

흡습발열 Acrylate/Dyeable Polypropylene 섬유 방적사 편물의 염색 특성

Dyeing Characteristics of Heat-generating Acrylate/Dyeable Polypropylene Blended Knit

*Corresponding author

Jae-hong Choi
(jaehong@knu.ac.kr)

이의재, 박채은, 김근형, 이창석¹, 최재홍*
경북대학교 섬유시스템공학과, ¹(주)이주

Eui-jae Lee, Chae-eun Park, Keun-hyeong Kim, Chang-seok Lee¹ and Jae-hong Choi*

Department of Textile System Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

¹YeeJoo Co. Ltd, Daegu, Korea

Received_January 12, 2017
Revised_February 13, 2017
Accepted_March 24, 2017

Abstract Blended knit with two or more fiber has various dyeing characteristics depending on dyeing method because of different material properties of them. In this paper, newly developed blended knit was used. It was composed by Acrylate fiber and Dyeable polypropylene(DPP) fiber. As result of build-up dyeing test, acid dyes and disperse dyes respectively had good dyeabilities on 1% o.w.f. with Acrylate fiber and DPP fiber. Compatibility of trichromatic of disperse dyes was generally good for most dyes investigated and their critical absorption range were between 120°C and 130°C. As depending on dyeing methods, there were many differences in dyeability. It was confirmed that 1-bath-1-step dyeing was most suitable when considering dye exhaustion yield and levelling property. Wash, rubbing and light fastness of knits were generally good in most dyes.

Textile Coloration and Finishing

TCF 29-1/2017-3/1-10

©2017 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Keywords dyeability, acrylate, dyeable polypropylene(DPP), blended knit, compatibility, fastness

1. 서 론

최근 국내 의류용 섬유산업은 아웃도어의 급속한 성장과 함께 고기능성에 중점을 두고 있다. 2000년대 이후 전 세계적으로 급격한 기후의 변화를 겪으면서 극서·극한의 환경에 대비하는 의복의 기능성이 중요시되고 있으며, 특히 2005년 F/W를 기점으로 기상이변에 따른 겨울한파의 영향에 의해 소비자들의 보온소재에 대한 제품요구가 급속히 증가하고 있는 추세이다. 현재 보온섬유제품의 시장이동은 아웃도어에서 이너웨어로 흘러가고 있다. 얇고 가벼우면서 패션성을 잃지 않으려는 소비자들은 점차 적극적 보온이 가능한 속옷을 찾고 있다. 이러한 경향은 경기 위축 및 에너지 절약

을 위한 정부의 실내온도 규제 등과 함께 보온 소재 제품의 급속한 성장을 촉진시켜 국내 아웃도어 및 SPA 브랜드에서도 겨울철 내의 시장을 적극적으로 공략하고 있으며, 업계에 따르면 블랙야크, K2 코리아 등 주요 아웃도어 업체들의 겨울철 내의 물량이 전년 대비 30%가량 증가하였다고 보도되고 있다.

아크릴레이트 섬유(Acrylate fiber)는 폴리머 개질에 의해 분자를 친수화, 가교화하여 얻어진 섬유이다. 다수의 친수성기(carboxylic acid, amino group 등)를 포함하고 있어 높은 흡습열 용량을 가지며 그로인해 7~8°C의 우수한 발열성능을 가지는 흡습발열 소재로서 천연섬유인 양모 섬유 대비 3배의 높은 흡습열을 발생시킨다. 그러나 염색이 잘 되지 않고 원면이 핑크색

을 나타내고 있어 백색으로 만들기가 어려운 문제점을 가지기 때문에 다른 섬유와 균형 있게 조합하여 결점을 보완하기 위한 연구가 이어지고 있다^{1,2)}.

Polypropylene은 경량섬유이며, 소수성으로 인한 속건의 특성을 가진다. 하지만 분자 구조가 매우 조밀하며 탄소와 수소로만 이루어져 있어 현재 상용화되어 있는 염색법과 분산염료에 의한 염색성이 낮다³⁻⁶⁾.

본 연구에서는 20%의 Acrylate 섬유를 커버링사로, 80%의 Dyeable polypropylene(DPP) 섬유를 심사로 사용한 혼입 방직사를 이용한 편물의 염색특성을 연구하였다. 조직에 있어서 2종 이상의 섬유가 복합적으로 구성되는 복합조직 섬유는 경우에 따라 동색 혹은 이색으로 염색이 가능하며, 이때 각 조직을 구성하는 섬유의 상호 염색특성에 대한 충분한 고찰이 요구된다⁷⁻¹¹⁾. 본 연구에서 Acrylate/DPP 섬유 방직사 편물을 위한 다양한 염색 실험을 통해 편물을 구성하는 섬유의 염색 특성 및 상호 염색 영향성에 대한 고찰과 견뢰도를 평가하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료

본 실험에서 사용된 시료는 20% Acrylate fiber를 커버링사로 사용하고 80%의 Dyeable polypropylene fiber를 심사로 사용한 방직사를 이용하여 편직된 편물이며, staple, 방직사 및 편물의 물성을 Table 1에 정리하였다.

