면포에 대한 점토광물의 착색조건과 착색성분 분석

정종선[†] · 송경현

배재대학교 의류패션학과

Coloration Conditions of Clay Minerals on Cotton Fabrics and Analysis of Components

Jong Sun Jung[†] · Kyung Hun Song

Dept. of Clothing & Textiles, Paichai University

Received April 4, 2014; Revised July 2, 2014; Accepted July 23, 2014

Abstract

An analysis of the components of clay mineral before and after coloration (XRF) showed that the elements involved in coloration are Fe, Cr, and Ni. Fe accounts for 65% of coloring components on dyed fabric; in addition, Cr and Ni also affect coloring. The optimal coloration condition was to repeat the process of immersing the cotton fabric in 80°C slurry of 8g of clay mineral to 1g cotton for 60 minutes, dry it for 24 hours and rinse three times. Especially, as the repetition of coloration increased, the $(K/S)_{440}$ value of sample A increased from 1.0 to 2.5, and sample B increased from 1.0 to 1.6. The effect of the repeated process on coloration was significant; consequently, the rinsing and drying process were important to decrease the coloration level. It also showed excellent results in regard to color fastness to washing, light, rubbing, perspiration, and antibiotic effect.

Key words: Clay mineral, Composition analysis, Colorability, Repeated coloration, Color fastness; 점토광물, 성분분석, 착색성, 반복착색, 견뢰도

I. 서 론

1856년 W.H. Perkin에 의해 합성염료가 개발된 이후, 합성염료분야는 급속히 성장하여 다양한 색채, 염색의 용이성, 우수한 견뢰도 등의 장점으로 오늘날 섬유제품의 염색에 주를 이루고 있다. 그러나 합성염료는 염색 제조 및 조제 취급과정시 인체의 유해성 물질과 염색공정에서의 염색폐수로 인한 수질오염은 많은 문제를 야

기시키고 있다(Hunger, 2005). 이와 같은 환경오염의 문제로부터 환경과 인간을 보호하기 위해 세계 각국의 섬유산업부분에서는 천연소재를 지향하는 움직임이 일어나고 있으며, 염색부분에서는 발암성 염료(100여 종의 아조계 염료)로 염색한 섬유제품에 대한 생산 및 판매가 규제되고 있다.

한국에서는 전통문화에 대한 관심 증가와 건강, 고기능, 고감성, 환경친화성을 지향하는 경향에 의해, 인체에 비교적 안전하고 생분해성이 있는 천연염료가 주목받기 시작했다. 이에 천연염료 중 식물염색의 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 동일한 성분의 염재의 수시확보(산지, 생육환경, 채취시기 등에 따라 색소성분 함량이 상이), 색소추출, 색소의 보관 및 염색방법 등의 비정량

[†]Corresponding author

E-mail: lepala@hanmail.net

본 논문은 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012R1A1A2041053).

화 및 비표준화 문제와 특히 천연염색법으로 염색한 피염물은 색상의 표현이 한정되어 있고, 색소가 불안정함으로써 재현성이 좋지 않으며 일광견뢰도를 비롯한 염색견뢰도가 매우 낮다는 해결해야 할 문제점을 가지고 있다(Kim & Lee, 2003). 이러한 천연염색의 문제점을 해결하고자, 천연색소의 안정성을 높이기 위해 천연염료의 분말화 연구와 표준화 연구(Son et al., 2011)를 비롯하여 텔파이법을 이용하여 천연염색의 당면과제와 전망을 고찰한 연구(Roh & You, 2006), 천연염색의 염색성과 염색견뢰도를 향상시키기 위해 간수(Yoo et al., 1997), 탄닌(Kim et al., 2001), 명반, 식초, 콩즙(Park et al., 2007), 키토산처리(Hong et al., 2010), 인삼뿌리추출액 처리(Song, 2009)와 같은 천연매염제를 사용하거나 Cu, Fe, Al, Mg와 같은 합성매염제를 사용하여 염색견뢰도를 증진시키고자 하는 많은 연구가 보고되어 있다. 또한 셀룰로오스 섬유와 천연염색과의 염착성을 높이기 위하여 면섬유를 카티온화하여 섬유에 양이온기를 도입함으로써 염료 음이온과 화학 결합을 유도시켜 염색성을 향상시키는 방법도 제안되고 있다(Lee et al., 1990; Sung, 2003; Sung et al., 1997). 이와 같이 천연염색의 견뢰도 문제를 해결하는 방편으로 다양한 방법이 제시되고 있으나 아직도 천연염색의 견뢰도 증진을 위해서 화학(중금속) 매염제를 사용하고 있는 연구보고가 대부분이다. 이러한 화학(중금속) 매염제의 사용은 그 성분 중 중금속들이 토양과 수질 속에서 쉽게 분해되지 않고 오랫동안 축적되어 농작물의 생육을 저해하며 사람의 건강을 해친다. 즉, 천연염색의 화학(중금속) 매염제는 환경오염을 야기시키는 또 하나의 원인이 된다.

