중성 사이즈제를 이용한 표면사이징 처리 한지의 특성

최태호 · 이상현 · 어관용
충북대학교 임산공학과

1. 서 론

종이는 다공질이며 친수성의 cellulose 섬유로 구성되어 있기 때문에 물을 잘 흡수하는 특성이 있다. 한지의 경우도 이런 친수성의 닥나무 cellulose 섬유로 구성되어 있기 때문에 이와 같은 성질을 가지고 있다. 따라서 한지를 이용해 그림을 그리는 동양화의 경우, 섬유의 모세관현상에 의해 묵즙이 번지는 이런 발묵현상은 수묵화 작업이나 서예작업에서는 묵즙을 너무 번지게 하여 그림을 그리는 데는 악영향을 끼칠 수 있다. 예를 들어 동양화를 표현하는 필묵의 기법 중에서 선염법(서서히 퍼짐법)이나 찰염법(문질러 퍼짐법) 등은 먹이 종이에 서서히 흡수되어야 하며, 반면에 발묵법은 확 퍼지게 하여야 한다. 위에서도 언급했지만, 이런 기법에 맞추기 위해서는 먹의 농도를 변화시켜 사용했던 옛 방식에서 이제는 한지를 가공하여 다양한 목적으로 사용하는 것이 필요하다. 따라서 수묵화 작업에서 색상이 잘 나고 안료가 골고루 번지게 하기 위하여 종이를 가공하게 되는데, 대표적으로 사이징(sizing) 처리하여 용도에 알맞게 사용할 수 있다. 여기서 말하는 사이징(sizing)이란 친수성 cellulose 섬유 표면을 소수화하여 종이에 내수성을 부여하는 작업을 말하게 된다.

본 연구에서는 점차 수요와 용도가 증가되고 있는 우리나라의 전통수록지인 한지에 대하여 사용목적에 적합한 다양한 한지의 특성을 알아보기 위해 양성전분, 산화전분, 대표적인 중성사이즈제인 AKD를 이용하여 표면사이징 처리하였다. 또한 순수 닥펄프로 제조된 순지와 목재펄프가 함유된 화선지의 표면사이징 특성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

한지는 충북 단양 단구제지에서 국산 표백 닥 펄프로 제조한 순지, 가문비 sulfite pulp와 국산 표백 닥 펄프를 각각 30 : 70으로 혼합 제조한 화선지를 25㎝×20㎝ 의 시편으로 제작 사용하였으며, 순지 및 화선지의 평량은 각각 32.4g/㎡, 33.4g/㎡이었다.

표면사이즈제로는 (주)삼양제넥스에서 제조된 양성전분(Sun Casta) 및 산화전분(Sun Size C3010)과 (주)태광화학공업에서 제조된 고형분 농도 20%인 AKD(EXPEL-200D)를 사용하였다. 묵즙은 시중에 판매되고 있는 작품용 묵즙으로 일본 (주)고매원에서 제조된 것을 사용하였으며, Progammable DV-II+VISCOMETER(Brookfield Engineering Labs. INC)로 측정한 묵즙의 점도는 10.6cP로 점도측정 조건은 Spindle No.1, Spindle speed 60rpm, 용기내경 50mm, 온도 20℃였다.

2.2 실험방법

표면사이즈제의 조제는 양성전분의 농도를 1, 2, 10%로, 산화전분의 농도를 8, 10, 12%로 하였고, 혼합사이즈제는 각 전분의 농도를 10% 호화한 것에 대하여 고형분 20%인 AKD 에멀션을 0.001, 0.01, 0.02%의 수준으로 첨가 조제하였다.

표면사이징은 코팅용 바(bar ; No. 0)를 이용, 전분의 노화를 방지하기 위해 70℃ 이상에서 실시하였다. 이 때 각각의 실험별 물성 측정은 Table 1, 2 와 같다. 그리고 표면사이징 처리 후 건조는 기건상태에서 12시간 이상 건조하였다.

