The Journal of Natural Science,
Pai Chai University, Korea
Vol.8 No2: 191～198, 1996

반복세탁에 의한 양말의 물성변화에 관한 연구

송경헌, 김경아
배재대학교 자연과학대학 의류학과

Change of Physical Properties of Socks by Repeated Washing

Kyoung-Hun Song, Kyoung-A Kim
Department of Clothing & Textiles, Paichai University

양말의 염색견뢰도에 영향을 주는 땀, 세탁의 인자를 선택하여 재질별, 성별착용에 따른 양말의 염색견뢰도와 오염도 및 내구성 실험을 행하였다. 반복된 착용과 세탁에 의해 양말의 염색견뢰도는 면 100%의 것이 가장 우수하게 나타났으나 수축은 혼방제품과 면 양말에서 크게 나타났다. 성별착용 실험결과 남자가 착용한 것이 여자의 것보다 오염도, 수축, pill 등이 훨씬 크게 나타나 내구성이 크게 떨어지는 것으로 밝혀졌다.

We were investigated the change of shrinkage, pilling, tensile strength, color fastness and staining of Cotton, Nylon, Cotton/Nylon(60/40) socks after wearing and washing. From the experiment we found that color fastness of the color socks decreased corresponding to the frequency of wearing and washing. Our results showed that color fastness in the case of Cotton is best among them. Shrinkage was significant in Nylon/Cotton and Cotton socks. In the experiment of male and female socks, male showed a greater evidence of staining, shrinkage and pilling than female.

Key words : Color-Fastness, Staining, Shrinkage, Pilling, Color and White socks, Sex Wearing

1. 서 론

편성물에 요구되는 피복재료로서의 실용성능은 편성물의 종류, 밀도, 소재원료의 구성 그리고 염색가공과 같은 후처리조건에 의해서 크게 변한다. 현대의 의생활에 있어서 편성물 즉 메리야쓰 제품은 빼놓을 수 없으며 특히 메리야쓰란 어휘가 양말을 뜻했다는 점에서 볼 때 메리야쓰 제품은 양말에서 비롯되었다고 할 수 있다. 이런 양말은 4계절을 통하여 연령, 성별에 관계없이 널리 착용되고 있으며 양말의 경우 피복의 요구성능 중에서도 내구적 성능과 관리적 성능이 가장 중요시 되고 있다. 최근 양말의 다색화가 이루어지고 있어 종래의 양말의 주요 역할인 보온 역할을 넘어서 양말의 패션화가 요구되고 있는 추세이다. 양말의 다색화에서 가장 중요시 되는 것은 색상의 유지력에 관계되는 염색견뢰도인데 이것은 염색물의 일광, 땀, 세탁, 마찰, 다리미, 물, 해수, 산, 알카리 등에 대한 안정성과 가공공정에 있어서의 고열, 산화, 환원 등의 처리에 대한 안정성을 말한다. 염색물의 세탁견뢰도는 사용한 염료가 수용성인 경우 불용성인 염료의 것에 비해 저항성이 떨어지며, 수용성의 염료중에서도 산성매염염료, 함금속산성염료와 같은 불용성의 형이되는 것은 내수, 내세탁성이 커진다. 또한 같은 염료에서는 분자량이 클수록 견뢰도가 커진다. 염색물이 일광에 의해 광퇴색하는 현상은 매우 복잡한데 염착입자의 크기, 염료의 환원, 이성

화 현상 등에 그 원인이 있으며, 이 외에도 태양광선중의 광자 에너지가 공기중의 산소를 활성화하여 산화반응을 일으켜 광퇴색이 촉진될 수 있다.[1-3] 직물과 세탁에 관한 연구로는 세탁효율[4], 세정효과[5], 세척성[6] 등에 대한 것이 있으며, 편성물에 관한 연구 보고는 면편성물의 세탁에 의한 수축에 관한 연구가[7-9] 있으며 이외에도 땀에 의한 성능변화[10-12] 및 yellowing현상에[13] 관한 연구보고가 있다.

