

# 과학적 분석방법을 이용한 무령왕릉 목관재의 옷칠 기법 연구

김수철<sup>1</sup> | 이광희\* | 강형태 | 신성필\*\* | 한민수\*\*\*

국립중앙박물관 보존과학팀, \*영남문화재연구원 보존과학팀,  
\*\*국립공주박물관 보존과학실, \*\*\*국립문화재연구소 보존과학연구실

## Lacquer Manufacturing Method for the Wooden Coffins of King Muryeong's Tomb based on the Scientific Analysis

Soo-chul, Kim<sup>1</sup> | Gwang-hee Lee\* | Hyung-tae Kang | Seong-phil Shin\*\* | Min-soo Han\*\*\*

Conservation Science Team, The National Museum of Korea, Seoul, 140-026, Korea

\*Conservation Team, YeongNam Institute of Cultural Properties, 718-912, Korea

\*\*Conservation Science Lab, Gongju National Museum, Gongju, 314-020, Korea

\*\*\*Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon, 305-380, Korea

<sup>1</sup>Corresponding Author: oldforest@korea.kr, +82-2-2077-9430

**초록** 무령왕릉 출토 목관재 6점의 칠도막 편에 대하여 광학 현미경 관찰, 적외선 분광분석 및 SEM-EDS 분석을 실시하였다. 목관재에 도장된 옷칠 기법은 크게 네 가지 방법으로 분류되었다. 목재 표면에 그을음(미립자의 흑색 안료)을 혼합한 흑색 안료층이 밀층으로 존재하면서 그 위로 칠이 1회(그룹 II) 도장된 것과 3회(그룹 I) 도장된 것, 흑색 안료층이 존재하지 않으면서 칠 도장이 1회(그룹 IV)와 2회(그룹 III) 되어있는 것으로 분류되었다. 이는 목관의 제작기법과 부재의 결구 방법을 밝히는데 좋은 정보가 될 것으로 생각된다. 적외선 분광분석을 통해 무령왕릉 칠도막은 자외선에 의한 열화 요인이 적은 것으로 나타났다. 이는 이동이 어려운 목관의 크기와 무덤이라는 매장 환경 등에 기인한 결과로 보인다. 또한 SEM-EDS 분석결과 현재까지 고대 칠분석에서 보고된 바 없는 Ca, Fe, Cu의 성분이 확인되어 의미가 있다.

**중심어:** 무령왕릉, 목관재, 칠, 금송, 칠 기법, 흑색 안료층, 옷칠

**ABSTRACT** We conducted optical microscopy, infra-red spectroscopy and SEM-EDS analysis of the lacquer layers on the wooden coffins excavated from King Muryeong's Tomb. We found four varnishing methods according to the sub-materials of lacquer layers: The lacquer of wooden coffins with black paint layer on the surface were classified with two groups; single layer and three layers. The lacquer of wooden coffins without black paint layer on the surface were classified with two groups; single layer and two layers. IR spectra of the laquer were same as those of the oriental lacquer. The SEM-EDS analysis showed that the lacquer layers were mixed with iron, copper and calcium.

**Key Words:** King Muryeong's tomb, Wooden coffin, Lacquer, Black paints layer, Number of layers

### 1. 서 론

현재 한반도에 출토된 가장 오래된 칠의 흔적은 기원전

3세기 유적으로 추정되는 충남 아산 남성리 석관묘에서 출토된 칠편이다. 아산 남성리 유적 출토 칠기는 낙랑이 한반도에 설치되기 이전 청동기 시대에 도입된 것으로 낙랑고

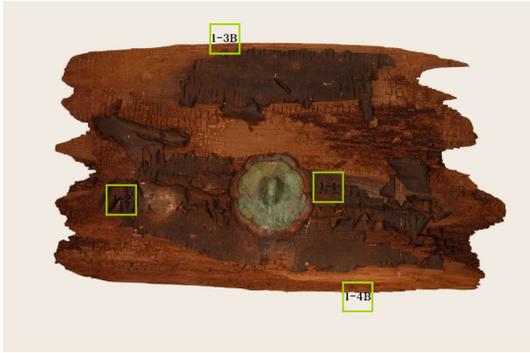


Figure 1. Wooden coffin 1.

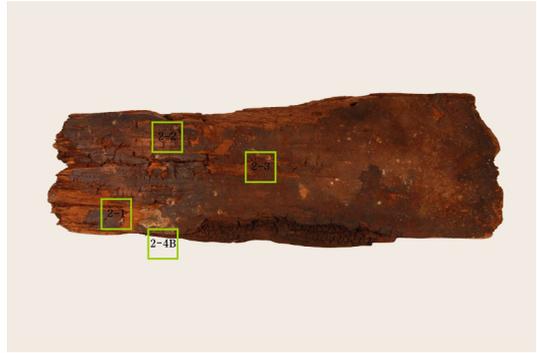


Figure 2. Wooden coffin 2.

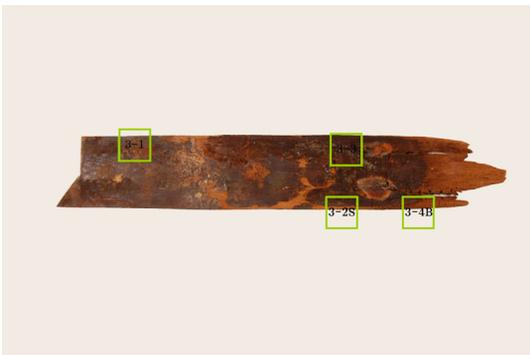


Figure 3. Wooden coffin 3.

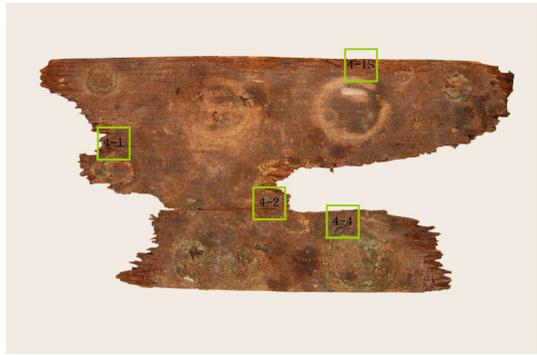


Figure 4. Wooden coffin 4.



Figure 5. Wooden coffin 5.



Figure 6. Wooden coffin 6.

분에서 출토된 상당수의 한대 철기의 분석 결과 남성리 유적 석관묘에서 출토된 칠편과는 다른 성분으로 밝혀져 당시 한반도의 칠기법이 독자적인 기법이었음을 보여 준다<sup>1</sup>. 한반도 내 평양 부근에 형성된 한사군의 하나인 낙랑(B.C. 108년~A.D. 313년) 고분군 등에서 이배 등을 포함한 다량의 칠기들이 출토되었다<sup>2</sup>. 이 밖에도 전남 함평군 나산면 초포리 등에서 옷칠의 흔적이 발견된 바 있고 경남 창원시

다호리 유적과 전남 광주 신창동 유적에서 다량의 칠기 유물이 출토되어 초기 철기시대(B.C. 2세기 후반~A.D. 1세기 경)의 칠 문화의 일부를 확인할 수 있다<sup>3,4</sup>. 삼국시대의 고구려는 양질의 옷 생산이 가능한 유리한 지리적 조건을 가졌음에도 불구하고 도굴되기 쉬운 무덤의 축조양식으로 인해 아쉽게도 무용총, 각저총 등의 생활풍속 고분벽화에서만 그 수준을 확인하고 있다. 신라는 천마총, 황남대총, 호우

**Table 1.** Microscopic observation for the lacquer samples of the wooden coffin of King Muryeong's Tomb (B:back, S:side).

