

碩士學位論文

제주조릿대를 이용한 천연염색



濟州大學校 大學院

衣類學科

朴智慧

2005年 12月

제주조릿대를 이용한 천연염색

指導教授 李 惠 善

朴 智 慧

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2005年 12月

朴智慧의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

2005年 12

Natural Dyeing Using *Sasa quepaertensis* Nakai

Hye-Ji Park

(Supervised by peofessr Hye-Sun Lee)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF CLOTHING AND TEXTILE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2005. 12

Abstract

This study investigated the dyeing properties with the aid of variances such as the types of fabric, pH level, concentration of dyeing liquid, dyeing temperature dyeing time, and the frequency of dyeing in order to provide fundamental data for the optimal conditions at the time of dyeing woven textiles using *Sasa queipaertensis* Nakai. The results of study were as follows:

Wool fabrics are more excellent than cotton fabrics in all aspects of the dyeing process. Meanwhile, the cotton fabrics dyed with the extracts of *Sasa queipaertensis* Nakai leaves were changed into a greenish yellow color and Wool fabrics were changed into reddish yellow.

Cotton fabrics and wool fabrics had the best dye ability at the pH 11 and pH 3 leaves, respectively. Meanwhile, it seems that *Sasa queipaertensis* Nakai has the characteristics of acid dye and affinity for cotton.

The higher the concentration of dyeing liquids, the higher the dyeing properties of both cotton fabrics and wool fabrics. However, the amount of 100g/ℓ was the most appropriate.

Cotton fabrics had the best dyeing properties when it was 80°C and the higher the temperature of wool fabrics, the higher its dyeing properties. Nevertheless, the fulling and luster of wool became lower when it was 100°C in temperature. The temperature of 80°C was the most appropriate.

The more the cotton and wool took on dyeing, the higher the dyeing properties of cotton fabrics and wool fabrics. However, 60 minutes of dyeing was appropriate.

The more frequent the dyeing, the higher the amount of dye uptake; therefore, the dyeing properties exhibited excellent improvement with repetitive dyeing.

Cotton fabrics had the second class and wool fabrics had the second and third class in terms of light fastness and it was shown to have low color fastness on light. Rubbing fastness was excellent with the fifth

class both in dry and wet methods. Washing fastness was outstanding with the 4th to the 4.5th class degree of color change and fading as well as that of contamination. Perspiration fastness was also excellent with the 4th to the 4.5th class degree of color change and fading and of contamination.

From the aforementioned results, it has been demonstrated that it is possible to utilize fabric dyeing using the *Sasa quepaertensis* Nakai method, thanks to its rubbing, washing, and perspiration fastness, except for light fastness, even if it was not treated with mordant dyes.



목 차

I. 서 론	1
II. 실험방법	4
1. 실험재료	4
1) 시료	4
2) 염재	5
3) 시약	5
2. 실험방법	6
1) 시료의 정련	6
2) 염액 추출	6
3) 염액 조건	6
(1) 염액 pH	6
(2) 염액 농도	6
(3) 염색 온도	7
(4) 염색 시간	7
(5) 염색 횟수	7
4) K/S 값	7
5) 표면색 측정	8
6) 염색건뢰도 측정	8
III. 결과 및 고찰	10
1. 염액 pH에 따른 염색성	10
2. 염액 농도에 따른 염색성	13
3. 염색 온도에 따른 염색성	16

4. 검색 시간에 따른 검색성	19
5. 검색 횟수에 따른 검색성	22
6. 검색 건뢰도	25
1) 일광건뢰도	25
2) 마찰건뢰도	26
3) 세탁건뢰도	27
4) 땀건뢰도	28
IV. 결 론	30
참고문헌	31



List of Tables

Table 1. Characteristics of specimen fabrics	4
Table 2. Effect of pH on L^* , a^* , b^* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i>	12
Table 3. Effect of dyeing concentration on L^* , a^* , b^* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i>	15
Table 4. Effect of dyeing temperature on L^* , a^* , b^* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i>	18
Table 5. Effect of dyeing time on L^* , a^* , b^* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i>	21
Table 6. Effect of dipping count on L^* , a^* , b^* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i>	24
Table 7. Light fastness of fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	25

Table 8. Rubbing fastness of fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	26
Table 9. Washing fastness of fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	27
Table 10. Perspiration fastness of fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	29



List of Figures

Figure 1. Chemical structure of Tricin	2
Figure 2. Effect of pH on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	11
Figure 3. Effect of dyeing concentration on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	14
Figure 4. Effect of dyeing temperature on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts.	17
Figure 5. Effect of dyeing time on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	20
Figure 6. Effect of dipping count repeated dyeing on K/S of cotton and wool fabrics dyed with <i>Sasa quelpaertensis</i> extracts	23



I. 서론

최근 들어 환경과 건강, 심리적 만족과 안정감, 쾌적한 환경에 대한 관심이 증대되면서 기후 협약회의, OECD 환경정책회의 등 환경관련 국제협약에서 인체와 환경에 유해한 물질들의 규제가 강화되고 있다. 그리하여 섬유와 의류 산업에서도 환경 친화적인 소재와 가공법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

합성염료는 천연염료에 비해 값이 싸고 재현성이 우수한 장점이 있으나 염색 공정에서 환경오염을 유발시키고 인체에 대한 유해성도 큰 것으로 밝혀지고 있다. 이에 비해 천연염료는 인체에 해가 없고, 염색폐수에 의한 수질오염을 줄일 수 있다. 그리고 식물성 염료 중 대부분은 약리작용이 있어 한약재로 사용되고 있으며, 염색에 따라서는 항균성, 소취성, 자외선 차단성, 방충성, 항 알레르기효과 등의 기능성도 갖고 있는 것으로 보고되고 있다 (박, 1995; 김 등, 1999; 용 등, 1999; 최, 1997; 박 등, 2003; 송, 2003; 신 등, 2002; 이 등, 1998; 주, 2002)

식물성 염료는 대부분 다색성 염료로서 같은 염료라도 매염제에 따라 다양한 색상을 낼 수 있다. 그리고 천연색소는 합성염료에 비해 채도가 낮고, 여러가지 색소를 포함하고 있으므로 특별히 배색을 하지 않아도 서로 조화되어 안정된 색감을 나타낸다. 따라서 천연염색물만이 가지는 naturalness, environmental, friendliness harmonizing natural shade, 혹은 그 자체의 고상함이 인간의 감성을 자극하기 때문에 최근 천연염색에 대한 관심이 고조되고 있다 (강 2001; 임 등, 2000). 그리하여 공예 기술정도에 머물던 천연염색 방법의 현대화를 위해 수치화, 계량화, 자동화에 관한 연구가 활발히 진행되고 (남 등, 1995), 이러한 방법으로 천연염료의 실용화를 위한 연구 (홍, 1991), 모상 근으로부터의 염료생산 (임, 1992), 염료의 안정화 및 염색의 재현성 확립기술 개발이 진행되고 있다(임 등, 2000). 근래에 와서는 의약품 개발, 천연색소와 향료 등 다각도로 이용이 가능하

며, 현대의 첨단기술과 접목시켜 신기술로 개발한다면 의류생산 뿐만 아니라 환경보호에도 큰 역할을 할 수 있다.

