

폐견사류의 미세분말화 및 표면 가공제 적용

이용우 · 이광길 · 여주홍 · 김종호¹
농업과학기술원 잠사곤충부, ¹상주대학교 섬유공학과

Preparation of Fine Silk Powder and It's Application for Surface Modification.

Yong-Woo Lee, Kwang-Gill Lee, Joo-Hong Yeo and Jong-Ho Kim¹

Department of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-100, Korea

¹Department of Textile Engineering, Sangju University, Sangju 742-711, Korea

ABSTRACT

The purification, dissolution and powdering of stained waste silk obtained from weaving and dyeing process were studied for the surface modification of textile fabric and plastic materials. The whiteness of stained waste silk could be improved through degumming and bleaching with sodium hydrosulfite. The water-soluble fibroin solution can be obtained by dissolving the degummed waste silk in a boiling solution of 50% calcium chloride for 60 minutes. The salts and heavy metals contained in fibroin solution were removed by electric dialysis, wool fiber filtration and gel filtration chromatography. The fibroin powder was prepared by using a fine grinder after the alkali treatment for weakening the silk fiber. The fine fibroin powder of particle size around 30 μm was obtained with a ultra fine-mill, while it was finer below 10 μm with a ball-mill. The dissolved or powdered silk was applied to the surface of fabric with addition of the binder (a urethane resin). The moisture content of polyester and nylon fabrics treated with the silk solution was improved due to hygroscopic property of silk. The fine fibroin powder mixed with the binder was coated on the surface of synthetic film by use of the air pressed sprayer. It was revealed that the hygroscopicity as well as the softness of fibroin powder coated film was much improved. Therefore, it is thought that the fine silk fibroin powder is applicable as an coating agent for the surface modification of plastic and synthetic leather.

Key words : Silk fibroin solution, Powder, Fabric surface, Coating agent

서 론

누에고치로부터 비단을 만드는 과정 중 직조공정에서는 찌꺼기실과 염색가공에서는 오염 직물조각 등이 부산물로 생산되지만, 특별한 용도가 개발되어 있지 않아 폐기되어 왔다. 따라서 이러한 비단폐기물 등의 새로운 용도를 개발하기 위하여 오래 전부터 비단 섬유질(피브로인)을 고농도 증성염 용액에 용해시켜 액상화하여 타 섬유의 개질 가공제로서의 가능성을 제시했는데 그 한 예로서 견 피브로인의 면포에 대한 정확도가 검토되었다(井上 등1989).

이와 관련된 연구로서 田畑 등(1995)은 견피브로인의 합성섬유에 대한 정착가공방법을 개발하였고 그 일부는 나이론스타킹의 실크 protein 가공등에 적용되었으며(阪上 1995) 최근에는 폴리에스터 직물의 실크화가공이 시도되고 있다(Kato 1999).

한편 비단섬유질을 강산 등으로 취화시킨 후 분쇄기 등을 이용하여 물리적인 방법으로 분말화할 수 있다. 이렇게 하여 만든 분말은 불용성으로서 용해분말과는 다른 특징을 가지는데 바인더에 혼입 하면 각종 합성제품의 실크화 코팅제로 이용 될 수 있다.

이와 관련한 연구로서 田島(1995)는 불용성 실크 분체를 만들어 코팅제에 적용하는 방법을 규명하였으며 Tsu-bouchi(1996)는 Jet 분쇄기를 이용한 미세 실크분말의 제조와 분무코팅방법 개선에 관하여 보고한 바 있다. 위에서와 같이 실크피브로인을 이용한 섬유가공제 및 코팅제 개발에 관한 단편적인 보고는 되어 있으나 원료의 정제와 적정 분말화 조건 및 내구성 있는 코팅방법 등 체계적인 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 견직공정에 나오는 염색 폐견포의 탈색정제 및 분말화 방법 규명과 함께 액상분말화 견

의 섬유가공제로서의 응용 가능성을 검토하였으며 또한 실크 미세분말의 코팅제 적용기술에 관한 기초자료를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 폐건사류의 정련 탈색

공시재료 : 파사, 미염색견포(제직공정)와 침염 및 날염 견포(염색공정) 등 3종

정련방법 : o.w.f 0.1% NaOH(or Na₂CO₃) 용액에서 욕비 1:100, 95°C에서 60분간 처리하였다.

탈색방법 : 환원표백제 I인 Sodium hydrosulfite(Na₂S₂O₄) 및 환원표백제 II인 Decrolin(ZnH₂SO₃·CH₂O·H₂O : BASF, Germany) 20 g/l 또는 40 g/l 용액에서 욕비 1:100, 95°C에서 30분간 처리. 이중표백은 sodium hydrosulfite 환원표백후 과산화수소(H₂O₂) 15 ml/l 용액에서 산화표백을 하였다.

백도측정 : 표준백판(94.4)를 기준으로 색차계(Color Difference Meter: SQ 300, Japan)를 이용하여 6회 측정 평균값으로 하였다.

