

## 관상엽 품질 특성 분석 (제1보)

- 물리적 · 구조적 특성에 관하여 -

한영림\* · 나도영 · 김삼곤 · 김근수 · 강영희

KT&G 중앙연구원  
(2004년 6월 1일 접수)

## Quality analysis of Reconstituted tobacco ( I )

- On the Physical and Structural properties -

Young-Rim Han\*, Do-Young Ra, Sam-Kon Kim, Kun-Soo Kim and Young-Hee Kang

KT&G Central Research Institute

(Received June 1, 2004)

**ABSTRACT** : A comparative analysis of characteristics of domestic and foreign reconstituted tobacco based on papermaking was conducted to evaluate the quality of reconstituted tobacco and to utilize as basic data for improvement of domestic reconstituted tobacco.

In the formation, which is key factor to quality and physical properties of product, foreign reconstituted tobacco has better uniform formation than those of domestic one. These result was attributed to distribution of large floc size in the domestic one unevenly. In the fiber morphology, domestic reconstituted tobacco has larger average fiber length and width than those of foreign one. They indicated that fiber morphology of domestic one will exert structural properties of paper such as formation and permeability. Tensile strength of domestic one has lower than those of foreign one by basis weight. In the air permeability, domestic one was remarkably reduced because base web was over sized. It also will affect the combustibility of reconstituted tobacco.

In summary, we conclude that the physical and structural properties of domestic reconstituted tobacco result in quality deviations compared with foreign reconstituted tobacco.

**Key words** : reconstituted tobacco, tensile strength, fiber morphology, formation, air permeability

담배 산업에서 이제까지 제조담배의 생산단가를 낮추기 위해 보충제로서 관상엽을 사용하던 수동적 자세에서 벗어나 점차 담배 설계의 중요한 도

구로서 관상엽을 이용하고자 하는 추세가 증가하고 있다. 특히, 최근 건강염려증의 확산과 업체간 시장 경쟁 가열화로 저타르 시장이 급속한 성장을

---

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

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

보이고 있으며, 저타르화 현상은 자연스럽게 소비 고급화 현상을 낳으면서 고품질의 저타르 제품이 출시되고 있다. 판상엽은 저타르 담배 설계에 중요한 역할을 차지하며, 그에 적합한 맛과 품질의 판상엽이 요구되고 있는 상황이다.

저니코틴, 저타르 담배 설계에 중요한 역할을 차지하는 판상엽은 공정 및 가공 중에 필요한 강도 특성, 부스러짐과 관련된 유연성, 경제성과 관련된 부풀성 등의 물리적 특성을 필요로 하며, 연소성과 관련이 있는 투기성도 중요한 특성 중 하나이다. 제지적 관점에서 이러한 담배물리성에 중요한 영향을 미칠 수 있는 인자들을 살펴보면 강도, 기공도, 지합, 섬유특성 등이라고 할 수 있다.

그러나, 현재 국내 판상엽의 물리적 특성은 체계적으로 분석되지 못하고 있는 실정으로 본 연구에서는 국산 제지식 판상엽의 현황을 파악하고 보다 우수한 판상엽 제조의 기초자료로 활용하기 위하여 외산 제지식 판상엽의 특성을 제지분석 장비를 이용하여 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험재료로는 제조공정에서 직접 채취한 국산 제지식 판상엽 초지 및 제품과 국산 압연식 판상엽 및 외산 제지식 판상엽을 사용하였다.

### 판상엽 제조 방법

사용된 시료에 대한 이해를 돕고자 제조방법에 대해 간략히 설명하면 제지식 판상엽은 원료 공장 및 제조장에서 생출되는 부산물인 주맥, 잎줄기, 각초 부스러기, 담배가루 등을 배합하여 물과 혼합한 후 섬유소와 추출액으로 분리한다. 분리된 추출액은 정제하여 농축 가향하고 분리된 섬유소는 제지공법에 의해 초지로 제조하여 가향된 추출액을 도포 건조하여 완성한다.

압연식 판상엽은 다른 공법에 비해 비교적 단순한데, 먼저 주맥은 낱미를 완화시킬 목적으로 배소 처리를 한 후 나머지 부산물 원료와 펄프를 함께 분쇄하고 여기에 가향액 등을 첨가하여 반죽한 다음 로울러로 전단하여 성형 건조시켜 완성한다

(김, 1997). 이러한 제조 공법의 차이로 인해 제지식 판상엽과 압연식 판상엽은 다른 물리적 특성을 갖는다.

