젤라틴(아교)의 물성에 따른 단청 도막의 성능비교 연구

박지혜 | 정선헌* | 김익주 | 정용재**,¹

(주)씨엔티/경남연구소, *한국전통문화대학교 문화재예방보존연구소, **한국전통문화대학교 보존과학과

A Study on the Film Performance by Physical Properties of Gelatin(Glue) in Dancheong

Ji Hye Park | Seon Hye Jeong* | Ik Joo Kim | Yong Jae Chung**,¹

C&T Inc. and Gyeongdam Conservation Lab, Gwangju, 503-839, Korea

*Institute of Preventive conservation for Cultural Property, Korea National University
of Cultural Heritage, Buyeo, 323-812, Korea

**Dept. of Conservation Science, Korean National University of Cultural Heritage, Buyeo, 323-812, Korea

¹Corresponding Author: iamchung@nuch.ac.kr, +82-41-830-7365

초 록 전통 단청 교착제인 젤라틴(아교)의 물성에 따른 단청 도막의 성능을 평가하고자 직접 추출하거나 시판되는 아교 및 젤라틴 5종을 선정하고 수분반응성과 촉진내후성을 실험하였다. 실험결과, 겔 강도가 높은 1종의 젤라틴 단청 도막에서는 아교 대체 재료인 아크릴산 에스테르 수지 도막보다 수분 흡수율이 높고 촉진 내후성 시험 후에도 밀착성이 높았을 뿐만 아니라 젤라틴 도막보다 내수성이 우수하였다.

중심어: 전통, 단청, 교착제, 아교, 젤라틴, 물성, 도막성능, 겔 강도

ABSTRACT This study aims to investigate the film performance by physical properties of glue and gelatin in traditional paint(Dancheong). To do this, homemade, commercial glue and gelatin was selected and evaluated water reaction and weatherproof. The result, the highest gel strength, gelatin was better than acrylic acid ester resin, when compared with hygroscopic property and adhesive property. And that was better than in any others, when compared with water-proofing.

Key Words: Traditional, Paint, Adhesive, Glue and gelatin, Physical properties, Film performance, Gel strength

1. 서 론

단청은 목조건축물을 채색하기 위해 고대부터 동물의 뼈나 가죽에서 직접 추출한 아교를 안료 교착제로 사용해 왔지만 오늘날에는 공업용 합성수지가 이를 대신하고 있다. 그러나 공업용 합성수지는 전통 색감을 재현하기 어려

운 단점이 제기되면서 과거 교착제인 아교에 대한 관심이 점차 늘고 있다. 단청에서 전통 색감이란 빛이 안료입자 사이에서 자연스럽게 난반사를 일으키며 안료의 천연색으로 나타내는 것이라 할 수 있는데 공업용 합성수지는 안료 입자를 덮어 난반사를 방해하기 때문에 선명도가 떨어질 수 있다(Korea Institute of Science and Technology, 1973).

아교(阿膠)란 옛날부터 질 좋은 아교가 많이 생산되었던 중국 동아현(東阿縣)의 지명을 딴 것으로 화학적 성분상으로는 불순물이 많은 젤라틴(Gelatin)으로 정의할 수 있다. 본 연구에서 “아교”라는 명칭은 과거 안료 고착제 기능으로써 관행상 쓰이는 경우를 제외하고 “젤라틴”이란 화학적 물성으로 통칭하고자 한다.

젤라틴이란 동물의 가죽이나 뼈를 구성하는 단백질이 열수(熱水)에서 변성되어 추출된 것이다. 단백질 고분자인 젤라틴은 물속에 분산된 액체상태(sol)에서 물이 증발하면 반고체나 고체상태(gel)가 된다(Lee *et al.*, 2011). 이는 단청에서 아교가 액체상태일 때 안료와 함께 붓에 묻어나오고 목재 위에 얇게 도포되며 그 후에는 건조되어 고체 상태인 피막을 형성하는 과정이라고 볼 수 있다.

