

김영희, 홍진영  
정미화, 조창욱  
김수지, 이정민  
최정은

섬유 재질에  
대한  
천연 살충·  
살균제의  
적용성 평가

02»

# 섬유 재질에 대한 천연 살충·살균제의 적용성 평가

김영희<sup>1</sup>, 홍진영, 정미화, 조창욱, 김수지, 이정민, 최정은

국립문화재연구소 보존과학연구실



## Evaluating the Application of Natural Pesticides on Textile Materials of Organic Cultural Heritages

Young-Hee Kim<sup>1</sup>, Chang-Wook Jo, Jin-Young Hong, Mi-Hwa Jung,  
Soo-Ji Kim, Jeung-Min Lee, Jung-Eun Choi

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>1</sup> Corresponding Author : kimyh93@hanmail.net

### | 초록 |

천연물로부터 향균 및 방충작용에 효과적인 물질을 검색한 결과, 목초액과 세신추출물이 강한 생물활성을 나타내는 후보물질로 선발되었다. 천연 향균 및 살충제로서 선발된 목초액과 세신추출물은 자체에 색을 지니고 있어 이들을 이용하여 문화재 보존 처리제로 사용하였을 경우 유기질 문화재 재질에 나쁜 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 섬유 재질에 대한 영향을 평가하기 위하여 무염색 섬유 시편과 염색 섬유 시편을 대상으로 두 종의 천연 살충소재를 28℃ 온도와 70% 습도 조건에서 노출 실험을 실시하였으며, 천연 살충소재 처리 후 6개월 동안 이들 섬유의 색변화를 2주 간격으로 측정하였다. 그 결과 세신추출물의 경우 무염색 섬유뿐만 아니라 천연 염색한 붉은색과 푸른색의 섬유에서 또한 색변화가 크게 나타나지 않았으며, FT-IR spectrum 분석 결과에서도 초기 시편과 비교 시 큰 변화가 관찰되지 않았다. 그러나 목초액의 경우 무염색 면섬유에 있어서 3주차부터 뚜렷한 색변화가 관찰되었으며, FT-IR spectrum 분석 결과에서도 초기 시편과 비교했을 때 특정 파장대의 피크가 없어지는 것으로 나타났다. 그러므로 목초액의 경우 유기질 문화재 보존 처리제로 적용할 경우 섬유 재질에 영향을 미칠 수 있어 사용에 제한을 두어야 한다.

주제어: 유기질 문화재, 섬유, 보존처리제, 천연살충제, 목초액, 세신

### | ABSTRACT |

Wood vinegar and *Asarum sieboldii* Miquel were selected as candidate materials showed antimicrobial activity and insect repellent activity. These natural pesticides have its own color and these could cause color difference on fabric materials. In the present study, we investigated the color difference of undyed and dyed fabrics to evaluate negative effect of wood vinegar and *A. sieboldii*

\*접수: 2011. 9. 30 \*수정: 2011. 10. 31 \*게재확정: 2011. 11. 3

Miquel. Undyed and dyed fabrics were exposed to natural pesticides of various concentrations for six months in relative humidity 70% and temperature 28°C. After exposure of pesticides, color difference ( $\Delta E^*$ ) were investigated at two weeks intervals for six months. As a results, dyed cotton, silk and undyed silk fabrics exposed wood vinegar were not nearly changed in their colors, but color of only undyed cotton fabric was clearly changed by wood vinegar. Especially color difference by wood vinegar on undyed cotton fabric was most distinct as the concentration increased. On the other hand, all of fabrics exposed *A. sieboldii* Miquel were not nearly changed in their colors for six months. Therefore, this study first suggests that wood vinegar and *A. sieboldii* Miquel as natural insecticides could be used to conserve for textile cultural properties from insects and microorganism, but wood vinegar couldn't use the high concentration on undyed cotton fabric.

