

〈연구논문(학술)〉

## 폴리에스터/면 혼방직물의 1욕 1단 서모졸 염색에 관한 연구

노덕길

청운대학교 패션디자인섬유공학과

### A Study on the One Bath One Step Thermosol Dyeing of Polyester/Cotton Blended Fabrics

Duck-Kil Ro

Department of Fashion Design & Textile Eng., Chungwoon University, Hongsung, Korea

(Received: November 15, 2007/Revised: December 26, 2007/Accepted: February 11, 2008)

**Abstract**— In this study the effects of swelling and fixing agent for the cotton side of polyester/cotton blended fabrics and the thermosol temperature on the dyeing properties and fastness were investigated, when the polyester/cotton blended fabrics were dyed with a disperse dye which was able to dye both side of fiber by one bath one step thermosol process. The obtained results are as follows; The dye adsorption decreased with the increase of cotton blend ratio in polyester/cotton blended fabrics, when the ratio of swelling and fixing agent for cotton side was constant. As the thermosol temperature increased up to 210°C, the dye adsorption were increased, but that effect was less significant when the cotton blend ratio was higher.

**Keywords:** swelling and fixing agent, p/c blended fabric, thermosol, fastness, disperse dye

## 1. 서 론

폴리에스터/면 혼방직물의 1욕 염색방법에 대하여 그동안 많은 연구가 진행되어 왔으나 1욕 1단 연속염색은 분산염료와 반응성염료를 알칼리 및 기타 조제와 함께 동욕으로 처리하여 패드-건조처리와 서모졸 처리하여 폴리에스터와 면을 동시에 염착시키는 방법이고, 침염에서는 분산염료와 반응성염료 또는 직접염료를 1욕으로 처리하는 방법과 최근에는 이중 이반응형 브릿지 화합물을 합성후 분산염료만으로 1욕으로 처리하는 방법이 발표되고 있다<sup>1-5)</sup>.

1욕 2단은 폴리에스터에는 분산염료를 사용하고 면에는 반응성염료 또는 Vat염료를 사용하여 동시에 패드-건조후 서모졸 처리하여 폴리에스터를 염착시킨 후 알칼리 패드-스티머에서 면을 염착시키는 방법이다.

이들 염색방법 중 1욕 1단과 1욕 2단은 주로 담 중

색 염색 시 사용되고 생산성 향상과 원가절감 등에서도 좋으나 염료와 조제의 선정이 중요하며 각종 견뢰도에 주의하여야 한다.

2욕 2단의 경우는 농색염색 시 사용되며 먼저 분산염료만으로 패드-건조후 서모졸 처리하여 폴리에스터를 염착시킨 후 환원 세정한 다음 반응성염료 또는 Vat염료로 패드-건조후 알칼리 패드-스티머에서 면을 염착시키는 방법이다. 그러나 독일의 BASF사에서 개발된 분산염료와 면용 팽윤고착제(Polyether 유도체)를 사용시 분산염료만으로 폴리에스터/면 혼방직물에 동시에 염착이 가능하여 패드-건조 후 서모졸 염색법과 고온증열기에 의한 날염법에 의한 1욕 1단으로 연속염색 및 날염이 가능하게 되어 염료 및 약품, 에너지, 시간 등의 절약으로 생산성 향상 및 원가절감에 크게 기여할 수 있게 되었다<sup>6,7)</sup>.

서모졸 염색법에 의한 폴리에스터/면 혼방직물을 분산염료만으로 1욕1단으로 염색 하는 데는 분산염

†Corresponding author. Tel.: +82-41-630-3223; Fax.: +82-41-634-8740; e-mail: rdk8441@chungwoon.ac.kr

료의 면에 대한 침투 및 염료의 흡착성과 각종 견뢰도 등이 문제가 될 수 있다.

