

## 군소 추출색소를 이용한 견직물의 염색성에 관한 연구

### A Study on the Dyeing of Silk Fabrics Treated with

### *Aplysia kurodai* Extract

김현미·김상범·장애란\*

제주한라대학교 뷰티아트과·오현중학교·제주대학교 의류학과

Kim, Hyun-Mi·Kim, Sang-Bum, Jang, Ae-Ran

Dept. of Beauty Art, Cheju Halla University

Ohyun Middle School

Dept. of Clothing & Textiles, Jeju National University

#### Abstract

This study intends to identify applicability of natural dye extracted from *Aplysia kurodai*, aiming to standardization of *Aplysia kurodai* natural dyeing through scientific validation by analyzing characteristics of pigment elements to review dyeability, colorfastness and antibacterial activity. Such material as silk fabrics that is animal fiber were used for this purpose, and derived following summarized results. UV/VIS spectrum analysis on the pigment of *Aplysia kurodai* that was extracted from purple gland showed that maximum absorbtion was near 540 nm. The silk fabric optimal dyeing can be achieved at a temperature of 55°C with a colorant concentration of 5%. Dyed at 55°C with interval of 10~90 minutes for identifying dye uptake over time to observed slow increase of dye uptake over time, and equilibrium occurred at 50 minutes. For dye uptake according to pH, while dye uptake was superior in acidity, it decreased rapidly in a base after pH 7. For color changes according to pH variation, it was reddish purple in acidity and was purplish red in a base. For color changes according to mordanting method, more clear color change had been obtained when process with aluminium pre-mordanting than non-mordanting and post-mordanting. The colorfastness to light, perspiration and washing was 1, 4~5, and 3~4 ratings respectively. The silk fabric dyed with *Aplysia kurodai* demonstrated excellent antimicrobial activity to *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*. The *Aplysia kurodai* can be used as a new colorant for the natural dyeing of silk.

**Keywords:** *Aplysia kurodai*, dyeability, colorfastness, antibacterial activity, purple gland

#### I. 서론

인간이 가장 먼저 지각하는 디자인 요소 중 하나인 색은 기능적, 심리적, 미학적 측면이 사회 각 분야에서 사용되며 그 영향력은 매우 크다고 볼 수 있다(Kim,

2010a). 이에 인류는 오래전부터 천연물에서 추출한 천연염료를 사용하여 다양한 색을 표현해 왔는데, 4대 신석기 문명의 발상지역인 인도의 모센조다로 유적에서 발견된 꼭두서니로 염색된 붉은색 면직물이 염색의 기원이라고 인정되고 있으며(Kim, 2004), 우리나라에서

\* Corresponding Author: Jang, Ae-Ran  
Tel: 064-754-3533, Fax: 064-725-2591  
Email: jemmaran@cheju.ac.kr

천연염료는 상고시대의 삼한부터 조선조에 이르기까지 다양하게 발전되어 왔다(Jung, 2008; Kim, 2010b).

천연 염색 연구는 주로 식물 염료를 대상으로 전통 염색법을 재현한 쪽(Oh, 2010), 치자(Lee, 2002), 뽕은감(Choi, 1993)을 비롯하여 여러 식물 염료들에 대한 연구가 많으며, 식물성 염료는 대부분 다색성 염료로 한 가지 염료일지라도 염료의 색소 성분과 매염제에 함유되어 있는 각종의 금속염과의 결합으로 여러 가지 색상이 연출된다. 광물성 염료로는 스코리아(Im *et al.*, 2011), 황토(Kim & Choi, 2000)를 견직물에 염색한 연구가 시도된 바 있으며, 동물성 염료는 코치닐, 오징어 먹물에 대한 연구(Lee *et al.*, 1998) 정도가 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 아직도 연구가 미비한 동물성 염료의 일종인 군소에 대해 연구하고자 한다.

군소(*Aplysia kurodai*)는 무순목 군소과에 속하는 연체 동물로 우리나라와 일본, 대만 등지의 조간대 얕은 바다에서 주로 서식하고 있으며, 홍조류, 갈조류 및 녹조류 등을 먹이로 하며 이들 해조류가 무성한 바위근처에서 주로 볼 수 있다(Choe & Lee, 1994). 흑갈색에 회백색 얼룩무늬가 많으며 몸을 보호하는 패각 대신 균청색 색소를 뽑아 자신을 보호하는 특징을 가지며, 일반적으로 조리 시 내장과 보라색 색소를 빼내고 삶아 군소몸통을 먹으며, 경상도 해안지방에서는 제사상에도 올려 진다. 그리고 군소 체중의 약 50%나 되는 생식기관을 포함한 내장부분은 거의 대부분 폐기되어진다. 한편, 군소는 단순한 신경계와 동정이 쉬운 거대 뉴런을 지니고 있어 신경생물학 연구에 중요한 실험동물로 이용되고 있고, 미국에서는 군소의 신경계를 이용하여 학습과 기억에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다(Kandel *et al.*, 2000).

국내에서도 세계적 추세에 따라 군소의 신경 생물학적 연구가 절실히 요구되고 있으나 현재까지의 군소에 대한 연구는 아주 미비하며 단순히 분류나 분포 등에 관한 생태학적 보고만이 이루어지고 있을 뿐이다(Kim & Choe, 1981; Lee & Min, 2002). 특히, 우리나라 연근해에 서식하는 군소는 식용 이외에는 거의 이용이 없는 실정이며, 군소에 대한 생물학적 기초 연구는 표지(tagging)를 이용한 조간대 군소의 성장에 대한 연구(Nishiwaki *et al.*, 1975), 개체크기와 난의 크기와 관계에 대한 연구(Tusa, 1994) 등과 군소의 중추신경계를 이용한 SCPs, Bucalin, myomodulin 등의 신경성 펩타이드에 대한 연구(Kim *et al.*, 2001; Lloyd *et al.*, 1987; Morris *et al.*, 1982), 군소내장 분획물의 항산화

및 항균효과(Shin, 2010), 군소알로부터 항암 활성에 관한 연구(Kim, 2008) 등에 불과하다.

