

## 문화재 보존 · 보관용 천연염색지 개발(제2보) - 천연염색지의 기능성 연구 -

이상현 · 유승일 · 최태호<sup>†</sup>

접수일(2016년 6월 1일), 수정일(2016년 6월 17일), 채택일(2016년 6월 21일)

### Development of Natural Dyed Korean Traditional Paper for Cultural Properties Conservation and Storage (Part 2) - Antifungal, Insect Repellent Activities and Stability on Metals -

Sang-Hyun Lee, Seung-Il Yoo and Tae-Ho Choi<sup>†</sup>

Received June 1, 2016; Received in revised form June 17, 2016; Accepted June 21, 2016

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the functional properties of natural dyed Hanji for cultural properties conservation and storage. To estimate functional properties of Hanji, antimicrobial, insect repellent test, and Oddy test were executed.

Hanji dyed with 10% Golden thread (*Coptis chinensis*), a natural dye and silver nitrate mordanting showed the most excellent antifungal activities against *A. niger*, *P. chrysogenum*, and *Trichoderma sp.* before and after aging.

The insects repellent test followed didn't indicate significant effects on treated Hanji against *Lasioderma serricorne*, *Sitophilus zeamais*, and *Tribolium castaneum*.

According to Oddy test result, Hanji dyed with Golden thread and silver nitrate caused no significant corrossions on copper, silver, and lead after aging 28 days.

**Keywords:** *Traditional Korean hand-made paper, natural dye, antifungal activity, insect repellent, metal stability, cultural properties*

---

• 충북대학교 농업생명환경대학 목재·종이과학과(Dept. of Wood and Paper Science, College of Agriculture, Life & Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, 28644, Republic of Korea)  
<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding Author): E-mail: tchoi@cbnu.ac.kr

## 1. 서론

한지는 강인함, 화학적인 안정성, 우수한 투기성과 조습성을 가지므로 문화재 보존용 소재로 우수한 특성을 지니고 있다. 여기에 천연염색에 의한 기능성이 부가된다면 더욱 우수한 소재로 거듭나는 것이 가능할 것이다. 이러한 천연염색지의 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다.<sup>1-3)</sup>

유기질 문화재의 열화는 산성 물질과의 접촉과 같은 화학적 원인이나 곰팡이와 벌레와의 접촉과 같은 생물학적 원인에 의하여 주로 발생하게 된다. 이러한 열화를 최소한으로 억제하기 위해서는 문화재의 주변 환경이 중요하다. 주변환경을 잘 유지하는 것이 중요하지만 비용이 많이 들고 소규모의 문화재까지 적용하는 데는 어려움이 따른다. 하지만 각 유물의 포장 재료가 우수한 기능성을 가진다면 문화재를 보다 효율적으로 보존하는 것이 가능할 것이다. 한지는 조습성을 가지는 재료<sup>4-6)</sup>로 문화재 보존·보관용 소재로서 우수한 특성을 가진다.

전보<sup>7)</sup>에서는 항균성이 우수한 것으로 알려진 황련(*Coptis chinensis*)과 질산은을 사용한 문화재 보존·보관용 항진균성 색한지를 제조하고 그 열화 특성에 대하여 보고하였다.

문화재 보존·보관용으로 사용하기 위해서 항균성 및 방충성 등이 우수하고 문화재를 안정적으로 유지시키는 기능성이 중요한 것이다.

따라서, 본 연구에서는 전보에서 제조한 보존·보관용 색한지의 항균성 및 방충성, 금속 재질 안정성 등 보존·보관용 염색지로서의 기능성에 대하여 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 염료 및 염색보조제

본 실험에 사용한 염재인 황련(*Coptis chinensis*)은 시중 한약재상에서 구입하여 사용하였고 질산은(AgNO<sub>3</sub>, Samchun pure chemical)은 순도 99.8%의 제품을 사용하였다. 염색보조제로 탄닌산(C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>O<sub>9</sub> · XH<sub>2</sub>O, 大井化金)을 사용하였다.

#### 2.1.2 한지

본 실험에 사용한 한지는 안동한지에서 태국산 닥나무

흑피로 제조한 표백 펄프를 이용하여 쌍발 초지한 평량 39 g/m<sup>2</sup>의 한지를 구입하여 20 cm × 20 cm 크기로 재단하여 사용하였다. 실험용 공시한지의 특성은 Table 1과 같다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 염료추출

한약상에서 구입한 중국산 황련 600 g을 순환식 무압력 추출기에 증류수 6 L와 함께 넣고 100℃에서 1시간 동안 추출하였다. 동일한 방법으로 1회 더 추출하여, 1-2회 추출한 염액을 혼합하여 rotary evaporator(Eyela NE-2001, Japan)로 농축한 다음 동결건조기(Eyela FD-5N, Japan)로 분말화한 것을 염료 시료로 사용하였다.

