

## 출토복식유물에 대한 훈증소독의 영향에 관한 연구

채옥자 · 박성실\* · 안춘순\*\*

난사 전통복식문화재연구소, \*단국대학교 전통의상학과, \*\*인천대학교 패션산업학과

### A Study on the Effects of Fumigation on Excavated Costumes

Okja Chae · Sung-sil Park\* · Cheunsoon Ahn\*\*

Nan-sa Traditional Costumes Heritage Institute

\*Dept. of Traditional Costumes, Dankook University

\*\*Dept. of Fashion and Industry, University of Inche on

(2003. 11. 21. 접수)

#### Abstract

This study examines the effects and influences of fumigation on the antimicrobial treatment of excavated dresses in two different museum settings using chemical composite of Methyl Bromide and Ethylene Oxide. The microbial test indicated that the prewashed samples contained Micrococcus, Bacillus, Staphylococcus, and some unidentified fungi and that the total number of microbes decreased after washing. While it was observed that most germs were removed immediately after fumigation, Bacillus was still found and its number even increased. After 5 months, the number of microbes found in Museum A was smaller than Museum B, which shows that Museum A equipped with better environment control facility was superior to Museum B in terms of exhibition and preservation of dresses against organic damages. In addition, the result indicates that fumigation is an effective measure against the growth and reproduction of microorganisms, considering that the number of microorganisms decreased after fumigation. The color of test sample showed immediate change after fumigation but color difference became stabilized and decreased with the passage of time. The test samples from both museums showed similar patterns.

**Key words:** Excavated costumes, Fumigation, Microbes, Color difference; 출토복식, 훈증, 미생물, 색차

#### I. 서 론

최근의 활발한 복식유물의 출토는 한정된 문헌이나 전제 유물에 의존하던 전통 복식이론에 대해 실증적인 자료를 제공하는 중요한 단서가 되고 있을 뿐만 아니라 복식유물의 보존과학적 연구의 측면에서도 관심을 증대시키는 계기가 되고 있다. 그러나 복식유물의 보존은 다른 재질의 문화재와 비교하여 많은 어려움을 갖고 있다. 그것은 유물의 구성 재질이 유기물로서 여러 가지 요인에 의해 쉽게 손상되며 유물의 제작공정의 좋고 나쁨에 따라 보존 상태가 크게 달라

지기도 하기 때문이다(平尾 良光, 2001). 또한 유물 자체가 평소 착용되었던 소모품으로 그 보존 기간이 짧은 것도 한 원인이라 하겠다. 복식유물에 있어서 보존처리란 다양한 원인에 의해 훼손된 유물을 가능한 범위 내에서 원래의 상태로 복구하여 더 이상의 훼손을 최소화시키고 장기간 보관될 수 있도록 준비하는 것을 의미한다(안춘순 외, 1998). 이 과정 중 유물의 장기적이고 안전한 보존을 위해 실시하는 생물피해 방제처리는 출토복식 유물뿐 아니라 모든 유물을 대상으로 대부분의 박물관에서 정기적으로 실시하고 있다(최광남, 1998). 현재 유물의 생물학적 피해

방지를 위한 다양한 방법 중 가장 보편적으로 실시되고 있는 것의 하나가 화학약품에 의한 훈증법으로 곤충에 의한 피해 방제 뿐 아니라 미생물에 의한 유물의 손상에방을 그 목적으로 한다.

복식 유물의 출토가 활발하며 그것을 소장하는 기관이 점차 증가하고 대부분의 유물에 대해 화학약품을 이용한 훈증소독을 실시하고 있는 지금 유물에 대한 실제적인 생물학적 방제효과와 유물에 미치는 영향에 대한 연구가 절실히 요구된다. 이에 본 연구의 목적은 문화재의 생물학적 방제 대책으로 가장 보편적으로 행하여지는 메틸 브로마이드(Methyl Bromide, 이후 M.B.로 표기함)와 에틸렌 옥사이드(Ethylene Oxide, 이후 E.O.로 표기함) 혼합 약제에 의한 훈증 처리의 생물 제어능과 처리 후 나타나는 유물의 변화에 대해 조사하는데 있다. 위의 목적을 달성하기 위한 본 연구의 구체적인 연구과제는 다음과 같다. 첫째, 실제 출토된 복식 유물을 대상으로 일반적인 보존 처리를 시행한 후 M.B.와 E.O.의 혼합가스에 의한 훈증처리를 실시한다. 둘째, 훈증처리를 실시한 유물과 훈증처리를 실시하지 않은 유물의 미생물 잔존여부와 변색의 정도를 비교 조사한다. 셋째, 전시 및 보관의 환경조건을 비교하기 위해 공조시설이 서로 다른 2개의 박물관을 선정하여(각각 A, B박물관으로 칭함) 박물관의 온·습도 변화와 미생물 환경에 대한 조사를 실시한다. 넷째, 훈증 시료와 미훈증 시료를 위의 두 박물관에 전시·보관하여 환경 조건과 시간의 경과에 따른 미생물 잔존 여부와 변색의 정도 등을 비교 조사한다.

## II. 이론적 배경

출토 복식 유물의 보존에 관한 국내의 연구 조사는 복식사나 복식 구성 등 타 연구에 비해 그리 활발하지 못하였다. 그러나 최근의 활발해진 연구는 그 내용적인 측면에서도 다양한 모습을 나타내고 있다. 부착 오염에 대한 과학적 분석과 세척방법에 따른 효과와 그 영향에 관한 연구, 그리고 보존 환경에 대한 고찰 등 다각적이고 심층적인 연구가 이루어지고 있다.