현재 우리나라에서 제조·판매되고 있는 젤라틴은 대부분 식용이며, 식용으로 부적합한 젤라틴은 필름용이나 화방용으로 재가공·재포장하여 “아교”나 “공업용 젤라틴”이란 명칭으로 판매하고 있다. 한국 산업규격에서도 아교는 불순물이 비교적 많은 것, 젤라틴은 불순물이 비교적 적은 것으로 지칭되며 점성도나 겔 강도에 따라 품질을 구분하고 있다(KS MISO 6572, 2006).

단청에 사용되어 왔던 젤라틴은 전통방식으로 제작된 일본산 삼천본교(三千本膠)이며, 점성도나 겔 강도의 물성 평가 없이 옛 명칭으로만 사용되고 있다(Yamawuchi, 2007).

젤라틴은 다양한 동물에서 추출되어 왔으며 그 종류나 부위에 따라 물성이 다르기 때문에 용도에 따라 선택적으로 사용되었다. 우리나라에서는 소뼈나 소가죽에서 추출한 것을 단청안료의 고착제로, 물고기의 부레에서 추출한 것은 활 제작에서 대나무와 쇠뿔의 접착제로 사용하였다. 프랑스에서는 토끼 가죽으로 만든 아교를 지류문화재 보존에 사용한다고 한다.

젤라틴을 “도료”라는 기능성으로 본다면 합성수지에 비해 자외선에 약하고 내수성이 떨어지는 단점이 있지만(Han

and Shin, 2007; Kawanobe and Oh, 2005; Seo, 2007), 전통 재료와 기술의 “복원”이라는 목적성으로 본다면 추출조건을 달리하여 다양한 물성을 얻을 수 있고 물성에 따라 선택적으로 사용할 수 있는 가능성이 있다(National Science Museum, 2009). 현재까지 단청에서 아교의 성능연구는 젤라틴 1종에 국한되었고, 그 자체의 물성검증은 없이 공업용 합성수지와 비교되어 전통단청에 적합한 젤라틴을 선정하기에는 충분하지 않았다. 전통단청의 기술복원을 위해서는 젤라틴의 다양한 물성을 이해하고 공업용 합성수지와는 다른 아교만의 특성을 먼저 살펴볼 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서는 단청에 사용될 수 있는 국내의 아교 및 젤라틴을 선정하고 물성에 따른 단청도막의 성능을 비교하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 재 료

소가죽을 원료로 직접 추출한 젤라틴 1종과 국내의 시판 아교 및 젤라틴 4종을 선정하였다(Figure 1). 직접 추출한 젤라틴은 선행 연구결과를 바탕으로 전통아교 제작의 최적 조건을 참고하여 제작하였다(Table 1)(National Science Museum, 2009). 국내 시판 젤라틴 중에서는 식용 2종(주)GELTECH, 250B·100B)과 공업용 1종(덕영젤라틴)을 선정하였으며 식용은 겔 강도가 높은 것(250B)과 낮은 것(100B)으로 구분하였다. 또한 국외 시판 젤라틴 중에서는 일본산으로 문화재 보존처리에 널리 사용되는 막대아교(淸惠商店, 三千本膠)를 선정하였다. 목제시험편은 30년생 이송의 육송(Pinus densiflora)을 곧은결로 제재하여 70(R)×150(L)×5(T)mm 크기로 하였다. 안료는 분채로 녹색의 뇌록과 황색의 황토(十力ガウ胡粉繪具株式會社, DP-磊綠:DP-黃色, Japan)를 사용하였다.

Figure 1. Glue and gelatin sample. a; Homemade gelatin, b; Edible gelatin 250B, c; Edible gelatin 100B, d; Industrial gelatin, e; Stick gelatin.

Table 1. Production of homemade gelatin.

