

생체모방기술을 응용한 감성의류용 구조발색사와 직물의 물성

The Physical Property of the Structural Color Yarn and Fabric for Emotional Garment Using Biomimetic Technology

김현아* · 김승진**†

Hyun-Ah Kim* · Seung-Jin Kim**†

한국니트산업연구원*

Korea Institute for Knit Industry*

영남대학교 섬유패션학부**

School of Textiles, Yeungnam University**

Abstract

This study investigated the structural coloration and fabric hand of the caustic reduced fabrics for emotional garment using structural color yarns, which was spun by 37 alternating nylon and polyester layers capable of producing basic colors using biomimetic technology. The colorations of the three kinds of structural color yarns were confirmed using multi angle spectro-photometer, and their triangular cross sections composed with 37 alternating nylon and polyester layers were measured using SEM and were discussed with layer length in relation with coloration and spinning conditions were also set up. The apparent color difference and reflectance of the three kinds of fabrics with different density and weave pattern were analysed as ranging from 400nm to 700nm. The optimum fabric structural design which is made by warp and weft densities(194ends/in × 105picks/in) and caustic reduction condition by 100°C temperature and 60minutes with NaOH, 20g/l solution were decided through analysis of the mechanical properties and fabric hands of these three kinds of fabrics treated with 3 kinds of the caustic reduction conditions. And it was shown that the rate of caustic reduction was increased from 13% to 23% with increasing temperature and time of caustic reduction. The extensibility, bending rigidity and shear modulus of caustic reduction treated fabrics were decreased by treatment of caustic reduction, on the other hand fabric compressibility was increased. And it was shown that the hand value of specimen number one which was treated with temperature 100°C and time 60minute was the best and the hand of this fabric was better than that of Morpho fabric[®] made by Teijin co. Japan.

Keywords : Biomimetics, Structural color, K/S, reflectance, KES-FB

요약

본 연구에서는 생체모방기술을 응용하여 감성의류용 구조발색사를 방사하고, 이를 사용하여 직물을 제직·감량 가공하여 이들의 발색성 및 촉감 물성을 측정하여 감성의류용 용도의 적용성을 확인하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다. 삼각단면을 가진 37층의 폴리에스테르와 나일론을 교호로 적층한 구조발색사의 방사조건

† 교신저자 : 김승진(영남대학교 섬유패션학부)

E-mail : sjkim@ynu.ac.kr

TEL : 053-810-2771

FAX : 053-812-5702

을 확립하였으며, 이 세 가지 사의 발색성을 multi angle spectro-photometer로 확인하였다. 그리고 이 사들로 제작한 구조발색 직물 세 가지의 겉보기 색차와 반사율을 분석한 결과, 700nm에서 400nm까지의 파장에서 발색성을 확인하였다. 또한, 직물의 밀도와 조직이 다른 세 가지 구조발색 직물을 제작하고 감량·가공 처리하여 직물 역학특성치에서 촉감을 측정된 결과, 100℃, 60분 감량 처리한 시료가 최적설계(194ends/in × 105picks/in) 및 감량 조건임을 확인할 수 있었다. 그리고 감량 처리 시 온도와 처리시간 증가에 따라 감량률이 13%에서 최대 23%까지 증가함을 확인할 수 있었다. 이때 직물의 신축특성, 굽힘강성 및 전단강성은 감소하며 압축특성은 증가하는 현상을 보였다. 그리고 최적설계조건인 1번 직물시료를 100℃, 60분 감량 처리할 때 촉감이 가장 우수하며 일본 몰포 직물보다 더 우수한 촉감치를 얻었다.

주제어 : 생체모방, 구조발색사, 색차, 반사율, KES-FB

1. 서론

생체모방섬유는 현재 감성섬유분야에서 제품화가 많이 연구되고 있다. 연꽃잎에서 물방울이 퍼지지 않는 현상을 모방한 섬유제품이 발수성이 뛰어난 스포츠의류 소재에 응용되고 있다(Barthlott & Neinhuis, 1997). 그리고 나무 등 수목의 뿌리에서 일어나는 모세관에 의한 흡수기능을 섬유에 응용한 제품으로서 다공중공(多空中空)단면을 가진 초흡수성 섬유의 제품화를 일본 Teijin 섬유기업이 처음 시도하였다(www.teijin.co.jp). 또한, 나방 각막의 초마이크로크레이터(micro-crator) 구조(Yamaguchi et al, 2001)를 섬유 제품에 응용한 제품으로서 초심색성의 염색기술을 개발한 일본 Kuraray 사의 심색(deep color) 염색기술제품인 마이크로크레이터 합섬사가 있다. 그런데 최근 일본의 데이진 섬유회사가 닷산자동차와 공동으로 연구한 생체모방섬유로서 몰포텍스(Morphotex[®])라는 무염색기술을 개발하여 네 가지 색상이 염색공정을 거치지 않고 색이 발현되는 원사를 개발하였다(Abbott & Ellison, 2008; Shuichi & Shinya, 2003). 그런데 몰포텍스의 발색기구(발색기구는 생물학계에서의 몇몇 논문에서는 아마존 강 유역에서 서식하는 몰포나비의 날개의 발색이 빛의 간섭에 의한 것이라는 보고(Kinoshita & Yoshioka, 2005)가 있었으나, 상세한 발색기구를 다루지는 못하였다. 그러나 닷산자동차에서 몰포나비의 발색기구의 해명을 위한 연구에서 몰포나비의 날개단면에는 커버스케일과 베이스스케일이라는 두 종류의 스케일이 규칙적으로 배열되어 있다는 사실을 확인하면서, 그 스케일단면의 라멜라라고 불리는 미세 구조를 전자현미경으로 촬영하였다(Jo, 2006; Hongu, 2006). 이 라멜라층 두께는 70~80nm 그리고 이들 사

