

# 서산 부장리 백제 금동관모의 제작기법 연구

정광용\*/이수희\*/김경택\*\*  
(한국전통문화학교 한국전통문화연구소\*  
/한국전통문화학교 문화유적학과\*\*)

## I. 서론

## II. 백제의 관모

- 나주 신촌리 9호분 금동관
- 익산 입점리 1호분 출토 관모
- 용원리 9호 석곽묘 출토 관모
- 공주 수촌리 금동관

## III. 금동관모의 응급보존

- 유물 수습 전처리
- 우레탄폼을 이용한 유물 수습

## IV. 금동관모의 보존처리

- 기초조사 및 보존처리계획
- 보존처리 과정

## V. 금동관모의 분석

- X-선 응용
- 섬유분석
- 미세조직 관찰
- 식물재료의 동정

## VI. 결론

## 국문 요약

서산 부장리 유적 백제시대 분구묘 5호분 출토 금동관모는 백제시대의 고고학적 자료로서 당시 국제적 교류 관계를 밝힐 수 있는 중요한 유물이다.

본 논문은 금동관모를 보존처리하는 과정 중에 획득한 정보를 바탕으로 금동관모의 제작기법을 연구한 결과이다. 관모의 단면은 총 5개층으로 구분할 수 있다. 이 단면 중 직물층이 백화수피층과 금속층 사이에서 발견되었는데, 금속과 백화수피의 직접적인 접촉을 피하기 위한 것으로 추정된다. 분석은 단면 중 2개의 층인 직물층과 섬유질층의 분석을 수행하였다. 직물층은 가장 간단한 조직인 평직으로 이루어져 있고, 한 겹으로 되어 있었다. 또한 조직의 꼬임, 미세조직 구조상 몇 가지 직물로 추정할 수 있었다. 섬유질은 두 세 개의 섬유가 혼재되어 있는 것을 알 수 있었다. FT-IR 분석 결과 직물층과 섬유질층은 모두 마 섬유로 확인되었다. 또한 백화수피는 자작나무껍질 15점을 붙여 사용하였음을 알 수 있었다.

도금편의 미세조직 관찰을 위해 금속현미경과 주사전자현미경(SEM) 및 파장분산형X선 분석기(WDS)를 이용하였다. 분석결과 아말감도금이 행해졌음을 알 수 있었으며, 도금기술의 척도를 알 수 있는 도금층 두께는 최소 1.7 $\mu\text{m}$ 부터 최대 8.7 $\mu\text{m}$ 이었다. 금의 순도는 금(Au)이 98%, 약 1% 이내의 은(Ag)이 함유되어 있었다.

위 금동관모의 과학적 보존처리와 분석을 통해 얻어진 결과는 향후 제작기술의 비교연구뿐만 아니라 복원품의 제작을 위한 자료로 활용될 수 있다.

주제어 : 서산 부장리, 백제시대, 금동관모, 보존처리, 제작기술

## I. 서론

서산 부장리유적은 서산군 음암면 임대아파트신축공사부지 일대에 대한 발굴조사(충남 역사문화원) 결과, 청동기시대의 주거지와 수혈유구 33기를 포함하여 총 220여기의 유적이 확인된 유적이다. 이 유적에서 백제시대 분구묘가 총 13기 확인되었는데 그 중 5호분에서는 금동관모, 철제초두, 세잎고리자루칼, 곡옥, 반부철모, 금동이식, 광구호 등의 유물들이 대거 공반 출토됨에 따라 부장리의 사회적 위치와 그 시대의 문화를 추정할 수 있는 중요한 유적이다.<sup>1)</sup>

부장리 유적 출토 유물 중 금동관모는 집단생활, 지배와 피지배, 그리고 군장사회를 거쳐 절대왕권제가 정착됨에 따라 관모의 형태에서 위엄과 장식을 가미한 표상적인 상징으로 관, 즉 왕관과 관련이 깊다.<sup>2)</sup> 금동관모는 삼국시대의 신라유적인 경주 황남대총, 천마총 등에서 발견되었고 백제시대 유적인 공주 수촌리, 고흥 안동고분, 나주 신촌리, 익산 입점리 등 여러 유적에서 발견되었다. 따라서 금동관모는 백제시대 문화를 반영하는 고고학적인 자료가 될 뿐만 아니라 더 나아가 국제적인 교류의 상관관계를 밝힐 수 있는 실마리가 될 중요한 백제시대의 유물로 볼 수 있다.

이렇듯 고고학적으로 매우 중요한 금동관모의 보존과학적 응급조치 및 복원 그리고 조사과정에서 첨단 장비를 응용한 금동관모의 재질 및 제작기법 연구는 향후 금동관모에 대한 과학적 정보를 축적해 나갈 것이다. 금동관모는 출토 당시 부식이 진행되어 파편이 주변에 흩어져 있었고, 표면은 매우 약해져 있어 일단 경화처리를 한 후 주위 토양과 함께 우레탄 폼을 이용하여 수습하였다. 보존처리에 앞서 유물을 최대한 안정한 상태로 처리하기 위해 X-선 촬영과 CT촬영을 하였다. 그 결과 해포 전에 흡속에 파문혀 육안으로 보이지 않는 관모의 내부형태를 파악할 수 있었으며 처리 또한 용이하게 되었다.

본고는 그동안 출토된 백제시대의 관모를 종합적으로 살펴보고, 부장리 금동관모의 현장 수습에서부터 현재까지 진행된 보존처리<sup>3)</sup> 과정에서 확인된 층구조, 재질 및 금도금 두께 등을 분석하여 획득한 다양한 학술 정보를 정리한 것이다.

1) 충청남도역사문화원, 2005, 『瑞山 富長里遺蹟 概略報告』, pp.1~25.

2) 李浩官, 1997, 『韓國의 金屬工藝』, 文藝出版社.

3) 김성범 · 정광용 역, 2000, 『문화재보존과학개설』, 서경문화사, pp.51~55.

## II. 백제의 관모<sup>4)</sup>

백제의 관모에 대한 자료는 고문서<sup>5)</sup>에서 많이 언급되고 있다. 신라시대 금관들처럼 많은 수의 유물이 남아있지는 않지만, 최근에 획기적인 발굴성과가 나타나고 있다. 그 동안 발견된 백제시대 금동 관모의 경우로는 서산 부장리, 공주 수촌리 이외에 나주 신촌리 9호분, 익산 입점리 1호분, 용원리 9호 석곽묘, 공주 수촌리 등이 있다.

### 1. 나주 신촌리 9호분 금동관

1917년 나주 신촌리 9호분은 10여 일에 걸쳐 발굴조사가 이루어졌으며, 특이하게 금동관과 관모가 함께 출토되었다. 이 금동관은 삼국시대에 제작된 것으로, 외관과 내관으로 구성되어 있다. 외관은 나뭇가지 모양의 장식 3개를 머리에 두른 띠 부분인 대륜에 꽃아 세웠으며, 내관은 반원형의 동판 2장을 맞붙여 만들었다. 기본 형태는 신라 금관과 같으나 머리 띠에 꽃은 장식이 신라관의 '山' 자 모양이 아닌 복잡한 풀꽃 모양을 하고 있어, 양식상 더 오래된 것으로 보인다. 문양적인 특징은 연화문, 인동문, 당초문이 타출기법으로 표현된 것이다. 내관인 모자는 전북 익산 입점리(사적 제347호)와 일본에서도 비슷한 것이 출토된 바 있어, 백제와 일본과의 문화 교류관계를 살피는데 중요한 자료가 되고 있다.

### 2. 익산 입점리 1호분 출토 관모

익산 입점리 1호분에서는 금동제의 관대(冠帶)와 입식(立飾), 관모(冠帽), 그리고 식리(飾履)가 출토되었다. 금동제 관대는 대륜의 파편이 3개분으로 확인되었다. 대륜부의 상, 하 주연을 따라 밖에서 안으로 눌러 찍어 파상문(波狀紋)을 시문하였고 영락을 달았다. 그리고 금동제의 관모는 2매의 반원형 금동판을 좌우에서 맞붙인 부분을 대륜으로 돌린 것으로,

4) 이 훈, 2006, 「백제금동관모의 구조와 특징」 충남역사문화원 미발표 논문, pp.1~20.

5) 『舊唐書』 권 199상 「列傳」, 『唐書』 권 220 「東夷列傳」, 『北史』 권 94 「列傳」, 『隋書』 권 81 「列傳」, 『周書』 권 49 「列傳」, 『梁書』 권 54 「列傳」, 『魏書』 권 100 「列傳」, 『南書』 권 79 「列傳」, 『三國史記』 권 24 「百濟紀」

머리에 쓰는 고깔모양의 것이다. 외부는 불고기의 비늘모양으로 문양을 압날(押捺)하고, 하단에는 점열문(點列紋)으로 처리하였다. 뒷면에는 긴족을 휘어지게 하였는데, 끝 부분에는 반구형의 장식이 붙어 있다. 이러한 관모는 우리나라에서 처음으로 확인된 양식으로, 일본 후나야마고분(船山古墳)의 관모 양식과 흡사하다.

### 3. 용원리 9호 석곽묘 출토 관모

용원리 유적은 백제시대의 토광묘 및 석곽묘 유적인데, 그 중 9호 석곽묘에서 관모장식이 출토되었다. 출토된 관모장식은 대부분이 이미 완전히 부식되고 극히 일부만 남아 있으며, 관모의 전면 모서리를 장식한 것으로 추정되는 금동 복륜부와 뒷면에 장식으로 달려 있던 수발부분이 남아 있었다. 유기불 질인 관모의 잔존품도 발견되었는데, 표면에 금박의 흔적이 적지 않게 남아 있는 것으로 보아 관모는 금 혹은 금동장식이 이루어졌던 것으로 보인다.

### 4. 공주 수촌리 금동관

공주 수촌리 출토 금동관은 신촌리, 입점리, 용원리, 부장리 출토 관모와는 문양·기법의 차이만 있을 뿐 기본적인 구조는 동일하다. 이 문양 양식은 그 당시의 기호에 따라 만들어진 결과일 뿐이다. 백제시대 출토된 관모에서는 관모의 장식이 발견되지 않았었다. 하지만 수촌리에서 출토된 관모의 경우 전면에 입식은 삼엽(三葉)의 깃털모양 입식을 정면과 좌우로 길게 뻗어 올려 다른 관모와 차이를 보인다. 입식의 가지마다 집선문양을 중앙 선대의 좌우로 비스듬히 시문하였으며, 입식 끝부분을 꽃문양으로 표현한 점에서도 차이를 관찰할 수 있다. 백제에서는 대부분 신라와 달리 관모 장식이 발견되지 않지만, 수촌리 관모는 유달리 관모 장식을 갖춘 것이 특징이다. 또 후면에 입식이 있는 것도 백제 관모만의 특징이다. 수촌리에서 발견된 관모는 후면에 방패모양으로 제작된 입식이 남아 있는데, 이는 백제의 특징을 잘 나타내고 있다. 상단은 약간 둥글고 말각을 이루게 처리되었으며 하단의 대륜부에 접하기까지 부드럽게 곡선을 그리며 이어졌다. 상단은 안쪽으로 완만하게 만입되어 있으나 하단으로 내려올수록 관모의 후단과 맞붙이면서 급하게 접혀져 뾰족하게 대륜을 덮고 있다. 이러한 뒷면 입식은 신라에서는 좀처럼 찾아보기 어려운 것으로 역시 백제 관모의 특징으로 들 만한 것이다. 그 중 수촌리의 관모는 백제의 특징을 잘 갖추었고, 더불어 수촌리 유적만의 장식을 갖추어 고미술사적으로 중요한 의의를 가질 것이다.

