나노 잉크젯 DTP(Digital Textile Printing)의
컬러 재현성 및 내구성에 관한 연구
- 2012-2013 F/W COLOR TREND를 중심으로 -

김소진 · 최경미*

동아방송예술대학교 패션스타일리스트과 조교수
이화여자대학교 의류학과 박사수료*

The Study of the color reproducibility and the color
fastness of Nano Inkjet DTP(Digital Textile Printing)
- Focusing on 2012-2013 F/W COLOR TREND -

Kim Sojin · Choi Kyoungme*

Assistant Professor, Dept. of Fashion Styling, Dong-Ah Institute of Media and Arts
Candidate for Ph.D, Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*

Abstract

Nano Inkjet DTP technology, a new technology introduced recently, can be applied to various types of fabric, and pre-treatment process can be omitted, which makes the whole printing process compact. Some important factors for DTP are color difference between the color selected by the designer on PC and the color on the final product and durability of the final fabrics. In this study, the twenty-three trend colors of 2012-2013 F/W suggested by PeclersParis have been picked to be printed on cotton, silk and polyester fabrics, then K/S and ΔE value and color fastness were measured. The results show that dyeability of fabric is varied for each color group, and that also tone of color affect to dyeability when measured for colors in the same group. In general, for all fabric, light fastness, washing fastness and color fastness to sublimation are outstanding. However, because of poor rubbing fastness, additional treatment to fix colorant on fabric is required.

Key Words : DTP(Digital Textile Printing, 디지털 텍스타일 프린팅), Nano ink(나노잉크), Color difference(ΔE , 색차), Color fastness(견뢰도), Trend color(트렌드 컬러)

I. 서론

IT의 발전과 함께 지속적으로 발전하고 있는 섬유 패션 산업은 과거의 대량생산에서 점차 다품종 소량 생산으로 발전해 가고 있으며, 더 나아가 친환경적이며, 다양한 소비자들의 감각적인 감성요소들을 신속하게 표현하는, 제품을 만들 소비자들의 다양한 요구사항을 가장 적합하게 수용 할 수 있는 작업 공정으로써 디지털 텍스타일 프린팅의 활용을 들 수 있겠다.¹⁾ 디지털 텍스타일 프린팅은 컬러복사기와 유사한 공정으로 섬유 직물에 디자이너의 작업된 내용을 바로 인쇄해 내는 방식으로써 스크린 날염 공정에서 이루어지는 제도, 제판 등의 공정과정과 환경오염을 극소화 한다. 최근 디지털 텍스타일 프린팅을 사용하여 인쇄할 수 있는 소재로써는 면, 실크, 울 등의 천연섬유와, 나일론, 폴리에스테르 등 합성 섬유에 이르기 까지 다양하며, 이러한 소재의 다양화는 기계의 발전과 함께 섬유 종류별 잉크의 끊임 없는 연구와 함께 이루어진 것이다.²⁾

특히 섬유와 잉크 종류에 따른 연구와 개발은 작업공정의 다양한 부분을 개선할 수 있다. 이 중에서 나노잉크의 개발은 전처리 및 후처리 공정을 간소화 하고, 다양한 섬유소재에 활용할 수 있으므로 중요한 연구 분야라고 할 수 있다.¹⁾

하지만 디자인의 출력과정에서 발생하는 프로그램과 최종직물간의 색차는 가장 문제시 되고 있으며, 이러한 문제점은 직물의 내구성을 위한 전, 후처리 과정 및 섬유 소재의 특성을 고려한 잉크의 화학적인 조성에 의하여 나타난다는 연구가 있다.³⁾ 또한 완성된 섬유 제품의 내구성도 문제점으로 제기 될 수 있다. 의류 제품이 갖추어야 할 기본적인 세탁 견뢰도, 마찰 견뢰도, 일광 견뢰도 등이 재래 공정의 직접 날염법에 비하여 미약하기 때문이다. 이러한 문제점은 디지털 텍스타일 프린팅의 사용을 저해하는 가장 큰 원인으로 반드시 해결해야할 과제이다.

이에 따라 본 연구에서는 디지털 텍스타일 프린팅에서 사용된 다양한 잉크 중 획기적인 기술개발로 작업공정을 단순화 시킨 나노잉크를 중심으로 면, 실크, 폴리에스테르 날염 결과물의 염색성 및 색차

를 비교하였고, 견뢰도 테스트를 통해 나노 잉크 DTP의 각 섬유별 내구성을 시험 분석 하였다. 이는 앞으로 지속 개발 될 디지털 텍스타일 프린팅의 잉크 및 전, 후처리 공정과 실제적인 색채 구현을 위한 기본 자료를 제공하고, 나아가 나노잉크 사용자들의 정확한 활용범위를 규명 하고자 한다.

