

□ 연구노트

□직지□ 금속활자 복원에 관한 실험적 연구

라경준

청주고인쇄박물관 학예연구사

김홍영

청주고인쇄박물관 학예연구실장

원광식

중요무형문화재 제112호 주철장

Restoration of “JikJi” Movable Metal Type and the Related Issues

RA Kyung-Jun

Curator

Cheongju Early Printing Museum

KIM Hong-young

Head Curator

Cheongju Early Printing Museum

WON Kwang-sik

Master Craftsman, Human Cultural Asset No. 112

2 □한국과학사학회지□ 제28권 제1호(2006)

ABSTRACT

“Jikji” movable metal type was made by beeswax casting method. Although OH Kuk Jin reported that he succeeded in restoring “Jikji” movable metal type by beeswax casting method, there has been a controversy about the plaster burial material and metal mold which he used. Later, CHO Hyeung Jin proposed natural clay and artificial clay, instead of plaster burial material, and proved his claim by experiment. But it has been pointed out that he also used the metal mold, and that his rate of success was very low. In this thesis, we sought an alternative of the metal mold. On the assumption that OH Kuk Jin's method is basically correct, except for the plaster burial material and metal mold, we made mold from baked sand and sedimentary ocher, pasting them directly onto the beeswax type and beeswax stick. After that, melted copper(minimum 83%, maximum 90%) and tin(minimum 10%, maximum 17%) were poured into the mold. By this method, we could raise the rate of success up to 99%.

Key Words: beeswax casting method, plaster burial material, metal mold, mold material, bubble, sediment, mold, baked sand

1. 서론

1972년 UNESCO가 지정한 “세계 도서의 해” 기념으로 프랑스국립도서관에서 마련한 <<BOOKS>> 전시회에 □백운화상초록불조직지심체요절(白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節, 이하 ‘직지’로 약칭)□이 출품되어 현존하는 세계 최고(最古)의 금속활자본으로 인정되었다.

□직지□는 1377년(고려 우왕 3)에 청주 흥덕사에서 금속활자로 간행하였고, 1378

년(同王 4)에 경기도 여주 취암사(鷲巖寺)에서 목판으로 간행되었다. 그러나 □직지□의 간행 배경을 전하는 기록이나 고려시대 금속활자 주조 방법과 관련된 기록은 아직까지 발굴되지 않아 많은 어려움이 있다.

□직지□와 관련된 사항들은 1972년 파리에서 이 책이 공개된 1970년대부터 연구가 되어 왔다. 이러한 연구의 결과로 □직지□가 2001년 청주에서 개최된 <제5차 유네스코 세계기록유산 국제자문회의>에서 그 가치를 인정받아 “유네스코 세계기록유산”으로 등재되었다.

1985년 청주 흥덕사 터가 확인되면서 □직지□의 간행 배경¹⁾과 금속활자²⁾와 관련된

-
- 1) □직지□의 간행 배경과 관련된 논문은 다음과 같다. 千惠鳳, □白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節 解題改訂版 □(청주: 淸州古印刷博物館, 2000); 金榮振, “興德寺版 佛祖直指心體要節 考”, □忠北文化論攷 □(청주: 鄉學社, 1997); 李世烈 譯, □直指 □(서울: 保景文化社, 1997); 黃正夏, “白雲直指의 刊行 背景”, □古印刷文化 □第7輯(청주: 淸州古印刷博物館, 2000).
- 2) □직지□ 금속활자 주조와 관련된 논문은 다음과 같다. 千惠鳳, □佛祖直指心體要節 並原色影印本 □(서울: 文化公報部 文化財管理局, 1987); 千惠鳳, □羅麗印刷術의 研究 □(서울: 景仁文化社, 1988. 10), 176-185쪽; 千惠鳳, □古山 千惠鳳教授 定年紀念選集 韓國書誌學研究 □(서울: 古山 千惠鳳教授 定年紀念選集 刊行委員, 1991. 11), 754-764쪽; 吳國鎭, □直指心體要節의 活字鑄造法 考察 □(청주: 東林書館, 1986); 吳國鎭, □韓國의 古印刷文化 □(청주: 도서출판 일산, 1994. 11); 淸州古印刷博物館, □直指 活字 復元 報告書 □(청주: 淸州古印刷博物館, 1996.2); 吳國鎭, “金屬活字 鑄造術의 復元的 高찰”, □直指와 한국 고인쇄문화 □제5회 청주인쇄출판축제결과보고서(청주: 청주고인쇄박물관.(사) 충북향토문화연구소, 1999. 12); 박문열, □중요무형문화재 제101호 금속활자장 □(서울: 문화재청, 2001. 12); 淸州市, □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 □(청주: 淸州市, 2001. 12); 曹炯鎭, “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), 183-221쪽; 曹炯鎭, “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), 33-56쪽; 曹炯鎭, “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), 107-130쪽.

연구가 본격적으로 시작되었다. □직지□의 간행 배경과 관련하여 천혜봉 교수는 당시 금속활자 인쇄가 미숙하여 인쇄 도중에 자주 활자의 동요가 생겨서 인출 부수에 큰 제한을 받아 수적으로 많은 양을 인출하기 위하여 목판으로 개판(開板)하였다고

설명하고 있다.³⁾ 이에 비해 김영진 교수는 흥덕사에서 1377년 □직지□를 인쇄하였는데, 이 책이 불에 타서 다시 목판으로 만들었다고 설명하고 있다.⁴⁾ 그리고 이세열은 두 가지 설을 절충하면서 경제적인 문제나 인쇄기술자들의 사고 등 직접적인 원인과 함께 고려말기의 사회·정치적인 상황이 간접적인 배경이 되었다고 서술하고 있다.⁵⁾ 또한 황정하는 흥덕사에서 금속활자로 인쇄할 수 있는 주조 기술을 보유했던지 아니면 이미 금속활자를 보유하고였기에 □직지□가 금속활자로 인쇄되었고, 취암사에서의 목판 인쇄는 금속활자 인쇄가 보편화되지 못했던 상황에서 이루어진 것이라고 설명하고 있다.⁶⁾

한편, □직지□ 금속활자 주조 방법과 관련하여, 천혜봉 교수는 사찰 재래의 불구(佛具) 제작 방식인 밀랍을 사용하여 □직지□ 금속활자를 만들었다고 설명하고 있다.⁷⁾ 이 학설을 바탕으로 오국진 금속활자장은 □직지□ 금속활자를 사찰 재래의 방식인 밀랍주조 방식으로 복원하였다.⁸⁾ 그러나 최근 오국진 금속활자장의 □직지□ 금속활자 복원과정에 대하여 밀랍주조법에 사용된 주물토(鑄物土)에 대한 문제점이 대두되고 있는 실정이다. 오국진 금속활자장이 사용한 주형(주물토) 재료는 전통재료가 아닌 현대적인 치과주조용 석고계 매몰재를 사용하여 학계와 관계자를 속여 왔다는 주장이

3) 千惠鳳, □白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節 解題改訂版 □, 11쪽.

