

桑紙의 保存性에 관한 연구*

The Study about the Preservation of the Paper of Mulberry

정선영 (Sun-Young Jung)**

◁ 목 차 ▷

- | | |
|---------------|----------------------|
| 1. 서론 | 3. 상지의 物性和 環境에 의한 변화 |
| 2. 상지의 原料의 특성 | 3.1 상지의 物性 |
| 2.1 形態的 특성 | 3.2 高溫에 의한 物性변화 |
| 2.2 化學的 조성 | 3.3 日光에 의한 物性변화 |
| | 4. 결론 |

<국문초록>

桑紙는 우리나라에서 많이 사용된 종이였음에도 불구하고 문헌에 그의 원료에 대한 기록이 거의 없다. 양잠의 원료로서의 중요성 때문이기도 하지만 닥나무와 비슷한 형태때문일 것으로 생각된다. 특히 양잠에 유리한 樹種으로 개량되면서 종이의 원료로서의 중요성을 점차 잃어서 현재는 생산되지 않는 전통종이가 가운데 하나다. 본고에서는 뽕나무의 인피를 사용하여 傳統桑紙를 만들고 楮紙와 함께 그 物性을 비교하여 보았다. 그 결과 섬유 형태면에서는 섬유의 길이와 넓이의 비율이 475이며, 화학적 조성에서도 리그닌의 함량이 닥나무보다 적었으므로 종이의 원료로서 매우 우수하였다. 종이의 물성도 저지와 큰 차이가 없었다.

또 종이의 보존성을 시험한 결과 105℃로 72시간, 144시간을 가열한 환경에서는 상지가 저지와 비교하여 불리하였으나, 자외선이 24시간, 100시간, 200시간 조사된 환경에서는 시간이 경과될수록 변화의 폭이 적었다. 즉 오랜기간이 경과될수록 상지는 덜 노화되며, 외관상으로도 열화가 많이 진행되지 않는 훌륭한 종이임이 밝혀졌다. 특히 실험에 사용한 桑皮가 개량종임을 감안한다면, 조선조나 그 이전에 만들어진 상지는 더 품질이 좋았을 것으로 사료된다.

요어 : 桑紙, 뽕나무, 상피의 물성, 상지의 물성, 상지의 보존성

<ABSTRACT>

This study is about the paper of Mulberry(桑紙). The paper which was usually applied to the ancient bookpaper and documents. But there is a rare record about it today. So the paper was made from the Mulberry(뽕나무) bast fiber using traditional handcraft method. and Paper Mulberry(닥나무) by traditional method. And tested by physical and optical methods in comparisons with Paper Mulberry(닥나무).

The ratio of length/width of Mulberry fiber was 475, and its lignin content was lower than the Paper

* 이 연구는 2004년도 한국기록관리학회 춘계학술발표회의 발표문을 수정·보완한 것임.

** 광주대학교 문헌정보학과 교수(sy00625@hanmail.net)

논문접수일자 2004년 11월 10일

게재확정일자 2004년 12월 10일

Mulberry. The Mulberry paper had similar forming properties and physical strength to the Paper Mulberry fiber. Therefore, the Mulberry fiber seem to be a good paper fiber for traditional paper.

For the aging test, in the thermal acceleration treatment for 72 hours and 144 hours at the temperature of 105°C incubator, the Mulberry paper was more deteriorative than the Paper Mulberry. In the ultraviolet acceleration treatment for 100 hours and 200 hours the Mulberry paper was less interior to the Paper Mullberry, in the increase of treatment time. And the Mulberry paper was approved to be a good traditional paper in appearance. Furthumore, in considering the sample of bred Mulberry species grown today, its paper is thought to be superio to the paper of Paper Mulberry in symptom of senility in natural ultraviolet light.

key words : paper of Mulberry, Mulberry fiber, aging test

1. 서 론

桑紙는 뽕나무의 韌皮纖維로 만든 종이를 일컫는다. 뽕나무는 우리나라에서 닥나무와 함께 종이의 제조에 사용된 원료로서, 오래전부터 많은 양이 초조되었으리라 생각되지만 기록이 없을 뿐더러 이 것으로 만든 종이에 대해서도 잘 알려지지 않고 있다.

조선조에 이르러서 세종은 여러 가지 재료를 사용하여 종이를 시험적으로 만들어 보며 품질을 제고하려고 노력하였고, 태종과 성종도 중국의 종이제조법에 대하여 큰 관심을 보여 배우게 하였으며, 조선조에는 각도에 원료를 지정하여 종이를 거두어 들이기도 하였지만 상지에 대한 언급은 없다. 그 원인은 몇가지의 가능성이 있을 것으로 생각된다. 첫째는 닥나무가 종이의 주원료였을 뿐만 아니라 뽕나무와 닥나무는 같은 뽕나무과(Moracear)에 속하는 나무로서 섬유가 긴 형태를 띠므로 벗짚 등의 다른 단섬유와는 달리 닥나무와의 구별이 쉽지 않다는 점이다. 그러므로 위와 같은 이유로 닥나무가 부족할 때 조금씩 사용했거나, 혹은 전적으로 사용하였어도 닥나무를 사용한 것으로 간주되었을 가능성이 있다. 두번째로 뽕나무는 당시 양잠을 위해서 없어서는 안되는 매우 중요한 원료였기 때문에 종이에 사용되는 것은 부수적인 것으로 생각되어 특별히 거론할 필요가 없었다는 점이다. 그러나 상지로 만들어진 문서나 혹은 서적이 실제로 남아 있으므로¹⁾ 뽕나무가 우리나라 종이의 원료였다는 점은 부인할 수 없는 사실이다.

뽕나무는 毛詩에 기재되어 있을 정도로 오래 전부터 재배되어 온 나무이다. 중국에서 상지를 사용했던 시기를 蘇易簡은 《文房四寶》卷 4에서 3세기였다고 기록하였으며, 뽕나무

1) 鄭善英, 조선초기 冊紙에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사논문. 1985. pp.135-143.

를 사용한 35세기의 공문서지를 발견하였다고 한다.²⁾ 우리나라에서는 신라시대의 문서에 뽕나무를 관리해온 실정이 기록되어 있지만 언제부터 종이의 원료로 사용했는지는 알 수 없다.

세조때 중국에서 온 正使에게 제지법을 물어 상지를 시험 제조하도록 했다는 기록이³⁾ 상지에 관한 최초의 기록이며, 『芝峰類說』과⁴⁾ 『星湖僿說』에⁵⁾ 종이의 원료로써 기재되어 있으며, 『五洲衍文長箋散稿』와 『廣才物譜』 등에 명칭으로서 기술되어 있을 뿐이다. 그러나 朝鮮總督府의 試驗報告에 상지 만드는 법과 桑皮의 수율을 분석 보고한 것이 있고⁶⁾ 중국의 학자는 중국에 있는 우리나라의 종이의 대부분이 상지라고 밝히고 있다.⁷⁾ 80년대 초에도 상피를 조달하는 중간상인이 있었으므로 늦어도 조선조 이후 그리고 근래까지 종이원료로 사용되었음이 분명하다.

상지는 현재 한국에서는 常用으로는 전혀 만들고 있지 않으므로 잊혀진 종이종류 가운데 하나이다. 그러나 상지에 대한 연구는 현재 남아있는 상지를 위한 保存環境 유지와 처리에 대한 기초 자료가 될 수 있으며, 우리나라 전통종이의 한 종류를 복원할 수 있을 뿐 만 아니라 나아가서 부족한 한지원료의 조달가능성을 탐색할 수 있는 한 방법이 될 수 있을 것으로 기대된다.

