

漂白이 필요없는 無公害 傳統韓紙의 製造에 관한 研究(第1報)*1

趙南爽*2

Studies on the Manufacturing of Pollution-Free Korean Traditional Paper without Bleaching (I) *1

Nam-Seok Cho *2

ABSTRACT

This study was performed to investigate the pollution-free Korean traditional papermaking characteristics from paper mulberry by sulfomethylation pulping. Bast fibers were pulped by sulfomethylated cooking liquor, and by alkali and alkali-peroxide processes for the comparison.

Sulfomethylated pulping resulted in the superior pulp with high yield and better quality compared to those of alkali and alkali-peroxide pulps. Since the pulp was so bright, there was almost no need additional bleaching. Pollutant loads of sulfomethylated pulping effluent were very low in terms of pH, turbidity and color compared to those of alkali. Pollution-free effluents was accomplished by simple filtering treatment with pine bark, charred rice hull and sawdust compost. Pine bark was the most effective in reduction rate of pollutants.

Keywords : Korean traditional paper, paper mulberry, alkali-peroxide, sulfomethylated pulping, effluent

1. 緒 論

최근 전세계적인 자원 부족 상황으로 고품질의 목재자원만을 고집할 수 없게 되었다. 따라서 미이용 및 저이용상태에 있는 인피섬유 자원을 그간의 진보된 펄프 제조기술을 적용하여 새로운 제지용 원료로서 개발함은 모자라는 목질계 펄프 원자재의 대체는 물론, 국내 부존자원의 이용극대화라는 측면에서 효과를 기대할 수 있어 그 개발 의의가 자못 크다고 하겠다.

비목재를 이용한 펄프화 기술은 비목질계 자원이 펄프용 원료로서 중량이 낮고, 부피가 매우 크

며, 수송, 저장에 곤란하고 대량수집시 목재보다도 훨씬 비싸지는 불리한 점과, 종래의 펄프화 방법이 "크라프트법"이 주류를 이루고 있기 때문에 비목질계 자원의 펄프화에는 전혀 경제성이 없는 방법으로 평가되어 비목재 펄프 공업의 진보를 방해하였다고 할 수 있다.

제지용 원료로서 비목질계 자원의 이용에 관해서는 오래전부터 많은 연구¹⁻⁷⁾가 수행되었으며, 펄프의 원료로서도 사용되었다. 특히 닥나무 인피섬유와 관련된 연구에 있어서는 1968년 충북대 특수임산물 연구소⁸⁾에서 실시한 닥나무류 인피섬유의 재배 및 이화학적 성질에 관한 연구가 있으며, 홍

*1. 接受 1993年 4月 14日 Received on April 14, 1993

본 연구는 92년도 산학협동재단 및 금양화학공업사의 연구비 지원으로 수행되었음.

*2. 충북대학교 농과대학 College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

등⁹⁾ 및 박 등¹⁰⁾에 의한 인피섬유의 특성 연구, 우 등^{11,12)}에 의한 발효에 의한 인피섬유의 정련에 관한 연구, 김¹³⁾은 저피를 주 원료로 하여 여과지 제조 연구를 발표하였다. 최근 최 등¹⁴⁾은 다펜나무의 인피 및 목질부를 동시에 이용하려는 연구를 수행하였다.

외국의 경우 Miura^{15,16)}에 의한 다펜나무 인피섬유의 화지제조 특성에 관한 연구, Murai¹⁷⁾에 의한 비목재 원료의 펄프화와 완전지료의 배합에 관한 연구, Nakattuka¹⁸⁾에 의한 인피섬유의 형태적 특성과 화지 제조특성, 그 이외의 Leuin¹⁹⁾, Ernst²⁰⁾, Hopner²¹⁾, Perdue²²⁾, Nieschlag²³⁾, Tamolang^{24,25)}, Biyani²⁶⁾, Bublitz²⁷⁾, Clarl²⁸⁾, Mamers 등²⁹⁾은 비목재자원인 야자, 짚류, 대나무, kenaf, bagasse, 갈대 등의 펄프화 특성에 관해 연구하였다.

펄프 및 종이 제조용 원료의 조달측면³⁰⁾에서 보았을 때, 우리나라는 산림면적이 전국토의 66%를 차지하고 있으나, 임목 축적량은 152,500천 m³에 불과하고 단위 면적당 축적량도 겨우 26m³밖에 되지 아니하여 서독의 150m³, 프랑스의 100m³, 일본의 80m³에 비하면 매우 낮은 실정인바, 펄프재의 자급은 매우 어려운 상태로 생각되고 있어, 목재칩의 해외개발 수입이 촉진되어야 할 것이다.