2. 액상 견의 정제 및 섬유표면가공

공시재료 : 자른 고치, 정련탈색 견포, 나이론 및 폴리에스테르 시험포

액상견피브로인 조제 : 정련 견포 35 g에 대하여 염화칼슘 266.4 g, 증류수 346 g, 에탄올 280 ml를 넣고 90°C에서 5시간 용해 후 cellulose tube(M.W 3500)에 넣어 흐르는 물에서 4일간 투석한 다음 탈수 농축하여 목적농도의 피브로인 수용액을 조제하였다.

액상견 세리신 조제 : 자른 고치를 o.w.f 0.1% NaOH용액에 넣고 90°C에서 30분간 정련 한 다음 HCl 수용액으로 중화시킨 후 투석하고 탈수 농축하여 목적농도의 세리신 수용액을 조제하였다.

액상견 피브로인의 탈염 및 중금속 제거: 상기방법으로 조제한 견 피브로인 용액에 대하여 전기투석법, wool filter 및 gel filtration chromatography(GPC)법에 따라 탈염 및 중금속을 제거하였다.

액상견의 섬유표면가공 : 시료포(2종)를 견피브로인과 세리신 수용액에 30분간 침지 후 탈액하여 맹글을 이용하여 교액율 100%가 되도록 한 다음 저온 curing(60°C)한다. 견 수용액에는 분산 및 흡착조제로서 계면활성제(Monopol NX)를 첨가하여 사용하였다.

3. 정련탈색 견사류의 분말화

공시재료 : 미염색사, 미염색포, 염색포 I(하이드로표백, 알칼리 동시처리), 염색포 II(하이드로; 과산화수소 2중표

백), 염색포 III(Declorin 표백)

알칼리처리 : 염색포 I을 제외한 상기 4종의 시료에 대하여 NaOH 10 g/l 용액에서 욕비 1:100, 95°C에서 20분간 처리하였다.

분말제조 : 알칼리 처리한 5종의 시료에 대하여 일반 체분쇄기(60 mesh)를 이용하여 1차 분쇄한 다음 염색포 I 시료에 대하여는 Ultra-fine(UF : Glen mills, USA) mill과 Ball-mill(U.S.C, 국산)을 이용하여 2차 분쇄를 실시하여 미세 분말을 제조하였다.

지질 및 중금속 함량 : 4종의 분말시료에 대하여 Soxhlet 방법으로 지질함량을 조사하였고 원자흡광 분광 광도계(Atomic Absorption spectrometer : AA-6401, Shimadzu, Japan)를 이용하여 중금속(Fe, Cu, Mn, Zn) 함량을 측정하였다.

4. 견피브로인 분말의 섬유표면가공

가공제 조제 및 처리 : 2종의 분말(60메쉬, 120메쉬내외)에 대하여 2.5% binder 용액에 분말농도가 1%가 되도록 용해시킨 다음 이용액에 폴리에스테르와 나이론 시험포를 30분간 침지후 탈액 맹글을 이용하여 교액율 60%가 되도록한 후 예비건조(70°C, 5분) 및 curing(120°C, 5분)하였다.

가공포의 표면 염착농도 측정 : 피브로인분말 처리한 폴리에스테르 직물을 산성염료 Milling Blue 2BR(C.I Acid 83) 5% o.w.f. 용액(sodium sulfate 5% o.w.f. pH 5.5 욕비 1:50)에 넣고 실온에서 90°C까지 서서히 승온한 후 90°C에서 20분간 계속한 다음 수세 풍건하여 세탁회수별 표면 염착농도(K/S값) 변화 측정용 시료로 하였다. K/S값은 Spectro photometer(Nippon Denshoku SQ 300H, Japan)를 이용하여 최대 흡수파장(550 nm)에서 표면반사율을 측정하여 아래 공식에 따라 염착 농도를 산출하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad \text{단, } R : 550 \text{ nm에서의 표면반사율}$$

5. 견피브로인 분말의 합성재료 코팅시험

실크분말의 입도 별 코팅시험에서는 평균 입도가 다른 4종의 분말에 대하여 binder는 우레탄계 수지(실크멜)를 사용하였고, 희석제는 신너로 하여 실크분말의 농도를 조절하였다. Binder에 혼합된 실크 분무액은 압축 공기분사 코팅기구를 통하여 Cellulose-triacetate(OHP용) 필름 위에 코팅 후 실온 건조하였다.

Binder의 종류별 코팅시험에서는 우레탄계, 에나멜계, epoxy계 등 5종을 공시하였으며 binder와 실크분말의 혼합비율은 30:5 및 30:10으로 하였다.

