

체색용 안료가 한지의 열화에 미치는 영향

남현주¹ · 조경실² · 최태호[†]

접수일(2015년 4월 11일), 수정일(2015년 4월 23일), 채택일(2015년 4월 24일)

Effects of Color Pigments on the Hanji Deterioration

Hyun-Ju Nam¹, Kyoung-Sil Cho² and Tae-Ho Choi[†]

Received April 11, 2015; Received in revised form April 23, 2015; Accepted April 24, 2015

ABSTRACT

This study was carried out to analyze deterioration characteristics of color-pigments painted Hanji to preserve and restore the cultural properties. On the traditional painting technique, glue was used with pigments in various ways for painting, but it eventually caused the deterioration of paintings. Thus, five colors were selected and analyzed for this study for investigating their characteristics of deterioration. Three kinds of glues (Wugyo, Nokgyo, and Togyo) and two kinds of pigments (Chinese and Gilsang) were painted on the Hanji for the accelerated aging test. And then color fastness of pigments and tensile strength of painted Hanji were measured for the estimation of deterioration degree. The results of SEM-EDS showed that Chinese pigments including blue, yellow, green, and red were composed of inorganic substances but the brown was organic substance. Gilsang pigments were composed mainly of Si and Ti ions. Color fastness of the Gilsang pigment blue, yellow, green, and brown were better than those of Chinese. Chinese pigment brown with organic substance showed the worst color fastness. Generally, Chinese pigments painted Hanji showed higher tensile strength than Gilsang in the accelerated aging test. Hanji treated with Chinese pigment and Nokgyo (antler glue) blends and Gilsang pigment and Togyo (rabbit pelt glue) blends showed higher tensile strength than the others. And Andong Hanji showed the highest tensile strength.

Keywords: *Color pigments, Animal glue, Accelerated aging, Korean paper, Color fastness*

• 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 한영문화재(HANYOUNG Cultural Heritage, Yeosu, Gyeonggi 469-101, Korea)

2 충북대학교 지류유물보존처리센터 (Conservation and Restoration Center of Paper Heritage, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea)

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

1. 서론

회화의 표현 양식 중 전통 채색 기법이 있다. 전통 채색 기법이란 바탕재 위에 안료와 고착제를 사용하여 그리는 기법을 말하며, 전통 채색 기법에서 의미하는 채색화의 채색이란 안료를 덧칠하여 그려진 그림을 말한다. 그림에 사용되는 안료는 천연광물을 원료로 만든 안료를 말하며, 그 중 석채는 천연광물을 가공 분쇄하여 만든 무기질 안료이다. 석채는 내광성과 내열성이 좋으며, 유기용매에 녹지 않는 특성을 가지고 있다. 그러나 석채는 중금속을 함유하고 있어 작업자의 건강과 바탕재의 열화에 악영향을 줌으로써 그 사용 빈도가 줄어든 반면, 최근 이런 문제점을 보완하여 규산나트륨 및 이산화티탄에 발색성 금속산화물을 착색시킨 안료들이 사용되고 있다.

안료가 채색에 이용될 때 종이에 고착될 수 있게 해주는 접착제가 필요하다. 채색화에 있어 안료의 접착제로 사용되는 아교는 기원전 1500년 전부터 벽화의 바탕 층을 단단하게 결합시키기 위해 사용된 동물성 단백질로써 오늘날 까지도 폭 넓게 사용되고 있다.¹⁾ 그러나 아교는 가열하여 용액상태로 만든 후 목재, 종이, 천 등의 접착제로 사용되지만, 내수성 및 내습성이 없다는 결점이 있다. 널리 사용되는 아교의 종류로는 우교(牛膠), 녹교(鹿膠), 토교(兔膠), 어교(魚膠) 등이 있는데, 이들은 동물의 가죽이나 뼈의 원료인 콜라겐을 주 성분으로 하는 접착제로 고순도의 젤라틴²⁾이라 할 수

있다. 동양화에서는 종이에 흡수성을 줄여 채색에 도움을 주기 위해 아교포수 시 사용되며, 석채와 사용될 때에 아교의 입자를 골고루 퍼지게 하여 화면에 균등히 고착시키는³⁾ 역할을 한다.

아교는 채색 작업 시 다양한 방법으로 안료와 혼합되어 사용되는데, 그로부터 오는 물감의 퇴색, 변색, 박락 등의 문제점들⁴⁾이 발생되어 회화작품의 손상을 유발시킨다. 따라서 손상된 문화재 보존처리 작업 시 안료의 성분분석과 더불어 아교 및 합성수지에 관한 선행 조사가 진행되어야 한다. 그러나 아교 및 석채의 열화 특성에 대한 선행연구가 미미하며, 전통재료와 회화 및 처리기법에 따른 열화기작에 관한 연구 또한 절실한 실정이다.

