

습식크리닝에 의한 지류문화재의 물성변화

千周鉉[†] · 張銀智

國立中央博物館 保存科學室

The change of matter properties of paper cultural heritage by wet cleaning

Ju-hyun Cheon[†], Eun-ji Jang

Conservation Science Lab., The National Museum of Korea

요약 지류문화재의 보존처리과정에서 실시되는 습식크리닝의 영향을 알아보기 위해 습식크리닝 전과 후의 물성변화를 관찰하였다. 조사방법으로 고지와 현대지 7종을 각각 습식크리닝 전과 후의 구조적, 광학적, 강도적 성질의 변화를 측정하였다. 그 결과 습식크리닝은 지류문화재의 물성변화를 일으키고 특히 안료, 먹, 염료 등의 구성성분을 약화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

Abstract To understand the influence of wet cleaning performed in the course of preserving paper items, the change of matter properties by before and after wet cleaning was observed. Specifically, structural and optical qualities and strength were measured. The result showed that wet cleaning caused a substance change in the paper items and particularly weakened the structure material of pigments, Chinese ink, dyes, etc.

I. 서론

문화재의 보존처리는 다양한 과정과 방법으로 이루어진다. 그 중에서도 문화재의 손상원인을 제거하고 보존을 위해 가장 간단하게 할 수 있는 방법이 크리닝(cleaning)

이다. 이 때의 크리닝은 해당문화재의 재질, 손상정도 등에 따라 각각 다른 방법으로 시행되며, 우리가 문화재에 가할 수 있는 물리적 인위적인 처리방법의 시발점이 된다. 그리고 크리닝은 약화된 문화재의 강화와 보다 사실적인 감상을 위해서 빠질 수 없는 부분이지만 그 처리방

[†] Corresponding author : Conservation Science Lab., The National Museum of Korea
Tel : 02) 2077-9428 | Fax : 02) 2077-9449 | E-mail : juhyun@museum.go.kr



Photo 1. The old lining paper of paintings



Photo 2. The old lining paper of ancient documents

법에 따라서는 오히려 해당 문화재 재질의 약화와 노화를 빠르게 진행시킬 수도 있다. 특히 회화·고문서 등과 같은 지류문화재는 재질의 특성상 크리닝에 매우 민감하여 신중해야만 한다. 일반적으로 크리닝은 건식과 습식크리닝으로 구분되어진다. 건식크리닝은 단순한 이물질 제거를 위한 물리적인 힘만을 이용하여 제거하는 것으로 그 결과에 대해 눈으로 확인하며 예측이 가능하다. 그러나 습식크리닝은 문화재의 재질과 처리방법에 따라 결과를 예측한다는 것은 쉽지 않다. 따라서 이번 연구에서는 지류문화재의 보존처리과정에서 시행되는 습식크리닝이 문화재의 재질과 보존에 어떠한 영향을 미치는가를 관찰하기 위해 몇 가지 크리닝 방법으로 서로 다른 지질의 종이를 대상으로 다음과 같이 물성의 변화를 관찰하였다.

II 실험재료

종이의 재질, 제조방법, 제작시기 그리고 가공방법 등에 따라 다음과 같이 분류하여 실험대상으로 삼았다.

1. 고지(古紙)

고지의 경우 지류문화재 보존처리과정에서 해체된 구배접지 중에서 1차 배접지를 이용하였다. 이는 종이의 물성실험 중에서 강도 실험을 위해서 파괴적인 방법의 사용이 불가피하고, 1차 배접지는 제작 시기나 보존 환경 및 열화상태 등이 해당 문화재와 유사한 상태를 보이기 때문

에 직접 문화재를 대상으로 실험한 것과 비교할 수 있는 결과를 얻을 수 있기 때문이다. 그리고 회화(photo 1)와 일반 고문서류(photo 2)의 구배접지로 구분하여 지류문화재를 구성하는 구성요소에 따른 변화도 관찰하고자 하였다. 채색화의 경우 일반 고문서류에 비해 자연에서 얻을 수 있는 광물성, 식물성 안료 등이 많이 사용되므로 그 구성 성분에 따라 같은 조건에서도 문화재의 열화 정도가 차이를 보인다.

