

2014년 울산 쇠부리축제
학술심포지움

조선시대 울산 쇠부리의 조업방식

2014년 6월 21일(토) 13:00~17:00

주최_ 울산광역시 북구

주관_ 울산쇠부리축제 추진위원회
한국철문화연구회

세부 일정

제1부 개회 및 축사	(13:00~13:20)
사회 정재화(울산쇠부리축제 추진위원회)	
개회사 박종혜(울산쇠부리축제 추진위원장)	(13:00~13:10)
축사 이남규(한국철문화연구회장)	(13:10~13:20)
제2부 주제발표	(13:20~15:30)
사회 우병철(영남문화재연구원)	
1주제 울산 달천철정유적과 둔기리유적의 조사성과 발표 : 황 장 한 (울산문화재연구원)	(13:20~13:40)
2주제 민속학적으로 본 석축형제철로의 조업방식 발표 : 정 상 태 (울산문화연구소)	(13:40~14:00)
휴식	(14:00~14:10)
3주제 고고자료로 본 석축형제철로의 조업방식 발표 : 김 권 일 (신라문화유산연구원)	(14:10~14:30)
4주제 금속학적으로 본 석축형제철로의 조업방식 발표 : 신 경 환 (금속기술연구소)	(14:30~14:50)
5주제 일본 타타라제철로의 조업방식 발표 : 마츠이 카즈유키(일본 북구주역사·자연사박물관)	(14:50~15:20)
휴식 및 장내정리	(15:20~15:30)
제3부 종합토론 -발표자 전원 및 지정토론자	(15:30~17:00)
좌장 이남규(한신대학교 한국사학과)	
지정토론 김도현(동양대학교 문화재보존발굴학과) 김상민(국립중앙박물관 고고역사부) 김수기(용인대학교 문화재학과) 신종환(대가야박물관)	
폐회 및 기념촬영	(17:00~17:10)

목 차

제2부

주제발표

1. 울산 달천철장유적과 둔기리유적의 조사성과황창한 / 1
2. 민속학적으로 본 석축형제철로의 조업방식정상태 / 15
3. 고고자료로 본 석축형제철로의 조업방식김권일 / 23
4. 금속학적으로 본 석축형제철로의 조업방식.....신경환 · 최영민 / 39
5. 일본 타타라제철로의 조업방식.....마츠이 카즈유키/ 53

개 회 사

박종해 울산쇠부리축제 추진위원장

조선의 철강왕 구충당 이의립 선생은 한평생 철산지를 찾으려 전국을 돌아다니다 천신만고 끝에 울산 북구 달천산에서 토철을 발견하여 왜란으로 피폐해진 조선을 부국강병의 길로 인도하는데 혁혁한 공을 세웠으며, 토철에서 양질의 철을 정련하는 제조법을 개발하였으니, 이를 ‘쇠부리’라 하였습니다.

토철에서 철을 생산하는 과정은 너무나 고단한 일이었지요. 이 때 노동의 고생스러움을 달래기 위해 노동요가 불리워졌으며, 이를 ‘불매가’라 하고, 오늘날 쇠부리의 전 과정과 불매가가 전승 보존되고 있으니, 이것이 [울산달내쇠부리놀이]입니다. 2005년 6월 10일 시작된 제1회 울산쇠부리축제는 바로 [울산달내쇠부리놀이]가 산파가 되어 올해로 10회째를 맞이하게 되었습니다.

인류의 소중한 문화유산인 쇠부리는 학술적인 측면에서도 대단히 중요하다 할 것입니다. 지난 해에 [한국철문화연구회]와 공동주관하여 학술심포지움을 개최한 바 있습니다. 국내,외 석학들을 모시고 달천철장을 중심으로 한 한반도 철기문화의 역사성과 그 고고학적 가치를 새롭게 조명하는 소중한 시간이었습니다. 올해 제10회 울산쇠부리축제를 맞이하여 쇠부리문화의 독창성을 반증하는 [석축식 가마터]를 주제로 학술심포지움을 개최하게 되었습니다. 부디 이번 심포지움을 통해 우리 지역 철기문화의 독창성과 역사성을 되짚어보는 의미있는 자리가 되길 기원합니다.

끝으로 [한국철문화연구회] 이남규 교수님과 회원여러분, 일정 관계로 참석하지 못한 일본 북구주역사·자연사박물관의 마쯔이씨께도 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

울산 달천철장유적과 둔기리 유적의 조사성과

황창한 (울산문화재연구원)

- 울산 달천철장유적의 조사성과

- I. 머리말
- II. 유적 입지와 주변유적 현황
- III. 조사내용
- IV. 달천철장의 조사성과 및 의의

I. 머리말

울산 달천철장은 한국 고대사로부터 근현대사에 이르기까지 철문화의 증추적 역할을 담당했던 곳이다. 이곳은 한반도 철생산 문화의 거점으로서 고대국가 형성과 밀접한 관련이 있었고 조선시대에는 달천철장의 철을 바탕으로 국권을 회복하는데 일조했으며 다시 일제강점기때 전략적으로 수탈되는 아픔을 겪었고, 근현대에는 한국 경제성장의 틀을 마련하는데 이바지하였다. 그럼에도 불구하고 현재 달천철장은 그 모습을 찾아보기 어렵게 되었다. 본 발표를 통해 다시금 달천철장의 역사적 가치를 되돌아보고 한반도 철문화의 거점으로서 면모를 갖춘 역사의 현장으로 부활할 수 있는 계기가 될 수 있기를 기대해 본다.

II. 유적 입지와 주변유적 현황

유적이 위치하는 울산광역시 북구 일대는 포항 영일만에서 울산만에 걸쳐 형성된 형산강 구조곡의 남반부에 해당된다. 북에서 남으로 흐르는 동천을 중심으로 동쪽에는 동대산과 무룡산, 서쪽에는 천마산과 상아산이 이어진다. 달천유적은 동천의 서쪽에 위치하는데, 천마산과 상아산의 동쪽 말단부인 해발 67m 내외의 구릉 일원에 해당한다. 이 일원에는 야트막한 구릉이 발달하였으며 이러한 구릉을 중심으로 많은 유적이 분포한다.

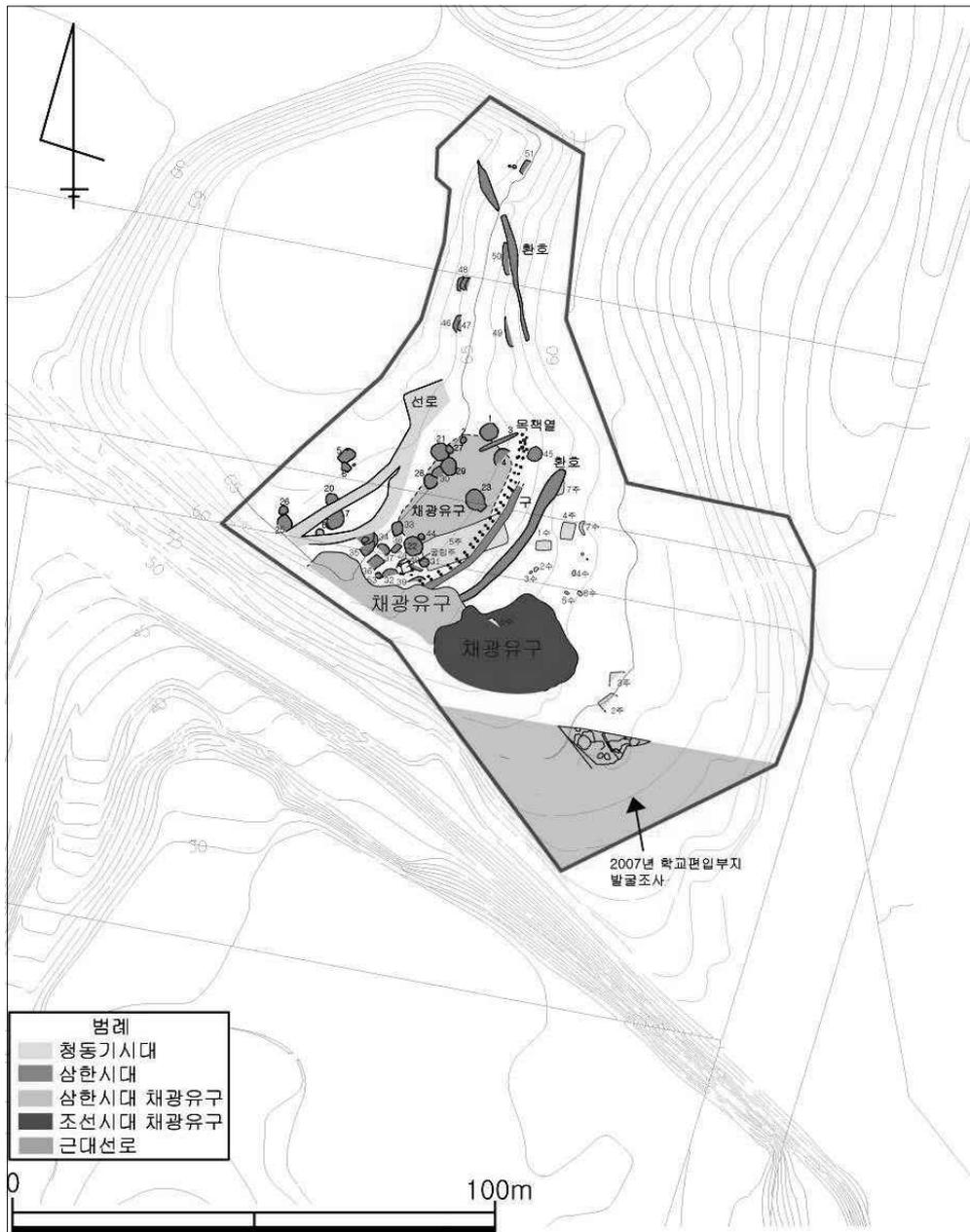
달천유적은 폐광산인 달천철장 내에 위치한다. 달천철장에서 채광이 한창이었던 1979년에 측량한 지형도를 통해 달천유적 북서쪽 일원에 해발 100.8m의 구릉 정상부가 있었음을 확인할 수 있다. 그러나 채광작업으로 구릉 정상부는 완전히 소멸되었으며 정상부에서 동쪽과 동남쪽으로 뺀 사면부만 일부 남아 있는 상태인데, 이곳에 달천유적이 위치한다. 달천유적 주변 역시 현대까지 이루어졌던 채광작업으로 원래 지형의 대부분이 파괴되었으며 최근 아파트와 학교 등이 건립되었다.



<그림 1> 조사대상지 전경 및 근경

III. 조사내용

울산 달천유적의 조사는 2008년 2월 20일부터 2008년 11월 17일까지 실시하였다. 발굴조사 결과 청동기시대 주거지 6동, 수혈 6기, 삼한시대 주거지 7동, 수혈 27기, 굴립주 1기, 환호, 목책열, 구 1기, 삼한·조선시대 채광유구, 근대 채광관련 선로 등 총 53기가 확인된 복합유적이다.



〈그림 2〉 조사대상지 유구배치도

이중 특히 주목되는 것은 철광석의 채광과 관련한 유구이다. 달천철장이 고대에서 중요한 이유는 달천철장 내에서만 확인되는 비소를 포함하고 있기 때문이다. 비소가 함유된 달천철장은 주변지역에서 확인된 철기의 성분분석 결과와 일치해 이곳에서 생산된 철을 활용해 철

기를 생산했음을 보여주는 단서가 된다. 또한 이 유적에서 일본 야요이시대의 토기도 함께 출토되어 당시 주변국에 있어서 달천철창의 중요성을 알 수 있다.

1. 청동기시대

1) 주거지

총 6동의 주거지가 확인되었다. 2호·3호·6호·7호 주거지는 잔존 상태가 양호하지 않으므로 4호·5호 주거지를 중심으로 살펴보겠다.

4호 주거지는 유적의 북서편에 위치하는데 삼한시대 환호와 인접한다. 평면형태는 방형이며, 주거지 내부시설로는 ‘ㄷ’자식의 벽주구와 수혈식 노지가 확인되었다. 규모는 길이 397cm, 너비 300cm, 최대깊이 60cm이다. 유물은 바닥에서 무문토기 저부와 석부, 석도, 지석 등이 출토되었다. 호 주거지는 규모가 대형이면서 초석식이라는 점에서 다른 주거지와 차별된다. 규모는 길이 1,960cm, 너비 710cm, 최대깊이 124cm이다. 내부시설로는 벽주구와 초석, 저장시설 등이 확인되었고 바닥에 불다짐처리가 되었다. 벽주구는 네벽에서 확인되었는데, 규모는 너비 20cm, 깊이 8cm이다. 바닥 불다짐처리는 주거지 남쪽에서 집중적으로 확인되는데, 벽주구에서 초석이 있는 폭 1m 정도의 범위를 따라 형성되었다. 불다짐 처리한 바닥이 주거지 축조 시에 의도적으로 형성된 것인지, 화재로 인한 것인지는 검토의 여지가 있다. 초석은 화강암을 40cm 정도의 방형으로 가공하여 2m 간격으로 배치하였다. 판석은 주거지 바닥에 방형으로 얇은 수혈을 파서 배치하였다. 동장벽에서 7매, 서장벽에서는 2매의 초석이 확인되었는데, 나머지는 인위적으로 제거하였거나 후대에 교란되었을 가능성이 있다. 저장시설은 남동쪽 모서리 부근에 폭 60cm 정도의 원형수혈을 판뒤, 내부에 이중구연의 대형호를 안치한 형태이다. 그리고 주거지 벽면에서는 가구재로 추정되는 목탄들이 확인되었는데, 대부분 판재이다. 유물은 바닥과 벽주구 등에서 출토되었는데, 이중구연의 장란형호와 이단병식석검, 석도 등이 있다.



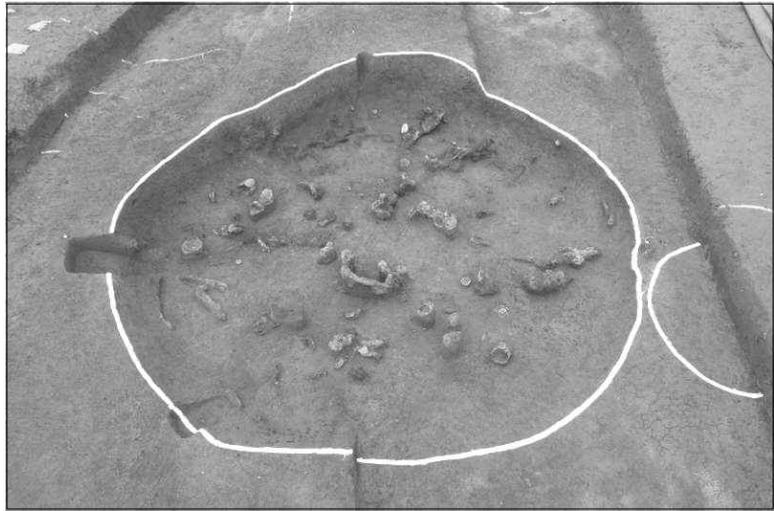
〈그림 3〉 청동기시대 5호 주거지

주거지의 시기는 5호 주거지의 평면형태가 세장방형이라는 점과 이중구연호, 이단병식석검 등의 출토유물로 보아 청동기시대 전기 전반으로 추정되며, 나머지 주거지들은 평면형태와 출토유물 등의 양상으로 보아 청동기시대 전기후반에서중기 전반으로 추정된다.

2. 삼한시대

1) 주거지

주거지는 환호의 서쪽에 서만 확인되었는데, 해발 60~65m 사이에 분포한다. 주거지는 평면형태가 원형으로 정연하면서 벽면이 직각에 가깝고 바닥이 수평을 이루고 있어 수혈과 형태적으로 구분된다. 20·22호 주거지에서는 노시설과 주혈 등의 내부시설이 없었으나 붕괴된 架構材가 탄화된 상태로 확인되었다.



<그림 4> 삼한시대 22호 주거지

주거지의 연대는 삼각형 점토대토기와 와질주머니호 등의 출토유물로 볼 때, 기원전 1세기대로 추정된다.

<표 1> 주거지 명세표

호수	規格(cm)	평면 형태	구조 및 특징	주요 출토유물	비고
	長×幅×深				
20	365×(305)×40	원형	.	와질주머니호, 방추차	화재, 목탄(추정 가구재)
21	400×400×17	원형	중앙에 상면식 노시설(추정)	삼각형점토대토기, 점토대소옹, 와질 주머니호, 석촉, 방추차	.
22	384×366×46	원형	바닥전체 다짐처리	삼각형점토대옹, 천발, 와질주머니호, 방추차, 지석	화재, 목탄(추정 가구재)
23	396×394×67	원형	중앙에 상면식 노시설(추정)	두형토기, 봉상형파수, 방추차, 지석	.

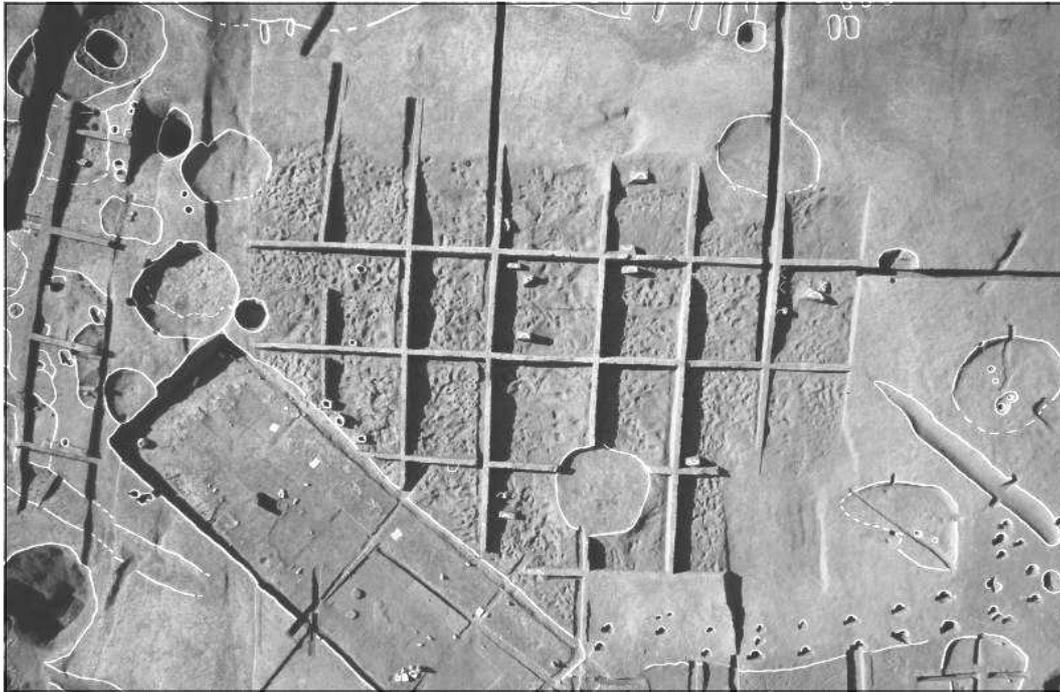
2) 채광유구

채광유구는 해발 63~65m에 위치한다. 채광유구는 두 종류로 구분된다.

채광유구A는 평면형태에서 규칙성이 없이 경사면을 따라 일정한 범위를 굴착한 것이다. 조사 중인 상태인데, 확인된 규모는 길이 약 25m, 너비 20m, 최대깊이 0.5m 이다. 채광유구의 범위는 환호 서쪽 전체에 걸쳐 분포할 가능성이 있다.

채광유구B는 여러 개의 구덩이로 이루어진 것으로 남쪽 경계부에서 확인되었다. 채광유구를 구성하는 구덩이는 다시 1회 굴착으로 평면형태가 원형인 것과 여러 차례 반복적으로 굴착되어 평면형태가 부정형인 것으로 구분된다. 원형의 구덩이는 대부분 지름 4~5m, 깊이 2m 내외의 규모이다. 부정형의 구덩이는 해발 65m 선상에 집중하여 분포한다. 내부토층에서 중복관계는 확인되지 않으며 매물순서에 따른 시간적인 차이만 확인된다. 이러한 토층의 양상으로 볼 때, 거의 동시에 굴착된 것으로 판단된다.

주변에는 5×5cm 내외 크기의 철광석을 다량으로 포함한 적색점질토가 분포하는데, 두께는 0.5m~2m로 남쪽에서 북쪽으로 갈수록 얇아진다. 채광유구는 바닥에서 철광석의



<그림 5> 삼한시대 채광유구

포함량이 주변에 비교해 현저히 적고, 바닥에서 심한 요철이 확인된다. 이러한 양상으로 보면 채광유구는 적색점질토에 포함된 철광석을 채취하였을 가능성이 높은 것으로 추정된다.

출토유물과 주거지와 중복된 양상으로 보면 채광유구 2기의 연대는 다른 것으로 추정된다. 즉, 채광유구A를 파괴하고 주거지가 축조되었기 때문에 채광유구A는 기원전 1세기 이전으로 판단된다. 채광유구B는 내부에서 타날문 와질토기 파편이 출토되었기 때문에 3세기 정도로 편년할 수 있다.

3) 수혈

확인된 수혈 중 6기가 조사되었다. 수혈의 평면형태는 대부분 부정형이나 바닥은 편평하다. 내부에 특별한 시설이 없으며 전반적으로 매물토에 다량의 소토가 혼입된 것이

<표 2> 수혈유구 명세표

호수	規格(cm)	평면 형태	출토유물	특징
	長×幅×深			
25	580×(304)×36	부정형	두형토기, 삼각형정토대토기 파편	다량의 소토와 목탄
26	216×190×14	"	두형토기, 삼각형정토대토기 파편	다량의 소토와 목탄
27	200×160×39	"	삼각형정토대토기 파편	다량의 소토와 목탄
28	(390)×350×(25)	"	삼각형정토대토기 파편, 조합식우각형파수	다량의 소토
29	(320)×280×(25)	"	삼각형정토대토기 파편, 저부	다량의 소토
31	240×196×20	"	.	다량의 소토

특징이다. 수혈의 성격은 분명하지 않으나 채광유구일 가능성이 있다.

연대는 점토대토기 등이 출토되었기 때문에 주거지와 비슷한 기원전 1세기대로 판단된다.

4) 환호와 목책

해발 62~66m의 구릉사면을 따라 축조되었는데, 곡부의 일부에서는 유실된 것으로 추정된다. 환호의 단면형태는 Y자상이며, 규모는 잔존길이 약 80m, 폭 2.2m, 깊이 1.0m 내외이다. 내부토층은 크게 3개 층(I 층 흑색토층, II 층 적갈색토층, III 층 갈색토층)으로 구분되는데, I 층과 II 층의 경계부에서 유물이 집중적으로 출토되었다. 출토유물 가운데 삼각형점토대토기가 주종을 이루고 있으므로 시기는 주거지와 비슷한 기원전 1세기대로 추정된다.

환호에서 지형고도가 높은 서쪽으로 5.6m 떨어진 곳에 지름 30cm 내외의 주혈이 환호와 평행하게 2열로 배치되었다. 청동기시대 주거지와 삼한시대 채광유구를 파괴하고 축조되었다는 점과 주혈 내부 매몰토의 양상을 고려할 때, 환호와 관련된 목책열로 추정된다.

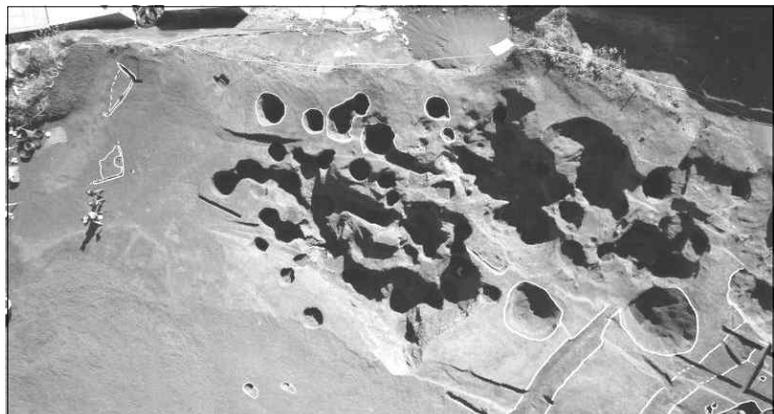


〈그림 6〉 삼한시대 환호 및 목책

3. 조선시대

1) 채광갱

조사대상지의 남사면부에 분포한다. 채광갱의 평면형태는 원형에 가까우면서 규모는 지름 1.2m~1.5m, 깊이 4m 정도이다. 채광갱은 수직으로 하강한 형태인데, 일부는 수직으로 하강한 다음 측면을 채광하였다. 이것은 맥상으로 분포하는 土鐵¹⁾을 따라 굴착하였기 때문으로 추정된다. 내부토로 보면 채



〈그림 7〉 조선시대 채광갱

1) 풍화된 층상에 적갈색, 또는 흑색으로 형성되어 있다. 자성에 반응한다.

광갱은 채광한 이후 바로 매몰하였던 것으로 추정되는데, 이것은 붕괴의 위험 때문인 것으로 추정된다.

채광갱의 시기는 내부에서 출토된 옹기와 토기편으로 볼 때, 상한은 조선시대 중엽으로 추정된다. 그리고 하한은 일제강점기 이후에 이와 같은 형태의 채광이 이루어진 적이 없다는 기록²⁾으로 보아 조선시대 말일 가능성이 높다.

