

김순관, 홍순천

능화지(菱花紙)  
제작기법 및  
그 특성에  
관한 연구

01»

# 능화지(菱花紙) 제작기법 및 그 특성에 관한 연구

김순관<sup>1</sup>, 홍순천

국립문화재연구소 문화재보존과학센터



## Study on the Neunhwaji fabrication techniques and characteristics

Kim soon kwan<sup>1</sup>, Hong soon chon

Cultural Heritage Conservation Science Center, National Research Institute of Cultural Heritage

<sup>1</sup>Corresponding Author : ksk59@korea.kr

### | 초록 |

우리나라의 능화지는 많은 전적류에서 표지로 사용되어 왔다. 이는 한국의 전적류에서 특징적으로 나타나는 점이다. 본 연구에서는 황벽, 치자로 염색한 한지를 사용하여 능화판에 시문하는 공정을 통해 능화지 시료를 제작하였으며, 대조군은 황벽과 치자로 염색한 한지와 염색하지 않은 한지를 사용하여 능화지의 물리적 특성(내절도, 인장강도), 항균성, 방습성을 분석하였다.

첫째, 내절도 측정 결과 능화문 시문을 하지 않은 CB, HB는 열화기간이 증가함에 따라 강도가 감소하였으며, 능화지인 CN, HN은 열화 초기에 강도가 증가하다가 열화 27일 이후부터 초기 값보다 강도가 낮아지며 점차 감소하였다. 인장강도는 모든 시료에서 열화가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타냈다.

둘째, *Arthriniun sp.* 균은 능화지에서 능화문을 시문하지 않은 경우보다 약 10%정도의 낮은 생장률을 보였으며, *Cladosporium sp.* 균은 약 20~30% 정도 낮은 생장률을 보였다. 또한 치자(C)보다는 황벽(H)에서 10~30% 정도 낮은 균 생장률을 나타냈다. 이와 같은 실험결과를 통해 능화지가 배접된 한지보다 항균효과가 우수하였으며, 염색 재료의 경우 치자보다 황벽의 항균성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 접촉각 측정 결과 CN, CB, HN, HB는 평균 85~92°의 접촉각을 나타냈으며, NON-N, NON-B는 59~63°의 접촉각을 나타냈다. CN은 CB보다 1~7°의 높은 접촉각을, HN은 HB보다 1~6°의 높은 접촉각을 나타냈다. 결과적으로, 능화지가 배접된 한지보다 높은 접촉각을 나타냄으로써, 능화지의 방습성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 한국 능화지의 제작 기법을 제시하고, 능화지의 특성을 밝힌 결과, 능화지의 특성이 일반 한지의 특성에 비해 우수하였지만, 각 실험에서 도출된 결과에 대하여 추가 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

주제어: 능화지, 인장강도, 내절도, 접촉각, 균 생장률

\*접수: 2011. 9. 30 \*수정: 2011. 11. 1 \*게재확정: 2011. 11. 3

## | ABSTRACT |

Neunghwaji(Embossed patterned paper) is a unique paper used for a traditional book cover in Korea. The research was carried out to investigate Neunghwaji's features. Physical property was studied through a test of tensile strength and folding endurance. Also, comparative analysis of virus resistance and waterproof ability was undertaken on Neunghwaji.

1. Folding endurance test showed that strength of non-embossed CB and HB decreased during deteriorating duration. Embossed CN and HN showed the strength increasing at early stage and decreasing from the 27th day of the deteriorating duration. Tensile strength was decreasing in both cases as deterioration progressed.

2. Growth of *Arthrinium sp.* fungus on embossed paper was 10% less than plain paper while *Cladosporium sp.* showed 20~30% less growth. Amur cork dyeing(H) showed 10~30% lower fungi growth than Gardenia seed dyeing(C). The result indicated that embossed paper has better virus resistance than Hanji, and Amur cork dyeing has better virus resistance than Gardenia seed dyeing.

3. Average contact angle of CN, CB, HN, and HB was 85~92° and NON-N and NON-B was 59~63°. In detail, CN's contact angle was 1~7° higher than CB's; HN was 1~6° higher than HB. Therefore, it was found that embossed paper has higher contact angle than Hanji thus the former has better waterproof ability.

The research suggested production technique of Neunghwaji and studied its features related to the technique. Neunghwaji was confirmed to have superior quality to Hanji though further study regarding above test result is needed to complement the research.

*Key Words*: Neunghwaji, Tensile strength, Folding endurance, contact angle, growth of fungi

## 1. 서론

기록은 인류의 문자가 발명되어 사용된 후부터 지금까지 이어져 오고 있으며, 이러한 기록은 전적(典籍)으로 만들어져 지식의 축적과 후세로의 전승에 그 의미를 갖는다. 우리나라에서 기록이 가장 전성기를 이룬 시기는 조선시대였으며, 그만큼 다양한 전적류들이 제작되어 왔다. 우리나라 전적류의 표지는 비단, 삼베, 능화지 등으로 장식되어 왔는데, 그 중 능화지는 많은 전적류의 표지로 장식 되어졌다. 이것은 동아시아 지역 인근국가의 전적류와 비교할 때,

한국의 전적류에서 특징적으로 나타나는 점이다. 현재 우리나라에서 문화재로 지정된 전적류는 문화재청 2010년 12월 31일 통계로 국보 55건 보물 422건이며, 많은 양의 전적류들이 시도지정문화재로 지정되어 있다. 이 중 선장본의 경우는 능화지를 제작하여 표지에 사용하였으며, 그 양 또한 많은 비중을 차지한다.

본 연구에서는 우리나라의 전적류에 사용된 능화지의 제작 기법을 제시하고, 그로부터 기인한 능화지의 특성을 밝힘으로써, 전적류의 보존처리 및 복원 관련 연구에 기여하고자 한다.

## 2. 능화지 제작

능화지는 능화판에 밀랍을 바르고 그 위에 염색된 배접지를 올려 밀돌을 이용하여 시문하는 방식으로 문양을 돋우는데, 이에 사용되는 도구와 재료 및 제작기법은 다음과 같다.

