

대마의 펄프화 및 해부학적 특성 분석

최태호 · 조남석 · 이상현 · 오세균 · 황우림 · 조향훈

충북대학교 임산공학과

1. 서론

예로부터 우리나라는 한지를 만들때 닥나무 인피를 사용해 왔다. 그러나 최근 닥나무 인피의 생산량은 농촌인구의 감소와 함께 매년 감소하여 상당량을 태국 및 필리핀에서 수입하고 있다. 그러나 이들 나라에서 수입되고 있는 닥 인피는 우리 나라의 닥나무와는 다른데, 열대지방에서 자란 관계로 수지 장애가 발생하여 한지의 문제점으로 대두되고 있다. 또 흑피 제조시 삶아야만 박피가 가능하여 에너지 및 노동력의 요구가 높다는 문제점을 안고 있다. 따라서 비목질계 자원인 대마를 그간의 진보된 펄프 제조 기술을 적용하여 새로운 제지용 원료로서 개발함은 부족한 원자재의 대체는 물론 국내 부존자원 이용의 극대화를 꾀할 수 있다.

따라서 본 연구는 닥나무 이외의 인피섬유 종인 대마에 특성을 분석하고, 특수지로서의 개발 가능성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 공시재

대마(*Cannabis sativa*), 당진 농업기술원 대마 종자 채취용을 사용하였다.

2.1.2 펄프제조용

대마를 각각 껍질, 속대, 전체(속대+껍질)로 나누어 3~5cm 길이의 칩으로 제조하여 사용하였다.

2.1.3 해부학적 특성 측정용

대마 줄기를 각각 상, 중, 하로 나누어 5분씩 채취하여 해부학적 특성 측정용으로 하였다.

2.1.4 화학적 조성 분석용

대마 인피섬유를 40~80 mesh 분말로 제조하여 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄프화

2.2.1.1 Alkali(AK) 펄프화

인피섬유는 활성알칼리 농도 20%의 NaOH를 사용하여 액비 1:8 증해온도 150℃로 1시간 증해하였다.

전간부 및 목질부는 인피섬유와 같은 방법으로 증해온도 170℃에서 1시간 증해 하였다.

2.2.1.2 Alkali-Hydrogenperoxide(AP) 펄프화

인피섬유는 NaOH, H₂O₂, EDTA를 사용하여 액비 1:8 증해온도 150℃로 1시간 증해하였다.

전간부 및 목질부는 인피섬유와 같은 방법으로 증해온도 170℃에서 1시간 증해 하였다.

2.2.1.3 Sulfmethyl(SM) 펄프화

인피섬유는 Na₂SO₃, HCHO를 사용하여 액비 1:8 증해온도 150℃로 1시간 증해하였다.

전간부 및 목질부는 인피섬유와 같은 방법으로 증해온도 170℃에서 1시간 증해 하였다.

2.2.2 해부학적 성질 분석

해섬용 시료를 Schulze 용액에 침지시킨 다음 실온에서 1주일 방치한 후 증류수를 이용하여 세척한 후 Safranin으로 염색하고 광학현미경을 사용하여 섬유의 길이 및 폭을 100개씩 측정하였다.

2.2.3 화학적 조성 분석

공시재료의 화학적 조성분을 TAPPI Test Method에 의거하여 분석하였다.

2.2.4 여수도 측정 및 초지

미고해 펄프의 여수도(C.S.F) 측정 및 수초시 초지는 TAPPI Test Methods에 의거하

여 실시하였다.

2.2.5 종이의 물성 측정

수초지의 조습처리 및 물성 측정을 TAPPI Standard T 402 om-88에 의거 온도 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 2\%$ 의 항온항습 조건에서 24시간 조습 처리한 후 물성을 측정하였다.

