

## 회화 복원용 교의 적용이 종이 특성에 미치는 영향

박미선 · 김형진<sup>1†</sup>

접수일(2015년 8월 13일), 수정일(2015년 8월 20일), 채택일(2015년 8월 22일)

### Influence of Animal Glues Application for Painting Restoration on Paper Characteristics

Mi Seon Park and Hyoung-Jin Kim<sup>1†</sup>

Received August 13, 2015; Received in revised form August 20, 2015; Accepted August 22, 2015

#### ABSTRACT

Artists have been used animal glues for a long time as binding and sizing materials of paintings in many countries including Korea. Since animal glues as a binding material lose their own adhesive strength by aging, pigment particles or pigment layers are easily detached from painting surface. Restaurators prefer to use animal glues for consolidation of pigment particles or pigment layers because artists use animal glues as a binder for their painting works. It is widely known that animal glues have different characteristics such as viscosity, stability on water etc. But there are still a few requirements to consider their stabilities for the restoration of paintings. Therefore, this study was aimed to evaluate of stability and efficiency of animal glue applications. The efficiency of animal glue application was decreased with increasing the concentration of animal glue solution. This result means the simple tendency, but does not representative data for other animal glues made from same raw materials. In most cases, the surface and mechanical characteristics of animal glues are dependent on some factors, like viscosity and concentration of animal glue solution.

**Keywords:** *Animal glue, rabbit skin glue, gelatin, consolidation, restoration, pigment*

---

• 국립중앙박물관 보존과학부(Dept. of Conservation science, National Museum of Korea, Seoul, Korea)

1 국민대학교 임산생명공학과(Dept. of Forest Products & Biotechnology, Kookmin University, Seoul, Korea)

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: [hyjikim@kookmin.ac.kr](mailto:hyjikim@kookmin.ac.kr)

## 1. 서론

동물의 가죽과 뼈, 생선의 부레 등을 원료로 하여 추출해 낸 재료인 교(膠)는 오늘날 회화 작품의 제작 재료가 자 복원 재료로 사용되고 있다. 제작 재료 중 작품의 바탕이 되는 재료를 지지체(support)라 명명하며, 견, 삼베, 종이 등이 사용되어 오고 있다. 교를 사용한 표면 처리는 회화 작품을 제작하기에 앞서, 견, 삼베와 같은 직물이나 종이에 명반을 첨가한 교 용액을 도포함으로써 이루어진다. 이러한 면에서 교는 가장 일찍이 표면사이징에 사용된 재료 중 하나<sup>1)</sup>라 볼 수 있으며, 종이의 표면에 도포할 경우 인장강도, 평활도 등을 비롯한 강도적 특성을 향상시키고 내수성을 부여하는 역할을 한다. 안료의 전색제로 사용하고자 할 때는 교 용액을 분말상의 안료에 첨가해 사용하며, 안료 입자를 지지체의 표면에 고착시키는 역할을 한다. 문헌 기록에 따르면 당대(唐代)에 이미 다양한 종류의 교가 사용되고 있었으며, 당시 상질의 먹 중 하나는 당나귀 가죽으로 만든 교를 사용한 것이었다고 한다.<sup>2)</sup> 이를 통해 다양한 원료로 제작된 교가 오랜 기간에 걸쳐 회화 작품의 제작 재료로 사용되어 왔음을 알 수 있다. 교는 전분계 풀과 같이 접착성을 가진 다른 재료에 비해 접착성이 보다 높은 것으로 알려져 있으며, 동일한 양을 사용했을 때 상대적으로 많은 양의 안료 입자를 효과적으로 고착시킬 수 있다는 장점이 있으므로 오늘날에도 회화 작품의 지지체에서 분리 및 박락되는 안료를 고착시키기 위한 복원 재료로 사용되고 있다. AIC<sup>3)</sup>는 회화 작품의 표면에서 분리되는 안료를 고착시키기 위한 복원재료에 대해 전분계 풀, 천연수지, 교 등의 천연재료와 화학적으로 변성을 가한 제품 등으로 구분하고, 작업자의 선호도와 유물의 상태 등 여러 요인이 복원재료의 선정에 영향을 미친다는 것을 지적한 바 있다. 국내에서는 본래 안료의 전색제로 사용되었던 재료란 점에서 교를 선호하는 경향이 있다.