2. 현대지(現代紙)

일반적으로 한지는 종이를 뜨는 방법에 따라 종이의 조합과 그 특성이 다르게 나타난다. 따라서 종이를 뜨는 방법에 따라 외발지와 쌍발지로 구분하였고, 사경이나 궁중에서 사용된 문서 등 귀중한 문서류에는 도침가공을 한 종이가 많이 사용되어 외발도침지도 실험대상으로 하였다. 그리고 종이에 채색을 하기 위해서는 채색안료의 접촉과 번짐을 방지하기 위해 아교층을 칠한 후 채색하게 된다. 이에 외발도침지를 3%농도로 아교포수하여 실험에 사용하였다. 이외에도 시중에 판매되고 있는 중국의 옥판선지등 현대지 5종을 실험대상으로 하여 재질, 가공방법, 제작방법에 따라 구분하여 물성변화를 관찰하였다.

III. 실험방법

과거에는 지류문화재에 발생한 얼룩이나 이물질 등의

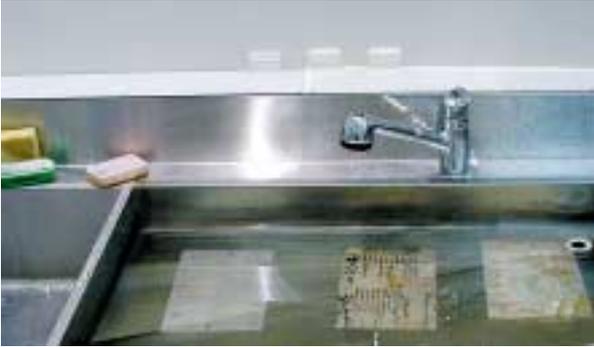


Photo 3. Wet cleaning by a cistern



Photo 4. Wet cleaning by a spray

제거를 위해서 쥐엄나무, 동과(冬瓜), 은행, 달래, 비파 등 식물에서 추출한 액을 사용한 기록들을 문헌에서 찾을 수 있다. 그러나 현재는 물의 안정성과 종이의 친수성 등으로 증류수를 이용한 크리닝이 가장 많이 활용되고 있다. 따라서 이번 실험에서는 증류수를 이용한 습식크리닝으로 나타나는 종이의 물성변화를 조사하였다. 다만 크리닝에 사용되는 물의 온도를 달리하여 종이 섬유 구조변화에 물과 온도가 미치는 영향도 비교 실험하였다. 실험 결과는 앞에서 제시한 고지 2종과 현대지 5종을 각각 냉수와 온수에 의한 크리닝을 10분씩 3회 실시한 후, 크리닝 전과 후의 물성을 비교하여 나타내었다. 실험에 사용된 냉수는 일반적으로 사용되는 증류수로 수온은 14~16℃를 나타냈으며, 온수는 그것을 끓여 50℃를 유지하였다. 크리닝 방법은 대상물을 수조에 직접 넣는 방법(photo 3)과 대상물 아래에 흡수지를 깔고 분무기를 이용하여 미세한 물 입자를 종이 섬유에 분사(photo 4)하는 2가지의 방

법으로 하였으며, 크리닝 후 건조방식은 온도 20 ~ 23℃, 습도 40~50%의 실내에서 자연 건조하였다.

IV. 습식크리닝 전 · 후의 물성조사

종이는 식물성 섬유와 인피섬유를 물속에서 분산시켜 망 위에 흘러내리면 여분의 물은 망에서 빠져버리고 인피섬유의 셀룰로오스가 수소결합(水素結合)을 하여 얇은 판상의 습지를 이루게 될 때 이것을 건조하여 만들어 진다. 따라서 초지과정에서 물과 연관이 깊고 그 물성은 이때 이미 대부분 결정되어진다고 볼 수 있다. 그러나 종이에 있어 물은 그것을 만드는 매개가 되기도 하지만 역으로 종이를 가수분해시키는 원인이 되기도 한다. 따라서 지류문화재의 보존처리 과정에서 실시되는 습식크리닝도 종이에 강제로 수분을 공급하는 것으로 경우에 따라서는 종이에 영향을 미칠 수도 있다. 이에 이번 실험에서는 앞에서 제시한 재료와 방법들로 각각 크리닝을 전환하여 종이의 물성변화를 관찰하였으며 실험방법은 한국공업규격(KS)의 표준화된 기준에 따랐다.

1. 구조적 성질

종이의 구조적 성질은 주로 표면 및 조직과 관련한 것으로 평량(basis weight), 두께(thickness), 밀도(density), 지필도(formation), 방향성(directionality), 양면성(two sidedness), 평활도(smoothness) 및 투기도(porosity) 등으로 나타낸다. 이는 초지과정에서 섬유의 양, 섬유의 종류, 고해 정도, 그리고 초지방법과 도침과 같은 가공방법 등에 따라 정해진다. 본 연구에서는 각각의 시료에 대한 크리닝 전 · 후의 평량, 밀도, 두께 그리고 함수율을 측정하여 구조적 성질의 변화를 관찰하였다.

