

2020년도 지역문화예술 플랫폼 육성사업

# 화성성역에 사용된 철물의 복원과 활용방안 발표 자료집

2020. 10. 23.

아주대학교 도구박물관  
한국철문화연구회



# 화성성역에 사용된 철물의 복원과 활용방안

일시: 2020.10.23.

장소: 영상회의

지원: 경기도, 수원시

주관: 아주대학교 도구박물관, 한국철문화연구회



—

# 화성성역에 사용된 철물의 복원과 활용방안

## 발표회 일정

—

개회식			
순서	시간	담당	진행
개회사	13:30~13:40	이남규(한국철문화연구회장)	사회: 심재연
주제발표			
순서	시간	주제	발표자
발표 1	13:40~14:10	조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰	신경환
토론 1	14:10~14:20	「조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰」 토론문	김수기
발표 2	14:30~15:00	충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식	김권일
토론 2	15:00~15:10	「충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식」 토론문	한지선
휴식	15:00~15:20	휴식	
발표 3	15:20~15:50	'울산쇠부리문화'의 콘텐츠 개발 및 활용사례	정재화
토론 3	15:50~16:00	「'울산쇠부리문화'의 콘텐츠 개발 및 활용사례」 토론문	최형국
발표 4	16:00~16:30	『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개	정해득
토론 4	16:30~16:40	「『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개」 토론문	현남주
휴식	16:40~16:50	휴식	
종합토론	16:50~17:30	종합토론	종합토론 사회: 이남규
폐회	17:40	정리	



## — 목 차 —

순 서	주 제	발표자	페이지
제1발표	조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰	신경환 (금속기술연구소)	1
토론문1	「조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰」 토론문	김수기 (용인대학교 문화재학과)	25
제2발표	충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식 -제철기술 복원실험 연구를 위하여-	김권일 (신라문화유산연구원)	27
토론문2	「충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식」 토론문	한지선 (국립충원문화재연구소)	53
제3발표	'울산쇠부리문화'의 콘텐츠 개발 및 활용사례	정재화 (울산쇠부리축제추진위원회)	57
토론문3	「‘울산쇠부리문화’의 콘텐츠 개발 및 활용사례」 토론문	최형국 (수원화성향토문화연구소)	65
제4발표	『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개	정해득 (한신대학교 한국사학과)	69
토론문4	「『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개」 토론문	현남주 (한국문화유산연구원)	81





# 조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰

신경환(금속기술연구소)

## - 목 차 -

- I. 머리말
- II. 의궤에 나타난 철물자료
  - 1. 조선시대 의궤자료에 의한 철물종류
  - 2. 화성성역의 정철 및 강철소재 사용실적
  - 3. 화성성역의궤에 수록된 철물 종류
- III. 조선시대 전통철물의 제법고찰
  - 1. 조선시대 철장제(鐵場制)
  - 2. 문헌별 철 제련공법의 고찰
  - 3. 정철 및 강철의 제조수율
  - 4. 강철의 합금비율과 철탄식
  - 5. 철 못의 규격별 강철소재 구분
  - 6. 철의 종류와 제조장인
  - 7. 조선시대 전통철물 제조공정
- IV. 군기시터 정철유물의 품질분석
  - 1. 군기시터 출토 철괴(정철)의 성격
  - 2. 시료 채취 및 분석 위치
  - 3. 철괴(정철)의 화학성분 분석
  - 4. 철괴(정철)의 경도시험
  - 5. 철괴(정철)의 현미경조직 분석
  - 6. 정철의 품질특성 및 제조공정 고찰
- V. 맺음말

## I. 머리말

의궤(儀軌)란 “조선시대에 나라에서 큰일을 치를 때 후세에 참고를 위하여 그 일의 처음부터 끝까지 경과를 자세히 적은 책”이며 지금까지 700종이 넘는 의궤서가 전해지고 있다. 의궤 가운데 건축공사 관련한 것만을 모은 것이 ‘영건의궤(營建儀軌)’인데 현재 전하는 ‘영건의궤’는 32건이며 조선시대 건축의 모든 내용을 담고 있다.

여기서 『화성성역의궤(華城城役儀軌)』는 조선후기(1801년9월)에 발간되었으며 2년8

개월간(1794년1월-1796년8월) 수원화성을 축성한 건설과정이 상세히 기록되어 있다. 이 기록 중에서 건설과정에서 사용된 철물과 철소재의 공급과 그리고 이들에 대한 제법이 상세히 기록되어 있어서 이를 도출하여 고찰해 보고자 한다.

『화성성역의궤』는 조선시대에 가장 큰 건축공사의 자료이지만 이와 더불어 1800년의 『건릉산릉도감의궤』와 1832년의 『서궐영건도감의궤』의 철물자료를 함께 살펴보았다. 물론 철물의 제법에 관한사항은 『화성성역의궤』 자료를 중심으로 『승릉산릉도감의궤』(1674년), 『홍릉산릉도감의궤』(1757년) 및 『인릉산릉도감의궤』(1834년)의 자료를 비교 검토하였다.

아울러 군기시터에서 출토된 조선시대 정철(철괴)유물의 분석 자료를 검토하여 당시의 철괴의 제법과 품질을 고찰해 보았다.

## II. 의궤에 나타난 철물자료

### 1. 조선시대 의궤자료에 의한 철물종류

조선시대의 대표적인 의궤자료인 『화성성역의궤』(1796년), 『건릉산릉도감의궤』(1800년) 및 『서궐영건도감의궤』(1832년)에 나타난 철물사용 실적은 『화성성역의궤』의 경우 철소재의 공납이 66,442근이고 철물종류는 85종이며 『건릉산릉도감의궤』의 경우 철소재의 공납이 35,479근이고 철물종류는 148종이며 『서궐영건도감의궤』의 경우 철소재의 공납이 26,098근이고 철물종류는 121종이며 <표 1>과 같이 사용되었다.

<표 1> 조선시대 주요 영건의궤의 전통철물 사용사례

용도별 철물 명		『화성성역의궤』 (1796년)	『건릉산릉도감의궤』 (1800년)	『서궐영건도감의궤』 (1832년)
철소재	정철(버린쇠)	52,874근	35,212근	25,865근
	강철	13,568근	267근	233근
	소계	66,442근	35,479근	26,098근
정(못) (특대, 대, 중, 소)		23종(1치-3자)	30종(1치-3자)	39종(3치-3자)
접합용 철물		16종	23종	49종
장식용 철물		4종	4종	11종
목재용 철물		34종	-	-
기와용 철물		6종	-	-
시건장치 철물		2종	5종	4종
연장용 철물		-	86종	18종
계		85종	148종	121종

## 2. 화성성역의 정철 및 강철소재 사용실적

화성성역에 사용된 철물소재를 성역 내 4대문별로 구분하여 보면 다음 <표 2>와 같고 총사용 소재의 중량은 42,655kg이나 된다. 여기서 정철소재로 공납 받은 것이 80%이고 강철소재가 20%로서 대부분 소재로 받아서 건설부지 인근에서 단야장을 설치하여 철물을 단련하여 사용한 것으로 판단되고 있다.

<표 2> 화성성역 의궤의 4대문의 철물소재 및 철물 사용실적

용도별	정철소재	강철소재 (추조, 정조, 정정조)	사용 철물
장안문 (수문청)	21,201근 12냥	5,185근 15냥 9전 5푼	건축재료-시건 장치, 장식용, 접합용. =70,262개  건물건축-못(1치-3자) ,접합용, 장식용, 목재용, 기와용. =81,419개
	-	(16근 9냥 7전)	
팔달문 (수문청)	21,854근 12냥	5,179근 4냥 4전	
	-	(17근 8냥 6전)	
창룡문 (수문청)	4,772근	1,569근 1냥 5전 5푼	
	-	(16근 7냥 3전)	
화서문 (수문청)	5,045근 1냥	1,566근 4냥 6전	
	-	(16근 2냥 9전 5푼)	
계	52,872근 9냥 (33,945kg/80%)	13,567근 7냥 5푼 (8,710kg/20%)	
총계	42,655kg		151,681개

\* 1근=16냥, 1냥=10전, 1전=10푼, 1근=642g

## 3. 화성성역의궤에 수록된 철물 종류

화성성역의궤의 사용 철물의 용도 즉 건축 재료에 사용된 것과 건물건축에 사용된 것으로 구분하고 각각에 대하여 시건장치, 장식용, 접합용, 목재용, 기와용으로 세분되고 <표 2>와 같으며 총151,681개나 되었다. 특히 화성성역의궤에서 소재(정철, 강철)공납과 철물사용실적이 구분되어 나오는 것은 공납 받은 철소재 총42,655kg은 성역을 건축하는 현지에서 철물단련 대장간을 운영하여 철물을 제조하였다는 것을 알 수 있겠다.

### Ⅲ. 조선시대 전통철물의 제법 고찰

#### 1. 조선시대 철장제(鐵場制)

조선시대에는 철기의 민간유출을 통제하기 위하여 국가에서 철장제를 운영하고 있었다. 철장은 선공감과 군기감에서 철 생산 고을에 설치하여 운영하고 있었으며 관리 장부를 군, 현에 비치하고 약 19개 읍에 민영 야철장을 설치하였다. 야철장도 대중소로 구분하여 농한기에 생산을 독려하고 있었으며 <표 3>과 같다.

<표 3> 조선시대의 철장제 운영성격

구 분	내 용	비 고
제도의 성격	1) 조선시대 철을 생산하기 위해 운영된 제도 2) 야인과의 교역에 의한 철기의 민간유출 방지	
운영조직	1) 선공감 및 군기감에서 철 생산 고을에 설치 2) 관리 장부를 공조와 해당도, 군, 현에 비치 3) 농한기에 생산-19개 읍에 민영 야철장 설치	
담당업무	1) 철광석, 토철, 사철을 채광 2) 수철과 신철괴를 만들어 관청에 공납 3) 관청은 수철/신철괴를 단야장에 공급/철기제작	
철장의 규모	1) 큰대장간; 20명이상 2) 중 대장간; 15-19명 3) 작은 대장간; 14명 이하	

#### 2. 문헌별 철 제련공법의 고찰

조선시대 철 제련에 관련된 기록을 살펴보면 1600년대의 구충당 이의립의 저술한 『구충당문집』에서 토철을 사용하여 수철을 제조한 기록이 있었고 1700년대의 이규경이 저술한 『오주연문장전산고』에서 철 제련법에 대한 기록을 엿볼 수 있었다.

또한 『조선왕조실록』에는 철의 공정별 제품명이 수록되어 있는 것을 <표 4>에서 알 수 있었다.

<표 4> 조선시대 철 제련 관련 주요사료

관련 문헌	저자	내용
『구충당문집』	이의립 (1621-1694)	1) 수철가공법 개발
『오주연문장전산고』 -60권(1,400항목)	이규경(1788)	1) 철광석의 제련하여 생철과 숙철(신철)을 제조 2) 쇠뿔을 제거한 생철을 부어 기물은 제작(주조) 3) 생철을 초(炒)질하여 숙철(신철) 제조 4) 생철과 숙철을 섞어 늘리면 강철제조
『조선왕조실록』	세종-고종실록	1) 철강의 등장기록 (1) 정철-76회 (2) 신철-10회 (3) 생철-9회 (4) 연철-3회 (5) 강철-2회 (6) 초철-2회

### 3. 정철 및 강철의 제조수율

중간소재인 정철과 강철의 제조수율에 대한 기록은 화성성역의궤와 승릉, 홍릉 및 인릉산릉의궤에서 나타난 합단 비율은 <표 5>와 같고 지역별과 시대별로 차이는 있지만 공법은 동일하게 운영되었고 제품별 제조수율은 다소의 차이를 보이고 있었다.

<표 5> 조선시대 의궤에서 사용된 정철 및 강철의 합단 비율

구분		『화성성역의궤』	(승릉,홍릉,인릉) 『산릉의궤』
정철		70%(작철→정철)	80% (신철/열철→정철)
강철	추추조	-	94% (정철/열철→추추조)
	추조	82%(정철→추조)	87/77% (정철/열철→추조)
	정조	74.4%(정철→정조)	77/71% (정철/열철→정조)
	정정조	50%(정철→정정조)	50/67%(정철/열철→정정조)

### 4. 강철의 합금비율과 철탄식

특히 승릉, 홍릉 및 인릉의궤에서 강철의 종류별 합단비율은 차이가 있으나 시대별로 공법이 비슷하며 표준화 되어 <표 6>과 같이 운영되고 있었다.

<표 6> 조선시대의 전통철물(강철) 합단 비율(철탄식)

강철	송릉산릉도감 의궤(1674년)			홍릉산릉도감 의궤(1757년)			인릉산릉도감 의궤(1834년)		
	정철	열철	목탄	정철	열철	목탄	정철	열철	목탄
추추조	1근	1냥6전	6승	1근	1냥6전	6승	-	-	-
추조	1근	2냥4전	9승	1근	2냥4전	9승	100근	30근	6석
정조	1근	4냥8전	1두4승	1근	4냥8전	1두4승	100근	40근	7석
정정조	1근	1근	2두4승	1근	8냥	2두4승	100근	50근	8석

\* 1근=16냥, 1냥=10전, 1전=10분

\* 1두=10승, 1승=10합, 1승=0.5726리터(2×2×4.9촌)-되(오늘날 1.8리터)

## 5. 철 못의 규격별 강철소재 구분

철 못의 경우에 화성성역에서 치수(길이)별로 강철의 품질을 달리하여 <표 7>과 같이 구분하여 제조되고 있었다. 즉 작은 못일수록 고급의 강철로 만들어지고 있었다.

<표 7> 화성성역 철 못의 치수와 사용된 강철의 품질등급

강철소재	철 못 규격	광두정 규격	도내두정 규격
추추조철	-	-	-
추조철	3치-5치정	9치-8치	7치-5치
정조철	4치5푼-2치5푼	4치-3치	4치-3치
정정조철	1치5푼-7푼정	2치	(오공철정구)

## 6. 철의 종류와 제조장인

조선시대 제철장인들은 제조공정별로 역할분담을 한 별도의 명칭을 갖고 있었는데 신철을 제조하는 장인은 철장, 무쇠를 녹여 주입하는 장인은 수철장, 정철을 단련하는 장인은 정철장, 강철 및 담금질을 담당하는 장인은 화빈장, 정철과 강철로 기물을 만드는 장인은 야장으로 장인들의 명칭이 구분되어 있었으며 <표 8>과 같이 사용되고 있었다.

<표 8> 조선시대 장인명칭과 업무범위

장인명	제품명	업무 범위	비고
철장(鐵匠)	신철(薪鐵)	신철 즉 숙철을 제조하는 장인으로 철광석을 제련하여 수철과 신철을 제조하는 장인	
수철장(水鐵匠)	수철(水鐵)	무쇠를 다시 녹여 기물을 만드는 장인	
정철장(正鐵匠)	정철(正鐵)	신철을 다시 단련하여 정철을 만드는 장인	
화빈장(火鑢匠)	강철(鋼鐵)	정철을 다시 단련하여 강철을 만들고 이를 담금질을 하는 장인	
야장(冶匠)	철물(鐵物)	정철이나 강철을 단련하여 기물을 만드는 장인	

## 7. 조선시대 전통철물 제조과정

앞에 고찰한 자료들을 검토하여 조선시대 전통철물의 제법을 다음의 <표 9>와 같이 표준화 할 수 있겠다. 여기서 제련과정은 철광석을 환원하여 신철/열철을 만들거나 추가적인 반응을 통하여 용융된 생철을 제조하였다.

또 신철/열철은 정련단야를 통하여 정철을 생산하였다. 이 정철을 원료로 하여 추가적인 열철이 합단되어 품질에 따라 4가지 강철(추추조철, 추조철, 정조철 및 정정조철)로 구분되었고 이들 품질의 구분은 정철과 각기 다른 열철의 비율로 합단과 겹침 단련으로 구분이 되고 관리되었다. 또한 구분된 강철로 각기 다른 철물을 제조하였다.

<표 9> 조선시대 전통철물의 제조과정

제련	정련(정철)	강철단련(합단비율)	성형단야(복원실험)	비 고
제련 (신철, 열철)	정련단야(3회종겹침) 신철(80%)+열철(20%)	추추조철(3회 종겹) 정철(91%)+열철(9%)	돌쩌귀, 꺾쇠	
		추조철(3회 종겹) 정철(87%)+열철(13%)	용마루정, 대못	
		추추조철(3종+1횡) 정철(77%)+열철(23%)	중못,	
		추추조철(3종+1횡) 정철(67%)+열철(33%)	소못,	
선철(생철) 제련	초강정련 -----> 선철 재 용해->주조	상동	상동	

## IV. 군기시터 정철유물의 품질분석

### 1. 군기시터 출토 철괴(정철)의 성격

본 유적은 2009년 6월-12월에 서울특별시 신청사 건립에 따른 발굴조사 시에 서울특별시 중구 태평로 1가 31번지의 조선시대 군기시터가 있었던 곳에서 발굴된 철괴 유물이다.

철괴로 보고된 정철 29점의 유물 가운데 19점이 2호 건물지에서 출토되었다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 보고자는 이것들을 0.5kg 단위로 하여 7단계로 구분하였고 길이로는 10cm 간격으로 3단계 구분을 하였는데 1~2kg 범위의 것들이 대략 절반을 차지하고 있어 이 단위의 정철이 일반적으로 제조되고 유통되었을 것으로 보인다. 그리고 길이를 기준으로 할 때는 10~20cm의 것이 70% 이상을 차지하여 가장 많이 제조되었던 규격으로 판단된다.

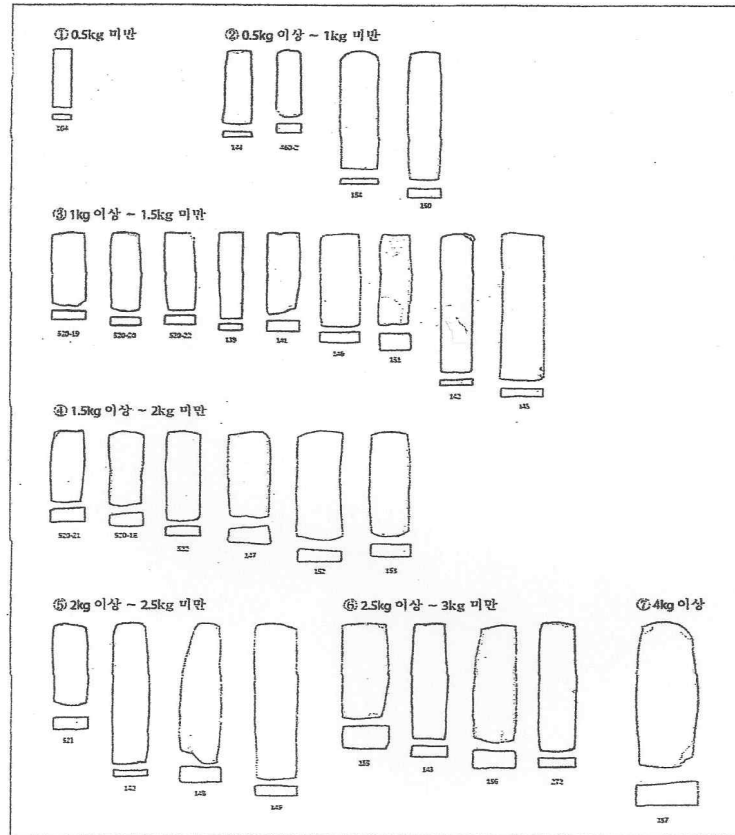
이 유적의 발굴에서 공방유구와 용범 등의 제철 관련 자료가 확인되지 않는 것은 그러한 시설들이 별도의 지점에 위치하고 있었다고 볼 수 있는 것이다.

고려시대 이래로 중앙의 병기제작 부서였던 군기시에는 644명의 공장(工匠)들이 작업하였다는 기록이 있고 그 가운데 주장(鑄匠) 20명, 갑장(甲匠) 35명, 궁인(弓人) 90명, 야장(冶匠) 130명, 연장(鍊匠) 160명을 총 435명의 제철관련 장인들이 있었다는 기록은 철과 직간접적으로 관련된 조업의 종사자들이 전체 장인들의 67% 정도를 점하고 있었음을 말해주는 것이다.

그들은 부속시설인 야로소(冶爐所)·조갑소(造甲所)·궁전소(弓箭所) 등에서 작업하고 있었던 것으로 보여 지는데, 아쉽게도 그러한 구체적 유구가 발굴에서 확인되지 않아 아마도 바로 인근에 위치해 있었을 것으로 추정하고 있을 뿐이다.

앞에서 보는 바와 같이 군기시터에서 발굴된 이러한 정철들은 향후 전통철물의 생산과 유통의 방식을 결정하는데 대단히 중요한 기준이 될 것으로 생각된다. 자료의 제약으로 극히 제한적인 금속학적 분석을 실시할 수밖에 없었는데, 그 조직과 성분은 페라이트(ferrite) 중심에 탄소함량이 0.15% 정도로서 기존에 분석된 고대의 판상철부나 봉상철정과 유사한 성분과 조직을 갖는 것으로 밝혀졌다. 이에 대해서는 과학적인 분석을 확대하여 야금학적인 특성을 밝혀 보고자 한다.



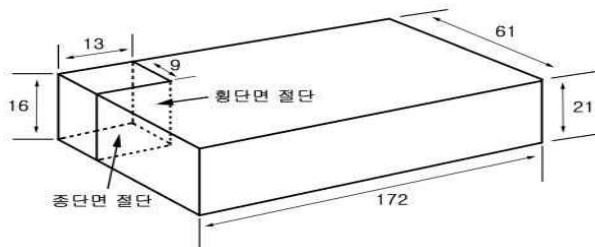


<그림 1> 군기시터 출토 철괴(정철) 유물

## 2. 시료 채취 및 분석 위치

### 1) 시료 채취

정철괴로 부터 채취된 정철시료의 크기는 <그림 2>와 같이 두께(16mm) × 폭(9mm) × 길이(13mm)이었으며 이 시편의 분석은 종단면과 횡단면으로 구분하여 분석하였다. 여기서 종단면의 크기는 <그림 3>과 같이 (16mmT×13mmL) 이고 횡단면의 크기는 <그림 4>와 같이 (16mmT×9mmW) 이었다



시편치수:(16T × 9W × 13L)

<그림 2> 시편채취 위치

종단면 분석위치



<그림 3> 종단면 의 마크로 사진  
(16mmT ×13mmL)

횡단면 분석위치



<그림 4> 횡단면 의 마크로 사진  
(16mmT ×9mmW)

### 3. 철괴(정철)의 화학성분 분석

군기시터 정철의 화학성분을 분광분석(SE)으로 확인 해 본 결과(표 10) 탄소함량은 종단면에서 0.165%C이고 횡단면에서 0.135%C로 나타나서 이들은 분석오차 범위 내에서 저탄소강의 조성을 갖고 있었다. 단, 규소(Si)함량이 다소 높은 것은 비금속개재물(철재)의 성분이 영향을 받은 것으로 SEM-EDX에서 밝혀진바 있다.

<표 10> 화학성분 분석(SE) 결과(조성의 단위는 wt%)

성분	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Ca	Mg
종단면	0.165	0.381	0.058	0.069	0.013	0.051	0.007	0.039	-
횡단면	0.135	0.343	0.142	0.008	0.003	0.069	0.016	0.077	-

### 4. 철괴(정철)의 경도시험

#### 1) 종단면 및 횡단면의 경도시험 결과

종단면과 횡단면의 마크로 조직에서 특이조직 들을 종방향의 상단에서 하단방향으로 각각 9-16개소에 대한 경도를 확인한 결과 두 가지 그룹으로 대별되고 있었다. 경도확인 방법은 정확성을 고려하여 각 개소에서 3회씩 측정하여 평균값을 채택하였다.

이들은 저경도군(신철층)과 고경도군(열철층)으로 구분되고 있는데 종단면의 경우는 <표 11>과 같이 신철층의 평균경도가 HMV92.1이고 열철층의 평균경도는 HMV136.2로 나타나고 횡단면의 경우에도 같은 방법으로 확인한 결과 <표 12>와 같이 신철층의 평균경도가 HMV97.1이고 열철층의 평균경도는 HMV127.2로 나타났다.

이는 본 정철을 제조할 때 저탄소의 신철괴와 고탄소의 열철괴가 합단되어 제조되었음을 알 수 있었으며 이는 종단면과 횡단면에서 같은 결과를 보여주고 있었다.

뿐만 아니라 마크로 조직에서 확인할 수 있듯이 이 정철은 합단 후에 추가적인 겹침단련을 통하여 조직이 형성된 것을 알 수 있었다.

## 2) 종단면 및 횡단면의 경도분포와 조직

종단면 및 횡단면을 층위별로 구분하여 1mm 간격으로 경도를 확인하여 그분포를 파악해 보았다. 확인결과 경도분포는 종, 횡으로 대칭을 이루지 못하고 <표 11> 및 <표 12>와 같이 비대칭으로 분포하였으며 이는 신철괴와 열철괴가 처음부터 불규칙적으로 합단 되었거나 아니면 처음 합단 단계에는 규칙적으로 층을 형성하였으나 이후 겹침 단련 시에 종겹침과 횡겹침을 혼합으로 단련하여 형성된 조직으로 보인다.