### 1. 박물관과 소장 유물에 대한 생물학적 연구 고찰

출토복식 유물에 부착된 미생물을 조사한 연구로서 안춘순 등(1998)은 *Bacillus*, *Aspergillus* 등 6속 14종을 분리·동정하여 보고하였으며 이후 배순화(1999),

백영미(2001) 그리고 이미식(2001) 등은 *Bacillus*, *Actinomycetes* 등의 미생물을 분리·동정하여 보고하였다. 민경희와 안희균(1981)은 경남지방에 위치한 복식 유물을 소장하고 있는 사원 등 총 4곳을 대상으로 미생물 환경을 조사하였다. 문화체육부(1996)에서는 박물관의 전시 및 수장유물에 대한 생물학적 환경과 공조환경, 조명환경 등에 대한 다양하고 깊이 있는 연구조사를 실시하였는데 그 중 각기 다른 공조환경을 가진 박물관에 대한 미생물환경을 조사하고 제어시설과 약제에 대해 소개하였다. 최윤정 등(1998)은 전쟁 기념관내의 미생물 분포를 조사한 결과 19종의 진균을 분리했다. 민경희(1984)는 우리나라의 섬유질 문화재의 곰팡이의 피해를 조사한 결과 *Alternaria*, *Aspergillus* 등 21종의 미생물을 분리하였다. 위의 연구 결과를 정리하면 출토복식유물이나 박물관 소장 복식관계 유물에서 분리한 미생물 중 가장 많이 분리된 것은 *Aspergillus*와 *Penicillium*이며 *Bacillus*와 *Acremonium*, *Cladosporium*도 많이 분리되고 있는 것으로 나타났다.

### 2. 훈증과 약제의 영향에 관한 연구 고찰

‘훈증(fumigation)’이란 곰팡이나 해충의 피해를 방지하기 위해 보관이 요구되는 물질이나 사물에 대해 Thymol, M.B., Ethylen Dichloride, Hydrogen Cyanide 등의 독성이 있고 휘발성이 강한 물질의 기체에 노출시키는 것을 말한다(A Dictionary of Descriptive Terminology).

훈증약제로서 M.B.는 모피, 머리카락, 털, 가죽제품 등의 유황성분을 포함하는 물질과 반응하여 훈증 대상물에 있어서 안전하지 못한 결과를 초래하며(Chicora Foundation, Inc. 1994) 훈증 처리된 물질에 있어서 퇴화의 가속화가 나타나기도 한다고 보고된 바 있다(McComb, 1980). Matsuda(1998)는 후쿠시마 박물관의 훈증처리 실시 후 박물관의 가스농도를 조사하였는데 M.B.는 이후에도 검출되었고 이것은 흡수된 훈증 가스가 수장고의 구성물질이나 유물에 매우 오랫동안 남아있다는 근거라고 밝히고 있다. 이러한 사실은 M.B.를 이용한 훈증에서 그것이 잔류할 수 있는 전제가 되므로 그것이 유물에 미치는 영향에 대하여 연구가 필요하다고 하겠다.

E.O.는 대부분의 물질에 신속히 투과하고 확산이 가능하기 때문에 훈증 처리 후 대상물에 잔류하는 약

제가 빨리 소실되는 경향이 있는데 고무나 일부 플라스틱 등의 물질에는 오랜 기간동안 흡수되어 남아있는 것으로 알려졌다(Abbey Newsletter, 1982). 이 약제를 이용한 도서관이나 박물관 등의 훈증에서 훈증시설 안의 온도는 38°C보다 낮아야 하며 해충에 흡수되어 효과를 나타내는데 걸리는 시간은 약 16시간 정도이고 곰팡이는 5-7일 정도라고 한다(WACC Newsletter, 1980). 특히 살미를 목적으로 하는 경우 약 95%의 살균력을 나타내는데 이때 시설 안에 상대습도는 35-55%로 권장되고 상대 습도가 65%이상이면 포자의 활동이 활발해져서 번식이 가능한 상태로 살아남기도 한다는 보고가 있다(WACC Newsletter, 1980). 또한 이 약제는 셀룰로오스나 단백질과 반응한다는 것이 밝혀졌고 훈증된 물질에 발암성 물질을 남기는 것으로 알려져 있다(Ballard & Baer, 1986). 건강과 안전에 대한 규정이 강화되고 E.O.가 암을 유발할 수 있다고 인식됨에 따라 점차로 훈증 약제로서 사용이 줄어들고 있으며 박물관, 도서관과 고문서 등의 훈증에 있어서 그 사용을 피해야한다고 주장하기도 한다(Chicora Foundation, Inc. 1994).

유물에 미치는 M.B.와 E.O.의 혼합약제에 의한 훈증처리 효과에 관한 연구로는 유혜영 등(1999)이 서화류의 변색 또는 퇴색의 유무와 표면 pH의 변화를 조사하였으며 그 결과 감지할 만한 변화가 나타나지 않았다고 보고하고 있다. 문화체육부(1996)가 연구 조사하여 발표한 「박물관내 전시 및 수장유물의 보존환경기준연구」 중에서 '훈증에 의한 생물방제 실험'의 결과로 M.B.는 곤충에는 강한 살충효과가 있지만 곰팡이에는 살균효과가 미약한 것으로 나타났으며 M.B.보다 M.B.와 E.O. 혼합가스가 살균효과가 높은 것으로 보고하였다.