황토를 이용한 염색연구로는 황토를 이용한 면직물 염색에 관한 연구(Jung et al., 2004), 황토에 의한 견직물 염색(Kim & Choi, 2000) 등 특히 국내 연구자를 중심으로 활발히 연구되어 왔으며, 일본에서는 광물염색법과 함께 광물을 매염제로 사용하여 염색하는 기법(Ishibashi et al., 1990)에 관한 연구도 진행되고 있다. 또한, 황토를 이용한 염색폐수 처리(Suh et al., 1998)와 황토의 유해성 적조생물 *Cochlodinium*종의 제거효과(Choi et al., 1998)와 같이 염색 이외의 다른 분야에서도 활발히 연구되고 있다. 이러한 광물염색은 식물염색에 비해 염색메커니즘의 연구가 필요하며 여러 분야의 응용 가능성이 기대된다.

본 실험에 사용한 광물은 일반적으로 지칭하는 토양광물, 즉 지구표면의 암석이 기후나 생물의 영향에 의해 분해 변화된 무기물과 유기물(부패, 분해)이 혼합되

어 성질이 다른 층(Inamatu, 1991)을 나타내는 토양과 구분하여, 점토, 즉 세립의 광물로 구성된 자연산 물질로서 물을 함유할 시 가소성을 갖는 토양 중 가장 작은 무기물 입자(The Clay Science of Japan, 1994)로써 물리적 화학적 특성에 따라 구분하여 점토광물이라 지칭하였다.

본 연구는 점토광물을 이용한 면직물의 염색성에 관한 연구로서 2종류의 점토를 이용하여 반복착색, 농도, 온도, 시간, 침지방법의 조건 변화에 따른 착색성을 검토하여 최적의 착색조건을 확립하였으며 착색성분을 측정하여 염색에 관여하는 착색성분을 조사하였다. 이와 함께 착색포의 세탁, 일광, 마찰, 땀에 대한 견뢰도와 항균성 효과에 관해서도 조사하였다.

II. 실험

1. 시료

본 실험에서 사용된 면포는 정련포로서, 시료의 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 염료

시장에서 판매되고 있는 점토광물 염제는 첨가물(매염제, 고착제)의 함유 가능성이 있어, 본 연구의 염제는 강원도 고창에서 채취한 무첨가물 점토광물 2종류(Sample A, Sample B)를 구매하였다. 점토광물은 Testing sieve를 사용하여 입자크기 270mesh(aperture: 53 μ m) 이하의 것을 본 실험에 사용하였다.

3. 실험방법

1) 착색조건

점토광물 5g, 욕비 1:50, 80°C, 60분의 기본 착색조건을 기준으로 하되, 다양한 조건으로 변화시켜가며 착색에 영향을 주는 요인에 대해 알아보았다. 또한, 반복에 따른 착색성의 영향을 알아보기로 침지, 건조, 수세를 1회

Table 1. Characteristics of fabric

Fineness warp×weft (nec's)	Weight (g/m ²)	Density warp×weft (5cm ²)	Thickness (mm)
22.7×23.9	126.5	116.2×106.4	0.32

착색사이클로 간주하여 4회 반복착색하였다. 점토광물의 양에 따른 착색성은 점토양을 1~8g으로 변화시켜 실험하였으며, 착색처리 온도의 영향을 알아보기로 온도를 40~80°C로 3단계 변화시켰으며, 시간의 변화에 따른 착색성을 평가하고자 침지시간을 10~180분으로 다양하게 실험하였다. 특히, 반복착색 중 영향을 미치는 요인에 대해 알아보기로 두 가지 방법으로 반복착색 과정 중의 건조와 수세 공정에 대해 알아보았다. 즉, 총 침지시간은 동일하게 하여, (침지→건조→수세)×1의 1회 착색을 하는 방법을 I법으로 하였으며, (침지→건조→수세)×3으로 착색사이클을 3회 반복한 착색법을 II법이라고 하여 건조, 수세의 영향력과 중요성에 대하여 검토하였다.