이를 위하여 현재 재배하고 있는 뽕나무를 채취하여 전통적인 방법으로 종이를 만들어서 종이의 품질과, 이의 보존성에 대하여 분석하여 보았다. 또 좀 더 개념을 명확히 하기 위하여 동일한 조건으로 楮紙를 만들어 桑紙와 함께 物性을 비교하여 보았다.

본 연구를 위하여 뽕나무는 전주지역에서 채취한 산상형(*Morus bombycis* K.)에 속하는 홍을뽕과 백상형(*Morus alba* L.)의 개랑뽕을 혼합하여 사용하였다. 닥나무는 경상도에서 채취한 것을 사용하여 종이를 만들었다. 종이를 만든 과정을 간단히 기술하면, 메밀재를 사용하여 각각 5시간씩 끓였으며 고해는 돌에다 방망이로 각각 6번씩 두드리는 전통적인 방

2) 潘吉星, 中國造紙技術史稿. 北京, 文物出版社. 1979. p.56. 반길성은 상계서 pp.69-70에서 현재 전해지고 있는 종어로 隋末의 《妙法蓮華經》을 들고 있다. 李鍾凱는 桑皮造紙史話. 紙史研究 6. 1989, 10. p.40에서 위진대라 주장하고 있다.

3) 世祖實錄 卷33 10年 5月 甲戌條 “朴元亨問造紙法 正使答曰 黃紙以嫩竹葉及桑皮和造 書詔勅白紙 純用桑皮 命造紙所 依此試紙”

4) 芝峰類說 卷19 服用部 器用條

5) 星湖僿說 上 萬物門 地桑條

6) 朝鮮總督府中央試驗所報告 1回 p.8의 1-36.

7) 潘吉星, 中國造紙技術史稿. 北京, 文物出版社. 1979. p.201.

법으로 하였다. 여기에 황촉규를 넣고 57×94Cm의 발로 떠서 두겹을 하는 완전히 전통적인 방법으로 종이를 만들어서 실험하였다.

실험방법으로 먼저 상지의 원료인 뽕나무의 형태와 화학성분을 분석하고, 다음으로 이들 원료를 사용하여 종이를 만든 후 상지의 物性을 기초적으로 측정하였다. 그리고 이들 종이 가 환경의 변화에 따라 노화되는 정도를 高溫과 日光에 노출하는 두 방법을 통하여 측정하였다.

그러나 朝鮮時代의 상지에 사용되었을 것으로 생각되는 뽕나무의 품종은 오늘날의 것과는 다를 가능성이 있다. 뽕나무는 매우 交雜이 잘되는 특성이 있기 때문에 오늘날의 품종이 당시의 것과 동일하다고 하기는 어렵다. 따라서 조선조의 상지와 같은 품질을 재현해 내기는 사실상 무리일 수밖에 없다. 뽕나무는 본래 양잠의 용도로서는 가치가 많고 잎이 많은 것이 좋다. 오늘날의 품종은 대부분 이러한 경향으로 改良되었으므로 이러한 수종의 인피로 종이를 만들면 收率이 나빠진다고 하든 혹은 종이의 품질이 떨어지는 등의 악영향이 있을 수밖에 없다. 그러므로 현재의 여건 속에서 가능한 한 전통방식으로 종이를 만들어 당시의 종지와 유사하게 되도록 노력하였지만 본 연구를 위하여 필자가 특별히 抄造하여 분석한 試料紙는 옛 문서나 서적에 사용된 상지보다 품질이 다소 떨어질 것으로 추측된다.

또 수초지, 특히 長纖維의 종이는 동일한 장(sheet)내에서도 두께나 평량이 일정하지 않아서, 상지는 5장을 시료로 하였으며 저지는 3장을 시료로 하여 표준 편차를 구했으나 기계지와 같이 산술적인 숫자로 비교하기는 대단히 어렵다. 그러나 그럼에도 불구하고 현재 남아 있는 고문서나 고서적의 종이의 경우도 여러 지방에서, 그리고 다수의 솜씨에 의해 만들어졌을 것임을 감안한다면 본 연구는 앞서 언급한 것과 같이 상지에 대한 認識과 그 保存性에 대한 대체적인 경향을 알 수 있다는 점에서 역시 커다란 의미를 지니며 현재로서는 최선의 방법이라고 생각한다. 본고는 제 1차의 실험이며, 좀 더 객관적인 수치를 얻기 위하여 이후 새로운 방법으로 실험을 계속할 예정이다.

2. 상지의 原料的 특성

뽕나무는 뽕나무과 식물이며 뽕나무屬으로서, 학명은 *Morus Alba* Linn이다. 전 세계에 약 30종, 10변종 혹은 35종이 있다고 한다.⁸⁾ 이창복의 『新稿樹木學』에 의하면 우리나라에

는 뽕나무속으로 북반구의 온대에서 자라는 12종 가운데 4종이 있으며, 닥나무속으로 양잠에 이용되었던 것이 2종이 있고,⁹⁾ 우리나라 전 지역에 분포하고 있다. 최근에는 여러 종류를 교잡한 품종이 많아서 성규병은 전세계에 재배상으로 615종이 있다고 하였다. 이 가운데 토착종이 205종, 외래종이 151종, 분류되지 않은 종류가 259종이 있다고 하였는데, 우리나라에 208종이 분포하며, 일본에 129종, 중국에 15종이 있다고 하였다.¹⁰⁾ 중국에서는 5종으로 나누어 백상(Morus apba), 자상(Morus mongolica), 흑상(Morus nigra), 마상(Morus calnayana), 왜상(Morus japonica)을 들고 있다.¹¹⁾ 전국에 모두 분포하는데 廣東, 江蘇, 浙江, 四川, 陝西, 山東, 河北이 유명하다.

뽕나무의 잎은 낙엽성으로서, 넓고 줄기와 잎에는 짓판이 있으며, 잎이 가지에 어긋나게 붙어 있고, 잎 꼭지가 있다. 잎은 3~5갈래 혹은 손바닥 모양으로 갈라지며 가장자리는 매끈한 것도 있으며, 혹은 톱니모양도 있다. 보통 암수 한 그루이거나 또는 딴 그루이기도 하다. 북반구의 온대와 아열대 지방에 분포하고 있다.

종이의 외형적 특성과 품질은 원료의 특성과 원료를 어떻게 처리하였는가와 관계가 깊다. 즉 원료 섬유 길이와 넓이, 그리고 원료 섬유의 構成成分이 특히 영향을 미친다. 여기에 收率이 좋은 것이 동일한 조건하에서 더 많은 양의 종이를 얻을 수 있으며 노력이 덜 필요하므로 종이를 만드는데 유리할 것이다.

2.1 形態的 特性

뽕나무는 韌皮纖維중 섬유의 길이가 가장 긴 것 가운데 하나이다. 섬유의 길이가 길수록 종이는 강도가 높으며 보존성도 높다. 반면 섬유는 가늘어야 종이가 세밀하고 평평하며 치밀하게 조조된다. 따라서 섬유의 길이와 넓이의 비율이 높을수록 아름다우면서도 강한 종이 된다. 다음 <표 1>은 본 연구에 쓰인 홍올뽕과 개량뽕의 인피섬유의 형태적 특성을 측정한 결과이다.

8) 한국 잠사기술 발달 100년사. 서울, 한국잠사학회. 2000. p.3.
 9) 李昌福, 新稿樹木學. 서울, 鄉文社. 1989. pp.168-170.
 10) Sung, gyoobyung, Conservation status of Mulberry genetic resourves in Korea. Expert consultation on promotion of global exchange of sericulture germplasm satellite session of 19th ISC Congress, Sept. 21st-25th, Bangkok, Thailand.
 11) 王菊華 主編, 中國造紙原料纖維特性及顯微圖鏡, 北京, 中國輕工業出版社. 1998. p.177.

