

한지의 인쇄 적성향상

이명구 · 현경수

강원대학교 제지공학과

1. 서론

우리의 전통 유산인 한지(韓紙)는 닥나무를 원료로 하여 제조하는 것으로 양지(洋紙)에 비해 질질이 온화하고 따뜻한 느낌을 가지며 착색된 색상이 부드럽고 기록 보존성이 우수한 장점을 가지고 있다.

최근 프린터 시장의 급격한 성장과 사무용지의 팬시화, 다양화 요구에 부응하여 잉크젯 용지 뿐만 아니라 프린트가 가능한 봉투, 엽서, 명함 및 라벨 등의 각종 무늬지와 색지의 시장이 빠르게 형성되어 가고 있다. 그러나 이러한 무늬지와 색지 등의 수입 고급 지종은 현재 다양한 제품이 출시되고 있는 반면 한국의 전통지인 한지를 적용 또는 응용한 제품은 거의 찾아 볼 수 없다. 목재 펄프를 닥과 함께 주원료로 사용한 기계한지가 생산되고 있으나 인쇄 적성이 부족함은 물론 고급스런 한지의 질적·미적 특성을 살리지 못하고 있다.

따라서 본 연구를 통해 우리나라 고유의 유산인 한지의 외관적 특성을 그대로 살리면서 인쇄 적용시의 기능적 특성도 우수한 새로운 인쇄용 한지를 개발함으로써 한지를 고부가가치 기능성 상품으로 전환하여 경쟁력을 갖추게 하며, 여러 가지 기능을 부여한 특수인쇄물 등으로 용도를 확대하여 한지 산업을 활성화시키고자 본 연구를 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료 및 시약

함수율 89.4%인 닥섬유를 사용하여 한지를 제조하였으며 시약으로는 A사의 polyacrylamide(PAM), B사의 alkyl ketene dimer(AKD, 고형분 15%), C사의 양성전분,

산화전분 및 D사의 표면사이즈제 (SA - type)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 한지 제조

평량 60g/m^2 으로 한지를 제조하였으며, PAM의 양은 절건 섬유대비 0.5%로 실험을 하였다.

2.2.2 내첨 sizing

내첨 사이즈제로 중성사이즈제인 AKD와 양성전분을 사용하였다. 이때 양성전분은 1%로 중탕호화시켜 1%의 호액으로 제조하여 절건 섬유대비 1%로 첨가하였고 AKD는 0.5% 및 1%를 첨가하였다.

2.2.3 외첨 sizing

외첨 사이즈제로 SA - type을 사용하였다. 외첨 사이즈제는 산화전분을 호화시켜 10%의 호액 제조 후 전분 고품분 대비 5%를 첨가하였다.

미처리 한지(PAM 0.5%)와 내첨 사이징 처리한 한지에 함침 처리 후 사이즈프레스를 통과시켜 실린더 건조기를 사용하여 건조하였다.

2.2.4 칼렌더 처리

Soft-nip (50°C , 300psi)을 이용하여 칼렌더 처리를 각 2회 실시하였다.

2.2.5 원지 및 각 조건에 의해 제조한 한지의 특성 측정

(가) 제조한 한지의 물리적·광학적 특성 측정

Tappi Standard T538-om-96에 의거 L&W PPS를 사용하여 거칠음을 측정하였으며, T479-om-91에 의거 Bekk type의 평활도 측정기를 사용하여 평활도를 측정하였다. 투기도는 T251-wd-96에 의거 Gurly Densometer를 사용하여 내통의 하강율을 10mmL로 측정하였고, 불투명도는 T452-om-98에 의거하여 Elrepho3000으로 측정하였다. 또한 백지광택은 Glossmeter를 사용하여 입사각 75° 로 조사하여 반사되는 광량을 측정하였다.

(나) 사이즈도 측정

접촉각 측정 장치(SEO Phoenix 300)를 이용한 흡수특성을 평가하였다.

