

옥수수 줄기의 펄프 자원화 (1) 펄프화 및 섬유 특성

원종명^{1)*} · 이재훈²⁾ · 한창석¹⁾

¹⁾강원대학교 제지공학과 · ²⁾신호제지 중앙연구소

1. 서 론

산업과 문명의 발전은 인류의 생활을 편리하게 해주는 좋은 측면도 있지만 그와 더불어 환경의 심각한 오염과 생태계의 파괴를 불가피하게 수반하고 있다. 따라서 환경 보호론자들 뿐만 아니라 전 세계의 모든 사람들이 환경 보호의 심각성을 피부로 느끼고 나서 다양한 노력을 기울이고 있다. 그 대표적인 예로써 대부분의 산업에서 원료로부터 시작하여 공정, 제품의 리사이클에 이르기까지 전 과정 평가를 하는 LCA 기법을 적용하는 ISO 14000 시리즈를 도입하고 있다. 또한 전 세계 각 국에서 정부의 주도 하에 각종 연구를 통하여 에너지 절감을 위한 장치, 공정 및 기술 개발을 위한 재정 지원을 하는 등 매우 적극적인 운동이 벌어지고 있다. 환경 보호를 위한 다른 예로서는 환경 보호에 크게 기여하는 삼림자원을 보존하기 위하여 폐지 및 폐목재의 재활용 운동도 활발히 진행되고 있으며, 이미 오래 전부터 비목재 또는 성장률이 빠른 나무의 펄프 자원화에 대한 연구가 진행되어 왔다.

비목재 섬유자원의 펄프 자원화를 위하여 마, 벚짚, 밀짚, 갈대, 사탕수수, 바나나 줄기, 옥수수대 등 각종 농산 폐기물이 검토되었으며, 품질에서 목재펄프에 비하여 떨어지기는 하나 일부 용도로 활용되고 있다. 최근 들어 특히 비목재 섬유 자원의 펄프 자원에 대한 관심이 증가됨에 따라 비목재 펄프의 품질 향상 및 검토의 필요성을 느끼게 되었다. 따라서 본 연구에서는 그동안 비교적 관심이 적었고, 세계 각 국에서 가끔 연구가 진행되었던 옥수수 줄기의 펄프 자원화 가능성을 평가하기 위한 일환으로 옥수수 줄기의 펄프화 특성 및 섬유 특성을 조사하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 공시재료

옥수수 대로부터 잎과 줄기의 속 부분을 제거하고, 2~5 cm의 크기로 절단하여 공시재료로 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 펄프화 및 표백

옥수수 줄기의 펄프화 특성을 조사하기 위하여 소오다법과 크라프트법이 시도되었다. 소오다법은 활성알칼리 13%와 15%가 적용되었고, 액비는 7:1이었으며, 배치 전건 옥수수대의 양은 250g이었다. 크라프트 펄프와는 활성알칼리 13%와 15%, 황화도는 20%를 적용하였다. 각 펄프에 대하여 펄프수율, 카파가 및 초기 여수도를 측정하였다.

2.2.2 섬유 형상 및 섬유장 분포 측정

섬유의 특성을 조사하기 위하여 광학현미경을 이용하여 목재펄프와 비교하였고, Kajaani 100 섬유장 측정기를 이용하여 섬유장 분포를 측정하였으며, 시판 침엽수 및 활엽수 표백크라프트 펄프와 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프화 특성

Table 1. Pulp yield, kappa no. and freeness of corn stalk pulp

	Chemicals (%)	Total yield(%)	Screened yield(%)	Reject (%)	Kappa no.	Freeness (ml, CSF)
Soda	AA 13%	48.51	47.75	0.76	14.09	602
	AA 15%	47.31	47.17	0.14	11.66	595
Kraft	AA 13%, Sulfidity 20%	47.90	46.77	1.13	17.22	616
	AA 15%, Sulfidity 20%	46.35	45.96	0.39	12.72	599

정선펄프 수율이 대부분 45~48% 사이에 분포하였으며, 목재보다 펄프화가 용이하였다. 그러나 목재의 경우와는 달리 크라프트 펄프화에 의한 개선 효과는 확인할 수 없었다. 여수도는 600 ml 전후를 나타내어 목재펄프보다 낮은 값이 얻어졌는데, 이는 Fig. 2~4에서 보는 바와 같이 단섬유 분이 많기 때문인 것으로 생각된다.