No.	Sampling Relic	No.	Sampling Relic
1-1	Wooden coffin 1	1-2	Wooden coffin 1
1-3B	Wooden coffin 1	1-4B	Wooden coffin 1
2-1	Wooden coffin 2	2-2	Wooden coffin 2
2-3	Wooden coffin 2	2-4B	Wooden coffin 2
3-1	Wooden coffin 3	3-2S	Wooden coffin 3
3-3	Wooden coffin 3	3-4B	Wooden coffin 3
4-1S	Wooden coffin 4	4-2	Wooden coffin 4
4-3	Wooden coffin 4	4-4	Wooden coffin 4
5-1	Wooden coffin 5	5-2B	Wooden coffin 5
6-1	Wooden coffin 6	6-2B	Wooden coffin 6
Total		20 units	

**Table 2.** Samples for the infrared spectroscopic analysis (FT-IR) of lacquers of the wooden coffin of King Muryeong's Tomb.

No.	Sampling Relic	No.	Sampling Relic
1-1	Wooden coffin 1	5-1	Wooden coffin 5

**Table 3.** Samples for SEM-EDS analysis of lacquers of the wooden coffin of King Muryeong's Tomb.

No.	Sampling Relic	No.	Sampling Relic
2-1	Wooden coffin 2	5-1	Wooden coffin 5

총 등에서 다량의 칠기가 발견되었다<sup>5</sup>. 통일신라 안압지 유적에서 출토된 3만 여점의 유물에서는 생활 용기로서의 칠기들이 발견되면서 안개 속에 가려져 있던 고려시대 이전의 칠기 문화에 대한 자료들이 조금씩 밝혀지고 있다. 백제의 칠문화는 옷칠이 도장 되어 있는 다양한 유물이 출토된 무령왕릉을 통해 알아볼 수 있다.

무령왕릉은 충청남도 공주시 금성동(송산리)에 위치해 있으며 백제 제25대 왕인 무령왕(A.D. 462년~523년)의 무덤이다. 벽돌무덤으로 직경 약 20m의 원형구조이며 남북 길이 4.2m이고 동서너비 2.72m, 높이 2.93m이다. 내부는 크게 연도부분과 묘실부분으로 나누어져 있으며 묘실의 동쪽에는 왕이, 서쪽에는 왕비가 옷칠된 목관에 각기 안치되었다. 목관 표면에는 화형의 금은제 장식이 되어 있었으며 옷칠이 되어 있는 목관과 두침, 족작 이외에도 다양한 목제품이 1971년 수많은 유물과 함께 출토되었다. 하지만 발굴 당시의 상황적 어려움으로 인해 목제유물은 일부분만이 보존 처리되어 현재까지 조사연구가 미흡한 상황이다. 현재까지 이루어진 연구 결과, 목관재와 왕 두침의 옷칠 기법 및 수종 분석을 통해 생칠의 사용과 왕 두침에 주목(*Taxus*

*cuspidata*)이 사용된 것이 보고되어 있으며<sup>6,7</sup>, 이후 이루어진 목관재의 수종 및 칠도막 조사에서 목관이 일본 특산 수종인 금송(*Sciadopitys verticillata*)으로 제작되었고 칠에 흑색 안료를 혼합한 흑칠이 사용된 것을 확인하였다<sup>8</sup>.

따라서 이번 연구에서는 앞선 자료들과 함께 무령왕릉 출토 목관재에 도장된 칠의 광학 현미경 관찰, 적외선분광 분석(FT-IR) 및 SEM-EDS 분석을 실시하여 그 기법을 밝히고 유물의 자외선 열화 정도를 확인하여 무령왕릉 목관 복원 및 유물 보관을 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

## 2. 분석대상

무령왕릉 출토 목제유물 중 낙우송과(Taxodiaceae) 금송(*Sciadopitys verticillata* SIEB. et Zucc.)으로 확인된<sup>8</sup> 목관재 및 관련 부재, 6점에 대하여 분석을 실시하였다. 각 부재의 앞, 뒷면에서 탈락된 편을 선별하여 총 20점을 대상으로 하였다(Figure 1~6), (Table 1). 현미경 관찰을 통하여 분류된 그룹 중에서 왕의 관의 부재인 목관재 1과 5의 앞, 뒷면에 대하여 적외선 분광분석을 실시하였고(Table 2), 목관재 2와 목관의 단측판 부재인 목관재 5, 2점 대하여 SEM-EDS 분석을 실시하였다(Table 3). 분석대상인 목관재 1과 5는 왕의 관 단측판 부재이며 목관재 2와 6은 왕비 관의 단측판 부재이다. 목관재 4는 표면 흔적 및 형태를 통해 제대로 사용되었을 것으로 보는 견해가 일반적이며<sup>9</sup> 기타 부재는 정확한 위치가 불명명하다.

## 3. 분석방법

### 3.1. 현미경 관찰

선별된 칠편을 실체현미경하에서 섬유방향을 확인한 다음 지름 15mm 실리콘 고정틀에 섬유방향으로 임시 고정시켰다. 그리고 고정틀에 에폭시 수지(Epofix Resin과 Epofix hardener)를 혼합하여 부은 후 수지내 기포를 완전 제거하기 위해 2~3회 감압 탈기하여 실온에서 24시간 동안 완전 경화시켰다. 경화된 에폭시 마운트를 텅스텐 날을 장착한 마이크로-톰(LEICA RM2165)에 고정시켜 8~10 $\mu$ m의 박편으로 제작하였다. 이와 같이 제작된 박편을 30 $\times$ 40mm 크기의 슬라이드글라스에 올린 후 퍼마운트로 봉입하여 커버글라스로 덮었다. 이것을 집게로 고정한 후 50 $^{\circ}$ C의 열풍건조기에서 건조하여 현미경 관찰용 칠도막 영구 프레파라트를 제작하였으며, 투과광 및 편광현미경하에서 칠도막을 관찰하고 사진 촬영을 실시하였다.

### 3.2. 적외선분광분석(FT-IR)

선별된 칠편을 초음파세척기를 이용해 약 40℃에서 증류수로 세척한 후 흡수지 사이에 끼워 유리판으로 고정시킨 다음 60℃의 건조기에서 서서히 건조시켰다. 이물질 제거한 칠편을 마이크로스코프가 장착된 적외선 분광분석기(Nicolet 6700w/Continuum ATR모드 - IR Source: Evergro IR Source, Beamsplitter: KBr, Detector: MCT-A)를 사용하여 분석하였다.

