

면, 폴리에스테르, 나일론, 면 교직물의 염색후 역학특성, 태 그리고 봉제성 변화

조 길 수 · 이 은 주 · 임 지 영

연세대학교 생활과학대학 의류환경학과

Changes in Mechanical Properties, Hand, and Appearance according to Dyeing of Cotton, PET, Nylon, and Cotton Mixture Fabrics

Gilsoo Cho · Eun Jou Yi · Ji Young Lim

Dept. of Clothing and Textiles, College of Human Ecology, Yonsei University
(1995. 8. 27 접수)

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of dyeing on the mechanical properties, primary hand, total hand value (THV), and total appearance value (TAV) of woven fabrics. Cotton, PET, nylon, cotton/PET, and cotton/nylon woven fabrics were used as test specimens. Each of fabric was dyed under the same conditions as the fabrics for sportswear which consumers have selected as best. Mechanical properties of specimens were measured by KES-FB system and primary hand and THV were calculated by equation KN-201-MDY and KN-301-WINTER respectively. TAV was calculated by KN (eq. 10).

The results were as follows:

1. In mechanical properties, tensile energy increased when cotton and two cotton mixture fabrics were dyed and decreased when polyester and nylon fabrics were dyed. Bending rigidity and shear rigidity decreased after all fabrics were dyed except nylon and cotton/nylon mixture fabrics showing higher rigidities. Cotton fabrics showed higher surface roughness while other fabrics did lower values after dyeing.
2. In evaluation of primary hand and total hand, four primary hands of cotton fabrics so decreased after dyeing that THV were lowered. Numeri, Fukurami, and Sofutosa in primary hand of polyester, cotton/polyester, and cotton/nylon fabrics and Koshi and Numeri of nylon fabrics increased after dyeing and therefore THV of four fabrics were improved.
3. Cotton and polyester fabrics showed higher TAV due to their lower bending and shear rigidity, while nylon and cotton/nylon fabrics did lower values due to their higher shear rigidity.
4. It was proposed that the method of dyeing or treatment for minimizing the decrease of

THV of cotton fabrics and TAV of nylon fabrics should be developed.

I. 서 론

현대사회의 소비자는 의류소재에 대하여 일차적인 물리적 만족 뿐 아니라 고도의 감성적 만족을 추구하고 있다. 이를 위해서는 의류소재 산업에서 생산자가 소비자의 감성적 만족을 충족시킬 수 있는 태를 지니는 직물을 개발해야 한다.

태(hand)¹⁾란 인간의 감각에 의한 평가특성의 하나로 넓은 의미에서 촉감과 시각에 의한 직물과 섬유제품의 평가량이며, 좁은 의미에서는 직물을 손으로 만졌을 때 느껴지는 촉감을 중심으로 하는 관능 평가량이라고 할 수 있다. “좋은 태”란 쾌적성과 함께 의복의 실루엣에서의 아름다운 외관과 관련시켜 의복의 기능과 인간의 감각이 서로 부합될 때 쓸 수 있는 말이다²⁾. 따라서 소비자 및 의복제작자가 소재상태에서 직물의 성능을 예측할 수 있는 가장 일차적인 방법은 직물의 태를 평가하는 것이다. 그러나 단순히 태를 측정하는 것으로는 직물이 의복으로 제작되었을 때의 종합적인 성능을 예측하기는 어렵다. 이에 Kawabata 등³⁾⁴⁾은 직물의 역학적 특성치를 토대로 직물이 의복으로 구성되었을 때의 전체적인 외관을 평가할 수 있는 척도로서 봉제성(Total Appearance Value)을 제시하였고, 봉제라인에 적합한 직물의 역학특성치의 범위를 설정하여 보고하였다.

직물의 태에 영향을 미치는 요소에는 섬유 및 직물의 여러인자들과 직물의 공정단계 및 가공, 염색 등이 있다. 지금까지 여러 문헌들을 통해 특정 섬유의 공정조건^{5)~7)}과 구조인자^{8)~10)}, 기능성 가공^{11)~13)} 등이 직물의 역학량과 태에 미치는 영향에 대해 논의된 바 있다. 특히 염색공정은 직물이 의복소재로 쓰이기위한 마지막 기본공정이므로 염색처리가 직물의 태 변화에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하면, 생산성 있는 직물을 예측, 선택할 수 있다. Matsudaira 등¹⁴⁾은 폴리에스테르 직물의 일련의 전처리 가공의 단계별로 각 공정단계가 직물의 역학적 특성에 미치는 영향을 고찰하고 직물의 굽힘강성과 굽힘이력은 감량가공과 염색처리를 거치면서 점차적으로 감소하며, 압축 에너지는 이완과정과 염색과정을 거치면서 조금씩 증가한다고 보고하였다.

Wemyss 등¹⁵⁾은 모직물을 대상으로 모직물의 기본공정에 따른 직물의 역학특성의 변화를 고찰하고, 역학특성 중 굽힘강성과 전단이력이 모직물의 기본공정에 가장 큰 영향을 받아서 공정단계가 진행될수록 굽힘강성과 전단이력이 감소한다고 하였다. 또한 김덕리¹⁶⁾의 모직물의 태에 관한 연구에서는 실의 구성요소 및 염색조건이 태에 미치는 영향을 알아보고 미염색사와 염색사 간의 역학적 특성치의 차이는 톱염색에서보다 사염색에서 더 큰것으로 나타났다. 그러나 보다 일반적인 직물을 대상으로 역학특성과 태, 그리고 의복소재로서의 봉제성에 대해 체계적으로 고찰한 연구는 드물다.

따라서 본 연구에서는 면과 폴리에스테르, 나일론, 그리고 면/폴리에스테르, 면/나일론 교직물에 각각 소비자의 선호도가 가장 높은 염색방법에 의하여 염색을 실시하고, 이에 따른 각 직물의 역학 특성과 기본태(primary hand value) 및 종합태(Total Hand Value), 봉제성(Total Appearance Value)을 평가하여, 소비자의 선택에 의한 최적 염색방법에 따른 일반 직물의 태 변화에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 실 험

1. 시 료

본 연구의 시료로 스포츠 의류용 소재인 100%면과 나일론, 폴리에스테르 직물과 60/40 면/PET, 55/45 면/나일론 교직물을 사용하였다. 각 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2. 염료 및 염색

본 연구에서 사용한 염료는 반응성염료, 분산염료, 산성염료로서 그 구조식은 Table 2와 같다. 이들 염료는 염색성이 우수하며, 스포츠 의류용 직물에 대한 소비자의 수용도가 높은 것이 선택되었다.