우리나라 전역에 걸쳐 넓게 분포하고 있는 조릿대 (*Sasa boiealis*)는 대나무 중에서 가장 작은 대나무이다. 조릿대는 전국 산야의 큰 나무 밑에 무리를 지어 자라는 상록성 식물로 생명력이 강하고 약리적 효능이 뛰어나며 옛날에는 줄기를 베어서 조리나 대바구니, 민예품을 만드는 재료로 이용하여 왔다. 예로부터 조릿대는 열을 내리고 소변을 잘 누게 하며 폐기를 통하게 하고 출혈을 멈춘다고 알려져 있다. 항암작용, 항 궤양작용, 소염작용, 진정작용, 진통작용, 위액산도를 높이는 작용, 혈압강화작용, 혈당량 감소 작용, 해독작용, 항균작용 등이 있어, 위 및 십이지장궤양, 만성위염, 악성 종양, 고혈압, 동맥경화, 당뇨병, 편도염, 감기, 간염, 폐렴, 천식 등에 쓰인다. 맛은 달고 성질은 차서 잎, 줄기, 뿌리를 꾸준히 다려 마시면 효능이 있다 고한다 (한국본초도감, 한국의 자원식물 연구소, 천연 약물 사전).

제주도 한라산에만 자생하는 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai)는 조릿대와 같은 속에 속하므로 약효 작용이 비슷해 예전부터 약용으로 많이 사용되어져 왔으며, 염색의 색소 성분은 트리신(tricin)으로 플라보노이드계의 플라본 구조의 화합물이며 그 구조는 Figure 1과 같다.

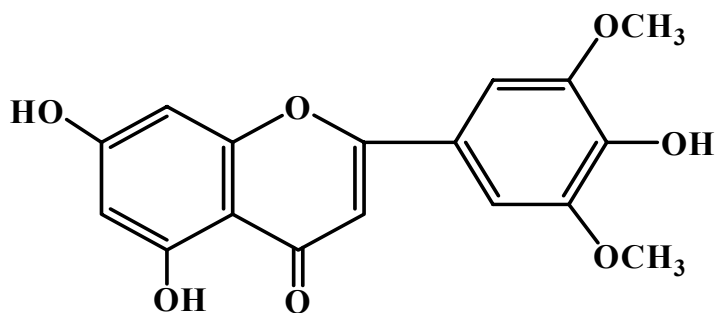


Fig. 1 Chemical structure of Tricin

속명으로는 제주도산약죽 (濟州道 山藥竹), 탐라세 (耽羅笹), 산죽(山竹), 도의대, 탐라산죽이라 일컬으며, 학명으로는 *Sasa quelpaertensis* Nakai라 한다. 조릿대는 벼과 식물로 고지대에서는 바람의 영향으로 33cm정도 자라고, 활엽수림에서는 80cm정도 자란다. 마디는 도드라지며 지름 3~4mm로서 털이 없으며 녹색이다. 잎은 타원형 또는 긴 타원형이고 길이 7~20cm, 너비 15~20mm로서 표면은 연한 녹색으로 겨울에는 잎 가장자리가 말리고 갈라져 마치 줄무늬처럼 보인다. 꽃은 6~7년 마다 한 번씩 피며, 열매는 보리나 밀알 모양이며 전분자원(澱粉資源)으로 먹을 수 있는데, 열매는 한 때 구황식물로 써 왔다. 조릿대는 숲의 아래를 덮어 양탄자 같은 역할로 숲을 따듯하게 하여 작은 동물들의 안식처가 되어주기도 한다. 하지만 조릿대는 땅 속으로 줄기를 뻗어가며 숲을 장악하여 다른 식물들이 자라기 어렵게 만든다. 지구온난화 및 1980년 중반부터 소와 말의 방목이 금지되면서 빠른 속도로 퍼져나갔다. 20여 년 전 해발 600~1,400m에서 자생하였으나 지금은 해발 400~1,900m까지 영역을 확대함에 따라 한라산에 자생하는 다른 제주특산 식물들의 생존이 위협받고 있는 실정이다 (김과 고, 2005).

이에 따라 제주에서는 제주조릿대에 대하여 천연 식품소재로서 항산화효과의 유용성과 활용 가치를 평가하여 건강식품과, 건강음료 개발을 위한 연구가 진행되고 있다 (양 등, 2003). 제주조릿대 잎, 줄기, 뿌리에서 탄수화물과 단백질, 무기질이 많아 가축의 사료 자원화에 대한 연구 (제주 난지농업 연구소) 및 제주조릿대가 생태계에 미치는 영향과 그 대책에 대한 연구가 추진되고 있다 (김 과고, 2003~2005; 김, 2002).

이와 같은 상황에서 제주조릿대를 이용한 염색법의 연구는 식물 생태계를 보호하는데 기여 할 뿐만 아니라, 제주 감물 염색 이외에 다양한 제주 특유의 천연 염색 염료 식물 자원의 발굴에도 큰 의의가 있다.

본연구의 목적은 제주조릿대를 이용한 염색의 최적조건을 제공하는데 있으며 따라서 제주조릿대를 이용하여 염액추출 후 수소 이온 농도지수, 염액농도, 염색 온도, 염색 시간, 염색 횟수를 변인으로 하여 면직물과 모직물에 IR염색기로 염

색한 후 CCM을 사용하여 표면색을 측정하였다. 일광건뢰도, 건·습 마찰건뢰도, 세탁 건뢰도, 땀 건뢰도 등을 분석하여 염색성을 검토해 보았다.



II. 실험방법

1. 실험재료

1) 시료

본 실험에서 사용된 시료는 K/S K 0905에 규정된 섬유제품의 염색 견뢰도 시험용 백면포, 백모포를 사용하였으며, 사용된 시료의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of specimen fabrics

Material	Cotton	Wool
Weave	Plain	Plain
Fiber content(%)	Cotton 100%	Wool 100%
Fabric count (ends×picks/5cm)	156×138	166×134
Weight (g/m ²)	98.5	103.2
Thickness (mm)	0.26	0.25

2) 염 재

본 실험에 이용된 염제는 해발 400m에서 자생하는 제주조릿대 (*Sasa quelpaertensis* Nakai)잎을 채취하여 잘게 잘라 사용하였다.

3) 시 약

염육의 pH 조절을 위해 1급 시약 (JUNSEI Pure Chemical Co. Ltd., Japan)을 사용하였으며 실험에 사용된 시약은 다음과 같다.

- Sodium carbonate (Na_2CO_3)
- Acetic acid (CH_3COOH)



2. 실험방법

1) 시료의 정련

백면포는 시판 중성세제 3%(o.w.f)으로 95℃에서 2시간 정련 후 그늘에서 자연 건조하여 사용하였다. 백모포는 중성세제 1%(o.w.f)으로 60℃에서 2시간 정련한 후 그늘에서 자연 건조하여 실험에 사용하였다.

2) 염액추출

제주조릿대 잎을 물 1L에 100g 넣고 Na_2CO_3 0.5g (o.w.b)을 가하여 85~95℃에서 하루에 2시간 씩 3일 동안 끓여 냉장보관 하며 실험하였다.

3) 염색조건

IR 염색기 (Model: DL-6000, Daelim Starlet Co. Ltd.)를 이용하여 염색시의 pH, 농도, 시간, 온도 등을 변화키면서 염색성을 조사하였다. 염색시의 변인분석을 위해서 대조구로 정련한 원포를 사용하였다.

(1) 염액 pH

염색 시 pH에 다른 염색성을 조사하기 위해 매염처리하지 않은 조건에서 pH 3, 5, 7, 9, 11에서 액비1:50, 100g/ℓ로 추출염액을 사용하여 80℃를 유지하면서 60분간 염색한 후에 하루 동안 방치하고 그늘에서 자연 건조시켰다.

