

# 鑄物砂鑄造法에 의한 金屬活字 鑄造方法 研究

An Experimental Study of Sand Mould Casting Method  
for Movable Metal Types

南 權 熙(Nam, Kwon-Heui)\*

## ◁ 목 차 ▷

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. 머리말                     | 5. 현재 활자주조 복원에 사용하고 있는 성분비에 의한 활자주조 실험 |
| 2. 연구내용 및 실험방법             | 6. 활자주조 실험에 관련된 검토사항                   |
| 3. 일본 쓰루가활자 성분예 의한 활자주조 실험 | 7. 조판 방법 고증을 위한 기초조사                   |
| 4. 壬辰字 활자성분비에 의한 활자주조 실험   | 8. 맺음말                                 |
|                            | <참고문헌>                                 |

## < 초 록 >

이 연구는 주물사주조법에 의한 금속활자 주조방법에 대한 실험 연구로 그 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 활자주조법중 '주물사주조법'이라 알려진 방법에 의하여 父字를 만들고 이를 주물사에 꽂고 가지쇠를 만들어 쇳물의 주입통로를 만들고 구리와 주석 등이 합금된 용액을 母字型에 주입시켜 활자를 주조하는 과정에서 일어나는 각 과정별의 착안사항을 실험해본 것이다.

(2) 주조의 과정에서 금속재료와 관련된 조성비, 주물사의 조건, 온도, 탕도의 굽기와 길이의 변화 등 다양한 조건들을 부여하고 이를 정리하였다.

(3) 활자조판의 분석에 있어서는 조선시대 금속활자 인본을 조사하여 활자의 자면 중 테두리나 활자 형태를 알 수 있는 노출된 부분을 대상으로 크기와 계선과의 분석을 통하여 활자의 크기, 형태와 조판과의 관련성을 조사하였다

要語 : 주물사주조법, 임진자, 쓰루가활자, 조판법

\* 경북대학교 문헌정보학과 교수(khnam@knu.ac.kr)

접수일: 2006년 5월 5일 최초심사일: 2006년 5월 8일 심사완료일: 2006년 6월 16일

<ABSTRACT>

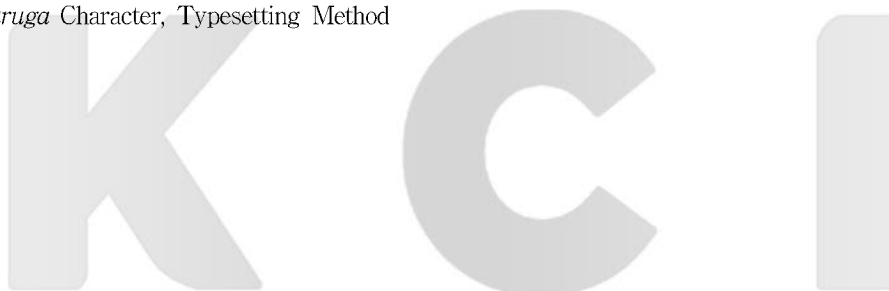
The purpose of this study is to experiment the feasibility of using the Sand Mould Casting Method(鑄物砂鑄造法) in order to cast movable metal types. The procedures of this research and its major findings are as follows ;

(1) First, using the sand mold casting method, the prototypes of characters were casted, and inserted in the sand mold to form a matrix. Passages through which melted alloy of copper and tin were poured to cast movable types were also made. It was experimented to see whether to be able to cast movable metal types with this method, and observe several points to consider during this procedure.

(2) Through the whole process of this casting method, various conditions on a component ratio of various metals in making alloys, conditions of the sand mold, temperatures, variances in length and thickness of passages, were tested and reviewed.

(3) By examining the extant movable metal print books published in the Joseon Period, an attempt was made to figure out the relationship between the sizes and shapes of characters and the typesetting method, through the analysis of the border of typefaces, the borderlines(界線) on the page, etc.

Key words : Sand Mould Casting Method, *Imjin-ja* Character, *Suruga* Character, Typesetting Method



## 1. 머리말

이 연구는 금속활자를 주조하는 방법 중에서 ‘鑄物砂鑄造法’ 또는 ‘砂型鑄造法’으로 알려진 조선시대의 가장 대표적인 활자주조법에 대하여 실험을 통하여 각종 데이터를 확보하고 앞으로의 관련된 실험에 활용하고자 시도되었다.

이와 관련된 선행연구 중 이론적 부분은 이미 여러 선학에 의하여 고려와 조선시대의 실록을 비롯한 사료와 실물 인본자료를 통하여 이루어졌으며 특히 조선전기 成俔의 <慵齋叢話>에 나타난 기록과 각종 活字印本の 鑄字跋 등은 활자주조에 관련된 적지 않은 정보를 제공하였다.

또 실증적인 연구로는 조형진<sup>1)</sup>에 의한 “한국 초기금속활자의 주조, 조판, 인출 기술에 대한 실험적 연구”를 비롯하여 일본의 쓰루기활자에 대한 분석, 활자본 인출의 방법, 조건, 평가 등에 관련된 연구와 노태천, 이영욱(1994)<sup>2)</sup>의 “여말선초 청동활자의 주조기술에 대한 실험연구”가 있었다. 그밖에 활자주조와 관련된 실험연구로는 <백운화상초록불조직지심체요절> 상권의 복원<sup>3)</sup>과 밀랍주조법에 의한 여러 차례의 실험이 진행되어 왔고 더 원형에 가까운 방법을 찾기 위하여 다방면의 검토가 이루어지고 있다. 뿐만 아니라 조선시대 전기활자의 주조법<sup>4)</sup>과 조판에 관한 연구<sup>5)</sup>도 부분적으로 진행되고 있는 실정이다.

이 실험은 선행연구들과 비교하여 이론과 방법상의 차별적인 관점에서 시도된

1) 曹炯鎭, “日本 駿河版 銅活字의 製作過程에 관한 研究,” 『書誌學研究』 제25집(2002, 12), 89-129.

曹炯鎭, “日本の 駿河版은 朝鮮의 活字인가?,” 『書誌學研究』 제26집(2003, 12), 5-23.  
曹炯鎭, “韓國 初期 金屬活字의 鑄造·組版·印出 技術에 대한 實驗的 研究,” (博士學位論文, 中央大學校 大學院, 1994).

2) 盧泰天, 李榮旭, “麗末鮮初 靑銅活字의 鑄造技術에 대한 實驗研究,” 『한국전통과학기술학회지』, 제1권, 1호(1994, 12), 163-192.

3) 朴文烈, 吳國鎭, 白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節 上卷 復元研究 結果報告書 (淸州: 淸州市, 2001)

4) 劉大軍, “朝鮮初期 鑄字所에 대한 研究: 設立과 鑄字技術을 中心으로,” (博士學位論文, 中央大學校 大學院, 2002).

5) 南權熙, “朝鮮時代 活字組版과 印刷術 研究,” 한국 고활자 학술회의 (淸州: 청주고인쇄박물관, 2002), 139-166.

것이 아니라 부분적으로 주조에 관련된 주성비, 주물사, 온도, 탕도의 굵기와 길이의 변화 등 다양한 조건들을 부여하고 이를 정리한 것이다. 다만 인출에 관련된 사항은 다루지 않았다.

## 2. 연구내용 및 실험방법

이 연구는 다음과 같은 내용과 절차에 의하여 진행되었다.

첫째, 문헌에 나타난 기록에 의하여 이론적 근거를 확립한 후 적용여부와 실험 방법을 결정하였다.

둘째, 실험재료에 대한 定性的인 분석을 한 후 비율에 맞게 금속재료를 혼합하였다.

셋째, 실험절차는 선행연구에서 알려진 금속활자의 성분비를 적용하였다.

- 1) 조선전기 활자주조의 성분과 주조형태의 比定을 위해서는 일본 쓰루가활자 성분비와 형태를 참고하였다.
- 2) 조선후기 활자주조의 분석을 위해서는 선행연구에서 제시된 입진자 성분비를 적용하였다.
- 3) 현재 금속활자 주조기술자가 활자 복원에서 채택하고 있는 성분비를 적용하여 조선시대 활자와 비교하였다.

넷째, 이론적인 성분비에 의하여 금속을 녹이고 주조한 후 다시 성분의 변화를 측정하였다. 각 경우 1차로 주조된 활자를 분리시킨 후 탕도 등 만들어진 가지쇠를 다시 녹여서 측정하였다.

다섯째, 단계별 주조 과정에서의 세분조사 영역은 다음과 같다.

- (1) 탕도 : 길이, 굵기, 각도, 쇳물충전의 한계, 분리·조립식 방법
- (2) 활자 : 父字의 주형틀내 부착방법, 크기, 배면 모양(V, 터널형), 주조후의 크기 변화, 활자에 연결된 쇳물 주입구의 위치
- (3) 주물사 : 현재 사용중인 주물사, 이암 등에 대한 분석, 함수율, 통기성, 입자

의 크기, 성분 등

(4) 쇠물 주입시의 각도(1차 45도, 2차 90도 주입)

여섯째, 활자조판의 분석에 있어서는 조선시대 금속활자 인본을 조사하여 활자의 자면 중 데두리나 활자 형태를 알 수 있는 노출된 부분을 대상으로 크기와 계선과의 분석을 통하여 조판형태를 조사하였다.

## 2.1 「慵齋叢話」의 기록 분석

조선시대의 鑄物砂에 의한 活字 鑄造法을 논하는 모든 연구에서 기본 사료로 인용되는 것이 성현이 저술한 「慵齋叢話」의 다음 기록이다. 이에 의하여 고려로부터 조선전기에 이르기 까지 발전을 거듭한 활자주조술의 대강을 볼 수가 있다. 그러나 핵심적인 내용이 언급되어 있음에도 불구하고 실제 복원작업을 진행할 때에는 설명이 빠진 여러 단계를 오늘날까지 전승된 다른 방법의 주조술을 원용하여 추정하지 않으면 어려울 경우가 많다.