본 연구는 회화문화재 보존 및 복원을 위한 기초연구로 회화재료로 사용되고 있는 한지, 아교 및 채색용 안료의 인공열화를 통해 열화특성을 구명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 한지

본 실험에서 사용한 한지는 안동한지에서 제조한 전통한지 및 천양제지의 시판제품인 SP 화선지(예솔지), 순지를 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of sample Hanji

Samples	Andong Hanji	SP Hwaseonji	Sunji
Fiber	Paper mulberry [*]	SP(25%)+Hw-BKP(60%)+Mitsumata(15%)	Paper mulberry
Cooking liquor	Plant lye	NaOH	NaOH
Dispersant	Plant mucilage ^{***}	PAM ^{**}	PAM
Bleaching	Unbleaching	Bleaching	NaClO
Forming method	Oebal-choji	Ssangbal-choji	Ssangbal-choji
Sheet layer	Single	Single	Single
Basis weight (g/m ²)	38.0	26.5	27.0
Apparent density (g/cm ³)	0.32	0.24	0.36
pH	6.7	6.8	6.7

^{*} Paper mulberry : *Broussonetia kazinoki* bark fiber

^{**} PAM : Polyacrylamide

^{***} Plant mucilage: *Hibiscus manihot* root

Table 2. Raw materials of animal glue

Animal glue	Raw materials
Wugyo	Cattle hide and bone
Togyo	Rabbit pelt
Nokgyo	Antler

2.1.2 안료

공시안료는 중국 ‘중양미술학원’에서 제조한 광물석채와 일본산 길상(吉祥) 석채를 구입하여 사용하였다.

2.1.3 아교

공시아교는 (주)덕영의 우교, 호남한지필방에서 구입한 토교, 천진필방에서 구입한 일본산 녹교를 사용하였으며, 아교의 재료는 Table 2에 나타냈다.

2.2 실험방법

2.2.1 아교포수

포수 처리용 아교수의 제작은 공시아교 4g을 증류수 200 mL에 넣고 24 시간 동안 불린 다음, hot plate를 사용하여 44℃에서 용해하였다.

아교포수는 제조된 아교수를 25℃로 유지하고 평붓을 사용하여 전통적인 아교포수 방법으로 실시하였다. 아교포수가 끝난 시료는 항온건조기를 이용 45℃에서

15분간 건조하였다. 동일한 방법으로 총 4회 실시하여 아교포수를 완료하였다.

2.2.2 채색용 안료 도포 시료의 제조

채색용 안료는 각각의 석채 1g과 아교 5g을 우교 및 녹교는 증류수 5 mL에, 토교는 증류수 12 mL에 넣고 44℃에서 용해하여 제조였다.

안료의 도포는 균형 시험기(Akashi, Jp/Fv-4148, Certical)와 코팅바 D를 사용하였으며, 제조된 시료는 Table 3에 나타냈다.

2.2.3 SEM-EDS 분석

SEM-EDS (Hitachi, S-2500C)를 이용하여 중국 전통석채 및 길상 석채의 성분을 분석하였다.

2.2.4 원지 및 안료도포 한지의 색상 및 견뢰도 평가

아교 및 안료를 도포한 시료의 색상을 분광광도계 (Color-eye 7000A)를 이용하여 X, Y, Z 3자극치와 CIE Lab 색차식에 의한 L^* , a^* , b^* 값과 Munsell (H V/C) 및 반사율을 측정하였다.

색상견뢰도는 촉진노화시험기(QUV/SE)를 사용하여 ISO5630/3의 규정에 의거하여 온도 60℃,

Table 3. Color pigments coated Hanji samples

Pigment	Animal glue	Hanji	Abbreviation
Chinese	Wugyo	Andong Hanji	CWAD
	Wugyo	SP Hwaseonji	CWSP
	Wugyo	Sunji	CWSJ
	Togyo	Andong Hanji	CTAD
	Togyo	SP Hwaseonji	CTSP
	Togyo	Sunji	CTSJ
	Nokgyo	Andong Hanji	CNAD
	Nokgyo	SP Hwaseonji	CNSP
	Nokgyo	Sunji	CNSJ
Gilsang	Wugyo	Andong Hanji	GWAD
	Wugyo	SP Hwaseonji	GWSP
	Wugyo	Sunji	GWSJ
	Togyo	Andong Hanji	GTAD
	Togyo	SP Hwaseonji	GTSP
	Togyo	Sunji	GTSJ
	Nokgyo	Andong Hanji	GNAD
	Nokgyo	SP Hwaseonji	GNSP
	Nokgyo	Sunji	GNSJ

UVA-340, 자외선 조사량 0.77W/m²/nm의 조건으로 24 시간, 48 시간, 72 시간 실시하고 다음 식에 의거하여 색차(ΔE)를 구하였다.

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

2.2.5 시료의 강도측정

공시한지 및 촉진노화시험 한지의 강도측정은 TAPPI Test Methods T494 om-96에 의거하여 정속 신장형 인장시험법으로 강도를 측정하여 열단장으로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공시안료의 특성

SEM-EDS를 이용하여 채색용 공시안료인 길상과 중국 전통 석채를 분석한 결과 청색 안료의 경우 길상

안료는 티타늄과 규소가 주성분을 이루며 아연, 나트륨, 알루미늄 및 코발트가 함유된 것으로 분석되었다. 따라서 길상 안료는 규산나트륨 및 이산화티탄에 발색성 금속성 산화물인 코발트 등을 착색시켜 제조한 것(50)으로 판단된다. 중국 석채 안료의 분석결과 산화구리가 주성분인 석청인 것으로 판단된다.

황색 안료의 경우 길상 안료는 규소와 티타늄이 주성분으로 나타났으며 크롬과 스칸듐이 함유된 것으로 분석되어 규산나트륨 및 이산화티탄에 발색성 금속산화물인 크롬 등으로 착색시킨 것으로 판단된다. 중국 안료의 경우 비소와 황이 주성분으로 분석되어 전통안료인 석황으로 나타났다.

녹색 안료의 분석결과 길상 안료의 경우 Si, Pb, Ti 및 Al이 주요 구성원소로 분석되어 녹색 안료 역시 규산나트륨 및 이산화티탄에 발색성 금속 산화물을 적용시켜 제조한 것으로 판단된다. 중국 녹색 안료의 분석결과 구리가 주성분으로 나타났으며, 산소와 탄소의 비율이 높아 석록인 것으로 판단된다.