또한 면 용도의 팽윤고착제는 폴리에스터에 대한 염료의 흡착성을 변화시킬 수 있으므로 폴리에스터/면 혼방직물을 분산염료 한 종류로 동시에 염착시켜 주기 위해서는 면에 대한 팽윤고착제의 사용농도, 서모졸 처리온도 등이 염료의 흡착성에 미치는 영향 등을 충분히 고찰하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 폴리에스터/면 혼방직물에 동시에 염착이 가능한 분산염료 만을 사용하여 폴리에스터와 면의 혼용을 변화에 대한 팽윤고착제의 사용량 변화와 열처리 온도변화가 염료 흡착율에 미치는 영향, 세탁 및 일광견뢰도에 미치는 영향 등을 비교 고찰 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

본 실험에 사용된 시료는 생산 현장에서 연속 전처리공정(모소, 호발정련, 표백 및 머서라이징)으로 처리된 직물로서 각 직물의 변수와 밀도는 모두 같고 혼용율만 변화를 주어 제작한 직물을 사용하였다. 그리고 실험에 사용한 약품은 1급시약과 공업용 약품과 조제를 사용하였으며 염료는 특수분산염료 Cellestren Blue GG와 팽윤고착제 Glyezin CD를 사용하였다.

Table 1 은 실험에 사용된 각 직물들의 특성과 조직을 나타내었다.

### 2.2 실험장치

모소기는 일본의 산도기계, 호발 및 정련 표백기는 일본의 엘박스 스티머, 머서라이징기는 일본의 산도기계를 사용하여 처리 하였다.

염색시의 장치는 실험실용 패드 건조기로 스위스의 매트리스, 서모졸기의 고온용 텐터는 일본의 쓰지(Tsuji)사 시험기를 사용하여 실험하였다.

## 2.3 실험방법

### 2.3.1 전처리

모소처리는 두개의 가스버너가 부착된 모소기에 서 직물의 양면을 균일하게 모소처리 한 후 호발 및 정련은 산화호발제(Ractogen LS, 일본)와 정련제(NaOH)와 정련침투제(Cotto Clarin OK, 독일)를 사용하여 100°C에서 40분간 처리하였으며, 표백은 아염소산나트륨(NaClO<sub>2</sub>)표백제와 개미산(HCOOH)으로 pH를 조절후 85°C에서 30분간 처리하였으며 머서라이징은 수산화나트륨(NaOH) 30°Be'로 처리 후 충분히 온수세 후 건조하였다.

### 2.3.2 염색(Thermosol dyeing)

Table 1의 시료를 각각 25cm x 40cm로 준비하여 pick-up 율을 65%로 하였고, 패딩염액은 분산염료(Cellestren Blue GG, BASF)의 농도를 10g/l로 기준하여 이염방지제(Primasol V, BASF) 20g/l, 면용 팽윤고착제(Glyezin CD, BASF)는 면의 비율에 따라 사용량을 다르게 하면서 패더에서 패딩후 적외선으로 예비 건조후 완전 건조하였다.

완전 건조 후 염료를 고착시키기 위하여 서모졸 열처리기(Pin tenter type, 일본 Tsuji사)를 사용하여 190°C, 200°C, 210°C, 220°C의 온도에서 각각 90초동안 열처리 한 후 수세는 음이온 계면활성제(일본 Meisanol BHS)를 1g/l, 액비 1:20으로 95°C에서 처리 후 건조하였다.

### 2.3.3 염료의 흡착율

염색이 완료된 각 시료를 표준상태에서 24시간 방치후 분광광도계(Macbeth CE -3100, USA)를 사용하여 염료의 흡착율을 측정하였다.

염색포의 염료 흡착율 측정은 가시광선 영역인 400-700nm 사이에서 20nm 간격으로 반사율을 측정 한 후 최대 흡수파장에서 Kubelka-Munk식에 의하여 K/S value를 구하여 각 시료의 염료 흡착율로 비교하였다<sup>8,9)</sup>.