II. 이론적 고찰

디지털 텍스타일 프린팅의 컬러 재현성에 관한 문제점은 다양한 연구들을 통하여 규명되고 있는데 이러한 선행 연구를 살펴보면, 먼저 프린팅의 전·후처리 조건에 따른 직물 표면의 색채 강도와 영역을 분석함으로써 최적화된 작업 공정별 염색성을 높이기 위한 섬유 공학 분야의 연구가 있다. 박순영외 3인(2011)은 로진 농도를 달리하여 면과 실크에 전처리를 한 후 DTP(Digital Textile Printing)에서 염색성 및 색상변화를 피그먼트 잉크를 적용하여 연구하였으며 로진 전처리가 미처리 시료보다 높은 K/S 값을 나타내고, 품질 면에서도 향상 된다는 결론을 보였다.⁴⁾ 박주노외 3인(2007)의 디지털 프린팅 직물의 전 처리 조건에 따른 번짐성에 관한 연구에서도 양방향 관찰이 가능한 디지털 직물지인 폴리에스테르 메시 소재의 전 처리 과정을 통하여 패딩액과 기존 코팅액을 혼합 사용함으로써 번짐성을 방지하는 효과에 대하여 검증 하였다.³⁾ 이와 같은 다양한 연구결과는 디지털 텍스타일 프린팅 과정에서 이루어지는 공정과정 하나하나가 완성된 프린팅 결과물에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 따라서 각 공정의 정확한 지표가 설정되어야 하며, 나아가 공정 과정을 단축하여 결과물에 영향을 미칠 요소들을 제거해야 할 것이다.

디지털 텍스타일 프린팅의 색채 구현성에 관한 문제점 개선을 위한 연구로는 한은주, 이은주(2010)의 디지털 텍스타일 프린팅 직물의 색채 구현성 분석을 위한 연구가 있다. 이 연구에서는 처리과정을 거친 면직물과 견직물을 대상으로 색차와 색상, 색조에 따른 변화를 고찰 하였다. 그 결과로는 각 직물별 색상의 변화가 다르게 나타났으며, 원하는 색채구현

을 위해서는 색상 밸런스의 변화 추이를 직물별로 파악하여 조절해야 한다고 기술 하였다.²⁾ 조주연, 곽은정(2008)의 나노 컬러런트에 의한 DTP색채분석 연구에서는 6가지 소재를 대상으로 디지털 텍스타일 프린팅을 한 후 제작된 CTB의 기본 팔레트를 분석 하였다. 연구결과를 보면 소재들은 각각 다른 색조의 출현을 나타내었는데 전체적으로 색상 면에서 빨강 영역의 구현율이 높고 파랑, 녹색의 영역이 구현되기 어려웠다.¹⁾ 위에서 기술한 것처럼 피그먼트 잉크인 나노 잉크는 원단의 디지털 프린팅의 많은 공정(전처리, 스팀, 수세 등)을 생략하게 할 수 있는 기술로써 수용성 잉크의 색상 표현을 재현 한다면 디지털 프린팅의 활용도는 보다 증대될 것이다. 하지만 이러한 연구들은 컬러의 재현성을 위한 기본 컬러 선택에 있어서 CTB 기본 컬러를 사용하거나 면셀의 색 체계 등을 적용하였다. 이러한 색 선택은 수만 가지의 생상 앞에서 어떤 색상이 정확한 분석의 기준이 될 수 있는가에 대한 한계점을 나타낼 수밖에 없다. 따라서 다양한 컬러별 색차 분석은 반드시 연구 되어져야 할 것이며, 무엇보다도 실무에 활용될 수 있는 트렌드를 반영하는 실질적인 컬러의 선택과 분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

하지만 다양한 연구를 중에서 디지털 텍스타일 프린팅 결과물의 내구성을 테스트 해보고 검증하는 연구는 미진한 실정이다. 섬유 패션 소재에 있어서 선명한 컬러의 재현성도 중요하지만 의류 소재로써 얼마나 적합한 견뢰도를 지니고 있는가는 무엇보다도 중요하다. 디지털 텍스타일 프린팅의 내구성 문제를 연구한 김수창(2004)은 인 화합물 처리한 폴리에스테르 DTP 매체의 날염성과 방염성을 연구 하였으며, 폴리에스테르 직물 표면을 silica입자와 인 화합물로 처리한 결과 날염성과 방염성을 가진 매체로 만들 수 있었다.⁵⁾ 하지만 연구의 매체가 실사 광고물 제작에 초점이 맞추어져 있으므로 패션소재에 적용은 힘든 실정이다. 이처럼 섬유 패션용 직물 개발을 위한 피그먼트 잉크인 나노 잉크의 실무 활용을 위하여 2012-13년 F/W컬러를 기준으로 색의 재현성과 디지털 텍스타일 결과물 시험분석을 통하여 의류 소재로써의 내구성을 지니고 있는가에 대한 적합성을 검증함으로써 실용적인 데이터를 제공하고자 한다.