Table 1. Properties of sizing agent according to AKD concentration

Sizing agent	Concentration(%)	pH	℃	Viscosity(cP)
10% Oxidized starch	0	6.95	79.6	12.0
	0.001	6.90	73.5	9.6
	0.01	6.82	75.8	11.2
	0.02	6.69	75.8	8.7
10% Cationic starch	0	8.46	82.3	-
	0.001	8.52	80.3	
	0.01	8.60	82.0	
	0.02	8.14	85.4	

-. Not measure

Table 2. Properties of starch sizing agent

Sizing agent	Concentration(%)	pH	℃	Viscosity(cP)
Oxidized starch	8	6.57	76.3	5.8
	10	6.95	80.8	32.5
	12	6.46	75.8	15.4
Cationic starch	1	8.20	74.7	25.8
	2	8.43	75.4	23.5
	10	8.74	83.6	–

사이즈도는 KS M7025 및 TAPPI US 429에 의거 Stőckigt 사이즈도를 측정하였다. 발묵시험은 Micropipett을 Burette holder에 부착하고 묵즙 0.1㎖ 를 취한 다음, 묵즙과 접하는 면이 바닥에 닿지 않게 시료를 놓고, 3mm 높이에서 묵즙 방울을 시료 표면에 떨어뜨렸다. 묵즙 방울이 시료 표면에 닿은 후 발묵상태를 관찰하였고, 발묵시간 또한 측정하였다. 이때 발묵시간 측정은 방울이 시료 표면에 떨어질 때부터 방울이 시료로 완전히 흡수될 때까지를 측정하였다. 발묵상태의 측정은 발묵이 끝난 후 묵즙의 퍼짐상태를 BMI plus(BumMi Universe co. ltd)를 이용하여 한지의 MD 및 CD 길이와 면적, 원형도(Roundness)를 측정하였다. 이때 원형도는 Fig. 1에 나타낸 각 분할선의 길이를 측정하여 아래의 식으로 원형도를 측정하였다.

$$\text{Roundness} = \left(\frac{l_5}{l_1} + \frac{l_6}{l_2} + \frac{l_7}{l_3} + \frac{l_8}{l_4}\right) \times 0.25$$

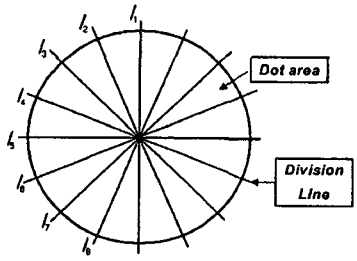

Fig. 1. Diagram of roundness.

3. 결과 및 고찰

3.1 사이즈도

먼저 Fig. 2 에 나타낸 것처럼 혼합사이즈제 처리 화선지나 순지의 사이즈도가 AKD 단독 처리한 순지나 화선지의 사이즈도 보다 모두 향상된 것을 알 수 있었으며, AKD 단독으로 처리한 순지나 화선지의 사이즈도는 거의 효과가 없는 것을 알 수 있었다. 또한 혼합사이즈제 처리에 있어 AKD 첨가량이 증가할수록 사이즈도가 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 그리고 두 지종 화선지, 순지를 놓고 보았을 때, 산화전분의 경우 순지의 사이즈도가 화선지보다 높은 경향을 보였으며, 양성전분의 경우는 산화전분과는 반대로 화선지가 더 높은 경향을 나타냈다.

Table 3. St□ckigt sizing degree of surface sized sheets

Sizing agent	Concentration(%)	St□ckigt sizing degree(sec)	
		Hwaseonji	Sunji
AKD	control	1.61	1.44
	0.001	1.33	1.55
	0.01	1.59	1.53
	0.02	1.63	1.58
10% oxidized starch + AKD	0	2.40	2.81
	0.001	3.18	2.87
	0.01	4.29	4.64
	0.02	5.19	6.21
10% cationic starch + AKD	0	2.74	2.43
	0.001	2.85	2.99
	0.01	3.81	3.36
	0.02	4.98	4.42
Oxidized starch	8	2.14	2.07
	10	3.23	2.97
	12	2.50	2.36
Cationic starch	1	1.42	1.43
	2	1.78	1.45
	10	2.85	2.43

