

디지털 인쇄와 제지산업

원종명

강원대학교 제지공학과

최근 과학과 각종 산업의 급속한 발전과 더불어 특히 IT 산업이 부상하면서 우리의 생활 주변의 풍속도가 크게 변하고 있다. 이러한 변화로 말미암아 과거에 주를 이루었던 아날로그 시스템은 이제 구경하기 힘들 정도로 대부분의 모든 시스템과 편의 시설, 장치 등이 디지털 시스템으로 전환되고 있다. 가장 두드러진 것이 디지털 카메라, 스캐너, 잉크젯 및 레이저 프린터 등의 보편화이다. 이제는 기록이나 저장을 위하여 더 이상 필름을 사용하지 않고 디지털로 정보를 저장하는 시스템으로 거의 대부분의 장치들이 전환되었다. 플로피 디스크 또는 휴대용 대용량 저장장치를 들고 다니던 것도 이제 옛날의 이야기가 되어 버렸다. 출장을 다닐 때도 굳이 노트북을 들고 다니지 않아도 되고 USB 메모리시틱만 한 개 들고 가면 된다. 디지털 메모리의 용량이 몇 십 기가에 달하기 때문에 웬만한 정보와 자료를 모두 한 개의 USB 메모리에 담아서 휴대할 수 있게 되었다.

이러한 변화는 종이를 주원료로 사용하는 인쇄분야에도 큰 영향을 미치고 있다. 처음에는 정보 저장의 편리성, 휴대성 및 저장 용량의 무한성 등의 장점으로 도입이 되었으나 점차 인쇄비, 우편요금에 대한 부담 및 정보 전달의 수월성 등으로 정보의 디지털화가 점차 확산되었다. 이러한 디지털 시스템의 확산은 종이 소비 형태뿐만 아니라 인쇄 기술과 산업에도 변화를 가져왔다.

디지털과 아날로그

Wikipedia 백과사전에 의하면 디지털(digital) 시스템은 항상 그렇지는 않지만 보통 숫자로 심볼화된 불연속의 값을 사용하여 정보를 입력, 처리, 전달, 저장하는 것을 의미한다. 반면에 아날로그 시스템은 연속적인 범위의 값을 이용하여 정보를 나타내는 방식을 의미한다. 비록 디지털이 불연속이기는 하지만 표시된 정보는 숫자, 문자 또는 아이콘과 같이 불연속적일수도 있지만 소리, 이미지 및 다른 연속적인 시스템의 측정과 같

이 연속적인 경우도 있다.

디지털 기술의 발전은 대량의 정보를 저장 공간에 대한 큰 걱정 없이 압축, 저장, 인쇄 및 디스플레이할 수 있게 해주었으며, 시공간을 넘어 쉽게 정보를 교류할 수 있도록 해주었다. 디지털 기술 및 산업의 발전과 더불어 최근 급부상되고 관심을 끌고 있는 분야가 e-paper 또는 e-book이라 불리는 것이다. e-paper는 실제로 종이에 인쇄하기 보다는 디스플레이를 할 수 있는 전자장치를 의미하며, e-book은 이러한 디스플레이 장치를 이용하여 기존 책을 통하여 접할 수 있던 정보를 디지털 시스템을 통하여 접할 수 있는 방식을 의미한다.

이들 관련 업계 및 학계의 주장에 의하면 전자종이는 일종의 반사형 디스플레이로서 기존의 종이와 잉크처럼 높은 해상도, 넓은 시야각, 밝은 흰색 배경으로 표시매체 중 가장 우수한 시각특성을 가지며, 플라스틱, 금속, 종이 등 어떠한 기판 상에서도 구현이 가능하고, 전원을 차단한 후에도 화상이 유지되고 백라이트 전원이 없어 이동 통신기기의 배터리 수명이 오래 유지되므로 원가 절감 및 경량화를 쉽게 적용시킬 수 있으며, 종이처럼 얇은 재질과 촉감을 지니고 자료를 다운받거나 입력, 삭제, 저장할 수 있고, 수백만 번 지우고 쓰기를 반복할 수 있는 디스플레이 소자라고 그 장점을 주장하고 있다. 이들은 전자종이는 종이 인쇄물과 기존의 디스플레이 매체를 대신하는 새로운 표시소자로서 신문, 잡지, 도서 등을 대체하는 전자신문, 전자잡지, 전자책의 개념으로 응용이 기대되고 옥내·옥외용 실시간 광고판 등 게시판용 디스플레이뿐만 아니라 핸드폰, PDA, web pad 등과 같은 이동통신 기기의 정보표시 매체를 대체할 것으로 기대하고 있다.

