

# 닥나무 대체섬유를 활용한 기능성 강화 한지에 대한 연구(I)

## Study on functional korean traditional paper using substitute fiber of paper mulberry

서정민 · 김철환 · 이지영 · 이영록 · 신태기 · 정호경

경상대학교 임산공학과

### 1. 서 론

우리 민족의 지혜와 혼이 깃든 우리의 전통 첨단 과학 소재인 한지(韓紙)는 중성지로서 우수한 강도를 가지고 있고 양지(洋紙)에 비해 지질이 온화하고 따뜻한 느낌을 주며 착색된 색상이 부드럽고 기록 보존성이 우수한 장점을 지니고 있다. 이러한 한지는 문서의 기록·보관용, 일상생활, 전통 공예 그리고 문화 분야에서 널리 이용되었다. 기록·보관용 측면에서 주 용도는 서책의 인쇄용이며 각종 문서지, 서간지, 서화지, 시문지, 시지(試紙) 등의 용도에 따라 사용되었다.

최근 사무용지의 팬시화로 인쇄가 가능한 봉투, 엽서, 각종 무늬지와 색지의 시장이 빠르게 형성되어가고 있지만, 전통한지를 이용한 제품의 활용은 미비한 현실이다. 한지의 원료인 닥섬유는 장섬유로서 한지를 인쇄용지로 사용할 경우 종이표면의 평활도, 거칠음도 등이 양지에 비하여 매우 부적합한 단점을 나타내고 있다. 이러한 한지의 단점을 보완하기 위해서는 닥섬유 이외 대체섬유 사용이 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 닥섬유 대체섬유개발을 목표로 활엽수, 대나무, 고추대, 콩대, 다시마 섬유를 닥섬유와 혼합하여 한지 제조 및 물성평가, 인쇄적성 평가를 실시하였으며 이를 통해 기능성 강화 한지 개발을 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 공시재료 및 시약

함수율 82.27%인 닥섬유를 사용하여 한지를 제조하였으며 대체섬유로는 활엽수, 대나무, 고추대, 콩대, 다시마 섬유를 사용하였다. 시약으로는 alkyl ketene dimer(AKD,

고형분. 15.7%)를 사용하였다.

### 2.3. 실험방법

#### 2.3.1 한지 제조

TAPPI Test Method T205 SP-2에 의거하여 평량 80g/m<sup>2</sup>을 기준으로 한지를 제조하였으며, 인쇄적성을 향상시키기 위하여 활엽수섬유, 대나무섬유, 고추대섬유, 콩대섬유, 다시마섬유를 10, 20, 30, 40%의 비율로 혼합하였다.(단, 다시마펄프는 5%, 10%, 20%의 비율로 혼합하였다) 이때 혼합하는 펄프의 여수도를 300mL CSF로 동일하게 맞추는 후 한지를 제조하였다.(단, 다시마펄프는 100mL CSF로 하였다) 닥섬유의 경우 구입한 섬유를 헤리만 하여 사용하였다. 이때 닥섬유의 여수도는 705mL CSF였다.

#### 2.3.2 시편 제작

시편을 기건 상태로 건조시킨 다음 Fig. 1과 같이 칩화시켰다.



Fig. 1. Chip.

#### 2.3.3 Kraft pulping

활성알카리 농도를 35%, 황화도는 25%, 증해온도는 170°C, 증해시간은 180분, 액비 (Bamboo/Liquor)는 1/4의 펄핑조건으로 kraft pulping을 실시하였다.

#### 2.3.4 Soda pulping

NaOH의 량(전건대비)을 10%, 증해온도는 170°C, 증해시간을 180분, 액비 (Bamboo/Liquor)는 1/4의 펄핑조건으로 soda pulping을 실시하였다.

#### 2.3.5 섬유 표백

ClO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 이용하여 2단 표백을 실시하였다.

### 2.3.6 내침 sizing

내침 사이즈제로 중성사이즈제인 AKD를 사용하고 전건펄프대비 0.5%를 혼합하였다.

