Journal of Korea TAPPI
Vol. 33. No. 4, 2001
Printed in Korea

전통한지의 처리공정에 따른 물성변화

서 영 범 · 최 찬 호 · 전 양

(2001년 10월 5일 접수; 2001년 12월 10일 채택)

Effect of Traditional Hanji Manufacturing Process on Its Physical Properties

Yung B. Seo, Chanho Choi, and Yang Jeon

(Received on October 5, 2001; Accepted on December 10, 2001)

ABSTRACT

Korea traditional handmade paper, Hanji, has been known for more than thousand years for its high strength, high whiteness, high gloss, good ink reception and long lasting quality. Main component fiber of the Hanji is called 'Dak', which is the bast fiber of the Korea paper mulberry (*Broussonetia kazinoki*). Dak has long fiber length, and high cellulose DP, if processed properly. The quality of Hanji is partly from the superior quality of Dak over wood fiber, and partly from the traditional papermaking process. The traditional papermaking process includes pulping, bleaching, refining, use of natural polymer, and sheet making process. Every traditional process has its special role. Comparisons between the modern papermaking technology and the traditional process were made in this study. The traditional process effectively protected cellulose DP in pulping and bleaching process, protected fiber length in refining process, and developed the high strength in the sheet forming process over the modern papermaking process.

1. 서 론

전통한지들은 보통 수작업에 의한 수록지 형태로 생산되는 것이 보통이다. 수작업에 의한 종이의 제조는 그 생산성적인 점에서 일반 백상지들과 비교의 대상이 되지 못한다. 가격적인 점에서도 장당 수천 원에서 수만 원씩 호가하는 전통한지는 일반 백상지 가격의 수십내지 수백 배에 이른다. 최근에는 전통한지의 원료인 닥섬유의 비율을 최소로 하고 일반 펄프나 고지를 섞어 한지를 제조하는 것이 대중화되어 있으며, 일반인들의 수요에 충당되고 있는 실정이다.[1,2] 이렇게 가격이 비싸고, 제조공정이 까다로우며, 일반 백상지들에 비교하여 물리적인 강도나 인쇄적성이 크게 부각되지 못하는 전통한지를 개발하고, 보존하고, 시장 형성에 노력하는 이유는 무엇인가? 이러한 질문에 대한 진지한 답이 전통한지, 일본 및 중국 수록지들의 품질 평가 기준으로 형성될 수 있다. 수십 배 혹은 수백 배의 가격을 더 지불하고도 얻으려는 그 품질특성들이 충분

• 충남대학교 농과대학 임산공학과(Dept. of Forest Products and Technology, College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea).

히 드러날 때, 그 품질특성을 기준으로 한 종이의 가치를 결정할 수 있게 되며, 고급지와 저급지의 차이가 명확히 드러나고, 고급지 개발을 위한 방향설정이 확립되며, 나아가 국내 한지 산업의 고부가가치화와 기술고급화를 구현할 수 있다고 판단된다.

환언하면 수록지의 물리적 특성을 일반 기계지(예: 백상지)들의 품질기준으로 비교할 때, 그 의미가 없어진다. 전통한지가 백상지보다 인열강도가 조금 더 우수하기 때문에 수백 배의 가격을 지불하겠다는 소비자는 존재하지 아니한다. 전통한지의 인장강도가 백상지보다 높다고 하여도 실제 소비자들은 상관치 아니한다. 오히려 전통한지의 그림은 1000년 이상 보장됨을 과학적 근거로 제시할 때, 중성으로 초지된 백상지가 보존할 수 있는 100~200년의 수명과 비교함으로써 그 가치를 높일 수 있다.[3,9] 또 한지만이 만들어 낼 수 있는 독특한 질감이나 색감, 먹퍼짐성, 붓의 감촉, 한지의 윤기 등은 일반 종이들과 차별화를 이룰 수 있다. 이러한 전통한지 지종은 특수 소비자에게 소량, 고가로 공급되어야 할 것이다. 여기서 드러나는 것은 일반적인 백상지의 품질평가기준이 될 수 있는 인장강도나 인열강도 등은 전통한지의 상품적 가치가 될 수 없다는 사실이다. 하지만 이제까지의 전통한지 연구는 주로 현대의 기계지들의 품질특성을 기준으로 실시해 왔다는 데 문제점이 있다.[3,4] 이러한 사실은 수록지가 크게 발달한 일본이나 중국, 우수한 고려지의 명맥을 잇지 못하고 있는 한국이나 그 실정은 마찬가지이다. 따라서 앞으로의 한지 혹은 수록지에 관한 연구들은 한지가 참으로 고가의 상품이 되어야만 하는 그 특성들을 중심으로 한지들의 물성을 연구함으로써 품질의 차별화를 유도해야 한다고 생각한다.