이의 공기층 두께가 140~160nm로서 나노레벨 규모의 미세 구조를 가지며, 이들 라멜라와 공기층의 교호적층 구조에 의한 빛의 간섭현상이 몰포나비 날개의 구조발색 원리라는 것을 규명하였다(Rosbach et al., 2003). 이러한 규명을 토대로 섬유로 형성하기 위해 닷산자동차 연구진은 데이진과 다나카귀금속과의 협력을 통해 방사구금 설계연구를 하여 한 층 두께가 70~90nm인 총 61층의 라멜라-릿지형 복합방사기술을 개발하여 PET와 Nylon 방사액을 교호로 토출할 수 있는 복합방사기술을 확립하였다. 김 등은 Teijin에서 개발한 몰포텍스 원사를 구입하여 사 가공, 제직 그리고 감량 가공 등의 공정연구를 통해 몰포텍스 직물제조 공정기술을 확립하고 네 가지 색상의 발색을 확인(Kim et al., 2006)하였으며 제품·응용분야를 찾기 위한 제품화를 모색하여 오간디, 커텐 등의 제품화가 가능함을 선행연구를 통해 확인하였다. 그리고 감량공정에서 최적감량조건이 최종 직물의 촉감에 큰 영향을 끼치는 것을 확인하였으며 최종 제품의 제품화를 위해서는 직물촉감 발현기술이 대단히 중요함을 확인할 수 있었다(Cho et al., 2008). 본 연구에서는 몰포텍스 제품의 물성을 분석하여 이 감성소재의 color 발현의 미케니즘을 분석한 후, 방사공정에서 pack과 노즐 설계기술을 적용하여 무염색의 color가 발현되는 구조발색섬유를 개발하고 이를 사 가공·제직 및 감량 가공공정을 거쳐 만든 실과 직물의 물성을 분석하여 일본 데이진에서 개발된 몰포텍스의 물성과 비교 분석하므로 감성의류용 제품으로서의 제품화 가능성을 평가 예측하였다.

2. 실험

2.1. 발색원사의 제조

2.1.1. 물포텍스 발색의 이론적 배경

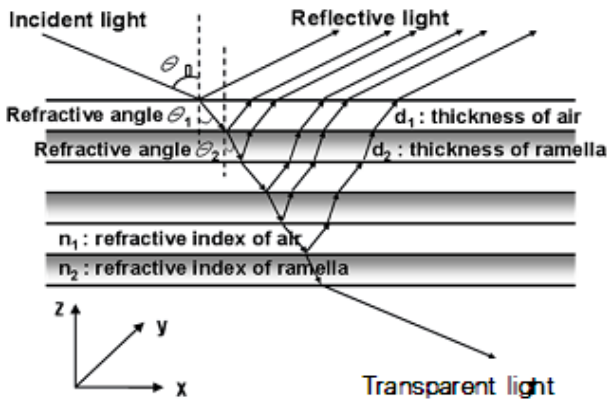


Figure 1. Laminating structure of structural color yarn.

Fig. 1에서 반사광의 반사파장(λ)과 반사율(R)은 아래 (1)과 (2)식으로 주어진다.

$$\lambda = 2(n_1d_1\cos\theta_1+n_2d_2\cos\theta_2) \quad (1)$$

$$R = \frac{(n_1^2-n_2^2)}{(n_1^2+n_2^2)} \quad (2)$$

여기서, n_1 : 공기의 굴절률, n_2 : 라멜라의 굴절률
 d_1 : 공기층 두께, d_2 : 라멜라층 두께
 θ_1 : 공기층의 굴절각, θ_2 : 라멜라층의 굴절각

(1)식에서 반사광의 파장 λ 는 Fig. 1의 각 층의 굴절률(n)과 박막 두께(d), 그리고 층 내의 굴절각 θ_1 과 θ_2 의 크기에 의해 조절되어 다양한 색상을 발현할 수 있게 되며, (2)식에서 볼 수 있듯이 제1층과 제2층의 폴리머의 굴절률 n_1 과 n_2 차가 커지는 무기입자를 첨가하면 반사율(R)이 커져 색상발현이 잘 될 수 있다.