염색조건은 직물업체에서 제시한 표준직물의 색상을 재현하기 위하여, spectrophotometer로 동일파장에서 흡광도(absorbance)를 측정하여 설정하였다. 염색하기전 전처리로 음이온계 계면활성제와 알칼리(inkanol: 1g/l, NaOH: 2g/l)를 병용하여 면직물은 100°C에서 40분간, 면 교직물은 100°C에서 60분간,

Table 1. Characteristics of Specimens

Specimen	Fiber Component	Yarn Type	Yarn Number	Fabric Construction	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)	Fabric Count (weft×warp/in ²)
Cotton	cotton 100%	Staple	25's (warp) 30's (weft)	twill weave	0.71	167.6	86×71
PET	PET 100%	Filament	461 d (warp) 463 d (weft)	basket weave	0.60	210.3	72×68
Nylon	Nylon 100%	Filament	207 d (warp) 67 d (weft)	twill weave	0.34	131.4	57×68
Cotton/PET	60/40 Cotton/PET	warp(PET): Filament weft(cotton): Staple	44d (warp) 30's (weft)	plain weave	0.66	161.4	59×93
Cotton/Nylon	55/45 Cotton/Nylon	warp(nylon): Staple weft(cotton): Filament	64's/2(warp) 78's/2 (weft)	plain weave	0.55	120.4	54×91

100% 폴리에스테르와 나일론직물은 98°C 에서 40 분간 정련하였다.

100% 면직물은 SM2 치환반응형 반응성염료(CI Reactive Red 120)를 사용하여 50~60°C 60)를 이용하여 고온고압법으로 pH 4.5~5.5, 130°C, 2~3 kg의 조건하에서 40~60 분간 염색하였다. 100% 나일론 직물은 반균염성 산성염료(C.I. Acid Blue 62)를 pH 4.5~5.5의 산성욕에 98°C 에서 40~60 분간 염색하였다. 면/폴리에스테르 교직물은 면사에는 반응성염료(CI Reactive Yellow 125 1.0%, CI Reactive Red 158 2.0%)를, 폴리에스테르사에는 분산 염료(CI Disperse Red 343)를 각각 사용하여, 130°C 에서 40 분간 폴리에스테르를 염색하고 80°C 에서 30 분간 NaOH와 Na₂SO₄로 환원세정한 후 50°C 에서 60 분간 면을 염색하는 이육 염색을 실시하였다. 면/나일론 교직물은 면사에는 반응성염료(CI Reactive Navy)와 나일론사에는 산성염료(CI Acid Blue 113)를 사용하여 100°C 에서 60 분간 이육염색하였다.

3. 역학특성 측정

20cm×20cm(경×위)의 크기로 시료를 준비하여 생지와 염색직물에 대하여 염색후의 역학적 특성치의 변화를 KES-FB system(Kato Tech, Ltd. Co.)를 사용

하여 표준제측 조건에서 계측하여 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면특성 및 두께와 중량의 6 항목에 대해 16개 특성치와 최대하중시의 신장성 EM 값을 구하였다.

4. 기본태 평가

계측된 역학량들을 여성용 동복지를 위한 회귀식인 KN-201-MDY에 적용시켜 Koshi, Numeri, Fukurami, Sofutosa의 4가지 기본태를 계산하였으며 이때의 회귀식은 다음과 같다.

$$HV = Co + \sum_{i=1}^{16} C_i \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma_i}$$

Co, C_i: parameter (constant coefficient)

X_i: i 번째의 역학적 특성치 또는 그 대수값

\bar{X}_i : X_i의 평균

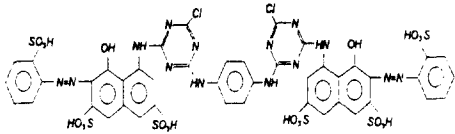
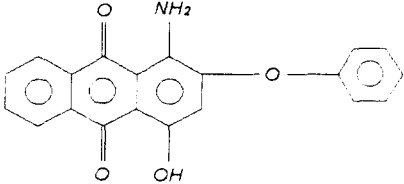
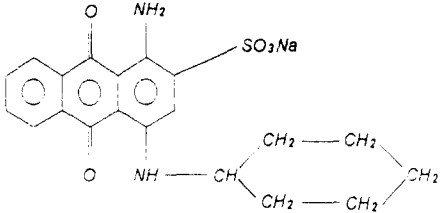
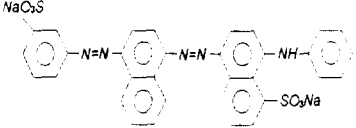
σ_i : X_i의 표준편차

회귀식의 \bar{X}_i , σ_i 값 및 C_i 값은 Table 3과 Table 4에 제시하였다.

5. 종합태 평가

계산된 기본태의 조합으로 KN-301-WINTER에 의해 종합태(THV)를 계산하였으며 이때의 회귀식과 계수를 아래식과 Table 5에 제시하였다.

Table 2. Chemical Structures of Dyes

Specimen	Dye	C.I. No.	Chemical structure
100% Cotton	Cibacron Brilliant Red 4G-E	Reactive Red 120	
100% Polyester	Resolin Red FB	Disperse Red 60	
100% Nylon	Rifa Acid Blue ER	Acid Blue 62	
60/40 Cotton/PET	Cotton side- Lavafix Golden Yellow E-RA 1.0% Lavafix Golden Red E-4BA 2.0% PET side- Resolin Yellow K-4GLS 1.0% Resolin Red F3BS 1.0%	Cotton side- CI Reactive Yellow 125 1.0%, CI Reactive Red 158 2.0% PET side- CI Disperse Yellow (number unknown) CI Disperse Red 343	unknown
55/45 Cotton/Nylon	Cotton side- Procion Navy H-EXL 2.0% Nylon side- Rifa Navy Blue BN 2.0%	Cotton side- CI Reactive Navy (number unknown) Nylon side- CI Acid Blue 113	

$$THV = C_0 + \sum_{i=1}^k Z_i$$

$$\text{where } Z_i = C_n \left(\frac{Y_i - M_n}{\sigma_n} \right) + C_z \left(\frac{Y_z - M_z}{\sigma_z} \right)$$

Y_i : primary hand value

$M_n, M_z, \sigma_n, \sigma_z$: Y, Y^2 의 평균과 표준편차
 C_n, C_z : Parameter(constant coefficient)
 $i=1, 2, 3 \dots$ Koshi, Numeri, Fukurami 등과 대응시킨다.