### III. 실험방법

#### 1. 시료

본 실험에 사용된 시료는 모두 4가지로 시료A, 시료B, 시료C, 시료D로 이 중 시료A, 시료B, 시료C는 같은 분묘에서 출토된 것으로 1999년 12월 20일에 서울특별시 마포구 상암동에서 전주 이씨(全州 李氏) 일가의 이장 작업 중 밀창군(密昌君 : 1677~1746)의 분묘 발굴 시에 출토된 것이다. 시료D는 2001년 경기도 양주군에서 실시된 해평 윤씨(海平 尹氏 : ?~1702)의 분묘 이장 도중 출토된 것이다. 각 시료에 대해 실시한 현미경법, 대마섬유감별법 KS 0319의 섬유감별과 직조, 두께, 밀도(KS 0520) 등의 조사에 따른 시료 특성은 <Table 1>과 같다.

#### 2. 훈증처리 방법

훈증약제는 M.B.(제조사 : Deabcsea Bromide Co., Israel)와 E.O.(제조사 : 液化炭酸株式會社, Japan)를 86%와 14%의 비율로 혼합하여 사용하였으며 처리방법은 소량의 유물 훈증에 주로 사용되는 포장훈증법을 이용해 실시하였다. 포장훈증을 위한 포장재는 기밀성이 우수한 합성수지필름(상품명 : 'ESCAL' 제조사 : MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC)을 사용하였다.

#### 3. 전시 및 보관

본 실험을 위한 시료의 전시와 보관을 위한 박물관은 현재 출토 복식 유물을 소장하고 있는 여러 보존

Table 1. Structural and Visual Characteristics of Sample Fabrics

sample	burial site	fiber type	weave	density (warp-filling/cm <sup>2</sup> )	thickness (mm)	characteristics
Sample A	Milchangun (1677~1746)	silk	plain	36×57	0.13	Compactly woven. Except for some soiled area which appear as red staining the sample is relatively clean.
Sample B	Milchangun	silk	twil weave	45×31	0.20	No visible degradation observed. White soil is partly present.
Sample C	Milchangun	hemp	plain	25×18	0.36	Some breakage of woven structure and yellowing observed.
Sample D	Heapyung Yoon ci (?~1702)	silk	gauze	28×15	0.3.	Dark brown color. Heavily soiled.

환경을 대표할 수 있는 곳으로 보존 환경 차이에 의한 방제 효과를 확인하기에 적당한 곳을 선정하였다. 이를 위해 박물관 환경을 제어하기 위한 시설이 갖추어져 있는 곳과 다른 한곳을 선정하여 각각 A박물관, B박물관으로 표기하였다. A박물관은 온습도 등의 환경이 항상 일정하도록 중앙에서 제어되고 있고 외부의 공기의 유입을 차단하는 장치 등이 있으며 B박물관은 간단한 장치에 의존해 환경을 유지하고 있다. 각 박물관의 환경은 실험기간 동안 전시설과 수장고의 온습도를 정기적으로 조사하였으며 대기 미생물 환경을 조사하기 위해 전시장내부와 전시설 그리고 수장고에서 공중부유균을 조사하였다.

**4. 훈증 효과의 조사방법**

**1) 실험기간**

본 연구를 위한 실험은 2002년 3월부터 2003년 1월까지 약 10개월 동안 실시하였다.

**2) 미생물분석**

미생물의 분석은 공중부유균과 유물부착균으로 나누어 실시하였다. 공중부유균 조사를 위해 균은 낙하포집법으로 채집하였다. 낙하포집법은 조사하고자 하는 곳에 plate dish를 1시간 동안 방치한 후 밀봉하여 수거해 실험실로 옮겨 약 30°C에서 배양하는 방법으로 LB(Lurida-Bertani, bacto-tryptone 10.0g, bacto-yeast extract 5.0g, NaCl 10.0g, 5 N NaOH)배지와 PDA (Potato Dextrose Agar, Potato 200.0g, Infusion from Dextrose 20.0g, Agar 15.0g)배지를 사용하였다. 그리고 직물 시료로부터의 미생물 분리는 펩톤(pep-ton, 0.5%)수 5ml에 직물시료 100mg을 넣고, 잘 흔들어 준 후 희석액 중 500ul를 LB plate에 접종하여 18-24시간 동안 37°C의 incubator에서 배양하는 방법으로 실시하였다. 분리된 미생물을 동정하기 위해서 현미경을 이용한 형태학적 관찰과 각종 생리 화학적 검사(Huvker의 변법을 이용한 그람염색성의 판별, Catalase생성시험, Vogus-Proskauer실험, Methyl Red실험, 유기화합물 분해능 실험, Citrate utilization 실험, Indole생성능 시험, Oxidase 판별, Urea test 등)를 시행하였다.

이상의 실험과 관찰을 통해 분리된 미생물을 동정하였으며 菌種을 동정하는 것이 동일 菌屬내에서의 많은 종간의 유사성과 그 밖의 여러 가지 실험여건상 용이하지 않은 점들로 인해 본 실험에서는 균속을 감

별하는 것으로 제한하여 실시하였다.

**3) 색차 분석**

분광측색계(JS-555, COLOR TECHNO SYSTEM CORPORATION)를 이용해 시료를 각 3회 측정하여 그 평균값을 Hunter 표색계와 Munsell 표색계에 따라 나타내었다. 시료의 색 변화는 색차( $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ )로 비교하였다.

**IV. 결과 및 고찰**

**1. 박물관의 환경 조사**

**1) 대상 박물관의 온습도 변화**

복식 유물의 보존에 적당한 온도는 약 16-24°C, 상대습도는 약 50-65%로 알려져 있으며 20°C이상의 온도와 70%이상의 습도 환경에서 생물에 의한 피해 발생이 예상된다(Florian, 1994; Valentin et al., 1990). 선정된 A박물관은 전자 장비에 의한 공조시설을 갖추고 권장 온습도를 유지하고 있었으며 B박물관은 전체적으로 온습도 모두 외기의 직접적인 영향으로 계절에 따라 변화를 보이는 것으로 관찰되었다. B박물관의 전시설과 수장고의 평균온도가 각각 17°C, 21°C이며 평균 습도는 55%, 34%로 나타났으며 외기의 직접적인 영향으로 온습도의 변화가 크게 나타나 수축과 팽창의 반복으로 인한 재질의 손상이나 각종 생물학적 피해 등으로 유물의 보존에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상되었다.

