

漂白이 필요없는 無公害 傳統韓紙의 製造에 관한 研究 (Ⅱ) *1

—특수 한지 초지기 개발—

趙南奭*2 · 崔泰鎬*3 · 徐源晟*3 · 金鐘珪*4 · 梁允旭*4

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

—Development of the Special Sheet Former for Korean Traditional Paper—

Nam-Seok Cho *2 · Tae-Ho Choi *3 · Won-Sung Seo *3 · Jong-Gyu Kim *4 · Yun-Wook Yang *4

ABSTRACT

This study was attempted to develop the Special Sheet Former for Hanji (Korean Traditional Paper), which could be easily used anyone who has no any special skill, and to evaluate its sheet forming characteristics.

The sheet former for Hanji was designed, manufactured and tested its sheet forming features. This former was resulted in superior even basis weights and good formation of sheets without any special technological experiences, but poor consolidation according to the difficulty of web pressing during dewatering process.

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.

Keywords : Hanji, Korean traditional paper, sulfomethylated pulping, sheet former, consolidation

1. 서 론

비목재를 이용한 펄프화 기술은 비목질계 자원

이 펄프용 원료로서 비중이 낮고, 부피가 매우 크며, 수송, 저장에 곤란하고 대량수집시 목재보다도 훨씬 비싸지는 불리한 점이 있었지만, 최근들어

* 1 接受 1993年 8月 10日 Received August 10, 1993.

본 연구는 92년도 산학협동재단 및 금양화학공업사의 연구비 지원으로 수행되었음.

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

* 3 충북대학교 대학원 Graduate School, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

* 4 한국조폐공사 기술연구소 Pulp and Paper Research Institute, Korea Security Printing and Minting Corporation, Yuseong, Korea

브라질의 리오에서 개최된 유엔 환경회의^{1,2)} 이후 지구의 온난화 및 지구환경보존이 심각한 문제로 대두되면서 열대림의 파괴, 산성우의 피해, 탄산가스 흡수체로서의 산림의 중요성이 크게 부각³⁾ 되기에 이르렀다. 森林의 생태계 유지와 목재이용과는 깊은 관계가 있으며, 급후는 삼림파괴를 야기시키지 않는 목재생산과 원료조달 시스템의 개발이 요구되고 있다.

지금까지의 펄프, 종이 산업은 셀룰로오스를 基材로 한 거대한 산업을 이루면서, 생산면에서 원료가 삼림파괴에 깊이 관여하여 왔고, 제품또한 쓰레기 공해의 원인을 제공한 것이다. 따라서 지구환경보호 차원에서 펄프 및 종이원료로서의 비목재자원의 이용⁴⁾이 크게 요구되고, 중요시되고 있다.

草本류를 비롯한 비목질계 셀룰로오스 자원으로 부터 펄프 및 한지를 제조함은 단순히 원료의 안정적 공급만으로 이루어지는 간단한 문제만 있는 것이 아니다. 강도와 품질이 우수해야 되고, 자원 절약, 에너지절약을 물론 공해가 적은 제조방법이라야 함은 말할것도 없다.

前報⁵⁾에서는 가성소오다만을 사용하는 종래의 한지펄프제조방법에 대신할 수 있는 고수율의 새로운 펄프화 방법을 모색하고, 특히 흑피, 백피 등의 제조공정상의 번거러움과 문제점을 단번에 해결할 수 있고, 표백이 필요없으며, 아울러 폐수처리가 용이한 무공해형의 한지펄프제조에 관련된 연구 결과를 요약·발표하였다.

그런데 현실적으로 크게 문제가 되고 있는 것은 우리나라의 한지제조 공업이 가내 수공업의 형태를 벗어나지 못하고 있을뿐 만 아니라, 구태의연한 제조방법에 의존하고 있으며, 아울러 수초지한 한지의 부가가치가 훨씬 높음에도 불구하고, 한지공업의 비경제성으로 인하여, 해마다 노동력의 부족을 심각하게 겪고 있다. 또한 오랜 경험과 고도의 기술을 요하는 한지초지기술자가 태부이며, 가내 수공업의 형태이면서도 아무도 이를 계승하려는 후계자가 없을뿐 만 아니라, 한지 초지기술을 계승할만한 후계자의 양성도 이루어 지지 못하고 있는 실정이다.