#### 2.2.2 염색지 제조

황련 염료의 농도는 o.w.f(on the weight of fabric) 10%, 30%, 50%를, 탄닌산은 o.w.f, 5%를 사용하였으며, 매염제인 질산은은 o.w.f, 3%, 6%, 9%를 사용하였다. 모든 염색의 액비는 1 : 80으로 하였고, 공시한지 10매를 염액에 30분간 담가 염색하였다. 후매염시 매염시간은 10분이었다. 염색 후에는 증류수로 1회 세척하여 과잉의 염료를 제거한 후 스테인리스 재질의 판에 붙여 1일 동안 그늘에서 자연 건조시켰다.

#### 2.2.3 염색지의 촉진열화

습식열화 방법은 KS M ISO 5630-3에 근거한 습식열화 실험으로 항온 항습기(JEIO Tech, TH-PE-065)를 사용하여 온도 80℃, 습도 65% 조건에서 144시간 동안 처리하였다.

광열화 시험법으로 ASTM G 53-95에 규정된 가속 광열화 시험의 조건을 만족시키는 촉진노화시험기(QUV/SE)를 이용하여 온도 60℃, UVA-340, 포화습도, 자외선 조사량 0.77 W/m<sup>2</sup>/nm의 조건으로 천연염색한 한지를 72시간 동안 가속열화 하였다.

#### 2.2.4 염색지의 항균성 시험

실험에 사용한 균주들은 Table 2와 같다. 실험에 선정된 공시진균인 *Aspergillus* 속, *Penicillium* 속, *Trichoderma* 속은 곰팡이 저항성 실험에서 일반적으로 사용

되는 공시균으로서 일반적인 대기 환경에서 가장 흔하게 발견되는 진균이다. 특히 3가지 균주 모두 포자를 생성하여, 쉽게 주변으로 퍼지며, *Trichoderma* 속의 경우 성장 속도가 매우 빠르면서, 각종의 섬유질 분해 효소를 생성하므로 유기질 문화재에 큰 위협으로 작용할 수 있다. Tappi 487 pm-99에 근거하여 염색지를 5 cm × 5 cm의 크기로 잘라서 멸균한 mineral-salt agar 배지[Petri dish (Φ 90 mm)] 위에 올려놓고 진균을 50 μL씩 선택한 염색지 위에 분주하고 밀봉시킨 후, 28℃에서 1주일 간격으로 관찰하며 3주간 배양한 후 염색지의 항진균성을 확인하였다.

Table 1. Hanji used for dyeing

Paper maker	Andong Hanji
Fiber	Paper mulberry black bark
Cooking liquor	NaOH
Dispersent	PAM
Bleaching	NaClO
Forming method	Ssangbal-choji
Sheet layer	Single
Basis weight(g/m <sup>2</sup> )	39.0
Apparent density	0.35
pH(cold extraction)	7.1

Table 2. List of microorganisms

Type	Name
Fungi Mold	<i>Aspergillus niger</i> KACC 41018
	<i>Penicillium chrysogenum</i> KACC 41892
	<i>Trichoderma sp.</i> KACC 41718

## 2.2.5 색한지의 방충성 시험<sup>8)</sup>

### 2.2.5.1 공시충의 준비

저곡 3종 권연벌레(*Lasioderma serricornes*), 어리쌀바구미(*Sitophilus zeamais*), 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 성충을 사용하였다. 공시충을 생물검정용 페트리 디시(φ 14 cm, 넓이: 153.86 cm<sup>2</sup>)에 압수상관없이 성충 30마리를 넣고 3반복(각 종마다 270마리) 수행하였다.

공시충은 시험시작 전까지 생육이 잘되도록 온도와 습도를 유지하고, 생물검정용 페트리 디시에 처리 한지명과 반복에 대한 정보를 표기(label)하였다.

### 2.2.5.2 선택성 시험

#### 2.2.5.2.1 염색지에 대한 기피시험

온도 25±2℃, 습도 60±5%, 어두운 조건에서 실험을 실시하였다. 실험 당일 생물검정용 페트리디시(φ 14 cm, 넓이 : 153.86 cm<sup>2</sup>)에 대조구 한지와 각각의 처리구 한지를 정사각형(5 × 5 cm)으로 잘라 대조구와 처리구 한 개씩을 놓고, 공시충(3종) 30마리를 접종하였다. 먹이는 공급하지 않고, 종이로 덮어 빛이 들지 않도록 하였다.

