국내산 Kenaf 이용에 관한 연구
- Kenaf TMP와 KP의 물리적 성질 -

이명구[1] · 김민중[1] · 김남훈[2]· 조동하[3]· 윤승락[4]
강원대학교 제지공학과[1], 강원대학교 임산공학과[2], 강원대학교 식물생명공학과[3]
진주산업대학교 인테리어재료공학과[4]

1. 서 론

목재를 주원료로 사용하는 펄프·제지산업은 산림 자원의 부족으로 원료수급이 점점 더 어려워지고 있다. 제지 업계에서는 목재 펄프를 대체하기 위하여 bagasse, cotton, straw, reed, bamboo, kenaf 등 비목재 작물들을 연구하여 왔다. Kenaf는 성장이 빠르고 종이의 원료로 사용이 가능 하다는 점에서 대체자원으로 주목받고 있다.

Kenaf는 bast와 core의 부위로 구별되며 비율은 4:6 정도이다. 성장속도는 파종 4~5개월 후에 4~5m 높이까지 생장하며 줄기의 굵기는 하부 직경이 3~4cm 정도에서 굵은 것은 10cm까지 가능하다. 미국과 일본등 제지선진국에서는 활발한 연구 개발의 결과로 kenaf bast와 core섬유의 장점을 살린 제품들이 생산되고 있으며 인쇄·필기 용지, 명함지, 각종봉투, 쇼핑백, 휴지, 냅킨 등 다양한 제품들이 비목재 펄프 인증 마크를 부착하여 판매되고 있다. 우리나라는 세계 10위권의 제지생산량을 가진 국가로서 종이 제품의 원료가 되는 목재펄프의 80% 이상을 외국에서 수입하고 있지만, 목재펄프를 대체할 수 있는 비목재 펄프에 대한 연구는 부족하다. 본 연구는 국내산 kenaf를 KP와 TMP로 제조 후 종이의 물성을 비교하여 제품 개발 가능성을 검토하고자 실험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

Kenaf 품종은 미국 농업연구소(USDA, U.S Department of Agriculture)로부터 분양받은 Tainung-2를 전라북도 부안군 계화면 간척지(E126° 44'41.4", N35°46'38.1")에

2005년 5월14일에 파종한 후 10월13일 수확하여 사용하였고, kenaf 펄프와 비교하기 위하여 USKP(unbleached softwood bleached pulp)를 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 Kraft pulp 제조

KP(kraft pulp)는 kenaf를 bast, core, 그리고 whole 부위별로 단속식 증해기로 제조하였고, 실험조건은 table 1.과 같다.

Table 1. Kraft pulping condition

Active alkaline(%)	Sulfidity (%)	Cooking temperature(℃)	Time to cooking temperature(min.)	Cooking time(min.)	Liquor to kenaf ratio
18	20	160	60	30	10:1

2.2.2 Thermomechanical pulp 제조

TMP(thermomechanical pulp, 열기계 펄프)는 물과 칩을 각각 3:1 비율로 24시간 함침시키고, 각 부위별로 defibrator에서 130℃ 4분간 예열한 후 3분간 해섬하여 제조하였다.

2.2.3 펄프의 고해 및 종이제조

KP는 T200sp-96의 방법으로 valley beater로 고해하였고, TMP는 T248cm-85 방법으로 PFI mill을 이용하여 고해하였다. T205sp-95의 방법으로 원형 수초지기에서 평량 60g/㎡로 종이를 제조하였다.

2.2.5 종이의 물리적 성질 및 광학적 성질

종이의 물리적 성질 및 광학적 성질은 TAPPI standard method로 인장강도(T494om-88), 인열강도(T414om-88), 파열강도(T403om-91), stiffness(T489om-92), formation index, 백색도(T452om-98)와 불투명도(T425om-96)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프수율

Table 2. 는 KP와 TMP 부위별 수율을 나타낸 결과이다. KP와 TMP에서 모두 bast가 가장 높은 수율을 나타내었고 그 다음으로 whole과 core의 순서로 나타났다. TMP의 수율은 71~77%였으며, KP는 43~52% 였다.

