

## 디지털 날염

김재필

### 1. 서론

현재 날염 업계에서는 상품의 기획 능력의 향상과 최종 가공 제품에 가까운 견본의 제작 능력, 다 품종 소량 생산, 시장 및 소비자의 요구에 즉각 응할 수 있는 빠른 생산 체제 확립(QR, quick response)이 요구되고 있다. 그러나 날염 가공의 기반이 되는 중요한 기술중 하나인 제판 기술에 있어서는 날염 스크린 등의 도면 작업에 많은 인력과 시간이 요구되며, 경험과 숙련이 필요한 도면 설계사의 부족 등의 이유로 이러한 요구를 충족시켜 주지 못하고 있는 실정이다.

이러한 시대적 요구에 대하여 컴퓨터 기술을 응용한 배색 시뮬레이션 시스템과 밀그림 필름의 제작을 행하는 자동 도면 시스템, 판을 사용하지 않고 직접 원단에 날염을 행하는 날염용 잉크젯 프린터 등의 연구 개발과 제품화가 활발히 진행되고 있다. 지금까지는 해결해야 할 여러 장애 요인들 때문에 그 활용이 견본 제작이나 소로트의 날염에 한정되어 왔지만 최근 들어 관련 기술의 급격한 발전과 더불어 차세대 날염법으로 주목 받고 있다.

디지털 날염이란(DTP, digital textile printing) 디자인에서부터 날염까지의 공정을 완전히 디지털화함으로써 잉크 젯 프린터를 이용, 무제도, 무제판으로 날염하는 방식이다. 기존 날염 공정은 디자인 샘플 제작시 장시간과 고비용이 소모되는 등 부가가치가 낮은 반면 잉크젯 날염 시스템은 디지털 방식에 의해 색상 및 디자인 변경을 쉽게 할 수 있을 뿐만 아니라 제판에 의한 날염공정으

로는 불가능한 미묘한 색조표현이 가능해 다양한 디자인을 단기간에 처리할 수 있는 장점이 있다 (Figure 1). 이 시스템의 활용으로 공정 최소화에 의한 단납기의 대응(QR)과 고정 비용 절감, 다양한 색상 및 패턴 표현능력 향상에 따른 새로운 날염 디자인의 창출, 발달된 네트워크와 데이터

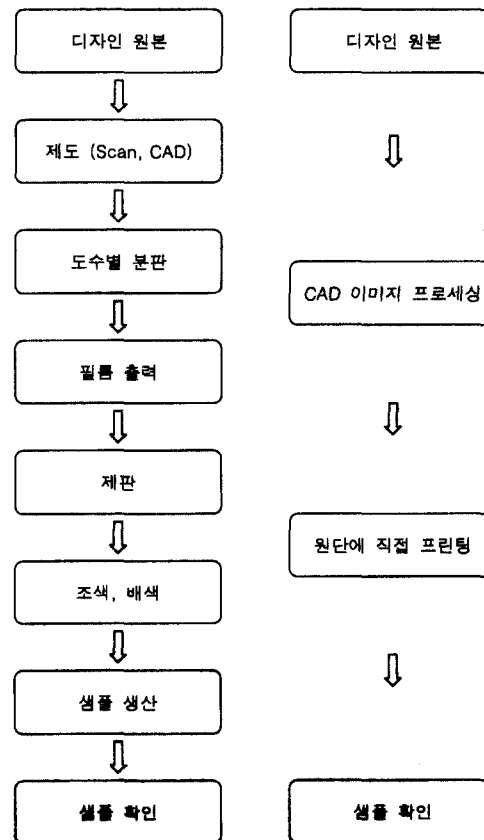


Figure 1. 기존 날염 및 디지털 날염의 공정도 비교.

Digital Textile Printing/Jae Pil Kim

서울대학교 섬유고분자공학과 교수, (151-742) 서울 관악구 신림2동 산56-1, Phone: 02)880-7187, Fax: 02)885-1748, e-mail: jaepil@snu.ac.kr

베이스 시스템을 이용한 마케팅효과, 미염착 염료와 처리제에 대한 폐수 처리 부담 감소 등의 효과가 기대되며 무엇보다도 효율적인 다품종 소로트 생산이 가능해짐에 따라 빠른 시장의 변화에 민첩하게 대응함으로써 다양한 고객의 요구를 만족시킬 수 있을 것으로 전망된다.

지난 ITMA99' 전시 이후 세계적으로 관심이 대두되고 있는 디지털 날염은 불과 10년전만 해도 많은 장애요인을 가진 기술에 불과했으나 끊임없는 연구개발을 거듭함으로써 실용화가 일부에서 시작되는 등 빠른 속도로 발전하고 있어 날염부분에서는 최소한 수년 내에 일정부분의 영역이 확보될 것이 확실시 되고 있다. 잉크 젯 날염기의 속도 향상과 더불어 다양한 섬유에 적용할 수 있는 잉크 개발이 성공적으로 이루어 진다면 현재 날염 시장의 30%정도까지 디지털 날염으로 대체될 것이라는 업계관계자의 전망도 있다.

디지털 날염은 그 자체가 이제 막 시작단계로서 각종 예측이 막연한 감이 있지만 디지털 날염장비의 구성요소중 가장 비중이 큰 잉크에 역점을 두고 있는 잉크의 수요 규모는 2001년 세계시장이 4천100억원, 국내는 25억원 규모가 2004년에는 1조4천억원(세계)과 200억원(국내) 정도로 가능하고 있다. 이밖에 세계 디지털 날염 직물의 시장동향과 향후 디지털 날염 시장 전망은 Table 1과 같이 지속적인 성장세를 기록할 것으로 보여진다.

