

판상엽 고해조건에 따른 섬유특성 변화 평가

한영림^{*} · 성용주 · 김삼곤 · 김근수 · 하인호¹⁾
KT&G 중앙연구원, (주)태아산업¹⁾
(2005년 11월 15일 접수)

Characteristic Change of Fiber Depending on the Refining Conditions of Reconstituted Tobacco Process

Young-Rim Han^{*}, Yong-Joo Sung, Sam-Kon Kim, Kun-Soo Kim and ¹⁾In-Ho Ha
KT&G Central Research Institute
¹⁾Tae-A industrial Co. (Received November 15, 2005)

ABSTRACT : The goal of refining is to treat fibers so they meet the requirements of the papermaking process. The refining process in papermaking has great influence on the quality of the final product by changing the fiber properties, such as fiber length, shape, fine contents and so on. In this study, the effect on the morphological change of fibers by the refining conditions were investigated using the fiber morphology analyzer. Fiber morphology analyzer used to determine which pulps are suitable for producing particular products. Furthermore it is widely used in paper mills to monitor paper quality. The morphological change of fibers according to refining conditions were evaluated out by measuring fiber, shive and fine.

In the fiber morphology, the domestic reconstituted tobacco fiber has the bigger average fiber length value than that of the foreign reconstituted tobacco.

Key words : reconstituted tobacco, fiber morphology, refining, fiber length

제지식 판상엽은 장망식 초지기를 이용하여 초지를 형성시키고 그 위에 농축 추출액을 도포 건조하여 제품을 완성한다. 초지를 형성하고 건조하는 일련의 공정 중 고해공정은 초지적성 개선과 물성 향상을 위한 필수 공정이며 초지공정 중 건조공정 다음으로 에너지를 가장 많이 사용하는 공정이다.

고해(Refining)란, 물속에 풀어 놓은 섬유에 기계적 처리를 가하여 섬유의 형태나 구조를 변화시

킴으로써 강도적, 광학적, 구조적 성질 등 용도에 적합한 적절한 물리적 성질을 발현시키고 탈수성, 운전성, 건조효율, 지질 등 제조공정의 조업성을 향상시키기 위한 단위공정이다(Hietanen, 1990). 고해공정에 의해서 일반적으로 일어나는 섬유성질의 변화는 섬유 외층의 제거, 외부 소섬유화(external fibrillation), 섬유길이의 절단(fiber shortening), 미세섬유 생성(fines production), 내부 소섬유화(internal fibrillation), 섬유의 변형 등

*연락처자 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea

을 통해 세포섬유벽의 팽윤에 의한 결합력 증대, 유연성 개선, 세포벽의 소섬유화로 인한 수소결합 능력 확대, 미세분 및 고질성 물질의 노출 등으로 인한 섬유특성의 발현에 있다. 그러므로 이러한 변화들을 어떻게 얼마만큼 생성시키느냐에 따라 발현되는 제품의 물성이 달라지게 된다(Smoke, 1992 ; Manson, 1999). 또한, 원료의 형태적 특징의 차이에 따라 고해에 의한 거동이 달라지고 그로인해 변화되는 섬유특성이 달라지므로 섬유들의 기본특성이 잘 발현될 수 있도록 혼합고해보다는 분리고해가 더 효과적이기도 하다(Lumiainen, 1996). 그러므로, 원료, 고해조건, 고해효율 등 고해공정의 최적화는 품질의 경쟁력 향상 뿐만 아니라 에너지 절감을 위해서 매우 중요한 위치를 차지하는 것이다.

