

〈연구논문(학술)〉

쪽과 괴화를 이용한 복합염색 (I)
- 셀룰로오스 섬유를 중심으로 -

배정숙

대구대학교 패션디자인학과

Fabric Dyeing with Indigo and Japanese Pagoda Tree for Color Mixture (I)
- Treatment on Cellulose Fabrics -

Jung Sook Bae

Dept. of Fashion Design, Daegu University

(Received: November 27, 2008/Revised: January 13, 2009/Accepted: April 22, 2009)

Abstract— The color mixture, obtained from Indigo and Japanese pagoda tree, was applied to cellulose fibers such as cotton, linen and rayon to diversify color gamut of natural dyes. The color mixture was tried with two different methods. The first process was that cellulose fibers were dyed with 5~25% of Japanese pagoda tree solution, and then dyed 1 to 4 times with Indigo. The second process was dyeing 1 to 7 times with Indigo, followed by dyeing with 5~25% of Japanese pagoda tree solution. K/S value of the dyed fibers with one colorant and color mixture increased in the order of linen, cotton, rayon. It was also found that the first process could give higher K/S values than the second process.

Keywords: cellulose fiber, natural dyes, Indigo, Japanese pagoda tree, K/S value

1. 서 론

과학과 문명이 발달하고 생활이 윤택해짐에 따라 자연에 대한 향수와 천연지향의 욕구가 증대하고 있다. 또한 최근 건강에 대한 관심이 증가하고, 합성염료의 사용으로 인한 환경오염 및 피부자극 등의 건강상의 문제점이 대두되어 천연염색의 가치와 중요성이 재조명 받기 시작했다. 그러나 천연염료는 합성염료에 비해 재료의 확보가 어렵고 같은 재료라 할지라도 염액의 추출조건, 염색조건에 따라 색상이 다르게 염색되어 재현성이 낮으며 염색 견뢰도가 낮고 대량생산이 어려워 천연 염색된 의류제품의 가격은 매우 고가이다. 뿐만 아니라 천연염료의 색상이 다양하지 못해서 합성염료의 화려하고 현란한 색상에 익숙해진 소비자들의 욕구를 충족시키고 실용화시키기 위해서는 천연염료의 환경친화성과 기능성의 장점을 살리면서 색상다양화를 위한 연구가 요구된다¹⁾.

쪽(*Persicaria tinctoria*)은 마디풀과에 속하는 한해살이 풀이며, 인류 역사상 가장 먼저 사용된 식물성 염료중 하나이다. 쪽은 변이성 건염염료로서 다른 염료와는 달리 색소 그대로는 바로 원하는 색을 만들 수 없다. 쪽은 석회와 잣물이 있어야 색을 만들 수 있는 천연염료로 산화와 환원이라는 화학적인 변화를 거쳐야 쪽빛을 얻을 수 있다. 살아있는 미생물의 발효작용으로 색이 만들어지기 때문에 시간과 숙련된 노동, 노력이 필요하며 또한 매우 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 쪽색은 흔히 남색(藍色)이라고 하며, 감색(紺色)이라고도 한다^{2,3)}.

쪽에서 추출하는 Indigo는 물에 녹지 않는 색소로서, 알칼리성 환원제에 의하여 백랍, 즉 무색의 화합물로 환원되어 용해되어 이 화합물이 섬유에 흡착한 후 공기 중에서 산화함으로써 원래의 불용성 염료를 재생하는 것이 염색의 과정이다. 쪽을 이용한 염색방법은 크게 생즙법과 침전법 이 두 가지로 나눌 수 있다.

¹Corresponding author. Tel.: +82-53-850-6824; Fax.: +82-53-850-6829; e-mail: jsbae1106@hanmail.net

먼저, 생즙법은 생잎을 베어서 바로 즙액을 채취하여 염색하는 생잎 즙액 방법으로서 염색방법은 침전법보다 간편하다. 생즙염의 염색 메카니즘은 물에 용출된 인디칸(Indican)이 저온에서 섬유 내부로 침투되어 염착됨과 동시에 가수 분해되어 포도당과 인독실(Indoxyl)을 생성하고 인독실은 공기 중의 산소와 결합하여 Indigo가 되어 청색으로 발색된다^{4,6)}. 침전법은 쪽을 베어서 울어낸 물에 자연산 석회가루를 넣고 잘 저어 준 다음 파란 침전물을 걸러서 염료를 제조한 후 발효 및 염색하는 발효 방법이다. 즉, 침전법은 쪽잎에 들어있는 남색색소인 Indigo를 추출하여 직물에 염색하는 방법으로 쪽물에 함유된 Indigo는 물에 용해되지 않으므로 알칼리 수용액에 환원제를 가하여 풀이면 환원되어 Leuco형 Indigo가 되어 용해된다. 환원된 Indigo를 직물에 흡착시킨 후 공기산화로 청색 Indigo를 발색시켜서 염색한다.

천연염료 중 황색계 염료의 하나인 괴화는 학명은 *Sophora japonica* L.로 높이가 25미터 내외인 콩과의 낙엽교목으로 괴목, 과화목, 괴, 청괴, 회나무, 회화나무 등으로 불리기도 한다. 괴화의 색소의 주 성분은 루틴(rutin, guercetin의 배당체)이며 플라보놀(flavonol)류에 속한다. 괴화는 아름다운 황색이 얻어질 뿐 아니라, 황벽 또는 치자에 비하여 일광 견뢰도가 우수하며, 간색을 낼 때 특히 녹색을 낼 때 사용한다. 알루미늄 매염에 의해 염색한 것에 다시 생쪽으로 염색하면 황녹색이 얻어지는 것처럼 하염(下染)용의 황색색조로도 이용된다^{2,3,7,8,9)}.

