

# 화상분석을 통한 전통 수묵지의 서화 특성 비교

민 춘 기<sup>†</sup> · 조 중 연 · 이 선 호

## Comparison of the Painting and Writing Properties of the Traditional Handmade Papers by Image Analysis

Choon Ki Min<sup>†</sup>, Jung Yeon Jo, and Seon Ho Lee

### ABSTRACT

Hanji is a traditional handmade paper, which has been famous for its excellent qualities in strength, whiteness, gloss, and smooth feel in painting and writing in ancient Far East for many years. Nowadays, however, it's old fame has declined and it has been used only in limited extent such as in traditional Korean brush painting and writing. In this study, 9 kinds of commercial handmade papers made in Korea, China, and Japan were collected and their printing and writing properties were evaluated by image analysis. Chinese handmade paper showed the best result in absorption area of China ink, the roundness and feathering of China ink blots, followed by Hanji. Abrasion coefficient of the Chinese papers was higher than that of the others, which was regarded to contribute to the difference in touch feeling of the writing brush on the papers. It was shown that absorption rate and blot area of China ink were increased by Dochim. Hanji which has recently been made by so called "traditional method" showed no quality difference from the modified Hanji.

### 1. 서론

우리 나라 고유의 수묵 한지는 그 우수성을 국내외적으로 인정받아 온 우리의 자랑스러운 문화유산으로 천년에 걸쳐 우리 일상생활과 정신문화에 있어서 오랜 세월 동안 중요한 역할을 담당해 왔다. 우리 나라의 제지술은 이미 삼국시대부터 세계적으로 그 품질의 우수함을 인정받았으며 고려시대에 접어들면서 한층 더 발달하여 그 독자적인 초지법은 닥섬유 한가지만으로도 다양한 종이를 만들어

낸 바 있어, 과거 동양 3국의 수묵지 중에서 최고의 품질임을 대내외적으로 인정받았다.<sup>1)</sup> 그러나 서양문화의 급속한 유입과 인쇄기술의 발달로 근래에는 대량생산 체제를 갖춘 양지에 밀려 급속한 쇠락의 길을 걷고 있다.

한지는 현재 서화용지로서 일부 명맥을 유지하고 있지만 전통적인 한지제조 기술이 제대로 전수되지 못하고 생산원가 및 제조의 편리성 등을 이유로 근래에는 약식화된 방법에 의해서 대부분 제조되고

• 본 연구는 교육부 '99 전문대학 재정지원사업(특성화 2영역)의 일환으로 용인송담대학 연구지원금에 의해 수행되었음.

• 용인송담대학 제지공업과

<sup>†</sup>주저자(Corresponding author): e-mail: ckmin@ysc.ac.kr

있으므로 서화 특성이 전통 고유의 방법으로 제조된 것에 비해 떨어져 중국, 대만 및 일본의 서화 용지로 대체되고 있는 실정이다.

현재까지는 서화지의 발묵 특성을 시험편 위에 먹이 떨어뜨려 먹퍼짐 형상을 육안으로 관찰하여 판정하는 관능법을 주로 사용하였으나<sup>2)</sup>, 본 연구에서는 먹퍼짐을 화상분석기를 사용하여 보다 과학적이고 정밀하게 분석하는 방법을 도입하였다. 또한 붓의 터치감을 종이의 마찰계수와 연관시켜 분석하였다.

따라서 본 연구에서는 한국, 일본, 중국의 동양 삼국의 수륙지를 수집하여 이들의 서화 특성을 화상분석 방법을 사용하여 비교하므로 서화지로서 한지의 특성을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

본 연구를 위하여 국내외에서 시판되고 있는 한지, 화지, 선지를 현지에서 각각 3종류씩 구입하여 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 목즙 흡수속도

공시재료의 목즙 흡수속도를 파악하기 위해 시험편을 15mm×200mm의 스트립으로 재단하여 상단을 고정하고 시험편의 끝을 목즙에 담귀 10분

**Table 1. Characteristics of handmade papers of Korea, China and Japan**

		Raw Materials	Process	Remarks
Korea	K-A	Paper mulberry 100%	Oebal	Traditional hanji
	K-B	Paper mulberry 100%	Ssangbal	Modified hanji
	K-C	Paper mulberry 100%	Ssangbal	Modified hanji Dochim
China	C-A	Chinese bast fiber(Cheongdanpi) +straw pulp	Ssangbal	Traditional Chinese handmade paper
	C-B	Chinese bast fiber(Yongsucho) +BSP	Ssangbal	
	C-C	Bamboo +BSP	Ssangbal	
Japan	J-A	Broussonetia kazinoki Sieb. 100%	Ssangbal	
	J-B	Edgeworthia papyrifera Sieb. 100%	Ssangbal	
	J-C	Wikstroemia Sikokiana Franch. et Sav. 100%	Ssangbal	

후에 목즙의 흡수 형태와 높이를 비교하였다.

