복식문화연구
제7권 제5호 165~176(1999)

각종 편성소재에 따른 스포츠양말의 위생성과 형태안정성에 관한 연구

朴 明 子 · 金 七 順
한양대학교 의류학과 강사 · 경희대학교 의류디자인 전공 조교수

A Study of Sports Socks Varying Knitted Fabrics on Hygienic and Stability Properties

Myung-Ja Park and Chil Soon Kim
Lecturer, Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University
Assistant Prof., Major in Textile and Clothing Design, Kyung Hee University

目 次

Abstract
Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 실 험
1. 양말시료
2. 양말의 물성 평가방법
Ⅲ. 결과 및 고찰
1. 양말의 위생성 평가분석
2. 양말의 형태안정성 평가분석
Ⅳ. 결 론
참고문헌

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of various knitted fabrics of sports socks on their properties of hygiene and stability. Seventeen men's sports socks to represent five groups with different fiber content, knit structure, yarn fineness, and finishing were used. Properties of hygiene and stability of socks were determined. The results were as follows:

1. Evaluation of water, vapor and heat transport properties in socks with varing fiber content showed that cotton 100% socks had the highest drop absorbency, wickability, water absorbency and water retention. Polypropylene 100% socks had an excellent wickability and moisture permeability. Acrylic blend socks had the highest thermal resistance.
2. The greatest knit stretch and knit growth of socks having lower power were found to be with cotton 100% socks. Polypropylene 100% socks had the lowest stretch. Acrylic blend socks had a excellent stretch but low fabric growth, which could give a good fit sensation during wear.
3. The commercial antimicrobial finished socks showed excellent durability after repeated

본 연구는 경희대학교 신임교수과제 연구 지원금에 의하여 수행되었음.

cycles of laundering.

4. Length and width shrinkages were found in all laundered samples during initial cycles due to rearrangement by mechanical relaxation. Shrinkages showed no further changes and reached equilibriums after 5 cycles. Cotton 100% or cotton blend socks showed lower dimensional stability than other socks during fabric care.

Ⅰ. 서 론

최근 생활수준이 향상되면서 건강에 대한 관심이 늘어나자 스포츠 의류와 캐주얼 의류가 보급 확대되고 이에 따라서 스포츠 양말의 수요가 점차 늘고 있는 실정이다. 발부위의 쾌적성은 전체 쾌적성에 영향을 미치는 중요한 인자이기 때문에, 정장용 양말에 비해 특히 스포츠양말의 쾌적성과 기능성에 관한 관심이 고조되었다. 양말은 여러 가지 편성소재에 따라 다양한 위생적 성질을 보이고 있으며, 제편 후에 반복적인 착용과 관리 시에 나타나는 이완수축으로 인해 형태변화가 일어나서 문제가 발생하고 있다. 그러므로 스포츠양말의 착용 시에 쾌적감을 향상시키기 위해서는 편성소재에 대한 높은 수준의 위생성과 형태안정성이 요구된다.

양말의 쾌적성에 관한 선행연구로, 김철순, 박명자, 이훈자[1]는 스포츠양말의 물리적인 성질의 객관적인 평가로부터 온열감, 습윤감, 감촉, 압박감각의 주관적 감각평가를 예측하고자 회귀모형을 개발하는 시도를 보였다. 또한 일상적인 생활에서 가장 많은 움직임을 가지는 부위 중의 하나인 발부위는 발한량이 많아서 양말을 착용하였을 때 항상 습기가 차 있으므로 환경에 무수히 존재하는 곰팡이와 박테리아의 침투가 용이하며 이로 인하여 악취를 초래하고 이 악취는 또한 불쾌감을 초래한다. 정희근, 최정화[2]의 연구에서는 여러 가지 여름양말을 착용한 후에 양말과 발에 묻어 있는 박테리아의 균수를 비교한 결과 자외선 차단가공양말과 일반양말에서 유의한 차이가 있었고 가공처리 양말과 통기성이 큰 양말의 경우 세균수가 적음을 확인하였다. 그러나 이러한 연구들과 기술개발을 바탕으로 최근 생산 판매되고 있는 항균가공양말제품의 종류와 항균효과, 세탁에 따른 내구성에 대해서 실제 소비자들에게는 대해서는 잘 알려지지 않고 있는 실정이다.

또한 Moroca 외 4인[3]은 신발에 미끄러지지 않는 남성용 양말을 디자인하기 위하여 양말 두께와 마찰성에 대하여 연구하였다. Comash[4]는 근육운동으로 인하여 발한량이 증가하게 되면 운동화의 착용으로 방습이 어려워져 땀이 피부에 누적되어 습하게 하고 불쾌감을 초래하고 심지어 피부마찰에 의한 물집을 야기하는데 이러한 문제를 해결하기 위해서는 발부위의 땀을 흡수하여 발, 양말, 운동화 사이의 마찰을 감소시키면 물집을 최소화 할 수 있다고 하였다. 그러나 만약 추운 환경에서 흡수량이 많은 양말을 착용한 상태로 발을 환경에 노출 시에는 수분증발로 인한 열손실을 가져올 것이며 특히 영하의 기후에서는 동상에 걸리기 쉬울 것이므로, 여러 수분이동특성 중에서 한 성질만으로 평가하는 것은 위험하다고 본다. David[5]에 의하면 수분과 온도가 발부위의 쾌적함의 중요한 인자이며, 면 33%, 양모 32%, 나일론 35%의 혼방섬유로 이루어진 양말이 온화한 환경, 고온고습의 환경에서 운동하는 동안 성공적으로 발부위를 시원하고 건조하게 하였다고 보고했다. 그러나 Pontrelli[6]에 의하면 면양말보다 아크릴(오올론)양말이 더 선호되었으며 아크릴양말이 다른 천연섬유로 이루어진 양말에 비하여 땀을 2배나 빠르게 외부로 이동시킨다는 결과를 확인하여 그 이유를 설명하였다. Morris 외 2인[7]은 양말의 유연성과 발의 건조성이 쾌적감에 영향을 미치는 중요한 인자임을 밝히고, 100% 합성섬유양말이 100% 면 혹은 50% 면혼방양말보다 쾌적하다고 보고하였다. 이와 같이 섬유성분에 따른 위생성과 쾌적감에 관한 선행연구간의 결과가 서로 다르게 나타났는데, 이는 양말의 착용환경에 따라 영향을 주는 위생적 성질들이 다르기 때문으로 생각된다. 이밖에도 일반적인 편성물의 수분특성에 관한 연구가 이루어졌다[8,9].