4) 金榮振, “興德寺版 佛祖直指心體要節 考”, 218쪽.

5) 李世烈 譯, □直指 □, 13쪽.

6) 黃正夏, “白雲直指의 刊行 背景”, 197쪽.

7) 千惠鳳, □佛祖直指心體要節 並原色影印本 □, 10쪽; 千惠鳳, □羅麗印刷術의 研究 □, 176-185쪽; 千惠鳳, □古山 千惠鳳教授 定年紀念選集 韓國書誌學研究 □, 754-764쪽.

8) 吳國鎭, □直指心體要節의 活字鑄造法 考察 □; 吳國鎭, □韓國의 古印刷文化 □; 淸州古印刷博物館, 앞의 책; 吳國鎭, “金屬活字 鑄造術의 復元的 高찰”; 박문열, 앞의 책; 淸州市, 앞의 책.

제기되었다.⁹⁾ 조형진 교수는 오국진 금속활자장의 주물토에 대한 문제점을 제시하면서 천연재료인 황토.청토.백토.내화토.웅기토.산청토.탄분.흑연 그리고 종이 섬유를 사용한 복원실험을 통하여 해결책을 제시하였다.¹⁰⁾

천혜봉 교수에 의해 제기된 밀랍주조법은 오국진 금속활자장에 의해 복원되어 □직지□ 금속활자를 복원할 수 있었다. 다만 주물토가 자연 점토가 아닌 석고계 매물재를 사용하여 고려시대 방식과 차이가 있을 뿐이다. 여기에 대해 조형진교수가 인공 매물재가 아닌 천연 재료를 사용하여 처음으로 복원을 시도한 것에 큰 의의가 있다.

□직지□ 간행 배경과 금속활자 주조 방법과 관련하여 선학들이 각각의 의견을 제기한 가장 큰 이유는, 앞서도 언급했듯이 □직지□ 및 고려시대 금속활자 주조 방법과 관련된 기록이 현존하는 고려.조선시대에 편찬된 각종 사서(史書)에 보이지 않기 때문이다. 이에 필자들은 □직지□ 간행 배경과 관련하여, 선학들이 제기한 □직지□의 간행 배경과 관련된 견해들이 각각의 제한된 의미로서가 아니라 종합적으로 이해되어야 한다고 생각하고 있다. □직지□의 간행은 넓게는 고려 말의 정치. 사회적인 상황을 배경으로 해서 당시의 불교계의 사상과 현실 그리고 인쇄와 관련된 기술적인 측면까지 포함된 결과로 나타난 것이라 생각되기 때문이다. 그런 의미에서 14세기를 즈음한 불교계의 흐름에 대한 이해가 필요하다고 생각한다. 따라서 필자들은 14세기 당시 고려 불교계의 흐름과, 그 흐름 속에서 □직지□가 간행될 수밖에 없었던 배경을 살펴보고자 한다. 또한 □직지□가 8개월 사이에 금속활자와 목판으로 인쇄된 원인에 대해서도 나름대로의 의견을 제시하고자 한다.

한편 □직지□ 금속활자 복원과 관련해서는 필자들은 오국진 금속활자장의 복원 과정을 토대로 삼고, 주물토와 주형 제작은 조형진교수가 실험한 천연재료인 황토를

9) 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 炭粉의 復原實驗 研究”, 186쪽. 그러나 오국진은 1986년 발표한 논문에서 매물재로 치과용 석고를 사용하였음을 밝힌바 있어 조형진의 주장은 사실과 거리가 있다. 吳國鎭, □直指心體要節의 活字鑄造法 考察 □.

10) 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 炭粉의 復原實驗 研究”; 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 黑鉛의 復原實驗 研究”; 曹炯鎭, “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”.

사용함으로써 □직지□ 금속활자 복원 실험을 하였다. 이 실험을 통하여 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 천연 재료인 황토가 주물토와 주형의 역할을 충분히 할 수 있음을 증명하고자 한다. 또한 황토를 거꾸집으로 사용하여 만든 □직지□ 금속활자 복원 과정을 소개하고자 한다.

2. □직지□의 간행 배경

□직지□가 간행되었던 14세기에 있어서 가장 중요했던 정치적인 흐름은 원(元) 나라의 정치적 간섭과 공민왕대(恭愍王代, 1351-1374)의 반원적 개혁정치(反元的 改革政治)라 할 수 있다. 이 같은 변화는 불교계에도 상당한 영향을 미쳤다. 불교계는 이미 13세기 후반 이후에 대대적인 개편이 이루어지면서 원 지배라는 정치적 현실 속에 타협하고 온존하려는 경향과 13세기 전후의 신앙결사를 계승하면서 당시의 보수적인 성격을 비판하려는 경향으로 나누어져 있었다.¹¹⁾ 이 같은 불교계의 보수적인 경향 속에서도 주목할 부분은 당시의 고려 불교계에서 목조선보다는 간화선이 크게 유행하였다는 점이다.¹²⁾ 이는 지공(指空)과 태고 보우(太古普愚, 1301-1382), 나옹 혜근(懶翁惠勤, 1320-1376), 그리고 □직지□의 찬자(撰者)인 백운 경한(白雲景閑, 1298-1374)의 활동을 통하여 알 수 있다. 무심사상(無心思想)을 통하여 순수 불교사상과 신앙을 전파하고자 노력하였던 지공과 나옹 그리고 백운은 물론, 공민왕대의 개혁 정치에 많은 조언을 하며 선문구산(禪門九山)을 통합하고자 노력하였던 보우¹³⁾ 등은 상당한 불교사적 의의를 지니고 있다. □직지□의 간행이 갖는 일차적인 의미는 여기에 있다. 바로 이 같은 선사상(禪思想)의 유행 속에서 순수한 불교사상과 신앙이 강조된 불교서가 바로 □직지□였던 것이다.

11) 蔡尙植, □高麗後期佛教史研究 □(서울: 一潮閣, 1991), 32쪽.

12) 許興植, □高麗佛教史研究 □(서울: 일조각, 1995), 458쪽.

13) 崔柄憲, “太古普愚의 佛教史的 位置”, □太古集 □(世界社, 1991), 287-326쪽.