### 2.1. 능화판

능화판은 일반적으로 고서의 겉장을 장식하는 방법 중 마름모꼴 모양의 각종 무늬를 새겨 누르고 밀랍을 칠하여 책의(冊衣)를 만드는 데 사용하는 판목을 일컫는다. 옛 사람들은 능화판을 어떤 보화보다도 귀하게 여겼으며, 책을 미적으로나 기능적으로 완성시키는데 없어서는 안 되는 가장 소중한 물건으로 생각하였다. 이러한 사실을 통문관(通文館)의 이겸노(李謙魯)는 능화판의 뒷면에 새겨진 명문을 소개하며 다음과 같이 기록하였다.

“예로부터 종이, 붓, 먹, 벼루 이 네 가지를 문방사우(文房四友)라 하여 시인묵객(詩人墨客)들의 필수 애용품이었지만 여기에서 말하고자 하는 능화판도 고인(古人)들은 문방용구의 하나로 중용되었던 것이다. 그러므로 능화판 중에는 후면에 능화판문방중일물이불가무자하정무신동조성간죽하서실(菱花板文房中一物而不可無者夏正戊申冬造成干竹下書室)이라 달필의 글씨를 각하고 그 밑에는 취죽장서각(翠竹藏書閣)이라는 방인(方印)의 낙관까지 곁들여 있는 것을 보면 선인들의 능화판 애용도를 짐작케 할 뿐만 아니라 고서제본에 없어서는 안 될 필수품이었던 것이다.(이겸노, 1969)”

능화판은 목판의 한 종류이기도 하지만 목판과는 사용하는 방법에 있어서 약간의 차이가 있다. 목판과 능화판은 나무에 각을 새겨 이를 중

이 등에 옮기는 데 사용하는 점에서 동일하지만, 약간의 힘을 더해 누르며 찍어내는 목판과 달리 능화판은 사용자의 모든 힘을 판에 실어 문양을 만든다. 그렇기 때문에 능화판 제작에 사용하는 목재의 선정과 제작에는 보다 신중함이 요구되며 제작과정은 다음과 같다.

#### 1) 판목 만들기

판목에 좋은 나무는 나이테나 뒤틀림, 갈라짐이 적어야 하고 용이가 없어 칼질에 잘 낚여 나와야 한다. 그리고 목질이 조밀하고 매끈해야 하므로 배나무, 거제수, 감나무, 피나무, 은행나무 등이 좋다. 또한 판목 건조와 제재 과정이 충분한 마른 나무를 가지고 마름질을 시작하는데, 이는 물이 오를 때 벤 목재는 충해를 입기 쉽기 때문이다. 이들 나무는 바다나 웅덩이 같은 데에 몇 년간을 침장하여 결을 삭힌 다음 소금물에 삶아 내어 진을 빼는데, 이것은 벌레 먹는 것을 막고 나무를 뒤틀림 없이 단단하게 하는 효과가 있다. 그 후 또 몇 해를 두고 그늘에서 비와 이슬과 바람을 쐬고 결을 삭혀서 오랜 세월이 지나도 터짐이 없이 견딜 수 있도록 한 다음에야 비로소 쪼서 쓰게 된다.

표지용 판목은 대체로 만들고자 하는 서체의 크기보다 넉넉하게 만드는데, 양 옆에 문양을 새기지 않은 나무 귀를 둔다. 나무 귀는 문양을 찍어낼 때는 손잡이의 역할을 하고 판목의 새겨진 부분을 보호하는 역할을 하기도 한다.

표지가 제대로 인출될 수 있도록 면을 고르는 과정으로 표지판은 표지에 문양을 새기는 용도로 사용되기 때문에 두꺼운 한지에 제대로 무늬를 돋우려면 면이 매끄럽고 평탄해야 한다. 그리고 세밀한 무늬가 제대로 새겨지게 하기 위해면 다루기 과정에 충실해야 한다.

## 2) 화고 붙이기

화고란 능화지 문양을 화공들이 백지에 그린 밑그림을 말하며, 널을 알맞게 잘라서 까꾸로 다듬고 대패로 밀어서 면 다루기가 끝난 판목 바탕에 화공들이 그린 본을 뒤집어서 붙이고 밥풀을 이겨 풀 손으로 문지른다. 화공들이 백지에 그린 화본이 두꺼워서 본의 그림이 잘 보이지 않을 경우에는 밥풀을 이긴 풀 손으로 종이 겉을 벗겨 내어 잘 비치도록 한다.

## 3) 문양 새기기

화고가 붙은 판목은 각수(刻手)가 각도(刻刀)를 이용하여 문양을 양각 또는 음각으로(Fig. 1) 새긴다. 즉 각하는 방법에 따라 각선을 남기고 바탕을 희게 하는 양각 판화와 바탕이 되는 부분을 검게 남기는 음각 판화가 있다. 특히 세밀한 문양이 많은 화고의 경우는 각도 끝이 단단하고 날카로워야 무늬가 선명하게 나온다. 그리고 나뭇결의 진행 방향을 유념해 두고, 새겨져 나가는 부분이 깊어야하므로 신중을 기하여 새겨나가야 문양이 떨어지지 않는다. 또한 각을 할 때에는 판목을 책상 위에 놓고 앉아서 한다. 능화지의 문양은 연꽃, 칠보, 능화, 귀갑문, 길상문, 화자문 등 그 종류가 다양(Table 1, 2)하다.

## 2.2. 밀랍

밀랍이란 꿀벌과 곤충 중신밀봉(中華蜜蜂) 등의 일벌에서 분비한 납질(蠟質)을 정제한 것을 이른다.(박지선, 2005) 능화지 제작에서 밀랍이 가지는 역할에 관해 현재까지 밝혀진 바는 없지만 밀랍의 쓰임에 관한 기록이 몇몇 전해지고 있는데, 안정복(安鼎福, 1712~1791년)이 쓴 『동사강목(東史綱目)』에 보면 다음과 같은 내용이 기록되어 있다.

