

文學碩士 學位論文

Leaf-casting기법을 활용한 전통서책의
보존처리 연구

慶州大學校 大學院

文化財學科

김 지 혜

2018年 12月

Leaf-casting기법을 활용한 전통서책의 보존처리 연구

指導教授 양 희 제

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함

2018年 12月

慶州大學校 大學院

文化財學科

김 지 혜

김지혜의 碩士學位論文을 認准함

審査委員長 임영애 (인)

審査委員 최병준 (인)

審査委員 장희재 (인)

慶州大學校 大學院

2018年 12月

목 차

목 차	i
표 목 차	ii
그림목차	iii
I. 서 론	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적	3
II. 연구의 이론적 배경	5
1. 지류보존처리와 이론	5
2. Leaf-casting 국내·외사례	16
III. 실험재료와 실험방법	23
1. 실험대상	23
2. 실험재료와 실험방법	26
IV. Leaf-casting기법의 보존처리 실험	32
1. Leaf-casting기기와 실험과정	32
2. Leaf-casting 실험	43
3. Leaf-casting기법 적용성 실험	54
4. 물리·화학적 실험 결과	59
V. 결 론	68
참고문헌	
Abstract	

표 목 차

<표 1> 월인석보 권 15	10
<표 2> Leaf-casting과정	13
<표 3> Leaf-casting용 닥섬유 제작	35
<표 4> 부분충전처리 과정	36
<표 5> 배접처리 과정	39
<표 6> 실험 전·후 두께	59
<표 7> 실험 전·후 투광도	61
<표 8> 실험 전·후 색차계(충해, 표지)	62
<표 9> 실험 전·후 색차계(화재, 표지)	63
<표 10> 실험 전·후 색차계(충해, 내지)	63
<표 11> 실험 전·후 색차계(화재, 내지)	64
<표 12> 인장강도 측정	65
<표 13> 인열강도 측정	66
<표 14> 실험 전·후 산성도	67

그 립 목 차

<그림 1> 지류 보존처리 과정	5
<그림 2> 무구정광대다라니경	6
<그림 3> 백지묵서묘법연화경	7
<그림 4> 오침안정법 제책순서	8
<그림 5> 월인석보 권 15 보존처리 전·후	10
<그림 6> 월인석보 권 15 보존처리 과정	11
<그림 7> 셀룰로오스의 분자구조	15
<그림 8> 셀룰로오스의 수소결합 분자구조	16
<그림 9> 국가기록원 국민보 Leaf-casting처리 전·후	17
<그림 10> 일본 국립공문서관 서고, 탈산처리실, Leaf-casting 기기 ..	18
<그림 11> 영국 도서관 Leaf-casting과정 및 처리 전·후	19
<그림 12> 야자수 잎의 Leaf-casting적용 및 처리 전·후	20
<그림 13> 뉴 암스테르담 기록물 처리 전	21
<그림 14> 뉴 암스테르담 기록물 Leaf-casting 처리	22
<그림 15> 뉴 암스테르담 기록물 처리 후	22
<그림 16> 충해 손상 지류유물	23
<그림 17> 화재 손상 지류유물	24
<그림 18> 적용성 실험 대상물 - 화선지	25
<그림 19> 적용성 실험 대상물 - 펄프지	25
<그림 20> 천연 닥섬유	27
<그림 21> 닥풀	28
<그림 22> 두께 측정	29
<그림 23> 투광도 측정	30
<그림 24> 산성도 측정	31
<그림 25> 제작기기	33
<그림 26> 실험 기기	33
<그림 27> 실험 기기 도면	34

<그림 28> 부분충전처리, 표지 - 처리 전·후	44
<그림 29> 부분충전처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰	44
<그림 30> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후	45
<그림 31> 부분충전처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰	45
<그림 32> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후	46
<그림 33> 부분충전처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰	46
<그림 34> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후	47
<그림 35> 부분충전처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰	47
<그림 36> 배접처리, 표지 - 처리 전·후	49
<그림 37> 배접처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰	49
<그림 38> 충전처리 불가상태 - 사진, 현미경 관찰	50
<그림 39> 배접처리, 내지 - 처리 전·후	51
<그림 40> 배접처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰	51
<그림 41> 배접처리, 표지 - 처리 전·후	52
<그림 42> 배접처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰	52
<그림 43> 배접처리, 내지 - 처리 전·후	53
<그림 44> 배접처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰	53
<그림 45> 화선지 - 처리 전·후	55
<그림 46> 화선지, 결손부 - 처리 후 현미경 관찰	56
<그림 47> 화선지, 화재 손상 - 처리 후 현미경 관찰	56
<그림 48> 펄프지 - 처리 전·후	57
<그림 49> 펄프지, 결손부 - 처리 후 현미경 관찰	58
<그림 50> 펄프지, 화재 손상 - 처리 후 현미경 관찰	58
<그림 51> Leaf-casting 실험 후 종이의 두께 변화	60
<그림 52> Leaf-casting 실험 후 종이의 투광도	61
<그림 53> 표지, 실험 전·후 색차값	63
<그림 54> 내지, 실험 전·후 색차값	64
<그림 55> 서책 내지 Leaf-casting기법 실험 전·후 인장·인열강도	66
<그림 56> Leaf-casting 실험 후 종이의 산성도	67

<국문초록>

동·서양의 고대문화에서 종이는 문화형성에 있어서 중요한 의미가 있으며, 특히 한국의 닥섬유 한지는 동양의 한·중·일에서도 최고라고 평가되고 있다. 한지를 사용한 서책은 인위적 파손, 오염, 충해, 화재 등으로 인하여 심각한 손상을 받게 된다. 서책의 외형적 손상에 대한 보존처리는 서양의 Leaf-casting기법이 효율적이라 할 수 있을 것이다.

이 연구에서는 전통재료인 닥섬유와 닥풀을 활용하여 Leaf-casting기법으로 전통서책의 보존처리를 연구하였다. 서책이 손상원인 중 외형적 피해가 가장 심각한 충해와 화재 손상부분에 충전처리와 배접처리를 실시하였다. 또한 화선지, 펄프지도 Leaf-casting기법의 실험하여 적용성을 확인하고자 하였다. 실험에 대한 평가는 종이 두께, 투광도, 색차계, 인장·인열강도, 산성도(pH)를 측정하였다.

전통한지 제작에 사용되는 천연 닥섬유는 섬유의 길이가 길어서 파쇄가 필요하다. 파쇄를 위해 닥섬유 건조한 뒤 분쇄기를 이용하여 총 2회 파쇄하여 약 2~3mm의 닥섬유를 제작하였다. 또한 용량이 60L인 플라스틱 수조의 정면 하부에 배수밸브를 설치하여 Leaf-casting 실험수조를 제작하였다. 실험수조 이외에 실험대상물의 거치대와 누름판을 제작하였다. 1ℓ의 증류수에 닥섬유 50g을 혼합하고 닥섬유의 양과 동일한 중량으로 닥풀을 첨가하였다.

Leaf-casting으로 충해와 화재에 손상된 지류의 부분충전처리와 배접처리를 실험한 결과, 기존종이가 두꺼워지지 않으면서도 부분충전처리가 효과적으로 이루어졌으며, 배접처리의 경우에도 닥섬유가 고르게 안착되었다. 배접처리시 종이의 두께 조절은 실험대상물의 3면을 둘러싸는 OPP필름의 두께로 조절이 가능하다. Leaf-casting 실험 후 실체현미경 관찰 결

과 닥섬유는 경사와 위사가 자연스럽게 교차되는 지질을 형성하였다. 경계부위는 기존종이의 닥섬유와 연결되면서 결속되었다. 이후 롤링을 이용한 압착건조를 통해 더욱 지질의 결합력을 높일 수 있었다.

물리시험평가 결과, 배접처리 후 종이 두께의 증가율은 서책 표지는 약 33%, 내지는 약 76% 증가하였다. 전통한지의 인장강도 및 인열강도와 비교하여 Leaf-casting으로 제작된 한지의 인장강도는 약 8%이며, 인열강도는 약 16~37%의 강도가 구현되었다. 이는 전통한지의 물성보다는 낮으나 유물을 보강함에 있어서는 문제가 없는 것으로 판단된다. 또한, 서책 내지의 배접처리에 대하여 실험 전·후의 인장·인열강도를 측정하여 보강 성능을 평가하였다. 측정 결과 실험 후 인장강도는 약 81~116% 증가하였고, 인열강도는 약 38~233% 증가하였다. Leaf-casting기법을 통한 전통한지의 지질 보강성능은 높다고 판단된다.

투광도 측정 결과 표지는 11~24lx, 내지는 170~332lx 감소하였다. 이는 배접처리 후 두께의 증가에 따른 감소수치로 기존의 배접처리 후에도 투광도가 낮아지는 현상이 나타남으로 문제가 없을 것으로 판단된다. 색차계 측정 결과, 배접처리한 충해손상 한지는 L*값이 0.95~1.44 감소하였고 a*값의 측정결과 표지는 1.08 감소하였고 내지는 0.29 증가하였다. b*값의 측정결과 표지는 4.14 감소하였고 내지는 2.62 감소하였다. 이는 배접처리 후 두께가 증가함에 따라 명도가 감소한 것으로 판단된다. 화재손상의 경우는 L*값이 증가한 특징이 있으며, 이는 오염물이 증류수로 빠져나와 명도가 증가한 것으로 판단된다.

화학시험평가 결과, pH는 실험 전 약 5.6~6.14이었으나 Leaf-casting기법 실험 후에 pH 약 6.42~ 6.75로 다소 증가하였다. 이는 실험과정 중 증류수에 한지가 침적되면서 탈산효과가 나타난 것이다. 일반 시판 한지의 산성도인 약알카리성(pH 9.5)과는 다소 낮은 pH이나 Leaf-casting과정 중 증류수에 알카리 약품을 첨가한다면 탈산 및 중성화처리 효과를 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다.

현재 이루어지고 있는 전통서책의 보존처리는 서책을 각각의 낱장으로 해체한 후 부분충전처리 또는 유사한 지질의 한지로 배접처리 한다. 부분충전처리 및 배접처리를 수작업으로 결손부와 유사한 지질의 한지로 메워준다. 이러한 방식은 시간 소모가 많고 배접처리 후 서책이 다소 두꺼워지는 경향도 있다. 이에 비하여 Leaf-casting기법을 활용한 보존처리는 부분충전처리 및 배접처리에서 기존종이의 두께 증가율을 최소화시키면서도 처리시간이 단축되는 효과가 높다고 평가된다. 또한 화선지, 펄프지의 보존처리에서도 그 적용성이 높다고 판단된다.

I. 서 론

1. 연구배경

동양에서 한지를 사용한 시기는 기원 후 100년 무렵으로 추측하고 있으며, 우리나라에서 가장 오래된 『직지심체요절』은 14세기에 제작되어 현재까지 전해지고 있다. 한지는 일반적으로 닥나무 껍질의 셀룰로오스를 사용하여 만든 종이로 매우 특이한 제작기법과 보존성으로 인해 과거부터 현재까지 그 효용성이 주목받는다. 한지는 전통 서책, 회화, 지공예품 등의 형태로 매우 다양하게 전해지고 있다.

한지의 특수한 성질에 기인한 대부분의 연구는 주로 공예가들에 의해 이루어지고 있으며, 한지의 그 우수성을 현대적으로 활용하기 위한 연구도 대부분 현대의 물품제작과 관련하여 지속되고 있다. 이러한 연구들은 대부분 한지의 현대적 활용연구이며, 문화유산으로 전해진 전통서책의 보존과 관련한 연구는 문화재보존과학분야에서 한정적으로 이루어지고 있다.

문화유산 중에서 한지를 사용한 지류유물의 경우 보존과학분야에서 조금씩 연구되고 있으나, 대부분은 안료에 치중한 연구가 대부분이다(정혜영 외 8명, 2017). 그림의 기본이 되는 한지에 대한 연구는 매우 미진하다. 더욱이 현재까지 많이 전해지는 서책에 대한 보존처리는 배접과 제책을 중시하는 보존처리 연구(조계영, 2006)가 대부분이며, 단편적인 연구만이 이루어지고 있다.

보존과학분야에서 종이류의 보존처리는 전통 한지와 새로이 도입된 양지의 보존처리로 크게 대별된다. 전통한지의 보존처리는 균열부분의 보강, 충전, 손실부위의 보완 등이며, 기존의 보존처리 방식을 적용할 뿐

Leaf-casting과 같은 새로운 개념의 보존처리 방식 도입에는 제한적인 경향을 나타내고 있다.

종이는 동양에서 일찍 발생되어 한지(韓紙)·당지(唐紙)·화지(和紙)를 중심으로 유사하면서도 각 나라마다 고유한 특색을 지니는 종으로 발전하였다. 동양의 경우와 비교하여 서양은 점토판과 파피루스를 거쳐 양피지를 사용하였고 매우 늦은 시기에 이르러 셀룰로오스를 사용한 종이가 개발되었다. 서양에서 셀룰로오스를 사용한 최초의 종이는 프랑스의 목화솜지라 할 수 있을 것이다.

프랑스의 목화솜지는 인쇄기술과 함께 발전한 종이로서 목화솜을 잘게 파쇄하여 만든 종이다. 한지와 가장 큰 차이점은 한지는 얇고 질긴 특성이지만, 목화솜지는 두껍고 물에 의해 쉽게 분해되는 점이다. 목화솜지가 두꺼운 이유는 필사가 아닌 인쇄에 유리하게 만든 종이이기 때문이다. 19세기 이후 서양의 종이가 다양화되면서 목화솜지 대신에 펄프종이가 활성화 되었다.

프랑스의 전통종이인 목화솜지의 보존처리 방법으로 Leaf-casting이 개발된 뒤로 유럽에서는 Leaf-casting을 이용한 지류보존처리가 일반적이다. Leaf-casting은 목화를 파쇄하여 분말상의 섬유로 만든 후 물에 해리하여 자연스럽게 손상된 부위를 충전하는 방식이다. 이러한 보존처리방법은 매우 효과적이며, 이와 마찬가지로 손상된 한지의 보존처리에 적용하여도 효율성이 높다고 판단된다.

Leaf-casting의 기법 및 재료에 대한 연구는 국내의 몇몇 연구자들에 의해 연구된바 있다. 그 결과는 첫 번째, Leaf-casting 재료로 활엽수 펄프와 면섬유를 혼합하였을 때에는 활엽수 펄프에 대한 면섬유의 혼합율이 75%일 때 가장 높은 인장강도를 나타낸다.¹⁾ 두 번째, 습식클리닝 후 압착건조를 할 때 더욱 높은 강도를 나타낸다.²⁾ 세 번째, 기존의 배접처리

1)2) 김도훈, 「Leaf-casting을 이용한 훼손된 지류기록물의 복원에 관한 연구」 중부대학교 기록물관리학과 석사논문, 2007, p.34

보다 탈산효과가 우수하다.³⁾ 네 번째, 배접처리보다 Leaf-casting기법이 물리적 치수 안정성이 우수하다.⁴⁾ 다섯 번째, Leaf-casting 재료로서 한지는 현재 사용되는 Leaf-casting용 펄프보다 셀룰로오스의 분자량이 10배 이상 높아 보존용 재료로서 충분하다는 결과가 도출되었다.⁵⁾

이러한 연구결과에서 주목해야할 점은 한지유물의 보존처리에 Leaf-casting이 매우 효과적일 수 있다는 점이다. Leaf-casting은 서양의 목화솜지의 보존처리를 위하여 개발된 방법이지만 한지유물의 보존처리에도 효과적일 수 있으며, 그 재료는 전통적인 재료를 활용하는 방식이 우리의 한지 유물에 적합하다고 할 수 있다.

2. 연구목적

현재 우리나라의 지정문화재 중 지류문화재는 국보 78건, 보물 509건으로 전체 지정문화재에서 약 36%를 차지하고 있다.⁶⁾ 주로 문중이나 개인이 소장한 전적류가 대부분이며, 관리 부주의와 잘못된 수리 등으로 인하여 유물에 손상이 야기되기도 한다. 이러한 전적류의 손상원인은 크게 온·습도, 습해, 빛, 생물, 미생물, 오염물질 등의 환경에 따른 손상과 파손 등의 인위적 손상이 있다. 대부분의 손상현상은 하나의 요인보다 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 경우가 대부분이다.

문화유산현장에서 문화유산은 한 번 손상되면 다시는 원상태로 돌이킬 수 없으므로 선조들이 물려준 그대로 우리도 후손에게 온전하게 물려줄 것을 다짐하였다.⁷⁾ 보존처리 과정도 언제든 보존처리 전의 상태로 되돌릴

3) 4) 이귀복, 「리프캐스팅을 이용한 자료의 보존·복원처리 개선 방안」 2014, p.56

5) 박소연, 이귀복, 「리프캐스팅처리 원료로서 한지의 특성 개선에 관한 연구」 2009, p.6

6) 국립문화재연구소, 『동산문화재의 보존과 관리』 2004, p.28

7) 한국민족문화대백과, 『문화유산현장』 2018

수 있는 재료와 방법을 선택하여야 하며, 이후 다시 보존처리 하는 경우가 생기더라도 처리에 어려움이 없도록 가역적 방법을 강조하고 있다.

지류유물의 여러 손상유형 중에서도 유물의 형태학적 손상을 가장 주의하여야 한다. 지류유물의 형태학적 손상을 가해하는 대표적인 요인은 충해와 화재에 의한 손상이다. 특히 지류유물의 대표적인 가해곤충인 좀(Ctenolepisma longicaudata coreana)벌레는 지류유물 내부를 관통하여 터널상의 섭식흔적을 만든다. 또 섭식흔적 부분들이 서로 유착되어 서책이 펼쳐지지 않는 경우가 많다.