이들의 위치별 조직사진 즉 <그림 5> 및 <그림 6>에서도 불규칙한 층을 보여주고 있으며 불규칙한 경도분포를 뒷받침해주고 있다.

종단면과 횡단면의 조직 9-16개소의 확인결과 Ferrite기지 경도(신철)부분과 Pearlite기지 경도(열철)로 두 가지로 구분되고 겹침층은 종단면의 9개 층(신철4+열철5)이고 횡단면이 9개 층(신철5+열철4)인데 단련방법은 먼저 합단 후에 종횡으로 겹침 단련을 실시한 흔적이 보인다.

<표 11> 종단면 비커스경도 분포

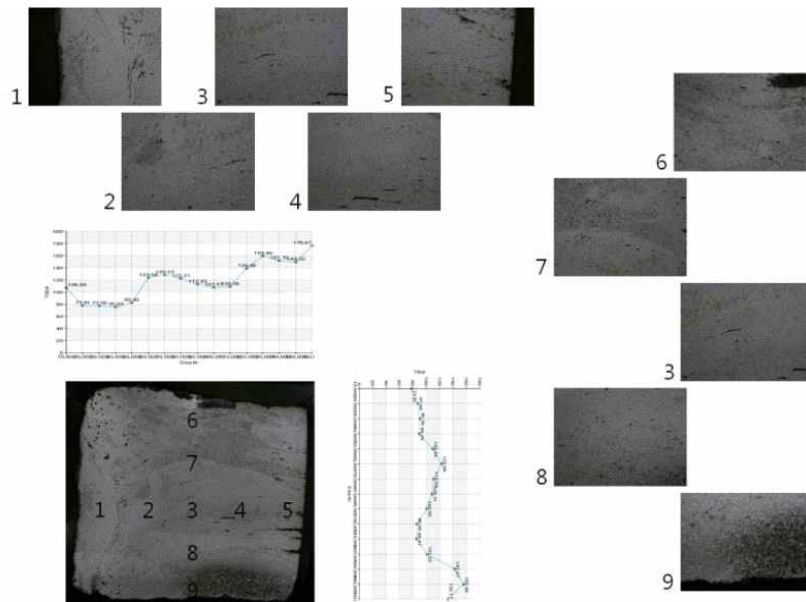
(측정위치:mm, 경도:HMV)

측정위치	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
중간상하	78	88	90	89	109	123	111	108	101	86	85	101	142	155	132	
내부상하	134	102	112	124	143	129	152	154	145	136	125	111	168	198	166	
표면상하	109	88	78	78	80	83	76	80	81	81	85	105	79	94	134	
중간좌우	109	78	77	75	82	124	128	122	113	108	109	139	159	152	149	179

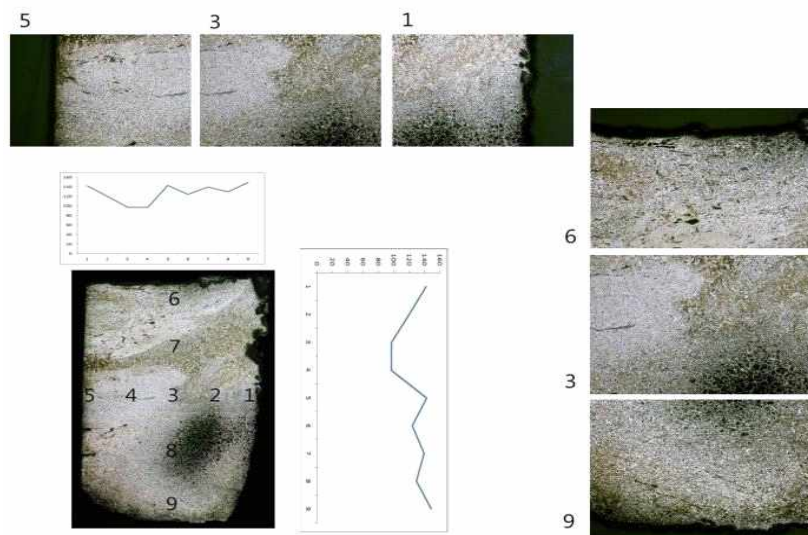
<표 12> 횡단면의 비커스경도 분포

(측정위치:mm, 경도;Hmv)

측정위치	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
중간우좌	149	130	140	124	143	97	99	121	142						
표면상하	123	109	102	113	98	89	90	103	162	160	145	125	111	118	106
중간상하	130	133	100	95	109	92	95	96	108	119	154	135	114	103	110
내부상하	106	95	99	92	90	110	121	143	121	110	101	108	126	145	



<그림 5> 종단면의 경도(HMV)측정위치별 조직사진



<그림 6> 횡단면의 경도(HMV)측정위치별 조직사진

## 5. 철괴(정철)의 현미경조직 분석

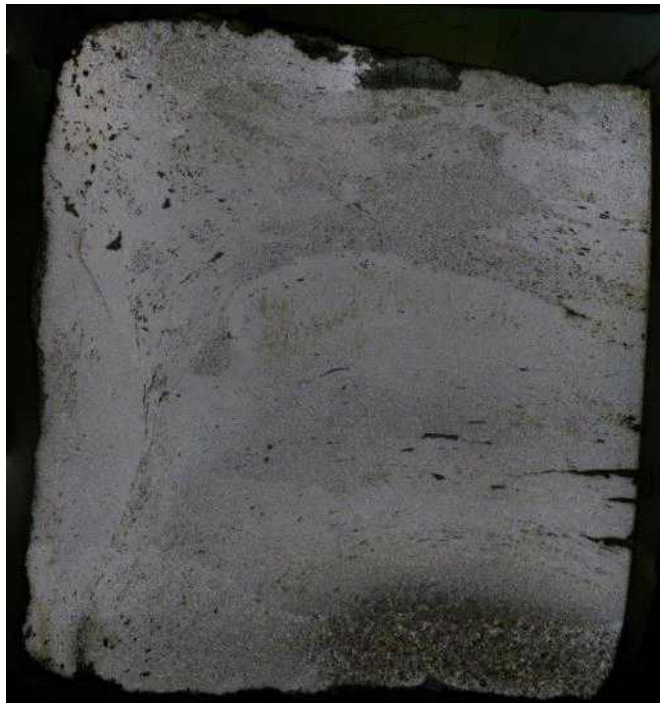
### 1) 종단면의 현미경조직 시험 결과

종단면의 현미경조직은 전체조직<그림 7>에서부터 <그림 5>의 1,3,4,5,6,7위치에서 각각 ( $\times 50$ )배율 과 ( $\times 500$ )배율로 확인한 미세조직이다.

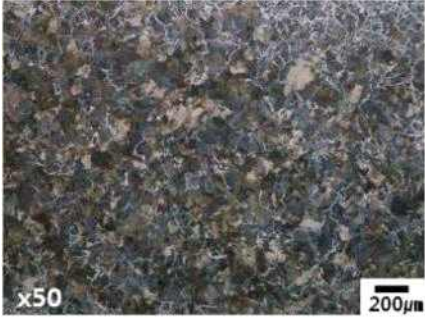
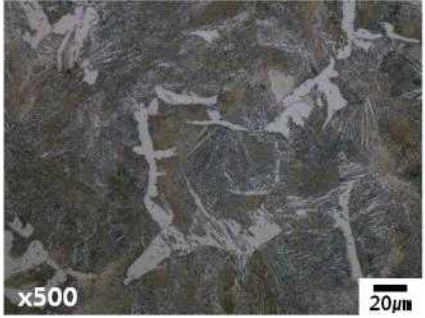
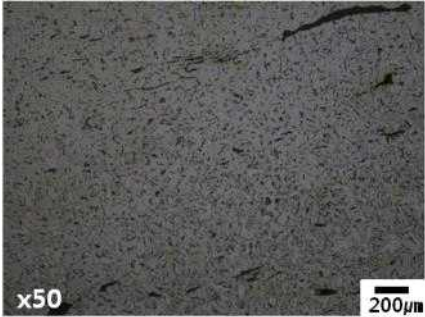
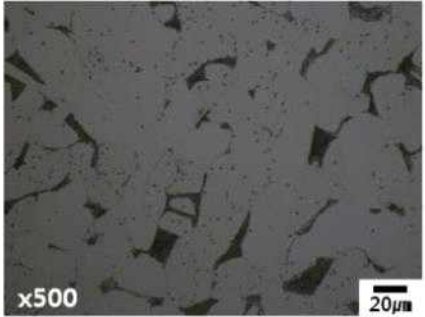
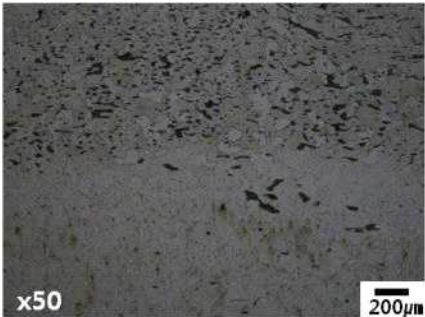
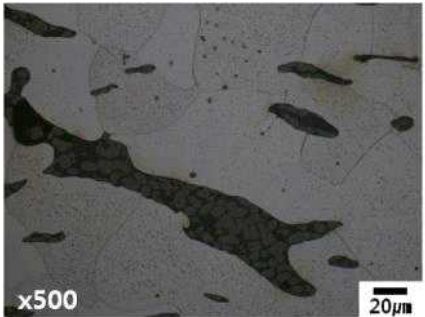
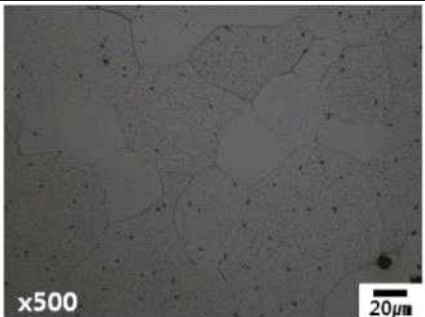
전체조직<그림 7>에서는 불규칙한 합단이나 겹침층을 확인할 수 있었고 단련방향이 주로 종 방향이지만 횡방향의 단련흔적도 나타나고 있고 ( $\times 50$ )배율의 조직에서는 합단과 겹침층이 잘 나타나고 있다.

<그림 8>의 1과 5위치는 단련 시 과열에 의한 결정입계의 성장조직으로 과열에 접근하는 온도에서 단련이 이루어 졌음을 나타내고 있으며 <그림 8>의 3,4,6,7은 전형적인 정철조직인 Ferrite 기지조직을 형성하고 있으며 결정입계에는 철재형의 대형 개재물들이 편석하고 있었다. 그러나 이들 개재물 들은 종 방향으로 길게 연신되어 있지 않아서 겹침 단련이 종 방향과 횡 방향에서 함께 이루어진 것으로 판단할 수 있겠다.



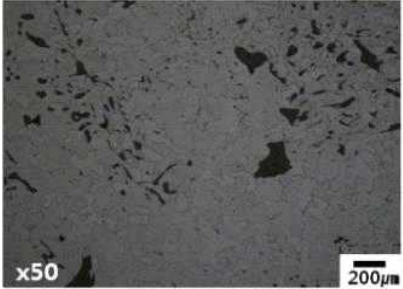
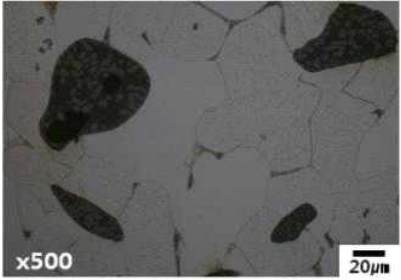
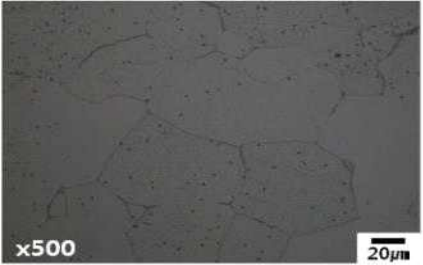
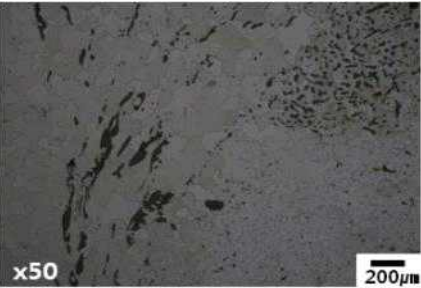
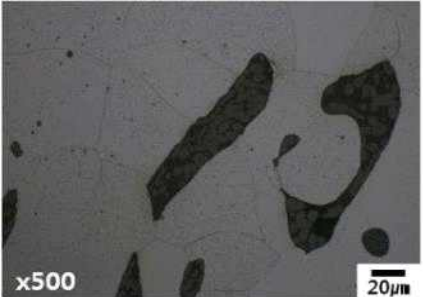
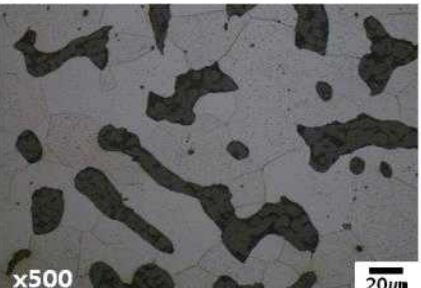
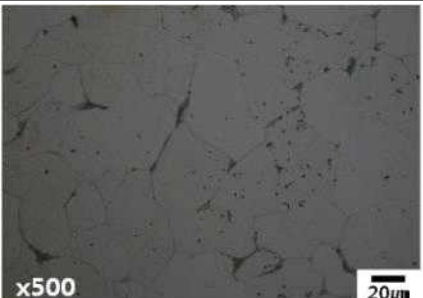
이들 개재물의 성분에 대해서는 다음의 SEM-EDX 분석에서 별도로 밝혀진바 있다.



<그림 7> 종단면의 금속현미경 조직 ( $\times 25$ )

 <p>x50 200μm</p>	 <p>x500 20μm</p>
1 ×50	1 ×500
 <p>x50 200μm</p>	 <p>x500 20μm</p>
3 ×50	3 ×500
 <p>x50 200μm</p>	 <p>x500 20μm</p>
4 ×50	4 ×500 상부
	 <p>x500 20μm</p>
	4 ×500 하부



	
5 ×50	5 ×500
	
6 ×50	6 ×500 상부
	
	6 ×500 우측
	
7 ×50	7 ×500 좌측
	
7 ×500 우측상단	7 ×500 우측하단

<그림 8> 종단면의 위치별 금속현미경 조직

## 2) 횡단면의 현미경조직시험 결과

횡단면의 현미경조직은 전체조직<그림 9>에서부터 <그림 6>의 1,2,3,4,5,6,7,8,9 위치에서 각각 ( $\times 50$ )배율 과 ( $\times 500$ )배율로 확인한 현미경조직 이다.


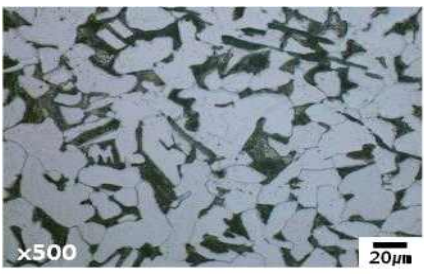
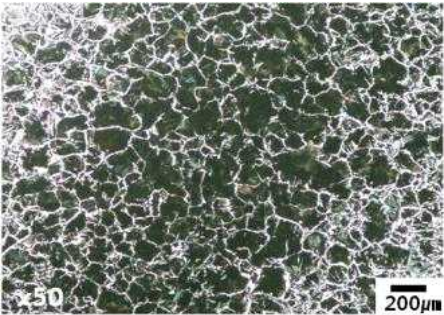
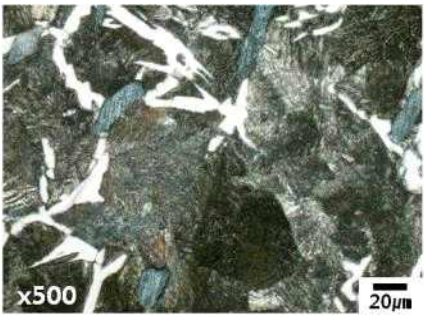




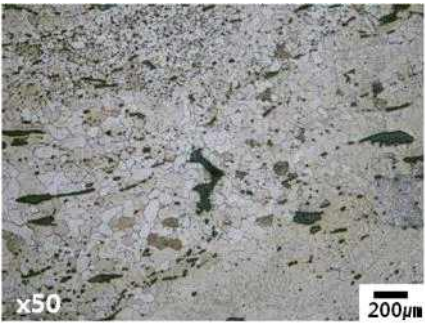
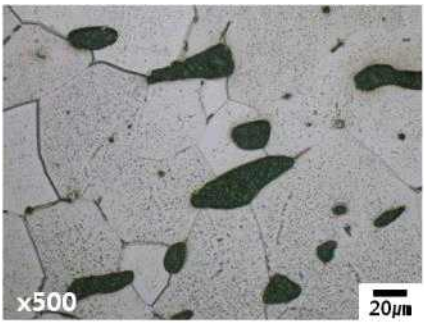
전체조직<그림 9>에서는 불규칙한 합단이나 겹침층을 확인할 수 있었고 단련방향이 주로 종 방향이지만 횡방향의 단련흔적도 나타나고 있고 ( $\times 50$ )배율의 조직에서는 단 접과 겹침 흔적이 확실히 나타나고 있다.

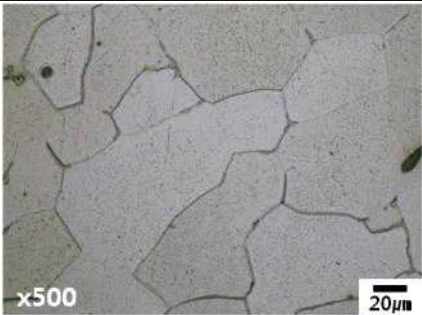

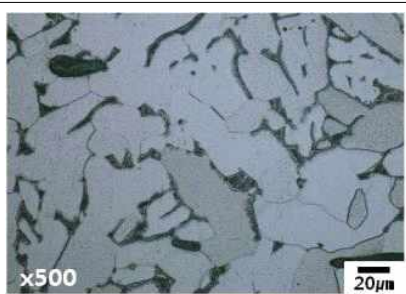
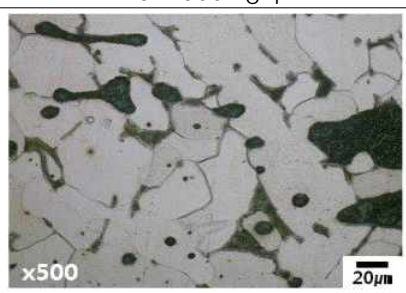

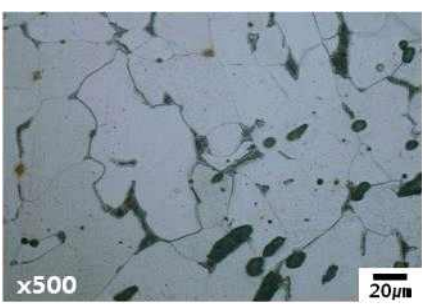
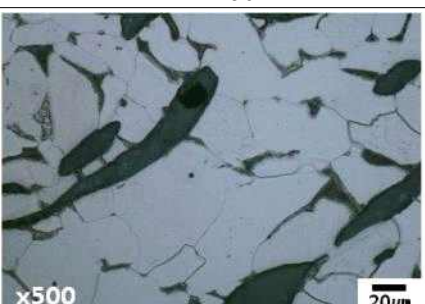
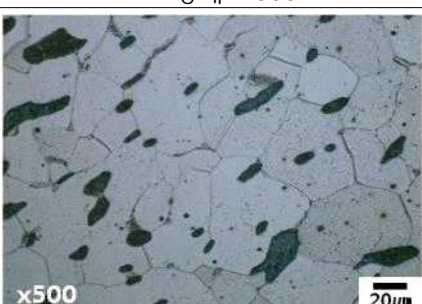
<그림 10>의 2위치는 단련 시 과열에 의한 결정입계의 성장조직으로 과열에 접근하는 온도에서 단련이 이루어 졌음을 나타내고 있으며 <그림 10>의 1,3,4,6,7,8,9는 전형적인 정철조직인 Ferrite 기지조직을 형성하고 있으며 결정입계에는 철재형의 대형개재물들이 편석하고 있었다. 그러나 이들 개재물들은 종 방향으로 길게 연신되어 있지 않아서 겹침단련이 종 방향과 횡 방향에서 함께 이루어 진 것으로 판단할 수 있겠다.



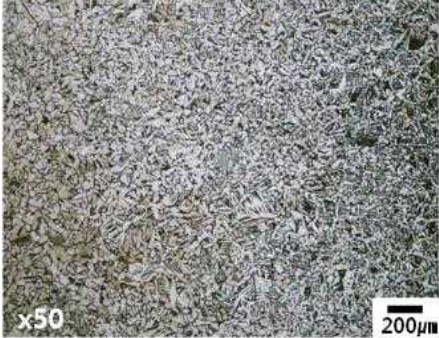
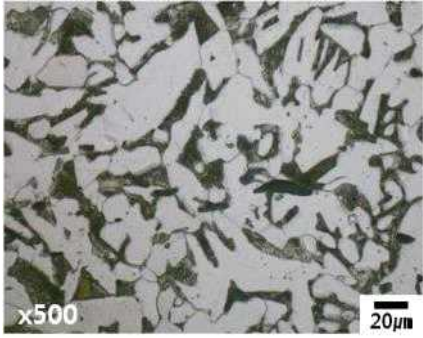

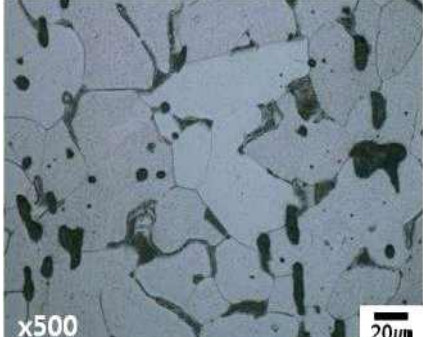
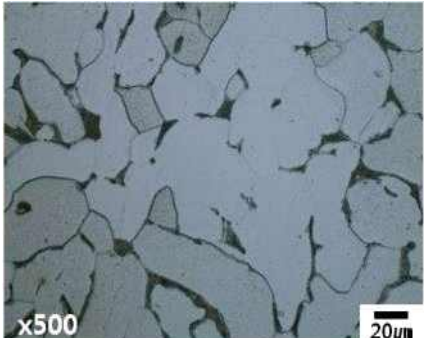
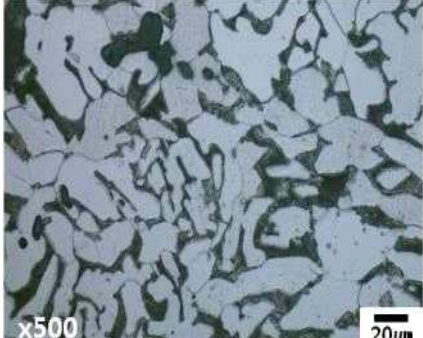
<그림 9> 횡단면의 금속현미경 조직 ( $\times 25$ )



	
1 ×50	1 ×500
	
2 ×50	2 ×500
	
3 ×50	3 ×500 상부
	
4 ×50	4 ×500
	
5 ×50	5 ×500 상부

	 <p>x500 20μm</p>
	5 ×500 우측
 <p>x50 200μm</p>	 <p>x500 20μm</p>
6 ×50	6 ×500 상부
	 <p>x500 20μm</p>
	6 ×500 하부
 <p>x50 200μm</p>	 <p>x500 20μm</p>
7 ×50	7 경계 ×500
 <p>x500 20μm</p>	 <p>x500 20μm</p>



7 상부 ×500	7 하부 ×500
	
8 ×50	
	
9 ×50	9 좌측 ×500
	
9 중간 ×500	9 우측 ×500

<그림 10> 종단면의 위치별 금속현미경 조직

정철시료의 현미경조직은 종단면과 횡단면에서 같은 양상으로 고탄소와 저탄소의 합단층과 겹침층이 형성되어 있으며 기지조직은 저탄소의 Ferrite 기지조직과 고탄소의 Pearlite기지조직이 복합 층을 형성하고 있다. 또 이들 층은 반복단련에 의하여 탄소가 서로 확산된 중간층을 형성하고 있는 경우도 있었다. 이들 층을 따라서 대형의 산화 개재물들이 층간이나 결정입계에 편석하고 있어서 품질 적으로는 완제품에 준하는 안정한 조직을 형성하지 못하고 있으나 중간 철소재인 정철의 품질에는 적합한 수준이고 볼 수 있겠다

## 6. 정철의 품질특성 및 제조공정 고찰

### 1) 정철의 품질특성

군기시터에서 발굴된 철괴(정철)는 조선시대 발굴유적 중에서 유일한 정철유물이다. 조선시대의 정철은 삼국시대 이전에는 철정(鐵錠)이라고 기록되어 오다가 조선조에 들어와서 정철(正鐵)이라고 불리어 졌다.

