

金屬活字 蜜蠟鑄造法 復原을 위한 文獻的 研究

A Literature-Based Study on the Restoration of
the Method of Casting Movable Metal Types from Wax

曹炯鎭(Cho, Hyung-Jin)*

◁ 목 차 ▷

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. 緒論 | 5. 活字鑄造에의 應用 |
| 2. 蜜蠟鑄造法의 起源과 發展 | 6. 結論 |
| 3. 蜜蠟鑄造用 材料 | <참고문헌> |
| 4. 蜜蠟鑄造의 過程 | |

< 초 록 >

금속활자 밀랍주조의 과정을 복원하기 위하여 문헌연구법으로 추적하였다. 지금까지 개념조차 없던 국내의 관련 학계에 밀랍주조법을 처음으로 밝혔다. 이 과정을 금속활자의 주조에 응용하면 가능할 것으로 판단된다.

- 1) 밀랍주조법의 원리와 주조 과정을 구체적으로 밝혔다.
- 2) 어미 모형의 주재료는 황랍이며, 보조 재료는 송진·동물성 유지·식물유 등이다. 배합 비율은 주물의 크기·형태·기온 등에 따라 다르다.
- 3) 주형의 주재료는 황토와 점토다. 보조 재료는 종이·석회·모래·벗짚재·쌀겨·羽毛·馬糞·蘆·牛毛·식물 분말·탄소 분말(숯가루)·흑연·그을음·석탄재 분말·소금 등 다양하다.
- 4) 금속 성분은 황동 합금이 주류를 이루고 있고, 기타는 주석·납·철 등이 포함되어 있다.

要語 : 밀랍주조법, 밀랍 재료, 주형 재료, 합금 성분

* 강남대학교 제 I 대학 인문학부 문헌정보학전공 교수(chohj@kangnam.ac.kr)
접수일: 2006년 5월 5일 최초심사일: 2006년 5월 8일 심사완료일: 2006년 6월 16일

<ABSTRACT>

In this study, a literature-based research was conducted to restore the method of casting movable metal types from wax. This specific method of casting movable metal types from wax has never been discussed before, and in this study, was first brought attention to the academic community in Korea. It is assumed that this method could be used for restoring movable metal types.

- 1) This study examined the detailed principles and procedures of wax casting method.
- 2) The main material for a matrix was yellow beeswax, and the supporting materials included pine resin, animal fat, and vegetable oil. The mixture ratio differed depending on various factors such as size, shape of the casting and temperature.
- 3) The main materials for a mould were yellow earth and clay. Various materials were used as supporting materials such as paper, lime, sand, rice straw ashes, rice bran, feathers, horse dung, hemp, hairs of ox, plant powder, charcoal powder, graphite, soot, coal ash powder, and salt.
- 4) The metal components were mainly characterized by brass alloy, and elements of tin, lead, and iron were also added.

Key words : wax casting method, wax material, mould material, Component of Alloy

1. 緒 論

「直指」를 인출한 활자가 밀랍주조법에 의하여 주조되었을 것이라는 주장은 있어왔지만, 그렇다면 蜜蠟鑄造法은 도대체 어떠한 주조 방법인가? 어미자는 어떤 모습이며, 주형의 재료는 무엇이며, 주형은 어떻게 제작하며, 주조의 구체적인 과정과 주의 사항은 무엇이며, 기타 기술적인 요소는 무엇이 있는가 등의 문제에 대하여 국내의 학계는 전혀 개념조차도 없는 실정이다.

고려시대의 활자 주조 방법, 특히 사찰에서 사용한 주조 방법은 밀랍주조법이었을 것으로 보는 것이 지금까지 학계의 통설이다. 아직 발표는 하지 않았지만, 필자의 「직지」에 나타난 字跡을 면밀히 분석한 결과도 역시 밀랍주조법에 의하여 고려의 寺鑄 활자가 주조되었을 가능성이 큰 것으로 판단되었다.

우리나라에서 고대 금속활자의 주조를 위한 밀랍주조법의 구체적인 과정에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 지금까지 밀랍주조법에 관하여 주형재료는 “坩堝(도가니)를 만드는 烏土에 粘土를 섞은 재료”¹⁾일 것이라는 학술적 근거가 없는 언급이 유일하다. 청주시 등이 금속활자장에 의뢰하여 「직지」 관련 활자와 인본을 밀랍주조법으로 다수 복원하였으나,²⁾ 이는 모두 고려시대에 있었을

1) 千惠鳳, 『羅麗印刷術의 研究』 (서울: 경인문화사, 1980), 182.

사실 이는 어려서부터 사찰에서 佛具류의 주조를 보면서 성장하여 훗날 문화재위원회 전문위원이 된 黃天午 님의 금속주조에 관한 비전문가적 안목에 의하여 전달된 용어인 “오토”, 또는 장인에 의하여 습관적으로 사용되던 “오토”가 문화재위원이던 조명기 박사 등을 통하여 구전되던 것이다. 즉 금속주조에 관한 한 비전문적인 식견에 의한 학술적 근거가 없는 기술에 불과하다. 이는 “오토”라는 표제어가 어느 사전에도 정의되어 있지 않으며, 점토 전문가를 통하여도 실체를 확인할 수 없는 사실에서도 알 수 있다.

2) 박문열, 「금속활자장」 (서울: 화산문화, 2001). 200-205.

금속활자장이 사용한 고려 활자를 복원 제작한 방법은 현대적인 방법을 이용한 지극히 편법 중의 편법이었다. 구체적인 예로 주형의 재료는 전통 재료가 아닌 현대과학적 방법으로 처방된 치과주조용 석고계 매몰재를 사용하였다. 금속용액의 주입 방법은 치과 기공소에서 치과 재료를 주조할 때 사용하는 원심법이나 귀금속을 주조할 때 사용하는 진공법을 사용하였다. 더욱이 2000년 12월 15일 금속공예 전문가(박해도 씨, 대흥사 대표)를 소개받기 전까지는 이 방법마저도 주조가 불가능했던 것으로, 학계와 관련자들을 속여 왔던 것이다. 이처럼 학계를 속인 결과는 직접 실험해 보지 않은 다른 연구자에 의하여 고려시대의 주조방법인 것처럼 그대로 인용되고 있다.(千惠鳳, 『韓國 書誌學』. 서울: 민음사, 1997.

법한 밀랍주조법으로 복원한 것이 아니라, 현대에 과학적으로 처방된 주형 재료에 기계 장치를 동원한 원심법·진공법 등 지극히 편법 중의 편법을 이용한 복원이 아닌 복제³⁾에 불과한 것이었다.

그러다가 고려시대에 사찰에서 주조한 금속활자를 복원하기 위하여, 첫 번째 단계로 이를 주조할 때 이용한 것으로 보이는 밀랍주조법의 주형 재료를 실험적 방법으로 추적한 필자의 연구⁴⁾가 유일하다. 이를 제외하면 아직까지 밀랍주조법의 전반적인 과정에 관하여는 전혀 연구되지 않고 있다. 따라서 밀랍주조법에 관한 한, 구체적인 문제는 고사하고 대체로의 윤곽조차도 아직 그 개념이 없는 현실이다.

본 연구는 이점에 착안하여 고려시대 금속활자의 제작 방법을 복원하기 위한 밀랍주조법의 전반적이고 세부적인 과정을 밝히기 위하여, 밀랍주조법 관련 문헌 기록을 추적하였다. 근거한 문헌은 밀랍주조법에 관한 자료가 거의 없는 국내의 현실에서 부득이 (明)宋應星의 「天工開物」 등 중국의 문헌 기록과 오늘날 크고 작은 청동기를 복원한 중국의 밀랍주조법 실험 보고서 및 이론 연구 등을 참고하였다. 이는 근대 이전의 봉건시대에는 동양 문화권의 여러 국가가 거의 동일한 생활 방식으로 삶을 영위했다는 점에서 큰 무리는 없을 것이다.

고려시대 사찰에서 주조한 금속활자의 밀랍주조법을 복원하기 위해서는, 연구의 선후 관계 상, 먼저 이에 관한 유일한 현존 실물인 고려활자본 「직지」를 분석하여 그 주조 방법을 유추하여야 한다. 유추된 방법은 그 구체적인 과정을 밝히기 위하여 문헌 연구를 통하여 추적하여야 한다. 그리고 이를 증명하기 위하여 인출

247-248.) 이러한 사실은 필자의 1988년 이후 13년에 걸친 추적으로 밝혀졌다.

3) 복원이란 결과만 옛것과 비슷하면 되는 것이 아니라, 그 과정까지도 옛것과 비슷해야 한다. 결과만 옛것과 같으면, 그것은 복원이 아니라 복제에 불과한 것이다.

4) 1. 曹桐鎮, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 炭粉의 復原實驗 研究,” 「書誌學研究」 제30집(2005. 6), 183-221.
2. 曹桐鎮, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 黑鉛의 復原實驗 研究,” 「書誌學研究」 제31집(2005. 9), 33-56.
3. 曹桐鎮, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 炭粉+紙纖維의 復原實驗 研究,” 「書誌學研究」 제32집(2005. 12), 107-130.

까지 실험으로 검증하여 그 결과가 「직지」와 비슷할 때 비로소 복원이 완성된다고 할 수 있다.

현재 현존 고려활자본 「직지」의 분석은 결론을 얻을 수 있을 만큼 완성되어 발표만을 기다리고 있다. 순서가 뒤바뀌긴 하였으나, 연구 내용의 비중을 고려하여 본 연구를 먼저 발표하는 것뿐이다. 따라서 본 연구는 밀랍주조법을 연구한 것이되, 기실은 「직지」 활자의 밀랍주조법의 구체적인 주조 과정을 복원하기 위한 기초 연구다.

본 연구를 통하여 밀랍주조의 기본 원리와 전반적인 과정이 밝혀지면, 이를 바탕으로 비교적 손쉽게 문헌 연구로 보완할 수도 있다. 더 나아가 문헌 연구를 기초로 하여 각 과정마다 적의 수정하여 적용하는 다양한 실험으로 금속활자의 주조 가능성을 검증할 수 있다. 이렇게 함으로써 적어도 진실에 가까운 고려시대 사주 활자의 밀랍주조법의 구체적인 과정이 밝혀질 것이다. 그리고 궁극적으로는 고려활자와 고려활자본도 복원될 수 있을 것으로 기대한다.