한편, 화재에 의해 손상된 서책은 그 형태복원이 불가할 정도로 치명적인 손상을 받게 된다. 종이가 화재에 탈 경우 물성이 경화되고 갈변현상이 나타나 보존처리에 어려움이 있다. 이러한 손상에 대해 축수를 가하는 방식의 보존처리는 처리과정 중 어느 정도의 손상을 인정할 수밖에 없을 것이다.

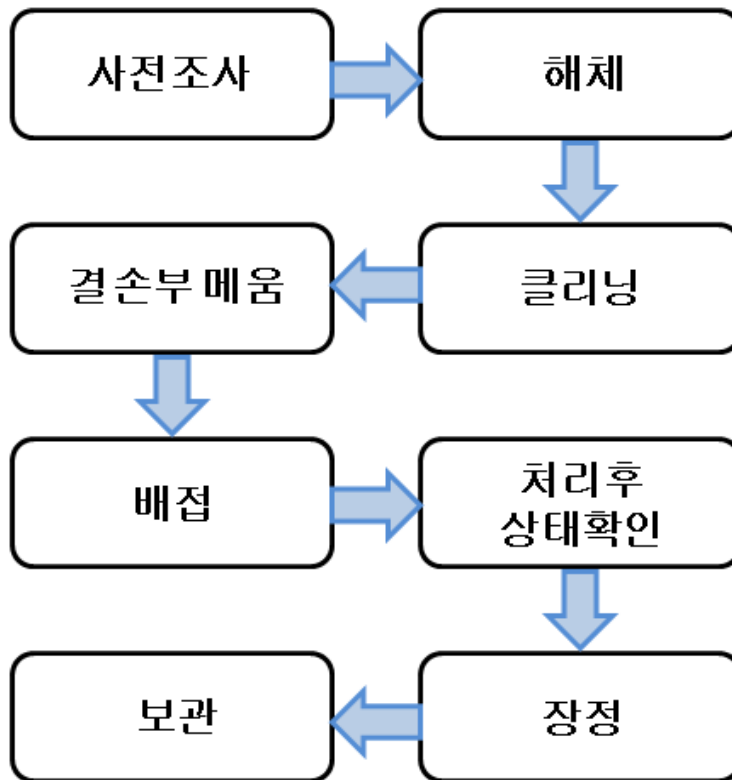
이 연구는 형태학적으로 손상된 지류유물의 보존처리방법으로 Leaf-casting기법의 적용성을 연구 하였다. 실험을 위하여 Leaf-casting기기를 제작하고 전통한지의 재료인 닥섬유와 닥풀을 활용하여 실험하였다. Leaf-casting기법은 배접처리와 부분충전처리 방법으로 실험을 하였다. 또한, 종이 두께의 차이에 따른 Leaf-casting기법의 적용에 대하여 실험하였다. 마지막으로 Leaf-casting기법의 적용성에 대하여 화선지와 1965년 발행된 서책의 펄프지 등에 대해서도 실험하였다. 따라서 이 연구는 손상된 지류유물에 대하여 Leaf-casting기법의 효과를 연구한 결과이다.

Ⅱ. 연구의 이론적 배경

1. 지류보존처리와 이론

1) 지류유물 보존처리 일반

지류유물의 종류에 따라 세부적인 방법에는 약간씩 차이가 있으나, 전체 과정은 기본적으로 유사하다. 다만 제시한 지류유물 보존처리 과정은 유물의 상태와 상황에 따라 순서가 바뀔 수 있다.



<그림 1> 지류 보존처리 과정

우리나라의 장정 형태는 크게 권자장(卷子裝) → 절첩장(折折裝) → 호접장(蝴蝶裝) → 포배장(包背裝) → 선장(線裝)으로 발전하였다. 권자장(卷子裝)은 책 장정의 최초의 형태로 볼 수 있으며, 권축장·축장·권축이라 하며, 두루마리 형태이다. 고려 중기까지 보편적으로 사용되었으며, 주로 사경에서 이러한 형태를 볼 수 있는데 그 대표적인 예가 세계 최고의 현존 목판 권축장인 국보 제 126호, 불국사 삼층석탑의 『무구정광대다라니경(無垢淨光大陀羅尼經)』 이다(한국콘텐츠진흥원, 2018).



<그림 2> 『무구정광대다라니경』 (국립중앙박물관, 2018)

절첩장은 첩장(帖裝) 또는 경절장(經折裝)이라고도 하며 책을 읽을 때 한 장씩 넘겨가며 볼 수 있다. 종이를 지그재그로 접어 장정한 형태로 우리나라에서는 고려 후기 불경과 사경에 주로 사용되었다. 대표적인 예로 국보 제 211호 『백지묵서묘법연화경(白紙墨書妙法蓮華經)』이 있다.



<그림 3> 『백지묵서묘법연화경』 (한국화중앙연구원, 2018)

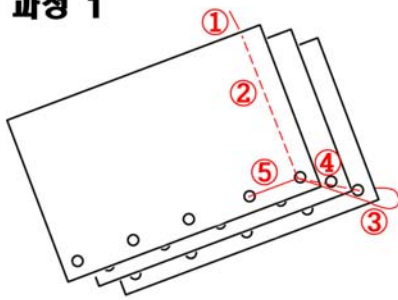
이후 가장 많이 사용된 선장(線裝)법은 판심이 있는 면이 밖으로 나오도록 가운데에서 바르게 접어 중첩하고 두 장의 표지를 앞·뒤로 덧대어 끈으로 꿰매는 방법이다. 이 때 중첩된 본문용지를 지넘⁸⁾으로 묶은 다음 표지를 덧대어 찬정(續訂)⁹⁾하기 때문에 끈이 끊어지더라도 본지가 쉽게 흩어지지 않는 장점이 있다. 우리나라 전통서책의 철장법은 오침안정법만을 사용하였다. 책을 꿰매는 실은 무명실을 꼬아 붉은색으로 염색한 후 사용하였으며, 꿰매는 방법 또한 독특하였다(그림 4¹⁰⁾참조). 책표지는 주로 황백색이나 왜나무의 즙을 이용하여 황색으로 염색하여 사용하였다(한국민족문화대백과, 2018).

8) 비벼 꼬아서 만든 종이끈

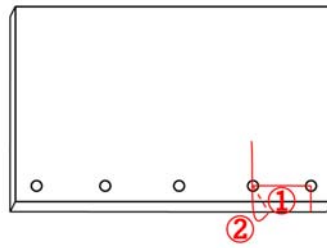
9) 뚫어서 장정하는 방법

10) 인터넷 정보(출처; 다음 블로그, http://blog.daum.net/_blog/BlogTypeView.do?blogid=0LIQW&artid=8171244&categoryId=691651®dt=20110726105510)

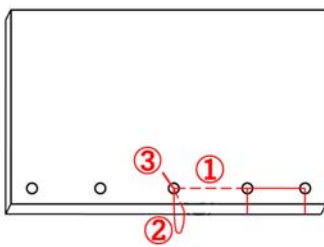
과정 1



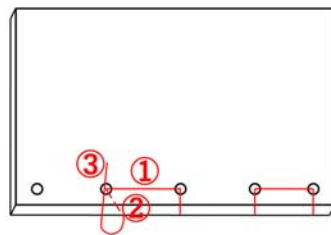
과정 2



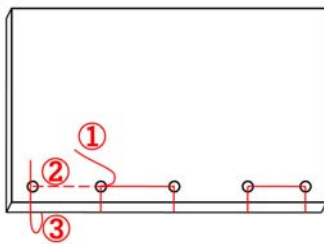
과정 3



과정 4



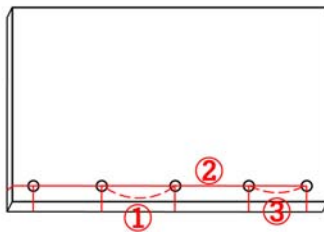
과정 5



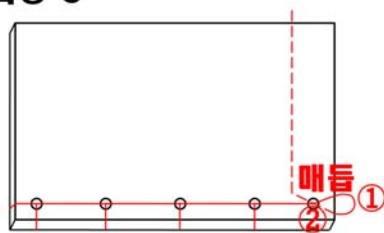
과정 6



과정 7



과정 8



<그림 4> 오침안정법 제책순서

2011년도에 국립문화재연구소에서 발간된 『지류직물문화재 보존』에 근거하여, 전통서책 지류유물의 일반적인 보존처리사례를 제시하였다.

(1) 전통서책 지류유물 보존처리 일반

사례로 제시한 『월인석보』는 최초로 불교 서적을 번역한 책으로 그 중요도가 매우 높이 평가된다. 총 30권으로 추정되나 현존하는 것은 처음 간행된 권과 재간행된 권을 합쳐 총 19권이 있다(위키백과, 2018). 결손부 충전처리 사례로 제시한 『월인석보』 권 15의 보존처리¹¹⁾ 전 상태는 앞·뒷면의 표지가 모두 없는 상태이었다. 내지는 테두리가 대부분 뜯어졌으며, 중앙부분이 결손되었다. 또한 일부 내지에서는 서책의 종이를 잡아주는 판심이 마모되어 본지가 분리된 상태이었다. 종이는 전체적으로 변색 및 퇴색되었으며 수분으로 인한 얼룩의 번짐현상이 여러 부분에서 관찰된다.

『월인석보』 권 15의 보존처리는 배면이 전체적으로 배접되었다. 세부 과정은 보존처리 전에 사진촬영 및 치수, 지질 등에 관해 사전조사가 실시되었다. 지질은 현미경을 이용해 처리 전의 형태학적 상태를 관찰하였다. 또 보푸라기 섬유를 해리하여 C-stain염색방법¹²⁾으로 분석한 결과 닥섬유와 짚섬유가 섞인 고정지로 확인되었다. 이후 본지를 낱장으로 분리하고 증류수를 이용한 습식세척이 실시되었다. 표접하여 안료면을 보호한 뒤 배면에서 결손부를 충전처리하였다. 이후 결손부 충전처리 후에 생긴 주름과 꺾임을 없애기 위해 배접처리를 하였으며 건조판에 붙여 충분히 건조되었다.

표지는 쪽 염색을 한 한지에 배접처리를 한 뒤 능화판에 민 납전지(蠟箋紙)가 제작되었다. 수리기를 작성하고 제첩이 제작되어 부착되었다. 본

11) 국립문화재연구소, 『지류직물문화재보존』 2011, pp.75~77

12) J.A.Graff가 고안한 시약. 시료를 염색하여 펄프 원료의 종류를 구별하는 데 사용. 염화알루미늄($AlCl_3$), 염화칼슘($CaCl_2$), 염화아연($ZnCl_2$), 요오드-요오드화칼륨(I_2-KI)등의 용액을 혼합하여 만든다(화학대사전, 2018).

지에 지념을 넣고 표지와 함께 홍사끈으로 장정한 후 오동상자에 넣어 보관되었다. 이후 전시·교육을 위하여 영인본 3권이 제작되었다(국립문화재연구소, 2011).

<표 1> 『월인석보』 권 15

『월인석보』 권 15				
제작시기	조선(1459년)	규격	가로	24.5cm
소장처	구암사		세로	34.5cm



<그림 5> 『월인석보』 권 15 보존처리 전·후(국립문화재연구소, 2011)



1. 현미경을 이용한 처리전 조사



2. 본지 낱장 분리



3. 가배접



4. 결손부 메움



5. 표지 배접



6. 수리기 및 제침제작



7. 지넘 넣기



8. 장정

<그림 6> 『월인석보』 권 15 보존처리 과정(국립문화재연구소, 2011)

2) Leaf-casting 방법론

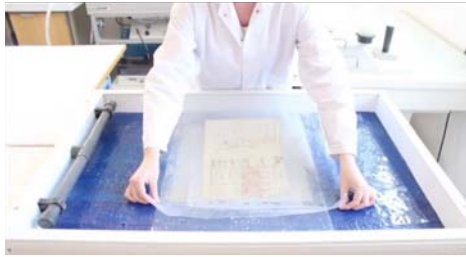
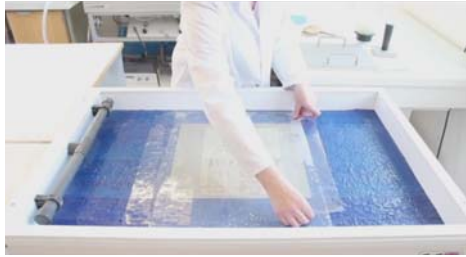
지류는 시간이 지날수록 물리적, 화학적, 생물학적 등 여러 인자에 의해 열화된다. 열화인자의 영향을 받아 형태가 손상되고 물성이 약해진 종이는 그 상태에 따라 보강하는 작업이 매우 필수적이다. 국내·외 여러 보존기관에서는 손상된 지류와 유사한 지류를 이용하여 손상 부위를 메우거나 덧대는 보강 작업이 주로 많이 이루어지고 있다. 특히 손상부위를 메우는 작업에는 과거 동양권에서 전해진 수작업으로 하는 방법과 서양에서 고안된 Leaf-casting기기를 이용하는 방법 등이 있다.

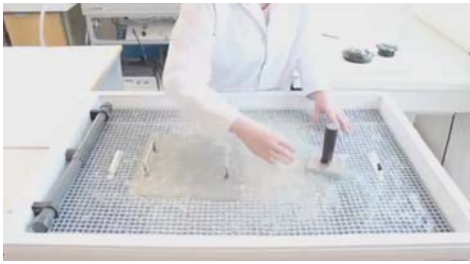
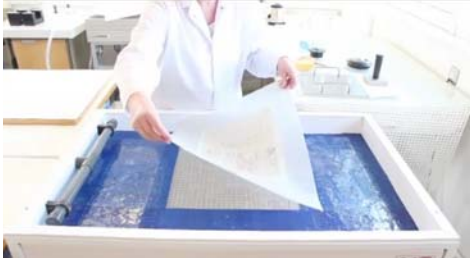
Leaf-casting은 1930년대 후반 체코슬로바키아에서 펄프를 사용하여 훼손된 종이의 수선에 사용되었다고 한다. 1950년대에는 러시아의 J. P. Nyushka에 의해 펄프수선과 관련된 실험이 행해진 바가 있다. 1960년대에 동유럽에서 Leaf-casting기기를 개발하면서 주로 양지에 적용되었다. Leaf-casting은 대량 처리 과정에서 수작업으로 하는 것보다 시간을 단축할 수 있고 동시에 화학적으로 탈산처리까지 병행할 수 있다는 장점이 있다.

Leaf-casting의 원리는 종이를 만드는 공정 중 초지과정을 응용한 것이다. 펄프를 고해하여 Leaf-casting용 섬유를 만들고, 손상된 기록물을 한 장씩 펼쳐서 Leaf-casting기기에 올려놓은 뒤 섬유물이 골고루 분포될 수 있도록 배치하고 진공펌프나 중력을 이용해 Leaf-casting기기에 담긴 물을 뺀다. 이렇게 하면 종이섬유물이 막힌 곳(훼손되지 않은 곳)을 피해 결손부위를 빠져나가면서 결손부분에만 섬유가 안착되어 메워지게 된다. 작업이 끝난 것은 Methyl cellulose를 표면에 도포한 후 압착하여 수분을 제거해 하나씩 건조시킨 후 재단한다. 표 313)은 그 과정을 나타낸 것이며, 자료는 유튜브 Essex Record Office의 동영상을 사용하였다.

13) 인터넷 정보(출처; 유튜브, EssexRecordOffice, <https://www.youtube.com/watch?v=4N3wpt9-cFQ>)

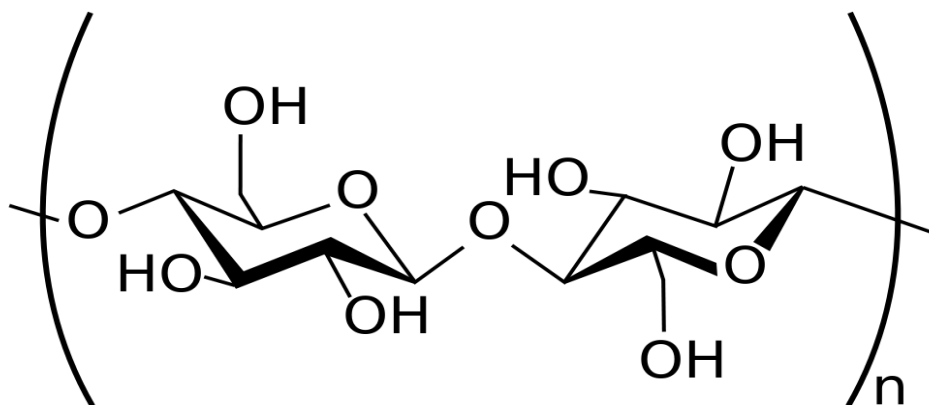
<표 2> Leaf-casting과정

과정	사진	방법
섬유준비		Leaf-casting용 섬유를 일정량의 물에 풀어 준비한다.
대상물 안착		복원대상물의 안정도를 확인한 뒤, 표점 후 기기에 안착한다.
필름막기		복원대상물의 두께와 일치하는 필름으로 복원대상물의 4면을 막는다.
Leaf-casting		복원대상물위에 격자판을 올려 고정 후 대상물이 잠길 정도의 물을 채운 뒤 준비해 둔 섬유를 붓는다.

과정	사진	방법
분산효과		손을 이용하여 한 번 더 분산효과를 준다.
대상물 탈착		Leaf-casting용 섬유가 안정화 되면 물을 빼준 뒤 대상물을 탈착한다.
건조		프레스기 기기를 이용하여 압착 건조한다.
표접지 제거		복원대상물의 표접지를 제거한다.
재단		복원대상물의 크기에 맞게 재단한다.

