

케나프의 생산 및 섬유로서의 활용

유혜자, 이혜자*

서원대학교 의류직물학과, *한국교원대학교 가정교육과

1. 케나프란?

아욱과에 속하는 일년생 초본식물인 케나프(kenaf)의 학명은 *Hibiscus Cannabinus L.*이다. B.C. 4000년 경부터 아프리카에서 재배되기 시작한 것으로 알려진 아열대성 식물로서 중국, 우즈베키스탄, 키르키스탄, 인도, 태국, 이란 등의 아시아와 이집트 수단 등 아프리카, 아메리카 등의 열대와 아열대 기후에 속하는 세계 각지에서 오래전부터 생산되고 있다. 케나프는 아프리카에서 중국, 러시아, 타이 등의 아시아와 멕시코 쿠바 등 남미로 도입되어 재배되다가 미국으로 전해졌다. 케나프를 재배하여 가방, 로프, 카펫재료, 절연재료, 깔개, 사료 등에 뿐 아니라 식품원료로도 사용해왔으나, 모시나 삼베 등 다른 인피섬유에 비해 비섬유소 성분이 많고 뻣뻣하여 의류용 소재로 광범위하게 이용되지는 못했다[1-5].

전 세계가 셀룰로스 섬유 자원의 부족함을 해결하기 위해 친환경적이고 경제적이면서 적합한 물성을 지니는 섬유 자원을 개발하고자 노력하던 중 미국과 일본이 새롭게 케나프 섬유에 관심을 갖기 시작했으며, 전부터 케나프를 많이 재배되어왔던 중국이 생산에 적극 참여하고 있다. 미국은 세계2차 대전 중인 1940년경부터 종이의 원료로서 목재의 대체자물을 찾기 시작했으며, 1960년경에는 300여종의 식물 중에서 케나프를 펄프제지용 비목재섬유로 가장 적합하다는 결론을 내렸다. 즉, 삼림을 파괴하지 않고 종이를 만들 수 있었기 때문에 1980년

대 말부터는 케나프 생산의 기계화를 위한 연구는 본격적으로 시작하였다[2-4]. 그 즈음 미국 농무성은 면화재배로 약해진 남부 토지의 질을 높이기 위해 케나프를 재배토록 권장하여 현재에는 약 10여 개 주에서 재배하고 있다. 일본 농림수산성도 1990년부터 케나프를 휴경지에 심는 전작식물로 선정하고 재배를 권유하여 지금은 농업 뿐 아니라 산업용으로의 개발도 활발하다. 케나프가 우리 나라에서는 아직까지도 잘 알려지지 않은 식물이나 1998년 경남 진주 농촌지도소가 처음으로 케나프를 재배하기 시작하였으며, 환경정화와 관상용 식물자원으로 권장하기 위해 우리 나라에서 재배 가능한 품종에 대해 연구하고 있다. 2001년부터 저자를 비롯한 몇몇 연구자들이 케나프에 관심을 갖고, 진주 농촌지도소로부터 분양받은 케나프 씨앗으로 제주도에 재배하고 있으며 여기서 얻어진 케나프 줄기로 연구와 개발을 진행하고 있다.

2. 케나프의 재배

케나프는 240여개의 품종이 있으나 이 중 Everglades71, Everglades41, Tainung 2, 중국산 청피3호, 절강성1호, 남미산, 태국산 등 10여 종이 상용되고 있다. 품종이 섬유 품질에 영향을 줄 수도 있겠으나 아직은 확인된 바는 없는 것으로 보인다. 전 세계에서 가장 보편적으로 재배되고 있는 품종은 Tainung 2와 Everglades 41이다[4,5].



Figure 1. 75DAP Kenaf plant (length of stem: 1.8-2m).



Figure 2. Kenaf flower.

케나프는 열대 및 아열대지역에서 재배되는데, 재배에 적절한 기후 조건은 24~30 °C 정도로 따뜻하고 습도는 65%~85% RH로 높고 냉해를 받지 않아야 한다. 무상기간이 적어도 120~150일 이상이고 성장기 3~4개월 동안의 강수량은 400~800 mm 정도가 적합하다. 그러나 대체로 척박한 토양과 타작물이 생육이 어려운 환경에서도 광범위한 적응성을 지니고 있어 재배가 용이하고 병충해에 강하며 단위면적당 생산량이 높고 생육기간이 짧아 고소득 작물로서 기대되고 있다[1,4,5].

케나프는 일년생 아열대성 속성 섬유작물로, 우리나라에서는 남쪽지방인 제주와 진주에서는 대체로 잘 자라고 있으나 중부지방 이북에서의 재배가

능성은 아직 확인되지 않았다. 제주지역에서 시험 재배를 할 때는 5월 중순에 파종을 하였으며 75DAP(days after plants: 성장일수)에 꽃이 피고 줄기길이가 2 m 정도까지 자랐다. 일반적으로 파종 후 90~120일이 수확의 적기라고 하며[6-8], 제주도 재배시에는 105DAP에 수확할 수 있었다.