실크분말 코팅필름의 흡수율은 아래 공식에 의해 구해

졌으며 관능검사는 100명의 채점자를 대상 5등급제(A점 : 매우 좋다, B점 : 좋다, C점 : 보통이다, D점 : 나쁘다, E : 매우 나쁘다)로 촉감과 시각적 느낌 평가를 실시하여 각각의 C등급 이상 인원수를 합하여 평가점수로 하였다.

$$\text{흡수율} = \frac{20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 100\% \text{에서의 시료무게} - 20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 60\% \text{에서의 시료무게}}{20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 60\% \text{에서의 시료무게}} \times 100$$

결과 및 고찰

1. 폐견사류의 정련 탈색 시험

제직 과정 중 발생하는 폐견사류를 0.1% Na₂CO₃ 또는 0.1% NaOH 용액에 정련하면 파사의 백도는 80으로 향상 되었으나 직조공정에서 왁스물질 또는 여러 가지 계면활 성제 등의 처리에 따른 불순물의 증가로 인해 파사에 비 하여 백도가 낮게 나타났다.

염색견포(침염과 날염 혼재)에 대한 탈색시험에서 일반 적인 환원표백제인 하이드로설파이트(20~40 g/l Na₂S₂O₄) 로 처리하면 백도 44내외의 탈색견포를 얻을 수 있으며 시판 탈색제인 Declorin(ZnH₂SO₃ · CH₂O · H₂O)을 처리할 경우 백도를 약간 더 증가시킬 수 있었으나 큰 차이는 없었다.

과산화수소(15 m// H₂O₂)에 의한 2중 표백을 하면 백도 가 52.7%로 현저히 향상되었지만 무게감소율이 7.5%로 증가한 것으로 보아 과산화수소 농도증가에 따라 표백효 과와 더불어 직물의 분해가 일어남으로써 무게감소가 더

Table 1. Degumming ratio and whiteness of waste raw silk and fabrics

Sample	Degumming	Weight loss (%)	Whiteness (Index)
waste raw silk	Control(undegummed)		58.8
	0.1% Na ₂ CO ₃ degumming	21.1	80.8
	0.1% NaOH degumming	26.9	88.8
Undyed grey fabric	Control(undegummed)		47.0
	0.1% Na ₂ CO ₃ degumming	21.4	60.2
	0.1% NaOH degumming	24.1	59.0

Table 2. Weight loss and whiteness of dyed silk fabrics by bleaching agent

Treatments	Weight loss (%)	Whiteness (Index)
Sodium hydrosulfite (Na ₂ S ₂ O ₄) 20g/l	2.4	43.2
40g/l	1.8	44.1
Declorin (ZnH ₂ SO ₃ · CH ₂ O · H ₂ O) 20g/l	0.7	46.6
40g/l	0.7	48.0
Dual bleach(reducing/oxidation)	7.5	52.7

Table 3. Heavy metal content of fibroin solution after various purification methods

Item	Treatment			
	Control	Electro dialysis	GFC	Wool filter
Pb	34.3	18.7	7.8	17.8
Cr	39.5	18.1	16.5	19.2
Cd	3.2	2.7	0.7	4.5
Zn	20.3	15.6	9.8	12.5
Cu	87.5	19.0	12.0	16.6
Hg	-	-	-	-
As	-	-	-	-

크게 작용한 것으로 볼 수 있다.

2. 액상견의 정제 및 섬유표면가공

2.1. 견피브로인 용액의 탈염 정제방법별 중금속 잔류량

정련 탈색한 폐견사류를 50% 염화칼슘용액에 용해시킨 다음 전기투석 Wool filter 및 GFC법 등으로 탈염 정제한 후 잔류 중금속 함량을 조사하였다.

폐견사류 용액의 중금속 함량은 탈염 정제하기 전 Cu 87.5 ppm, Cr 39.5 ppm 및 Pb 34.3 ppm 등으로 높은 수준 이었으나 탈염정제 후에는 위의 3가지 방법 모두에서 이 들 중금속 함량이 20 ppm 이하로 감소되었으며, 특히 GFC 방법에 의해 불순물 등이 충전된 칼럼을 통과할 때 거의 충분히 정제되어 순수한 분리정제가 발생하여 중금속 함 량을 현저하게 줄일 수 있었다.

2.2. 액상견의 합성섬유 표면가공제 적용

액상견 단백질을 이용한 직물의 표면가공에서 폴리에스 텔(PET)와 나일론(Nyl.) 직물모두 미가공 직물에 비하여 흡 수율이 향상되었으며 견세리신 보다는 견피브로인 용액처 리에서 흡수율이 증가되었다. 이는 PET와 nylon의 자체

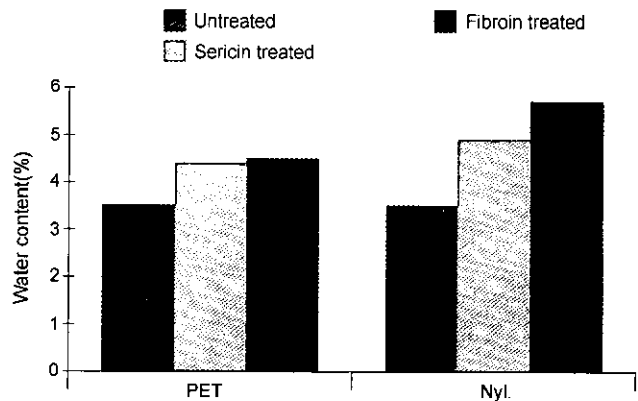


Fig. 1. Water content of PET and nylon fabrics treated with sericin and fibroin solution.