Table 2. Yield of kenaf TMP and KP

Pulp	TMP			KP		
	Whole	Bast	Core	Whole	Bast	Core
Yield(%)	73.5	76.9	71.4	47.2	51.8	43.4

3.2 물리적 성질

Fig. 1.과 Fig. 2.는 kenaf의 bast, core, whole 부위의 KP와 TMP의 겉보기 밀도와 bulk도를 나타낸 결과로 상반되는 그래프를 나타내었다. Fig. 1.에서 bast는 pulping 방법에 관계없이 가장 낮은 밀도를 보였다. Bast 섬유가 core 섬유보다 장섬유이기 때문에 bast 섬유로 제조한 종이의 두께와 bulk도의 증가가 겉보기 밀도의 감소에 영향을 미친 것으로 보인다. Fig. 3.의 formation index는 core로 제조한 종이에서 가장 높은 값을 나타내었다. Core가 단섬유로서 분산이 잘 이루어지기 때문에 우수한 formation index를 나타낸 것으로 사료되며, 전반적으로 kenaf 펄프의 formation index가 USKP 보다 우수하였다. Fig. 4.는 KP와 TMP의 인장지수를 나타낸 결과이다. Kenaf는 KP가 TMP보다 높은 인장지수를 보였으며 USKP와 유사한 강도를 나타내었다. KP whole이 가장 우수한 강도를 나타낸 것은 장섬유와 단섬유의 혼합으로 인한 결합이 인장강도의 상승을 유발한 것으로 사료된다. Fig. 5.의 인열지수는 TMP와 KP모두 bast로 제조한 종이가 높게 나타났고, core는 두 가지 pulping 방법 모두 낮은 수치를 나타내었다. 인열지수는 섬유의 길이가 증가할수록 함께 증가하기 때문에 장섬유인 bast에서 높은 인열지수를 나타내었고, 단섬유인 core는 상대적으로 낮게 나타났다. Fig. 6의 파열지수는 USKP가 kenaf 펄프보다 우수하였고, kenaf KP가 kenaf TMP보다 높은 강도를 나타내었다.

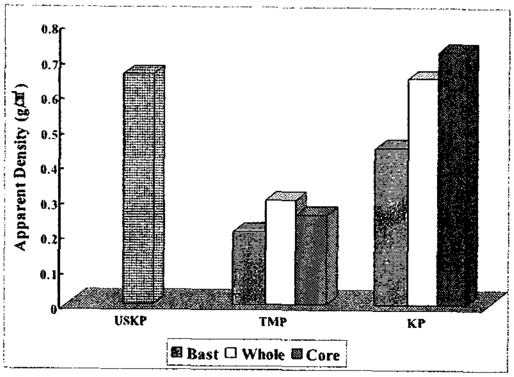

Fig. 1. Apparent density of kenaf handsheet.

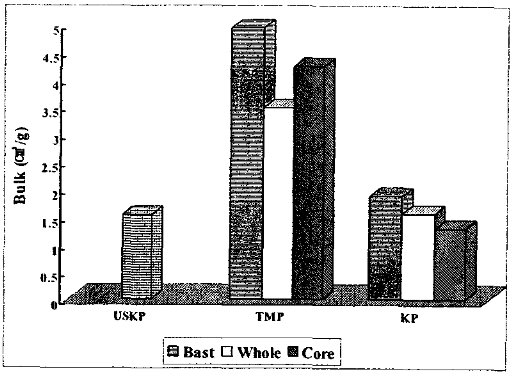

Fig. 2. Bulk of kenaf handsheet.

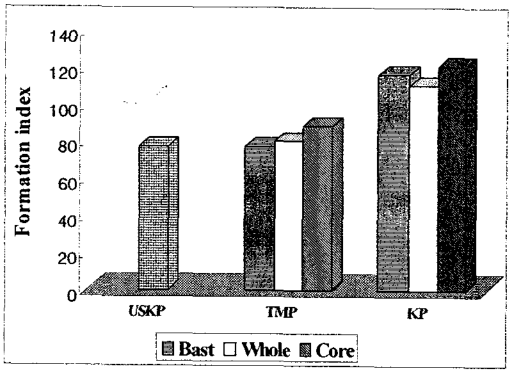

Fig. 3. Formation index of kenaf handsheet.