정철은 완제품이 아니며 다음공정에서 강철괴 및 철기를 제조하기 위한 중간 철소재로서 사용되었으며 따라서 본고에서는 앞서 실시한 금속학적인 분석을 통하여 중간 철소재인 정철의 품질특성을 파악해 보고자 하였다.

앞서 실시된 여러 가지 분석을 통하여 밝혀진 군기시터 정철의 품질특성을 요약해 보면 <표 13>과 같다.

<표 13> 군기시터 정철의 품질특성

번호	구분	품질 특성
1	화학적분 분석	저탄소 환원괴인 신철과 고탄소 열철괴의 혼합조성
2	경도시험	종, 횡단면에서 저경도층과 고경도층으로 여러 겹의 겹침 층 형성
3	결정입도	평균입도는 6.8, 6.3이나 최소 5에서 최대 9까지 불 균일 입도산포
4	현미경조직 관찰	합단 및 겹침 단련 층을 형성하였고 종방향겹침과 횡방향겹침이 혼용 및 비금속개재물이 혼재하여 품질 적으로 불균일성을 갖고 있음

군기시터 정철은 화학성분 분석결과 저탄소강에 속하는 탄소함량을 갖고 있었으며 이는 제련로에서 생산된 환원괴의 조성을 갖고 있었다. 평균탄소 함량이 0.15%로서 완전한 환원괴(신철괴)에서 다소 높은 탄소함량을 갖고 있는 것으로 미루어 볼 때 일정량의 고탄소괴(열철괴)가 합단된 것으로 보인다.

종단면과 횡단면의 경도시험 결과는 저경도층과 고경도층이 겹겹으로 층을 이루고 있으며 이는 의도적인 합단과 겹침단련을 실시한 흔적으로 볼 수 있겠다.

결정입도 시험에서는 일정량의 단련을 실시한 흔적으로 결정입도가 평균적으로 6.3-6.8을 유지하고 있었으며 다만 그 산포 범위가 5-9로 다소 넓은 것은 품질의 균질성이 결여되어 있다고 볼 수 있으나 중간소재로서 품질은 만족하고 있다.

현미경 조직 관찰에서는 합단과 겹침 단련 층을 동시에 형성하고 있었으며 겹침단련의 경우 종 방향 겹침이 대부분을 형성하고 있지만 횡방향 단련흔적도 나타나고 있었다. 다만 비금속 개재물은 결정입계에 비교적 크게 편석 되어 있어서 품질의 균질성을 갖고 있지는 못하였다.

## 2) 정철의 제조공정 고찰

정철에 대한 자료는 『조선왕조실록』에 76회나 나타날 정도로 조선시대에는 중간 철 소재로서 일반화되어 있었다. 또, 정철의 제조법에 대해서는 19세기 중반 조선시대의 이규경(1788)의 『오주연문장전산고』, 「연철변증설」과 「이물변증설」에 근거하여 한 근의 정철을 만들기 위해서 1근의 신철과 4냥의 열철을 합단 한다고 기록되어 있다.

일반적으로 신철은 탄소함량이 낮고 전성과 연성이 있는 철괴이고 열철은 상대적으로 탄소함량이 높고 딱딱한 철괴이다. 이 두 가지 서로 다른 성질의 철괴를 합단하여 중간의 성질로 합금하는 것이며 즉 80%의 연한 성질에다 20%의 딱딱한 성질을 합금하고 이를 여러 겹으로 겹쳐서 단련하여 만든 것이 정철이라는 중간 철소재인 것이다.

이 중간 철 소재를 유통하여 철물을 만들거나 이를 다시 다른 열철의 비율로 합단하고 단련하여 4가지 종류의 보다 더 강한 품질의 강철을 만들어 왔던 것이다.

본고에서 분석한 정철시료는 발굴당시에는 철괴로 명명되어 왔으나 금번에 금속학적인 분석 즉 화학성분에서부터 경도, 결정입도, 청정도, 현미경조직, 전자현미경 등의 분석을 통하여 품질 면에서 충분히 정철의 특성을 충족하고 있다고 판단된다. 따라서 조선시대의 군기시터에서 출토된 정철유물의 제조공정은 다음과 같은 두 가지 공정으로 고찰해 볼 수 있겠다.

### ①제1의 제조 공정:

제련로->(괴련철)제조->(신철/열철)합단->겹침단련->정철제조

### ②제2의 제조 공정:

용해로->초강정련->(신철/열철)합단->겹침단련->정철제조

제1제조공정은 제련로에서 환원된 괴련철(신철, 열철)을 단련하여 정철을 제조하는 공정이고 제2제조공정은 용해로에서 용강을 초강으로 정련하고 단련하여 정철을 제조하는 공정이다. 전자는 일반적으로 소규모의 공장에서 제조하는 방식이며 후자는 대규모의 생산에 적합한 제조공정으로 알려져 있다.

본고에서 분석한 군기시터 정철의 제조공정은 제1의 제조공정에 의하여 만들어진 정철로 판단된다. 이런 판단에 대한 배경은 정철 내부에 대형의 비금속개재물이 많이 잔존하고 결정입도의 분포가 넓고 불균일한 것에 근거를 두고 있다.

## V. 맺음말

화성성역의궤에 나타난 전통철물의 제법을 조선시대의 의궤자료 및 조선왕조실록과 비교하고 이를 군기시터 정철유물의 분석 자료를 검토하여 조선시대에 일반적으로 표준화된 제공공법을 고찰해본 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 조선시대의 화성성역의궤와 당시의 다른 의궤자료에서 도출된 전통철물의 일반적인 제조공정은 다음과 같다.

①제련로 -> ②(괴련철)제조 -> ③(신철/열철)합단 -> ④겹침단련 -> ⑤정철제조  
⑥(정철/열철)합단단련 -> ⑦4종류 강철제조 -> ⑧성형단련 -> ⑨철물제조

둘째, 이 공정에서 전단계 공정(제련로)->(괴련철)제조->(신철/열철)합단->겹침단련->정철제조)은 공납을 받아왔고

셋째, 철물이 소요되는 건조물 부지나 근처에서 다음 단계 공정 (정철/열철)합단단련->4종류 강철제조->성형단련->철물제조)을 추진할 수 있도록 단련시설이 설치되어 운영된 것으로 볼 수 있겠다.

넷째, 환원괴는 신철(저탄소), 열철(고탄소)로 구분되었고 환원괴의 합단으로 1종류의 정철이 사용되었고 정철과 열철의 합단으로 4종류의 강철(추추조, 추조, 정조, 정정조)이 사용되었다.

이와 같은 제법은 국립중앙문화재연구소와 경원텍(주) 금속기술연구소에서 『전통철물 제법기준 마련 및 활성화 방안 연구(1,2,3차)』라는 과제로 3차에 거친 복원실험을 통하여 제품의 품질과 공법이 추가적으로 증명된바 있었다.

## 【참고 문헌】

『健陵山陵都監儀軌』

『求忠堂文集』

『西關營建都監儀軌』

『崇陵山陵都監儀軌』

『仁陵山陵都監儀軌』

『朝鮮王朝實錄』

『洪陵山陵都監儀軌』

『華城城役儀軌』

李圭景, 1788, 『五洲衍文長箋散稿』

권병탁, 2004, 『한국산업사연구』 영남대학교 출판부

금속기술연구소, 2015, 『전통철물 제법기준마련 및 활성화방안연구 보고서』

금속기술연구소, 2016, 『전통철물 제법기준마련 및 활성화방안연구(1차)』

금속기술연구소, 2016, 『전통철물 제법기준마련 및 활성화방안연구(3차)』

안병우, 2003, 『조선전기 철물의 생산과 유통』 동방학지

(재)한강문화재연구원, 2011, 『서울 군기시터 유적조사 보고서』





## [토론문 1]

### 「조선시대 의궤에 나타난 전통철물 제조공법 고찰」 토론문

김수기(용인대학교 문화재학과)

좋은 자료들을 수집하여 연구한 연구자의 노고에 감사드리며, 우선 토론자도 고대금속재료를 한 사람으로 오랫동안 고대금속재료와 전통제철기술에 대한 연구를 해 오신 발표자의 발표내용이 전체적인 맥락상으로는 이해가 되는데 부분적으로 토론자가 생각하고 있던 내용과 조금 차이가 나는 부분에 대하여 고견을 듣고자 합니다.

발표문 35p의 <표 5>에서 정철과 강철을 구분하고 정철은 『화성성역의궤』에서는 작철→정철, 『산릉의궤』에서는 신철/열철→정철, 강철은 추추조, 추조, 정조, 정정조이란 표현이 있는데 여기서 정철, 작철, 신철, 열철 대한 현대 금속재료학적인 표현이 없어 자주 보지 못하던 용어들에 대한 설명과 강철이란 표현이 의궤에서도 나오는 용어인지 또한 강철을 세분화하여 구분한 추추조, 추조, 정조, 정정조는 철의 종류인지 제강법의 종류 인지 또 철탄식이란 용어가 나오는데 이 또한 의궤에 나오는 용어인지 나온다면 현대 금속재료학적으로 제강법을 지칭하는 것인지 이런 것들이 많이 혼란스러워 이들에 대한 현대 금속재료학적인 설명을 부탁드립니다.

발표문 37p <표 9>에서 선철(생철)제련을 초강정련→선 철재 용해→주조라고 정리하였는데 의궤에 나타나는 조선시대 초강제련과 정련이 표현되어 있는지 있다면 이런 초강 정련된 철들의 현대 금속재료학적인 특징들을 설명해 주십시오.

발표문 41p에서 ‘마크로 조직에서 확인할 수 있듯이 이 정철은 합단 후에 추가적인 겹침단련을 통하여 조직이 형성된 것을 알 수 있었다.’ 라고 되어 있는데 합단이란 것은 탄소량이 다른 철을 단조하여 붙이는 공정으로 알고 있는데, 토론자는 이 합단 공정에서 정련된 탄소량이 다른 강철을 단조하면 마크로 조직에서는 탄소량이 다른 조직이 층을 이루는 것으로 생각하고 있는데 군기시터에서 발굴된 정철괴의 마크로 조직에서는 이런 층이 인위적인 층이라기보다는 자연적인 층상 또는 그냥 탄소량이 다른 철을 뭉쳐 놓은 조직으로 보이는데 그렇다면 합단 시 정련되지 않은 탄소량이 다른 철괴들을 그냥 뭉쳐 놓은 것도 합단으로 보아야 하는지 알고 싶습니다.

끝으로 군기시터에서 발굴된 정철괴의 제철방법에 대한 언급이 발표문에서는 전혀 보이지 않는데 군기시터에서 발굴된 정철괴의 제철방법에 대하여 현대 금속재료학적인 고견을 듣고 싶습니다. 또한 군기시터에서 발굴된 정철괴의 금속조직에서 비금속 개재물이 많이 관찰되던데 이 비금속개재물을 SEM-EDS로 분석하지 않은 것인지 분

석하였지만 아직 연구 중인지 비금속개재물을 분석한 데이터를 잘 해석하면 철물을 만들 당시의 제철온도라든가 철광석의 종류 같은 것도 연구할 수 있으므로 만약 분석되지 않았다면 꼭 분석을 통하여 데이터와 그에 대한 해석을 통한 연구 결과도 발표하여 주시길 부탁드립니다. 토론을 마무리하겠습니다.

# 충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식

-제철기술 복원실험 연구를 위하여-

김권일(신라문화유산연구원)

## - 목 차 -

- I. 머리말
- II. 유적의 입지와 제철로의 구조
  - 1. 유적의 입지
  - 2. 제철로의 구조
- III. 철 제련기술 복원실험 사례
- IV. 완오리 철 제련로의 조업방식 추론: 복원실험 매뉴얼
  - 1. 생산품에 대한 검토
  - 2. 선철의 생산
  - 3. 괴련철의 생산
  - 4. 실험 기록
- V. 맺음말

## I. 머리말

충주를 중심으로 한 중원지역에는 삼국~조선시대에 이르는 다수의 제철유적이 산재하고 있어 울산지역과 함께 역사상 우리나라 철산업의 본산(本山)이라 할 수 있다. 주요 유적으로는 삼국시대 충주 칠금동·대화리, 진천 석장리·송두리, 청주 송절동, 청원 연제리, 통일신라시대 충주 하구암리 큰골유적, 고려시대 본리 당저 I·노계 II·세터골 III·노계마을 야철유적·노계마을유적·노계마을 제철유적, 조선시대 완오리·창동리, 보은 상판·대원리 등의 유적에서 철 제련로를 비롯한 양호한 상태의 유구·유물이 조사된 바 있다.

이 유적들의 성격에 대해서는 발굴보고서의 고찰을 비롯해 유적의 개략적인 성격을 검토하는 단계(尹鍾均 1998, 孫明助 1998)를 거쳐 제철로 및 관련 유구·유물에 대한 종합적 검토(趙錄柱 2010, 어창선 2011, 김경호 2012, 김권일 2012, 이남규 2008, 최영민 2015·2016)가 이미 제시된 바 있다. 특히 실험로를 축조하여 당시의 조업환경을 복원하는 최근의 제철복원실험연구(조록주 외 2014, 한지선 외 2015·

2017·2019, 이남규 외 2016·2017·2018a·2018b, 이은우 외 2017a)는 발굴조사된 철 제련로를 모델로 해 금속공학·민속학 등의 인접분야 학문을 망라하는 융·복합적 방법을 동원하고 있으며, 철광석의 배소에서부터 제련·단야·용해에 이르기까지의 공정을 복원하고자 하는 종합적 연구의 성격을 띠고 있다.

다만 이 연구들은 삼국시대 원통형 제련로를 대상으로 하는 경우가 대부분이어서 고려시대 혹은 조선시대 제철기술에 관한 연구(김권일 2009·2015, 신종환 2012, 이남규 2012, 신경환 외 2015)는 극히 미미한 실정이다.

최근 충주 완오리에서 양호한 상태의 고려시대 철 제련로가 조사되었는데, 이전 삼국시대 제련로와 달리 말각장방형의 평면 형태를 가지며, 특히 2호 노는 뒷벽에 송풍관이 관입되어 있고 이는 노 뒤쪽의 풀무자리와 연결되어 있어 노의 구조와 조업방식을 검토하는데 중요한 정보를 제공한다. 본고에서는 충주 완오리 제철유적의 검토를 통해 노의 구조 및 성격을 파악하고자 하며, 조업방식 검토에 있어서는 실제 철 제련 복원실험이 가능한 실험매뉴얼 형식으로 제시하고자 한다.

## II. 유적의 입지와 제철로의 구조<sup>1)</sup>

충주 완오리 고려시대 제철유적은 단독주택부지 조성에 앞서 2015년도 한국선사문화연구원에 의해 발굴조사 되었다. 조사 결과 고려시대 주거지·배수로·폐기장·소성유구 각 1기와 노 3기, 구상유구·수혈유구 각 2기, 주공 1군(12개), 조선시대 토광묘 2기 등 모두 14기의 유구가 확인되었으며, 청자·기와·도기·쇠술 등과 함께 송풍관·노 벽체·노 바닥편 등의 제철관련 유물이 출토되었다. 이 중 3기의 노와 각 2기의 수혈유구 및 구상유구, 송풍관·노 벽체편·바닥편 등의 유물은 제철과 직접 관련된 것으로 파악되고 있는데, 본장에서는 이러한 제철관련 유구·유물에 대해 검토하고자 한다.

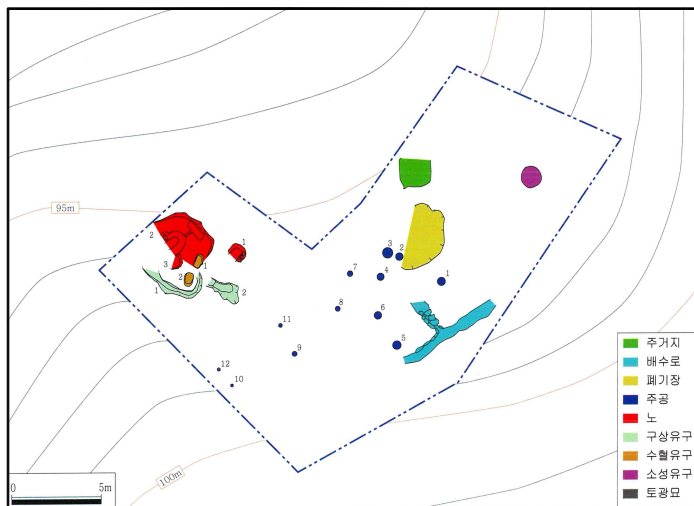
### 1. 유적의 입지

충주 완오리 고려시대 제철유적은 충청북도 충주시 대소원면 완오리 산144-2번지와 산144-20번지에 위치하며, 대소원면과 중앙탑면 사이 해발고도 300m 내외의 산 정상부에서 남서쪽으로 뻗은 가지능선의 끝자락에 위치한다. 서쪽 약 250m 거리에는

1) 충주 완오리 고려시대 제철유적의 조사내용에 대해서는 발굴보고서의 내용을 정리하였다(한국선사문화연구원 2017).

소하천이 북에서 남으로 흘러 남쪽 약 400m 거리의 요도천에 합수되며, 요도천은 동쪽으로 약 5.8km를 흘러 달천에 합류한다. 요도천 양안에는 유수에 의한 충적대지가 넓게 형성되어 있는데, 유적은 남서쪽으로 뻗은 능선이 이 충적대지와 경계를 이루는 지점에 위치한다.

조사지역의 평면형태는 시계 반대방향으로 틀어진 'ㄴ'자상을 이루며, 제철로는 서쪽 경계 가까운 해발고도 95~96m 선상에 3기가 집중 분포한다. 수혈 2기는 2호 노 남동쪽에 인접하거나 중복되어 있으며, 그 남쪽 및 동쪽에는 2기의 구상유구가 위치한다. 이 유구들의 동쪽과 북동쪽 일정거리에 주공군을 비롯하여 폐기장·배수로·주거



〈그림 1〉 충주 완오리 유적 유구분포도

지·소성유구가 분포한다. 즉 제철로 3기와 각 2기의 수혈유구 및 구상유구는 철 생산과 관련된 유구로 볼 수 있으며<sup>2)</sup>, 주거지·배수로·소성유구는 주공군을 경계로 생산유구와 분리된 공간의 생활유구로 판단된다. 한편 철 생산과 관련하여 충주의 지질 중 옥천변성대의 계명산층을 구성하는 변성화산암의 원암은 철이 풍부한 함철층이어서 충주가 주요 철 생산지가 되는 기반을 제공하며(한국선사문화연구원 2017, 11~12), 본 유적을 포함해 주변지역에 산재한 다수의 고려~조선시대 제철유적은 이러한 사실을 방증한다.

## 2. 제철로의 구조

제철로는 서향 사면 하단부의 자연골짜기에서 3기가 조사되었는데, 1호와 2호는 동서 약 3m의 거리를 두고 독립적으로 조성되었으며, 크기·평면형태·축조방법 등에서 차이가 없어 비슷한 시기에 조성된 것으로 판단된다. 3호는 2호 노의 바닥면에서 확인되었으며, 2호에 의해 노의 대부분이 삭평되어 하부구조만 남아 있다. 본장에서는 이 중 잔존상태가 가장 양호한 2호 노를 중심으로 노의 구조와 송풍시설로 구분해

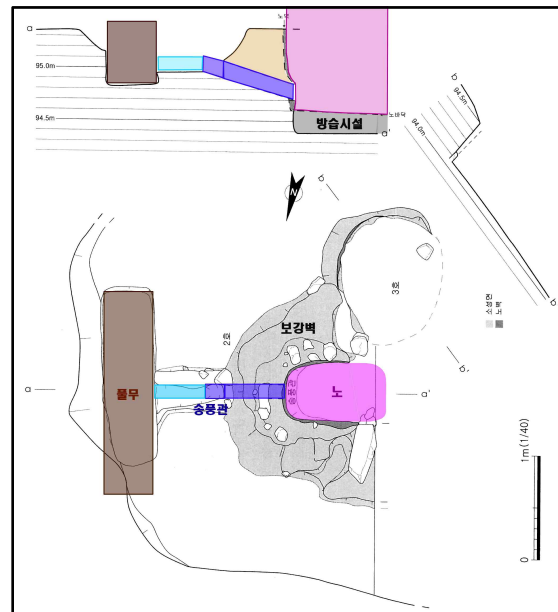
2) 2호 구상유구는 바닥이 고르지 않고 굵은 모래로 이루어진 사질토가 포함되어 있어 유수에 의한 자연 도랑으로 추정되었다(한국선사문화연구원 2017, 56). 하지만 위치상 1호 제철로와 세트관계를 이룰 수 있고, 1호 구상유구와 마찬가지로 내부에 슬래그와 벽체편이 채워져 있던 점으로 보아 1호 제철로와 관련된 폐기장 기능을 했을 가능성이 있다.

검토하고자 한다.

## 1) 노의 구조

제철로는 3기가 인접해 위치하며, 해발고도 95.5~96.3m 사이에 등고선 방향과 거의 직교하는 북동-남서 방향으로 조성되었다. 잔존상태가 가장 양호한 2호 노를 중심으로 그 구조를 살펴보면, 경사면을 등고선 직교 방향의 단면 ‘ㄴ’자 형태로 굴착해 노 터를 마련하였는데, 풀무자리와 노를 포함한 굴착 범위는 한 변 4m 정도이다. 굴착 깊이는 노가 들어서는 곳이 가장 깊고 반대쪽 풀무자리가 그 다음이며, 풀무자리와 노의 북동 단벽은 약 17°의 경사도로 연결된다.

노가 위치한 곳의 굴착면 내부에는 노내재와 모래를 2~3회 반복해서 깔고 평평하게 다져 하부 방습시설을 마련하였다. 양장벽부에는 30~50cm 크기의 할석을 세워 평행을 맞춘 다음 그 위에 굵은 모래가 섞인 점토를 2~3cm 두께로 발라 벽체를 조성하였다. 노 벽면에 흠이 남아 있어 삼국~조선시대와 마찬가지로 벽체를 쌓을 때 대나무 등을 꽂아 뼈대 역할을 하였던 것으로 보인다. 벽체는 거의 수직으로 올라가며, 송풍관이 관입된 노벽 내면이 약간 돌출되어 송풍관 관입부 주위에 보강점토를 발랐을 것으로 추정된다. 노 벽체 내면은 북동 단벽의 경우 고열로 인해 유리질 화되고 다소 요철 면을 띠지만 양 장벽은 회청색을 띠며 비교적 매끈한 편이다.



〈그림 2〉 2호 제철로의 구조 추정

노의 평면 형태를 살펴보면, 선축된 3호는 원형이고 후축된 1·2호는 말각장방형이다. 1·2호 모두 경사가 높은 북동 단벽은 비교적 잘 남아 있는 반면, 배재구가 위치하는 남서 단벽은 생성물 유출과정에서 해체된 듯 남아 있지 않다. 노의 규모는 내측을 기준으로 1·2호의 경우 잔존길이 각각 80cm·85cm, 너비 74cm·66cm, 잔존깊이 45cm·93cm이고, 3호는 지름 95cm, 잔존깊이 10cm이다.

특이한 점은 2호 노 벽체의 바깥에 석제와 점토를 섞어 노벽 보강시설을 조성했다는 점이다. 그 범위는 최소 길이 방향 1.4m, 너비 방향 2m 정도이고, 높이는 송풍로에서부터 잔존한 벽체 상단까지 70cm 정도가 남아 있다. 노 벽체가 먼저 조성되었는

지 아니면 보강시설이 먼저 조성되었는지는 분명하지 않지만, 하단부에 종방향으로 세운 할석 벽체 상부에 횡방향 할석이 놓여 있는 점으로 보아 동시에 조성된 것으로 판단된다.

이러한 점은 원삼국시대 경주 황성동 886-1번지유적 3호 용해로와 조선시대 충주 완오리유적 제련로와 유사한 구축방식이라 할 수 있다. 황성동 3호 용해로는 280×250cm 크기의 방형 수혈을 75cm 이상 깊이로 굴착하고, 수혈 북벽에서 50cm 이격해 한 변 180cm 범위에 점토로 정지면을 조성하고, 그 중앙부를 다시 원형으로 굴착해 노를 설치하였다(김권일 2020, 170). 완오리 조선시대 1호 제련로는 수혈 굴착 후 20~25cm 크기의 할석을 흙과 함께 쌓고 안쪽에 짚 등을 섞은 점토를 15cm 두께로 발라 벽체를 조성하였다(忠州博物館·國立中央科學館 1998). 한편 이와는 조금 다르지만 울산 달천광산 주변지역에 분포하는 조선후기 석축형제철로는 길이 10~20m, 너비 3~5m의 긴 석축을 구축한 후 중앙부에 방형의 방(房) 모양을 조성하고 내면에 점토를 발라 노벽을 축조하였는데, 석축은 노를 반영구적으로 사용할 수 있도록 보호하는 동시에 원료·연료 장입을 위한 이동로로 사용되었다(김권일 2019, 706).

충주 완오리 2호 제철로의 보강벽 역시 이 제철로들과 마찬가지로 벽체 내면의 점토바름을 통해 노를 장기적으로 사용할 수 있게 하고, 원료·연료의 장입 시 발판의 기능을 했던 것으로 볼 수 있다.



