

〈研究論文(學術)〉

나일론 66 나노섬유의 염색성에 관한 연구(1) - 균염성 산성염료 -

이권선 · 이범수 · 박영환 · ¹김성동* · 김용민** · 오명준*** · 정성훈****

한국생산기술연구원 환경염색가공팀
¹건국대학교 공과대학 섬유공학과
^{**}나노테크닉스
^{***}한국산업기술평가원
^{****}한양대학교 공과대학 분자시스템공학과
(2004. 5. 31. 접수/2004. 8. 16. 채택)

Study on Dyeing Properties of Nylon 66 Nano Fiber (1) - Levelling Type Acid Dyes -

Kwon Sun Lee, Beom Soo Lee, Young Hwan Park, ¹Sung Dong Kim*,
Yong Min Kim**, Myung Jun Oh***, and Sung Hoon Jung****

Ecological Dyeing and Finishing Technology Team, KITECH, Siheung, Kyunggi, Korea
¹Department of Textile Engineering, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea
***Nano Science Research Institute, Nano Technic.*
****Technology Innovation Division, ITEP*
*****School of Molecular System Engineering, Hanyang University*
(Received May 31, 2004/Accepted August 16, 2004)

Abstract—In recent, development of nano fiber has been one of the most active subjects in the world. Nano fiber is defined as a ultra fine yarn with a diameter unit of $10\sim 100\times 10^{-9}$ meter, which is possible to be produced by an electro-spinning technology. In this study, physical characteristics and dyeing properties of nylon 66 nano fiber were investigated. Nylon 66 nano fiber was dyed with levelling type acid dyes. X-ray diffraction method and DSC analysis were used for the measurement of the degree of crystallization. Analysis of amino end groups was also performed in order to examine a relationship between number of amino groups and its dyeing property as well as water absorption behavior. The maximum exhaustion % of dyes and dyeing rate under various dyeing conditions, such as dyeing temperature and pH in dye bath, along with build-up properties for 2 acid dyes were evaluated. It was found that the degree of crystallization of nano fiber was smaller than that of regular fiber, and amino end groups of nano fiber were less than regular fiber. Half dyeing time of nano fiber was shorter than regular fiber because of the bigger specific surface area. Effect of pH on exhaustion % was small in case of nano fiber. Exhaustion of nano fiber increased with higher concentration of dye.

Keywords : nano fiber, electro-spinning, dyeing property, levelling type acid dye

¹Corresponding author. Tel. : +82-2-450-3511 ; Fax. : +82-2-457-8895 ; e-mail : ssdokim@konkuk.ac.kr

1. 서 론

향후 미래섬유로서 다양한 용도전개가 가능한 나노섬유(nano fiber)는, 현재 세계적으로 연구개발 열풍이 불고 있으나 전기방사의 상용화가 아직 이루어지지 않아 염색, 가공을 할 수 있는 샘플을 구할 수 있는 방법이 매우 한정되어 있어 염색, 가공 분야에 있어서 연구가 진행되지 못하고 있는 실정이다. 나노섬유는 지름이 수십에서 수백 나노미터에 불과한 초극세사를 말한다. 이것은 방사기술의 발달로 섬유화가 가능해 졌고, 전기방사는 원료인 고분자물질에 고전압 전기장을 걸면, 원료물질 내부에서 전기적 반발력이 생겨 분자들이 뭉치고 나노 크기의 실 형태로 갈라지는 기술이다. 전기장이 강할수록 가늘게 찢어지기 때문에 10~1,000 나노미터 지름의 굵기로 실을 방사할 수 있다. 이러한 나노섬유는 다양한 분야에서 용도 전개가 가능할 것으로 평가되고 있는데, 특히 인조 피부나 의료용 봉대, 생화학무기 방어용 의복, 배터리의 전해질 등 활용범위가 매우 넓다^{1,2)}.

일반 및 초극세 나일론 섬유의 염색성에 관한 연구는 다수 있지만³⁻⁹⁾ 나노섬유의 염색성에 관한 연구결과는 거의 없기 때문에, 본 연구에서는 나노섬유의 물리적 특성 및 염색 특성을 평가하였다. X-선 회절법과 DSC 분석으로 결정화도를 측정하였고, 나일론 섬유 중의 아미노 말단기의 양이 염색성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 아미노 말단기의 수를 정량분석 하였으며, 흡수도 등을 측정하여 나노섬유의 물리적 특성을 평가하였다. 염색 특성을 분석하기 위해서 두 종류의 균염성 산성염료를 사용하여 염색온도별 최고 흡진율과 염색속도를 평가했으며, 여러 pH에서 염색을 하여 염색특성에 대한 pH의 영향을 평가하였고,