(2) 염액 농도

물 1ℓ에 각각 제주조릿대 20g, 40g, 60g, 80g, 100g을 넣고 추출하여 액비1:50, 80℃를 유지하면서 60분간 염색하고 하루 동안 방치하여 그늘에서 자연 건조시켰다 (pH 실험 결과 최적조건인 염액 100g/ℓ로 추출염액을 사용하여 면직물은 pH 11.0, 모직물은 pH 3.0에서 실험하였다).

(3) 염색온도

액비1:50, 20℃, 40℃, 60℃, 80℃, 100℃에서 60분간 염색한 후에 하루 동안 방치하고 그늘에서 자연 건조시켰다 (면직물 pH 11.0, 모직물 pH 3.0).

(4) 염색시간

액비1:50, 80℃를 유지하면서 10분, 20분, 30분, 40분, 50분, 60분 동안 염색한 후에 하루 동안 방치하고 그늘에서 자연 건조시켰다 (면직물 pH 11.0, 모직물 pH 3.0).

(5) 반복염색 횟수

액비1:50, 면직물 pH 11.0, 모직물 pH 3.0, 온도 80℃에서 60분씩 각각 1회 염색, 2회 염색, 3회 염색 후 건조하고 수세하여 반복횟수별로 염색성을 비교하였다.

4) K/S 값 측정



Computer color matching system (Upson Co. Ltd., Korea)을 사용하여 최대흡수파장인 400nm에서 염색포의 표면 반사율을 측정하여 Kubelk-Munk식에 의해 K/S값을 산출하였다.

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

K: 염색물의 흡수계수

S: 염색물의 산란계수

R: 표면반사율

5) 표면색 측정

Computer color matching system (Upson Co. Ltd., Korea)을 사용하여 2° Observer, C광원에서 CCM을 이용하여 L^* , a^* , b^* 값과 ΔE 값을 구하였다. Chroma Meter (CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 Munsell 값을 구하였다.

6) 염색 견뢰도 측정

(1) 일광 견뢰도

염색된 시료들은 KS K 0700에 준하여 Carborn arc type Fade-O-Meter (Model: HS-213, Han Won Testing Machine Co. Ltd., Korea)를 사용하여 표준 퇴색시간동안 광 조사 한 후 변·퇴색용 Gray Scale (JIS L 0804)로 등급을 판정하였다.

(2) 마찰견뢰도

염색된 시료들을 KS K 0650에 준하여 Crockmeter (Seisaku-Sho. Ltd., Japan)를 이용하여 건조 시와 습윤 시의 마찰 견뢰도를 측정하여 탈색포는 변·퇴색용 Gray Scale (JIS L 0804) 등급을 판정하며, 백면포의 오염정도는 오염용 Gray Scale (JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

(3) 세탁 견뢰도

염색된 시료들을 KS K 0430에 준하여 Launder-O-meter (Yasuda Seiki Seisakusho, Ltd., Japan)을 사용하여 40℃에서 30분간 세탁 후 1분 동안 2번 수세하고, 건조하여 탈색정도는 변·퇴색용 Gray Scale (JIS L 0804)로 판정하며, 백면포의 오염정도는 오염용 Gray Scale (JIS L 0805)로 견뢰도를 평가하였다.

(4) 땀 견뢰도

염색된 시료들을 KS K 0715에 준하여 Perspiration Tester (Model: DL-2012, Daelim Engineering Co. Ltd., Korea)를 사용하여 산성 땀액과 알칼리성 땀액에

담갔다가 땀 견뢰용 링거(Model: DL-2013, Lab. Daelim Engineering Co. Ltd., Korea)에서 짠 다음 시험포를 유리판 사이에 끼워 Perspirometer의 금속판에 삽입한 후 4.54kg의 하중을 가한 다음 $38\pm 1^{\circ}\text{C}$ 온도가 되는 건조기에 넣고 6시간 방치하여 건조한 후 탈색정도는 변 퇴색용 Gray Scale (JIS L 0804)로, 백면포의 오염정도는 오염용 Gray Scale (JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.



III. 결과 및 고찰

1. 염액 pH에 따른 염색성

Figure 2는 제주조릿대에서 추출한 염액을 CH_3COOH 와 Na_2CO_3 을 사용하여 각각 pH3, 5, 7, 9, 11로 조절하여 액비 1:50, 염액농도 $100\text{g}/\ell$, 80°C , 60분간 염색한 면직물과 모직물의 K/S 값을 측정한 결과이다. 면직물은 pH3에서 0.56, pH5에서 0.95, pH7에서 1.02, pH9에서 1.26, pH11에서 1.41로 pH가 증가할수록 K/S 값이 증가하여 pH11에서 가장 좋은 염착성을 나타냈다. 셀룰로오스 섬유는 내 알칼리성을 지녀 알칼리에 강하므로 제주조릿대를 이용한 셀룰로오스 섬유 염색의 최적 pH는 11이 적당하다고 생각된다.

그리고 모직물의 pH에 따른 K/S 값을 측정한 결과 pH7인 중성염욕에서 염 가장 낮았고, pH 3에서 가장 높은 값을 나타내었다. 그리고 셀룰로오스 섬유 보다 단백질 섬유의 염착율이 높은 이유는 양모의 아미노산 구성에 있어 arginine, tryptophane, lysin 등과 같은 염기성 잔기의 비율이 높아 이온결합을 하기 때문이다. 또한 모든 pH조건에서 양모섬유는 면섬유에 비해 배 이상의 염착성을 나타냈다. 면섬유는 관능기가 $-\text{OH}$ 뿐인데 비해 양모섬유는 $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$ 와 $-\text{NH}_2$ 등 다수의 관능기를 가지고 있기 때문이다. 그리고 산성조건에서 단백질계 섬유인 양모에 염색이 잘 되는 것으로 보아 제주조릿대는 직접성이 있는 산성염료의 성질을 가진 것으로 생각된다.

Table 2는 면직물과 모직물의 L^* , a^* , b^* 값과 Munsell값이다. 면직물의 a^* 값은 -0.14에서 -7.30으로 낮아지고, b^* 값은 12.59에서 34.49로 증가하여 greenish yellow로 나타났다. ΔE 값은 14.86에서 35.20으로 농도가 진해질수록 높게 나타났다. 색상은 0.1Y에서 5.5Y로, 명도는 8.2에서 8.1로 낮아졌다. 채도는 1.9에서 1.41로 높아졌다. 모직물의 a^* 값은 -0.54에서 3.20으로 증가하였고, b^* 값도 23.70에서 30.36으로 증가하여 reddish yellow 나타났다.

