

# 경주 천룡사탑지 출토 은제보살좌상의 과학 분석

정영동 · 주진옥 · 조재영 · 강형태

국립경주문화재연구소, 동국대학교박물관, 국립중앙박물관 보존과학실

## Scientific Analysis of Silver Buddha from Chonnyongsa Temple, Gyeongju

Young Dong Chung, Jin Ok Joo, Jae Young Cho and Hyung Tae Kang  
*Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, Dongguk University Museum  
and National Museum of Korea*

### I. 서론

天龍寺址는 경북 경주시 내남면 용장리에 위치하는데 1990년 11월 7일부터 12월 6일까지 한 달에 걸쳐 동국대학교 경주캠퍼스 박물관에 의해 발굴되었다. 발굴 이전에는 거대한 자연 축대 위에 폐가와 석탑부재, 석등, 안상이 새겨진 석조, 맷돌, 주춧돌 등 통일신라시대 문화재가 방치된 상태로 산재해 있었다.

발굴조사에서는 탐기단 아래서 출토된 銀으로 만든 보살상과 청동대좌 및 여러 개의 호신불 등을 수습함으로써 중창 당시의 사실을 알 수 있게 되었다. 또한 발굴에 의해 수습된 유물 가운데 특히 와편의 명문에서 명종 3년(1548)에 李去中을 비롯한 많은 시주들에 의해 중수된 사실이 확인되었다. 따라서 천룡사는 통일신라 초에 창건되어 고려를 거쳐 조선시대까지 寺脈을 이어온 사찰임을 알 수 있다. 천룡사 탐지 주위의 발굴에서는 많은 유물이 출토되었는데, 그 가운데 대표적 유물로는 팔면감실소석불좌상, 은제보살좌상, 금동여래입상 3구, 녹유전 등을 들 수 있다.

이중에서 은제보살좌상은 銀으로 제작된 불상으로 우리나라 불상 가운데는 매우 희귀한 경우이다. 銀으로 만든 불상의 예는 매우 드물어 국보나 보물 같은 국가지정문화재가 단 한 점도 없으며 또한 신라시대나 고려시대의 작은 금속상 가운데 은으로 만든 불상이 있지만 걸작품은 찾아 볼 수 없다. 은제 불상의 예로는 고려시대에 만들어진 춘천박물관 소장 은제아미타불좌상이 있지만 높이 6.4cm 밖에 되지 않는 소형불상과 월정사 팔각구층석탑 사리구에서 발견된 높이 9.7cm의 은제도금여래입상이 있을

뿐이다. 따라서 이러한 상황에서 천룡사지 출토 은제보살좌상은 우리나라 불교조각사에서 대단히 중요한 의미를 지닌 불상이라 할 수 있다.

본 연구는 은제보살좌상의 과학적 분석을 통하여 이 은제보살좌상을 제작하기 위하여 수행된 여러 방면의 정보를 얻기 위한 것이다. 일반적으로 구성 성분, 미세조직 그리고 결정 구조 해석 등의 연구를 통하여 데이터가 축적되고 있으며 또 이의 연구 성과는 차후 은제불상을 이해하는데 하나의 지표가 되리라 판단된다. 본 연구는 국립경주문화재연구소에서 은제보살좌상 표면의 보존처리를 하는 과정에서 신규 도입한 비파괴 X-선형광분석기를 사용하여 성분조성 및 미세조직을 관찰한 결과를 정리한 것이다.

## II. 본론

### 1. 은제보살좌상

경주 천룡사탑지 출토 은제보살상은 왼쪽 다리를 몸 쪽으로 당겨 지면과 수평으로 구부리고 앉아서 오른쪽 다리를 세운 다음 오른쪽 팔을 무릎 위에 가볍게 걸치고 왼쪽 팔이 왼쪽 무릎 뒤쪽의 바닥을 짚고 있는 輪王坐를 취하고 있다(사진 1).

화려한 보관을 쓰고 있으며 상호는 비교적 둥근 편이다. 눈썹은 간략하게 처리되어 있고 눈은 거의 감은 듯이 표현하였다. 코는 오뚝한 편이고 입은 본래의 크기보다 더 작게 보인다. 보발이 컷불을 감싸면서 어깨 아래로 흘러내렸으며, 천의는 어깨에서 대각선으로 주름을 지으며 늘어뜨렸다. 대좌는 연화좌로 아랫부분은 깨어지고 윗부분만 남아 있는데, 양련의 연꽃이 표현되어 있다.

이 보살상은 오른손 손목과 대좌 일부가 훼손되었을 뿐, 그 외는 완전하다. 가늘고 긴 체구에 화려한 영락이나, 팔찌 등의 장식성이 없는 점으로 미루어 주조연대는 고려 전기로 추정해 볼 수 있다. 보살상의 크기는 높이 9cm, 폭 5cm 이다.