본 연구에서 사용된 구조발색 원사는 다층박막 두께(d)를 정밀하게 제어하는 기술과 폴리머와 첨가물의 굴절률(n) 차이를 이용해서 반사파장(λ)의 크기를 조절하여 색상을 발현할 수 있는 원사를 복합방사하여 제조하였다.

2.1.2. 구조발색 원사 방사

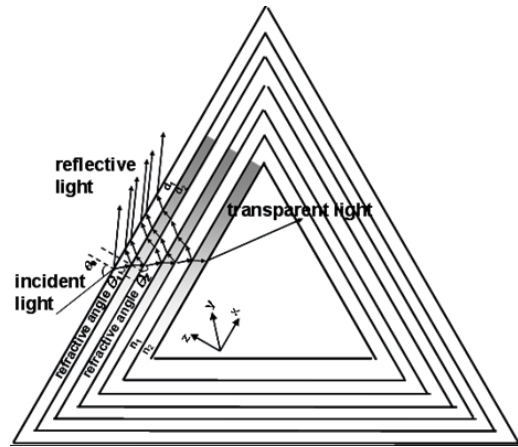


Figure 2. Schematic diagram of the cross-section of the structural color filament.

본 연구에서 사용한 구조발색 원사는 저굴절률의 Nylon 6에 SiO_2 를 2~3wt%를 twin screw에서 230~260°C 온도로 열처리하여 혼합하고, 고굴절률 폴리머로서는 PET에 TiO_2 를 사용하여 세 가지의 비율(Table 1)로 혼합하였다. 그리고 나노 크기의 박막적층 구조를 형성할 수 있도록 제작한 방사구금은 Fig. 2에 보이는 단면 형상을 가지도록 하였으며 박막적층 두께 제어는 37층의 박막층을 가지도록 설계하였다. Fig. 2에서 두께 d_1 층은 고굴절률 폴리머인 PET와 무기입자 TiO_2 를, 두께 d_2 층은 저굴절률 폴리머인 Nylon과 무기입자 SiO_2 를 섞은 폴리머를 넣어 토출하는 2성분 콘주게이트 복합방사법에 의해 세 가지의 구조발색 원사를 제조하였다. Table 1에서 이 발색 원사들의 방사제조 조건을 볼 수 있다. Table 1에서 PET를 보호층으로 하고 Nylon 6를 core부의 박막층으로 조합하여 폴리머의 토출비율을 세 가지로 바꿈으로써 보호층의 두께 제어 그리고 고굴절률과 저굴절률의 박막층의 두께를 변화하여 (a), (b), (c) 세 가지의 구조발색섬유를 제조하였다.

Table 1. Spinning condition

Yarn linear density	Composition		Spinning temperature (°C)	GR1 speed [(m/min)/°C]	GR2 speed [(m/min)/°C]	Winder speed (m/min)
	Nylon6 +SiO ₂	PET +TiO ₂				
75d/12f	(a)	20	275~305	1250/88	3600/120	3500
	(b)	25				
	(c)	30				

2.2. 구조발색 직물의 제조

세 가지의 방사된 원사를 사용하여 직물을 제작하였으며 제작 조건은 Table 2와 같다. 경사는 PET 원착사 75d/36f를 사용하고, 위사는 75d/12f 구조발색 원사 세 가지를 사용하여 air-jet직기에서 세 가지 직물을 제작하였다. 경사와 위사의 밀도를 조금 다르게 하여 1번과 2번 시료는 satin 조직으로, 3번 시료는 평직으로 설계하여 원사의 종류와 직물의 밀도 그리고 조직에 따른 감량조건을 찾고 최적축감 직물을 얻고자 하였다. 그리고 이 직물들과 물성 비교를 위해서 일본 데이진 원사 몰포사를 위사로 사용하여 비교 직물을 제작하고 이를 Control 시료로 명명하였다.

Table 2. Weaving condition

Specimen number	Filament/ Cross section	Yarn number (denier/fil)	Fabric density	Weave pattern
			warp(ends/in)x weft(picks/in)	
1	(a) trirobal	75d/12f	194x105	Satin
2	(b) trirobal	75d/12f	183x102	Satin
3	(c) trirobal	75d/12f	211x115	Plain
control	Morpho, elliptic	80d/24f	207x112	Plain

2.3. 감량 가공 처리

직물 축감을 높이기 위한 최적감량 가공조건을 찾기 위해 Table 3의 조건으로 감량 가공 처리를 하였다. 감량 처리온도는 100℃와 120℃ 두 가지로 변화시켰으며, NaOH는 20g/l의 농도에서 30분과 60분 두 가지의 처리시간으로 감량 처리조건을 바꾸었다. 이 조건들에 따른 역학특성치의 변화와 최적축감을 가진 감량 가공공정조건을 분석하였다.