4. 근·현대

1) 선로

선로는 조사대상지의 9부 능선상에 등고선과 나란한 방향으로 ㄷ자상으로 굴착하여 설치되었다. 일부 구간에서는 짧은 선로가 호상으로 연결된 곳도 있는데, 이것은 행을 위한 것으로 추정된다.

선로의 바닥에서는 통나무를 수직으로 쪼개서 받친 침목 흔적과 일부에서는 레일 흔적이 확인되었다. 침목흔의 규모는 너비 24~30cm, 길이 120cm, 깊이 4~8cm 내외이고, 침목 흔적 간의 너비는 90~110cm이다. 레일 흔적은 일부에서만 확인되었는데, 두 레일의 간격은 76cm로 협궤⁴⁾에 속한다. 내부에서는 당시 선로에서 운행되던 광차⁵⁾바퀴와 레일고정핀, 철광석



〈그림 8〉 근대 선로

과 흙을 분리하기 위한 체가 출토되었다.

선로는 일제강점기에 사용된 것으로 추정되는데, 용도는 철광석을 선광장에서 흙과 분리하여 실어 나르는 광차의 길이이다. 이 선로는 천곡동 가재골을 거쳐 상안들 앞 동천강변까지 연결되어 있었으며, 이곳에서 선박을 통해 장생포 부두까지 운송하여 일본으로 운송되었다고 한다.

IV. 달천철장의 조사성과 및 의의

1. 조사대상지에서 확인된 유구들은 청동기시대의 주거지와 수혈, 삼한시대의 주거지와 환호, 목책, 수혈, 조선시대의 채광갱, 근대의 채광관련 유구(선로) 등이다. 따라서 달천유적이 청동기시대부터 근대에 이르는 복합유적임을 확인하였다.

2. 청동기시대 주거지 가운데 5호 주거지는 울산지역에서 조사된 사례가 드문 전기의 대형

2) 심강보, 2006, 『한국철기문화는 달천철장에서부터-곡천 심강보사진작품집』

심강보는 폐광되기 전까지 달천광산에서 근무를 하였으며, 사진집 내에 기록하기위해 일제강점기 때 달천광산에서 작업했던 이춘문과의 인터뷰 내용을 소개해 주었다.

세장방형 주거지이다. 인접한 천곡동유적에서 다수의 대형 주거지가 조사 되었는데, 이와 동시기의 주거지일 가능성이 높다. 또한 달천유적 일원에는 청동기시대 후기의 주거지가 다수 조사되었다. 이러한 자료를 종합해 보면, 달천유적 일원에는 청동기시대 전기부터 후기까지 지속적으로 취락이 형성되었음을 알 수 있는데, 여기서 조사된 대형의 세장방형 주거지는 이러한 취락을 복원하는데 일조할 수 있는 자료라는 점에서 학술적 가치가 있다.

3. 삼한시대의 유구로는 주거지 7동과 수혈 25기, 환호, 굴립주, 목책열 및 구, 채광유구 등이 있다. 비록 개개 유구의 수량은 적지만, 다양한 종류의 유구가 확인되어 이 일원에 삼한시대의 취락이 존재하였음을 뒷받침하는 자료를 제공하였다. 울산지역을 비롯하여 영남지역에서는 삼한시대의 환호취락의 조사사례가 적는데, 여기서 조사된 취락은 환호취락일 가능성이 크다. 따라서 울산지역 나아가 영남지역의 삼한시대 환호취락을 연구하는데 중요한 자료라는 점에서 학술적 가치가 큰 자료를 확보하였다.

4. 삼한시대 유구 가운데 철광석의 채취와 관련된 채광유구가 확인되었다. 삼한시대 제철과 관련된 귀중한 자료로서 학술적 가치가 매우 높으며, 제련의 시점 등 다양한 논의가 전개될 것으로 기대된다.

5. 조선시대 채광과 관련한 기록은 비교적 많이 남아 있지만, 채광이 어떤 형태로 이루어져 있는지에 대한 기록은 전무한 실정이다. 따라서 여기서 조사된 자료를 통해 조선시대 채광 기술의 일면을 파악할 수 있다.

- 울산 둔기리유적의 조사성과

I. 머리말
II. 유적 입지와 주변유적 현황
III. 조사내용
IV. 둔기리유적의 조사성과 및 의의

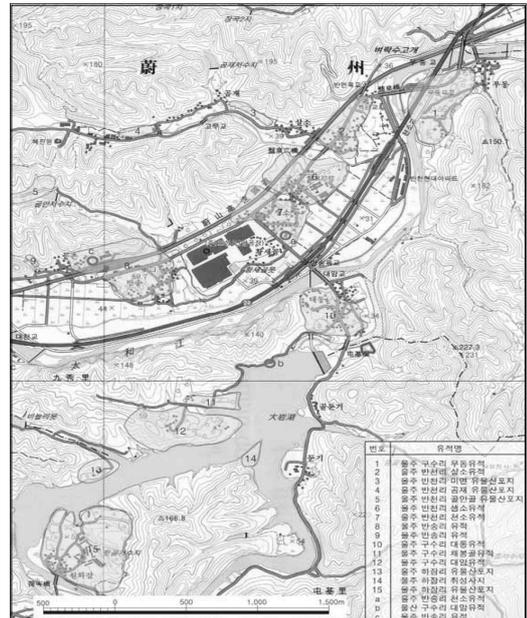
I. 머리말

울산 둔기리유적은 우리나라에서 처음으로 확인된 조선시대 무쇠솥 제작과 관련된 유적으로 의의가 있다. 유적에서 확인된 유구는 범요 3기, 용해로 1기, 단야로 3기, 폐기장 1기, 수혈 10기 등이다. 이상의 유구에서 무쇠솥을 만드는 일련의 과정을 살펴볼 수 있으며, 남아있는 각종 부산물의 분석을 통해 연대 및 재료의 과학적인 해석이 가능하게 되었다. 분석결과 중 솥을 제작했던 원료는 달천의 철을 제련하여 생산했을 가능성이 높은 것으로 확인되어 주목된다.

II. 유적 입지와 주변유적 현황

둔기리유적은 현재의 대암댐 수문으로부터 동쪽 방향으로 약 200m 정도 떨어진 지점에 위치한다. 대암댐이 들어서기 전의 지형도를 본다면 이곳은 문수산에서 북쪽으로 해발 160m 내외의 나지막한 구릉들이 잘 발달해 있고, 그 구릉들 사이에는 계곡이 형성되어 있다. 이러한 계곡들을 흐르는 물은 북쪽으로 합류하여 태화강으로 유입된다. 둔기리유적은 이러한 구릉들 중에서 해발 35m 선상의 말단부에 입지한다. 이곳은 서쪽으로는 언양, 동쪽으로는 울산으로 드나드는 나들목에 해당하며 공방에 필요한 물과 연료를 취득하기에 유리한 지형으로 판단된다.

이 일대에는 다수의 유적이 알려져 있는데 특히 조선시대 유적으로서 하잠리도요지와 인접해 있다. 대암댐이 들어서기 전에는 둔기리유적을 통해 하잠리도요지까지 교통로로 연결되었을 가능성이 높다.



〈그림 1〉 유적위치도

III. 조사내용

둔기리유적에서 조사된 유구는 용해로 1기, 단야로 3기, 범요 3기, 폐기장 등이다.

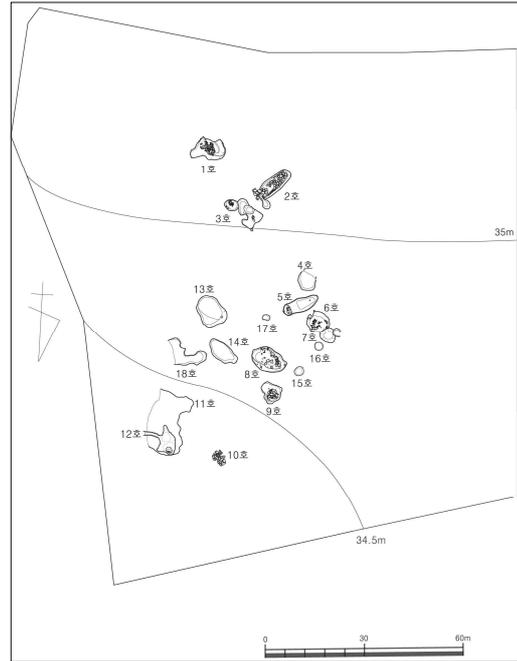
용해로는 고체의 재료를 녹는점 이상으로 가열하여 용해할 목적으로 제작된 것이다. 노는 바닥을 정지하여 불로 소성시킨 후 그 위에 모래와 재를 깔았다. 내부에서는 노벽편과 제철공정에서 발생하는 유출재, 철괴 등이 확인되었다.

단야로는 철기를 달구어 단조의 철기제품을 생산하는 노이다. 단야로 주변에서는 다량의 단조 박편이 출토되었다.

범요는 무쇠술을 만드는 거푸집을 점토로 만들어 구워내는 시설이다. 3기가 확인되었는데 상부는 유실되고 바닥시설만 확인되었다. 바닥시설은 판석을 깬 것과 맨바닥을 그대로 이용한 것이 확인되었다. 상면에서 거푸집편이 확인되었다.

폐기장은 부정형의 범위를 형성하는데 술을 생산하고 깨낸 거푸집 및 용해로에서 발생하는 슬래그, 유출재 등을 모아 놓았다.

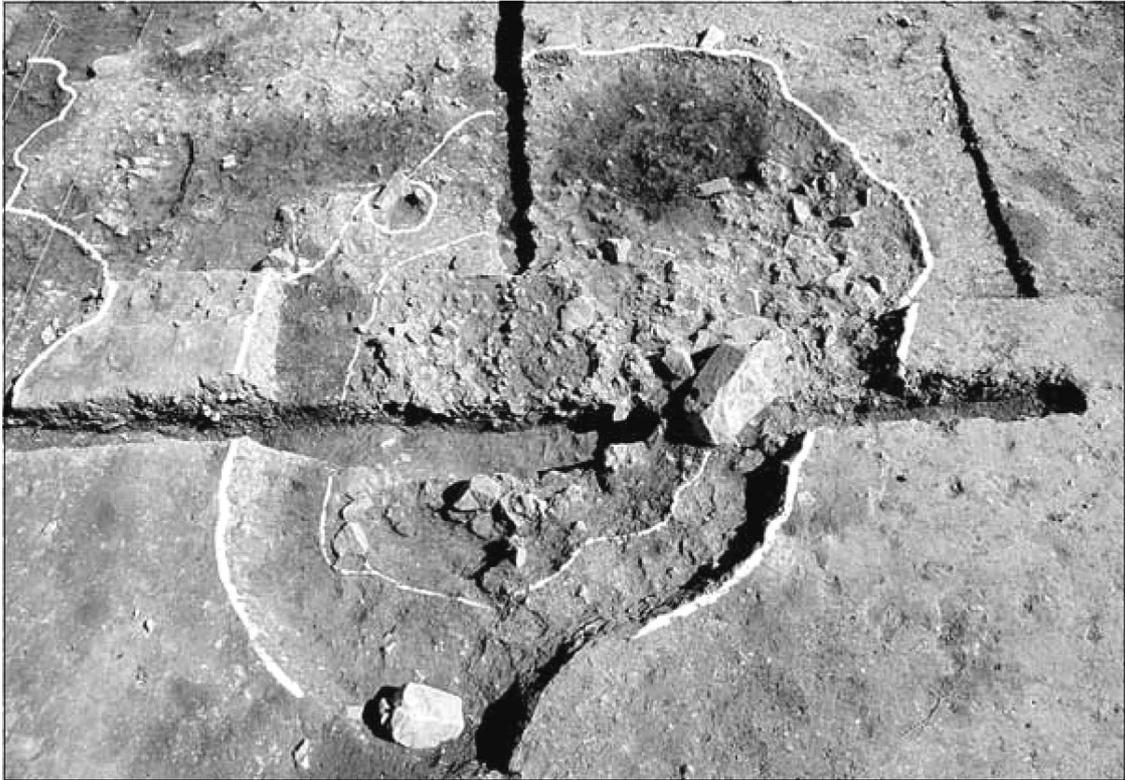
이외에 10기의 수혈이 확인되었는데 용도는 확실하지 않다.



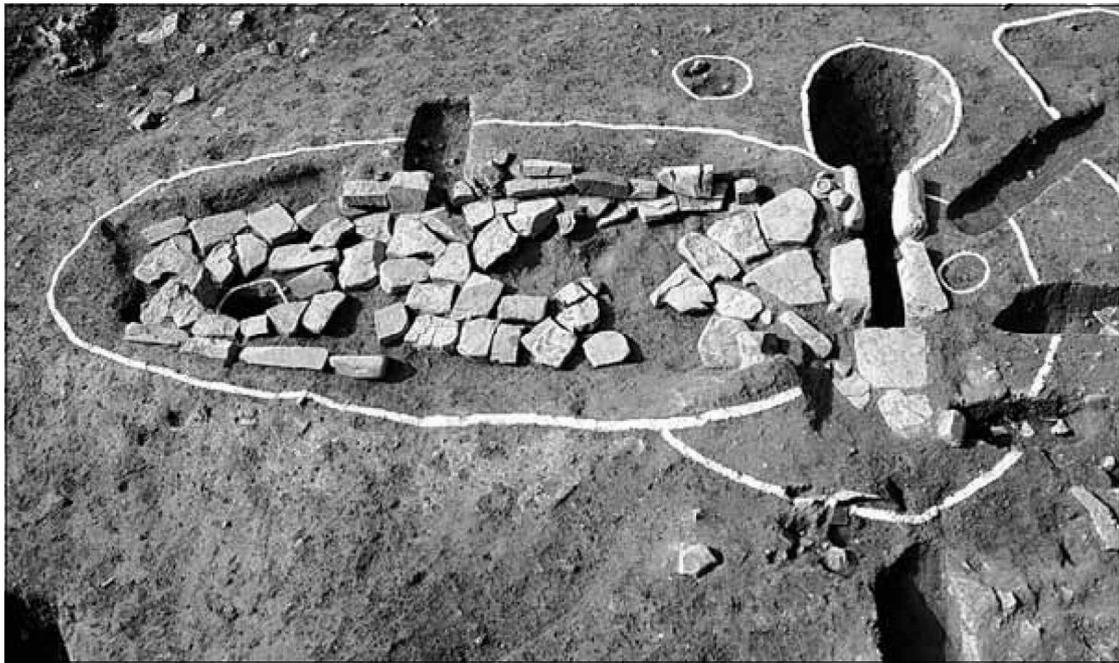
<그림 2> 유구배치도



<그림 3> 유적전경



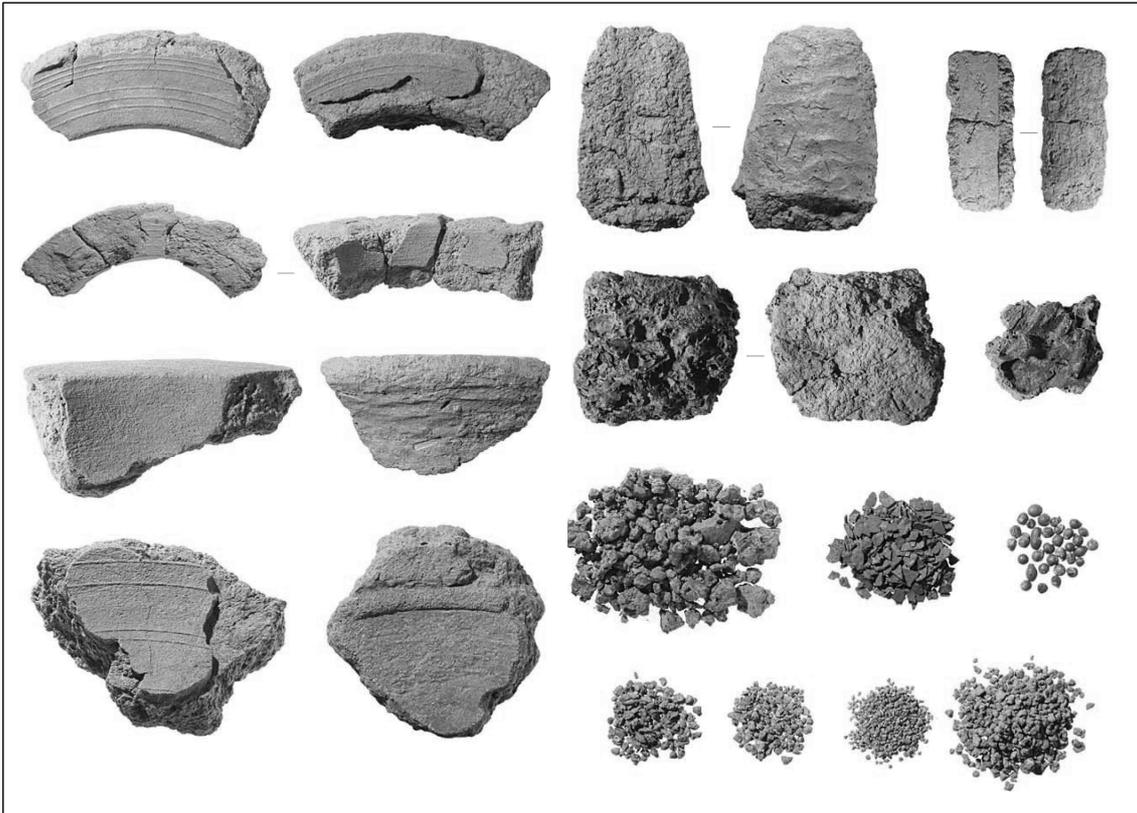
<그림 4> 용해로



<그림 5> 범요



<그림 6> 폐기장



<그림 7> 슬 용범 및 각종 부산물

IV. 둔기리유적의 조사성과 및 의의

울산 둔기리유적의 조업시기는 유물과 탄소연대측정결과로 볼 때 15세기 중엽경이다.

둔기리유적은 우리나라에서 처음 발굴된 조선시대의 철제 솥 주조유적으로서, 조업 중에 흘린 철괴편과 잔탕(殘湯)이 확인된 점이 주목된다. 그리고 거친 태토 위에 고운 모래와 사질토를 섞은 토양을 발라 주조면을 한 용범편이 다수 출토되었을 뿐 아니라 그것을 생산했던 것으로 보여지는 용범가마도 같은 공간 내에 위치하고 있는 점도 이 유적의 중요한 특징이다. 또한 무쇠솥 제작에 사용된 철은 달천광산에서 채광한 철광석을 원료로 사용하고 인근에서 연료를 직접 생산한 숯가마도 확인되어 당시 무쇠솥을 제조하던 수공업 체제를 보다 종합적으로 파악할 수 있다는 점에도 중요한 의미가 있다.

민속학적으로 본 석축형제철로의 조업방식

정상태(동북아문화재연구원)

- I. 서론
- II. 민속적 요소
 - 1. 토철광산의 고사
 - 2. 운반과정에서의 고사
 - 3. 산신제
 - 4. 쇠부리장의 민속적 의식
 - 5. 쇠부리놀이에서 나타난 조업방식
- III. 결론

I. 서론

울산지역에 분포되어 있는 제철로의 흔적은 달천광산을 중심으로 한 석축형제철로가 대부분이다. 이는 17세기 달천광산을 재개발한 구충당 이의립이 토철 용해법을 터득한 이후 설치된 것으로 광석을 용해하는 제철로 보다 규모가 크고 작업의 종사 인원도 많았다. 토철은 철광석 보다 채광 하기가 용이하고 양적으로도 풍부하지만 제철과정이 까다로와 전문인의 축적된 기술이 필요할 뿐 아니라 상당한 운이 따라야 성공한다는 믿음이 있었다. 이로 인해 기술과 기능 외에 기원을 행하는 의식이 전제되었다. 제철 종사 집단의 공동체의식인 이 행사는 준비과정과 진행과정이 종교적 행사나 다름없는 진지하고 성대한 의식이었다. 의식에는 민속적 요소가 다분했다. 이는 생활문화 속에 스며있는 민간전승의 민속과는 차별화되는 성스러운 요소가 더해 제철문화, 즉 쇠부리업의 뿌리 깊은 조직화된 공동체적 의식이었다. 여기에 뒷풀이 격인 놀이도 따랐다. 부리집단의 작업에 임할 수 있는 마음을 가다듬는 시행으로 공동체적 화합과 부리의 성공을 다짐하는 효과 외에 피로를 풀고 힘을 축적하는 계기가 되기도 했는데 바로 민속적행위이다. 민속적행위는 제철문화의 잠류적 현상이요, 전승과정에서의 생활문화 속에 전승되어온 문화적 요소의 혼합현상이다. 생활문화 속에 내재된 민속적 민간신앙 가운데 기원제, 산신제가 있듯이 부리과정의 의식에도 이와 유사한 의식이 있고 마을의 공동체의식인 제의와 같은 행사도 부리장에서 행해져 왔다. 이는 생활문화 속에 베어 있던 민속적 요소가 자연스럽게 접합된 현상이다. 민속은 인간이 삶을 영위하는 양식이기 때문에 생활 속에 새롭게 대두되는 문제가 언제나 수용된다. 쇠부리장에서의 철생산 기원은 종사자들의 절박한 상황이기에 가장 선행되는 문제였다. 부리장에서 뿐만아니라 토철을 채취하는 과정인 광산에서도 민속적행위는 어김없이 따랐다. 토철 채취과정에서 무사와 양질의 토철이 풍부하게 채취되기를 기원하는 고사를 지내는등 제의적 요소는 생략할 수 없는 중요한 부분이었다. 토철을 생산하고 쇠부리장까지 운반하는 과정에서도 운반업을 전

문으로 하는 집단인 운반꾼들은 도중의 신성한 장소를 경유할 때는 미리 준비한 제사상을 차리고 산신께 제를 올리고 운반꾼들의 안전을 빌었다. 부리과정을 마치고 관장쇠를 실어나를 때도 일정한 장소의 신성한 공간을 경유할 때 신령께 무사를 빌며 감사의 뜻을 전했다. 이를 보면 쇠부리의 전 과정에서 제의가 따르고 뒷풀이가 행해지는 등 민속적 요소가 있었다. 쇠부리는 제의로 시작되어 제의로 끝을 맺는다. 쇠부리 과정에서 불매꾼들의 불매판을 밟는 과정에서는 불매노래가 있고 독특한 몸짓과 춤사위는 일상에서의 민속적 요소와 다르다. 쇠부리장 뒷풀이를 불매꾼들이 주도하는 것도 불매꾼 특유의 노래인 불매노래가 쇠부리장의 주제가처럼 되었기에 민속적요소가 다분하다 할 수 있다. 생산의 희열을 즐기는 유희적 기능 외에 쇠부리 기간동안에는 엄격한 금기사항들이 많아 이를 어길 시는 집단적 사형(私刑)을 감행하는 등 철저한 규율이 있어 이를 감행하는 과정에서도 민속적요소가 있었다. 현대적 시각에서 보면 민속적 쇠부리는 우둔하게 보일지 모르지만 쇠부리장에서의 민속적 요소는 부리꾼들의 낮이 숨쉬는 소중한 문화유산이며 선인의 얼이 배인 정신적 지주라 할 수 있다. 여기에 서술하는 사항은 논술적 내용이라기 보다는 쇠부리 종사자들의 생존 시 증언한 사항을 정리하는 글이라 하겠다.

II. 민속적 요소

1. 토철광산의 고사

토철 생산지인 달천광산은 철광석도 동반 출토되는 철장이라 삼한시대부터 채광된 것으로 보고 있다.¹⁾ 해발 60~62m 선상의 남쪽 사면부에는 표토에 토철이 분포되어 있는데 조선시대에 채굴한 흔적이 있다. 표토의 붉은 흙에는 철성분이 18~20%정도 적게 함량되어 있지만²⁾ 지하2~3m정도 파내려가면 양질의 토철이 발견된다. 조선시대에 주로 이 양질의 토철을 이용해서 철을 생산했다. 표토를 걷어내고 지하로 깊게는 3m정도 지름1.5m정도의 우물 모양으로 파내려가면서 양질의 토철을 채취했다. 사람 키만큼 깊이가 되면 구덩이의 입구 가운데 지름10cm정도의 참나무를 걸치고 굵은 칩줄을 꼬아 싸리소쿠리를 매달고 아래에서 토철을 채취해서 지상으로 끌어 올렸다.³⁾ 이러한 과정을 행하기에 앞서 동틀 무렵 몸을 정갈히 하고 종사자들이 참여한 가운데 고사상을 차리고 제를 올렸다. 고사가 끝무렵에 제주는 술잔을 치켜들고 먼저 동쪽을 향해 고시레하고 사방으로 돌면서 풍부한 채광과 채굴꾼들의 안전을 빌었다.

이러한 과정을 쇠곶제라고 했는데 이는 달천 노천광의 지명이 쇠곶이라 이의 명칭을 인용한 것으로 보인다. 쇠곶제에는 축문이 생략된 반면 음복과정에서 즉흥적 기원문을 읊조려 이를 대신 했다.⁴⁾ 전해오는 말에 의하면 어느 해인가 쇠곶제를 소홀리 했다가 토철갱이 제대로 나타나지 않고 토철을 채취하던 인부가 구덩이에서 급사한 일이 발생한 적이 있어서 이 후로는 쇠곶제를 거르지 않고 정성을 다했다고 한다.

