

# 문화재 보존 · 보관용 천연염색지 개발 (제1보) - 천연염색지의 제조 및 열화특성 -

이상현 · 유승일 · 최태호<sup>†</sup>

접수일(2015년 11월 16일), 수정일(2015년 12월 16일), 채택일(2015년 12월 18일)

## Development of Natural Dyed Korean Traditional Paper for Cultural Properties Conservation and Storage (Part 1) - Manufacture and Aging Properties of Natural Dyed Hanji -

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

Received November 16, 2015; Received in revised form December 16, 2015; Accepted December 18, 2015

### ABSTRACT

We manufactured natural dyed Korean traditional paper (Hanji) for cultural properties conservation and storage with goldthread (*Coptis chinensis*) and silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ). Goldthread and silver nitrate are known to be an excellent antimicrobial activity. The effect of content of goldthread and silver nitrate on properties of dyed Hanji was investigated.

Color strength of dyed Hanji decreased with increasing content of silver nitrate. After-mordanting with 3% silver nitrate improved lightfastness of dyed Hanji. Tannic acid treatment increased K/S value of dyed Hanji. As the amount of the increase in goldthread content was reduced silver nitrate content. Sim-mordanting method was used for simplifying manufacture process. Silver nitrate sim-mordanting method increased K/S value of goldthread than after-mordanting method.

**Keywords:** Hanji, traditional Korean hand-made paper, natural dye, high performance paper, conservation and storage, cultural properties

### 1. 서론

우리 주변에서 볼 수 있는 자연에서 염료를 이용하여 염색하는 것을 천연 염색이라고 한다. 이러한 천연 염료

는 대부분 자연에서 채취되는 작물이며 이것에 대한 여러 가지 생리활성에 대한 물질 탐색 및 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>1-3)</sup>

천연염색 한지는 한지의 강인함, 조습성, 내구성과 더

• 충북대학교 임산공학과(Dept. of Forest Products, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea)

<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding Author): E-mail:tchoi@cbnu.ac.kr

붙어 항균성 및 아름다운 색상과 같은 기능성을 가지고 있다. 이러한 기능성을 이용하면 포장재, 벽지 등 다양한 이용이 가능하다. 특히 항균성을 이용한다면 문화재 보존용 포장재 및 유물 전시실의 마감재로서 사용이 가능할 것이다.<sup>4)</sup>

박물관 전시실 및 수장고내에 보존관리 되고 있는 유물들은 그 재질적 특성에 따라 온도, 습도, 빛 등의 물리적 요인과 산화, 환원, 분해 등의 화학적인 변화, 곰팡이, 해충 등에 의한 생물피해, 그리고 분진 유해가스 등의 공기오염 등에 영향을 받을 수 있어 보존시설에 대한 특별한 관리가 요구 되어 지고 있다. 특히 박물관에 사용되어지는 마감재에서 발생한 포름알데히드 등 유해가스는 유물의 부식 및 변색 등 손상을 발생시킬 수 있다고 보고됨에 따라 안정성이 검증된 재료의 사용이 요구 되어 지고, 전시 및 수장고내 습도조절을 위한 기능성 조습 패널에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다. 이에 천연재료, 즉 전통 염색지를 이용한 유해가스 차단, 해충 억제력, 수분 조절 능력이 가능한 보관 상사용 기능성 마감재 및 유물 포장재, 충격 완충재 개발은 유물의 보존환경개선을 위한 유용한 연구가 될 수 있을 것이다. 또한 항균성을 부여하기 위해 은나노를 이용한 연구<sup>5,6)</sup>가 진행되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 항균성이 우수한 것으로 알려진 황련(*Coptis chinensis*)<sup>7)</sup>과 안정성에 논란이 있는 은나노를 대신하여 의약품으로 이용되고 있는 질산은을 사용하여 문화재 보존·보관용 항진균성 색한지를 제조하고, 그 열화 특성에 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

Table 1. Hanji used for dyeing

	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

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 실험 방법

### 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 이 염액을 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 색 측정

색상측정은 분광광도계(Color-eye 7000A)를 사용하여 CIE Lab 색공간에 따른 L\*, a\*, b\* 값과 Munsell H V/C, 최소반사파장(minimum wavelength)에서의 반사율을 측정하였다. 염착량(K/S) 값은 최소반사파장에

서의 반사율 R값을 사용하여 다음의 Kubelka-Munk식 (Eq. 1)에 의해 K/S값을 구했다.