2. 蜜蠟鑄造法の 起源과 發展

2.1 蜜蠟鑄造法の 起源

밀랍주조법은 금속鑄造史 상 중대한 발명으로 현대의 주조업에까지 영향을 미치고 있다. 역사적으로는 이란·메소포타미아,⁵⁾ 이집트·인도 등 지역에서 청동기 시대인 기원전 3000년 중·후기 또는 그보다 더 이른 시기에 소형 장식물을 주조하는 데에 이용되었다. 중국에서는 밀랍주조법이 이용되기 시작한 때로 殷代⁶⁾·商周시대⁷⁾·기원전 2000년 말기 이전⁸⁾ 등의 설이 있다. 기원 전후 또는

5) Leslie Aitchison, *A History of Metals*. Vol. I. 1960. 161.

6) 張子高, 「中國化學史稿: 古代之部」(北京: 科學出版社, 1964). 21.

7) I. Bruce L. Simpson, *Development of the Metal Castings Industry*. Chicago: American Foundrymen's Association, 1948. 27.

魏晉시기라는 설도 있다. 그러나 청동 유물의 각종 조형 방법·가공 기술·주조 과정에서 발생하는 흔적의 특징 등에 근거하여 종합적으로 판단하면, 이상의 것은 밀랍주조법을 이용한 것이 아니라 陶範法 또는 分鑄法을 이용한 것임을 알 수 있다.⁹⁾ 도범법과 밀랍주조법을 혼돈하기 쉬운 이유는 점토로 어미 모형을 만들 때 나타나는 지문 흔적 등의 특징이 밀랍으로 만들 때 나타나는 특징과 너무 흡사하기 때문이다. 혹자는 중국의 양봉업이 5~6세기에 시작하였으므로 밀랍법도 南北朝시대에 비로소 이용되었을 것이라고 주장한 바 있으나,¹⁰⁾ 周代의 청동기 명문에 이미 “蜂”자가 있고, 「荀子」 議兵篇과 屈原의 「招魂」 등에도 “蜂” 또는 “蜜” 등의 문자가 있는 점에 의하여 부인된 바 있다.¹¹⁾

그렇다면 밀랍주조법이 실제로 금속 주조에 이용되기 시작한 시기는 언제부터인가? 商周시대에 밀랍주조법이 이용되지 않았다는 것을 완전히 배제할 수는 없지만,¹²⁾ 河南省 浙川 楚墓와 湖北省 隨縣 曾侯乙墓에서 출토한 청동기에 근거하면 밀랍주조법은 春秋時代 중·후기나 戰國時代 초기에 이용하기 시작한 것을 알 수 있다.¹³⁾ 楚墓에서 출토된 청동기의 명문에 의하면 楚墓의 주인은 曾侯 子庚으로 기원전 552년에 사망하였으므로,¹⁴⁾ 밀랍주조법으로 청동기를 주조한 시기도 BC 6세기 초, 春秋시대 중·후기로 보인다. 뿐만 아니라 청동기의

2. Herbert Maryon · H. J. Plenderleith. *Fine Metal-Work*. C. Singer · E. J. Holmyard · A. B. Hall. *A History of Technology*. Vol. I. Oxford: Oxford University Press, 1954. 628.

3. (元)王黼. 「宣和博古圖」.

8) 1. Leslie Aitchison, *A History of Metals*. 161.

2. 「熔模精密鑄造」, 北京: 中國機械工業出版社, 1973.

9) 郭寶鈞, 「商周銅器群綜合研究」(北京: 文物出版社, 1981). 124.

10) 吉田光邦, “熔模,” 「科學史研究」第32號(1954), 5.

11) 鄒樹文, “虫白蠟利用的起源,” 「農史研究集刊」, 第1冊.

12) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 華覺明 等著. 「中國冶鑄史論集」(北京: 文物出版社, 1986), 230.

13) 1. 傳統精密鑄造工藝鑑定會議. 「關於隨縣曾侯乙墓青銅尊·盤鑄造工藝的鑑定意見」. 武漢: 1979. 6. 26.

2. 馬承源, 「中國青銅器」(臺北: 南天書局, 1991), 518.

14) 河南省丹江庫區文物發掘隊, “河南省浙川縣下寺春秋楚墓,” 「文物」. 1980年 第10期(1980. 10), 19.

규모가 크고 문양이 복잡하며 밀랍 모형의 구성이 복잡한 점으로 미루어 원시적인 밀랍주조법의 기술 수준은 벗어난 것으로 보인다. 이로 미루어 중국에서 밀랍주조법이 이용된 시기는 늦어도 기원전 7세기의 春秋시대 중기 또는 그보다 조금 이른 시기로 보인다. 그리고 商周시대는 밀랍주조법을 이용했을 가능성은 있으나, 지금까지는 밀랍주조법의 기술과 물질 등 기본 조건을 갖춘 정도로 볼 수 있다.

2.2 蜜蠟鑄造法の 發展

1) 楚 時期

현재까지 알려진 초기의 밀랍 주조 기물은 모두 楚시대 문화의 범주에 속하는 것들이다. 戰國시대 후기의 일부 기물은 밀랍주조법에 의하여 주조되었을 가능성이 있다.¹⁵⁾

2) 漢唐 時期

戰國시대 이후 瓷器와 漆器의 발달로 청동기는 쇠퇴기에 접어든다. 그러나 西漢 前期는 청동기가 부장품으로 상당한 비중을 차지하고 있다. 따라서 문헌 기록이 부족한 상황에서 출토 실물로도 당시의 상황을 판단할 수 있을 것이다. 백제의 금동향로와 매우 유사한 것으로 河北省 漢墓에서 출토한 錯金博山爐・對獸形銅飾 등과, 雲南省에서 출토한 漢代의 靑銅紡織貯貝器와 기타 器物 등에서 밀랍으로 어미 모형을 만든 특징이 분명하게 나타나고 있다.¹⁶⁾

東漢시기에는 甘肅省 武威의 漢墓에서 출토된 靑銅儀仗車馬 역시 밀랍주조법으로 주조한 특징을 보이고 있다. 漢代의 여러 복잡한 조형을 띤 璽印과 印章도 주조된 문자의 특징을 관찰하면 역시 밀랍주조법으로 주조한 것이다.¹⁷⁾ 이로 미

15) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 232.

16) 1. 馬承源, 「中國靑銅器」, 518.

2. 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 233.

17) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 234.

루어 漢代에 이미 밀랍주조법이 이용되었음을 알 수 있다.

(唐)房玄齡 등의 「晉書」 山濤傳에는 “蜜印”의 기록이 있고,¹⁸⁾ 陶侃傳에는 “蜜章”의 기록이 있다.¹⁹⁾ 이 밀인이나 밀장은 밀랍으로 만든 인장을 말하는데, 「晉宋書故」에 의하면 원래 璽印을 주조하기 위한 것이지만 死者의 부장품으로도 사용하였음을 알 수 있다.²⁰⁾

魏晉南北朝 시기에는 불교의 발달과 함께 불상 등 종교 기물의 대량 수요로 인하여 조소예술과 밀랍예술의 발달을 촉진하였다. 전기에는 元嘉 14(435)년의 韓謙造像과 太平眞君 4(443)년의 立像에서 보듯이 청동기물의 형체와 옷 문양이 비교적 간단하고 장식도 없지만, 후기에는 神平 3(530)년의 楊伏生造像과 같이 불상의 변화가 복잡하고 생동감이 있으며 각종 장식이 첨가되어 있다. 이 같은 양식은 모두 밀랍주조법을 이용하였음은 의심의 여지가 없다.²¹⁾

隋代에는 開皇 4(584)년의 董欽造像에서 보듯이 불상의 형상이나 장식의 기법이 魏晉시대 이후 밀랍주조 기술의 발전상을 보여주고 있다.²²⁾

(唐)鄭虔의 「會粹」에 나타난 기록을 보면 唐代 초기에 開元通寶를 주조할 때 歐陽詢이 어미 모형을 밀랍으로 만들어서 진상하자, 文德皇后가 손톱자국을 내어서 그 때문에 통보에도 그 흔적이 남아있다.²³⁾ 이처럼 唐代의 동전 어미 모형은 밀랍으로 만들어서, 주석으로 주조하여 사용하였고, 양을 주조할 때에도 밀랍으로 어미 모형을 만들었음이 기록에 보인다.²⁴⁾ 동전을 주조하기 위하여 어미 모형을 밀랍으로 만든 이유는 수정하기에 편리하다는 장점 때문이다. 이밖에도 지방의 각 도에서 밀랍을 貢納한 사실을 문헌에서도 쉽게 찾을 수 있다.²⁵⁾ 이러한 사실로 미루어 밀랍과 밀랍주조법이 보편적으로 이용되었음을 알 수 있다.

18) (唐)房玄齡 등, 「晉書」. 卷43, 列傳第13, 山濤傳.

19) (唐)房玄齡 등, 「晉書」. 卷66, 列傳第36, 陶侃傳.

20) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 234-5.

21) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 235.

22) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 235.

23) (宋)王溥, 「唐會要」. 卷89, 泉貨.

24) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 235-236.

25) (唐)玄宗, 「大唐六典」. 卷3, 河東道·山南道·隴右道 등.

3) 宋元 時期

宋代에는 (宋)畢昇이 활자인쇄술을 실험할 때 밀랍을 사용하기도 하였고,²⁶⁾ 밀랍주조법의 전통적인 주조 과정을 구체적으로 기술한 문헌 기록도 남아 있는 점으로 미루어 밀랍주조법이 주물 제작의 한 방법으로 정착했음을 알 수 있다. (宋)趙希鵠의 「洞天清祿集」:

古者鑄器必先用蠟爲模, 如此器樣, 又加款識刻畫. 然後以小桶加大而略寬, 入模于桶中. 其桶底之縫, 微令有絲線漏處, 以澄泥和水如薄糜, 日一澆之, 俟乾再澆, 必令用足遮護. 訖, 解桶縛, 去桶板, 急用細黃土, 多用鹽并紙筋, 固濟于原澄泥之處. 更加黃土三寸, 留竅, 中以銅汁深入, 然一鑄未必成, 此所以爲貴也.²⁷⁾

이 기록을 통하여 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

- (1) 밀랍 주조의 전반적인 과정이다.
- (2) 밀랍 어미 모형은 撥蠟法을 이용하여 제작하였고, 剝蠟法을 이용한 것은 아니다.
- (3) 주형은 3층의 점토로 이루어졌다. 금속과 접촉하는 표층은 주물의 표면 광택을 위하여 죽 형태의 고운 점토를, 중간층은 종이실과 주형재료의 강도를 높이기 위한 소금을 첨가한 점토를, 외층은 황토를 사용하였다. 따라서 紙漿泥는 늦어도 남송시대에 이미 사용되었음을 알 수 있고, 외층의 황토에는 첨가제에 대한 언급이 누락되었음을 짐작할 수 있다.
- (4) 표층 점토를 입힐 때 어미 모형 외부에 틀을 씌워서 점토 반죽을 주입하였다. 이렇게 하려면 점토의 수분 함량이 많아야 한다. 따라서 건조 속도가 느리며 기포나 공동이 많이 생기는 반면에 이를 제거하기는 어려워서 주물에 결합이 쉽게 발생하였음을 짐작할 수 있다.
- (5) 주조 성공률은 만족할 만큼 기대에 미치지 못하였다.
- (6) 그러나 밀랍주조법의 전통적인 주조 과정을 구체적으로 기술하고 있는 점으로 미루어, 늦어도 宋代에는 밀랍주조법이 주물 제작의 한 방법으로 정착하였다.

