

대체보조섬유를 이용한 Watermark 삽입 한지의 제조

조정혜 · 김강재 · 박성배^{*1} · 김철환^{*2} · 엄태진[†]

(2009년 7월 16일 접수: 2009년 9월 10일 채택)

Characterization of Watermarked Hanji prepared with Non-Mulberry Mixed Fibers.

Jung-Hye Cho, Kang-Jae Kim, Seong-Bae Park^{*1}, Chul-Hwan Kim^{*2}, Tae-Jin Eom[†]

(Received July 16, 2009; Accepted September 10, 2009)

ABSTRACT

The new way of utilization of Hanji need to develop for adding high value added. An watermarked Hanji was prepared with non-mulberry mixed fibers and the properties were investigated.

The mechanical properties of non-mulberry fiber mixed Hanji were very similar to mulberry fiber Hanji. The non-mulberry fiber mixed Hanji was a little brighter than original Hanji. The air permeability and pore size of the hot pepper fiber mixed Hanji were decreased depending on the content of hot pepper fiber. The printing ability of watermarked Hanji made of non-mulberry mixed fibers was higher than that of original paper mulberry Hanji. The preservation properties of non-mulberry fiber mixed watermarked Hanji were almost same as those of the original Hanji.

Keywords : Hanji, watermarked paper, hot pepper fiber, bamboo fiber, preservation properties.

1. 서론

우리나라는 한지 제조 방법의 복원에 관해서는 많은 노력을 기울이고 있지만 한지 자체의 소재적 특성에 관한 연구나 기능성 강화를 통한 첨단 소재화 연구

는 아직 미흡한 점이 많다. 한지는 지금까지 기록위주, 특히 서화용으로 사용되어 왔기에 양지와 비교했을 때 활용도 면에서 한계가 있다. 특히 한지의 태생적인 거친 표면은 양지에 비해 평활도가 낮아 인쇄 시 인쇄광택 및 잉크수리성이 균일하지 못해 번짐이 발생하므로 대중적으로 보급되고 있는 인쇄용지로 이용

• 경북대학교 농업생명과학대학 임산공학과 (Dept. of Wood Science and Technology, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea)

*¹ 행정자치부 국가기록원 (Government complex, #2-402, Seonsaro 139, Seo-gu, 302-701, Deajeon, Korea)

*² 경상대학교 임산공학과 (Dept. of Forest Sciences/IALS, Gyeongsang National Univ., Jinju, 660-701, Korea)

† 교신저자(corresponding author) :E-mail: tjeom@knu.ac.kr

하기 위해서는 풀어야 할 많은 과제를 안고 있다.^{1,3)} 따라서 현재 우리나라 고유의 전통 한지가 지니는 여러 가지 문제점들을 개선하면, 용도의 다양화와 고부가가치화를 통하여 경쟁력을 키워나갈 수 있을 것이다.

우리의 전통 유산인 한지는 친환경 소재인 다편을 원료로 하여 만드는 것으로 화학펄프에 비해 섬유장이 길고 섬유간 결합도 강하여 강도 면에서 우수할 뿐만 아니라 양지에 비해 지질이 온화하고 따뜻한 느낌을 가지며 착색된 색상이 부드럽고 기록 보존성이 우수한 장점을 가지고 있다.^{1,4,5)} 따라서 이를 임명장이나 상장, 국가간의 협약서 등에 활용하면 기존의 양지보다 더욱 고급스러워 보이는 효과를 나타낼 수 있을 것이다. 또한 여기에 보안성 등을 첨가하면 보다 고기능의 한지를 제조할 수 있다.