### 시료의 조화 조건

판상엽 시료는 평형 수분이 12.5%가 되도록 22°C, RH 56%에서 7일간 조화시킨 다음 측정을 실시하였다.

### 측정장비 및 원리

#### 지합측정

2D formation sensor(Techpap, Lab ver.)를 이용하여 지합을 측정하였다. 측정원리는 종이 아래편에서 stroboscope를 사용하여 투과시킴으로써 얻어지는 이미지를 분석한다. 측정결과는 이미지와 지합지수(formation index), floc size의 분포도를 얻을 수 있으며, 지합지수가 낮고 floc size가 작고 균일하게 분포할수록 양호한 지합이라고 할 수 있다.

#### 섬유특성 분석

Fiber Morphology analyzer(Techpap, Morfi LB-01)를 이용하여 구성 섬유특성을 분석하였으며, 측정원리는 시료를 충분히 해리하고 저농도화한 다음 측정장비에 투입하면 측정 cell을 순환하면서 섬유의 이미지를 얻게 되고 얻어진 이미지를 통계분석하여 평균 섬유장, 섬유폭 및 분포도, 미세섬유 함량, 고해정도 등에 대한 섬유 특성 자료를 얻을 수 있다.

#### 인장강도 측정

수평형 인장강도 측정기(L&W, SE 062)를 이용하였으며, ISO 1924-1 방법에 따라 시험편의 폭은 15mm, 시험편의 측정 클램프 길이는 100mm이며, 인장속도는 7mm/min로 조정하여 실험을 실시하였다. 측정결과는 Maximum tensile force를 시험편의 폭과 평량으로 보정한 인장지수(tensile index, Nm/g)로 보고하였다.

#### 기공도 측정

Air permeability tester(Heinr borgwalt, A10)을

사용하였으며 ISO 2965 방법에 따라, 측정시료 표면과 이면 사이에 일정한 압력 차이(1kPa)를 주었을 때 단위시간 및 단위면적당 통과하는 공기의 양으로 나타낸다. 측정결과 값은 CORESTA unit 인 CU로 비교하였다. 이 단위의 국제 표준단위는  $\text{cm}^3/\text{min}\cdot\text{cm}^2$ . kPa이다.

## 결과 및 고찰

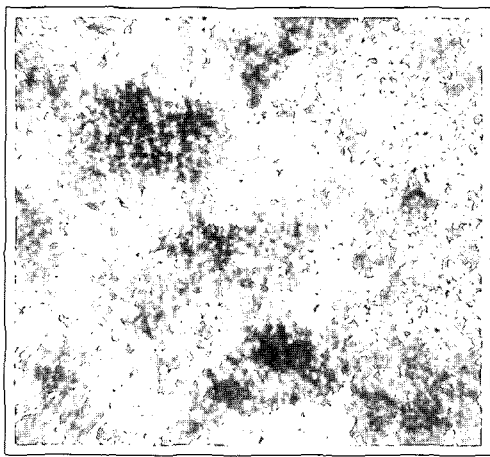
### 지합 분석

지합은 지료의 지역간 분포의 균일성 정도 즉, 펄프 및 기타 고품 첨가물들이 종이내에 어느 정도 균일하게 분포하고 있는가를 나타내는 지표의 하나이다. 지합은 종이의 외관, 물리적, 광학적 성질 및 가공적성에 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 성질의 하나이며, 원료의 특성, 초지공정 조건, 탈수공정 중의 수력학적 현상 등 다양한 인자들에 의하여 영향을 받는다. 일단 초지기 상에서 지합이 불량하게 만들어진 종이는 추후 공정 등 어느 수단을 동원한다고 할지라도 근본적인 문제 발생의 원인을 제거하기는 어렵다(Brandon, 1981 ; Scott, 1989). 따라서 종이의 품질 및 공정관리를