**2) 대상 박물관의 미생물환경 조사**

A박물관의 경우 전시설에서 3개의 colony가 관찰되었고 수장고에서는 관찰되지 않았다. 그리고 B박물관은 전시설에서 6개, 수장고에서 1개의 colony가 관찰되었다. 이러한 결과로 공조환경이 상대적으로 우수한 A박물관이 생물학적 환경도 우수한 것으로 조사되었으며 또한 두 박물관 모두 사람의 출입이 극히 제한적인 수장고보다 외부 공기의 유입과 사람의 출입이 상대적으로 많은 전시설에서 더 많은 미생물이 관찰되었다. 위와 같은 결과는 두 박물관의 공조환경의 차이에 의한 것으로 사료되며 전시설과 수장고의 향온향습과 외부로부터 유입되는 공기를 차단하고 청결 상태를 유지해야 하는 등의 특별한 대기환경의 관리가 요구된다.

2. 유물 부착균의 분리와 동정결과

1) 훈증처리 전 시료의 미생물 분석

세척 전 시료A에서는 *Micrococcus*와 *Bacillus*가 발견되었고 세척전 시료C에서는 *Bacillus*, *Staphylococcus*, 미동정 진균류 등이 분리되었다. 그리고 세척을 실시한 시료A에서는 *Micrococcus*과 *Bacillus*가, 세척 후 시료C에서는 *Bacillus*와 *Corynebacterium*이 발견되었으며 세척을 전후로 균수가 감소되었다(Table 2). 또한 이 과정에서 세척전후에 일부 미생물이 제거되어 발견되지 않거나 새로운 균이 출현하여 세척 과정 중의 미생물 출입이 확인되었다. 그리고 문화재에 많은 손상을 입히는 것으로 알려진 진균류가 세척을 실시한 이후에는 발견되지 않았다. 따라서 출토 복식 유물의 세척은 오염의 제거라는 목적이외에 일차적인 미생물 저지 수단으로서도 의의가 있다는 것을 확인하였다.

2) 훈증 직후 시료의 미생물 분석

훈증처리 직후의 시료에 대해 미생물의 잔존여부를 검사한 결과 *Bacillus*를 제외하고는 진균류를 비롯한 모든 균이 제거되었음을 확인하였다. *Bacillus*의 경우는 많은 수가 분리되었는데 시료 A, C에서 각각 2100cfu/g, 2500cfu/g가 조사되었다. 이와 같이 훈증처리직후의 출토직물에서 미생물이 분리된 것은 이미식 등(2001)이 출토된 직물시료를 훈증처리 한 후 시료에서 *Bacillus*, *aph Stylococcus*, *Lactobacillus* 등을 분리한 것과 유사한 결과라 하겠다. 대부분의 출토복식유물 시료에서 발견되는 *Bacillus*(Fig. 1)는 토양이나 먼지 등 자연계에 널리 분포하는 호기성 세균 또는 통성혐기성 세균으로 포자를 형성하며 이 포자는 열이나 방사선, 화학약품 등에 강한 내성을 지니

고 있다(생물학사전, 1998). 이것은 영양조건이 부적당하게 되면 내구체로서 아포를 형성하여 오랜 기간 동안 생존을 가능하게 한다(이갑성, 1997). 이러한 결과는 훈증실시 후 잔존하는 훈증 가스를 제거하기 위한 거품 과정이나 실험을 위한 운반도중 공기로부터 오염되었을 가능성과 시료의 부족으로 인한 실험의 제한적 상황, 그리고 훈증 후 유일균인 *Bacillus*의 왕성한 생육과 번식 등으로 인해 균수의 증가가 일어났을 것으로 사료된다.

결과적으로 *Bacillus*를 제외한 기타의 유물 부착균들 즉 *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, 그리고 진균류 등은 훈증처리로 모두 제거된 것으로 나타나 훈증의 일차적 목적인 살충과 살미에 대한 즉각적인 효과를 확인할 수 있었다. 그러나 *Bacillus*와 같이 훈증 후에도 잔존이 확인된 미생물에 대해서는 그것이 유물에 미치는 영향 등에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

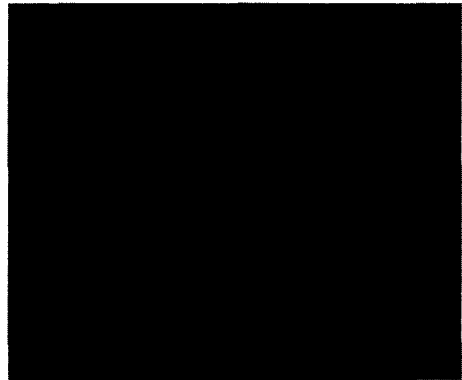


Fig. 1. *Bacillus*(×400) isolated from Not Fumigated Sample C.

Table 2. Identification of Microbes and the Number of Colonies Isolated from Unwashed and Washed Samples before Fumigation.