26) (宋)沈括, 「夢溪筆談」. 卷18, 技藝, 板印書籍.
27) (宋)趙希鵠, 「洞天清祿集」.

이밖에도 (宋)朱輔의 「溪蠻叢笑」에는 밀랍에 판각하여 인출 배포했다는 기록²⁸⁾이 있는 점으로 보아 박랍법이 유행했음을 알 수 있다.

밀랍 주조를 담당하는 기구로 唐代에는 少府監 소속의 天寶局鑄가 있었고, 宋代에도 少府監과 文思院 등이 있었다. 元代에는 밀랍 주조 업무를 전문적으로 담당하는 기구가 있었다. (明)宋濂의 「元史」 卷85:

出蠟局提舉司, 秩從五品, 提舉一員, 同提舉一員, 付提舉一員, 吏目一員, 掌出蠟鑄造之工. 至元12(1275)年始置局, 延祐3(1316)年陞提舉司, 設今官.²⁹⁾

여기에서 밀랍 주조 업무를 담당하는 기구의 설치시기·직원의 수와 직급 등을 알 수 있다. (明)呂震 등의 「宣德彝器圖譜」에 수록된 적지 않은 기물 중에 “照元朝內府鑄”의 명문이 있다.³⁰⁾ 이에서 元代의 出蠟局提舉司에서도 주조했음을 알 수 있다. (元)蘇天爵의 「元文類」 元代畫塑記³¹⁾에도 泰定 3(1326)년에 延聖寺에서 황랍을 사용하여 불상을 주조하였고, 大德 9(1305)년에는 中心閣의 불상도 주조하였으며, 延祐 4(1317)년에도 황동으로 불상을 주조한 사실이 사용한 재료와 함께 기록되어 있다.

이상 문헌 기록의 내용이 주조 과정을 구체적으로 설명하고 있고, 주조 방법도 분화되고 있으며, 정부 조직 내에 주조 업무를 담당하는 기구가 설치된 점으로 미루어 밀랍주조법의 기술 수준이 안정기에 접어들었음을 알 수 있다.

4) 明清 時期

(明)宣德 3(1428)년에 宣德爐라고 통칭되는 청동기를 대량으로 주조하였다. (明)呂震의 「宣德鼎彝譜」에 의하면 일차 주조에 117종 3,000여 점을 주조하였다. 사용한 재료는 금속으로 동·아연·주석·수은·금·은 등을, 밀랍에는 황랍과

28) (宋)朱輔, 「溪蠻叢笑」.

29) (明)宋濂, 「元史」. 卷85, 百官志第35, 百官一.

30) (明)呂震 등, 「宣德彝器圖譜」.

31) (元)蘇天爵, 「元文類」. 經世大典, 工典, 畫塑門.

백랍을 사용하였다. 백랍은 완성된 청동기의 광택용이지만, 황랍은 어미 모형을 제작하기 위한 것이다. 기타 착색용·연료용·연마용·용광로 구축용 등의 재료도 사용하였음을 알 수 있다. 주조에 사용된 금속과 밀랍의 중량 비율은 대체로 6:1이다. 이는 「天工開物」의 冶鑄에 나타난 10:1(후술 참조)보다 높아서 대부분이 밀랍주조법으로 주조한 것임을 알 수 있다. 그중 하나 또는 적은 수량의 기물을 주조할 때는 발랍법을 이용하였지만, 대량으로 주조한 대부분은 박랍법을 이용하였다. 전체 주조 기물의 수량·소요 기간·동원된 장인 수를 종합하면 장인 1인이 1개월에 평균 11건을 주조하였다. 이로 미루어 명대 황실의 밀랍주조법 주조 공방의 생산 규모·재료 사용 사례·기술 수준·생산 능률 등을 대체로나마 알 수 있다.³²⁾

민간에서도 밀랍주조법을 이용하여 기물을 주조하였다. 萬曆 말기에 南京의 甘文堂·蘇州의 周文甫·施씨·蔡씨 등을 들 수 있다. 문헌 기록도 있으니 「沈氏宣爐小志」에 “鑄爐之家，溺于時尚，乳·蠟等款既撥蠟簡便，兼之易售”，“吾鄉頗尙其事”，“時鑄甚伙” 등의 기록이 있어³³⁾ 밀랍주조법으로 기물을 주조하여 판매까지 할 정도로 유행한 사실을 알 수 있다.

清代 궁정 내 內務府 造辦處의 冶鑄 공방은 밀랍주조법이 복잡한 예술적 주물을 주조하는 주요 수단이었다. 「廣儲司磁器庫銅作則例」에는 주조 기물의 종류와 명칭, 주조를 위한 업무 분담과 각각의 업무량 등의 기록이 있어서 각각의 업무가 차지하는 비율을 알 수 있다. 대체로 어미 모형 제작이 39.2%, 주형제작과 금속 용액 주입이 7.4%, 주조 후 가공이 35.6%, 고품 착색이 17.8% 등이다. 이에 비하여 가공 공구가 발달하기 시작한 漢唐 이전인 선진시대의 밀랍 주물은 가공 공구의 미비로 인하여 완전한 주물이 주조되도록 더욱 노력한 결과 주조 후 가공 작업의 비율은 낮다. 또한 「萬壽山清漪園鑄造銅殿處用工料則例」의 기록에 의하면 銅殿(현 頤和園 銅亭, 본명은 寶雲閣)을 구성하는 여러 기물 중에 밀랍주조법으로 주조한 것이 적지 않고, 현재 남벽의 안쪽에는 주조 감독관과 주조공의

32) (明)呂震 등, 「宣德鼎彝譜」.

33) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 238.

이름이 새겨져 있다. 造辦處 문서에 의하면 乾隆 4(1739)년에 3건의 기물을 주조하였다.³⁴⁾ 현재 북경의 고궁과 이화원의 도처에 있는 청동기는 밀랍주조법의 대표작이라 할 수 있다. 이 같은 전통적인 밀랍주조법은 황궁에서와 함께 북경의 민간에서도 기물 주조에 이용되었다. 이로 미루어 청대에도 밀랍주조법이 대단히 유행하였음을 알 수 있다.

이러한 주조 공방은 오늘날에도 북경의 安定門 밖의 外觀과 雍和宮 일대에 밀집해 있다. 뿐만 아니라 山西·內蒙古·山東·江蘇·四川·青海·西藏·雲南·廣東 등지에서도 주조 공방을 찾을 수 있어서 그 전승을 쉽게 파악할 수 있다.³⁵⁾

2.3 蜜蠟鑄造法 鑄物の工藝形式

1) 造形 形式

商周시대에도 分範合鑄法이나 分鑄法을 이용하여 복잡한 기물을 주조하였다. 그러나 그 복잡한 정도가 점차 심해짐에 따라서 어미 모형을 적출해 내기 위해서는 녹여내는 방법을 이용하지 않으면 안되게 되었다. 즉 어미 모형의 可燃性을 주요 특징으로 하는 밀랍주조법은 어미 모형을 녹이지 않는 陶範法에서 발달한 것이다. 이는 분리되지 않는 주형으로 주조가 가능하기 때문이다. 따라서 어미 모형을 적출하는 도범법으로는 불가능하고, 어미 모형을 녹여야 적출할 수 있을 정도로 복잡한 조형을 띄고 있는 것이 밀랍주조법 주물의 일반적인 특징이다.

따라서 문헌에 나타난 밀랍주조법의 주조 대상에는 활자와 같은 극소형 주물은 거의 없다. 팔지 정도 크기의 소형 주물이 있기는 하지만, 대부분이 청동기 또는 범종이나 불상 등으로 모두가 중·대형이면서 또한 내부가 비어있는 주물들이다.

34) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 239-240.

35) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 241.

예를 들면 錯金博山爐의 뚜껑은 여러 층의 고저 기복이 있는 산세를 표현하고 있다거나 깊이가 깊고 폭이 좁거나 하여 器形이 복잡하다. 또한 길이나 폭이 불규칙하여 주형틀로부터 어미 모형을 추출해 내기가 어려우며, 산신·동물·사냥꾼 등의 장식과 배치가 일반 밀랍 예술의 분위기를 띄고 있다. 漢代의 紡織貯貝器는 그 뚜껑에 직물을 짜는 모습을 형상한 여러 자세의 인물상이 생동감 있고 복잡하게 조형되어 있어서 주물이라기보다는 예술 작품에 가깝다. 이처럼 밀랍주조법의 주물은 일반 주조 방법으로는 주조할 수 없는 조형이 복잡한 예술성이 강조된 예술 작품이 대부분이다. 그러나 생산량은 상대적으로 소량에 불과할 만큼 제약이 컸다.

2) 文字 形式

밀랍주조법으로 주조한 역대의 청동기에도 적지 않은 명문이 주조되어 있다. 이들 명문은 비록 인출을 위한 것은 아니지만, 그 중에는 음각한 문자도 있고 양각한 문자도 있다. 음각한 경우는 대체로 문자의 윤곽을 표현한 정도다. 양각한 경우는 청동기의 크기에 따라 문자 필획의 깊이가 달리 나타나고 있으며, 각도도 분명하다. 문자 측면의 경사 각도는 대부분이 거의 수직에 가깝다.

2.4 蜜蠟鑄造法의 用語

지금까지 문헌에 나타나거나 주조 공방에서 습관적으로 사용하는 어미 모형을 녹여서 주조하는 전통적인 밀랍주조법의 명칭은 여러 가지가 있다.³⁶⁾

1) 어미 模型의 材料에 의한 名稱

失蠟法·走蠟法·出蠟法·熔模法 등은 밀랍으로 만든 어미 모형을 녹여서 제거함으로써 금속 용액을 주입할 공간을 만들어서 주조하므로 붙여진 명칭이다.

36) 華覺明·王安才, “撥蠟法的調查和復原試製,” 華覺明 等저. 『中國冶鑄史論集』(北京: 文物出版社, 1986). 217.