염색농도에 따른 빌드업성을 측정하였다. 이러한 나노섬유의 염색성에 관한 기초 연구 결과를 활용하여 나노섬유의 현장 양산화 염색기술이 개발되면 향후 나노섬유의 다양한 제품화에 도움이 될 수 있을 것이다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

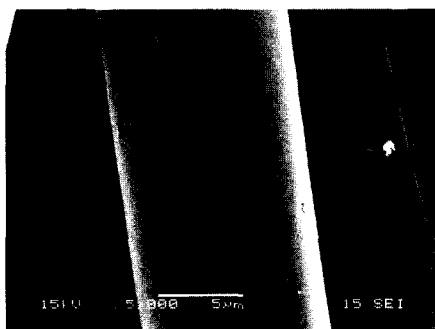
나일론 66 나노섬유는 (주)나노텍크닉스에서 전기방사한 0.003d 부직포 제품(이하 nano fiber로 칭함)이며, 나일론 66 일반 섬유는 Dupont사의 Tactel^R (50d/48f)을 양말편기 28G로 편물(이하 regular fiber로 칭함)을 만들어 사용하였다. 이들 나일론 66 섬유들은 NaOH 1g/l와 Inkanol OL-1(풍영화학공) 1g/l의 수용액에서 100℃에서 30분 동안 정련하여 염색하였다. 사용된 나일론 66의 특성을 Table 1에 정리하였고, 외관 사진을 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1. Characteristics of nylon 66 fibers used in this study

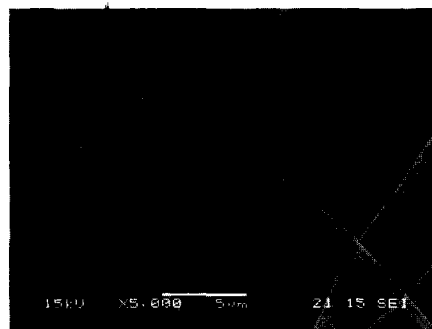
Sample	Type	Counts	Weight
Regular fiber	Knit	50d/48f 1.04denier(dpf)	230g/m ²
Electron-spun Nano fiber	Nonwoven	600nm(diameter) 0.003denier(dpf)	23.1g/m ²

2.1.2 산성염료

본 실험에 사용한 균염성 산성염료들의 분자식과 분자량 그리고 화학구조를 Table 2와 Fig. 2에 나타내었다.



a) Regular fiber



b) Nano fiber

Fig. 1. SEM images of regular fiber and nano fiber.

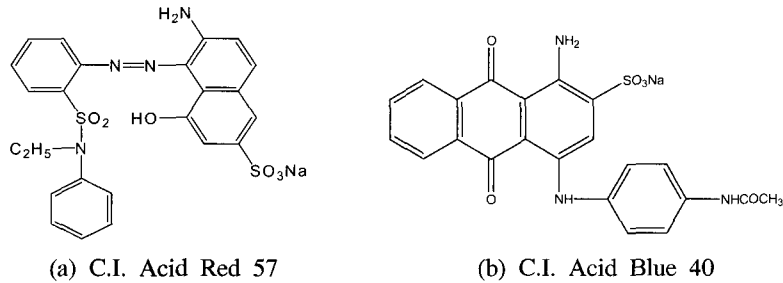


Fig. 2. Chemical structures of acid dyes.

Table 2. Molecular weight and chemical constitution of acid dyes studied

Dyes	Formula	Molecular weight
C.I. Acid Red 57	C ₂₄ H ₄₃ N ₄ NaO ₆ S ₂	570.74
C.I. Acid Blue 40	C ₂₂ H ₁₆ N ₃ NaO ₆ S ₂	473.43

2.2 나일론 66 regular fiber 및 nano fiber의 물성 측정

2.2.1 결정화도 측정

Regular fiber와 nano fiber의 결정화도를 측정하기 위하여 Ni-filter로 단색화한 Cu-K α 선을 사용하여, X-ray Diffractometer(Rigak Rint 200, Japan)로 분말법에 의한 광각 X-선 회절강도 곡선을 측정하였다.

