

고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직에 대한 연구

A Study on the Metal Composition and Metal Tissue of a Genuine (Assumption) and
Counterfeit (Assumption) of Goryeo Metal Movable Type

유 부 현 (Yoo, Boo-Hyun)*

◁ 목 차 ▷

- | | |
|--|--|
| 1. 서 언 | 5. 다보성소장 활자와 국립중앙박물관소장
활자 및 개인소장
고려금속활자(진품[추정]·
위작[추정])와 고려청동인장[추정]의
금속성분 특징 |
| 2. 다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자
‘언문자소자’ ‘임진자’의 금속성분
분석결과 내용 | 6. 개인소장 고려금속활자(진품[추정]·
위작[추정])의 금속조직 |
| 3. 개인소장 고려금속활자
진품[추정](4개)과 위작[추정](4개) 및
고려청동인장[추정](5개)의 금속성분
분석 | 7. 결 언
<참고문헌> |
| 4. 개인소장 금속활자(진품[추정]·
위작[추정]) 및 고려청동인장[추정]
금속성분 특징 | |

<초 록>

본 연구의 목적은 고려금속활자의 진품과 위작을 가려낼 수 있는 하나의 방안을 마련해 보는 것이다. 이를 위해 본고에서는 먼저 다보성소장 고려금속활자 101개 및 국립중앙박물관소장 ‘복’활자 1개, ‘언문자소자’ 10개, ‘임진자’ 20개 등의 금속활자에 대한 문화재청의 과학적 분석결과 내용에 의거하여 금속활자 진품의 특징을 살펴보았다. 그 다음 본 연구의 핵심인 개인소장 금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개) 및 고려청동인장[추정](5개)의 금속성분 분석을 통하여 고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직의 차이점을 밝혔다.

要語: 고려금속활자, 진품, 위작, 금속성분, 금속조직

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to create a way to distinguish between a genuine and a counterfeit of Goryeo Metal movable type. To achieve it, the study first examined the traits of the genuine of the Metal movable type according to the contents of the scientific analysis from Cultural Heritage Administration for 101 numbers of Daboseongsojang Goryeo Metal movable type, a movable type of ‘bok’ in National Museum of Korea, 10 numbers of ‘unmunjasoja’, and 20 numbers of ‘imjinja’ and so on. Next, the study revealed the difference between the metal composition and metal tissue of a genuine (assumption) and a counterfeit (assumption) of Goryeo Metal movable type by analyzing the metal composition of privately owned 4 genuines (assumption) of metal movable type, 4 counterfeits (assumption), and 5 Goryeo Bronze seals which are the key of the research.

Key words: Goryeo Metal movable type, genuine, counterfeit, metal composition, metal tissue

* 大眞大學校 文獻情報學科 教授(boohyun@daejin.ac.kr)

투고일: 2019년 2월 10일 최초심사일: 2019년 3월 4일 게재확정일: 2019년 3월 9일
서지학연구, 제77집, 125-144, 2019. [https://doi.org/10.17258/jib.2019..77.125]

1. 서 언

종래에 고려금속활자로 알려진 금속활자는 4종류가 있다. 첫째는 서울 국립중앙박물관 소장 ‘複’활자 1개이고, 둘째는 평양 조선중앙역사박물관 소장 ‘顚’활자 1개이며, 셋째는 2010년 9월~2012년 12월에 고려금속활자로 소개된 금속활자 239개¹⁾이며, 넷째는 2015년 11월~2016년 3월에 만월대에서 발굴되어 조선중앙역사박물관에 소장되어 있는 금속활자 5개(‘漙’·‘仄’·‘糟’·‘朋’·‘名’활자)이다.

문화재청 문화재위원회에서는 2017년 4월, 2010년 9월부터 2012년 12월 사이에 고려금속활자로 학계에 소개된 금속활자 239개 가운데 다보성소장 101개의 금속활자에 대해, 과학적 분석에 의하면 고려 시대에 제작된 금속활자일 가능성은 있지만, 고려금속활자로 판단하기도 어려워서 보물로 지정할 수 없다고 의결하였다.²⁾ 반면, 국립문화재연구소의 다보성소장 101개의 고려금속활자 및 ‘복’활자·‘언문자소자’·‘임진자’에 대한 성분 분석 결과인 『금속활자 과학적 조사』³⁾의 내용을 볼 때, 다보성소장 101개의 활자에 대한 문화재청의 과학적 분석 결과는 이들 금속활자가 위작이 아닌 진품으로 판가름된 것으로 생각된다.

한편, 세간에는 위작된 금속활자들이 유통되고 있기도 하다. 필자는 2013년에 이들 위작 활자들을 조사하여 다음과 같은 분석 결과를 발표하였다.

“필자가 조사한 偽作活字는 첫째, ‘證道歌字’(‘흙형 활자’) 형태와 유사하게 제작된 偽作活字, 둘째, ‘증도가자’ 형태와 다르게 제작된 偽作活字, 셋째, ‘四脚活字’(즉, ‘네다리형 활자’) 형태와 유사하게 제작된 偽作活字 등 세 부류로 나누어 볼 수 있다.

첫째, ‘證道歌字’(‘흙형 활자’) 형태와 유사하게 제작된 偽作活字 가운데에는 ① 표면에 고색창연한 녹이 깔고 심하게 산화 또는 부식되어 있는 것은 물론이고, ② 연마 자국이 있으며, ③ 심지어 먹이 묻혀 있을 뿐만 아니라, ④ 글자의 획이 매우 정교한 것도 있다.

둘째, ‘증도가자’ 형태와 다르게 제작된 偽作活字는 ① 활자의 전체 모양이 ‘증도가자’의 형태와

1) ① 이 금속활자 239개 가운데 이른바 ‘증도가자’는 136개(‘흙형 활자’ 64개, ‘흙날개형 활자’ 72개)이고, ‘네다리형 활자’는 103개이다(유부현, “2012년까지 소개된 高麗金屬活字의 實物과 偽作에 대하여,” 『서지학연구』 54, 한국서지학회, 2013. p.196).

② 이 금속활자 239개 가운데 101개는 다보성소장품인데 ‘증도가자’는 59개(‘흙형 활자’ 22개, ‘흙날개형 활자’ 37개)이고, ‘네다리형 활자’는 42개이다(국립문화재연구소, 『금속활자 과학적 조사』, 2016. 3쪽).

2) “문화재위원회에서는 보물 신청된 ‘증도가자’에 대해 보물로서의 가치가 충분히 입증되지 않아 보물로 지정할 수 없다고 의결하였다. 부결 사유는 다음과 같다. 첫째, 증도가자로 지정 신청된 활자는 서체비교, 구조 및 조판 등 과학적 조사 결과 『증도가』를 인쇄한 활자로 보기 어렵다. 둘째, 신청활자의 중요성에 비추어 고려금속활자의 여부에 관해서도 검토한 결과 방사성탄소연대측정을 비롯한 과학적 분석에 의하면 고려 시대에 제작된 금속활자일 가능성은 있다. 그러나 출처와 소장경위가 불분명하고 금속활자와 관련성이 있는 것으로 알려진 청동수반·초두와의 비교조사가 불가능하여 고려금속활자로 판단하기도 어렵다.” (문화재청, <“증도가자(고려금속활자) 보물 지정 신청에 대한 문화재위원회 검토 결과 발표” 보도 자료>, 2017.4.13.)

