

KS 표준화를 위한 서화용지의 물리적 및 열화 특성 분석

송지은¹, 유선화^{2†}, 김형진^{3†}

접수일(2022년 12월 02일), 수정일(2022년 12월 21일), 채택일(2022년 12월 23일)

The Analysis of Physical and Aging Properties of Writing and Drawing Purposed-Hanji for KS Standardization

Ji Eun Song¹, Sun Hwa Ryu^{2†} and Hyoung Jin Kim^{3†}

Received December 02, 2022; Received in revised form December 21, 2022; Accepted December 23, 2022

ABSTRACT

Hanji for writing and drawing has durability. It is made of mulberry fibers, which is a long fiber, and demonstrates high preservation as it is manufactured under neutral or alkaline conditions. However, there is currently a Korean industrial standard, KS M 7707, for Hanji used for writing and drawing, it does not specify a detailed description of the factors, that affect the characteristics of Hanji, which can cause confusion regarding the materials and manufacturing methods. Therefore, this study aims to present a basis for the quality reliability of Hanji for writing and drawing and to review the quality standard of KS M 7707. In this work, the samples of Hanji for writing and drawing were selected, and their physical, optical, and chemical properties in accordance with the current quality standards were evaluated. From the analysis, the results of this study were found hardly consistent in the range of weight, thickness, and strength values with the current quality standard except for color difference and pH, and there were also unreasonable parts for the units. Therefore, it was determined that the quality current standard needs to revise. It is believed that it can be used as basic data to establish more specific and accurate quality standards for current standard through quality analysis of Hanji for writing and drawing.

Keywords: Hanji for writing and drawings, Korean Industrial Standards, physical properties, optical properties, aging properties

1 국민대학교 문화재보존학과(Department of Conservation of Cultural Heritage, Kookmin University Seoul), 학생

2 국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과(Division of Wood Industry, Department of Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science), 연구사

3 국민대학교 문화재보존학과(Department of Conservation of Cultural Heritage, Kookmin University), 교수

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: hjikim@kookmin.ac.kr (Address: Department of Conservation of Cultural Heritage, Kookmin University Seoul, 02707, Republic of Korea)

‡ 공동교신저자(Co-corresponding Author): E-mail: shryu@korea.kr (Address: Division of Wood Industry, Department of Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul, 02455, Republic of Korea)

1. 서론

전통한지는 사용 용도에 따라 서화용지, 보존용지, 고문서지 등 다양하게 분류되고 있다. 그 중 하나인 서화용지는 닥 섬유를 주원료로 하여 전통방법을 이용하여 수록(초)지 형태로 제조된 원지를 의미하며¹⁾, 일반적으로는 서화작품 제작을 위한 원지로 많이 사용되고 있으며, 그 외에도 보존처리를 위한 배접지 등으로도 사용되고 있다. 서화용지는 장섬유인 닥 섬유를 원료로 사용하기 때문에 매우 질기며 강한 내구성을 가지고 있으며, 제조 과정에서 황촉규근 등의 식물성 점질물을 사용하고 있고 중성 또는 알칼리 조건으로 제조하기 때문에 우수한 보존 특성을 지닌다

하지만 현재 한지 산업의 쇠퇴로 인한 경제성, 편의성 등의 감소로 인해 서화용지를 제작하는 과정에서 국산 닥과 함께 수입 닥, 폐지 등 저가의 원료를 혼합하여 제조하는 경우가 발생되고 있다. 또한 전통 초지 방법이 아닌 변형, 개량된 제조 방식으로 생산된 한지가 무분별하게 유통되는 경우가 발생하고 있다. 그러나 한지의 특성은 원료의 원산지, 채취 부위, 부재료, 제조 방법 등의 영향을 많이 받기 때문에 여러 제조 조건들에 따라 특성이 크게 달라질 수 있다.

원료 및 제조 방식에 따라 나타나는 한지의 특성 차이에 관한 다양한 연구가 수행되어 왔다. Choi 등²⁾은 외발뜨기 방식을 사용하여 제조한 한지의 강도가 쌍발뜨기와 흘림뜨기 및 가둬뜨기로 제조한 한지의 강도보다 우수하다고 평가하였다. 또한 Choi 등³⁾은 국산 닥, 태국 닥, 중국 닥을 주원료로 사용하여 한지를 제조하였으며, 그 결과 국산 닥의 경우 열단장, 인열지수가 우수하였으며, 내절도의 경우 태국 닥의 경우 우수한 결과가 나타났다고 평가하였다. Seo 등⁴⁾은 외발뜨기가 신장율 및 여러 강도적 특성을 높여주는 초지방식이라는 것을 확인하였으며, 전통한지 제조 방식이 종이의 보존성을 높인다는 결과를 나타냈다. 한지의 원료 및 제조 방법, 평량 등을 달리하여 초지한 한지의 물리적, 화학적 특성을 평가한 Son 등⁵⁾은 개량된 제조 방식보다는 전통 한지 제조 방법을 사용하여 제조한 한지의 강도, 점도, 광학적 특성이 우수하다고 설명하였다. 이상과 같이 다양한 연구들을 통해 알 수 있듯이, 한지의 특성은 주원료, 부원료, 제조 방식 등의 영향을 받기 때문에 용도에 따른 한지의 적합한 제조 방식을 제시할 필요가 있다고 판단된다.