또한, DSC(Perkin Elmer GSC-7)를 사용하여, 질 소기류 하에서 승온속도 10 $^{\circ}$ C/min으로 상온에서 280 $^{\circ}$ C까지 측정하여 시료의 ΔH_f 를 측정하였다. 결정화도(%C)는 다음과 같이 계산하였다.

$$\%C = \frac{\Delta H_f}{\Delta H_o} \times 100$$

여기서, ΔH_o (J/g) : 완전결정성 나일론 66의 융해열, ΔH_f (J/g) : 시료의 융해열

2.2.2 흡수도 측정

시료를 증류수가 들어 있는 비이커에 충분히 적신 후 진공건조기(20 $^{\circ}$ C)에서 하루 동안 섬유내의 공기를 뺀 후 원심분리기로 3,000rpm에서 15분간 탈수한 후 직물의 무게를 측정하였다. 이어 예비 건조(70 $^{\circ}$ C, 1시간)한 다음 황산수용액이 들어있는 데시케이터(20 $^{\circ}$ C, 65% RH)에 시료를 넣어 24시간 방치한 후 흡습무게를 측정하였다. 건조 무게는 건조기에서 건조(105 $^{\circ}$ C, 2시간)한 시료를 염화칼륨 및 오산화인이 있는 데시케이터에 넣어 48시간 방치한 후 측정하였다.

$$\text{흡수도}(\%) = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

여기서, W(g) : 원심 탈수 직후의 무게, W₀(g) : 건조 후 무게

2.2.3 아미노 말단기 측정

시료 1g을 소수점 5자리까지 칭량하고, 칭량한 시료에 phenol 50ml를 가하여, hot plate를 이용해 165 $^{\circ}$ C로 올린다. 165 $^{\circ}$ C에서 5분간 방치하여 완전히 녹인 후, 5분 경과 후 냉각수를 사용하여 80 $^{\circ}$ C까지 내려 chloroform 20ml를 가한 다음 삼각플라스크에 옮겨 두개의 전극을 꼽는다. 0.01N HClO₄ 용액으로 potentiograph을 사용해 자동 적정한다. (ASTM D 664-89)

2.3 염색

염색은 아세트산(CH₃COOH), 황산암모늄((NH₄)₂SO₄)을 사용하여 pH 4.0으로 조절하였으며, 대림스타릿의 IR 염색기로 염색하여, UV(Unicam America)로 흡광도를 측정하였다.

흡광도를 측정하고 아래의 식을 이용하여 흡진율을 구하였다.

$$\text{흡진율}(\text{Exhaustion}\%) = (1 - \frac{A_t}{A_0}) \times 100$$

여기서, A_t : t시간 염색 후 잔액의 흡광도, A₀ : 초기 염액의 흡광도

2.3.1 염색온도 변화

염료농도를 5% o.w.f.로 하여 액비 1:500으로 40 $^{\circ}$ C에서 1 $^{\circ}$ C/min로 승온하여, 70, 80, 90, 100, 110 $^{\circ}$ C에서 각각 60분간 각각 염색하였다.

2.3.2 pH의 변화

염료농도를 3% o.w.f.로 하여 액비 1:500으로 40 $^{\circ}$ C에서 1 $^{\circ}$ C/min로 승온하여, pH 3, 4, 5, 6, 7로 변

화시키면서 60분간 각각 염색하였다.

2.3.3 염료의 농도 변화

염료농도 1, 3, 5, 7, 9, 11 % o.w.f.로 변화시키면서 액비 1:500, 40℃에서 1℃/min로 승온하여 각각 염색하였다.

2.3.4 색 강도의 측정

Spectrophotometer(Macbath, Swith)를 이용하여, 염색물의 최대 흡수 파장에서 표면 반사율을 측정하고 Kubelka-Munk식에 의해 피염물의 겉보기 농도(K/S)를 산출하였다.

2.3.5 염색견뢰도의 측정

피염물의 일광견뢰도는 Weather-O-Meter(CI 4000, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0700 방법에 준하여 측정하였으며, 세탁견뢰도는 Launder-O-Meter(LP2, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0430 A-1 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 나일론 66 regular fiber 및 nano fiber의 물성

3.1.1 결정화도

Fig. 3은 DSC thermogram을 나타낸 것인데, regular fiber와 nano fiber의 용융온도는 260℃로 동일하였고, Regular fiber의 용융피크 면적이 크고 피크가 예리한 것으로부터 결정화도가 높은 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 X-선 회절 분석 결과를 나타내는 것으로 DSC에 의한 결정화도의 분석 결과와 유사함을 알 수 있다. 이러한 두 섬유간의 결정화도의 차이는 염색성에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

3.1.2. 흡수도 및 아미노 말단기의 수

Regular fiber와 nano fiber의 amino end groups를 분석하여 Table 3에 나타내었다. Regular fiber의 amino end groups의 수가 약 2.6배가 많았고, 흡수도의 경우 nano fiber가 월등히 높은 수치를 보이는데 이것은 많은 비결정영역과 넓은 표면적 및 모세관현상에 기인한다.