Table 3. X_i , \bar{X}_i , & σ_i values for KN-201-MDY equation

Block	i	X_i	X_i	σ_i (n=220)
1 (Tensile)	1	LT	0.6177	0.0823
	2	log WT	1.1511	0.2166
	3	RT	42.0564	6.9506
2 (Bending)	4	log B	-0.8723	0.2565
	5	log 2 HB	-1.1445	0.3473
3 (Shear)	6	C	-0.0745	0.2099
	7	log 2 HC	0.1312	0.2966
	8	2 HC 5	0.4217	0.2596
4 (Compression)	9	LC	0.4070	0.1061
	10	log WC	-0.6211	0.2380
	11	RC	52.2626	9.1288
5 (Surface)	12	MIU	0.2416	0.0431
	13	log MMD	-1.7248	0.1926
	14	log SMD	0.5696	0.3521
6 (Thickness & Weight)	15	log T	-0.0446	0.1693
	16	log W	1.3550	0.1270

Table 4. C_i values for KN-201-MDY equation

KOSHI			NUMERI			FUKURAMI			SOFUTOSA		
i	C_i	R	i	C_i	R	i	C_i	R	i	C_i	R
0	5.7093		0	4.7533		0	4.9799		0	3.2001	
4	0.8459	.740	13	-0.927	0.595	10	0.8845	.600	13	-0.9211	.541
5	-0.2104	.780	14	-0.3031	.633	9	-0.2042	.616	14	0.3479	.604
6	0.4268	.849	12	-0.1539	.645	11	0.1879	.630	12	-0.2159	.605
7	-0.0793	.854	10	0.5278	.734	13	-0.5964	.754	10	0.5641	.680
8	0.0625	.854	9	-0.1703	.742	14	-0.1702	.760	11	0.4741	.734
15	-0.1714	.868	11	0.0972	.749	12	-0.0569	.770	9	-0.0472	.734
16	0.2232	.889	8	-0.3702	.794	1	-0.1558	.782	6	-0.4214	.775
2	-0.1345	.896	6	-0.0263	.794	2	0.2241	.793	8	-0.0326	.775
3	0.0676	.898	7	0.0667	.792	3	-0.0897	.795	7	0.0146	.775
1	-0.0317	.899	4	-0.1658	.807	8	-0.0657	.799	3	-0.3573	.803
10	-0.0646	.900	5	0.1083	.803	6	0.0960	.800	1	-0.1703	.811
9	0.0073	.900	1	-0.0686	.808	7	-0.0538	.802	2	0.0102	.811
11	-0.0041	.901	3	-0.1619	.812	15	0.0837	.807	4	-0.3073	.831
13	0.0307	.901	2	0.0735	.813	16	-0.1810	.805	5	0.0159	.831
12	-0.0254	.901	16	-0.0122	.813	5	0.0848	.805	15	-0.0657	.831
14	0.0009	.901	15	-0.1358	.812	4	-0.0337	.806	16	0.0340	.831

Table 5. C_i , M_i & i values for KN-301-W equation

i	Y_i	C_{i1}	C_{i2}	M_{i1}	M_{i2}	σ_{n1}	σ_{n2}
1	KOSHI	0.6750	-0.5314	5.7093	33.9032	1.1434	12.1127
2	NUMERI	-0.1887	0.8041	4.7537	25.0295	1.5594	15.5621
3	FUKURAMI	0.9312	-0.7703	4.9798	26.9720	1.4741	15.2341
RMS★		0.333		Co=3.1466		$\sigma=0.7629$	
R★★		0.900					

6. 봉제성 평가

각 시료에 대한 봉제성(TAV)은 아래와 같이 KN (eq. 10)에 의해 평가하였다.

$$KN(eq. 10) \quad TAV = C_0 + \sum_{i=1}^n (C_{1i}Z_i + C_{2i}Z_2)$$

where $Z_i = C_{10} + \sum_{j=1}^m (a_{ij} + b_{ij}X_{ij}^2)$

C_0, C_{10} : 상수

$C_{1i}, C_{2i}, a_{ij}, b_{ij}$: 계수 ($i=1, 2, 3, j=1 \dots m$)

이들 식을 다시 나타내면 다음과 같다.

$$Z_1 = 1.660 + 1.855 \log EL_2 - 3.838 \log BS_2 - 0.805 \log SS + 0.310 (\log EL_2)^2 - 4.405 (\log BS_2)^2 - 2.260 (\log SS)^2$$

$$Z_2 = 1.671 - 1.349 \log BP + 3.594 \log SP - 5.435 (\log BP)^2 - 1.249 (\log SP)^2$$

$$Z_3 = -24.379 + 21.064 \sqrt{BS/W} + 2.497 \sqrt{SS/W} - 4.361 (\sqrt{BS/W})^2 - 0.381 (\sqrt{SS/W})^2$$

$$TAV = 1.122 - 0.470 Z_1 + 0.134 Z_2^2 - 0.0304 Z_2 + 0.166 Z_2^2 + 0.345 Z_3 + 0.019 Z_3^2$$

III. 결과 및 고찰

1. 염색에 따른 역화특성의 변화

KES-FB system에 의해 측정된 각 시료의 17가지 역화특성의 값을 Table 6에 제시하였다.

1-1. 인장특성

직물의 인장특성은 외력에 의한 신장성 및 회복성을 나타내며 의복착용 중 인체동작의 구속에 영향을 미치

는 특성이다. 우선 최대하중시의 신장성을 의미하는 EM 값의 변화를 각 시료별로 염색 전·후에 따라 살펴 보면, Fig. 1에서 알 수 있듯이 100% 면직물과 면/PET, 면/나일론 직물은 모두 염색전보다 염색후 EM 값이 더 커졌으며, 면직물과 비교해 볼 때 100% 폴리에스테르와 나일론 직물의 EM 값은 염색후 약간 감소하였다.

인장선형성(LT)은 Fig. 2에 제시된 바와 같이 100% 면직물과 폴리에스테르 직물은 염색 후 크게 감소하였으나 나일론 직물의 경우 약간 증가하여 다른 양상을 보이고 있다. 면 교직물의 경우를 살펴보면 면직물과 같은 거동을 보여 염색전보다 염색후 LT 값이 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 염색후 100% 나일론을 제외한 네가지 직물의 초기인장이 쉬워짐을 의미한다.

인장에너지(WT)는 Table 6에서 알 수 있듯이 면과 폴리에스테르, 나일론 직물을 비교할 경우 100% 면직물은 염색으로 인하여 WT가 크게 증가하였으나, 100% 폴리에스테르와 나일론 직물은 오히려 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 면 교직물의 경우에서는 두 가지 교직물 모두 염색 후 WT가 증가하는 거동을 보였으나, 면/폴리에스테르 직물보다 면/나일론 직물에서의 증가가 훨씬 크게 나타났다. 이와 같은 변화는 EM 값의 변화와 같은 양상으로 면과 면교직물은 염색 후 변형이 더 용이해져 쉽게 늘어나나 폴리에스테르와 나일론은 염색으로 인하여 변형이 다소 어려워짐을 뜻한다.