그러나 칩의 수입에 있어서도 자원의 무기화와 자원국의 일관 생산체제로 인하여 수입에도 한계가 있다. 따라서 자국산의 자원을 이용할 수 밖에 없는 어려운 상황에서 국민의 생활수준 향상으로 인하여 종이의 소비량은 증가일로에 있는바, 국민 생활수준 향상과 깊은 관계가 있는 종이 및 펄프의 생산은 불가피하며, 그러므로 목재자원이 부족한 우리나라로서는 “목재 이외의 섬유자원(비목질계 자원)”을 이용하여서라도 펄프·종이 제조용 원료를 보충, 확보해야만 할 당위성이 여기에 있는 것이다.

우리나라의 한지제조 공업은 가내 수공업의 형태를 벗어나지 못하고 있으며, 제조방법 또한 가성소오다만을 사용하여 常壓에서 장시간 처리하는 구태의연한 방법만이 고수되고 있다. 따라서 한지 제조업은 많은 시간적 낭비는 물론 가뜩이나 부족한 농산촌 일손부족현상과 함께 많은 노동력이 소요되어, 당장 조업이 어려운 상황에 있다. 아울러 야기되는 흑갈색 폐수처리의 문제는 당장 공해산업이라는 인근 주민 및 감독관청으로부터의 압력이 겹치면서, 경영상 큰 문제점을 야기하여 당장 문을 닫아야 할 위기에 처해 있다고 해도 과언이 아닌 현실이다.

따라서 본 연구에서는 가성소오다만을 사용하는

종래의 한지펄프제조방법에 대신할 수 있는 고수율의 새로운 펄프화 방법을 모색하고, 특히 흑피, 백피 등의 제조과정상의 번거러움과 문제점을 단번에 해결할 수 있고, 표백이 필요없으며, 아울러 폐수처리가 용이한 무공해형의 한지펄프제조를 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 수증

다나무(*Broussonetia kazinoki*)는 경북 금릉군 증산면 황점리에서 1년생을, 삼지닥나무(*Edgeworthia papyrifera*)는 경남 의창군 진북면 인곡리에서 2년생을 채취하여, 기건, 공시하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 시료의 조제

2.2.1.1 해부학적 성질 측정용 시료

각 5분의 공시닥나무류에 대하여 근원부, 중앙부, 상부의 3 부위로부터 3cm 길이로 인피를 채취하여 해부용 시료로 하였다. 해리방법은 Schurz 용액(염소산칼륨:질산:물=1:2:1)을 사용하여 실온에서 2주간 방치후, 증류수로 세척하고, methylene blue 로 염색하여 마이크로미터로 1 수종당 3 부위별로 각각 60 개씩 측정하였다.

가. Runkel 비:(섬유폭·루멘폭)/루멘폭

나. 유연계수:루멘폭/섬유폭

다. 섬유결합면적비:섬유장/섬유폭

2.2.1.2 성분분석용 시료

인피부를 음건하고, 분쇄하여 40-60메쉬의 분말로 조제한 다음, 알콜-벤젠 혼합액(1:2)으로 8시간 탈지처리하여 건조후 공시하였다.

2.2.1.3 한지 제조용 시료

인피부를 음건하고 적당한 크기의 칩으로 조제하였다.

2.2.2 원료의 화학적 성분분석

원료의 추출물 함량, 리그닌, 펜토산 및 홀로셀룰로오스, 회분 등의 함량은 KS법에 의하여 분석하였다.

2.2.3 원료의 물리적 및 해부학적 성질 측정

비중, 섬유장, 섬유폭, 루멘폭, Runkel ratio 등을 측정하였다.

2.2.4 펄프화

2.2.4.1 알칼리 펄프화³¹⁻³⁵⁾

증해약액으로서 1M NaOH 를 사용하여, 액비 1:8, 150℃에서 소정시간 증해하였다.

2. 2. 4. 2 설포메틸 펄프화법³⁶⁻³⁷⁾

0.6M Na₂SO₃에 0.6M formaldehyde를 첨가한 증해약액을 사용하여 액비 1:8, 150℃ 및 170℃에서 소정시간 증해하였다.

2. 2. 4. 3 알칼리-과산화수소법(Alkali-Peroxide process, AP법)³⁸⁻⁴¹⁾

NaOH(15%)에 H₂O₂(3%)를 첨가한 증해약액으로 액비 1:8, 증해온도 150℃에서 소정시간 증해하였으며, 킬레이트제로서 0.3%의 EDTA를 첨가하였다.