본 연구에서는 천연 셀룰로오스 섬유인 면과 린넨, 재생 셀룰로오스 섬유인 레이온에 천연염색 고유의 기능성을 유지하면서도 천연염색의 색상다양화를 위하여 쪽의 푸른색과 괴화의 황색을 혼합하여 염색함으로써 셀룰로오스 섬유에서의 천연염료의 색상 다양화의 가능성을 검토하고자 하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

본 연구에서 사용된 직물 시료 중 면, 린넨은 솜베에서 구입한 것을 정련 후 사용하였으며, 레이온은 KS K 0905에 규정된 염색 견뢰 시험용 표준 레이온포를 한국의류시험연구원(KATRI)에서 구입하여 그대로 사용하였다. 면과 린넨의 정련은 5% owf 가루비누와 8%(owf) Na_2CO_3 를 사용하여 액비 1:50, 온도 95~100°C에서 1시간 동안 정련 처리한 후 본 실험에 사용하였으며 각 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2.1.2 염료

정량화된 염색조건의 제어와 색상의 재현을 실현시키기 위하여 (주)미광인터내셔널에서 괴화추출분말을 구입하여 사용하였으며, 쪽 분말은 솜베에서 구입하여 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 염액의 제조

35~40°C의 증류수 1ℓ에 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (Sodium Hydro-sulfite) 5g을 넣고 충분히 녹인 후 발효시켜 건조시킨 쪽분말 2.5g을 넣고 NaOH 3g을 사용하여 pH를 11~12로 조정된 쪽 염액을 1시간 가량 교반하고 2시간 정도 방치한 후 윗물만을 따라내어 염액으로 사용하였다. 괴화는 괴화추출분말을 5~25% owf의 농도범위로 조정된 염액을 제조하여 사용하였다.

2.2.2 염색

쪽과 괴화를 이용한 혼합염색은 쪽으로 먼저 염색한 후 괴화로 후 염색하는 방법과 괴화로 먼저 염색한 후 쪽으로 후 염색하는 방법으로 복합염색을 시도하였다. 쪽 염색은 농도가 너무 강하게 되면 복합 염색 시 바탕의 색을 덮어버리므로 농도를 2.2.1과 같이 약하게 조절하여 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Material	Weave	Density(inch ²)		Weight(g/m ²)	Thickness(mm)
		Warp	Weft		
Cotton	plain	105	94	80±5	0.21±0.02
Linen	plain	63	45	55±2	0.31±0.02
Rayon	plain	88	55	75±5	0.12

또한 쪽과 괴화를 이용한 복합염색에서 반복염색을 행함으로써 첫 번째는 더욱더 다양한 색상의 가능성을 타진해보고자 하였으며, 두 번째는 다양한 색상의 가능성과 더불어 동일한 색상을 나타낼 경우 염색의 번거로움을 피하기 위하여 반복 염색 시 적절한 염색횟수와 농도를 살펴보고자 반복염색을 실시하였다. 예를 들어 1회-25% owf (쪽 1회 염색 후 괴화 25% owf로 덧 염색)와 5회-15% owf (쪽 5회 염색 후 괴화 15% owf로 덧 염색)을 시행한 결과 비슷한 색상과 K/S값을 나타내었다면 염색 시 번거로움을 피하기 위해서는 5회-15% owf를 선택하기보다는 1회 25% owf를 선택하는 것이 바람직할 것이다.

쪽 염색 후 괴화염색을 위해 미리 증류수에 충분히 적시고 물기를 짜낸 시험포를 넣고 액비 1:50 조건으로 상온에서 10분간 흡착시킨 후 증류수로 여러 번 수세하고 쪽의 푸른빛이 얻어질 때까지 완전히 산화시킨 후 0.1% owf 아세트산 용액에서 중화시키고 충분히 수세하였다. 동일한 염색과정으로 1회, 3회, 5회, 7회 반복 염색하여 얻은 쪽색에서 점차 진한 색까지 4단계 농도의 염색물을 얻었다.

쪽 염색 후 덧 염색을 하기 위해 괴화분말염료를 5, 10, 15, 20, 25% owf, 액비 1:50의 조건으로 염액을 제조하였다. 이때 증류수를 가열하여 40°C에 도달되면 분말 염료를 첨가하여 충분히 용액시킨 후 서서히 가열하여 60°C에 도달되면 직물시료를 넣고 60분간 60°C를 유지하면서 염색 처리하였다. 염색이 완료되면 염욕이 30°C가 될 때까지 직물을 염욕에 침지한 상태에서 냉각시킨 다음 충분히 수세한 후 자연 건조시켰다.

괴화염색 후 쪽 염색을 하기 위해 괴화분말염료를 5%, 10%, 15%, 20%, 25% owf 염액을 제조하여 위와 동일한 방법으로 염색한 후 각각의 염색물을 쪽 염액에 넣고 위와 동일한 방법으로 1~4회 반복하여 염색하여 4단계의 농도의 염색물을 제조하였다.

2.3 측정 및 분석

2.3.1 염착농도(K/S) 및 표면색 측정

Computer Color Matching System(Spectra Flash 600 Plus, DataColor Co. USA)을 이용하여 λ_{max} (400nm)에서 표면반사율(R)을 구하여 K/S값을 측정하였다.

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

where, K : absorption coefficient of dyed material
 S : scattering coefficient of dyed material
 R : reflectance

색차(이하 ΔE 라 칭함) 역시 K/S값과 마찬가지로 염색된 시료를 Computer Color Matching System (Spectra Flash 600 Plus, DataColor Co. USA)을 이용하여 광원 D_{65} , 시야 10° 의 조건으로 색의 밝기를 나타내는 L^* (Whiteness), 색도를 나타내는 a^* (Redness), b^* (Yellowness)값을 측정하였으며 색차는 염색처리를 하지 않은 백색 시료를 기준으로 하여 나타내었다. 이때 L^* , a^* , b^* 값은 각각 3회씩 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 또한 여기서 알아낸 L^* , a^* , b^* 값을 기준으로 먼셀표색 변환계를 이용하여 H(Hue), V(Value)/C(Chroma)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 농도별 괴화 염액에서의 면, 린넨, 레이온 직물의 염색성

Fig. 1은 괴화염액의 농도별 변화에 따른 각 섬유 염착량의 변화를 보기 위해 면, 린넨, 레이온 직물에 각각 괴화 분말 염료를 5~25%(o.w.f), 액비 1:50의 조건으로 60°C에서 60분간 염색하여 표면색을 측정한 결과이다. K/S값은 염료의 사용농도(o.w.f)에 비례하므로 같은 염료에서는 K/S값이 크면 염착량이 높은 것을 의미한다¹⁰⁾. 면직물과 린넨의 경우 괴화염액의 농도가 높을수록 염착량이 증가하였으며 면은 괴화염액의 농도 15% owf, 린넨은 괴화염액의 농도 20% owf 이상의 염액에서는 염착의 증가폭이 거의 미미하게 나타났다.