<표 1> 뽕나무 섬유의 형태¹²⁾

섬유의 길이(mm)	범 위	3.3 ~ 14.9
	평 균	8.6
섬유의 넓이(μm)	범 위	8.4 ~ 31.4
	평 균	18.1
섬유 길이와 넓이의 비율	475	

위 <표 1>과 같이 뽕나무 섬유의 길이와 넓이의 비율은 475로서 세포의 특성으로 보아 종이의 원료로써 매우 양호한 수준임을 알 수 있다. 특히 현재의 뽕나무가 양잠에 알맞도록 개량한 것임을 감안하면, 적어도 조선조까지는 우리나라의 뽕나무의 섬유가 시료지보다 더 좋은 종이를 초조하는데 부합하였을 것임을 짐작할 수 있다.

중국측의 분석 자료를 보면 상지는 매우 견인하고 광택이 있으며 하얀 종이라고 한다.¹³⁾ 닥나무보다 종이의 원료로서 더 하얗고 치밀한 종이가 되는 것으로 알려져 있다. 현재 중국은 아직도 재래종을 많이 보유하고 있기 때문에 양잠에는 불리하지만 종이의 원료로서는 우리나라의 것보다 우수하다고 생각한다. 뿐만 아니라 우리나라의 뽕나무도 조선시대까지는 중국의 측정수치에 더 가까웠을 것이라 짐작된다. 이는 실제 현재 남아있는 古紙의 경우 본고의 試料紙보다 품질이 더 좋다는 것을 뜻하는 것이다. 고려조부터 중국의 문헌에 우리나라의 종이가 하얗고 치밀하고 광택이 있다는 평가가 많은 것,¹⁴⁾ 그리고 현재 중국에 남아 있는 상당수의 우리나라 종이의 원료가 桑紙라고 하는 반길성의 보고를 미루어 보면 당시 우리나라의 뽕나무가 오늘날의 것과는 많이 달랐지 않았을까 생각된다. 닥나무로 만들었지만 표백을 잘 하고 도침을 잘했기 때문만은 아니라고 생각되는 대목이다.

<표 2>와 <표 3>을 통하여 닥과 뽕의 섬유를 비교하여 보면 뽕나무의 인피섬유가 닥나무의 섬유보다 길이가 길며, 넓이는 넓지만 細胞腔의 폭은 산상계의 홍을을 제외한 뽕나무의

12) 최태호, 뽕나무를 이용한 새로운 한지의 제조(제1보) 펄프·종이기술 31, 3. 1999. p.99에 보면 다음과 같이 본고에서 사용한 뽕나무보다 섬유의 길이와 넓이가 모두 더 큰 것을 알 수 있다. 개량뽕은 길이 2.62~26.45mm, 평균 8.79mm이고 넓이 10.5~51.0μm, 평균 25.61μm이며, 홍을뽕은 길이 2.68~29.48mm이며 평균은 12.17mm이다. 넓이는 12.5~59.0μm로서 평균 30.15μm이다.

13) 李鍾凱, 桑皮造紙史話. 紙史研究 6. 1989, 10. pp.38-40.

14) 『鷄林志』에 처음으로 고려의 백추지가 하얗고 광택이 있다고 기술한 이후 많은 사람이 우리나라 종이의 특징을 위와 같이 거론하고 있다.

것이 닥나무의 섬유보다 작다. 섬유내강의 길이가 짧으면 섬유간의 부착력이 좋아서 견인하며 얇고 균일한 종이를 이룬다.

<표 2> 닥나무 섬유의 형태¹⁵⁾

섬유의 길이(mm)	범 위	3.04 ~ 16.56
	평 균	8.67
섬유의 넓이(μm)	범 위	13.8 ~ 41.3
	평 균	22.5
섬유 길이와 넓이의 비율	385	

<표 3> 중국의 뽕나무와 닥나무 섬유의 형태¹⁶⁾

	평 균		최 대		최 소		일 반		길이와 넓이의 비율	
	뽕	닥	뽕	닥	뽕	닥	뽕	닥	뽕	닥
길 이	12.4	5.05 (7.26)	29.4	8.32 (10.97)	3.6	0.62 (0.85)	5.9~ 22.5	1.46~7.70 (2.08~10.0)	855	318 (417)
넓 이	14.5	15.9 (17.4)	26.4	27.5 (29.6)	8.8	6.4 (8.5)	13.2~ 22.0	8.5~22.0 (10.2~22.9)		
섬유내강 길 이	1에 근사	2.1 (1.8)	439	2.0 (16.1)		1.0 (0.5)		1.5~3.5 (1.0~3.0)	9.8	3.28 (433)
섬유벽의 길 이	4.9		8.5		2.5		2.0			

()안은 老皮

2.2 化學的 조성

본고를 위하여 채취한 뽕나무의 화학성분을 분석한 결과는 <표 5>와 같다.¹⁷⁾ 이 측정치

15) 최태호, 닥나무류를 이용한 새로운 韓紙 개발에 관한 연구(제1보). 펄프·종이기술 24, 1. 1992. p.35.

16) 王菊華, 中國造紙原料纖維特性及顯微圖譜. 中國輕工業出版社. 1999. p.174, p.177 종합.

17) 이 자료는 본 연구에 쓰인 홍울뽕과 개량뽕을 함께 분석한 것이다. 홍울뽕과 산상뽕의 종류 각각의 특성은 최태호의 뽕나무를 이용한 새로운 한지의 제조(제1보) 펄프공학회지 31, 3 1999. p.100에 보면 다음과 같다.

에 의하면 뽕나무에 함유된 리그닌은 4.6%로서 매우 낮다. 닥나무의 경우 <표 6>에 의하면 13.1%로서 뽕나무보다 함량이 높다. 리그닌이 많으면 펄프의 수율이 감소될 뿐만 아니라 불순물을 제거하기 위해 재 등의 알카리가 많이 필요하고, 더 오랫동안 삶아야 한다. 또 다 제거되지 않을 때는 黃變하기 쉬우며 劣化가 빨라진다. 홍을뽕이 개량뽕보다는 리그닌의 양이 많지만 닥나무보다는 적다. 특히 중국산 뽕나무의 화학적 조성비를 보면 리그닌이 닥나무보다 매우 적다. 따라서 종이를 만들었을 때 품질이 좋으며 보존성도 역시 증가한다.

<표 5> 뽕나무의 화학적 특성

종 류		성 분 (%)
추 출 물	냉 수	23.1
	온 수	23.7
	1% NaOH	47.1
	알콜벤젠	7.4
리 그 닥		4.6
홀로셀룰로즈		64.0
알파셀룰로즈		33.1
회 분		4.1

냉수, 온수 추출물은 뽕나무가 닥나무보다 높으며, 1% NaOH, 알콜의 추출물은 닥보다 낮다. 추출물 함량이 높을수록 재의 소비가 늘며 수율이 감소되는데 닥의 경우 生枝에서 白

<표 4> 개량뽕과 홍을뽕의 화학적 조성

		백상(개량뽕)	산상(홍을뽕)
추출물(%)	냉 수	20.6	18.2
	온 수	21.1	19.5
	1% NaOH	56.0	55.2
	알 콜	12.8	16.8
리 그 닥 (%)		10.2	12.8
홀로셀룰로즈(%)		56.2	57.6
회 분 (%)		6.91	7.28

皮의 수율이 대체로 10%정도 되며 뽕나무의 경우도 필자가 여러 가지 종류의 뽕나무를 측정해본 결과 대부분이 10% 이내였다.¹⁸⁾

홀로셀룰로즈(전섬유소)의 함량은 닥나무가 뽕나무보다 높고 뽕나무 가운데는 홍을뽕이 개량뽕보다 다소 함량이 높았다. 가지수가 많고 잎이 많이 달리는 나무의 韌皮는 마디가 있어 수율이 많이 떨어지므로 특히 양잠용 뽕은 닥보다 종이의 원료로서는 사실상 열등하다고 할 수 있다. 그러나 우리나라의 뽕나무도 교잡되기 이전의 것은 중국의 것과 섬유의 길이와 넓이의 비율과 화학적 성분에 있어서도 차이가 없었을 것이다. 상지는 섬유벽의 膠膜이 광택있는 종이를 만들므로 종이의 품질은 지금보다 더 좋았을 것이며 또한 보존성도 더 좋았을 것임을 추측할 수 있다.

