

# 혼방 및 연사방법에 따른 아크릴 니트소재의 객관적 감성평가

김미진·박명자\*\*

한양대학교 대학원 의류학과 박사과정

한양대학교 의류학과 부교수\*\*

## Objective Sensibility Evaluation of the Acrylic Knitted Fabrics from Various Blended and Twisted Yarns

Mi-Jin Kim · Myung-Ja Park\*\*

Graduate Student, Dept. of Clothing and Textiles, Hanyang University

Associate Prof., Dept. of Clothing and Textiles, Hanyang University\*\*

(2006. 8. 30 접수; 10. 13 채택)

### Abstract

We performed the objective sensibility evaluation on knitted fabrics by the following procedures: setting acrylic fabrics with knitted fabrics as basis, knitted five kinds of blended spun yarns and four kinds of twisted filament yarns made by different twisting methods(the amount and direction of twist) then, measuring mechanical properties in the use Kawabata Evaluation System, obtaining hand values and total hand values. The results are as follows: First, A(F)/W acrylic/wool spun knits obtain high scores in bending, compressing, shear properties, MMD, and thickness among five kinds of acrylic-blended knit fabrics. A(S)/W acrylic/wool blended knit represented prominent values at compressing properties and thickness and so wool-blended yarns demonstrated superior characters comparing other blended yarns. To contrast, acrylic/rayon blended knits showed low scores in bending properties, shear properties and thickness, so that it affects to total hand values. On the one hand, among the four kinds of acrylic filament knitted fabrics, they do not exhibit any notable dynamic differences such as tensile properties of knitted fabrics by the twist number and direction of filament yarns, bending, shear, compressing properties, weight and thickness except surface properties. Second, fabrics showed the most high score at FUKURAMI (fullness and softness) among the hand values. A(S)/W acrylic/wool blended knits obtaining the lowest values at SAHRI (crispness) outrank at total hand values, so that it was the predominant knitted fabric in objective sensibility evaluation. In total hand values, five kinds of acrylic blended knits got a higher score than four kinds of acrylic filament knits, and the amount and direction of twist did not influence on total hand values among the four kinds of acrylic filaments.

**Key Words:** Objective Sensibility Evaluation(객관적 감성평가), Acrylic Knit(아크릴 니트소재), Blended Yarn(혼방사), Twisted Yarn(연사)

<sup>†</sup>Corresponding author ; Myung-Ja Park

Tel. +82-2-2220-1192, Fax. +82-2-2297-1190

E-mail : mjpark@hanyang.ac.kr

\* 이 연구에 참여한 연구자는 BK21 2단계 사업의 지원을 받았음.

## I. 서론

급격한 사회변화에 따라 생활패턴이 점차 다양해지고, 주 5일 근무와 웰빙(well-being), 변화된 라이프스타일의 영향으로 인해 소비자들이 편안함과 자유스러움에 관심을 갖게 되어 의류소재의 고급화, 전문화, 다양화, 개성화를 요구하게 되면서, 그에 부합하는 니트웨어가 고부가가치 상품으로 각광받고 있다. 니트의 특징 상 다른 섬유제품에서 구현 할 수 없는 유연성을 가지고 있고, 원단의 신축성과 회복력은 편안함을 부여하므로 캐주얼웨어, 레저·스포츠웨어 등 사계절용 의류로 널리 이용되고 있다.

의류업체들은 개성화되고 다양화된 소비자의 욕구를 만족시키기 위해 소비자의 감성을 고려하여 그에 맞는 니트 제품을 개발하고 있고, 이러한 제품개발을 통해, 객관적인 감성뿐만 아니라, 소비자의 주관적 감각 및 감성과 최종 선호도의 변화까지 예측하는 것은 매우 중요한 요소이다. 즉, 패션소재를 기획할 때 소비자가 소재를 통해 느끼게 될 감각과 감성을 계획하여 의류로 만들어졌을 경우, 선호도를 증가시켜 구매로 연결될 수 있게 하는 것으로, 목표가 되는 감각과 감성의 조정을 위해 효과적인 구성 특성의 변화에 대한 정보가 필요하다.<sup>1)</sup>

의류소재의 감성평가 방법으로는 주관적인 방법과 객관적인 방법이 사용되는데, 실제 소비자들에게 측정할 시료를 가지고 시감과 촉감을 이용하여 직접 평가하는 것이 합리적이나, 이 방법은 많은 경비와 시간이 소요되는 결점이 있다. 반면, 객관적인 방법은 측정 장치를 이용하여 간편하고, 빠르게 재현성이 있는 결과를 얻을 수 있는 장점이 있으나, 실제와 얼마만큼 간격을 좁힐 수 있는지, 인간의 감성을 대표할 수 있는지, 얼마만큼 주관적 평가에 근접시킬 수 있느냐하는 문제점을 안고 있다.

