한국의류산업학회지
제15권 제3호, 2013
<연구논문>

Fashion & Text. Res. J.
Vol. 15, No. 3, pp.467-476(2013)
http://dx.doi.org/10.5805/SFTI.2013.15.3.467

저융점 복합사를 이용한 난연 폴리에스터 직물의 염색

이신희†
경북대학교 의류학과

Dyeing of Flame Retardant Polyester Fabric developed by using Low-melting-point Bicomponent Filament

Shin-Hee Lee†
Dept. of Clothing & Textiles, Kyoungpook National University; Daegu, Korea

Abstract : This study investigates the dyeability and the fastness of flame retardant polyester fabric developed by a thermal bonding with a low melting component of flame retardant bicomponent filament (LMFRPC). The fabrics were prepared with flame retardant polyester filaments (FRP) as warp and blended filaments of FRP and LMFRPC as weft. The LMFRPC have a sheath and a core where the core comprises a flame retardant polyester and the sheath comprises a thermoplastic polyester with a low-melting point. The thermal bonding of fabric was conducted in a pin tenter at 170°C for 60 seconds. Fabric dyeing was conducted with an infrared dyeing machine at various dyeing temperatures and dyeing times. The dyestuffs used in this study were CI disperse Yellow 54, Red 60 and Blue 56 of E-type dyestuff and Orange 30, Red 167 and Blue 79 of S-type dyestuff. This study investigated the morphology of thermal bonded fabric, dyeability and fastness of dyed fabric. Dyeability increased with an increased dyeing temperature. The thermal bonded area increased with the increased LMFRPC content. The dyeability of S-type dyestuff was higher than E-type dyestuff; in addition, the saturated dyeing time was about 20minutes at 130°C for E and S-type dyestuff. The fastness to washing and rubbing were excellent at a 4-5 Grade.

Key words: bicomponent filament(복합사), flame retardant(난연제), polyester(폴리에스터), thermal bonding(열융착), dyeing(염색)

1. 서 론

대형화재에 의한 인명 및 재산 피해가 사회 이슈화되면서, 현재 난연성 섬유소재 관련 특별법령으로서 소방법 및 소방법 시행령 제 11조에 준하여 소방법 강화 및 방염, 방화시설에 대한 규제를 강화하고 있으며, 특히 난연성 소재에 의해 제조된 방염제품의 경우 방염성능시험기술기준을 제시하여 이에 준하도록 하고 있다(Kim et al., 2008). 특히 롤스크린을 포함한 커튼류는 세로로 매달려 있어 화재를 조장 촉진시키는 것으로서 이들의 성능이 더욱 요구된다. 국내의 경우 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령에 의해 방염이 요구되는 제품에 있어 방염성능의 기준을 마련 시행하는 등 방염대상물품에 대한 관리의 중요성이 점점 증대되고 있다(Kim, 2007; Lee & Jeong, 2011; National Emergency Management Agency, 2008).

섬유소재중 롤스크린 직물지로 가장 많이 이용되는 섬유소재가 폴리에스터이다. 폴리에스터는 유연성, 고강성, 열안정성, 내약품성 등이 우수하여 일반 의류용 섬유는 물론 롤스크린을 포함한 홈인테리어 부분에도 많이 사용된다. 그러나 폴리에스터가 연소할 때 발생하는 독성가스와 매연은 화재사망사고의 주요한 원인이 된다(Lecomte & Liggat, 2008; Kim & Ghim, 2012). 최근 폴리에스터를 소재로 한 커튼 및 롤스크린 원단에 관한 난연성 관련 연구가 많이 진행되고 있다. Jang and Kim (2007)이 연구한 "창가리개용 스크린 원단 및 그 제조방법"에서는 시드-코어구조를 가지는 폴리에스터사와 난연사를 혼방 또는 배열하는 방법으로 제직, 가공하여 일정온도에서 열처리하여 난연성을 부여한 창가리개용 스크린 원단을 제조하였으며, Jang(2006)은 난연 직물 제조시 경사 및 위사에 기존의 난연사를 사용하는 것 이외에 낮은 온도에서 융화하는 저융융성 중합체를 난연사 외부면에 도포한 난연사를 추가로 사용하여 텐터에 의해 열처리함으로서 코팅을 생략할 수 있는 난연직물을 제조하였다. 미국특허 USP 041621에서는 복합사를 이용하여 매트릭스, 베개, 담요 및 이불, 방호복, 및 잠옷 등을 포함하는 일반 의류용 난연성 직물을 개발하였다(Bansal at al., 2003). 또한, 본 연구자(Lee, 2013)는 난연사와 저융점 난연 복합사를 사용하여 난연 직물지를 제조하고 그 특성을 연구·분석하였다.

섬유제품에 경쟁력과 부가가치를 향상시키기 위해 섬유제품에 다양한 기능성을 부여해야하므로 염색을 포함한 기능성 부

†Corresponding author; Shin-Hee Lee
Tel. +82-53-950-6221, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: shinhee@knu.ac.kr

Table 1. Characteristics of flame retardant fabrics used in this study

Fabrics	Wave	Composition of yarn		Fabric density (threads/cm)	
		Warp(150/2)	Weft(300/4)	Warp	Weft
LM 100	Plain	100% FRP	100% LMFRPC	18	16
LM 075	Plain	100% FRP	75% LMFRPC + 25% FRP	18	16
LM 050	Plain	100% FRP	50% LMFRPC + 50% FRP	18	16
LM 025	Plain	100% FRP	25% LMFRPC + 75% FRP	18	16