밀랍을 주재료로 하여 어미 모형을 제작하므로 밀랍주조법을 의미한다. 즉 어미 모형을 제작하는 재료에 의하여 붙여진 이름이다.

2) 어미 模型의 製作 方法에 의한 名稱

밀랍주조법은 어미 모형을 제작하는 원리에 따라 두 가지로 구분된다. 첫째, 貼蠟法은 기본 원리가 어미 모형을 먼저 만들고 그 안에 뼈대를 심는 방식이다. 즉 주조하고자 하는 실물 표본을 이용하여 점토로 어미 모형의 주형틀을 만들되 분리가 가능하도록 두 조각 이상으로 복제한다. 이 각각의 주형틀 안에 밀랍을 붙이거나 칠하는 방법으로 어미 모형을 채우고 뼈대를 심은 다음, 분리된 주형틀을 합하는 방식으로 어미 모형을 만든다. 점토 주형틀을 벗겨낸 후 어미 모형을 손질하여 완성하는 방법이다.

둘째는 기본 원리가 뼈대를 먼저 만든 다음 그 위에 어미 모형을 제작하는 방식이다. 이는 밀랍 모형의 외형을 제작하는 방법이 주조하고자 하는 주물의 형태에 따라서 달라짐으로 인하여 다시 두 가지로 구분된다. 하나는 剝蠟法으로 우선 목판에 주조하고자 하는 형상을 음각한 다음, 이 목판 틀을 이용하여 밀랍으로 어미 모형을 찍어낸다. 이를 뼈대 위에 붙이고 다시 접합 부분을 손질하여 어미 모형을 완성하는 방식이다. 이는 鍾鼎 등을 주조할 때 그 기하 형상이 규칙적이고 문양이 비교적 평면으로 전개하기 쉬운 경우에 많이 이용한다. 또 주조하고자 하는 기물이 대량일 때 이용한다. 다른 하나는 撥蠟法 또는 捏蠟法으로 우선 뼈대를 만든 다음 그 위에 밀랍을 직접 붙이면서 원하는 형상을 대체로 만들고, 다시 각 부분의 자세한 형상이나 문양을 만드는 방식이다. 이는 불상이나 동물 등 조형이 복잡한 주물의 주조에 많이 이용한다. 또 주조하고자 하는 기물이 하나나 소량일 때 이용한다. 撥蠟法이 기원도 가장 이르고 밀랍주조법의 전통적인 특징을 가장 잘 반영하고 있는 방법이다. 따라서 貼蠟法·剝蠟法·撥蠟法·捏蠟法 등은 밀랍으로 어미 모형을 제작하는 방법에서 붙여진 이름이다.

3. 蜜蠟鑄造用 材料

3.1 어미 模型의 材料

어미 모형을 만들기 위하여 어떠한 재료를 사용하였는가는 시대와 지역 그리고 기후에 따라서 다양하게 나타나고 있다.

1) 文獻 記錄에 나타난 材料

「元文類」의 元代畫塑記³⁷⁾에 밀랍주조법에 관련된 다음의 기록이 있다. 泰定 3(1326)년 延聖寺에서 불상을 주조할 때 황랍 1,100근으로 어미 모형을 만들었다. 大德 9(1305)년 中心閣의 불상 주조에는 황랍 418근 외에도 小油·麻· 각종 철사 등을 사용하였다. 延祐 4(1317)년 황동으로 불상을 주조할 때에는 황랍과 함께 酥油·小油·麻子油 등을 사용하였다. 황랍은 어미 모형을 만드는 데에 사용한 것이며, 小油 등 각종 油類는 어미 모형에 첨가제로 사용한 것임을 알 수 있다. 아울러 양적인 기준도 명확히 있었음을 알 수 있다.

「天工開物」의 “油蠟分兩，油居什八，蠟居什二.”³⁸⁾라는 기록을 보면 소의 유지와 황랍을 8:2의 비율로 섞어서 사용하기도 하였음을 알 수 있다. 그러나 이는 일부 지역에서 사용한 것으로, 밀랍에 보조 재료를 첨가하는 비율이 지역에 따라서 달랐음을 의미한다. 왜냐하면 宣德爐의 경우처럼 사실 상 여름에도 주조 작업을 한 경우가 많이 있는데, 이 비율로 조제된 밀랍은 용점이 낮아서 여름에는 작업을 할 수 없기 때문이다.

(清)朱象賢의 「印典」 卷8:

撥蠟之蠟有兩種，一用鑄素活者，以松香熔化，濾盡，入菜油，以和爲度，春與秋同，夏則半，冬則倍。一用以起花者，將黃蠟亦加菜油，以軟爲度，其法與製松香略同。³⁹⁾

37) (元)蘇天爵, 「元文類」, 經世大典, 工典, 畫塑門.

38) (明)宋應星, 「天工開物」, 第8卷, 冶鑄, 鍾.

39) (清)朱象賢, 「印典」, 卷8, 論蠟, 撥蠟條.

이에 의하면 발랍용 밀랍은 두 가지가 있는데, 송진에 菜油를 첨가한 것과 황랍에 菜油를 첨가한 것이 있다. 또한 계절에 따라 성분 별 첨가 비율이 달랐다.

「西洋水法鑄造激箭銅管等項活計按例應用物料匠夫則例」⁴⁰⁾의 기록에 의하면 황랍·송진·河油는 밀랍 재료에 첨가한 것인데, 비율은 황랍과 송진이 6:4다. 밀랍과 銅의 비율은 1:10으로 「天工開物」의 기록과 일치하고 있다.

2) 鑄造 工房에서 使用하는 材料

이상과 같은 문헌 기록 외에 오늘날 전통적인 밀랍주조법으로 기물을 주조하고 있는 공방에서 사용하고 있는 재료를 살펴보면 다음과 같다.

靑海와 西藏에서는 밀랍에 酥油를 첨가하여 사용한다. 廣東에서는 기후에 따라 첨가하는 재료가 달라진다. 어미 모형은 牛脂 1근·송진 반근·밀랍 반근으로 제작하되 여름철 기온이 높으면 밀랍 4량을 더 첨가한다. 江蘇省 蘇州에서는 밀랍 재료를 황랍·송진·菜油로 조제한다.⁴¹⁾

또한 四川·雲南 지역에서는 捏蠟과 水蠟을 사용하는데, 捏蠟은 밀랍과 牛脂의 비율을 6:4로 혼합하여 발랍법으로 주조하고, 수랍은 밀랍에 송진 10%와 약간의 식물유를 첨가하여 박랍법으로 주조한다.⁴²⁾

3) 實驗 研究에 나타난 材料

이밖에 실험적인 연구에서도 어미 모형의 재료에 대하여 언급하고 있다. 張子高⁴³⁾는 정교한 문양이나 복잡한 조형을 띄고 있는 기물은 도토로는 주조가 불가능하며, 이러한 기물의 주조가 가능한 방법은 熔模法이라고 하고 있다. 용모법은 어미자를 녹여내는 방법으로 주조하는 기술을 말한다. 밀랍주조법이라 하지 않고 용모법이라 하는 이유는 어미 모형을 꼭 밀랍 성분으로만 한 것이 아니고, 아마도 소나 양의 기름을 병용할 수 있기 때문일 것이다.

40) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 240.

41) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 241-242.

42) 曹獻民, “雲南青銅器鑄造技術,” 『雲南青銅器論叢』(北京: 文物出版社, 1981), 205.

43) 張子高, 『中國化學史稿: 古代之部』, 21.

華覺明⁴⁴⁾은 평온에서는 고체였다가 가열하면 녹는 물질과 가연성 물질이면 가능하다고 한다. 즉 밀랍·동물의 유지·나무·대나무 등이다. 그러나 실제로는 밀랍을 주재료로 사용하고 동·식물의 유지는 보조 재료로 사용하였으며, 나무나 대나무 등은 이론상으로 사용이 가능한 정도다.

4) 現代 科學으로 調製된 材料

오늘날에는 수은·무기염·공업용 요소 등을 첨가하여 고압으로 단단하게 성형한 화학밀랍을 사용한다. 흔히 왁스라고 부른다.

5) 어미 模型 材料의 性質

이상에서 보듯이 어미 모형의 재료는 밀랍·송진·동물성 유지·식물유 등이다. 밀랍주조법에 사용하는 어미 모형은 조형이 완성된 후에 녹아서 없어지므로 고대의 밀랍 어미 모형이 발굴되는 경우는 거의 없다. 또한 가용성 물질이면 모두 어미 모형으로 사용할 수 있다. 그럼에도 불구하고 어미 모형용으로 밀랍을 가장 많이 사용하였을 것으로 보는 이유는 밀랍이 가지고 있는 장점 때문이다. 즉 강도가 비교적 크고 녹는 점이 높으며 가소성이 좋기 때문이다. 밀랍은 동물성 밀랍(蜂蠟)과 광물성 밀랍(石蠟) 등이 있는데, 모두 파라핀(paraffin)계의 유기화합물로 융점이 65~80℃다. 이물질이 많이 함유되어 있으면 정제하여야 한다. 송진은 열경화성 수지로 융점은 80~100℃다. 가열했다가 냉각시키면 바삭거리고 단단해져서 밀랍의 강도를 높이고 변형되는 것을 방지한다. 그러나 밀랍의 가소성을 낮추므로 콩·들깨 등의 식물유를 윤활재로 첨가한다.

조제는 밀랍과 송진을 가열하여 액체로 되었을 때 식물유를 첨가하여 고르게 저어서 냉각시키면 가소성이 좋은 밀랍 재료가 된다. 밀랍 재료의 배합 비율은 주물의 크기·형태·기온 등에 따라 차이가 있는데, 대체로 밀랍과 송진의 비율이 5:5 내지 7:3의 범위에서 조절하고 식물유는 적당량을 첨가한다.⁴⁵⁾ 계절에

44) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 231.

45) 華覺明·王安才, “撥蠟法的調查和復原試製,” 219-220.

따라 성분 별 첨가 비율이 달라지기도 한다.

이상을 종합하여 어미 모형의 재료를 정리하면 다음과 같다.

(1) 蜜蠟

밀랍에는 황랍(동물성 밀랍)·백랍·虫白蠟·石蠟(광물성 밀랍) 등이 있는데, 기본적으로는 황랍을 사용한다. 꿀벌의 집에서 꿀을 채취하고 남은 찌꺼기를 정제하여 얻을 수 있다. 밀랍의 장점은 수정하기에 편리하다는 점이다.