2. 2. 4. 4 펄프 수율 및 리그닌 함량 측정

펄프수율은 증해가 끝난후 부터 여과기를 사용하여 여과하고 충분히 수세한 후 건조하여 구하였으며, 리그닌 함량은 Klason 법으로 정량⁴²⁾하였고, 산가용성 리그닌량을 205nm에서의 흡광도를 측정하여 산출하여 총리그닌량으로 하였다.

2. 2. 5 한지의 제조

펄프원료를 특수 제작한 한지조지기를 사용하여 수조지 하였으며, 제조된 종이는 관계습도 52 ± 2%, 온도 20 ± 1℃의 조건에서 24시간 조습하였다.

2. 2. 6 한지의 물성 조사

밀도, 인장강, 파열강, 백색도등을 K.S법으로 측정하였다.

2. 2. 7 폐액의 처리

알칼리법과 설포메틸화법 폐액을 수피, 왕겨혼탄 및 톱밥퇴비를 사용하여 처리한 다음, pH, 탁도 및 색깔(최대흡광도를 나타내는 330 nm에서 측정)등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 원료의 해부학적 성질

공시재료인 닥나무 및 삼지닥나무의 섬유장, 섬유폭 및 lumen 폭 측정 결과는 Table 1과 같다. 2개 수종을 상호 비교하면 섬유장에 있어서는 닥나무가 평균하여 8.55mm로서 매우 길어, 삼지닥나무의 2배 정도였으며, 섬유의 두께는 거의 같았다. 루멘의 폭은 닥나무가 평균 11.9μm였으며, 삼지닥나무는 평균 7.0μm로서 닥나무에 비해 매우 좁았다.

Runkel 계수는 삼지닥나무가 1.86으로서 가장 크고, 닥나무는 0.78로서 매우 작았다. 일반적으로 세포벽이 두꺼운 섬유의 Runkel 계수가 높는데, 이 값이 높으면 인장강도가 낮고, 인열강도는 크며, 흡수성이 좋고, bulky 한 제지특성을 갖는다^{16, 36, 37)}고 하였다.

Table 1. Anatomical properties of *Broussonetia kazinoki* and *Edgeworthia papyrifera*.

		<i>B. kazinoki</i>	<i>E. papyrifera</i>
Fiber length (mm)	Range	3.25-16.01	1.61-6.10
	Average	8.55	3.96
Fiber width (μm)	Range	13.1-40.2	8.7-32.9
	Average	21.6	19.7
Lumen width (μm)	Range	3.0-30.2	1.5-17.6
	Average	11.9	7.0
Runkel ratio		0.78	1.86
Flexibility coefficient		0.55	0.34
Fiber bonding ratio		380	183

한편 유연계수 및 섬유결합면적비는 닥나무가 각각 0.55, 380으로서 높았고, 삼지닥나무는 각각 0.34, 183으로서 낮았는데, 유연계수 및 섬유결합면적비가 높으면 모든 강도가 향상되며, 양호한 제지특성을 나타낸다.

3. 2 원료의 화학적 성질

원료의 화학적 성분분석을 KS 규격에 따라 분석하였으며 그 결과는 Table 2와 같다. 추출성분의 함량은 닥나무가 낮았고, 삼지닥나무는 닥나무에 비해 매우 높았다.

리그닌함량에 있어서는 닥나무와 삼지닥나무가 각각 13.1%, 11.3%였고, 펜토산의 함량은 닥나무가 13.7%로서 매우 낮았으며, 삼지닥나무는 26.7%로서 닥나무보다 2배정도 높았다.

홀로셀룰로오스는 닥나무가 69.1%로서 높았고, 삼지닥나무는 41.9%로서 닥나무보다 매우 낮았다. 이와같은 홀로셀룰로오스 함량은 닥나무가 일반 목재의 홀로셀룰로오스 함량이 70% 전후인바, 목재와 거의 유사하였고, 삼지닥나무의 경우는 비목재섬유³⁹⁾인 벗짚, 갈대의 46-68%, 대나무류의 40-53%와 유사한 값을 보였다.

3. 3 닥나무류의 펄프화 특성

3. 3. 1 펄프의 수율

오늘날 한지제조용 펄프제조방법으로 널리 사용되고 있는 알칼리법과 새로운 펄프화 방법으로서 각광을 받고 있는 알칼리-과산화수소법(이하 AP법이라 칭함), 그리고 설포메틸화법으로 제조한 펄프화 특성을 Table 3 및 Table 4에 나타냈다.