1) 울산문화재연구원 「울산달천유적 3차 발굴조사」 2010.

2) 포항종합제철(주) <달천토철 분석시험성적서> 1982.

3) 김영락(1989 당시91세) 목격담, 천곡거주.

4) 김영락 목격담.

2. 운반과정에서의 고사

채취한 토철을 쇠부리장까지 운반하는 과정도 대사였다. 연료조달 문제로 부득히 먼 쇠부리장까지 토철을 운반 해야했기에 운반업을 전문으로 하는 운반꾼이 필요했다. 멀리는 100리의 산길을 때 맞추어 토철을 대주어야 했기에 당시 운반업은 크게 성행했다. 사연마을의 서씨라는 운반업자는 달천광산의 토철운반으로 부를 축적한 것으로 알려져 있었는데 한번의 운반에 동원되는 소가 10여개 마을의 50여마리 였다니 이의 모습은 장관이었다고 한다.⁵⁾ 당시 서씨는 멀리 운문령 너머 청도까지 토철운반권을 장악 하면서 세를 불렀다고 한다. 이들 운반꾼들은 도중의 휴식처에서 쉴 무렵 부근의 성소로 일컫는 명소에 반드시 기원의식을 가졌다. 대표적인 곳이 사연댐 수물지인 장군바위 아래였다. 이 곳은 한실쇠부리장에 토철을 대 주고 작동쇠부리장 방면으로 가는 도중이다. 장군바위라 칭하는 것은 바위절벽 암반에 장군발자국 모양의 흔적이 있어서이다. 이 곳이 영험스런 곳으로 인식되어 부근 사람들이 치성을 드리는 성소로 알려져 있다. 운반꾼들은 이 곳을 지나면서 피로도 풀겸 준비한 주교로 간단한 기원제를 올리며 운반과정의 무사를 기원 했다.

3. 산신제

산신제는 산신을 주신으로 모시면서 공동체의 안녕과 풍요를 기원하는 제의식이다. 우리나라 저역에 퍼져 있는 신앙으로 고대사회의 제천의례에 뿌리를 두고 있다. 마을 곳곳의 명산에 산신제를 올리던 흔적을 쉽게 발견할 수 있다. 쇠부리과정에서도 부리에 임하기 전 가장 먼저 염두에 두는 것이 산신제이다. 쇠부장 거의가 산이 품고 산이 주는 연료로 쇠부리를 해야 했기에 산신을 염두에 두는 것은 당연한 이치일 것이다. 이 보다 더 중요한 것은 산신의 점지에 따라 쇠부리의 성사가 좌우된다는 믿음이다. 산신 노하면 부리는 실패하고 산신이 배려를 하면 쇠부리가 성공한다는 믿음이 뿌리 깊게 내재되어 있었다. 따라서 산신이 최우선이고 산신을 위로하기 위한 산신제는 가장 중요한 부분이었다. 산신제를 지내던 곳은 쇠부리장 인근의 성소로 일컬어지는 명소가 대부분이었다. 그 곳은 은밀하면서도 특정한 인만이 드나드는 의식의 공간이었다. 쇠부리가 시작되기 전 반드시 이 곳에서 정성스런 제

<산신제를 지내던 곳>

쇠부리 터	산신제 터
석남동점터	옥류동계곡
궁근정 셋터	소야정
대밀점터	양수정계곡
미호 태수산점터	태수산 용소
월평 큰골점	치술령
녹동 덧거리점터	만리성계곡
창평 쇠미기점	동대산계곡
신현 불맷골점	앞산 용소
신현 장등점터	앞산 용소
모화 아랫장점	천태산
한실 소암골점	소암산
한실 제안골점	연화산
내와 중점	중점계곡
서하점터	백운산
구미 허지기점	허지기계곡
삼정 점	백련계곡
서사점터	국수봉
작동점터	숯골계곡

5) 오석봉(한실쇠주리 전주후손) 증언.

사상을 마련하고 정갈한 몸차림으로 산신을 대했다. 이 곳에는 어떠한 부정한 사람의 출입을 금해 왔다. 산신제를 올리기 2주전쯤 제의장에 금줄을 치고 부정의 근접을 막았다. 이 기간에는 나는 새도, 산짐승도 근접을 피한다는 말이 있을만큼 성소로 지켜져 왔다고 한다. 달천광산을 중심으로한 산신제가 행해지던 장소가 확인된 것은 10여개소이다. 대개의 산신제는 부리장 부근에서 충치가 빼어난 곳을 이용한 것이 공통점으로 나타나고 있다.

4. 쇠부리장의 민속적의식

1) 노장(爐場)고사

노장고사는 용광로인 토독앞에서 토독안에 불을 지피기 전에 행하는 제례의식이다. 부리장에서 행하는 가장 성대한 제례로 쇠부리가 순조로와지기를 기원하는 고사이다. 제주(錢主)가 맡아 고사를 행하는데 일정한 의식절차가 있는 것이 아니다. 산신제에는 갖추어야 할 제사상이 정해져 있지만 노장고사에는 차림새의 음식이나 번거로운 의식절차가 생략되고 주과포만 마련하고 고사를 행한다. 단지 음복에 필요한 술을 충분히 준비하는데 이것은 노장고사 말미에 제관들만 음복하는 것이 아니고 부리 종사자전원이 음복을 하기 때문이다. 고사후의 음복을 취함으로써 종사자들의 부리에 임할 마음가짐을 추수리는 동시에 휴식의 여유를 가지는 시간으로 활용한다. 이 때 전주와 편수들은 종사자들에게 당부의 말과 함께 격려의 뜻도 전달한다.⁶⁾ 웬만큼 여유를 가진 후 불편수⁷⁾와 골편수⁸⁾의 지시를 받아 불을 지핀다.

2) 불매고사

불매고사는 노장고사후 불매꾼들만이 풀무를 에워싸고 목례형식으로 행하는 고사이다. 미리 준비한 단간의 술잔으로 불매판에 올리고 불매대장이 읊하는 요식행위가 전부다. 그러나 불매고사에 주목해야 할 것은 불매판을 주시하며 불매꾼 나름대로의 기원적 주문을 고하는 일이다. 이러한 행위는 노장고사후 토독을 살피고 숯쟁이 쇠쟁이들이 각기 맡은 바 일을 준비하는 동안 불매꾼들은 각기 소원을 불매고사를 진행하며 기원하는 행위가 이채롭다. 여기에서 어느정도 진지한 마음가짐을 하느냐에 따라 쇠의 생산이 비례하고 각기의 소원도 이루어진다는 믿음이 늘 다져진다고 한다.⁹⁾ 불매꾼들은 쇠부리장에서 가장 힘을 많이 쓰는 종사자들이다. 8명이 1조가 되어 선거리, 후거리의 교대를 반복 하면서 한 부리가 마감될 때까지 쉬임없이 불매판을 디더야 한다. 불매꾼들이 불매판을 여하히 밟느냐에 따라 송풍에 영향을 미치는만큼 쇠부성과 직결된다. 불매꾼을 추수리는 책임자가 불매대장이다. 불매대장은 불매꾼을 리더하는 수완이 있어야 하고 불매노래를 잘 불리 행동을 일치 시켜야 한다. 웬만큼 시간이 흐르면 지치기 마련이다. 피로가 축적된 고비를 수없이 넘겨야 한다. 쇠부리가 절정에 달할 무렵에는 체력이 소진되어 정신력으로 버텨야 하는데 이 때가 쇠부리 성사의 기로가 된다. 불매대장의 수완에 따라 성패가 판가름난다. 불매대장에게는 누구도 간섭하지않는 자기만의 영역이다. 전주가 전문인 편수를 구하는데도 심혈을 기울이지만 불매대장을 영입하는 일이 가장 어렵다고 한다. 그만큼 중요한 자리이다. 불매판을 디디고 바람 일으키는 단순노동자가 아니라 쇠부리 전반의 성패를 가름하는 요직이 불매대장직이라 할 수 있다.

6) 이호연(생존시 112세. 두서 인보출신으로 한실쇠부리 허드레꾼) 증언.

7) 쇠부리과정의 불 책임자.

8) 토독의 골작업 우두머리.

9) 최재만(최후의 불매꾼. 생존시 113세. 청년시절 한실, 중점쇠부리장에서 불매대장직 수행) 증언.

<쇠부리장 불매노래>10)	
에야여루 불매야	
어절시구 불매야	
콩덕 콩덕 콩덕	
에야여루 불매야	<선거리(先組)가 물러나고 후거리(後組)가 불매판을 이어 받는다.>
이쪽구비 불매야	
저쪽구비 불매야	
어깨치미 불매야	에야여루 불매야
달이 식네 불매야	굽이굽이 불매야
콩덕 콩덕 불매야	얼시구 절시구 불매야
에야여루 불매야	우리 여덟 불매야
어절시구 불매야	어절시구 불매야
콩덕 콩덕 불매야	디더봐라 불매야
호호데이 호호데이	불에 편수 불매야
호호 호호 불매야	편수 논다 불매야
첫물난다 불매야	잘도 한다 불매야
디더봐라 불매야	어떡 디더라 불매야
저쪽구비 불매야	신명난다 불매야
어절시구 불매야	놀아보자 불매야
신명난다 불매야	한잔 먹자 불매야
콩덕콩덕 디더라	두잔 먹자 불매야
이쪽구비 불매야	우리 여덟 불매야
저쪽구비 불매야	잘도 한다 불매야
우리 여덟 불매야	
불에편수 불매야	
놀아보자 불매야	

달천광산을 중심을한 쇠부리장의 최후 불매꾼인 최재만옹은 청년시절 한실쇠부리장과 중점에서 불매대장을 맡아 왔는데 당시 각 쇠부리장에서 경쟁적으로 영입하려했다고 전한다. 불매대장은 불매노래를 잘 불러야 불매꾼들의 행동일치에 영향을 준다. 불매노래는 기본노래말 외에 작사적 즉흥성이 있어야겠기에 창작과 표현의 능력도 따라야 한다. 여느 민속적 민요와 구별되는 점이 이것이다. 즉흥적 노래말의 표현에 따라 불매꾼들의 감흥이 다르고 피로도 느끼는 시점이 다르다고 하니 송풍에 얼마나 영향을 주는지 짐작이 간다.

3) 뒷풀이

뒷풀이는 말 그대로 부리를 마치고 피로도 풀며 허기진 기운을 추수리기 위한 자리이자, 쇠부리가 성공적으로 이루어져 쇠의 생산이 넘쳐 났을 때의 뒷풀이는 축하의 분위기가 된

10) 1981. 6. 최재만으로부터 울산mbc다큐멘터리제작팀 채록.

다. 술과 음식이 푸짐하고 부리꾼들의 언성도 높아진다. 반대로 쇠의 생산이 저조할 때는 뒷풀이의 자리는 사라지고 만다. 부리꾼들은 뒷풀이를 생각하며 고된 작업을 견뎌낸다고도 했다. 뒷풀이가 제대로 행해질 비율은 반반이었다고 한다. 성공률이 50%란 얘기이고 보면 전주는 늘 도박하는 마음으로 부리에 임한다는 말이 실감난다. 뒷풀이가 성행하는 날은 부리과정에서의 뒷정리도 미루고 연판 합성을 지르며 식음으로 한바탕 놀음을 했는데 때로는 중일 즐긴 때도 있었다.¹¹⁾ 전주는 이 날 푸짐한 술과 음식을 제공하며 그동안의 노고에 격려하며 차기의 부리를 기약 했다고 한다.

뒷풀이에서 행해지는 행위는 주로 춤사위로 잔치마당을 흥겹게 했는데 이 날 전주는 체면에 역매이지 않고 부리꾼들과 어울렸더니 궁극적 목표를 달성한 성취감이 어떠한가를 짐작할 수 있다. 여기에 민속적 유희다. 부리꾼들의 특유한 건들춤은 일상에서 볼 수 있는 춤사위와는 구별되는 몸짓이다. 남정네들만의 작업장인 까닭에 남정들 끼리 등을 대고 추는 건들거림은 민속적 요소가 다분한 춤사위이다.

5. 쇠부리놀이에 나타난 조업방식

최후의 불매꾼 최재만옹이 발견되어 불매노래가 채록되고 쇠부리 과정이 밝혀짐으로써 울산광역시에서는 쇠부리놀이를 개발 했다. 1982년에 개발된 쇠부리놀이는 수몰된 사연댐의 자리에 있던 쇠부리장과 송정동 도덕골의 쇠부리장을 참고로 민속적 요소만을 발췌하여 민속놀이로 구성한 것이다. 놀이를 구성하는 과정에서 부리의 과정을 강조하면서 마당에서 즐길 수 있는 놀이마당의 연희물로 재연 했다. 순수한 민속놀이가 아닌 창작의 요소가 가미된 구성작품이라 전통적 민속놀이와는 차이가 있지만 쇠부리 전 과정을 표현 했다는 점에서 후대에 전해 줄 가치성을 인정 받아 오늘날 쇠부리축제에서 연희되고 있다.

모두 네마당으로 구성되어 있는데

1마당<제의의 장> 부리꾼들의 정연한 마음가짐으로 부리의 성공을 기원하는 제의.

2마당<식음의 장> 부리의 성공을 다짐하며 힘을 돋우며 여유를 갖는 시간.

3마당<쇠부리의 장> 쇠부리과정을 흥겨운 춤사위를 곁들여 표현

4마당<놀음(뒷풀이)의 장> 쇠부리의 성공을 축하하며 뒷풀이를 하는 흥겨운 마당

위의 과정에서 3마당 쇠부리의 장은 쇠불 과정이 그대로 노출되어 있다. 이는 불매꾼 최재만옹이 남긴 쇠부리장의 분위기를 민속적 놀이의 형식을 빌어 구성한 것으로 앞으로 더 자료를 보완해서 사라져버린 토철제련 과정을 복원 하는데 참고가 되었으면 한다.

11) 오석봉(쇠부리 전주 후손) 증언.

쇠부리의 장을 간추리면,

<골편수가 골바닥에 불사르개를 깔면서 숯대장에게 용광로에 숯 채울 것을 지시한다. 숯쟁이들이 지게짐으로 숯을 채우는 동안 불매대장은 불매꾼에게 준비태세를 주문한다. 이 각 분야별로 정해진 장소에 대기 중인데 이때도 춤사위는 계속된다. 불편수가 불사르개에 불을 붙인다. 토독위에 모락모락 연기가 오르면 불편수는 불매대장에게 ‘불매 올려라’고 지시한다. 이 때 불편수는 용광로 위에 서 있는데 지시를 하는 품이 사뭇 위압적이다. 이 전에 불편수에게 먼저 지시를 받은 운반꾼과 숯쟁이들은 민첩하게 숯을 운반 하는데 그 행동은 율동적이다. 불매대장의 지시를 받은 불매꾼들은 ‘불매 불자’를 외치며 재빠르게 불매판을 디딘다. 서너번 동작을 맞추는 구령을 외치다가 점점 불매판을 밟는 동작이 빨라지며 불매노래가 이어진다. 불매대장이 선창을 하면 불매꾼들은 한소리로 후창을 하는데 지루할만큼 느리다가 점점 고조된다. 숯대장은 철저하게 불편수의 지시에 응하며 운반꾼들이 용광로에 번갈아 숯과 토철을 붓는다. 편수들은 쇠부리의 순조로움을 위해 부산하게 점검하는데 이 때쯤 용광로의 불길은 하늘을 찌른다. 얼마가 지났을까... 불매노래가 고조될대로 고조될 무렵 골편수는 길다란 쇠망치로 토독의 외벽을 치며 쇠물의 고인 정도를 확인한다. 이윽고 ‘씻물 내자’ 소리치며 행동을 과장 하더니 토독의 초롱구멍을 뚫는다. 모두가 환호... ‘출출 찰찰’ 한소리를 내며 흥겹다. 전주, 편수들이 신이나자 모두가 덩실덩실... 이 때 풍악소리는 귀가 따갑도록 고조된다.>

이상은 민속놀이화한 부리장면이지만 기실은 쇠부리작업 과정을 함축화한 것이다. 당시의 쇠부리 과정을 증언을 종사자들과 목격자들의 증언을 토대로 한 것이다. 이를 세밀하게 전개하면 당시의 쇠부리 조업방식이 될 것이다.

III. 결론

달천광산을 중심으로 한 석축형제철로의 흔적은 대부분 17세기 구충당 이의립이 토철용해술을 터득한 이후 광석이 아닌 토철제련로이다. 지금까지 밝혀진 석축형제철로의 흔적은 100여 곳에서 발견되고 있다. 삼한시대부터 채굴한 유구가 발견되면서 달천철광산은 동해남부 철산지로서 구심점을 이루다시피 했다. 경주 황성동 제철유적에서 달천광산에서 공급된 광석이 이용된 것으로 밝혀지면서 달천광산이 철광산으로의 주목을 받고 있지만 지구상에서 유례를 찾을 수 없는 토철생산지로서의 관심은 미미하다. 여느 철광산 할 것 없이 한결같이 광석을 생산 했지만 유일하게 달천철장에서는 토철을 광석과 함께 채굴했는데 이에 대한 관심과 연구가 저조하다. 소규모 시설과 짧은 시간으로 열을 내기만하면 생산할 수 있는 광석제련방식은 어디에서나 볼 수 있지만 규모가 크고 어려운 작업과정을 거쳐야하는 토철제련은 울산의 달천철장을 구심점으로한 일대에서만 찾을 수 있다. 철함량이 적은 토철을 지혜롭게 이용한 선이들의 지혜가 엿보이는 사실이지만 이러한 것들이 관심의 대상에서 벗어난 까닭에 전통적 토철 조업방식이 제대로 연구되지 않아 맥이 끊긴 상태이다. 당시 토철을 다루던 부리꾼들도 다 세상을 떠나고 조업방식을 재현할 자료가 미미한 상태이다. 그저 여기에 민속적 요소가 다분하다는 사실 외에 알려진 것도 없다. 지금까지의 목격담과 증언을 통해 살필 때 토철 제련과정은 민속적 행위로 시작하여 민속행위로 마무리 한다는 사실을 알 수 있었다. 이는 토철제련 과정에 한 갖 철 생산 과정으로 그치는 것이 아니라 민족의 지역민의 심성이 내재되어 있다는 사실이다. 철을 생산한다는 산업적, 물질적 바탕 이전에 석축형제철로의 조업방식이 부리꾼들의 숭고한 정신적문제와 수천년 이어져 온 관습적행위가 함께 사라질 위기에 있다는 사실이 안타깝게 느껴진다.

■ 참고문헌

- 울산문화재연구원, 2010, 「울산달천유적 3차발굴조사」.
권병탁, 1984, 「사영수공업의 발전」.
정상태, 1995, 「달천 철광산을 중심으로한 쇠부리」.
손명조, 2009, 「울산 제철유적과 철생산」.

고고학적으로 본 석축형제철로의 조업방식

김권일(신라문화유산연구원)

- I 머리말
- II 석축형제철로의 구조
- III 석축형제철로의 조업방식
- IV 석축형제철로의 기술사·경제사적 의미
- V 맺음말

I . 머리말

석축형제철로의 분포와 입지, 구조, 조업방식, 시기 등의 성격에 대해서는 민속학(권병탁 1969·1971·1972·1991, 신중환 2006), 고고학(김권일 2009·2013, 손명조 2009, 신중환 2012), 금속분석학 및 야금고고학(박장식 2002·2004, 정광용 외 2002, 李南珪·松井和幸 2006, 정광용·박광열 2006, 申環煥 외 2013, 최영민 2013) 등의 연구자들에 의해 그 개략적인 내용이 파악되었다. 이를 요약하면, 석축형제철로는 울산 달천광산 반경 40km 이내지역에 집중적으로 분포하며, 달천광산의 토철과 주변지역의 사철을 제련해 주로 선철을 생산하였다. 조업시기는 18~19세기가 중심인 것으로 판단되나 이의립의 달천광산 재발견과 그 이후의 세습경영, 민속조사에서 1900년대 전반기까지 일부 제철장에서 조업이 이루어졌다는 전언자료 등으로 보아 17세기 중반~20세기 전반대일 가능성이 높다.

석축형제철로의 가장 큰 특징은 고대로부터의 원통형로 및 조선시대 상자형로와 그 구조가 확연히 다르다는 점이다. 예컨대 노의 구조와 생산품은 밀접한 관련이 있는 것으로 생각되지만 정작 우리나라에서 확인된 이 세 가지 유형의 제련로에서 어떠한 조업방식을 통해 어떠한 제품을 생산했는지에 대한 구체적인 해답은 나와 있지 않다.

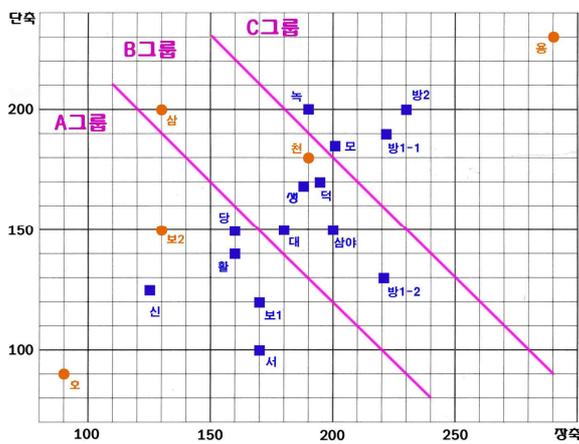
최근 상주 호음리, 광양 황죽리, 하동 탐리 등에서도 석축형제철로와 아주 유사한 구조의 제철로가 조사되어 이러한 유형의 제철로가 달천광산 주변에만 있지 않다는 점이 확인되어 그 조업방식과 생산품에 대한 연구 필요성이 더욱 증대되었다. 이에 본 발표에서는 제철로의 구조와 출토유물을 검토하는 고고학적 방법을 통해 석축형제철로에서 어떠한 조업방식이 행해졌는지를 검토해 보고자 한다.

II. 석축형제철로의 구조

현재까지 시굴 혹은 정밀발굴조사, 이전복원 등을 통해 그 구조가 파악된 석축형제철로는 울산 방리·천전리·삼정리 야철지·삼정리유적 제련로, 경주 모화리 모화지유적·용명리 제철유적·녹동리아철지, 광양 황죽리 생쇠골야철지, 상주 호음리유적 제철로, 하동 탐리아철지 제철로, 보은 상판 제철유적 제철로 등 12개소 14기 정도이다(표 1 참조). 이들의 개략적인 구조에 대해서는 전고(김권일 2009)에서 검토한 바 있으므로 본고에서는 노의 구조와 출토유물 등의 검토를 통해 원료, 송풍, 배재구 등 조업방식과 관련해 중요하다고 생각되는 몇 가지에 대해 살펴보고자 한다.

1. 제철로의 구조

석축형제철로는 점토벽체를 등골게 쌓아올리는 원통형로와 달리 석축 중앙부에 방 모양을 만들고 그 내면에 점토를 발라 형성한다. 노의 규모를 길이와 너비의 도수분포로 나타내면 그림 3과 같고, 평면적 1.50m²와 3.50m²를 기준으로 A·B·C의 세 개 그룹으로 구분할 수 있다.



〈그림 1〉. 석축형제철로의 평면적

(단위 cm; 범례 : 호-상주 호음리, 산-청도 신원리, 서-울산 서사리, 보-보은 상판, 활-울산 활천리, 당-울산 당사동, 삼-울산 삼정리유적, 대-울산 대안동, 생-광양 생쇠골, 덕-경주 덕천리, 삼아-울산 삼정리아철지, 천-울산 천전리, 모-경주 모화리, 방-울산 방리, 녹-경주 녹동리, 용-경주 용명리)

로 보인다. 하지만 평면적의 차이가 최대 10배에 이르는 점으로 보아 노의 규모가 조업방식의 차이를 동반할 가능성이 내재되어 있다.

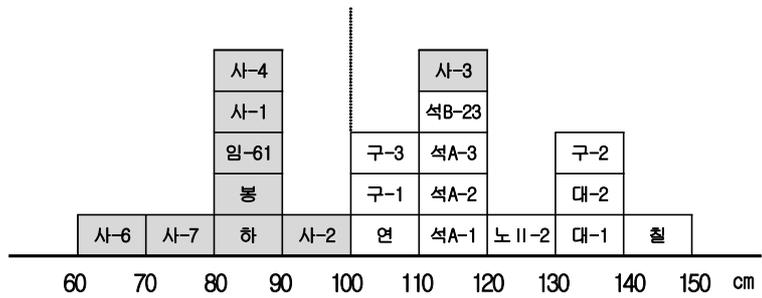
하동 탐리 제철로의 경우 석축시설이 노를 감싸고 있기는 하지만 기존 석축형제철로와는 축조방법이 다르다. 석제로 방 시설을 만들고 내면을 점토로 덧바른 구조가 아니라 점토벽체를 조성하고 흙과 석제로 보강한 것으로 판단되며, 노의 형태가 원형이고 크기 또한 지름 50cm 정도로 매우 소형이다. 현재 시굴조사만 이루어진 상태여서 내부구조를 알 수 없지만 기존 석축형제철로와는 성격이 다른 것으로 추정되며 향후 추가적인 검토가 필요하다.