### Ⅲ. 금동관모의 응급보존<sup>6)</sup>

#### 1. 유물 수습 전처리

서산 부장리유적(충남 역사문화원) 출토 금동관모는 전체적으로 흙에 파묻혀 노출된 표면 일부는 파손되어 있었다<사진 1>. 이 관모는 부식이 진행되어 파편 중 일부는 유물과 분리되어 주변에 흩어져 있었고, 표면은 매우 약해져 박락되고 분리될 위험이 있어 유물만 수습할 수 없는 상태였다.



사진 1. 유물 출토상황

따라서 유물수습은 경화처리를 실시한 후 주위토양과 함께 실험실로 옮기기로 결정하였다.

우선 주변에 분리된 편을 핀셋과 대나무자 등의 소도구를 이용하여 수습하였고, 노출된 표면은 부드러운 솔을 사용하여 이물질 제거하였다. 주변 정리를 깔끔히 한 후, 유물 표면과 주변 흙에 아크릴(Acryl)계의 합성수지 5% Paraloid B72(in acetone)를 골고루 분사하고, 수회에 걸쳐 경화처리를 실시하였다<사진 2~사진 5>. 그리고 유물 주위의 흙은 어느 정도 범위까지는 경화처리를 함께 실시하여 운반시 안전성을 높일 수 있도록 고려하였다.



사진 2. 유물편 수습



사진 3. 이물질 제거

6) 정광용, 2005, 『문화유적보존개설』, 한국전통문화학회, pp.13~18.



사진 4. 주변정리



사진 5. 수지를 이용한 경화처리

## 2. 우레탄 폼을 이용한 유물 수습

경화처리 후 유물과 주변 토양이 안정한 상태가 되었을 때 우레탄 폼을 이용하여 유물을 수습하였다. 우레탄폼 발포에 앞서 지면에서 유물을 안전하게 분리하고 우레탄폼 발포를 위해 어느 정도 깊이까지 주변 흙을 파내 외부 틀을 설치할 공간을 마련하였다. 유물과 우레탄 폼과의 직접적인 접촉을 피하기 위하여 한지를 여러 번 밀착시키고 솜을 사용하여 그 위 공간을 보충해 주었으며, 작은 표식자 등의 도구를 사용하여 유물 해포과정에서 유물의 위치를 파악할 수 있도록 하였다. 그 후 두꺼운 골판지나 합판 등의 재료로 사용하여 외부 틀을 만들었다. 우레탄 폼은 발포 시 팽창력을 고려하여 틀을 튼튼히 고정시킨 후 발포하였다 <사진 6~사진 13>.



사진 6. 유물 주변 흙 파내기



사진 7. 유물 주변정리 완료



사진 8. 유물 표면 한지 밀착



사진 9. 유물 표면 솜으로 보충



사진 10. 유물 위치 표시



사진 11. 외부 틀 제작



사진 12. 틀 고정



사진 13. 우레탄폼으로 충전

우레탄 폼을 발포하여 충전한 후 두꺼운 골판지로 밀폐하였으며, 충분히 경화된 후 뒤집기 위하여 하단부의 흠을 일정 깊이 파냈다. 삽, 트볼, 곡괭이 등의 여러 도구를 사용하여 하단부 흠이 “V”자 모양으로 되어 지면과 쉽게 분리될 수 있도록 정리한 후 내부 흠이 쏟아져 내리지 않도록 삽으로 받쳐가며 뒤집어 준 후 하단부에 필요 없는 흠을 정리하여 주었다. 하단부도 상단부와 같이 우레탄 폼을 발포하기 위하여 두꺼운 골판지로 사면에 틀을 튼튼



하계 제작한 후, 우레탄 폼을 발포하였다<사진 14~사진 21>.



사진 14. 충전 후 밀폐



사진 15. 일정 깊이로 홈 파내기



사진 16. 하단부 홈 파 들어가기



사진 17. 수습할 유물 뒤집기



사진 18. 하단부 정리



사진 19. 틀 만들기



사진 20. 하단부 충전 작업 준비



사진 21. 하단부 우레탄폼 충전

## IV. 금동관모의 보존처리

### 1. 기초조사 및 보존처리 계획

금동관모 보존처리에 앞서 기초조사를 실시한 후 보존처리 계획을 수립하였다. 현장 수습한 관모의 일부 편(片)은 비파괴분석을 통한 정성·정량분석 및 실제현미경 분석에 이용하였고, 우레탄폼에 충전된 관모는 소도구 등을 사용하여 제거한 다음, X-선 촬영과 CT 촬영 결과를 바탕으로 보존처리 계획을 수립하였다.

표 1. 금동관모의 보존처리 계획

No.	단 계	내 용	처리
1	해포	유물 아랫면은 손상을 최소화 하기위해 가능한 요철이 없는 편평한 상태가 될 수 있도록 다듬어 주고 윗면의 우레탄폼을 제거한다. 발굴 현장에서 유물을 수습한 사람이 소도구를 사용하여 조심스럽게 적당한 온·습도에서 습과 한지를 제거해 유물을 노출시킨다.	완료
	예비조사	문헌조사, 처리전 기록, 사진촬영 등을 실시하여 관모에 대한 여러 가지 정보를 파악한다.	완료
2	아크릴 상자 제작	유물의 크기를 고려하여 40×50×30(가로×세로×높이)로 아크릴상자를 제작한다. 아크릴상자는 투명한 재질의 소재로 제작하여 외부에서 내부 상태 및 환경을 파악하고 보호할 수 있도록 한다.	완료
	CT촬영	X선투과촬영으로 확인할 수 없었던 내부구조, 손상정도를 확인하고, 우레탄 폼 속에 있는 관모의 위치를 확인하며, 이미지를 복원하여 보존처리시 활용한다.	완료
	X선촬영	유물은 두터운 흡으로 인해 X선이 투과하지 못하므로, 어느 정도까지 흡을 제거한 후 X선 촬영을 실시한다.	완료
	cleaning	유기용제를 도포하여 경화된 흡의 Paraloid B72를 용해하면서 흡을 제거하고 표면을 노출시킨다.	진행
3	도금층 표출	도금층은 소도구를 사용하여 조심스럽게 표출하고 물리적인 방법으로 제거가 어려운 경우에는 상황에 따라 화학약품을 사용하여 도금막에 손상을 주지 않고 표출한다.	예정
4	방청처리	염소이온의 활동 억제제인 BTA(in ethyl alcohol)를 사용하여 처리한다.	예정
5	진공함침처리	유물의 코팅·강화를 위해 아크릴계 합성수지를 사용하여 진공함침시킨다.	예정
6	접합·복원	분리된 편을 정확한 위치에 접합하고, 결손된 부분은 복원하여 유물의 원형을 찾아준다.	예정
7	마무리	처리 중 발견한 사실, 처리과정 사진을 정리하여 자료로 남긴다.	예정
8	3D Scan	3D 스캐너로 관모를 스캔하여 입체적인 파일 자료로 활용·보존한다.	예정
9	포장	부식인자와의 접촉을 최소화시키기 위해 진공밀폐포장을 한다.	예정

※ 보존처리 중 발생하는 미량의 시편으로 미세조직이나 제작기법을 파악하기 위한 분석 실시  
 ※ 색칠된 부분은 현재 진행완료(1,2번)

## 2. 보존처리 과정

### (1) 해포

우레탄폼은 완전히 굳어 있어 간단한 도구로 쉽게 제거할 수 있었다. 불필요한 공간을 차지하는 우레탄 부분을 제거한 후 관모를 노출시켰다. X-ray 촬영을 실시하고자 하였으나 X-선 기기 내부 크기를 고려하여 아랫면 흙을 제거한 후 X-ray 촬영을 실시하였다.

한편, 처리 중 유물 보호를 위해 개폐식 아크릴 케이스를 제작하고, 아랫부분의 하중을 최소화 시킬 수 있도록 유물 사이즈에 맞는 받침대를 제작하였다.

X-ray 촬영 결과 관모의 외곽 경계를 확인하였고, 경계 밖에 경화처리 된 유물 주변 흙을 제거하기 위해 아세톤을 도포하였다. 주변 흙 제거 과정 중에 검은 구슬 9점이 출토되었으며 그 위치와 출토상황은 사진자료로 남겨 두었다. 어느 정도 외곽 경계를 잡은 후 관모의 폭을 고려하여 아랫면 흙도 약 10cm 정도 남기고 모두 제거하였다(사진 22~사진 35).



사진 22. 외부 우레탄폼 제거



사진 23. 우레탄폼 높이(약 35cm)



사진 24. 윗면 노출된 관모



사진 25. X-ray촬영을 위한 높이맞춤



사진 26. 우레탄폼 높이(약 20cm)



사진 27. 아크릴케이스 제작



사진 28. 받침대 제작



사진 29. 아세톤 도포



사진 30. 주변 흙 1차 제거(검은 구슬 수습)



사진 31. 주변 흙 2차 제거



사진 32. 높이 표시 지점 노출 사진



사진 33. 옆면 경화처리



사진 34. 아랫면 흙 제거(약 10cm)



사진 35. 해포 완료된 금동관모

## (2) 금동관모의 공예기술

### ① 관모의 구조 및 형태

부장리 금동관모는 공주 수촌리 1, 4호분과 고흥 안동고분 출토품 등 한성 시기 후반의 금동관모와 형태적으로 유사한 모습을 보이고 있다.

출토상태에서 보면 전면에 청동녹이 피어 있었고 군데군데 도금한 금빛이 드러나 있었다(사진 36).

기본적인 형태는 수촌리 1, 4호분 출토품과 유사하다. 즉, 고깔모양의 관모장식 전면과 후면에 각종 문양을

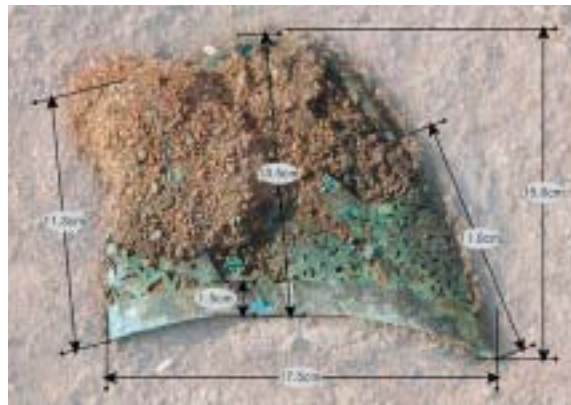


사진 36. 관모의 크기조사

투조한 금속판을 덧대고 못으로 고정하였다. 즉 공주 수촌리나 익산의 입점리 1호분 출토품에서 보이는 꽃봉오리모양의 장식이 이 금동관에서는 확인되지 않는다는 점이다. 아울러 금동관모의 내부에서 완전한 모습으로 발견된 백화수피제 장식 역시 백제에서는 처음으로 확인되는 자료인 바, 앞으로 이 관모의 의미는 새롭게 조망할 필요가 있을 것으로 사료된다.

