

K₂CO₃에 의한 케나프 섬유 레팅 효과

송경헌 · 이혜자*† · 한영숙** · 유혜자*** · 김정희*** · 안춘순****

배재대학교 의류학과, *한국교원대학교 가정교육과
신성여자고등학교, *서원대학교 의류학과, ****인천대학교 의생활학과

Effect of K₂CO₃ Retting on the Kenaf Fiber

Kyunghun Song · Hyeja Lee*† · Youngsook Han** · Hyeja Yoo***
Jung Hee Kim*** · Choonsoon Ahn****

Dept. of Clothing & Textiles, Paichai University
*Dept. of Home Economics Edu., Korea National University of Education
**Shinsung Girls' Highschool, Cheju
***Dept. of Clothing & Textiles, Seowon University
****Dept. of Clothing & Textiles, Incheon University
(2007. 4. 17. 접수)

Abstract

This research was aimed to investigate the effect of K₂CO₃ instead of NaOH on retting of the kenaf bast. We examined the relationship between separation of fiber bundle and tensile strength besides observing the color, handle and cross sectional view for the kenaf fiber retted with various concentration(100, 150, 200, 250, 500, 1000mmol) of K₂CO₃ and double retted with 0.5% pectinase after K₂CO₃ retting. The one retted on low K₂CO₃ concentration, 150~200mmol, showed the best result on color, handle and luster. The separation of fiber bundle started even at the low K₂CO₃ concentration, 100mmol, and as the K₂CO₃ concentration was higher, the size of the fiber bundle was smaller. In the case of 1000mmol, the fiber bundle became irregular, but they were breaking up into certain way. Regardless of K₂CO₃ concentration, the thinner the diameters of the kenaf fiber bundle, the stronger tensile strength have appeared. This result corresponds with the result of cross sectional view. Retting on 150~200mmol K₂CO₃ concentration was most effective on fiber bundle's separation and tensile strength. The one with double retted with 0.5% pectinase after K₂CO₃ retting showed very small size of fiber bundle and low tensile strength compare to the one just retted on K₂CO₃. This decrease of tensile strength seem to be related to damage of the fiber resulted by excessive fibrillation.

Key words: Kenaf fiber, K₂CO₃ retting, Double retting, Cross sectional view, Tensile strength; 케나프 섬유, K₂CO₃ 레팅, 이중 레팅, 단면관찰, 인장강도

I. 서 론

아프리카가 원산지인 케나프 섬유는 천연 셀룰로오스계 인피 섬유로서 아프리카, 중남미 및 동남아시아에서는 염료, 안료, 종자유, 동물 먹이를 비롯하여 밧줄,

어망, 푸대, 끈 등의 섬유용 재료로 오래전부터 사용되어 왔다. 1940년대 미국 농무성(USDA)에 의해 황마 대체 섬유로서 연구가 본격화되고 1950년대 미국농업연구소(Agricultural Research Service)에서 펠프용 비목재 섬유 식물로 선정되면서 그 가치를 인정받게 되었다.

성장이 빠르고 재배조건이 까다롭지 않아 목재펠프 대체용으로 각광 받기 시작한 케나프 섬유는 의류용

†Corresponding author
E-mail: hjlee@knue.ac.kr

섬유는 물론 최근 부직포의 원료와 자동차 부자재와 같은 산업용 섬유의 원료는 물론 의류용 섬유에까지 그 활용 가능성이 더욱 확대되고 있다. 케나프 섬유의 활성다카화를 위해 케나프의 특성을 분석하고 이를 의류소재 및 산업용 섬유로 적용하기 위한 수많은 연구가 국내외적으로 활발히 이루어지고 있으며 주된 연구로는 레팅 조건에 따른 케나프의 물성 연구(Parikh et al., 2002; Wang & Ramaswamy, 2005), 리그닌을 위시한 비셀룰로오스의 성분 분석(Kuroda et al., 2002; Morrison et al., 1999), 케나프를 이용한 부직포에 대한 적용 연구(Tao et al., 1995), 혼방 섬유로서의 적용 연구(이혜자 외, 2004b; Ramaswamy et al., 1997) 등 많은 연구 결과가 보고 되어 있다.

케나프 섬유는 일반 인피 섬유와 마찬가지로 셀룰로오스와 펙틴, 헤미 셀룰로오스, 왁스 그리고 리그닌과 같은 비 셀룰로오스로 구성되어 있으며, 이들 비 셀룰로오스 성분을 제거해야만 세섬화 상태의 섬유를 얻을 수 있으며 이러한 세섬화가 이루어져야 의류용 섬유로 활용 될 수 있다. 그러나 이들 비 셀룰로오스는 레팅 처리에 의해 전부 제거되지 않으며 잔존량에 따라 섬유의 분리와 특성에 많은 차이를 가져온다(Sharma et al., 1999). 케나프의 레팅에는 수산화나트륨과 같은 약품을 사용하는 화학적 레팅과 물을 사용하는 물레팅, 그리고 적은 양으로 온화한 레팅을 유도하는 효소 레팅법이 연구·보고되고 있다. 물레팅은 시간이 많이 소요되고 물을 오염시키고 균일한 섬유를 얻지 못하는 등으로 아마 섬유에서도 물레팅은 대량 생산에서 하고 있지 않다(Sharma et al., 1999). 그러므로 일반적으로 화학적 레팅을 많이 하게 되는데 화학적 레팅이 물레팅보다 레팅 시간이 단축되어 경제적인 효과는 있으나 약품 처리로 인해 섬유가 거칠어지고 광택이 저하되며 황변현상과 섬유나 번들의 인장강도의 저하를 가져오므로(Morrison et al., 1996) 수산화나트륨에 의한 화학적 레팅에 개선이 필요하다. 섬유의 손상이 적은 한지의 제조에 관한 연구 보고에 의하면 전통 잣물의 주성분인 K_2CO_3 를 이용한 레팅이 기존의 NaOH 레팅에 비해 펄프의 수율도 높고 섬세하게 해섬되는 동시에 얻어진 섬유의 내구성도 우수하다고 보고하였다(문성필, 임금태, 1999; 이명기, 문성필, 1999). 또한 효소를 이용하여 케나프 섬유를 레팅한 이전의 연구결과에 의하면 효소 레팅은 낮은 농도에서도 헤미 셀룰로오스와 펙틴을 효과적으로 제거하여 섬유 번들의 분리효과가 큰 것으로 보고 되었다(이혜자 외, 2004a).