Table 1. Specification of specimens

Symbol	Specimen	Yarn count(Nec) (wp x wt)	Density(in.) (wp x wt)	Woven structure
P-100	100% PET	40 x 40	136 x 80	Plain
P-80	80% PET / 20% cotton	40 x 40	136 x 80	Plain
P-60	60% PET / 40% cotton	40 x 40	136 x 80	Plain
P-40	40% PET / 60% cotton	40 x 40	136 x 80	Plain
P-20	20% PET / 80% cotton	40 x 40	136 x 80	Plain
P-0	100% cotton	40 x 40	136 x 80	Plain

### 2.3.4 견뢰도 측정

염색이 완료된 시료를 세탁 및 일광견뢰도 시험 후 원래의 색상과 변퇴색과의 색차를 분광광도계를 사용하여 400~700nm 사이에서 20nm 간격으로 반사율 곡선을 구하여 CIE L\*a\*b\* 표색계에 의한 색차 값인  $\Delta E$  값을 구하여 변퇴색의 등급을 측정하였다<sup>10,11)</sup>.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 팽윤고착제의 양이 염료의 흡착율에 미치는 영향

Fig. 1은 서모졸 온도 210°C에서 팽윤고착제인 Glyezin CD(이하 GCD로 표기) 농도의 변화에 따라서 100% 면직물(시료 P-0)의 염착율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. GCD 농도의 200g/l 까지는 염색된 직물의 K/S 값이 거의 직선적으로 크게 증가하였으나 그 이상의 농도를 사용시에는 K/S 값이 크게 변화하지 않고 있다.

일반적으로 면섬유를 수용성 염료로 염색 할 때의 염착기구는 먼저 섬유가 물에 의해 팽윤되고 Fig. 2의 (a)와 같이 수용성 염료가 물에 용해된 상태로 섬유내부로 이동하는 것으로 설명된다. 따라서 친수성 섬유의 염착성은 섬유의 팽윤도와 밀접한 관계를 갖는다.

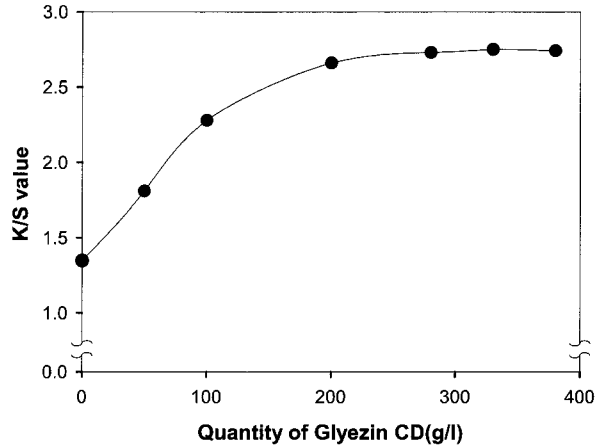
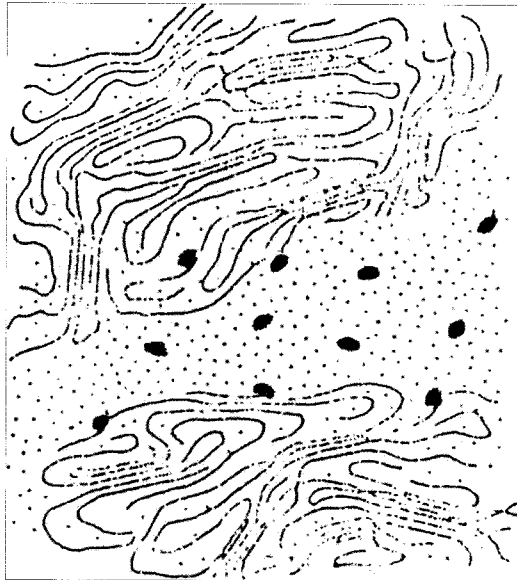


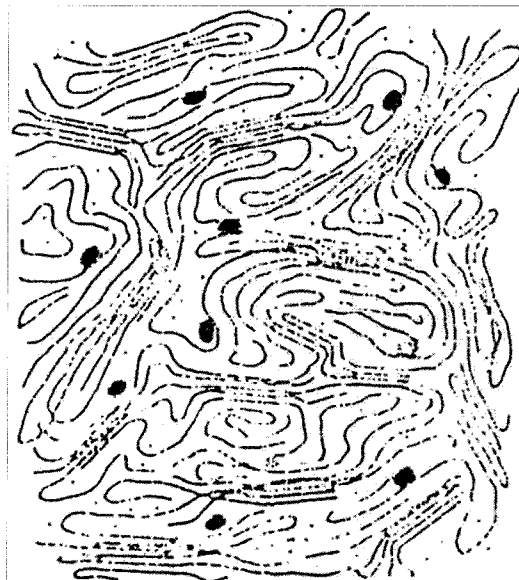
Fig. 1. Relationship between K/S of 100% cotton fabric and Glyezin CD.