수분율이 영향을 줄 수 있으나 무엇보다도 처리 과정에 있어 피브로인의 저분자화로 인한 극성기를 많이 함유할 수 있는 site가 증가됨으로서 피브로인이 세리신보다 수분율이 증가된 것으로 생각되어지지만 이 정도의 수분율 차이는 오차범위(SD=±5%)범위 내에 들어감으로 전체적인 수분율에는 크게 영향을 미치지 않을 것이라고 생각되어진다.

3. 정련 · 탈색 견사류의 분말화 시험

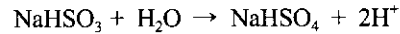
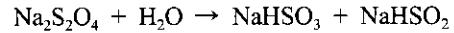
미 염색사에 대한 알칼리 취화 처리 농도는 5 g/l NaOH,

Table 4. Yield and particle size of silk powder prepared by treatment with NaOH

Samples	Alkaline treatment	Yield (%)	Particle size (μm)		
			max.	min.	mean
Degummed silk yarn	NaOH 5 g/l	32.8	21	204	89
	NaOH 10 g/l	17.9	36	202	93
Undyed silk fabric	NaOH 10 g/l	36.2	15	371	98
Dyed silk fabric I (reducing bleach with NaOH)	-	46.9	27	195	88
Dyed silk fabric II (dual bleach)	NaOH 10 g/l	40.0	36	171	93
Dyed silk fabric III (reducing bleach II)	NaOH 10 g/l	47.5	27	286	103

미 염색포는 10 g/l NaOH에서 각각 수율이 35% 내외이었으며 1차 분쇄시 평균 입도는 90~100 μm이었다.

염색포의 환원 표백시 10 g/l NaOH를 첨가하여 단일 욕에서 탈색과 알칼리 취화 처리를 동시에 행한 염색포 I은 표백 후 알칼리 이욕에서 행한 염색포 II 및 III에 비하여 수율을 저하시키지 않으며 평균 입도 90 μm 이하의 분말을 얻을 수 있었다. 탈색은 아래와 같이 색소의 환원작용에 의해서 분해되어 이루어지게 되는데



이때 위 반응에서 생성되는 H⁺ 이온이 알칼리 처리에 사용되는 NaOH와 중화반응이 일어나므로 알칼리 처리에 대한 저항성이 증가된다. 즉 환원처리 후 잔존하는 H⁺ 이

Table 5. Yield and particle size of silk powder by milling methods

Milling methods	Yield (%)	Particle sizes (μm)		
		min.	max.	mean
UF-milling	36.1	10.7	66.2	32.3
Freezing UF-milling	33.1	9.6	47.2	26.4
Ball-milling	40.8	4.3	18.7	9.8

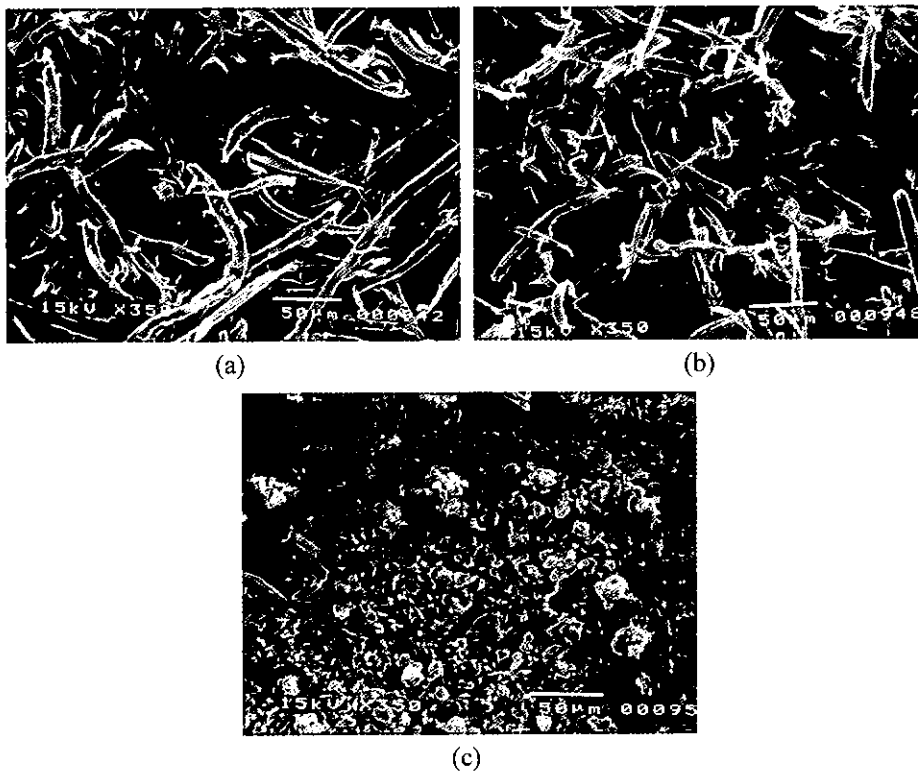


Fig. 2. Scanning electron micrographs of silk powder(× 350).