인장 후의 회복성을 뜻하는 인장회복성(RT)은 100% 면 및 면교직물의 염색 전·후 거동과 100% 폴리에스테르 및 나일론 직물의 거동이 반대로 나타났다. 즉 면 및 면교직물의 RT 값은 염색전에 비해 염색 후 감소한데 반하여, 폴리에스테르와 나일론 직물의 RT 값은 염색후 증가하는 경향을 보였다. 이를 WT의 변

Table 6. Mechanical Properties by KES

Mechanical Parameters		Cotton		PET		Nylon		Cotton/PET		Cotton/Nylon	
		Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed
Tensile	EM	2.27	5.78	4.97	4.88	1.95	1.65	2.65	5.34	3.70	4.35
	LT	0.81	0.74	0.72	0.68	0.80	0.81	0.87	0.74	0.82	0.72
	WT	4.61	10.60	8.87	8.04	3.82	3.36	5.76	9.87	7.45	7.72
	RT	49.40	40.11	57.48	60.36	66.68	69.38	51.47	48.93	56.04	48.47
Bending	B	0.20	0.08	0.24	0.21	0.31	0.23	0.27	0.08	0.91	0.08
	2HB	0.36	0.15	0.22	0.18	0.23	0.19	0.42	0.09	0.13	0.09
Shear	G	3.90	1.72	1.39	1.25	1.35	1.89	3.77	1.66	1.97	3.31
	2HG	15.77	4.59	4.75	1.93	2.45	2.77	12.96	3.68	6.58	6.76
	2HG5	17.76	9.01	7.63	6.10	8.36	13.13	15.23	8.11	9.58	12.89
Compression	LC	0.28	0.31	0.32	0.46	0.51	0.57	0.28	0.37	0.23	0.31
	WC	0.21	0.16	0.10	0.10	0.05	0.03	0.19	0.18	0.13	0.12
	RC	30.48	30.67	45.92	43.00	27.66	39.29	34.85	33.33	32.56	34.65
Surface	MIU	0.17	0.18	0.22	0.21	0.19	0.15	0.16	0.27	0.19	0.15
	MMD	0.02	0.02	0.04	0.07	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01
	SMD	2.91	2.94	3.46	3.37	1.69	1.27	2.81	2.12	2.12	1.51
Thickness	T	0.71	0.67	0.63	0.64	0.34	0.31	0.66	0.70	0.55	0.49
Weight	W	16.76	16.62	21.03	22.68	13.14	13.65	16.14	18.57	12.04	13.52

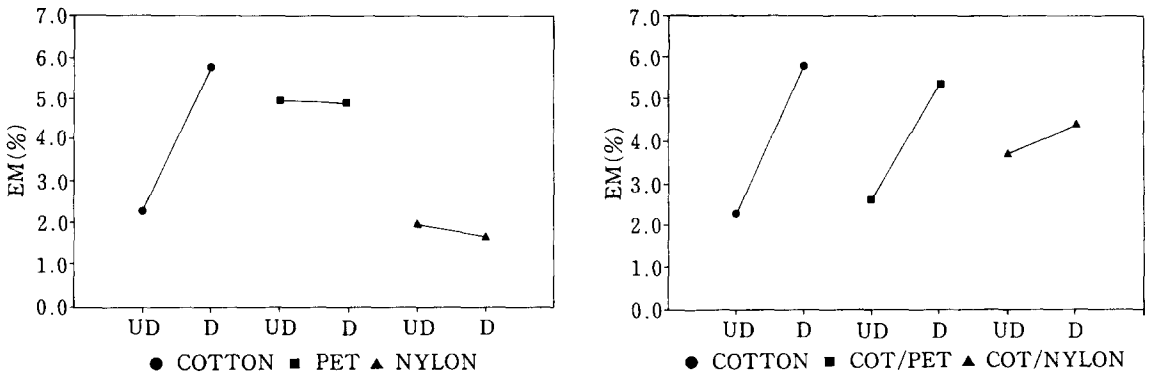


Fig. 1. Elongation of undyed and dyed fabrics

화 거동과 함께 살펴보면, 면과 면교직물은 염색으로 인하여 염색 전보다 쉽게 늘어나지만 회복성은 감소하여 형태안정성이 다소 나빠지나, 폴리에스테르와 나일론 직물은 염색후 변형이 더 어려워지나 형태안정성은 더 좋아진다고 할 수 있다.

1-2. 굽힘특성

직물의 굽힘특성은 전단특성과 함께 인체에 적응, 융합하기 쉬움을 나타내는 특성치로서 의복착용시에 관련 되는 안정성, 드레이프성, 구김성 등의 착용성능과 관

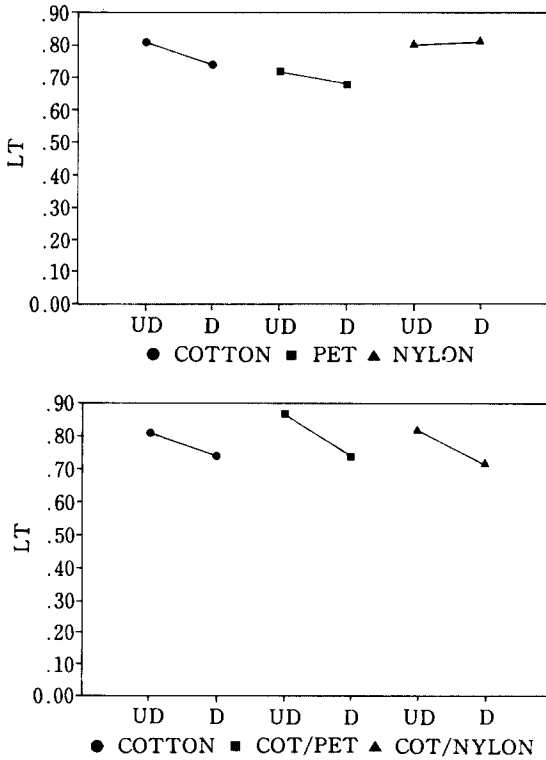


Fig. 2. Tensile linearity of undyed and dyed fabrics

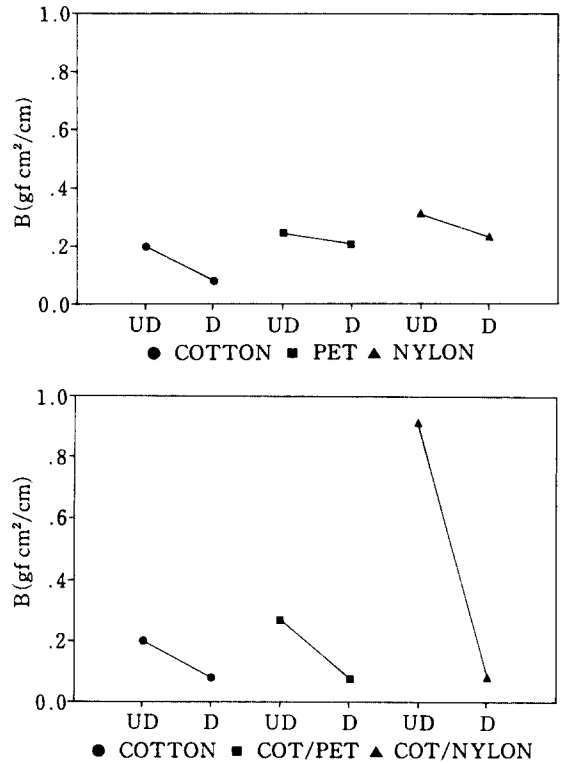


Fig. 3. Bending rigidity of undyed and dyed fabrics

계가 있다. 각 시료의 굽힘강성(B)값의 변화 양상은 Fig. 3에 제시되었는데, 다섯가지 시료 모두 염색 후 B값이 감소하였다. 즉 염색 후 시료 모두 더 잘 굽혀져서 유연성이 증가함을 알 수 있다. 형태안정성과 구김에 관계하는 굽힘이력(2HB)의 값 또한 B값과 마찬가지로 시료 모두 염색전보다 염색 후의 값이 더 작은 것으로 나타나, 염색 후에는 염색전보다 굽혀진 후 더 잘 회복되는 것을 알 수 있었다.

