

염축가공에 의한 견직물 천연염색의 새로운 표면 디자인 구현기법 개발

Development of New Surface Design Technique for Natural Dyeing of Silk Fabric by Salt-Shrinkage Finishing

*Corresponding author

Younsook Shin
yshin@jnu.ac.kr

김채연, 유동일¹, 신윤숙*

전남대학교 의류학과/생활과학연구소, ¹전남대학교 고분자·섬유시스템공학과

Chaeyeon Kim, Dong Il Yoo¹ and Younsook Shin*

Department of Clothing and Textiles / Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju, Korea

¹Department of Polymer·Fiber System Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Korea

Received_August 18, 2016
Revised_September 06, 2016
Accepted_September 09, 2016

Abstract The objectives of this research were to study the effect of salt-shrinkage finishing of silk on shrinkage degree and dyeing property of cochineal, and to investigate the efficacy of obtained results for imparting surface design effect on silk fabric. Ultimately it was aimed to suggest a technical process for developing natural dyed silk products with diverse design. Premordanted silk fabric was treated with $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ solution (gravity: 1.45) at 90°C for 1 min, washed, dried for further evaluation. The shrinkage of salt-treated fabric was calculated. The effects of salt treatment on the dye uptake of cochineal and colorfastness were investigated. The degrees of shrinkage were 10% and 3% for warp and weft, respectively. The salt treatment resulted in improving dye uptake of cochineal slightly. In addition, it improved colorfastness to washing and light. On the basis of the results, a technical process composed of premordanting, salt treatment and natural dyeing was suggested and using the process, two examples of textile design were presented. It can be concluded to impart various three dimensional surface design effect on silk fabric by applying salt-shrinkage finishing with combination of natural dyeing and mordanting.

Textile Coloration and Finishing

TCF 28-3/2016-9/189-194

©2016 The Korean Society of Dyers and Finishers

Keywords salt-shrinkage finishing, surface design effect, cochineal, premordanting, technical process

1. 서 론

21C의 이슈는 친환경주의를 표방하는 ‘로하스(LOHAS)’이다. 로하스는 ‘Lifestyle Of Health and Sustainability’의 약자로 너, 나, 우리, 후손까지 건강하고 문화와 환경을 물려주자는 보다 광의적 의미가 포함 된 것이라 할 수 있다¹⁾. 친환경주의인 로하스의 등장은 우리 생활과 밀접한 관련이 있는 섬유 소재에 있어서도 새롭게 인식되어 환경과 건강을 고려한 친환경적 소재들이 각광을 받고 있다. 대표적인 친환경 섬유

소재로는 면(cotton), 마(hemp), 견(silk), 모(wool) 등의 천연 섬유가 있다. 천연소재 중 견직물은 대표적인 동물성 섬유로서 누에고치에서 얻는 섬유이다. 자연에서 얻는 천연섬유 중 유일하게 장섬유이며 세리신(sericin)과 피브로인(fibroin)이라는 단백질로 이루어져 있다. 견섬유는 우아한 광택과 촉감, 우수한 드레이프성(drapability), 탄성(elasticity), 레질리언스(resilience)를 가진 섬유로 생분해성이 우수하고, 생산과정에서 만들어지는 유해물질도 적은 편이다²⁾. 우리나라의 견직물 산업은 누에고치 생산과 더불어 발전하다

가 2000년에는 인력부족과 중국의 값싼 원료의 공급으로 인하여 생산량이 현저히 감소하였다. 그러나 2005년부터 웰빙에 대한 소비자의 관심과 고급화의 열망에 의한 생산량이 다시 증가하고 있다³⁾.

견섬유는 역사적으로 섬유중의 여왕으로 일컬어진 우아한 광택과 촉감을 지닌 고품위 소재이지만 형태안정성이 낮아 쉽게 구김이 생기고 신축성이 낮아 이를 보완하기 위해 오래전부터 염착가공이 적용되어 왔다. 정련된 견은 질산칼슘, 염화아연, 염화칼슘, 티오시안산칼슘 등의 진한 염류용액 속에서 팽윤, 용해된다. 그러나 비교적 낮은 용액 속에서는 수축하는 성질이 있는데 이러한 수축 현상을 이용하여 직물 표면에 특수한 효과를 부여한 가공을 염착 가공이라 한다. 염착 가공은 가공 과정에서 조건만 적절히 조절한다면 견섬유의 손상을 최소화하면서 감성을 충족시키는 고급화 직물로 변화시킬 수 있다⁴⁾. 오늘날 견직물은 천연소재로 친환경 트렌드에 발맞추어 천연섬유로서 사용범위가 늘어나고 있지만, 천연염색과 관련한 연구는 활발하게 되고 있지만⁵⁻⁸⁾ 염색과 가공을 조합하여 섬유디자인 개발에 응용한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