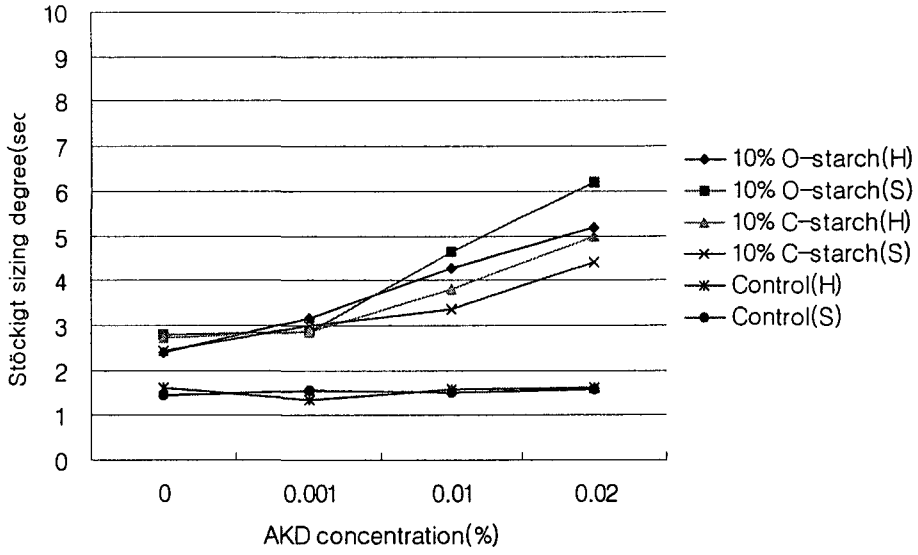

Fig. 2. Effects of AKD concentration on sizing degree.

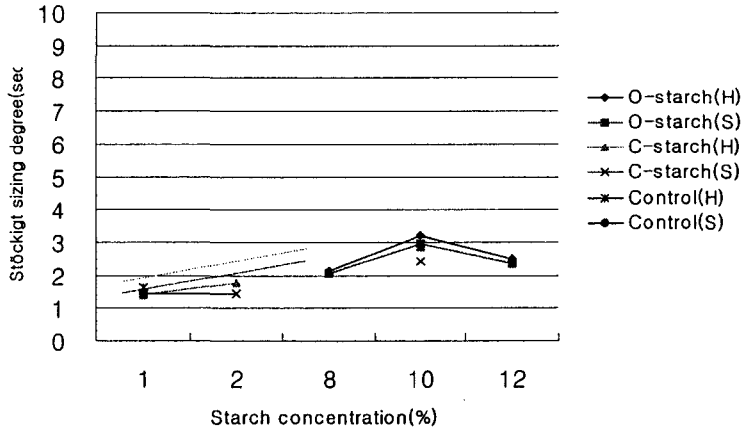

Fig. 3. Relationship between starch concentration and sizing degree.

전분만을 사용하여 사이즈도를 측정한 결과, Fig. 3 에 나타낸 것처럼 산화전분이 양성전분보다 사이즈도 향상 효과가 우수한 것을 알 수 있었다. 또한 각각의 전분에 대해서 화선지가 순지보다 사이즈도 향상 효과가 우수한 것을 알 수 있었다.

3.2 발묵시험

묵즙 방울이 시료 표면에 떨어진 때부터 방울이 시료로 완전히 흡수 될 때까지의 발묵시간을 Fig. 4, Fig. 5 에 나타내었다.