2.2.6 대마의 인피섬유의 현미경 관찰

수초지를 현미경을 이용하여 100X 및 400X로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프화 특성

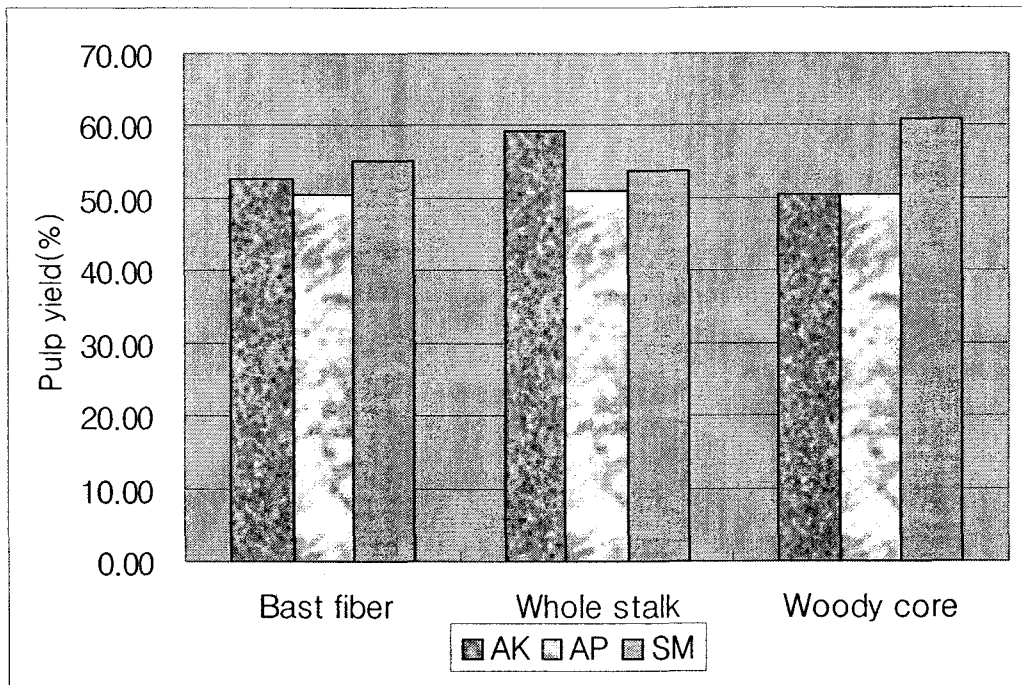


Fig. 1. Relationship between pulp yield and pulping methods.

Fig. 1은 펄프화법에 따른 대마의 부위별 펄프의 수율을 나타낸 것으로서 전체에서는 AP법, 인피섬유와 속대에서는 SM법 이 조금 높게 나왔다.

3.2 펄프화 방법에 따른 물성특성

Table 1. Physical properties of hemp paper

properties	Bast fiber			Whole stalk			Woody core		
	AK	AP	SM	AK	AP	SM	AK	AP	SM
Grammage(g/m ²)	26.72	32.09	29.37	35.30	38.83	77.38	136.48	98.69	67.50
Thickness(μm)	125.80	158.00	154.20	75.60	92.70	228.30	312.20	221.40	167.00
Brightness(ISO,%)	29.71	30.15	32.84	35.65	30.97	54.93	25.61	30.67	56.17
Opacity(ISO,%)	73.94	79.98	60.22	85.75	84.73	82.87	99.04	98.27	82.69
Formation(L.T.value)	93.48	98.80	126.76	104.10	158.73	182.57	295.70	258.49	205.55
Tensile index(Nm/g)	28.87	25.88	15.82	71.10	42.38	40.42	19.95	38.93	41.37
Breaking length(km)	2.94	2.64	1.61	7.25	4.32	4.12	2.03	3.97	4.22
Elongation(mm)	1.03	1.05	0.74	0.91	0.74	0.64	0.46	0.64	0.64
TEA(J/m ²)	5.25	6.65	2.19	13.65	7.32	11.61	7.17	14.38	10.65
TEA index(mj/g)	196.53	176.00	74.81	386.75	188.68	150.04	52.52	145.73	157.77
Tear index(mN·m ² /g)	3.59	4.11	3.81	0.11	0.62	0.72	0.44	0.63	0.03
Burst index(kPa·m ² /g)	35.73	47.23	41.18	88.66	54.60	100.37	81.10	114.58	93.84
Porosity(ml/min)	.	.	.	43.11	13.43	45.87	6.28	76.07	69.88
Stiffness(mgf)	L:49 R:45	L:30 R:31	L:27.5 R:28.5	L:25 R:31	L:25 R:43	L:30 R:67	L:35.5 R:37	L:34 R:63	L:27 R:71.5
Roughness(ml/min)	3196.00	3155.00	3480.00	1036.00	2127.00	3480.00	3480.00	3480.00	3480.00

