

## 훈증처리가 출토복식유물의 강도 변화에 미치는 영향

채옥자<sup>†</sup> · 박성실\* · 안춘순\*\*

난사전통복식문화재연구소, 단국대학교 전통의상학과\*, 인천대학교 패션산업학과\*\*

### Effect of Fumigation on the Strength of Excavated Costumes

Okja Chae<sup>†</sup>, Sung-sil Park\* and Cheunsoon Ahn\*\*

Nan-sa Traditional Costumes Heritage Institute

Dept. of Traditional Costumes, Dankook University\*

Dept. of Fashion and Industry, University of Incheon\*\*

(2004. 4. 14. 접수 : 2004. 8. 6. 채택)

#### Abstract

This study examines the effects and influences of fumigation using chemical composite of Methyl Bromide and Ethylene Oxide on the change of strength of excavated dresses. The fabric strength immediately after washing and fumigation increased slightly, but it decreased greatly as the time progressed. The strength of the test sample from Museum A showed a steady decrease with time, while that of Museum B decreased rapidly 5 months later. Compared with the non-fumigated sample, fumigated sample was greater in strength regardless of the time progression, and the strength of sample kept in the exhibit hall was greater than that kept in the storage room. The strength of the fumigated sample was almost same regardless of the three different time periods, before washing, after washing and immediately after fumigation, and it decreased steadily with time, whereas the non-fumigated sample became much weaker in its strength in 10 months after washing. Even 5 months later, the fumigated sample was about as strong as immediately after fumigation, but the strength dropped to a great extent 10 months later.

*Key words: fumigation(훈증), tensile strength(인장강도), excavated costumes(출토복식), methyl bromide(브롬화메틸), ethylene oxide(산화에틸렌).*

#### I. 연구배경

발굴되어 출토된 복식 유물은 그 구성재질과 보존 상태에 따라 다양한 형태로 존재하며 여러 박물관의 수장고나 전사실에 보관·전시되어 있다. 대부분의 출토유물은 발굴되어 보관·전시되는 기간동안

안 여러 단계의 보존처리과정을 거쳐야만 한다. 실제적으로 출토 복식 유물에 행해지는 보존처리는 크게 세척, 보수 그리고 소독 등의 과정들로 다양한 요인에 의해 훼손된 유물을 가능한 범위 내에서 원상태로 복구하여 더 이상의 훼손을 최소화시키고, 장기간 보관될 수 있도록 준비하는 작업<sup>1)</sup>을 의미한다. 이러한 과정 중 유물의 생물학적 피해를 최소화하여

<sup>†</sup> 교신저자 E-mail : ckafka@hanmail.net

1) 안춘순, 조한국, 김정완, "화성 구포리 출토복식의 섬유 외 물질 분석에 관한 소고", 한국복식 14 (1998), p. 27.

유물을 안전하게 장기적으로 보존하기 위한 방법으로 훈증소독을 실시하고 있다. 국내의 대다수 박물관들은 그 소장품의 생물피해를 방지하기 위한 방안으로서 박물관의 전체적인 훈증소독을 실시하며 그 주기는 1년이 가장 많은 것으로 조사되었다.<sup>2)</sup>

그 동안 국내외의 훈증처리에 대한 연구는 주로 훈증약제의 생물 방제능을 중심으로 이루어졌으며 그와 더불어 사용 약제가 유물에 미치는 영향과 처리자의 안전을 고려한 인체에 미치는 영향에 대해 연구되어 왔다. 그중 현재 사용되는 약제인 브롬화 메틸(Methyl Bromide, 이후 M.B.로 표기함)은 오존층을 파괴하는 물질로 규정<sup>3)</sup>되었으며 산화에틸렌(Ethylene Oxide, 이후 E.O.로 표기함)은 셀룰로오스나 단백질 성분과 반응하여 암을 유발하는 물질로 규정된 상태이다.<sup>4)</sup> M.B.는 일부 가죽 제품과는 반응하여 심한 냄새가 나기도 하며 훈증 처리된 물질에 있어서 퇴화의 가속화가 나타나기도 한다고 보고되었다.<sup>5)</sup> Matsuda<sup>6)</sup>는 후쿠시마 박물관의 훈증처리 실시 후 흡수된 훈증 가스가 수장고의 구성물질이나 수장된 유물에 매우 오랫동안 남아 있다는 연구 결과를 발표하였다. 이러한 사실은 훈증처리가 유물에 미치는 직접적인 영향에 대한 것은 아니지만 M.B.를 이용한 훈증에서 그것이 잔류할 수 있는 전체가 되므로 그것이 유물에 미치는 영향에 대하여도 추가적인 연구가 필요하다고 하겠다. 유물에 미치는 M.B.와 E.O.의 혼합약제에 의한 훈증처리 효과에 관한 연구로는 유혜영 등<sup>7)</sup>이 서화류의 변색 또는 퇴색의 유무와 표면 pH의 변화를 조사한 것이 있다. 이 연구에서는 조선시대 고지도와 증서 등을 대상으로 훈증을 실시하여 일정한 부분을 측색하고 pH를 측정된 결과를 실시전의 값과 비교한 결과 감지할 만한 변화가 나타나지 않았다고 보고하고 있다.