3) 국립문화재연구소, 『금속활자 과학적 조사』(2016), 5-6. 『금속활자 과학적 조사』는 <고려금속활자 지정조사 분석결과 보고서> (문화재청, 2016.)의 別冊임.

다르고, ② 바닥면의 모양이 홈형이 아니며, ③ 글자의 자형에 있어서는 左書(즉 뒷면 글자)가 아닌 앞면 글자, 이상한 글자, 조잡한 글자로 되어 있고, 심지어 한글과 篆書字, 西夏文字로 되어 있는 것도 있다.

셋째, ‘四脚活字’(즉, ‘네다리형 활자’) 형태와 유사하게 제작된 僞作活字는 활자의 크기는 말할 것도 없고, 글자의 획과 활자의 형태 특히 바닥면의 四脚(즉, 네다리) 형태는 진위를 분간하기 어려울 정도로 매우 정교하게 제작된 것이 있다.

이상에서 위작된 활자들의 상태와 특징을 살펴보았는데, 이들 위작된 활자들 가운데에는 활자의 전체적인 외양(글자의 획과 자형 및 활자의 크기)과 산화 및 부식의 정도에 있어서 고려금속활자 實物과 매우 유사하게 보이는 것도 있어 진위를 판별하는데 세심한 주의가 요망된다 하겠다.

참고로 산화 및 부식의 정도에 있어서 고려금속활자 實物의 경우는 활자의 전부분에 걸쳐 거의 800년이란 오랜 시간을 거치면서 자연적으로 부식되어 생성된 상당한 두께의 산화층이 표면에 형성되어 있다. 반면 최근에 위작된 활자는 인위적으로 활자를 부식시켜 생성된 푸른 녹이 표면에 얇게 혹은 두껍게 덮여 썩어져 있을 뿐 두꺼운 두께의 산화층이 없다. 간혹 위작활자 가운데 비정상적인 산화층이 형성되어 있는 것도 있는데, 이 경우 손으로 만지면 손에 녹이 묻어나고 쉽게 바스라지는 특징을 갖고 있다.

한편, 아직까지 필자는 이른바 상하분리 주조방식(“字面部와 하반부가 분리되어 있는 父字를 이용한 주물사 주조법”)으로 제작되었을 것으로 생각되는 僞作活字와 옆면 하단부가 돌출된 ‘證道歌字’(즉 ‘홈날개형 활자’) 형태와 유사한 僞作活字는 목도하지는 못했다. 그러나 이러한 형태의 위작활자 역시 수년 안에 제작되어 유통될 가능성이 다분한 것으로 판단된다.”⁴⁾

2013년부터 10년도 안된 지금에는 위작된 ‘홈형 활자’ ‘홈날개형 활자’ ‘네다리형 활자’가 고려금속 활자의 진품과 똑같은 모양으로 복제되어 유통되고 있는 실정이다. 이러한 위작 활자들은 외형에 나타나는 특징에 근거하여 진위여부를 판단하는 것이 쉽지 않다. 따라서 고려금속활자의 진품과 위작을 가려낼 수 있는 방법이 요구되는 실정이다. 이에 따라 필자는 고려금속활자의 진품과 위작을 가려낼 수 있는 한 방안으로 금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직을 분석하여 그 차이점을 밝혀보고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 먼저 2016년에 공표된 다보성소장 고려금속활자 101개 및 국립중앙박물관 소장 ‘복’활자 1개, ‘언문자소장’ 10개, ‘임진자’ 20개 등의 금속활자에 대한 문화재청의 과학적 분석결과 내용을 살펴볼 것이다. 그 다음 본격적으로 개인소장 진품[추정] 활자 4개(‘홈형 활자’(‘若’·‘글자미상’) 2개, ‘홈날개형 활자’(‘順’) 1개, ‘네다리형 활자’(碑) 1개)⁵⁾와 위작[추정] 활자 4개(‘홈형 활자’

4) 유부현, “2012년까지 소개된 高麗金屬活字의 實物과 僞作에 대하여,” 『서지학연구』 54집(한국서지학회, 2013), 191-193.

5) 진품[추정] 활자인 ‘홈형 활자’(‘若’·‘글자미상’) 2개, ‘홈날개형 활자’(‘順’) 1개, ‘네다리형 활자’(碑) 1개 등은 다보성소장 고려금속활자와 그 형태가 동일하다. 즉 활자의 모양, 활자 표면에 형성된 두꺼운 부식층, 글자의 서체 등이 일치한다. 특히 ‘홈날개형 활자’(‘順’) 1개에는 표면에 먹이 말라붙어 있고, ‘홈형 활자’인 ‘若’활자의 경우는 쇠물 주입구로 판단되는 가지쇠가 달려 있기도 하다. 무엇보다도 이들 활자들은 부록의 <표 4> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분”에 보이는 바와 같이, EDS(energy dispersive spectroscopy, 에너지 분산형 X선 분광분석기)를 이용해서 금속내부의 원소를 분석한 결과 고대의 청동유물과 같이 다량의 산소(O)와 탄소(C)가 검출되었고(도미술·정광용의 EDS를 이용한 청동기(동모, 동검 등)의 성분 분석에서는 산소(0.57~10.16%)와 탄소(6.82~15.60%)가 검출되었음(도미술·정광용, “과학적 분석을 통한 전세품 청동기의 진위판별 적용 가능성 연구,” 『보존과학회지』 Vol.29 No.4(2013), 361)), 진품[추정]

(‘柁’·‘完’·‘語’) 3개, ‘흙날개형 활자’(‘高’) 1개)⁶⁾ 및 고려청동인장[추정] 5개⁷⁾를 연구 대상으로 삼아서 이들의 금속성분과 비율을 분석해 볼 것이다. 그 다음으로는 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정]) 및 고려청동인장[추정] 금속성분에 나타나는 특징을 고찰하고, 그 고찰 결과를 바탕으로 하여 고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]에 나타나는 금속성분과 금속조직의 차이점을 밝혀보고자 한다. 본 연구에서 도출될 연구결과는 고려금속활자의 진품과 위작을 가려낼 수 있는 하나의 단서가 될 것으로 기대된다.