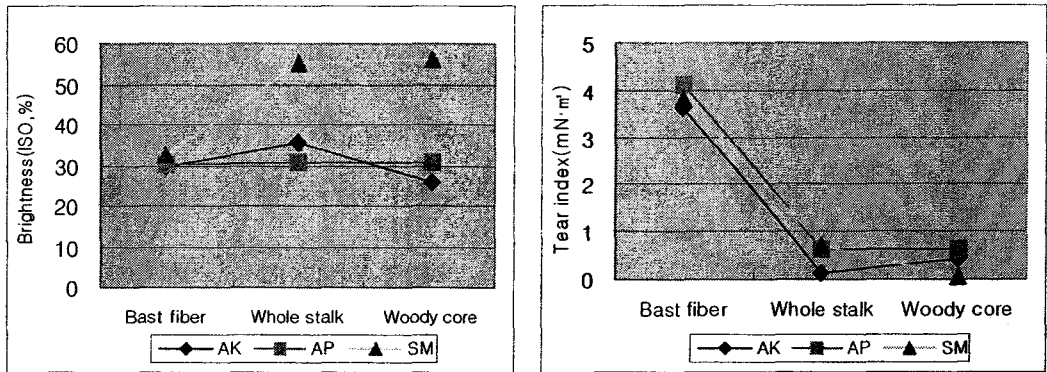


Fig. 2. Brightness and tear index depending on pulping methods.

Table 3은 대마의 부위별에 따른 펄프화 방법에 따른 물성을 나타낸 것이며 Fig. 2는 펄프화법에 따른 백색도와 인열강도를 나타낸 것이다. 백색도는 인피섬유, 속대, 전체모 두에서 SM법이 높게 나왔다. 인열강도는 인피섬유와 전체는 AP법이 속대는 SM법이 높게 나왔다.

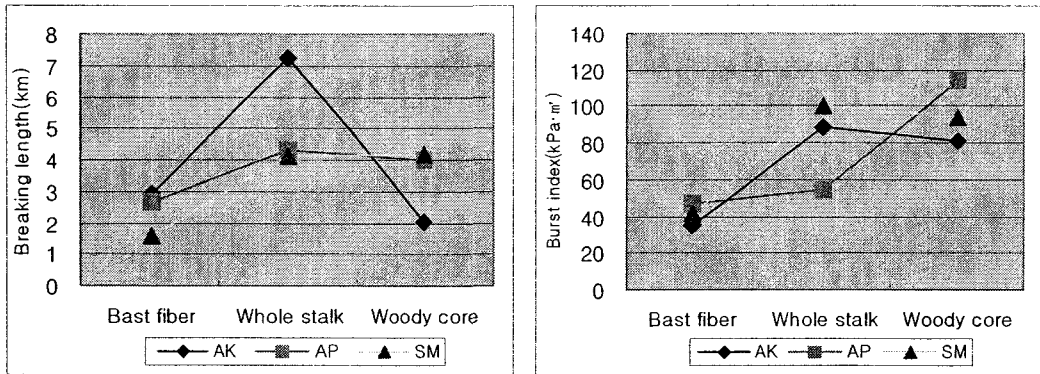


Fig. 3. Breaking length and burst index depending on pulping methods.

Fig. 3은 펄프화법에 따른 열단장과 파열강도를 나타낸 것이다. 열단장은 인피섬유, 속대, 전체모두에서 SM법이 높게 나왔다. 파열강도는 인피섬유와 전체는 AP법, 속대는 SM 높게 나왔다.

3.3 해부학적 특성

Table 2. Anatomical properties of hemp

Fiber	Morphology	Part	Range	Mean	Runke ratio	Fiber bonding ratio
Fiber	length(mm)	Upper	0.63~13.61	2.57	0.91	62.79
		Middle	1.14~14.96	3.07		
		Lower	1.19~12.38	3.39		
	width(μ m)	Upper	30.65~91.18	58.79		
		Middle	24.97~56.67	39.63		
		Lower	23.87~85.39	46.41		
Lumen	width(μ m)	Upper	5.64~74.4	31.59		
		Middle	10.31~33.27	20.93		
		Lower	6.7~44.51	23.16		

Table 2는 공시제인 대마 섬유의 하부, 중앙부, 상부에 따른 장, 폭 그리고 장폭비를 나타낸 것이다. 부위별 섬유장 측정결과 하부가 3.39mm로 길었으며, 상부가 2.57mm로 짧았다. 섬유폭은 상>하>중의 크기로 나왔으며, 또한 내강의 두께 측정결과 상부가 31.59로 가장 길게 나왔다.