2.2 염료 및 조제

Table 2에 DPP fiber에 우수한 염색성 및 견뢰도를 가질 것으로 예상되는 E-type 분산염료 3종 및 고세

탁견뢰도 특성을 가질 것으로 예상되는 S-type 분산염료 3종과 Acrylate 염색용으로 사용된 산성염료 3종을 정리하였다. 또한, 본 연구에서 분산염료 염색 시 사용한 분산제와 산성염료 염색 시 사용한 균염제를 Table 3에 정리하였다.

2.3 염색 및 환원세정

염색 방법은 크게 두 가지로 나누어 1욕 염색과 2욕 염색으로 실시하였으며, 각각의 dyeing profile을 Figure 1에 정리하였다. 1욕 염색은 산성염료와 분산염료를 동시에 사용하여 Acrylate/DPP 원사를 한 번에 염색하는 방법이며, 욕비 1:40, 균염제 4g/l, 분산제 4g/l, pH 4의 조건으로 시작온도 50℃에서 승온(2℃/min)하여 130℃에서 40분간 염색하는 1욕 1단 염색(Figure 1-1)과 100℃에서 40분간 산성염료 염색 후 승온(2℃/min)하여 130℃에서 40분간 분산염료를 염색하는 1욕 2단 염색(Figure 1-2)을 실시하였다. 2욕 염색은 Acrylate fiber 및 DPP fiber를 2회에 걸쳐 독립적으로 염색하였다. 이 때, 각 원사의 염색 순서를 바꿔서 2가지 방법(Figure 1-3, 1-4)으로 염색을 실시하였다. 분산염료의 경우 energy type에 상관없이 욕비 1:40, 분산제 4g/l, pH 4의 조건으로 시작온도 50℃에서 승온(2℃/min)하여 130℃에서 40분간 염색하였다. 산성염료의 경우 욕비 1:40, 균염제 4g/l, pH 4의 조건으로 시작온도 50℃에서 승온(2℃/min)하여 100℃에서 40분간 염색하였다.

DPP/Acrylate 편물의 염색 시, 두 염료의 최종 혼합 농도가 1, 2, 3% o.w.f. 가 되도록 각 원사의 비율에 맞게 산성염료 20%, 분산염료 80%의 비율을 사용하였다. 한편, type별 분산염료 6종의 step-dyeing test의 경우, 1% o.w.f. 농도로 전술한 분산염료 염색

Table 1. Knit specification used for this study

Fiber	Manufacturer	Specification
Staple	DONG-IL Co., Ltd.(Korea)	Acrylate : 2.2d, 38mm
	Kolon Glotech Co., Ltd.(Korea)	DPP : 1.6d, 40mm
Yarn	YeeJoo Co., Ltd.(Korea)	DPP (50d, 80%) + Acrylate (single covering, 20%) 30's
Knit	YeeJoo Co., Ltd.(Korea)	Single knit 20", 147.5g/m ² 24G

Table 2. Dyes used for this study

Dye	Manufacturer
Disperse dye	E-type trichromat
	C.I. Disperse Yellow 54
	C.I. Disperse Red 60
	C.I. Disperse Blue 56
	S-type trichromat
	Megacron Yellow WFX
Megacron Red WFX	
Megacron Blue WFX	
Acid dye	C.I. Acid Yellow 219
	C.I. Acid Red 131
	Dorasy Blue CRN

과 동일한 조건으로 염색을 실시하여 10분 단위로 염색 sample을 채취한 뒤, 염착률을 측정하였다. 염색기는 IR 염색기(KOREA Chemical Ltd., Korea)를 사용하였다. 산성염료의 염색이 종료되면 detergent를 이용한 수세를 실시하고, 분산염료의 염색 후에는 옥비 1:20, sodium hydroxide(DUKSAN, Korea) 1g/l, sodium hydrosulfite(DUKSAN, Korea) 1g/l의 조건에서 60℃에서 30분간 환원세정을 실시하여 미고착 염료를 제거하였다. 산성염료와 분산염료가 함께 염색되는 1욕 염색의 경우 detergent를 이용한 수세를 실시하였다.

2.4 염착률

DPP/Acrylate 편물의 온도별 염착거동을 고찰하기 위하여 염색 전·후의 염욕에 잔존하는 염료량을 최대 흡수 파장에서 UV-Vis absorbance 값을 측정하여 염착률을 산출하였다. 이 때, 염착률은 다음 식(1)을 사용하여 계산하였다.

$$\text{Exhaustion}(\%E) = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100 \dots\dots (1)$$

where,

A₀ : Absorbance at λ max before dyeing

A₁ : Absorbance at λ max after dyeing

2.5 견뢰도

세탁견뢰도는 AATCC 61법, 마찰견뢰도는 AATCC의 8-1989법, 일광견뢰도는 AATCC 16E-1987법에 준하여 실험한 후 등급은 gray scale을 사용하여 평가하였다. E-type 분산염료와 산성염료로 염색한 경우, 전술의 염색 조건과 동일하게 염색 및 수세 후, 세탁, 일광 및 마찰 견뢰도를 실험하였으며, S-type 분산염료와 산성염료로 염색한 경우 세탁 및 마찰 견뢰도를 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Acrylate staple fiber의 염색성

본 연구에서 사용한 Acrylate fiber의 경우 Tri-ethylenetetramine계 화합물을 이용하여 아민기(-NH₂)가 도입된 구조로서(Figure 2) Acrylate fiber가

