

닥나무類를 利用한 傳統韓紙 製造
技術의 改善에 關한 研究 (I)

趙南奭

忠北大學校 林産工學科

**A New Improvement of Traditional Hanji(Korean Paper)
Manufacturing Technology from Paper Mulberries**

Cho, Nam Seok

Dept. of Forest Products, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

□ **ABSTRACT**: This study was carried out to investigate the papermaking characteristics for New Hanji(Korean Paper) products from paper mulberries by new pulping processes. So far wood ash extractives or NaOH only have been used for cooking chemicals at the atmospheric condition. Also bast fibers only have been used as raw materials for Hanji. In this study, as the alternatives to the conventional cooking, alkali, alkali-peroxide and sulfomethylated cookings were applied at the pressurized condition for Hanji pulping. Also bast fibers, woody parts and whole woods are attempting for being utilize as new raw materials for special Hanji. Anatomical and chemical properties of 3 paper mulberry species and their pulping characteristics were analyzed.

1. 序 論

제지용 원료로서 비목질계 자원의 이용에 관해서는 오래전부터 많은 연구가 수행되었으며, 펄프의 원료로서도 사용되었지만 목질계 펄프에 비하여 그 성질이 열등하며, 원료공급의 제한성, 저장성 등의 문제로 인하여 연중 공급이 가능하거나 자원이 부족한 나라를 제외하고는 거의 널리 보급되지 못하고 있는 실정에 있다.

닥나무 인피섬유와 관련된 연구에 있어서는 1968년 충북대 특수임산물연구소⁷⁾에서 실시한 닥나무 인피섬유의 재배 및 이화학적 성질에 관한 연구가 있으며, 홍 등⁸⁾과 박 등²⁾에 의한 인피섬유의 특성 연구, 우 등^{5, 6)}의 발효에 의한 인피섬유의 정련에 관한 연구, 김¹⁾은 저피를 주원료로 하여 여과지 제조 연구를 발표하였다.

외국의 경우 Miura가 닥나무 인피섬유의 화학적 특성에 관한 연구, Murai²⁵⁾에 의한 비목재 원료의 펄프화와 완전지료의 배합에 관한 연구, Nakatsuka²⁶⁾에 의한 인피섬유의 형태적 특성과 화학적 제조특성, 그 이외 Leuin¹⁸⁾, Ernst¹³⁾, Hopner¹⁷⁾, Perdue³⁰⁾, Nieschlag²⁷⁾, Tamolang^{33, 34)}, Biyani⁹⁾, Bublitz¹⁰⁾, Clark¹²⁾, Mamers¹⁹⁾ 등은 비목재자원인 야자, 짚류, 대나무, kenaf, bagasse, 갈대 등의 펄프화 특성에 관해 연구하였다.

새로운 펄프 원료 자원을 이용한 새로운 타입의 종이 제조기술의 확립이 자원을 보호한다는 측면과 지구의 황폐화를 막고, 나아가서는 인류를 위해 무공해의 자연을 보존할 수 있다는데 큰 의미를 지니며, 제조된 종이의 수명을 여하히 연장시킬 것인가에 관한 연구 또한 자원 절약측면에서 매우 중요하다. 그것보다도 더욱 중요한 것은 “종이의 내구

성” 그리고 “귀중한 정보의 보존성”이라 할 수 있다.

요즈음 우리가 사용하고 있는 종이(양지)는 로진사이즈 처리 및 황산알미늄의 사용으로 인한 강한 산성(산도 4~5)을 띄게 되며, 따라서 오래동안 보존하면 서서히 산가수분해가 일어나, 종이의 열화를 초래하게 되었고 불과 100년 정도 경과하면 분해되어 가루가 되어 버리고 만다.

그래서 근년에 와서 미국, 캐나다, 프랑스, 영국 등지에서는 19세기 후반 및 20세기 초반에 만들어진 종이의 산도를 측정해 본 결과 산도가 4이하가 대부분이었으며, 그대로 방치한다면 이 기간에 제조된 종이는 금후 200~300년 사이에 분해되어 없어져 버릴 것으로 예측되고 있어 이들 도서를 약품처리하여 수명을 연장시키려는 노력이 행하여지고 있는 실정³⁵⁾이다.