Process	Material and Method
↓	
Prepare	- A raw cow skin (6 years, Jeonnam hampyeong slaughterhouse)
↓	
Cleaning	- Boiling in 60~70℃, for 5 min and drawing a fur - Removing fat with knife and scissors - Mixing with yellow soil for 24hr
↓	
Boiling	- In 80~100℃, for 1~4hr and extract 1 times - With cow skin:water:lime = 3:15:0.18kg
↓	
Filtration	- With cotton clothes
↓	
Dry	- In 20℃, 2 week or 10℃, 1 week
↓	
Grind	- With grinder in 2mm and below

Table 2. Method of properties evaluation.

Property	Method
Average molecular weight(Daltons)	Measure with Gel Permeation Chromatography
Moisture content(%)	Measure oven drying loss of 1g in 105℃, 18±1hr
Grease content(%)	Extraction in 20g gelatin with C ₂ H ₂ Cl ₃ and HCl solute
Viscosity(cP)	Measure with Rotational viscosimeter, 36±1℃, 6.67%(w/v) gelatin solution
Gel strength(g)	Measure with Texture analyzer, 10±1℃, 6.67%(w/v) gelatin solution

2.2. 방 법

2.2.1. 물성평가

물성평가 항목은 고분자로서 평균분자량, 아교의 품질 시험 항목에서 수분 함량·유지분 함량·점성도·젤 강도를 선정하여 규격에 따라 시험하였다(Table 2).

수분함량은 아교 및 젤라틴 1.00g에 10ml의 증류수를 넣고 완전히 녹여 졸상태로 만든 다음 105℃의 건조기에 넣고 18±1시간 후 중량을 측정하였다. 수분함량(%)은 다음의 식으로 계산하였다(KS M ISO 6572, 2006).

$$\text{수분 함량(\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 : 시험시료의 초기질량 m_1 : 건조 후 시험시료의 질량

유지분은 용매추출법으로 20g의 아교 및 젤라틴을 취하여 염산(35%) 12ml와 증류수 80ml를 넣어 30~60분간 가

열하였다. 냉각시킨 용액에 100ml의 삼염화에틸렌을 첨가한 후 20분간 가열하고 용액을 분액 깔데기에서 분리시킨 뒤 아래층만 거름종이에 걸러내었다. 거른 용액 중 25ml를 취하여 용매를 증발시킨 뒤 남은 잔여물을 105~110℃의 오븐에 1시간 건조시키고 무게를 측정하였다. 유지분 함량(%)은 다음 식으로 계산하였다(KS M ISO 9665, 2010).

$$\text{유지분 함량(\%)} = \frac{\text{잔여물(g)} \times 4}{\text{시료(20g)}} \times 100$$

점성도는 회전점도계(DV-II+Pro, Brookfield, USA)를 이용하여 6.67%(w/v), 36±1℃의 아교 및 젤라틴 용액을 spin No.3센서로 100RPM으로 측정하였다.

젤 강도는 물성시험기(TA-XT 2, CNS FARNELL, England)로 측정하였다. 6.67%(w/v), 36±1℃의 아교 및 젤라틴 용액을 지름 42mm, 높이 83mm의 플라스틱 병에 넣고 10℃로 유지된 항온조에 16~18시간 동안 넣어두어 젤(gel)상태로

Table 3. Production of wood specimen coated with paint.

Process	Method				
Cleaning wood	Blowing surface with air compressor to remove wood flour.				
Priming	-Making Priming solution : gelatin solution(2%) + 0.6g Alum -Painting : painting brush 2 times (painting amount is increase of 7.32% than before painting at wood)				
Making paint	<table><tr><td>Noirok paint</td><td>1. Making paste : 9g pigment + 2.0ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 4.0ml gelatin solution(7%)</td></tr><tr><td>Whangto paint</td><td>1. Making paste : 9g pigment + 3.4ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 5.0ml gelatin solution(6%)</td></tr></table>	Noirok paint	1. Making paste : 9g pigment + 2.0ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 4.0ml gelatin solution(7%)	Whangto paint	1. Making paste : 9g pigment + 3.4ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 5.0ml gelatin solution(6%)
Noirok paint	1. Making paste : 9g pigment + 2.0ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 4.0ml gelatin solution(7%)				
Whangto paint	1. Making paste : 9g pigment + 3.4ml gelatin solution(10%) 2. Dilute paste : made paste + 5.0ml gelatin solution(6%)				
Painting	-2 times each paint with a watercolor brush -Noirok painting amount is increase of 8.43% than before priming -Whangto painting amount is increase of 7.44% than before noirok painting				