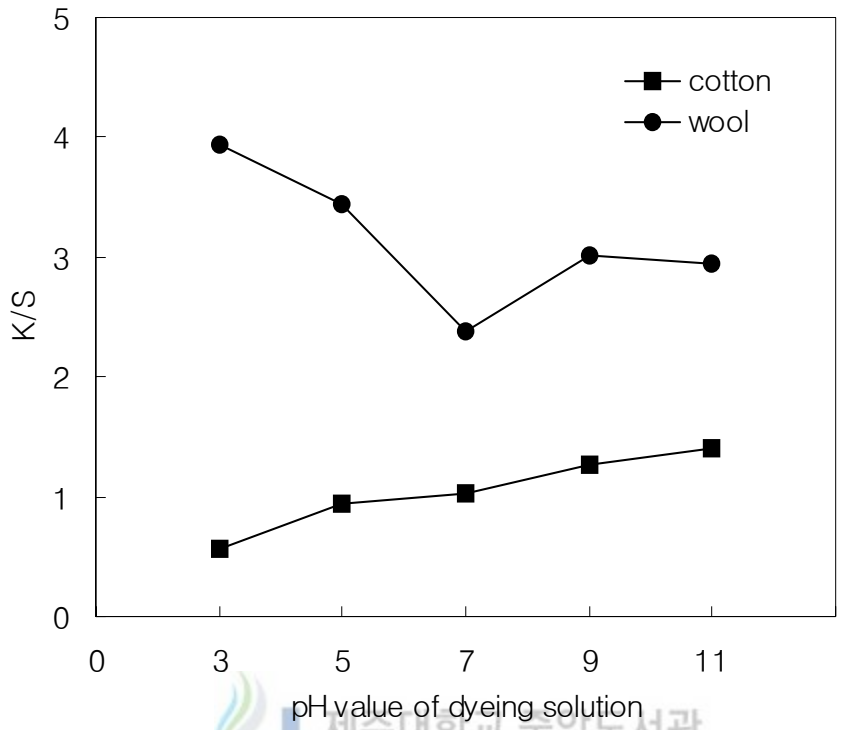


Fig. 2 Effect of pH on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts.

liquor ratio	1:50
dyeing conc.	100g/l
dyeing temp.	80°C
dyeing time.	60min

Table 2. Effect of pH on L*,a*,b* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis*

Fabric	Color value	Control	pH value of dyeing solution				
			3	5	7	9	11
Cotton	L*	93.71	83.81	80.50	79.34	81.58	83.46
	a*	-0.51	-0.14	-0.35	0.01	-2.71	-7.30
	b*	1.51	12.59	16.28	17.54	21.83	34.49
	ΔE	0	14.86	19.52	21.53	23.77	35.20
	H	4.5Y	0.1Y	2.1Y	0.2Y	0.8Y	5.5Y
	V	8.8	8.2	8.1	7.7	8.1	8.1
	C	1.5	1.9	3.0	2.5	2.3	4.2
	K/S	0.03	0.56	0.95	1.02	1.26	1.41
Wool	L*	87.76	65.16	67.14	72.43	68.19	72.76
	a*	-2.51	3.20	1.27	0.75	1.76	-0.54
	b*	10.10	23.70	22.79	21.77	22.49	30.36
	ΔE	0	26.98	24.50	19.54	23.55	25.28
	H	6.3Y	9.2YR	0.1Y	0.1Y	9.4Y	1.5Y
	V	8.4	6.3	6.5	7.0	6.7	7.1
	C	3.9	3.5	3.2	2.9	3.1	4.1
	K/S	0.35	3.94	3.44	2.38	3.02	2.94

2. 염액 농도에 따른 염색성

Figure 3 면직물은 pH11, 모직물은 pH3으로 조정하고 제주조릿대잎을 각각 20g, 40g, 60g, 80g, 100g을 넣고 액비 1:50, 80℃에서 60분간 염색하여 표면색을 측정된 결과이다. 면직물인 경우 20g에서 0.89, 40g에서 1.03, 60g에서 1.07, 80g에서 1.41, 100g에서 1.02 로 농도가 높아짐에 따라 염색성이 크게 증가했다. 모직물도 20g에서 1.55, 40g에서 2.52, 60g에서 2.81, 80g에서 3.94, 100g에서 4.64로 면직물과 같이 농도가 증가 할수록 K/S값이 커짐을 알 수 있었는데, 이와같이 모든 직물에서 염색성은 염료농도에 비례하여 증가하는 것으로 나타났으며 이는 농도와 염착량은 비례하여 증가한다는 다른 보고와도 일치한다. 그리고 모든 농도에서 모직물이 염착률이 면직물보다 배 이상 우수하게 나타났다(배, 2003; 손, 등2002; 변 1996, 반 1997).

Table 3은 면직물과 모직물의 L^* , a^* , b^* 값과 Munsell값이다. 면직물의 a^* 값이 -2.56에서 -7.30 감소하고 b^* 값은 14.80에서 34.49로 증가하여 greenish yellow로 나타났다. ΔE 값은 농도가 진해질수록 높게 나타났다. 색상은 3.3Y에서 5.5YR로 변화되었고, 명도는 8.5에서 8.1로 낮아졌고, 채도는 2.2에서 4.2로 높아졌다. 모직물의 a^* 값이 0.58에서 3.20으로 증가하고, b^* 값도 20.12에서 23.70으로 reddish yellow하게 나타났다. ΔE 값은 농도가 진해질수록 높게 나타났다. 색상은 0.1Y에서 9.2YR이고 명도는 7.3에서 6.3으로 어두워졌다. 채도는 2.8에서 3.5로 높게 나타났다.

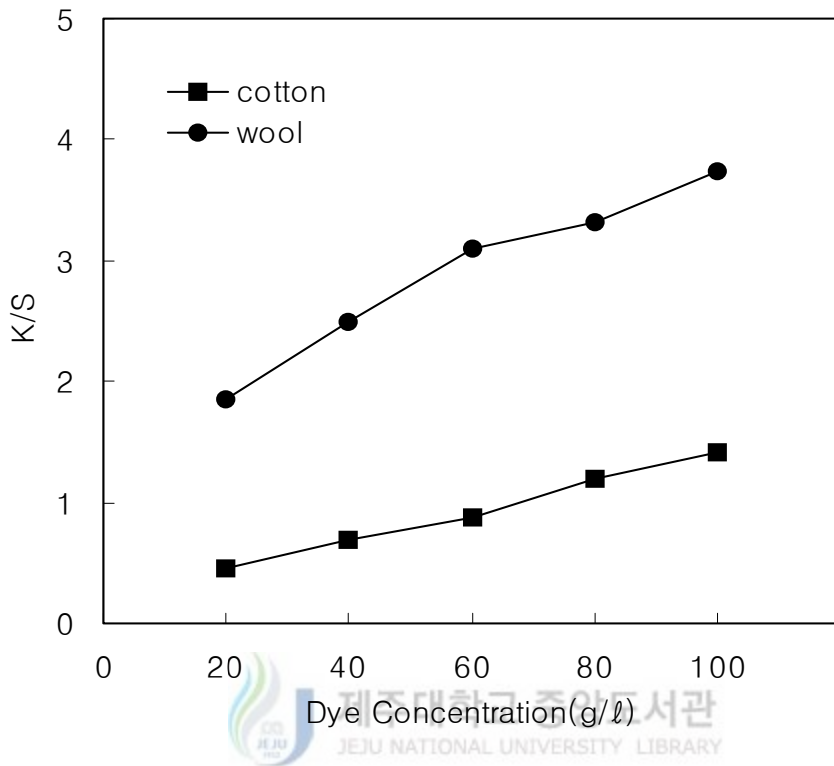


Fig. 3 Effect of dyeing concentration on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quepaertensis* extracts.

liquor ratio	1:50
dyeing temp.	80°C
dyeing time.	60min
dyeing pH	(cotton 11.0, wool 3.0)

Table. 3 Effect of dyeing concentration on L*, a*, b* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis*

