

소목 천연 염색에 관한 연구 I
-정제 알루미늄 화합물들의 매염효과에 대하여-

권민수 · 전동원[†] · 최인려* · 김종준

이화여자대학교 의류직물학과, 성신여자대학교 의류학과*

A Study on Natural Dyeing using *Caesalpinia sappan*
-Mordanting Effect of Purified Aluminum Compounds-

Min-Soo Kwon, Dong-Won Jeon[†], In-Ryu Choi* and Jong-Jun Kim

Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Dept. of Clothing and Textiles, SungShin Women's University*

(2004. 6. 9. 접수 : 2004. 9. 18. 채택)

Abstract

Currently, as mordants, heavy metals are being used in dyeing process in order to improve dye uptake and dye fastness. These chemicals, however, are mostly harmful to human body and the environment along with the pollution by effluent. Traditionally, rice straw ash solution, lime, etc. have been used as mordants in order to improve the effects on dye uptake and color fastness of dyestuffs. The study of natural mordants would, therefore, be vital to the development and succession of our traditional dyeing methods. In this study, as a preliminary step toward the use of rice straw ash solution for the natural dyeing using *Caesalpinia sappan*, several aluminum compounds were employed as mordants. When the purified aluminum compounds were used, on the basis of unmordanted cotton fabric, the K/S values of the pre-mordanted and simultaneously mordanted fabrics increased by 2 or 3 times, while those of the post-mordanted fabrics decreased.

Key words: *Caesalpinia sappan*(소목), mordanting(매염), aluminum(알루미늄), rice straw ash solution(짚물).

I. 서론

염색은 문화의 진보에 따라 단순히 몸을 가리라는 의의에서 생활향상이 첨가되면서 보다 규격화 발전되었다. 또한 염색의 발생은 신체 보호와 주술적인 신앙에서부터 시작하여 자연의 아름다운 색채를 자기 것으로 간직하고 싶은 욕망에서 시작된 것이다.

그 후 염색의 기술은 과학의 발달에 힘입어 주로 화학적인 방법으로 대체되어 왔다. 합성화학적인 염색 방법과는 별도로 우리나라에서는 1970년대 말부터 천연염료와 염색방법에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

지금까지 천연염료를 이용한 염색방법은 주로 고증을 통하여거나 기능보유자를 중심으로 기술이 전수되고 있으며, 전통 천연염색의 재현 및 실용화, 과학

[†] 교신저자 E-mail : saccha@ewha.ac.kr

화를 위한 연구가 활발하게 진행되어 왔다.

천연염색¹⁾은 자연계에 존재하는 동·식물 및 광물로부터 색소를 얻고 이것을 이용하여 염색하는 것으로서 원시시대부터 인간은 색상을 가지고 있는 자연물들을 사용하여 염색을 시도했다. 19세기 말부터 합성염료가 발명되면서 염료의 보관과 구입이 용이하고, 염색공정이 간편하며, 정확한 농도조절이 가능한 합성염료의 장점이 무각되어 천연염료의 사용은 점차 줄어들게 되었다.

천연염료는 합성염료에 비해 색상이 차분하고 은은하며 번퇴색이 일어나도 안정된 색감을 나타낼 뿐 아니라 매염제에 의해 다양한 명도와 색상변화를 꾀할 수 있다. 따라서 천연염료는 우리 실생활에 매우 유익하게 활용될 수 있으나 이에 관한 과학적이고 체계적인 연구는 극히 미흡한 상태이다.

합성염료는 다양하기 때문에 고유한 식물에 대하여 특장하게 염착력을 나타내는 염료를 사용하여 정확하고 선명한 색상으로 대량 염색할 수 있는 장점을 가지고 있으나 염색 공정에서 심각한 환경오염을 유발시키고 있으며 인체에 대한 유해성도 매우 큰 것으로 밝혀지고 있다.

이에 비해 천연염료는 다색성 색소로 구성되는 일종의 복합염료이므로 색상의 발현 측면에서 볼 때 매우 다양한 색상의 표출이 가능하고, 그 염색물은 깊은 색감을 나타내며 몇몇 종류는 항균작용을 나타내는 것도 있다. 천연염료는 천연물질이므로 염색폐수에 의한 수질 오염을 줄일 수 있는 장점도 지니고 있다. 그러나 염색재료의 측면에서 볼 때 보관에 어려움이 많고 확보하는 데에도 지역적, 계절적 제약이 뒤따르며 대량생산이 어렵다는 등의 문제를 안고 있다. 뿐만 아니라 염료가 천연으로 채취되기 때문에 성분이나 색소의 함량이 각기 달라지게 되어 염색조건을 동일하게 적용시켜도 균일한 염색결과를 얻기가 어렵다.

천연염료는 다색성 염료와 단색성 염료로 구분되

는데 대부분의 식물성 염료는 다색성 염료로서 한 가지 종류의 염료라 할지라도 염료에 포함되어 있는 특정한 색소성분마다 매염제로 작용하고 있는 금속이온과의 결합력이 달라지기 때문에 매염제의 종류를 변화시킴으로써 서로 다른 색상이 발현되므로 매염제의 사용은 매우 중요한 의미를 지닌다.

