

## 水鐘寺 石造 浮屠內 金銅製九層塔(寶物 第259-2號)의 非破壞 分析調査

權赫男<sup>†</sup> · 俞惠仙 · 姜炯台  
國立中央博物館 保存科學室

## Nondestructive Analysis on Miniature Pagoda of Sarira Reliquary (Treasure No. 259-2) from Sujong-sa Temple

Hyuknam Kwon<sup>†</sup>, Heisun Yu and Hyungtae Kang  
Conservation Science Lab., The National Museum of Korea

**요약** 경기도 양평에 위치한 수종사의 부도에서 고려시대 청자유개호와 금동제구층탑, 은제도금육각감 등이 발견되었다. 이들 중 금동제구층탑은 표면의 많은 부분이 구리 빛을 띠고 있고 기단부에 국부적으로 청동 부식물이 관찰되므로 금동제로 알려져 있으며 문화재청에 등록된 공식 명칭 역시 '금동제'로 되어 있다. 그러나 표면 빛깔, 표면 상태, 청동부식물의 발생 정도 및 풍탁을 연결한 금속사 등 여러 측면에서 금제로 판단되어 과학적인 조사를 통하여 재질을 밝혀낼 필요성이 제시되었다. 이에 비파괴적인 방법으로 조사하였으며 그 결과 표면의 여러부분에서 가공 흔적이 관찰되고 도금의 흔적은 찾아볼 수 없었다. 또한 XRF 분석 결과 금과 은(16%)이 주성분을 이루고 불순물로 구리, 철 등이 포함되어 있어 금제로 판단되었다.

**Abstract** From the stupa of Sujongsa-Temple, located in Yangpyeong, Gyeonggi-do province, was excavated a celadon jar with lid, a gilt-bronze nine-storied miniature pagoda and a silver-plate hexagonal miniature shrine, etc. Among them, the gilt-bronze miniature pagoda has been known as a gilt-bronze product since most of its surface has copper tint and the base part has bronze corrosion. Its formal title registered on the Cultural Properties Administration also begins with "a gilt-bronze". However, it was supposed to be a gold product in many aspects: the color and status of the surface, degree of the bronze corrosion creation and the metal thread joining the wind bell. So the necessity to prove its material by a scientific analysis was raised. We examined it with nondestructive method. The results were traces of open-working on many parts of the surface, but no traces of gilding. Moreover, as we perform an XRF analysis, the main component were gold and silver(16%) and some impurities such as copper and iron were found. Therefore, it could be inferred that this miniature pagoda is a gold product.

### I. 서론

경기도 양평에 위치한 수종사의 부도는 원래 경내 원

쪽 산비탈에 위치하고 있었으나 1939년 현재의 자리로 이전되었다. 이 과정에서 고려시대 청자유개호와 금동제구층탑, 은제도금육각감 등 3점이 발견되었다.<sup>1)</sup> 이들 중 금동제구층탑은 정사각형의 기단 위에 9층으로 세워진 금속제의 탑으로 높이는 12.9 cm이며 기단부와 각층의 탑신 등에 격자문, 뇌문 등의 문양이 새겨져 있다. 또한 1층에는 3면에 화두형의 출입구가 있고 이 출입구의 양측벽에 격자문창이 투각되어 있으며 2층 이상의

<sup>†</sup>Corresponding author : Conservation Science Lab., The National Museum of Korea  
Tel : (02) 398-5163  
Fax : (02) 398-5164  
E-mail : kwonhn@museum.go.kr

<sup>1)</sup>지정문화재해설 국보·보물편, 문화재관리국, 1973.

각층에는 정면에 하나씩만 출입구가 있고 각각의 지붕 모서리에 풍탁 모양의 장식이 사슬로 꼬아 매달려 있다.

이 탑은 표면의 많은 부분이 구리 빛을 띄고 기단부에 국부적으로 청동부식물이 관찰되므로 금동제로 알려져 있으며 문화재청에 등록된 공식 명칭 역시 ‘금동제’로 되어 있다. 그러나 표면 빛깔, 표면 상태, 청동부식물의 발생 정도 및 풍탁을 연결한 금속사 등 여러 가지 측면에서 금제로 판단되어 과학적인 조사를 통하여 정확한 재질을 밝혀낼 필요성이 제시되었다.