유물에 실시하는 훈증의 목적은 유물의 생물피해를 방지하고자 하는 것이다. 그러나 이에 앞서 유물에 대한 보존 처리의 전제는 대상 유물의 손상이나 피해가 없어야 한다는 것이다. 많은 복식 유물이 출토되며 그것을 소장하는 기관이 점차 증가하고 있고 출토 복식 유물뿐 아니라 대부분의 유물에 대해 화학약품을 이용한 훈증소독을 실시하고 있는 지금 그 사용에 대한 연구조사가 요구된다.

본 연구는 문화재의 생물학적 방제 대책으로 가장 보편적으로 행하여지는 화학 약제에 의한 훈증처리 중 현재 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 M.B.와 E.O.의 혼합 약제에 의한 훈증 처리가 출토 복식 유물에 미치는 영향 중 유물의 강도 변화에 대한 조사를 목적으로 하며 그 결과 출토 복식 유물을 효과적으로 보존할 수 있는 방안에 대한 자료를 제공하고자 한다.

이를 위해 첫째 실제 출토된 여러 복식 유물을 대상으로 일반적인 보존 처리를 시행한 후 M.B.와 E.O.의 혼합가스에 의한 훈증처리를 실시하였다. 둘째, 훈증처리를 실시한 유물과 훈증처리를 실시하지 않은 유물의 강도의 변화를 비교 조사하였다. 셋째, 공조시설이 서로 다른 2개의 박물관을 선정하여(각각 A, B 박물관으로 칭함) 훈증 시료와 미훈증 시료를 전시·보관하여 환경 조건과 시간의 경과에 따른 강도의 변화를 비교 조사하였다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 시 료

본 실험에 사용된 시료는 1999년 12월 20일에 서울 특별시 마포구 상암동에서 전주 이씨(全州 李氏) 일가의 이장 작업 중 밀창군(密昌君:1677~1746)의 분묘 발

2) 최광남, "박물관의 보존환경에 관한 조사", *문화재지* 21 (1988), pp. 197-206.

3) 오존층 파괴물질에 관한 몬트리올의정서 (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer).

4) M. W. Ballard and N. S. Baer, "Ethylene oxide fumigation : result and risk assessment", *Paper at annual meeting the Society of American Archivist: Restaurator* Vol. 7 No. 3 (1986), pp. 143-168.

5) Robert E. McComb, "A Comparison of Three Gaseous Fumigants-Vikane, Ethylene Oxide and Methyl Bromide", *WAAC newsletter* Vol. 2 No. 3 (1980), pp. 1-2.

6) Takatsugu Matsuda, "Change of methyl bromide gas concentration after fumigation in storage room", *Bunkazai hozon-syukoku gakkaisi* Vol. 42 (1998), pp. 47-54.

7) 유혜영, 김경수, 이용희, "훈증소독에 따른 서화류의 안료변색 및 pH변화 유무 조사", *박물관 보존과학* 제1호, (1999), pp. 43-52.

굴 시 출토된 것이다. 묘주인 밀창군은 선조의 7남인 인성군(仁城君)의 후손으로서 발굴 당시 관속의 상태는 비교적 양호하였으며 발굴시기가 겨울이었으므로 당시 출토물은 대부분 동결상태로 발굴되었다.<sup>8)</sup>

각 시료에 대해 실시한 현미경법, 직조, 두께(KS K 0506), 밀도(KS K 0511) 등의 조사에 따른 시료 특성은 <Table 1>과 같다.

시료의 세척은 실내 세탁실에서 출토 복식 유물에 가장 효과적이고<sup>9,10)</sup> 또한 가장 보편적<sup>11,12)</sup>으로 실시되는 물세탁법으로 시행했다. 세척에 사용된 물은 25℃의 증류수를 이용하였으며 기타의 세제는 사용하지 않았다.