수소 결합이란 분자가 가지는 원자들 간에 발생하는 화학결합이 아닌 분자들 사이의 인력에 의한 결합이다. 전기 음성도가 강한 원자와 이웃한 분자의 수소 사이에서 발생하는 인력이다. 가장 흔한 수소결합은 물 분자이다. 물 분자는 산소 원자 1개와 수소 원자 2개가 공유결합을 하고 있다. 산소와 수소 원자는 한 개씩의 전자를 내고 전자쌍을 만들어 공유한다. 전자쌍의 경우 전자친화도가 큰 산소 원자 인근에 위치하고, 산소 원자는 약한 음전하를 띠게 된다. 또한, 수소는 극성을 띠게 된다. 따라서 극성을 지니고 있는 물 분자 사이에서는 인력을 지니는 수소결합에 의해 강한 응집력을 가진다.

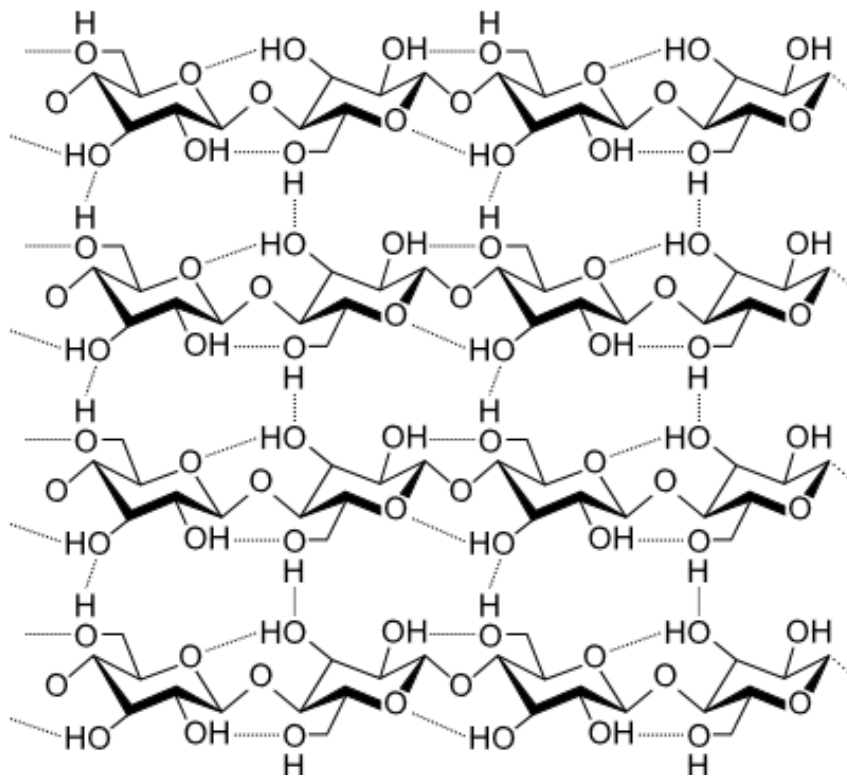
셀룰로오스는 그림 9¹⁴⁾와 같이 곁가지가 없는 선형 사슬 구조를 가지고 있다. 또한, 그림 10¹⁵⁾과 같이 일직선 구조를 유지한 한 가닥의 셀룰로오스에 포함된 많은 OH기와 이웃하고 있는 또 다른 가닥의 셀룰로오스에 포함된 많은 OH기들끼리 서로 수소결합을 하고 있다. 이러한 원리로 셀룰로오스는 물만으로도 강한 응집력을 가지게 되어 결합이 된다.



<그림 7> 셀룰로오스의 분자구조

14) 인터넷 정보(출처; 위키백과, <https://qu.wikipedia.org/wiki/Silulusa>)

15) 인터넷 정보(출처; 위키백과, https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_bond)



<그림 8> 셀룰로오스의 수소결합 분자구조

2. Leaf-casting 국내·외 사례

1) 국가기록원(國家記錄院) 사례

국가기록원에서 보존처리한 「국민보」는 1913년도에 하와이에서 한국어로 발간된 신문이다. 이후 1968년 폐간될 때까지 총 24권이 발간되었다. 그 중 훼손이 심한 3권(306매)에 대해서 복원처리가 실시되었다. 처리 전의 상태는 탈색과 황변이 심하고 신문용지의 산성화가 지속되어 건조화

및 바스라지는 상태이었다. 보존처리로는 탈산처리와 Leaf-casting을 통한 보존처리를 하였다(국가기록원, 2008).



<그림 9> 국가기록원 「국민보」 Leaf-casting처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)(국가기록원,2008)

2) 일본 국립공문서관(國立公文書館) 사례

일본의 국립공문서관은 국립중앙도서관의 2008년도 공무국외출장결과보고서인 「일본 보존복원 기술 연수 결과보고서」에 소개된 보존처리기관이다. 일본 국립공문서관은 정부기관의 역사자료나 공문서 등을 보존하는 기관으로서 공문서의 보존과 관리, 복원처리, 대체매체변환 등을 수행한다. 이곳의 모든 소장 자료는 보존성이 입증된 마이크로필름화 하는 것이

기본방침이며, 이후에는 보존 상자에 넣어 보관·관리되어지고 있다.

지류의 보존처리 방법으로는 Bookkeeper법¹⁶⁾으로 탈산처리를 실시하고 Leaf-casting을 이용하여 고서보존처리를 한다. 일본 전통지류에 사용된 원료인 닥섬유의 섬유장을 절단하여 Leaf-casting재료로 만들어 사용하고 있다. Leaf-casting기기는 유럽에서 이용하는 기기와 동일하며, 전체적인 배접처리를 하였다(국립중앙도서관, 2008).

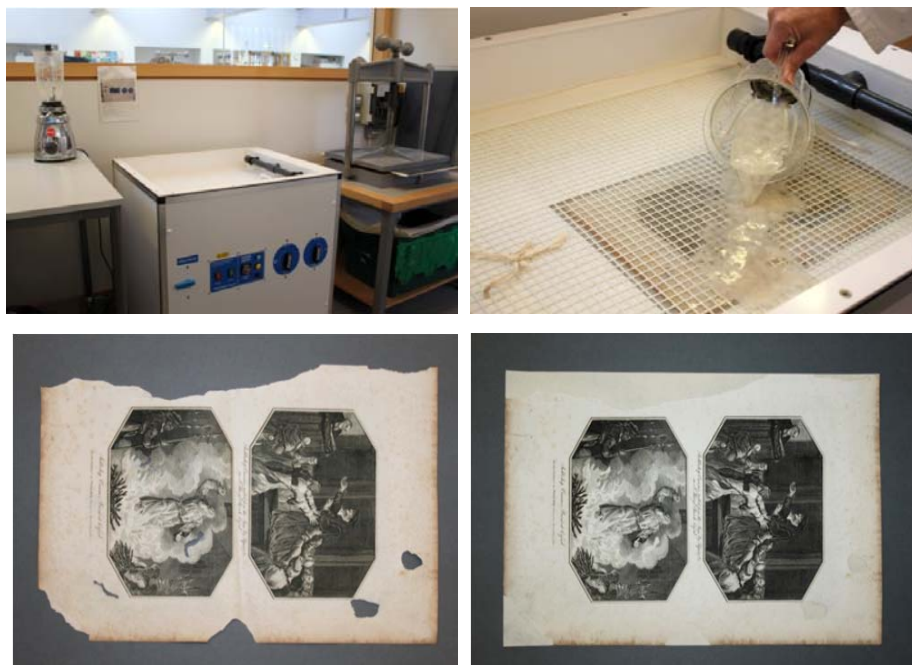


<그림 10> 일본 국립공문서관 서고, 탈산처리실, Leaf-casting 기기

16) 대량 자동화 탈산처리장비. 약 1년에 책 10만 권을 탈산처리 할 수 있다.

3) 영국 도서관 사례

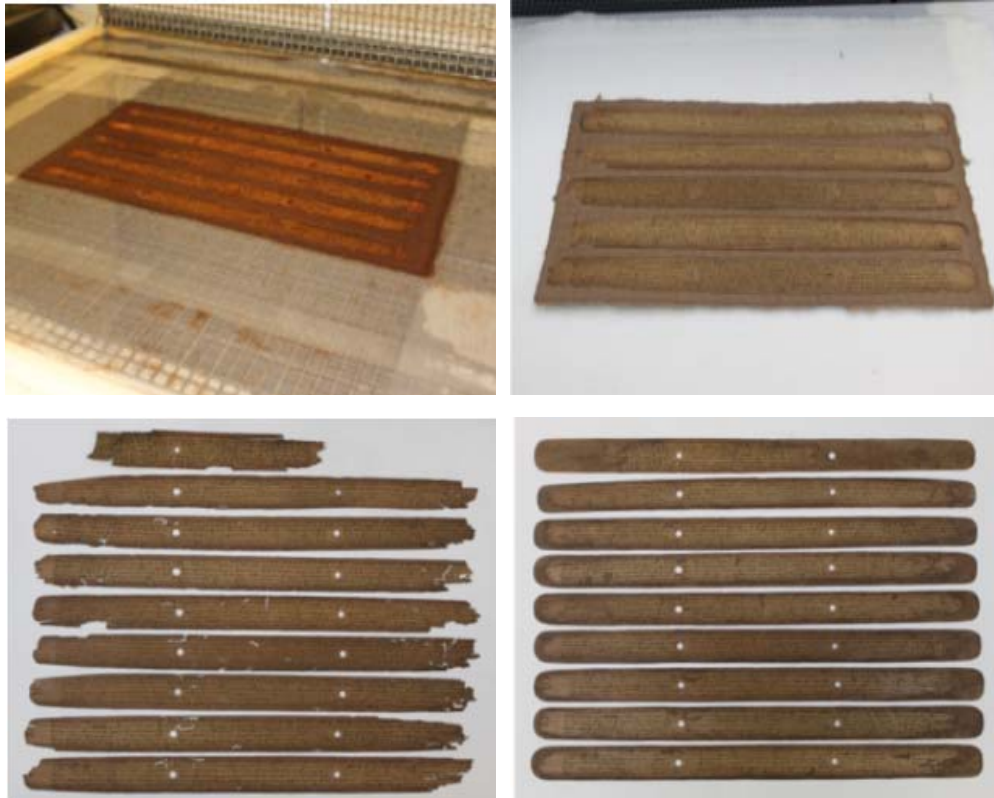
영국 도서관 홈페이지의 컬렉션 케어 블로그¹⁷⁾에 소개된 2017년 10월 10일의 Leaf-casting을 이용한 보존처리 사례이다. 처리대상물은 해리포터 : 마술의 역사 전시회의 물품이다. 처리대상물의 좌측은 상하로 찢어져 있다. 또한 우측 상부에는 부분적인 결손부가 있으며 중앙과 하단부의 모서리는 찢어졌다. 또한 종이의 테두리는 산화로 인한 갈변현상을 관찰할 수 있다. 이 대상물은 후면을 전체적인 배접처리하면서도 중간의 구멍을 효과적으로 충전처리 하였다.



<그림 11> 영국 도서관 Leaf-casting과정 및 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)

17) 인터넷 정보(출처; 영국 도서관 컬렉션 케어 블로그; <http://blogs.bl.uk/collectioncare/2017/10/magic-in-conservation-using-leaf-casting-a-mechanical-pulp-repair-technique-on-paper-and-palm-leaves-as-the-library-i.html>)

Leaf-casting은 주로 종이의 보존처리에 이용되지만, 폴란드의 코페르니쿠스대학(Copernicus University)에서 진행된 연구프로젝트로 야자수 잎에도 시도하였다. 야자수 잎은 충해 손상, 파손, 가장자리의 결손 등 다양한 손상을 입었다. 이 야자수 잎의 보존처리 결과에서 중요점은 두께 차이가 나는 경우에도 Leaf-casting의 적용이 가능하다는 점이다.



<그림 12> 야자수 잎의 Leaf-casting적용 및 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)

4) 뉴욕 기록물 관리 본부 사례

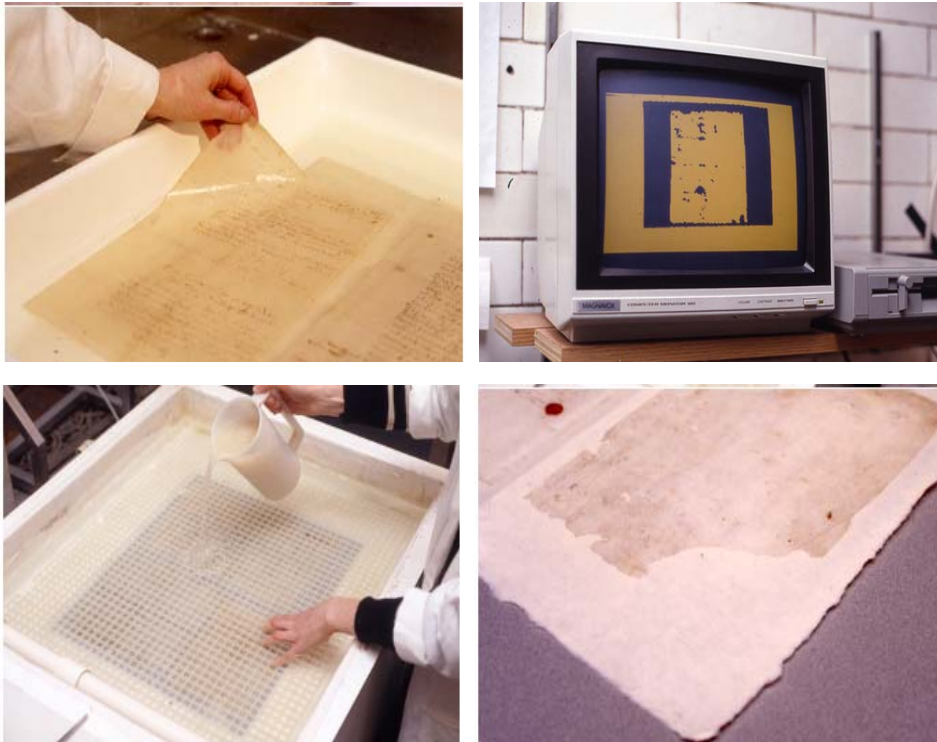
뉴욕 기록물 관리 본부의 블로그¹⁸⁾에 소개되어져 있는 네덜란드의 『뉴 암스테르담 기록물』 보존처리 사례이다. 처리대상물의 원료는 펄프이며, Leaf-casting의 원료로는 표백되지 않은 면과 린넨(Linen)¹⁹⁾ 섬유를 사용하였다. 충전처리에 앞서 증류수와 에틸알코올로 세척하였으며, 중탄산마그네슘을 이용하여 탈산처리하였다. Leaf-casting 후에는 마이크로필름으로 기록화하였다. 이 사례에서는 린넨을 사용하여 종이의 강도를 높인 점이 특이점이며, 앞으로 이 사례에 대한 실증적인 연구가 필요하다고 사료된다.



<그림 13> 『뉴 암스테르담 기록물』 처리 전

18) 인터넷 정보(출처; 뉴욕기록물관리본부 홈페이지 주소; <http://www.archives.nyc/newamsterdam/conservation/>)

19) 아마(亞麻)에서 추출한 섬유질로 만든 직물



<그림 14> 『뉴 암스테르담 기록물』 Leaf-casting 처리



<그림 15> 『뉴 암스테르담 기록물』 처리 후

Ⅲ. 실험재료와 실험방법

1. 실험대상

손상 지류의 두께에 따른 Leaf-casting기법 처리 결과를 비교하고자 전통서책의 표지와 내지를 사용하였다. 또한, Leaf-casting기법의 적용방안 제시를 위해 화선지와 펄프지에 적용실험 하였다.

1) 충해 손상 지류유물

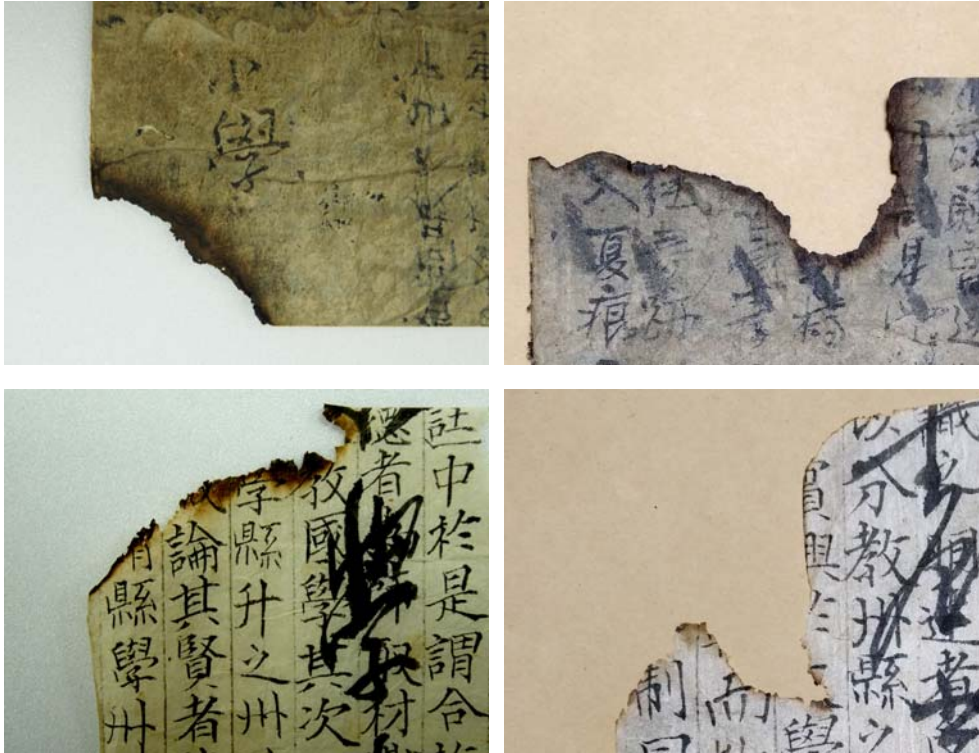
충해에 의해 손상된 지류유물의 표지는 여러 장의 종이가 겹쳐진 상태로 충해에 의해 손상되어 각각의 종이에 대한 손상 정도가 다르다. 현미경 관찰 결과 섭식 흔적은 부분적으로 뜯어먹은 형태를 나타내고 있다.