이에 본 연구에서는 보물 제259-2호 금동제구층탑(金銅製九層塔)에 대한 과학적인 조사를 실시하여 정확한 재질을 규명하고 제작 방법을 밝히고자 하였다. 이를 위하여 유물의 원형을 손상시키지 않는 조사 및 분석방법을 채용하였다. 먼저 실체현미경(Lieca, M10, Germany)

을 이용하여 구층탑의 제작방법을 조사하였고, 정확한 재질확인을 위하여 비파괴 분석기인 이동형 X선형광분석기(ArtTAX portable  $\mu$ XRF-spectrometer, Germany)를 사용하였다.

## II. 조사 방법

금동제구층탑(Photo 1)은 보물 제259-2호로 지정된 귀중한 문화재이므로 조사에 앞서 탑의 현재 상태를 면밀히 관찰하였고, 비파괴 조사를 원칙으로 실시하였다.

유물 표면 층에 도금방법이 사용되었는지를 확인하기 위하여 실체현미경으로 표면을 조사하였으며, 금동재질 여부를 확인하기 위하여 이동형XRF(portable XRF)를 사용하여 표면의 재질분석을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 구층탑 현상조사

구층탑 상부의 인동문양 장식, 풍탁, 풍탁을 연결한 사슬, 각 층의 탑신 등의 일부에 변형이 있고 한 개의 풍탁이 결실되었으나 완형을 이루고 있다. 변형으로 완전히 서 있지 못하고 약간 기울어져 있으며 중심부에는 동으로 보이는 봉이 전체의 균형을 잡아주고 있다. 기단부에서 일부 청동부식물이 관찰되나 표면은 대체적으로 금빛을 띄고 있으며 일부에서는 붉은빛을 띄고 있다.

### 2. 실체현미경을 이용한 제작기법 조사

구층탑을 실체현미경으로 관찰한 결과 제작 방법을 유추해 볼 수 있었다. 위의 현상조사 결과와 같이 탑 상부의 인동문양장식과 금속사, 풍탁은 외부의 압력에 의해 변형된 것을 볼 수 있으며 각 층의 탑신에서도 변형과 균열 등이 관찰되었다. 특히, 도금 기법이 적용된 경우에는 이러한 변형과 균열에서 도금층의 박락이나 탈



Photo 1. Miniature Pagoda of Sarira Reliquary from Pagoda of Sujong-sa Temple (Height 12.9 cm).



Photo 2. Top (×5.0).



Photo 3. Wind bell (×5.0).





Photo 4. Shaft (x10.0).



Photo 5. Shaft (x12.5).

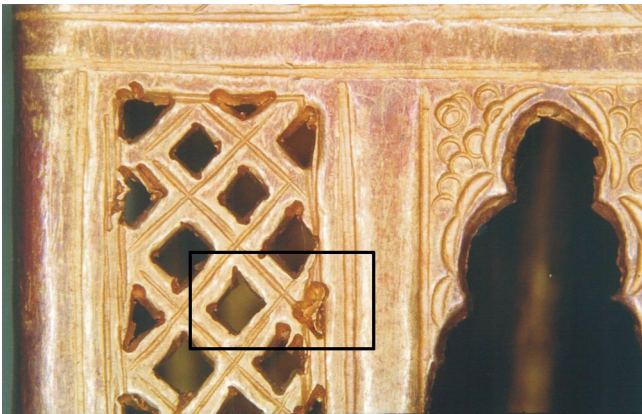


Photo 6. The open-work of the first-story shaft (x5.0).



Photo 7. The magnification of the Photo 6 (x20.0).



Photo 8. Base (x5.0).



Photo 9. Bottom.

락 등의 현상이 나타나는 경우가 많으나 이 구층탑의 표면에서는 전혀 나타나지 않고 있으며, 세부문양에서도 전혀 도금의 흔적을 볼 수 없었다(Photo 2~5).

또한 1층 탑신에는 화두형의 출입문 옆에 격자문 창이 투각되어 있는데 투각된 문양을 확대하여 관찰한

결과 도구를 이용하여 문양을 투각한 흔적이 뚜렷하게 나타나고 있다(Photo 6, 7). 금도금의 경우에는 이와 같은 흔적이 나타날 가능성이 없기 때문에 단일한 금판을 가공한 것으로 보는 것이 타당할 것으로 판단된다.