Table 4. Accelerated aging characteristics of base Hanji and animal glue coated Hanji

Hanji	Aging time(h)	L*	a*	b*	Munsell HV/C	ΔE	Breaking length(km)
BAD ¹⁾	0	78.83	-0.52	2.43	9.1Y 7.7/0.3	-	-
	24	64.13	-0.45	1.06	3.5GY 6.2/0.1	14.76	7.47
	48	77.65	-0.41	0.71	6.1GY 7.6/0.1	2.09	7.25
	72	74.08	-0.43	0.75	6.0GY 7.3/0.1	5.04	7.04
BSP	0	74.98	-0.44	1.88	9.6Y 7.4/0.2	-	-
	24	62.63	-0.43	4.30	6.9Y 6.1/0.6	12.58	3.61
	48	71.64	-0.33	5.59	5.8Y 7.0/0.7	5.00	3.57
	72	69.85	-0.3	6.32	5.6Y 6.8/0.8	6.79	3.11
BSJ	0	76.47	-0.25	-0.32	1.1Y 7.5/0.1	-	-
	24	69.68	-0.58	3.05	8.9Y 6.8/0.4	7.59	2.49
	48	63.89	-0.59	3.85	8.2Y 6.2/0.5	13.26	3.47
	72	65.04	-0.59	2.51	10.0Y 6.3/0.3	11.78	3.01
CAD ²⁾	0	75.91	-0.48	2.29	8.9Y 7.4/0.3	-	-
	24	71.88	-0.51	1.50	2.1GY 7.0/0.2	4.11	6.46
	48	66.49	-0.54	1.61	1.9GY 6.5/0.2	9.44	6.04
	72	66.69	-0.58	1.28	4.3GY 6.5/0.2	9.28	5.08
CSP	0	66.23	-0.67	2.94	9.5Y 6.5/0.4	-	-
	24	63.07	-0.56	5.87	6.8Y 6.2/0.8	4.31	6.66
	48	59.51	-0.45	6.33	6.5Y 5.8/0.8	7.53	6.21
	72	55.88	-0.42	6.39	6.5Y 5.4/0.9	10.91	5.62
CSJ	0	69.44	-0.29	0.15	7.5G 6.8/0.0	-	-
	24	57.62	-0.57	3.10	9.0Y 5.6/0.4	12.19	11.68
	48	67.63	-0.54	2.65	9.3Y 6.6/0.3	3.10	12.48
	72	63.66	-0.65	4.18	8.2Y 6.2/0.5	7.06	12.66

¹⁾ Base Hanji, ²⁾ Animal glue coated Hanji.

갈색 안료의 분석결과 길상 안료의 주성분은 Si, Pb, Cd, Al 및 Ti로 분석되었다. 따라서 갈색 안료는 규산나트륨 및 이산화티탄에 발색성 금속산화물 또는 밀타승(PbO)을 적용시켜 제조한 것으로 판단된다. 중국 갈색 안료의 분석결과 무기성분의 비율이 매우 낮고 탄소 및 산소가 주성분으로 분석되어 유기안료인 등황으로 판단된다.

적색 안료의 분석결과 길상 안료의 경우 Si, Na, Al, Ca 및 Pb가 주요 구성성분으로 분석되어 규산나트륨에 연단(Pb₃O₄) 등의 착색제를 적용시켜 제조한 것으로 판단된다. 중국 적색안료의 경우 S와 Hg이 주성분인 것으로 분석되어 무기안료인 진사로 판단된다.

이상의 결과에서 현대 채색 안료인 길상 안료는 규산나트륨 및 이산화티탄과 무기계 착색물질을 반응시켜 제조한 것으로 분석되었으며, 중국 안료의 경우 유기안료로 분석된 갈색을 제외한 모든 안료가 광물성 안료로 분석되었다.

3.2 원지 및 아교포수 한지의 가속열화 특성

공시한지 원지 및 아교포수 한지의 열화에 의한 색상 견뢰도 및 열단장 측정 결과를 Table 4에 나타냈다.

원지 색상의 경우 전통한지인 안동한지(BAD)는 열화가 진행됨에 따라 Y계열의 색상에서 황색기미와 명도가 감소한 GY계열의 색상으로 변화하였다. SP 화선지(BSP) 및 개량한지 순지(BSJ)는 Y계열의 색상을 유지했으나 명도가 감소하고 황색기미가 증가하였다. 아교포수 한지의 경우 열화가 진행됨에 따라 안동한지(CAD)와 SP 화선지(CSP)는 원지와 동일한 변색 경향을 나타냈으며, 순지(CSJ)는 G계열에서 명도가 감소하고 황색기미가 증가하여 Y계열의 색상으로 변했는데 이것은 아교의 색상에 기인하는 것으로 판단된다.

원지의 색상견뢰도는 안동한지와 SP 화선지의 경우 초기 24시간 처리에 크게 감소하였으나 48시간 및 72시간 처리에서는 안정화되는 경향을 나타냈다. 백색도가 높은 순지의 경우 24시간의 색상 견뢰도가 우수하였으나 열화시간이 증가할수록 견뢰도가 크게 감소하였다.

아교포수 한지의 색상견뢰도는 원지와 정반대의 경향을 나타냈다. 안동한지는 48시간 처리이후 색상이 안정화 되는 경향을 나타냈으나 SP 화선지는 열화시간이 증가할수록 색상 견뢰도가 감소하였다. 순지는 최

기 24시간 처리 시의 색상 견뢰도 감소가 현저하였으나 이후 안정화 되는 경향을 나타냈다.