### 2.3.7 칼렌더 처리

Soft & Super Calender(SMT, CO, LTD)를 이용하여 칼렌더 처리를 실시하였다.

### 2.3.8 물리적 성질 측정

조습 처리된 시편을 TAPPI Test Method에 의거하여 열단장, 인열강도, 평활도, 거칠음도 등을 측정하였다.

### 2.3.9 광학적 성질 측정

조습 처리된 시편을 TAPPI Test Method T452 om-98에 따라 백색도(Technidyne color Touch2 Model ISO), T425 om-96에 따라 불투명도(Technidyne color Touch2 Model ISO)를 측정하였다.

### 2.3.10 한지 표면분석

한지의 표면상태를 알아보기 위하여 칼렌더 처리 후 주사전자현미경(JSM-6380LV, Jeol., Japen)으로 500배의 배율로 관찰하였다.

### 2.3.11 제조한 한지의 인쇄품질 평가

각 조건에 의해 제조된 각각의 한지에 안료잉크(HPC8727A black)를 이용하여 HP Deskjet 3745 프린터로 인쇄한 후 실체현미경을 이용하여 15배의 배율에서 인쇄적성을 평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 물리적 특성

### 3.1.1 열단장(Breaking length)

실험실적으로 제조된 한지의 열단장을 Fig. 2에 나타내었다. 칼렌더 처리 전후의 열단장의 차이는 크지 않았지만 활엽수섬유를 혼합한 한지의 열단장이 고추대, 대나무, 콩대, 다시마 섬유를 혼합한 한지보다 높게 나타났다. 콩대, 고추대 섬유를 30% 혼합하여 제조한 한지는 100% 섬유를 혼합하여 제조한 한지 다음으로 열단장이 높았다.

### 3.1.2 인열지수(tear index)

실험실적으로 제조된 한지의 인열지수를 Fig. 3에 나타내었다. 칼렌더 처리 후의 인열지수는 감소하였다. 고추대, 콩대 섬유를 혼합한 한지의 인열지수가 활엽수, 대나무, 다시마 섬유를 혼합한 한지보다 높게 나타났다. 섬유 혼합 비율이 증가함에 따라 인열지수 값은 감소하였다.

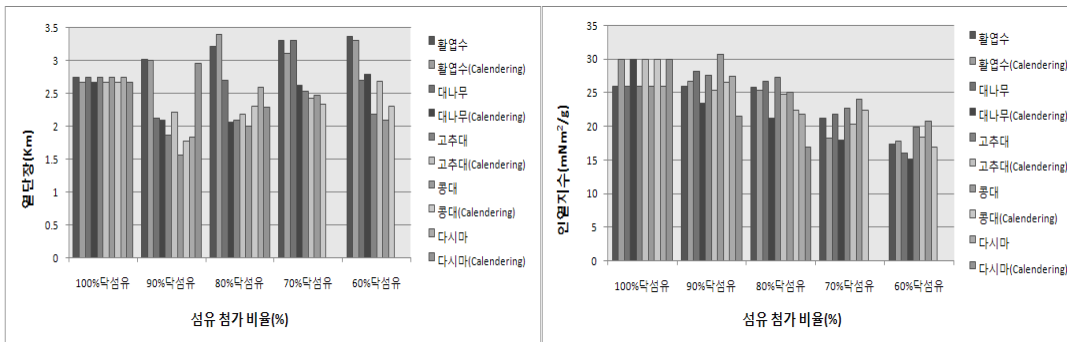


Fig. 2. Breaking length of Hanji treated in different conditions.

Fig. 3. Tear index of Hanji treated in different conditions.

## 3.2 광학적 특성

### 3.2.1 백색도(brightness)

실험실적으로 제조된 한지의 백색도를 Fig. 4에 나타내었다. 칼렌더 처리 전후의 백색도의 차이는 크지 않았고 표백이 잘 되지 않은 콩대 섬유를 혼합한 한지의 백색도가 다른 섬유를 혼합한 한지보다 낮게 나타났다.