한편 실험실적으로 그리고 실제 공장에서 한지를 초지함에 있어서 동일한 품질의 한지를 초지하기 위해서는 고도의 숙련과 기술, 그리고 장기간의 경험을 바탕으로서만이 가능하며, 그것도 동일한 평량 및 동일한 품질을 유지시키기가 매우 어려워, 한지의 품질관리 및 표준화에 큰 문제점을 주고 있는바, 숙련이 되지 않은 사람에 의해서도 동일한

품질의 한지를 초지할 수 있는 특수 한지초지 장치를 개발이 무엇보다도 절실하다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 숙련기술을 요하는 한지초지를 누구나 손쉽게 할 수 있는 새로운 한지초지기의 설계, 제작 및 실제 초지특성을 검토하고, 그 특성을 구명함을 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 특수 한지초지기 제작

한지제조용 장섬유 펄프 현탁액의 와류방지 및 우수한 衣습을 목적으로 한국조폐공사 기술연구소의 기술진에 의해 수록 목공틀, 금망틀, 흡인상 및 배수유도용 삼각칼대기 등을 설계, 조립, 제작하였다.

2.2 한지의 초지특성

2.2.1 한지초지용 펄프제조

2.2.1.1 공시 수종

다나무 (*Broussonetia kazinoki*)는 경북 금릉군 종산면 황점리에서 1년생을 채취하여, 기건, 공시하였다.

2.2.1.2 시료 조제 및 펄프화

인피부를 제거하고 적당한 크기의 칩으로 조제한 다음 前報⁵⁾의 실험방법에서 제조한 동일한 알카리 펄프^{6, 10)}, 설포메탈화 펄프^{11, 12)} 및 알칼리-과산화수소펄프^{13~16)}를 사용하였다.

2.2.2 초지 특성

2.2.2.1 초지조건

펄프원료를 고해하지 아니하였으며, 농도 0.3%, 분산제 (polyacrylamide, 시판품) 0.03%의 조건에서 초지하였다.

2.2.2.2 초지방법

- 가. 초지장치에 대발을 깔고, 수초지통을 설치한다.
- 나. 소정의 평량이 되도록 지료 일정량을 취하여 초지기에 붙는다.
- 다. 붙는 즉시 탈수가 일어나며, 탈수되는 과정에서 초지기를 좌우로 가변계 흔들어 formation을 돕는다.
- 라. 목면 혹은 흡취지를 덮고, 롤러로 압착하여 가벼운 couching을 행한다.
- 마. 대발을 초지기로 부터 들어내고, 이를 편편한 곳에 놓은다음, 탈수를 충분히 시키고, 지층과 대발을 분리한다. 이때 종이는 흡취지 쪽에 붙어 있다.

바. 종이층을 건조용 스테인레스 스틸판 (가능하면 크롬 도금된 판이 좋음) 에 종이면이 안쪽으로, 흡취지부분이 밖으로 면하도록 붙이고, 어느정도 건조될때까지 방치후, 60℃로 조절된 열풍 항온 건조기에서 2~3시간 건조시킨다.

사. 건조가 끝나면 실온까지 냉각시킨다음, 건조판으로 부터 분리한다.

2.3 한지의 물성 조사

특수 제작한 한지초지기를 사용하여 수초지한 종이는 관계습도 $52 \pm 2\%$, 온도 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 조건에서 24시간 조습한 후, 밀도, 인장강도, 파열강도 및 백색도등을 KS 법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 특수 한지초지기 제작

3.1.1 수초지용 목공틀 설계 및 제작

수초지용 목공틀은 아크릴판과 나무로 만든 그림 1과 같은 부분으로서, 밑바침을 이루는 금방틀 부분과 함께 일정용량의 지료를 담을 수 있도록 설계된 상자부분이다. 아래부분은 목재틀로서 되었으며 여기에 아크릴재 통이 붙어 있다.

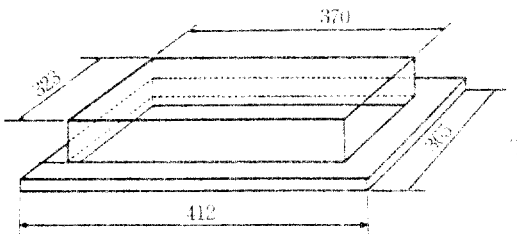


Fig 1. Stock container made of wood and acrylate plate.