고해에 영향을 미치는 인자들은 원료, 고해장치의 특성, 고해조건으로 분류할 수 있으며 본 연구에서는 기존에 사용하고 있는 리파이너 플레이트 바 패턴과 새로운 리파이너 바 패턴을 조합하고 고해조건에 따라서 변화되는 판상엽 지료의 섬유특성을 외산제품과 비교 평가하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 실험조건

공시재료로는 생산 중인 황주맥 판상엽 지료를 사용하였다. 실험방법은 직렬식으로 연결되어 있는 3대의 20인치 리파이너에 기존에 사용되는 플

레이트 바를 1번, 2번 리파이너에 설치하고 시트 구조의 균일성에 영향을 주는 섬유 특성의 변화를 위해 새로 설계된 플레이트 바를 3번 리파이너에 설치 후 3가지 시험조건을 설정하여 고해실험을 실시하였으며 리파이너 통과 전 후 및 초지의 섬유특성을 평가하였다. 설정된 3가지 고해조건은 다음과 같다.

- 1) 1번, 2번 리파이너 통과 후 지료의 고해도가 48°SR을 유지하고 3번 리파이너 통과 후 49°SR 고해도를 갖도록 설정
- 2) 1번, 2번 리파이너 통과 후 지료의 고해도가 45°SR을 유지하고 3번 리파이너 통과 후 52°SR 고해도를 갖도록 설정
- 3) 1번, 2번 리파이너 통과 후 지료의 고해도가 42°SR을 유지하고 3번 리파이너 통과 후 47°SR 고해도를 갖으며 리턴양을 최소화하는 조건으로 설정

섬유특성 측정 방법

3번 리파이너 입구 및 출구 지료, 헤드박스 지료, 초지의 섬유 특성을 Fiber morphology analyzer(Techpap, Morfi LB-01)를 이용하여 고해조건에 따른 섬유특성 변화를 평가하였다. 이 장비는 고해된 지료의 섬유특성을 파악하여 지료 품질의 최적화를 위한 도구로서, 제품의 품질을 모니터링하기 위해서 널리 사용되고 있다.

지료를 구성하고 있는 섬유들을 길이와 폭의 크기에 따라 섬유(fibers), 결속섬유(shives), 미세분

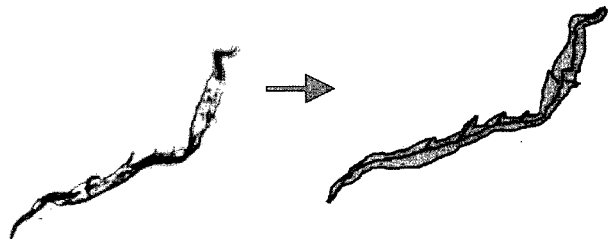
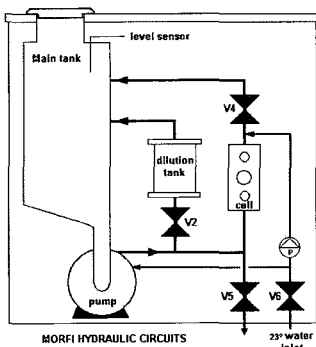


Fig. 1. Operating system of fiber morphology analyzer and analysis of obtained image.

(Robertson, 1999 ; Trepanier, 1998). 측정결과 (fine elements)의 3가지 종류로 섬유형태를 구별하여 제공한다. 즉, 길이가 100 μ m~5000 μ m, 폭이 5 μ m~75 μ m에 존재하는 섬유를 섬유(fibers)로 분류하며, 섬유폭이 75 μ m를 초과하는 섬유를 결속 섬유(shives)로 분류한다. 또한, fiber 보다 폭과 길이가 더 작은 크기를 미세분(fines)으로 분류한다.

Fig. 1의 왼쪽 그림은 측정장비의 내부 형태를 도식화한 것으로 일정 양의 시료를 측정 장비의 main tank에 투입하면 적정 수위까지 물이 채워지면서 저농도로 희석 해리된 다음 물속에서 분산된 개개의 섬유들이 측정cell을 순환하게 되고 측정cell을 통해 섬유의 이미지를 얻게 된다. Fig.1의 오른쪽 그림에서 보듯이 개개의 섬유에 대한 이미지는 섬유의 가장자리를 따라 윤곽이미지를 얻게 되고 그 윤곽이미지를 통해 섬유길이, 섬유 폭, 소섬유화 등에 대한 정보를 통계 소프트웨어 프로그램을 통해 통계분석하여 다양한 섬유 특성 자료를 얻을 수 있다.