현재 국내에서는 잉크 젯 날염이 디자이너들 사이에서 먼저 그 효용성을 인정 받고 있다. 이처럼 패션 디자이너들이 잉크 젯 날염에 관심을 보이는 것은 디자인이 준비되어 있을 경우 잉크 젯 날염 기술을 이용하면 단지 1~2시간 내에 곧바로 작품을 제작할 수 있기 때문이다. 또한 이

러한 신속성과 더불어, 최근의 기술개발로 인해 소재의 폭이 다양화되었을 뿐만 아니라 잉크 및 염료의 경우도 거의 제한 없이 활용이 가능하고 섬유소재도 천연섬유 화학섬유 등 모든 소재들로 작업이 가능해지고 있어 앞으로 더욱 많은 디자이너들이 잉크 젯 날염을 선호하게 될 것으로 전망된다.

## 2. 디지털 날염 기술

디지털 날염 시스템의 주요 제품은 소프트웨어, 프린터, 잉크 및 특수 처리 원단으로 구성되어 있다.

### 2.1. 소프트웨어

잉크 젯 날염용 소프트웨어는 디지털 날염의 첫번째 공정에서 디자이너 또는 수요자가 가 원하는 이미지를 스캐닝하여 이를 적절히 변환 및 수정한 후 프린터로 전송해 주는 역할을 하게 된다. 이 과정에서 이미지는 디자이너의 의도에 따라 구성 요소의 형태, 크기 및 색상이 변경될 수 있으며 최종적으로 결정된 디자인은 CAD 시스템에 의해 프린터로 전달된다. 이때 디스플레이 상에 나타나는 디자인과 실제 생산되어 나오는 제품이 동일하기 위해서는 소프트웨어와 하드웨어간의 커뮤니케이션이 정확하게 이루어져야 한다.

### 2.2. 프린터

현재 세계 잉크 젯트 프린팅 시장에 나와 있는 프린터의 종류는 프린트 헤드의 특성에 따라 DOD(drop on demand) 방식과 연속 방식(continuous)의 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

연속식 잉크 젯 프린트(CIJ, continuous ink jet)는 대전된 잉크 입자의 연속적인 스트림(continuous stream)이 편향 영역(deflection area)을 통과해 전자신호에 따라 서서히 토출되어 직물에 도달되거나 거터(gutter)를 통해 다시 잉크 저장 용기로 회수되어 재사용된다(Figure 2). CIJ는 더욱 세분화하여 이중 편향(binary deflection)과 다중 편향(multi-deflection)의 두가지 종류로 나뉘게

Table 1. 세계 디지털 날염 직물의 시장동향

연 도	2001	2002	2003	2004
생산량(억YD)	5.7	6.1	6.5	7.0
시장규모(억\$)	173	186	199	213

자료: IT strategies(주: 향후 전세계에 설치된 추정 디지털 날염 장비수를 근거로 산출함).

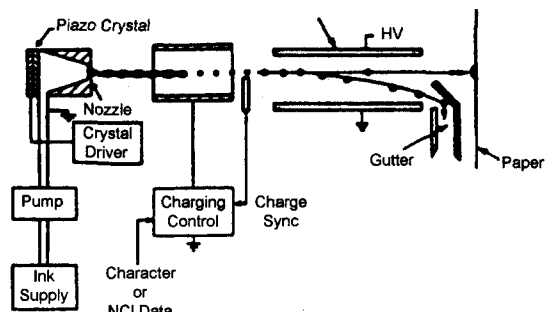


Figure 2. 연속식 잉크 제트 프린트 헤드.

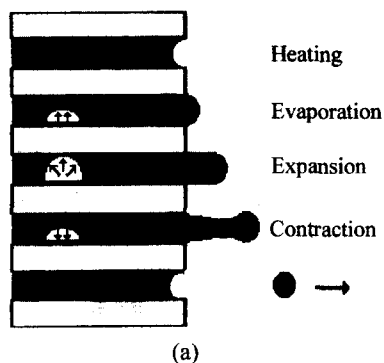
된다. 이중 편향 방식은 단순한 거터와 잉크 고정 시스템에 의해 잉크 입자의 토출을 제어하는 제품 개발 초기 단계에 주로 사용하던 방식으로 생산비용 및 유지 비용이 많이 소모되는 단점이 있다. 반면, 다중 편향 방식은 이러한 이중 편향 방식의 단점을 보완하기 위해 최근에 개발되어 채택되고 있는 방식으로, 기본적인 원리는 이중 편향 방식과 같으나 입자를 제어방식이 보다 세분화되어 있다. 잉크 입자가 다중 편향 헤드에 있는 대전 영역을 통과할 때 프린트 시스템이 전하의 양을 조절하여 차등적으로 잉크 입자에 부가할 수 있게 되므로 입자가 편향 영역을 통과할 때 보다 다양한 각도(일반적으로 5개 각도)로 피염물에 토출될 수 있게 고안되었다.

DOD 방식은 잉크 입자를 직물상에 필요한 부분에만 선택적으로 분사하는 방식으로 잉크방울을 형성시키는 방법에 따라 더욱 세분하여 피에

조 방식(PIJ, Piezo ink jet)과 써멀 방식(TIJ, thermal ink jet)의 두가지 형태로 구분된다 (Figure 3). 써멀 방식은 주로 수용성 잉크를 사용하며 열을 이용하여 잉크 챔버에서 버블을 형성시켜서 입자를 노즐 밖으로 토출시키는 방식으로 버블 제트(bubble-jet) 방식으로 불리고 하며, 현재 85%의 잉크 제트 시장 점유율을 보이고 있다. 써멀 방식의 프린트 헤드는 작은 입자 크기를 형성시킬 수 있기 때문에 1440 DPI(dots per inch) 이상의 고해상도의 프린팅이 가능하며 생산 비용이 저렴하고 저용량 프린팅 기술에 적합한 것으로 알려져 있다. 피에조 방식은 전기적 부하를 사용하여 잉크 챔버 내부를 변형시켜 노즐 밖으로 잉크 입자를 토출하는 방식으로 안료를 함유하는 바인더를 포함하여 넓은 영역의 잉크 조합이 가능하며 대용량의 프린팅에 적합하다.