만들었다. 물성시험기를 이용하여 플라스틱 병을 플러저 전면의 표면과 평행하고 플러저 이동방향이 겔 표면에 수직이 되도록 맞춘 후 측정하였다. 압축속도는 0.5mm/s로 직경 6mm의 플러저가 겔을 4mm 수축시키는데 필요한 힘을 그램(g)으로 기록하였다.

평균분자량은 겔 투과 크로마토그래피(Breeze system, Waters, USA)를 이용하여 시료 0.2%(w/v)에 대해 측정하였다. Column은 Waters Ultrahydrogel Linear, 500, 250, 120로, 30℃에서 유속 0.8ml/min, 주입량 50μl로 하고, 표준시료는 Pullulans, PEG를 이용하여 보정한 후 상대질량으로 나타내었다.

2.2.2. 단청시험편 제작

단청시험편은 아교포수 후 바탕을 뇌록으로, 그 위에는 황색을 칠하는 것으로 설정하였다(Figure 2~7). 시험편은 이물질제거, 아교포수, 뇌록칠, 황토칠 순으로 하였으며, 아교 포수액의 농도와 물감조제법은 단청 장인과 관련전문가의 자문을 받았다. 단청시험편은 20±3℃, RH 55±5%를 유지한 실내에서 제작하였다(Table 3).

2.2.3. 도막성능 시험

도막성능은 제작된 단청 시험편을 대상으로 수분 반응성과 촉진 내후성을 평가하고 아크릴산 에스테르 수치

(Table 4)와 비교하였다. 수분 반응성은 목조 건축물에 칠해진 단청이 고습 또는 빗물에 노출되는 환경을 가정하고 흡습성과 흡수성을 비교하였다. 실험 전 단청시험편은 도막 면을 제외한 모든 면에 파라핀을 도포하여 수분이 도막 면으로만 침투하도록 하였다. 흡습성은 20±1℃, RH 75±2%에서 항량에 이른 단청시험편을 20±1℃, RH 90±2%인 밀폐 공간에 6~24시간 동안 두고, 흡습량을 측정하였다. 흡수성은 단청시험편을 25±1℃ 항온수조에 24시간 동안 침수시킨 뒤 중량 증가율로 비교하였다.

내후성은 촉진내후성시험기(Ci4000 weatherometer, Atlas, USA)를 이용하여 물 분무 없이 Xenon Arc를 광원으로 한 일광폭로로 설정하였다. 단청 시험편은 온도 60℃ (black panel), RH 75%의 촉진 내후성 시험기에서 168시간 노출시킨 후 도막 표면 상태를 현미경으로 100배 확대하여 관찰하고, 열화정도를 박리도로 확인하였다. 박리도는 도막 위에 칼끝으로 격자를 만들고 접착테이프를 붙였다 떼어 냈을 때의 박리정도를 등급으로 표시하였다(Table 5).

3. 결 과

물성평가 결과 직접 추출한 젤라틴을 제외하고 아교 및 젤라틴의 평균분자량은 22,000~26,000Daltons이었다. 직접 추출한 젤라틴은 12,850Daltons로 다른 아교 및 젤라틴

Figure 2. Cleaning.

Figure 3. Priming.

Figure 4. Making paint (dilute with gelatin solution).

Figure 5. Painting.

Figure 6. Drying.

Figure 7. Wood specimen coated with paint.