따라서 본 연구에서는 국내에서 재배된 케나프를 이용하여 인피부의 레팅에 널리 사용되고 있는 NaOH 대신 K_2CO_3 를 사용하여 레팅 후 케나프 섬유의 단면관찰과 섬유 번들의 강도 측정을 통해 섬유의 분리와 섬유의 강도와의 상관관계에 대해 검토하였다. 또한 섬유 번들을 분리시키는 세섬화 효과를 높이기 위해서 K_2CO_3 로 1차 레팅시킨 후 다시 효소 레팅을 병행하는 이중 레팅 효과에 대해서도 연구 검토하였다.

II. 실험

1. 케나프의 재배 및 수확

우리나라 중부지방인 충북 청주시와 청원군에서 2005년 5월부터 2005년 9월까지 약 120일간(120DPA, Days after Plantation) 재배하여 수확한 케나프를 실험에 사용하였다. 수확한 케나프는 줄기로부터 껍질을 벗겨 속대를 분리한 후 인피(껍질)부분을 사용하였다.

2. 레팅

1) K_2CO_3 에 의한 레팅

줄기로부터 벗겨낸 케나프 인피를 팽윤시키기 위해 인피부 10g을 0.85%(soln) Triton X-100으로 40°C에서 액비 1:50으로 하여 약 10분간 전처리하여 팽윤시킨 후 100, 150, 200, 250, 500, 1000mmol의 K_2CO_3 수용액을 만들어 90°C에서 60분간 각각 처리하였다. 레팅이 끝난 케나프 섬유는 1% 초산 용액으로 중화시킨 후 차가운 물로 수차례 수세한 후 자연 건조하였다.

2) K_2CO_3 처리 후 효소처리에 의한 이중 레팅

K_2CO_3 레팅에서와 같은 방법으로 하여 100, 150, 200, 250, 500, 1000mmol의 K_2CO_3 수용액에서 90°C, 60분간 처리 후 0.5% 펙틴아제 수용액으로 50°C에서 24시간 동안 각각 처리하였다. 이때 효소의 레팅 효과를 높이기 위해 펙틴아제 수용액에 EDTA 0.5%(v/wt%)를 첨가하였다(이혜자 외, 2004a). 레팅이 끝난 후 효소의 작용을 억제하기 위하여 찬물로 수차례 수세한 후 자연 건조하였다.

3. 섬유의 물성 측정과 감성적 특성 측정

케나프 섬유의 단·측면은 SEM(Scanning Electron

Microscope, Hitachi S-2500, Japan)을 이용하여 측정하였으며 강신도는 인장강도시험기(Tinius Olsen, H5K-T, England)를 이용하여 레팅한 시료의 강도를 측정하였다. 이때 측정조건은 Gauge Length 25mm, Load Cell 0.6 Newton, Speed 10mm/min의 조건으로 측정하였다. 각 시료당 30회 측정 후, 평균값으로 강도의 크기를 구하였다.

레팅 전, 후의 색의 측색은 분광 측색기(JS555, Color Techno System, Korea)를 이용하여 각 시료의 L, a, b 값과 Munsell 색도값 H, V, C로 나타내었다. 또한 레팅한 시료의 색, 광택, 부드러움을 포함한 태에 대한 감성적 평가는 연구자 6명이 주관적 평가를 실시하여 5단계의 등급으로 나누어 5등급(매우 좋음), 4등급(좋음), 3등급(보통), 2등급(나쁨), 1등급(아주 나쁨)으로 평가를 실시하였다.

결정화도는 X-ray 회절 분석기(XD-S-2000, Scintact)를 이용하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 레팅에 의한 케나프 섬유의 색상 및 감성적 특성 평가

1) K₂CO₃에 의한 레팅

<Table 1>에 다양한 농도의 K₂CO₃ 용액으로 레팅

한 후 측정된 색의 값과 태에 대한 주관적 평가 결과를 나타내었다.

다양한 농도의 K₂CO₃로 레팅한 후 얻어진 케나프 섬유의 태에 대해 5단계로 감각적 주관 평가를 실시한 결과 500~1000mmol의 고농도로 레팅한 것에 비해 100~250mmol의 낮은 농도에서 레팅한 케나프 섬유가 4-5의 우수한 등급을 받았다. 특히 150과 200mmol의 농도에서 레팅한 케나프 섬유가 색상, 광택, 부드러움 등의 감성적 특성이 가장 우수한 것으로 평가되었다. 이것은 화학적 레팅제로 가장 널리 이용되고 있는 NaOH에 의한 레팅의 경우, 농도 1~2%(250~500mmol)에서 4등급을 나타낸 것에 비하면(이혜자 외, 2003) 이보다 더 낮은 농도에서도 5등급을 나타낸 만큼, 케나프 섬유의 레팅에 있어 K₂CO₃는 매우 효과적인 화학적 레팅제라고 생각된다.

색 측정결과 등급이 우수한 150mmol은 9.04YR, 200mmol은 9.39YR로 둘 다 Yellow에 근접한 YellowRed를 나타내었다.

2) K₂CO₃ 처리 후 효소 처리한 이중 레팅

<Table 2>에 다양한 농도의 K₂CO₃로 레팅 후 효소 처리하여 이중 레팅한 케나프 섬유의 색 측정값과 태에 대한 감성적 평가결과를 나타내었다.