Sample	microbes	number of colony	Estimated Number of Microbes(cfu/g)	
Before cleaning	Sample A	<i>Micrococcus</i>	10	100
		<i>Bacillus</i>	10	
	Sample C	<i>Bacillus</i>	20	700
		<i>Staphylococcus</i> <i>fungi</i>	40 10	
After cleaning	Sample A	<i>Micrococcus</i>	10	200
		<i>Bacillus</i>	30	
	Sample C	<i>Bacillus</i>	40	500
		<i>Corynebacterium</i>	10	

3) 박물관 보관 후 시료의 미생물 분석

A박물관에 5개월간 보관한 시료에서는 *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium* 4종이 발견되었고 그 총수는 400cfu/g이었으며, B박물관에 보관한 시료에서는 *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*가 발견되었고 그 총수는 600cfu/g이었다 (Table 3). 이 중 A박물관 수장고에 보관되었던 시료 A의 plate dish는 균 colony들로 완전히 도말된 상태로 한정된 수량을 파악하기 어려웠는데 이것은 실험과정이나 조작 중에 처리자에 의한 접촉 등으로 발생한 것일 가능성이 크므로 균수의 비교에서는 제외하였다. 위의 결과로 미루어 볼 때 A박물관에서 발견된 미생물의 총수가 B박물관에서 발견된 미생물의 총수보다 비교적 적게 나타나 공조시설이 상대적으로 우수한 A박물관이 B박물관보다 유물의 전시와 보관에 있어서 생물학적 측면에서 우수한 것으로 조사되었다. 또한 이러한 결과는 훈증 전과 비교할 때

<Table 2> 많은 미생물의 감소가 나타나 훈증 처리가 미생물 생육을 저지하는데 효과가 있음을 나타내었다.

4) 훈증시료와 미훈증 시료의 미생물 분석

이 경우 A박물관의 규정상 훈증처리를 실시하지 않은 유물의 반입이 금지되었기 때문에 같은 박물관 시설 안에 5개월간 보관한 훈증시료와 미훈증 시료의 미생물 분리여부는 B박물관에 보관된 시료만을 대상으로 실시하였다.

B박물관에 훈증 처리하여 보관한 시료에서는 *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* 등 3종류의 균이 분리되었고 미훈증 처리시료에서는 *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Bacillus* 등 3종류의 균이 분리되었다 (Table 4). 균수는 세척 전 시료와 비교할 때 많은 감소를 보였으나 B박물관에 보관하여 5개월이 경과한 후에는 훈증처리 시료와 미훈증 처리 시료의 미생물 수에 큰 차이가 없음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 B박물관

Table 3. Microbial Analysis of Fumigated Samples after 5 Months of Storage in the Storage Rooms and Exhibit Halls of Museums A, B

isolate		microbes	number of colony	estimated number of microbes (cfu/g)
Museum A	exhibit hall	Sample C	<i>Bacillus</i>	10
			<i>Micrococcus</i>	10
	storage room	Sample C	<i>Staphylococcus</i>	10
		Sample A	<i>Corynebacterium</i>	10
Museum B	exhibit hall	Sample C	<i>Staphylococcus</i>	∞
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	∞
	storage room	Sample C	<i>Staphylococcus</i>	10
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	20
	storage room	Sample C	<i>Micrococcus</i>	10
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	10
		<i>Bacillus</i>	10	

Table 4. Microbial Analysis of Fumigated and Not Fumigated Samples after 5 Months of Storage in Museum B

isolate		microbes	number of colony	estimated number of microbes (cfu/g)
Fumigated	exhibit hall	Sample C	<i>Staphylococcus</i>	10
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	20
	storage room	Sample C	<i>Micrococcus</i>	10
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	10
Not Fumigated	exhibit hall	Sample C	<i>Bacillus</i>	10
		Sample A	<i>Corynebacterium</i>	10
	storage room	Sample C	<i>Corynebacterium</i>	20
		Sample A	<i>Corynebacterium</i>	20
	storage room	Sample C	<i>Staphylococcus</i>	10
		Sample A	<i>Staphylococcus</i>	10

관과 같이 공조시설이 충분히 갖추어지지 않은 환경조건에서 출토직물을 보관할 경우 유물에 훈증처리를 했다고 하더라도 시간이 경과함에 따라 훈증의 효과가 떨어지며 미생물 오염이 나타난다는 것을 보여준다. 위의 결과로 B박물관과 같은 환경에서의 훈증처리효과는 공조시설이 우수한 곳보다는 크지 못한 것으로 보여지며 훈증의 효과를 높이기 위해서는 우수한 공조시설이 필요할 것으로 사료된다.

### 3. 색의 변화

유물에 있어서 변색은 재질이 여러 요인에 의해 손상되는 과정에서 재질 표면의 색이 변하는 것을 말한다(한성희 외, 1996). 이러한 색의 변화는 광산화 반응과 온·습도 변화 그리고 미생물 활동 등 여러 가지 환경적 요인에 의해 발생하게 된다. 시료의 색 변화는 색차로 비교하였는데 훈증처리 이후 시료의 색차는 세척 후 시료를 기준으로 조사하였으며 훈증에 앞

서 세척처리에 의한 시료의 색변화도 부가적으로 조사하였다.

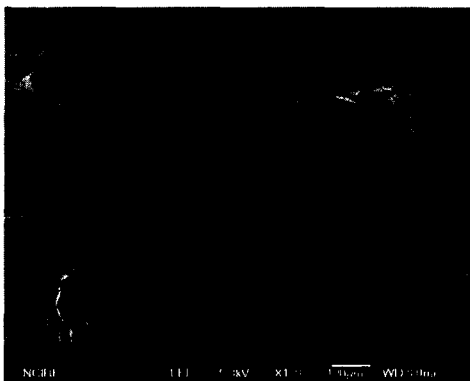
#### 1) 세척처리에 의한 시료의 색 변화

세척에 의한 시료의 색차를 미세척 시료를 기준으로 조사한 결과 시료D가 가장 크게 나타났으며 그 다음은 시료C, 시료B, 시료A의 순이었다(Table 5). 배순화(1999)는 출토복식 유물을 세척한 후 측색한 결과 세척을 전후로 큰 색차가 나타났음을 보고하여 본 연구의 결과와 같이 세척이 유물의 즉각적인 색변화를 초래할 수 있다는 것을 보여주었다.