1) 두께(thickness)

종이의 두께는 표면과 이면의 수직거리를 나타내는 수단으로 밀리미터(mm), 마이크로미터(μm) 및 밀(mil)로 표시된다. 이번 실험에서 두께측정용 마이크로메타(日本, Mitutoyo사, ID-C1012)를 이용하여 각 시료에 대한 두께를 측정하였다. 측정방법은 각각의 시료에 따라 두께를 측정하고자 하는 위치를 사전에 10곳 지정하여 크리

Table 1. Thickness of papers as cleaning with cold and hot water(mm)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	0.131	0.135	0.122	0.135
The old lining paper of ancient documents(S2)	0.148	0.154	0.144	0.157
oibalji(S3)	0.069	0.074	0.07	0.084
ssangbalji(S4)	0.092	0.098	0.096	0.107
oibaldochimji(S5)	0.107	0.117	0.099	0.117
chinese paper(S6)	0.094	0.099	0.085	0.098
oibaldochimji (3%glue. S7)	0.116	0.114	0.118	0.108

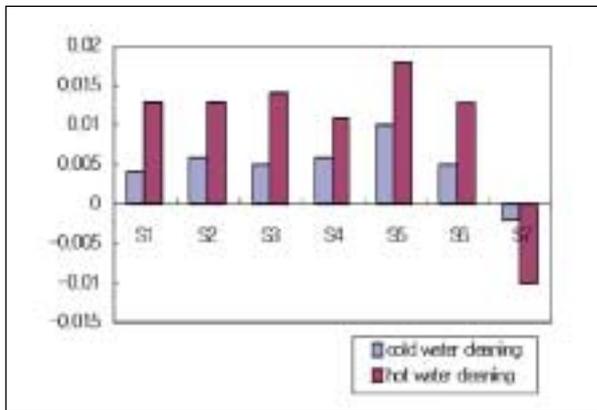


Fig 1. A variation of thickness(mm)

닝 전과 후에 동일한 위치에서 두께를 측정하여 평균값을 얻었다. Table 1은 각각의 시료에 대한 크리닝 전 · 후의 두께 평균값을 구한 것이고, Fig 1은 그 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 크리닝 전에 비해 후에 두께가 늘어나고 그 정도는 냉수에 비하여 온수에서 크게 나타난다. 이는 크리닝에 공급되는 물이 섬유간의 결합력을 약화시켜 섬유를 부풀게 한 것으로 온수에서 더 많이 나타나는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 Fig 1에서 3%아교포수한 외발도침지(S7)에서는 두께의 감소가 일어나 아교층으로 형성된 막이 물에 용해되어 두께가 감소한 것을 알 수 있다. 그리고 외발도침지(S5)의 경우에서 다른 시료에 비하여 두께 변화가 많았다. 이것은 도침가공으로 치밀해진 섬유가 크리닝에 사용된 수분으로 섬유간의 결합과 층간의 결합이 점차 약화되어 두께의 변화를 일으키는 것이다.

2) 평량(basis weight)

종이의 기본량은 단위면적당 질량으로 표시하며, 1m² 당 중량을 g으로 나타낸 것이 평량(坪量, g/m²)이다. 평량은 초지시에 공급되는 지료의 양, 도침 등의 가공공정 및 함수율에 의하여 영향을 받는다. 특히 주변 환경에 의한 습도와 물리적인 수분의 공급 등으로 인한 함수율의 변화는 많은 영향을 준다. 평량이 낮다는 것은 종이의 질량이 그만큼 적다는 것으로 초지과정에서의 섬유 양과 도침 등의 가공법에 따라 달라진다. 또한 평량이 적은 것은 섬유의 양이나 섬유간의 결합이 치밀하지 못하여 종이의 강도, 특히 파열강도가 약한 것을 알 수 있다. Table 2와 Fig 2는 각 시료의 평량을 나타낸 것이다. 전체적으로 크리닝 후 평량이 감소하는 것을 알 수 있으며 아교포수한 외발도침지(S7)의 경우는 평량이 급격하게 감소하였다. 이는 크리닝 후에 전체적으로 종이의 질량이 감소하여 나타나는 것으로 이물질의 제거 및 아교의 용해 등에 원인이 있다.

3) 밀도(density)

종이의 밀도는 평량과 두께로 계산되고, 섬유의 유연성 및 강도적 성질, 광학적 성질에 영향을 미친다. 도침가공 등의 방법으로 종이의 밀도를 높게 되면 섬유간 결합이 치밀해져 강도가 높아지고 불투명도 등이 증가하게 된다. Table 3과 Fig 3은 각각의 밀도와 변화를 나타낸 것으로 크리닝 후에 종이의 두께는 증가하고 평량이 감소하여 밀도가 감소함을 알 수 있다.