현재까지 진행되어 온 니트 소재에 관한 연구들은 주로 객관적인 특성을 중심으로 매우 제한적으로 이루어졌다. 실의 굵기, 편환 밀도, 편성조직 등을 변화시킬 경우, 역학적 특성에 의미 있는 차이가 있는 것으로 보고되었고,<sup>2)3)4)</sup> 특히

나 주로 추동용에 많이 사용되는 양모사, 면사 혹은 방적사로 편성된 니트 소재를 중심으로 한 연구가<sup>5)6)7)8)9)</sup> 대부분으로, 춘하용으로 사용되는 니트 소재에 관련된 연구는 양적으로 미흡하다.

춘하용으로 많이 사용되는 섬유 중 아크릴 소재는 직물의 용도보다는 횡편성물용으로 많이 사용되며 합성 섬유 중에서 양모 섬유와 가장 비슷한 섬유로 알려져 있다. 보통 단섬유로 제조하여, 방적으로 더욱 양모와 비슷한 물성에 가깝도록 실을 제조해 추동용 니트로 사용되며, 또한 아크릴 필라멘트 연사의 경우는 까끌까끌하고 차가운 촉감을 지니고 있어 춘하용 니트로 많이 사용되고 있다. 그러므로 춘하용으로 많이 사용되는 아크릴 니트 소재를 대상으로 하여 객관적인 특성을 알아보는 것은 매우 중요하다고 생각된다.

니트 소재의 감성관련 연구 시에 고려해야 하는 요인으로는, 섬유의 종류, 실의 굵기, 실의 꼬임, 편성밀도, 편성조직 등이 니트 소재의 역학적 특성치의 변화에 크게 영향을 주며 또한 이들은 니트 소재의 태와도 상당한 관련성이 있다.<sup>10)</sup> 특히 실의 꼬임방향과 꼬임 수는 의류소재의 특성에 중요한 영향을 미치는데, 실의 꼬임은 꼬임의 정도에 따라 실의 강도, 굵기, 태, 외관 등에 영향을 주며 그 방향 및 종류에 따라서도 다양한 표면특성이 나타나고 이러한 표면특성에 따라 서로 다른 이미지가 표현된다.<sup>11)</sup> 최근 시중에서는 실의 꼬임방향을 새롭게 변화시킨 아크릴 필라멘트 편사가 개발되어 주목받고 있는데, 이는 가연 중 일정한 간격으로 S꼬임과 Z꼬임을 교대로 바꾸어 새로운 외관을 갖는 특징이 있다.

따라서 본 연구에서는 니트 소재 중 춘하용으로 많이 사용되는 아크릴 섬유를 기본으로 하여 각종 섬유와 혼방한 5종류의 혼방사와 연사방법을 달리한 4종류의 필라멘트 연사를 평편 조직으로 편직하여, 역학적 특성치를 측정하고 감각평가치(hand value)와 태 평가치(total hand value)를 구하여 객관적인 감성을 평가하고자 한다.

이러한 연구결과를 통해 첫째, 객관적인 감성을 평가함으로써 비교분석하고, 편사의 특성에

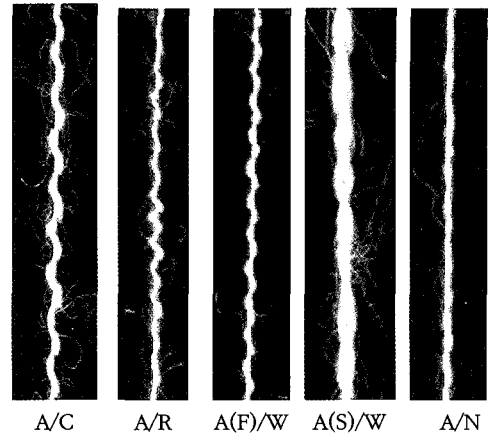
따른 니트 소재의 역학적 특성에 관한 이론을 학문적으로 체계화하고, 둘째, 니트 생산업체가 제품 기획 시 보다 나은 니트 제품을 개발할 수 있도록 객관적이고 체계적인 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법 및 절차

