

섬유 종류에 따른 디지털 텍스타일 프린팅의 발색성 비교 분석

이 연 순 · 엄 지 은⁺
영남대학교 섬유패션학부 교수
영남대학교 섬유패션학부 의류패션전공 대학원⁺

Coloring Analysis of Digital Textile Printing According to the Type of Fiber

Youn-Soon Lee · Ji-Eun Eum⁺

Prof., Dept. of Clothing & Fashion, Yeungnam University
Dept. of Clothing & Fashion, Yeungnam University⁺
(2010. 1. 27. 접수; 2010. 3. 4. 수정; 2010. 3. 12. 채택)

Abstract

Whole process of textile printing is made by computer and it remarkably improves environment problem. This digital textile printing is becoming next step environment friendly textile printing method. But, still now range of textile possible for digital textile printing is limited, and also color analysis according to fiber types is not completed.

The ink printed on the fabrics through DTP printer can be absorbed and fixed into textile without any blots by pre-treatment using suitable media solution for fabrics types. The chemical formulation of media solution used in the pre-treatment process varies according to the types of textiles and inks for DTP products.

First, I studied reference books or articles about color analysis of digital textile printing. Second, I recorded pre-process, printing, post-process and coloring of silk, wool, nylon at same condition. After that, I analyzed L* a* b*, Total K/S, ΔE and studied color intensity and coloring. According to this study, I suggested particular textile special for coloring and manual for affective coloring control.

It showed that the performance of the digital printing on the Silk, Wool and Nylon blend fabrics treated by the media solution developed in this study was better than the one treated by the previous media solution for each single inks.

Key Words: Digital textile printing(디지털 텍스타일 프린팅), Coloring(발색), Total K/S(색강도), 색차(ΔE), L* a* b*

Corresponding author ; Ji-Eun Eum

Tel. +82-10-2808-3316, Fax. +82-53-810-4687

E-mail : aoot3344@naver.com

I. 서론

현재 섬유산업의 경쟁력을 높이기 위해서는, 불필요한 공정이 많은 재래식 스크린 날염에 변화가 필요하며, 디지털 기술을 접목하여 고부가 제품의 생산으로 경쟁력을 키워나가야 한다. 따라서 날염의 전체공정을 컴퓨터로 처리하여 환경문제를 획기적으로 개선한 디지털 텍스타일 프린팅 시스템이 환경 친화적인 차세대 날염 방식으로 기대되고 있다.¹⁾

최근 들어 디지털 텍스타일 프린팅(Digital Textile Printing)분야는 기술의 발달과 수요의 증가로 급속도로 발전하고 있다. 이는 기계속도의 증가로 인한 생산성 향상 및 컬러 표현 범위 증가 등 기존 텍스타일 프린팅이 가지고 있는 단점을 보완해가며 기존의 날염시장을 대체해 나아갈 것으로 예상 된다.²⁾

종래에는 많은 인력과 자원이 투입되는데 비해 디지털 텍스타일 프린팅은 작업시간, 인력, 사용되는 자원 등이 대폭 감축되고 폐수 및 폐기물 발생도 감소되므로 자원절약과 환경보호 차원에서 혁신적이다. 또한, 디지털 방식을 적용하여 다양하고 섬세한 디자인을 표현할 수 있으므로, 창의성과 다양한 디자인 개발이 요구되는 패션산업에 효과적으로 적용될 수 있다.³⁾

디지털 텍스타일 프린팅 전반에 관한 선행연구를 살펴보면, 한은경⁴⁾의 디지털 텍스타일 프린팅을 활용한 어패럴 디자인, 이준승⁵⁾의 니트 패턴디자인을 적용한 DTP용 섬유패션 제품디자인 개발 연구, 천정임⁶⁾의 DTP와 기존 인쇄 프로세스의 비교 연구, 안경찬⁷⁾의 텍스타일 디지털 프린팅을 이용한 섬유제품 표현연구, 등이 있다.

이들 연구에서는 디지털 텍스타일 프린팅의 대중화를 위하여 포괄적인 개념을 다룬 연구이며 DTP와 기존 스크린 날염의 상대적 비교만 있을 뿐 이에 대한 구체적인 사례나 실제 실험에 따른 분석은 매우 미흡한 실정이다. 또한, 기존의 날염과 DTP로 제작된 텍스타일 디자인이나, 문화상품을 개발하는 연구에 그치고 발색, 색의 구현 등의 연구는 미흡하다.