Watermark란 비침무늬라고도 하며, 종이를 만들 때 종이가 젖어 있는 동안 제지용 섬유의 두께를 변화시켜 만드는 무늬로, 이 무늬는 종이를 광원(光原)에 비추면 명확히 볼 수 있다. Watermark는 13세기말 이전에 이탈리아에서 만들어졌다고 알려져 있으며, 2가지 형태의 water mark가 생산되고 있다. 빛을 비추면 반투명해지는 일반적인 형태는 쇠그물판(수공제지용)이나 덴디롤(기계제지용)의 그물무늬로 만들어진다. '음영' watermark는 쇠그물 판으로 압축하여 만들며, 이로 인해 섬유의 밀도가 더 높아져 빛을 비추면 음영이 지거나 보다 어두운 무늬가 나타난다. Watermark는 제조업자나 종이의 등급을 표시하기 위해 상업적으로 종종 사용되며, 또한 위조나 모조를 식별 및 방지하기 위해 이용되기도 한다.⁶⁾

본 연구에서는 선행연구에서 탐색한 대체보조섬유^{7,8)}를 다편과 혼합하여 인쇄품질을 개선하고, 워터마크를 삽입하여 보안성을 지닌 한지를 제조하였

다.⁹⁾ 그리고 열화 실험을 통해 대체보조섬유를 첨가하더라도 기존 한지의 장점인 보존성이 유지되는지도 연구하여, 임명장이나 상장, 국가간 외교문서 등의 고품위·고기능 한지 문서 제조의 가능성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시 재료

고추대와 대나무로부터 제조된 펄프를 각각 20%씩 첨가하여, watermark가 삽입된 한지를 제조하였다. 제조 시 잣물로 육재를 썼고, 황촉규를 점액질로 사용하였으며, 외발뜨기로 제조하였다. 또한 일광표백하고, 철판에 건조하였다.

대체보조섬유의 종류 및 특성을 Table 1에 나타냈으며, watermark가 삽입된 한지의 예를 Fig. 1에 나타냈다.

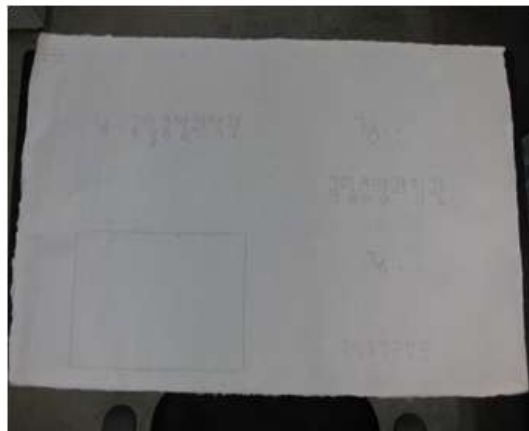


Fig. 1. Sample of watermarked Hanji.

Table 1. Appearance and origin of fibers

Alternative fiber of paper mulberry	Sample name	Species of trees (scientific name)	Average length of fiber(mm)	Average width of fiber(μm)
Paper mulberry (control)	M	Broussonetia kazinoki	10.39	27.29
Bamboo	B	Bambusoideae	0.78	13.60
Hot pepper	P	Capsicum annum	0.47	14.20

2.2 대체보조섬유를 첨가한 한지의 특성 조사

2.2.1 물리적 특성

한국산업규격에 의거하여 인장지수(M 7014), 인열지수(M 7016), 내절도(M 7065) 및 stiffness(M 7077)를 측정하였다.

2.2.2 광학적 특성

Spectrocolorimeter(JX777, JAPAN)을 사용하여 시료 표면을 5회 반복 측정 후 그 평균값으로 색도를 비교·관찰하였다.

2.2.3 통기성

대체보조섬유가 첨가된 한지의 통기성을 알아보기 위해 투기도와 섬유 간 공극을 측정하였다. 투기도는 KS M 7020에 의거하여 투기도 시험기(SSM -081, Sun-woo Co. Ltd., Korea)를 사용하여 측정하였으며, 섬유간 공극은 비디오 현미경 (SDC-411, Samsung, Korea)으로 시료의 표면을 촬영한 후, 현미경 software로 측정·분석하였다.

2.2.4 흡습성

대체보조섬유가 첨가된 한지의 수분특성을 알아보기 위해 흡수도를 조사하였다. 흡수도는 100 ml의 물이 들어있는 비커에 5×5 cm의 한지를 투입하여 30 초간 침적시킨 후, 꺼내어 표면의 물을 여과지로 제거하고 한지의 투입 전·후의 무게를 측정하여 그 비율을 계산하였다.