Table 3. Process conditions of cost reduction

Temperature	NaOH(99%)	Treating time
100℃	20g/l	30min
120℃		60min

2.4. 사 및 직물 물성 분석

2.4.1. 원사 물성 측정

본 연구에서 방사한 구조발색 원사와 데이진의 물

포텍스 원사의 물성 비교를 위하여 원사의 사 단면 사진을 SEM으로 측정하여 고굴절률과 저굴절률의 박막층 두께를 측정하였다. 그리고 방사 공정에서 제조한 구조발색섬유 (a), (b), (c) 원사의 색상 발현 정도를 Multi angle spectro-photometer를 이용하여 L*, a*, b* 값을 관찰하였다. 색차계로 25° 시야각도로 측정하였을 때 L*은 lightness를 나타내고, a*는 red-green, b*는 yellow-blue를 각각 나타낸다.

2.4.2. 직물 물성 측정

직물시료의 K/S 측정에 의한 색차와 반사율을 측정하여 제작된 직물의 구조발색 효과를 측정하였다. CCM(Computer Color Matching)을 사용하여 최대흡수 파장에서의 표면반사율(R)을 측정한 후 Kubelka-Munk (3)식에 의해 K/S값을 구하여 직물시료의 색상차를 비교하였다. 한편 KES-FB system에 의한 직물시료의 역학특성치를 측정하고 이 값들에서 숙녀용 동복 직물의 축감특성치 H.V.를 계산하였다(Kawabata, 1985).

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \tag{3}$$

여기서, R : 반사율

K : 흡수계수

S : 산란계수

3. 결과 및 고찰

3.1. 구조발색 원사 단면 특성

Fig. 3은 구조발색 원사 세 가지와 몰포 원사의 SEM으로 측정한 단면 사진이다. 구조발색 원사 (a), (b), (c)는 삼각단면이며, 몰포 원사 (d)는 타원형이다. 나일론과 폴리에스테르를 교호로 적층한 두 섬유 단면 사진에서 구조발색사(a, b, c)는 삼각단면 내의 약 37개 층이 교호로 층을 이루며, 몰포 섬유 (d)는 타원형의 단면 내에 나일론과 PET의 교호로 이루어진 적층부가 폭 약 50µm, 두께 약 5µm의 직사각형 내에 61개 층으로 적층되어 있다. 나일론의 굴절률이 1.53, PET의 굴절률이 1.58로서 굴절률 차는 0.05로, 천연 몰포나비의 라멜라와 공기층의 굴절률 차이 0.5보다

훨씬 작기 때문에 강한 발색 효과를 내기 위해 물포 나비의 6~9개 층보다 훨씬 많은 61개 층을 적층한 방사구금이 제조된 것으로 보인다. 그러나 본 연구에서 만든 구금은 37개 층으로 적층하여 강한 발색 효과가 나타나도록 구금설계를 실시하였다. Fig. 3의 (a)에서 보호층이 3280nm, 고굴절률의 박막층이 539nm, 저굴절률의 박막층이 260nm임을 확인할 수 있었다. 그리고 (b)는 보호층이 1430nm, 고굴절률의 박막층이 631nm, 저굴절률의 박막층이 150nm임을 확인하였으며 (c)는 보호층이 3700nm, 고굴절률이 471nm, 저굴절률이 350nm임을 확인하였다.

