

代用纖維資源으로서 어저귀의 韓紙製造特性

程仙花*¹ · 崔泰鎬*² · 李一魯*¹ · 趙南奭*²

*¹ 忠北大 大學院 · *² 忠北大 山林科學部

1. 緒言

현재 우리 나라는 韓紙原料로 사용되고 있는 닥나무 資源의 부족으로 인하여 중국·동남아시아로부터 닥나무 및 유사 韌皮纖維原料가 수입되고 있으며, 수입원료품질의 불안정으로 인하여 韓紙의 품질이 크게 위협받고 있는 실정이다. 이에 고갈되고 있는 韓紙原料를 대체할 수 있는 非木材 식물자원의 탐색이 요구되고 있다. 또한 韓紙原料로 이용하기 위하여 펄프화 製造技術을 利用, 닥나무섬유에 대신할 韓紙製造用原料로서 새로운 代用纖維資源原料를 개발하고, 이 纖維資源을 이용한 韓紙製造特性을 구명코자 하였다. 本 研究에서 대체원료로 개발코자하는 어저귀(Indian mallow)는 學名이 *Abutilon avicennae* GAERTNER이며, 무궁화과(Malvaceae)에 속하고, 一年生草本類로써 藥名은 동규자(冬葵子) 또는 경마자(尙麻子)로, 印度原産이며, 纖維資源으로 들여와 한때에는 農家栽培도 하였으나, 지금은 草原 및 田圃에 자라는 잡초정도의 식물이다. 높이 1.5m안팎이고 잎, 줄기등이 털로 덮여 있다. 8~9월에 꽃이 피고 꽃은 황색이며, 9월에 열매가 성숙된다. 용도로서는 관상용·공업용·약용으로 쓰이고, 관상초 및 줄기에서 纖維를 생산하며, 종자·잎·줄기·뿌리를 한방과 민간에서 두통(頭痛)·산풍(産風)·신경통(神經痛)·난산(難産)·감기(感氣)·현기증(眩氣症)·화상(火傷)·이뇨(利尿)등에 藥材로 쓴다. 아직 어저귀 纖維에 대한 펄프화 또는 製紙關聯 研究는 거의 全無한 현상으로 本 研究를 통해 原料를 單獨으로 사용하여 지금까지 韌皮纖維를 이용한 韓紙製造에만 국한하지 않고, 韌皮部, 木質部, 인피부 및 목질부 전체를 포함하는 全幹部등 세부분으로 나누어 가성소오다만 사용하는 종래의 韓紙펄프제조방법에 대신할 수 있는 고수율의 새로운 펄프화법인 알칼리법과 설포메틸화법을 적용하여 펄프화별 특성과 抄紙한 종이물성에 關하여 比較, 分析하였다.

2. 材料 및 方法

1) 供試材料

(1) 韓紙 펄프

어저귀(*Abutilon avicennae*)를 陰乾한 다음 Sample을 4~5cm로 切斷한 後 소정의 크기의 chip을 韌皮部(Bast Fiber), 木質部(Core), 全幹部(Whole Stalk)으로 나누어 알칼리법 및 설포메틸화법으로 蒸解한 펄프를 使用하였다.

(2) 分散劑

시판 polyacrylamide(PAM : 분자량 수백만, 중립상사)를 使用하였다.

2) 實驗方法

(1) 韓紙의 製造

① 紙料 配合

原料의 韌皮部(Bast)·木質部(Core)·全幹部(Whole)를 Table 1과 같은 混合比로 配合된 紙料를 만들어 分散劑인 PAM 溶液을 넣고 고르게 分散시켰다.

② 抄紙

造成된 紙料를 特殊製作한 韓紙 抄紙機를 사용하여 抄紙하였으며, 抄紙用 받은 畫仙紙 製造用을 使用하였다. 抄紙된 濕紙를 스테인레스 스틸 판에 종이면이 안쪽, 습취 면포가 바깥쪽을 향하도록 붙이고 室溫에서 약 6시간 자연 탈수 및 건조를 행한 다음 60℃로 조절된 열풍 恒溫乾燥機에서 2시간 乾燥하였다.

(2) 調濕 處理

소정의 混合比로 抄紙한 종이는 Tappi T 402 om-93에 의거하여 調濕하였다.

(3) 韓紙의 物理的, 光學的 및 機械的 特性

제조된 종이의 물리적, 광학적 및 기계적 특성은 조습처리 후 Tappi Standards에 의거, 測定하였다.