Table 3. List of levelling agent and dispersing agent used for this study

Agent	Commercial name(Manufacturer)
Dispersing agent	UL-NA(Borregaard Corp. Norway)
	R85A(Ingevity Corp. USA)
	Dywell(SAMEUL Co., Ltd. Korea)
Levelling agent	Doregal SFD-new(M.Dohmen korea Ltd. Korea)

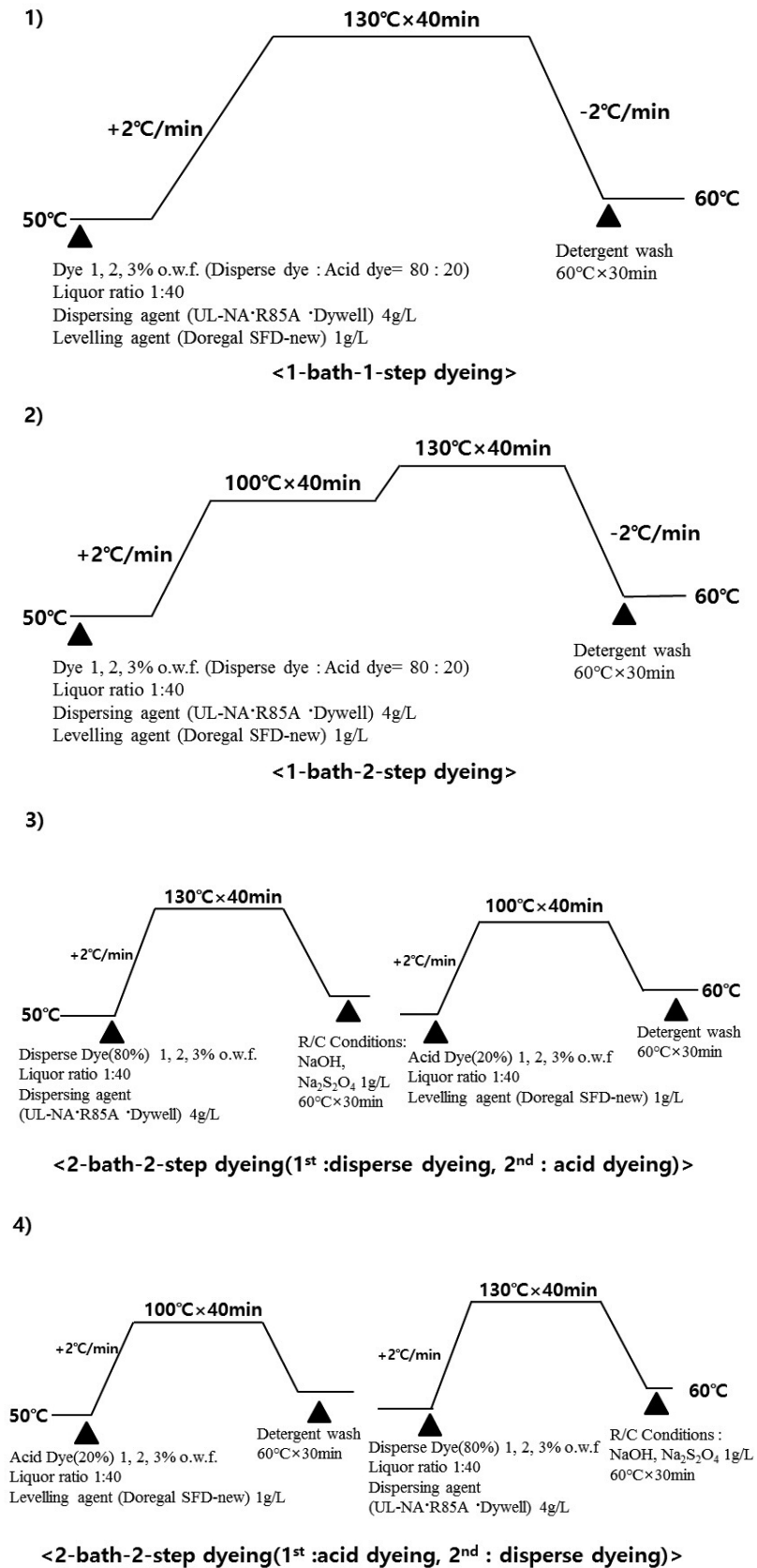


Figure 1. Dyeing profile.

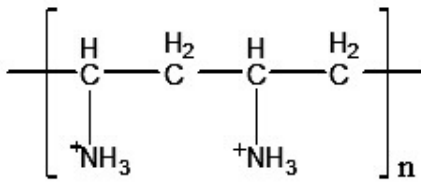


Figure 2. Chemical structure of Acrylate fiber used for this study.

함유하는 영이온기(-NH³⁺)와 산성염료의 음이온기(-SO₃-Na⁺)간 ionic interaction에 의해 염착좌석이 제공되어 산성염료와의 Affinity가 우수할 것으로 판단된다. Acrylate staple fiber에 대한 산성염료의 농도에 따른 염색 거동을 살펴보기 위하여 산성염료 3종을 각각 1, 2, 3% o.w.f.에서 염색하여 염색성을 확인하였으며, 그 결과를 Figure 3에서 살펴보면 3원색의 염착률이 모든 농도에서 98% 이상으로 매우 우수함을 알 수 있다.