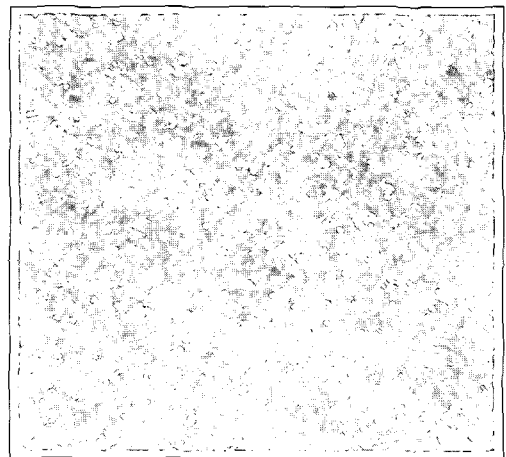
효율적으로 하기 위해서는 가능한 한 원료의 선정 및 지료 조성에서 최적 조건을 적용하고 초지 과정에서 양호한 지합을 지니는 종이를 생산하는 것이 중요하다. 양호한 지합을 얻기 위해서는 섬유장이 짧은 쪽이 응집성이 적어져 좋은 결과를 얻을 수 있으나, 반면에 미세분은 양면차, 탈수성 등에 문제를 일으키므로 적절한 섬유장의 분포를 얻는 것도 중요하다고 할 수 있다(Dodson, 1992).

국산 제지식 판상엽과 외산 제지식 판상엽의 지합 측정결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 외산 제지식 판상엽이 국산에 비해 양호한 지합을 보여주고 있다. 국산 제지식 판상엽은 floc의 크기와 분포가 불균일하여 양호하지 못한 지합을 보여주고 있으며, 이는 전반적으로 지층의 구조 및 물리적 성질에 영향을 줄 것으로 판단된다.

Fig. 2는 지합지수와 종이내 분포된 floc size에 따른 분포도로써 지합 특성을 비교한 결과이다. 지합지수는 외산이 국산에 비해 평균 100정도 낮은 수치를 보여 보다 양호한 지합 상태임을 파악할 수 있으며, 분포된 floc의 크기도 대부분 작은 floc이 균일하게 분포되어 지합에 좋은 영향을 주고 있음을 알 수 있다.



(A) D-RT



(B) F-RT

Fig. 1. Formation image of domestic papermaking reconstituted tobacco(D-RT) and foreign papermaking reconstituted tobacco(F-RT).

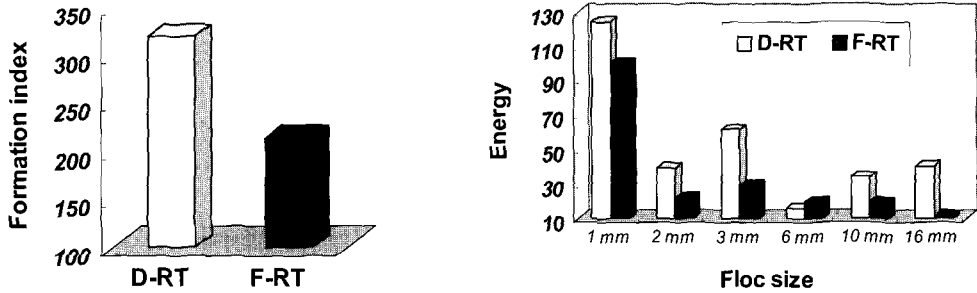


Fig. 2. Formation index and floc size distribution of domestic papermaking reconstituted tobacco(D-RT) and foreign papermaking reconstituted tobacco(F-RT).

### 섬유 특성 분석

종이는 섬유가 모여 이루어진 3차원의 물체이므로 섬유 자체의 특성, 섬유의 분포는 종이의 구조적 특성에 큰 영향을 받는다. 즉, 종이 물성은 펄프섬유의 형태학적, 물리학적, 화학적 특성에 의하여 크게 좌우된다(Paavilainen, 1990 ; Kerekes, 1995). 그러므로, 판상엽을 구성하고 있는 섬유들의 특성을 파악하는 것은 물리적, 구조적 특성을 이해하는데 유용한 데이터로 활용할 수 있을 것이다.

섬유장, 섬유폭, 고해정도, 미세분 함량 등에 관한 자료를 통해 국산과 외산의 구성 섬유간 차이를 비교해 보았다. Table 1은 국산과 외산 판상엽의 섬유 특성을 비교한 것으로 국산 제지식 판상엽이 외산에 비해 평균 섬유장과 평균 섬유폭이 좀 더 길고 넓은 경향을 나타내었으며, 압연식은 가장 짧은 평균섬유장 결과를 보였다. 또한 국산 제지식 판상엽이 외산에 비해 고해지수(*fibrillation index*)와 *broken end ratio*가 높은 것으로 보아 점상 고해가 많이 되고 있음을 짐작할 수 있다.