한편 □직지□의 간행과 더불어 살펴볼 또 하나의 사실은 13세기 이래 추진되었던 불경의 간행이다. 주지하듯이 13세기 고려 불교계의 커다란 성과 가운데 하나는 □고려대장경(高麗大藏經)□의 간행이다. 대장경 간행의 목적은 불력(佛力)에 힘입어 국가적 위기를 극복하기 위한 노력의 일환으로 이해되고 있다.¹⁴⁾ 물론 대장경 조성에는 무신란(武臣亂) 이후 고려 사회가 갖고 있던 내부의 모순을 대몽항쟁의 방향으로 돌리기 위한 최씨정권의 의도가 담겨 있었다고 볼 수 있다.¹⁵⁾ 그런데 선사상과 관련된 책 간행은 이미 13세기부터 진행되어 왔던 것으로 이해되고 있다. 곧 1240-50년대에 최씨정권의 경제적 지원을 바탕으로 많은 선적(禪籍)이 간행된 것이다. 그런데 이들 선적들은 대부분 간화선(看話禪)을 강조한 임제종(臨濟宗)과는 다른 선사상을 표방했던 것으로 이해되고 있다.¹⁶⁾ 이 같은 사실은 당시의 선사상을 주도한 수선사(修禪社)가 간화선을 강조하는 임제선을 적극적으로 수용하고 표방했지만, 불교계에서는 오히려 사상적으로 탄력과 포용성을 갖추어 다른 계통의 선사상에 대한 해석도 비판적이지 않았다는 사실을 반영하고 있는 것이다. 그러나 이 같은 흐름은 14세기까지 이어지지 못하고 있다. 바로 중국의 임제선만을 고집하던 보우를 중심으로 고려 말의 선사상이 배타적인 경향을 띠게 된 때문이었다. □직지□의 간행이 갖는 또 다른 의미는 여기에 있다. 주지하듯이 □직지□의 내용은 11개 부분으로 나누어진다. 전체적으로 □조당집(祖堂集)□(952), □경덕전등록(景德傳燈錄)□(1004), □선문염송집(禪門拈頌)□(1226), □오등회원(五燈會元)□(1252), □인천안목(人天眼目)□(1258) 등의 문헌을 섭렵하여 여러 부처와 조사(祖師)의 게(偈), 송(頌), 찬(讚), 명(銘), 서(書), 시(詩), 법어(法語), 설법(說法) 등에서 선(禪)의 요체를 깨닫는데 긴요한 것을 초록하여 편찬하였다. 그런데 이 책은 중국 임제종 선사(臨濟宗 禪師)인 석옥청공(石屋淸珙)이 초록한 것으로 본래 1권이었으나, 백운 선사가 다시 보완하여 상·하 2권으로 재구성한 것이다. 그리고 내용의 전개에 있어서도 일반적인 시대사 순으로 나열하지 않고 선사가 수행하였던 선불교의

14) 文暉鉉, “高麗大藏經 彫造의 史的 考察”, □佛教와 歷史 李箕永博士 古稀紀念 論叢

□(서울: 한국불교연구원출판부), 499-504쪽.

15) 閔賢九, “高麗의 對蒙抗戰과 大藏經”, □韓國學論叢 □ 1(서울: 1979). 39-52쪽.

16) 蔡尙植, □高麗後期佛教史研究 □(서울: 一潮閣, 1991), 62-64쪽.

요체를 나름대로 재편집하고 있다. 더욱이 임제종에 매이지 않고 있어 고려 말 불교계의 일반적인 경향이라 여겨졌던 보수적인 성향과는 다른 것임을 보여주고 있다. 곧 □직지□는 고려 말의 선불교에서 임제종에 매이기보다는 본래 선불교의 입장에서 사상과 신앙을 정리한 하나의 불교서였던 것이다.

□직지□의 간행은 백운 경한의 불교적 위상과 깊은 관련이 있다. 이를 보여주는 사실이 1370년(공민왕 19)에 치러진 광명사(廣明寺)의 선장(選場)이었다. 이 시험에는 나옹이 주맹(主盟)이 되고, 당시의 국사(國師)였던 화엄종(華嚴宗)의 천희(千熙)를 포함하여 양종오교(兩宗五敎)의 많은 승려들이 참여하였는데 바로 이 자리에 백운도 참여하였다.¹⁷⁾ 이것은 백운이 지녔던 불교계의 위상을 보여주는 것이다. 이 시험에서 나옹은 삼구(三句)와 삼관(三關) 그리고 공부십절목(工夫十節目)을 통하여 시험을 보았다. 이에 반하여 백운은 공부한 사람들을 시험하는 방법으로 화두(話頭)와 수어(垂語) 등 여러 방법이 있지만 가장 묘한 방편은 무심(無心)과 무념(無念)이라고 하여 선사의 핵심적인 사상을 분명하게 보여주고 있다. 고려 말 대표적인 선사 가운데 하나였던 보우와 나옹에 비교하여 백운은 원에 들어가 임제종 석옥청공의 법을 계승한 이후 특별한 행적은 보이지 않으나, 공민왕의 요청에 의해 1365(공민왕 14)년 신광사(神光寺)에 주석했던 사실을 본다면 이름난 고승으로서 불교계에 상당한 영향력이 있었던 인물이었다고 말할 수 있다. 바로 이 같은 점이 □직지□의 간행을 가능하게 했을 것이다.

이와 같은 불교계의 흐름 속에서 □직지□의 간행은 활자본과 목판본으로 인쇄되었다. 활자본은 비구니 묘덕(妙德)이 시주자로서 참여하여 이루어졌으며, 목판본은 묘덕 외에도 묘성(妙性), 영평군부인 윤씨(鈴平郡夫人 尹氏), 북원군부인 원씨(北原郡夫人 元氏), 구성군부인 이씨(駒城郡夫人 李氏), 정순대부판통례문사 김계생(正順大夫判通禮門事 金繼生) 등 많은 사람들이 참여하고 있다. 일반적으로 목판본은 나무를 선택하여 간행할 때까지 대략 3-5년 정도 소요된다. 따라서 취암사판의 간행은 백운 선사가 □직지□를 편찬했던 1372년(공민왕 21)에서 입적했던 1374년(공민왕

17) 金曉吞, □高麗末 懶翁의 禪思想研究 □(서울: 民族社, 1999), 171쪽.

23)을 즈음한 시기에 시작되었던 것으로 추정된다.¹⁸⁾ 다만 한 가지 의문스러운 것은 왜 □직지□가 목판으로 조성되는 과정이었던 1377(우왕 3)년에 활자본으로 급히 제작되었는가 하는 점이다. 현존하는 자료를 통하여 이를 정확히 규명할 수는 없다. 그렇지만 1372년(공민왕 21)부터 회암사(會岩寺)에 지공선사의 부도비를 건립하고 회암사의 중창을 꾸준히 추진한 것과 같은 불교계의 새로운 움직임에 고려한다면, 지공으로부터 가르침을 받은 나옹과 백운선사의 선사상이 새롭게 강조되었을 가능성을 생각해 볼 수 있다.¹⁹⁾ 이와 같은 불교계의 새로운 움직임 속에, 목판본 □직지□는 간행 중이었으므로 청주 흥덕사에 보관된 금속활자를 사용하여 1377년에 □직지□를 인쇄한 것으로 이해된다.

3. □직지□ 금속활자 복원 재료

1) 주물토 재료

주물토가 갖추어야 할 조건은 첫째로 우수한 통기성, 둘째로 소성시 불균열성, 셋째로 우수한 부착성, 넷째로 수축의 균일성이다.²⁰⁾

밀랍주조법의 주물토와 관련된 기록은 현재까지 나타나지 않고 있기 때문에 주물토의

18) □직지□가 당시 불교계의 모순을 극복하고자 만든 이론적인 근거가 되기 때문에 전국 사찰에 배포하고자 바로 목판으로 조성된 것으로 추정된다. 조선 후기 성현의 문집이나 각 문중에서 간행하는 선현의 문집 발행을 두고 목판으로 조성하느냐 또는 쉽고 간편한 활자로 조성하느냐를 두고 논쟁을 벌였고, 결국에는 성현의 말씀을 오래 두고 필요할 때마다 인쇄할 수 있는 목판인쇄가 채택되었다.