Fabric	Color value	Contr ol	Dye concentration (g/l)				
			20	40	60	80	100
Cotton	L*	93.71	87.13	85.62	84.52	82.15	83.46
	a*	-0.51	-2.56	-4.42	-5.61	-5.37	-7.30
	b*	1.51	14.80	21.05	26.06	28.22	34.49
	ΔE	0	14.97	21.51	26.70	29.50	35.20
	H	4.5Y	3.3Y	4.9Y	5.1Y	4.8Y	5.5Y
	V	8.8	8.5	8.4	8.3	8.0	8.1
	C	1.5	2.2	2.9	3.2	3.6	4.2
	K/S	0.03	0.45	0.69	0.87	1.20	1.41
Wool	L*	87.76	74.40	7.46	69.36	68.08	65.16
	a*	-2.51	0.58	1.36	2.30	2.62	3.20
	b*	10.10	20.12	21.08	23.77	23.85	23.70
	ΔE	0	16.98	20.84	23.42	24.55	26.98
	H	6.3Y	0.1Y	0.1Y	9.6YR	9.5YR	9.2Y R
	V	8.4	7.3	6.8	6.8	6.7	6.3
	C	3.9	2.8	3.0	3.4	3.1	3.5
	K/S	0.35	1.85	2.5	3.1	3.31	3.94

3. 염색 온도에 따른 염색성

Figure 4는 온도에 따른 염색성의 변화를 보기 위해 면직물은 pH11, 모직물은 pH3으로 조정하고 염액농도 100g/ℓ, 액비 1:50, 염색시간을 60분으로 하여 온도를 각각 20℃, 40℃, 60℃, 80℃, 100℃에서 염색하여 표면색을 측정된 결과이다. 면직물은 K/S값은 0.89에서 1.41로 80℃까지 급격히 증가하다가 100℃에서 감소하는 것을 알 수 있다. 모직물 염색은 20℃에서 1.55, 100℃에서 4.64로 20℃에서 60℃까지는 서서히 증가하다가 80℃에서 염착 농도가 증가함을 알 수 있었다. 모직물의 경우 섬유 표피층에 있는 스케일이 겹겹이 포개져 있어서 염료가 섬유 내부까지 침투하기 위해서는 충분한 온도와 시간이 요구되어 염색성이 크게 향상된 것 같다. 그러나 100℃에서는 모직물의 축융현상이 심하고, 광택이 저하되어 본 실험에서는 면직물과 모직물 모두 80℃로 고정하여 실험하였다.

Table 4는 면직물과 모직물의 L^* , a^* , b^* 값과 Munsell값이다. 면직물인 경우 온도가 20℃에서 100℃로 증가함에 따라 ΔE 값은 27.31에서 32.21로 나타났고, 온도가 80℃일 때 35.20으로 염착량이 가장 높았다. 그리고, a^* 값은 -8.34에서 -7.33로 낮아지고, b^* 값 26.26에서 31.97로 증가하여 greenish yellow로 나타났다. 색상은 6.9Y에서 5.5Y, 명도는 8.2에서 8.3로 높아지고 채도는 3.4에서 4.1로 높아졌다. 모직물인 경우 ΔE 값이 14.56에서 29.52로 나타났고, a^* 값은 0.15에서 4.25로, b^* 값은 21.92에서 24.88로 증가하여 reddish yellow로 나타났다. 색상은 0.1Y나 8.7YR, 명도는 3.2에서 3.7로 높게 나타났다.

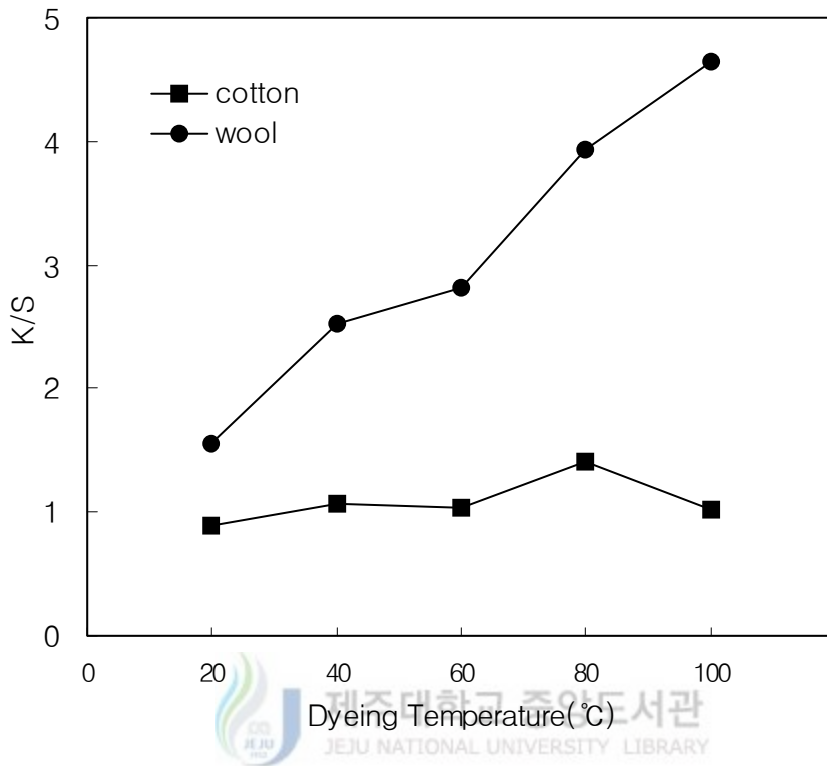


Fig. 4 Effect of dyeing temperature on K/S values cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts.

liquor ratio	1:50
dyeing conc.	100g/L
dyeing time.	60min
dyeing pH	(cotton 11.0, wool 3.0)

Table 4. Effect of dyeing temperature on L*,a*,b* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis*

Fabric	Color value	Control	Dyeing temperature(°C)				
			20	40	60	80	100
Cotton	L*	93.71	85.23	85.60	84.97	83.46	85.77
	a*	-0.51	-8.34	-8.83	-8.38	-7.30	-7.33
	b*	1.51	26.26	29.70	30.62	34.49	31.97
	ΔE	0	27.31	30.49	31.39	35.20	32.21
	H	4.5Y	6.9Y	6.8Y	6.4Y	5.5Y	6.3Y
	V	8.8	8.2	8.4	8.2	8.1	8.4
	C	1.5	3.4	3.6	3.9	4.2	3.9
	K/S	0.03	0.89	1.03	1.07	1.41	1.02
Wool	L*	87.76	79.68	73.74	71.36	65.16	63.12
	a*	-2.51	0.15	1.72	1.09	3.20	4.25
	b*	10.10	21.92	24.48	23.66	23.70	24.88
	ΔE	0	14.56	20.52	21.85	26.98	29.52
	H	6.3Y	0.1Y	9.8YR	0.1Y	9.2YR	8.7YR
	V	8.4	7.8	7.2	6.9	6.3	6.1
	C	3.9	3.2	3.6	3.3	3.5	3.7
	K/S	0.35	1.55	2.52	2.81	3.94	4.64

4. 염색 시간에 따른 염색성

Figure 5는 시간에 따른 염색성의 변화를 보기 위해 제주조릿대 염액을 농도 100g/l, 액비 1:50, 60분, 면직물은 pH11, 모직물은 pH3으로 각각 10분, 20분, 30분, 40분, 50분, 60분 염색하여 표면색을 측정된 결과이다. 면직물은 시간이 증가하여도 염착량의 변화가 크지 않게 나타났다. 이로부터 면직물은 10분 정도의 짧은 시간내에 대부분의 염착이 일어날 정도로 염색 속도가 빠르기 때문에 그 이상 염색하여도 염착량이 크지 않음을 알 수 있다. 이에 반해 모직물은 시간이 지남에 따라 계속해서 염착량이 증가하였다. 모직물은 표면의 스케일 구조 때문에 염료가 섬유내부로 충분히 침투해 들어가기 위해서는 충분한 시간이 필요함을 알 수 있다. 그리하여 본 실험에서는 면직물과 모직물 모두 염색시간을 60분으로 고정하여 실험하였다.