*Key Words: organic cultural heritage, conservation agents, fabrics, natural pesticides, wood vinegar, Asarum sieboldii Miquel*

## 1. 서론

종이, 섬유, 목재와 같은 유기질 문화재는 금속, 도자기, 석조물과 같은 무기질 문화재와는 달리 기본 조성이 천연 유기물질로 되어있으므로 문화재가 보관된 보존 환경 조건에 따라서 쉽게 훼손되고 부서지기 쉬우며, 한번 훼손되면 그 원형을 찾기 어렵다. 이들 유기질 문화재 중 섬유류는 식물성인 면, 모시, 삼베와 동물성인 비단(견), 가죽이 있다. 식물성 섬유는 주로 미생물에 의해 손상되고 동물성 섬유는 해충에 의해 손상된다. 섬유류는 빛이나 산소에 의해 산화 반응이나 공기 중 유해물질(분진과 가스상 물질 등)에 의해 섬유의 염색 부분이 심하게 변색되거나 해충에 의해 직물이 손상, 붕괴된다. 또한 해충의 배설물과 미생물의 2차 대사산물, 그리고 곰팡이 포자에 등에 의해 황갈색으로 변색되기도 한다(민경희와 안희균, 1981; Mori H and Arai H, 1977; Mabuchi H. et al, 2003). 이러한 생물피해로부터 문화재를 보존하기 위한 방법으로 곤충과 미생물 발생을 억제하기 위한 환

경조절법, 방충방균제 처리법, 훈증법 등이 이루어지고 있다(Kigawa R. et al, 1999). 그러나 생물피해방제를 위해 사용하고 있는 메틸브로마이드와 에틸렌옥사이드 등의 훈증가스, 파라포름알데하이드나 티몰과 같은 승화성 살균제들은 환경 및 문화재 재질과 인체 유해성이 문제가 되었다(Rajagopalan S and Gopal NGS, 1979; Koseto E, 1997). 환경규제에 따라 점차 사용하기 어려워질 화학약품들을 대체하기 위한 친환경적인 대체약품 개발의 필요성에 따라 각종 천연 약용식물 추출물들에 대한 살충 및 항균활성 실험을 진행한 바 있다(강소영 등, 2007; 임진아 등, 2008).

세신(*Asarum sieboldii* Miquel)은 방울풀과(Aristolochiaceae)에 속하는 민족두리풀 및 족두리풀의 뿌리를 말린 것으로 흔히 족두리풀 뿌리라고 일컫는다. 꽃의 모양이 옛날 결혼식에 사용하던 족두리와 비슷하여 족두리풀이란 이름이 붙여졌으며, 뿌리가 가늘면서 매운맛이 있기 때문에 세신(細辛)이라고 한다. 족두리풀은 다년초로서 고르지 않게 구부러진 노끈모양의 긴

뿌리를 가진 식물로 뿌리 전체의 길이는 약 15 cm이고 지름이 대략 1mm 되며, 뿌리 사이사이에 길이 2~4cm, 지름 2~3mm의 황갈색 마디가 많이 있다. 냄새가 있고 맛은 맵고 혀를 약간 마비시킨다. 그 성분으로는 리그닌 화합물인 1-세사민, 1.9~3.4%의 정유가 들어있으며, 정유에는 메틸유게놀, 팔미틴산, 사프롤, 피넨, 치네올, 에우카르본 등이 들어있다 (Zhu YP, 1998). 해열, 진정, 진통, 항염, 항알레르기 작용, 국소마취작용 및 항균작용이 있다고 알려져 있다 (Kim SJ 등, 2003). 또한 세신 에센셜 오일의 항진균 및 살충활성에 대한 연구결과를 보고한 바 있다 (최정은 등, 2010).