〈그림 3〉 노 벽체의 보강시설 (좌-충주 완오리; 고려, 중-충주 완오리; 조선, 우-경주 황성동; 원삼국)

이상과 같이 충주 완오리유적 2호 노는 고려시대 제철로 중 잔존상태가 가장 양호한 제련로로, 노 터를 조성한 후 앞선 조업의 노내재와 모래를 깔고 다져 방습시설을 마련하였으며, 석재를 세워 노 벽체의 틀을 만들고 굵은 모래가 섞인 점토를 발라 벽면을 조성하였다. 벽체 외곽에는 역시 석재와 점토를 일정 높이까지 쌓아올려 보강벽을 구축하였다. 노의 규모를 추정해 보면, 너비는 잔존한 66cm에서 조업으로 인해 침식된 부분을 감안한다면 60cm 정도로 추정할 수 있고, 길이의 경우 잔존한 85cm에서 너무 길어지면 송풍에 문제가 생길 수 있으므로 90cm 정도가 적절할 것으로 판단된다<sup>3)</sup>. 높이를 추산하기는 매우 힘들지만 선철 생산을 위한 제련로일 경우 길이와 너비

의 평균에 3배수를 적용해 225cm 정도로, 괴련철 생산일 경우 150cm 정도로 추산해 볼 수 있다<sup>4)</sup>.

〈표 1〉 충주 완오리 고려시대 철 제련로의 속성

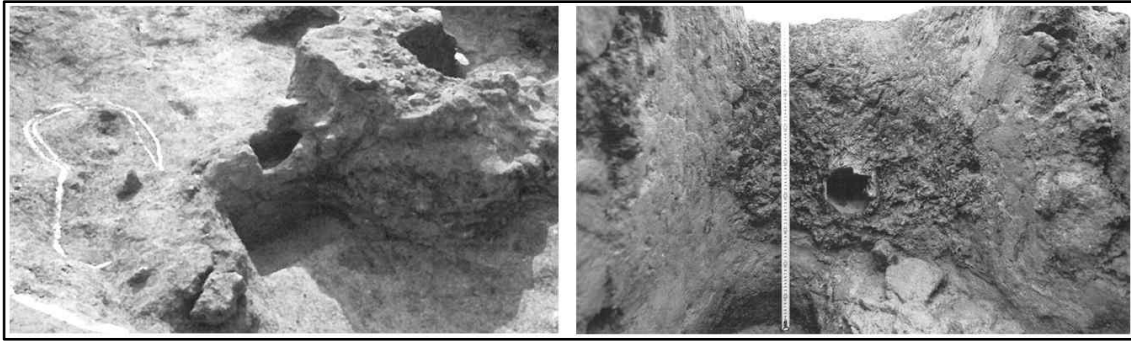
구분		1호	2호	3호
평면형태		말각장방형	말각장방형	원형
규모 (내경 기준; 단위 cm)	길이	(80)	(85)	지름 95
	너비	74	66	
	깊이	45	93	10
주축방향		등고선 거의 직교	등고선 거의 직교	-
송풍구		×	직경 12~13cm 송풍관 관입상태, 풀무자리로 연결	×
배재구		해체	해체	×
벽체		할석 포함 점토	할석·모래 포함 점토(2~3cm), 벽체 유리질화	×
하부시설		-	노내재·모래 교차	소토·철재·갈색사질점토
비고		송풍관편, 도기 자배기	송풍관편, 노바닥편, 벽체편	2호에 의해 파괴

## 2) 송풍시설

2호 제철로에서는 풀무자리와 송풍관이 확인되었는데, 풀무자리의 경우 울산 삼정리 조선시대 제련로에서 확인된 사례에 이어 국내에서 두 번째로 확인된 것이며, 무엇보다도 제련로 중 유일하게 송풍관이 노벽에 관입된 채로 조사되었다는 점에서 철 제련기술의 송풍에 대한 많은 정보를 제공한다.

- 3) 2호 노의 절삭된 단벽부 양쪽에 석재가 수직으로 세워져 있는데, 서로 대칭을 이루고 있다는 점에서 노의 배재구와 관련될 구조일 가능성이 높아 잔존길이보다 확연히 길었다고 보기 어렵다.
- 4) 전통 방식의 선철 생산을 위해서는 노의 높이/내경(장축) 비율 3/1이 적절하다는 신경환 소장님의 견해가 있으나 이에 따라 높이를 270cm로 한다면 원료 및 연료 장입에 문제가 생길 수 있다. 따라서 길이와 너비의 평균에 3배수를 적용해 225cm 정도의 높이로 추산하고자 한다. 괴련철 생산의 경우 2배수를 적용해 150cm 정도로 보는 것이 적절하다.

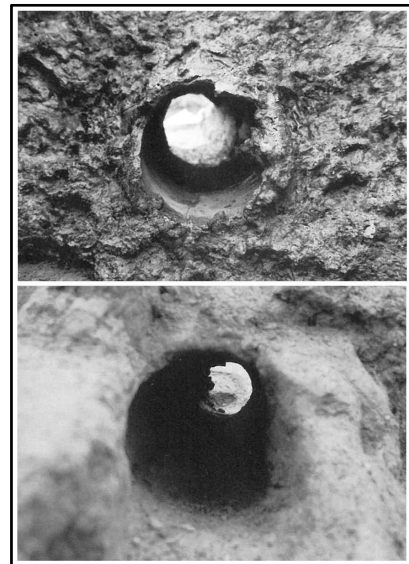




〈그림 4〉 2호 제철로의 송풍시설(좌-외면에서, 우-내면에서)

풀무자리는 노 뒷벽 내면과 약 120cm의 거리에 수혈 형태로 위치하는데, 잔존깊이가 그다지 깊지 않은 점을 감안한다면 터를 약간 굴착하고 판재 풀무를 정치(定置)시켰던 것으로 생각된다. 풀무자리의 크기는 잔존깊이 140cm, 너비 40cm로 조사되었으나, 송풍관을 중심으로 대칭적이었을 것으로 상정한다면 길이는 200cm 정도였을 것으로 추정된다. 현재 남아 있는 전통 손풀무 및 근세 일본 타타라제철 오오카지바(大鍛冶場) 및 단야실험에 사용되는 손풀무의 길이가 120~130cm인 점을 감안한다면 본 유적에서는 발풀무가 사용된 것으로 추정된다.

송풍관은 노벽과 풀무자리의 거리 및 각도를 감안한다면 노 벽체 및 보강벽 관입부에 2개, 풀무와의 연결부에 1개 등 3개가 사용되었을 것으로 판단된다. 송풍관은 두께 0.3~0.7cm, 직경 15cm 정도라는 점이 확인되었고, 풀무에서부터 일정 거리까지 평행하게 가다가 보강벽에서부터는 약 17°의 경사를 이루며 노 내부로 관입된다. 잔존한 관입부 송풍관은 노의 바닥(爐床)과 10cm밖에 높이 차이가 나지 않기 때문에 노 내부로 관입된 부분이 삼국시대의 경우와 같이 곡관(曲管)이었을 가능성은 거의 없다. 노 내부로 어느 정도까지 관입되었는지는 알 수 없지만 잔존한 송풍관 단부가 파손되어 있고 돌출된 주변에 슬래그가 용착



〈그림 5〉 2호 제철로의 송풍관

된 점으로 보아 삼국시대의 경우와 같이 10cm 이상 관입되고 외부에는 보강점토를 발랐을 것으로 판단된다.

한편 보강벽과 풀무 사이는 일자형 송풍관으로 연결되었을 것으로 보이는데(그림 2·4 참조), 그 양상이 분명하지 않다. 즉 보강벽에서부터 풀무까지의 공간은 그림에서 보는 바와 같이 단순한 도제 송풍관이 놓여 있는 것이 아니라 마치 골을 파거나

좌·우에 점토 등을 길게 쌓아 바람길을 낸 것 같다. <그림 5>의 위는 노벽 내면에서 바라본 송풍관의 모습이고 아래는 외부에서 안쪽을 바라본 모습인데, 전자의 경우 송풍관이 선명히 보이는 반면 후자에서는 송풍관이 명확히 확인되지 않는다. 적어도 보강벽과 풀무 사이의 바람길에는 송풍관이 남아 있지 않았을 수도 있겠지만 당초 송풍관이 사용되지 않았을 가능성이 있다. 이러한 구조는 석축형제철로에 도제 송풍관이 아니라 석재와 점토를 터널 모양으로 1m 이상 길게 구축한 바람구멍(김권일 2009, 71)과 유사한 구조라 할 수 있다. 다만 보강벽 연결부의 상면이 개구되어 있다는 점에서 <그림 6>에서 보는 바와 같이 조업 시 송풍관 관입 단부에 용착되는 철재를 제거하기 위한 개폐식 바람구멍이 설치되었을 가능성도 있다.



〈그림 6〉 2019년  
울산쇠부리복원실험의 바람구멍

### Ⅲ. 철 제련기술 복원실험 사례

최근 고고학·금속공학·민속학·문헌·장인(匠人) 등 제철기술과 관련된 여러 인접학문의 융·복합적 연구를 지향하는 방법론이 활성화되고 있는데, 이를 가장 잘 반영하는 것이 바로 실험고고학의 한 분야인 제철기술 복원실험연구이다.

그 현황을 살펴보면, 먼저 1990년까지는 금속공학·문헌에 기초한 실험이 실시되었으며(崔炷 외 1991·1994; 한국과학기술연구원 1999), 진천 석장리·경주 황성동 등의 대규모 제철유적이 발굴된 이후부터는 발굴조사에서 확인된 제철로 및 관련유물의 검토를 통해 복원·제작된 실험로를 이용한 연구가 실시되었다. 진천 석장리유적 조사를 담당했던 국립청주박물관에서는 1997년 석장리 A-4-1호와 A-3호를 모델로 각각 상자형과 원통형 제련로를 복원하여 제련실험을 실시하였고(國立淸州博物館·浦項産業科學研究院 1997), 철박물관에서는 2002년도 같은 유적 A-3호를 모델로 실험을 실시해 단조철기를 제작한 바 있다(世淵鐵博物館 2003). 한국전통문화대학교에서는 2008년 원통형과 상자형의 노를 복원해 실험을 진행하여, 자철광 1,700kg으로 괴련철과 선철 240kg을 생산한 바 있다(정광용 2008). 중원문화재연구원에서는 2011년 충주 칠금동유적 제련로를 모델로 선철 생산을 위한 제련복원실험을 실시하였는데, 220kg의 광석을 투입하여 19.58kg 정도로 추산되는 선철을 생산하였다(조록주 외 2014). 국립중원문화재연구소에서는 2014~2019년 연차적 제철복원실험을 실시하고 있는데, 충청지역 제철로를 모델로 수차례의 제련·단야·용해주조 공정을 실험하였고, 특히

5·6차 실험에서는 경주 황성동 유적 용해로를 모델로 국내 최초로 고대의 주조팽이를 제작하는 용해주조실험을 실시하였다(한지선 외 2015·2017·2019).

전통제철기술연구단에서는 2015~2017년 고고학·금속공학·민속학 등의 융·복합 연구를 통한 고대 제철기술 복원프로젝트를 진행하였다. 세 차례에 걸친 제련실험과 두 차례의 단야실험을 실시하였는데, 제련로는 밀양 금곡 C-24호 노를 모델로 그 구조를 복원하였으며, 원통형 제련로에 철광석을 장입해 탄소함량이 낮은 괴련철 및 혼합철괴를 생산하였다(이남규 외 2017). 울산쇠부리복원사업단에서는 2016~2017년 울산쇠부리축제 기간 중 제련~단야에 이르는 단조철기 제작공정 복원실험을 실시하였는데, 제련로는 밀양 사촌 1호를 모델로 그 구조를 복원하였다(이남규 외 2016·2018a·2018b).

〈표 2〉 철 제련복원 실험연구 사례

연번	기관	회차	실험 일시	원료/연료	실험 내용	비고(자료)
1	연구원	1	1991.03.14~03.16	분광/목탄	원통형로/제련	달천광산 분광, 정련
		2	1993.03.27	분광/목탄	장방형로/제련	오주연문장전산고, 달천 분광, 정련 2회
		3	1993.04.13	분광/목탄	제련	정련, 단조
		4	1998.11.20~11.22	철광석/목탄	제련	
		5	1999.03.11~03.25	철광석/목탄	제련	정련
		6	2000.09.26~09.27	철광석/목탄	제련	용해
2	국립청주 박물관	1	1997.04.30~05.01	철광석/목탄	상형로/제련	석장리 A-4-1호
		2	1997.05.21~05.22	철광석/목탄	원통형로/제련	석장리 A-3호
3	철박물관	1	2002.06.08~06.09	미립 자철광/목탄	원통형로/제련	석장리 A-3호, 9월-정련 및 단야
4	한국전통문화대학교	1	2008	철광석/목탄	상자형로·원통형로/제련	진천 석장리 A-1호, B-11호
5	중원문화재연구원	1	2011.10.19~23	철광석/목탄	원통형로/제련	충주 칠금동 제련로
6	국립중원 문화재연구소	1	2014.10.07~08	철광석/목탄	원통형로/제련	진천 석장리 B-23호 70% 축소
		2	2015.05.27~28	철광석/목탄	원통형로/제련	진천 석장리 B-23호
		3	2015.09.15~16	철광석/목탄	원통형로/제련	
		4	2016.09.30	철광석/목탄	원통형로/제련	
		5	2017.11.14	철광석/목탄	원통형로/제련	
		6	2018.09.14	철광석/목탄	원통형로/제련	충주 칠금동 392-5번지 3호 노
7	전통제철 기술연구단	1	2015.03.06~07	철광석/목탄	원통형로/제련	밀양 금곡 C-24호 단야
		2	2016.03.19~20	철광석/목탄	원통형로/제련	
		3	2016.11.12~14	철광석/목탄	원통형로/제련	
8	울산쇠부리 복원사업단	1	2016.05.13~15	철광석/목탄	원통형로/제련	밀양 사촌 1호 제련로, 단야
		2	2017.05.12~14	철광석/목탄	원통형로/제련	
		3	2017.10.20~22	괴광+분광/목탄	원통형로/제련	문화의 달 행사
		4	2018.05.11~13	분광/목탄	방형로/제련	정방형
		5	2019.05.10~12	분광/목탄	석축형/제련	대안동 쇠부리터 1/2 축소

이 실험 중 선철 생산을 목적으로 한 것은 중원문화재연구원 실험과 울산쇠부리복

원사업단 4~5차 실험이었으며, 괴련철 생산을 목적으로 한 것은 철박물관·전통제철 기술연구단 1~3차·국립중원문화재연구소 5~6차·울산쇠부리복원사업단 1~2차 실험이다. 그 외 국립청주박물관 실험은 유적에서의 현상을 그대로 복원하는 것이 목적이었고, 국립중원문화재연구소 1~4차 실험은 조업환경 변수 파악을 통한 실험모델 설정, 첨가제 사용 여부에 따른 슬래그의 유출 양상, 노의 높이에 따른 생성물의 변화, 첨가제의 유용성 등을 파악하는데 목적이 있었다. 울산쇠부리복원사업단 3차 실험의 경우 분광의 제련 가능성을 알아보기 위한 목적으로 실시되었다.

이 실험들에 대해서는 별도의 검토와 평가가 필요하겠으나 개략적인 노의 구조와 생성물을 살펴보면, 실험에서는 상자형로(횡방향과 종방향)와 원통형로가 사용되었고 그 구조는 <표 3>과 같다. 원통형의 경우 최대 내경을 기준으로 60~120cm, 높이 140~300cm, 상자형의 경우 225×45×130cm, 80×220~250cm의 규모로 실험로가 축조되었다. 제련의 원료는 괴광이나 분광 혹은 사철이 사용되었으며, 조재제 및 유동제 역할을 하는 첨가제는 사용된 경우도 있었고 그렇지 않은 경우도 있었다.

<표 3> 주요 제련복원실험의 내용

연번	기관	회차	노 형태	노 규모(cm)		원료 /중량(kg)	첨가제	주요 생산물	비고(자료)
				내경	높이				
1	박물관	1	상자형	225×45	130	사철/217	-	철괴	횡방향
		2	원통형	110	186	괴광/350	-	철괴	
2	철박물관	1	원통형	125	250	괴광/480	-	철괴(선철)	괴련철 생산 목적
3	중원문화재 연구소	1	원통형	60	260	괴광/220	-	선철	선철 생산 목적 최초 분광 52kg 투입
4	국립중원 문화재연구소	1	원통형	80	140	괴광/220	-	괴련철	
		2		120	240	괴광/480	마사토	혼합철	단야 가능
		3		120	300	괴광/720	마사토	선철	용해 가능
		4		120	270	괴광/400	석회+마사토	혼합철	철과 슬래그 분리 미흡
		5		120	270	괴광/400	-	선철	괴련철 생산 목적
		6		120	270	괴광/300	-	괴련철	괴련철 생산 목적
5	전통제철 기술연구단	1	원통형	100	200	괴광/241	황토	괴련철	
		2		100	200	괴광/410	황토	괴련철	
		3		100	200	괴광/300	패각+황토	괴련철	
6	울산쇠부리 복원사업단	1	원통형	80	200	괴광/460	황토	괴련철	
		2		80	200	괴광/425	황토	괴련철	
		3		80	200	괴광+분광/ 170(85+85)	황토	반환원괴	재(再) 제련 필요
		4	상자형	80	220	분광/300	패각	선철	종방향
		5		80	250	분광/380	패각	선철	

실험의 성격상 그 목적을 달성한 측면이 강하다고 할 수 있으나, 결과물은 대체로 ① 노 하부에 괴련철 중심의 철괴가 생성된 경우, ② 노 하부에 선철 중심의 철괴가 생성된 경우, ③ 노 하부에 선철과 괴련철이 뒤섞인 혼합철괴가 생성된 경우, ④ 선철을 노 밖으로 유출시킨 경우 등으로 구분된다. 어느 경우가 고대 혹은 중세 철 제련기술에 가장 가까운지는 확정하기 어려우나 괴련철 생산은 ①의 경우가, 선철 생산은 ④의 경우가 가장 합리적인 생성물이라 할 수 있다.

이처럼 2010년대에 들어와서는 한층 진전된 고고학 연구를 바탕으로 체계적이고 종합적인 제철기술복원 실험연구가 진행되었다. 하지만 거의 모든 실험은 삼국시대 혹은 조선시대를 그 역사적 배경으로 하고 있으며, 고려시대 철 제련기술에 관한 실험은 거의 없었다고 할 수 있다. 그 이유는 고고자료의 부재에서 찾아볼 수 있는데, 이러한 맥락에서 최근 조사된 충주 완오리 고려시대 철 제련유적은 그 공백을 메워줄 수 있는 고고학적 자료라는 점에서 가치가 크다고 할 수 있다. 특히 제련로와 송풍시설이 비교적 양호한 상태로 남아 있다는 점에서 삼국시대 및 조선시대 철 제련기술과 관련해서도 시사하는 바가 크다.

#### IV. 완오리 철 제련로의 조업방식 추론; 복원실험 매뉴얼

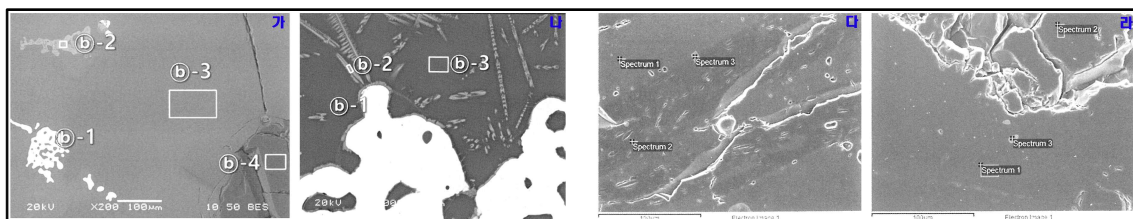
앞에서 살펴본 바와 같이 충주 완오리 고려시대 철 제련로는 앞뒤로 길고 다소 세장한 말각장방형의 평면형태를 가지며, 뒷벽에 직경 15cm의 도제 송풍관 하나를 관입해 송풍하였다. 이러한 제철로의 구조와 조업방식을 복원함에 있어서 생산품이 어떤 것이었는지는 가장 먼저 검토되어야 할 항목이다. 하지만 유적에서는 생산품을 확정할 수 있는 근거가 발견되지 않았다. 본장에서는 괴련철 혹은 선철의 생산 가능성을 모두 열어놓고 각각에 대해 검토한 후 그 조업방식을 추론해 보고자 한다.

##### 1. 생산품에 대한 검토

먼저 괴련철을 생산했을 가능성에 대해 살펴보면, 전술한 바와 같이 2호 제철로는 길이 90cm, 너비 60cm로 추정되는 말각장방형이다. 깊이는 굴광면에서부터 노 벽체 상단까지 93cm가 남아 있지만 하부구조를 제외한 노 바닥(爐床)에서부터의 잔존높이는 약 80cm이다. 이러한 구조는 삼국시대와 같은 원통형도 아니고, 조선후기 김제 장흥 은곡제철 유적과 같은 상자형도 아니다. 원통형로와 상자형로의 중간 정도 형태를 띠는 것으로, 평면형태만 본다면 후자에 더 가깝다고 할 수 있다. 은곡제철유적 제련

로는 길이 262cm, 너비 80cm, 높이 100cm 정도로 추정되는 세장한 말각장방형 혹은 세장방형으로, 금속분석 결과를 통해 고탄소의 선철(銑鐵)과 저탄소의 연철(軟鐵)이 혼재된 결과물이 생산된 것으로 파악되었다. 이처럼 서로 다른 성질의 환원괴들은 장인에 의해 선별되고 서로 다른 용도에 맞는 별개의 공정을 거쳐 주조철기와 단조철기로 각각 제조되었을 것이며(신경환 외 2011, 408~409), 이를 일본 타타라제철의 사례와 비교한다면 강 생산을 목적으로 하는 게라오시(けら押し)<sup>5)</sup>와 유사한 조업방식일 것으로 추정되었다(大澤正己 2011, 359~360). 즉 일본 타타라제철의 상자형로와 유사한 구조의 은곡제철유적 제련로는 괴련철 생산을 목적으로 하지만 순수 괴련철만을 생산할 수 없기에 선철 혹은 혼합철이 동시에 생산되는 노 구조를 의미한다.

한편 유적에서 출토된 슬래그와 철광석 각 5점, 송풍관 3점, 노벽 3점, 미상 석기 1점 등 모두 17점의 시료에 대한 금속학적 분석이 실시되었다. 이 중 5점의 유출재는 파알라이트(fayalite)와 수지상으로 성장한 뷔스타이트(Wüstite) 조직으로 구성되었으며, 완오리유적을 포함한 중원지역 제철유적 슬래그에서 나타나는 일반적인 양상으로 파악되었다. 이를 통해 유적에서는 직접제련을 통해 단타가공이 가능한 저탄소 철괴를 생산하여 단야공정으로 이어졌을 것으로 판단되었다(이은우 외 2017b, 104~106).



〈그림 7〉 노 벽체의 금속학적 분석(가·나-완오리, 다·라-2019년 울산쇠부리복원실험)

다음으로 2호 제철로를 중심으로 유적에서 선철이 생산되었을 가능성을 살펴보면 첫째, 〈그림 4〉의 오른쪽에서 보는 바와 같이 노 벽체 내면이 고온으로 인해 회청색으로 고르게 경화되거나 유리질 화되었다는 점이다. 제련로의 경우 하부에는 비중이 높은 적갈색 철괴에 가까운 철재가 용착되는 반면<sup>6)</sup>, 용선이 형성되는 용해로에는 옅은 청회색의 환원염소성 철재가 요철면 없이 고르게 용착되고 일부 유리질철재가 생성된다(김권일 2010, 48). 즉 용선이 형성되지 않는 괴련철 제련로 하부에서는 요철이 심한 양상으로 나타날 수 있으나 선철 제련로 하부는 용해로와 마찬가지로 용선이 형성되기 때문에 상대적으로 요철이 적고 슬래그가 고르게 용착될 것으로 예상된다.

5) 시기적·지역적 차이는 있지만 타타라제철의 게라오시(けら押し)에서는 개략적으로 게라(鋸) 20~30%, 즈쿠(銑鐵) 50%, 하가네(鋼) 20~30% 정도가 생산된다.

6) 이는 주로 괴련철 제련에서 나타나는 현상이라 할 수 있고, 용선과정을 거치는 선철 제련로의 하부에는 용해로와 유사한 양상이 나타날 것으로 예상된다.

둘째, 완오리유적에서는 17점의 시료가 분석되었으나 조업의 생산품으로 볼 수 있는 철괴 등은 출토되지 않았다. 다만 〈그림 7〉에서 보는 바와 같이 SEM-EDS 분석을 통해 노벽 시료 WSS-6과 14에서 환원철 입자가 확인되었는데, 조성은 각각 Fe-94.21, C-5.79과 Fe-94.59, C-5.41로 나타났다(이은우 외 2017b). 이는 선철을 생산했던 2019년도 울산쇠부리복원실험 19U-18S와 19U-20의 분석치인 Fe-94.79, C-5.21 및 Fe-93.80, C-6.20(신경환 외 2019)과 유사한 것으로, 탄소 함량이 상당히 높게 나타나 선철이 생산되었을 가능성을 암시하는 결과라 할 수 있다<sup>7)</sup>.

