지류 문화재 보존처리용 전분계 풀의 특성 (제1보)

- 전분의 종류에 따른 접착 특성 -

양은정¹ · 조경실² · 최태호[†]

접수일(2013년 8월 1일), 수정일(2013년 8월 16일), 채택일(2013년 8월 21일)

Characteristics of Starch Paste for Conservation of Paper Properties (Part 1)

- The Nature and Adhesive Strength of Starch Paste -

Eun-Jung Yang¹, Kyoung-Sil Cho² and Tae-Ho Choi[†]

Received August 1, 2013; Received in revised form August 16, 2013; Accepted August 21, 2013

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the characteristics of starch paste which was used for the conservation of paper properties. Three kinds of commercial corn starch and five kinds of fermented wheat starch were examined on the contents of amylose and amylopectin, shapes of particles, and viscosity and pH of paste. And adhesive strength on the drying, accelerated aging, and wetting treatments were measured.

The contents of amylopectin of oxidized corn starch were higher those of cationic corn starch, unmodified corn starch, and fermented wheat flour. In case of fermented wheat flour, increasing of a fermentation period was resulted in increasing of amylopectin contents. The particle shapes of commercial corn starch showed with a uniform polygon, but fermented wheat flour showed with a mixture of small and large oval types. The viscosity of oxidized corn starch were very lower those of cationic corn starch and unmodified corn starch. And increasing of a fermentation period of wheat flour was resulted in increasing of viscosity. The pH of commercial corn starch were 3.6-7.5 and fermented wheat flour were

• 충북대학교 농업생명환경대학 목재·종이과학과 (Dept. of Wood and Paper Science, College of Agriculture, Life & Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea)

1 국립문화재연구소 문화재보존과학센터 (Conservation Science Center, National Research Institute of Cultural Heritage, 132 Munji-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-380, Korea)

2 충북대학교 대학원 문화재과학과 (Dept. of Cultural Heritage Science, Graduate School, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea)

† 교신저자 (Corresponding Author) : E-mail : tchoi@cbnu.ac.kr

3.6-5.2. Through the examination on the nature and adhesive strength of starch paste, the oxidized corn starch 60 cps which is the name of products and wheat flour which had fermented for 5 years were considered that most suitable for conservation of paper properties.

Keywords : Korean traditional paper (Hanji), Lining paper, Starch, Paper conservation, Fermentation

1. 서 론

종이의 발명은 인류문명에 있어 지식과 정보의 기록과 전달이라는 중추적인 역할을 담당해왔으며, 이러한 유물중의 일부는 보존의 가치를 인정받아 지류문화재로 지정되어 많은 관심 속에 관리되어지고 있다. 그러나 종이는 유기물일 뿐만 아니라 제조공정 및 관리상의 문제로 인하여 열화나 훼손으로부터 자유로울 수는 없다. 따라서 이들 유물의 지속적인 보존을 위하여 다양한 처리들이 행하여지고 있으며 배접 역시 보존을 위한 한 방법으로 이용되고 있다.

지류문화재의 보존처리에 있어 사용되는 종이 못지 않게 풀 또한 매우 중요하다. 보존처리시 잘못된 풀의 사용은 지류문화재의 물리적 손상뿐만 아니라 벌레나 곰팡이 등의 피해를 야기할 수도 있다.

지류문화재 보존처리에 사용되는 전분계 풀의 종류에는 크게 밀가루를 수침하여 삭히지 않고 끓여 만든 풀, 수침하여 삭힌 밀가루를 끓여 만든 풀, 수침하여 삭힌 밀가루를 끓여 만든 풀을 삭힌 풀 등이 있다.¹⁾ 우리나라와 중국은 삭힌 밀가루로 만든 풀을 주로 사용하였으며, 일본의 경우는 삭힌 풀을 사용하는 것으로 알려져 있다.²⁾

일반적으로 지류문화재 보존처리용 풀은 몇 년 동안 삭힌 풀을 이용해 왔다. 이는 삭히는 기간 동안 벌레와 곰팡이의 영향원인 단백질을 제거하고 최대한의 전분만을 얻으려는 것이다.³⁾ 지류문화재 보존용 풀은 짧게는 6개월, 길게는 몇 십년동안 삭혀서 만든 풀을 사용하여 충해로부터 문화재를 보호할 수 있고, 작품이 부드럽게 배접 된다고 한다. 그러나 삭히는 기간이 길고 삭히는 과정 또한 번거로운 것이 현실이다.