**2. 훈증처리방법**

훈증약제는 M.B.(제조사: Deabceea Bromide Co., Israel)와 E.O.(제조사: 液化炭酸株式会社, Japan)를 86%와 14%의 비율로 혼합하여 사용하였으며 처리방법은 소량의 유물 훈증에 주로 사용되는 포장훈증법을 이용해 실시<sup>13)</sup>하였다.

포장훈증법<sup>14)</sup>은 훈증제의 완전한 기화가 이루어져야 하고 또한 훈증가스의 배기가 없도록 하는 것이 가장 중요하므로 기밀성이 우수한 합성수지필름<sup>15)</sup>(상품명: Escal, 제조사: Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc.)을 사용하였다. 구체적인 방법은 포장필름

을 100×70cm의 크기로 잘라 가스 투입구를 제외한 나머지 부분을 이중 밀봉한 후 가스를 투입하였다. 훈증제로 사용하는 M.B.와 E.O.의 혼합제는 액화 상태이므로 간열기화기를 이용하여 훈증제가 완전히 기화되도록 하였으며 포장 내의 훈증가스 농도는 30,000ppm이 되도록 하여 12℃정도에서 72시간 처리하였다.

**3. 보관 및 전시 방법**

본 실험을 위한 시료의 전시와 보관을 위한 박물관은 현재 출토 복식 유물을 소장하고 있는 여러 보존환경을 대표할 수 있는 곳으로 보존 환경 차이에 의한 훈증의 효과를 확인하기에 적당한 곳을 선정하였다. 이를 위해 박물관 환경을 제어하기 위한 시설이 갖추어져 있는 곳과 그렇지 못한 다른 한 곳을 선정하여 각각 A 박물관, B 박물관으로 표기하였다. A 박물관은 온도도 등의 환경이 항상 일정하도록 중앙에서 제어되고 있고 외부의 공기의 유입을 차단하는 장치 등이 있으며 B 박물관은 간단한 장치에 의존해 환경을 유지하고 있다. 각 박물관의 환경은 실험기간 동안 전시실과 수장고의 온습도를 정기적으로 일주일에 일회 조사하였으며 내기 미생물환경을 조사하기 위해 전시장 내부와 전시실 그리고 수장고에서 공중부유균<sup>16)</sup>의 colony 수를 조사하였다.

<Table 1> Structural and Visual Characteristics of Sample Fabric

Burial site	Fiber type	Weave	Density (warp×filling/cm <sup>2</sup> )	Thickness (mm)	Characteristics
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.

8) 박성실, 개인 면담.  
 9) 배순화, "출토 직물 보존에 관한 과학적 연구" (서울여자대학교 대학원 박사학위논문, 1999), pp. 63-65.  
 10) 안춘순, 조한국, "과주 금릉리 출토 경주정씨 유물 소고", 한국복식 16 (1998), pp. 13-29.  
 11) 김선아, 이용희, "순천박씨 시조묘출토 복식보존처리", 박물관 보존과학 2 (2000).  
 12) 문화재관리국, 보석보존처리 보고서 (1992~1994), 1994.  
 13) 실시기간 : 2002. 1. 24~27, 시행자 : 한국방역산업주식회사.  
 14) 문화재교육부. 박물관내 전시 및 수장유물의 보존환경기준연구 (1996), pp. 108-111.  
 15) Composition : PP/Ceramics deposited PET, Thickness : 112µm  
 16) 낙하포집법- A, B 박물관의 전시실과 수장고의 입구와 내부에 plate dish를 1시간 동안 방치한 후 밀봉하여 수거해 실험실로 옮겨 약 30℃ 의 incubator에서 24시간동안 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.

#### 4. 직물 강도 측정방법(KS K0520) - Cut Strip Method

본 시료는 발굴 당시 전체가 집혀진 채 발굴된 것으로서 대부분의 솔토유물과 마찬가지로 세척 후에도 그 부분이 퍼지지 않을 정도의 고형화된 주름이 경사방향으로 많이 있었으며 이것은 시료의 인장강도에 영향을 미칠 것으로 예상되었다. 이러한 시료의 한계적 상황을 고려해 통상적인 경·위 방향 각각의 인장강도 측정값 대신에 경·위 방향으로 각각 시료 3개의 측정값을 소수점 이하 세 자리까지 조사하여 경·위 방향의 인장강도의 평균을 '결과값(표준편차)'으로 나타내었다.