3.2 나일론 66 nano fiber의 염색성

3.2.1 염색온도에 따른 염착량 및 염색 속도의 변화

염색온도를 70, 80, 90, 100, 110℃로 변화시키면서 Acid Red 57의 염착량을 측정하고, 그 실험결

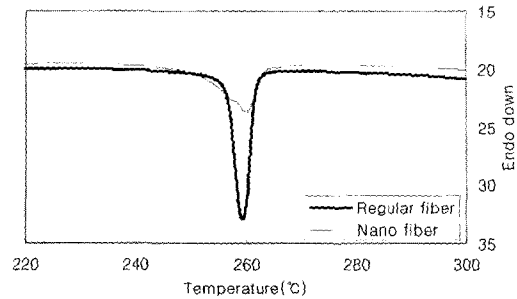


Fig. 3. The DSC thermogram of regular fiber and nano fiber.

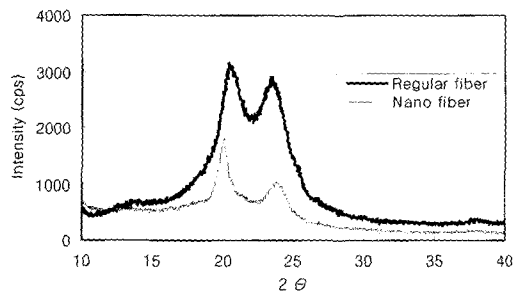


Fig. 4. The X-Ray diffractograms of regular fiber and nano fiber.

Table 3. Amino end groups and water absorption of regular fiber and nano fiber

Property	Regular fiber	Nano fiber
Amino end group(mequiv./kg)	83.76	32.14
Water absorption(%)	1.9	117

과 중 90℃에서의 염착곡선을 Fig. 5에 나타내었고, 각 온도에서의 최종 염착량을 Fig. 6에 정리하였다. 모든 염색온도에서 nano fiber의 염착량이 regular fiber보다 낮은 것으로 나타났는데, 이는 nano fiber 중의 amino end groups의 수가 regular fiber보다 적은 것에 기인하는 것으로 판단된다. 그리고, 두 섬유 모두 저온에서 염색 시 흡진율이 높고 염색온도가 상승할수록 흡진율이 저하하는 경향을 보였다. Regular fiber의 경우 온도의 변화에 따라 흡진율이 95% 이상으로 흡진율의 변화는 크게 없으나 nano fiber는 흡진율이 93%에서 80%까지 변화가 많음을 알 수 있다. 온도가 상승함에 따라 섬유고분자의 운동이 활발해지면서 염료/섬유간의 결합력이 절단되어 염착된 염료가 다시 탈착하게 된다. Nano fiber의 흡진율이 염색 온도가 상

승함에 따라 급격하게 떨어지는 이유는 섬유가 아주 가늘고 표면적이 매우 넓기 때문에 염료의 탈착현상이 현저하게 나타나기 때문으로 판단된다.

염색속도를 비교하는데 유용한 반염색 시간을 Table 4에 나타내었다. 반염색 시간은 염색온도와 관계없이 regular fiber가 4.2분, nano fiber는 2분 이하였는데, 염료가 nano fiber에 매우 빠르게 염착되는 것을 확인할 수 있다. Nano fiber가 regular fiber보다 염색속도가 빠른 이유는 DSC 및 X-ray 회절 분석에서 확인한 바와 같이 nano fiber의 비결정영역이 크고 함수율이 높아 섬유집합체의 내부에 염료용액을 많이 함유된 상태에서 염색이 되기 때문인 것으로 판단된다. 염색속도가 빠르면 일반적으로 초기의 불균염 현상이 일어날 수 있는 확률이 높기 때문에 초기의 염색속도를 조절할 필요성이 있으며, 균염제로 염색속도를 제어해야 할 것이다.

염색온도를 70, 80, 90, 100, 110℃로 변화시키면서 Acid Blue 40의 염착량을 측정하고, 그 실험결과 중 100℃에서의 염착곡선을 Fig. 7에 나타내었고, 각 온도에서의 최종 염착량을 Fig. 8에 정리하였다. 염색온도가 상승함에 따라 regular fiber의 흡진율은 96%에서 84%, nano fiber의 흡진율은 80%에서 54%까지 저하하였다. Red 염료와 비교시 Blue 염료의 흡진율이 낮는데, 이것은 Blue 염료의 Affinity가 Red 염료보다 작기 때문인데, Blue 염료는 안트라퀴논계로 분자량 즉, 분자의 크기가 아

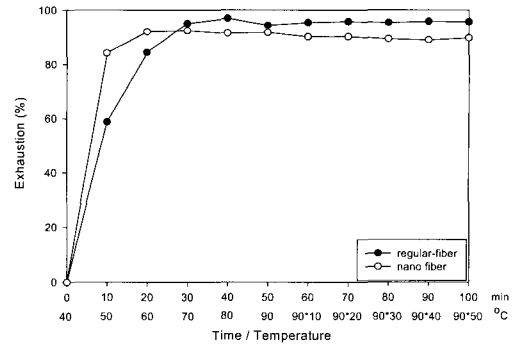


Fig. 5. Exhaustion curve of C.I. Acid Red 57 on regular fiber and nano fiber dyed at 90°C.