케나프 잎은 단엽형태이며 남방형은 주로 deeply lobed(post-juvenile) 형태로 대표적인 품종에는 Everglaze 41이 있으며 북방형은 not-lobed형태로 Tainung 2가 이에 속한다. 꽃은 크림색으로 한 송이가 하루 동안 피어 있는 일일화이며 개화기간은 약 3주 정도이다. 줄기는 곧고 한 가닥이며 일반적으로 하루에 5~10 cm씩 자라, 2~3 m 정도 되면 수확하나 4~6 m까지 자라기도 한다. 밑동의 굵기는 직경이 10 cm 정도까지 되기도 하며 위로 갈수록 가늘어진다.

3. 케나프의 섬유화 과정

3.1. 인피부 분리

줄기는 바깥쪽의 인피부분과 안쪽의 속대부분으로 되어 있으며 건조무게비로 약 4:6 정도이다. 인피부분은 섬유다발이며 속대는 수수깡 같이 가볍고 성근 조직으로 되어있다. 인피부분은 속대와 쉽게 분리되며 인피부분을 분리해서 벗겨내는 과정을 ‘decortication’이라 한다.



Figure 3. Kenaf stem.

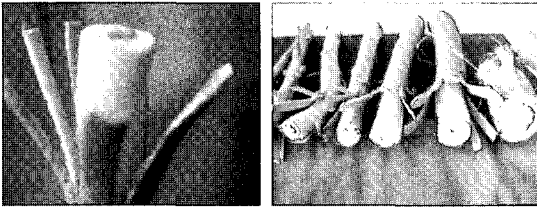


Figure 4. Separating kenaf bast.

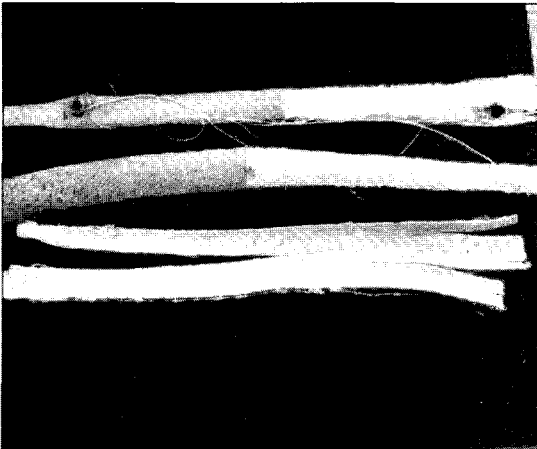


Figure 5. Separated bast.

3.2. 레팅

우리 나라에서 케나프를 의류 재료로 개발하기 위한 노력은 이제 시작단계이며 레팅은 케나프를 의류소재로 개발하는데 있어 가장 중요한 관문이다. 분리된 인피를 약 30 °C의 물에 침지하는 바이오 레팅은 ‘water retting’이라고도 하는데, 손상이 적어 품질이 좋기는 하나 10일 이상 걸리는 시간적인 문제가 있고 물의 비용도 많이 들고 균일한 제품을 얻기 어려워 상업화하기 어렵다.

화학적 레팅은 생산효율이 낮고 섬유의 강도가 저하될 수 있으므로 1980년대부터 유럽에서는 화학적 레팅을 대체하기 위해 효소를 이용한 레팅이 연구되고 있다. 일반적으로 화학적 레팅은 수산화나트륨 2~7% 수용액에서 1~2시간 처리하는 것으로 보고되어 있으나 섬유가 거칠어지고 광택이 줄고 색의 황변이 일어난다[6,7,8,9]. Table 1은 레팅방법을 실험 조건별로 비교한 결과를 나타낸 표이다. 레팅 효율은 레팅 처리 후의 중량 감소로서 나타났다. Table 1의 결과에 따르면 화학적 레팅의 수산화나트륨 처리 농도 4%이상을 지나치게 고농도인 것으로 여겨지며 2~4% 수용액으로 처리하면 레팅이 충분하게 이루어질 수 있는 것으로 판단된다. 또한 화학적 레팅을 할 경우 결정화도가 90% 미만으로, 바이오 레팅이나 효소 레팅에 비해 낮아진다.

효소 레팅은 기후와 무관하고 생분해성이어서 수질오염을 일으키지 않으며 품질이 좋은 섬유를 얻을 수는 있으나 화학적 레팅에 비해 경제적 부담이 크고 시간이 오래 걸리는 등의 문제로 아직 상업적으로는 이용되지 못하고 있다[9]. 효소 레팅은 효소와 함께 킬레이터를 사용하였을 때의 레팅 효과가 좋았으며 효소 사용만으로는 레팅이 일어나지 않았다. 킬레이터로는 EDTA가 좋으며 1% 정도로 충분한 효과를 볼 수 있었다[8,9,10]. 0.125%~3% 범위의 효소 농도 내에서는 중량감소의 효과가 별 다른 차이를 나타나지 않았으므로 저농도에서 처리하되, 생산비를 낮추기 위해 화학적 레팅과 효소 레팅을 병행하는 방법도 연구되고 있다.

케나프를 상업화를 위해서는 화학적 레팅과 효소

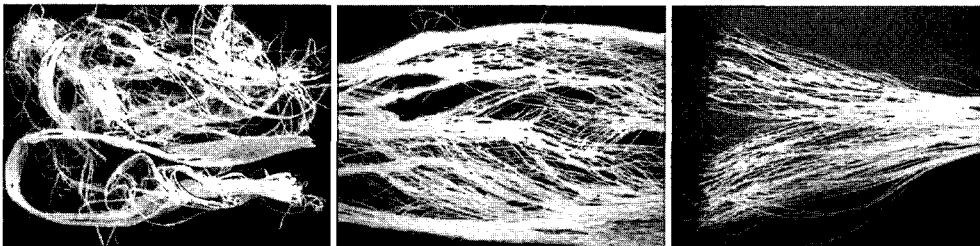


Figure 6. Kenaf fiber bundle.