2) 점토광물의 성분분석

점토광물의 성분분석은 XRF(X-ray Fluorescence Spectrometer, Eltra, CS-800)를 이용하여 분석하였다. 착색성분 분석은 착색 전 점토광물과 1~3회 반복착색한 면포의 성분분석을 통해 착색에 관여하는 성분을 분석하였다.

3) 표면색 측정

착색성 평가는 분광측색계(COLOR meter JS555)를 이용하여 λ_{max} 440nm에서의 K/S값과 Hunter의 L, a, b, Munsell의 H, V, C를 측정하여 표면색을 비교하였다.

4) 세탁견뢰도

세탁견뢰도는 KS K ISO 105 C06:2007에 의거하여 측정하였다.

5) 일광견뢰도

일광견뢰도는 KS K ISO 105:2005에 의거하여 측정하였으며 Xenon-ARC-Lamp를 20시간 조광하여 Gray Scale로 측정하였다.

6) 마찰견뢰도

마찰견뢰도는 KS K 0650:2011에 의거하여 습건시의 견뢰도를 측정하였다.

7) 땀견뢰도

땀견뢰도 KS K ISO 105 E04:2010에 의거하여 산성 및 알칼리 땀액에서의 견뢰도를 측정하였다.

8) 항균성

항균성은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* AT

CC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella Pneumoniae* ATCC 4352)을 공시균으로 하여 KS K 0693:2011에 준하여 시험편과 대조편에 공시균을 배양하여 18시간 후 생균 수를 측정하고 균 감소율을 측정, 균 감소율을 <Eq. 1>에 의거하여 평가하였다.

$$\text{감소율 (\%)} = (B - A) / B \times 100 \quad \dots \text{Eq. 1}$$

A : 배양된 시험편으로부터 재생된 세균 수

B : 대조편으로부터 재생된 세균 수

III. 결과 및 고찰

1. 착색성분 분석

<Table 2>는 Sample A와 Sample B의 점토광물을 착색 전과 점토광물 5g, 욕비 1:50, 80°C, 60분의 기본 착색 조건으로 1~3회 착색한 면포의 성분분석을 통해 착색에 관여하는 성분을 분석하였다. 여기서 나타난 수치는 전함량에 대한 함유율을 나타낸다. 착색 전 성분에서 Si는 점토광물 성분의 약 40~50%를 차지하였으며 그 다음으로 Al, Fe, K, Ti, Mg, Mn의 순으로 나타났다. 특히, Sample A에서 Fe성분이 다량 함유되어 Sample B보다 붉은 황토색을 더 띄고 있는 이유임을 알 수 있었다.

착색 후 면포에 부착된 성분은 Fe, Cr, Ni, Si, Al, Mn, K, Cu, Ti, Mg 순의 함유율을 나타냈다. 점토광물에서 약 50%를 차지하는 Si와 약 30%를 차지하는 Al은 착색포의 성분분석 결과 전성분 대비 함유율이 각각 약 4~6% 전후로 착색 전의 함유량에 비하여 착색되는 양이 적어 착색에 큰 영향을 미치지 않는 반면 Fe는 착색 전 10~20%의 함유량에서 착색 후 약 65%를 차지함으로 착색에 중요한 비중을 차지하는 성분이며 점토광물에서 적은 비중을 차지하던 Cr과 Ni이 실제 착색에 있어서 두번째 큰 영향을 미치는 성분임을 알 수 있었다. 반복착색 결과 1회에서 3회의 반복착색되는 과정에서 Fe, Cr의 성분비가 약간 감소하였으며 그외 다른 성분 Si, Al, K, Ti, Mg은 함유율이 증가하였다. 이는 1차적으로 Fe가 우선적으로 흡착되며 반복착색되는 과정 중에 다른 성분이 후차적으로 흡·부착하기 때문에 일어나는 것으로 추측된다.