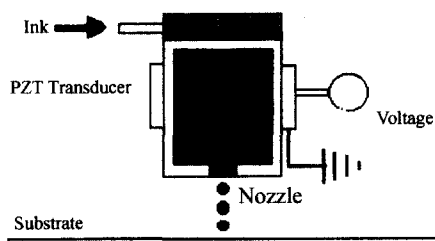
초기에 개발되었던 잉크 제트 날염기는 일반적으로 cyan, magenta, yellow 및 black(CMYK)의 각 1개씩 총 4개의 프린트 헤드를 가지는 형태였다. 이론적으로는 이 네가지 색깔에 의해 정의될 수 있는 색상 영역(color space)의 모든 색깔들을 구현할 수 있으며 인치당 도트수를 가감시킴으로써 보다 진하거나 연한 색상을 나타낼 수 있지만 실제로는 디더링(dithering) 현상에 의해 매우 적은 양이 필요한 색상의 경우에는 육안으로 쉽게 감지되는 문제점이 있다. 최근에는 프린터 생산자들이 이러한 문제점들을 해결하기 위해 보다 많

Drop-on-demand thermal head



(a)

Drop-on-demand piezo head



(b)

Figure 3. DOD 방식의 프린트 헤드; (a) 써멀 방식, (b) 피에조 방식.

은 수의 프린터 헤드를 사용하게 되었으며 현재는 헤드를 12개까지 사용하고 있다. 즉, 보다 약한 색상의 잉크를 별도로 사용할수록 가벼운 색조를 표현하기 위해 진한 색상의 잉크보다 많은 도트수를 사용하게 되므로 디더링 현상을 줄일 수 있다. 이밖에도 orange나 green 등의 특색의 잉크를 따로 사용할 경우 표현할 수 있는 색상 영역을 확장할 수 있을 뿐만 아니라 동시에 디더링 현상도 감소시킬 수 있게 된다. 또한 프린트 헤드수의 증가는 프린팅 속도의 향상에도 도움이 되며 더 나아가서는 헤드당 노즐의 숫자를 증가 시킴으로써 프린팅 속도를 한층 더 향상시킨 제품도 등장하고 있다.

**2.3 염료 및 잉크**

디지털 날염을 위해 사용되는 잉크는 용도의 특성상 여러 가지 요구 조건을 만족시켜야 한다. 즉, 디지털 날염용 잉크는 고온(300℃ 부근)의 매우 작은 노즐을 통해 유동할 수 있어야 하며, 조건에 관계없이 재현성 있는 색상을 구현해 낼 수 있어야 할 뿐만 아니라 우수한 제반 견뢰도를 필요로 한다.

잉크 젯·날염에 일반적으로 사용되는 잉크는 대상 원단의 종류에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다(Table 2).

이때 직물의 전후처리는 대상 직물이나 사용되는 잉크의 종류에 따라 달라진다.

반응성 잉크는 일반적인 섬유산업에 가장 널리 사용되는 잉크로서 면, 레이온 등의 섬유소재 섬유에 사용되며 고견뢰도를 위해 100℃ 이상 스팀의 후처리 공정을 거치게 된다. 산성 잉크는 스포츠 웨어(수영복) 등에 사용되는 잉크로서 디지털 프린트시 밝은 색상을 표현하며, 일반적으로

실크와 나일론 라이크라에 사용되며 반응성 잉크와 마찬가지로 우수한 견뢰도를 위하여 후처리 공정이 요구된다.

안료의 경우는 텍스타일 디자인 프린팅에 가장 널리 사용되는 잉크로서 디지털 날염 전용 원단을 이용한 샘플 프린트시 화려하고 강한 컬러의 표현에 적합하다. 특히 폴리에스테르 조르젯, 폴리에스테르, 쉬폰 등과 같은 얇은 원단을 프린팅 할시 후지(back paper) 부착 없이도 디지털 날염이 가능하다. 날염 후 자체로 우수한 견뢰도를 나타내어 반드시 후처리의 공정이 필요하지는 않지만, 스팀이나 세탁 과정을 거칠 경우에는 더욱 선명한 칼라를 얻을 수 있는 특징이 있다.

디지털 날염용 잉크는 공통적으로 세탁, 일광, 승화 견뢰도 등의 제반 견뢰도가 우수해야 되며 특별히 폴리에스테르용 잉크의 경우는 염료의 분산 안정성 및 프린팅시 열안정성이 우수해야 한다. 또한 면·실크·나일론용의 경우는 직접 날염시 높은 염착률이 요구된다.

이와 같은 디지털 날염 잉크의 성능 및 성질에 영향을 미치는 인자로는 점도, 전기전도도, 표면장력, 화학적 안정성, 물리적 안정성, pH, 기포 형성 특성 및 순도 등이 있다.

**2.4 직물 및 전처리제**

잉크 젯 날염용 전처리제는 섬유염색가공용 일반 전처리 약품과는 달리 섬유를 잉크 젯 날염기로 날염하기 전에 잉크가 원단에 번지지 않고 선명한 무늬가 형성되도록 하는 용도로 사용된다. 잉크 젯 날염기로 원단에 무늬를 날염할 경우 염료가 퍼지는 것은 잉크 젯 날염기의 공통된 현상인데 호료나 바인더를 염료에 혼합해 사용할 수 없기 때문이다. 이로 인해 잉크 젯 날염기에서 전처리 문제는 관련 업계의 특별한 노하우로 인정되어 오고 있다.