본 연구는 한지 품질고급화를 추진하는 작업의 일환으로써 한지의 기초적인 성질들을 다루고 있다. 특히 전통한지는 그 우수성이 한지의 원료인 닥섬유의 독특한 성질에도 있지만 한지 제조공정 자체에도 독특성과 우수성이 존재한다는 사실을 인식하는 것이 중요하다. 현재까지 많은 연구들이 닥섬유 자체의 성질에 많은 연구를 집중하였던 바, 본 연구에서는 주로 한지 제조공정이 한지의 품질특성에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보기로 하였다. 전통적인 한지 제조공정 자체가 전통한지의 우수성을 상당부분 담고 있다면 한지의 원료를 중국이나 태국에서 들여오더라도 전통한지의 독특성을 유지할 수 있는 중요한 근거가 될 수도 있을 것이다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 국산닥, 태국닥, 중국닥의 원료를 사용하여 서로 다른 펄핑, 표백, 고해, 초지방식 및 건조방식을 적용하고, 총 3,500장에 이르는 한지를 전통한지 무형문화재가 운영하는 장지방에서 제작하여 실

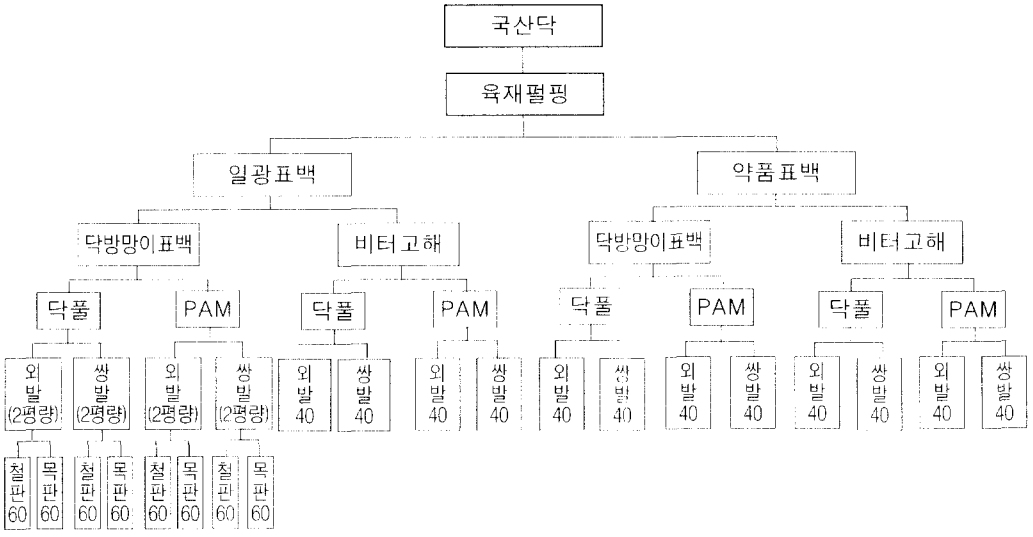

Fig. 1. Hanjis made of Korean paper mulberry for the experiment - Yukjae pulping.
(Numbers inside the rectangles are the numbers of the samples, respectively.)