Table 5는 면직물과 모직물의 L^* , a^* , b^* 값과 Munsell값이다. 면직물인 경우 L^* 값이 86.26에서 83.46으로 감소하고 a^* 값은 -8.85에서 -7.31로 감소하고, b^* 값은 32.37에서 34.49로 증가하여 greenish yellow로 나타났다. ΔE 값은 32.83에서 35.20으로 시간이 지남에 따라 높아졌다. 색상은 6.4Y에서 5.5Y로, 명도는 8.4에서 8.1로 진해졌으며, 채도는 4.0에서 4.2로 낮아졌다. 모직물이 경우 L^* 값이 70.66에서 65.16으로 감소하고 a^* 값은 3.90에서 3.20으로 낮아지고, b^* 값은 23.31에서 23.70으로 증가하여 reddish yellow로 나타났다. ΔE 값은 22.51에서 26.98로 시간이 지남에 따라 높아졌다. 색상은 9.0YR에서 9.2YR로, 명도는 6.8에서 6.3로 진하게 나타났다.

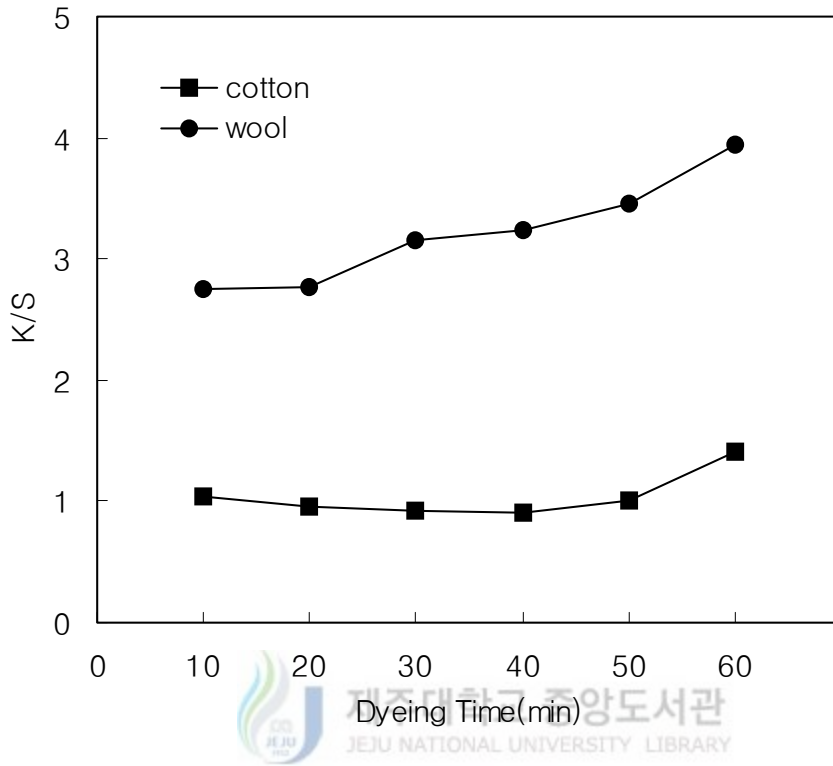


Fig. 5 Effect of dyeing time on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts.

liquor ratio	1:50
dyeing conc.	100g/ℓ
dyeing temp.	80℃
dyeing pH	(cotton 11.0, wool 3.0)

Table 5. Effect of dyeing time on L*, a*, b* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis*

Fabric	Color value	Control	Dyeing time(min)					
			10	20	30	40	50	60
Cotton	L*	93.71	86.26	85.19	85.25	85.28	85.73	83.46
	a*	-0.51	-8.85	-6.97	-6.78	-6.94	-7.82	-7.31
	b*	1.51	32.37	27.38	28.01	28.25	30.85	34.49
	ΔE	0	32.83	27.99	28.52	28.76	31.28	35.20
	H	4.5Y	6.4Y	6.1Y	5.3Y	5.6Y	6.0Y	5.5Y
	V	8.8	8.4	8.4	8.2	8.3	8.3	8.1
	C	1.5	4.0	3.4	3.6	3.6	3.9	4.2
	K/S	0.03	1.04	0.95	0.92	0.91	1.00	1.41
Wool	L*	87.75	70.66	70.74	68.68	67.54	67.04	65.16
	a*	-2.13	3.90	3.88	3.69	3.41	3.83	3.20
	b*	9.96	23.31	23.38	24.47	22.20	23.41	23.70
	ΔE	0	22.51	22.49	24.66	24.27	25.40	26.98
	H	6.3Y	9.0YR	9.3YR	9.6YR	9.4YR	9.3YR	9.2YR
	V	8.4	6.8	6.9	6.7	6.6	6.5	6.3
	C	3.9	3.6	3.4	3.6	3.3	3.4	3.5
	K/S	0.35	2.76	2.77	3.16	3.24	3.45	3.94

5. 반복 횟수에 따른 염색

Figure 6는 면직물과 모직물의 반복 횟수에 따른 표면색을 측정 한 결과이다. 면직물의 경우 1회 염색에서 1.41, 2회 염색에서 2.15, 3회 염색에서 2.26으로 K/S값이 증가하여 염색횟수가 반복될수록 염색성이 향상되었다.

모직물의 경우 1회 염색에서 3.94, 2회 염색에서 3.96, 3회 염색에서 4.42 로 염색 횟수가 증가할수록 모직물 K/S값이 증가하여 염색성도 커졌다.

Table 6은 면직물과 모직물의 표면색을 측정 한 결과이다. 면직물은 L^* 값이 1회 염색에서 85.28, 2회 염색에서 77.40, 3회 염색에서 77.36으로 greenish yellow로 나타났다. 색상은 5.5Y에서 3.4Y로, 명도는 8.1에서 7.6으로 채도는 4.4에서 3.7로 나타났다. 모직물은 a^* 값과 b^* 값 모두 증가하여 reddish yellow로 나타났다. 색상은 9.2YR에서 8.1YR, 명도는 6.3에서 5.5로 어두워지고, 채도는 3.5~3.8로 높게 나타났다.