(a) Primary grinding, (b) UF-milling after primary grinding, (c) Ball-milling after primary grinding

온들이 알칼리 분해에 대한 저항성을 나타내므로 환원처리 없이 직접 알칼리 처리한 경우보다는 덜 분해되어 수율이 증가되는 것이다.

염색 견직포를 환원표백과 알칼리 취화 처리 후 1차 분쇄한 미분말을 Ultra fine(UF) mill과 Ball mill을 이용하여 2차 분쇄한 결과 Ball-mill에 의한 분말은 평균 입도 10 μm 이하로서 30 μm 내외인 UF mill 분말에 비하여 현저히 미세하였으며 수율도 증가하였다.

분말입자의 형태는 그림 2에서와 같이 UF mill 분말은 섬유 상을 가지는 반면 Ball mill 분말은 구형을 나타내었다.

4. 견피브로인 분말의 섬유표면가공시험

견 피브로인 분말을 우레탄계 수지 binder에 혼입하여 PET 및 Nyl. 직물의 표면가공시험결과(그림 3) 미 가공직물에 비하여 분말가공직물의 경우 흡수율이 향상되었으며 분말 종류별로는 미세 분말(120메슈)이, 보통분말(60메슈)에 비하여 흡수율이 증가하였다.

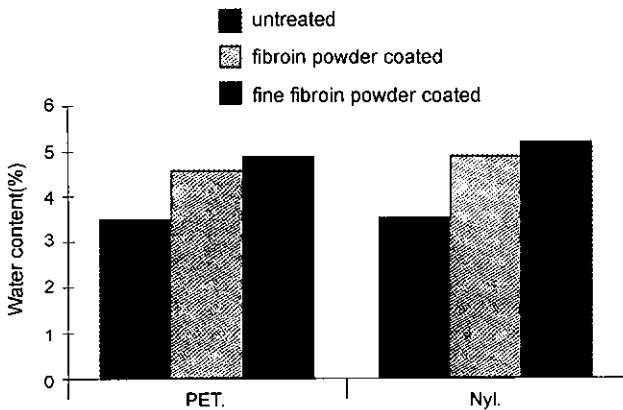


Fig. 3. Water content of PET and nylon fabrics coated with fibroin powder and binder.

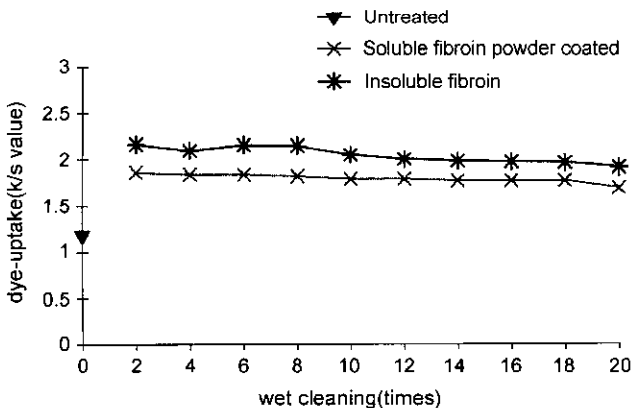


Fig. 4. Effect of wet cleaning time on the dye-uptake of PET fabric coated with fibroin powder.

견피브로인을 염화칼슘에 용해 후 농축 건조하여 만든 피브로인 용해분말과 견피브로인을 알칼리(탄산나트륨)용액에 처리 후 분쇄기를 이용하여 만든 피브로인 마쇄 분말을 각각 우레탄 수지계 binder에 혼입하여 PET 직물에 표면 가공 한 다음 산성염료로 염색 후 물세탁회수별 표면 염착농도를 측정 한 결과(그림 4) 세탁 20회 반복 시까지 마쇄 분말 가공직물이 용해분말 가공직물에 비하여 표면 염착농도(dye-uptake K/S value)가 높은 값을 나타내었다. 이는 용해분말이 마쇄 분말에 비하여 물세탁에 대한 견뢰성이 떨어지는 것으로 생각된다.

5. 견피브로인 분말의 합성재료 코팅시험

5.1. 분말의 입자크기별 분무코팅시험

입자 크기가 다른 실크분말을 binder(실크멜)에 혼입하여 cellulose triacetate 필름(OHP용)에 spray 코팅한 후 수분 함유율과 표준상태에서의 흡습율을 측정 한 결과 각종 실크분말 코팅필름은 미 처리 필름에 비하여 수분 함유율과 흡습율이 현저히 증가하였다.

실크분말 코팅표면의 전자현미경(SEM) 관찰결과(그림 5) 1차분쇄 후 UF-mill 분말 코팅표면에는 섬유상 입자가 나타남으로 거친 감을 주었으나 1차분쇄 후 Ball-mill 분말코팅 표면은 장방형 입자가 일부확인 되었지만 실크분말 미 혼입(binder) 코팅과 유사한 원활한 표면형태를 보였다.

