

나일론 6 직물의 아크릴산 그라프트 중합과
그라프트 나일론의 세척성
-그라프트 나일론 직물의 해모글로빈 오구 세척성 향상-

오 수 민 · 김 인 영 · 송 화 순

숙명여자대학교 의류학과

The Effect of Graft using Acrylic Acid on the Detergency for the Nylon 6 Fabric
—Improvement of Hemoglobin Removing Rate on Grafted Nylon—

Soo Min Oh · In Young Kim · Wha Soon Song

Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University
(1999. 6. 28 접수)

Abstract

Nylon fabric was grafted for the purpose of the development of detergency against the hemoglobin as a protein soil. By free-radical producing chemical initiator systems, the graft using acrylic acid(AA) as a hydrophilic vinyl monomer was performed to change surface energies in the presence of ammonium persulfate(APS) as an initiator, and then acrylic acid grafted Nylon was treated with NaOH solution. The surface morphology for Nylon-g-NaAA with changing graft rate were studied by scanning electron microscopy(SEM). The properties of the Nylon, such as diameter, tenacity, elongation, contact angle, and the hemoglobin removal, were also investigated. The diameter of grafted Nylon fiber increased as the graft ratio increased. The tenacity of grafted Nylon also increased with increasing graft ratio up to 15%. The elongation, however, decreased gradually according to graft. The contact angle decreased after graft and alkaline treatment. The amount of hemoglobin on the grafted Nylon increased in proportion to the graft ratio. Hemoglobin was easily removed from grafted Nylon, while it was difficult to be removed from ungrafted Nylon. The detergency of hemoglobin for grafted Nylon decreased when the graft ratio exceeded 15%. The removal of hemoglobin increased markedly with increasing hemoglobin content, and revolution speed. Therefore, the removal of hemoglobin was improved due to graft and alkaline treatment.

Key words: graft, acrylic acid, ammonium persulfate, hemoglobin removal;
그라프트, 아크릴산, 과황산암모늄, 해모글로빈 제거

I. 서 론

나일론 직물은 강도 및 신도, 유연성 등 기계적

특성이 우수하여 의류 소재로 널리 사용되고 있으
며, 최근에는 나일론을 사용한 스포츠웨어 등에 대
한 소비자의 요구가 증가함에 따라 나일론에 대한
수요가 늘어나고 있는 실정이다. 그러나 나일론 직

물은 셀룰로오스 섬유에 비하여 소수성이어서 흡습성 및 친수성(親水性)이 나쁘고, 대전성과 오염성이 큰 결점이 있다. 따라서, 이러한 단점을 개선하기 위하여 친수성 비닐단량체를 이용하여 나일론 직물 표면에 그라프트 중합하는 방법이 널리 연구되고 있다^{1~3)}.

섬유의 표면을 개질(改質)하는 그라프트 중합은 섬유 표면을 흡습성 물질로 친수화하여 수분율을 높여줌으로써 피복소재에 흡습성, 대전방지성 및 방수, 방오성 등의 기능을 개선시키거나 새롭게 부여할 수 있다⁴⁾. 나일론에 대한 그라프트 중합 방법에는 화학적인 처리 방법^{1~3)}, 방사선을 이용하는 방법^{5, 6)}, 플라즈마에 의한 방법^{7, 8)} 등의 3가지 방법이 주로 이용되고 있다. 이 중 화학적 처리에 의한 그라프트 중합방법은 섬유표면 뿐만 아니라 내부까지 물성이 변하고, 새로운 장치의 설치 없이 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있다.

화학적인 방법을 이용해 나일론에 그라프트 시키는 방법 중에서도 특히 과황산암모늄을 개시제로 사용하는 방법은 간단하면서도 효과적인 방법으로, 전보^{9, 10)}에서 과황산암모늄을 개시제로 사용하여 아크릴산을 나일론 직물에 그라프트 중합한 후 표면 및 내부구조 변화를 보고한 바 있다. 또한, Sakurada 등¹¹⁾은 스티렌, 아크릴로니트릴, 메틸메타아크릴레이트, 메틸아크릴레이트, 비닐아세테이트를 나일론에 그라프트 중합한 결과, 과황산 시스템을 사용하는 방법이 과산화 시스템, AIBN 시스템, 과산화벤조일 시스템보다 우수하다고 보고하였다.

한편, 섬유에 부착하는 오구 물질 중에서 단백질 오구는 수용성으로 초기에는 세척에 의해 쉽게 제거되지만, 시간이 경과하면 오염 물질이 섬유내부로 침투되고, 화학적 변성과정을 거쳐 불용성으로 변질되기 때문에 제거하기 어려운 상태로 된다. 그런데, 직물에서 오구의 부착 및 제거는 직물의 표면특성

과 밀접한 관계를 갖고 있으므로, 직물표면을 그라프트 중합 처리하면 기질이 변화됨에 따라 흡습성이 향상되어 단백질 오구의 세척성을 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

