

김흠조 분묘 출토직물의 보존처리를 위한 물리·화학·생물학적 분석

이미식·박명자*·배순화·이연희**

서울여자대학교 자연과학대학 의류학과

*한양대학교 생활과학대학 의류학과

**서울여자대학교 자연과학대학 생물학과

Analysis of Buried—Fabrics from the Tomb of Kim HeumJo by Physical, Chemical and Biological Methods

Mee Sik Lee · Myung-Ja Park* · Soon Wha Bae · Yeon Hee Lee**

Dept. of Clothing Science, Seoul Women's University

*Dept. of Clothing and Textiles, Hanyang University

**Dept. of Biology, Seoul Women's University

(1999. 3. 8 접수)

Abstract

The scientific analysis of buried fabrics from the 16th century tomb of Kim HeumJo was conducted, focusing on the conservation of fabrics. In order to find out the appropriate cleaning solvent and detergent for historical textiles, physical, chemical, and biological analysis was conducted. The following results are obtained from this study:

1. The buried fabrics from the tomb of Kim HeumJo were composed of cotton, silk, and ramie. Most of fabrics had lost their original colors faded to brown. It was revealed variations in weaves and patterns were very developed at that times.

2. The chemical components of soils are hydrocarbons, alkyl alcohols, nitrogen compounds, aromatic organic acid, which is supposed to be from a human body, microorganisms, and their by-products.

3. Seven kinds of fungi, Actinomycetes, Corynebacterium spp., Micrococcus luteus, Bacillus, Clostridium were isolated from the fabrics. The most common fungus was Bacillus.

Key words: conservation, buried fabric, soil fungi;

보존 출토직물, 오구, 균

※ 본 연구를 위하여 연구비를 지원해 주신 영주시와 온양민속박물관에 감사드립니다.

I. 서론

지하에 매장되어 있던 복식유물이 발굴되어 출토 되면 지하의 환경과는 전혀 다른 지상의 새로운 환경에 노출이 된다. 지상의 환경은 온도와 습도가 수시로 변하며, 공기는 오염되어 있다. 또한 지하에서는 산소의 공급이 원활하지 않으므로 유물의 열화가 매우 서서히 일어났었으나 지상에서는 공기 중에 활성산소가 많으므로 급속한 산화작용이 일어나 유물의 열화가 가속화된다. 더욱이 지하에서 출토된 유물들은 대부분 흙 및 시신으로부터 오염되어 매우 더러운 상태이며 악취 또한 매우 심하다. 또 지하에서는 활동이 억제되었던 미생물들이 지상에서는 활발하여져서 번식이 빠른 속도로 진행되어 결과적으로 유물의 재질을 약화시키고 색상의 변화를 초래하는 등 출토복식유물의 손상을 가속화시킬 수 있다. 그러므로 귀중한 문화유물을 후손에게 물려주기 위해서는 영구히 보존할 수 있도록, 출토유물의 세척-보수-보관-전시 각 과정을 거치는 동안 과학적인 분석을 통한 지식을 근거로 하여 처리를 하는 것이 중요하다.

우리 나라의 각종 문화재 중 직물류는 실용품으로서의 보존 한계가 약 200년 정도이고 크고 작은 전쟁을 겪어오는 동안 대부분 인멸되다시피 하였으며, 더욱이 연소, 부패 및 충해 등을 받기 쉬운 유기물이므로 소멸되기 쉬운 특징을 가지고 있다¹⁾.

따라서 다른 유물에 비하면 종류와 수량 면에서 비교적 적은 편이며, 현존하고 있는 직물류 유물들은 거의 대부분 조선시대 후기 및 근세의 것이다

이와 같은 역사적인 史料가 될 수 있는 직물류 유물 중 많은 부분은 고대로부터 우리 나라의 葬制에 따라 墳墓 내의 副葬品, 襲衣(蔽襲衣)와 散衣(補空品)의 형태로 발굴되는 경우가 있어왔다. 그러나 수백 년이라는 오랜 시간이 흐르는 동안 시신과 함께 부패되지 않은 완전한 형태의 직물류 유물을 수습하는 것은 그다지 흔한 일이 아니며, 비교적 손상되지 않은 형태의 유물을 출토하게 되는 경우일지라도 그러한 직물이 오랜 시간 동안 棺內에서 여러 가지 물리, 화학적인 열화과정을 겪어왔다는 것은 자

명한 일이다.

이와 같이 심각하게 열화된 직물류 유물은 발굴 후, 정밀 분석하여 각 품목에 적절한 보존처리 과정을 거치게 된다면, 당대의 여러 가지 상황을 추론할 수 있는 귀중한 史料로 이용될 수 있을 뿐 아니라, 문화유산으로써의 가치를 부여할 수 있을 것이다. 그러나 지금까지도 우리 나라의 유물 발굴 과정이라든지, 발굴 후 유물의 세탁 및 후처리 방법 등은 대부분 비과학적, 비전문적인 단계를 벗어나지 못하고 있다. 따라서 이러한 출토 유물들은 수습단계 및 세탁 과정에서 유실되기 쉽고, 과학적인 분석에 근거한 적절한 보존 처리 과정을 거치지 않은 경우라면 손상이나 변퇴색이 가속될 수 있으며, 심지어 유물에 돌이킬 수 없는 심각한 변화를 초래할 수도 있게 된다.