(4) 韓紙의 走査電子顯微鏡的 特性

SEM(Scanning Electron Miroscopy)을 利用하여 韓紙의 形態學적 特性을 觀察하였다.

Table 1. The mixture ratio of pulp components

Samples No.	Pulp resources(%)		
	Bast	Core	Whole
1	100	0	0
2	80	20	0
3	60	40	0
4	40	60	0
5	20	80	0
6	0	100	0
7	0	0	100
8	20	0	80
9	40	0	60
10	60	0	40
11	80	0	20

3. 結果 및 考察

1) 펄프화법에 따른 韓紙의 特性

어저귀의 韌皮部, 木質部 및 全幹部 펄프를 原料로 하는 混合 抄紙의 特性을 究明하기 위하여 알칼리법, 설포메틸화법에 의해 제조된 각각의 펄프를 配合 抄紙 한 韓紙의 物理的 特性을 測定한 結果를 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

(1) 알칼리 펄프의 韓紙製造 特性

① 物理的인 性質의 變化

韌皮 펄프에 木質部 펄프 및 全幹部 펄프를 混入하여 抄紙하였을 때, 混入率에 따른

坪量, 密度 등 紙質의 변화를 검토한 결과, 坪량은 30.20 ~ 33.94 g/m²의 범위에서 초지한 종이이며, 密度는 0.13~0.20 g/cm³로 나타났다. 또한 韓紙의 光學的 性質에 미치는 영향을 분석한 결과, 白色度の 경우 19.7~40.8%로서, 木質部 및 全幹部 펄프의 混入量이 늘어날수록 白色도가 증가하는 것으로 나타났으며 전간부 100% 펄프가 가장 높은 白色도를 나타냈다. 不透明度는 36.9~91.3%로 木質部 混入率이 증가할수록 不透明度도 증가하다가 木質部 單獨으로 抄紙하였을 때 최고값을 나타냈다.

Table 2. Physical and mechanical properties in alkali pulping

Item	Sample No.										
	AA-1	AA-2	AA-3	AA-4	AA-5	AA-6	AA-7	AA-8	AA-9	AA-10	AA-11
Grammage (g/m ²)	35.55	32.25	31.30	31.67	33.03	35.22	30.98	30.20	31.01	30.76	32.3
Density (g/cm ³)	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.16	0.20	0.17	0.16	0.14	0.14
Brightness (%)	19.7	25.1	29.3	33.2	35.3	38.1	40.8	37.6	33.2	29.6	25.2
Opacity (%)	36.9	50.4	64.5	75.8	83.9	91.3	79.2	73.3	64.3	55.6	52.0
Burst Index (kPa · m ² /g)	1.41	1.18	0.83	0.76	0.48	0.45	1.10	0.93	0.68	0.91	1.55
Tensile Index (Nm/g)	7.73	10.69	7.82	11.24	12.40	8.82	28.08	18.28	19.31	12.0	12.63
Tear Index (mN · m ² /g)	6.38	5.79	5.75	3.79	3.03	1.42	1.51	3.97	6.64	8.67	6.19
Breaking Length (km)	0.79	1.09	0.80	1.15	1.26	0.90	2.86	1.86	1.97	1.22	1.29
Zero-span Breaking Length (kg/mm)	5.29	4.89	4.49	4.23	4.02	4.17	6.35	5.00	5.77	4.87	4.76
MIT Folding Endurance (No.)	0	0	0	0	1	1	5	2	3	0	0

② 機械的 性質의 變化

長纖維인 韌皮部에 單纖維인 木質部 및 全幹部 混入이 破裂强度, 引裂强度, 제로스펜 裂斷長, 耐折度 등 機械的 性質의 變化에 미치는 영향을 분석한 결과 破裂指數는 0.45~1.55 kPa · m²/g 로서 목질부 混入量이 증가할수록 强度가 低下 되었으며, 木質部 및 全幹部 펄프 單獨抄紙時에 낮은 强度指數를 나타냈고, 引張指數와 裂斷長의 경우 각각 7.73~28.08 Nm/g 과 0.79~2.86 km로 全幹部 單獨抄紙時 최대치를 나타냈으며, 韌皮部 펄프에 木質部가 混入 되었을 때 보다 全幹部가 混入되었을 때 높은 강도를 나타냈다. 引裂强度는 1.42~8.67mN · m²/g으로 韌皮部에 全幹部 펄프 混入率 40%에서 최고치(8.67 mN · m²/g)를, 木質部 및 全幹部 펄프 單獨으로 抄紙하였을 때는 낮은 값을 나타냈다. 單纖維의 强度 및 纖維間 결합의 양과 질에 크게 영향을 받는 제로스펜 裂斷長은 4.02~6.35 kg/mm로 全幹部 單獨을 抄紙하였을 때 가장 높은 강도값을 나타냈으며, 耐折度の 變化는 全幹部 單獨 抄紙의 경우에 최고치를 나타내고 그 외의 경우는 거의 强度 발현을 하지 못했다.