Table 1. Results of the retted kenaf

	Retting condition			Weight loss(%)	Crystallinity(%)
	Water	5 days	30±5 °C		
Bio-retting	Water	10 days			38.5
	Water			40.9	92.0
Chemical retting	NaOH 0.5%	60 min.	100 °C	46.8	90.3
	NaOH 1%			45.9	88.7
	NaOH 2%			50.5	89.2
	NaOH 4%			46.4	89.4
	NaOH 7%			-	85.41
Enzyme retting	Pectinase 0.5%	24 hours	50 °C	15.9	-
	Pectinase 0.5%+EDTA 1%			47.7	95.0
	Pectinase 1%+EDTA 1%			48.6	93.0
	Pectinase 2%+EDTA 1%			51.0	92.3

레팅의 방법을 개선하고 바이오 레팅과 화학적 레팅과 효소 레팅의 각각의 장점을 이용하여 병용하는 등 보다 나은 레팅 조건을 찾는 연구가 필요하다. 예를 들면, 펙틴아제나 복합효소를 사용하는 레팅방법은 섬유의 손상을 줄여서 처리할 수 있는 장점이 있으나 가격이 비싸므로, 효소 레팅으로 처리하되 바이오 레팅이나 화학적 레팅과 병행하거나 새로운 킬레이터를 개발하는 등 경제적 부담을 줄이기 위한 개선 방안이 필요하다[8-11].

3.3. 정련과 표백

레팅 공정에서의 약제나 불순물을 제거하고 색소를 제거하기 위해 정련과 표백의 과정을 거친다. 케나프 섬유의 색은 레팅방법에 따라 약간의 차이가 있으며 바이오 레팅이나 효소 레팅을 하면 연한 노란빛을 띠며 화학적 레팅을 한 경우에는 진한 노랑 또는 갈색을 띤다[12].

레팅 후의 케나프 섬유의 백도는 레팅의 방법과 처리제의 농도에 따라 차이가 난다. Table 2는 바이오 레팅, 화학적 레팅, 효소 레팅을 한 케나프 섬유의 백도를 측정할 결과이다. 백도는 색차계로 L, a, b를 측정할 후 다음 식으로 계산하였다.

$$WhitenessIndex = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)}$$

레팅 후의 백도는 바이오 레팅을 거친 케나프가 70이상으로 가장 좋았고 효소 레팅한 섬유는 60~65

Table 2. Whiteness of kenaf fiber after retting

	Retting condition		Whiteness index
	Water	5days 10days	
Bio-retting	Water	5days	72.98
		10days	72.14
Chemical retting	NaOH (%)	0.25	51.52
		0.5	55.66
		1	60.30
		2	60.05
		4	53.76
		6	55.43
		8	57.24
Enzyme retting	Pectinase (%)	0.125	63.39
		0.25	65.89
		0.5	66.92
		1	63.83
		2	63.77
		3	64.29

정도이고 화학적 레팅을 했을 때가 50~60으로 가장 낮았다[13].

케나프 섬유의 정련은 일반적으로 NaOH 5% owf, Na₂SiO₃ 1% owf, 비누 1% owf의 수용액에서 3시간 동안 끓인 후 맑은 물로 수세한다. 표백은 과산화수소를 이용한 표백은 환경적으로 안전하며 산화작용이 부드러워 섬유의 손상이 비교적 적고 표백의 후처리가 간단하여 모든 섬유의 표백에 이용될 수 있다. 케나프 섬유의 표백은 과산화수소 2%~5%의 농도로 처리하면 좋은 표백 효과를 볼 수 있으며, 이 때 sodium pyrophosphate, citric acid, Triton X-100 등의 첨가제를 사용하면 표백효과를

Table 3. Results of bleached kenaf using H₂O₂

Bleaching conditions	Whiteness index
Unbleached	44.02
H ₂ O ₂ (2%)	72.62
H ₂ O ₂ (2%) + Sodium pyrophosphate	78.22
H ₂ O ₂ (2%) + Citric acid	73.72
H ₂ O ₂ (5%)	82.79

Bath condition: pH 11, 60 min., 85 °C.

향상시킬 수 있다[13]. Table 3은 과산화수소 수용액으로 표백할 경우 첨가제에 따른 표백 효과를 나타낸 것이다.

3.4. 염색

Table 4는 레팅 조건을 달리하여 만든 시료들을 정련과 표백을 한 후 반응염료(C. I. Reactive Red 120)로 염색하여 비교해 본 결과이다[10]. 화학적 레팅을 한 케나프의 염색성이 가장 좋게 나타났는데, 이는 화학적 레팅 후 결정화도가 낮아지기 때문으로 판단된다. 특히 화학적 레팅의 수산화나트륨의 농도가 높아질수록 염색성이 좋아진다(Figure 7).