전통적으로 비교적 순수한 전분을 얻기 위하여 삭히는 과정이 필요했으나 현대의 발달된 제분기술은 순수한 전분뿐만 아니라 식용, 공업용, 제지용, 약품용 등 다양한 용도의 제품을 생산하고 있으며, 사용 목적에 맞

게 전분의 물성을 변환시킨 변성전분도 제조하고 있다. 국내에서는 제지용 전분으로 주로 옥수수전분이 사용되고 있으며, 이것을 변성시킨 산화전분은 표면에 사이징 하여 표면강도를 높이고, 양성전분은 종이 내 침용으로 쓰여 셀룰로오스간의 바인더 역할을 하여⁴⁾ 지력을 증강시킨다.

본 연구에서는 전통적으로 수침하여 삭힌 밀가루 전분과 제지용 옥수수 변성전분인 산화전분 및 양성전분의 성상과 이들을 이용하여 제조한 풀들의 접착특성을 비교 검토하여 배접용 풀로서의 이용 가능성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 한지

공시 한지인 순지 화선지 및 SP 화선지는 천양제지에서 제조한 것을, 전통한지 및 전통한지 배접지는 문경한지에서 제조한 것을 구입하여 사용하였으며, Table 1에 공시 한지의 특성을 나타냈다.

2.1.2 삭힌 밀가루

삭힌 밀가루는 은실문물연구소로부터 1988년, 2003년, 2005년, 2007년 및 2009년에 수침하여 제조한 삭힌 밀가루를 분양 받아 건조하여 사용하였다.

2.1.3 제지용 전분

삼양제맥스사에서 산화전분 2종 (10 cps, 60 cps), 양성전분 2종 (치환도 0.04, 0.08) 및 미변성 옥수수전분을 분양받아 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 아밀로오스 및 아밀로펙틴 함량 분석

Table 1. Characteristics of Hanji samples

	Soonji Hwaseonji	SP Hwaseonji	Korean traditional paper	Traditional lining paper
Fiber	Paper mulberry*	Sw-SP/Paper mulberry	Paper mulberry	Paper mulberry
Cooking liquor	NaOH	Sulfite/NaOH	Plant lye	Plant lye
Dispersant	PAM**	PAM	Plant mucilage***	Plant mucilage
Bleaching	NaClO	NaClO	Unbleaching	Unbleachng
Forming method	Ssangbal-choji	Ssangbal-choji	Oebal-choji	Oebal-choji
Sheet layer	Single	Single	Single	Single
Grammage (g/m ²)	28.8	27.4	34.7	25.2
Thickness (μm)	95.1	77.9	115.0	83.1
Apparent density (g/cm ³)	0.30	0.35	0.30	0.30
WI-ASTM	53.30	41.95	24.06	25.16

* Paper mulberry: *Broussonetia kazinoki*

**PAM: Polyacrylamide

***Plant mucilage: *Hibiscus manihot root*

제지용 전분 및 삭힌 밀가루의 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량은 Juliano의 방법⁵⁾을 변형하여 분석하였다. 건조한 제지용 옥수수 전분 및 삭힌 밀가루를 각각 100 mg씩 50 mL 시험관에 넣고 95% ethanol 1 mL과 1 N NaOH 9 mL을 가해 중탕하여 8분간 소화시킨 후 흐르는 물에서 3분간 냉각시켰다.

호화액 5 mL을 취해 1 N acetic acid 1 mL과 0.2 N I₂ solution 2 mL을 가해 혼합한 후 증류수를 이용하여 100 mL로 정용하였다. 반응액 1 mL을 취하고 spectrophotometer (Scinco, S-3100)를 이용하여 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 함량을 구하고 100에서 아밀로오스 함량을 뺀 값을 아밀로펙틴의 함량으로 하였다.

Fig. 1. Standard curve for amylose content.

다. 검량선(Fig. 1) 작성에 사용된 아밀로오스는 Sigma사의 감자로부터 제조된 제품을 사용하였다.

2.2.2 전분의 입자 형태 분석

공시전분을 백금으로 코팅한 다음, Scanning Electron Microscope (HITACHI, S-2500C)을 이용하여 1000X에서 입자형태를 관찰하였다.

2.2.3 풀의 제조 및 특성분석

2.2.3.1 풀의 제조

공시전분 20 g에 증류수 100 mL를 가하여 90℃에서 중탕으로 25분간 소화시켰다. 소화시킨 풀 30 g에 증류수 45 mL를 가하고 homogenizer를 이용하여 50 rpm으로 5분간 분산시켰다.