### 3.2.2 불투명도(opacity)

실험실적으로 제조된 한지의 불투명도를 Fig. 5에 나타내었다. 칼렌더 처리 전후의 불투명도의 차이는 크지 않았고 콩대 섬유를 혼합한 한지의 불투명도가 가장 높게 나

타났다.

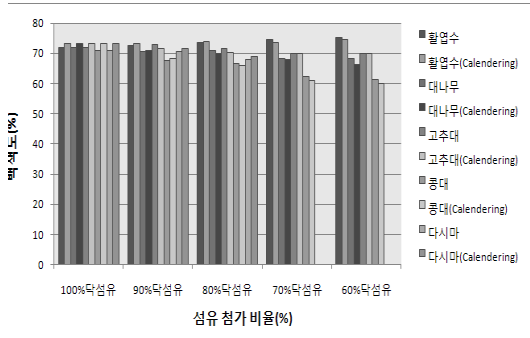


Fig. 4. Brightness of Hanji treated in different conditions.

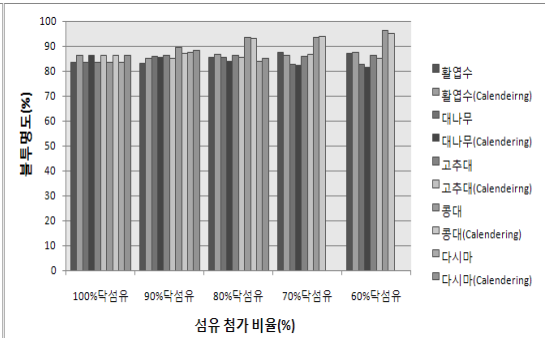


Fig. 5. Opacity of Hanji treated in different conditions

### 3.3 표면 특성

#### 3.3.1 평활도(smoothness)

실험실적으로 제조된 한지의 평활도를 Fig. 6에 나타내었다. 칼렌더 처리 후의 평활도는 높아졌고 섬유 혼합 비율이 증가함에 따라 활엽수, 다시마섬유를 혼합한 한지의 평활도가 활엽수, 고추대, 대나무, 콩대 섬유를 혼합한 한지보다 높게 나타났다.

#### 3.3.2 거칠음도(Roughness)

실험실적으로 제조된 한지의 거칠음도를 Fig. 7에 나타내었다. 칼렌더 처리 전후 거칠음도는 낮아졌고 섬유 혼합 비율이 증가함에 따라 낮아졌다.

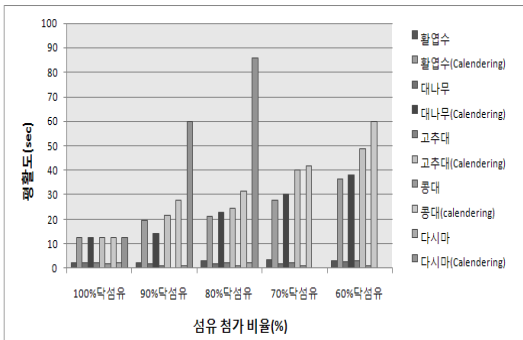


Fig. 6. Smoothness of Hanji treated in different conditions.

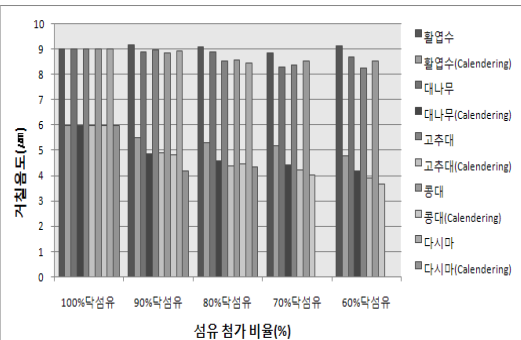


Fig. 7. Roughness of Hanji treated in different conditions.

### 3.3.3 SEM image 관찰

주사전자현미경(JSM-6380LV, Jeol., Japen)으로 500배의 배율로 한지의 표면을 관찰한 것을 Fig. 8에 나타내었다. 측정에 사용된 한지는 활엽수, 대나무, 고추대, 콩대, 다시마 섬유 40%를 혼합한 것이다. 장섬유인 닥섬유와 단섬유인 활엽수, 대나무, 고추대, 콩대, 다시마 섬유를 관찰 할 수 있었고, 단섬유가 장섬유 사이의 공극을 채워줌으로서 평활도, 거칠음을 개선시키는 것으로 판단된다.