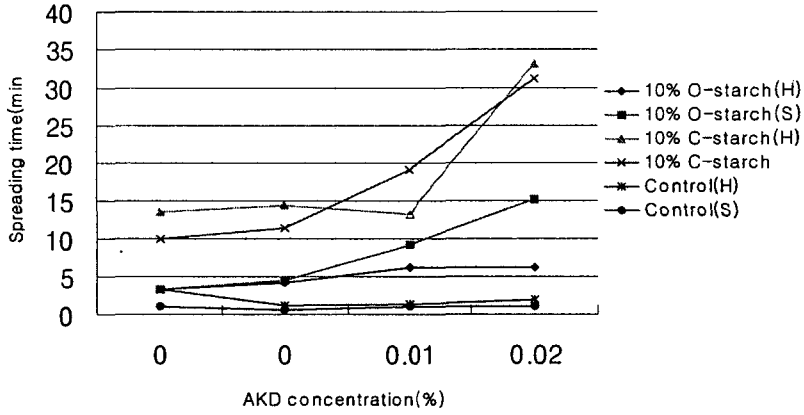

Fig. 4. Effects of AKD sizing on Chinese ink blot spreading time.

먼저 Fig. 4 에 나타낸 것처럼 사이즈도 측정 결과와 같이 혼합사이즈제 처리 화선지나 순지의 발묵시간이 AKD 단독 처리한 순지나 화선지의 발묵시간 보다 모두 길게 나타났으며, AKD 단독 처리 시 AKD 첨가량에 따른 발묵시간의 차이는 거의 미미하였지만 첨가량이 증가할수록 발묵시간도 약간 상승하였다. 또한 화선지가 순지보다 긴 발묵시간을 보였다. 그리고 혼합사이즈제 처리에 있어 AKD 첨가량이 증가할수록 발묵시간이 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 특히 양성전분 혼합사이즈제 처리 화선지는 매우 긴 발묵시간을 보였으며, 반면에 산화전분 혼합사이즈제 처리 화선지는 가장 짧은 발묵시간을 보였는데, 이는 사이즈도 측정 결과와는 반대 경향을 나타냈다.

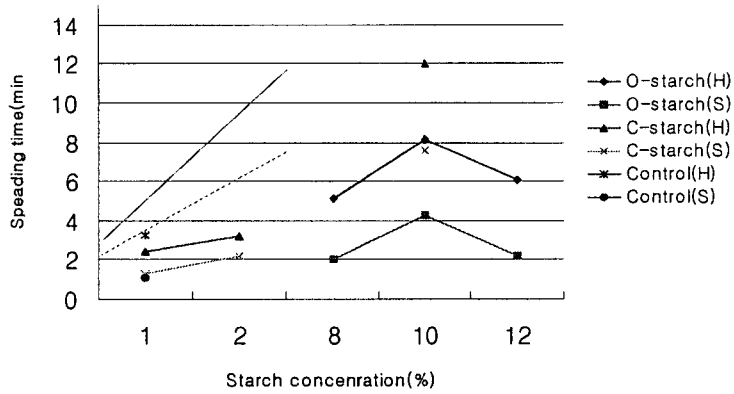

fig. 5. Effects of starch sizing on Chinese ink blot spreading time.

Fig. 5 는 전분만을 사용하여 사이징 처리한 한지의 발묵시간을 측정한 결과로 사이즈도 측정 결과와 아주 유사한 경향을 보였으며, 전분 첨가량이 증가할수록 발묵시간이 증가하는 경향을 나타내었다. 양성전분 사이징 처리 화선지가 가장 긴 발묵시간을 보였으며 산화전분 처리 순지가 가장 짧은 발묵시간을 보였는데, 이는 혼합사이즈제의 처리 결과와 같은 경향이다. 화선지와 순지의 표면사이징 처리 결과 산화전분보다 양성전분 처리시 긴 발묵시간을 보였고 화선지가 순지보다 긴 발묵시간을 나타내었다.

3.2.2 발묵면적

사이즈제인 AKD 및 전분의 첨가량이 증가할수록, 즉 사이즈제 농도가 증가할수록 면적은 감소하는 것을 알 수가 있었다. 이것은 사이즈도나 발묵시간과 반비례적인 모습으로 그만큼 순지나 화선지에 물이 흡수를 빨리 하지 못해 발묵시간은 길어지고 면적은 작아지는 것을 의미한다. 그리고 두 지종에 있어서 산화전분이 양성전분보다 더 넓은 면적을 보이는데 이것은 사이즈도나 발묵시간에 있어서 양성전분이 더 길다는 것과 관계된다. 또한 화선지가 순지보다 더 넓은 면적을 나타내었다. 대체적으로 면적의 크기는 AKD 단독 처리, 양성전분 단독 처리, 산화전분 단독처리, 혼합사이즈제 처리 순으로 나타났다.