군소의 색소(purple ink)는 색소주머니인 자선(purple gland)에 들어 있으며 이것은 외적을 만나면 보라색 물을 뽑아 자기 방어용으로 쓰인다. 색소의 농도는 아주 진하기 때문에 작업 중 손이나 의복에 묻을 경우 보라색 얼룩이 생기며 쉽게 지워지지 않은 특성이 있다. 군소의 색소는 천연물에서 유래된 착색제이므로 인체에 악영향이 없고 환경파괴를 유발치 않는 착색수단으로 폐기되는 군소의 색소를 염료로 제조하여 천연염색을 시도함으로써 자원을 재활용할 수 있을 것이라 사료된다.

따라서 본 연구는 천연염료의 재료를 수중 생태계의 2차 영양단계인 군소(*Aplysia kurodai*)와 접목하려는 시도로서 기존의 육상식물을 이용한 천연염색 방법을 기초로 진행하였다. 우선 군소에서 자선(purple gland)을 적출한 후 색소를 수득한 후 염색 조건(온도, 시간, 농도, pH)에 따른 K/S값, L, a\*, b\*값 및 H, V/C값을 측정하여 색상변화를 검토하고, 염색조건을 설정하였다. 또한 합성매염제(Al, Cu)를 이용하여 매염방법(선, 후매염)에 따른 K/S값 및 L, a\*, b\*값, H, V/C값을 측정하고 매염제가 색상변화에 미치는 영향을 검토하였다. 마지막으로 세탁, 일광, 땀건뢰도를 측정하여 염색 및 매염효과를 비교·검토하고, 공시균으로 황색포도상구균 (*Staphylococcus aureus*)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)을 사용하여 균수측정법으로 항균성 등의 부가적인 기능성을 검색하여 고부가가치 소재 개발의 가능성을 검토하고자 본 연구를 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험포와 정련

본 연구에 사용된 시료의 시험포는 시판 견직물을 사용하였으며, 시험포의 특성은 <Table 1>과 같다.

견직물의 정련은 경수에 그다지 영향을 받지 않는 비누 소다정련법을 이용하여 견포중량에 대해 물비누 10%, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5% 수용액에서 욕비 1:30에 견포를 침지하여 90℃에서 2시간 처리한 후 수세하고 자연 건조하였다. 섬유전처리 과정은 염색 전 1시간 전에 30℃ 정도의 미온수에 담가 섬유를 팽창시켜 염색이 잘 되도록 하였다.

(Table 1) Characteristics of fabrics

Fiber(%)	Weave	Fabric count (warp×weft/inch)	Density (warp×filling)	Fabric weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)
Silk 100%	plain	168×128	104×102	2.71	0.07



[Figure 1] Extraction process of *Aplysia kurodai* purple gland.

2. 색소추출 및 염액의 제조

군소는 1월부터 2월까지 2개월 동안 채취하였으며, 한 마리당 자선(purple gland)의 무게는 평균 5 g 이었다. 자선에서 추출한 색소 원액을 급속 동결시켜 보관하였다가 해동하였으며, 농도에 따라 증류수에 희석한 후 Nylon 여과포(80×90cm)로 여과하여 사용하였다

3. UV-VIS 측정

군소 색소를 분석하기 위해 염액을 UV/Vis spectrophotometer(Hewlet Peckard U.S.A)를 사용하

여 최대흡광도를 측정하였다.

4. 염색과 매염

염색시 염액의 농도, 침지 시간, pH, 온도 변화에 따른 염색성의 적정화를 위해 견직물에 액비 1:10에서 무매염으로 1회 염색을 하였으며, 실험에 사용한 물은 증류수를 이온교환수지로 탈 이온화하여 사용하였다. 농도 조건은 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% 조건에서 55℃, 50분 동안 염색을 하였으며, 침지 시간별 조건은 10분, 30분, 50분, 70분, 90분으로 농도 10%, 55℃에서 교반하여 염색하였다. 또한 온도 조건은 25℃, 40℃, 55℃, 70℃, 85℃로 농도 10%, 50분간 교반하여 염색하였다. pH별 조건은 염욕의 기본 pH 6을 기준으로 하여 산성조건과 염기성 조건을 아세트산(CH<sub>3</sub>COOH)과 탄산나트륨(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O)을 첨가하여 pH 3, pH 5, pH 7, pH 9로 조절하였으며, 농도 10%, 55℃, 50분 동안 교반하여 염색한 후 맑은 물로 헹구어 그늘에서 자연 건조하였다.

황산알루미늄칼륨(AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O, Daejung chemicals & Metals Co., LTD.)과 아세트산구리(Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>, Daejung chemicals & Metals Co., LTD.) 등 매염제의 농도는 0.4%로 조절하였으며, 매염 방법(선, 후매염)의 변화를 주어 매염온도 40℃에서 30분간 실시하며 수세 후 자연건조 하였다.

5. 색차분석

색의 측정은 Chroma Meter (CM-2500D, Minolta, Japan)를 이용하여 각 시험포에 대한 Hunter L\*, a\*, b\*를 구하고 Munsell 표색계 변환법으로 색의 삼속성인 H, V/C를 측정하였다. Hunter L\*, a\*, b\* 색상표에서는 L\*은 밝기의 정도를 나타내며, a\*와 b\*는 색상을 표현하는데 a\*는 red, -a\*는 green, b\*는 yellow, -b\*는 blue 방향의 색을 나타낸다.

색차(ΔE)는 Hunter L\*, a\*, b\*에 의한 색차 식에 의

하여 계산하였다.

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

Munsell 표색계 변환법으로 측정된 색의 삼속성에서 H는 색상(Hue)으로 수치가 작을수록 서로 근접한 색상이며, V는 명도(Value)로 수치가 클수록 밝음을 나타내고, C는 채도(Chroma)로 수치가 클수록 맑은 순색을 나타낸다.