#### 5. 실험기간

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

### Ⅲ. 결과 및 고찰

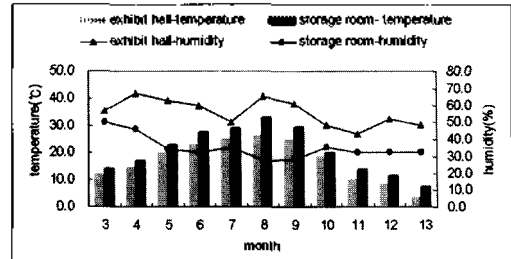
#### 1. 박물관의 환경 조사

##### 1) 대상 박물관의 온습도 변화

복식 유물의 보존에 적당한 온도는 약 16~24℃, 상대습도는 약 50~65%로 알려져 있으며<sup>17)</sup> 20℃ 이상의 온도와 70% 이상의 습도 환경에서 생물에 의한 피해 발생이 예상된다.<sup>18)</sup> 선정된 A 박물관은 전자 장비에 의한 공조시설을 갖추고 권장 온습도를 유지하고 있었으며 B 박물관은 전체적으로 온습도 모두 외기의 직접적인 영향으로 계절에 따라 변화를 보이는 것으로 관찰되었다. B 박물관의 전시실과 수장고의 평균온도가 각각 17℃, 21℃이며 평균 습도는 55%, 34%로 조사되었고 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(Fig. 1).

##### 2) 대상 박물관의 미생물환경 조사

각 박물관의 전시실과 수장고 등에서 실시한 공



(Fig. 1) The Average Temperature & Humidity in Museum B.

중부유균에 대한 조사결과는 다음과 같다. A 박물관의 경우 전시실에서 3개의 colony가 관찰되었고 수장고에서는 관찰되지 않았다. 그리고 B 박물관은 전시실에서 6개, 수장고에서 1개의 colony가 관찰되었다. 이러한 결과로 공조환경이 상대적으로 우수한 A 박물관이 생물학적 환경도 우수한 것으로 조사되었으며 또한 두 박물관 모두 사람의 출입이 극히 제한적인 수장고보다 외부 공기의 유입과 사람의 출입이 상대적으로 많은 전시실에서 더 많은 미생물이 관찰되었다. 위와 같은 결과는 두 박물관의 공조환경의 차이에 의한 것으로 사료되며 전시실과 수장고의 향온향습과 외부로부터 유입되는 공기를 차단하고 청결 상태를 유지해야 하는 등의 특별한 대기환경의 관리가 요구된다.

#### 2. 강도 변화

##### 1) 훈증처리 전 시료의 강도 변화: 세척처리에 의한 영향

훈증처리 이전 단계로서, 세척전 시료 (0.023(0.004)kgf) 와 세척후 시료 (0.024(0.001)kgf) 사이에는 강도변화가 거의 없는 것으로 나타났다(Fig. 2). 배순화<sup>19)</sup>는 이와는 상반된 연구결과를 보고하였는데, 그는 솔토 복식 유물 중 견직물 2종을 대상으로 세척 전후 시료의 경사방향의 인장강도를 측정하였다. 이 연구에서는 각기 다른 세탁방법에 의해 세척을 실시한 견직물 시료의 인장강도가 한 시료에서는 본 실험 결과와 같이 강도의 증감이 교차하였고 다

17) 최광남, *문화재의 과학적 보존*, (대원사, 2001), pp. 151-153.

18) N. Valentin, M. Lidstrom and F. Preusser, "Microbial control by low oxygen & low relative humidity environment", *Studies in Conservation* 35 (1990), pp. 222-230.

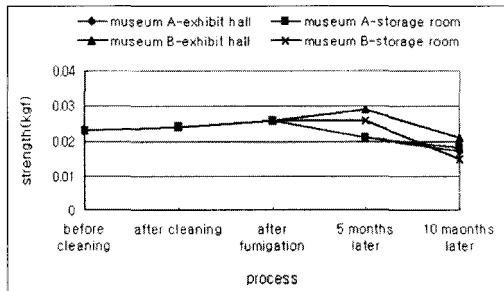
19) 배순화, *솔토 직물 보존에 관한 과학적 연구*, pp. 68-73.

른 한 시료에서는 세척 후 강도가 줄어드는 경향을 보여 전반적으로 세척 후 출토 직물에서 강도의 약화가 나타남을 보고하였다. 배순화<sup>20)</sup>는 두 시료의 결과가 다르게 나타난 원인을 시료의 집힘 등에 의해서 생긴 집중적으로 약화된 부분 때문으로 설명하였다. 그는 이러한 약화된 부분이 많은 시료에서는 세척에 의한 강도의 약화 경향이 나타난다고 보고하고 있으며 세척에 의한 직물의 강도 저하는 불가피한 것으로 보고하였다.