보존처리 과정에서 확인된 관모의 제작기법은 다음과 같다. 먼저 좌우의 금속판을 반타원형으로 오린 다음 육각형(귀갑문)으로 구획하였다. 구획한 테두리에는 파상문이 연속적으로 이어져 있으며 내부에는 봉황무늬를 투조하였다. 투조된 문양은 대부분 봉황인데 위치에 따라 모양이 다양하다. 2장의 투조판의 윗부분에는 단면 “Λ”자의 복륜(테두리)을 씌워 붙였으며 그 전후에 각기 장식판 1매씩을 덧붙여 못으로 고정하였다. 앞 장식은 아래쪽이 뾰족하고 위쪽에는 3개의 줄기모양 장식이 세워져 있다. 아래쪽 넓은 부위에는 역시 육각

형의 구획을 하고 그 속에는 봉황 여러 마리를 투조로 표현하였다. 한 가운데의 넓은 공간에는 완전한 모습의 봉황을, 가장자리의 좁은 부분에는 공간에 맞추어 측면관의 봉황을 묘사하였다. 그리고 맨 마지막으로 아랫면에 관테를 끼워 접합하였는데, 백제 금동관모의 일반적인 예와는 달리 좁은 금동판을 반으로 접어 단면 “V”자상의 판을 만든 다음 윗부분의 여러 금속판을 끼워 넣어 고정하였다.

## ② 백화수피 연구

백화수피(직물부착)는 자작나무의 껍질인데, 자작나무는 한반도 중북부 이북 지역의 추운 지방에서 자생한다. 일찍이 시베리아 일대의 유목민족이나 중국의 흉노나 선비족의 무덤에서 자작나무 껍질로 만든 그릇과 관이 발견된 바 있었으며, 우리나라에서는 특히 신라고분 속에서 자작나무 껍질로 만든 관모와 천마도가 발견된 바 있다.<sup>7)</sup> 그 때문에 학계에서는 신라 왕족이 시베리아 일대에서 기원한 것이 아닐까 하는 견해도 제기되어 왔다. 천마도가 1,500년 이상 무덤 속에서 원형을 유지할 수 있었던 것은 천연방부와 방수성을 갖춘 백화수피 껍질의 특성 때문이다. 즉 자작나무 껍질에는 밀랍 성분과 살리실산이 함유되어 있기 때문에 방수성이 있어 잘 부식되지 않게 한다.<sup>8)</sup>

부장리의 금동관모 내부에서 백화수피가 원형을 잘 유지한 채 발견되었는데, 백화수피의 표면에는 여러 줄의 칼집이 조밀하게 나 있다. 이것은 백화수피가 원래 나무 심에 동글게 감겨 있었기 때문에 감기려는 성질을 제거하기 위하여 칼집 흔적을 촘촘히 낸 것으로 추정된다.

신라 금령총 출토 백화수피제 관모를 보면 아래쪽이 넓으며 띠처럼 한 줄 돌린 부분이 있는데 본 예에도 원래는 아래쪽에 그러한 장식이 존재했을 가능성도 있다. 어쨌든 백제에서 유일하게 발견된 이 백화수피는 향후 신라와 백제의 교류, 혹은 백제와 북방의 교류관계를 이해할 수 있는 결정적인 실마리가 될 것이다.

또한 백화수피의 표면을 자세히 관찰하면 세밀한 직물의 흔적이 있음을 발견할 수 있다. 아마도 가장 속에 백화수피제 관모 틀이 있고 그 표면에 비단과도 같은 세밀한 울을 가진 직물을 씌웠던 것 같으며, 마지막으로 금으로 도금한 금동투조판을 표면에 씌워 마무리하였음을 알 수 있다. 금동관모의 관테에 끈을 묶었던 흔적이 없어 과연 이 금동관모를 어떻게 착용했을까 의문이 있는데, 바로 이 백화수피와 직물에서 그 해답을 찾을 수 있을 것으로 기대된다.

7) 이한상, 2004, 『황금의 나라 신라』, 김영사, p.124.

8) 요시미즈 츠네오, 2002, 『로마문화왕국, 신라』, 씨앗을 뿌리는 사람, p.113~114.

### ③ 제작기법 연구<sup>9)</sup>

이 관모의 특징은 백제의 일반적인 관모처럼 전체 외형이 고깔모양이라는 점이다. 더하여 전후에 장식 판이 더해져 있어 보다 화려하다는 점 또한 특징적이다. 그리고 수촌리나 입점리, 안동고분 출토품과는 달리 기본 도안이 육각형이란 점에 주목해볼 필요가 있을 것 같다. 이 같은 육각형도안 즉 귀감문은 전 세계적으로 분포되어 있으나 동아시아의 경우 중국에서는 4세기 후반부터 중요 도안으로 애용된다. 백제에서는 6세기 초의 무덤인 공주 무령왕릉의 환두대도나 금동식리에서 확인되었지만 한성시기 유물에서는 확인된 바 없었다. 금번 서산 부장리 5호 분구묘에서 검출된 이 도안은 한성시기의 백제문물에 이미 육각형의 도안이 유행하고 있음을 알려주는 중요한 자료인 것 같다. 이러한 도안은 같은 시기 신라나 가야, 왜로도 전파되었을 것으로 학계에서는 이해하고 있다.

내부 문양은 봉황이 중심을 이루고 있다. 봉황은 용과 마찬가지로 상상의 동물이며 백제 무령왕릉 식리나 왕비의 두침에서 그 전형적인 예를 볼 수 있으며 환두대도에도 중심문양으로 애용되고 있다. 전술한 것처럼 이러한 봉황은 틀에 박힌 문양이 아니며 공간마다 다양한 모습을 보이고 있다. 좌우 측판의 문양을 자세히 살펴보면 기본적으로 동일한 밑그림을 이용하였음을 알 수 있다.

다음으로 기술적인 측면에서 보면 대개 2종류의 끝을 이용하여 문양을 투조한 것 같다. 각지고 뾰족한 끝을 비스듬히 놓혀 연속적으로 두드려냄으로써 선문의 효과를 내고 있는데, 이를 축조라고 부른다. 확대경 혹은 실체현미경으로 관찰하면 역삼각형의 무늬가 연속적으로 겹쳐 보이는데 이것이 바로 5~6세기대 금속공예작품에서 종종 보이는 축조에 의한 표현 기법이다. 또한 부분적으로는 끝이 뾰족한 끝을 수직으로 세워 연속 점무늬를 베풀 것이 있다.

이러한 시문기법은 기본적으로 공주 수촌리 1, 4호분 금동관모에서도 관찰되고 있으며 그 정교한 기술력은 백제장인집단의 오랜 기술축적에 바탕을 둔 것일 것이다. 더하여 빼어난 화면 구성력과 그 속에 베풀어진 조밀한 문양에서 백제장인의 세련된 안목을 엿볼 수 있다.

관테와 세움 장식을 접합하는 방법에는 못 구멍을 뚫고 표면에서 내면으로 못을 박아 고정하는 방법이 있다. 순서는 표면에서 못 머리, 관테, 세움 장식, 못 끝 순이다. 고정용 못의 개수는 2개인 경우와 3개일 경우가 있는데 부장리 금동관모의 경우에는 2개의 못으로 고정하는 양식으로 관모를 접합하였다.

관모의 다른 장식 가운데 영락에 대하여 살펴볼 필요가 있다. 대개 영락은 기본 형태를 1차로 프레스한 다음 가장자리를 가위나 끌로 오려 만들며 뾰족한 도구로 구멍을 뚫고 금속제 실을 꿰어 매단 후 몇 회씩 꼬아서 마무리한다. 부장리 금동관모에도 이러한 영락이 다수

9) 부장리 금동관모의 제작기법 및 세부문양에 대한 내용은 복원전문가 이현상의 도움을 받았다.

달려 있는데 화려하게 장식하는 기능에 더하여 금속판 혹은 금속판과 내부의 직물이나 백화수피제장식을 고정하는 역할을 동시에 수행하였던 것 같다.

제작과정을 재현해보자면, 먼저 옆판에 도면을 그리고 그림에 맞춰 문양을 투조한다. 그 후 뾰족한 정을 이용하여 문양을 조금하여 넣는다. 제작된 두 옆판에 볼륨감을 주기 위하여 모루에 대고 두드린 다음, 옆판과 옆판을 잇는 위 테를 관모의 둥근 테에 맞추어 붙인다. 테에 영락을 매달기 위해 구멍을 뚫고 영락을 단다. 여기서 영락은 금동관모를 장식하는 기능을 가짐과 동시에 옆판과 테를 조여주는 역할을 하게 한다. 다음으로 앞과 뒷면에 세움 장식을 세웠고 맨 마지막으로 관테를 끼워 마무리하였다. 관테를 고정하기 위하여 옆면에 각각 하나씩 구멍 뚫어 붙였다.

#### ④ 문양 연구

금속공예에 나타나는 문양은 토기·도자기·나전칠기·화각·불구류와 일상생활용구류·의기류 등에 보이는 문양과 동일한 것이 많다. 문양의 조식방법에 있어서도 양각·음각·투조·타출·압출·선각 또는 입사·상감 등으로 기하문·점문·연주문·단선문·직선문·단사선문·집선문·뇌문·와문·원형문·능형문 등을 장식하고 있고, 이와 같은 문양 이외에도 인물·조류문·녹문·마문 등을 나타낸 동불문양도 있다.

서산 부장리에서 출토된 금동관모에는 육각형의 무늬가 기본을 이루고 그 속에 봉황이 중심무늬를 이룬다. 아울러 육각형의 관테에는 파상열점문이 빼곡히 새겨져 있어 육각형 무늬 사이에 구획감을 부여해준다. 대개 이러한 파상열점문은 5세기 무렵의 신라나 가야, 왜의 무덤 출토품에서 많이 보이고 있다. 예를 들어 신라금관이나 금동관, 화살통장식에서 주로 확인되며 백제에서는 그 예가 흔치 않다. 공주 수촌리 1, 4호분 금동관모에서는 파상열점문 대신 파상의 당초문이 배풀어져 있어 차이를 보여준다. 또한 이 금동관모에 표현된 봉황장식을 자세히 보면 대부분 날개표현이 뚜렷함을 알 수 있다. 두 날개를 활짝 편 채 하늘로 비상하는 모습에서 백제장인의 솜씨를 느껴볼 수 있으며 한성시기 후반에 이미 백제의 공예기술이 높은 수준에 올라 있다는 것을 알 수 있다.

#### (3) 관모 표면 정리

발굴현장에서 탈락되어 주위에 떨어져 있던 파편과 영락 장식은 위치상의 문제로 현장에서 경화처리하여 실험실로 옮겨와 아세톤으로 녹여가며 이물질 제거를 한 후 수습하였다. 그리고 입식으로 추정되는 부분은 X-ray 촬영 결과를 참고하며 표출하였는데, 노출 도중 표면의 부식이 심하여 경화처리를 병행하며 정리해 나갔다(사진 37~사진 38).



현장에서 노출되어 있었던 관모의 우측면 표면정리는 아세톤을 사용한 1차 이물질제거와 알코올을 사용한 2차 이물질제거의 2단계로 나누어서 진행하였다<사진 39~사진 41>.

1차로 소도구 등을 사용하여 경화된 흙을 아세톤으로 녹여가며 표면층까지 이물질을 제거한 후 확대경을 보면서 미세한 부분의 이물질은 알코올로 제거하여 세부 문양을 노출시켰다<사진 42~사진 44>.