<표 6> 닥나무의 화학적 조성¹⁹⁾

종 류		성 분 (%)
추 출 물	냉 수	17.3
	온 수	19.0
	1% NaOH	50.0
	알 콜	10.7
리 그 닐		13.1
홀로셀룰로즈		69.1
펜 토 잔		13.7
회 분		6.65

18) 조선총독부중앙시험소보고 1, p.8의 1-15에 보면 당시 닥나무의 黑皮에서 종이의 수율은 평균 23%이며, 뽕나무의 종이 수율은 노상이 19.46%, 山中高肋이 20.75%정도로서 닥나무보다는 수율이 약간 떨어지는 것으로 보고되었다.

19) 최태호, 조남석, 닥나무류를 이용한 새로운 한지의 개발에 관한 연구(제1보). 펄프공학회지 24.1. 1992. p.35.

3. 상지의 物性和 環境에 의한 변화

종이의 品質과 保存性은 우선적으로 원료섬유의 형태적 특성과 화학적 특성, 그리고 종이의 제조과정에서 남아 있거나 첨가된 물질에 의해서 영향을 받는다. 나무는 재배된 지역에 따라 동일한 품종이라 하더라도 성분이 달라질 수 있다. 더욱이 다른 품종이나 수종의 경우는 그 차이가 많이 날 수 있다. 그러므로 가장 좋은 비교 방법은 같은 지역에서 자란 원료를 채취하여 試料로 삼아 분석하는 것이다. 그러나 현실적으로 매우 어려울 뿐만 아니라 古紙의 경우도 여러 지방의 것, 혹은 여러 종류의 뽕나무가 혼재되어 있을 가능성이 크므로 본 장에서는 동일한 시기에 채취한 뽕나무-홍올뽕, 개량뽕과 닥나무를 동일한 조건 하에서 동일한 과정과 재료를 사용하여 동일인이 만든 종이를 시료로 삼아 분석하였다.

그러나 長纖維로 만든 종이, 특히 손으로 두드리고 발로 뜨는 전통종이는 그 두께나 평량 등도 일정하지 않으며 섬유의 중횡 방향도 사실상 구별하기 쉽지 않다. 기계지와 달리 한 장의 종이 내에서도 부위에 따라 편차도 또한 크다. 따라서 비교하기가 매우 힘들며 샘플의 양도 많아야 한다. 그러나 한지를 만드는 발은 크기가 작고 또 아무리 동일한 사람의 작품이라 하더라도 수제품이니만큼 차이가 있을 수밖에 없다. 그러므로 한 장의 샘플을 아무런 조치를 하지 않은 기본 측정을 한 실험당 10회의 측정을 한 후 일광실험과 고온처리를 해야했기 때문에, 샘플이 많이 부족하여서 열처리와 일광처리에 대한 실험은 한 방향만 하였다. 고온처리의 경우 72시간에 대한 변화는 두차례에 걸쳐 여러개의 샘플을 실험하였으나 144시간의 경우에는 샘플 하나밖에 할 수 없었다.

3.1 상지의 物性

桑紙와 楮紙의 물성을 분석한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7>을 분석하여 보면 단위당 무게인 平量은 대체로 저지가 컸으며, 密度는 비슷하였다. 白色度は 표준 백색도 100에 대하여 백분율로 표시한 것으로서 불순물의 영향을 나타낼 수 있다. 보통 저지로서 표백되지 않은 것은 백색도가 37.9~43.8%정도라고 하는데²⁰⁾ 상지는 36.7~36.95%로 범위에 드는 반면 저지는 46.49%로 높았으며, 상지와 비교해서는 현저히 높았다. 이는 알카리로 끓일 때 빨리 불순물이 분리되었다는 것을 의미한다. 반면

20) 加藤晴治, 和紙(技術篇) 동경, 東京電機大學出版局,昭和41[1966]. p.116.

<표 7> 상지와 저지의 物性

Sample No.			상지 1	상지 2	상지 3	저지 1
평 량		g/m ²	40.27	42.82	46.62	44.38
두 께		μm	134.4	126.4	137.9	145
밀 도		g/cm ²	0.30	0.34	0.31	0.31
백 색 도	F	%ISO	36.7	36.09	36.95	46.49
Whiteness	ASTM	%	-6.79	-7.75	-5.62	6.03
불투명도		%	81.40	81.05	83.21	86.26
인장강도	MD	kgf	3.52	3.71	4.00	4.33
	CD		2.68	2.63	2.68	3.97
열 단 장	MD	km	5.87	6.15	5.99	7.26
	CD		4.37	4.10	4.46	6.83
신 장 율	MD	%	1.70	1.71	1.96	2.09
	CD		1.79	1.66	1.68	2.15
인열강도	MD	gf	178.9	209.1	190.0	256.2
	CD		200.4	183.2	209.2	181.7
평 활 도	F	sec	0.86	0.94	0.85	0.76
	W		0.76	0.79	0.76	0.70
거칠음도	F	μm	4.88	4.87	4.88	4.85
	W		4.87	4.87	4.88	4.83
내 절 도	MD	회	596.5	561	634.8	2112.5
	CD	회	503.6	331	2974.8	2426.5
투 기 도		mℓ/min	410	409.4	409.2	403
색 상		L*	76.38	75.56	76.37	81.44
		a*	1.43	1.52	1.52	0.87
		b*	16.76	17.04	16.37	13.66
TEA	MD	J/m ²	24.66	24.69	30.34	37.16
	CD		18.88	18.45	18.16	35.20
Ash		%	2.74	2.79	2.75	2.06

(온도 20℃, 상대습도 65±3%)

상지의 경우는 재의 양이 같을 경우 저지보다 더 진한색이 된다는 것을 의미한다. 리그닌의 함유량이 더 적은데도 불구하고 실제 리그닌을 분리하기는 뽕나무가 어려운 것을 알 수 있다. 닥나무는 절단 후 처리시간에 영향을 받지 않지만 뽕나무는 채취한 후 바로 처리하면 껍질을 벗기는 박피와 蒸解과정이 비교적 용이하나 오랫동안 방치하면 이들 과정이 어렵다. 본 연구에서는 닥과 마찬가지로 일정한 시간이 지난 후 닥뭉이의 과정을 거친 후에 처리한 것이다.

不透明度는 닥나무가 상대적으로 높았지만 사실상 뽕나무의 경우도 충분히 인쇄나 글쓰기에 전혀 지장이 없으므로 특별한 의미는 없다. 인장강도는 종횡 모두 닥나무가 높아서 뽕나무보다 질기다고 할 수 있다.

인열강도, 열단장, 신장율은 모두 닥나무가 우수하였다. 종이가 劣化될 때 신장율이나 인열강도가 특히 낮아지므로 老化實驗을 하지 않은 시료지 자체에 있어서는 저지가 우수하다고 할 수 있다.

平闊度는 상지가 훨씬 우수하다. 인쇄나 글을 쓰는데는 매우 좋은 특성이다. 특히 붓으로 쓰는 경우 섬유의 털이 덜 일어나기 때문에 편리하다. 우리나라 종이 搗碓을 하는 경우 너무 미끄럽고 도침을 하지 않을 경우는 털이 일어나 붓이 걸린다는 점을 여러 사람이 지적하였는데²¹⁾ 상지의 경우는 이점에서 유리하기 때문에 손으로 써야하는 文書紙를 많이 만들었던 것은 아닐까 생각할 수 있다.