여를 위한 노력들이 진행되고 있다. 섬유제품에 보다 효율적이면서 경쟁력을 갖추기 위해서는 기존 섬유소재의 개질은 물론 이들 섬유를 이용한 제품들에 있어 염색가공기술 확립이 더욱 효과적이며 이는 최종제품과 밀접한 관련이 있다(Park et al., 2006; Ji & Lee, 2009). 본 연구에서 사용한 직물지의 경사는 난연 폴리에스터 필라멘트, 위사는 코어부분이 난연 폴리에스터성분, 시드부분이 텐터에 의해 열융착이 가능한 저융점 폴리에스터로 구성된 복합사와 경사로 사용한 난연사의 혼합 필라멘트이다. 일반 폴리에스터 직물에 관한 염색은 다양하게 그리고 일반적으로 이루어지고 있다. Hwang et al.(2012)은 저융점 폴리에스터 복합사의 저온염색성에 관한 연구로 염색특성을 검토한 적이 있으나 본 연구에서와 같이 저융점 난연 폴리에스터 복합사를 사용한 새로운 직물에 대한 염색연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구(Lee, 2013)에서 연구 개발한 새로운 직물지에 있어 폴리에스터 염색에 많이 사용되는 E 및 S-type의 3원색 염료에 대해서 염색온도 및 염색시간에 따른 염착율 및 염색특성을 고찰하였으며 일광 및 세탁견뢰도를 비교・고찰하였다.

2. 실험재료 및 방법

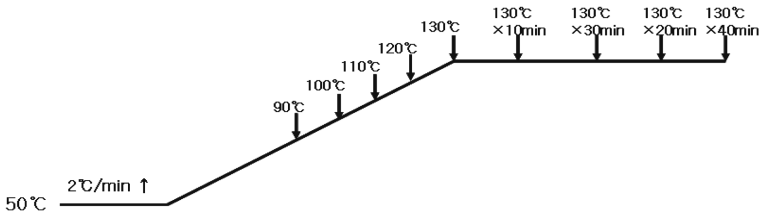
2.1. 난연성 롤스크린 직물지의 특성

본 연구에 사용된 난연성 롤스크린 직물지의 특성은 Table 1과 같다(Lee, 2013). 본 연구의 난연(FRP)사 및 난연 복합사(LMFRPC)를 이용한 난연성 롤스크린 직물의 경우 Table 1과 같이 경사는 24가닥 75데니어의 FRP를 2합사하여 전체 굵기를 150 데니어로하여 사용하였으며, 위사는 각각 24가닥 75데니어인 경사로 사용된 FRP와 LMFRPC를 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25로 4합사하여 전체 굵기가 300 데니어인 혼합사를 사용하였으며 이때 시료를 각각 LM 100, LM 075, LM 050, LM 025라 하였다. 직물밀도는 Table 1과 같으며 선행연구(Lee, 2013)에서 검토된 열처리조건 즉 텐터링 온도 170°C에서 60초간 긴장 열처리를 한 후 열 융착된 직물에 대하여 염색 특성을 고찰하였다.

2.2. 실험

본 연구에서의 난연성 롤스크린 직물지의 경우 경사에는 FRP를 사용하고 위사에 FRP와 텐터링에 의해 열처리 용융고착이 가능하도록 시드-코어 형태의 LMFRPC를 특정 비율로 혼합하여 사용하였다. LMFRPC의 경우 코어부분은 난연 폴리에스터를 사용하여 얻어진 직물지의 난연특성을 증가시킴은 물론 시드부분에 사용된 저융점 폴리에스터가 텐터링에 의해 필라멘트 간 열융착이 가능하여 경사와 위사를 구속 롤스크린용 직물지 제조가 가능한 직물이다. 그러나 직물을 구성하는 대부분의 고분자 구성성분이 폴리에스터이므로 본 연구의 난연성 롤스크린 직물지의 염색성 검토는 일반 폴리에스터에서 많이 사용되는 E-type 및 S-type의 3원색 분산염료에 대하여 염색특성을 조사하였다(Ji & Lee, 2009). 염색을 위한 염색조건 및 각종조제들은 Table 2와 같으며, 사용한 염료는 2가지 energy type의

Table 2. Condition of dyeing

Dyeing	 **Step dyeing** • dye 2% o.w.f • liquor ratio 1: 10 • pH 4 • dispersant(RM-340, Nicca Korea) 1 g/*l*
Reduction clearing	NaOH 1 g/*l*, $Na_2S_2O_4$ 1 g/*l*, liquor ratio 1: 20, 80°C×20min
Thermofixation	80°C×60sec

3원색 6종의 염료를 사용하였으며 그 특성을 Table 3에 나타내었다. 염색조건은 각 염료에 대하여 염료농도 2% owf에 있어 승온속도 2°C/min 속도로 염색온도 90, 100, 110, 120, 그리고 130°C에서 염색하여 각 온도에서 염색성을 검토하였으며 분산제는 염액 제조시 염료와 함께 용해하여 염액으로 사용하였다. 또한 염색시간 특성을 고찰하기 위하여 130°C에서 0, 10, 20, 30 그리고 40분 동안 염색한 염색시료에 대하여 염색특성을 고찰하였다.

모든 염색시료의 분석은 염색 후 환원세정을 하고 마지막으로 열고정을 한 후 특성을 고찰하였다. 염색을 위한 교직물의 열융착은 전보(Lee, 2013)에서 검토된 열처리조건, 즉 텐터링온도 170°C의 핀 텐터에서 60초 동안 연속 긴장 열처리를 행하였으며 열융착된 직물에 대하여 염색 특성을 고찰하였다. 직물의 염착율은 각 염색조건에서 염색 전·후의 염욕에 잔존하는 염료량으로부터 계산하였으며 염료의 양은 염료의 최대흡수파장에서의 흡광도(absorbance)값을 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\%E = (A_0 - A_1)/A_0 \times 100$$

여기서, A_0 : 최대흡수파장(λ_{max})에서 염색 전 염액의 흡광도
A_1 : 최대흡수파장(λ_{max})에서 염색 후 잔존 염액의 흡광도
E : 염착율(exhaustion)

