

화상분석을 적용한 비목재 펄프의 섬유성상 분석 Image Analysis for Characterizing Non-Wood Pulp Fiber

성용주, 한영림, 김삼곤, 김근수

KT&G 중앙연구원

Abstract

목재자원의 부족과 천연물 가공시 부산물의 재활용 등 다양한 이유로 적용되는 비목재 펄프류의 섬유 성상과 특성은 최종 제품의 품질과 그 가공 공정등에 지대한 영향을 끼치게 된다. 이를 위하여 본 연구에서는 화상분석을 통한 비목재 펄프의 섬유성상 분석 방법을 모색하였고, 실제 다양한 성상의 담배 부산물을 그 원료로 제조되는 종이형태의 재구성 담배인 판상엽 제품의 구성성분 분석에 적용하여 그 적용 가능성을 평가하였다.

1. 서론

세계적인 천연자원 부족과 환경보존을 위한 규제 증대 등으로 고품질 목재자원을 대처할 수 있는 다양한 비목재 펄프에 대한 관심이 점차로 커지고 있는 실정이다.¹⁾ 이러한 관심을 바탕으로 기존의 목질섬유를 대체하려는 황마, 대마, 아마, 양마등의 인피섬유, 벗집, 바가스, 갈대, 대나무 등의 경질섬유, 먼 등의 종모섬유 등의 섬유특성 및 펄핑 등의 가공공정에 관한 연구 및 적용사례들이 지속적으로 보고되고 있다.

비목재 섬유자원은 고가의 목재섬유를 대체하는 용도 이외에 농업 부산물 또는 폐기물의 재이용 측면과 그 자원 자체의 특이성을 보존하기 위한 일환으로 가공되어 사용되어지기도 하는데, 그 대표적인 예로 담배 부산물을 원료로 제조되는 종이형태의 재구성 담배인 판상엽(Reconstituted Tobacco Sheet)을 들 수 있다. 담배에 사용되는 담배

있는 실제로 건조 및 절각되어 담배의 주원료로 사용되는 담배잎 부분과 담배잎의 뼈대를 이루고 담배제조 시 바로 사용될 수 없는 담배 잎줄기로 나눌 수 있다. 이러한 담배 잎줄기와 담배 제조과정 중 발생하는 다양한 형태의 부산물들을 펄핑, 추출, 고해 및 제지식 초지공정을 통하여 담배잎과 유사한 시트상의 제품으로 만드는 공정을 판상엽 공정이라고 한다.

이러한 판상엽 제조과정에서는 다양한 형태의 비목재 섬유를 그 원료로 하고 있기 때문에 실제 공정 중의 섬유형태 및 원료특성 또한 목재섬유를 바탕으로 한 기존 제지공정과는 상당한 차이를 나타내고 있다. 따라서 기존의 제지공정에서 사용되어 왔던 원료평가방법 뿐만 아니라 이러한 섬유상의 특성을 더욱 정확히 평가하기 위한 새로운 측정 방법이 요구되는 실정이다.

본 연구에서는 섬유분급기를 적용하여 판상엽 제품의 원료 특성을 파악하고 판상엽 주원료 섬유들의 형태적 특성 및 지료 특성을 좀더 세밀하게 분석하기 위한 한 방안으로 화상분석법을 적용한 섬유형상 측정법을 모색하여 보았다.

2. 재료 및 방법

2.1. 판상엽

국내에서 제조되는 판상엽 제품 1종과 외산 판상엽 제품 2종을 해리하여 그 주원료 성분을 크기별로 분급하여 그 특성을 평가하여 보았다. 실제 판상엽은 다양한 종류의 부산물을 그 원료 하기 때문에 Fig. 1.에서 보는 바와 같이 그 원료의 형상이 판이하게 다른 특징을 가지고 있다.