III. 연구방법

1. 시료 및 잉크

본 연구를 위한 직물 소재는 전 처리 과정을 거치지 않은 면 100% 평직, 실크 100% 새틴, 폴리에스테르 100% 트월 세 종류를 선정하였다. 각 시료의 정보를 Table 1에 나타내었다.

2. 사용된 프린터와 열처리기

디지털 텍스타일 프린트 기종은 VJ-1618DTX로 노즐방식은 마이크로 피에조 타입에 8컬러 헤드를 사용하고 있으며, 잉크는 텍스타일용 Nano Colorant INK로 C, M, Y, K, OR, RE, VA, GR 8색 컬러를 사용하였다. 인쇄 후 에는 (주)경일테크의 RTX-1600 시리즈로 열처리하였다.

3. 컬러의 선정

연구에 사용한 컬러는 PeclersParis의 2012-13 Fall Winter 컬러 트렌드를 기준으로 제안되는 6개의 Color군들에서 흰색을 제외한 23색을 선별 하였다⁶⁾ <Table 2>. 이번 2012-13년 가을 겨울의 컬러무드는 감성적이고 감각적이며, 특히 따뜻한 웜 계열과 소프트한 조용함, 밝은 뉴트럴 컬러 그리고 환상적인 싸이키델릭, 몽환적이며 일렉트릭한 컬러와 같은 다양한 color range가 제시 되었다(LISOPHE 페클레 한국공식지사 트렌드 리서치). 이러한 컬러 군들 중에서 선별된 23색은 각각 Yellow & Bronze 계열, Pink 계열, Green 계열, White & Beige계열, Black & Blue 계열과 Purple 계열의 6가지 계열로 구성된 것이며 각 컬러 및 Pantone color number와 L*a*b* 값은 Table 3과 같다.

제시된 23색은 pantone사에서 제공하는 컬러 값을 제작 하였으며, DTP인쇄를 위하여 포토샵 CS5 Version을 활용하여 컬러샘플을 제작하였다. 컬러 샘플의 크기는 각 컬러 당 다양한 실험을 하여야 하므로 가로 세로 25×25cm로 작업 하였으며, 색차의 문제점을 최소화하기 위하여 샘플 제작시 Lab 컬러 모드에서 직접 작업 한 후 모드 변환 없이 RIP Pro

<Table 1> Characteristics of fabrics

Fabrics	Contents (%)	Weave Type	Image
Cotton	100%	Plain
Silk	100%	Satin
Polyester	100%	Twill

<Table 2> Fall Winter 12-13 color trend by PeclersParis

Color	Fall Winter 12-13 Trend Color
Yellows & Bronzes
Pinks
Greens
Whites & Beiges
Blacks & Blues
Purples

<Table 3> Pantone color numbers and L*a*b* Fall Winter 12-13 color trend by PeclersParis

Color	No.	Pantone Color No.	L*a*b* Value		
			L*	a*	b*
LES JAUNES ET MORDORÉS YELLOWS AND BRONZES	1	TPX 13-0917	87.00	2.00	28.00
	2	TPX 15-0751	69.00	9.00	67.00
	3	TPX 15-1147	68.00	24.00	55.00
	4	TPX 18-0950	48.00	17.00	37.00
LES ROSES PINKS	5	TPX 15-1340	71.00	36.00	37.00
	6	TPX 16-1451	61.00	57.00	43.00
	7	TPX 18-1664	47.00	65.00	40.00
	8	TPX 17-1928	63.00	49.00	6.00
LES VERTS GREENS	9	TPX 15-5711	71.00	-25.00	5.00
	10	TPX 17-5734	49.00	-38.00	6.00
	11	TPX 18-0135	43.00	-20.00	26.00
	12	TPX 16-0430	64.00	-9.00	31.00
BLANCS ET BEIGES WHITES AND BEIGES		WHITE	-	-	-
	13	TPX 13-0000	84.00	1.00	5.00
	14	TPX 16-1310	63.00	8.00	16.00
	15	TPX 16-1210	66.00	4.00	13.00
NOIRS ET BLEUS BLACKS AND BLUES	16	TPX 19-4006	19.00	-1.00	-2.00
	17	TPX 19-3810	20.00	5.00	-17.00
	18	TPX 19-4024	21.00	-1.00	-14.00
	19	TPX 19-4726	32.00	-11.00	-10.00
LES VIOLACÉS PURPLES	20	TPX 16-3931	66.00	6.00	-22.00
	21	TPX 19-3850	33.00	18.00	-38.00
	22	TPX 19-2431	35.00	41.00	-8.00
	23	TPX 16-3617	67.00	22.00	-21.00

gram에서 open하여 출력하였다.