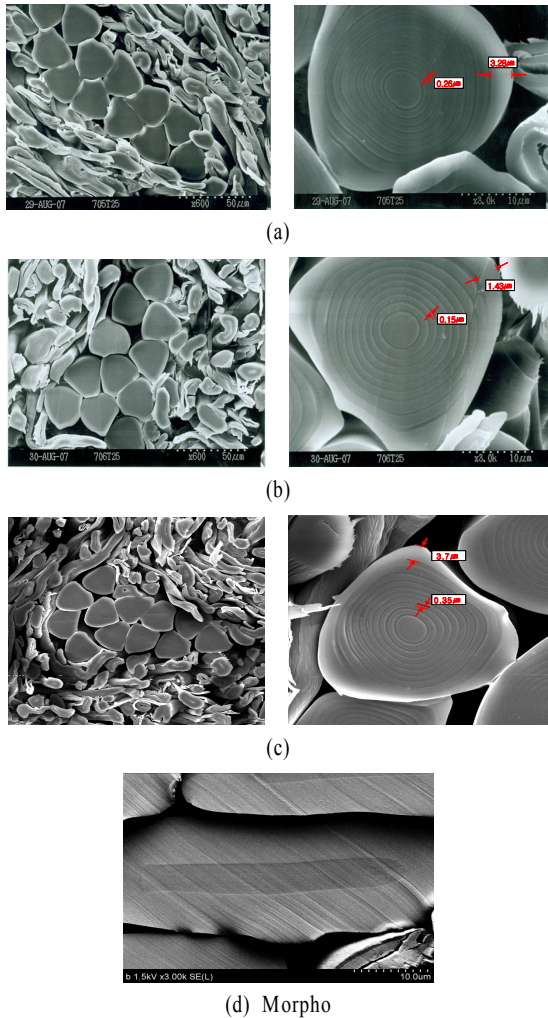


Figure 3. Cross section of structural color yarns by SEM.

3.2. 구조발색 원사의 발색성 변화

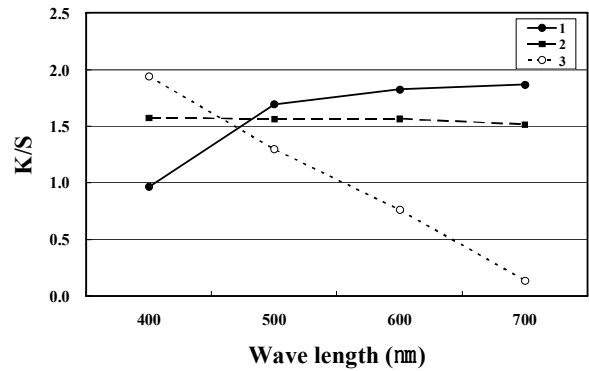
Table 4에서 세 가지 구조발색사와 물포텍스 사의 Multi angle spectro-photometer를 이용하여 측정된 L*, a*, b*값을 볼 수 있다.

Table 4. Color value of specimens

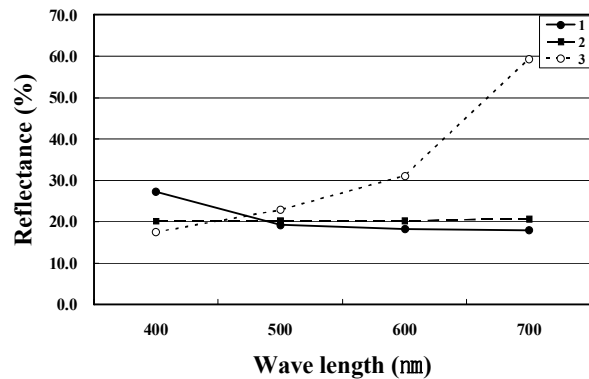
Specimens	Composition(%)		Color value		
	Nylon	PET	L*	a*	b*
(a)	20	80	98.86	1.35	2.28
(b)	25	75	99.18	-1.23	0.98
(c)	30	70	98.81	-1.03	-2.22
Morpho			101.43	-0.67	-0.7

Table 4에서 볼 수 있듯이 L*값은 구조발색사 3개 모두 일본 물포 사보다 약간 작은 값을 보이며, a*, b*는 각기 다른 값을 보인다. 즉 물포 사에서는 a*와 b*가 마이너스 값을 보이므로 green과 blue 색상인데 (a)사는 a*와 b* 모두 플러스 값을 가져 red-yellow, (b)사는 green-yellow, (c)사는 green-blue 계통의 색을 보임을 알 수 있다. 이를 육안으로 확인할 때 이 색상들과 유사한 색상을 보임을 확인할 수 있었으나, 세 가지 구조발색사 모두 물포 사보다 L*값이 작은 값을 가지므로 색상의 밝기가 약함을 볼 수 있었다.

3.3. 직물의 색차 및 반사율 변화



(a) Apparent color difference



(b) Reflectance

Figure 4. K/S and reflectance of the fabric specimens

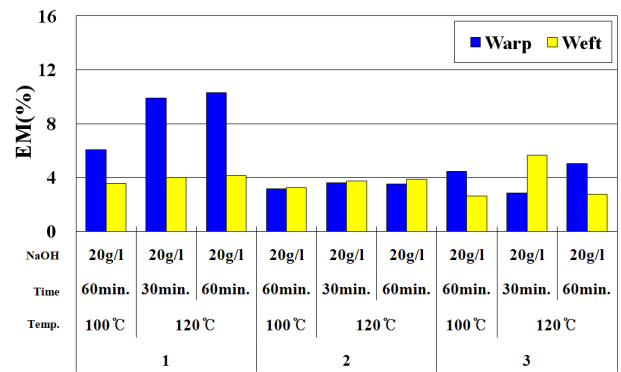
Fig. 4는 CCM으로 측정한 프리즘织물의 시료별 색차와 반사율을 나타낸 것이다.