우리가 옛부터 만들어오고 지금도 사용하고 있는 “한지”의 수명이 길고 보존성이 우수함을 선진 각국에서 분석해 본 결과 산성계 첨가제나 이즈체를 전혀 사용하고 있지 않음을 알았으며, 그야말로 “중성”에서 초지되었다는 사실이 밝혀지게 되었고, 이로부터 세계는 “중성지” 제조에 큰 관심을 가지게 되었다.

우리가 가지고 있는 자랑스러운 “한지”는 문자 그대로 “중성지”이며, 수천년을 지났음에도 불구하고 그대로 보존^{3, 35)}되고 있는 것은 일본의 화지를 제외하고는 외국에서 그 유례를 찾아볼 수 없을 것이다.

그런데 우리는 우리들의 조상이 이와 같은 우수한 한지문화를 가지고 있었음에도 불구하고, 한지의 생산 및 품질의 향상과 관련된 연구가 전혀 이루어지고 있지 않음은 가슴 아픈 일이 아닐 수 없으며, 따라서 자원절약, 원가절감 및 품질향상을 위한 한지 제조기술의 개선 연구가 시급히 요청되

고 있다.

기술개선으로서 가장 먼저 검토되어야 할 것으로 생각되는 것으로서는 한지펄프의 제조방법이다. 펄프화의 과정을 간단히 살펴보면 닥나무의 채취, 피닥의 조제, 백피의 제조, 펄프화 및 세척으로 이어지는데 이때 흑피로부터 백피의 제조과정에 일일이 사람손을 거쳐야 하며, 펄프화에 있어서도 전통적인 방법으로서 잣물을 사용하는 경우나 가성소오다를 사용하는 방법 모두 상압에서 장시간 펄프화를 행하고 있다.

이러한 펄프화의 방법은 일손이 많이 들고 장시간 소요되며, 생산성이 낮아데다가 수율이 매우 떨어지며, 펄프의 품질이 크게 저하한다는데 큰 문제점을 가지고 있다.

그리고 한지를 제조함에 있어서도 인피섬유로부터 얻을 수 있는 장섬유만으로 구성된 한지류(예를 들면 고려지)와 단섬유를 상당량 포함해야만 하는 한지류(예를 들면 화선지)가 있음에도 불구하고, 원료 중 인피부만을 사용하고 목질부는 폐기되고 있는 형편이어서 자원의 절약 및 보다 효과적인 한지제조를 위하여 원료전체의 펄프화 및 이를 이용한 한지제조가 매우 바람직할 것으로 생각되는 바이다.

본 연구에서는 오늘날까지 한지생산의 주원료였던 닥나무류를 사용하여 새로운 펄프화의 방법을 적용하는 것을 제 1의 연구목적으로 하고 원료의 약 20%를 차지하는 인피부만을 사용하는 방법과 지금까지 이용되지 않았던 목질부까지도 동시에 이용하는 원료전체를 이용하여 적정 펄프화 조건을 구명코저 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 수증

닥나무(*Broussonetia kazinoki* Siebold)는 충북대학교 부속연습림(충북 제원군 한수면 송계리)에서 산닥나무(*Diplomorpha trichotoma* Nak.)는 경기도 강화군 내가면 오상리에서 그리고 삼지닥나무(*Edgeworthia papyrifera* S. et Z.)는 경남 의창군 진북면 인곡리에서 5월중에 채취하여 공시하였다.

2.2 시료의 제조

2.2.1 성분분석용 시료조제

인피부, 목질부 및 혼합부를 각각 음건하고 분쇄하여 40~60메쉬의 분말로 조제하였다.

2.2.2 한지 제조용 시료 조제

인피부, 목질부, 혼합부를 각각 음건하고 적당한 크기의 칩으로 조제하였다.

2.3 원료의 물성 조사

2.3.1 원료의 화학적 성분분석

원료의 추출물 함량, 리그닌, 페토산 및 홀로셀룰로오스, 회분 등의 함량은 K.S. 규격에 의하여 분석하였다.