3.2 섬유 특성

옥수수 줄기 펄프의 섬유장 분포는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 수평균 섬유장 분포의 경우 미세섬유의 개수가 장섬유분에 비하여 매우 많은 것으로 나타났으며, 중량 평균의 경우에는 장섬유분 쪽에도 소량 분포하는 것으로 평가되었다. Fig. 2와3은 각각 옥수수 줄기 펄프, 활엽수 표백 크라프트펄프, 침엽수 표백 크라프트펄프의 중량평균과 수평균 섬유장 분포를 나타낸 것으로 옥수수 줄기 펄프의 섬유장 분포는 중량평균의 경우 다소 활엽수보다 단섬유쪽에서 피크를 나타내기는 했지만 마치 침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 혼합해 놓은 것과 같은 결과를 보여주었으며, 수평균의 경우에는 옥수수 줄기 펄프가 일부 장섬유분을 지니기는 하지만 활엽수 펄프보다 단섬유분이 월등히(약 2배) 많았다.

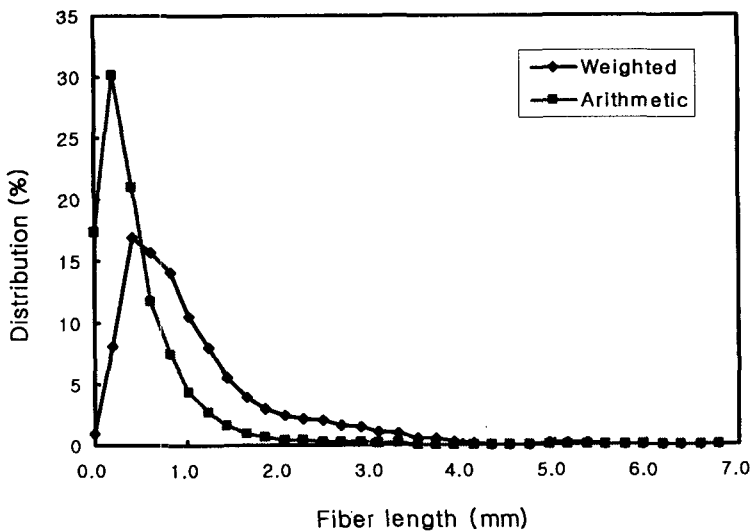


Fig. 1. Weighted and arithmetic distribution of corn stalk pulp.

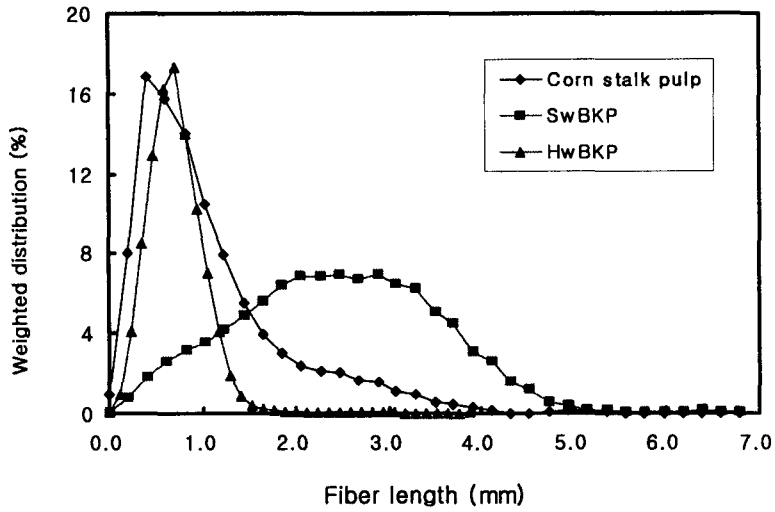


Fig. 2. Comparison of weighted average fiber length distribution of corn stalk pulp, SwBKP and HwBKP.