19) 金曉吞, 앞의 책, 171쪽.

20) 조형진 교수는 황토계 자연점토 중 점성이 있는 것을 썼을 때 활자 주조의 성공률이 보조 재료를 숯가루로 사용했을 경우에는 77%, 보조 재료를 흑연으로 사용했을 경우에는 100% 라고 밝히고 있다. 그러나 한편으로는 주형(주물토)재료가 건조하면서 발생하는 기포와 주형(주물토) 재료의 균열을 해결해야 한다고 문제점을 제기하고 있다. 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 黑鉛의 復原實驗 研究”, 56쪽; 曹炯鎭, “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”, 130쪽 참조.

정확한 성격을 알 수는 없다. 물론 천혜봉 교수에 의해 오토(烏土)에 점토를 혼합하여 사용했다는 학설이 제기되었지만,²¹⁾ 기록이 아니라 문화재전문위원의 기억에 의한 것²²⁾으로 오토가 밀랍주조법에 사용되었다고 단정을 할 수는 없다는 주장이 최근 제기되었다.²³⁾ 필자들이 보았을 때, 문화재전문위원이 본 흙은 아마도 흑연이 함유된 흙일 가능성이 많다. 흑연은 청동기 유적²⁴⁾에서도 발굴이 되지만, 이 흑연의 사용처에 대해서는 정확한 고증이 없는 실정이다.²⁵⁾

천혜봉 교수와 오국진 금속활자장에 의해 제기된 밀랍주조법은, 오늘날까지도 범종 제작에 밀랍을 이용하는 사찰 재래의 방식에 착안한 것이다. 이에 필자들도 금속활자 주물토에 대한 해결 방법을 범종과 관련하여 찾고자 한다. 최근 고려시대 범종 제작과 관련된 유적이 경기도박물관에 의해 발굴되었다. 경기도 안성시 죽산면 죽산리에 위치한 봉업사지 3차 발굴시 범종의 주형과 용해 유구(遺構)가 출토되었다.²⁶⁾ 이 절터에서 나타난 범종 유구에 사용된 흙은 황토였다. 발굴자는 출토된 명문기와를 근거로 범종유구가 고려 초기인 10세기 경에 주성된 것으로 보고 있다.²⁷⁾ 이 사찰은 광종(光宗)

21) 千惠鳳, □ 羅麗印刷術의 研究 □, 182쪽.

22) 千惠鳳, □ 羅麗印刷術의 研究 □, 註 90)에 따르면 황천오(黃天午) 문화재위원회 전문위원이 체험했음을 밝히고 있다.

23) 조형진 교수는, 황천오는 어려서부터 사찰에서 불구(佛具)류의 주조를 보면서 성장하여 훗날 문화재전문위원이 된 것이지 금속주조에 대해서는 비전문가이므로, 밀랍주조법에 사용된 주물토가 오토(烏土)라는 그의 주장은 학술적인 근거가 없다고 밝히고 있다. 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 炭粉의 復原實驗 研究”, 185-186쪽.

24) 북한의 학계에서는 이 시대에 거푸집으로 활석이 많이 사용되었다고 보고 있다.

조선기술발전사편찬위원회, □ 조선기술발전사 I (원시.고대편) □ (평양: 과학백과사전종합출판사, 서울: 백산자료원, 1996. 3), 51쪽.

25) 원광식 주철장은 고려시대에 흑연이 사용되었는지 알 수 없다고 한다. 다만 현재 범종 등 불구를 제작할 때 흑연을 약간 섞어 사용한다고 한다. 이 흑연의 역할은 쇳물이 거푸집에 주입될 때 쇳물이 거푸집에 달라붙지 않게 하는 것이다. 한편, 북한의 학계에서는 고조선시대 유적인 평양시 사동구역 미림동에서 출토된 청동방울거푸집이 검은 색을 띠는 데 주목하고, 타불기를 방지하고 겉면의 질을 높이기 위하여 거푸집에 흑연가루와 같은 매연재를 뿌렸다고 보고 있다. 같은 책, 52쪽.

26) 京畿道博物館, □ 安城 奉業寺址 3 次 發掘調査 略報告書 □ (용인: 京畿道博物館, 2004. 11), 34쪽; 50-51쪽.

27) 고려 태조 때 창주 호족이었던 能達명 기와, 峻豐四年(963)명 기와(창주에 있는 용두사지철당간에 새겨진 철당기에 이 당간이 峻豐三年인 962년에 세워졌음을 기록하고

에 의해 태조 왕건(太祖 王建)의 어진(御眞)이 봉안된 곳으로, 중앙정부에서 직접 관여한 것으로 발굴자는 보고하고 있다. 따라서 여기에 나타난 범종 유구는 당시 중앙 정부에서 사용한 기술로 보아도 무방하다. 그리고 이러한 기술은 점차 지방으로 확산된 것으로 볼 수 있다. 특히 이 봉업사 터가 위치한 죽산은 개성에서 진천을 거쳐 청주로 오는 주요 교통로 상에 위치하고 있다. 그러므로 봉업사에서 사용된 범종 기술과 주물토는 자연스럽게 청주로 유입되었을 것이다.²⁸⁾ 10세기 경에 유입된 범종 제작 기술은 14세기까지 청주에서 계승되었고, 이 기술과 주물토 제작방법은 고려 말 청주 흥덕사에서 응용되어 금속활자를 만들었을 것으로 추정된다.

2004년 국립중앙과학관에서는 신라시대 범종인 선림원 동종(禪林院 銅鐘)을 복원하였다.²⁹⁾ 밀랍주조법에 의해 80근이 넘는 선림원 범종을 재현한 것으로 볼 때, 밀랍주조법을 사용하여 □직지□ 금속활자를 복원해도 큰 무리는 없다고 본다. 이 복원사업에서 실질적인 실험을 한 사람이 중요무형문화재 제112호 주철장(鑄鐵匠) 원광식이다. 이에 필자들은 원광식 주철장을 찾아가 밀랍주조법에 맞는 주물토에 대해 의견을 나누고 같이 실험을 하였다. 원광식 주철장이 전통적인 밀랍주조법에 의해 선림원 범종을 복원하면서 가장 심혈을 기울인 것 중 하나가 주물토이다. 범종에 거꾸집을 만들 때 흙이 갈라지면 100% 실패하기 때문이다. 범종 제작에 사용된 흙은

있다.), 乾德五年(950). 丁丑(977). 興國八年(983)명 기와 등이 근거로 제시된다. 京畿道博物館, □高麗 王室寺刹 奉業寺 □(용인: 京畿道博物館, 2005. 10), 191-192쪽; 205-210쪽.