(a) The pore model - dye molecules diffuse in the liquid-filled pores (porosity=P), which are bent (tortuosity=T), and adsorb simultaneously on the pore wall(partition coefficient=K). Apparent diffusion coefficient  $D_M$  is given by

$$D_M = (P/T) K D_p$$

where,  $D_p$  is the diffusivity into the pore of the liquid.



(b) The free volume model - dye molecules diffuse through the amorphous region of polymer matrix, which may also adsorb on the polymer chain. Diffusion coefficient is a function of the glass transition temperature of polymer.

$$\ln D = \ln D_{T_g} - \frac{A(T - T_g)}{B + (T - T_g)}$$

Fig. 2. The pore model and free volume model of dye diffusion.

분산염료를 소수성 합성섬유에 염색하는 경우에는 물에 의해 팽윤되지 않으므로 가열 했을 때 Fig. 2의 (b)와 같이 열에 의해 생성되는 자유 부피내로 염료가 확산 용해되는 기구로 설명 되어진다<sup>12)</sup>. 그러므로 분산염료가 물에 분산된 상태로 존재하는 경우 낮은 수용성 때문에 면섬유에는 거의 염착성이 없다. 그러나 GCD를 사용하는 경우에는 면섬유를 팽윤시킬 뿐만 아니라 사용된 분산염료가 면의 Pore에 존재하는 GCD에 용해되어 Pore내를 따라 섬유내부로 침투되어 고착되는 것으로 이해된다.

이에 따라 GCD 사용농도가 증가할수록 면의 팽윤도가 증가하여 염착율은 증가하고 GCD에 의해 팽윤이 최대로 되는 농도인 200g/l 이상에서는 염착성에 거의 변화가 없는 것으로 판단된다.

위의 결과를 종합하여 볼 때 GCD의 면에 대한 작용성은 면섬유를 팽윤시켜 염료를 섬유 내부에 용해 침투시키고 염색 후 세정에 의해 수용성인 GCD만을 제거함으로써 분산염료를 면섬유 내부에 잔류하게 되는 것으로 사료된다.

Fig. 3은 서모졸 온도 210°C에서 GCD 농도의 변화에 따라 100% 폴리에스터직물의 염착율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. K/S 값은 GCD 농도가 증가함에 따라서 거의 직선적으로 감소하는 것을 보이고 있다. 분산염료의 분배는 염료와 섬유 및 용액에 대한 친수성에 의해 지배된다.

GCD는 면에 대해서는 높은 상용성을 나타내지만 소수성 폴리에스터에는 낮은 친화성을 가지므로 GCD 농도가 증가하면 염료의 GCD에 대한 분배가 증가하여 폴리에스터에 대한 염착성이 감소하게 되는 것으로 판단된다.

이러한 결과로 볼 때 BASF의 분산염료인 Cellestren 염료는 면 보다는 폴리에스터에서 염료의 흡착율이 훨씬 높으며 GCD의 사용량이 증가함에 따라 염료의 흡착율이 점차 감소하여 K/S 값이 감소하는 것을 알 수 있다.

### 3.2 서모졸 온도가 염료의 흡착율에 미치는 영향

Fig. 4는 100%폴리에스터직물, 100%면직물과 혼용율이 각각 다른 폴리에스터/면 혼방직물에 GCD량을 200g/l 용액으로 일정하게 사용하여 서모졸 온도를 190°C, 200°C, 210°C, 220°C로 열처리 후 분광광도계를 사용하여 최대 흡수파장에서 K/S 값을 구하여 서모졸 온도가 염료의 흡착율에 미치는 영향을 조사하였다.