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad [1]$$

R은 반사율, K는 흡광계수, S는 산란계수

### 2.2.4 습식 열화

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 처리 후 색차를 측정하였다.

### 2.2.5 광 열화

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 시킨 후 색상 및 기타 특성을 측정하였다. 색차(ΔE)는 Eq. 2에 의거하여 구하였다.

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

### 2.2.6 은 함량 측정

색한지의 은 함량은 ICP(inductively coupled plasma mass spectrometer, ICP-MS 7700x)를 사용하여 측정했으며, 시료 전처리에는 질산과 과산화수소를 사용했다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 색한지의 광학적 특성

항세균성이 우수한 황련<sup>7)</sup>과 항진균성이 우수한 질산은의 최적 조성을 결정하기 위해서는 각 성분이 색한지의 특성에 미치는 영향의 규명이 필요하다. 황련과 질산은의 함량이 색한지의 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 황련 염료의 농도를 o.w.f, 10%, 30%, 50%로 조절하고, 후매염제로 질산은의 농도를 o.w.f, 3%, 6%, 9%로 조절하며 염색을 하여 색한지의 색상 특성을 측정하였다.

염색공정 단축을 위하여 동시매염법을 실시하여 색한지를 제조하였다. 동시매염 한지는 얼룩이 지는 것을 방지하기 위하여 한지를 미리 물에 적신 후 염색을 실시하였다. 또한 황련과 질산은의 사용량을 줄이기 위해서 황련 염료 o.w.f, 10% 조성에 대하여 o.w.f, 5% 탄닌산 전처리를 실시하고 황련과 질산은 동시매염 염색한 색한지를 제조하여 그 특성을 측정하였다. 색한지의 색상과 염착량을 Table 2에 나타냈다.

질산은 후매염은 황련 염색지의 색상에 영향을 주지는 않았으나 염착량에 영향을 주었다. 질산은의 농도가 높아질수록 황련의 염착량이 낮아졌다. 이것은 매염제로 사용된 질산은의 Ag<sup>++</sup>와 섬유와의 결합량이 증가하여 황련 염료의 주성분인 알칼로이드계 berberine의 결합량이 감소하기 때문인 것으로 판단된다. 동시매염을 실시한 색한지는 후매염 색한지의 경우와 같이 질산은의 양이 증가할수록 염착량이 감소하는 경향을 나타냈다.

탄닌산 5% 전처리 후 황련 염색을 한 색한지는 탄닌산 처리에 의한 색상의 변화가 거의 없으나 황련의 염착량은 증가하는 것으로 나타났다. 질산은 매염시 황련의 염착량은 감소하였다. 음이온성인 탄닌산의 첨가는 섬유표면의 반응성을 증가시켜 양이온성인 황련과 음이온의 흡착을 향상시키는 역할이 가능할 것으로 생각된다. 또한 대량생산하여 판매되고 있는 탄닌산의 가격이 저렴하므로 탄닌산을 전처리함으로써 황련 및 질산은의 양을 줄일 수 있어 원가 절감이 가능할 것으로 생각된다.

후매염 색한지와 동시매염 색한지의 염착량을 비교하여 Fig. 1에 나타냈다. 동시매염하면 황련의 염착량이 후매염에 비해 증가하였다. 기능성 색한지의 제조에 있어서 동시매염하는 것이 색한지 제조에 효과적인 것으로 판단된다.