그라프트 중합 후의 세척성 향상에 관한 연구로, 섬유의 흡습성 증진 및 유성오구의 세척성 향상에 관하여는 보고된 바 있지만, 그라프트한 후 변성된 혈액단백질 오구제거에 대한 연구는 보고된 바 없다. 또한, 기능성 의복소재로 널리 사용되는 나일론 직물에 대해 그라프트 중합한 후 세척성을 분석한 연구는 전무한 실정으로 이에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 나일론 직물에 대하여 혈액단백질의 세척성 향상을 목적으로, 전술한 바와 같이 그라프트 효율이 우수하다고 알려진 과황산암모늄을 개시제로 사용하여 친수성 모노머인 아크릴산을 그라프트 중합한 후 NaOH로 중화 처리하여 나일론 직물에 친수성을 부여하였다. 오구물질의 선택에 있어서는 혈액단백질의 성분으로서 제거하기 어려운 헤모글로빈을 택하였다. 나일론 직물에 아크릴산을 그라프트 중합한 이유는, 그라프트 중합에 의해 직물의 젖는 정도가 변화되어 혈액 오구의 부착기구가 달라지고, 기질의 표면에너지에 영향을 미침으로써, 혈액단백질 오구의 세척성을 향상시킬 것으로 기대되었기 때문이다. 이와 같은 과정을 통해 나일론 직물에 있어서 그라프트 중합과 혈액단백질 오구 제거성과의 관계를 분석함으로써 혈액오구의 세척성 향상을 위한 효과적인 방법을 찾고자 하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1.1. 시료

시험포는 염색 견뢰도 시험용 첨부백포 Nylon 6 직물(KS K 0905)을 사용하였으며, 이 시험포의 특

Table 1. Characteristics of fabric.

Fiber	Weave	Yarn number(D)		Fabric count (threads/5cm)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
		Warp	Weft	Warp	Weft		
Nylon 6	Plain	70	70	214	150	60	0.16

성은 Table 1과 같다. 나일론 직물 시험포는 0.1 N 탄산나트륨 용액으로 액비 30 : 1, 100°C에서 60분간 정련하여 사용하였다.

1.2. 시약

단백질 오염으로는 돼지 혈액글로빈(hemoglobin powder, acumedia manufatures, Inc.)을 사용하였으며, 그밖에 도데실 벤젠슬폰산나트륨(sodium dodecylbenzenesulfonate, LAS, 동경화성주식회사), 폴린시약(Folin-Ciocalteu' phenol reagent, 생화학용, Merck chemical Co., Ltd), 아크릴산(acrylic acid, Junsei chemical Co., Ltd), 과황산암모늄(ammonium persulfate, 덕산약품공업주식회사), 수산화나트륨(sodium hydroxides), 탄산나트륨(sodium carbonate) 등의 시약을 사용하였는데 모두 1급 시약을 사용하였다.

2. 실험방법

2.1. 아크릴산 그라프트 중합

나일론 직물 약 1g(10cm × 10cm)을 아크릴산(AA)과 과황산암모늄(APS)을 함유한 수용액(액비 60 : 1)에 밀봉하여 30분 동안 침지시킨 후, 환류냉각기, 질소유입관, 온도계가 장치된 진공 3구 플라스크에 넣고 항온조(oil bath)를 이용하여 90°C에서 질소 가스를 유입하면서 그라프트 중합하였다. 아크릴산 그라프트 중합의 기본조건은 표 2와 같다. 중합이 끝난 나일론 직물을 중류수로 60°C에서 2시간 수세한 후, 50°C에서 1시간 동안 초음파 세척함으로써 시료표면에 붙어있는 폴리아크릴산 및 미반응단량체를 제거하여 아크릴산 그라프트 중합 나일론 직물을 얻었다.

Table 2. Typical condition for the graft of Nylon fabric.

Concentration of ammonium persulfate(APS)	0.05%
Graft temperature	90°C
Graft time	60mins.

그라프트율은 수세 후 중량 변화를 이용하여 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Graft ratio}(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

W_1 : 그라프트 중합 전의 건조시료 중량

W_2 : 그라프트 중합 후의 건조시료 중량

2.2. NaOH에 의한 중화처리

그라프트 중합된 시료의 COOH기를 COONa로 치환시켜 친수성 및 흡습성 등의 기능을 향상시키기 위하여 Nylon-g-AA를 NaOH 3%(o.w.f)에 액비 100 : 1로 처리하였다. 이때, 단순 부착된 Na 염을 제거하기 위하여 수회 충분히 수세하여, NaOH 중화처리 한 나일론 직물(이하 Nylon-g-NaAA)을 제조하였다.

2.3. 물성측정

2.3.1. 섬유의 직경

그라프트 중합으로 인한 섬유의 직경변화를 관찰하기 위하여 미처리 나일론 직물, Nylon-g-NaAA 섬유의 굵기 변화를 측정하였는데, 1500배의 배율로 확대된 주사전자현미경 사진에서 섬유의 직경을 자로 측정하였다.

2.3.2. 인장강도 및 신도 측정

그라프트율에 따른 나일론 직물의 인장강도와 신도의 변화를 만능 시험기(universal testing machine, Model 1011)를 사용하여 측정하였다. 이때 측정에 이용한 방법은 ravel strip법이었으며, KS K 0520에 준해 실온에서 총 중량 1.0kgf, 파지거리 7.6cm, 인장 속도 300mm/min를 기본 측정조건으로 설정하였다.