보존과학에 관한 연구는 최근 그에 대한 중요성이 인식되어 필요성이 많이 대두되고 있다. 국외에서 직물류 유물의 보존이란 지난 30년간 지속적으로 연구가 증가되어 온 주제이지만²⁾, 국외의 경우에 연구 대상이 되는 오래된 직물류는 출토복식이 아닌 경우가 대부분이고, 간혹 출토 유물이 발견되었다 하더라도 우리 나라와 외국간의 墓制나 葬制의 차이로 인하여 우리의 출토유물 연구를 위한 기본 자료가 될 수 있는 적절한 문헌적인 배경을 찾는 것은 쉬운 일이 아니다.

이에 비해 국내의 경우, 오래된 염직물의 세탁 및 보존처리에 관한 작업 보고서는 비교적 여러 개 발표되어 있으나, 출토 복식의 분석 및 세탁, 그리고 후처리 과정 등은 과학적 근거가 뒷받침되지 않은 상태이다.

먼저, 국외의 경우, 염직물의 염료 분석에 관한 연구로는 H. Schweppe³⁾가 오래된 직물의 다양한 천연염료를 분석하는 방법으로 크로마토그래피법(chromato-graphy) 중 흔히 사용되는 TLC(thin layer chromatography)와 HPLC(high-performance liquid chromatography)를 사용하거나, IR 분광분석을 통한 분석 방법을 제기하였다. M. E. Geiss-Mooney 등⁴⁾은 증세말기에 남미에서 사용되었던 천연염료를 역시 TLC와 UV/VIS spectroscopy를 사용하여 분석하였으며, C. Walker 등⁵⁾은 양모 섬유에 염색된 천연염료를 HPLC 법으로 분석하였다.

또한 M. Saltzman⁶⁾은 solution spectrophotometry 법을 이용하여 페루 직물의 염료 분석을 실행한 바 있다.

국내에서 발표된 염직물 유물의 분석 과정에 관한 연구를 살펴보면, 이정숙과 김성련⁷⁾은 출토 면직물을 중심으로 그 형태와 물리·화학적 변화 상태를 검토하고 TLC 및 PCG(paper chromatography) 법을 사용하여 염료 성분을 확인하였다. 또한 박종욱⁸⁾은 올바른 복식유물의 보존 방법을 제시하기 위하여 국외의 복식유물 보존처리 과정 및 방법과 박물관의 환경조건에 관한 문헌조사를 하였으며, 복식유물의 사진촬영, 실측, 손상상태 분석, 소재 분석 등의 보존 전처리를 통하여 복식 유물 보존의 필요성을 제기하였다. 안춘순 등⁹⁾은 출토복식의 오구물을 기기분석법을 사용하여 분석한 논문을 발표하였는데 이는 매우 개략적이긴 하나 우리 나라의 복식유물에 대한 분석·화학적 방법을 실험에 도입한 최초의 논문이라는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

이와 같은 다양한 작업이 실제로 행해지고는 있으나, 수습된 출토 유물을 제대로 세척하기 위하여 필요한 섬유 조성, 염료의 종류, 오구의 종류 분석 등 기초적인 조사도 제대로 이루어지지 않은 채, 섬유 종류 정도의 단편적인 지식만으로 유물을 세척 처리하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 비과학적인 처리 과정의 결과는 유물의 유실이나 손상이 가중되어 나타날 수 있으므로 체계적이고 과학적인 세척 및 보존처리에 대한 연구가 이루어져 직물류 유물의 보존처리에 관한 기본적인 자료가 정립되는 것이 필요하며 이것이 이루어지면 우리의 귀중한 문화 유산을 보호하는 데 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 1997년 3월 경북 영주에서 출토된 1500년대 초기의 김홍조 분묘 이장시 출토된 각종 직물류 유물에 대하여 보존과학적인 측면에서 분석하였다. 김홍조는 의성 김씨 17세손으로, 연산군 7년(1501)에 문과에 급제하여 중종 조에 예문관 봉교, 언양 현감, 제주 목사, 장예원 판결사를 역임한 조선 중기의 문인이다.

우선 분묘에서 수습된 유물의 보존처리는 오구가 많이 묻은 직물을 세척하는 것이 첫 번째 과정이다. 세척을 하기 위하여 조성섬유를 정확히 아는 것이

중요하고 직물의 조직 및 상태를 파악하여야 하므로 물리적인 방법으로 이를 분석하였다. 두 번째 과정으로는 유물에 묻어있는 오구성분을 파악하여야 적절한 세척방법 및 세액, 세제를 선택할 수 있으므로 오구물질을 분석하였다. 세 번째는 출토유물에 존재하는 미생물 분석도 병행하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

실험에 이용한 시료는 1997년 3월 영주에서 출토된 김홍조 분묘에서 발굴된 직물을 수일간 거품한 후 사용하였다. 복식사적인 측면에서 출토복식의 형태적인 고찰은 제외하였으며, 과학적인 방법으로 직물을 분석하였다. 밀도 및 색도는 발굴된 모든 유물을 대상으로 하였으며 시료를 파괴하여 분석해야 하는 경우에는 특정한 형태가 없이 천 조각으로 발굴된 것을 이용하였다.