<그림 16> 충해 손상 지류유물(상; 표지, 하; 내지)

2) 화재 손상 지류유물

화재에 의해 손상된 지류유물은 화재에 영향을 받은 부분의 경우 진한 갈색으로 탄화되어 종이가 부스러지는 상태이며, 미약한 경우는 갈변으로 나타난다. 탄화된 부분의 정도에 따라 종이에서 갈변한 부분의 보존은 상태에 따라 다르다.



<그림 17> 화재 손상 지류유물(상; 표지, 하; 내지)

3) 적용성 실험 지류유물

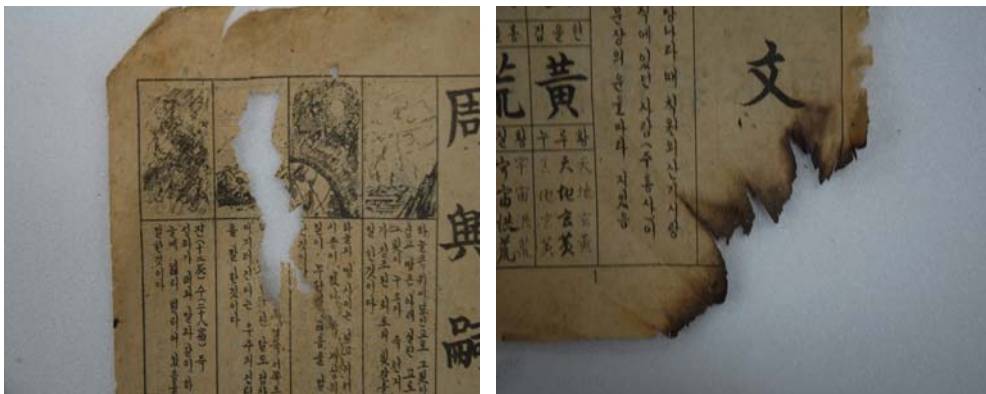
Leaf-casting기법을 응용한 처리의 적용성을 높이하고자 화선지와 펄프지에 실험하였다. 적용성 실험 지류유물은 충해와 화재에 의한 피해사례에 근거하여 제작하였다.

(1) 화선지



<그림 18> 적응성 실험 대상물 - 화선지(좌; 충해, 우; 화재)

(2) 1965년 발행 펄프지



<그림 19> 적응성 실험 대상물 - 펄프지(좌; 충해, 우; 화재)

2. 실험재료와 실험방법

1) 실험재료

(1) 천연 닥섬유

일반적으로 유통되는 시중의 양지는 백색도를 높이기 위한 로진사이즈 처리와 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)을 사용하여 강한 산성(pH 4~5.5)을 나타낸다. 시간의 경과에 따라 서서히 산가수분해되어 종이가 열화되며, 100여년정도 지나면 형태가 유지되기 어려울 정도로 분해된다. 또한 표백용으로 첨가되는 수산화나트륨(NaOH)과 차아염소산(HClO)으로 인하여 산성도가 높아지게 되고, 이러한 표백 과정 중에서 종이의 섬유조직이 상하게 되어 보존성이 낮아진다.

반면, 한지는 제조과정 중 잣물로 백피를 삶는데 이때 사용되는 잣물의 주성분은 산화칼륨(K_2O)으로 이 성분의 양에 따라 잣물의 염기도가 증가한다. 이 밖에도 오산화인(P_2O_5), 산화나트륨(Na_2O) 및 산화칼슘(CaO)의 양이 많으면 약알칼리성을 띠게 된다. 이렇게 만들어진 약알칼리성의 잣물로 백피를 삶은 다음 씻기와 햇볕을 이용한 일광표백과정을 거친다. 이후 흐르는 물속에 넣어 두는데, 이때 물속에서 햇빛의 작용으로 과산화수소(H_2O_2)와 오존(O_3)이 발생되어 천연 산화작용으로 닥섬유가 표백된다. 이러한 제조과정은 날씨의 영향과 시간이 걸리지만 섬유가 손상되지 않는 장점이 있다.

위의 제조과정을 거친 닥섬유는 한지 제조시 섬유가 잘 풀리고 섬유간의 엉킴으로 생기는 조롱이 적어 지합이 균일하다. 닥섬유를 사용한 한지는 양지의 원료인 목재펄프에 비하여 섬유가 길며 강인하고 보존성이 좋다. 이러한 특징으로 최근에는 해외에서도 한지를 양지의 보존처리재료로 사용하기도 한다. 이 실험에 사용한 닥섬유는 전통한지를 제조하는 괴산

의 ‘신풍한지마을’에서 제공받았다.



<그림 20> 천연 닥섬유

(2) 닥풀

닥풀이란 한지 제조시에 사용하는 분산제를 말하며, 황촉규 뿌리를 깃이겨 얻은 점액질을 사용한다. 한지제조시 닥섬유를 물에 풀 때 닥풀을 같이 넣어 젖는다. 이때 닥풀은 닥섬유가 웅어리지지 않게 하여 종이의 질을 고르게 하고, 접착이 잘 이루어 질 수 있도록 하는 역할도 한다. 전통방식의 한지제조시에는 닥섬유 약 1kg당 닥풀 약 1ℓ가 들어간다. 실험에 사용한 닥풀은 피산의 ‘신풍한지마을’에서 제공받았다.

실험에 사용한 닥풀의 비중과 밀도를 계산하였다. 비중이란 물질의 고유 특성으로서 기준으로 정한 물질의 밀도에 대해 얼마의 밀도를 가지고 있는지를 알 수 있는 ‘상대적 밀도’라고 할 수 있다. 일반적으로 액체의 경우에는 1기압 하에서 4℃ 물을 기준으로 한다(물리학백과, 2018). 비중

계산식은 ‘비중=(물질의 밀도)/(표준물질의 밀도)’이므로 ‘닥풀의 무게(22.8g)/물의 무게(22.2g)=약1.03’로 닥풀이 물보다 무거운 비중을 가지고 있었다. 측정시 비중컵 방식으로 같은 온도와 압력에서 측정하였다.



<그림 21> 닥풀

2) 물리·화학적 실험방법

충해 손상 지류과 화재 손상 지류에 대한 물리실험은 두께, 투광도, 색차계, 인장강도²⁰⁾와 인열강도²¹⁾를 측정하였으며, 화학실험으로는 산성도를 측정하였다. 각각의 실험에 대한 차이점을 비교하고자 아래와 같이 실험을 실시하였다.

20) 잡아당기는 힘을 견디는 능력으로 시료가 절단될 때의 하중

21) 재료에 칼자국을 내고 잡아당겨 찢을 때 필요한 단위길이당의 평균하중

(1) 두께 측정

Leaf-casting기법을 이용한 처리 후 종이의 배접두께의 차이에 대하여 전자기를 이용한 두께측정장치를 사용하였다. 측정에 앞서 표준시험편을 이용하여 교정한 후 자성금속판 위에 실험대상물을 얹어서 측정하였다. 실험대상물은 Leaf-casting기법의 전·후 모두 총 10회의 측정을 한 후 평균값의 두께를 산출하였다.



<그림 22> 두께 측정

(2) 투광도 측정

Leaf-casting에 의한 보존처리 전·후 모두 종이의 두께차이로 인한 투광도를 측정하였다. 암실에서 진행된 투광도 조사는 조명 앞에 대상물을 놓고 lx 값을 측정하였다. 실험대상물에 총 10회의 측정을 한 후 평균값의 lx를 구하였다.



<그림 23> 투광도 측정

(3) 색차계 측정

Leaf-casting에 의한 보존처리 전·후 모두 종이의 색차계를 측정하였다. 색차계 측정은 동일한 환경에서 측정하였으며, 측정에 앞서 측정환경의 색도 및 백색도를 교정한 후 측정하였다. 실험대상물에 총 5회의 측정을 한 후 L^* , a^* , b^* 의 평균값을 구하였다.

(4) 인장·인열강도 측정

전통한지와 Leaf-casting재료로 제작된 종이의 인장강도 실험은 표준 규격인 KS K ISO 9073-3:2009에 따라 스트립법²²⁾을 이용하였다. 시험기관은 경기도 성남시에 소재한 KOTITI 시험연구원이다. 동일한 시험기관에서 인열강도 실험은 표준규격 KS K ISO 13937-2:2009의 싱글 인열법을 적용하였다.

22) 실험편의 전 폭을 조에 파지하여 실시하는 강도 시험

(5) 산성도 측정

종이의 산화상태를 분석하고자 모든 연구대상 시료에 대해 $5 \times 5\text{cm}$ 크기로 각각 5개의 시편을 제작하였다. 제작된 시편은 종이가 충분히 침적될 수 있고 이온측정이 용이하도록 증류수 50ml에 침적하였다. 일반적인 실험환경에서 충분히 용출될 수 있도록 약 100시간 뒤 용액의 pH농도를 측정하였다.



<그림 24> 산성도 측정

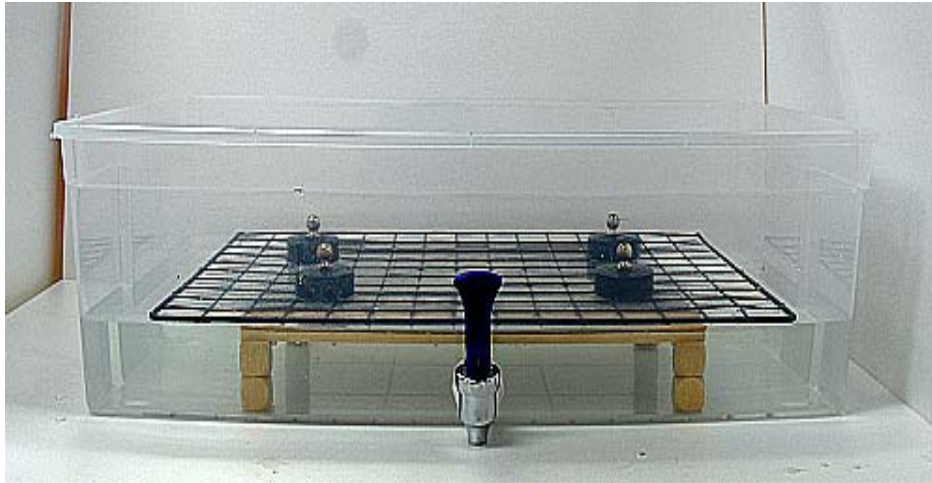
IV. Leaf-casting기법의 보존처리 실험

1. Leaf-casting기기와 실험과정

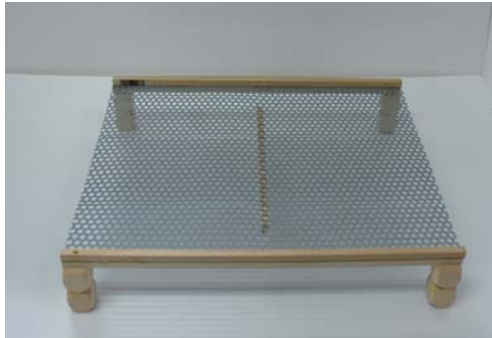
1) 기기와 재료 제작

(1) 기기 제작

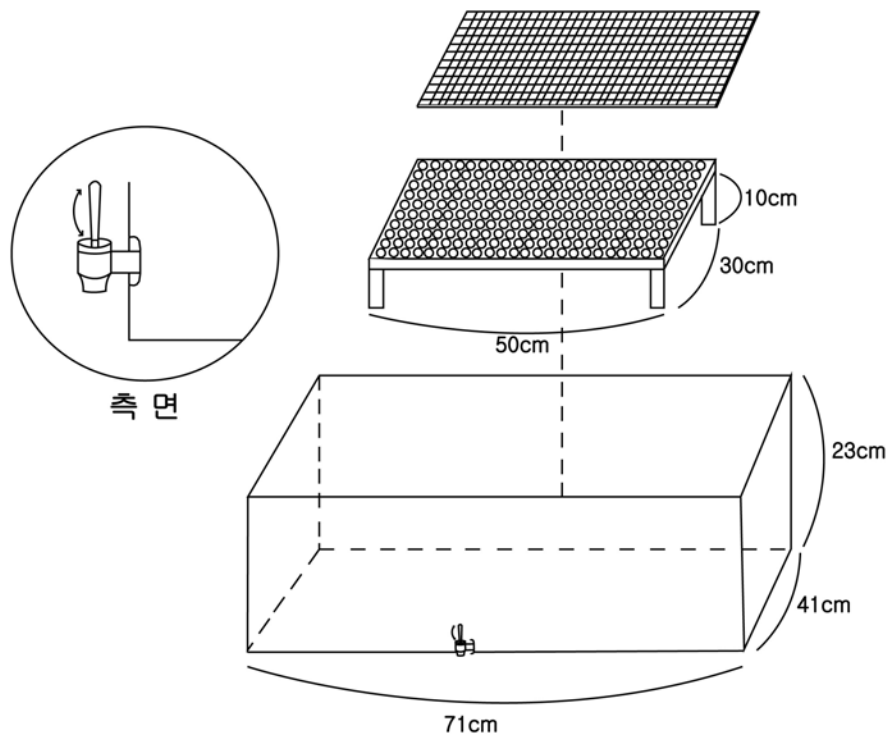
Leaf-casting기법을 활용하기 위하여 플라스틱 상자를 활용하여 수조를 제작하였다. 플라스틱 상자의 용량은 약 60L이며 용액이 빠져 나올 수 있도록 상자하부에 밸브를 설치하였다. 용액에 해리된 닥섬유가 안정적으로 한지에 안착될 수 있도록 타공된 스테인레스 판재를 이용하여 받침채를 제작하였다. 이외에도 실험대상물이 위로 뜨지 않도록 고정해주는 누름판과 OPP(Oriented Polypropylene)필름을 사용하였다. 이때 OPP필름의 용도는 롤러를 이용한 압착건조시 덮어서 종이손상을 방지하는 보호용, 부분충전처리 시 사용하는 표점용, 배접처리 시 실험대상물의 3면을 막아주는 용이며 OPP필름의 두께는 각각 다르게 사용하였다.



<그림 25> 제작기기



<그림 26> 실험 기기



<그림 27> 실험 기기 도면

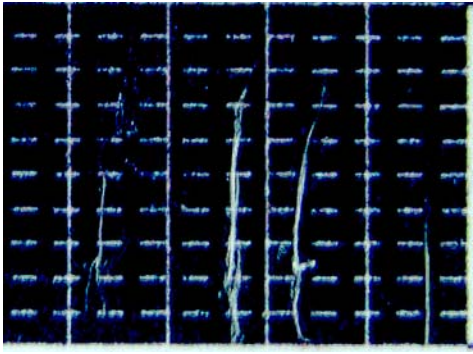
(2) 닥섬유 제작

전통한지 제작용 천연 닥섬유는 섬유의 길이가 길어 Leaf-casting에 사용하기 위해서는 닥섬유의 파쇄가 필요하였다. 보통의 한지 제작용 천연 닥섬유의 섬유길이는 약 7~8mm이며 Leaf-casting에 적용할 수 있는 섬유길이는 약 2~3mm이다. 닥섬유를 파쇄하기 위해 제분소의 분쇄기를 이용하여 총 2회 걸쳐 파쇄한 결과 약 2~3mm의 닥섬유를 제작할 수 있었다.

Leaf-casting기법에 사용할 닥섬유 재료의 제작과정은 다음의 표(표3 참조)에 제시하였다. 준비된 닥섬유는 젖은 상태로 제공되어 건조과정을 거쳤다. 건조된 닥섬유는 파쇄하기 용이하도록 분리작업을 한 후 총 2회에 걸쳐 분쇄기로 파쇄하였다. 파쇄된 닥섬유를 체질하여 균일한 길이의

닥섬유를 선별하였다.