4. 케나프 섬유의 특성

케나프를 바이오레팅 또는 화학적 레팅으로 처리

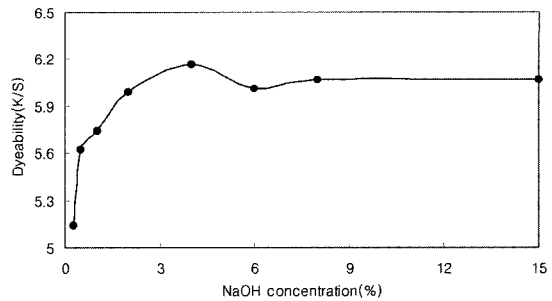


Figure 7. The relation of NaOH concentration and dyeability in chemical retting.

했을 경우 번들의 강도는 22~25 g/tex, 신도는 0.8%~1.5% 정도이며 바이오 레팅을 한 경우가 화학적 레팅을 한 경우에 비해 강도는 약간 더 높아지고 신도는 다소 낮아진다[13].

케나프의 인피부는 다른 마섬유 식물과 마찬가지로 섬유 다발들이 펙틴질로 표피와 붙어 있고 섬유 다발들끼리도 서로 붙어 있어서 레팅을 함으로써 펙틴을 제거해야 한다. Figure 8의 (a)와 (b)는 레팅 전 인피부의 단면과 측면인데, 섬유다발들이 펙틴으로 쌓여있는 모습을 볼 수 있다. (c)와 (d)는 바이오 레팅을 한 후의 단면과 측면의 사진인데, 섬유의 변형없고 섬유 다발 사이의 펙틴이 제거되어 매끄러워졌다. (e)와 (f)는 화학적 레팅을 한 후의 단

Table 4. Dyeability of retted kenaf fiber

Retting condition		Color values					
		L*	a*	b*	ΔE	K/S	
Water retting	10 days		40.08	15.35	4.63	53.45	4.84
		0.25	39.60	16.48	4.70	54.25	5.14
Chemical retting	NaOH(%)	0.5	37.76	13.79	5.99	55.28	5.62
		1	38.06	16.79	3.95	55.81	5.74
		2	37.20	16.70	3.88	56.61	5.99
		4	36.62	18.09	1.80	57.62	6.17
		6	37.46	18.41	2.45	56.91	6.01
		8	37.93	19.81	2.94	56.94	6.07
		0.125	69.85	12.14	12.26	16.28	0.64
Enzyme retting	Pectinase(%)	0.25	67.09	9.39	13.94	16.35	0.75
		0.5	72.13	12.57	8.44	15.81	0.54
		1	67.86	11.19	13.16	16.91	0.73
		2	70.75	12.25	12.65	15.84	0.61
		3	61.60	6.06	7.59	19.96	0.99

Table 5. Composition(%) of noncellulose of Kenaf

	Retting condition		Noncellulose		
			Pectin(%)	Lignin(%)	Hemicellulose(%)
Bio-retting	water	10 days	2.3	13.8	22.0
Chemical retting	NaOH(%)	0.25	11.6	15.3	16.4
		0.5	2.7	15.6	19.8
		1	2.8	16.7	16.5
		2	2.5	17.9	15.9
		4	1.9	14.9	14.0
		6	1.3	16.8	10.9
		8	1.2	17.9	8.6
Enzyme retting	pectinase(%)	0.125	3.1	13.2	23.9
		0.25	2.4	13.0	23.5
		0.5	3.3	13.5	24.7
		1	3.3	13.6	24.9
		2	3.3	12.8	25.7
		3	3.7	11.4	24.0

Water retting bath: 30±5 °C, chemical retting bath :100 °C, 60 min, enzyme retting bath : EDTA 1%, 50 °C, 24hours.

면과 측면이다. 섬유 다발들 사이의 펙틴이 제거되어 보다 더 세분화되었고 많이 팽윤된 모습을 볼 수 있다. (g)는 효소레팅을 한 케나프의 단면이다. 레팅 전의 섬유와 가장 흡사한 형태이다[1,6,10].

주성분인 셀룰로스 이외에 약 10~22%의 리그닌과 펙틴, 헤미셀룰로스로 이루어져 있다. 특히 많은 양의 리그닌은 케나프를 매우 뻣뻣하게 하고 섬유포함성이 낮아 방적을 어렵게 한다[16]. 레팅한 케나프의 비섬유소 성분을 습식방법으로 정량하여 Table 5에 나타냈다. 펙틴 제거를 위해 암모늄 옥살레이트 0.5% 용액으로 85 °C 처리하였으며, 아염소산나트륨 0.7% 용액으로 pH4, 100 °C에서 2시간 처리하여 리그닌을, 17.5%의 수산화나트륨용액으로 25 °C에서 30분간 처리하여 헤미셀룰로오스를 제거하고 중량의 감소로 성분을 정량하였다.

5. 케나프의 활용

5.1. 친환경 작물

오존층 파괴로 인해 환경보존의 실천이 무엇보다 중요한 시점에서 친환경적인 자원의 개발이 더 절실히 해지고 있으며 케나프는 이러한 요구에 부응할 수

있는 섬유 자원의 가능성을 지니고 있다. 또한 케나프는 섬유작물로서 생분해성이 있을 뿐 아니라 공기를 맑게 하고 수증의 질소나 인산을 흡수하여 물을 정화하는 등 친환경 작물로서 이용가치가 크다[17].