2.2.3.2 특성분석

제조된 풀의 점도는 25℃에서 Brookfield viscometer (LVDV II+, USA)를 이용하여 측정하였으며, pH meter (Horiba, F-53)를 사용하여 제조된 풀의 pH를 측정하였다.

2.2.4 접착

크기 15 cm × 20 cm로 재단한 공시한지에 Barcoater(Akashi, KCC-101)를 이용하여 rod bar No. 5, 속도 2로 풀을 도포한 후 배접지와 접착하였다.

2.2.5 촉진열화 및 수침 처리

배접지와 접착 후 건조한 시료를 촉진열화시험기 (Q-PANEL Lab, QUV/SE)를 이용하여 KS M ISO 5630-3에 의거하여 온도 60℃, UVA-340, 자외선 조사량 0.77 W/m²/nm의 조건으로 24시간, 48시간, 72시간 촉진열화 처리하였다.

습박리강도 측정용 시료는 72시간 촉진열화한 시료를 증류수에 5분간 침지 후 여과지로 표면의 수분을 제거한 다음 사용하였다.

2.2.6 박리 강도 측정

무처리, 촉진열화처리, 수침처리 한 시료를 3 cm × 7 cm 크기로 재단하고, 재단 시료의 한 쪽 끝으로부터 3.5 cm를 박리한 후 박리된 양 끝을 인장강도 시험기 (Hounsfield, DYMT-10A)에 물려서 완전 박리까지의 인장강도를 측정하여 박리지수로 표시하였다. 박리지수는 다음 식으로 구하였다.

박리지수(kg·km/g) = 인장강도(kg/mm)/폴 도포량(g/m²)

3. 결과 및 고찰

3.1 전분의 특성분석

3.1.1 아밀로오스 및 아밀로펙틴 함량

Table 2는 제지용 옥수수 전분과 삭힌 밀가루 전분의 아밀로오스 및 아밀로오스 펙틴의 함량 분석 결과이다.

제지용 옥수수 전분의 경우 산화전분의 아밀로펙틴

함량이 95%이상으로 가장 높았으며, 산화전분에 비해 양성 전분과 미변성 옥수수 전분은 아밀로펙틴의 함량이 낮고 아밀로오스의 함량이 높은 것으로 나타났다. 삭힌 밀가루의 아밀로펙틴 함량은 전반적으로 양성전분 및 미변성 옥수수 전분과 유사하였다.

삭힌 기간에 따른 밀가루의 아밀로오스 함량의 변화는 1년 삭힌 것(FW 2009)이 29%로 가장 높게 나타났으며, 7년(FW 2003), 3년(FW 2007)의 순으로 나타났다. 가장 오랜 기간인 22년 삭힌 것(FW 1988)과 5년 삭힌 것(FW 2005)의 아밀로오스 함량은 1년(FW 2009), 7년(FW 2003), 3년(FW 2007) 삭힌 것에 비해 낮게 나타나 백⁶⁾의 결과와 유사하였다. 이것은 전분입자의 형태적 변화와 관련이 있는 것으로 판단된다.

3.2 전분 입자의 형태 특성

Fig. 2는 제지용 옥수수 전분 입자의 SEM 사진이다. 원형보다는 각진 형태를 하고 있으며 변성처리에 따른 전분 입자의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 산화전분의 경우 가공 처리시 발생한 아세트 알데하이드기에 의한 가교결합으로 입자가 커지는 것을 관찰할 수 있었다. 점도가 낮은 10 cps 제품이 60 cps 제품에 비해 전분 입자간 결합을 형성하는 경향을 나타냈다. 양성전분의 경우 치환도에 따른 형태적 차이는 관찰할 수 없었다.

미변성 옥수수 전분의 경우 가공시 발생된 미세분이 세척되지 않고 포함됨으로 인하여 산화 및 양성 전분에 비해 입자의 표면이 깨끗하지 않고 미세입자들을 많이 포함하는 것으로 나타났다.