염색분야에서 염색하고자 하는 견본색과 비교하여 차이가 나는 정도를 측정하고자 할 때 색차가 유용하게 쓰이는데 색차 값( $\Delta E$ )의 의미는 <Table 2>와 같이 감각적 표현으로 나타낼 수 있다.

## 6. 표면 염착농도(K/S) 측정

각각의 염색조건에 따른 염색성을 알아보기 위해 Chroma Meter (CM-2500D, Minolta, Japan)를 사용하여 540 nm에서 염색포의 표면반사율을 측정된 후 Kubelka-Munk식에 의해 K/S값을 구하여 염착량을 평가하였다.

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

K : absorption coefficient, S : scattering coefficient, R : reflectance coefficient

## 7. 건뢰도 측정

일광건뢰도는 KS K 0700에 따라 Fade-O-meter (HS-213, Korea)를 사용하여 크세논 아크광으로 320시간 이상 광조사하여 측정하였으며, 땀건뢰도는 KS K 0715에 따라 Perspiration Tester (DL-2012, Daerim Eng., Korea)를 사용하여 산성 땀액과 알칼리성 땀액으로 나누어 4.54 kg 하중에서 38±1℃의 건조기에서 6시

간 방치한 후 측정하였다. 세탁건뢰도는 KS K 0430 A-1법에 따라 Launder-O-meter (Yasuda Seiki Seisakusho, Japan)에서 40±2℃에서 30분 세탁 후 평가하였다.

## 8. 항균성 평가

항균성 시험은 KS K 0693(한국표준협회 : 2006)의 식물 항균도 시험방법으로 하였다. 공시균은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)와 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 이용하였는데, 접종균의 농도는 황색포도상구균의 경우 1.4×10<sup>5</sup> 개/ml로 하였으며, 폐렴간균은 1.1×10<sup>5</sup> 개/ml로 하여 균수측정법으로 측정하였다.

측정방법은 균을 brain heart infusion agar에 접종 후 38℃ Incubator에서 24시간 배양 후, 분광광도계를 사용하여 475 nm에서 52%T로 회석하였다. 시료 2×2 (mm)에 회석한 균 0.2 ml를 접종하여 38℃ Incubator에서 18시간 배양하였다. 이를 saline buffer에 회석하여 1 ml를 tryptone glucose extract agar에 접종 후 18~24시간 동안 38℃ Incubator에서 배양하며, 균수를 측정하여 다음 식에 의해 균 감소율을 구하였다.

$$\text{antimicrobial loss(\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A : number of colonies of untreated sample, B : number of colonies of treated sample

## Ⅲ. 결과 및 고찰

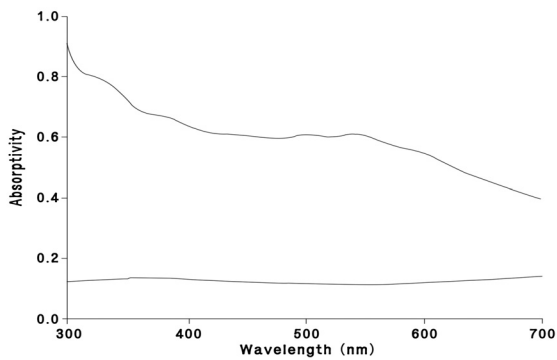
균소 추출색소에 의한 견직물의 염색성에 대해 알아보고자 색소의 최대흡수 파장을 분석하고 염색 시간, 염색 온도, 염액 농도, 염액 pH 등의 염색조건과 매염처리 방법에 따른 염색성을 분석하였다.

<Table 2> Sensible Expression of  $\Delta E$  (NBS Unit)

$\Delta E$	0.0~0.5	0.5~1.5	1.5~3.0	3.0~6.0	6.0~12.0	12.0~
Sensible Expression	Trace	Slight	Noticeable	Appreciable	Much	Very much

1. UV-VIS 분석

군소 추출색소의 최대 흡광도를 나타내는 파장을 알아보기 위하여 UV-VIS spectrophotometer를 사용하여 300~700 nm의 파장에서 UV-VIS spectra를 측정하였다. 그 결과 최대 흡수파장은 540 nm에서 0.607로 가시광선의 영역에서 나타났으며[Figure 2], 본 연구에서의 표면색 측정은 540 nm에서 실시하였다.



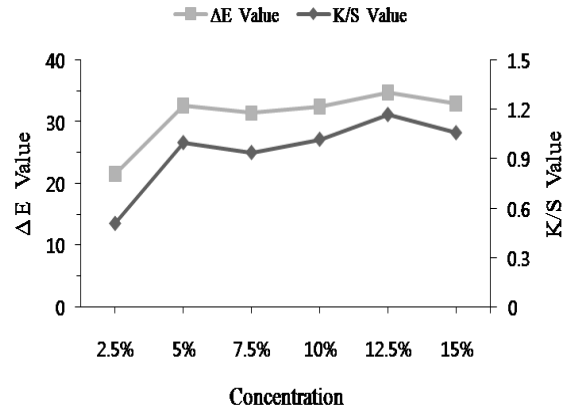
[Figure 2] UV-VIS absorption spectra of *Aplysia kurodai* extract.

2. 염색조건에 따른 염색성

1) 염액 농도

군소 추출색소에 의한 견직물 염색시 액비 1:10, 온도 55℃, 시간 50분의 조건에서 염액 농도 (2.5%, 5%,

7.5%, 10%, 12.5%, 15%) 변화에 따른 K/S값과 ΔE값을 측정된 결과는 [Figure 3], <Table 3>과 같다.



[Figure 3] Effect of dyeing concentration on K/S and ΔE values of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai* (Treatment condition : liquor ratio 1:10, temp. 55℃, time 50min.).