셋째, 유적의 폐기장에서는 무쇠솥과 그 뚜껑이 출토되었는데, 인근의 충주 노계마을 고려시대 야철 유적에서는 3기의 무쇠솥(鐵釜) 매납유구에서 무쇠솥(鐵釜·鐵鼎)과 보습·벗·봉상철기·주조괭이·철검 등 주조철기 중심의 철기 43점이 출토되었다. 유물은 3점의 철부(鐵釜) 내부에 파편 상태로 들어 있거나 솥 바닥 주위에 솥을 지지하도록 매납하고 있어, 보고자는 용해를 통해 무기류 등 다른 철기로 재활용하기 위한 파철(破鐵)로 파악하였다(中原文化財研究院 2010, 190). 이처럼 고려시대 다인철 소로 비정되는 완오리 일대에서는 무쇠솥을 비롯한 다수의 주조철기가 출토되고 있고, 노계마을 야철유적에서는 주조철기 및 그 소재를 생산하기 위한 선철 조업이 있었던 것으로 파악되고 있다.

이상과 같이 충주 완오리 고려시대 제철유적에서는 괴련철과 선철을 생산했을 가능성이 병존(竝存)하는데, 본 발표에서는 유적의 노 벽체에서 나타나는 슬래그 용착양상 및 탄소함량이 높은 환원철의 존재, 유적 및 주변에서 무쇠솥을 포함한 주조철기가 다수 출토되는 정황 등에 주안점을 두어 2호 제철로가 선철 생산을 주목적으로 했을 가능성을 우위에 두고 그 조업방식을 실험매뉴얼 형식으로 제시하고자 한다. 다만 괴련철이나 혼합철괴를 목적으로 했을 가능성도 배제할 수 없기 때문에 이 경우의 노 구조 및 조업방식에 대해서도 간략히 제시하고자 한다. 향후 두 가지 서로 다른 조업 매뉴얼을 적용해 제철복원실험을 실시하여 유적에서 행해졌던 진정한 제철조업이 입증되었으면 한다.

## 2. 선철의 생산

### 1) 원료와 연료의 준비

7) 노 벽체에 용착된 환원철 입자는 당연히게도 용선상태를 거쳤을 것이기 때문에 노 전체의 상황을 보여주는 자료는 아니다. 다만 적극적으로 해석한다면 노 내 분위기가 고온 상태의 탄소과포화 상태였을 가능성을 보여주는 것으로 볼 수도 있다.

## (1) 원료

본 유적 제철로에서 사용된 원료는 명확하다. 1호 구와 2호 노에서 각 1점, 출토 위치가 불명확한 3점 등 모두 5점의 철광석이 검출되었으며 크기는 4~17cm이다. 금속 분석을 실시한 결과, 철광석의 품위는 3점이 40% 이상, 2점이 60% 이상으로 대체로 높게 나타났으며, 이는 맥석 및 철광석의 주 구성광물과 함께 대소원면 일원 제철유적에서 출토되는 철광석과 같은 양상이다. 한편 WSS-18 시료에서는 환원과정에서 나타나는 철산화물인 뷔스타이트(Wüstite)와 함께 조직에서도 반환원상태의 미세조직과 다수의 균열이 확인되어(이은우 외 2017b, 104~105) 배소처리가 된 것으로 볼 수 있다.

최근까지 국내에서 철광석 채광조업이 이루어지고 있는 곳으로는 강원도 양양의 대한광물(주)와 정선의 한덕철광(주)·신예미광산 등이 있다. 이곳 산출의 광석은 중원문화재연구원·국립중원문화재연구소·울산쇠부리복원사업단 등의 복원실험에 사용된 바 있으며, 구매 시 3cm 내외 크기가 대부분이고 4mm 이하 크기의 분광도 포함되어 있다. 구매한 광석은 물로 깨끗하게 세척해 표면의 광석 분진과 황(S) 등의 이물질을 제거해야 한다. 건조시킨 후 육안관찰을 통해 수선편(手選法)으로 선광하며, 만약 괴광만 사용하고자 한다면 채로 쳐 분광을 가려내야 한다.

세척과 선광을 거친 광석은 배소<sup>8)</sup>과정을 거치게 되는데, 금속공학적으로 배소는 800°C 전후에서 5~8시간 자연풍으로 소결시키면 그 목적을 달성할 수 있으므로, 목탄과 장작 등의 연료를 이용해 이에 맞추어 배소한다. 이와 관련해 유적에서는 배소 시설이 가능성이 있는 소성유구 1기가 확인되었다. 유구는 지름 142cm의 원형이며, 잔존깊이는 최대 70cm이다. 평평한 바닥면 전체에 숯이 깔려 있고 불게 소결된 흔적이 남아 있어 배소유구일 가능성이 있다. 따라서 실험에서 배소를 하고자 한다면 이 유구를 모델로 할 수 있는데, 조업 당시보다 지형이 삭평되었다는 점을 감안한다면 지름 150cm, 깊이 80cm의 수혈을 굴착해 그대로 사용하거나 바닥과 벽면에 점토를 발라 배소로를 조성할 수 있다. 배소된 광석은 수거해 숯 등의 이물질을 제거한 다음 5kg 혹은 10kg 등의 단위로 자루에 담아 준비한다.

한편 유적에서 검출된 슬래그에 대한 금속분석에서 산화칼슘(CaO)은 1~3%대로 형성되어 있는데, 철광석의 산화칼슘 함량이 이에 못 미치는 점으로 보아 원료 철광석의 용융부산물로서는 증가량이 높다. 하지만 노벽의 산화칼슘 함량이 0.4~0.8wt%이

8) 지금까지 조사된 많은 제철유적에서 배소로로 추정되는 유구들이 조사되기도 하고, 금속학적 분석에서 가열에 의해 내부가 균열되거나 그 공극 사이로 침탄이 이루어진 철광석이 파악되어 고대부터 철광석의 제련에 앞서 배소가 이루어지고 있었다는 사실이 확인되었다. 배소의 목적은 광석 조직 내의 화합수(결정수)와 유해물질을 제거하고, 조직 내 미세한 균열(crack)을 일으키게 해 광석의 파쇄를 용이하게 하며 무게를 줄여 운송을 원활히 하는 기능도 했던 것으로 판단되고 있다(김권일 2020).



고 산화칼슘을 포함한 알칼리 성분으로 이루어진 목탄재 등에 의한 영향을 고려할 때 석회 등의 첨가제는 사용되지 않았을 가능성이 높은 것으로 판단되었다(이은우 외 2017b, 104).

## (2) 연료

연료는 어떤 것이 사용되었는지 알 수 있는 자료가 없지만 고대~중세 우리나라에서는 철 제련에 목탄이 사용되었으므로 목탄으로 봐도 좋을 것이다. 2호 구상유구에서 곡탄이 검출되었고 소성유구 바닥에도 목탄이 깔려 있는 점은 이러한 정황을 뒷받침한다. 현재 각 지역마다 다양한 목탄이 생산·판매되고 있으므로 이를 구매해 실험에 사용하면 된다. 본 유적에서 출토된 목탄에 대해 수종분석은 이루어지지 않았다. 우리나라의 경우 벌채 등으로 인한 고갈이 심해 삼국~조선시대로 내려오면서 목탄의 주종(主種)이 참나무류에서 소나무류로 이동하는 경향이 있다(강애경 2001, 8). 하지만 본 유적에서 직선거리 약 680m의 고려시대 노계마을유적(본리 324-1)에서 출토된 탄화목재와 목재 각 1점은 모두 상수리나무류로 식별되었다(강환구 2015). 또한 삼국시대 유적이기는 하지만 직선 약 6.15km 거리의 칠금동 392-5번지 제철유적 수혈 및 소성유구에서 출토된 14점의 탄화목재 중 13점은 상수리나무류로, 1점은 굴피나무로 식별되었고(한규성 외 2018), 제련로 지하구조에서 검출된 2점의 탄화목재 역시 상수리나무류로 밝혀졌다(송지애 2018). 따라서 고려시대까지 이 일대에서는 풍부한 산림환경 덕분에 대부분의 제철조업에 상수리나무를 포함한 참나무속 재질의 목탄이 사용된 것으로 볼 수 있다.

제철복원실험에 사용되는 목탄은 크기에 따라 대·중·소로 구분해서 사용하는데, 정해진 기준은 없지만 울산쇠부리복원사업단 실험에서는 대체로 대탄-15cm 이상, 중탄-10cm 내외, 소탄-5cm 내외로 구분해 사용하고 있다(이남규 외 2018b·2019). 하지만 이는 원 목탄을 종방향으로 4등분해 자른 것을 길이로 구분한 것으로, 울산 방리야철지 등에서 지름 5cm 정도의 목탄이 검출된 양상과 일치하지는 않는다. 원하는 크기의 목탄을 직접 생산하거나 공장에 주문해 구매할 수 있다면 좋겠지만 현실적으로 쉽지 않다.

지금까지 제철복원실험을 통해 대탄은 산소 및 화기를 잘 돌게 해 노의 온도를 높이는 데 유리하고 장입물의 하강속도가 빨라지는 반면, 소탄은 반대로 장입물의 하강속도를 느리게 하고 온도가 쉽게 올라가지 않는다는 점이 확인되었다. 사업단이나 연구소에서 축조한 실험로는 직경 80~120cm의 대형이었지만 본 유적 제련로는 너비가 60cm로 비교적 좁기 때문에 대탄보다는 중탄과 소탄을 많이 사용하는 것이 적절할 것

으로 판단된다.

## 2) 원료와 연료의 장입

본 유적 2호 제철로를 모델로 복원실험이 실시된다면, 실험로의 한 변이 80cm, 높이를 220cm로 했던 울산쇠부리복원사업단의 4차 실험이 노의 형태와 규모에서 가장 유사하다. 따라서, 이와 대조해 원료·연료의 장입량과 시간 등을 예상해 본다면 다음과 같다. 먼저 철광석은 250kg을 장입량으로 설정하고, 실험 시 조업환경에 따라 가감한다<sup>9)</sup>. 원료 광석과 연료 목탄의 장입 비율은 선철 생산을 목표로 했던 울산쇠부리복원사업단의 2018년·2019년 실험 사례로 보아 광석 장입 개시 후 기준 1/2, 목탄 총량 기준 1/3.5~1/4.0이 적절할 것으로 추산된다. 최초 노를 예열하기 위해 목탄을 만장입 할 때는 대탄을 중심으로 하며 광석 장입이 개시된 후부터는 중탄과 소탄을 번갈아 사용하고, 노의 온도가 하락할 때 산발적으로 대탄을 사용하는 등 장입량을 조절하는 것이 바람직하다. 노의 규모로 보아 초기 예열용 만장입 목탄과 광석 장입 개시 후 장입량은 각각 500kg 정도가 소요될 것으로 예상된다. 그렇다면 실험에는 전체 1,000kg의 목탄이 소요될 것으로 판단되며, 이 외 노의 건조와 배소 등에 추가적인 소요가 있을 것이다.

최초 만장입 후 가열된 노의 내부 평균온도가 1,250~1,300°C를 안정적으로 유지할 때 철광석을 장입하기 시작하며, 광석 장입 후부터는 광석 무게 2배수의 목탄을 장입해 1/2의 비율을 유지하도록 한다. 장입된 목탄이 노 상단에서부터 20~30cm 하강했을 때 다음 회차의 광석을 장입한다면 광석과 목탄의 장입 간격은 평균 10~15분이 될 것으로 예상된다. 광석과 목탄의 장입시간은 5~6시간이 될 것으로 추산되며, 광석 장입 개시 약 6시간 후 선철의 출탕이 가능할 것으로 예상된다.

## 3) 송풍 및 온도 관리

앞에서 언급한 바와 같이 송풍에는 발풀무가 사용되었을 것으로 판단되며, 직경 15cm 정도의 도제 송풍관 하나를 노 내부로 관입해 송풍하였다. 이처럼 대구경에 가까운 송풍관 하나를 통해 송풍하는 것은 우리나라 고대 철 제련조업의 일반적인 방식이다. 이는 김제 장흥리 은곡제철유적이거나 일본 타타라제철의 상자형로와 같이 작은 송풍관을 여러 개 관입해 송풍하는 것과는 차이가 있는 방식으로, 노 내에 송풍을 골고루 분산시키지 못한다는 단점이 있다. 다만 고대 원통형 제련로와 달리 완오리 2호

9) 실험의 목적을 선철의 연속 출탕으로 설정한다면 250kg의 철광석으로 충분히 달성할 수 있다.

제련로는 앞뒤로 긴 형태라는 점에서 이러한 송풍의 분산효과를 높일 가능성도 있다. 하지만 장입물의 걸림(hanging) 현상 발생 시 오히려 배재구 쪽으로는 바람을 거의 보낼 수 없는 단점이 될 수도 있다. 이러한 점 역시 제련복원실험을 통한 확인되어야 할 문제이다.

실험에서는 앞에서 추산한 바와 같이 길이 200cm, 너비 40cm 크기의 발풀무를 사용하며, 폭이 비교적 좁은 편이므로 한쪽에 2명씩 4명이 한조가 되어 풀무질을 한다. 풀무질은 최소 3개 이상의 조를 편성·운영하도록 한다. 다만 지금까지의 실험으로 보아 인력을 이용한 풀무의 운용은 노동력·비용 등에서 쉽지 않은 작업임이 확인되었으므로, 송풍량을 조절할 수 있다면 기계송풍과 겸용하거나 기계송풍만을 사용하는 것도 가능하다. 송풍관은 앞서의 실험들에서 생산·사용된 바 있는 도제 송풍관을 사용하면 되는데, 그 제작방법에 대해서는 연구소의 1차 실험(한지선 외 2015, 41~42)과 연구단의 1차 실험(이남규 외 2017, 40~45) 보고서에 상세히 소개되어 있다.

노벽과 풀무자리의 거리 및 각도를 감안한다면 노 벽체 및 보강벽 관입부에 2개, 풀무와의 연결부에 1개 등 3개가 사용되었을 것으로 판단된다. 관입 단부의 형태가 좁아지는지 넓어지는지는 알 수 없지만 잔존한 양상으로 보아 약간 좁아지는 것으로 상정해 볼 수 있으며, 노벽 내측으로 너무 많이 관입되면 평면적 특성상 뒷벽에 송풍이 못 미치는 공간이 커지는 문제가 발생하므로 과도하게 관입되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

노 내부의 온도는 파악하기 어렵지만, 탄소량이 충분하고 송풍이 잘 이루어진다면 철은 탄소량 4.3%C에서 비교적 낮은 온도인 1,170°C 정도의 공정용점에서 용융되어 용선으로 만들어지며 이것이 출탕구를 통해 배출되면 선철이 될 수 있다(신경환 외 2013, 23). 2호 제련로는 송풍관이 관입된 동단벽의 용손이 가장 심한데, 이는 곧 송풍관 부분의 온도가 가장 높았음을 의미한다. 따라서 상부에서부터 환원이 진행된 광석이 송풍관 높이까지 침강하면서 환원을 완료하고, 이후 배재구 쪽으로 밀려나면서 침탄이 일어났을 가능성이 있다. 선철을 생산했던 2018년과 2019년 울산쇠부리복원 실험에서의 광석 장입 후 안정온도가 각각 평균 1,258°C · 1,219°C였고(이남규 외 2018b · 2019), 역시 선철 목적의 중원문화재연구원 실험에서는 노 내 온도가 1,270~1,350°C를 유지했다(조록주 외 2014). 하지만 이러한 사례 모두 선철을 생산하기는 하였으나 유동성이 부족해 충분히 유출시키지 못했던 점을 감안한다면, 선철 생산에 있어 온도가 높은 것이 마냥 유리하지는 않은 것으로 생각 된다<sup>10)</sup>.

노 내부의 온도를 기록하기 위해 고정식 온도계와 이동식 온도계를 사용하는데, 고

10) 이론적으로는 1,170°C의 온도에서 철광석을 용융·환원시켜 선철을 생산할 수 있으나 노 내부의 온도가 고르지 않고 다양한 노 내 환경이 형성될 수 있다는 점을 감안하면 기본적으로 1,300°C에 가까운 평균온도가 필요했을 것으로 판단된다.

정식은 노벽의 하부·중부·상부로 구분해 설치하고 특히 하부에는 최소 2개 이상을 설치해 위치에 따른 온도의 변화를 감지할 수 있어야 한다. 온도는 앞에서 기술한 바와 같이 평균 1,300℃에 가깝게 유지할 수 있도록 하고, 필요 시 송풍량과 목탄의 크기 변경을 통해 상승·하락을 조정할 수 있도록 한다. 송풍은 마지막에 장입한 광석이 선철로 완전히 배출될 때까지 지속해야 한다.

#### 4) 생산품

본 절에서는 충주 완오리 고려시대 2호 제철로를 선철 생산용으로 상정하였으므로 생산품은 당연히 용선상태를 거친 선철이다. 선철은 용선상태에서 노 외부로 유출되어 냉각되는데, 이러한 조업방식은 조선후기 울산쇠부리와 관련된 민속자료에서 볼 수 있듯이 일정기간 반복적으로 유출시킬 수 있기 때문에 생산성이 매우 높다. 선철은 울산쇠부리의 판장쇠바탕과 같은 틀에 흘려보내거나 배재구(排滓口) 앞을 오목하게 조성해 용선을 흘려 굳히면 된다(그림 8 참조). 이는 곧 주조철기 소재가 되므로 선철 판장쇠(鐵鋌)라 할 수 있으며, 너무 두텁지만 얇으면 망치 등을 이용해 쉽게 파쇄할 수 있기 때문에 규격에 큰 제한은 없는 것으로 볼 수 있다.



〈그림 8〉 2019년 울산쇠부리복원실험의 선철 출탕 방식(좌-판장쇠바탕, 우-오목한 구덩이)

조선시대 이전에 판장쇠바탕이나 이와 유사한 기능을 했던 것으로 볼 수 있는 증거가 없으므로, 실험에서는 배재구 앞을 오목하게 조성해 흘려보내는 것으로 설계해도 무난할 것으로 사료된다. 2019년 울산쇠부리복원실험에서 확인된 바와 같이 유출 과정에서 슬래그와 선철의 분리가 다소 용이하지 않거나 바닥에 흙이나 모래가 용착된다고 해도 쉽게 분리 및 제거할 수 있다. 만약 유적에서 이처럼 선철의 반복생산이

가능했다면 이전 시기 원통형로에서 그 형태가 바뀐 이유가 설명될 것이며, 이는 제철기술의 발전에 한 획을 긋는 중요한 계기로 평가될 수 있다. 이렇게 생산된 선철은 용해공정으로 넘어가 주조철기의 소재로 사용되거나<sup>11)</sup> 강재(鋼材)로 탈탄시켜 단야공정으로 이어질 수 있다.

### 3. 괴련철의 생산

괴련철 생산을 목적으로 할 경우 용선을 형성하거나 침탄을 시킬 필요가 없으므로, 본 절에서는 노의 높이를 150cm로 상정하고 그 조업매뉴얼을 제시하고자 한다<sup>12)</sup>. 원료와 연료, 송풍방식은 선철 생산을 목적으로 할 경우와 동일하다.

#### 1) 원료와 연료의 장입

앞서 선철 제련실험 매뉴얼에서는 용융선철의 연속유출을 전제로 철광석 장입량을 250kg로 하였다. 하지만 괴련철의 생산은 노 하부에 철괴가 누적(累積)되면 냉각 후 노 앞벽 혹은 배재구를 열어 수거하는 방식이므로 광석 장입량을 줄여야 적절한 크기의 철괴를 수습할 수 있다. 지금까지의 주요 괴련철 생산실험은 노의 규모가 대형이고 철광석 장입량도 과다한 측면이 있었다. 이로 인해 노 내부에 과대한 양의 철괴가 생성되어 이를 수습하고 파쇄·정리하는데 상당한 어려움을 겪은 바 있다. 더 큰 문제는 생산품을 수습하기 위해 노 벽체의 대부분을 해체함으로 인해 유적에서 확인되는 노벽 재사용 양상을 제대로 구현해 내지 못했다는 점이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 본 매뉴얼에서는 적절한 크기의 노 내 생성물(20~30kg)을 목표로 철광석 장입량을 100kg으로 제한하고자 한다. 이를 통해 조업 후 배재구만을 개방해 생성물을 수습하고 배재구와 노 벽체 내면만을 보수해 재사용하는 것을 목표로 한다.

이와 연동해 목탄의 양도 크게 줄여야 한다. 앞서 선철 생산 매뉴얼에서는 광석 장입 후의 목탄 장입량을 광석의 2배로 하였으나 괴련철 생산에서는 광석 장입량을 넘지 않도록 한다. 노의 높이가 225cm에서 150cm로 줄었으므로 만장입 목탄량은 300~350kg이 될 것으로 추산되며, 광석 장입 후부터는 광석과 같은 양을 장입한다. 선철 생산과 마찬가지로 최초 만장입 시는 대탄을 주로 사용하고 이후 중탄을, 조업

11) 고대의 용해공정에 대해서는 필자 등이 기 제시한 논고(김권일·강성귀 2019)를 참조할 수 있다.

12) 국립중앙문화재연구소의 1차 실험이 본 발표에서 제시하는 괴련철 생산매뉴얼과 가장 유사한 실험이었는데, 당시 노의 내경은 80cm, 높이는 140cm이고 220kg의 괴광을 장입해 괴련철을 생산하는데 성공하였다.

마지막 단계에는 소탄을 주로 사용한다. 물론 급격한 온도의 변화나 노 내 분위기 조절이 필요할 경우 적절한 크기의 목탄으로 변경해 장입한다<sup>13)</sup>.

광석과 목탄의 장입 간격은 평균 10~15분 정도로 하고 1회 장입량은 5~15kg으로 하며, 앞서의 실험들을 참고한다면 광석의 총 장입시간은 4~6시간이 소요될 것으로 예상된다.

## 2) 온도 관리

송풍은 선철 생산 매뉴얼과 같은 크기의 발풍무와 인원을 동원하며, 마찬가지로 송풍량 조절 전제 하에 기계송풍을 할 수 있다. 온도 계측 역시 동일하게 실시하며, 다만 온도는 선철 생산에서처럼 높을 필요는 없다. 괴련철을 생산하는 저온고체환원법은 철광석·사철 등의 원광에 온도를 올려 환원을 시키면 광석은 약 450~800°C에서 적철광인  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 와 갈철광인  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 가 환원되기 시작하여 자철광인  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 와 일산화철인  $\text{FeO}$ 로 환원되고, 송풍을 통해 산소분자  $\text{O}_2$ 가 공급되어 온도가 1,000°C 이상으로 올라가게 되면 고체 상태인  $\text{FeO}$ 는 순수한 금속철인  $\text{Fe}$ 로 환원된다. 다만 고대 혹은 전통 방식의 철 제련에서는 변수가 많아 열량 계산을 정확히 할 수 없기 때문에(김수기 2019), 안정적인 광석의 환원을 위해서는 1,100°C 이상의 온도가 지속될 수 있도록 해야 한다<sup>14)</sup>. 광석 장입 종료 후 곧바로 송풍을 중단하면 종반기에 장입된 광석이 충분히 환원되지 못하거나 환원된 생성물에 침탄이 발생할 수 있으므로, 3~5시간 송풍을 지속해 산소를 충분히 공급하도록 한다.

## 3) 생산품의 수습

지금까지의 실험에서는 마지막 광석 장입 후 일정 시간 송풍을 지속하고 자연 소화가 된 다음 노의 배재구를 포함한 앞 벽을 열어 생성물을 수습하였다. 하지만 앞에서 언급한 바와 같이 장입된 광석이 적게는 217kg에서 많게는 720kg까지 그 양이 막대하였다. 따라서 생성된 노 하부의 형성물 역시 그 크기와 무게가 과대하여 이를 수습하기 위해 노의 앞 벽을 모두 허물어야 했고 수습된 철괴는 전기드릴 등의 현대적 공구를 사용해야만 파쇄가 가능하였다.

본 발표자는 이 부분에 대한 문제인식 하에 그 방안을 제시하고자 한다. 먼저 본

---

13) 예를 들어 장입물의 침강이 너무 빠르다면 소탄을 넣어 이를 둔화시키고 너무 늦다면 대탄을 장입해 침강을 촉진시킨다. 노의 온도가 하락하면 대탄을 장입해 온도를 상승시키고 반대의 경우 소탄을 장입해 온도를 안정화시키는 것이 바람직하다.

14) 지금까지의 괴련철 생산실험에서는 철광석 장입 후의 평균온도를 1,200°C 내외로 유지하였다.

발표에서 제시하는 괴련철 생산매뉴얼에 따라 광석 장입량을 100kg으로 제한해 생성되는 철괴 역시 20~30kg 정도로 작게 해서 배재구를 통해 꺼낼 수 있도록 하는 것이다. 이 경우 노 앞 벽 전체를 허물지 않고 배재구를 통해 생산물의 수습이 가능하며, 일정 범위의 노 내벽과 배재구를 보수해서 곧바로 조업을 재개할 수 있을 것이다. 이러한 방식이 고대~중세 괴련철 생산방식의 주요한 특징이었을 가능성이 높다.