펄프의 수율에 있어서는 설포메틸화법이 닥나무 50.0%, 삼지닥나무 43.5%로서 가장 높았으며, 그 다음이 39.1%, 37.7% 수율의 AP 법이었다. 이에

Table 2. Chemical properties of *Broussonetia kazinoki* and *Edgeworthia papyrifera*.

	<i>B. kazinoki</i>	<i>E. papyrifera</i>
Extractives, %		
Cold Water	17.3	21.0
Hot Water	19.9	24.9
1% NaOH	50.0	56.0
Organic Solvent	10.7	11.3
Ash, %	6.65	6.49
Lignin, %	13.1	10.4
Pentosan, %	13.7	26.7
Holocellulose, %	69.1	41.9

Table 3. Pulping properties of bast fiber of *Broussonetia kazinoki*.

Cooking method	Yield, %	Lignin, %
Alkali	38.0	1.56
Alkali - H ₂ O ₂	39.0	2.03
Sulfomethylated	50.0	2.01

Table 4. Pulping properties of bast fiber of *Edgeworthia papyrifera*.

Cooking method	Yield, %	Lignin, %
Alkali	35.4	2.17
Alkali - H ₂ O ₂	37.6	2.50
Sulfomethylated	43.5	2.40

대하여 기존의 알칼리법은 닥나무의 경우 38.0%, 삼지닥나무는 35.4% 로서 가장 낮은 수율을 결과하였으며, 설포메틸화법은 기존의 알칼리법에 비해 20-32%의 높은 수율 증가를 나타내었다. 수종별로는 홀로셀룰로오스의 함량이 높은 닥나무의 펄프수율이 목재펄프와 같은 수준으로 높았고, 삼지닥나무는 닥나무에 비해 상당히 낮은 수율을 나타냈다.

3. 3. 2 증해시간이 펄프화에 미치는 영향

Fig. 1 은 증해시간에 따른 닥나무 인피섬유의 펄프화 특성을 도시한 것으로서 증해시간이 60분에서 90분으로 증가함에 따라 펄프수율이 감소함을 알 수 있다. 펄프화법에 따라서는 알칼리처리가 가장 낮은 수율을 보여주었으며, AP 법의 수율이 조금 높고, 설포메틸화법은 매우 높은 수율을 나타내었다. 특히 리그닌 함량과 관련하여 동일한 Kappa No. 에서 알칼리법은 약 38%의 낮은 펄프 수율을 보이나, 설포메틸화법에서는 46.4%의 높은 수율을 나타냈으며, 60분 및 90분 처리에서도 알칼리법의 펄프수율이 설포메틸화법보다 10%정

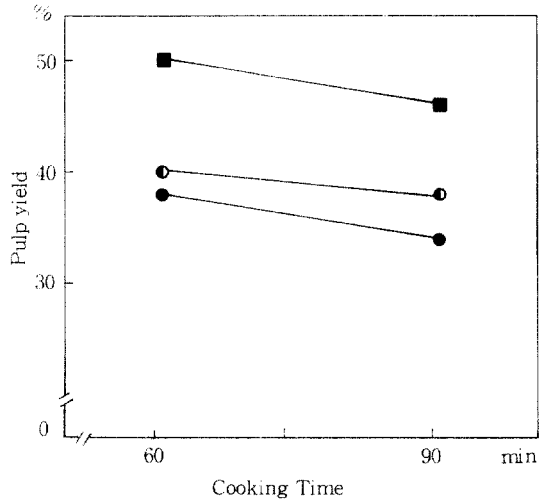


Fig. 1. Relationship between pulp yield and cooking time. (Cooking temperature 150 °C) ● Alkali, ◐ H₂O₂-Alkali ■ Sulfomethyl

도 낮았다.

3. 3. 3 펄프화법이 탈리그닌에 미치는 효과

Table 5는 펄프제조방법에 따른 탈리그닌 효과를 닥나무에 대하여 측정된 결과인바, 150°C에서 최소한 92% 이상의 탈리그닌율을 나타냈으며, 거의 동일한 탈리그닌율에서도 설포메틸화법의 펄프수율이 10%나 높았다.

3. 4 한지의 물성

펄프화 방법을 달리하여 닥나무로부터 제조한 한지의 성질을 Table 6에 나타냈다. 전체적으로 수율이 높았던 설포메틸화 펄프의 강도가 가장 높았으며, 그 다음이 AP법, 알칼리법이 가장 낮은 강도를 보여 주었다.

