

다양한 농도의 알카리 처리에 의한 NBKP의 물성변화

문성필* · 장민환

(*전북대학교 산림과학부 · 전북대학교 대학원 임산공학과, 현(주)크린앤사이언스)

1. 서론

일반적으로 오일 필터는 투과성이 양호한 특수펄프(SPP)와 내열성, 내화학성이 우수한 합성섬유 등을 조합하여 제조된다. 수입 오일 필터의 경우, SPP 사용량이 높아 여재의 투과성 대비 기공도의 분포와 크기가 우수하며, 결과적으로 필터의 주요 성능의 척도인 먼지 포집용량이 매우 높다. 그러나 이러한 고수명, 고효율의 필터에 사용되는 SPP는 고가이며 대부분 수입에 의존하고 있다. 따라서 고성능 오일 필터 제조에 필수적으로 사용되는 이들 SPP는 국내 필터 제조업체가 살아남기 위하여 조속한 시간 내에 국산화가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 폐기되는 필터의 수를 줄일 수 있다면, 환경오염을 경감시킬 수 있으므로 오일 필터의 수명 연장은 중요한 과제라고 할 수 있다.

한편, 셀룰로오스로 이루어진 섬유의 경우 알카리를 처리하면 섬유가 팽윤되고 고농도 알카리 처리에서는 셀룰로오스 결정격자가 셀룰로오스 I에서 II로 변한다. 이러한 섬유 형태 및 결정격자에서의 변화는 섬유의 물성에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 일반적인 제지용 화학펄프에 다양한 농도의 알카리 전처리를 실시하여 섬유의 팽창 및 결정격자 변화를 유도하여 상기 오일 필터의 성능에 큰 영향을 미치는 투기도의 개선 및 수입 SPP의 대체 가능성을 중점적으로 검토하고자 하였다.

2. 재료와 방법

2.1 공시재료

실험에 사용한 펄프는 3종류이며, 2007년 8월 (주)크린앤사이언스로부터 침엽수 표백 크라프트 펄프(NBKP), 활엽수 표백 크라프트 펄프(LBKP) 및 SPP를 판지의 형태로 제공받았다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄프의 전처리

펄프의 알칼리 처리를 위하여 일정량의 펄프를 잘게 찢어 증류수에 24시간 침지시키고 블렌더로 2분간 해리한 후 먼 자루에 넣고 탈수기에서 5분간 원심 탈수하였다. 충분히 탈수시킨 펄프는 잘게 찢은 후 플라스틱 백에 넣고 4°C의 냉장고에 저장하였다. 펄프의 함수율은 저장기간 중 수분 불균일로 조금씩 변동하므로 가끔 이 중의 일부를 취하여 105°C의 송풍건조기에서 24시간 건조 후 측정하였다. 한편, 비교 펄프인 SPP의 경우도 상술한 것처럼 충분히 해리 한 후 동일한 방법으로 함수율을 측정하고 냉장고에 보관하였다.

2.2.2 펄프의 알칼리 처리

상기 해섬시킨 NBKP를 6 - 20%의 NaOH 농도로 처리하였다. 준비한 펄프의 함수율이 높으므로 펄프 함수율로부터 펄프의 전건 중량을 계산하고 펄프의 수분은 NaOH 농도 계산 시 보정하였다. 알칼리 처리시의 액비는 10, 처리온도는 실온, 처리 시간은 30분으로 하였다. 알칼리 처리 후의 펄프는 여과지(No. 1 또는 2)가 깔린 부후너 여두로 옮겨 알칼리를 압착 여과하였다. 이 후 펄프를 중화시키기 위하여 0.01 N H₂SO₄을 넣고 30분간 실온에 방치 후 다시 여과하였다. 이 후 0.01 N H₂SO₄를 계속 소량씩 펄프에 처리하여 여과액이 중성이 될 때까지 실시하였다. 중화 후의 펄프는 증류이온교환수로 충분히 세정, 탈수 시킨 후 함수율을 구하고 알칼리 처리 후의 펄프 수율을 계산하였다. 알칼리 처리는 전건 2 g 및 10 g의 두 가지 조건에서 실시하였으며, 2 g조건의 경우 처리 후 여과 탈수하고 처리 펄프 전량을 송풍 건조기(105±1°C)에 넣어 알칼리 처리에 의한 수율 변화 측정용으로 사용하였다. 그리고 10 g 시료의 경우 알칼리 처리 및 중화 세정 후 펄프는 모두 잘게 찢어 플라스틱 백에 넣고 일부를 취하여 함수율 측정에 사용하였다. 그리고 나머지는 모두 시험용 필터 원지제조 및 섬유폭, 섬유 형태 및 기타 섬유 분석을 위하여 사용하였다.