이 연구에서는 기본 원리는 그대로 준용하고 나머지 여러 가능성이 있을 수 있는 방법과 절차에 대해서는 다음에서 언급된 내용에 따라 구분하여 시험적으로 다루어 보았다.

「慵齋叢話」卷七

太宗於永樂元年 謂左右曰 凡爲治 必須博觀典籍……(생략)

大抵鑄字之法 先用黃楊木 刻諸字

以海浦軟泥 平鋪印板

印着木刻字於泥中則 所印處凹而成字

빠진 기록: ① 찍는 목활자의 상하방향

② 한 판내에서의 중복 사용여부

③ 목활자 제거 방법

於是合兩印板 鎔銅從一穴瀉下 流液分入凹處 一一成字

빠진 기록: ① 탕도, 가지쇠 ② 가지쇠의 종류 ③ 만드는 방법

遂刻剔重複而整之 ……(이하 생략)

이 기록의 앞뒤에는 조선에서 활자를 처음 만들 때와 그것을 개량하여 활용한 당시까지의 역사를 쓰고 주조법 설명에 이어 다음에는 기술자와 맡은 역할을 기록하였다.

## 2.2 鑄物砂 鑄造 실험의 재료

- (1) 주형틀 : 상,하의 금속재주형틀, 목재주형틀
- (2) 주물사 : 과거 바닷가였던 지역의 퇴적층에서 얻어진 모래(이리사)  
조건 : ① 뜨거운 쇳물 주입시 발생하는 열에 잘 견디고,  
② 가스 배출이 용이하고,  
③ 父字를 들어내어도 형체가 유지되며,  
④ 주조된 후 활자와 서로 분리가 쉬어야 한다.  
⑤ 수분함유율 : 100g 중 8.2g  
⑥ 泥岩 : 경북 경주 양북면 동궁리 분포, 3종류
- (3) 금속성분비 : 쓰루가활자, 임진자, 현재 복원에 쓰이는 금속성분비
- (4) 父字 : 목활자
- (5) 흑연도가니

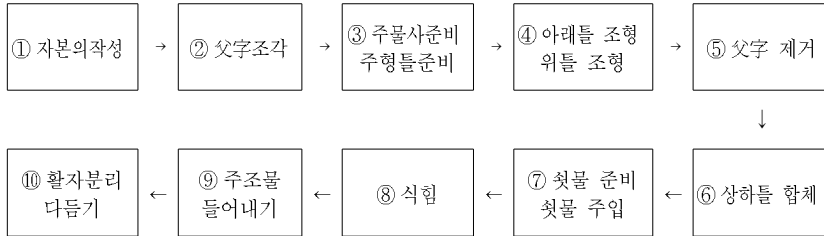
참고로 재질별 사형의 수축율은 銅系와 황동계, 고력황동계일 경우 12-17/1000, 靑銅系나 연청동계는 10-14/1000, 알루미늄청동계는 10-16/1000, 회주철은 8-10/1000<sup>6)</sup>로 알려져 있다.

---

6) 최창욱, “<직지> 금속활자의 제조법,” 「직지」금속활자 주조의 과학기술적 규명에 관한 세미나 (청주: 청주시, 2005년 9월 3일), 89.

### 2.3 주물사 구조의 기본 공정

자세한 과정을 도식으로 간략히 정리하면 다음과 같다.



## 3. 일본 쓰루가 활자 성분에 의한 활자구조 실험

### 3.1 실험 영역(1, 2차)

일본의 쓰루가 동활자에 포함된 금속성분의 비율은 각 활자별로 다르게 조사되어 있고 이는 한국의 활자에 있어서도 같은 현상으로 나타난다.

이 실험에 있어서는 갑인자나 을해자 등으로 대표되는 조선전기의 활자가 실존하지 않으므로 그 대신 임진왜란을 통하여 조선의 활자를 가져가 이를 모방하여 주조한 쓰루가 동활자가 조선 금속활자의 주조방법, 크기, 성분, 물리적 형태 등이 유사할 것이라는 가정아래 그 분석된 성분대로 녹여서 활자의 주조 실험을 하였다.

- ① 금속성분비
- ② 가지쇠의 굵기(최소), 길이, 주물의 주입각도, 주입위치의 차이에 따른 활자 형성
- ③ 쓰루가 활자의 뒷면 형태, 정리자 등의 뒷면 형태 형성
- ④ 가지쇠 연결 방법

### 3.2 실험방법

- (1) 쓰루가 활자의 금속성분비(평균)를 제시하고 있는 「本と活字の歴史事典」<sup>7)</sup> pp.130-131의 기록에 의하여 전체 2kg의 금속재료를 녹이고 모합금을 만들어 성분비를 조사
- (2) 같은 성분비에 의한 재료를 사용하여 1250도 정도에서 녹인 후 주조시킵

각종 금속재료의 용융점<sup>8)</sup>은 다음과 같다.

주석	Sn	231.9 ± 0.1℃	합금시 용점을 저하 기능, 인성 증가 유동성 향상, 주조조직 미세화
납	Pb	327.4 ± 0.1℃	
동	Cu	1083. ± 0.1℃	경도
철	Fe	1539. ± 3℃	
청동주물		954. - 1027℃	
회주철		1140. - 1200℃	

- (3) 1차 주조에서 만들어진 가지쇠를 다시 녹여 활자를 2차 주조하여 성분비의 변화를 조사
- (4) 주형틀의 주물 주입각도를 1차는 45도, 2차는 90도로 활자의 형성에 미치는 영향을 조사

### 3.3 실험재료

- (1) 쓰루가 동활자의 평균 금속성분에 맞는 실험에 사용된 재료의 양

동	1398 (g)	69.9(%)	황	24 (g)	1.22(%)
납	250	12.5	알루미늄	18	0.90
주석	184	9.23	아연	16	0.80
규소	50	2.58	비소	9.6	0.48
철	28	1.47	(염소)		(0.95)

7) 印刷史研究會 編, 本と活字の歴史事典 (東京: 栢書房, 2000)

8) 최창욱, “<직지> 금속활자의 제조법,” 88.

\* 平成12년(2000) 3월 8일에 일본의 總合研究所 材料技術研究所 試驗分析팀에 의하여 분석된 3개의 쓰루가활자 금속성분비<sup>9)</sup>는 <本と活字の歴史事典>과는 다르게 나타난다. 즉,

시료	Al	Si	S	Cl	Fe	Cu	Zn	As	Sn	Pb
洋	1.0	3.0	-	-	-	85.7	-	1.9	6.4	2.0
治	0.7	2.0	3.1	0.9	0.8	82.8	-	-	9.7	-
今	-	-	-	-	-	88.6	6.7	-	1.9	2.8

이 분석에 사용된 방법은 EPMA분석이며 장치는 전자선마이크로분석기에 의하였으며 검출원소중 C, O는 제외시킨 결과이다.

(2) 사용된 도가니

바깥지름 : 123mm 내지름 : 92mm, 높이 : 145mm, 깊이 : 125mm

### 3.4 실험에 사용된 父字(木活字)와 主조활자(金屬活字)의 크기

(1) 1차

글자	구분	세로(mm)	가로(mm)	높이(mm)	비고
나	父字	14.8	13.5	14.7	
	주조자	15.0	14.3	14.9	
	다듬질후	14.1	14.0	14.7	
승	父字	14.8	15.1	14.9	
	주조자				
	다듬질후				
亟	父字	8.8	9.4	13.9	
	주조자	9.5	10.4	14.9	
	다듬질후	9.4	10.0	14.1	
不 (癸未字形)	父字	14.8	16.3	11.6	
	주조자	15.1	17.3	12.3	
	다듬질후	14.8	16.7	11.6	
佛	父字	12.8	11.8	6.6	
	주조자	13.3	12.4	6.7	
	다듬질후				
指	父字	13.7	11.7	6.8	

9) 이 데이터는 일본의 凸版博物館의 내부자료에 의한.

	구조자	13.9	11.9	7.2	
	다듬질후				
佳	父字	9.0	9.6	14.0	
	구조자	9.2	9.8	14.3	
	다듬질후	9.1	9.6	14.0	
	父字	9.2	9.6	6.2	
本 (整理字形)	구조자	10.2	10.9	7.5	
	다듬질후	9.9	10.7	6.4	
천	父字	14.7	14.9	14.9	
	구조자	15.5	15.4	15.2	
귀	다듬질후	14.7	14.6	14.8	
	父字	14.7	14.7	14.7	
	구조자	14.9	15.1	14.9	
	父字	11.3	11.0	6.8	
體	구조자	11.6	11.9	7.2	
	다듬질후				
心	父字	9.7	11.9	6.9	
	구조자	10.9	12.0	7.0	
拔	다듬질후	10.1	11.9	6.9	
	父字	11.2	10.8	6.7	
	구조자	11.4	11.2	7.2	
	다듬질후	11.3	11.0	7.0	
리	父字	15.1	14.3	14.8	
	구조자	15.3	15.4	14.9	
	다듬질후	15.0	14.7	14.6	

(2) 2차 : 1차 구조 후 활자를 분리시키고 당도 등 가지쇠를 다시 녹여 주성시킴

글자	구 분	세로(mm)	가로(mm)	높이(mm)	비고
本 (整理字形)	父字	9.2	9.6	6.2	
	구조자	9.3	9.6	6.9	
천 (쓰루가形)	父字	14.7	14.9	14.9	
	구조자	14.9	15.0	15.1	
귀	父字	14.7	14.5	14.7	
	구조자	14.9	14.8	14.9	
體	父字	11.3	11.0	6.8	
	구조자	11.5	11.3	6.9	
心	父字	9.7	11.9	6.9	
	구조자	10.3	12.2	7.3	