### 2.2.2 먹퍼짐 특성

10cc 주사기에 먹을 채운 후 5cm 높이에서 한 방울씩 종이에 떨어뜨려 먹이 완전히 퍼질 때까지 방치한다. 이것을 화상분석기를 이용해 면적과 평균직경, 최대, 최소 반지름, 원형비율, 이형률을 측정하였다.

화상분석에는 범미유니버스 제품인 BMI plus 를 이용하였다. 이 프로그램은 CCD 카메라가 장착되어 있어 CCD 카메라를 통해 먹이 떨어뜨린 종이의 화상을 capture하였으며, capture된 화상은 흑백전환 → 이치화 → 색반전 → 자동계측의 과정을 거쳐 면적과 평균직경, 최대 최소 반지름, 원형비율, 이형률 등의 값을 얻었으며 다음과 같이 정의할 수 있다.

면적(A): 흰색 물체의 픽셀 수

직경(D): 면적으로부터 계산된다. 즉 물체를 원으로 보고 원의 평균직경으로 나타낸 직경이다.

$$D = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

최소반지름(Minimum Radius, MinR): 물체 중심에서의 최소 거리

최대 반지름(Maximum Radius, MaxR): 물체 중심에서의 최대 거리

원형비율(Circular Ratio, CR): 물체의 원형비율로서 최소 반지름에 대한 최대 반지름의 비율 (Fig. 1)

이형률(Circle Filling, Cfill): 물체의 이형률로써 물체의 면적을 그 물체의 외접원 면적으로 나눈 값 (Fig. 1)

### 2.2.3 무기성분 분석

시험편을 TAPPI 표준시험법에 의거하여 회화시켜 회분 함량을 구한 후, Fisons Instruments 사의 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy, KEVEX SIGMA 2 Analyzer)를 사용하여 측정전압 10 keV의 조건에서 무기성분 분석을 하였다.

### 2.2.4 마찰계수 측정

Monitor Slip & Friction Tester(TMI)를 사용하여 1.361g의 하중에서 시험편의 동마찰계수와 정마찰계수를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 목즙의 흡수 속도

목즙의 흡수거동은 일반적으로 붓의 터치 감각에 영향을 미친다고 알려져 있다. 즉 목즙의 흡수력이 지나치게 빠르거나 늦으면 붓 끝에 머물러 있는 목즙이 빨리 흡수되거나 늦어져 획을 긋는 속도를 조절하는 데 어려움이 있고, 표면이 너무 미끄러우면 터치 감각을 느낄 수 없어 강약을 조절하기가 어렵기 때문에 국내의 서화가들은 약간 거친 면을 선호하는 경향이 있는 것으로 보고된 바 있다.<sup>2)</sup>

목즙의 흡수 속도 시험 결과, Fig. 2에서 보는 바와 같이 한지가 가장 빠르고 화지, 선지 순으로 늦어지는 결과를 나타내었다. 이러한 현상은 한지의 주원료인 다펜 인피섬유의 특성에서 기인된 것으로 생각된다. 즉 다펜섬유는 화지나 선지를 구성하고 있는 섬유에 비해 길이가 길며, 물에 함침되었을 때 발생하는 섬유벽의 팽윤이 다른 섬유에 비해 매우 크다는 사실을 CLSM 사진을 통해 확인할 수 있으므로 목즙의 흡수 속도가 빠른 것으로 생각된다. 한지 중에서는 도침지(K-C)가 미도침지(K-B)보다 흡수 속도가 다소 높아, 도침을 통해 섬유의 피브릴화와 섬유간의 공극 감소로 인한 모세관력의 증가에 의해 목즙의 흡수를 촉진시키는 것으로 나타났다.

선지 중에서는 청단피(C-A)>대나무(C-C)>용수초(C-B)의 순으로 흡수 속도가 빨랐으며, 화지에서는 다펜(J-A)>삼지다나무(J-B)>산다나무(J-C)의 순으로 흡수 속도가 증가하였다.