디지털 텍스타일 프린팅의 색상분석에 관한 선행연구를 살펴보면, 한은주, 조주연⁸⁾의 디지털 텍스타일 프린팅한 실크의 3차원적 색차분

석, 노은희, 최형준⁹⁾의 스크린 날염과 DTP제품의 색상비교연구, 곽은정¹⁰⁾의 나노 컬러트렌드에 의한 DTP색채분석 등이 있다. 그러나 이들의 연구는 디지털 프린팅에 의해 나타난 색을 분석하였으나 이미 제품화되어진 조건에서의 발색 비교나 직물의 조직에 따른 색상분석만 이루어져 있는 실정이다.

현재 디지털 텍스타일 프린팅은 다품종 소량 생산이 요구되는 패션 아이템, 디자이너의 독창성이 표현되는 작품, 날염공장을 위한 샘플 제작에 주로 활용되고 있으며, 염색 정확도와 견뢰도를 위해 염색 잉크 및 색상 매칭을 위한 관련 프로그램 등이 지속적으로 개발되고 있다. 그러나 아직까지 디지털 텍스타일 프린팅이 가능한 직물의 범위가 한정적이며, 직물에 따른 색채 구현에 관한 연구도 미흡한 상황이다.¹¹⁾

따라서 본 연구의 내용은 섬유의 종류에 따른 발색성 실험 및 분석, 섬유의 종류에 따른 색차(ΔE) 비교 분석이며 이를 통해 동일한 조건에서 발색 구현이 뛰어난 섬유와 디지털 프린팅 시 효과적인 색채 관리를 위한 지침을 제시하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 이론적 배경

1. 디지털 텍스타일 프린팅의 정의

디지털 텍스타일 프린팅(Digital Textile Printing)이란 디자인에서 원단 프린팅까지의 전 공정을 100% 디지털화함에 따라 생산공정과 시간을 대폭적으로 단축할 수 있는 차세대 프린팅 시스템이다.¹²⁾ DTP는 텍스타일디자인 전용 CAD시스템을 이용하여 디자인 과정에서부터 디지털화하여 색분판, 제도, 제판과정 등의 여러 공정 없이 잉크젯 프린팅으로 직접 날염하는 방식을 말한다. 즉, 종이에 인쇄하는 방식과 마찬가지로 다양한 텍스타일 원단을 특수 전처리하여 잉크화 된 프린팅 염료를 이용해 텍스타일 전용 프린터로 다양한 디자인의 패턴을 출력하는 것을 의미 한다.¹³⁾

2. 디지털 텍스타일 프린팅 공정

1) 디자인 과정

DTP는 디지털 데이터를 직접 텍스타일에 프린팅하는 기술이며 출력용 소프트웨어를 통해 프린팅 잉크를 분산하여 직접 텍스타일 원단에 이미지를 프린팅하는 방법이다. 프린팅 잉크는 염료 또는 안료를 이용한 잉크를 잉크젯프린터를 통해 분사시켜 사용한다.¹⁴⁾

2) 프린팅 과정

DTP의 프린팅 공정은 프린트 질을 향상시키기 위해 코팅(전처리) 공정 과정이 이루어진다. 전처리 공정은 프린팅 전에 호제를 이용한 코팅 공정과 같다. 즉 디지털 프린팅 후에 오염 및 번짐 문제를 방지하고 염착률의 조절, 건뢰도 향상, 촉감의 개선을 위하여 각 원단의 종류에 따라 다양한 전처리 공정이 적용 된다.¹⁵⁾

3) 프린터 방식

노즐로부터 잉크를 피염체에 떨어뜨려 잉크 방울을 형성시키는 방법에 따라 서열(Thermal) 방식과 피에조(Piezoelectric)방식의 두 가지 방식을 채택하고 있다.¹⁶⁾

3. 디지털 프린팅의 장점 및 제한점

1) 디지털 프린팅의 장점

디지털 프린팅은 제도와 제판을 만들지 않으므로 시간이 절약되고 경제적이다. 또한 모든 기능이 디지털화되어 컴퓨터 화면을 통해 디자인과 색상을 쉽게 바꿀 수 있으며 색상수를 무제한으로 사용할 수 있다. 이와 같이 기존 날염에서는 표현이 불가능한 미묘한 색조와 그라데이션 표현이 가능하며 다품종 소량생산으로 원단의 낭비 없이 필요한 양만큼 출력할 수 있는 장점이 있다.