2.3.2 원료의 물리적 및 해부학적 성질

비중, 섬유장, 섬유폭, 섬유장 분포 등을 측정하였다.

2.4 펄프화 특성

2.4.1 알카리 펄프화법^{14,16, 28)}

- 증해약액 : NaOH
- 증해온도 : 150℃

2.4.2 설포메틸화 펄프화법^{28, 29, 31)}

- 증해약액 : $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{carbonyl compound}$
- 증해온도 : 180°C

2.4.3 알칼리-과산화수소법²⁰⁻²⁴⁾

- 증해약액 : $\text{NaOH} - \text{H}_2\text{O}_2$
- 증해온도 : 150°C

2.4.4 펄프 수율 및 리그닌 함량측정

펄프수율은 증해가 끝난후 유리 여과기 1G4를 사용하여 여과하고 충분히 수세한 후 건조하여 구하였으며, 리그닌 함량은 Klason법으로 정량하였고 산가용성 리그닌량을 UV spectrum으로 측정하여 Klason 리그닌함량에 합하여 총 리그닌 함량으로 표시⁴⁾하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원료의 해부학적 성질

공시 재료인 닥나무(*Broussonetia kazinoki*

Siebold), 산닥나무(*Diplomorpha trichotoma* Nak.) 및 삼지닥나무(*Edgeworthia papyrifera* S. et Z.)의 섬유장, 섬유폭 및 lumen 폭 측정 결과는 Table 1과 같다.

3개 수종을 상호 비교하면 섬유장에 있어서는 닥나무가 가장 길어 다른 수종의 2배 정도였으며, 섬유의 두께는 거의 같았고 루멘의 폭은 닥나무 및 산닥나무는 거의 동일하였으나 삼지닥나무가 매우 적었다.

Runkel 계수는 삼지닥나무가 2.0으로서 가장 크고 그 다음이 산닥나무, 닥나무는 0.77로서 가장 작았다.

일반적으로 세포벽이 두꺼운 섬유의 Runkel 계수가 높는데, 이 값이 높으면 인장강도가 낮고 인열강도는 크며, 흡수성이 좋고, bulky한 제지특성을 갖는다^{11, 30, 32)} 하였다.

한편 유연계수 및 섬유결합면적비는 닥나무가 가장 높았고 삼지닥나무가 가장 낮았는데, 유연계수 및 섬유결합면적비가 높으면 모든 강도가 향상되며, 양호한 제지특성을 나타낸다.

Table 1. Anatomical properties of paper mulberries.

Species		<i>Broussonetia kazinoki</i>	<i>Diplomorpha trichotoma</i>	<i>Edgeworthia papyrifera</i>
Fiber length (mm)	Range	3.04 ~ 16.56	1.86 ~ 7.08	1.59 ~ 6.08
	Average	8.67	4.01	3.91
Fiber width (μm)	Range	13.8 ~ 41.3	10.0 ~ 33.8	8.8 ~ 32.5
	Average	22.5	19.8	20.7
Lumen width (μm)	Range	3.04 ~ 16.56	3.04 ~ 16.56	3.04 ~ 16.56
	Average	12.7	10.2	6.9
Runkel ratio		0.77	0.94	2.0
Flexibility coefficient		0.56	0.52	0.33
Fiber bonding ratio		385	203	1893

Table 2. Chemical properties of paper mulberries.

Species	<i>Broussonetia kazinoki</i>	<i>Diplomorpha trichotoma</i>	<i>Edgeworthia papyrifera</i>
Extractives, %			
Cold Water	17.3	20.4	21.0
Hot Water	19.9	26.4	24.9
1% NaOH	50.0	55.1	56.0
Organic Solvent	10.7	16.3	11.3
Ash, %	6.65	6.02	6.49
Lignin, %	13.1	16.5	10.4
Pentosan, %	13.7	26.7	26.7
Holocellulose, %	69.1	45.7	41.9

3.2 원료의 화학적 성질

원료의 화학적 성분분석을 KS규격에 따라 분석하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

추출성분의 함량은 닥나무가 가장 낮았고 산닥나무 및 삼지닥나무가 매우 높았다.