K₂CO₃만으로 레팅한 경우에서와 같이 K₂CO₃의 처리 농도가 고농도의 것보다는 낮은 농도로 레팅한 것

Table 1. The value of color and handle of retted kenaf fibers with various K₂CO₃ concentrations

| K ₂ CO ₃ concentration (mmol) | Handle Grades | L | a | b | H | V | C |
|---|---------------|-------|-------|------|---------|------|------|
| 100 | 4 | 82.75 | 0.36 | 7.72 | 1.15 Y | 8.14 | 1.08 |
| 150 | 5 | 82.49 | 1.48 | 8.04 | 9.04 YR | 8.12 | 1.25 |
| 200 | 5 | 80.84 | 1.12 | 7.30 | 9.39 YR | 7.95 | 1.12 |
| 250 | 4 | 78.62 | 0.69 | 6.46 | 0.38 Y | 7.72 | 0.94 |
| 500 | 1 | 80.92 | -0.22 | 7.75 | 2.47 Y | 7.96 | 1.03 |
| 1000 | 2 | 79.20 | 0.10 | 8.55 | 1.89 Y | 7.78 | 1.17 |

Table 2. The value of color and handle of double retted kenaf fibers with 0.5% pectinase after treatment in various K₂CO₃ concentrations

| K ₂ CO ₃ concentration (mmol) | Handle Grades | L | a | b | H | V | C |
|---|---------------|-------|-------|------|---------|-------|------|
| 100 | 5 | 80.45 | -0.04 | 6.98 | 2.11 Y | 7.91 | 0.94 |
| 150 | 3 | 78.25 | 1.70 | 7.28 | 8.61 YR | 7.68 | 1.18 |
| 200 | 4 | 80.08 | 1.04 | 8.26 | 0.01 Y | 7.87 | 1.23 |
| 250 | 3 | 78.93 | 1.13 | 8.88 | 0.05 Y | 7.75 | 1.32 |
| 500 | 1 | 82.34 | 0.02 | 9.64 | 1.93 Y | 8.101 | 1.31 |
| 1000 | 1 | 75.86 | 1.34 | 8.05 | 9.66 YR | 7.44 | 1.23 |

이 태에 대한 평가가 좋게 나타났다. 특히 K_2CO_3 100 mmol의 낮은 농도로 레팅 후 효소 레팅한 경우 5등급의 우수한 평가를 받았다. 이는 K_2CO_3 만으로 레팅한 케나프 섬유의 경우보다 더 낮은 농도로서 이는 K_2CO_3 와 함께 효소를 병행하였으므로 케나프 섬유에 잔존해 있던 펙틴이 펙틴아제에 의해 보다 효과적으로 제거됨으로 인해 4등급에서 5등급으로 좋은 태 평가를 얻은 것으로 보인다. 그러나 전체적으로 보았을 때 K_2CO_3 만으로 레팅한 것이 우수한 태 평가를 받은 것으로 나타났다. 이는 이중 레팅시 효소처리에 의해 과도한 레팅이 이루어져, 색상 및 섬유에 손상을 가져왔기 때문으로 사료된다. 따라서 이중 레팅을 할 경우는 K_2CO_3 나 효소의 농도를 매우 낮게 하는

것이 필요하다.

색 측정결과 등급이 우수한 100mmol의 색은 2.11Y 값을 보였고 다른 시료들 역시 효소처리 전과 큰 변화는 없는 것으로 보인다.

2. 레팅에 의한 케나프 섬유의 형태학적 특성 변화

1) K_2CO_3 에 의한 레팅

<Fig. 1>에 레팅 전 케나프 섬유와 다양한 농도의 K_2CO_3 를 이용하여 레팅한 후의 케나프 섬유의 단면 측정 결과를 나타내었다. K_2CO_3 로 레팅한 결과 NaOH 레팅 때와 같이 알칼리에 의한 팽윤현상이 나타나 케나프 섬유의 중공이 관찰되지 않았으며 효소 레팅에서