2. 다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 금속성분 분석결과 내용

국립문화재연구소의 다보성소장 101개의 고려금속활자 및 ‘복’활자·‘언문자소자’·‘임진자’⁸⁾에 대한 성분 분석 결과가 『금속활자 과학적 조사』⁹⁾에 게재되어 있는데, 주목되는 분석결과 내용을

-
- 활자의 금속 주성분도 고려시대에 주조된 동전 3개(동국중보, 해동중보, 해동통보)와 비슷한 것으로 분석되었다(부록의 <표 1> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)·위작[추정](4개)과 고려청동인장[추정](5개) 및 고려시대 동전(3개)의 활자내부 금속의 주성분”). 따라서 필자는 이들 활자가 진품 고려금속활자일 것으로 추정하는 바이다.
- 6) 위작[추정] 활자인 ‘흙날개형 활자’(‘柁’·‘完’·‘語’) 3개, ‘흙날개형 활자’(‘高’) 1개 등은 고려금속활자의 형태와 동일하게 활자 바닥이 흙형으로 되어 있다. 특히 ‘흙날개형 활자’(‘高’) 1개는 다보성소장 ‘흙날개형 활자’ 고려금속활자와 동일하게 활자 하부 측면에 ‘날개’가 있고 서체도 이른바 ‘중도가자’의 서체와 동일하다. 그러나 이들 활자는 활자 표면에 두꺼운 부식층이 형성되어 있지 않다. 무엇보다도 부록의 <표 4> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분”에 보이는 바와 같이, EDS(에너지 분산형 X선 분광분석기)를 이용해서 금속내부의 원소를 분석한 결과 산소(O)와 탄소(C)가 검출되지 않고, 금속성분과 비율도 고려시대의 동전과 다른 것으로 분석되었다(부록의 <표 1> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)·위작[추정](4개)과 고려청동인장[추정](5개) 및 고려시대 동전(3개)의 활자내부 금속의 주성분”). 따라서 필자는 이들 활자가 위작된 금속활자일 것으로 추정하는 바이다.
- 7) 진품[추정] 고려청동인장 5개는 표면에 두꺼운 부식층이 형성되어 있다. 그리고 부록의 <표 5> “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분”에 보이는 바와 같이, EDS(에너지 분산형 X선 분광분석기)를 이용해서 금속내부의 원소를 분석한 결과 고대의 청동유물과 같이 다량의 산소(O)와 탄소(C)가 검출되고, 금속성분과 비율도 고대의 청동유물 특히 고려시대에 주조된 동전 3개(동국중보, 해동중보, 해동통보)와 비슷한 것으로 분석되었다. 따라서 필자는 이들 청동인장이 진품일 것으로 추정하는 바이다.
- 8) ① ‘복’활자는 고려활자로 전해지는 금속활자 1점으로 국립중앙박물관소장품이다.
 ② ‘언문자소자’는 乙亥字 병용한글자 10점으로 국립중앙박물관소장품이다. 참고로 을해자 병용 한글자는 1461년(세조 7)에 주조된 동활자이다(청주고인쇄박물관, 『한국 고활자 특별전』 (2002), 26).
 ③ ‘임진자’는 1772년에 주조된 금속활자 가운데 20점으로 국립중앙박물관소장품이다.
- 9) ① 국립문화재연구소, 『금속활자 과학적 조사』 (2016), 5-6. 『금속활자 과학적 조사』는 <고려금속활자 지정조사 분석결과 보고서> (문화재청, 2016.)의 別冊임.
 ② 국립문화재연구소의 금속활자 조사에 사용된 XRF(X-ray fluorescence analysis, X선 형광분석기)의 모델명은 Eagle 3-XXL(EDAX Inc., America)이고 분석조건은 beam size 300 μ m, 40kV, 200sec이다. SEM-EDS(scanning electron microscope-energy dispersive spectroscopy, 주사전자현미경-에너지 분산

① “다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 활자표면 성분” ② “다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 활자금속소지 성분” ③ “금속활자의 금속성분 분석 결과 내용” 등으로 나누어 소개하면 다음과 같다.

2.1 다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 활자표면 성분

(1) 고려금속활자, ‘복’활자, ‘언문자소자’는 구리-주석-납의 3원계합금이며, 임진자는 구리-주석-납-아연의 4원계합금임.

(2) 고려금속활자와 ‘복’활자는 SEM-EDS분석결과 산소(O)가 높게 나타나고 ‘임진자’, ‘언문자소자’는 산화가 낮게 나타나 상대적으로 고려금속활자, ‘복’활자가 부식 정도가 큼.

(3) 비소(As)는 고려금속활자에서는 모든 활자에서 검출되고 ‘복’활자에서도 검출되나 조선활자에서는 ‘임진자’에서 20점 중 13점, ‘언문자소자’에서는 10점 중 5점만이 검출됨.

(4) 은(Ag)은 고려금속활자에서는 101점 중 84점에서 검출되나 조선활자와 ‘복’활자에서는 검출되지 않음.

(5) 니켈(Ni)은 임진자 중에서는 20점 중 2점, ‘언문자소자’에서는 10점 중 7점이 검출되나 고려금속활자와 ‘복’활자에서는 검출되지 않음.

(6) 이 외의 미량원소로는 인(P), 황(S), 염소(Cl) 등이 검출됨.

2.2 다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 활자금속소지 성분

(1) 고려활자는 대체로 구리: 주석: 납 = 70: 13: 17(평균치)의 분포를 보이나 ‘임진자’는 구리: 주석: 납: 아연 = 75: 7: 9: 5(평균치), ‘언문자소자’는 구리: 주석: 납 = 84: 11: 3(평균치)를 보여 조사대상 중 고려금속활자가 상대적으로 구리의 함량은 적고 납의 함량은 높은 것으로 나타남.

(2) 고려금속활자 4점의 LA-ICP-MS분석에서 1% 미만의 철(Fe), 니켈(Ni), 아연(Zn), 비소(As), 은(Ag), 안티몬(Sb), 비스무스(Bi) 등이 검출되었는데 이는 일반적으로 동광산에 혼합되어 있는 성분임.

2.3 금속활자의 금속성분 분석 결과 내용

부록의 <표 2> “문화재청의 ‘금속활자 조사결과’”의 내용과 같음.

형 X선 분광분석기)의 모델명은 SEM(IT300LV, Jeol,japan), EDS(X-Max, Oxford, England)이고 분석조건은 20kV이다.

3. 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개) 및 고려청동인장[추정](5개)의 금속성분 분석¹⁰⁾

본 연구에서는 개인소장 진품[추정] 활자 4개(‘흙형 활자’ 2개(‘若’·‘글자미상’), ‘흙날개형 활자’ 1개(‘順’), ‘네다리형 활자’ 1개(‘碑’))와 위작[추정] 활자 4개(‘흙형 활자’ 3개(‘杔’·‘完’·‘語’), ‘흙날개형 활자’ 1개(‘高’)) 및 고려청동인장[추정] 5개를 연구 대상으로 삼아 이들의 금속성분에 대해서 ① “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자표면 금속성분 비율” ② “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분 비율” ③ “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분 비율” 등으로 나누어 분석하였다.

그 분석 결과를 표로 정리하여 제시하면, 부록의 <표 3> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자표면 금속성분”, <표 4> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분”, <표 5> “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분” 등과 같다.