한편 지금까지는 광석 장입 및 송풍 종료 후 노 내부가 자연소화 되도록 하고 생성물이 냉각되면 수습하였는데, 이러한 자연소화는 노 내 산소의 공급을 차단해 환원된 철이 침탄될 소지가 있다. 따라서 마지막 광석 장입이 환원되었다고 판단되면 곧바로 배재구를 개방해 아직 냉각되지 않은 상태의 생성물을 수습하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

만약 이전 실험과 같이 광석량을 300kg 정도로 한다면 조업 중 50~100kg 장입 후 일정 시간 휴장기(休裝期)를 두어 먼저 장입된 광석의 환원이 완료되어 배재구를 통해 수습되는 시점과 연계해 광석 장입을 재개하는 방법을 검토할 필요가 있다. 이 방법은 점화 후 소화시키지 않고 괴련철 제련을 일정 기간 계속할 수 있는 방법으로 생각되지만, 한 번도 제시되거나 시도해 보지 않은 방식이므로 많은 변수가 따를 것으로 예상된다. 이처럼 노 내부에 형성된 20~30kg의 철괴는 배재구를 통해 수습한 후 파쇄 및 선별을 통해 다음 공정인 단야 공정<sup>15)</sup>으로 넘어간다. 이상 완오리 2호 제철로의 구조와 조업방식을 검토한 실험매뉴얼을 표로 나타내면 <표 4>와 같다.

---

15) 후속공정인 단야에 대해서는 본 발표자 등이 제시한 논고(김권일 2017, 김권일 외 2019)를 참조할 수 있다.

〈표 4〉 실험 매뉴얼

구분		선철 생산	괴련철 생산	비 고
노 규모 (내경 기준; 단위 cm)	길이	90		점토와 석재로 구축
	너비	60		노벽 보강시설
	높이	225	150	노 바닥(爐床)에서부터
송풍시설	풀무	길이 200cm, 너비 60cm		판재 발풀무
	송풍관	도제 송풍관-직관 3개		한쪽 단부 약간 좁아짐
광석 장입량(kg)		250	100	2~3cm 분광
목탄 장입량(kg)		500/500	300/100	광석 장입 전/후
광석/목탄 장입 비율		1/2	1/1	광석 장입 개시 후의 비율
평균 온도(℃)		1,250	1,150	광석 장입 개시 후부터의 온도 평균
철재 배출 시작		-	광석 장입 3~5시간 후부터	
선철 출탕 시작		광석 장입 6시간 후부터	-	
생산품	생산량(kg)	75	25	목표치
	회수율(%)	30	25	

#### 4. 실험 기록

지금까지 대부분의 철 제련복원실험에서 행해왔던 것처럼 실험과정에서의 다양한 생성물에 대해서는 금속학적 분석이 필요하다. 원료인 철광석에서부터 시간대별 유출재와 선철, 노 바닥과 벽체에 용착된 슬래그 등 다양한 시료를 채취하여 분석해야 한다. 미세조직 분석과 더불어 정성분석과 정량분석을 반드시 실시해 유적 출토 시료나 다른 실험의 시료에 대한 분석과 비교 검토할 수 있도록 해야 한다<sup>16)</sup>. 또한 최대한 객관적인 자료의 확보를 위해 금속분석 시료와 주요 생성물에 대해서는 관찰기록표를 작성하도록 한다(그림 9 참조).

2020년 아주대학교 도구박물관 제철복원실험 생성물 관찰표												
수습상황	명칭				번호 (NO)				분석	항목	매달	습액
	위치				일시					매크로		
시료기호	현미경	규격	길이	cm	외면	색조	내면	단면		현미경		
	화 학		너비	cm						경도		
	방사화		두께	cm						CMA		
생성물종류			무게	kg	자성			SEM/EDX		화학		
								내화도	칼로리			
분석 유무			부피	cm <sup>3</sup>	매달도			X선				
관찰 의견												
분석 의견												
비고 (최종 판정)												
사진												

〈그림 9〉 관찰기록표 예시(東山信治 2005 참고)

한편 실험 후에는 노 벽체와 바닥면(爐床), 송풍관의 상태 등에 대해서도 면밀히 관

16) 제철유물의 금속학적 분석에 대한 문제점과 그 해결방안에 대해서는 발표자의 전고(前考)에서 비교적 상세하게 서술한 바 있다(김권일·이남규 2016).



찰하고 기록해야 한다. 최근의 제철유적 발굴보고서가 그 기준이 될 수 있는데, 가능하면 실험로에 대한 실측이나 3D스캔 자료를 남겨 발굴유구와 비교할 수 있도록 하고 다양한 원색사진을 보고서에 수록하도록 한다.

이 외 실험보고서에는 실험의 목적과 경과, 실험로의 구조 및 조업매뉴얼의 설계과정, 업무의 분장, 원료·연료의 장입량, 온도의 변화, 생산품 수습 등의 실험과정 전반과 실험단의 고찰이 기본적으로 기술되어야 하며, 생산품 활용계획·자문위원 의견 등도 수록한다.

## V. 맺음말

충주 완오리 일대는 울산 달천광산과 함께 우리나라 최대의 철산지로 알려져 왔고, 15개소 이상의 발굴유적과 60개소 이상의 지표조사 유적이 산포한다. 『日本書紀』에 의하면 백제의 근초고왕이 왜의 사신 니하야(爾波移)에게 철정 40매를 하사했다는 기록이 있는데<sup>17)</sup>, 이와 관련해 충주 탄금대토성 수조유구에서 출토된 봉상철정 40매는 시사하는 바가 크다. 즉 이 기록은 근초고왕이 하사한 철정이 충주지역에서 생산된 것일 가능성이 높음을 의미하는 것이다. 같은 기록 백제에서 칠지도(七枝刀)를 하사했다는 내용과 백제 곡나철산(谷那鐵山)에서 철이 난다는 내용<sup>18)</sup>도 눈여겨 볼만하다. 『高麗史』<sup>19)</sup>와 『新增東國輿地勝覽』<sup>20)</sup>은 고려시대 충주에 다인철소(多仁鐵所)가 설치되어 있었음을 전하고 있는데, 본 유적을 포함해 상기한 고려시대 제철유적이 다수 발굴조사된 대소원면이 그 위치로 비정되고 있다.

이처럼 충주지역은 우리나라 제철기술사에서 차지하는 비중이 매우 높은 곳으로, 특히 고려시대 제철기술의 양상을 파악할 수 있는 자료가 집중되어 있다. 본 발표에서 충주 완오리 고려시대 철 제련로의 성격을 논하는 것은 이러한 배경에서 상당한 의미를 부여할 수 있으며, 본 발표에서 제시한 조업방식 가설이 실제 제철복원실험으로 이어져 유적에서의 제철기술을 구명하는데 도움이 되었으면 하는 바람이다.

17) 『日本書紀』卷 第8, 神功皇后 46年條

‘仍以五色綵絹各一疋。及角弓箭。并鐵鋌四十枚。幣爾波移’

18) 『日本書紀』卷 第8, 神功皇后 52年條

‘五十二年秋九月丁卯朔丙子。久氐等從千熊長彥詣之。則獻七枝刀一口。七子鏡一面。及種種重寶。仍啓曰。臣國以西有水。源出自谷那鐵山。其遶七日行之不及。當飲是水。便取是山鐵。以永奉聖朝’

19) 『高麗史』卷56, 志10, 地理1, 楊廣道 忠州牧

‘高宗四十二年 以多仁鐵所人禦蒙兵有功 陞所爲翼安縣’

20) 『新增東國輿地勝覽』卷14, 忠清道 忠州牧 古跡

‘翼安廢縣在州西三十里 本州之多仁鐵所 高麗高宗四十二年 以土人禦蒙兵有功 陞爲縣 仍屬’

## 【참고문헌】

『高麗史』

『新增東國輿地勝覽』

『日本書紀』

강애경, 2001, 「충주 2차 큰골, 뒷골 유적 출토 목탄의 수종」, 『中部內陸高速道路 忠州區間 文化遺蹟 發掘調査 報告書』, 韓國文化財保護財團.

강환구, 2015, 「충주 노계마을 출토 목재 및 숯 수종분석」, 『충주 老鷄마을유적(본리 324-1번지) 발굴조사보고서』, 國立中原文化財研究所.

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

김경호, 2012, 「중원지역 제철로 연구」, 『先史와 古代』36, 韓國古代學會.

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』31, 嶺南考古學會.

김권일, 2010, 「製鐵爐의 類型分析 試論-신라 製鐵文化의 특징과 관련하여」, 『慶州史學』31, 慶州史學會.

김권일, 2012, 「중원지역 제철로의 검토」, 『중원의 제철문화』, 국립중원문화재연구소 개소 5주년 기념 학술대회, 국립중원문화재연구소.

김권일, 2015, 「한국 고려~조선시대의 제철기술」, 울산 쇠부리축제 학술심포지움, 울산쇠부리축제 추진위원회·한국철문화연구회

김권일, 2017, 「고대 큰대장간의 노 구조 및 조업방식 복원 시론-경주 황성동·밀양 임천리 제철유적을 중심으로-」, 『한국고고학보』103, 한국고고학회.

김권일, 2019, 「석축형제철로」, 『韓國考古學專門事典 生産遺蹟篇』, 國立文化財研究所.

김권일, 2020, 『한국 고대 제철기술의 고고학적 연구 -영남지역을 중심으로-』, 학연문화사.

김권일·강성귀, 2019, 「한국 고대 철기 주조유적의 현황과 조업방식 연구 시론」, 『한국고고학보』113, 한국고고학회.

김권일·이남규, 2016, 「제철유물 금속분석의 고고학적 해석 및 활용방안 연구」, 『고문화』88, 한국대학박물관협회.

김권일·이남규·성정용·강성귀, 2019, 「고대 단야공정의 실험고고학적 연구」, 『역사와 담론』89, 湖西史學會.

- 世淵鐵博物館, 2003, 『古代製鐵 復元實驗 報告書』.
- 孫明助, 1998, 「韓半島 中・南部地方 鐵器生産遺蹟의 現狀」, 『嶺南考古學』22, 嶺南考古學會.
- 송지애, 2018, 「3. 충주 칠금동 발굴조사 수습 목재 수종 분석 결과」, 『충주 칠금동 (392-5번지 일대) 제철유적 발굴조사보고서 I』, 국립중앙문화재연구소.
- 신경환·이남규·장경숙·최영민, 2011, 「김제 장흥 은곡 제철유적 출토 제철관련 유물의 금속학적 분석 및 고찰」, 『김제 장흥리 은곡 제철유적』, 대한문화유산연구센터.
- 신경환·이남규·최영민, 2013, 『한국고대 製鍊기술 I』, 금속기술연구소.
- 신경환·김권일·최영민, 2015, 「석축형제철로(石築型製鐵爐)의 조업방식 연구」, 『야외고고학』, 제22호, 한국매장문화재협회.
- 신경환·이재용, 2019, 「부록-2019 울산쇠부리 제철기술 복원실험의 금속학적 분석 및 고찰」, 『2019 울산쇠부리 제철기술 복원실험 연구보고서』, 울산광역시북구문화원·울산쇠부리복원사업단.
- 신종환, 2012, 「조선시대의 제철문화」, 『한반도의 제철유적』, 한국문화재조사연구기관협회.
- 어창선, 2011, 「忠州 製鐵遺蹟의 現況과 性格」, 『先史와 古代』35, 韓國古代學會.
- 尹鍾均, 1998, 「古代 鐵生産에 관한 一考察」, 全南大學校 碩士學位論文.
- 이남규, 2008, 「백제 철기의 생산과 유통에 대한 시론」, 『백제 생산기술의 발달과 유통체계 확대의 정치사회적 함의』, 학연문화사.
- 이남규, 2012, 「고려시대 제철유적 조사 연구의 현황과 철 생산기술」, 『한반도의 제철유적』, 한국문화재조사연구기관협회.
- 이남규·김권일·강성귀, 2016, 『2016년도 울산쇠부리 고대 원형로 복원실험 연구보고서』, 울산쇠부리축제 추진위원회·울산쇠부리 복원사업단.
- 이남규·신경환·김수기·성정용·조대연·김권일·양선아·이은철·최영민, 2017, 『한국 고대 제철기술 복원 연구』I, 전통제철기술연구단 편.
- 이남규·이태우·김권일·이은철·최영민·강성귀, 2018a, 『2017 울산쇠부리 제철기술복원실험 연구보고서』, 울산광역시 북구문화원·울산쇠부리복원사업단.
- 이남규·이태우·이은철·최영민·강성귀, 2018b, 『2018년도 울산쇠부리 제철기술복원실험 연구보고서』, 울산광역시 북구문화원·울산쇠부리 복원사업단.
- 이은우·곽병문·김은지·한영우·박종력, 2017a, 「제현실험을 통한 중원지역 고대 제련-단야기술의 공정별 특성 연구」, 『보존과학회지』33-6, 한국문화재보존과학회.
- 이은우·김은지·곽병문·한영우, 2017b, 「충주 완오리유적 출토 제철관련 시료에 대한 자연과학적 분석」, 『忠州 完五里 遺蹟』, 한국선사문화연구원.

- 정광용, 2008, 「고대 전통제철법의 복원 연구」, 『동아시아 고대 철 문화의 비교』.
- 趙錄柱, 2010, 「中部內陸地域 百濟 鐵 生産 遺蹟의 性格」, 忠北大學校 大學院 碩士學位論文.
- 조록주·김경호·박상현, 2014, 『한국 고대 제철로 복원실험 보고서』, 중원문화재연구원·철박물관.
- 中原文化財研究院, 2010, 『忠州 尖端地方産業團地 進入道路 開設事業部地 內 遺蹟發掘調査 報告書 -老鷄마을 高麗時代 冶鐵遺蹟』.
- 忠州博物館·國立中央科學館, 1998, 『忠州 完五里 冶鐵遺蹟』.
- 최영민, 2015, 「원삼국시대 한반도 중부지역 단야기술에 대한 재검토」, 『고고학』 14-2, 중부고고학회.
- 崔煥珉, 2016, 『古代 韓半島 中部地域의 製鐵技術 研究』, 한신대학교 대학원 한국사학과 박사학위논문.
- 崔炆·류冥器·金賢泰·金裕衡·都正萬, 1991, 「古代 製鐵法の 復元實驗」, 『大韓金屬學會會報』14-4, 大韓金屬學會.
- 崔炆·金裕衡·金秀哲·白鐘鉉·金鐘源·金榮度, 1994, 「五洲衍文長箋散稿에 따른 製鐵復元實驗」, 『韓國傳統科學技術學會誌』1, 韓國傳統科學技術學會.
- 한국과학기술연구원, 1999, 『전통 제철로 복원에 관한 연구』
- 한국선사문화연구원, 2017, 『忠州 完五里 山144-2, 山144-20番地 單獨住宅 新築敷地 內 忠州 完五里 遺蹟』.
- 한규성·서정욱·손병화·정현민, 2018, 「2. 출토 탄화물의 과학적 분석」, 『충주 칠금동(392-5번지 일대) 제철유적 발굴조사보고서 I』, 국립중원문화재연구소.
- 한지선·이은우·김두원·정락현·김태우·김은지·곽병문·한영우, 2017, 『고대 제철기술 복원실험(3·4차) 결과 보고서』, 국립중원문화재연구소.
- 한지선·이은우·김태우·김두원·김은지·곽병문·정락현·홍주현, 2019, 『고대 제철기술 복원실험(5·6차) 결과 보고서』, 국립중원문화재연구소.
- 한지선·이은우·도의철·김두원·정락현·김태우·채미희·김은지·곽병문, 2015, 『고대 제철로 복원실험(1·2차) 결과보고서』, 국립중원문화재연구소.
- 大澤正己, 2011, 「金堤·隱谷製鐵遺跡出土製鐵關聯遺物の金屬學的調査」, 『김제 장흥리 은곡 제철유적』, 대한문화유산연구센터.
- 東山信治, 2005, 「第7章 製鐵關連遺物の考古學的觀察」, 『俣谷鑪跡發掘調査報告書』, 島根縣古代文化センター·島根縣埋藏文化財調査センター.

## [토론문 2]

### 「충주 완오리 고려시대 철 제련로의 구조와 조업방식」 토론문

한지선(국립중앙문화재연구소)

발표자는 국내 제철기술연구의 권위자로 이번 발표를 통해 제련로의 조업방식과 관련하여 그동안 학계에서 고려하지 못했던 다양한 부문에 있어서의 새로운 가능성을 제시해 주었습니다. 토론자도 몇 년간 괴련철, 선철을 생산하는 제련로와 용해로 등을 실험하면서도 아직까지도 풀리지 않는 문제점들이 다수여서 이번 토론을 계기로 한번 더 고민하고 생각의 폭을 확장할 수 있었던 것에 대해 감사의 마음을 전합니다. 완오리 고려시대 제련로의 구조에 대해서는 충분히 공감하는바가 있지만 조업방식에 대해서는 새롭게 제시된 내용이 많고 아직 실험하기 이전인 가설단계이기 때문에 토론에 있어서도 가설에 대한 의문을 제기하는 방식으로 한계가 따릅니다. 궁금한 것을 위주로 몇 가지 질문을 드리겠습니다.

#### 1. 완오리 2호 제련로의 성격 문제

발표자는 완오리 2호 제련로에 대해

- ① 노 벽체 내면이 회청색으로 고르게 경화, 유리질 화
- ② 청회색의 환원염소성 철재가 요철면 없이 고르게 용착, 일부 유리질철제가 생성되는 용해로와 유사(→선철생산도 외부로 유출되는 용선으로 노내 조벽이 상대적으로 요철이 적고 슬래그가 고르게 용착될 것으로 예상)
- ③ 노벽 분석결과, 탄소함량이 상당히 높게 나타난 점
- ④ 유적의 폐기장에서 무쇠솔과 그 뚜껑이 출토된 점

을 들어 선철 생산 가능성을 언급했다. 그러나 위의 4가지 조건은 용해로에서 주로 확인되는 조건이란 점에서 용해로일 가능성이 더 높은 것은 아닐지 설명을 부탁드립니다.

#### 2. 송풍관의 위치

완오리 2호로는 잔존한 관입 부 송풍관이 노의 바닥에서 10cm 밖에 차이가 나지 않는다. 거의 바닥에 붙어 있다는 것인데, 고온을 형성하는 위치가 거의 바닥이라는 의미이다.

- ① 이러한 구조가 철광석의 환원에 유리할 수 있을까
- ② 노가 장방형의 구조로 배재구의 반대편에 송풍관이 설치되는 상황에서 송풍관이

꽃힌 내벽 주위로 고온이 집중될 가능성이 있어 오히려 배재구의 온도가 낮아질 수 있다. 이렇게 되면 용선이나 슬래그 등이 배재구 쪽으로 유출이 원활할 수 있을까

③ 이러한 구조가 확실히 효과가 있다면 삼국시대 곡관형 송풍관도 결국 바닥 가까이 설치되었을까

에 대한 의문이 든다.

### 3. 마지막 장입이 소탄인 이유

‘지금까지 제철복원실험을 통해 대탄은 산소 및 화기를 잘 돌게 해 노의 온도를 높이는 데 유리하고 장입물의 하강속도가 빨라지는 반면, 소탄은 반대로 장입물의 하강속도를 느리게 하고 온도가 쉽게 올라가지 않는다는 점이 확인되었다.’고 하면서 ‘최초 만장입 시는 대탄을 주로 사용하고 이후 중탄을, 조업 마지막 단계에는 소탄을 주로 사용한다.’라고 기술하고 있는데, 이때 마지막에 소탄을 장입하는 이유가 무엇인지 궁금하다.

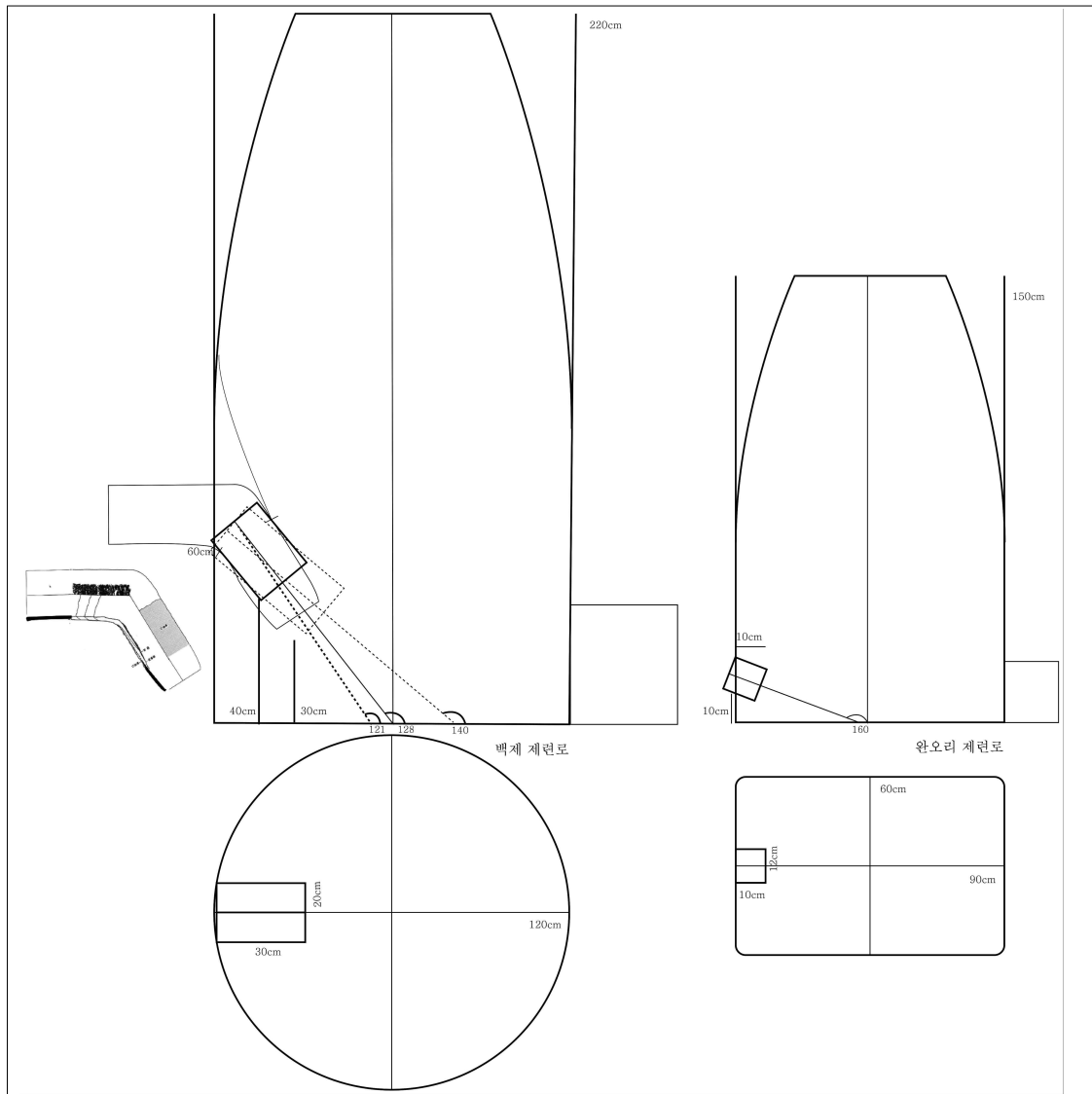
### 4. 철광석의 장입량과 조업 중 생성물 반출 문제

‘① 광석의 장입량을 줄여야 적절한 크기의 철과를 수습할 수 있다거나 광석 장입량을 100kg로 제한해 생성되는 철괴 역시 20-30kg로 작게 해 배재구를 통해 수습할 수 있도록 한다, ② 냉각되지 않는 상태의 생성물을 수습하는 것, 일정 시간 휴장기를 두어 환원 완료된 원료를 수습하는 것과 연계해 다시 광석을 장입하는 조업 등’이 조업상 더 효율적이라는 취지로 언급했다.

먼저 광석의 투입 적정량 문제이다. 1회 장입량도 5~15kg로 하고 100kg로 장입량을 작게 해야 이후 조업에 효율적이라는 점인데 산출기준은 무엇인가.

그리고 ①의 경우 예열만으로 500kg에 육박하는 대탄을 소모해야 함으로 철광석 양 대비 연료의 소비량이 너무 높고, 따라서 ②의 연속조업을 염두한 조업이 좀 더 효율적일 것으로 추정되지만, 이것도 쉽지는 않다.

중원연구소에서도 노를 작게 만들어(내경 60cm) 냉각되지 않는 상태의 생성물을 수습하는 실험을 진행한 적이 있는데, 역시 고열의 목탄 때문에 배재구 앞에서 집계를 넣어 목탄을 헤집고 생성물을 꺼내는 것이 매우 어려웠다(생성물을 찾기도 어렵다). 특히나 완오리 2호로는 장방형으로 대부분 고열을 형성하는 송풍관 하부에 생성물이 생성될 가능성이 높아 중도에 꺼내기에도 너무 깊어서 이러한 조업 가능성은 매우 어려워 보인다.