1-3. 전단특성

직물의 전단특성은 의복소재로 사용되었을 때 인체의 곡면에 잘 적응하고 의복의 늘어뜨려진 형태에 관련하는 성질이다. 우선 전단강성(G)값의 양상을 살펴보면 Fig. 4에서 100% 면직물과 폴리에스테르, 면/폴리에스테르 교직물은 염색으로 인하여 G값이 감소하였으나, 100% 나일론과 면/나일론 교직물은 염색 후 G값이 증가하는 경향을 보여 같은 거동을 보임을 알 수 있다. 즉 면직물과 폴리에스테르, 면/폴리에스테르 교직

물은 염색 후 바이어스방향으로의 변형이 작고 보다 우수한 실루엣을 형성하게되나, 100% 나일론과 면/나일론 교직물은 염색으로 인하여 바이어스방향으로의 변형이 더 용이해짐을 알 수 있다. Fig. 5에서 전단이력(2HG)은 면직물과 폴리에스테르, 면/폴리에스테르 직물은 염색후 2HG값이 감소하였으나 나일론 직물과 면/나일론 직물은 매우 조금 증가하는 경향을 보였다. 한편 5°방향에서의 전단이력인 2HG5의 경우는 G의 변화와 같은 양상을 보여서 면직물과 폴리에스테르, 면/폴리에스테르 직물은 염색후 2HG5값이 감소하였으나 나일론 직물과 면/나일론 교직물은 증가하여, 나일론 직물과 면/나일론 교직물은 염색후 대체로 바이어스 방향으로의 변형 후 회복되지 않는 양이 많아짐을 알 수 있다.

1-4. 압축특성

직물의 압축특성은 부피감과 유연한 촉감에 관계한다. Table 6에서 압축선형성(LC)의 변화를 보면 다섯

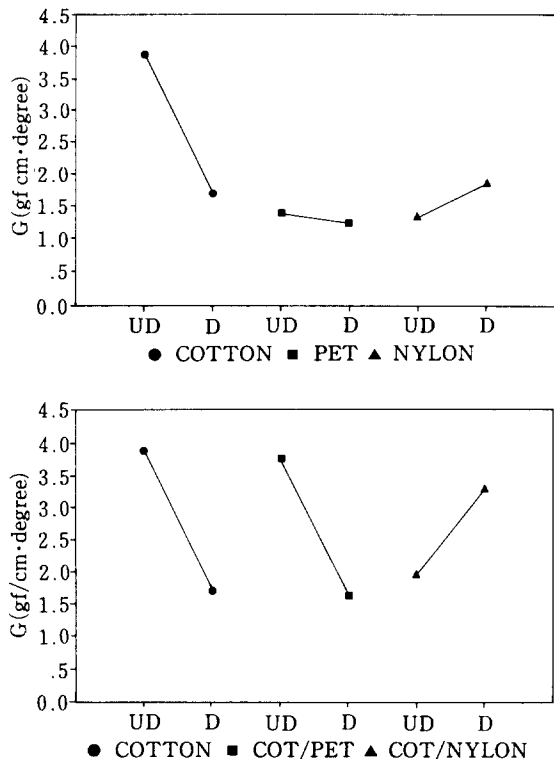


Fig. 4. Shear stiffness of undyed and dyed fabrics

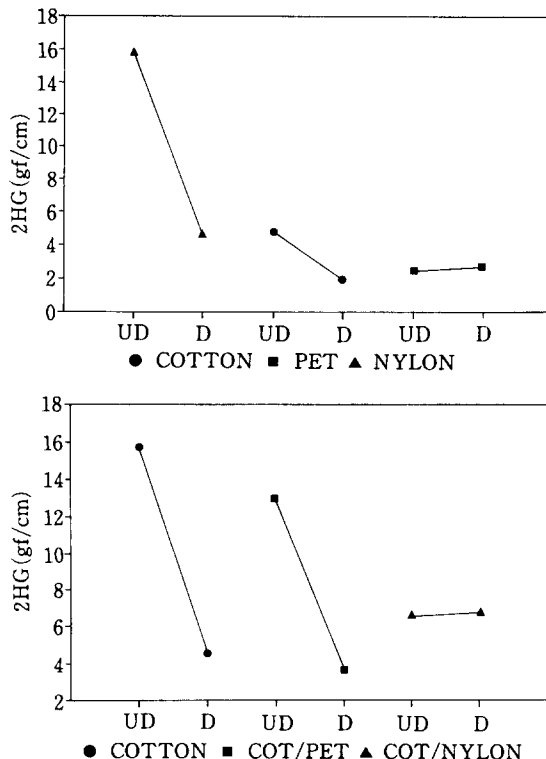


Fig. 5. Shear hysteresis at 0.5° of undyed and dyed fabrics

가지 직물 모두 염색 후 LC 값이 증가하여 초기압축이 어려워짐을 나타내고 있다. 또한 압축에너지(WC)는 Fig. 6에서 알 수 있듯이 100% 폴리에스테르 직물을 제외한 직물 모두 염색 후 그 값이 감소하였는데, 이는 부피감이 줄어들어 벌직성이 낮아짐을 의미한다. 100% 폴리에스테르 직물은 염색 전·후의 값이 비슷하여 염색 공정으로 인하여 직물의 함기성에 변화가 적음을 알 수 있다. 압축회복성(RC)의 값은 Table 6과 같이 100% 면직물은 염색 전·후의 값이 비슷하였으며, 폴리에스테르, 면/폴리에스테르 교직물은 염색전보다 염색 후에 RC 값이 다소 증가하는 경향을 보인 반면, 100% 나일론과 면/나일론 교직물은 염색 후 RC 값이 감소하는 경향이였다.

1-5. 표면특성

Table 6에서 표면의 마찰계수(MIU)의 변화 거동을 살펴보면 100% 면직물과 폴리에스테르 직물의 경우 염색 전·후 MIU 값이 거의 비슷하며, 100% 나일론과

면/나일론 교직물은 MIU 값이 약간 감소하였고, 면/폴리에스테르 교직물은 약간 증가하였다. 그러나 일반적으로 그 변화치가 크지 않다고 할 수 있다.

표면의 거칠기(SMD)는 Fig. 7과 같이 100% 면직물은 SMD 값이 염색 후 약간 증가하였으나 큰 변화는 없었으며, 100% 폴리에스테르와 나일론, 그리고 두가지 교직물의 경우 염색전보다 염색후의 SMD 값이 더 낮은 것으로 나타났다. 즉 이들 직물은 염색으로 인하여 표면이 더 매끄럽고 요철이 감소함을 알 수 있다.