拔	父字	11.2	10.8	6.7	
	주조자	11.5	11.1	7.1	
리	父字	15.1	14.4	14.8	
	주조자				
나	父字	14.8	13.5	14.7	
	주조자	14.2	14.7	14.9	
승	父字	14.8	15.1	14.9	
	주조자	15.0	14.9	14.7	
本	父字	9.73	9.76	13.9	
	주조자				
不 (癸未字形)	父字	14.8	16.3	11.6	
	주조자	15.1	16.3	11.8	
雲	父字	23.4	24.8	11.9	
	주조자				
佛	父字	12.8	11.8	6.5	
	주조자				
佳	父字	9.0	9.6	13.9	
	주조자	9.5	9.8	14.4	

### 3.5 주조된 활자와 탕도의 거리, 주입구 위치와의 상관관계

#### (1) 1차 실험결과

글자	주탕도와의 거리(mm)	두께(mm)	폭(mm)	비고
나	30.1	2.7	5.9	부분실패
승	30.0	3.2	3.9	
亟	25.2	2.8	5.2	
不 (癸未字形)	30.6	1.7	5.7	
佛	주탕도(61.7) 6.5	2.2	주탕도(1.1) 4.4	
指	주탕도(15.4) 10.1	2.1	주탕도(9.7) 2.5	
佳	33.9	2.4	3.4	
本 (整理字形)	15.3	3.5	4.1	실패

천	13.1	2.2	6.0	
귀	98.4	2.4	5.0	
體	98.2	3.9	2.9	
心	52.1	2.6	4.3	
拔	22.5	4.0	4.2	
리	30.7	6.0	2.2	

\* 실패는 주입구쪽 가지쇠의 굽기가 고르지 않아서 주입되지 않음

(2) 2차 실험 결과

글자	주탕도와의 거리(mm)	두께(mm)	폭(mm)	비고
本	215/462	2.1	4.2	긴 가지쇠길이 실패
천 (쓰루가形)	18.3	2.1	3.6	가지쇠각도 상방45°
귀	13.7	1.4	1.9	
體	24.6	1.0	2.2	가지쇠각도 하방45°
心	104	3.3	7.7	180°
拔	9.9	4.0	3.5	180°
리	22.4	2.0	2.1	
나	35.2	1.1	4.0	
승	12.7	1.7	5.0	
本 (整理字形)	11.2	1.7	3.3	
不 (癸末字形)	38.2	2.1	3.5	
雲	36.0		1.7 이중주입	실패
佛			이중주입	실패
佳	22.8	2.2	5.7	

\* 실패는 ‘雲, 佛’자의 경우 이중주입시 첫 활자의 주입구 연결 부정확

\* 가지쇠의 길이를 하방으로 길게 했을 경우 460mm부근에서 주입 중지됨

### 3.6 탕구 두께와 각도(상단부 두께 : 9.2mm, 하단부의 두께 6.4mm)

재료가 청동일 경우는 주형틀내의 탕구의 크기 비는 영향이 없으나 가장 적당한 비는 탕구:탕도:주입구가 1:2:1에서 2:2:1의 사이면 지장이 없고 다만 쇳물의 흐름을 좋게 하기 위해서는 직선으로 주입하는 것보다는 탕구와 탕도는 90도 정도의 각으로 꺾이는 것이 좋다. 각 활자로 연결되는 주입구 역시 탕도에서 바로 들어가는 것보다는 수평으로 90도 꺾어서 주입되는 것이 바람직하다.

이 실험에서는 주조시 가장 좁은 가지쇠와 주입구에 대한 데이터를 얻기 위하여 가능한 소형으로 형성시키고 쇳물주입의 방향, 각도, 길이 등도 함께 연관지어 고려하였다.

## 4. 壬辰字 활자 성분에 의한 활자주조 실험

### 4.1 실험 영역(1, 2차)

- (1) 금속성분비
- (2) 가지쇠의 굵기(최소), 길이, 주물의 주입각도, 주입위치의 차이에 따른 활자 형성
- (3) 쓰루가 활자의 뒷면 형태, 정리자 등의 뒷면 형태 형성
- (4) 가지쇠 연결 방법

### 4.2 실험방법

- (1) 임진자의 금속성분비를 제시하고 있는 「한국의 고활자(1982)」 p.68에서 3개 활자의 평균을 구하여 전체 2kg의 금속재료를 녹이고 모합금을 만들어 성분비를 조사

- (2) 같은 성분비에 의한 재료를 사용하여 1250도 정도에서 녹인 후 주조
- (3) 1차 주조에서 만들어진 가지쇠를 다시 녹여 활자를 2차 주조하여 성분비의 변화를 조사
- (4) 주형틀의 주물 주입각도를 1차는 45도, 2차는 90도로 활자의 형성에 미치는 영향을 조사

### 4.3 실험재료

이 실험과 같은 시기에 진행되었던 국립중앙박물관 소장 금속활자의 성분 분석이 청주고인쇄박물관에서 개최되었던 서지학회 2006년 춘계 학술발표회에서 이재정, 유혜선의 논문에서 그 결과가 발표되었다. 따라서 이 연구의 진행도 그 결과에 따라 재조정·실험되는 것이 바람직하겠으나 연구진행의 시간제약과 밝혀진 여러 활자의 성분비가 각각 조금씩 다르고 선행연구에서 알려진 오차의 범위내라고 판단되었으며, 또 이 연구에서 채택한 데이터도 같은 범위내의 성분비라고 볼 수 있으므로 추가적인 실험은 앞으로의 연구과제로 남기고 이미 진행되었던 방법에 의한 결과를 정리하였다.

#### (1) 성분

활자	구리	아연	주석	납	철
①	80.5	1.2	9.8	3.6	1.9(%)
②	78.2	2.6	12.1	3.6	1.5
③	73.04	2.3	6.32	17.50	0.8

#### (2) 실험에 의하여 조성된 활자의 무게

- ① 대자(雲) : 49.2g                      ② 중자(갑인자형) '귀' : 22.2g
- ③ 소자(흥덕사자형) '佛' : 7.0g

4.4 실험결과

(1) 1次 주조활자의 크기 변화

조건 : 구리 78.2%, 주형틀에 주물의 주입시 각도는 45도

글자	구분	세로	가로	높이(mm)	비고
① 나	父字	14.8	13.5	14.7	
	주조자	14.9	14.9	14.7	
② 승	父字	14.8	15.1	14.9	
	주조자	14.9	14.9	14.9	
③ 本	父字	9.7	9.8	13.9	
	주조자	실패			감인소자 셋물가지 입구가 좁음으로 연결안됨
④ 本	父字	9.2	9.6	6.2	뒷면정리자형 터널형
	주조자	9.2	9.6	6.9	글자면 두께 : 2.6mm
⑤ 不	父字	14.8	11.3	11.6	
	주조자	14.7	11.3	11.8	계미자 형태 <용재총화> 활자 꽃는 방법
⑥ 佛	父字	12.8	11.8	6.6	
	주조자	12.9	11.7	7.0	
⑦ 雲	父字	23.4	24.8	12.0	
	주조자	23.5	24.7	12.2	
⑧ 佳	父字	9.0	9.6	13.0	
	주조자	9.1	9.8	14.2	
⑨ 人	父字				
	주조자	실패			가지쇠의 길이 42.5cm 중 15.8cm까지 주조
⑩ 리	父字	15.1	14.4	14.8	
	주조자	15.1	14.7	14.8	
⑪ 拔	父字	11.3	10.8	6.7	
	주조자	11.3	10.8	6.8	
⑫ 心	父字	9.7	11.9	6.9	
	주조자	9.9	11.7	7.1	
⑬ 體	父字	11.3	11.0	6.8	
	주조자	11.3	11.1	6.9	
⑭ 귀	父字	14.7	14.7	14.7	
	주조자	14.7	14.6	14.7	
⑮ 천	父字	14.7	14.9	14.9	
	주조자	14.7	15.0	15.1	글자제의 기둥높이 : 12.25mm

(2) 주형틀내 가지쇠 굽기, 길이, 쇳물의 주입각도에 대한 실험(1차)

글자	탕도로부터 거리(mm)	두께	폭 (mm)	탕도와의 각도	실험의 주안점
① 나	19.5	1.6	3.09	90	가지쇠길이, 두께
② 승	21.4	2.3	4.86	90	
③ 本	75.1	2.0	3.32	90	(주조실패) 가지쇠길이 厚, 長
④ 本	44.7	1.6	4.25	상방45	정리자형
⑤ 不	39.8	2.4	5.91	90	제미자형
⑥ 佛	148(499)	2.5	4.2	90	이중 가지쇠
⑦ 雲	23.6	2.6	5.65	90	몸통연결
⑧ 佳	25.6	2.3	3.45	하방45	하단 가지쇠각도
⑨ 人	158(425)	1.4	2.2	180	가지쇠굽기, 길이 (주조실패)
⑩ 리	37.3	2.2	4.56	하방45	하단 가지쇠각도
⑪ 拔	가로 28.0	2.5	7.3	90	역충진, 이중
	세로 10.8	1.9	2.7	180	
⑫ 心	가로 62.7	2.5	7.3	90	역충진, 이중
	세로 05.3	1.8	3.4	180	
⑬ 體	70.5	2.5	3.8	90	가지쇠굽기, 길이
⑭ 귀	25.0	2.0	3.8	상방45	가지쇠굽기, 각도
⑮ 천	14.4	1.7	3.0	상방45	쓰루가형