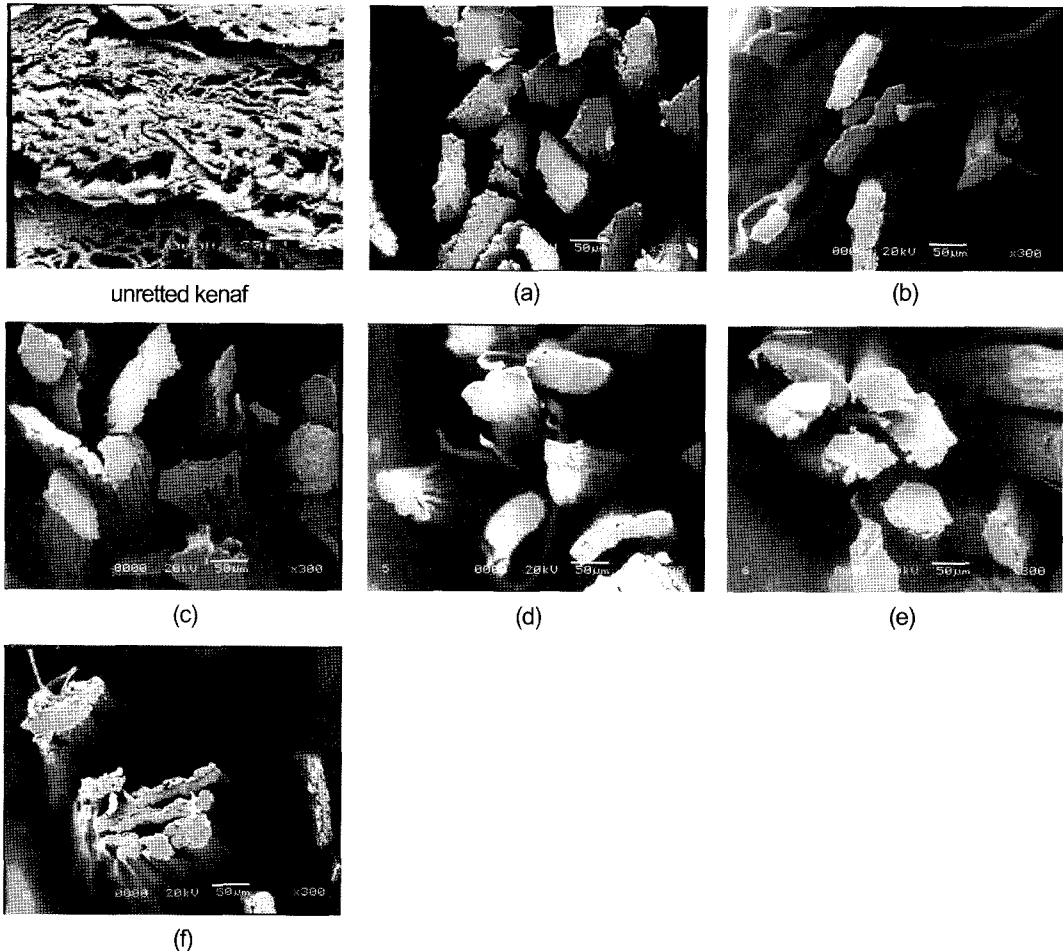


Fig. 1. Cross sectional views of unretted($\times 500$) and retted kenaf fibers with K_2CO_3 ($\times 300$)(a~f): (a) 100mmol (b) 150mmol (c) 200mmol (d) 250mmol (e) 500mmol (f) 1000mmol.

보였던 벌집 모양 또는 수세미 모양의 모습(이해자 외, 2004a)은 관찰되지 않았다.

K₂CO₃ 레팅 결과 100mmol의 낮은 농도에 의해서도 섬유 번들이 작게 분리되어 있는 모습을 볼 수 있다. K₂CO₃의 농도를 100, 150, 200mmol로 증가시키에 따라 번들이 가늘고 긴 타원형 모양을 나타내면서 번들의 크기가 약간 작아짐을 볼 수 있다. 특히 150mmol의 경우 단섬유 상태의 피브릴도 관찰되었다. 이와 같이 감성적 평가가 우수한 150mmol과 200mmol의 농도에서 섬유 번들의 크기가 작고 균일하게 분리된 모습이 관찰되었다. 그러나 1000mmol의 고농도에서는 번들의 크기가 불규칙하면서도 어느 일정방향으로 방향성을 형성하면서 분리되면서 섬유가 손상된 모습을 볼 수 있다.

2) K₂CO₃ 처리 후 효소 처리한 이중 레팅

효소인 펙틴아제를 이용하여 케나프를 레팅한 이전의 연구결과에 의하면 효소 레팅은 낮은 농도에서도 번들의 분리효과가 큰 것으로 보고 되었다(이해자 외, 2004a). 따라서 섬유를 분리시키는 세척화 효과를 높이기 위해서 화학적 레팅과 효소 레팅을 병행시키는 방법이 보다 효과적이라고 판단되어 K₂CO₃로 1차 레팅 시킨 후, 다시 효소 레팅시키는 이중 레팅 효과를 검토해 보았다.

K₂CO₃로 처리 한 다음 효소로 처리하여 이중 레팅시킨 케나프 섬유 번들의 분리 상태를 단면 촬영을 통해 관찰하고 그 결과를 <Fig. 2>에 나타내었다. K₂CO₃ 처리 후 효소 처리시킨 케나프 섬유의 단면은 K₂CO₃만으로 레팅한 케나프 섬유의 단면보다 전체적으로 번들의 크기가 훨씬 작은 것으로 보아 번들의 분리가 좀 더 일어났음을 알 수 있다. K₂CO₃ 250mmol과 500mmol의 농도로 레팅 후 효소 처리한 케나프의 단면사진에서도 섬유의 분리가 상당히 진행되어 번들의 크기도 작고, 일부 단섬유 상태로 분리된 케나프 섬유를 관찰 할 수 있음에도 불구하고 태에 대한 감성적 평가가 낮아진 것은 K₂CO₃ 레팅 후 계속된 펙틴아제 처리에 의해 케나프 섬유 번들의 분리 진행과 함께 과도한 레팅으로 섬유의 손상이 일어났음을 예측해 볼 수 있다. K₂CO₃의 농도가 높은 1000mmol의 경우 오히려 번들의 분리 현상이 둔화되면서 섬유의 일부가 손상된 모습이 관찰되었다.

3. 레팅에 따른 케나프 섬유용의 강도 변화

1) K₂CO₃로 레팅한 케나프 섬유

K₂CO₃의 각 농도로 레팅한 시료의 강도 측정에 사용된 케나프섬유 번들의 굵기는 50~100 μ m정도의 것이 가장 많았으며 이는 레팅한 케나프 섬유의 굵기가