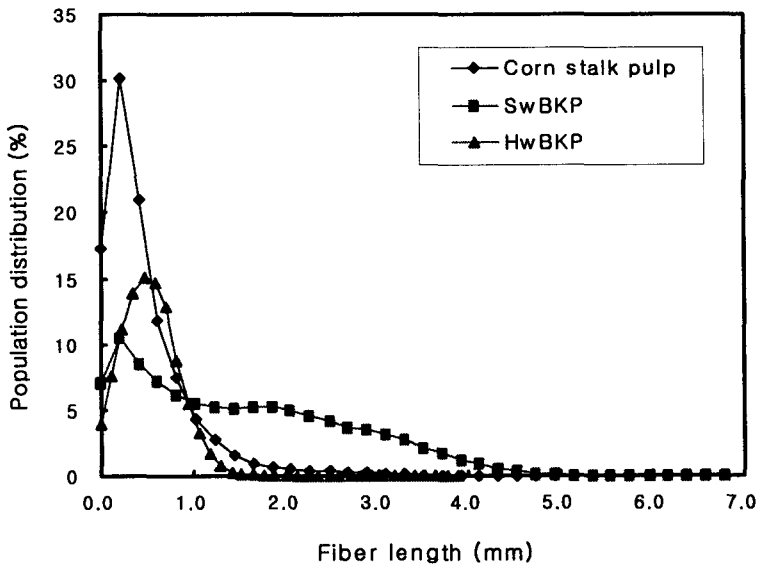


Fig. 3. Comparison of arithmetic average fiber length distribution of corn stalk pulp, SwBKP and HwBKP.

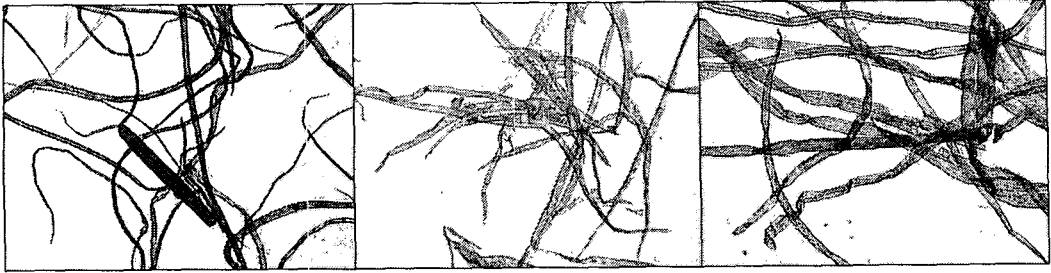


Fig. 4. Microphotograph of corn stalk pulp, HwBKP and SwBKP(x100).

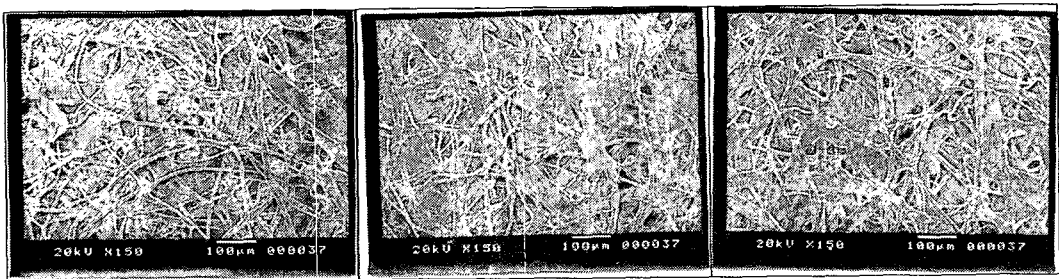


Fig. 5. SEM for the sheet made of unbeaten corn stalk pulp, beaten corn stalk pulp and mixture (beaten corn stalk pulp 90 : beaten SwBKP 10).

4. 결 론

옥수수 줄기의 펄프화를 시도한 결과 목재펄프보다 용이하였으며, 정선 수율도 목재 펄프에 버금가는 수준을 나타내었다. 섬유는 목재 펄프에 비하여 다소 가늘었으며, 섬유장 분포는 비록 단섬유 함량이 활엽수 펄프보다 많았으나 일부 장섬유도 포함하고 있어서 종이 제조 시 강도적인 측면에서 유리할 것으로 생각된다. 또한 종산 폐기물을 자원으로 이용하기 때문에 펄프 원료 비용이 목재 칩에 비하여 훨씬 적게 들 것으로 기대된다.