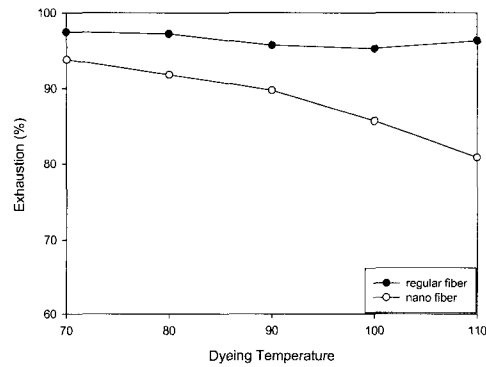


Fig. 6. Variation of exhaustion of C.I. Acid Red 57 with dyeing temperature.

Table 4. Half-dyeing time and exhaustion of C.I. Acid Red 57

Dyeing temperature(°C)	Half-dyeing time(min)		Exhaustion(%)	
	Regular fiber	Nano fiber	Regular fiber	Nano fiber
70	4.2	2<	97.44	93.80
80	4.2	2<	97.19	91.82
90	4.2	2<	95.72	89.74
100	4.2	1.5<	95.26	85.68
110	4.2	1.5<	96.31	80.86

Table 5. Half-dyeing time and exhaustion of C.I. Acid Blue 40

Dyeing Temperature(°C)	Half-dyeing time(min)		Exhaustion(%)	
	Regular fiber	Nano fiber	Regular fiber	Nano fiber
70	6.3	3<	90.75	80.10
80	6.0	3<	83.68	77.57
90	6.0	2<	83.75	71.78
100	6.2	1.5<	87.11	60.38
110	6.5	1.5<	96.12	54.59

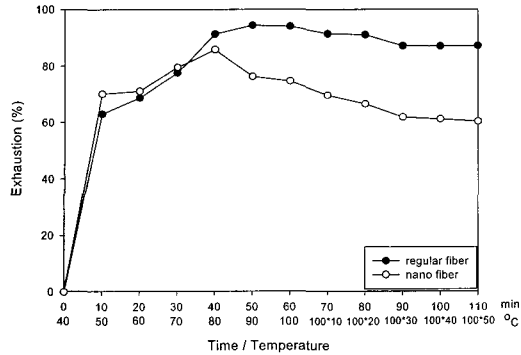


Fig. 7. Exhaustion curve of C.I. Acid Blue 40 on regular fiber and nano fiber dyed at 100°C.

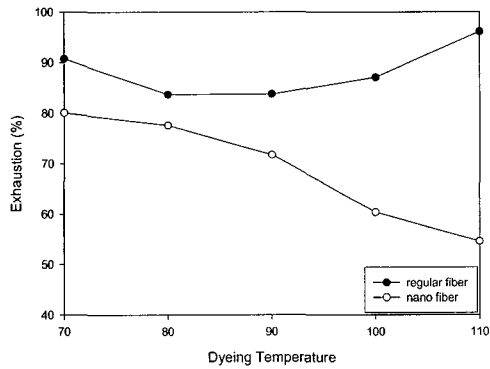


Fig. 8. Variation of exhaustion of C.I. Acid Blue 40 with dyeing temperature.

조계인 Red 염료보다 작아 섬유와의 결합력이 작은 현상이다. Nano fiber를 Blue 염료로 염색시 높은 염색온도 보다는 80~90도 정도의 온도에서 염색하는 것이 좋을 것으로 판단된다. Blue 염료의 반염색 시간을 Table 5에 나타내었다. 반염색 시간은 염색온도의 변화에 따라 regular fiber가 6~6.5분, nano fiber는 3분 이하였다.