2.2.5 인쇄품질

대체보조섬유를 첨가한 한지의 인쇄품질을 조사하기 위해 잉크젯 프린터(HP 3550)와 레이저젯 프린터(Samsung CLP-315K)를 이용하여 상장양식을 인쇄한 후 글씨를 비디오 현미경으로 확대 관찰하였다.

Table 2. Artificial aging conditions of Hanji

Artificial aging conditions	
Temperature	150℃, dry oven
Light	220nm, UV lamp
Acid	10% CH ₃ COOH
Alkali	10% NaOH

2.2.6 열화실험

대체보조섬유가 첨가된 한지의 열, 빛, 산, 알칼리에 의한 열화 정도를 알아보기 위해 40 일 동안 열화실험을 실시하였다. 각 조건은 Table 2과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1 대체보조섬유를 첨가한 한지의 물리적 특성

3.1.1 인장지수

Fig. 2는 대체보조섬유를 첨가하여 제조한 한지의 인장지수를 나타낸 그래프이다. 닥 100 %로 제조한 한지에 비해 대체보조섬유가 첨가된 한지의 인장강도가 더 낮았다.

하지만 이는 단섬유 첨가에 의한 것으로 기존에 유통되고 있는 한지의 인장지수 평균이 60~90 N·m/g 인 것을 감안하면,⁸⁾ 두 종류의 대체보조섬유를 첨가한 한지가 모두 그 기준에 부합했다.

3.1.2 인열지수

Fig. 3은 대체보조섬유를 첨가하여 제조한 한지의 인열지수를 나타낸 그래프이다. 고추대 펄프를 첨가한 한지는 100 % 닥섬유로 제조한 한지보다 단섬유가 많음에도 불구하고 인열강도가 더 높아졌다. 대나무 펄프를 첨가한 한지는 100 % 닥섬유로 제조한 한지보다 낮았으나, 현재 국내에 유통되고 있는 한지의

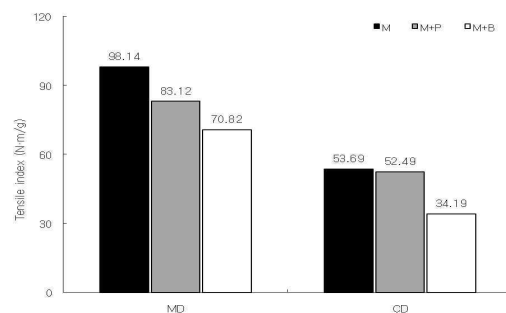


Fig. 2. Tensile index of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

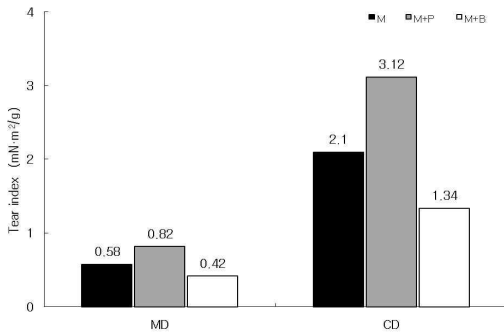


Fig. 3. Tear index of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

평균값인 0.8~1.2 mN·m²/g을 만족시키고 있다.⁸⁾

3.1.3 내절도

대체보조섬유를 첨가하여 제조한 한지의 내절도를 Fig. 4에 나타냈다. 단섬유인 대체보조섬유를 20% 첨가한 한지는 100% 닥섬유로 만들어진 한지보다 내절도가 약간 감소하였으나, 큰 차이는 없었다.

3.1.4 Stiffness

Stiffness가 낮은 종이는 가벼워 보이는 느낌이 드는 반면, stiffness가 높은 종이는 뻣뻣하고 무거운 느낌이 있어 임명장이나 국가간 문서 등 품위 있는 문서에 적합하다.