(3) 주형틀내 가지쇠 굽기, 길이, 쇳물의 주입각도에 대한 실험(2차)

글자	탕도로부터 거리(mm)	두께	폭 (mm)	탕도와의 각도	실험의 주안점
① 나	16.7	2.6	4.5	90	가지쇠길이, 두께
② 승	19.7	2.3	4.0	90	
③ 本	83.7	2.4	4.6	90	가지쇠길이 厚, 長
④ 本	51.2	3.2	7.3	상방45	정리자형
⑤ 雲	19.8	3.0	5.5	90	몸통연결
⑥ 佛	70.1	3.3	4.5	90	이중 가지쇠
⑦ 佳	17.7	2.6	3.5	하방45	하단 가지쇠각도
⑧ 리	21.5	2.8	5.1	하방45	하단 가지쇠각도
⑨ 拔	가로 29.9	3.5	5.6	90	역충진, 이중
	세로 6.5	2.4		180	
⑩ 心	가로 61.3	3.7	5.2	90	역충진, 이중
	세로 5.6	2.1		180	

⑪ 不	17.3	3.2	4.8	90	계미자형
⑫ 體	68.6	3.1	6.7	90	가지쇠굽기, 길이
⑬ 귀	19.0	2.7	4.9	상방45	가지쇠굽기, 각도
⑭ 천	15.6	2.6	4.4	상방45	쓰루가형
⑮ 人	404(404.1)	3.0	5.4	(주조실패)	글자직전에서주입중 지됨

## 5. 현재 활자주조 복원에 주로 사용하고 있는 금속성분비에 의한 활자주조 실험

### 5.1 실험 영역(1, 2차)

- (1) 금속성분비, 주물사의 성분, 쇳물의 온도
- (2) 가지쇠의 굽기(최소), 길이, 주물의 주입각도, 주입위치의 차이에 따른 활자 형성
- (3) 쓰루가활자의 뒷면 형태, 정리자 등의 뒷면 형태 형성
- (4) 가지쇠 연결 방법
- (5) 활자의 높이에 따른 주조
- (6) 음각 부호 활자의 형성

### 5.2 실험방법

- (1) 전체 2kg의 금속재료를 녹이고 모합금을 만들어 성분비를 조사
- (2) 같은 성분비에 의한 재료를 사용하여 1250도 정도에서 녹인 후 주조
- (3) 1차 주조에서 만들어진 가지쇠를 다시 녹여 활자를 2차 주조하여 두 차례 녹여진 금속 성분비의 변화를 조사
- (4) 주형틀의 주물 주입각도를 1차는 45도, 2차는 90도로 실험환경을 바꾸어 주물의 주입각도가 활자의 형성에 미치는 영향을 조사

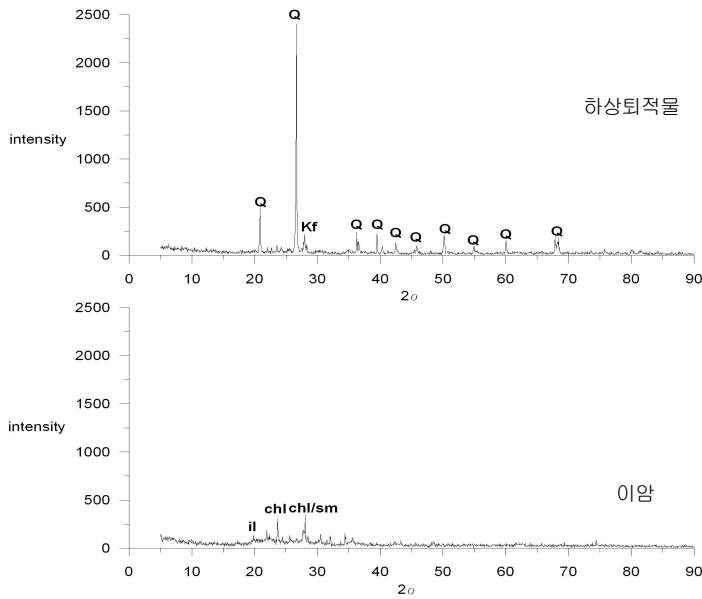
### 5.3 실험재료 분석

- (1) 현재 사용되는 금속성분비는 구리 90%, 주석 10%의 비율
- (2) 수분함유율 : 100g 중 8.2g
- (3) 주물사는 전북 전주에서 군산방향 가는 쪽의 만경다리 부근(하망IC)의 '이리사'로 불리는 하상퇴적물

이 연구에서는 그간 활자주조법에 관련된 여러 논의 중에서 매몰토, 주물사에 대한 논의가 자주 제기되어 왔고 현재까지 밀랍주조법의 경우 이 문제의 해결을 위하여 많은 실험이 진행되고 있는 실정이다. 그러나 대상이 되는 여러 종류의 재료를 전부 실험해 볼 수 없으므로 지금까지의 연구에서 어느 정도 인정된 재료에 대하여 과학적인 분석을 실시하여 그 특성과 활자주조에서의 기능, 성분 등을 찾아 일반적인 매몰토나 주물사로서의 조건을 찾아보고자 재료에 포함된 광물성분과 입자의 크기, 입자간의 간격, 혼합재료의 상호 관련성을 찾아보기로 하였다.

#### A. 주물사의 광물성분 분석

주물사 내에 포함되어 있는 광물을 동정하기 위한 XRD 분석은 경희대학교 중앙기기센터에서 Rigaku DMAX-III A를 이용하였다. 분석 조건은 Cu target, 40KV, 30mA, 2-theta 스캔축으로, 5°~80°까지의 범위 내에서 0.05° 간격으로 실시하였다. 이를 통해 얻어진 값으로 회절 패턴을 작성하고, 회절선의 피크를 동정하여 광물의 종류를 판단하였다.



< XRD 분포 패턴 >

현재 ‘산사’라고 부르고 있는 재료는 하상퇴적물로서 시료에는 석영(Q)과 정장석(Kf)이 동정되었으며, 이암시료에서는 일라이트(il), 녹니석(chlorite chl), 녹니석/스멕타이트(chl/sm) 등의 점토광물만이 검출되었다. chlorite와 smectite는 1차 광물이 화학적 풍화작용을 받아 와해되어 나타나는 2차광물이다. XRD 분석에서 일반적으로 검출되는 석영이 이암시료에는 포함되어 있지 않은 것이 특이하며 상당히 오랫동안 풍화를 받은 것으로 생각된다.

### B. 입도분석

퇴적물의 입도분석(grain size analysis)을 위해 다음과 같은 전처리 과정을 거쳤다.

- a. 시료에 30%의 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 넣어 24시간 방치하여 퇴적물에 포함되어 있는 유기물을 제거하였다.

- b. 유기물이 제거된 시료에 0.4%의 나트륨 헥사메타인산염(Sodium Hexameta-phosphate)으로 퇴적물을 확산시켰다
- c. 레이저 입도분석기를 이용하여 입도분석을 실시하였다.

입도분석에 사용된 기기는 Malvern社의 Laser Particle Size Analyzer Mastersizer-2000으로 이 기기의 측정범위는 0.02~2000 $\mu$ m이며, 측정된 결과는 총 100개의 size class로 표현가능하다. 측정 방식은 suspension type이다.

< 시료 입도분석 결과 >

		하상퇴적물	이암
평균( $\phi$ )		4.446	4.327
분급		1.282	2.157
왜도		0.330	0.362
첨도		1.462	0.984
중앙값( $\phi$ )		4.308	3.821
description	평균	Very Coarse Silt	Very Coarse Silt
	분급	Poorly Sorted	Very Poorly Sorted
	왜도	Very Fine Skewed	Very Fine Skewed
	첨도	Leptokurtic	Mesokurtic
percentage	sand(%)	29.408	49.419
	silt(%)	65.109	41.222
	clay(%)	5.483	9.359

측정된 입도분석 결과는 Folk and Ward(1957)의 방식에 따라 평균(mean, M), 분급(Standard Deviation, SD), 왜도(Skewness, SK), 첨도(Kurtosis, K)와 중앙값(Median, Md)을 산출하였다. 또한 입도별 비율을 확인하기 위해 퇴적물을 sand(2mm~63 $\mu$ m), silt(63 $\mu$ m~4 $\mu$ m), clay(2 $\mu$ m 이하)로 구분하여 각각의 비율을 산출하였다.

두 퇴적물사이에 입도에 있어서는 큰 차이는 없으나 전체적으로 하상퇴적물(산사)시료가 세립질인 것으로 나타났다. 또한 하상퇴적물 시료는 실트크기의 입자가 주를 이루는 반면, 이암시료는 모래와 실트입자가 주를 이루고 있다.

하상퇴적물 시료는 이암시료에 비해 분급이 상대적으로 양호하여 이것은 시료가 실트를 주로하는 퇴적물로 되어 있으므로, 모래와 실트로 이루어진 이암시료에 비해 상대적으로 구성물질의 입경이 균질하다는 것을 의미한다.

### C. 주물사 시료 분석

주물사 시료 분석을 위해 한국기초과학지원연구원(KBSI)에 분석을 의뢰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

< 주물사 시료 분석 결과 >

Sample	Al2O3	CaO	Fe2O3*	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	L.O.I	total
하상퇴적물	12.10	1.11	3.07	2.91	1.06	0.04	2.15	0.07	74.72	0.62	2.14	99.99
이암A	17.03	3.58	3.87	0.65	2.72	0.07	3.43	0.17	61.18	0.44	6.64	99.78
이암B	16.89	3.82	2.68	1.66	1.16	0.07	3.34	0.15	65.08	0.33	4.47	99.65

Unit : wt%

Fe2O3\* : Total Fe

L.O.I: loss on ignition

활자주조법 중 밀랍주조법의 매몰재료 여러 가지 재료가 실험되고 있으며 그중 석비레의 경우는 화강암이 풍화된 것으로 성분 중 석영이 많이 포함되어 있고 입자가 굵은 것이 특징이다. 그러나 현재 주물 작업에서 통칭으로 말하고 있는 석비레란 실제로 신생대 제3기층 퇴적암에 해당되는 것으로 입자가 균질한 바다갯벌이 퇴적되어 변화한 것으로 판단된다.