2.2.3 주사전자현미경(SEM) 관찰 및 섬유 폭 측정

알칼리 처리 전 후 펄프, SPP 및 LBKP 섬유의 형상 및 그 변화를 비교하기 위하여 SEM(JEOL 5200, 일본) 관찰을 실시하였다. 입체적인 관찰을 위하여 시편은 왼쪽으로

45도 기울여 측정하였다.

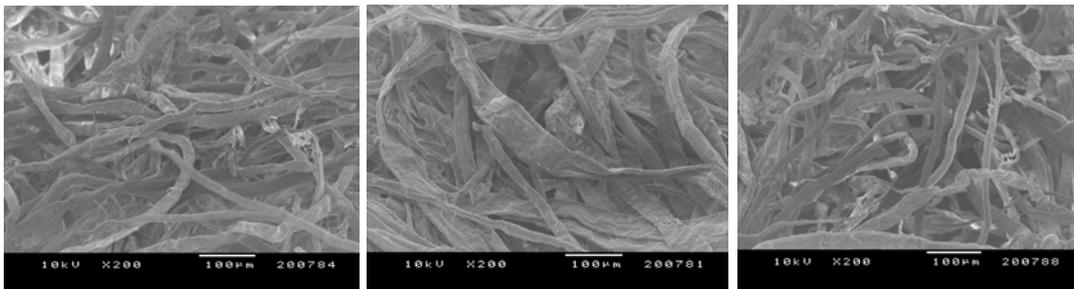
섬유 폭은 각 섬유의 SEM사진(200배)에서 각 펄프 섬유의 폭을 버니어캘리퍼스로 10개 측정하고 이를 평균하여 섬유 폭으로 하였다.

2.2.4 알카리 전처리 펄프의 초지 및 물성

NaOH 처리(6 - 20%) 펄프를 수초지기를 사용, 평량 100 g/m²의 시험편을 제작하여 그 물성을 SPP로 제조한 시편과 두께, 투기도, 통기도, 기공도 및 과열강도를 측정하고 상호 비교하였다.

2.2.5 X선 회절분석

2.2.4에서 초지한 평량 100 g/m²의 시험편을 X선 회절분석기(Shimadzu XRD 6000, 일본)에 장착, Cu(Ni 필터), K α = 1.5418Å, 관전압 40 kV, 회절각도 10-30°의 조건으로 분석하였다.



SPP

NBKP (무처리)

6% NaOH

사진 1. SPP, NBKP 및 6% NaOH 처리 NBKP의 SEM사진.