특히 염색에 따라서 사용되는 천연매염제에 관한 과학적인 연구는 전통의 계승 발전적인 차원에서 매우 필요한 것으로 생각된다. 또한 현재 사용되고 있는 정제된 금속화합물을 매염제로 사용할 때와 천연매염제를 사용할 때의 차이점을 이론적으로 밝힘으로써 천연매염제의 특성을 파악하고 전통적 염색방법의 과학화도 실현될 수 있으리라 생각된다.

소목²⁾의 염색에서는 매염제로서 회즙³⁾이 주로 사용되어 왔는데 회즙 속에는 알루미늄 성분이 다량 함유되어 매염작용을 발현시키는 것으로 알려져 왔다. 회즙에는 알루미늄 성분뿐만 아니라 매염작용과 염색에 영향을 미치는 여타의 다른 성분도 다량 함유되어 있다.⁴⁾

본 연구에서는 소목의 염색에서 회즙을 사용하는 전통적인 염색방법과 정제된 알루미늄 화합물들을 매염제로 사용할 때의 차이점을 밝히기 위한 첫 단계로서 다양한 종류의 정제된 알루미늄 화합물들을 사용하였을 때 나타나는 효과들을 검토하였다. 매염제로 사용된 알루미늄 화합물들의 종류는 다음과 같다.

- Aluminum Potassium Sulfate [$AlK(SO_4)_2 \cdot 24H_2O$]
- Aluminum Acetate Basic [$Al(OH)(CH_3COO)_2$]
- Aluminum chloride [$AlCl_3 \cdot 6H_2O$]
- Aluminum oxide [Al_2O_3]
- Aluminum Potassium Sulfate [$AlK(SO_4)_2 \cdot 24H_2O$]
+ Gall of *Rhus chinensis*

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 남성우, *천연염색의 이론과 실제 I* (서울: 보성문화사, 2000), pp. 3-10.

2) 김소현, "천연염료의 매염에 따른 염색성 및 불성에 관한 연구-소목과 쪽두서너를 중심으로-" (한양대학교 대학원 석사학위논문, 1997).

3) 주영주, "갯물로 매염처리된 소망염료의 물성에 관한 연구," *한국의류학회지* 22권 6호 (1998), pp. 699-705.

4) 주영주, 남성우, "천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(I)-벚꽃제-", *한국염색가공학회지* 9권 6호 (1997), pp. 33-41.

1) 시 료

본 실험에 사용한 시료는 KS K 0905에 규정된 표준면포와 표준견포이며, 시료의 특징은 <Table 1>과 같다.

2) 염 재

시중 약제상에서 구입한 잘게 자른 건조 소방 芯材를 사용하였다.

3) 매염제

매염제로는 시판 1급 또는 특급의 알루미늄을 사용하였다.

- Aluminum Potassium Sulfate [$AlK(SO_4)_2 \cdot 24H_2O$]
- Aluminum Acetate Basic [$Al(OH)(CH_3COO)_2$]
- Aluminum Chloride [$AlCl_3 \cdot 6H_2O$]
- Aluminum Oxide [Al_2O_3]
- Aluminum Potassium Sulfate [$AlK(SO_4)_2 \cdot 24H_2O$] + Gall of *Rhus chinensis*

2. 실험방법

1) 염액추출

시료중량 100%의 소목심재를 증류수로 추출하여 얻어지는 염액을 사용하였다.

2) 매 염

알루미늄 매염제의 농도는 5%로 설정되었으며 1:100에 해당하는 매염 욱비가 적용되었다. 매염액을

가열시켜 40℃에 도달되면 직물을 넣은 후 60℃에 도달되면 이 시점을 기준으로 하여 30분간 매염 후, 자연건조시켰다. 매염의 구체적인 방법으로서 선매염, 후매염, 동시매염이 적용되었다.

3) 염 색

시료무게의 100배에 해당하는 소목심재 증류수 추출액을 가열하여 40℃에 도달되면 면직물이나 견직물을 염액에 침지하였다. 직물의 침지 후 서서히 가열하여 60℃에 도달되면 이 시점을 기준으로 하여 30분간 염색하였다. 염색이 완료되면 곧바로 수세하지 않고 하루 정도 자연건조시킨 후 수세하여 건조하였다.

3. 측정 및 분석

1) 표면색 측정

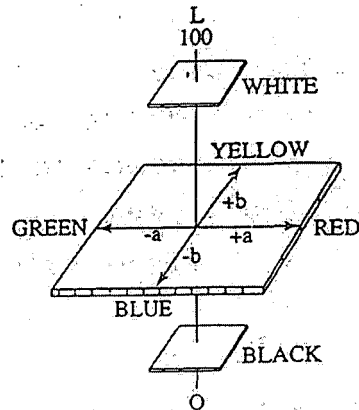
염색된 시료의 색을 측정하기 위해 Chromameter (CR-200, Minolta, Japan)을 사용하여 L*(Whiteness), a*(Redness), b*(Yellowness)의 3차원 공간 좌표상의 점으로 두 색점 사이의 거리를 색차로 표현하는 Hunter L*,a*,b*값을 측정하였다. 측정된 L*,a*,b*값을 이용하여 Control포와의 색차(ΔE)를 구하였다.

즉, (L*₁, a*₁, b*₁)인 기준색과 (L*₂, a*₂, b*₂)인 비교색의 색차는 다음 식으로 계산된다.