2) 디지털 프린팅의 제한점

디지털 프린팅은 한 가지 색을 만들어 찍는 기존 날염보다 색상의 표현범위가 다양하지 못하고, 고농도의 표현에 제한점을 가지고 있다. 또한 속도가 느리고 생산성이 낮으며 가격이 비싼 것이 단점으로 꼽히고 있다.^{17),18)}

III. 연구 방법

1. 섬유의 종류에 따른 발색성 실험 및 분석

1) 시료 및 색료

시료는 디지털 프린팅 시 가장 기본이 되는 3종 실크, 울, 나일론으로 선정하였다.¹⁹⁾ 이들 사용된 시료는 섬유의 종류만 달리 하고 조직은 동일한 Twill을 선정하였으며 번수, 밀도, 중량은 가장 비슷하게 제직된 섬유로 선정하였다. 사용된 시료는 <표 1>과 같다.

색료는 DyStar사의 6색 산성잉크를 사용하였으며 CMYK 색상을 사용하였다. 산성잉크는 기본 3종의 원단에 가장 적합한 색료로써 <표 2>와 같다.²⁰⁾

<표 1> 사용된 시료

종류	조직	번수		밀도		중량 (g/m2)
		경사	위사	경사	위사	
Silk	Twill	83.0	89.3	237	204	78.1
Wool	Twill	2/81.1	65.3	223.2	187.8	110
Nylon	Twill	70D	100D	233	180	84.3

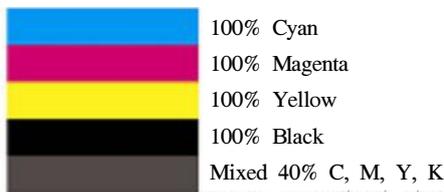
<표 2> 사용된 색료

제조사	사용색상	제품명
DyStar	Cyan	Jettex 10009171 SE 59208
	Magenta	Jettex 10009222 TE 39176
	Yellow	Jettex 10009077 TE 39172
	Black	Jettex 10009005 TE 39070

2) 실험 방법

첫째, 전처리과정으로 세 가지 직물 모두 호(Sodium-Alginate)를 이용한 패딩(pick-up)을 80~85%, 2bar)처리를 하였고 텐터(tenter 120℃, 2분)를 쳤다. 둘째, 프린팅 과정으로 해상도 720×720dpi에 맞춰 d.gen 740 TX/C(테일시스템)을 사용하였다. 셋째, 후처리 과정으로 프린팅 된 원단은 고압 수증기법인 스티밍(Steaming) 공정을 103℃, 30분간 행한 후 50℃ 5분간수세 처리(RF101: 0.5g/L)를 하였다. 넷째, 측색과정으로 프린팅 출력물과 관련이 있는 CMYK 색상을 측색한다. CMYK 색상은 잉크에 기초한 색상구현 원리로 측색은 CCM 측색기 Minolta CM-3600d(Minolta, Japan)를 사용하여 L^* , a^* , b^* 값, Total K/S 값을 분석한다.

이상의 실험과정에서 섬유 3종의 시료에 대해 모든 조건을 동일하게 적용하였으며 발색효과 평가 이미지는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 발색효과 평가 이미지

3) 측정 및 분석

(1) L^* , a^* , b^* 값에 의한 분석

Silk, Nylon, Wool에 대한 원본의 L^* , a^* , b^* 값과 디지털 프린팅 후의 L^* , a^* , b^* 값을 비교하기 위하여 값을 그래프와 표로 비교 분석한다. 이를 통해 L은 명도, a와 b가 색도 좌표로서 색상과 채도를 나타내므로 색채사이에서 색상과 색조를 동시에 분석할 수 있다.²¹⁾

(2) Total K/S 값에 의한 분석

Silk, Nylon, Wool 3종의 색강도 K/S 값을 각각의 과정을 더한 Total K/S 로 나타내어 표와 그래프로 비교 후 발색성을 분석한다.

2. 섬유의 종류에 따른 색차(ΔE) 비교 분석

1) 시료

연구방법 1.의 시료 Silk, Nylon, Wool의 백포와 디지털 프린팅한 3종의 CMYK색상의 시료를 사용하여 각각의 섬유에서 나타나는 색상의 색차(ΔE) 값을 비교하였다.