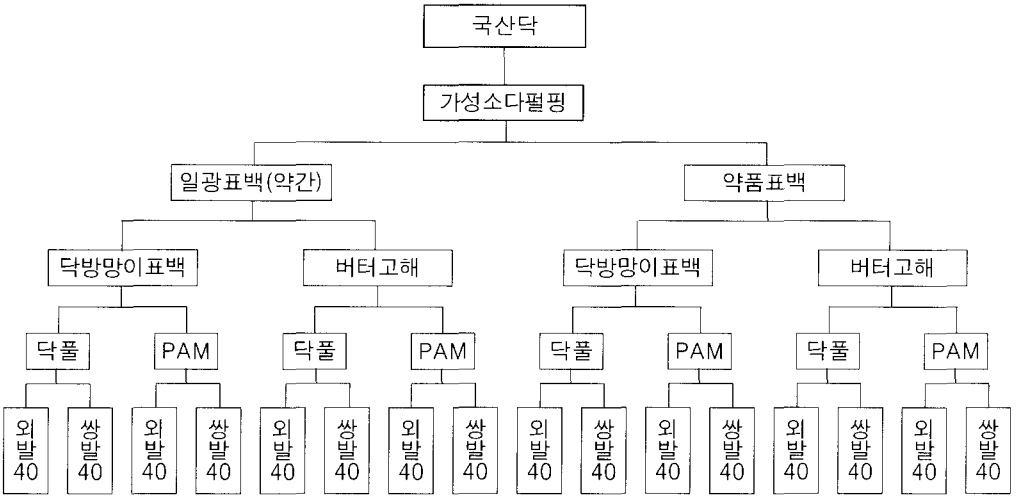

Fig. 2. Hanjis made of Korean paper mulberry for the experiment - NaOH pulping.
(Numbers inside the rectangles are the numbers of the samples, respectively.)

험에 사용하였다. 이러한 광범위하고 조직적인 한지 제조공정에 관한 연구는 현재까지 국내에서 찾아볼 수 없었고, 어느 누구도 실시해 보지 못한 대규모의 연구가 되었다. 본 연구에서는 특별히 육재펄핑과 약품펄핑 (가성소다 펄핑)의 차이, 일광표백과 약품표백 (차아염소산 나트륨)의 차이, 외발과 쌍발뜨기의 품질적 차이, 닥 방망이와 칼비터 사용의 차이에 대해 연구를 실시하였다. Figs. 1~4는 섬유의 종류에 따른 각종 한지제조 실험방식을 도표로 표시한 것이다.

육재펄핑과 가성소다 펄핑, 일광표백과 약품표백, 외발뜨기와 쌍발뜨기, 닥방망이와 칼비터 사용은 장지방에서 일반적으로 사용되는 방식을 그대로 사용하였으며, 장지방에서는 이렇게 처리된 섬유로 각종 한지 제품을 생산하고 있었다. 따라서 상기한 공정들은 나름대로 오랜 경험을 토대로 최적화된 공정방식임을 짐작할 수 있다.