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2}$$

<Table 1> Specification of materials

Specification		Cotton	Silk
Fiber content(%)		100	100
Weave		plain	plain
Density (threads/5cm)	Warp	148.8	288.8
	Weft	132.0	203.4
Yarn count	Warp	31.4's	16.5d
	Weft	41.7's	32.7d
Weight(g/m ²)		96.9	26.2



<Fig. 1> Coordinate System of L*, a*, b*.

<Table 2> Expressions of Color difference

ΔE	Expressions(감각적 표현)
0~0.5	Trace(색차가 거의 눈에 띄지 않음)
0.5~1.5	Slight(색차가 근소함)
1.5~3.0	Noticable(색차가 감지됨)
3.0~6.0	Appreciable(색차가 확연히 눈에 띄)
6.0~12.0	Much(색차가 많이 나타남)
12.0~	Very much(색차가 아주 많이 나타남)

염색분야에서는 염색하고자 하는 견본색과 비교하여 차이가 나는 정도를 측정하고자 할 때 유용하게 쓰인다. 색차값이 의미하는 감각적 표현으로 나타낼 수도 있다.

2) 염착농도 측정

염색 후 염착량은 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye 3000)를 이용하여 염색직물의 최대흡수파장에서의 표면반사율을 측정하여 다음에 제시되고 있는 Kubelka-Munk식에 따라서 염착농도(K/S)를 산출하였다.

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

K : absorbance coefficient of dyed material

S : scattering coefficient of dyed material

R : reflectance

3) 공기투과도 측정⁵⁾

Air Permeability Tester(Textest FX 3300, Swiss)를 사용하여 125Pa의 조건 하에서 각 직물의 공기투과도를 4회 측정하여 평균값을 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 매염제 처리에 따른 염색성 및 색상 변화

1) 면의 측색

<Table 3>에 알루미늄 매염제의 종류를 다양하게 변화시켜가면서 염색하였을 때 매염제의 변화에 따른 염착량(K/S)과 최대흡수파장의 변화를 제시하였다. 무매염 상태에서 소목으로 염색된 면직물은 최대흡수파장이 460nm이고, 최대흡수파장에서의 K/S 값은 2.16으로 나타나고 있다.

소목은 매염염료이므로 매염제의 종류 변화와 매염방법에 따라서 염색된 시료의 최대흡수파장에서 변화가 발생하고 있는데 이 파장들은 적색을 흡수하는 파장으로 즉 소목염직물은 매염처리에 의해 적색

<Table 3> K/S and λ_{max} of the fabrics dyed with *Caesalpinia sappan* L. and various Al mordants

Mordant		Cotton		Silk	
		K/S	λ _{max} (nm)	K/S	λ _{max} (nm)
AlK(SO ₄) ₂	Pre	3.54	460	23.52	460
	Post	0.69	500	5.90	500
	Sim	5.06	500	21.53	480
Al(OH)(CH ₃ COO) ₂	Pre	5.39	480	18.78	460
	Post	0.84	520	5.20	500
	Sim	3.05	460	8.10	460
AlCl ₃	Pre	4.50	460	20.20	460
	Post	0.54	500	4.05	400
	Sim	3.11	520	16.81	500
Al ₂ O ₃	Pre	2.98	460	18.24	460
	Post	0.67	460	4.90	460
	Sim	2.56	460	16.81	460
AlK(SO ₄) ₂ + Gall of <i>Rhus chinensis</i>	Pre	6.55	460	16.08	460
	Post	0.68	400	3.91	460
	Sim	1.38	460	2.86	460
NM		2.16	460	17.46	460

NM: Non Mordant, Pre: Pre mordant, Post: Post mordant, Sim: Simultaneous mordant.

5) 이현주, 전동원, "키토산 가공직물의 공기투과도에 관한 연구," 한국섬유공학회지 36권 6호 (1999), pp. 478-488.

을 흡수하는 파장 쪽으로 이동함을 알 수 있다.

각 매염방법에 따른 염착량(K/S)의 변화를 살펴보면 무매염포를 기준으로 하였을 때 선매염과 동시매염의 경우는 염착량이 증가하고 있으나, 후매염의 경우는 전반적으로 염착량이 감소하는 경향을 보여주고 있다.

매염처리 후의 염색면포에서 측정된 K/S값은 염색견직물과 비교할 때 상대적으로 매우 작은 값을 보여주고 있는데 이는 견직물과 달리 면직물에서는 염료의 면섬유에의 고착과정이 용이치 않음을 의미한다. 그러나 매염제가 도입되면 색상의 변화에도 영향을 미치게 되며, 견섬유에 비해 염착량의 증가율은 훨씬 크게 나타나고 있다.

염색이 이루어지지 않은 미염색 면포와 염색포간의 색상 차이를 보여주고 있는 ΔE 값과 L^* , a^* , b^* 값을 <Table 4>에 제시하였다. 무매염포의 경우 ΔE 값은 43.00이며 매염제 전반에 걸쳐서 후매염보다 선매염과 동시매염에서의 ΔE 값이 크게 나타나고 있다. 후매염에 비해서 선매염과 동시매염에서 ΔE 값이 크게 나타나고 있다는 사실은 면포와 염료 그리고 매염제간에 성립되고 있는 배위결합 형성의 기구를 엿볼 수 있게 하고 있다. 선매염은 면포 위에 알루미늄 이온이 흡착된 상태에서 염료와 배위결합을 형성하며, 동시매염에서는 면포 위에 알루미늄 이온과 염료가 동시에 흡착되면서 배위결합을 형성하는 과정으로서 서로 유사점이 많다. 그러나 후매염은 면포 위에 염료가 먼저 흡착된 상태에서 알루미늄 이온과 배위결합을 형성하는 과정으로 볼 수 있다.