분석조건은 Number of sample scans 128, Number of background scans 64, resolution 8.0cm<sup>-1</sup>으로 setting하여 4000~500cm<sup>-1</sup>의 파수 범위에서 측정하였다.

### 3.3. SEM-EDS 분석

목관재 2와 5에서 탈락된 칠편을 대상으로 분석을 실시

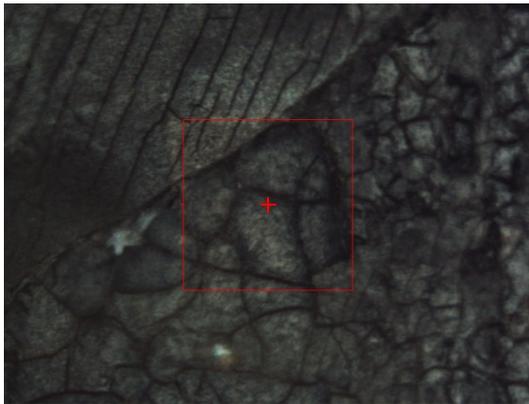


Figure 7. Sample 1-1 analysis point 1.

하였다. 에폭시 마운트에 고정된 칠도막의 단면을 연마기 (Struers LaboPol-5)를 사용하여 연마하였다. 연마는 #1,500의 연마포로 1차 연마작업 후 #2,400과 #4,000을 차례로 연마하였다. 칠이 고정된 단면이 평활하게 되도록 연마한 다음 최종적으로 3μm와 1μm의 가루 연마제를 사용하여 단면을 연마하였다. 칠단면에 부착된 이물질 등을 제거하기 위해 증류수가 담긴 초음파세척기에 넣고 10여 분 간 용액을 3회 교체하면서 이물질을 제거한 후 분석하였다. 분석기기는 JEOL사의 JSM-5910LV를 사용하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1. 현미경 관찰

현미경 관찰 결과 목관재의 칠편은 칠단면층의 형태에 따라 크게 4가지의 그룹으로 분류할 수 있었다(Table 4).

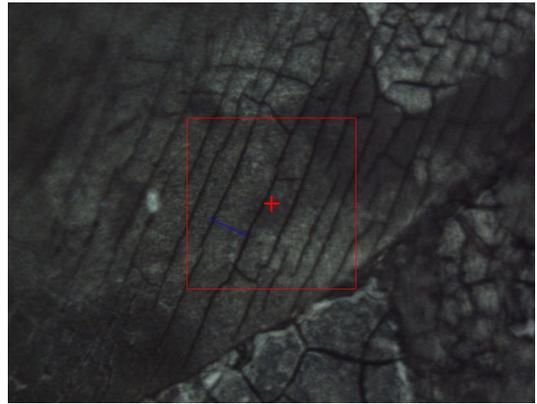


Figure 8. Sample 1-1 analysis point 2.

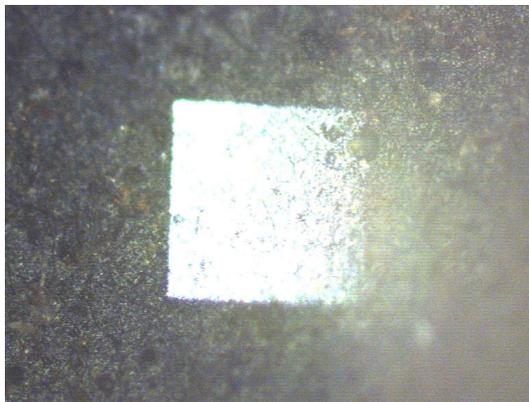


Figure 9. Sample 5-1 analysis point 1.

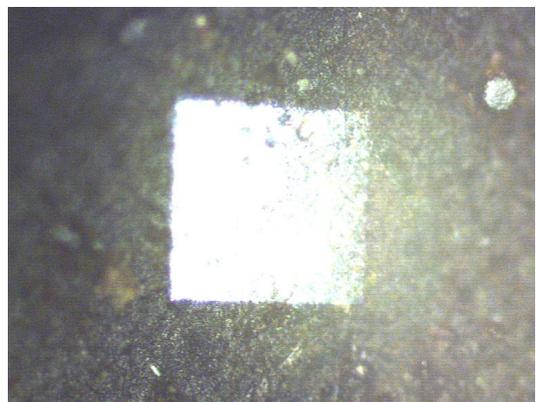


Figure 10. Sample 5-1 analysis point 2.

그룹 I 은 1-1, 1-2, 5-2B로 구성된다. 전체적으로 황갈색을 띠며 전체 칠층의 두께는 50~70 $\mu$ m이다. 밑층 아래의 목재조직으로 칠이 스며들어 있으며, 밑층은 아주 미세한 흑색 안료가 고르게 분포하여 하나의 층(B1)을 이루고 있다. 그리고 그 위로 3개의 칠층이 존재한다. 그 중 아래층(L1)은 어두운 갈색을 띠고 중간층(L2)은 밝은 황갈색을 띤다. 흑색 안

료 입자는 아주 미세하므로 그늘음을 칠에 혼합하여 칠한 것으로 판단된다. 또한 상층(L3)의 경우 중간층을 연마를 한 후 그 위에 정제칠을 사용하여 칠한 것으로 보인다.

그룹 II는 1-3B, 1-4B, 4-1S, 4-3, 4-4, 6-1로 구성된다. 전체적으로 황갈색을 띠며 전체 칠층의 두께는 40~80 $\mu$ m이다. 밑층 아래의 목재조직으로 칠이 스며든 것이 보이고 밑

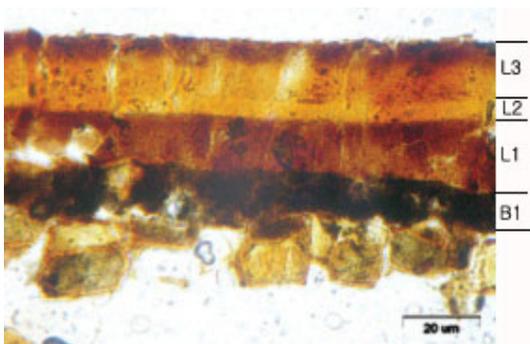


Figure 11. Microphotograph of sample 1-1.



Figure 12. Microphotograph of sample 1-2.

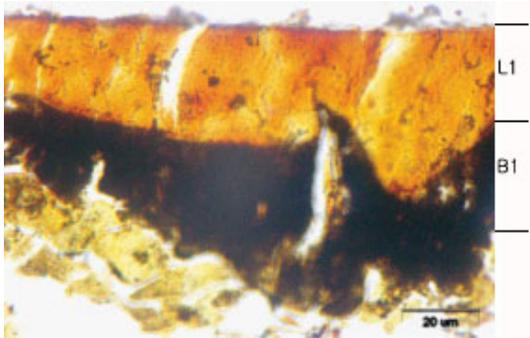


Figure 13. Microphotograph of sample 1-3B.