코치닐(*Cochineal*, *Coccus cacti L.*) 색소는 중남미 사막에서 자라는 선인장에 기생하는 연지충의 암컷을 건조시켜 얻을 수 있다. 코치닐은 예로부터 면, 견, 양모 등의 천연염색에 이용되었다고 전해지지만 지금은 화장품 및 식품의 착색제로 많이 이용되고 있으며 코치닐로 만든 적색의 잉크는 변·퇴색에 대한 견뢰도가 우수하다⁹⁾. 코치닐은 매염제에 따라 적색, 적자색, 회적색으로 색상이 변화하는 다색성 염료로 색소의 주성분은 카르민산(carminic acid)(Figure 1)으로 수산기(-OH)와 산성기인 카르복시기(-COOH)를 가지는 화학 구조를 지니고 있다. 견섬유는 아미노 말단기(-NH₂)와 주사슬(main chain)의 펩티드기(-CONH-)를 다량 함유하고 있어 카르민산의 카르복시기(-COOH)와 반응하여 염색이 용이하다. 용액의 색은 pH에 따라 변화하는 현상을 나타내는데 pH 3 이하에서는 등적색, pH 5~6의 약산성 내지 중성에서는 적색 내지 적자색, 그리고 pH 7 이상의 염기성에서는 적자색 내지 자색을 나타내며 이러한 현상은 가역적으로 변화한다. 다른 천연염색소에 비하여 내광성이 우수하여 빛에 안정성을 나타내지만 일반의 천연염색소와 마찬가지로 pH가 높아지면 내광성이 떨어지는 경향을 나타낸다¹⁰⁾.

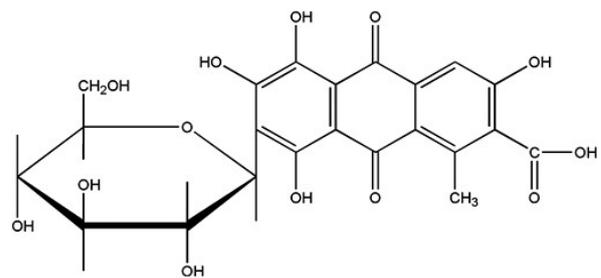


Figure 1. The molecular formula of carminic acid.

본 연구는 천연염색제품의 다양화와 고부가가치화를 위하여 미적인 감성소재를 개발하고자 견직물의 염착 가공 처리가 코치닐의 염색성에 미치는 영향을 살펴보고 있다. 이를 토대로 디자인 개발에 활용 가능한 실험 공정을 제시하고, 그 유효성을 확인하기 위해 디자인 개발에 적용한 사례를 제시하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용된 직물은 KS K 0905에 규정된 표준 견포 (plain weave, density; 160(w)×98(f)/inch², weight; 42±2g/m², thickness; 0.11±0.01mm)를 사용하였다. 염착가공을 위한 질산칼슘(Calcium nitrate tetrahydrate, (Ca(NO₃)₂·4H₂O), Duksan pure chemical Co., Korea)과 코치닐 염료(나주 천연염색 문화관, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 매염제로 사용한 알루미늄(Aluminium sulfate(Al₂(SO₄)₃(NH₄·24H₂O)), 철(ferric sulfate, FeSO₄, 7H₂O), 구리(cupric sulfate, CuSO₄, 5H₂O)는 시약1급 그대로를 사용하였다.

2.2 염착가공

직물무게의 50배 정도의 증류수를 준비한 후, 질산칼슘의 비중이 1.45인 수용액에 90℃에서 1분간 침지하여 처리하였고¹¹⁾, 수용액의 pH는 3.34정도였다. 가열온도가 90℃정도이기 때문에 수분이 증발되어 비중이 높아지게 되므로 처리 시간과 농도를 조절해야 한다⁴⁾. 처리가 완결된 후 증류수를 사용하여 직물에 함유되어 있는 처리제를 신속히 제거한 후 상온 건조하였다.

염착가공 후 수축률(KS K)은 염착가공 전과 후 시료포 길이를 측정하여 아래의 수축률 산출식(1)에 의해 계

산하였다.

$$Shrinkage(\%) = (A-B)/A \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

where,

A : the length of warp or weft of untreated sample

B : the length of warp or weft of salt-treated sample

2.3 매염

욕비 1: 50에 해당하는 증류수를 넣고 30℃가 되도록 서서히 가열하였다. 여기에 매염제 Al은 5%(o.w.f.), Cu, Fe는 각각 2%(o.w.f.)가 되도록 첨가하고 용해시킨 후 다시 서서히 가열하여 40℃로 승온시킨 후 시험포를 넣었다. 60℃로 승온시켜 이 시점에서 60분간 매염하고 매염욕이 30℃로 냉각되었을 때 건져서 상온에서 건조시켰다.