관련 연구들은 대부분 회화 작품의 지지체를 모사하기 위한 시료로 수록지를 선정하였으며, 주로 교의 농도 및 종류를 달리하여 적용했을 때의 강도 변화와 변색 특성, 접착력, 열화에 대한 안정성 등을 중요한 연구 주제로 다루어 왔다. Jeon<sup>4)</sup>은 바탕재와 전색제로 사용되는 교의 농도에 따라 훼손 정도가 다르게 나타난다고 발표하였다. Ahn<sup>5)</sup>은 토끼 가죽교와 소 아교, 어교 도포 시료의 접착강도, 유연도, 수축도, 백색도 변화에 대하여 농도를 증가시켜 실험한 결과를 발표하였으며, 재료의 유연성과 변색 특성에 있어서 교의 원료에 따라 상이한 차이가 나타난다고 하였다.

회화 작품의 복원 재료로 사용되는 교는 장기적인 보관 환경에서의 내구성 및 안정성과 함께 표면에 대한 고착력과 같은 강도적 특성, 색의 표현을 저해하지 않는 변색 특성 등의 요건들이 요구된다. 박락되는 안료 입자를 고착시키고자 할 때 교의 사용이 회화 작품에 미치는 영향은 그 범위를 안료와 지지체로 구분하여 접근할 필요가 있다. 또한 교에서 기인한 특성이 미치는 영향에 대해서도 고려할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 여과지에 교 용액을 도포하여 교의 도포에 따른 표면 특성 변화와 강도 변화, 교 용액의 특성 간의 상관관계를 검토하였다. 또한 교의 종류 및 농도를 달리하여 적용할 때 지지체 표면과 안료 입자에 대한 고착력 및 침투 정도를 상대적으로 비교 평가하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 교

작업자에 따라 선호하는 교의 종류와 중요시하는 특성

Table 1. Types of animal glue

Type	Raw materials	Maker	Information
Hide glue	Hide	Skinikawa (玲膠), Japan	
Granular bone glue	Bone	Hunmatsunikawa (粉末膠), Japan	Bones of horse and bovine, uncertain ratio
Rabbit skin glue	Rabbit skin	Legranc & Bourgeois, France	
Gelatin	Hide	Deok-young gelatin, Korea	Industrial grade-products

에 차이가 있으므로, 시판되는 제품 중 소가죽을 원료로 한 막대이고 형태의 우교(牛膠), 소와 말의 골질을 원료로 한 분말 형태의 골질교(骨質膠), 토끼가죽을 원료로 한 토끼가죽교(兔膠), 소가죽을 원료로 한 젤라틴 4종을 대상 시료로 선정하였다. 우교와 골질교, 토끼가죽교는 원료<sup>6)</sup>에 따른 명칭이다. 젤라틴은 국내의 D사에서 공업용으로 생산한 것을 화구상에서 젤라틴이란 명칭으로 판매하고 있으므로 이를 그대로 차용하였다. 이를 요약하여 Table 1에 나타냈다.

### 2.1.2 종이 시료

종이는 견, 삼베 등의 식물과 함께 회화 작품의 지지체로 오랜 기간 사용되어 오고 있으며, 전술한 바와 같이 수목지가 주로 사용 되어져 왔다. 그러나 한지의 경우 지합이 나쁘고 물성의 재현성이 떨어진다. 또한 근대 이후 회화용으로 생산되는 종이들은 목적에 따라 원료의 혼합, 충전제 첨가, 사이징 공정 등 다양한 조건이 접목된다. 본 연구에서는 종이 실험 결과에 미치는 영향을 최소화시키고, 종이와 교의 상호작용을 보다 잘 이해하기 위해 순수 셀룰로오스 종이인 여과지를 공시 종이 시료로 사용하였다. 실험에 사용한 여과지의 제반 특성을 Table 2에 나타냈다.

Table 2. Characteristics of filter paper

Type	Characteristics
Raw material	Cellulose (cotton linter) 100%
Basis weight, g/m <sup>2</sup>	125 ± 1
Thickness, um	265 ± 7
Size, mm	600 × 600

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 교의 특성

종이 표면에 교를 도포할 경우 교 용액의 침투성 및 표면 잔류 특성에 따라 종이의 물성은 달라질 수 있다.<sup>7)</sup> 교 용액의 침투성 및 표면 잔류 특성은 교 용액의 점성에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 교의 점성을 측정하였으며, 구체적인 측정방법은 다음과 같다.

교 용액의 점도 측정을 위해 GMIA의 젤라틴 물성 표준시험법<sup>8)</sup>을 참고하여 교를 전처리 한 후, 완전히 용해

될 때까지 항온수조를 이용하여 65℃에서 중탕하였다. 이후 점도계(Brookfield, Brookfield digital viscometer Model DV-E)로 점도를 측정하였다. 점도 측정에는 No. 61 spindle을 이용하였으며, 회전수는 100 rpm으로 하였다.