목초액 (wood vinegar)은 목재를 탄화시키는 과정에서 발생하는 연기를 냉각하여 얻은 응축액을 말하며, 탄화과정에서 발생하는 응축물을 층분리하여 경질유인 상층액과 하층의 타르를 제거하고, 중간 수용액층의 조탄화초액을 정제하여 만들어진다. 목초액은 대부분 수분에 유기산류, 페놀류 등 200여종의 화합물을 포함한 pH 3~4 정도의 복합물로서, 성분은 원료인 목재의 수종이나 탄화조건에 따라 변한다 (Keshima Y, 1987; Kim GE et al, 1999). 목초액은 항균 및 보존성 향상, 작물방제제, 가축의 육질개선 등을 중심으로 연구되었고 (Jeong JH et al, 2007; Kim HY and Kim YY, 2007), 항암효과 및 지질대사 개선효과 등 건강기능성에 대한 연구결과도 보고되었다 (Kim YD et al, 2004; Mosmann T, 1983). 이러한 목초액의 용매 분획물을 대상으로 살충 및 항균 활성을 측정한 결과, 목초액의 methylenechloride 분획물 (MC 분획물)에서 강한 활성을 나타내는 것을 보고한 바 있다 (홍진영과 정미화, 2009).

그러므로 본 연구에서는 천연 생물학적 방제

제로 선택된 세신의 핵산 분획물과 목초액의 MC 분획물이 섬유 문화재 재질에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 본 실험을 위해 식물성 섬유인 면과 동물성 섬유인 견을 실험 시편으로 사용하였으며, 천연 염색 식물에 대한 영향을 평가하기 위해 소목 (*Caesalpinia sappan L.*)과 쪽 (*Polygonum tinctorium Lour.*)으로 염색한 섬유 시편을 사용하여 천연 보존 처리제가 섬유 재질에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 천연 살충·살균제

실험에 사용된 천연 살충·살균제는 본 연구실에서 천연약재 및 향료식물로부터 살충 및 항균활성 조사 결과 우수한 살충 및 항균성을 나타내는 세신 (*Asarum sieboldi* Miquel) 추출물과 목초액 (wood vinegar)이다. 세신추출물은 0.05, 0.1, 0.5, 0.8 g/ml 농도를, 목초액은 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 g/ml 농도를 사용하였다.

### 2.2. 섬유 시편

#### 1) 비염색 전통직물

직물의 밀도는 단위길이 내 실의 울수를 의미하며, 숫자가 높을수록 촘촘한 직물을 의미한다. 직물의 변수는 실의 굵기를 말하며, 숫자가 작을수록 굵은 실을 의미한다. 직물의 변수는 같은 환산계수를 적용한 직물에 있어서 상호 비교가 가능하다. 비염색 전통직물 원단에 대한 밀도와 변수 그리고 두께 측정 결과를 아래 Table 1에 표시하였다.

Table 1. Properties of fabrics

Fabric	Thickness (mm)	Fabric count (Thread/ 5cm)		Thread size* (NeC, NeL)	
		Warp	Weft	Warp	Weft
Cotton	0.533	103.3	100.4	12.2	17.4
Silk	0.182	254.9	125.0	306.2	206.7

\* Fabric thread size: Conversion factor Cotton=0.5905÷g/m, Silk=1.6535÷g/m

\* Cotton size unit: NeC, Silk size unit: NeL

## 2) 염색 전통직물

비염색 전통직물 중 면과 견에 대하여 적색과 청색의 천연 염색을 실시하였다. 적색은 소목을 사용하였으며, 청색은 쪽을 사용하였다. 적색 염색은 면과 견 모두 기본적으로 총 5회의 염색을 진행하였으며, 구체적으로 2회 침염-1회 건조, 2회 침염-1회 건조, 1회 침염-1회 건조 사이클 과정으로 진행하였으며, 면의 경우는 침윤 과정 전에 정련과 콩즙처리를 하여 건조한 후 동일 과정으로 진행하였다. 청색 염색도 면과 견 모두 동일하게 총 5회의 염색 과정으로 진행되었다. 5회의 염색완료 후 풀먹임-텐파처리(다림질)-롤링-포장을 거쳐 전통직물의 염색 시편으로 준비하였다.