그러나 의류용 환편기 중에서 소형 침수인 양말제작용 환편기로 제편된 양말에서의 물리적 특

성연구는 많이 이루어지지 않았다. 특히 편성물에서 고려되어지는 물성 중에서 형태안정성은 소비자들의 착용과 세탁횟수가 증가됨에 따라서 야기되는 문제점이다. 김영리는[10] 편성조직과 편성밀도에 따른 면위편성지의 형태안정성에 관하여 보고한 바 있는데, 이 결과를 환편으로 편성되고 사용되는 양말에 적용하는데는 무리가 있으리라고 사료된다.

양말의 압박감과 쾌적성과의 관계를 연구한 논문을 살펴보면, Mitsuno외 3인[11]은 양말목부위의 의복압이 10mmHg일 때 주관적으로 가장 쾌적하게 느낀다고 보고했으며, Nishimatsu외 4인[12]은 탄성섬유양말을 이용하여 연구한 결과, 의복압이 클수록 꽉 조이는 느낌을 받기 때문에 의복압이 적을수록 쾌적감이 크다고 하였다. 양말은 일반 편성제품과 마찬가지로 꼬임이 적은 실을 사용하고, 코가 엉성하게 얽혀 있어 섬유와 실의 움직임이 자유로워서 반복적인 착용과 세탁으로 인하여 이완 또는 수축으로 치수가 변형될 수 있는데, 이러한 경우에는 양말의 외관과 압박감에 영향을 미치므로 양말의 편성소재별 변형률과 형태안정성에 관한 검토와 분석이 요구된다.

그러므로 본 연구의 목적은 1) 서로 다른 섬유조성, 편성조직, 가공방법으로 편성된 스포츠양말의 흡습성, 투습성, 시료의 두께, 양말의 중량, 보온성 등의 위생적인 특성을 비교 분석하고, 2) 시판되고 있는 항균가공양말을 가공방법에 따라 조사분류하여 가장 대표적이고 많이 사용되고 있는 3종류를 선정하여 세탁횟수에 따른 항균효과를 평가하고자 하였다. 또한 3) 양말의 착용과 관리 중에 변화하는 형태안정성을 검토하고자 세탁회수에 따른 수축률과, 적은 하중을 가하여 초기신장률과 변형율을 측정하여 이에 영향을 미치는 인자를 분석하는데 있다. 본 연구는 쾌적감에 영향을 줄 수 있는 수분 및 열전달특성, 항균성, 형태안정성 등의 물성을 측정하여 분석한 결과를 관련 양말생산자나 소비자에게 기초자료로 공급하고, 인체실험을 통한 후속연구를 위해 양말의 주관적인 쾌적감을 평가하는 데 필요한 객관적인 평가자료를 구하는데 연구의 의의를 두었다.

Ⅱ. 실 험

1. 양말시료

시료양말은 섬유조성, 편성조직, 항균가공방법을 변인으로 하여 연구목적에 부합되는 17종류를 선택하였다. 그룹별로 G1~G4의 성인남자용 스포츠양말 14종류는 양말회사(주, 진양섬유)에 의뢰하여 편성하여 사용하였고, 그룹G5의 항균가공양말 3종류는 시판제품을 이용하였다. 사용된 시료의 분류와 특성은 〈표 1〉에 표시하였다. 그룹 G1의 경우는 면, 면혼방 2종류, 아크릴섬유혼방 2종류, 폴리프로필렌섬유 등 6종류의 섬유조성과 섬유 굵기가 다른 양말로 구성되어 있으며, 편성조직은 동일하다. 그룹 G2는 면사의 실켓가공 여부, 그룹 G3은 동일한 혼방섬유로 테리파일편 2종류와 평편의 편성조직이 다른 시료이고, 그룹 G4는 발목부위의 고무편조직을 달리하여 제작하였다 이때 모든 양말시료의 바닥부분은 평편으로 편성하였다. 그룹 G5는 항균가공양말에 첨가된 항균가공제와 항균가공방법이 다른 3종류(진양섬유, 태창새라키토, 크레비온)를 선정하였다.

2. 양말의 물성 평가 방법

1) 양말의 두께

양말의 두께측정은 JIS 1096방법에 따라 두께측정기를 사용하여 양말의 발목부위, 발바닥, 발등의 세 부위를 측정하여 평균을 구하였다.

2) 양말의 수분전달특성

투습성은 KS K 0594의 증발법에 따라서 측정하였다. 흡습성은 KS K 0220의 오븐법으로, 흡수율(%)과 평형흡수량(g)은 AATCC Test Method 70-1994의 동적 흡수시험법에 따라 측정하였으며, 흡수성은 AATCC Test Method 39의 적하법과 심지흡수력으로 측정하였다. 이때 시료는 양말의 발바닥부분에서 채취하였다

3) 양말의 열전달특성

양말의 보온성 측정은 냉각법을 사용하였는데 발모양의 플라스틱재 발마네킹을 구입하여 열원

<Table 1> Classification and characteristics of sample socks

Sample code no.		Fiber content	Yarn fineness	Knit str. (welt)
G1	C	cotton 100%	40's /2	2×1 rib
	CN1	cotton 65% nylon 35%	20's /1 70d /2	
	CN2	cotton 65% nylon 35%	20's /1 100d /1	
	AN	acrylic 85% nylon 15%	36's /1 70d /2	
	AWNP	acrylic 55% wool 20% nylon 10% polyester 15%	36's 36's 70d /2 150d	
	PP	polypropylene 100%	180d	
G2	NoSkt	cotton 100%	40's /2	2×2 rib
	Silket			
G3	Terry1	cotton 80%, nylon, polyurethane 20%	30's /3 CM, (70d /40d)	pile / plain
	Terry2		30's /3 CM, (70d /40d)	pile
	Plain		20's /1 /5 CD	plain
G4	Rib21	cotton 100%	30's /1 /7 CM	2×1 rib
	Rib31		30's /1 /7 CM	3×1 rib
	Rib41		30's /1 /7 CM	4×1 rib
G5	BS	cotton 100%	–	2×2 rib
	CT	cotton 100%	–	
	CR	cotton 70% / rayon 30%	–	

*CM: combed yarn, *CD: carded yarn

책로 사용하였다. 표준상태의 온도와 습도를 맞춘 인공기후실에서 발마네킹에 양말시료를 신킨 후, 증류수를 발마네킹 용기 안으로 넣은 다음 40℃로 가열한 후 대기 중에 방치하여 온도가 39℃까지 냉각되는데 필요한 시간을 2회 측정하여 평균값을 구해서, 양말을 신지 않았을 때와 신었을 때의 냉각시간의 변화비율로 보온력(%)을 구하였다.