### 2.2.2 종이 시료에 대한 교 및 채색 안료 도포

교 자체의 특성과 교를 안료에 적용할 때의 특성을 구분하기 위하여, 교 용액을 도포한 시료와 교 용액과 안료를 혼합하여 도포한 채색시료를 별도로 제작하였다. 복원 작업에서 사용하는 교 용액의 농도는 지지체 및 안료의 종류와 그 상태를 고려하여 교의 농도를 달리하여 사용되며, 저농도로 사용하는 것을 권장<sup>9)</sup>하고 있다. 농도에 따른 특성을 살펴보고자, 중량 대비 1%, 3%, 5% 농도로 설정하였으며, 교 용액은 교를 냉수에 침지한 후 항온수조를 이용하여 50℃에서 중탕하여 완전히 용해시킨 것을 사용하였다. 이후 폭 120 mm 평붓으로 여과지의 표면에 기계 방향으로 1회 도포한 후 실온에서 건조하였다.

회화 작품과 유사한 조건으로 채색 시료를 제작하고 안료에 교를 사용할 때, 교가 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 채색 시료를 제작하기에 앞서 우교 용액에 명반(KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O)을 첨가하여 여과지의 표면에 폭 120 mm 평붓으로 기계방향으로 1회 도포하는 방식으로 표면 처리를 수행하였다. 명반의 사용에 의한 효과를 최소화하고자 하였으므로 교 용액 내 명반 첨가량은 교의 중량 대비 약 10%<sup>6)</sup>로 설정하였다. 채색용 안료는 황토를 선정하였다. 황토는 가장 오랫동안 사용 되어온 안료 중 하나로, 금속산화물이 주성분인 적색 안료나 청색 안료에 비해 안료 자체가 미치는 영향이 비교적 적다는 장점이 있다. 안료의 사용량과 혼합하는 교의 농도는 채색 기법에 따라 달라지지만 본 연구에서는 교가 안료 입자에 미치는 영향을 알아보고자 하였으므로 실험의 목적상 안료와 교 용액의 혼합비를 Table 3과 같이 고정하였다. 교 용액의 농도를 1, 3, 5%로 적용하였으며, 폭 75 mm 평붓으로 기계방향으로 1회 도포하여 채색 시료를 제작하였다.

### 2.2.3 종이 시료의 특성 분석

교 용액 도포 시 종이의 물성 변화에는 교 용액의 침

Table 3. Pigment (ocher) application conditions on filter paper with animal glue solutions

Type	Hide glue	Granular bone glue	Rabbit skin glue	Gelatin
Concentration, wt%	1, 3, 5			
Ratio of solution to pigment	5 : 1			
Drying condition	Room temperature			

투성과 표면 잔류 특성<sup>7)</sup>이 영향을 미친다. 본 연구에서는 교 용액 도포가 지지체 및 안료 입자에 미치는 영향과 회화 작품의 보존성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 KS M ISO 187에 의거하여 23±1℃, 상대습도 50±2%에 24시간 동안 시료를 조습처리 하였으며, 조습처리된 시료는 평량(KS M ISO 536), 투기도(KS M ISO 5636-3, L&W air permeance tester), 접촉각(TAPPI T458 cm-94, SEO-phenix-300), Z-방향 인장강도(TAPPI T 541, L&W ZD tensile tester), 휨 강성(TAPPI T489 om-99, L&W bending resistance tester)을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 교의 용해성 및 교 용액의 점성

교 용액의 점도는 주로 교를 구성하는 화학적 구조, 분자량 및 용액의 온도 등의 요인들이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Table 4는 농도별 교 용액의 점도 측정 결과이다. 본 연구에 사용한 4 종류의 교 용액은 농도가 증가함에 따라 점도가 상승하였다. 점도는 용액의 표면장력과 상관관계가 있으며, 표면장력이 낮으면 표면적은 증가하므로 동일한 양의 용액을 사용한다 하더라도 표면장력이 높은 경우에 비해 더 넓은 면적에 도포할 수

Table 4. Brookfield viscosity of animal glue solutions

	Viscosity (60℃, 100 rpm), cPs		
Concentration, wt%	1	3	5
Hide glue	2.82	3.41	4.10
Granular bone glue	3.18	4.10	5.23
Rabbit skin glue	3.13	4.45	5.67
Gelatin	3.35	4.17	5.70

있다. 또한 지지체 표면에 대한 용액의 침투성에도 차이가 발생한다. 측정 결과, 우교의 점성이 가장 낮게 나타났으며, 토끼가죽교, 골질교, 젤라틴의 점성들은 유사한 값을 나타냈다. 교의 점도 특성을 고려할 때 지지체에 대한 침투성이 높은 교를 사용하고자 할 때는 우교의 사용이 효율적일 것으로 사료된다. 또한 상대적으로 점도가 높은 토끼가죽교는 유사한 농도로 상대적으로 높은 점착성이 요구되는 경우에 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 3.2 교의 도포량