Fig. 3은 삭힌 밀가루 입자의 SEM 사진이다. 소형과

Table 2. Analysis of amylose and amylopectin contents of sample starch

Starch	Abbreviation	Amylose(%)	Amylopectin(%)
Oxidized corn starch (10 cps)	OS 10	2	98
Oxidized corn starch (60 cps)	OS 60	5	95
Cationic corn starch (DS 0.04)	CSD 0.04	22	78
Cationic corn starch (DS 0.08)	CSD 0.08	18	82
Unmodified corn starch	CS	24	76
Wheat flour fermented for 22 years	FW 1988	18	82
Wheat flour fermented for 7 years	FW 2003	24	76
Wheat flour fermented for 5 years	FW 2005	15	85
Wheat flour fermented for 3 years	FW 2007	23	77
Wheat flour fermented for 1 year	FW 2009	29	71

대형의 원형 입자들이 혼재되어 있는 것을 확인 할 수 있었다.

삭힌 밀가루 입자는 제지용 옥수수 전분 입자에 비

해 둥글고 다양한 크기의 입자들로 구성되어 있으며, 대형 입자들은 제지용 옥수수 전분 입자보다 크기가 컸다.

A : Oxidized corn starch (10 cps)

C : Cationic corn starch (DS 0.04)

E : Unmodified corn starch

B : Oxidized corn starch (60 cps)

C : Cationic corn starch (DS 0.08)

Fig. 2. SEM images of corn starch for papermaking.

삭힌 밀가루의 경우 삭힌 기간 1년(FW 2009)에서 5년(FW 2005) 사이에서는 삭히는 기간이 증가할수록 작은 입자들의 양이 줄어들고 상대적으로 큰 입자들의

양이 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 삭힌 기간이 5년 이상인 7년(FW 2003)과 22년(FW 1988)의 경우 오히려 작은 입자의 양이 증가하는 경향을 나타냈다. 이

F : Fermented wheat flour (FW 1988)

H : Fermented wheat flour (FW 2005)

J : Fermented wheat flour (FW 2009)

G : Fermented wheat flour (FW 2003)

I : Fermented wheat flour (FW 2007)

Fig. 3. SEM images of fermented wheat flour particles.

것은 작은 입자를 싸고 있던 큰 입자가 파괴되면서 내포했던 작은 입자들이 노출되었기 때문이다.⁷⁾ 따라서 밀가루 전분의 삭힘 공정에 있어 전분 입자의 변화는 삭히는 기간이 증가함에 따라 먼저 작은 입자들이 감소하고 이어서 큰 입자들의 파괴와 내부에 포함된 작은 입자들의 노출이라는 과정을 확인할 수 있었다.

밀가루 전분의 삭힘 과정에 있어 전분입자의 구성비 변화는 전분의 구성성분 변화와 관련이 있는 것으로 판단된다. 즉 소형 입자는 아밀로오스의 함량, 대형 입자는 아밀로펙틴의 함량에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.3 풀의 점도 및 pH

Table 3은 각각의 전분으로 제조한 풀의 점도와 pH를 측정한 결과이다.

제지용 옥수수 전분의 경우 아밀로오스의 함량이 높은 미변성 전분과 양이온성 작용기를 도입시킨 양성전분의 점도가 높게 나타났다. 특히 치환도 0.08의 양성전분은 점도 측정이 불가능하게 높은 점도를 나타냈는데 이것은 전분에 도입된 양이온성 작용기에 의해 상호간에 결합을 형성했기 때문인 것으로 판단된다. 산화전분 역시 아밀로오스의 함량에 따라 점도에 차이를 나타냈으나 양성전분 및 미변성 전분에 비하여 낮은 점도 특성을 나타냈다. 이것은 전분에 도입된 음이온성 작용기의 상호 반발에 의한 것으로 판단된다.

삭힘 밀가루 풀 역시 삭힘 기간 3년(FW 2007)을 제외하고 아밀로오스의 함량이 증가할수록 점도가 증가

하는 것으로 나타났다. 아밀로오스의 함량이 23%임에도 불구하고 3년간 삭힘 것(FW 2007)의 점도가 매우 낮은 것으로 나타났다. 이것은 삭힘 과정에서 생성된 유기산에 의한 전분의 가수분해로 인한 저분자화와 카르복실기와 같은 음이온성 작용기의 도입에 따른 상호 반발력에 기인된 것으로 판단된다. 1년간 삭힘 전분(FW 2009)의 점도가 다른 밀가루 전분에 비하여 월등히 높은 것은 아밀로오스의 함량뿐만 아니라 삭힘 기간이 짧아 전분의 정제가 불충분하여 글루텐 등의 성분이 포함되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

pH 측정 결과 제지용 옥수수 전분은 pH 5.2-7.5로 약 산성에서 중성을 나타냈다. 삭힘 밀가루 풀의 경우 전반적으로 pH 3.6-5.2의 산성을 나타냈다. 삭힘 기간 5년 이내에서는 동일한 산도를 나타냈으며, 삭힘 기간 7년(FW 2003)인 경우 pH 5.2로 약산성을 냈다. 그러나 삭힘 기간이 과도하게 길어지면(FW 1988) 오히려 pH가 낮아지는 것으로 나타났다.