3.1.2 교차형 금방틀 설계 및 제작

초지기에서 매우 중요한 부분이 초지용 금방틀인데, 동체의 금방틀 사용할 수도 있지만, 본 기기에서는 한지의 특성을 살린다는 측면에서 대발을 사용하였다. 이러한 대발은 수초지시 지료 및 원질 무게에 의해 밑으로 처지기 때문에 이를 방지하기 위하여 그림 2에서 보는 바와 같은 틀위에 금방 2개를 겹치고, 이위에 초지용 금방 내지는 대발을 올리도록 설계되었다.

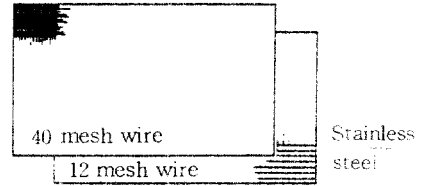
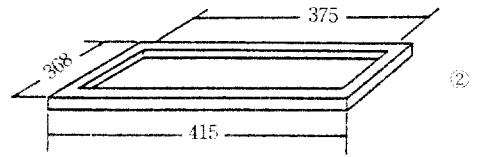


Fig 2. Wire part

3.1.3 흡인상 내, 외면틀 및 덮개

장삼유를 사용하는 한지초지는 설유특성으로 부터 기인되는 渦流로 인하여, 초지기 지함에 문제가 생기는데, 이러한 초지특성을 개선하는 것이 가장 유의할 점이며, 또 가장 어려운 점이라고도 할 수 있다.

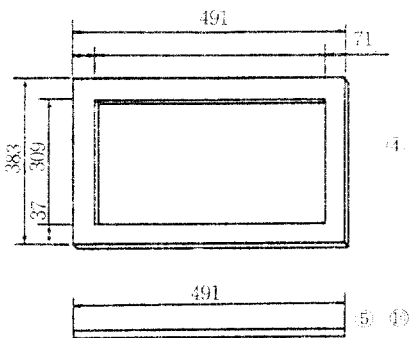
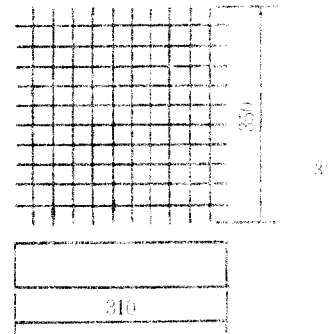


Fig 3. Crossed aluminium grids for preventing swirling.

따라서 본 초지기를 설계함에 있어서도 흡인상의 부분이 가장 중요한 부분이다.

본 초지기의 흡인상들은 특징적인 장섬유의 渦流형성을 줄이기 위하여 알루미늄판을 그림 3과 같이 서로 교차시켜 배수유도로를 만들었으며, 이것의 밑부분에는 공간을 두어 다시 한번 배수된 물이 담겨지도록 하였고, 이곳에 담겨진 물이 삼각깔대기로 직접 흐르지 않도록 그림 4와 같이 구멍을 뚫어 만든 평판을 설치, 빠진 물이 다시 한번 정체되어 아래부분으로 천천히 이동, 배수되도록 설계하였다.

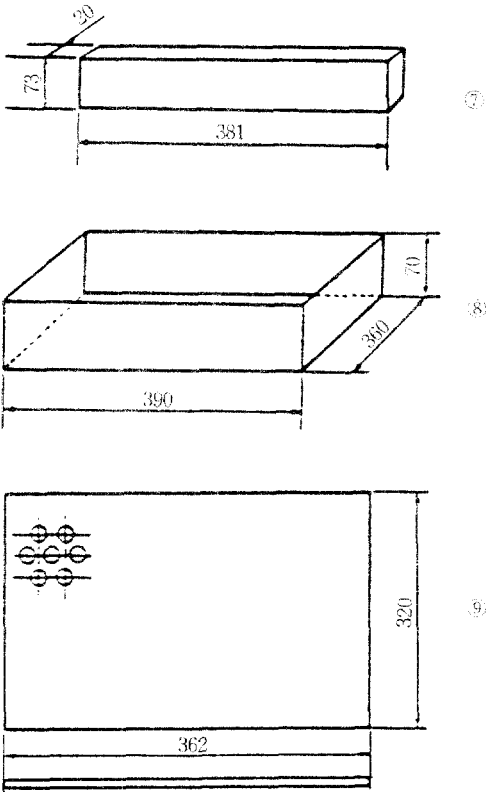


Fig 4. Drainage control box for good sheet formation

3. 1. 4 배수 유도 삼각깔대기 제작

渦流방지용 교차형 금망틀을 빠져나온 물이 신속히 빠지게 되면 모처럼 와류를 방지하였던 전단계가 무의미하게 되므로 물이 일시에 빠지지 못하도록 그림 5에서 보는 바와 같이 集水部の 폭을 점차 좁혀 각이 있는 圓錐型으로 하였다. 그리고 물

이 최종적으로 빠지는 하단부에는 원형 PVC 관을 붙였다.