**3. 국내외 기술 수준 비교**

세계의 디지털 날염 기술은 미국, 독일, 일본 등의 몇몇 선진국에서 확립되어 우수한 자체 기

**Table 2.** 잉크 젯 날염용 염료 및 잉크

대상 원단	잉크 종류
면, 레이온 등 섬유소재	반응성 염료
폴리에스테르	분산 염료(직접 혹은 전사)
나일론, 양모, 견, 나일론	산성 염료
기타 혼방 직물	안료

술력과 영업력을 바탕으로 세계 시장을 주도하고 있으며 국내의 디지털 날염 업계 역시 예외는 아니다. 현재 국내에서는 우선 기술력을 가지고 있는 세계의 각 유명 업체들의 국내 판로를 위한 에이전트 역할을 하면서 기술 제휴 등의 형식으로 선진 기술을 습득을 위한 노력을 하고 있다. 이들은 선진국들의 제품을 국내에 우선적으로 보급하면서 습득한 기술을 바탕으로 장기적으로는 이로부터 보다 나은 자체 기술을 개발하기 위해 분주한 노력을 하고 있다. 한편 아직은 많지는 않지만 국내에서도 기존의 축적된 기술력을 가진 일부 업체에서는 나름대로의 연구 노력을 통해 제품 개발에 성공한 예도 있다.

국내 디지털 날염 시스템과 관련한 업체로는 외국기술 제휴 업체와 독자기술 구축 업체가 있다. 외국기술 제휴 업체로는 스톡사 제품을 공급하는 신영실업, 이찌노세 이미지 프루퍼(Image Proofer)를 공급하는 성진실업, 코니카사의 나센저(Nassenger)를 공급하는 동아유화, 킴벌리클라사의 컬러 스판(Color span)을 공급하는 유한킴벌리, 다양한 소프트웨어 기계를 취급하는 TCC사가 있으며, 독자적인 국내 기술을 구축중인 이미지텍과 섬유분야 날염기 개발로 시작해 지금은 문구·제과 쪽으로 방향을 잡아 전개중인 옛텍 등이 있다. 이외에 최근 Canon, Mimaki, Encad, Seiren, Perpecta Print AG 등의 프린터 업체들도 축적된 잉크 제트 기술을 바탕으로 디지털 날염 분야에 본격적으로 뛰어 들고 있다.

현재 디지털 날염 시스템을 보급하고 있는 국내의 기업체들의 기술 수준을 소프트웨어, 프린터, 염료 및 잉크, 직물 및 이와 관련된 전처리 약품의 네 가지 범주로 나누어 살펴 보면 다음과 같다.

### 3.1. 소프트웨어

킴벌리클라크는 최근 유럽과 미국에서 아트리에라는 프로그램으로 날염용 CAD분야에서 두각을 나타내고 있는 Dr. Wirth사의 컬러운영 드라이버를 채택함으로써 잉크 제트 날염의 가장 큰 문제점으로 지적됐던 현장에서 생산된 날염물과의

색상의 동일성 구현 기술을 확보했다.

코니카 Nassenger KS-1600 II의 경우 소프트웨어면에서도 사용빈도가 높은 이미지 형식인 TIFF에 JPEG와 PNG를 추가, 화상용량(畫像容量)을 1.0 GB로 증강시켰으며 네트워크에도 대응가능하고 사용하기에 한층 편리하도록 설계되었다.

### 3.2. 프린터

현재 세계 10여개 회사에서 잉크 제트 날염기를 개발해 시장에서 선을 보이고 있으며 미국, 프랑스, 이탈리아 등 패션 강국들을 중심으로 번져나가고 있으나 우리나라는 이제 시작 단계에 있다. 이와 같이 잉크 제트 날염기의 경우에도 아직은 선진 기업들의 기술력을 주도하고 있는 상황이지만 국내에서도 독자적인 개발을 위한 연구 노력들이 진행되고 있다

킴벌리클라크에서 세계 최초로 개발한 12색의 잉크 제트 날염기는 색상을 구별할 수 있는 자동시각 시스템을 사용한 모델로, 여러 가지 디자인의 샘플을 신속하고 정확하게 실물로 제작할 수 있으며, 롤페드(roll-fed) 시스템에 의해 자동 폭 탐지 기능이 있어 기술력에서 우수함을 입증 받고 있다. 또 지금까지 소개된 어떤 기종에도 없는 CCD 카메라가 장착되어 있어 날염을 할 때 빠진 부분이나 잉크가 막혔거나 인쇄가 빗나간 부분 등을 자동으로 감지해 수정할 수 있고, 습도센서를 부착해 습도에 따라 인쇄 속도를 자동으로 조절한다. 또 섬유나 잉크가 요구하는 환경을 최대한 맞춰 날염하기 때문에 그 품질이 보호된다. 날염 속도는 60인치 원단을 날염할 때 12가지 컬러는 시간당 3.8야드 인쇄가 가능하고 6가지 컬러의 경우 7.6야드를 인쇄할 수 있으며 향후 기준 시간당 2년내 10-20미터, 3년내 20-40미터를 목표로 개발 중에 있다. 이밖에도 세탁시 색상 변형을 막아주기 위한 스팀과 세척 작업, 형견에 잉크 제트로 인쇄를 해도 번지지 않게 하기 위한 전처리 코팅작업 등을 할 수 있는 생산 설비 등이 구비되어 있다. 이와 같이 잉크 제트 날염 프로세스에 필요한 고품질의 토털 솔루션을 제공한다는 것은 킴벌리클라크의 강점이라 할 수 있다.