실크분말 코팅표면의 관능검사 결과 실크분말의 입도가 작고 구형(BM)에 가까울수록 촉감과 시각적 효과가 우수하여 시판되는 우레탄수지 코팅(UN)과 유사한 효과를 나타내었다.

5.2. 바인더의 종류별 분무코팅시험

Table 6. Water absorbability of cellulose triacetate film coated with different sizes of fibroin powder

Sizes of fibroin powder	*amount of water absorbed (%)	**moisture content (%)
Primary grinding(250 μm) powder coated	38.7	1.5
Primary grinding(100 μm) powder coated	36.8	1.5
Primary grinding & UF-milling(30 μm) powder coated	32.8	1.4
Primary grinding & Ball-milling(10 μm) powder coated	19.8	1.2
Control(binder coated)	2.7	0.4

*Left under the conditions of 20°C, RH 50% for 1 hour after water spray.

**Left under the condition of 20°C, RH 70% for three days.

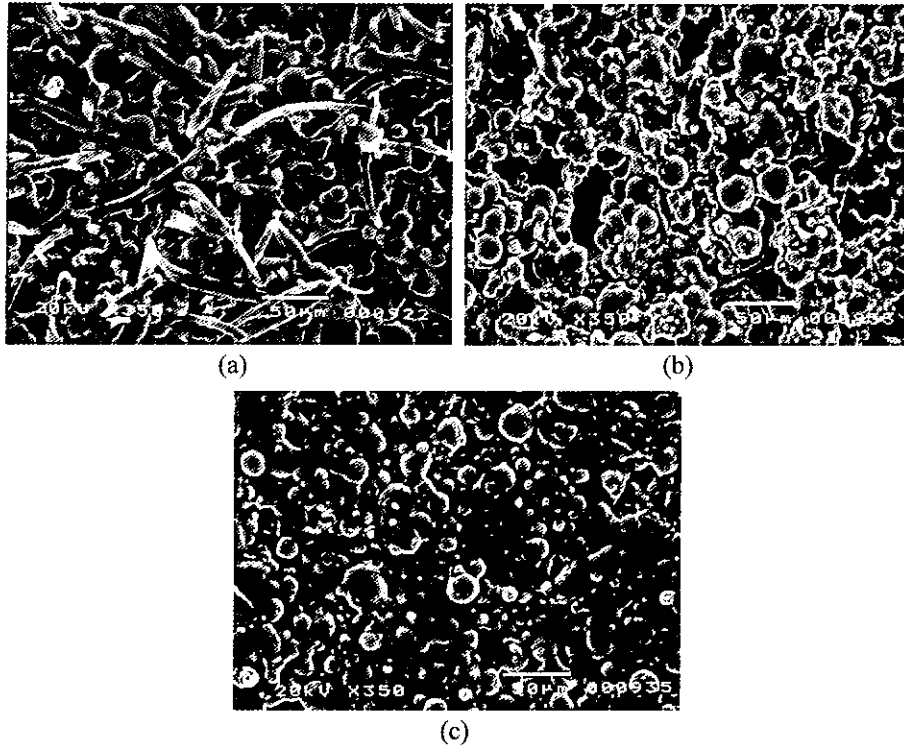


Fig. 5. Scanning electron micrographs of cellulose triacetate film coated with various size of silk fibroin powder.
 (a) Primary grinding & UF-milling (200 mesh) powder coated (b) Primary grinding & Ball-milling (500 mesh) powder coated
 (c) Control (binder coated)

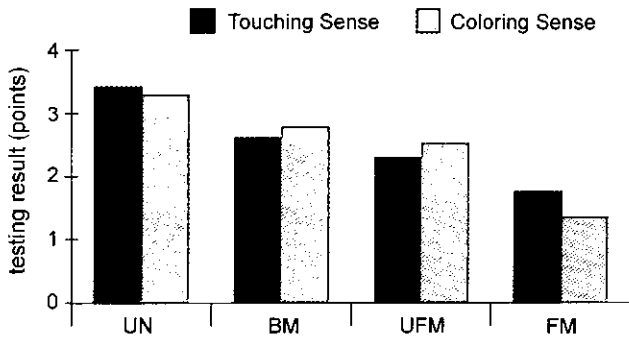


Fig. 6. Subjective test of silk fibroin powder coated film.
 UN : Control(binder coated)
 BM : Primary grinding & ball-milling (500 mesh) powder coated
 UFM : Primary grinding & UF-milling (200 mesh) powder coated
 FM : Primary grinding powder coated
 (very good : 4point, good : 3 point, fair : 2 point, poor : 1 point)

5.3. 코팅필름의 관능검사

바인더의 종류별 분무코팅 시험결과 바인더에 대한 실크분말의 혼입 비율을 30:5에서 30:10으로 높이면 코팅재료의 흡습율이 향상되었으며 바인더의 종류별로는 Silkmel, 우레탄, 에나멜, 락카 및 에폭시계 순으로 흡습율이 높았다(표 7).