Fig. 4에서 볼 수 있듯이 겉보기 색차값은 1번织물의 경우 700nm일 때 1.86으로 가장 높은 겉보기 농도를 나타냈고, 2번织물은 대부분 파장에서 1.6 정도의 값을 보였으며, 3번织물은 400nm일 때 1.94로 가장 높은 값을 보였다. 1번 시료의 반사율은 700nm일 때 18% 정도이며, 2번织물은 20% 정도의 반사율을 보였다. 선행연구(Kim et al., 2006; Cho et al., 2008)에 의하면 몰포텍스의 경우 층의 두께 d 가 101nm일 때 파장 λ 는 630nm 정도가 되어 적색을 띄게 되며, 층의 두께가 83nm일 때는 파장이 520nm 정도로 녹색을 띈다. 그리고 76nm의 두께일 때 480nm의 파장을 가지는 청색을 띄며, 69nm의 층 두께일 때는 430nm의 파장으로 자색을 띄게 됨을 확인할 수 있었다.

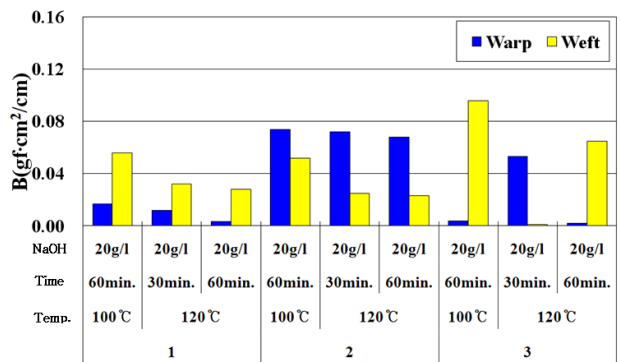
본 연구에서 제작한 구조발색织물시료 1은 위사로, 사용된 구조발색사의 저굴절률 층 두께가 260nm로서 연한 적색에 가까운 색상을 보였으며, 2번 시료는 150nm의 층 두께로서 연녹색을, 3번 시료는 350nm의 층 두께로서 연한 청색을 띠는 K/S값 분포에서 예측할 수 있으며,织물시료에서도 색상을 확인할 수 있었다.

3.4. 감량에 따른 역학특성 비교

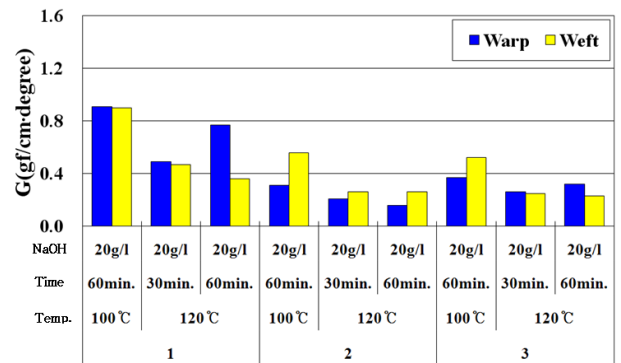
Fig. 5는 프리즘织물의 감량 후 각 시료织물의 감량조건에 대한 KES-FB system으로 측정된 역학특성을 나타낸 것이다. Fig. 5의 (a)는 인장특성을 나타내는 EM(extensibility)값으로 1번 시료 경사의 EM값은 감량율의 증가에 따라 6.06, 7.89, 10.30%로 크게 증가하였지만, 2번과 3번 시료의 EM값은 큰 변화가 없었다. 이런 현상은 1번 시료가 경·위사의 밀도를 적정 밀도로 설계하였으며, 2번 시료는 경사의 밀도를 적정 밀도보다 약간 낮게, 그리고 3번 시료는 적정 밀도보다 높게 설계하였다. 감량에 따른织물의 신축성(EM)은 적정 밀도로 설계한 1번 시료에서 신축성이 증가하지만, 적정 밀도보다 낮거나 높은 밀도에서는 감량의 효과가织물의 신축성에 영향을 끼치지 못한다는 것을 보여준다. 그리고 적정 밀도인 1번织물은 100℃에서 60분 감량 처리한织물보다 120℃에서 30분, 120℃에서 60분 처리함에 따라织물의 신축성이 약 1.6배 정도 증가함을 확인할 수 있다. 그리고 이런 신축성의 변화가 위사보다 경사 방향으로 나타나는 것은 밀도