## 2.3. 실험방법

50x50mm로 자른 흰색, 붉은색, 푸른색의 면과 견 섬유를 28℃, 70%의 습도를 유지하는 chamber에 넣어 24시간 동안 항온항습조건을 맞춰준다. 세신추출물과 목초액은 농도별로 디스크 페이퍼에 처리하여 80x80x120mm로 준비

한 용기의 위 중앙 위치에 놓고, 50x50mm로 자른 흰색, 붉은색, 푸른색의 면과 견 섬유 각각 3장씩 포개어 준비한 용기 바닥에 넣는다. 25주 동안 세신추출물과 목초액의 섬유 시편에 대한 영향을 평가하였다.

## 2.4. 약해평가

### 1) 색차분석

처리 직물의 광학적 특성은 분광측색계 (Machbath Color Eye 3100, USA)를 사용하여 측정하였으며, 약제 노출 시료와 기준시료에 대해 4회씩 L\*, a\*, b\*를 측정하고 다음 식을 이용하여 색차 ΔE\*를 계산하였다.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

색차 (ΔE\*)에 대해 감각적으로 표현을 하면 Table 2와 같다. 색차가 1.5 이상에서는 일반 인도 색상차이를 감지할 수 있는 정도이며, ΔE\*가 2~3 이상에서는 색상이 다르다고 평가된다.

Table 2. Sensitive expression of color difference

$\Delta E^*$	Sensitive expression
0 ~ 0.5	Trace
0.5 ~ 1.5	Slight
1.5 ~ 3.0	Noticeable
3.0 ~ 6.0	Appreciable
6.0 ~ 12.0	Much
12.0 ~	Very much

2) 유기분석

처리식물의 FT-IR 분석을 통하여 처리제들의 섬유에 대한 영향을 평가하였다. FT-IR 중 ATR은 크리스털과 외부환경의 굴절률 차이를 이용한 장치로서 물질의 표면을 분석할 수 있고 시료에 대한 파괴 없이 실험을 진행할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 인공열화 시 각 시료들의 화학적 구조 변화 및 열화 작용기의 변화를 확인하고자 FT-IR 중 반사법을 이용하는 ATR법을 사용하여 시료를 분석하였다. FT-IR microscope 장비는 IFS 66V/S & HYPERION 3000, Bruker, Germany를 사용하였다.

에 따른 색변화가 거의 나타나지 않았다. 반면 붉은색으로 천연 염색된 면섬유에서 세신추출물 처리 후 1주에서 25주 동안의 색변화를 관찰한 결과 세신추출물 농도 0.8g/ml에서 약간의 색변화를 나타내었다. 세신추출물 농도에 따른 초기 색변화는 염색 직물의 특성상 모두가 균일하게 염색되어지지 못한 경우로 인한 오차라 사료된다. 붉은색 견섬유에서의 색변화는 크게 관찰되지 않았다. 마지막으로 푸른색 천연 염색 섬유에서는 붉은색과는 반대로 견섬유에서 세신추출물 농도 0.8g/ml에서 약간의 색변화를 나타냈을 뿐 그 외에서는 색변화가 관찰되지 않았다. 세신추출물은 0.1g/ml농도 이하에서 항균 및 살충활성을 나타내는 유효농도이다. 그러므로 섬유 재질에 영향을 주지 않기 위해서는 유효농도 이하에서 약재 노출은 허용되나 누적 총량이 유효농도 이상이 되지 않게 주의할 필요가 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 세신추출물

28℃, 70%의 습도를 유지하는 chamber에 넣고 25주 동안 세신추출물의 섬유 시편에 대한 영향을 평가한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 색차계를 이용하여 5주 동안 1주 간격으로 측정하였으며, 5주 이후부터는 2주 간격으로 측정하였다. 우선 염색하지 않은 천연 면섬유와 견섬유에서의 색변화를 관찰한 결과 세신추출물 농도