본 연구에서는 실생활에서 색양말의 염색견뢰도에 가장 영향을 주는 것으로 판단되는 땀과 세탁의 인자를 선택하여 실제착용과 반복된 세탁, 건조에 따른 염색견뢰도를 재질별(면100%, 합성100%, 혼방품)과 성별(남, 여)로 나누어 실험하여 연구하였다. 또한 염색견뢰도 외에 반복세탁에 따른 양말의 내구적성능을 알아보기 위하여 실험전후의 인장강도, 두께, 수축율, 필링, 오염도 등을 측정하여 재질별, 성별에 따른 양말의 내구성을 실용적인 면에서 연구 분석함으로써 소비자들에게 의생활에 있어서의 올바른 양말 선택법과 효과적인 세탁, 관리법 및 개선점을 제시하고 더 나아가 생산자에게는 양말의 내구성을 향상시키도록 하는데 목적이 있다.

2. 실 험

2-1. 시 료

시판용 양말을 사용하되 여름용의 면100%, 나이론100%, 혼방(면/나이론(60/40))의 색양말과 혼방(면/나이론(60/40))의 백색양말을 사용하였다.

2-2. 실험조건

① 양말착용대상 : 여자 대학생이 착용하되 성별 비교실험을 위해서 남학생도 착용하였다.
② 양말착용시간과 세탁횟수 : 1인 1일 8시간씩 착용하였으며 1일 착용후 1회 세탁건조하는 방식으로 10일간 착용, 10회의 세탁을 행하였으며 모든 측정은 1, 3, 6, 10회의 것을 택하여 측정하였다.
③ 사용세탁기 : 금성반자동세탁기
④ 세 탁 시 간 : 10분
⑤ 세 제 : 애경스파크 (0.2%)
⑥ 세 탁 온 도 : 상온
⑦ 건 조 : 통풍가능한 음지

2-3. 염색견뢰도 및 오염도

Color and Color difference Meter(Model TC-8600)를 사용하여 세탁 전·후 양말의 뒷꿈치 부분의 Hunter Whiteness(Hw), 색상차(ΔE), Yellow Index(YI)를 측정, 비교하였다.

2-4. 수축율

KS K 0465에 의거 다음식에 의해 수축율을 구하였다.

$$\text{수축율 (\%)} = \frac{L - L'}{L} \times 100$$

L : 세탁전 측정값의 평균
L′ : 세탁후 측정값의 평균

2-5. 필링 (Pilling)

세탁후 각 양말의 뒷꿈치 부분을 가로 3㎝, 세로 3㎝의 크기로 취한후 이 면적에 있는 Pill의 수를 돋보기를 이용하여 세었다.

2-6. 인장강도

양말 바닥부분을 이용하여 KS K 0520에 의거 Electronic Tensile Tester (testometric 220d)기를 사용하여 컷스트립법으로 인장강도를 측정하였다.

2-7. 두 께

프레서푸트를 이용하여 일정한 압력으로 가라앉힌후 5초후의 다이알 눈금을 읽어 양말 뒷꿈치의 두께를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1. 염색견뢰도와 오염도

대학생을 대상으로 1인 1일 8시간 착용후 세탁, 건조하는 방법으로하여 10회 반복실험한 후 색양말의 재질에 따른 염색견뢰도와 성별에 따른 양말의 오염도를 알아보기 위하여 Hw, YI, ΔE 등을 측정하였다. Fig. 1에 색양말의 재질별 ΔE를 나타내었다. 여기서 ΔE는 색차를 나타내므로

⊿E의 수치가 크다는 것은 양말의 견뢰도가 나쁘다는 것을 의미한다. 실험결과 면은 10회의 반복세탁에 의해 ⊿E가 3.5 정도로 색차가 Noticable 정도를 나타내 면양말의 염색견뢰도는 양호한편으로 나타났다. 그러나 나이론과 혼방품의 경우는 각각 10.5, 11.2로 이는 색차가 둘다 Much에 해당되며 특히 혼방양말의 경우 단 3회의 착용, 세탁에 의해서 수치가 10이상의 색차를 보여 염색견뢰도에 큰 문제점이 있는 것으로 드러났다.

⊿E의 수치에 대한 평어는 Table 1과 같다.