리그닌함량에 있어서도 닥나무와 삼지닥나무가 각각 13.1%, 11.3%로서 낮았으며, 산닥나무는 16.5%로서 매우 높았다.

펜토산의 함량은 닥나무가 13.7%로서 매우 낮았으며, 산닥나무와 삼지닥나무는 26.7%로서 닥나무보다 2배 정도 높았다.

홀로셀룰로오스는 닥나무가 69.1%로서 가장 높았고 산닥나무와 삼지닥나무는 각각 45.7%, 41.9%로서 닥나무보다 매우 낮았다.

이와같은 홀로셀룰로오스 함량은 닥나무가 일반 목재의 홀로셀룰로오스 함량이 70% 전후인바, 목재와 거의 유사하였고, 산닥나무 및 삼지닥나무의 경우에 있어서는 비목재섬유인 벚짚, 갈대의 46~68%, 대나무류의 40~53%와 유사한 값을 보였다.

3.3 닥나무류의 펄프화 특성

3.3.1 인피부의 펄프화

오늘날 한지 제조용 펄프 제조방법으로 널리 사용되고 있는 알칼리법과 새로운 펄프화 방법으로서 각광을 받고 있는 알칼리-과산화수소법, 그리고 설포메틸화법으로 제조한 펄프화 특성은 Table 3에 나타났다.

인피섬유류는 150℃에서 60분 처리로 해섬이 가능하였고, 충분한 탈리그닌이 일어나 펄프화가 가능하였다.

이러한 결과는 상압의 조건에서 3~4시간 행하는 종래의 펄프화에 비해 단시간에 펄프화를 가능하게 하였으며, 열효율이 높아 증해의 열경제성을 높인다는 측면에서도 매우 바람직한 결과라고 할 수 있다.

아울러 펄프수율에 있어서도 기존의 알칼리펄프화에 비해 가압하에서의 알칼리펄프화는 높은 수율의 펄프를 결과하였으며, 그 다음이 37.7~39.5% 수율의 알칼리-과산화수소법, 그리고 설포메

Table 3. Pulping properties of bast fibers.

Pulping method		Alkali	Alkali - H ₂ O ₂	Sulfomethyl
<i>Broussonetia</i>	Yield, %	38.1	39.5	50.2
<i>kazinoki</i>	Lignin, %	1.54	2.09	2.03
<i>Diplomorpha</i>	Yield, %	37.6	38.7	45.3
<i>trichotoma</i>	Lignin, %	2.33	3.07	2.13
<i>Edgeworthia</i>	Yield, %	35.5	37.7	43.2
<i>papyrifera</i>	Lignin, %	2.15	2.55	2.41

틸화법이 45.3~50.2%의 범위로서 가장 높은 수율을 나타냈다.

그리고 설포메틸화법은 알칼리법에 비해 20~32%의 높은 수율 증가를 경과하였다.

수종별로는 홀로셀룰로오스의 함량이 높은 닥나무의 펄프수율이 5~7%정도 높았으며, 산닥나무와 삼지닥나무는 거의 같은 수율을 나타냈다.

3.3.2 목질부의 펄프화

목질부의 펄프화는 인피부에서 보는 바와 같이 150℃에서는 잘 이루어지지 않았으므로 반응온도를 올렸다.

즉, 알칼리법 및 알칼리-과산화수소법은 170℃

에서 60분, 설포메틸화법은 180℃에서 120분 처리해야만 해섬이 용이한 펄프의 제조가 가능하였다.

펄프수율에 있어서는 Table 4에서 알 수 있는 바와 같이 전술한 인피부의 결과와 동일한 경향을 보여 주었는바 알칼리법이 가장 수율이 낮았으며, 알칼리-과산화수소법은 38.0~44.2%의 수율을, 설포메틸화법은 46.8~54%의 매우 높은 수율을 경과하였다.

그리고 알칼리-과산화수소법은 알칼리법에 비해 최소 3.75%에서 최고 14%의 수율 증가율을 나타냈으며, 특히 설포메틸화법의 경우 알칼리법에 의해 27~6%의 수율증가를 나타내기도 하였

Table 4. Pulping properties of woody parts.