“유인우가 그렇게 여겨 드디어 납서(蠟書)(비밀의 누설과 습기를 막기 위하여 서류를 밀랍으로 싸서 봉하여 넣은 것)로써 조돈에게 보냈다. 조돈이 이 납서를 보고는 이를 비밀로 하고서 본국에 귀부(歸附)할 것을 결심하여 드디어 조소생의 참모인 조도적(趙都赤)을 권유하였다(안정복, 『동사강목』 권십사 하, 공민왕 5년.(원순제 지정 16, 1356))”

우리나라의 문헌 기록을 볼 때, 방습 효과를 위해 밀랍을 사용한 것을 짐작해볼 수는 있으나, 그 효과는 단정 지을 수 없다. 『동사강목(東史綱目)』을 포함하여 밀랍과 관련된 문헌기록 중에서 방습 효과를 언급한 부분은 후대에 국역을 통해 주역으로 덧붙인 것이며, 능화지 제작에서 사용되는 밀랍의 효과에 대하여 능화지가 갖는 광택과 방수성은 구전되었다.



Designed woodblock



Paste a sketch



Oiled



Etched patterns

Fig. 1. Fabrication process of Neunghwa woodcut



**Table 1. Age 15 to 17 century, the pattern of the Neunghwa**  
 (한국문화컨텐츠진흥원, 청주시문화산업진흥재단, 2005)

Time	Title	Use the pattern	Neunghwa pattern(Rubbing)
The 15th century	문헌통고	사격회자문 바탕에 연화, 보상화, 능화 잡보 배열	
	주역전의대전	좌우로 중복하여 연결된 넝쿨 사이로 연꽃과 능화문 배열	
The 16th century	성리대전서	사격회자문 바탕에 새, 연꽃 칠보문양 배열	
	소미가속점교 부음통감절요	만자문 바탕에 연꽃과 능화, 잡보 배열	
The 17th century	선부	귀갑문 내에 능화 배열	
	기연	사격회자문 바탕에 연꽃과 모란, 잡보 배열	

Table 2. Age 18 to 20 century, the pattern of the Neunghwa  
 (한국문화컨텐츠진흥원, 청주시문화산업진흥재단, 2005)

Time	Title	Use the pattern	Neunghwa pattern(Rubbing)
The 18th century	열성어제	서각, 방승, 보, 전, 애엽 등의 잡보문 배열	
	삼연집	다중 원형에 사방연속문으로 연화와 능화 배열	
The 19th century	시전대전	길상문, 화자문, 귀갑문, 능화, 잡보 등 배열	
	퇴계선생문집	능화와 덩굴무늬의 바탕 위에 용이 있는 문양	
The 20th century	대산선생실기	관자문과 국화문양이 대칭, 변형된 형태의 능화가 사방연속으로 배열	
	열여춘향 수절가	사격뇌문과 변형된 형태의 능화가 사방 연속으로 배열	



### 2.3. 밀돌

현재까지 밀돌에 대하여 언급된 바는 없다. 하지만 능화판 위에 염색된 종이를 올려놓고 능화문을 시문하는 능화지의 제작 공정상 밀돌은 중요한 역할을 한다. 종이를 아래에 두고 그 위에서 사용하는 것이므로, 종이가 손상되지 않게 밀돌의 표면은 거칠지 않고 모가 나지 않아야 한다. 일반적으로 계곡이나 강가에 있는 돌은 표면이 거칠고 모가 나 있기 때문에 사용하기가 부적합하며, 대체적으로 파도에 의해 매끄럽게 마모가 된 몽돌이 적합하다. 하지만 몽돌 자체로 사용하기는 부적합하여 일련의 가공이 필요하다.

밀돌의 크기는 사용자에 따라 다르지만 능화지 제작 공정상 많은 힘을 필요로 하기 때문에 너무 크거나 작은 돌을 사용하면 힘을 낭비하여 도드라진 능화 문양을 만들기 어렵다.

### 2.4. 염색된 배접지

능화지는 염색한 한지를 배접하여 사용하는 데, 배접하는 횟수는 필요에 따라 다르다. 능화지는 한지를 염색하여 배접을 하는 경우와 배접된 상태에서 염색하는 경우로 들 수 있는데, 전자의 경우가 대부분이다. 한지는 쪽, 홍화, 황벽, 치자 등으로 염색을 하는데, 전적에서 보이는 능화지의 경우는 황벽과 치자를 많이 사용하였다. 황벽이나 치자의 경우 서책에 미적인 효과를 주고 먼지에 의한 표지의 더러움을 보완해 주며 서책의 보존성을 높여주는 역할을 한다.

치자는 한지나 직물 등의 염색에 오랫동안 사용되어 왔으며, 매염제 없이도 착염이 잘 되는 직접성 염료이다. 또한 황색계 염색에서 무엇보다도 많이 사용된 단백질 염료이며, 노란색을 지

칭하는 색명에 '치자빛'이라는 말이 있을 정도로 대중화된 염료이다(이종남, 2004). 또한 중국의 고대 의학서 「본초강목(本草綱目)」에서는 치자의 방충 효과에 대하여 “통소변, 해소갈, 명목, 구역질에 효과가 있으며, 저충(흙바퀴)독을 살한다.”라고 전하고 있다.

황벽은 황색계 염료 중 채도, 명도가 가장 높은 연두빛이 도는 노란색으로 염색되며, 매염제 없이도 견직물에 쉽게 염색되는 염기성 염료이다. 살균작용이 강하여 오래 보존해야 할 서책·문서·불경 등에 많이 사용하였다.

특히 한지에 황벽으로 염색하는 기술은 오래 전부터 사용하였는데, 일본의 나라시대(710~794년)에는 고서를 황벽으로 염색할 정도로 황벽염색이 매우 유행했다. 그 예로 일본 정창원의 문서 중 황지(黃紙), 황염지(黃染紙), 황마지(黃麻紙) 등의 유물이 많이 남아 있다(이종남, 2004). 중국에는 6세기에 쓰인 『제민요술(濟民要術)』에서 “종이에 좀벌레 등이 먹지 않도록 사용했다.”는 기록이 많이 발견되었다. 또한 박지원(朴趾源, 1737~1805년)이 쓴 『열하일기(熱河日記)』의 「동난서필(銅蘭涉筆)」에서는 붓의 보관에 있어 황벽이 가지는 방충 효과에 대하여 말하고 있다.