공시한지 원지 및 아교포수 한지의 열화처리에 따른 인장강도 측정결과, 전통한지인 안동한지의 경우 원지보다 아교포수를 한 한지의 인장강도가 감소하는 것으로 나타났으며, 열화가 진행됨에 따라 원지 및 아교포수 한지의 인장강도는 감소하였다. SP 화선지는 아교포수를 함으로써 원지보다 약 2배 정도 인장강도가 증가하는 것으로 나타났으며, 열화가 진행됨에 따라 원지 및 아교포수지 모두 강도가 감소하였으나 감소 폭은 크지 않았다. 개량한지인 순지의 경우 아교포수지의 인장강도가 원지보다 약 4배 정도 증가하였으며, 열화처리에 따른 인장강도의 변화는 전통한지인 안동한지와 SP 화선지의 경우와 반대로 열화가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타냈다.

3.3 안료 채색 한지의 가속열화 특성

3.3.1 채색 안료의 색상 견뢰도

중국 전통 석채 안료 및 현대 안료인 길상 석채 안료의 청색, 황색, 녹색, 갈색, 적색 5가지 안료의 열화처리에 따른 색상 견뢰도를 Fig. 1-5에 나타냈다.

Fig. 1은 청색 안료의 색상 견뢰도를 나타낸 것으로 열화가 진행됨에 따라 전반적으로 색상 견뢰도는 감소하는 것으로 나타났다. 아교의 종류에 따른 색상 견뢰도는 우교의 경우 길상 안료가 우수하였으며, 토교 및 녹교에서는 중국안료가 우수한 것으로 나타났다. 한지의 종류에 따른 색상 견뢰도는 전통한지인 안동한지가 가장 우수하였으며, SP 화선지가 가장 불량한 것으로 나타났다.

청색 안료의 색상은 열화가 진행됨에 따라 중국 석채 안료는 PB계열에서 B계열로 변했으나 우교 및 토교를 사용한 SP 화선지는 PB계열에서 G계열의 색상으로 변색되었다. 길상 안료는 열화가 진행되어도 PB계열의 색상은 유지했으나 우교 및 녹교를 사용한 SP 화선지는 PB계열 Y계열의 색상으로 변색되었다.

Fig. 2는 열화처리에 따른 황색 안료의 색상 견뢰도를 나타낸 것으로 중국 석채 안료 및 길상 안료 모두 24시간 이후의 색상 견뢰도에 큰 변화가 없는 특성을 나타냈으며, 길상 안료가 아교의 종류에 관계없이 중국 안료보다 색상 견뢰도가 우수하였다. 중국 안료의 경우 우교에서 토교 및 녹교보다 우수한 색상 견뢰도를

나타냈으며, 길상 안료의 경우 아교의 종류에 따른 색상 견뢰도 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 한지의 종류에 따른 색상 견뢰도의 우수성은 중국 안료의 경우 순지, SP 화선지, 안동한지 순이며 길상 안료의 경우 안동한지, 순지, SP 화선지 순으로 나타났다.

중국 및 길상의 황색 안료는 열화가 진행되어도 Y계열의 색상을 유지 했으나 토교에서 중국 안료는 YR계열에서 Y계열의 색상으로 변색되었다.

Fig. 3은 열화처리에 따른 녹색 안료의 색상 견뢰도를 나타낸 것으로 중국 석채 안료는 열화가 진행됨에 따라 견뢰도가 감소하는 경향을 나타냈지만 길상 안료는 견뢰도의 변화가 크지 않았다. 길상 안료가 아교의 종류에 관계없이 중국 석채 안료보다 색상 견뢰도가 우수하였다. 한지의 종류에 따른 색상 견뢰도는 안료의 종류에 관계없이 안동한지가 가장 우수하였으며 SP 화선지, 순지 순으로 나타났다.

중국 석채 안료의 경우 열화가 진행되어도 전반적으로

로 G계열의 색상을 유지하였으나 토교 및 녹교 처리한 SP 화선지와 순지는 G계열에서 GY계열로 변색되었다. 길상 안료의 경우 우교 처리 SP 화선지, 토교 처리 안동한지, SP 화선지, 순지는 열화가 진행되어도 GY계열의 색상을 유지하였다.

Fig. 4는 열화처리에 따른 갈색 안료의 색상 견뢰도를 나타낸 것으로 아교의 종류에 관계없이 길상 안료가 중국 석채 안료보다 색상 견뢰도가 우수한 것으로 나타났다. 아교의 종류에 따른 색상 견뢰도는 안료의 종류와 관계없이 우교가 가장 불량한 것으로 나타났다. 한지의 종류에 따른 색상 견뢰도는 안료의 종류에 관계없이 순지의 색상 견뢰도가 가장 불량하였다.

열화가 진행됨에 따라 중국 석채 안료는 우교 및 녹교에서 YR계열에서 Y계열로 변색되었으나 토교에서는 Y계열을 유지하였다. 길상 안료의 경우 아교의 종류에 관계없이 Y계열의 색상을 유지하였다.