### 3.2 색한지의 광열화 특성

질산은으로 후매염한 색한지의 광열화 결과는 Table 3과 같다. 무매염 색한지에서는 황련의 농도가 증가할수록 열화 후 색차값이 감소하였고, 질산은을 매염하면 열화 후 색차값이 무매염보다 감소하였다. 따라서 알칼로이드계 유기화합물인 berberine의 결합력보다 금속이온인 Ag<sup>++</sup>의 존재가 염료 결합의 안정성을 높이기 때문에 질산은 매염을 실시하는 것이 색한지의 광견뢰도 향상에 도움이 되는 것으로 판단된다.

질산은 동시매염 색한지의 광열화 후 색의 변화는 Ta-

Table 2. Colors of Hanji dyed with goldthread

Mordanting	Goldthread (% o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (% o.w.f.)	L*	a*	b*	Munsell H V/C	K/S	
After	10	0	73.17	-1.41	41.80	7.0Y 7.3/5.9	2.49	
		3	72.61	-1.15	33.86	6.7Y 7.2/4.7	1.84	
		6	72.32	-1.21	31.54	6.7Y 7.2/4.4	1.70	
		9	73.03	-1.00	30.76	6.4Y 7.2/4.3	1.57	
	30	0	68.24	0.65	42.20	5.8Y 6.8/6.0	3.46	
		3	67.77	0.22	36.01	5.9Y 6.7/5.1	2.74	
		6	66.84	0.02	33.13	5.9Y 6.6/4.7	2.58	
		9	66.49	0.18	31.35	5.7Y 6.6/4.4	2.45	
	50	0	66.12	2.37	43.88	5.0Y 6.6/6.3	4.22	
		3	65.85	0.99	36.47	5.4Y 6.5/5.2	3.17	
		6	66.28	0.82	34.88	5.4Y 6.6/4.9	2.89	
		9	65.82	1.17	33.50	5.1Y 6.5/4.8	2.80	
Sim	10	3	69.94	0.62	38.74	5.6Y 6.9/5.5	2.67	
		6	70.54	0.60	37.79	5.6Y 7.0/5.3	2.46	
		9	70.21	0.41	35.56	5.6Y 7.0/5.0	2.29	
	30	3	69.03	0.99	42.51	5.6Y 6.9/6.0	3.30	
		6	69.20	1.20	41.76	5.5Y 6.9/5.9	3.16	
		9	69.20	1.34	41.41	5.3Y 6.9/5.9	3.11	
	50	3	65.77	2.01	41.61	5.1Y 6.5/5.9	3.92	
		6	66.91	1.74	41.70	5.2Y 6.6/5.9	3.65	
		9	67.84	2.14	42.85	5.0Y 6.7/6.1	3.60	
	Tannic acid (5% o.w.f.)	-	-	79.90	-0.09	2.73	4.6Y 7.9/0.3	0.23
		-	After 3	69.88	3.8	8.37	8.0YR 6.9/1.5	0.66
		10	-	69.54	1.62	41.24	5.1Y 6.9/5.9	3.01
10		After 3	69.16	1.02	34.69	5.2Y 6.9/4.9	2.33	
10		Sim 3	68.48	2.38	38.52	4.6Y 6.8/5.5	2.86	

ble 4과 같다. 황련 염료 10%와 30% 염색지에서는 질산은 농도가 색차값에 미치는 영향이 작았고, 황련 염료 50% 염색지에서는 질산은 농도가 광열화후 색차값에 미치는 영향이 증가하였다.