28) 청주의 경우 궁예의 대표적인 지지기반이었던 까닭에 고려 태조 왕건은 청주 세력을 회유하거나 견제하는 정책을 실시했다. 따라서 이 당시 청주세력은 중앙정부에서 큰 힘을 발휘하지 못하였다. 그러나 광종이 등장하면서 상황은 반전되었다. 광종은 왕권강화책의 일환으로 개국공신세력과 태조 이래의 신하들인 친 신라세력을 제거했다. 그와 동시에 그동안 정권에서 소외되었던 친 궁예, 친 발해, 친 후백제 세력을 등용하기 시작하였다. 이때에 청주세력도 중앙정부에 등장하기 시작하였으며, 대표적인 세력이 청주 용주사지철당간을

세운 김희일 등 청주김씨들이었다. 趙翼來, “高麗 初 清州豪族勢力의 存在形態”, □北岳史論

□ 第 13 輯(서울: 국민대학교 문과대학 국사학과, 1993. 12), 169-172쪽 참조.

이러한 상황 속에서 청주의 재지세력들은 중앙 정부의 정책에 적극 호응한 것으로 볼 수 있으며, 안성 봉업사지 범종 유구로 대표되는 중앙정부의 범종 제작기술은 자연스럽게 청주로 유입되었을 것으로 추정된다.

29) 국립중앙과학관, □겨레과학기술 조사연구(XII)—청동 종 주물기술—□(대전: 국립중앙과학관, 2004. 12).

경주산 이암으로 밝혀졌다. 원광식 주철장은 이 흙이 불에 구울 때 갈라지지 않는 장점이 있다고 밝히고 있다.

조형진 교수는 두 번의 실험을 거쳐 점성이 있는 황토계열의 자연 점토면 금속활자 주조에 문제가 없다고 밝히면서, 향후 과제 중 하나로 불에 구울 때 주형(주물토)재료의 균열을 방지하는 것을 꼽았다.³⁰⁾ 필자들이 원광식 주철장과의 협의를 통하여 얻은 결론은, 주물토로 사용되는 흙에서 점성을 빼야 한다는 것이다. 점성이 많은 흙은 공기가 통하지 않아 쇠물 주입시 가스 배출이 안 되기 때문에, 주물토 흙에 점성이 포함되어 있으면 불에 구울 때 마르면서 균열이 생기기 쉽다.

필자들은 밀랍주조법에 사용될 주물토로 안성 봉업사지 범종 주형의 예를 준하며, 조형진 교수도 실험에 사용한 바 있는 황토를 선택했다. 황토는 진천군 덕산면 함목리 성중사 경내에서 채취하였다. 채취한 황토에서 점성을 빼고 쇠물의 표면을 매끈하게 형성시키는 고운 입자의 황토를 얻기 위해 전통적인 방법인 앙금 처리를 하였다. 황토를 앙금 처리하는 과정은 다음과 같다.

- ① 황토를 채취한다. 채취한 황토를 고운 체를 사용하여 고운 입자를 거른다.
- ② 용기에 황토와 물을 섞은 후 손으로 짓는다.
- ③ 황토 입자가 가라앉은 후 물을 따라낸다. 이러한 방법을 5-10회 반복하여 점성을 빼고, 쇠물의 표면을 매끈하게 형성시키는 고운 입자의 황토를 얻는다.

이러한 앙금 과정을 거치면 열을 가했을 경우 주물토에 균열이 일어나지 않고 수축도 균일하게 나타난다.

앙금 처리된 황토에 우수한 통기성을 갖도록 하기 위하여 구운 모래를 7:3 비율로 섞는다. 구운 모래는 거푸집 제작시 공기를 통하게 하는 역할을 한다. 모래를 한번 구우면 신축성이 떨어져 거푸집을 구울 때 잘 구워지게 된다.³¹⁾ 구리의 용융점이 1,100°C 이상이므로, 이를 넘지 않는 온도에서 모래를 적절히 굽는다. 주물토에 사용될 모래는 강

30) 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 黑鉛의 復原實驗 研究”, 56쪽; 曹炯鎭, “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”, 130쪽 참조.

31) 원광식 주철장은 생모래를 사용하여 거푸집을 만든 경우, 거푸집에 열을 가열하면 생모래는 신축성이 있기 때문에 팽창하여 거푸집이 갈라진다고 했다. 또한 생모래의 경우 신축성이 있기 때문에 쇠물이 들어가도 실패율이 크다고 한다.

하류의 모래가 가장 적절하다.³²⁾ 모래가 하류로 흘러가면서 여기 저기 부딪혀 고운 입자가 형성되고 모래에 함유된 점성이 빠진다고 한다. 모래를 굽는 과정은 다음과 같다.

- ① 강변에서 모래를 채취한다. 채취한 모래를 체를 사용하여 고운 모래만 추출한다.
- ② 추출한 고운 모래를 판석(板石)이나 철판³³⁾에 올려놓고 열을 가하여 굽는다.

이러한 과정을 거쳐 만들어진 구운 모래와 앙금 처리된 황토를 7:3 비율로 섞은 다음 약간의 점토를 혼합하여 주물토를 만든다. 점성이 빠진 황토는 거꾸집을 만들어 불에 구워도 갈라지지 않는다. 구운 모래는 쇠물을 주입할 때 가스가 빠지는 통로 역할을 하며, 점토는 앙금 처리된 황토와 구운 모래를 부착시키는 역할을 한다. 실제로 2005년 12월 28일에 진천 성중사에서 실험한 결과 앙금 처리한 황토로 만든 주물토의 경우 100%의 성공률을 보였다.

2) 주형틀 재료

□직지□ 금속활자 주조 방법을 실험했던 선학들은 주형틀 재료로 금속제 원형통을 사용했다. 선학들은 금속을 사용하여 거꾸집 외형을 만들면서 주물토가 건조·수축시 밑으로 빠지는 문제를 해결하기 위해 측면에 10mm 정도의 구멍을 적당한 간격으로 뚫어서 사용하였다.³⁴⁾

필자들은 주형틀의 문제도 주물토와 마찬가지로 범종과 관련하여 해결하고자 하였다. 앞서도 언급한 선림원 동종은 재현할 때 따로 주형틀을 만들어 사용하지는 않았다.

32) 원광식 주철장에 따르면 한강 하류의 모래가 가장 좋다고 한다.

33) 예전에는 무쇠 솥뚜껑에 모래를 구웠다고 한다.

34) 오국진이 제작한 금속제 주형틀의 직경은 60mm, 내경 55mm, 높이는 110mm이며, 원통

측면에 직경 10mm 크기로 18개의 구멍을 뚫어 주형틀을 제작하였다. 淸州市, □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 □, 112쪽. 한편 조형진이 제작한 금속제 주형틀의 직경은 60mm, 내경 56mm, 높이는 120mm이며, 원통 측면에 직경 9mm 크기로 24개의 구멍을 뚫어 주형틀을 제작하였다. 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 炭粉의 復原實驗 研究”, 200쪽; 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料: 黑鉛의 復原實驗 研究”, 43쪽; 曹炯鎭, “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”, 117쪽.