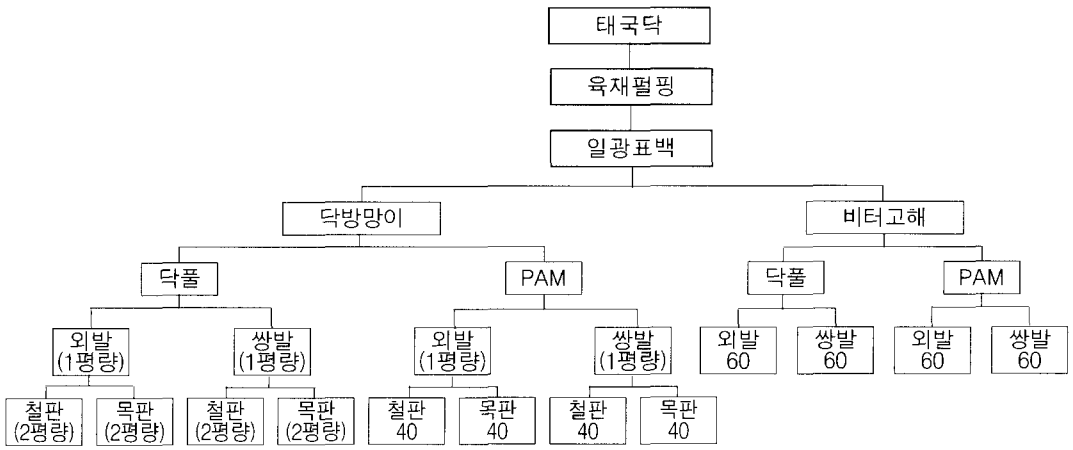

Fig. 3. Hanjis made of paper mulberry from Thailand for the experiment - Yukjae pulping
(Numbers inside the rectangles are the numbers of the samples, respectively)

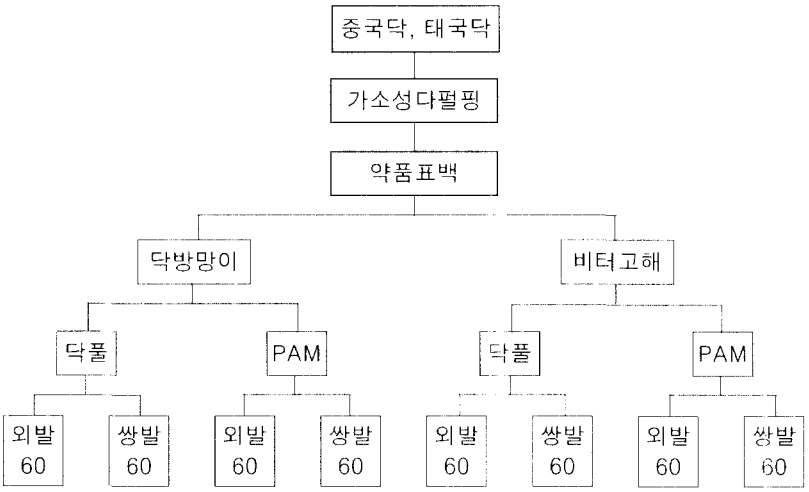

Fig. 4. Hanjis made of paper mulberry obtained from Thailand and China for the experiment - NaOH pulping.
(Numbers inside the rectangles are the numbers of the samples, respectively.)

3. 결과 및 고찰

3.1 펄핑과 표백방식

먼저 펄핑방식과 표백방식에 따른 섬유의 셀룰로오스 분자량을 CED 방식으로 측정하였다. CED (Cupriethylenediamine) 방식에 있어서는 CED로 셀룰로오스를 용해시키고, 용해된 셀룰로오스를 오스왈드 점도계로 그 점도를 측정하고, 또 계산식을 사용하여 측정된다. 점도가 높을수록 셀룰로오스의 분자량이 높아진다.

분자량이 높으면 일반적으로 섬유의 자체강도가 높아진다. Fig 5는 실험에 사용된 국산닥과 태국닥 수록지들의 측정치의 평균치이다. 육재펄핑과 일광표백을 실시한 닥섬유가 약품펄핑(가성소다)과 약품표백(차아염소산 나트륨)을 실시한 닥섬유에 비해 셀룰로오스의 분자량을 잘 보호하고 있음을 알 수 있다(즉 셀룰로오스의 점도가 높다). 같은 약품표백을 적용하더라도 육재펄핑이 셀룰로오스 분자량을 높이는 사실을 알 수 있었다. 셀룰로오스 점도가 높다는 사실은 종이의 보존성적인 점에서 매우 중요하다. 종이가 시간에 의한 열화가 될 때, 그 종이의 내절도가 열화가 진행됨에 따라 계속 더 감소하며, 셀룰로오스의 분자량도 점차 감소하게 된다.[6,7] 국산닥에 제한하여 이들 수록자들의 물성에 대한 실험결과를 보면 열단장, 인열지수, 내절도 모두 육재펄핑과 일광표백을 실시한 한지가 높은