일반적으로 고해도의 상승은 섬유를 유연하게 만들어 섬유간 결합을 증대시켜 결과적으로 종이의 밀도가 높아지고 두께가 얇아지며 투기도가 낮아진다(Brandon, 1981). 그러므로 국산 판상엽의 불균일하면서 과도한 고해는 우리가 원하는 물성을 얻기 어려운 상황으로 진행되므로 이에 대한 실험과 검토가 필요하다고 생각된다.

Fig. 3은 국산과 외산 판상엽의 섬유장 및 섬유폭 분포도를 보여주는 것으로서 섬유장 분포를 비교해 보면, 외산이 국산에 비해 섬유 길이가 짧은 부분으로 치우쳐 있으면서 섬유길이가 긴 부분은 적게 분포되어 전체적으로 분포도가 좁은 경향을 보인다. 이는 외산이 국산에 비해 양호한 지합과 우수한 구조적 특성을 보이는 결과와 관련된다고 할 수 있다. 또한, 국산 제지식은 섬유길이가 짧은 부분도 많지만 긴 부분도 많아 전체적으로 넓은 분포도를 보이고 있어 이와 같은 불균일한 고해특성은 다른 물리적 특성에도 영향을 줄 것이라고 판단된다. 국산 압연식 판상엽의 경우는 제조공법이 다르지만 대부분 섬유장이 짧은 섬유들로 구성되어 있어 지합은 좋을 수 있으나, 물리적 특성은 감소할 수 있음을 예측할 수 있다.

Table 1. Fiber morphology of domestic and foreign reconstituted tobacco(RT)

		Domestic -RT	Foreign -RT	Domestic -rolling process RT
Fiber	length ( $\mu$ m)	787	597	500
	width ( $\mu$ m)	32.4	27.8	34
Fibrillation	index	1.9	1.3	-
Broken ends	%	53	46	-
Fine elements	% in length	66.3	72	88.7