(2) 牛脂

황랍은 벌에 의하여 생산되고, 기후의 영향을 크게 받으므로 공급량이 충분하지 못할 경우가 있다. 이의 부족을 보충하기 위하여 우지를 정제하여 보조 재료로 첨가하여 사용할 수 있다.

(3) 松脂

황랍은 성질이 부드러워서 강도가 충분히 높지 않은 편이다. 강도가 높지 않으면 조각하기에 불편하므로 강도를 높일 필요가 있다. 이를 위하여 송지를 첨가한다. 송지를 첨가하면 강도는 높아지지만 가소성은 떨어지는 단점이 있다.

(4) 植物油

황랍의 강도를 높이기 위하여 송지를 첨가하면 강도는 높아지지만 가소성은 상대적으로 떨어진다. 즉 부러지기 쉽다. 이러한 단점을 개선하고 유연성을 높이기 위하여 식물유를 첨가한다. 식물유로는 주로 콩기름·들기름·피마자유 등을 사용한다.

3.2 鑄型의 材料

「印典」에 “若生泥爲範，銅灌不入，且要起窠(深空也).”⁴⁶⁾라는 기록이 있듯이, 순수 점토로 주형을 만들거나 점토 내에 유기화합물이 많이 섞여 있으면 점토 입자 사이의 공극이 충분히 형성되어 있지 못하므로 금속 용액이 주입되지 못하고 뒤는 현상이 나타난다.

46) (清)朱象賢, 「印典」, 卷8, 論泥, 印範條.

따라서 이러한 점토의 통기성 등의 기능을 보완하기 위하여 보조 재료를 필수적으로 첨가하여야 한다. 역사적으로 밀랍주조법에서 사용했던 주형의 재료는 오늘날 상상을 불허할 만큼 다양하게 나타나고 있다.

1) 文獻 記錄에 나타난 材料

「洞天清祿集」⁴⁷⁾에 주형의 재료로 고운 황토와 함께 소금과 종이 실을 첨가하여 사용하였다는 기록이 있다. 이들 재료는 점토의 통기성 향상을 위하여 점토에 첨가한 것임을 알 수 있다. 소금은 주형 재료의 강도를 높이기 위하여 첨가한다.

「元文類」의 元代書塑記⁴⁸⁾에 보면, 延祐 4(1317)년 황동으로 불상을 주조할 때에 江淮線紙·夾紙 등을 사용하였다. 이 紙類는 점토에 첨가한 것임을 알 수 있다.

「天工開物」에는 石灰三和土⁴⁹⁾를 사용하였는데, 이는 고운 점토와 탄소 분말, 즉 숯가루로 조제한 것이다. 또한 灰 一分에 河沙와 黃土를 二分, 즉 석회·기는 모래·황토를 1:1:1로 넣고, 糯米粳과 羊桃藤汁으로 고르게 반죽하는 방법으로 조제⁵⁰⁾하기도 하였다. 석회는 물과 결합하여 수산화칼슘으로 화학작용을 일으키므로 화학성이 안정된 견고한 조형재료가 되어 모래와 점토를 결합할 수 있고, 주물 표면에 모래가 점착하는 것을 방지하며, 금속용액이 주형재료에 침투하는 것을 방지할 수 있다.

(清)朱象賢의 「印典」卷8:

印範, 用潔淨細泥, 和以稻草, 燒透, 俟冷, 搗如粉.……熱泥中黏糠粃·羽毛·米粳等物, 其處必吸.⁵¹⁾

이에 의하면 주형 재료는 고운 점토에 볏짚을 완전히 태운 재를 곱게 갈아서 점토 반죽에 혼합하는 방법으로 조제하여 사용하였으며, 糠粃·羽毛·米粳 等

47) (宋)趙希鵠, 「洞天清祿集」.

48) (元)蘇天爵, 「元文類」. 經世大典, 工典, 書塑門.

49) (明)宋應星, 「天工開物」. 第8卷, 冶鑄, 鍾.

50) (明)宋應星, 「天工開物」. 第11卷, 燔石, 石灰.

51) (清)朱象賢, 「印典」. 卷8, 論泥, 印範條.

도 첨가하였다. 이처럼 熟泥를 조제할 때 보조 재료를 다량 첨가하면, 고온 안정성은 높아지고 수축률은 낮아지며 통기성은 좋아진다.

「西洋水法鑄造激箭銅管等項活計按例應用物料匠夫則例」의 기록에 의하면 거친 황토·紙漿·馬糞·糞蔬(白蔬) 등이 점토에 첨가하는 주형 재료다.

2) 鑄造 工房에서 使用하는 材料

이상과 같은 문헌 기록 외에 오늘날 전통적인 밀랍주조법으로 기물을 주조하고 있는 공방에서 사용하고 있는 재료를 살펴보면 다음과 같다.

青海와 西藏에서는 주형 재료에 牛毛를 혼합하여 사용한다. 廣東에서 주형 재료용 점토에 첨가하는 재료는 주물 표면과 접하는 점토와 접하지 않는 점토에 첨가하는 재료가 다르지만, 대체로 河砂·벗짚·焦砂(硅砂) 등을 혼합하여 사용한다.⁵²⁾ 오늘날에는 硅酸乙脂·磷酸암모늄·磷酸나트륨 등을 첨가하여 사용한다.

3) 理論 研究에 나타난 材料

이밖에 이론적인 연구에서도 주형의 재료에 대하여 언급하고 있다. 華覺明⁵³⁾은 주형의 재료는 강도와 내화도가 비교적 높은 炭素粉末泥를 사용한다고 한다. 李京華⁵⁴⁾는 주형 재료는 특별히 조제한 고온 점토 재료를 사용하는데, 이는 전통적인 점토 여과 방법으로 얻은 고온 점토에 곱게 분쇄한 비교적 많은 양의 식물 분말을 첨가하여 조제한 것이다. 식물 분말의 입자는 0.2mm 이하여야 한다.

이상을 종합하면 밀랍주조법의 주형 재료에 사용한 것으로는 주재료인 황토와 점토 외에 보조 재료로는 점토의 통기성 등의 기능을 보완하기 위한 종이류·석회·거친 황토 河砂 硅砂 등 모래류·벗짚재·쌀겨·羽毛·馬糞·蔬類·牛毛·탄소 분말(숯가루)·식물 분말 등과 점토의 강도를 높이기 위한 소금이 있으며, 이들을 찻쌀·싸라기 등으로 쪄 죽이나 수액으로 반죽한다.

52) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 241-242.
53) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 239.
54) 李京華, “浙川春秋楚墓銅禁失蠟鑄造法的工藝探討,” 『文物保護與考古科學』. 第6卷 第1期(1994. 6), 44.

3.3 合金 成分

이는 문헌 기록이든 실물 분석이든 모두 밀랍주조법으로 주조한 주물의 합금 성분을 분석하여 나타난 결과를 종합하여야 한다. 왜냐하면 밀랍주조법에서 사용한 주형의 재료가 다른 주조 방법에서 사용한 주형의 재료와 달라서 금속 용액에 반응하는 특징이 달리 나타날 수 있기 때문이다.

「宣德鼎彝譜」에 의하면 宣德爐의 주조에 사용한 금속 재료는 동 69.5%, 아연 29.1%, 주석 1.4%를 함유하고 있다. 이는 황동으로 합금의 용점은 970℃, 주입온도는 1,100℃다.⁵⁵⁾

王璉은 자신이 소장하고 있는 宣德爐 두 점의 금속 성분을 분석한 결과, 하나는 동 48%, 아연 36.4%, 주석 2.7%, 납 3.7%, 철 2.3%로 나타났고, 다른 하나는 철의 함량이 12.1%에 달했다.⁵⁶⁾

이 같은 합금은 가열하여 용액화 할 때 나타나는 소손률이 동 1~1.5%, 아연 2~5%, 주석 1.5% 정도다. 또한 용액화·주입·가공 과정에서 나타나는 손실율은 약 20%에 이른다.⁵⁷⁾ 따라서 주조를 위하여 혼합한 금속의 비율과 주조 후의 각각의 금속 성분 비율이 일치하지 않는다.

이를 종합하면 대체로 동 70%, 아연 30% 비율의 황동이 주류를 이루고 있고, 기타 합금 성분으로 주석·납·철 등이 포함되어 있음을 알 수 있다.

4. 蜜蠟鑄造的 過程

4.1 文獻 記錄에 나타난 鑄造 過程

밀랍주조법을 이용하여 기물을 주조하기 시작한 것은 春秋時代부터지만, 이에

55) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 238.

56) 張子高, 「中國化學史稿: 古代之部」, 110.

57) 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 238 및 각주 32.

관한 기록이 문헌에 보이는 것은 宋代 이후다. 밀랍주조법의 주조 과정에 대하여 기술하고 있는 문헌의 기록을 보면 다음과 같다.

(宋)趙希鵠의 「洞天清祿集」:

古者鑄器必先用蠟爲模, 如此器樣, 又加款識刻畫. 然後以小桶加大而略寬, 入模于桶中. 其桶底之縫, 微令有絲線漏處, 以澄泥和水如薄糜, 日一澆之, 俟乾再澆, 必令用足遮護. 訖, 解桶縛, 去桶板, 急用細黃土, 多用鹽并紙筋, 固濟于原澄泥之處. 更加黃土三寸, 留竅, 中以銅汁深入, 然一鑄未必成, 此所以爲 貴也.⁵⁸⁾

이를 통하여 알 수 있는 주조에 관한 사실은 앞의 2.2 蜜蠟鑄造法の 發展, 3) 宋元 時期에서 언급한 바와 같다. 이를 통하여 구체적인 주조 과정을 추론하면 다음과 같다.

- (1) 밀랍으로 어미 모형을 원하는 형상으로 만든다.
- (2) 문자와 그림을 조각한다.
- (3) 어미 모형보다 조금 큰 틀을 씌워서 주형 재료를 부어 넣는다.
- (4) 건조되면 소금과 종이 실을 혼합한 점토를 다시 부어 넣어 모형을 보호할 수 있도록 한다.
- (5) 건조되면 틀을 해체한 다음 고운 황토를 세치 정도 두껍게 감싼다.
- (6) 밀랍을 녹여 공간을 만든다.
- (7) 조성한 주입구에 구리 용액을 깊숙이 부어 넣는다.

다음에 나타나는 기록은 그 과정을 가장 자세하게 기술한 「天工開物」이다.