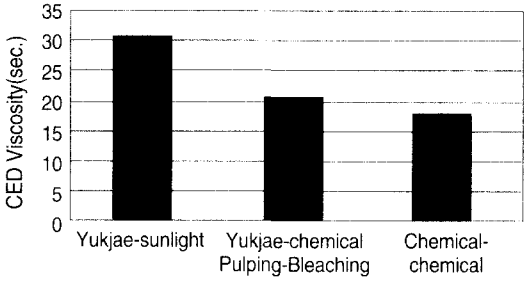

Fig. 5. Cellulose viscosity differences caused by *different pulping and bleaching methods*
(Pulping chemical - NaOH, Bleaching chemical - $NaClO^2$)

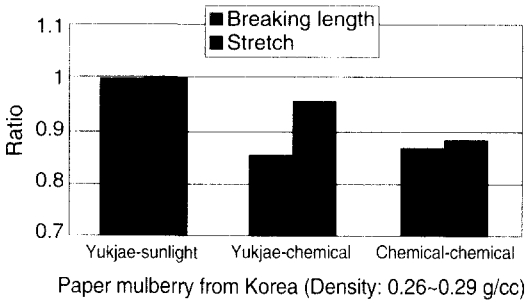

Fig. 6. Change of Hanji' s physical properties by different pulping and bleaching methods.

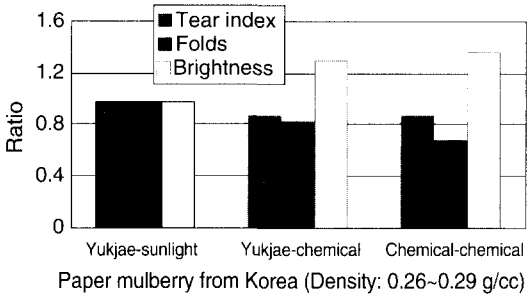

Fig. 7. Change of Hanji's physical properties caused by different pulping and bleaching methods.

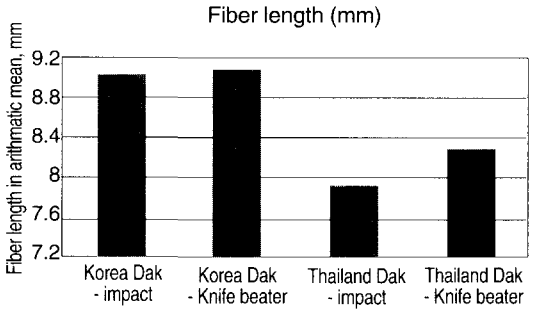

Fig. 8. Differences of mean fiber lengths causesd by different type of mechanical treatment. ***Impact - Hitting fibers with a peace of wood block, Kinfe beater - Valley beater type with knife-shape rotating blade***

것을 Figs. 6~7에서 보이고 있다. 단 백색도의 경우 약품표백을 실시한 한지의 백색도가 높았음을 보이고 있다. 하지만 햇빛에 노출된 한지의 경우 일광표백을 한 한지는 햇빛에 노출될 때, 점점 백색도가 높아지는 반면, 약품표백을 실시한 한지는 색이 어두워져 가는 것을 자주 목격한 바 있다.

3.2 고해방식

한지의 고해방식은 보통 두 가지를 사용한다. 첫째는 전통적인 방식으로서 닥섬유를 나무나 돌 위에 얹어 놓고 닥방망이나 절구형식으로 때리는 방식(impact)이고, 또 하나는 칼비터(knife beater)를 이용하여 고해하는 방식이다. 닥섬유를 젖은 상태에서 수직으로 때리는 일은 닥섬유의 길이를 유지하며, 한지의 강도를 높일 수 있는 방식이다. 이러한 방식은 실제 목질펄프에 적용했을 때에도 매우 우수한 강도적 성질을 보인 바 있다.[8] 칼비터의 경우 섬유장의 감소가 예상되며, 강도적 손실이 예상되었다. 하지만 결과는 Figs. 8, 9에서 보이듯이 섬유장의 변화와 강도적 감소를 찾아볼 수 없다는 사실이였다. Fig. 8에서는 국산닥의 섬유장이 태국닥의 섬유장보다 조금 더 길다는 사실을 보이고 있을 뿐, 닥방망이(Impact)와 칼비터(Knife beater)의 차이는 보이지 않고 있으며, Fig. 9에서는 두 가지의 고해방식에 한지의 물리적 성질이 변하지 않음을 보이고 있다. 본 실험에 사용된 칼비터의 경우 섬유장의 감소에 역할을 하지 않으며, 섬유고해에 있어서 오직 닥방망이의 역할을 그대로 가지고 있다고 볼 수 있었다.