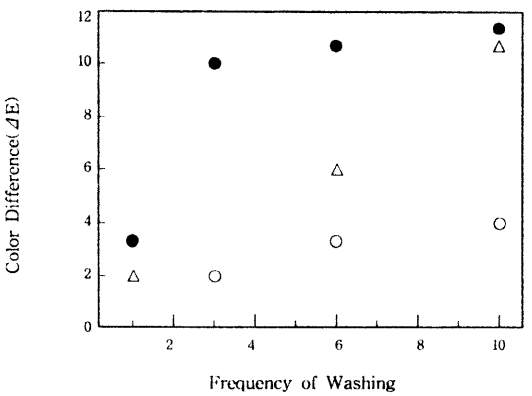

Fig. 1 Change of ⊿E of colored socks after wearing and washing.
(○) Cotton (●) Cotton/Nylon (△) Nylon

Table 1. Grading of Color and Color difference

N.B.S unit (⊿E)	Expression of ⊿E Value
0 - 0.5	Trace
0.5 - 1.5	Slight
1.5 - 3.0	Noticable
3.0 - 6.0	Appreciable
6.0 - 12.0	Much
12.0 -	Very much

성별에 따른 백색양말의 오염도를 알아보기 위하여 실험한 결과를 Fig. 2, 3, 4에 나타내었다.

Fig. 2에 남, 여 각각 착용실험한 양말의 반복세탁횟수에 따른 백색도(Hw)를 나타내었다. 이 결과에서 알 수 있듯이 세탁반복횟수가 증가함에 따라 남학생이 착용한 양말의 Hw는 여학생이

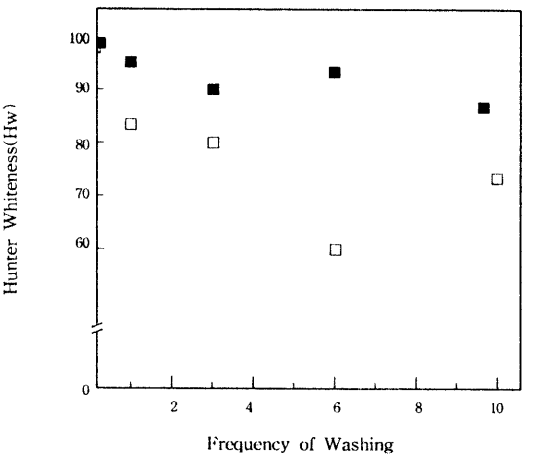

Fig. 2 Change of Hw of white-socks after wearing and washing.
(□) male (■) female

착용한 양말의 Hw보다 훨씬 크게 저하되고 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 남학생의 경우 여자에 비해 운동량이 많아 그에 따른 땀의 양, 마찰의 요인이 크게 작용하여 여자보다 많이 오염되었기 때문이라 여겨진다. 이것은 Fig. 3에서와 같

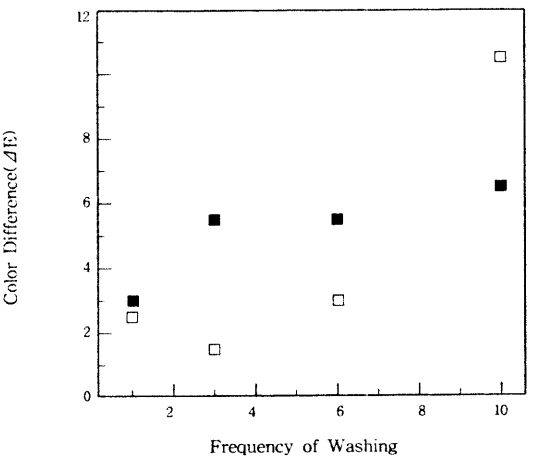

Fig. 3 Change of ⊿E of white-socks after wearing and washing.
(□) male (■) female

이 반복세탁횟수에 따른 양말의 색차(⊿E)를 측정한 결과에서도 더욱 확연히 나타난다. 남학생

이 착용한 양말의 ΔE는 세탁횟수가 증가할수록 즉, 착용후 세탁하는 실험횟수가 증가할수록 색차가 점점 증가하고 있음을 볼 수 있다. 1회의 세탁에 의해서는 남, 여 성별의 큰 차이가 보이지 않았으나 3회 이후의 세탁에 의해서 남, 여 성별의 큰 차이가 나타나고 있는데 이는 남학생이 착용한 양말의 경우 그 오염도가 커서 세탁기에 의한 세탁에 의해서도 오염이 완전 제거되지 않고 상당량 잔류되고 있음을 보여주고 있다.