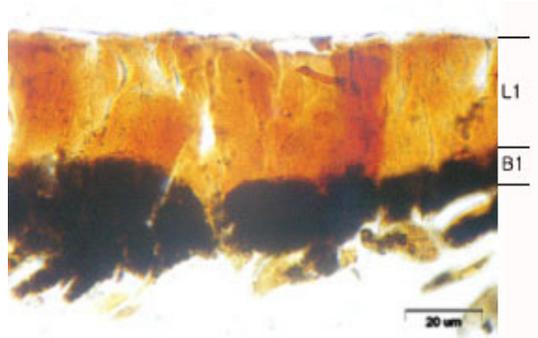


Figure 14. Microphotograph of sample 1-4B.

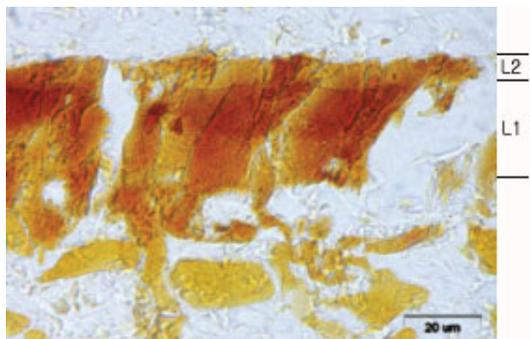


Figure 15. Microphotograph of sample 2-1.

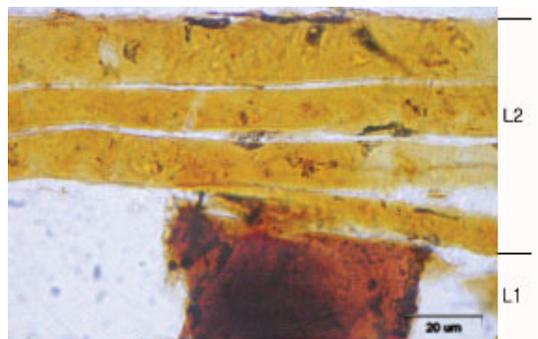


Figure 16. Microphotograph of sample 2-2.

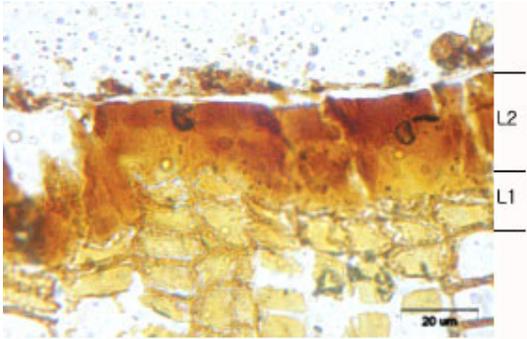


Figure 17. Microphotograph of sample 2-3.



Figure 18. Microphotograph of sample 2-4B.

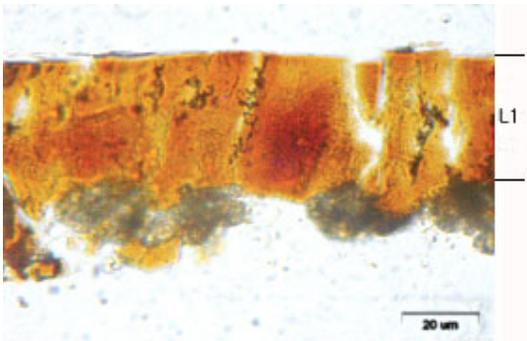


Figure 19. Microphotograph of sample 3-1.

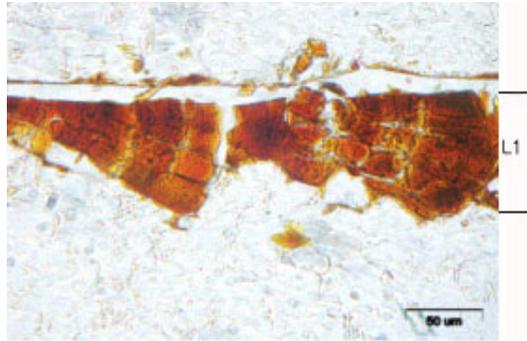


Figure 20. Microphotograph of sample 3-2S.



Figure 21. Microphotograph of sample 3-3.

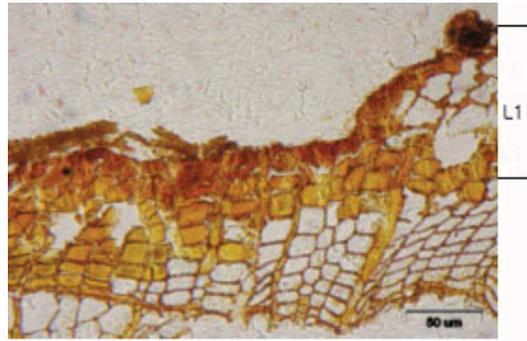


Figure 22. Microphotograph of sample 3-4B.

층은 아주 작은 흑색 안료가 고르게 분포하여 하나의 층(B1)을 이루고 있다. 그 위는 그룹 I 과 달리 두께의 차이는 있지만 대부분 두꺼운 하나의 적갈색 층(L1)으로 이루어져 있다.

그룹 III은 2-1, 2-2, 2-3, 2-4B로 구성된다. 전체적으로 황적갈색을 띠며 칠층의 두께는 20~50 $\mu\text{m}$ 이다. 목재조직에

칠이 스며든 것이 보이고 흑색 안료를 포함한 밀층은 확인되지 않았으며 2개의 층(L1-L2)으로 이루어져 있다.

그룹 IV는 3-1, 3-2S, 3-3, 3-4B로 구성된다. 전체적으로 황적갈색을 띠며 칠층의 두께는 20~40 $\mu\text{m}$ 이다. 목재조직에 칠이 스며든 것이 보이고 흑색 안료를 포함한 밀층은 확인되지 않았으며 1개의 층(L1)으로 이루어져 있다.

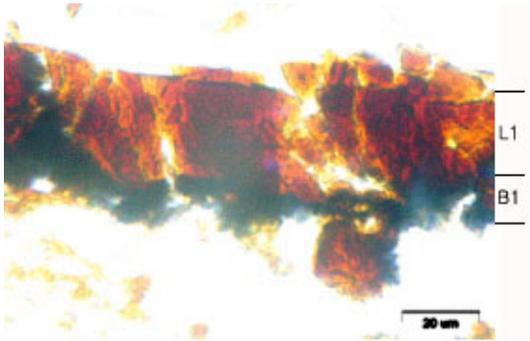


Figure 23. Microphotograph of sample 4-1S.

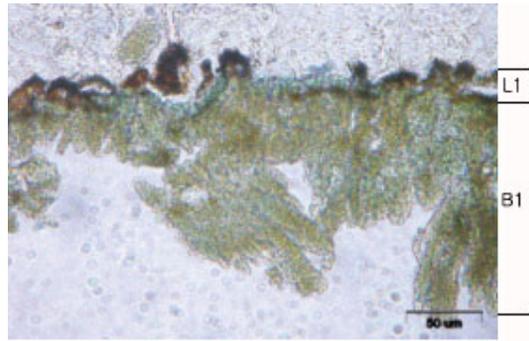


Figure 24. Microphotograph of sample 4-2.