코니카사의 디지털 날염 시스템은 사무실에서 간편하게 사용할 수 있도록 소형, 경량 설계되었으며 날염기의 안정성, 전후처리의 기술력을 보유하고 있다. 특히 대용량 잉크 카트리지를 사용해 교환회수가 적고 칼라별 교환이 가능해 낭비를 막아준다. 또 주문이후 3일내에 전처리가 가능하며 일반 텍스타일 CAD와 호환이 가능하다. 신제품에 대한 업그레이드가 가능하고, 헤드수명은 하루 8시간 작업의 경우 90일을 보장할 수 있다. 코니카의 최신 기종인 KONICA Nasserger KS-1600 II는 프린트 속도를 10.0 m<sup>2</sup>로 향상시켰으며 여러 가지 처리효율도 향상시킨 제품이다. 또한 폴리에스터 대응의 분산염료잉크에는 종래의 농담(濃淡) 8색 사양에서 한층 선명하게 발색하는 특색사양을 추가했으며, 면용(실크에도 가능)의 반응성 염료잉크에도 농담 8색 사양을 추가하여 다양성을 풍부하게 했다.

코니카의 디지털 날염기의 국내 판매점인 동아유화(대표 장용훈)는 코니카 디지털 날염 시스템인 '나센저 KS-1600II'의 옵션기능인 '스트레치 소재 반송 유니트'와 '잉크 침투도 향상 소프트'의 옵션제 영업에 본격 착수했다. 기존디지털 날염기 'KS-1600II'의 표준시스템에 옵션기능을 더하는 제품으로 보다 실용성 높은 시스템화를 추구할 수 있다. '스트레치 소재 반송 유니트'는 프린트 전후에 일정한 텐션을 부여하는 것으로 프린트 영역에서 신장률의 안정화를 도모하여 스트레치성이 큰 수영복용 소재나 니트 등에 사용시 종전 제품보다 안정된 프린트를 얻을 수 있는 제품이다. '잉크 침투도 향상 소프트'는 프린트 해상도를 변화함으로써 단위 면적당 잉크 침투량을 증가시키는 방식으로 잉크 사출량은 해상도 증가에 따라 비례적으로 증가하고 날염 속도는 해상도 증가에 따라 반비례적으로 감소한다. 파일 소재·두꺼운 생지 소재를 프린트 할 때 고침투, 고농도 날염을 얻을 수 있다. 이 두 제품은 '나센저 KS-1600II'에 후착이 가능하고, 설치 후 '나센저 KS-1600II' 본체의 치수 변경이 없어 기존기계의 성능개선이 가능하다.

이치노세사의 이미지 프루퍼(ImageProofer) 잉

크 젯 날염기는 염료를 한정하지 않고, 12 노즐을 사용해 보다 고급제품을 생산할 수 있는 것이 특징이며 지정된 포맷의 이미지 데이터라면 즉시 출력이 가능해 CAD를 구별하지 않는 것이 장점이다. 이 날염기는 프린트 벨트상에 버블젯식 4 노즐헤드 3대를 탑재하여 특색 8색, 농담 및 특색 4색 그리고 특색 12색 등 각 노즐에 할당되도록 되어 있다. 각 헤드 최대 프린터 폭은 1,650 mm로 포 진행방향에 대하여 포 폭방향으로 헤드를 주행시켜 프린팅하며 사용 유니트는 1축부터 3축까지 임의로 선택할 수 있어 3축 12 노즐 헤드에 의한 단색 표현이 우수하다. 프린팅 모드는 고속모드(1패스 10 m/h), 통상모드(2패스 5 m/h), 고화질 모드(4패스 2.5 m/h) 3종류이며 잉크 탱크는 5백cc이며 1헤드에 2라인의 배관을 하여 2종류의 색 교체가 가능하다. 2회 프린트 혹은 4회 프린트에 의한 타올지 등의 후지 직물 프린팅이 가능하며, 직물이 벨트상에 점착 고정되어 니트, 후지 직물에 있어서 무늬 및 핀트, 세션 표현이 명확한 장점이 있다. 또한 출구부에 건조기가 부착되어 건조시간을 단축시켜 주는 등 세세한 부분에 까지 고려하였다. 기계 동작은 권출장치로부터 수동으로 포 점착장치에 프린트 포를 세트하면 연속하여 프린트 벨트 상에 점착 고정되고 점착 되어진 후 히터 플레이트 위를 통하여 권취장치에 장착된다. 헤드의 세정을 행하고 프린팅이 시작되면 헤드는 자동적으로 부속한 서비스 스테이션에서 잉크를 불어내고 스크레바 청소를 행하는 한편 벨트 수세는 프린트 중에도 가능하며 프린트가 끝나면 세척수 공급이 자동적으로 정지하고 브러시도 하강한다. 온도는 디지털 스위치로 임의로 설정이 가능하며 프린트가 끝나면 자동적으로 히터가 꺼지게 된다. 이 업체는 향후 스피드 업그레이드와 더불어 전용 잉크가 필요 없이 종래의 날염 염료를 그대로 사용할 수 있도록 개발을 서두르고 있다.

일본 동신(東伸)공업(주)의 잉크 젯 날염 시스템은 혼합색 잉크카드리지형으로, 반응염료와 분산염료 및 피그먼트 컬러를 사용할 수 있으며, 12 프린트 헤드형으로 12종 베이스 컬러의 혼합색을

작성할 수 있다. 또 CMYK를 3단계조로 표현할 수 있으며, 3백dpi 해상도 노즐을 시각 1천dpi로 활용할 수 있다. 이 잉크젯 날염기는 드롭 디맨드 방식으로 인쇄중 연속세정, 또는 가공 후 세정의 선택이 가능하게 되어 있다. 한편 인쇄된 소재는 플랫 드라이어(plat dryer)에 의해 건조해 권취하며, 최대 날염 폭은 표준 1,650 mm이다.

