

## 섬유의 손상이 적은 한지 제조(제5보)

- 펙틴분해효소 처리한 한지의 열화특성 -

임금태 · 문성필  
전북대학교 임산공학과

### 1. 서론

전통한지는 천년이상을 보존할 수 있는 뛰어난 내구성과 강도적 특성을 가지고 있으나, 오늘날 강알칼리성 약품으로 증자하여 제조된 한지는 과도한 섬유손상과 섬유간의 결합력의 저하로 인하여 그 물성이 떨어진다. 이전에 닥나무 인피섬유를 저농도의  $K_2CO_3$  전처리하고, 여기에 펙틴분해 효소처리를 실시한 결과, 고해가 용이하고, 뛰어난 강도적 특성을 나타낸다는 것을 보고하였다<sup>1)</sup>. 본 연구에서는 강도적 성질이 뛰어난 효소처리 한지의 열화에 대한 특성을 확인하고, 이를 미처리 한지와 비교하고자 하였다.

### 2. 공시재료 및 방법

#### 2.1 공시재료 및 효소

본 연구에 사용된 닥나무 인피섬유는 국산 1년생으로서 전주시 소재 고려특수한지 공업사로부터 구입하였다. 구입한 백피는 25~30cm 간격으로 절단하여 사용하였다. 본 연구에 사용된 효소는 현재 시판되고 있는 Rapidase press(RP)로 하였다.

#### 2.2 대량 증자, 효소처리 및 수초지

100 l 용량의 스텐레스 스틸재 용기에 닥나무 백피 3002.3g(o.d),  $K_2CO_3$  17.3%을 넣고, 액비 15로 조절한 후 비등시부터 1시간 증자하였다. 증자필프는 티를 제거하여 정선필프를 제조하였다. 대형 비닐봉투에 정선필프 600.0g(o.d)과 펙틴분해효소인 RP를 필프에 대하여 0.16%을 넣고, 액비 20, pH 4~6, 50℃, 75rpm 조건으로 48시간 처리하였다.

효소(RP)처리 필프와 미처리 필프( $K_2CO_3$  증자필프)는 칼비터(237l)를 사용하여 효소처리의 경우 15분, 미처리의 경우 20분간 해섬시켰다. 해섬된 섬유는 200 l 물에 넣고, 분산제로 폴리아크릴아마이드를 0.015%농도가 되도록 한 후, 고려특수한지 공업사의 초지기술자가 직접 소형초지발로 평량 약 20g/m<sup>2</sup>이 되도록 초지하였다. 제조된 한지는 흡습지로 하루동안 가압·탈수한 후, 표면온도 55℃의 스텐레스 스틸재 열판상에서 건조하였다. 건조된 한지는 각각 신문지에 말아서 상온에 24시간동안 보관 후 40×25cm의 크기로 제단하였다. 제단후 여분중 일부를 취하여 함수율을 구하여 정확한 전건평량을 구하였다.

#### 2.3 인공열화시험

40×25cm 크기의 한지를 105±1℃의 송풍건조기에서 인공열화처리 하였다. 열화 처리기간은 0~30일로 하였다.

## 2.4 물성측정<sup>2)</sup>

각각의 한지는 20℃, 65% RH 조건에서 2~4일 조습처리 후 백색도(Bright & Lab Technibrite Micro TB-1C colormeter, U.S.A), 인장강도(L&W Tensile with fraction Thougness, Sweden), 내절강도(Kumagai Riki, Japan)를 측정하였다. 물성측정은 (주)한솔제지 전주공장내 품질 실험실에서 하였다.

## 2.5 열화한지의 pH<sup>3)</sup>

시편을 1×1cm이하로 제단하고 2.0g(a.d)을 50ml 용량 삼각플라스크에 넣었다. 여기에 물을 액비 10이 되도록 넣고, 1시간동안 열수추출한 후 pH를 측정하였다.