삭힘 밀가루 풀의 pH가 제지용 옥수수 전분 풀에 비하여 pH가 낮은 것은 밀가루 전분을 삭히는 과정에서 생성된 유기산의 영향인 것으로 판단된다.

3.4. 박리 강도

3.4.1 전분 풀 도포량

제지용 옥수수 전분 및 식힌 밀가루 풀로 배접한 한지의 풀 도포량을 Table 4에 나타냈다.

원지의 종류에 따른 풀의 도포량은 단섬유인 목재펄프를 혼합 초지하여 밀도가 높고 표면 평활성이 우수한 SP 화선지가 전반적으로 높게 나타났으며, 표백 다투 인피섬유로 초지한 순지 화선지가 미표백 다투 인피섬유로 초지한 전통한지 및 전통 배접지에 비해 낮은 풀 도포량을 나타냈다.

전분의 종류에 따른 풀의 도포량은 제지용 옥수수 전분 풀이 삭힘 밀가루 풀에 비해 전반적으로 높게 나타났다. 제지용 옥수수 전분 풀의 경우 치환도 0.04의 양성전분이 지중에 관계없이 균일한 도포량을 나타냈으며, 산화전분 60 cps와 미변성 옥수수 전분 풀의 도포량이 높게 나타났다. 삭힘 밀가루 풀의 경우 지중에 따른 도포량 편차가 높게 나타났다. 삭힘 기간 22년(FW 1988)인 밀가루 풀이 비교적 균일한 도포량을 나타냈으며, 삭힘 기간 5년(FW 2005)인 밀가루로 제조한 것

Table 3. Viscosity and pH of sample starch

Starch	Viscosity(cp)	pH
OS 10	12	6.0
OS 60	467	6.4
CSD 0.04	4,595	5.2
CSD 0.08	-	7.5
CS	12,033	6.3
FW 1988	288	4.2
FW 2003	311	5.2
FW 2005	180	3.7
FW 2007	60	3.6
FW 2009	2,399	3.6

Table 4. Coat weight of starch glue on lining papers

Starch	Coat weight (g/m ²)			
	Soonji Hwaseonji	SP Hwaseonji	Korean traditional paper	Traditional lining paper
OS 10	5.505	2.903	8.432	8.580
OS 60	10.815	11.332	9.098	7.617
CSD 0.04	5.267	6.213	5.146	5.402
CSD 0.08	9.221	7.713	4.884	7.164
CS	8.458	7.713	11.313	12.426
FW 1988	6.005	7.475	9.479	5.188
FW 2003	4.863	9.522	2.574	6.974
FW 2005	4.220	7.880	5.432	2.545
FW 2007	2.053	9.260	8.574	7.093
FW 2009	2.958	6.949	5.955	10.926

이 가장 낮은 도포량을 나타냈다.

3.4.2 건조 박리강도

Table 5에 각각의 전분 풀로 배접한 시료의 건조 후 박리강도, 72시간 촉진열화 처리 후 박리강도 및 열화 처리 시료의 습박리강도를 나타냈다.

Fig. 4는 제지용 옥수수 전분 풀을 사용하여 한지를 배접 한 후 건조한 종이의 박리강도 측정 결과를 박리 지수로 표시한 것이다. 점도가 낮은 산화전분류의 박

리강도가 양성전분 및 미변성 옥수수 전분에 비해 낮게 나타났다. 산화전분 중에서 도포량이 높았던 산화전분 60 cps가 낮은 박리지수를 나타냈다. 산화전분의 이러한 경향은 산화전분 자체가 종이의 지력 증강제가 아니라 종이 표면에 내수성을 부여하는 사이즈제로 개발되었기 때문에 접착력 향상에 기여하지 못한 것으로 판단된다. 특히 순지 화선지 및 전통 배접지의 박리지수가 낮은 것은 도포한 풀의 상당량이 종이의 공극 속으로 이행되었기 때문인 것으로 판단된다.