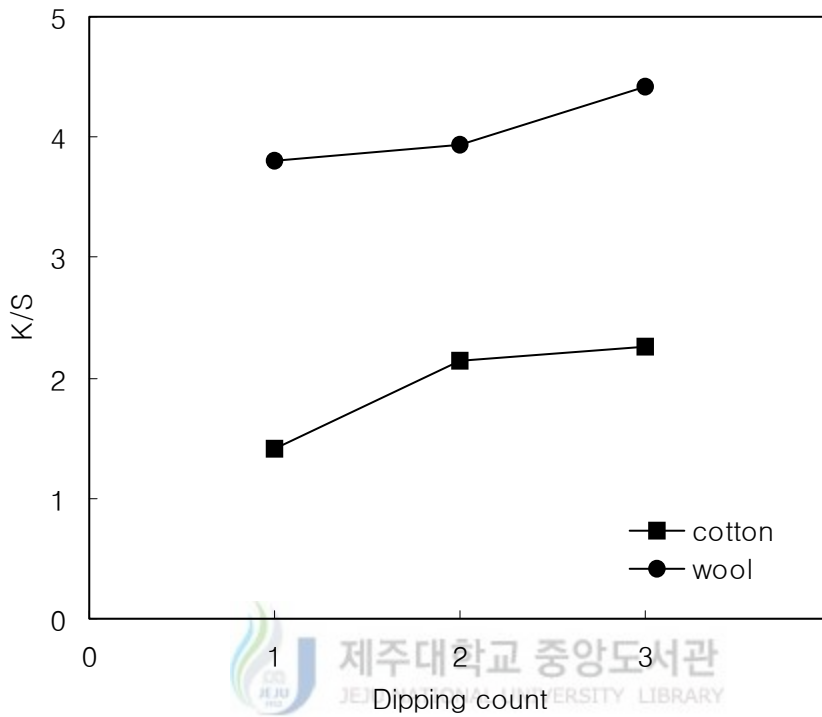


Fig. 6 Effect of Dipping count repeated dyeing on K/S values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts.

liquor ratio	1:50
dyeing conc.	100g/ℓ
dyeing temp.	80℃
dyeing time.	60min
dyeing pH	(cotton 11.0, wool 3.0)

Table 6. Effect of dipping count on L*, a*, b* and Munsell values of cotton and wool fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis*

Fabric	Color value	Dipping count		
		1	2	3
Cotton	L*	83.46	77.40	77.36
	a*	-7.30	-1.78	-0.70
	b*	34.49	26.99	25.56
	ΔE	35.20	29.93	28.76
	H	5.5Y	4.2Y	3.4Y
	V	8.1	7.6	7.6
	C	4.2	3.9	3.7
	K/S	1.41	2.15	2.26
Wool	L*	65.16	62.84	55.52
	a*	3.20	6.20	7.71
	b*	23.70	23.18	23.06
	ΔE	26.98	29.38	36.16
	H	9.2YR	8.8YR	8.1YR
	V	6.3	6.2	5.5
	C	3.5	3.8	3.8
	K/S	3.94	3.96	4.42

6. 염색 견뢰도

1) 일광 견뢰도

Table 7은 면직물은 모두 2급으로 나타났고, 모직물은 1회 염색에서는 2급으로, 2회와 3회 염색에서는 3급으로 나타나 일광에 대한 견뢰도가 면직물과 모직물 모두 좋지 못함을 알 수 있다.

배(2003)의 삼백초는 일광 견뢰도가 1급, 오(2004), 배 등(2003)의 국화와 괴화의 일광 견뢰도가 1급~ 2급으로 판정되었다. 이에 비하면 같은 황색 색소를 추출할 수 있는 제주조릿대 잎은 염색 견뢰도가 무 매염에서도 2-3급으로 다른 식물염료 보다 우수하므로 반복염색과, 일광 견뢰도 향상을 위한 후속 연구가 뒤따른다면 실생활에서 유용한 염료식물이라고 하겠다.

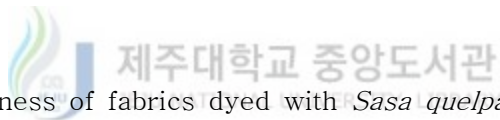


Table 7. Light fastness of fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts

Light fastness						
Fabric	Cotton			Wool		
Dipping count	1	2	3	1	2	3
Color change	2	2	2	2	3	3

2) 마찰견뢰도

Table 8은 건조시와 습윤시의 마찰 견뢰도를 측정하여 탈색정도는 변·퇴색용으로, 오염정도는 오염용으로 등급을 판정하였다. 면직물에서는 건조시와 습윤시 모두 5급으로, 모직물도 건조시와 습윤시 5급으로 나타나 매우 우수하였다.

이는 박 등(2002)의 고삼에서의 마찰견뢰도에서 4-5급, 신 등(2002)의 호도의 피에서의 3-4급, 배 등(2003)의 괴화에서의 4-5급보다 더 우수하게 나타났다.

Table 8. Rubbing fastness of fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts




		Rubbing fastness					
Fabric		Cotton			Wool		
Dipping count		1	2	3	1	2	3
Dry	Color change	5	5	5	5	5	5
	Stain	5	5	5	5	5	5
Wet	Color change	5	5	5	5	5	5
	Stain	5	5	5	5	5	5

3) 세탁 견뢰도

Table 9는 면직물의 변·퇴색과 오염정도는 1회 염색에서는 4급으로, 2회 염색과 3회 염색에서는 모두 4-5급으로 나타나 우수하였다. 모직물의 경우 오염정도가 1회와 2회 염색에서 4급으로, 변·퇴정도는 4-5급으로 나타났다. 2회와 3회 염색에서는 변·퇴정도와 오염정도가 4-5급으로 우수하게 나타났다.

Table 9. Washing fastness of fabrics dyed with *Sasa queipaertensis* extracts



Fabric	Cotton			Wool		
	1	2	3	1	2	3
Dipping count	1	2	3	1	2	3
Color change	4	4-5	4-5	4	4	4-5
Stain	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

4) 땀 건뢰도

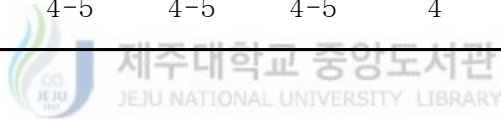
Table 10은 산성 땀액과 알칼리성 땀액에서 탈색정도는 변·퇴색용으로, 오염정도는 오염용으로 등급을 판정하였다. 면직물과 모직물의 땀 건뢰도를 측정된 결과이다. 면직물의 산성 인공 땀액에서 변·퇴색과 오염정도는 1회, 2회 모두 4등급으로 양호한 결과를 얻었는데 3회 염색 포에서는 오염정도 4-5등급, 변·퇴색에서는 4등급으로 우수하게 나타났다. 알칼리성 인공 땀액에서는 1회, 2회, 3회의 오염정도는 4-5등급으로 우수하게 나타났고, 변·퇴색에서는 1회 염색 4등급만 제외하고 2회, 3회 염색 모두 4-5 등급으로 우수하게 나타났다.

모직물의 산성 인공 땀액에서 오염 포에서는 1회 염색포만 제외하고 4-5등급으로 변·퇴색에서는 1회만 제외하고 2회, 3회 염색 포에서 4-5등급으로 나타났다. 알칼리성 인공 땀액에서는 오염포에서는 2회, 3회 염색포만 4-5등급으로 나타났고, 변·퇴색에서는 모두 4등급으로 나타나 전반적으로 아주 우수한 결과를 나타냈다.