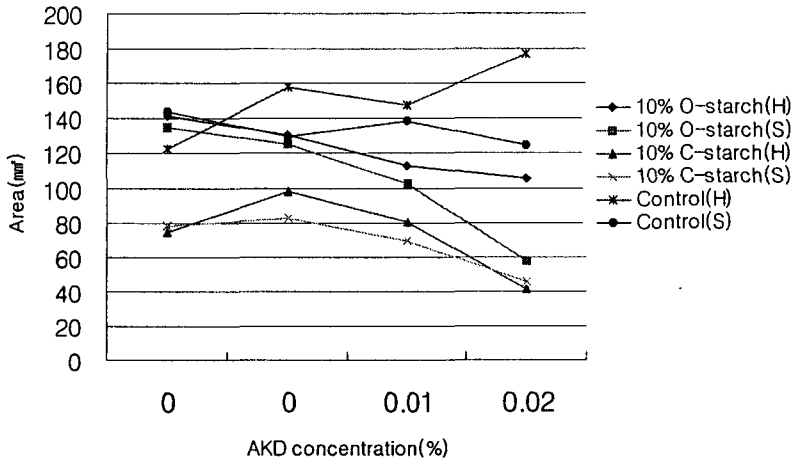

Fig. 6. Effects of AKD sizing on area of Chinese ink blot.

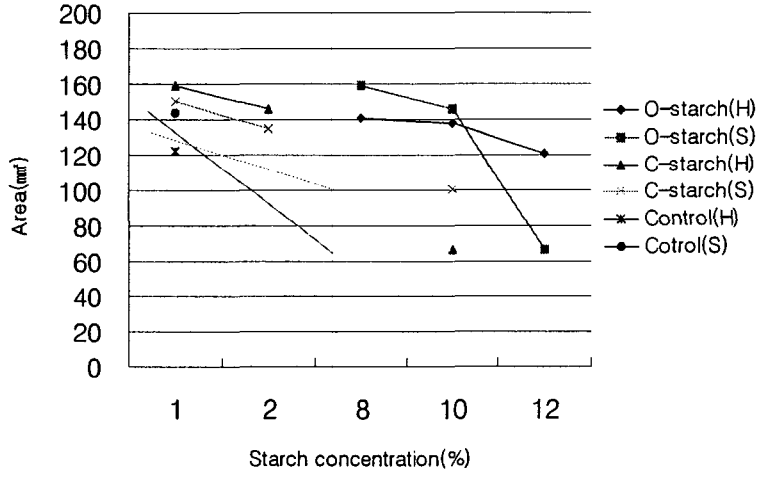

Fig. 7. Effects of starch sizing on area of Chinese ink blot.

3.3.3 원형도(Roundness)

발묵 원형도 역시 Image Analyzer를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 8, Fig. 9 로 나타내었다. 원형도는 모든 시료에 있어 큰 차이 없이 비슷한 값을 나타내었는데 이는 사이징 처리와는 상관없이 섬유배향이 일정하게 고르게 형성되어 있기 때문

이라고 생각된다. 다만 전분사이즈제, AKD 단독 사이즈제, 혼합사이즈제 순으로 불량한 원형도가 나타났는데 이것은 혼합사이즈제 처리 시 긴 발묵시간에 따른 원지의 변형에 의해 나타난 것이라 생각된다.