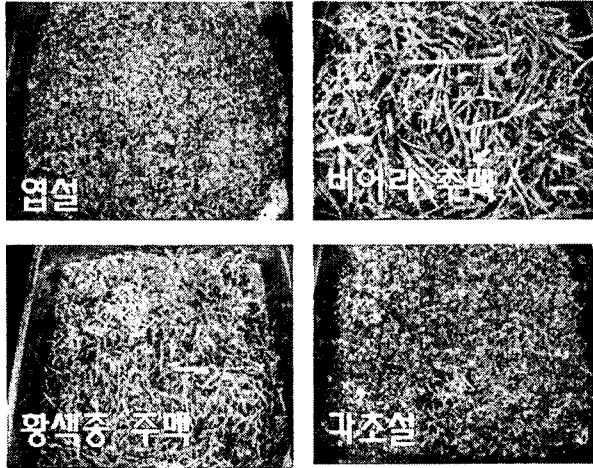


Fig.1. Various Raw Materials of a Reconstituted Tobacco Sheet

2.2. 지료의 분급처리

다양한 크기와 성상의 주원료에 대한 정밀한 특성을 평가하기 위하여 Bauer-McNett 섬유분석기를 사용하여 크기별로 지료를 분급하였다. 본 분급에 사용된 메쉬는 16, 32, 50, 100 mesh를 사용하여 각 메쉬별로 걸러진 지료의 무게를 평가하여 구성분 분율을 평가하였다.

2.3. 화상측정 및 화상분석

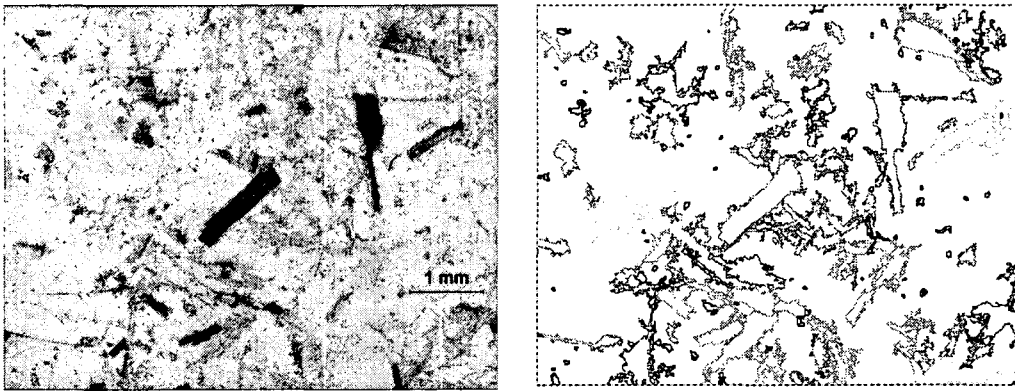
2.3.1. 화상 조합 --- FOV의 확대

다양한 형태 및 크기를 가진 샘플내 주원료 물질의 형상을 분석하기 위하여 CCD 카메라가 장착된 광학현미경을 본 실험에서 적용하였다. 각각의 지료의 섬유들은 그 형상을 정확히 평가하기 위해 100배로 확대되어 측정된다. 이때 이미지의 실제 FOV(Field of View)의 크기가 작아져 통계적인 의미를 갖기 어렵게 된다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위해 본 연구에서는 여러 장의 이미지를 촬영하여, 겹쳐지게 붙이는 Tiling 기법을 도입하여 하나의 큰 이미지로 각각의 이미지들을 조합하는 방법으로 분석의 통계적 정확성을 높이는 방안을 도입하였다.

2.3.2. 화상분석

화상 분석기로 얻어진 자료의 화상은 화상분석 프로그램(I-Solution Co., Ltd)을 사용하여 다양한 성상의 지료성분들의 형태적 특성을 분석하였다. 다양한 형태의 지료속에서 실제 본 연구에서 관심을 가지고 있는 대상은 상대적으로 그 크기가 크고 형태적으로 Aspect ratio가 낮은 형태를 가지는 섬유분들이다. 이러한 형태의 섬유분들은 초지 특성이 좋지 않아 품질 및 공정에 여러 가지 악영향을 끼치는 것으로 생각되고 있다.