(明)宋應星의 「天工開物」:

凡造萬鈞鍾與鑄鼎法同, 掘坑深丈幾尺, 燥筑其中如房舍, 埤泥作模骨. 其模骨用石灰三和土筑, 不使有絲毫隙拆. 乾燥之後, 以牛油黃蠟附其上數寸. 油蠟分兩, 油居什八, 蠟居什二. 其上高蔽抵晴雨(夏月不可爲, 油不凍結). 油蠟埤定, 然後雕鏤書文·物象, 絲發成就. 然後春篩絕細土與炭末爲泥, 塗埤以漸 而加厚至數寸. 使其內外透體乾堅, 外施火力炙化其中油蠟, 從口上孔隙鎔流淨盡. 則其中空處, 卽鍾鼎托體之區也. 凡油蠟一斤虛位, 填銅十斤. 塑油時盡油十斤, 則備銅百斤以俟之. 中既空淨, 則議鎔銅. 凡火銅至萬鈞, 非手足所能驅使. 四面筑爐, 四面泥作

58) (宋)趙希鵠, 「洞天清祿集」.

槽道, 其道山口承接爐中, 下口斜低以就鍾鼎入銅孔, 槽旁一齊紅炭熾圍. 洪爐鎔化時, 洪開槽梗(先泥土爲梗塞住), 一齊如水橫流, 從槽道中覓注而下, 鍾鼎成矣. 凡萬鈞鐵鍾與爐·釜, 其法皆同, 而塑法則由人省蓄也.⁵⁹⁾

이를 살펴보면 대형 주물을 주조하기 위한 밀랍 주조의 전반적인 과정은 물론 구체적인 사항을 알 수 있다. 우선 밀랍주조의 구체적인 과정은 다음과 같다.

- (1) 대형 주물이므로 구덩이를 깊게 파서 주조 공간을 만든다.
- (2) 그 공간에 석회·점토·가는 모래 등으로 조제한 石灰三和土로 뼈대를 만든다.
- (3) 건조되면 그 위에 밀랍을 입힌다.
- (4) 얻고자 하는 형상을 조각한다.
- (5) 고운 점토와 탄소 분말을 혼합한 점토를 여러 겹으로 견고하게 입힌다.
- (6) 가열하여 밀랍을 다 녹여낸다.
- (7) 금속 용액을 주입하면 주물이 완성된다.

이에 나타난 주조 과정은 전술한 문헌 기록과 대동소이하다. 그러나 그밖에도 밀랍 모형의 재료와 구성 비율, 밀랍 모형의 두께, 주형의 주재료와 보조재료, 주형의 두께, 밀랍과 금속의 비율, 금속 용액 주입 방법뿐만 아니라 기후 문제 등 대형 주물을 위한 요소들이 더욱 구체적으로 기술되어 있다.

(明)文彭의 「印史」:

撥蠟, 以蠟爲印, 刻文製紐于上, 以焦泥塗之, 外加熟泥, 留一孔, 令乾, 去其蠟, 以銅鎔化入之.⁶⁰⁾

(清)朱象賢의 「印典」:

撥蠟, 以黃蠟和松香作印, 刻文製紐, 塗以焦泥, 俟乾, 再加生泥, 火煨, 令蠟盡, 泥熟, 鎔銅傾入之. ……凡鑄印, 先將松香作骨, 外以黃蠟撥紐刻字, 無不精妙.⁶¹⁾

59) (明)宋應星, 「天工開物」, 第8卷, 冶鑄, 鍾.

60) (明)文彭, 「印史」, 撥蠟條.

61) (清)朱象賢, 「印典」, 卷8, 論蠟, 撥蠟條.

印範, ……瀉生泥漿調之, 塗于蠟上, 或曬乾, 或陰乾, 但不可近火. 若生泥爲範, 銅灌不入, 且要起窠(深空也). ……大凡蠟上塗以熟泥, 熟泥之外再加生泥, 鑄過作熟泥用也.⁶²⁾

(清)葉爾寬의 「摹印傳燈」:

以蠟爲印, 刻篆文并製紐, 紐下置一杆, 以鈍細泥和膏, 塗蠟印外, 候乾, 再極塗, 以至厚爲度. 去杆, 則紐外有一孔, 向火上炙之, 蠟必由孔熔出, 然(後)化銅入之. 此印之精不精全在先刻之蠟.⁶³⁾

이상의 기록에서도 밀랍주조법에 관련된 사항을 파악할 수 있다.

(1) 밀랍주조의 과정이다. 우선 밀랍으로 어미 모형을 만들고, 이에 焦泥와 熟泥를 각각 입히고, 구멍을 낸 다음 건조되면 가열하여 밀랍을 제거하고 금속 용액을 주입하였다.

(2) 밀랍 재료는 황랍과 송진이 사용되었다.

(3) 주형 재료의 조제와 기능은 대단히 엄격하여 금속 용액과 접하는 부분은 금속 용액을 받을 수 있는 점토로 하고, 그 위에 다시 점토를 입혀서 주형을 견고하게 하였다. 따라서 「印史」의 焦泥는 「印典」의 熟泥이고, 「印史」의 熟泥는 「印典」의 生泥와 같다.

4.2 실험 연구에 나타난 주조 과정

이밖에 실험적인 연구에서도 밀랍주조법의 주조 과정에 대하여 언급하고 있다. 華覺明과 王安才가 “撥蠟法的調查和復原試製”⁶⁴⁾에서 발표한 내용을 정리하면 다음과 같다.

62) (清)朱象賢, 「印典」. 卷8, 論泥, 印範條.

63) (清)葉爾寬, 「摹印傳燈」.

64) 華覺明·王安才, “撥蠟法的調查和復原試製,” 217-225.

1) 뼈대 세우기

청동기를 주조하기 위해서는 우선 주형의 재료를 지탱해 줄 뼈대를 철근이나 목재로 주물의 형태에 맞도록 구축한다. 이 뼈대에 주형재료가 잘 붙을 수 있도록 가는 철사와 노끈 등으로 여러 겹 감는다. 그러나 소형 주물은 뼈대를 필요로 하지 않는다. 그 이유는 소형이므로 점토만으로도 가열 과정에서 충분한 강도를 가지고 있어서 변형되거나 균열될 가능성이 없기 때문이다. 그러나 단면이 작거나 가늘고 긴 곳 또는 급격한 변화가 있는 목·어깨 부분은 부분적으로 뼈대를 만들어 줄 필요가 있다.

2) 주형의 내부 재료 붙이기

주형의 내부 재료는 점토를 사용한다. 세 겹으로 구분하여 점토를 붙여서 성형하는데, 점토의 기능이 각각 다르다. 1차로는 紙漿泥를 사용한다. 이는 점도와 강도가 높아서 뼈대에 점착이 잘 되고, 2·3층의 점토를 충분히 지탱할 수 있기 때문이다. 2차 점토로는 주조하고자 하는 주물의 기본 형상을 조성한다. 3차 점토로는 자세한 부분을 수정하고 보완한다.

1차 점토로 지장니 외에 馬糞泥를 사용할 수 있다. 마분을 잘 말려서 잘게 부순 다음 40~50목의 체로 여과하여 점토와 반죽한다. 전통적으로 자연에서 채취하여 사용하는 점토는 모래 함유량이나 점도가 일정하지 않으므로 혼합 비율 등은 경험으로 판단한다. 2·3차 점토에도 마분을 혼합하는데 1차보다는 많이 혼합한다. 1차 점토의 반죽 농도는 점토 반죽이 손에 묻지 않을 정도로 하는데 건조 후 균열되지 않아야 한다. 완전 건조 후 2·3차 점토를 입힌다.

마분 등 유기물을 혼합하는 이유는 점성과 수축률을 낮춰서 건조 소성과정에서 균열되지 않고, 소성 후에는 점토 내에 공극을 형성하여 통기성을 좋게 하기 위함이다. 또한 3% 정도 혼합하면 매우 우수한 강도를 보인다. 간혹 주물이 얇을 경우 응고 시 수축응력이 커서 주물이 균열될 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 20% 정도의 숯가루를 첨가하기도 한다.

점토는 실온 또는 실온보다 약간 높은 온도에서 자연 건조하고, 건조되면 표면

손질과 함께 약간의 물을 뿌린 후 밀랍을 입힌다.

3) 밀랍 어미 모형의 제작

우선 주조하고자 하는 주물의 두께로 밀랍 판을 조각으로 만들어서 주형의 내부 재료 위에 붙인다. 두께는 대체로 2~3mm 정도다. 밀랍 재료는 용점이 60℃ 정도로 낮아서 손의 체온으로도 약간의 압력을 가하면 변형되면서 붙는다. 밀랍 조각의 접합 부분은 손으로 눌러서 수정하면서 성형한다. 밀랍을 모두 붙였으면 주조하고자 하는 목적물의 조형에 따라서 조각한다. 세밀한 부분은 누르개 등의 간단한 공구로 조형한다. 이 때의 조각된 상태가 바로 주물의 형태가 되므로 세심한 주의가 필요하다. 이 과정이 조소자의 예술 감각에 따라 주물의 형상이 어떻게 주조되느냐를 결정하는 관건이다. 금속 용액의 주입구와 배기구도 밀랍으로 만들어 붙인다. 이와 같이 주물의 조형에 맞도록 밀랍을 붙인다. 밀랍을 녹여서 액체 상태의 것을 덧칠하는 방식으로 붙이기도 한다.

주물이 대형일 경우는 밀랍 자체의 힘만으로 주형틀이 되는 외부 점토를 고정시키지 못하므로 지지대를 필요한 곳에 세운다. 대부분 표면의 돌출 부분에 적당량 세운다. 지지대의 길이는 주물 두께의 2~3배 정도로 만들어서 사용한다. 소형 주물에는 지지대가 필요 없다.

4) 주형의 외부 재료 입히기

밀랍을 다 붙였으면 주형의 외부 재료를 입힌다. 주형의 외부 재료는 내부 재료와 같이 점토를 사용한다. 다만 외부 재료는 내부 재료보다 입자가 더 미세하여야 주물의 표면을 매끄럽게 주조해 낼 수 있다. 주형의 외부 재료용 점토도 역시 내부 재료와 마찬가지로 순수한 점토만으로는 금속 용액 주입 시 발생하는 가스를 흡수할 수 없어서 주조가 불가능하다. 이를 극복하기 위하여 보조 재료를 첨가하는데, 그 중 대표적인 것이 숯가루나 흑연이다. 종이 섬유와 함께 섞어도 무방하다.

숯가루나 흑연은 아주 몽글게 뺨아야 한다. 왜냐하면 점토의 입자와 함께 보조 재료의 입자도 크기에 따라서 주물의 표면에 그대로 영향을 미치기 때문이다.

뿐만 아니라 금속 용액 주입 시 발생하는 가스를 고루 흡수할 수 있어서 주조 성공률을 높일 수 있다. 숯가루는 불에 한번 구워져 나온 물질이어서 고온안정성이 높다. 즉 고온으로 주형을 가열하면 소성되면서 수축하게 되는데 숯가루는 이 수축률을 낮추어 주물이 변형되는 것을 방지하는 역할을 한다.