유럽에서 강세를 보이는 스텍사의 디지털 날염 시스템은 새로 개발된 TCP와 기존 AMETHYST, ZIRCON, AMBER 등으로 모두 피에조(piezo) 방식을 공급하고 있다. AMETHYST는 8헤드, 이미 해상도 254 dpi까지 가능하며, 반응성, 산성염료 등을 사용해 시간당 17.5 m<sup>2</sup>의 생산이 가능하다. ZIRCON 역시 8헤드이며 해상도 260 dpi로 분산염료를 사용해 시간당 6.9 m<sup>2</sup>의 생산을 할 수 있으며 AMBER는 7헤드로 해상도 260~720 dpi로 생산이 가능하다. 이 제품은 CMYK 외에 특색도 사용이 가능하며 반응성 염료로 시간당 5 m<sup>2</sup>의 생산이 가능하다.

듀폰의 아티스트리(Artistri™)는 올해 초 독일의 프랑크푸르트에서 개최된 하임텍스타일 2001에서 처음 소개된 제품으로 컬러컨트롤과 관리시스템을 접목시켜 많은 관심을 끌었다. 아티스트리의 3210 디지털 프린터는 3.2미터 폭의 원단을 롤투롤(roll-to-roll) 상태로 8컬러를 프린팅하며 속도는 시간당 60~30 m<sup>2</sup>로 매우 빠르다. 현재까지 개발된 시스템은 안료와 바인더로 날염하며 날염 후 건조, 경화시킨다. 이 회사는 이 시스템이 올해중 가정용 가구분야를 시작으로 올해말경 어패럴분야의 날염업체에도 공급될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

한편 국내에서는 벤처기업 드림파크에서 개발한 잉크젯 날염기는 면소재의 티셔츠나 속옷, 아동복 등 가먼트상태로 특정부위에 무늬를 날염하는 피스날염 대체 설비로서 반응성 염료를 사용하며 고착률을 높이기 위한 전처리와 프린팅 후 스티밍 공정을 거쳐 완성된다. 해상도는 최대 1천4백40 dpi로 상당히 높는데 동일한 무늬를 같은 해상도로 프린팅할 경우 일본 미마키사 제품에 비해 속도가 1.8배에 달하는 성능을 지지고 있

다. 프린팅헤드는 6개로 되어 있는데 기본 6컬러에 의해 다양한 색상을 구현해내고 있다. 아직은 자본 부족으로 피스날염을 목표로 하고 있으나 직물날염용 디지털 프린터 개발에도 기술적인 자신감을 보여주고 있다.

또한, 국내 실사 현수막 광고시장에서 이미 널리 알려진 (주)이미지텍은 최근 기존 실사현수막 프린팅 기술을 텍스타일 디지털 날염에 접목해 개발한 결과 기존의 시스템에 비교해 비용면에서 매우 저렴하고, 보다 우수한 성능의 프린터를 개발하였다. 이 회사가 보급하고 있는 시스템을 외국제품과 비교했을 때 잉크젯(직물, 전사기능)은 40%, 원단(폴리에스테르, 면, 실크)은 89%, 잉크는 43% 저렴하며 이미지 출력을 위한 소프트웨어는 자체 기술로 개발한 것으로 300만원에 보급하고 있다. 폴리에스테르 원단의 경우 IT 전사잉크를 사용해 잉크젯 날염기 날염물을 출력한 후 열전사하는 방식이며, 면, 실크 원단은 전처리한 원단에 반응성 잉크를 사용하여 잉크젯 날염기로 출력해 증열 수세 건조하는 방식이다. 전처리에 대한 기술과 약품도 확보한 상태이며 기계한 대로 면 날염과 폴리에스테르 전사날염 둘 다 가능하다. 플로터 가격이 매우 저렴한 데다 디지털 날염시 요구되는 원단 전처리 부분의 약품 및 공정 노하우 확보, 자체 S/W 개발로 인해 이미지텍은 텍스타일 디지털 프린팅 분야의 새로운 강자로 떠오르고 있다.

### 3.3. 염료 및 잉크

잉크젯용 잉크를 섬유에 적용할 때 평균 소모량은 1~20 cc/m<sup>2</sup>로 일반 날염의 50~200 cc/m<sup>2</sup>에 비해 50~100배정도 적게 쓴다는 조사 보고가 있다. 그러나 디지털 날염기용 잉크 가격은 외산의 경우 kg당 100만원이나 하는 제품도 있어 고가의 비용이 문제로 지적되고 있다. 현재 일부 국내업체에서도 개발 및 시제품을 출시하고 있으나 아직까지는 수입잉크가 대부분이어서 국산화가 시급한 실정이다. 해외는 영국 AVECLA가 세계 시장의 50~60%를 점하고 있고 메이저급 프린터 제조업체가 잉크 업체와 제휴하여 OEM으로 생

산 판매하는 방식이 주류를 이루고 있다.

업계 관계자들은 섬유단가를 감안할 때 잉크가 격의 대폭 인하가 요구되고, 원단 특성에 적합한 잉크의 제반 품질향상이 필요하며 잉크 젯 날염기의 속도와 다양한 섬유에 적용할 수 있는 잉크 개발에 대한 문제를 지적하고 있다. 이에 국내에서는 디지털 날염에서 우수한 성능을 갖는 잉크의 독자 개발 및 국산화하고자 하는 노력이 정부의 지원하에 계속되고 있다.