참고로 선림원 동종의 제작 과정을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 점토를 사용하여 동종의 복제를 뜬다. 돌에 동종의 문양을 새긴다.
- ② 밀랍을 사용하여 점토(돌)에 복제된 동종의 형상을 뜬다.
- ③ 경주산 이암, 구운 모래, 점토를 혼합한 거푸집용 흙을 물에 갠 후 붓을 사용하여 밀랍 거푸집에 칠한 후 그늘에 말린다. 이러한 과정을 반복하여 거푸집을 두껍게 한다.
- ④ 그늘에서 1차 건조된 거푸집을 화덕에 넣고 굽는다. 이 때의 온도는 800℃를 넘지 않아야 한다. 800℃가 넘어 거푸집이 도자기처럼 되었을 경우 공기가 통하지 않아 쇳물을 거푸집에 부을 때 문제가 발생한다.
- ⑤ 주석이 17-18% 섞인 청동을 녹여 거푸집에 붓는다. 주석이 20%가 넘으면 범종이 깨진다.
- ⑥ 거푸집을 해체하고 종을 가공한다.

이런 과정을 통해 선림원 범종이 재현된 것으로 볼 때, 같은 방법을 사용하여 □직지 □ 금속활자 주형틀을 재현할 수 있다. 그 과정은 다음과 같다.

- ① 앙금 처리된 황토와 구운 모래를 7:3 비율로 섞은 다음, 부착성을 좋게 하기 위하여 약간의 점토를 혼합하여 물에 갠다.
- ② 물에 갠 주물토를 붓을 사용하여 밀랍활자 및 밀랍봉³⁵⁾ 위에 여러 차례 바른다. 그런 다음 통풍이 잘되는 그늘에서 거푸집을 말린다. 이러한 과정을 10여 차례 반복하여³⁶⁾ 속 거푸집을 만든다.
- ③ 황토와 구운 모래를 7:3으로 섞은 주물토에 태운 왕겨와 구운 굵은 모래를 섞어 겉 주물토를 만든다. 섞은 주물토에 약간의 점토와 물을 뿌리고 반죽한다. 이렇게 반죽된 겉 주물토를 속 거푸집 위에 손으로 발라 겉 거푸집을 완성한다.³⁷⁾
- ④ 거푸집에 500-600℃로 열을 가하여 거푸집을 굽는다.

- 35) 밀랍봉의 무게는 밀랍 활자 무게의 3배 이상이 되어야 한다. 3배 이상의 무게여야 그 압력으로 쇳물이 잘 들어가기 때문이다.
- 36) 한번 주물토를 바른 다음 하루 정도 그늘에서 말려야 한다. 따라서 속 거푸집이 만들어지기까지 10여일 정도의 시간이 소요된다.
- 37) 붓을 사용하여 주물토를 밀랍 활자에 바르는 과정을 거쳐 거푸집을 완성하는데 많은 시간이 필요하다. 불가에서 자체 제작하는 범종은 부처님의 공덕을 널리 알리기 위해 제작하는 것이므로 오랜 시간에 걸쳐 제대로 만들었다. 사찰에서 만드는 금속활자도 부처님의 말씀을 널리 알리기 위하여 만드는 것으로 범종과 마찬가지로 모든 정성을 기울여 오랜 시간을 투입하여 만든 것으로 추정된다. 겉 거푸집의 경우 10 여 일 동안 그늘에서 말려야 완전히 마른다. 그러므로 하나의 거푸집을 만들 때, 소요되는 시간은 대략 20여일 정도이다.

이러한 과정을 거치면 별도의 주형틀이 필요하지 않고 황토만으로 주형틀인 거푸집을 만들 수 있다.

3) 금속 재료

독일의 경우 구텐베르크 당시의 납 활자 성분에 대해 밝힌 기록이 남아 있고, 현재 그것을 토대로 당시의 납 활자를 복원하고 있다.³⁸⁾ 그러나 우리나라의 경우 금속활자 성분에 대한 기록이 없기 때문에 실험에 의존하여 금속 성분을 취하고 있다.³⁹⁾ 물론 국립중앙박물관에 소장된 고려 ‘복’ 활자의 경우 구리 50.9%.아연 0.7%.주석 28.5%.납 10.2%.철 2.2%의 합금으로 성분 분석이 되어 있다.⁴⁰⁾ 또한 1958년 개성의 고려 궁궐터에서 발굴되어 현재 개성역사박물관에 소장된 ‘전’ 활자의 경우도 높이가 8mm. 가로 12mm.세로 10mm로 조사되었고, 이 금속활자의 주 성분은 구리.주석.아연이며 부성분으로 규소.철.알루미늄 등이 섞여 있다고 보고된 바 있다.⁴¹⁾ 그러나 이것들만으로 고려시대 금속활자 전체의 성분을 고증하기에는 한계가 있다. 이러한 결과는 독일과 같이 □직지□ 금속활자나 고려시대 금속활자에 대한 성분 분석이나 기록이 없기 때문으로 볼 수 있다. 이에 필자는 밀랍주조법이 사찰 재래의 범종이나 불상을 만드는

38) 에바 하네브트-벤쯔, “구텐베르크 인쇄술의 특징”, □동.서 고인쇄 문화 국제학술회의

보고서□(청주: 청주고인쇄박물관.유네스코한국위원회, 1997. 12), 284-287쪽.

39) 1차로 구리 80%, 주석 10%, 철 5%, 니켈 2%, 티타늄 1%, 칼슘 1%, 은 1%로 배합하여 실험한 결과 금속활자의 주조성이 높았다. 2차로 구리 83%, 주석 15%, 규소 1%, 망간 1%로 배합하여 실험한 결과 주조성은 매우 좋았으나 깨어짐이 있었다. 박인호, “청동 성분 분석에 관한 연구”, □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□, (청주: 淸州市, 2001. 12), 109-110쪽.

40) 고려 ‘복’활자는 금속 성분 분석을 1975년 3월에 하였다. 손보기, □한국의 고활자□(서울: 보진재, 1981), 68쪽; 천혜봉, □한국 금속활자본□(서울: 범우사 2003. 11), 35쪽.

41) 이 금속활자는 북한 학계에서 1958년 고려 궁궐터 발굴시 출토된 것이다. 이 활자는 신봉문터에서 서쪽으로 300m 떨어진 곳에서 발굴되었다. 리용태, □우리 나라 중세 과학기술사□(평양: 과학백과사전종합출판사, 1990. 12; 서울: 백산자료원, 1991. 2), 109쪽.

기술을 변형해서 사용했다고 볼 때, 고려시대 금속활자의 성분은 범종이나 불상 등 당시 제작된 각종 불구류의 성분과 큰 차이가 없다고 보고 □직지□ 금속활자의 성분에 대해 서술하고자 한다.