4) 항균가공 양말의 항균성과 내세탁성

항균성은 KS K 0693(직물의 항균도 시험방법)에 따라 *Staphylococcus aureus*균을 사용하여 시험편의 세균의 감소율을 계산하였다. 내세탁성은 반복세탁과정을 거치는 동안 항균성의 내구성을 확인하기 위하여, KS C 9608(전기세탁기)의 시험법에 의거하여, 가정용 교반식 세탁기로 실온에서 액비 1:30으로 맞춘 후 약한 세탁코스에서 염색견뢰도 시험용 표준 가루세탁비누(KS M 2704, 한국의류시험검사원에서 구입)를 0.2% 첨가하여 실시한 후, 30분 동안 저온에서 텀블건조시켰다. 세탁에 대한 내구성을 측정하기 위해 반복세탁하여 세탁 후 항균성을 위와 동일한 방법으로 측정하였다. 세탁횟수는 30회까지 관찰하였다.

5) 양말의 초기신장률과 변형률

양말의 초기신장률과 변형률은 양말의 착용과정 중에 발생하는 형태안정성에 영향을 주며, 이를 측정하기 위해 ASTM D 2594(Stretch properties of knitted fabrics having low power)에 의거하여 실험하였다. 시료는 원통형의 양말발목을 동일한 길이로 잘라 코스(course)방향에 하중을 가하는 순간의 코스방향에 대한 초기신장률(fabric stretch, %)과 하중제거 2시간후의 시료길이 변화로 변형률(fabric growth, %)을 계산하였다.

6) 양말의 반복세탁에 따른 수축률

양말의 수축성은 양말의 관리과정 중에 반복세탁과 텀블건조에 의해 발생하는 형태안정성을 측정하기 위해 가정용 전기세탁기법 KS K0465에 의거하여 실험하였다. 양말을 다섯 부위로 나

누어서 세탁횟수(0회, 5회, 10회, 20회 30회)에 따른 세탁 전후에 양말부위별 폭(F1: 고무밴드 부위둘레/2, F2: 발목둘레/2, F3: 발등둘레/2), 길이(F4: 발목 끝에서 발뒤꿈치까지 길이, F5: 발바닥길이) 및 전체면적수축률을 측정하여 양말의 치수변화를 관찰하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 양말의 위생성 평가분석

1) 섬유종류에 따른 수분전달 특성

양말을 신었을 때의 착용감은 온열생리학적인 감각과 촉감에 의해 달라지므로 양말의 수분과 열의 이동 특성을 측정하는 일은 매우 중요한 일이다. 양말을 통한 수분전달을 측정하는 방법에는 수분상태가 기체인지 액체인지에 따라 나눌 수 있는데, 수분상태가 액체상태의 수분전달 특성을 분석하기 위해서 흡수량(흡수율과 평형흡수량)과 흡수속도(적하법과 심지흡수력)를 측정하여 양말의 흡수성을 평가하였다. 기체상태로는 투습성과 수분회복율을 측정하였다. 섬유조성이 다른 그룹 G1의 시료를 사용하여 측정한 양말의 물성은 〈표 2〉에 나타내었다. 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 섬유의 성분에 따라서 100% 면(C) 양말의 흡수율이 58.7%로 가장 크며 그 다음으로는 아크릴/나일론혼방(AN), 면/나일론혼방양말(CN1, CN2) 순으로 나타났으며 가장 흡수율이 적은 것은 22.6%의 폴리프로필렌섬유(PP)양말로 나타났다. 평형흡수량도 흡수율과 유사한 경향을 보였다.

격렬한 스포츠 중에 발생한 땀은 액체상태로 양말을 통해 외부로 배출되는데, 발한량이 많을 경우 빠른 흡수속도로 많은 액체를 보유하는 면과 같은 친수성 섬유는 위생적인 측면에서는 우수하다고 볼 수도 있으나, 건조성이 나빠서 수분을 빨리 밖으로 배출시키지 못하므로 착용 시에는 오히려 불쾌감을 초래할 수 있다. 소수성 섬유

<Table 2> Hygiene properties of socks, varying different types of fiber content

Properties \ Sample code no.		C	CN1	CN2	AN	AWNP	PP
Water-related	Water absorption						
	absorbency(%)	58.7	43.5	45.3	51.3	32.7	22.6
	retention(g)	19.2	13.3	12.1	17.4	9.3	6.8
	Drop absorbency(sec)	0.5	3.2	2.0	4.2	3600<	3600<
	Wickability(mm)						
	wale	6.5	0.0	0.5	0.5	0.0	3.5
	course	6.4	1.0	0.5	0.2	0.0	5.8
	Moisture permeability(%)	28.6	30.0	27.9	29.2	29.0	31.2
	Moisture regain(%)	9.0	6.3	6.0	2.1	0.7	0.3
Heat-related	Thermal resistance(%)	19.6	50.8	47.7	55.0	55.0	33.8
Physical	Thickness(mm)						
	F1(welt)	1.14	1.24	1.10	1.44	1.40	1.22
	F2(instep)	1.36	1.22	1.10	1.40	1.44	1.23
	F3(sole)	0.81	0.77	0.74	1.01	0.83	0.70
	Weight of socks(g)	19.43	18.69	16.56	20.97	18.01	18.62