Fig. 5는 대체보조섬유를 첨가하여 제조한 한지의 Stiffness를 나타낸 그래프이다. 섬유 방향이 발에 직각인 방향에서는 대체보조섬유를 첨가하여 제조한 한지와 닥 100%로 제조한 한지가 거의 비슷한 값

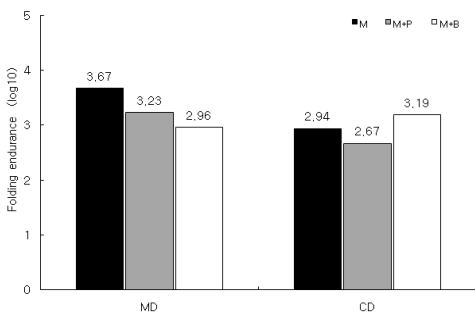


Fig. 4. Folding endurance of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

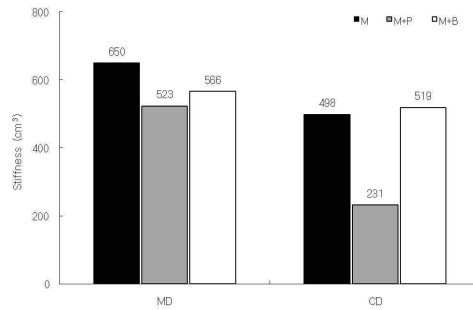


Fig. 5. Stiffness of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

을 나타낸 반면, 발에 평행하는 방향에서는 고추대 펄프를 첨가하여 제조한 한지가 닥섬유 100%로 제조한 한지에 비해 stiffness가 많이 낮았다. 이는 고추대의 섬유장이 짧기 때문이다.

Stiffness만을 고려했을 때는 상장이나 임명장용 한지를 제작할 때 고추대 펄프를 첨가하는 것보다 대나무 펄프를 첨가하는 것이 더 좋을 것으로 추정된다.

3.2 광학적 특성

Table 3.은 대체보조섬유를 첨가한 한지의 색도를 측정한 결과이다. 대체보조섬유를 첨가한 한지의 색도는 닥섬유 100%로 제조한 한지에 비해 L(밝기)값은 거의 비슷하나, a(+빨강, -파랑)값과 b(+노랑, -파랑)값이 약간 증가하여 전체적으로 더 흰 편이었다.

3.3 통기성

Fig. 6은 대체보조섬유를 첨가한 한지의 투기도를 나타낸 그래프이고, Fig. 7은 한지의 섬유 간 공극을 나타낸 그래프이다. 대체보조섬유를 첨가한 한지는 100% 닥 섬유로 만든 한지에 비해 투기도와 섬유 간 공극이 낮았다. 이는 단섬유인 대체보조섬유가 닥 섬유사이의 공극에 들어가 공극을 메우기 때문인데, 특

Table 3. Chromaticity of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

Chromaticity	M	M+P	M+B
L	85.36	86.41	86.14
a	-0.03	0.75	0.88
b	7.51	9.15	10.64

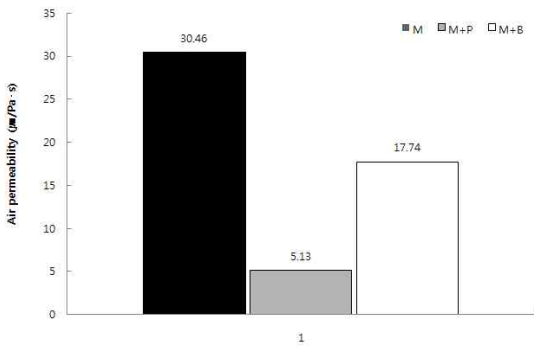


Fig. 6. Air permeability of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

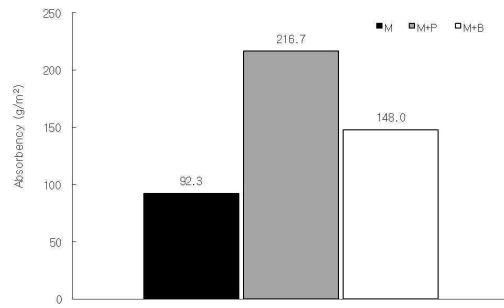


Fig. 8. Moisture absorption of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

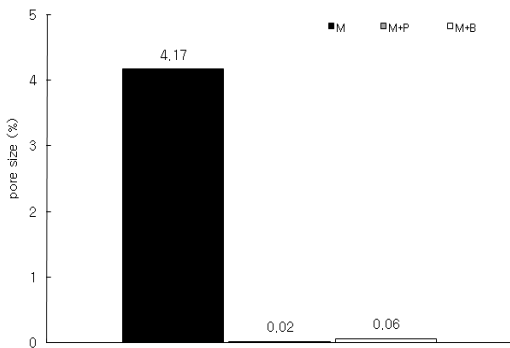


Fig. 7. Pore size of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fibers.