3.2 분산염료의 build-up성

분산염료의 농도에 따른 염색 거동을 살펴보기 위하여 energy type별 분산염료 6종을 각각 1, 2, 3% o.w.f.에서 염색하여 그 결과를 Figures 4, 5에 정리하였다. energy type에 상관없이 6종의 염료 모두 염료농도 증가에 따라 염착률이 감소하는 모습을 보였다.

E-type 분산염료의 경우, Yellow는 1% o.w.f. 농도에서 88%로 우수한 염착률을 나타냈으나, 2%, 3% o.w.f. 농도에서 각각 80%, 75%로 감소하며, Red의 경우 1%, 2% o.w.f.에서 염착률이 99%로 상당히 우수하며 3% o.w.f.에서 90%로 염착률이 다소 감소하였으나, 전반적으로 우수한 염착률을 나타냈다. Blue

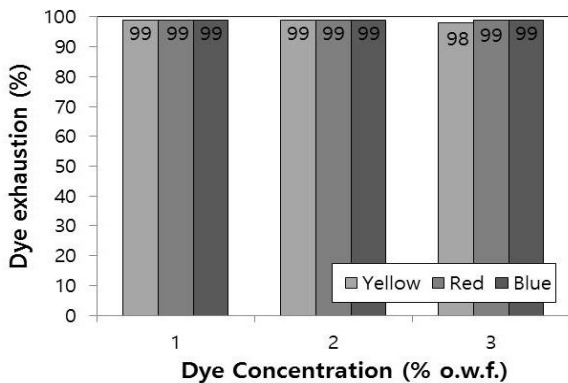


Figure 3. Build-up properties of acid dyes for Acrylate staple fiber.

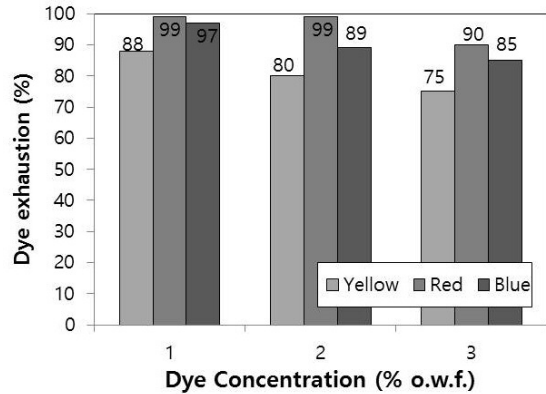


Figure 4. Build-up properties of E-type disperse dyes for DPP staple fiber.

의 염착률은 1% o.w.f. 농도에서 97%로 매우 우수하였으며, 2%, 3% o.w.f.로 농도가 증가함에 따라 염착률은 각각 89%, 85%로 감소하였다.

S-type 분산염료의 경우 1% o.w.f. 농도에서 Yellow, Red, Blue의 염착률이 각각 83%, 98%, 99%로 우수하였으나, Yellow의 경우 2%, 3% o.w.f.에서 염착률이 각각 69%, 65%로 감소폭이 상대적으로 컸다. Red는 2%, 3% o.w.f.에서 각각 87%, 80%로 염착률이 크게 감소하였으나 전반적으로 우수하였으며, Blue는 2% o.w.f.에서 93%로 우수하였고, 3% o.w.f.에서 76%로 염착률이 크게 감소하였다.

3.3 Step-dyeing을 통한 염료 상용성

DPP staple fiber에 대한 E-type 및 S-type 분산염료 3원색의 step-dyeing을 통해 온도별 염색거동을 살펴보았으며, 염착률 결과를 Figures 6, 7에 정리하였다. step-dyeing을 통해 섬유에 대한 염료의

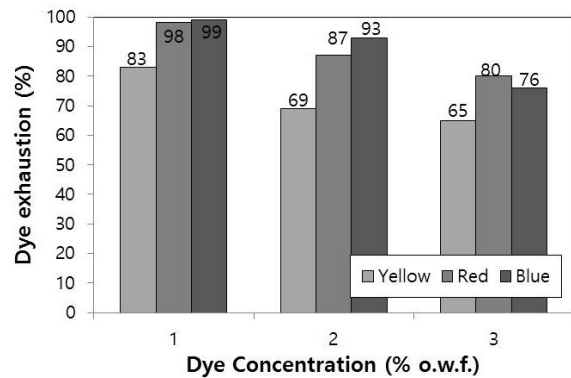


Figure 5. Build-up properties of S-type disperse dyes for DPP staple fiber.

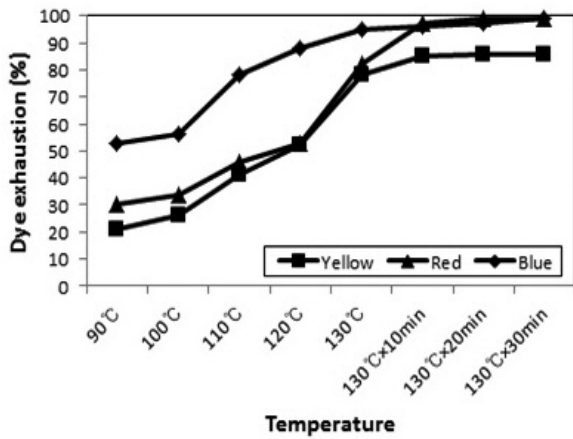


Figure 6. Dye exhaustion yields of E-type disperse dyes by dyeing temperature for DPP staple fiber.