Fig. 5는 열화처리에 따른 적색 안료의 색상 견뢰도

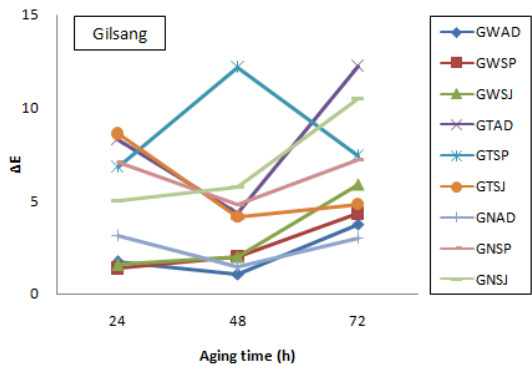
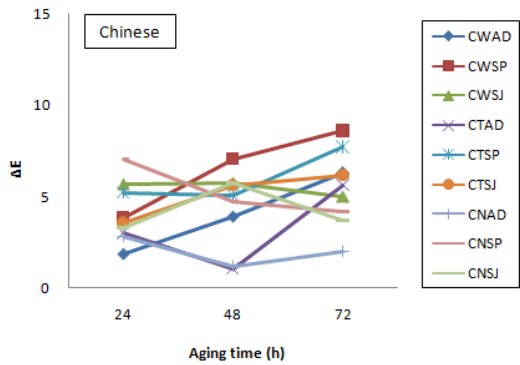


Fig. 1. Color fastness of blue color pigments by accelerated aging.

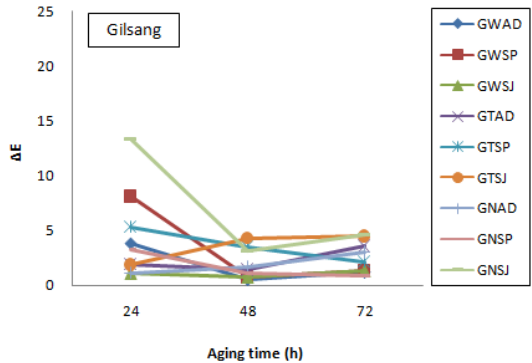
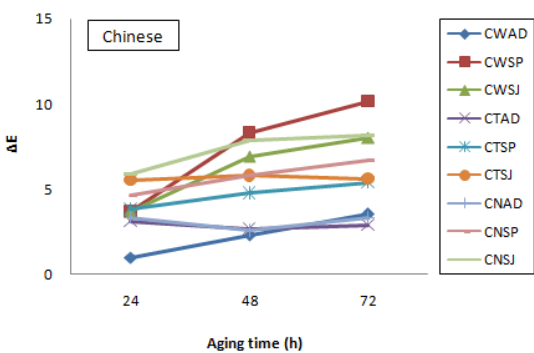


Fig. 2. Color fastness of yellow color pigments by accelerated aging.

를 나타낸 것이다. 우교 및 녹교에서는 중국 석채안료가, 토교에서는 길상 안료가 우수한 것으로 나타났으며, 전반적으로 중국 석채 안료의 색상 견뢰도가 길상 안료보다 우수한 것으로 나타났다. 아교의 종류에 따른 색상 견뢰도는 중국 석채 안료의 경우 우교, 녹교, 토

교의 순이었으며, 길상 안료의 경우 우교, 토교, 녹교의 순이었다. 한지의 종류에 따른 색상 견뢰도는 안료의 종류에 관계없이 전통한지인 안동한지가 가장 우수하였으며, 중국 석채 안료는 SP 화선지가, 길상 안료는 순지의 색상 견뢰도가 가장 불량한 것으로 나타났다.

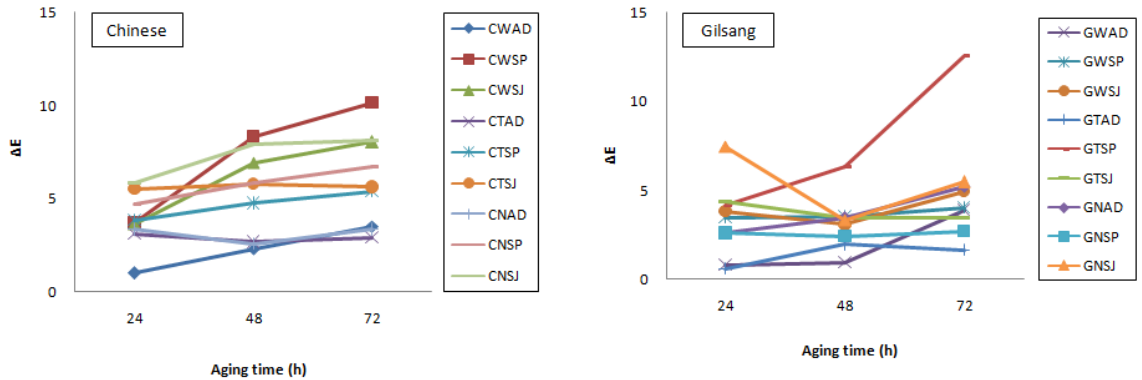


Fig. 3. Color fastness of green color pigments by accelerated aging.

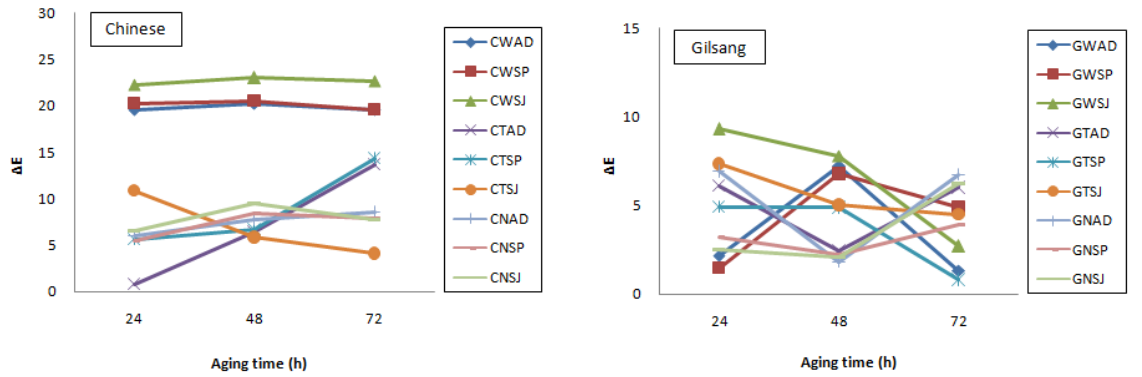


Fig. 4. Color fastness of brown color pigments by accelerated aging.