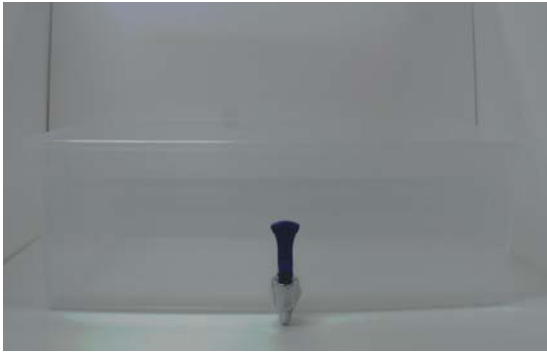
<표 3> Leaf-casting용 닥섬유 제작

한지제작용 닥섬유	Leaf-casting용 닥섬유(2회 파쇄)
	
체질	닥섬유 파쇄 전·후
	
닥섬유 파쇄 전(7~8mm)	닥섬유 파쇄 후(2~3mm)
	

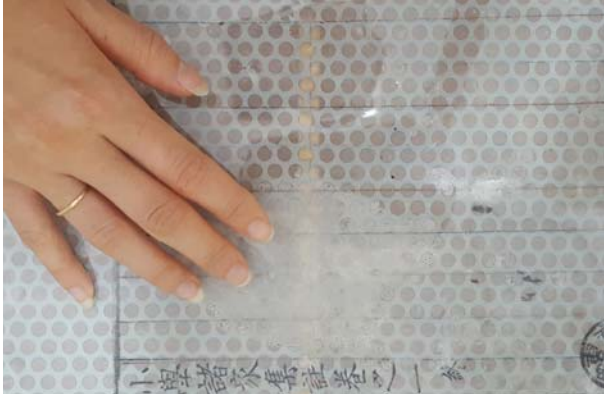
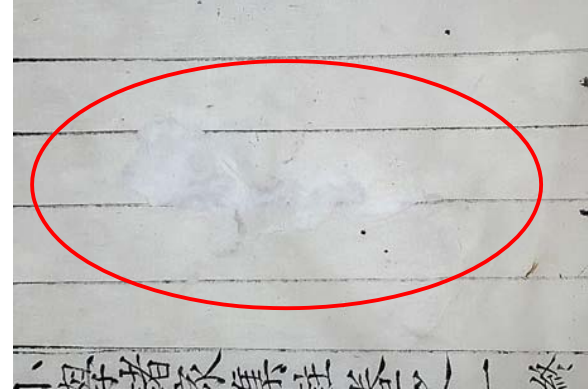
2) Leaf-casting 실험과정

(1) 부분충전처리

<표 4> 부분충전처리 과정

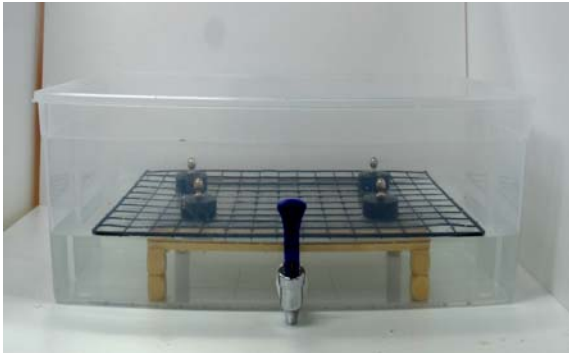
과정	사진
1. 닥섬유를 건조시킨 후 섬유길이를 조절하기 위해 제분소에서 파쇄한다.	
2. 유량 조절이 가능한 플라스틱 수조와 실험대상물을 지지할 수 있는 채(이하 받침채)를 제작한다.	
3. 충전처리 할 부분을 확인 후 OPP필름을 덮고 충전처리할 부분을 본뜬다.	

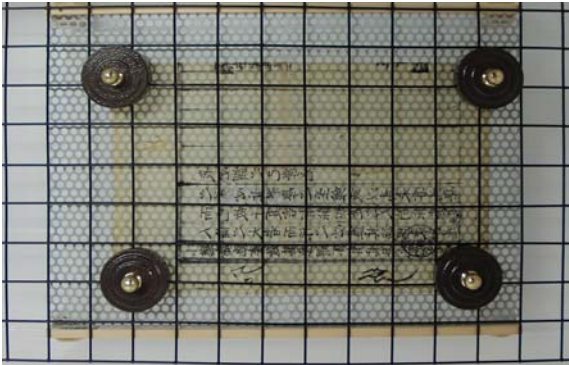
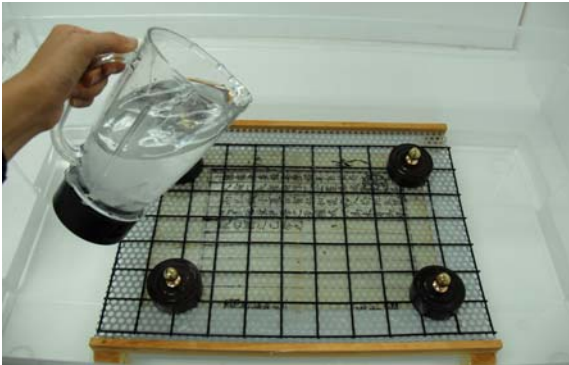
과정	사진
4. 충전 처리 할 부위의 OPP필름을 정교하게 파낼 수 있는 칼을 이용하여 파낸다.	
5. 커팅한 OPP필름을 이용하여 표점한 후, 받침채에 올린다. 제작기기에 실험 대상물이 잠길 때 까지 증류수를 넣어준다.	
6. 믹서기에 닥섬유, 증류수, 닥풀을 넣고 혼합한 뒤, 손상부위 위로 부어 준다. (닥섬유 약 10g, 증류수 약 200mℓ, 닥풀 약 10mℓ)	

과정	사진
7. 손을 이용하여 한 번 더 분산효과를 준다.	
8. 수조의 증류수를 천천히 빼낸 후, 실험 대상물을 분리하여 건조한다. 1차 건조 후 지합도를 높이기 위해 OPP원단을 덮고 롤링을 한다.	
9. 2차 건조 후 표접한 필름을 제거한 뒤 한 번 더 OPP 필름을 덮고 롤링해준다. 충전처리 부분을 확인한다.	

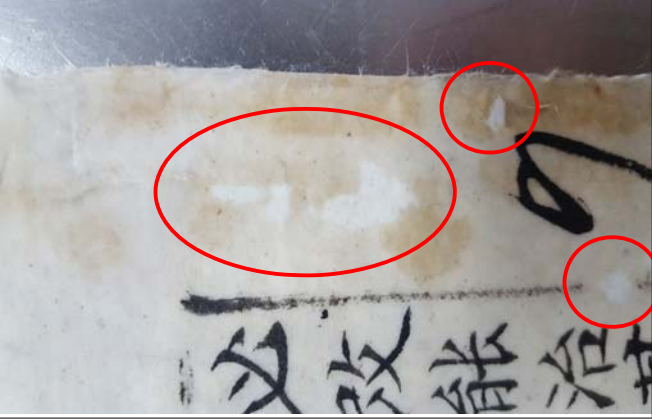
(2) 배접처리

<표 5> 배접처리 과정

과정	사진
1. 닥섬유를 건조시킨 후 섬유길이를 조절하기 위해 제분소에서 파쇄한다.	
2. 플라스틱 수조와 실험대상물을 지지할 수 있는 채(이하 받침채)를 제작한다.	
3. 실험대상물의 화면을 보호하고 지지할 수 있도록 표접을 한 후, 받침채에 올린다.	

과정	사진
4. 실험대상물의 두께와 같은 필름으로 3면을 막은 후 실험대상물이 움직이지 않도록 누름판을 이용하여 고정한다.	
5. 믹서기에 탁섬유, 증류수, 탁풀을 넣고 혼합한다. (탁섬유 약 50g, 증류수 약 1000mL, 탁풀 약 50mL)	
6. 실험기기에 실험대상물이 잠길때까지 증류수(30L)를 넣어준 후, 실험대상물의 손상부위 위에 제작된 Leaf-casting 재료를 부어준다.	

과정	사진
7. 손을 이용하여 한 번 더 분산효과를 준다.	
8. 수조의 증류수를 천천히 빼낸 후, 받침채에서 실험 대상물을 분리하여 나무판에서 건조시킨다.	
9. 1차 건조 후 지합도를 높이기 위해 OPP원단을 덮고 롤링을 해준다. (압착건조)	

과정	사진
10. 실험대상물의 표 접지를 제거한다.	
11. 실험대상물의 크기에 맞추어 배 접지를 자른다.	
12. 충전처리 부분을 확인한다.	

2. Leaf-casting 실험

1) 부분충전처리

서책의 표지는 여러 겹의 종이를 배접하여 다른 종이에 비하여 두께가 두껍다. 서책의 일반적인 보존처리 방법에서 표지는 낱장의 종으로 해체하고 이를 다시 배접하여 한 장의 표지로 만들어서 장정한다. 이러한 보존처리 방법은 같은 손상 부위를 지닌 다른 종이에 대하여 반복적으로 같은 방법을 행하는 것은 매우 비효율적이라 할 수 있으며, 부재료가 많이 소요되는 단점으로 지적할 수 있다. 충해와 화재로 손상된 전통서책의 표지와 내지에 대한 Leaf-casting의 효용성을 실험하였다.

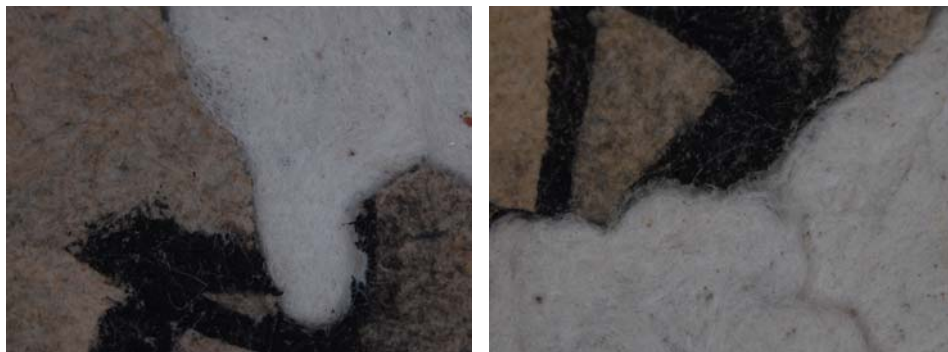
충해와 화재로 손상된 서책의 표지와 내지에 대한 Leaf-casting 실험 결과, 기존종이의 손상경계면과 Leaf-casting 재료의 결속에서 닥섬유가 서로 교차하면서 결합이 자연스러웠다. 다만 Leaf-casting에 사용한 닥섬유가 신선한 재료이므로 색상에서 차이를 나타내었다. 또한 표지의 경우 일반적인 보존처리와 같이 해체하지 않고 Leaf-casting으로 한 번에 구멍을 메울 수 있었으며, 기존 종이에 0.2mm인 OPP필름의 두께만큼 올라 온 닥섬유를 눌러주면 기존의 표지 두께와 동일해지고 지질이 단단해지고 기존종이와 결속이 높아 질 수 있었다. 한편 낱장으로 해체하는 보존처리와 비교하여 작업시간이 매우 단축할 수 있었다.

다만 부분충전처리에서 손상 부위를 필름으로 본을 뜨고 칼로 파내게 된다. 이러한 과정에서 미세한 부위의 경우는 파내기 어려우며 기존 종이의 손상경계를 결정하는데 보존처리자의 임의 판단으로 종이와의 결합성 정도를 예상해야 하는 어려움이 있었다. 실험과정에서는 기존종이를 OPP 필름에 배접하였으나 기존종이와 OPP 필름 사이에 미세한 틈이 발생하여 기존종이 위로 재료가 번지는 현상이 발생하기도 하였다.

(1) 충해 손상 서책 표지

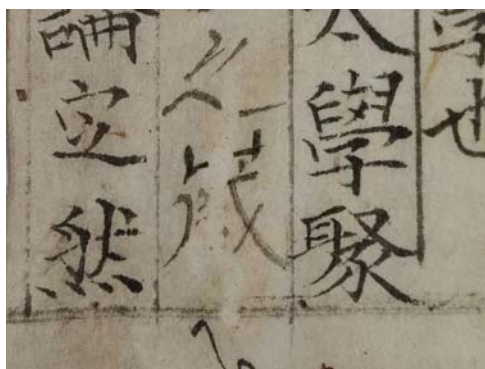


<그림 28> 부분충전처리, 표지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 29> 부분충전처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰

(2) 충해 손상 서책 내지

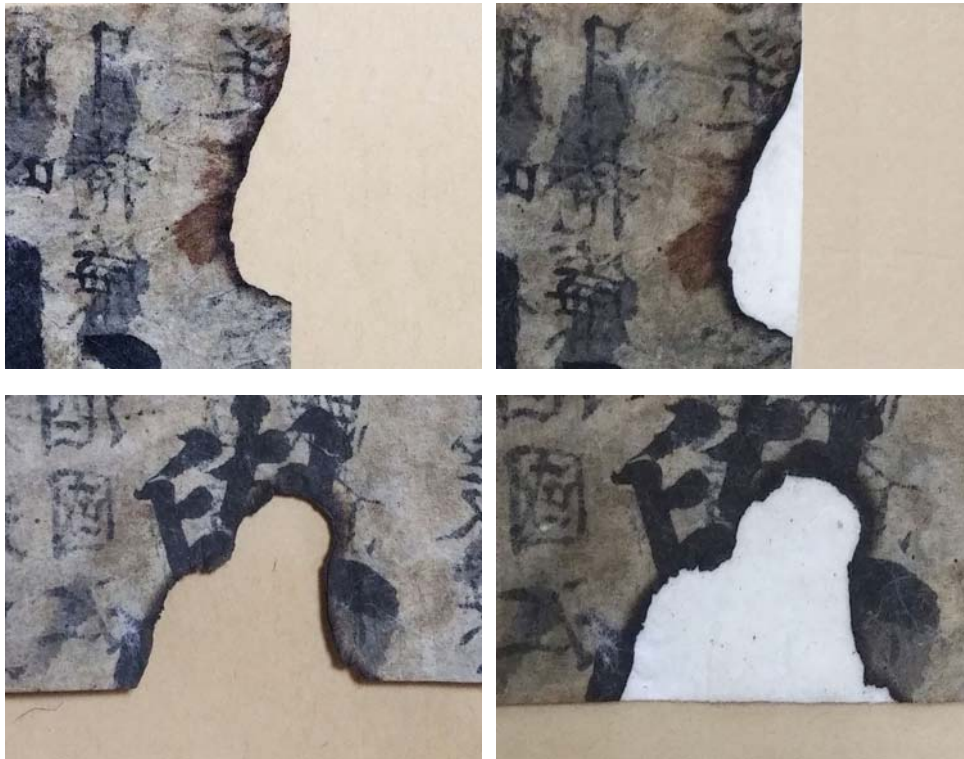


<그림 30> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 31> 부분충전처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰

(3) 화재 손상 지류유물 표지



<그림 32> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 33> 부분충전처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰

(4) 화재 손상 지류유물 내지



<그림 34> 부분충전처리, 내지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 35> 부분충전처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰

2) 배접처리

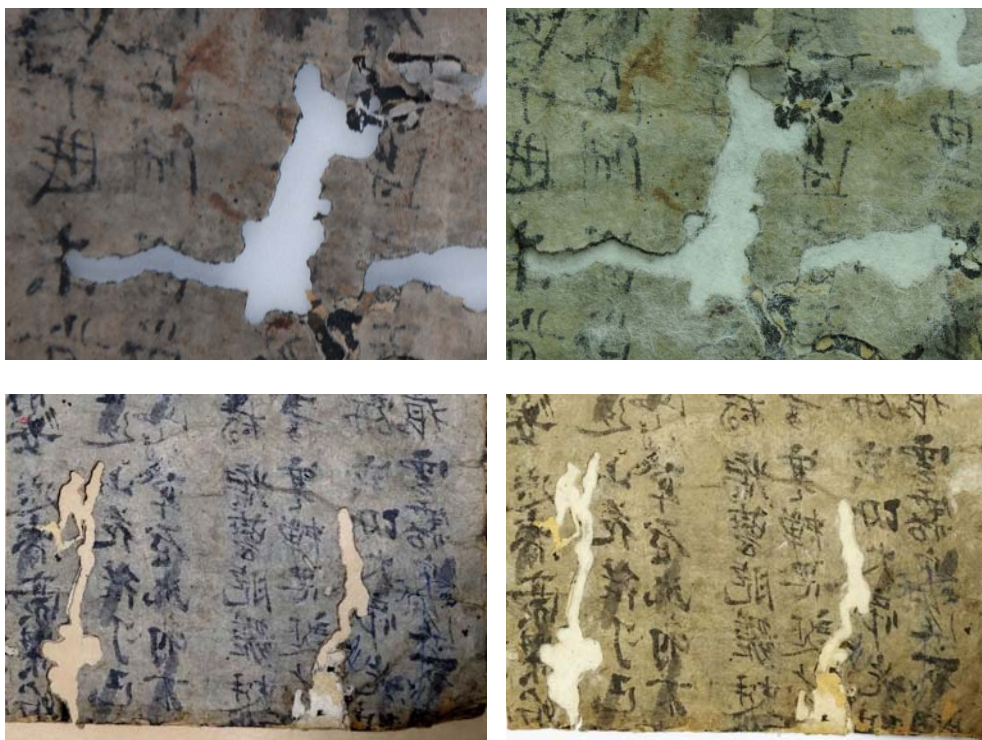
전통서책의 표지와 내지의 충해와 화재로 손상된 부위에 대해 Leaf-casting기법을 활용하여 배접과 충전처리를 동시에 진행하였다. 이 실험은 기존의 보존처리 방법에 비해 작업시간이 매우 단축되었으며, 부분충전처리 실험과 비교했을시 배접과 충전처리법의 작업시간이 짧았다. 또한, 실험 중 실험대상물을 증류수에 수침하는 과정에서 탈산처리와 함께 얼룩등의 오염물에 대해 습식세척의 효과가 있었다.

충해에 의한 손상 지류유물 중 표지는 여러 겹의 종이를 배접하여 만든 종지로 각각의 층별로 손상정도가 달랐다. 이러한 실험대상물에 Leaf-casting기법을 활용한 실험 결과, 각 층의 충해에 의한 손상 중 가장 외면의 지류에 손상이 없으면 Leaf-casting재료가 흘러들어가지 않아 충전처리는 불가하였다. 이러한 대상물에는 배접과 충전처리가 동시에 진행되는 처리법보다 부분충전처리가 적합하였다.