교의 도포량을 산출하기 위해 교 도포 전후 여과지 시료의 평량 차이를 계산한 결과를 Table 5에 나타냈다. 결과에서와 같이 교 용액의 농도가 높을수록 교의 도포량은 모두 증가하였다. 교의 종류별 도포량은 토끼가죽교, 골질교, 우교, 젤라틴 순으로 토끼가죽교의 도포량이 가장 높게 나타났다. 우교의 경우 상기 기술한 바와 같이 다른 시료들에 비해 점도가 낮게 나타났는데, 타 시료들에 비해 낮은 도포량은 이와 관련이 있을 것으로 판단된다. 반면에 젤라틴의 경우 타 시료와 유사한 점성을 가지고 있음에도 불구하고 가장 낮은 도포량을 나타냈다. 따라서 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 5. The amount of applied animal glue for different concentrations and types of glues

Concentration of solution, wt%	Animal glue amount, g/m <sup>2</sup>			
	Hide glue	Granular bone glue	Rabbit skin glue	Gelatin
1	3.04	6.31	6.32	4.01
3	9.00	9.21	10.06	7.81
5	12.61	13.05	18.10	12.58

### 3.3 교 용액 도포에 따른 여과지의 특성 변화

#### 3.3.1 투기도 및 접촉각

Fig. 1은 교의 종류별 도포량에 따른 여과지 시료의 투기도 변화를 분석한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 교의 도포량이 증가할수록 여과지 시료의 투기도가 모두 감소하는 것으로 나타났다. 교의 주성분인 젤라틴은 피막 형성능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 도포된 아교는 여과지의 공극을 충전함으로써 표면에 피막을 형성시켜 투기도가 감소되는 것으로 판단된다. 특히 도포량이 많을수록 투기도 저하 효과는 증가하였다. 교의 종류별 동일 도포량에서의 투기도를 살펴보면 약 13 g 이상의 도포량에서는 교의 종류와 상관없이 모두 여과지 시료의 투기도가 0에 가깝게 나타났다. 도포량 13 g 이하에서는 토끼가죽교의 투기도 저하가 가장 두드러졌으며, 골질교, 젤라틴, 우교 순으로 우교의 투기도 저하가 가장 낮게 나타났다. 따라서 젤라틴을 제외한 교 3종의 경우 점성이 높을수록 투기도 저하에 보다 기여하는 것으로 판단된다.

투기도 거동을 통해 간접적으로 살펴보았던 교 도포 여과지 시료의 공극 특성은 교 용액 농도 1% 조건에서 종류별로 유의미한 차이를 보였다. 따라서 교를 도포한 시료의 수분 침투 특성 즉, 도포된 교의 수분에 대한 저항성에도 차이가 있을 것으로 예상되어 1% 농도로 처리한 여과지 시료들의 접촉각을 측정하였다. 액적 투하 시점부터 30초 동안의 접촉각을 측정하였으며 그 결과를 Fig. 2에 나타냈다. 그림에서 보는 바와 같이 교를 도포하지 않은 시료는 액적을 투하하자 바로 흡수되어 접촉

각은 급격하게 감소하였다. 그러나 교를 처리한 여과지 시료의 경우 미처리 시료에 비해 접촉각이 높게 나타났다. 상기 기술된 바와 같이 교는 종이 표면에 도포되어 피막을 형성하는데, 이러한 피막은 내수성을 가질 수 있다. 교의 종류별 접촉각은 토끼가죽교, 골질교, 우교, 젤라틴 순으로 투기도 저하가 가장 높았던 토끼가죽교의 접촉각이 가장 높게 나타났으며, 점성 및 도포량이 가장 낮았던 우교의 접촉각이 가장 낮게 나타났다. 젤라틴을 제외한 3종에 의해 형성된 피막은 교의 종류 및 도포량에 따라 그 정도가 다르지만 물에 대한 저항성을 가지고 있는 것으로 판단된다. 그러나 젤라틴의 경우 골질교 및 우교에 비해 투기도 저하가 높았음에도 불구하고 접촉 시간에 따른 접촉각 변화가 미처리 여과지 시료와 유사하게 나타났는데, 이러한 결과로 볼 때 젤라틴은 수용성인 것으로 판단된다.

