

심수륜묘 출토복식의 흰 결정 동정 및 생성 메카니즘 연구

이영은*·송미경*·함승욱**·고경신**·최석찬**

*경기도박물관, **중앙대학교 과학문화학과

A study on the identification and generation mechanism of
white crystals in excavated costume from Shim Su-Ryun's
tomb

Young Eun Lee*, Mi Kyung Song*,

Seung Wook Ham**, Kyoungshin Koh** and Seokchan Choi**

*Lab. of Conservation Science, Gyeonggi Provincial Museum, Yongin, 446-905, Korea

**Dept. of Science & Culture, Chung-Ang Univ. Seoul, 156-756, Korea

I. 서 론

심수륜(沈秀崙, 1534~1589)묘 출토복식은 2001년 9월 경기도 용인시 어비리에서 묘
이장 작업을 하던 중 발견된 것으로, 경기도박물관에 의해서 수습되었다. 수습된 유물
은 염습의 및 염습제구 46점으로 피장자의 생몰연대가 정확하고 보존상태가 양호하여
조선시대 중기 임진왜란 전의 반가의 남성복과 염습의를 알 수 있는 매우 귀중한 자
료로 평가되고 있다. 2001년 긴급보존처리와 2003년도 보수 및 보존처리를 완료하였
으며, 경기도박물관에서는 복식유물의 보존처리와 식물학 및 복식사적 고찰에 대한
연구 결과를 종합보고서로 엮어 발간한 바 있다.¹⁾

이번 연구에서 주목한 것은 출토 복식에서 관찰되는 흰 결정이다. 본 논문은 심수
륜묘 출토복식에서 관찰되는 흰 결정에 대하여 출토된 전체 식물류 중에서 용도와 직
물특성에 따른 흰 결정의 분포상황과 염습흔적과의 상관관계를 조사하였으며, 기존에
보고된 복식의 오염물질들과 비교 조사하였다. 또한 화학성분 및 광물적 특성조사를
통해 결정을 동정하였으며, 이를 통해 회곽묘라는 독특한 보존환경과 연관성을 살핌
으로써 결정의 생성 메카니즘을 추론하였다.

II. 분석 방법

화학적 구성성분을 분석하기 위하여 전자현미분석장치(EPMA, Electron Probe Microanalyzer, Jeol SUPERPROBE JXA-8600SX, EDS: OXFORD PENTAFET_{ATW} detector)를 이용하여 분석하였으며, 결정과 직물의 조직형태는 전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, Jeol 6460LV)을 이용하여 관찰하였다. 결정 특성은 X-선 회절분석기(XRD: X-ray Diffractometer, D/NAX-RC, Scintag Inc.)를 이용하여, 푸리에 변환 적외선분석기(FT-IR: Fourier Transform-InfraRed, Magna 750, Nicolet, USA)를 이용하여 다른 유기물의 성분함유여부를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

흰 결정의 분포양상 및 특징

출토복식의 오염물질은 주로 탄화수소계와 지방산계 등으로, 인체의 주 구성성분 및 그 분해물질이나 지방의 분해물질 등으로 조사되었다. 특히, 회백색 고형물질에 대하여는 지방산의 칼슘염이 주성분이며, 지방산이 소량 함유된, 사체의 지방이 분해되어 생성된 시랍임을 밝힌 연구결과가 보고된 바 있다.²⁾

이번 연구의 대상인 흰 결정은 기존에 연구된 회백색 고형물질과는 그 형태와 오염된 양상이 다른 것이다. 회백색 고형물질이 가루형태로 넓게 퍼져 있고, 직물표면에 묻어 있는 것인 반면, 흰 결정으로 분류한 것은 훨씬 크기가 작으며, 뭉쳐져 있는 형태로, 마치 흰 점들이 무수히 많이 찍혀 있는 양상이다. 또한 직물표면에만 있는 것이 아니고, 직물조직과 맞물려 있어 직물의 안과 밖에서 모두 관찰되며, 직물과의 분리가 쉽지 않다. 제거 시에는 직물까지 같이 손상을 입게 된다. 결정의 형태는 크게 구형과 새발모양으로 구분되며, 가장 많이 발견되는 것은 지름 약 1~5mm의 구형으로, 경도가 조금씩 다르다. 새발모양은 가루가 퍼져있는 것 같은 형태로 구형보다 큰 20~30mm정도이다.