이렇게 제작된 컬러 샘플은 면(plain), 실크(satin), 폴리에스테르(twill) 세 종류의 섬유에 프린트하여 실험에 사용하였다.

4. 실험방법

1) 염색성(K/S) 측정

시료의 염색성을 측정하기 위해 시료별 23가지 컬러로 프린트 된 시료의 겉보기 농도인 K/S를 측정하였다. 시료 전체 표면을 대상으로 3회 측정하여 최대흡수파장에서의 반사율로 아래의 Kubelka-Munk 식에 의해 K/S 값을 구하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

여기서, K : absorption coefficient
S : scattering coefficient
R : reflectance(%)

2) 색상평가(L*, a*, b*) 및 색차(ΔE) 평가

분광광도계를 사용하여 D65 광원, 10° 관찰자 시야에서 시료를 측정하여 L*, a*, b* 값을 구하였다. 기준색과 비교색 간의 색차인 ΔE값은 CIELAB formula에 의해 아래의 식으로 구하였다. 기준색은 Table 3에서 제시된 L*a*b*값이며, 비교색은 DTP로 날염된 시료의 L*a*b*값으로 각 시료별로 색차를 평가하여 비교하였다.

ΔE=

$$\sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

3) 견뢰도 평가

DTP로 날염된 시료의 내구성 평가를 위해 염색 견뢰도를 측정하였다. 면, 실크, 폴리에스테르 시료 모두 일광견뢰도(KSK ISO 105-B02:2005), 세탁견뢰도(KSK ISO 105-C06(A1S):2007) 및 마찰견뢰도(KSK 0650:2006)를 측정하였으며, 고온에서 염료가 손실되기 쉬운 폴리에스테르의 경우 승화견뢰도(KSK 0651:2006)를 추가로 측정하였다.

IV. 연구결과

1. 나노 잉크젯 DTP 날염 시료의 염색성 평가

기존의 DTP 날염시 면은 반응성 염료, 실크는 산성염료, 폴리에스테르는 분산(전사)염료 잉크를 사용하여 프린트하는 것이 일반적이었지만, 나노 잉크젯 DTP는 면과 실크, 폴리에스테르 섬유에 모두 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있을 뿐만 아니라 별도의 전처리 공정 없이 바로 원단에 프린트되는 단순공정의 장점까지 갖춘 DTP이다. 본 연구에서는 이러한 나노 잉크젯 DTP 날염 결과물의 발색효과를 평가하기 위해 겉보기 농도인 K/S값을 측정하여 섬유

유별 발색효과를 비교 분석하였고, 각 섬유별 K/S 값을 Table 4에 나타내었다.

섬유별 K/S값을 살펴보니 컬러계열과 원단의 종류에 따라 발색효과가 다르게 나타났다. 전체적인 염색성을 살펴보면 옐로우 계열에서는 폴리에스테르>면>실크의 순으로 염색성이 높게 나타났고, 핑크 계열에서는 면이 우수, 실크와 폴리에스테르가 유사, 그린계열에서는 폴리>면>실크, 화이트계열에서는 면>폴리>실크, 블랙블루계열에서는 면과 실크 유사>폴리, 퍼플계열에서는 면, 실크>폴리 순으로 염색성이 나타났다.

면 섬유의 염색성은 전체적으로 옐로우 계열과 블랙&블루 계열에서 높은 수치를 보였다. 화이트 계열과 각 컬러계열의 가장 밝은 색인 13-0917, 15-5711, 16-3931, 16-3617컬러 등에서 낮은 수치를 나타냈으며, 그 중 가장 밝은 색인 13-0000 컬러에서 0.96의 값을 보였다. 그리고 짙은 색상인 블랙&블루 계열의 19-4406컬러에서 7.69의 가장 높은 수치를 나타 내었다.

실크 섬유의 염색성은 전체적으로 블랙&블루 계열에서 높은 수치를 나타냈으며, 수치는 19-4006컬러에서 가장 높은 7.17이었다. 면과 마찬가지로 화이트 계열과 각 컬러계열의가장 밝은 색인 13-0917, 15-5711, 13-0000, 16-3931, 16-3617컬러 등에서 낮은 수치를 나타냈으며, 그 중 퍼플계열의 가장 밝은 색인 16-3931컬러에서 0.75의 값을 보였다. 실크는 면과 유사한 염색특성을 보였으나, 전체적으로 면에 비하여 낮은 수치를 나타냈다. 하지만 블루 블랙의 짙은 컬러 계열에서는 면보다 높은 수치가 나타났다.