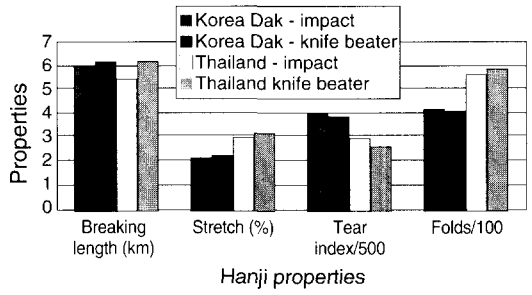

Fig. 9. Differences of physical properties caused by different mechanical treatment.

3.3 먹퍼짐성

한지 위에 일정량의 잉크를 떨어뜨리고 그 퍼져 나

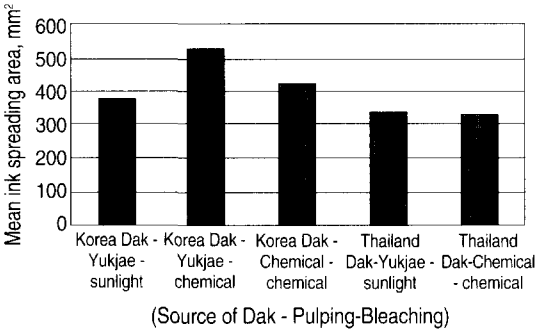

Fig. 10. Differences of ink spreading properties caused by different pulping and bleaching methods.

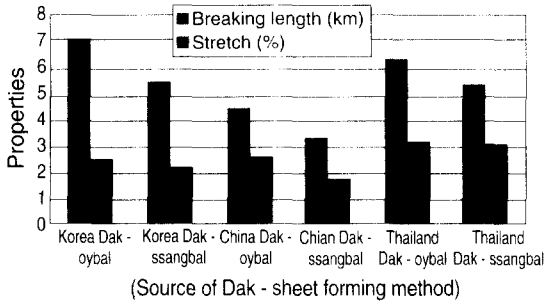

Fig. 11. Differences of breaking lengths and stretches caused by different sheet forming method.

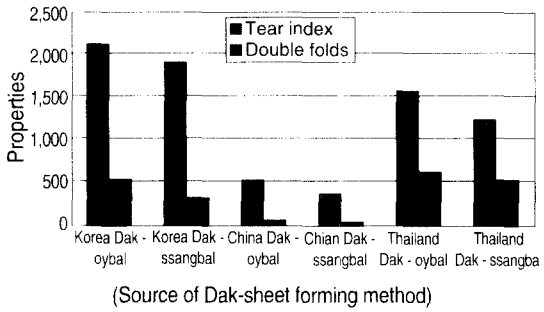

Fig. 12. Differences of tear indexs and double folds caused by different sheet forming method.

간 넓이는 측정하였다. 일종의 먹 퍼짐성이라고 부를 수 있을 것이다 (그림 10). 육재-약품표백의 경우 높은 먹퍼짐 면적을 나타내었다. 하지만 먹이나 잉크의 종류에 따라 많이 달라질 수 있음도 간과해서는 안될 것이다. 먹퍼짐성이 동일한 밀도와 평량의 종이에서 더 크다는 것은 그 종이의 섬유들이 좀더 친수성을 띠고 있다고 말할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 펄핑방식과 표백방식이 먹퍼짐성에 영향을 준다고는 판단되지 않았다. 단 태국닥의 경우 국산닥에 비해 먹퍼짐성이 다소 떨어지는 경향을 보였다.