서황(徐璜)은 내게 말하기를,

“장서(藏書)를 좀먹지 않게 하는 방법으로는, 한식(寒食)날 밀가루에다 납일(臘日)날 받은 눈 녹인 물을 섞어 풀을 쑤어서 장황(裝潢)을 하면 좀이 먹지 못하고 조협(紈莢)의 가루를 책 속에 넣어 두면 역시 좀이 먹지 않는다. 고 하는데, 이 방법은 송의 왕문헌(王文憲)에게서 나온 것입니다. 양필방(養筆方)(붓을 보관하는 방법)으로는 유황(硫黃)을 끓여 붓촉을 펴서 담그는데, 소동파는 황련(黃蓮)을 끓인 물에 경분(輕粉)을 섞고 붓촉을 적시었다가 말려서 간수했다고 하니



다. 황산곡(黃山谷)은 천초(川椒)와 황벽을 달인 물에 붓을 적시어 보관하면 더욱 좋다고 하였습니다.” 하였다(박지원(朴趾源)『열하일기(熱河日記)』).

문헌 기록에서 특이한 점은, 보존성을 위하여 치자로 염색한 표지를 사용했다는 구전과 달리 서책의 방충에 대한 문헌기록에는 치자가 아닌 황벽을 언급한 것이다. 이는 황벽과 치자의 가격 차이가 있어, 경제적으로 풍요로웠던 양반계층에서 고가의 황벽을 사용한 것은 기록으로 비교적 잘 전해진 반면 상대적으로 값이 싼 치자

는 서민계층에서 사용되어 기록보다는 구전으로 전해진 것으로 보인다.

## 2.5. 능화지 제작과정

능화지 제작방식을 살펴보면 Fig. 2와 같다. 먼저 한지를 황벽, 치자로 염색하여 건조한 후 능화지의 용도에 맞게 3~4회 정도 밀가루 풀을 사용하여 배접을 하고 1주일 정도 건조 시킨다. 이후 용도에 맞는 크기로 재단하고, 시문하기 전



Neunghwa woodcut



Naturally died Hanji



Beeswax



Stone

Table 3. Production tools of Neunghwaji

에 약간의 습기를 더해준다. 이때 너무 많은 습기를 가하여 시문을 하게 되면 배접된 한지가 밀돌에 의해 찢어지거나 보풀이 생기게 되므로 습기의 조절이 필요하다. 다음으로 배접된 한지가 올려지는 능화판 위에 밀랍을 골고루 칠한 후, 배접된 한지를 올려놓은 다음 한지가 움직이지 않게 잘 잡고 밀돌로 슬슬 문질러 한지가 능화판에 밀착 되도록 한 후 밀돌에 힘을 실어 민다. 이후 시문한 문양이 선명히 올라오면 능화판에서 종이를 떼어낸다.

이런 과정을 거치면서, 밀돌과 능화판 사이의 마찰열에 의해 밀랍이 녹아 한지와 능화판을 밀

착시키는 역할을 함과 동시에 배접된 한지에 밀랍이 스며들어 유연하고 고아한 빛을 발하게 되어 능화판의 문양이 더욱 선명하게 된다. 또한 능화지가 수분에 잘 견디고 더욱 견고해 지며, 오랫동안 보존할 수 있게 된다.

### 3. 능화지의 특성연구

일반 배접지에 비해 밀랍을 사용한 종이가 방충 효과가 높다는 사실은 선행연구를 통해 밝혀진 바 있다. 종이에 밀랍이 이용된다는 점에서는 밀랍지와 능화지의 공통점이 있으나, 능화지



Fig. 2. The production process of Neunghwaji

는 종이가 아닌 요철무늬의 능화판에 밀랍을 바르고 그 위에 배접지를 올린 후 밀돌로 밀어 문양을 시문하는 형태로 종이에 밀랍을 도포하는 밀랍지와 차이점이 있다. 따라서 능화지는 일반 배접지보다 우수한 보존 특성을 유지하는 종이 가 된다.

본 연구에서는 동일한 조건에서 표지에 많이 사용된 것으로 알려진 황벽, 치자 염료로 염색한 한지를 사용하여 능화판에 시문하는 공정을 통해 능화지 시료를 제작하였으며, 대조군은 황벽과 치자로 염색하여 배접된 한지와 염색하지 않은 배접된 한지를 사용하였다. 능화지의 특성을 알아보기 위해 인장강도와 내절도를 측정하여 물리적 특성을 분석하였으며, 각 시료마다 물방울을 떨어트린 후 물방울의 접촉각을 측정하여 방습효과를 분석하였다. 또한 이충무공 지류유물 중 기안(忌案)과 종계좌목(宗契座目)의 전적류에서 *Arthriniun sp.*, *Cladosporium sp.* 균을 채취하여 시료에 배양한 후 생장률을 관찰함으로써 능화지와 한지의 항균성을 비교 분석하였다.

### 3.1. 물리적 특성

열에 따른 능화지의 물성 변화를 측정하기 위해 종이 시료를 105°C의 항온항습기에서 9일, 18일, 27일, 36일, 45일간 인공열화 시켰다. 물리적 강도를 측정하기 위해 시험 시료를 KS M ISO 187의 규정에 따라 23±1°C, RH 50±2%로 조절된 항온항습실에서 24시간 동안 조습 처리한 후 내절도와 인장강도를 각 시료당 10회 반복 측정하였다.