#### 2.2.5.2.2 미염색지(탄트지, 부직포)에 대한 색상 유인시험

온도 25±2℃, 습도 60±5%, 어두운 조건에서 실험을 실시하였다. 실험 당일 생물검정용 페트리디시(φ 14 cm, 넓이 : 153.86 cm<sup>2</sup>)에 흰색과 노란색을 띠는 탄트지와 부직포 두 종류를 각각 정사각형(5 × 5 cm)으로 잘라 놓고, 거짓쌀도둑거저리 30마리를 접종하였다. 먹이는 공급하지 않고, 종이로 덮어 빛이 들지 않도록 하였다.

### 2.2.5.3 수명비교 시험

온도 25±2℃, 습도 60±5%, 어두운 조건에서 실험을 실시하였다. 실험 당일 생물검정용 페트리디시(φ 9.5 cm, 넓이 : 56.72 cm<sup>2</sup>)에 각각의 한지를 정사각형(5 × 5 cm)으로 잘라 하나씩 넣은 것과 아무것도 넣지 않은 것을 준비하였고, 공시충(3종) 20마리를 접종하였다. 먹이는 공급하지 않았고, 종이로 덮어 빛이 들지 않도록 하였다.

### 2.2.5.4 관찰

선택성 시험의 경우 공시충은 3일 동안 1, 2, 3, 4, 8, 12, 24, 48, 72시간에 위치해 있는 공간을 Treat, Untreat, No choice로 나누어 조사하였다. 이때 잘 움직이지 않거나 뒤집혀 있는 것은 죽은 것으로 간주하여 따로 기입하였다. 수명비교 시험의 공시충은 7일 동안 24시간 간격으로 움직이지 않거나 뒤집혀 있는 것을 죽은 것으로 간주하여 조사하였다.

## 2.2.6 염색지의 금속재질 안정성 시험

금속 유물의 재질 안정성에 대한 평가 방법으로 염색지에서 방출되는 휘발성 유기화합물(VOCs)이 금속 재질에 미치는 영향을 평가하기 위해 1973년 British Museum의 W. A. Oddy가 고안한 박물관 환경에서 휘발성 물질

에 의한 잠재적인 손상에 대한 검정 실험인 Oddy test 를 실시하였다.

50 mL의 glass filter에 5 mL 비커를 넣고 비커 주위에 2 cm × 2 cm 크기의 3종의 금속을 넣는다. 증류수 5 mL를 비커에 피펫으로 주입하고 250 mL 광구 투명 유리병 안에 glass filter를 넣어준다. 10 cm × 20 cm 크기로 재단한 색한지를 접어서 유리병의 glass filter 주위에 넣고 뚜껑을 닫아 밀폐한다. 유리병을 60℃의 항온 오븐 내에서 4주간 보관 후 금속 시편의 실험 전·후의 육안관찰, 색도변화, 중량변화를 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 염색지의 항균성

Table 3에 열화후 색한지의 항진균성을 나타냈다. 후매염 색한지는 열화후에도 3종의 곰팡이에 대하여 항진균성을 보였다. *Trichoderma sp.*에 대한 항진균성이 상대적으로 가장 약했다. 황련 10% 염색에 질산은 6%, 9% 매염한 염색지가 가장 좋은 항진균성을 나타냈다. 이것은 색한지의 은의 함량이 이 두 가지 색한지에 가장 높기 때문으로 생각된다. 탄닌 5%, 황련 10%, 질산은 3% 동시매염 한지의 항진균성은 광열화한 시편의 경우 *Trichoderma sp.*에는 항진균성이 소실되었고, 나머지는 시편들은 항진균성을 유지하였다.

#### 3.2 염색지의 방충성

##### 3.2.1 선택성 시험

###### 3.2.1.1 염색지에 대한 물질기피시험

실험에 사용한 한지는 황련 50%에 질산은 9%로 후매염 한지와, 황련 50%에 질산은 9%를 동시매염 한지, 탄닌 5% 및 황련 10%에 질산은 3%를 동시매염 한지를 사용하였다.