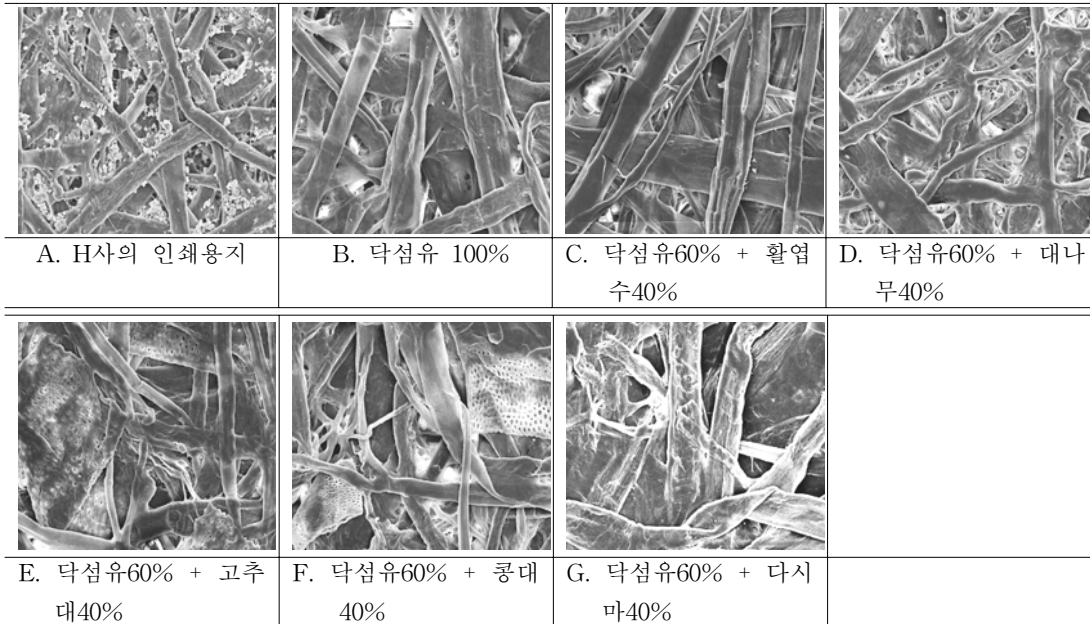


Fig. 8. SEM images of Hanji treated in different conditions.

### 3.4 인쇄 적성

제조된 한지를 잉크젯 프린터로 글자를 인쇄하여 실체현미경을 이용하여 15배의 배율에서 관찰한 사진을 Fig. 9에 나타내었다. 100% 닥섬유로 제조한 한지와 복사용지를 비교하였을 때 확연한 차이가 났다. 하지만 다시마 섬유를 제외한 대체섬유를 혼합하였을 시 잉크의 번짐이 적어졌고 문자가 선명하게 나타났다. 또한 AKD를 혼합하였을 때에는 그 선명함이 더 높았고 칼렌더 처리 후에도 전보다 선명해짐을 알 수 있었다.