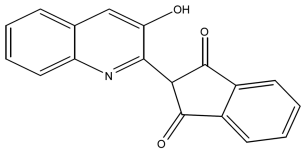
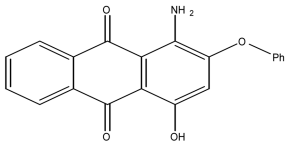
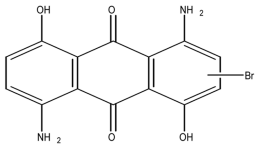
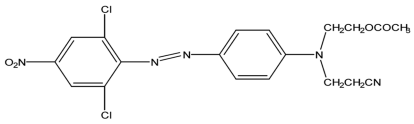
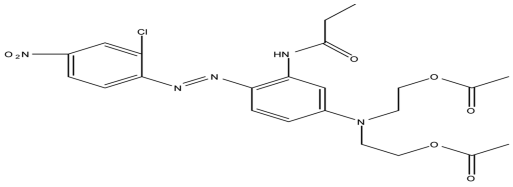
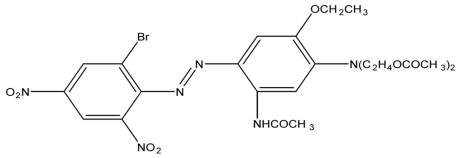
2.3. 측색 및 표면염색농도(K/S)

열처리에 의한 직물표면의 열융착특성을 고찰하기 위해 SEM (Field Emission Scanning electron microscope, Model:S-4300. Japan)을 사용하여 15 kV의 전압에서 200배 확대하여 각각 관찰하였다. 염색된 시료의 염색 특성을 측정하기 위해 CCM(BYK-Gardner, Model CG-9005, U.S.A)을 사용하였으며, L*(Whiteness), a*(Redness), b*(Yellowness) 3차원 공간 좌표는 물론 색상각을 측정하였다. L*, a*, b* 값 및 색상각은 각각 5회씩 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

2.4. 염색견뢰도

세탁견뢰도는 KS K 0430 A-1법(40°C)에 의거하여

Table 3. Characteristics of dyestuff

Energy type	Name	Structure	Molecular weight
E	C.I. Disperse Yellow 54		289.29
	C.I. Disperse Red 60		331.32
	C.I. Disperse Blue 56		365.18
S	C.I. Disperse Orange 30		450.27
	C.I. Disperse Red 167		519.93
	C.I. Disperse Blue 79		639.41

Launder-o-meter(HAN WON Co, Model HT-700)를 사용하여 측정하였으며, 마찰견뢰도는 KS K 0650에 따라 Crockmeter (TESTWON Co, TO 800C, Korea) 마찰시험기를 사용하여 측정하였다. 견뢰도 판정으로는 Color & color difference meter를 이용하여 KS K 0066에 의한 ΔE값과 세탁 및 마찰 후의 시료를 표준회색표(Gray scale)를 이용하여 등급으로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 교직물의 위사조성에 따른 열융착 교직물의 전자현미경 사진

Fig. 1은 LM 100, LM 075, LM 050, 그리고 LM 025직물에 대하여 텐터 온도 170°C에서 1분간 열융착한 직물의 전자현미경 사진을 나타낸 것이다. Fig. 1에서 (a), (b), (c), (d)는 각각 위사의 성분비 LMFRPC/FRP를 100/0, 75/25, 50/50, 25/75로 달리한 시료이며 0/100을 제직하지 않은 것은 이렇게 제직된 직물은 LMFRPC의 저융점 폴리에스터 성분이 없어 텐터링 공정에서 열융착을 기대할 수 없기 때문이다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 (a), (b), (c), (d) 모두 경사는 열융착 흔적을 찾아 볼 수 없는데 이것은 열융착 온도가 170°C이므로 이 온도에서는 사용한 FRP에서 용융이 일어나지 않았기 때문이다. 한편, 위사의 경우 모든 조건에서 위사의 열융착 부분을 확인할 수 있으며 LMFRPC의 함량이 증가 할수록 열융착된 영역이 현저히 증가함을 알 수 있으며 100/0의 경우 위사의 모든 부분이 열융착 되었음을 알 수 있다(Lee, 2013). Fig. 1에서와 같이 LMFRPC의 함량이 증가 할수록 열융착된 부분이 증가하여 직물지의 경직성은 증가가 예상되나 상대적으로 위사를 구성하고 있는 필라멘트 다발이 한덩어리가 되어 구성 필라멘트의 전체 표면적이 감소되어 염착율 감소가 예상된다.

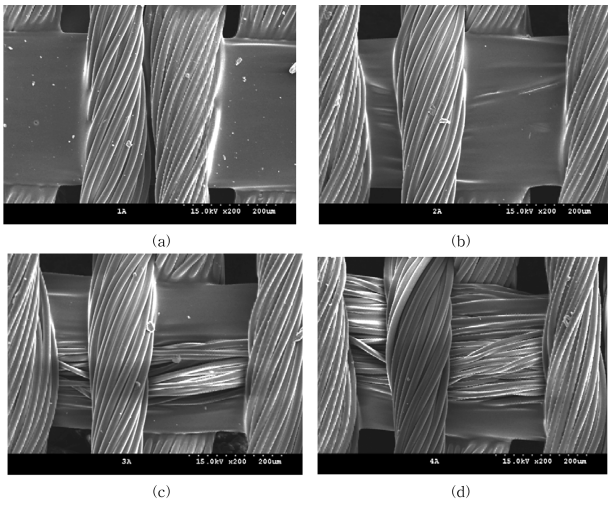


Fig. 1. SEM photographs of mixture fabrics(warp : FRP, weft : LMFRPC/FRP - (a) 100/0 (b) 75/25, (c) 50/50, (d) 25/100).

