한지의 강도적 성질 개선을 위한 전분류 처리 효과

백옥례* · 윤승락

진주산업대학교 임산공학과

1. 서 론

한지는 우리조상들이 오래 전부터 사용한 천연소재이며, 한지의 주 용도는 서화용지였지만, 의류와 건축용지 등 다양하게 사용되었다. 수록한지의 종류는 1851년경에는 서화·인쇄용지, 건축내장용지, 신앙의식용지, 화폐용지, 지공예용지 등 약 25종으로 보고(退藏帳傳)되었고, 문화재관리국(1972년)에서 조사한 우리나라에서 생산된 한지의 종류는 약 52종이었으나, 최근(1989)에는 서사용지, 창호지, 소지, 색지 등 6종에 불과하다고 보고되었다. 한지를 사용하여 제조된 여성용품의 상자류, 장롱류와 남성용품의 책장, 연상, 병풍, 부채 등은 플라스틱, 양지 등의 타 소재로 대체되었다. 그러나, 최근에는 천연소재인 한지를 선호하는 부류가 증가하고 있다. 특히, 한지공예는 우리의 독특한 질감과 색채감으로 고유의 아름다움을 지니고 있고, 무늬와 색채에 따라 다른 공예품 보다 다양하게 제작될 수 있는 특징을 지니고 있기 때문에 양지에서 볼 수 없는 질감과 색상을 지니고 있다. 한지공예에 사용되는 전통 한지 색지는 적, 청, 황, 백, 흑의 다섯 가지 염료를 기본적으로 사용하여 염색하였다. 특히, 적색과 청색이 많이 사용되었는데, 적색은 태양, 불, 심장을 상징하였고, 청색은 하늘, 물, 식물 등을 상징하였다. 그 외에도 5색에서 파생된 2차색과 3차색이 사용되어 왔다. 한지공예에 사용되는 한지를 제조하기 위한 천연염색에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

한지의 주 용도인 서화용지이외에 다양한 용도로 확대하여 고부가가치화 및 신용도 개발을 위하여 차광지, 고급 색한지, 명함지, 담배필터용지, 한지벽지 및 황토벽지 등에 관한 연구 결과가 있다. 그 중 한지 자체의 강도를 증가시키면 다양한 용도로 확대시킬 수 있기 때문에 본 연구에서는 색한지를 제조하여 3종의 전분류를 처리하여 강도적 성질의 증가 효과에 대하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

중국에서 수입한 표백 닥섬유에 황색의 반응성 염료와 착염제(탄산나트륨, 황산나트륨)를 사용하여 표 1의 조건에 의해 염색하였다. 닥섬유에 염료와 황산나트륨을 투입하여 30분간 반응시킨 후, 탄산칼슘을 투입하여 총 2시간 동안 60℃에서 염색하였다. 염색된 100%의 닥섬유로 한지전용 초지기의 단망에서 초지하여 기계한지 색지를 제조하였다.

표 1. 닥섬유의 염색 조건

닥섬유 농도 (%)	염료 (%/닥섬유)	Sodium sulfite (%/H_2O)	Sodium carbonate (%/H_2O)	온도 (℃)	시간 (hr.)
5	0.5	4.0	1.5	60	2

2.2. 전분류 처리

한지의 강도적 성질을 향상시키기 위하여 처리한 전분은 옥수수분, 곤약분, 밀가루분이다. 각 전분류를 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%로 용해시킨 후 용해액을 붓을 사용하여 한지표면에 도포하여 한지가 완전히 젖도록 하였다. 전분을 처리한 한지는 실온에서 건조하였다.

2.3. 물리 및 강도적 성질

전분류 처리 한지의 중량 증가율은 처리 전·후의 무게를 측정하여 증가된 무게에 대하여 백분율 하였다. 전분류 처리 한지의 물리적, 강도적 성질은 KS 시험방법에 의해 측정하였다.

2.4. 전분류 처리 한지의 표면 관찰

한지 표면의 전분류 분포를 검토하기 위하여 한지표면에 골드코팅을 하고 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 후 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 전분 처리에 의한 중량 증가율

옥수수분, 곤약분, 소맥분을 각 농도별로 처리한 한지의 중량 증가율은 표1과 같다. 각 전분류 별 중량 증가율은 조금 씩 다르지만 0.1% 용해액은 2.8-3.5%, 0.5%는 3.6-5.7%, 1%는 4.9-7.7%, 2%는 6.2-8.7%, 3%는 11.2-16.0%의 범위였다. 각 전분류의 처리액 농도별 증가율은 비슷하지만, 곤약분 3% 용해액 처리가 16.2%로 가장 높았다. 처리 후 한지 내에 분포하는 각 전분류의 형상은 SEM으로 관찰하였다. 그 결과는 3.3 항에서 언급되었다. 한편, 한지 내 잔존하는 전분류의 량인 중량 증가율은 물리 및 강도적 성질에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

3.2. 전분 처리에 의한 물리, 강도적 성질 변화

각 전분류 처리에 의한 물리 및 강도적 성질은 표2와 같다. 본 연구에 사용된 한지는 기계지이기 때문에 열단장과 인열지수는 MD, CD에서 측정하였다. 한지의 밀도는 전분류 처리에 의해 증가되었고, 옥수수분 처리 한지의 밀도는 1.0%, 곤약분은 2.0%, 소맥분은 2.0% 용해액 처리에서 가장 높았다.