비이온 계면활성제로는 Ethoxylated nonylphenol (n=15) 1급시약(주, 東京化成工業)을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 출토유물의 물리적 분석

① 섬유의 조성

연소법: 각 시료에서 0.5g 정도의 섬유을 뽑아 연소시켜, 연소시의 상태 및 냄새, 연소후 재의 형태 등을 분석하여 섬유의 조성을 확인하였다.

현미경법: 각 시료의 경·위사를 현미경을 통하여 섬유의 측면 및 단면의 형태를 관찰하여 섬유의 조성을 확인하였다.

IR 분석법: 3종류의 출토직물에서 채취한 시료의 적당량을 분쇄한 후, KBr pellet을 성형하여 적외선 분광기(infrared spectrometer, PRS-INT, Midac)를 이용하여 각각의 적외선 스펙트럼을 구하였다. 이들 스펙트럼을 KS K 0210의 섬유 표준 스펙트럼과 비교하여 흡수 피크의 크기와 진동수로부터 해당 섬유의 종류를 확인하였다.

② 밀도측정: KS K 0511에 준하여, 경·위사의 울수/5cm를 측정하였다.

③ 두께측정: KS K 0506에 따라서 후도계를 사용

하여 측정하였다.

- ④ 색도측정: 시료의 색은 Chroma meter(CR-200, Minolta)를 이용하여 Hunter 표색계의 L, a, b값으로 표시하였다

(2) 출토직물 중의 오구성분 분석

- ① 고품 오구: 비이온계 계면활성제(Ethoxylated nonylphenol(n=15): 1급시약, (주) 東京化成工業 수용액에 출토된 견직물을 넣고 진탕하여 직물에 부착된 고품 오구를 탈락시킨 후 여과시켜 얻어진 고품물질을 분석하였다. 단백질 성분인 질소(N)를 정량하기 위한 방법으로는 킬달법(Kjeldahl method)을 이용하였으며, 인(P) 및 규소(Si) 성분 분석을 위한 ICP-AES(Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometer)는 Polyscan 61E(Thermo Jarrell Ash)를 이용하였다.
- ② 수용성 및 지용성 오구: 출토직물에 존재하는 수용성 및 지용성 오구를 분석하기 위하여 5×5cm의 견직물을 액비 1:100의 물과 유기용매(trichloroethylene)에 r.p.m. 100으로 24시간 진탕하여 추출된 오구 성분을 GC-MS(gas chromatography-mass spectroscopy)를 이용하여 분석하였다. 오구 성분 추출에 사용한 용매인 물과 트리클로로에틸렌은 극성은 크기 때문에 그대로는 분석이 어려워 각 오구성분을 ethylene acetate로 재추출하여 사용하였다. 분석에 사용된 기기는 Magnum(Finnigan)이며, GC column은 DB-5(30m×0.25mm×0.25μm)를 사용하였다. 분리시

의 온도는 60~230°C로 10°C/min의 속도로 상승시켰으며 주입구 온도는 160°C, 검출부 온도는 210°C였다. 이온화 방법은 전자이온화법(electric ionization)을 사용하였고, 운반기체는 헬륨을 사용하여 1 ml/min의 속도로 이동시켰다.

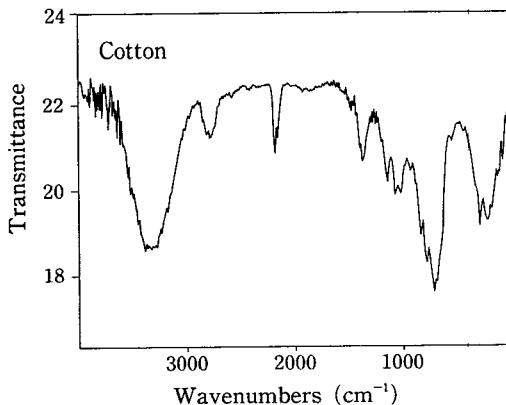
(3) 출토직물 중의 미생물 종류 분석

시료의 미생물을 분석하기 위하여 면, 마, 견직물에서 각 0.6g씩을 채취하여 멸균된 증류수 5ml에 넣고 교반기를 이용하여 심하게 진탕하였다. 호기성 세균을 검출하기 위하여 상등액 100μl를 BHI와 BHI 고체 배지에 접종하여 37°C에서 배양하였고, 혐기성 세균을 검출하기 위해서는 상등액 500μl를 Thioglycollate에 접종하여 증균시킨 후 BHI 고체배지에 접종하고 이를 anaerobic jar와 anaerobic chamber를 이용하여 혐기성 조건에서 37°C에서 72시간 배양후 관찰하였다. 배지상에 나타난 콜로니는 각각 모양이 다른 것을 취하여 SIM 배지와 BHIA에 접종하였고, SIM 배지는 실온에서, BHIA는 호기성 조건에서 배양하여 세균의 aerotolerance를 확인하였다. 호기성 조건에서 성장하지 않고, 카탈라아제 음성을 나타내고, spore를 생성하는 그람 양성 막대균은 Clostridium spp.로 판독하였다.