3.2. E-type 분산염료의 염색온도에 따른 염색특성

Table 1과 같이 제직 및 열처리된 직물에 대하여 선행연구(Ji & Lee, 2009)인 일반 폴리에스터를 통하여 검토되었던 E-type 3원색 분산염료(Blue 56, Red 60, Yellow 54)에 대하여 염색온도에 따른 염착율을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 염색온도에 따른 염착율은 염료 종류에 관계없이 염색온도 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었다. Blue 56 분산염료의 경우 직물의 종류에 관계없이 100°C에서 약 17-31%의 낮은 염착율을 나타내었으며 염색온도 증가와 함께 증가하여 염색온도 약 120°C에서 거의 평행 상태에 도달하여 130°C에서는 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 55, 65, 66, 70%의 염착율을 나타내었으며, 이것은 위사로 사용된 FRP의 성분이 증가할수록 높은 염색성을 나타냄을 알 수 있다. Red 60의 경우도 전체적인 거동은 Blue 56과 유사하였다. 염색온도 100°C에서 염착율은 약 56-78%로 Blue 56보다 높은 염착율을 나타내었

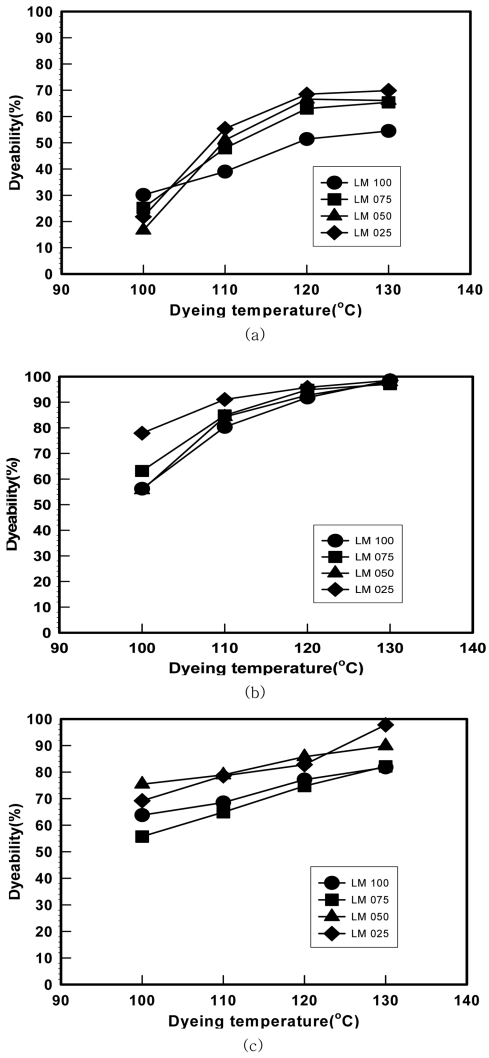


Fig. 2. Effect of dyeing temperature on dyeability of E-type dyestuff; (a) Blue 56, (b) Red 60, (c) Yellow 54.

으며 염색온도 증가와 함께 증가하여 염색온도 약 120°C에서 거의 평행 상태에 도달하여 130°C에서는 모든 직물에서 97% 이상의 높은 염착율을 나타내었다. 여기서도 위사로 사용된 FRP의 성분이 증가할수록 높은 염색성을 나타냄을 알 수 있다. 한편 Yellow 54의 경우 100°C에서 염착율은 50-70%로 중간정도의 염착율을 나타내었으며 염색온도 증가와 함께 증가하여 130°C에서는 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 82, 82, 90, 98%의 염착율을 나타내었다. 3종류의 E-type염료에서 LMFRPC함량이 증가할수록 염착율이 감소하는 것은 Fig. 1에서와 같이 LMFRPC의 함량이 증가함에 따라 열융착된 부분이 증가하여 전체 필라멘트의 표면적이 감소한 것에 기인한 것으로 판단된다. Fig. 2에서 언급한 염착율은 염색시간이 그 온도에 도달했을 때 염착율을 나타낸 것으로 130°C에서 염색시간 경과에 따른 염색거동의 고찰이 전제되어야 본 연구의 난연성 직물의 염색성 평가를 위한 정확한 정보를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

3.3. E-type 분산염료의 염색시간에 따른 염색특성

Fig. 3은 염색온도 130°C에서 염색시간에 따른 E-type의 3원색 염료에 대한 염색성 결과를 나타낸 것이다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 Blue 56 분산염료의 경우 직물의 종류에 관계없이 염착율은 염색시간이 경과되더라도 염색온도 130°C 도달시 나타내었던 염착율과 거의 유사한 값을 나타내었으며 염색시간 40분에서 염착율은 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 57, 66, 66, 76%의 염착율을 나타내어 전반적으로 위사로 사용된 폴리에스터 LMFRPC의 함량이 감소하고 FRP의 함량이 증가할수록 염착율은 증가하는 경향을 나타내었다.

Red 60 분산염료의 경우 130°C에서 염색시간 경과와 함께 염색시간 10분까지는 염착율이 증가하다가 염색시간 10분부터는 염색시간이 경과하더라도 염착율의 변화는 거의 없는 포화염착율을 나타내었다. Red 60의 경우 포화염착율은 위사의 종류에 무관하게 모두 98% 이상의 높은 염착율을 나타내었다. 또한 Yellow 54의 경우 Red 60과 유사한 거동을 나타내었으며 포화염착율은 위사의 종류에 무관하게 모두 95% 이상의 높은 염착율을 나타내었다. Fig. 2와 3에서 알 수 있듯이 E-type의 경우 Blue 56의 경우 57~76%, Red 및 Yellow의 경우 모두 95%이상의 높은 포화염착율을 나타내는 것으로부터 이들의 혼합으로 이루어지는 색상의 염색율도 90%이상의 우수한 염색결과가 기대된다.