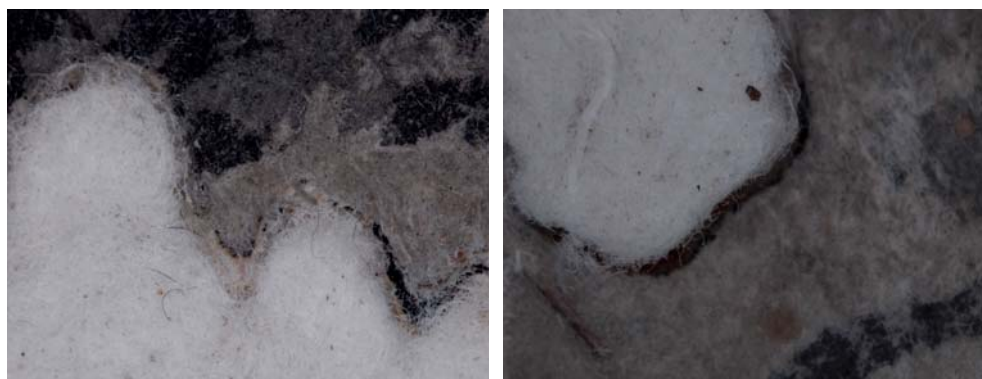
화재에 의해 손상된 지류유물의 손상유형은 대부분 모서리 부분에 발생된다. 이를 바탕으로 열에 의한 손상 지류유물의 실험대상물은 임의로 불에 태워 실험에 활용하였다. Leaf-casting기법 실험에 앞서 불에 탄 부분을 건식세척 후 실험을 진행하였다. 하지만 실험 중 물에 수침하는 과정에서 그을림부분의 잿물로 인해 변색이 발생하였고, 그을림 부분에서 탈락된 재가 닥섬유와 함께 복원부에 안착되었다. 하지만, 이는 충전처리전에 부분적인 부분의 충분한 습식세척과 보존처리과정에서 어느정도의 손상을 인정할 수 밖에 없다는 점을 기반하여 보존불가 손상부위의 탈락과정을 거친다면 이러한 문제점들을 극복할 수 있다고 판단된다.

모든 실험대상물에서 부분충전처리를 실시한 실험법보다 배접과 충전처리 실험법에서 기존종이의 손상부위와 Leaf-casting기법으로 충전처리한 부위의 섬유결속력이 높았다. 이는 기존종이와 충전처리부분을 받쳐주는 배접의 효과로 판단된다.

(1) 충해 손상 지류유물 표지



<그림 36> 배접처리, 표지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)

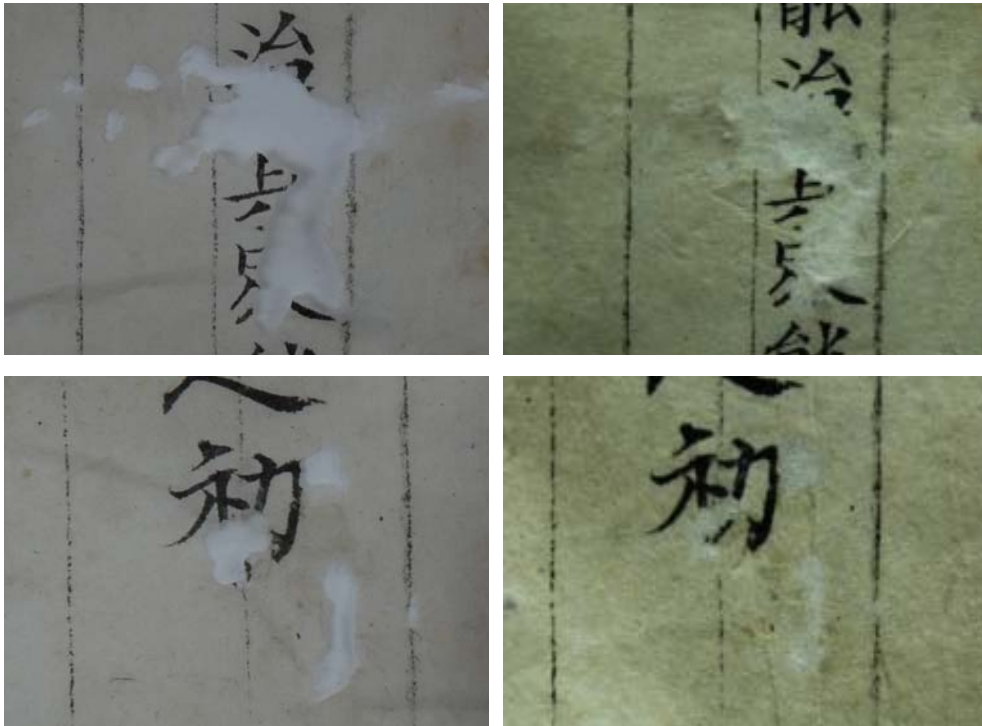


<그림 37> 배접처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰



<그림 38> 충전처리 불가상태 - 사진, 현미경 관찰(상; 사진, 하; 현미경)

(2) 충해 손상 지류유물 내지

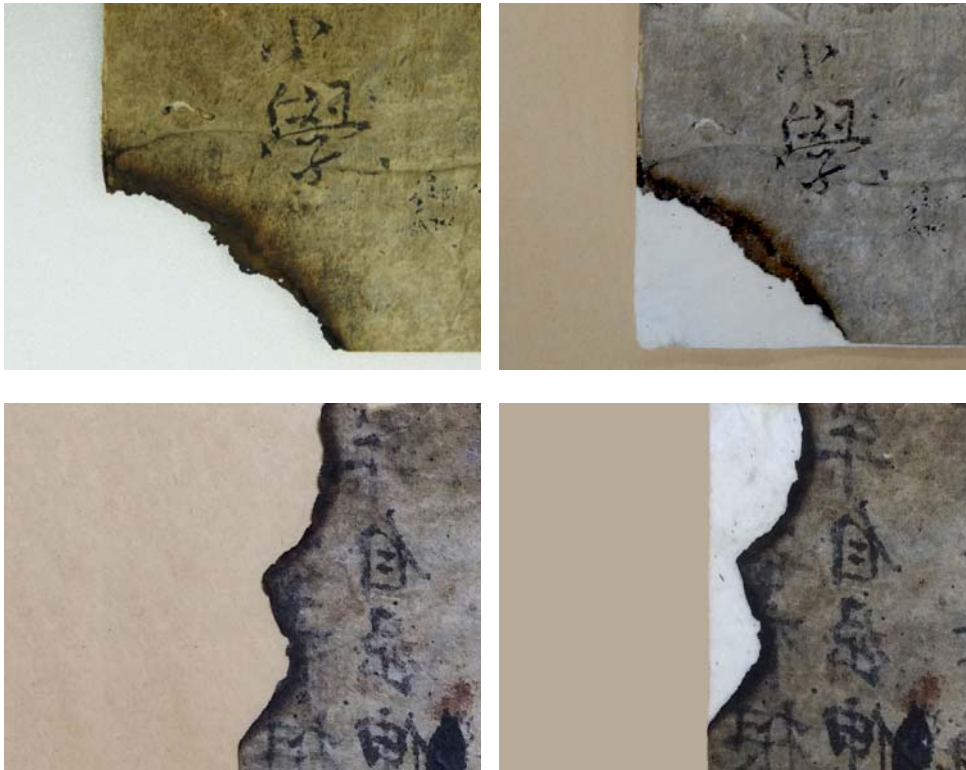


<그림 39> 배접처리, 내지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 40> 배접처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰

(3) 화재 손상 지류유물 표지



<그림 41> 배접처리, 표지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 42> 배접처리, 표지 - 처리 후 현미경 관찰

(4) 화재 손상 지류유물 내지



<그림 43> 배접처리, 내지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 44> 배접처리, 내지 - 처리 후 현미경 관찰

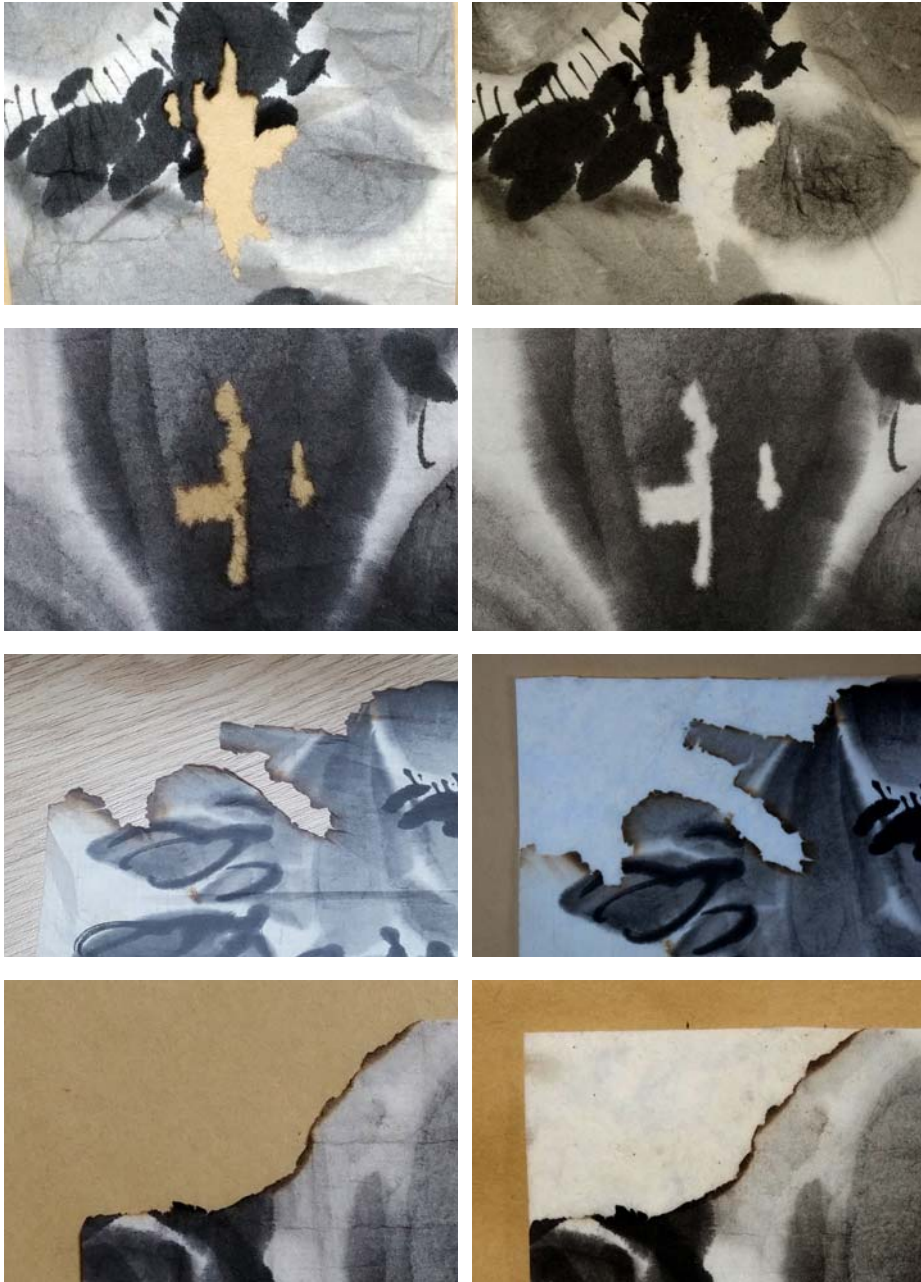
3. Leaf-casting기법 적용성 실험

Leaf-casting기법을 응용한 처리의 적용성 실험을 위해 화재와 충해에 의해 손상된 화선지와 펄프지에 대하여 실험을 하였다. 화선지의 실험대상물로 사용한 수묵화는 실험에 앞서 먹이 물에 번지지 않는 것을 확인한 후 실험을 진행하였다. 펄프지는 1965년 발행된 천자문서책을 사용하였다. 화선지, 펄프지는 전통서책의 손상유형에 기반하여 임의로 결손부와 화재손상을 제작하여 실험에 활용하였다.

화선지의 실험대상물인 수묵화는 두께가 0.05mm의 얇은 한 장의 종이였다. 이러한 유형의 지류유물은 보관상의 이유에서 반드시 배접이 필요한 유형이므로 배접처리법으로 실험하였다. 실험 후 두께는 0.27mm로 증가하였다. 현미경 관찰 결과 화선지에서도 기존종이의 손상경계면과 Leaf-casting재료의 결합이 자연스러웠다. 또한, 화선지의 실험대상물로 사용한 수묵화는 지류의 크기가 실험용 제작기기의 크기보다 커서 인위적으로 자른 후 실험하였다. 이는 추후 실험수조의 크기만 조절한다면 지류의 크기에 구애받지 않을 것으로 판단된다.

최근의 해외에서는 양지유물의 보존처리에 한지를 사용하는 사례가 늘어나고 있는 추세이다. 이는 양지유물의 보존처리에 한지의 닥섬유가 결합성, 심미성이 우수하다는 것을 의미한다. 이를 근거로 펄프지에 닥섬유를 사용하여 Leaf-casting실험하였다. 실험법은 부분충전처리법을 적용하였는데 그 이유는 펄프지의 경우 전통서책과 달리 양면을 사용하기 때문이다. 실험 결과 펄프지에서도 결손부위와 Leaf-casting재료와의 결합도가 높았다.

1) 화선지



<그림 45> 화선지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)

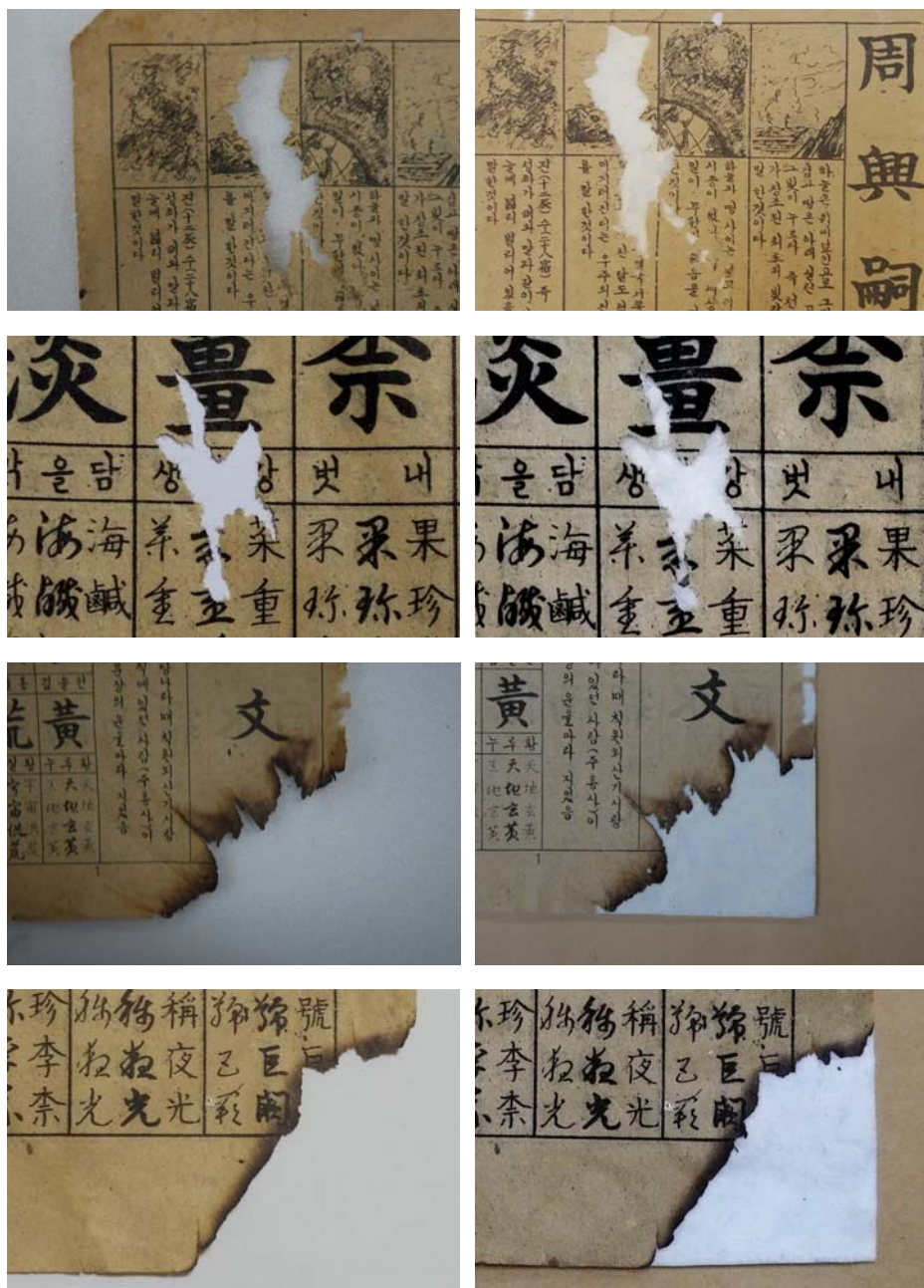


<그림 46> 화선지, 결손부 - 처리 후 현미경 관찰

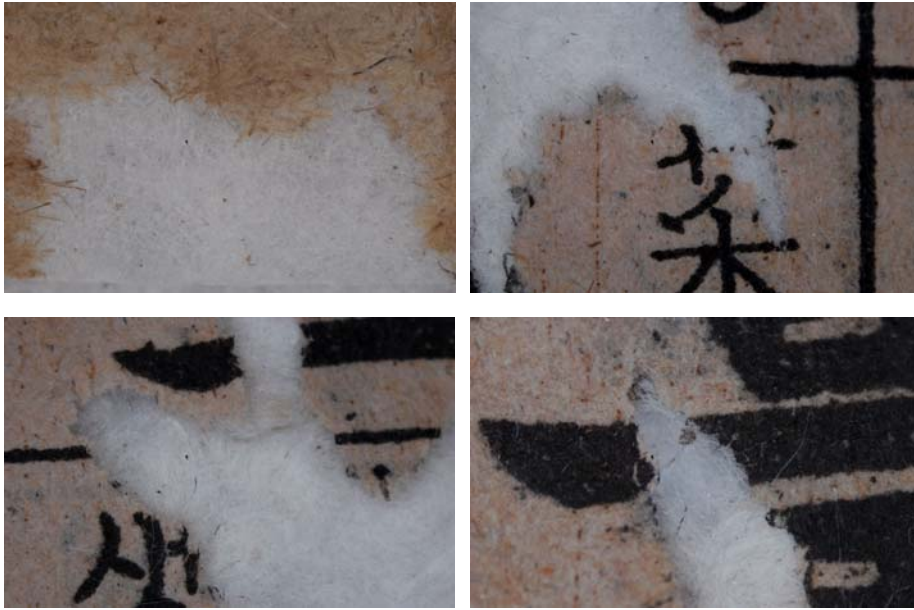


<그림 47> 화선지, 화재 손상 - 처리 후 현미경 관찰

2) 1965년 발행 펄프지



<그림 48> 펄프지 - 처리 전·후(좌; 처리 전, 우; 처리 후)