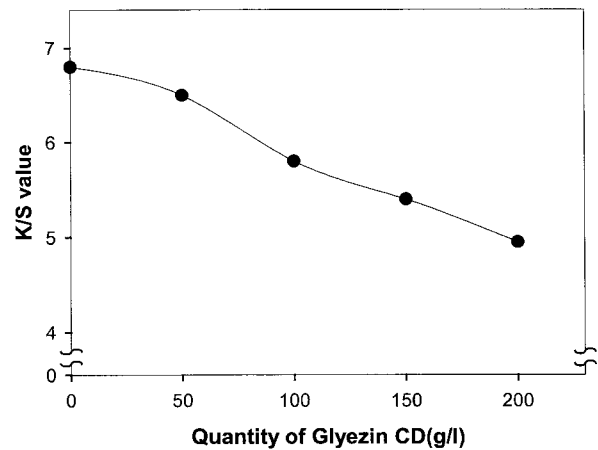


Fig. 3. Relationship between K/S of 100% polyester fabric and Glyezin CD.

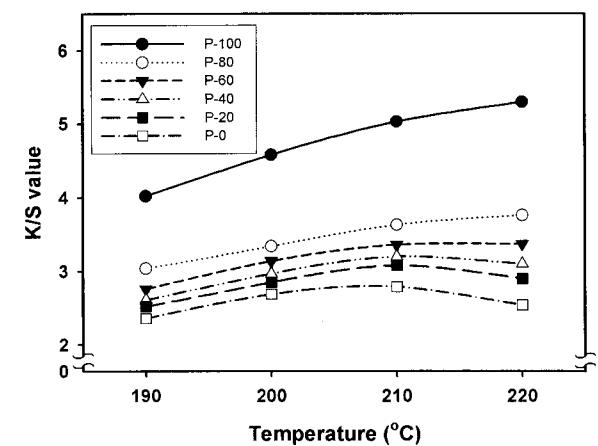


Fig. 4. Plots of dye adsorption on polyester/cotton blended fabrics vs. thermosol temperature (GCD conc. : 200g/l).

Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 열처리 온도가 210°C까지는 모든 직물의 K/S 값이 증가하나 220°C에서는 폴리에스터의 혼용율이 증가할수록 염료의 흡착율은 증가하는 반면, 상대적으로 면의 혼용율이 증가할수록 염료의 흡착율은 저하하고 있다. 이와 같이 온도가 상승하면 폴리에스터의 자유 부피가 증가하여 염착율이 증가하는 것으로 판단된다.

### 3.3 직물의 혼용율이 세탁 및 일광견뢰도에 미치는 영향

#### 3.3.1 세탁견뢰도에 미치는 영향

100%폴리에스터직물(P-100) 및 100%면직물(P-0)과 60%폴리에스터/40%면의 혼방직물(P-60)을 선정하여 세탁견뢰도는 KS K 0903의 A-4법으로 시험하여 세탁시험 전과 후의 색상 변화를 분광광도계를 사용하여 측정하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Change of color coordinate by the washing fastness test

specimen	character	$\Delta E$	L*		a*		b*		Gray scale grade
			Before test	After test	Before test	After test	Before test	After test	
P-100		0.2	50.4	50.2	-5.6	-5.5	-31.7	-31.8	5
P-60		1.3	52.8	52.7	-4.7	-4.0	-21.5	-22.5	4
P-0		2.4	54.5	53.7	-2.7	-1.5	-25.8	-27.7	3-4

색차  $\Delta E$ 와 Gray-scale 등급은 Table 2와 같이 폴리에스터의 혼용율이 증가할수록  $\Delta E$ 는 저하하여 색상의 변화는 적어져 견뢰도는 상승하고 상대적으로 면의 양이 증가할수록  $\Delta E$ 는 상승하여 색상의 변화가 커지고 견뢰도는 저하 하는 결과를 나타냈다.