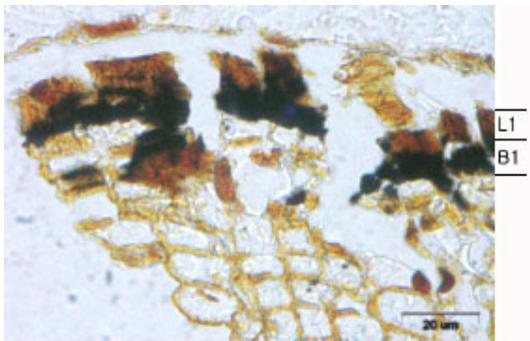


Figure 25. Microphotograph of sample 4-3.

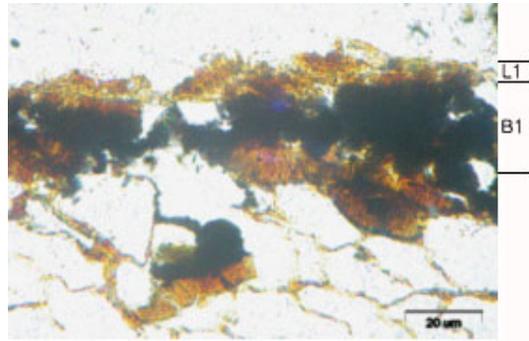


Figure 26. Microphotograph of sample 4-4.

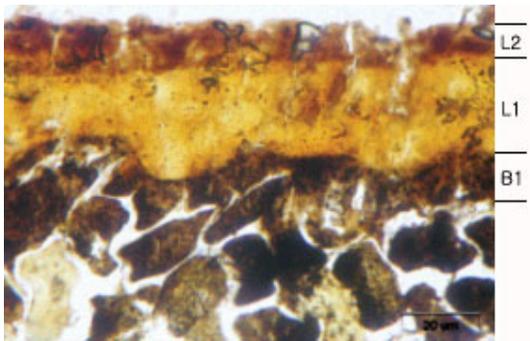


Figure 27. Microphotograph of sample 5-1.

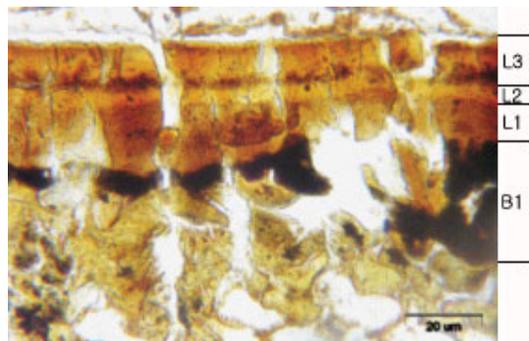


Figure 28. Microphotograph of sample 5-2B.

그룹에 속하지 않는 시료 중 5-1과 6-2B는 그룹 I 과 비슷하지만 칠층의 개수에서는 차이가 있으며 4-2는 그룹 II 와 유사하나 녹색층(L1)이 존재한다.

분석 대상 중 목관재 1, 4, 5, 6은 목재 표면에 흑색 안료인 그늘음을 옷칠과 혼합하여 칠한 후 그 위에 옷칠을 여러 번 칠한 것으로 확인되었다. 따라서 관고리가 부착된 목관

재 1을 비롯한 나머지 목관재 5와 6도 관재에 사용된 부재로 판단된다. 그러나 목관재 2와 3은 흑색 안료층이 관찰되지 않으며 목재 표면에 직접 옷칠을 여러 번 칠한 것으로서 관재 및 기타 유물에 다른 형태의 부재로 사용되었을 가능성을 가진다.

흑색 안료층 유무 뿐 만 아니라 이번 분석에서는 그 위

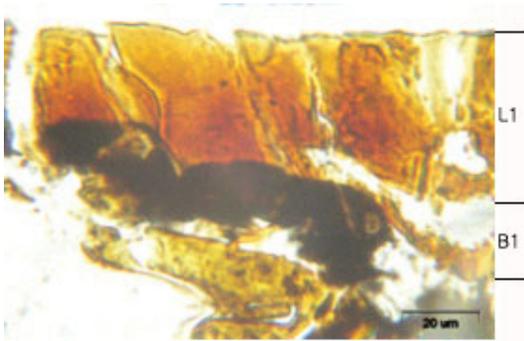


Figure 29. Microphotograph of sample 6-1.

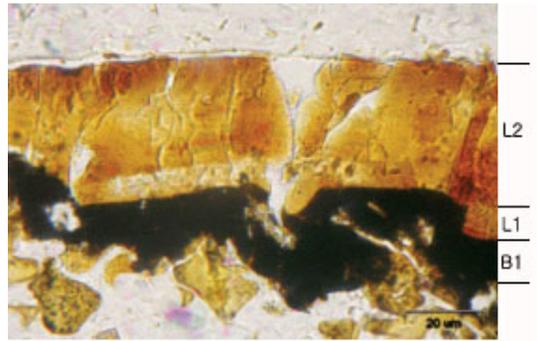


Figure 30. Microphotograph of sample 6-2B.

Table 4. Features and classifications of lacquer layers through the microscopic observation.

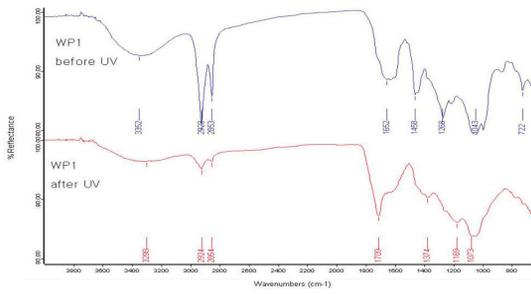
No.	Special features	Number of layer	Classification
1-1	black paints layer, 3 lacquer layers	4	I
1-2	black paints layer, 3 lacquer layers	4	I
1-3B	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
1-4B	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
2-1	2 lacquer layers	2	III
2-2	2 lacquer layers	2	III
2-3	2 lacquer layers	2	III
2-4B	2 lacquer layers	2	III
3-1	1 lacquer layer	1	IV
3-2S	1 lacquer layer	1	IV
3-3	1 lacquer layer	1	IV
3-4B	1 lacquer layer	1	IV
4-1S	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
4-2	green paints layer, 1 lacquer layer	2	-
4-3	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
4-4	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
5-1	black paints layer, 2 lacquer layers	3	-
5-2B	black paints layer, 3 lacquer layers	4	I
6-1	black paints layer, 1 lacquer layer	2	II
6-2B	black paints layer, 2 lacquer layers	3	-

에 도장된 칠의 횟수에 따른 두 가지 분류 방법이 확인되었다. 관고리가 부착된 목관재 1의 경우 목관재 바깥쪽(앞면)과 안쪽(뒷면) 부분의 옷칠 횟수가 다르며, 앞면의 경우 4회 이상 칠을 하였으며 뒷면은 2회만 칠이 되어져 있다. 목관재 측판인 5와 6의 경우는 금등으로 된 압병 같은 작은 못이 박혀 있거나 관정의 흔적이 있는 면이 2개의 칠층으로 구분되어지는 반면 반대쪽 면은 4개의 칠층으로 구분되었다. 목관재 1의 경우로 미루어 볼 때, 칠이 여러 번 칠해진 면이 바깥쪽으로 판단되며 목관재 측판 5와 6은 관정이 박혔던 면이 안쪽 면으로 구분되어 내부에 어떠한 장식이 된