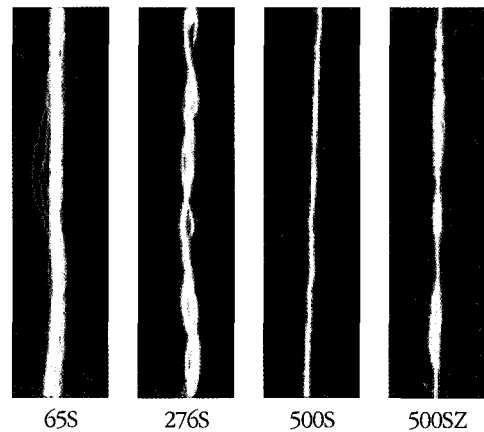
### 1. 시료

#### 1) 편성사

시험용 편성물 제작에는 각종 섬유와 혼방한 5종류의 아크릴 혼방사와 꼬임수와 꼬임방향을 달리한 4종류의 아크릴 필라멘트 연사를 사용하였다. 아크릴 혼방사의 섬유성분은 아크릴/면(A/C), 아크릴/레이온(A/R), 아크릴(필라멘트 섬유)/양모[A(F)/W], 아크릴(스테이플 섬유)/양모[A(S)/W], 아크릴/나일론(A/N) 혼방이며, 섬유 혼용율은 50/50에 유사한 값을 갖는 혼방사를 구입하였다. 한편 아크릴 필라멘트 연사는 실의 꼬임수와 꼬임방향 등 연사방법에 따라 65S, 276S, 500S, 500SZ의 정련한 흰색 100% 아크릴 필라멘트사를 구입하여 사용하였다. 각종 아크릴 편성사의 특징은 <표1>에서 표시하였고, 아크릴 혼방사와 아크릴 필라멘트 연사의 형태사진은 <그림1>과 <그림2>와 같다. 실의 꼬임이



<그림1> 아크릴 혼방사의 형태 사진



<그림2> 아크릴 필라멘트 연사의 형태 사진

<표1> 시료 아크릴 편성사의 종류와 특성

No.	Fiber Length*	Fiber	Fiber Content (%)	No. of Twist (t.p.m)	Direction of Twist**	Weight (g/m)	Yarn Size (Ne or Denier)	Sample Code
S1	F/S	Acrylic/Cotton	45/55	587	S	311.3	2/54	A/C
S2	F/S	Acrylic/Rayon	45/55	674	S	307.4	2/54	A/R
S3	F/S	Acrylic/Wool	45/55	500	S	307.3	2/54	A(F)/W
S4	S/S	Acrylic/Wool	50/50	330	S	318.4	2/50	A(S)/W
S5	S/F	Acrylic/Nylon	55/45	537	Z	300.8	2/54	A/N
F1	F	Acrylic	100	65	S	216.0	150D	65S
F2	F	Acrylic	100	276	S	218.6	150D	276S
F3	F	Acrylic	100	500	S	204.7	150D	500S
F4	F	Acrylic	100	500	SZ	229.5	150D	500SZ

\* Fiber Length - F: Filament, S: Staple

\*\* Direction of Twist - S: S(right)-twist, Z(left)-twist

적을수록 부풀은 실의 형태를 하고 있으며, 특히 S-꼬임과 Z-꼬임을 번갈아 가면서 연사한 500SZ 편성사의 경우는 꼬임이 바뀌는 부분에서 풀려 마치 슬립사(slub yarn)와 같은 장식효과를 보였다.

## 2) 시험편 니트의 제작

시험편 니트는 14G용 횡편기 (SHIMA SEIKI SES 124-S)를 사용하여 편성조직은 평편조직으로 제작하였고, 그밖에 색상, 편환장과 편환밀도 등은 모든 시료에서 동일하게 조정하였으며, 그밖에는 적정 편성조건으로 편직하였다.

## 2. 연구방법

역학적 특성을 알아보기 위해서 일본의 태평가 표준화 위원회(The Hand Evaluation and Standardization Committee; HESC)에서 제시한 방법인 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 표면특성, 압축특성, 두께, 중량의 6가지 특성에 대하여 16항목의 특성치를 KES-FB(Kawabata Evaluation System for Fabric, Kato Tech. Co. Ltd)를 사용<sup>12)</sup>하여 측정하였다. 시료는 모두 20×20cm로 준비하여 65% RH, 20℃인 표준계측조건인 항온항습실에서 측정하였다. 또한 방향성을 갖는 인장특성, 굽힘특성, 전단특성 및 표면특성은 편성물의 세로방향(wale)과 가로방향(course)별로 계측하였다.