- 10) ① 본 연구에서 이루어진 금속활자(진품[추정] 및 위작[추정])와 고려청동인장[추정]의 성분분석은 개인 연구자의 도움으로 진행된 것이다. 본 지면을 빌어 사의를 표한다.
- ② 금속활자와 청동인장의 표면 금속성분은 P-XRF(X-ray fluorescence analysis, 휴대용 X線 螢光分析器)로 분석하였고, 내부의 금속성분은 SEM-EDS(scanning electron microscope-energy dispersive spectroscopy, 주사전자현미경-에너지 분산형 X선 분광분석기)로 분석하였다. P-XRF의 모델명은 CN/X-MET 7500 (Oxford, Instruments)이고, 분석조건은 beam size 9mm, 45kV, 30sec이다. SEM-EDS의 모델명은 SEM(MIRA2, TESCAN, Czech) EDS(QUANTA300, BRUKER, GERMANY)이고, 분석조건은 20kV이다.
- ③ 본 연구에서 이루어질 금속성분과 금속조직의 분석을 위한 시료는 금속의 일부를 절단하여 준비하였고, 절단된 소량의 시료를 에폭시 수지로 마운팅 한 후 연마 및 광택 작업을 실시하였다. 그리고 질산, 증류수, 염화제2구리를 이용하여 약 3초간 에칭(금속조직이 보이기 위한 부식작업)을 실시하였다. 마운팅한 시료의 표면은 백금(Pt)으로 코팅하였다.
- ④ 참고 사항으로, ㉠ X선 형광분석은 X선관에 100kV 정도의 전압을 가해서 발생시킨 X선으로 시료를 조사(照射)하여 형광 X선(백색선)을 발생시키고, 그 파장(요컨대 에너지)을 분석함으로써 시료에 들어있는 원소를 동정(同定)하는 것이다. ㉡ XRF(X-RayFluorescenceAnalyzer, X-線螢光分析器)는 중금속의 함유 정도를 분석하는 기기이다. ㉢ SEM(scanning electron microscope, 走査電子顯微鏡)은 시료 표면을 전자선으로 주사하여 입체구조를 직접 관찰하는 기능을 가진 전자현미경인데 시료 내의 원소에서 발생하는 특성 X선을 분석하는 X선 마이크로에너지라이저와 병용하여, 시료 내에 있는 특정 원소의 검출이나 분포를 해석하는 수단으로도 널리 사용하고 있다. 그리고 주사(走査, scan)는 텔레비전 수상기나 컴퓨터의 표시 장치에서, 전자 빔을 형광면의 내부 표면 위에서 옆으로 한 줄씩 조사(照射)하여 화상 정보가 있는 픽셀을 밝혀 화상을 형성하는 것이다. ㉣ EDS(energy dispersive spectroscopy, 에너지 분산형 X선 분광분석기)는 원소의 분석장비로서 보통 주사전자현미경에 액세서리로 부착되어 사용된다. 일정 범위의 파장대를 샘플에 주사할 경우 각 원소마다 일정한 파장 값에서 에너지를 나타내게 된다. 파장이나 에너지 값은 원소 자체가 가지고 있는 특징이기에 원소에 대한 분석이 가능하다.

4. 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정]) 및 고려청동인장[추정] 금속성분 특징

여기에서는 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정]) 및 고려청동인장[추정] 금속성분 특징에 대해, 부록의 <표 3> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자표면 금속 성분” <표 4> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분” <표 5> “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분” 등을 바탕으로 하여, ① “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 성분 특징” ② “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 성분 특징”으로 나누어 분석하고자 한다.

4.1 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 금속성분 특징

개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 금속성분 특징에 대해서 ① “활자표면 금속 성분 특징” ② “활자내부 금속 성분 특징”으로 나누어 분석하였는데 그 내용은 다음과 같다.

4.1.1 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자표면 금속 성분 특징

- (1) 아연(Zn)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 다량 검출됨(단, “위작[추정] ④ ‘高’활자”는 극히 미량 검출됨)
- (2) 비소(As)는 진품[추정]에서 검출되고, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.
- (3) 니켈(Ni)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 검출됨.
- (4) 알루미늄(Al), 인(P), 규소(Si), 지르코늄(Zr), 이리듐(Ir) 등은 진품[추정]에서 검출되고, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.
- (5) 구리(Cu)는 진품[추정]에서의 검출량이 17.17%~41.65%(평균 29.13%)이지만, 위작[추정]에서의 검출량은 45.38%~67.05%(평균 57.94%)임.

4.1.2 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속 성분 특징

- (1) 탄소(C)·산소(O)가 진품[추정]에서는 다량 검출되고{탄소의 검출량은 11.82%~20.95%(평균 16.62%)이고, 산소의 검출량은 40.54%~45.51%(평균 42.76%)임}, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.
- (2) 구리(Cu)는 진품[추정]에서의 검출량이 35.03%~38.09%(평균 36.20%)이지만, 위작[추정]에

서의 검출량은 59.37%~77.47%(평균 68.68%)임.

(3) 아연(Zn)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 다량 검출됨(단, “위작[추정] ④ ‘高’활자”의 경우는 검출되지 않음).

(4) 주석(Sn)은 진품[추정]에서의 검출량이 1.87%~2.84%(평균 2.25%)로 적은 양이지만, 위작[추정]에서의 검출량은 그 보다 훨씬 많은데(평균 9.29%), “위작[추정] ① ‘樵’활자”의 경우는 7.86%이고, “위작[추정] ② ‘完’활자”의 경우는 8.66%이며, “위작[추정] ③ ‘語’활자”의 경우는 검출되지 않고, “위작[추정] ④ ‘高’활자”의 경우는 20.66%임.

(5) 납(Pb)은 진품[추정]에서는 모두 미량 검출되고(0.88%~2.24%, 평균 1.40%), 위작[추정]에서도 대부분 미량 검출되나(0.89%~2.09%, 평균 1.26%), “위작[추정] ④ ‘高’활자”의 경우는 검출되지 않음.

4.2 개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 금속성분 특징

개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 금속성분 특징에 대해서는 부록의 <표 5> “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분”에 의거하여 ① “청동인장 표면 금속성분 특징” ② “청동인장 내부 금속성분 특징”으로 나누어 분석하였는데 그 내용은 다음과 같다.

4.2.1 개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 금속성분 특징

- (1) 아연(Zn)은 검출되지 않음.
- (2) 비소(As)는 검출되지 않음.
- (3) 니켈(Ni)은 1개(㉔)에서만 미량 검출됨.
- (4) 알루미늄(Al), 인(P), 규소(Si) 이리듐(Ir)은 검출되지 않고, 지르코늄(Zr)만이 5개 가운데 3개(㉑, ㉒, ㉔)에서 미량 검출됨.
- (5) 구리(Cu)는 검출량이 11.1%~71.46%임.

4.2.2 개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 내부 금속성분 특징

- (1) 탄소(C) · 산소(O)가 다량 검출됨(탄소의 경우 검출량이 13.57%~16.00%이고, 산소의 경우는 44.21%~47.05%임).
- (2) 구리(Cu)는 검출량이 33.41%~37.52%임.
- (3) 아연(Zn)은 검출되지 않음.
- (4) 주석(Sn)은 검출량이 2.30%~3.20%임.
- (5) 납(Pb)은 검출량이 0.13%~2.02%임.

5. 다보성소장 활자와 국립중앙박물관소장 활자 및 개인소장 고려금속활자 (진품[추정]·위작[추정])와 고려청동인장[추정]의 금속성분 특징

이미 앞의 제2장에서 다보성소장 고려금속활자 및 ‘복’활자 ‘언문자소자’ ‘임진자’의 금속성분에 대해서 살펴보았고, 제4장 제1·2절에서는 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 성분 특징 및 개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 성분 특징에 대해서 고찰하였다. 이제 이 내용을 종합하여 분석한 결과를 표로 정리하여 제시하면 부록의 <표 6> “다보성소장 활자와 국립중앙박물관소장 활자 및 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정])와 고려청동인장[추정]의 금속성분 특징”과 같다.