현장에서 경화제가 침투되지 못한 좌측면은 <사진 45>와 같이 일부편이 관모에서 분리되어 노출되었다. 관모에 남은 편은 소도구를 사용하여 각각 이물질을 제거하였고, 흙에 남은 편은 모두 수습하여 가접합하였으며, 위치를 확인하기 위하여 형틀을 만들어 주었다<사진 46>.



사진 37. 파편·사료 수습



사진 38. 흙제거와 함께 경화처리



사진 39. 소도구를 사용한 1차 이물질제거



사진 40. 표면 노출



사진 41. 알코올을 이용한 2차 이물질 제거



사진 42. 확대경 보며 이물질제거



사진 43. 노출된 투조 문양



사진 44. 정리된 우측면



사진 45. 처리 중 노출된 좌측면



사진 46. 가접합된 좌측면 편

## V. 금동관모의 분석

### 1. X-선 응용

X-선은 대상물을 투과하는 성질을 가지고 있는데 재질 및 두께에 따라 X-선 필름에 나타나는 흑화도는 대상물에 대한 정보를 제공한다.<sup>10)</sup> 즉, 필름의 흑화도는 밀도가 클수록, 흡수가 적을수록 희게 나타나고, 그 반대의 경우 검게 나타난다.<sup>11)</sup> 따라서 방사선은 비파괴적으로 고감도의 검출효율을 나타내므로 시료채취가 어려운 문화재의 재질상태, 제작기술 연구에 유용하게 사용된다. 특히 물리·화학적 변화를 주지 않고 육안으로 발견할 수 없는 내부구조 및 문양, 명문 입사 등을 분석하여 제작기술을 규명할 수 있다.

10) 朴赫基 譯, 1982, 『X線과 SOFTEX寫眞』 創義社, pp.35~52.

11) 히라오 요시미즈 편저, 2001, 『문화재를 연구하는 과학의 눈』, 학연문화사, pp.50~53.

**(1) X-선 촬영**

관모는 Softex(VIX-150, Japan)를 이용하여, 필름촬영과 화면촬영 등으로 많은 정보를 축적하였다. 우선 필름촬영은 흡과 함께 여러 번 촬영하였는데, 흡층이 두꺼워 X선이 잘 투과되지 못하여 단계적으로 불필요한 흡을 제거한 후 관모의 외곽경계를 확인했고, 입식이라고 추정되는 부분에 수발 등 다른 정보가 없다는 사실을 확인하였다. 방사선투과 조건은 전압 100kV, 130kV, 150kV 전압 3mA, 노출시간 3분, 공업용 FUJI 필름을 사용하였다.

X선 화면촬영은 가접합한 좌측 편을 대상으로 실시하였는데, 육안으로는 뚜렷이 확인하지 못했던 투조문양의 세부사진을 얻게 되었고, 화면분석을 통하여 대륜의 접힌 부분의 높이(4.1mm)와 대륜의 높이(14.4mm), 대륜으로 덮여 있어 보이지 않던 투조문양의 모습과 각 문양의 간격(2.8mm, 27mm, 2.8mm, 27mm, 2.8mm)이 일정하다는 사실을 알게 되었다(사진 47~사진 51).



사진 47. X-ray 촬영(전체)



사진 48. X-ray 촬영 결과



사진 49. 좌측면 가접합면 X-ray 촬영



사진 50. X-ray 화면촬영



사진 51. 좌측면 하단부 각 투조문양



사진 52. 좌측면 하단부 전체 투조문양



사진 53. 좌측면 전체 투조문양

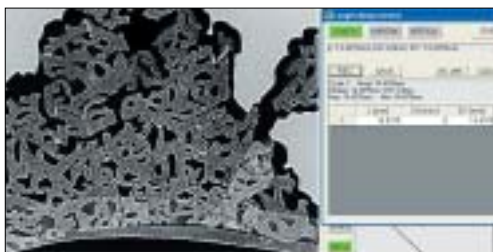


사진 54. 대륜 높이(14.4mm)

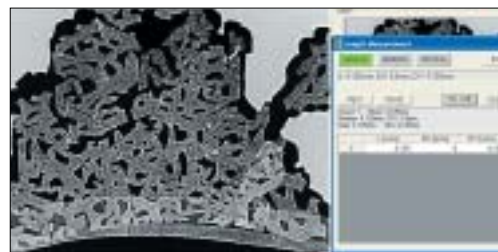


사진 55. 대륜 접혀진 부분 높이(4.1mm)

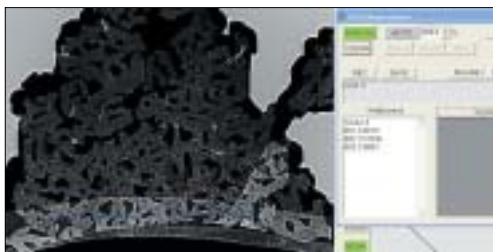


사진 56. 최하단부 문양 간격(2.8mm, 27mm, 2.8mm)



사진 57. 중앙 문양 간격(2.8mm, 27mm, 2.8mm, 27mm, 2.8mm)

**(2) CT촬영**

통상적으로 X-선이 물체에 투과하는 양의 대소에 따라 화상이 만들어 진다는 점에서는 X-선 투과사진법과 같은 원리이다. X-선원과 검출기 사이에 문화재를 놓고 회전 또는 평행 이동시킨다. 이때 미세한 일정폭의 X-선을 조사하면서 위에서 아래까지 원통형으로 동글게 자르듯이 문화재 전체를 조사하여, 반대로 놓인 검출기에서 X-선 투과량을 미세하게 측정해 간다.<sup>12)</sup> 여기서 얻어진 X선의 양을 각 원통형마다 모든 방향에 대하여 구한 뒤 컴퓨터를 이용하여 내부 밀도를 결정하고, 이를 통하여 내부의 자세한 단면을 재구성해서 영상으로 나타나게 한다. CT는 비파괴분석이며 안전하게 검사할 수 있다는 장점이 있기 때문에 현재 문화재 적용사례가 증가하고 있다.

부장리 관모는 대전 선병원과 협력하여 영상 결과물을 얻게 되었다. X선 촬영으로는 알 수 없었던 관모의 두께, 위치를 확인할 수 있었고, 이미지를 재구성하여 흠속에 파묻혀 보이지 않는 부분의 형태를 파악할 수 있었으며, 여러 각도에서 관모를 해석할 수 있어 처리시에 이물질제거를 보다 쉽게 할 수 있었다(사진 58~사진 65).



사진 58. CT촬영기 사진

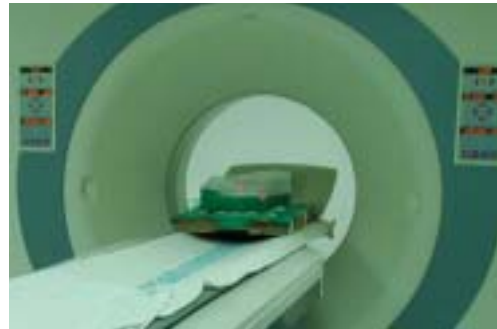


사진 59. CT 촬영모습



사진 60. 관모 위치

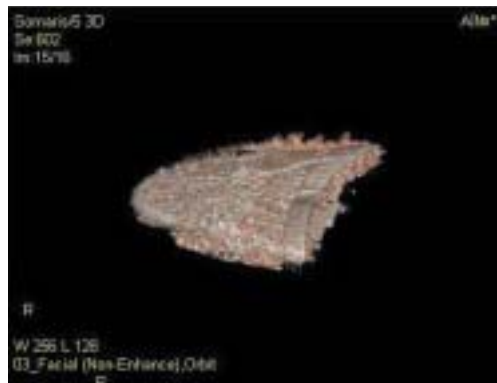


사진 61. 복원된 관모(옆면)

12) 히라오 요시미즈 편저, 주1) 앞의글, pp.54~55.

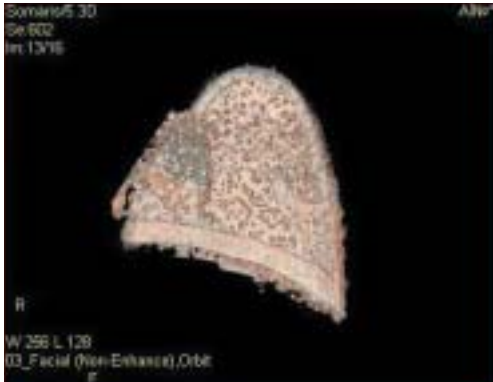


사진 62. 복원된 관모(우측면)

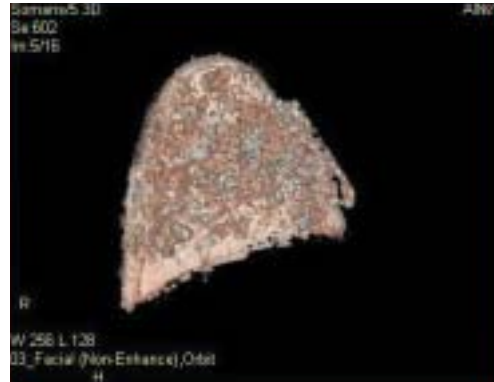


사진 63. 복원된 관모(좌측면)



사진 64. 복원된 관모(윗면)



사진 65. 복원된 관모(아랫면)

## 2. 섬유분석

관모의 단면을 보면 <사진 66>과 같이 백화수피층을 둘레로 직물구조층과 금속층이 존재 하는데, 직물구조층이 사이에 포함되어 있는 것은 백화수피층과 금속층이 직접 맞는 것을 피하기 위하여 사용한 것으로 추정되었다.<sup>13)</sup> 관모를 부장할 당시에 함께 매장된 것으로 추정되는 (검은색)섬유질층이 금속층을 둘러싸고 있는 상태로 발견되었으며, 단면의 맨 아래와 위는 토양층이다.

보존처리 중 내부의 백화수피층과 금속층 사이에서 <사진 67>과 같은 직물구조층의 흔적을 발견하게 되어, 이 두 층에 섬유질분석을 실시하였다.

관모에서 탈락된 파편에 남아있는 직물편을 대상으로 직물구조층 분석을 실시하였다. 같은 파편에 포함된 검은색 섬유질의 혼합층에 대해서는, 윗면은 유물 수습 시 경화처리를 했기 때문에 아래 부분에서 수습한 시료를 분석대상으로 하였다.

13) 코분자는 백화수피가 금속층과 직접 맞는 것을 피하기 위하여 사용된 것으로 추정하고 있다.

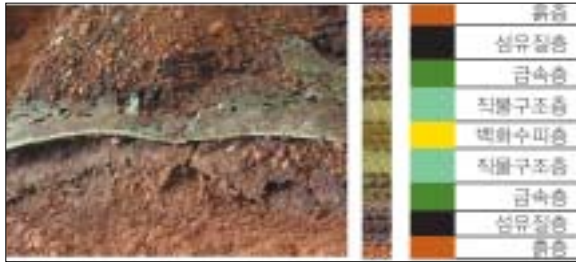


사진 66. 관모 단면



사진 67. 관모 내부 구조



사진 68. 분석 시료(직촉부터 ① 식물층조사 ②,③ 혼합층조사)

(1) 현미경조사

① 직물층

일반적으로 직물은 평직, 능직, 수자직의 삼원조직으로 직조되는데<표 2>, 현미경을 이용한 조직촬영, 실의 굵기 및 실의 번수, 실의 꼬임, 직물의 밀도, 직물의 피복도, 직물의 두께 등을 조사하여 직물의 종류를 조사하였다.<sup>14)</sup>

표 2. 직물의 삼원조직

구분	직조방법 및 특성	구조
평 직	씨실과 날실이 한 올씩 교차된 가장 간단한 조직 조직점이 많아 튼튼하고 실용적이다.	
능 직	씨실과 날실이 두 올 또는 그 이상 건너 교차된 조직 조직점이 대각선 방향의 능선을 나타낸다.	
수자직	씨실과 날실이 4올 이상 길게 떠 있어 교차시킨 조직 조직점이 분산되어 있어 표면에 날실 또는 씨실만 돌보이는 조직	

14) 권영숙, 2000, 「신라시대 천마총 출토 직물의 유형과 특성」, 『복식』 제50권 7호, 한국복식학회, pp.130~131.