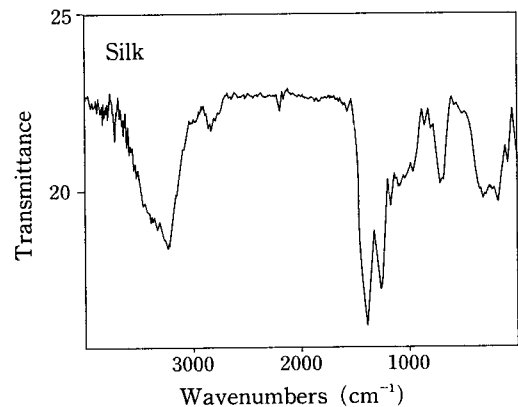
III. 실험결과 및 고찰

1. 출토유물의 물리적 특성

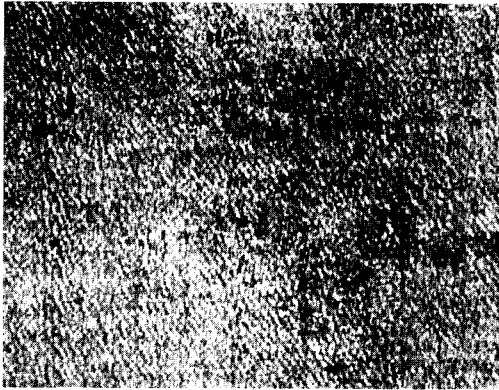
출토된 모든 출토직물에 대하여 연소법, 현미경법



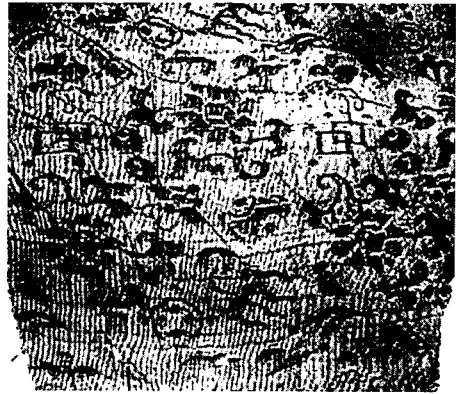
[그림 1] 출토 면직물의 IR 스펙트럼



[그림 2] 출토 견직물의 IR 스펙트럼



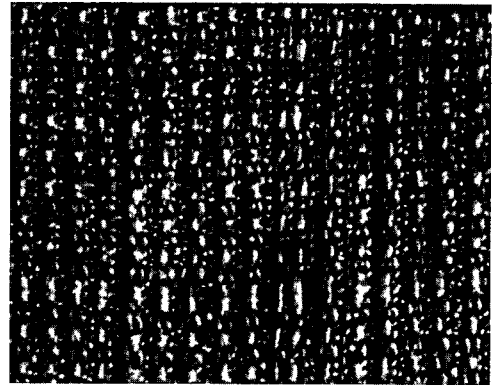
[그림 3] 모자(5매 수자직)



[그림 4] 답호(칠보문사)

을 사용하여 섬유 조성을 분석하였고, 최종적으로 IR 분석법을 이용하여 확인하였다(그림 1, 2). 각 섬유의 IR 스펙트럼 결과는 KS K 0210에 나와 있는 면, 견의 스펙트럼 흡수대와 비교한 결과 섬유 조성이 확인되었다. 그러나 면과 마는 같은 섬유소 섬유로 스펙트럼으로는 두 섬유간의 구분이 안되고, 현미경법으로 구분하였으며 마섬유는 KS K 0309, 0318, 0319의 아마·대마·저마 섬유 감별방법 및 단면관찰을 통해 저마임을 확인하였다.

직물의 조직은 대부분이 평직이었고, 모자(출토직물 번호 46)는 5매 수자직(그림 3)이었으며, 답호(출



[그림 5] 변형평직

<표 1> 출토직물의 물리적 특성

번호	섬유구성	밀도 (경사×위사/5cm)	색 (L/ a/b)	조직	비고
1	마 (삼베) 견(진한 색 경사)	117 × 101	59.16/ +5.59/ +17.47	평직	단령 1
2	면(엷은 색 위사) 교직	125 × 102	50.27/ +2.97/ +11.70	평직	단령 2
3	면	106 × 116	70.98/ +3.83/ +15.84	평직	단령 3
4	견 (사)	135 × 173	42.90/ +5.58/ +15.03	평직	단령 4
5	견 (사)	135 × 173		평직	단령 5
6	마 (삼베)	130 × 97	65.25/ +5.14/ +17.55	평직	단령 6
7	견(진한 색 경사) 면(엷은 색 위사) 교직	121 × 101	52.10/ +4.98/ +16.72	평직	단령 7
8	면	111 × 99	65.68/ +4.55/ +15.71	평직	직령 1
9	면	106 × 96	69.21/ +3.43/ +14.98	평직	직령 2