이러한 결과는 사용하는 교의 원료에 따라 표면 특성의 변화 정도가 상이하게 나타난다는 것을 보여준다. 회화 작품의 지지체가 주로 흡습성이 있는 재질이란 점을 고려하면 투기도가 낮은 재료의 사용은 지지체의 수분 흡수 및 방출을 저해할 가능성이 있다. 반면, 복원 과정에서 습식 처리가 요구될 경우 내수성을 향상시키는 재료의 사용을 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

#### 3.3.2 Z-방향 인장강도

Fig. 3은 교 용액의 농도에 따라 지지체인 여과지 시료에 도포한 후 측정된 Z-방향 인장강도를 측정된 결과이다. 교를 도포한 여과지 시료는 도포하지 않은 시료에

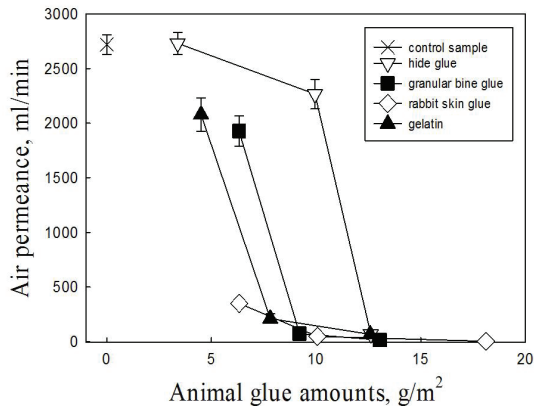


Fig. 1. Air permeance distributions according to the application amounts of animal glue.

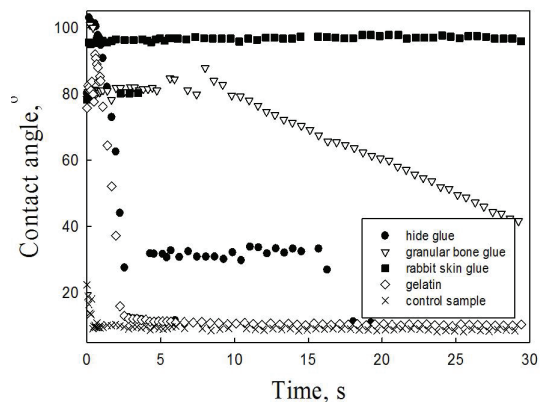


Fig. 2. Changes in contact angle of papers treated with 1% animal glue solution.



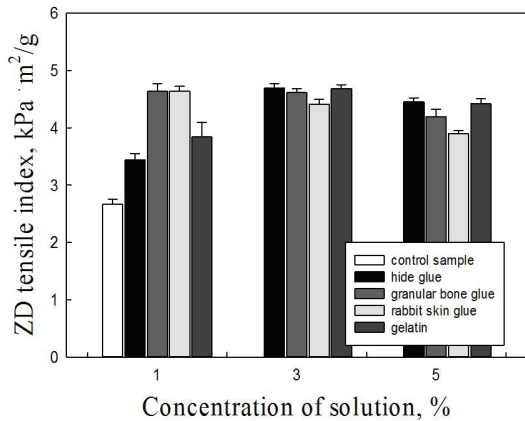


Fig. 3. ZD tensile index of animal glue applied-paper according to glue concentration.

비해 전반적으로 강도가 향상되었다. 이는 여과지 시료에 침투, 피막된 교가 가지는 점탄성 성질에 기인한 결과로 사료된다. 한편 교 처리 농도에 따른 변화는 그 효과가 다르게 나타났다. 먼저 1% 농도로 교 용액을 처리한 경우 도포량 및 점도가 비교적 타 시료들에 비해 높았던 토끼가죽교를 처리한 여과지의 Z-방향 인장강도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 골질교, 젤라틴, 우교 순으로 도포량 및 점도에 상응하는 결과를 나타냈다. 반면 3% 이상의 농도로 교 용액을 처리한 경우에는 우교, 젤라틴, 골질교, 토끼가죽교 순으로 강도가 증가하여 1%의 경우와 반대의 경향을 나타냈다. 즉 도포량 및 점성이 어느 정도 증가할수록 여과지의 Z-방향 인장강도가 증가되지만 처리한 용액의 점도 약 4.10 cPs 이상, 도포량 약 13 g 이상이 되면 오히려 감소하는 것으로 보인다. 이러한 상반된 결과를 나타내는 원인은 크게 두 가지로 생각할 수 있다. 첫째, 특정 농도 이상의 고농도 처리 시 도포량 및 점성 증가에 기인된 교의 경화현상이 발생하여 종이의 Z-방향 인장강도를 감소시킬 가능성이 있다. 둘째로 고농도 처리 시 용액의 점성이 증가하여 침투성이 크게 떨어지고 표면과의 고착력 또한 감소될 가능성이 있다. 따라서 추후 교의 농도 및 점성에 따른 경화 특성 및 내부로의 침투 특성에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Fig. 4는 교 용액의 점도와 Z-방향 인장강도의 상관관계를 나타낸 결과이다. 교의 농도가 상승할수록 점도가 증가하므로, 이미 언급한 바와 같이 농도와의 상관관