본 실험 결과와 선행연구의 상반된 결과가 보여 주듯이 오랜 기간 동안 시신과 같이 매장되어온 유물은 시료의 내적 요인과 외부의 환경요인에 의해 열화가 진행되어 왔으며, 각 유물마다 열화의 상황과 정도가 다르므로 위의 두 결과를 근거로 세척에 의한 복식유물의 강도의 변화 유무를 단정 짓기는 어려운 것으로 사료된다. 그러나 출토되는 복식 유물이 대부분 세척과정을 필요로 하므로 세척으로 인한 손상의 최소화에 대한 연구가 요구된다고 하겠다.

2) 훈증처리 후 시료의 강도 변화

훈증처리를 실시한 시료를 훈증 직후, 그리고 A와



<Fig. 2> Strength of Sample Stored in Museum A and B.

B 박물관의 전시실과 수장고에 5개월과 10개월 동안 보관한 시료에 대하여 인장강도를 측정할 결과는 <Fig. 2>와 같다. 실험 중 A 박물관은 그 규정상 미훈증 처리한 유물의 만입이 금지되어 있어 훈증처리 시료와 미훈증 처리 시료의 비교는 B 박물관에 한하여 실시하였다.

(1) 훈증직후 시료의 강도 변화

<Fig. 2>에서 훈증처리를 실시한 직후 조사한 강도 측정 결과는 0.026(0.007)kgf로 세척 후 시료의 강도보다 수치가 증가하였으나 그 증가량은 0.002 kgf로 매우 미세한 것으로 확인되었다. 이와 같은 강도의 증가 원인은 시료의 국부적인 차이로 인한 1차적인 영향과 함께 훈증 처리 시 사용된 약제에 의한 부가적인 영향도 가능함을 고려해야 할 것으로 본다.

Butler 등<sup>21)</sup>은 지류 퇴화의 원인중 하나인 산을 제거하기 위한 연구에서 산의 근원이 alum이며 이러한 산의 제거를 위한 여러 방법에 대해 보고하였다. 또한 원종명 등<sup>22)</sup>도 alum을 첨가하여 제조한 종이 가 그렇지 않은 종이보다 강도가 낮은 것으로 보고하였다. 위의 alum은 명반으로서 전통적으로 직물을 염색할 때 매염제로 주로 이용하는 등 복식 재료와 밀접한 관련을 가지고 있다. 따라서 지류에서와 마찬가지로 alum은 복식을 구성하는 재료, 특히 셀룰로오스 섬유에 있어서 산에 의한 취화의 주요한 원인이 될 것으로 추정된다. 취화의 원인인 산을 중화하여 지류의 취화를 저지하기 위한 방법으로 Butler<sup>23)</sup>는 기체 상태의 dimethyl zinc<sup>24)</sup>을 이용하는 방법과 ethyl acrylate(CH<sub>2</sub>-CHCOOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)와 methyl metacrylate (CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)-COOCH<sub>3</sub>)의 혼합제를 이용한 방법 등에 대해 보고하였다.

이와는 다른 연구 주제로서 Hurchins 등<sup>25)</sup>은 취화

20) Ibid., pp. 68-73.

21) C. E. Butler, C. A. Millington and W. G. Clements, "Graft Polymerization: A Means of Strengthening Paper and Increasing the Life Expectancy of Cellulosic Archival Material", Based on a symposium sponsored by the Cellulose, Paper and Textile Division at the 196th National Meeting of the AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, *Historic Textile and Paper Material* (1988), pp. 33-53.

22) 원종명, 박종용, "Effect of Alum on the Strength Properties of Paper", *農研報*, 17-2 (1983).

23) C. E. Butler, C. A. Millington and W. G. Clements *Op. cit.*, pp. 33-53.

24) 메틸아연이라고도 하며 분자식은 Zn(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>이다. 다른 금속메틸화제나 옴이온 중합의 개시제나 치글러형 촉매의 한 성분으로 사용된다.

25) J. K. Hurchins, S. P. Hersh, P. A. Turcker, D. M. Meelwain and N. Kerr, "Reinforcing Degraded Textile-Some New Approaches to the Application of Consolidants", Based on a symposium sponsored by the Cellulose, Paper and Textile Division at the 17,8th Meeting of the AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, *Preservation of Paper and Textile of Historic and Artistic Value II* (1979).