타닌산 5% 전처리한 색한지의 광열화후 색변화는 Table 5와 같다. 타닌산만으로 전처리한 색한지의 광열화 후 색차값은 5.6으로 가장 작게 나타났으며, 타닌산 5%-황련 10%-질산은 후매염 색한지가 7.3으로 나타났다. 타닌산 5%-질산은 3% 색한지와 타닌산 5%-황련 10%-질산은 동시매염 색한지의 광열화 후 색차값은 11.1로 나타났다. 질산은 처리를 하지 않은 타닌산 5%-

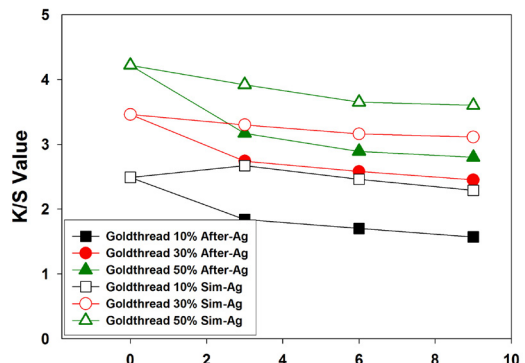


Fig. 1. Relationship between concentration of AgNO<sub>3</sub> and K/S value.

Table 3. Color change of after-mordanted Hanji dyed with goldthread after light aging

Goldthread (%, o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (%, o.w.f.)	0 h				72 h				ΔE
		L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
10	0	71.98	-1.37	40.31	7.0Y 7.1/5.6	73.24	0.52	22.83	4.5Y 7.2/3.2	17.63
	3	70.54	0.31	32.17	5.4Y 7.0/4.5	66.16	4.37	32.11	2.9Y 6.5/4.7	5.97
	6	71.72	-0.23	32.03	5.8Y 7.1/4.5	63.13	4.95	34.41	2.9Y 6.2/5.1	10.31
	9	72.20	-0.38	31.14	5.9Y 7.1/4.3	61.44	4.98	34.20	2.9Y 6.1/5.1	12.40
30	0	68.15	0.77	42.44	5.8Y 6.8/6.0	70.79	2.46	29.12	3.7Y 7.0/4.2	13.68
	3	66.11	1.04	34.2	5.2Y 6.5/4.8	68.37	3.97	29.27	2.9Y 6.8/4.3	6.16
	6	66.55	0.69	33.69	5.4Y 6.6/4.8	64.89	4.76	32.60	2.9Y 6.4/4.8	4.53
	9	66.85	0.57	31.77	5.3Y 6.6/4.5	62.6	5.41	32.65	2.5Y 6.2/4.9	6.50
50	0	65.85	1.64	41.71	5.3Y 6.5/5.9	68.39	30.62	30.62	3.6Y 6.8/4.4	11.47
	3	64.49	2.22	36.11	4.7Y 6.4/5.2	67.66	28.92	28.92	2.8Y 6.7/4.3	8.06
	6	65.13	1.44	35.37	5.1Y 6.4/5.0	65.16	31.85	31.85	2.5Y 6.4/4.8	5.21
	9	65.66	1.37	32.79	4.9Y 6.5/4.7	62.99	32.33	32.33	2.2Y 6.2/4.9	5.38

Table 4. Color change of sim-mordanted Hanji dyed with goldthread after light aging

Goldthread (%, o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (%, o.w.f.)	0 h				72 h				ΔE
		L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
10	3	68.85	1.48	38.32	5.1Y 6.8/5.4	67.6	4.79	26.49	2.0Y 6.7/4.0	12.35
	6	69.55	1.82	36.97	4.8Y 6.9/5.3	63.9	5.63	27.64	1.7Y 6.3/4.2	11.55
	9	68.55	1.53	34.47	4.8Y 6.8/4.9	59.19	6.44	29.72	1.6Y 5.8/4.6	11.59
30	3	67.95	1.62	41.86	5.3Y 6.7/5.9	67.53	5.25	28.93	2.1Y 6.7/4.4	13.44
	6	68.97	1.41	42.22	5.4Y 6.8/6.0	68.04	3.73	27.7	2.9Y 6.7/4.1	14.73
	9	68.38	1.86	41.32	5.1Y 6.8/5.9	64.79	5.26	28.72	2.1Y 6.4/4.3	13.54
50	3	63.13	3.34	39.63	4.4Y 6.3/5.7	64.42	5.77	29.21	1.9Y 6.4/4.5	10.78
	6	65.85	2.32	41.15	4.9Y 6.5/5.9	66	4.04	26.89	2.6Y 6.5/4.0	14.36
	9	67.52	2.82	43.2	4.7Y 6.7/6.2	67.12	4.91	30.44	2.5Y 6.6/4.5	12.94