편성물 시료의 감각 평가치를 계산하고 각종

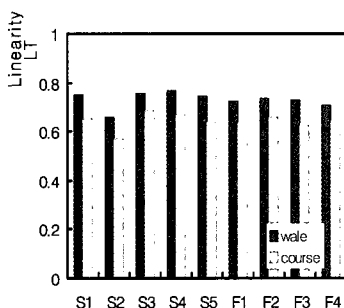
아크릴 니트에 따른 감각평가치의 변화를 살펴 보기 위해 본 연구에 이용된 시료의 기준설정은 태평가에 가장 적합한 하절기 내의용 편성물로 간주하였다. 그리하여 KES-FB를 통해 얻은 역학적 특성치를 내의용 편성물의 감각 평가치 산출식인 KN-403-KTU로 계산하여 KOSHI (stiffness), FUKURAMI (fullness and softness), SHARI (crispness) 값을 구하였다. 태 평가치(total hand value)는 감각 평가치로부터 직물의 용도에 따른 태의 여러 변환식에 의해서, 하절기 내의용 산출식 KN-304-SUMMER로 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

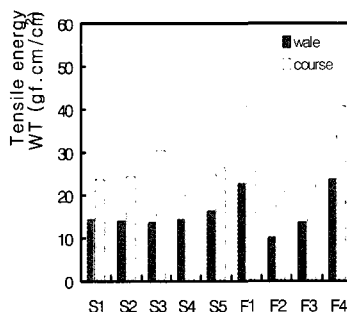
### 1. 역학적 특성

#### 1) 인장특성 (Tensile property)

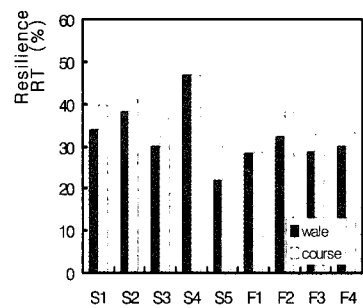
아크릴 니트 소재의 인장특성은 <그림3>에 나타내었다. 인장선형성(LT)은 모든 시료에서 유사한 값을 보였으며, course와 wale방향 모두에서 A/R 혼방 니트가 가장 낮은 값을 보여, 적은 힘으로 쉽게 늘어나 착용감이 좋은 시료로 평가되었다. 아크릴 필라멘트사 니트소재 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 인장에너지(WT)는 course와 wale방향 모두 65S와 500SZ 아크릴 필라멘트 니트가 가장 높은 값을 보여 초기인장이 용이하여 변형이 잘되는 니트로 평가되었고, 반



(a) 인장선형성(Linearity: LT) :

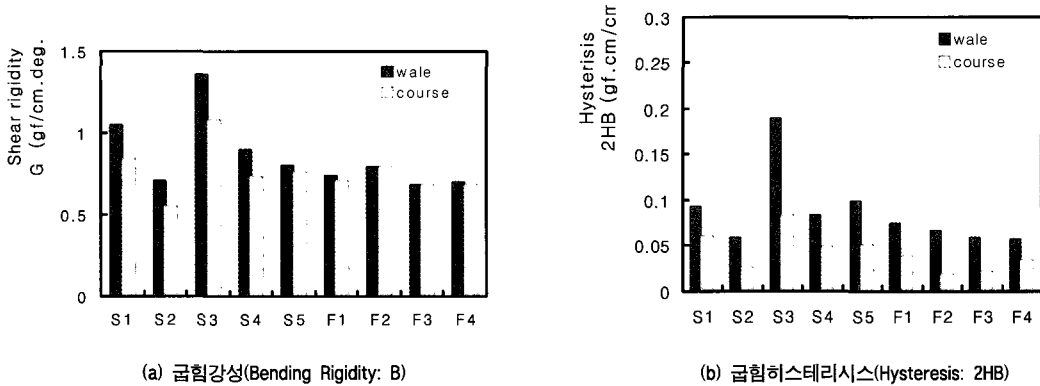


(b) 인장에너지(Tensile energy: WT)

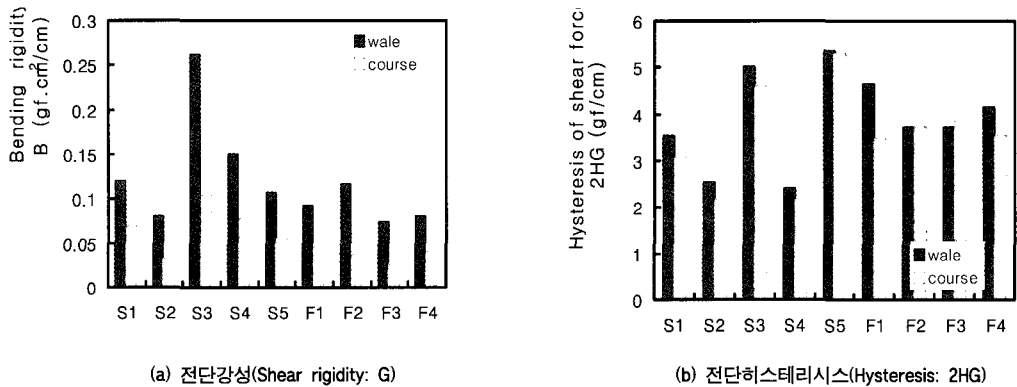


(c) 인장레질리언스(Resilience: RT)