염액 농도 5%까지는 염액 농도 증가에 따라 K/S값과 ΔE값이 급격한 증가를 보였지만 그 이상의 농도에서는 평형상태에 도달하여 농도증가에 따른 미미한 염착성의 증가를 보이는 전형적인 Langmuir 흡착 형태를 나타내고 있는데, 염료의 흡착이 섬유중의 하나의 좌석에서 하나의 염료분자만이 흡착한다는 단분자 흡착층을 시사하고 있다(Goo, 2004). 또한 L값은 농도 의존적으로 5%까지는 명도가 낮아지다가 그 이후에는 차이를 보이지 않았으며, a\*, b\*값은 7.5%까지는 +a, +b(red-yellow) 영역에서 점차 10% 이후에는 +a,

<Table 3> The colormetric value of Silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*, using various concentration

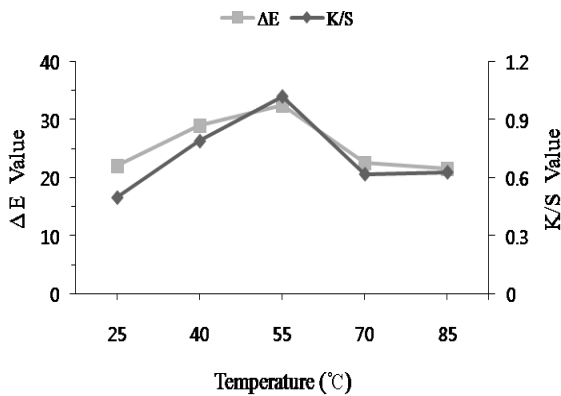
Concentration(%)	Color factors					
	L*	a*	b*	H	V/C	
Control	—	87.67	-0.01	8.57	3.8Y	8.7/1.1
Silk	2.5	72.26	13.37	1.55	8.1RP	7.1/3.8
	5	67.12	23.20	0.73	6.2RP	6.5/6.1
	7.5	66.66	22.30	0.35	6.9RP	6.6/5.8
	10	65.92	22.35	-0.37	6.4RP	6.5/5.9
	12.5	65.47	23.81	-1.53	5.8RP	6.3/6.2
	15	64.47	22.62	-0.28	6.5RP	6.4/5.9

-b(red-blue) 영역으로 변화되었다.

색상(H)은 2.5%에서 8.1RP로 purplish red 계열에 가깝고, 5% 이상에서는 red purple 계열로 농도에 따른 색상 차이를 보이지 않았다. 따라서 군소 추출색소의 견직물 염색에 있어서 최적의 염액 농도는 5%인 것을 알 수 있었으며, 농도 상승에 따른 시료의 양이 많이 필요하지 않는 것으로 보여 산업적 측면에서 경제성을 지닌 것으로 사료된다.

## 2) 염색 온도

군소 추출색소에 의한 견직물 염색시 액비 1:10, 시간 50분, 농도 10%의 조건에서 염색 온도 (25°C, 40°C, 55°C, 70°C, 85°C) 변화에 따른 K/S값과 ΔE값은 [Figure 4], <Table 4>와 같다.



[Figure 4] Effect of dyeing temperature on K/S and ΔE values of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai* (Treatment condition: liquor ratio 1:10, concentration 10%, time 50min).

견섬유의 K/S값과 ΔE값은 55°C까지 온도가 증가함에 따라 온도 의존적으로 염색성이 증가함을 보였지만, 70°C 이후의 조건에서는 급격하게 염색성이 감소하는 것으로 나타났다. 일반적으로 온도가 증가하면 섬유 팽윤 및 염료의 운동에너지 증가에 의해 염색성은 향상된다. 하지만 염색성은 섬유 팽윤 및 염료 분자의 운동에너지가 임계값 이상에서 온도가 추가적으로 상승하면 염료 분자가 부분적으로 탈리됨으로 더 이상 향상되지 않는 것으로 사료된다(Kim & Shin, 2009; Kwon *et al.*, 2005).

또한 L값은 온도가 증가함에 따라 명도가 낮아지는 것으로 나타났고, a\*, b\*값은 55°C에서는 +a, -b(red-blue) 영역이었으며, 다른 온도 조건에서는 +a, +b(red-yellow) 영역에 위치하였다. 색상(H)은 25°C에서 55°C까지는 purplish red에서 점차 red purple 계열로 변하고 있으며, 85°C에서는 1.1YR로 yellow red 계열로 색상 변화가 크게 나타나고 있다.

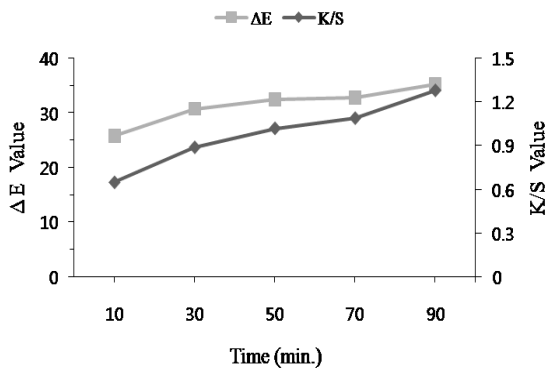
이러한 결과는 육상 식물 중 홍화의 홍색 색소가 열에 의해 파괴되므로 색소를 추출할 때 끓여서는 안 되며, 염색할 때에도 40°C 이하의 저온에서 처리해야 하는 조건(Nam *et al.*, 1995)과 같은 맥락으로 해석할 수 있다. 군소의 경우 홍색 색소인 phycoerythrin은 phycobiline계 색소로서 pyrrole 유도체와 단백질의 결합체로 열에 대한 안정성이 낮다. 따라서 높은 온도에서 열에 의해 변성되므로 색소가 변성되지 않는 온도내의 조건인 55°C에서 염착이 많이 일어난 것으로 생각되며, 견직물의 천연염색 시 일반적으로 염색 온도 60~90°C인 점을 고려할 때 섬유의 손상을 최소화하고, 염색공정의 저에너지화가 가능할 것으로 사료된다.