된 직물의 강화를 목적으로 실시한 실험에서 Cyano-ethylen( $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ )과 Dimethyldichlorosilane( $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ ) 가스를 섬유시료에 노출시킨 후 시료의 강도 변화를 보고하였다. 이때 Cyanoethylene으로 가스 처리한 시료는 처리 전 시료의 약 105~109% 정도의 강도를 나타내었다. 또한 위의 실험에서는 강도의 증가가 나타나지 않았지만 Dimethyldichlorosilane을 이용한 가스처리가 강도의 감소를 저지할 수 있다고 연구자는 밝히고 있다. 위와 같이 직물의 강화나 퇴화 저지를 위해 이용되는 방법 중 일부는 약제를 가스 상태로 직물에 이용하고 있으며 그 약제의 구성 성분 중 일부는 본 연구에서 훈증제로 사용된 약제와 같은 methyl과 ethyl의 말단기를 가지고 있다. 마찬가지로 Butler<sup>26)</sup>의 연구에서도 지류 취화의 원인인 산을 중화하여 손상을 억제하기 위해 methyl과 ethyl 말단기를 갖는 dimethyl zinc기체와 ethyl acrylate, methyl metacrylate의 혼합약제를 도입하고 있다. 본 연구의 결과 훈증 직후의 시료에서 관찰된 미세한 강도의 증가 추세는 유물 연구에서 비롯되는 절대적인 시료의 부족과 시료의 상태 등으로 인해 통계적으로 유의한 결과를 얻기 어려우나, 이와 같은 선행 연구를 비추어 볼 때 훈증약제에 의한 대상물의 즉시적인 강도 변화에 관한 심도 있는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

## (2) 보존환경에 따른 시료의 인장강도의 변화

A와 B 박물관에 보관한 시료의 강도 변화는 <Fig. 2>에서와 서로 다른 경향을 나타내었다. A 박물관에 보관한 시료는 훈증 후 시간이 경과하면서 거의 일정한 정도의 강도 저하를 나타내었고 이러한 현상은 전시실과 수장고에서 큰 차이 없이 나타나고 있다. A 박물관의 전시실과 수장고에 보관된 시료의 강도는 5개월 경과 후에는 훈증 직후 시료의 강도를 기준으로 약 20% 정도의 감소율<sup>27)</sup>을 보였다. 그리고 10개월이 경과한 후에는 전시실과 수장고에 보관된 시료의 강도가 훈증 직후 시료를 기준으로 약 35%와 39% 정도의 감소율을 나타내어 전시실과 수장고에 의한 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 시료

의 강도는 시간이 경과함에 따라 지속적으로 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 전시실과 수장고의 환경이 일정하게 유지되는 A 박물관에서는 보관 장소에 의한 강도 저하의 차가 나타나지 않고 시간의 경과에 따른 강도의 저하가 나타났다.

훈증 처리하여 B 박물관에 5개월 동안 보관한 시료의 강도는 훈증처리 직후의 강도와 같거나 약 10% 정도 증가한 것으로 나타났다. 그러나 이후 10개월이 경과한 후에는 전시실과 수장고에 보관한 시료의 강도가 훈증 직후 측정된 강도를 기준으로 약 20%와 42% 정도의 감소율을 나타내었다. B 박물관의 경우 전시실과 수장고에 보관한 시료의 강도 저하가 유사하게 나타난 A 박물관과는 대조적으로 수장고에 보관한 시료의 강도가 전시실에 보관한 시료의 강도보다 크게 저하한 것으로 나타났다.

결론적으로 온습도가 일정하게 유지되는 A 박물관에 보관한 시료의 강도는 5개월경과 후 훈증직후 시료의 강도를 기준으로 약 20% 정도, 10개월경과 후에는 약 35% 정도의 감소율을 나타내었으며 이러한 강도 저하는 전시실과 수장고에서 유사하게 나타났다. 반면 B 박물관에 보관한 시료의 강도는 5개월 이후 10개월경과 후에 크게 저하된 것으로 나타났으며 특히 수장고에 보관한 시료의 강도가 훈증 직후 측정된 강도의 약 40% 이상 저하한 것으로 나타났다. 결과에서 볼 수 있듯이 공조시설이 서로 다른 A, B 박물관에 보관한 시료는 두 박물관 모두 시간의 경과에 따라 강도의 저하가 관찰되었으나 강도 저하의 정도는 박물관에 따라 다르게 나타나는 것으로 관찰되었다. 훈증 처리한 시료의 강도는 시간이 경과함에 따라 비교적 일정하게 저하하였으며 이것으로 미루어 장기간의 보존상태에서는 공조시설이 잘 갖추어진 보존환경이라도 유물의 강도의 저하가 예상된다. 따라서 유물 보존 시 훈증처리에 의한 강도 저하 가능성을 간과할 수 없을 것으로 사료된다. 그러나 유물의 강도 저하와 훈증처리, 박물관 보관환경 등의 관계에 대해 보다 유의한 결론을 얻기 위해서는 앞으로 더 면밀한 검토가 계속되어야 하겠다. 한편 훈증이 유물 보존에 있어서 생필피해 방제와

26) C. E. Butler, C. A. Millington and W. G. Clements, *Op. cit.*, pp. 33-53.