거칠음도는 두 종류의 종이가 별 차이 없었으나 耐切度는 저지가 종횡(MD: 2496, 3207, 1072, 1152, 1702, 3046, CD:1442, 852, 6166, 835, 4256, 1008) 의 차이가 없이 상지보다 훨씬 우수하다.

이와 같이 측정된 결과를 본다면 전체적으로 본 시료지의 경우 저지가 다소 우수한 것이 사실이다.

3.2 高溫에 의한 물성변화

종이의 保存性이 얼마나 우수한가 연구하기 위해서는 자연적인 환경에 노출된 시간에 따른 종이의 열화정도를 오랫동안에 걸쳐서 측정함으로써 얻을 수 있다. 그러나 수년 혹은 수

21) 대표적으로 柳馨遠의 礪溪隱錄 卷3에 보면 우리나라의 종이가 무겁고 털이 일어 난다는 것을 단점으로 지적하고 있다.

<표 8> 상지의 高溫에 의한 물성변화

		상지 1		상지 2		상지 3			저지 1		저지 2		상저혼합 (1:1)		
		0h	72h	0h	72h	0h	72h	144h	0h	72h	0h	72h	0h	72h	
시 간															
평 량	g/m ²	40.2				46.62	39.7	39.7	41.4		45.6		37.8		
두 께	μm	145				137.9			143		137		117		
밀 도	g/cm	0.28				0.31			0.29		0.33		0.32		
백색도	F	%ISO	36.8	37.2	37.4	37.0	36.95	35.8	36.3	47.5	47.6	47.1	46.9	38.5	38.4
White-ness	ASTM	%	-5.71	-11.63	-4.69	10.34	-5.62			7.94	6.62	7.47	7.04	-3.02	-4.12
불투명도		%	87.2	83.2	86.7	84.0	83.21			87.2	84.3	85.8	88.1	84.8	85.1
인장강도	MD	Kgf	4.86	5.00	4.99	5.09	4.00	5.0	5.46	5.13	4.99	5.17	4.22	4.49	4.07
	CD		3.44	3.35	3.59	3.48	2.68			3.74	3.29	3.53	3.47	3.05	2.91
열단장	MD	Km	8.07	8.29	7.72	7.87	5.99			8.26	8.04	7.55	6.14	7.92	7.18
	CD		5.70	5.56	5.55	5.39	4.46			5.48	5.30	5.17	5.08	5.38	5.13
신장율	MD	%	1.75	2.06	1.80	1.99	1.96			1.97	1.95	2.15	2.25	1.88	1.97
	CD		1.68	1.78	1.61	1.85	1.68			1.99	2.00	1.84	1.90	1.82	1.62
인열강도	MD	gf	185	174	170	147	190.0	141.6	157.0	200	192	198	194	139	138
	CD		198	188	174	160	209.2			201	198	210	206	142	144
내절도	MD	회	343	168	492	146	634.8	492	301	712	417	768	690	227	249
	CD		894	528	852	625	2974.8			1247	1056	964	734	465	460
색 상		L*	76.32	78.05	76.59	77.40	76.37			81.8	82.36	81.71	81.44	77.45	77.45
		a*	1.94	1.84	1.77	1.86	1.52			1.02	0.79	1.02	0.84	1.50	1.92
		b*	16.40	18.49	16.10	18.00	16.37			13.21	13.67	13.31	13.58	15.64	16.43
TEA	MD		40.17	43.79	42.52	43.79	30.34			47.25	44.79	51.21	42.09	46.28	34.23
	CD		28.24	30.46	28.64	30.46	18.16			33.16	35.14	30.55	29.48	31.04	23.86

(온도 20°C, 상대습도 65±3%)

십년의 세월을 두고 변화해가는 과정을 실제로 분석하기는 매우 힘들다. 또 변화를 예측하여 보호조치를 취하기도 어렵다. 따라서 인위적인 방법으로 노화를 촉진시켜서 자연적으로 오랫동안 노화가 진행된 것과 가까운 조건을 부여하고, 이를 측정하는 것이 일반적이다. 그 방법으로서 크게 두 종류의 실험을 할 수 있다. 첫째로 高溫에 노출시킨 후 변화를 측정하는 것이며, 둘째로 자외선 등에 노출시켜서 그 추이를 보는 것이다. 고온으로 노화를 촉진하는 방법은 온도 105℃로 72시간, 혹은 144시간을 건조한 오븐에 방치하는 방법이 흔히 사용된다.²²⁾ 105℃의 온도로 72시간 경과하면 25년의 기간동안 자연노화된 정도와 동일하다고 간주된다.²³⁾

우선 상지와 저지를 각각 105℃로 72시간 144시간 건조기에 넣어 가열하여 그 변화를 살펴보았다. 72시간 가열한 결과, 상지와 저지 모두 黃變하였다. 그러나 144시간이 지나면서 오히려 더 밝아졌는데 이는 두 종류의 종이 모두가 표백하지 않은 것이기 때문인 것으로 생각된다. 桑紙에서 변화가 더 크게 나타난 것을 보면 섬유속의 불순물이 용이하게 산화될 수 있다는 것을 의미하며, 오히려 초기에 영향을 많이 받지만 시간이 갈수록 상지의 경우가 강하다는 것을 알 수 있다. 따라서 표백하지 않은 상지는 시간이 갈수록 하얗게 변하며, 역시 강인함을 많이 잃지는 않는 종이임을 알 수 있다. 중국의 문헌에서 우리나라의 종이 희고 질기다고 하였는데 우리나라에서 중국으로 간 종이 가운데 상지가 많았던 이유도 이때문이 아닐까 생각된다.

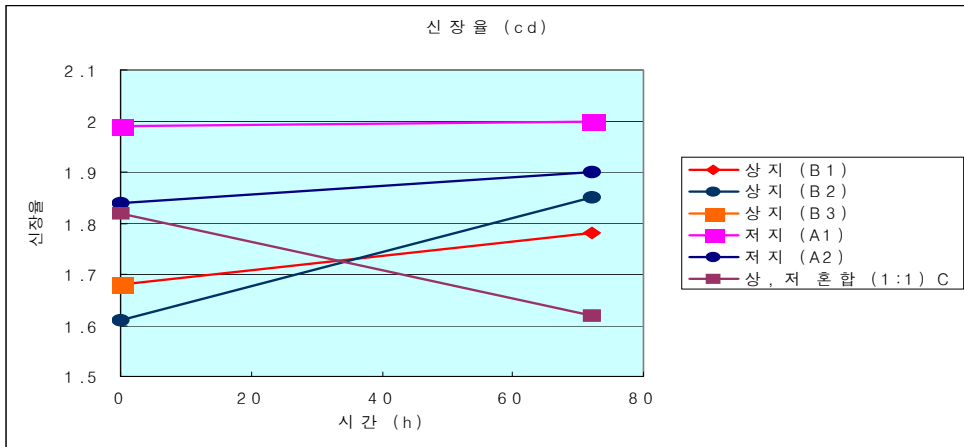
닥나무는 섬유의 성질상 세포벽이 두꺼우므로 종이를 만들었을 때 평량에 비해 두께가 두껍다. 상지는 상대적으로 오랜 시간이 경과할수록 변화의 폭이 작아지는 것을 알 수 있다.

열단장은 넓이 15mm의 종이가 자기무게에 의해 절단되는 길이를 표시하는 것으로서 인장강도에 비례한다. 이 경우도 저지나 상지 모두 90%가 넘어 큰 변화는 없었다. 신장율도 72시간 고온에 노출되었을 때는 변화가 많지 않았다.