2) 실험 방법 및 분석

각 섬유의 백포를 기준으로 디지털 텍스타일 프린팅한 Silk, Nylon, Wool 3종의 색차(ΔE)를 분석한다. 측색은 CCM 측색기 Minolta CM-3600d(Minolta, Japan)를 사용하여 백포 기준 3종의 섬유 CMYK 색상에 관한 색차(ΔE) 값을 분석한다.

IV. 연구결과 및 고찰

1. 섬유의 종류에 따른 발색성 실험 및 분석

1) L^* , a^* , b^* 값에 의한 분석

프린팅 전의 원본 값은, 정확한 모니터 값을 위해 모니터를 통한 캘리브레이션(Calibration) 프로그램을 행한 후 포토샵을 통해 L^* , a^* , b^* 값을 확인할 수 있었다. 즉 모니터상의 L^* , a^* , b^* 값은 <표 3>과 같다.

<표 3> 원본 L^* , a^* , b^* 값

색상	L^*	a^*	b^*
Cyan	62	-44	-50
Magenta	52	80	-7
Yellow	95	-7	95
Black	12	2	0

순수 100% C,M,Y,K의 L^* 값은 명도로 Yellow가 가장 높고 Black가 가장 낮았다. a^* 값은 Magenta가 가장 높고 Cyan이 낮았다. b^* 값은 채도로 Yellow가 95로 월등히 높았다.

프린팅 전의 화면상의 색상과 후의 차이를 알

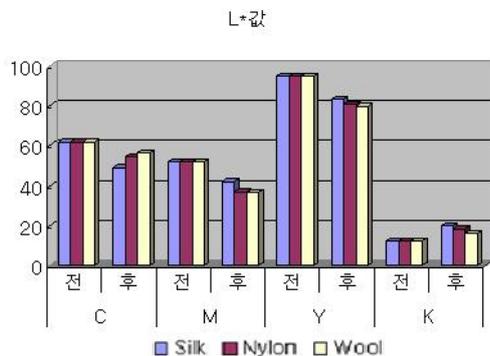
아보기 위해 Silk, Nylon, Wool에 대해 백판기준의 L* a* b*값을 CCM기로 측색하였다. Silk, Nylon, Wool에 대한 L* a* b*값은 <표 4>와 같다.

<표 4> 프린팅 후의 L* a* b*값

분류	색상	L*	a*	b*
Silk	Cyan	49.03	-37.15	-27.78
	Magenta	41.92	61.12	-9.28
	Yellow	83.50	-0.15	91.20
	Black	19.98	1.18	-2.69
Nylon	Cyan	54.53	-34.93	-32.74
	Magenta	36.99	56.93	-4.13
	Yellow	80.62	4.35	92.60
	Black	18.21	0.61	-1.71
Wool	Cyan	56.46	-33.05	-24.85
	Magenta	36.43	58.42	1.26
	Yellow	79.76	0.00	82.91
	Black	15.88	0.70	-2.00

L*값은 Wool의 Cyan을 제외하고 Silk가 가장 밝게 측정되었으며 그 뒤로 Nylon, Wool 순으로 나타났다. a*값은 Nylon에서 Yellow가, b*값은 Wool에서 Magenta가 상대적으로 높게 측정되었다.

색의 밝기, 즉 발색의 강도를 비교하기 위해 원본 값과 프린팅 후의 L*값을 그래프로 나타낸 것은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 화면상의 원본과 프린팅후의 각 직물별 L*값

<그림 2>를 보면 Cyan, Magenta, Yellow의 색상의 대부분 화면상의 밝기보다 프린팅후 값이

낮아진 것으로 나타난다. 이에 화면상 보이는 색상에 비해 프린팅 후 색상의 강도가 낮아졌음을 알 수 있다. 반면에 Black은 프린팅 후의 값이 더 높게 나타났다. 이는 Black의 특성상 명도가 낮은것이 더 진하므로 화면상 원본값의 색강도가 더 진한 것으로 사료된다.

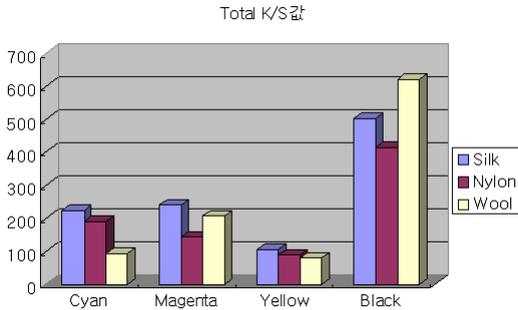
2) Total K/S 값에 의한 분석

Silk, Nylon, Wool 3종의 발색성 분석을 위해 Total K/S 값을 측정한다. 각 직물의 최대강도, 최대파장(nm), 각각의 파장을 더한 Total K/S값은 <표 5>와 같다.