이것은 Cellestren 염료가 분산염료이고 폴리에스터가 면보다 물에서 팽윤성이 낮아서 염료의 용출이 면의 경우보다 어렵기 때문에 판단되며 색상의 변화를 CIE 색도좌표로 비교하여 보면 Table 2의 내용과 같이 세탁시험 후에 모든 직물에서 명도는 약간 낮아지며 a\*의 색상의 방향은 조금 +방향으로 변하고 b\*의 색상은 -방향으로 변하는 경향을 보이고 있다.

### 3.3.2 일광견뢰도에 미치는 영향

일광견뢰도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시료 P-100, P-60, P-0의 직물을 선정하여 KS K 0700법으로 Xenon arc type의 Fade-O-meter에서 20시간 처리하여 처리 전과 처리 후의 표준청색염포의 색상의 변화를 분광광도계를 사용하여 가시광선영역에서 측정한 결과 Fig. 5 ~ Fig. 7과 같은 결과를 얻었다. 시험 전과 후의 반사율을 비교하여 보면 폴리에스터의 양이 증가할수록 반사율 차이와 색차  $\Delta E$ 는 적어 일광견뢰도는 상승하고 상대적으로 면의 량이 증가

할수록 반사율 차이와 색차  $\Delta E$ 는 커져 견뢰도가 저하하는 결과를 나타냈다.

이러한 현상은 Cellestren 염료가 소수성 분산염료이므로 폴리에스터에는 높은 서모졸 온도에 의해 섬유내부로 염료가 충분히 침투 확산이 가능한 반면 면에는 GCD에 용해된 염료가 면섬유의 pore 내부에 침투되었다가 GCD가 수세에 의해 용해된 후 그대로 Pore 내에 잔재하는 염료가 많기 때문에 이 염료는 상대적으로 면에서의 일광견뢰도가 폴리에스터의 경우보다 낮아지는 것으로 판단된다.

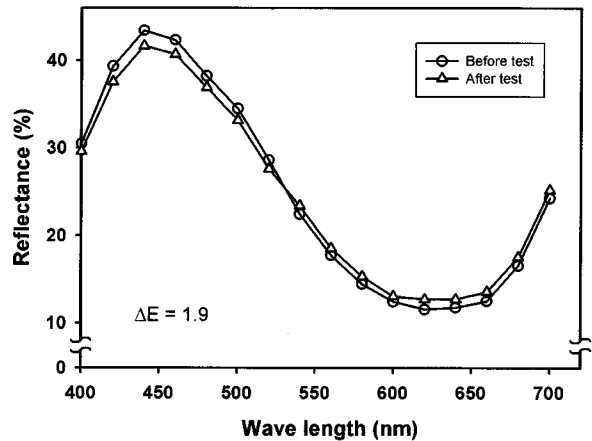


Fig. 6. Reflectance of 60% polyester/40% cotton blended fabric before and after light fastness test.

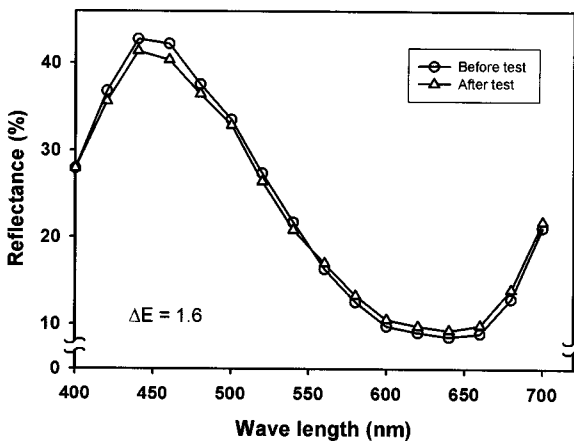


Fig. 5. Reflectance of 100% polyester fabric before and after light fastness test.