3. 결과 및 고찰

3.1 SPP와 NBKP 섬유의 특성

상기 사진 1은 수입 SPP와 NBKP 섬유의 SEM 관찰하고 200배로 확대한 섬유의 사진을 나타내었다. SEM사진에서 SPP는 침엽수 가도관으로 이루어져 있음을 알 수 있었다. 즉, SPP는 침엽수재 유래 섬유인 것을 확인 할 수 있었다. NBKP의 경우 춘재부

및 추재부 가도관이 함께 있으나, SPP보다 육안으로 보아도 펄프 섬유가 찌그러져 있으며 그 폭이 매우 넓은을 알 수 있다. 이러한 섬유의 형태학적인 차이는 제조되는 필터에 큰 영향을 미친다. 즉, 제지용 NBKP의 경우 섬유 폭이 넓어 섬유간의 결합이 좋아 강도적인 면에서는 좋겠지만, 필터의 주요 특성인 투기도가 나쁘게 되는 원인이 된다. 따라서 필터의 주 원료로 사용되는 고가의 SPP와 유사한 섬유폭의 펄프를 제조하기 위하여 알카리 처리를 생각하였다. 알카리 처리는 세포 내강이 찌그러진 셀룰로오스 섬유를 팽윤시켜 섬유 폭을 작게 할 수 있을 뿐 만 아니라 셀룰로오스 결정격자의 비틀림에 의하여 양호한 투기도의 필터 제조가 가능할 것으로 사료되었다.

3.2 알카리 전처리에 의한 NBKP 섬유의 변화

상기 제지용 NBKP를 6 - 20%의 NaOH로 처리하고 중화 탈수 한 후 건조시켜 SEM관찰을 실시하였다. 사진 1에 6% NaOH처리만을 나타내었으나, NaOH를 처리하면 대부분의 섬유가 수축되어 가도관 폭이 좁아짐을 알 수 있었다. 이 후 8, 10, 15, 20%로 알카리 농도를 증가 시켜도 그 폭의 변화는 6%의 그것과 큰 차이를 발견하기 어려웠다. 이러한 SEM 관찰 결과를 수치화하여 상호비교하기 위하여 SEM 사진 상의 각 섬유의 폭을 측정하였다. 그 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에 나타낸 것처럼 6%의 알카리 처리에 의하여 NBKP의 섬유폭은 급격하게 좁아졌다. 즉, 미처리 NBKP의 경우 28 μm 에서 17 μm 로 줄었다. 이 후 알카리 농도를 8%에서 20%로 높혀도 거의 유사한 섬유 폭이 유지 되었다. 이러한 이유는 찌그러진 가도관 섬유 내강이 알카리 처리에 의하여 셀룰로오스가 팽윤되어 세포 내강이 회복되기 때문으로 생각된다. 이러한 섬유폭은 비교를 위하여 나타낸 SPP의 그것보다 보다 작았다.

이상과 같이 알카리 처리에 의하여 NBKP는 용이하게 섬유가 팽윤하여 섬유폭이 줄어들었으며, 이러한 현상은 섬유를 중성으로 하였음에도 유지 되었으므로 이들 섬유의 SPP 대체 가능성이 크게 기대되었다.

한편 NBKP를 6 - 20%의 NaOH로 처리할 경우 그림 2에 나타낸 것처럼 펄프 수율은 15% NaOH처리까지 급격하게 낮아지다가 이후 일정하게 된다는 것을 알 수 있다. 이러한 알카리 처리에 의하여 펄프 성분의 손실은 최대 약 9% 정도였다. 이러한 펄프 성분의 손실은 고농도 알카리 처리에 의하여 헤미셀룰로오스의 일부, 추출성분 또는 수용성 무기성분 등에 의한 것으로 생각되나 대부분은 헤미셀룰로오스로 생각 되었다. a

-셀룰로오스 정량 시 17.5%의 NaOH를 사용하는데 이때 상당량의 헤미셀룰로오스가 용출된다고 알려져 있다. 따라서 본 실험의 15% 및 20%의 NaOH처리 농도는 α -셀룰