### 3. 이동형 XRF를 이용한 재질 분석

구충탑 표면에 대한 XRF 분석결과 금(Au)이 83.2%로 주성분을 이루고 있으며 은(Ag)은 16.4% 그리고 구리, 철 등이 불순물로 포함되어 있다(Table 1). 또한 붉은 구릿빛을 띄는 표면은 은(Ag)과 철(Fe)의 성분이 약간 높을 뿐 다른 부분과 비슷한 결과를 나타내었고, 기단부의 청동 부식물의 경우(Photo 11)는 은(23.3%)과 구리(18.8%)가 다른 부분에 비하여 높게 검출되었다(Table 2). 이와 같은 결과로부터 붉은 구릿빛을 띄는 현상은

**Table 1. The result of XRF analysis of the surface**

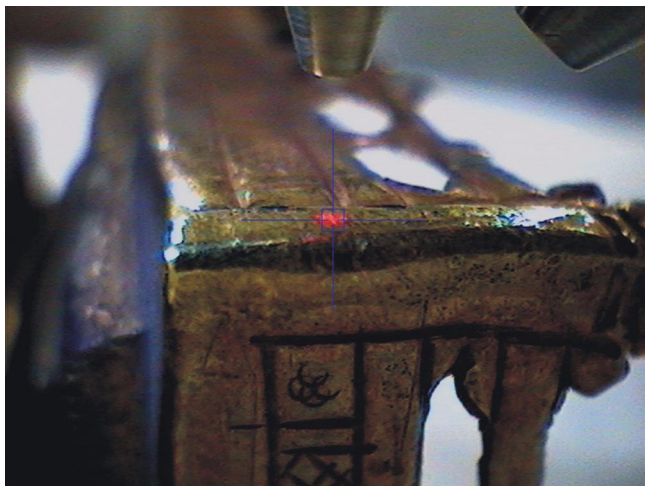
No.	Fe	Cu	Ag	Au	Total
1	0.09	0.31	16.2	83.4	100
2	0.09	0.31	16.7	82.9	100
3	0.06	0.38	16.2	83.4	100
Average	0.08	0.33	16.4	83.2	

**Table 2. The result of XRF analysis of the red part**

	Fe	Cu	Ag	Au	Total
Red part	0.24	0.40	17.5	81.9	100

불순물로 혼입되어 있는 철의 함량이 다른 부분에 비하여 높기 때문인 것으로 추정되며, 기단부에서 보여지는 청동부식물은 불순물로 혼입되어 있는 구리의 부식 때문인 것으로 추정된다.

구충탑의 성분분석 결과로부터 은을 포함하고 있는 금판을 사용하여 제작되었음을 추정할 수 있었으나, 금판이 합금으로 제작된 것인지 아니면 자연에서 채취된 자연금으로 제작된 것인지를 여부에 대한 논의가 필요하다. 지금까지의 연구된 논문에서 의하면 금과 은을 일정비율로 혼합하여 합금한 후 사용되었다고 보고되고 있으나,<sup>2)</sup> 보통 자연에서 채취되는 거의 대부분의 금에도 10% 내외의 은을 불순물로 함유하고 있으며, 많게는 30% 넘게 함유한 예도 있으므로 단정지을 수는 없다.<sup>3)</sup> 최초에 금이 사용되었을 때에는 자연금을 이용하여 그대로 용융, 가공하여 간단한 장신구를 사용하였으나 점차 제련하여 사용하게 되었다고 알려져 있다.<sup>4,5)</sup> 그러나 이 구충탑의 경우 은의 함량과 구리, 철 등의 불순물이 자연금과 비슷하기 때문에 자연금이 사용된 것으로 추측할 수도 있으나 현재로서는 합금된 것과 구별할 수 있는 명확한 방법이 없으므로 단언할 수는 없다. 이러한 의문점에 대한 해답을 얻기 위해서는 더욱



**Photo 10. The process of analysis with XRF.**



**Photo 11. The patina on the base.**

<sup>2)</sup> 박장식, 최광진, 익산 왕궁리출토 금속관련 유물의 금속학적 분석을 통한 유적의 성격 추정, 익산 왕궁리 발굴중간보고 IV, 2002.  
- 허우영, 금제태환이식(보물557호)에 사용된 누금기법, 호암미술관 연구논문집 6호, 2003.

<sup>3)</sup> R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Institute of Materials, 1992.

<sup>4)</sup> 최주 역, 송응성 저, 천공개물, 전통문화사, 1997. 금을 제련하는 방법을 천공개물에서는 다음과 같이 설명하였다. “금 안의 은을 제거하려면 이잡금을 두들겨 박편으로 만들어 잘라서 조각을 내어 질흙을 바르거나 싸서, 도가니에 넣고 붓사와 함께 녹이면 은은 곧 흙으로 흡수되고 금이 흘러나와 순금이 된다.(欲去銀存金, 則將其金打成薄片剪碎, 每塊以土泥裏塗, 入坩堝中鵬砂熔化, 其銀即吸入土內, 讓金流出, 以成足色.)”