DTP의 주요 품목중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 잉크 제조 기술에 있어서 일본의 Canon사에서 개발한 잉크젯 날염기용 분산염료 잉크가 세계적으로 주목 받고 있다. 이는 분산염료 잉크액의 침전방지를 위해 탱크내에서 항상 교반해야 할 필요가 없으며 대용량의 잉크탱크내 잉크량이 프린트 출력 사용으로 감소하면 액을 임의로 추가할 수 있기 때문이다. 그러나 향후 초점은 요철조직의 섬유 표면상에 어떤 방법의 잉크젯, 버블젯 프린트 시스템이 색의 침투성에 우수한 특성을 지닐 것인가 하는 것이 관심사이다.

킴벌리클라크에서는 잉크 젯 연구 과제중 가장 손꼽히는 부분인 색상과 선명도 문제를 해결하기 위해서 이 분야에서 가장 앞서있는 칼라스판사와 제휴하여 연구개발에 착수해 현재는 70%이상 개발 완료된 상태이고 조만간 완벽한 기술을 보급할 계획이다. 한편, 국내에 킴벌리클라크의 기술을 보급하고 있는 유한킴벌리의 경우 현재는 킴벌리클라크에서 제조한 잉크를 MCS에서 포장하여 판매하고 있으나, 2~3년내 포장과 제조를 모두 국산화할 예정이다.

**3.4. 직물 및 전처리제**

잉크 젯 인쇄는 컴퓨터 출력용도로 정전토너와 승화전사 등 다른 인쇄방식에 비해 저비용으로 쉽게 컬러인쇄가 가능해서 대판(大判) 인쇄 대응 등의 우수한 특징이 있어서 컴퓨터용은 물론 사무·공업용으로까지 보급이 확산되고 있다. 그러나 잉크가 수성잉크이기 때문에 종이와 합섬지필름, 직포 등의 수용체(receptor)의 표면개질을 하며, PVA(폴리비닐알콜)와 PVP(폴리비닐피롤리돈)

등의 친수성 폴리머나 특수 세라믹(알루미나졸) 등을 표면처리제로 사용하고 있으나, 친수성 폴리머는 내수성과 화성품질에 한계가 있고, 특수 세라믹은 성능적으로 우수하나 비용이 비싸다는 문제가 있다. 이에 대일본잉크화학 등에서는 수성 우레탄을 이용한 수지를 수용체에 도포 또는 함침함으로써 인쇄면의 기능성을 저비용으로 비약적 향상을 가져올 수 있는 새로운 약품을 개발해 시판에 나서고 있다. 이 처리로 수용체의 표면층에는 마이크로 포러스(초미세다공질)를 만든 젤 막이 형성되기 때문에 잉크의 수리(受理)성과 밀착성, 흡수성 등이 향상하고, 번짐이 적은 선명한 영상과 우수한 내수성, 마찰성을 얻을 수 있다. 또 플라스틱 필름의 접착성이 우수하기 때문에 수용체 소재의 선택범위도 커진다.

한편, 국내에서 밀라노프로젝트 사업의 일환으로 염색기술연구소에서 추진된 디지털 날염용 전처리 기술개발 사업의 결과로 개발한 직물은 외국산의 야드당 25~30달러선보다 훨씬 저렴한 야드당 10달러선이며 4급 이상의 세탁견뢰도를 보이는 등 품질 면에서도 우수한 것으로 나타났다.

또한 (주)이미지텍에서도 최근 폴리에스테르 외에 실크, 면제품까지 전처리된 원단을 공급하고 있어 다양한 제품을 소재에 구애받지 않고 생산할 수 있게 돼 판매량이 증가할 것으로 기대된다.

**4. 향후 연구 개발 동향**

현재 전세계적으로 기술 경쟁이 치열한 디지털 날염 시장에서 우리나라가 우위를 점하기 위해 잉크 염료, 프린터, 소프트웨어, 직물 및 관련 처리제 개발 분야에서 다음과 같은 선결 과제를 해결을 위한 연구 개발 노력이 진행될 것으로 예상된다.

**4.1. 소프트웨어**

디지털 날염 장비 개발은 우수한 소프트웨어 개발의 지원 없이는 이루어 질 수 없는 일이다. 그러므로 디지털 날염 장비의 국산화를 위해서는 날염 시스템을 총괄적으로 제어할 수 있는 국산



소프트웨어의 개발이 요구되는 시점이다. 실제로 국내에서도 소프트웨어의 국산화에서 성공한 몇몇 예가 있지만, 앞으로는 보다 이해하기 쉽고 시스템을 효율적으로 제어할 수 있는 보다 우수한 소프트웨어의 개발을 통해 디지털 날염의 국산화는 물론, 국내 날염 업체들의 선택의 폭을 넓혀줌으로써 디지털 날염 시스템의 확산을 기대할 수 있을 것이다.

#### 4.2. 프린터

잉크젯용 잉크의 현재 당면한 문제와 시장확대를 위해 개선해야 할 첫번째 문제로 지적되고 있는 것이 날염 속도의 문제이다. 업계 관계자들은 잉크젯 날염기가 수날염의 하루 생산량에 상당하는 광폭날염 생산량에 가까운 출력 능력을 보유하게 되고 더불어 다양한 섬유에 적용할 수 있는 잉크 개발 문제를 해결하게 될 경우 현재 날염 시장의 30%정도까지 디지털 날염으로 대체될 것이라고 전망하고 있다.

또한 날염 전후에 일정한 장력을 부여하고 조절해 줌으로써 날염 영역에서 신장률의 안정화를 도모하여 스트레치성이 큰 수영복용 소재나 니트 등에 사용시 종전 제품보다 안정된 날염물을 얻을 수 있도록 하는 기술, 파일 소재·두꺼운 생지 소재를 날염할 때 고침투·고농도 날염을 할 수 있는 기술, 안정된 농담 표현을 위한 날염의 섬세한 토출량 조절 기술 개발 등도 해결되어야 할 과제로 들 수 있다.