<그림 1> 백제 제련로와 완오리 제련로 모식도





# '울산쇠부리문화'의 콘텐츠 개발 및 활용사례

정 재 화(울산쇠부리축제 추진위원회)

## - 목 차 -

- I. 머리말
- II. 활용사례
  - 1. 활용사례\_학술콘텐츠
  - 2. 활용사례\_문화예술콘텐츠
  - 3. 활용사례\_문화예술교육콘텐츠
  - 4. 활용사례\_생활문화콘텐츠
- III. 맺음말

## I. 머리말

쇠부리의 사전적 의미는 토철이나 사철, 철광석과 같은 원료를 녹이고 다뤄 가공하는 모든 제철(제련, 주조, 단금, 제강 등)을 일컫는 말이며, '울산쇠부리문화'는 산업도시 울산의 도시 정체성을 반증하는 울산을 대표하는 문화이자 우리나라에서 가장 일찍 개발(기원전 2세기)되고 가장 늦게(2002년)까지 남아있었던 울산을 넘어 한반도를 대표하는 전통제철문화이다. '울산쇠부리문화'를 대표하는 주요한 역사문화유산을 요약하면 한반도에서 고고학적으로 발굴·조사된 유일한 고대 채광유적이자 우리나라 최초의 철산지인 '달천철장'(울산광역시 지정기념물 40호)과 '대안동 쇠부리터', '중산동 고분군', '중산동 취락유적' 등의 울산쇠부리 유적, 쇠부리업에서 불매(풀무)를 밟던 불매꾼들에 의해 불려 졌던 노동요 '울산쇠부리소리'(울산광역시 무형문화재 7호) 그리고 1920년대 이후 그 명맥이 끊어졌으나 2016년부터 복원이 추진되고 있는 울산쇠부리기술과 조선 중기 울산쇠부리기술을 발명한(1659) 구충당 이의립(1621~1694) 등 유적, 유물, 전통기술, 연희, 인물 등의 유·무형의 복합제철문화가 전해지고 있다.

지역의 고유한 문화를 발굴하고 이를 보존·육성하는 것이 지역문화진흥의 핵심이고, 이를 '과거'의 문화적 자산으로 보존하는 것에서 그치지 않고 '오늘'의 문화로 재해석하는 것이 지역문화진흥의 가치라면 산업도시 울산의 도시 정체성에 부합하는 '울산

쇠부리문화' 역시 '지금', '이곳'에 터를 밟고 사는 지역 주민들에 의해 향유되는 문화로 치환되어야 할 것이다. 본 발제는 지역예술가와 문화예술분야 활동가 그리고 지역 주민들에 의해 원천콘텐츠인 '울산쇠부리문화'를 근간으로 한 학술, 문화예술, 문화예술교육 그리고 주민주도형 생활문화콘텐츠의 현황을 소개하고 당면한 과제와 그 해결책에 관하여 논하고자 한다.

## II. 활용사례

### 1. 활용사례\_학술콘텐츠

'울산쇠부리문화'는 무엇인가? 무엇이래 개념화할 수 있는가? 라는 질문에 대한 답은 다양한 방면에서 해석되고, 찾을 수 있을 것이다. 지역의 제철 유적에 대한 발굴조사가 이루어졌음에도 2000년대 이전까지 변변한 박물관(울산박물관은 2011년 6월에야 개관하였다)조차 없었던 지역의 현실에 비추어 보더라도 '울산쇠부리문화'에 대한 학술적 접근은 적어도 지역 내에서는 거의 없었다고 해도 과언이 아닐 것이다. 지역을 대표하는 문화에 대한 역사적 이해와 이를 개념화하고 구성원들과 공유하는 것은 반드시 전제되어야 한다고 보았기에 우선, 고대 제철 분야의 저명한 학자와 오로지 열정으로 자신의 삶을 온전히 희생한 장인 그리고 지역 주민들로 구성된 거버넌스를 구성하여 학술적 접근을 시도하였다. 이를 통해 쇠부리는 무엇이고 울산쇠부리는 또 무엇인가, 쇠는 어떻게 만들어 지는가 등등의 가장 기초적인 질문에서부터 '울산쇠부리문화'의 개념과 범주, 역사적 의미, 전통문화로서의 가치에 대한 답을 찾으려 노력하였다. 지역문화를 대표하는 원천콘텐츠에 대한 질문에 답을 구하기 위한 구체적 콘텐츠로 2013년부터 매년 개최되고 있는 학술심포지엄 '철을 말하다'와 단절된 제철기술인 '울산쇠부리 제철기술 복원사업'을 2016년부터 다섯 차례 기획·운영하였다.

학술심포지엄 '철을 말하다'는 국내 고대제철분야 학자들의 연구단체인 '한국철문화연구회'의 도움이 절대적이었다. '한국철문화연구회'와 울산쇠부리축제 추진위원회가 공동주관하여 한반도 고대제철문화의 이해(2013), 울산쇠부리의 개념과 조업방식(2014), 중·근세 세계사속의 철문화(2015)등 한반도를 비롯한 동아시아 제철문화에 대한 이해와 울산쇠부리의 고고학적 가치에 대한 연구와 더불어 '달천철장', '울산쇠부리소리', '구충당 이익립' 등 지역의 제철문화와 관련한 유·무형문화에 대한 고찰 및 콘텐츠 개발 가능성을 주제로 기획되었다.

<표 1> '울산쇠부리문화' 활용사례 \_ 학술심포지엄

연도	콘텐츠	주 제
2007	쇠부리 국제학술심포지엄	한·중·일 고대 야철사
2009	쇠부리두드리 특강 및 좌담회	권병택 박사 초청 강연 및 좌담회
2013	학술심포지엄_철을 말하다	울산의 쇠부리 문화
2014	학술심포지엄_철을 말하다	조선시대 울산쇠부리의 조업방식
2014	울산쇠부리축제 심포지엄	걸어온 10th 다가올 10th
2015	국제학술심포지엄_철을 말하다	중·근세 세계사속의 철
2016	학술심포지엄_철을 말하다	'울산쇠부리문화' 콘텐츠 개발 및 활용방안
2017	학술심포지엄_철을 말하다	울산쇠부리와 달천광산의 문화콘텐츠 활용방안
2018	학술심포지엄_철을 말하다	울산쇠부리소리
2019	학술심포지엄_철을 말하다	구충당 이의립 선생과 울산쇠부리

구충당 이의립에 의해 발명되어 1920년대까지 전해지던 울산쇠부리 기술은 근대 제철기술의 유입으로 전통제철산업의 쇠락과 울산쇠부리 기술에 대한 기록은 물론 조업에 참여했던 쇠부리꾼들에 대한 연구와 조사도 이루지지 않아 그 명맥이 끊어졌다고 보는 것이 타당할 것이다. 이에 북구문화원을 중심으로 쇠부리기술을 복원하고자 하는 의지와 노력으로 2005년과 2008년 울산주물공업 관계자에 의해 쇠부리기술 재현이 시도되었고, 2009년부터 2015년까지 여주의 이은철 야철장을 초청하여 쇠부리 기술 재현을 진행하였다. 그러나 이는 울산의 독창적인 제철기술인 울산쇠부리 기술을 복원하고자 하는 시도라고 볼 수는 없으며 무엇보다도 학술적 접근이 뒷받침되지 않은 재현 행사에 그쳤다.

지역의 고유한 제철기술인 울산쇠부리 기술 복원에 대한 학술적, 기술적 이해가 전무한 상황에서 복원은 요원한 것이었다. 이를 극복하기 위하여 2016년부터 당시 고대 제철기술 복원사업을 추진하고 있던 한국철문화연구회의 연구진과 장인 그리고 울산 쇠부리소리보존회를 중심으로 한 지역주민들로 구성된 거버넌스인 ‘울산쇠부리복원사업단’을 구성(연구원(4인), 연구보조원(2인), 자문위원(14인), 실험지원(5인), 실험참여(48인), 행정지원(6인), 기록사진(6인)으로 구성. 2016)하여 ‘울산쇠부리 제철기술 복원사업’을 추진하게 된다. ‘울산쇠부리 제철기술 복원사업’의 목적은 우선, 명맥이 끊어진 울산쇠부리 기술과 울산쇠부리가마 복원 및 조업 매뉴얼을 표준화하고, 학자와 장인의 전통제철분야의 학술적, 기술적 지식을 지역주민과 공유하여 향후 지역 주민 스스로 울산쇠부리 기술을 전승할 수 있는 토대를 마련하고자 하는 것이다. 아울러 한국철문화연구회, 국립중앙문화재연구소, 음성 철박물관 등과 같은 연구단체와의 교류를 통해 울산쇠부리의 역사적 가치를 널리 알리는 계기를 마련하고자 하는 것이다.

<표 2> '울산쇠부리문화' 활용사례 \_ 울산쇠부리복원사업

연도	콘텐츠	내 용
2005	고대야철재현작업	·상한시대 야로의 복원을 통한 쇠부리작업 재현_울산주물공업 ·기술자문-이광학 교수(울산대), 포스코
2008	전통제철복원	·고대 야철 재현 행사_울산주물공업 ·기술자문-이광학 교수(울산대), 포스코
2009 ~ 2015	쇠부리 야철로 재현	·이은철 야철장(여주)을 초청하여 쇠부리 야철로 재현 및 체험
2016	울산쇠부리복원사업	·울산쇠부리 고대 원형로 복원실험(1차)_괴련철 생산 ·정련·단련·성형 단야 작업을 통해 낫과 창을 생산함
2017	울산쇠부리복원사업	·울산쇠부리 고대 원형로 복원실험(2차)_괴련철 생산 ·정련·단련·성형 단야 작업을 통해 유자이기, 인수 등을 제작 ·울산쇠부리 방형로 복원실험(3차)_분광을 원료로 선철 생산
2018	울산쇠부리복원사업	·울산쇠부리 제철기술 복원실험(4차) ·방형 제련로를 축소하여 분광(4mm이하)을 원료로 선철 생산
2019	울산쇠부리복원사업	·울산쇠부리 제철기술 복원실험(5차) ·울산쇠부리가마를 축소하여 분광(4mm이하)을 원료로 선철 생산

## 2. 활용사례 \_ 문화예술콘텐츠

지난해 12월 26일, 쇠부리업에서 불매(풀무)를 밟던 불매꾼들이 풍철을 기원하고 고된 노동의 시름을 달래기 위해 불렀던 ‘울산쇠부리소리’가 울산광역시 무형문화재 제7호로 지정되었다. 1981년 6월 1920년대까지 쇠부리업에 참여했던 마지막 불매대장 최재만의 소리를 지역방송국에서 촬영하여 전승되기 시작한 지 40여년 만에 지역을 대표하는 문화적 자산으로 인정된 것이다. ‘울산쇠부리소리’는 초기 민속놀이화 되어 ‘울산달내쇠부리놀이’로 전승(등장의 장→고사의 장→금줄 소각의 장→쇠부리의 장→놀이의 장으로 구성)되어 오다 2016년부터 본연의 소리에 천착하여 현재의 ‘울산쇠부리소리’로 지역주민들로 구성된 ‘울산쇠부리소리보존회’에 의해 전승되고 있다. 풍철을 기원하는 노동요인 ‘울산쇠부리소리’는 ‘쇠부리불매소리’, 쇠부리금줄소리, ‘아기어르는불매소리’, ‘성냥간불매소리’로 구성된다.

산업도시 울산의 뿌리라 할 수 있는 지역의 제철문화인 ‘울산쇠부리문화’를 원천콘텐츠로 문학, 공연예술, 전시 등 다양한 문화예술콘텐츠가 기획되어 지역의 대표 축제와 문화예술 거점기관을 통해 공연되었다. 특히, 지역예술가들과의 협업을 통해 예술가들에게는 창작 동기 부여와 창작 플랫폼을 제공하고 문화예술콘텐츠를 확보할 수 있는 계기를 마련하였다.

<표 3> '울산쇠부리문화' 활용사례 \_ 문화예술콘텐츠

구분	콘텐츠		내 용
전통 연희	울산쇠부리소리		·울산광역시 무형문화재 제7호 ·풍철을 기원하는 노동요
문학	장편소설 '불매'		·김수용 작. 1986 KBS TV드라마 공모작
공연 예술	창작유지컬	불매의 혼_구충당 이의립	·조선의 철강왕 구충당 이의립의 일대기
	창작악극	불매, 달천연가	·소설 '불매'를 극화함 ·일제강점기 일제의 수탈에 맞서는 민초
	창작마당극	쇠 부리는 사람들	·쇠부리와 이를 지키려는 달천골 사람들
		달천골, 철철철	·타임 슬립 기법으로 철의 역사를 극화함
	다원예술	쇠를 품은 땅_달천	·철의 역사를 융복합 다원예술로 극화함
		두드림! 天·地·人	
		버닝어게인	
	경연대회	타악페스타_두드락	·쇠를 두드리는 대장장이의 역동적인 모습을 타악기를 두드리는 예술인들의 축제로 승화 ·전국 규모의 타악 경연 대회
전시	북구문화예술회관 기획전시		·조형예술, 금속활자, 장식예술, 병영은장도
	쇠부리 스틸아트		·철을 소재로 한 조형예술공모전

### 3. 활용사례\_문화예술교육콘텐츠

지역의 대표 축제인 울산쇠부리축제는 매년 축제를 방문한 관람객들을 대상으로 한 설문조사를 통해 문화 관광축제 평가 항목에 준하는 방문객 수용태세를 분석하고, 이를 평가보고서로 발간하고 있다. 여러 평가 결과 중 시선을 끄는 것은 가족단위의 방문객이 높은 비율을 차지하고 있으며, 방문 목적에 관한 설문에서는 지역의 역사와 문화에 대한 교육적인 측면에서 축제장을 방문하는 것으로 나타나고 있다.

지역 청소년들을 대상으로 지역의 고유한 전통문화에 대한 교육적 접근이 모자란 현실을 인식하고, 이를 극복하기 위해 기획된 것이 문화예술교육콘텐츠이다. 쇠를 두드리는 대장장이의 모습에서 착안하여 쇠로 된 드럼통으로 직접 악기를 만들고, 이를 두드리면서 지역의 제철문화를 자연스럽게 배워보는 '두드락, 두드락! 소부리 스틸\_드럼'을 기획하였으며, 올해부터는 초등학생을 대상으로 '울산쇠부리소리'를 교육하고, 지역 축제와 연계하는 지역문화유산교육사업 '불매, 불매야'를 문화재청 지원으로 운영할 예정이다.

<표 4> '울산쇠부리문화' 활용사례 \_ 문화예술교육콘텐츠

사업명	콘텐츠	연계교육
꿈다락 토요문화학교	두드락, 두드락! 쇠부리 스틸_드럼	음악/지역전통문화
지역문화유산교육사업	불매, 불매야!	음악/지역전통문화

#### 4. 활용사례\_생활문화콘텐츠

우리나라 최초의 철산지이며 '울산쇠부리문화'의 출발지라 할 수 있는 달천철장은 삼한시대부터 철을 생산하였으며, 조선 후기 구충당 이의립 선생에 의해 재발견된 후 토철제련법을 통한 개발로 전국 철 생산의 상당 부분을 차지하였으나 일제 강점기 일본인에 의해 수탈 되었다. 해방 이후 1964년 국가로 소유권이 넘어가 대한철광개발(주) 울산광업소 발족과 더불어 1970년대부터 1993년까지 철광석을 생산, 이후 1996년부터는 민영화되어 사문석 생산에 주력하였고 2002년 폐광되었다. 이처럼 고대부터 근·현대에 이르기까지 지역의 철 문화를 고스란히 담고 있는 달천철장의 역사적 가치는 2006년 6월부터 2008년 11월까지 세 차례에 걸쳐 시행된 발굴조사를 통해서도 증명되었다.

산업도시 울산의 뿌리라 할 수 있는 달천철장은 그 문화적 가치가 인정되어 울산광역시 지정기념물 제40호로 지정되었음(2003년 4월 24일)에도 황폐화된 거대한 무덤처럼 방치되어졌다. 다행히 2016년부터 시작된 정비 사업을 통해 현재는 주민친화공간으로 정비되어 인근 주민들의 여가공간으로 활용되고 있으나, 관리시설 내 소규모 전시 공간만이 이천년 철문화의 희미해진 기억을 이야기하고 있다. 달천철장에 운동삼아 나왔다가 우연히 전시공간을 방문한 주민들은 묻는다. 이곳이 뭐 하는 곳이냐고, 왜 여기에 이런 전시공간이 있냐고.

지역의 상징적인 전통문화인 '울산쇠부리문화'에 대한 주민 인식은 아직도 현저히 낮은 것이 현실이다. 이를 극복하기 위해 지역 주민 스스로 지역의 역사와 문화적 자산을 매개로 하는 생활문화콘텐츠를 기획·운영해 보고자 한다. 이를 통해 단절된 터의 기억을 잇고, 지역의 문화적 자산에 대한 인식을 높이는 것은 물론 과거의 역사가 아닌 오늘의 생활문화로 재생산하고자 하는 것이다.

<표 5> '울산쇠부리문화' 활용사례 \_ 생활문화콘텐츠

사업명	콘텐츠	비고
2020 문화가 있는 날 지역문화콘텐츠 특성화	달천문화광산	마을축제
2020 지역혁신협의회 우수과제 사업	문화광부가 부르는 철의 노래	주민합창

### Ⅲ. 맺음말

지금까지 '울산쇠부리문화'를 기반으로 한 콘텐츠 개발 및 활용사례를 소개하였다. 지역을 대표하는 이천년 철문화인 '울산쇠부리문화'를 온전히 담아내기에는 너무나 부족하며, 풀어야 할 숙제들도 산적한 것이 현실이다. 우선, 달천철장을 중심으로 아직 남아 있는 제철유적에 대한 제대로 된 조사·연구가 시급하다. 그리고 '울산쇠부리문화'를 총괄하는 별도의 연구기관 및 콘텐츠 개발을 전담할 수 있는 운영기관이 절실하다. 마지막으로 '울산쇠부리소리' 전수관과 '울산쇠부리문화'를 테마로 하는 거점공간이 조성되어야 할 것이다.

울산광역시 북구는 달천철장과 관련된 연구용역을 지난 2012년부터 다섯 차례 진행하였다. '달천철장 관광자원화 사업 타당성 조사 및 기본계획'(2012), '달천철장 공원조성계획'(2013), '달천철장 보존 및 주변정비사업 실시설계'(2015), '달천철장 문화 콘텐츠 개발'(2016), '울산쇠부리문화' 보존 및 활용방안 연구'(2019) 여러 가능성을 열어 두고 치밀한 계획을 수립하는 것도 중요하지만 이제는 행동으로 옮겨야 할 때가 아닌가 한다.

## 【참고문헌】

- 김구한 외, 2018, 『2018 울산쇠부리축제 학술심포지엄-울산쇠부리소리』, 울산쇠부리 축제 추진위원회, 한국해양문화연구원
- 박방룡 외, 2019, 『울산쇠부리문화 보존 및 활용방안 연구 2019』, 울산광역시 북구, (재)신라문화유산연구원,
- 이남규 외, 2019, 『2019 울산쇠부리 제철기술 복원실험 연구보고서』, 울산광역시 북구문화원, 울산쇠부리복원사업단



## [토론문 3]

### 「‘울산쇠부리문화’의 콘텐츠 개발 및 활용사례」 토론문

최형국(수원화성향토문화연구소)

근래에 ‘인문학의 위기’를 극복하기 위하여 새롭게 활성화된 영역은 문화콘텐츠이다. 문화콘텐츠의 핵심 동력인 문화원형의 데이터베이스화 혹은 디지털 정보 사업화로 그치는 것이 아니라, 그것을 이용하여 교육자료, 시나리오, 애니메이션, 게임, 축제 등 다양한 문화산업으로의 활용이 가능한 것이었기에 문화콘텐츠에 대한 관심이 갈수록 증폭되었다. 그 과정에서 인문학적 소양을 갖춘 인력 즉 역사학과, 국문학과, 철학과 등 소위 문사철로 대표되는 인문학 연구자들의 활용도와 인력 양성이 가시화되었다.

이러한 상황에서 각 지역에서 해마다 상시적으로 개최되고 있는 ‘축제’ 역시 인문콘텐츠 적 시각으로 새롭게 접근하는 경향이 등장하게 되었다. 지역 축제의 경우 지역의 정체성을 확실하게 각인시키는 것뿐만 아니라 지역발전이라는 현실적인 대안을 만들어 가야하기에 더욱 적극적으로 지역의 상징코드를 문화 콘텐츠화하려는 경향이 강해졌다.

현재 대한민국에서 개최되고 있는 ‘~축제’라는 명칭으로 진행되는 연례행사는 해마다 명칭을 바꿔가면서도 증가하는 추세다. 그러나 아쉽게도 축제를 통한 지역적 차별화를 제대로 만들지 못해 지역 발전에 도움을 주는 형태보다는 반대로 세금의 낭비라는 시각도 존재한다. 대표적으로 임진왜란의 명장, 李舜臣의 경우는 현충사가 있는 아산부터 남해·해남·통영·거제·여수 지역 등에서 쉽 없이 소환되고 또 재소환되어 축제의 소재로 대중에게 소비되어지고 있다. 거기에 드라마나 영화로 끊임없이 재소환되는 충무공 이순신의 명성은 예나 지금이나 변함없을 정도다.

이러한 한계를 극복하기 위하여 지역적 특수성을 살린 문화콘텐츠에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있기도 하다. 예를 들면, 제주도의 경우 지역적 특수성으로 인해 외부 문화의 유입·융합·정착의 과정에서 고유문화가 만들어지고 다양한 문화의 교량 역할을 수행하였다는 점에서 차별화된 문화콘텐츠 개발 방안이 연구되기도 하였다.

본 토론문에서는 다루고자 ‘울산쇠부리문화’는 이러한 차별화 없는 지역문화콘텐츠의 한계성을 극복하기 위하여 ‘쇠부리(야철)’문화를 소재로 한 울산의 새로운 문화콘텐츠를 개발하는 다양한 방안과 실제 사례를 다루고 있어 좋은 본보기가 될 수 있으리라 판단된다.

토론자 역시 지역문화콘텐츠 개발과 관련하여 현장에서 다양한 작업들을 진행하고 있기에 부족하지만 토론자의 역할을 다하기 위하여 몇 가지 관련한 제언 및 질문을 드리고자 한다.

먼저, 콘텐츠 활용의 사례를 학술콘텐츠, 문화예술콘텐츠(쇠부리소리), 문화예술교육

콘텐츠(축제), 생활문화콘텐츠 등으로 구분하여 ‘쇠부리’를 중심으로 울산의 과거와 현재 그리고 미래를 잇는 지역문화콘텐츠 개발의 가능성을 보여주고 있다.

필자도 언급하고 있지만, 지역문화콘텐츠 개발에서 가장 중요한 것은 역사성과 현재 활용성 그리고 교육적 가치이다. 울산 쇠부리 콘텐츠의 역사성은 고대 제철문화를 시작으로 조선시대 달천철장, 그리고 현재 울산 중공업단지와 연결되는 역사성을 지니고 있다. 이러한 역사성을 좀더 학술적으로 강화하기 위하여 ‘한국철문화연구회’와 공동으로 주관한 학술심포지엄은 상당히 발전적인 콘텐츠 역량강화작업으로 판단된다.

다만, 이러한 학술심포지엄에 대한 언론홍보나 지역관계자들의 관심이 조금은 부족해 보여 아쉽기도 하다. 울산만의 색을 확실하게 보여줄 수 있는 ‘쇠부리’문화에 대한 보다 공격적이고 지속적인 언론 및 SNS홍보 활동이 필요해 보인다.

또한 ‘철’은 단순히 재료로 그치는 것이 아니라 여러 가지 기구나 도구로 완성된다. 따라서 울산에서 생산된 철이 역사적으로 어느 공간에서 활용되었는지를 추적하면 보다 넓은 역사성을 ‘쇠부리’속에 채울 수 있으리라 판단된다. 혹시 울산의 ‘달천광산’을 비롯한 철산지에서 생산된 철이 역사적으로 어떻게 활용되었는지에 대한 사료가 남아 있는지 궁금하다.

다음으로 ‘울산쇠부리소리’가 지난해 12월 울산광역시 무형문화재 제7호로 지정된 것은 콘텐츠의 역사적 가치를 높이는 좋은 계기로 볼 수 있다. 또한 지역예술가들과 연계하여 다양한 창작예술에 이를 접목하여 ‘쇠부리’문화가 지역 속으로 잘 스며드는 시도역시 콘텐츠 개발의 좋은 본보기가 된다.

다만 여기에 지역학교와 연계하여 학생들의 방과 후 활동이나 예술관련 시간에 지역의 문화를 함께 배우고 익히는 교육콘텐츠를 더한다면 좀 더 지속가능한 콘텐츠 확대가 가능할 것으로 보인다. 축제 때에만 한시적으로 운영하는 교육콘텐츠보다는 지역의 아이들의 함께 놀고 즐기며 만드는 일상적인 교육콘텐츠가 보다 생산적인 일이다.