3.2. 목초액

28℃, 70%의 습도를 유지하는 chamber에 넣고 25주 동안 목초액 MC 분획물의 섬유 시편에 대한 영향을 평가한 결과를 Fig. 2에 나타내



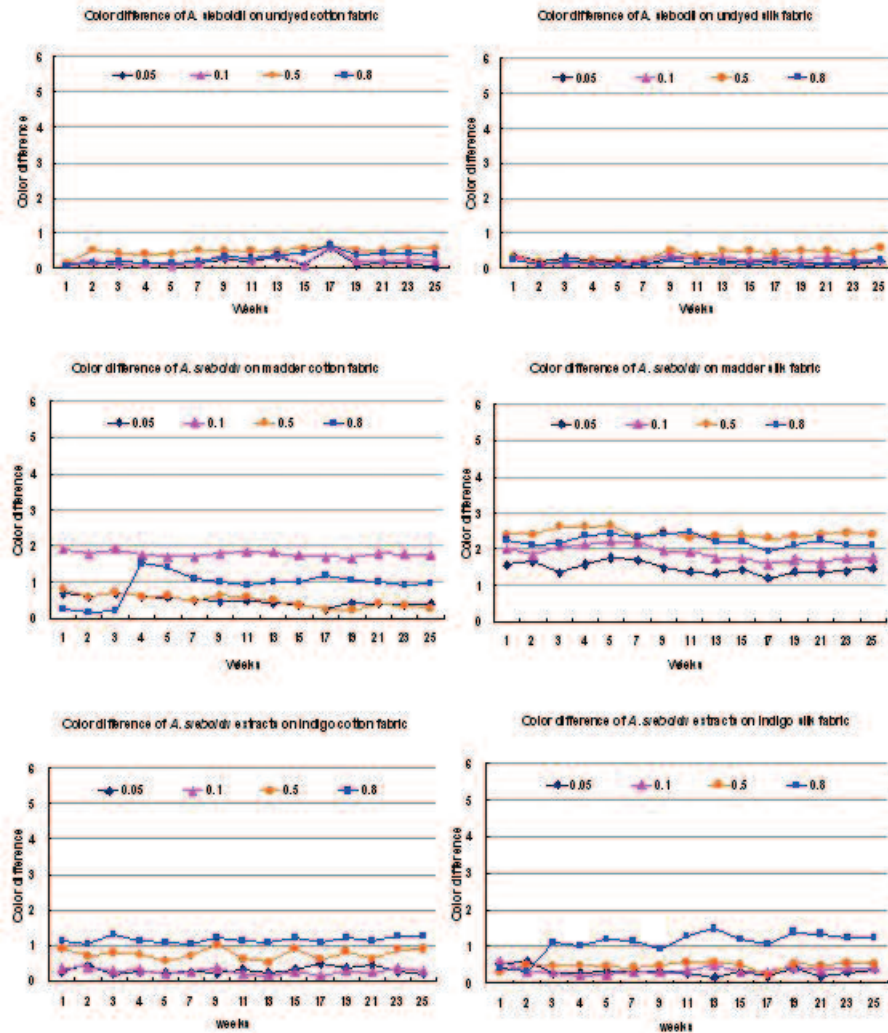


Fig. 1. Color difference of *A. Sieboldii* Miquel extracts on fabrics

었다. 색차계를 이용하여 5주 동안 1주 간격으로 측정하였으며, 5주 이후부터는 2주 간격으로 측정하였다. 그 결과 3주차 흰색 면섬유에서 농도에 따른 색변화가 뚜렷하게 나타났다. 목초액 추출물 0.005, 0.01, 0.05, 0.1g/ml 농도에 따른 색차값이 각각 2.03, 3.94, 7.04, 13.82로 나타났으며 이것은 Table 2에서 제시하는 색차 분별 값과 비교했을 때 12.0 이상으로 육안 관찰 시대조군과 비교해도 전혀 다른 색으로 관찰되었