Critical absorption range를 알 수 있는데, Critical absorption range란 염색 온도의 변화에 따른 염착률 상승곡선 중 급격한 흡착이 진행되는 염색온도 구간을 의미하며, 염료간 critical absorption range가 근접할수록 상용성이 우수함을 의미한다¹²⁾.

E-type 분산염료의 온도별 염착률을 Figure 6에서 살펴보면, Blue가 100°C~120°C 사이에서 기울기가 급격히 상승하며, 120°C에서부터 기울기가 감소하여 130°C에서 염착평형을 이루어 E-type에 가까운 염착 거동을 보였다. Yellow와 Red의 경우, 120°C~130°C의 온도구간에서 기울기가 급격히 상승하여 critical absorption range가 고찰되며, 130°C에서 10min에서 염착평형을 이루어 S-type에 가까운 염착특성을 나타냈다.

Table 4. Comparison of dye exhaustion yields by 1-bath dyeing method with E-type disperse dyes and acid dyes for knit

Dye	Concentration	1-bath-1-step	1-bath-2-step
Yellow	1% o.w.f.	76	68
	2% o.w.f.	65	48
	3% o.w.f.	62	42
Red	1% o.w.f.	94	91
	2% o.w.f.	86	84
	3% o.w.f.	56	60
Blue	1% o.w.f.	92	92
	2% o.w.f.	87	84
	3% o.w.f.	77	80

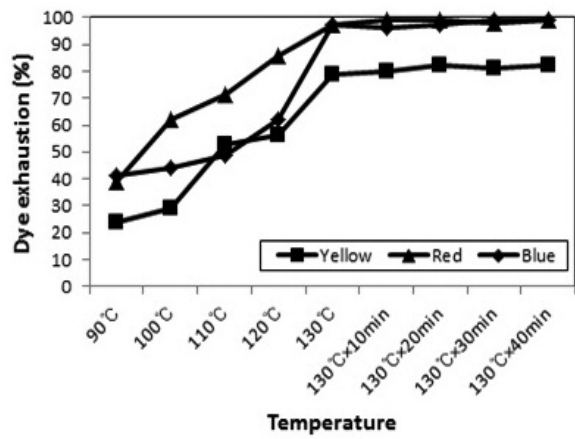


Figure 7. Dye exhaustion yields of S-type disperse dyes by dyeing temperature for DPP staple fiber.

Figure 7에서 S-type 분산염료의 온도별 염착률을 살펴보면, Yellow, Red, Blue 모두 120°C~130°C 구간에서 급격한 기울기 상승을 보이며, 130°C에서 critical absorption range가 고찰되어 S-type의 특성을 나타내 3원색의 상용성이 상당히 우수함을 확인하였다.

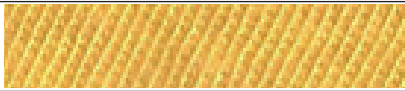
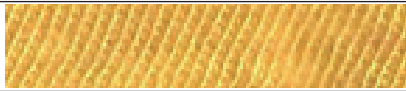
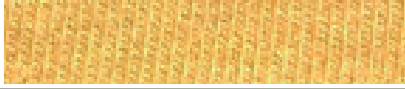

3.4 염색방법에 따른 DPP/Acrylate 편물의 염색성

본 연구에서는 편물을 구성하는 DPP 섬유와 Acrylate 섬유를 구분하여 분산염료 및 산성염료로의 1욕 및 2욕 염색법으로 나누어 각 염색법의 유효성을 고찰하였다. 1욕 염색의 경우 분산염료와 산성염료를 동시에 사용하여 130°C에서 1 단계에 염색하는 1욕 1단 염색과(Figure 1-1) 100°C에서 130°C로 온도조건에 변화를 준 1욕 2단 염색(Figure 1-2)을 실시하여 Table

Table 5. Comparison of dye exhaustion yields by 1-bath dyeing method with S-type disperse dyes and acid dyes for knit

Dye	Concentration	1-bath-1-step	1-bath-2-step
Yellow	1% o.w.f.	80	72
	2% o.w.f.	61	66
	3% o.w.f.	60	62
Red	1% o.w.f.	96	92
	2% o.w.f.	88	85
	3% o.w.f.	81	79
Blue	1% o.w.f.	90	89
	2% o.w.f.	81	84
	3% o.w.f.	71	72

Table 6. Comparison of levelling properties depending on dyeing method for knit

Dye (1% o.w.f.)	1-bath-1-step dyeing	1-bath-2-step dyeing
E-type disperse dye+acid dye		
E-type disperse dye+acid dye		

4, 5에 정리하였다.