케나프는 6개월 동안 최대 5 m까지 자라 1 ha당 20만톤 정도 얻을 수 있는 경제적인 작물이다. 뿐만 아니라 이산화탄소 분해능력이 일반 식물의 5-7.5배나 되며 이산화탄소의 농도가 높을수록 성장속도가 빨라지는 작물이다. 또한 기후와 토양에 대한 적응력이 좋고 재배가 용이하며 병충해가 적고 생육기간이 짧아 생산성이 우수할 뿐 아니라 빠른 성장에 따른 탄소고정성이 높다[17-19].

작물로서의 케나프는 광합성이 고속으로 진행되어 성장속도가 빠르며 탄소 고정성이 높아 환경보존에 기여하는 환경친화적 식물이며 비료나 농약을 사용하지 않고 물만으로 재배할 수 있는 식물자원으로 인정됨에 따라 여러 분야에서 관심이 증가하고 있다. 또한 케나프 줄기를 태운 재는 질소, 인산, 칼리 등을 많이 함유하고 있어서 좋은 비료로 쓰일 수도 있다고 한다[18-20].

품종 개량과 관련된 연구가 활발히 이루어져 섬유 생산용 품종(everglades) 혹은 채종용 품종

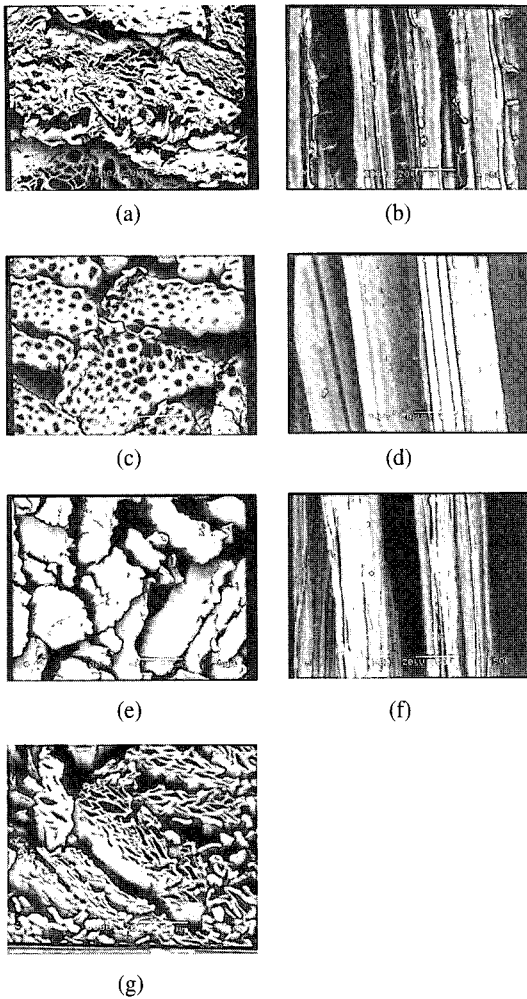


Figure 8. (a) Cross sectional shape before retting, (b) longitudinal sectional shape before retting, (c) cross sectional shape after bio-retting, (d) longitudinal sectional shape after bio-retting, (e) cross sectional shape after chemical retting, (f) longitudinal sectional shape after chemical retting, (g) cross sectional shape after enzyme retting.

(guatemala)등이 개발되었으며 이 밖에도 섬유 수확율이 높은 품종, 내충성, 내한성이 있는 품종 등 재배나 용도를 고려하여 개발한 품종의 수가 약 240여개에 이르고 있다[19,20].

5.2. 식용[21,22]

케나프의 건조된 잎에는 30%의 천연 단백질을 함유하고 있으며 같은 무게의 우유와 비교하면 칼슘 4배, 철분과 각종 비타민을 포함하고 있다. 최근에는 건강식품으로 케나프 분말을 판매하는 곳도 등장했다. 가축의 사료로서는 케나프의 잎과 줄기 까지도 사용할 수 있다.

5.3. 제지 펄프 원료

산림자원의 보호나 폐기물의 효율적 활용 등 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 목재 이외의 원료에서 제조하는 비목재지가 주목을 끌고 있다. 비목재지 중에서 세계적으로 가장 대중적인 것이 케나프를 원료로 하여 제조된 종이다. 케나프로 만든 종이는 햄버거 포장지, 패스트푸드 용기, 벽지 등의 용도에 쓰이고 있다. 일본의 ‘비목재지 보급위원회’에서는 비목재 원료가 원료펄프의 10% 이상 혼합되어 있는 종이에 비목재지 마크를 부여함으로써 케나프 혼합 종이 가 여러 가지 분야에서 활용될 수 있도록 후원하고 있다.

미국이 지구환경보전문제에 케나프를 목재 대체 자원으로 선정하기는 하였으나 목재 자원이 풍부한 삼림국이므로 케나프의 경제성이 뛰어나지 못하다는 한계 때문에 쉽게 실용화가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이에 비해 목재 자원이 부족한 중국은 케나프 제지펄프 개발에 가장 관심을 보이고 있는 국가이며, 우리나라도 개발에 서둘러 참여해서 절대적으로 부족한 종이 자원을 확보하도록 해야 한다. 케나프는 역사적으로 오래된 식물이지만 우리나라에는 아직 잘 알려지지 않은 식물 자원이다. 비목재 섬유를 종이 제조 시 목재 섬유와 섞어 사용하면 펄프화가 쉬워져 제조시간이 단축되고, 에너지가 절약되며, 화학약품의 사용량을 줄일 수 있다. 케나프는 목재보다 리그닌 함량이 적기 때문에 제조 공정 중 화학제를 이용하지 않아도 되는 친환경적이면서 경제적인 자원으로 인정받고 있다[17-19]. 미국의 경우에는 케나프를 신문 용지의 원료로 사용하고 있으며 전세계의 케나프 생산량의 반 정도를

소비하고 있다고 한다.