<Table 4>의 결과를 살펴볼 때 소목의 알루미늄 매염과정에서는 면섬유-알루미늄 이온-염료간의 배위결합에 의하여 매염효과가 나타나는 것으로 추정된다. 후매염에서는 면섬유-염료-알루미늄 이온 형태의 배위결합이 형성될 것으로 예상되는데, 이때는 매염효과가 거의 나타나지 않는 것으로 예측된다. 그러나 다음과 같은 가정도 제기될 수 있다. <Table 4>에서 보듯이 무매염에서도 ΔE 값이 43.00 정도로 비교적 크게 나타나고 있어서 매염이 도입되지 않은 상태에서도 선매염에 미치지 못하는 상당한 정도로 염착이 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 후매염에서는 면포 위에 화학적 결합을 형성하지 않고 느슨히 흡착되어 있던 소목염료가 매염 과정에서 알루미

늄 이온과 배위결합을 형성하면서 탈리가 촉진되고 있는 것으로 결론지어진다.

L^* , a^* , b^* 값의 변화에 따른 면의 측색결과를 살펴보면 무매염 염색포의 L^* 값은 Control포와 비교하여 그 값이 감소하고 있다. 매염제 처리에 따른 변화를 살펴보면, 선매염과 동시매염에 비해 후매염에서 L^* 값이 더 높게 나타나고 있어서 후매염의 경우 명도가 높아짐을 알 수 있다.

a^* 값은 Control포와 비교할 때 무매염포에서 증가하고 있으며, 매염의 도입에 따른 변화를 살펴보면 무매염 시보다 매염처리 시 그 값이 전반적으로 증가하고 있다.

a^* 값과 b^* 값의 변화와 상대적 크기에 따른 특징을 살펴보면 ΔE 값이 서로 유사하다 할지라도 매염제의 종류와 매염 방법에 따라서 고유하게 색상이 변화되고 있음을 알 수 있다. 무매염의 경우 a^* 값과 b^* 값이 각각 11.94와 37.56으로 나타나고 있어서 붉은색 계열보다는 오히려 황색 계열이 훨씬 강하게 발현되고 있음을 알 수 있다. 실제로 염색포를 육안으로 관찰하여도 붉은 색상은 거의 느낄 수 없고 황색의 색상으로 인식되고 있다. 그러나 알루미늄 이온에 의한 매염이 도입되면서 붉은 색상이 표출되고 있다. 중요하게 인식되고 있는 현상으로서 매염 작용에서는 동일한 알루미늄 이온인 Al^{3+} 가 작용한다 할지라도 알루미늄 이온을 포함하고 있는 화합물의 종류에 따라 매염 효과가 급격히 변화되고 있다. 본 연구에서는 Al^{3+} 를 포함하고 있는 화합물로서 $[AlK(SO_4)_2 \cdot 24H_2O]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $[AlCl_3 \cdot 6H_2O]$, Al_2O_3 등 4종류의 알루미늄 화합물이 사용되고 있다. 그러나 매염의 효과를 살펴보면 $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 에서는 황색계열보다 붉은색 계열의 색상이 강하게 발현되고 있음을 볼 수 있다. 반면 Al_2O_3 가 사용된 경우는 붉은색 계열의 색상이 거의 발현되지 않고 있으며, 무매염에서의 색상과 거의 유사한 정도로 황색 계열의 색상이 강하게 발현되고 있다. 상기와 같은 현상은 매염작용을 나타내게 되는 금속이온 자체의 종류도 중요하지만 금속이온이 포함되어 있는 화합물의 특성도 매우 중요하다는 사실을 확인시켜주고 있는 것이다. 고분현에 제시되고 있는 천연염색에서 사용되고 있는 매염제와 순수하게 정제된 매염제를 사용할 때 차이가 발생되고

〈Table 4〉 Color changes of cotton dyed, various Al mordants

	Fabric	Mordant		L*	a*	b*	△E
Unmordant	Control	·		91.32	-0.08	1.58	·
	Dye	·		71.08	11.94	37.56	43.00
Mordant	Dye	AlK(SO ₄) ₂	Pre	53.85	25.96	21.36	49.74
			Post	69.74	14.58	8.12	26.90
			Sim	45.43	34.79	12.25	59.61
		Al(OH)(CH ₃ COO) ₂	Pre	46.45	29.82	19.21	56.73
			Post	66.81	17.13	4.78	30.12
			Sim	59.36	21.80	26.57	46.10
		AlCl ₃	Pre	49.56	30.34	20.23	54.93
			Post	72.17	12.36	7.66	23.63
			Sim	48.82	34.51	10.65	55.54
		Al ₂ O ₃	Pre	69.30	15.93	42.40	49.07
			Post	75.78	7.61	18.11	23.95
			Sim	69.34	14.01	38.74	45.42
		AlK(SO ₄) ₂ + Gall of <i>Rhus chinensis</i>	Pre	60.53	22.54	46.28	58.81
			Post	77.70	3.46	15.82	20.02
			Sim	70.56	17.00	25.85	36.22

있는 현상은 당연한 것으로 받아들여질 수밖에 없다.