기존의 디스플레이들은 종이만큼 보기가 용이하지 않고, 부피가 크고, 무거우며, 항상 전원공급을 필요로 하기 때문에 시간적, 공간적 제약이 따르기 때문에 시간과 공간의 제약에서 자유로울 수 있는 새로운 개념의 정보전달 매체를 필요로 하고 있으며, 기존의 디스플레이와 종이의 장점만을 극대화한 전자종이 개발의 필요성을 주장하고 있으나 그럼에도 불구하고 종이를 대체하는데 한계가 있을 것으로 예상된다.

반병섭 등¹⁾의 보고에 의하면 구부릴 수 있는 전자종이는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 1)기판기술, 2) 구동소자기술, 3) 디스플레이 모드 기술, 4) 플렉서블 디스플레이용 소재, 공정 및 장비 기술 등으로 분류할 수 있다. 그리고 이들 요소기술 중 플렉서블 전

자 종이 디스플레이의 구현을 위한 디스플레이 모드는 다양한 디스플레이 모드, 예를 들면 액정기반의 액정디스플레이, 입자 기반을 둔 전기영동 부류의 디스플레이, 유기발광 다이오드와 전기습윤 등이 연구개발 되고 있다. 전자종이 개발은 외국의 경우 산업체 및 연구소에서 활발히 진행되고 있으며, 국내의 경우 삼성전자, LGD사를 중심으로 한 산업체에서 E-Ink 기반기술과 콜레스테릭 액정기반 기술개발이 진행되고 있으며, KETI(한국전자부품연구원)를 비롯한 국책 연구기관 및 몇몇 대학 연구소에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 독자적인 전자종이 module 기반의 국내 원천기술이 없으며, E-Ink와 같이 외국에서 선행 개발된 전자 종이 기술을 적용한 Flexible Display Module 개발에 치중되어 있고, 콜레스테릭 액정기반 역시 Kent displays사가 가장 앞서있다. 그러나 본격적인 상업화를 위해서는 완벽한 컬러 구현, 동영상 구현을 위한 응답속도 개선과 같은 기술적 해결과제들이 여전히 남아있다.

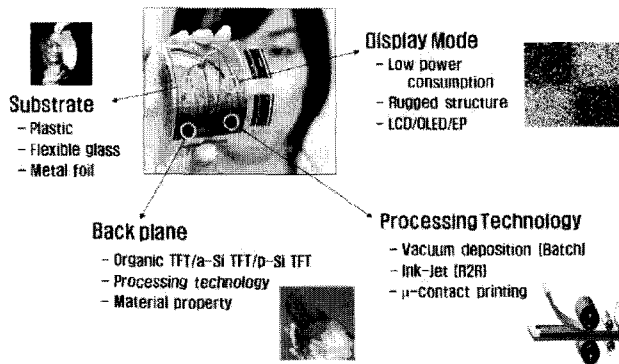


Fig. 1. The flexible e-paper related technologies.

특히 최근 인터넷의 대중화와 웹기반의 활용이 활발해지면서 잡지 및 신문의 발행부수가 감소되고 있으며, 이러한 현상은 수세기에 걸쳐 지속되어 왔다. 비록 기삿거리가 될 수 있는 사건들이 더욱 많아지기는 했지만 일반 대중들의 관심은 오히려 감소되었다. 사람들은 사건 관련 뉴스를 전자매체를 통하여 접하는 것으로 만족할 뿐만 아니라 그에 대한 구체적인 내용과 결과에 대해서도 덜 궁금해 하고 있다. 신문을 읽는데 소비되는 평균 시간은 보통 20분 이상이 걸리나 기사를 모두 읽는데 걸리는 시간은 평균 읽는 시간의 수배에 달한다. 신문은 하나의 표준에 의거 대량 인쇄 배포되는 특성을 지