Table 3. Physical and mechanical properties in sulfomethyl pulping

Item	Sample No.										
	AS-1	AS-2	AS-3	AS-4	AS-5	AS-6	AS-7	AS-8	AS-9	AS-10	AS-11
Grammage (g/m ²)	33.68	32.52	32.68	32.97	31.96	31.42	32.36	31.35	32.89	33.94	33.10
Density (g/cm ³)	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.13	0.15	0.15	0.15
Brightness (%)	47.9	50.8	52.0	54.0	56.5	59.3	60.6	57.3	54.6	50.7	52.2
Opacity (%)	45.9	49.4	53.4	61.2	63.5	69.0	62.3	56.5	55.3	52.85	51.4
Burst Index (kPa · m ² /g)	0.77	0.69	0.73	0.61	0.44	0.32	0.62	0.45	0.67	0.77	0.73
Tensile Index (Nm/g)	14.36	11.46	8.76	9.86	9.16	8.58	24.54	14.83	9.08	9.81	8.93
Tear Index (mN · m ² /g)	8.41	13.07	12.70	7.89	7.72	3.82	3.30	3.99	4.92	5.25	5.04
Breaking Length (km)	1.46	1.17	0.89	1.01	0.93	0.87	2.50	1.51	0.93	1.00	0.91
Zero-span Breaking Length (kg/mm)	5.50	5.48	5.04	4.75	4.45	4.49	6.75	4.74	6.02	5.48	6.35
MIT Folding Endurance (No.)	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1

(2) 설폰메틸화 펄프의 韓紙製造 特性

① 物理的 性質의 變化

韌皮部に 木質部를 混入했을 때와 全幹部를 混入했을 때의 坪量과 密度의 變化는 各 31.35~33.89 g/m²와 0.13~0.15 g/cm³로 비교적 유사한 값을 나타냈다. 설폰메틸화법으로 製造한 어저귀를 Table 1.과 같은 比率로 混入하였을 때 이들 混入量 變化가 製造 韓紙의 白色度 및 不透明度 등 光學的 性質에 미치는 影響을 검토한 결과 알칼리법보다는 비교적 높은 47.9~60.6%를 나타냈고, 全幹部 單獨으로 抄紙하였을 때 가장 높은 값을 나타냈으며, 韌皮部の 含量이 증가할수록 낮은 白色度を 나타냈다. 마찬가지로 不透明度도 韌皮纖維의 含量이 증가할수록 不透明度가 減少하였다.

② 機械的 性質의 變化

韌皮部 · 木質部 · 全幹部 펄프를 소정 比率로 混合하여 抄紙한 어저귀 韓紙의 機械的 性質에 있어 破裂强度에 의한 破裂指數는 0.32~0.77 kPa · m²/g로 韌皮部 混入率이 증가할 수록 높은 强度를 나타냈고, 木質部 單獨 抄紙時 최저치를 나타냈다. 引張强度 및 裂斷長은 各 8.58~24.54 Nm/g과 0.87~2.50 km로서 全幹部 單獨抄紙時에 최대치를 나타냈으며, 引裂强度는 韌皮部 펄프에 全幹部가 混入된 경우(3.99~5.35 mN · m²/g) 보다 木質部가 混入되었을 때(7.72~13.07 mN · m²/g) 높은 强度을 나타냈고, 제로스펜 裂斷長 또한 韌皮部の 混入量이 증가할수록 높은 强度를 보였으며, 耐折度에서는 거의 强度 발현을 하지 못했다.