폴리에스테르 섬유의 염색성은 옐로우 계열, 그린 계열에서 높은 수치를 나타 내었으며, 옐로우 계열의 15-0751컬러에서 8.25와 15-1147컬러에서 7.37의 수치를 나타내었다. 블랙&블루 계열, 퍼플 계열의 컬러에서 전체적으로 낮은 수치를 나타냈으며, 화이트 계열의 13-0000컬러에서 0.57, 퍼플 계열의 16-3931컬러에서 0.69의 수치를 나타 내었다. 폴리에스테르 섬유는 면, 실크와 달리 블랙&블루와 퍼플 계열의 염색성이 좋지 않았으나, 옐로우 계열에서의 염색성은 면, 실크에 비하여 우수하였다.

<Table 4> K/S values of cotton, silk, and polyester printed fabric

No.	Color	Cotton	Silk	Polyester
1	Yellows & Bronzes	1.6206	0.8519	2.7313
2		5.7938	2.6117	8.2522
3		5.5488	2.8482	7.3772
4		5.7130	4.8302	6.6548
5	Pinks	3.8781	2.1749	2.8342
6		4.9944	2.6565	3.1265
7		5.6865	3.4659	3.4354
8		2.9141	2.5419	1.7279
9	Greens	1.5484	1.2050	2.7712
10		4.0950	3.2301	5.5827
11		4.3268	3.6045	6.9430
12		3.6086	2.2475	4.4984
13	Whites & Beige	0.9649	0.3421	0.5760
14		2.9053	2.7051	2.4862
15		2.1974	1.4914	2.1508
16	Black & Blues	7.6944	7.1740	2.0029
17		5.4574	6.5408	1.3575
18		5.4656	6.2187	1.4116
19		4.6190	4.3550	1.4529
20	Purples	1.1887	0.7512	0.6913
21		3.4165	4.6128	1.3584
22		4.5043	3.2963	2.1218
23		1.1356	1.2800	1.1633

즉 나노잉크의 면, 실크, 폴리에스테르 섬유에 날염했을 경우 색상에 따라 발색효과가 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다. 옐로우와 그린계열에서는 폴리에스테르의 염색성이 높게 나타났고, 블랙과 블루계열에서는 면과 실크의 염색성이 우수하게 나타났다.

2. 나노 잉크젯 DTP 날염 시료의 색상변화 평가

DTP날염 후 각 시료의 L*a*b* 값을 측정하고, Pantone 값에서 제시되는 L*a*b*값을 기준으로 색

차(ΔE)를 구하여 원단에 따른 색차를 비교하여 Table 5에 나타내었다. Color에 따라 원단별 프린트된 색상차가 상이하긴 하지만 대체적으로 컬러 계열별로 경향성을 찾아볼 수는 있었다. 옐로우 계열과 핑크 계열에서는 면의 경우가 비교적 색차가 적었고, 그린과 화이트 & 베이지 계열의 경우 실크가 적었으며 블랙&블루, 퍼플계열도 면과 실크가 폴리에스테르보다 색차가 적게 나타났다. 특히 폴리에스테르의 블랙&블루와 다크 퍼플의 경우 다른 시료에 비해 K/S 값이 낮아 염색성이 좋지 않을 뿐만 아니라 색차 값이 30내외를 나타내어 디자이너가 의도한 색상과는 차이가 많이 나는 결과물을 얻는 것으로 나타났다.

<Table 5> L*a*b* and ΔE values of cotton, silk, and polyester printed fabric

No.	Color	Cotton				Silk				Polyester			
		L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
1	Yellows	82.86	7.24	20.35	10.2	80.37	14.78	30.61	14.6	82.42	5.28	45.40	18.3
2	&	73.81	21.74	59.92	15.3	72.65	20.54	44.93	25.2	76.44	16.32	65.48	10.5
3	Bronze	67.33	36.58	50.22	13.5	70.77	34.39	45.08	14.6	70.70	32.52	59.47	10.0
4		51.78	19.57	28.03	10.1	51.00	14.79	23.58	13.9	57.35	19.89	38.29	9.9
5		66.73	40.41	34.94	6.5	66.57	36.04	32.57	6.3	68.17	41.36	41.69	7.7
6		61.80	44.90	37.14	13.5	61.37	41.23	28.35	21.5	65.31	43.01	36.20	16.1
7		50.94	45.21	25.34	24.9	54.57	42.41	22.09	29.8	57.42	41.58	24.72	29.8
8		54.03	39.05	-2.43	15.8	56.08	38.31	3.81	12.9	61.05	34.76	-6.808	19.3
9		77.70	-12.31	4.95	14.4	68.15	-26.64	6.05	3.5	75.44	-32.58	26.57	23.3
10		57.87	-29.04	15.56	15.8	55.89	-33.46	8.40	8.6	64.50	-37.48	30.88	29.3
11		50.12	-		54.1	51.79	-11.07	16.72	15.6	63.09	-16.75	38.24	23.7
12		87.45	5.51	-3.28	44.0	61.94	-1.96	20.81	12.6	68.39	-9.89	38.24	8.5
13		62.05	15.12	10.98	26.8	80.01	1.42	7.82	4.9	88.86	3.83	2.62	6.1
14		68.22	9.09	8.12	9.5	53.21	8.12	13.19	10.2	59.78	16.62	19.33	9.8
15		32.57	1.72	-3.37	37.3	63.22	7.27	14.24	4.5	64.46	8.66	17.36	6.6
16		42.75	-10.13	-7.93	26.1	31.80	1.26	1.74	13.5	52.05	1.74	-3.95	33.2
17		36.39	3.17	-17.64	16.5	33.03	6.12	-13.44	13.6	56.05	3.40	-13.40	36.3
18		35.67	1.80	-12.64	15.0	33.16	3.83	-8.07	14.4	55.11	2.80	-10.79	34.5
19		42.75	-10.13	-7.93	11.0	40.94	-6.58	-3.85	11.7	60.32	-6.47	-1.71	29.9
20		69.80	8.04	-23.26	4.5	66.22	7.39	-18.93	3.4	69.69	8.14	-24.89	5.2
21		46.17	6.84	-32.61	18.1	40.40	13.22	-32.00	10.7	57.25	6.55	-23.34	30.6
22		45.73	30.64	-9.03	15.0	48.31	23.76	-5.58	21.9	55.41	24.76	-13.88	26.7
23		70.92	20.78	-17.95	5.1	61.74	20.16	-19.52	5.8	62.86	21.06	-26.68	7.1