출토된 복식유물에서의 흰 결정의 분포상황을 조사해 본 결과, 용도와 직물의 유형에 관계없이 전체 유물에 고르게 있는 것으로 나타났다. 만약 시랍에서 직접적으로 묻어난 지방산 물질인 경우에는 아무래도 시신에 가까운 쪽에 더 많이 분포되어 있을 확률이 높을 것이다. 그러나, 본 논문의 연구 대상인 흰 결정은 습의 뿐 만아니라 소렴의, 대렴의 등에 고르게 분포되어 있는 것이 관찰되었다.

염습흔적은 시신이 닿았던 곳이나 시신이 미이라화 되면서 빠져나온 액체로 인해

생긴 흔적이다. 흰 결정은 염습흔적이 있는 곳에서만 발견되지는 않지만 염습흔적이 있는 곳에서는 더 많이 분포되어 있다고 볼 수 있었다. 또한 복식의 앞쪽보다는 안감과 그 뒷면 쪽에서 더 많이 관찰되었다. 이것은 흰 결정의 성분이 인체의 구성성분과 관련된 물질이며, 직접적으로 사체에서 묻어난 것이라기보다는 일단 용해되어 나온 상태에서 밀폐된 공간인 관 전체에 퍼지게 되면서 생성된 것으로 판단된다.

흰 결정의 동정 결과

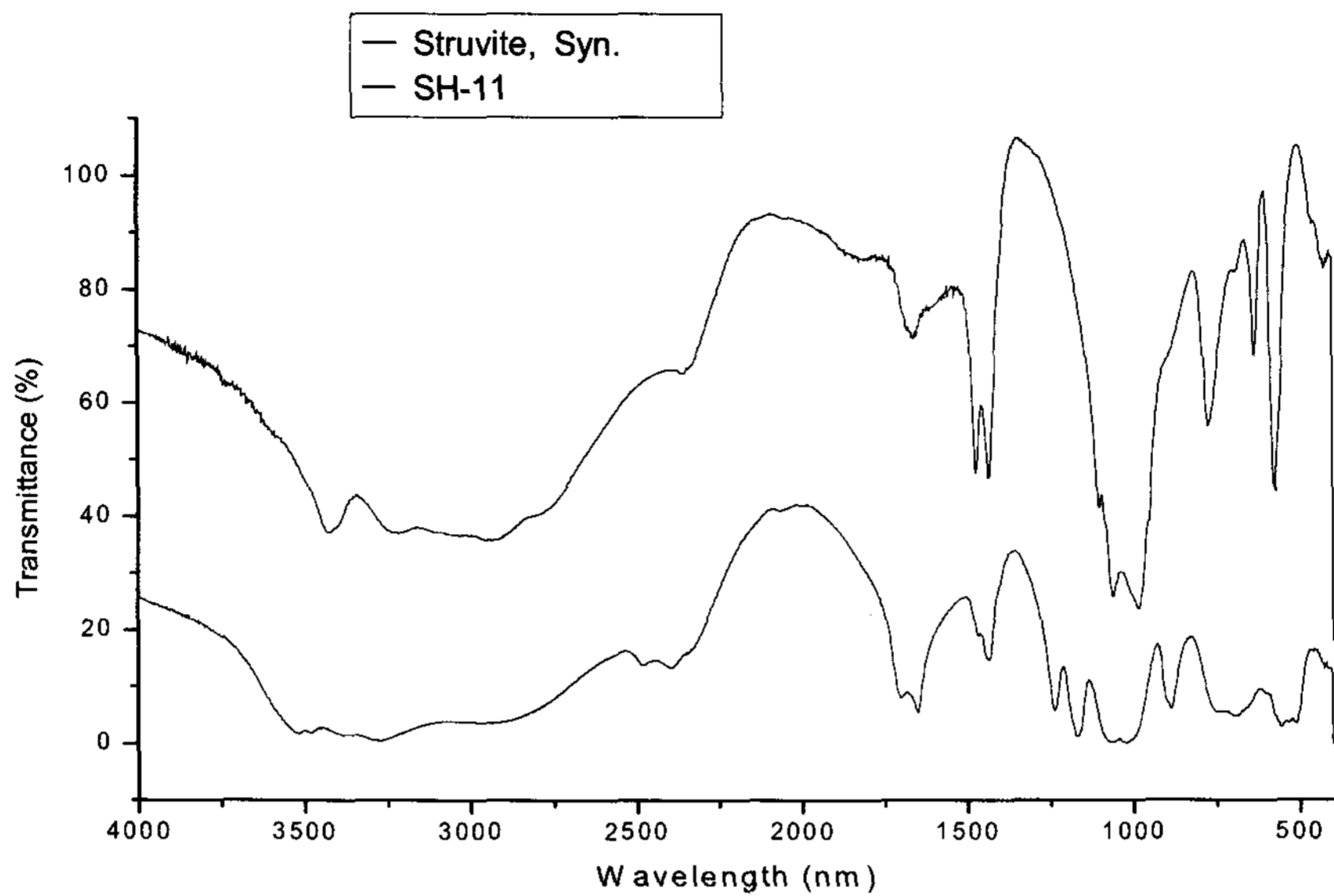
화학적 성분분석결과 P_2O_5 50~60%, MgO 23~29%로 인과 마그네슘산화물이 주성분으로 조사되었으며, Fe_2O_3 1~5%로 소량 포함되어 있음을 알 수 있었다. 칼슘은 0.1% 미만으로 거의 검출되지 않았다. 또한 분석치의 총합계의 수치가 75~92%로 100%에 많이 못 미쳤기 때문에 이러한 결과로 혹은 에너지 분산 분석기로는 검출할 수 없는 C, H, N등을 포함하고 있는 것으로 예상되었다.