Photo 1. AA-1



Photo 2. AS-1

Scanning Electron Microscopy (Bast part 100%)



Photo 3. AA-7



Photo 4. AS-7

Scanning Electron Microscopy (Whole stalk 100%)

2) 韓紙의 走査電子顯微鏡의 特性

각각의 펄프화법으로 製造한 펄프를 소정의 混合比로 混合抄紙한 韓紙의 特性을 파악하기 위하여 走査電子顯微鏡으로 觀察하였다. Photo 1~4는 본 실험에서 製造한 韓紙類의 SEM 사진이다. Photo 1과 2는 각 펄프화법에 의해 製造된 靛皮 펄프 單獨으로 抄紙한 사

진으로 알칼리 펄프로 抄紙한 韓紙는 섬유간 結合이 거의 이루어지지 않고 있는 것에 비하여 설포메틸화법으로 제조한 펄프로 抄紙한 韓紙는 각 섬유의 손상이 없었고 섬유간 결합이 비교적 양호하였다. Photo 3과 4는 각 펄프화법에 의해 제조된 全幹部 펄프를 단독으로 抄紙한 韓紙의 SEM사진으로 매우 양호한 섬유간 결합을 이루고 있음을 알 수 있었으며 설포메틸화 펄프가 좀더 양호한 섬유간 결합을 보이는 것으로 관찰되었다.

4. 結 論

우리나라의 韓紙 製造業은 닳나무 韌皮纖維의 生産量 減少로 인하여 중국, 태국 등지로부터 韓紙 原料를 수입하고 있으나 이들 원료로 생산하는 韓紙는 국산 닳나무 韌皮纖維로 제조한 韓紙에 비하여 품질이 열등하고 발목성의 불량 등 여러 가지 문제점을 야기하고 있다. 따라서 本 研究에서는 현재 국내에서 未利用 상태에 있는 어저귀 전체를 이용하여 새로운 유형의 韓紙를 製造코자 하였다. 이러한 目的을 위하여 韌皮部·木質部·全幹部 펄프를 다양한 混合比로 混合抄紙하고, 이들의 특성을 구명하기 위하여 제조한 韓紙의 物理的 性質, 光學的 性質, 機械的 性質 및 形態學的인 特性을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 長纖維인 韌皮 펄프에 單纖維인 木質部 펄프 및 全幹部 펄프를 混入하여 抄紙하였을 때 混入率에 따른 坪量, 密度 등 지질의 변화를 검토한 결과 알칼리 펄핑, 설포메틸 펄핑시 큰 차이 없이 유사한 경향을 보였다.
2. 光學的 性質의 變化 중 白色度는 설포메틸화법이 47.9~60.6%로 알칼리법의 19.7~40.8%보다 높았으나, 不透明度는 설포메틸화법으로 제조한 종이보다는 알칼리법으로 제조한 종이 약간 높게 나타났다.
3. 機械的인 特性을 검토한 결과 破裂強度를 제외한 모든 機械的 強度가 설포메틸화법이 알칼리화법보다 우수했고, 韌皮 펄프의 混入量이 증가할수록 종이의 強度가 증가하는 것으로 나타났으며, 破裂指數, 引裂指數의 경우 木質部와 全幹部를 각각 單獨으로 抄紙하여 사용하였을 때 낮은 값을 나타냈고, 引張指數는 全幹部 單獨抄紙時 최대치를 나타냈으며, 내절도에서는 거의 강도 발현을 하지 못했다.
4. 韓紙의 形態學的인 抄紙特徵을 알아보기 위하여 走査電子 顯微鏡을 사용하였는데 韓紙는 全幹部 單獨으로 抄紙한 것이 양호한 섬유간 결합을 보였으며, 특히 설포메틸 펄프로 抄紙한 것이 육안이나 현미경상으로 양호한 地層形成을 보여주어 우수한 평활성을 나타냈다.

謝辭

본 연구의 일부는 산업기술정책연구소('96 전통고유기술)의 연구비 지원으로 수행되었음.

參考文獻

- 1) 崔泰鎬. 1994. 닳나무를 利用한 새로운 傳統韓紙의 製造, 忠北大學校 大學院 博士學位 論文
- 2) 金鐘珪, 1998, 수세미의 纖維의 펄프화 特性에 關한 研究, 忠南大學校 大學院 博士學位 論文
- 3) 趙南爽·崔泰鎬, 1997, 韓紙製造用 貸用纖維資源의 開發, 通商産業部 報告書
- 4) 宋應星, 1637, 天工開物 pp. 283~295.
- 5) Scott, W. E. and S. Trosset. 1989. Properties of Paper: An Introduction, TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 1-122