<그림 49> 펄프지, 결손부 - 처리 후 현미경 관찰



<그림 50> 펄프지, 화재 손상 - 처리 후 현미경 관찰

4. 물리·화학적 실험 결과

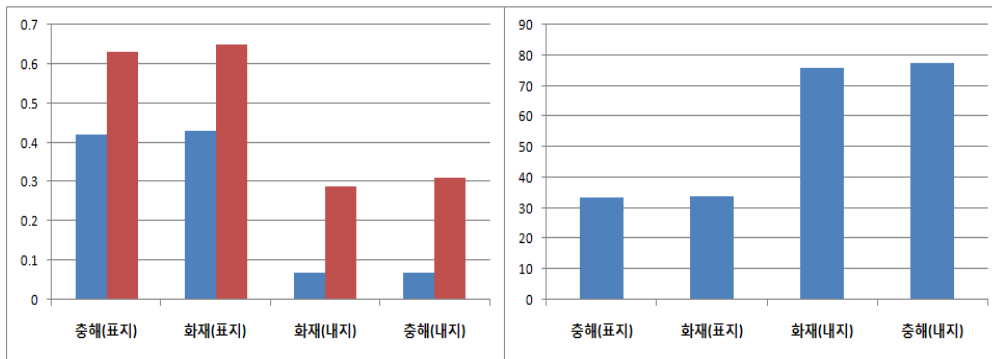
1) 두께 측정 결과

Leaf-casting기법을 이용한 실험 후 종이의 배접두께 증가를 확인하고자 배접과 충전처리를 실험한 대상물의 두께를 측정하였다. 실험 기기는 전자기를 이용한 두께측정장치를 이용하였다. 측정에 앞서 표준시험편을 이용하여 교정한 후 Leaf-casting기법의 실험 전·후 모두 총 10회의 측정을 하였으며, 결과수치는 10번의 측정값의 평균을 산출하여 제시하였다.

실험결과 표지는 실험 전 0.42~0.43mm에서 실험 후 0.63~0.65mm로 0.21~0.22mm로 약 33% 증가하였다. 내지는 실험 전 0.07mm에서 실험 후 0.29~0.31mm로 약 76% 증가하였다. 실험 후 종이는 0.21~0.24mm로 일정한 두께가 증가하였다. 이는 실험과정에서 실험대상물과 같은 두께의 필름을 이용하여 3면을 막아주었던 필름의 두께의 영향으로 판단되며, 필름의 두께를 조절한다면 원하는 종이의 두께를 조절할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 6> 실험 전·후 두께(mm, 배접처리)

	충해(표지)	충해(내지)	화재(표지)	화재(내지)
실험 전	0.42	0.07	0.43	0.07
실험 후	0.63	0.31	0.65	0.29
전·후 차이	+0.21	+0.24	+0.22	+0.22
%	33.33 ↑	77.42 ↑	33.85 ↑	75.86 ↑



<그림 51> Leaf-casting 실험 후 종이의 두께 변화(좌; 두께차, 우; 증가율)

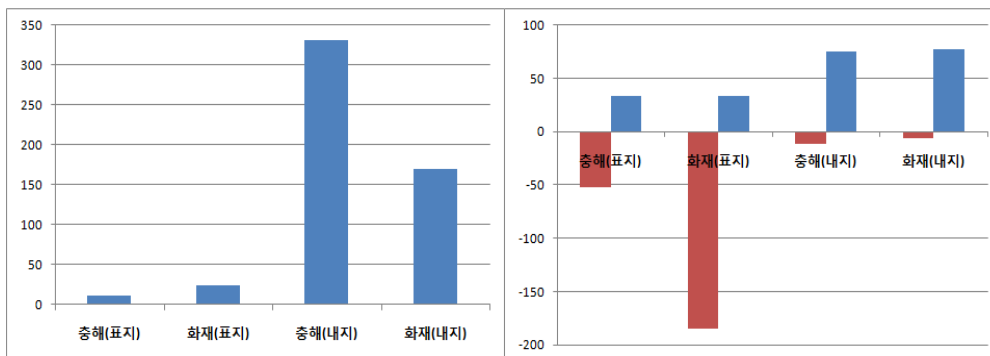
2) 투광도 측정 결과

Leaf-casting기법 실험 후 증가한 종이 두께로 인한 투광도를 변화를 확인하고자 조도계를 이용하여 측정하였다. 측정대상은 배접처리 실험대상물이며, 암실에서 진행된 투광도 조사는 일정한 4500lx의 값을 발산하는 조명 앞에 측정대상물을 놓고 총 10회의 lx 값을 측정한 후 평균값을 산출하였다. 투광도는 0%의 경우 실험 전·후가 같은 것이며, 감소될 수로 투광도가 낮아지는 것이다.

측정 결과 표지의 실험 전 투광도는 32~37lx 이었고 실험 후 13~21lx로 감소하였으며, 이는 약 -52~-184%로 실험 후 표지의 투광도가 감소하였다. 내지는 실험 전 3249~3182lx에서 실험 후 2917~3012lx로 감소하였으며, 투광도는 약 -5~-11%로 실험 전·후의 투광도는 유사하게 나타났다. 화재손상 표지의 투광도는 실험 후 184% 감소한 수치를 나타내었다. 이는 충해손상 표지의 52% 감소율에 비하여 약 3.5배의 많은 감소치로서 이에 대해서는 추후 다양한 실험이 필요하다고 사료된다.

<표 7> 실험 전·후 투광도(Ix, 배접처리)

	충해(표지)	충해(내지)	화재(표지)	화재(내지)
실험 전	32	3249	37	3182
실험 후	21	2917	13	3012
전·후 차이	-11	-332	-24	-170
%	52.38 ↓	11.38 ↓	184.62 ↓	5.64 ↓



<그림 52> Leaf-casting 실험 후 종이의 투광도(좌; 변화차, 우; 감소율)

3) 색차계 측정 결과

Leaf-casting기법 실험 중 증류수에 수침하는 과정에서 일어난 습식세척의 효과 및 배접처리 실험 후 증가한 종이 두께로 인한 색도변화를 확인하고자 색차계를 이용하여 측정하였다. 측정대상은 배접처리 실험대상물이며, 동일한 환경에서 측정하였다. 측정방법은 측정환경의 색도 및 백색도를 교정한 후 측정하였다. 측정대상물을 놓고 총 5회의 L^* , a^* , b^* 값을 측정한 후 평균값을 산출하였으며, 가장 근사치의 sRGB²³⁾값의 색상을 구현하였다. Lab는 색 좌표이며 L^* 값은 밝기를 나타내는데, 0이면 검은

23) 마이크로소프트와 HP가 협력하여 만든 모니터 및 프린터 표준 RGB색

색, 100이면 흰색을 나타낸다. a*값의 경우 음수는 초록색, 양수는 빨강과 보라 쪽으로 치우친다. b*값의 경우 음수는 파랑, 양수는 노랑 쪽으로 치우친다.

충해손상 표지는 실험 후 L*값이 1.44 감소하였다. 이는 배접처리 후 두께가 증가함에 따라 명도가 감소한 것으로 판단된다. a*값은 1.08 감소하였고 b*값은 4.14 감소하였는데 이는 오염물로 인한 변색이 증류수에 침적하는 과정에서 제거되어 감소한 것으로 판단된다. 화재손상 표지의 경우 a*값은 0.29 감소하였고, b*값은 0.54 감소하였다. a*,b*값이 감소한 것은 충해손상 표지와 일치하지만 L*값이 증가한 것이 특이점이다. 이는 오염물이 증류수로 빠져나와 명도가 증가한 것으로 판단된다.

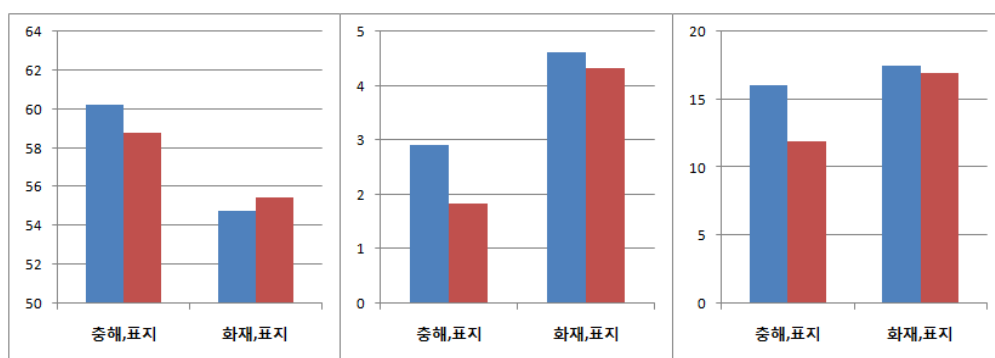
충해손상 내지는 실험 후 L*값은 1.36% 감소하였는데 원인은 배접처리로 인한 두께 증가로 보여진다. a*값은 실험 전보다 45.29% 증가하였고 b*값이 43.16% 감소하였다. 화재손상 내지의 a*값은 45.66% 증가하였고 b*값은 46.75%감소하여 충해손상 내지와 증감의 결과치가 일치하였다. 하지만 화재손상 내지의 L*은 충해손상 내지와 달리 증가하였는데 이는 화재손상 표지의 L*값 증가의 원인과 동일하게 오염물이 제거되어 증가한 것으로 판단된다.

<표 8> 실험 전·후 색차계(충해, 표지)

	L*	a*	b*		sRGB 색상
실험 전	60.21	2.92	16.04	실험 전	
실험 후	58.77	1.84	11.90		
전·후 차이	-1.44	-1.08	-4.14	실험 후	
%	2.39 ↓	36.95 ↓	25.81 ↓		

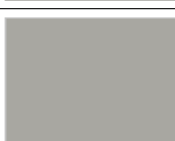
<표 9> 실험 전·후 색차계(화재, 표지)

	L*	a*	b*		sRGB 색상
실험 전	54.74	4.62	17.48	실험 전	
실험 후	55.43	4.33	16.94		
전·후 차이	+0.69	-0.29	-0.54	실험 후	
%	1.26 ↑	6.27 ↓	3.08 ↓		



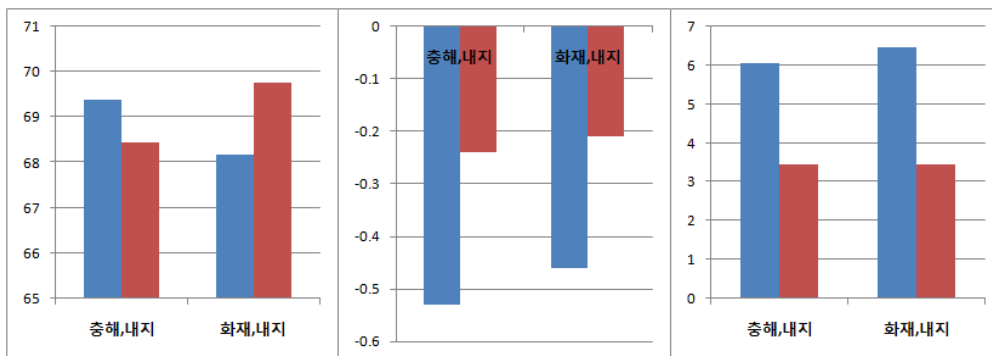
<그림 53> 표지, 실험 전·후 색차값(좌; L*, 중; a*, 우; b*)

<표 10> 실험 전·후 색차계(충해, 내지)

	L*	a*	b*		sRGB 색상
실험 전	69.38	-0.53	6.07	실험 전	
실험 후	68.43	-0.24	3.45		
전·후 차이	-0.95	+0.29	-2.62	실험 후	
%	1.36 ↓	45.29 ↑	43.16 ↓		

<표 11> 실험 전·후 색차계(화재, 내지)

	L*	a*	b*		sRGB 색상
실험 전	68.18	-0.46	6.48	실험 전	
실험 후	69.77	-0.21	3.45		
전·후 차이	+1.59	+0.25	-3.03	실험 후	
%	2.33 ↑	45.66 ↑	46.75 ↓		



<그림 54> 내지, 실험 전·후 색차값(좌; L*, 중; a*, 우; b*)

4) 인장·인열강도 측정 결과

인장·인열강도는 일반적인 전통한지와 같은 두께의 물리적 성능을 비교 분석하기 위해 Leaf-casting 재료로 활용하여 한지와 같은 두께(약 0.4mm)로 종이를 제작하여 측정하였다. 또한, 실험 전·후의 물리적 변화를 파악하고자 실험 전·후의 인장·인열강도를 측정하였다. 시험기관은 경기도 성남시에 소재한 KOTITI 시험연구원이며, 인장강도 시험은 표준규격 KS K ISO 9073-3:2009에 따라 스트립법을 이용하였으며, 인열강도 시험은

표준규격 KS K ISO 13937-2:2009의 싱글 인열법을 적용하였다.

측정 결과 전통한지의 인장강도는 57.6~63.9의 값인 반면, Leaf-casting 제작한지는 5.1~5.4로 전통한지 인장강도의 약 8% 강도를 나타내었다. 인열강도는 전통한지의 위사방향 측정값과 제작한지의 경·위사방향 측정값은 인열방향에 평행하지 않게 절단하였다. 측정 결과 전통한지의 인열강도는 1.6~3.1, Leaf-casting 제작한지는 0.5~0.6으로 나타났으며, 제작한지는 전통한지 인열강도와 비교하여 약 16~37%의 강도를 나타내었다. 이는 Leaf-casting기법으로 서책의 종이를 보존처리할 경우 인장강도보다 인열강도의 보완이 높다는 것이다.

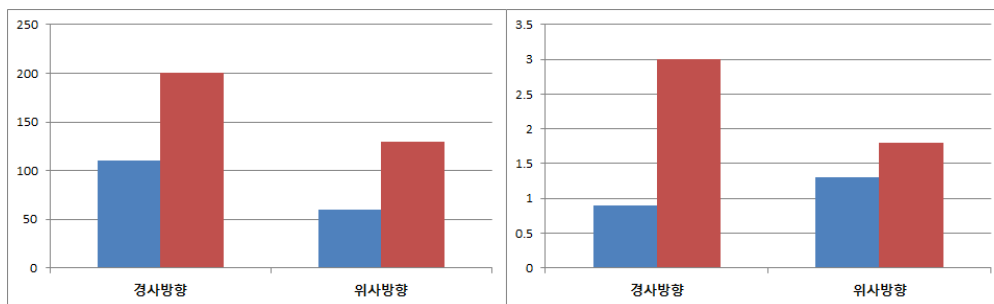
Leaf-casting기법을 통한 전통서책 보존처리 보장능력평가를 위해 배접 처리실험 전·후의 서책 내지에 대한 인장·인열강도를 측정하였다. 측정 결과 경사방향 인장강도는 실험 전 110, 실험 후 200으로 증가하여 실험 전의 경사방향 인장강도보다 약 81% 증가한 강도를 나타내었다. 위사방향의 인장강도는 실험 전 60에서 실험 후 130으로 증가하여 위사방향 인장강도는 약 116% 증가하였다. 경사방향 인열강도는 실험 전 0.9, 실험 후 3으로 실험 전의 경사방향 인열강도보다 약 233% 강도가 증가하였다. 위사방향 인열강도는 실험 전 1.3에서 실험 후 1.8로 증가하여 약 38% 증가한 강도를 나타내었다. 이는 Leaf-casting기법을 통한 전통서책 보존처리의 보장능력이 높다는 것이다.