3.4 화학적 특성

Table 3. Chemical properties of hemp

Chemical components	contents(%)
Extractives	
Cold Water	11.2
Hot Water	15.2
1% NaOH	34.5
EtOH-C ₆ H ₆	2.61
Holocellulose	62.86
Lignin	5.65
Ash	5.5

Table 2는 원료의 화학적 조성을 TAPPI Test Method에 따라 분석하였다. 1% NaOH추출 결과 34.5%, EtOH-C₆H₆추출 결과 2.61%, Holocellulose함량 결과 62.86%, Lignin함량 결과 3.1%, 회분함량 결과 5.5%로 나왔다.

3.5 대마 인피섬유의 현미경 관찰

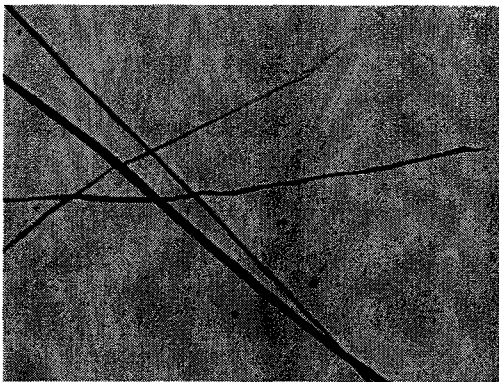


Fig. 3. Picture of hemp bast fiber($\times 100$)

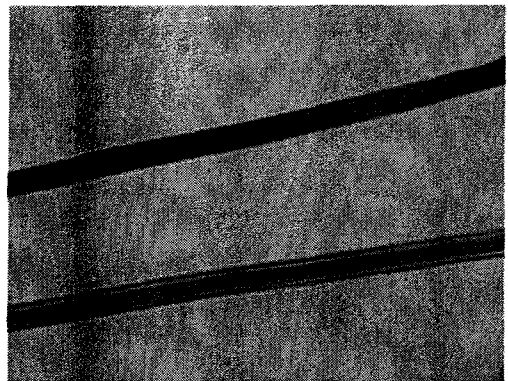


Fig. 4. Picture of hemp bast fiber($\times 400$)

4. 결 론

본 연구는 한지의 주원료인 닥나무 인피섬유의 대체 가능성을 가늠해본 연구이며 대마섬유와 대마펄프의 사용 가능성을 알아보기 위해 펄프화법에 따른 각 펄프들의 물리적, 광학적 성질을 측정하여 특수 기능성 섬유로서 필요한 기초자료를 얻고자 실험하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 펄프수율은 SM법이 AK법 보다 높게 나왔다.
- (2) 백색도와 파열강도는 SM법이 우수했고, 인열강도는 AP법이 우수했으며, 열단장은 AK법이 우수하게 나왔다.
- (3) 대마 섬유의 섬유장은 1~14mm 정도로 평균 3mm이며 섬유폭은 26~78 μ m, 내강의 폭은 7~51 μ m로 장·단 섬유가 혼합된 형태로 나타났다.
- (4) 1% NaOH추출, Lignin함량, 회분함량은 닥나무 인피섬유에 비해 높게 나왔으며 Holocellulose함량은 낮게 나왔다.

참고문헌

- 1) 조현정 외3. 펄프·제지공학, 선진문화사, 서울, pp. 447 - 464 (1997).
- 2) 박종문. 종이물성학, 충북대학교 산림과학부.
- 3) 정선화. “대용 섬유자원으로써 어저귀의 한지제조 특성”
충북대학교 박사학위 논문(2001).
- 4) 최태호. “특수임산 인피섬유의 펄프품질”
충북대학교 석사학위 논문(1988).
- 5) 최태호. “닥나무를 이용한 새로운 전통한지의 제조”
충북대학교 박사학위 논문(1994).
- 6) 박성중, 강진하. “벗짚을 이용한 각종 화학펄프 제조에 관한연구”
한국목재공학회 춘계 학술발표 논문집. pp. 215 - 221 (1999).