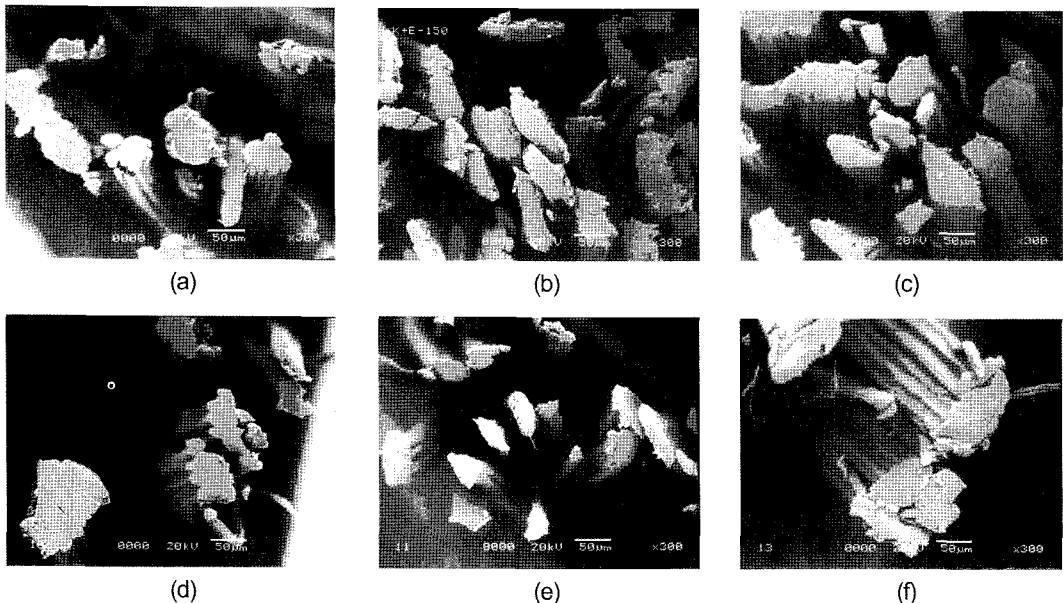


Fig. 2. Cross sectional views of double retted kenaf fibers with 0.5% pectinase after treatment with various K₂CO₃ concentrations(\times 300): (a) 100mmol (b) 150mmol (c) 200mmol (d) 250mmol (e) 500mmol (f) 1000mmol.

80~120 μm 의 범위에 가장 많이 분포되어 있다는 연구 결과(유혜자 외, 2006)와도 잘 일치하였다. K_2CO_3 농도 150mmol과 200mmol로 레팅한 시료의 번들의 굵기와 강도와의 관계를 <Fig. 3>에 나타내었다. <Fig. 3>에서

보여주는 바와 같이 K_2CO_3 의 농도에 관계없이 케나프 섬유 번들의 직경이 가늘수록 강도가 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상은 <Fig. 4>에서와 같이 이중 레팅의 경우에서도 같은 결과가 얻어졌다. 이와 같은 결과

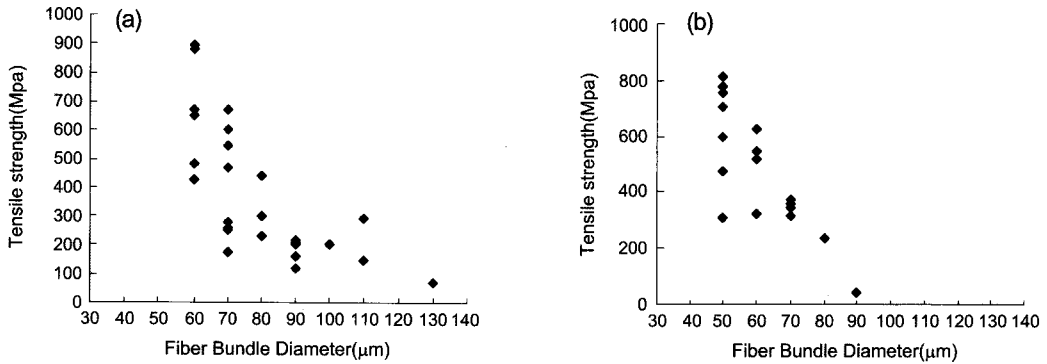


Fig. 3. The effect of fiber bundle diameters on the tensile strengths of retted kenaf fibers with (a) K_2CO_3 150mmol, (b) K_2CO_3 200mmol.

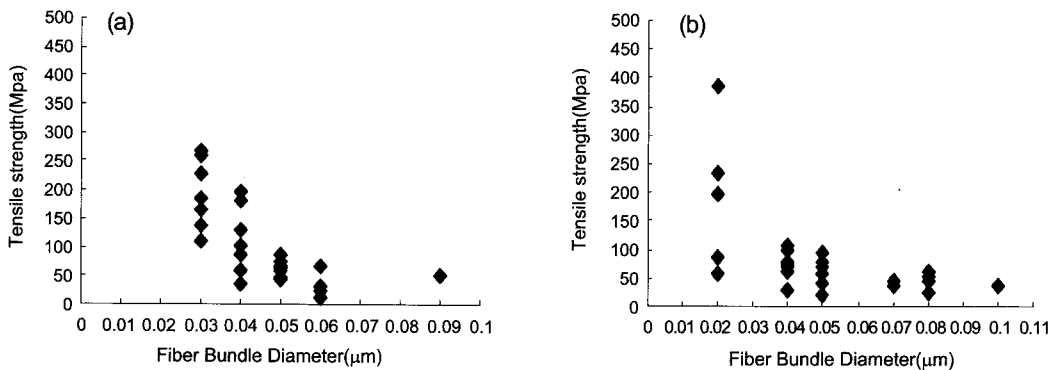


Fig. 4. The effect of fiber bundle diameters on the tensile strengths of double retted kenaf fibers with pectinase after treatment with (a) K_2CO_3 150mmol, (b) K_2CO_3 200mmol.

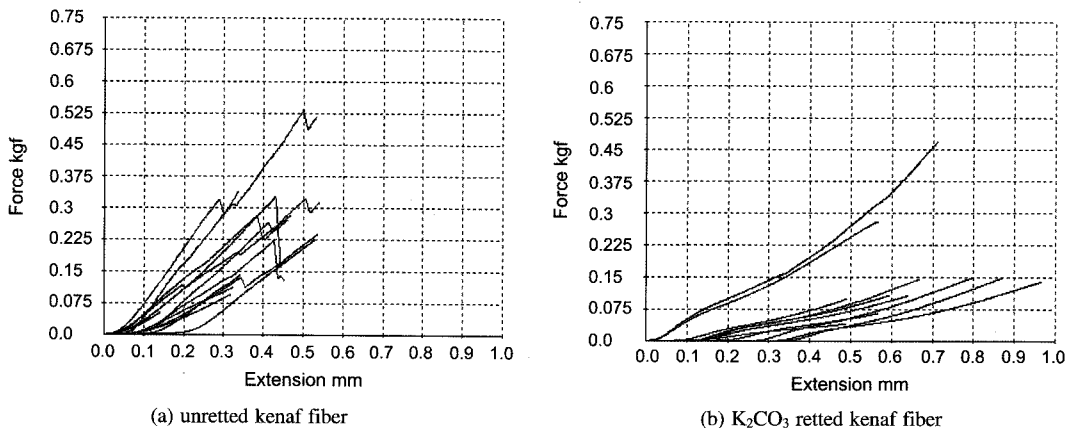


Fig. 5. Stress-strain curves of (a) unretted kenaf fiber, (b) K_2CO_3 retted kenaf fiber at 100mmol concentration.