2. 기본태

각 직물별로 KN-201-MDY에 의해 계산한 Koshi, Numeri, Fukurami, Sofutosa의 네가지 기본태와 KN-301-WINTER에 의해 계산한 종합태의 결과를 Table 7에 제시하였다.

100% 면직물에서는 Fig. 8에 제시된 바와 같이 염색 전보다 염색후 Koshi와 Numeri, Fukurami, Sofu-

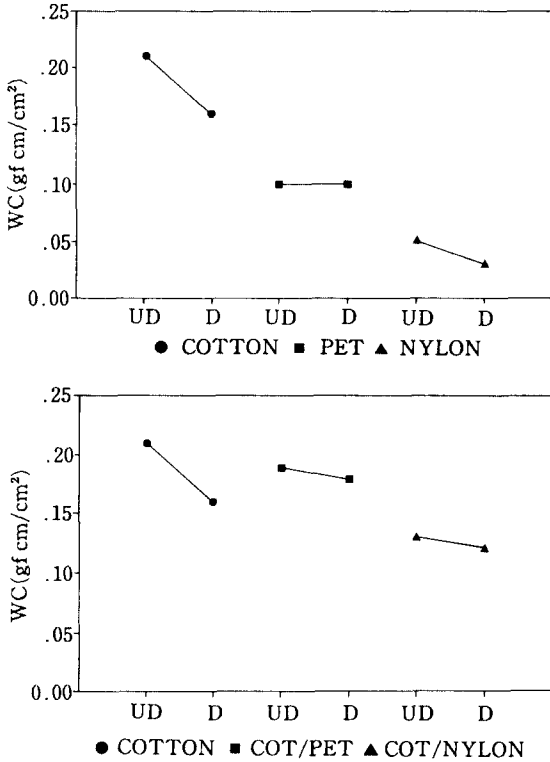


Fig. 6. Compressional energy of undyed and dyed fabrics

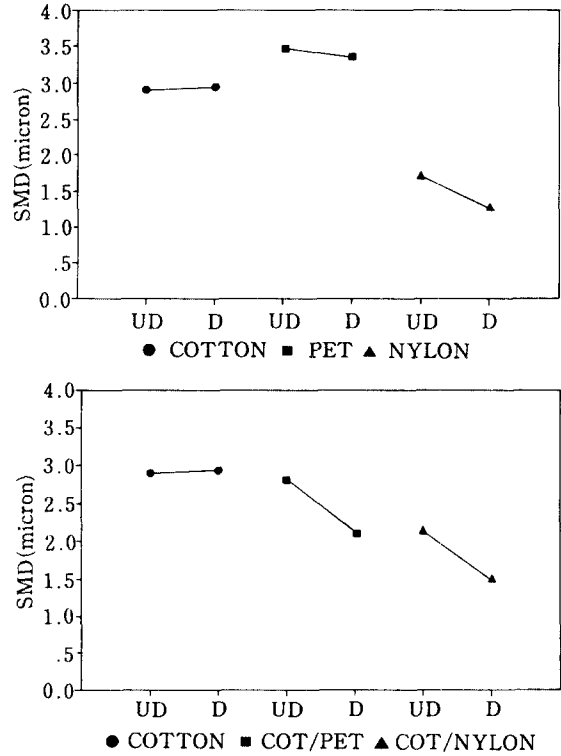


Fig. 7. Geometrical roughness of undyed and dyed fabrics

Table 7. Primary Hand Values and Total Hand Values of Specimens

Hand	Fabrics	Cotton		PET		Nylon		COT/PET		COT/Nylon	
		UD	D	UD	D	UD	D	UD	D	UD	D
	Koshi	8.64	5.38	7.16	7.17	7.83	9.69	7.68	5.49	5.83	6.34
	Numeri	4.40	3.17	0.04	1.58	1.93	2.75	2.92	4.21	3.12	4.74
	Fukurami	4.14	3.73	0.85	1.95	1.28	0.47	3.45	4.14	3.11	4.25
	Sofutosa	1.69	-0.73	-2.55	-1.09	-1.43	-2.22	-0.88	1.12	-0.61	1.10
	T.H.V.	2.89	2.37	1.23	1.72	0.60	1.47	2.37	2.84	2.32	3.10

tosa의 네가지 기본태값이 모두 감소하였다. 이는 Koshi의 경우, 접촉시의 반발력과 가소성, 탄성을 나타내는 감각으로서, 굽힘과 전단특성과 상관도가 높는데, 면직물이 염색후 굽힘강성과 전단강성 모두 크게 감소하였으므로, 염색후 면직물의 뻣뻣한 느낌이 줄어드는 것으로 해석할 수 있다. Numeri는 직물의 매끄럽고 부드러운 느낌을 나타내는 태로서 표면특성과 상관도가 높는데, 염색후 면직물의 표면거칠기 값이 다른

직물과 달리 다소 증가하였으므로, 염색 처리시 유연하고 매끄러운 느낌이 줄어드는 것으로 생각된다. 또한 Fukurami는 볼륨감과 폭신한 느낌, 압축에 대한 탄력성 등을 나타내며, 압축특성과 상관도가 높는데, 면직물은 염색후 압축에너지가 감소하였으므로, 부피감을 나타내는 Fukurami의 값 또한 감소한 것이다. Sofutosa는 유연하고 부드러운 느낌과 매끄럽고 부피감 있는 느낌이 혼합된 감각으로서 표면특성의 기여도가 가

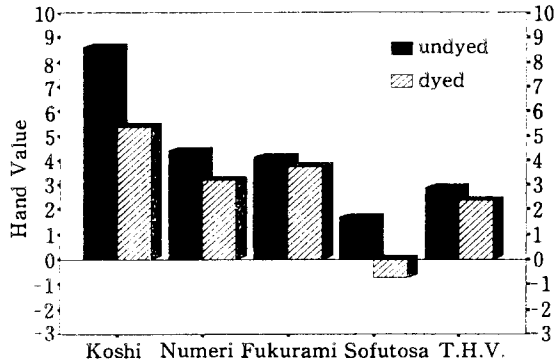


Fig. 8. Primary hand and total hand of undyed and dyed cotton fabrics

장 큰데, 염색후 면직물의 표면거칠기 값이 감소하여 Sofutosa의 값도 줄어든 것으로 생각된다.

Table 7에서 100% 폴리에스테르 직물의 기본태 변화를 살펴보면, 염색후 Koshi의 값은 거의 변화가 없었으며, Numeri와 Fukurami, Sofutosa의 값은 모두 증가하였다. Koshi의 경우 폴리에스테르의 굽힘강성과 전단강성이 염색후 모두 감소하였음에도 불구하고 뽀뽀한 느낌이 줄어들지 않은 것은, 면과 달리 폴리에스테르의 인장에너지가 염색후 감소하여 염색전보다 변형이 어려워졌기 때문으로 생각된다. Numeri와 Fukurami, Sofutosa는 폴리에스테르의 경우, 염색으로 인하여 표면거칠기 값은 감소하고 압축에너지는 변화가 없으나 압축선형성이 증가하였으므로 매끈하고 폭신한 느낌이 향상된 것을 알 수 있다.