또한 최근 전통문화에 대한 관심이 증가함에 따라 전통한지에 대한 관심도 높아지는 추세이며 이와 함께 전통한지의 내구성, 보존성 등의 우수성과 관련해서도 세계적으로 인정받고 있다. 이렇게 전통한지에 대한 관심이 높아지면서 해외 미술작품의 보존·복원, 공예용품, 과학기술 등 다양한 분야에서 응용되어 사용되고 있는데, 한지의 세계화 및 산업화를 위해서는 종류에 따른 한지의 정의, 제조 방법, 특성, 품질 등에 대한 보다 구체적인 기준 설정이 필요하다고 판단된다.

현재 한지와 관련된 한국산업표준 중 서화용지의 표준인 KS M 7707⁶⁾에서는 서화용지의 주원료, 제조 조건, 제조 방법, 보관 환경, 품질 등에 대해 제시하고 있다. 하지만 한지의 특성에 영향을 미치는 요소들인 주원료와 젯물, 식물성 점액제와 같은 부원료, 고해 조건 등의 구체적인 설명을 명확하게 명시하지 않은 실정이며, 이로 인해 주요 요소들의 변형 및 개량된 제조 방법 등에서 혼란을 초래하고 있다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 KS M 7707의 품질 기준을 검토하기 위해 국내에서 유통되고 있는 서화용지 중 전통 수록 한지 총 15종의 시료를 선정하여 현행 품질 기준에 속해있는 물리적, 광학적, 화학적 특성 및 열화 특성을 평가하였다. 국내 유통 서화용지의 품질 분석을 통해 용도에 따른 특성을 고려하여 서화용지의 품질 신뢰성을 제시하기 위한 분석자료를 검토해 보고, 현재 서화용지에 관한 명확한 품질 기준을 규정하기 위한 KS M 7707의 개정 방향성과 관련된 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 공시 한지

실험에 사용한 15종의 한지 시료는 국내 한지장에 의해 제작되어 민간기관, 공공기관 및 국가기관 등에서 사용되고 있는 서화용지를 분양받아 사용하였다. 15종의 한지에 대한 주원료는 모두 국내산 닥 100%로 제조되었으며, 황촉규 등의 동일한 첨가제를 사용하여 초지되었지만, 시료별로 초지방법, 건조방법 및 도침 여부는 차이가 있었다. 공시 한지의 세부적인 제조 과정을 Table 1에 나타냈다.

2.2 실험방법

2.2.1 물리적 특성 평가

수집한 15종 서화용지의 기본적인 물리적 특성을 알아보기 위해 KS M ISO 536 및 KS M ISO 534에 의거하여 평량, 두께, 밀도를 측정하였으며, 측정 후 결과값은 현행 서화용지 표준(KS M 7707)의 품질 기준을 나타낸 Table 2와 비교하였다.

2.2.2 강도적 특성 평가

종류별 제조 조건이 강도적 특성에 미치는 영향을 분석

하고자 KS M ISO 1924-2에 의거하여 인장강도를 측정하였으며 현행 서화용지 표준과 동일한 단위의 인장강도와 인장지수로 결과값을 나타냈다. 또한 인장강도 측정값도 물리적 특성과 마찬가지로 Table 2의 서화용지 표준의 품질 기준과 비교하였으며, 그 타당성을 검토하였다.

각 서화용지 시료의 강도는 Fig. 1과 같이 발촉 방향(LD) 및 발실 방향(CD)으로 구분하여 각각 10회씩 측정하였다.