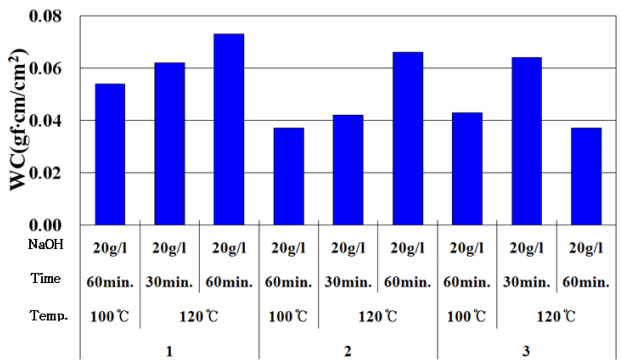
(a) Extensibility



(b) Bending rigidity



(c) Shear modulus



(d) Compressional work

Figure 5. Mechanical properties of reduced structural color fabrics

의 변화를 경사 방향으로 크게 변화시킨 결과라고 판단된다. Fig. 5의 (b)는 굽힘특성을 나타내는 B(bending rigidity)값으로서, 1번과 2번 시료는 감량률이 증가할수록 B값이 감소하는 것으로 나타났고, 3번 시료는 감량률에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이런 현상도 감량조건이 100℃, 60분에서 120℃, 30분 그리고 120℃, 60분 처리가 될 때, 1번 시료의 경우 감량률이 5%에서 13% 그리고 23%로 증가함으로써 경사 방향 신축성이 증가하여 위사 방향의 굽힘강성(B)이 감소하는 경향을 보인다. Fig. 5의 (c)는 전단특성을 나타내는 G(shear modulus)값으로, 1번, 2번, 3번 시료의 위사 방향으로의 G값은 감량률이 증가할수록 감소하는 경향을 보이지만, 1번과 3번 시료의 경사 방향으로의 G값은 감소하다가 120℃, 60분에서 증가하는 경향을 보인다. 이런 현상은 KES-FB 시스템에서의 전단변형은 직물의 경사와 위사가 교차하는 곳에서의 마찰변형이 전단강성(G)에 크게 영향을 끼치는 변형으로서, 굽힘변형과 마찬가지로 위사 방향의 전단강성이 감량률이 증가함에 따라 신축성이 증가하여 경사 방향 신축특성 EM과 위사 방향 굽힘강성 B가 감소하듯이 위사 방향 전단강성 G도 감소하는 일관성 있는 결과를 보임을 알 수 있다. Fig. 5의 (d)는 압축특성을 나타내는 WC(compressional work)값으로서, 1번과 2번 시료의 경우 감량률이 증가할수록 WC값은 증가하는 경향을 보이고, 3번 시료는 감량률이 증가할수록 WC값이 증가하다가 120℃, 60분에서 감소하는 경향을 보인다. 이는 감량률이 증가함으로써 직물이 부드러워지면서 인장성, 굽힘, 전단의 특성치가 작은 값을 보이며 압축탄성도 증가함으로써 압축에너지 WC가 증가하는 것을 보여준다.

3.5. 직물 촉감 비교

Fig. 6은 100℃, 60분 감량 처리한 네 가지 직물시료의 촉감치를 도시화한 것이다. Table 2의 네 가지 직물시료를 100℃에서 60분 감량 처리한 후 KES-FB system에서 직물의 인장, 굽힘, 전단, 압축 그리고 표면특성을 측정하여 16개의 직물 역학특성치를 얻었다. 그리고 이 역학특성치에서 직물 촉감치(H.V.)를 계산하는 회귀식에서 네 가지 시료의 촉감치인 Koshi (Stiffness), Numeri(Smoothness), Fukurami(Fullness), Sofutosa(Softness), T.H.V.(Total Hand Value)를 얻어서 이 값들을 서로 비교하기 쉽게 Fig. 6에 도시화하였다.

Fig. 6에서 볼 수 있듯이 구조발색사로서 최적설계조건으로 제작된 1번 시료가 가장 높은 촉감특성치를 보인다. 이는 Fig. 5에서 살펴봤듯이 시료 1, 2, 3에서 100℃, 60분 감량 처리한 시료 중에서 1번 시료의 신축성(extensibility)과 압축일(compressional work), 전단강성(shear modulus)치가 가장 높은 값을 보이고 굽힘강성(bending rigidity)치가 낮은 값을 보임으로써, Koshi, Numeri, Fukurami 등의 H.V.치가 높은 값을 보이고, 따라서 Sofutosa와 T.H.V.가 높은 값을 보이는 것으로 판단된다. 그리고 최적설계 밀도치보다 낮거나 높게 설계된 2번과 3번 시료는 1번 시료보다 낮은 촉감특성치를 보이며 몰포텍스 직물시료인 4번 시료와 비슷한 촉감특성치를 나타낸다. 따라서 1번 시료가 5% 정도의 감량률을 보이는 100℃, 60분 NaOH 처리 감량 가공조건에서 가공 처리할 때 구조발색 직물의 최적 직물설계조건임을 확인할 수 있다.