한편 원삼국~고려시대에 해당하는 원통형로의 면적과 비교해보면, 원통형로는 내경 80~150cm,

A형은 평면적 0.64m²의 상주 호음리가 유일하며, B형은 울산 방리 1호 2차·천전리·삼정리아철지·삼정리유적, 광양 생쇠골, 보은 상판 등 중형에 해당된다고 할 수 있다. 규모가 가장 큰 C형은 울산 방리 1호 1차·2호, 경주 녹동리·모화지·용명리 등이 해당되며 용명리의 경우 최대 6.67m²에 이른다.

높이는 대체로 평면적에 비례하는 것으로 생각되는데, 노벽의 상부가 온전히 남아 있다고 보기 어려우므로 상세한 검토가 어렵다. 217~270cm까지 잔존하는 점으로 보아 상당한 높이였음을 알 수 있다. 울산 방리의 경우 1차는 C형에 해당되지만 양 단벽을 줄인 2차는 B형에 해당되므로 절대적인 기준은 없는 것

평균 120m² 내외이고 이를 평면적으로 나타내면 0.50~1.77m², 평균 1.13m²에 불과하다. 석축형제철로 중 크기가 현저하게 작은 하동 탑리 제철로(0.20m²), 상주 호음리 제철로(0.64m²)와 크기가 가장 큰 경주 용명리 제철로(6.67m²)를 제외한다면 1.95~4.60m²(평균 3.2m²)로 원통형로의 세배에



〈그림 2〉 원통형로의 내경 도수분포

(범례 : □-충청지역: 석-진천 석장리, 칠-충주 칠금동, 연-청원 연제리, 구-진천 구산리, 대-충주 대화리, 노-충주 본리 노계, ▨-영남지역: 하-김해 하계리, 봉-창원 봉림동, 사-밀양 사촌, 임-밀양 임천리 8지점

가까운 크기이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 원통형로는 평면적이 60~150cm까지로 최소와 최대의 차이가 두 배 정도이지만 석축형제철로는 평면적의 편차가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이러한 규모의 차이가 생산품의 차이를 나타내는지는 분명하지 않지만 분명 조업기술 상의 차이가 있었음을 보여주는 것으로 이해된다.

석축형제철로의 높이는 석축 중앙부, 즉 보강벽과 동일한 것으로 추정되는데, 잔존상태가 양호한 울산 방리 1호, 경주 모화리·용명리·녹동리, 보은 상판 2호는 모두 2m를 넘고 특히 녹동리는 270cm에 이른다. 100~150cm 정도의 상자형로¹⁾나 150cm 내외로 추정되는 원통형로²⁾보다 훨씬 높은 구조임을 알 수 있다. 노벽의 높이가 높다는 것은 장입된 광석과 목탄의 침식이 서서히 진행됨을 의미하고, 이는 곧 광석이 환원반응을 일으킬 수 있는 시간이 보장되어 탄소과포화상태를 거친 선철이 생성되기에 유리한 조건이 될 수 있음을 의미한다.

노의 바닥에는 50cm 정도 두께의 하부시설을 마련하는데, 불다짐면을 조성하고 그 위에 10~30cm 크기의 냇돌을 50~60cm 두께로 채운 다음 그 위에 다시 점토불다짐면을 조성해 노 바닥면으로 이용한 시설이 확인된 바 있으며(용명리 제철유적), 바닥에 황갈색사질토를 50cm 두께로 단단하게 다져 조성하기도 하고(모화지유적) 바닥에 깐 점토와 목탄이 조업시의 높은 열에 의해 회청색으로 단단하게 경화된 Carbon-bed상을 보이기도 한다(방리야철지 1·2

- 1) 조선 후기 김제 장흥리 은곡 제철유적의 제련로는 우리나라에서 유일하다시피 한 상자형로로(석축형제철로 제외), 평면형래는 세장방형에 가깝고 규모는 길이 283cm, 너비(추정) 80cm, 잔존높이 26~30cm인데, 조업시의 높이는 1m 정도로 추정되고 있다(金相民 2011: 100). 일본의 경우 11세기경 철생산의 중심이 양질의 사철 산출지인 추코쿠(中國) 산지로 집중되는데, 노는 길이 3m, 너비 1m 정도의 상자형이고 이후 점점 대형화되어 17세기 이후 타타라후키 제철로로 완성된다(松井和幸 2013: 88) 이를 포함한 메이지시대까지의 사철 제련용 상자형로는 별도의 발판 없이 원료·원료의 장입이 가능한 1~1.5m 정도의 높이가 대부분이다.
- 2) 우리나라 고대 원통형로의 높이는 정확히 알 수 없는데, 본 발표자는 밀양 사촌제철유적의 보고자와 마찬가지로 150cm 내외로 추정한다. 그 이유는 첫째, 안정적인 조업여건상 원료·연료의 지속적인 장입을 위해서는 150cm 이하가 적당하기 때문이다. 더 높아지려면 계단상 발판이나 대(臺) 시설, 사다리 등의 작업대가 설치되어야 하는데, 발굴조사에서 이를 상정할 수 있는 주철 등이 확인된 바 없다. 둘째, 잔존한 노 하부의 노벽 두께를 보면 진천 석장리의 경우 20~30cm로 상당히 두텁지만, 충주 칠금동, 청원 연제리, 김해 하계리 등의 경우 대부분 10cm 이하이다. 이러한 두께로 높이 150cm 이상의 고로(高爐)형으로 축조하기엔 무리가 있다고 생각된다. 셋째, 우리나라 고대 원통형로의 내경은 80~140cm 정도로, 석축형제철로에 비할 바는 아니지만 평면적이 상당히 넓은 편이다. 즉 직경이 작고 높이가 높은 선철생산용 고로와는 차이가 있는 구조로 볼 수 있다. 따라서 선철생산 전용이 아니라 노 내 분위기와 위치에 따라 순철, 강, 선철 등이 혼합된 반환원피를 생산했던 것으로 판단되므로 높이가 무리하게 높을 이유가 없다.



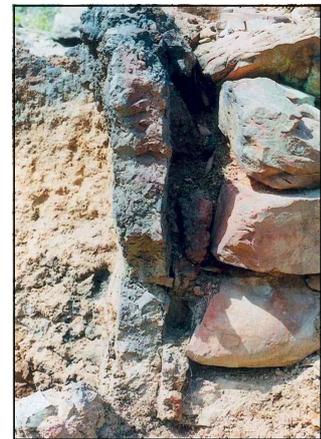
〈그림 3〉 석축형제철로의 구조(모화지유적)



〈그림 4〉 노 벽체와 바닥(방리 1호)

호, 생쇠골야철지).

노의 벽체는 방 모양의 보강벽 내면에 굵은 모래나 사립 혹은 작은 할석을 섞은 점토를 발라 조성하며 두께는 5~10cm 정도이다. 노 벽체에서 3회 내외의 점토 보수흔이 확인되는 점과 석축형제철로가 반영구적 사용이 가능한 구조인 점으로 보아 조업시의 고열로 인해 노벽이 침식하거나 철재가 두텁게 용착되면 점토를 덧발라 보수하였음을 알 수 있다. 점토벽체 외곽의 보강벽으로 사용된 석재는 간접 열을 받아 적갈색으로 피열되어 있다. 노의 주변에서는 철재가 용착된 석재가 다수 확인되는데, 철재가 유출되는 노 앞벽 배재구 부분에 사용되었거나 유출재 유출 혹은 저장시설에 사용된 것으로 추측된다.



〈그림 5〉 벽체 세부

점토벽체의 내면에는 자갈색 혹은 녹색, 담청색 철재가 용착되어 있는데, 부분적으로 철 성분이 포함된 곳이 있을 뿐 전체적으로는 자성이 거의 없다. 하부 1/2 혹은 1/3 정도는 철재가 뜯겨져 나간 상태인데, 이는 생산품의 수거와 밀접한 관련이 있을 것이다. 주지하다시피 석축형제철로는 양 측면이 석축에 의해 폐쇄된 구조이고 뒷벽은 송풍시설과 연결되어 있어 역시 반폐쇄 상태로 보아도 무방하다. 반면 배재구가 있는 앞벽은 발굴조사에서 거의 남아 있지 않은 점으로 보아 조업 후 생산품의 수거를 위해 뜯어냈던 것으로 추정된다. 즉 앞벽을 헐어 내고 생산품인 철괴를 뜯어내는 과정에서 하부 점토벽체의 철재가 제거된 것으로 판단된다. 이는 생산품이 용선상태가 아님을 반증하는 것으로, 만약 민속자료에서 나타나는 마와 같이 용선상태로 출탕구를 통해 거꾸집으로 흘러보냈다면 이처럼 노 벽체가 제거되는 일은 없을 것이다. 노의 뒷벽은 점토벽체는 남아 있으나 용착된 철재가 뜯겨져 나간 경우가 대부분인데, 바닥에 엉켜 붙어 생성된 철괴를 수습했기 때문으로 추측된다.

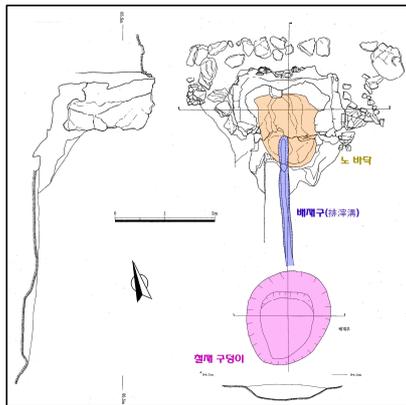
발굴조사에서 확인된 제철로는 대부분 앞벽이 남아 있지 않지만, 상주 호음리, 울산 천전리, 보은 상관 등에서 앞벽의 일부와 배재구가 확인되었다. 정면에서 바라본 형태는 삼각형·오각형·방형 등이며 아래가 넓고 위가 좁고, 크기는 높이가 110cm, 하단너비 88cm 정도이다. 배재구는 개방된 형태로 조사되었는데, 조업시에도 상시 개방되어 있었을 가능성과 필요에 따라 석재와 점토를

이용해 개폐가 가능한 구조였을 가능성 두 가지가 있다. 전자의 경우 저온환원법에 의한 반환원피가, 후자의 경우 고온환원법에 의한 환원피가 생성되었을 것이다.

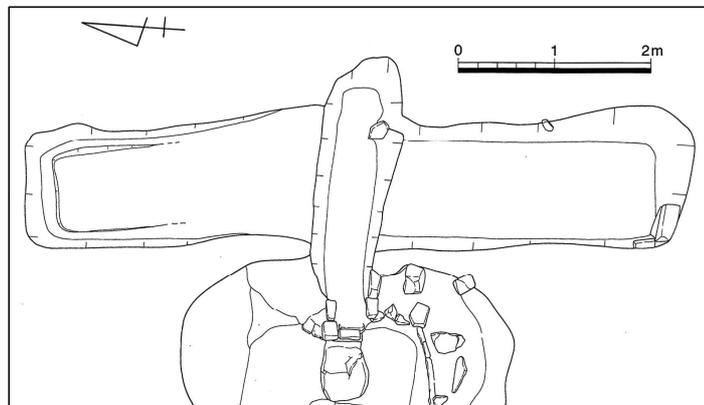


〈그림 6〉 배재구(排滓口)의 양상

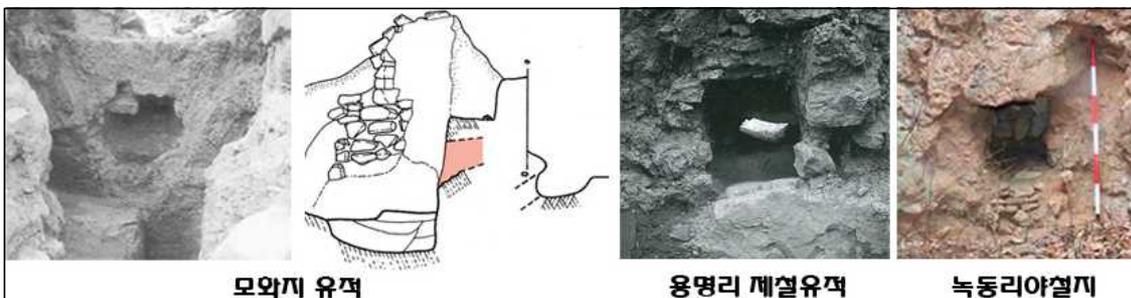
방리 1호에서는 노 바닥에서부터 배재구(排滓口)를 지나 노 전방의 철재구덩이로 연결되는 길이 271cm, 너비 12~20cm, 깊이 5~19cm의 작은 도랑(排滓溝)이 있다. 사질토를 먼저 깔고 도랑을 낸 시설로, 적갈색을 띠고 있어 철재 등 무언가 고온의 액체가 흘렀던 흔적이 있다. 이 도랑시설이 석재나 점토 등 견고한 시설물이 아닌 점으로 보아 생산물에 해당되는 쇠물을 유출하던 시설일 가능성은 낮다. 남단에 연결된 원형 구덩이에서 철재와 숯이 다수 검출된 점으로 보아 조업시 철재를 배출했던 시설로 추정된다.



〈그림 7〉 철재 배출시설(방리 1호)



〈그림 8〉 플무터의 양상(삼정리아철지)



〈그림 9〉 송풍구의 구조

송풍시설로는 플무와 바람골, 송풍구를 들 수 있는데, 삼정리아철지에서는 길이 676cm, 너비 135cm, 잔존깊이 40cm의 세장방향 플무터와 이와 노를 연결하는 바람골의 양상이 확인되었다. 플무와

노 사이, 즉 바람골의 길이는 삼정리아철지(20cm)와 용명리 제철유적(65cm)의 예로 보아 1m 이내로 판단된다. 송풍구는 노 뒷벽 중앙부 하단에 설치하는데, 대체로 한 번 30~50cm의 방향이고 각도는 20~50°이다.

〈표 1〉 석축형제철로의 규모와 특징(발굴조사 유적)

연번	유적명		평면형태	규모(cm)				구조	구분	
				길이	너비	높이	평면적(m ²)			
1	울산 방리아철지	1호-1차	방형	223	192	217	4.28	철재유출시설(排滓溝), 2층의 배수구, 작업장, 철재, 저탄장?	C	
		1호-2차	장방형		131	151	2.92		B	
		2호	방형	230	200	(121)	4.60		배재부, 바닥 회청색 경화면	C
2	울산 천전리아철지		말각방형	190	180	(140)	3.42	후면 수혈시설, 배재구	B	
3	울산 삼정리아철지		장방형	200	150	(100)	3.00	후면 송풍시설, 배재부	B	
4	울산 삼정리유적 제련로		말각장방형	130	200	(60)	2.60	배재부 반원상, 원형 부서시설	B	
5	경주 모화지유적 제련로		방형	(202)	(185)		240	3.74	송풍구, 바닥 50cm 하부시설	C
6	경주 용명리 제철유적 제련로		말각장방형	290	230	250	6.67	송풍구, 하부 방습시설 50-60cm	C	
7	경주 녹동리아철지		방형	190	200	270	3.80	배재구, 송풍구	C	
8	상주 호음리유적 제철로		말각방형	90(?)		130	0.64	노벽 유리질철재, 배재구	A	
9	광양 황죽리 생쇠골야철지		말각방형	188	168	152	3.16	타원형 석축, 노벽철재, 바닥 진회색	B	
10	하동 탐리아철지		원형	50		-	0.20	타원형 석축, 추정 송풍시설, 석축 80cm	A	
11	보은 상판 제철유적	1호	장방형	170	120	100	2.04	노 보강시설, 다수 석재, 배재구	B	
		2호	(타)원형	130	150	220	1.95	석재 철재 용착, 바닥 회갈색 경화	B	
기타	* 길이는 석축과 평행한 방향이고 너비는 직교하는 방향이다. * 보고서상 노의 규모는 점토보강벽 내면을 기준으로 한 경우, 보강벽의 바깥쪽을 기준으로 한 경우 등 계측기준이 일정하지 않아, 본고에서는 내경의 치수가 없는 경우 원고내용과 도면을 활용해 벽체 내면을 기준으로 재계측하였다.									

2. 출토유물

표 2에서 보는 바와 같이 석축형제철로에서는 다수의 제철관련유물이 출토되었다. 대표적인 유물이 철재(쇠뿔, slag)인데, 조업시 배재구를 통해 노 바깥으로 흘러나오거나 끌어내는 유출재를 비롯해 노 벽체 내면에 용착되는 노벽철재, 노 내부에 남아 있는 노내재, 철성분이 없고 녹갈색 혹은 자갈색 광택상을 보이는 유리질철재, 부분적으로 철성분이 포함된 철괴형철재 등이 있다.



〈그림 10〉 석축형제철로 출토 철재 각종

〈표 2〉 석축형제철로 출토유물

연번	유적명	출토 유물	비고
1	울산 방리아철지	-철재, 유출재, 노 벽체, 목탄, -제련재, 순철·강·회주철 조직, 철광석 분말, 철괴 -부석시설 : 백자대접 2, 수키와 3, 암키와 9	비소
2	울산 천전리아철지	-철재, 유리질철재, 목탄, 백주철·회주철 혼합조직, 순철·강 조직	비소
3	울산 삼정리아철지	-철재, 유리질철재, 목탄, 노 벽체	
4	울산 삼정리유적 제련로	-철재, 유리질철재, 목탄, 노 벽체	
5	경주 모화지유적 제련로	-건물지 : 토철, 잡쇠덩이, 목탄, 소용 구연부편 1 -철재, 유리질철재, 철편, 철광석, 토철 -회주철·순철 조직	비소
6	경주 용명리 제철유적 제련로	-철재, 유리질철재, 철괴, 철편, 목탄, -분청사기발 1, 백자 2, 옹기편 2, 상평통보 2, 철봉 1, -회주철 조직	비소
7	경주 녹동리아철지	-노 벽체, 철재, 목탄	
8	상주 호음리유적 제철로	-유리질철재(노벽 용착)	
9	광양 황죽리 생쇠골야철지	-유리질철재(노벽 용착), 목탄, 철재 1상자, 기와 1	
10	하동 탐리아철지	-철재, 유출재, 노 벽체, 자기편	
11	보은 상판 제철유적	-불명철기편 4, 송풍관편 4, 노벽편 다수, 노바닥편 다수 -백자편 18, 옹기편 3 -유리질철재, 노내재,	

이들 철재는 대부분 제련조업시 생성되는 철재들로서, 특히 유리질의 유출재와 노벽철재는 다른 제철공정에서는 현저하지 않은 제련조업의 특징적인 철재로 볼 수 있다. 철재는 1차적으로 육안 관찰을 통해 분류되는데, 철괴형철재의 경우 표면이 녹슨 적갈색을 띠고 부분적으로 자성이 있기 때문에 육안관찰에서 철괴로 분류되는 경우도 있지만 이를 금속분석해 보면 철 성분이 일부 포함된 철재로 판명되는 경우가 많다.

제련조업의 생산품인 철괴는 조업 후 모두 수거해 가기 때문에 유적에서 출토되는 사례가 적어 울산 방리아철지와 경주 용명리 제철유적 두 곳에서만 보고되었다. 철괴라는 용어의 의미는 철광석 혹은 사철·토철 등의 원광을 1차 제련하였을 때 생성되는 환원 혹은 반환원 상태의 쇳덩어리를 말하는 것으로, 이것이 2차 가공되어 철정, 철봉 등 일정한 형태를 지니게 되면 이미 철기로 불리어지게 된다.

철재, 철괴, 철편 등의 시료에 대한 조직분석에서 순철조직이나 강조직이 부분적으로 발견되기도 하지만, 회주철조직을 공통적으로 함유하고 유리질조직이 다량 포함된 점으로 보아 선철(주철) 생산이 주 목적인 것으로 파악되고 있다.

석축형제철로에서는 송풍관이 출토되지 않는 특징이 있는데, 그 이유는 앞에서 설명한 바와 같이 풀무와 노 사이를 바람길을 통해 연결시키기 때문이다. 다만 보은 상판 제철유적에서 4점이 보고되었는데, 이 유적에서만 송풍관을 사용해 송풍했을 가능성이 있다. 하지만 두께가 4.2~6.7cm로 매우 두껍고 곡률이 크지 않으며, 외면에 모두 철재가 용착되어 있고 일부는 내면에 요철이 심한 점으로 보아 송풍관이 아니라 특정 부위의 노 벽체일 가능성도 있다고 생각된다. 아무튼 송풍관이 석축형제철로의 일반적인 출토유물이 아닌 점은 분명하다.

노 내부와 주변, 폐기장 등에서는 대부분 목탄이 출토되는데, 제철로의 연료는 목탄이므로 이는 당연한 현상이라 할 수 있다. 발표자의 발굴경험으로 미루어 볼 때 목탄의 크기는 길이 5~10cm,

직경 3~5cm가 대부분이었고, 수중은 소나무류가 주종을 이룬다. 일반적으로 상수리나무류와 느티나무류가 열량이 높고 열지속력이 뛰어나 가마의 열원으로 널리 이용되지만 시대가 내려올수록 참나무류에서 소나무류로의 현저한 이행이 보이는데, 무분별한 벌채로 인한 산림의 고갈에서 그 원인을 찾기도 한다(강애경 2002: 92~93). 실제 조선시대 후기에 해당되는 석축형제철로 중 수중 분석이 이루어진 울산 방리야철지 7점, 경주 용명리 제철유적 10점은 모두 소나무로 판명되었다. 한편 제철관련 이외의 유물로는 자기편과 기와편, 옹기편, 상평통보 등이 있는데, 모두 조선시대 후기에 해당되는 유물이다. 이들은 석축형제철로의 조업시기를 판정하는 결정적 자료가 된다.

이상의 유물 현황으로 보아 석축형제철로는 원광석을 제련해 선철을 생산하는 것이 주목적이라고 할 수 있으며, 조업시기는 조선시대 후기가 중심임을 알 수 있다.

III. 석축형제철로의 조업방식

1. 원료

석축형제철로의 원료가 토철 혹은 사철이라는 사실은 앞서의 민속학적 연구와 지표조사의 전언자료 등(권병탁 1969·1971·1972·1991, 鄭澄元 외 1987, 蔚山廣域市 외 2003, 울산문화원 1996)에서 수차 확인되었다.

발굴조사된 방리 1호 노 내부에서는 토철 혹은 사철이 소결된 상태로 검출되었고³⁾, 모화지유적 제련로와 인접한 건물지에서는 토철이 발견되었으며 금속분석결과 달천광산의 철광석과 토철을 사용한 것으로 판명되었다(정광용 외 2002)⁴⁾. 용명리 제철유적의 원료 역시 모화지와 동일한 달천광산의 철광석·토철을 사용한 것으로 판명되었다(정광용·박광열 2006). 달천광산의 원광과 관련이 없는 보은 상판 제철유적의 경우 철광석이 전혀 출토되지 않았으며, 금속분석 결과 1차 제련된 반환원괴를 원료로 해 선철을 생산한 것으로 파악되었다(신경환 외 2010).

광양 황죽리 생쇠골야철지에서는 원료를 추적할 수 있는 증거가 전혀 발견되지 않았으나 보고자는 1차 제련된 원료를 사용해 선철을 생산한 것으로 추정하고 있다(全南文化財研究院 2011). 상주 호음리유적 역시 원료를 파악할 수 있는 단서가 전혀 없는데, 노의 구조로 보아 사철이나 반환원괴를 사용해 선철을 생산했던 것으로 추정된다.

즉 석축형제철로의 주 원료는 달천광산 주변의 경우 달천광산 산출의 토철이고 조업시 노

3) 금속분석에서는 모래성분과 철광석 입자, 비소를 상당량 함유하는 철 입자 등이 관찰되었는데, 사철일 가능성 보다는 과쇄한 자철광석을 쌓아놓은 더미에서 흘러 들어간 것으로 추정되었다(박장식 2002). 방리야철지는 석축형제철로에 대한 첫 발굴조사로서, 당시에는 토철 사용에 대한 인지가 없었으며, 철광석이 출토되지 않아 사철을 원료로 사용했을 가능성이 제기되기도 하였다. 금속분석 결과로 보아 달천광석의 자철광석이 산화된 토철로 판단된다.

4) 달천광산의 토철은 철광석이 사철로 변화되어가는 과정의 것으로 판단되고 있으며(최영민 2013), 일부 철광석이 출토되었다하더라도 토철의 밀도문제 해결을 위해 공반장입한 것일 가능성이 높다. 무엇보다 1972년 발표된 연구논문에는 이 제철로에 대한 민속조사 내용이 상세히 수록되어 있는데, ‘쇠부리터의 동북 6m 거리(발굴조사 건물지 부분)에 산화된 달천토철 1트럭분이 고이 간직되어 있었다’라고 전하는 점으로 보아(권병탁 1972) 토철을 주 원료로 사용한 것이 확실하다고 할 수 있다.

내의 밀도를 줄이기 위해 철광석을 동반투입했을 가능성이 있다. 보은·상주·광양의 경우 사철 혹은 1차 제련을 거친 반환원괴로 추정된다.