2.4 염색

코치닐 염료를 이용하여 2%(o.w.f.) 염액을 제조하였다. 직물무게에 50배에 해당하는 염액을 가열하여 40℃가 되었을 때 염착가공 된 직물시료를 넣고 교반하면서 서서히 승온 시켜 60℃에서 60분간 교반하면서 염색하였다. 염색이 완료된 후 30℃가 되었을 때 시험포를 꺼내어 흐르는 증류수로 맑은 물이 나올 때까지 수세하여 자연 건조시켰다. 자연 건조 후 150℃에서 3분간 열처리해준다.

2.5 색 측정

염색한 직물은 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)를 이용하여 색소의 최대흡수파장(λ max)에서 얻은 K/S 값을 염착량으로 평가하였으며, L*, a*, b*값과 Munsell의 H V/C 값을 측정하였다. ΔE*는 L*, a*, b*값으로부터 변환 프로그램을 이용하여 산출하였다.

2.6 염색견뢰도 측정

세탁견뢰도는 세탁시험기(Laundry-Ometer)를 사용하여 AATCC Test Method 61-19891A에 따라 평가하였으며, 단 표준 세제 대신 시판 중성 세제를 사용하였다. 마찰견뢰도는 AATCC Method 116-1989에

따라 측정하였다. 견뢰도 등급은 변·퇴색 판정용 그레이 스케일과 오염 판정용 스케일을 사용하여 평가하였다. 일광견뢰도는 AATCC Test Method 16-2004 Option 3에 준하여 Xenon Test Chamber(Q-sun, Xe-1-B, Q-Panel Lab Products, USA)를 사용하여 20시간 광 조사 후 일광견뢰도 등급을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수축률

Table 1에 보이는 바와 같이 염착가공 후 시료의 경사와 위사의 수축률은 각각 10%와 3%이다. 이러한 염에 의한 수축현상은 건 피브로인을 구성하는 각종 아미노산 중에서 티로신과 관계가 깊은 것으로 밝혀지고 있다¹²⁾. 티로신 한 분자에 대하여 중성 염류는 두 개의 분자까지 선택적으로 흡수될 수 있으며, 중성 염류의 흡착에 따라 티로신과 인접한 피브로인 분자 쇄의 수소 결합이 분리되기 때문에 분자 쇄들 간에 작용하고 있던 인력이 현저히 저하된다¹¹⁾. 그 결과 분자 쇄들은 알파 구조 및 불규칙한 코일상의 형태로 됨으로써 수축이 일어나고, 비결정 영역이 늘어나 강도는 감소하는 반면 신도는 상승하여 스트레치성이 발현되고 신장 회복력도 향상되는 것으로 보고되었다¹²⁾.

3.2 염색성

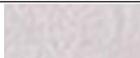
예비 실험 결과 염착가공 후 코치닐 염색 시 후매염 보다는 선매염이 더 효과적인 것으로 나타나 선매염을 실시하였다. 선매염 후에 행한 염착가공이 염색성에 미치는 영향을 조사한 결과를 Table 2에 제시하였다. 가공한 시료의 염착량이 조금씩 증가한 것을 알 수 있다. 이는 앞에서 설명한 바와 같이 염착이 진행됨에 따라 피브로인의 비결정 영역이 증가되고 따라서 염착량이 증가된 것으로 판단된다¹²⁾. 또한 매염제 처리에 의해 다양한 색상이 발현되는 것을 알 수 있다.

Al 선매염의 경우 염착량이 Cu, Fe 매염에 비해 증

Table 1. Shrinkage of salt-treated silk

Sample	Shrinkage(%)	
	Warp	Weft
Salt-treated silk	10	3

Table 2. Effect of salt-shrinkage on K/S, L*, a*, b* and H V/C values of the cochineal dyeing

Mordants		K/S	Sample	H V/C	L*	a*	b*	ΔE*
Standard-silk					92.66	-0.18	2.64	
Untreated	None	0.13		3.9R 8.5/1.1	86.45	3.01	1.56	7.07
	Al	1.46		2.6RP 5.9/7.0	60.35	24.47	-8.40	42.11
	Cu	0.47		2.3RP 7.1/1.5	72.86	3.38	-0.96	20.44
	Fe	1.22		8.1RP 5.9/0.7	60.75	2.11	0.50	32.06
Salt-treated	None	0.14		3.8R 8.4/1.1	85.30	2.95	1.49	8.08
	Al	2.15		2.7RP 5.3/7.5	54.79	27.26	-9.36	48.28
	Cu	0.56		2.6RP 6.9/1.7	70.43	4.18	-1.10	22.95
	Fe	1.64		6.9RP 5.5/0.7	56.67	2.26	0.31	36.15