인 PP는 수분을 보유하지 못하므로 빨리 밖으로 배출시킨다. 특히 PP양말의 심지흡수력이 우수하여 거의 면과 유사한 빠른 흡수속도를 보였는데, 이는 필라멘트사로 짜여져서 규칙적으로 배열된 섬유와 실이 연속적으로 모세관을 형성하므로 물이 이동하는 통로를 만들었기 때문으로 생각된다. 그러나 심지흡수력은 실제 양말이 땀을 흡수하는 방향과는 다르므로 PP섬유양말의 쾌적감 관련 평가에는 신중을 기해야 한다. 면과 PP섬유를 제외한 나머지 면혼방 또는 합성섬유 혼방양말은 거의 심지흡수력을 보이지 않았다. 그밖에 흡수속도를 측정하는 또 하나의 방법인 적하법으로 측정한 결과는 PP섬유가 매우 느리게 나타났다. 면혼방이나 합성섬유양말의 경우에는 중간 정도의 흡수성과 흡수속도를 나타내었다.

양말소재의 투습성을 측정한 결과, PP소재가 가장 큰 값을 보였으나, 섬유혼용율에 따라서 큰 차이는 없었다. 이때 PP섬유양말의 투습성 증가는 양말의 두께가 가장 얇아 확산거리가 짧고, 시료 중에 유일한 필라멘트 섬유양말이라서 표면에 돌출된 정지 공기층이 형성되지 않았으므로 투습성이 증가한 것으로 생각된다. 투습성은 수증기 상태로 소재를 통해 수분이동을 측정하는 방법으로 소재의 쾌적성을 평가하는 가장 중요한 특성 중의 하나로 알려져 있다. 발의 발한과 불감증설에 의해 수분이 외부환경으로 배출되기 위해서는 수증기 형태로 증발, 확산되어야 하므로 투습성이 좋고 나쁨은 양말의 착용감에 큰 영향을 줄 것으로 본다.

양말소재가 갖는 수분의 양은 수분율(moisture regain)로 측정하였다. 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 편성물의 수분율은 C > CN1 > CN2 > AN > AWNP > PP의 순으로 적게 나타나, 수분율은 섬유의 친수성에 영향을 크게 받음을 알 수 있었다. 양말을 착용하고 스포츠를 할 때 의해 신발 속의 온도나 습도 등의 환경조건이 변화하거나 직물의 습윤상태가 변화하면, 직물과 환경간에 수증기압 평형이 깨어지면서 그 사이에 수증기 상태의 수분이동이 발생하게 된다. 이는 소재내의 수분의 양을 변화시키고 또한 그것은 소재의 무게, 전기전도도, 습윤감과 같은 촉감의 변화를 가져와 착용자의 쾌적성에 중요한 영향을 미치게 된다. 수분회복율의 결과를 보면, 발한량이 적은 스포츠의 경우에는 면소재의 양말이 가장 쾌적할 것으로 생각된다. 그러나 지금까지의 수분전달 특성 결과들을 보면, 동일한 소재라도 측정방법에 따라 다른 결과들을 보여, 소재의 흡수성에 대해 획일적으로 평가하기엔 곤란하였다. 더욱이 실험상의 객관적인 수치결과를 근거로, 실제 양말을 착용하여 각종 스포츠를 즐기는 동안의 주관적인 감각의 쾌적성을 예측하기는 매우 어렵다. 그러므로 후속연구로써 인체실험을 통한 양말의 주관적인 쾌적감 평가가 요구된다.

2) 섬유종류에 따른 열전달 특성

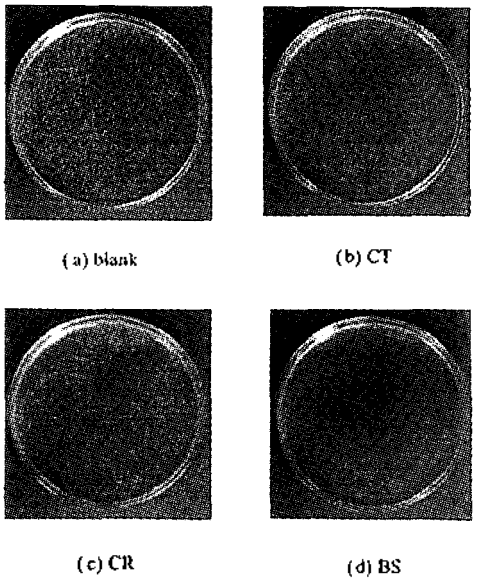
양말의 열전달 특성은 보온성에 직접적인 영향을 미친다. 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 양말의 보온력은 AN, AWNP > CN1 > CN2 > PP > C 순으로 적게 나타나서 아크릴혼방섬유로 제작한 양말소재의 보온력이 우수함을 알 수 있었다. 양말의 두께는 양말의 부위에 따라 편성조직이 다르게 짜여졌으므로, 발바닥에서 발길이부위(F1), 발등부위(F2), 발바닥부위(F3)로 나누어 세 부위를 측정하였는데, 아크릴혼방(AWNP)양말이 가장 두꺼웠으며 보온성도 가장 큰 값을 나타내어, 아크릴혼방소재들이 스키용 양말 같은 보온력을 필요로 하는 겨울철 스포츠양말의 제작에 적당함을 알 수 있었다.

3) 항균가공에 따른 항균성과 내세탁성 평가

국내에서 최근 시판되고 있는 SF 마크가 붙어있는 항균가공양말의 조사 결과, 항균가공제로는 주로 4차 암모늄염의 실리콘화합물(G5 BS)이나 천연재료에서 얻어지는 키토산을 양말 바닥부분에 접착 (G5 CT)시키거나, 혹은 레이온섬유의 방사용액에 넣어 방사하는 방법에 의해 생산되는 제품(G5 CR)들이 유통되고 있었다. 이들 항균가공처리방법이 서로 다른 3가지 양말을 구입하여, 양말의 항균성 실험과 내세탁성 실험의 결과는 〈표 3〉과 〈그림 1〉에 나타내었다. 실험결과 〈표 3〉에서 보는 바와 같이 항균가공제와 항균가공방법에 관계없이 시판되는 세 가지 시료양말 모두 세탁 전은 물론이고 5, 10, 20, 30회 세탁 후에도

<Table 3> Durability of antimicorbial activity by laundering on antimicrobial finished socks

Sample code no.	Reduction of bacteria (%)				
	0 cycle	5 cycles	10 cycles	20 cycles	30 cycles
BS	92.8	98.1	98.7	97.8	99.9
CT	99.7	99.4	99.9	99.4	98.7
CR	99.9	95.0	95.9	99.9	95.9



<Fig. 1> Photographs for antimicrobial after 30 cycles of laundering.

