에서 철제유물이 다량으로 수습되었다. 철제유물은 농기구, 무기, 생활용구, 건축부재 등으로 이들 유물에서 시편을 채취하여 미세조직을 분석하고 이를 근거로 유물과 제작기술과의 관계, 사용된 철 소재, 제강법, 열처리 등을 살펴보았다¹⁾. 그 결과를 종합하여 산성이 속한 4세기 후반 백제의 철기 제작공정 체계를 설정하였다. 분석한 유물은 총 32점으로 이중 단조품이 20점, 주조품이 12점이었으나, 여기서는 철기 제작에 가해진 기술을 특징지을 수 있는 일부 단조 유물을 중심으로 언급하고자 한다.

Ⅱ. 유물 분석

1. 낫

설봉산성에서는 별낫 2점과 밀낫 4점이 출토되었다. 낫은 날 부위, 등 부위, 손잡이 부위 등 각 부위에서 시편을 채취하여 미세조직을 관찰하였다. 별낫은 탄소 함량 약 0.4~0.5%의 강 소재를 사용하여 제작하였고 날 부위에서 담금질 처리로 생성되는 마르텐사이트 조직이

¹⁾미세조직 분석은 금속현미경에 의한 관찰 조사만 실시하였고 앞으로 보다 세부적인 분석을 실시할 예정이다.

나타나 강도와 인성을 요구하는 날 부위에만 집중적인 열처리를 실시하였다. 등 부위는 퍼얼라이트와 페라이트가 공존하며 표면에 탈탄 현상이 나타났다. 밀낫은 약 0.1% 미만의 탄소함량을 가지는 소재로 제작하였다. 날 부위에 담금질 처리를 실시하지 않았고 부위별로 다른 제작 흔적을 나타내지 않으며 또한 강도를 필요로 하는 날 부위보다 등 부위가 탄소함량이 높은 경우도 있어 제작에 크게 신경 쓰지 않은 것을 알 수 있다. 이것으로 보아 밀낫은 풀이나 버를 베는데 사용했으며 별낫은 벌목작업과 같은 용도로 사용했거나 발굴자의 견해대로 전쟁시 적을 잡아당기는 무기로도 사용되었을 가능성이 있다.

2. 철제 살포

철제 살포는 유일하게 1점이 출토되었는데 대부분 부식되었고 금속이 남아 있는 일부분에서 미세조직을 관찰할 수 있었다. 바탕의 퍼얼라이트 조직에 시멘타이트 입자가 분포하고 있다. 탄소 함량 약 1% 이상의 과공석강에 해당하며 이러한 높은 탄소 함량을 얻기 위해서는 주철을 기본 소재로 사용한 주철탈탄제강법이 적용되었을 가능성이 큰 것으로 추정된다.

3. 단조 철부

소형의 단조 철부로 전체적으로 아주 낮은 탄소함량을 나타낸다. 접고 두드리는 단타작업을 반복함으로써 형성된 층상의 띠가 보이며 페라이트 바탕에 구상화된 시멘타이트가 존재하고 있어 공석온도인 727°C 부근에서 성형 과정 중 형성된 것으로 보인다.

4. 철정

건축부재의 일종으로 다른 철정에 비해 크기가 크다. 끝 부위와 못 머리에 가까운 부위에서 시편을 채취하였다. 시편의 전체적인 미세조직은 퍼얼라이트 조직으로 공석강인 0.77%의 탄소함량을 나타내고 있어 공석강을 소재로 성형 제작된 것을 알 수 있다.

5. 철촉

5-1. 二段有莖式 철촉

전체적으로 순철에 가까운 페라이트 조직이며 접고 두드려 제작하였다. 좌우로 길게 늘어선 개재물이 존재하며 페라이트 결정립 형태로 보아 비교적 낮은 온도에서 두드림 작업이 이루어진 것으로 보인다. 특히 철촉임에도 불구하고 강도를 요구하는 날 부위에 열처리를 실시하지 않았다.

5-2. 菱形철촉

촉두가 부채꼴 형태를 하고 있는 철촉으로 촉신과 스페가 사선으로 곧바로 연결된다. 촉

두와 축신의 미세조직에서 전체적으로 상당량의 탄소를 포함하는 강 소재를 사용하여 제작한 것을 알 수 있다. 특히 축두는 담금질 조직인 마르텐사이트 조직과 바탕에 퍼얼라이트가 공존하고 있고 축신은 가장자리에 탈탄 현상이 보인다.