실제 착용세탁 실험후 양말의 황변도(YI)를 측정한 결과 Fig. 4에서 보는바와 같이 남, 여 양말의 경우 세탁 반복횟수가 증가할수록 YI도 증가하였다. 특히 남학생이 착용한 양말의 경우 여학생의 것에 비해 황변지수가 훨씬 크게 나타났으며 이 결과로부터 남학생 양말의 경우 오염도가 심해 세탁기에 의한 세탁에 의해서도 제거되지 않고 오히려 잔류량이 쌓여 결국에는 오염이 누렇게 착색되고 있음을 알 수 있다.

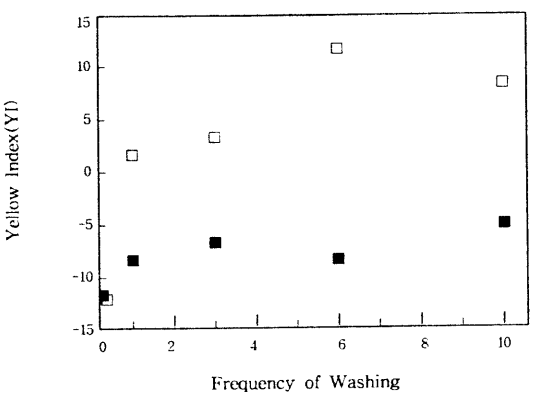

Fig. 4 Change of YI of white-socks after wearing and washing.
(□) male (■) female

Fig. 5와 6은 양말의 오염상태를 SEM으로 측정한 사진이다. Fig. 5에서 (a)·(b)는 여학생이 1일간 착용후 1회 세탁하는 방법으로 3회 세탁한 것으로 (a)는 세탁기에 의해, (b)는 삶아서 세탁한 것이며, (c)·(d)는 남학생이 착용한 경우로 (c)는 세탁기에 의해 (d)는 삶아서 세탁한 후의 오염상태를 보여준다. 이 사진에서 볼 수 있듯이 세탁기에 의한 세탁보다는 삶는 방식에 의한 세탁이 훨씬 효과적임을 알 수 있다. 남학생이 착용한 양말이 여학생의 것보다 더 많이 오염되어 여학생의 경우 섬유상에 오염이 소량 남아 있는

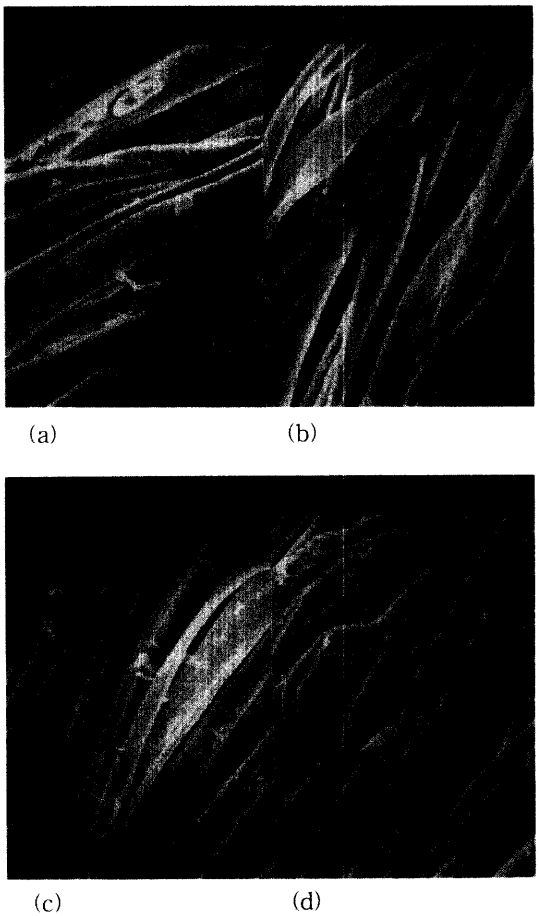

Fig. 5 SEM for the surface of white-socks after wearing and washing for 3 times(x500).
(a)·(c) washed by a washing machine
(b)·(d) washed by a boiling water with soap