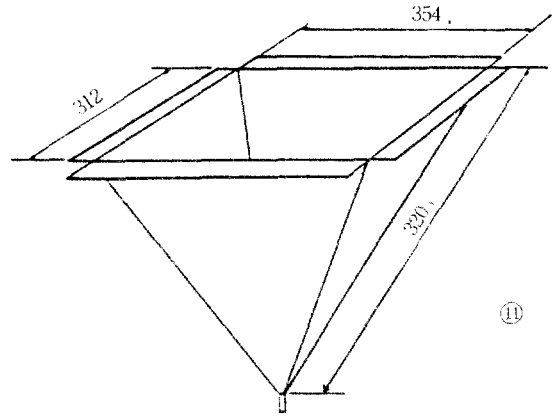


Fig 5. Triangle stainless steel funnel for drainage.

3. 1. 5 앵글 받침대 조립·제작

이상에서 제작한 초지장치를 설치할 받침대를 그림 6에서와 같이 철제 앵글을 사용하여 조립·제작하였으며, 흔들림 방지를 위하여 가로지름대를 대어서, 안전성을 보강하였다.

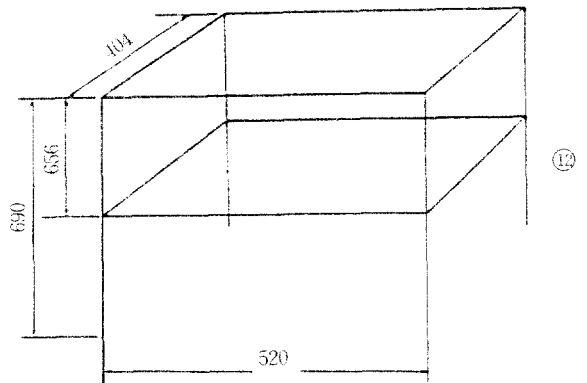


Fig 6. Angled steel stand for sheet former.

3. 1. 6 한지초지기의 상세도

그림 7은 제작이 완료된 한지초지기의 각 부분을 상세하게 분해시켜 나타낸 그림이다. 번호는 전항에서의 그림번호와 일치한다.

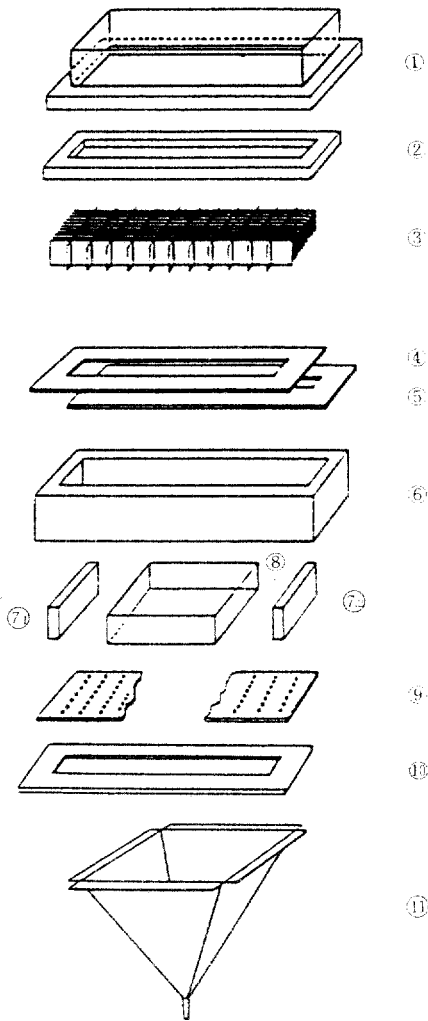


Fig 7. Illustrative sheet former

3. 2 초지특성

한지와 같은 장섬유의 펄프를 원료로 한 초지방법은 크게 나누어 흘림뜨기법과 가둠뜨기법 2가지가 있는데, 통상 한지공장에서 채용되고 있는 방법은 흘림뜨기법이다. 본 연구에서 설계하여 제작된 초지기는 가둠뜨기법이 중심을 이루는 방법으로, 洋紙초지법을 부분적으로 채용하면서 장섬유로부터 기인되는 초지중 渦流발생을 최소한으로 줄이도록 고안되었다.