<그림3> 아크릴 니트소재의 인장특성



<그림4> 아크릴 니트소재의 굽힘특성



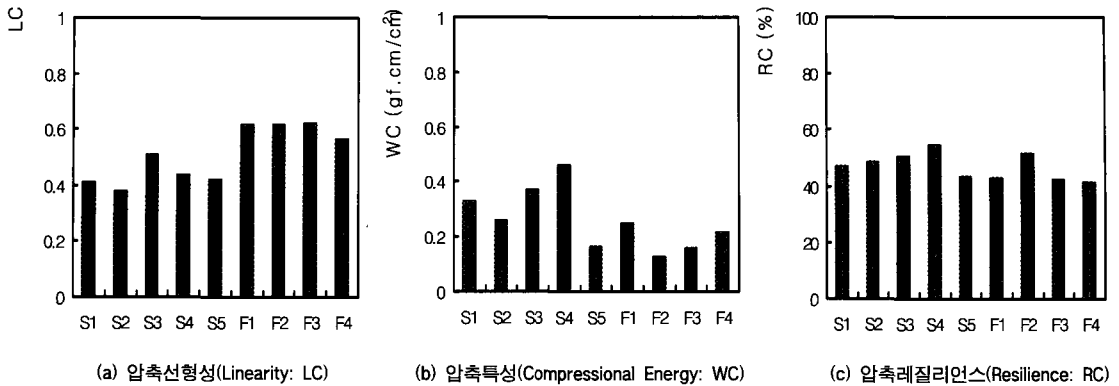
<그림5> 아크릴 니트소재의 전단특성

면 276S 아크릴 필라멘트 니트는 값이 가장 낮아 인장이 용이하지 않은 니트로 평가되었다. 인장레질리언스(RT)는 A(S)/W 혼방 니트가 course, wale방향에서 높게 나타나 각 방향으로 인장시켰을 때 탄성 회복성 및 치수안정성이 좋은 니트라고 할 수 있다. 반면 A/N 혼방 니트는 가장 낮은 값을 보였으므로 인장 시, 탄성회복성이 적어 치수안정성이 좋지 않은 니트로 평가되었다.

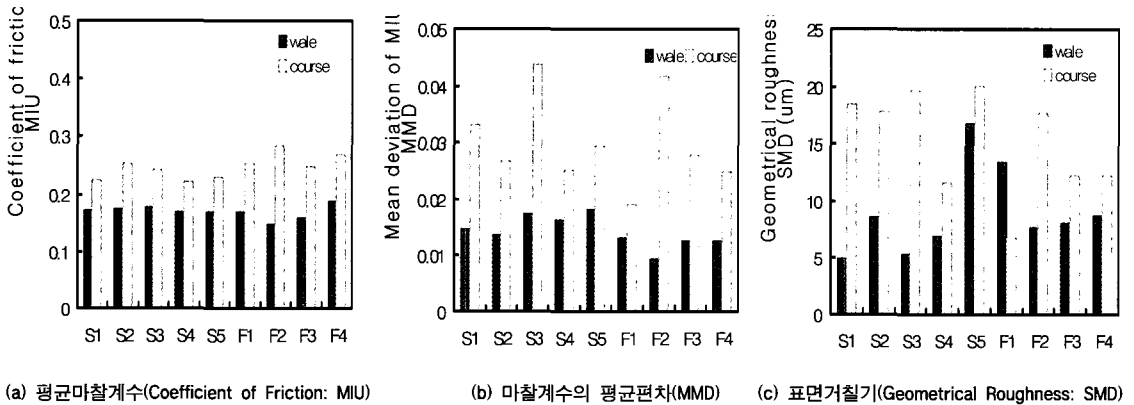
2) 굽힘특성 (Bending property)

<그림4>는 아크릴 니트 소재의 굽힘특성으로, 굽힘강성(B)은 A(F)/W 혼방 니트가 wale과 course방향에서 현저하게 큰 값을 보여 가장 뻣뻣한 촉감을 가지는 시료로 평가되었고, 그 외 시료들은 유사하게 낮은 값을 보여 니트 소재들

이 곡면 형성능력이 매우 우수하게 평가됨을 알 수 있었다. 굽힘히스테리시스(2HB)는 A/R 혼방 니트가 가장 작은 값을 보여 주었으며, 그 외 시료들도 유사하게 낮은 값을 보여 니트 소재들이 곡면 형성능력이 매우 우수하게 평가되었다. 따라서 B와 2HB가 가장 낮은 A/R 혼방 니트는 잘 구부러지고 유연하며 신체곡선을 강조하는 실루엣이 용이하고, 반면 가장 큰 값을 나타낸 A(F)/W 혼방 니트는 굽히기 어렵고 신체로부터 공간을 유지하는 상자형 실루엣을 형성하는 성질이 강하다고 평가되었다. 또한 wale방향의 값이 course 방향의 값보다 모두 크게 나타나 wale방향으로 굽힘성이 더 우수함을 알 수 있었다.