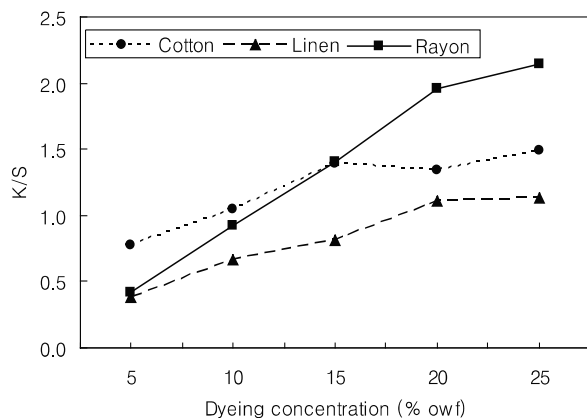


Fig. 1. Relationship between K/S value and dyeing concentration of cotton, linen and rayon fabrics dyed Japanese pagoda tree.

레이온 직물의 경우에는 괴화염액의 농도 15% owf 이하에서는 면과 린넨보다 염착량이 낮았으나 염액의 농도가 높아질수록 그 증가폭은 면, 린넨 직물에 비하여 현저하게 증가하여 염액 농도 15% owf 이상에서는 면, 린넨 직물 보다 현저히 높은 염착농도를 나타내고 있다.

Table 2, 3, 4는 괴화염액의 농도별 변화에 따른 면, 린넨, 레이온 직물의 H V/C값이다. 각각의 농도별로 염색된 면, 린넨, 레이온직물은 모두 면셀 값의 색상의 범위가 모두 Y에 속하며 명도값은 면, 린넨, 레이온 직물 모두 괴화염액의 농도에 크게 영향을 받지 않는데 반하여 채도는 농도가 증가할수록 조금씩 증가하는 경향을 나타내고 있다. 면과 린넨은 섬유분자의 결정성과 배향성 발달 등의 내부 구조적 특징으로 인하여 괴화 염액농도 15% owf 에서 어느 정도 포화상태에 이른 것으로 추정되며 이것으로 인하여 명도 값은 비슷하게 나타나나, 염액 농도가 높아짐에 따라 색상의 선명도가 떨어져 탁해짐으로써 채도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

Table 2. H V/C value of cotton fabrics according to change of dyeing concentration

Dyeing concentration (% owf)	H(V/C)	
5	0.82P	9.04/1.31
10	5.81Y	8.91/1.89
15	5.17Y	8.72/1.98
20	6.94Y	8.82/1.82
25	6.65Y	8.80/2.29

Table 3. H V/C value of linen fabrics according to change of dyeing concentration

Dyeing concentration (% owf)	H(V/C)	
5	3.76Y	8.92/0.74
10	6.16Y	8.81/1.79
15	6.06Y	8.74/2.43
20	6.15Y	8.63/2.92
25	5.5Y	8.64/2.99

Table 4. H V/C value of rayon fabrics according to change of dyeing concentration

Dyeing concentration (% owf)	H(V/C)	
5	6.70Y	8.82/1.64
10	8.60Y	8.59/2.91
15	8.97Y	8.72/3.58
20	8.67Y	8.73/4.12
25	8.18Y	8.69/4.48

3.2 쪽염액으로 반복염색 시 면, 린넨, 레이온 직물의 염색성

Fig. 2는 쪽 염액(액비 1: 50, 상온에서 10분간)으로 면, 마, 레이온 직물에 각각 7회까지 반복해서 염색하였을 때의 염착량의 변화를 나타낸 그림이다. 염착농도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 레이온 직물은 염색 반복횟수가 증가할수록 K/S값이 0.71(1회 염색 시)에서 1.25, 1.71, 1.95(7회 염색 시)로 증가하나, 5회 이상 반복염색한 경우는 그 증가폭이 1~5회 반복 염색한 경우 보다 K/S값의 증가 정도가 조금 낮아짐을 알 수 있다. 면직물의 경우에는 K/S값이 1회 염색시 0.98에서 염색횟수가 증가할수록 1.05, 1.17, 1.22로, 염색횟수의 증가에 따른 염착량은 미량이나마 증가는 하고 있지만, 반복염색에 따른 염착량 차이는 레이온에 비해 그 차이가 미미한 것으로 나타났다. 린넨의 경우에도 1회 염색 시 K/S값이 0.52에서 반복횟수가 증가할수록 0.67, 0.81, 0.84로 나타나 면직물에서와 같이 염착량이 소량씩 증가는 하고 있지만, 5회 이상 반복염색을 할 경우, 반복염색에 따른 염착농도 증가는 그 차가 크게 나타나지 않았다. 이상에서 레이온은 동일한 셀룰로오스 섬유라 할지라도 염색 반복횟수에 따른 염착농도의 증가가 면, 린넨 보다 큰 이유는 셀룰로오스섬유 분자내의 결정화도와 배향정도가 달라 섬유의 물리, 화학적 특성이 다르며, 이것은 레이온의 방사, 제조 공정 시 분자량, 분자배향성, 결정성이 떨어져 수분과 염료가 침투할 수 있는 비결정영역이 발달되어 염색성이 향상된 것으로 사료된다.

Table 5, 6, 7은 면, 린넨, 레이온 직물을 명도차이를 얻기 위해 각각 1회~7회까지 쪽염액으로 반복

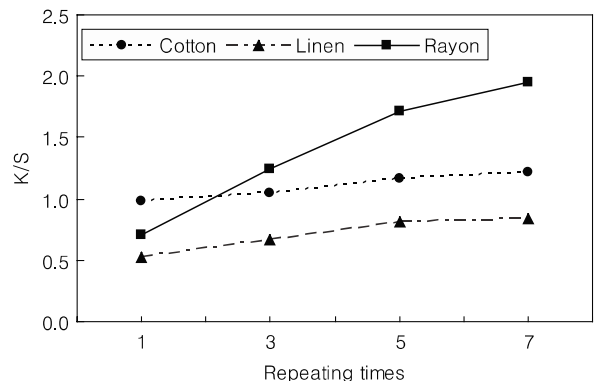


Fig. 2. Relationship between K/S value and repeating times of cotton, linen and rayon fabrics dyed with indigo.