5.4. 의류소재

21세기에 들어서면서 ‘에콜로지’를 키워드로 한 소재에 관심이 늘어나면서 최근에는 지금까지 양산이 어려웠던 천연소재인 대나무, 사탕수수, 파인애플, 케나프 등을 섬유화시킨 새로운 차세대 천연섬유들이 등장하고 있다.

케나프는 인체 친화적이고 생분해성 원료로서 매우 전망있고 잠재력있는 에콜로지성의 소재임은 분명하나 셀룰로스, 리그닌, 펙틴 등 성분 함량을 비교할 때 대마나 황마 같은 다른 인피섬유들보다도 더 거칠고 유연성과 신축성이 부족하다. 이런 문제점을 해결하려면 케나프 섬유의 섬도를 기늘고 부드럽게 하고, 단독으로는 방적이 어려우므로 섬세한 방적, 제직 기술을 적용해서 면, 레이온, 폴리에스터 등과 혼방을 해야 한다[1,4,17]. 현재 케나프의 의류소재로의 활용하기 위한 연구와 개발이 활발히 진행되고 있다.

케나프 100% 방적시는 제조하기 어려워 대부분 면이나 레이온섬유와 혼방하고 있다. 1995년 미국의 Ramaswamy는 케나프 20%와 면 80%가 혼방된 직물과 케나프 15%와 면 75%의 니트를 제조하여 물성을 검토하였다[15]. Lee 등은 케나프 섬유 15%와 레이온 85%를 혼방하여 30번수를 방적한 후 평직과 능직으로 제직하여 물성을 검토하였다[16].

2002년 일본의 다이와보시는 케나프 섬유와 면 섬유를 혼방해서 방적을 하였는데, 케나프 60%를 혼방해서 8번사를, 20%를 혼방해서 20번수를, 10%를 혼방해서 40번수를 방적하였다. 도요보사도 케나프 섬유 5%, 폴리에스터 55%, 면섬유 40%를 혼방한 셔츠용 에콜로지성 소재를 개발해서 일본케나프협회로부터 케나프 마크를 인정받았다. 구라보사는 30%이상의 높은 혼용율로 10~20번사를 방적하여 유니폼이나 캐주얼웨어 등의 제품을 기획하고 있다. 또한 일본의 노블사는 케나프섬유 30%와 면섬유 70%를 혼방해서 얼굴의 각질 제거용 미용타

올을 제조해서 시판하고 있다.

5.5. 부직포 원료

부직포는 주로 일회용 제품의 재료로 쓰일 뿐 아니라 그 원료가 대부분 합성섬유이기 때문에 폐기물이 문제가 되고 있다. 부직포의 폐기물문제에 대응하기 위해 생분해가 가능한 천연적 소재를 이용해야 하는데, 이것이 케나프가 새로이 부직포의 원료로 부상하고 있는 이유이다. 케나프 섬유가 신축성과 유연성이 부족하여 현재로서는 의류용 소재로 만족스럽지 못하기 때문에 케나프섬유를 부직포 구조로 제조한다면 케나프의 단점을 최소화시켜 활용할 수 있을 것으로 생각된다[25-28].

현재 매년 907,200톤 이상의 섬유가 부직포산업에 사용되고 있다. 섬유 중 부직포 제조에 사용되는 것은 폴리에틸렌, 폴리에스터와 레이온이다. 케나프 섬유 부직포가 성공하기 위해서는 다른 섬유로 만들어진 부직포와 비교해서 물성에 있어서 우월한 수준을 지닐 수 있는 제품의 개발이 요구된다. 케나프의 함량이 많으면서 실용적인 부직포의 성공적인 개발은 케나프 섬유의 활용의 증가를 가져올 수 있을 것이다[26,29,30].

워터 제트 공정으로 100% 케나프 부직포를 만든 예가 있으나 강도가 매우 낮다. 니들펀치부직포는 케나프 단독으로 또는 레이온, 폴리에스터 또는 폴리프로필렌 등과 혼합해서 제조할 수 있다. Moreau[26] 등은 Morrison Berkshire needleloom으로 1.83 m/min.의 속도로 229 strokes/min. 조건에서 케나프 니들펀치부직포를 제조하였다.

5.6. 생분해 플라스틱 제조에 이용

일본에서는 환경 문제에 대한 관심이 높아지면서 친환경적인 ‘생분해성(biodegradable)’ 플라스틱 자재 생산이 늘어나고 있다. 생분해성 자재는 석유를 원료로 한 기존의 플라스틱과는 달리 버려질 경우 토양에서 미생물에 의하여 분해되는 특성을 갖는 것이다. 동경에만도 200여 개 이상의 기업이 미생

물 분해 플라스틱 협회를 구성하고 있다. 이 협회에 따르면, 미생물 분해 플라스틱은 케나프 등의 식물성을 이용하여 제조되는데 1 kg 생산에 300~350 엔이 소요되어, 기존 플라스틱 생산 원가의 3~4배에 이르지만 수요는 계속 상승하고 있다고 한다. 일본의 미생물 분해 플라스틱의 생산 규모는 2000년에 2,000톤가량이었지만, 올해 2005년에는 5만 톤, 2010년에는 20만 톤에 이를 것으로 전망되고 있다.