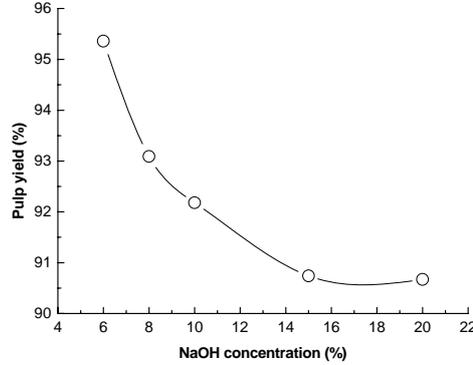
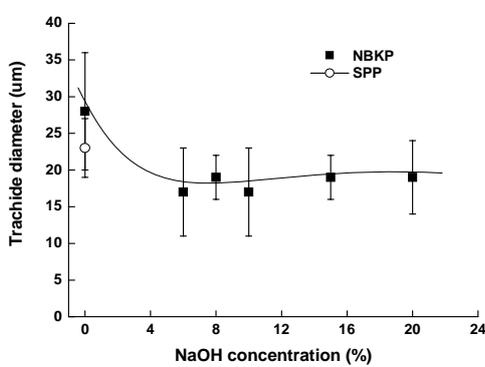


그림 1. 알카리 처리에 의한 NBKP 가도관 폭의 변화.

그림 2. 알카리 처리에 의한 펄프 수율의 변화.

로오스 정량 조건과 유사하므로 다량의 헤미셀룰로오스 제거가 필연적으로 일어나 수율에 있어서의 저하가 일어난 것으로 사료되었다.

3.3 알카리 전처리 펄프의 물성

6 - 20%의 NaOH를 NBKP에 처리하고 평량 100 g/m²의 시편을 수초지한 후 이에 대한 물성을 측정하였다.

표 1에 나타낸 것처럼 NaOH 처리 농도가 높아질수록 시편의 두께가 두꺼워지고 투기도가 낮아졌다. 파열강도는 6%의 NaOH 전처리만으로 70%의 강도적 손실이 발생하였다. 기공도 역시 알카리 처리농도의 증가와 함께 증가하였다. 이상의 결과로부터 알

표 1. 알카리 전처리 및 무처리 NBKP로 제조한 시편의 물성

물 성	SPP	NBKP에 대한 NaOH 처리농도 (%)					
		0	6	8	10	15	20
평 량 (g/m ²)	103.2	99.4	98.4	103.6	100.4	98.1	98.3
두 께 (mm)	0.65	0.45	0.59	0.66	0.68	0.71	0.73
투기도 (sec)	0.7	3.9	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7
통기도(cfm), 125 Pa, 20 cm ²	183	24.2	101	120	135	168	182

기공도(μm)	max	110.6	66.0	92.1	92.1	100.5	107.9	110.6
	mean	100.5	50.8	81.9	81.9	88.4	96.1	100.5
과열강도 (kg/cm^2)		0.3	1.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

카리 처리농도 15 - 20%에서 수입 SPP와 유사한 물성치를 얻을 수 있었다. 알카리 처리에 따른 물성 변화는 섬유의 팽윤과 셀룰로오스 결정격자의 비틀림에 의하여 섬유간 수소결합 부위가 적어지고 따라서 많은 공간이 발생하기 때문으로 생각되었다.

4. 결 론

제지용 NBKP를 6 - 20%의 NaOH로 처리하면 섬유폭이 크게 줄어들었다. 이러한 알카리 전처리 펄프를 수초지한 후 그 시편에 대하여 다양한 물성을 검토한 결과 고가의 수입 SPP와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 즉, 일반 제지용 NBKP를 적당한 농도의 알카리 처리에 의하여 고가로 수입되고 있는 오일 필터용 SPP를 대체 할 수 있는 가능성이 시사되었다.

인 용 문 헌

1. 조환, 최신 섬유 가공학, 형설출판사, pp. 73-77, 1992.
2. Jahan, M. S. and Mun, S. P., Effect of tree age on the cellulose structure of Nalita wood (*Trema orientalis*), Wood Sci. technol., 39(5), 367-373(2005).
3. 윤병호 외 10명, 임산화학 실험서, 향문사, pp. 96-97, 1998.