염색한 결과를 나타낸 표이다. 쪽으로 염색된 면, 린넨, 레이온 직물은 모두 면셀 값의 색상의 범위가 모두 PB에 속하며 앞서 본 괴화 염액에서의 반복염색과는 달리 명도 값은 염색 반복횟수가 증가할수록 낮아져서 짙게 염색됨을 알 수 있다. 이에 반하여 채도는 괴화염색에서와는 달리 각각의 직물 모두 염색 반복횟수에 따른 차가 크게 나타나지 않았다.

Table 5. H V/C value of cotton fabrics dyed for repeating times of dyeing

Repeating times	H(V/C)	
1	4.11PB	6.60/6.81
3	3.53PB	6.17/6.67
5	3.52PB	5.79/6.76
7	3.30PB	5.66/6.48

Table 6. H V/C value of linen fabrics dyed for repeating times of dyeing

Repeating times	H(V/C)	
1	1.38PB	6.30/4.83
3	1.41PB	5.90/4.83
5	1.13PB	5.54/4.97
7	1.06PB	5.47/4.83

Table 7. H V/C value of rayon fabrics dyed for repeating times of dyeing

Repeating times	H(V/C)	
1	0.54PB	5.58/4.90
3	0.45PB	4.70/4.97
5	0.83PB	4.08/5.31
7	0.49PB	4.06/4.69

3.3 괴화염액으로 반복 염색한 후 쪽염액으로 복합염색한 직물의 염색성

쪽과 괴화의 색을 혼합하기 위하여 괴화염색 후 쪽으로 염색하는 방법과 쪽 염색 후 괴화로 염색하는 방법 2가지로 염색을 실시하였으며, Fig. 3, 4, 5는 괴화 염액으로 염색한 포를 쪽으로 복합염색을 하기 위해 5단계로 농도차이가 나도록 준비한 괴화 염액에서 60°C, 60분간 각각 염색한 후 쪽으로 후염색했을 때의 면, 린넨, 레이온 직물의 염착량의 변화를 나타낸 결과이다. K/S값은 쪽의 염색 반복횟수가 동일한 경우 괴화염액의 20% owf 농도까지는 괴화염액의 농도가 증가할수록 염착량은 증가하나, 그 이상의 농도 즉, 괴화염액 25% owf 농도에

서는 면, 린넨, 레이온직물에서 모두 20% owf 농도에서보다 오히려 염착량은 감소했다. 면, 린넨, 레이온직물 모두 20% owf 괴화 염액에서 염색한 후 쪽으로 4회 반복 염색한 경우가 1.49, 1.21, 2.28로 가장 높은 K/S값을 나타냈다. 직물별 염착량의 정도를 비교하여 보면, 린넨 < 면 < 레이온직물의 순으로 염착량이 높게 나타났다.

Table 8, 9, 10은 괴화염색포를 쪽으로 복합염색하기 위해 먼저, 5단계의 색상 농도차이가 나도록 5~25% owf의 각기 다른 농도의 괴화 염액으로 염색한 면, 린넨, 레이온 직물을 쪽 염액으로 1회~4회 반복해서 후염색한 결과를 나타낸 표이다.

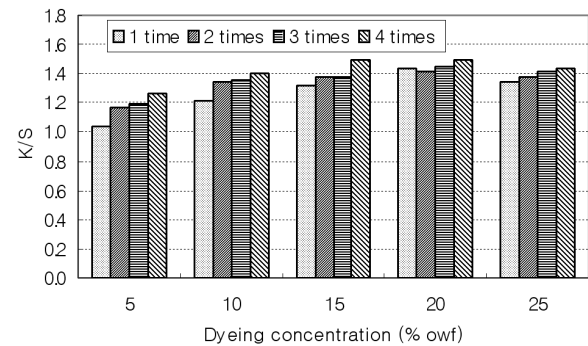


Fig. 3. K/S value of cotton fabric dyed with Japanese pagoda tree and indigo.

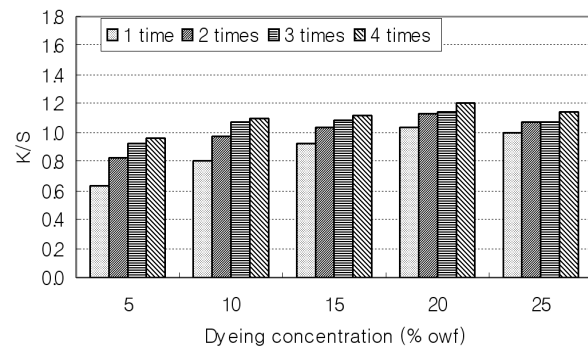


Fig. 4. K/S value of linen fabric dyed with Japanese pagoda tree and indigo.

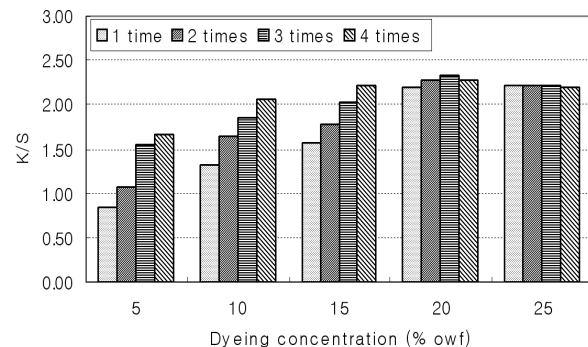


Fig. 5. K/S value of rayon fabric dyed with Japanese pagoda tree and indigo.