관상엽 품질 특성 분석 (제1보)  
- 물리적·구조적 특성에 관하여 -

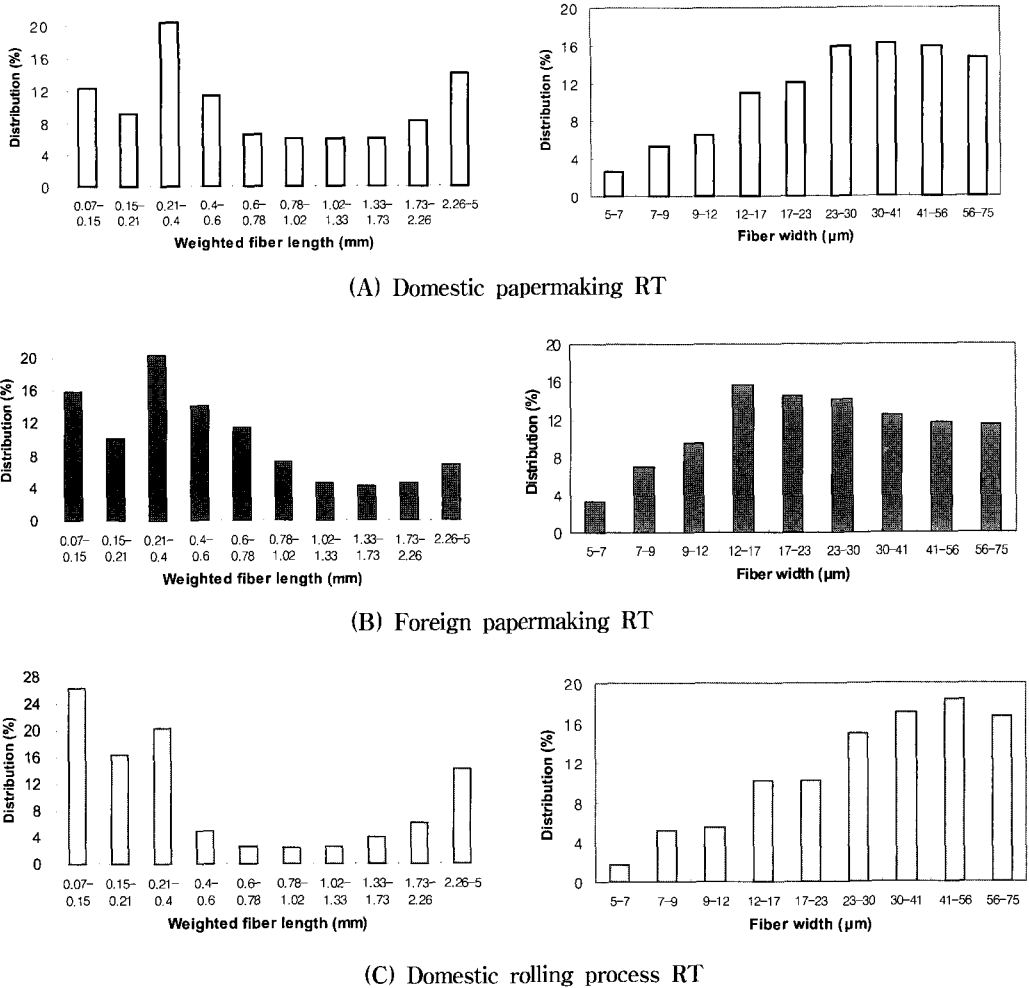


Fig. 3. Fiber length and fiber width distribution of domestic and foreign reconstituted tobacco.

### 인장강도 분석

종이의 강도적 성질은 제조 및 가공공정 뿐만 아니라 각 용도별로 사용되는 동안 가해지는 힘에 얼마나 견딜 수 있는지를 나타내기 때문에 매우 중요한 성질의 하나이다. 강도적 성질은 섬유의 종류, 섬유의 특성, 섬유 네트워크의 형태, 치료조성 및 초지조건, 섬유간 결합의 수, 평량, 밀도, 함수율 등에 의해 좌우된다. 제반 용도에 적합한 종이를 생산하기 위해 강도적 성질을 이해하는 것은 효율적인 품질관리 및 필요이상의 원료 및 에너지를 절감할 수 있는 경제성과도 관련이 된다.

첨가제가 전혀 사용되지 않은 종이의 건조강도는 섬유간 결합에 의해 좌우되며, 종이의 평량과 밀도에 대해 비례관계를 나타내는 경향이 있다. 특히, 인장강도는 직접 인장응력을 받는 종이의 내구성 및 성능을 나타내는 직접적인 지표이며, 섬유 배향성, 함수율, 섬유 성질, 평량, 첨가제 등에 의해 영향을 받는다(Brandon, 1981 ; Smook, 1992). 또한, 평량(basis weight)은 종이 1m<sup>2</sup>당 중량 g을 표시하는데, 종이의 모든 물리적 성질 뿐만 아니라 광학적 성질에도 중요한 영향을 미치며,

종이의 생산비용과 밀접한 관계가 있다(Scott, 1989).

Fig. 4는 국산 판상엽과 외산 제지식 판상엽의 평량 대비 인장강도를 비교한 그래프이다. 국산 압연식 판상엽은 평량 대비 상당히 낮은 강도를 보여주고 있으며, 국산제지식은 외산 제지식 판상엽에 비해 평량이 약간 높는데 비해 강도는 낮은 경향을 보이고 있다. 이는 앞에서 이미 살펴본 불균일한 지합, 섬유특성, 추출액의 불균일한 도포 등에 의한 결과라고 판단된다.

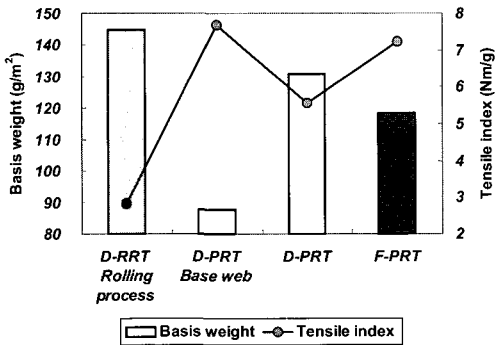


Fig. 4. Basis weight and Tensile index of domestic and foreign reconstituted tobacco(D-RRt : Domestic Rolling process Reconstituted Tobacco, D-PRT : Domestic Papermaking process Reconstituted Tobacco, F-PRT : Foreign Papermaking process Reconstituted Tobacco).