번 호	섬유조성	밀도 (경사×위사/5cm)	색 (L/ a/b)	조 직	비 고
10	견 (철보문사)	74 × 125	101.47 / -0.83 / +0.82	사직	답호 1
11	면	123 × 121	44.16 / +5.07 / +15.34	평직	답호 2
12	견	126 × 114	25.80 / +5.24 / +8.30	변화평직	답호 3
13	견	121 × 131	45.27 / +5.61 / +19.70	평직	답호 4
14	견	143 × 163	34.55 / +4.68 / +11.39	평직	답호 5
15	견안감: 견+무명 교직	151 × 183	52.30 / +4.69 / +15.05	평직	답호 6
16	마 (삼베)	123 × 109	68.14 / +4.13 / +17.43	평직	답호 7
17	마 (삼베)	140 × 148	67.27 / +4.13 / +16.96	평직	답호 8
18	마 (삼베)	125 × 112	65.45 / +6.01 / +20.41	평직	답호 9
19	면+마(모시) 교직	107 × 102	62.52 / +5.37 / +18.09	평직(이랑직)	답호 10
20	견	192 × 122	41.29 / +6.53 / +19.99	평직	답호 11
21	견, 한지, 솜	149 × 176	40.26 / +6.37 / +17.48	평직	철릭 1
22	견	159 × 120	42.34 / +7.51 / +21.68	평직	철릭 2
23	견	190 × 214	44.18 / +6.93 / +42.87		
24	견	100 × 124	43.85 / +6.86 / +21.28	평직	철릭 3
25	견(진한 색 경사) 면(무명의 엷은 색 위사) 교직 안감: 견	130 × 158	51.97 / +5.50 / +16.37	평직	철릭 4
26	마 (삼베)	124 × 107	68.68 / +4.49 / +18.45	평직	철릭 6
27	마 (삼베)	119 × 90	64.17 / +5.09 / +17.04	평직	철릭 7
28	면 (무명) 안감: 마(삼베)	88 × 96	71.48 / +3.73 / +16.18	평직	철릭 8
29	마 (삼베)	119 × 121	64.02 / +5.28 / +17.89	평직	철릭 9
30	마 (삼베)	114 × 97	60.50 / +5.66 / +18.68	평직	철릭 10
31	견	92 × 107 (안감) 153 × 183 (겉감)	38.49 / +6.23 / +18.48 33.48 / +5.87 / +15.00	평직	철릭 11
32	마 (삼베)	86 × 74 (진한 부분) 104 × 109 (엷은 부분)	53.73 / +4.79 / +14.37 66.59 / +4.98 / +17.42	평직	철릭 12
33	견, 솜 안감: 마(삼베)	97 × 109	42.24 / +6.26 / +18.90	평직	바지 1
34	견 안감: 마(삼베)	116 × 116	41.76 / +6.38 / +19.05	평직	바지 2
35	면	98 × 86	62.30 / +5.28 / +19.04	평직	바지 3
36	면	116 × 99	66.46 / +3.91 / +16.23	평직	바지 4
37	면	105 × 78	57.37 / +5.95 / +19.07	평직	바지 7
38	면	115 × 106	60.52 / +5.98 / +19.31	평직	바지 6
39	면	108 × 109	58.70 / +6.51 / +19.70	평직	바지 5
40	면	119 × 111	59.35 / +5.62 / +18.74	평직	바지 8
41	견	112 × 113	45.00 / +7.24 / +21.79	평직	저고리 1
42	견, 면(솜)	94 × 105	42.13 / +6.61 / +19.17	평직	저고리 2
43	마 (삼베)	90 × 64	61.67 / +5.53 / +18.40	평직	저고리 3
44	면	92 × 97	66.04 / +4.42 / +17.61	평직	저고리 4

번호	섬유조성	밀도 (경사×위사/5cm)	색 (L/ a/b)	조직	비고
45	마 (삼베)	87 × 79	60.41/ +5.61/ +18.44	평직	저고리 5
46	견	117 × 119	45.94/ +6.28/ +19.62	평직	저고리 6
47	견 안감: 마(삼베)	5매 수자	46.42/ +6.79/ +21.83	수자직	모자
48	견			브레이드	조대
49	면				싸개
50	면				베개
51	겉감: 견(진한 색) 안감: 견(엷은 색)	109 × 102	39.89/ +6.28/ +17.13	평직	떡묵
52	마 (삼베)	73 × 67	47.76/ +5.97/ +16.50	평직	염포
53	면 (겉감) 견 (안감) 면 (무명 단)				요
54	마 (삼베)				요
55	견				이불
56	면				요
57	견				명정
58	마	56 × 42	40.48/ +5.98/ +15.39	평직	염포
59	왕골				자리
60	마 (삼베) 면	107 × 75 104 × 95	66.43/ +4.97/ +17.22 60.89/ +5.31/ +17.11	평직	버선
61	견				充耳
62	대나무				반질고리 조각
63	한지 뭉치			부직포(종이)	한지 뭉치
64	천 조각	198 × 168	17.78/ +3.20/ -0.03	평직	아청색 천 조각

토직물 번호 10) 1점은 문직물(칠보문사) [그림 4]이었고, 운문사 천 조각(출토직물 번호 61)도 1점 있었다. 그 중에는 1500년대의 직물이라고 생각하기에는 매우 현대적 감각을 갖는 변형평직(출토직물번호 12), [그림 5]도 있었다.

직물의 밀도는 <표 1>에서 보여지는 것처럼 다양한 분포를 이루고 있었으며, 색차계로 측정한 색도를 함께 나타내었다. 시료의 색은 Lab 값에서 a값이 +5 내외, b값이 +20 내외로 나타내어진 것처럼 출토유물의 대부분이 매장 중에 갈변하여 황갈색을 나타내어 직물 본래의 색이 남아있지 않았다.