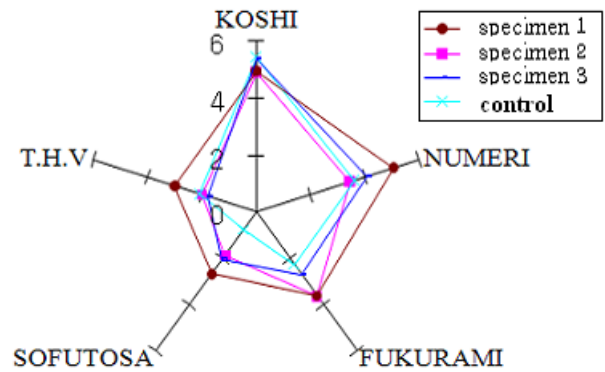


Figure 6. Hand of structural color fabrics

4. 결론

생체모방기술을 응용한 감성의류용 구조발색사와 직물의 물성연구를 통하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

- 1) 일본의 구조발색사 몰포 섬유의 분석을 통하여 폴리에스테르와 나일론을 교호로 적용한 37개 층으로 된 삼각단면의 구조발색사의 방사조건을 확립하였으며, 이 사들의 발색성을 확인하였다.
- 2) 구조발색 직물 세 가지의 겉보기 색차와 반사율을 분석한 결과, 700nm에서 400nm까지의 파장에서 겉보기 색차와 반사율이 관찰되므로 발색성을 확인할 수 있었다.

- 3) 밀도와 조직이 다른 세 가지 직물을 제작하고 물포사로 제작한 직물의 감량 가공 처리조건에 따른 직물 역학특성 분석 결과, 최적의 설계조건인 1번 시료를 100℃, 60분 처리할 때 5%의 감량을 보였다.
- 4) 감량 처리온도와 처리시간의 증가에 따라 감량은 13%, 23%까지 증가하고 직물의 신축성, 굽힘강성, 전단강성은 감소하며 압축성은 증가하는 현상을 보였다.
- 5) 이런 물성 변화의 뚜렷한 경향성이 100℃, 60분 감량 처리한 1번 시료에서 보임으로써 의류용 제품화에 최적의 설계조건 및 감량 가공조건임을 확인하였다. 그리고 직물의 촉감특성도 1번 시료가 가장 양호한 값을 가짐을 확인하였으며, 일본 구조발색사 물포 제품보다 높은 값의 촉감 특성을 확인하였다.

참고문헌

- Abbott, A. & Ellison, M. (2008). *Biologically Inspired Textiles*, Woodhead Publishing Limited.
- Barthlott, W. & Neinhuis, C. (1997). Characterization and distribution of water-repellent, self-cleaning plant surfaces, *Annals of Botany*, 79, 667-677.
- Cho, D. H. et al. (2008). Processing and Color Characteristics of Morphotex[®] Fabric, The 37th Textile Research Symposium, Japan.
- Hongu, T. (2006). "Fibre, Super biomimetics", *Advanced Biomimetics Series 2*, NTS, Japan, ISBN4-86043-132-4, 528-533.
- Jo, D. H. (2006). Product Trend of Biomimetic Textile Materials(생체모방 섬유재료의 제품화 동향), *Fiber Technology and Industry*, 10(2), 120-131.
- Kawabata, S., Postle, R., & Niwa, M. (1985). Object Measurement : Applications to Product Design and Process Control, *The Textile Machinery Society of Japan*, Osaka.
- Kim, S. J., Choi, W. H., Kwon, O. K., & Han, J. S. (2006). The Physical Properties and Color Effect of Morphotex[®] Fabrics, The 35th Textile Research Symposium, Japan.
- Kinoshita, S. & Yoshioka, S. (2005). *Structural Colors in Biological Systems-Principles and Applications*, Osaka Univ. Press; Osaka, 113.
- Rossbach, V. et al. (2003). Copying and manipulating nature : innovation for textile materials, *Fibers and Polymers*, 4(1), 8-14.
- Shinji, Y. & Hisahumi, T. (2001). Fibers Having Fine Concave and Convex Surface from Silica Hybrid Polyester, *SEN'I GAKKAISHI*, 57(4), 111-119.
- Shinji, Y. & Hisahumi, T. (2001). Relation between Surface Roughness and Coloration of Silica Hybrid Polyester Fibers, *SEN'I GAKKAISHI*, 57(4), 126-132.
- Shuichi, K. & Shinya, Y. (2003). Structural Colors in Insects, particularly in Morpho Butterflies, *SEN'I GAKKAISHI*, 59(2), 35-39.
- www.lotus-effect.de.
- www.teijin.co.jp.

원고접수 : 2011.11.19

수정접수 : 2012.01.20

게재확정 : 2012.03.12