Table 1. Information of Hanji samples

Sample name	Fiber	Bleaching	Forming method	Drying method	Dochim
A	Bast parts of paper mulberry	Unbleached	SSangbal-tteugi	Wood plate	×
B					
C					
D					
E					
F			Oebal-tteugi	Steel plate	
G					
H					
I					
J					
K			Wood plate	○	
L					
M					
N					
O					

Table 2. Quality assessment of current KS M 7707 standards

Classification	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	
Grammage (g/m ²)	15	30	60	90	
Density	below 0.30	below 0.37	below 0.45	below 0.52	
Tensile strength (kgf/15 mm)	above 6.5	above 7.0	above 7.5	above 9.0	
Folding endurance (log ₁₀ /9.8N)	Before accelerated aging	above 2.1	above 2.1	above 2.3	above 2.3
	After accelerated aging	above 1.7	above 1.7	above 1.9	above 1.9
pH	6.5~9	6.5~9	6.5~9	6.5~9	
Color difference (ΔE)	below 3	below 3	below 3	below 3	
Brightness (%)	above 60	above 60	above 60	above 60	

Remarks The grammage other than this is a matter of consultation between the person involved.

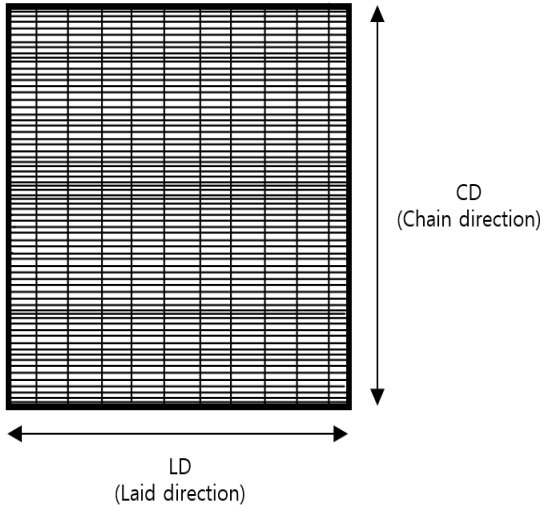


Fig. 1. Direction of Bal.

2.2.3 광학적 특성 평가

서화용지 15종의 광학적 특성 및 서화용지의 가속 열화 전·후의 광학적 특성 변화에 대해 알아보기 위해 분광분석기(Elrepho type spectrometer, L&W)를 이용하여 L^* , a^* , b^* value를 측정하고 Eq. [1]에 따라 색차(ΔE)를 구하였다. 또한 서화용지 표준의 품질 기준 중 하나인 백색도(Brightness)를 동일한 분광분석기를 이용하여 KS M ISO 2470-1에 의거하여 측정하였다.

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

측정 후, 품질 기준의 재검토를 위해 백색도 및 색차가

Table 2의 품질 기준에 부합하는지 평가하였다.

2.2.4 pH 특성 평가

종류별 서화용지의 pH 및 가속 열화 실시에 따른 산화 정도를 평가하기 위해 KS M ISO 6588-1에 의거하여 냉수추출법을 사용하여 pH를 측정하였으며, pH 또한 품질 기준의 pH 범위와 비교하였다.

2.2.5 서화용지의 인공축진 열화

서화용지의 열화 특성을 알아보기 위해 건식 열화를 실시하였으며 열화 조건은 KS M ISO 5630-1에 따라 105℃에서 3, 6, 9일 동안 실시하였다. 열화 특성으로는 서화용지의 가속 열화에 따른 색차(ΔE) 및 pH 특성 변화를 비교·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 물리적 특성

제조 조건별 서화용지의 물리적 특성을 평가하기 위해 평량, 두께, 밀도를 측정하였으며, 그 결과를 Figs. 2~4에 나타냈다. Fig. 2의 종류별 서화용지의 평량 측정 결과 값에서 볼 수 있듯이 13.2 g/m²의 A 시료가 최소값을 나타냈으며 I 시료가 54.6 g/m²으로 최대값을 나타냈다. 이를 통해, 현행 표준의 품질 기준인 Table 1과 같이 평량을 구분하기에는 다양한 평량 범위의 서화용지가 존재하기 때문에 어려움이 있을 것으로 판단되었다. 또한 서화용지의 두께 측정 결과 평량과 동일한 경향이 나타났