히 고추대 펄프를 첨가한 한지의 투기도가 상당히 낮았다. 공극이 적으면 잉크 인쇄할 때에 잉크의 번짐이 적어 우수한 인쇄 품질을 나타내게 되는데¹⁰⁾, 기존의 닥 섬유만을 사용해 만든 한지보다 대체보조섬유를 첨가한 한지, 특히 고추대를 첨가한 한지가 우수한 인쇄 품질을 나타낼 것으로 추정된다.

3.4 흡습성

한지의 흡수도를 측정한 그래프를 Fig 8에 나타냈다. 대체보조섬유를 첨가한 한지가 기존의 100 % 닥 섬유로만 제조된 한지보다 흡수도가 높았는데, 이는 단섬유가 많이 첨가된 한지가 더 많은 수산기를 가지고 있기 때문에 많은 양의 물을 흡수할 수 있는 것이다.

3.5 인쇄 적성

Table 5는 한지 위에 잉크젯과 레이저젯으로 인쇄한 문자를 비교한 것이다. 잉크젯 인쇄는 고추대 펄프를 첨가한 한지가 복사지와 가장 유사한 인쇄 품질을 보였으며, 레이저젯 인쇄는 대체보조섬유를 첨가한 두 종류의 한지가 모두 복사지의 인쇄 품질에 준하는 수준으로 나타났다.

3.6 열화 특성

한지의 특성 중 가장 중요한 것이 우수한 보존성 즉, 종이로서 수명이 길다는 것이다. 본 연구에서와 같이 기능성을 위해 대체섬유가 첨가된 경우, 보존 특성이 심각히 저하된다면 한지의 우수성을 살린 소재라고 할 수 없다.

대체섬유를 첨가한 한지의 보존 특성을 알아보기 위하여 열, 빛, 산, 알칼 리의 4가지 조건 하에서 열화 실험을 행한 후, 인장지수와 인열지수를 측정하여 각

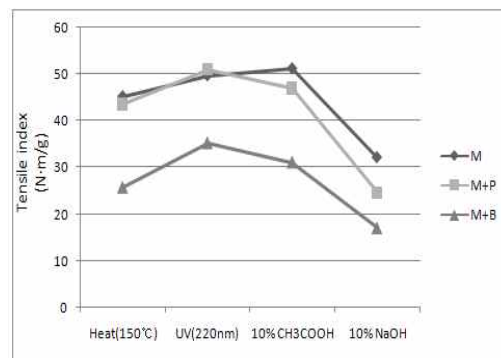










Fig. 9. Tensile index of artificially aged Hanji.

Table 5. Printability of Hanji prepared with Non-mulberry Mixed Fiber

Ink jet				
	Printing paper	M	M + P	M + B
Laser jet				
	Printing paper	M	M + P	M + B

각의 측정값을 Fig. 9와 Fig. 10에 나타냈다. 대나무 펄프를 첨가한 한지는 닥섬유만으로 만든 한지보다 열화 후의 인장지수가 전체적으로 낮았으나, 고추대 펄프를 첨가한 한지는 닥섬유만을 사용하여 만든 한지와 열화 후의 인장지수가 거의 비슷함을 확인할 수 있었다.

인열지수 그래프도 인장지수와 비슷한 형태를 띠었는데, 대나무 펄프를 첨가한 한지는 닥섬유만을 사용하여 만든 한지보다 열화 후의 인장지수가 낮았던 반면, 고추대 펄프를 첨가한 한지는 닥섬유만을 사용하여 만든 한지보다 열화 후의 인열지수가 더 높았다.

이로써 대체보조섬유로 고추대 펄프를 첨가하면 기존 한지의 보존성을 잃지 않을 수 있다는 것을 확인

하였다.