95%이상의 우수한 항균성을 유지하였다. 〈그림 1〉의 (a)의 미가공양말에서는 박테리아균이 많이 생존해 있는데 반해, 항균가공제품의 (b)~(d)의 경우에는 균이 거의 자라지 않아 시판 항균가공양말의 항균성과 내세탁성이 매우 우수함이 입증되었다. 이러한 항균소재는 발 냄새의 악취에 의한 불쾌감이나 무좀같은 피부장해를 해결하여 위생적인 양말소재를 요구하는 현대소비자의 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 실제 항균가공양말의 착용실험을 통하여 주관적인 감각평가와의 객관적인 측정결과의 연관성을 알아보는 후속 연구가 필요하다.

2. 양말의 형태안정성 평가분석

편성물은 직물에 비해 코가 엉성하게 얽혀있어 편성제품의 형태를 유지하는 능력이 부족하다. 양말 역시 착용과 세탁을 반복하는 동안 코의 변형에 따라 치수가 늘어나거나 줄어들어 모양이 변하기 쉽다. 그러므로 섬유 종류, 가공 여부, 편성조직 등이 양말을 착용하거나 세탁할 때의 형태안정성에 미치는 요인을 분석하였다.

1) 신장에 따른 초기신장률과 변형률

양말의 착용 중에 불쾌감을 초래하거나, 양말의 수명을 단축하는 문제 중의 하나는 착용횟수가 증가함에 따라서 발목부위가 느슨해져서 흘러내리는 현상이다. 그러나 양말은 스웨터와는 달리 착용 중에 피복압으로 인한 혈액순환의 지장을 주지 않으면서 흘러내리지 않을 정도의 적당한 구속성을 유지해 주어야 착용자의 활동을 촉진하거나 적어도 억제하지 않는 기능을 수행할 수 있다. 스포츠양말에 의한 압박감이 너무 느슨하거나 낄 경우 운동 시에 생체에 부담을 증가시켜 피로도가 증가하며, 운동기능성의 저하를 가져올 수 있기 때문이다. 본 연구에서 양말의 착용 중에 일어날 수 있는 형태 안정성은 양말의 발목부분을 이용하여 측정한 변형률로 평가하였다. 일반적으로 인장성질을 측정할 경우, 직물이 끊어질 때까지의 신장률로써 평가하나, 본 연구에서 사용한 실험방법은 편성물에 작은 힘이 가해졌을 때의 초기신장률과 하중을 제거한 후에 탄성회복 후, 늘어난 길이의 증가율을 측정함으로 실제로 양말을 착용할 때에 압박감으로 응용할 수 있도록 하였다.

〈표 4〉에서 초기신장률과 변형률의 측정결과를 보면, 양말의 형태 안정성은 섬유종류와 편성조직에 의한 영향이 큼을 알 수 있었다. 특히 섬유의 종류에 의한 영향은 매우 커서 일반적으로 합성섬유혼방소재의 양말은(CN1, CN2, AN, AWNP) 초기신장률이 크고 변형율이 적었으며, 특히 아크릴혼방소재(AWNP)는 초기신장성이 좋아서 양말을 신고 벗기에 편하며, 변형률이 적

<Table 4> Fabric stretch and growth of socks in the welt area having lower power

Sample code no.		Fabric stretch(%)	Fabric growth(%)
G1	C	193.3	165.3
	CN1	283.1	94.4
	CN2	278.8	89.4
	AN	180.8	31.5
	AWNP	242.9	28.6
	PP	114.3	23.6
G2	NoSkt	260.6	200.0
	Silket	286.7	210.0
G3	Terry1	187.7	50.7
	Terry2	255.6	66.6
	Plain	119.2	53.4
G4	Rib21	192.4	154.5
	Rib31	163.9	122.2
	Rib41	145.8	105.6

어 착용 중에 압박감을 유지해줄 것으로 보였다. 반면에 폴리프로필렌섬유(PP)의 양말은 초기신장률이 가장 낮았다. 면섬유 양말의 경우에는(G1 C, G2와 G4의 모든 시료) 신장 후 모두 100%이상의 큰 변형율을 보였으며, 실의 굵기가 가늘수록 또 신장률이 클수록 변형률이 컸다. 이는 면양말의 반복착용 중에 폭방향의 이완현상으로 착용감을 떨어뜨리는 원인이 된다. 그러나 면혼방양말의 경우 변형률이 크게 감소되었다. 그룹 G3에서 면혼방의 같은 섬유조성을 하더라도 편성조직에 의해 영향을 받음을 볼 수 있는데, Plain(평편)<Terry1(평편+테리파일편)<Terry2(테리파일편)의 순으로 초기신장률이 크게 나타났다. 그러나 변형률에는 시료간에 별다른 차이를 보이지 않았다. 그룹 G4에서 면섬유 양말의 고무편조직에 의한 영향을 보면, 2×1>3×1>4×1의 순으로 초기신장률과 변형률이 작아졌다. 역시 신장률이 큰 경우 변형률도 크게 나타났다.

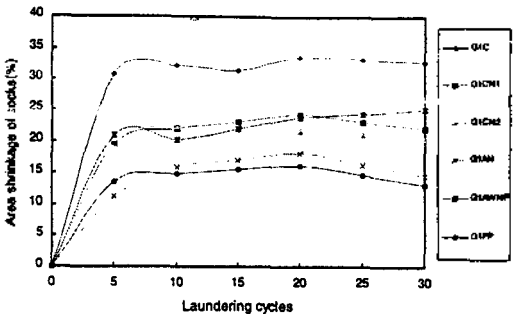
이상에서 보는 바와 같이, 양말을 신고 벗기 편하기 위해서는 초기신장률이 커야 하는데 100% 면섬유 소재를 피하는 것이 좋으며, 고무편으로 편성할 경우에는 겉뜨기 안뜨기의 숫자의 차이가 적을수록 신장성이 크게 나타났다. 위의 결과는, 양말뿐만 아니라, 스웨터의 아랫단, 목둘레, 소매끝, 장갑의 손목 등 편성물 중에서 구속감을 요하는 부분에 응용할 수 있을 것으로 생각된다.