27) 감소율(%) = ((보관 시료의 강도 - 훈증직후 시료의 강도) / 훈증직후의 강도) × 100

처리자의 안전 등을 위해서 반드시 필요한 조치이므로 보존환경을 조절해 강도 저하 등 유물의 물리적인 변화를 안정화시키는 것이 필요할 것으로 사료된다.

**(3) 훈증시료와 미훈증 시료의 강도 변화**

훈증처리한 시료와 미처리 시료를 B 박물관에 각각 5개월과 10개월 동안 보관하여 그것의 인장강도를 측정된 결과는 <Fig. 3>과 같다.

<Fig. 3>에서 나타난 바와 같이 훈증 처리한 시료와 미훈증 처리한 시료의 강도는 시간의 경과에 관계없이 훈증한 시료의 강도가 큰 것으로 나타났다. 또한 전시실에 보관한 시료의 강도가 수장고에 보관한 시료의 강도보다 큰 것으로 나타났다. 미훈증 시료의 강도는 훈증 직후나 세척 후 시료의 강도보다 매우 낮게 조사되었으며 그것은 시간이 경과함에 따라 점차 심화되었다. 반면 훈증시료는 앞서 밝힌 바와 같이 5개월이 경과한 시료의 강도가 훈증 직후와 거의 같은 정도를 나타내었으나 이후 10개월이 경과한 후에는 크게 저하된 것으로 나타났다. 이것은 앞에서 밝힌 바와 같이 훈증처리가 일정 정도 강도 저하를 저지할 수 있다는 것과 같은 맥락에서 이해될 수 있다. 또한 B 전시실에 보관된 시료의 경우 훈증처리 시료 대비 미훈증 시료의 강도 차는 5개월에서 10개월 경과시 0.011 kgf에서 0.002 kgf로 감소했다. 그리고 B 수장고에 보관된 시료의 경우는 위와 같은 강도차가 0.009 kgf에서 0.001kgf로 전시실과 유사하게 나타났다. 10개월이 경과한 후 훈증처리한 시료와 미훈증 시료와의 강도는 거의 같아졌으나 훈증처리한 시료의 강도가 약간 크게 나타났다. 위와 같은 결과는 훈증처리 여부에 따른 강도의 차이가 시간이

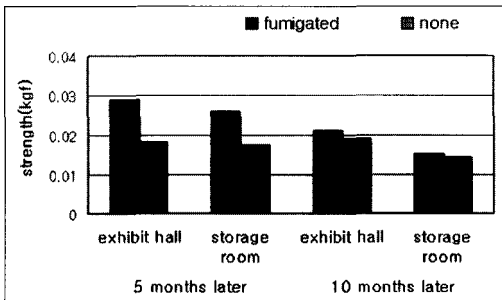
경과할수록 작아지는 것을 보여주며 따라서 위의 결과는 훈증의 효과가 지속되는 정도를 파악하는 데 있어 고려할 조건이다.

**IV. 결론 및 제언**

본 연구에서는 분화제의 생물피해 방제법 중 MB와 E.O.의 혼합약제에 의한 훈증처리가 출토 복식 유물의 강도 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위해 실제 출토된 유물을 대상으로 훈증처리를 실시하여 그 변화를 훈증을 실시하지 않은 것과 비교·조사하였으며 보존 환경과 기간에 따른 변화들을 조사하였으며 이상의 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

훈증 직후 시료의 강도는 세척을 실시한 후 측정된 강도와 유사한 것으로 조사되었다. 훈증 처리한 시료의 강도는 훈증 직후에는 큰 변화를 보이지 않지만 시간이 경과함에 따라 점차적으로 저하되는 것으로 나타났다. 훈증 처리하여 A 박물관에 보관한 시료의 강도는 5개월 경과 후 훈증 직후 시료의 강도를 기준으로 약 20% 정도, 10개월 경과 후에는 약 35% 정도의 감소율을 나타내었으며 이러한 강도 저하는 전시실과 수장고에서 유사하게 나타났다. B 박물관에 보관한 시료의 강도는 5개월 이후 10개월경과 후에 크게 저하된 것으로 나타났다. 반면 미훈증 처리하여 보관한 시료는 세척 직후 강도가 크게 저하되어 시간의 경과 후에도 유사하게 나타나는 것으로 조사되었다. 훈증 처리한 시료와 미훈증 처리한 시료의 강도는 시간의 경과에 관계없이 훈증한 시료의 강도가 큰 것으로 나타났다. 또한 미훈증 시료의 강도는 훈증 직후나 세척 후 시료의 강도보다 낮게 조사되었으며 훈증시료와 미훈증 시료와의 강도차는 시간이 경과하며 줄어드는 것으로 조사되었다.