AlK(SO₄)₂가 사용된 경우, 선매염과 동시매염간에 a*값과 b*값에서 현저한 차이를 보이고 있다. 선매염에 비해서 동시매염에서의 b*값은 10 정도 감소되고 있는 반면 a*값은 오히려 10 정도 상승되고 있음을 볼 수 있다. 상기의 현상을 색상의 변화 측면에서 본다면 선매염에 비해서 동시매염에서는 황색계열의 색상이 감소되고 붉은색 계열의 색상이 강하게 표출되고 있음을 의미한다.

이는 동일한 매염제가 사용된다 할지라도 매염의 방법에 따라서 서로 다른 색상이 표출될 수 있음을 보여주는 것이며 소목과 같은 다색성 염료의 경우 매염방법의 변화는 금속매염제와 고유한 색소성분의 결합형식, 그리고 염료성분의 면섬유에 대한 결합형식을 변화시키고 있음을 의미하는 것이다.

AlK(SO₄)₂가 선매염에 적용되는 경우, 즉 알루미늄 이온이 면포에 흡착된 상태에서 소목염료가 적용

되는 경우는, 무매염에서 염료가 염착좌석을 차지하게 되는 것처럼 Al 이온이 염료가 면섬유에 흡착될 수 있는 염착 좌석의 일부를 차지하고 있기 때문에 소목염료 자체의 면섬유에의 흡착은 활발치 못하다. 반면 동시매염이 적용되는 경우는 선매염에서와 달리 면섬유가 Al 이온으로 포화되어 있지 않기 때문에 염착좌석이 소모되지 않고 그대로 유지되고 있다. 그 결과 동시매염 염색반응계 내에서 형성되는 붉은색 색소와 Al 이온과의 배위결합 복합체는 면섬유 위에 다량 흡착되는 것이 가능해질 것으로 사료된다. 실제로 〈Table 3〉에서 제시되고 있는 바와 같이 선매염에 비해서 동시매염에서 K/S 값이 월등히 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 동시매염의 경우에는 면섬유에 대하여 붉은색 색소와 Al 이온과의 배위결합 복합체, 황색 색소, Al 이온간에 흡착과정에서 경쟁관계가 성립되고 있는 듯한데, 붉은색 색소와 Al 이온과의 배위결합 복합체의 흡착이 가장 용이한 것

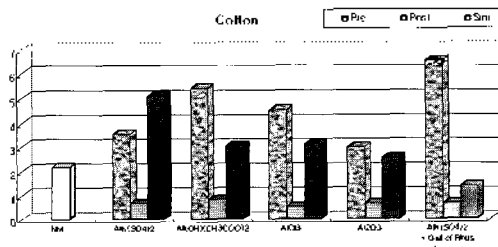
으로 판단된다. 동시매염에서는 붉은색 색소에 비해서 황색 색소의 결합능이 저하되고 있는 것으로 추측된다. $AlCl_3$ 를 동시매염에 사용한 경우에서도 a*값과 b*값을 보면 $AlK(SO_4)_2$ 와 거의 유사한 현상이 나타나고 있다.

Al_2O_3 와 $[AlK(SO_4)_2 + \text{오배자}]$ 에서는 매염방법에 관계없이 a*값보다 b*값이 더 크게 나타나고 있어서 황색 계열의 색상이 강하게 나타나고 있다. 육안 관찰에 의하면 붉은색 색상을 발견할 수 없으며 무매염과 거의 동일한 색상이 발현되고 있다. 전체적인 경향을 볼 때 소목으로 염색된 면직물의 색상은 무매염에서는 황색계열이 강하게 표출되는 반면 매염 처리가 도입되면 a*값이 증가되어 reddish해지고 반면 b*값이 감소하여 bluish한 색상이 강해지고 있다.

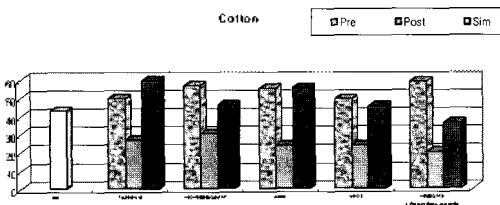
$AlK(SO_4)_2$ 만 사용되면 붉은 색상의 발현이 가능하였지만 $[AlK(SO_4)_2 + \text{오배자}]$ 에서는 매염방법에 관계없이 붉은 색상의 발현이 불가능한 것은 강한 산성을 보여주는 오배자가 첨가됨에 의한 염색 반응제의 pH 변화가 원인인 것으로 추정된다.

2) 견의 측색

소목으로 염색한 견직물의 경우도 <Table 3>에서 볼 수 있듯이 무매염의 경우 면직물과 마찬가지로



<Fig. 2> K/S value of dyeing cotton fabrics according to various Al mordants and mordanting methods.



<Fig. 3> ΔE between Control fabric and Dyed fabrics according to various Al mordant (Cotton).

최대흡수파장이 460nm이며, K/S값은 17.46이다.