공장에서 초지나 실험실적 초지에서 가장 어려운 문제점의 하나는 평량을 일정하게 유지하는 것이다. 즉 전통적인 수초지작업에서는 초지함에

따라 펄프섬유는 계속하여 습지로서 원질조로 부터 제거되지만, 여과되는 물은 다시 원질통으로 되돌아가게 되므로 펄프현탁액의 농도가 매번 달라지게 된다. 따라서 숙련된 기술자라 할지라도 평량을 일정하게 유지시킨다는 것은 매우 어렵다.

본 초지기에서는 기계초지방법을 채용, 일정량의 평량이 되도록 일회 초지원질용량을 정하고, 소정용량을 초지장치에 붓고 초지한 다음, 여액을 원질조로 되돌리지 아니하고 그냥 흘려버려 (물론 실제 초지공정에서는 리사이클하여 재사용하게 되지만), 항상 균일한 원질조의 펄프농도를 유지할 수 있었으며, 얻어지는 한지의 평량도 일정하게 할 수 있었다.

다음 초지과정에서 대발과 습지의 분리에 문제가 발생하였는바, 본 연구에서 사용한 초지용 대발은 화선지용으로 제조된 것을 사용하였는데, 장섬유 초지시 본 수초지 방법이 가둠뜨기 방법인고로 초지하는 과정에서 물이 배수되면서 섬유층으로 이루어진 mat가 형성되고, 이 층을 통과하면서 물이 여과되는 과정에서 펄프섬유를 동반하게 되는데, 이때 물과 함께 대발을 통과하는 섬유들이 그대로 통과해버리는 것들도 있지만 일부분의 장섬유들이 대발을 감싸게 되어, 초지작업이 끝나 대발로부터 습지의 분리를 방해하였기 때문인 것으로 판단되었다.

실험실적 초지시의 또하나의 문제점은 pressing 작업을 들 수 있다. 초지가 끝나고 대발과 함께 떼어낸 습지의 탈수를 위하여 습지를 포개고 물을 사용하여 가압하게 되면, 습지에 주름이 짐을 막을 수 없었다. 또한 공장에서의 한지초지와 같은 방법으로 습지에 습지를 겹치는 방법도 시도해 보았지만, 길이 및 폭이 공장보다도 작았기 때문에 충분한 힘을 갖지 못하여 잘 포개어지지 않았다. 본 실험에서는 결국 포개서 탈수시키는 방법을 채용하지 못하였고, 흡취지를 사용하여 적당히 습지의 수분을 제거한다음, 그대로 철판에 부쳐서 건조시켰다. 따라서 별도의 pressing 단계를 거치지 못하여 지층의 consolidation이 충분히 일어나지 않은 것으로 생각된다.

3. 3 한지의 물성

펄프화 방법을 달리하여 닥나무로 부터 제조한 펄프를 원료로 하여 상기 초지기로 초지한 한지의 성질을 표 1에 나타냈다. 평량을 35g/m²이 되도록 초지하였는바, 거의 정확한 일정평량의 종이를 얻을 수 있었다. 그리고 종이의 밀도도 0.20, 0.21

로서 동일하였다. 이들 한지의 기계적 성질에 있어서는 밀도가 유사하므로 거의 동일한 강도를 나타낼 것으로 예상하였으나, 전체적으로 수율이 높았던 설포메틸화 펄프의 강도가 가장 높았으며, 그 다음이 AP법, 알칼리법이 가장 낮은 강도를 보여주었다.

Table 1. Physical and mechanical properties.

| Cooking method | Alkali | Alkali - H ₂ O ₂ | Sulfo-methyl |
|--------------------------------------|--------|--|--------------|
| 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 |

알칼리법 펄프에 비해서 설포메틸화법으로 만든 종이의 강도적 성질이 높은 이유는 펄프화 과정에서 설포기가 도입되어 펄프자체를 보다 친수성이 풍부하게 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 28 정도의 매우 낮은 백색도를 나타냈고, AP법은 37, 설포메틸화법은 62의 매우 높은 백색도를 결과하여, 표백을 하지 않고도 충분히 사용가능하였다.