2. 착색도 평가

1) 착색조건에 따른 색상의 변화

<Table 3>에 다양한 착색조건에 따른 색상 변화를 Hun-

Table 2. Composition ratio of mineral oxides in the clay before and after coloring the cotton measured by XRF analysis

Component (%)	Sample A				Sample B			
	Before coloring	Fabric colored with clay			Before coloring	Fabric colored with clay		
		1 time	2 times	3 times		1 time	2 times	3 times
Fe	23.300	67.000	63.800	64.100	12.600	65.700	65.200	65.600
Cr	0.024	13.000	13.300	13.000	0.042	14.600	13.800	13.700
Ni	0.018	8.580	7.750	7.560	0.023	8.100	8.270	8.320
Si	40.600	4.470	6.410	6.360	48.900	4.740	5.630	5.240
Al	29.300	4.530	6.280	6.310	30.100	4.600	4.650	4.710
Mn	0.526	0.747	0.760	0.758	0.313	0.823	0.793	0.776
K	2.310	0.337	0.416	0.507	5.370	0.494	0.434	0.530
Cu	0.041	0.251	0.231	0.215	0.018	0.220	0.233	0.232
Ti	2.080	0.182	0.210	0.294	0.895	0.056	0.052	0.069
Mg	0.567	0.106	0.150	0.151	0.562	0.096	0.178	0.142
Others	1.234	0.797	0.693	0.745	1.177	0.571	0.760	0.681
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Table 3. L, a, b and H, V, C of colored with sample A and B by various conditions

Conditions		Sample A						Sample B					
		L	a	b	H	V	C	L	a	b	H	V	C
Number of cycles	1	77.20	2.20	16.46	0.19Y	7.57	2.48	79.66	2.32	14.99	9.67YR	7.83	2.30
	2	70.00	4.55	18.77	9.05YR	6.84	3.05	76.12	6.37	17.92	7.16YR	7.46	3.18
	3	73.31	5.24	21.29	8.85YR	7.17	3.49	74.85	5.49	18.23	7.99YR	7.33	3.11
	4	74.09	5.77	22.20	8.61YR	7.25	3.68	66.11	4.31	15.27	8.63YR	6.44	2.53
Initial amount* (g)	1	75.00	5.26	21.80	8.83YR	7.35	3.57	78.63	5.05	22.71	8.91YR	7.72	3.68
	3	73.76	6.31	22.95	8.42YR	7.22	3.84	80.42	5.30	16.85	7.46YR	7.90	2.93
	5	75.22	5.93	22.94	8.58YR	7.37	3.80	78.43	5.24	19.97	8.33YR	7.70	3.33
	8	64.61	5.88	20.07	8.55YR	6.30	3.37	65.00	4.88	19.56	8.30YR	8.12	3.23
Temperature* (°C)	40	76.01	4.40	18.16	8.73YR	7.45	2.98	77.61	4.04	17.20	8.73YR	7.62	2.81
	60	76.95	3.45	16.95	9.20YR	7.55	2.70	70.90	4.10	15.38	8.64YR	6.93	2.54
	80	64.61	5.88	20.07	8.55YR	6.29	3.37	65.00	4.88	19.56	8.30YR	8.12	3.23
Time* (min)	10	64.88	3.19	12.62	9.00YR	6.32	2.03	74.65	4.69	15.07	7.80YR	7.31	2.58
	30	74.16	6.14	20.60	8.08YR	7.26	3.50	81.63	6.84	20.50	7.10YR	8.03	3.61
	60	64.61	5.88	20.07	8.55YR	6.29	3.37	65.00	4.88	19.56	8.30YR	8.12	3.23
	90	77.49	3.59	17.42	9.15YR	7.60	2.78	80.85	4.65	17.96	8.23YR	7.95	3.00
	120	74.95	5.45	20.69	8.52YR	7.34	3.44	79.62	3.63	16.54	8.82YR	7.82	2.67
	150	74.47	5.18	19.14	8.44YR	7.29	3.19	74.40	3.41	14.62	8.87YR	7.29	2.37
	180	73.90	4.95	20.10	8.81YR	7.24	3.29	82.53	4.88	19.56	8.30YR	8.12	3.23

*The result of 3 times repetition coloring.

ter의 L, a, b 표색계와 Munsell 표색계의 H, V, C의 변화를 측정하여 나타내었다. 반복횟수에 따른 색상의 변화

를 살펴보면 Sample A의 경우 2회 착색에서 L값이 크게 감소하였으며 a와 b의 수치가 증가함으로써 붉은색

기미와 노란색 기미가 증가하는 경향을 나타내었다. H (Hue)는 Y계열에서 YR계열로 표면색이 점점 Red색에 가까워졌다. Sample B에서는 착색횟수가 증가할수록 L 값이 감소가 나타났으며 Sample A와 같이 a, b값이 증가하여 붉은색 기미와 노란색 기미가 증가하였으나 Sample A가 Sample B에 비해 약간 더 붉은색인 것으로 나타났다.

