

천연색소를 이용한 건축내장용 색한지 제조 (제3보) - Super Eight Color 벽지의 기능성 연구 -

이상현 · 신유수¹ · 최태호[†]

접수일(2015년 10월 2일), 수정일(2015년 10월 20일), 채택일(2015년 10월 22일)

Manufacture of Colored Hanji for Interior Materials from Natural Pigments (Part 3) - Functional Properties of Super Eight Colors Hanji Wallpaper -

Sang-Hyun Lee, Yoo-Su Shin¹ and Tae-Ho Choi[†]

Received October 2, 2015; Received in revised form October 20, 2015; Accepted October 22, 2015

ABSTRACT

In this study, we used various dyes from natural pigments such as tumeric, goldthread, indigo, pagoda tree flower, sappanwood, and safflower to make the Hanji wallpaper with super eight colors of yellow, orange, green, turquoise, violet, red, blue, and magenta. As a result of measuring the lightfastness, magenta dyed with sappanwood showed the worst effect, but blue dyed with only indigo showed the best effect. In terms of the spot test by water, red wallpaper dyed with safflower showed the clear spot, but blue, turquoise, and green dyed with indigo resulted in a little spot. The orange, violet, and magenta dyed with goldthread and sappanwood showed antibacterial activity, and the turquoise, green, and blue also has a little antibacterial activity. However, yellow and red didn't show the some result as expected. In the experiment for efficiency of formaldehyde removal, all Hanji wallpapers dyed with natural pigments showed the significant removal effect of formaldehyde, especially turquoise and red were the highest.

Keywords: Hanji (Korean traditional paper), wallpaper, natural dyeing, super eight colors, color therapy

• 충북대학교 농업생명환경대학 목재·종이학과(Dept. of Wood and Paper Science, College of Agriculture, Life & Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea)

1 농촌진흥청 임산특작과(Department of Herbal Crop Research, NIHHS, Rural Development Administration, Eumseong 369-873, Korea)

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

1. 서론

최근 현대 생활에서 웰빙과 로하스(LOHAS)의 바람으로 의식주를 중심으로 친환경적 소재들이 각광을 받고 있고 건강과 환경을 생각하는 라이프 스타일에 주목하고 있다. 개인의 건강뿐만 아니라 환경보전이나 사회적 책임 그리고 지구의 미래를 고려하는 사람들의 생활방식을 말하는 로하스는 기계화된 현대문명에 의해 발생하는 환경오염에 대한 반성으로 실생활에서 친환경소재들의 활용이 주목을 받고 있다. 한국의 전통종이인 한지는 훌륭한 친환경소재로서 우리들의 생활 속에서 중요하게 사용되어지고 있고 선조들 역시 한지를 벽지 및 창호지의 용도로 중요하게 사용해 왔다. 생활수준의 향상으로 실내 인테리어 소재인 벽지에 대한 관심은 더욱 증가되고 있고 화학염료를 이용해 염색된 일반벽지보다는 천연색소를 이용한 친환경적 한지벽지의 영역이 점차 확대될 것으로 예상된다.

한지는 건축 재료로서 단열성과 빛 확산성, 통기성, 습도 조절 등이 가능하여 실내를 쾌적하게 만드는 친인간적 재료라고 할 수 있다. 또한 인근 자연에서 구할 수 있는 닥나무를 원료로 하고 제조공정이나 폐기 시 자연에 미치는 환경부하도 적은 친환경적 재료이기도 하다. 이에 우리나라 전통건축물에서 한지는 중요한 창조 재료였고 벽지였으며, 장판지로 이용된 것이다.¹⁾

친환경, 친인간 건축의 관점에서 한지를 바라볼 때, 한지는 건축 재료로 활성화될 수 있는 가능성이 크다. 최근 한지에 대한 관심이 높아져 각종 매체에서 다루고 있으며, 건축 재료로서 한지의 우수성에 대한 객관적 근거

가 연구되고 있는 실정¹⁾이고 한지에 각종 기능성을 부여하기 위한 연구 또한 활발히 이루어지고 있다.²⁻⁶⁾ 천연색소를 이용한 다양한 색을 내기 위한 연구도 활발히 연구되고 있다.⁷⁻⁹⁾