<그림6> 아크릴 니트소재의 압축특성



<그림7> 아크릴 니트소재의 표면특성

3) 전단특성 (Shearing property)

아크릴 니트 소재의 전단특성은 <그림5>에 나타내었다. 전단강성(G)은 wale, course방향 모두 A/R 혼방 니트가 가장 작은 값을 나타내어 섬유유의 변형이 가장 용이한 것으로 나타났다. 전단히스테리시스(2HG)는 wale, course방향 모두 A/N과 A(F)/W 혼방 니트가 가장 높은 값을 나타내었고, 이는 형태안정성이 불량하다는 것으로 전단변형 후 회복성이 좋지 않아 외관특성이 저하한다는 것을 의미한다. 따라서 G와 2HG 값이 큰 A(F)/W 혼방 니트가 섬유간의 마찰력이 증가하여 이동성이 감소하므로 꺼질꺼질하고 뻣뻣한 느낌이 나타나는 것으로 보여진다. 필라멘

트사 니트소재 간에는 전단특성의 차이를 보이지 않았다.

4) 압축특성 (Compressional property)

<그림6>에서 보듯이, 압축선형성(LC)은 4종류의 필라멘트 니트가 5종류의 모든 혼방 니트보다 비교적 높은 값을 보였으며, 각 시료 간에는 차이를 보이지 않았다. 이는 초기 압축에 대한 저항이 크기 때문에 필라멘트사 니트가 압축이 잘 되지 않는 것을 의미하고 반면, 방적사 니트는 낮은 값을 보여 압축이 잘 되는 것을 의미한다. 압축특성(WC)은 A(S)/W 혼방 니트가 가장 커서 압축에 필요한 에너지가 크다는 것을

알 수 있고, 압축레질리언스(RC)는 시료별로 비슷한 경향을 보여 모든 니트 시료가 50% 내외의 압축레질리언스를 갖는 것으로 평가되었다.

5) 표면특성 (Surface property)

아크릴 니트 소재의 표면특성은 <그림7>에 나타내었다. 평균마찰계수(MIU)는 course와 wale 방향에서 모든 시료가 거의 유사한 값을 보였고, 마찰계수의 평균편차(MMD)는 wale방향은 276S가, course방향은 65S 아크릴 필라멘트 니트가 가장 낮은 값을 보여 표면이 매끄럽고 마찰력이 균일하다는 것을 알 수 있었다. 표면거칠기(SMD)는 wale방향으로는 A/C와 A(F)/W 혼방 니트가, course방향은 65S 아크릴 필라멘트 니트가 가장 값이 낮아 표면이 평활한 니트로 평가되었다. 또한 모든 표면특성값은 course방향이 wale방향보다 높은 값을 나타내어, 니트 조직의 구조 특성상 course방향으로 더 거침을 알 수 있었다.

6) 두께 및 무게 (Thickness and Weight)

<그림8>은 아크릴 소재의 두께와 무게를 나타낸 것으로, 니트 소재의 두께(T)는 A(F)/W와 A(S)/W인 두 종류의 혼방 니트가 가장 두꺼웠고, A/R 혼방 니트가 가장 얇았다. 한편 니트 소재의 무게(W)는 전체적으로 아크릴 필라멘트 니트가 아크릴 혼방 니트에 비해 가벼운 것으로

나타났다.

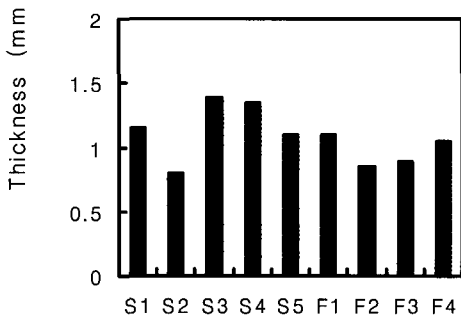
2. 태 평가

1) 감각평가치 (Hand Value)