2. 출토직물 중의 오구성분 분석

1) 고행 오구

세탁에 의해 탈락된 유물에 묻어 있던 고행 오구

를 채취하여 그 성분을 분석하였다.

출토직물의 고행 오구는 토양 성분이 대부분일 것으로 생각되나, 시신에서 탈락된 고행 성분이 있을 것으로 생각되어 인체를 구성하는 성분인 인(P) 및 질소(N) 성분과 흙의 주성분인 규소(Si)의 3가지 성분만을 대상으로 그 함량을 분석하였다. 그 결과는 <표 2>와 같다.

고행 오염의 성분을 보면 일반적인 흙에 비하여 질소의 함량이 매우 높게 나왔다. 이러한 질소 성분은 시신에서 탈락된 인체 구성성분인 단백질 탈락

<표 2> 고행 오구의 성분

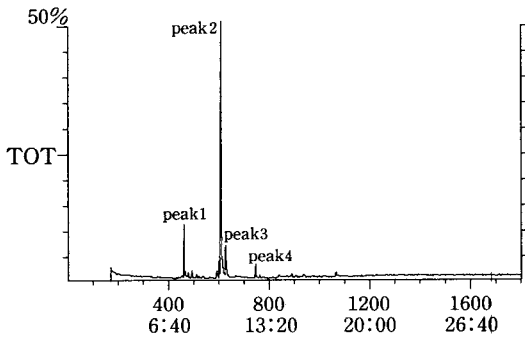
시료	성분		
	P	N	Si
유물	0.097 %	0.19 %	25.6 %

물질로 추정되며, 인 및 규소 성분은 일반적인 흙에 존재하는 양과 큰 차이가 없는 것으로 보아 흙 성분이 유물에 붙어 있던 것이 탈락된 것으로 사료된다¹⁰⁾.

2) 수용성 오구의 성분

출토직물 중에 존재하는 수용성 오구를 GC-MS로 분석한 결과는 [그림 6]과 같다. GC-MS에서 분리 확인된 신뢰도가 70% 이상으로 나타난 화합물들은 화합물 검색 작업 결과 주로 알킬 알콜계, 방향족 화합물, 질소화합물, 유기산계가 주류를 이루고 있었으며 이를 <표 3>에 나타내었다.

[그림 6]에 나타난 피크 중에서 1번 피크는 탄소수 7개의 질소를 함유한 acid계로 생각되며, 이 성분은



[그림 6] 수용성 오염의 GC-MS 크로마토그램

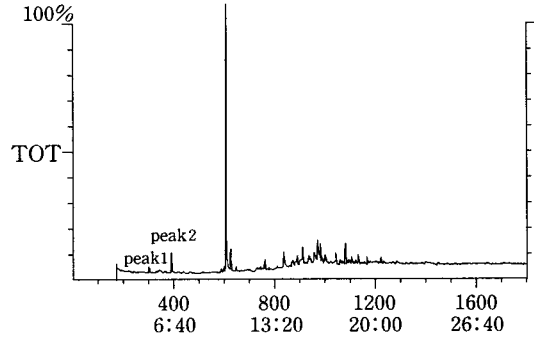
유기 용매에는 용해되지 않고 물에만 용해되는 성분으로 사료된다.

2, 3, 4번 피크는 유기 용매에 세탁하였을 때에도 나타나는 피크로 그 양은 유기 용매에 용해하였을 때보다 적은 양이 물에 용해되는 성분이다. GC-MS에 의해 검출된 이러한 성분은 모든 오구 성분을 나타내는 것은 아니고, 물에 가용화된 것을 에틸렌 아세테이트에 다시 용해한 것이므로 오구 성분 중 수용성이면서 지용성인 오구를 분석한 것이다. 이러한 성분 이외에 순수하게 물에만 용해되는 성분은 GC-MS에 의해 분석하지는 못하였다. 앞으로 이러한 성분을 분석하는 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

3) 지용성 오구의 성분

지용성 오구는 직물을 유기 용매인 tetrachloro-

ethylene에 하루 진탕한 후 얻은 추출액 중에 존재하는 오구를 에틸아세테이트로 재추출하여 분석한 것이다. 그 결과는 [그림 7]에 나타내었다.



[그림 7] 지용성 오염의 GC-MS 크로마토그램

수용성 오구 성분과 다른 점은 수용성 오구 중에 나타나지 않은 1, 2번 피크이다. 이들은 탄소수 10개의 알콜계 화합물과 탄소수 20개의 탄화수소계 화합물로 사료된다(표 3).

수용성, 지용성 오구물질의 성분은 일반적으로 속옷에서 검출되는 오구 성분¹¹⁾인 트리글리세리드, 유리지방산, 콜레스테롤 에스테르, 모노 및 디글리세리드 알코올, 질소화합물, 회분, 염화나트륨, 파라핀, 스쿠알린, 콜레스테롤 등과 유사하다. 이 성분들은 생체의 구성 성분 및 그 분해 산물에 해당하는 것으로 탄화수소계는 생체의 주 구성성분으로, 지방산은 지질의 분해 결과로, 질소화합물과 방향족 유기산은 단백질 분해산물로 여겨진다¹²⁾.