결과 및 고찰

고해조건별 섬유특성 비교

자료 내 분포하는 섬유들에 대한 섬유길이, 소섬유화, 미세분, 결속섬유 특성 등은 제품의 물리적 성질 및 제조공정의 조업성 즉, 탈수성, 운전성, 건조효율, 지질 등에 영향을 미치므로 고해조건에

따른 섬유 특성 변화를 평가하는 것은 중요하다고 할 수 있다. Table 1은 3가지 고해조건에 따른 섬유특성을 비교한 결과이다. 고해조건별로 보면 최종 고해도가 높았던 2번 조건에서 평균 섬유길이가 가장 짧은 결과를 보이나 외부 소섬유화는 다른 조건에 비해 적게 받았으며 리턴양을 최소화한 3번 조건에서는 고해도가 낮아짐에 따라 섬유길이가 길게 유지되고 있음을 알 수 있다. 즉, 리턴양의 변화가 평균 섬유길이에도 영향을 줄 수 있으므로 공정조건을 일정하게 유지하는 것도 품질안정화에 중요하다고 판단된다.

고해조건에 따른 공정위치별 섬유길이 비교

고해 펄프의 섬유길이는 섬유를 평가하는 기본적인 특성으로서 지료 조성 공정에서의 고해 효율 뿐 아니라 종이의 전반적인 물성을 결정하는 중요한 인자에 해당한다(Clark, 1985). Fig.2는 고해조건별 공정위치에 따른 평균 섬유길이의 변화를 비교한 결과를 나타낸 것이다. 1번 조건은 3번 리파이너 통과 전 후 고해도의 차이가 크지 않아 섬유길이의 변화가 거의 없으나 2번 조건은 3번 리파이너 통과 전 후의 고해도의 차이로 섬유길이의 변화가 컸으며 최종 고해도가 가장 높았던 영향으로 평균 섬유길이가 가장 짧은 결과를 보였다. 3번 조건에서는 리턴양을 최소화한 조건으로 3번 리파이너 통과 전 후의 고해도 차이가 있음에도 불구하고 섬유길이의 변화가 거의 없는 것으로 보아 지료를 구성하는 섬유에 균일하게 고해 영향이

Table 1. Characteristics change of fiber by refining conditions

Fiber characteristics		1condition	2condition	3condition
Fibers	Length, μ m	842	833	882
	Width, μ m	34.2	34.2	34.5
	Rate in length of Macrofibrills, index	1.9	1.6	1.9
	Broken ends, %	52.4	52.4	53.8
Shives	% in area	24.9	22.7	23.4
Fines	% in area	11.0	12.7	12.3

전달되지 않았다고 판단된다. 즉, 고해가 진행되는 동안 섬유에 부여되는 기계적 에너지는 현탁액 내 존재하는 각각의 섬유에 균일하게 분산되어 전달되는 것 보다는 섬유뭉치나 다발의 형태로 형성된 섬유 응집체를 대상으로 전달되는 것이며, 형성되는 섬유 응집체의 크기에 따라 고해 에너지 분산의 균일성이 달라질 수 있다(Ebeling, 1980). 또한, 고해조건별 초지의 평균 섬유길이의 결과가 3번 리파이너 통과 후의 섬유길이 변화와 같은 경향을 보이고 있다. 이는 3번 리파이너의 고해도 관리가 최종 제품의 물성에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다.