Table 4에서 E-type 분산염료 및 산성염료를 사용한 1욕 1단 및 1욕 2단 염색의 염착률 결과를 비교해보면, 1% o.w.f. 농도에서 Yellow, Red의 염착률이 1욕 1단 염색 결과에서 각각 76%, 94%로 1욕 2단에 비해 우수하며, 동일한 농도에서 Blue는 염착률에 차이를 보이지 않았다. Yellow는 2%, 3% o.w.f.의 농도에서 1욕 1단이 1욕 2단에 비해 결과가 20%내외로 높은 염착률을 보였다. Red와 Blue는 염료농도 2% o.w.f.에서 각각 86%, 87%로 1욕 1단이 더 높은 염착률을 보였으나, 3% o.w.f.에서는 1욕 2단이 60%, 83%로 더 높았으며, 눈에 띄는 큰 차이는 없었다.

Table 5에서 S-type 분산염료 및 산성염료를 사용한 1욕 염색의 염착률 결과를 비교해보면, Yellow, Red, Blue 모두 1% o.w.f. 농도에서 각각 80%, 96%, 90%로 1욕 1단 염색 시 염착률이 더 높았으며, Yellow의 경우 8%로 다소 큰 차이를 보였다. 2% 및 3% o.w.f. 농도에서 3원색 모두 염색법에 따른 염착률의 차이가 5% 이하로 눈에 띄지 않았다. 전반적으로 1욕 2단 염색 결과에 비해 1욕 1단 염색 결과 염착률의

측면에서 우수하였다. 이는 분산염료가 2% o.w.f. 내외의 저농도에서 합성섬유인 Acrylate fiber에 어느 정도의 염착기재를 가지므로 1욕 2단 염색 시, 100℃에서 Acrylate fiber가 산성염료로 먼저 염색된 후, 130℃에서 분산염료에 의한 Acrylate fiber 염착좌석이 감소하였기 때문인 것으로 고찰된다. 반면, 1욕 1단 염색의 경우, 승온 과정에서 염색 온도 및 시간이 산성염료의 염색 조건에 충분치 못해 130℃에서 분산염료에 의한 염착이 우세하였던 것으로 판단된다.

Table 6에서 1욕 염색에 따른 편물의 염색 상태를 살펴보면, 130℃에서 혼합염료를 한 단계에 걸쳐 염색한 1욕 1단의 경우 균염성이 우수하며, 1욕 2단 염색물의 경우, 전술한 바와 같이 100℃에서 산성염료가 먼저 염색되고 이후 130℃에서 분산염료에 의한 Acrylate fiber 염색이 불완전하게 발생하여 불균염이 나타난 것으로 고찰된다. 1욕 1단 염색의 경우, 분산염료에 의해 Acrylate fiber 및 DPP fiber 모두 비교적 균일하게 염색된 것으로 고찰된다.

다음으로 혼입된 섬유를 각각 2단계에 걸쳐 독립적으로 염색하는 2욕 2단 염색을 실시하여 염착률을

Table 7. Comparison of dye exhaustion yields by 2-bath-2-step dyeing method with E-type disperse dyes and acid dyes for knit

Dye	Concentration	1st-step Disperse dye	2nd-step Acid dye	1st-step Acid dye	2nd-step Disperse dye
Yellow	1% o.w.f.	89	20	98	72
	2% o.w.f.	77	28	97	55
	3% o.w.f.	70	31	97	51
Red	1% o.w.f.	99	99	99	97
	2% o.w.f.	93	57	99	87
	3% o.w.f.	90	45	99	50
Blue	1% o.w.f.	95	79	99	83
	2% o.w.f.	88	38	98	80
	3% o.w.f.	83	31	98	74

Table 8. Comparison of dye exhaustion yields by 2-bath-2-step dyeing method with S-type disperse dyes and acid dyes for knit

Dye	Concentration	1st-step Disperse dye	2nd-step Acid dye	1st-step Acid dye	2nd-step Disperse dye
Yellow	1% o.w.f.	83	47	98	65
	2% o.w.f.	69	51	97	60
	3% o.w.f.	60	63	97	51
Red	1% o.w.f.	97	66	99	77
	2% o.w.f.	87	87	99	71
	3% o.w.f.	69	90	99	70
Blue	1% o.w.f.	99	48	99	99
	2% o.w.f.	92	55	98	90
	3% o.w.f.	76	71	98	74

Table 7, 8에 정리하였다.

Table 7의 1단계 E-type 분산염료를 선행한 실험 결과, 3원색 염료가 모든 농도에서 단독 염색 시의 염착률(Figure 4)과 유사한 값을 나타냈다. 2단계 산성염료로 염색 시, Yellow의 경우 모든 농도에서 염착률이 평균 26%로 매우 낮게 나타났으며, Red는 1% o.w.f.의 농도에서 염착률이 79%이며, 2%, 3% o.w.f.로 농도가 증가함에 따라 염착률은 각각 57%, 45%로 상당히 낮게 나타났다. Blue 역시 2%, 3% o.w.f.에서 각각 38%, 31%로 매우 낮게 나타났다.

Table 8에서 1단계 S-type 분산염료를 선행한 실험 결과 역시 3원색이 모든 농도에서 Figure 5의 단독 염색 결과와 유사한 염착률을 나타냈으나, 2단계 산성염료의 염색 시 1% o.w.f. 농도에서 Yellow, Red, Blue의 염착률이 각각 47%, 66%, 48%로 상당히 낮았으며, 2% 및 3% o.w.f.로 염료농도가 증가함에 따라 염착률이 함께 증가하여 1단계 분산염료와 상충되는 염착거동을 보였다.