Table 5. Tensile strength of lining papers pasted with starch glue

Starch	Tensile strength (kgf/mm)											
	Soonji Hwaseonji			SP Hwaseonji			Korean traditional paper			Traditional lining paper		
	Control	Aging	Aging /wet	Control	Aging	Aging /wet	Control	Aging	Aging /wet	Control	Aging	Aging /wet
OS 10	0.0408	0.0102	0.0000	0.0396	0.0015	0.0000	0.0166	0.0597	0.0000	0.0495	0.0587	0.0000
OS 60	0.0084	0.1344	0.0015	0.0753	0.0882	0.0014	0.0916	0.1479	0.0036	0.0136	0.1826	0.0161
CSD 0.04	0.0539	0.0219	0.0153	0.0493	0.0470	0.0102	0.1394	0.0732	0.0441	0.1344	0.1293	0.0483
CSD 0.08	0.2294	0.0902	0.0026	0.1443	0.1352	0.0069	0.1070	0.0936	0.0036	0.0981	0.2312	0.0143
CS	0.2613	0.2057	0.0543	0.1626	0.1250	0.0285	0.2617	0.1879	0.0128	0.1877	0.1665	0.0164
FW 1988	0.0364	0.0347	0.0051	0.0991	0.1410	0.0185	0.0748	0.0765	0.0051	0.1665	0.1377	0.0062
FW 2003	0.2147	0.1785	0.0146	0.2210	0.1545	0.0102	0.2126	0.2149	0.0110	0.2346	0.1410	0.0059
FW 2005	0.0485	0.0452	0.0015	0.0485	0.0502	0.0015	0.1173	0.1614	0.0026	0.0704	0.0816	0.0069
FW 2007	0.0747	0.1395	0.0015	0.0470	0.1385	0.0059	0.0816	0.0944	0.0051	0.1406	0.1053	0.0128
FW 2009	0.0495	0.0357	0.0036	0.0816	0.0961	0.0015	0.1800	0.0671	0.0059	0.1053	0.0416	0.0024

Fig. 4. Dry picking strength of lining papers pasted with commercial corn starch.

양성전분 및 미변성 옥수수 전분은 산화전분에 비하여 높은 박리지수를 나타냈으며, 치환도 0.08의 양성전분이 전체 지종에서 비교적 균일한 박리지수를 나타냈다. 양성전분이 산화전분에 비하여 낮은 도포량에도 불구하고 높은 박리지수를 나타낸 것은 지력 증강제로

개발된 양성전분이 섬유간의 결합을 향상시켰기 때문인 것으로 판단된다. 도포량이 가장 높았던 미변성 전분의 박리지수가 가장 높은 값을 나타냈으나 지종에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다.

Fig. 5. Dry picking strength of lining papers pasted with fermented wheat flour.

Fig. 5는 삭힌 밀가루 풀로 배접한 종이의 건조 박리지수를 나타낸 것이다. 삭힌 밀가루 풀의 박리지수는 삭힘 기간 7년(FW 2003)이 가장 높은 값을 나타냈으며, 점도가 가장 높았던 삭힘 기간 1년(FW 2009)보다 높게 나타났다. 아밀로펙틴의 함량이 가장 높았던 삭힘 기간 5년(FW 2005)의 경우 도포량이 가장 낮았음에도 불구하고 전체 지중에 대하여 비교적 균일한 박리지수를 나타냈다. 전체 지중에 균일한 도포량을 나타냈던 삭힘 기간 22년(FW 1988)의 것은 지종간 박리지수의 편차가 크게 나타났다.

지중에 따른 박리지수는 화선지류가 낮은 값을 나타냈으며, SP 화선지는 도포량이 가장 높았음에도 불구하고 불량한 것으로 나타났다. SP 화선지의 이와 같은 현상은 밀도가 높고 표면 평활성이 우수하여 표면에 도포한 풀이 지층 내부로 이행되지 못하고 표면에만 존재하여 내부 결합강도 발현에 기여하지 못했기 때문인 것으로 사료된다.

3.4.3 열화 시료의 박리강도

Fig. 6은 제지용 옥수수 전분 풀로 배접한 종이를 촉진노화 시험기에서 72시간 열화처리 후 건조 박리지수를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 전반적으로 열화처

리 후 건조 박리지수는 감소하는 경향을 나타냈으나 건조 박리지수가 가장 낮았던 산화전분 60 cps의 열화 후 건조 박리지수가 상승한 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 5년 이상 삭힌 밀가루 풀에서 나타나는 경향과 유사하였다. 건조 박리지수가 높았던 치환도 0.08의 양성전분은 열화 처리 후에도 높은 박리강도를 유지하는 것으로 나타났다. 제지용 옥수수 전분 풀의 경우 전통 배접지가 열화처리 후에도 가장 양호한 건조 박리강도를 유지하는 것으로 나타났다.

Fig. 7은 삭힌 밀가루 풀로 배접한 종이를 촉진노화 시험기에서 72시간 열화처리 후 건조 박리지수를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 삭힌 밀가루 풀의 열화처리 후 박리강도는 삭힘 기간 3년(FW 2007)과 5년(FW 2005)인 전분으로 제조한 것이 다소 증가하였으며, 삭힘 기간 22년(FW 1988)인 전분으로 제조한 것은 박리강도에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 삭힘 기간 1년(FW 2009)인 전분으로 제조한 것의 박리강도 저하가 크게 나타났다. 이것은 전분의 불완전 정제와 삭힘 과정에서 도입된 유기산 등의 영향으로 판단된다. 특히 삭힘 기간 7년(FW 2003)인 전분으로 제조한 것의 박리강도가 감소하는 것으로 나타난 것은 전분 입자와 점도의 변화에서 알 수 있듯이 일정기간 이상 장기간 삭

Fig. 6. Dry picking strength of lining papers pasted with commercial corn starch after 72 hours aging.

Fig. 7. Dry picking strength of lining papers pasted with fermented wheat flour after 72 hours aging.

히는 것이 전분 풀의 물성 향상에 도움이 되는 것만은 아닌 것으로 판단된다.

지종 중에서는 높은 전분 도포량을 나타냈던 SP 화선지의 열화 후 박리강도 감소가 낮은 것으로 나타났다.

3.4.4 열화 시료의 습박리강도

Fig. 8과 Fig. 9는 각각의 전분 풀로 배접한 시료를 72 시간 촉진열화처리 한 다음, 5분간 수침 후 습박리강도를 측정된 결과를 나타낸 것이다.

제지용 옥수수 전분의 경우 수침처리 함으로써 전체적으로 박리강도가 평균 10배 이상 감소하는 것으로 나타났다. 특히, 산화전분의 강도 감소가 현저하였으며, 산화전분 10 cps는 습윤 처리만으로 접착면이 분리되어 박리강도를 측정할 수 없었다. 열화처리 후 박리강도가 가장 높았던 치환도 0.08의 양성전분은 낮은 습박리강도를 나타냈다. 이것은 높은 점도로 인하여 풀이 지층내부로 전이되지 못하고 주로 접착면에 보류되었기 때문인 것으로 판단된다. 치환도 0.04의 양성전분은 전통한지 및 전통배접지에서 매우 높은 습박리강도를 나타내어 전통한지의 배접용으로는 부적합한 것으로 판단된다. 건조 박리강도가 가장 높았던 미변성 옥수수 전분은 다른 전분에 비해 높은 습박리강도를 나타

냈다.

제지용 옥수수 전분 풀의 특성 검토결과 높은 아밀로펙틴 함량, 낮은 점도, 높은 전분 도포량, 양호한 열화처리 후 박리강도 및 낮은 습박리강도를 나타내는 산화전분 60 cps가 서화 배접용으로 적합한 것으로 사료된다.

삭힌 밀가루 풀의 경우 제지용 옥수수 전분 풀의 경우와 동일하게 수침 처리함으로서 평균 10배 이상의 박리강도 감소를 나타내어 원지와의 분리가 용이하였다. 삭힘 기간 5년(FW 2005)인 전분으로 제조한 것의 습박리강도가 전반적으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 점도와 건조 박리강도 및 열화 후 박리강도가 높았던 삭힘 기간 7년(FW 2003)인 전분으로 제조한 것의 습박리강도가 가장 높게 나타났으며, 삭힘 기간 22년(FW 1988)으로 제조한 것도 비교적 높은 습박리강도를 나타냈다. 삭힘 기간 1년(FW 2009)인 전분으로 제조한 것의 경우, 점도가 매우 높은 것에 비해 열화처리 후 박리강도가 낮은 뿐만 아니라 전반적인 습박리강도 또한 낮은 것으로 나타났다.