부장리 관모 직물층을 대상으로 현미경을 이용한 조직촬영을 실시하였다. <사진 68>의 ①시료에 위쪽, 아래쪽 두 곳을 대상으로 산업용 광원장치로(Sometech) 200배 촬영한 결과, 관모의 직물층은 모두 평직으로 이루어져 있으며, 한 겹으로 되어있음이 밝혀졌다<사진 69~사진 70>. 또한 실의 굵기와 직물의 두께가 서로 차이를 보이고 있으며, 매우 섬세한 직물로 밝혀졌다. 이 직물층은 향후 백화수피와의 연관성 및 백제인의 의(衣)문화를 파악할 수 있는 중요한 자료이다.

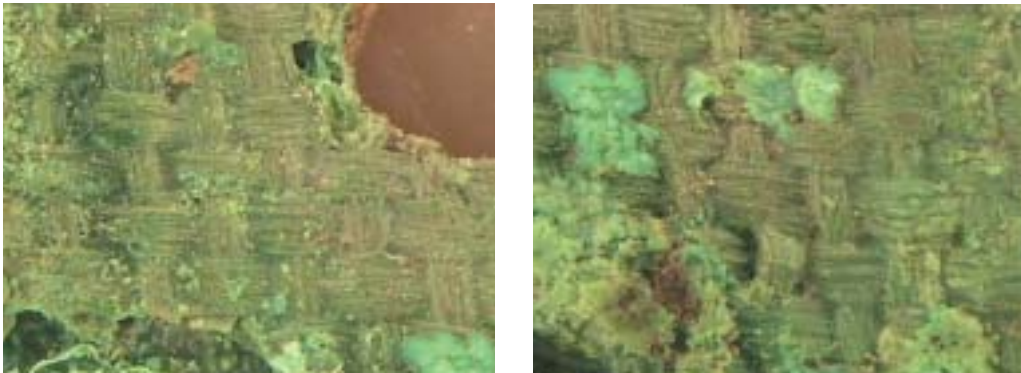


사진 69. 직물구조① (X200)

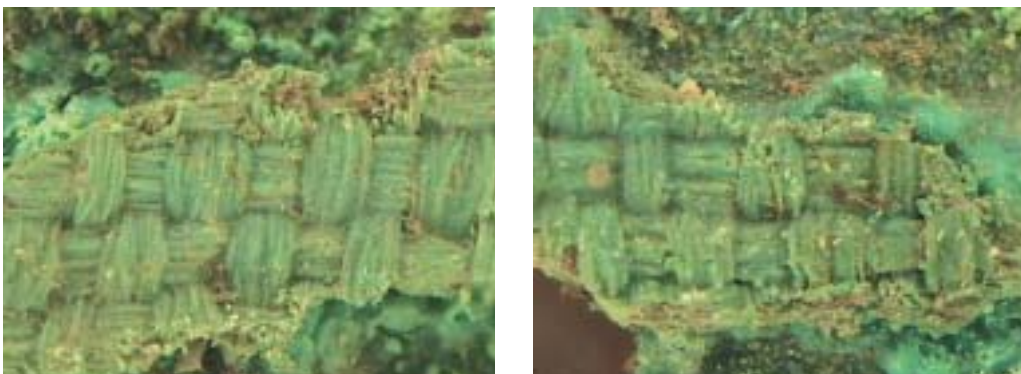


사진 70. 직물구조② (X200)

## ② 혼합층

금속표면을 둘러싸고 있던 검은 섬유질을 대상으로 현미경 촬영을 실시하였다. 뭉쳐져 있던 시료 중에서 섬유로 추정되는 몇 가닥을 대상으로 산업용 광원장치(Sometech)로 200배 촬영한 결과, 육안으로는 보이지 않던 시료의 꼬임, 미세조직을 확인하였고, 이 섬유질 혼합층은 한 종류로 구성된 것이 아니라 두세 개의 섬유가 혼재되었다는 것이 밝혀졌다 <사진 71~사진 72>.



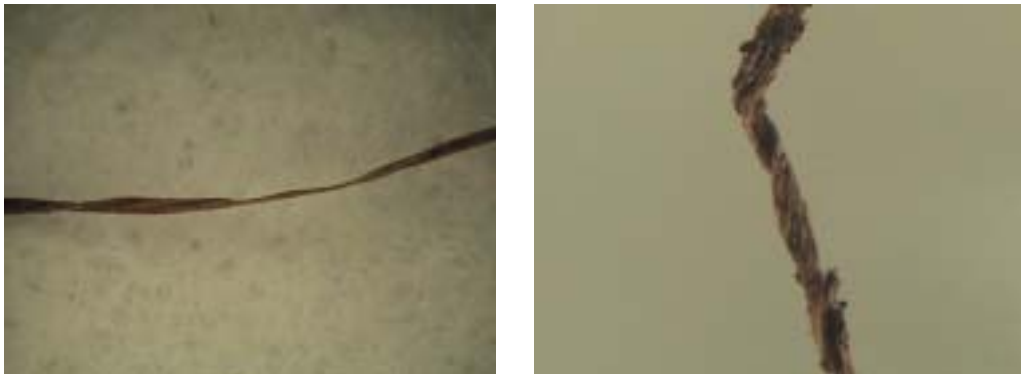


사진 71. 혼합층 현미경촬영결과① (X200)



사진 72. 혼합층 현미경촬영결과② (X200)

## (2) FT-IR조사

FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)분석을 위하여 시료를 채취한 위치는 금동관모 투조문양 내부에 있는 직물층①과 투조문양 외부의 혼합층②이다. 본 시료를 서울역사박물관 보존처리과에 FT-IR 분석 의뢰한 결과<표 3>, 투조문양 내부에 있는 직물층에서 <그림 1>의 스펙트럼을 얻었고, 투조문양 외부의 혼합층에서 <그림 2>의 스펙트럼을 얻었다.<sup>15)</sup>

표 3. 분석기기 및 분석조건

분석기기 및 분석조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ FT-IR (푸리에 변환 적외선분광기)</li> <li>○ Model : Vertex 700 (Bruker, 독일)</li> <li>○ KBr pellet (ground with KBr)</li> <li>○ Resolution 4cm<sup>-1</sup></li> <li>○ Scans 300</li> <li>○ Range 4000~400cm<sup>-1</sup></li> </ul>
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

15) 유기물질에 대한 FT-IR 분석은 서울역사박물관 보존처리과 분석영이 담당하였다.

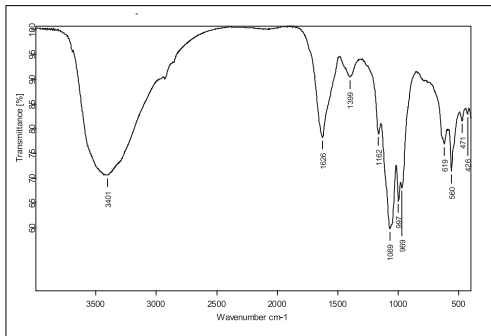


그림 1. 식물 FT-IR 스펙트럼

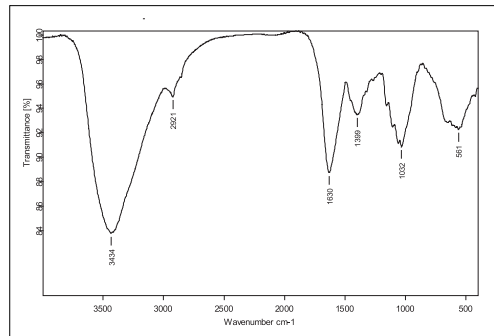


그림 2. 혼합물 FT-IR 스펙트럼

현미경조사 결과 조직의 꼬임, 미세조직 구조상 마, 면, 견 등의 식물로 추정되어 각 표준 시료의 식물 3과 비교 분석해 본 결과 관모의 식물층이 나타내는 스펙트럼은 마의 스펙트럼과 근접한 peak를 보여준다. 비록 시료가 어느 정도 세월의 흐름에 따라 열화가 되고 금속 부식화합물과 결합되어 표준 마 스펙트럼과 부분적으로 일치하지 않으나, 식물층은 다른 분석결과와 고려해볼 때, 마섬유로 판단된다. 관모의 혼합층이 나타내는 스펙트럼은 <그림 4>를 통해 보았을 때, 식물층의 스펙트럼과 유사한 스펙트럼을 나타내어, 이 혼합층 역시 마섬유를 포함하고 있다고 추정된다.

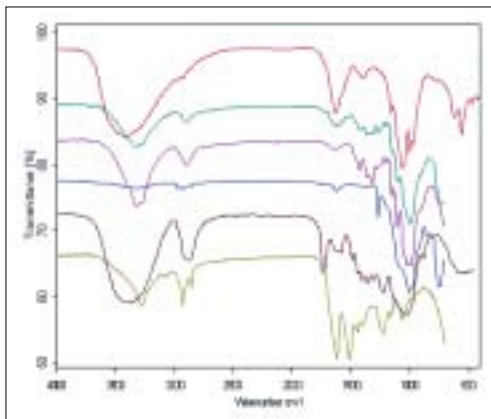


그림 3. 섬유 레퍼런스물질의 FT-IR 스펙트럼(직물-대마-저마-아마-황마-견)

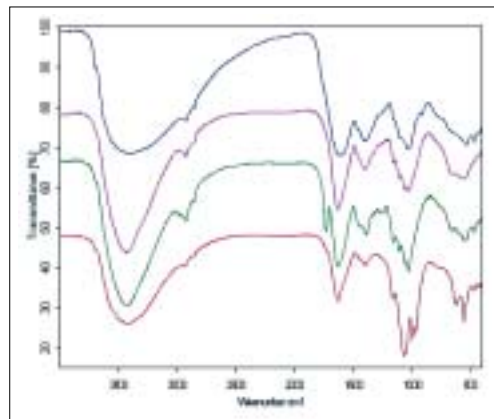


그림 4. 유기물과 식물 FT-IR 스펙트럼(유기물-2-3-직물)








### 3. 미세조직 관찰

#### (1) 분석시료

부장리유적에서 출토된 금동관모의 과학적 분석을 위해서 <표 4>와 같이 금동관, 투조

장식 (1) 및 (2), 영락고리, 영락 등을 분석대상으로 선정하고, 보존처리 과정 중에 원형 복원이 불가능한 파편(破片)을 미량 채취하였다.

