

## 조선시대 회곽묘 출토 염습의에 부착된 회백색 물질의 동정 및 형성 메커니즘

오준석 · 유혜선\* · 윤은영\*

국립민속박물관 유물과학과, \*국립중앙박물관 보존과학실

### Identification and Formation Mechanism of Greyish White Material Adhered to Shroud Excavated from Tomb Covered with Lime, Chosun Dynasty

Joon-Suk Oh, Hei-Sun Yu\* and Eun-Young Yun\*

Relic Division, The National Folk Museum of Korea

\*Conservation Science Laboratory, The National Museum of Korea

#### 1. 서론

1980년대 이후 산업화의 진행과 함께 조선시대 분묘의 이장이 급증하게 되었다. 이들 분묘중에서 회곽묘에서는 염습의 등의 복식과 미이라 등이 출토되고 있으며, 복식과 같은 유기질 유물이 완전히 분해되지 않고 그 형태를 어느 정도 유지한 채 출토되는 경우가 많아 복식사 연구에 귀중한 자료가 되고 있다. 그러나 이들 복식은 매장상태에서의 섬유 분해나 수습 과정에서의 손상, 사체나 섬유의 부패물질에 의한 오염 등으로 연구나 전시 등을 위해서는 세척이나 형태보수 등의 보존처리가 필수적인 과정이다.

출토복식의 세척을 위해서는 오염물질에 대한 분석이 선행되어야 한다. 출토복식의 오염물질에는 인체의 구성 성분인 단백질과 지방의 분해물질, 섬유 분해물질 등이 보고되고 있다. 그러나 출토복식에서 광범위하게 보이고 있는 회백색 물질에 대해서 그 정확한 성분은 아직 밝혀지지 않았으며, 그 형성 메커니즘도 규명되어 있지 않은 것이 국내의 현실이다. 그리고 이 회백색 물질은 습식·건식세척에 의해서도 그대로 남아있어 전시나 연구에 있어 미관상이나 위생상 문제가 될 수 있다.

본 논문은 출토복식의 보존처리 연구의 일환으로 조선시대 회곽묘에서 출토된 복식에서 보이고 있는 회백색 물질의 동정 및 형성 메커니즘의 규명을 통해 회백색 물질의 세척기술 개발에 기여코자 함이다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료

2000년 충청북도 옥천의 무연고 분묘(16세기 추정)에서 출토된 복식과 2002년 충청북도 보은의 유인서 夫妻의 분묘(1644년)에서 출토 복식에 부착되어 있는 회백색 물질 5점, 미이라화 한 유인서의 부인 손가락과 뼈에서 채취한 회백색 물질 2점을 적외선 분광 분석 시료로 하였고, 옥천 출토 복식 부착 회백색 물질 2점(시료번호 2와 5)에 대해 지방산 분석을 위한 시료로 사용하였다(Table 1). 그리고 콜라겐, 지방, 지방산, 하이드록시 지방산, 지방산의 칼슘염을 회백색 물질에 대한 적외선 분광 분석의 해석을 위한 기준 물질로 하였다.

### 2.2. 적외선 분광 분석

적외선 분광 분석은 시료를 미세 분말로 만든 후 KBr Pellet법으로 푸리에 변환 적외선 분광 분석기(FT-IR)를 사용하여 측정하였다.

### 2.3. 지방산 분석

회백색물질 시료번호 2와 5의 경우는 지방산 분석을 수행하였으며, CHCl<sub>3</sub>/CH<sub>3</sub>OH(2:1, v/v) 혼합용액을 가하여 초음파방법으로 전지질을 추출하였다. 그리고 메틸 유도체화 시킨