다. 또한 25주 동안 색변화 관찰 결과에서 9주차 색변화 값이 최고값을 나타내었으며 이후 감소하는 것으로 나타났으며 마지막 25주차 색변화 값도 고농도에서 15.0 이상을 나타내는 것으로 보아 목초액의 유효 성분이 특히 흰색 면섬유에 흡착력이 강력한 것으로 사료된다. 반면 흰색 견섬유의 경우 저농도에서는 색변화가 거의 나타나지 않았으며, 0.05와 0.1g/ml 농도에서 약간의 색변화가 관찰되었다. 붉은색과 푸른색

으로 천연 염색한 면섬유와 견섬유에서의 색변화를 관찰한 결과 초기 색차값과 비교 시 거의 변화가 없었다. 목초액 농도에 따른 초기 색변화는 염색 직물의 특성상 모두가 균일하게 염색되어지지 못한 경우로 인한 오차라 사료된다.

목초액 훈증처리 시 색변화가 크게 나타난 무염색 면섬유에 대한 FT-IR 분석을 실시하였다. 목초액 농도에 따른 FT-IR spectrum은 Fig. 3에 나타내었다. 목초액의 경우 무염색 면섬유에

있어서 2주차부터 점차 색변화가 관찰되었으며, 또한 Fig. 3에 나타난 FT-IR spectrum에서도 알 수 있듯이 목초액 농도가 증가함에 따라 2000~3000  $\text{cm}^{-1}$  사이 파장대에서 관찰되는 broad한 두개의 피크가 사라지는 것을 알 수 있다. 본 실험결과에서 목초액의 어떤 성분이 면섬유에 영향을 미치는지 알기는 어렵다. 그러나 목초액을 유기질 문화재 보존 처리제로 이용할 경우 보다 안정한 사용을 위해서는 목초액의 성