2. 송풍

고대로부터 이어지는 원통형 제련로나 조선시대 상자형 제련로에서는 풀무와 노 사이를 토제 송풍관으로 연결시키는데 비해 석축형제철로의 경우 보은 상판 제철유적을 제외하고는 송풍관이 전혀 출토되지 않았다⁵⁾. 그 이유는 앞에서 설명한 바와 같이 석축형제철로에서는 토제 송풍관이 아닌 짐토로 내면을 바른 터널식 바람골을 통해 송풍하기 때문이다. 송풍시설은 풀무, 바람골, 송풍구로 이루어져 있는데, 민속조사에서 확인된 바와 거의 유사하다. 풀무터는 전술한 바와 같이 삼정리야철지에서만 확인되었을 뿐 다른 유적의 양상은 살피기 힘들다. 노의 후방 1m 내외 거리에 설치되었으며 삼정리야철지 풀무터 정도의 크기면 한쪽에 4명씩 양쪽에 8명이 한조가 되어 풀무질을 하는 것이 적절하였을 것으로 생각된다.

바람골을 통해 풀무와 연결된 노의 뒷벽에는 30~50cm 크기의 방형 송풍구가 설치되어 있는데, 이처럼 하나의 송풍구를 통해 송풍하는 방식은 현재로서는 풀리지 않는 하나의 의문점을 지니고 있다. 원통형로에도 하나의 송풍관을 장착해 제련하는 것으로 알려져 있지만 일반적으로 석축형제철로는 원통형로보다 평면적과 체적이 훨씬 크고, 온도를 1,200℃ 이상 올리고 장시간 유지해야 한다. 따라서 송풍구의 반대방향, 노의 가장자리, 네 모서리 등에 바람이 골고루 미치지 못하는 문제가 발생할 수 있는 것이다.

하지만 조선 순조 때 이규경의 연철변증설에도 숙철로(연철로 혹은 정련로)에는 아홉 줄의 바람구멍이 있는 반면 생철로(선철로)에는 한 줄의 바람구멍을 뚫는 것으로 나타난다(이규경 지음·최주 주역 2008). 민속자료 중 이백주옹의 증언에 의하면 송풍구로 들어간 바람은 노 바닥 30cm 정도 높이에서 비스듬히 세 갈래로 분산된다고 한다(權丙卓 1993). 고고자료에서는 방형의 송풍구만 확인되었을 뿐 송풍의 분산과 관련된 시설은 발견되지 않았다. 아무튼 고고·민속·민속자료에 물무에서부터 노까지 한 줄의 바람골로 송풍이 이루어진다는 점은 명백한 셈이다. 향후 복원실험을 통해 송풍의 풍량과 방향, 풍속 등에 대한 통계학적 연구가 필요하다.

3. 생산품

제철유적에서 생산품이 확인된 사례는 많지 않은데, 그 이유는 당연히 생산품인 철괴는 조업 후 모두 수거해 갔기 때문일 것이다. 김제 장흥리 은곡제철유적에서는 다수의 철괴가 출토되었는데, 금속분석결과 노바닥철괴와 탄소량 3.38%의 선철이 확인되었으나 강 생산 중심에 소량의 선철이 생산된 것으로 파악(大澤正己 2011)된 반면 선철과 연철, 회주철 등의 조

5) 보은 상판 제철유적에서는 4점의 송풍관편이 보고되었는데, 외면에는 모두 철재가 용착되어 있고 두께가 일정하지 않으며 내면 역시 일반적인 송풍관의 물손질 등의 섬세한 정면흔이 관찰되지 않고 요철면이 심한 점으로 보아 노 벽체의 일부일 가능성이 있다. 다만 철재가 곡률의 바깥쪽에 용착된 점에서 송풍관일 가능성이 있는데, 최근 밀양 임천리 등에서 이처럼 곡률의 외면에 철재가 용착된 노 벽체편이 발견된 바 있어 앞으로의 검토가 더 필요하다.

직이 혼재한 점으로 보아 단일성격의 환원피가 일률적으로 생산된 것이 아니라 노 내의 위치 및 환경에 따라 고탄소의 선철과 연철(순철)이 혼재되어 생산되는 시설인 것으로 파악되기도 하였다(신경환 외 2011).

울산 방리야철지에서는 육안관찰상 다수의 철재·철괴가 출토되었으나 금속분석결과 대부분 철재로 판명되었다⁶⁾. 철 조직이 확인된 6점의 시료 중 4점에서는 순철조직이, 2점에서는 강 조직과 회주철 조직이 발견되었으며, 이들 시료의 성격으로 보아 용해를 수반하는 주철 생산을 목표로 하였음이 판명되었다(박장식 2002). 울산 천전리유적 제련로에서는 5점의 시료(시편 10점)에 대해 금속분석을 실시하였으며, 그 결과 대부분 주철제련과정에서 파생된 것으로 파악되었고, 일부 시편에서 순철 조직(시편 5)이나 고탄소강 조직(시편 7)이 발견되기도 하였으나 이 역시 주철 제련과정에서 파생된 것으로 추정되었다⁷⁾(박장식 2004).

경주 모화지유적 제련로에서는 철판 4점 등 14점의 시료가 금속분석되었는데, 달천광산의 철광석 및 토철을 제련해 주철을 생산한 것으로 판단되었다⁸⁾. 경주 용명리 제철유적에서는 4점의 철괴와 단조체 철봉 1점, 철판 1점이 보고되었으며, 철판, 철재 등의 시료를 달천광산의 철광석, 토철과 함께 금속분석한 결과 달천광산의 철광석·토철을 원료로 해 선철을 생산한 제련로임이 판명되었다.

보은 상판 제철유적에서는 4점의 불명철기편이 보고되었으며, 노벽에 부착된 철판 6점 등 10점에 대해 금속분석을 실시한 결과 철광석을 1차 제련한 환원피 혹은 반환원피 등을 이용해 선철을 생산했던 것으로 밝혀졌다(신경환 외 2010).

이 외 상주 호음리 유적의 제철로는 출토유물에 대한 보고가 전혀 없어 생산품을 추론할 수 없으며, 광양 황죽리 생쇠골야철지와 하동 탐리야철지는 각각 시굴·표본조사만 이루어져 역시 생산품을 추론하기 어렵다. 다만 노의 구조와 유출재, 노벽철재 등의 양상으로 보아 상주 호음리와 마찬가지로 사철이나 1차 제련된 반환원피를 원료로 해 선철을 생산했던 것으로 추정된다.

이상 발굴조사된 유적 및 유물로 보아 달천광산 주변 석축형제철로는 토철 혹은 사철을 주 원료로 해 선철을 생산했으며, 시료에서 모두 달천광산의 특정원소인 비소가 검출되어 달천광산의 토철을 주 원료로 했음을 알 수 있다. 상주·보은·광양·하동 등 달천광산과 지리적으로 멀리 떨어진 곳의 석축형제철로 역시 선철을 생산했던 것으로 추정되며, 다만 원료는 달천광산 주변과 달리 사철이나 철광석을 1차 제련한 반환원피를 사용해 선철을 생산했던 것으로 판단된다⁹⁾.

6) 철괴 7점을 포함해 모두 24점의 시료를 분석하였으나 철광석가루(토철?) 1점을 제외하고는 모두 제련시의 철재로 판명되었다.

7) 철광석이 환원되면 먼저 순철이 생산되며 이후 탄소침투가 계속적으로 이루어지게 되면 순철은 강을 거쳐 주철로 변하게 된다. 즉 주철 생산을 목표로 하는 제련공정에서도 순철 또한 강에 해당되는 조직이 철재에 포함되어 배출될 가능성이 얼마든지 있다. 시편 5와 7에서 발견된 순철 조직과 고탄소강 조직은 이러한 과정에서 생성된 것으로 판단되었다(박장식 2004).

8) 전체적인 시료의 성격으로 보아 선철을 생산하던 제련로로 판명하고 있으나 일부 시료(시료 1·2)에서 순철조직이 발견되어 다른 노에서 유입되었거나 순철(연철)을 생산하던 다른 공정이 있었을 가능성이 제기되기도 하였다(정광용 외 2002: 128).

9) 울산 달천광산 주변 석축형제철로에서 선철이 대량생산된 점은 이러한 금속분석에서뿐만 아니라 문헌·민속자료에서도 확인된다. 용선상태의 쇳물을 봉쇠바탕에 흘려 부어 판장쇠(무쇠덩이)를 생산했고 이를 이용해 청

발굴조사와 금속분석이 비교적 많이 이루어진 달천광산 주변 석축형제철로의 경우 달천광산의 토철 혹은 사철을 주 원료로 사용했고, 이를 제련해 선철을 생산한 것은 의심의 여지가 없어 보인다. 다만 토철·사철을 제련하는 1차 조업에서 곧바로 용선상태를 거친 선철을 생산할 수 있는지는 의문이 있다. 이는 노의 구조와 밀접한 관련이 있는데, 선철을 생산할 수 있는 노는 17세기 유럽에서 만들어져 점점 개량되고 규모가 커져 현대에 이어지고 있는 고로(高爐)와 같은 일정한 조건을 필요로 한다. 고로는 철광석을 환원시켜 용융선철을 얻는데 최적화된 구조로, 높이와 바닥면적의 비율이 밀접한 관계를 가진다. 상부로부터 철광석(Fe_2O_3) 등이 투입되면 점차 하강하면서 환원원상태(FeO)를 거쳐 철(Fe)만 남게 되는데, 이때 노 하부 용융선철(용선)이 바로 환원이 완료된 상태이다. 노 내부 온도는 상부 $200^{\circ}C$, 중간부 $900\sim 1,400^{\circ}C$, 노심 $2,200^{\circ}C$ 등으로 나타난다(新日鐵住金(柱) 2013).

이처럼 노 내에서 환원이 원활하게 진행되기 위해서는 원료뿐만 아니라 노의 구조와 노 내 분위기 등이 중요하다. 노의 구조는 철광석의 환원에 필요한 충분한 침강시간을 담보할 수 있는 높이가 되어야 하고 고온·의 열압이 형성될 수 있도록 상부가 좁아야 한다. 또한 환원을 촉진시키기 위해 노 내 분위기는 탄소 4.3% 이상의 탄소과포화상태(申環煥 외 2013)가 되어야 하고 산화칼슘 등 알칼리성 용재도 충분해야 한다.

앞서 살펴본 바와 같이 석축형제철로는 대부분 평면적이 넓고 상부가 직선적으로 개방된 구조이기 때문에 광석의 환원에 필요한 충분한 열압이 형성되기 어려운 구조로 판단된다. 따라서 보은 상판 제철유적에서 상정된 방식과 같은 토철·사철을 1차 제련해 환원원괴를 생산하고 이를 다시 파쇄·선별하여 재장입해 2차 조업을 하는 방식이었을 가능성이 있다. 즉 제련공정에 해당되는 1차 조업과 용해정련공정¹⁰⁾에 해당되는 2차 조업의 두 가지 공정이 이루어졌을 가능성을 상정할 수 있다.

IV. 석축형제철로의 기술사·경제사적 의미

앞에서 검토한 석축형제철로의 조업방식은 사회·경제·문화·기술사 등 여러 가지 측면에서 그 의미를 찾아볼 수 있을 것이다. 하지만 본 발표의 목적이 제철조업방식 검토에 있으므로, 본장에서는 달천광산을 중심으로 성립된 이 새로운 조업방식의 기술사·경제사적 의미에 대해 간략히 살펴보고자 한다.

도 술계 등에서 무쇠술을 대량생산했다는 사실(권병탁 2004) 및 조선후기 달천광산을 세습경영한 구충당 이의립의 공납품 목록이 대부분 주조제품인 점(서성호 2013)이 이에 해당된다.

10) 정련(精鍊)이란 광석이 함유하고 있는 불순물을 제거하여 순수 금속을 만드는 것(홍익대학교 과학기술연구소 2000: 82)을 말하지만 야금고고학에서는 다양한 의미로 사용된다. 불순물을 많이 포함한 괴련철을 소형의 노에 넣고 가열해 불순물을 제거하는 정련단야(精鍊鍛冶)의 개념이 일반화되어 있는가 하면(이남규 2008: 14), 정련단야와 더불어 용선상태의 선철을 탈탄시켜 초강괴를 생산하는 초강정련(炒鋼精鍊)이라는 개념도 사용되고 있다(신경환 외 2013: 25~26). 필자는 괴련철 정련을 정련단야, 선철 정련을 순수정련으로 구분하여 각각의 제철로를 상정한 바 있으나(김권일 2012: 546), 순수정련이란 용어의 불명확성을 의식해 본고에서는 용해정련(鎔解精鍊)이란 용어로 대체하고자 한다. 그 의미는 환원원괴나 환원괴를 용해한 다음 용선상태에서 불순물을 제거해 철의 재질을 개선하는 것이다.

먼저 석축형제철로 조업방식의 기술사적 의미를 살펴보면, 기존에는 제련공정을 통해 생산된 반환원괴를 주조공방으로 옮긴 후 용선상태를 거쳐 주조철기를 생산하였다. 하지만 반환원괴는 불순물을 충분히 제거하지 못한 상태여서 부피도 크고 용해시 형성되는 철재의 양도 많다. 또한 제련공정 종료 후 생산품을 수거할 때 후속공정의 원료가 되는 반환원괴와 부산물인 철재의 구분이 쉽지 않기 때문에 철의 소실율도 높았을 것으로 추정할 수 있다. 하지만 석축형제철로의 경우 제련 후 다시 한 번 용해정련과정을 거침으로써 보다 정선된 철 소재를 생산하는 것이 가능하였다.

이는 사철·토철을 제련하였을 때 생산되는 반환원괴 중심의 조업기술 한계를 극복하고자한 노력의 결과이며, 현대 제철에서도 이용되고 있는 ‘배소공정+제련공정→용선생산공정’과 유사한 것으로 볼 수 있다. 일반적으로 사철은 상자형로에서 제련하는 것이 가장 효율적인 것으로 알려져 있으나 기실 그 생산품은 반환원괴를 중심으로 강과 선철이 일부 포함된 균일하지 못한 재질이다. 석축형제철로는 이러한 한계를 극복해 선철을 대량생산하는 획기적인 조업방식으로 볼 수 있으며, 이는 철물의 소비가 급증한 조선후기 사회적 요구를 충족시키기 위한 기술적 발전으로 평가된다.

다음으로 석축형제철로 조업방식의 경제사적 의미를 살펴보기 위해서는 먼저 석축형제철로가 유행하였던 조선 후기사회 광업·수공업 문화의 변천과정을 살펴볼 필요가 있다. 16~17세기 은점(銀店)·연점(鉛店) 중심의 감관제(監官制)에 의해 운영되던 광업은 군(軍)과 영문(營門) 소관이었으나 18세기 호조에서 부상대고(富商大賈)들을 별장(別將)으로 파견하면서 별장제가 성립되고 설점(設店)과 수세(收稅)를 독점하게 된다. 하지만 18세기 말~19세기 전반 설점수세권이 박탈된 각도의 감사와 수령들은 호조의 은점 설치를 철저히 방해하고 관내 은광업자들의 잠채(潛採)를 비호하게 됨으로서 순수 민간자본에 의한 잠채광업이 크게 성행한다. 이른바 몰주제가 성립하게 되는데, 자본주인 몰주는 혈주와 덕대 등 전문공인과 임금노동자를 두어 광산을 실질적으로 운영하게 하였다(柳承宙 1997).

이러한 경향은 수공업촌인 점촌(店村)경제에서도 마찬가지로여서 철기점을 비롯해 점촌에 종사하는 원대장, 도래대장, 불편수 등의 전문공인과 작업인부들은 모두 몰주에 고용되어 품삯을 받는 임금노동자들이었다(崔完基 1997). 한편 17세기 중반 이래 지주제의 발달로 양반토호들은 토지를 매매해 대지주로 성장해 광경(廣耕)으로 나아가게 되고, 많은 농민들은 토지를 잃어 농촌에서 유리되거나 그들의 예속적 노동력으로 변질되어 갔다. 또한 사회적 생산력의 현저한 발전은 사회적 분업과 상품화폐경제의 발전을 가져왔고, 수공업이나 광산업에서는 초기적인 자본-임노동 관계에 의한 새로운 경영방식이 도입되었다(이세영 2002). 이 과정에서 점·점촌의 광업·수공업 노동자와 농민들의 몰락 및 유민화는 값싼 노동력을 양산하였고, 자본과 임금노동자로 이루어진 초기자본경제가 태동하게 된다.

이와 관련해 지금까지 파악된 달천광산 주변 석축형제철로의 생산·유통체계를 살펴보면, 하나의 광산(달천광산)에 다수의 철기점(석축형제철로 유적)이 연결된 광역의 생산·유통망이 형성하고 있었음을 알 수 있다. 원료의 채광에서부터 제련공방까지의 운송, 선철의 생산, 주조공방까지의 선철 운반, 무쇠술의 생산, 자인시장 등을 통한 영남 각지로의 판매 등이 유기적으로 연계되어 있었던 것으로 보이는데, 주목할 부분은 이들 집단이 몰주(전주)와 전문공인, 임금노동자로 이루

어진 자본제적 민영 광업·수공업 내지 초기 자본주의적 공장제 수공업체제였다는 사실이다¹¹⁾.

17세기 중반 달천광산이 재개발될 당시의 경영형태는 알 수 없지만 ‘광산 개발→철 생산→철기 제작→유통’의 일괄적 생산·유통체계를 갖추고 있었던 것으로 보인다. 하지만 점차 규모가 커지고 기술개발이 이루어짐에 따라 광산소유자는 물주가 되고 전문공인들과 작업인부들은 임금노동자로 고용되어 관련산업에 종사하게 된 것으로 이해된다. 달천광산에 연계된 수많은 철점·철기점들의 물주가 누구인지는 알 수 없지만, 달천광산 토철의 특수성과 그 경영권의 세속, 기술력의 축적 등을 감안한다면 각 철점·철기점의 물주 역시 달천광산 소유자와 혈연·지연 등의 친연관계에 있는 사람들에 의해 독점되었을 가능성이 매우 높다. 나아가 주 원료인 토철의 희소성으로 인해 철점·철기점은 광산에 예속되거나 그에 가까운 형태였을 것으로 추론된다.

달천광산과 주변 석축형제철로 유적들은 이처럼 철광업 및 제철수공업이 부역노동에 기초한 봉건적 생산방식에서 임노동에 기초한 초기자본주의적 성격으로 변화하는 과정을 보여주는 대표적인 사례라는 점에서 그 의미는 결코 가볍지 않을 것이며, 이러한 산업경제사적 특징은 바로 선철의 대량생산이라는 석축형제철로의 조업방식에 기초한 것으로 이해된다.

V. 맺음말

본 발표에서는 고고학적 자료를 통해 석축형제철로의 조업방식에 대해 살펴보았다. 석축형제철로는 고대로부터의 원통형로 및 조선시대 상자형로와는 구조가 확연히 다른 독창적인 구조를 가진다. 달천광산 주변에서는 달천광산의 토철·사철을 주 원료로 해 선철을 생산하였고 상주, 보은, 광양 등지에서는 사철이나 철광석을 1차 제련한 반환원피를 용해정련하여 선철을 생산한 것으로 판단된다. 이처럼 1·2차에 걸친 조업방식의 분화는 선철을 대량생산하기 위해 개발된 진일보한 제철기술로 평가되며, 유적의 분포와 원광의 특수성으로 보아 달천광산 주변에서부터 개발되어 주변지역으로 확산되었을 가능성이 매우 높다.

울산 달천광산 주변의 석축형제철로는 초기단계 소규모의 일괄적 생산·유통 체계에서 ‘원료의 채광→제련공방까지의 운송→선철의 생산→주조공방까지의 선철 운반→무쇠술 등 철기의 생산→영남 각지로의 판매’ 등의 분업화된 체계로 변화됨을 감지할 수 있다. 이 과정에서 달천광산과 철점·철기점의 광업·수공업은 전문공인과 작업인부들을 물주에 고용시켜 임금을 받는 물주제로의 변화를 겪게 되며, 이러한 변화의 중심에는 17세기 중반부터 20세기 초반까지 달천광산을 세습경영한 구충당 이의립과 그 후손들이 있다. 이들의 획기적 제철기술은 울산뿐 아니라 근대 자본주의적 산업경제를 견인했던 것으로 보아도 좋을 것이다.

11) 18세기말 19세기 전반기는 광산업에 물주제가 적용되어 혈주나 덕대가 물주의 자본으로 광산을 경영한 자본제적 민영광업으로 볼 수 있으며(柳承宙 1994: 406), 조선말기 달천광산 기원의 선철을 이용해 무쇠술을 대량 생산하였던 청도 무질부리수공업을 초기 자본주의적 공장제 수공업으로 파악(권병탁 2004: 639)하는 관점에도 무리가 없을 것으로 생각된다.

■ 참고문헌

- 강애경, 2002, 「방리야철지 출토 목재의 수종분석」, 『蔚山圈 廣域上水道(大 谷댐)事業 編入敷地內 1次 發掘調査 報告書』, 韓國文化財保護財團.
- 權丙卓, 1969, 「李朝末期 淸道郡 솔계 鎔銑手工業 研究, 上·下」, 『産業經濟』第5輯, 嶺南大學校.
- 권병탁, 1971, 「울산군 달천 철산업에 대한 사적 연구 1~3」, 『신라가야문화』2, 영남대학교.
- 권병탁, 1972, 「쇠부리터 발견경위」, 『동양문화』1, 영남대학교.
- 權丙卓, 1991, 「傳統鎔鑪 復元과 製鍊術 研究」, 『民族文化論叢』第12輯, 嶺南大學校.
- 權丙卓, 1993, 「古代 鐵産業의 一研究-隍城洞 冶鐵遺蹟址를 中心으로-」, 『國史館論叢』第42輯, 國史編纂委員會.
- 권병탁, 2004, 『한국산업사 연구』, 영남대학교출판부.
- 김권일, 2009, 「영남지역 조선시대 製鐵文化의 기초적 연구-石築型 製鐵爐의 설정-」, 『嶺南考古學』第50号, 嶺南考古學會.
- 김권일, 2012, 「한반도 고대 제철문화의 검토」, 『한반도의 제철유적』, 한국문화재조사연구기관협회.
- 김권일, 2013, 「울산지역의 제철유적 조사연구 현황과 특징」, 『울산의 쇠부리문화-철을 말하다-』, 울산쇠부리축제 추진위원회 · 한국철문화연구회.
- 柳承宙, 1997, 「6. 광업의 발달」, 『한국사』33, 국사편찬위원회.
- 박장식, 2002, 「芳里 冶鐵址 출토 유물에 대한 금속학적 분석」, 『蔚山圈 廣域上水道(大 谷댐)事業 編入敷地內 1次 發掘調査 報告書』, 韓國文化財保護財團.
- 박장식, 2004, 「울산 천전리유적 제련로 성격에 관한 연구(출토 슬래그(Slag)의 미세조직 분석을 통하여)」, 『울산권 광역상수도(대곡댐)사업 편입부지내 2차 발굴조사-蔚山 高旨坪遺蹟(Ⅲ)』, 韓國文化財保護財團.
- 서성호, 2013, 「기록으로 본 울산 달천 광산의 역사」, 『울산의 쇠부리문화-철을 말하다-』, 울산쇠부리축제 추진위원회 · 한국철문화연구회.
- 손명조, 2009, 「울산의 제철유적과 철생산」, 『유적과 유물로 본 울산의 생산과 유통』, 울산광역시 · 한국문화재보호재단.
- 申鍾換, 2006, 「嘉瑟岬寺와 鐵生産 關係 研究」, 『淸道 嘉瑟岬寺址 綜合學術調査 報告書』, 淸道郡 · 東國大學校 慶州캠퍼스 博物館.
- 신경환 · 이남규 · 장경숙 · 남수진, 2010, 「충북 보은 상판지구 농업용수개발사업부지 내 유적 출토 제철관련유물의 금속학적 분석고찰」, 『報恩 上板製鐵遺蹟』, 中原文化財研究院.
- 신경환 · 이남규 · 장경숙 · 최영민, 2011, 「김제 장흥 은곡 제철유적 출토 제철관련 유물의 금속학적 분석 및 고찰」, 『김제시 은곡지구 소규모 농촌개발사업 문화유적 발굴조사 보고서 金提 長興里 隱谷 製鐵遺蹟』, 대한문화유산연구센터.
- 신경환 · 이남규 · 최영민, 2013, 『한국고대 製鍊기술』, 금속기술연구소.
- 신중환, 2012, 「조선시대의 제철문화」, 『한반도의 제철유적』, 한국문화재조사연구기관협회.

- 울산문화원, 1996, 『울산의 전설과 민요』.
- 蔚山文化財研究院・蔚山發展研究院 文化財센터・蔚山大學校博物館, 2003, 『文化遺蹟分布地圖-蔚州郡-』.
- 이규경 지음, 최주 주역, 「鍊鐵辨證說-쇠부리에 대하여-」 『오주서종박물고변』, 학연문화사, 2008).
- 이남규, 2008, 「鐵器 生産 프로세스의 이해」, 『한국 매장문화재 조사연구방법론』④, 국립문화재연구소.
- 이세영, 2002, 『朝鮮後期 政治經濟史』, 해안.
- 정광용·박광열, 2006, 「경주 건천 용명리 제철유적 제철로의 과학적 연구」, 『慶州 乾川 龍明里 製鐵遺蹟』.
- 鄭澄元·李建茂·朴方龍, 1987, 「Ⅲ. 釜山·慶北·慶南地域」, 『冶鐵遺蹟址調査報告書』, 文化財管理局.
- 崔完基, 1997, 「4. 임노동의 발생」, 『한국사』33, 국사편찬위원회.
- 최영민, 2013, 「울산 달천유적 출토 철광석과 토철의 금속학적 분석 및 고찰」, 『울산의 쇠부리문화-철을 말하다-』, 울산쇠부리축제 추진위원회·한국철문화연구회.
- 李南珪·松井和幸, 2006, 「朝鮮半島南部に分布するセブリタイプの製鐵爐について-慶尙北道鹿洞 里遺跡-」, 『たたら研究』第45号, たたら研究會.
- 申環煥·李南珪·崔煥珉·松井和幸, 2013, 「韓日の石築形製鐵爐から出土し製鐵關聯遺物の金屬學的比較考察」, 『たたら研究』第52号, たたら研究會.
- 松井和幸, 2013, 「日本 製鐵文化の 蔚山 關聯性 檢討-石積み製鐵爐を中心に-」, 『울산의 쇠부리문화-철을 말하다-』, 울산쇠부리축제 추진위원회·한국철문화연구회.
- 大澤正己 2011, 「金堤·隱谷製鐵遺跡出土製鐵關連遺物の金屬學的調査」, 『김제시 은곡지구 소규모 농촌개발사업 문화유적 발굴조사 보고서 金堤 長興里 隱谷 製鐵遺蹟』, 대한문화유산연구센터.
- 新日鐵住金(柱), 2013, 『鐵と鐵鋼がわかる本』.