**Table 1.** Description of Samples

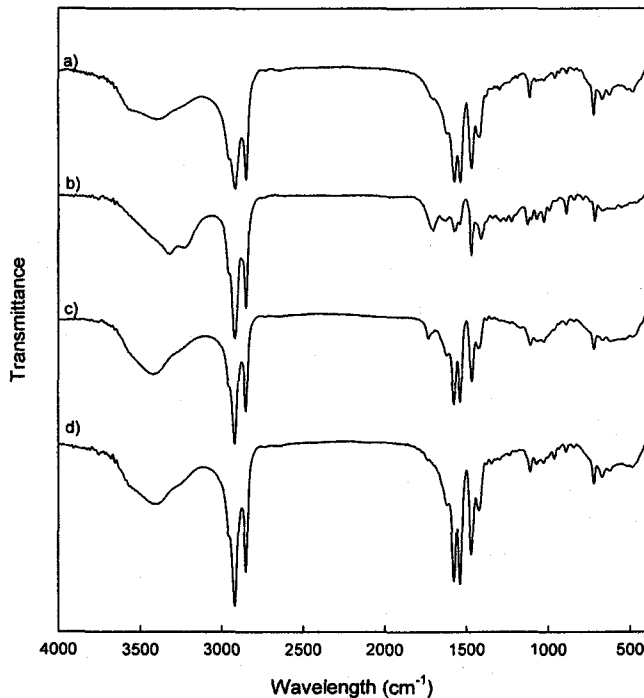
Sample No.	Tomb	Sampling Relic	Material	
1	Okchun	Changyee (Coat with Slits)	Silk	
2		Jangyee (Coat)	Cotton	
3		Danryeong (Officials Uniforms)	Silk	
4		Jikryeong (Coat)	Silk	
5		Jeogori (Jacket)	Silk	
6		Trousers	Silk	
7		Silk Fabric Patch	Silk	
8		Boeun	Cheollik (Coat with Pleats)	Silk
9			Trousers	Cotton
10	Cotton Fabric Patch		Cotton	
11		Silk Fabric Patch	Silk	
12		Jeogori (Jacket)	Cotton	
13	Boeun	Right Finger of Mummified Woman		
14		Bone of Right Arm of Mummified Woman		

후 TLC법으로 스테롤과 지방산을 분리하고, 각각 GC/MS 및 GC/FID법으로 이들의 조성  
과 함유량의 분석을 시도하였다. 그리고 대상 시료의 원천을 확인하기 위하여 콜레스테롤  
및 시토스테롤 등의 분석결과를 상호비교 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 적외선 분광 분석

옥천 출토 복식과 유인처 부처 묘 출토 복식에서 채취한 회백색 물질의 적외선 분광 스  
펙트럼은 Fig. 1의 a), b), c) 스펙트럼으로 분류되었다. a) 스펙트럼은 Calcium Palmitate  
와 같은 지방산의 칼슘염의 Carboxylate C=O stretching 피크가  $1577\text{ cm}^{-1}$ 와  $1541\text{ cm}^{-1}$   
에서 매우 뚜렷하게 나타나고 있어 주성분은 지방산의 칼슘염임이 판명되었다. 그리고  $1703\text{ cm}^{-1}$   
에서 포화지방산의 C=O stretching이 shoulder로써 미세하게 감지되고 있다. b) 스펙트  
럼에서는 지방산의 칼슘염의 특성 피크와 함께 단백질의 amide I이  $1655\text{ cm}^{-1}$ 에서  
shoulder로써 관찰되고 있으며, 불포화지방산의 C=O stretching이  $1708\text{ cm}^{-1}$ 에서 나타나고



**Fig. 1.** FT-IR Spectra of Greyish White Materials. a) Sample No. 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12 b) Sample No. 1, 2, 6 c) Sample No. 10, 11 d) Sample No. 13, 14.

있다. c) 스펙트럼은 지방산의 칼슘염의 특성 피크와 함께 지방의 C=O stretching 피크가 1735 cm<sup>-1</sup>에서 뚜렷이 관찰되고 있다.

Fig. 1의 d)는 미이라의 손가락과 뼈에 부착된 회백색 물질의 스펙트럼으로, 출토 복식에서 채취한 회백색 물질들과 동일한 지방산의 칼슘염이 주성분임을 알 수 있다.

적외선 분광 분석을 통해 출토복식에 보이는 회백색 물질은 미이라에서 보이는 회백색의 물질과 같은 성분인 지방산의 칼슘염이 주성분이며 지방산이 소량 함유된 지방산 혼합물로써 사체의 지방이 분해되어 생성된 시랍(屍蠟, adipocere, grave wax)임이 판명되었다. 따라서 출토 복식에 부착되어 있는 회백색 물질은 사체로부터 이동되었음을 알 수 있다.

### 3.2. 지방산 분석

#### 3.2.1. 스테롤 함유량

출토 복식 표면에 부착되어 있는 회백색 고형물의 동식물성 여부를 확인하기 위하여 스테롤 분석을 실시한 결과 동물성 스테롤인 콜레스테롤의 함유량이 두 시료 모두에서 51.16 및 87.61%로 상대적으로 높았으며, 시료의 동식물성을 판별하는 지수인 콜레스테롤과 시스테롤의 함유량비(chole/sito)도 3.28 및 10.98로 높아 시료의 원천이 동물성 물질이었음을 추정할 수 있었다.