Table 2. Basis weight of papers as cleaning with cold and hot water(g/m²)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	27.90	26.04	27.90	26.04
The old lining paper of ancient documents(S2)	37.20	35.34	39.06	35.34
oibalji(S3)	18.60	16.74	18.60	16.74
ssangbalji(S4)	18.52	16.67	24.07	22.22
oibaldochimji(S5)	26.04	26.04	26.04	24.18
chinese paper(S6)	24.18	24.18	22.32	22.32
oibaldochimji (3%glue. S7)	31.62	24.18	33.48	24.18

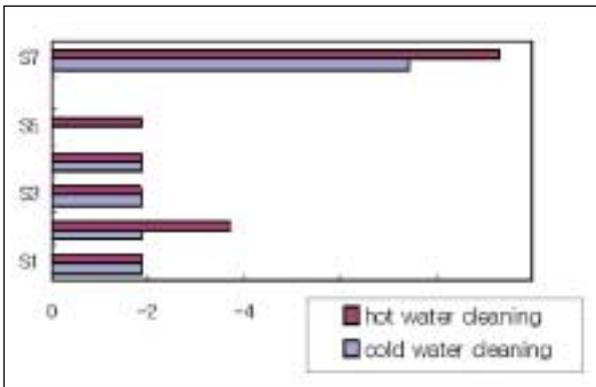


Fig 2. A variation of basis weight(g/m²)

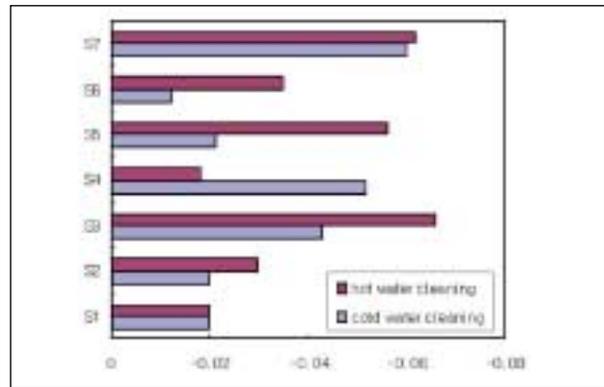


Fig 3. A variation of density(g/cm³)

Table 3. Density of papers as cleaning with cold and hot water(g/cm³)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	0.212	0.192	0.227	0.207
The old lining paper of ancient documents(S2)	0.250	0.230	0.270	0.240
oibalji(S3)	0.268	0.225	0.264	0.198
ssangbalji(S4)	0.201	0.149	0.243	0.225
oibaldochimji(S5)	0.242	0.221	0.261	0.205
chinese paper(S6)	0.255	0.243	0.261	0.226
oibaldochimji (3%glue. S7)	0.271	0.211	0.282	0.220

4) 함수율(含水率)

종이에 있어 함수율은 종이의 보존에 많은 영향을 미친다. 함수율이 높은 경우는 종이의 가수분해와 함께 미생물에 의한 손상이 발생하고, 반대로 낮은 경우는 섬유유기

조로 인해 종이 약화될 수 있다. 따라서 습식크리닝과 같이 수분이 급격하게 공급될 때는 적정 함수율의 유지가 필요하다. 함수율 측정방법으로는 전건법에 의한 측정, 전기식 함수율계에 의한 측정 등 2종류의 방법이 있으며 이

Table 4. The water content of papers as cleaning with cold and hot water(%)

sample	before cold water cleaning	after cold	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	9.963	9.673	9.963	9.659
The old lining paper of ancient documents(S2)	9.976	9.716	9.976	9.613
oibalji(S3)	10.023	9.771	10.023	9.706
ssangbalji(S4)	9.941	9.795	9.941	9.648
oibaldochimji(S5)	9.973	9.727	9.973	9.696
chinese paper(S6)	9.975	9.836	9.975	9.7
oibaldochimji (3%glue. S7)	9.834	9.778	9.834	9.695

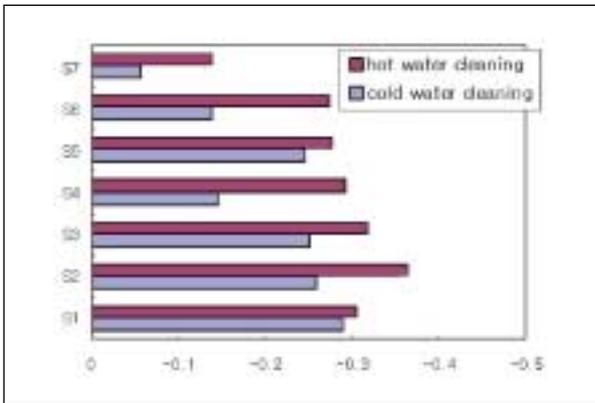


Fig 4. A variation of water content(%)

변 실험에서는 후자를 이용하여 측정하였다. 그리고 균일한 조건에서의 함수율 측정을 위해 모든 시료를 20mm 두께의 아크릴판 위에서 사전에 측정부위를 지정하여 크리닝 전·후를 측정하였다. 크리닝 후의 함수율 측정은 각 시료를 24시간동안 충분히 건조시킨 후 측정하였으며, 각 시료당 10회 측정하여 평균값을 구하였다. Table 4와 Fig 4는 크리닝 전·후에 각 시료에 대한 함수율과 변화를 나타낸 것이다. Fig 4에서 크리닝 후에 함수율이 저하하고 온수크리닝에서 심하게 나타남을 알 수 있다.

2. 광학적 성질

종이의 광학적 성질은 외관 및 표면 특성이 큰 비중을 차지하는 것으로 색상 및 광택, 백색도, 불투명도 등이 있다. 이번 실험에서는 크리닝 효과를 확인하기 위해 색도를

측정하여 변화를 확인하였다. 측정방법은 각 시료의 색도를 색도계(Minolta, Chroma Meter CR-200)로 측정하여 Lab표색계에 의한 색차값(ΔE)을 구하였다. 측정기준은 국제조명위원회(Commission Internationale de l'Eclairage)에서 정한 Lab값을 이용하였다.

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

$\Delta L = L_b - L_a$, L_b : 처리전 값, L_a : 처리후 값

Table 5는 회화와 고문서의 구배접지 즉 고지를 크리닝 전·후에 색도를 측정하여 색차를 나타낸 것이고, Table 6은 현대지에 대한 색차를 나타낸 것이다. 구배접지와 현대지 둘 다 온수에 의한 크리닝에서 색차가 크게 보여 크리닝 효과는 냉수에 비하여 온수가 큼을 알 수 있다. 고문서 구배접지 측정값에서 먹색을 측정한 세 번째의 경우, 냉수에 비해 온수에서 색차가 오히려 더 적게 나타나 먹색이 선명해진 것으로도 알 수 있다. 이는 Lab 값을 이용한 색차는 색의 밝기 지수 즉 명도를 측정하는 것이기 때문이다.

3. 강도적 성질

종이의 강도적 성질은 제조 및 가공공정 뿐만 아니라 종이의 용도에 따라 가해지는 힘에 얼마나 견딜 수 있는지를 나타내는 것으로 문화재에 있어서는 재질의 강도 변화를 파악하여 그 열화정도를 나타낼 수 있다. 그러나 종

Table 5. A chrominance of the old lining papers

sample	cleaning method	L	a	b	ΔE
The old lining pape of paintings	cold water cleaning	84.55	0.26	19.7	4.54
		85.85	0.23	4.35	
	cold water cleaning	73.4	5.28	26.78	3.29
		74.52	5.03	23.69	
	cold water cleaning	77	1.87	23.46	3.26
		78.11	1.77	20.39	
	hot water cleaning	85.26	-0.19	18.32	5.26
		88.43	-0.38	14.12	
	hot water cleaning	76.25	3.76	26.42	7.66
		78.66	5.13	19.27	
	hot water cleaning	67.24	7.35	29.98	7.31
		71.26	6.62	23.91	
The old lining paper of ancient documents	cold water cleaning	75.78	2.38	18.24	2.72
		76.3	2.1	15.58	
	cold water cleaning	72.87	1.86	15.77	1.34
		73.47	1.42	14.65	
	cold water cleaning	63.17	14.09	25.15	7.44
		65.27	8.93	20.21	
	hot water cleaning	79.63	1.16	17.05	3.66
		80.16	1.77	13.48	
	hot water cleaning	78.73	1.73	17.84	4.16
		80.56	1.77	14.1	
	hot water cleaning	58.9	1.63	12.76	4.16
		57.95	1.96	9.58	