열단장(MD, CD)은 각 전분류 처리에 의해 증가되는 경향을 나타내고 있다. 각 전분류 별로 비교하면 옥수수분과 소맥분은 비슷한 경향을 나타내고 있지만, 곤약분의 경우는 크게 향상되었다. 각 전분류의 농도별로 비교하면 각 전분류의 농도 2%에서 열단장의 증가율이 가장 컸으며, 농도 0.1% 처리만으로도 열단장은 향상되었다. 파열지수는 열단장과 동일한 경향을 나타내고 있다. 그러나, 열단장과 약간 다른 점은 옥수수분과 곤약분에서 처리 농도 3.0%에서 최대치를 나타내고 있다.

전분류 처리에 의한 옥수수분과 소맥분 처리 한지의 인열지수(CD)의 향상은 무처리 한지 보다 증가되었으나, 열단장과 파열지수보다 크게 향상되지 않았다. 한지의 경우는 장섬유를 사용하였기 때문에 목재섬유로 제조된 종이 보다 인열지수가 CD가 71.0, MD가 43.1로서 상당히 높다. 곤약분 처리의 경우는 0.1% 처리를 제외하고는 비슷하거나 감소되었다. 그것은 곤약분 처리 농도가 높아지면 종이가 견고해지기 때문으로 추정된다. MD의 경우는 각 전분류 처리에 의해 약간 증가되는 경향을 보이고 있다.

한지의 강도적 성질은 전분류 처리에 의해 크게 향상되었다. 각 전분류 최적 처리 농도는 1.0-2.0%이며, 0.1% 처리만으로도 강도적 성질은 향상되었다. 옥수수분과 소맥

분 보다 곤약분 처리에 의한 강도적 성질의 향상이 매우 크다.

표 2. 전분류 처리 한지의 물리, 강도적 성질

처리명	전분 농도 (%)	중량 증가율 (%)	밀도 (g/㎤)	열단장(km)		파열지수 (kPa · m^2/g)	인열지수 (mN · m^2/g)		내절도(회)	
				MD	CD		MD	CD	MD	CD
무처리			0.34	4.0	1.4	1.7	43.1	71.0	40	7
옥수수분	0.1	2.8	0.34	6.3	2.8	2.4	54.4	71.2	689	3
	0.5	5.7	0.38	9.0	4.2	2.9	59.0	108.3	997	10
	1.0	7.7	0.42	9.6	5.0	3.2	57.1	97.2	1504	34
	2.0	8.7	0.37	10.0	5.0	3.2	56.2	81.0	895	255
	3.0	13.2	0.36	9.5	4.0	4.2	54.2	78.5	870	191
곤약분	0.1	3.5	0.32	11.7	5.0	2.7	65.6	91.7	753	22
	0.5	3.6	0.33	12.8	5.6	4.5	56.6	76.0	962	193
	1.0	4.9	0.35	14.0	6.0	4.6	48.4	60.2	1092	260
	2.0	7.3	0.41	14.6	7.0	5.0	47.2	56.7	1081	362
	3.0	16.2	0.36	12.6	9.7	5.6	46.6	65.1	879	309
소맥분	0.1	3.1	0.34	6.7	3.4	2.2	75.7	79.9	754	5
	0.5	4.1	0.37	7.4	4.1	2.5	65.1	93.8	849	17
	1.0	6.2	0.36	8.3	4.8	3.1	62.0	87.4	988	272
	2.0	10.3	0.39	9.6	5.0	3.3	59.1	84.2	964	300
	3.0	11.2	0.36	7.7	4.8	3.1	54.8	75.8	694	230

3.3. 한지표면의 전분류 분포

옥수수분, 곤약분, 소맥분을 농도별로 용해한 액으로 처리하여 건조한 한지 내에 전분이 어떤 형상으로 존재하며, 강도적 성질과 어떤 관계가 있는지를 검토하기 위하여 SEM으로 한지 표면을 촬영한 것이 사진 1-4이다. 사진 1은 무처리 한지의 표면으로서 섬유가 결합된 사이에 공극이 많은 것을 알 수 있다. 그런 상태에서 전분류 처리 농도가 높아지면 사진 2에서와 같이 일부분의 공극부분은 전분이 충진 된다. 이런 이유로 밀도가 증가되고, 섬유간의 결합력도 향상되어 강도적 성질이 증가될 것으로 예측된다. 처리 농도가 3.0% 까지 증가되면 사진 3과 같이 공극 부분은 완전히 전분으로 충진되

며 한지 표면을 피복하게 된다. 이때의 한지는 견고해지고 유연성이 감소되는 이유로 강도적 성질은 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 사진 4는 사진 3의 한지(곤약분 농도 3.0% 처리)를 저 배율에서 촬영한 것으로 한지 내부 및 표면에 전체적으로 충진과 피복되어 있지 않고 화살표시가 있는 부분처럼 충진이 안된 부분도 관찰되었다.