3.4. S-type 분산염료의 염색온도에 따른 염색특성

Fig. 4는 3.2와 3.3항에서 검토했던 4종의 난연성 직물지에 대하여 S-type의 3원색염료(Blue 79, Red 167, Orange 30)의 염색온도에 따른 염착율 결과를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 염색온도에 따른 염착율은 염료 종류에 관계없이 염색온도 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었다. Blue 79 분산염료의 경우 100°C에서는 직물에 따라 차이가 있었으나 모두 60% 이하의 염착율을 나타내었으며 염색온도가 증가함에 따라

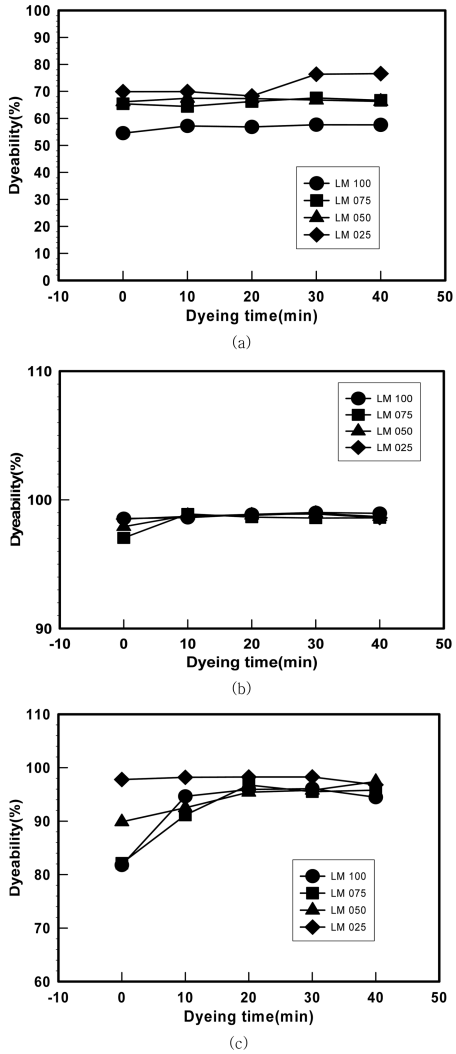


Fig. 3. Effect of dyeing time on dyeability of E-type dyestuff; (a) Blue 56, (b) Red 60, (c) Yellow 54.

증가하여 120°C에서는 거의 포화치에 도달하였다. 130°C에서의 LM 100, 75, 50, 25에서 염착율은 각각 87, 92, 93, 92%의 염착율을 나타내어 모두 우수한 염착율을 나타내었으며 E-type의 분산염료(Blue 56)보다 염착율이 높다. 이것은 염료의 분자량이 큰 고energy type의 염료인 S type의 염료가 낮은 염색온도에서는 섬유 내부로 침투가 어려웠으나 염색온도가 높아지고 염색시간이 길어짐에 따라 느슨해진 섬유 내로로의 확산이 용이함은 물론 섬유내부로 침투된 염료가 수세 등에 대한 저항성이 큰 것에 기인한 것으로 판단된다. 또한 직물에 따른 염착특성은 E-type의 결과와 마찬가지로 위사로 사용된 FRP의 함량이 증가할수록 높은 염색성을 나타내었다. Red 167의 경우도 Blue 79의 경우와 거의 유사한 경향을 나타내었으며 130°C에서의 LM 100, 75, 50, 25에서 염착율은 각각 96, 97, 96, 94%의 염착율을 나타내어 우수한 염색성을 나타내었다. Orange 30

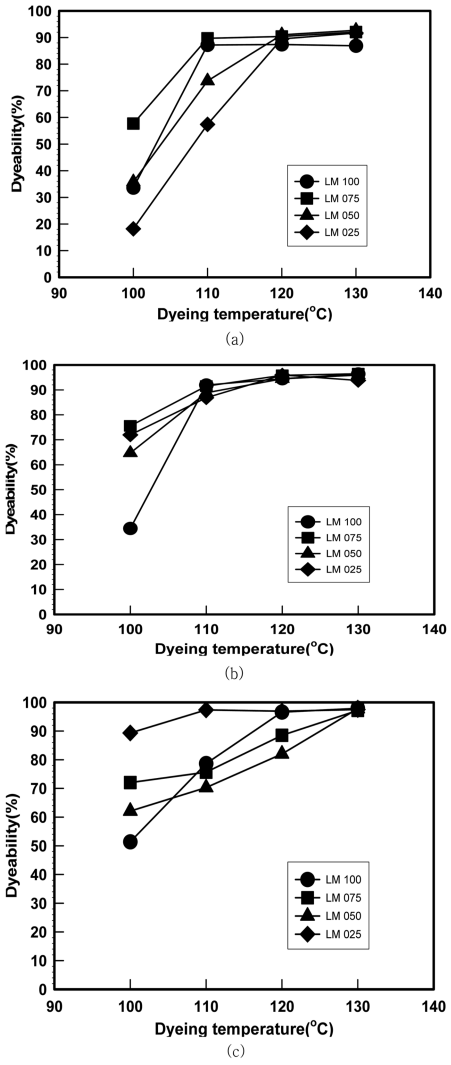


Fig. 4. Effect of dyeing temperature on dyeability of S-type dyestuff; (a) Blue 79, (b) Red 167, (c) Orange 30.

은 Blue 79 및 Red 167의 염료가 120°C까지는 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내다가 120°C이상에서는 포화상태를 나타내는 것과는 달리 130°C까지 염색온도 증가와 함께 염착율이 증가하는 경향을 나타내었다. 130°C에서의 LM 100, 75, 50, 25에서 염착율은 각각 98, 98, 94, 97%였다. 한편 E-type의 모든 염료와 S-type의 Blue 79와는 달리 Red 167과 Orange 30의 경우 LMFRPC 함량에 따른 염착율 변화는 나타나지 않았는데 이것은 이들 염료에서 모두 높은 염색성을 나타내어 구분이 불가능한 것에 기인한 것으로 판단된다.

3.5. S-type 분산염료의 염색시간에 따른 염색특성

Fig. 5는 염색온도 130°C에서 염색시간에 따른 S-type의 3원색 염료에 대한 염색성 결과를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 예측할 수 있었듯이 Blue 79와 Red 167 분산염료의 경우 직물의 종류에 관계없이 염착율은 염색시간이 경과되더라도 염착율은 130°C 도달시 나타내었던 염착율과 거의 유사한 값을 나타내었다. 염색시간 40분에서 Blue 79의 염착율은 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 88, 93, 93, 92%의 포화염착율을 나타내내었다. Red 167 분산염료의 경우 염색시간 40분에서 포화염착율은 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 98, 98, 98, 97%로 매우 높은 염착율을 나타내었다. 또한 Orange 30의 경우 염색시간 40분에서 염착율은 LM 100, 75, 50, 25에서 각각 98, 98, 97, 98%의 포화염착율을 나타내었다.