금속분석학적으로 본 석축형제철로의 조업방식

신경환 · 최영민(금속기술연구소)

- I 머리말
- II 연구방법 및 관련자료의 분석
- III 금속학적 특성 및 조업방식의 고찰
- IV 맺음말

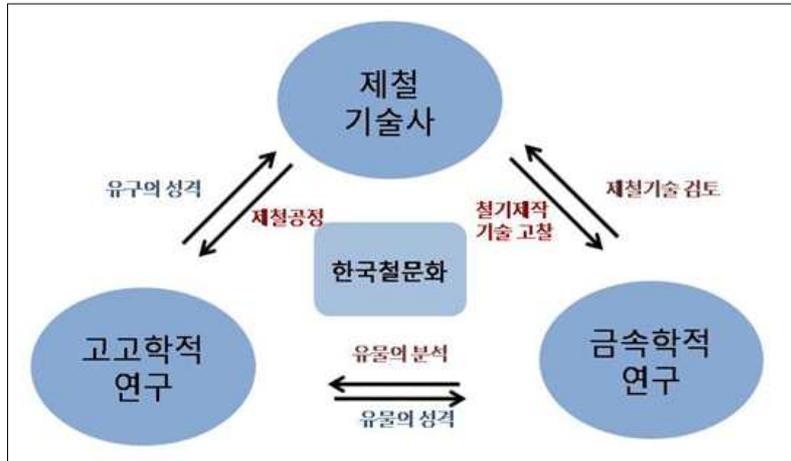
I 머리말

석축형제철로의 조업방식을 복원하기 위해서는 문헌사·민속학·고고학·금속학 등의 각 학문에서 제공되는 자료를 종합하여 검토할 필요가 있다. 더욱이 이러한 자료를 해석하고, 종합하여 설명하기 위해서는 철생산기술에 대한 이해가 전제되어야 한다. 지금까지 문헌사나 고고학, 금속공학 등에서 각각 석축형제철로의 축조집단, 원료, 생산품, 생산과 유통, 제철기술 등 다양한 측면에서 연구가 이루어졌다.

하지만 이러한 연구들은 한 가지 학문적 측면에서 접근하거나, 철생산기술에 대한 이해가 부족한 상황에서 고찰되었기 때문에 충분한 성과를 얻을 수 없었다. 특히 석축형제철로의 개발자, 입지와 분포양상의 특징, 조업에 이용된 원료 등에 대해서는 기존 연구(권병탁 2004, 김권일 2009)와는 다른 해석들이 이루어지고 있다(신종환 2012, 최영민 2013, 김권일·최영민 2014). 따라서 본 학술 세미나와 같이 다양한 방면의 전문가들이 모여 함께 제철공정에 대해 검토하여 보다 진전된 연구가 이루어질 필요가 있다.

본 발표문에서는 석축형제철로 조사과정에서 출토된 제철관련 자료의 금속학적 분석 결과를 정리하고, 이를 철생산기술 측면에서 해석하여 각 유물이 형성되는 제철공정에 대해 살펴보았다. 각 유물의 성분적 특성은 그것이 형성되는 과정에서 노 내 분위기나, 노 내에 투입되는 원료 및 첨가물의 성분을 담고 있다. 따라서 제철공정을 이해하고 관련 유물을 분석한다면, 유물이 형성된 공정을 파악할 수 있는 것이다(그림 1).

발표자는 지금까지 위와 같은 방법으로 많은 제철유적 출토 유물을 정리하였으며(신경환 외 2013), 이 성과를 중심으로 석축형제철로의 원료 및 이것에 따른 철생산기술의 특징에 대해 확인하여 조업방식을 고찰하였다.



〈그림 28〉 학융합적 철문화 연구방법

II 연구방법 및 관련 자료의 분석

1. 선행연구에 대한 검토 및 연구방법

석축형제철로에 대한 고고학·금속학 연구는 2009년 이후 담보 상태에 머물러 있기 때문에, 관련 유물의 성분적 특성을 파악하는 금속학적 분석연구가 매우 절실한 상황이다. 하지만 금속학적 분석결과를 해석하는 연구자들이 제철기술에 대한 이해가 부족하여 충분한 성과를 내지 못하고 있는 실정이다.

석축형제철로 출토자료의 금속분석은 2002년도 경주 모화리 모화지유적(정광용 외 2002)과 울산 방리야철지(박장식 2002) 등에서 시작되었다. 분석결과 모두 비소가 검출되어 달천광산의 철광을 원료로 사용한 것으로 판단하고 있으며, 조직분석을 통해 선철을 주로 생산했음을 밝혀내었다. 이들의 연구는 성분분석에 중성자방사화분석법을 사용해 다른 분석결과들의 비교검토가 불가능하게 되어있고, 이후 추가적인 연구는 진행되지 못하였다. 따라서 이들의 연구성과 이후 많은 부분이 과제로 남게 되었다.

이 외에 분석자료를 제철기술을 통해 고찰하여, 원료·생산품·조업방식에 대해 밝히려는 시도가 있어왔다. 보은 상판제철유적 출토 제철관련 자료의 분석을 통해 철광석으로 환원피혹은 반환원피를 생산하고 이를 이용해 선철을 제조하던 공정이 있었음이 확인되었으며, 목탄 투입을 통해 과포화상태의 노 내 분위기에서 철광석의 환원이 진행된 것으로 확인되었다(신경환 외 2010). 또한 한·일 석축형제철로의 차이점이 원료 및 노내 분위기에 기인한 것으로 파악된 점(申璟煥 외 2013)과 울산 주변지역 석축형제철로에서 원료로 사용된 토철이 야금학적으로 사철과 유사하다는 점이 밝혀진 점(최영민 2013) 등은 중요한 연구성과라 할 수 있다.

<표 1> 석축형제철로에서 출토된 시료의 금속학적 분석결과

연번	유적명	지역	분석대상	분석결과	비고
1	경주 덕천리아철지	경주	환원괴 1점	회주철. As 검출. 탄소량 2.3%C →선철 생산 후 노 내 서냉	신경환 외 2013
2	경주 모화자유적	경주	철재+철편+토철+철광석 등 9점	철편-회주철+Pearlite+Ferrite 철재-Ulvöspinel(Fe ₂ TiO ₄). TiO ₂ . As 검출. 토철·철광석-울산지역 출토품과 유사 →중성자방사화 분석이 이루어져 다른 분석치와 비교 불가. 달천유적 철광석 분석	정광용 2002
3	경주 용명리제철유적	경주	철재+철편 등 8점	철편-회주철+Pearlite+Ferrite 철재-Ulvöspinel(Fe ₂ TiO ₄). TiO ₂ . As 검출 →중성자방사화 분석이 이루어져 다른 분석치와 비교 불가. 달천유적 철광석 분석	정광용·박광렬 2006
4	경주 방리아철지	울산	철재+철편 등 22점	회주철. As 검출	박장식 2002
5	경주 방리아철지	울산	철재+환원철 1점	환원철-회주철 철재-As 검출. 산화칼슘-26.04% →철재 배출 후 철분이 응고 탄소과포화상태의 노내 분위기	申璟煥 외 2013
6	울산 천천리아철지	울산	철재 5점	1점에서 As 검출. CaO 높음	박장식 2004
7	보은 상판제철유적	보은	철재+철편+노벽편+노내재 등 10점	철편-반환원괴, Pearlite+Ferrite+Wüstite(FeOx) 철재-0.18~7.85%CaO. 0.40~0.93%TiO ₂	申璟煥 외 2010

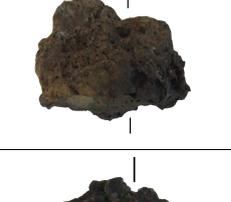
2. 철재에 대한 추가적인 분석

앞서 본 것처럼 꽤 많은 자료가 금속학적으로 분석된 것으로 보이지만, 상호 비교검토가 불가능한 자료가 많다. 따라서 본 연구를 위해 상주 호음리유적 제철로와 광양 황죽리 생쇠골 야철지 등 두 곳의 석축형제철로에서 각각 철재 2점을 채취해 금속분석을 실시하였다¹⁾. 분석대상 시료의 출토 위치 및 속성은 아래 <표 2>와 같으며, 분석방법에는 육안관찰, 미세조직관찰, 미세조직의 정성분석, 유물 성분의 정량분석 등이 사용되었다.

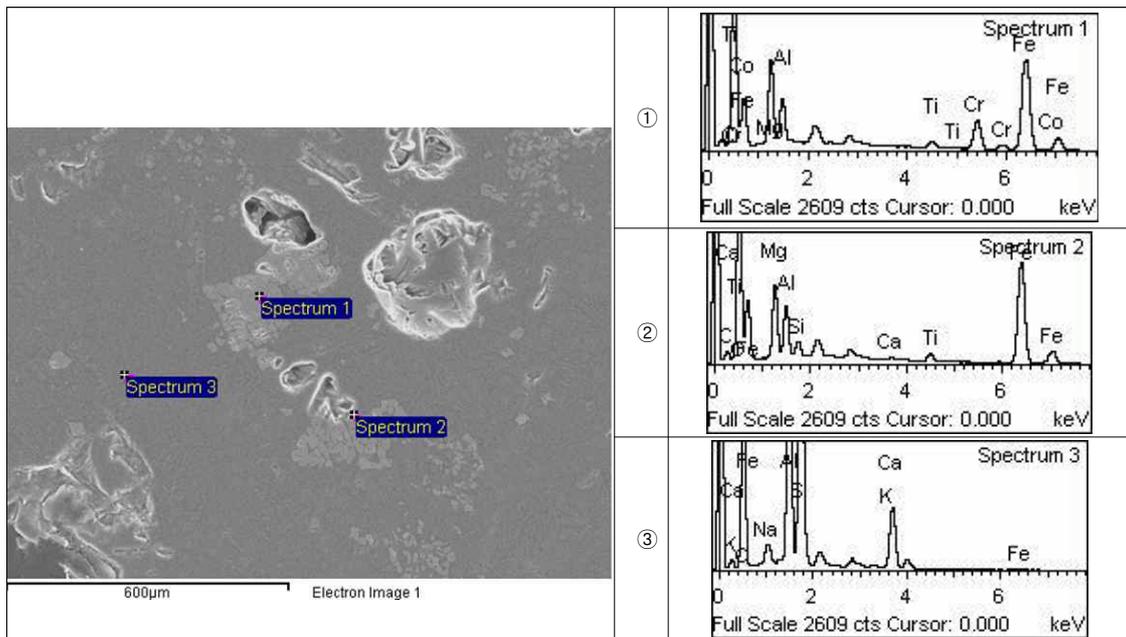
<표 2> 추가적으로 분석된 철재

시료 번호	명칭	출토위치	크기(cm)			무게(g)	사진
			길이	너비	높이		
SH-1	철재 1	상주 호음리유적 제철로 남벽	3.4	2.1	1.5	6.50	
SH-2	철재 2	상주 호음리유적 제철로 남벽	5.5	5.4	4.5	93.98	

1) 분석에 이용된 시료는 김권일(신라문화유산연구원)과 최영민(금속기술연구소)이 직접 현장 답사를 하고, 자석을 이용한 선별과정을 거쳐 채취하였다.

								
KS-1	철재 3	광양 생쇠골 노 서벽	야철지	4.6	3.4	2.9	44.62	
KS-2	철재 4	광양 생쇠골 노 동벽	야철지	6.3	5.2	3.4	94.69	

이들 자료의 분석결과는 아래와 같다.

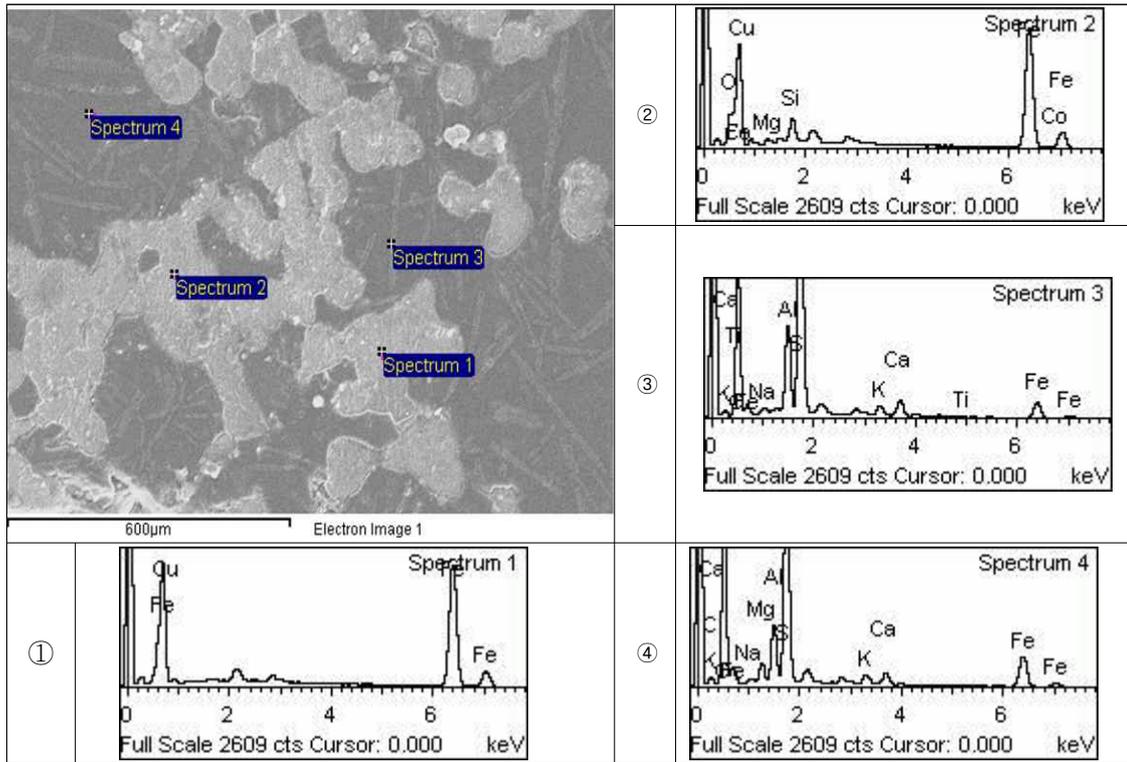


<그림 2> 철재 1(HS-1)의 EDX분석 위치와 그래프

<표 3> 철재 1(HS-1)의 EDX분석 결과(단위는 wt%)

성분	Fe	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Cr	Co
①	32.63	-	41.23	-	12.35	5.73	-	-	-	1.08	6.48	0.50
②	29.54	8.48	46.07	-	4.27	4.87	1.34	-	0.26	1.17	-	-
③	0.39	-	51.38	2.25	-	14.88	23.74	0.30	7.06	-	-	-

철재 1에서는 미세조직 가운데 방형의 울뢰스피넬(Ulvöspinel, Fe_2TiO_4)로 추정되는 조직이 확인되었으며, 철의 함량이 낮아 철과 불순물의 분리가 원활하게 이루어졌음을 알 수 있다. 산화칼슘(CaO)의 함량이 높아 조재제(造滓劑)로 석회석이 사용되었을 가능성이 높고, 소량의 이산화티탄(TiO_2)이 검출되어 원료가 사철이 혼용됐을 가능성이 있으며, 미세조직에서 탄소가 검출되어 노 내 분위기가 탄소과포화상태였음을 알 수 있다.

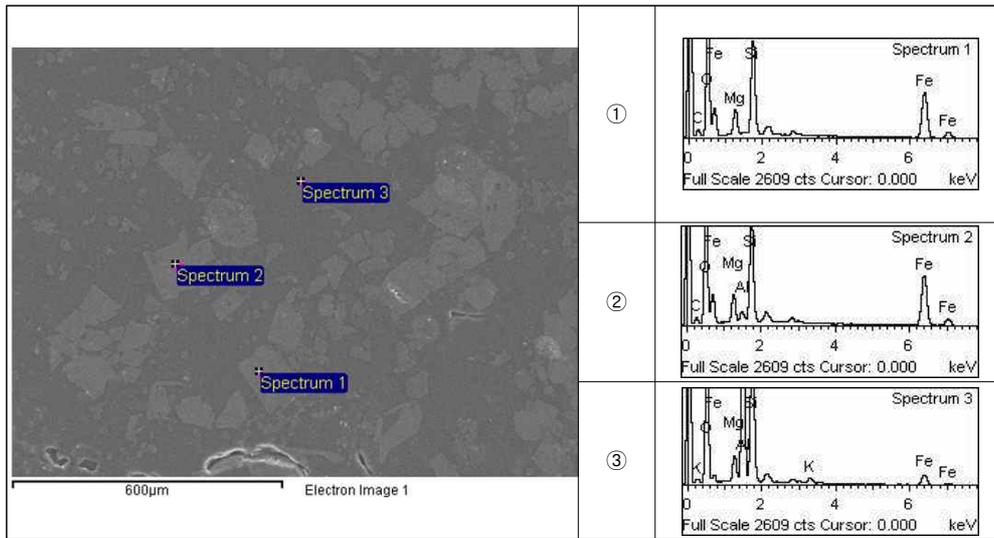


<그림 3> 철재 2(HS-2)의 EDX분석 위치와 그래프

<표 4> 철재 2(HS-2)의 EDX분석 결과(단위는 wt%)

성분	Fe	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Co	Cu
①	99.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.91
②	78.41	-	13.35	-	2.10	-	5.70	-	-	-	0.24	0.20
③	6.45	-	53.31	0.98	-	8.63	26.43	1.36	2.42	0.41	-	-
④	11.58	7.43	49.06	0.66	2.11	5.29	21.27	1.12	1.47	-	-	-

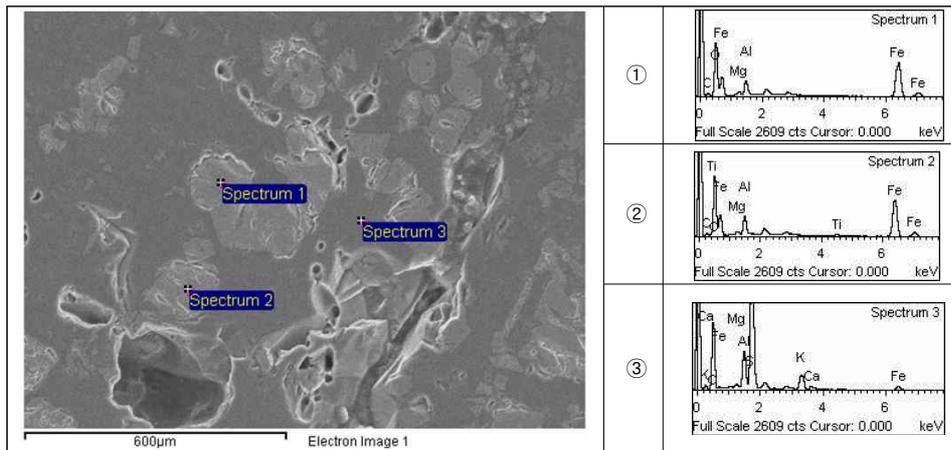
철재 2는 철재 속 철이 철산화물(FeO)이 아닌 완전히 환원된 상태인 점으로 보아 고온의 노 내에서 오랜 시간 머물렀던 것으로 보이며, 철재 1과 유사한 성분조성을 보이고 있으나 칼슘 함량에서 현격한 차이가 있다. 즉 동일한 노에서 생성된 철재라 하더라도 그 위치에 따라 성분 함량의 차이가 크다는 점을 확인하였다.



<그림 4> 철재 3(KS-1)의 EDX분석 위치와 그래프

<표 5> 철재 3(KS-1)의 EDX분석 결과(단위는 wt%)

성분	Fe	C	O	Mg	Al	Si	K
①	24.79	11.42	44.49	5.06	-	14.23	-
②	25.63	9.10	44.53	5.31	1.40	14.03	-
③	5.40	-	52.25	3.74	15.789	21.97	0.88



<그림 5> 철재 4(KS-2)의 EDX분석 위치와 그래프

<표 6> 철재 4(KS-2)의 EDX분석 결과(단위는 wt%)

성분	Fe	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti
①	43.05	7.42	41.52	1.76	6.26	-	-	-	-
②	39.47	8.53	43.24	1.52	6.48	-	-	-	0.77
③	3.08	-	52.47	0.85	7.16	31.05	4.72	0.67	-

철재 3·4는 성분조성에서 유사함을 보이고 있으나 산화칼슘 함량에 차이를 보이며, 산화철의 함량이 낮아 철과 불순물의 분리가 원활하게 이루어진 것으로 보인다. 하지만 철재 1

· 2에 비해 산화철 함량이 높은 편으로 노 내 분위기의 차이가 있었던 것으로 보인다. 함티 탄화합물인 울브스피넬이 확인된 미세조직에서는 탄소가 함께 검출된 반면 전체성분에서 이산화티탄이 검출되더라도 미세조직에서는 울브스피넬이 확인되지 않았다. 이와 같이 조직 내 탄소의 검출은 조업시 노의 분위기가 탄소과포화상태였음을 보여준다.

<표 7> 시료의 금속분석 결과

시료	명칭	조직	주요성분				
			FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₂
SH-01	철재 1	입상정 : 철산화물(FeO), Ulvöspinel(Fe ₂ TiO ₄), 국부적 탄소 기지조직: SiO ₂ -Al ₂ O ₃	9.70	58.21	14.16	7.35	1.05
SH-02	철재 2	입상정 : 환원철(Fe), 기지조직: SiO ₂ -Al ₂ O ₃	8.68	71.7	10.88	0.59	0.86
KS-01	철재 3	입상정 : 철산화물(FeO), 기지조직: SiO ₂ -Al ₂ O ₃	15.62	63.30	11.38	1.80	0.64
KS-02	철재 4	입상정 : 철산화물(FeO), Ulvöspinel(Fe ₂ TiO ₄), 국부적 탄소 기지조직: SiO ₂ -Al ₂ O ₃	12.84	66.80	12.47	0.84	0.82

분석시료의 성분적 차이 및 조업방식의 특징을 파악하고자 철재의 염기도 및 주요성분 조성순서를 정리한 것이 <표 3>이다. 철재의 염기도는 염기성산화물/산성산화물 비율이 1을 초과하면 염기성, 그렇지 않으면 산성으로 분류되는데²⁾, 지금까지의 분석에서 염기성철재가 확인된 사례는 거의 없다. 철재 1의 경우 철의 함량이 매우 낮고 칼슘의 함량과 염기도가 높는데, 원형식 수형로나 상형로와 달리 석축형체철로의 경우 벽체 보강재로 석재를 사용하고 표면에 점토를 바르는 수준인 점을 감안한다면 조업시 산화칼슘이 벽체에서 노 내부로 침투되었을 가능성이 낮기 때문에 조재제가 사용되었던 것으로 이해된다.

<표 8> 염기도와 XRF분석 결과 주요성분 조성순서

시료	염기도(CaO/SiO ₂)			주요성분 조성순서	비고
	SiO ₂	CaO	염기도		
철재 1	58.21	7.35	0.12	SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -FeO-CaO-MgO	
철재 2	71.76	0.86	0.01	SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -FeO-K ₂ O-Na ₂ O	
철재 3	63.30	1.80	0.02	SiO ₂ -FeO-Al ₂ O ₃ -K ₂ O-CaO	
철재 4	66.80	0.84	0.01	SiO ₂ -FeO-Al ₂ O ₃ -K ₂ O-MgO	

철재의 주요성분 조성순서를 살펴보면 상주 호음리유적 철재가 광양 황죽리 생쇠골 철재에 비해 철 함량이 낮아 철과 철재의 분리가 더 원활했음을 알 수 있다. 이러한 현상이 시료의 부분적인 차이인지 아니면 조업방식의 차이인지 명확히 알 수는 없으며 이에 대해서는 더 많은 분석결과와 축적이 필요하다.

2) 철재의 산성/염기성을 확인하기 위해서는 더욱 많은 산화물의 함이 필요하지만 본 분석에서는 산화칼슘(CaO)이 추가되었는지의 여부를 확인하기 위해 칼슘(CaO)만을 이용하여 비교하였다.