또한 실크분말의 코팅 후 마무리(rubbing)가공을 하면

Table 7. Effects of various binders and silk powder mixing ratio on the amount of water content of coated film

Binders	Binder : silk powder	Water content (%)
Silkmel	30: 5	3.1
	30:10	4.2
Urethane	30: 5	3.0
	30:10	3.8
Epoxy	30: 5	1.8
	30:10	2.4
Enamel	30: 5	2.9
	30:10	3.4
Lacquer	30: 5	2.1
	30:10	3.1

$$*Water\ content = \frac{\text{Sample wt. at } 20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 100\% - \text{Sample wt. at } 20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 60\%}{\text{Sample wt. at } 20^{\circ}\text{C} \cdot \text{RH } 60\%} \times 100$$

부착된 실크분말의 윗 부분이 표면에 노출되어(그림 7) 흡습율이 증가되었으며(표 8) 내마모성(anti-pilling)이 향상되었다.

코팅재료에 대한 관능검사결과(그림 8, 9) 촉감 및 시각적 효과 모두 실크분말을 코팅 후 마무리 가공하면 실크

Table 8. Moisture regain and anti-rubbing of silk powder coated film with various binders

Binders	Treatments	Moisture regain (index)	*Weightloss by rubbing
Silkmeal	C : Control(uncoated)	1.9(100)	0
	C-S : 10% silk powder coated	4.5(240)	0.2
	C-S-F: Rubbing of silk powder coated surface	5.5(290)	0
Urethane	C	0.7(100)	0
	C-S	4.0(570)	0.6
	C-S-F	5.7(810)	0.6
Epoxy	C	1.1(100)	0
	C-S	3.3(300)	0.7
	C-S-F	3.9(350)	0
Enamel	C	1.7(100)	0
	C-S	3.9(230)	0.9
	C-S-F	4.8(280)	0.5
Lacquer	C	0.8(100)	0.2
	C-S	3.6(450)	1.6
	C-S-F	4.0(500)	0.9

$$* \frac{\text{Wt. of original sample} - \text{Wt. of rubbed sample}}{\text{Wt. of original sample}} \times 100$$

분말 미 코팅에 비하여 향상되었으며 바인더 종류별로는 우레탄계가 우수한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 실크를 미세 분말화하여 적합한 바인더에 혼입하면 실크분말의 흡습성을 가지며 인체친화성의 촉감과 시각적 효과를 줄 수 있는 새로운 코팅제로서의 가능성을 확인할 수 있었다.

적 요

견직 가공과정에서 폐견사류를 탈색 정제한 후 액상분말화 하여 섬유가공제 및 산업용 코팅제 등에 적용하기 위한 시험 결과

1. 폐염색견포의 탈색정제과정에 있어서 하이드로설파이트($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) 환원표백시에 알칼리제(NaOH 10 g/l)를 첨가하여 단일욕에서 탈색과 알칼리취화 처리를 동시에 하는 방법이 표백 후 알칼리 처리를 이욕에서 행하는 방법에 비하여 분말 수율을 저하시키지 않고 미세분말을 만드는데 적합하였다.

2. 탈색취화 견포의 분말화를 위하여 일반분쇄기를 이용하여 1차 분쇄한 분말을 Ultra-fine mill과 Ball mill에 의한 2차 분쇄결과 후자에 의한 분말은 평균입도 $10 \mu\text{m}$