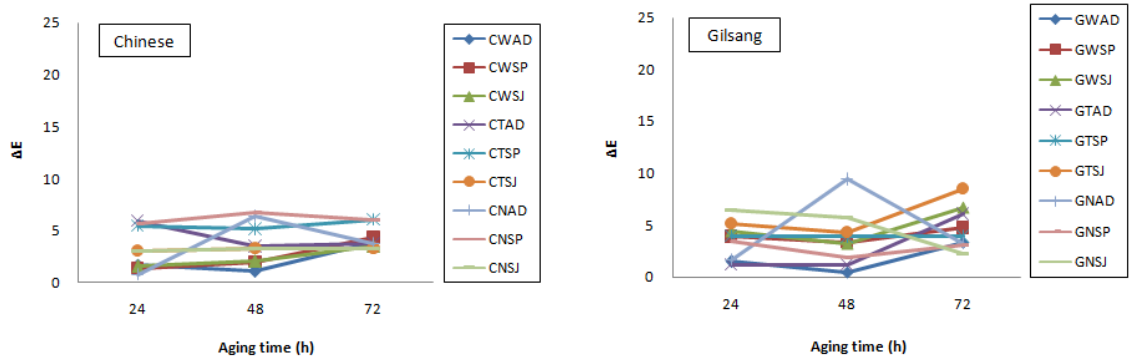


Fig. 5. Color fastness of red color pigments by accelerated aging.

적색 안료의 색상은 중국 석채 안료의 경우 열화가 진행되어도 R계열의 색상에 변화가 없었다. 길상 안료의 경우 녹교에서 R계열의 색상에 변화가 없었으나 우교 및 토교에서 순지는 R계열에서 YR계열로 변색되었다. 우교 및 토교에서 안동한지와 SP화선지는 YR계열의 색상에 변화가 없었다.

3.3.2 안료 채색 한지의 인장강도 변화

중국 전통 채색 안료와 길상 안료를 도포한 공시한지의 가속열화 처리에 따른 열단장 변화를 Fig. 6-10에 나타냈다.

Fig. 6은 청색 안료를 도포한 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장 변화 특성을 나타낸 것이다. 중국 석채 안료를 도포한 한지의 열단장 감소가 길상 안료를 도포한 한지에 비해 적은 것으로 나타났다. 아교의 종류에 따른 열단장의 감소는 안료와 관계없이 녹교가 가장 낮았으며 토교가 가장 높게 나타났다.

가속열화 처리에 따른 열단장 변화로 측정된 채색 안료 도포 한지의 열화 안정성은 중국 석채 안료의 경우 순지, 안동한지, SP화선지의 순이었으며, 길상 안료의 경우 안동한지, SP화선지, 순지의 순으로 나타났다.

Fig. 7은 황색 안료를 도포한 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장의 변화를 나타낸 것이다. 전반적으로 중국 안료가 길상 안료보다 열단장이 높게 나타났다. 그러나 열화가 진행됨에 따라 중국 석채 안료의 열단장 감소가 큰 반면 길상 안료의 열단장 감소는 크지 않은 것으로 나타났다.

열단장 변화로 평가한 황색 안료 도포 한지의 열화 안정성은 중국 안료의 경우 녹교, 우교, 토교의 순이었으며, 길상 안료의 경우 토교, 우교, 녹교의 순으로 나타

났다. 한지의 종류에 따른 열화 안정성은 안료의 종류에 관계없이 안동한지가 가장 우수하였으며, 중국 안료의 경우 SP화선지가, 길상 안료의 경우 순지의 열화 안정성이 가장 낮았다.

녹색 안료 도포 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장 변화를 Fig. 8에 나타냈다. 안료의 종류에 따른 한지의 열단장은 길상 안료가 전반적으로 중국 안료보다 우수한 것으로 나타났다. 중국 안료의 경우 열화가 진행됨에 따라 열단장의 감소가 큰 반면, 길상 안료는 열화가 진행되더라도 열단장의 감소는 크지 않았다.

아교의 종류에 따른 한지의 열화특성은 중국 안료의 경우 녹교, 토교, 우교의 순으로 열화 안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 길상 안료의 경우는 토교, 우교, 녹교의 순이었다. 한지의 종류에 따른 열화특성은 중국 안료의 경우 순지가 열화 안정성이 가장 높았으며, SP화선지가 가장 낮았다. 길상 안료의 경우 안동한지의 안정성이 가장 높았고 순지가 가장 낮게 나타났다.

Fig. 9는 갈색 안료를 도포한 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장의 변화를 나타낸 것이다. 중국 안료를 도포한 한지가 길상 안료를 도포한 한지보다 열단장이 높게 나타났다. 이것은 길상 안료가 무기안료인 반면 중국 안료가 유기안료인 등황인 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 중국 안료를 도포한 한지는 열화가 진행됨에 따라 열단장의 감소가 크지 않은 반면, 길상 안료를 도포한 한지는 열화의 진행에 따라 열단장이 증가하는 우교 처리 그룹과 감소하는 기타 그룹으로 나뉘었다.