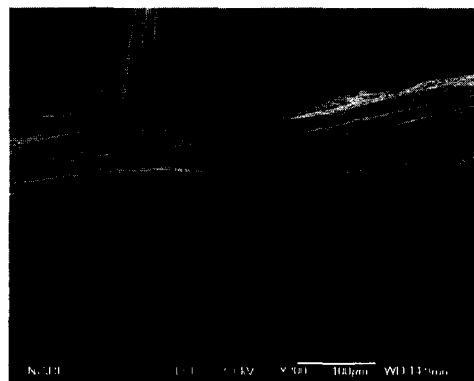
시료D는 다른 시료에 비해 매우 큰 색차를 나타내었는데 이러한 사실은 시료D의 용도가 '구의(柩衣)'라는 것에서 기인한다고 하겠다. '구의'는 '조선왕조실록'(朝鮮王朝實錄, 英祖 52年 3月 庚辰(1776), ...柩衣-多紅廣織 畫黻...) 이나 '신증록'(愼終錄)등의 기록에 의하면 홍색(紅色)이나 황색(黃色)의 염직물을 사용한 것으로 나타나 있으며 현재까지 출토된 구의

Table 5. Color Measurement of the Samples Immediately after Washing.(Reference Value sets Unwashed Sample)

Sample		L	a	b	$\Delta E$	H	V	C
Sample A	Unwashed	67.13	4.09	21.82	0	9.954 YR	6.55	3.41
	after Washed	66.52	4.21	21.97	0.64	9.913 YR	6.48	3.44
Sample B	Unwashed	70.29	0.59	20.36	0	2.481 Y	6.87	2.89
	after Washed	72.47	0.76	20.34	2.19	2.247 Y	7.09	2.91
Sample C	Unwashed	72.27	1.95	14.89	0	0.421 Y	7.07	2.23
	after Washed	67.26	3.10	16.23	5.31	9.809 YR	6.56	2.52
Sample D	Unwashed	37.64	6.08	16.34	0	8.586 YR	3.66	2.73
	after Washed	45.02	6.02	21.33	8.91	9.459 YR	4.37	3.40



a. Before Washing



b. After Washing

Fig. 2. Scanning Electron Micrographs of Sample D : a. Before Washing( $\times 100$ ), b. After Washing( $\times 200$ ).

**Table 6. Color Measurement of the Washed Samples Immediately after Fumigation. (Reference Value sets After Washed Sample)**

	L	a	b	E	H	V	C
Sample A	72.13	3.99	12.40	11.10	7.811 YR	7.05	2.13
Sample B	75.10	1.92	24.13	4.75	1.489 Y	7.36	3.56
Sample C	73.12	2.45	15.85	5.91	0.067 Y	7.16	2.41
Sample D	49.97	6.57	24.39	5.85	9.425 YR	4.85	3.93

**Table 7. Color Difference of Fumigated Samples during 10 Months Storage in Museums A and B**

	5 months later				10 months later			
	Museum A		Museum B		Museum A		Museum B	
	exhibit hall	storage room	exhibit hall	storage room	exhibit hall	storage room	exhibit hall	storage room
Sample A	4.34	3.21	6.01	5.21	4.16	5.54	3.97	3.29
Sample B	1.9	1.58	0.99	1.44	1.93	1.33	2.58	1.29
Sample C	5.36	1.98	5.2	7.55	9.33	6.22	1.89	5.71
Sample D	4.7	0.93	3.6	5.11	2.88	6.99	2.92	3.93

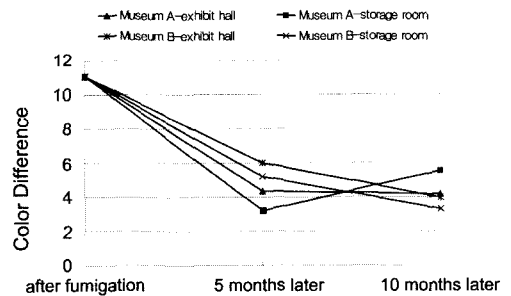
는 주로 갈색 등을 띤 상태로 발굴된 것으로 보고되었다(박성실, 1998). 따라서 본 연구에서 사용한 시료 D도 염착물일 것으로 추정되며 발굴 당시 시료에는 육안으로도 확인이 가능한 많은 오염들이 부착되어 있었다. <Fig. 2>에서와 같이 세척 전의 시료에서 보이던 여러 부착성분이 세척 후 시료에서는 많이 제거된 모습이 나타났다. 따라서 시료 D는 물 세척 과정에서 많은 오염과 그 이외 성분들이 탈락되어 큰 색차가 나타난 것으로 사료된다.

**2) 훈증처리 후 시료의 색변화**

훈증처리 직후에 조사한 각 시료의 색변화는 모든 시료에서 크게 나타났다. 이와 같이 훈증직후에 조사된 시료의 색차는 시료D를 제외한 나머지 모든 시료에서 세척전후에 조사된 색차보다 크게 나타났다(Table 6). 이러한 사실은 시료가 세척 후 측색한 것과 동일 시료가 아니라는 제한적 상황을 고려하더라도 출토 복식유물에 대한 훈증처리가 그 시행 직후에는 즉각적인 색의 변화를 초래할 수 있다는 것을 보여준다고 하겠다.