### 3.2 먹퍼짐 특성

화선지의 경우 주로 그림을 그리거나 글씨를 쓰는 것이 목적이므로 먹퍼짐성이 매우 중요시된다. 붓글씨를 쓰는 경우 먹이 잘 퍼지게 되면 붓 끝의 날카로움이 살아나지 않아서 몽툰한 형태의 글씨가

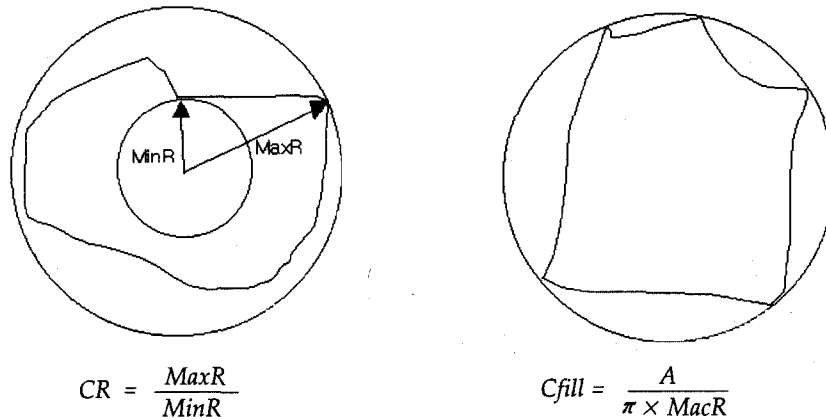


Fig. 1. Concept of CR and Cfill.

되는 반면 먹이 잘 퍼지지 않는 종이는 조그만 붓의 움직임도 포착하게 된다. 이에 따라 화가나 서예가들 각자에게 잘 맞는 종류의 먹퍼짐성이 존재하게 된다. 현재까지 종이의 먹퍼짐성은 먹의 번짐의 형태를 육안으로 관찰하여 평가하는 방식을 사용하였으나 본 연구에서는 Image Analyzer를 사용하여 먹퍼짐 면적, 먹퍼짐 직경, 최소 반지름, 최대 반지름, 원형비율 및 이형률 등을 통해 보다 정확하고 과학적인 방법에 의해 먹퍼짐성을 평가하였다.

같은 양의 먹을 사용하였음에도 불구하고 먹퍼짐 면적이 크면 이것은 종이의 먹퍼짐이 좋다는 의미가 된다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 일반적으로 먹퍼짐 면적은 선지>화지>한지의 순서로 나타났다. 선지 B(C-B)와 화지 C(J-C)의 먹퍼짐이 다른 선지나 화지에 비해 상대적으로 적게 나타난 것은 제조될 때 사이징 처리가 되었기 때문으로 생각

되므로 비교 대상에서 제외시켰다.

한지 중에서는 도침에 의해 먹퍼짐 면적이 증가한 것으로 나타났다. 원형비율(CR)은 먹퍼짐의 이방성을 나타내 주는 계수로 먹퍼짐이 원형이 아니고 타원형으로 나타나게 되는데 이때 최대 반지름을 최소 반지름으로 나누어 줄 때 이 값을 원형비율이라 부른다. 원형으로 먹퍼짐이 일어날 때, 원형비율은 1.0이 되고 타원형일 때는 1.0보다 크게 된다. 원형비율에서는 Fig. 4에 나타난 것과 같이 선지(1.27)<한지(1.34)<화지(1.46)의 순서로 높아져 선지가 가장 우수한 것으로 나타났다.

이형률은 가상의 원에 대한 변형 정도를 나타내

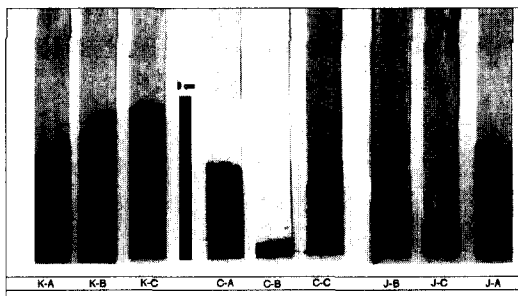


Fig. 2. Absorption rate of China ink.

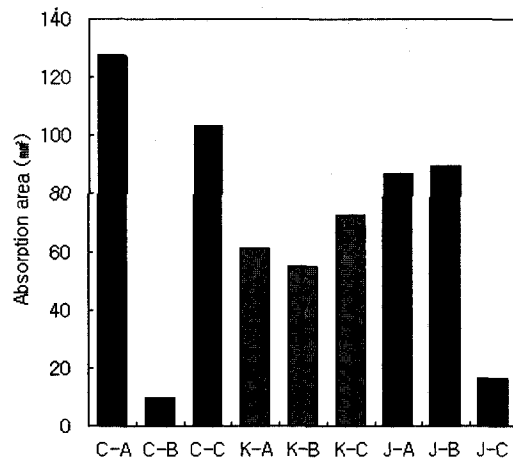


Fig. 3. Absorption area of China ink.