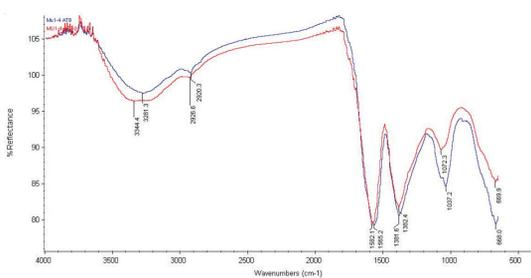
것으로 추정된다. 본 연구는 무령왕릉에서 출토된 목관 부재 중 일부만을 대상으로 한 것으로 향후 나머지 목관재에 대한 전체적인 조사가 이루어진다면 목관 부재의 정확한 위치와 바른 면을 확인할 수 있을 것이다.

#### 4.2. 적외선분광분석

옷칠은 다른 유기물에 비해 주변 환경에 관한 뛰어난 내구성을 가지고 있어 그 성질을 쉽게 잃지 않으므로 오랜 시간이 지나더라도 그 흔적을 가지고 있는 경우가 많다. 하지



**Figure 31.** IR spectra of WP1(natural lacquer coated 3times) before and after UV radiation.

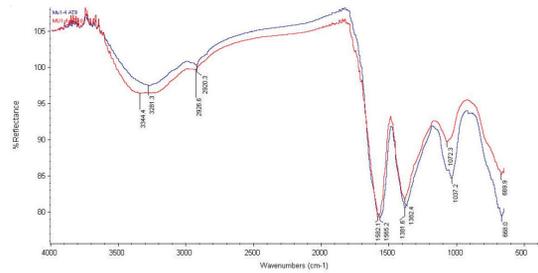


**Figure 33.** IR spectra of sample 5-1.

만 자외선에 의한 열화에는 취약하여 실외용 기물의 도로로서는 제한을 받아왔다. 앞서 무령왕릉 칠도막은 적외선 분광분석에 의해 표준 칠편과 대조하여 옷칠임이 확인되었으므로<sup>10</sup> 본 연구에서는 적외선 분광분석을 통해 무령왕릉 목관재의 칠도막에 대한 자외선 열화 진행여부를 알아보고자 하였다. 이에 앞서 표준 옷칠도막(원주산 생칠)인 WP1의 자외선 열화 전·후의 비교 스펙트럼 관찰을 통해 자외선에 의해 어떠한 변화가 나타나는지 알아보았다(Figure 32).

옷칠도막은 자외선에 의해 열화 됨에 따라 3600~3300cm<sup>-1</sup>의 넓은 파장범위에서 나타나는 -OH와 우루시올의 불포화된 결사슬에서 나타나는 3030~2800cm<sup>-1</sup>사이의 -CH<sub>3</sub>-, -CH<sub>2</sub>- 그룹 및 1680~1620cm<sup>-1</sup> 사이의 퀴논(Quinone) 그룹의 흡수 피크가 감소된다고 한다<sup>11</sup>. 뿐만 아니라 자외선에 의한 측쇄의 산화는 습도가 높은 만큼 빠르게 일어난다<sup>12</sup>. 반대로 자외선에 의해 열화된 칠편은 1700cm<sup>-1</sup>대의 흡수가 증가하며 CH<sub>2</sub>의 deformation에 의해 나타나는 1460cm<sup>-1</sup>의 흡수 밴드가 1300cm<sup>-1</sup>대로 이동하고, 1200cm<sup>-1</sup>대의 흡수 또한 완만해지는 경향성을 보였다(Figure 31).

무령왕릉 출토 목관재에서 이탈된 칠도막 편 1-1에서 현미경상 다른 형태의 균열을 보이는 두 지점을 선정하여 각각 ATR 모드로 측정하였다. 두 스펙트럼(Figure 32)은 상



**Figure 32.** IR spectra of sample 1-1.

당히 유사한 형태를 가지며 Peak에서의 큰 차이는 보이고 있지 않았다. 두 스펙트럼 모두 3600~3200cm<sup>-1</sup>에서 페놀성 수산기(-OH)에 기인하는 넓은 흡수대를 형성하며 1100~1000cm<sup>-1</sup>부근에서도 -OH 굽힘 진동에 의한 흡수를 함께 볼 수 있다. 또한 우루시올의 불포화 측쇄에서 나타나는 메틸렌기(C-H)의 신축진동에 기인한 흡수가 2920cm<sup>-1</sup>대에서 확인된다. 그리고 1680~1620cm<sup>-1</sup>에서 확인되는 quinone group에 의한 흡수는 거의 소멸되었으며, 1600~1530cm<sup>-1</sup>과 1390~1300cm<sup>-1</sup>에서 Nitro(N-O)그룹에 의한 2개의 큰 흡수가 나타나고 ether 그룹에 의한 1000cm<sup>-1</sup>대의 흡수 피크도 확인된다.

무령왕릉 출토 목관재의 측면에서 이탈된 칠도막 편 5-1의 두 지점을 분석한 IR 스펙트럼을 함께 나타내었다(Figure 33). 두 스펙트럼 모두 3280cm<sup>-1</sup>부근에서 R'C-OH group에 기인하는 넓은 흡수대가 나타나고, 2800cm<sup>-1</sup>과 3030cm<sup>-1</sup>사이인 2922cm<sup>-1</sup>과 2850cm<sup>-1</sup>부근에서 우루시올의 측쇄가 가지는 메틸렌기의 C-H 신축진동에 기인하는 예리한 흡수가 관찰된다. 그리고 1650~1450cm<sup>-1</sup> 영역에서는 두 개의 방향족 화합물의 흡수가 존재하는데 산화효소에 의한 우루시올의 경화로 생기는 1680cm<sup>-1</sup>~1620cm<sup>-1</sup>사이의 O-benzoquinone group의 피크와 C=C 신축진동에 의한 것으로 생각된다. 또한 1380cm<sup>-1</sup>에서도 C-H 의한 흡수가 확인되었다.