#### 1) 내절도

내절도는 일정한 인장력 하에 시료를 굴곡 시

켜 절단되는 순간까지의 횡수를 측정하는 방법이다. 종이의 접힘성·유연성과 관련되며, 종이의 열화정도에 따라 변화하는 물리적 강도를 알아보는 실험이다. 내절도 측정은 KS M ISO 5626 규정에 따라 MIT형 내절도 측정기(Fig. 3)를 사용하여 측정하였다. MIT 내절도 시험기는 시험편을 스프링으로 잡아 당겨 힘을 가하는 무게 1.5kg의 클램프와 왕복 운동하는 꺾임 헤드 사이에 시료를 넣고 헤드가 좌우 135도, 속도 175/m으로 반복하여 회전시켜 시편이 절단될 때까지의 꺾임 횡수로 각 시료별 내절도의 변화를 측정하였다.

#### 2) 인장강도

인장강도는 섬유 함수율, 섬유의 물리·화학적 특성, 섬유 간 결합력, 첨가제 및 평량 등의 인자에 의해 직접적인 영향을 받는다. 따라서 포장지, 봉지, 테이프 및 기타 인쇄용지와 같이 직접 인장응력을 받는 종이의 내구성 및 성능을 나타내는 직접적인 지표이다. 인장강도 측정은 특정의 나비를 가진 시험편의 한쪽 끝에 하중을 가해서 끊어질 때 저항하는 최대하중으로서 KS M ISO 1924-3의 규정에 따라 만능시험기(Instron 3365, U.S.A)(Fig. 4)를 사용하여 측정하였다.

### 3.2. 생물학적 특성

#### 1) 균주

생장률 측정에 사용된 균주는 이충무공 관련 지류유물 중 기안(忌案)과 종계좌목(宗契座目)에서 채취하여 동정된 것으로 *Arthriniun sp.*, *Cladosporium sp.* 2종의 균(Table 4)을 사용하였다.



Fig. 3. MIT folding endurance



Fig. 4. Tensile Strength meter (Instron 3365, U. S. A)

2) 균 생장률 측정

능화지의 항균성을 측정하기 위해 종이 시료에 균주를 접종하여 균사의 생장률을 측정하였다. 멸균된 종이 시료를 60×60mm로 잘라 지름 90mm의 페트리디시 내에 놓고 종이 시료 중

양에 균주를 접종하였다. 균의 생장에 필요한 수분은 멸균수 20mL를 흡수시킨 멸균 솜을 이용하여 공급하였으며, 밀봉 후 28℃의 인큐베이터에 보관하였다.

균사의 생장률은 24시간 간격으로 7일 동안



Fig. 5. Bacteria collected from Kian



Fig. 6. Bacteria collected from Jonggyejwamok

Table 4. Generals of the *Arthrinium sp.* and *Cladosporium sp.*

	<i>Arthrinium sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
Location of Isolation	Daejoen, Korea	Daejoen, Korea
Source	Paper(Book)	Paper(Book)
Media	PDA(Potato Dextrose Agar)	PDA(Potato Dextrose Agar)
Temperature	28	28



측정하였는데, 디지털 사진을 촬영한 후, 이미 지 애널리저를 이용하여 군사가 퍼진 영역의 지름을 측정하였다. 측정된 값은 기질의 크기에 대한 비율을 구하여 비교하였다.

### 3.3. 접촉각 측정

접촉각은 고체, 액체, 기체 경계면에서 고체

표면과 액체 표면이 이루는 각을 의미한다. 접촉각 측정은 액체, 고체 계면에서의 여러 가지 물리적 현상을 이해할 수 있는 매우 중요한 실험적 방법이다.

고체의 표면 위에 액체 방울을 떨어뜨리면, 그 액체는 고체, 액체, 기체상 간의 계면 에너지 합이 최소가 되는 모양으로 존재한다. 이때 고체의 표면과 액체방울의 접촉지점에서 액체로의

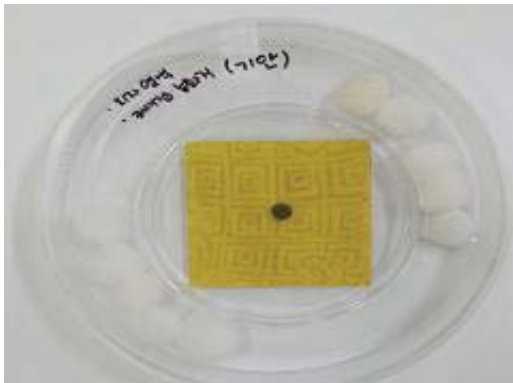


Fig. 7. Neunghwaji inoculated *Arthrinium sp.*

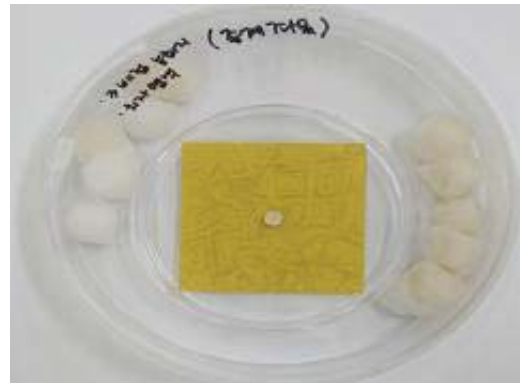


Fig. 8. Neunghwaji inoculated *Cladosporium sp.*

접선과 고체 표면이 이루는 각도를 접촉각 (contact angle) 이라고 한다. 접촉각은 고체 표면의 표면에너지가 높고 낮음에 따라  $0^\circ$  부터  $180^\circ$  까지 다양한 값을 가지는데,  $\theta = 0^\circ$  일 때 완전 젖음 (complete-wetting),  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  일 때 젖음 (wetting),  $\theta > 90^\circ$  일 때는 비 젖음 (non-wetting) 이라고 정의한다.

능화지의 방습성을 측정하기 위해 접촉각을 측정하였다. 각각의 종이 시료의 평평한 면 위에 물을 떨어트린 후 물방울이 시편과 만나는 지점에서 접선을 그었을 때 형성되는 각을 측정하였다. 측정 장비는 접촉각측정기를 이용하였다.