최근 색을 이용한 색채치료(color therapy)가 새로운 영역의 하나로 주목을 받고 있으며, 색채치료법의 한 종류인 인테리어 테라피는 공간의 기능과 사용자의 특성에 맞는 색채를 활용해 벽지나 침구 등에 적용해 불면증 해소, 우울증 완화, 식욕 억제 또는 증진, 스트레스 해소, 집중력 강화 등에 도움을 주는 방법으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 천연색소를 이용하여 color therapy에 활용되고 있는 super eight color를 발현한 천연염색 한지벽지를 제조하고 그 한지벽지의 염색성 및 견뢰도, 물 번짐, 항균성, 포름알데히드 제거 등의 기능성에 대하여 알아보았다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

C사에 의뢰하여 Table 1의 염색 방법에 따라서 닥섬유 펄프를 염색한 후 쌍발초지로 한지를 제작하였다. 제작한 한지를 20×20 cm로 재단하여 공시재료로 사용하였다.

2.2 색상측정 및 색차측정

염색한 한지를 색차계(Color eye-7000A, Gretag Macbeth)를 이용하여 X, Y, Z 3자극치와 CIE Lab 색

Table 1. Natural dyeing procedures of pulp for Hanji wallpapers

Colors	Dyestuff		Mordanting				Dyeing	
	Kinds	Conc. (% o. w. f)	Stage	Mordant	Conc. (%)	Time (min)	Step	Time (min)
Green	Powder indigo	0.5	-	-	-	-	1st	30
	Pagoda tree flower	0.5	Pre	Al	0.5	10	2nd	30
Magenta	Sappanwood	0.5	Pre	Al	0.5	10	Single	30
Violet	Sappanwood	1.0	Pre	Cu	0.5	10	Single	30
Red	Safflower	0.5	-	-	-	-	Single	30
Orange	Goldthread	5.0	Pre	Al	0.5	10	Single	30
Turquoise	Powder indigo	1.0	-	-	-	-	1st	30
	Pagoda tree flower	1.5	Pre	Al	0.5	10	2nd	30
Blue	Powder indigo	1.0	-	-	-	-	Single	30
Yellow	Turmeric	5.0	Pre	Al	0.5	10	Single	30

공간에 따른 L*, a*, b* 값, Munsell(H V/C) 값을 측정하였다.

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

2.3 광견뢰도

축진노화시험기(QUV/SE)를 이용하여 ISO 5630/3의 규정에 의거하여 온도 60℃, UVA-340, 자외선 조사량 0.77 W/m²/nm의 조건으로 천연염색한 한지를 24시간, 48시간 및 72시간 축진노화 처리하였고, 2.2와 동일한 방법으로 색상 및 색차를 측정하여 색상의 견뢰도를 분석하였다.

2.4 물번짐

Micropipette을 burette holder에 부착하고 증류수 0.1 mL를 취한 다음, 증류수와 접하는 면이 바닥에 닿지 않게 시료를 놓고, 3 mm 높이에서 증류수 방울을 시료 표면에 떨어뜨린다. 증류수 방울이 시료 표면에 닿은 후 30분후에 물번짐 상태를 관찰하였다.

2.5 항균성

8종의 염색지에 사용되는 염액을 제조하여 paper disk에 염색 후 세균 2종류(*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*)를 도말한 NA(nutrient agar) 배지 위에 올려놓은 다음 밀봉테이프를 밀봉시켰다. 그리고 36℃에서 24시간 배양 후 디스크 주변의 생육저해환을 측정하고 확인하였다.

2.6 한지벽지의 포름알데히드 제거율

8종의 기능성 염색지의 유해가스 탈취율은 KS M

0062 규격에 의거하여 검지관식 가스측정 방식으로 한국생활환경시험연구원에 의뢰하여 실시하였다. 5 L 용량의 용기에 일정한 크기(20×20 cm)의 염색지와 50 ppm의 포름알데히드 가스를 주입하여, 30분, 60분, 90분, 120분에 달한 시점에 내부의 포름알데히드 가스의 농도의 변화 양상을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 벽지의 색상

인테리어 테라피를 위한 super eight color를 선정하고 Table 1의 염색 방법에 따라 펄프를 염색하여 만든 천연 염색 한지벽지의 색상분석 결과를 Table 2에 나타냈다.

실내공간에서의 사용을 고려하여 짙은 색보다는 부드러운 옅은 색 계열로 벽지를 제조하였다. 전반적으로 녹색(green), 심홍색(magenta), 자색(violet), 적색(red), 주황색(orange), 청록색(turquoise), 청색(blue) 및 황색(yellow) 모두 전보[®]의 창조지보다 채도가 낮은 옅은 색상을 나타냈다.