4. 결 론

본 연구는 관련된 기술을 요하는 한지초지를 누구나 손쉽게 할 수 있는 새로운 유형의 한지초지기를 제작할 목적으로 수행되었으며, 아울러 제작된 초지기의 초지특성을 검토하고, 제조된 한지의 물성을 분석하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

4. 1 한지초지기의 초지특성

4. 1. 1 본 연구에서 설계하여 제작된 초지기는 가동뜨기법이 중심을 이루는 방법으로서, 洋紙초지법을 채용하면서 장섬유로부터 기인되는 초지층의 渦流발생을 최소한으로 줄이도록 고안되었다.

4. 1. 2 공장에서의 초지나 실험실적 초지에서 가

장 어려운 문제점의 하나는 평량을 일정하게 유지하는 일인바, 본 초지기에서는 기계초지방법을 채용하므로써 原質槽의 펄프농도를 균일하게 유지할 수 있었으며, 따라서 한지의 평량도 일정하였다.

4. 1. 3 장섬유 초지시 본 수초지 방법이 가동뜨기 방법인고로 초지 과정에서 물이 빠지면서 통과하는 섬유들이 대발을 감싸, 대발로부터 습지의 분리를 방해하였다. 압착탈수시 습지에의 주름발생, 습지끼리의 포갠이 어려웠으며, 본 실험에서는 결국 포개서 탈수시키는 방법을 채용하지 못하고, 흡취지를 사용, 습지의 수분을 제거한다음, 철판에 부착시켜 건조시켰으며, 별도의 pressing 단계를 거치지 못하여 지층의 consolidation이 충분히 일어나지 않은 것으로 생각된다.

4. 2 한지의 물성

알칼리법으로 초지한 종이보다 AP법 및 설포메틸화법으로 초지한 종이의 강도가 높았으며, 특히 설포메틸화법으로 만든 종이의 강도가 가장 높았다. 종이의 밀도에는 큰 차이가 없었다. 백색도는 전통적인 알칼리법으로 제조한 인피섬유가 28으로서 가장 낮았고, AP법이 37, 설포메틸화법은 62로서 가장 높은 백색도를 나타냈다.

참 고 문 헌

1. U. N. Development Programme, 1992. Sustainable Development and Environment, New York
2. Ministry of Environment, 1992. National Report of the Republic of Korea to UN CED, 1992, Republic of Korea
3. 小林良生. 1991. 環境保全에 도움이 되는 종이資源, Uni 出版(東京)
4. 御田昭雄. 1992. 비목재펄프의 장래, *Alpha* 48 (3) : 2~14
5. 조 남석. 1993. 漂白이 필요없는 無公害 傳統韓紙의 제조에 관한 연구 (제1보), *한국 목재공학회지* 21 (2) : 49~56
6. Fullerton, T. J. 1978. Soda pulps with AQ, *Appita* 32(2) : 117~118
7. Flemming, B. I., G. Kubes, J. M. Macleod & H. I. Bolker. 1978. Soda pulping with anthraquinone, *Tappi* 61(6):43~46
8. Ghosh, K. L., V. Venkaresh and J. S. Gratzl. 1978. Quinone additives in soda

- pulping of hardwoods, *Tappi* 61(8) : 57~59
9. Obst, J. R. 1979. Quinones in alkaline pulping, *Tappi* 62(1) : 55~59
 10. Yaguchi, T. 1979. Mechanism of rapid delignification during alkaline cooking with addition of THAQ, *Mokuzai Gakkaishi* 25(3) : 239~242
 11. Ri, S. and J. Nakano. 1974. High yield pulp production by modified sulfite process, *Japan Tappi* 28(7) : 38~44
 12. Ohi, H., J. Nakano and A. Ishizu. 1987. Sodium sulfiteformaldehyde quinone cooking of softwood, *Japan Tappi* 41(8) : 68~74
 13. Mita, A., S. Kashiwabara. 1982. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (1), *Japan Tappi* 37 : 262
 14. Mita, A., S. Kashiwabara. 1982. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (2), *Japan Tappi* 37 : 537
 15. Mita, A., S. Kashiwabara. 1984. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (3), *Japan Tappi* 39 : 251
 16. Mita, A., S. Kashiwabara. 1984. Hydrogen peroxide-alkaline pulping (4), *Japan Tappi* 39 : 585