그리고 부록의 <표 6> “다보성소장 활자와 국립중앙박물관소장 활자 및 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정])와 고려청동인장[추정]의 금속성분 특징”을 토대로 하되, 본고 제4장 제1절에서 이루어진 “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 성분 특징”을 중심으로 하여 고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분 특징을 표로 정리하여 제시하면 부록의 <표 7> “고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분 특징”과 같다.

6. 개인소장 고려금속활자(진품[추정]·위작[추정])의 금속조직

끝으로 본 연구의 종착점인 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 금속내부 조직 분석을 위해 이들 금속활자의 일부분을 절단하여 시료를 만든 다음 그 시료의 절단면을 금속현미경(모델명: Leica DM-2500M)으로 50배 확대하여 살펴보았다. 그 결과 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 금속활자 금속내부의 조직은 큰 차이점이 발견되었다. 진품[추정] 활자는 활자내부 금속의 부식이 상당히 진행된 결과로 금속조직이 균일하지 못한 상태로 조성되어 있지만, 위작[추정] 활자는 활자내부 금속의 부식이 거의 없기 때문에 금속조직이 매우 균일한 상태¹¹⁾로 조성되어 있다. 이들 활자의 절단면 사진을 표로 정리하여 제시하면 부록의 <표 8> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 50배 확대 사진”과 같다.

11) 참고로 “조선왕실 주조 청동활자의 복원과 과학적 분석”(윤용현·조남철·이승철, 『보존과학회지』 Vol.25 No.2 (2009), 123)에 수록된 2009년에 주조된 모함금(구리 87%, 주석 15%, 납 8%의) 내부 절단면의 금속조직 사진(부록의 <표 9> “2009년 주조된 모함금(구리 87%, 주석 15%, 납 8%의) 내부 절단면의 금속조직 사진”)을 통해 보면, 최근에 주조된 합금 또한 내부의 부식이 거의 없기 때문에 금속조직이 매우 균일한 상태임이 확인된다.

7. 결 언

본 연구의 핵심적인 결과를 요약하여 결론으로 삼으면 아래와 같다.

첫째, 금속 표면의 성분을 P-XRF(휴대용 X線 螢光分析器)로 분석하여 밝혀진 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개) 사이에 주목되는 금속성분의 차이점은 다음과 같다.

① 아연(Zn)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 다량 검출됨(단, “위작[추정] ④ ‘高’ 활자”는 극히 미량 검출됨).

② 비소(As)는 진품[추정]에서 검출되고, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.

③ 니켈(Ni)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 검출됨.

④ 알루미늄(Al), 인(P), 규소(Si), 지르코늄(Zr), 이리듐(Ir) 등은 진품[추정]에서 검출되고, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.

⑤ 구리(Cu)는 진품[추정]에서의 검출량이 17.17%~41.65%(평균 29.13%)이지만, 위작[추정]에서의 검출량은 45.38%~67.05%(평균 57.94%)임.

둘째, 금속 내부의 성분을 SEM-EDS(走査電子顯微鏡-에너지 분산형 X선 분광분석기)으로 분석하여 밝혀진 고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정] 사이에 주목되는 원소 및 금속성분의 차이점은 다음과 같다.

① 탄소(C)·산소(O)가 진품[추정]에서는 다량 검출되고{탄소의 검출량은 11.82%~20.95%(평균 16.62%)이고, 산소의 검출량은 40.54%~45.51%(평균 42.76%)임}, 위작[추정]에서는 검출되지 않음.

② 구리(Cu)는 진품[추정]에서의 검출량이 35.03%~38.09%(평균 36.20%)이지만, 위작[추정]에서의 검출량은 59.37%~77.47%(평균 68.68%)임.

③ 아연(Zn)은 진품[추정]에서 검출되지 않고, 위작[추정]에서는 다량 검출됨(단, “위작[추정] ④ ‘高’활자”의 경우는 검출되지 않음).

④ 주석(Sn)은 진품[추정]에서의 검출량이 1.87%~2.84%(평균 2.25%)로 적은 양이지만, 위작[추정]에서의 검출량은 그 보다 훨씬 많은데(평균 9.29%), ‘樅’활자의 경우는 7.86%이고, ‘完’활자의 경우는 8.66%이며, ‘語’활자의 경우는 검출되지 않고, ‘高’활자의 경우는 20.66%임.

⑤ 납(Pb)은 진품[추정]에서는 모두 미량 검출되고(0.88%~2.24%, 평균 1.40%), 위작[추정]에서도 대부분 미량 검출되나(0.89%~2.09%, 평균 1.26%), ‘高’활자의 경우는 검출되지 않음.

셋째, 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 금속내부의 절단면을 금속현미경으로 50배 확대하여 살펴보았다. 그 결과, 진품[추정] 활자는 활자내부 금속의 부식이 상당히 진행된 결과로 금속조직이 균일하지 못한 상태로 구성되어 있지만, 위작[추정] 활자는 활자내부 금속의 부식이 거의 없기 때문에 금속조직이 매우 균일한 상태로 구성되어 있는 것으로 밝혀졌다.

<참고문헌>

- 도미술 · 정광용. “과학적 분석을 통한 전세품 청동기의 진위판별 적용 가능성 연구.” 『보존과학회지』 Vol.29 No.4(2013). 355-366.
- 유부현. “2012년까지 소개된 高麗金屬活字의 實物과 僞作에 대하여.” 『서지학연구』 54집(한국서지학회, 2013). 167-197.
- 윤용현 · 조남철 · 이승철. “조선왕실 주조 청동활자의 복원과 과학적 분석.” 『보존과학회지』 Vol.25 No.2(2009). 207-217.
- 최정은. “고려시대의 청동주물에서 관찰되는 불순물 특성 연구.” 『보존과학회지』 Vol.32 No.3(2016). 313-320.

• 국문참고자료의 영어표기

(English translation / Romanization of references originally written in Korean)

- Choi, Jung-Eun. 2016. “A Study of the Microstructure and Impurity Characteristics of Cast Bronze in Koryo Period.” *Journal of Conservation Science*, 32(3): 313-320.
- Do, Misol and Chung, Kwang-Yong. 2013. “Applicability for Authenticity of Bronze Artefacts using Scientific Analyses.” *Journal of Conservation Science*, 29(4): 355-366.
- Yoo, Boo-Hyun. 2013. “About the Genuine and Pseudo Koryogeumsokwhalja Introduced Up To 2012.” *Journal of Studies in Bibliography*, 54: 167-197.
- Yun, Yong-Hyun, Cho, Nam-Chul and Lee, Seung-Cheol. 2009. “Restoration and Scientific Analysis of Casting Bronze Type in Joseon Dynasty.” *Journal of Conservation Science*, 25(2): 207-217.