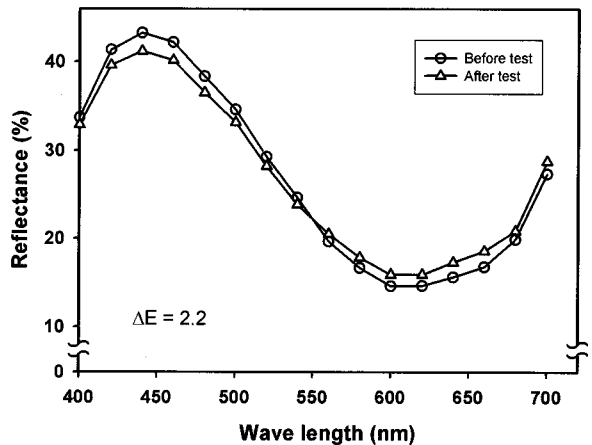


Fig. 7. Reflectance of 100% cotton fabric before and after light fastness test.

## 4. 결 론

본 연구에서는 100%면직물, 100%폴리에스터직물과 혼용율이 각각 다른 폴리에스터/면의 혼방직물에 팽윤고착제와 분산염료를 사용하여 일욕 서모졸 염색을 할 때에 팽윤고착제의 사용량의 영향과 서모졸 시 열처리 온도가 염착성에 미치는 영향과 세탁 및 일광 견뢰도에 미치는 영향을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 폴리에스터/면 혼방직물의 염료 흡착율은 팽윤고착제 사용량의 증가에 따라 폴리에스터의 흡착율은 비례적으로 저하하고, 면의 흡착율은 비례적으로 증가하여 농색의 색상구현은 어렵지만 담,중색의 색상발현은 가능하였다.
2. 서모졸 온도에 미치는 영향은 210°C까지는 실험된 모든 시료의 염료의 흡착량이 증가하였으나 흡착량 증가비율은 면의 혼용율이 증가할수록 감소하였다.
3. 폴리에스터/면 혼방직물의 세탁 및 일광견뢰도는 폴리에스터의 혼용율이 증가할수록 증가하였다.

## 참고문헌

1. 中山忠夫, P/C 混紡織物の 1浴 連続染色法, 加工技術, 19(3), 12-18(1984).
2. H. A. Eren and P. Anis, Dye selection for alkaline one step disperse/reactive dyeing of polyester/cotton blends, AATCC review, 4, 23-32(2004).
3. M. K. Kim, T. K. Kim, J. S. Bae and N. S. Yoon, Dyeing of polyester/cotton blend with disperse dyes using Sodium2-(2,3-dibromopropionylamino)-5-(4,6-dichloro-1,3,5-triazinylamino)-benzenesulfonate, Fibers & polymers, 17(4), 353-354(2006).
4. T. K. Kim, S. H. Yoon and M. K. Kim, The disperse dyeing of polyester/cotton blend using a hetero-bifunctional bridge compound(I), J. Korean Soc. Dyers & Finishers, 18(3), 127-128(2006).
5. M. K. Kim, S. H. Yoon, T. K. Kim and N. S. Yoon, The disperse dyeing of polyester/cotton blend using a Hetero-bifunctional bridge compound(II), J. Korean Soc. dyers & finishers, 19(1), 2-10(2007).
6. BASF, "Printing method of polyester/cotton blended fabrics", BASF Technical data, 1984.
7. D. R. Miksowsky, Printing of polyester/cotton blends with Cellestern dyes, J. Society of Dyers and Colorist, 96, 347-354(1980).
8. S. D. Bhattacharya, B. J. Agarwal and U. B. Patil, Kubelk-Munk analyses for nylon fabrics dyed with acid dyes, Textile Dyer & Printer, 29(10), 15-21(1996).
9. M. I. Joaneli, D. P. Osterman and D. Golob, Textile surface structure importance and Kubelka-Munk theory use in colour match calculations, Colourage, 49(9), 59-68(2002).
10. A. R. Robertson, CIE 1976 color-difference formulae, Color Research and Application, 12(3), 7-11 (1977).
11. H. Mangine, K. Jakes and C. Noel, A preliminary comparison of CIE color difference to textile color acceptability using average observers, Color research and application, 30(4), 288-294(2005).
12. T. Hori, Y. Sato and T. Shimizu, Contribution of swelling, dye affinity, glass transition temperature, J. Society of Dyers and Colourists, 97, 6-9 (1981).