앞서 자외선 열화에 의해 옷칠 도막은 3600~3300cm<sup>-1</sup>의 파장범위에서 나타나는 페놀성 수산기의 흡수와 우루시올의 불포화된 결사슬에서 나타나는 3030~2800cm<sup>-1</sup>사이의 -CH<sub>3</sub>-, -CH<sub>2</sub>- 그룹의 흡수가 확연하게 감소한다는 것을 확인하였다. 또한 1700cm<sup>-1</sup>대의 흡수가 증가하며 1460cm<sup>-1</sup>의 흡수 밴드가 1300cm<sup>-1</sup>대로 이동하고 1200cm<sup>-1</sup>대의 흡수 또한 완만해지는 경향을 보였다. 하지만 무령왕릉에서 출토된 목관재인 1-1과 5-1 칠편에서는 1700~1600cm<sup>-1</sup>영역에서 변화가 관찰되지 않았다. 따라서 이동이 힘든 목관의 크기와 그 당시의 장례의식, 무덤이라는 매장 및 보관 환경

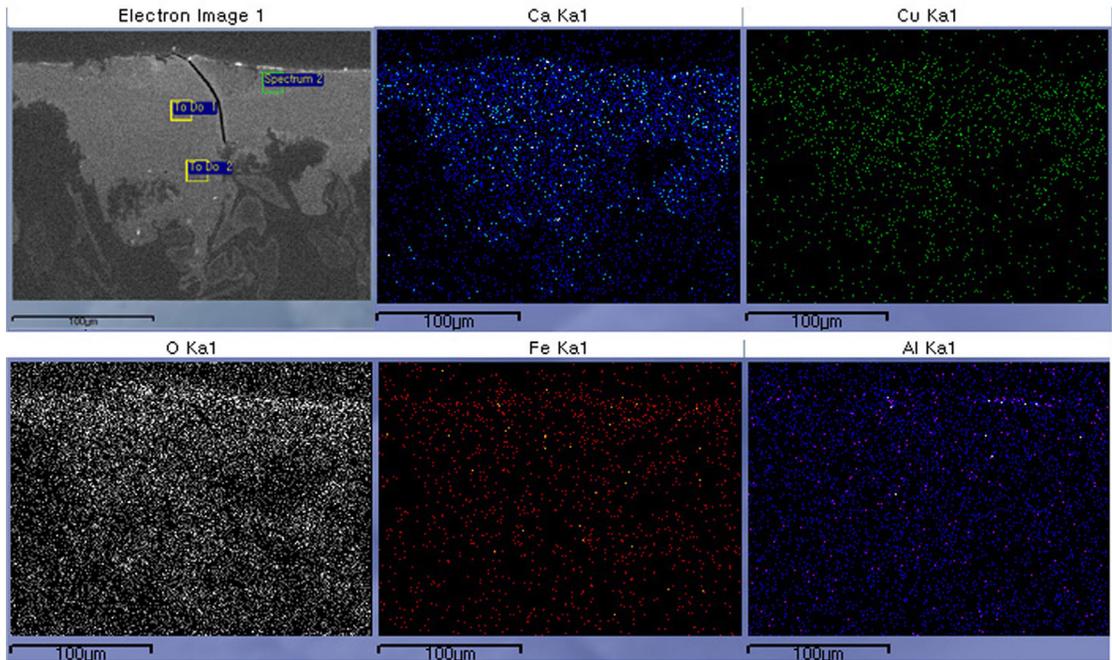


Figure 34. SEM-EDS analysis of the lacquer section of wooden coffin 2.

Table 5. Results of SEM-EDS analysis for the lacquer section of wooden coffin 2 and 5.

	Spectrum	C	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Cu	Sum
Wooden coffin 2 (2-1)	1	67.71	28.87	0.17	0.12	0.00	1.31	0.62	1.20	100.00
	2	67.70	28.30	0.17	0.20	0.01	1.64	0.16	1.83	100.00
	3	69.51	27.50	0.15	0.11	0.01	1.34	0.14	1.24	100.00
Wooden coffin 5 (5-1)	1	26.53	71.34	0.03	0.06	0.03	0.23	0.94	0.84	100.00
	2	26.65	71.57	0.02	0.04	0.04	0.25	0.62	0.81	100.00
	3	26.92	72.07	0.03	0.02	0.04	0.23	0.05	0.64	100.00

등의 요인으로 볼 때 자외선에 의한 열화 가능성이 적다고 생각되며 이러한 이유로 긴 시간동안 도막 전체의 붕괴를 지탱할 수 있었던 것으로 판단된다.

### 4.3. SEM-EDS 분석

SEM-EDS 분석결과 구리, 철, 칼슘의 성분이 균일하게 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 이 성분들은 토양 속에서 유입된 것으로 보기 보다는 인위적으로 옷칠에 구리(Cu), 철(Fe), 칼슘(Ca)성분을 혼합하여 칠한 것으로 판단된다(Figure 34, 35), (Table 5).

무령왕릉은 삼국시대 분묘 가운데 드물게 절대연대를 갖는 지석을 통해 피장자의 신원이 밝혀졌으며 도굴의 피해를 입지 않아 매장 당시의 모습을 확인시켜 주는 유적으로서 백제의 사회와 문화, 삼국의 관계를 밝히는데 기초적인 역할을 하며 발굴 이후 현재까지 고고학, 미술사 등의 다양한 분야에서 연구되어 왔다. 무령왕릉에서 출토된 유물 중 목관은 동아시아 묘제의 전통과 변화의 의미를 생각하는데 있어 적지 않은 정보를 제공해 줌에도 불구하고 그에 관한 연구 자료는 부족한 실정이다. 따라서 본 논고에서는 과학적인 분석 방법을 통해 무령왕릉 출토 목관재 중 일부 부재에 한하여 옷칠 기법에 관한 연구를 실시하였다.

분석된 목관재의 칠도막 현미경 관찰에서 확인된 칠 기법은 동일 관재에서도 앞, 뒷면에 따라 각각 다른 형태의

## 5. 결론

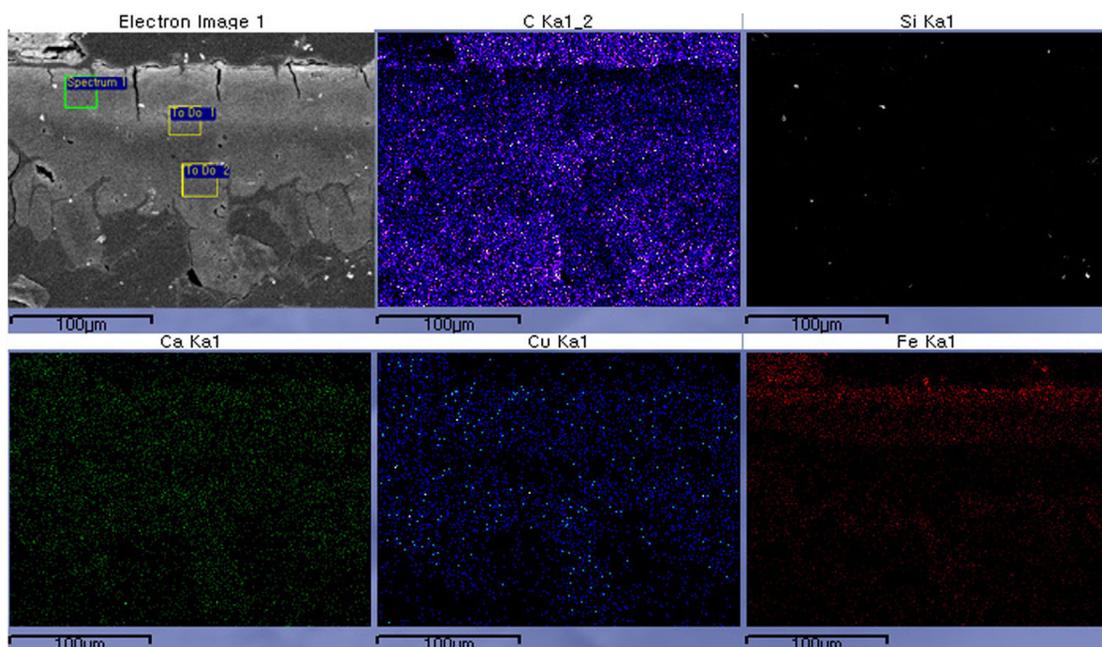


Figure 35. SEM-EDS analysis of the lacquer section of wooden coffin 5.