니고 있기 때문에 모든 사람의 요구를 만족시키는 것이 불가능하다. 이러한 시스템으로는 당연히 급변하는 사회의 요구를 만족시켜줄 수 없다. 특히 전통적인 인쇄 방식으로는 소비자들의 욕구를 만족시켜줄 수 있는 다양한 형태의 인쇄 및 배포가 불가능하다. 전통적인 인쇄는 최적 인쇄 속도에 도달하기 까지 상당량의 인쇄 손실이 수반되며, 내용을 바꾸려면 인쇄판을 바꾸어야 하기 때문에 신문 특성상 짧은 시간 내에 이를 만족시키는 것이 어렵다. 반면에 가장 대표적인 디지털 인쇄 방식인 복사기, 잉크젯 및 레이저 프린터는 필요에 따라, 그리고 필요한 만큼 언제든지 인쇄할 수 있다.²⁾

디지털 인쇄와 제지산업

미국 TAPPI의 미래학자들의 모임에서 급변하는 세계에 제지산업이 적용할 수 있는 전략을 구상하는데 도움이 되도록 하기 위하여 미래의 제지산업에 대한 가상 시나리오에 대한 보고서³⁾에 의하면 정보기술의 새로운 진보는 각 새롭게 이루어진 기술적 개선을 극대화하고 충분히 수용할 수 있는 인간의 능력을 능가할 정도로 매우 급속히 이루어질 것이며, 비록 이러한 진보가 서서히 이루어진다고 할지라도 정보기술은 사회와 비즈니스의 모든 영역에 침투함으로써 종이로부터 전자매체로의 전이가 일어나겠지만 그나마 다행인 것은 종이를 완전히 대체하지는 못하고, 이들 두 매체는 여러 응용분야에서 서로 보완적인 역할을 할 것이라는 것이다. 예상되는 다음과 같은 주요 변화를 감안할 경우 결코 제지산업이 아무 대책 없이 여유를 보일 수 있는 것은 아니다.

1) 지속적인 인터넷의 성장과 관련된 변화

- 교육과 훈련에 인쇄된 교과서를 사용하지 않고, 개인 컴퓨터로 정보 입수
- 대학원 과정과 회사 맞춤형 훈련 수단으로 원격교육 활용
- 학생과 교사들은 인터넷으로부터 개별화한 자료를 수집하고 필요할 때 인쇄

2) 맞춤형 통신 상품, 특정 대상을 위한 잡지 및 광고 개발

3) 통신 상품용 종이는 필요에 따라 인쇄하는 경향으로 오히려 증가될 것이다.

4) 종이의 전형적인 사용은 비즈니스에서 거의 사라지고 전자결재 방식으로 대체

5) 직접메일 선호 : 개인 맞춤형 광고와 제품 서비스

6) 디지털 인쇄가 전통적인 인쇄 대체 : 개인 컴퓨터로 다운받아 필요한 부분만 선택

적으로 인쇄

Klass^{4 5)}에 의하면 신문이나 잡지의 전통적인 인쇄와 배포 물량은 계속 감소되는 반면 선택적 디지털 인쇄, 개인 맞춤형 직접메일 및 특정 내용에 초점이 맞추어진 맞춤형 디지털 인쇄가 지속적으로 증가하며, 전통적인 인쇄와 디지털 인쇄에 대한 예측 결과에 의하면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 2005년 총 인쇄물량의 8%(48조 쪽)에서 2010년 10%(54조 쪽)으로 5년간 디지털 인쇄 물량이 약 6,000억 쪽 증가된다. 이는 앞으로 인쇄용 종이 수요에 있어서 디지털 인쇄용 종이의 수요가 더욱 크게 증가될 것이라는 것을 의미한다.

오랫동안 잉크젯 및 레이저 프린터 제조업체들은 모든 인쇄용지에 고품질의 인쇄가 될 수 있도록 할 수 있는 장치의 디자인을 위한 노력을 해왔다. 그러나 디지털 사진 인쇄의 중요성이 더욱 부각됨에 따라 고품질의 인쇄를 위해서는 장치뿐만 아니라 종이 및 잉크도 적절히 설계되어야 한다는 사실을 인식하게 되었다. 1990년대에 들어서면서 제지업체들은 잉크젯 및 레이저 프린터 인쇄품질을 개선하기 위하여 표면사이징 포플러에 합성 사이즈제, 광물성 및 플라스틱 안료의 사용 등 다양한 시도를 했으나 그럼에도 불구하고 널리 만족될 수 있는 규격의 인쇄용 사무용지를 제공할 수 없었다.