소형 주물은 단일 재료를 사용하지만, 중대형 주물은 점토 재료의 성분을 달리 하여 층을 나누어 입힌다. 그 중 주물 표면과 접하는 점토가 가장 중요한데, 우수한 통기성과 불균열성 외에 부착성능이 있어야 한다. 대체로 마분니와 지장니를 사용한다. 마분니는 전술한 바와 같다. 지장니는 점토 34% · 석탄재 분말 또는 그을음 10% · 지점유 1% · 물 55% 정도의 비율로 반죽하여 조제한다.

점토는 성분 분석 결과 SiO_2 가 52.74%, Al_2O_3 가 16.05%, Fe_2O_3 가 6.29%며, 소성 손실률은 11.08%, 내화도는 약 1,200~1,300℃의 보통 점토다.

석탄재 분말은 주요 성분이 SiO_2 와 Al_2O_3 며, 응고화학 성능으로 보면 水硬化 혼합물에 속한다. 이는 고온 작용을 경과하면 열팽창률이 크게 떨어져서 우수한 고온안정성을 갖게 되어 주형의 변형과 균열을 방지하는 기능을 발휘하며 강도와 통기성도 우수하다.

지점유는 덩어리가 없도록 곱게 풀어서 지장 형태로 만들어서 점토에 혼합한다. 이의 기능은 점토 내부에 혼합되어 있으면서 점토 입자의 연결재로 소성 시 수축과 균열을 억제하고, 소성 후 수많은 공극을 형성하여 금속 용액 주입 시 발생하는 가스를 흡입할 수 있는 우수한 통기성을 갖는다. 지장니의 건조인장강도는 22Kg/Cm²이며, 절단강도는 10Kg/Cm²다. 주형 내층의 두께는 15~20mm다.

소형 주물에는 炭粉泥를 사용하였는데, 그 구성은 점토 26% · 모래 48% · 탄분 7% · 물 19%며, 모래와 탄분은 40~50목의 체로 여과한다. 주형의 두께는 4~5mm다. 탄분니의 건조인장강도는 2.7Kg/Cm²이며, 절단강도는 5Kg/Cm²다.

주형의 외층 재료는 점토와 마분 또는 분쇄된 마 등을 혼합하여 조제한다. 점토의 함유율은 내층보다 약간 높다. 외층은 내층보다 두텁게 씌워서 소성 후에도 강도가 커야 주형이 균열되는 것을 방지할 수 있다.

주형 재료를 조제하여 입히는 방법은 조형이 자세한 부분이나 공극 부분에 초벌

로 조제된 점토 액체를 충실히 채워 넣어서 기포나 공동이 없도록 세심히 칠한 다음 주형틀을 우리처럼 설치하고 우리 안의 빈 공간에 점토 액체를 부어 넣는다. 점토 액체가 수분이 적어서 고체에 가까울 경우에는 틀을 설치하지 않고 직접 초벌 위에 붙여서 입히기도 한다. 이 때 금속 용액 주입구를 설치해야 함은 물론이다.

5) 주형의 건조

주형을 형성하고 있는 점토는 수분을 담백 머금고 있으므로, 이 상태로는 금속 용액을 주입하여도 주입되지 않는다. 따라서 주형이 완성되면 반드시 완전히 건조시켜야 하는데, 건조는 통풍이 잘되는 음지나 실내의 평온에서 한다. 양지에서 직접 햇볕을 받으면 주형이 빨리 건조되기는 하나 균열될 가능성이 있으므로 피해야 한다. 빨리 건조시키고자 할 경우에는 평온보다 약간 온도를 높여주면 된다. 건조 소요 시간은 주물의 크기에 따라 대체로 7~20일 가량이다.

6) 밀랍의 용출과 주형의 소성

주형이 완전히 건조되면, 가열로에서 주형을 주입구가 아래로 향하도록 안치한 다음 가열하여 밀랍이 녹아 나오도록 한다. 대형 주조물일 경우 아래에서 위로 점차 가열하여 아랫부분의 밀랍이 먼저 녹아 나오도록 하고, 윗부분은 그 다음에 순차로 녹여낸다. 아래에서부터 가열하는 이 원칙은 대단히 중요하다. 왜냐하면 주형을 윗부분부터 가열하면 아랫부분의 밀랍이 녹아 나오기 전이어서 윗부분의 밀랍이 녹아 나올 수 없다. 뿐만 아니라 윗부분의 밀랍이 주형 안에서 끓어서 주형 재료인 점토 내부로 다량 흡수되어 이를 제거하는 작업을 요구하거나 금속 용액 주입 시 가스 배출을 방해하여 주조가 실패할 수도 있기 때문이다. 충분히 가열하여 밀랍을 다 녹여 냈을 경우, 밀랍의 회수율은 약 50~60% 정도다.

밀랍이 대체로 용출되어 나오면 계속하여 주형을 소성한다. 이는 밀랍이 용출되는 과정에서 주형 재료에 흡수된 것을 완전히 연소시키기 위함과 함께 금속 용액을 주입할 수 있도록 주형 자체를 구워내는 과정이다. 가열하는 속도는 밀랍을 충분히 연소시킬 수 있으면서 주형 재료가 균열되지 않도록 완만하여야 한다.

주형을 굽는데 소요되는 시간은 8~12시간 정도이며, 최고 온도는 약 800℃ 정도다. 혹은 700℃까지 가열하기도 한다.⁶⁵⁾ 이렇게 소성된 주형은 강도·내화성·고온안정성·통기성 등이 크게 향상되고, 또한 점토 내의 유기물질이 탄화되어 상당량의 탄소 입자를 보유하게 됨으로 말미암아 금속 주입 시 환기용 기체보호층이 형성되어 주조 성공률을 높일 수 있다.

7) 금속 용액의 주입

금속 용액이 주형에 잘 주입되기 위해서는 주형이 뜨거울 때 주입하여야 한다. 주형의 내부 온도는 약 200℃ 이상이다. 주형이 대형일 경우는 일정한 예열 온도를 유지하기 위하여 주형 소성·주형 뒤집기·금속 용액 주입 등이 유기적으로 조화를 이루어야 한다. 따라서 이 공정에 동원되는 인원수가 가장 많다.

전통적인 예술 주물은 구리·아연 합금의 황동을 많이 사용한다. 아연은 용점이 낮고 유동성이 크며 반인장강도가 높다. 또한 용화할 때 아연의 증기 압력이 높아져서 기체 제거에 유리하여 주조 성능과 가공 성능이 좋다. 따라서 구리·주석 합금인 청동은 개별적인 경우와 고대 청동기를 복제할 때 사용한다. 황동은 숙동과 생동으로 구분된다. 생동은 이물질이 많고 성질이 바삭바삭하여 가공할 때 쉽게 파열한다. 그러나 가격이 저렴하고 주조 성능은 좋다.

주입은 용광로 시설에서 금속 용액이 충분히 끓으면 불순물을 제거하고 1,050~1,150℃에 이르러 표면이 거울처럼 빛나면 주입할 수 있다. 전체 녹이는 과정은 약 2시간 정도 필요하다. 이 때 주의할 점은 금속 용액이 지나치게 뜨거워서 주형에 주입된 후에도 계속 끓을 정도여서는 안된다. 주입되면 곧 굳을 수 있는 정도가 가장 적당하다. 주입 요령은 흐름이 끊어지지 않아야 하며 속도를 적당히 느리게 하여야 주물이 방향성으로 응고하기에 유리하다.

8) 냉각과 마감 손질

금속 용액의 주입이 끝나면 냉각되기를 기다린다. 접근할 수 있을 정도로 냉각

65) 李京華, “浙川春秋楚墓銅禁失蠟鑄造法的工藝探討,” 44.

되면 주형재료를 깨고 주물을 꺼낸다. 소형 주물은 주입 후 잠깐이면 꺼낼 수 있으나, 중대형 주물은 6~8시간 정도 냉각시켜야 한다. 주형의 재료는 다량의 유기물질을 함유하고 있고 고온으로 구워냈기 때문에 약간의 충격을 가하면 쉽게 깨어진다. 이때 주물의 표면은 대부분 비교적 빛나고 깨끗하며 모래가 붙어 있는 현상은 드물다.

주물을 꺼내어 표면을 깨끗이 털고 불필요한 지지대와 언더리 등도 제거하여 목적물의 조형에 따라 표면을 가공한다. 전체적으로 거친 부분을 깎아낸 다음 정교한 부분을 손질하고, 끝으로 연마제로 갈아주고 착색이나 도금 등의 과정을 거쳐서 완성한다. 이 과정은 대단히 섬세하고 시간을 요하는 작업이다. 전통적인 밀랍주조법으로 막 주조해 낸 주물은 비교적 빛나고 깨끗하긴 하지만, 완성품과는 상당한 거리가 있어서 기본적인 형상과 문양만 갖추어진 상태다. 주물의 예술적 형상은 표면 가공의 정교하고 상당한 손질에 의하여 얻어진다. 이 마감 과정의 정도에 따라서 완성물의 수준도 결정되므로 이 과정에서 소요되는 시간이 가장 길다. 이 손질이 끝나면 밀랍주조법의 전 과정이 완성된다.

공방 내부의 업무 분담은 목공·점토장·밀랍장·조각장·화부·금속장·수정장·착색도금장 등의 8개의 분업으로 이루어지는데, 한 사람이 여러 개의 작업을 수행하는 것이 일반적이다.

이상의 전반적인 주조 과정을 살펴보면, 어미 모형의 제작 과정에서는 뛰어난 예술적 감각이 필요하고, 주형 제작과 금속 용액의 주입 과정에서는 우수한 기술력이 중요하고, 금속 용액의 주입 다음에는 많은 노동력이 필요하다. 이는 淸代의 「廣儲司磁器庫銅作則例」에 나타난 각각의 업무 비율에서도 알 수 있다.

5. 活字 鑄造에의 應用

이상으로 역대의 문헌기록과 함께 청동기물을 복원하기 위한 실험과 이론 연구를 통하여 밀랍주조법의 전모를 살펴보았다. 그러나 이는 대체로 중·대형 기물

을 주조하기 위한 것이며, 소형이라 할지라도 극소형의 활자와는 그 구체적인 과정에 있어서 차이가 날 수밖에 없다. 따라서 금속활자를 주조하기 위해서는 앞에서 추적한 주조 과정을 참고하되 적의 수정하여 적용하여야 한다. 또한 오늘날 귀금속 세공 과정에서 이용하고 있는 왁스법 등을 참고하여 금속활자를 주조하기 위한 과정을 정리하면 다음과 같다.