[부 록]

<표 1> 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)·위작[추정](4개)과 고려청동인장[추정](5개) 및 고려시대 동전(3개)의 활자내부 금속의 주성분¹²⁾

			Cu(구리)	Zn(아연)	Sn(주석)	Pb(납)	합계(%)
개인소장 진품[추정] 활자	① 順		88.23	0	4.51	5.40	98.14
	② 碑		89.27	0	6.66	2.06	97.99
	③ 若		90.96	0	5.30	3.74	100
	④ 글자미상		88.05	0	5.70	2.56	96.31
	(평균)		(89.13)	0	(5.54)	(3.44)	98.11
개인소장 위작[추정] 활자	① 地		69.07	20.46	7.86	2.09	99.48
	② 完		72.81	16.45	8.66	2.05	99.97
	③ 語		59.37	39.72	0	0.89	99.98
	④ 高		77.47	0	20.66	0	98.13
개인소장 고려청동인장[추정]	A		86.26	0	5.73	4.08	96.07
	B		86.86	0	6.53	5.08	98.47
	C		84.84	0	7.34	1.80	93.98
	D		86.62	0	6.33	4.08	97.03
	E		91.36	0	7.79	0.32	99.47
	(평균)		(87.29)	0	(6.75)	(3.05)	(97.09)
고려시대 동전	東國重寶		90.4	0	8.2	0.9	99.5
	海東重寶		73.4	0	12.8	13.1	99.3
	海東通寶		89.4	0	9.2	1.1	99.7
	(평균)		(84.40)	0	(10.07)	(5.03)	99.5

12) ① 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)·위작[추정](4개)과 고려청동인장[추정](5개)의 활자내부 금속의 주성분의 수치는 <표 4> “개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분”과 <표 5> “개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분”의 내용 가운데 탄소와 산소를 뺀 다음 계산되어 도출된 성분 함량이다.

② 고려시대에 주조된 동전 3개(동국중보, 해동중보, 해동통보)의 금속 주성분에 대한 내용은 최정은의 연구 결과(최정은, “고려시대의 청동주물에서 관찰되는 불순물 특성 연구,” 『보존과학회지』 Vol.32 No.3(2016), 314)에 의거한 것이다.

고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직에 대한 연구

<표 2> 문화재청의 '금속활자 조사결과'¹³⁾

항목		고려금속활자			'복'활자	한글활자 (언문자) 소자 (15세기)	임진자 (1772년)	비고
		홈날개형	홈형	네다리형				
크기	가로(mm)	(15.9)	(13.1)	(15.3)	11.1	(7.1)	(15.2)	
	세로(mm)	(13.0)	(12.5)	(14.4)	11.7	(12.0)	(12.7)	
	높이(mm)	(7.2)	(7.1)	(7.2)	6.9	(7.2)	(7.7)	
무게(g)		(5.3)	(4.4)	(5.2)	4.1	(4.3)	(6.3)	
구조 상태	기포	다량			다량	다량	작은 기포	
	방식	단일구조						
표면 상태	부식층	두꺼운 부식층			얇은 부식층	양호	양호	
	산소(%)	(34.7)	(34.8)	(38.4)	(39.6)	(24.6)	(27.7)	EDS분석
표면 성분	구리(%)	(22.4)	(20.7)	(22.3)	24.1	(83.9)	(74.7)	활자면 XRF분석 tr : trace (흔적량)
	주석(%)	(47.8)	(45.6)	(48.9)	44.6	(11.6)	(7.3)	
	납(%)	(22.5)	(24.4)	(20.5)	22.9	(3.1)	(9.1)	
	아연(%)	×	×	×	×	×	(5.0)	
	인(%)	(1.9)	(2.4)	(1.9)	1.7	(0.3)	(0.1)	
	황(%)	×	×	×	×	(0.1)	(1.3)	
	비소	37/37(tr)	22/22(tr)	42/42(tr)	1/1(tr)	5/10(tr)	13/20(tr)	
	은	24/37(tr)	18/22(tr)	42/42(tr)	×	×	×	
소지 금속 성분	니켈(%)	×	×	×	×	7/10(tr)	2/20(tr)	
	구리(%)	73.5	(66.5)	72.1	미 실시	(84.1)	(74.7)	XRF분석
	주석(%)	12.2	(13.1)	11.2		(11.4)	(7.3)	
	납(%)	13.7	(18.9)	16.3		(3.1)	(9.1)	
	아연(%)	×	×	×		×	(5.0)	
미량원소		Fe, Ni, Zn, As, Ag, Sb, Bi <1%			미 실시			
납산지		옥천대·영남유괴(Zone 3) 중국 남부와 유사			미 실시			
부식 산화물	합금	청동, 금속납 검출됨.			청동, 금속납 검출됨	합금, 금속구리, 금속납 검출됨.		
	탄화물	탄산동, 탄산납 등 검출됨.			×	×	×	
	산화물	산화동, 산화주석, 산화납 등 검출됨.			산화주석만 검출됨.	산화동, 산화주석, 산화납 검출됨.	산화동, 산화주석 검출됨.	
	토양 광물	석영, 장석계열, 운모계열, 녹니석 등 토양광물 검출됨.			×	×	×	

※ ()는 평균치임.

※ 미량원소는 "trace 활자 수/전체활자 수(tr)"로 표기함.

※ 언문자소자, 임진자의 금속소지 값은 표면분석 결과임.

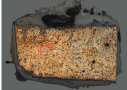
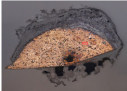
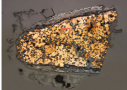
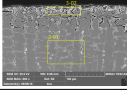
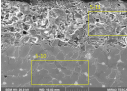
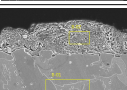
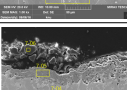
13) 『금속활자 과학적 조사』(국립문화재연구소, 2016. 7쪽, 문화재청, <고려금속활자 지정조사 분석결과 보고서>의 별冊임).

<표 3> 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자표면 금속성분

			Ti 티 타 늄	Mn 망 간	Al 알 루 미 늄	Si 규 소	P 인	Fe 철	Ni 니 켈	Cu 구 리	Zn 아 연	Nb 니 오 븀	As 비 소	Zr 지 르 코 늄	Ag 은	Sn 주 석	Sb 안 티 모 니	W 텅 스 텐	Ir 이 리 듐	Au 금	Pb 납	Bi 창 연	합계 (%)
진 품 [추 정]	① 順				7.42	14.38	1.44	0.96		41.65	0.03		1.45	0.03	0.53	20.4	0	0.05	0.19	0	11.32	0.08	99.93
	② 碑				11.56	15.43	2.62	1.40		24.68	0.03		2.11	0.02	0.80	27.32	0.31	0	0.39	0.07	13.16	0.10	99.9
	③ 若				11.69	14.08	0.63	4.13		17.17	0.01		1.95	0.01	0.90	37.59	0.09	0	0.14	0.15	11.26	0.20	100
	④ 글자 미상				6.37	15.55	3.11	1.91		33.00	0.04		2.99	0.02	0	12.26	0	0.06	0.55	0	24.14	0	100
	평균				9.26	14.86	1.95	2.10		29.13	0.03		2.13	0.02	0.56	24.39	0.10	0.03	0.32	0.06	14.97	0.10	100.01
위 작 [추 정]	① 槐		0	0.06				1.15	0.27	67.05	17.89	0.03			0	7.91					5.66	0	100.02
	② 完		0	0				1.48	0.18	54.07	8.97	0			0	17.45					16.49	1.36	100
	③ 語		0	0.09				1.07	0.45	45.38	36.65	0			0	0.61					15.95	0	100.2
	④ 高		1.64	0				3.61	0.16	65.27	0.38	0			0.99	22.61					5.33	0	99.99
	평균		0.41	0.04				1.83	0.27	57.94	15.97	0.01			0.25	12.15					10.86	0.34	100.07