아교의 종류에 따른 한지의 열화 안정성은 중국 안료를 처리한 한지의 경우 녹교, 우교, 토교의 순으로, 길상 안료를 처리한 한지의 경우 우교, 토교, 녹교의 순으로 나타났다. 한지의 종류에 따른 열화 안정성은 중국

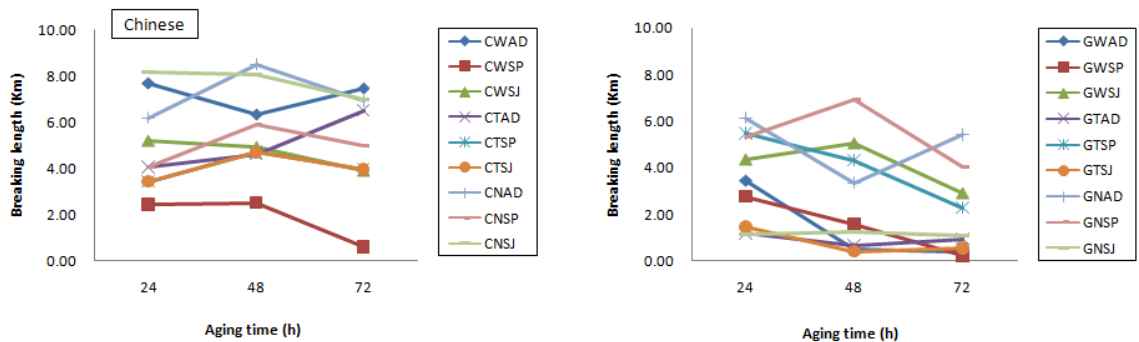


Fig. 6. Breaking length variations of the blue color pigments coated Hanji by accelerated aging.

안료를 처리한 한지는 순지, 안동한지, SP 화선지 순이었으며, 길상 안료를 처리한 한지는 안동한지, SP 화선지, 순지의 순으로 나타났다.

적색 안료를 도포한 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장의 변화를 Fig. 10에 나타냈다. 중국 안료를 도포한 한지의 열단장이 길상 안료를 도포한 한지보다 우수하였으며, 중국 및 길상 안료를 도포한 한지 모두 열

화의 진행에 따른 열단장의 변화가 크지 않았다.

아교의 종류에 따른 한지의 열화 특성은 중국 안료의 경우 녹교, 토교, 우교의 순으로, 길상 안료는 토교, 우교, 녹교의 순으로 열화 안정성이 우수한 것으로 나타났다. 한지의 종류에 따른 열화 특성은 안료의 종류에 관계없이 안동한지, SP 화선지, 순지의 순으로 열화 안정성을 나타냈다.

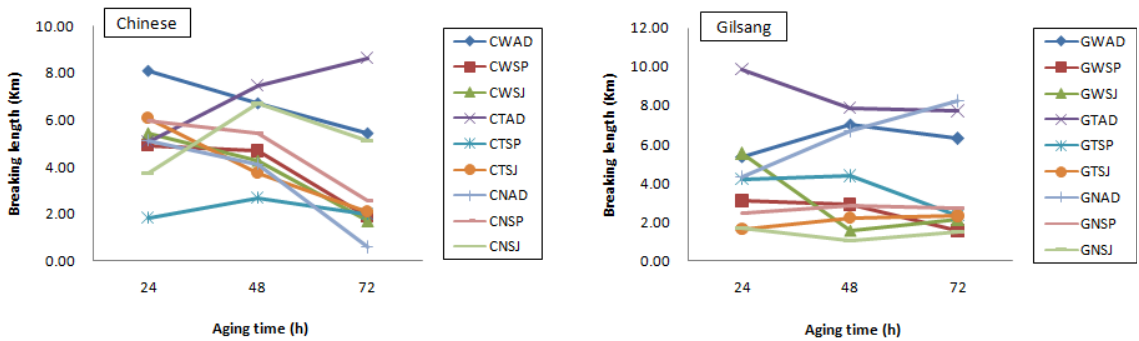


Fig. 7. Breaking length variations of the yellow color pigments coated Hanji by accelerated aging.

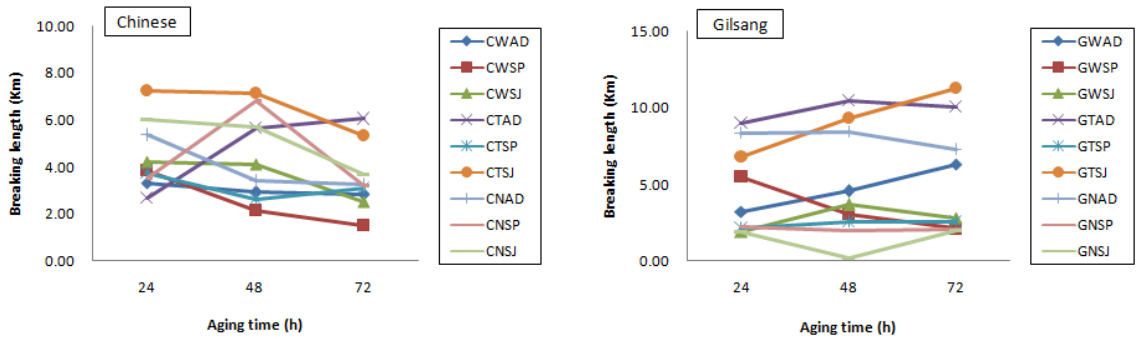


Fig. 8. Breaking length variations of the green color pigments coated Hanji by accelerated aging.