## 5.4 실험결과

### (1) 1차

- ① 가지쇠 길이, 각도, 이중 배열 등에 관계없이 대부분의 활자는 주성됨
- ② 주입전 주물쇠의 온도 : 1,203도
- ③ 단 주탕도로부터 가장 아래쪽의 가지쇠를 가능한 한 멀리 배치하고 상방 90도를 꺾어 위로 12.5cm의 위치에서 활자가 주조되도록 하였으나 수평가

지쇠 바닥에서 90도 상방의 5.7cm위치까지 쇧물이 차고 중지

④ 활자의 높이(腰高活字)는 주성에 영향을 주지 않았음

(2) 주형틀내 가지쇠 굵기, 길이, 쇧물의 주입각도에 대한 실험(1차)

글자	탕도로부터 거리(mm)	두께	폭 (mm)	탕도와의 각도	실험의 주안점
① 나	16.3	3.5	5.2	90	가지쇠길이, 두께
② 승	15.6	4.1	5.3	90	
③ 本	64.5	2.5	4.7	90	가지쇠길이 厚, 長
④ X	가로 96.3	2.8	5.6	90	상방 역충전 높은활자(30.7mm)
	세로 29.0	2.6	5.0	180	
⑤ 雲	19.3	3.5	5.9	90	이중 가지쇠
⑥ 佛	65.9	3.2	5.9	90	이중 가지쇠
⑦ 佳	37.3	2.4	4.1	하방45	하단 가지쇠각도
⑧ 리	14.3	3.2	4.7	하방45	하단 가지쇠각도
⑨ 本	19.0	3.5	4.7	상방45	정리자형
⑩ 不	14.7	3.3	5.1	90	계미자형
⑪ 拔	가로 31.5	3.6	가로 5.4	90	하방충전
	세로 9.8	2.5	세로 4.7	180	
⑫ 心	가로 61.3	3.3	5.8	90	하방충전
	세로 13.8	2.5	3.9	180	
⑬ 體	59.5	2.6	4.7	90	가지쇠굵기, 길이
⑭ 귀	16.3	3.4	5.1	상방45	가지쇠굵기, 각도
⑮ 錢	20.7	3.1	5.5	상방45	쓰루가형
⑯ 人	가로 82.2	3.6	가로 6.2	90	상방역충전 (구조실패)
	세로 51.2	4.1	세로 5.8	180	

(3) 주형틀내 가지쇠 굵기, 길이, 쇧물의 주입각도에 대한 실험(2차)

글자	탕도로부터 거리(mm)	두께	폭 (mm)	탕도와의 각도	실험의 주안점
① 나	17.7	3.1	4.5	90	가지쇠길이, 두께
② 승	17.2	3.4	4.3	90	
③ 本	61.8	4.2	5.6	90	가지쇠길이 厚, 長
④ 本	34.8	4.5	5.9	상방45	정리자형
⑤ 不	19.3	3.5	5.9	90	계미자형
⑥ X	가로 83.2	4.4	5.9	90	높은 활자
	세로 88.1	3.7	5.0	180	

⑦ 雲	18.9	4.2	5.8	90	이중주입
⑧ 佛	64.6	4.3	5.8	90	이중주입
⑨ 佳	43.1	3.3	5.5	하방45	가지쇠굽기, 각도
⑩ 리	34.2	3.5	6.0	하방45	가지쇠굽기, 각도
⑪ 拔	가로 26.3	4.5	가로 7.3	90	상방충전
	세로 8.1	2.5	세로 3.2	180	
⑫ 心	가로 48.2	3.6	6.5	90	상방충전
	세로 10.7	2.5	3.8	180	
⑬ 體	46.1	3.3	4.3	90	가지쇠굽기, 길이
⑭ 귀	15.8	3.1	4.8	상방45	가지쇠굽기, 각도
⑮ 천	14.1	3.5	5.7	상방45	쓰루가형
⑯ 人	가로 68.0	3.5	가로 6.3	90	상방 역충전 (구조실패)
	세로 115.0 (132.0)	3.4	세로 5.3	180	

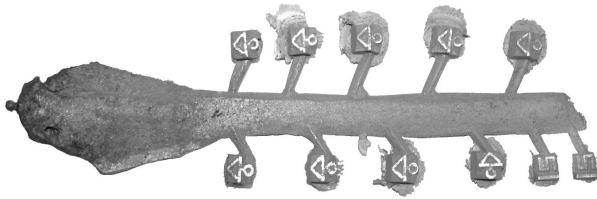
## 6. 활자주조 실험에 관련된 검토사항

### 6.1 동일활자의 同時·複數 주조방법 실험

동일 활자를 주조하는 방법은 같은 父字를 이용하여 중복으로 만들고자 하는 개수만큼 주조의 회차를 달리하여 주물을 부어 내어 만드는 것이 일반적이다. 이 때 1개의 주형틀을 활자를 원하는 수량만큼 계속적으로 반복 사용하여 만드는 방법이 있고 비록 같은 자형이지만 父字가 다른 복수의 목활자를 사용하여 같은 방법으로 하나의 주형틀 내에 동시에 배열한 뒤 중복 사용하여 만들 수 있다. 그러나 이러한 두 경우 주조해야 할 활자의 수와 같은 주형틀에서 만들어지는 다른 글자의 수량을 참작하여 미리 계산해야 하는 어려움이 있고, 또 父字가 서로 다르게 만들어진 같은 글자의 목활자라면 엄밀하게 말하면 동일활자라 할 수 없다.

한편 같은 자형을 손쉽게 만드는 방법은 주물사를 깔고 인장을 찍는 방법으로 한 판에 중복하여 만들 수 있으나 이 때 활자의 깊이에 따라 눌러 들어간 체적만큼 사방으로 밀려나는 주물사에 의한 주형틀의 부분적 균열에 주의를 기울여야 하고 누르는 힘에 의하여 활자의 높이가 달라질 수 있으므로 주의해야 한다. 또 이와

같은 방법에 의하면 활자의 뒷부분은 평면으로 나타난다.



<같은 활자를 1개의 거푸집에서 중복하여 주조하는 방법>

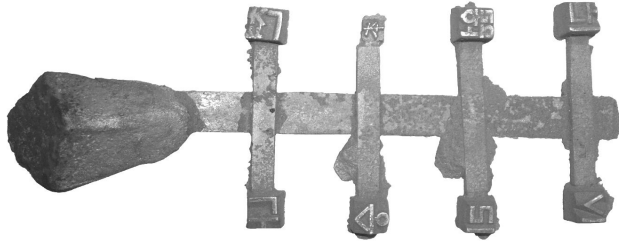
실제의 실험에서는 그림에서 보는 바와 같이 글자의 뒷부분에 너덜이가 많이 나타난다. 이는 주물사가 父字에 의하여 밀려 나올 때 생긴 균열에 의하여 만들어진 것으로 비록 父字를 제거한 후 잘 눌러서 정리를 해도 내부에 생긴 균열까지 메워지지 않음으로써 쇳물이 주입될 때 활자주변에 비정형적으로 얇은 너덜이가 생기기 쉽다.

## 6.2 가지쇠의 연결방법 실험

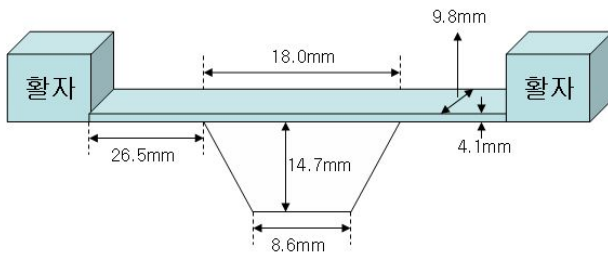
일반적으로 소규모로 활자를 주성하거나 복원할 때는 주형틀 내에서 母字型에 주입되는 주물의 통로가 되는 가지쇠를 조각도 등 소형기구를 사용하여 파내는 방법을 쓴다.

그러나 대량으로 활자를 주조할 때 주조의 每回次마다 주물사를 조각한다면, ① 시간이 많이 소요되고, ② 탕도나 가지쇠의 굵기가 고르지 않아 주성에 영향을 미칠 수 있고, ③ 주물사를 소량씩 파낼 때 母字型을 파손시키거나 탕도내에 주물사가 남지 않도록 깨끗하게 정리해야 하는 등 여러 가지 주의할 부분이 많아진다. 따라서 주탕도, 가지쇠 등을 미리 만들어 父字를 배열할 때 동시에 연결하면 손쉽게 형성시킬 수 있다. 또 이 때 탕도의 윗면과 아랫면의 크기와 각도를 조절하면 주형틀 내에서 탕도를 제거할 때 쉽게 빠져나오게 된다. 즉 가지쇠를 미리

매몰시켰다가 들어내어 탕도를 만들기도 한다. 또 다른 방법으로 주탕도와 가지쇠를 분리시켜 단면이 사다리꼴인 긴 나무막대를 사용하여 중앙의 탕도를 만들고 좌우로 흘러들어가는 가지는 같은 형태의 작은 나무막대를 가로질러 겹친 후 활자와 연결하는 방법으로 조립형 가지쇠를 사용할 수도 있다.