A K D 무		H사의 복사용지	닥섬유 100%	활엽수 40%	대나무 40%	고추대 40%	콩대 40%	다시마 20%
	칼 렌							

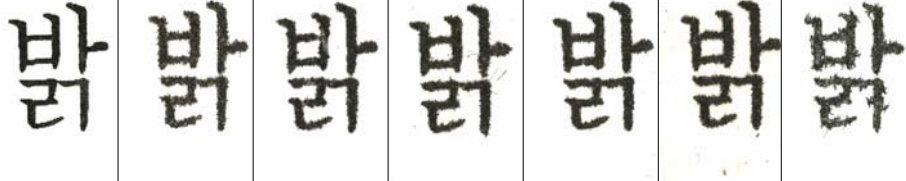

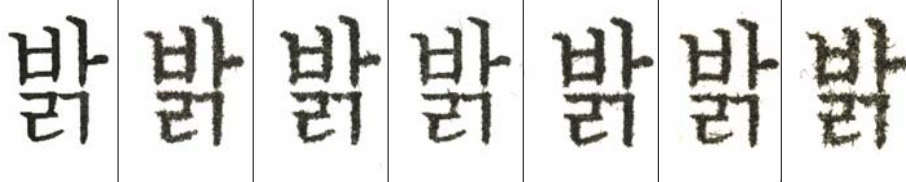
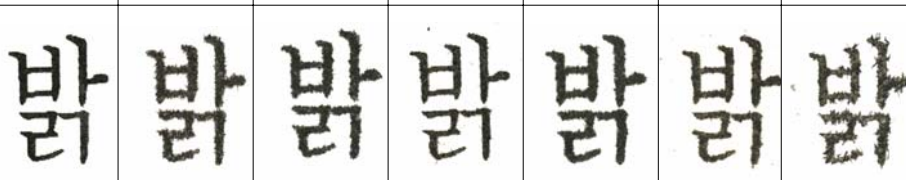
첨가	더치리전							
	칼렌더처리후							
AKD 0.5% 첨가		H사의 복사용지	닥섬유 100%	활엽수 40%	대나무 40%	고추대 40%	콩대 40%	다시마 20%
	칼렌더처리전							
	칼렌더처리후							

Fig. 9. Ink-jet Printed characters of samples

#### 4. 결 론

본 연구에서는 활엽수, 대나무, 고추대, 콩대, 다시마 섬유를 닥섬유와 혼합하여 한지 제조 및 물성평가, 인쇄적성을 실시하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

대체섬유를 닥섬유와 혼합하여 한지를 제조 시 인장강도는 활엽수를 혼합하여 제조한 한지만 높게 나타났고 인열강도는 모든 대체섬유를 혼합한 한지에서 낮게 나타났다. 또한 대체섬유 혼합비율이 높아짐에 따라 낮게 나타났다. 이는 단섬유인 대체섬유가 많아짐에 따라 강도적 성질이 떨어지는 것으로 생각되어진다.

평활도의 경우 대체섬유 혼합비율이 높아짐에 따라 평활도가 높게 나타났고 칼렌더 처리 후에 더 높게 나타났다. 거칠음도는 혼합비율이 높아짐에 따라 낮게 나타났고 또한 칼렌더 처리 후에 더 낮게 나타났다.

SEM을 통한 표면관찰을 통해 장섬유인 닥섬유에 단섬유인 대체섬유들이 공극을 채우는 걸 알 수 있었고 기존 한지가 가지고 있는 평활도와 거칠음도가 개선되었다. 또한 칼렌더 처리 후 더 개선이 되었다.

인쇄적성 평가에서는 다시마 섬유를 제외한 대체섬유를 혼합 시 잉크번짐이 적었고 선명한 문자를 확인 할 수 있었다. 또한 AKD 첨가, 칼렌더 처리 후 더 선명한 문자를 확인할 수 있었다. 그 결과 대나무, 콩대, 고추대 섬유가 다른 대체섬유 보다 우수한 인쇄적성을 나타내었다.

### 참 고 문 헌

1. 강진기, 김철환, 박종열 국내산 죽순대의 펄프화를 위한 연구, 농업생명과학연구 36(4):27-33(2002)
2. 이명구, 현경수, 한지의 인쇄 적성향상, 한국펄프종이공학회 추계학술발표논문집, 192-204(2005)
3. 이명구, 윤승락, 김민중, Kenaf를 이용한 한지의 염색 및 인쇄적성 향상, 한국펄프종이공학회 추계학술발표논문집, 233-239(2006)
4. C-H Kang, S-J Park Studies on the Production of Various Chemical Pulps from Bamboo, journal of korea TAPPI 32(3):57-64(2000)
5. Comparison of Physical Properties of Hanjis Made by Different Sheet Forming Processes, journal of korea TAPPI 33(4):21-27(2001)