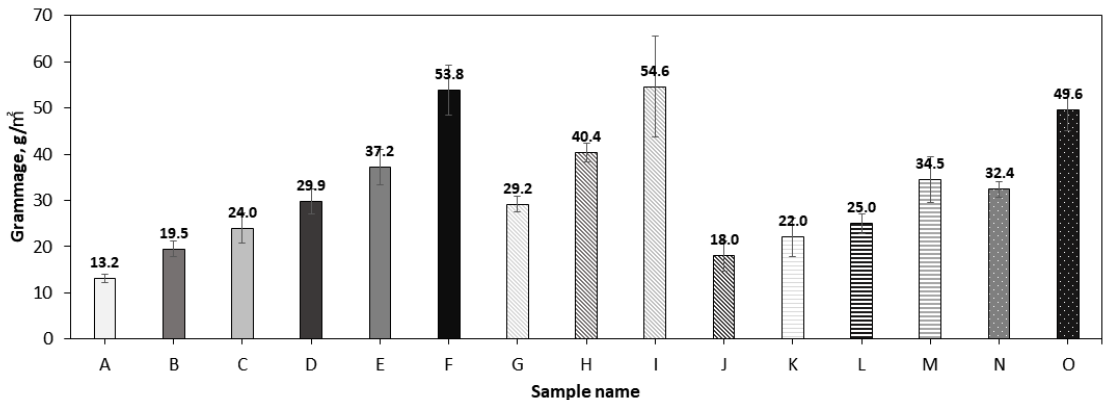


Fig. 2. Grammage of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

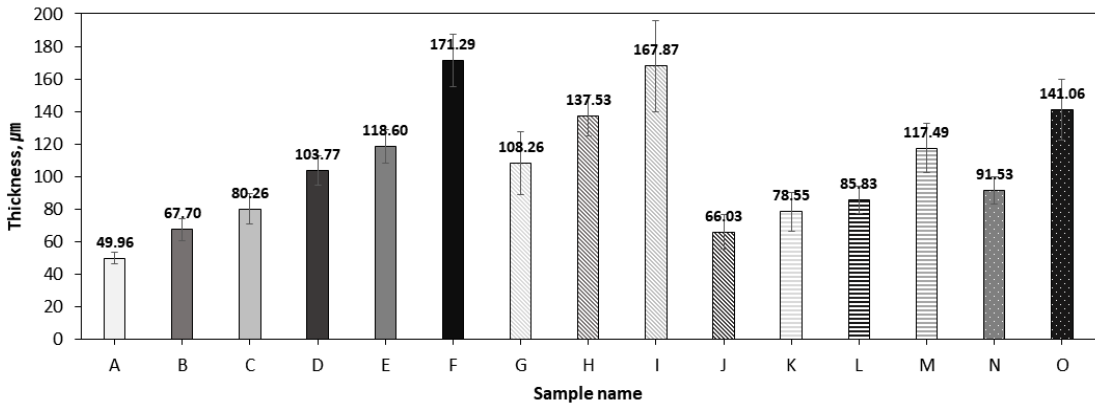


Fig. 3. Thickness of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

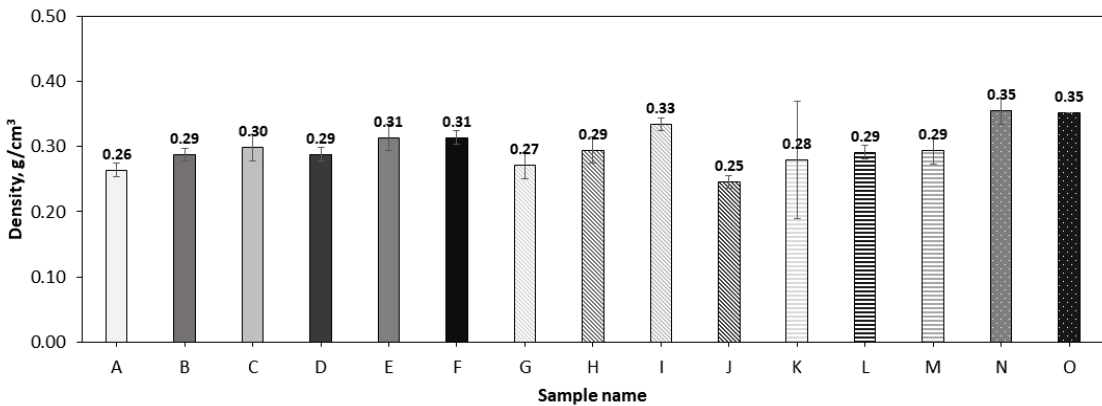


Fig. 4. Density of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

다. 반면, Fig. 4의 밀도 측정 결과는 현행 서화용지 표준의 밀도 기준과 다르게 15종 서화용지의 평량 및 두께의 차이가 있음에도 불구하고 종류별 서화용지 간의 값 차이가 크지 않았으며, 모두 0.25~0.35 g/cm^3 정도의 범위 내에서 밀도 값을 나타냈다. 따라서 현행 서화용지 표준의 품질 기준에서 구분하고 있는 1~4종의 밀도와는 상관성이 매우 낮다고 판단되었다.