3.2.2 pH 변화가 염색성에 미치는 영향

pH 변화에 따른 C.I. Acid Red 57의 두 섬유에의 흡진율을 Fig. 9에 나타내었다. 두 섬유 모두 pH가 상승함에 따라 흡진율이 감소하였다. Regular fiber의 경우 pH 5 이상에서 흡진율이 현저하게 저하되지만, nano fiber는 pH가 상승함에 따라 흡진율이 서서히 감소하는 것을 알 수 있다. 나일론 섬유를 산성염료로 염색 시 산성 조건에서 섬유중의 아미노기가 protonation되면서 염착좌석이 되기 때문에¹⁰⁾, pH가 높아질수록 염착좌석이 감소하므로 염착량이 줄어들게 된다. Nano fiber가 균염성 산성염료로 염색시 pH의 영향을 덜 받는 이유는

nano fiber 중의 아미노말단기의 수가 regular fiber의 40% 정도밖에 존재하기 않기 때문에 pH가 높아짐에 따라 섬유상의 양전하의 감소 정도가 regular fiber보다 적기 때문에 나타나는 현상으로 설명할 수 있다¹¹⁾.

pH 변화에 따른 C.I. Acid Blue 40의 흡진율을 나타낸 Fig. 10에서도 Red 염료와 유사한 경향을 확인할 수 있다.

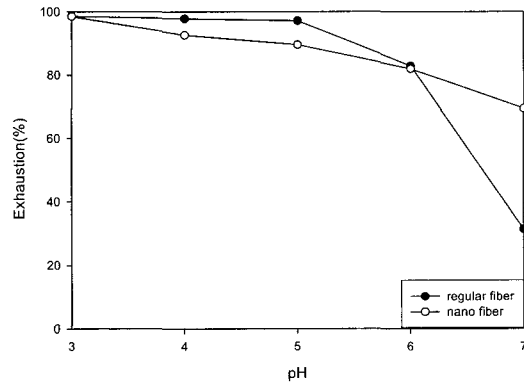


Fig. 9. Effect of dye bath pH on the exhaustion for C.I. Acid Red 57.

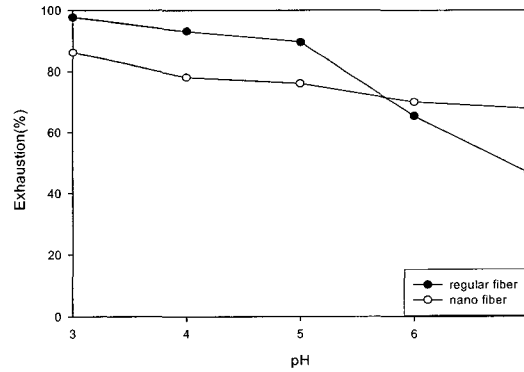


Fig. 10. Effect of dye bath pH on the exhaustion for C.I. Acid Blue 40.

3.2.3 염료 농도에 따른 염색성 변화 및 K/S 값

염색농도의 변화에 따른 흡진율과 염색물의 K/S 값을 Fig. 11과 Fig. 12에 각각 나타내었다. Fig. 11에서 regular fiber와 nano fiber 모두 5% o.w.f.의 염색농도까지는 90% 이상의 흡진율을 보이나 염색농도를 증가시키면 흡진율이 급격하게 저하하였다. 염색된 천의 K/S값을 나타낸 Fig. 12에서 regular fiber는 5% o.w.f. 이상의 염색농도에서 K/S값이 거의 증가하지 않았다. 이에 반해, nano fiber는

11% o.w.f.의 농도까지도 K/S 값이 조금씩 증가하고 있지만 그 값이 regular fiber에 비하여 매우 작은 것을 알 수 있다. 이는 섬유에 침투하는 섬유 표면적이 증가하고 또한 섬유표면에 정반사광의 비율이 높아지므로 염색물의 색이 열계 보이는 현상인데, nano fiber의 mono filament의 섬도는 0.003denier로 매우 가늘기 때문에 이러한 색 열계 현상이 매우 현저하게 나타나는 것으로 판단된다. 따라서 nano fiber를 regular fiber와 유사한 K/S값을 갖기 위해서는 아주 많은 양의 염료를 사용해야 할 것으로 예측할 수 있다.

섬도가 다른 두 섬유를 같은 색농도로 염색하고자 할 때, 섬도에 따른 소요 염료의 양을 아래와 같은 Fothergill equation으로부터 계산 가능하다.

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^{\frac{1}{2}}$$

여기서, C_A : the amount of dye used for dyeing of d_A denier fiber, C_B : the amount of dye used for dyeing of d_B denier fiber

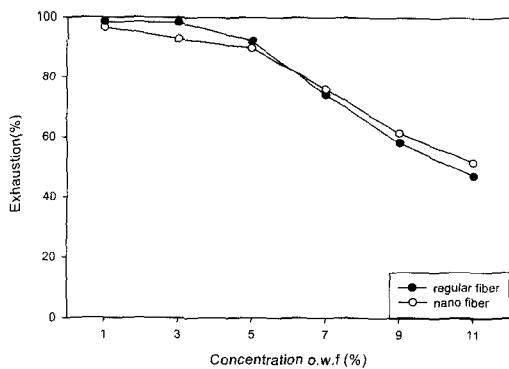


Fig. 11. Change of exhaustion of C.I. Acid Red 57 as a function of concentration of dye.