종이의 밀도는 거의 차이가 없었다. 그리고 알칼리법 펄프에 비해서 설포메틸화법으로 만든 종이의 강도적 성질이 높은 이유는 펄프화 과정에서 설포기가 도입되어 펄프자체를 보다 친수성이 풍

Table 5. Pulping characteristics.

Pulping chemical	Temp. °C	Time min.	Yield %	Kappa No.	Delignification %
Alkali	150	60	38.0	9.6	95.8
AP*1	150	60	39.1	13.9	93.7
Sulfo-	150	60	50.0	13.5	92.2
methylated	170	60	45.1	13.7	92.9

*1 AP : Alkali-H₂O₂

Table 6. Physical and mechanical properties.

Cooking method	Alkali	AP*	Sulfomethylated
Grammage, g/m ²	34.5	36.9	35.8
Density, g/cm ³	0.21	0.20	0.21
Breaking length, km	1.45	2.16	3.65
Burst index, mN·m ² /g	1.81	2.05	2.15
Brightness	28	37	62

*1 AP : Alkali - H₂O₂

Table 7. Characteristics of pulping effluents.

Effluents	Alkali	Sulfomethylated
pH	13	7.8
Turbidity (ntu)	492	520
Relative absorption (330nm)	216	105

Table 8. Reduction of pH of filtered pulping effluents.

Pulping method	Filtering time	Pine bark	Charred rice hull	Sawdust compost
Alkali	1	7.75	7.98	8.73
	2	8.31	7.92	8.94
	3	8.96	8.58	8.39
Sulfo-methylated	1	6.32	7.71	7.77
	2	6.12	7.72	7.22
	3	6.71	8.00	8.74

부하게 하였고, 이러한 친수성의 증가로 인한 섬유 유연화가 지층의 형성시 섬유간을 더욱 밀착시켜 섬유간 결합면적을 증대시키는 결과를 초래하여 종이의 강도가 향상된 것으로 생각된다.

백색도에 있어서는 펄프제조방법에 따라 큰 차이가 인정되었는데, 알칼리법은 28정도의 매우 낮은 백색도를 나타냈고, AP법은 37, 설포메틸화법은 62의 매우 높은 백색도를 나타내어, 표백을 하지 않고도 충분히 사용가능하였다.

3. 5 폐액의 처리

3. 5. 1 폐액의 성상

전통적으로 사용되고 있는 알칼리증해 폐액과 본 연구에서 가장 펄프수율이 높고 우수한 물성을 가지는 설포메틸화법 폐액을 분리하여 pH, 탁도 및 색깔을 분석한 결과는 Table 7 과 같다.

알칼리폐액의 경우 pH가 13으로서 강알칼리성

Table 9. Reduction rate in turbidity of filtered pulping effluents.

Pulping method	Filtering time	Reduction rate, %		
		Pine bark	Charred rice hull	Sawdust compost
Alkali	1	99.5	99.9	99.5
	2	98.5	95.9	85.6
	3	91.2	85.3	83.2
Sulfo-methylated	1	99.8	99.9	99.3
	2	99.7	96.1	97.9
	3	96.3	91.7	95.1

을 나타냈으며, 탁도가 492로서 높았다, 폐액의 색깔에 있어서는 간이법으로서 시료액을 분광광도계의 可視部로부터 紫外영역까지 스캔링한 결과 330nm 에서 발색단으로부터 연유되는 피크를 얻었으므로, 이 파장에서의 상대흡광도를 측정, 계산하였는데, 알칼리폐액의 경우 216으로 매우 높았다. 한편 설포메틸화법 폐액에 있어서는 pH가 7.8로서 중성의 범위였고, 탁도는 520 으로서 알칼리폐액보다 다소 높게 나타났으며, 폐액의 색깔은 105 로서 알칼리폐액의 약 반정도 (48.6%)에 지나지 않았다.

3. 5. 2 폐액의 처리

상기의 폐액을 농가에서 쉽게 구득할 수 있는 재료인 소나무수피, 왕겨훈탄 및 톱밥퇴비를 사용하여 여과처리 하였고, 재료의 효과를 조사하기 위하여 3 회에 걸쳐 반복처리 하였으며, 배출되는 각각의 처리액의 pH 변화, 탁도의 감소율 및 색깔의 변화를 분석하였다.