매염방법에 따른 표면 염착 농도를 살펴보면 선매염에서 K/S값이 가장 크며, 후매염이 가장 낮은 값을 보여주고 있다. 선매염에서 K/S값이 가장 크게 나타나는 이유는 견섬유에 흡착된 알루미늄 이온이 염료와의 배위결합에 가장 효율적이라는 사실을 입증해 주고 있는 증거이다. 반면 후매염에서 K/S값이 가장 작아지는 이유는 견섬유와 화학적 결합을 형성치 않고 단순히 흡착상태를 유지하던 염료가 매염처리 과정에서 매염제와 결합되면서 용출되었기 때문이라 생각한다.

매염처리 전에 비해서 매염처리 후의 K/S값의 증가는 오히려 면직물에 비해서 낮게 나타나고 있는데 이는 면직물에 비해서 견섬유 자체의 소목염료에 대한 흡착능이 원통러 크기 때문에 매염제에 의한 염료의 고착효과가 면섬유만큼 크게 나타나지 않고 있음을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 달리 표현하자면 면섬유에서는 면섬유 자체의 염료 흡착능은 낮지만 매염이 도입되면서 염료 흡착능이 현저히 상승되는 것으로 볼 수 있다. 반면 견섬유에서는 견섬유 자체의 염료 흡착능이 매우 크기 때문에 매염이 도입되어도 면섬유만큼 염료 흡착능이 상승되지 않고 있는 것이다.

<Table 5>에 염색포들의 L*, a*, b*, ΔE값들을 제시하였다.

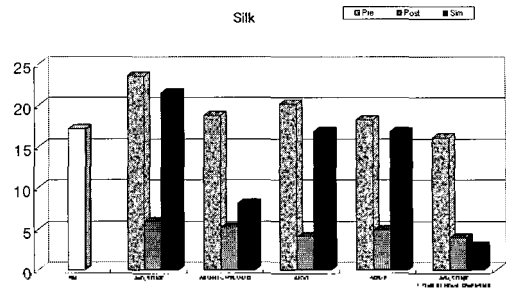
견섬유에서 매염의 도입에 의하여 나타나게 되는 붉은 색상은 Al 이온과 붉은 색상을 나타나게 하는 색소와의 배위 결합 형성도 큰 비중을 차지하고 있지만 황색 계열 색소의 탈착도 큰 원인으로 작용하고 있는 듯하다.

무매염, $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 선매염에서의 a*값은 각각 25.16, 28.25, 32.76, 32.27로, 무매염에 비해서 매염이 도입되었을 때의 a*값 상승률은 크지 않은 편이다. 반면 무매염, $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 선매염에서의 b*값은 각각 54.13, 15.51, 19.83, 17.29로, 무매염에 비해서 매염이 도입됨으로써 b*값이 규칙적 저하되고 있음을 볼 수 있다. 결과적으로 매염이 도입되기 전과 매염이 도입된 후를 서로 비교할 때 a*값은 큰 변화가 없는 반면 b*값은 급격히 저하되면서 붉은 색상이 발현되고 있으므로 견섬유에서의 매염효과는 붉은 색

소와 알루미늄 이온간의 배위결합 복합체 형성과 더불어 황색 계열 색소의 탈리도 중요한 원인으로 작용하고 있음이 분명하다.

상기와 같은 추론은 후매염 결과를 살펴보면 합리화되고 있다. 무매염, $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 후매염에서의 a^* 값은 각각 25.16, 24.63, 24.10, 20.56으로, 무매염에 비해서 매염이 도입되었을 때 오히려 a^* 값이 저하되고 있다. 또한 무매염, $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 후매염에서의 b^* 값은 각각 54.13, 15.02, 14.33, 16.37로, 매염이 도입됨으로서 b^* 값은 대폭 감소되고 있다. $[AlK(SO_4)_2]$, $[Al(OH)(CH_3COO)_2]$, $AlCl_3$ 후매염에서는 무매염과 비교할 때 a^* 값이 오히려 소폭 저하되고 있음에도 불구하고 붉은 색상이 발현되고 있는 이유는 바로 b^* 값의 대폭 감소로부터 그 원인을 찾을 수 있다.

〈Table 5〉에서 보듯이 무매염포의 ΔE 값은 69.87이



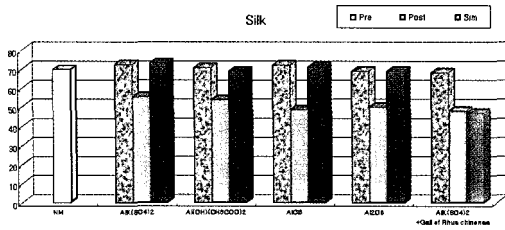
〈Fig. 4〉 K/S value of dyeing silk fabrics according to various Al mordants and mordanting method.

며 매염제의 종류에 관계없이 전반적으로 선매염과 동시매염에서 ΔE 값이 약간 상승하고 있을 뿐 매염과정의 도입에 의한 ΔE 값의 괄목할 만한 상승은 보여지지 않고 있다.