구성성분 결과를 토대로 X-선 회절분석 결과를 해석하여, 결정 중 일부는 스트러바이트(Struvite, $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)로 일부는 뉴베리아이트(newberyite, $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$)로 판명되었다. 모두 마그네슘 인산염(magnesium phosphate)의 일종인 무기결정(inorganic crystal)이다. 무기결정성분이외에 다른 지방산 등 유기물성분이 포함되어 있는지를 확인하기 위하여 FT-IR로 분석하였으며, 그 결과 다른 유기성분을 포함되지 않은 것으로 나타났으며, 스트러바이트와 뉴베리아이트, 그리고 일부는 이 두 결정이 혼합된 것으로 동정되었다.(Fig. 1.)

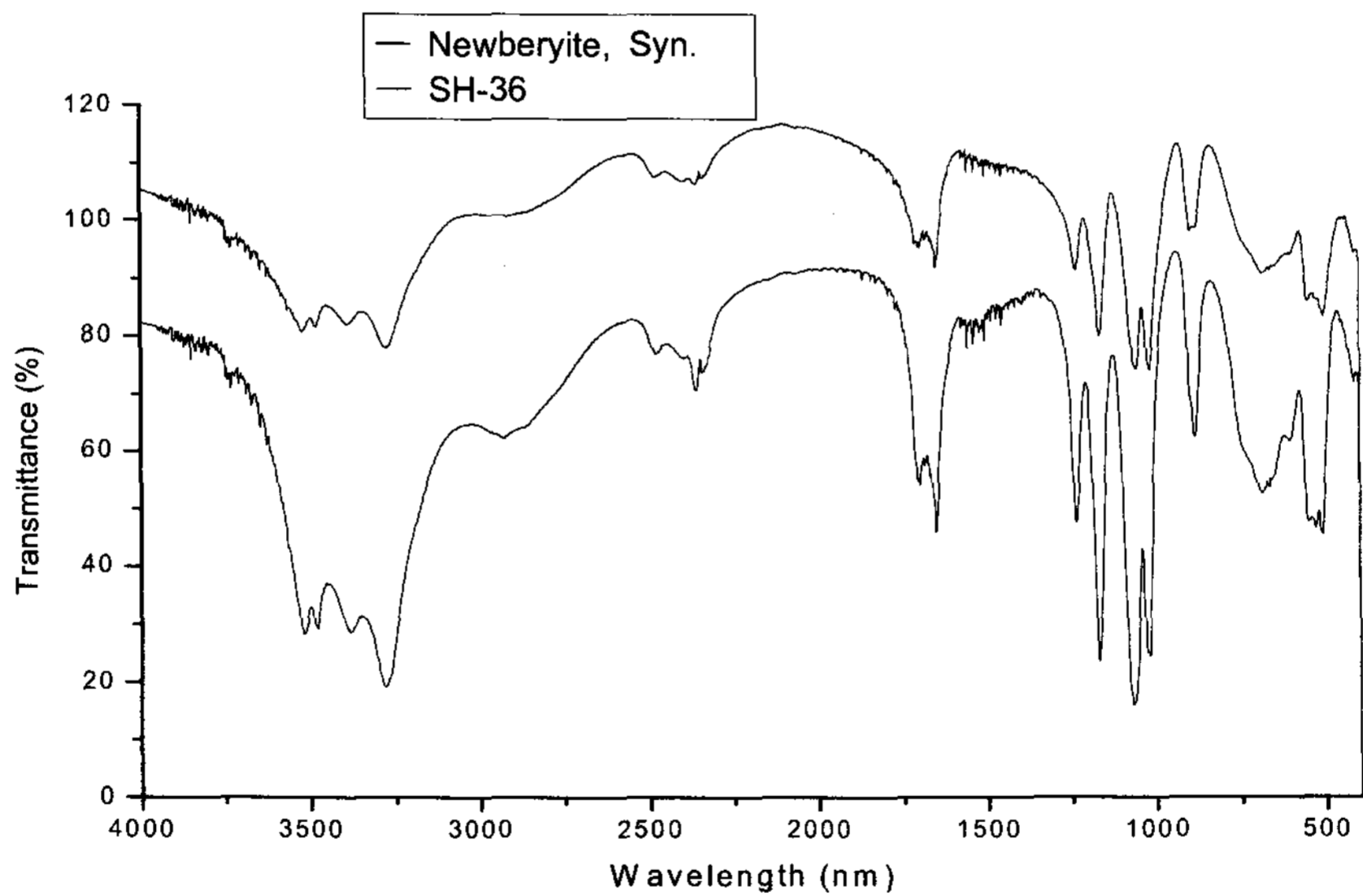
이러한 분석결과를 종합하여 볼 때, 마그네슘 인산염의 일종인 스트러바이트()와 뉴베리아이트의 무기결정임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 뼈 등의 인체구성 성분에서 용해된 칼슘이 상당량 포함되어 있을 것으로 추정된 것과는 다른 것이며, 또한 이전에 발표된 시랍에서 유추된 지방산과도 다른 것이다.