3. 출토직물 중의 미생물 종류 분석

출토직물에서 세균을 분리하여 호기성 상태에서 배양한 결과 각각의 섬유에 존재하는 호기성 세균수를 알아내었으며 <표 4>, 분리된 각 세균을 현미경에 의한 형태학적 검사와 각종 생화학적, 생리적 검사를 수행하여 모두 15개 종류의 세균으로 동정하였다. 세균의 동정을 위해서 행한 세균의 형태, 염색 및 생화학, 생리적 동정 시험의 결과는 <표 5>에 표기하였다. 즉, 그람 염색성과 현미경에 의한 세균의 형태 관찰, 3% hydrogen peroxide에 의한

〈표 3〉 출토직물의 오구성분

구분	오구	수용성 오구	지용성 오구
탄화수소계			· Naphthalene, 2-decyldecahydro
알킬알코올계		· 1,2-Ethandiol, 1,2-diphenyl · Cyclohexanol, 2-methy-5-(1-methylethenyl)	· 1,8-Nonanediol, 8-methyl · 3-Cyclohexene-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethyl)
질소화합물		· Arginine, N2-[(phenylmethoxy)carbony] · Carbamic acid, phenylester	· Carnegine
방향족화합물		· Benzene, 1-ethoxy-2-methyl	
유기산		· Acetic acid, 4-methylphenyl ester	

catalase 생성여부, SIM-thioglycollate 배지에서의 성장여부, 혐기성 배양단지 (Anaerobic jar, BBL)내에서의 성장 여부에 의한 혐기성 성장 시험을 모든 분리된 균에 대해 수행하였다. 이중 Bacillus 균속의 세균은 VP (Vogus-Proskauer) 시험, 당발효 시험, 포도당에 의한 가스 생성 시험, casein과 gelatin의 가수분해, citrate 이용 여부, indole 생성, NaCl 농도에 의한 성장 억제 시험을 하여 동정하였다. Micrococcus 균속은 casein, gelatin 가수분해, tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride 1% 용액을 사용한 oxidase 시험, 운동성 여부, mannose, lactose, galactose를 이용한 당발효 시험 tween 80 가수분해 시험을 하였다. 같은 균속 내에서 생화학적 특징만으로 균의 종(species)까지 감별하기에는 균종간의 유사성이 많으므로 종까지 동정하기 위해서는 gas chromatography와 rRNA sequencing등의 실험이 수행되어야 한다. 또한 혐기성 상태에서 자라는 균의 존재를 확인한 결과, 각각의 직물에서 Clostridium균속도 동정되었으나 혐기성 균의 존재를 확인하기 위해서 상등액을 배지에서 증식시킨 후 접종하여야 하기 때문에 수를 추정하는 것은 불가능하다. 분리 동정된 세균중 Actinomycetes, Bacillus, Corynebacterium, Micrococcus 들은 토양에 상재하는 균들로서 특히 Bacillus 균속의 세균은 부적절한 환경에서는 단단한 외피로 둘러싸인 포자를 형성하여 장기간 휴면상태로 생존할 수 있다. 혐기성 배양에서 분리된 Clostridium species 또한 토양에 상재하며 포자를 형성하여 오랫동안 생존이 가능한 균이다. 이러한

포자상태에서는 영양분이 고갈되거나 증식온도가 적당하지 않는 조건에서는 장기간 휴면상태로 생존할 수 있게 된다. 이러한 점에서 볼 때 이러한 세균들은 출토직물이 매장되기 이전에 복식에 흡착된 세균이거나 매장 후 토양 세균이 복식에 이입되었을 가능성이 있다²⁾.

각 섬유에 존재하는 세균은 <표 4>에 나타내었

〈표 4〉 출토 직물에서 분리한 균의 종류와 균수

	isolate No.	균	균수	총 균수 (/g) ^{*a}
면	1	Actinomycetes	670	28,000
	2	Corynebacterium spp.	20,000	
	3	Micrococcus luteus	4,500	
	4	Bacillus I	100	
	5	Bacillus II	330	
	6	Actinomycetes	1,000	
	7	Clostridium	*b	
마	8	Bacillus III	1,200	4,300
	9	Bacillus IV	1,800	
	10	Bacillus V	2,900	
	11	Bacillus VI	80	
	12	Clostridium	*b	
견	13	Bacillus VII	2,000	5,250
	14	Bacillus VIII	1,300	
	15	Actinomycetes	250	
	16	Bacillus IX	2,750	
	17	Micrococcus luteus	330	
	18	Clostridium	*b	