III 금속학적 특성 및 조업방식의 고찰

1. 원료 및 철재의 금속학적 특성

석축형제철로의 조업원료는 철광석과 사철·토철의 금속학적 분석결과를 정리한 최영민(2013)은 철광석과 사철은 성분조성에서 상당한 차이가 있으며, 석축형제철로에서 형성된 철재는 사철을 원료로 형성된 철재일 가능성이 높은 것으로 보았다. 하지만 사철만을 이용하였을 효율 및 통기에 어려움이 있기 때문에, 철광석을 혼합하였을 것으로 추정된다.

<표 9> 중·근세 제철유적 철재의 주요성분 비교(XRF분석 결과)

구분	유적명	시료명	주요성분						비 고	
			FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₃	As ₂ O ₃		
석 축 형 제 철 로	한국	상주 호음리	SH-1	9.70	58.21	14.16	7.35	1.05	-	
			SH-2	8.68	71.70	10.88	0.86	0.59	-	
		광양 생쇠골	KS-1	15.62	63.30	11.38	1.80	0.64	-	
			KS-2	12.84	66.80	12.47	0.84	0.82	-	
		경주 덕천리	S-2	12.78	49.55	6.94	26.04	0.17	0.10	
		보은 상판	BS-1	26.39	43.85	14.51	7.85	0.94	-	
			BS-2	6.34	71.48	13.71	0.20	0.61	-	
			BS-3	6.91	71.06	14.27	0.18	0.64	-	
			BS-4	6.34	71.48	13.71	0.20	0.61	-	
			BS-6	8.02	71.09	12.50	0.66	0.79	-	
	BS-7		7.33	67.11	12.95	2.68	0.77	-		
	BS-8		8.63	70.67	11.47	0.54	0.40	-		
	BS-9	7.08	71.59	12.44	1.07	0.83	-			
	BS-10	14.42	60.75	11.78	5.55	0.64	-			
	평균 값			10.79	64.90	12.37	3.99	0.68		
일본	마츠야마 (松山)	S-3	50.68	12.69	3.75	3.74	19.37	-	사철	
			52.86	21.49	4.82	3.87	9.20	-	사철	
	평균 값			51.77	17.09	4.29	3.81	14.29		
상형로	김제 은곡	KE-6	57.48	28.35	5.23	0.58	4.66	-	사철	
수형식 원형로	합천 야로리		HY-1	39.18	35.07	8.05	3.22	7.78	-	제련
			HY-2	43.91	30.01	8.36	1.65	10.52	-	제련
			HY-4	50.66	29.23	6.66	2.40	5.60	-	제련
			HY-5	42.80	32.24	7.68	2.20	2.35	-	제련
	부산 민락동		BM-1	72.94	14.57	2.21	5.15	2.25	-	제련
			BM-2	64.20	18.32	2.75	8.43	2.68	-	제련
			BM-3	79.43	9.20	1.55	5.57	1.71	-	제련
평균 값			53.02	26.83	5.85	3.38	5.12			

<표 9>는 석축형제철로(일본자료 포함)와 함께 중세 남부지역의 원형식 수형로, 상형로에서 출토된 철재의 XRF 분석결과 중에서 주요 성분을 정리한 것이다. 주요성분을 살펴보면, 한국 석축형제철로에서 출토된 철재는 모두 10%FeO 내외의 낮은 철 함량과 역시 낮은 이산화티탄 함량을 보이고, 산화칼슘은 비교적 높게 함유되어 있어 철과 철재의 분리가 원활

하도록 조제제를 사용한 것으로 판단된다. 반면 일본 석축형제철로 철재는 철 함량이 높고 이산화티탄과 산화칼슘 함량 또한 높은 것으로 나타났다. 이산화티탄 함량이 높은 점을 제외한다면 원형식 수형로의 성분조성과 유사한 양상이다.

<표 10> 각 제련로의 성분적 특성 정리

	FeO	SiO ₂	CaO	비고
석축형제철로(한)	6.34~26.39%Fe 평균 10.97%Fe	43.85~71.70%Si 평균 64.90%Si	0.20~26.04%Ca 평균 3.98%Ca	울산 인근 비소.
석축형제철로(일)	50.68~51.86%Fe	12.69~21.49%Si	3.74~3.87%Ca	TiO ₂ 함량 높음
상형로	57.48%Fe	28.35%Si	0.58%Ca	TiO ₂ 함량 높음
수형식 원형로	39.18~79.43%Fe 평균 51.16%Fe	43.85~71.70%Si 평균 24.09%Si	0.58~8.43%Ca 평균 4.09%Ca	TiO ₂ 함량 높음

이로 보아 한국과 일본의 석축형제철로는 생산품이 서로 달랐던 것으로 판단되는데, 일본의 석축형제철로에서는 한국 원형식 수형로와 유사한 성격의 반환원피나 환원피를 생산했던 것으로 볼 수 있다. 상형로인 김제 은곡제철유적의 경우 산화칼슘 함량이 낮은 점을 제외하고는 일본 석축형제철로와 거의 유사한데, 노의 구조가 다름에도 불구하고 사철을 원료로 사용했다는 공통점이 있다. 또 이처럼 철 함량이 높은 철재는 대부분 제련공정에서 형성되는 것으로 알려져 있다(신경환 외 2013).

<표 11> 중세 용해주조공정에서 확인된 철재의 주요성분(XRF분석 결과)

유적명	시료명	주요성분						비고
		FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₃	As ₂ O ₃	
부산 민락동	BM-4	30.21	53.70	7.25	4.06	0.57	-	
부산 민락동	BM-5	31.08	52.66	6.34	3.17	0.22	-	
수원 광고	SK-2	8.59	72.37	10.51	1.35	0.38	-	
수원 광고	SK-3	18.31	64.00	8.69	2.88	0.45	-	
울산 명촌리	UM-4	25.70	56.07	9.52	2.21	0.88	-	
울산 둔기리 ³⁾	UD-7	6.98	51.76	14.33	17.22	0.58	-	
평균 값		20.15	58.43	9.44	5.15	0.51		
석축형제철로	평균 값	10.79	64.90	12.37	3.99	0.68	-	

<표 11> 은 고려~조선시대 제철유적 중 부산 민락동, 수원 광고, 울산 명촌리, 울산 둔기리 등 용해주조공정에서 발생한 철재의 XRF분석결과 중 주요성분을 정리한 것이다. 한국

3) 울산 둔기리유적에서 출토된 유출재 1·2와 철재 1 등은 용해주조, 제강공정에서 발생한 철재로 추정되고 있지만(신경환 외 2009 : 73), 제련공정에서 발생한 철재를 용해주조공정의 원료로 사용하기 위해 입수한 것으로 추정되기 때문에 본고의 비교대상에서는 제외한다.

석축형제철로 출토 철재는 이처럼 주요성분을 비교해보면 제련유적보다 용해주조공정에서 생성된 철재와 유사하다는 것을 알 수 있다.

이러한 차이를 보다 명확하게 보여주기 위하여 한·일석축형제철로와 상형로(평균), 수형식 원형로(평균), 용해주조공정에서 확인된 철재(평균)의 철 함량(FeO), 염기도(CaO/SiO₂), 이산화티탄 함량 등을 비교하였다.(표 12)

<표 12> 각 제철로의 철함량, 염기도, 이산화티탄 함량 비교

제철로	FeO	염기도(CaO/SiO ₂)	TiO ₃
석축형제철로(한)	10.79	0.06	0.68
석축형제철로(일)	51.77	0.22	14.29
상형로	57.48	0.02	4.66
원형로	53.02	0.12	5.12
용해주조공정	20.15	0.08	0.51

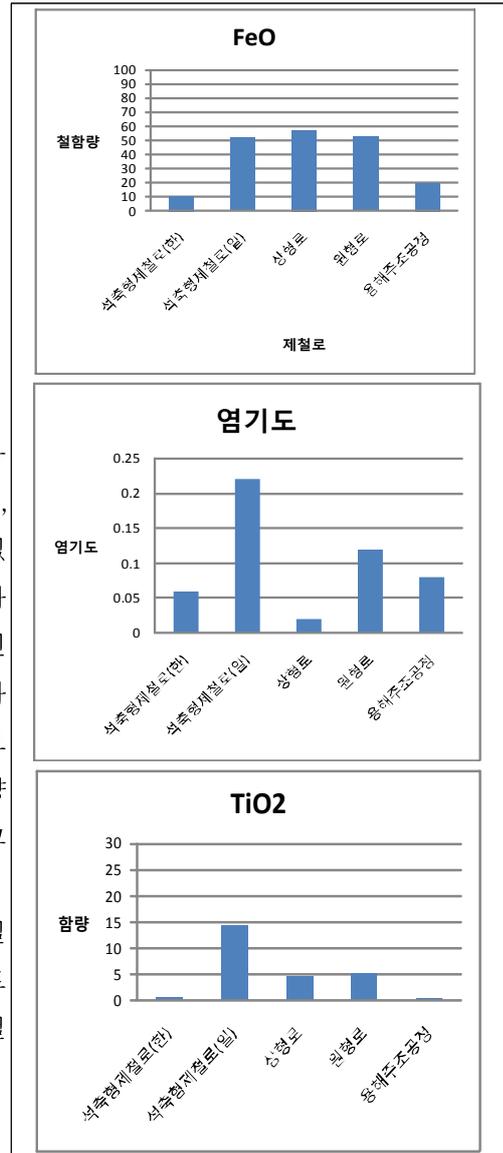
한국의 석축형제철로와 용해주조공정의 철재가 유사한 염기도와 이산화티탄 함량을 보이고 있으며, 철의 함량 또한 10%Fe 정도의 차이에 머물러 있다. 철함량이 낮은 것은 철과 철재의 분리가 원활하게 이루어졌음을 알 수 있고, 이는 용선상태를 거친 것을 보여주는 것이다. 반면 일본의 석축형제철로와 상형로, 수형식 원형로는 염기도에서 큰 차이를 보이며, 일본 석축형제철로에서 높은 이산화티탄 함량을 보이고 있다. 이것을 도표로 나타내면 아래 <그림 6>과 같다.

이 내용을 정리하면, 원형식 수형로와 상형로, 일본 석축형제철로에서는 모두 반환원괴를 중심으로 생산한 반면 우리나라의 석축형제철로에서는 선철을 생산했던 것으로 판단된다.

2. 1·2단계 조업방식의 고찰

앞에서 살펴본 바와 같이 달천광산 주변 석축형제철로에서는 사철과 철광석을 사용해 선철을 생산하였다. 하지만 석축형제철로에서 사철을 이용해 선철을 생산하는 것에는 몇 가지 문제가 있다.

먼저 원료의 문제이다. 사철을 분말형태 그대로 노에 장입해 선철을 생산할 수 있는가 하는 것이다. 분말상 원료를 이용할 경우 노 내 통풍이 어렵고, 용탕 표면에 분말이 쌓이게 되

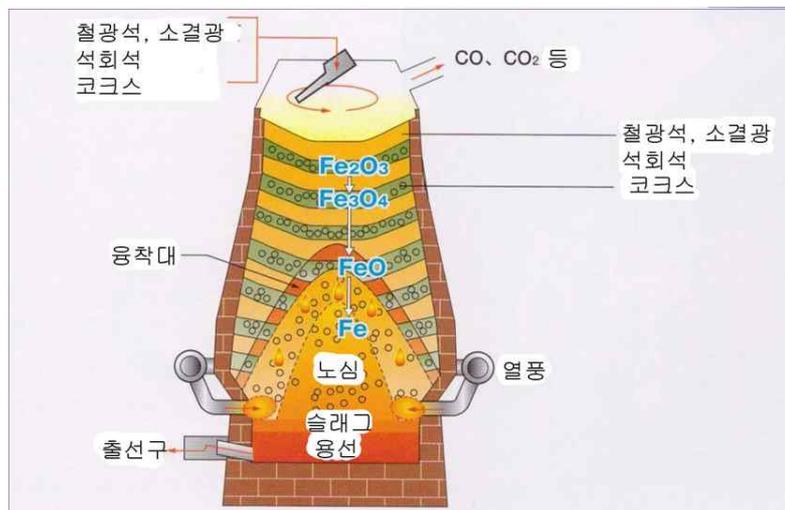


<그림 6> 각 제철로의 철함량, 염기도, 이산화티탄 함량 비교

면 공기와 용탕의 접촉이 원활하지 못해 표면만 응고할 가능성이 있다. 하지만 이러한 문제는 원료를 바로 선철로 만들 때 발생하기 때문에 그 전에 원료를 가공하는 예비처리를 한다면 문제가 되지 않을 것이다. 현대제철에서도 분말상의 원료를 별도의 노에서 가열하여 괴상의 반화원괴(소결광)를 만드는 예비처리를 거친 다음 제선공정에 투입하기도 한다.

다른 하나는 사철을 이용해 한 번의 조업으로 곧바로 용선상태를 거친 선철로 만들 수 있는가 하는 것이다. 석축형제철로가 독특한 구조를 갖고 있긴 하지만 원광(Fe_2O_3) 상태의 사철을 제련해 용선을 생산하기는 어려웠을 것으로 생각된다. 이러한 형태적 문제는 선철생산에 최적화된 현대의 고로와 비교해 보면 확연히 나타난다.

고로의 노 내 반응이 높기와 바닥면적의 비율에 매우 밀접한 관계를 맺고 있다(그림 2). 상부로부터 철광석(Fe_2O_3) 등이 투입되면 아래로 내려가며 중간부의 환원대에서 환원원 상태($FeOx$)를 거쳐 환원이 완료된 철(Fe)과 철재가 남게 되는데, 대개 용선상부에 철재가 떠 있게 된다. 이때 노 내부의 온도는 상부 $200^{\circ}C$, 중간부 $900\sim 1400^{\circ}C$, 용선 $1500\sim 1600^{\circ}C$ 등으로 나타난다(新日鐵住金(柱) 2013).



<그림 7> 현대 고로의 조업 모식도(新日鐵住金(柱) 2013)

이처럼 노 내에서 환원이 원활하게 진행되기 위해서는 원료뿐만 아니라 노의 구조와 노 내 분위기 등이 중요하다. 노의 구조는 철광석이 환원하기에 충분하게 높고, 대류에 의해 열압을 형성할 수 있게 상부가 좁은 형태여야 한다. 또한 환원을 촉진시키기 위하여 노내 분위기는 탄소 4.3%이상의 탄소과포화상태(申璟煥 외 2013)여야 하고, 산화칼슘 등 염기성 용재가 많아 철재의 형성이 원활해야 한다.

석축형제철로는 반복조업에 유리하고 반영구적 사용이 가능한 구조이며, 전연자료에서도 고체 상태와 철과 용선 상태의 철이 모두 생산되었음을 전한다(김권일 2009). 금속학적 분석에서는 사철에서 기인한 성분조성들과 함께 선철이 생산되었음을 보여주고 있다.

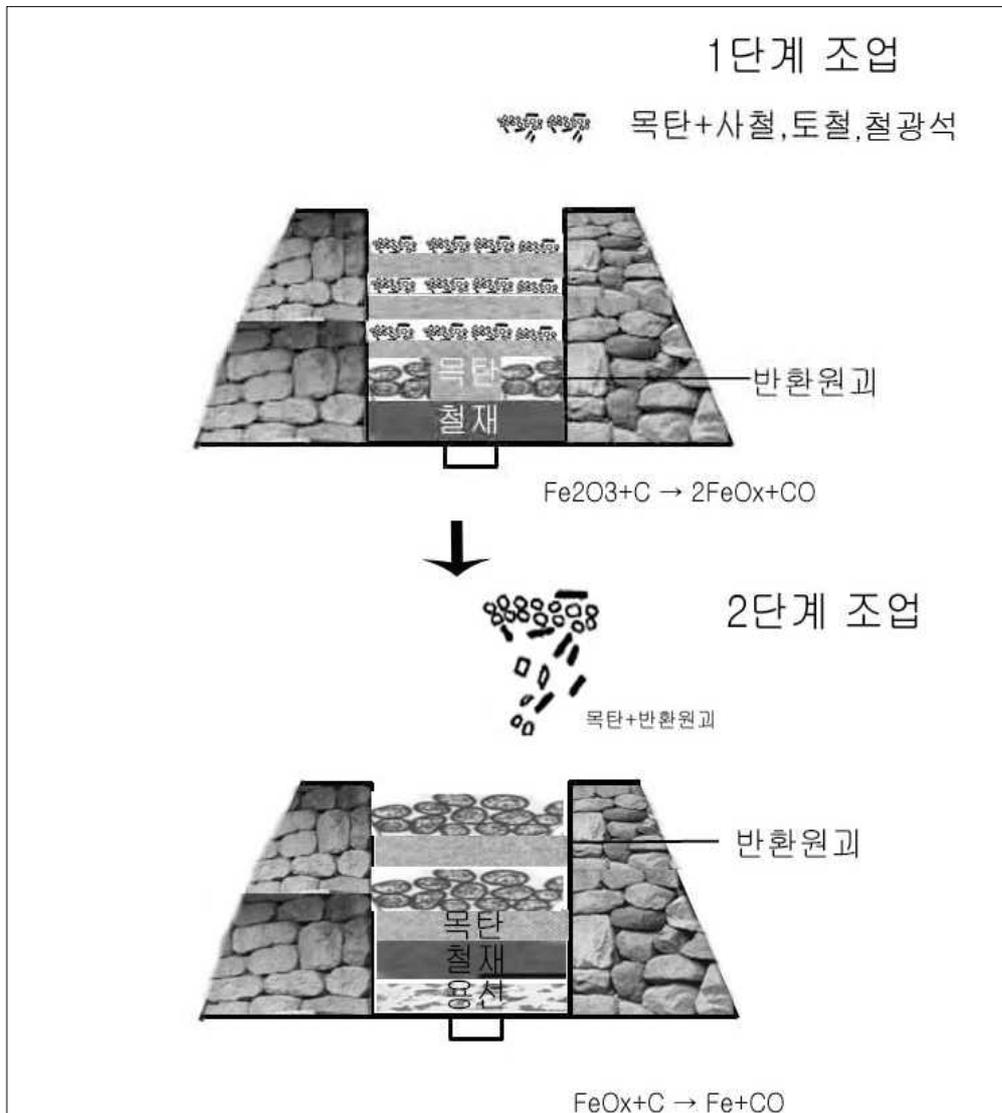
이에 본고에서는 석축형제철로의 조업방식과 관련해 분말상 원료를 노에 투입해 괴련철과 유사한 반화원괴(4)를 만드는 1단계 조업과 이 반화원괴를 환원시켜 용선을 생산하는 2단계 조업으로 구분하는 조업방식을 상정하고자 한다⁵⁾. 1차조업은 토철이나 사철을 저온고체환원

법에 의해 배소 및 고형화하기 때문에 이후 2차 조업에서 용선을 만들 때 앞서 언급한 사철을 원료로 하는 것에 따른 통기성 문제를 해결할 수 있게 해준다.

그 화학반응은 아래와 같이 나타낼 수 있고 모식도로 나타내면 <그림 8>와 같다.

1단계 조업 : $Fe_2O_3(\text{사철}) + C(\text{목탄}) \rightarrow 2FeO_x(\text{반환원괴})+CO$. 반환원괴 생산, 노저 철재 형성

2단계 조업 : $FeO_x(\text{반환원괴}) + C(\text{목탄}) \rightarrow Fe(\text{환원괴})+CO$. 환원괴 생산, 노저 용선 형성 및 용선 상부에 철재형성



<그림 8> 석축형제철로의 1·2차 조업 모식도

- 4) 반환원괴와 환원괴의 구분은 철광석을 환원시키는 제련공정의 특성상 환원이 완료된 환원괴와 그 과정 중의 반환원괴로 구분하는 것이며, 공정상 설명에 한정해 사용하는 경우가 많다(신경환 외 2013)
- 5) 이러한 반복 조업에 대해서는 2013년 울산 쇠부리축제 학술심포지움에서 울산문화연구소의 정상태소장이 언급한적 있다.

1단계 조업은 분말상의 원료를 소결하여 고품화하는 예비처리과정, 2단계 조업은 용선을 생산하는 제선공정⁶⁾으로 규정할 수 있는데, 일본 석축형제철로는 1단계 조업만 이루어졌던 것으로 볼 수 있으며, 달천광산 주변의 석축형제철로에서는 1·2단계 조업이 모두 이루어진 것으로 판단된다. 이처럼 석축형제철로 중에는 1단계 혹은 2단계 조업 중 한 가지 조업만 이루어진 노가 존재했을 가능성이 있는데, 이백주용의 전언(김권일 2009)을 참고한다면 1단계 조업에서 생산된 일부 괴련철(반환원괴)은 정련단야공정을 통해 단조철기 제작에 사용되었을 수 있다.

지금까지 원형식 수형로는 철광석을 제련하고, 상형로와 일본 석축형제철로는 사철을 제련하기 위해 사용되었던 전통제철로의 형태로 알려져 왔다. 보다 면밀한 검토가 필요하겠지만 이들 제철로에서는 반환원괴·반환원괴를 주로 생산한 것으로 판단된다. 이에 비해 한국의 석축형제철로는 1·2단계로 구분된 조업방식을 통해 철광석과 사철을 원료로 선철(환원괴)을 대량생산할 수 있는 방식이다. 이는 현대 제철에서 원료를 예비처리한 다음 고로(高爐)에서 선철을 대량생산하는 방식과 같이, 제 1단계로 원료를 반환원상태로 예비처리하고 이를 2단계에서 가열하여 용융상태의 선철을 생산하는 기술로 생각된다. 따라서 당시의 전통제철 기술이 현대적 제철방식에 유사한 기술적 수준에 도달하였음을 알 수 있다.

IV 맺음말

지금까지 금속학적 분석결과를 바탕으로 석축형제철로의 원료 및 조업 방식에 대한 고찰을 하였다. 그 결과 사철과 철광석을 원료로 1, 2단계 공정을 통해 선철을 대량 생산하는 매우 획기적인 철생산기술임을 알 수 있었다. 이러한 기술은 현대 제철에서 원료의 예비처리 → 고로조업 → 용선생산과 유사한 수준의 제철공정으로 평가할 수 있다. 다만 1, 2 단계조업이 별도로 이루어진 노에 대한 연구가 과제로 남게 되었다.

그리고, 이러한 조업방식이 어떻게 개발되었는지에 대해서는 외래로부터 도입과 자체발전의 가능성이 모두 존재한다. 하지만 석축형제철로에서 출토되는 자료는 극히 소량이며, 그마저도 많은 분석이 이루어지지 못하고 있다. 따라서 많은 학술발굴과 함께 관련 자료의 금속학적 분석이 반드시 이루어져야 한다. 또한 석축형제철로의 기원에 대해서 추가적이고 체계적인 검토를 위해서는 앞선 시기 제철유적에 대한 분석도 필요하다.

금속학적 분석 결과의 충분한 해석을 위해 고고학적 부분과 문헌사적 자료도 일부 인용하였는데, 이러한 연구방법은 철문화를 연구하기 위해 꼭 필요한 부분이다. 앞으로도 많은 제철관련 연구자가 서로 연구성과를 교류하여 여러 분야의 공동연구가 이루어질 수 있기를 기대하며 글을 마무리하고자 한다.

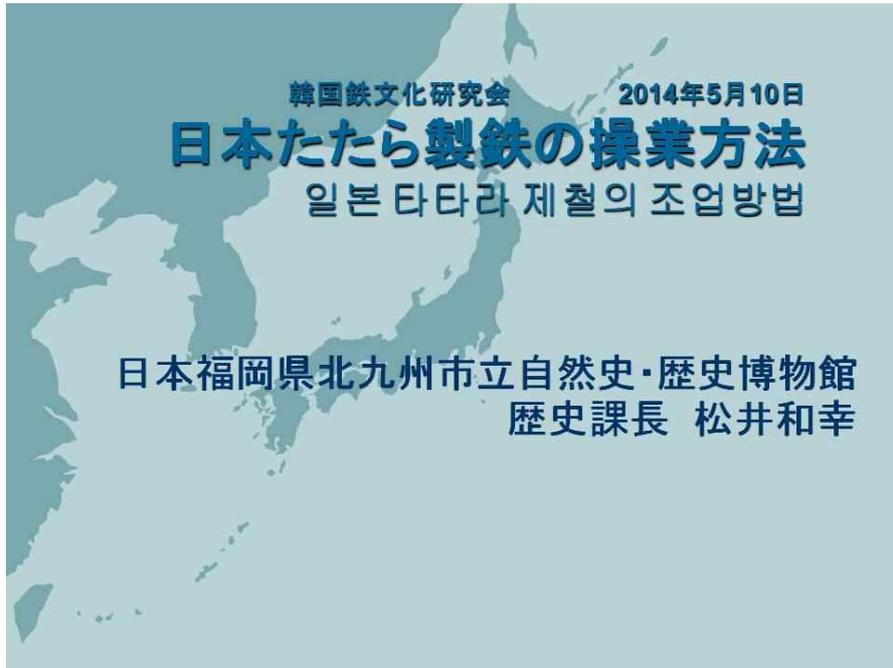
6) 제련공정을 통해 생성된 1차 생산물을 용해하여 정제하는 용해정련(鎔解精鍊)공정이라 볼 수도 있으나, 여기서는 1 단계를 원료의 전처리하는 공정으로 파악하고, 2단계는 용융선철을 형성하는 제선공정으로 파악하였다.