농도에 따른 색차에서 1g(3번 반복착색 결과)은 반복 착색 결과의 1회(점토 5g)보다 담색으로 나타났다. 이는 점토의 양의 증가보다는 반복착색이 농색염 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 전체적으로 점토광물의 양이 증가하면 명도는 어두워지며 붉은 색상과 노란 색상을 더 띄게 되어 결과적으로 농색으로 착색되는 것을 알 수 있었다.

온도에 따른 색상 변화에서는 온도가 증가함에 따라 Sample A, B 모두 명도는 어두워지며 붉은 색상과 노란 색상을 더 띄는 결과를 나타냈으며, 따라서 온도가 증가할수록 점토의 부착량이 증가함을 알 수 있었다.

시간에 따른 색상 변화는 짧은 시간에도 착색성분이 흡·부착하는 것으로 나타났으며 침지시간과 비례하지 않았다. 침지시간 30분과 60분에서 점토착색이 가장 효과적임을 알 수 있었다. 이는 K/S값과 일치하여 모순되지 않는 것을 알 수 있었다.

2) 스펙트럼

<Fig. 1>에 점토광물 Sample A, Sample B을 기본 착색조건으로 1, 2, 3회 반복착색한 면포의 스펙트럼을 나타내었다. Sample A, Sample B의 최대파장은 440nm이었으며, 두 종류의 점토광물은 1, 2회 반복착색에서는 K/S값이 유사한 값을 나타냈다. 그러나 Sample A에서는 3회

반복착색한 경우 1, 2회 반복착색에 비해 K/S값이 약 2배로 증가하였으며, Sample B에서도 3회 반복착색에 의해 K/S값이 증가하는 동일한 결과를 나타내었다. 이는 반복착색으로 K/S값의 증가, 즉 반복착색으로 시험포에 흡·부착된 점토광물의 양이 증가하는 것을 알 수 있다. 다만, Sample A가 Sample B보다 K/S값이 높게 나타나는 이유는 두 점토광물의 성분구성은 거의 유사하나 착색에 영향을 주는 Fe의 함유량이 Sample B에 비해 약 2배 많기 때문이라 사료된다.

3) 반복착색에 따른 착색성

<Fig. 2>에 반복착색, 착색사이클 횟수에 따른 착색성을 나타내었다. Sample A에서는 반복착색 2회까지 급격히 K/S값이 증가하며 3회에 약간의 감소가 나타났고 4회부터는 안정된 값을 나타냈다. Sample B에서도 반복착색 2회까지 급속한 증가가 나타났으며 3회, 4회에서는 거의 변화가 없었다. 즉, 면포에 흡·부착하는 점토광물은 3회 반복착색에 의해 포화상태가 되어 3회 이상 착색 횟수를 증가시켜도 K/S값이 증가하지 않는 것으로 판단된다. 즉, 반복착색은 3회가 가장 효과적인 착색법으로 나타났다. 이는 Jung and Komaki(2011)의 연구에서와 동일한 결과로 점토광물의 종류는 다르지만 점토광물의 착색에는 3회 반복착색의 적합성을 확인하는 결과를 얻을 수 있었다.

4) 점토광물의 농도에 따른 착색성

<Fig. 3>에 점토광물의 양 즉, 1, 3, 5, 8g의 농도에 따른 착색도를 평가한 결과를 나타내었다. Sample A에서는 1, 3, 5g에서는 점토광물의 양에 따른 변화와 반복착색에 의한 변화가 없이 거의 일정한 K/S값을 나타냈으

Fig. 1. K/S spectra of cotton fabric colored with sample A (a) and B (b) under basic conditions.

Fig. 2. Relationship between the number of cycles of the process for coloring cotton fabric under basic conditions and the fabric K/S value.