## 4. 결과 및 고찰

무염색 능화지는 NON-N, 무염색 배접지는 NON-B, 치자염색 능화지는 CN, 치자염색 배접지는 CB, 황벽염색 능화지는 HN, 황벽염색 배접지는 HB로 표현했다.

### 4.1. 물리적 특성 변화

열에 의한 능화지와 한지의 물성변화를 측정 한 내절도, 인장강도의 결과는 각각 Fig. 11, 12에 나타냈다. 물리적 특성 값은 건식 열화 전 시

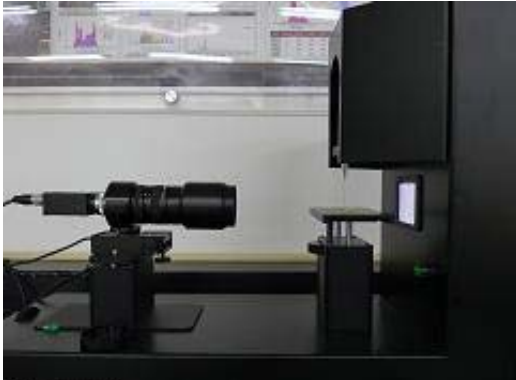


Fig. 9. Contact angle meter (SEO, PHX3000)

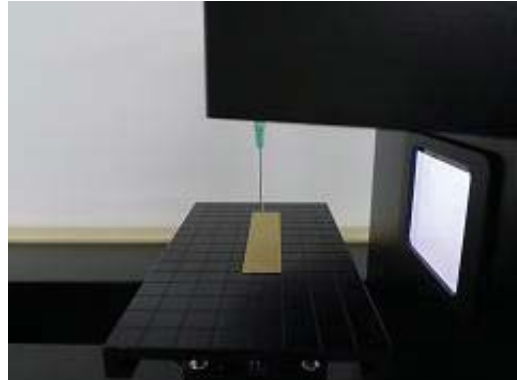


Fig. 10. Contact angle measurement

료의 물성 값을 기준으로 증감 비율(%)로 환산하여 나타냈다.

내절도 측정 결과 능화문 시문을 하지 않은 CB, HB는 열화기간에 따라 강도가 감소하였으며, 능화지인 CN, HN은 초기에 강도가 증가하였다가 27일 열화 이후부터 초기 값보다 강도가 낮아지며 점차 감소하였다. 그리고 45일간 열화한 결과 CB 37%, HB 44%, HN 46%, CN 58% 순으로 내절도가 감소하였다. 또한 초기 능화지 강도 값의 증가는 고온의 열화에 의해 밀랍이 녹아 섬유간 결합효과를 나타낸 것으로 추정되거나 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

인장강도는 모든 시료에서 열화가 진행됨에

따라 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 열화 초기인 9일 열화 시 강도의 감소가 크게 나타났으며, 이후에는 열화기간에 따라 점차 감소하였다. CB가 가장 큰 폭으로 감소하였으며, HB, CN, HN은 73~76% 수준까지 감소하였다. 염색방법, 시문유무에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 염색 재료 및 능화지 제작 시 사용되는 재료, 장기간의 열화기간에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 4.2. 생물학적 특성

능화지의 항균성을 측정하기 위해 종이 시료

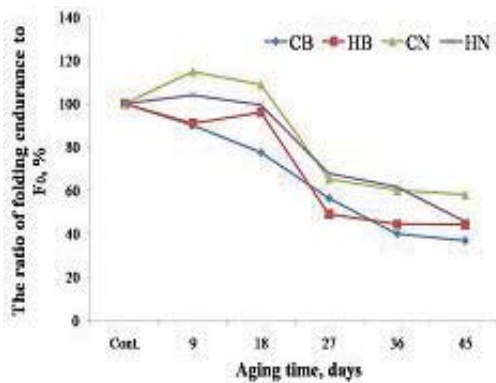


Fig. 11. The ratio of folding endurance to F0

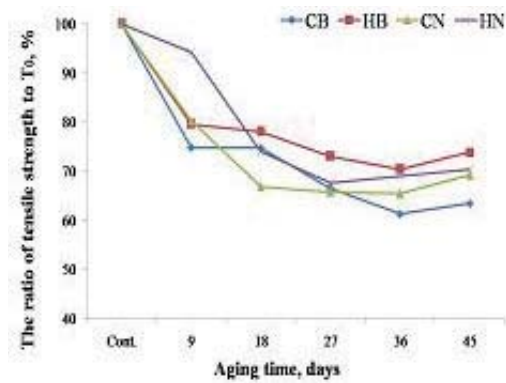


Fig. 12. The ratio of tensile strength to T0

에 *Arthrinium sp.*, *Cladosporium sp.* 2종의 균을 접종하여 균사의 성장률을 측정된 결과는 각각 Fig. 13, 14에 나타냈다. 균사의 성장률은 최초 접종 값을 기준으로 증감비율(%)로 환산하여 나타냈다.

이충무공 지류유물 중 기안(忌案)에서 채취한 *Arthrinium sp.*의 측정결과 능화문을 시문하지 않은 CB, HB, NON-B는 균의 성장기간에 따라 평균 증가율이 64.25%, 55.5%, 158.25% 증가하였으며, 능화지인 CN, HN, NON-N은 각각 54%, 46%, 145% 증가하였다. 종계좌목(宗契座目)에서 채취한 *Cladosporium sp.*의 측정결과 능화문을 시문하지 않은 CB, HB, NON-B는 균의 성장기간에 따른 평균 증가율이 114.5%, 115.25%, 138% 증가하였으며, 능화지인 CN, HN, NON-N은 각각 88.25%, 75.75%, 113.75% 증가하였다.