칠기법이 확인되어 크게 4가지 방법으로 분류할 수 있었다.

우선, 흑색 안료층 유무에 따른 두 가지 방법이다. 목관재 1, 4, 5, 6은 목질에 칠이 스며든 초칠층 위로 칠에 흑색 안료가 고르게 분포하는 층이 존재한다. 그리고 그 위에 다시 칠을 도장한 것으로 관고리가 부착된 목관재 1을 비롯하여 목관재 5와 6은 관재에 직접적으로 사용된 부재임을 알 수 있다. 여기에서 목관재 4의 경우는 관재의 두께 및 형태를 통해 제대로 사용되었을 것으로 보는 견해가 일반적이다. 목관재 2와 3은 흑색 안료층이 존재하지 않는다. 목재 표면에 직접 옷칠을 여러 번 도장한 것으로 옷칠만으로 검은빛을 띠는 특징을 가지며 흑색 안료층이 존재하는 관재와는 다른 용도로 사용되었을 가능성이 있다.

다음으로 옷칠 횡수에 따른 두 가지 방법의 분류가 있다. 관고리가 부착된 목관재 1을 통해 부재의 바깥쪽 면(앞면)이 관의 내부에 해당하는 안쪽 면(뒷면)보다 칠 도장 횡수가 많은 것을 확인하였다. 이는 다른 목관재 5, 6에서도 확인되어 그 당시에 관의 외부를 도장하는 것에 더 공을 들인 것으로 생각된다. 남아있는 목관재에 대한 전체적인 조사가 이루어진다면 목관 부재의 정확한 위치와 바른 면을 확인함으로써 관의 결구 방식에 관한 좋은 정보가 될 수 있을 것으로 보인다.

이번 무령왕릉 출토 목관재의 칠도막 관찰을 통해 칠 기

법이 흑색 안료층 유무에 따른 두 가지 방법과 칠 도장 횡수에 따른 두 가지 방법으로 크게 4가지의 기법으로 구분되어지는 것을 확인하였다. 이는 앞으로 목관재 부재의 위치와 관재의 용도를 구분할 수 있는 자료가 될 것으로 생각된다.

적외선 분광분석을 통해 인공 열화 시킨 표준 칠편을 조사하여 칠도막이 자외선 열화에 의해  $3600\sim 3300\text{cm}^{-1}$ 의 파장범위에서 나타나는 페놀성 수산기의 흡수와 우루시올의 불포화된 결사슬에서 나타나는  $3030\sim 2800\text{cm}^{-1}$ 사이의  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}_2-$  그룹의 흡수가 확연하게 감소한다는 것을 확인하였다. 또한  $1700\text{cm}^{-1}$ 대의 흡수가 증가하며  $1460\text{cm}^{-1}$ 의 흡수 밴드가  $1300\text{cm}^{-1}$ 대로 이동하고  $1200\text{cm}^{-1}$ 대의 흡수 또한 완만해지는 경향을 보였다. 그러나 무령왕릉 목관재의 칠도막에서는 이러한 현상이 확인되지 않아 이동이 어려운 목관의 크기와 무덤이라는 매장 환경 등의 요인으로 인해 자외선에 최소한의 영향을 받았을 것으로 보인다. 이러한 이유로 긴 시간 동안 도막 전체의 붕괴를 지탱할 수 있었던 것으로 판단된다.

SEM-EDS 분석 결과 국내에서는 처음으로 옷칠 층에서 Ca, Fe, Cu 성분이 확인되었다. 이들 성분은 현재까지 고대 칠분석에서 보고된 바 없으며 향후 더 많은 자료의 확보가 이루어진 다음에 설명이 필요하다고 생각된다. 최근 부여

능산리사지의 채색칠기에서 바탕칠을 X-선 형광분석기로 분석한 결과 Cu, Fe, Zn 성분을 확인한 바 있다<sup>13</sup>.

앞으로도 조사되지 못한 다른 목관 부재 및 기타 목재유물에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 예정으로 무령왕릉 목관의 형태 및 제작 기법 뿐 만 아니라 고고학적, 과학적 연구를 통해 유물 간의 연관성을 파악하여 백제의 묘제 연구에 알찬 자료가 되길 바란다.

### 참고문헌

1. 한병삼, 이진무, "남성리 석관묘". *국립박물관 고적조사 보고서*, **10**, (1997).
2. 이종석, "한국고대칠기 연구". 단국대학교 석사학위논문, (1983).
3. 조현종, 신상호, 선재명, 신경숙, "광주 신창동 저습지 유적(IV)". 국립광주박물관, (2002).
4. 이진무, 이영훈, 윤광진, 신대곤, "창원 다호리유적 발굴조사보고". 한국고고미술연구소, (1989).
5. 박영규, 김동우, "목칠공예 한국미의 재발견". **10**, 솔, 서울, (2005).
6. 이용희, 김경수, "무령왕릉 출토 옷칠 기법조사". *백제 사마왕-무령왕릉 발굴 그 후 30년의 발자취*, 국립공주박물관, p215-216, (2007).
7. 김수철, "무령왕릉 왕 두침 수종조사". *백제 사마왕-무령왕릉 발굴 그 후 30년의 발자취*, 국립공주박물관, p217-218, (2007).
8. 김수철, 이광희, 신성필, "무령왕릉 목관재 및 칠기의 수종과 칠 기법 연구". *무령왕릉출토유물분석보고서(III)*, 국립공주박물관, p202-231, (2007).
9. 윤태영, "武寧王陵 羨道部の復元". *東垣學術論文集*, **8**, 國立中央博物館 · 韓國考古美術研究所, p65-79, (2006).
10. 신성필, 김수철, 최기은, "무령왕릉 출토 목관재 실험 및 보존처리". *제24회 학술대회 발표 논문집*, 한국문화재보존과학회, (2006).
11. 김현경, 박미영, 유정아, 홍진후, "아크릴 모노머에 의해 개질된 옷칠의 표면 물성 및 경화 과정에 관한 연구". *Journal of the Korea Industry and Engineering Chemistry*, **12**, p444-448, (2001).
12. 見城敏子, "漆塗膜の硬化および劣化過程の赤外吸収スペクトル変化および漆工品保存に関する考察". *色材協会誌*, **46**, 色材協会, p420-428, (1973).
13. 김수철, 조석민, "부여 능산리사지 출토 칠기의 현미경 관찰". *백제중흥을 꿈꾸다-능산리사지*, 국립부여박물관, p236-249, (2010).