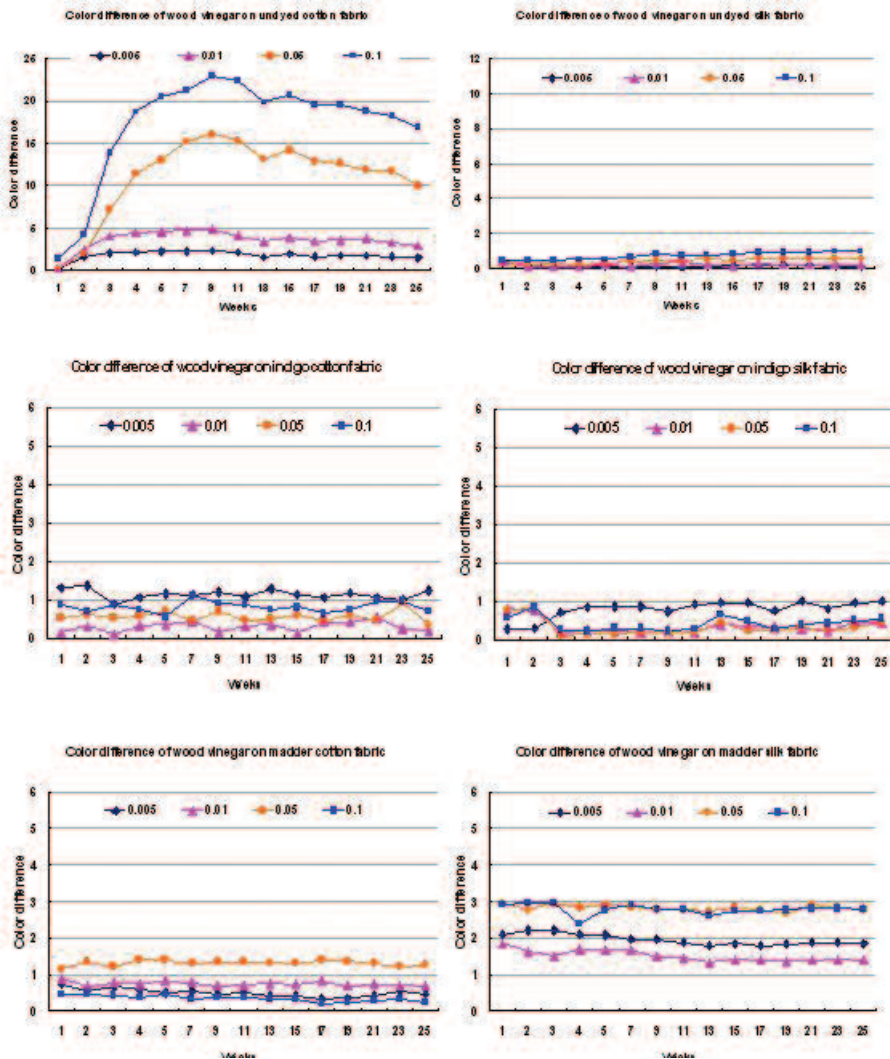


Fig. 2. Color difference of wood vinegar on fabrics



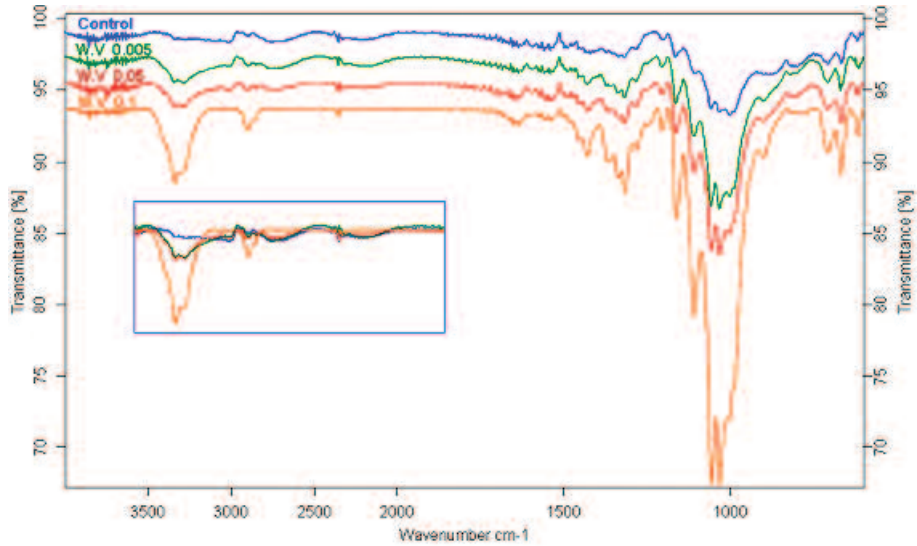


Fig. 3. FT-IR spectrum of cotton fabrics treated wood vinegar

분뿐만 아니라 면섬유의 화학적 물성 변화 메커니즘을 규명할 필요가 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 무염색 섬유와 천연 염색한 섬유를 이용하여 세신 추출물과 목초액으로 인한 섬유의 색변화를 관찰하였다. 그 결과 세신추출물은 무염색 섬유뿐만 아니라 천연 염색한 붉은색과 푸른색의 섬유에서 또한 색변화가 크게 나타나지 않았으며, FT-IR spectrum 분석 결과에서도 초기 시편과 비교 시 큰 변화가 관찰되지 않았다. 그러나 목초액의 경우 무염색 면섬유에 있어서 3주차부터 뚜렷한 색변화가 관찰되었으며, FT-IR spectrum 분석 결과에서도 초기 시편과 비교했을 때 특정 파장대의 피크값이 없어지는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 유기질 문화재 보존제로서 천연 약재를 이용한 훈증제로 처리할 경우 세신추출물은 유효농

도에서 섬유 재질의 색변화를 일으키지 않지만 더욱 안전한 사용을 위해서는 누적 총량이 유효농도 이상이 되지 않게 주의할 필요가 있다. 그리고 목초액은 무염색 면섬유에서 2주차부터 색변화가 일어나므로 훈증제로 처리할 경우 섬유 재질에 영향을 미칠 수 있어 사용에 제한을 두어야 할 것이다.