**3) 박물관 보관 후 시료의 색변화**

각 박물관에 보관한 시료의 색차는 시료에 따라 다르지만 시료C를 제외한 대부분의 시료가 훈증직후 색차가 크게 나타난 이후 시간이 경과함에 따라 점차 작아지는 경향을 보이고 있다(Table 7). <Fig. 3>은



**Fig. 3. Color Difference of Sample A Stored in Museums A and B.**

시료A에 대한 색차의 변화를 나타낸 것으로 A와 B 박물관에 보관된 시료 모두 5개월이 경과한 후 색차가 크게 감소한 것으로 나타났다. 또한 10개월이 경과한 후의 색차는 A박물관의 수장고에 보관된 시료를 제외한 모든 시료에서 변화가 거의 없거나 더욱 감소한 것으로 나타났다. 이러한 경향은 시료C를 제외한 대부분의 시료에서 공통적으로 나타나고 있다. 따라서 훈증직후 큰 색변화를 나타낸 시료가 시간이 경과함에 따라 점차 원상태로 복귀하고자 하는 것으로 나타나 안정적으로 되어간다고 추정할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 시료 C의 경우 색변화의 일관된 경향이 없으며 그 편차도 크게 나타나고 있다.

**4) 훈증시료와 미훈증 시료의 색변화**

훈증한 시료와 미훈증 시료의 색차는 일정한 경향을



Table 8. Color Difference of Fumigated Samples during 10 Months Storage in Museums A and B

	5 months later				10 months later			
	Exhibit Hall		Storage Room		Exhibit Hall		Storage Room	
	none	fumigated	none	fumigated	none	fumigated	none	fumigated
Sample A	5.21	6.01	4.48	4.6	5.64	3.97	3.21	3.29
Sample B	3.4	0.99	1.09	1.44	3.3	2.58	2.78	1.29
Sample C	3.76	5.2	5.28	7.55	2.6	1.89	4.87	5.71
Sample D	4.32	3.60	2.6	5.11	0.78	2.92	1.85	3.93

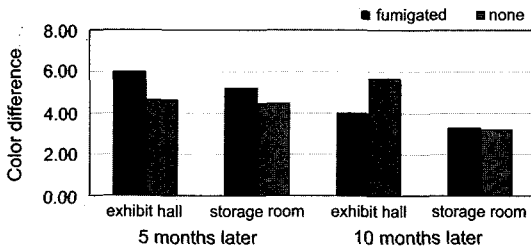


Fig. 4. Comparison of Color Difference between Fumigation and none Fumigation of Sample A.

나타내지는 않았지만 시료B를 제외한 대부분의 시료는 훈증처리를 실시한 시료의 색차가 미훈증 처리시료의 색차보다 크게 나타나고 있다(Fig. 4). 이러한 결과는 훈증직후의 색변화가 시간이 경과함에 따라 줄어드는 경향을 보이지만 훈증처리를 하지 않고 보관하여 훈증과 같은 외부적인 요인의 영향을 받지 않은 시료보다 색차가 크게 나타난 것으로 추정된다 (Table 8).

전체적으로 B박물관은 훈증 처리한 시료의 색차가 훈증처리하지 않은 시료의 색차보다 크게 나타나고 있어 B박물관과 유사한 환경을 가진 곳에 보관·전시하는 훈증 처리한 복식 유물에 있어 색의 변화가 생길 수 있다고 사료된다. 그러나 앞서 밝힌 바와 같이 이러한 변색의 정도는 시간의 경과에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 일반적으로 각 박물관의 정기적인 훈증소독은 년 1회를 실시하는 것이 가장 일반적이다(최광남, 1998). 본 조사기간이 10개월이므로 약간의 차이가 있지만 이것은 일반적인 박물관의 훈증소독의 주기와 유사하므로 결과적인 색의 변화는 10개월이 경과한 후의 색차로 보아야 할 것이다. 그렇게 볼 때 위와 같은 결과, 즉 훈증 처리 후 색의 변화가 감소하여 '눈에 띄는 정도'(The sensible expressions of color difference, National Bureau of Standard unit)인 약 2~3 정도의 색차를 나타낸다는 사실로 훈증의 효과를 부정할 수만은 없을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

문화재의 생물피해 방제 대책으로 현재 보편적으로 시행되고 있는 화학약품에 의한 방제법 중 M.B.와 E.O.의 혼합약제에 의한 훈증처리가 출토복식유물에 미치는 생물방제의 효과와 변색의 정도를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 세척 전 Sample A에서는 *Micrococcus*과 *Bacillus*가 발견되었고 세척전 Sample C에서는 *Bacillus*, *Staphylococcus*, 미동정 진균류 등이 분리되었다. 그리고 세척 후 Sample A에서는 *Micrococcus*과 *Bacillus*가, 세척을 실시한 Sample C에서는 *Bacillus*와 *Corynebacterium*가 발견되었으며 전체적으로 세척 후에 균수가 감소된 것으로 나타나 일차적인 미생물 저지 수단으로서도 의의가 있다.

2. 훈증처리 결과 진균류를 비롯해 유물시료에 부착된 대부분의 균이 제거되었으나 *Bacillus*만은 계속 발견되었으며 그 수는 훈증처리 전보다 오히려 많았다. A박물관에 5개월간 보관한 시료에서는 *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*이 발견되었다. B박물관에 보관한 시료에서는 *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*가 발견되었으며 A박물관에서 발견된 미생물의 수가 B박물관에서 발견된 미생물의 수보다 적게 나타나 공조시설이 상대적으로 우수한 A박물관이 유물의 전시와 보관에 있어서 생물학적 측면에서 우수한 것으로 조사되었다. 또한 훈증 전과 비교할 때 많은 미생물의 감소가 나타나 훈증 처리가 미생물 생육을 저지하는데 효과가 있음을 나타내었다.