Pulping method		Alkali	Alkali - H ₂ O ₂	Sulfomethyl
<i>Broussonetia</i>	Yield, %	42.6	44.2	54.0
<i>kazinoki</i>	Lignin, %	2.43	2.30	2.49
<i>Diplomorpha</i>	Yield, %	35.5	38.4	51.9
<i>trichotoma</i>	Lignin, %	3.22	3.77	3.48
<i>Edgeworthia</i>	Yield, %	33.3	38.0	46.8
<i>papyrifera</i>	Lignin, %	3.14	3.39	3.61

다.

인피부와 목질부의 펄프수율을 비교한 결과, 목질부의 펄프수율이 인피부보다 다소 높은 것으로 나타났는데 닥나무가 약 4%, 산닥나무가 6.6%, 삼지닥나무가 3.6%의 수율증가를 나타냈다.

수종별로는 역시 홀로셀룰로오스함량이 높은 닥나무가 가장 높은 수율을 보였고, 산닥나무가 중간이었고, 삼지닥나무의 수율이 가장 떨어졌다.

또한 알칼리법과 알칼리-과산화수소법에 있어서 산닥나무와 삼지닥나무간에는 큰 수율 차이가 인정되지 않았으나 설포메틸화법의 경우에는 수종간 수율의 차이가 2~4% 로서 뚜렷하였다.

3.3.3 혼합부의 펄프화

펄프화에 있어서도 전술한 목질부의 경우와 마찬가지로 반응온도를 170℃, 설포메틸화법의 경우는 180℃ 까지 올려야 펄프화가 가능하였으며, 특히 설포메틸화법으로 얻은 펄프는 표백이 필요 없을 정도로 높은 백색도의 펄프가 얻어졌다.

다만 이 설포메틸화 펄프를 표백을 하지 아니하고 미표백의 상태로 이용하기 위해서는 인피부의 흑피로부터 기인되는 담청색의 반점이 어느 정도 남아 있어서 이러한 반점을 없애기 위해서는 반응

시간을 240분까지 증가시키지 아니하면 안되었다.

결국 표백없이 장시간 증해를 할 것인가 아니면 가벼운 표백처리를 통하여 이러한 반점문제를 해결하는 것 가운데 어느 방법이 더 좋을 것인가에 대해서는 새로운 검토가 요망된다.

인피부와 목질부를 분리시키지 아니하고 펄프화 하였을 때 Table 5에서 보는 바와 같이 목질부 보다는 수율이 다소 떨어졌으나 인피부의 펄프수율보다는 다소 높은 결과를 보여주었다.

그리고 알칼리법에 비해 알칼리-과산화수소법, 설포메틸화법 순으로 수율이 증가되었다.

전체적으로 어떠한 처리에서도 리그닌 함량은 2.25~3.55% 정도로서 우수한 탈리그닌율을 보여주었다.

수종별로는 역시 닥나무의 펄프수율이 가장 높았고 인피부와 목질부에서와는 달리 산닥나무의 수율이 삼지닥나무의 수율보다 낮았다.

4. 結 論

기존의 펄프화 방법이 번거롭고 생산성이 낮은 데다가 펄프의 수율이 매우 떨어지며, 품질 또한

Table 5. Pulping properties of whole wood parts.

Pulping method		Alkali	Alkali - H ₂ O ₂	Sulfomethyl
<i>Broussonetia kazinoki</i>	Yield, %	42.3	44.7	51.2
	Lignin, %	2.25	2.28	2.48
<i>Diplomorpha trichotoma</i>	Yield, %	38.6	41.4	49.5
	Lignin, %	2.85	3.50	3.55
<i>Edgeworthia papyrifera</i>	Yield, %	36.4	41.4	49.5
	Lignin, %	2.59	2.92	3.43

크게 저하되는 큰 문제점을 가지고 있는 바, 이러한 전통적인 잣통 및 가성소오다를 사용하는 방법의 대체방안으로서 알칼리-과산화수소법 및 설포메틸화법에 의한 인피섬유의 펄프화 특성을 구명코자하였다.