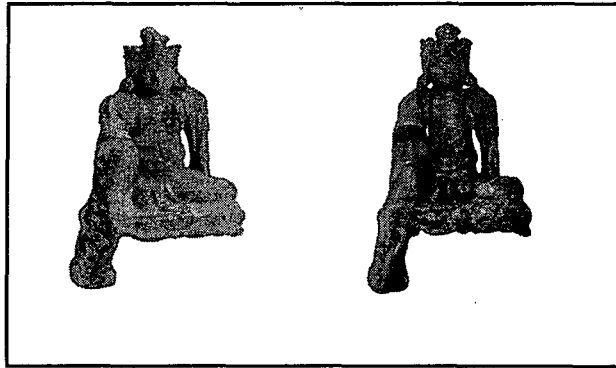


사진 1. 경주 천룡사탑지 출토 은제보살좌상(보존처리전후상태)

## 2. 분석방법

### 2.1. X-선형광분석

국립경주문화재연구소에서는 2005년 2월에 휴대용 비파괴 X-선형광분석기(Portable XRF ; Moltech GmbH, Germany, Prod No ; 0126, Year ; 2004)를 설치하였다(사진 2). 이 분석장비(RPL-3)는 특히 금속문화재의 성분조성 분석에 유용하게 사용될 수 있다. 특히 불규칙한 표면을 분석할 경우를 대비해 채용한 프로그램(FP method)으로 표준 시료의 성분과 비교하지 않고 정량분석을 할 수 있는 장비이다.

X선튜브전압은 15~28 keV, 전류는 0.01~0.1 mA 범위에서 사용된다. 반도체검출기(Si-Pin diode)로서 분해능은 200eV(Mn Ka line)이다.

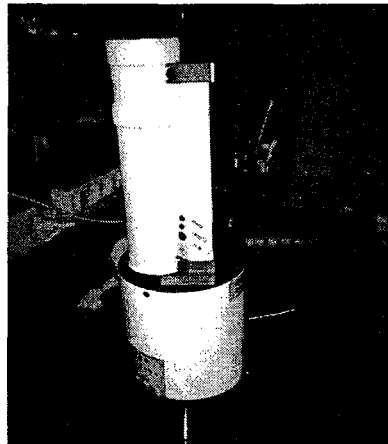
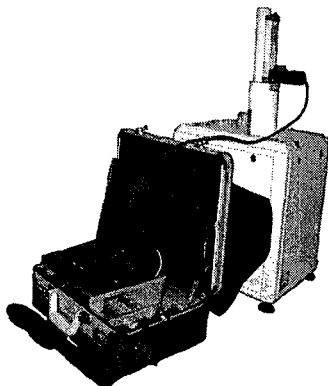


사진2. 국립경주문화재연구소 소장 휴대용 비파괴 X-선형광분석기 세트

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 비파괴분석

천룡사지에서 출토된 은제보살좌상의 성분조성을 확인하기 위하여 X-선형광분석기를 사용하였다. 비파괴분석이므로 분석결과의 신뢰성을 높이기 위하여 여러 부분의 위치에서 분석을 시도하였다. 보살좌상의 분석 위치 및 성분분석 결과를 표 1에 나타내었다.

분석시에 X-선의 강도 조건, 보살좌상의 분석 면과 거리 등에 대한 보정은 하지 않았으므로 본 분석데이터를 정량적인 의미로 받아들일 수 없다. 그러나 X-선 피크의 위치와 면적은 특정 성분 및 함량에 비례하므로 이로부터 대체적인 판단은 내릴 수 있다.

표 1을 살펴보면 전반적으로 Cu와 Ag의 합금으로 볼 수 있다. 그 비율은 2:8 정도이다. 배면부분(번호 1 및 2)의 분석결과는 금도금이 된 것으로 판단되며 납 성분이 보인다.

따라서 분석결과로 보면, 은제보살좌상은 은합금(Cu+Ag) 소지를 바탕으로 하고 금도금을 한 것으로 판단된다.

번호	분석위치	성분 함량(%)								
		Cu	Sn	Pb	Zn	Ag	Ni	Au	Sb	Fe
1	배면 등중간	2430	-	1.19	-	61.86	-	1265	-	-
2	배면 허리부분	1578	-	1.10	-	75.57	-	6.98	-	0.58
3	정면 대좌	2610	-	-	-	73.20	-	-	-	0.70
4	사면	2036	-	-	-	79.64	-	-	-	-
5	사면	2000	-	-	-	79.59	-	-	-	0.41

표 1. 은제보살좌상의 분석 위치에 따른 성분 조성(%)

#### 2. 미세구조

은제보살좌상의 미세구조를 관찰하였다. 사진 3은 보살좌상 표면인데 A부분은 도금부분으로 판단되며 분석결과 Cu, Ag, Au의 성분을 함유하고 있으며 B는 순수한 Cu이었다. 사진 4는 보살좌상 몸체의 미세구조로서 분석결과 A는 순수한 Ag이었고 B는 Ag와 Au가 대략 8:2 정도임을 알 수 있었다. C는 은, 금 그리고 구리 성분이 함께 함유되어 있다.

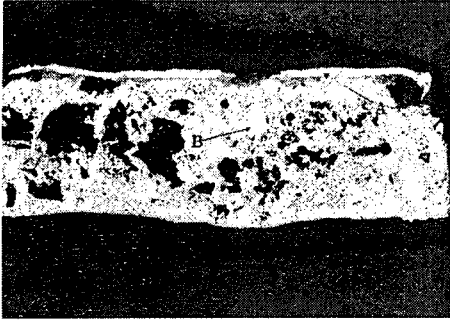


사진3. 은제보살좌상 표면의 미세구조(x100)

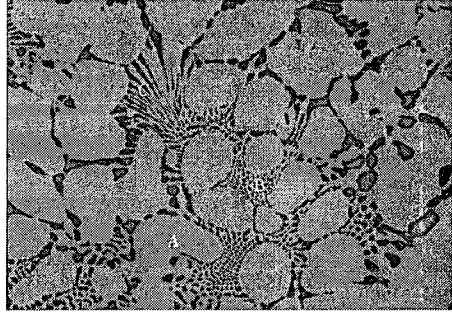


사진4. 은제보살좌상의 미세구조(x500)