Figure 3에서 산성염료의 단독염색 시 3원색의 염착률이 모든 농도에서 98% 이상임을 감안하였을 때, 선행

한 분산염료의 energy type에 상관없이 2단계 산성염료 염착률에 있어서 상당히 큰 감소가 나타났으며, 이러한 염착률의 감소를 통해 전술한 것과 같이 분산염료의 염착기제가 DPP fiber에만 국한되지 않아 일부 Acrylate fiber에도 염착이 발생되어 Acrylate 내의 산성염료 염착좌석이 감소하였기 때문인 것으로 고찰된다.

Table 7에서 1단계 산성염료를 선행한 실험의 결과를 살펴보면, 모든 농도에서 Figure 3의 산성염료의 단독 염색 결과와 유사한 98% 이상의 염착률이 나타났다. 2단계 E-type 분산염료로 염색을 실시한 결과 1% o.w.f. 농도에서 Yellow, Blue의 염착률이 각각 72%, 83%로, E-type 분산염료의 단독 염색 시(Figure 4) 동일한 농도에서 염착률이 각각 88%, 97%임을 감안하였을 때, 15% 내외의 큰 감소를 나타낸 것을 알 수 있으며, Red는 유의한 감소를 나타내지 않았다. 염료농도가 2%, 3% o.w.f.로 증가함에 따라 Yellow는 55%, 51%로 크게 감소했으며, Red는 3% o.w.f.에서 50%로 매우 큰 감소폭을 나타냈다. Blue는 염료농도 증가에 따라 80%, 74%로 염착률이 감소하였다.

Table 8에서 2단계 S-type 분산염료의 염색을 실

Table 9. Comparison of levelling properties depending on dyeing method for knit





Dye (1% o.w.f.)	2-bath-2-step dyeing 1st : acid, 2nd : disperse dyeing	2-bath-2-step dyeing 1st : disperse, 2nd : acid dyeing
E-type disperse dye + acid dye		
S-type disperse dye + acid dye		

Table 10. Wash fastness of knits dyed

Dye (1% o.w.f.)		Wash Fastness					
		Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool
E-type disperse 80% + Acid 20%	Yellow	3-4	3	3	4	4-5	3-4
	Red	3	3-4	3	4	4-5	3-4
	Blue	3	3-4	3	3	4-5	3-4
S-type disperse 80% + Acid 20%	Yellow	4	4	4	4-5	4-5	4
	Red	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	Blue	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

Table 11. Rubbing fastness of knits dyed

Dye (1% o.w.f.)	Rubbing fastness		
		Dry	Wet
E-type disperse 80% + Acid 20%	Yellow	3	3
	Red	3-4	3
	Blue	3-4	3
S-type disperse 80% + Acid 20%	Yellow	3-4	4
	Red	4	3-4
	Blue	4	3-4

시한 결과 1% o.w.f.의 농도에서 Yellow, Red의 염착률이 각각 65%, 77%로 S-type 분산염료의 단독 염색 결과(Figure 5)에 비해 20% 내외로 낮게 나타났으며, Blue는 동일한 농도에서 99%로 매우 우수하였다. 농도가 2%, 3% o.w.f.로 증가함과 동시에 Yellow는 60%, 51%로 염착률이 서서히 감소하며, Red 역시 71%, 70%로 다소 작은 감소 폭을 나타냈다. Blue는 농도가 2% o.w.f.일 때 90%로 우수한 염착률을 나타냈으며, 3% o.w.f.일 때 74%로 감소하였다.

Table 9의 편물에 대한 energy type별 분산염료 및 산성염료의 2욕 염색물의 염색 상태를 살펴보면, 산성염료, 분산염료 순으로 염색을 실시한 경우 3원색이 1% o.w.f. 농도에서 비교적 균염성이 우수하였다. 이는 1단계 산성염료 염색 이후, 수세 과정을 통해 미고착 산성염료를 제거하여 2단계 분산염료에 의하여

Table 12. Light fastness of knits dyed

Dye (1% o.w.f.)	Light fastness
E-type disperse 80% + Acid 20%	4
Yellow	4
Red	4
Blue	4

Acrylate fiber의 염착이 비교적 안정적으로 발생했기 때문이다. 분산염료, 산성염료 순으로 염색을 실시한 경우 모든 농도에서 3원색의 불균염이 발생하였다. 이는 분산염료가 DPP fiber 뿐만 아니라 Acrylate fiber에도 안정적인 염착을 이루어 Acrylate fiber에 대하여 산성염료의 염착이 충분히 이루어지지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

3.5 견뢰도

편물에 대한 산성염료와 energy type별 분산염료의 세탁견뢰도, 마찰견뢰도 및 일광견뢰도 결과를 Table 10, 11, 12에 정리하였다. 산성염료와 E-type 분산염료의 세탁견뢰도 결과를 살펴보면(Table 10), 3원색 평균 3.5급으로 양호하며, S-type 분산염료의 경우 평균 4급-4.5급으로 상당히 우수하였다. 마찰견뢰도 측면에서 보면(Table 11), E-type 및 S-type 분산염료 3원색이 각각 평균 3등급, 3.5-4등급으로 S-type 분산염료가 더욱 우수하였다.