Fig. 3. Relationship between color yield and initial amount of sample A (a) and B (b).

나, 8g에서는 반복착색 횟수가 증가할수록 K/S 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. Sample B에서도 Sample A과 같은 경향을 보였으나 8g의 3회 반복착색에서 K/S 값이 크게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한, K/S 값으로는 나타나지 않았으나 육안으로 관찰시 반복착색을 할수록 불균일하게 착색되었던 면포가 균일하게 착색되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 점토의 양이 많을수록 시험포에 흡·부착되는 점토성분이 많아지며, 또한 반복 착색으로 그 기회를 더 많이 제공하게 됨으로써 불균일한 착색이나 착색되지 않았던 자리에 착색성분이 피복되는 이유에서 착색도가 증가되는 것으로 사료된다.

이러한 착색연구 결과로부터 점토광물 염색은 일반적인 염색과는 달리 많은 양의 점토가 요구되는 착색임을 알 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 점토광물에 소량의 수분을 첨가하여 시험포에 도포하는 법 또는 착색

에 관여하지 않는 성분을 제거하는 법, 점토입자 크기를 줄이는 법 등, 보다 효율적인 점토광물의 착색법에 대한 연구가 필요할 것으로 본다.

5) 온도에 따른 착색성

<Fig. 4>에 온도에 따른 착색성을 나타내었다. 40~80°C의 조건에서 처리한 면포의 (K/S_{440})의 측정결과, 두 시료 모두 80°C에서 3회 반복염색에서 가장 높은 K/S 값을 나타내었다. 낮은 온도에서는 반복착색의 효과가 적으나 착색온도가 높을수록 착색성이 크고, 반복착색효과도 크게 나타났다. 이것으로 80°C 이상의 온도에서 점토광물 착색이 효과적임을 알 수 있었다. 즉, 80°C 이상의 착색온도에서 면섬유의 비결정영역부에 점토입자가 들어갈 수 있는 공간이 형성됨으로써 면포의 점토착색이 효과적으로 이루어졌다고 추측된다.

Fig. 4. Relationship between immersion temperature and K/S value at 440nm of cotton fabric colored with sample A (a) and B (b).

6) 시간에 따른 착색성

<Fig. 5>에 시간에 따른 착색성을 나타내었다. Sample A에서는 80°C에서 60분의 3회 반복착색이 가장 효과적인 것으로 나타났다. Sample B의 경우는 30분과 60분의 3회 반복착색에서 유사한 K/S 값을 나타냈다. 이는 짧은 침지시간에서는 면포가 팽윤되지 못해 광물입자가 효과적으로 흡·부착되지 못하며, 너무 오랜 침지시간에서는 오히려 광물입자가 섬유로부터 떨어져 나오는 탈리현상이 발생했을 것으로 추측된다. 시간에 따른 보다 정확한 착색성을 파악하기 위해서는 다양한 온도와 다양한 시간을 변화시켜가며 착색평행에 관한 후후 연구가 필요하다고 본다.

7) 침지방법에 따른 착색성

<Fig. 6>에서 볼 수 있듯이 점토광물의 착색에서는 반

복과정이 착색에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이에 반복착색의 과정 중 건조, 수세 공정의 영향을 알아보고자, 침지→건조→수세 공정을 1번하는 I법과 총 침지시간은 같으나 이것을 3번에 나누어 반복과정 도중에 건조와 수세 공정이 들어있는 II법((침지→건조→수세)×3)으로 건조, 수세 공정의 영향에 대해 비교하였다. Sample A와 Sample B에서 모두 약 300분전까지는 전반적으로 II법이 I법보다 K/S 값이 높았으며 특히 II법의 180(60×3)분에서 착색이 잘 이루어지는 것을 알 수 있었다. 한번의 침지, 건조, 수세의 단계를 거친 I법보다는 침지와 수세, 건조의 3단계의 과정을 3번 반복한 경우가 흡·부착과 고착, 탈리의 일련의 착색과정(II법)이 반복됨으로써 우수한 착색효과를 가져왔다고 추측된다. 그러나 총 침지시간이 270분이 지날수록 침지과정에서 시험포에 흡·부착되는 입자보다는 염욕으로 떨어져가는 입자가

Fig. 5. Relationship between immersion time and K/S value at 440nm of the cotton fabric colored with sample A (a) and B (b).