Table 5. Color change of Hanji pre-mordanted with tannic acid after light aging

Dye	0 h				72 h				ΔE
	L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
Tannin 5%	78.88	-0.14	3.43	4.9Y 7.8/0.4	76.94	1.21	8.52	1.7Y 7.6/1.2	5.6
Tannin 5%, AgNO <sub>3</sub> 3%	70.01	4.10	10.02	8.5YR 6.9/1.7	69.9	4.06	21.12	1.6Y 6.9/3.2	11.1
Tannin 5%, goldthread 10%	69.53	1.62	41.24	5.1Y 6.9/5.9	69.04	3.50	24.19	2.6Y 6.8/3.5	17.2
Tannin 5%, goldthread 10%, After-AgNO <sub>3</sub> 3%	69.50	1.12	35.88	5.1Y 6.9/5.1	66.4	4.92	30.51	2.5Y 6.6/4.6	7.3
Tannin 5%, goldthread 10%, Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	68.64	2.82	39.62	4.5Y 6.8/5.7	68.34	4.95	28.78	2.3Y 6.8/4.3	11.1

Table 6. Color change of after-mordanted Hanji dyed with goldthread after wet aging

Goldthread (%, o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (%, o.w.f.)	0 h				72 h				ΔE
		L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
10	0	73.64	-1.29	42.61	6.9Y 7.3/6.0	69.36	0.70	37.12	5.3Y 6.9/5.2	7.2
	3	72.59	-0.80	34.56	6.4Y 7.2/4.8	69.43	1.07	32.61	4.8Y 6.9/4.6	4.2
	6	71.52	-1.01	30.44	6.5Y 7.1/4.2	64.45	4.72	32.18	2.9Y 6.4/4.8	9.3
	9	72.26	-0.50	30.13	6.0Y 7.2/4.2	62.68	6.05	31.14	2.1Y 6.2/4.7	11.7
30	0	68.8	0.67	43.41	5.9Y 6.8/6.1	64.55	2.68	38.03	4.4Y 6.4/5.5	7.1
	3	68.22	0.10	36.56	6.0Y 6.8/5.2	65.57	1.42	33.34	4.8Y 6.5/4.7	4.4
	6	66.39	0.33	32.87	5.7Y 6.6/4.6	63.03	3.51	32.49	3.7Y 6.2/4.8	4.6
	9	66.38	-0.15	30.84	6.0Y 6.6/4.3	60.88	4.69	31.42	2.9Y 6.0/4.7	7.4
50	0	66.53	2.82	45.79	4.9Y 6.6/6.6	61.51	4.58	39.22	3.7Y 6.1/5.7	8.5
	3	66.09	0.68	37.25	5.7Y 6.5/5.3	62.18	2.81	33.27	4.1Y 6.1/4.8	6.0
	6	66.47	0.50	34.31	5.6Y 6.6/4.8	62.98	3.59	32.67	3.6Y 6.2/4.8	4.9
	9	65.67	1.43	35.61	5.1Y 6.5/5.1	61.09	5.32	34.12	2.9Y 6.0/5.1	6.2

Table 7. Color change of sim-mordanted Hanji dyed with goldthread after wet aging