3.2 강도적 특성

Figs. 5~6에는 제조 조건별 서화용지의 인장강도 및 인장지수 측정 결과를 나타냈다. 총 15종의 서화용지에 대한 발촉 방향(LD) 및 발실 방향(CD)의 인장강도를 측정된 결과, 앞서 언급한 물리적 특성 중 평량 및 두께 측정 결과 값이 높아질수록 강도가 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 쌍발뜨기로 초지한 A~F 시료는 외발뜨기로

초지한 G~O 시료보다 LD와 CD 사이의 강도 차이가 크게 나타났는데 이는 초지 방법의 특성 상, 쌍발뜨기는 섬유 배향성이 뚜렷한 반면 외발뜨기는 섬유의 배향성이 적어 강도 차이가 적게 나타난 것으로 판단되었다.

외발뜨기로 초지한 서화용지의 경우에는 전반적으로 발실 방향인 CD의 인장강도 및 인장지수 값이 발촉 방향인 LD의 값보다 높은 특성을 나타냈는데, 이는 한지를 제조하는 과정의 물질 및 지층형성 과정에서 발실 방향으로 섬유의 배향이 보다 많이 형성되어 나타난 결과로 사료되었다. 이외에 건조 방법이나 도침 여부의 차이는 미미한 것으로 확인되었다.

또한 현행 표준의 품질 기준과 인장강도 값을 비교한 결과 발실 방향 및 발촉 방향 모두 가장 낮은 평량의 인장강도 평균값이 1.70 kgf, 1.19 kgf로서 KS M 7707 표준에서 규정된 평량 15 g/m^2 인 한지의 인장강도 기준

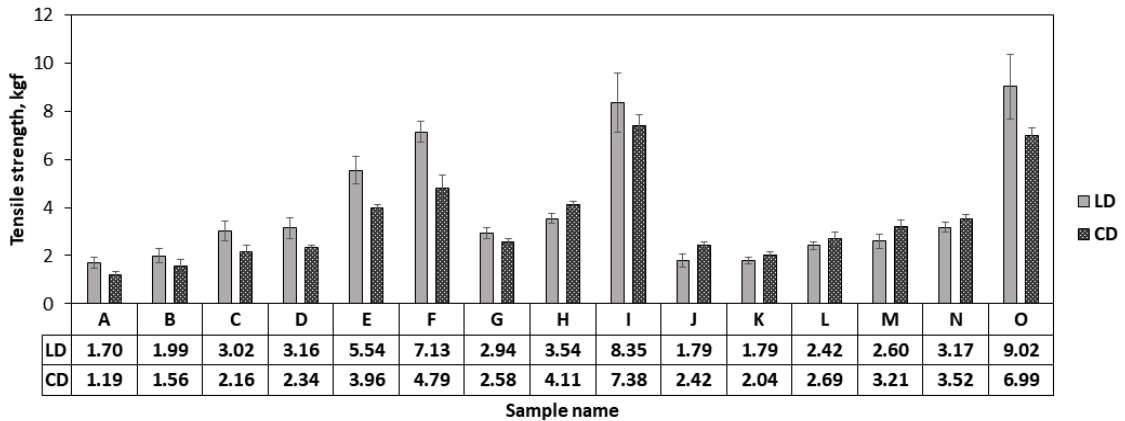


Fig. 5. Tensile strength of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

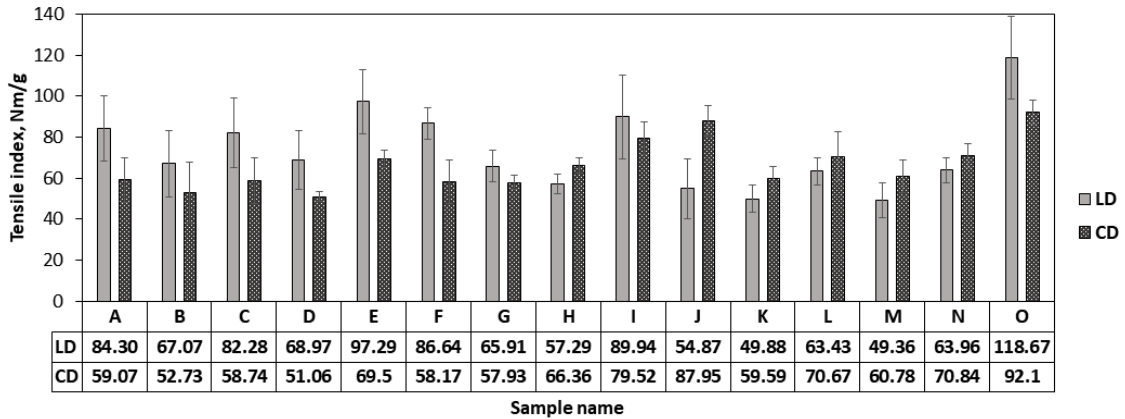


Fig. 6. Tensile index of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

6.5 kgf와는 큰 차이가 있으므로 현행 표준과 측정값의 상관성이 부합하지 않았다. 또한 현행 표준에서 인장 특성을 인장강도로만 나타냈는데, 강도적 특성은 한지의 평량이나 밀도 등에 의해 물리적 특성에 영향을 주기 때문에 평량으로 보정한 인장지수로 표현해야 한다고 사료된다.⁵⁾