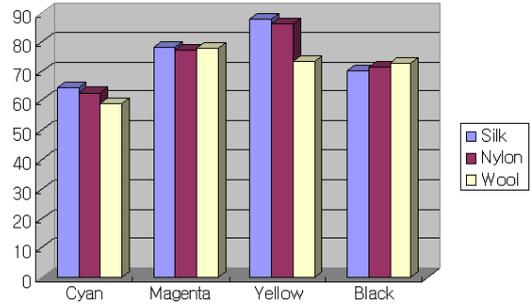
<표 5> 프린팅 후의 Total K/S값

이미지	분류	색상	최대 강도 (K/S)	최대 파장 (nm)	Total K/S
	Silk	C	17.259	670nm	223.0193
		M	20.241	570nm	240.9781
		Y	13.491	450nm	107.3124
		K	19.615	580nm	503.7875
	Nylon	C	19.671	670nm	191.0747
		M	13.599	570nm	144.3282
		Y	11.907	460nm	88.4528
		K	17.354	580nm	416.2441
	Wool	C	8.5006	670nm	94.2433
		M	17.265	570nm	207.9178
		Y	10.810	440nm	81.1583
		K	25.193	580nm	620.2655

<표 5>를 보면 Cyan은 670nm, Magenta는 570nm, Yellow는 440~460nm, Black은 580nm의 파장에서 최대강도를 나타내고 있다. 색강도 Total K/S는 Wool에서 Black이 높게 나타난 것을 제외하고는 Silk가 Cyan, Magenta, Yellow에서 모두 높게 나타났다. <표 5>에 따라 그래프로 나타낸 것은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 각 직물에 따른 Total K/S값



<그림 4> 각 직물에 따른 색차(ΔE)값

위 그래프와 같이 Total K/S값을 비교한 결과 Black이 가장 높게 나타났으며 다음으로 Magenta, Cyan, Yellow순으로 나타났다. 이는 육안판정과도 동일하게 보여 졌다.

또한, 전반적으로 Silk에서 가장 발색이 높고 Wool과 Nylon의 발색은 비슷하게 나타났다.

이러한 결과는 섬유의 종류에 따라 동일한 조건의 공정과정, 동일한 섬유 조직에서도 디지털 텍스타일 프린팅 시 발색의 강도가 다를 수 있다.

위 그래프와 같이 색차(ΔE)값을 비교한 결과 Yellow의 색차가 가장 높게 나타났으며 전반적으로 Black을 제외한 Silk에서 가장 색차가 높음을 알 수 있다. 이러한 결과는 색강도(Total K/S)에서 Silk의 발색이 가장 높게 나타난 것처럼 색차(ΔE)도 Silk에서 높게 나타나 발색이 진한 즉, 색강도가 높을수록 색차 값도 크게 나타나는 것으로 사료된다.

2. 섬유의 종류에 따른 색차(ΔE) 비교 분석

Silk, Nylon, Wool 3종의 색차(ΔE)를 분석하기 위해 각 직물의 백포에 대한 각각의 CMYK 색차값을 측정한다. 색차(ΔE)값은 <표 6>과 같다.

<표 6> 섬유의 종류에 따른 색차(ΔE) 값

분류	Silk	Nylon	Wool
Cyan	64.54	62.92	58.85
Magenta	78.42	77.37	78.17
Yellow	87.84	86.21	73.57
Black	70.25	71.69	72.75

<표 6>을 보면 Cyan, Magenta, Yellow의 색상이 Silk에서 색차 값이 가장 큰 것으로 나타났으며 Black은 Silk에서 색차 값이 가장 작게 나타났다. <표 6>에 따라 그래프로 나타낸 것은 <그림 4>와 같다.