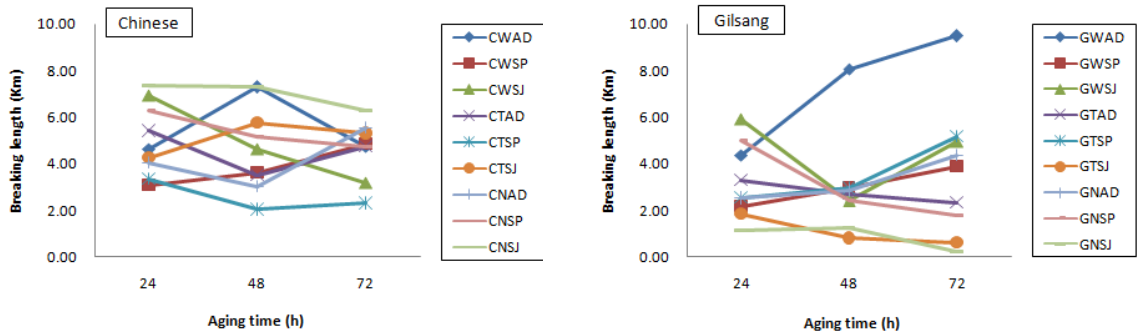


Fig. 9. Breaking length variations of the brown color pigments coated Hanji by accelerated aging.

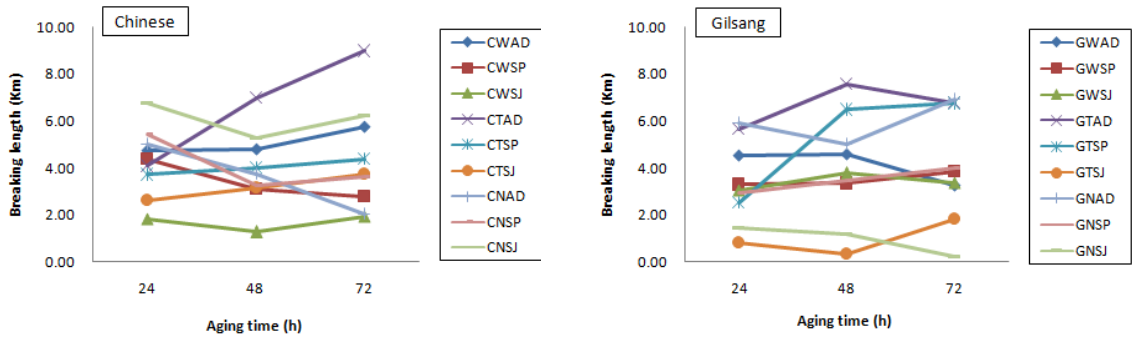


Fig. 10. Breaking length variations of the red color pigments coated Hanji by accelerated aging.

4. 결론

채색 안료가 한지의 열화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 중국산 전통 석채안료와 일본산 현대안료를 우교, 녹교, 및 토교로 포수한 한지 및 화선지에 도포하고 가속열화를 실시하여 이들의 색상 견뢰도 및 열화특성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

중국산 석채 안료 및 길상 안료의 SEM-EDS 분석결과 중국 안료의 청색은 석청, 황색은 석황, 녹색은 석록, 갈색은 등황, 적색은 진사로 분석되었다. 일본 석채인 길상 안료는 규산나트륨과 이산화티탄에 무기계 착색 물질을 반응시켜 제조한 것으로 분석되었다.

안료의 색상 견뢰도 분석결과 청색, 황색, 녹색 및 갈색의 경우 전반적으로 길상 안료가 중국 석채안료보다 양호하였으며, 적색은 유사한 결과를 얻었다. 아교의 종류에 따른 색상 견뢰도는 전반적으로 우교가 토교나 녹교보다 우수한 것으로 나타났다. 중국 안료의 갈색은 유기안료인 등황으로 기타 무기안료에 비해 색상 견뢰도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

안료 도포 한지의 가속열화 처리에 따른 열단장 분석결과, 안료의 종류에 따른 한지의 열화 안정성은 녹색을 제외한 중국 석채안료가 길상 안료보다 우수하였으며, 유기안료인 등황이 기타 무기안료에 비해 가장 우수하였다. 아교의 종류가 한지 열화에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났으나 중국 석채안료는 녹교 처리가, 길상 안료는 토교 처리가 열화 안정성이 우수

하였으며, 중국 석채안료의 우교 처리 및 길상 안료의 녹교 처리는 열화 안정성이 불량하였다. 한지의 종류에 따른 열화 안정성은 전통한지인 안동한지가 가장 우수하였으며 중국 석채안료 처리 SP 화선지와 길상 안료 처리 순지의 열화 안정성이 가장 불량하였다.

사 사

이 논문은 2012년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Literature Cited

1. Yun, Ji-Young, A Study on Stirring Water and Vehicle Concentration Level for Different Types of Glue, a master's thesis, Korea University (2010).
2. Dictionary of Chemistry, Dictionary of chemistry compilation committee (ed.) Iljinsa, Seoul, (2011).
3. Cho, Yong-Jin, The materials and technique of Korean style colored painting, Mijinsa, Seoul, p.96 (1992).
4. Park, Ju-Dong, A Study of Materials and Gluing Techniques in Korean Colored Paintings, a master's thesis, Andong National University (2008).
5. Lee, Sang-Hyun, The Colors of Traditional Paintings, Gyeol Press, Seoul, p.12 (2010).