생성메카니즘에 대한 추론

1) 스트러바이트와 뉴베리아이트는 마그네슘 인산염으로 인체의 구성 물질 중 하나인 마그네슘과 인이 용해되어 다시 결정화되었을 것이다. 뉴베리아이트는 pH 6.2이하에서 생성되므로 외부와 차단된 상태에서 조성되는 회곽묘 내부의 환경과도 밀접한 연관이 있을 것으로 보인다.



(a) Struvite / No.11



(b) Newberyite / No.36-3

Fig. 1. FT-IR Spectrum

2) 스트러바이트는 마그네슘 암모늄 인산염으로, 암모니아가 존재하는 환경에서 마그네슘과 인산이 용해되어 있을 때 생성되는 것으로 알려져 있다. 생체활동을 통해 효소작용에 의해서 단백질이 분해되어 요소가 되며, 요소는 이산화탄소와 암모니아로 분리된다. 따라서 스트러바이트 형성에 필요한 암모니아 역시 인체에서 기인했을 것으로 판단된다.

3) 미생물에 의한 영향이다. 스트러바이트와 뉴베리아이트 모두 인체의 콩팥에서 발견되는 요로결석의 일종이기도 하다. 요로결석은 바이러스에 의한 요로감염에 의하여 생성되므로, 출토 복식의 경우 산소가 차단된 환경에서 존재하는 혐기성 미생물에 의하여 그 생성이 촉진되었을 가능성도 배제할 수 없을 것이다.

IV. 결 론

심수륜묘 출토복식에 생성된 흰 결정의 동정과 생성 메카니즘을 추정해 보았다. 흰 결정은 다양한 과학적 분석결과를 통해 스트러바이트와 뉴베리아이트로 밝혀져 기존에 보고된 시랍의 지방산계 물질과는 다른, 마그네슘 인산염의 무기결정물질임이 새롭게 판명되었다. 출토복식에서 무기질의 생성물질을 동정해 낸 최초의 사례이다.

스트러바이트는 공기 중에서 뉴베리아이트로 변환된 사례가 보고된 바 있어,³⁾ 앞으로 뉴베리아이트의 경우 매장된 환경 하에서 생성된 것인지, 출토 후 공기 중에 노출되어 변환 것인지에 대하여는 좀 더 심도깊은 연구가 필요하다. 또한, 이러한 연구결과를 토대로 복식 유물의 보존처리와 관련하여 흰 결정의 제거 방법에 대하여 연구를 계속 진행되어야 할 것으로 보인다.

V. 참고문헌

- 1) “심수륜묘 출토복식 - 용인 출토 청송심씨 정이공파”, 경기도박물관 (2004)
- 2) 오준석, 유혜선, 윤은영, “조선시대 회곽 묘 출토 염습의에 부착된 회백색 물질의 동정”, 보존과학회지, 16, 21-26 (2004)
- 3) Anke Freund, Gerhard Eggert, Hartmut Kutzke and Bruno Barbier, “On The Occurrence of Magnesium Phosphates on Ivory”, Studies in Conservation, 47, 155-160 (2002)