3. 나노 잉크젯 DTP 날염 시료의 견뢰도 평가

1) 일광견뢰도

면, 실크, 폴리에스테르 시료의 DTP 날염 후, 일광견뢰도를 평가한 결과를 Table 6에 나타내었다. 일광견뢰도는 실크와 면이 모든 컬러에서 5등급으로 평가되어 매우 우수한 것으로 나타났다. 폴리에스테르의 경우 컬러 계열별로 등급의 경향성을 볼 수 있었는데 특히 그린계열의 경우가 3~3-4 등급으로 가장 낮게 나타났고, 옐로 계열의 경우도 3-4등급으로

낮게 평가되었다. 즉 b*값이 높고 a*값이 낮은 컬러 계열인 그린과 옐로우계열에서 폴리에스테르의 일광견뢰도가 낮게 평가되었다.

2) 세탁견뢰도

면, 실크, 폴리에스테르 시료의 DTP 날염 후, 세탁견뢰도를 평가한 결과를 Table 7에 나타내었다. 세탁견뢰도는 4-5 등급 이상으로 전체적으로 우수한 결과를 보였다.

<Table 6> Lightfastness of cotton, silk, and polyester printed fabric

No.	Color	Cotton	Silk	Polyester
1	Yellows & Bronzes	5	5	3-4
2		5	5	4
3		5	5	4
4		5	5	4
5	Pinks	5	5	4-5
6		5	5	5
7		5	5	5
8		5	5	5
9	Greens	5	5	3-4
10		5	5	3-4
11		5	5	3-4
12		5	5	3
13	Whites & Beige	5	5	3-4
14		5	5	4
15		5	5	3-4
16	Black & Blues	5	5	5
17		5	5	5
18		5	5	5
19		5	5	4
20	Purples	5	5	5
21		5	5	5
22		5	5	5
23		5	5	5

2) 마찰견뢰도

면, 실크, 폴리에스테르 시료의 DTP 날염 후, 마찰견뢰도를 평가한 결과를 Table 8에 나타내었다. 면 시료에서의 건 마찰의 경우 옐로우, 그린, 화이트 & 베이지 계열에서는 4등급 이상을 보이거나 블랙 & 블루 및 퍼플 계열에서는 더 낮은 등급을 보이고 있으며, 습 마찰의 경우는 전체가 3등급 이하로 견뢰도가 매우 낮게 평가되었다. 실크 시료에서는 건 마찰의 경우 옐로우, 화이트&베이지 계열에서 4등급 이상을 보이며 핑크, 그린은 그 이하, 블랙&블루 및 퍼플은 매우 낮은 등급을 나타내고, 습 마찰의 경우

핑크를 비롯해서 블랙&블루 및 퍼플계열은 2-3등급 이하로 평가되었다. 폴리에스테르의 경우 면과 실크보다 더 낮은 건 마찰과 습 마찰 등급을 보이고 있다. 습 마찰의 경우 모든 컬러 군에서 2-3 등급 이하로 최하의 마찰견뢰도 결과를 나타내었다. 또한 블랙컬러는 면, 실크 폴리에스테르 시료에서 건 마찰, 습 마찰 모두 1등급 매우 낮게 평가되었다. 이는 나노입자의 컬러런트가 원단에 프린트 된 후 후 처리에 의해 완전히 고착되지 않았기 때문으로 판단된다.