평균분자량의 절반에 불과하였다(Figure 8). 과립상의 아교 및 젤라틴에는 10~17%의 수분과 0.05~0.34%의 유지분이 포함되어 있으며 점성도는 22~40cP, 젤강도는 22~106g으로 다양하게 나타났다(Table 6).

수분 함량은 식용 젤라틴이 11~13%, 공업용 젤라틴과 막대아교가 15~18%로 식용젤라틴의 수분 함량이 공업용

젤라틴이나 막대아교보다 평균 4.28% 낮았다(Figure 9). 유지분 함량은 직접 추출한 젤라틴과 식용 젤라틴 2종 모두 0.1% 이하, 공업용 젤라틴은 0.2%, 막대아교는 0.34%이었다(Figure 10).

점성도는 식용 젤라틴 250B가 20cP로 가장 높았으며 막대아교는 14cP, 식용 젤라틴 100B와 공업용 젤라틴은

Table 4. Chemical characteristics of acrylic ester resin.

Commercial name	Component	Normal state	Viscosity	Acidity
Polysol 506	Vinyl acetate-acryl copolymer(solid) 44±2% water 56±2%	Milky white liquid	220cP (25℃)	pH 6.5

Table 5. Method of film evaluation.

Object	Purpose	Item	Reference
Wood specimen coated with paint	Water Reaction	Hygroscopicity	KS F 2205:2009
		Absorption	KS F 2204:2009
	Weatherproof	Surface state	-
		Peel grade	KS M ISO 2409:2008

Table 6. Physical property of gelatin sample.

Sample name	Homemade gelatin	Edible gelatin 250B	Edible gelatin 100B	Industrial gelatin	Stick gelatin
Property					
Average molecular weight (Daltons)	12,850	23,597	25,916	23,028	22,221
Moisture content(%)	15	11.33	12.33	16	17.33
Grease content(%)	0.06	0.09	0.05	0.2	0.34
Viscosity(cP)	9	20	13	13	14
Gel strength(g)	-	106	40	22	31

Figure 9. Moisture content.

13cP, 직접 추출한 젤라틴은 9cP이었다. 막대야교와 식용 젤라틴 100B의 점성도는 점성도가 가장 높은 식용 젤라틴 250B의 2/3 정도였다(Figure 11).

겔 강도는 식용 젤라틴 250B가 106g으로 가장 높았으며 식용 젤라틴 100B는 40g, 막대야교는 31g, 공업용 젤라틴

Figure 8. Average molecular weight.

Figure 10. Grease content.

은 22g이었다. 막대야교와 식용 젤라틴 100B의 겔 강도는 겔 강도가 가장 높은 식용 젤라틴 250B의 1/3, 공업용 젤라틴의 겔 강도는 겔 강도가 가장 높은 식용 젤라틴 250B의 1/5정도로 낮았다(Figure 12). 직접 추출한 젤라틴은 겔이 형성되지 않아 측정할 수 없었다.

도막성능 평가결과 흡습성을 살펴보면, 아교 및 젤라틴 도막에서는 6시간 동안 평균 0.42%, 24시간 동안 평균 1.60%를 흡습하였고, 아크릴산 에스테르 수지 도막에서는 6시간 동안 평균 0.52%, 24시간 동안 평균 1.11%의 수분을 흡습하였다. 교착제 성분에 따라 비교해 보면, 아교 및 젤라틴 도막에서는 24시간 흡습량이 6시간 흡습량의 3.80배 인데 비해 아크릴산 에스테르 수지 도막에서는 24시간 흡습량이 6시간 흡습량의 2.13배 이었다. 비교하는 시간은 같 으므로 아교 및 젤라틴의 흡수속도는 아크릴산 에스테르

수지보다 1.66배 높은 것을 확인할 수 있었다.