2.3.3. 접촉각 측정

Nylon-g-NaAA의 젖음성을 평가하기 위하여 중류수를 측정용 액체로 이용하여 상온에서 시료표면에 0.05cc 물방울을 떨어뜨리고 이 때 생기는 액체와 직물과의 접촉각을 접촉각측정기(contact angle meter, Erma, gonio-meter type)로 측정하였으며, 한 시료에 대하여 10회씩 측정하여 그 평균값을 취하였다.

2.4. 혈액단백질 오염포의 제조

그라프트율에 따른 혈액 단백질 오염의 부착량 및 부착형태를 관찰하기 위해서 침지법에 의해 혈액 단백질 오염포를 제조하였다. 5cm × 10cm 시험포를 가장자리의 올을 푼 후, 상온에서 4.0%(w/v) 혈액

모글로빈 수용액에 5분 동안 침지, pick up 을을 85%로 하여 제조하였다.

한편, 해모글로빈 부착량에 따른 표면형태 및 세척성 변화에 미치는 그라프트 중합의 영향을 알아보기 위해서는 점적법에 의해 혈액 단백질 오염포를 제조하였다. 5cm×10cm 크기로 자르고 가장자리의 을을 푼 시험포에 4.0%(w/v) 해모글로빈 수용액을 400μl씩 균일하게 점적하여 해모글로빈 부착량이 0.32mg/cm² 이 되도록 하였다.

제조된 오염포는 수증기(75°C) 하에서 30분간 처리하여 열변성시킨 후 냉장고에 보관하여 사용하였다.

2.5. 혈액단백질 오염포의 표면관찰

그라프트 중합한 나일론 직물의 침지법으로 제조된 오염포의 해모글로빈 부착상태를 관찰하기 위하여 미처리 나일론 직물, Nylon-g-NaAA 시료의 오염포를 골드 코팅한 다음 주사전자현미경(scanning electron microscopy, SEM, JSM 8401)을 사용하여 표면형태를 관찰하였다.

2.6. 해모글로빈 정량

침지법에 의해 제조된 오염포의 해모글로빈 정량은 銅-Folin¹²⁾법에 의해 정량하였다. 열추출은 250ml 삼각 플라스크 안에 0.1N NaOH 수용액 100ml를 넣은 다음 오염포 1매(5cm×10cm)를 넣고 90±2°C에서 120분간 유지하여 해모글로빈을 열추출하였으며, 추출액의 단백질을 銅-Folin 시약에 의해 발색시킨 후 자외선분광기(UV-spectrophotometer, Shimadzu, UV-1201)를 사용하여 750nm에서 흡광도를 측정하고, 미리 구한 검량선에 의해 단백질 양을 구하였다.

2.7. 열변성한 오염포의 해모글로빈 제거시험

해모글로빈 오구의 물에 대한 세척은 용량 250ml 삼각플라스크에 증류수 100ml를 넣은 다음 5cm×10cm 시험포 1매를 넣고 항온 진탕기(성신정밀)를 사용해 25±2°C, 100±2 rpm에서 120분간 진탕하여 세척을 행하였다. 세제에 의한 세척을 위해 계면활성제 도데실벤젠솔폰산나트륨(0.1%, 용수로 증류수를 사용하고, 터그오미터(아세아기공)를 사용하여 500ml 세액에 5cm×10cm 오염포 3매를 넣고 20°C에서 100±2 rpm으로 20분간 세척한 후 같은 조건

으로 증류수 500ml에서 3분간 2회 행구었다. 세척 전후의 오염포상의 단백질을 해모글로빈 정량을 할 때와 같은 방법으로 열추출하여 銅-Folin법에 의해 발색시킨 후 자외선분광기를 사용하여 750nm에서 흡광도를 측정한 후 다음 식에 의하여 세척률(D)을 산출하였다.

$$D (\%) = \frac{A_s - A_w}{A_s - A_u} \times 100$$

D : 세척률

A_w : 원포에서 추출한 액의 흡광도

A_s : 세척 전 오염포에서 추출한 액의 흡광도

A_u : 세척 후 오염포에서 추출한 액의 흡광도

III. 결과 및 고찰

1. 그라프트 나일론 직물의 물성

1.1. 섬유의 직경

Fig. 1에는 그라프트율에 따른 Nylon-g-NaAA의 직경을 나타내었다. Nylon-g-NaAA의 직경은 미처리 나일론 직물에 비해 그라프트율이 증가하면서 비례적으로 증가하였다. 이는 친수성 성분의 단량체인 아크릴산이 나일론의 내부 및 표면에 그라프트되어 나타난 결과로, 나일론의 표면에 아크릴산이 부착되면 섬유의 기질에 영향을 미쳐 섬유의 표면에너지를 증가시키는 원인이 된다고 생각된다.