Table 4와 Table 5는 권연벌레와 어리쌀바구미의 염색지에 대한 선택성 시험 결과 이다. 권연벌레와 어리쌀바구미 모두 염색지와 무처리 한지를 선호하거나 기피하는 것으로 나타나진 않았으나 어리쌀바구미의 경우 염색지와 무처리 한지 모두를 선택하지 않는 개체수가 많은 것으로 나타났다.

Table 6은 거짓쌀도둑거저리에 대한 선택성 실험의 결과이다. 거짓쌀도둑거저리의 경우 무처리한지와 선택하지 않은 개체수 보다 염색지를 선택한 개체수가 많은 것으로 나타났다.

저곡 3종 권연벌레(*Lasioderma serricorne*), 어리쌀바구미(*Sitophilus zeamais*), 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 성충에 대한 염색지의 실험결과, 권연벌레와 어리쌀바구미의 경우 무처리 한지와 염색지 모두 기피효과는 나타나지 않았다. 하지만, 거짓쌀도둑거저리의 경우 염색 처리된 한지를 더욱 선호하는 것으로 나타났다.

Table 3. Antifungal activity of dyed Hanji

Dye, After-mordant	<i>Aspergillus niger</i>		<i>Penicillium chrysogenum</i>		<i>Trichoderma sp.</i>	
	Light aging	Wet aging	Light aging	Wet aging	Light aging	Wet aging
Goldthread 10% AgNO <sub>3</sub> 3%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 10% AgNO <sub>3</sub> 6%	++	++	++	++	+	++
Goldthread 10% AgNO <sub>3</sub> 9%	++	++	++	++	+	++
Goldthread 30% AgNO <sub>3</sub> 3%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 30% AgNO <sub>3</sub> 6%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 30% AgNO <sub>3</sub> 9%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 50% AgNO <sub>3</sub> 3%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 50% AgNO <sub>3</sub> 6%	++	++	++	++	+	+
Goldthread 50% AgNO <sub>3</sub> 9%	+	++	+	++	+	+
Tannin 5%, goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	++	+	+	++	-	+

+ : Antifungal activity, 1 week - 3 weeks

++ : Antifungal activity, over 3 weeks

Table 4. Repellent effects of treated Hanji against *Lasioderma serricorne*

Type	Time (h)	No. Insect <sup>a)</sup>			% <sup>b)</sup>	P <sup>c)</sup>
		Untreated side (U)	Treated side (T)	No choice		
Goldthread 50%, After-AgNO <sub>3</sub> 9%	1	9	7	14	56.3	n,s
	2	5	10	14	34.0	n,s
	3	4	5	21	40.7	n,s
	4	5	7	18	43.2	n,s
	8	5	6	19	48.5	n,s
	12	4	2	24	65.0	n,s
	24	2	9	20	16.1	n,s
	48	2	8	20	17.2	n,s
	72	4	3	23	59.1	n,s
Goldthread 50%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 9%	1	8	5	17	63.2	n,s
	2	6	5	19	57.6	n,s
	3	6	8	16	42.9	n,s
	4	6	6	18	51.4	n,s
	8	3	5	22	40.0	n,s
	12	11	5	14	68.8	n,s
	24	9	6	13	58.7	n,s
	48	8	6	13	58.1	n,s
	72	4	4	18	50.0	n,s
Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	1	10	8	11	55.4	n,s
	2	9	9	12	50.0	n,s
	3	7	6	17	51.3	n,s
	4	6	6	18	48.6	n,s
	8	4	5	21	42.3	n,s
	12	7	6	17	52.5	n,s
	24	9	8	13	51.9	n,s
	48	6	10	12	39.6	n,s
	72	8	5	11	62.2	n,s

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow

<sup>b)</sup> Olfactory response (%) = Untreated / (Treated+Untreated) × 100

<sup>c)</sup> The data was analyzed using binomial sign tests to evaluate the differences from 50 : 50 responses, N = 30, P < 0.05, ns (not significant) P > 0.05