100% 나일론 직물의 기본태는 Fig. 9에서 알 수 있듯이 염색후, Koshi와 Numeri의 값은 증가하고 Fukurami와 Sofutosa의 값은 감소하였다. 이는 Koshi의 경우, 폴리에스테르와 마찬가지로 염색후 굽힘강성은 낮아졌으나, 인장에너지가 낮아져 뽀뽀한 느낌이 증가되는 것이라 생각할 수 있다. 또한 표면거칠기와 압축에너지가 감소하였으므로, Numeri는 증가하고 Fukurami와 Sofutosa의 값은 감소한 것이다.

면/폴리에스테르와 면/나일론의 두가지 면 교직물에서는 Table 7과 같이 Koshi를 제외하고, Numeri와 Fukurami, Sofutosa의 세가지 기본태 값이 두 직물 모두 증가하였다. 이는 염색처리시 표면거칠기는 낮아지고, 압축선형성은 높아졌기 때문이다. 그런데,

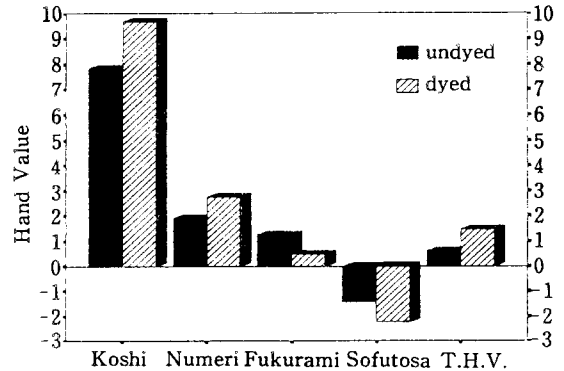


Fig. 9. Primary hand and total hand of undyed and dyed nylon fabrics

Koshi는 두 직물 간에 차이가 나타나, 염색후 면/폴리에스테르 직물은 그 값이 감소하고, 면/나일론 직물에서는 약간 증가하였다. 이는 면/폴리에스테르의 경우, 면이 염색으로 인해 다른 직물에 비해 굽힘 및 전단강성 값이 감소하고, 특히 인장에너지 값이 크게 증가하였기 때문으로 생각된다. 그러나 면/나일론 직물에서는 Fig. 10에 제시된 바와 같이 굽힘강성 값이 낮아졌으나 전단강성 값은 오히려 크게 증가하였기 때문에 Koshi의 값이 염색후 증가한 것으로 해석된다.

3. 종합태

각 시료의 염색전·후 종합태의 변화를 살펴보면, 100% 면직물을 제외한 모든 직물의 종합태는 염색전보다 염색후에 더 높게 나타난 것을 알 수 있다. 우선 면

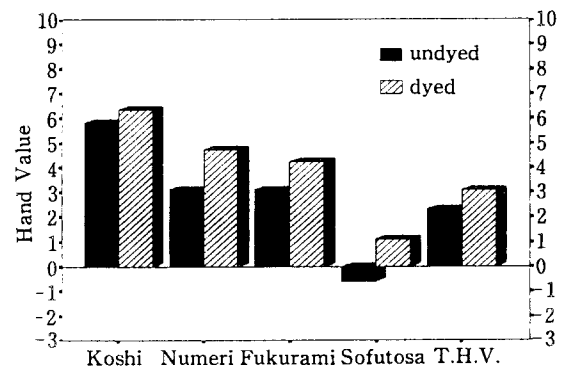


Fig. 10. Primary hand and total hand of undyed and dyed cotton/nylon fabrics

Table 8. Mechanical Properties related with TAV and TAV of Specimen

Specimens Mechanical Properties TAV	Cotton		PET		Nylon		COT/PET		COT/Nylon	
	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed	Undyed	Dyed
EL ₂	2.7028	5.3412	4.9628	1.9510	2.0618	1.8686	2.8530	4.8260	1.7806	4.5473
BS ₂	0.2319	0.1079	0.4061	0.3813	0.6703	0.4275	0.2446	0.0983	0.1255	0.1142
SS	12.7804	6.2230	5.2026	4.2985	5.5309	8.4562	11.3839	5.7134	6.7608	9.7571
BP	-0.5283	0.1003	0.4974	0.4562	0.7109	0.5147	0.3887	0.1319	0.1509	0.1640
SP	57.9322	11.4269	10.4132	6.7453	0.0382	19.4369	60.5822	12.2558	21.4553	42.3522
$\sqrt[3]{BS/W}$	1.5121	2.0986	2.5596	2.3711	3.1908	2.8827	3.0856	1.8766	2.3747	2.1256
$\sqrt[3]{SS/W}$	9.1364	7.2079	6.2771	5.7441	7.4939	8.5244	8.9013	6.7513	8.2504	8.9689
Z ₁	-0.5707	0.7018	2.1921	1.6430	0.9625	0.3138	-0.1034	0.5645	-0.1997	-0.2896
Z ₂	3.3210	-2.6929	3.9440	3.6204	-5.8580	4.1652	3.7473	1.0832	1.6844	1.9209
Z ₃	-11.4894	-1.1770	1.6268	2.8198	-4.2523	-6.2974	-8.8655	-0.7160	-4.2841	-7.5618
TAV	1.7080	1.7641	2.7303	2.9106	7.1475	2.3209	0.7986	0.5276	0.0508	-0.2245

직물의 경우, Koshi 와 Numeri, Fukurami, Sofutosa 의 기본태 값이 염색후 모두 감소하여 종합태의 변화에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 따라서 일반적으로 면직물의 경우 최적의 염색공정 후 기본태와 종합태가 저하되는 경향을 보이는 것으로 생각되므로, 이를 보완할 수 있는 염색처리나 후처리 방법이 연구되어야 할 것이다. 면직물을 제외한 나머지 직물에서는 Koshi 값의 변화는 일관성을 보이지 않으나 Numeri, Fukurami, Sofutosa 의 값은 모두 염색으로 인하여 증가하였으므로 종합태의 값이 증가한 것으로 생각된다.