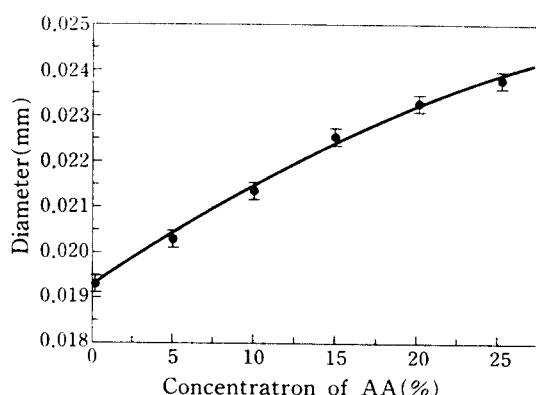


Fig. 1. Effect of the concentration of acrylic acid(AA) on diameter of fiber for Nylon.

1.2. 인장강도 및 신도

Fig. 2에는 그라프트율에 따른 Nylon-g-NaAA의 인장강도를 나타내었다. Nylon-g-NaAA의 강도는 경, 위사 방향 모두 15%까지 증가하다가 그라프트율 20% 이후는 감소하였다. 20%이후 강도의 감소는 그라프트 중합이 과다하게 이루어져 표면이 불균일해지고, 배향도가 감소하였기 때문이다. 이러한 결과는 그라프트 중합을 할 때 그라프트율이 높아지면 강도가 감소하였다는 Varma¹³⁾ 등의 결과와 일치한다. 또한 Hegazy⁶⁾ 등도 본 연구결과와 같이 그라프트율이 증가하면서 섬유에 아크릴산이 다량 부착되어 탄력성이 없어지기 때문에 강도가 감소한다고 보고하였다.

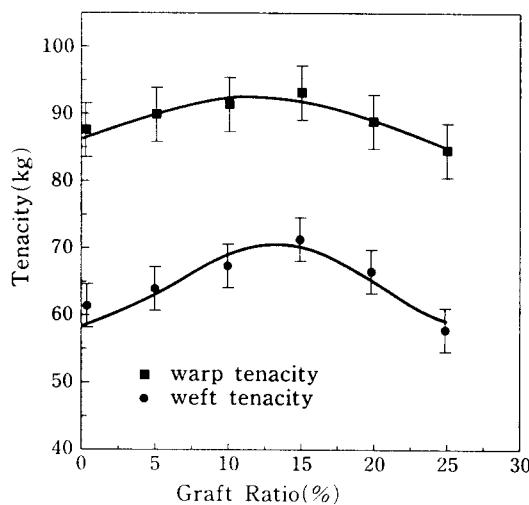


Fig. 2. Effect of graft ratio on the tenacity of Nylon.

Fig. 3에는 그라프트율에 따른 Nylon-g-NaAA의 신도를 나타내었다. Howard 등⁵⁾이 보고한 바와 같이, 신도는 그라프트율이 증가할수록 미처리 나일론 직물보다 점진적으로 감소하는 것을 볼 수 있다. 이러한 신도의 변화는 그라프트 중합에 의해 섬유에 아크릴산이 부착함에 따라 섬유의 자유도가 감소되기 때문으로 생각된다.

1.3. 접촉각

Fig. 4에는 Nylon-g-NaAA의 물에 대한 접촉각 변화를 나타내었다. Nylon-g-NaAA는 그라프트율

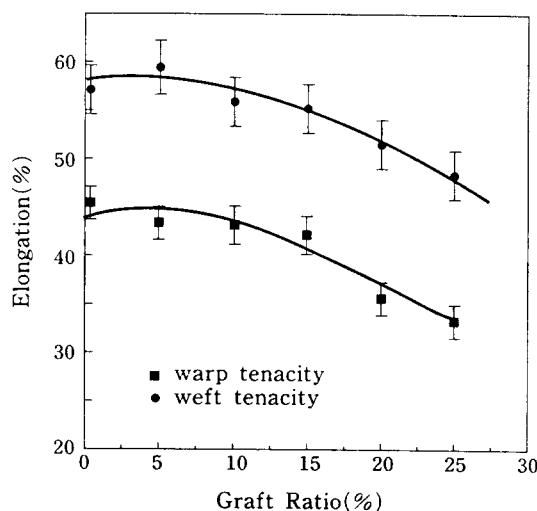


Fig. 3. Effect of graft ratio on the elongation of Nylon.

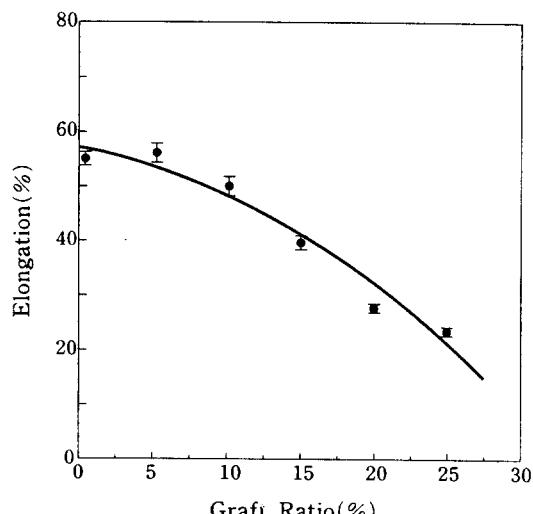


Fig. 4. Effect of the graft ratio on the contact angle for Nylon-g-NaAA.