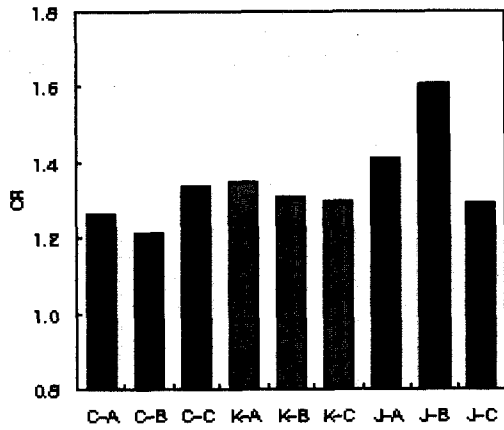


Fig. 4. Circular ratio(CR) of China ink blot.

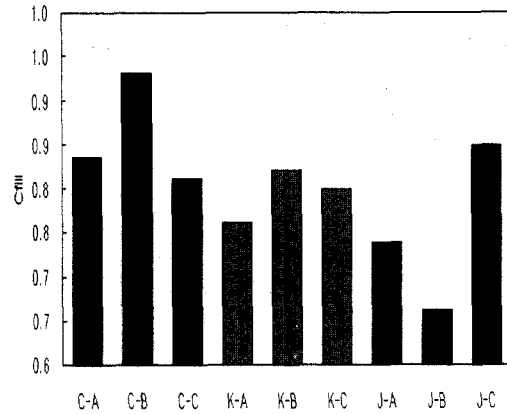


Fig. 5. Circular filling(Cfill) of China ink blot.

는 개념으로 먹퍼짐이 일어난 후 끝부분이 얼마나 곱게 형성되었는지를 나타낸다. 값이 1.0에 접근할수록 먹이 곱게 퍼짐을 알 수 있다. Fig. 5에 나타난 것과 같이 화지(0.75) < 한지(0.79) < 선지(0.86)의 순으로 이형률이 증가하였다.

### 3.3 무기성분 함량 및 마찰계수

시료의 회분 및 무기성분 함량을 EDS를 사용하여 측정해 본 결과, Table 2에 나타난 것과 같이 회분 함량은 화지 C(J-C)를 제외하고는 삼국 수묵지 모두 비슷한 수준을 나타냈다. J-C의 회분

함량이 높은 것은 종이 제조시 인위적으로 충전제를 첨가한 것으로 판단되며, Si와 Al의 비율이 높은 것으로 보아 백토(clay)를 사용했을 것으로 추정된다. 이처럼 충전제 함량이 높은 것으로부터 J-C는 수묵지가 아니라 기계로 초지한 것임을 알 수 있었다. 무기성분의 구성 비율을 살펴보면 한지와 화지는 Ca 함량이 높은 반면, 선지는 Si 비율이 높게 나타났는데 이는 원료의 무기성분 함량 차이에서 기인된 것으로 판단된다. 일반적으로 벗짚 펄프와 대나무 펄프는 다른 것에 비해 Si 함량이 높은 것으로 알려져 있으며<sup>3)</sup>, 무기성분 조성의 차이는 종이의 마찰계수에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

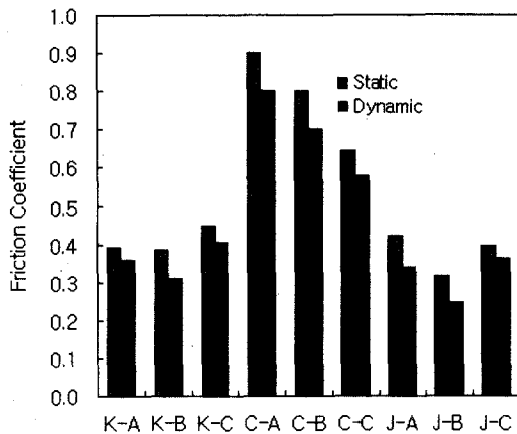


Fig. 6. Friction coefficient of the samples.