<분리형 가지쇠를 사용하여 주조하는 방법>

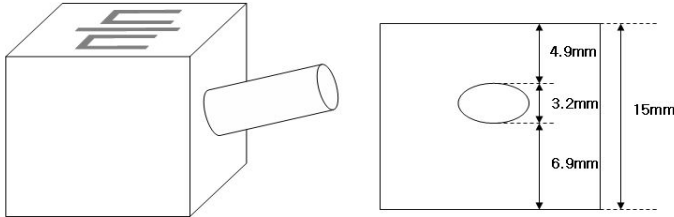


<가지쇠와 연결부분 치수>

### 6.3 母字型의 주물주입구와 가지쇠 연결높이의 상관관계 실험

일본의 쓰루가활자의 경우 자면에 함몰된 부분이 있거나 활자의 기둥이나 몸체에 작은 구멍이 나타난다. 이는 주조시 母字型에 쇳물이 완벽하게 들어가지 않았거나 쇳물 주입시 발생하는 기포에 의하여 만들어진 것으로 추정되고 있다. 또 다른 가능성으로 글자의 자면과 뒷면, 몸체 중앙 등 활자와 가지쇠의 연결부위의 높이에 의하여 그러한 현상이 나타날 가능성도 있음을 밝히고 있다.

한편 한국에 있어서도 활자구조의 기술자에 의하면 간혹 같은 현상이 나타난다고 하므로 이 실험에서도 이의 확인을 위하여 주물 주입구의 위치를 인위적으로 글자면과 가까운 위치, 뒷면, 몸체 중앙 위치 등 세부분으로 나누어 가지쇠를 연결하여 실험하였다. 그러나 구조의 헛수가 적었기 때문에 본 실험에서는 대부분 활자가 완벽하게 구조되었고 글자가 함몰하거나 주성되지 않는 현상은 관찰되지 않았다.



<활자면에 연결된 쇳물 주입구의 위치: 몸체 중앙의 경우>

## 7. 조판 방법 고증을 위한 기초조사

### 7.1 활자의 크기, 높이

임난전 활자의 크기에 대하여는 전하는 실물이 없어서 실측은 불가능하지만 각 활자로 인출된 책의 판식에 의하여 계선의 간격이나 글자의 폭을 참고하여 추정되어 왔다.

이 연구에서는 각 활자의 인본 중에서 조판, 인출할 때 활자의 높이가 맞지 않았던 관계로 활자의 사방 테두리가 돌출되어 그대로 찍혀진 것에 의하여 활자의 크기와 조판방법을 검토하고자 하였다.

특히 조판에 많은 영향을 주는 활자 높이의 경우 조선전기의 활자 중에는 남아있는 전본에 의하여 볼 때 같은 활자의 대·중·소자를 섞어 쓰는 경우를 제외하고

서로 다른 활자를 혼용하여 인쇄한 경우가 간혹 보인다. 예를 들면 다음과 같다.

- ① 본문중의 혼용 : 갑인자/을해자
- ② 본문과 대문 : 갑인자/병진자, 을해자/정축자, 재주갑인자/방병진자체 목활자
- ③ 본문과 제목 : 을해자/계축자, 갑진자/계축자

이와 같이 서로 다른 두 활자를 섞어 조판을 하였다면 활자 자면의 크기는 계선 간격의 조정으로 가능하지만 바닥에 밀랍을 까는 부착식 조판방법이 아닌 경우 활자조판의 높낮이를 매 글자마다 조정하는 것은 매우 어려운 일이므로 당연히 같은 높이의 활자를 이용하였을 것으로 추정된다.

따라서 조선 전기의 활자들은 크기와 자형은 서로 달라도 높이를 같게 하여 각종 서적을 인쇄하는데 필요에 따라서 다양하게 조판이 가능하도록 고려되었던 것으로 추정된다.

한편 인출된 서적의 각 면을 조사하면 다음과 같은 현상을 찾을 수 있다.

- ① 글자의 가장자리 테두리 형태가 90도각을 이루는 완전한 정방형이 아니다.
- ② 계선과의 간격도 1mm이상으로 떨어져 있는 것이 많다.
- ③ 계선으로 사용된 재료의 상하단의 폭이 일본의 쓰루가활자 인판의 계선과 같이 서로 다른 경우도 있다.
- ④ 활자와 계선사이에 계선이나 활자보다 높이가 낮은 재료를 사용하여 활자가 흔들리지 않도록 고정시킨 경우도 있다.
- ⑤ 방점의 경우 활자와 별도로 만들어 계선사이에 끼워서 사용하였다.
- ⑥ 行間 내에서는 빈 공간에 활자보다 높이가 낮은 空木을 끼어서 조판하였다.

이 때 空木의 두께나 길이는 다양하게 만들어져 위치와 상황에 맞추어 선택적으로 사용되었다.

## 7.2 조판 재료

활자의 조판에 필요한 도구 및 재료에 대하여 19세기 전반에 작성된 「鑄字所應行節目」이나 實錄의 修正이나 纂修廳儀軌類의 別工作謄錄에 간행과 관계된

기능직종과 더불어 여러 가지 용도가 표시된 도구기록이 보인다.

- (1) 書草大粉板 : 원고를 펴놓는 넓은 나무판
- (2) 均字板 : 활자를 벌려 놓고 배열하고 고르는 판
- (3) 圍裡次自作板(테두리용 자작나무판) : 책 본문의 변란을 부착시킨 나무판
- (4) 圍裏朴只廣頭釘(테두리박기 넓은 대갈못) : 변란을 고정하기 위하여 사방의 주위에 박는 못, 매 1판당 16개
- (5) 均字板 每一板 小頭釘 : 활자 배열판 고정용 작은 머리못
- (6) 銅印札 : 구리로 만든 얇은 계선
- (7) 填充休紙 : 빈 공간을 메우는 종이
- (8) 填充大竹 : 빈 공간을 메우는 대나무 조각
- (9) 均字匠所用長床 : 활자를 놓고 고르는 기술자가 사용하는 긴 상
- (10) 刻字匠所用長床 : 나무에 글자를 새기는 기술자가 사용하는 긴 상
- (11) 板匠唱準長床 : 판 기술자와 원고를 부르는 사람이 사용하는 긴 상
- (12) 刻刀 : 나무활자를 새기는 칼
- (13) 鑷 : 굴대 쇠(연장 이름)
- (14) 補字所用自作板 : 배열중 모자라는 글자를 새기는 용도의 자작나무판
- (15) 字間朴只一寸釘 : 활자와 활자사이의 빈 공간을 메우는 1촌(2.3cm, 周尺) 길이의 쇠, 2,500개
- (16) 拾字器 : 활자 집게, 15부

이와 같이 원고에 따라 판을 짜서 맞추는 작업에 필요한 도구가 여러 종류 필요하였을 것으로 추정되지만 기록만으로 볼 때는 많이 생략되어 있다. 즉 밀랍을 고르고 펴는 도구나 담는 용기, 인출 작업후 긁어내는 도구, 조판된 활자면을 평평하게 하는 도구 등의 명칭이 나타나지 않는다. 이러한 조판작업을 하는 사람들의 기능도 다양하여 補字官, 分紙唱準, 校正唱準, 上板諸員, 守藏諸員, 刻字匠, 造字匠, 治匠, 木手, 均字匠과 그 역할을 돕는 均字助役도 2인도 포함되어 있다.

## 8. 맺음말

이 연구는 활자주조법중 ‘주물사주조법’이라 알려진 방법에 의하여 父字를 만들고 이를 주물사에 꽂고 가지쇠를 만들어 쇳물의 주입통로를 만들고 구리와 주석 등이 합금된 용액을 母字型에 주입시켜 활자를 주조하는 과정에서 일어나는 각 과정별의 착안사항을 실험해본 것이다.

이를 통하여 다음과 같은 사실을 확인할 수 있었다.

(1) 조선전기의 활자와 성분과 형태면에서 유사할 것으로 추정되는 일본의 쓰루가활자의 성분비로 금속재료를 녹여 1.2차의 주조실험을 한 결과 각 과정에서 성분비가 다르게 나타났다. 임진자 성분비나 현재 복원에서 채택하고 있는 성분비에 의한 실험에서도 주조의 차수에 따른 성분비의 변화가 있었다.

(2) 주조된 활자의 크기는 일반적인 경우 금속주조시 나타나는 약 12/1000의 축소율이 이 실험에서는 오히려 약간 크게 나타났다. 이는 활자를 주형틀에서 들어낼 때 진동과 흔들림, 밀림에 의하여 父字보다 커진 공간이 만들어지기 때문으로 분석되었다.

(3) 현재 주물 작업에서 사용하고 있는 주형틀에 의하여 활자를 주조할 경우 활자의 크거나 주형틀내의 배열 위치에는 주조에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉 쇳물을 탕도에 따라 부으면 이중적인 주조구조나 탕도와 역방향이 되는 역충전의 경우에도 쇳물이 차올라 올 때의 압력으로 활자는 주조되었다. 탕도로부터 활자의 주입구에 가까운 가지쇠의 두께가 2mm이하까지 쇳물이 유입되는 것으로 나타났다.

(4) 활자의 쇳물 주입구가 글자면에 가까운 몸체의 상·중·하단에 위치하여도 글자의 획까지 선명하게 주조되었다. 이는 일본에서 쓰루가활자 주조시 활자의 몸체내외에 생기는 공간이 쇳물의 주입위치에 따라 만들어졌을 가능성에 대하여 논의되고 있지만 이 실험에서 그와 같은 현상은 관찰되지 않았다. 다만 금속활자를 주조의 복원을 주로 하는 전문기술자에 의하면 일반적으로 많은 양을 부어낼 때 간혹 활자의 몸체내에 空洞이나 함몰현상이 나타나기도 한다는 진술이 있다.