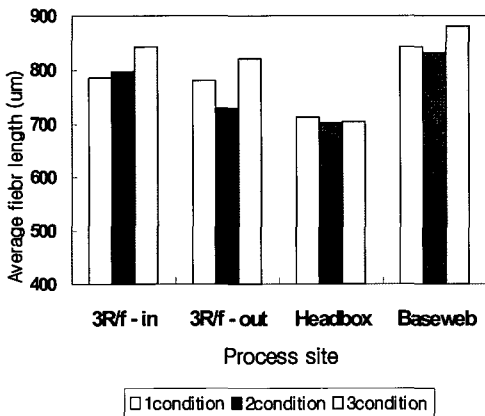


Fig. 2. Comparison of average fiber length by unit process site.

섬유길이 분포 비율을 통한 섬유특성 비교

100 μ m에서 5000 μ m 사이의 섬유길이 분포를 3 범위로 분류하여 균일한 시트구조 특성을 갖는 외산제품과 비교한 결과를 Fig.3에 나타내었다. 국산의 경우 3가지 고해 시험 조건별로 분포도 차이를 갖기는 하지만 외산제품과는 다른 섬유길이 분포도를 갖고 있음을 확인할 수 있다. 외산의 경우 중간이하 즉 368 μ m이하의 작은 길이를 갖는 섬유들이 국산에 비해 더 많이 분포되어 있으며, 길이가 긴 섬유 즉 880 μ m이상은 국산에 비해 더 적게 분포되어 있다. 이는 외산제품이 국산에 비해 균

일한 시트 구조와 적절한 물성을 발현할 수 있는 요인으로 작용한다고 판단된다. 국산의 경우 중간 섬유길이 및 880 μ m이상의 섬유길이 분포 범위에서 고해조건에 따라 차이를 보여주고 있으며 특히, 2번 조건이 다른 조건에 비해 중간이하의 섬유길이 비율이 약간 높은 특성을 보여주고 있다. 따라서 시트 구조의 균일성을 위해서는 880 μ m이상의 섬유길이 분포는 외산제품처럼 작아져야 하며, 섬유길이의 분포도가 중간범위에서 좁은 분포도를 가질 수 있도록 고해조건을 재조정함으로써 좀 더 균일한 품질의 제품을 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

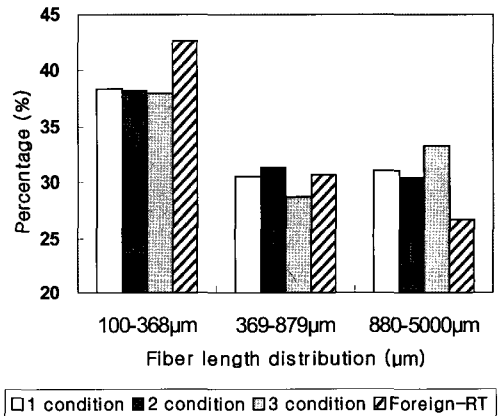


Fig. 3. Comparison of fiber length distribution by refining conditions.

제품내 존재하는 Shive의 크기 비교

관상엽 시트내 존재하는 Shive의 평균길이나 폭의 차이를 외산제품과 비교한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 국산의 경우 외산에 비해 폭과 길이가 작은 형태를 지니며 고해조건에 따라 shive의 폭의 변화보다 길이의 변화가 더 크게 영향을 받았다. 고해 조건별로 보면 2번 시험 조건에서 shive의 길이와 폭이 다른 조건에 비해 작아짐으로써 시트 구조의 균일성에 기여할 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 외산의 경우에는 국산에 비해 길이와 폭이 큰 shive 형태를 지니고 있다.

Sung 등에 의한 발표 논문 결과에서 확인할 수 있듯이 국산의 경우 shive의 대부분이 주맥류의 미해리분으로 구성되어 있으며 엽설류 등의 작은 엽편들은 크기가 큰 주맥류들과 같이 고해되어 대부분이 미세분화됨으로써 외산제품과 같이 엽설류들이 시트내에는 거의 존재하지 않으나, 외산의 경우 엽설류가 시트내 다량 존재함으로써 국산과는 다른 shive형태를 보여주는 것이다(Sung 등, 2005).