3. 훈증처리 여부에 따른 미생물 균수의 비교 결과 훈증시료와 미훈증 시료에서 분리된 총 균수는 같은 것으로 나타났다. 위의 결과로 B박물관과 같은 환경에서의 훈증처리 효과는 공조시설이 우수한 곳보다는 크지 못한 것으로 보여지며 훈증의 효과를 높이기 위해서는 우수한 공조시설이 필요할 것으로 사료된다.

4. 훈증처리 직후 시료에서 즉각적인 색의 변화가 나타났으며 이러한 변화는 시간이 경과함에 따라 색차가 감소하여 안정화되어 가는 것으로 나타났다.

위의 결과로 출토복식 유물에 대한 훈증처리는 미생물을 제어하는데 효과가 있는 것으로 사료되며 특히 진균류의 살멸에 큰 효과를 나타내었다. 그러나 훈증 후 보관 시간의 경과에 따라 미생물의 재오염이 발생한 것으로 나타났다. 이러한 현상은 공조시설이 상대적으로 미비한 보관 장소에서 더욱 심화되는 것으로 나타나 훈증 효과를 높이기 위해서는 적절한 훈증처리의 시행과 더불어 그 효과를 유지할 수 있는 공조시설이 절실히 요구된다. 현재 국내 박물관의 일반적인 훈증 주기는 1년이 대부분으로 이것은 본 연구의 조사기간과 거의 일치한다. 따라서 본 연구에서 보고한 훈증의 효과는 각 박물관 환경에 알맞은 훈증 주기를 결정하는데 근거가 될 수 있을 것으로 사료된다. 훈증처리에 의한 생물체어의 효과를 높이기 위해서는 박물관의 적절한 공조환경과 더불어 박물관에 반입되는 유물에 대해 반드시 훈증 등의 방제절차를 거쳐 다른 유물의 오염을 방지하도록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 박물관에 자체적인 방제시설을 갖추는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 문화체육부. (1996). *박물관내 전시 및 소장유물의 보존환경 기준연구*. 45-93.
- 민경희. (1984). 섬유질 문화재의 미생물에 의한 훼손. *보존과학연구*, 5.
- 민경희, 안희균. (1981). 지류 및 섬유질 문화재의 미생물에 관한 연구-경남지방을 중심으로. *문화재*, 14.
- 박성실. (1998). 화성 구포리 출토유물 소고. *한국복식*, 14.
- 배순화. (1999). *출토 직물 보존에 관한 과학적 연구*. 서울여자대학교 박사학위 논문, 88-91.
- 백영미. (2001). *조선중기 출토복식의 보존처리 및 저고리의 처수변화*. 부산대학교 박사학위 논문, 33-35.
- 안춘순, 조한국, 김정완. (1998). 화성 구포리 출토복식의 섬유 외 물질 분석에 관한 소고. *한국복식*, 14, 27.
- 운양박물관. (1989). *안동김씨분묘발굴조사보고서*.
- 유혜영, 김경수, 이용희. (1999). 훈증소독에 따른 서화류의 안료변색 및 pH변화 유무 조사. *박물관 보존과학*, 1, 43-52.
- 이갑성. (1997). *미생물학·분자생물학 사전*. 대학서림, 114.
- 이미식, 배순화, 이연희. (2001). *전주이씨 묘 출토복식 조사 보고서*. 경기도박물관, 123-126.
- 조선왕조실록. (1973). *국사편찬위원회*. 탐구당.
- 최광남. (1998). 박물관의 보존환경에 관한 조사. *문화재*, 21.
- 최윤정, 임선기, 민경희. (1998). 전성기념관내 문화재 보존을 위한 환경요인으로서의 미생물분포. *보존과학회지*, 7.
- 한국생물과학협회. (1998). *생물학 사전*. 아카데미서적.
- 한성희, 이명혜, 이규식, 안희균. (1992). 유물의 보존환경에 대한 생물학적 조사연구. *보존과학연구*, 13.
- 한성희, 이규식, 정용택. (1996). 사상균에 의한 지류·섬유질 유물의 색변화. *보존과학연구*, 17.
- 히라오 요시미즈(平尾 良光) 편저. (2001). *문화재를 연구하는 과학의 눈*. 최영희 옮김. 학연문화사, 204-205.
- A Dictionary of Descriptive Terminology*. 자료출처 <http://pailmpsect.stanford.edu/>
- Chicora Foundation, Inc. (1994). *Managing Pests in Your Collections*.
- Ballard, M. W., & Baer, N. S. (1986). Ethylene oxide fumigation: result and risk assessment. *Paper at annual meeting the society of american archivist: Restaurator*, 7(4), 143-168.
- EtO Reevaluated. (1982). *Abbey Newsletter*, 6(3), 1-2.
- Florian, Mary-Lou. (1994). Non-toxic fumigation & alternative control techniques for preserving cultural/historic properties & collections-notes on a conference. *Technology & Conservation and the Harvard University Environmental Health and Safety Department presented a conference*.
- Matsuda, Takatsugu. (1998). Change of methyl bromide gas concentration after fumigation in storage room. *Bunkazai hozon-syukoku gakkaisi*, 42, 47-54.
- McComb, Robert E. (1980). A Comparison of Three Gaseous Fumigants-Vikane, Ethylene Oxide and Methyl Bromide. *WAAC newsletter*, 2(3), 1-2.
- Technical Exchange : A Comparison of Three Gaseous Fumigants-Vikane, Ethylene Oxide and Methyl Bromide. (1980). *WACC Newsletter*, 2(3), 1-2.
- Valentin, N., Lidstrom, M. & Preusser, F. (1990). Microbial control by low oxygen&low relative humidity environment. *Studies in Conservation*, 35, 222-230.