마찰계수는 화선지의 경우 붓의 터치감에 영향하는 주요한 요인으로 간주되는데, Fig. 6에서 보는 바와 같이 선지가 한지나 화지에 비해서 높은 값을 나타내고 있다. 따라서 붓의 진행에 대한 마찰 저항이 선지가 가장 높아, 앞서 논의된 바와 같이 국내 서화가들에게 선지가 선호되는 이유 중의 하나라고 생각된다.

삼국 전통지의 먹번짐 특성을 화상분석을 통해 분석해 본 결과 선지가 화선지용으로는 가장 우수한 특성을 보였는데 이는 선지는 섬유장이 긴 인피 섬유뿐만 아니라 화학펄프, 벗짚 펄프, 대나무 펄프와 같은 단섬유도 혼합하여 초지되었기 때문에 이러한 단섬유들이 장섬유의 공극을 메꾸어 주어 종이의 지합 및 목즙의 흡수가 좋은 것으로 판단된다. 반면 한지의 경우 단섬유의 섬유장이 길고 질겨서 고해하기가 어려우므로 지합이 상대적으로 나

Table 2. Composition of inorganic elements

Sample	inorganic element(%)									
	Ash(%)	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe
K-A	1.20	-	5.76	4.12	10.23	3.89	1.21	2.58	68.69	3.52
K-B	1.15	0.64	6.77	-	3.39	2.83	0.82	-	85.54	-
K-C	1.26	1.60	7.90	1.96	5.36	2.81	1.54	-	78.82	-
C-A	2.45	0.64	3.28	0.96	36.99	-	-	2.04	56.09	-
C-B	1.79	0.62	8.03	5.58	47.75	-	-	3.15	29.66	5.21
C-C	1.68	0.66	4.16	3.32	37.35	-	2.76	3.11	48.63	-
J-A	2.00	-	2.60	-	1.38	1.42	-	-	96.61	-
J-B	2.43	0.66	2.87	1.03	4.05	1.93	-	-	89.46	-
J-C	32.84	-	0.57	19.75	57.54	-	-	4.91	4.13	13.10

쁘기 때문에 먹번짐성이 선지에 비해 저하된 것으로 판단된다. 또한 선지는 마찰계수가 상대적으로 높아 한지와 화지와는 다른 붓의 터치감을 서화가들에게 제공할 것으로 생각되므로 차후 화선지의 마찰계수에 따른 서화가들의 만족도 등을 조사할 필요가 있을 것으로 판단된다.

한지 중에서는 전통 방식으로 제조된 것(K-A)이 개량 한지(K-B, K-C)에 비해서 서화 특성이 우수한 면을 확인할 수 없었다. 또한 도침은 한지의 먹퍼짐 속도와 먹퍼짐 면적을 증가시키는 것으로 나타났다. 이를 통해 현재 전통 한지로 판매되는 시중의 제품들은 과거 우리의 선조들이 만들어 사용하였던 한지에 비해 서화 특성이 저하되는 것으로 판단되며, 이는 원료 및 제조공정의 차이에서 기인된 것으로 판단된다. 따라서 보다 철저한 고증과 장인 정신에 입각하여 우리의 혼을 담은 한지를 제조하여 과거의 명성을 되찾아야 하겠다.

#### 4. 결론

삼국 수륙지의 서화 특성을 화상분석을 통해서 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

선지가 먹퍼짐 면적, 목즙 흡수의 균일성을 나타내는 원형비율 및 먹번짐 현상을 보여 주는 이형

률이 가장 우수하였다. 목즙의 흡수 속도는 한지가 가장 빠르게 나타난 반면 먹퍼짐 면적은 가장 낮았다. 선지는 한지나 화지에 비해 Si 성분 비율이 매우 높게 나타났으며, 마찰계수도 가장 높았다. 이는 붓의 터치감에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

도침은 목즙의 흡수 속도 및 흡수면적을 증가시키며, 원형비율이나 이형율에는 영향을 미치지 못했다. 전통 한지와 개량 한지간의 서화 특성상의 차이점을 발견할 수 없었는데 이는 현재 전통 방식으로 생산되는 한지들이 과거 우리의 선조들이 생산한 한지의 품질에 미치지 못함을 나타내 주는 결과로 해석되었다.

#### 인용문헌

1. 조형균, 한국전통기술의 국제화에 관한 연구 -한지 분야-, 한국과학재단 최종보고서, pp. 147-148 (1996)
2. 전철, 김성주, 화선지 개발에 관한 연구(1)-발목현상과 관능시험-, 목재공학 26(1):51 (1998).
3. Casey, J. P., Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Third Edition, A Wiley Interscience Publication, pp. 153-154 (1980).