Goldthread (%, o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (%, o.w.f.)	0 h				72 h				ΔE
		L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
10	3	73.58	-0.9	41.25	6.6Y 7.3/5.8	69.38	0	35.43	5.8Y 6.9/5.0	7.23
	6	72.91	-0.78	38.78	6.5Y 7.2/5.4	65.35	2.33	33.76	4.3Y 6.5/4.9	9.59
	9	70.88	-0.21	35.46	6.1Y 7.0/5.0	61.8	4.53	32.66	3.1Y 6.1/4.8	10.62
30	3	68.91	0.76	41.98	5.8Y 6.8/5.9	64.48	1.8	35.94	4.8Y 6.4/5.1	7.56
	6	70.1	0.88	42.57	5.7Y 7.0/6.0	65.77	1.81	36.38	4.8Y 6.5/5.2	7.61
	9	69.62	1.12	41.77	5.5Y 6.9/5.9	63.84	2.92	35.75	4.2Y 6.3/5.2	8.54
50	3	65.7	1.81	41.11	5.2Y 6.5/5.8	61.83	3.01	35.84	4.2Y 6.1/5.2	6.65
	6	67.45	1.65	41.87	5.3Y 6.7/5.9	63.01	2.46	35.7	4.5Y 6.2/5.1	7.64
	9	68.65	1.76	42.68	5.2Y 6.8/6.1	64.29	2.32	36.3	4.6Y 6.4/5.2	7.75

Table 8. Color change of Hanji pretreated with tannic acid after wet aging

Dye	0 h				72 h				ΔE
	L*	a*	b*	Munsell H V/C	L*	a*	b*	Munsell H V/C	
Tannic acid 5% Goldthread 10%	70.94	0.80	43.17	5.7Y 7.1/6.1	64.82	3.53	36.70	3.9Y 6.4/5.3	9.31
Tannic acid 5% Goldthread 10% Sim-AgNO <sub>3</sub> 3%	66.45	2.24	37.32	4.7Y 6.6/5.3	63.55	5.27	35.70	3.0Y 6.3/5.3	4.50
Tannic acid 5% Goldthread 10% After-AgNO <sub>3</sub> 3%	68.46	1.54	33.93	4.8Y 6.8/4.8	64.27	5.41	32.63	2.6Y 6.4/4.9	5.85



Table 9. Content of silver in goldthread dyed Hanji

Goldthread (% o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (% o.w.f.)	Content of silver (ppm)
0	6	1907.2
10	3	458.0
10	6	1235.6
30	6	736.9
50	6	430.6

황련 10% 색한지가 17.2로 나타나 광열화에 가장 취약한 것으로 나타났다. 타닌산과 황련을 염색하여 제조한 색한지의 광열화후 색차값은 질산은 매염에 의하여 감소하는 것으로 나타나 질산은 후매염처리의 경우와 동일하게 질산은 처리가 색한지의 광견뢰도 향상에 효과적임을 알 수 있었다.

### 3.3 색한지의 습식열화 특성

질산은 후매염 색한지의 습식열화 후 결과는 Table 6과 같다. 습식열화 후 색한지의 색차값이 광열화 후 색차값보다 작았다. 질산은 3%와 6% 후매염시 황련의 농도에 관계없이 색차값이 무매염보다 감소하였다. 대부분의 염색지에서 질산은 후매염의 색차값이 무매염보다 작게 나타나 질산은 매염이 습식열화 시 색한지의 색변화에 미치는 영향이 적은 것으로 판단된다.

동시매염 색한지의 습식열화 후 색의 변화는 Table 7과 같다. 질산은의 양이 증가함에 따라서 습식열화 후 색차값도 증가하였다. 동시매염의 경우 질산은 양의 증가가 습식열화 시 색한지의 색상견뢰도에 악영향을 주는 것으로 판단된다.

동시매염 색한지의 습식열화 후 색의 변화는 Table 7과 같다. 질산은의 양이 증가함에 따라서 습식열화 후 색차값도 증가하였다. 동시매염의 경우 질산은 양의 증가가 습식열화 시 색한지의 색상견뢰도에 악영향을 주는 것으로 판단된다.