Table 5. Repellent effects of treated Hanji against *Sitophilus zeamais*

Type	Time (h)	No. Insect <sup>a)</sup>			% <sup>b)</sup>	P <sup>c)</sup>
		Untreated side (U)	Treated side (T)	No choice		
Goldthread 50%, After-AgNO <sub>3</sub> 9%	1	4	4	22	45.8	n,s
	2	4	3	22	52.4	n,s
	3	3	3	23	50.0	n,s
	4	2	2	26	50.0	n,s
	8	3	3	23	47.1	n,s
	12	2	2	24	50.0	n,s
	24	3	2	23	56.3	n,s
	48	0	2	26	12.5	n,s
	72	1	2	23	37.5	n,s
Goldthread 50%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 9%	1	2	1	27	55.6	n,s
	2	2	2	26	46.2	n,s
	3	2	2	26	41.7	n,s
	4	2	2	26	54.5	n,s
	8	2	2	26	50.0	n,s
	12	2	2	14	53.8	n,s
	24	3	3	13	52.9	n,s
	48	1	2	13	44.4	n,s
	72	2	3	18	40.0	n,s
Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	1	2	2	25	50.0	n,s
	2	2	2	27	50.0	n,s
	3	2	1	26	63.6	n,s
	4	1	1	29	50.0	n,s
	8	1	2	27	44.4	n,s
	12	2	3	25	42.9	n,s
	24	4	4	22	50.0	n,s
	48	3	2	24	56.3	n,s
	72	1	2	22	30.0	n,s

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow

<sup>b)</sup> Olfactory response (%) = Untreated / (Treated+Untreated) × 100

<sup>c)</sup> The data was analyzed using binomial sign tests to evaluate the differences from 50 : 50 responses, N = 30, P < 0.05, ns (not significant) P > 0.05

Table 6. Repellent effects of treated Hanji against *Tribolium castaneum*

Type	Time (h)	No. Insect <sup>a)</sup>			% <sup>b)</sup>	P <sup>c)</sup>
		Untreated side (U)	Treated side (T)	No choice		
Goldthread 50%, After-AgNO <sup>3</sup> 9%	1	5	17	8	21.2	0.0169
	2	2	19	9	9.5	0.0002
	3	1	24	4	3.9	p<0.0001
	4	2	25	2	7.4	p<0.0001
	8	2	26	2	6.1	p<0.0001
	12	4	19	6	18.6	0.0066
	24	1	25	3	5.0	p<0.0001
	48	0	29	0	0.0	p<0.0001
	72	1	27	1	3.5	p<0.0001
Goldthread 50%, Sim-AgNO <sup>3</sup> 9%	1	3	21	6	12.7	0.0003
	2	2	20	7	10.3	0.0005
	3	2	25	3	6.2	p<0.0001
	4	7	19	3	25.6	n,s
	8	3	22	4	11.8	0.0005
	12	2	23	4	8.0	p<0.0001
	24	1	25	3	2.6	p<0.0001
	48	0	28	0	1.2	p<0.0001
	72	0	25	0	1.3	0.0003
Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sup>3</sup> 3%	1	3	22	5	10.8	0.0002
	2	4	20	6	15.7	0.0015
	3	2	25	2	7.5	p<0.0001
	4	1	26	2	3.8	p<0.0001
	8	2	22	4	8.2	0.0005
	12	2	23	4	6.7	p<0.0001
	24	0	25	4	1.3	p<0.0001
	48	0	26	2	1.3	p<0.0001
	72	2	25	0	7.3	0.0003

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow

<sup>b)</sup> Olfactory response (%) = Untreated / (Treated+Untreated) × 100

<sup>c)</sup> The data was analyzed using binomial sign tests to evaluate the differences from 50 : 50 responses, N = 30, P < 0.05, ns (not significant) P > 0.05

### 3.2.1.2 미염색지(탄트지, 부직포)에 대한 색상 유인 시험

거짓쌀도둑거저리의 경우 염색지의 선택성 실험에서 황련과 질산은으로 처리된 염색지를 선호하는 것으로 나타났다. 염색에 사용된 물질보다 색상에 의해 유인된 것으로 판단되어 황련과 질산은을 처리하지 않은 노란색 탄트지와 부직포를 사용하여 색상 유인시험을 실시하였다.

Table 7에 탄트지와 부직포에 대한 생상 유인시험의 결과를 나타내었다. 실험결과 거짓쌀도둑거저리는 노란색

탄트지와 부직포를 선호하는 것으로 나타났다. 이를 통해 거짓쌀도둑거저리의 경우 한지의 처리 물질과는 상관 없이 노란색의 색상에 유인되는 것을 확인 할 수 있었다.