3.3 광학적 특성

3.3.1 백색도

백색도는 분광광도 457 nm 영역에서의 최대 흡광도 값으로서, 서화용지는 대부분 서화작품 제작을 위한 원지로 사용되기 때문에 백색도 또한 반드시 고려해야 할 항목 중 하나이다. 따라서 Fig. 7에는 제조 조건별 15종 서화용지의 백색도 측정 결과를 나타냈다.

K 시료의 경우 백색도가 57.56%로 15종의 서화용지 중 가장 높은 값을 나타냈으며 I 시료가 51.87%로 백색도가 가장 낮았다. 다만, 15종 서화용지의 백색도는 평량 및 두께와는 상관없이 현행 서화용지 표준의 백색도 기준인 60% 이상보다 전반적으로 백색도 값이 낮게 나타나, KS M 7707 표준과 부합하지 않는 것을 확인하였다.

3.3.2 L*, a*, b* value 및 색차

한지로 이루어진 작품은 시간이 경과함에 따라 분자량이 감소하며 산화 반응이 진행되는데, 이에 따라 한지에 변색을 유발하게 된다.⁷⁾ 따라서 서화작품 제작 또는 보존 처리를 위해 서화용지를 배접지로 사용할 경우, 시간이 지남에 따라 나타나는 한지의 색 변화가 최대한 없어야 하므로 색차 값은 매우 중요한 요소 중 하나이다. 따라서

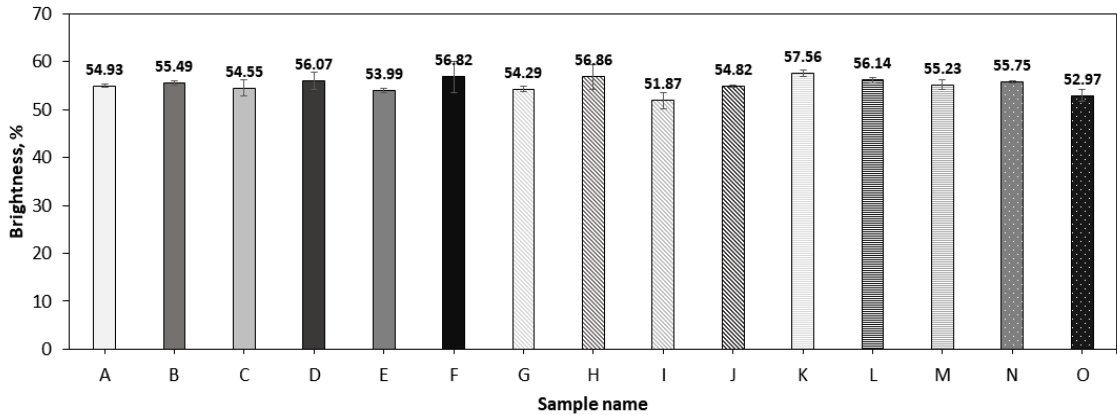


Fig. 7. Brightness of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

3, 6, 9일 동안 건식 열화를 실시하였으며 건식 열화에 따른 서화용지 15종의 L^* , a^* , b^* value를 Table 3에 나타냈다. 또한 L^* , a^* , b^* 값에 따른 색차값(ΔE)을 Fig. 8에 나타냈다.

색차값의 경우, A, F 시료를 제외하고는 열화 시간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였지만 변화의 폭이 크지 않았다. A와 F 시료는 9일 경과 후 색 변화가 심하게 나타났지만, 9일 경과 이후에서는 F 시료의 색차 변화를 제외하고는 15종 서화용지의 전반적인 색차값이 현행 서화용지 표준의 품질 기준인 3 이하에 부합하였다.

3.4 pH 특성

건식 열화에 따른 제조 조건별 서화용지의 산화 정도를 알아보하고자, 6, 9일 건식 열화 후의 pH 값을 측정한 결과를 Fig. 9에 나타냈다. 건식 열화가 진행될수록 시료의 pH는 감소하는 경향을 나타냈지만, 값의 변화가 크지 않았으며 모두 중성~약산성 정도의 값을 나타냈다. 또한 9일 경과한 시료들 중 가장 낮은 값은 6.78로, 현재 서화용지의 표준인 KS M 7707의 pH 값의 기준인 6.5~9에 모두 부합하였다.