가하였으며 a*값의 증가로 코치닐의 붉은 색소가 가장 많이 나타났다. 염축가공의 유무와 관계없이 색상은 무매염의 경우 R계열, 매염의 경우 RP 계열로 모두 동일하게 나타났다. 염축가공한 시료가 가공하지 않은 시료보다 더 붉은 색조를 띠었는데 이는 염축가공한 시료의 a*값이 더 높게 나온 것과 일치한 결과이다.

3.3 염색견뢰도

염축가공 처리가 염색견뢰도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 가공 전·후의 견뢰도 평가를 비교하여 Table 3에 나타났다. 가공 후 무매염, Al 매염의 세탁견뢰도

를 제외하고는 견뢰도가 조금씩 향상 되었다. 이는 중성 염류의 흡착에 따라 피브로인 분자는 열역학적으로 보다 안정된 형태를 취하게 됨으로써 견뢰도의 향상을 가져온 것으로 사료된다¹²⁾. 무매염의 경우 가공 전·후 세탁, 일광 마찰 견뢰도가 1등급으로 매우 열악하게 평가되었고, Fe 매염의 경우 세탁견뢰도가 2/3등급에서 4등급으로, 일광견뢰도는 2등급에서 2/3등급으로 높아졌다. 마찰 견뢰도는 가공 전·후 5등급으로 우수하게 나타나 다른 섬유에 이점이 없는 것으로 나타났다.

앞의 3.2의 실험결과에서 염축가공 후 코치닐 염색의 경우 염착량과 붉은색의 발현을 위해서는 Al 매염의

Table 3. Effect of salt-shrinkage on colorfastness to washing, rubbing and light of the cochineal dyeing

Mordants	Washing			Rubbing		Light fastness (20hr)	
	Color change	Stain		Dry	Wet		
		First	Second				
Untreated	None	2	5	5	5	5	1
	Al	3	5	5	5	5	2
	Cu	3	5	5	5	5	2/3
	Fe	2/3	5	5	5	5	2
Treated	None	2	5	5	5	5	1
	Al	2/3	5	5	5	5	2/3
	Cu	3/4	5	5	5	5	3
	Fe	4	5	5	5	5	2/3



Figure 2. Flow chart of experimental process.

경우가 우수하지만, 견뢰도의 측면에서 본다면 Fe매염의 경우가 우수한 것으로 판단된다.

3.4 섬유디자인에 활용

Al 선매염한 직물은 울룩불룩한 계란판의 가운데에 작은 구멍을 뚫고 그 구멍사이로 집어넣어 묶어 고정하였고, Fe 선매염한 직물은 한쪽으로 비틀어 꼬아서 풀어지지 않도록 실로 묶어서 고정하였다. 이 두 시료를 질산칼슘 수용액에 90°C에서 1분간 2회 처리 후 충분히 수세하고, 젖은 상태에서 2%(o.w.f.) 코치닐 염액으로 60°C에서 60분간 염색한 후 상온에서 건조하였다. 세팅한 디자인을 고정하기 위해 상온에서 24시간 동안 안정화시킨 후 직물을 증류수에 수세, 상온 건조한 다음 묶은 실을 제거하여 완성하였다.

실험 프로세스를 Figure 2에 요약하였다. 실험 프로세스는 직물 전체 또는 부분적으로 입체무늬 형성에 응용할 수 있으며 더불어 염색기법을 조합한다면 다양한

디자인을 개발할 수 있을 것으로 보인다.

완성된 시료는 Figure 3과 같으며, Al 선매염 직물은 요철의 높이가 확실하게 나타나 소재에 입체적인 깊이감이 있는 디자인이 표현되었다. 부분적인 염착으로 인해 입체적인 표면이 형성되었고 Al 선매염에 의해 핑크색으로 발색되었다. 계란판에 부분적으로 구멍을 내어 염액에 침지하므로 무정형의 염색효과가 발생되어 효과적으로 표현되었다. 이러한 계란판을 이용한 침지법은 공예적인 작품의 응용에 적합한 것으로 사료된다.