Fig. 6. Relationship between total immersion time by different processes and the K/S value for the colored strength of the fabric of sample A (a) and B (b).

증가하는 것으로 나타났다. 이로써 한번의 긴 침지시간 보다는 반복착색의 건조, 수세 공정이 착색에 더 효과적인 인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

3. 견뢰도 평가

최적의 착색조건, 점토광물 8g, 80°C, 60분으로 3번 반복착색한 면포의 다양한 견뢰도를 측정된 결과, <Table 5>에서와 같이 Sample A, B 모두 세탁견뢰도는 4, 3~4등급으로 높게 나타났다. 이는 면포의 황토염색에서 2등급

인 것과 비교하여 보면(Jung et al., 2004), 반복착색으로 흡·부착된 후 고착된 입자가 세탁으로는 탈락되지 않는 것을 알 수 있었다. 다른 식물성 천연염제가 광(빛)에 의한 화학적 반응을 일으켜 변색, 퇴색되는 것에 비해 빛에 대한 안정성을 가진 광물염색은 Sample A, B 모두 4등급으로 일광견뢰도에서 우수한 안정성을 나타내었다. 또한 착색된 입자성색소가 마찰에 의해 탈락될 우려가 예상되었으나 마찰견뢰도는 측정결과, 황토염색의 건조시 3~4등급, 습식시 3등급과 비교하면(Jung et al., 2004), 건조시 4등급 습식시 3~4등급으로 면포의 점토착색(점토

Table 5. Colorfastness to washing, light, rubbing, perspiration and antimicrobial test

Colorfastness			Sample A	Sample B	
Washing	Color change		4	3-4	
	Stain	Cotton	4-5	4-5	
		Wool	4-5	4-5	
Light	Color change		4	4	
Rubbing	Dry		4	4	
	Wet		3-4	3-4	
Perspiration	Acidic	Color change		4-5	4-5
		Stain	Cotton	4-5	4-5
			Wool	4-5	4-5
	Alkalic	Color change		4-5	4-5
		Stain	Cotton	4-5	4-5
			Wool	4-5	4-5
Antimicrobial test	Strain 1*		96.8%	96.4%	
	Strain 2**		99.9%	94.0%	

*Strain 1-Staphylococcus aureus ATCC 6538.

**Strain 2-Klebsiella Pneumoniae ATCC 4352.

입자착색)은 매우 안정적임을 알 수 있었다. 본 실험에 사용한 점토는 일반 황토에 비해 270mesh 이하로 입자크기가 작아서 면포의 void에 점토가 효과적으로 부착되었을 것으로 추측됨으로 세탁견뢰도와 마찰견뢰도 증진에 영향을 주었을 것으로 추측된다. 입자크기에 따른 착색 효과에 관한 추후 연구가 필요하다고 본다.

항균도 검사에서 Sample A, B 모두 높은 항균성 결과를 나타내었다. 이와 같이 우수한 땀견뢰도와 항균성은 위생을 목적으로 한 병원용 시트나 환자복 등의 의류제품으로서 실용화 가능성을 기대해 볼 수 있다.

IV. 결 론

착색 전·후 처리과정의 현탁액 성분을 분석(XRF)한 결과, 착색에 관여하는 원소는 Fe, Cr, Ni 등이며, 특히 Fe는 착색 전 10~20%의 함유량에서 착색 후 약 65%를 차지함으로써 착색에 중요한 비중을 차지하는 성분이며 점토광물에서 적은 비중을 차지하는 Cr과 Ni이 착색에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 점토광물 8g, 물 50g, 천 1g(욕비 1:50)의 현탁액에서 80°C, 60분간 처리한 면포를 24시간 건조한 후 수세하는 착색과정을 3~4회 반복하는 것이 최적의 착색조건임을 알 수 있었고 Sample A가 Sample B에 비해 약간 더 붉은색인 것으로 나타났다. 또한, 반복착색의 횟수가 증가함에 따라, $(K/S)_{440}$ 값이 Sample A는 1.0에서 2.5, Sample B는 1.0에서 1.6으로 증가하는 것을 알 수 있었다. 즉, 반복착색 과정이 착색성에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 특히, 반복착색 과정 중의 건조와 수세 유무는 착색에 영향을 미치는 가장 중요한 요소임을 알 수 있었다.