북한의 학계에서는 고려시대 초기인 10-12세기에 제작된 청동제품의 성분 분석을 다음과 같이 보고하고 있다.⁴²⁾ 구리와 주석 아연의 비율이 청동 거울에서는 각각 77.38%.16.70%.0.90%이고, 청동 그릇은 75.28%.18.50%.0.72%이다. 이것은 청동을 부어낼 때 구리는 대체로 75-77%, 주석은 16-19%의 범위 내에서 경험적으로 규범화되었다는 것을 말해준다.

범종의 금속성분 조사는 1980년대 한국범종학회 주도로 8-9세기 신라시대 범종에 한하여 이루어졌고, 현재 고려.조선시대 만든 범종에 대한 합금 분석이 지속되고 있다.⁴³⁾ 한국범종학회의 분석에 따르면 우리나라 고유 청동 종의 합금 비율은 구리 83-85%, 주석 13-17% 정도이다. 원광식 주철장에 따르면 주석의 함량이 20% 이상이면 깨지기 쉽고, 반대로 주석의 함량이 10% 이하면 경도가 낮아 종의 생명인 소리가 맑지 못하다는 단점이 있다고 한다. 또한 구리와 주석은 한번만 녹이면 합금성분이 균일하게 배합되지 않으며, 쇠물을 끓일 때 가스를 완전히 제거하지 못한다. 따라서 종을 주조하기 위해서는 먼저 구리와 주석을 합금하여 일정한 용기에 넣고 식힌 다음 다시 그것을 녹여 사용해야만 한다. 이것은 금속활자를 만들 때에도 같이 적용된다.

8-9세기에 제작된 신라시대 범종에 함유된 주석의 비율은 13-17%이며,⁴⁴⁾ 10-12세기에 제작된 고려시대 청동제품에 함유된 주석의 비율은 16-19%이다.⁴⁵⁾ 또한 고려 '복'자 금속활자에 함유된 주석의 비율은 28.5%이다. 한편 주철장 원광식은 그 동안의 실험을 바탕으로 주석의 함유비율은 범종의 경우 17-18%, 불상의 경우 12%임을 제시하면서, 금속활자의 경우 경도 등을 생각하여 10-12%의 주석이 함유되었을 것으로 추정하였다.

2005년 12월 28일 금속활자 제작 실험시 사용된 금속의 비율은 구리 83%, 주석 17%, 인 0.3%로 범종 제작에 필요한 금속 합금비율이었다. 본 실험에서는 총 6개의

42) 리용태, 같은 책, 83쪽.

43) 국립중앙과학관, 앞의 책, 90쪽.

44) 같은 책, 90쪽.

45) 리용태, 앞의 책, 83쪽.

거푸집에 쇳물($1,320^{\circ}\text{C}$)을 부었고, 성공 비율은 99%였다. 6개의 거푸집 중 경주산 이암 2개와 진천산 황토 2개의 경우 100% 성공률을 보였다. 그러나 성중사에서 자체적으로 만든 거푸집인 벤드라이트+흑연+구운 모래의 경우 1개는 100% 성공했지만 1개의 경우 밀랍이 완전히 빠지지 않아 7개의 활자 중 1개의 활자가 나오지 못했다. 이것은 밀랍이 완전히 연소되지 않아서이지 거푸집이나 금속재료에 문제가 있었던 것은 아니다. 이와 같은 실험을 거쳐 금속활자의 경우 구리의 비율이 최소 83%. 최대 90%, 주석의 비율이 최소 10%. 최대 17%까지임을 알 수 있다고 결론지었다.⁴⁶⁾

46) 한 개의 밀랍 봉에 여섯 개의 어미자(雲.錄.直.指.要.下)를 붙여 총 36개의 활자를 만들었다. 활자를 다듬은 다음 인쇄한 결과 모두 인쇄되었다. 부록의 사진 참조.

4. □직지□ 금속활자 복원 과정⁴⁷⁾

앞서 필자들은 선학들이 말랍주조법을 사용하여 □직지□ 금속활자를 만드는 과정 중 제기된 주물토와 주형 재료 및 금속 재료 문제에 대하여 살펴보았다. 이 결과 우리 주변에서 흔히 채취할 수 있는 황토를 앙금 처리하여 점성을 빼면 □직지□ 금속활자를 만드는데 훌륭한 거푸집의 역할을 할 수 있음을 알았다. 황토 거푸집의 사용은 범종 복원 과정에 사용된 거푸집 제작 방법을 응용한 것이다.

이 방법으로 복원한 □직지□ 금속활자의 주조 과정은 다음과 같다.

- ① 야외에서 채취한 벌집을 정제하여 밀랍을 만든다. 그 다음 정제된 밀랍을 녹인다.
- ② 어미자 각자용 밀랍 막대기를 만든다.
- ③ 정제된 밀랍 막대기 한쪽 면에 원고를 거꾸로 붙인다.
- ④ 밀랍 막대기에 글자를 새긴다.⁴⁸⁾
- ⑤ 글자가 새겨진 어미자를 한자 한자 떼어낸다.
- ⑥ 밀랍봉(숫물이 흘러가는 길)에 어미자(밀랍 글자)를 붙여 어미자 가지를 만든다.
- ⑦ 자연산 황토를 채취하여, 체로 쳐 고운 황토 입자를 얻는다. 추출된 고운 황토에 물을 부은 후 손으로 젓는다. 이때 황토는 가라앉고 점성 성분은 물과 함께 표면에 뜬다. 물과 점성 성분을 따라 낸 후, 깨끗한 물을 다시 붓는다. 이러한 과정을 5-10 여 차례

47) 본 실험에서 어미자 제작은 강원도무형문화재 제16호 각자장(刻字匠) 이창석이, 주형(주물토) 제작과 금속 주입은 중요무형문화재 제112호 주철장 원광식과 성종사 직원 공동으로 이루어졌다.

48) 필자들이 사용한 밀랍은 진천 성종사에서 범종 제작시 사용하고 있는 밀초이다. 밀랍과 관련하여 필자는 강원도 고성군에서 채취한 한봉(韓蜂)에서 추출한 밀랍에 우지, 송진, 아교, 옷액, 식초, 등을 일정한 비율로 섞은 다음 글자를 새겨 보았다. 옷액과 식초를 섞은 밀랍을 제외한 다른 것들은 밀랍의 끈적끈적한 성분으로 인하여 글자 새기기가 적합하지 않았다. 그리고 옷액과 식초도 겉면의 밀랍은 파라인 성분과 비슷하지만 속면은 밀랍의 원 성분에 가까워 몇 글자 밖에 새길 수 없었다(강원도무형문화재 제16호 각자장 이창석씨의 도움을 받음). 따라서 밀랍에 직접 글자를 새기는 방법은 더 많은 실험을 통해서 찾을 수밖에 없다. 밀랍에 직접 글자를 새기는 방법 외에 필자들이 찾은 방법은 다음과 같다. 목판에 글자를 음각으로 새긴 다음 밀랍을 목판에 부어 틀을 만든다. 그 다음 새겨진 밀랍 글자를 하나씩 떼어 낸 후 밀랍 어미자 가지에 붙여 사용하면 된다. 이 방법은 범종 제작시 문양을 만들때 사용하는 것을 응용한 것이다.