고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직에 대한 연구

<표 4> 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 금속성분

		글자면	바닥면	내부절단면 ¹⁴⁾	시료	금속성분 비율											합계 (%)
						C 탄소	O 산소	Mg 마그네슘	S 황	Cl 염소	Fe 철	Cu 구리	Zn 아연	Ag 은	Sn 주석	Pb 납	
진품 [추정]	① 順					15.22	43.32	0.77	0	0		36.58			1.87	2.24	100
	② 碑					11.82	45.51	0.86	0	0		38.09			2.84	0.88	100
	③ 若					20.95	40.54	0	0	0		35.03			2.04	1.44	100
	④ 글자 미상					18.49	41.67	0.37	0.17	0.93		35.08			2.27	1.02	100
	평균					16.62	42.76	0.50	0.04	0.23		36.20			2.25	1.40	100
위작 [추정]	① 地					0	0				0.49	69.07	20.46	0	7.86	2.09	99.97
	② 完					0	0				0	72.81	16.45	0	8.66	2.05	99.97
	③ 語					0	0				0	59.37	39.72	0	0	0.89	99.98
	④ 高					0	0				0	77.47	0	1.85	20.66	0	99.98
	평균					0	0				0.12	69.68	19.16	0.46	9.29	1.26	99.97

14) 내부절단면의 사진 가운데 진품[추정] 활자의 경우는 금속현미경으로 50배 확대되어 촬영된 것이고, 위작[추정] 활자의 경우는 SEM(scanning electron microscope, 走査電子顯微鏡)으로 800~1,000배 확대되어 촬영된 것이다.

<표 5> 개인소장 고려청동인장[추정](5개)의 표면 및 내부 금속성분

			C 탄소	O 산소	Mg 마그 네슘	S 황	Ti 티타늄	Cr 크롬	Fe 철	Ni 니켈	Cu 구리	Zr 지르 코늄	Ag 은	Sn 주석	Pb 납	Bi 창연	합계 (%)
표 면	㉠						0	0.1892	5.897	0	11.1	0.01341	0.6673	58.21	22.33	0.7384	99.14531
	㉡						0	0	0.7328	0	62.11	0	0	16.19	20.97	0	100.0028
	㉢						0	0	1.027	0	39.92	0.02147	0.2233	29.88	28.93	0	100.00177
	㉣						0	0	2.034	0	25.52	0.03599	0.1893	35.86	34.81	0.7522	99.20149
	㉤						0.06857	0	4.221	0.2261	71.46	0	0	5.978	18.05	0	100.00367
	평균						0.01	0.04	2.78	0.05	42.02	0.01	0.22	29.22	25.02	0.30	99.67
내 부	㉠		15.35	44.68	0.59	0.80		0.1892	0		34.64			2.30	1.64		100.1892
	㉡		16.00	44.21	0	0.60		0	0		34.56			2.60	2.02		99.99
	㉢		13.57	47.05	0.57	1.59		0	0.21		33.41			2.89	0.71		100
	㉣		15.28	45.04	0	0.95		0	0.24		34.37			2.51	1.62		100.01
	㉤		14.65	44.28	0	0		0	0.22		37.52			3.20	0.13		100
	평균		14.97	45.05	0.23	0.79		0.04	0.13		34.90			2.70	1.22		100.03