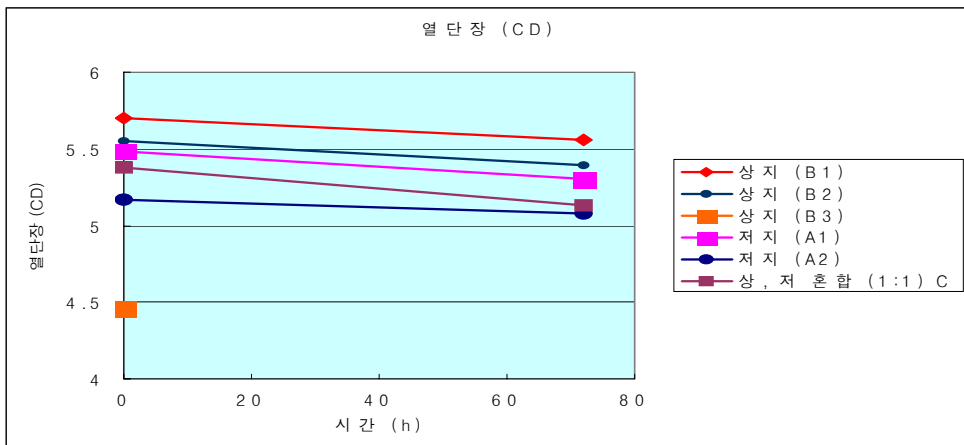
高溫에 72시간 방치한 경우는 두 번에 걸쳐서 측정하였다. 시료 상지³⁾으로 그 변화를 살펴보면 인열강도는 72시간 열에 노출되었을 때 75%로 감소하였고, 144시간 노출되었을 때는 변화가 크지 않다. 초기에는 약해지지만 오히려 시간이 갈수록 훼손정도가 상대적으로 약해진다. 72시간 노출된 수치로 상지와 저지를 비교하면 저지가 95%이상으로 다소 앞선다. 첫 번째 실험에서 행한 닥나무와 뽕나무를 1:1 혼합해서 만든 종이는 거의 차이가 없었다.

22) TAPPI Test Methods. T453 PM85.

23) 小林嬌一, 紙の今昔. 東京, 新潮選書. 昭和61[1986]. p.177.

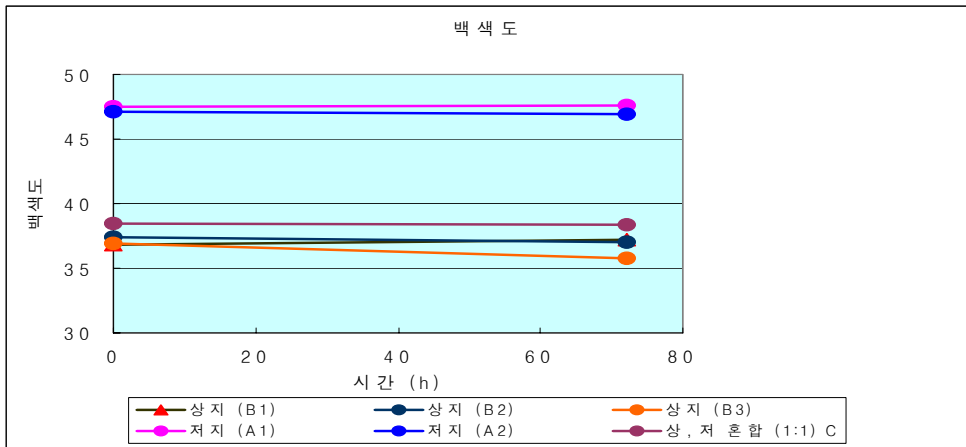


<그림 1> 신장율의 변화

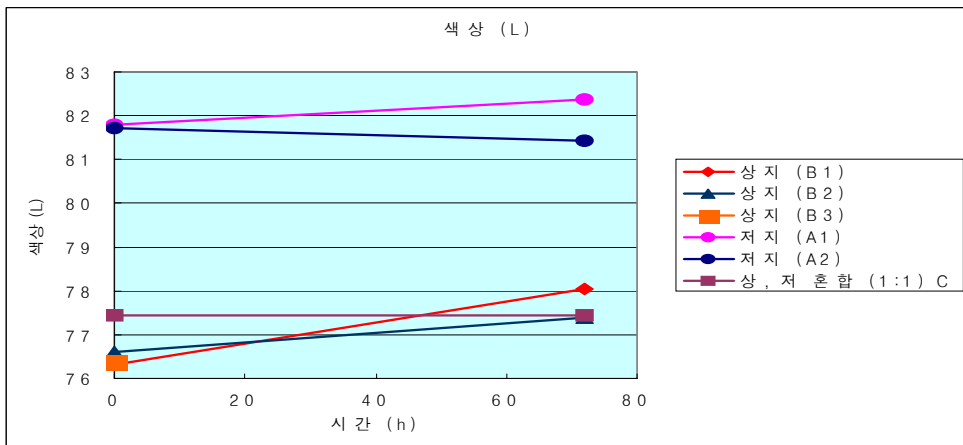


<그림 2> 열단장의 변화

白色度は 첫 번째 실험에서 보면 72시간이 지났을 때는 약간 증가하거나 약간 낮아지다 144시간이 되면 오히려 증가하는 것을 알 수 있다. 표백을 거치지 않은 것이기 때문에 약간의 雜物이 酸化된 것으로 보인다. 그러나 백색도가 증가한다고 해서 열화가 멈추는 것은 아니라서 외양이 하얗게 변하는 것과 관계없이 노화가 이루어지고 있다는 것을 강도 실험으로 알 수 있다.