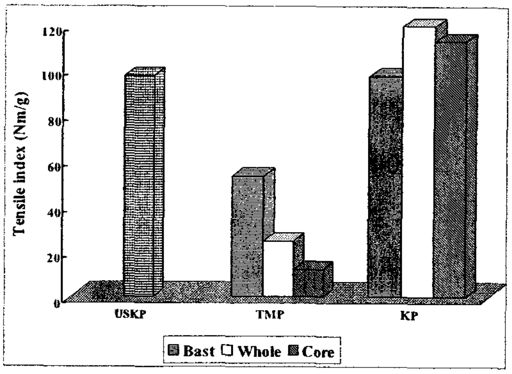

Fig. 4. Tensile index of kenaf handsheet.

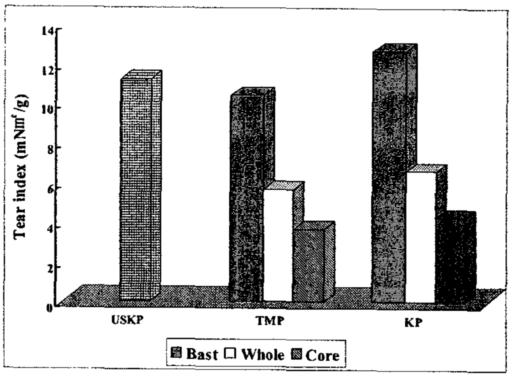

Fig. 5. Tear index of kenaf handsheet.

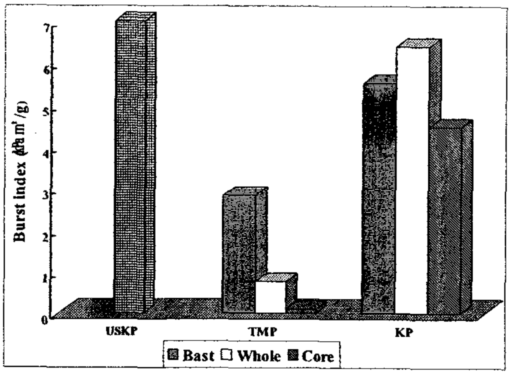

Fig. 6. Burst index of kenaf handsheet.

Fig. 7은 stiffness 측정한 결과이다. TMP는 core가 가장 우수하였고, bast, whole 순서대로 높은 수치를 나타내었다. KP는 bast에서 가장 높은 값을 나타내었고 whole과 core 순으로 감소하였다. UsKP와 비교했을 경우 전체적으로 kenaf 펄프가 더 우수한 성질을 나타내었고, 이는 종이의 두께에 기인한 것으로 사료된다.

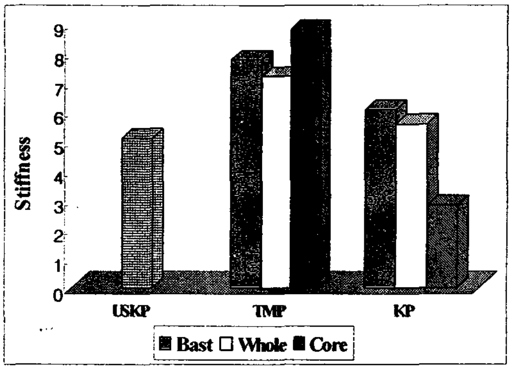

Fig. 7. Stiffness of kenaf handsheet.

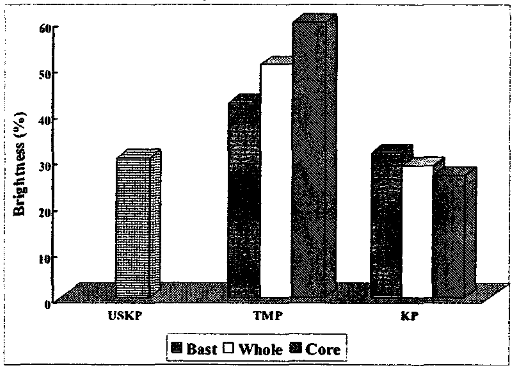

Fig. 8. Brightness of kenaf handsheet.