### 3.2.2 수명비교시험

권연벌레에 대한 수명 비교시험 결과는 Table 8과 같다. 황련 50%에 질산은 9%로 후매염 한지는 7일후 86.7%가 아사하는 것으로 나타났으며, 황련 50%와 질산은 9%를 동시매염한 한지는 71.7%, 타닌 5% 및 황련

Table 7. Induction effect of color of tant paper and non woven fabric on *Tribolium castaneum*

Type	Time (h)	No. Insect <sup>a)</sup>			% <sup>b)</sup>	P <sup>c)</sup>
		Untreated side (U)	Treated side (T)	No choice		
Tant paper	1	13	16	1	45.5	n,s
	2	11	19	0	35.6	n,s
	3	9	21	0	29.2	0,0428
	4	10	20	0	33.3	n,s
	8	8	22	0	25.8	0,0161
	12	7	22	1	23.0	0,0081
	24	8	22	0	25.8	0,0161
	48	8	21	1	28.4	0,0241
	72	7	20	3	24.7	0,0192
Non-woven fabric	1	8	20	1	29.1	0,0357
	2	8	21	1	27.9	0,0241
	3	9	20	1	31.0	n,s
	4	8	21	1	26.7	0,0241
	8	8	21	1	28.7	0,0241
	12	7	22	1	24.4	0,0081
	24	7	22	1	23.9	0,0081
	48	6	24	1	19.3	0,0014
	72	6	21	1	29.5	0,0428

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow

<sup>b)</sup> Olfactory response (%) = Untreated / (Treated+Untreated) × 100

<sup>c)</sup> The data was analyzed using binomial sign tests to evaluate the differences from 50 : 50 responses, N = 30, P < 0,05, ns (not significant) P > 0,05



10%와 질산은 3%를 동시매염한 염색지의 경우 81.7%가 아사하는 것으로 나타났다. 아무것도 처리하지 않은 한지와 먹이를 주지 않은 control의 경우도 각각 83.3% 및 81.7%가 아사하는 것으로 나타나 권연벌레에 대해 안정한 것으로 판단된다.

어리쌀바구미에 대한 수명 비교시험 결과를 Table 9에 나타냈다. 황련 50%에 질산은 9%를 후매염한 한지의 경우 7일후 96.7%가 아사하는 것으로 나타났으며, 황련 50%에 질산은 9%를 동시매염 한지는 100% 아사하는 것으로 나타났다. 탄닌 5% 및 황련 10%에 질산은 3%로 동시매염한 염색지의 경우 81.7%가 아사하였고, 아무것

도 처리하지 않은 한지와 먹이를 주지 않은 control의 경우도 각각 83.3%, 81.7%가 아사하는 것으로 나타났다.

탄닌처리 염색지와 미처리 한지, control의 경우 권연벌레의 수명과 같게 아사하는 것으로 나타났다. 어리쌀바구미의 수명시험 결과 섭식가해는 발생하지 않아 안정한 것으로 판단된다.

Table 10에 거짓쌀도둑거저리에 대한 수명 비교시험 결과를 나타냈다. 황련 50%에 질산은 9%로 후매염한 한지의 경우 7일후 96.7%가 아사하는 것으로 나타났으며, 황련 50%에 질산은 9%를 동시매염한 한지는 100% 아사하는 것으로 나타났다. 탄닌 5% 및 황련 10%에 질산은 3%

Table 8. Life test of *Lasioderma serricorne*

Days after	Mortality (%) <sup>a)</sup>									
	Treated <sup>a)</sup>						Untreated		Control	
	Goldthread 50%, After-AgNO <sub>3</sub> 9%		Goldthread 50%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 9%		Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%					
1	21.7	± 17.6a <sup>a</sup>	16.7	± 5.8a	8.3	± 10.4a	15.0	± 13.2a	6.7	± 11.5a
2	26.7	± 11.5a	21.7	± 5.8a	13.3	± 12.6a	18.3	± 17.6a	11.7	± 11.5a
3	50.0	± 13.2a	35.0	± 13.2a	35.0	± 0.0a	50.0	± 18.0a	30.0	± 5.0a
4	51.7	± 10.4a	51.7	± 7.6a	61.7	± 5.8a	55.0	± 21.8a	41.7	± 7.6a
5	65.0	± 13.2a	65.0	± 13.2a	66.7	± 7.6a	60.0	± 21.8a	51.7	± 23.6a
6	80.0	± 18.0a	66.7	± 11.5a	73.3	± 5.8a	63.3	± 20.2a	63.3	± 7.6a
7	86.7	± 15.3a	71.7	± 11.5a	81.7	± 16.1a	83.3	± 16.1a	81.7	± 16.1a

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow, Control = Empty

<sup>b)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P=0,05 (Tukey's studentized range test, SAS Institute, 1991).