3.2 광견뢰도 특성

Table 3은 천연염색한 한지벽지의 광견뢰도 특성을 나타낸 것이다. 소목으로 염색한 심홍색 천연염색 벽지의 색차가 33.97로 가장 높게 나타나 광견뢰도가 가장 불량하다는 것을 알 수 있다. Table 4에서도 보는 바와 같이 다른 색에 비해서 심홍색은 광견뢰도가 매우 불량한 것으로 나타났다. 청대로 염색한 청색 천연염색 벽지의 경우 색차가 6.86로 색변화가 가장 적게 나타났고, 다음으로 황련으로 염색한 주황색 천연염색 벽지가 7.11로 색

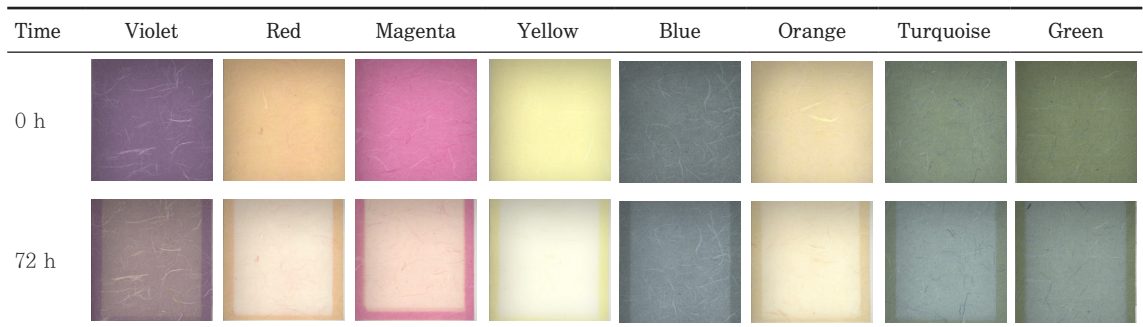
Table 2. Color of Hanji wallpaper

Colors	X	Y	Z	L*	a*	b*	Munsell(H V/C)
Green	20.38	23.42	17.59	55.50	-8.70	13.83	6.7GY 5.4/2.5
Magenta	38.66	32.68	43.33	63.90	26.38	-10.07	2.0RP 6.2/8.1
Violet	18.57	18.15	26.45	49.67	7.31	-12.16	4.1P 4.8/3.9
Red	53.41	53.42	39.31	78.12	7.25	19.17	8.6YR 7.7/3.3
Orange	53.03	55.80	45.96	79.50	0.33	13.90	3.9Y 7.9/1.8
Turquoise	24.43	28.18	24.57	60.05	-9.63	8.77	0.2G 5.8/2.0
Blue	19.74	22.02	24.59	54.05	-5.57	-1.61	9.0BG 5.2/1.2
Yellow	60.08	64.77	50.09	84.37	-3.14	17.90	9.7Y 8.4/2.2

Table 3. Color difference of the natural dyed Hanji wallpapers after 72 hours aging test

Colors	0 h					72 h					
	L*	a*	b*	Munsell (H V/C)		L*	a*	b*	Munsell (H V/C)		ΔE
Green	55.50	-8.70	13.83	6.7GY	5.4/2.5	62.74	-7.11	1.66	9.7G	6.1/1.3	14.25
Magenta	63.90	26.38	-10.07	2.0RP	6.2/8.1	83.13	4.29	7.14	4.5YR	8.2/1.6	33.97
Violet	49.67	7.31	-12.16	4.1P	4.8/3.9	59.43	5.35	1.16	9.1RP	5.8/1.7	16.63
Red	78.12	7.25	19.17	8.6YR	7.7/3.3	84.26	1.76	5.64	8.7YR	8.3/0.9	15.84
Orange	79.50	0.33	13.90	3.9Y	7.9/1.8	83.54	-0.05	8.06	4.2Y	8.3/1.0	7.11
Turquoise	60.05	-9.63	8.77	0.2G	5.8/2.0	66.44	-7.27	-0.38	5.6BG	6.5/1.4	11.41
Blue	54.05	-5.57	-1.61	9.0BG	5.2/1.2	60.7	-4.94	-3.16	4.1B	5.9/1.4	6.86
Yellow	84.37	-3.14	17.90	9.7Y	8.4/2.2	86.24	-0.6	4.24	7.3Y	8.5/0.5	14.02

Table 4. Color of the natural dyed Hanji wallpapers after 72 hours aging test



차가 적어 매우 우수한 광견뢰도를 나타냈다. 녹색, 자색, 적색, 청록색 및 황색은 유사한 광견뢰도를 나타내는 것으로 나타났다.