여과처리가 폐액의 pH에 미치는 효과를 보면, Table 8 에서 보는 바와 같이 강한 알칼리성을 나타내던 알칼리폐액의 경우 소나무수피에서 7.75-8.96으로 약 알칼리성을 나타냈으며, 왕겨훈탄 및 톱밥퇴비의 경우에도 7.98-8.94의 범위로서 어느 재료가거나를 막론하고 산도의 높은 완충효과를 결과하였다. 그리고 여과재료를 반복해서 사용하더라도 pH의 중화효과는 크게 변화하지 아니하였다.

설포메틸화법 폐액의 경우는 원액의 pH가 7.8로서 중성부근이었기 때문에 여과처리결과, 소나무수피에서는 6.12-6.71로 약산성을 나타냈으며, 왕겨훈탄이나 톱밥퇴비의 경우에는 약알칼리성을 유지하였다.

여과가 탁도에 미치는 효과는 Table 9 에서 보는 바와 같이 어느 폐액에서나 높은 탁도 감소효과를 나타내었다. 그리고 폐액의 여과를 3회 반복하더라도 탁도감소효과는 최소 83.2%로부터 최고

99.9% 까지로 매우 컸으며, 알칼리폐액의 감소율 보다는 원액의 탁도가 높았던 설포메틸화법 폐액의 탁도감소율이 오히려 더욱 우수하였다. 재료별로는 소나무수피가 우수하였다.

폐액종류에 따른 탈색효과를 조사한 결과, Fig. 2에서 보는 바와 같이 오염부하가 알칼리폐액의 절반밖에 되지 않는 설포메틸화법 폐액의 탈색이 용이하였고, 탈색효과도 우수하였다. 재료별 탈색효과에 있어서는 소나무 수피가 96.9-99.7%, 왕겨 혼탄은 87-100% 였으며, 톱밥 비료는 81.2-99.8% 로서, 소나무 수피의 탈색효과가 가장 현저하였다.

폐액의 탈색효과를 조사한 결과, Table 10에 나타난 결과와 같이 알칼리폐액 및 설포메틸화법 폐

액 어느쪽이나 1차여과에서 99.4-100%, 2차여과에서 92.0-99.5%, 3 차여과에서도 81.2-97.2% 의 높은 탈색효과를 얻었다.

4. 결 론

본 연구는 닥나무류(닥나무 및 삼지닥나무)를 원료로 하여 수산화나트륨만을 사용하는 종래의 한지제조방법의 대체방안으로서 설포메틸화 펄프화를 수행하여 펄프의 수율이 높고, 표백의 필요성이 없는 한지를 제조할 수 있었다. 아울러 설포메틸화 펄프화 특성을 알칼리펄프화법 및 알칼리-과산화수소 펄프화법과 비교, 검토하였으며, 폐수처리도 행하여 무공해 한지제조 특성을 구명하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 원료의 해부학적 성질과 관련하여, 섬유장은 닥나무의 경우 3.25-16.01mm(평균 8.55mm), 삼지닥나무는 1.61-6.10mm(평균 3.96mm) 였으며, 섬유폭은 닥나무가 13.1-40.3 μ m(평균 21.6 μ m), 삼지닥나무는 8.7-32.9 μ m(평균 19.7 μ m) 였다. Runkel 계수는 닥나무가 0.78로서 작았으며, 삼지닥나무는 1.86으로서 컸다. 그리고 유연계수는 닥나무가 0.55로 높은 값을 보였으며, 삼지닥나무가 0.34로 낮았다. 섬유결합 면적비는 닥나무가 380으로서 높았으며, 삼지닥나무는 183으로서 매우 낮았다.
2. 원료의 화학적 성질을 분석한 결과, 추출성분 함량은 닥나무가 낮았고, 삼지닥나무는 매우 높았다. 리그닌함량에 있어서는 닥나무가 13.1%, 삼지닥나무가 11.3%로서 낮았다. 홀로셀룰로오스 함량은 닥나무가 69.1% 로서 매우 높았으며, 삼지닥나무는 41.9% 로서 닥나무에 비해 낮았다.
3. 펄프화와 관련하여, 인피부의 경우 150 $^{\circ}$ C, 60분 처리로서 알칼리법, AP법 및 설포메틸화법의 어느 방법에서도 해섬이 용이하였고, 우수한 탈리그닌이 일어났다. 펄프수율에 있어서는 알칼리법이 35.4-38.0%, AP법이 37.6-39.0% 였으며, 설포메틸화법이 43.5-50.0%로서 매우 높은 수율을 결과하였으며, 특히 전통적인 알칼리법에 비해 20-32% 의 수율증가율을 나타냈다. 수종별로는 닥나무의 수율이 삼지닥나무에 비해 높았다.
4. 한지의 물성을 검토한 결과, 알칼리법으로 초지한 종이보다 AP법 및 설포메틸화법으로 초지한 종이의 강도가 높았으며, 특히 설포메틸화법으로 만든 종이의 강도는 알칼리법의 그것보다