본 연구에서는 S-type의 분산염료가 전반적으로 E-type의 분산염료보다 높은 염착율을 나타내었으며, Blue 79 LM 100의 염착율 88%를 제외하고는 모두 90% 이상의 높은 염착율을 나타내어 이들 3원색의 염료조합으로 이루어지는 혼합염색의 경우 모두 90%이상의 염착율이 기대되어 높은 염착율을 가진 다양한 색상의 염색이 가능할 것으로 판단된다. 이들의 염색결과

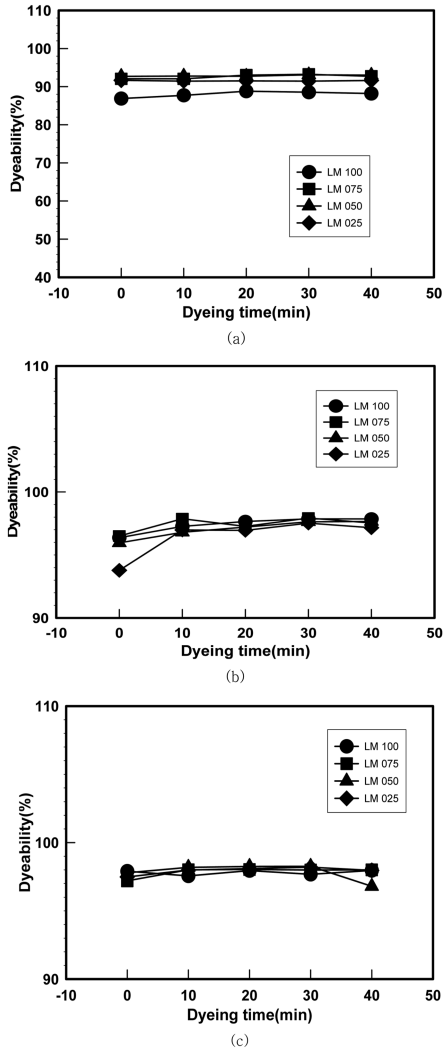


Fig. 5. Effect of dyeing time on dyeability of S-type dyestuff; (a) Blue 79, (b) Red 167, (c) Orange 30.

Table 4. Effect of LMFRPC concentration on color characteristics of E-type dyestuff

Dyeing condition		L^*	a^*	b^*	Chroma[1]	Color angle(°)[2]	Dye ability(%)
Color	Type of fabric						
Blue 56	LM100	36.70	5.59	-35.40	35.83	278.97	57.59
	LM075	37.65	3.92	-36.13	36.34	276.19	66.69
	LM050	38.34	2.58	-36.53	36.62	274.03	66.29
	LM025	41.01	0.24	-36.77	36.77	270.37	76.58
Red 60	LM100	40.87	54.78	9.88	55.67	10.23	98.95
	LM075	42.53	55.26	8.72	55.94	8.97	98.60
	LM050	42.22	58.77	9.62	59.55	9.30	98.69
	LM025	43.47	60.11	8.38	60.69	7.94	98.60
Yellow 54	LM100	71.07	14.35	78.12	79.43	79.59	94.47
	LM075	72.47	12.02	79.02	79.93	81.35	95.79
	LM050	73.87	11.55	81.03	81.85	81.88	97.42
	LM025	75.45	10.49	81.88	82.55	82.70	96.05

Table 5. Effect of LMFRPC concentration on color characteristics of S-type dyestuff

Dyeing condition		L^*	a^*	b^*	Chroma[1]	Color angle(°)[2]	Dye ability(%)
Color	Type of fabric						
Orange 30	LM100	50.35	37.58	42.23	56.53	48.34	97.96
	LM075	50.93	37.65	43.47	57.51	49.10	98.00
	LM050	52.31	37.07	43.69	57.29	49.68	96.80
	LM025	53.21	38.01	48.85	61.58	51.89	97.96
Red 167	LM100	33.48	40.62	9.92	41.82	13.73	97.86
	LM075	33.70	43.18	9.64	44.25	12.59	97.54
	LM050	33.24	44.12	9.92	45.22	12.68	97.66
	LM025	36.29	48.10	8.65	48.87	10.20	97.16
Blue 79	LM100	27.32	0.12	-18.92	18.92	270.38	88.20
	LM075	29.35	-0.87	-21.85	21.87	267.72	92.72
	LM050	28.64	-1.03	-22.37	22.39	267.36	93.01
	LM025	32.95	-2.93	-25.43	25.60	263.43	91.61

([1]: $\sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$, [2]: $\tan^{-1}\frac{b^*}{a^*}$)

에 의하면 본 연구의 난연성 직물지 염색의 경우 S-type은 물론 E-type의 분산염료 모두에서 우수한 염색성이 기대되며, 일반 폴리에스터와는 달리 E-type보다는 S-type의 분산염료가 높은 염색성을 나타내는 것으로부터 S-type의 분산염료가 적합할 것으로 판단된다(Ji & Lee, 2009).