케나프를 이용해서 만든 플라스틱은 미생물 분해성이 있어 음식 쓰레기와 버려도 음식과 같이 썩고 사료로 사용되어도 무리가 없기 때문에 일본에서는 쓰레기봉투를 케나프 플라스틱으로 만들어 버려진 음식물과 함께 버릴 수 있도록 하였다.

5.7. 복합재료용 충전제

유기 충전제(organic filler)를 열가소성 고분자재료에 첨가하여 복합 재료를 개발하고 특성을 분석하는 연구가 활발히 전개되고 있다. 유기 충전제로는 케나프 섬유, 나무 및 sago야자와 같은 천연 소재를 분말상태로 고분자 물질에 첨가해서 제조한다. 일반적으로 유기 충전제는 생분해성일 뿐 아니라 값이 싼데, 유기충전제 중에서도 특히 케나프는 강하고 가벼우며 잘 부서지지 않고 극저온에서도 잘 휘어지지 않는다. 폴리프로필렌에 케나프와 같은 유기 충전제로 만들어진 복합재료는 자동차 내장재로서 사용될 수 있으며 빛이나 열, 소음을 방지하는 패널로서도 사용될 수 있다고 한다[31-33]. 인피섬유를 배향시켜 제조한 케나프 섬유 배향보드는 강도가 높고, 수분에 대한 치수 안정성(dimensional stability)도 매우 높아 바닥재 등에 응용할 수도 있다. 한편, 심부(芯部)를 분쇄한 조각들을 이용하여 제조한 보드는 단열 및 흡음성능이 뛰어나 문이나 벽, 또는 가구용 재료로서 이용할 수 있으며, 케나프의 인피부분과 심부를 모두 이용해서 만든 복합재료 보드는 가벼우면서 강성이 높아 합판의 대체 보드로서 그 이용이 기대되고 있다[32].

일본의 도요타는 일인승 전기자동차에 좌석의 등

받이 외장으로 케나프의 식물성수지와 섬유를 혼합한 판 모양의 부품을 사용한 특별 사양품을 생산했다. 케나프섬유를 이용한 보드는 태워도 유해물질의 발생이 적고 폐차후의 처리도 친 환경적이다.

Matsushita Electric Works社는 말레이시아 업체와 합작으로 케나프 섬유를 이용한 보드를 생산하고 있다. 생산된 케나프 섬유 보드는 두께가 4 mm인데, 9 mm두께의 베니어합판보다 강하다.

6. 맺음말

케나프는 줄기껍질의 섬유질이 침엽수보다 길어 양질의 제지원료와 의복 및 산업용 섬유원료, 건축용 보드류, 자동차나 항공기의 내장재, 생분해성 플라스틱 등 앞으로의 활용가치가 높다. 한편 케나프의 속대 부분은 자기 무게의 9배에 해당하는 기름을 흡수할 수 있기 때문에 미국에선 케나프를 이용해서 오일흡착제를 만들어 판매한다. 값싸고 손쉽게 재배될 수 있는 친환경 자원인 케나프 섬유를 이용해서 종이, 부직포, 플라스틱 등으로 형태의 산업용으로 개발하고 속대는 오일흡착제 등으로 활용하는 등 경제적이면서도 보다 고부가가치를 지닌 자원으로 이용할 수 있게 될 것이다.

시대적 요구로 천연섬유의 사용이 증가하면서, 천연 식물성 섬유 원료를 개발하기 위해 파인애플, 밀크weed(milkweed) 등 새로운 섬유 자원への 관심이 증가하였고 더불어 케나프 섬유의 의류소재로서의 연구도 증가하고 있다. 우리나라에서는 아직 케나프 섬유에 대한 연구는 활발하지 못하고 주로 품종에 관련된 연구나 펄프제지나 한지 제조에 관련된 연구나 사료로 이용하기 위한 연구 등이 있기는 하나 의류소재로 개발하기 위한 연구는 이제 시작 단계이다. 케나프 섬유를 의류 소재로 이용하기에는 유연성과 신축성이 부족하고 방적이 어려운 문제점을 안고 있다. 개질을 하거나 세섬화하는 등의 방법으로 유연성을 확보할 수 있어야 한다. 현재는 케나프 섬유만으로 방적을 할 수가 없어서 면이나 레

이온, 폴리에스터와 혼방을 하고 있지만 케나프의 혼용율은 대체로 낮을 뿐만 아니라 의류소재로서의 물성들이 아직은 만족스럽지 못하다. 앞으로 친환경 경 자원인 케나프에 대한 활발한 연구가 진행되었기를 기대한다.