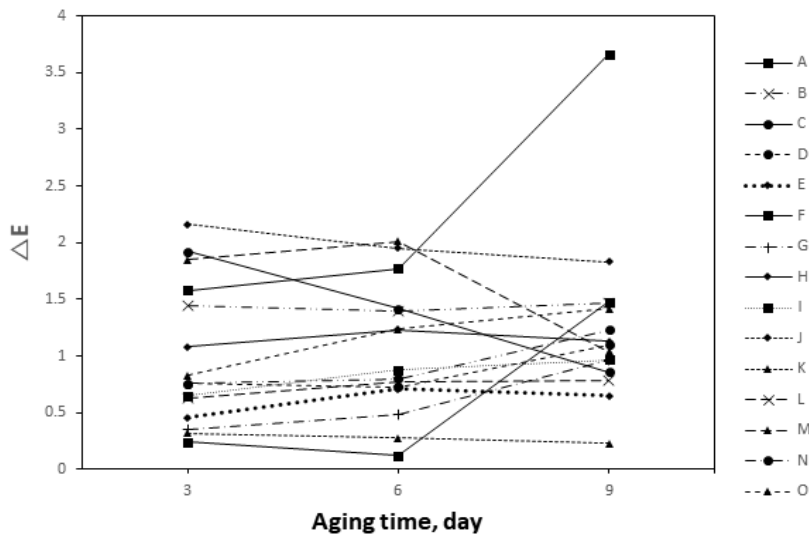


Fig. 8. Color difference by artificial dry aging of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

Table 3. Changes in optical properties of 15 kinds of Hanji for writing and drawing.

Aging day	Sample name	L*	a*	b*	Aging day	Sample name	L*	a*	b*
0	A	80.90	-0.60	3.62	6	A	81.01	-0.62	3.65
	B	81.74	-0.50	4.58		B	81.81	-0.72	5.96
	C	82.15	-0.63	6.42		C	82.54	-0.72	7.78
	D	83.14	-0.46	6.62		D	82.95	-0.73	7.27
	E	83.21	-0.47	9.02		E	83.88	-0.70	9.06
	F	84.89	-0.11	9.10		F	84.86	-0.35	10.85
	G	82.44	-0.43	7.22		G	82.86	-0.65	7.26
	H	84.09	-0.40	7.59		H	84.55	-0.68	8.70
	I	83.57	0.20	11.88		I	84.19	-0.29	12.26
	J	81.36	-0.49	4.59		J	81.82	-0.69	6.47
	K	82.76	-0.51	4.34		K	82.86	-0.63	4.57
	L	82.47	-0.53	5.31		L	82.74	-0.65	6.02
	M	83.14	-0.49	7.54		M	82.96	-0.58	9.54
	N	83.72	-0.51	8.10		N	83.94	-0.63	8.86
	O	83.57	-0.09	10.72		O	84.05	-0.39	11.82
3	A	80.87	-0.60	3.86	9	A	81.55	-0.77	4.94
	B	81.59	-0.66	6.01		B	81.41	-0.73	5.99
	C	82.34	-0.66	8.33		C	82.72	-0.68	7.06
	D	82.75	-0.65	7.25		D	84.09	-0.77	7.07
	E	83.64	-0.59	8.89		E	83.57	-0.83	8.61
	F	84.62	-0.31	10.64		F	84.52	-0.19	12.74
	G	82.76	-0.56	7.21		G	82.98	-0.73	7.97
	H	84.48	-0.60	8.58		H	84.41	-0.76	8.61
	I	83.97	-0.24	12.13		I	84.14	-0.37	12.42
	J	81.62	-0.64	6.73		J	81.81	-0.72	6.35
	K	82.72	-0.59	4.65		K	82.70	-0.69	4.47
	L	82.46	-0.60	5.94		L	82.76	-0.74	6.01
	M	82.77	-0.53	9.35		M	83.84	-0.75	8.27
	N	83.91	-0.56	8.83		N	83.79	-0.63	9.33
	O	83.77	-0.34	11.49		O	83.86	-0.47	12.06

4. 결론

본 연구에서는 국내 유통 서화용지 15종을 선정하여 물리적, 광학적, 화학적 특성을 평가하였다. 또한 특성 평가를 통해 한국산업표준인 KS M 7707 서화용지의 품질 기준을 재검토하였으며, 서화용지 표준의 개정 방향성을 검토하고자 하였다.