<표 12> 인장강도 측정(스트립법, 배접처리)

대상물	전통한지	Leaf-casting 제작한지	실험 전 서책 내지	실험 후 서책 내지
경사방향 측정값	57.6	5.1	110	200
위사방향 측정값	63.9	5.4	60	130

<표 13> 인열강도 측정(싱글 인열법, 배접처리)

대상물	전통한지	Leaf-casting 제작한지	실험 전 서책 내지	실험 후 서책 내지
경사방향 측정값	1.6	0.6	0.9	3
위사방향 측정값	3.1	0.5	1.3	1.8



<그림 55> 서책 내지 Leaf-casting기법 실험 전·후 인장·인열강도(좌; 인장강도, 우; 인열강도)

5) 산성도 측정 결과

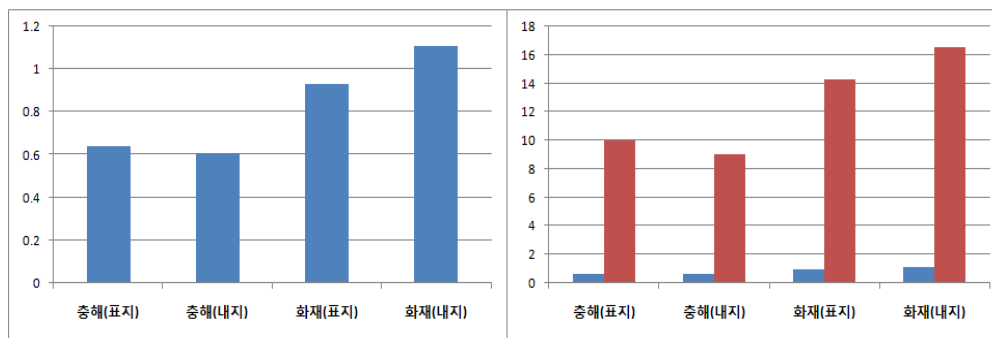
실험대상물의 산화도를 분석하고자 시편을 제작하였다. 시편은 5 × 5cm 크기로 배접처리 실험대상물에 대해 5개의 시편을 제작하였다. 용출조건은 이온측정이 용이하도록 증류수 50ml에 침적한 후 일반적인 실험환경에서 약 100시간 후에 용출된 용액의 pH농도의 평균값을 산출하였다. 표지의 산성도는 실험 전 5.57~5.78에서 실험 후 6.42~6.5로 약 9~14% 증가하였다. 내지 역시 실험 전 5.6~6.14에서 실험 후 6.71~6.75로 약 9~16% 증가함을 확인할 수 있었다.

이러한 탈산효과는 실험과정 중 실험대상물을 증류수에 수침하는 과정

에서 발생한 탈산효과이다. Leaf-casting의 장점은 충전처리와 동시에 탈산처리가 가능하지만, 일반적인 한지의 산성도인 약알칼리성(pH 9.5전후)에는 미치지 못하는 결과이다. 따라서 Leaf-casting 과정에 탈산 및 중성화 효과를 높이기 위해서는 증류수에 알칼리물질을 첨가하면 효과가 높아질 것으로 기대된다.

<표 14> 실험 전·후 산성도(pH, 배접처리)

	충해(표지)	충해(내지)	화재(표지)	화재(내지)
실험 전	5.78	6.14	5.57	5.6
실험 후	6.42	6.75	6.5	6.71
전·후 차이	+0.64	+0.61	+0.93	+1.11
%	9.97 ↑	9.04 ↑	14.31 ↑	16.54 ↑



<그림 56> Leaf-casting 실험 후 종이의 산성도(좌; 변화차, 우; 증가율)

V. 결 론

이 연구는 동양 지류유물의 원료인 닥섬유와 닥풀을 활용하여 서양의 Leaf-casting기법으로 전통서책의 보존처리를 연구하였다. 전통서책의 손상 중 형태적으로 심각한 손상은 충해와 화재이다. 충해와 화재 손상부분에 대하여 Leaf-casting기법으로 부분충전과 배접처리를 실험하였으며, Leaf-casting기법의 활용에 대하여 화선지와 펄프지를 대상으로 실험하였다. 이 연구의 실험평가는 종이 두께 증가율, 투광도 변화, 색차계 측정, 인장·인열강도, 산성도(pH)를 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. Leaf-casting기법을 실험하기 위하여 건조된 천연 닥섬유를 분쇄기로 총 2회 파쇄하여 약 2~3mm의 닥섬유를 제작하였다. Leaf-casting 실험 수조는 60L용량이며, 내부에 거치대와 누름판을 제작하고 수조하부에 배수밸브를 설치하였다. 실험재료는 경험식에 의해 닥섬유와 닥풀은 각각 1ℓ 당 50g을 사용하였다. 충해손상과 화재손상에 대한 Leaf-casting실험을 하기 위하여 충해와 화재에 손상된 지류를 제작하였고 부분충전처리와 배접처리를 실험하였다.
2. 종이 두께에 따른 Leaf-casting의 효용성은 기존종이가 두꺼워지지 않으면서도 부분충전처리가 효과적으로 이루어졌으며, 배접처리의 경우에도 닥섬유가 고르게 안착되었다. 배접처리에서 종이의 두께조절은 실험대상물의 3면을 둘러싸는 OPP필름의 두께로 조절이 가능하였다. 이때, OPP필름으로 실험대상물의 4면을 막을 때에는 원활한 배수가 불가하여 Leaf-casting 재료의 쓸림현상이 발생하였다.

3. Leaf-casting기법 실험 후 충전처리부위에 대하여 실체현미경로 관찰한 결과 닥섬유는 경사와 위사가 자연스럽게 교차하는 방향으로 지질이 형성되었다. 손상부위와 재료의 경계부위는 기존한지의 섬유와 재료가 연결되면서 자연스럽게 결속되었다. 이후 롤링을 이용한 압착을 통해 더욱 지질의 결합력과 내구성을 높일 수 있었다.
4. Leaf-casting으로 제작한 한지의 인장·인열강도는 전통한지와 비교하여 각각 약 8%이며, 약 16~37%를 구현할 수 있었다. 배접처리 실험 후 종이 두께는 표지가 약 33%, 내지 약 76%가 증가하였으며, 서책 내지에 대한 실험 전·후의 인장강도는 약 81~116% 증가하였고, 인열강도는 약 38~233% 증가하였다. 이는 전통한지의 물성보다는 낮으나 지질을 보완하는 성능은 충족한다고 판단된다.
5. 배접처리한 실험시료의 투광도 측정 결과 표지는 11~24lx, 내지는 170~332lx 감소하였다. 색차계 측정 결과 배접처리의 경우 L*값이 0.95~1.44 감소하였다. 이는 배접처리 후 종이 두께가 증가함에 따라 명도가 감소한 것으로 판단된다. 반면 화재손상의 경우는 L*값이 0.69~1.59 증가하였으며, 이는 변색부분이 침적과정을 거치면서 원색을 회복한 것으로 판단된다.
6. 화학시험평가 결과, 실험 전 pH 약 5.6~6.14의 손상종이는 실험 후 pH 약 6.42~ 6.75로 증가하여 약 9~16%의 증가율을 보였다. 이는 실험과정 중 증류수에 침적되면서 탈산효과가 나타난 것으로 판단된다. Leaf-casting과정에 알칼리 약품으로 용액에 첨가한다면 탈산 및 중성화처리 효과를 더욱 증대할 수 있을 것으로 추정된다.

현재의 전통서책 보존처리는 서책을 해체한 후 낱장에 대한 부분충전처리 또는 유사한 지질의 한지로 배접처리를 한다. 부분충전처리는 수작업으로 진행하므로 시간 소모가 많고 배접처리는 전체적으로 서책이 다소 두꺼워지는 단점이 있다. 이와 달리 Leaf-casting기법을 활용한 보존처리는 부분충전과 배접처리에서 종이의 두께 증가율을 최소화하면서 처리 시간을 단축하는 효과가 높다고 판단된다.

또한 이 연구에서 Leaf-casting기법을 실험하기 위하여 단순한 실험기기를 제작하였으며, 단순한 기기만으로도 충분하게 서책의 보존처리 효과를 구현할 수 있다고 판단된다. 한편 화선지, 펄프지에 대한 Leaf-casting기법의 보존처리를 실험한 결과에서도 그 적용성이 효과적임을 확인하였다.

참고문헌

1. 고인희 외 3명, ‘한지’에 관한 국내 연구 동향 분석, (사)한국문화재보존과학회지 Vol.33 no.6 pp.457~466, 2017.
2. 국가기록원, 기록 매체별 보존·복원 기술현황 조사 용역, 서울; 안전행정부, 2007.
3. 국가기록원 기록관리부 복원연구과, 기록물 보존복원. 제1호, 성남; 국가기록원, 2008
4. 국가기록원 기록관리부 복원연구과, 기록물 보존복원. 제5호, 성남; 국가기록원, 2012.
5. 국가기록원 기록관리부 복원연구과, 기록물 보존복원. 제6호, 성남; 국가기록원, 2013.
6. 국가기록원 기록관리부 복원연구과, 기록물 보존복원. 제7호, 성남; 국가기록원, 2014.
7. 국립문화재연구소, 지류직물문화재 보존, 대전; 국립문화재연구소, 2011.
8. 국립중앙도서관, 일본 보존복원 기술 연수 결과보고서, 도서관연구소 웹진 Vol.21, 2008.
9. 김도훈, Leaf-casting을 이용한 훼손된 지류기록물의 복원에 관한 연구, 중부대학교 대학원 기록물관리학 학위논문(석사) 2008.
10. 목미선, 지류의 탈산처리에 관한 연구, 한서대학교 예술대학원 문화재 보존 학위논문(석사), 2007
11. 박성철 외 2명, 한국산 시판 한지의 열화 특성, (사)한국문화재보존과학회지 Vol.25 no.2 pp.161~169, 2009.
12. 박소연 외 3명, 인공 열화방식에 대한 고찰 및 한지 보존성 향상 기술 개발(1), 한국펄프·종이공학회 2006년도 추계학술발표논문집, pp.323~

330, 2006.

13. 박소연, 한지원료를 이용한 리프캐스팅처리방법 연구, 세계도서관연맹 보존보원한국센터 2008년 한·중·일 자료보존 국제 세미나, 2008.
14. 박소연, 이귀복, 리프캐스팅처리 원료로서 한지의 특성 개선에 관한 연구, 한국펄프·종이공학회 2009년도 춘계학술발표논문집 pp.207~213, 2009.
15. 서영범 외 2명, 한국 양서의 보존처리방안 및 사례, 한국펄프·종이공학회 2005년도 추계학술발표논문집 pp.112~119, 2005.
16. 신종순, 기록물 및 문화재 복원용 리프캐스팅장치 특허, 대한민국특허청 등록특허 10-1524718, 2015.
17. 신종순 외 3명, 기록보존의 실제, 서울; 세화출판사, 2002.
18. 이귀복 외 4명, 열화된 종이자료의 보존성 개선을 위한 세척처리 특성, 한국펄프·종이공학회 학술발표논문집 Vol.38 no.4 pp.53~60, 2006.
19. 이귀복 외 3명, 열화된 종이자료의 탈산처리 및 강도 보강 특성, 한국펄프·종이공학회 2007년도 춘계학술발표논문집 pp.7~15, 2007.
20. 이귀복 외 명, 열화된 인쇄지의 보존처리방안 연구, 한국펄프·종이공학회 학술발표논문집 Vol.45 no.1 pp.1~5, 2013.
21. 이귀복, 리프캐스팅을 이용한 자료의 보존·복원처리 개선 방안, 중부대학교 대학원 문헌정보학과 학위논문(석사), 2014.
22. 이혜윤 외 4명, 리프캐스팅 방법의 보강 능력 평가, 한국펄프·종이공학회 학술발표논문집 Vol.2014 no.10 pp.52, 2014.
23. 이오희, 문화재 보존과학, 서울; 주류성출판사, 2009.
24. 임주희, 박지선, 선원사지 출토 지류 유물의 분석 및 보존 처리 방법, (사)한국문화재보존과학회지 Vol.12 no.1 pp.71~82, 2003.
25. 장성우, 기능성 배접지의 물리적 및 보존학적 특성 연구, 국민대학교 대학원 문화재보존학과 문화재보존학전공 학위논문(석사), 2016.
26. 정용재 외 2인, 종이 손상과 보존 기술에 대한 한·불 교류연구, 보존

과학연구 Vol.28 pp.149~168, 2007.

27. 정혜영, 전통 단청안료의 맥(脈) 잇다 : 전통 단청안료의 제조기술과 품질기준 연구, 대전; 국립문화재연구소 문화재 창; 어제를 이어 내일을 여는 창 Vol.30 pp.6~8, 2017.
28. 정혜영 외 8명, 전통 단청안료 : 원료광물의 조사·분석, 대전; 국립문화재 연구소, 2017.
29. 조계영, 조선왕실 봉안 서책의 상황과 보존 연구 : 선원계보기략과 국조보감을 중심으로, 한국학중앙연구원 한국학대학원 고문헌관리학 학위논문(박사), 2006.
30. 조남석, 개량펄프화법으로 제조한 새로운 한지의 특성, (사)한국문화재 보존과학회지 Vol.5 no.1 pp.3~10, 1996.
31. 조안나, 지류 문화재 보존처리 시 습식세척 방법에 따른 종이 물성 변화, 충남대학교 대학원 기록보존학과 기록관리학전공 학위논문(석사), 2013.
32. 차병갑, 조선후기 김인신 초상화의 보존과학적 연구, 공주대학교 대학원 문화재보존과학 학위논문(석사), 2008
33. 최유리, 종이기록물 복원을 위한 리프캐스팅법의 첨가제 적용특성 연구, 한국전통문화대학교 문화유산융합대학원 수리복원학과 복원전공 학위논문(석사), 2016.
34. 최찬호, 종이기록물의 보존관리 방안, 수원; 경기도인재개발원, 2008.
35. 한민수, 채색 문화재 복원을 위한 과학적 연구; 육안 관찰부터 테라헤르츠분광분석까지, 대전; 문화재청 문화재사랑 Vol.148 pp.32~33, 2017.
36. Agnieszka Helman-Wazny 외 3명, 충북대학교 박물관소장 16-19세기 지류문화재의 특성, (사)한국문화재보존과학회지 Vol.16 pp.27~38, 2004.

A Preservation Process Study of Traditional Books Using Leaf-Casting Techniques

Kim Ji Hye

Department of Cultural Heritage
The Graduate School
Gyeongju University

(Supervised by Professor Yang, Hee Jae)

In ancient cultures of the East and the West, paper has held significance in the formation of culture, and Korea's mulberry paper is considered the best in the East among Korea, China, and Japan. Books made with Korean paper have been severely damaged by man-made destruction, pollution, vermin, and fire. A Western technique called Leaf-Casting can be seen as an effective method for restoring the external damage of books.

This research studied preservation techniques of books through leaf-casting using traditional paper mulberry and Hibiscus manihot L. Filler and lining treatment were performed on areas where external damage was the most serious due to vermin and fire. Leaf-casting experiments with rice paper and pulp were also conducted to test applicability. Test results measured paper thickness, transmittancy, colorimetry, tensile and traction strength, and acidity (pH).

The natural mulberry fabric used to make traditional paper is long and needs to be crushed. The mulberry fabric was dried then processed twice through a shredder to create 2-3mm pieces. Then, a water drain valve was installed on the lower front side of a 60 liter plastic water tank to produce the experimental leaf-casting water tank. In addition to the experimental water tank, cartons and push plates of the subject were manufactured. 50g of mulberry was mixed with 1 liter of distilled water and afterwards the same weight of mulberry was added.

Leaf-casting was used to experiment with partial filler and lining treatment on properties damaged by vermin and fire, and partial filler treatment was effective without the paper becoming thicker, and even lining treatment settled the mulberry fabric evenly. During lining treatment the thickness of the paper can be adjusted through the OPP film surrounding the three surfaces of the subject. After the leaf-casting experiment, a stereoscopic microscope showed that the mulberry formed a crust where the fabric naturally intersects. The preexisting paper's mulberry fiber was joined together at the boundary. Later, compression drying using rolling increased the coherence of the material.

A physical examination resulted in a 33% increase of cover page thickness and a 76% increase of internal page thickness. Comparing to the tensile and traction strength of traditional Korean paper produced via leaf-casting, the tensile strength of approximately 8% and the tensile strength is approximately 16-37%. This is lower than the properties of traditional Korean paper, but it is assessed that there is no problem in reinforcing the artifacts. Furthermore, reinforcement

performance evaluated tensile and traction strength of the books before and after the lining treatment experiment. The results measured that tensile strength increased by about 81–116% after experimentation, and traction strength increased by about 38–233%. It can be assessed that the preservation performance of the leaf-casting technique is high.

Transmittancy measurements resulted in a 11~24lx decrease on the cover and 170~332lx on the internal pages. These are the reduction levels regarding the increase in thickness after lining treatment, and after previous lining treatment, transmittancy has shown to decrease and this is assessed as non-problematic. Measuring the colorimetry scale, the results show that the L* value of the paper decreased by 0.95–1.44, and the a* value of the cover decreased by 1.08 and the internal pages increased by 0.29. b* value of the cover decreased by 4.14 and the internal pages increased by 2.62. This shows that after lining treatment, the brightness decreased as the thickness increased. In the case of damage from fire, the L* value has shown to increase and this is likely due to the brightness increasing as the contaminant is being drained into the distilled water.

Chemical test assessments show that the pH level was about 5.6–6.14 prior to the experiment, but was slightly increased to approximately 6.42–6.75 after the leaf-casting technique experiment. This is due to the deoxidation of the paper in distilled water during the experiment process. It is expected that adding alkali substances to distilled water with low pH or during the leaf-casting process will increase deoxidation and neutralization effects in general commercial Korean paper with alkali properties (pH 9.5).

The current preservation process of traditional books are to

disassemble each sheet and then partially filler treat or line treat with paper of similar quality. During partial filler and lining treatment, missing parts are filled in by hand with paper of similar quality. This method is time-consuming and tends to make books somewhat thicker after treatment. In comparison, preservation using leaf-casting minimizes the increase in thickness during partial filler and lining treatment as well as reducing processing time. In addition, it is highly applicable to the preservation process of rice or pulp paper.