참고문헌

1. Y. S. Han, H. J. Yoo, H. J. Lee, J. S. Rhie, J. H. Kim, K. H. Song, and C. S. Ahn, *J. of Korean Society of Clothing and Textiles*, **27**(7), 862(2003).
2. Agro-Tech, "Industrial Agricultural Fibers", Agronomy Technology Communication, 1999.
3. J. Johnson, "What is Kenaf", Rural Enterprise and Alternative Development Initiative Report, April, 2001.
4. S. Y. Kang, M. C. Kim, and Y. K. Kang, "원예작물의 생산 기술 개발 II", *Subtropical Horticulture Research Center-Annual Research Report*, **5**, 51(2001).
5. J. M. Park, *J. of Korean Society of Crop Science*, **2**(2), 50(1964).
6. H. J. Lee, Y. S. Han, H. J. Yoo, J. H. Kim, K. H. Song, and C. S. Ahn, *J. of Korean Society of Clothing and Textiles*, **27**(9/10), 1144(2003).
7. D. V. Parikh, T. A. Calamari, E. J. Sawheney, and F. J. Screen, *Textile Res. J.*, **72**(7), 618(2002).
8. W. H. Morrison, D. E. Akin, G. N. Ramaswamy, and B. Baldwin, *Textile Res. J.*, **66**(10), 651(1996).
9. G. N. Ramaswamy and S. Craft, *Textile Res. J.*, **65**(12), 765(1995).
10. H. J. Lee, C. S. Ahn, J. H. Kim, H. J. Yoo, Y. S. Han, and K. H. Song, *J. of Korean Society of Clothing and Textiles*, **28**(7), 873(2004).
11. G. N. Ramaswamy, C. G. Ruff, and C. R. Boyd, *Textile Res. J.*, **64**(12), 305(1995).
12. J. Wang and G. N. Ramaswamy, *Textile Res. J.*, **73**(4), 339(2003).
13. H. S. Jang, H. J. Lee, and H. J. Yoo, *J. of Korean Society of Clothing and Textiles*, in press.
14. G. N. Ramaswamy and C. R. Boyd, *Family and Consumer Sciences Research Journal*, **24**(2), 180(1995).
15. G. N. Ramaswamy and E. P. Easter, *Textile Res. J.*, **67**(11), 803(1997).
16. H. J. Lee, C. S. Ahn, J. H. Kim, H. J. Yoo, Y. S. Han, and K. H. Song, *J. of Korean Society of Clothing and Textiles*, **28**(9/10), 1282(2004).
17. G. H. Nelson, H. J. Nieschlag, M. E. Daxenbichler, I. A. Wolff, and R. E. Perdue, *Tappi J.*, **44**(5), 319(1961).
18. T. F. Clark, G. H. Nelson, H. J. Nieschlag, and I. A. Wolff, *Tappi J.*, **45**(10), 780(1962).
19. T. F. Clark, G. H. Nelson, H. J. Nieschlag, and I. A. Wolff, *Tappi J.*, **45**(10), 786(1962).
20. J. M. Park and I. H. Kim, *농사시험연구보고*, **8**(1), 49(1965).
21. T. A. Rymysza, "Utilization of Kenaf Materials", Forest Products Society, June 30, Boise, Idaho, 1999.
22. T. P. Abbott, "New Uses for Kenaf", *Agricultural Research Magazine*, August, pp.14-15, 2000.
23. P. Bel-Beiger, T. V. Hoven, G. N. Ramaswamy, L. Kimmel, and E. Boylston, *The Journal of Cotton Science*, **3**, 60(1999).
24. W. Tao and T. A. Calamari, "Preparing and Characterizing Kenaf/Cotton Blended Fabrics", *Textile Res. J.*, **69**(10), 720(1999).
25. FITI Testing & Research Institute, *Textile Journal*, **21**(2), 68(1993).
26. P. Moreau, P. Bel-Berger, and W. Tao, *Tappi J.*, **78**(2), 96(1995).
27. J. Q. Yang, J. Morisawa, and Y. O. Sameshima, *Seni Gakkaishi*, **57**(3), 88(2001).
28. W. Tao, J. P. Moreau, and T. A. Calamari, *Tappi J.*, **78**(8), 165(1995).
29. W. Tao, T. A. Calamari, F. F. Shih, and C. Cao, *Tappi J.*, **80**(12), 162(1997).
30. W. Tao, T. A. Calamari, and L. Crook, *Textile Res. J.*, **68**(6), 402-406(1998).
31. F. P. La Mantia, M. Morreale, and Z. A. Mohd Ishak, *J. of Applied Polymer Science*, **96**(5), 1906(2005).
32. D. Feng, D. F. Caulfield, and A. R. Sanadi, *Polymer Composites*, **22**(4), 506(2004).
33. D. V. Parikh, T. A. Calamari, P. S. Sawheney, E. J. Blanchard, F. J. Screen, F. C. Myatt, D. H. Muller, and D. D. Stryjewski, *Textile Res. J.*, **72**(8), 668(2002).

저자 프로필



유혜자

1988. 이화여자대학교 의류직물학과(박사)
1989. 현재. 서원대학교 의류직물학과 교수
(361-742) 충북 청주시 흥덕구 모충동 231
전화: 043)299-8752, Fax: 043)299-8750
e-mail: hjyoo@seowon.ac.kr



이혜자

1986. 이화여자대학교 의류직물학과(박사)
1987. 현재. 한국교원대학교 가정교육과 교수
(363-791) 충북 청원군 강내면 다락리
전화: 043)230-3715, Fax: 043)231-4087
e-mail: hjlee@knue.ac.kr