V. 결론

본 연구에서는 직물의 종류에 따른 디지털 프린팅의 발색성을 분석하여 발색 구현이 뛰어난 직물과 효과적인 색채 관리를 위한 지침을 제시하고자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 섬유의 종류에 따른 발색성은 프린팅 전의 모니터상의 발색과 프린팅 후의 발색성 비교를 위해 L* a* b*값에 의한 분석을 실시하였다. 그 결과 Cyan, Magenta, Yellow의 색상의 대부분 모니터상의 밝기보다 프린팅 후 값이 낮아진 것으로 나타났다. 반면에 Black은 프린팅 후의 값이 더 높게 나타났다. 이는 Black의 특성상 명도가 낮아 원본값의 색 강도가 더 진한 것으로 사료된다. Total K/S값에 의한 분석을 보면 Black이 가장 높고 Cyan, Magenta, Yellow순으로 나타났다. 이는 육안판정과도 동일하게 나타났으며, 전반적으로는 Silk가 가장 발색이 높고 Nylon, Wool은 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 섬유의 종류에 따라 동일한 조건의 공정과정, 동일한 섬유 조직에서도 디지털 텍스타일 프린팅 시 발색의 강도가 다를 수 있다.

둘째, 섬유의 종류에 따른 색차(ΔE) 비교 분석은 각 직물의 백포에 따른 색상의 색차값을 분석하였다. 그 결과 Cyan, Magenta, Yellow의 색상에서 Silk의 색차 값이 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 색강도(Total K/S)에서 Silk의 발색이 가장 높게 나타난 것처럼 색차(ΔE)도 Silk에서 높게 나타나 발색이 진한 즉, 색강도가 높을수록 색차 값도 크게 나타나는 것으로 사료되며, 디지털 텍스타일 프린팅에서 발색 구현이 뛰어난 섬유와 효과적인 색채 관리를 위한 지침을 제공하고자 한다.

본 연구를 바탕으로 발색 구현이 뛰어난 섬유의 조직 종류에 따른 발색성에 대한 후속 연구가 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 장남용 (2002). *디지털 텍스타일 프린팅*. 서울: 학문사, p.22.
- 2) 정현섭 (2002). *날염산업의 돌파구-디지털 프린팅*. 서울: 한국염색신문, p.9.
- 3) 김재필 (2001). *디지털날염*. 서울: 섬유기술과 산업, p.11.
- 4) 한은경 (2006). 디지털 텍스타일 프린팅을 활용한 어패럴 디자인. *한국디자인문화학회지* 12(2), pp.110-111.
- 5) 이준승 (2007). 니트패턴디자인을 적용한 DTP용 섬유패션 제품디자인 개발연구. 한양대학교 석사학위논문, p.16.
- 6) 천청임 (1999). DTP와 기존 인쇄 프로세스의 비교 연구. *산업미술연구* 15(1), p.149.
- 7) 안경찬 (2001). 디지털 텍스타일 프린팅을 응용한 섬유제품표현연구. 계명대학교 석사학위논문, p.91.
- 8) 한은주, 조주연 (2005). 디지털 텍스타일 프린팅한 실크의 3차원적 색차분석. *한국디자인문화학회지* 11(2), p.120.
- 9) 노은희, 최형준 (2004). 스크린 날염과 DTP 제품의 색상 비교연구. *한국공예학회* 7(2), pp.45-46.
- 10) 박은정 (2006). 나노 컬러트렌드에 의한 DTP 색채분석. *한국디자인문화학회지* 14(1), pp.412-422.
- 11) 함정웅 (2008). *차세대 친환경 디지털 텍스타일 프린팅 기술 교본*. 대구: 한국염색기술연구소, pp.14-15.
- 12) 김경인, 김창순 (1999). *색채과학개론*. 서울: 대광서림, p.67.
- 13) 노은희, 최형준 (2004). *Op. cit.*, p.49.
- 14) 한은주, 조주연 (2005). *Op. cit.*, p.128.
- 15) 김인경 (2006). *디지털 디자인 연구*. 서울: 조형연구, p.10.
- 16) 안경찬 (2001). *Op. cit.*, p.27.
- 17) 오윤정 (2008). DTP기법에 의한 니트웨어 디자인연구. 이화여자대학교 석사학위논문, p.18.
- 18) 엄경희 (2006). DTP에 의한 섬유패션산업 발전방안에 관한 연구. *한국디자인문화학회지* 12(4), pp.78-79.
- 19) 정용순 (2004). 디지털 텍스타일 프린팅과 재래식 스크린 날염의 비교연구. *디자인학연구* 6(2), p.49.
- 20) 박소영 (2002). *디지털 프린팅을 위한 컴퓨터 텍스타일 디자인*. 서울: 교문사, p.45-46.
- 21) 최정연 (2001). 추상표현에 의한 디지털 텍스타일 프린팅 디자인. 이화여자대학교 석사학위논문, p.32.