한편, Table 12에서 E-type 분산염료와 산성염료의 일광견뢰도 결과를 살펴보면, 3원색 모두 4등급으로 상당히 우수한 것을 확인할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 DPP/Acrylate 섬유 방적사를 이용한 편물에 대한 다양한 염색실험 및 견뢰도 평가를 실시하였다. 염료농도에 따른 build-up test를 통해 산성염료가 모든 염료농도에서 98% 이상의 높은 염착률을 나타내는 것을 확인하였으며, E-type 분산염료의 경우, 1% o.w.f. 농도에서 Yellow, Red, Blue 각각 염착률이 88%, 99%, 97%로 매우 우수하며, S-type 분산염료의 경우, 동일한 농도에서 각각 83%, 98%, 99%로 상당히 우수하였다. 이어서 step-dyeing test를 통해 분산염료 6종 모두 130℃ 이상에서 염착평형을 이루는 것을 확인하였다. DPP/Acrylate 편물 염색시 1욕 염색법과 2욕 염색법을 나누어 실험한 결과, 염착률 및 균염성 측면에서 1욕 2단 염색에 비해 1욕 1단 염색 결과가 더 우수하였다. 다음으로 2욕 염색의 결과를 살펴보면, 산성염료, 분산염료 순으로 염색한 2욕 2단 염색의 결과가 염착률 및 균염성 측면에서 분산염료, 산성염료 순으로 실시한 염색의 결과에 비해 우수하였다. 1욕 염색과 2욕 염색의 결과를 비교했을 때, 염착률의 측면에서 더 우수한 염색법을 고찰할 수는 없었으나, 균염성의 측면에서 살펴보면 1욕 1단 염색의 결과가 가장 우수하며, 이는 Acrylate fiber에도 일부 염착 기제를 갖는 분산염료가 130℃에서 DPP와 Acrylate fiber측 모두 균형 있게 염색이 이루어졌기 때문으로 고찰된 바 있다. 염색된 편물의 견뢰도 결과를 살펴보면, S-type 분산염료와 산성염료 3원색의 경우 세탁 및 마찰 견뢰도 각각 평균 4-4.5급, 3.5-4급으로 우수하였으며, E-type 분산염료의 경우 일광 견뢰도가 3원색 모두 4급으로 상당히 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 2016년 경북대학교 연구비지원에 의하여 연구되었음.

References

1. S. Ishimaru, High Moisture Absorption Heat Fiber Acrylate Fiber, *Functional Materials*, **31**(11), 18(2011).
2. K. J. Yoon and J. H. Woo, Responsive Fibers from Modification of Acrylic Fibers, *Textile Coloration and Finishing*, **16**(1), 53(2004).
3. E. M. Kim, O. K. Kwon, H. Y. Lee, and J. H. Choi, Dyeing Characteristics and Fastness of Dyeable Polypropylene Fiber by Disperse Dyes, *Textile Science and Engineering*, **44**(5), 257(2007).
4. A. Jiri and J. Prikryl, Dyeing Behavior of Polypropylene Blend Fiber I, Kinetic and Thermodynamic Parameters of the Dyeing System, *J. of Applied Polymer Science*, **62**(1), 235(1996).
5. T. K. Kim and S. A. Lee, Characteristics and Application of the Highly-Durable and Highly-Sensitive Super Hydrophobic Acid-gas Sensing Dye, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(2), 105(2015).
6. H. M. Kim, T. W. Son, Y. H. Kim, N. S. Lee, and O. H. Jeon, Polypropylene Containing Small Amount of Polar Polymers(I)-Structure and Properties-, *J. of the Korean Fiber Society*, **39**(2), 133(2002).
7. Y. S. Chung, K. W. Lee, and P. K. Pak, Compatibility Analysis of Disperse Dyes in Dyeing of PET/Spandex Blends, *Textile Coloration and Finishing*, **14**(4), 12(2002).
8. W. K. Sung, A Study on the Dyeing of PTT(polytrimethylene terephthalate)/Silk Mixture Fabrics with Disperse Dyes/Acid Dyes, *Korean Society of Clothing Industry*, **12**(1), 94(2010).
9. G. J. Kim, I. J. Gwag, M. R. Park, and J. H. Jeon, One Bath Dyeing of Silk/Synthetic Fiber Blends(II), *Textile Coloration and Finishing*, **5**(2), 9(1993).
10. M. Y. Kim, D. W. Kim, J. S. Jeong, and B. S. Jang, Physical Properties and Dyeability of Wool/Polyester Spun Blend Yarn and Its Fabrics Using Air Blowing and Electrostatic Spinning Technology(Cyclone), *Textile Coloration and Finishing*, **28**(2), 77(2016).
11. W. Y. Shin, D. S. Seak, and M. C. Lee, Dyeing Properties of CDP Fiber(I) -Dyeing Properties and Color Fastness of CDP Fiber-, *Textile Coloration and Finishing*, **17**(3), 1(2005).
12. E. M. Kim, Y. H. Noh, G. U. Yang, and J. H. Choi, A Study on Dyeing Properties of Self Moisture Control Knitted Fabric, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(2), 83(2014).