(다) 인쇄 적성 평가

인쇄적성은 RI-II 인쇄적성 시험기를 이용하여 잉크 수리성(ink receptivity), 뜯김 강도(dry pick strength), 습윤 뜯김강도(wet pick strength)를 각 3회 측정하였다.

(라) 제조한 한지의 인쇄품질 평가

각 조건에 의해 제조된 각각의 한지에 안료잉크(HPc8765w black)를 이용하여 HP PSC 2350 프린터로 인쇄한 후 화상분석기를 이용하여 망점 및 문자에 대해 각각 40×, 100× 배율로 인쇄품질을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 제조한 한지의 특성

3.1.1 거칠음도(Roughness)

Fig. 1은 각 조건에 의해 제조된 한지의 거칠음도를 나타낸 것이다. 각 조건별 제조된 한지는 장섬유이기 때문에 일반적으로 사용하는 인쇄용지에 비해 거칠음도가 높게 나타났지만 칼렌더 공정을 통하여 기존의 인쇄용지와 비슷한 거칠음도를 나타낼 수 있었다. 또한 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조된 한지에 외침 사이징을 하였을 경우 내침 사이즈제를 사용한 한지보다 거칠음도가 소폭 상승함을 알 수 있었다.

3.1.2 평활도(Smoothness)

Fig. 2는 각 조건에 의해 제조된 한지의 평활도를 나타낸 것이다. 각 조건에 의해 제조된 한지의 평활도는 인쇄용지에 비해 떨어졌으며 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조된 한지 및 내침과 외침 사이징을 동시에 실시한 한지의 경우 평활도가 비슷하게 나타났으나 칼렌더 처리를 통하여 인쇄용지와 비슷한 평활도를 나타낼 수 있었다.

3.1.3 투기도(Air permeability)

Fig. 3은 각 조건에 의해 제조된 한지의 투기도를 나타낸 것이다. 투기도는 유체의 침투성을 나타내어 인쇄잉크의 침투 및 번짐에 영향을 미친다. Fig. 3과 같이 투기도는 복사용지에 비해 각 조건별 한지가 현저하게 떨어졌으나 칼렌더 공정을 통하여 한지의

부피가 줄어들고 공극이 줄어들음에 따라 투기도의 상승효과를 확인 할 수 있었다.

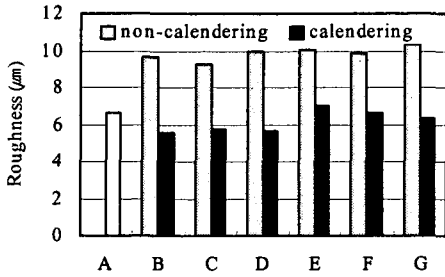


Fig. 1. Roughness of Hanji treated in different conditions.

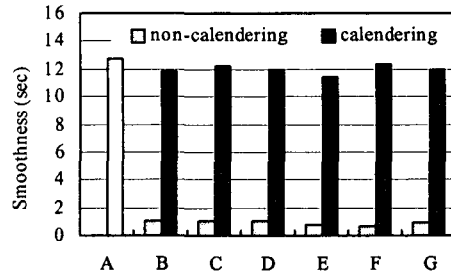


Fig. 2. Smoothness of Hanji treated in different conditions.

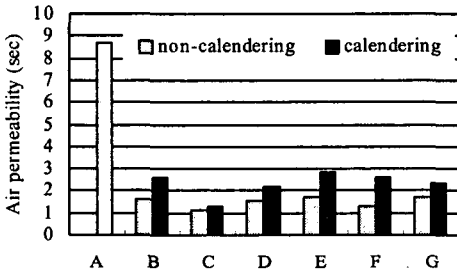


Fig. 3. Air permeability of Hanji treated in different conditions.