반복하여 쇳물의 표면을 매끈하게 형성시킬 수 있을 만큼 고운 입자의 황토를 얻는다.
또한 황토에 함유된 점성 성분은 앙금 처리한다.

- ⑧ 고운 모래를 채취하여 불에 굽는다. 생 모래를 사용할 경우 신축성으로 인하여 거푸집을 구울 때 거푸집이 갈라질 수 있기 때문이다.
- ⑨ 앙금 처리한 황토에 구운 모래를 7:3 정도의 비율로 섞는다. 섞은 주물토에 약간의 점토와 물을 뿌리고 반죽을 한다.
- ⑩ 붓을 사용하여 반죽된 주물토를 밀랍봉과 어미자 가지에 바른다. 그런 다음 통풍이 잘되는 그늘에서 말린다. 이 방법을 10여 차례 반복한다.
- ⑪ 황토와 구운 모래를 7:3으로 섞은 주물토에 태운 왕겨와 구운 굵은 모래를 섞어 걸 주물토를 만든다. 섞은 주물토에 약간의 점토와 물을 뿌리고 반죽한다. 반죽된 걸 주물토를 2차로 속 거푸집에 발라 걸 거푸집을 완성한다.
- ⑫ 거푸집에 500-600°C로 열을 가하여 거푸집을 굽는다. 이때에 밀랍 어미자와 밀랍봉은 녹아 흘러내린다.
- ⑬ 거푸집에 열을 가할 때 구리 88-90%, 주석 10-12%, 인 0.3% 내외로 혼합한 청동을 도가니에 넣고 쇳물을 녹인다.
- ⑭ 거푸집의 온도가 뜨거워야 공기가 차단되어 쇳물이 고루 잘 흘러가기 때문에, 거푸집에서 밀랍 어미자 가지와 밀랍봉이 빠진 직후 쇳물을 붓는다.
- ⑮ 쇳물이 식은 다음에 활자를 꺼내어 줄로 짚고 다듬는다.
- ⑯ 찍고자 하는 내용대로 활자를 조판한다.
- ⑰ 먹물을 바른 후 한지를 이용하여 인쇄한다.

이 방법에서 제일 중요한 것이 주물토와 금속 재료이다. 선학들도 지적했듯이 주물토는 첫째로 우수한 통기성, 둘째로 소성시 불균열성, 셋째로 우수한 부착성, 넷째로 수축의 균일성을 갖추어야 한다.⁴⁹⁾ 그리고 구리와 주석의 혼합 비율이 중요하다. 주석이 너무 많이 들어가면 활자가 깨지고, 주석이 적게 들어가면 활자가 물러서 인쇄용으로 사용하지 못하기 때문이다.

5. 결 론

□직지□는 1377년 청주 흥덕사에서 금속활자본으로 간행되었다. 1985년 □직지□

49) 曹炯鎭, “金屬活字 蜜蠟鑄造法 鑄型材料 : 黑鉛의 復原實驗 研究”, 56쪽; 曹炯鎭, “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”, 130쪽 참조.

를 간행한 청주 흥덕사 터가 발굴되면서 본격적으로 이 책의 간행 배경 및 금속활자에 대한 연구가 이루어지기 시작했다.

중국의 임제선만을 고집하던 보우를 중심으로 선사상이 13세기에 비해 배타적인 경향을 보이게 된 14세기 고려 불교계의 흐름에 대하여, 백운 선사가 임제종에 매이기보다는 본래 선불교의 입장에서 사상과 신앙을 정리할 필요성을 느낀 결과 □직지□가 간행되었다고 이해할 수 있다.

□직지□는 활자본과 목판본으로 인쇄되었다. 일반적으로 목판본은 나무를 선택하여 간행할 때까지 대략 3-5년 정도 소요된다. 따라서 취암사판의 간행은 백운 선사가 □직지□를 편찬했던 1372년에서 입적했던 1374년을 즈음한 시기에 시작되었던 것으로 추정된다. 다만 한 가지 의문스러운 것은 왜 □직지□가 목판으로 조성되는 과정이었던 1377년에 활자본으로 급히 제작되었는가 하는 점이다. 현존하는 자료를 통하여 이를 정확히 규명할 수는 없다. 그렇지만, 1372년(공민왕 21)부터 회암사에 지공선사의 부도비가 건립되고 회암사의 중창이 꾸준히 추진되는 등 불교계의 새로운 움직임을 고려한다면, 지공으로부터 가르침을 받은 나옹과 백운선사의 선사상이 새롭게 강조되었을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 이와 같은 불교계의 새로운 움직임 속에, 이미 목판본 □직지□가 간행 중이었으므로 청주 흥덕사에 보관된 금속활자를 사용하여 1377년에 □직지□를 인쇄한 것으로 이해된다.

□직지□ 금속활자의 복원은 선학들에 의해 시도되었다. 이 와중에서 주물토와 주형틀과 관련하여 선학들은 이견을 보였고, 이에 필자 나름대로 여러 가지 방법을 거쳐 양금 처리된 황토만으로 주형틀인 거푸집을 만들 수 있음을 실험을 통하여 증명하였다. 자세한 공정은 4절에 소개하였다. 이와 같은 공정을 거쳐 □직지□ 금속활자를 복원한 결과 99%의 성공률을 얻었다. 한편 고려시대 제작과 범종 등 각종 청동 제품의 성분 분석과 각종 실험을 통하여 □직지□ 금속활자의 경우 구리의 비율이 최소 83%—최대 90%, 주석의 비율이 최소 10%—최대 17%까지임을 알 수 있었다.

<부록> □직지□ 금속활자 복원 과정 실험 사진



<그림 1> 밀랍 막대 만들기



<그림 2> 밀랍 녹이기



<그림 3> 글자본 붙이기



<그림 4> 글자 새기기



<그림 5> 어미자 만들기



<그림 6> 밀랍봉에 어미자 붙이기



<그림 7> 황토 양금 처리(점성 빼기)



<그림 8> 좌 : 생모래, 우 : 구운 모래



<그림 9> 속 주물토 만들기(양금 처리된 황토 7 : 구운 모래 3, 점토 혼합)



<그림 10> 속 거꾸집 만들기(속 주물토 밀랍활자에 바르기)



<그림 11> 속 거푸집 건조하기



<그림 12> 겉 주물토 만들기(속 주물토, 태운 왕겨 혼합)



<그림 13> 겉 거푸집 만들기(겉 주물토 바르기)



<그림 14> 겉 거푸집 건조하기



<그림 15> 거푸집 굽기(밀랍활자 녹아 없어짐)



<그림 16> 구워진 거푸집



<그림 17> 쇳물 녹이기(구리 88~90%, 주석 10~12%, 인 0.3%내외로 혼합한 청동)



<그림 18> 거꾸집에 쇳물 붓기



<그림 19> 겉 거꾸집 제거



<그림 20> 겉 거꾸집 제거 후



<그림 21> 속 거꾸집 제거



<그림 22> 속 거꾸집 제거 후



<그림 23> 완성된 활자



<그림 24> 완성된 활자 인쇄하기