Table 8. Color values of cotton fabrics dyed with Japanese pagoda tree topping indigo

Fabric	Dyeing	Repeating	L*	a*	b*	△E	H(V/C)
	concentration(% owf)	times					
Cotton	Standard		93.19	4.76	-14.43	0.00	8.88PB(9.21/3.83)
	5	1	65.72	-3.41	-22.21	29.70	2.72PB(6.40/5.87)
		2	58.80	-3.32	-24.83	36.83	2.60PB(5.71/6.39)
		3	57.96	-2.90	-24.18	37.35	2.76PB(5.63/6.20)
		4	56.57	-2.98	-23.67	38.55	2.69PB(5.49/6.06)
	10	1	65.57	-5.20	-18.38	29.63	1.41PB(6.39/5.03)
		2	59.30	-4.75	-21.31	35.87	1.77PB(5.76/5.61)
		3	57.39	-3.80	-22.42	37.67	2.24PB(5.57/5.80)
		4	55.76	-3.39	-22.73	39.20	2.41PB(5.41/5.83)
	15	1	63.98	-6.83	-15.37	31.45	9.83B (6.23/4.37)
		2	59.15	-5.92	-18.09	35.87	0.72PB(5.75/4.90)
		3	57.22	-3.94	-21.68	37.71	2.12PB(5.55/5.62)
		4	55.29	-3.80	-21.81	39.56	2.12PB(5.36/5.62)
	20	1	64.28	-8.29	-11.87	31.83	7.56B (6.26/3.63)
		2	59.15	-6.07	-17.85	35.89	0.60PB(5.75/4.84)
		3	56.89	-5.16	-19.53	37.98	1.27PB(5.52/5.16)
		4	55.46	-4.07	-21.23	39.34	1.95PB(5.38/5.49)
	25	1	65.30	-7.78	-13.28	30.61	8.59B (6.36/3.94)
		2	60.02	-5.79	-18.39	35.04	0.87PB(5.83/4.98)
		3	57.31	-4.89	-20.69	37.69	1.56PB(5.56/5.43)
4		55.80	-3.76	-21.59	39.02	2.16PB(5.41/5.57)	

Table 9. Color values of linen fabrics dyed with Japanese pagoda tree topping indigo

Fabric	Dyeing	Repeating	L*	a*	b*	△E	H(V/C)
	concentration(% owf)	times					
Linen	Standard		91.81	1.94	-3.62	0.00	1.55P (9.07/1.48)
	5	1	64.13	-5.82	-16.46	31.48	0.71PB(6.24/4.59)
		2	56.83	-5.75	-19.75	39.28	0.94PB(5.52/5.23)
		3	56.23	-5.69	-18.24	39.22	0.75PB(5.46/4.86)
		4	55.75	-5.36	-17.76	39.42	0.87PB(5.41/4.72)
	10	1	63.15	-7.72	-13.28	31.75	8.53B (6.15/3.92)
		2	56.90	-6.83	-16.67	38.29	9.80B (5.52/4.55)
		3	55.07	-6.33	-17.26	40.05	0.15PB(5.34/4.62)
		4	54.24	-5.91	-17.32	40.75	0.41PB(5.26/4.61)
	15	1	61.81	-8.54	-12.10	32.90	7.34B (6.01/3.69)
		2	56.24	-7.36	-16.06	38.82	9.29B (5.46/4.43)
		3	55.51	-6.27	-16.22	39.29	0.02PB(5.39/4.38)
		4	54.07	-5.86	-16.80	40.73	0.35PB(5.24/4.47)
	20	1	62.00	-9.32	-9.93	32.48	5.60B (6.03/3.28)
		2	57.03	-7.68	-14.35	37.65	8.61B (5.54/4.07)
		3	54.83	-6.74	-16.39	40.07	9.68B (5.32/4.44)
		4	53.70	-6.15	-16.66	41.08	0.11PB(5.21/4.44)
	25	1	63.01	-9.49	-9.39	31.52	5.11B (6.13/3.18)
		2	58.41	-7.94	-13.36	36.17	8.13B (5.67/3.89)
		3	56.87	-7.03	-14.50	37.68	9.09B (5.52/4.06)
4		55.08	-6.26	-15.82	39.57	9.91B (5.34/4.27)	

Table 10. Color values of rayon fabrics dyed with Japanese pagoda tree topping indigo

Fabric	Dyeing	Repeating	L*	a*	b*	△E	H(V/C)
	concentration(% owf)	times					
Rayon	Standard		91.46	-0.17	4.27	0.00	2.37Y (9.04/0.54)
	5	1	59.03	-9.06	-14.78	38.65	7.87B (5.73/4.30)
		2	49.88	-7.07	-20.62	48.95	0.03PB(4.84/5.38)
		3	47.11	-7.17	-18.74	50.45	9.53B (4.57/4.88)
		4	44.83	-6.58	-19.62	52.78	9.95B (4.35/5.01)
	10	1	57.20	-10.70	-12.58	39.61	5.86B (5.55/3.95)
		2	47.86	-10.61	-15.01	48.80	6.41B (4.64/4.32)
		3	46.12	-8.40	-17.34	50.89	8.36B (4.47/4.61)
		4	42.71	-6.83	-19.54	54.66	9.70B (4.14/4.97)
	15	1	58.25	-14.50	-5.09	37.36	8.22BG(5.66/3.18)
		2	50.57	-12.80	-10.44	45.26	2.96B (4.90/3.73)
		3	46.00	-8.78	-18.09	51.39	8.29B (4.46/4.82)
		4	43.32	-7.37	-18.61	53.79	9.20B (4.20/4.80)
	20	1	56.88	-15.27	-4.25	38.69	7.08BG(5.52/3.24)
		2	50.32	-13.16	-10.22	45.51	2.57B (4.88/3.73)
		3	46.27	-10.36	-15.44	50.35	6.62B (4.49/4.35)
		4	44.21	-7.89	-18.51	53.02	8.90B (4.29/4.82)
	25	1	58.91	-16.60	-0.87	36.82	3.68BG(5.72/3.19)
		2	52.05	-14.08	-8.17	43.61	0.60B (5.05/3.58)
		3	47.65	-10.03	-16.14	49.33	7.08B (4.62/4.50)
4		45.91	-7.84	-18.15	51.35	8.94B (4.45/4.76)	

5단계의 농도별로 염색된 직물들을 쪽 염액으로 후염색한 결과 단 1회 염색으로 염색 포들의 노란 색상이 사라지고 일방적으로 쪽의 색상만 나타났다. 면, 린넨, 레이온 직물 모두에서 동일 괴화농도에서 쪽 염색의 반복횟수가 증가함에 따라 Whiteness 인 L값은 단계적으로 감소하고, 명도도 조금씩 감소하고, 채도는 증가하고 있다. 괴화 염색 포들의 면셀 색상 값을 보면 면직물의 경우 0.82P~6.94Y 이고 린넨 직물은 3.76Y~6.16Y, 레이온 직물은 6.70Y~8.97Y였는데 Table 8, 9, 10에서 나타났듯이 괴화염색 후 쪽 염액으로 염색한 면직물은 2.76PB~7.56B, 린넨 직물은 0.94PB~5.06B, 레이온 직물은 0.03PB~3.68BG의 범위에 있어서 쪽으로 염색한 직물의 면셀 색상 범위인 purple blue(PB)와 비슷한 범위 내에 있다. 따라서 다양한 색상의 연출을 기대했던 색상 배합의 효과를 얻을 수 없었다.

3.4 쪽염액으로 반복염색한 후 괴화염액으로 복합염색한 직물의 염색성

Fig. 6, 7, 8은 1~7회까지 쪽염액으로 반복해서 염색한 각각의 면, 린넨, 레이온직물을 다시 5~25%

의 각기 농도가 다른 괴화 액으로 후 염색하였을 때의 염착량의 변화를 나타낸 것이다.

앞서 살펴본 괴화염액으로 반복 염색한 후 쪽염액으로 복합 염색한 경우에서와 마찬가지로 K/S값은 후염색한 괴화염액의 농도가 동일한 경우 쪽의 염색 반복횟수가 증가할수록 염착량은 조금씩 증가하였으며, 쪽염색의 반복횟수가 동일한 경우에는 괴화염액의 농도가 증가할수록 염착량이 증가하였다. 면, 린넨, 레이온 직물 모두에서 쪽염액으로 7회 반복한 후 25% 괴화염액으로 후 염색하였을 때 각각 2.28, 2.09, 5.24로 가장 높은 K/S값을 나타내었으며, 앞서 살펴본 쪽염액으로 반복 염색한 경우와 괴화염액으로 반복 염색한 경우에서와 같이 동일한 조건이라 할지라도 면, 린넨 직물에 비해 레이온 직물의 염착량이 약 2배 정도 높은 것으로 나타났으며, 염착량은 앞서와 마찬가지로 린넨 < 면 < 레이온직물 순으로 높게 나타났으나, K/S값이 가장 높을 때를 비교해 보면, 쪽으로 먼저 염색한 후 괴화로 후염색한 경우에 비해, 괴화로 염색한 후 쪽으로 염색한 경우 염착량이 반 정도 저하되는 것으로 나타났다.

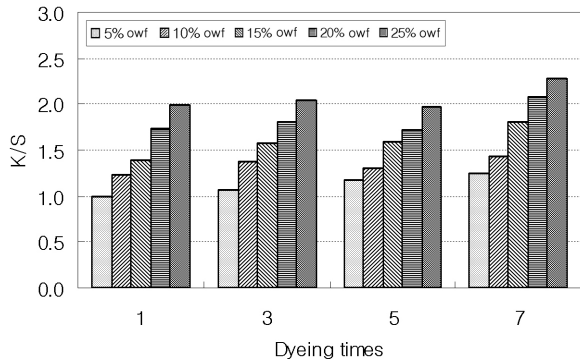


Fig. 6. K/S value of cotton fabric dyed with indigo and Japanese pagoda tree.

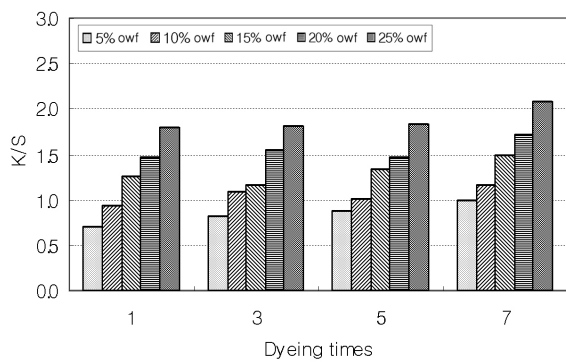


Fig. 7. K/S value of linen fabric dyed with indigo and Japanese pagoda tree.

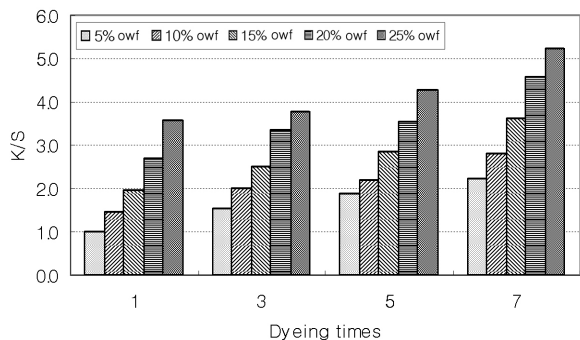


Fig. 8. K/S value of rayon fabric dyed with indigo and Japanese pagoda tree.

Table 11, 12, 13은 1회~7회까지 쪽염액으로 반복해서 염색한 면, 린넨, 레이온직물을 괴화염액으로 후염색한 결과를 나타낸 표이다. 반복염색에 의해 4단계로 점점 진하게 염색된 직물들을 5~25%로 각기 다른 농도로 조정된 괴화염액으로 60℃에서 60분간 각각 염색하여 섬유별 총 20종의 색상을 얻었다. Table 11은 쪽으로 염색한 면직물을 괴화로 후염색한 결과이고 Table 12는 쪽으로 염색한 린넨직물을 괴화로 후염색한 결과이며 Table 13은 쪽으로 염색한 레이온직물을 괴화로 후염색한 것이다. Table 11, 12, 13의 염색방법의 표기는 쪽의 반

복염색횟수와 사용한 괴화염액의 농도를 나타낸 것으로 1-5% owf (1회-5% owf) ~ 7-25% owf (7회-25% owf)까지이다.

면, 린넨, 레이온직물 모두에서 쪽염색의 반복횟수가 증가할수록, 동일 괴화 농도에서는 Whiteness인 L값은 감소하고 명도도 감소하며, 채도는 쪽으로 1~5회 반복 염색한 경우는 증가하나 그 이상이 되면 오히려 채도가 감소하고 있다. a, b값을 살펴보면, 쪽 염색 반복횟수가 동일한 경우에는 괴화의 농도가 진할수록 세가지 직물 모두에서 greenness를 표현하는 -a값이 증가하고, 쪽의 blueness를 표현하는 -b값이 감소해 색상의 배합이 일어난 것을 알 수 있다. 쪽염색 포들의 면셀 색상값을 보면 면직물의 경우 3.30PB~4.11PB이고, 린넨은 1.06PB~1.41PB, 레이온은 0.45PB~0.83PB로 염색포들 간의 분포가 좁았으나 괴화로 후 염색을 한 후 면직물은 3.01PB~7.40BG로, 린넨 직물은 0.35PB~3.45BG로, 레이온 직물은 0.38PB~9.77G로 분포범위가 증가하여 색의 다양화 효과를 보여주고 있다. 괴화로 후 염색을 행함에 따라 purple blue로부터 단계적으로 점차 녹색경향이 증가되는 결과를 보여주고 있는 것이다. 색의 다양한 효과는 직물 별로 비교하여 보면 면 < 린넨 < 레이온 순으로 요약할 수 있다.

앞서 살펴본 괴화로 염색한 후 쪽으로 후염색한 경우와 비교하여 보면, 괴화로 염색한 후 쪽으로 염색한 경우에는 면직물은 2.76PB~7.56B, 린넨 직물은 0.94PB~5.06B, 레이온 직물은 0.03PB~3.68BG의 범위였던 것에 비해, 쪽으로 염색한 후 괴화로 후 염색을 행한 경우 면직물은 3.01PB~7.40BG, 린넨 직물은 0.35PB~3.45BG, 레이온 직물은 0.38PB~9.77G로 괴화로 먼저 염색한 경우에 비해 쪽으로 먼저 염색한 경우가 색상의 분포범위가 증가하여 색의 다양한 효과를 보여주고 있으며, 색상배합 시 쪽과 괴화의 중간색 발현이 요구될 경우 더 효과적인 것으로 사료된다.

또한 쪽과 괴화의 반복염색에서 비슷한 영역대의 색상을 얻고자 할 경우, 면섬유에서는 1회-20%에서 1.56B인데 반하여 3회-25% owf 에서 3.15B, 린넨의 경우 1회-20% owf에서 6.80BG인데 반하여 3회-25%에서 9.74BG, 레이온의 경우 1회-15% owf 에서 9.24BG인데 반하여 3회-20%에서 9.90BG로 나타나 쪽의 반복횟수를 늘리고 괴화농도도 높여 염색하는 방법 보다는 쪽의 반복횟수를 줄이고 괴화농도를 낮추어 염색하는 방법이 염색의 번거로움도 피하면서 더불어 염재도 절약할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 11. Color values of cotton fabrics dyed with indigo topping Japanese pagoda tree

Fabric	Repeating times	Dyeing concentration(% owf)	L*	a*	b*	△E	H(V/C)
Cotton	1	Standard	93.19	4.76	-14.43	0.00	8.88PB(9.21/3.83)
		5	68.44	-3.47	-19.66	26.61	2.58PB(6.68/5.29)
		10	67.56	-6.00	-14.51	27.81	0.32PB(6.59/4.14)
		15	67.03	-7.38	-11.63	28.98	8.31B (6.54/3.52)
		20	67.02	-10.12	-5.65	31.37	1.56B (6.54/2.53)
	3	25	66.46	-11.24	-2.90	33.22	7.40BG(6.48/2.31)
		5	63.95	-3.02	-21.47	31.07	2.83PB(6.23/5.66)
		10	63.09	-5.74	-17.27	32.01	0.84PB(6.14/4.77)
		15	62.80	-7.57	-13.49	32.81	8.69B (6.11/3.97)
		20	62.44	-9.14	-9.78	34.07	5.64B (6.07/3.24)
	5	25	62.67	-9.99	-7.28	34.64	3.15B (6.10/2.81)
		5	60.28	-2.57	-23.50	34.92	3.01PB(5.86/6.07)
		10	59.50	-4.63	-20.17	35.44	1.72PB(5.78/5.34)
		15	59.58	-7.33	-14.51	35.72	9.03B (5.79/4.14)
		20	59.10	-7.99	-13.70	36.41	8.23B (5.74/3.98)
	7	25	58.71	-9.26	-10.92	37.39	6.04B (5.70/3.46)
		5	58.34	-3.09	-22.09	36.54	2.65PB(5.67/5.71)
		10	58.33	-5.44	-17.96	36.50	0.95PB(5.66/4.83)
		15	57.39	-7.83	-13.30	37.97	8.14B (5.57/3.85)
		20	57.32	-9.07	-10.82	38.62	6.07B (5.56/3.40)
		25	58.32	-10.27	-8.49	38.44	3.65B (5.66/3.07)

Table 12. Color values of linen fabrics dyed with indigo topping Japanese pagoda tree

Fabric	Repeating times	Dyeing concentration(% owf)	L*	a*	b*	△E	H(V/C)
Linen	1	Standard	91.81	1.94	-3.62	0.00	1.55P (9.07/1.48)
		5	65.45	-6.57	-12.56	29.11	9.24B (6.38/3.68)
		10	65.37	-8.42	-8.39	28.79	5.28B (6.37/2.86)
		15	64.51	-10.25	-4.62	29.92	0.07B (6.28/2.37)
		20	64.45	-11.08	-2.51	30.32	6.80BG(6.28/2.24)
	3	25	64.12	-12.12	-0.22	31.25	3.45BG(6.24/2.26)
		5	61.21	-6.15	-14.42	33.45	9.96B (5.95/4.08)
		10	60.26	-7.99	-11.34	33.97	7.28B (5.86/3.45)
		15	61.15	-8.71	-9.03	32.90	5.40B (5.95/3.02)
		20	60.62	-10.35	-5.62	33.59	0.98B (5.89/2.55)
	5	25	60.40	-10.74	-4.83	33.90	9.74BG(5.87/2.48)
		5	58.64	-5.92	-16.13	36.31	0.35PB(5.70/4.42)
		10	58.13	-6.85	-13.73	36.25	9.06B (5.64/3.90)
		15	56.99	-9.00	-10.12	37.08	5.68B (5.53/3.24)
		20	57.83	-9.54	-8.79	36.24	4.37B (5.61/3.03)
	7	25	57.04	-10.92	-6.54	37.19	1.32B (5.54/2.80)
		5	57.23	-6.14	-15.01	37.30	9.87B (5.56/4.13)
		10	57.57	-7.62	-12.08	36.54	7.79B (5.59/3.55)
		15	56.99	-9.05	-8.84	36.89	4.74B (5.53/2.97)
		20	57.11	-9.88	-7.60	36.87	3.09B (5.54/2.84)
		25	56.81	-11.14	-5.26	37.40	9.72BG(5.51/2.63)