- A : Office paper
- B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)
- C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)
- E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)
- G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

3.1.4 접촉각(Contact angle)

Table 1.은 각 조건에 의해 제조된 한지의 사이즈도를 측정 한 것이다.

Table 1. Contact angle of Hanji treated in different conditions.

	A	B	C	D	E	F	G
Before calendering		0	53.09	60.45	52.72	57.88	65.35
After calendering	63.81	0	57.77	64.30	54.38	61.48	66.40

A : Office paper

B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)

C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)

D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)

E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)

F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

(가) 기존한지(B)와 AKD를 첨가한 한지(C,D)의 사이즈도 비교

기존한지의 경우 물 흡수가 너무 빠르기 때문에 사이즈도 측정이 불가능하였다. 그러나 AKD를 첨가한 한지의 경우 사이즈도가 Table 1과 같이 크게 증가되었다. 또한 AKD의 첨가량과 사이즈도가 근소하게 비례하는 것을 알 수 있는데, 이는 AKD의 첨가량이 사이즈도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

(나) 기존한지(B)와 외첨 사이즈제 처리를 한 한지(F)의 사이즈도 비교

기존한지의 경우 사이즈도 측정이 불가능하였으나 PAM 0.5%를 첨가한 한지에 표면 사이징 처리 한 후 사이즈도를 측정하였을 때 사이즈도가 크게 상승하는 것을 알 수 있었다.

(다) 칼렌더 처리 전·후의 사이즈도

칼렌더 처리한 경우 Table 1에서 알 수 있는 것처럼 전반적으로 칼렌더 처리 전보다 높은 사이즈도를 나타냈다.

3.1.5 불투명도(Opacity)

Fig. 4는 각 조건에 의해 제조된 한지의 불투명도를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 내첨 및 외첨 사이징 공정을 통한 한지 모두 기존한지와 비슷한 불투명도를 나타내는 것으로 보아 사이즈제의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있었다. 또한

칼렌더 공정을 통하여 각 조건별로 제조된 한지의 불투명도가 상승되는 것을 확인 할 수 있었다.

3.1.6 백지광택 (Paper gloss)

Fig. 5는 각 조건에 의해 제조된 한지의 백지광택을 나타낸 것이다. Fig. 5에서 알 수 있듯이 칼렌더 공정을 통하여 모든 조건별 제조된 한지의 백지광택이 상승되는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 내침과 외침 사이징 처리를 하여 제조한 한지는 내침 사이징 처리만을 한 한지보다 백지광택이 저하됨을 알 수 있었다.

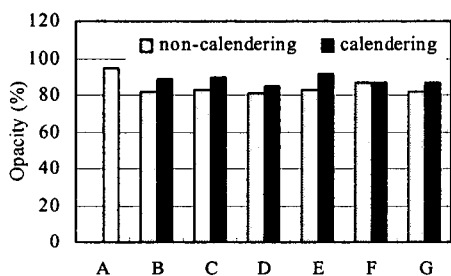


Fig. 4. Opacity of Hanji treated in different conditions.

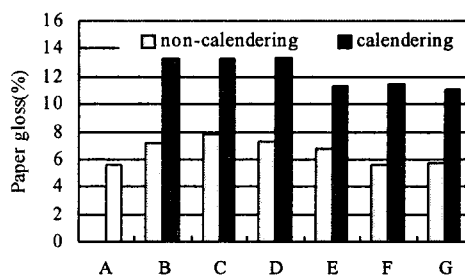


Fig. 5. Paper Gloss of Hanji treated in different conditions

- A : Office paper
- B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)
- C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)
- E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)
- G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

3.2 인쇄적성 평가

3.2.1 잉크 수리성(Ink receptivity)

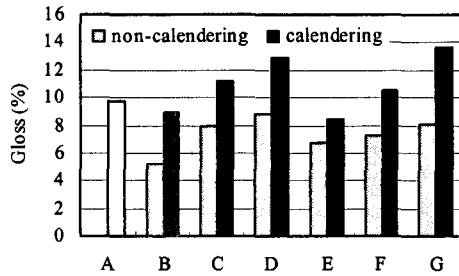


Fig. 6. Ink receptivity of Hanji treated in different conditions.

- A : Office paper
- B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)
- C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)
- E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)
- G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

Fig. 6은 종이에 전이된 잉크가 건조된 후 광택을 측정한 결과이다. Fig. 6에서 알 수 있듯이 칼렌더 처리 전보다 칼렌더 처리 후 모든 조건별 한지에서 인쇄광택이 개선되는 것을 알 수 있었으며 C, D와 F, G의 결과를 볼 때 AKD 첨가량에 따라 인쇄광택이 상승하는 것으로 보아 인쇄광택과 AKD량이 비례하는 것을 알 수 있었다. 그러나 내침 처리와 외침 처리간의 큰 차이는 없었다.

3.2.2 뜯김 강도(Dry pick strength)

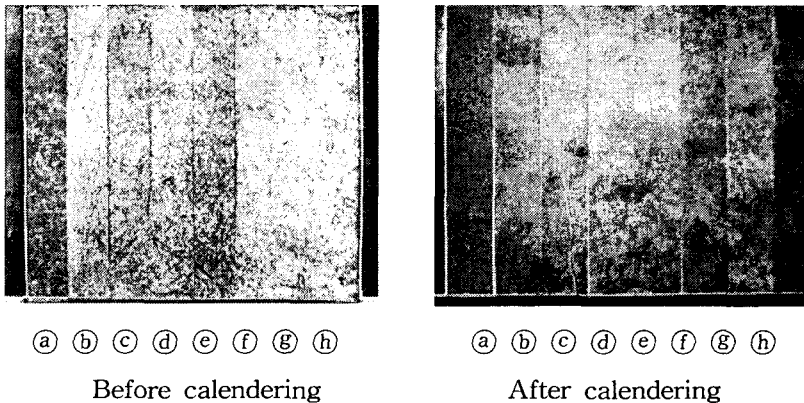


Fig. 7. Photographs of dry pick strength.

- ㉑ : Office paper ㉒ : Mulberry fiber + PAM 0.5% (40g/m²)
- ㉓ : Mulberry fiber + PAM 0.5% (60g/m²)
- ㉔ : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- ㉕ : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% +AKD 1%)
- ㉖ : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- ㉗ : Internal sizing agent (PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- ㉘ : Internal sizing agent (PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA - Type 5%)

Fig. 7은 각 조건별로 제조된 한지의 뜯김 강도를 실험한 결과이다. 칼렌더 처리 전의 한지의 실험에서는 뜯김 강도를 육안으로 구분하기 힘들었으며, 칼렌더 처리 전의 한지와 칼렌더 처리 후의 실험을 비교하였을 때 칼렌더 처리 후의 뜯김 강도가 개선된 것을 확인 할 수 있었다.

3.2.3 습윤 뜯김강도(Wet pick strength)

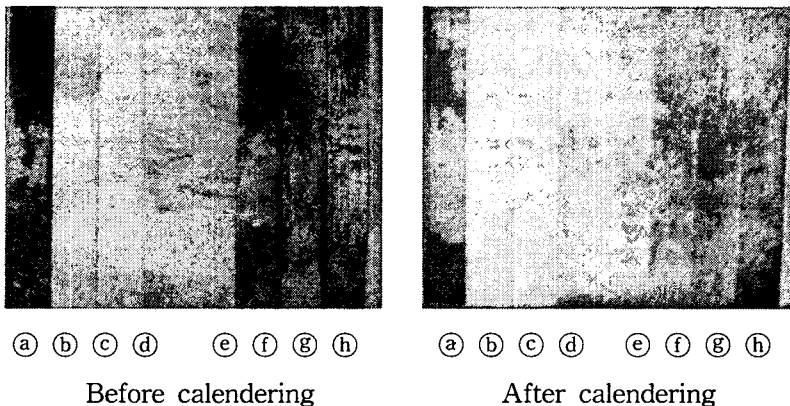


Fig. 8. Photographs of wet pick strength.

- ㉑ : Office paper ㉒ : Mulberry fiber + PAM 0.5% (40g/m²)
- ㉓ : Mulberry fiber + PAM 0.5% (60g/m²)
- ㉔ : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- ㉕ : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% +AKD 1%)
- ㉖ : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- ㉗ : Internal sizing agent (PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- ㉘ : Internal sizing agent (PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA - Type 5%)

Fig. 8은 각 조건별로 제조된 한지의 습윤 뜯김 강도를 실험한 결과이다. 각 조건별

한지는 인쇄용지에 비해 습윤 뜯김 강도가 감소하는 것을 확인 할 수 있었으며, 내침과 외침을 동시에 처리하여 제조한 한지의 경우 기존의 한지 및 내침 사이즈제만을 첨가한 한지보다 습윤 뜯김 강도가 더 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

그러나 칼렌더 처리 전후를 비교해보면 표면사이징 처리에 따른 변화만큼 큰 차이는 없었다.

3.3 제조한 한지의 인쇄품질 평가

3.3.1 망점분석

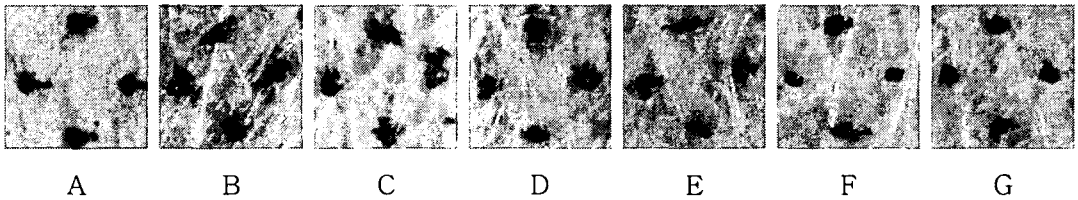


Fig. 9. Ink-jet printed dots of Hanji before calendaring.

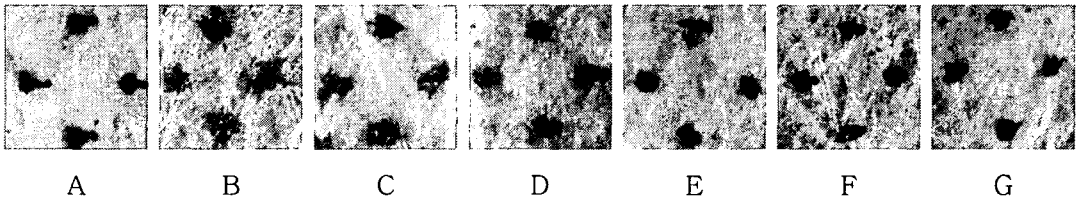


Fig. 10. Ink-jet printed dots of Hanji after calendaring.

- A : Office paper
- B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)
- C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)
- E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)
- G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

(가) 제조한 한지의 칼렌더 처리 전 망점 인쇄

Fig. 9는 각 조건에 따라 한지를 제조한 후 잉크젯 프린터로 망점을 인쇄하여 화상분석기로 관찰한 사진이다. Fig. 9에서 보는 바와 같이 한지(PAM 0.5%)에 망점을 인쇄하였을 경우 잉크의 번짐이 큰 것을 알 수 있었으며 한지 제조 시 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조한 한지는 기존 한지에 비해 잉크의 번짐이 적음을 알 수 있었다. 또한 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조된 한지에 표면 사이징 처리한 경우가 내침사이징만 처리한 경우보다 잉크의 번짐이 적었으며 선명한 인쇄 망점을 관찰 할 수 있었다.