아울러 인피부, 목질부 및 인피부와 목질부를 분리하지 않은 전간부를 이용한 적정 펄프화의 조건을 검토하였는 바, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

원료의 해부학적 성질과 관련하여 섬유장은 닥나무의 경우 3.04~16.56mm(평균 8.67mm), 산닥나무는 1.86~7.08mm(평균 4.01mm), 삼지닥나무는 1.59~6.08mm(평균 3.91mm)였으며, 섬유폭은 닥나무가 13.8~41.4 μ m(평균 22.5 μ m), 산닥나무는 10.0~33.8 μ m(19.0 μ m), 삼지닥나무는 8.8~32.5 μ m(평균 20.7 μ m)였다.

Runkel 계수는 닥나무가 0.77로서 가장 낮았으며, 산닥나무가 0.94, 삼지닥나무는 2.0으로서 가장 높았다.

그리고 유연계수는 닥나무가 0.56으로 가장 높은 값을 보였으며, 산닥나무가 0.52, 삼지닥나무가 0.33으로 가장 작았다.

섬유결합 면적비는 닥나무가 385로서 가장 높았으며, 산닥나무는 203, 삼지닥나무는 189로서 가장 낮았다.

원료의 화학적 성질을 분석한 결과, 추출성분 함량은 닥나무가 가장 낮았고 산닥나무 및 삼지닥나무는 매우 높았다.

리그닌함량에 있어서는 닥나무가 13.1%, 삼지닥나무가 11.3%로서 낮았으며, 산닥나무는 16.5%의 높은 리그닌함량을 보였다.

홀로셀룰로오스함량은 닥나무가 69.1%로서 가장 높았으며, 산닥나무와 삼지닥나무는 각각 45.7%, 41.9%였다.

펄프화와 관련하여 인피부의 경우 150°C, 60분 처리로서 알칼리법, 알칼리-과산화수소법 및 설포메틸화법의 어느 방법에서도 해섬이 용이하였고, 우수한 탈리그닌이 일어났다.

이에 대하여 목질부 및 혼합부에서는 알칼리법과 알칼리-과산화수소법의 경우 170°C, 60분 처리로 92%이상의 탈리그닌율을 달성하였고, 설포메틸화법에서는 180°C, 120분 처리로서 94%이상의 탈리그닌율과 펄프화가 가능하였다.

펄프수율에 있어서는 알칼리법이 35.5~38.1%, 알칼리-과산화수소법이 37.7~39.5%였으며, 설포메틸화법이 45.3~50.2%로서 매우 높은 수율을 결과하였으며, 특히 전통적인 알칼리법에 비해 20~32%의 수율증가율을 나타냈다.

수종별로는 닥나무의 수율이 가장 높았고 부위별로는 인피부보다 목질부가 높았다.

參考文獻

1. 김창렬: "저피를 주원료로 한 여과지 제조", 문교부 연구보고서 1~32(1973)
2. 박병익, 이광원: "닥나무섬유의 변이에 관하여", 한국임학회지 20: 1~6(1975)
3. 신동소: "중성지-기초와 기술-", 삼공장학재단(1989)
4. 신동소의 4인: "임산화학", pp. 143~170, 향문사(1983)
5. 우지형: "발효에 의한 인피섬유 정련에 관한 연구(1)", Korean Tappi 4(2): 12~17(1972)
6. 우지형: "발효에 의한 인피섬유 정련에 관한 연구(2)", Korean Tappi 4(2): 12~17(1972)
7. 충북대 특수임산물연구소: "특수임산섬유 이용 개발에 관한 연구", 문교부 연구보고서 No. 10(1968)