2) 반복세탁에 따른 수축률

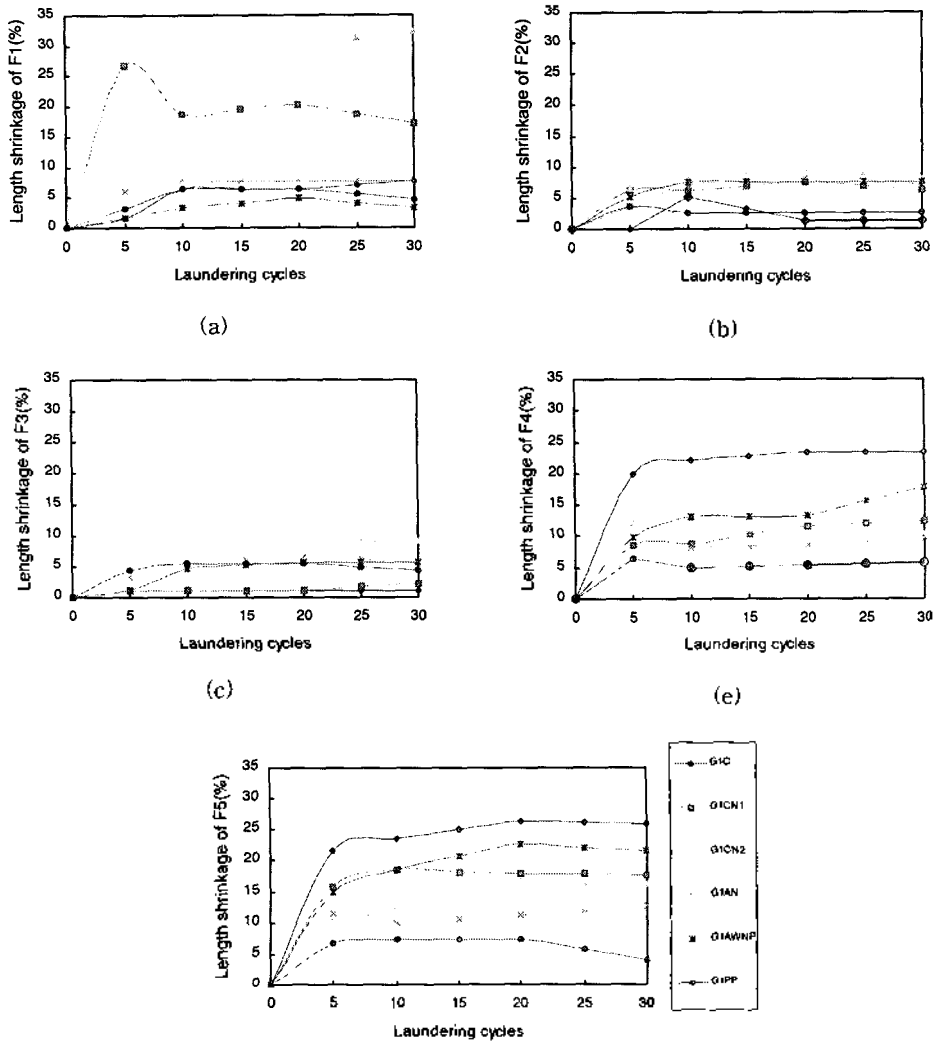
양말은 수명이 다하여 폐기하기 전까지는 사용중에 수십 회의 반복세탁을 거치게 되므로, 세탁횟수에 따른 양말의 치수변형정도와 이에 미치는 인자를 알아보았다. 양말의 섬유조성별 수축률은 그룹 G1의 6종류를 사용하였으며, 그 결과는 〈그림 2〉와 〈그림 3〉에 나타내었고, 편성조직에 의한 영향을 알아보기 위해서 그룹 G3과 G4의 6종류의 시료를 이용하였으며 그 결과는 〈그림 4〉와 〈그림 5〉에 표시하였다.

〈그림 2〉의 섬유종류에 따른 양말의 면적수축률의 경우를 보면, 5회 세탁인 세탁 초기에 많은 수축률을 보였으며 그 이후는 대부분 평형을 이루었는데, 거의 모든 섬유가 같은 경향을 보였다. 또한 섬유의 종류에 따라 면적수축률에 현저한 차이를 보였는데, 면섬유는 30%이상의 수축률을 보여 최고의 면적수축률을 나타냈으며, 폴리프로필렌섬유는 약 15%의 수축률로 최저의 면적수축률을 보였다.

〈그림 3〉의 (a)~(e)에 표시된 섬유종류에 따

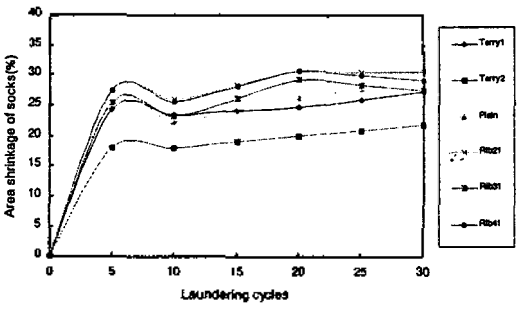


<Fig. 2> Area shrinkage of socks after laundering, varying types of fiber content.



<Fig. 3> Length shrinkage of each part of socks after laundering, varying types of fiber content

른 양말의 각 부위별 길이수축률을 보면, 양말의 길이측정부위 중에서 웨일(wale)방향과 코스(coure)방향에 따라 수축률의 경향을 달리하였다. 일반적으로 웨일방향의 길이수축률이 코스방향의 길이수축률보다 큰 경향을 보였으며 섬유종류 간에도 뚜렷한 길이수축률의 차이를 보였다. 즉 웨일방향인 F4와 F5의 수축률은 면섬유가 20% 이상의 수축률로 최고의 길이수축률을 나타내었고, 폴리프로필렌섬유가 5%이상의 수축률로 최저의 길이수축률을 보였다. 반대로, 코스방



<Fig. 4> Area shrinkage of socks after laundering, varying types of knit structure.