데 반해 남학생의 것은 섬유상은 물론 섬유와 섬유사이에 아직도 다량의 오염이 잔류하고 있음을 볼 수 있다. 또한 삶은 후에도 여학생의 것은 거의 완전하게 오염이 제거된 상태를 볼 수 있으나 남학생의 것은 아직도 오염이 소량 잔존하고 있는 것을 볼 수 있다. Fig. 6에서 (a)·(b)는 여학생이 착용후 세탁에 의해 발꿈치에 생긴 pill을 취해 찍은 것으로 (a)는 세탁기에 의해 (b)는 삶아서 세탁한 것이며, (c)·(d)는 남학생의 경우로 (c)는 세탁기에 의해 (d)는 삶아서 세탁한 후의 오염 사진이다. 여기에서 볼 수 있듯이 남학생의 것이 여학생의 것보다 섬유가 심하게 상한 상태

를 알 수 있으며 오염 또한 심하게 뒤엉켜 남아 있는 것을 볼 수 있다. 삶은 후의 사진에서도 여학생의 것은 거의 완전히 오염이 제거되었으나 남학생의 경우 아직도 오염이 상당량 존재하고 있음으로 보아 세탁기에 의한 세탁보다는 삶는 방식에 의한 세탁이 양말의 오염제거에 훨씬 효과적 임을 알 수 있다. 따라서 백색도의 유지와 백색양말의 외관적 수명을 연장시키기 위해서는 삶는 세탁이 효과적이며 방충가공과 더불어 방오가공이 특히 요구된다.

(a) (b)

(c) (d)

Fig. 6 SEM for the surface of nep part of white-socks after wearing and washing for 3 times(x500).
(a) · (c) washed by a washing machine
(b) · (d) washed by a boiling water with soap

3-2. 수 축

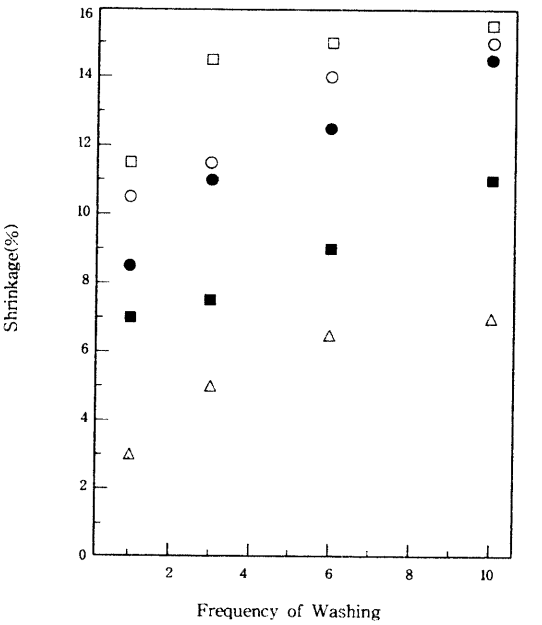

Fig. 7 Shrinkage of warp-direction of socks after wearing and washing.
colored socks : Cotton (○), Cotton/Nylon (●), Nylon (△) white-socks : male (□), female (■)

섬유별 양말의 수축율을 살펴보면 Fig. 7, 8에서 볼 수 있는 바와 같이 세로 방향의 수축이 가로 방향보다 컸으며, 가로 방향으로는 면-혼방-나이론의 순으로, 세로 방향으로는 혼방-면-나이론의 순으로 나타나 이론적인 예상치와 거의 비슷하게 나타났다. 10회의 반복 세탁에 의해 면 양말의 수축율이 12~15%나 되어 반복적 세탁에 의한 면 양말의 수축이 심각한 것으로 드러났다. 또한 나이론의 경우 세로 방향의 수축이 (-)수축을 보여 나이론 양말은 세탁초기에 처짐현상을 보였다. 성별에 따른 수축율에서도 재미있는 결과가 얻어졌는데, 똑같은 혼방 백색 양말을 남녀가 착용 후 실험한 결과 남자쪽이 여자의 경우보다 수축율이 훨씬 크게 나타나 섬유이완정도에도 성별에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 남자의 경우 10회 반복 세탁에 의해 약 23%까지의 수축율을 보여 여자보다 남자 양말의 수축율이 심각함을 알 수 있다. 세로 방향의 수축에 있어 혼방의 수축율이 면에 비해 크게 나타났는데 이는 섬유의 탄성 회복율의 관계보다는 밀도와

같은 양말의 knit편성상의 문제가 더 큰 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다.