이 증가할수록 접촉각이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 그라프트 중합 및 NaOH에 의한 중화처리에 의해 표면에너지가 증가하고, 친수성이 훨씬 커져 표면에서 수분의 확산속도가 빨라졌기 때문이다. 천태일 등¹⁴⁾도 그라프트 중합 및 COOH를 COONa로 치환하는 중화 처리에 의하여 접촉각이 감소한다고 보고하여 본 연구결과와 같은 결과를 발표하였다.

2. 침지법으로 제조된 오염포의 해모글로빈 부착상태

Fig. 5는 미처리 나일론 직물과 Nylon-g-NaAA에 대해 침지법에 의한 해모글로빈의 부착상태를 SEM으로 관찰한 결과이다. 미처리 나일론 직물의 경우는 혈액오구가 표면에 매끈하게 부착되는 형태로 나타나는데 비하여, Nylon-g-NaAA의 경우는 그라프트로 인하여 생긴 요철이 있는 막 위에 부드러운 층을 형성하면서 부착된 것을 볼 수 있다. 해모글로빈이 부착된 Nylon-g-NaAA의 막의 두께가 미처리 나일론 직물의 경우보다 두꺼워 보이는데, 이러한 부착형태의 변화는 그라프트율이 증가할수록 차이가 뚜렷해져 그라프트율 25%에서 가장 현저한 차이를 나타내었다. 이와 같이 미처리 나일론 직물과 Nylon-g-NaAA의 오구의 부착상태가 다르게 나타나는 것은 그라프트 중합에 의해 표면의 에너지가

증가함에 따라 섬유의 기질이 극성으로 변화하기 때문이라고 생각된다. 한편, Nylon-g-NaAA 오염포의 경우, 미처리 나일론 섬유에 비하여 표면이 팽윤되어 있는 것을 볼 수 있다. 이는 그라프트 중합에 의해 섬유표면에 흡착된 카르복실기가 해모글로빈 수용액 중에서 팽윤되었기 때문이다.

3. 침지법으로 제조된 오염포의 해모글로빈 부착량

Fig. 6은 침지법에 의해 제조된 미처리 나일론 직물, Nylon-g-NaAA 오염포의 해모글로빈 부착량을 평가한 결과이다. 미처리 나일론 직물에 비해 Nylon-g-NaAA는 그라프트율이 증가하면서 해모글로빈의 부착량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 그라프트율이 증가할수록 섬유기질의 표면에너지가 증가함에 따라 해모글로빈의 부착량이 증가한 것으로 생각된다. 일반적으로 단백질 오구의 부착량은

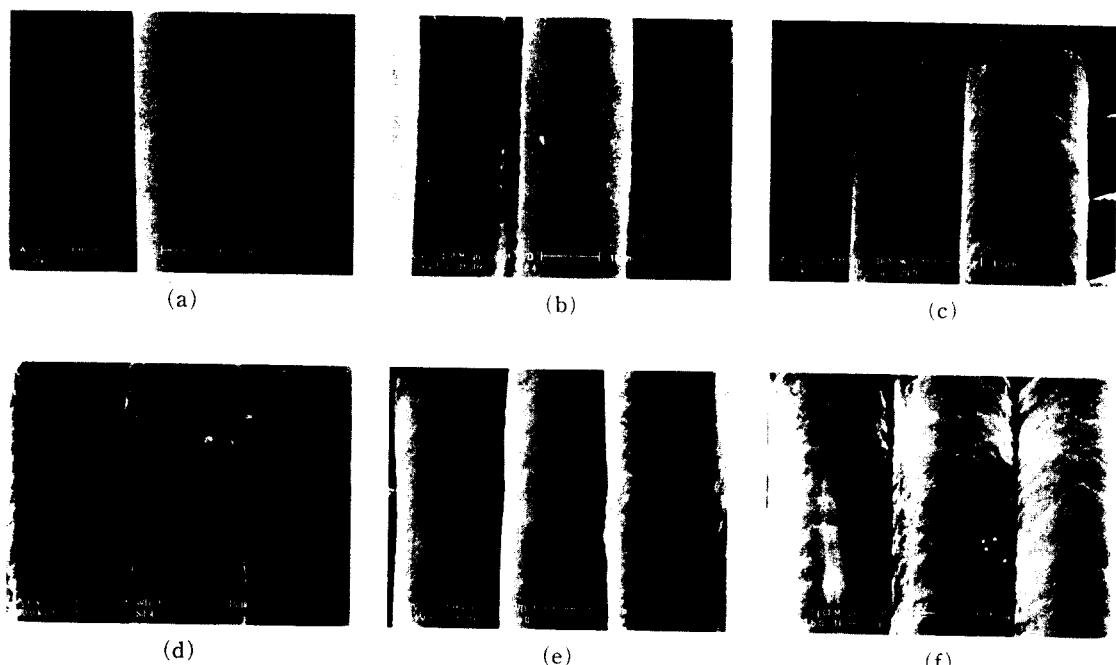


Fig. 5. SEM micrographs of the surface morphology for Nylon-g-NaAA

with changing graft ratio (hemoglobin concentration : 4.0 % (w/v)) :