(Table 4) The colorimetric value of Silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*, using various temperature

Temperature(°C)	Color factors					
	L*	a*	b*	H	V/C	
Control	—	87.67	-0.01	8.57	3.8Y	8.7/1.1
Silk	25	72.98	15.42	3.13	9.9RP	7.2/4.2
	40	68.98	20.98	1.81	8.1RP	6.8/5.5
	55	68.89	22.35	-0.37	6.4RP	6.5/5.9
	70	66.87	10.99	2.39	9.8RP	6.8/3.1
	85	65.92	3.70	4.35	1.1YR	6.5/1.2

3) 염색 시간

군소 추출색소에 의한 견직물 염색시 액비 1:10, 온도 55℃, 농도 10%의 조건에서 염색 시간 (10분, 30분, 50분, 70분, 90분) 변화에 따른 K/S값과 ΔE값을 [Figure 5], <Table 5>에 나타냈다.



[Figure 5] Effect of dyeing time on K/S and ΔE values of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai* (Treatment condition : liquor ratio 1:10, temp. 55℃, concentration 10%).

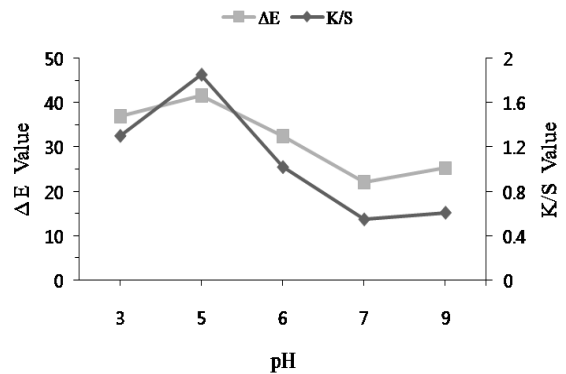
견섬유의 K/S값과 ΔE값은 시간의 변화에 따라 염색성이 증가함을 보였지만, 50분 이후의 조건에서는 염색성의 증가폭이 감소됨을 나타냈다. L값은 시간이 증가됨에 따라 명도가 낮아지는 것으로 나타났으며, a\*, b\* 값은 50분에서는 +a, -b(red-blue) 영역이었으며, 다른 시간 조건에서는 +a, +b(red-yellow) 영역에 위치하였다. 색상(H)은 10분일 때 9.0RP로 purplish red 계열에

가깝고, 30분 이후부터는 6.4RP~7.6RP로 red purple 계열로 나타났다.

일반적으로 염색시간이 증가하면 섬유 팽윤 및 염료 흡착이 증가되면서 염색성이 향상되고(Jo & Lee, 2004), 임계값 이후의 시간에서는 염색성이 감소하거나 염착평형에 도달한다고 알려진 결과와 비슷한 경향으로 나타났다.

4) 염액 pH

군소 추출액의 견직물에 대한 최적의 pH를 측정하기 위해 액비 1:10, 온도 55℃, 농도 10%, 시간 50분의 조건에서 염액 pH 3, 5, 6, 7, 9 변화에 따른 K/S값과 ΔE값을 측정된 결과를 [Figure 6], <Table 6>에 나타냈으며, 군소 염료원액은 pH 6의 약산성으로 적자색을 보였다.



[Figure 6] Effect of dyeing pH on K/S and ΔE values of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai* (Treatment condition : liquor ratio 1:10, temp. 55℃, concentration 10%, time 50min.).

<Table 5> The colormetric value of Silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*, using various time

Time (Min.)	Color factors					
	L*	a*	b*	H	V/C	
Control	—	87.67	-0.01	8.57	3.8Y	8.7/1.1
Silk	10	70.68	18.52	2.73	9.0RP	6.9/4.9
	30	67.82	22.27	1.21	7.6RP	6.7/5.8
	50	65.92	22.35	-0.37	6.4RP	6.5/5.9
	70	64.98	22.33	0.98	7.5RP	6.4/5.8
	90	63.23	24.05	0.65	7.3RP	6.2/6.1

pH 처리구 중에서 pH 5 조건에서의 K/S값과  $\Delta E$ 값이 현저하게 높게 나타났는데, 오징어 먹물을 이용한 천연염색의 경우에서도 pH 4인 산성조건에서  $\Delta E$ 가 38.43으로 가장 높게 나타난 결과와 유사하였다(Lee *et al.*, 1998).

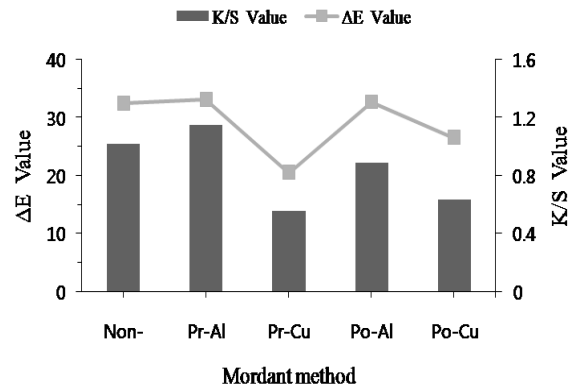
산성염료를 사용한 견의 염색은 축매제로 아세트산(CH<sub>3</sub>COOH)을 사용하면 축염작용을 하여 염착성이 증가된다고 보고하고 있는데(Kim, 2010a), 육상식물 중에서 붉은색의 천연염료로 사용되는 홍화의 홍색 색소인 carthamin은 섬유에 흡착이 어렵기 때문에 산을 가하여 carthamon으로 만들어 염색하는데, 군소 추출색소의 경우도 산성조건에서 phycoerythrin이 염착이 잘 되는 구조로 전환되어 견직물에 흡착이 용이해진 것으로 사료된다. pH 7 이상의 조건에서는 K/S값과  $\Delta E$ 값이 낮게 나타났는데, 염액의 pH가 알칼리성에서는 섬유와 염료 간의 친화력이 떨어지며 용해성이 낮아져서 염착성이 감소한 것으로 사료된다(Bae, 2004).