analyzer를 이용하여 평가하였다. 고해 조건에 따른 섬유특성 변화를 살펴보면, 시험 2조건이 다른 고해조건에 비해 평균 섬유길이가 짧고 shive 함량과 크기가 작은 특성을 보여주고 있어 시트구조의 균일성에 기여할 수 있는 가능성은 가지고 있으나 섬유길이 분포 면에서 외산과 비교하면 섬유길이가 긴 쪽의 분포비율이 높은 경향을 나타내고 있어 중간 길이의 섬유분포 비율이 증가하도록 고해조건을 재설정하는 것이 균일한 제품 생산에 기여할 것으로 기대된다. 아울러 균일한 품질의 제품을 제조하기 위해서는 특히 크기와 형태가 다양한 원료를 사용하는 관상엽은 섬유의 특성과 조건이 고해 시 충분히 고려되어야 하며 섬유길이와 지료 농도에 영향을 받는 섬유 응집체의 크기에 따라 고해 에너지 분산의 균일성이 달라질 수 있게 되므로 고해의 최적 효과와 에너지 효율을 이끌어 낼 수 있는 다양한 조건 검토가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

Hietanen, S. and K. Ebeling (1990) Fundamental aspects of the refining process. *Paperi ja Puu* 72(2) : 158-170.

G.A. Smook (1992) Handbook for pulp & paper technologists. 2nd ed. Angus, Wilde Publications, Canada, p.194-208.

Dan W. Manson (1999) The fundamentals of formation, Wet end operations short course. *Tappi*, p.33-50.

Jormar J. Lumiainen (1996) Refining of fine paper fibres—separate or mixed refining. TAPPI papermakers conference, Philadelphia, PA, USA

Roland J. Trepanier (1998) Automatic fiber length and shape measurement by image analysis. *Tappi J.* 81(6) : 152-154.

Gordon Robertson, James Olson (1999) Measurement of fiber length, coarseness and shape with the fiber quality analyzer. *Tappi J.* 82(10) : 93-98.

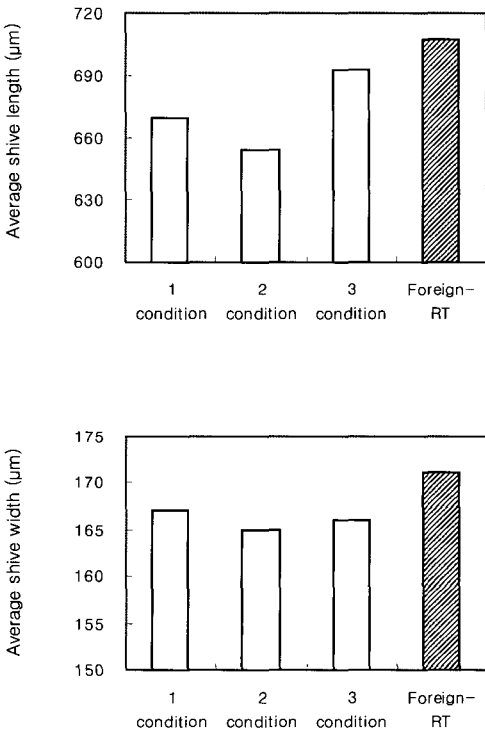


Fig. 4. Comparison of average shive length and width by refining conditions.

결 론

본 연구는 관상엽의 고해조건에 따른 섬유 특성 변화에 관한 기초 연구로서 수행되었으며 관상엽 고해조건별 섬유 특성 변화를 fiber morphology

Clark, J. d'A. (1985) Pulp technology and treatment for paper. 2nd Ed., Miler Freeman Publications, Inc., San Francisco, p.277-305.

Ebeling, K. (1980) A critical review of current theories for the refining of chemical pulps.

International symposium of fundamental concepts of refining, The institute of paper chemistry, appleton, USA

성용주 등 (2005) 주원료 섬유특성 비교를 통한 관상엽 제품 분석, 54회 한국연초학회 포스터 발표