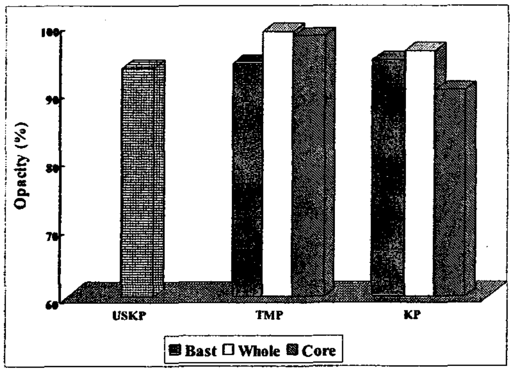

Fig. 9. Opacity of kenaf handsheet.

3.8 광학적 성질

Fig. 8과 9는 kenaf TMP와 KP 종이의 백색도와 불투명도를 측정한 결과이다. 각 종이의 백색도는 KP가 USKP와 유사하였고, TMP가 상대적으로 더 높은 수치를 나타내었다. TMP가 기계적으로 섬유를 분리하는 반면에 크라프트 펄프화법의 경우 kenaf 내의 리그닌이 pulping되는 과정에서 용해되어 섬유를 변색시켰기 때문에 TMP가 KP 보다 높은 백색도를

나타낸 것으로 사료된다. TMP의 백색도는 core가 가장 높게 나타났으며, 그 다음은 whole, 과 bast의 순서였다. KP에서는 TMP와 반대로 bast가 가장 높은 값을 보였고 whole과 core 순으로 백색도가 감소하였다. TMP는 kenaf 부위별 색상에 영향을 받아서 다른 백색도를 나타낸 것으로 사료되며, 불투명도는 KP와 TMP 모두 USKP 보다 낮은 수치를 나타내었다.

4. 결 론

겉보기 밀도는 USKP와 비교하여 kenaf KP는 유사하였고, TMP는 낮은 수치를 나타내었다. Bast의 경우 pulping 방법에 관계없이 가장 낮은 겉보기 밀도를 나타내었다. 인장지수는 kenaf KP가 TMP와 비교하여 높게 나타났으며 USKP와 유사한 인장지수를 나타냈다. 인열지수에서 TMP와 KP 모두 bast 섬유가 가장 우수하였고. core는 두 가지 pulping 방법에서 모두 가장 낮게 나타났다. 파열지수는 USKP가 kenaf 펄프보다 전반적으로 높게 나타났고, stiffness는 USKP와 비교하여 kenaf 펄프가 더 높은 stiffness를 보였다. 광학적 성질은 kenaf KP와 TMP 모두 USKP 보다 높은 백색도를 나타내었고, 불투명도는 kenaf 펄프가 USKP 보다 낮게 나타났으나 그 차이는 크지 않았다.

5. 인용문헌

1. Andrew, F. K., Kenaf an alternate fiber for the pulp and paper industries in developing and developed countries, TAPPI J. 75(10):141-145(1992).
2. Bowyer, J. L., Economic and environmental comparisons of kenafgrowth versus plantationgrown softwood and hardwood for pulp and paper, Kenaf properties, processing and products, pp.323-346(1999).
3. Rogerm, R., and Han, James. S., Change in kenaf properties and chemistry and a function of growing time, Kenaf properties, processing and products, pp.33-41(1999)..
4. Hovermale, C. H., Effect of row width and nitrogen rate on biomass yield of kenaf, Proc. Fourth Int. Kenaf Crop., Int. Kenaf Assoc. Ladonia, TX:35-40(1993).
5. Morimoto, M. K., Eco-pulping of kenaf fiber, J. Japan TAPPI, 45(5):49-53(2002).
6. Lee, M. K., and Yoon, S. L., Utilization of kenaf cultivated in Korea(1), J. Korea TAPPI 35(4):68-74(2003).