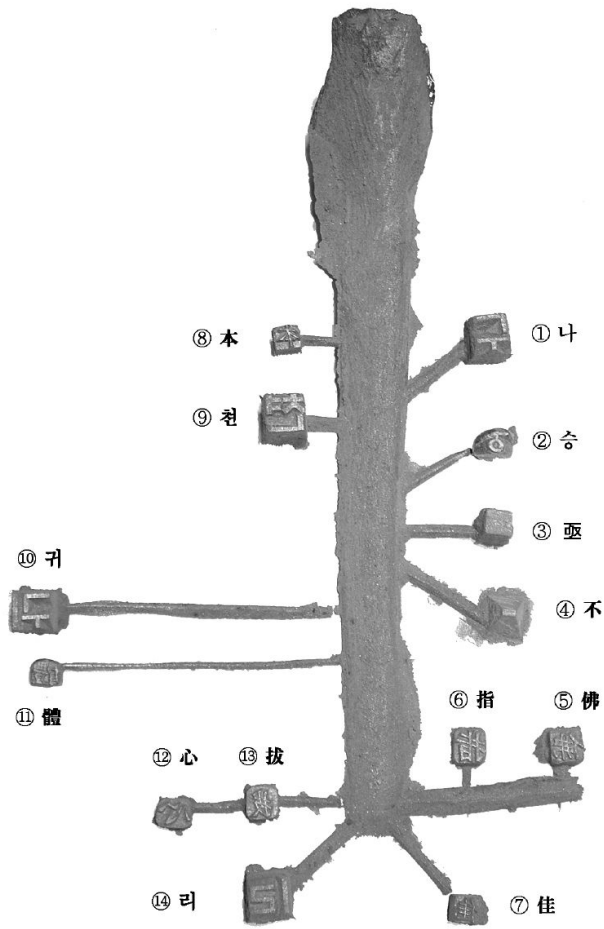
또 주조시 발생하는 가스에 인한 기포 발생이 원인의 하나로 될 수 있다.

(5) 탕도, 가지쇠의 조성은 조각도에 의하여 주물사를 파내어 만드는 방법과 이미 만들어둔 가지쇠뿔치를 사용하는 방법, 분리형으로 주 탕도와 활자 연결 가지쇠를 조립시키고 제거한 후 쇳물은 붓는 방법에 의하여도 주조가 가능하였다.

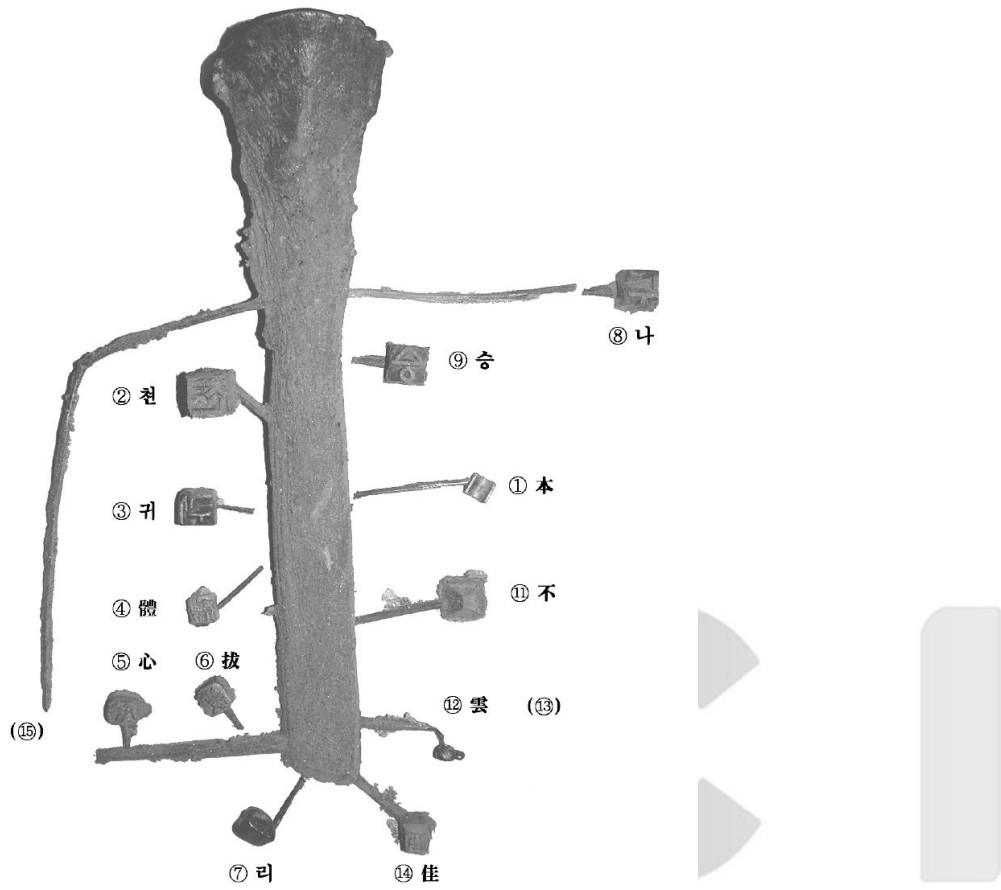
(6) 주형틀에 탕도를 따라 쇳물을 주입할 때의 주형틀의 기울기 각도는 45도가 일반적이거나 그 한계를 측정하고자 90도 수직의 주입에도 활자의 주성에는 영향을 받지 않았다. 단 쇳물 주입자의 기술적 방법에 의하여 도가니에서 부어지는 쇳물의 각도 조절과 탕구내에서 1차적으로 쇳물의 흐름을 늦추고 거를 수 있는 약간의 탕구 형태조절에 의하여서도 조절될 수 있었다.

(7) 조선 전기 금속활자의 조판형태를 추정하기 위하여 활자본의 인면을 조사한 결과 조판할 때 계선과의 간격이 넓으면 계선보다 높이가 낮고 길이가 긴 얇은 나무나 쇠조각을 글자와 계선상이 끼워 넣어 고정시키고 먹을 바른 후 인출하였음을 알 수 있었다. 한글활자에 사용된 방점의 경우는 본 글자와 분리되어 독립된 활자로 조판되었으며 줄과 줄 사이에도 흔들림을 막기 위한 고정재료를 사용하였고 行間 상·하의 여백에도 고정을 위한 별도의 재료가 사용되었다.

