

매실산과 금아말감을 이용한 월지 출토 금동삼존판불의 금도금법 복원

Restoration of gold gilding on Geumdong-samjonpanbul excavated from Walji, Gyeongju using plum acid & gold(Au)-mercury(Hg) amalgam

윤용현^{a*}, 조남철^b, 이태섭^c

^{a*}국립중앙과학관(E-mail: yh-yun@hanmail.net), ^b공주대학교 문화재보존과학과, ^c월생산방

초 록 :

본 연구에서는 고문헌에 기록된 도금 재료와 도금법 등을 확인하고 이를 기초자료로 활용하여 매실산을 사용한 금(Au)-수은(Hg) 아말감기법으로 고대 도금(鍍金)기술을 되살리고, 이를 토대로 경주 월지에서 출토된 금동삼존판불을 복원하였다. 먼저, 전통 도금법을 되살리기 위해서, 『오주서중박물고변』, 『확지신편』, 조선시대 각종 의궤 등에 공통적으로 기록되어 있는 매실에 주목하고, 매실을 3~4개월 발효 숙성 후 착즙한 뒤 그것을 농축하여 만든 매실산을 도금 실험에 적용하였다. 금아말감 도금을 위하여 월지 출토 금동삼존판불의 바탕소지금속인 청동삼존판불을 구리와 주석 89:11(Cu:6kg, Sn:750g)로 합금하여 주물사 주조법으로 복원하였으며, 동일한 합금비로 제작된 2.3cm×3.5cm(가로×세로)의 시편에 사전 실험을 실시하였다.

현대적 산처리 방식에 사용되는 질산과 전통방식으로 사용되는 매실산으로 시편에 산처리 한 후 각각 비교해 보고, 금분과 금박, 상온과 가온에 따른 아말감상태를 비교하는 실험을 진행하였는데, 실험에 사용된 매실산 70%는 pH가 1.94로, 오늘날 산처리에 사용하고 있는 질산 20%와는 차이가 있지만, 청동 시편 실험을 통해 매실산에 20분 정도 담근 뒤 금아말감을 도포 후 24시간 지나 가열(380~400°C) 했을 때 금도금이 잘 되어, 현대적 방법인 질산처리로 도금을 한 시편과 큰 차이가 없는 것으로 관찰되었다.

사전 실험을 통한 결과를 적용한 월지 출토 금동삼존판불 복원은 청동삼존판불 표면처리, 금-수은 합금 및 도금하기, 도금 후 표면처리의 순서로 진행되었는데, 금과 소지금속의 밀착력을 높이기 위해 표면을 숯을 이용해 탈지한 후 물로 씻어내고 매실산을 도포하여 20분 동안 두어 부식 및 세척을 시행하였다.

금도금을 위한 금-수은아말감은 가온할 때 수은이 증발하는 양을 고려하여 금1 : 수은10 비율로 합금하여 완성하였으며, 금아말감 도포 후 약 24시간 지난 다음, 380~400°C에 가열하여 수은을 기화시켜 도금작업을 완성하였다.

금아말감도금은 평균적으로 6~7차례 시행하여야 완벽히 도금되지만, 본 연구에서는 단 4차례의 도금만으로 금아말감도금을 완성시켰는데, 이것은 금아말감을 바탕소지인 청동에 도포한 후 24시간 동안 금아말감과 청동과의 반응 시간을 두게 한 것이 큰 역할을 한 것으로 보이며, 이는 청동시편을 이용한 실험과 과학적 분석을 통하여 입증하였다.

SEM으로 표면을 관찰한 결과 아말감 도포시간이 즉시인 경우 도금이 거의 되지 않은 것을 확인할 수 있었고 36시간이 넘어갈 경우 금 도금층이 불균일하게 관찰되었으므로 도금시간은 12시간~24시간 이내가 적절함을 확인할 수 있었다. EDS로 성분을 분석한 결과 산처리 시간이 20분인 시료의 경우 5 wt% 내외로 수은의 비율이 다른 시료에 비해 낮은 것을 확인할 수 있었다. 실험 및 분석결과 산처리 시간이 20분이고 아말감 도포시간이 24시간일 때 도금이 잘 이루어지므로 이 결과를 토대로 금동삼존판불을 복원하였다.

이번 연구를 통해 도금법에 표면을 세척하고 부식시키기 위해 사용한 물질이 매실산임을 찾아내어 확인할 수 있었는데, 이러한 점에서 이 연구의 가장 큰 의미는 전통 소재와 기술을 복원한 것으로, 앞으로 매실산을 이용한 금 도금기술은 관련 학계에도 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

주제어 : 고대 도금기술, 금동삼존판불, 금-수은아말감, 매실산