4. 봉제성

각 직물의 봉제성(TAV) 평가에 사용되는 역학특성치와 봉제성 값의 결과는 Table 8에 제시하였다. 직물의 봉제성은 역학특성 중 인장특성과 굽힘특성, 전단특성 및 무게가 영향을 미치며 세가지 역학요소인 Z₁과 Z₂, Z₃으로 이루어지는데, 이중 의복의 형성요소인 Z₁과 드레이프 요소인 Z₂가 가장 큰 영향을 주며 이들은 직물의 봉제성과 양의 상관관계를 지닌다. 각 직물의 염색전·후의 봉제성 변화를 살펴보면, 100% 면직물과 폴리에스터 직물은 염색후 봉제성이 약간 향상되었으나 큰 차이가 없으며, 나일론 직물과 면/폴리에스테르, 면/나일론 교직물은 염색후 봉제성 값이 낮아졌다. 구체적으로 면직물의 경우 봉제성의 구성요소 중 의복형성요소인 Z₁과 드레이프요소인 Z₃의 값이 염색후 증가

하였는데, 이는 면직물의 굽힘강성 및 전단강성이 염색전보다 염색후 더 낮아졌기 때문이며, 따라서 염색후 직물의 봉제성이 다소 향상되었다고 생각할 수 있다. 100% 폴리에스터 직물은 염색후 굽힘 및 전단강성의 감소로 인하여 드레이프요소인 Z₃만이 염색후 증가하였으나, Z₃가 봉제성에 미치는 상관도가 가장 높기때문에 전체적인 봉제성이 향상되었다. 그러나 100% 나일론 직물은 염색후 초기인장성이 저하되고 전단강성이 높아져서 역학요소 Z₁과 Z₃이 감소하였으므로, 봉제성이 저하되는것으로 해석된다. 한편 면/폴리에스테르 교직물은 염색후 Z₂의 감소정도가 커서 봉제성이 약간 낮아졌으며, 면/나일론 교직물은 나일론 직물과 마찬가지로 염색후 전단강성이 커져 Z₁과 Z₃가 감소하고 따라서 봉제성 값이 낮아진 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 100% 면직물과 폴리에스테르직물, 나일론직물, 면/나일론, 면/PET 교직물의 생지와 염색지를 대상으로 소비자 선택에 의한 최적조건의 염색에 따른 역학적 특성과 기본태 및 종합태, 봉제성의 변화를 고찰하고, 직물의 염색이 이들 특성에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염색후 역학특성의 변화를 살펴보면, 인장에너지는 100% 면직물과 두가지 교직물이 같은 양상을 보여

염색후 인장에너지가 증가하여 변형이 더 용이해짐을 나타내었으나, 100% 폴리에스테르와 나일론 직물에서는 감소하였다. 굽힘강성은 다섯가지 직물 모두 감소하여 유연성이 증가하는 것을 알 수 있으며, 전단강성의 값은 면직물과 폴리에스테르 직물, 면/폴리에스테르 교직물에서 감소하였고, 나일론 직물과 면/나일론 교직물에서는 증가하여 다른 양상을 보였다. 압축에너지의 경우 폴리에스테르 직물에서는 별 변화가 없었으나, 나머지 네 직물에서는 감소하는 경향을 보여 염색후 직물의 부피감이 줄어드는 것으로 나타났다. 표면 거칠기의 값은 면직물에서만 염색후 증가하였고, 다른 네 직물에서는 감소하여 표면이 더 매끄러워지는 것을 알 수 있다.

2. 염색후 태의 변화는 면직물의 경우 Koshi와 Numeri, Fukurami, Sofutosa의 네가지 기본태 값이 모두 감소하여 종합태 값 또한 감소하게 되었다. 따라서 일반적으로 면직물의 경우 염색공정 후 태의 저하를 최소화할 수 있는 염색방법이나 후처리 방법이 연구되어야 할 것이다. 폴리에스테르 직물에서는 Numeri, Fukurami, Sofutosa의 기본태 값이 증가하고 이로 인하여 종합태 값이 증가하여, 염색후 염색전보다 우수한 태를 지니게 됨을 알 수 있었다. 나일론 직물에서는 염색후 Koshi와 Numeri의 값은 증가하고, Fukurami와 Sofutosa의 값은 감소하여 종합태 값이 증가하는 경향을 나타내었다. 면/폴리에스테르와 면/나일론 교직물에서는 염색후 Numeri, Fukurami, Sofutosa의 값이 모두 증가하여, 종합태 값이 증가하였다.

3. 염색후 봉제성의 변화를 살펴보면, 면직물과 폴리에스테르 직물은 굽힘강성과 전단강성의 감소로 인하여 봉제성 값이 감소하였다. 면/폴리에스테르 교직물의 봉제성은 염색후 약간 낮아졌으며, 나일론 직물과 면/나일론 교직물의 경우, 염색후 전단강성이 증가하여 봉제성은 저하하였다. 따라서 나일론 직물과 면/나일론 직물의 염색공정시 전단강성의 증가를 조절하여, 봉제성의 저하를 최소화하여야 할 것이다.

이상의 연구결과를 바탕으로 앞으로는 염색 전후 직물의 의복소재로서의 성능을 보다 체계적으로 고찰하고, 의복의 실루엣과 디자인을 고려하여 염색전후 직물의 태 변화를 고찰하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 이순원, 조길수, 이영숙 공역, 피복과학총론, 일본섬유기계학회, 교문사, 서울, 1991.
- 2) S. Kawabata, The Standadization and Analysis of Hand Evaluation, The Text. Mach. Soc. of Japan, Osaka, Tiger Printing Co. Ltd., Japan, 1980.
- 3) M. Niwa and S. Kawabata, The Three Mechanical Components of Fabric Relating to Suit Appearance, The Application of Mathematics and Physics in the Wool Industry, WRONZ, Christchurch, New Zealand, 404-416, 1988.
- 4) S. Kawabata, et al., Tailoring Process Control, *J. of Textile Institute*, 832(3), 361-373, 1992.
- 5) M. Matsudaira and M. Matsui, Change in the Mechanical Properties and Fabric Handle of Polyester-fibre Fabrics Through the Finishing Stages, *J. of Textile Institute*, 1, 144-155, 1992.
- 6) A.M. Wemyss and A.G. De Boos, "Effects of Structure and Finishing on the Mechanical and Dimensional Properties of Wool Fabrics", *Textile Research Journal*, Vol. 61, No. 5, 1991.
- 7) 김덕리, "모직물의 태에 관한 연구 (I)", 한국염색공학회지, Vol. 6, No. 4, 1994.
- 8) 박신웅 외 3인, "더블니트 위편성물의 역학적 특성과 태에 관한 연구", 한국섬유공학회지, Vol. 32, No. 9, 1995.
- 9) Subramaniam, V., and Amaravahi, T.B.C., "Effects of Fibre Linear Density and the Type of Cotton on the Handle and Appearance of Polyester-fibre-Cotton Fabrics Produced from Ring-spun and Open-end-spun Yarns", *J. of Textile Institute*, Vol. 85, No. 1, 1994.
- 10) Matsudaira, M., et al., "The Effect of Fibre Cross-sectional Shape on Fabric Mechanical Properties and Handle", *J. of Textile Institute*, Vol. 84, No. 3, 1993.
- 11) 김종준, 김신희, 전동원, "키토산으로 처리한 면직물의 태의 변화에 관한 연구", 한국섬유공학회지, Vol. 32, No. 8, 1995.
- 12) 신윤숙, 김승진, 최희, "면직물의 DP 가공에 따른 역학적 성질의 변화", 한국섬유공학회지, Vol. 32, No. 10, 1995.
- 13) 조길수, "유기 실리콘 양이온 계면활성제형의 항미생물 가공제가 면직물의 태에 미치는 영향", 생활과학논집, 연세대학교 생활과학대학, Vol. 10., 1996.