2. 공기투과도 측정 및 분석

〈Table 5〉 Color changes of silk dyed, various Al mordants

	Fabric	Mordant		L*	a*	b*	ΔE
Unmordant	Control	-		89.86	0.03	1.37	-
	Dye	-		51.67	25.16	54.13	69.87
Mordant	Dye	AlK(SO ₄) ₂	Pre	24.77	28.25	15.51	72.43
			Post	42.09	24.63	15.02	55.52
			Sim	27.95	34.92	18.82	73.26
		Al(OH)(CH ₃ COO) ₂	Pre	29.99	32.76	19.83	70.77
			Post	43.41	24.10	14.33	53.98
			Sim	35.45	32.95	27.91	68.99
		AlCl ₃	Pre	27.51	32.27	17.29	72.06
			Post	48.41	20.56	16.37	48.72
			Sim	31.87	36.94	18.79	71.00
		Al ₂ O ₃	Pre	48.66	26.07	49.91	68.85
			Post	54.13	18.17	31.24	50.06
			Sim	49.58	25.96	50.07	68.85
		AlK(SO ₄) ₂ + Gall of <i>Rhus chinensis</i>	Pre	41.67	33.62	35.75	68.14
			Post	57.72	17.72	32.24	48.02
			Sim	63.35	23.85	31.76	46.89



〈Fig. 5〉 ΔE between Control fabric and Dyed fabrics according to various Al mordants (Silk).

1) 면의 공기투과도

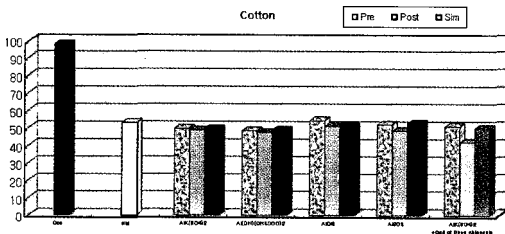
〈Fig. 6〉에서 보듯이 면포의 경우 미염색 원포의 공기투과도가 97.85cm³/cm²/s인 반면 무매염 염색포의 공기투과도는 53.35로서 큰 폭으로 감소되고 있다. 일반적으로 미염색 원포에 비해서 염색포는 공기투과도가 감소하는 것으로 알려져 있지만 본 연구에서의 공기투과도 저하의 정도는 매우 큰 것으로 평가된다.

매염처리에 따른 공기투과도의 변화를 살펴보면 무매염 염색포에 비해서 동일하거나 극미량 저하되는 경향을 보여주고 있다. 후매염에서 저하현상이 가장 크게 나타나고 있다.

2) 견의 공기투과도

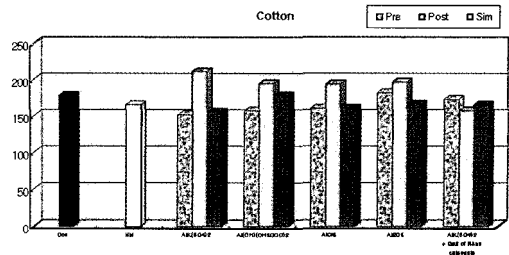
〈Fig. 7〉에서 보듯이 견의 경우 미염색 원포의 공기투과도는 178.50이며 무매염 염색포는 166.00으로 감소하고 있어 앞서 면포에 비해서 공기투과도의 저하 정도가 크지 않은 편이다.

매염이 도입되면 공기투과도는 약간 증가되거나 거의 동일한 값이 유지되고 있다. 그러나 면섬유에서와 달리 특이한 현상이 발견되고 있는데 후매염의 경우는 매염제의 종류에 관계없이 무매염에 비해서



Con: Control fabric

〈Fig. 6〉 Air permeability of Dyed Fabrics according to various Al mordants (Cotton).



〈Fig. 7〉 Air permeability of Dyed Fabrics according to various Al mordants (Silk).

공기투과도가 상승되고 있음을 볼 수 있다. 이러한 특이현상에 대한 원인은 〈Table 3〉에서 보았듯이 후매염의 경우는 선매염이나 동시매염에 비해서 K/S값이 매우 낮게 측정되었다는 점과 어떤 연관성을 유추해 볼 수 있지만 확실히 단언할 수는 없으며 차후 이에 따른 면밀한 보완 연구가 요구되고 있다.

IV. 결 론

고전적인 소목의 염색에서는 매염제로서 주로 잣물을 사용하고 있는데, 잣물 속에 포함된 성분으로서 매염작용을 나타내는 성분은 알루미늄 성분으로 알려져 있다.

본 연구에서는 소목의 염색에서 회즙을 사용하는 전통적인 염색방법과 정제된 알루미늄 화합물들을 매염제로 사용할 때의 차이점을 밝히기 위한 첫 단계로서 다양한 종류의 정제된 알루미늄 화합물들을 사용하였을 때 나타나는 효과들을 검토하였다. 정제된 알루미늄 화합물로서는 [AlK(SO₄)₂ · 24H₂O], [Al(OH)(CH₃COO)₂], [AlCl₃ · 6H₂O], Al₂O₃ 등이 사용되었다.

염색포에 대하여 소목염료의 염착량, 색차, 공기투과도, 선매염 · 후매염 · 동시매염의 특성 등을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정제된 알루미늄 화합물을 매염제로 사용하는 경우 선매염 · 후매염 · 동시매염에서 염착량(K/S)의 변화를 살펴보면, 무매염 면포를 기준으로 하였을 때 선매염과 동시매염의 경우는 2~3배 정도 염착량이 증가하고 있으나 후매염의 경우는 염착량이 감소하는 경향을 보여준다.
2. 무매염의 경우 염색면과 염색견의 K/S값은 각