또한 물성이 다른 아교 및 젤라틴 도막간 흡수속도를 비 교해 보면 식용 젤라틴 250B는 4.31 ± 0.8 배, 직접 추출한 젤라틴은 4.13 ± 0.8 배, 식용 젤라틴 100B는 3.97 ± 0.8 배, 막대 아교는 3.48 ± 0.8 배, 공업용 젤라틴은 3.30 ± 0.8 배로 큰 차이 는 없었다(Figure 13).

흡수율을 살펴보면, 아교 및 젤라틴 도막이나 아크릴산 에스테르 수지 도막 모두 24시간 동안 흡수율은 $30 \pm 8.49\%$ 로 큰 차이는 없었다(Figure 14). 실험 중 아크릴산 에스테

Figure 11. Viscosity.

Figure 12. Gel strength.

Figure 13. Moisture absorption rate as 6hr.

Figure 14. Water absorption rate.

Figure 15. Painting surface after water soaking (a; Homemade gelatin, b; Edible gelatin 250B, c; Edible gelatin 100B, d; Industrial gelatin, e; Stick gelatin, f; Acrylic acid ester resin).

Table 7. Change of painting surface on weatherproof test.

	Homemade gelatin	Edible gelatin 250B	Edible gelatin 100B	Industrial gelatin	Stick gelatin	Acrylic acid ester resin
Before
After	-

르 수지 도막에서는 물이 흡수되는 동안 균열만 나타나는데 비해 아교 및 젤라틴 도막에서는 침수 30분부터 팽윤현상이 일어나다가 그 이후부터는 식용 젤라틴 250B를 제외하고 주름, 균열, 박락 등이 일어났다(Figure 15).

축진 내후성 시험 전·후 단청도막의 표면 상태를 확대하여 비교해 보면, 시험 전 아교 및 젤라틴 도막에서는 공극이 발견되었으며 고온의 일광폭로 후에는 그 공극 주변으로 균열이 진행된 것을 확인할 수 있었다. 그러나 식용 젤라틴 250B 도막에서는 공극이 있어도 균열이 진행되지 않았다(Table 7).

축진내후성시험 후 박리도는 아크릴산 에스테르 수지 도막에서는 3등급인데 비해 대부분의 아교 및 젤라틴 도막에서는 1등급 이상으로 나타났다. 식용 젤라틴 250B 도막에서는 박리도 0등급으로 박리가 거의 일어나지 않았다(Figure 16). 박리형태를 보면 아교 및 젤라틴 도막에서는 칼선이 직교한 모서리에 한해 살짝 떨어져 나간데 반해 아크릴산 에스테르 수지 도막에서는 칼선을 따라 넓은 범위에 걸쳐 박락이 일어난 것을 확인할 수 있었다(Figure 17).

4. 고찰 및 결론

물성평가 결과 대부분의 아교 및 젤라틴의 분자량은 22,000Daltons 이상으로 겔이 형성되는데 반해 직접 추출한 젤라틴은 분자량이 12,000Daltons으로 낮아 겔이 형성되지 않았고 도막에서도 박락이 쉽게 일어났다. 이는 아교 제작 시 추출 온도가 80℃ 이상으로 높았거나 추출시간이 길어 젤라틴이 저분자화 된 것으로 추정된다. 전통 방식으로 소가죽으로 아교를 제작할 때에는 80℃ 이하의 온도로 4시간 이하에서 추출하는 것이 적절한 것으로 보인다.

단청도막의 흡습율은 아크릴산 에스테르 수지 도막에 비해 아교 및 젤라틴도막에서 높게 나타났다. 이는 아크릴

Figure 16. Peel grade. **Figure 17.** Appearance of peel grade.

산 에스테르 수지가 소수성인데 비해 아교 및 젤라틴은 친수성이기 때문이며 이러한 특성은 흡·방습 특성이 있는 목재와도 안정적으로 부착될 것으로 판단된다.