<sup>5)</sup> 순수한 금은 연하고 밀도가 높아 구조물로 사용하기에는 부적합하므로 강도를 높이기 위하여 은, 구리 등을 합금하여 사용한다. 금에 은을 첨가하는 것은 경도의 증가를 가져오나 그보다 색상을 좋게 하기 위한 것이고 동을 첨가하는 것은 경도를 증가하기 위한 것이다.

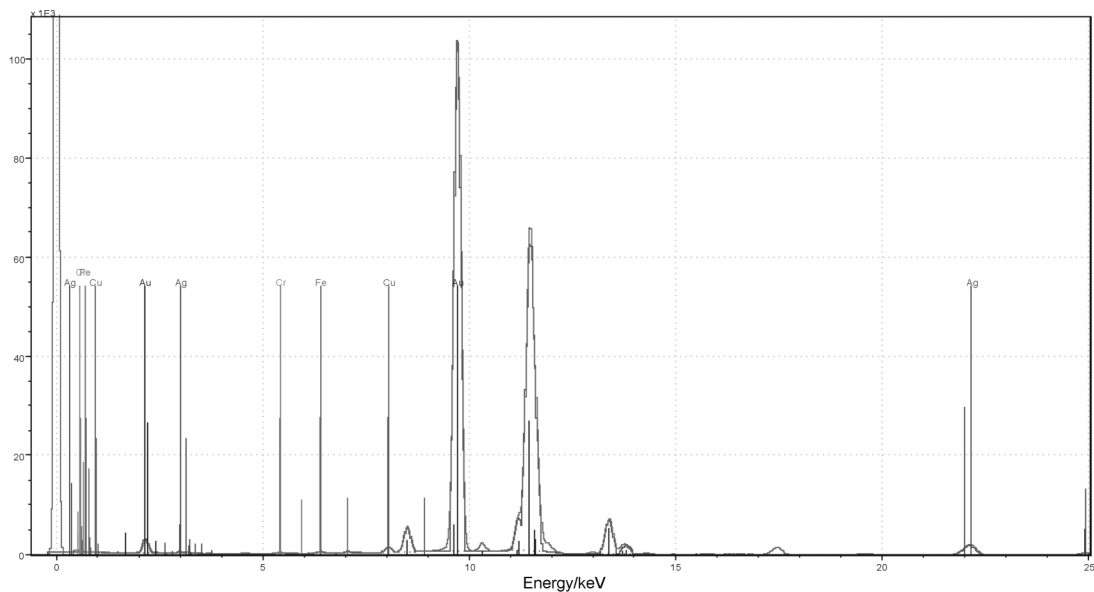


Fig. 1. XRF spectrum of the surface.

많은 유물에 대한 충분한 검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

#### IV. 맺음말

보물 제259-2호 수중사 석조 부도내 출토 구층탑에 대한 재질 및 제작 방법을 밝히기 위하여 비파괴 조사를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 구층탑의 표면에 대한 현미경 조사결과 여러 부분에서 가공 흔적이 관찰될 뿐 도금의 흔적은 찾아볼 수 없었다. 특히 1층 탑신의 격자문 창에 투각되어 있는 부분에서 금속이 깎인 모습이 관찰되어 도금기법은 사용되지 않았던 것으로 보인다.

2. 구층탑의 표면 분석결과 금과 은이 주성분을 이루고, 불순물인 구리의 함량이 1% 미만 혼입되어 있었으나, 혼입된 은이 합금에 의한 것인지 아니면 자연금인지는 명확하게 알 수 없었다.

이상의 결과로부터 수중사 출토 구층탑은 외형으로는 금동제인지 금제인지 구분하기 어려우나 여러 가지 조사를 실시한 결과 금제로 판단되었다. 또한 본 연구에서는 은이 15% 내외로 함유되어 있는 금제의 경우 자연금으로부터 생산되었을 가능성에 대하여 재고해 보는 계기를 마련하는데 의의를 두고자 하였다.

#### 참고문헌

1. 지정문화재해설 국보·보물편, 문화재관리국, (1973)
2. 박장식, 최광진, 익산 왕궁리출토 금속관련 유물의 금속학적 분석을 통한 유적의 성격 추정, 익산 왕궁리 발굴 중간보고 IV, (2002)
3. 허우영, 금제태환이식(보물557호)에 사용된 누금기법, 호암미술관 연구논문집 6호, (2003)
4. R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Institute of Materials, (1992)
5. 최주譯, 송응성著, 천공개물, 전통문화사, (1997)