Fe 선매염한 시료를 꼬임을 이용하여 디자인한 시료 Figure 3(b)는 골이 깊고 풍성한 선이 반복적으로 나타나 입체적이고 독특한 조형적 특징이 나타났다. 코치닐 염액이 닿은 부분은 Fe 매염제에 의해 진한 자색으로 나타나 선의 깊이감이 강조되었다. 이러한 직물 디자인은 스카프나 의류소재의 디테일 부분에 활용할 것으로 사료된다.



(a)



(b)

Figure 3. Fabric samples with Al-premordanted/salt-treated/cochineal dyeing(a) and Fe-remordanted/salt-treated/cochineal dyeing(b).

4. 결 론

본 연구는 다양한 디자인의 천연염색 제품 개발을 위한 공정을 제안하기 위해 견직물의 염축가공 처리가 코치닐의 염색성에 미치는 영향을 살펴보았다. 이를 토대로 디자인 개발에 활용 가능한 공정을 제안하고, 이를 적용한 텍스타일 디자인 사례를 제시하였다.

1. 견직물을 90℃로 가열한 질산칼슘 수용액(비중 1.45)에 1분 동안 처리한 결과 경사 10%, 위사 3%의 수축율을 보였다.
2. 선매염 후 염축가공한 견직물의 코치닐에 대한 염착성은 약간 향상되었으며 Al과 Fe 매염제가 효과적이었다.
3. Al 선매염의 경우, Cu, Fe 선매염에 비해 염착량이 크게 증가하였으며 a*값이 가장 높게 나타나 코치닐의 붉은 기가 가장 많이 나타났다. 가공 전·후의 색상은 무매염의 경우 R계열, 매염의 경우 RP계열로 동일하게 나타났으며, 가공 후 매염을 할 경우 a*값이 모두 증가하였다.
4. 염축가공이 코치닐 염색견뢰도에 미치는 영향은 가공 후 무매염, Al 선매염의 세탁견뢰도를 제외하고는 견뢰도가 조금씩 향상되었다. Fe 선매염 시 가장 우수한 것으로 나타났다.
5. 염축가공에 따른 수축현상을 이용하여 입체적인 표면효과를 다양하게 낼 수 있으며 이를 섬유디자인 개발에 활용 가능할 것으로 판단된다.

이와 같이 견직물의 염축가공이 코치닐의 염색에 미치는 영향을 살펴본 결과 염착량과 견뢰도가 증진되고 수축에 따른 외관의 변화를 활용하여 다양한 섬유 디자인 표현이 가능하였다. 예비 실험 시 질산칼슘을 대체할 천연물질로 조개껍질을 이용한 결과, 제작 기간이 오래 걸리고 수축의 효과가 미미하였다. 따라서, 지속 가능한 친환경 제품 개발을 위해서 친환경 가공제에 대한 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

References

1. O. K. Gwon, "Fashion and Science of Emotion", Gyomunsa, Seoul, pp.163-166, 2000.
2. S. R. Kim, "Clothing Materials", Kyomoonasa, Paju, pp.111-112, 2000.
3. T. J. Gwon and J. H. Seo, "Study of Sericulture Cooperation Plan", Korea Rural Economic Institute, Naju, 2006.
4. J. J. Kim and J. I. Choi, "High Sensibility Textile Techniques of Expression", Ewha Womans University Press, Seoul, pp.133-138, 2007.
5. J. Yan, D. I. Yoo, and Y. Shin, Utilization of Metasequoia(Metasequoia glyptostroboides) Cone as a New Natural Dye Resource(2): Dyeing Properties and Antimicrobial Functionality of Silk Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(4), 281(2015).
6. Y. K. Ha and J. S. Lee, Combination Dyeing of Silk Fabrics with Extracts from Humulus japonicus and the Pruned Branches of Prunus persica Tree, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(1), 80(2015).
7. S. H. Choi, Dyeability of Protein Fiber Treated with Wisteria floribunda Leaf Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(3), 254(2014).
8. Y. K. Ha and J. S. Lee, Natural Dyeing of Silk Fabrics with Humulus japonicus Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(3), 263(2014).
9. S. W. Nam, "Theory of Natural Dyeing and Actual", Bongsungmunhwasa, Seoul, 2000.
10. M. J. Kwak and S. H. Lee, Natural Dyeing of Chitosan Crosslinked Cotton Fabrics(4) -Cochineal-, *J. of the Korean Society for Clothing Industry*, **12**(3), 381(2010).
11. K. Koo, "Functional Finish", 2nd. ed., Gyomunsa, Seoul, pp.88-89, 2012.
12. Y. W. Lee and G. G. Gwang, Studies on the Shrinkage of Silk Yarn by Neutral Salts, *J. the Korean Society of Sericultural Science*, **33**(2), 87(1991).