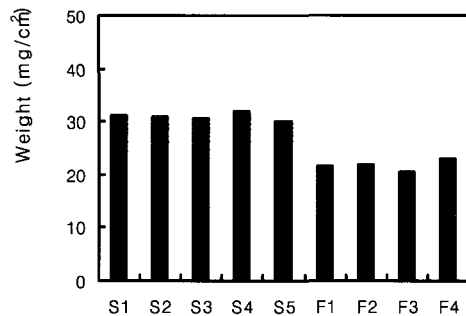
<그림9>는 아크릴 니트 소재의 감각평가치를 나타낸 것으로, KOSHI(stiffness)는 굽힘특성, 전단특성이나 두께에서 모두 높은 값을 나타낸 A(F)/W 혼방 니트가 가장 큰 값을 보였다. 따라서 뻣뻣한 촉감을 가지고 있어 굽히기 어렵고 신체로부터 공간을 유지하는 상자형 실루엣을 형성하는 성질이 강해질 것으로 생각해 볼 수 있다. FUKURAMI(fullness and softness)에서는 A(S)/W 혼방 니트가 가장 높은 값을 나타내어, 시료를 쥐었을 때 느껴지는 중후한 촉감과 압축 탄력성이 좋은 것으로 평가되었고, 전반적으로 방직사 니트가 필라멘트사 니트보다 부피감과 부드러움에서 높게 나타났다. SAHRI(crispness)에서는 A/N 혼방 니트와 276S 아크릴 필라멘트 니트가 가장 표면이 까실까실하고 거칠게 느껴지는 시료로 평가되었다. 그에 반해 A(S)/W 혼방 니트는 가장 낮은 값을 보여 부드럽게 느껴지는 니트로 평가되었다.

2) 태 평가치 (Total Hand Value)

태 평가치는 <그림10>에서 처럼 모든 시료들이 비슷한 값을 나타냈다. 전체적으로 5종류의

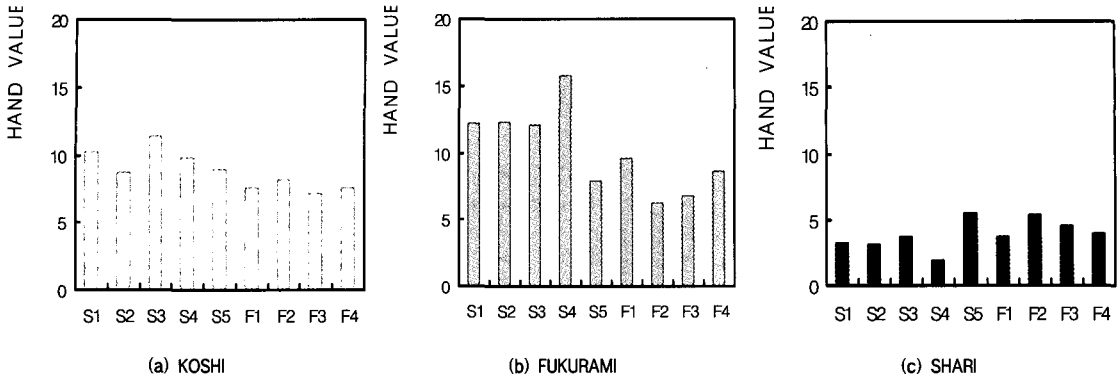


(a) 두께(Thickness: T)

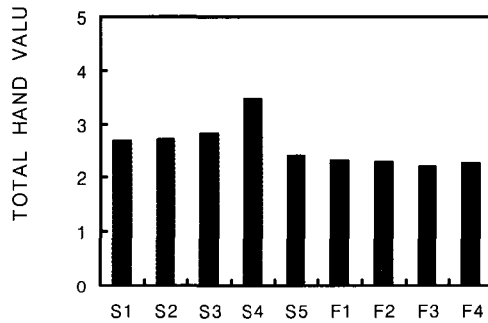


(b) 무게(Weight: W)

<그림8> 아크릴 니트소재의 두께 및 무게



<그림9> 아크릴 니트소재의 각각 평가치



<그림10> 아크릴 니트소재의 태 평가치

혼방 니트 소재(S1-S5)가 4종류의 필라멘트 니트 소재(F1-F4)보다 높은 값을 보여 방직사 니트가 필라멘트사 니트보다 약간 우수하게 나타났고, 그 중 A(S)/W 혼방 니트가 비교적 높은 값을 보여 가장 우수한 니트로 평가되었다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 각종 아크릴 니트 소재를 혼방 섬유 종류의 연사방법에 따라 객관적 감성을 평가하였다. 이를 위해 9종류의 편성사를 구입하여, 횡편기를 이용해 동일한 편성조건하에 평편조직으로 시험용 니트를 제작하여 KES-FB 시스템 객관적인 감성을 평가하여 니트 생산업체에 니트 소재의 개발 및 기획에 있어서 객관적