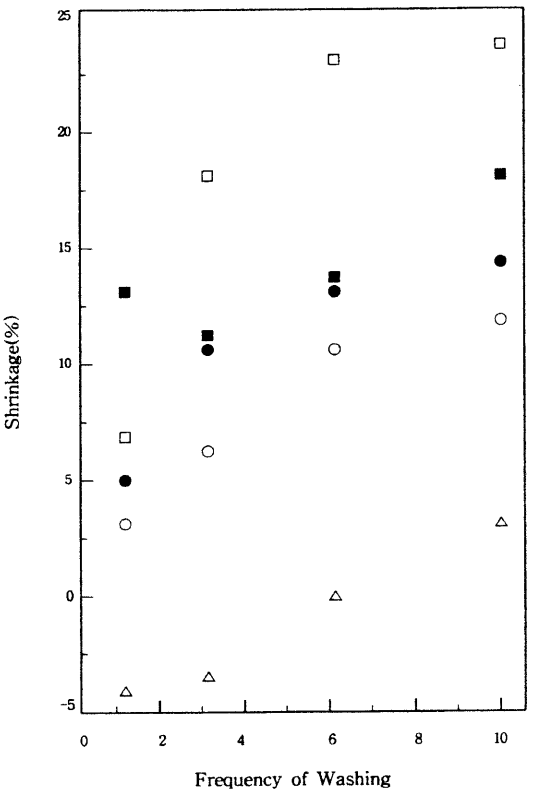

Fig. 8 Shrinkage of weft-direction of socks after wearing and washing
; Symbols are the same as those shown in Fig. 7

3-3. 필링 (Pilling)

세탁 반복 횟수에 따른 필링 발생 실험 결과 Fig. 9에서와 같이 나이론의 경우 가장 많은 양의 필이 발생할것이라는 예상과는 달리 면이나 혼방제품과 큰 차이를 보이지 않았다. 그것은 본 실험에서 사용한 100%나일론의 경우 일반 나이론보다 가공이 많이된 고급 나이론 양말을 사용하였기 때문이라 생각된다. 혼방의 경우 가장 많은 양의 필이 발생하였는데, 그 이유로는 마찰강도, 굴곡강도는 크면서 흡습성이 적은 나이론과 혼방하였기 때문이라 생각된다. 면 100%의 경우 필이 발생하기는 하나 나이론보다 강도가 적고, 정전기의 발생이 적기 때문에 필이 떨어져나가 필의 발생이 가장 적게 나타난 것으로 보여진다. 남자와 여자의 혼방 양말을 비교해 보면, 남자의 것이 여자의 필 수보다 더 많이 나타났는데 이것 역시 남자의 운동량(활동량)이 많고 신발과의 마찰력 등이 여자보다 크기 때문이라 사료된다.

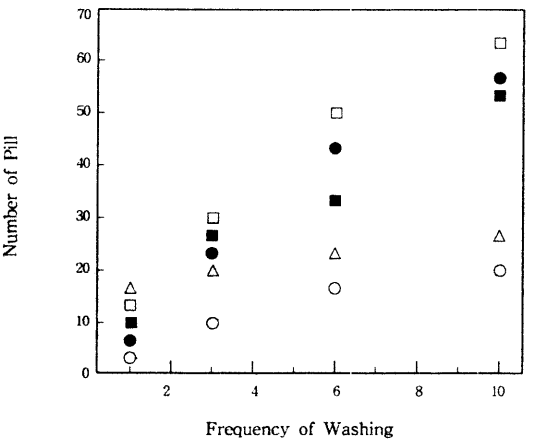

Fig. 9 The number of pills the socks after wearing and washing
; Symbols are the same as those shown in Fig. 7

3-4. 인장강도

세탁반복 횟수에 따른 경사방향의 인장강도의 변화를 Fig. 10에 나타내었다. 0회 세탁의 경우 인장강도는 혼방-나일론-면의 순서로 나타났는데 반복 횟수가 늘어남에 따라서 불규칙적인 변화를 보였다. 6회 세탁시 가장 낮은 강도를 보였으나 점차 강도가 증가하여 10회 세탁시 0회시의 인장강도 보다 약간 증가하였다. 이는 반복적인 세탁에 의해 양말이 수축되어 경, 위사의 밀도가 점점 치밀하게 되면서 일정한 면적내의 밀도가 높아짐에 따른 영향과 반복세탁에 따른 필링의 증가로 직물의 표면에 엉겨붙은 필링간의 인력의 증가로 인한 영향으로 생각 되어진다. 여기에서 나일론이 혼방품보다 인장강도가 낮게 나타난 것은 나일론이 가공이 많이 된 고급품으로 강도가 본래보다 크게 떨어진 때문으로 생각된다. 또한 남, 여의 구분을 두어 실험한 면/나일론 백색 혼방품의 경우 세탁반복 횟수의 증가와 함께 인장강도도 점차 감소되었으며 여자보다는 남자의 인장강도가 약간 낮게 나타나 역시 남자의 운동량, 땀, 마찰량등과 같은 복합적 요인이 크게 작용한 것으로 보인다.