<Table 7> Washing fastness of cotton, silk, and polyester printed fabric

No.	Color	Cotton						Silk						Polyester					
		A	C	N	P	Ac	W	A	C	N	P	Ac	W	A	C	N	P	Ac	W
1	Yellows & Bronzes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2		5	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5
3		4-5	4-5	4-5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4	4-5	4	5
4		4	4	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5	5	3-4	4	5	4-5	4-5	5
5	Pinks	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	5
6		4-5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5	3-4	4	4-5	4	4-5
7		5	5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	5	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5
8		5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5
9	Greens	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10		4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5	5	5	5
11		4-5	4	4-5	4-5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4-5	5	5	4-5
12		4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	5	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	4-5
13	Whites & Beige	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4
14		5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	4-5
15		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5
16	Black & Blues	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4-5
17		5	4-5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5
18		5	5	4-5	4-5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	5	4-5	5	5	5
19		4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	5
20	Purples	5	5	4-5	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	5	3	4-5	5	4-5
21		5	5	4-5	4-5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	4	4-5	4-5	4-5	5
22		5	5	4-5	4-5	5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5
23		5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	5	4-5	4	5	5	4-5

+ A: acetate, C: cotton, N: nylon, P: polyester, Ac: acryl, W: wool

4) 승화견뢰도

폴리에스테르 섬유는 분자구조 상 고체염료가 열에 의해 승화되는 현상이 발생할 수 있으므로 승화견뢰도를 측정하여 평가 한 결과를 Table 9에 나타내었다. 옐로우 및 그린계열의 경우가 4~4-5 등급

을 나타내었고, 나머지 컬러는 모두 5등급으로 평가되어 나노 잉크 DTP의 승화견뢰도는 전반적으로 우수한 것으로 평가된다.

<Table 8> Rubbing fastness of cotton, silk, and polyester printed fabric

No.	Color	Cotton		Silk		Polyester	
		Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
1	Yellows	5	3	4-5	4	4-5	2
2	& Bronzes	4	2-3	4-5	4	4	2-3
3		4	2	4-5	3	4	1-2
4		4	2-3	4	2	3	1
5	Pinks	3-4	1-2	4-5	2	3	1
6		3-4	1	4	1-2	2-3	1
7		4	1	3-4	2	2-3	1-2
8		4	1-2	2-3	2-3	3	1-2
9	Greens	4-5	2-3	3-4	3	3-4	2
10		4	1-2	3-4	2-3	3-4	2-3
11		4-5	2	4	3	3-4	3
12		4-5	2-3	4-5	3-4	4	2-3
13	Whites & Beige	5	4	5	4-5	4-5	4
14		4-5	2-3	4-5	4-5	3	1-2
15		4-5	2-3	4-5	3-4	2-3	1-2
16	Black & Blues	1	1	1	1	1	1
17		2-3	1	1-2	1-2	1-2	1
18		3	1	2	1	1-2	1
19		3-4	1-2	3-4	1-2	3	1-2
20	Purples	3	1-2	1-2	2	1-2	1
21		2	1	1	1-2	1-2	1
22		3-4	1-2	3	2-3	2-3	1-2
23		4	2	3	2-3	1-2	1

V. 결 론

DTP를 사용하여 원단에 문양을 프린트 하는 경우, 단색 잉크로 표현되기 보다는 단색 잉크들이 믹스되어 혼합색으로 표현하는 경우가 대부분이며, 특히 섬유제품에 사용되는 컬러는 시즌별로 유행하는 trend color로 표현되는 경우가 현실적이라 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 PeclersParis에서 제안하는 2012-2013 F/W 트렌드 컬러를 바탕으로 6가지 컬러군에서 제안된 23가지 컬러의 pantone number를 사용하여 컬러샘플을 제작하였다.

이렇게 선별된 컬러들은 디지털 텍스타일 프린팅에서 사용되는 다양한 잉크 중 획기적인 기술개발로 작업공정을 단순화시킨 나노잉크를 사용하여 면, 실크, 폴리에스테르에 프린트한 후, 결과물의 염색성 및 색차를 비교하고, 견뢰도 테스트를 통해 나노 잉크 DTP의 각 섬유별 내구성을 시험 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

<Table 9> Color fastness to sublimation of polyester printed fabric

No.	Color	Polyester
1	Yellows	4
2	&	4
3	Bronzes	4-5
4		4
5		5
6	Pinks	5
7		5
8		5
9		4-5
10	Greens	4
11		4-5
12		4-5
13	Whites	5
14	& Beige	5
15		5
16		5
17	Black	5
18	& Blues	5
19		5
20		5
21	Purples	5
22		5
23		5