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| (a) ungrafted Nylon | (b) 5% Nylon-g-NaAA | (c) 10% Nylon-g-NaAA |
| (d) 15% Nylon-g-NaAA | (e) 20% Nylon-g-NaAA | (f) 25% Nylon-g-NaAA |

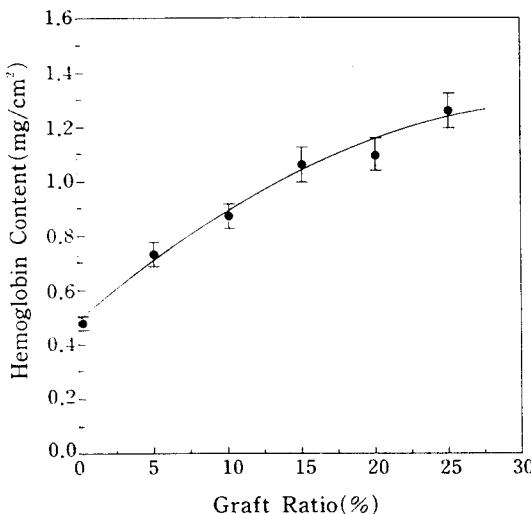


Fig. 6. Effect of graft ratio on the hemoglobin content for Nylon-g-NaAA. (soil bath : hemoglobin 4% (w/v) in water, soiled cloth : grafted Nylon, temperature : 25°C, dipping time : 10 min, pick up rate : 85±2%)

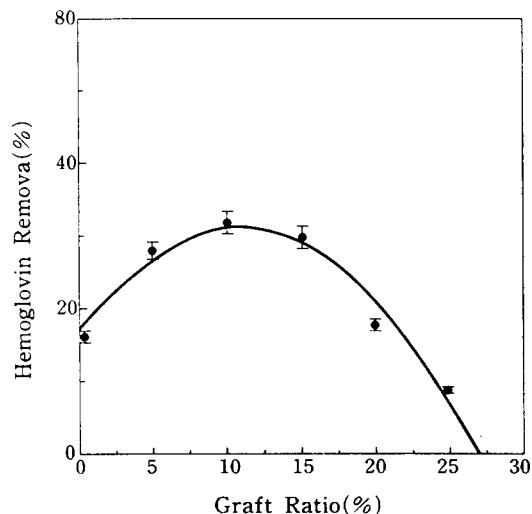


Fig. 7. Effect of graft ratio on the hemoglobin removal from Nylon. (waterbath, temperature : 25±2°C, time : 120 min, cycle : 100 rpm, dropping method, hemoglobin content : 0.32mg/cm²)

섬유의 종류, 실의 굵기, 직물의 두께, 섬유의 요철 등에 의해 다른데, 그라프트 중합에 의해 시료의 표면 특성이 변화되어 혈모글로빈이 다량 부착된 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 변화는 혈모글로빈 부착상태 변화를 관찰한 Fig. 5에서 그라프트율이 커질 때 혈모글로빈이 부착된 막의 두께가 두꺼워지는 상태변화에서도 역시 확인할 수 있었다. 그러나, 각 시료의 중량에 대하여 퍽업률을 85%로 동일하게 취했으므로, 그라프트 중합에 의한 무게 증加分보다 그라프트율 증가에 따른 부착률의 증加分이 훨씬 더 크게 나타났다.

4. 열변성한 오염포의 혈모글로빈 세척성

4.1. 그라프트율에 따른 세척성

Fig. 7은 그라프트율에 따른 혈모글로빈 오염포의 세척성을 나타내었다. 미처리 나일론 직물에 비하여 그라프트율 15%까지는 Nylon-g-NaAA의 혈액단백질 오구에 대한 세척성이 현저하게 향상된 것을 볼 수 있다.

미처리 나일론 직물의 경우는 혈모글로빈 제거율

이 매우 낮게 나타났다. 이는 혈모글로빈이 직물에 부착되어 변성되면 물리적으로 변형되어 고착상태가 되므로 제거하기가 매우 어려워지기 때문이다¹⁵⁾. 반면, Nylon-g-NaAA의 경우 미처리에 비하여 세척성이 현저하게 향상되었는데, 이는 그라프트 중합에 의해 나일론 직물에 친수성 O-C=O기가 도입되고, NaOH에 의한 중화처리에 의해 COOH가 COONa로 치환된 결과 섬유 기질의 극성이 커져 표면에너지가 증가함에 따라 혈액단백질오구의 세척성 향상에 영향을 주었기 때문이다.