Table 6. A chrominance of today's papers

sample	cleaning method	L	a	b	ΔE
ssangbalji	cold water cleaning	92.82	-1.21	6.07	0.95
		92.84	-0.91	5.16	
	hot water cleaning	92.04	-0.89	6.9	1.46
		92.90	-1.13	5.74	
oibalji	cold water cleaning	91.66	-1.11	8.18	0.64
		92.20	-1.35	7.92	
	hot water cleaning	92.04	-0.89	6.9	1.81
		92.21	-1.34	8.65	
oibaldochimji	cold water cleaning	92.52	-1.01	7.20	1.19
		92.80	-0.95	6.05	
	hot water cleaning	91.87	0	6.76	1.85
		92.64	-0.59	5.18	
oibaldochimji (3%glue. S7)	cold water cleaning	92.16	-1.09	7.27	1.43
		92.45	-0.99	5.87	
	hot water cleaning	91.97	2.34	7.8	3.16
		92.24	-0.75	7.2	
chinese paper	cold water cleaning	95.36	-0.38	3.12	0.44
		95.78	-0.26	3.15	
	hot water cleaning	95.47	0.12	5.32	0.62
		96.01	-0.13	5.15	

Table 7. Tensile strength(N)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	10.7	14.4	10.7	13.9
The old lining paper of ancient documents(S2)	28.1	25.7	46.7	38.7
oibalji(S3)	20.5	16.9	16.1	15.4
ssangbalji(S4)	17.1	16.7	16.5	19.9
oibaldochimji(S5)	19.6	16.5	23.5	20.7
chinese paper(S6)	13.2	12.1	11.7	10.5
oibaldochimji (3%glue. S7)	58	56.2	62.2	23.8

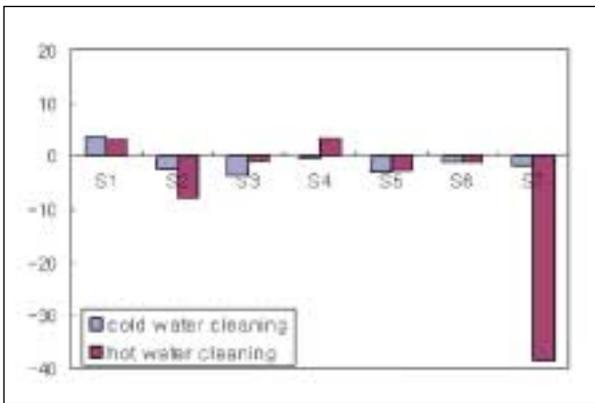


Fig 5. A variation of the tensile strength

이의 강도측정은 파괴적인 방법을 사용하기 때문에 종이의 제조과정에서 측정하여 용도에 맞는 성질을 갖기 위한 실험에서는 가능하지만 문화재와 같이 이미 그 기능을 가진 것에 있어서는 측정이 불가능하다. 일반적으로 종이의 강도적 성질은 인장강도, 파열강도, 인열강도, 압축강도, 내절도 및 강성도(stiffness)등으로 나타내지만 이번 실험에서는 각각의 시료에 대하여 크리닝 전·후의 인장강도, 파열강도, 인열강도를 측정하였다. 수공예에 의해 제작되는 한지의 경우, 섬유 결합과 두께, 도침 등 강도에 영향을 미치는 조건들이 균일하다고 보기 어렵고, 강도의 측정방법이 한번 조사하면 똑같은 부분을 다시 조사하는 것이 불가능하여 엄밀하게 습식크리닝으로 종이의 강도가 증가하거나 감소한다고 단정하기는 어렵다. 따라서 강도 측정은 크리닝 전·후의 변화를 나타내는 것으로 하였다.

1) 인장강도(Tensile strength)

인장강도는 일반재료에서 단위면적당의 파괴하중(N/m²)으로 정의하지만 종이의 경우 단위폭당의 파괴하중(kN/m)로 표시되는 경우가 많다. 인장강도를 측정하기 위해 접힌 부분이나 주름 등을 피하여 세로방향(한지에 있어서는 대나무발의 측사방향)으로 폭15mm, 길이는 250mm로 시험편을 재단하였다. 각 시료에 대한 인장강도 측정은 크리닝 전·후의 인장강도의 차를 구하여 그 변화를 관찰하였다. Table 7과 Fig 5는 각 시료에 대한 크리닝 전·후의 인장강도와 변화를 나타낸 것이다. Fig 5에서 크리닝 전·후에 불규칙적으로 인장강도 변화가 많이 나타났다. 특히 3%아교포수한 외발 도침지(S7)의 경우는 온수크리닝에서 아교의 용해로 인해 인장강도의 급격한 저하를 확인할 수 있다.

2) 인열강도(Tearing strength)

인열강도는 종이의 인열에 대한 저항성을 나타내는 척도이다. 인열강도는 각각의 시료를 종이의 세로방향으로 길이 76mm, 폭 63mm로 재단하여 크리닝 전·후 측정하였다. Table 8과 Fig 6은 인열강도와 그 변화를 나타낸 것이다. 인열강도 측정에서도 3%아교포수한 외발도침지(S7)에서 다른 시료에 비하여 변화가 많았다.