는 마섬유의 굵기가 가늘수록 강도가 크다고 보고한 Waikambo and Ansell(2003)의 연구결과와도 잘 일치하였다. K₂CO₃ 150mmol 농도로 레팅한 시료들 보다 200mmol로 레팅한 시료들의 굵기가 감소했으며 분포 범위는 좁아진 것으로 나타났다.

<Fig. 5>에 레팅 전, 후 케나프 섬유의 강신도 곡선을 나타내었다. 강신도곡선이 레팅 전 마 섬유 특유의 직선적인 선을 보였으나 K₂CO₃ 레팅 후 강신도 곡선의 초기기울기가 크게 작아졌음을 볼 수 있다. 이는 K₂CO₃ 레팅에 의해 섬유 변들이 세분화되어 케나프 섬유의 강직성이 크게 떨어지면서 섬유가 부드러워졌음을 의미한다. 이는 알칼리 처리에 의해 팽윤되고 비셀룰로오스 성분이 제거되면서 가수화 현상이 일어나면서 결정화도가 낮아져 신도가 증가한 때문으로 추정된다(Waikambo & Ansell, 2003).

실제 결정화도 측정결과 <Table 3>에서 보여 주는 바와 같이 K₂CO₃의 농도100mmol에서 72.8%, 200mmol에서 72.2%, 250mmol에서 74.5%로 500mmol의 78.0%, 1000mmol의 78.1%에 비해 낮게 나타났다. 이는 태에 대한 감성적 평가와 SEM 단면 관찰에서 좋은 결과를 보였던 K₂CO₃ 레팅 농도에서 낮은 결정화도 값을 보였다.

<Fig. 6>은 K₂CO₃의 각 농도로 레팅한 후 측정된 케나프 섬유의 강도를 섬유 변들의 굵기 별로 나누어

나타낸 그림이다.

<Fig. 6>에서 보여주는 것처럼 K₂CO₃ 농도에 따른 강도 변화의 경향은 굵기가 굵은 섬유는 농도에 관계없이 거의 유사한 경향을 나타내었으나 50~100 μ m 굵기의 강도곡선은 농도에 따라 큰 차이를 보였으며 전체 평균값도 이에 따라 농도에 따른 차이를 보였다. 이는 <Fig. 3>과 <Fig. 4>에서 볼 수 있듯이 굵기가 굵은 섬유는 강도의 편차가 그다지 크지 않았으나 케나프 변들의 굵기가 가늘수록 강도의 편차가 크게 나타났기 때문으로 보여 진다. 따라서 전체 평균으로부터 구한 강도의 값에 따라 강도를 분석을 하여보면 레팅 전 케나프 섬유의 강도는 192Mpa였으나 100mmol의 농도에서 레팅 후 623.07Mpa까지 강도가 크게 증가하였다. 150mmol의 레팅에서 474.52Mpa로 강도가 떨어졌으나 200mmol의 레팅시 609.64Mpa의 높은 강도를 보였다. 이후 K₂CO₃ 농도가 증가함에 따라 강도가 점차 감소하다가 1000mmol의 농도에서 약간 증가하였다. 즉, K₂CO₃ 농도가 500~1000mmol의 고농도에 비해 100~250mmol의 낮은 농도에서 강도가 더 높게 나타났다. 이는 고농도의 K₂CO₃ 레팅보다는 100~250mmol의 낮은 농도에서 레팅하는 것이 강도 면에서 효과적임을 보여주는 결과로서 K₂CO₃ 레팅이 매우 온화한 레팅임을 말해 준다. K₂CO₃ 100~250mmol의 레팅 농도에서 케나프에 존재하는 비 셀룰로오스 물질이 효과적으로 제거되어 비교적 균일하게 섬유 변들의 분리가 일어나 세섬화가 이루어진 결과 섬유 변들의 강도가 크게 나타났음을 알 수 있다. 이러한 결과는 앞에서 보여준 SEM 사진의 결과와도 잘 일치하고 있으며 레팅 후 얻어진 케나프 섬유의 태에 대한 감성적 평가의 결과와도 잘 일치하고 있음을 보여준다. 즉 K₂CO₃ 100~250mmol의 농

Table 3. The crystallinity of kenaf fibers retted with various K₂CO₃ concentration(%)

| | K ₂ CO ₃ concentration(mmol) | | | | |
|------------------|--|------|------|------|------|
| | 100 | 200 | 250 | 500 | 1000 |
| Crystallinity(%) | 72.8 | 72.2 | 74.5 | 78.0 | 78.1 |

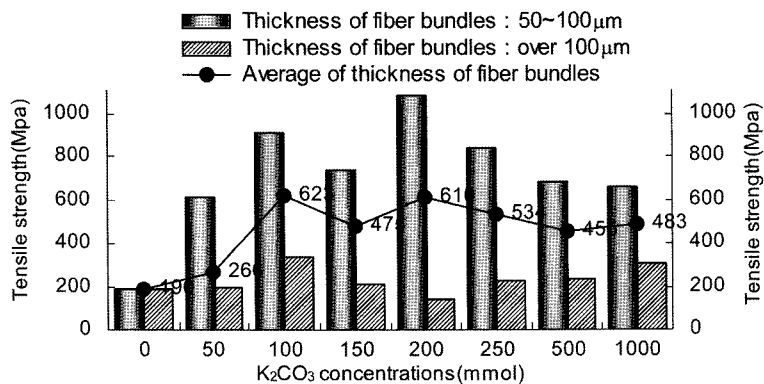


Fig. 6. The effect of K₂CO₃ retting on the tensile strength of kenaf fiber bundles.