(나) 제조한 한지의 칼렌더 처리 후 망점 인쇄

Fig. 10은 각 조건에 따라 한지를 제조하고 칼렌더 공정 후 잉크젯 프린터로 망점을 인쇄하여 화상분석기로 관찰한 사진이다. 한지(PAM 0.5%)의 경우 칼렌더 처리를 하였음에도 불구하고 잉크의 번짐이 컸으며, 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조한 한지에 표면 사이징 처리하였을 경우 잉크의 번짐이 적었으며 선명한 인쇄 망점을 관찰 할 수 있었다. 또한 칼렌더 처리를 통하여 표면이 보다 평활해짐으로써 불균일했던 인쇄망점이 보다 균일해짐을 알 수 있었다.

3.3.2 문자(밖) 분석

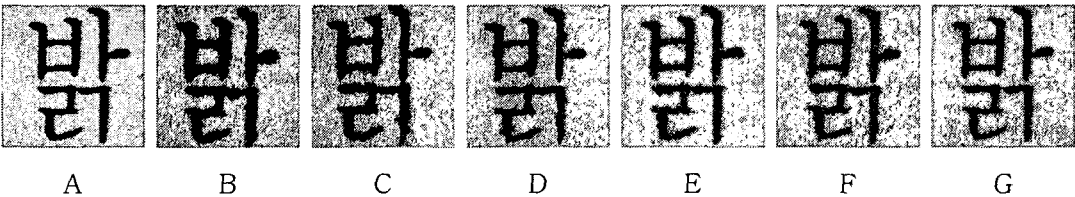


Fig. 11. Ink-jet Printed characters of samples before calendering.

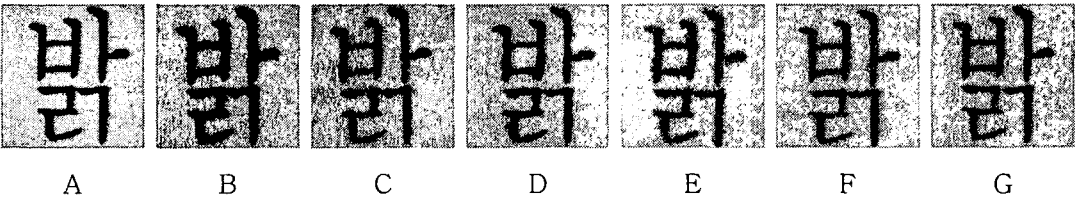


Fig. 12. Ink-jet printed characters of samples after calendering.

- A : Office paper
- B : Mulberry fiber + PAM 0.5% (Korean traditional paper)
- C : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%)
- D : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%)
- E : Mulberry fiber + PAM 0.5% + surface sizing agent (SA - Type 5%)
- F : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 0.5%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)
- G : Internal sizing agent (Mulberry fiber + PAM 0.5% + AKD 1%) + surface sizing agent (SA-Type 5%)

(가) 제조된 한지의 칼렌더 처리 전 문자(밝) 인쇄

Fig. 11은 각 조건에 따라 한지를 제조한 후 잉크젯 프린터로 글자를 인쇄하여 화상분석기로 관찰한 사진이다. 한지(PAM 0.5%)에 인쇄를 하였을 경우 잉크의 번짐이 컸으며 내침 처리 후 표면사이징 한 한지(G)의 경우 문자의 인쇄 품질이 복사용지에 근접한 발목도를 보였다. 문자의 경우도 망점의 경우와 같이 한지 제조시 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조된 한지는 기존 한지에 비해 잉크의 번짐이 적었다. 또한 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조한 한지에 표면사이징을 실시하였을 경우 기존의 한지보다 더 좋은 인쇄 품질을 갖을 수 있음을 관찰 할 수 있었다.