Table 10. Perspiration fastness of fabrics dyed with *Sasa quelpaertensis* extracts

		Perspiration fastness					
Fabric		Cotton			Wool		
Dipping count		1	2	3	1	2	3
Acidic	Color change	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	Stain	4	4	4	4	4-5	4-5
Alkaline	Color change	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	Stain	4-5	4-5	4-5	4	4	4



IV. 결 론

본 연구에서는 제주조릿대를 이용한 식물염색시 최적조건에 관한 기초자료를 제공하기 위하여 식물종류, pH, 염액농도, 염색온도, 염색시간, 염색 횟수를 변인으로 하여 염색성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 조건에서 모직물이 면직물보다 염색성이 우수하였고, 제주조릿대잎 추출액으로 염색한 면직물은 greenish yellow 색상으로, 모직물은 reddish yellow의 색상 으로 발색되었다.
2. 면직물은 pH 11에서, 모직물은 pH 3에서 가장 염착성이 좋게 나타나 제주조릿대는 직접성을 가진 산성염료의 성질을 가진 것으로 보인다.
3. 염액 농도가 증가 할수록 면직물과 모직물 모두 염색성이 증가하여 100g/ℓ가 가장 적당하다.
4. 염색 온도가 면직물은 80℃일때 가장 염색성이 좋았고, 모직물은 온도가 증가할수록 염색성이 증가하지만, 100℃일때 양모의 축융과 광택이 낮아져 80℃가 적당하다.
5. 염색 시간이 증가 할수록 면직물과 모직물 모두 염색성이 증가하여 60분이 당하다.
6. 염색 횟수가 반복 될수록 염착량이 증가하여 반복염색시 염색성이 우수하다.
7. 일광견뢰도는 면직물은 2급, 모직물은 2~3급으로 나타나 일광에 대한 견뢰도가 좋지 못한 결과를 보였다. 마찰 견뢰도는 건식과 습식 모두에서 5급으로 매우 우수하게 나타났다. 세탁 견뢰도는 변·퇴색의 정도와 오염의 정도가 4~4,5급으로 우수한 결과를 보였다. 땀 견뢰도는 변·퇴색의 정도와 오염포의 정도가 4~4,5급으로 우수한 결과를 보였다.

이상의 결과에서 매염처리하지 않아도 일광견뢰도를 제외한 마찰, 세탁, 땀 견뢰도에서 우수함으로써 제주조릿대를 이용한 식물염색의 실용가능성을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 강지연, 2001. 천연 쪽을 이요한 단백질 섬유의 염색, 서울대학 박사학위 논문.
- 김수정, 2001. 콩즙을 이용한 면직물의 황토염색, 서울대학 박사학위 논문.
- 김현미, 1999. 쪽을 이용한 천연염색에 관한 연구, 배재대학교 석사학위 논문.
- 김미정, 변명우, 장명숙, 1996. 대나무(신의대)잎의 생리활성 및 항균성 효과, 한국 농약 식량학회지, 25(1).
- 김현철, 고정근, 2003, 한라산 식생 유형별 제주 조릿대의 생육특성에 대한 종 다양성 변화, 한라산 연구소 연구 보고서.
- 김병희, 송화순, 2000. 꽃을 이용한 천연염색(Ⅱ)-국화의 염색성 및 항균·소취성, 학염색가공학회지, 12(3), pp.43~48.
- 김월순, 최인려, 2004. 천연염재의 자외선 차단성능 연구, 복식문화연구, 12(1), pp.1~11.
- 김경선, 전동원, 김동준, 2005. 염욕의 pH와 매염제의 변화에 따른 코치닐의 염색성 연구(Ⅰ)- 면직물을 중심으로, 복식문화연구, 36(4), 11-19
- 김경선, 전동원, 김동준, 2005. 염욕의 pH와 매염제의 변화에 따른 코치닐의 염색성 연구(Ⅱ)- 양모직물을 중심으로, 복식문화연구, 13(2), 248-254.
- 김태정, 2004. 한국의 자원 식물, 서울대학출판부.
- 남성우, 정인모, 김인희, 1995. 천연염료에 의한 면섬유 염색, 염색가공학회지(Ⅰ), 7(2), 161~168.
- 박수영, 임형탁, 1999. 쉽게 구할 수 있는 염료식물, 대진사.
- 배정숙, 허만우, 2003. 괴화 추출물에 의한 모와 나일론직물의 염색성, 대한가정학회지, 41(2). 248-254.
- 배순이, 1999. 양파 외피 천연색소의 염색특성에 관한 연구, 원광대학교 박사학위 논문.
- 박영희, 2005. 캐모마일 추출액 염색직물의 염색성 및 항균성, 29(8), 1188~1195.
- 박선영, 남운자, 강동현, 2001. 고삼 에탄올 추출액의 염색성과 항균성, 14(1), 1~10.
- 반성의, 1997. 오징어 먹물을 이용한 천연염색, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 주영주, 1996. 다색성 천연염료의 매염 및 특성에 관한 연구, 중앙대학교 박사학

위 논문.

용광중, 김인희, 남성우(1995). 황벽 추출물에 의한 면 염색물의 항균성, 소취성, 염색가공학회지, 11(1), 9~10.

이 영, 1982. 전통 천연염료에 관한 실험적 연구, 원광대학교 석사학위 논문.

이현숙, 장지혜, 김인희, 남성우, 1998. 정향추출물에 의한 면섬유의 염색, 염색가공학회지, 10(3), 29~35.

임정희, 1992. Agrobacterium rhizogenes에 의해 형질 전환된 지치의 모상근 으로부터 시코닌계 색소 생산. 숙명여자대학교 교육대학원.

임용진, 2000. 천연염색의 색상 다양화 및 염색의 재현성 확립 기술 개발, 산업자원부(최종보고서).

임은숙, 2003. 감귤류 과피 추출액을 이용한 직물의 천연염색, 제주대학교 석사학위 논문.

오순자, 이혜선, 고석찬, 2005. 제주도 자생 식물에서 추출한 천연염료에 의한 섬유의 염색성, 제주대학교 아열대 농업생명과학회지, 21(1), 29~34.

신윤석, 오유정, 2002. 로즈마리 추출물을 이용한 면의 염색성, 한국의류학회지, 26(3), 485~491.

조경래, 2000. 천연염료와 염색, 형설출판사.

정필순, 1984. 한국 자연염료와 염색에 대한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문.

조경래, 1996. 천연염료에 관한 연구(8), 한국염색가공학회지, 7(3), 1~10.

송경현, 유혜자, 이혜자, 이전숙, 안춘숙, 한영숙, 2002. 의류재료학, 형설출판사, pp. 68~87, 105~123.

송은영, 2003. 천연 염색포의 자외선 차단효과, 덕성여자대학교 석사학위논문.

최순화, 조용석, 2001. 은행나무 수피 추출물에 의한 천연섬유염색(I), 한국염색가공학회지, 13(2), 1~9.

최영희, 군오경, 문제기, 2003. 느릅나무껍질 추출물에 의한 천섬유의 염색성 및 항균성, 한국염색가공학회지, 15(3), 14~19.

홍경옥, 1991. 천연염료의 실용화를 위한 실험적 연구, 원광대학교 석사학위논문.

김성련, 2000. 피복재료학, 교문사, pp.78~80.

山崎青樹, 2004. 草木染 染料植物図鑑, 美術出版社.

てらむら ゆうこ, ふんのはとみ, 2004, 植物染料による絞り染め, 文化出版.

やまざき・ももまる, みのわ・なおこ, 2003. 草木染めをしてみませんか, 淡文社.



pH에 따른 염색

	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11
Cotton					
Wool					






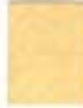





제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

농도에 따른 염색

	20g	40g	60g	80g	100g
Cotton					
Wool					













온도에 따른 염색

	20℃	40℃	60℃	80℃	100℃
Cotton					
Wool					



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

시간에 따른 염색

	10분	20분	30분	40분	50분	60분
Cotton						
Wool						

빛수에 따른 염색

1회 염색

2회 염색

3회 염색

Cotton



Wool



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY