

〈研究論文(學術)〉

쑥과 치자를 이용한 중간색 발현 -면과 모시직물의 염색을 중심으로-

¹유혜자 · 이해자*

¹서원대학교 의류직물학과

*한국교원대학교 가정교육과

(2001년 8월 16일 접수)

Fabric Dyeing with Artemesia and Gardenia for Color mixture

¹Hye-Ja Yoo and Hye Ja Lee*

Dept. of Clothing and Textiles, Seowon University

**Dept. of Home Economics, Korean National University of Education*

(Received August 16, 2001)

Abstract—Cotton and ramie fabrics were dyed with artemesia and gardenia dyeing solutions. The chroma values of the fabrics dyed with gardenia were higher than that of artemesia. The ramie fabrics dyed with gardenia showed higher chroma values than the cotton fabrics. The colors of fabrics were deeper in shade but their chroma values were improved no more by repetition of dyeing process in artemesia dyebath.

The two ways of dyeing processes were carried out. In the first way, each fabric was dyed in 5 different concentration(1~5%) of gardenia dyebath to get the fabrics dyed in different shades. After then the gardenia dyed fabrics were dyed again in the artemesia dyebaths. In the second way, the 5 fabrics were dyed in different shades by repetition of dyeing process in artemesia dyebath. After then the artemesia dyed fabrics were dyed again with the gardenia dyebaths.

When the artemesia dyeing process was added on the fabrics dyed in five shades with gardenia, the color differences between five samples were slight. But when gardenia dyeing process was added on the fabrics dyed in five shades with artemesia, the samples showed different hue of colors between yellow and green of Munsell color circle.

Like almost of fabrics dyed with plants materials, the colorfastness to light and laundering of the dyed samples were poor. But the colorfastness to drycleaning was good.

1. 서 론

천연염색은 발색이 자연스럽고 우아하며, 일광이나 세탁에 의해 염색된 색이 변하거나 퇴색이

되어도 안정된 색감으로 친근감을 주므로 천연염색 섬유제품에 대한 관심과 수요가 증가되고 있으나 공급은 아직 미흡하다. 천연염색산업의 활성화는 폐수로 인한 환경오염을 줄일 수 있을 뿐 아니라 염료가 천연물이므로 인체에 친화적이며 방충성, 향균성, 소취성, 항알러지성, 보습성 등의 기능

¹Corresponding author. Tel. : +82-43-299-8752 ; Fax. : +82-43-299-8822 ; e-mail : hjyoo@seowon.ac.kr

을 지니기도 한다.

천연염색의 종류에는 원료에 따라 식물성 염료, 동물성 염료, 광물성 염료로 분류된다. 주로 사용되는 염색재료는 감물¹⁾, 밤피^{2,3)}, 양파외피⁴⁾, 쑥⁵⁾, 도토리⁶⁾, 쪽^{7,8)}, 홍화^{9,10)}, 오배자, 치자^{11,12)}, 자초¹³⁾, 소목^{14,15)}, 울금¹⁶⁾ 등이 있으며, 그밖에도 각종 한방 원료¹⁷⁾나 지의류¹⁸⁾ 등이 사용되고 있다. 식물성 염료는 식물의 줄기, 잎, 꽃, 열매, 뿌리에서 염재를 취하여 염액을 추출하는 작업을 통해 포에 염색된다. 동물성 염료는 조개류나 해물류¹⁹⁾, 곤충류로부터 염재를 얻을 수 있으며, 광물성 염료는 황토²⁰⁾나 흑토 등의 흙이나 암석가루가 이용되는데 현재 면직물에 황토를 염색한 제품이 개발되어 시판되고 있다.

천연염료는 식물성 염료가 주로 사용되고 있으며 현재 염료로 사용 가능하다고 알려진 초목만도 약 400여종에 이른다고 한다. 그러나 종류에 비해 색상이 다양하지 못해 갈색과 황색 계통에 대부분이고 붉은 색이나 푸른색 계통은 소목, 홍화, 지초, 쑥, 쪽 등 그 종류가 많지 않다.

본 연구에서는 채도가 낮은 녹색계통인 쑥과 황색계통이면서 채도가 높은 치자를 이용해 면과 모시직물에 염색함으로써 노란 색과 카키색의 중간색들을 얻고자 하였다.

치자는 치자목, 산치, 산치자, 담복, 치자화, 대화치자, 큰꽃치자 등으로 불린다. 우리나라의 남부지방이나 일본, 대만, 동남아 등지에서 잘 자라며 식용, 약용, 염료용, 관상용으로 많이 사용되고 있는 치자의 학명은 *Gardenia jasminoides*라 하고, 소염, 지혈, 해염, 황달 등에 약효가 있다. 치자의 주색소는 carotenoid의 일종인 crocin으로 crocetine에 gentiobiose가 결합된 것으로 수용성이며 carotenoid계 색소는 빛, 열, 공기, 산, 알칼리 등에 불안정하여 변성 및 분해되기 쉬운 물질이다⁴⁾.

쑥은 우리나라의 산과 들에서 쉽게 구할 수 있는 일년생 초목으로서 독특한 향기를 지니고 있으며 식용이나 약용으로 널리 사용되고 있다. 쑥의 학명은 *Artemisia Valgaris* L. *Varindira Maxim*이며 주색소는 클로로필로서 한 원자의 마그네슘과 많은 C=C, C=O, C=N 등의 기능기를 포함하고

있고 금속 매염처리에 따라 여러 가지 색상으로 발색될 수 있다^{5,15)}.

섬유제품에 치자나 쑥을 각각 염색한 연구는 많이 보고되어 있으나 이들을 혼합한 예는 없었다. 천연염색의 색상을 다양화하기 위해서는 여러 가지 색상의 천연염재들을 혼합함으로써 중간색들을 만드는 연구가 필요하다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

시중에서 구입한 면직물과 모시를 10g/l 농도의 디아스타제 용액으로 1시간 동안 55~60℃에서 발효시킨 후 Na₂CO₃ 3g/l와 표준세제 2g/l를 넣고 액류염색기로 90~95℃에서 20분간 정련을 실시하고 수세하여 염색에 사용하였다.

면직물은 염착성을 향상시키기 위해 18%의 NaOH수용액에 장력없이 상온에서 5분간 침지하여 머서화가공을 하였다.

NaOH, Na₂CO₃, 디아스타제, 초산 등은 1급 시약을 사용하였으며 건조된 치자는 한약재상에서 국내산으로 구입하였다. 쑥은 청주시 모충동 부근의 산에서 7월~9월에 채취하여 그대로 사용하였다.

2.2 염액의 제조

냉각 장치가 부착된 플라스크에 쑥 50g을 넣고 효율적인 염액 추출을 위해 0.1% Na₂CO₃ 수용액 1 l를 넣은 다음 95~100℃에서 30분간 가열하고 여과하여 5%의 쑥 염액을 제조하였다⁵⁾.

치자 염액을 제조하기 위해 냉각 장치가 부착된 플라스크에 증류수 1 l와 치자 10~50g을 넣고 95~100℃에서 30분간 치자색소를 추출한 후 여과하여^{11,12)} 1~5%의 치자 염액을 각각 제조하였다.

2.3 염색

쑥과 치자의 중간 색 발현을 위한 염색은 치자 염액으로 염색한 후에 쑥 염액으로 염색하는 방법과 쑥 염색을 먼저 한 후 치자 염액으로 염색하는

Table 1. Characteristics of the cotton and ramie fabrics

Fiber composition	Weave	Fabric count(warp×weft/in ²)	Thickness(mm)	Weight(g/100cm ²)
100% Cotton	Plain	64×60	0.33	1.6
100% Ramie	Plain	50×50	0.25	0.8

방법을 각각 시행하였다. 밀염색에 의해 여러 단계로 명도차이가 나도록 하였으며 덧염색은 염액의 농도나 시간 등의 조건이 강하면 바탕의 색을 덮어버리므로 약하게 하였다.

치자 염색 후 쑥 덧염색을 위해 1%, 2%, 3%, 4%, 5% 농도의 치자 염액을 각각 준비하고 액비 50:1로 하여 80℃에서 10분간 면포와 모시에 치자 염색을 하여 5가지 색상의 치자 염색포를 얻었으며 이를 수세, 건조 후 pH 4.5로 조정된 쑥 염액에서⁵⁾ 80℃에서 5분간 덧염색을 시행하였다.

쑥에서 추출한 염액은 알칼리성이므로 선행 연구³⁾의 결과에 따라 염액의 pH를 4.5로 조정하여 액비 50:1로 80℃에서 20분간 면포와 모시에 각각 염색하였다. 면포나 모시의 쑥 염색은 농도나 액비를 증가시켜도 1회 염색으로는 충분한 명도차이가 나는 여러 단계의 염색포들을 얻을 수 없었다. 쑥 염액으로 1~5회 염색하여 다섯가지 색상의 면포와 모시의 쑥 염색포를 얻었으며 이를 수세, 건조한 후 1% 치자 염액에서 액비 50:1로 하여 상온에서 5분간 덧염색을 시행하였다.

2.4 색의 측정

염색된 시료들의 색을 Spectrocolorimeter (JS- 555, Technicolor System Co., Japan)를 이용하여 L^* , a^* , b^* , ΔE 와 H, V/C 를 측정하여 나타냈다.

2.5 염색견뢰도의 측정

염색된 시료들의 세탁견뢰도는 KS K 0430에 의거하여 Launder-O-meter로, 일광견뢰도는 KS

K 0700에 의거하여 Carbon arc Weather-O-meter로 각각 측정된 후 그레이 스케일로 등급을 판정하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1 치자와 쑥의 배합염색을 위한 면포와 모시의 밀염색

쑥과 치자를 이용해서 중간색으로 염색을 하기 위해 2단계로 염색했으며 덧염색을 하기 전에 치자염액과 쑥 염액으로 농도의 차이가 나도록 각각 다섯 단계로 밀염색을 하였다.

Table 2는 면포와 모시를 쑥으로 덧염색을 하기 전에 다양한 중간색을 얻기 위해 1%, 2%, 3%, 4%, 5% 농도의 치자 염액으로 밀염색하여 얻은 다섯 단계 색의 측정치이다.

치자 염액의 농도가 높을수록 색상은 YR영역으로 이동하였으며 채도도 높고 선명한 색상으로 염색되었다. 특히 면포의 경우 1% 염액에서 염색했을 때 채도가 5.8이었으나 5% 염액에서 염색한 포의 채도는 9.5까지 향상되었다. 모시는 면포보다 더 높은 채도를 나타냈다.

Table 3은 면포와 모시를 쑥 염액으로 밀염색을 1~5회 반복하여 얻은 다섯 단계의 색상의 측정치이다.

쑥 염색의 횟수가 증가함에 따라 진해져 명도는 낮아졌으며 채도는 치자 염색에서와는 달리 반복염색에 의해서도 높아지지 않았다.

치자와 쑥으로 각각 염색한 면포와 모시의 염색성을 480nm에서의 K/S값으로 비교한 결과를

Table 2. Color values of cotton and ramie fabrics dyed with gardenia

concentration of dyebath		color value				Munsell Value	
		L^*	a^*	b^*	ΔE	H	V/C
Cotton	1%	89.7	-0.07	48.16	46.59	2.76Y	8.6/5.8
	2%	87.5	2.83	53.96	52.82	3.03Y	8.7/6.2
	3%	85.5	5.31	59.49	58.79	2.36Y	8.4/7.5
	4%	83.8	8.56	64.62	64.57	1.58Y	8.1/9.4
	5%	83.2	9.10	65.66	65.78	1.52Y	8.0/9.5
Ramie	1%	86.4	4.73	54.00	57.82	3.27Y	8.5/8.2
	2%	84.2	8.24	59.06	63.37	2.35Y	8.3/9.1
	3%	82.4	11.34	63.55	68.41	1.53Y	8.1/10.0
	4%	80.9	14.17	66.35	71.81	0.77Y	8.0/10.7
	5%	79.9	16.09	67.26	73.20	0.23Y	7.8/10.9

Table 3. Color values of cotton and ramie fabrics dyed with artemesia

repeated times		color value				Munsell Value	
		L*	a*	b*	ΔE	H	V/C
Cotton	1	84.4	-0.16	9.78	14.26	0.37GY	8.3/1.7
	2	77.5	-1.40	13.15	21.91	0.42GY	7.6/2.2
	3	69.9	-2.78	14.10	29.41	1.41GY	6.8/2.4
	4	67.5	-2.84	15.01	31.90	1.60GY	6.6/2.5
	5	64.7	-3.06	16.70	35.16	1.49GY	6.3/2.7
Ramie	1	84.5	0.69	11.13	17.31	7.82Y	8.3/1.9
	2	79.7	0.35	15.17	23.43	7.04Y	7.8/2.5
	3	71.1	-0.77	14.68	29.21	8.66Y	7.0/2.4
	4	62.4	-0.71	14.13	36.13	8.71Y	6.1/2.3
	5	61.6	-0.23	15.30	37.36	8.98Y	6.0/2.5

Fig. 1과 Fig. 2에 나타냈다. 치자 염색포의 K/S값은 1.32~4.77로 0.54~1.89인 숙에 비해 염색성이 매우 좋게 나타났으며 숙은 머서화 면과 모시의 염색성이 비슷했으나 치자의 경우는 모시는 1.32~3.16이고 머서화 면포는 2.32~4.77로 나타나 면포의 염색성이 더 좋았다.

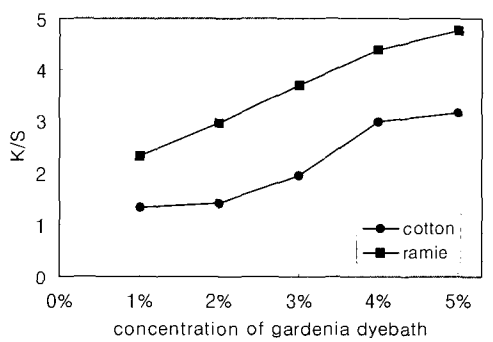


Fig. 1. K/S values of fabrics dyed with gardenia.

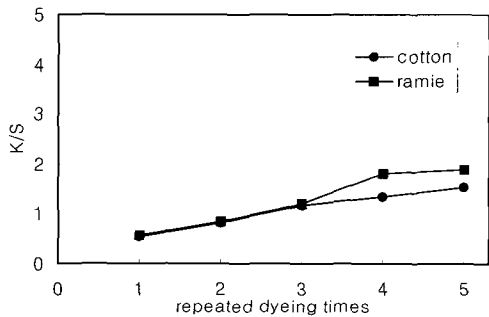


Fig. 2. K/S values of fabrics dyed with artemesia.

3.2 치자와 숙 색상의 배합을 위한 덧염색

Table 4는 1~5%의 치자염액으로 각각 농도 차이가 나도록 밀염색한 포를 숙으로 덧염색한 결과를 나타낸 것이다. 치자 염색포들의 먼셀 색상 값을 보면 면포의 경우 1.52Y~3.03Y이고 모시는 0.23Y~3.27Y 였는데 염색포들 간의 분포가 넓었으나 숙으로 덧염색을 한 후 면포는 7.85Y~8.85Y로, 모시는 4.31Y~4.49Y로 분포 범위가 줄어들었다. 숙의 greenness를 표현하는 a값이 증가해 색상의 배합이 일어난 것을 알 수는 있었으나 밀염색을 통해 농도 차이가 나던 치자 염색포들이 숙으로 덧염색을 한 후 염색포들 간의 색차도 감소하고 먼셀 값의 색상, 명도, 채도가 모두 비슷하게 나타나 다양한 색상으로의 배합은 이루어지지 않았다.

Table 5는 일정 농도의 숙 염액으로 1~5회 반복 염색하여 5단계로 농도 차이가 나도록 밀염색을 한 면포와 모시를 1% 치자염액으로 덧염색한 결과를 나타낸 것이다. 치자 염색 후 숙으로 덧염색을 한 포들과는 달리 명도와 색상이 반복 염색한 횟수에 따라 단계적으로 변화하는 것으로 나타났다. 특히 Whiteness인 L*값은 면포와 모시에서 각각 82.4~65.6, 81.2~62.1의 범위에서 yellowness인 b*값도 각각 21.96~27.97, 22.93~35.44의 범위에서 숙 염색의 횟수에 따라 분포되어 있어 색의 다양화 효과를 보여주고 있다. 먼셀 값에서는 면포의 경우 염색이 1회에서 5회까지 반복됨에 따라 5.01Y→6.46Y→8.38Y→8.67Y→8.83Y로 변화되었으며 이는 노란색으로부터 단계적으로 점차 녹색 경향이 증가되는 결과를 보여주는 것이다.

Table 4. Color values of the fabrics dyed with gardenia topping with artemesia

concentration of dyebath		color value			ΔE	Munsell Value	
		L*	a*	b*		H	V/C
Cotton fabrics with gardenia	1%	75.6	-1.79	19.64	29.97	8.79Y	7.4/3.1
	2%	76.4	-1.75	19.95	26.48	8.68Y	7.5/3.1
	3%	76.5	-1.81	19.55	26.23	8.85Y	7.5/3.1
	4%	74.1	-1.65	19.83	28.28	8.53Y	7.3/3.1
	5%	74.9	-1.20	20.54	28.06	7.85Y	7.3/3.2
Ramie fabrics with gardenia	1%	76.2	1.88	33.32	40.67	4.34Y	7.5/5.1
	2%	75.8	1.96	34.17	41.61	4.31Y	7.4/5.3
	3%	76.5	1.84	33.90	41.09	4.35Y	7.5/5.2
	4%	75.4	1.60	33.94	41.58	4.49Y	7.4/5.2
	5%	75.8	1.73	30.40	38.27	4.43Y	7.4/4.7

Table 5. Color values of the fabrics dyed with artemesia topping gardenia

repeated times		color value			ΔE	Munsell Value	
		L*	a*	b*		H	V/C
Cotton fabrics dyed with artemesia	1	82.4	0.46	27.97	28.56	5.01Y	8.1/4.3
	2	78.6	-0.85	27.04	29.92	6.46Y	7.7/4.1
	3	71.7	-2.09	22.70	31.96	8.38Y	7.0/3.5
	4	68.1	-2.30	22.17	34.63	8.67Y	6.6/3.4
	5	65.6	-2.44	21.96	36.66	8.83Y	6.4/3.4
Ramie fabrics dyed with artemesia	1	81.2	1.59	34.09	39.48	4.35Y	8.0/5.2
	2	77.8	1.63	35.44	41.98	4.42Y	7.6/5.4
	3	71.0	0.88	29.79	40.27	4.98Y	6.9/4.5
	4	64.7	0.36	24.11	40.10	5.59Y	6.3/3.7
	5	62.1	0.61	22.93	41.26	5.72Y	6.0/3.6

따라서 치자와 쑥을 이용해서 중간 색상으로 직물을 염색하려면 치자로 염색한 후 쑥 염색을 하는 순서의 방법은 적절치 않고 쑥으로 먼저 반복염색을 통해 명도 차이가 나도록 여러 단계로 밀염색을 한 후 치자 염색으로 덧염색을 하는 방법을 이용해야 할 것으로 생각된다.

3.3 염색건뢰도

Table 6은 염색된 시료들의 일광건뢰도, 세탁건뢰도 및 드라이클리닝건뢰도를 측정된 결과이다.

일광과 물세탁에 대한 건뢰도가 대체로 낮게 나타났으며 특히 일광건뢰도는 모두 3급 미만으로 매우 낮았으나 치자보다는 쑥으로 염색된 포의 일광건뢰도가 다소 높게 나타났다. 세탁건뢰도는 변

퇴색도가 1-2, 2, 2-3 등급인데 비해 오염도는 2, 2-3, 3, 3-4, 4 등급으로 다소 높았다. 염색횟수나 염액의 농도를 증가시켜도 색상이 진해지고 선명해지는 것은 하나 일광이나 세탁에 대한 건뢰도는 향상되지는 않았다. 드라이클리닝건뢰도는 우수하므로 염색물의 색상을 유지하려면 드라이클리닝을 하고 그늘에서 관리해야 할 것으로 생각된다.

4. 결 론

채도가 낮고 녹색계통인 쑥과 황색계통이면서 채도가 높은 치자를 이용해 면과 모시직물에 매염 처리 없이 염색함으로써 노란 색과 카키색의 중간 색들을 얻고자 하였다.

Table 6. The fastness to light and laundering of dyed fabrics with gardenia and artemesia

fabrics		cotton				ramie				
		fastness	to light	to dry-cleaning	to laundering		to light	to dry-cleaning	to laundering	
					fading	staining			fading	staining
gardenia	1%	1-2	4-5	1-2	3	2	4	2	3-4	
	2%	2	4-5	1-2	2-3	1-2	4-5	2	3-4	
	3%	1-2	4-5	2	3	2	4-5	2	3	
	4%	2	5	2	3-4	2	5	2-3	3	
	5%	2	4-5	2	3	2	4-5	2	3-4	
artemesia	1	2	5	2	3-4	2	4-5	2	3	
	2	2	5	2	3	2	4-5	2	3-4	
	3	2	4-5	2	3-4	2-3	4-5	2	3	
	4	2-3	5	2	3	2	5	3	3-4	
	5	2	5	2	4	3	5	3	3-4	
gardenia (base) + artemesia (top)	1%	1-2	5	2	3	2	4-5	3	3	
	2%	2	4-5	2-3	3-4	2	5	2	4	
	3%	2	5	2-3	3	2	4-5	2-3	3-4	
	4%	2-3	5	2	3-4	2	5	3	3	
	5%	2	5	2	3-4	2-3	5	2-3	3-4	
artemesia (base) + gardenia (top)	1	1-2	4-5	2	3	2	5	2	3	
	2	2	5	2	3	2	5	2	3	
	3	2	5	2	3	2	5	2	3	
	4	1-2	4-5	2	3-4	2	4-5	2-3	4	
	5	2	5	2	3	2	5	2-3	3	

혼합 염색을 하기 위해 쑥과 치자의 염액으로 연속적으로 순서를 바꿔서 염색했으며 치자 염액과 쑥 염액으로 농도의 차이가 나도록 각각 다섯 단계로 밀염색을 한 후 쑥과 치자염액으로 각각 덧염색을 하였다.

밀염색을 통해 농도차이가 나던 치자 염색포들이 쑥으로 덧염색을 한 후 염색포들 간의 색차도 감소하고 먼셀 값의 색상, 명도, 채도가 모두 비슷하게 나타나 다양한 색상으로의 배합은 이루어지지 않았다. 반면, 쑥 염액으로 1~5회 반복 염색하여 5단계로 농도 차이가 나도록 밀염색을 한 면포와 모시를 치자염액으로 덧염색을 한 결과 명도와 색상의 차이가 단계적으로 변화하는 다양한 염색물을 얻을 수 있었다.

따라서 치자와 쑥을 이용해서 다양한 색상으로 직물을 염색하려면 치자로 염색한 후 쑥 염색을 하는 방법은 적절치 않았고 쑥으로 먼저 반복염색

을 통해 명도 차이가 나도록 다섯 단계로 밀염색을 한 후 치자 염액으로 덧염색을 하는 방법을 이용해서 치자와 쑥의 중간색을 다양하게 연출할 수 있다.

일광과 물세탁에 대한 견뢰도가 대체로 낮고 드라이클리닝견뢰도는 우수하게 나타났으므로 염색물의 색상을 유지하려면 드라이클리닝을 하고 그늘에서 관리해야 한다.

참고문헌

1. H. S. Lee, *Thesis Collection of Cheju Univ.*, **33**, 175(1991).
2. A. S. Kim and C. C. Chang, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**(2), 93(2001).
3. H. J. Yoo, H. Y. Lee, and J. H. Lim, *J. of Korean Soc. Clothing and Textiles*, **22**(4), 469(1998).

4. K. R. Cho, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7**(3), 213(1995).
5. M. E. Lim, H. J. Yoo, and H. Y. Lee, *J. of Korean Soc. Clothing and Textiles*, **21**(5), 911(1997).
6. H. J. Yoo, H. Y. Lee, and S. R. Byun, *J. of Korean Soc. Clothing and Textiles*, **21**(4), 661(1997).
7. 坂川哲雄, 渡辺弘, 中山隆幸, *加工技術*, **23**(3), 197(1988).
8. 坂川哲雄, 渡辺弘, 中山隆幸, *加工技術*, **23**(5), 336(1988).
9. S. W. Nam, I. M. Jung, and I. H. Kim, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7**(2), 161(1995).
10. K. C. An and J. H. Kim, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**(1), 23(2001).
11. K. R. Cho and J. R. Chang, *Thesis Collection of Pusan Women's Univ.*, **36**, 323(1993).
12. Y. J. Nam, M. Y. Park, and H. S. Cho, *Thesis Collection of Kyunghee Univ.*, **21**, 397(1992).
13. Y. J. Ju and H. O. So, *J. of Korean Costume*, **14**, 133(1985).
14. S. L. Kim, *Thesis Collection of Mokpo Univ.*, **18**(2), 413(1997).
15. E. K. Kim and J. H. Chang, *J. of Korean Home Economics Association*, **38**(9), 119(2000).
16. S. Y. Han and S. C. Choi, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **12**(6), 60(2000).
17. B. H. Kim and H. S. Song, *J. of Korean Home Economics Association*, **33**(3), 243(1955).
18. H. J. Lee, H. J. Yoo, J. S. Rhie, and D. Y. Lee, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7**(12), 11(2000).
19. H. J. Lee, S. Y. Ban, and H. J. Yoo, *J. of Korean Soc. Clothing and Textiles*, **22**(8), 1101(1998).
20. H. J. Yoo, H. J. Lee, and S. R. Byun, *J. of Korean Soc. Clothing and Textiles*, **21**(3), 119(1997).