#### 3.2.2. 하이드록시 지방산

TLC로 분리하기 전의 시료번호 2를 GC/MS로 분석한 결과 10-Hydroxyhexadecanoic Acid를 확인하였고, 시료번호 5에서는 10-Hydroxyoctadecanoic Acid를 확인할 수 있었다. 하이드록시 지방산은 혐기성의 습한 환경에 매장되어 있는 동안 Oleic Acid의 수화반응 및  $\beta$ -oxidation이 일어나서 10-Hydroxystearic Acid가 형성된 것으로 알려져 있다.

#### 3.2.3. 지방산 함유량

TLC로 분리하여 얻어진 FAME 시료 속에 함유되어 있는 지방산의 조성을 확인하기 위하여 GC/MS법으로 분석하였다. 시료번호 2와 5에 대한 GC/MS 분석결과 Pentadecanoic Acid(C15:0), Palmitic Acid(C16:0), Palmitoleic Acid(C16:1), Stearic Acid(C18:0),

**Table 2.** Fatty Acid Composition in Samples.

Sample No.	Composition (mole %)							
	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C20:1
2	0.52	55.59	5.86	1.48	7.18	26.55	0.68	2.14
5	0.45	81.94	2.64	0.56	5.85	7.27	0.24	1.04
Human		23.7	7.0		7.7	46.3	7.0	1.3

Oleic Acid(C18:1), Linoleic Acid(C18:2) 및 Eicosenoic Acid(C20:1)이 검출되었다. 각 지방산 조성의 상대적인 함량은 GC/FID분석으로 알 수 있다. 시료 No. 2 및 5의 GC/FID 분석결과 C16:0이 55.59 및 81.94%로 높았으며, C18:0은 7.18 및 5.85%, C18:1의 경우는 26.55% 및 7.27%의 함량 분포를 나타내었다. 이와 같은 결과는 사체의 시랍과 유사한 지방산의 함량 패턴 보여주고 있다.

### 3.3. 회백색 물질의 형성 메커니즘

회백색 물질에 대한 적외선 분광 분석과 지방산 분석을 통해, 회백색 물질은 사체의 시랍 성분으로 판명되었다. 시랍이란 사체의 피하지방의 분해에 의해 만들어지는 지방산 혼합물질을 일컫는다. 사체가 따뜻하고 습기가 찬 혐기성 환경이나 산소가 결핍된 수중의 환경 등에서 인체의 지방이 미생물의 활동에 의한 가수분해와 수화반응에 의해 짝수의 탄소를 가진 포화지방산이, 수화반응과 산화반응에 의해 하이드록시 지방산이 생성된다. 그리고 지방산이 가수분해된 후 칼슘이나 마그네슘 이온과 같은 bivalent 금속이온과의 결합에 의해 지방산의 칼슘염이나 마그네슘염 즉 비누도 생성된다. 따라서 회백색 물질의 주성분이 지방산의 칼슘염인 것은 사체의 뼈나 회곽의 성분인 석회와의 관련성이 있음을 알 수 있다.

## 4. 결론

충청북도 보은의 유인서 부처 묘와 옥천의 무연고 분묘에서 출토된 복식의 회백색 물질에 대한 적외선 분광 분석을 통해, 미이라의 회백색 물질과 동일 성분으로써 지방산의 칼슘염이 주성분이며 지방산이 소량 함유된, 사체의 지방이 분해되어 생성된 시랍이라는 물질로 판명되었다. 또 시랍의 주성분이 지방산의 칼슘염인 것은 사체의 뼈나 회곽의 성분인 석회와의 관련성이 있음을 알 수 있다. 그리고 지방산 분석을 통해 사체의 시랍에서 볼 수 있는 하이드록시 지방산이 확인되었고 지방산의 함량 분포패턴도 포화지방산의 함량은 높고 불포화지방산의 함량이 낮은 사체의 시랍이 나타내는 특성과 유사하게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과들로 미루어 보아 옥천과 보은에서 출토된 복식 표면의 회백색 고형물질은 미이라로부터 이동된 시랍이라는 사실을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

1. A. Keith Mant, R. Furbank, "Adipocere - A Review", Journal of Forensic Medicine, 4, 18-35 (1957).

2. T. Takatori, A. Yamaoka, "The Mechanism of Adipocere Formation 1. Identification and Chemical Properties of Hydroxy Fatty Acids in Adipocere", *Forensic Science*, 9, 63-73 (1977).
3. R. P. Evershed, "Chemical Composition of a Bog Body Adipocere", *Archaeometry*, 34, 253-265 (1992).
4. B. H. Stuart, S. Forbes, B. B. Dent, G. Hodgson, "Studies of Adipocere using Diffuse Reflectance Infrared Spectroscopy", *Vibrational Spectroscopy*, 24, 233-242 (2000).