Table 9. Life test of *Sitophilus zeamais*

Days after	Mortality (%)									
	Treated <sup>a)</sup>						Untreated		Control	
	Goldthread 50%, After-AgNO <sub>3</sub> 9%		Goldthread 50%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 9%		Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%					
1	6.7	± 2.9a <sup>a</sup>	6.7	± 5.8a	7.3	± 11.4a	15.0	± 13.2a	7.7	± 12.5a
2	20.0	± 13.2a	18.3	± 5.8a	13.3	± 12.6a	18.3	± 17.6a	11.7	± 11.5a
3	50.0	± 22.9a	30.0	± 13.2a	36.0	± 1.0a	50.0	± 18.0a	30.0	± 5.0a
4	51.7	± 18.9a	35.0	± 7.6a	61.7	± 5.8a	55.0	± 21.8a	42.7	± 7.6a
5	80.0	± 26.5a	63.3	± 13.2a	66.7	± 7.6a	61.0	± 21.8a	51.7	± 23.6a
6	96.7	± 5.8a	90.0	± 11.5a	74.3	± 6.2a	63.3	± 20.2a	63.3	± 7.6a
7	96.7	± 5.8a	100.0	± 11.5a	81.7	± 16.1a	83.3	± 16.1a	81.7	± 16.1a

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow, Control = Empty

<sup>b)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P=0,05 (Tukey's studentized range test, SAS Institute, 1991).

로 동시매염한 염색지의 경우 98.3%가 아사하였다. 거짓쌀도둑거저리의 경우 염색지에서 96.7% 이상의 매우 높은 아사율을 나타냈다.

아무것도 처리하지 않은 한지와 먹이를 주지 않은 control의 경우도 각각 93.3%, 85.0%가 아사하는 것으로 나타났다.

수명 비교시험 결과 기피효과는 없었으나, 색한지에 대한 섭식가해는 발생하지 않았으며, 7일후 권연벌레는 70-87%, 어리쌀바구미는 80-100%, 거짓쌀도둑거저리는 90-100%가 아사하는 것으로 나타나 가해충에 대하여 안정한 것으로 판단된다.

### 3.3 염색지의 금속재질 안정성

문화재 보존·보관용 염색지인 타닌 5%로 선매염 후, 황련 10%에 질산은 3%로 후매염한 색한지에 대하여 Oddy test를 수행하여 금속의 색변화 결과를 Table 11에 금속의 무게 변화를 Table 12에 나타냈다. Cu의 열화

후 색차는 12.0, Ag의 열화후 색차는 1.4로 나타났다. 공시험의 Cu와 Ag의 열화후 색차인 14.1과 1.8 보다는 적은 것을 알 수 있다. Pb의 경우 염색지의 색차가 5.6, 공시험의 색차가 5.3으로 나타나 염색지가 약간 높은 색변화를 나타냈다. 무게 변화의 경우 공시험과 비교하였을 때, 큰 변화가 없어 금속에 대한 부식성은 없는 것으로 판단된다.

## 4. 결론

문화재 보존·보관용 소재로서 황련과 질산은을 사용한 항진균성 색한지를 제조하여 이들의 항균성 및 방충성, 금속재질 안정성 등 보존·보관용 염색지로서의 기능성에 대하여 연구하여 비교검토 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

염색지는 열화 후에도 3종의 곰팡이에 대하여 항진균성

Table 10. Life test of *Tribolium castaneum*

Days after	Mortality (%)									
	Treated <sup>a)</sup>						Untreated		Control	
	Goldthread 50%, After-AgNO <sub>3</sub> 9%		Goldthread 50%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 9%		Tannin 5%, Goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%					
1	6.7	± 2.9a <sup>a</sup>	6.7	± 5.8a	3.3	± 2.9a	10.0	± 5.0a	3.3	± 2.9a
2	20.0	± 13.2a	18.3	± 5.8a	8.3	± 2.9a	11.7	± 5.8a	10.0	± 13.2a
3	50.0	± 22.9a	30.0	± 5.0a	23.3	± 7.6a	30.0	± 15.0a	20.0	± 8.7a
4	51.7	± 18.9a	35.0	± 10.0a	26.7	± 10.4a	50.0	± 17.3a	35.5	± 15.0a
5	80.0	± 26.5a	63.3	± 12.6a	45.0	± 26.0a	58.3	± 18.9a	51.7	± 22.5a
6	96.7	± 5.8a	90.0	± 13.2a	73.3	± 7.6a	83.3	± 14.4a	73.3	± 7.6a
7	96.7	± 5.8a	100.0	± 0.0a	98.3	± 2.9a	93.3	± 7.6a	85.0	± 8.7a

<sup>a)</sup> Untreat(U) = white, Treat(T) = Yellow, Control = Empty

<sup>b)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 (Tukey's studentized range test, SAS Institute, 1991).