**표 4. 금동관모의 분석대상 시료**

No	명 칭	시료사진	금속현미경사진	도금 두께	성분함량 및 고찰
1	금동관			3.51	구성성분은 Fe, Cu, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb이고, 금의 순도는 Au(99.9%)와 Ag(1.44%)이다.
2	투조장식(1)			2.91	구성성분은 Fe, Cu, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb이고, 금의 순도는 Au(98.37%)와 Ag(1.81%)이다.
3	투조장식(2)			2.82	구성성분은 Fe, Cu, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb이고, 금의 순도는 Au(97.97%)와 Ag(2.69%)이다.
4	영락고리			4.51	구성성분은 Fe, Cu, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb 이고, 금의 순도는 Au(99.33%)와 Ag(0.76%)이다.
5	瓔珞			4.03	구성성분은 Fe, Cu, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb이고, 금의 순도는 Au(99.41%)와 Ag(1.14%)이다.

금동제품의 도금층을 관찰하기 위해서 시편 표면에 생성된 부식생성물과 청동 녹을 제거하고, 에폭시수지로 마운팅한 다음 연마하여 증류수와 질산을 50 : 50으로 혼합한 용액에 3초간 부식시켰다.<sup>16)</sup> 시료의 미세조직 관찰은 금속현미경과 주사전자현미경(SEM, JSM 5410)을 이용하였다. 또한 각각 시료의 조성과 도금층의 두께, 금의 순도 분석은 파장분산형X선분석기(WDS)를 이용하였으며, 주사전자현미경의 가속전압은 20kV를 사용하였다.

**(2) 분석결과 및 고찰**

**① 금동관**

16) Gunter Petzow, 1978, 『Metallographic Etching』 American Society for Metals, p.43.

금속현미경으로 관찰한 금동판 시료의 단면사진을 <사진 73>에 나타내었다. 그림에서 금도금층은 비교적 균일하고 평평하게 도금되어 있는 것을 볼 수 있다. 아래 부분에는 도금층이 일부 분리되어 떨어져 나간 상태이다. <사진 74>은 SEM으로 확대한 사진으로 표면을 덮고 있는 도금층의 얇은 막이 분리되어 있는 것을 볼 수 있다. 그리고 훼손된 도금층에서 소지금속인 동 이온이 표면으로 이동하여 도금층 표면을 녹청으로 덮어 있음이 관찰되었다. 도금층의 두께는 최소 2.6 $\mu\text{m}$ 부터 최대 5.2 $\mu\text{m}$ 이다.

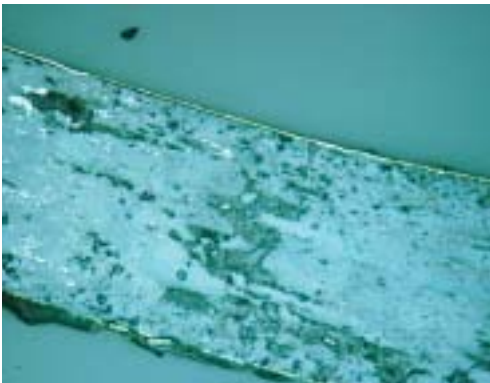


사진 73. 금동판 (×200)

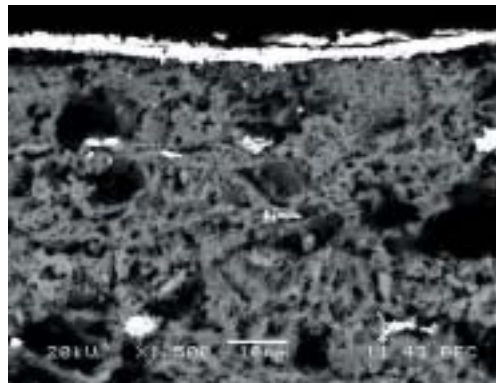


사진 74. 금동판 SEM 확대사진

## ② 투조장식(1)

<사진 75>는 투조장식(1) 편(片)의 금속현미경 단면사진으로 위아래로 금도금 되어 있는 것을 알 수 있다. 아래쪽의 도금층은 비교적 균일하나 위쪽은 소지금속이 산화되어 일부 박리되어 있는 것을 확인할 수 있다. <사진 76>은 SEM으로 확대한 사진으로 표면을 덮고 있는 도금층의 얇은 막이 분리되어 있고 그 위에 구리 산화물층이 덮고 있는 것을 확인할 수 있다. 이 시편도 금동판과 마찬가지로 훼손된 도금층에서 소지금속인 동 이온이 표면으로 이동하여 도금층 표면이 녹청으로 덮이게 되었다. 그리고 도금층의 두께는 최소 1.7 $\mu\text{m}$ 부터 최대 3.9 $\mu\text{m}$ 이다.

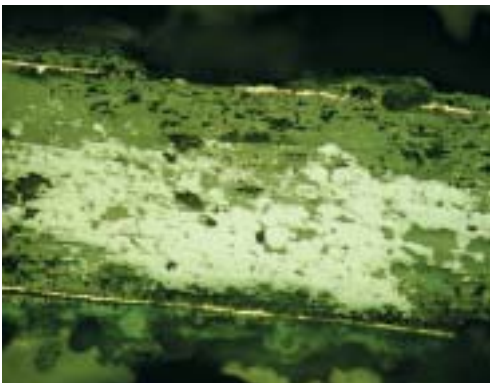


사진 75. 투조장식(1) (×200)

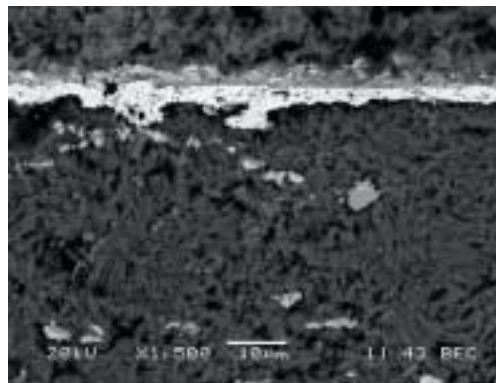


사진 76. 투조장식(1) SEM 확대사진

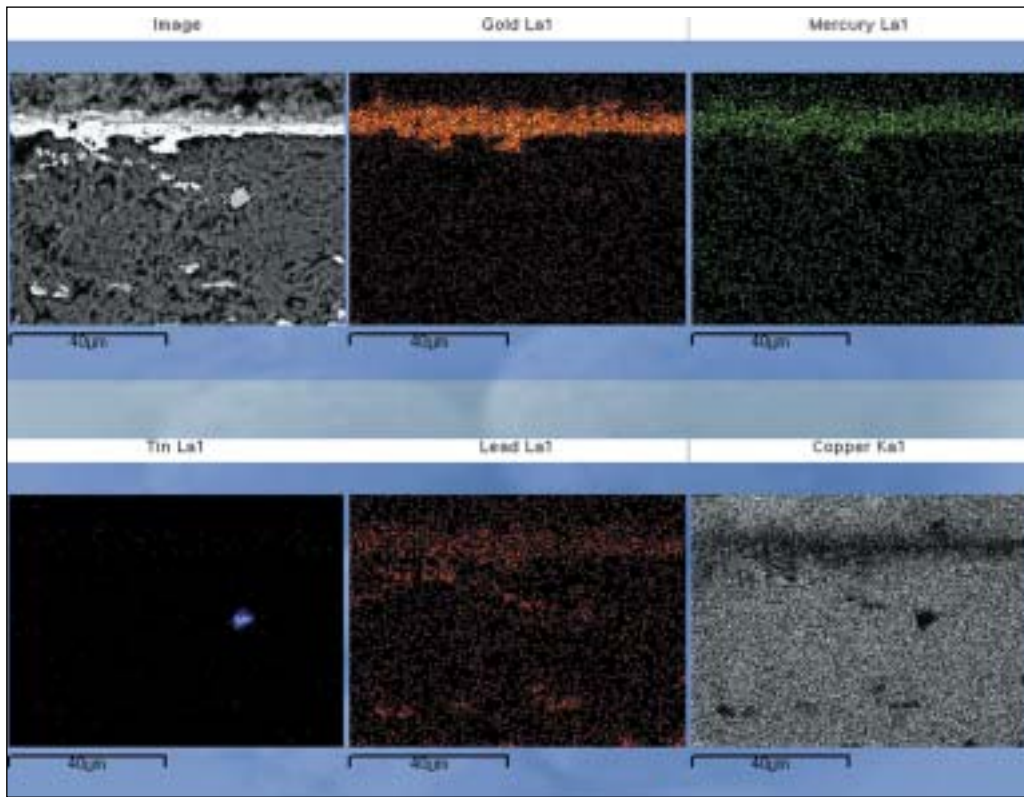


사진 77. 투조장식(1) WDS 분석결과

〈사진 77〉은 투조장식(1) 편(片)의 WDS 분석결과를 mapping한 것으로서 금과 수은 분포도를 볼 수 있다. 그리고 미량의 주석이 함유되어 있는 것을 알 수 있다.

### ③ 영락고리

〈사진 78〉은 금동관모 제작에 사용된 영락고리의 금속현미경 단면 사진이다. 사진에서 영락고리는 두 개의 가느다란 금도금된 동선을 만든 후 이를 비틀어 고리의 형태로 만든 것이다. 즉 〈사진 78〉과 같이 원형에 가까운 형태를 띠고 있으며, 그 표면에는 전체적으로 도금층이 존재함을 볼 수 있다. 따라서 이 시료는 구리를 도선의 형태로 먼저 만든 다음 도금하였음을 알 수 있다.

〈사진 79〉는 영락고리 일부분의 SEM 확대 사진으로 도금층의 두께가 매우 불균일하다. 도금층은 2.7~8.7µm 두께이며 이것은 붕의 형태이기 때문에 반고체 상태의 이말감을 전체적으로 균일하게 도포하기가 어려웠을 것이라 생각된다. 또한 SEM 확대 사진에서 흰 알갱이가 일부 확인되는데 이는 당시의 제작기술로서 금알갱이가 고르게 퍼지지 않고 잔존하고 있는 것으로 보아 이말감 도금방법으로 제작되었다는 것을 확인할 수 있다.



