완도(莞島) 법화사지(法華寺址) 동종(銅鐘)의 과학적 분석

강형태·조남철·정광용*
국립중앙박물관 보존과학실 · 한국전통문화학교 보존과학과*

Scientific Analysis of Bronze Bell Excavated from Buphwasa Temple

Hyung Tae Kang, Nam Chul Cho and Kwang Yong Chung*
Conservation Science Laboratory, National Museum of Korea
*Dep't of Conservation Science, The Korean National University of Cultural Heritage**

I. 머리말

완도 법화사지(전라남도지정 기념물 제131호)는 일찍부터 장보고대사가 청해진 설치(828년)와 함께 창사한 사찰로 널리 알려져 왔다. 법화사지의 행정구역상의 위치는 전라남도 완도군 완도읍 장좌리 961번지이며 국립문화재연구소에서 2회(1990년 1월 30일~4월 14일, 9월 10일~11월 10일)에 걸쳐 발굴조사를 실시하였다.

법화사지에서 출토된 유물을 살펴보면 기와류, 토기류, 자기류, 청동류, 토제품류 등이 있으며 토기류와 철제류는 극히 미약하다. 청동제품은 몇 점에 불과하며 동전, 동종편, 국자, 숟가락 및 촛대가 출토되었다. 출토유물의 편년은 대체로 고려시대로 집중되고 있고 조선시대 후반 경까지 그 명맥이 이어져 가는 것으로 보고 있다. 청동제품은 청동종편 이외에는 모두 일상생활과 직접 관련된 실용품으로 밝혀졌으나 전체적으로 출토 량이 적은편이다. 이중에서 동종 편은 과학적 조사를 통하여 시대적으로 주조기술의 변화를 살펴 볼 수 있는 좋은 자료이다. 즉, 당시 동종을 주조하기 위해 어디에서 원료를 입수하였고 그 배합비는 어떠하였는지를 구명하고 현재까지 분석된 신라종 및 고려종과의 데이터를 비교하면 동종 제작기술의 역사적 흐름을 이해하는데 큰 도움이 되리라 생각된다.

본 연구는 완도 법화사지 유적에서 동종 편 2점을 입수하고 동종의 성분조성, 미세

조직 및 납동위원소비 분석 결과를 정리한 것이다. 성분조성은 유도결합플라즈마분광분석법(ICP)을 사용하여 10종의 성분함량을 결정하였고 납동위원소비(Lead Isotope Ratio)는 열이온화질량분석법(TIMS)을 채용하였다. 이들 결과를 바탕으로 법화사지 유적에서 입수한 동종을 제작하기 위한 원료의 배합비, 주조 당시의 금속조직 및 원료의 산지를 추정하였다.

II. 청동종편

1. 종편(①)

작은 파편으로 출토되어 전체 크기나 형태는 알 수 없고 남아 있는 파편에는 당초문으로 메워져 있다(Fig. 1). 건물지 3의 연도가 끝나는 지점과 건물지 7 중정 서편 건물지 초석 사이에서 고려시대 기와편, 청자편과 함께 출토되었다(크기 9x5cm, 0.9 cm).

2. 종편(②)

1, 2차 조사과정중 출토되었는데 2차조사에서 출토된 편(Fig. 2)은 1차조사에서 출토된 위치에서 동편으로 300cm 되는 지점이다. 건물지 3 기단성토층에서 출토되었다는 점에서 공통점을 갖고 있고 종편에 새겨진 당초문, 두께 등이 일치한 점으로 보아 동일 종편으로 추정된다(크기 15.3x9.1cm, 두께 1.4cm).

III. 분석결과

1. 성분조성

유도결합플라즈마분광분석법(ICP)을 사용하여 10종의 성분함량을 결정하였으며 그 분석 결과를 Table 1에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 Cu와 Sn의 합금으로 그 비율은 82 : 12 정도임을 알 수 있다.

최근까지 분석된 성덕대왕신종, 상원사종 등 신라종은 모두 구리와 주석의 합금이며 고려시대에 들어와서야 여기에 납이 소량 포함된다. 따라서 법화사종은 신라시대에 제작된 것으로 생각해 볼 수 있다. 또한 두 청동편의 성분조성을 살펴보면 모두 일치한 다는 것을 알 수 있다. 따라서 이 두 편은 동일 종에서 분리된 것으로 판단된다.

Table 1. ICP에 의한 완도 법화사지 동종의 성분조성(%)

No.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ag	Ni	As	Sb	Co	Total
①	82.1	11.3	0.67	-	0.15	0.23	0.09	-	0.42	0.01	95.0
②	82.4	12.3	0.50	-	0.14	0.22	0.04	-	0.40	0.02	96.0

2. 납동위원소비

청동기의 납 함량이 1% 이하로서 미량이면 그 납은 광석(구리 또는 주석)에서 불순물로 함유된 것이므로 이때의 납동위원소비는 광석의 산지와 관련 있다는 것을 의미한다. 시료 2점의 각 납동위원소비 분석결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. 완도 법화사지 동종의 납동위원소비 및 판별점수

시료 번호	명칭	출토위치	납동위원소비					판별점수	
			206/204	207/204	208/204	207/206	208/206	DS_1	DS_2
①	동종	완도 W10pit	19.571	15.845	38.997	0.8096	1.9926	-2.407	1.085
②	동종	완도 추60	18.716	15.642	38.538	0.8357	2.0591	-1.103	0.175

산지추정을 위해 도식-A($^{207}Pb/^{206}Pb$ vs $^{208}Pb/^{206}Pb$), 도식-B($^{206}Pb/^{204}Pb$ vs $^{207}Pb/^{204}Pb$) 및 판별식분석(SLDA)을 수행하였다. 법화사지 동종 시료는 모두 한국남부 지역 방연석에 속한다는 것을 알 수 있으며 세 방법에 의한 산지추정 결과는 모두 일치하였다.

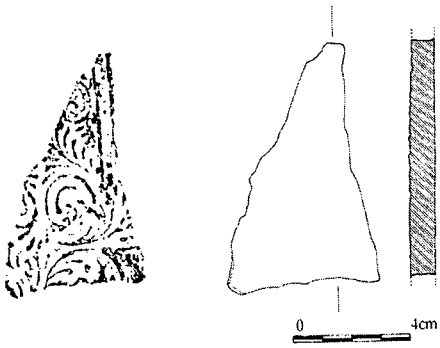

Fig. 1 완도 법화사지 출토 동종 편(①)

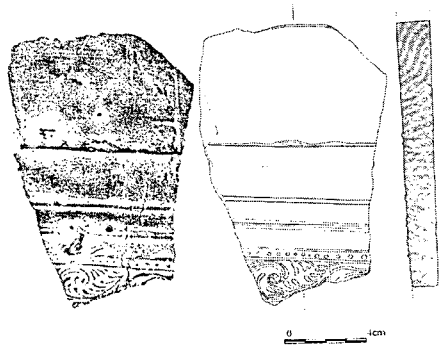

Fig. 2 완도 법화사지 출토 동종 편(②)