도에서 레팅하는 것이 케나프 섬유의 세섬화와 물리적 강도면에서 최적 농도임을 알 수 있다.

케나프 섬유를 NaOH로 레팅한 경우 2~4%(500~1000mmol)의 농도가 최적 농도임이 밝혀져 있는 것에 비해(이해자 외, 2003) K_2CO_3 에 의한 레팅은 같은 알칼리처리에 의한 화학적 레팅이면서도 이 보다 훨씬 낮은 100~250mmol의 농도에서 우수한 레팅 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 실제 NaOH 1, 2, 4%로 레팅한 후 강도를 측정 한 결과 1%에서 442.6Mpa, 2%에서 304.7Mpa, 4%에서 398.4Mpa로 같은 농도의 K_2CO_3 레팅 후의 강도크기에 비해 작은 수치를 나타내었다. 이러한 결과는 K_2CO_3 에 의한 다투 백피의 증가에 관한 연구결과 K_2CO_3 의 낮은 농도에서도 높은 펄프해섬도와 열열화에 대한 우수한 강도적 특성을 얻었다는 연구결과와도 잘 일치하는 결과이다(문성필, 임근태, 1999; 이명기, 문성필, 1999).

2) K_2CO_3 와 효소로 이중 레팅한 케나프 섬유

<Fig. 7>에 다양한 농도의 K_2CO_3 레팅 후 0.5% 효소로 이중 레팅한 후의 강도변화를 나타내었다.

K_2CO_3 150mmol로 처리 후 효소 처리한 것의 강도가 331.61Mpa로 가장 컸으며 그 다음으로 200mmol 처리 후 효소 처리한 것이 270.65Mpa로 크게 나타났다. 그러나 이러한 강도의 크기는 K_2CO_3 만으로 레팅한 케나프 섬유의 강도에 비하면 훨씬 작은 것을 볼 수 있다. 이는 1차 K_2CO_3 레팅에 의해 펙틴, 리그닌, 헤미 셀룰로오스의 일부가 효율적으로 제거된 데다 남아있던 섬유간 집속성분 중의 하나인 펙틴 성분이

펙틴아제 처리에 의해 다량 제거되면서 케나프섬유 번들의 분리가 더욱 활발히 일어나 세섬화가 이루어진 동시에 SEM 사진에서도 볼 수 있듯이 이중 레팅으로 인해 섬유의 손상을 가져와 섬유 번들의 강도는 크게 떨어졌음을 알 수 있다. 따라서 K_2CO_3 레팅 후 효소 처리한 이중 레팅은 케나프 섬유의 세섬화에는 효과적이거나 섬유의 손상을 가져와 섬유의 강도 면에서는 오히려 마이너스 효과로 작용하고 있음을 알았다. 이것은 물과 효소를 이용한 이중 레팅에서도 효소의 농도를 0.063%로 보통 1%보다 10배 정도 낮춘 것과 일맥 상통하는 의미라고 생각된다(이미경 외, 2005). 따라서 이중 레팅을 할 경우는 K_2CO_3 나 효소의 농도를 매우 낮게 하는 것이 필요하다.

IV. 결 론

본 연구에서는 국내에서 재배된 케나프를 이용하여 인피부의 레팅에 널리 사용되고 있는 NaOH 대신 K_2CO_3 를 사용하여 레팅 효과를 검토하였으며, K_2CO_3 로 1차 레팅시킨 후 다시 효소 레팅을 병행하는 이중 레팅 효과도 검토하였다. 레팅 효과는 케나프 섬유의 단면관찰과 섬유 번들의 강도와의 상관관계를 중점적으로 다뤘으며 이외에도 레팅 후 색상측정과 태에 대해 감성적 평가를 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. K_2CO_3 에 의한 화학적 레팅은 NaOH에 의한 레팅 농도보다 낮은 농도인 150~200mmol의 낮은 농도에서 레팅한 것이 색상, 촉감, 광택이 5등급을 나타내어 K_2CO_3 가 섬유에 손상이 적은 알칼리제라는 것을

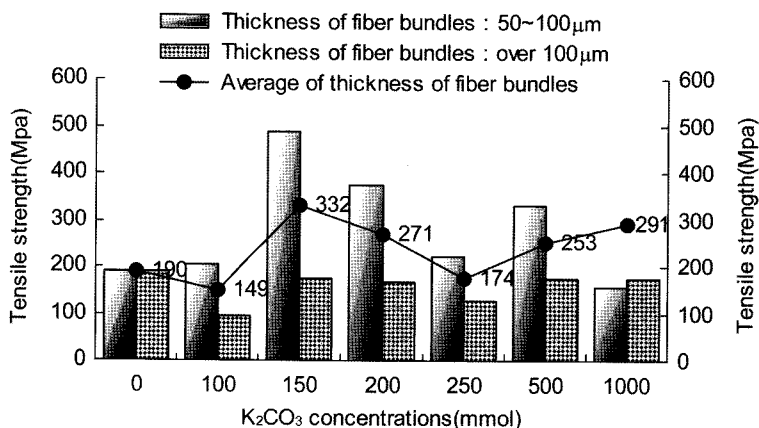


Fig. 7. The effect of double retted with 0.5% pectinase after treatment with various K_2CO_3 concentrations on the tensile strength of kenaf fiber bundles.