마지막으로 필자도 언급했지만, 현재 울산에 살고 있는 ‘지역민’ 속에서 쇠부리의 의미와 가치에 대한 지속적인 홍보와 교육이 필요해 보인다. 현재 울산지역에 살고 있는 사람들의 마음속에 ‘울산 쇠부리’의 가치가 제대로 정착될 때 비로소 외부에도 강력하게 소구될 수 있는 지역 차별화된 문화콘텐츠로 발전할 수 있기 때문이다. 필자가 말한 ‘과거의 역사가 아닌 오늘의 생활문화로 재생산’되어야만 미래의 또 다른 혹은 더 단단한 ‘쇠부리’문화콘텐츠가 울산에 자리매김 할 수 있을 것이다.

이를 위해서 필자가 제기한 ‘울산쇠부리소리’ 전수관을 비롯한 관련 거점 공간 확보는 현재의 쇠부리를 미래의 단단한 울산 ‘쇠부리’ 문화콘텐츠로 발전시킬 가장 중요한 사업이라 판단된다. 이러한 거점공간을 통해서 울산 쇠부리 문화를 사랑하고 지역에 정착시킬 수 있는 ‘사람’이 만들어지기 때문이다. 특히 지자체와 함께 다양한 연구용역을 수행하여 해당 콘텐츠의 가치를 행정적으로도 인식시키는 작업이 계속 진행되고 있기에 울산 쇠부리문화콘텐츠는 안정적인 자리매김이 가능할 것으로 보인다.

다만 이러한 연구용역과 함께 울산광역시의 관련 조례제정을 통해 보다 안정적 혹은 법적보호를 받는 방식으로 풀어간다면 민관이 함께 지역문화콘텐츠를 살리는 좋은 본보기가 될 것이다. 혹시 울산광역시의 ‘쇠부리콘텐츠’지원 혹은 보전에 관한 조례가 있는지 궁금하다.

앞으로 울산 쇠부리문화콘텐츠가 울산뿐만 아니라 대한민국을 대표하는 차별화된 문화콘텐츠로 성장하길 바라며 부족하나마 토론문을 마친다.



# 『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개

정해득(한신대학교)

## - 목 차 -

- I. 『화성성역의궤』에 나타난 철물
  - 1. 철 소재와 수량
  - 2. 성역에 사용된 도구
  - 3. 강철 제작식과 강철철물의 종류
- II. 화성 발굴조사에 출토 철물
  - 1. 1차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물
  - 2. 2차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물
  - 3. 3차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물
  - 4. 4차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물

화성성역에는 다량의 철물이 사용되었고, 이에 대한 기록도 잘 남아 있다. 철물은 소재로서의 철물과 완성품으로서의 철물로 구분되는데, 소재로서의 철과 수량이 자세히 기록되어 있다.

## I. 『화성성역의궤』에 나타난 철물

### 1. 철 소재와 수량

조선시대에 정철은 철광석이나 사철에서 뽑아낸 철괴를 1차 정련한 상태의 철괴이다. 정철을 기본으로 하여 강철을 만드는데, 강철, 추조, 정조, 추추조 단계를 거쳐 4가지 강도의 강철이 만들어졌다. 화성성역소에서는 황해도와 강원도, 한양에서 정철을 구입하였고, 강철은 황해도와 충청도에 배정하여 구입하였으며, 일부는 사상(私商)들에게 구입한 것으로 되어 있다.

<표 1> 『화성성역의궤』에 기록된 철 소재의 종류와 수량, 구입처(『華城城役儀軌』卷5, 財用上, 「鐵物」)

종 류	수 량	근당 단가	구 입 처
正鐵 516,334근 13냥 5전	23,055근 1냥 5전	1전 3푼	海西
	108,866근 10냥	1전 4푼	海西
	34,022근 2냥	1전 3푼	關東
	4,891근	1전 6푼	漢陽
	14,992근 1냥 2전 (斫鐵 21,421근으로 제 조)		海西(20,181근) 私商(1,240근)
強鐵 6,163근 1냥	3,826근	2전	海西
	533근	2전	湖西
	1,804근 1냥	1전 4푼	私商
鑄造철물	26,159근 6냥 5전	2전 1푼 3리	湖西
精造철물	8,168근 10냥 8전	2전 4푼 6리	湖西(7,203근 4냥 4전) 한양(965근 6냥 4전)
精精造철물	2,160근 14냥 5전	3전 8푼 4리	湖西(77근 2냥 5전) 한양(2,083근 3냥)
水鐵	46근	6푼	水原

성역을 위해 가장 많이 쓰는 도구는 중가래, 곡괭이, 넓적괭이, 삽 등과 같은 도구이다. 화성성역소에서는 이를 황해도와 충청도에 배정해서 필요한 수량을 마련하였다. 황해도의 경우 1794년 1월 관내 각 읍에 배정하여 중가래 400자루, 곡괭이 200자루, 넓적괭이 330자루, 삽 330자루 등을 제조하여 남양 구포(鷗浦)에 선운하게 하였다. 제작에 들어간 비용은 공곡(公穀, 京上納錢)으로 회감케 하였다.

## 2. 성역에 사용된 도구

화성성역은 대규모 토목공사로서 성벽이 놓이는 자리에 대한 터다지기에 사용되는 도구가 대량으로 필요하였다. 처음 필요한 물량은 황해도와 충청도에 배정하여 마련하였다.

<표 2> 황해도 각 군현에 배정된 철 도구의 종류와 수량(『華城城役儀軌』卷4, 來關, 甲寅, 1794, 1월 16일)

구분	중가래	곡괭이	넓적괭이	삽	소계
재령	30	20	28	25	103
신천	30	20	25	28	103
장연	30	18	25	25	98
황주	22	8	15	15	60
서흥	22	8	15	15	60
곡산	22	8	15	15	60
평산	22	8	15	15	60

봉산	22	8	15	15	60
풍천	20	20	25	25	90
장연	20	20	25	25	90
은율	20	20	25	25	90
금천	16	4	10	10	40
수안	16	4	10	10	40
신계	16	4	10	10	40
문화	16	4	10	10	40
송화	16	4	10	10	40
토산	16	4	10	10	40
해주	8	3	7	7	25
연안	8	3	7	7	25
안악	8	3	7	7	25
배천	8	3	7	7	25
강평	8	3	7	7	25
웅진	4	3	7	7	21
합계	400	200	330	330	1,260

황해도와 함께 물량을 배정받은 충청도 역시 관내 각 읍에 수량을 분정하여 공급하였는데, 증가래 200자루, 곡괭이 100자루, 넓적괭이 170자루, 삽 170자루 등 총 640자루로 황해도에 비해 절반 정도가 배정되었다.

<표 3> 충청도 각 군현에 배정된 철 도구의 종류와 수량(『華城城役儀軌』卷4, 來關, 甲寅(1794) 1月 12日)

구분	증가래	곡괭이	넓적괭이	삽	소계
충주	70	30	50	50	200
청주	40	20	40	30	130
괴산	40	20	35	40	135
단양	20	10	17	20	67
청풍	10	5	9	10	34
제천	10	5	9	10	34
영동	5	5	5	5	20
황간	5	5	5	5	20
합계	200	100	170	170	640

철물 구입비용은 단양, 영춘, 제천, 청풍, 충주 등 5개 군현의 경 상납전을 옮겨서 납부토록 하였고, 철 물량의 증가로 균역청의 결전(結錢)을 유치(留置)하여 전용하기도 하였다.

전라도와 경상도에는 화성의 4대문과 5암문에 부착할 철엽을 제조해서 납품하였다. 전라감영에 1,500편, 경상도 성주에서 1,360편이 배정되었는데,

<표 4> 화성 성문부착 철업 수량(『華城城役儀軌』卷5, 財用 上, 「鐵物」)

구분	수량	편당 단가	비고
전라감영	1,500편	1냥 9전	
경상도 성주	1,360편	1냥 2전	
합계	2,860편		

성주(星州)의 경우 생철(生鐵) 20,000근을 349냥 8전의 비용으로 구입하여 야장(冶匠) 8명, 연마장(鍊磨匠) 10명, 취로군(吹爐軍) 8명, 타조군(打造軍) 38명을 고용하여 품삯과 운반비를 포함하여 1,126냥을 들여서 제작하였다.

또한 성문에 쇠를 덧대어 나무 문짝을 보호하는 화금(靴金)과 성벽에 부착되는 바닥에 부착하는 확금(確金), 문지도리의 장부를 보강하려고 씌우는 쇠장부쇠 등이 제작되었다.

<표 5> 화성 성문 부착 철물(『華城城役儀軌』卷5, 財用 上, 「鐵物」)

구분	수량	개당 단가	비고
水鐵 大靴金	8개	4냥	
中靴金	6개	3냥 5전	
小靴金	14개	2냥	
大確金	8개	3냥 5전	
中確金	6개	2냥 5전	
小確金	14개	1냥 5전	
大丈夫金間鐵具	8부	4냥	
中丈夫金間鐵具	6부	3냥	
小丈夫金間鐵具	8부	2냥	

성문과 화성 곳곳에 설치된 시설물에는 쇠약[자물쇠]을 갖추었는데, 그 수량은 다음의 표와 같다.

<표 6> 화성 성문부착 쇠약 수량(『華城城役儀軌』卷5, 財用 上, 「鐵物」)

구분	수량	부당 단가	구입처
大龍鎖鑰	6부	25냥	한양
中龍鎖鑰	12부	20냥	한양
小龍鎖鑰	9부	15냥	한양
中鎖鑰	80부	8전	한양
付叱朴只鎖鑰	41부	6전	한양
합계	148부		

그 외에 협도(俠島) 12자루와 방화수류정과 미로한정 모임지붕에 올린 절병통(節瓶桶) 2좌 등이 기록되어 있다.



### 3. 강철 제작식과 강철철물의 종류

#### 1) 강철 제작식

1794년~1796년 기간에 진행된 화성성역에서는 이전의 「철탄식」보다 열철의 비율을 높인 것이 확인된다. 정조는 규장각 각신들로 하여금 화성성역에 필요한 각종 기술을 정리하게 하였는데, 이때 청(淸)에서 수입한 『고금도서집성』등의 중국자료를 검토하면서 중국식 로(爐)의 장점을 받아들여 로 시설에 변화가 있었을 가능성이 있다. 그리고 정조와 정정조의 정철:열철의 비율이 같은데 비해 탄의 수량이 거의 2배 정도로 많은 것을 보면 정정조의 경우 더 오랜 시간 단련하였을 것으로 짐작된다.

<표 7> 강철 제작식(1794~1794년, 『華城城役儀軌』 卷5, 財用 上, 「鐵物」)

구분	정철(正鐵)	열철(劣鐵)	정철:열철 비율	탄(炭)
추조(麤造)	1근	3량 5전	1:0.21875	7승
정조(精造)	1근	5량 5전	1:0.34375	8승
정정조(精精造)	1근	5량 5전	1:0.34375	1두 5승

이렇게 제작된 강철의 근당 가격은 추조 2전 1푼 3리, 정조 2전 4푼 6리, 정정조 3전 8푼 4리이다. 추조철물로 제작되는 몽둥이[夢同], 지레[支內], 돌 뜨는 못[浮石釘], 비김쇠[非只音鐵] 및 정조철물로 제작되는 작두[斫刀], 도끼[斧子] 등속은 크고 작은 것이 한결같지 아니하므로 매개에 준절(準折)할 수 없고, 자물쇠[鎖鑰], 무쇠신[水鐵靴], 확쇠[確金] 등속은 서울에서 구입해 왔으므로 제작 기준을 정하지 못하였으나 못과 접합 쇠 같은 것은 준절을 정해서 제작하게 하였다.

#### 2) 강철 철물

『화성성역의궤』에 기록된 추조, 정조, 정정조 강철로 만든 철물은 길이와 무게를 기준으로 제작되었다. 각 강도에 따른 철물 기준은 다음과 같이 기록되어 있다.

##### ① 추조 철물

3자 못 : 무게 5근 7냥

2자 5치 못 : 무게 4근 10냥

2자 못 : 무게 3근 4냥  
 1자 5치 못 : 무게 1근 10냥 5전  
 1자 2치 못 : 1근 1냥 5전  
 1자 못 : 무게 12냥 5전  
 9치 못 : 무게 6냥 9전  
 9치 광두 못 : 무게 3냥 5전  
 8치 못 : 무게 5냥  
 8치 광두 못 : 무게 2냥 7전  
 7치 못 : 무게 3냥 5전  
 7치 도내두(道乃頭) 못 : 무게 3냥 6전  
 6치 못 : 무게 2냥 2전  
 6치 도내두 못 : 무게 2냥 3전  
 5치 못 : 무게 1냥 8전  
 5치 도내두 못 : 무게 1냥 9전  
 대도리(大道里) 연철 못 갓춤 : 무게 6근  
 소도리(小道里) 연철 못 갓춤 : 3근

**대문의 큰 고리쇠[大圓環] :** 무게 4근 8냥  
 큰 사슬[大沙瑟] 1마디 : 무게 1근 1냥  
 대배목(大排目) : 무게 6근  
 영금(映金) : 무게 6냥 8전  
**암문의 큰 고리쇠 :** 무게 4근  
 큰사슬 한 마디 : 무게 1근  
 대배목 : 무게 4근  
 영금 : 무게 4냥  
**수문 큰 고리쇠 :** 무게 4근  
 큰사슬 1마디 : 무게 1근 1냥  
 대배목 : 무게 6근

## ② 정조 철물

4치 5푼 못 : 무게 1냥 5전  
 4치 못 : 무게 1냥  
 4치 도내두 못 : 무게 1냥 1전

4치 광두 못 : 무게 4냥  
4치 작은 광두 못 : 무게 1냥 1전  
3치 5푼 못 : 무게 5전  
3치 못 : 무게 4전  
3치 도내두 못 : 무게 4전 5푼  
3치 광두 못 : 무게 5전  
2치 5푼 못 : 무게 2전

대 견마대(牽馬帶) 쇠못 갓춤 : 무게 6근 9냥  
소 견마대 쇠못 갓춤 : 무게 3근 8냥  
대 감잡이[甘佐非] 못 갓춤 : 무게 3근 5냥  
중 감잡이 못 갓춤 : 무게 11냥  
소 감잡이 못 갓춤 : 무게 6냥 8전  
대 오리목 못[鴨項釘] : 무게 6냥  
중 오리목 못 : 무게 4냥  
소 오리목 못 : 무게 2냥  
대 거물 못 : 무게 5냥  
중 거물 못 : 무게 3냥  
소 거물 못 : 무게 1냥 7전  
대 대접쇠[大貼金] : 무게 10냥  
소 대접쇠 : 무게 3냥  
대 찰쇠[佩金] : 무게 5냥  
소 찰쇠 : 무게 1냥 5전  
들쇠[擧金] 배목 갓춤 : 무게 1근 13냥 6전[1마디 무게 1근]  
갈고리[袈拘里] 들쇠배목 갓춤 : 무게 1근[1마디 무게 13냥 6전]  
법수편쇠[法首片金] : 11냥  
대 고리쇠 : 무게 2근 20냥  
대배목 : 무게 1근  
대 사슬 : 1마디 무게 6냥  
영금 : 무게 1냥 5전  
장 사슬 : 1가닥 무게 18근 14냥[길이 25자]  
등자(鐙子)쇠 : 무게 1근

③ 정정조 철물

2치 못 : 무게 1전 5푼

2치 광두 못 : 무게 3전

1치 5푼 못 : 무게 1전

1치 못 : 무게 7푼

8푼 못 : 무게 6푼

7푼 못 : 무게 7푼

대 돌쩌귀[扞迪耳] : 무게 10냥

중 돌쩌귀 : 무게 4냥 3전

소 돌쩌귀 : 무게 2냥 1전

대 삼배목 비녀장 갓춤 : 무게 10냥

중 삼배목 비녀장 갓춤 : 무게 4냥 5전

소 삼배목 비녀장 갓춤 : 무게 2냥 5전

대 사슬 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 10냥[1마디 무게 1냥 5전]

중 사슬 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 8냥[1마디 무게 1냥]

소 사슬 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 5냥[1마디 무게 5전]

대 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 8냥

중 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 7냥

소 고리쇠 양배 갓춤 : 무게 4냥 4전

대 가막쇠[加莫金] 양배 갓춤 : 4냥 2전

중 가막쇠 양배 갓춤 : 무게 3냥

소 가막쇠 양배 갓춤 : 무게 1냥 7전

대 굽쇠 못[曲金釘] 갓춤 : 무게 3냥

중 굽쇠 못 갓춤 : 무게 2냥

소 굽쇠 못 갓춤 : 무게 1냥

대 원산(遠山) : 무게 2냥

중 원산 : 무게 1냥

소 원산 : 무게 8전

정(丁)자 쇠못 갓춤 : 무게 3냥

새발 쇠못[鳥足鐵釘] 갓춤 : 무게 2냥

국화동 못[菊花童釘] 갓춤 : 무게 3냥

붉은 점 못[赤貼釘] 갓춤 : 무게 6냥 2전

지네 쇠못[蜈蚣鐵釘] 갓춤 : 무게 1근 15냥

종자쇠 못 : 무게 5냥

『화성성역의궤』에는 추조, 정조, 정정조 강철로 만든 철물 가운데 정(釘)을 가지고 비교해 보면, 추조강철은 5치~3자까지의 정을 만들었고, 정조 강철로는 2.5치~4.5치의 정이 제작되었다. 정정조 강철은 0.7치~2치의 소형 정을 만든 것으로 볼 때 강도가 높을수록 크기가 작은 철물을 제작한 것을 알 수 있다. 그리고 강철 제조과정에서 탄이 많이 들어갈수록 가격이 비싸지는 구조가 확인된다. 화성성역에서 충청도로부터 구입한 철물의 1근당 가격을 보면, 강철(추추조) 2전, 추조철(麤造鐵) 2전 1푼 3리, 정조철(精造鐵) 2전 4푼 6리, 정정조철(精精造鐵) 3전 8푼 4리였다.

## II. 화성 발굴조사에 출토 철물

화성 성벽에 대한 절개조사는 진행된 바가 없고, 화성행궁지에 대한 발굴조사가 1996년부터 2000년까지 진행되었다. 그 후 간헐적으로 조사가 이루어지고 있다. 화성행궁지 발굴조사 보고서에 기록된 철물 가운데는 『화성성역의궤』기록과 연관된 것으로 보이는 철물이 있는 것으로 보인다.

### 1. 1차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물

방형(方形)의 철제 못이 7점 출토되었는데, 보존상태가 양호하여 철심이 그대로 원형을 유지하고 있었다고 보고되었다.

<표 8> 1차 발굴조사 출토 철정 (한양대학교박물관 1996)

구분	길이 : cm	척도 환산치	너비 : cm	두께 : cm
그림 24-1	18	6치 못	0.9	0.9
그림 24-2	15.5	5치 5푼 못	0.8	0.7
그림 24-3	14.9	5치 못	0.8	0.7
그림 24-4	16.5	5치 5푼 못	1.0	0.6
그림 24-5	9.8	3치 5푼 못	0.8	0.7
그림 24-6	12.5 잔존	?	0.8	0.8
그림 24-7	10.9	3치 5푼 못	1.5	1.1

## 2. 2차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물

2차 발굴조사에서는 철 못과 배목, 돌저귀, 꺾쇠 등이 출토되었다. 총 20여 점이 출토되었으나 부식이 심하여 형태를 파악할 수 없는 것을 제외하고 화성성역 당시에 사용된 것으로 추정되는 철물을 보고서에 수록하였다.

<표 9> 2차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물 (수원대학교박물관 1997)

구분	철물명	길이 : cm	척도 환산치	비 고
그림 66-②	철정	15.7	5치 5푼 못	
그림 66-③	철정	10.5	3치 5푼 못	
그림 66-④	철정	7.1	2치 5푼 못	
그림 66-⑦	배목			
그림 66-⑤	돌저귀			
그림 66-⑥	돌저귀			
그림 66-①	꺾쇠	폭 14.6		

철 못 3점은 몸통과 머리의 형태가 사각형이며, 전면에 붉은 녹이 심하게 슬어 있는 상태였다. 배목은 경룡관지에서 출토되었는데, 머리 부분은 문고리의 사슬과 연결될 수 있도록 둥글게 만들어졌으며, 몸통의 단면은 사각형이다. 돌저귀는 문짝과 연결하는데 사용하는 도구로 2점 모두 경룡관지에서 출토된 암돌저귀이다. 머리 부분은 둥근 원통형이며 안이 비어 있어 수돌저귀와 연결할 수 있도록 만들어져 있다. 꺾쇠 1점은 두 개의 목재를 단단히 연결하기 위해 사용하는 쇠못으로 경룡관지에서 출토되었다. <표 9>의 길이는 보고서에 제시되어 있지 않아 도면에 나온 비율을 길이를 환산한 것이다.

## 3. 3차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물

3차 조사에서는 철정류가 총 33점 출토되었고, 꺾쇠 4점, 배목, L자형 꺾쇠 등과 아궁이 뚜껑 및 용도불명의 철편이 다수 출토되었다. 3차 조사에서는 와적층의 위에서 철정이 출토되어 기와를 고정시키기 위한 용도로 보았다.

<표 10> 3차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물 (한양대학교박물관 1999)

구 분	철물명	길이 : cm	척도 환산치	비 고
그림 87-1	철정	19.5	6치 5푼 못	

그림 87-2	철정	19.7	6치 5푼 못	
그림 87-3	철정	18.7	6치 5푼 못	
그림 87-4	철정	11.9	4치 못	
그림 87-5	꺽쇠	15		
그림 87-6	꺽쇠	15.2		
그림 87-7	꺽쇠	17.7		
그림 88-1	배목	6.1		
그림 88-2	L자 꺽쇠	10.7		

9점의 단조 철물이 보고서에 수록되었는데, 철정의 두께는 0.8~1.1cm 정도로 보고되어 있다.

#### 4. 4차 화성행궁지 발굴조사 출토 철물

4차 발굴조사에서 출토된 유물의 상태가 극도로 부식되어 형체를 알 수 없게 되었거나 형태가 변형된 것들이 대부분이어서 1점만을 보고서에 수록하였다. 보고한 철정 역시 잔존품이어서 전체 길이를 알 수 없는 상태이다. 잔존길이 13.7cm 두께 1.0cm인데 머리의 형태와 단면은 방형이다(한양대학교박물관 2000).

그 외 발굴조사가 여러 차례 화성 관내에서 진행되었으나 철물이 출토되지 않은 경우도 있고, 아직 보고서가 제출되지 않은 경우가 있어 보고 사례는 점차 증가할 것으로 보인다.

【참고문헌】

『華城城役儀軌』卷4

『華城城役儀軌』卷5

수원대학교박물관, 1997, 『華城行宮趾-第2次發掘調査報告書-』

한양대학교박물관, 1996, 『華城行宮趾-第1次發掘調査報告書-』

한양대학교박물관, 1999, 『華城行宮趾-第3次發掘調査報告書-』

한양대학교박물관, 2000, 『華城行宮趾-第4次發掘調査報告書-』



## [토론문 4]

### 「『화성성역의궤』 및 발굴조사에서 나타난 철물 소개」 토론문

현남주(한국문화유산연구원)

최근 들어 수원 화성 내부의 영역에 대한 학술발굴조사(행궁지, 별주터, 하남지 및 북지(진행중) 등) 및 소규모 구제발굴조사가 지속적으로 진행되고 있어 향후 『華城城役儀軌』에 기록된 많은 자료들의 실체가 확인될 것으로 생각됩니다.

하지만 아직까지 이에 대한 연구는 초보적인 단계에 머물러 있어 많은 한계를 가지고 있는 것도 사실입니다. 이러한 어려운 상황에도 발표자께서는 『華城城役儀軌』에 기록된 각종 철소재의 기록과 발굴조사과정에서 나타난 철물에 대해 자세하게 소개해주셨습니다.

이에 대해 토론자는 발표자의 연구내용에 반론을 제기하기 보다는 몇가지 보충설명을 부탁드립니다. 것으로 토론의 자리를 대신하려고 합니다.

1. 발표자께서는 1794년~1796년 기간에 진행된 화성성역에서는 당시 청에서 수입한 『古今圖書集成』 등의 자료를 통해 중국식 노(爐)의 장점을 받아들여 노시설의 변화가 있었을 가능성을 제기하셨습니다.

그렇다면 이전의 노시설과 중국식 노시설의 차이점 등에 대해 발표자께서는 어떤 의견을 가지고 계신지 궁금합니다.

2. 화성성역에서 각종 철제류를 생산하는 과정은 축성(築城)의 기초적인 작업일 것입니다. 그렇다면 완성된 철제류를 사용하였을 가능성도 있지만 각종 철제 도구들을 제작, 수리하는 작업이 화성 내부에서 진행되었을 가능성도 있을 것입니다.

최근 수원 남수동 37-3번지 유적에 대한 발굴조사에서 솥 등을 생산했을 가마유구가 확인된 바도 있는데 화성 내부에서 각종 철물을 제작하는 작업공간이 존재했을 가능성에 대한 발표자의 의견을 듣고 싶습니다.

[ 메모 ]