삭힌 밀가루 전분 풀의 특성 검토결과 높은 아밀로펙틴 함량, 낮은 점도, 지종 및 열화 처리시 안정된 강도 특성 및 낮은 습박리강도를 나타내는 삭힘 기간 5년(FW 2005)인 전분으로 제조한 것이 다른 삭힌 밀가루

에 비해 서화 배접용으로 적합한 것으로 사료된다.

Fig. 8. Wet picking strength of lining papers pasted with commercial corn starch after 72 hours aging.

Fig. 9. Wet picking strength of lining papers pasted with fermented wheat flour after 72 hours aging.

4. 결 론

본 연구에서는 지류문화재 보존처리용 풀로서의 이용 가능성을 평가하기 위하여 제지용 옥수수 변성전분 및 수침하여 삭힌 밀가루의 성상과 이들 풀들의 접착특성을 비교 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아밀로펙틴의 함량은 산화전분이 가장 높았으며, 양성전분, 미변성 옥수수 전분 및 삭힌 밀가루 전분의 함량은 유사하였다. 삭힌 밀가루의 경우 삭힘 기간이 증가할수록 아밀로펙틴의 함량은 증가하고 아밀로오스의 함량이 감소하는 경향을 나타냈다.
2. 전분입자 형태분석 결과 제지용 옥수수 전분은 비교적 크기가 균일한 다각형의 형태를 하고 있는 반면, 삭힌 밀가루는 둥근 타원형의 소형 및 대형 입자가 혼재하였다. 밀가루 전분의 경우 삭힘 기간이 증가함에 따라 먼저 소형 입자들이 감소하고 이어서 대형 입자들의 파괴와 내부 포함 소형 입자들의 노출에 의해 입자의 구성비에 변화가 있었다.
3. 제조된 풀의 점도측정 결과 제지용 옥수수 전분의 경우 산화전분이 양성전분 및 미변성 전분에 비해 점도가 매우 낮았으며, 삭힌 밀가루 풀의 경우 정제가 불충분한 1년 삭힌 것을 제외 하고 삭힘 기간이 증가할수록 점도가 증가하는 것으로 나타났다.
4. pH 측정 결과 제지용 옥수수 전분은 pH 5.2-7.5로 약 산성에서 중성을 나타낸 반면, 삭힌 밀가루 풀의 경우 전반적으로 pH 3.6-5.2의 산성을 나타냈다.
5. 전분 풀의 접착특성 검토결과 제지용 옥수수 전분의 경우 높은 아밀로펙틴 함량, 낮은 점도, 높은 전분도 포량, 양호한 열화처리 후 박리강도 및 낮은 습박리강도를 나타낸 산화전분 60 cps가 서화 배접용으로 적합할 것으로 판단되며, 삭힌 밀가루 전분 풀의 경우 높은 아밀로펙틴 함량, 낮은 점도, 지중 및 열화 처리시의 안정된 강도 특성 및 낮은 습박리강도를 나

타낸 삭힘 기간 5년인 전분이 다른 삭힌 밀가루에 비해 서화 배접용으로 적합할 것으로 판단되었다.

사 사

“이 논문은 2011년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.”

Literature Cited

1. Chun, Ji-youn, A Study on the Adhesive Used in Janghwang of Traditional Paintings and Calligraphies, National Folk Museum, Saenghwal Munmul Yeongu Vol. 19, pp.29-58 (2006).
2. Cho, Kyoung-sil, A Study on Chinese Traditional Janghwang, -Focused on Janghwangji-, A thesis for the degree of Doctor, Dongguk University. (2009).
3. Chun, Ji-youn, Study on the Adhesive Used in Conservation Treatment of Oriental Paintings : Comparison of Adhesiveness and Conservativeness in Relation to Starch and Protein Contents of the Adhesive Formula, A thesis for the degree of Master, Yongin University. (2002).
4. Hak Lea Lee et al., Papermaking Science, Gwangilmunhwasa, pp. 298-304 (1996).
5. Juliano B. O. Criteria and test for rice grain quality. In Rice Chemistry and Technology. Juliano B. O, ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA. pp. 443-513. (1985).
6. Youngmee Beak, Kyoungsil Cho, and Younghee Lee, Effect of the Fermentation Time of the Fermented Wheat Starch and Paste on the Properties for Pasting, Journal of Conservation Science 25(1):39-47 (2009).
7. Yang, Eun-jung, Characteristics of Starch Paste for Conservation of Paper Properties, A thesis for the degree of Master, Chungbuk National University. (2011).