알 수 있었다. 단면관찰 결과 100mmol의 낮은 농도에 의해서도 섬유 번들의 분리가 일어났으며 감성적 평가가 우수한 150~200mmol의 경우 섬유 번들의 크기가 작고 균일하게 분리된 모습이 관찰되었다.

2. K₂CO₃ 레팅 후 효소 처리하여 이중 레팅을 행한 결과, 100mmol의 경우를 제외하고 전체적으로 태에 대한 감성적 평가가 낮아졌다. 단면관찰 결과 K₂CO₃만으로 처리한 것에 비해 섬유 번들의 크기는 훨씬 작았으나 태에 대한 감성적 평가가 낮아진 것은 K₂CO₃ 레팅 후 계속된 펙틴아제 처리에 의해 케나프 섬유 번들의 분리가 진행됨과 동시에 과도한 레팅으로 섬유의 손상이 일어났음을 알 수 있다.

3. K₂CO₃ 레팅한 케나프 섬유의 강도는 같은 농도의 NaOH로 레팅한 것에 비해 강도가 컸으며 100~250mmol의 낮은 농도에서 레팅한 것이 500mmol 이상의 고농도로 레팅한 것보다 강도가 우수하였다. 이는 단면관찰의 결과로도 뒷받침하고 있으며 K₂CO₃ 100~250mmol 농도에서 레팅하는 것이 섬유의 세섬화와 인장강도에 가장 효과적임을 알 수 있었다.

4. 이중 레팅한 케나프 섬유의 경우 K₂CO₃만으로 레팅한 것에 비해 인장강도의 크기가 훨씬 작게 나타났다. 이는 섬유다발의 세분화가 과도하게 진행되면서 일부 섬유상에 손상이 일어나 강도가 크게 저하한 것으로 보인다. K₂CO₃에 의해 일부 제거되고 남은 펙틴과 헤미 셀룰로오스가 효소에 의해 다량 빠져나가면서 섬유의 강도가 급속히 떨어진 것으로 보므로 이중 레팅을 할 경우 K₂CO₃의 농도나 효소의 농도를 더 낮추는 것이 필요하다고 생각한다.

참고문헌

- 문성필, 임금태. (1999). 섬유의 손상이 적은 한지제조(제2보)-닥나무 백피의 K₂CO₃ 증자 특성-. *한국펄프·종이공학회지*, 31(3), 83-89.
- 유혜자, 이해자, 김정희, 안춘순, 송경현, 한영숙. (2006). 화학 처리에 의한 케나프 섬유의 물리적 특성의 변화. *한국의류학회지*, 30(7), 1025-1033.
- 이명기, 문성필. (1999). 섬유의 손상이 적은 한지제조(제3보)-K₂CO₃ 증자하여 제조한 한지의 열 열화특성-. *한국펄프·종이공학회지*, 31(3), 90-95.
- 이미경, 이해자, 한영숙, 유혜자. (2005). 케나프의 물과 효소를 이용한 이중 레팅과 면섬유화에 관한 연구. *한국의류학회지*, 29(7), 938-947.
- 이혜자, 한영숙, 유혜자, 김정희, 송경현, 안춘순. (2003). 케나프 섬유 분리에 대한 화학적 레팅 효과. *한국의류학회지*, 21(9/10), 1144-1152.
- 이혜자, 안춘순, 김정희, 유혜자, 한영숙, 송경현. (2004a). 효소 레팅에 의한 케나프 섬유의 분리-킬레이터의 영향-. *한국의류학회지*, 28(7), 873-881.
- 이혜자, 안춘순, 김정희, 유혜자, 한영숙, 송경현. (2004b). 케나프/레이온 혼방직물의 특성에 관한 연구. *한국의류학회지*, 28(9/10), 1282-1291.
- 한영숙, 유혜자, 이해자, 이진숙, 김정희, 송경현, 안춘순. (2003). 국내 재배 케나프를 이용한 의류소재 개발 연구. *한국의류학회지*, 27(7), 862-871.
- Kuroda, K., Izumi, A., Mazumder, B. B., Ohtani, Y., & Sameshima, K. (2002). Characterization of kenaf lignin by pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry in the presence of tetramethylammonium hydroxy hydroxide. *J. Analytical Applied Pyrolysis*, 64(2), 453-463.
- Morrison, W. H., Akin, D. E., Ramaswamy, G., & Baldwin, B. (1996). Evaluating chemically retted Kenaf using chemical, histochemical, and microspectrophotometric analyses. *Textile Research Journal*, 66(10), 651-656.
- Morrison III, W. H., Akin, D. E., Archibald, D. D., Dodd, R. B., & Payner P. L. (1999). Chemical and instrumental characterization of maturing kenaf core and bast. *Industrial Crops and Products*, 10, 21-34.
- Parikh, D. V., Calamari, T. A., Sawhney, A. P. S., Blanchard, E. J., Screen, F. J., Warnock, M., Muller, D. H., & Stryjewski, D. D. (2002). Improved chemical retting of kenaf fibers. *Textile Research Journal*, 72(7), 618-624.
- Ramaswamy, G. N. & Easter, E. P. (1997). Durability and aesthetic properties of kenaf/cotton blend fabrics. *Textile Res. J.*, 67(11), 803-808.
- Sharma, H. S. S., Faughey, G., & Lyons, G. (1999). Comparison of physical, chemical and thermal characteristics of water-, dew-, and enzyme-retted flax fibers. *J. of Applied Polymer Science*, 74(1), 139-143.
- Tao, W., Moreau, J. P., & Calamari, T. A. (1995). Physical and chemical properties of nonwoven mats from kenaf fibers. *Tappi*, 78(8), 165-169.
- Waikambo, L. Y. & Ansell, M. P. (2003). Hemp fiber reinforced cashew nut shell liquid compositis. *Composites Science and Technology*, 63, 1297-1305.
- Wang, J. & Ramaswamy, G. N. (2006). Physical and chemical properties of wet processed hemp and Kenaf. *AATCC Review*, June, 22-26.