한편 그라프트율 20%에서부터 세척성이 감소하여 25%에서 세척성이 급격히 저하되는데, 이는 중합이 과다하게 이루어져 직물 표면의 요철이 많이 생김에 따라 나타난 결과로 추정된다. 즉, 섬유의 표면에 요철이 있어서 불규칙한 모양을 하고 있으면 평활한 섬유보다 오구가 정착하기 쉬워서 오염되기도 쉽고, 제거도 어려워지기 때문이다¹⁶⁾.

4.2. 혈모글로빈 부착량에 따른 세척성

Fig. 8은 미처리 나일론 직물과 5% Nylon-g-NaAA의 혈모글로빈 부착량에 따른 세척성 변화를 나타낸 것이다. 미처리 나일론 직물과 Nylon-g-

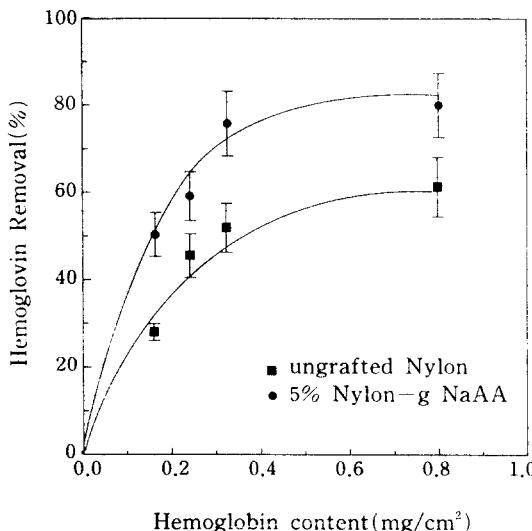


Fig. 8. Effect of hemoglobin content on the hemoglobin removal from Nylon. (waterbath, temperature : $25 \pm 2^\circ\text{C}$, time : 120min, cycle : 100rpm, dropping method, hemoglobin content : $0.32\text{mg}/\text{cm}^2$)

NaAA 모두 혜모글로빈 부착량이 적을 때는 세척성이 낮게 나타난 반면 혜모글로빈 부착량이 많을 때는 세척성이 높게 나타났다. 혜모글로빈 부착량이 적은 경우는 섬유 표면에 혜모글로빈이 박막 상태로 균일하게 부착되어 있어 기질로부터 떨어져 나가기 어렵기 때문에 세척성이 저하되고, 부착량이 많은 경우는 섬유 표면에 후막을 형성하면서 부착하여 혜모글로빈이 쉽게 제거되어 세척성이 크게 향상되는 것으로 판단된다.

4.3. 기계적인 힘에 따른 세척성

Fig. 9는 혜모글로빈의 세척성을 미치는 기계적인 힘의 영향을 알아보기 위해 터그오토미터의 교반속도를 변화시키며 세척성을 측정한 결과이다. 미처리 나일론 직물과 5% Nylon-g-NaAA 모두 기계적인 힘이 커지면 세척성이 현저하게 향상되는 것을 볼 수 있다. 세척할 때의 교반속도가 증가함에 따라 세척률이 커지는 것은 섬유사이 및 내부에 고착되어 있던 혜모글로빈이 교반속도 증가에 의해 섬유 기질로부터 분리되기 쉬워지기 때문이다. 혜모글로빈은 섬유 표면뿐만 아니라 섬유 내부 깊숙이 침투하여 응고, 흡착하거나 섬유와 화학적인 결합을 한다.

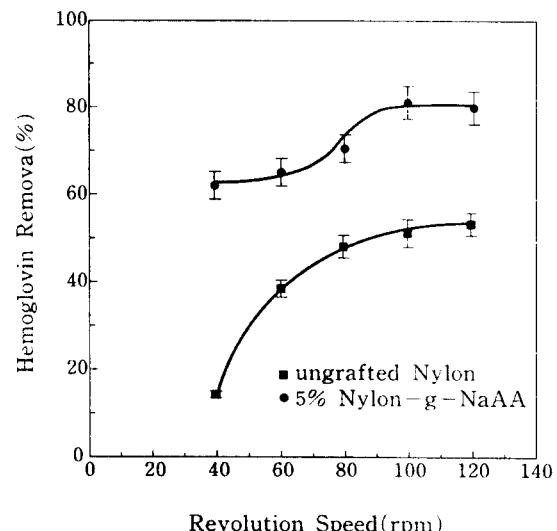


Fig. 9. Effect of the revolution speed on the hemoglobin removal from Nylon. (Terg-O-Tometer, detergent : 0.1% LAS, temperature : $25 \pm 2^\circ\text{C}$, time : 20min, cycle : 100rpm, dropping method, hemoglobin content : $0.32\text{mg}/\text{cm}^2$)

또한, 혜모글로빈은 복합결합에 의하여 서로 응집하므로 제거하기가 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 따라서 세척을 할 때 교반속도를 높여주면 단단하게 고착되어 있는 혜모글로빈의 제거율을 높일 수 있다. 한편, 미처리 나일론 직물과 5% Nylon-g-NaAA 모두 같은 경향을 보였지만, 5% Nylon-g-NaAA의 경우 미처리 나일론 직물에 비해 세척성이 현저하게 크게 나타났고, 교반속도가 낮을 때는 그 차이가 더욱 커졌지만, 교반속도가 증가함에 따라 그 차이가 줄어들었다. 이와 같이 교반속도가 낮을 때 5% Nylon-g-NaAA의 세척성이 미처리 나일론 직물에 비해 현저하게 크게 나타나는 이유는, 그라프트 중합 및 NaOH에 의한 중화에 의해 표면에너지가 증가하여, 교반속도가 낮을 때에도 혜모글로빈의 탈락율이 높기 때문이다. 따라서 그라프트 중합을 하게 되면 세척의 교반속도가 낮아도 혜모글로빈의 제거율이 우수하게 나타나 세척효율이 크다는 것을 알 수 있다.