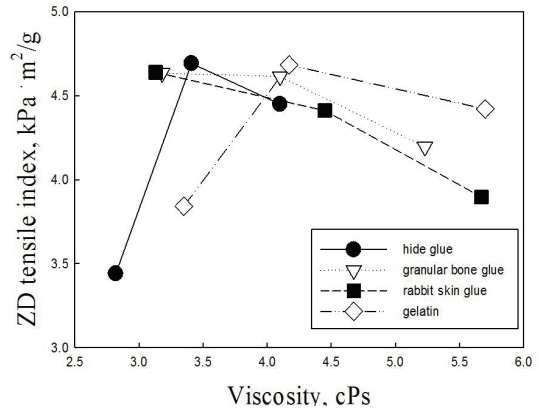


Fig. 4. Relationship between ZD tensile index and viscosity of animal glue applied-paper.

계에서와 마찬가지로 Z-방향 인장강도가 증가 후 감소하는 경향이 동일하게 나타났다. 따라서 교의 농도가 낮을 경우 시료 표면에서의 흡수성이 개선되고 또한 침투성도 향상된다는 결과를 확인할 수 있었다. 따라서 교의 종류에 따라 차이는 있으나 농도를 3-5% 이상으로 사용하면 오히려 침투성과 표면에 대한 고착력이 저하된다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 농도 및 점도와 관련된 인자는 안료를 지지체에 고착시키고자 할 때 고려해야 할 중요한 인자라고 사료된다. 고착력 및 침투력이 동시에 요구될 경우에는 토끼가죽교나 골질교와 같이 1% 농도에서도 고착력이 우수한 재료가 유효하고, 침투성이 요구될 경우에는 우교가 유효할 것으로 판단된다.

### 3.3.3 휨 강성

교를 여과지의 표면에 도포하는 방식으로 시료를 제작함에 따라 시료의 휨 강성 특성은 교가 표면에 형성한 막의 유연성에 직접적으로 영향을 받게 된다. 휨 강성은 기본적으로 종이의 두께에 영향을 받지만, 이외에도 표면처리 여부, 밀도, 평량 등의 제반 인자들이 복합적으로 작용할 수 있다. 전 절에서 언급한 바와 같이 교 용액의 점성에 따라 교의 도포량에 많은 차이가 있었으므로, Fig 5에 나타난 바와 같이 농도별 평량 변화와 휨 강성 결과를 대비하여 분석하였다. 그림에 나타난 바와 같이 휨 강성 결과는 도포량이 상승할수록 증가하는 것으로 나타나, 교의 도포량에 의존적인 것으로 나타났다. 이는

교의 경화 특성에 기인한 결과로 사료된다.

Table 6은 교의 도포량 대비 휨 강성을 나타낸 결과이다. 이를 통해 동일한 양의 교를 사용했을 때의 휨 강성 차이를 상대적으로 비교할 수 있었다. 동일한 양을 사용한다고 가정했을 때 골질교와 토끼가죽교는 보다 유연한 특성을 나타냈으며, 우교는 다소 유연성이 떨어지는 것으로 확인되었다. 젤라틴 도포 여과지의 휨 강성은 우교와 토끼가죽교, 골질교를 도포한 여과지와 비교했을 때 중간 정도로 나타났다. 또한 농도가 증가함에 따라 휨 강성이 증가하는 것으로 나타났다. 휨 변형에 저항이 높을수록 뻣뻣해진다는 점을 감안하면 휨 강성이 높은 재료의 사용이 지지체의 유연성을 저하시킬 수 있음을 의미한다. 다수의 회화 작품은 말아서 보관하는 죽자 형태로 제작되어 보관되어오고 있다는 점을 고려하면 이는 작품의 보존성에 매우 중요한 요인이라 볼 수 있다. 다만 Table 6에서 제시한 결과는 상대적인 차이를 비교한 것으로서 실제 교를 사용할 때는 주로 붓으로 재료를 사용하기 때문에 교의 점성이 높을수록 표면에 잔류하는 양이 증가한다는 점을 고려할 필요가 있다.