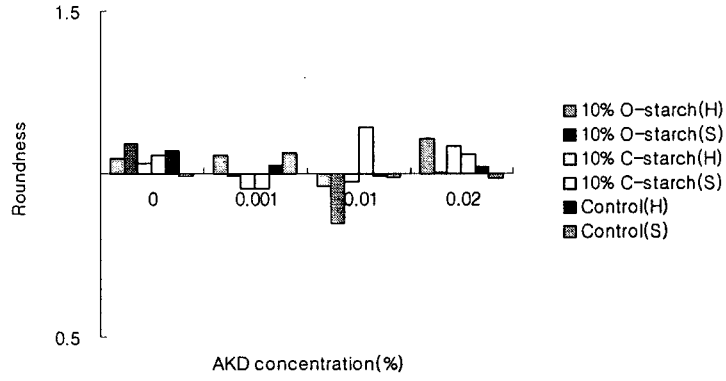

Fig. 8. Effects of AKD sizing on roundness of Chinese ink blot.

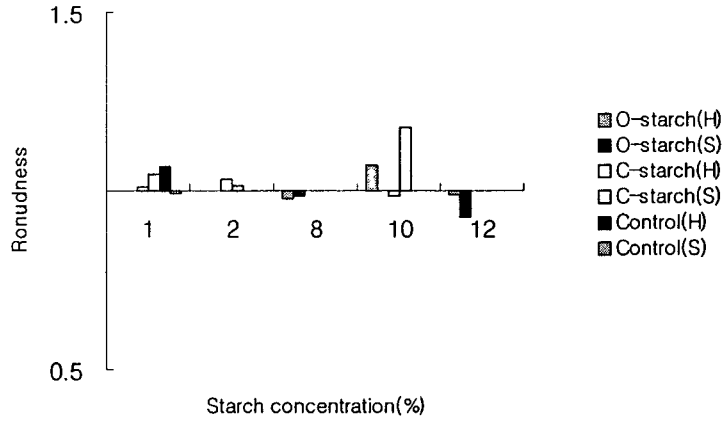

Fig. 9. Effects of starch sizing on roundness of Chinese ink blot.

4. 결 론

한지의 내수성 및 먹 번짐 개선을 위해 중성사이즈제인 AKD, 양성전분, 산화전분을 이용하여 표면사이징 처리한 한지의 특성을 사이즈도, 발묵시간, 발묵면적, 발묵원형도 측정을 통하여 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 혼합사이즈제의 내수성 및 먹 번짐 개선 효과가 우수한 반면, AKD 단독 사용은 미미하였다.

2. 산화전분의 사이즈도 향상 효과가 양성전분 보다 우수하였다.

3. 화선지가 순지보다 사이즈도 향상 효과가 우수하였다.

4. 발묵시간은 혼합사이즈제 》 전분 〉 AKD 순으로 나타났으며 발묵면적은 AKD 〉 양성전분 〉 산화전분 〉 혼합사이즈제 순으로, 사이즈제 농도가 증가할수록 감소하였다.

5. 발묵 원형도는 전분사이즈제 》 AKD 〉 혼합사이즈제 순으로 나타났으며, 혼합사이즈제 처리 한지의 불량한 원형도는 긴 발묵시간에 따른 원지의 변형에 기인된 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

1. 최태호, 한지제조학, 충북대학교 임산공학과
2. 전철, 한지제조 이론과 실제, 원광대학교 출판국, p. 35, pp. 25~26, p. 170, 1996
3. 이학래 등저 제지 과학, 광일문화사, 1996
4. 진조복, 동양화의 이해, 시각과 언어, pp. 123~133, 1995
5. 신동소 외 2명, 중성초지에 있어서 국산 AKD사이즈제의 품질특성에 관한 연구, Journal of the TAPPIK Vol. 22. No. 2, 1900
6. 사이징(Sizing) 기술의 이론과 실제, 2001제지기술 심포지엄, 사단법인 한국공업화학회, 2001
7. 윤지영, 이용규, 종이 표면 사이즈 프레스용 전분에 관한 연구, 펄프·종이기술 34(2), 2002
8. 이창전, 신동소, 산화 및 양성전분을 이용한 표면사이징 처리가 종이의 사이즈도와 강도적 성질에 미치는 영향, Journal of the TAPPIK Vol. 20. No. 2, 1988