III. 고찰

유물과 제작기술과의 관계를 살펴보면 일부 유물은 용도에 따라 부위별로 다른 처리를 한 것을 알 수 있다. 벌낫은 날 부위에 담금질 처리를 하여 강도를 요구하는 특별한 용도로 사용되었음을 알 수 있고, 밀낫은 특별한 처리를 실시하지 않아 벼나 풀을 베는데 사용되었던 것으로 추정된다. 사용된 철 소재는 순철, 강, 주철이 모두 사용되었는데 대부분 유물은 강 소재로 제작된 것을 볼 수 있다. 강은 탄소 함량이 낮은 것부터 탄소 함량 0.77%의 공석강에 이르기까지 폭넓은 소재가 이용되었다. 이는 제련로에서 제작된 괴련철(해면철)을 어떤 제강법을 이용하여 강으로 만들고 이를 성형한 것으로 당시 대규모의 제강시설이 존재했을 가능성이 있다. 주철은 철제 살포에서 사용되었는데 탄소 함량 약 1% 이상의 과공석강으로 주철탈탄제강법에 의한 제작으로 추정하였다. 또한 침탄처리를 실시한 예가 없어 침탄에 의한 제강법은 적용되지 않았던 것으로 보인다.

이상의 결과로 설봉산성 철기 제작공정은 제강→성형→열처리 과정이 적용된 것을 알 수 있다. 이와 유사한 예로 천안 용원리, 신평리, 대전 구성동, 순천 김단산성 등지에서 출토된 유물을 들 수 있다. 이는 성형→제강→열처리 제작기술 체계를 가진 경주 황남대총과 김해 대성동 고분 출토 유물과 대비되는 것으로, 설봉산성 출토 철기에서 나타난 기술은 4세기 후반 백제에서 적용된 철기 제작기술 체계로 볼 수 있을 것이다.

이러한 철기 제작기술은 4세기 백제 근초고왕대의 정치적 상황과 밀접한 연관을 가지고 있다. 왕권 안정과 이를 기반으로 한 활발한 정복사업, 적극적인 대외 관계 전개라는 당시 상황은 경제적 뒷받침으로 가능했다. 이는 충북 진천 석장리 철 생산 유적에서 볼 수 있듯이 발달된 제철산업을 근간으로 한 경제적 기반이었다.

IV. 맺음말

이상으로 설봉산성 출토 철기의 제작기술을 정리 요약하면 다음과 같다.

1. 낫에서 볼 수 있듯이 일부 유물은 용도에 맞게 부위별로 다른 제작기술이 적용되었다.
2. 소재는 순철, 강, 주철이 모두 사용되었으나 제강법에 의해 미리 만들어진 강 소재가 주로 사용되었다.

3. 철제 살포는 주철탈탄제강법으로 제작된 것으로 보이며 당시 이 기술이 일부나마 존재했을 가능성이 있다.

4. 침탄처리 한 예가 발견되지 않아 제강법으로 침탄법은 적용되지 않았음을 알 수 있다.

5. 이상의 결과로서 4세기 대 백제에 속하는 설봉산성의 철기 제작공정은 제강→성형→열처리 과정으로 제작되었다고 볼 수 있다.

참고문헌

國立淸州博物館·浦項産業科學研究院, 『韓國 古代 鐵生産遺蹟 發掘調査 鎭川 石帳里遺蹟-』, 1997.

단국대학교 중앙박물관·이천시, 『이천 설봉산성 1차 발굴조사 보고서』, 1999.

박장식·이영식·신경철·김재우, 「가야 철기유물의 과학적 분석을 통한 가야 철기 문화 복원에 관한 연구」, 『김해발전연구』 제4권 제1호 통권 제5호, 인제대학교 김해발전전략연구원, 2001.

박장식·정광용, 「황남대총 출토 철기 분석결과」, 『황남대총의 재조명』, 국립경주문화재연구소, 2000.

유재은·박장식, 「利川 雪峰山城 出土 별낫과 밀낫의 製作 技法 및 用度 비교」, 『文化史學』 제18호, 韓國文化史學會, 2002.