3.6. E 및 S-type 분산염료에 의해 염색된 피염물의 색상특성

Table 4와 5는 각각 E-type 과 S-type의 3원색 염료로 130°C에서 40분간 염색한 피염물에 대하여 CCM을 사용하여 분석한 측색결과이다. 포화염착율이 제일 높았던 Red 60의 경우 색상은 본 연구의 직물지 제조시 사용한 위사의 성분 중 FRP 성분이 증가할수록 염착률이 약간 증가하였으며, 색상특성은 a값이 증가하고 b값이 감소하는 것에 기인하여 노랑색을 가미한 정도가 감소하는 경향을 나타내어 색상각이 0°에 가까웠다. Yellow 54의 경우 FRP 성분이 증가할수록 염착률이 증가하는 경향을 나타내고 있으며 색상은 a값이 감소하고 b값이 증가하는 것에 기인하여 적색을 가미한 정도가 감소하는 경향을 나타내어 색상각이 90°에 가까워졌다. 다른 염료와 마찬가지로 염착율이 가장 낮은 Blue 56의 경우도 FRP성분이 증가할수록 염착률은 증가하였으며 색상은 a값이 감소하고 b값이 (-)값에서 감소하는 것에 기인하여 적색을 가미한 정도가 감소하는 경향을 나타내어 색상각이 270°에 가까워졌다. 한편, 일반적으로 염착율이 증가하면 명도와 채도가 감소하는 염색특성과는 달리 본 연구의 E-type의 3가지 분산염료 모두에서는 FRP성분이 증가함에 따라 명도와 채도가 증가되는 경향을 나타내었다.

한편 S-type의 3원색 염료에 대하여 130°C에서 40분간 염색

한 피염물에 대하여 CCM을 사용하여 분석한 측색결과를 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 알 수 있듯이 Red 167의 경우 색상은 E-type의 Red 60과 마찬가지로 본 연구의 직물지 제조시 사용한 위사의 성분 중 FRP 성분이 증가할수록 색상특성은 a값이 증가하고 b값이 감소하는 것에 기인하여 노랑색을 가미한 정도가 감소하는 경향을 나타내어 색상각이 13.7°에서 10.2°로 순수 적색 색상각 0°에 가까워졌다. Orange 30의 경우 FRP 성분이 증가할수록 색상각은 48.34에서 51.89°로 증가하여 노랑색 가미정도가 증가하는 Orange 색상을 나타내었다. Blue 79 분산염료는 직물중 FRP성분이 증가할수록 색상은 a값이 (+)에서 (-)감소하고 b값이 (-)값에서 감소하는 것에 기인하여 색상각이 270.38에서 263.43°으로 감소하여 적색을 가미한 Blue에서 녹색을 가미한 Blue로 색상이 변화하였다. 명도와 채도는 E-type의 분산염료와 마찬가지로 직물의 구성성분 중 FRP성분이 증가할수록 증가하였다.

3.7. 세탁 및 일광견뢰도

Table 6과 7은 각각 E-type 과 S-type의 3원색 염료로 130°C에서 40분간 염색한 피염물에 대하여 세탁 및 마찰견뢰도를 분석한 결과이다. Table 6에서 알 수 있듯이 E-type의 3원색 분산염료 모두에서 세탁견뢰도는 4-5급으로 매우 우수하였으며, 특히 롤스크린의 특성상 가장 중요한 특성인 마찰견뢰도도 4-5급으로 매우 우수하였다. 세탁시 다른 섬유로의 이염성은 대체로 3급 이상으로 우수하였으며, 특히 면, 아크릴, 폴리에스터에서는 더욱 우수한 결과를 나타내었다. Table 7은 S-type의 분산염료 3원색에 대한 것으로 E-type과 마찬가지로 3

Table 6. Effect of LMFRPC concentration on color fastness of E-type dyestuff

Color fastness			Washing						Friction	
Color	Type of fabric	Fade	Stain						Dry	Wet
			Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acryl	Wool		
Yellow 54	LM100	4-5	2-3	3-4	2	3-4	4-5	3	4-5	4-5
	LM075	4-5	3	4-5	2-3	4	4-5	3-4	4-5	4-5
	LM050	4-5	3	4-5	2-3	4	4-5	3-4	4-5	4-5
	LM025	4-5	3-4	4-5	3	4-5	4-5	4	5	5
Red 60	LM100	4-5	3	4	2	3-4	4-5	2-3	4-5	4-5
	LM075	4-5	3	4	2	3-4	4-5	3	4-5	4-5
	LM050	4-5	3	4-5	3	4	4-5	3-4	4-5	4-5
	LM025	4-5	3	4-5	2-3	4	4-5	4	5	5
Blue 56	LM100	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	LM075	4-5	4-5	4-5	3	4-5	4-5	4-5	4-5	5
	LM050	4-5	4-5	4-5	3	4-5	4-5	4-5	3-4	4
	LM025	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	5	5

Table 7. Effect of LMFRPC concentration on color fastness of S-type dyestuff

Color fastness			Washing						Friction	
Color	Type of fabric	Fade	Stain						Dry	Wet
			Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acryl	Wool		
Orange 30	LM100	4-5	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4	4-5	5
	LM075	4-5	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	5
	LM050	4-5	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	LM025	4-5	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Red 167	LM100	4-5	3-4	4	2-3	4	4-5	3	4-5	4-5
	LM075	4-5	3-4	4	2-3	4	4-5	3-4	4-5	4-5
	LM050	4-5	4	4-5	3	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	LM025	4-5	4	4-5	3	4-5	4-5	4	4-5	5
Blue 79	LM100	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4	4-5	5
	LM075	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	LM050	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	LM025	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	5	5

원색 분산염료 모두에서 세탁견뢰도는 4-5급으로 매우 우수하였으며, 마찰견뢰도도 4-5급으로 매우 우수하였다. 뿐만 아니라 다른 섬유로의 세탁 이염성도 E-type보다 우수한 결과를 나타내어 본 연구에서는 E-type의 분산염료보다는 S-type의 분산염료가 더 적합할 것으로 판단된다. 이와 같이 S-type의 염료가 견뢰도가 높은 것은 S-type의 염료가 분자량이 커 낮은 염색온도에서는 섬유 내부로 침투가 어려워 낮은 염착율을 나타내지만 염색온도가 증가와 함께 습열처리된 피염물에서는 섬유고분자가 팽윤되어 분자량이 큰 S-type의 염료도 침투가 용이 높은 염색성을 나타냄은 물론 섬유내부로 침투 염색된 염료입자는 분자량이 크기 때문에 수세 등에 대한 저항성이 큰 것에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 롤스크린용 직물지의 경우 다른 섬유와 함께 세탁을 하지 않음은 물론 세탁 자체를 거의하지 않으므로 두 가지 type의 염료 모두 세탁에 대한 문제는 없을 것으로 사료된다. 롤스크린 제품상 가장 중요시되는 특성은 마찰특성이데 본 연구의 E 및 S-type 모두 이들에 대한 견뢰도가 매우 우수하여 두 가지 type의 분산염료 모두 본 연구의 난연성 직물지에 다양한 색상부여가 가능할 것으로 판단된다.