Table 11. Color difference of metal after Oddy test

Dye	Metal	Before aging			After aging			ΔE
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	
Tannin 5%	Cu	77.61	18.27	25.50	67.28	21.75	30.38	12.0
Goldthread 10%	Ag	96.72	0.05	1.95	95.42	0.07	2.57	1.4
Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	Pb	52.65	0.82	-0.02	47.18	0.08	0.00	5.6
Control	Cu	78.30	17.92	25.11	67.26	22.93	32.40	14.1
	Ag	97.09	0.04	1.72	95.49	0.06	2.49	1.8
	Pb	51.04	0.77	-0.57	45.86	0.79	-1.67	5.3

Table 12. Weight difference of metal after Oddy test

Dye	Metal	Weight (g)		Weight difference (%)
		Before aging	After aging	
Tannin 5% Goldthread 10% sim-AgNO3 3%	Cu	1.83	1.84	0.011%
	Ag	2.08	2.08	0.055%
	Pb	2.06	2.06	0.015%
Control	Cu	1.82	1.82	-0.016%
	Ag	2.08	2.09	0.036%
	Pb	2.01	20.1	0.022%

을 보였다. 황련 10%에 질산은 6% 및 9%로 후매염한 염색지가 가장 우수한 항진균성을 나타냈다. 질산은의 함량이 높을수록 항진균성은 향상되는 것으로 나타났다.

방충성의 경우, 권연벌레, 어리쌀바구미, 거짓쌀도둑거지 저리 성충에 대한 염색지의 실험결과 선택성시험에서 저곡 3종 모두 기피효과는 없는 것으로 나타났다. 수명 비교시험 결과 기피효과는 없으나, 색한지에 대한 섭식해가 발생하지 않아 가해충에 대하여 안정한 것으로 나타났다.

Oddy test 결과 공시험과 비교하여 색차 및 무게의 큰 변화가 없어 금속의 부식성은 없는 것으로 나타났다.

## 사 사

본 연구는 국립문화재연구소 2011년도 “전통 천연 염색지를 이용한 보존·보관용 기능성 재료개발” 사업의 일환으로 수행되었습니다. (NRICH-1107-B06F).

## Literature Cited

1. Lee, S. H., Shin, Y. S., and Choi, T. H., Manufacture of Colored Hanji for Interior Materials from Natural Pigments(Part 2)- Study on Functional Properties of Super Eight Colors Changhoji -, Journal of Korea TAPPI 44(5): 46-53(2012).
2. Lee, S. H., Shin, Y. S., and Choi, T. H., Manufacture of Colored Hanji for Interior Materials from Natural Pigments(Part 3)- Study on Functional Properties of Super Eight Colors

- Wallpaper -, Journal of Korea TAPPI 47(5): 120-126(2015).
3. Yi, S. J., Lee, H. Y., Cho, K. S., and Chung, Y. J., Research on Functional Paper by using Traditional Dyestuffs, Journal of Conservation Science 26(4): 429-436(2010).
4. Yoon, S. L., Studies on the Paper Interior Materials of Tradition(Part 1) -Physical and Strength Properties of Changhoji-, Journal of Korean TAPPI 43(3): 80-87(2011).
5. Lee, J. E., A Study on the Effect of Changhoji(Hanji) to Light Environment of the Interior, Master Thesis, Pusan National University, Pusan, Korea: 1-75(2002).
6. Lee, S. J., Kim, Y. S., and Choi, A. S., Measurement of Daylight Distribution of Windows and doors in the Korean Traditional house and an evaluation of Characteristics of light on the Korean Traditional Paper, Journal of KIIEE 22(2): 26-34(2008).
7. Lee, S. H., Yoo, S. I., and Choi, T. H., Development of Natural Dyed Korean Traditional Paper for Cultural Properties Conservation and Storage (Part 1) - Manufacture and Aging Properties of Natural Dyed Hanji -, Journal of Korea TAPPI 47(6): 139-146(2015).
8. Yoon, C. M., Kang, S. H., Yang, J. O., Noh, D. J., Indiragandhi, P., and Kim, G. H., Repellent activity of citrus oils against the cockroaches *Blattella germanica*, *Periplaneta americana* and *P. fuliginosa*, J. Pestic. Sci., 34(2): 77-88(2009).