L값은 산성조건에서 명도가 높고, 염기성조건에서는 명도가 낮아짐을 알 수 있었으며, a\*, b\*값 또한 산성조건에서는 +a, -b(red-blue) 영역을 나타냈고, 염기성조건에서는 +a, +b(red-yellow)의 상반된 영역이 강하게 나타났다. pH를 조절하지 않은 염료원액에서의 색상(H)은 6.4RP로 red purple 계열로 나타났다. 특이한 점은 산성조건에서 0.2RP~1.1RP로 reddish purple 계열로 변화되었지만, 염기성 조건에서는 8.7RP~10.0RP로 purplish red 계열로 나타나 상반된 결과를 보이고 있다.

### 3. 매염 처리조건에 따른 염색성

피염물에 염료를 고착시키고, 다양한 색상의 발현과 각종 금속염과의 결합을 통해 견뢰성을 높이기 위해 다양한 매염제가 사용되어지고 있다(Lee, 2006).

매염방법이 염색성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 견직물에 액비 1:10, 농도 10%, 온도 55°C, 시간 50분 등의 염색조건에서 매염 농도 0.4%, 30°C에서 Shaking Incubator(Model: SI-300R)로 30분 동안 침지하여 매염방법에 변화를 주어 처리한 후 측정된 결과는 [Figure 7], <Table 7>과 같다.



[Figure 7] Effect of dyeing mordant method on K/S and  $\Delta E$  values of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai* (Treatment condition : liquor ratio 1:10, temp. 55°C, concentration 10%, time 50min.).

<Table 6> The colormetric value of Silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*, using various pH value

pH	Color factors					
	L*	a*	b*	H	V/C	
Control	—	87.67	-0.01	8.57	3.8Y	8.7/1.1
	3	57.48	13.50	-7.91	0.2RP	5.6/4.3
	5	53.64	16.86	-8.44	1.1RP	5.2/5.0
Silk	6	65.92	22.35	-0.37	6.4RP	6.5/5.9
	7	71.80	14.40	3.34	10.0RP	7.1/4.0
	9	72.17	18.77	2.62	8.7RP	7.1/5.1



매염방법과 매염제에 따른 K/S값과 ΔE값을 살펴보면 선매염(Al)>무매염> 후매염(Al)>후매염(Cu)>선매염(Cu) 순으로 선매염(Al) 처리시 색상의 발현에 더 좋은 영향을 미치는 것으로 나타나 군소 추출색소에 의한 견섬유의 염색에서 염색성을 높이는 데 선매염(Al)을 실시하는 것이 적합하다고 사료된다. 하지만 K/S값과 ΔE값에 있어서 선매염(Al)과 무매염 처리군간의 큰 차이를 보이지 않아 매염제 처리시 발생될 수 있는 환경적인 문제를 고려하였을 때 매염제 처리가 효율적이지 못한 것으로 사료된다.

또한 L값은 매염방법에 상관없이 Cu 매염제는 명도가 높았고, Al 매염제는 명도가 낮아지는 것으로 나타났다. a\*, b\*값에서는 매염방법에 따라 대조적인 경향을 보였는데, 선매염에서는 +a, +b(red-yellow) 영역에 위치했고, 후매염에서는 +a, -b(red-blue)의 영역으로 변화되었다. 색상(H)은 무매염과 선매염(Al) 처리 시 색상은 red purple 계열로 차이가 거의 없었다. 반면 후매염에서 Al 매염제는 8.1P, Cu 매염제는 8.4P로 모두 reddish purple 계열로 변화됨을 알 수 있었다. 따라서 purplish red, red purple과 reddish purple 계열의 색소를 가진 다색성 염료로 염색성이 우수하여 다양한 색상이 표현되므로 색상의 변화를 주기 위해서는 선매염법보다 후매염법을 선택하여 염색하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

4. 견직물의 견뢰도

세탁견뢰도는 세탁과정에서 부여될 수 있는 여러 환경 하에서 염색직물에 대한 염료의 저항성을 측정하는 것으로 변퇴색은 선매염(Al)은 3~4급, 선매염(Cu), 무매염은 3급 정도로 매염제의 처리에 관계없이 모두 양호한 등급을 받았으며, 색이 빠져 다른 옷감에 재오염되는 정도는 Acetate, Cotton, Nylon, Wool에서 4~5급, Polyester, Acrylic 등은 5급으로 동일하게 우수한 것으로 나타났다.

땀견뢰도에서 변퇴색은 산성과 염기성에 관계없이 선매염(Al)은 4~5급, 선매염(Cu), 무매염은 4급 정도로 Al 매염에서 대체로 무매염보다 견뢰도가 향상되거나 유지되는 경향을 보였으나, 오염도의 경우 모든 항목에서 무매염 보다 선매염(Al)으로 처리시 다른 옷감에 재오염되는 등급이 낮게 나타났다.

이 결과들을 볼 때 견직물의 염색시 매염을 실시하는 것은 견뢰도 향상에는 그다지 도움을 주지 못하는 것으로 생각된다.

일광 견뢰도는 1급으로 천연염색의 단점인 일광에 의한 변색이 나타났다. 이러한 결과는 빛의 양이 적은 수중 생태계에 적용된 군소의 색소를 이용한 염색에 있어서 가장 문제가 되는 부분이다.

따라서 군소 추출색소를 이용한 천연염색물은 의복으로서의 활용보다는 실내에서 사용할 수 있는 생활 소품이나 일광에 많이 노출되지 않는 부분에 천연염색물의 이용이 가능할 것으로 여겨진다.