사진 78. 영락고리 (×200)

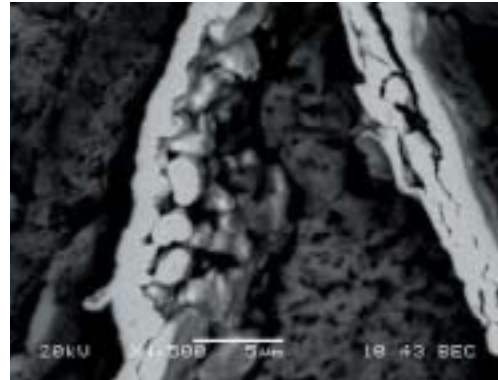


사진 79. 영락고리 SEM 확대사진

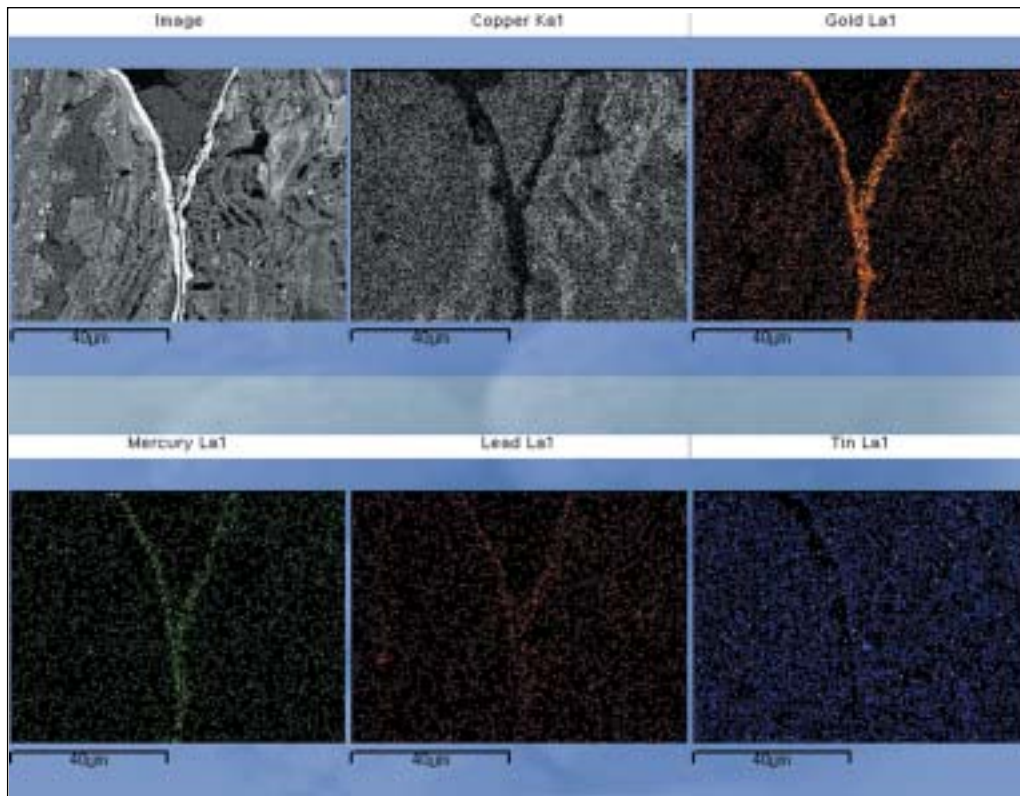


사진 80. 영락고리 WDS 분석결과

〈사진 80〉은 영락 고리의 꼬아지는 부분을 확대하여 WDS 분석결과를 mapping한 것으로서 금 도금층의 중간에 섬모양의 구리 산화층이 분포하고 있음을 볼 수 있다. 이 구리 산화층은 도금층이 횡방향 뿐만 아니라 종방향으로도 불균일하다는 것을 의미한다. 또한 금과 수은을 mapping 결과를 비교해 보면 다른 시편에서와 마찬가지로 도금층에 수은이

분포되어 있다는 것을 알 수 있다.

④ 영락

〈사진 81〉는 영락편의 금속현미경 단면 사진으로 아래 부분에 매우 균일하게 도금되어 있고, 위쪽 부분은 일부 도금층이 박리되어 있다.

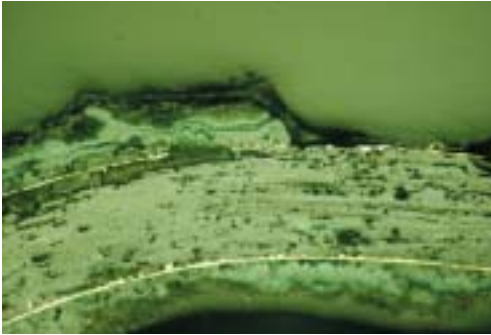


사진 81. 영락 (×200)

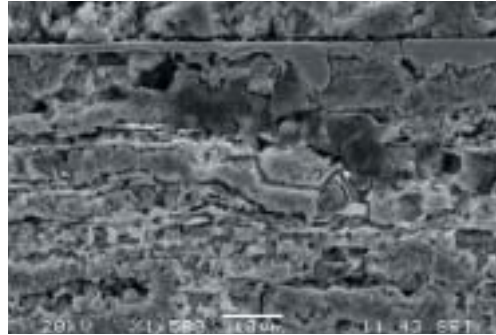


사진 82. 영락 SEM 확대사진

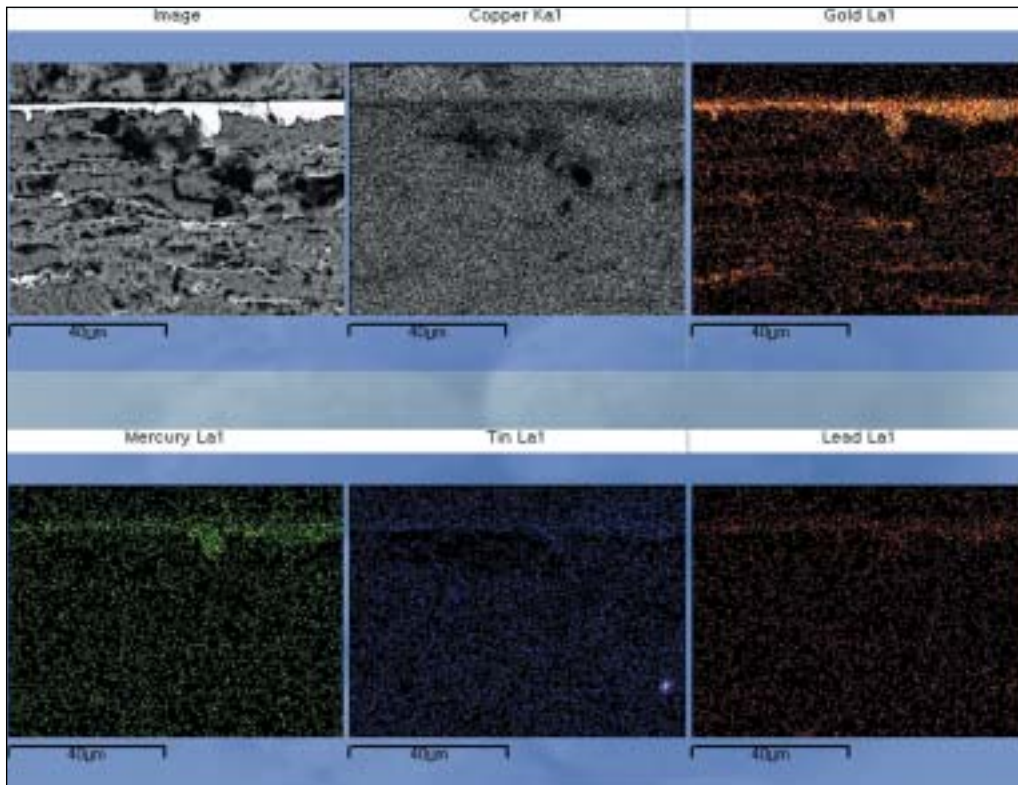


사진 83. 영락 WDS 분석결과

〈사진 82〉는 영락편 도금층의 SEM 확대사진으로 도금층이 균일하지 않은 것을 볼 수 있다. 도금층의 두께는 최소 2.7 $\mu\text{m}$ 부터 최대 6.1 $\mu\text{m}$ 이다. 〈사진 83〉은 WDS 분석결과를 mapping한 것이다.

⑤ 투조장식(2)

〈사진 84〉는 투조장식(2)의 금속현미경 단면 사진이고, 〈사진 85〉는 도금층 일부분의

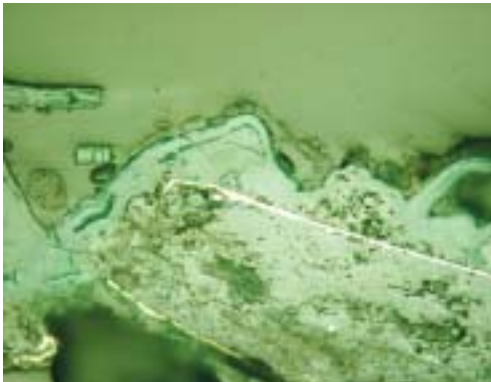


사진 84. 투조장식(2) ( $\times 200$ )

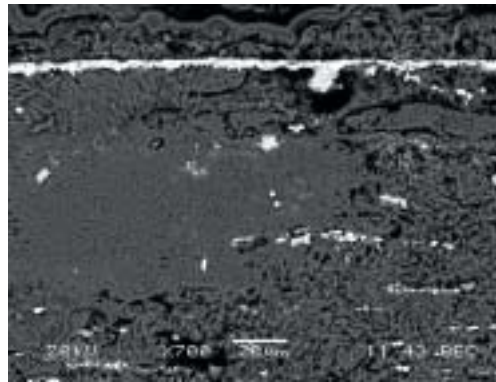


사진 85. 투조장식(2) SEM 확대사진

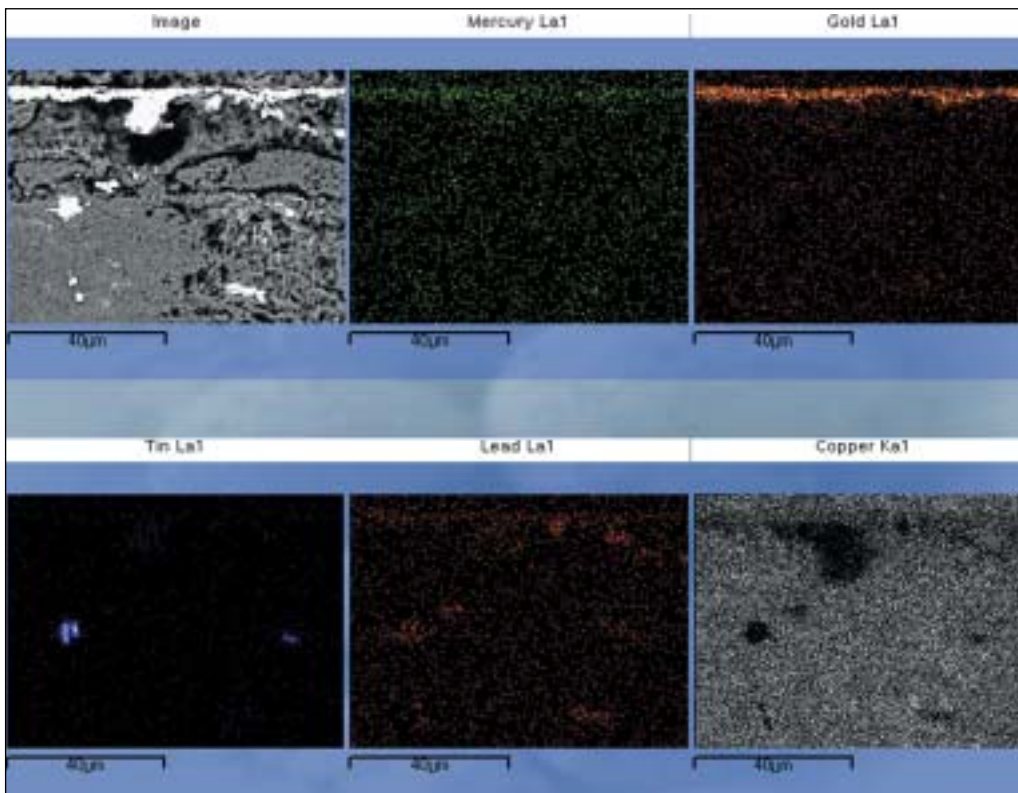


사진 86. 투조장식(2) WDS 분석결과



SEM 확대사진이다. 이 사진에서는 도금층이 끝나는 부분을 보여주고 있으며, 마무리 끝 부분에서 아말감이 묻쳐 있는 것을 볼 수 있다. 그리고 아랫부분의 일부에서는 도금층이 떨어져 나간 상태이다. 도금층의 두께는 1.7~4.6 $\mu\text{m}$ 임을 알 수 있다. <사진 86>은 WDS 분석 결과를 mapping한 것으로 금과 수은을 비교해 보면, 앞서의 다른 시편에서와 마찬가지로 도금층에 수은이 존재함을 알 수 있다.