(나) 제조된 한지의 칼렌더 후 문자(밝) 인쇄

Fig. 12는 각 조건별로 제조된 한지를 칼렌더 처리 후 잉크젯 프린터로 문자를 인쇄하여 화상분석기로 관찰한 사진이다. 앞의 망점인쇄의 결과에서 나타난 것과 같이 칼렌더 처리를 통하여 표면이 보다 평활해짐으로서 불균일했던 인쇄망점이 보다 균일해짐으로서 문자의 선명도 역시 개선됨을 알 수 있었다.

4. 결 론

기존의 전통한지는 평활도가 떨어져 인쇄광택 및 잉크수리성이 균일하지 못하며 전체적으로 밀도가 낮고 bulky하여 잉크의 번짐으로 얼룩이 심하고 표면강도가 약해 인쇄 시 뜯김현상이 발생한다.

본 연구에서 제조한 한지의 경우 칼렌더 처리 후 기존의 인쇄용지와 비슷한 거칠음도가 나타났으며, 평활도 역시 칼렌더 처리 후 인쇄용지와 유사한 평활도를 얻을 수 있었다. 또한 칼렌더 처리를 통하여 한지의 부피가 줄어들고 공극이 줄어들음에 따라

투기도의 상승효과를 확인 할 수 있었다.

외침 및 표면 사이징 처리 후 사이즈도가 상승하였고 내침처리만 실시한 한지에 비하여 내침 및 외침을 동시에 실시한 한지에서 더 높은 사이즈도가 발현되었으며, 또한 칼렌더 처리 전보다는 칼렌더 처리 후 더 높은 사이즈도를 나타내었다.

불투명도의 경우 사이즈제의 영향은 없었으며 칼렌더 처리 후 불투명도의 향상을 확인 할 수 있었다.

칼렌더 처리 후 각 조건별 제조한 한지의 백지광택이 상승하였으며, 내침 및 외침한 한지의 경우 내침 처리만을 실시한 한지보다 백지광택이 저함 됨을 확인 할 수 있었다.

인쇄 적성 평가에서는 칼렌더 처리 전보다 칼렌더 처리 후 모든 조건별 한지에서 인쇄광택이 개선되는 것을 알 수 있었으며, 뜯김강도 또한 칼렌더 처리 후 상승됨을 확인 할 수 있었다.

습윤 뜯김 강도의 경우 내침과 외침을 동시에 처리하여 제조한 한지가 기존의 한지 및 내침 사이즈제만을 첨가한 한지보다 습윤 뜯김 강도가 우수하게 나타났다.

인쇄 품질 평가에서는 내침 사이즈제를 첨가시켜 제조한 한지에 표면 사이징 처리 하였을 경우 잉크의 번짐이 적었으며 선명한 인쇄 망점 및 문자를 관찰 할 수 있었다. 또한 칼렌더 처리를 통하여 표면이 보다 평활해짐으로써 불균일했던 인쇄망점 및 문자가 보다 균일해짐을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. 김봉태, 조육기, 이범순, 특수한지 개발에 관한 연구, 국립공예연구소 회보 23, p.77-81, 1973
2. 민춘기, 제조방법 및 가공처리에 따른 전통한지의 물성에 관한 연구, 교육부 특성화 보고서, 1999
3. 전량, 한지 용도에 따른 물성의 표준화 기술 개발에 관한 연구, 통상산업부, 1998
4. 조남석, 「개량펄프화법으로 제조한 새로운 한지의 특성(A New Improvement of Traditional Hanji Manufacturing Technology from Paper Mulberries)」. Journal of

the Korean Conservation Science for Cultural Propertie, Vol. 4, No. 1, 1995.

5. 조남석, 설포메틸화 펄프화법을 이용한 속성 닥나무로부터 전통한지의 제조 연구 「
Manufacturing of the Korean Traditional Paper(Hanji) from Fast-growing Paper
Mulberry by Sulfomethylation Pulping」. Journal of Korea Tappi, Vol. 28, No. 2,
1996.