Relative absorption(330nm)

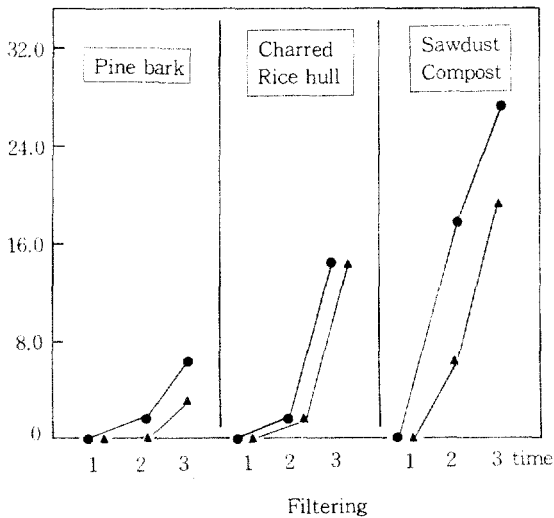


Fig. 2. Decolorization of pulping effluents.
● Alkali pulping, ▲ Sulfomethylated pulping

Table 10. Reduction rate in color of filtered pulping effluents.

Pulping method	Filtering time	Reduction rate, %		
		Pine bark	Charred rice hull	Sawdust compost
Alkali	1	99.7	99.9	99.8
	2	99.1	99.4	92.0
	3	97.2	93.3	87.8
Sulfo-methylated	1	99.5	100	99.4
	2	99.5	98	94.3
	3	96.9	86	81.2

- 10-30% 증가되었다. 백색도는 전통적인 알칼리법으로 제조한 인피섬유가 28로서 가장 낮은 결과를 보여주었고, AP법이 37, 설포메틸화법은 62의 가장 높은 백색도를 나타내어, 경우에 따라서는 표백할 필요가 없거나, 표백을 한다고 하더라도 가벼운 표백으로 충분하였다.
5. 폐액의 처리와 관련하여, 알칼리폐액은 pH 13, 색깔이 216(330nm에서의 비흡광도), 설포메틸화법 폐액은 pH 7.8로서 중성의 범위였고, 폐액의 색깔은 105로서 알칼리폐액의 약 반정도(48.6%)였다. 소나무수피, 왕겨혼탄, 톱밥퇴비를 사용하여 탈색한 결과, 1 차여과에서 99.4-100%의 탈색효과를, 2 차여과에서 92.0-99.5%, 3 차여과에서도 81.2-97.2%의 높은 탈색효과를 나타냈다. 재료별 탈색효과에 있어서는 소나무 수피가 96.9-99.7%, 왕겨 혼탄은 86-100%였으며, 톱밥 비료는 81.2-99.8%로서, 소나무 수피의 탈색효과가 가장 현저하였다.