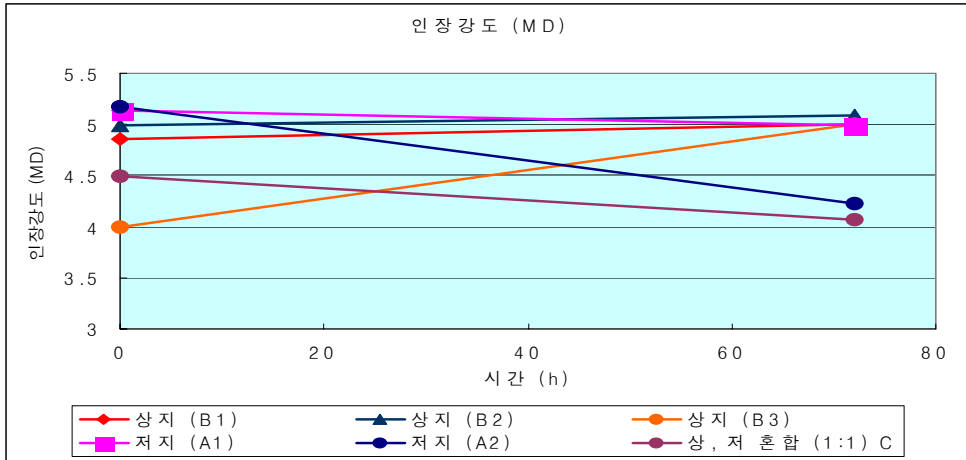
<그림 3> 백색도의 변화



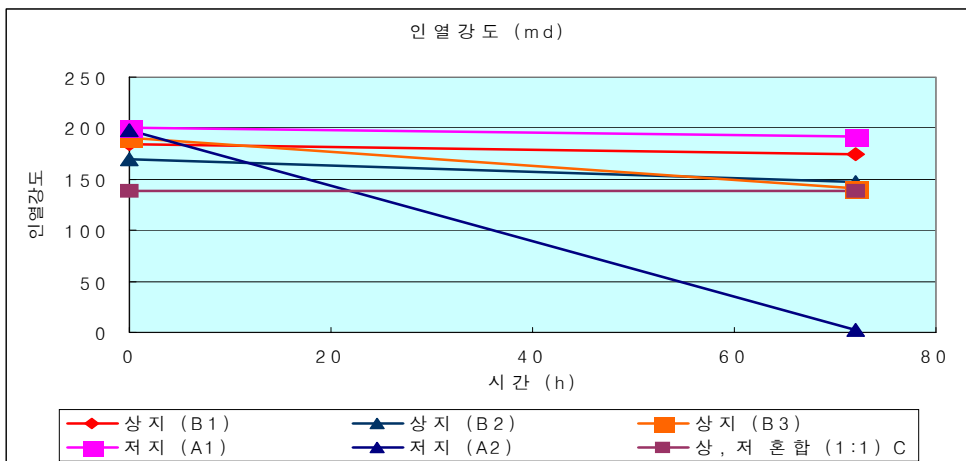
<그림 4> 색상(L)의 변화

인장강도는 차이가 없었다. 고온의 경우는 인장강도는 큰 영향이 없고 가장 영향을 받는 것이 耐切度인데 상지3의 원 샘플이 MD : 328, 675, 725, 480, 1050, 473, 667, 1050, 473, 667이고 CD : 4505, 2952, 3652, 3940, 5046, 1231, 1361, 1110으로서 비교적 두 겹기 때문에 耐切度가 높게 나온 것으로 보인다. 특히 첫 번째 실험결과 저지는 시료 저지 1, 저지2가 각각 85%, 76%로 낮아진데 비해서 상지는 1, 2 각각 59%, 73%로 낮아졌고

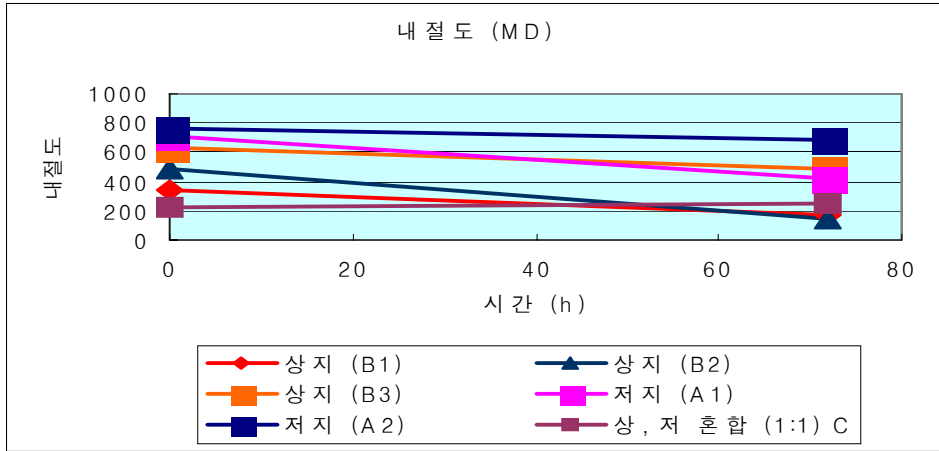
닥과 동량으로 혼합한 시료는 처음과 거의 차이 없는 99%의 수준에 머물렀다. 뽕나무와 닥나무를 혼합해서 만든 종이는 시료가 적고 비교적 두껍게 만들어 졌으므로 다른 시료와 비교하기는 사실상 어렵기 때문에 더 깊은 연구가 필요할 것이다.



<그림 5> 인장강도의 변화



<그림 6> 인열강도의 변화



<그림 7> 내절도의 변화

3.3 日光에 의한 물성변화

老化實驗의 또 한가지는 자외선에 대한 변화 측정인데 350-nm으로 48시간, 100시간, 그리고 200시간을 측정하였다. 이 실험의 4일은 자연상태의 3.3년에 해당한다.²⁴⁾ 실험은 Atlas Electric Devices, Co.의 Fade-Ometer FEX-1588로 하였다. 실험결과는 다음 <표 9>와 같다.

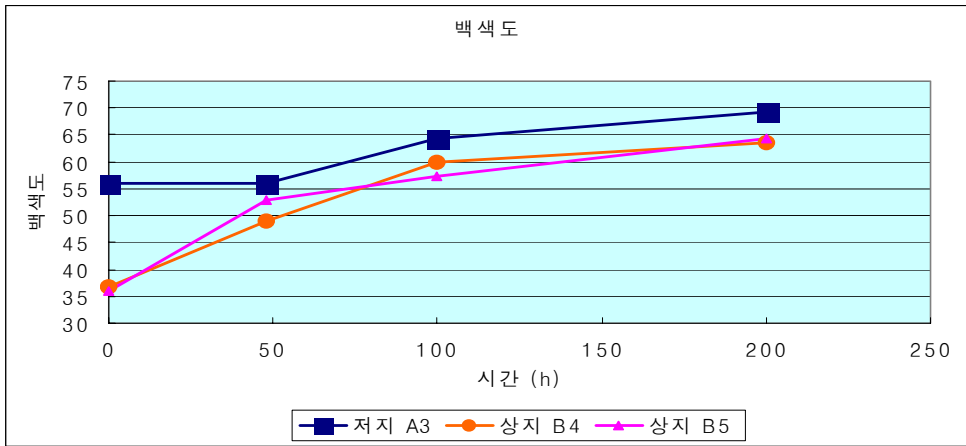
<표 9> 상지의 日光에 의한 물성변화

		상 지 4				상 지 5				저 지 3			
		0h	48h	100h	200h	0h	48h	100h	200h	0h	48h	100h	200h
평 량	g/m ²	40.27	37.6	35.5	35.5	42.82	35.5	37.6	39.7	42.82	35.5	37.6	39.7
백 색 도	%ISO	36.7	49.0	59.9	63.6	36.09	52.9	57.2	64.4	36.09	52.9	57.2	64.4
인열강도	gf	178.9	146.0	125.1	119.1	183.2	138.5	104.2	86.8	183.2	138.5	104.2	86.8

온도 20℃ 상대습도 65±3%

24) Arnold, R.Bruce, ASTM's paper aging research program. 1999.

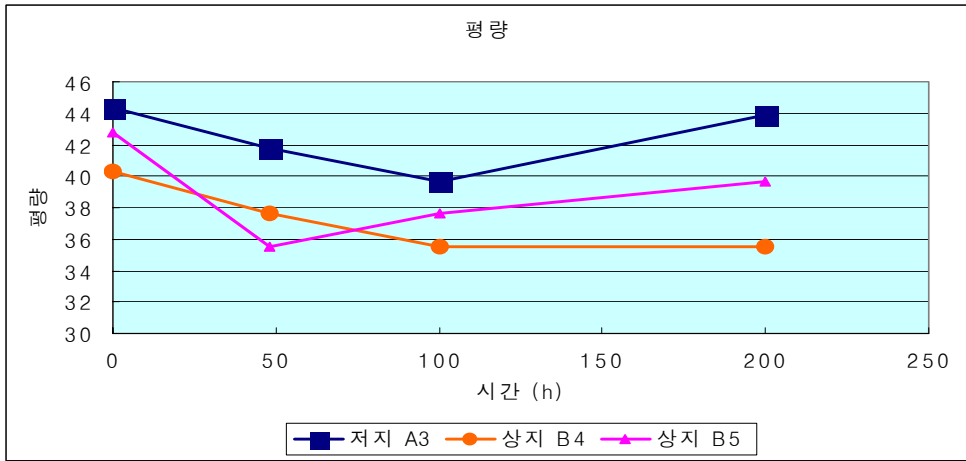
실험 결과 백색도는 저지나 상지의 샘플 모두 현저히 증가하였다. 종이를 희게 만들 경우 먼저 섬유를 하천이나 눈에서 일광을 이용하여 표백을 하여 초조하는데 본 시료지는 표백을 하지 않은 것이기 때문에 일광에 표백이 되어 오히려 백색도가 높아진 것이다. 이미 표백된 종이는 일광에 노출되면 색깔이 누렇게 변하는데 미표백지는 백색도가 증가한다. 본래 미표백지는 100시간까지의 변화가 크고 200시간까지는 그 변화폭이 적어지는데 상지의 경우는 처음 100시간까지의 변화가 저지보다 더 컸다. 처음 초조된 상지가 백색도가 낮았기 때문에 일광에 의해 불순물의 발효가 많이 일어난 것으로 보인다. 따라서 시간이 가면 온도에 의해서, 그리고 일광에 의해서 상지의 외양이 더욱 좋아져서 저지와 차이가 없어지는 것을 알 수 있다. 잡물의 酸化로 평량은 감소하지만 어느 정도는 증가하기도 한다.