결론적으로 부장리유적 금동관모는 동판에 문양을 투조(透彫)나 새김방법으로 조각하여 성형가공하고 아말감도금 후 최종적으로 각각의 동판을 조립한 것으로 판단된다. 또한 도금 시 손이 미치지 못하는 부분에 아말감(금알갱이)이 묻쳐 있으며, 집중적으로 그 부분에서 수은이 잔류하고 있는 것을 볼 때 이는 아말감도금이 행해졌다는 것을 의미한다. 또한 도금 기술의 척도를 알아볼 수 있는 금 도금층의 두께는 최소 1.7 $\mu\text{m}$ 에서부터 최대 8.7 $\mu\text{m}$ 로 나타났다. 그리고 도금에 사용된 금의 순도는 평균 금(Au)이 98% 이내이고, 1% 이내의 은(Ag)이 함유되어 있다.

#### 4. 식물재료의 동정<sup>17)</sup>

백화수피의 사용례는 천마총의 장니(障泥)나, 금관총 금관 등에서 확인된 바 있다. 한자어 백화(白樺)는 자작나무이므로 백화수피는 자작나무 껍질을 지칭한다. 대부분의 나무껍질은 거북 등처럼 갈라지거나 곱이 패이고 갈색 흑색을 띤다. 그러나 자작나무류(자작나무, 거제수나무 사스레나무)는 색깔이 하얗고 표면이 매끄럽다.

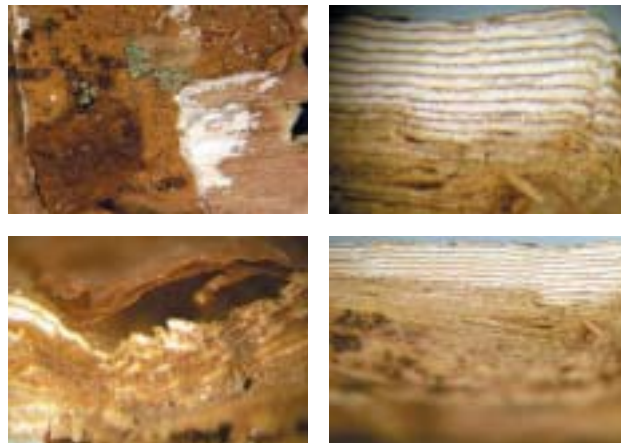


사진 87. 부장리 금동관모내 자작나무류

17) 관모의 식물재료의 동정은 경단문화재연구소 김익주 소장이 담당하였다.

식물의 조직에서 형성층의 바깥에 있는 모든 조직을 수피(樹皮)라고 하며, 수피는 다시 최외각의 주피(周皮)와 2기체관부로 구분된다. 본 조사대상에서 사용된 수피는 주피에 해당하며 그 중에서도 코르크층을 포함하는 층이다. 미시형태적 특징으로 보면, 자작나무류는 코르크 조직의 세포가 접선방향으로 길어지고, 세포벽에 목전소(木栓素, suberin)와 왁스가 풍부하다.

〈사진 87〉에서 15겹 이상의 얇은 식물질(수피)이 석회 또는 호분(胡粉)으로 추정되는 불질을 매개로 하여 겹쳐 있다. 목질이 남아있지 않아 목재조직의 미시형태적 특징을 통한 수종식별은 불가하였으나〈사진 88〉, 현생(現生)의 백화수피(만주자작나무)를 비교재료로 관찰한 것과 대조한 결과, 유사성이 많은 것으로 미루어 같은 재료일 가능성이 높다.

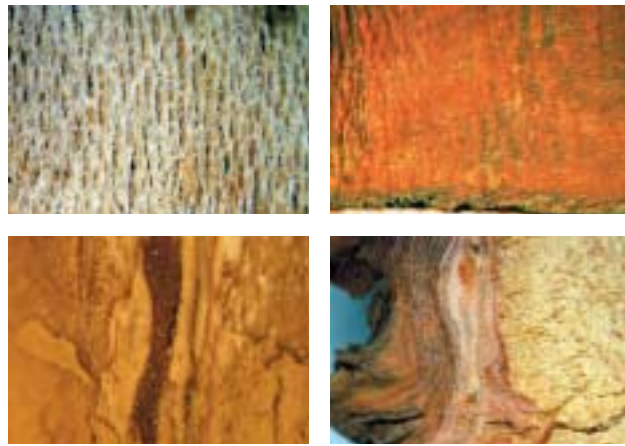


사진 88. 현생 자작나무 수피

다만 하얗고 매끄러운 환상수피를 생산하는 나무는 자작나무 외에 산 뱃나무 등도 있으므로 이의 가능성을 배제할 수는 없다. 그것은 우리의 선조들이 자작나무와 뱃나무를 한꺼번에 화목(樺木)으로 기록하고 있었으며, 이는 주로 자작나무로 만들어진 것으로 알려진 팔만대장경을 목재조직학적으로 조사한 결과 산 뱃나무가 대부분이었던 것에서도 확인된 바 있다.<sup>18)</sup>

## VI. 결론

충청남도 서산 부장리유적 5호 분구묘에서 출토된 금동관모의 보존처리 과정 중 과학적

18) 박상진, 1999, 『다시 보는 팔만대장경이야기』

분석을 통하여 제작기법을 규명하였다.

금동관모는 발굴현장에서부터 응급조치 후 가능한 많은 정보를 유지하기 위하여 우레탄 폼으로 충전하여 수습하고, 실험실에 옮겨 보존처리를 실시하였다. 발굴당시 금동관모는 흙으로 덮혀 있었고, 흙 아래는 검은색의 섬유질 혼합 층이 존재하였으며, 그 아래에 금동관모가 있었다. 이러한 금동관모는 보존처리 과정 중 국내 최초로 백제관모의 제작기법(착용방법, 부장상태)에 대한 추정이 가능하게 되었다.

방사선촬영으로 확인하기 어려운 부분은 CT를 이용하여 관모의 두께, 위치 및 이미지를 재구성하여 흙 속에 파묻혀 보이지 않는 부분의 형태를 파악하는 등 여러 각도에서 관모를 분석하고, 이물질 제거 작업을 쉽게 할 수 있었다.

부장리 관모는 수촌리 관모와 같은 형태의 앞뒷면에 입식이 있고, 전체적으로 다양한 봉황문양이 투조되어 있다. 특히 수촌리, 입점리, 안동고분 관모와는 달리 육각형의 도안이 기본이다. 육각형 도안(귀갑문)은 전 세계적으로 분포되어 있으나, 중국은 4세기 후반부터 중요 도안으로 애용 된다. 백제는 6세기 초 무령왕릉의 환두대도나 금동식리에서 확인되었지만, 한성시기 유물에서는 확인된 바 없었다. 학계에서는 이 도안이 신라나 가야, 왜로도 전파되었을 것으로 추정하고 있다.

금동관모는 백화수피층의 둘레로 직물구조층과 금속층이 존재하는데, 백화수피층과 금속층이 직접 맞는 것을 피하기 위하여 직물구조층이 사용된 것으로 추정된다. 그리고 직물층은 마섬유를 이용하여 모두 평직으로 짜고 한 겹으로 되어 있으며, 백화수피의 수종은 자작나무껍질을 15겹으로 접합하였다. 백화수피의 발견은 백제 지역에서 최초이고, 신라 천마총의 장니(障泥), 금관총 금관 등에서 확인된 바 있다. 향후 신라와 백제의 교류관계, 혹은 백제와 북방의 교류관계를 이해할 수 있는 중요한 단서가 될 것이다.

결론적으로 부장리 관모는 동판에 육각형의 기본 도안과 다양한 봉황문양, 파상열점 문양을 투조(透彫)나 새김방법으로 조각하여 성형하고, 아말감도금을 실시한 다음 각각의 판을 조립하여 제작하였다.

## 참고문헌

- 권영숙, 2000, 「신라시대 천마총 출토 직물의 유형과 특성」, 『복식』 제50권 7호, 한국복식학회
- 김성범·정광용 역, 2000, 『문화재보존과학개설』, 서경문화사
- 박상진, 1999, 『다시 보는 팔만대장경이야기』
- 朴赫基 譯, 1982, 『X線과 SOFTEX寫眞』, 創又社
- 이한상, 2004, 『황금의 나라 신라』, 김영사
- 李浩官, 1997, 『韓國의 金屬工藝』, 文藝出版社
- 이훈, 2006, 「백제 금동관모의 구조와 특징」 충남역사문화원 미발표 논문
- 정광용, 2005, 『문화유적보존개설』, 한국전통문화학교
- 충청남도역사문화원, 2005, 「瑞山 富長里遺蹟 概略報告」
- 요시미즈 츠네오, 2002, 『로마 문화왕국, 신라』, 씨앗을 뿌리는 사람
- 히라오 요시미즈 편저, 2001, 『문화재를 연구하는 과학의 눈』, 학연문화사
- Gunter Petzow, 1978, 'Metallographic Etching', *American Society for Metals*

## Abstract

### **Manufacturing Techniques of a Baekje Gilt -Bronze Cap from Bujang-ri Site in Seosan**

Chung, Kwang Yong / Lee, Su Hee / Kim, Gyongtaek

At the Bujang-ri Site, Seosan, South Chungcheong Province, around 220 archaeological features, including semi-subterranean houses and pits of Bronze Age and semi-subterranean houses, pits, and burials of Baekje period had been identified and investigated. In Particular, mound burial No. 5 of 13 Baekje mound burials, yielding a gilt-bronze cap along with other valuable artifacts drew international scholarly attention. The gilt-bronze cap from the mound burial No. 5 is a significant archaeological data not only in the study of Baekje archaeology but also in the study of international affairs and exchange at that time.

At the time of exposure, the gilt-bronze cap was already broken into a number of pieces and seriously damaged by corrosion, and hardening and urethane foam were necessary in the process of collecting its pieces. Ahead of main conservational treatments on the cap, X-rayphotograph and CT (computerized tomography) were taken in order to examine interior structure of the cap and to decide appropriate treatments.

In the five layers identified in the profile of cap, a textile layer was set between a metal layer and a layer of bark of paper birch for avoiding direct contact of the metal and the bark of paper birch. Analyses were executed for examining a textile layer and a layer of fibroid material. According to microscopic analysis, while the textile layer consisted of the simplest plain

fabric with one fold among three kinds of textile structures, the layer of fibroid material was mixed with two or three kinds of fibers. A comparative analysis with standard sample using FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) announced that both textiles and fabrics were hemp. Analysis of kind of the paper birch resulted in barks of paper birch with 15 fold.

A metallographic microscope, SEM, and WDS were used for the analysis of microscopic structures of plated metal pieces. While amalgam plating was treated as a plating method, the thickness of the plated layer, a barometer of plating technique, was ranged from 1.72 $\mu$ m to 8.67 $\mu$ m. The degree of purity of gold (Au) used in plating was 98% in average, and less than 1% of silver (Ag) was included.

Keywords: Bujang-ri, Backje, Gilt-Bronze Cap, Conservation Science, Manufacturing Techniques