## 2.6 FT-IR 스펙트라 및 X선회절 분석

각각의 한지는 미세하게 마쇄하여 KBr과 함께 펠릿을 제조 후, FT-IR 분광분석기(Shimadzu FT-IR 8201 PC, Japan)로 4000~400cm<sup>-1</sup>의 범위에서 분석하였다. X선회절은 시료를 1.5×1.5cm 크기로 제단하여, XRD(X-ray diffractometer, Rigaku, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 30kV, 20mA, Cu target, monochromator, Ni filter로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 열열화 전후 한지의 강도적 특성

효소처리와 미처리 펄프를 평량 20g/m<sup>2</sup>, 40×25cm 크기의 한지로 제조하여 105±1℃의 송풍건조기에서 열열화 시켰다. 열열화 전의 효소처리 한지는 미처리 한지보다 백색도가 낮고, 인장강도와 내절강도는 높았다. 특히, 효소처리의 내절강도는 미처리의 두배에 달하였다.

열화처리에 의하여 백색도는 효소처리 및 미처리 한지 모두 서서히 감소하였다(그림 1). 인장강도는 효소처리 한지가 높았으며, 이러한 경향은 열화 30일까지 유지되었다. 특히, 흥미로운 사실은 인장강도에서 효소처리의 경우 열화 12일까지 열화전과 거의 같은 강도치를 나타내었으며, 열화 30일에도 크게 감소하지 않는다는 것이었다. 이에 비하여, 미처리의 경우는 열화 초기 일부 강도의 향상이 관찰되었으나, 열화 9~12일째에 급격한 강도의 감소가 확인되었다. 그러나, 15일 이후에 인장강도가 증가하였다(그림 2). 내절강도의 결과는 그림 3에 나타내었다. 내절강도는 효소처리의 경우 열화에 따라 서서히 감소하였다. 그러나, 전 열화기간에 있어서 내절강도는 미처리 한지보다 높았다. 특히, 미처리의 경우는 15일 열화에서 내절강도가 거의 발현되지 않았다. 한편, 열화전후 한지의 pH는 효소처리 및 미처리 모두 서서히 감소하였으며, 양자간의 큰 차이는 없었다. 이상의 물성 결과로부터 효소처리 한지는 미처리 한지보다 열열화에 대한 내구성이 뛰어나다는 것이 확인되었다.

### 3.2 열화 한지의 기기분석

그림 4는 효소처리 및 미처리 한지의 FT-IR 스펙트라를 나타낸 것이다. 전체적인 스펙트

라의 유형은 유사하여 FT-IR 분광분석으로는 효소처리와 미처리 한지의 열화에 대한 차이를 확인하기 어려웠다. 효소처리 및 미처리 한지의 X선 회절도는 그림 5에 나타내었다. 열열화처리에 의하여 2θ 부분의 피크가 약간 오른쪽으로 이동되었다. 따라서, 열열화처리에

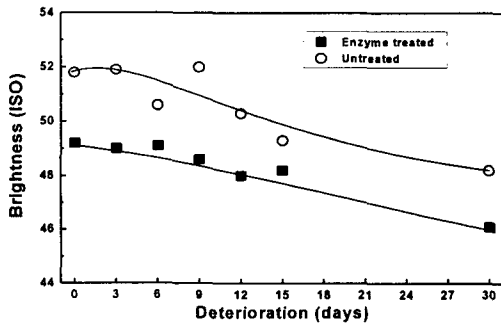


그림 1. 효소처리 및 미처리 한지의 열열화에 따른 백색도 변화.

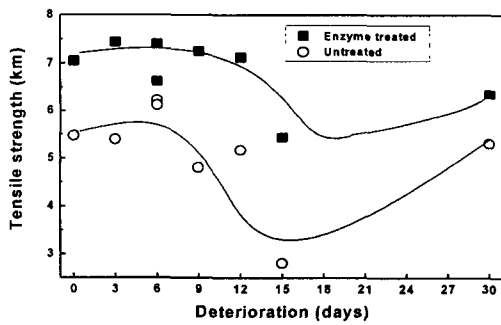


그림 2. 효소처리 및 미처리 한지의 열열화에 따른 열단장 변화.