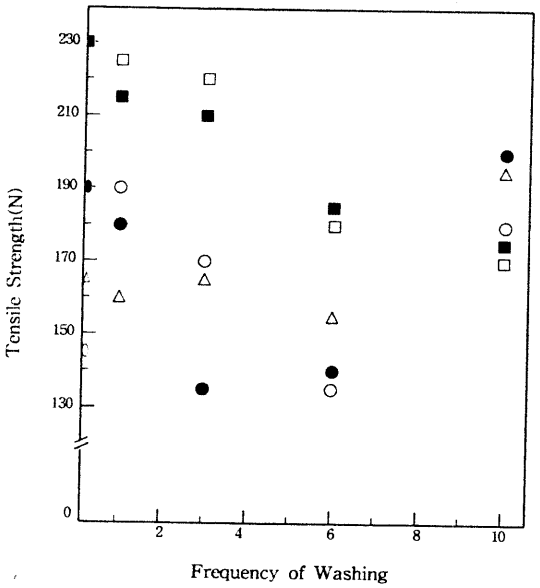

Fig. 10 The tensile strength of warp-direction of socks after wearing and washing
; Symbols are the same as those shown in Fig. 7

세탁반복 횟수에 따른 위사 방향의 인장강도 변화를 Fig. 11에 나타내었다. 0회 세탁시 혼방-나일론-면의 순으로 나타났으며 세탁횟수가 증가함에 따라 불규칙적인 변화를 보이다가 10회 세탁후 혼방-나일론-면의 순으로 나타나면서 인장강도가 악간 증가되었다. 남녀의 구분을 두어 실험한 면/나일론 백색 혼방품의 경우 인장강도는 불규칙적인 변화를 보이며 증가되었으며 경사의 경우와 마찬가지로 여자보다는 남자의 인장강도가 낮게 나타났다.

본 실험에서 세탁반복 횟수가 늘어남에 따라 오히려 인장강도가 증가하는 경우가 발생하였는데 이것 역시 경사와 마찬가지로 수축에 의한 밀도증가와 필링에 의한 것이라 사료된다.

3-5. 두 께

반복세탁 횟수에 따른 양말의 두께 측정결과 Fig. 12에서 보여주는 바와같이 양말의 재질 및 성별에 관계없이 거의 일정율로 약간 감소함을 보여 계속된 반복세탁에 의해 착용자가 느끼게 되는 포근함, 부드러움과 함기율을 포함한 보온성이 다소 감소함을 알 수 있다.

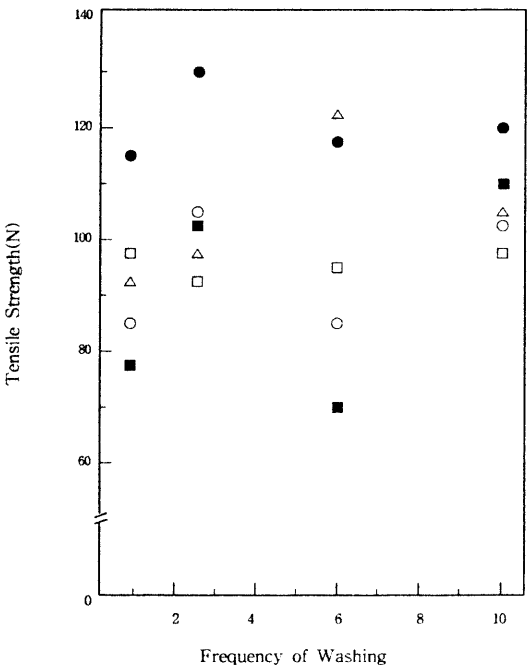

Fig. 11 The tensile strength of weft-direction of socks after wearing and washing
; Symbols are the same as those shown in Fig. 7