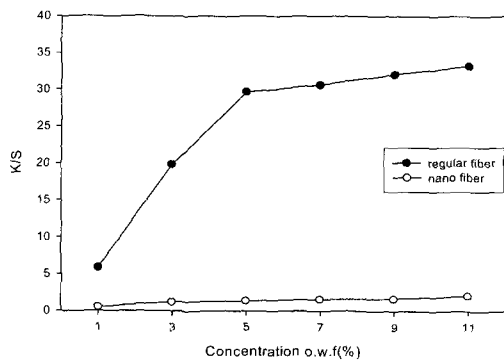


Fig. 12. Build-up properties of C.I. Acid Red 57 on regular fiber and nano fiber.

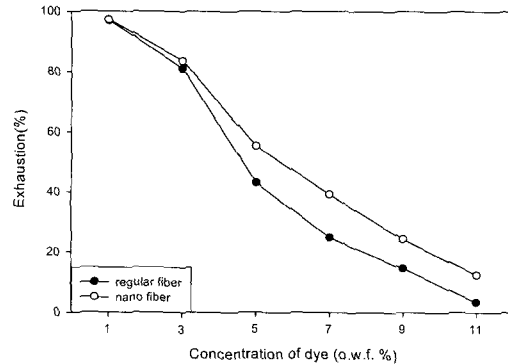


Fig. 13. Change of exhaustion of C.I. Acid Blue 40 as a function of concentration of dye.

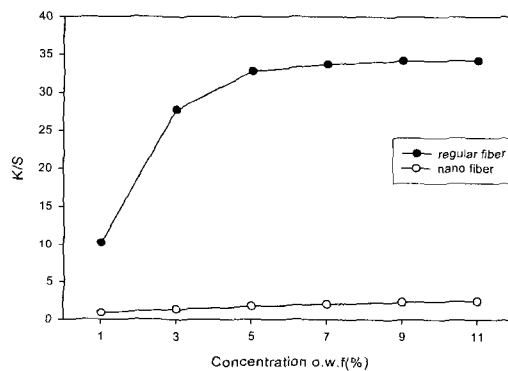


Fig. 14. Build-up properties of C.I. Acid Blue 40 on regular fiber and nano fiber.

예를 들어 1% o.w.f.의 농도로 염색한 regular fiber의 색농도와 유사한 색농도를 nano fiber가 가지기 위해서는 약 18.6% o.w.f.의 농도로 염색해야 하는 것을 이 식을 통하여 산출할 수 있다.

염색농도의 변화에 따른 C.I. Acid Blue 40의 흡진율과 염색물의 K/S값을 Fig. 13과 Fig. 14에 나타내었는데, 앞에 기술한 Red 염료와 유사한 경향을 보여주고 있다.

3.3 염색견뢰도

여러 염색온도에서 5% o.w.f.로 염색한 nano fiber 및 regular fiber의 세탁견뢰도 및 일광견뢰도를 Table 6에 나타내었다. 앞에서 설명한 바와 같이 염색조건에 따라 최종 염착량이 변하는 점은 있지만 염색온도, 섬유의 종류 그리고 염료의 종류가 염색견뢰도에 미치는 영향을 살펴 보면, 일광견뢰도는 두 섬유 모두 염색온도와 염료의 종류에 관계없이 nano fiber는 4등급 그리고 regular fiber는 5등급을 나타내었다. Nano fiber의 일광견

Table 6. Colorfastness of nano fiber and regular fiber

Dye	Dyeing temp. (°C)	Nano fiber					Regular fiber				
		Wash fastness (Stain on)				Light fastness	Wash fastness (Stain on)				Light fastness
		Cotton	Nylon	PET	Wool		Cotton	Nylon	PET	Wool	
C.I. Acid Red 57	70	3	1-2	3-4	2	4	3	2-3	4-5	3-4	5
	80	3	1-2	4	2	4	3	2-3	5	3-4	5
	90	3	1-2	4	2	4	3	2-3	5	3-4	5
	100	3	1-2	4	2	4	4	3	5	3-4	5
	110	3	1-2	4	2	4	4	3	5	3-4	5
C.I. Acid Blue 40	70	1-2	1	4	2	4	1-2	1-2	5	2	5
	80	1-2	1	4-5	2	4	2	2	5	2	5
	90	1-2	1	4-5	2	4	2	2	5	2	5
	100	1-2	1	4-5	2	4	2-3	2	5	2	5
	110	1-2	1	4-5	2	4	2-3	2	5	2-3	5

되다가 regular fiber보다 한 등급 낮지만 의복용으로 충분히 사용 가능할 정도의 일광견뢰도를 보유하고 있다고 판단된다. Nano fiber의 일광견뢰도가 저하하는 이유로는 nano fiber의 표면적이 넓기 때문에 동일한 양의 빛이 조사되더라도 빛이 섬유층의 염료에 미치는 영향이 크기 때문일 것이다.