아교 및 젤라틴 도막에서는 발견된 공극은 이는 액체 상태에서 선상의 고분자가 안료와 함께 혼합되면서 생긴 기포가 표면에 남은 것으로 보인다. 젤라틴은 선상의 고분자가 여러 갈래로 꼬여 있는데 이것이 잘 엉키면서 기포가 형성된다고 알려져 있다. 이는 기포제 또는 분산제 첨가로 개선될 수 있을 것으로 생각된다.

단청도막의 흡수율은 아크릴산 에스테르 수지 도막에서나 아교 및 젤라틴 도막에서 모두 큰 차이가 없었다. 그러나 침수 후 도막상태를 살펴보면, 아크릴산 에스테르 수지 도막에서는 균열이 일어나는데 비해 아교 및 젤라틴 도막에서는 팽윤되다가 그 이상 견디지 못하면 주름이 생기거

나 넓은 면적으로 떨어져 나가는 현상이 나타났다.

또한 아교 및 젤라틴이더라도 겔 강도가 높았던 젤라틴 250B는 과잉의 수분에도 도막이 손상되지 않고 바탕층인 뇌록과 접착력을 유지했지만 점성도와 겔 강도가 낮았던 식용 젤라틴 100B는 망상의 젤라틴 구조가 풀리면서 주름이 발생한 것으로 보인다.

위의 결과로 보아 젤라틴 선정시 건조 후 도막 상태가 양호하고 내수성이나 내후성을 고려한다면 겔 강도가 중요한 기준될 수 있음을 확인할 수 있었다.

그러나 겔 강도가 높은 젤라틴이라도 젖은 상태에서는 물리적인 힘을 가했을 때 안료가 묻어 나오는 단점이 있었다. 이는 비가 올 때 외부에 노출된 단청이 빗방물이 떨어지는 힘 때문에 함께 씻겨 내려갈 가능성이 있음을 시사한다. 이와 관련하여 과거에 단청을 보호하기 위해 들기름칠한 기록(Gwak and Kim, 2002; Han and Jang, 1993)을 실제 적용해볼 수도 있을 것이다. 들기름은 소수성이며 고온가열하거나 빛에 노출되면 경화되는 특징이 있다(John and Raymond, 1999). 또한 기름이 공극을 통해 흡수, 경화되면 수분흡수에 따른 젤라틴의 팽윤을 지연시키고 물리적인 힘에도 견딜 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

Gwak, D.H. and Kim, D.H., 2002, The Korean Danchung. Hakyoun Co., Seoul. (in Korean)
Han, K.S. and Shin, S.J., 2007, Effect of vehicle resin on coating performance of Dan-Chung. The Korean Society of Wood

Science & Technology, 35, 44-50. (in Korean with English abstract)
Han, S.S. and Jang, K.I., 1993, Danchung. Bosunggak, Seoul. (in Korean)
John, S. and Raymond, W., 1999, Oils and fats; The organic chemistry of museum object. Butterworths Heinemann, 321.
Kawanobe, W. and Oh, J.S., 2005, Influence of mechanical properties of painting layers and priming methods to weathering resistance of Danchung. Journal of Conservation Science, 17, 19-32. (in Korean with English abstract)
Korea Institute of Science and Technology, 1973, A study of development Dancheong paint for cultural heritage buildings. 15-16. (in Korean)
KS M ISO 6572, 2006, Glue and Gelatin.
KS M ISO 9665, 2010, Adhesive - Glue and Gelatin.
Lee, G.B., Yang, J.B. and Yu, J.H., 2011, Food Chemistry. Yuhan Co., Seoul, 426. (in Korean)
National Science Museum, 2009, Research on Restoration of Manufacturing Mechanism of Korean Traditional Glue "Gatpul" and Development of Adhesives for Danchung. 64. (in Korean)
Seo, S.H., 2007, A Study on Pigments Binder - The durability of Lead Red and Glue-Acrylic. Master's Thesis, Kyonggi University, Seoul. (in Korean with English abstract)
Yamawuchi, A., 2007, A Study on Glue. Bulkyomisulsahak, 5, 633-646.