3) 파열강도(Bursting strength)

파열강도는 종이표면에 수직되는 방향으로부터 일정속도(95±10ml/min)로 압력을 가하여 종이를 구상(직경 30.48±0.03mm)으로 변형시켜 파괴시키는데 필요한 압

Table 8. Tearing strength (mN)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	640	1002	1292	1301
The old lining paper of ancient documents(S2)	755	1643	1558	1340
oibalji(S3)	1051	1387	1818	1801
ssangbalji(S4)	916	868	1119	1766
oibaldochimji(S5)	1816	769	1855	1935
chinese paper(S6)	210	204	142	151
oibaldochimji (3%glue. S7)	273	453	360	1976

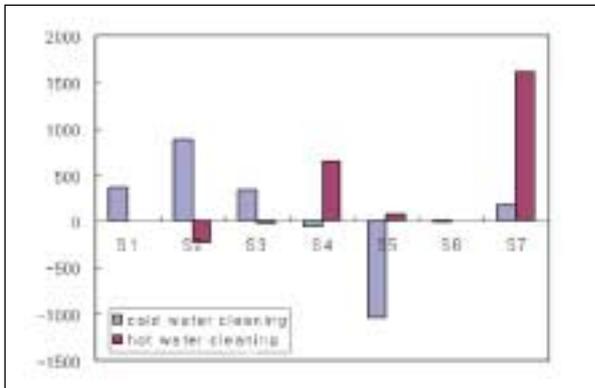


Fig 6. A variation of the tearing strength

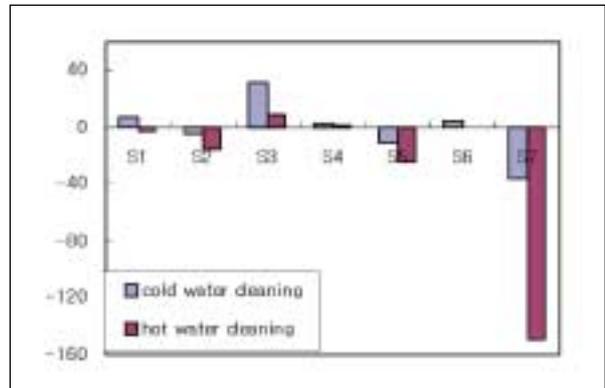


Fig 7. A variation of the bursting strength

Table 9. Bursting strength (kPa)

sample	before cold water cleaning	after cold water cleaning	before hot water cleaning	after hot water cleaning
The old lining paper of paintings(S1)	113.03	120.28	119.5	116.91
The old lining paper of ancient documents(S2)	247.63	243.4	259.2	244.57
oibalji(S3)	137.89	168.57	154.07	163.39
ssangbalji(S4)	94.12	96.84	105.33	106.55
oibaldochimji(S5)	138.14	127.4	139.96	115.28
chinese paper(S6)	41.82	45.96	39.69	39.23
oibaldochimji (3%glue. S7)	361.35	324.97	305.03	154.85

력을 말하는 것으로 실험의 결과를 Table 9와 Fig 7에 나타내었다. 파열강도의 실험에서도 다른 시료들에 비하여 3%아교포수를 한 외발도침지(S7)에서 큰 폭의 변화가 있음을 알 수 있다.

V. 광학적 조사

각각의 시료들에 대하여 습식크리닝에 의한 표면 변화를 알아보기 위하여 크리닝 전·후를 광학현미경과 주사



Photo 5. The micrograph of the old lining paper(X100)

전자현미경(SEM)으로 관찰하였다.

1. 광학현미경 관찰

광학현미경으로 각각의 시료를 크리닝 전과 후에 각각 100배 확대 관찰하였다. Photo 5는 고문서의 구배접지에 서 여백, 먹, 붉은색 부분을 각각 크리닝 전, 냉수크리닝 후, 온수크리닝 후에 관찰한 것이다. 고문서의 여백을 관찰하였을 때는 크리닝 전과 후의 변화를 확인하기 어려웠지만, 먹과 붉은색 부분은 크리닝에 따른 변화를 알 수 있다. 크리닝 전 보다 크리닝 후에 섬유사이의 공간이 많아지고, 이러한 현상은 온수크리닝 후에는 더욱 심하게 나타

나 습식크리닝은 이물질이나 얼룩의 제거뿐 아니라 대상물에 사용된 안료 등도 함께 제거될 수 있음을 생각할 수 있다. 이는 크리닝에 사용된 물이 바탕종이와 안료사이의 접착력과 안료입자들 간의 접착력을 떨어뜨릴수 있기 때문이다.