향의 부위 중에서 고무밴드부분을 제외한 F2 및 F3부위의 경우에 면섬유는 거의 수축이 일어나지 않았다. 이와 같은 현상은 섬유가 제조공정 중에 가해졌던 모든 긴장들이 사라짐으로서 편성물의 길이방향의 긴장상태가 세탁과 텀블건조과정을 통한 기계적인 이완처리로 긴장이 제거되어 수축현상이 나타났으며 초기세탁과정에 나타났다. 또한 섬유별 길이수축률의 차이는 면섬유 자체의 긴장상태가 다른 합성섬유에 비해 크기 때문으로 생각된다.

〈그림 4〉은 편성구조별 양말의 전체면적수축률을 나타내었는데, 5회 세탁인 세탁초기에 15~30%의 많은 수축률을 보였으며 그 이후는 거의 평형을 이루었는데 모든 시료에서 같은 경향을 보였다. 또한 고무편조직의 종류별로는 큰 차이를 보이지 않았으며, 평편조직(Plain)의 양말보다 테리파일조직이 많아질수록 수축률이 감소하여 양말 전체를 테리파일조직으로 구성된 시료(Terry 2)가 최저의 면적수축률을 보였다. 이는 테리파일직의 루프(loop) 때문에 편성물의 두께가 두꺼워 수축률이 상대적으로 감소했을 것으로 생각된다.

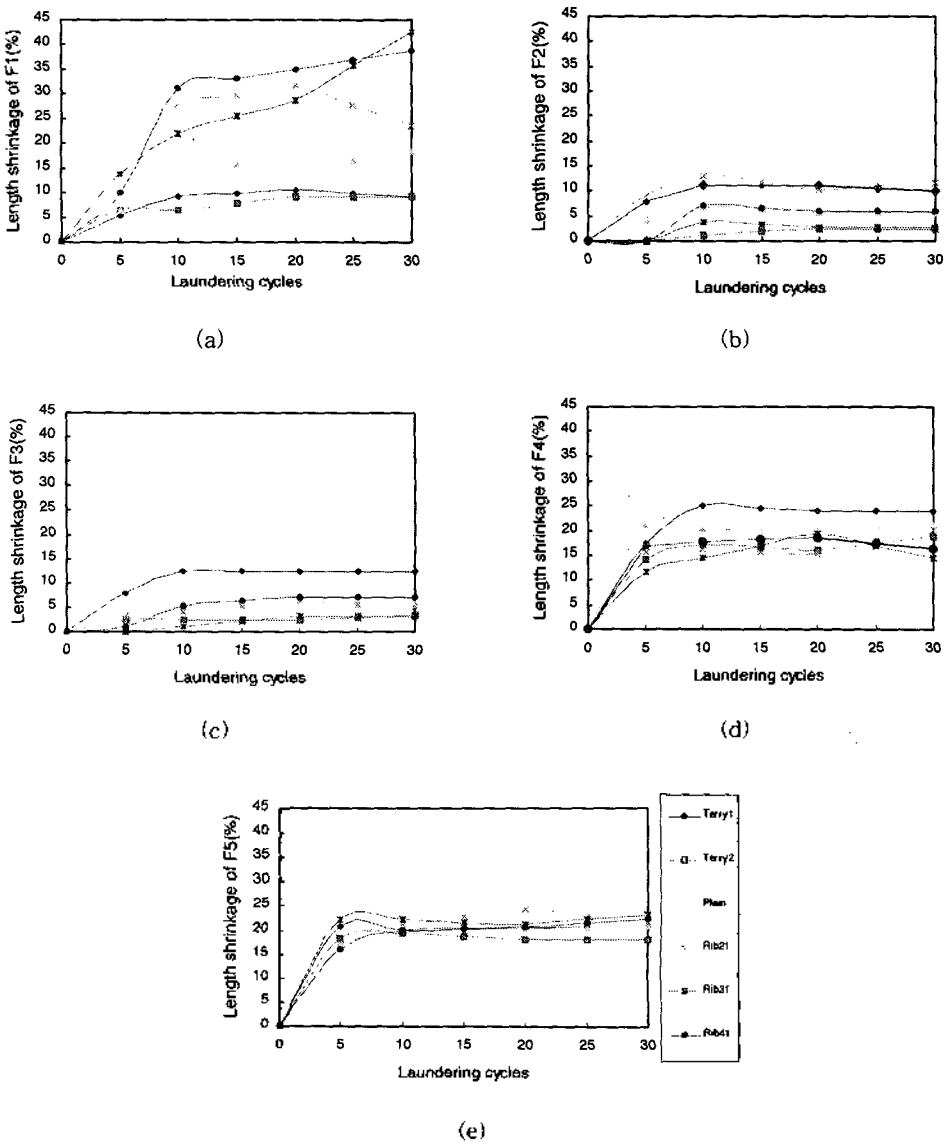
〈그림 5〉의 (a)~(e)에 나타나 있는 양말의 부위별 길이수축률을 편성조직에 따라 비교해 보면, 양말의 측정부위 중에서 웨일(wale)방향과 코스(coure)방향에 따라 수축률의 경향을 달리하였다. 일반적으로 웨일방향의 길이수축률이 10~25%로 코스방향의 길이수축률인 0~10%보다 큰 경향을 보였다. 웨일방향인 F4의 수축률을 보면, 완전 테리편에서(Terry 2) 보다 부분 테리편(Terry 1)에서 더 큰 수축률을 보였다. 고무편조직들에 대해서는 큰 영향을 받지 않았다. 코스방향(F1, F2, F3)의 길이수축률을 보면 웨일방향(F4, F5)의 결과와 비슷한 경향을 보였으며, 테리파일조직의 경우에는 폭방향의 수축이 거의 일어나지 않았다.