또한 점토염색만으로도 세탁견뢰도가 Sample A는 4급, Sample B는 3~4급으로 특히 천연염색에의 취약점인 일광견뢰도는 두 시료 모두 4급으로 우수하게 나타났다. 항균성도 평균 96.8%로 매우 우수하여 광물의 장점이 그대로 반영된 착색물을 얻을 수 있었다. 따라서 점토광물에 의한 면포의 천연염색은 우수한 견뢰도를 바탕으로 일상적인 생활용품과 더불어 항균성을 가진 기능적인 의류제품의 활용 가능성을 기대해 볼 수 있겠다.

References

- Choi, H. G., Kim, P. J., Lee, W. C., Yun, S. J., Kim, H. G., & Lee, H. J. (1998). Removal efficiency of cochlodinium polykrikoides by yellow loess. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(1), 109–113.
- Hong, B. S., Chu, Y. J., & Lee, E. J. (2010). Natural dyeing absorption properties of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics-Focus on chrysanthemum indicum linn-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(5), 775–783.
- Hunger, K. (2005). Toxicology and toxicological testing of colorants. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, 35(1), 76–89.
- Inamatu, K. (1991). *土をはかる* [The soil is measured]. Tokyo: Japanese Standards Association.
- Ishibashi, H., Ohitogata, A., Murata, H., Shirahisa, H., Nishimoto, K., & Akatsuka, Y. (1990). Mechanism of color development of the mudmordanting dyed Oshima Tsu-mugi (Pongee). *Bulletin of the Kagoshima Prefectural Jr. College. Natural Science*, 41, 71–77.
- Jung, J. S., & Komaki, M. (2011). Coloration of cotton with clay used for Ryukyuhanazu and Oudo plaster in Japan. *The Society of Fiber and Technology (Sen'i Gakkaishi)*, 67(3), 66–71.
- Jung, M. S., Kim, H. J., & Lyu, D. H. (2004). A study on the cotton fabrics dyeing using loess. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 6(2), 234–238.
- Kim, H. I., Eom, S. I., & Park, S. M. (2001). A study on natural dyeing (3)-Change of physical structure and chinese gallotannin treatment on silk fabric-. *Journal of the Korean Society of Dyes and Finishers*, 13(5), 289–297.
- Kim, J. P., & Lee, J. J. (2003). *Natural dyes in Korea*. Seoul: Seoul National University Press.
- Kim, S. Y., & Choi, M. S. (2000). The natural dyeing of silk fabric with loess. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 2(2), 118–122.
- Lee, M. H., Yoo, K. Y., Chang, C. S., & Ko, S. W. (1990). A study on the cationization of cotton fiber. *Journal of Korean Fiber Society*, 27(12), 39–45.
- Park, K. S., Choi, I. R., & Bae, K. I. (2007). A study for natural dyeing textiles with bean-juice treatment method. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 9(2), 85–92.
- Roh, E. K., & You, M. N. (2006). A preliminary study on natural dyeing by a delphi method (Part 2)-With the focus of key issues and the view-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(1), 31–37.
- Son, K. H., Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (2011). Optimization of cellulose dyeing with natural indigo: Ramie dyeing by one-step reduction/dyeing process. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 13(2), 263–268.
- Song, K. H. (2009). Effect of ginseng root-extract treatment on the colorfastness of naturally-dyed fabrics. *Journal of the*

- Korean Society of Design Culture*, 15(4), 238–246.
- Suh, J. H., Ahn, K. H., Park, Y. S., & Moon, J. H. (1998). Treatment of dyeing wastewater using yellow clay (loess). *Proceedings of the Korean Institute of Chemical Engineers, Spring Conference, Korea*, 4(1), 1573.
- Sung, W. K. (2003). A study on the combination dyeing of cationized cotton fabrics with gardenia and Sappan wood. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 5(1), 82–88.
- Sung, W. K., Park, S. J., & Lee, W. C. (1997). The improvement of dyeing property of cotton fabric by cationic agent treatment. *Journal of the Korean Society of Dyes and Finishers*, 9(1), 33–43.
- The Clay Science of Japan. (1994). 粘土ハンドブック (第2版) [Clay Handbook (2nd ed.)]. Tokyo: Gihodo shuppan.
- Yoo, H. J., Lee, H. J., & Byun, S. R. (1997). The dyeing of fabrics using Acoms. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(4), 661–668.