3.4 초지방식

다소 다른 의견들이 제시되기도 하지만 외발뜨기(흘림뜨기, oybal) 한지 제조방식은 순수 국내기술임에 비추어 쌍발뜨기(가둠뜨기, ssanbal)는 일본식이라고 일반적으로 말하고 있다. Figs. 11~12은 두 가지 제조

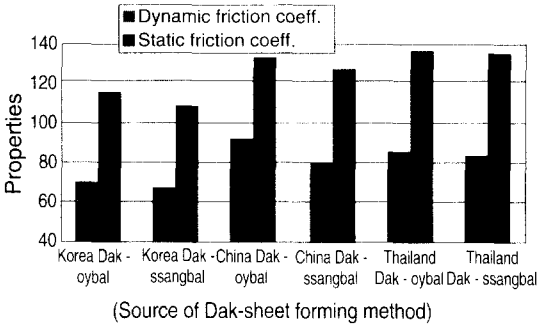

Fig. 13. Differences of dynamic and static friction coeff. caused by different sheet forming method.

방식이 열단장, 신장률, 인열지수, 내절도에 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 물론 한지에 있어서 열단장, 신장율, 인열지수, 내절도가 큰 의미를 갖는 것은 아니지만 적어도 외발뜨기 방식이 닥섬유의 성질을 최대로 이용하는 우수한 제조방식임을 증거해 주고 있는 것은 사실이다. 먹이 종이 위에 나가는 촉감을 표시하기 위해 종이의 동 마찰계수와 정 마찰계수를 측정하였다. 만일 낮은 마찰계수가 한지에서 붓의 사용에 편의를 준다는 사실 확인만 된다면, 국산닥은 붓을 부드럽게 사용하기 매우 적합한 종이라는 것을 Fig. 13은 말하고 있다.

4. 결 론

본 연구를 통해 다음과 같은 결론들을 얻었다.

1. 육재펄핑과 일광표백은 닥섬유의 셀룰로오스 분자량 감소에 최소의 영향을 주는 섬유조성방식임을 확인하였다. 이 결과는 태국닥과 중국닥의 경우에도 같은 경향을 보였다.
2. 육재와 일광을 사용한 섬유조성은 한지의 강도에도 영향을 주었다. 즉 인장강도, 파열강도, 인열강도, 내절도가 약품을 사용한 다른 펄핑이나 표백방식으로 조성한 섬유들보다 높았다.
3. 닥섬유의 고해에 있어서 닥방방이 고해는 칼비터 고해에 비해 특별히 우수한 점을 보이지 않았다.
4. 외발뜨기는 쌍발뜨기에 비해 인장강도, 신장률, 인열강도, 및 내절도를 높여 주는 초지방식임을 알 수 있었다.
5. 국산닥의 경우 태국닥이나 중국닥에 비해 동마찰이나 정마찰계수 모두 낮은 편이였다.
6. 전통한지 제조법인 육재펄핑과 일광표백, 외발뜨기

는 제조법 자체가 닥섬유의 셀룰로오스 분자량을 보호함으로써 종이의 보존성을 높이고, 한지의 강도적 성질을 높여 주는 제조방식임을 확인하였다.

인 용 문 헌

1. 최태호, 조남석, 펄프종이기술, 28(1):49-59 (1996).
2. 최태호, 조남석, 펄프종이기술, 30(2):74-84 (1998).
3. 전 철, 한지제조 이론과 실제, 원광대학교 출판국, 1996.
4. 조형균, 한국전통기술의 국제화에 관한 연구 - 한지분야, 한국과학재단, 과제번호 95-04 (1996).
5. 한국의 종이문화, 국립민속박물관 (1995).
6. 이호원, 전 양, 서영범, 한지에서 도침의 역할과 섬유의 셀룰로오스 분자량의 역할에 관한 연구, 한지문화연구:16-24 (1999).
7. 신종순, 인공열화에 의한 종이 Permanence의 물리화학적 및 속도론적 연구, 충남대학교 박사학위 논문 (1991).
8. Seo, Y. B., Shin, Y.C., Jeon, Y., Enzymatic and mechanical treatment of chemical pulp, TAPPI Vol. 83(11):1-9 (2000).