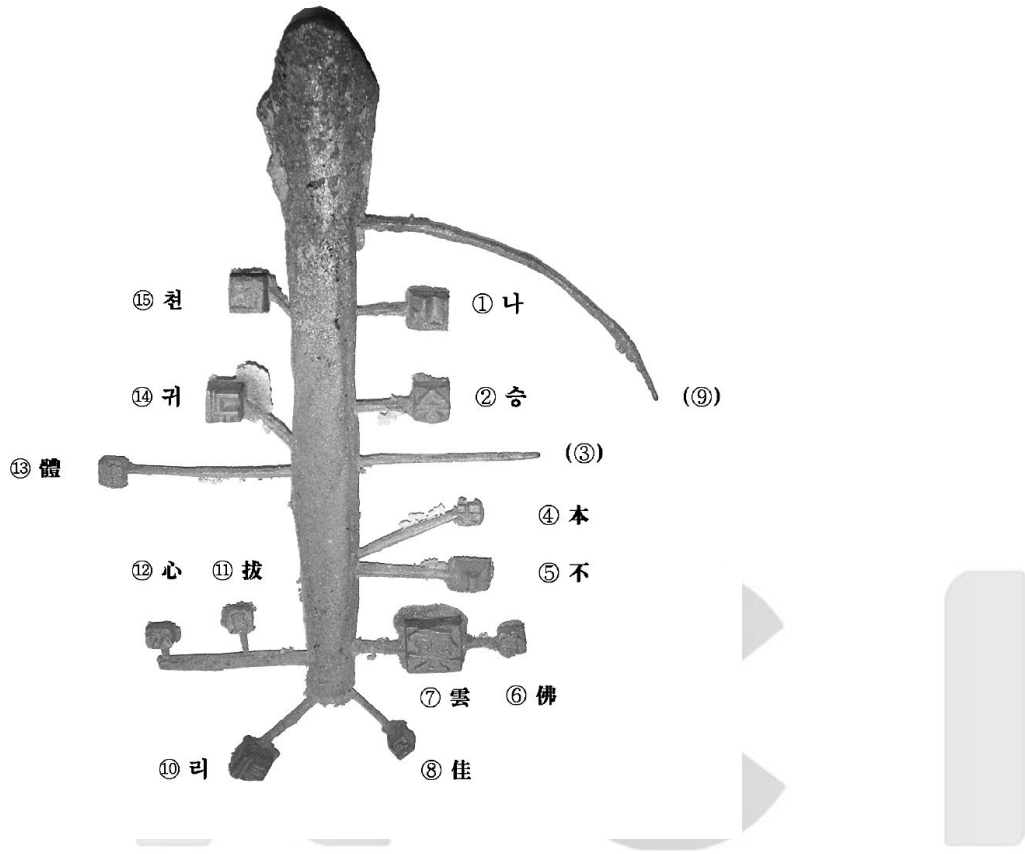




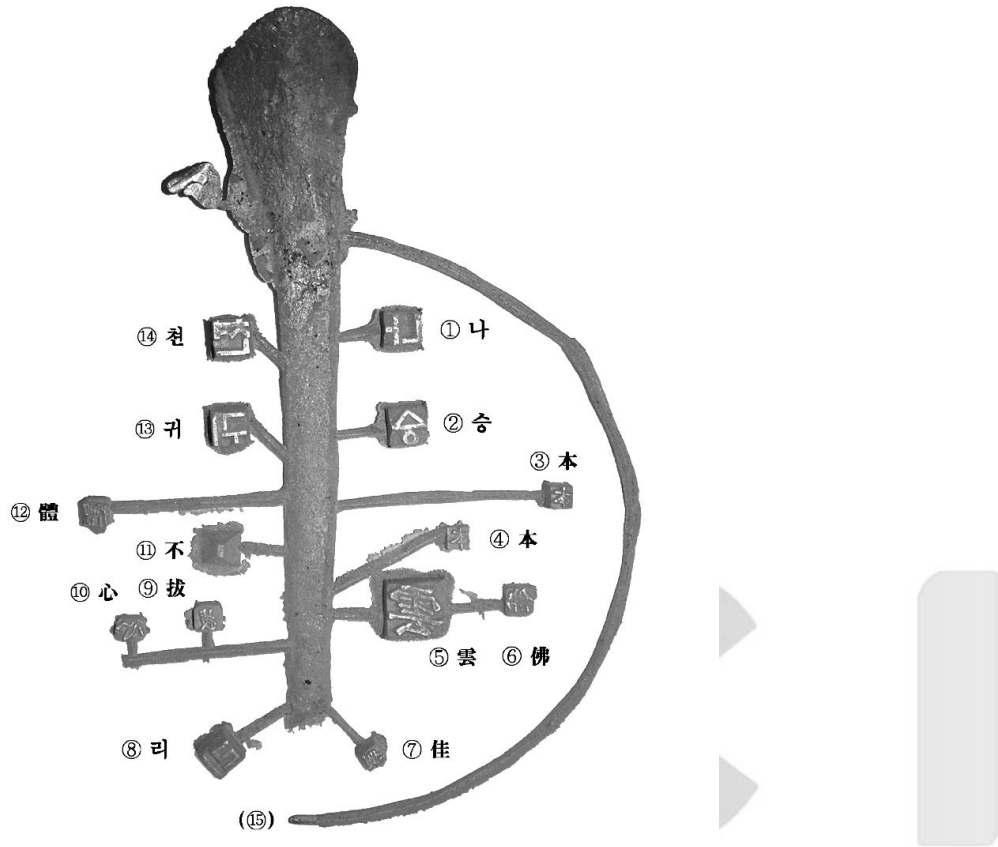
< 쓰루가활자 성분에 의한 1차 주성 >



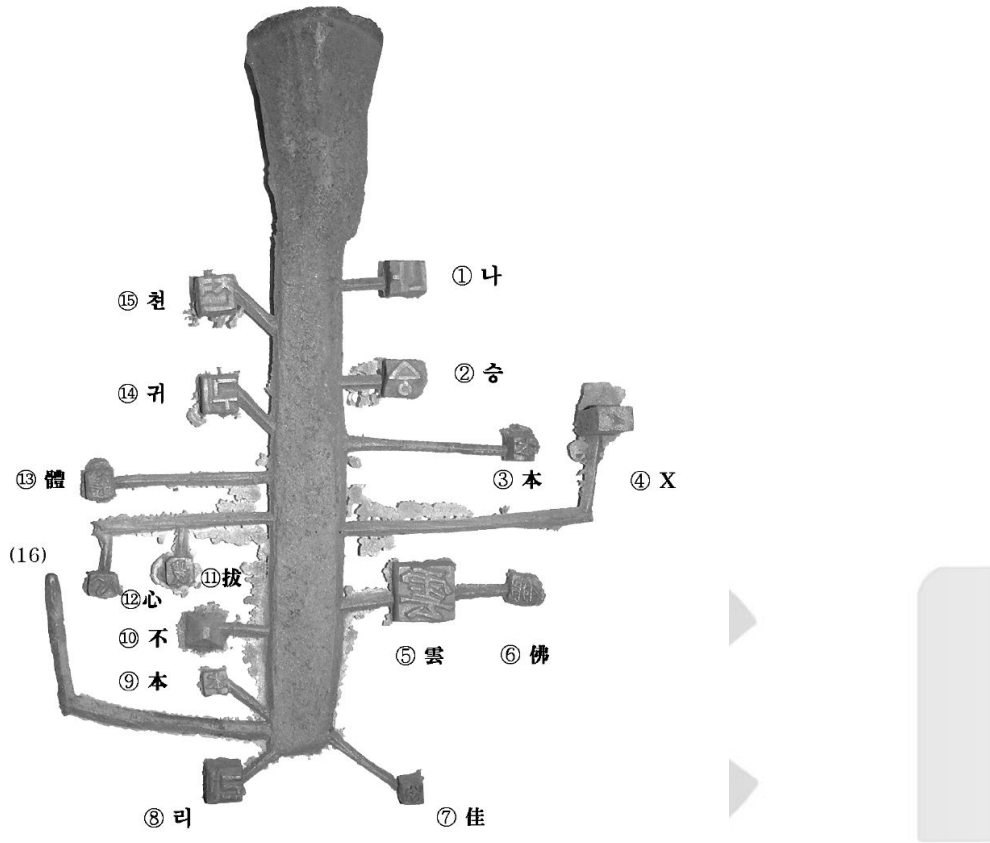
< 쓰루가활자 성분에 의한 2차 주성 >



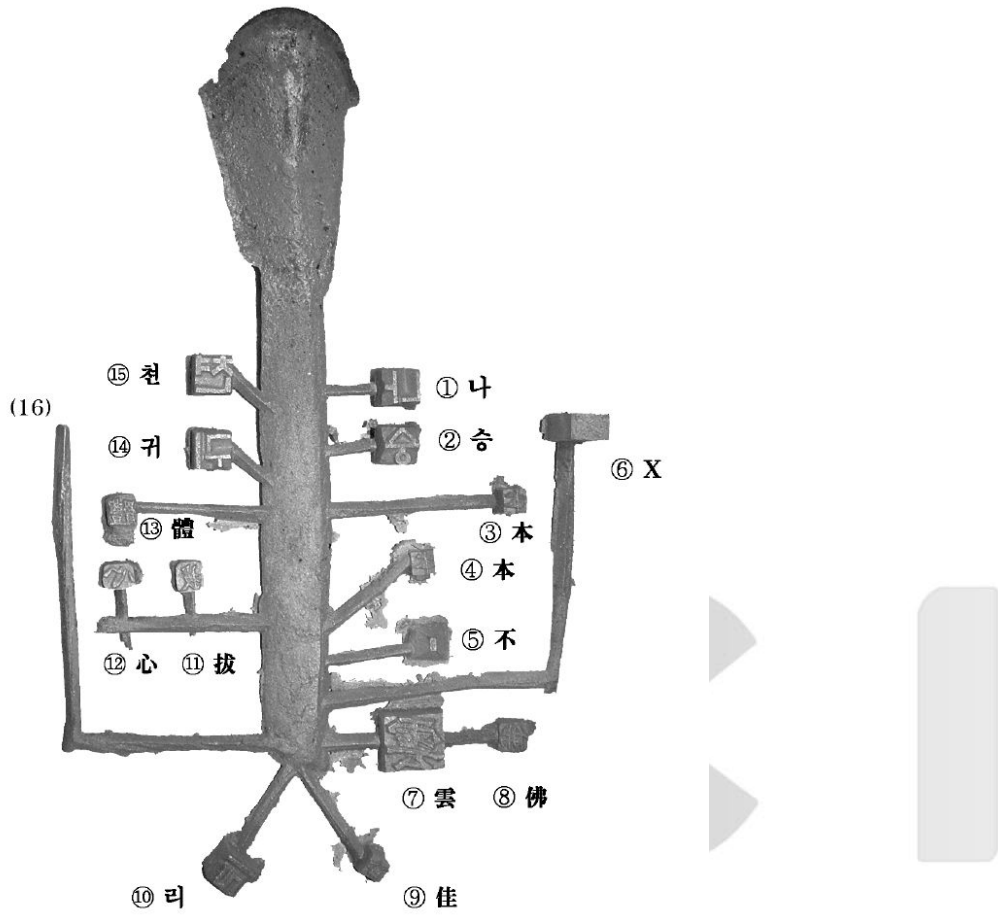
< 임진자활자 성분에 의한 1차 주성 >



< 임진자활자 성분에 의한 2차 주성 >



< 현재 활자복원에 사용중인 성분비에 의한 1차 주성 >



< 현재 활자복원에 사용중인 성분비에 의한 1차 주성 >

<참고문헌>

- 曹炯鎭. “日本 駿河版 銅活字의 製作過程에 관한 研究.” 『書誌學研究』, 제25집 (2002. 12). 89-129.
- 曹炯鎭. “日本の 駿河版은 朝鮮의 活字인가?.” 『書誌學研究』, 제26집(2003. 12). 5-23.
- 曹炯鎭. “韓國 初期 金屬活字의 鑄造·組版·印出 技術에 대한 實驗的 研究.” 博士學位論文, 中央大學校 大學院, 1994.
- 盧泰天, 李榮旭. “麗末鮮初 靑銅活字의 鑄造技術에 대한 實驗研究.” 『한국전통 과학기술학회지』, 제1권, 1호(1994. 12). 163-192.
- 劉大軍. “朝鮮初期 鑄字所에 대한 研究: 設立과 鑄字技術을 中心으로.” 博士學位論文, 中央大學校 大學院, 2002.
- 南權熙. “朝鮮時代 活字組版과 印刷術 研究.” 『한국 고활자 학술회의』, 淸州: 淸주고인쇄박물관, 2002. 139-166.
- 최창욱. “<직지> 금속활자의 제조법.” 『직지』 금속활자 구조의 과학기술적 규명에 관한 세미나 (淸주: 淸주시, 2005년 9월 3일). 89.
- 印刷史研究會 編. 『本と活字の歴史事典』, 東京: 栢書房, 2000.

к с і