이러한 특성있는 섬유분들을 더욱 명확히 구별하기 위하여 여러 단계의 이미지 필터링 기술을 적용하였고 각각의 섬유들의 외형을 화상에서 분리하여 나타내었다. 이러한 화상분석 기술을 적용하여 얻어진 이미지는 Fig. 2 (b)에서 보는 것과 같다. 이러한 섬유분 이미지를 바탕으로 다양한 형태적 데이터를 구할 수 있게 되는 것이다.



(a) Filtered Image for Analysis

(b) Outlined Interested Objects

Fig. 2. Image Analysis Process for evaluation the Various Objects of a typical Reconstituted Tobacco Stock.

3. 결과 및 고찰

3.1. 판상엽 제품의 크기별 섬유구성비

세가지 종류의 판상엽 제품을 해리 후 섬유특성을 섬유장 분석기를 적용하여 분석한 결과는 Fig. 3에서 나타내었다. 결과에서 알 수 있듯이 국산 제품의 경우 외국산 제품의 경우에 비해 큰 메쉬에서 걸리는 양이 적게 나타나는, 즉 샘플 지료내 섬유분의 크

기가 큰 것의 양이 적음을 알 수 있다. 즉, 이러한 결과는 상대적으로 더욱 많은 양의 미세분들 즉 100 mesh를 통과하여 빠져나가는 지료성분이 많은 것을 알 수 있게 하는데, 각각에서의 미세분의 양은 Fig. 4.에서 보여진다.

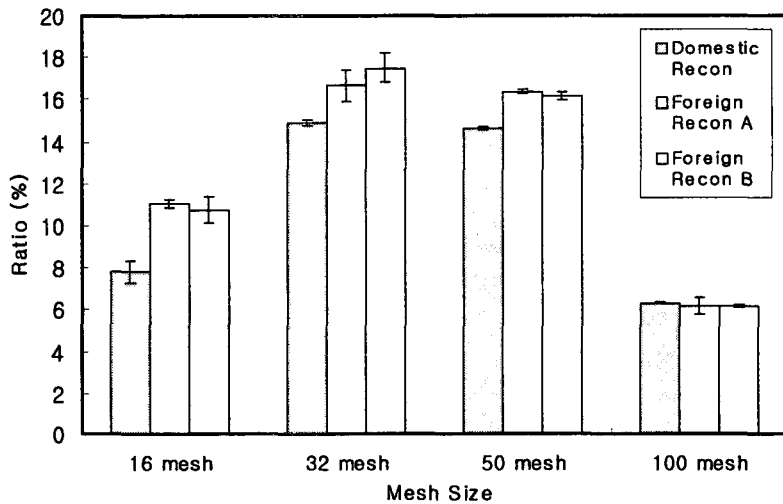


Fig. 3. The Fractionation of the Constituted Fibers of three different Reconstituted Tobacco Products