전분류 처리액 농도가 높아 질 수록 한지내의 공극부분이 충진되며, 농도가 높으면 공극 부분을 충진한 후 표면을 피복하게 된다. 전분이 공극 부분의 충진 정도가 강도적 성질의 향상에 큰 영향을 미친다고 생각된다.

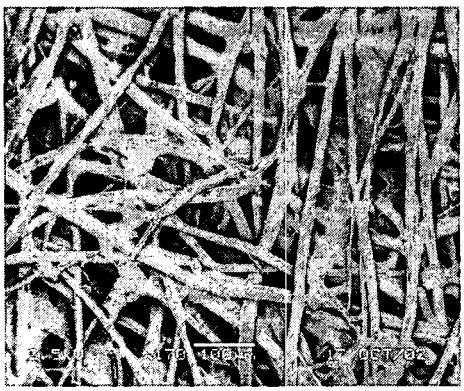

사진 1. 무처리 한지의 표면

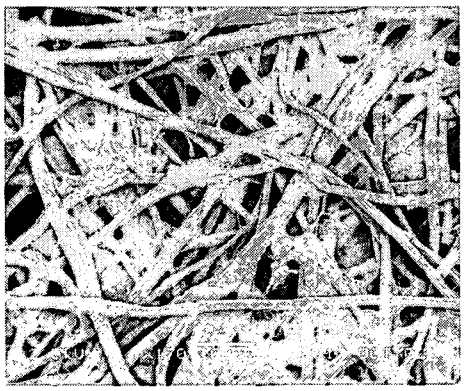

사진 2. 곤약분 농도 0.5% 처리 표면

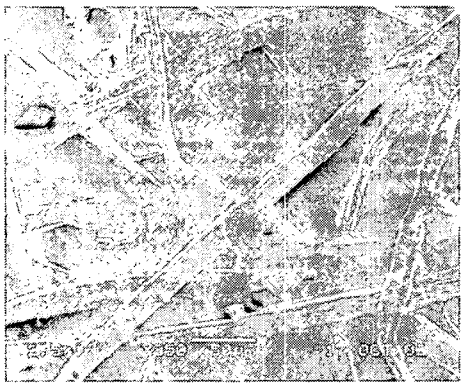

사진 3. 곤약분 농도 3.0% 처리 표면

사진 4. 곤약분 농도 3.0% 처리 표면

4. 결 론

한지의 용도확대를 위하여 한지 자체의 강도를 증가시킬 목적으로 색한지에 3종의 전분류를 처리하여 강도적 성질의 증가 효과 및 한지 내 전분류의 존재 유무 및 형상에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

처리액 농도별 한지의 중량 증가율은 각 전분류 모두 동일하였다. 한지의 강도적 성질은 전분류 처리에 의해 크게 향상되어, 전분류 처리 효과는 매우 높았다. 각 전분류 처리 최적 농도는 1.0-2.0%이며, 0.1% 처리만으로도 강도적 성질은 향상되었다. 옥수수분과 소맥분 보다 곤약분 처리에 의한 강도적 성질의 향상이 매우 크다.

한지 내에 잔존하는 전분의 형상은 전분류 처리액 농도가 높아 질 수록 한지내의 공극부분을 충진시키며, 농도가 높으면 공극 부분을 충진 한 후 표면을 피복하게 된다. 전분이 공극 부분의 충진 정도가 강도적 성질의 향상과 밀접한 관계가 있다고 생각된다.

참고문헌

1. 윤승락, 조현진, 박상범, 김효주, 김재경, 김사익. 1996. 목재공학, 24(4):15～21
2. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 김효주. 1997. 목재공학, 25(4):17～21
3. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주, 1997. 산림과학논문집 56: 87～94
4. 太田陸之, 八十島治雄, 水元正宏, 茂祐一郎, 1962. 紙パ技協誌, 132號:43～49
5. 松尾陸吉, 小林良生, 1962. 紙パ技協誌, 34(3):46～52
6. 菅谷邦夫, 1999. 紙パ技協誌, 33(10):64～69
7. 국립민속박물관. 1995. 한국의 종이 문화. 1～187
8. 이승철, 2002. 우리한지, 현암사. 245～268