평균증가율에서 볼 수 있듯이 *Arthrinium sp.*는 능화지에서 능화문을 시문하지 않은 경우보다 약 10%정도의 낮은 성장률을 보였으며, *Cladosporium sp.*는 약 20~30%정도의 낮은 성장률을 보였다. 또한 염색지(CN, CB, HN, HB)와 염색을 하지 않은 한지(NON-N, B)를

비교해 보면, 염색지는 일반한지에 비해 균의 성장률이 약 30~100%정도 낮게 나타났다. 염색재료의 경우 치자(C)보다는 황벽(H)에서 10~30%정도 낮은 균 성장률이 나타난 것으로 보아 치자보다 황벽의 항균성이 높다고 판단된다.

본 실험을 통해 밀랍과 치자, 황벽이 균 성장을 억제시키는 항균 효과를 나타낸 것으로 추정되나 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

이충무공 지류유물 중 기안(忌案)에서 채취한 *Arthrinium sp.*의 측정결과 능화문을 시문하지 않은 CB, HB, NON-B는 균의 성장기간에 따라 평균 증가율이 64.25%, 55.5%, 158.25% 증가하였으며, 능화지인 CN, HN, NON-N은 각각 54%, 46%, 145% 증가하였다. 종계좌목(宗契座目)에서 채취한 *Cladosporium sp.*의 측정결과 능화문을 시문하지 않은 CB, HB, NON-B는 균의 성장기간에 따른 평균 증가율이 114.5%, 115.25%, 138% 증가하였으며, 능화지인 CN, HN, NON-N은 각각 88.25%, 75.75%, 113.75% 증가하였다.

평균증가율에서 볼 수 있듯이 *Arthrinium sp.*는 능화지에서 능화문을 시문하지 않은 경

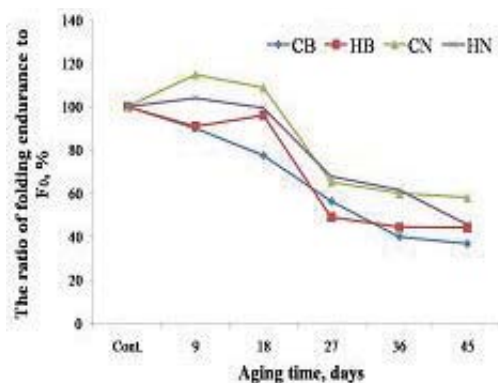


Fig. 13. The ratio of growth *Arthrinium sp.* F0

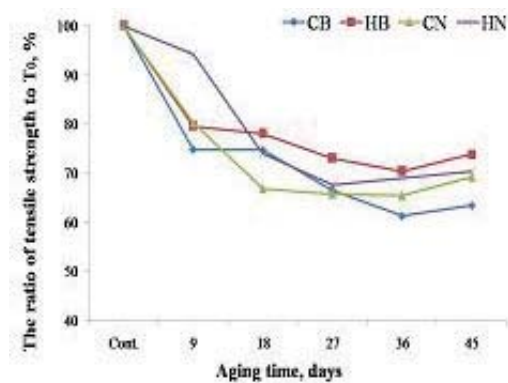


Fig. 14. The ratio of growth *Cladosporium sp.* T0

우보다 약 10%정도의 낮은 성장률을 보였으며, *Cladosporium sp.*는 약 20~30%정도의 낮은 성장률을 보였다. 또한 염색지(CN, CB, HN, HB)와 염색을 하지 않은 한지(NON-N, B)를 비교해 보면, 염색지는 일반한지에 비해 균의 성장률이 약 30~100%정도 낮게 나타났다. 염색 재료의 경우 치자(C)보다 황벽(H)에서 10~30% 정도 낮은 균 성장률이 나타난 것으로 보아 치자보다 황벽의 항균성이 높다고 판단된다.

본 실험을 통해 밀랍과 치자, 황벽이 균 성장을 억제시키는 항균 효과를 나타낸 것으로 추정되나 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

### 4.3. 접촉각 분석에 따른 능화지의 특성

접촉각은 수분에 대한 저항성과 표면의 고른 피막형상을 나타내는 수치이므로 접촉각이 100°에 근접할수록 높은 저항성과 고른 피막형성을 나타내며, 0°에 가까울수록 수분에 대한 저항성이 떨어지고 고르지 못한 피막형성을 나타낸다.

접촉각 측정은 SEO사의 PHX300로 측정하였으며, 하나의 시편당 총 5지점의 접촉각을 측정하여 최대값과 최소값을 뺀 나머지 3지점 평균값을 수치화하였다. 접촉각 결과는 Table 2

Table 5. The growth properties of *Arthrinium sp.* according to kinds of Neunghwaji sample

Time Sample	0 h	24 h	48 h	72 h	120 h
NON-N					
NON-B					
CN					
CB					
HN					
HB					



Table 6. The growth properties of *Cladosporium sp.* according to kinds of Neunghwaji sample

Time Sample	0 h	24 h	48 h	72 h	120 h
NON-N					
NON-B					
CN					
CB					
HN					
HB					

에 수록하였으며, CN > HN > CB > HB > NON-N > NON-B 순으로 높게 나타났다.

접촉각 측정 결과 CN, CB, HN, HB는 85~92°의 평균접촉각을 보였으나, NON-N, NON-B는 59~63°의 낮은 접촉각을 보였다. 또한 세부적으로 보면 CN은 CB보다 1~7°의 높은 접촉각을 보였으며, HN은 HB보다 1~6°의 높은 접촉각을 보였다. 결과적으로, 능화지가 배접된 한지보다 높은 접촉각을 나타냈다.