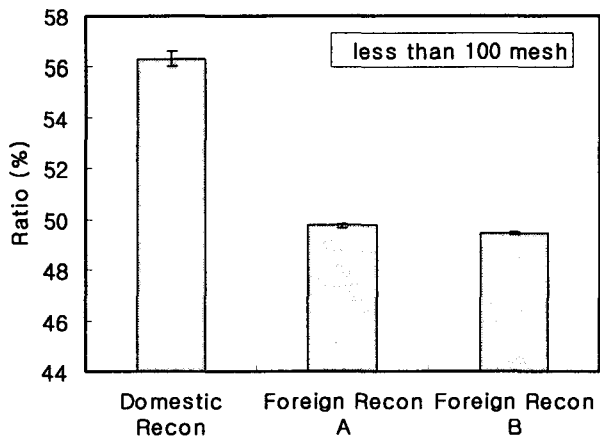
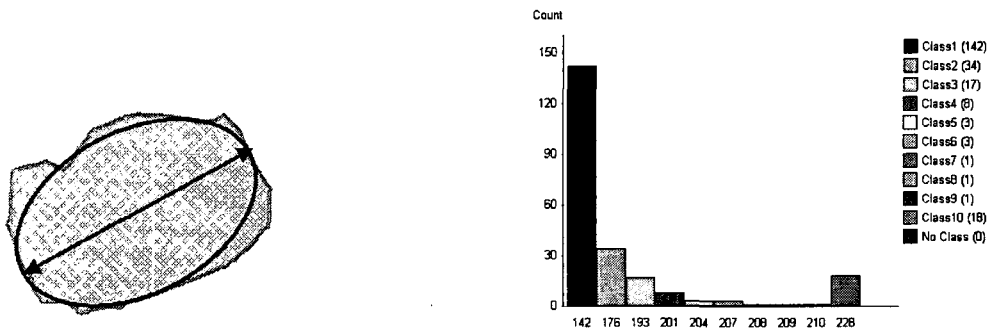


Fig. 4. The Contents of the Fine Materials in the three different Reconstituted Tobacco Products

3.2. 화상분석법을 적용한 섬유특성 분석

Fig. 5.에서 보여진 다양한 화상처리된 이미지를 가지고 다양한 섬유분의 형태학적인 특성을 분석하여 보았다. 실제 사용되는 주원료별로 또 처리공정에 따라 그 형태적 특징은 다양한 변화가 있을 것으로 예상되는데 본 발표에서는 적용될 수 있는 하나의 주요한 파라미터로 타원 형상에서의 장축의 크기를 바탕으로 한 결과를 실례로 나타내었다. Fig. 5.에서 보는 바와 같이 본 화상 분석법을 통해 각 크기별(Class)로 그 분포를 정량적으로 평가할 수 있음을 알 수 있다.



(a) Determination of a Major Ellipse

(b) Major Ellipse Distribution of Fibers

Fig. 5. The Major Ellipse Distribution of Non Wood Fibers in a typical Reconstituted Tobacco Stock

4. 결론

본 연구에서는 자원의 재이용과 그 가치의 극대화 측면에서 더욱 많은 관심을 받고 있는 판상엽 제조 원료 섬유의 특성을 분석하기 위한 방법들을 제시하여 보았다. 이러한 판상엽제품의 주요 원료는 담배 잎줄기 등의 다양한 형태의 비목재 원료인데 그 크기 및 형상이 다양하여 기존의 분석방법이외에 화상분석법을 도입하여 정량적인 섬유 형상 특성을 평가하여 보았다.

섬유장 분급기를 통하여 판상엽 제품 각각의 구성섬유 크기별 특성을 평가할 정량적으로 평가할 수 있었고 또한 화상분석법을 통해 구성섬유분의 개별적인 형태적 특성

을 좀더 세밀하게 정량적으로 평가할 수 있었다. 이러한 분석법의 도입 및 개발은 다양한 형태적 특성을 가진 비목재 펄프의 최적 이용을 위한 기본적인 자료를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

Reference

1. 원종명, 제지용 원료로서의 비목재 자원, 2005 한국펄프종이공학회 추계학술논문발표회.
2. 임현아, 강진하, 이용규, 비목재펄프를 이용한 도공원지의 특성이 도공지의 물성 및 인쇄적성에 미치는 영향 (I) - 대나무 표백크라프트펄프, 펄프·종이기술 제32권 3호, 2002.
3. 주용찬, 강진하, *Ganoderma lucidum* 균 전처리를 이용한 벗짚의 상압(常壓)·소다펄프화, 펄프·종이기술 제34권 4호, 2002