1. 나노잉크 DTP의 섬유별 염색성을 살펴보면 컬러 군에 따라 경향성을 살펴볼 수 있었다. 옐로우와 그린계열에서는 폴리에스테르에서 우수하였으며, 특히 옐로우 계열에서 가장 높은 염색성을 나타내었다. 핑크와 퍼플계열에서는 면이 우수하였으며 면 자체에서는 핑크계열이 퍼플계열에 비하여 염색성이 우수하였다. 블랙&블루계열에서는 면과 실크가 폴리에스테르에 비하여 염색성이 우수하였다. 하지만 면과 실크를 비교했을 때 실크가 면보다 우수한 염색성을 나타내었다. 또한 컬러의 염색성은 컬러 계열 뿐 만 아니라 색의 밝기에도 영향을 받는데 전

반적으로 밝은 색상은 염색성이 우수하지 못하였다. 특히 폴리에스테르의 경우는 밝은 색상과 어두운 색상 계열이 블루&블랙에서 염색성이 떨어졌으며, 중간톤의 컬러와 옐로우 계열의 염색성이 우수하게 나타났다. 이러한 결과는 각 컬러군 별과 섬유별로 염색성이 다르게 나타나며 같은 컬러 계열이라 할지라도 밝은 색과 어두운 색의 정도에 따라 염색성이 다르다는 사실을 나타내고 있다.

2. 실제 컬러의 L*a*b*값과 프린트된 시료의 L*a*b*값을 비교하여 색차를 살펴본 결과 옐로우 계열과 핑크 계열에서는 면의 경우가 비교적 색차가 적었고, 그린 및 화이트&베이지 계열의 경우 실크가 적었으며 블랙&블루 및 퍼플계열도 면과 실크가 폴리에스테르보다 색차가 적게 나타났다. 특히 폴리에스테르의 경우 블랙&블루 및 다크 퍼플에서 K/S값이 낮아 염색성이 좋지 않을 뿐만 아니라 색차 값이 30내외를 나타내어 디자이너가 의도한 색상과는 차이가 많이 나는 결과물을 얻는 것으로 나타났다.

3. 일광견뢰도는 면과 실크가 프린트된 모든 컬러에서 5등급으로 평가되어 매우 우수한 것으로 나타났으나, 폴리에스테르의 경우 그린계열의 경우 3~3-4 등급으로 낮게 나타났고, 옐로우 계열도 3-4~4 등급으로 낮게 나타났다. 즉 b*값이 높고 a*값이 낮은 그린과 옐로우 계열에서 폴리에스테르의 일광견뢰도가 낮게 평가되었다.

4. 세탁견뢰도의 경우 면, 실크, 폴리에스테르 시료 모두 4-5등급 이상으로 전체적으로 우수한 결과를 보였다.

5. 마찰견뢰도는 상대적으로 매우 등급이 좋지 않았다. 특히 습 마찰의 경우, 모든 시료와 컬러에서 3등급 이하로 평가되어 나노잉크 프린트물의 경우 후처리에 의해 컬러런트가 완전히 고착되지 않는 것으로 판단된다.

6. 시료 중 폴리에스테르의 승화견뢰도는 모든 컬러군에서 4등급이상으로 평가되어 우수하게 나타났

다.

날염공정의 많은 부분을 간소화 해주는 DTP의 활용에 장점을 더해주는 나노잉크의 개발은 아직 모든 소재와 색상에 염색성이 잘 반영되지 못하고 있다. 이와 같은 결과 속에서 제품에 실제적으로 사용되는 색상들의 염색성을 섬유 소재 별로 면밀히 파악하고, 또한 나노잉크의 장점을 유지 하면서 보다 높은 염색성과 견뢰도를 높일 수 있는 다 방면의 연구를 통한 제품의 활용 범위를 확장하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) 조주연, 곽은정(2008), 나노 컬러렌트에 의한 DTP색채분석, *한국디자인 문화학회*, 14(1), pp. 412-421.
- 2) 한은주, 이은주(2010), 디지털 텍스타일 프린팅 직물의 색채 구현성 분석-처리과정을 거친 면직물과 견직물을 중심으로- *한국디자인 문화학회*, 16(2), pp.485-497.
- 3) 박주노 외(2007), 디지털 프린팅 직물지의 전처리 조건에 따른 번짐성에 관한 연구, *한국섬유 공학회* 40(2), pp373-374
- 4) 박순영 외(2011), 로진 전처리가 DTP(Digital Textile Printing)에서 미디어의 프린팅에 미치는 영향, *한국 섬유공학 학회지* 48(3), pp.172-179.
- 5) 김수창(2004), 인 화합물 처리한 폴리에스테르 DTP 매체의 날염성과 방염성, *한국의류산업 학회지* 6(5), pp.667-672.
- 6) www.peclersparis.com 2012-2013 Fall Winter Trend Color by PeclersParis

접수일(2012년 4월 30일),
수정일(1차 : 2012년 5월 14일),
게재확정일(2012년 5월 21일)