*a : total CFU (colony forming unit)/gram except Clostridium

*b : impossible to count

〈표 5〉 분리한 균의 세포형태 및 생화학동정 결과

Isolate No.	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17
Biochemical test															
gram staining morphology	slender rod	slender rod	occi tetrad	rod	rod	rod	rod	rod	rod	rod	rod	rod	slender rod	rod	cocci tetrad
catalase	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	n	+	+
anaerobic growth	-	n	n	-	-	n	+ ^w	-	+ ^w	-	+	-	n	-	+
VP test	-	n	n	-	+	n	+	-	-	-	+	-	n	-	n
acid production from glucose	+	n	n	+	+	n	+	+	+	+	+	+	n	+	n
arabinose	-	n	n	-	-	n	-	-	-	-	-	-	n	-	n
xylose	-	n	n	-	-	n	-	-	-	-	-	-	n	-	n
mannose	-	n	n	-	-	n	-	-	-	-	+	-	n	-	n
gas production from glucose	-	n	n	-	-	n	-	-	-	-	-	-	n	-	n
hydrolysis of casein	-	n	-	-	n	n	n	n	n	n	+	+	n	-	-
gelatin	-	n	-	+	+	n	+	+	+	-	+	+	n	-	-
utilization of citrate	+	n	n	-	-	n	-	-	-	+	+	-	n	-	n
indole production	-	n	n	-	-	n	-	-	-	-	-	-	n	-	n
oxidase	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	+
motility	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
growth in NaCl															
2%	n	n	n	+	+	n	+	+	+	-	n	n	n	n	n
5%	n	n	n	+	+	n	+	+	-	-	n	n	n	n	n
7%	n	n	n	-	-	n	-	+	-	-	n	n	n	n	n
10%	n	n	n	-	-	n	-	+	-	-	n	n	n	n	n
urea	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	+
aerobic acid from															
mannose	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
lactose	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
galactose	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-
hydrolysis of tween80	n	n	-	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	-

+w, weakly positive; -w, weakly negative; n, not determined. Clostridium (No. 7, 12, 18) were omitted.

듯이 면에는 28,000 CFU/g, 마에는 4,300 CFU/g, 그리고 견에는 5,250 CFU/g이 존재하였다. 면의 경우 모두 7종류의 세균, Actinomycetes 2종, Corynebacterium spp. 1종, Micrococcus luteus 1종, Bacillus 2종, 그리고 Clostridium 1종이 발견되었다. 마의 경우는 Bacillus 균속의 4가지 세균과 1종의 Clostridium이 견에서는 Bacillus 3종, Actinomycetes 1종, Micrococcus luteus 1종이 발견되었다. 이들 세균에 의한 각 직물의 상해여부 가능성과 상해 정도는 앞으로 더 연구가 되어야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 김흥조 분묘에서 출토된 복식유물을 보존과학적인 측면에 초점을 맞추어 과학적인 방법으로 분석하였다. 기초작업으로 직물의 물리적 특성을 분석하였고 출토직물의 보존과 세탁을 위하여 필수적인 오구를 분석하여 출토직물을 세탁할 때 적절한 용제 및 세제의 선택에 도움이 되고자 하였다.

연구결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 김흥조 분묘에서 출토된 복식유물들은 주로 면, 견, 마섬유 및 이들의 교직물로 이루어졌으며 오랜 기간 땅속에 묻혀 있는 동안 색이 변하여 대부분 황갈색을 띠었다. 그 중에는 1500년대의 직물이라고 생각하기에는 매우 현대적 감각을 갖는 변형평직과 아름다운 무늬의 사문직도 있었으며 이는 1500년대 직물연구에 도움을 주어 직물사적으로도 매우 가치가 높다.

둘째, 수용성 및 지용성 오구의 성분으로는 주로 탄화수소계, 알킬 알코올계, 질소화합물, 방향족 유기산이 포함되어 있는 것으로 추정되며 이들 성분은 인체의 구성성분으로 시신에서 오구된 것과 미생물 및 그 분해물을 포함하였을 것으로 사료된다.

셋째, 출토직물에 존재하는 균류는 면에서 7종, 마에서 5종, 그리고 견에서는 6종이 발견되었으며 그

중 가장 많이 발견된 것은 Bacillus속이었다. 이러한 미생물 종류의 규명은 출토직물을 보관 또는 전시할 때 도움이 될 것이며 섬유학의 방미성 연구에도 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 최광남, 문화재의 과학적 보존, 대원사, 1991.
- 2) N. H. Tennent, "The deterioration and conservation of dyed historic textiles", Rev. Prog. Coloration, 16, 1986.
- 3) H. Schweppe, "Identification of dyes in historic textile materials", Historic textile and paper materials (H. L. Needles, S. H. Zeronian ed.), ACS, 1986.
- 4) M. E. Geiss-Mooney, H. L., Needles, "Dye analysis of a group of late intermediate period textiles from Ica, Peru", Preservation of paper and textiles of historic and artistic value II (J.C. Williams ed.), ACS, 1981.
- 5) C. Walker, H. L. Needles, "Analysis of natural dyes on wool substrates using reverse-phase high performance liquid chromatography", Historic textiles and paper materials(H. L. Needles, S. H. Zeronian ed.), ACS, 1986.
- 6) M. Saltzman, "The identification of dyes in archaeological and ethnographic textiles", Archaeological chemistry II (J. B. Lambert ed.), ACS, 1984.
- 7) 이정숙, 김성련, 조선 중기 출토 면직물의 이화학적 특성, 한국염색가공학회지, 8(3), 1996
- 8) 박종옥, "복식유물 보존에 관한 연구", 중앙대학교 대학원 박사학위 논문, 1994
- 9) 안춘순 외, 한국복식, 14, 27(1996).
- 10) personal communication, 조인상(농촌진흥청).
- 11) 柏外, 油化學, 19, 1095(1970).