고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직에 대한 연구

<표 6> 다보성소장 활자와 국립중앙박물관 소장 활자 및 개인소장 금속활자(진품[추정]·위작[추정])와 고려청동인장[추정]의 금속성분 특징

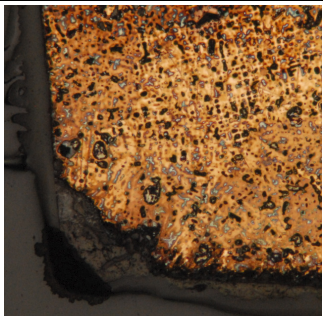
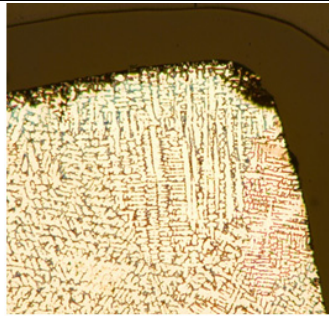
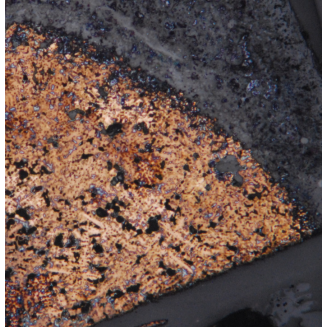
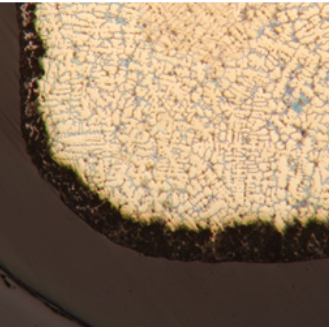
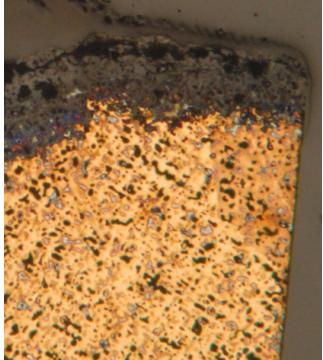
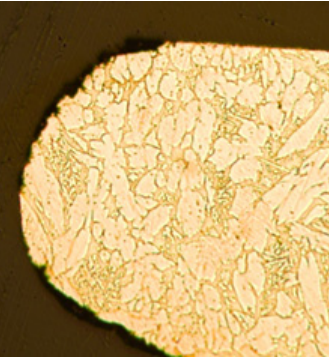
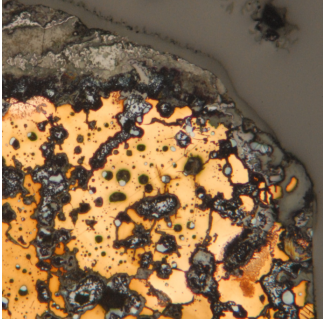
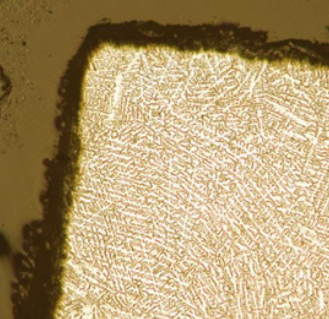
문화재연구소의 XRF 분석 결과										본 연구의 P-XRF 분석 결과				
활 자 표 면 금 속 성 분			고려금속활자 (다보성소장 고려활자 및 '북'활자)		조선금속활자 (‘언문자소자’ 및 ‘임진자’)			고려금속활자 진품[추정] (개인소장)		고려금속활자 위작[추정] (개인소장)		고려청동인장[추정] (개인소장)		
	(1)	아연(Zn)	모두 검출되지 않음.		'언문자소자'에는 검출되지않고, '임진자'에서는 검출됨.			모두 검출되지 않음.		다량 검출됨 (단, ④ '高'활자는 극히 미량 검출됨).		모두 검출되지 않음.		
	(2)	비소(As)	모든 고려금속활자와 '북'활자에서 검출됨.		'임진자'에서 20점 중 13점, '언문자소자'에서는 5점만이 검출됨.			모두 검출됨.		모두 검출되지 않음.		모두 검출되지 않음.		
	(3)	니켈(Ni)	모든 고려금속활자와 '북'활자에서 검출되지 않음.		임진자 중에서 20점 중 2점, '언문자소자'에서는 10점 중 7점이 검출됨.			모두 검출되지 않음.		모두 검출됨.		대부분 검출되지 않음 (단, 1개(㉔)에서만 미량 검출됨).		
	(4)	알루미늄(Al) 인(P) 규소(Si) 지르코늄(Zr) 이리듐(Ir)	미량원소로는 인(P), 황(S), 염소(Cl) 등이 검출됨.					모두 검출됨.		모두 검출되지 않음.		대부분 검출되지 않음(단, 지르코늄(Zr)만이 5개 가운데 3개 (㉑, ㉒, ㉓)에서 미량 검출됨).		
	(5)	구리(Cu)	흙날 개형	흙형	네다 리형	'북' 활자	'언문자소자'	'임진자'	모두 검출됨. 검출양: 17.17%~41.65% (평균 29.13%)	모두 검출됨. 검출양: 45.38%~67.05% (평균 57.94%)	모두 검출됨. 검출양: 11.1%~71.46% (평균 42.02%)			
			평균 22.4	평균 20.7	평균 22.3	평균 24.1	평균 83.9	평균 74.7						
		전체 평균 22.38% (6.19%~35.88%)		전체 평균 79.30% (59.18%~89.82%)										
문화재연구소의 금속조성 XRF 분석 결과										본 연구의 활자내부 SEM-EDS 분석 결과				
활 자 내 부 금 속 성 분	(1)	탄소(C) · 산소(O)					모두 다량 검출됨. 탄소의 검출양: 11.82%~20.95% (평균 16.62%), 산소의 검출양: 40.54%~45.51% (평균 42.76%)		모두 검출되지 않음.		모두 다량 검출됨. 탄소의 검출양: 13.57%~16.00% (평균 14.97%) 산소의 검출양: 44.21%~47.05% (평균 45.05%)임.			
	(2)	구리(Cu)		① 고려활자는 대체로 구리: 주석: 납 = 70: 13: 17(평균치)의 분포를 보임. ② 고려금속활자 4점의 LA-ICP-MS분석에서 1% 미만의 철(Fe), 니켈(Ni), 아연(Zn), 비소(As), 은(Ag), 안티몬(Sb), 비스무스(Bi) 등이 검출됨.			모두 검출됨. 검출양: 35.03%~38.09% (평균 36.20%)		모두 검출됨. 검출양: 59.37%~77.47% (평균 69.68%)		모두 검출됨. 검출양: 33.41%~37.52% (평균 34.90%)			
	(3)	아연(Zn)					모두 검출되지 않음.		대부분 검출됨 (단, ④ '高'활자"의 경우는 검출되지 않음).		모두 검출되지 않음.			
	(4)	주석(Sn)					모두 검출됨. 검출양: 1.87%~2.84% (평균 2.25%)		검출양이 다양한. (평균 9.29%) ① '地': 7.86% ② '完': 8.66% ③ '語': 0% ④ '高': 20.66%		모두 검출됨. 검출양: 2.30%~3.20% (평균 2.70%)			
	(5)	납(Pb)					모두 미량 검출됨. 검출양: 0.88%~2.24% (평균 1.40%)		대부분 검출됨 검출양: 0.89%~2.09% (평균 1.26%) (단, ④'高': 0%)		모두 미량 검출됨. 검출양: 0.13%~2.02% (평균 1.22%)			

<표 7> 고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분 특징

			본 연구의 P-XRF 분석 결과	
			고려금속활자 진품[추정]	고려금속활자 위작[추정]
활 자 표 면	(1)	아연(Zn)	모두 검출되지 않음.	다량 검출됨 (단, ④ '高'활자는 극히 미량 검출됨).
	(2)	비소(As)	모두 검출됨.	모두 검출되지 않음.
	(3)	니켈(Ni)	모두 검출되지 않음.	모두 검출됨.
	(4)	알루미늄(Al) 인(P) 규소(Si) 지르코늄(Zr) 이리듐(Ir)	모두 검출됨.	모두 검출되지 않음.
	(5)	구리(Cu)	모두 검출됨. 검출량: 17.17%~41.65%(평균 29.13%)	모두 검출됨. 검출량: 45.38%~67.05%(평균 57.94%)
활 자 내 부			본 연구의 활자내부 SEM-EDS 분석 결과	
	(1)	탄소(C) · 산소(O)	모두 다량 검출됨. 탄소의 검출량: 11.82%~20.95% (평균 16.62%) 산소의 검출량: 40.54%~45.51% (평균 42.76%)	모두 검출되지 않음.
	(2)	구리(Cu)	모두 검출됨. 검출량: 35.03%~38.09%(평균 36.20%)	모두 검출됨. 검출량: 59.37%~77.47%(평균 69.68%)
	(3)	아연(Zn)	모두 검출되지 않음.	대부분 검출됨 (단, ④ '高'활자"의 경우는 검출되지 않음).
	(4)	주석(Sn)	모두 검출됨. 검출량: 1.87%~2.84%(평균 2.25%)	검출량이 다양함(평균 9.29%). ① '槌'활자: 7.86% ② '完'활자: 8.66% ③ '語'활자: 0% ④ '高'활자: 20.66%
	(5)	납(Pb)	모두 미량 검출됨. 검출량: 0.88%~2.24%(평균 1.40%)	대부분 검출됨 검출량: 0.89%~2.09%(평균 1.26%) (단, ④ 高'활자: 0%) (‘高’활자는 검출되지 않음)

고려금속활자 진품[추정]과 위작[추정]의 금속성분과 금속조직에 대한 연구

<표 8> 개인소장 고려금속활자 진품[추정](4개)과 위작[추정](4개)의 활자내부 50배 확대 사진

	글자면 절단면	진품[추정] 활자 절단면의 50배 확대 사진		글자면 절단면	위작[추정] 활자 절단면의 50배 확대 사진
① '順'			① '櫟'		
② '碑'			② '完'		
③ '若'			③ '語'		
④ '글자 미상'			④ '高'		

<표 9> 2009년 주조된 모합금(구리 87%, 주석 15%, 납 8%의) 내부 절단면의 금속조직 사진



사진 출처: 윤용현 · 조남철 · 이승철, “조선왕실 주조 청동활자의 복원과 과학적 분석,” 『보존과학회지』 Vol.25 No.2(2009), 123.