이고 체계적인 자료를 제공하고자 하였다. 이상의 연구를 통해 얻은 결과의 요약 및 이를 통해서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 객관적인 역학적 특성측정 결과, 5종류의 아크릴 혼방 니트 소재 중에서, A(F)/W 아크릴/양모 혼방 니트가 굽힘특성, 압축특성, 전단특성, MMD 및 두께에서 모두 높은 값을 나타내었고, A(S)/W 아크릴/양모 혼방 니트는 압축특성과 두께에서 높은 값을 나타내어 양모 혼방사가 다른 혼방사에 비해 뚜렷한 특성을 보였다. 이에 반해, 아크릴/레이온 혼방 니트는 전단강성, 굽힘특성과 두께에서 모두 낮은 값을 나타내어 태 평가치에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, 4종류의 아크릴 필라멘트 니트 소재에서는 표면특성 외에 편성사의 꼬임수와 꼬임방향에 따라 니트 소재의 인장특성, 굽힘특성, 전



단특성, 압축특성, 무게 및 두께와 같은 역학적 특성에는 차이를 보이지 않았다.

2. 객관적인 태 평가 결과, 감각평가치(hand value) 중에서는 FUKURAMI (fullness and softness)에서 가장 높은 값을 보였으며, SAHRI (crispness)에서 가장 낮은 값을 보인 A(S)/W 아크릴/양모 혼방 니트가 태 평가치(total hand value)에서 가장 높은 값을 나타내어 객관적 감성평가에서 가장 우수한 니트 소재로 밝혀졌다. 한편 태 평가치는 5종류의 아크릴 혼방 니트가 4종류의 아크릴 필라멘트 니트에 비해 모두 높은 값을 나타냈으며, 4종류의 아크릴 필라멘트사 중에서 꼬임수와 꼬임방향의 차이는 태 평가치에 영향을 미치지 않았다.

본 연구는 각종 아크릴 니트를 혼방섬유의 종류와 연사방법에 따라 객관적인 감성을 평가함으로써 편성사의 특성이 니트 소재의 객관적인 감성을 표현할 수 있는 필요한 요소를 밝혔는데 그 의의가 있다. 이를 통해 필요한 니트 소재 개발 시 유용한 자료를 제공함으로써 소비자의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있는 부가가치가 높은 춘하용 아크릴 니트 소재를 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 본 연구에서 사용한 시료는 평편조직에 한정하였으므로 다른 편성조직 니트로 확대하여 사용할 수 없다는 제한점이 있으며, 후속 연구에서는 다양한 편성조직을 달리한 춘하용 니트 소재의 객관적인 감성평가가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) 주정아 (2005). 니트소재의 구성특성과 주관적 질감, 감성 및 선호도의 관계-ANFIS의 이용-. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 2) 권오경, 김태규 (1994). 편성조건이 인터록 편성포의 물성에 미치는 영향(2)- 역학적 특성 및 태에 관하여-. *한국섬유공학회지* 31(6), pp.465-473.
- 3) 권오경, 권현선 (1996). 편성조건이 인터록 편

- 성포의 물성에 미치는 영향 (3) -드레이프성 및 기능 특성치에 관하여-. *한국섬유공학회지* 31(6), pp.465-473.
- 4) 조혜진 (2003). 편성조직이 위편성물의 태에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 5) 강복춘, 박신용, 이훈준, 주창환, 이순근 (1998). 면사의 번수와 꼬임수가 위편성물의 형태 안정성에 미치는 영향. *한국섬유공학회지* 35(12), pp.755-763.
- 6) 고순영 (2005). 편성조직에 따른 니트패턴의 패션감성연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 7) 광수경 (2004). 양모방축가공사와 양모/아크릴 혼방사 편성물의 물성과 태에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 8) 조혜진 (2003). 편성조직이 위편성물의 태에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 9) 주정아, 유효선 (2004). 위편성물 소재의 구성특성이 주관적 질감 및 감성에 미치는 영향. *한국의류학회지* 28(11), pp.1516-1523.
- 10) R. S. Hallos, M. S. Burnip & A. Weir (1990). The Handle of Double-jersey Knitted Fabrics, Part I: Polar Profiles. *Journal of Textile Institute* 81(15), pp.15-35.
- 11) 고수경 (2001). 양모직물의 구조 및 표면특성에 따른 질감 이미지분석. 연세대학교 대학원 석사학위논문.
- 12) S. Kawabata (1980). *The Standardization and Analysis of Hand Evaluation*, (2nd ed). Osaka: Textile Machinery Society of Japan.