참고 문헌

1. 황동기, 전풍진. 1960. 한양대 대학원 논문집 제 1 집 : 28-34
2. 김윤호, 전풍진. 1962. 한양대 대학원 논문집 제 2 집 : 142-148
3. 성주경, 전풍진. 1962. 한양대 대학원 논문집 제 2 집 : 160-168
4. 김운석, 전풍진. 1964. 한양대 대학원 논문집 제 3 집 : 21-25
5. 원충택, 전풍진, 1964. 한양대 대학원 논문집 제 3 집 : 26-36
6. 박상봉, 김진일, 전풍진. 1967. 한양대 대학원 논문집 제 4 집 : 49-54
7. 조육기, 김진일, 전풍진. 1972. 알칼리법에 의한 벗짚펄프 폐액중 약품회수에 관한 연구, *TappiK* 4(2):7-11
8. 충북대 특수임산물 연구소. 1968. 특수임산물유 이용개발에 관한 연구, 문교부 연구보고서 No. 10.
9. 홍병화, 문창국, 신동소. 1972. 목본식물의 인피섬유에 관한 연구, 경상대논문집 No. 11 : 61-68
10. 박병익, 이광원. 1975. 닥나무섬유의 변이에 관하여, 한국임학회지 20:1-6
11. 우지형. 1972. 발효에 의한 인피섬유 정련에 관한 연구(1) *TappiK* 4(2):12-17
12. 우지형. 1972. 발효에 의한 인피섬유 정련에 관한 연구(2) *TappiK* 4(2):12-17
13. 김창렬. 1973. 저피를 주원료로 한 여과지 제조, 문교부 연구보고서 : 1-32
14. 최태호, 조남석. 1992. 닥나무류를 이용한 새로운 한지개발에 관한 연구(제1보) *TappK* 24(1):32-40
15. Miura, I. 1928. Introduction of Forest Products, Seongmidang, Tokyo, 186-188.
16. Miura, I. 1939. 특수임산 및 임산가공, 명문당. 동경 : 253-267
17. Murai, K. 1953. Papermaking Technology, 산업도서. 동경. : 114-174
18. Nakatsuka, Y. 1956. Forest Products, 산업도서. 동경. : 190-219
19. Leuin, M. 1958. Middle lamella of bast fibers, *Tappi* 41(8):403-415
20. Ernst, A. J., Y. Fouad, and T. F. Clark. 1960. Rice straw for bleached papers, *Tappi* 43(1):49-53
21. Hppner, T. 1960. Rice straw and rye straw for pulp and paper, *Tappi* 43(5):211-220
22. Perdue, R. E., and H. J. Nieschlag. 1961. Fiber dimensions of non-woody plant materials, *Tappi* 44(11):776-784
23. Nieschlas, H. J. , G. H. Nelson, and I. A. Wolff. 1961. A search for new fiber crops. Part IV. Kenaf composition, *Tappi* 44(7) :515-516
24. Tamolang, F. N., J. A. Meniado, E. A. Phillips, C. K. Lindayen, T. M. Lindayen, and B. C. Devela. 1962. Fiber dimensions of certain Philippine woods, agricultural wastes, and other plants, *Tappi* 45(2) :135-142
25. Tamolang, F. N., R. R. Valbuena, C. K. Lindayen, D. S. Alonzo, and B. A. Lomibao. 1966. Fiber dimensions of certain Philippine broad-leaved and coniferous wood, palms, pandans, agricultural and ornamental plants, *Tappi* 49(11):475-476
26. Biyani, B. P., S. N. Gorbatsovich, and F. W. Lorey. 1967. Nitric acid pulping of bamboo, *Tappi* 50(1):87A-92A
27. Bublitz, W. J. 1970. Pulping characteristics of Oregon seed grass residues, *Tappi* 53(12):291-295.
28. Clark, T. F., G. H. Nelson, R. L.

- Cunningham, W. F. Kwolek, and I. A. Wolff. 1973. Potential of Sorghums for pulp and paper, *Tappi* 56(3):107-113
29. Mamers, H., J. P. Yuritta, and D. J. Menz. 1981. Explosion pulping of bagasse and wheat straw, *Tappi* 64(7):93-96
30. Jo, J. M. 1987. Illustration of wood demand-supply and forest products industries in Korea. *Wood Preservation* 5(1):22-38
31. Fullerton, T. J. 1978. Soda pulps with A Q. *Appita* 32(2):117-118
32. Flemming, B. I., G. Kubes, J. M. Macleod & H. I. Bolker. 1978. Soda pulping with anthraquinone, *Tappi* 61(6):43-46
33. Ghosh, K. L., V. Venkaresh and J. S. Gratzl. 1978. Quinone additives in soda pulping of hardwoods, *Tappi* 61(8):57-59
34. Obst, J. R. 1979. Quinones in alkaline pulping, *Tappi* 62(1):55-59
35. Yaguchi, T. 1979. Mechanism of rapid delignification during alkaline cooking with addition of THAQ, *Mokuzai Gakkaishi* 25(3):239-242
36. Ri, S, and J. Nakano. 1974. High yield pulp production by modified sulfite process, *Japan Tappi* 28(7):38-44
37. Ohi, H., J. Nakano and A. Ishizu. 1987. Sodium sulfite-formaldehyde-quinone cooking of softwood, *Japan Tappi* 41(8):66-74
38. Mita, A., S. Kashiwabara. 1982. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (1) *Japan Tappi* 37:262
39. Mita, A., S. Kashiwabara. 1982. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (2) *Japan Tappi* 37:537
40. Mita, A., S. Kashiwabara. 1984. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (3) *Japan Tappi* 39:251
41. Mita, A., S. Kashiwabara. 1984. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (4) *Japan Tappi* 39:585
42. 신동소의 4 인. 1983. 임산화학, 향문사. :143-170