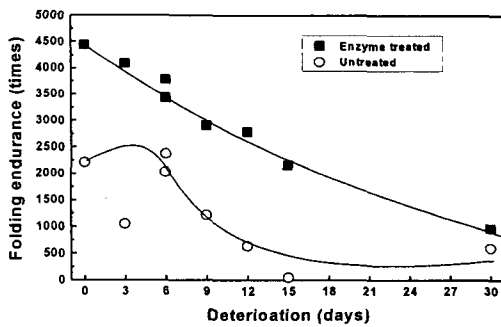


그림 3. 효소처리 및 미처리 한지의 열열화에 따른 내절강도 변화.

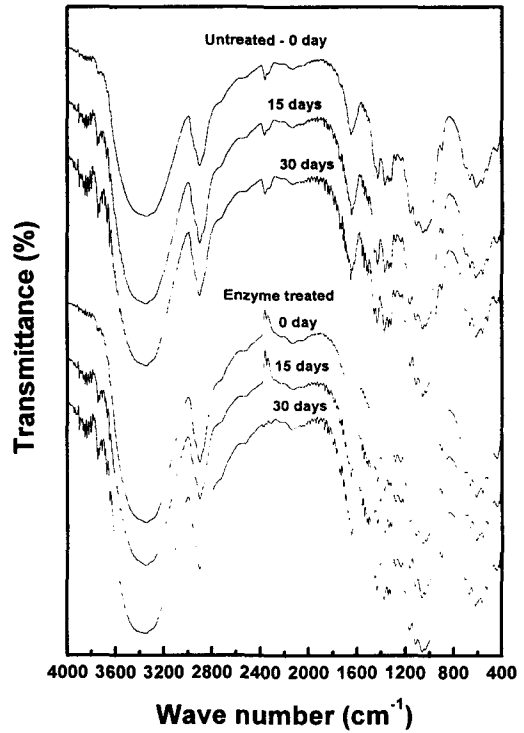


그림 4. 효소처리 및 미처리 한지의 열열화에 따른 FT-IR 스펙트라.

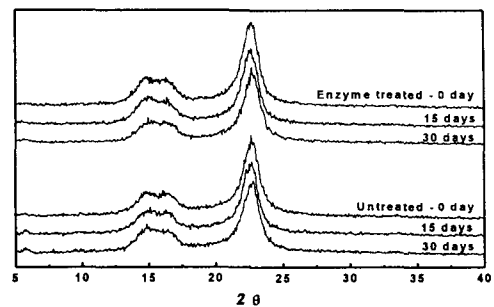


그림 5. 효소처리 및 미처리 한지의 열열화에 따른 X선 회절도.

의하여 셀룰로우스 결정의 부분적인 변형이 있음이 예상되었다. 이들 X선회절도 결과로부터 계산한 결정화도는 효소 미처리가 처리의 경우보다 약간 낮아 부분적으로 열화에 의하여 부분적인 결정의 붕괴가 일어났음을 알 수 있었다.

#### 4. 결론

백피를  $K_2CO_3$ 로 가볍게 증자하고 이를 다시 펙틴분해효소인 Rapidase Press 처리하여 제조한 한지를 열열화 시. 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 효소처리 한지는 미처리보다 백색도가 약간 낮았으나, 인장강도 및 내절강도는 뛰어났다.
- 2) 효소처리 한지는 미처리보다 열열화에 대한 뛰어난 내구성을 나타내었다.
- 3) 효소처리 한지의 결정화도는 장시간의 열열화 조건에서도 크게 변하지 않았다.

#### 참 고 문 헌

1. 임금태, 문성필, 섬유손상이 적은 한지제조(제4보) -펙틴분해효소의 닥나무 백피 처리효과-, 한국펄프·종이공학회 춘계 학술발표회(서울대학교), 1999. 4. 29.
2. 박상진의 3명 공역, 목재과학실험서, 광일문화사, p.589~594(1993).
3. 森本正和外 13名 共著, 紙パルプの種類とその試験法, 紙パルプ技術協會, p.162~163(1970).