세탁견뢰도의 경우 nano fiber가 regular fiber보다 한 등급에서 두 등급 낮은 것으로 나타났으며, nano fiber의 세탁견뢰도는 오염포의 종류에 따라 다르기는 하지만 염색온도가 달라지더라도 세탁견뢰도는 동일한 등급을 나타내고 regular fiber는 염색온도가 상승함에 따라 세탁견뢰도가 한 등급에서 한 등급 좋아지는 것을 확인할 수 있고, 안트라퀴논계이면서 분자크기가 작은 Blue 염료의 세탁견뢰도는 아조계인 Red 염료보다 한 등급 내지 두 등급 나쁨을 알 수 있다. Nano fiber의 경우 오염이 가장 심한 나일론 오염포를 기준으로 볼 때 세탁견뢰도가 1~1.5 등급으로 매우 나빠 의복용으로 사용시 문제가 될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

나일론 66 regular fiber와 nano fiber의 물리적 특성과 균염성 산성염료로 염색시의 염색성을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Nano fiber가 regular fiber보다 아미노 말단기의 수가 적으나, 비결정영역의 비율이 높고 모세관 현상으로 인하여 흡수도가 매우 높았다.
2. 균염성 산성염료로 염색시 nano fiber가 reg-

ular fiber보다 염색속도는 빠르지만, 흡진율은 염색 온도가 높아짐에 따라 많이 감소하였다.

3. pH가 증가함에 따라 두 섬유에의 흡진율은 감소하는데, pH가 미치는 영향은 nano fiber가 regular fiber보다 적었다.
4. 염료농도가 증가함에 따라 두 섬유의 흡진율은 비슷하게 감소하였지만, nano fiber의 K/S 값은 regular fiber보다 매우 낮았다.
5. 일광견뢰도는 염색온도와 염료의 종류에 관계없이 nano fiber는 4등급 그리고 regular fiber는 5등급을 나타내었고, nano fiber의 세탁견뢰도는 regular fiber보다 한 등급에서 두 등급 낮았고, 나일론 오염포를 기준으로 볼 때 nano fiber의 세탁견뢰도가 1내지 1.5등급으로 그다지 우수하지 못하였다.

참고문헌

1. http://www.kofoti.or.kr/info/statDomestic_list.php
2. <http://www.nano21c.com/pressroom>
3. D. K. Chemical Technical Report, "Dyeing Theory of Nylon".
4. J. S. Oh, D. S. Jeong and M. C. Lee, Dyeing Properties and Aftertreatment of UMF Nylon 6 Nonwoven Fabric, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **14**, pp.344~352(2002).
5. D. S. Jeong, D. H. Lee, M. C. Lee and T. Wakida, Dyeing Properties of Nylon 6 Ultra Microfiber, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **14**,

- pp.15~23(2002).
6. D. S. Jeong, D. H. Lee and M. C. Lee, Effect of Heat Treatment on Dyeing and Physical Properties of Nylon 6 Ultramicrofiber, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **14**, pp.328~334(2002).
 7. S. H. Yoon, T. K. Kim, Y. J. Lim and Y. A. Son, The Physical Properties and the Dyeability of Nylon fibers Prepared By High Speed Spinning at Different Godet Roller Draw Ratio, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **14**, pp.335~341(2002).
 8. K. Himeno, Dyeing of Shingosen and Its problems- Especially, Dyeing of fine denier fibers-, *Dyeing Industry, Jpn.*, **40**, pp.586~591(1992).
 9. P. Viallier and C. Jordan, Nylon 66, Dyeing Behaviour for fibers of Different Levels of Fineness, *J. Soc. Dyers Colour*, **117**, pp.30~34 (2001).
 10. S. M. Burkinshaw, "Chemical Principles of Synthetic Fiber Dyeing", p.109, Chapman & Hall, London, 1995.
 11. H. Tasakawa, N. Kuroki and A. Katayama, Studies on the Dyeing Properties of Nylon 6 fibers. (1) The investigation on the Adsorption of Three Kind of Nylon fibers which Include Different Amino End Group, *Sen'i Gakkaishi*, **24**, pp.185~190(1968).