#### 4.3. 염료 및 잉크

DTP의 주요 품목중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 디지털 날염용 염료 및 잉크는 색상의 선명도, 고착률, 견뢰도 및 비용 문제를 선결 과제로 지적할 수 있다.

대체적으로 색이 선명하면 고착률이 떨어지고 염착상태가 좋은데도 고착이 떨어지는가 하면 내구성, 수세, 산·알칼리, 땀, 일광 견뢰도 등 각종 견뢰도도 아직 만족할만하지 못한 실정이다. 특히 폴리에스테르용 잉크의 경우는 염료의 분산 안정성 및 날염시 열 안정성이 우수해야 하며 면,

실크, 나일론용의 경우는 직접 날염 방식으로 날염시 염착률이 높아야 한다. 또한, 면/폴리에스테르와 같이 혼방직물에는 후처리나 고착문제도 해결해야 할 과제로 남아 있다.

또한, 섬유단가를 감안할 때 잉크가격의 대폭 인하가 요구되고 원단 특성에 적합한 잉크의 제반 품질향상이 필요하다. 잉크 구입 비용의 경우, 잉크젯 날염시 평균염료 소모량이 일반 날염에 비해 상당히 적게 사용한다 해도, 외산 잉크에 대한 의존도가 높은 현실정에서는 고가의 제품을 구입해서 사용해야 하는 어려움이 있다. 한편, 국내 생산 현황을 보면 일부 국내업체에서 개발 및 시제품을 출시하고 있으나 수입잉크가 대부분이다. 그러므로 향후 점차적으로 확장될 세계 디지털 날염 시장에서의 경쟁력을 갖추기 위해서는 우수한 품질의 디지털 날염용 잉크의 국산화가 절실히 요구된다.

또한, 나아가서는 현재 디지털 날염 업계가 관심을 두고 있는 다양한 소재에 적용될 수 있는 범용성 염료 잉크의 개발과 종래의 날염에 사용하고 있는 염료를 그대로 사용할 수 있도록 하기 위한 연구 등 보다 나은 품질과 효율을 얻을 수 있는 연구 개발에 대한 필요성이 증대되고 있다.

#### 4.4. 직물 및 전처리제

잉크젯 날염은 컴퓨터 출력용도로 정전토너와 승화전사 등 다른 인쇄방식에 비해 저비용으로 쉽게 컬러인쇄가 가능해서 대판(大判) 인쇄 대응 등의 우수한 특징이 있어서 컴퓨터용은 물론 사무·공업용으로까지 보급이 확산되고 있다.

그러나 잉크가 수성잉크이기 때문에 종이와 합섬지필름, 직포 등의 수용체의 표면개질을 위해 친수성 폴리머나 특수 세라믹(알루미나졸) 등을 표면처리제로 사용하고 있으나, 친수성 폴리머는 내수성과 화성 품질에 한계가 있고, 특수 세라믹은 성능적으로 우수하나 비용이 문제가 되고 있다. 이에 저비용으로 우수한 흡수성, 속건성, 내수성, 내마찰성 등 인쇄면의 비약적 기능성 기대

할 수 있는 새로운 전처리제의 개발이 요구되고 있다.

이상과 같이, 국내는 물론 세계의 디지털 날염 시장에서 충분한 경쟁력을 보유하기 위해서는 원단은 물론 잉크, 하드웨어, 소프트웨어 등 모든 잉크젯 프린팅 프로세스에 필요한 종합해결방식(total solution)을 제공할 수 있어야 할 것이다. 특히 디지털날염이란 새로운 비즈니스영역이 현실로 다가오면서 각 부문은 향후 상호별 호환이 가능하도록 다각도로 개발될 가능성이 크며, 이럴 경우 수요업체들은 자기 생산공장의 색깔이나 입맛에 맞는 부문별 솔루션을 골라서 조합 사용하게 될 것이다.

## 5. 결 론

지난 ITMA'99 전시 이후 세계적으로 관심이 대두되고 있는 디지털 날염은 실질적인 실용화에 대한 많은 장애요인을 가진 기술이었으나 최근 들어 끊임없는 연구개발을 거듭함으로써 실용화와 함께 빠른 속도로 발전하고 있다. 또한 전세계적으로 각 분야의 급속한 디지털화의 확대와 더불어 인터넷 정보화의 흐름과 맞물려 날염부분

에서는 수년내에 일정부분의 영역이 확보될 것이 확실시 되고 있다.

그러나 디지털 날염은 현재 주로 미국, 독일, 일본 등의 선진 업체들에 의해 주도되고 있어 가격이 비싸 대중화에 걸림돌로 작용하고 있는 실정이다. 그러므로 향후 국내는 물론 세계의 디지털 날염 시장에서 충분한 경쟁력을 확보하기 위해서 궁극적으로는 원단은 물론 잉크, 하드웨어, 소프트웨어 등 모든 잉크젯 프린팅 프로세스에 필요한 종합해결방식의 자체 제공 능력을 갖추어야 할 것이다. 디지털 날염에 사용되는 대부분의 미디어와 솔루션을 국산화할 경우 저렴한 비용으로 국내에 시스템을 보급함으로써 디지털 날염 시스템의 대중화는 물론 해당 수요 업체들의 생산성 향상을 통해 수출시장에서 가격경쟁력을 확보할 것으로 기대된다.

한편, 디지털 날염 시스템을 현재 수작업에 의존하는 기존 날염방식을 대체하여 주생산 공정에 적용하기 위해서는 우선 저생산성 극복을 위한 프린팅 속도의 향상, 잉크가격의 인하, 원단 특성에 적합한 잉크의 제반 품질 향상, 날염후의 견뢰도 문제 등이 중요한 선결 과제로 지적되고 있다.