한편, 각 시료에 대해 교반속도 100rpm까지는 세척성이 급격하게 증가했으나 이후 100rpm 이상에서

는 세척성의 증가폭이 둔화되었다. 따라서, Obendorf 등¹⁷⁾이 보고한 바와 같이 교반속도가 일정속도 이상이 되면, 기계적인 작용력이 커져도 섬유사이에 잔존하는 오염의 제거율이 더 이상 높아지지 않았다. 이는 섬유사이에 잔존하는 헤모글로빈이 제거되고 나면 기계력을 증가해도 섬유내부나 섬유의 피브릴구조에 잔존하는 헤모글로빈은 잘 제거되지 않으므로 100rpm 이상에서는 세척률 향상이 둔화된 것이다.

IV. 결 론

혈액단백질 오구의 세척성 향상을 목적으로 나일론 직물에 개시제로 과황산암모늄을 사용하여 아크릴산 그라프트 중합하고 NaOH로 중화 처리하여 직물의 물성변화를 관찰하고, 그라프트율에 따른 혈액 단백질 오염포를 제조하여 그라프트 중합에 의한 표면형태 변화가 혈액단백질의 세척성에 미치는 영향에 관하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Nylon-g-NaAA의 직경은 그라프트율이 증가함에 따라 증가하였고, 강도는 경, 위사 방향 모두 그라프트율 15%까지 증가하다가 이후 감소하였으며, 신도는 그라프트율이 증가할수록 점진적으로 감소하였다.

2. 그라프트 중합 및 NaOH 중화처리에 의해 Nylon-g-NaAA의 접촉각은 감소되었다.

3. 미처리 나일론 직물에 비해 Nylon-g-NaAA는 그라프트율이 증가하면서 헤모글로빈의 부착량이 증가하였다.

4. 미처리 나일론 직물에 비해 그라프트 중합한 나일론 직물의 경우 그라프트율 15%까지는 헤모글로빈의 세척성이 현저하게 증가하였고, 이후 점차 감소하였다.

5. 미처리 나일론 직물과 Nylon-g-NaAA 모두 헤모글로빈 부착량이 적을 때는 세척률이 낮은 반면, 헤모글로빈이 부착량이 높을 때는 세척률이 높게 나타났다.

6. 미처리 나일론 직물과 Nylon-g-NaAA 모두 기계적인 힘의 증가에 따라 헤모글로빈 세척률이 증

가했지만, Nylon-g-NaAA의 경우 미처리 나일론 직물에 비해 헤모글로빈의 세척 효율이 크게 향상되었다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단 '97년 신진연구인력 연구장려금에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참 고 문 연

1. 日本特許公報 昭34-7248.
2. 김귀순·김성련, 한국섬유공학회지, 9, 131(1972).
3. M. Sasaki, I. Kurayama, T. Suzawa, SEN-I GAKKAISHI, 45, 394(1989).
4. E. Kissa, chapter 3 in "Handbook of Fiber Science and Technology : Volume II. Chemical Processing of Fibers and Fabrics, Functional Finishes Part B", M. Lewin and S. B. Sello, Eds., Marcel Dekker Inc., NY, 1984.
5. G. J. Howard, S. R. Kim, and R. H. Peters, *J. Soc. Dyers. colour.*, 85, 468(1969).
6. E. A. Hegazy, N. H. Taher, and A. R. Ebaid, *J. Appl. Polym. Sci.*, 39, 1029(1990).
7. 이기풍·송석규, 한국섬유공학회지, 29, 225(1992).
8. 송석규·이기풍, 한국산업과학집, 29, 239(1989).
9. 송화순, 한국섬유공학회지, 33, 273(1996).
- 10 송화순·김인영·오수민, 숙명여자대학교 생활과학연구지, 91 (1996)
11. I. Sakurada, Y. Sakaguchi, and Y. Sakai, SEN-I GAKKAISHI, 20, 613(1964).
12. 皆川基, 大阪市立大學家政學部紀要, 20, 55(1972).
13. D. S. Varmar and V. Narashimhan, *J. Polymer Sci.*, 18, 3745(1974).
14. 천태일·최석철·모상영, 한국섬유공학회지, 28, 137 (1991)
15. 이정숙·김성련, 한국의류학회지, 20, 655(1996).
16. 김성련, "세제와 세탁의 과학", 160-161, 교문사, 1998.
17. S. K. Obendorf, and N. A. Klemash, *Text. Res. J.*, 52, 434(1982).