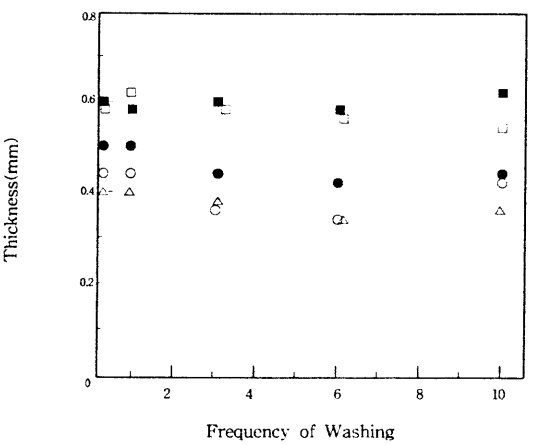

Fig. 12 The thickness of socks after wearing and washing
; Symbols are the same as those shown in Fig. 7

4. 결 론

1. 색양말의 염색견뢰도는 면이 가장 좋았으며 나이론과 혼방(면/나이론)의 염색견뢰도는 상당히 나쁜 것으로 나타났다.
   성별에 따른 백색양말의 오염도는 남자가 착용한 경우의 오염도가 훨씬 컸으며 반복된 착용과 세탁기에 의한 세탁에 의해서는 오염이 완전히 제거되지 못하고 착색되었으며, 오염제거를 위해서는 세탁기에 의한 세탁보다는 삶는 방식의 세탁이 훨씬 효과적이었다.
2. 착용 및 세탁 반복 횟수가 증가함에 따라 재질별 모두 수축하였으며 특히 면양말의 수축이 15% 정도로 컸으며, 성별로는 남자가 착용한 쪽이 여자의 경우보다 수축이 현저하게 나타났다.
3. 착용 및 세탁 반복 횟수가 증가함에 따라 pill이 발생하였으며 혼방(면/나이론)의 양말이 가장 많이 발생하였고 남자의 것이 여자의 경우보다 더 많은 pill이 나타났다.
4. 인장강도는 세탁초기에는 약간 증가하다가 반복횟수가 증가하면서 점차 감소하였으며 남자의 경우가 여자보다 약간 크게 감소하였다.
5. 착용 및 세탁 반복 횟수가 증가함에 따라 양말의 두께는 점차 감소하였다.

감사의 글

본 연구의 실험을 도와준 의류학과 서 명덕, 문 수인, 고 인춘, 김 선희에게 감사드립니다. 아울러 본 논문은 94학년도 배재대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

1. G.S.Egerton, JSDC, 87, 268, 1971.
2. G.S.Egerton and K.M.Shah, Text. Res. J., 38, 130, 1968.
3. J.S.Lee and M.D.Finkner, Text. Res. J., 38, 1044, 1968.
4. 김병미, "직물의 오염성 및 세탁효율에 관한 연구", 대한가정학회지, 12, 1, 109, 1975.
5. 남상우, "세탁조건이 세정효과에 미치는 영향에 관한 연구", 한국의류학회지, 12, 1, 69, 1988.
6. 조성호, "세제의 종류 및 세척온도에 따른 각종 섬유직물의 세척성", 한국의류학회지, 3, 1, 49, 1979.
7. M.W.Shu, "A Study of the Shrinkage of Plain knitted Cotton Fablic, Based on the Structural Changes of the Loop Geometry due to Yarn Swelling and Deswelling", Tex. Res. J., 1967.
8. 이연심, "100% 면 메리야쓰의 세탁에 의한 물리적 성능 변화", 이화여자대학교 의류직물연구 10호, 1981.
9. 이덕래, "편직물의 형태안정성에 관한 연구", 한국섬유공학회지, 1975.
10. 함옥상, "땀에 의한 피복재료의 강도변화와 변색에 관한 연구", 대한가정학회지, 1969
11. 서성인, "양말의 땀에 대한 성능 변화", 이화여자대학교 의류직물연구 8호, 1979.
12. 송경헌, 이문수, "반복세탁에 따른 내의류의 물성변화에 관한 연구", 배재대학교 자연과학논문집, 8, 1, 1995.
13. 유재경, "시판 흰색 양말의 Yellowing 현상", 이화여자대학교 의류직물연구 10호, 1981.