#### 사사

본 연구는 문화재청 국립문화재연구소의 지원을 받아 문화유산융복합연구 (R&D)사업의 일환으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- 강소영, 최윤아, 정용재., 2007. 목재문화재 보존을 위한 수목추출물의 부위별 생리활성 탐색. 보존과학연구 28집, 59-74.

- 민경희, 안희균., 1981. 지류 및 섬유질 문화재의 미생물에 관한 연구. 문화재 14호.
- 임진아, 최윤아, 정미화, 강소영, 정용재., 2008. 약용식물 17종 메탄올 추출물의 유기질문화재 생물학적 열화원에 대한 항진균 및 살충활성 조사. 보존과학연구 29집, 125-136.
- 최정은, 김영희, 홍진영, 정미화, 조창욱., 2010. 유기질문화재 보존을 위한 천연 추출물의 항균, 살충활성연구. 보존과학연구 31집, 89-102.
- 홍진영, 정미화., 2009. 유기질 문화재로부터 분리한 곰팡이에 대한 참나무 목초액의 항진균 활성 조사. 보존과학연구 30집, 158-170.
- Ikeshima Y., 1987. Manufacturing process and application of bamboo charcoal and bamboo vinegar. Harnlim Journal Co., Seoul, Korea, 121-158.
- Jeong JH, Jeong DE, Lee SJ, Seul KJ, Ryum CM, Park SH, and Ghim SY., 2007. The effects of wood vinegar on growth and resistance of peppers. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 35, 41-44.
- Kigawa, R, Miyazawa, Y, Koizumi M, Sano, C, Miura, S, Nochide, H, Kimura, H, and Tomita, B., 1999. Evaluation of the effects of various pest controlling reagents on pigments and metals: effects of pesticides, fumigants, carbon dioxide and nitrogen. Bunkazai hozon-syuhuku gakkaisi 43, 12-21.
- Kim GE, Park SB, and Ahn KM., 1999. Charcoal and wood vinegar: Function and manufacturing process. Harnlim Journal Co., Seoul, Korea, 36-50.
- Kim HY, and Kim YY., 2007. Effect of the feeding probiotics on the performance and meat quality characteristics of the finishing pigs. Korean J. Food Sci. Animal Resour. 27, 73-79.
- Kim SJ, Gao Zhang C, Taek Lim J., 2003. Mechanism of anti-nociceptive effects of *Asarum sieboldii* Miq. radix: potential role of bradykinin, histamine and opioid receptor-mediated pathways. J. Ethnopharmacology 88, 5-9.
- Kim YD, Bae ON, Chung SM, and Chung JH., 2004. Improvement of haemeostasis mediated by anti-platelet activities by plant vinegar. J. Toxicol. Pub. Health 20, 137-142.
- Koseto, E., 1997. The effects of formaldehyde on materials of arts. Tokyo National University of Fine Arts and Music, Master's Thesis.
- Mabuchi, H, Kigawa, R and Sano C., 2003. A review on the effects of fumigants, pesticides and fungicides used for museums on human health. Bunkazai hozon-syuhuku gakkaisi 47, 103-118.
- 15. Mori, H, and Arai, H., 1977. The efficacy of pesticides and fungicides and effects to materials of cultural properties. Science of Hyougu, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, Tokyo, 144-149.
- Mosmann T., 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival:

application to proliferation and cytotoxic assay. J. Immunol. Methods 65, 55–63.

- Rajagopalan, S, and Gopal, NGS., 1979. Ethylene chlorohydrin and ethylene glycol residues in ethylene oxide sterilized products I. Indian Journal of Pharmaceutical Science 41(3), 113–114.
- Zhu YP., 1998. Chinese Materia Medica Chemistry : Pharmacology and Applications, Harwood Academic publishers, Singapore, 66–68.