본 실험을 통하여, 능화지를 만드는 과정 중 밀돌을 문질러서 시문하는 과정이 종이를 도침

하는 역할을 하게 되므로 종이의 공극률을 높게 되고, 또한 시문과정에서 마찰열에 의해 올라온 밀랍이 어느 정도의 방수 역할을 하는 것으로 판단할 수 있다. 하지만 NON-N, NON-B의 경우 CN, CB, HN, HB 비해 상대적으로 낮은 접촉각을 보이는 것은, 종이를 염색하는 과정에서 사용되는 매염제가 종이 표면에 피막을 형성시킨다. 따라서 이러한 염색과정이 생략되었기 때문에 상대적으로 낮은 접촉각을 보이게 된 것으로 추정되나, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 능화지의 특성을 알아보기 위해 인장강도와 내절도를 측정하여 물리적 특성을 분석하였으며, 이충무공 지류 유물 중 기안

(忌案)과 종계좌목(宗契座目)에서 채취하여 동정된 *Arthrimum sp.*, *Cladosporium sp.* 균을 시료에 배양한 후 생장물을 관찰함으로써 능화지와 한지의 항균성을 비교 분석하였다. 또한 접촉각 측정을 통한 능화지와 일반 한지의 방습성

Table 7. The comparisons of contact angle formed on the surface of Neunghwaji

NON-N			
NON-B			
CN			
CB			
HN			
HB			

Table 8. Contact angles for different kinds of Neunghwaji, unit : °

Degradation	Sample	NON-N	NON-B	CN	CB	HN	HB
	Non-Degradation	1	64.66	52.23	87.05	87.48	85.20
2		65.25	68.17	87.99	86.31	85.67	84.78
3		60.86	58.28	87.58	87.12	84.21	83.78
Average		63.59	59.56	87.54	86.97	85.02	84.25
9day-Degradation	1	-	-	85.81	84.49	84.64	84.87
	2	-	-	85.69	87.83	84.38	86.63
	3	-	-	85.76	84.37	97.07	92.97
	Average	-	-	85.75	85.56	88.69	88.15
18day-Degradation	1	-	-	86.71	92.96	96.37	94.72
	2	-	-	104.79	88.35	86.59	86.57
	3	-	-	95.67	94.33	87.90	86.44
	Average	-	-	95.72	91.88	90.28	89.24
27day-Degradation	1	-	-	99.15	87.15	96.49	94.65
	2	-	-	98.11	87.63	88.79	94.67
	3	-	-	86.16	91.73	92.97	88.87
	Average	-	-	94.47	88.83	92.75	92.73
36day-Degradation	1	-	-	91.88	88.30	87.58	90.22
	2	-	-	95.78	95.17	93.20	90.18
	3	-	-	94.61	89.95	93.50	91.15
	Average	-	-	94.09	91.14	91.42	90.51
45day-Degradation	1	-	-	88.21	88.27	93.07	83.26
	2	-	-	101.32	91.84	85.98	83.47
	3	-	-	87.21	87.27	88.27	83.78
	Average	-	-	92.25	89.12	89.10	83.50

을 분석하고, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 열에 의한 능화지와 한지의 물성 변화를 측정하였다. 내절도 측정 결과 능화문 시문을 하지 않은 CB, HB는 열화기간이 증가함에 따라 강도가 감소하였으며, 능화지인 CN, HN은 초기에 강도가 증가하였다가 27일 열화 이후부터 초기값보다 강도가 낮아지며 점차 감소하였다. 인장강도는 모든 시료에서 열화가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 열화 초기인 9일 열화 시 강도가 크게 감소하였으며, 이후에는 열화기간에 따라 점차 감소하였다.

둘째, 이충무공 지류 유물 중 기안(忌案)과 종계좌목(宗契座目)에서 채취하여 동정된 *Arthriniium sp.*, *Cladosporium sp.* 균을 시료에 배양한 후 생장률을 관찰한 결과 *Arthriniium sp.*는 능화지에서 능화문을 시문하지 않은 경우보다 약 10% 정도의 낮은 생장률을 보였으며, *Cladosporium sp.*는 약 20~30% 정도의 낮은 생장률을 보였다. 또한 염색지(CN, CB, HN, HB)와 염색을 하지 않은 한지(NON-N, B)를 비교하였을 경우 염색지는 일반한지에 비해 균의 생장률이 약 30~100%정도 낮게 나타났다. 또한 치자(C)보다는 황벽(H)에서 10~30% 정도 낮은 균 생장률이 나타났다. 이와 같은 결과를 통해 능화지가 일반 한지보다 항균 효과가 우수한 것과, 염색 재료의 경우 치자보다는 황벽의 항균성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 각 시료에 일정한 힘으로 물방울을 떨어뜨려 접촉각을 측정한 결과 CN, CB, HN, HB는 85~92°의 평균 접촉각을 보였으며, NON-N, NON-B는 59~63°의 접촉각을 보였다. 또한 세부적으로 보면 CN은 CB보다 1~7°의 높은 접촉각을 보였으며, HN은 HB보다

1~6°의 높은 접촉각을 보였다. 결과적으로, 능화지가 배접된 한지보다 높은 접촉각이 확인되었으며, 이를 통해 능화지의 방습성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 능화지의 내절도와 인장강도 측정실험을 통하여 물리적 특성을 확인하였으며, 2종의 균주를 배양하여 관찰함으로써 생물학적 특성을 확인하고, 일정 물방울을 떨어뜨려 접촉각 측정을 통하여 방습성에 대하여 확인하였다. 그 결과 능화지의 특성을 확인하였으며, 일반한지의 특성에 비해 우수하다는 것을 확인하였다. 하지만 각 실험에서 도출된 결과에 대하여 추가 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

## 참고문헌

- 박지선, 2005, 「조선왕조실록 보존에 관한 연구」, 『조선왕조실록 보존을 위한 연구 조사』 (서울대학교 규장각), p.23
- 이겸노, 1969, 「능화판소고」, 『국회도서관보』 6, p.7.
- 이종남, 2004, 「우리가 정말 알아야 할 천연염색」, 현암사, p.414, p.431
- 이찬용, 김철환, 최경민, 박종열, 권오철, 2003, 「접촉각 측정 원리를 이용한 새로운 사이즈도 측정기(제1보) - 자동 접촉각 측정 원리의 개발-」, 『펄프·종이기술 35(3)」.
- 한국문화컨텐츠진흥원, 청주시문화산업진흥재단, 2005, 「우리 옛 책의 아름다움」, (주)신생커뮤니케이션, pp.55-213
- 朴趾源, 『熱河日記』, 「銅蘭涉筆」
- 安鼎福, 恭愍王 5年(元 尙製 指定 16, 1356), 『東史綱目』 卷十四 下