2. 주사전자현미경(SEM) 관찰

외발도침지를 3% 아교포수한 시료를 크리닝 전, 냉수크리닝 후, 온수크리닝 후에 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 200배 확대하여 관찰하였다.(Photo 6) 주사전자현미경의 관찰에서도 크리닝 전에 섬유와 섬유사이를 형



Photo 6. SEM photographs of Oibaldochimji (3%glue)

성하던 아교막이 크리닝 과정에서 씻겨져 나가 섬유사이
에 많은 공간이 보인다. 이 또한 온수에서 아교의 용해가
심해 섬유사이의 공간이 생기는 것으로 생각할 수 있다.

VI. 결론

이상으로 구배접지에서 얻어진 고지 2종과 현대지 5종
에 대한 습식크리닝 전·후의 물성의 변화를 관찰하여 습
식크리닝이 지류문화재에 미치는 영향을 다음과 같이 확
인하였다.

첫째, 각 시료들은 대체적으로 크리닝 후에 두께가 증
가하였으며 크리닝에 사용되는 물이 종이 섬유를 부풀게
하고 섬유간의 결합력을 떨어뜨림을 알 수 있다.

둘째, 크리닝 전·후의 색차를 관찰하였을 때 습식크리
닝으로 단순한 크리닝 효과는 얻을 수 있으며 수온에 따
라 차이남을 알 수 있었다. 그러나 수온의 상승은 섬유의
결합력 저하와 회화에 있어서 안료의 박락 등을 일으킬
수도 있다.

셋째, 한지는 초지과정이 대부분 수공으로 이루어져 한
장의 종이 가 균일한 강도를 나타내지는 않는다. 따라서
강도측정 위치에 따라 강도의 변화는 불규칙적으로 나타
났다. 다만 아교포수한 외발도침지에서 아교의 용해는 인
장강도와 파열강도의 저하와 인열강도의 증가를 가져오
음을 알 수 있다.

넷째, 습식크리닝의 결과를 광학현미경으로 관찰하여
습식크리닝 과정에서 사용되는 물이 문화재의 오염이나
이물질뿐 아니라 이에 사용된 안료, 염료, 먹 등도 제거될
수 있음을 알 수 있다.

이상의 결과로 지류문화재의 보존처리과정에서 이루어
지는 습식크리닝은 어떠한 방법으로도 해당 문화재의 물
성과 구조 변화에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 단
순히 이물질이나 얼룩의 제거로 감상의 효과를 높이는 것
에는 긍정적이지만 문화재 재질에 있어서의 변화는 반드
시 긍정적일 수는 없다. 따라서 지류문화재와 같은 유기질
문화재의 보존처리에서 습식크리닝은 해당문화재의 재질
과 구조에 따라 크리닝 방법과 크리닝에 공급되는 물의
양, 온도, 그리고 시간 등을 충분히 고려하여야 하며, 또한
지류문화재를 구성하고 있는 안료, 염료와 먹 등의 보호를
위한 사전 처리방법에 대한 연구도 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 洪萬選 (1715), 『山林經濟』
2. 박상진, 이종윤, 조남석, 조병목(1993), 목재과학 실험
서, 광일문화사
3. 조현정 · 윤병호 · 전양 · 이학래(1995), 펄프 · 제지공
학, 선진문화사
4. 潘吉星 著, 조병목 옮김.(2002) 중국제지기술사, 광일문
화사
5. 宋應星 著, 崔炆 譯 (1997), 天工開物, 傳統文化社
6. 이승철(2002), 우리한지, 현암사
7. 金三基 · 鄭洪鎭 · 李鍾哲(1992), 한자- 文房四友調查報
告書 紙 · 筆 · 墨 · 硯 제작과정을 중심으로-, 국립민속박
물관
8. 조웅진(1992), 채색화 연구, 미진사
9. 정선영(1997), 종이의 전래시기와 고대제지기술에 관한
연구, 연세대학교 석 사학위논문
10. Dard Hunter(1943), Papermaking, Dover.
11. Paper Conservation Course(1993), ICCROM.
12. 渡辺勝二郎(1992), 紙の博物誌, 出版=ユース.
13. 岡田文南(2002), 文化財のための保存科學入門, 京都
造形藝術大學.
14. Conservation Unit of the Museums Galleries
Commission (1983), CLEANING, Science for
conservators Volume 2, Butler Tanner Ltd.