4. 결론

본 연구는 고기능·고품위 한지를 제조하기 위해 보조섬유를 첨가하여 한지를 제조한 후, 특성을 조사하였다.

물리적 특성에 있어서는 기존의 한지보다 대체보조섬유가 첨가된 한지의 인장지수는 조금 낮았으나, 인열강도, 내절도, stiffness에서는 거의 비슷한 값을 나타냈다. 광학적 특성은 대체보조섬유를 첨가한 한지가 닥섬유만을 사용한 한지보다 약간 흰 편이었으나 큰 차이는 보이지 않았으며, 통기성은 대체보조섬유로 고추대 펄프를 첨가한 한지가 닥섬유만을 사용한 한지보다 투기도와 섬유 간 공극이 상당히 낮았고, 이로 인해 인쇄품질도 크게 향상됨을 확인했다. 수분 특성에서도 고추대 펄프를 첨가함으로써 흡수도를 약 2배 이상 개선시킬 수 있었다. 또한 보존성도 유지되었다.

따라서 한지에 대체보조섬유로 고추대 펄프를 첨가하면, 기존의 닥섬유만으로 제조한 한지 수준의 강도와 보존성을 유지하면서도 인쇄품질과 흡수도를 크게 개선시킬 수 있었다.

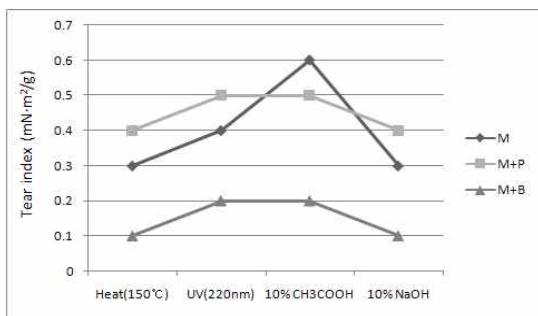


Fig. 10. Tear index of artificially aged Hanji.

사 사

본 연구는 국립중앙과학관에서 주관하는 거래과 학기술응용개발사업인 “전통한지의 기능적 특성 분석과 닥나무 대체 섬유를 이용한 기능성 강화 한지 개발”의 일환으로 수행되었습니다.

인용문헌

1. 현경수, 김민중, 이명구, 한지의 인쇄적성 향상, 한국 펄프종이공학회 추계학술발표논문집, 37(4):52~59(2005).
2. 이명구, 윤승락, 김민중, Kenaf를 이용한 한지의 염색 및 인쇄적성 향상, 한국 펄프종이공학회 추계학술발표논문집, 233-239(2006).
3. Jin-Ha Kang, Seong-Cheol Park, Printability Improvement of Hanji using Microbial Cellulose from *Saprolegnia ferax*, KTAPPI 40(3):23~29(2008).
4. Yu-Ra Lee, Hye-Won Kim, Hyun-A Lim, A Study on the Design of Traditional Food Package Under the Use of Hanji(I) - Design of Korean dried confectionary package -, KTAPPI 39(2): 68-77(2007).
5. 전철, 닥나무 인피섬유를 이용한 전통한지 장판지 개발에 관한 연구, 목재공학, 18(4):53-64(1990).
6. "비침무늬" 한국 브리태니커 사전.
7. 서정민, 김철환, 이지영, 이영록, 신태기, 정호경, 닥나무 대체섬유를 활용한 기능성 가화한지에 대한 연구(I), 한국 펄프·종이공학회 추계학술발표논문집, 45-52(2008).
8. 조정혜, 김강재, 김학상, 엄태진, 유통 전통한지의 물성 비교 분석, 한국 펄프·종이공학회 춘계학술발표논문집, 239-244(2008).
9. 김강재, 엄태진, 조정혜, 김철환, 서정민, 박성배, 대체보조섬유를 활용한 워터마크 삽입 한지의 제조, 한국 펄프·종이공학회 춘계학술발표논문집, 53-58(2009).
10. 조현, 윤병호, 전양, 이학래, 제21장 종이물성 및 시험, 펄프·제지공학, 선진문화사(1995).