<그림 9> 백색도의 변화

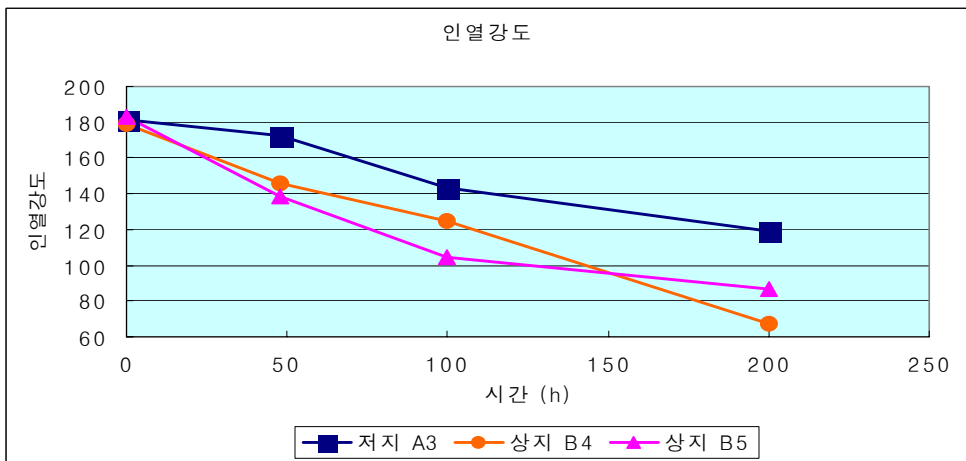
그러나 백색도가 100시간 이후 200시간까지 변화가 거의 없다하여도 고온에 의한 것 뿐만 아니라 일광에 의해서도 纖維素의 酸化는 진행이 된다. 인열강도나 인장강도가 48시간에서 100시간까지는 저지나 상지가 거의 비슷한데 100시간 경과 후 200시간까지 현저하게 낮아진 것을 미루어 알 수 있다. 시간이 갈수록 심하게 훼손이 될 수 있다는 것을 나타낸다.

닥나무 섬유의 성질상 세포벽이 두꺼우므로 종이를 만들었을 때 평량에 비해 두께가 두꺼운 편인데 시간이 오래 경과될수록 압축되었던 섬유층이 부풀기가 쉽고 강도가 약해진다. 100시간까지는 변화가 많지만 노출의 기간이 오래갈 수록 상지나 저지 모두 변화가 적어지는 것을 알 수 있다.



<그림 10> 평량의 변화

인열강도, 인장강도 등은 표백하지 않은 것이 표백된 것보다 훨씬 강하며 일광이나 고온에 의해서도 열화속도가 늦어지므로 보존을 위해서는 표백을 할 필요가 없다. 미표백 상지가 보존성이 높을 뿐만 아니라 점차 외형도 좋아지기 때문이다.



<그림 11> 인열강도의 변화

고지의 특히 手抄紙의 劣化에 있어서 외형상으로는 100년, 200년이 경과해도 크게 변화를 못 느끼는 경우가 많다. 종이의 열화정도를 판단하는데 있어서 초보적으로 종이의 색깔로써 그 정도를 짐작하게 된다. 그러나 變色程度는 세월의 長短 뿐만 아니라 섬유 자체의 화학성분과 함께 펄프화하는 과정에서 얼마나 원료를 잘 처리하였는가도 영향을 받는다.

4. 결 론

이상과 같이 종이의 보존성에 큰 영향을 미치는 섬유의 형태적, 화학적 분석과, 成紙 후의 신장률, 밀도, 백색도 등을 통하여 桑紙의 보존성에 대하여 살펴보았다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 섬유의 형태적면에서 뽕나무의 인피섬유는 닥나무의 그것보다 길다. 넓이는 약간 굵으나 섬유의 길이와 넓이의 비율이 닥나무 보다 작지 않고 오히려 높다. 이는 종이의 외형이 미려할 뿐 아니라 강도가 높은 것을 가르키는 것이며 따라서 보존성도 높은 것을 뜻한다.
- 2) 섬유의 화학적 조성면에서도 全纖維素는 닥보다 적으나 불순물인 리그닌은 닥보다 적기 때문에 蒸解 과정에서 크게 不利하다고 할 수 없다. 따라서 섬유자체의 측면에서 뽕나무는 닥나무보다 크게 열등하지 않다. 단지 최근에 재배되는 뽕나무 종류는 잎이 많고 가지수가 많기 때문에 실제 섬유길이는 닥보다 길다고 하여도 收率면에서는 많이 불리하다. 그러나 뽕나무는 자른 후 바로 흑피를 벗기면 닥나무를 剝皮할 때 필요한 닥물이를 하지 않아도 되는 장점이 있다. 또 양잠과 함께 병행할 수 있다는 장점도 있다.
- 3) 桑紙의 物性을 살펴보면 밀도는 저지와 비슷하다. 초기 백색도나 인장강도, 신장율, 내절도 등은 저지에 미치지 못했다. 그러나 시간의 경과에 따른 劣化程度는 저지보다 약하거나 비슷할 것으로 사려된다. 초기 25년 이후에는 노화 속도가 저지보다 느리다는 것을 알 수 있었다. 신장율, 인열강도 등이 특히 낮은 것은 양잠에 유리한 형질을 즉 마디사이의 길이인 절간장이 짧고 가지수가 많은 품종으로 개량했기 때문에 생겨진 현상으로 보인다. 뿐만 아니라 여름에는 누에에게 뽕 잎을 먹이고 남은 가지의 인

피를 바로 박피하여 활용하여야 하지만, 농번기이므로 시간을 경과함으로써 인피의 품질이 떨어지는 것도 그 원인으로 들 수 있을 것이다.

- 4) 그러므로 재래종으로 만든 옛날의 고지는 현재의 품종으로 만든 상지보다는 纖維長寬의 비율도 높고 화학적 조성도 더 유리할 것이며, 따라서 신장율, 인장강도, 인열강도도 본 시료보다 더 높으리라 생각된다. 특히 고온이나 자외선 등의 환경변화에 강한 것으로 보이므로 저지보다 결코 열등하다고만 볼 수는 없다. 양잠을 위한 뽕이 아닌, 종이를 위한 뽕나무를 재배해서 종이를 만든다면 또 하나의 훌륭한 전통종이의 복원도 가능할 것 같다.

본고는 현재 전해지고 있는 古紙에 대한 인식을 위한 최선의 방법으로서 수초지를 만들어 실험을 하여본 결과이지만 수초지의 특성인 불균일성에 의해서 측정 수치가 매우 불안정하다. 이 후 더 다양한 실험과 함께 장기간의 관찰을 통한 실험이 지속적으로 이루어지면 더 자세한 특성이 드러날 것으로 기대된다.

<참고문헌은 각주로 대신함>