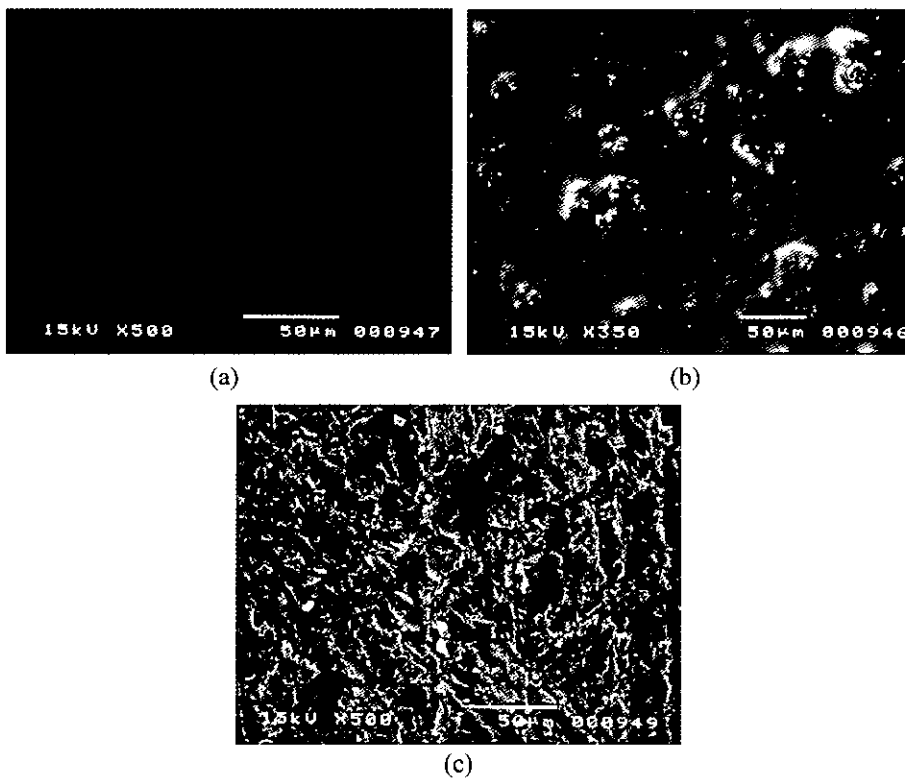


Fig. 7. Scanning electron micrographs of cellulose triacetate film coated with silk fibroin powder. (a) Control (b) 10% silk powder coated (c) Rubbed surface of silk coating film

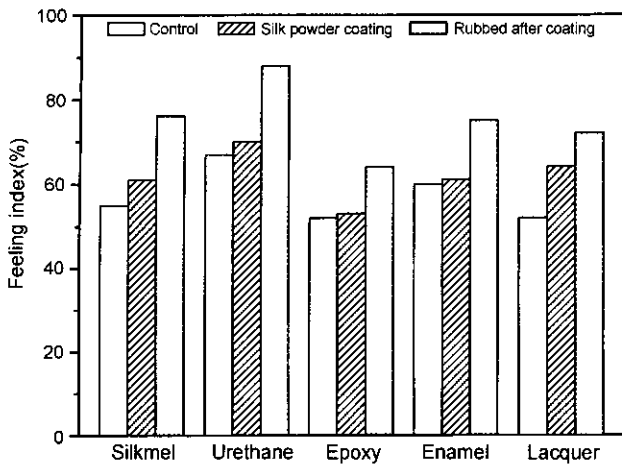


Fig. 8. Subjective test of silk powder coated film with coloring sense.

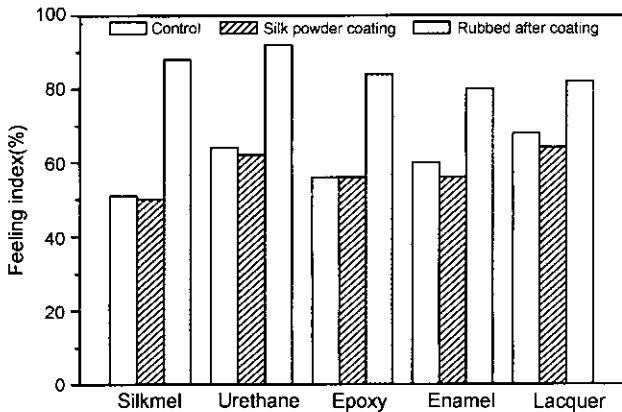


Fig. 9. Subjective test of silk powder coated film with touching sense.

이하의 구형으로서 섬유상이며 30 μm 내외인 전자에 의한 분말에 비하여 현저히 미세하고 수율도 증가하였다.

3. 견섬유질(피브로인)을 고농도 중성염용액(비중 1.43 염화칼슘)에 용해시키거나 미세 분말화하여 우레탄수지 binder에 혼입하여 폴리에스테르(PET) 및 나일론(Nyl.) 직물의 표면에 부착가공시험 결과 품질을 저하시키지 않으며 흡수성을 향상시킬 수 있어 섬유표면 가공제로서의 적합성이 인정되었다.

4. 중성염에 용해시킨 견 피브로인 용액의 탈염정제를 위하여 전기투석, GFC 및 Wool 여과기를 이용하면 중금속 함량을 20 ppm 이하로 낮출 수 있다.

5. 입자의 크기가 다른 미세실크분말을 binder에 혼입하여 각종 합성필름에 분무코팅 시험한 결과 실크분말 코팅필름은 미처리에 비하여 흡수성이 현저히 향상되며 관능검사에서도 촉감등이 우수한 것으로 판명되므로서 새로운 코팅제로서의 가능성을 확인할 수 있었다.

인용문헌

- H. Kato and K. Yasuta (1999) Modification of Polyester fabrics with Silk Sericin fixed with Resin Finishing, J. Seric. Sci. Jpn. 68(1) : 73-76.
- 阪上末治(1995) 人にやさし繊維と加工, (株)纖維社 : 587-589.
- 田畑孝・竹内茂・片桐郎弘(1995) 絹フィブロイン加工方法, 日公開特許公報, 特開平. 7-258973.
- 田畑孝・竹内茂・片桐郎弘(1995) 絹フィブロイン加工方法, 日公開特許公報, 特開平. 7-300772.
- K. Tsubouchi(1996) New Applications of Silk, Farming Japan vol. 30-5 : 36-41.
- 陸旋・秋山大二郎・平林潔(1994) 絹粉末の作製とその物性, 日蠶雜. 63(1) : 21-27.
- 田島(1995) 絹粉末およびその製造方法, 絹粉體を用いたコーティング劑 およびその製造方法, 日公開特許公報, 特開平. 7-306772.