3.3 한지벽지의 물번짐 특성

Table 5는 한지벽지의 물번짐에 의한 얼룩 특성을 나

타낸 것이다. 사이징 처리를 하지 않은 관계로 물방울을 떨어뜨리는 동시에 급속히 한지로 스며드는 것을 확인할 수 있었다. 적색의 얼룩 정도가 8가지의 염색벽지 중에서 가장 선명하였고, 다음으로 청색, 녹색, 청록색 순으로 나타났다. 자색과 심홍색 천연염색 벽지는 30분 후 얼룩이 대부분 남지 않아 물번짐에 대한 안정성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 5. Water staining test of natural dyed Hanji wallpaper

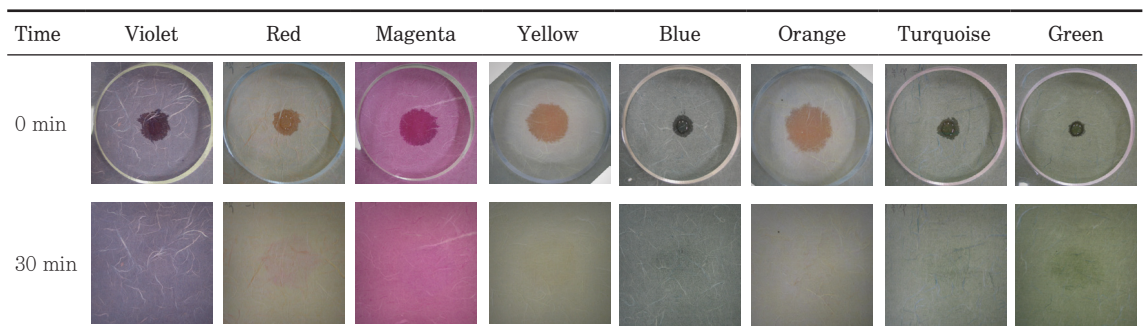


Table 6. The antibacterial activity of natural dyed Hanji wallpaper

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Green	-	+
Magenta	None	-
Violet	++	+
Red	None	None
Orange	-	-
Turquoise	+	+
Blue	+	+
Yellow	None	None

Clear zone : - 0~1mm, + 1~3mm, ++ 3~5mm, +++ 5mm ~

3.4 한지벽지의 항균성

한지벽지의 항균성 시험결과를 Table 6 및 Table 7에 나타냈다. 황련으로 염색한 주황색, 소목으로 염색한 자색과 심홍색, 청대로 염색한 청색, 청록색, 녹색 모두 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 생육저해환이 나타나 이들 두 균주에 대하여 항균성을 가지는 것으로 나타났다. 특히 소목과 매염제로 구리를 사용한 자색의 경우 가장 뚜렷한 생육저해환을 나타냈는데 이것은 염료뿐만 아니라 매염제로 사용된 구리의 역할이 부가되어 나타나는 효과라 판단된다. 반면 울금, 홍화 등을 사용한 황색, 적색의 한지벽지에서는 항균활성을 확인할 수 없었다.

3.5 한지벽지의 포름알데히드 제거 특성

천연염색 한지벽지의 포름알데히드 가스의 제거율을 Table 8과 Fig. 1에 나타냈다. Blank의 경우 아무것도

없는 공간에서의 포름알데히드 가스의 제거율을 측정하는 것이고, control의 경우 천연염색하지 않은 한지벽지의 포름알데히드 가스의 제거율을 측정하는 것이다. 두 시료 모두 포름알데히드 가스를 전혀 제거하지 못했으나 천연색소로 염색한 천연염색 한지벽지 8종 모두에서는 포름알데히드 가스를 제거하는데 효과를 나타내는 것으로 조사되었다.