위의 결과를 김영리[10]의 결과와 비교해 보면 면섬유의 고무편일 경우에, 길이방향의 수축과 폭방향의 이완을 보고하였는데 본 실험에서는 폭방향의 이완현상이 나타나지 않았다. 이는 선행연구에서 사용한 횡편성물의 경우 현저한 길이수축에 따라 폭방향으로 늘어날 수 있으나, 본 연구에서는 환편성물을 사용하였으므로 다른 결과를 얻었다고 생각되는데, 환편성물의 경우에는 폭방향으로 고리가 연결되어 있어 코스방향으로의 늘어나는 데 제약이 있었을 것으로 사료된다.

Ⅳ. 결 론

섬유종류, 편성조직, 가공종류, 실의 굵기를 조절하여 제작하거나 구입한 17종의 양말을 시료로 하여 위생성과 형태안정성에 관련된 여러 가지 물성을 실험한 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 양말의 섬유조성에 따른 수분전달특성은 물성평가방법에 따라 다른 결과를 보였다. 100% 면양말의 경우에 적하법과 심지흡수력으로 측정한 흡수속도가 빠른 값을 나타냈으며, 흡수율과 평형흡수량으로 측정된 흡수량도 우수하였다. 폴리프로필렌섬유양말은 심지흡수력과 투습성이 매우 크게 나타났다. 보온성은 면혼방양말 또는 합성섬유혼방양말에서 가장 높게 나타났다. 특히 아크릴혼방섬유로 제작한 양말소재들의 보온력이 우수하게 나타났다. 그러므로 쾌적한 스포츠양말의 제작을 위해서는 스포츠종류별로 소재선택을 달리해야 한다.
2. 양말에 하중을 주었을 때 초기신장률과 하중을 제거했을 때의 변형률은 섬유의 종류와 편성조직에 영향을 받았다. 특히 면섬유



<Fig. 5> Length shrinkage of each part of socks after laundering, varying types of knit structure.

100%의 양말은 변형률이 커서 형태 안정성이 매우 나쁘며, 폴리프로필렌섬유는 초기 신장률이 작아서 신고 벗기에 불편하여 보였다. 이에 비해 아크릴 혼방섬유소재는 초기신장률도 크고 변형률도 적었다. 따라서 아크릴혼방소재의 양말을 착용시에 적당한 압박감을 주어 쾌적감을 높일 것으로 생각된다.

3. 시판되는 항균가공양말의 종류는 4차 암모늄 실리콘화합물(바이오실)과 키토산처리가 주를 이루고 있으며, 이들로 처리된 항균가공양말의 항균성과 30회 반복세탁에 따른 내세탁성은 사용된 모든 시료에서 매우 우수하게 나타나, 위생적인 의생활을 원하는 현대 소비자들을 만족시켜 쾌적감을 충족시킬 수 있을 것으로 생각된다.
4. 세탁 시에는 양말의 둘레부위보다는 길이부위의 수축이 심하였다. 특히 면섬유와 면 혼방섬유의 경우 길이수축률이 25%에 달하였다. 따라서 양말의 제작 시에는 착용 중에 발생하는 폭방향의 이완현상과 세탁 중에 발생하는 길이수축현상을 고려하여 부위별로 크기를 조절해야, 적정한 구속감을 유지하며 이 수축에 의한 문제발생을 줄일 수 있다.
5. 이상의 결과들은 양말소재 자체만의 객관적인 특성이므로, 실제 신발과 함께 양말을 착용하여 인체실험을 통한 주관적인 평가를 하는 후속연구가 필요하다고 본다.

감사의 글

본 연구에서 사용한 시료를 위해 양말제작 및 구입에 도움을 주신 (주)진양섬유와 (주)휠라코리아, 태창새라키토, 크래비온께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김칠순, 박명자, 이훈자, 스포츠 양말의 쾌적성과 항균성에 관한 연구 (제 1보): -양말의 섬유종류에 따른 온열감, 습윤감, 감촉, 압박감을 중심으로-, 감성공학회발표회초록집, pp. 250-255, 1998.
2. 정희근, 최정화, 여름말의 위생성과 쾌적성에 관한 연구, 한국의류학회지, 20(1), pp. 98-112, 1996.
3. Morooka, H., Morooka, T. S., Shutoh, A., Azuma, Y., & Morooka, H., Relationships of slip in shoes to frictional property and cloth thickness of men's socks. *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 35(12), pp. 39-46, 1995.
4. Comash, J. S., & Bottoms, E., The skin and friction. *British Journal Dermatology*, 84, pp. 37-43, 1971.
5. Davis, J. A., A study to determine the relative absobability and wicking effect of certain major sock material on persperation of the human foot, *Journal of the American Podiatry Association*, 65, pp. 1051-1057, 1975.
6. Pontrelli, G, J., Partial analysis of comfort's Gestalt, In N. R. S. Hollies & R. F. Goldman Eds., *Clothing Comfort: Interaction of thermal, ventilation, construction,* and *assessment factors* Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers, pp. 71-80, 1977.
7. Morris, M., Prato, H., and White, N., Relationship of fiber content and fabric properties to comfort of socks, *Clothing* and *Textile Research Journal*, 3(1), pp. 14-19, 1984.
8. 유화숙, 허윤숙, 김은애, 편성물의 섬유의 종류, 실의 굵기 및 니트타입에 따른 투습완충능력, 20(1), 한국의류학회지, pp. 228-238, 1996.
9. 이덕래, 김학용, 최종주, 정정수, 위편성물의 투습성에 관한 연구 Ⅱ-증발법에 의한 투습저항-, 35(7), 한국섬유공학회지, pp. 433-438, 1998.
10. 김영리, 편성조직과 편성밀도에 따른 외의용 면 위편성포의 형태안정성에 관한 연구, 한국의류학회지, 21(1), pp. 170-181, 1997.
11. Mitsuno, T., Makabe, H., Momota, H., and Ueda, K., Measurement by a hyrostatic pressure-balanced method, *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 32, pp. 362-367, 1991.
12. Nishimatsu, T., Ohmura, K., Sekiguchi, S., Toba, E. and Shoh K., Comfort pressure evaluation of men's socks using an elastic optical fiber, *Textile Research Journal*, 68(6), pp. 435-440, 1998.