### 기공도 분석

종이는 셀룰로오스에 비하여 0.5~0.8의 낮은 밀도를 지니는 유공성이 높은 재료이다. 그러나 일반적으로 진정한 관공(true pore)은 단지 1.6%에 지나지 않으며, 대부분이 종이 표면의 어느 쪽으로만 통해있는 오목한 부분(recess pore)과 공극(void pore)으로 구성되어 있다. 일반적으로 유공도는 종이 총 부피에 대한 공극의 부피의 비율 나타내는데, 측정이 어렵기 때문에 기공도(air permeability) 측정방법을 사용하고 있다(Brandon, 1981). 기공도는 종이의 성질 뿐만 아니라 가공적성 및 용도에 중요한 영향을 미친다. 즉, 기공도의 증

가는 종이의 강도적 성질을 감소시키는 반면, 불투명도를 증가시켜 준다. 또한, 유체의 침투성, 연소특성에 영향을 미친다(Scott, 1989).

Fig. 5의 기공도 측정 결과를 보면, 국산 압연식과 국산 제지식 판상엽의 초지는 비슷한 수준의 기공도를 보이는 반면 국산 제지식 판상엽 제품이 추출액이 도포되면서 상당한 기공도 감소를 보이고 있다. 그러나, 외산 제지식 판상엽은 추출물이 도포된 제품의 경우 평균 45CU 수준을 보여주고 있어, 이는 균일한 구조적 특성과 정제된 추출액의 균일한 도포에 의한 영향이라고 판단된다.

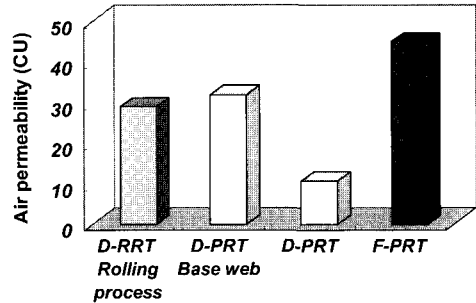


Fig. 5. Air permeability of domestic and foreign reconstituted tobacco.

## 결 론

국산 제지식 판상엽의 현황을 파악하고 보다 우수한 판상엽 제조의 기초자료로 활용하기 위하여 외산 제지식 판상엽의 특성을 제지적 관점에서 다양한 분석 방법을 적용하여 구조적, 물리적 특성을 검토한 결과는 다음과 같다.

제품의 기본 물성 및 품질균일화에 영향을 미치는 중요한 인자인 지합은 국산 판상엽이 외산에 비해 불량한 수준을 보였으며, 이는 구성하고 있는 floc의 크기와 분포의 불균일성에 의한 결과이다. 섬유 특성 분석에서는 국산제지식이 외산에 비해 평균 섬유장과 섬유폭이 큰 경향을 보이고 있으며, 고해 특성도 외산에 비해 불균일하면서 과도하게되고 있음을 파악할 수 있었다. 이러한 섬유특성은 지합과 투기도 등의 구조적 특성에도 영향을 미칠 것으로 판단된다. 인장강도는 외산에

비해 평량대비 약간 낮은 수준을 보였으며, 기공도 측정결과 국산 제지식 판상엽이 추출물이 도포되면서 상당한 기공도 감소를 보여 연소특성에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- Paavilainen, L. (1990) Importance of particle size-fiber length and fines-for the characterization of softwood kraft pulp. *Paperi Ja Puu* 72(5) : 516-526
- Kerekes, R.J., and Carolyn, J. S. (1995) Effect of fiber length and coarseness on pulp flocculation. *Tappi* 78(2) : 133-139
- Seth, R.S., and Page, D. H. (1988) Fiber properties and tearing resistance. *Tappi* 71(2) : 103
- Dodson, C.T. (1992) The effect of fiber length distribution on formation. *JPPS*. 23(7) : J74-J76
- Paavilainen, L. (1993) Importance of cross-dimensional fiber properties and coarseness for the characterization of softwood sulphate pulp. *Paperi Ja Puu* 75(5) : 343-345
- Scott. W.E. (1989) Properties of Paper : An Introduction. p. 39-51. TAPPI Press.
- Smook. G.A. (1992) Handbook for pulp & paper technologists. 2nd ed. p. 164. Angus, Wilde Publications, Canada
- Brandon, C.E. (1981) Pulp and Paper. 3rd ed. vol. 3. p. 1715-1972. James P. Casey ed., Wiley-Interscience, New York, USA
- 김기환 (1997) 담배연구의 최신동향 : 담배 부산물의 활용과 처리기술. p. 51-65