물리적, 광학적, 화학적 특성으로는 서화용지 표준의

품질 기준에 속해있는 평량, 두께, 밀도, 인장강도, 인장 지수, 백색도, L*, a*, b* value, pH를 측정하였으며, 건식열화에 따른 0, 3, 6, 9일의 색차값 변화, pH 변화를 분석하였다.

특성 분석 결과, 서화용지의 품질 기준을 현행과 같이 4종의 평량으로 구분하기에는 다양한 평량대의 서화용지가 존재하였으며, 밀도의 경우에는 평량별로 차이가 크지 않아 기준에 부합하지 않았다. 인장강도 측정 결과

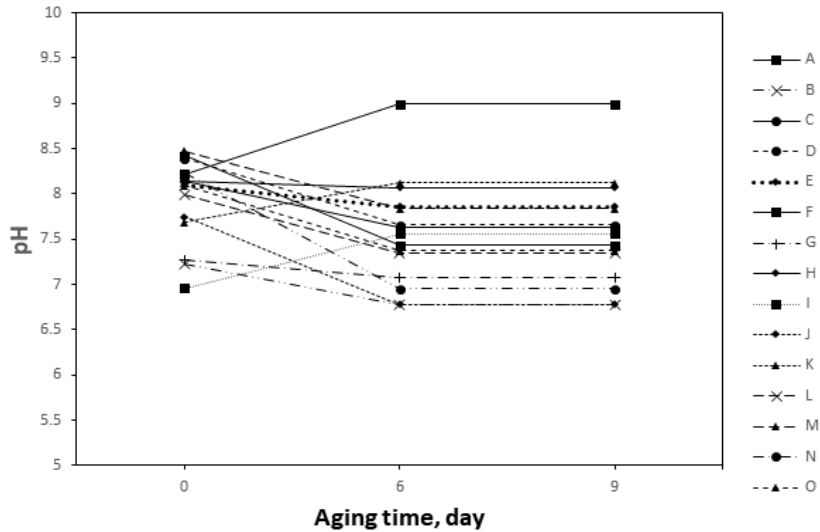


Fig. 9. pH by artificial dry aging of 15 types of Hanji for writing and drawing.

또한 품질 기준에서 구분한 인장강도의 범위와는 차이가 컸으며, 단위 역시 평량으로 보정한 인장지수로의 개정이 필요하다고 판단되었다. 백색도의 경우에도, 현재 표준의 백색도 기준보다 대체적으로 낮게 나타났기 때문에 품질 기준에 부합하지 않았다.

따라서 서화용지의 현재 표준인 KS M 7707의 품질 기준과 15종의 서화용지 분석 결과를 비교하였을 때, 열화에 따른 색차와 pH 값을 제외하고는 품질 기준의 범위에 거의 부합하지 않았고, 단위 등과 관련해서도 타당하지 않은 부분들이 있었기 때문에 현행 표준의 품질 기준을 개정할 필요가 있다고 판단되었다.

본 연구를 통해 서화용으로 사용되는 한지의 품질 신뢰성을 제시하기 위한 원천 데이터를 분석하였으며, 국내 유통 서화용지의 품질 분석을 통해 현재 서화용지에 관해 보다 구체적이고 정확한 품질 기준을 세울 수 있는 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 2021년 국립산림과학원에서 지원한 ‘국내 유통 서화용지 품질 분석 및 KS 개선 방안 수립’ 용역 연구의 지원에 의하여 이루어졌습니다.

Literature Cited

1. Jang, S. G., A study on standardization plan to foster Hanji industry, *Journal of Agricultural Extension & Community Development* 21(3):121-154 (2014).
2. Choi, T. H., Cho, N. S. and Choi, I. H., Comparison of physical properties of Hanjis made by different sheet forming processes, *Journal of Korea TAPPI* 33(4):21-27 (2001).
3. Choi, C. H., Seo, Y. B. and Jeon, Y., Comparison of physical properties of fiber and hanji according to the treatment process of Hanji, *Spring Conference of Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry* 2001:193-197 (2001).
4. Seo, Y. B., Choi, C. H. and Jeon, Y., Effect of traditional Hanji manufacturing process on its physical properties, *Journal of Korea TAPPI* 33(4):28-34 (2001).
5. Son, H. N., Jung, S. Y., Jang, K. J. and Jeong, S. H., Studies on the physical and chemical properties of Hanji for rehabilitation

- and restoration of cultural properties, Journal of Korea TAPPI 51(6):175-185 (2019).
6. KS M 7707 - Traditional Hanji paper, e Korean Standards & Certifications (2006).
 7. Hwang, Y. J. and Jeong, M. J., A study on the measurement of discoloration of paper cultural heritages using colorimeter, Journal of Korea TAPPI 51(6):158-166 (2019).