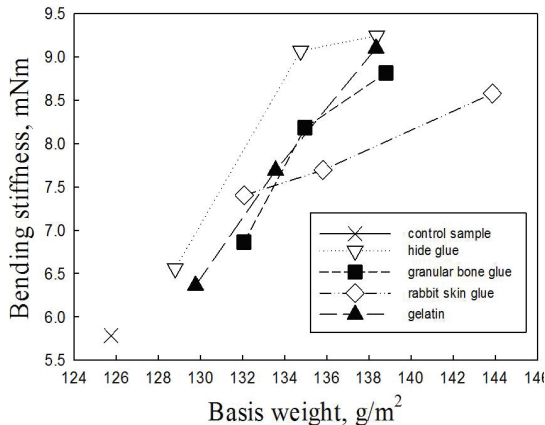


Fig. 5. Relationship between bending stiffness and basis weight of animal glue-applied paper.

### 3.4 교 용액 도포에 따른 채색 여과지의 특성 변화

교 용액의 여과지 표면에 대한 침투성과 고착력과 도포 시료의 휨 강성 변화 등은 교의 특성에 의존적인 것으로 나타났다. 교의 사용 목적이 안료 입자의 고착에 있다는 점을 고려한다면, 안료 입자에 대한 교의 침투성 및 고착력에 대해 추가로 고찰할 필요가 있다. 따라서 안료와 교 용액의 혼합비를 일정하게 유지하고, 교 용액의 농도를 달리하여 채색시료를 제작하고 교를 사용하여 안료층을 형성해 표면에 고착시킬 때 나타나는 차이를 통해 안료 입자를 종이 표면에 접착시키는 고착력과 용액의 침투성, 적용했을 때 종이의 휨 강성 변화에 미치는 영향 등을 평가하고자 하였다.

Fig. 6은 안료와 교 용액을 혼합하여 도포한 채색 시료의 Z-방향 인장강도 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 채색 시료의 Z-방향 인장강도 변화는 교 용액만 처리한 경우와 다른 경향을 나타냈다. 먼저 1% 농도의 용액을 채색에 사용한 여과지는 미처리 시료에 비해 Z-방향 인장강도가 감소되어 교 용액만으로 처리한 여과지와 반대의 경향을 나타냈다. 이는 채색을 위해 교 용액과 혼합하여 사용한 안료가 교 용액의 종이 시트 내부로의 침투를 저하시키는데 영향을 미친 결과로 사료된다. 3% 이상의 농도일 경우 우교 및 젤라틴은 채색 여과지 시료의 Z-방향 인장강도에 영향을 거의 미치지 않는 것으로 나타났으며, 토끼가죽교 및 골질교는 3%이상의 농도 처리 시 채색 여과지 시료의 Z-방향 인장강도를 증가시키는 것으로 나타났다. 교 용액 농도 5% 조건에서 Z-방향 인장강도는 감소하는 경향을 나타냈으며, 이러한 결과로써 5% 농도의 교 용액에 의해 형성된 안료층이 효과적으로 표면에 고착되지 못했음을 확인할 수 있었다. 교의 종류에 따라서는 토끼가죽교를 사용한 시료의 강도가 전반적으로 높게 나타나 고착력이 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다. 골질교에서도 비교적 고착력이 높게 나타났으며, 우교와 젤라틴은 상대적으로 낮은 결과를 보였

Table 6. Correction values in bending stiffness according to the amount of animal glue application

Concentration of solution, wt%	Corrected values (Bending stiffness/Animal glue amount)			
	Hide glue	Granular bone glue	Rabbit skin glue	Gelatin
1	2.17	1.09	1.17	1.60
3	1.01	0.89	0.76	0.99
5	0.73	0.67	0.47	0.72

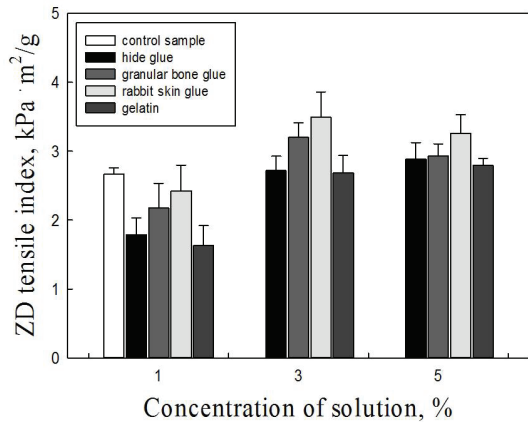


Fig. 6. ZD index of animal glue applied-paper with pigment(ocher) according to glue concentration.

다. 이는 상대적으로 점도가 낮은 재료를 사용할 경우 표면에 대한 고착력은 다소 약하다는 것을 의미하며, 안료 입자를 효과적으로 표면에 고착시키지 못했음을 보여준다.