<Table 7> The colormetric value of Silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*, using various mordant

Mordants	Color factors						
	L*	a*	b*	H	V/C		
Control	—	87.67	-0.01	8.57	3.8Y	8.7/1.1	
Silk	Non-	65.92	22.35	-0.37	6.4RP	6.5/5.9	
	Pre-	Al	63.34	20.97	0.40	7.1RP	6.2/5.4
		Cu	69.37	5.44	1.10	9.5RP	6.8/1.7
	Post-	Al	63.97	12.55	-10.15	8.1P	6.2/4.8
		Cu	67.46	8.52	-6.39	8.4P	6.6/3.3

〈Table 8〉 Colorfastness of silk fabrics dyed with *Aplysia kurodai*

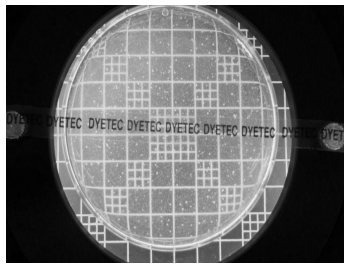
Fastness	Mordants			
	Pre- (Al)	Pre- (Cu)	Non-	
Washing				
Fade	3~4	3	3	
Stain	Acetate	4~5	4~5	
	Cotton	4~5	4~5	
	Nylon	4~5	4~5	
	Polyester	5	5	
	Acrylic	5	5	
	Wool	4~5	4~5	4~5
Perspiration				
Fade	Acidic/Alkaline	Acidic/Alkaline	Acidic/Alkaline	
Stain	Acetate	4~5/4~5	4/4	4/4
	Cotton	3~4/3~4	4/4	4~5/4~5
	Nylon	2~3/2~3	3/3	3~4/3~4
	Polyester	4/3~4	4/4	4~5/4~5
	Acrylic	4/4	4~5/4~5	4~5/4~5
	Wool	4/4	4~5/4~5	4~5/4~5
Light				
Fade	1	1	1	

### 5. 염색직물의 항균성 평가

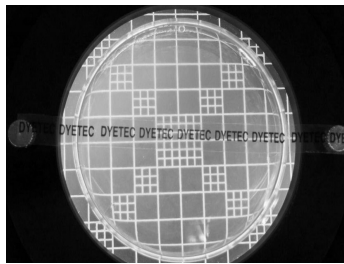
균소로부터 추출된 색소의 항균성을 알아보기 위하여 염색농도 10%, 염색시간 50분, 염색온도 55℃, 무매염으로 염색한 견직물을 사용하였다. 본 실험에서 사용된 공시균은 황색포도상구균과 폐렴간균으로 황색포도상구균은 병원이나 부적합한 세탁과정에서 교차 감염되는 균으로서 화농성질환과 식중독의 원인균으로 채취를 발생시키고 섬유를 취화시키는 균이기 때문에 염색포의 항균성을 조사할 때 평가 미생물로 자주 이용될 만큼 아주 중요하며(Kim, 2010b), 폐렴간균은 기회감염, 요도 및 호흡기감염의 주요한 원인균으로 특정물질의 항균성 검사에 자주 이용되는 세균이다(Lee, 2005). 폐렴간균과 황색포도상구균에 대한 정균 감소율은 99.9%로 아

주 높게 나타났다.

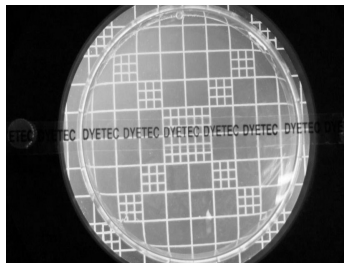
이러한 결과는 현재 항균 가공한 섬유제품은 건강하고 쾌적한 삶에 대한 욕구의 증가로 인해 점차 보편화되고 있는데, 섬유의 항균 가공에 사용되고 있는 항균제는 합성 항균제가 일반적이다. 합성 항균제의 경우 기준치 이상의 독성을 가지지는 않지만 거의 대부분 자극성의 화학물로서 잠재적인 유해 요인이 될 수 있는 것으로 보고되고 있으며, 또한 제조과정에서도 일반적인 합성화학물과 마찬가지로 환경오염을 유발하는 문제점도 피할 수 없다. 이러한 관점에서 천연물을 이용한 항균가공이 하나의 대안이 될 수 있다는 점에서 균소 추출액에 의한 염색물은 항균 가공제품용으로서 활용이 가능할 것으로 사료된다.



Control



*Staphylococcus aureus* ATCC 6538



*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352

[Figure 8] Antifungal activities of silk fabrics dyed by coloring matter extracts of *Aplysia kurodai*.

#### IV. 결론

본 연구는 동물성 천연염색의 고부가가치 소재 개발을 위해 천연염료의 재료를 수중 생태계로 전환하여 천연염색 조건을 찾아내고자 군소를 견직물에 염색하여 염색성과 염색견뢰도를 알아보았으며, 항균성 등의 부가적인 가능성을 검색하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 군소 추출색소의 최대 흡수파장은 540 nm에서 0.607로 가시광선의 영역에서 나타났으며, pH 6의 약산성으로 적자색을 보였다.

2. 군소를 이용하여 견직물에 염색한 결과 염색의 최적조건은 염액농도 5%, 염색온도 55℃, 염색시간 50분, 염액 pH 5로 나타났다.

3. 매염방법과 매염제에 따른 결과는 선매염(Al)>무매염> 후매염(Al)>후매염(Cu)>선매염(Cu) 순으로 선매염(Al) 처리시 색상의 발현에 더 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4. 염색견뢰도는 세탁견뢰도 3~4급, 땀견뢰도 4~5급으로 모두 양호한 등급을 받았으나, 일광 견뢰도는 1급으로 천연염색의 단점인 일광에 의한 변색이 나타났다.