8. 홍병화, 문창국, 신동소 : “목본식물의 인피섬유에 관한 연구”, 경상대논문집 No. 11 : 61 ~ 68 (1972)
9. Biyani, B.P., S.N. Gorbatshevich, and F.W. Lorey., Nitric acid pulping of bamboo, Tappi 50(1) : 87A ~ 92A(1967)
10. Bublitz, W.J., Pulping characteristics of Oregon seed grass residues, Tappi 53(12) : 291 ~ 295(1970)
11. Casey, J.P., Pulp & Paper, Chemistry & Technology, 3rd Ed. Vol. 1, John ~ Wiley & Sons Inc., N.Y., pp. 142 ~ 154(1980)
12. Clark, T.F., G.H. Nelson, R.L. Canningham, W.F. Kwolek, and I.A. Wolff., Potential of Sorghums for pulp and paper, Tappi 56(3) : 107 ~ 113(1973)
13. Ernst, A.J., Y. Fouad, and T.F. Clark., Rice straw for bleached papers, Tappi 43(1) : 49 ~ 53(1960)
14. Flemming, B.I., G. Kubes, J.M. Macleod & H.I. Bolker., Soda pulping with anthraquinone, Tappi 61(6) : 43 ~ 46(1978)
15. Fullerton, T.J., Soda pulps with A Q. Appita 32(2) : 117 ~ 118(1978)
16. Ghosh, K.L., V. Venkaresh and J.S. Gratzl., Quinone additives in soda pulping of hardwoods, Tappi 61(8) : 57 ~ 59(1978)
17. Hopner T., Rice straw and rye straw for pulp and paper, Tappi 43(5) : 211 ~ 220 (1960)
18. Leuin, M., Middle lamella of bast fibers, Tappi 41(8) : 403 ~ 415(1958)
19. Mamers, H., J.P. Yuritta, and D.J. Menz. Explosion pulping of bagasse and wheat straw, Tappi 64(7) : 93 ~ 96(1981)
20. Mita, A., Future of non-woody pulping, Paper & Its surrounding Hi-Technol. 2(9) : 3 ~ 10(1987)
21. Mita, A., S. Kashiwabara., Hydrogen peroxide-alkaline pulping (1), Japan Tappi 37 : 262(1982)
22. Mita, A., S. Kashiwabara., Hydrogen peroxide-alkaline pulping (2), Japan Tappi 37 : 537(1982)
23. Mita, A., S. Kashiwabara., Hydrogen peroxide-alkaline pulping (3), Japan Tappi 39 : 251(1984)
24. Mita, A., S. Kashiwabara., Hydrogen peroxide-alkaline pulping (4), Japan Tappi 39 : 585(1984)
25. Murai, K., Papermaking Technology, 산업도서, 동경, 114 ~ 174(1953)
26. Nakatsuka, Y., Forest Products, 산업도서, 동경, 190 ~ 219(1956)
27. Nieschlas, H.J., G.H. Nelson, and I.A. Wolff., A search for new fiber crops, Part IV. Kenaf composition, Tappi 44(7) : 515 ~ 516(1961)
28. Obst, J.R., Quinones in alkaline pulping, Tappi 62(1) : 55 ~ 59(1979)
29. Ohi, H., J. Nakano and A. Ishizu., Sodium sulfite-formaldehyde-quinone cooking of softwood, Japan Tappi 41(8) : 66 ~ 74(1987)
30. Perdue, R.E., and H.J. Nieschlag., Fiber dimensions of non-woody plant materials, Tappi 44(11) : 776 ~ 784(1961)
31. Ri, S. and J. Nakano., High yield pulp production by modified sulfite process, Japan

- Tappi 28(7) : 38 ~ 44(1974)
32. Smook, G.A., Handbook for pulp and paper technologists, Joint Textbook Committee of the Paper Industry, Atlanta. pp. 3~19 (1982)
 33. Tamolang, F.N., R.R. Valbuena, C.K. Lindayen, D.S. Alonzo, and B.A. Lomibao., Fiber dimensions of certain Philippine broad-leaved and coniferous wood, palms, pandans, agricultural and ornamental plants. Tappi 49(11) : 475 ~ 476(1966)
 34. Tamolang, F.N., J.A. Meniado, E.A. Phillips, C.K. Lindayen, T.M. Lindayen, and B.C. Devela., Fiber dimensions of certain Philippine woods, agricultural wastes, and other plants, Tappi 45(2) : 135 ~ 142 (1962)
 35. Usuda, M., Alkaline paper & Functional Paper, Proc. 13th Internl. Seminar on Pulping and Papermaking Technology, p.59 ~ 71, Seoul, Korea (1990. 5. 25)