결론적으로 출토 복식 유물의 보존 시 훈증처리에 의한 강도 저하의 가능성을 간과할 수 없을 것으로 사료된다. 그러나 유물의 안전한 보존과 처리자의 신체적 안전을 위해 생물 방제는 반드시 필요한 처리이므로 현재 사용되고 있는 화학 약제를 대체할 새로운 무독성 약제의 개발과 환경제어법 등의 개발 등이 필요하다. 또한 적절한 보존 환경의 제공과 자체 방제시설을 갖추어 청결한 환경을 유지하여 추가



<Fig. 3> Comparison of Strength between Fumigation and None Fumigation Sample.

적인 훈증처리를 삼가는 것이 바람직하다.

본 연구에서 사용한 시료는 출토된 유물의 일부로 그 복식사적 가치로 인해 그 수량이 매우 적고 제한적이었다. 이로 인한 시료의 부족으로 반복적인 측정을 하기 어려웠으므로 통계학적으로 의미있는 결과를 도출하기에는 한계점을 가지고 있다. 반면 출토된 복식 유물은 오랜 기간동안 관안에서 같은 형태로 있던 것으로 유물마다 손상 정도가 다르며 같은 유물이라 할지라도 국부적인 손상 정도에 차이가 있기 때문에 일관성 있는 결과를 얻기는 매우 어렵다. 따라서 통계적으로 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해서는 많은 양의 시료를 필요로 하나, 충분한 시료가 확보된 상태에서도 국부적인 취화의 정도가 매우 다르다는 유물의 특성상 강도 측정과 같은 실험은 그 유의성에 한계가 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 배순화 (1999). "출토직물보존에 관한 과학적 연구". 서울여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 안춘순, 조한국, 김정완 (1998). "화성 구포리 출토복식의 섬유 의 물질 분석에 관한 소고". *한국복식* 14.
- 안춘순, 조한국 (1998). "과주 금릉리 출토 경주정씨 유물 소고". *한국복식* 16.
- 유혜영, 김경수, 이용희 (1999). "훈증소독에 따른 서화류의 안료변색 및 pH 변화 유무조사". *박물관 보존과학* 1.
- 김선아, 이용희 (2000). "순천박씨 시조묘출토 복식보존처리". *박물관 보존과학* 2.
- 원종명, 박종율 (1983). "Effect of Alum on the Strength Properties of Paper". *農研報*, 17-2.
- 문화재관리국 (1994). *보식보존처리 보고서(1992~1994)*.
- 문화체육부(1996). *박물관내 전시 및 수장유물의 보존환경기준연구*.
- 최광남(1988). "박물관의 보존환경에 관한 조사". *문화재* 21.
- 최광남(2001). *문화재의 과학적 보존*. 대원사.
- 김창홍(2001). *화학대사전*. 세화출판사.
- 안운선(1999). *(영한, 한영)화학사전*. 탐구당.
- Ballard, M. W. and Baer, N. S. (1986). "Ethylene oxide fumigation : result and risk assessment". *Paper at annual meeting the Society of American Archivist: Restaurator* Vol. 7, No. 4.
- McComb, Robert E. (1980). "A Comparison of Three Gaseous Fumigants-Vikane, Ethylene Oxide and Methyl Bromide". *WAAC newsletter*, Vol. 2, No. 3.
- Matsuda, Takatsugu. "Change of methyl bromide gas concentration after fumigation in storage room". *Bunkazai hozon-syukoku gakkaisi*. Vol. 42.
- Buttler, C. E., Millington, C. A. and Clements, W. G. (1988). "Graft Polymerization: A Means of Strengthening Paper and Increasing the Life Expectancy of Cellulosic Archival Material". Based on a symposium sponsored by the Cellulose, Paper and Textile Division at the 196th National Meeting of the AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, *Historic Textile and Paper Material*.
- Hurchins, J. K., Hersh, S. P., Turcker, P. A., McElwain, D. M. and Kerr, N. (1979). "Reinforcing Degraded Textile-Some New Approaches to the Application of Consolidants". Based on a symposium sponsored by the Cellulose, Paper and Textile Division at the 17,8th Meeting of the AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, *Preservation of Paper and Textile of Historic and Artistic Value II*.
- Valentin, N., Lidstrom, M. and Preusser, F. (1990). "Microbial control by low oxygen & low relative humidity environment". *Studies in Conservation* 35.