5. 군소로부터 추출된 색소의 항균성 검색 결과 폐렴간균과 황색포도상구균에 대한 평균 감소율은 99.9%로 아주 높게 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 지금까지의 천연염색에 관한 많은 연구에서 그 재료는 육상 생물 위주로 한정되었으나 이를 수중 생태계로 전환한 점은 기초과학 및 응용과학 측면에서 충분히 학술적 가치가 있다고 사료되며, 폐기 및 미활용 되는 군소의 자선(purple gland)을 사용하여 직물에 적용 시 천연염료로서 실용화가 가능할 것으로 생각된다. 또한 견직물에 감성적인 색상과 동시에 항균성을 부여함으로써 천연염료로서 의류에 대한 군소 색소의 활용 범위를 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 군소, 염색성, 염색견뢰도, 항균성, 자선

#### REFERENCES

Bae, J. S. (2004). Dyeing Properties of Cotton and Wool Fabrics with Betel Palm Tree. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 42(7), 63-72.

Choe, B. L & Lee, J. R. (1994). Opisthobranchs (mollusca: gastropoda) from Ullung and Dog-do islands, Korea. *Korean Journal of Zoology*, 37, 352-376.

Choi, S. O. (2003). *A Study on Dyeing Properties of Immature Persimmon Juice*. Unpublished master thesis, Dong-A University, Korea.

Goo, S. H. (2004). *Dyeability and antibacterial activity of the fabrics dyed with Herbs extract*. Unpublished

- master thesis, Changwon National University, Korea.
- Im, E. S., Lee, H. S. & Han, C. H. (2011). Dyeability and Functionality of Silk Fabrics Dyed with *Jeju scorica*. *Textile Coloration and Finishing*, 23(3), 187-194.
- Jo, W. J. & Lee, J. S. (2004). Natural Dyeing of Cotton Fabrics Using Charcoal. *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 6(6), 803-809.
- Jung, K. S. (2008). *Natural Dyeing of Cotton Fabric with Perilla frutescens var. acuta*. Unpublished master thesis, Mokpo National University, Korea.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science*. (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Kim, E. J., Huh, M. D., Moon, J. H., Hwang, E. Y., Park, N. G., Kim, I. H., Kim, C. H., Seo, J. K., Seo, H. J. & Go, H. J. (2001). Purification of myomodulin A and myomodulin E from the central nervous system of the sea hare, *Aplysia kurodai*. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3), 279-284.
- Kim, H. S. & Choe, B. L. (1981). The fauna of marine invertebrate in Ulreung is and Dog-do is, special report. *The Conservation of Nature and Natural Resources*, 19, 193-200.
- Kim, J. H. (2010a). *A Study of Dye ability using microwave*. Unpublished master thesis, Suunshin Women's University, Korea.
- Kim, S. H. & Shin, Y. S. (2009). The Effect of Chitosan Treatment on Cotton Knits Dyed with Bamboo Charcoal. *Textile Science and Engineering*, 46(2), 83-89.
- Kim, S. Y. & Choi, M. S. (2000). The Natural Dyeing of Silk Fabric with Loess. *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 2(2), 118-122.
- Kim, W. S. (2008). *The Study on anticancer activity from Sea hare (Aplysia kurodai) eggs*. Unpublished doctoral dissertation, Jeju National University, Korea.
- Kim, Y. K. (2004). *Natural Dyeing Properties and Antibacterial Activities of Fabrics Dyed with Cochineal*. Unpublished master thesis, Daegu University, Korea.
- Kim, Y. N. (2010b). *Dyeing Properties of Silk Fabrics with Rubus coreanus Miq Extracts*. Unpublished master thesis, Dongshin University, Korea.
- Kwon, M. S., Jeon, D. W. & Kim, J. J. (2005). The Effect of Chitosan Treatment of Fabrics on the Natural Dyeing using Loess. *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 7(3), 327-332.
- Lee, C. E. (2002). *Effects of silk fabrics dyed with gardenia on the dyeing properties of light fastness*. Unpublished master thesis, Pusan National University, Korea.
- Lee, H. J., Ban, S. Y. & Yoo, H. J. (1998). Fabrics Dyeing using Natural dyestuff Manufactured from Squid Ink. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 22(8), 1011-1019.
- Lee, J. S. & Min, D. K. (2002). A catalogue of molluscan fauna in Korea. *Opisthobranchs*, 18, 93-97.
- Lee, S. P. (2005). *Natural Dyeing of Textile using Fruitlet and Leaves of Pear (Pyrus pyrifolia Nakai)*. Unpublished doctoral dissertation, Wonkwang University, Korea.
- Lee, S. P. (2006). Dyeability and Antibacterial Activities of *Acantheopanax senticosus* Leaves Extracts. *Journal of the Korean Society of Color Studies*, 20(2), 11-20.
- Lloyd, P. E., Kuufermann, I. & Weiss, K. R. (1987). Sequence of small cardioactive peptide A: A second member of a class of neuropeptides in *Aplysia*. *Peptides*, 8, 179-184.
- Morris, H. R., Panico, M., Karplus, A., Lloyd, P. E. & Riniker, B. (1982). Elucidation by FAB-MS of the structure of a new cardioactive peptide from *Aplysia*, *Nature*, 300, 643-645.
- Nam, S. W., Chung, I. M. & Kim, I. H. (1995). Dyeing of Cotton Fabric with Natural Dye(I) : Safflower. *Textile Coloration and Finishing*, 7(2), 47-54.
- Nishiwaki, S., Ueda, H. & Makioka, T. (1975). Tagging studies on the growth of the sea hare *Aplysia kurodai* on an intertidal rocky shore. *Marine Biology*, 32, 389-395.
- Oh, J. E. (2010). *The Effect of Characteristics of Natural Indigo Dyestuff on Its Dyeing Properties*. Unpublished master thesis, Incheon University,

- Korea.
- Shin, M. O. (2010). The Antioxidative and Antimicrobial Effects of Internal Organs of *Aplysia kurodai* Fractions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(10), 1433-1438.
- Tusa, Y. (1994) Size-related egg production in a simultaneous hermaphrodite, the sea hare *Aplysia kurodai* baba (mollusca: opisthobranchia). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 36, 249-254.
- 접수일 : 2012. 06. 26.  
 수정완료일 : 2012. 07. 24.  
 게재확정일 : 2012. 07. 30.