- 각 2.16과 17.46으로서, 면섬유에 비해 견섬유에서 소목염료의 염착량이 현저히 크게 나타나고 있다.
3. 정제된 알루미늄 화합물을 매염제로 사용하는 경우 매염 전과 매염 후의 K/S값의 증가율을 서로 비교해 볼 때 면의 경우는 거의 3배까지 K/S값이 증가되는 경우도 발견되나, 견의 경우는 50% 이상 K/S값이 증가되는 경우가 발견되지 않는다. 이는 매염의 도입에 의하여 염료의 염착량이 면섬유에서는 대폭 상승되지만 견섬유에서는 거의 증가되지 않는 것으로 결론지어진다.
 4. 정제된 알루미늄 화합물을 배염제로 사용하는 경우 염색이 이루어지지 않은 미염색 면포 또는 견포와 염색포간의 색상 차이를 보여주고 있는 ΔE 값을 서로 비교해 볼 때 매염제 전반에 걸쳐서 후매염보다 선매염과 동시매염에서의 ΔE 값이 크게 나타나고 있다. 후매염에서는 면포 또는 견포 위에 화학적 결합을 형성하지 않고 느슨히 흡착되어 있던 소목염료가 매염 과정에서 알루미늄 이온과 배위 결합을 형성하면서 탈리가 촉진되고 있는 것으로 결론지어진다.
 5. 정제된 알루미늄 화합물을 배염제로 사용하는 경우 동일한 알루미늄 이온인 Al^{3+} 가 작용한다 할지라도 알루미늄 이온을 포함하고 있는 화합물의 종류에 따라 매염효과가 급격히 변화된다. 면섬유에서는 $[AlK(SO_4)_2]$, $[AlOH](CH_3COO)_2$, $AlCl_3$ 가 사용되면 황색 계열보다 붉은색 계열의 색상이 강하게 발현되지만, Al_2O_3 가 사용되는 경우는 붉은색 계열의 색상이 거의 발현되지 않고 있으며 부매염에서의 색상과 거의 유사한 정도로 황색 계열의 색상이 강하게 발현된다. 이러한 현상은 배염작용을 나타내게 되는 금속이온 자체의 종류도 중요하지만 금속이온이 포함되어 있는 화합물의 특성도 매우 중요하다는 사실을 확인시켜주고 있는 것이다.
 6. 면섬유에서 $[AlK(SO_4)_2]$ 가 단독으로 사용되면 붉은 색상의 발현이 가능하였지만 $[AlK(SO_4)_2 + 오배자]$ 에서는 매염방법에 관계없이 붉은 색상의 발현이 불가능한 것은 강한 산성을 보여

주는 오배자가 침가됨에 따른 염색반응제의 pH 변화가 원인인 것으로 추정된다.

7. 정제된 알루미늄 화합물을 매염제로 사용하는 경우 견섬유에서 매염의 도입에 의하여 나타나게 되는 붉은 색상은 시아온과 붉은 색상을 나타내게 하는 색소와의 배위결합 형성도 큰 비중을 차지하고 있지만 황색 계열 색소의 탈착도 큰 원인으로 작용하고 있는 듯하다. 매염이 도입되기 전과 매염이 도입된 후를 서로 비교할 때 a^* 값은 큰 변화가 없는 반면 b^* 값은 급격히 지하되면서 붉은 색상이 발현되고 있으므로 견섬유에서의 매염효과는 붉은 색소와 알루미늄 이온간의 배위결합 복합체 형성과 더불어 황색 계열 색소의 탈리도 중요한 원인으로 작용하고 있음이 분명하다.
8. 면포의 경우 미염색 원포의 공기투과도가 $97.85 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 인 반면 무매염 염색포의 공기투과도는 $53.35 \text{ cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 로서 큰 폭으로 감소되고 있다. 면포에서 매염처리에 따른 공기투과도의 변화를 살펴보면 무매염 염색포에 비해서 동일하거나 극미량 저하되는 경향을 보여주고 있다. 후매염에서 저하현상이 가장 크게 나타나고 있다.
9. 견포에서는 면포에서와 달리 특이한 현상이 발견되고 있는데, 후매염의 경우는 매염제의 종류에 관계없이 무매염에 비해서 공기투과도가 상승되고 있음을 볼 수 있다.

참고문헌

- 김소현 (1997). "천연염료의 매염에 따른 염색성 및 불성에 관한 연구-소목과 꼭두서니를 중심으로 -". 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 남성우 (2000). *천연염색의 이론과 실제 1*. 서울: 보성문화사.
- 이현주, 전동원 (1999). "기도산 가공제품의 공기투과도에 관한 연구." *한국섬유공학회지* 36권 6호.
- 주영주 (1998). "갯물로 매염처리된 소방염포의 물성에 관한 연구." *한국의류학회지* 22권 6호.
- 주영주, 남성우 (1997). "천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(1) -뽕짚제-." *한국염색가공학회지* 9권 6호.

Appendix. Dyed Fabrics with *Caesalpinia sappan*, Aluminum Compounds.

Silk	Non-mordant	$AlK(SO_4)_2$	$Al_2O(CH_2COOH)_2$	$AlCl_3$	Al_2O_3	$AlK(CO_3)_2$ + 오디자
Pre-mordant						
Post-mordant						
Simultaneous-mordant						
Cotton	Non-mordant	$AlK(SO_4)_2$	$Al_2O(CH_2COOH)_2$	$AlCl_3$	Al_2O_3	$AlK(SO_4)_2$ + 오디자
Pre-mordant						
Post-mordant						
Simultaneous-mordant						