Fig. 7은 안료와 교 용액을 혼합하여 도포한 채색 시료의 휨 강성 측정 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 채색 여과지 시료 또한 휨 강성이 증가하였다. 처리 농도에 따라 휨 강성이 다르게 나타났는데, 3% 이하의 처리 농도에서는 토끼가죽교 및 젤라틴을 처리한 시료의 휨 강성이 타 교 시료에 비해 높게 나타났으며, 5% 조건에서는 우교 및 골질교를 처리한 시료의 휨 강성이 보다 높게 나타났다. 따라서 일정 점도 이상의 교 용액 처리 시 휨 강성이 높은 것으로 즉 유연성이 가장 낮은 것으로 나타나 채색 여과지 시료의 휨 강성은 각 교 용액의 점도와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 회화 작품의 복원 재료로 사용되고 있는 4 종류의 교를 선별하여 교 용액의 특성과 교 용액의 특성이 여과지의 표면 특성 변화, 표면에 대한 접착력 및 침투성, 여과지의 휨 강성에 미치는 영향에 대해 평가하고자 하였다. 시료로써 선별한 교가 동일한 원료로 만들어진 재료 전체를 대표한다고 할 수 없지만, 원료에 따라 교의 용액 특성은 상이하게 나타났으며, 표면 특성 및 강도적 특성의 발현 정도에 영향을 미쳤다.

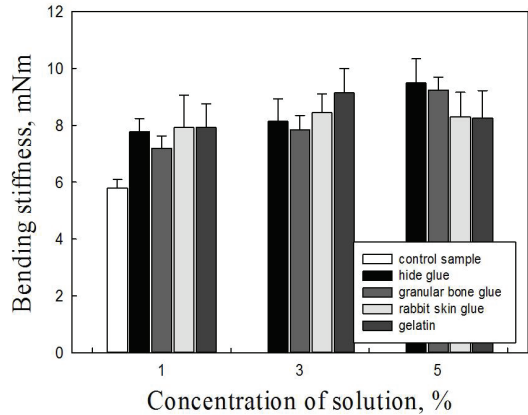


Fig. 7. Bending stiffness of animal glue applied-paper with pigment(ocher) according to glue concentration.

토끼가죽교, 골질교, 우교 순으로 동일 농도에서 점성에 차이가 있었으며 이러한 점성 차이에서 기인하여 점도가 높을수록 도포량, 투기도 저하, 접촉각 등이 높아지는 것으로 나타났다. 반면에 비교적 높은 점성을 가지고 있는 젤라틴의 경우 도포량 및 투기도 저하는 점성에 상응하는 결과를 나타냈으며 접촉각은 낮게 나타나 젤라틴 피막은 내수성을 가지지 않은 것으로 나타났다. 또한 처리에 사용한 교의 종류 및 농도 조건이 종이의 강도적 특성에 미치는 영향 평가 결과, 교 처리에 의해 Z-방향 인장강도 및 휨 강성이 증가되었으며 처리 농도 및 도포량에 상응한 결과를 나타냈다. 그러나 5% 이상의 농도로 처리할 경우에는 증가 효과가 감소하는 것으로 나타났다.

#### Literature Cited

1. Floyd L. D., The story of an ancient art: From the earliest adhesives to vegetable glue, Perkins Glue Company, (1930) Quoted in Petukhova, T., A history of fish glue as an artist's material: applications in paper and parchment artifacts, The Book and Paper Group Annual 19:19-29 (2000).
2. Sze, M., The way of Chinese painting: Ideas and technique, Vintage, Random House, (1956) Quoted in Petukhova, T., A history of fish glue



- as an artist's material: applications in paper and parchment artifacts, *The Book and Paper Group Annual* 19:19–29 (2000).
3. American Institute for Conservation Book and Paper Group, Consolidation, *Paper Conservation Catalog*, pp. 2–18 (1988).
  4. Jeon, H. J., An effect of glue used at traditional coloring technique, Master thesis, Myongji University (2007).
  5. Ahn, J. Y., A study on adhesive characteristic of glue which is used for conservation and restoration of oriental painting, Master thesis, Yong-In University (2011).
  6. Lee, S. H., *The Color of Traditional Paintings*, Gyeol Press, Seoul, pp. 94–101 (2010).
  7. Jeong, Y. B., Lee, H. L., Youn, H. J., Jeong, G. H., and Ryu, H., Influence of the viscosity of surface sizing starch solution on surfaces sizing effect of liner board, *Journal of Korea TAPPI* 44(5):54–62 (2012).
  8. *Standard Testing Methoes for Edible Gelatin*, Gelatin Manufacturers Institute of America (ed.) pp. 12–14 (2013).
  9. Lee, S. H., Adhesives used in conservation treatment in cultural properties: paintings and written artifacts, *Conservation of Papers and Textiles*, National Research Institute of Cultural Heritage, p. 99 (2011).