30분후 염색지마다 약간의 차이는 있으나 8종의 염색지 모두 약 80% 이상의 포름알데히드 가스 제거율을 나타냈고, 특히, 적색과 청록색의 천연염색 한지 벽지에서 가장 높은 83% 이상의 제거율을 나타냈다. 따라서 천연염색한 super eight color 한지벽지는 새집증후군의 주원인으로 알려진 포름알데히드 가스의 제거능이 우수하여 인테리어 소재로 시공했을 새집증후군을 억제하는 효과를 발휘할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 천연색소인 울금, 황련, 청대, 괴화, 소목, 홍화 등의 염료를 사용하여 super eight color인 황색, 주황색, 녹색, 청록색, 자색, 적색, 청색, 심홍색의 한지 벽지를 제조하고, 이들 한지벽지의 항균성과 포름알데히드 제거 특성 등 기능성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

한지 벽지의 색상건뢰도 측정결과 소목을 사용한 심홍색 천연염색 벽지의 색차가 가장 높게 나타나 광견뢰도에 불량한 특성을 나타냈고, 청대를 사용한 청색 천연염

Table 7. The antibacterial activity of natural dyed Hanji wallpaper

	Violet	Red	Magenta	Yellow	Blue	Orange	Turquoise	Green
<i>S. aureus</i>								
<i>E. coli</i>								

Table 8. Change in formaldehyde in natural dyed Hanji wallpaper (ppm)

Time	Blank	Control	Green	Magenta	Violet	Red	Orange	Turquoise	Blue	Yellow
0 min	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
30 min	49	49	12	11	16	10	12	10	12	12
60 min	49	48	11	10	12	9	11	9	11	11
90 min	49	46	11	10	12	9	11	9	11	11
120 min	48	45	10	9	11	8	10	8	10	10

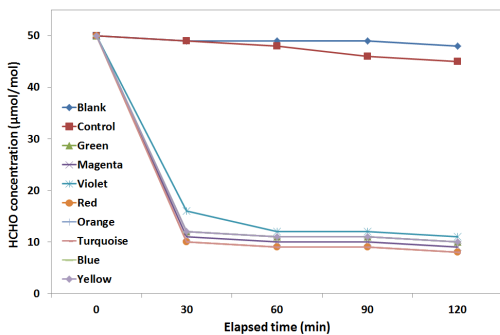


Fig. 1. Change in formaldehyde concentrations.

색 벽지가 가장 우수한 광견뢰도 특성을 나타냈다.

물변짐에 의한 얼룩시험 결과 홍화를 사용한 적색 천연 염색 한지 벽지에서 가장 뚜렷한 얼룩이 나타났고, 청대를 사용한 청색, 청록색, 녹색 천연염색 벽지에서는 약간의 얼룩이 관찰되었다. 자색과 심홍색 천연염색 벽지에서는 30분후 얼룩이 남지 않았다.

황련으로 염색한 주황색, 소목으로 염색한 자색, 청대로 염색한 청색, 청록색, 녹색의 천연염색 벽지의 경우 항균활성을 확인할 수 있었으나 황색과 적색의 천연염색 벽지에서는 항균활성을 확인할 수 없었다.

포름알데히드 제거율에서 천연염색 벽지 8종 모두 80% 이상의 포름알데히드 제거율을 나타냈으며 적색과 청록색 천연염색 벽지에서 가장 높은 포름알데히드 제거율을 나타냈다.

사 사

이 연구는 2011년도 농촌진흥청 15대 어젠다 (PJ0074062011) 연구개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

Literature Cited

- Lee, J. W. and Hwang, H. Y., A Study on the performance of controlling indoor humidity and air quality of the traditional Korean paper (Hanji) as building materials, *Journal of the Architectural Institute of KOREA Planning & Design* 23(5):211-218 (2007).
- 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).
- Lee, Y. J., Lim, N. W., Lim, H. J., Seon, J. N., and Kim, T. N., Degradation of formaldehyde using wallpaper and Hanji coated by TiO₂, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers* 24(6):967-976 (2002).
- Cho, J. H., Lee, Y. W., and Kim, H. J., Study on preparation of environmental-friendly specialty paper using functional antibiotic nano-particle (II), *Journal of the Korean Industrial and Engineering Chemistry* 18(1):7-23 (2007).
- Oh, S. W., Park, S. C., and Ju, Y. C., Development of functional Hanji wallpaper using ceramic from *Broussonetia kazinoki* Sieb., *Proceeding of Spring Conference of the Korea TAPPI*, pp. 65-69 (2011).
- Cho, H. J., Lee, S. G., and Roh, J. G., Preparation and characterization of Hanji wallpaper with urushi lacquer, *Proceeding of Spring Conference of the Korea TAPPI*, pp. 196-203 (2008).

7. 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).
8. 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).
9. Lee, S. H., Yoo, S. I., and Choi, T. H., Natural dyeing characteristics of Korean traditional paper with Smoke tree (*Cotinus coggygria* Scop), *Journal of Korea TAPPI* 41(2):40-46 (2009).