5.1 字本과 어미자의 準備

1) 자본의 선정

청동기물도 주조하기 위해서는 밀그림이 있어야 하듯이 활자 주조 역시 밀그림인 자본을 우선 결정하여야 한다.

2) 어미자의 조각 요령

청동기의 밀랍 모형에 해당하는 어미자를 제작하기 위해서, 주조하고자 하는 활자의 크기(문자면의 가로*세로*동체의 높이)와 형태·문자의 필획을 구성하는 산의 각도와 깊이 등을 미리 정한다.

3) 어미자의 재료

청동기의 밀랍 주조 과정에서 나타났듯이 사용 가능한 재료를 준비한다. 이에 는 황랍·우지·송지·식물유·파라핀·왁스·미술용 밀랍·목재 등이 있다. 파라핀·왁스·미술용 밀랍 등은 오늘날 구하기 어려운 황랍을 대체할 수 있는가를 측정하기 위함이고, 목재는 주조 가능성을 실험함과 아울러 훗날 지나친 편법으로 악용되는 것을 미연에 방지하기 위함이다.

4) 어미자의 조각

청동기의 어미 모형을 손질하여 조형을 완성하듯이, 어미자를 제작한다. 그 과정은 어미자판 제작·자본 붙이기·어미자 조각 순으로 한다.

5.2 鑄型의 主材料 準備

우리의 생활 주변에서 손쉽게 구할 수 있으면서 점성을 갖춘 황토나 진흙 또는 찰흙을 준비한다. 아울러 오늘날 재료 공학이나 요업 공예 부문에서 사용하는 백토·청토·내화토·옹기토·산청토 등도 준비한다.

그러나 순수한 점토만으로는 입자가 지나치게 미세하여 주조면이 깨끗이 나올 수 있다는 장점이 있는 반면에, 금속 용액을 주입할 때 발생하는 가스를 흡입할 수 없어서 주조가 불가능하다. 이를 보완하기 위하여 여러 보조 재료를 첨가한다.

5.3 鑄型의 補助材料 準備

주형을 구성하는 주재료의 부족한 기능을 보완할 수 있는 재료로 종이류·석회·모래류·벼짚재·쌀겨·羽毛·馬糞·蕪類·牛毛·식물 분말·탄소 분말(숯가루)·흑연·그을음·석탄재 분말·소금 등을 준비한다.

5.4 鑄型 材料의 調製

주형의 주재료와 보조 재료를 각각 혼합하여 여러 계열의 주형 재료를 조제한다. 활자의 경우는 청동기와 달리 성분을 달리하는 여러 층으로 주형을 조성하지 않으므로 단일 재료로 하되 여러 조건을 실험하기 위한 재료를 준비한다.

5.5 鑄型의 製作

1) 어미자군의 성형

활자 주조용 주형을 제작하기 위하여 우선 이미 완성된 어미자로 군집을 형성하여 주형 재료를 입힐 수 있도록 한다.

2) 주형틀의 손질

어미자군에 주형 재료를 충전할 수 있도록 주형틀을 준비한다.

3) 주형 재료의 충전

어미자군에 주형틀을 씌우고 주형 재료를 충전한다.

4) 주형 재료의 건조

주형 재료의 충전이 끝나면 수분·기포 등을 제거하여 완전히 건조시킨다.

5.6 蜜蠟의 熔出과 鑄型의 燒成

주형이 완전히 건조되면 이를 가열로에 거꾸로 넣고 가열하여 밀랍을 녹여낸다. 그리고 계속 가열하여 점토에 흡수된 밀랍도 완전히 배출시키면서 금속 용액을 주입할 수 있도록 주형을 완전히 소성한다.

5.7 金屬 鎔液의 注入

우선 원광을 준비하여 성분별 함량을 맞추어서 합금을 준비한다. 대체로 청동과 황동을 준비한다. 주형이 충분히 가열되어 소성되었을 때에 맞추어 준비해둔 합금을 충분히 녹여서 주형에 주입한다.

5.8 活字의 抽出과 마감 손질

식기를 기다렸다가 주형을 깨뜨려서 활자를 추출한다. 이때 주물의 표면은 깨끗한 경우도 있지만 대부분은 표면에 점토가 묻어있고 불필요한 금속 너더리도 붙어있게 마련이다. 따라서 이들을 깨끗이 손질하여 활자를 완성한다.

6. 結 論

이상으로 금속활자의 밀랍주조법을 추적하기 위하여, 춘추시대 이후 오늘날에 이르기까지 이용되어 온 중·대형 청동기의 밀랍주조법에 관련된 문헌 기록과 오늘날의 복원 실험 보고서 및 이론 연구 등을 분석하였다. 이를 통하여 얻어진 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 밀랍주조법의 기본 원리와 주조 과정

① 뼈대 세우기, ② 주형 내부 재료 붙이기, ③ 밀랍 어미 모형 제작, ④ 주형 외부 재료 입히기, ⑤ 건조, ⑥ 밀랍 용출과 주형 소성, ⑦ 금속 용액 주입, ⑧ 냉각과 마감 손질 등의 순으로 이루어진다.

(2) 어미 모형의 재료와 비율

주재료가 황랍이며, 보조 재료로 송진·동물성 유지·식물유 등을 사용하였다. 이론적으로는 나무 등 가연성 물질도 가능하다. 배합 비율은 주물의 크기·형태·기온 등에 따라 차이가 있다.

(3) 주형의 주재료와 보조재료

주재료로 황토와 점토를 사용하였다. 보조 재료로는 종이류·석회·모래류·벼짚재·쌀겨·羽毛·馬糞·蕪類·牛毛·식물 분말·탄소 분말(숯가루)·흑연·그을음·석탄재 분말·소금 등을 다양하게 사용하였다. 이들을 찻쌀·싸라기 등으로 쪄 죽이나 수액으로 반죽하였다. 그러나 각 재료의 혼합 비율은 대체로 밝히 알 수 없다.

(4) 금속의 성분

대체로 동 70%, 아연 30% 정도의 비율로 합금한 황동이 주류를 이루고 있고, 기타 금속 성분으로 주석·납·철 등이 포함되어 있다.

(5) 주물의 공예 형식과 생산량

주물의 공예 형식은 일반 주조 방법으로는 주조할 수 없는 조형이 복잡하고 예술성이 풍부한 작품이 대부분이다. 그러나 생산량은 소량에 불과할 만큼 제약이 컸다.

(6) 응용 가능성

이는 중·대형 청동기의 주조 과정이므로, 활자와 같이 극소형이거나 도범법으로 가능한 것이 주조되는 경우는 예외적인 현상이라고 할 수 있다. 그러나 극소형 활자의 주조에 적의 수정하여 응용하면 금속활자의 주조도 가능할 것으로 판단된다.

(7) 공헌 및 기대 효과

지금까지 개념조차 전혀 없던 밀랍주조법의 기본 원리를 국내의 관련 학계에 처음으로 밝혔다. 이로써 앞으로는 이를 바탕으로 비교적 손쉽게 문헌 연구로 보완할 수도 있다. 더 나아가 이 문헌 연구를 바탕으로 다양한 실험으로 검증함으로써 금속활자의 밀랍주조법을 완성할 수 있고, 궁극적으로는 「직지」의 진정한 복원까지도 가능할 것이다. 본 연구가 이러한 기본 개념의 기초 정보를 제공한 점도 간과해서는 안 될 공헌이다.

<참고문헌>

1. 사료

- (唐)房玄齡 등, 「晉書」.
- (唐)玄宗. 大唐六典.
- (宋)朱輔. 溪蠻叢笑.
- (宋)王溥. 唐會要.
- (宋)沈括, 夢溪筆談校證.
- (宋)趙希鵠. 洞天清祿集.
- (元)王黼. 宣和博古圖.
- (元)蘇天爵. 元文類.
- (明)文彭. 印史.
- (明)宋濂. 「元史」.

(明)呂震 等, 「宣德彝器圖譜」.

(明)呂震 等, 「宣德鼎彝譜」.

(明)宋應星, 天工開物.

(清)葉爾寬, 摹印傳燈.

(清)朱象賢, 印典.

2. 저술

郭寶鈞, 「尚周銅器群綜合研究」, 北京: 文物出版社, 1981.

馬承源, 「中國青銅器」, 臺北, 南天書局, 1991.

박문열, 「금속활자장」, 서울: 화산문화, 2001.

張子高, 「中國化學史稿: 古代之部」, 北京: 科學出版社, 1964.

千惠鳳, 「羅麗印刷術의 研究」, 서울: 경인문화사, 1980.

熔模精密鑄造, 中國機械工業出版社, 1973.

Leslie Aitchison, A History of Metals. Vol. I. 1960.

Bruce L. Simpson, Development of the Metal Castings Industry. American Foundrymen's Association, Chicago, 1948.

Herbert Maryon · H. J. Plenderleith, Fine Metal-Work. C. Singer · E. J. Holmyard · A. B. Hall, A History of Technology. Vol. I, Oxford University Press, Oxford, 1954.

3. 논문

吉田光邦, 熔模, 科學史研究, 1954年 第32號.

李京華, 浙川春秋楚墓銅禁失蠟鑄造法的工藝探討, 文物保護與考古科學, 第6卷 第1期(1994. 6)

傳統精密鑄造工藝鑑定會議, 關於隨懸曾侯乙墓青銅尊·盤鑄造工藝的鑑定意見, 武漢, 1979. 6. 26.

曹獻民, 雲南青銅器鑄造技術, 雲南青銅器論叢, 北京: 文物出版社, 1981.

- 曹炯鎮. “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 炭粉의 復原實驗 研究.” 『書誌學研究』 제30집(2005. 6).
- 曹炯鎮. “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 黑鉛의 復原實驗 研究.” 『書誌學研究』 제31집(2005. 9).
- 曹炯鎮. “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 炭粉+紙纖維의 復原實驗 研究.” 『書誌學研究』 제32집(2005. 12).
- 鄒樹文. 虫白蠟利用的起源. 農史研究集刊, 第1冊.
- 河南省丹江庫區文物發掘隊. 河南省淅川縣下寺春秋楚墓. 文物, 1980年 第10期, 1980. 10.
- 華覺明, “失蠟法在中國的起源和發展,” 華覺明 等著, 『中國冶鑄史論集』(北京: 文物出版社, 1986).
- 華覺明·王安才. 撥蠟法的調查和復原試製. 華覺明 等. 中國冶鑄史論集. 北京, 文物出版社, 1986.



к с і