Table 13. Color values of rayon fabrics dyed with indigo topping Japanese pagoda tree

Fabric	Repeating	Dyeing	L*	a*	b*	ΔE	H(V/C)
	times	concentration(% owf)					
Rayon		Standard	91.46	-0.17	4.27	0.00	2.37Y (9.04/0.54)
	1	5	59.36	-8.78	-12.31	37.14	7.12B (5.77/3.73)
		10	58.27	-11.64	-9.78	37.82	3.73B (5.66/3.50)
		15	57.84	-13.29	-5.73	37.45	9.24BG(5.62/3.06)
		20	58.39	-14.66	-1.52	36.57	4.46BG(5.67/2.88)
		25	58.18	-16.07	2.25	36.95	9.77G (5.65/2.96)
	3	5	47.92	-7.11	-17.32	49.09	9.34B (4.64/4.55)
		10	48.13	-9.23	-13.05	47.53	6.54B (4.67/3.76)
		15	48.36	-10.88	-10.31	46.75	3.91B (4.698/3.42)
		20	47.85	-12.87	-6.85	46.76	9.80BG(4.64/3.18)
		25	48.11	-12.83	-6.82	46.50	9.83BG(4.66/3.16)
	5	5	42.58	-5.72	-19.78	54.76	0.38PB(4.13/4.96)
		10	43.49	-7.62	-16.90	52.96	8.65B (4.22/4.40)
		15	42.91	-9.57	-14.04	52.73	6.38B (4.16/3.92)
		20	42.61	-11.16	-10.89	52.32	3.69B (4.13/3.49)
		25	42.19	-12.07	-9.77	52.60	2.31B (4.09/3.41)
	7	5	42.04	-6.48	-16.67	54.04	9.32B (4.08/4.24)
		10	42.41	-8.70	-13.40	52.83	6.66B (4.11/3.69)
		15	42.61	-11.23	-8.57	51.71	1.95B (4.13/3.11)
		20	42.04	-11.98	-7.41	52.14	0.49B (4.08/3.06)
		25	41.92	-12.26	-7.56	52.35	0.45B (4.07/3.13)

복합염색 시 쪽염색은 농도가 너무 강하게 되면 덧염색 시 바탕의 색을 덮어버리므로 본 실험에서는 쪽의 농도를 약하게 조절하여 사용하였음에도 불구하고 면, 린넨, 레이온 모두 5회 이상 쪽의 반복염색을 행할 경우 괴화의 농도가 25% owf 로 높아지더라도 색상의 변화가 크게 나타나지 않았다. 따라서 다양한 색상과 중간색상을 얻고자 할 경우에는, 쪽으로 염색한 후 괴화로 염색할 경우 쪽의 반복횟수 1~3회에서 면은 2.83PB~7.40BG, 린넨은 9.96B~3.45BG, 레이온은 9.34B~9.77G로 쪽을 7회 반복 염색한 경우와 비교하여 크게 색상의 차가 나타나지 않으므로 면, 린넨, 레이온 모두 쪽의 반복염색횟수는 1~3회 내에서 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

4. 결 론

쪽의 푸른색과 괴화의 황색을 이용하여 복합염색을 하기 위해 쪽과 괴화로 염액을 일정 농도로 만든 후 쪽염액으로는 1회에서 7회까지 염색하여

농도차이를 4단계(1, 3, 5, 7회)로 하였으며 괴화염액은 5, 10, 15, 20, 25% owf 로 5단계로 농도를 조정하여 사용하였다. 실험직물로는 동일한 셀룰로오스 섬유인 면, 린넨, 레이온을 사용하여 염색성을 비교하였다.

1. 단독염색 시 농도별 괴화염색, 쪽의 반복염색에 따른 염착량은 린넨 < 면 < 레이온 직물 순으로 나타났다.
2. 복합염색 시 직물별 염착량은 단독염색 시와 마찬가지로 린넨 < 면 < 레이온 순으로 높게 나타났으나 K/S값이 가장 높을 때를 비교해 보면, 쪽으로 먼저 염색한 후 괴화로 후염색한 경우가 괴화로 염색한 후 쪽으로 염색한 경우에 비해 염착량이 2배 정도 높은 것으로 나타났다.
3. 쪽과 괴화를 이용한 복합염색 시 쪽으로 먼저 염색한 후 괴화로 후염색한 경우 면직물, 린넨 직물, 레이온직물 모두 PB로부터 단계적으로 점차 녹색경향이 증가되어 괴화를 먼저 염색한 경우보다 색의 다양화 효과를 보여주고 있으며, 색

상 배합 시 쪽과 괴화의 중간색 발현이 요구될 경우 더 효과적인 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 대구대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

1. H. J. Yoo and H. J. Lee, Color matching of Fabrics by Natural Dyeing using Indigo and Safflower, *J. of Kor. Soc. Dyers & Finishers*, **15**(4), 32-38(2003).
2. 김재필, 이정진, “한국의 천연염료 전통염료와 천연염색기술”, 서울대학교출판부, pp.66-67, 76-78, 2003.
3. 이승철, “자연염색 -내 손으로 만드는 자연의 색”, 학교재, pp.144-148, 2001.
4. 禹志亭, 쪽의 전통염색과 바이오테크놀로지의 응용(II), *의류기술*, **52**, 1994.
5. 鳥木昇, 高岡昭, 植物色素による染色(3)藍(日本), *衣生活研究*, **15**(3), 1988.
6. Moto Minagawai, Yoshiko Yoshida & Kabnko Matsumoto : 絹の染色に関する研究(第10報), *大阪市立大學 生活科學部記要*, **28**, 87-97(1980).
7. 坂川哲雄, 越田均, 中山降辛, 感性の染色への-提言-藍染めと草木調染めじついで, *染色工業*, **39**, 210-220(1991).
8. J. S. Bae and M. W. Huh, Dyeing of Wool and Nylon Fabrics with Chinese Tree Extract, *J. of Kor. Home Economics Association*, **41**(2), 107-121(2003).
9. D. W. Lee, J. J. Kim and H. S. Shin, The Effect of Chitosan Treatment on the Natural Dyeing using Japanese Pagoda Tree (I), *J. of Costume Culture*, **11**(3), 423-430(2003).
10. A. S. Kim, The Study on the Dyeing Properties of Natural Dyes(II), *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7**(4), 16-24(1995).