타닌산 5% 전처리한 색한지의 습식열화 후 색변화는 Table 8과 같다. 광열화의 경우와 동일하게 타닌산 전처리와 황련으로 염색하여 제조한 색한지의 습식열화 후 색차값은 질산은 매염에 의하여 감소하였다. 타닌산 5% 전처리한 색한지에서도 질산은 매염은 색한지의 습식열화 시 색상견뢰도를 향상 시키는 것으로 판단된다.

Table 10. Content of silver in tannic acid pre-treated Hanji

Tannic acid (% o.w.f.)	Goldthread (% o.w.f.)	AgNO <sub>3</sub> (% o.w.f.)	Content of silver (ppm)
0	10	3	111.0
0	10	6	383.1
5	10	3	57.1
5	10	6	522.7

### 3.4 색한지의 은 함량

제조한 색한지에 대한 은의 함량 분석결과는 Table 9와 같다. 염액 중 황련의 양이 증가함에 따라 색한지의 은의 함량이 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 황련의 알칼로이드 화합물인 berberine과 은 이온은 같은 양이온성의 물질이기 때문에 한지에 흡착 시 서로 경쟁하는 것으로 생각된다.

동시 매염법으로 제조한 색한지와 타닌산을 사용하여 제조한 색한지의 은의 함량을 Table 10에 나타냈다. 후매염 보다는 동시매염법으로 제조한 색한지의 은 함량이 감소하였고, 타닌산을 선처리 하면 질산은 3% 염액의 경우는 은 함량이 감소하였지만, 질산은 6%의 경우는 증가하였다.

## 4. 결론

항균성이 우수한 것으로 알려진 황련과 질산은을 사용한 문화재 보존·보관용 항진균성 색한지를 제조하고 그 열화 특성에 대하여 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

질산은 후매염은 황련 염색지의 염착량에 영향을 주었으나 색상에 영향을 주지는 않았다. 질산은의 농도가 높아질수록 황련의 염착량이 낮아졌다. 타닌산 5% 전처리 후 황련 염색한 색한지는 타닌산만 매염하면 색의 변화가 거의 없으나 타닌산 전처리 후 황련의 염착량은 높아졌다. 질산은 매염은 황련의 염착량을 감소시켰으며, 질산은 후매염처리보다 질산은을 동시 매염하는 것이 황련의 염착량을 증가시켰다.

질산은 매염을 실시하는 것이 색한지의 광견뢰도를 향상시켰으며, 타닌산 5% 전처리한 한지에서도 질산은 매염이 광견뢰도를 향상시켰다. 색한지의 습식열화 특성 역시 광열화 특성과 같이 질산은 매염이 견뢰도 향상에

도움을 주었다.

색한지의 은함량 측정 결과 황련의 양이 증가함에 따라 색한지의 은의 함량은 감소하는 것으로 나타났다.

## 사 사

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

7. National Research Institute of Cultural Heritage, Development of high performance materials for cultural properties conservation and storage using natural dyed Korean traditional paper (Hanji), Project Report (2009).

## Literature Cited

1. Lee, S. H., Yoo, S. I., and Choi, T. H., Natural dyeing characteristics of Korean traditional paper with smoke tree (*Cotinus coggygia* Scop), *Journal of Korea TAPPI* 41(2):40-46 (2009).
2. Jang, H. M., Nam, H. J., Go, I. H., and Choi, T. H., Manufacture of colored Hanji for interior materials from natural pigments (Part 1) - Manufacture of super eight colors Changhoji, *Journal of Korea TAPPI* 43(1):36-46 (2011).
3. Yoo, S. I., Lee, S. H., Gwak, M. R., and Choi, T. H., Properties of Hanji dyed with the persimmon juice, *Journal of Korea TAPPI* 42(2):82-87 (2010).
4. 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).
5. Dankovich, T. A. and Gray, D. G., Bactericidal paper impregnated with silver nanoparticles for point-of-use water treatment, *Environ. Sci. Technol.* 45(5):1992-1998 (2011).
6. Rai, M., Yadav, A., and Gade, A., Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials, *Biotechnology Advances* 27:76-83 (2009).