■ 참고문헌

- 김권일, 2009, 「영남지역 조선시대 製鐵文化의 기초적 연구-石築型 製鐵爐의 설정-」, 『嶺南考古學報』50, 영남고고학회.
- 박장식, 2002, 「방리 야철지 출토 유물에 대한 금속학적 분석」, 『蔚山圈 廣域上水道(大谷댐) 事業 編入敷地內 1次 發掘調査 報告書』, 韓國文化財保護財團.
- 박장식, 2004, 「울산 천전리유적 제련로 성격에 관한 연구(출토 슬래그(slag)의 미세조직 분석을 통하여)」, 『울산 고지평유적(III)』, 韓國文化財保護財團.
- 신경환·이남규·장경숙·남수진, 2010, 「충북 보은 상판지구 농업용수개발사업부지 내 유적 출토 제철관련유물의 금속학적 분석고찰」, 『報恩 上板製鐵遺蹟』, 中原文化財研究院.
- 신경환·이남규·장경숙·최영민, 2011, 「김제 장흥 은곡 제철유적 출토 제철관련 유물의 금속학적 분석 및 고찰」, 『金梯 長興里 隱谷 製鐵遺蹟』, 대한문화유산연구센터.
- 신경환·이남규·최영민, 2013, 『한국고대 製鍊기술』, 금속기술연구소.
- 정광용·박광열, 2006, 「경주 건천 용명리 제철유적 제철로의 과학적 연구」, 『경주 건천 용명리 제철유적』, 성림문화재연구원.
- 정광용·조상기·오재진·최경용, 2002, 「모화지유적 제철로의 과학적 분석연구」, 『慶州 外東地區 農村用水開發 事業地區 內 遺蹟 發掘調査報告書』, 中央文化財研究院.
- 中原文化財研究院, 2010, 『報恩 上板 製鐵遺蹟』.
- 최영민, 2013, 「울산 달천유적 출토 철광석과 토철의 금속학적 분석 및 고찰」, 『울산의 쇠부리문화-철을 말하다-』, 울산쇠부리축제 추진위원회·한국철문화연구회.
- 大澤正己·長家伸 2005, 「平川遺跡出土鍛冶關聯遺物の金屬學的調査」, 『蔚山川上里平川遺蹟』, 蔚山文化財研究院.
- 大澤正己, 2011, 「金堤·隱谷製鐵遺跡出土製鐵關連遺物の金屬學的調査」, 『金堤長興里隱谷製鐵遺蹟』, 대한문화유산연구센터.
- 申環煥·李南珪·崔煥珉·松井和幸, 2013, 「韓日の石築形製鐵爐から出土した製鐵關連遺物の金屬學的な比較考察」, 『たたら研究』52, たたら研究會.
- 新日鐵住金(柱), 2013, 『鐵と鐵鋼がわかる本』.

日本たたら製鉄の操業方法

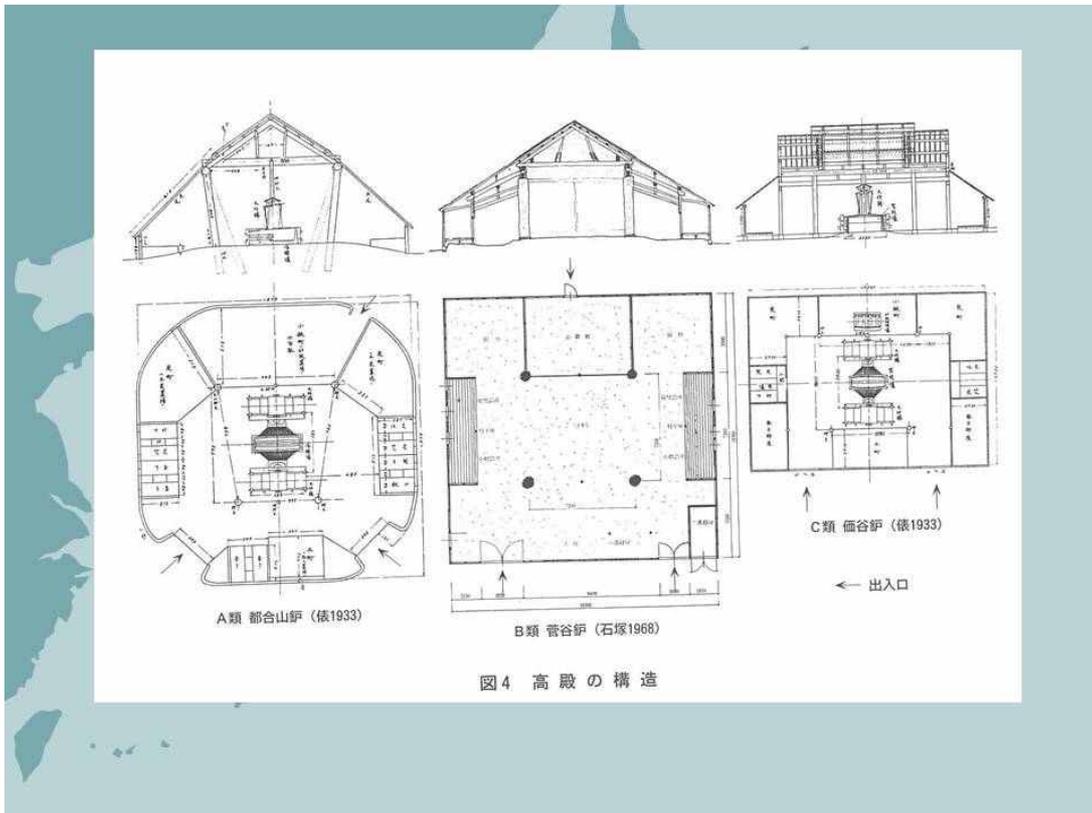
松井和幸(日本福岡県北九州市立自然史・歴史博物館 歴史課長)



<그림 1>



<그림 2>



<그림 3>



<그림 4>



<그림 5>



<그림 6>



<그림 7>

중세의 철 생산

중세의 철제련로는

역사구분에서 중세—10세기이후의 院政期를 시작으로,
16세기의 織豊정권 성립기까지—
철 제련로의 변천은 반드시 역사적인 시기구분과
일치하지는 않음.

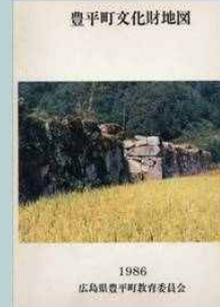
중세의 철제련로—고대적 철제련로와 근세 高殿たたら의
중간에 해당하는 제련로

*일본열도내 철제련 중 초기의 흔적은 작업장내에서 토기가 거의 출토되지 않음. 그러므로 제련로의 연대는 자연과학적 방법(방사성탄소연대법, 열잔류자기연대법, 열루미네선스연대법 등)에 의해 결정되는 경우가 많음. 엄밀히 따지자면 유구의 연대를 세밀한 시기로 정할 수 없음.

<그림 8>

**츄우고크(中国)산지 내 중세 철생산의 사례
- 히로시마(広島)현 야마카타(山県)郡도요히라(豊平)町の 경우-**

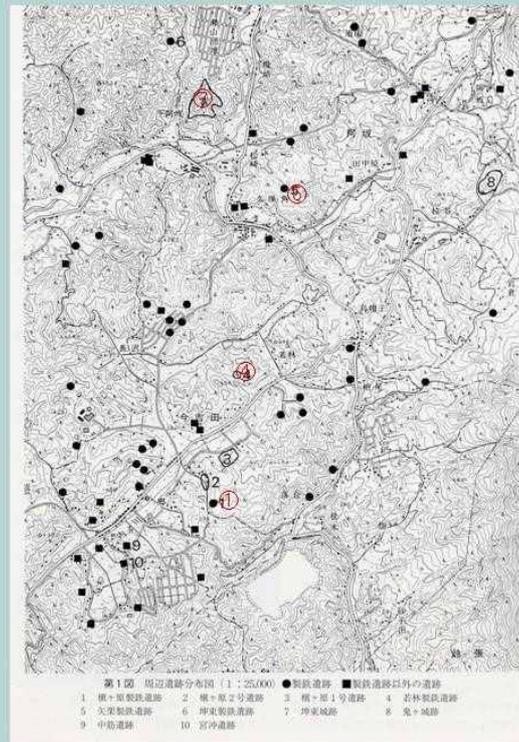
- 1) 1980년에서1984년까지 町(우리의 面 단위정도) 내 유적의 분포가 실시되어 272개소 유적이 확인되었으며, 그 중 70%이상인 195개소가 제철유적임.
- 2) 에도시대 초기(寛永1624-1644年)에 히로시마藩(에도의 행정단위)은 오오타(太田)씨 상류에서 인위적으로 채광하여 철을 흘려보내 사철을 채워하는 것에 대한 금지령이 내려짐. 하류에 대량의 토사가 유실되어 히로시마성의 해자가 매워진게 원인이었음. 그러므로 195개소의 제철유적의 대부분은 고대에서 중세에 해당하는 것으로 추정됨.
- 3) 嚴島文書(13세기 중엽) : 三角野村(현재의 豊平町 西宗·中原지구)에는 조공으로 쌀 대신에 철로 환산하여 납부했다고 기록됨.
- 4) 豊平町의 중세는 요시가와(吉川)氏가 지배함. 吉川氏는 承久의 변(1221年)이후 스루가노(駿河)國에서 大朝本荘의 지역 우두머리로서 입부하여 16세기 중엽 元春의 대신에 山県郡일대를 지배하에 다스리게 됨. 吉川氏의 지배와 철자원의 관계?
- 5) 豊平町 안에는 고대에서 중세에 이르는 제철유적의 조사가 진행되어 대략적인 제철로의 변천을 한 지역 내에서 찾을 수 있음.



<그림 9>



豊平町の 위치도

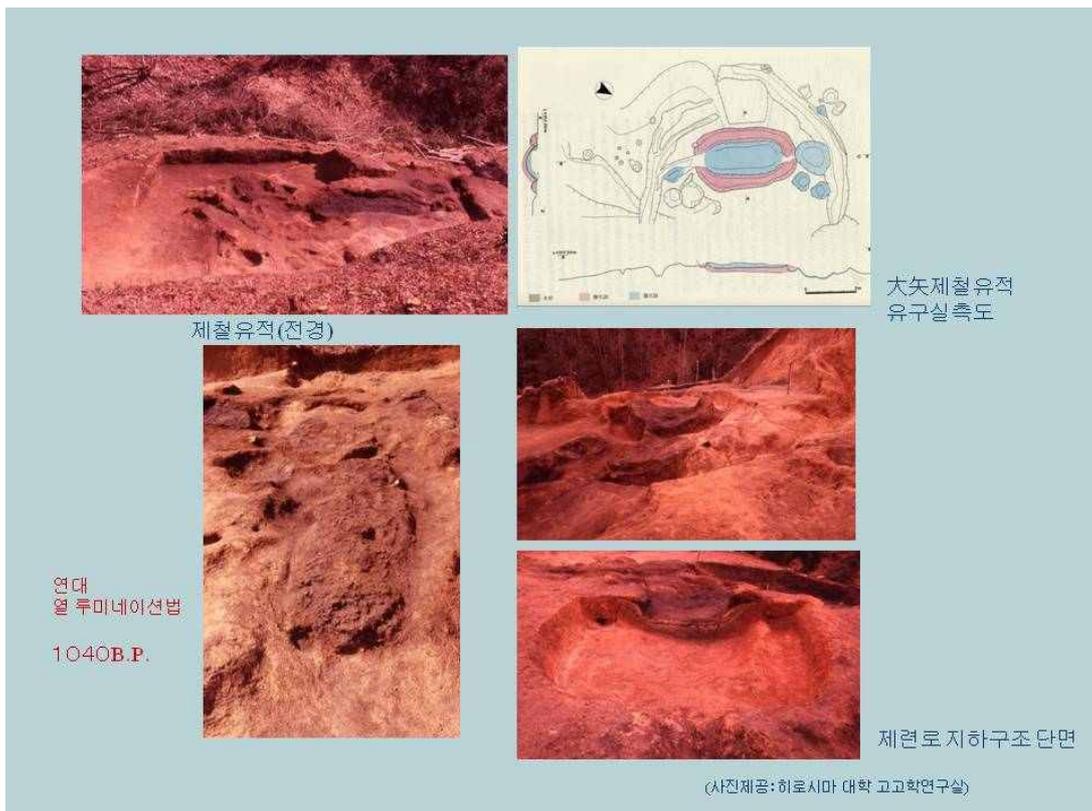


豊平町 내 주요 제철유적의 분포도

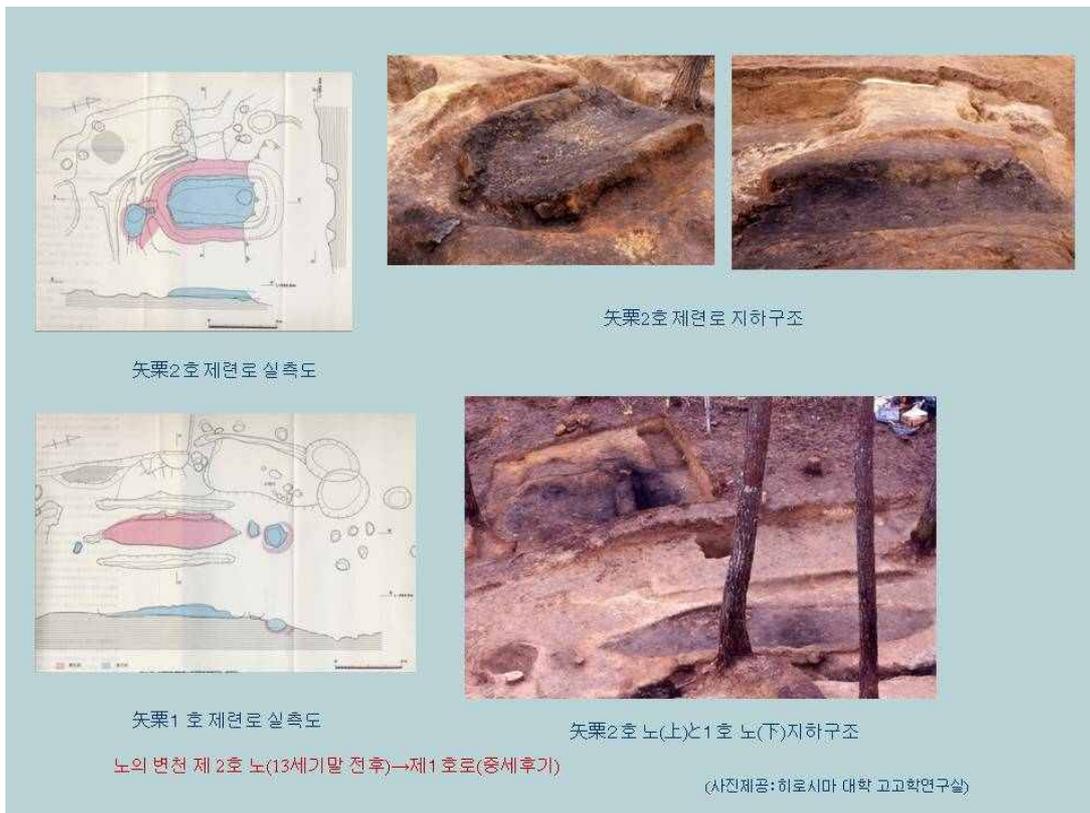
<그림 10>



<그림 11>



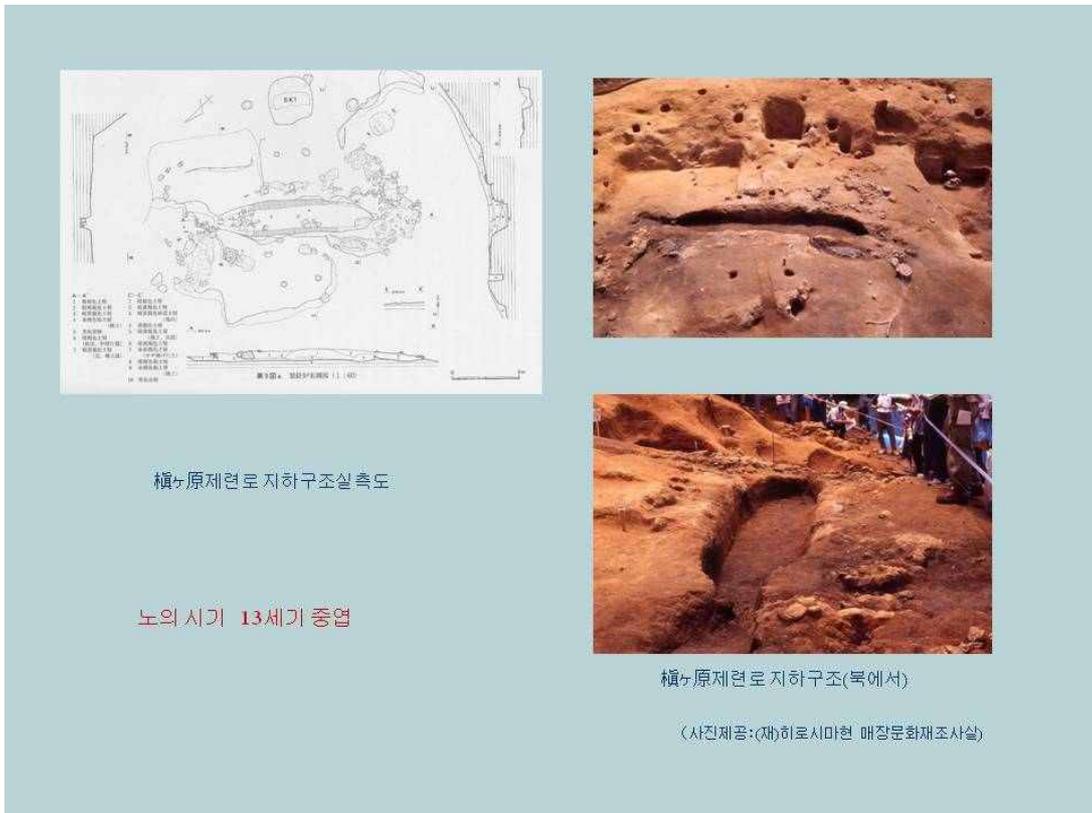
<그림 12>



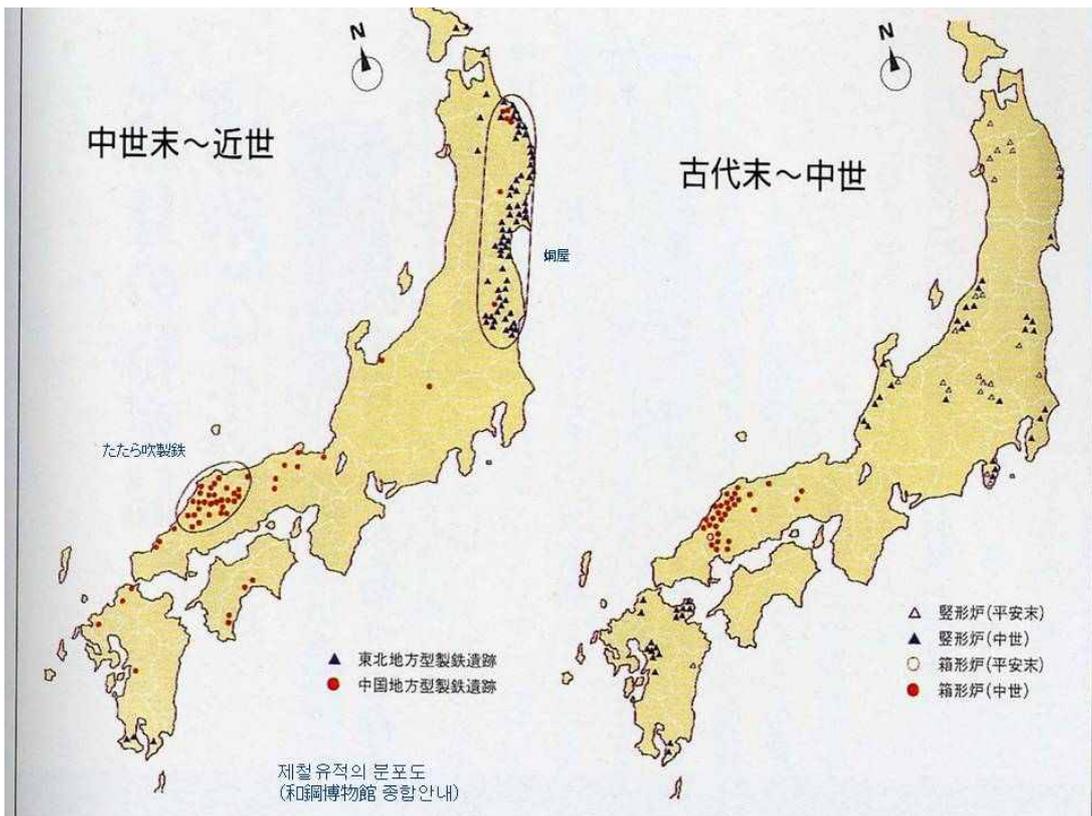
<그림 13>



<그림 14>



<그림 15>



<그림 16>

츄우코구(中国)산지 중세의 철제련로



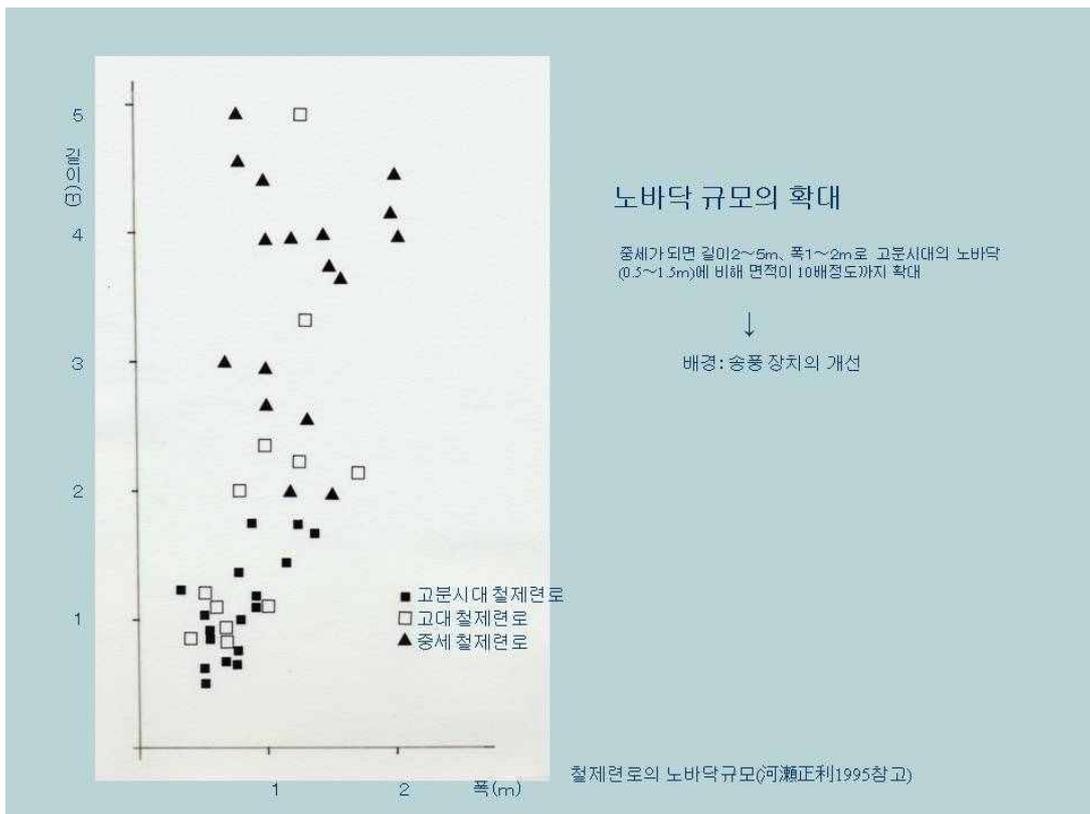
A형 本床형의 노 형태, 小舟형 유구없음

B형(本床형 유구, 小舟형 유구)

선철생산에따라 변형된 것인가

(사진제공: (재)히로시마현 매장문화재조사실)

<그림 17>



<그림 18>



<그림 19>

高殿의 성립기— 철제련로의 송풍장치로서 **天秤輪**가 채용된 시기와 일치
17세기말~18세기전반경, 철기전업 생활권으로 「山内」의 성립

山内에서의 공정—
(河瀬1995)

- 원료인 사철 채취
- たたら나 가지의 연료가 되는 목탄의 생산
- たたら를 통해 선철(銑)이나 덩어리철(鋳)의 생산生産
- 銑이나 鋳에서 연철이나 강철 등 제조 공정
- 그 밖에 제품의 운반, 山内에서 사용된 자재나 곡식 등을 반입



시마네(島根)県: 菅谷たたら



菅谷集落(山内)

<그림 20>

2014년 울산 쇠부리축제 심포지엄
-조선시대 울산 쇠부리의 조업방식

인 쇠 일 | 2014년 6월 18일

발 행 일 | 2014년 6월 21일

발 행 처 | 울산쇠부리축제 추진위원회 · 한국철문화연구회

발 행 인 | 박 종 해 · 이 남 규

주 소 | (447-791) 경기 오산시 양산동 한신대길 137(411번지)
한신대학교 한국사학과

제 작 | 경인M&B