4. 결 론

LMFRPC와 FRP를 구성성분으로 제직한 직물을 롤스크린 사용을 위한 경도를 부여하기위해 텐터링 온도 170°C에서 60초간 긴장 열처리한 직물지에 대하여 일반 폴리에스터 염색에 많이 이용되는 E-type 및 S-type의 분산염료에 있어 염착율 및 측색기를 이용한 색상특성을 측정하였으며 견뢰도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 난연성 직물지의 위사 구성 성분 중 LMFRPC의 함량이 증가할수록 열융착된 부분이 증가하였으며 LM 100의 경우 위사들은 리본처럼 열융착이 일어나 필라멘트 모습이 사라졌다.

2) LMFRPC와 FRP가 함유된 난연 폴리에스터 교직물의 경우 E-type의 분산염료 보다는 S-type의 분산염료가 염색에 적합하였다.

3) E-type의 경우 Red 60과 Yellow 54의 경우 난연직물의 위사 구성성분비에 무관하게 초기 염색시간 10분과 20분 동안은 염색성이 증가하다가 각각 염색시간 10분과 20분 이후에는 포화염착율을 나타내었으며 Blue 56은 염색온도가 130°C에 이르자 바로 포화염착율을 나타내었다. 포화염착율은 난연직물의 위사 구성성분 중 FRP함량이 0에서 75%로 증가함에 따라 Blue 56의 경우 58%에서 76%로 크게 증가하였다. Yellow 54와 Red 60은 거의 변화가 없거나 약간 증가하는 경향이 나타났으며 포화염착량은 FRP함량에 무관하게 95% 이상으로 모두 양호한 염착율을 나타내었다.

4) S-type의 경우 Blue 79와 Red 167 분산염료의 경우 직물의 종류에 관계없이 염착율은 염색시간이 경과되더라도 염색온도 130°C 도달시 나타내었던 염착율과 거의 유사한 값을 나타내었다. 염색시간 40분에서 Blue 79의 포화염착율은 FRP함량이 0에서 75%로 증가함에 따라 88%에서 92%로 증가하였으며, Red 167과 Orange 30의 경우 포화염착율은 약 98% 이상으로 모두 우수한 염색성을 나타내었다.

5) E 및 S-type의 모든 분산염료에서 난연직물의 위사 구성성분 중 FRP함량이 증가할수록 명도와 채도는 증가하였다.

6) 세탁견뢰도는 3원색의 염료종류에 무관하게 염색온도 130°C에서 염색시간 40분간 염색한 난연 직물지의 경우 LMFRPC와 FRP조성 비율에 무관하게 4급 이상의 세탁견뢰도 나타내었다. 마찰견뢰도는 4-5급이었다.

감사의 글

이 연구는 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

References

Bansal, V., Lim, H. S., Samuelson, H. V., & Samuels, M. R. (2003). *U.S. Patent No. 041621.* Wasington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Hwang, J. H., Kim, C. N., Ma, J. S., Oh, H. S., & Yoon, N. S. (2012). Dyeability of low-melting hybrid polyester at low temperature. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, *24*(2), 113-120.

Jang, H. S., & Kim, S. K. (2007). Screen fabrics for covering a window and manufacturing method thereof. *Korea Patent No. 2004-0736925.* Daejeon: Korean Intellectual Property Office.

Jang, S. O. (2006). Frame retardant fabric and manufacturing method thereof. *Korea Patent No. 2006-0639793.* Daejeon: Korean Intellectual Property Office.

Ji, M. G., & Lee, S. H. (2009). Dyeing of thermal bonded polyester fabric by using low-melting-point bicomponent filament yarn - Head tie -. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, *11*(4), 661-666.

Kim, H. I., Hong, Y. H., & Park, S. M. (2008). Development and applications of frame retardant nano and microcapsule. *Journal of Korean Society of Dyers and Finishers*, *20*(4), 31-42.

Kim, K. W. (2007). Development trends of frame retardant for frame retardant polymer. *Fiber Technology and Industry*, *11*(2), 59-68.

Kim, M. K., & Ghim, H. D. (2012). Radical addition reaction of phosphorous based flame retardant with end groups of PET(1) - Reaction of bisphenol a bis(diphenyl phosphate)-. *Textile Coloration and Finishing, 24*(1), 33-44.

Lecomte, H. A., & Liggat, J. J. (2008). Commercial fire-retarded PET formulation - Relationship between thermal degradation behaviour and fire-retardant action. *Polymer Degradation and Stability, 93*(2), 498-506.

Lee, S. H. (2013). Fabrication and characteristics of flame retardant fabric developed by using bicomponent filament. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, *25*(2), 110-117.

Lee, S. H., & Jeong, T. K. (2011). A Fabric for a screen blind and a method for manufacturing the same, *Korea Patent No. 2011-1040214.* Daejeon: Korean Intellectual Property Office.

National Emergency Management Agency. (2008). Standards of flame retardant performance. Notification No. 2008-24.

Park, M. S., Shin, H. S., Jeong, J. S., & Son, J. S. (2006). Characterization of PET hick & thin yarns on the spinning speed and over feed ratio. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, *18*(3), 162-168.

(Received 12 February 2013; 1st Revised 10 March 2013; 2nd Revised 15 April 2013; Accepted 10 June 2013)

Copyright © The Society of Fashion and Textile Industry. 2013. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Non-Commercial license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.