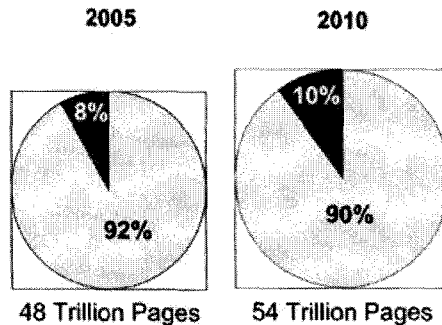


Fig. 2. Global growth projection in printed and imaged pages.⁴⁾

Hewlett-Packard에서는 최근 보다 우수한 품질의 디지털 인쇄용지 개발을 위하여 International Paper, Domtar, Georgia Pacific, COPAMEX, Mondi, M-real, Stora

Enso, Suzano, APRIL의 9개 제지회사와 Kodak사와 협력하여 ColorLock 기술을 개발하였다.

디지털 인쇄용 종이

디지털 인쇄를 최적화하기 위해서 종이는 기본적으로 다음에 나열된 여러 가지 성질을 만족시켜야 한다.⁶⁾

- 더스트 발생 최소화
- 컬의 최소화 : 지나친 컬은 급지 어려움 야기
- 급지 시스템에 사용될 수 있는 적절한 다공성과 마찰 특성
- 레이저 프린터에서 이미지 형성을 위해 응용하는 전하 수용성
- 토너 용융을 위한 열과 압력에 대한 저항성
- 토너의 균일한 용착을 위한 충분한 평활도
- 지필도(충전제 분포 및 도공층의 균일성 포함)
- 균일하고 충분한 두께
- 엄격한 함수율 관리

디지털 인쇄용 종이의 품질은 인쇄 시스템과 완전히 별개로 생각하기 어렵다. 인쇄 기술의 꾸준한 발전과 더불어 종이도 최고의 인쇄 품질이 얻어질 수 있도록 최적화시키려는 노력을 해야 한다.

특히 잉크젯 인쇄에 대한 수요가 증가하고 있을 뿐만 아니라 잉크젯 인쇄 헤드가 지속적으로 발전되고 있으므로 디지털 인쇄기 제조업체와의 긴밀한 협조가 필요 할뿐만 아니라 디지털 인쇄용지의 추세에 대한 파악이 제지산업의 대응을 위해 중요한 과정의 하나라 할 수 있다. Evans 등⁷⁾의 조사에 의하면 디지털 인쇄용지 사용 빈도는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 도공 유광지가 가장 많은 빈도를 나타내고 있으며, 프리미엄급 미도공지, 프리미엄 분드지, 미도공 캘린더지, 도공 무광지 등의 순으로 사용 빈도를 나타내었다. 종이의 브랜드나 종류를 결정하는데 영향을 미치는 가장 중요한 인자로는 작업성, 인쇄적성, 구입 가능성 등의 순을 꼽았고(Fig. 4), 지종 선택에 있어서 상대적으로 중요한 영향을 미치는 성질로는 토너/잉크 정착성, 균일성 및 정확한 종이 치수 등의 순으로 조사되었다.

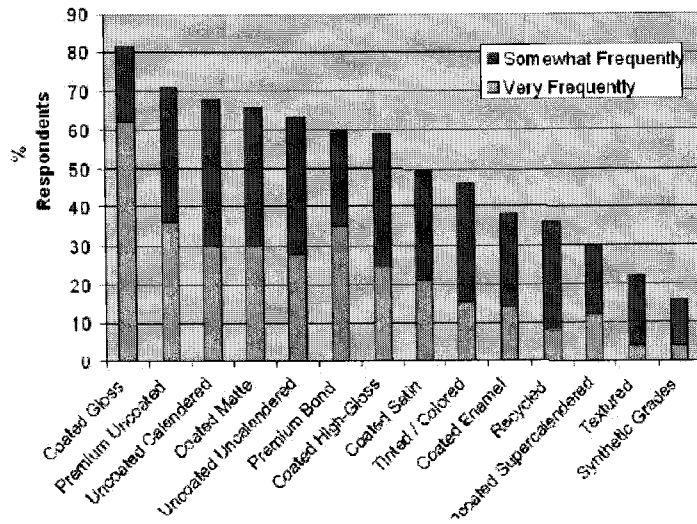


Fig. 3. Frequency of use of paper grades for digital printing.⁷⁾

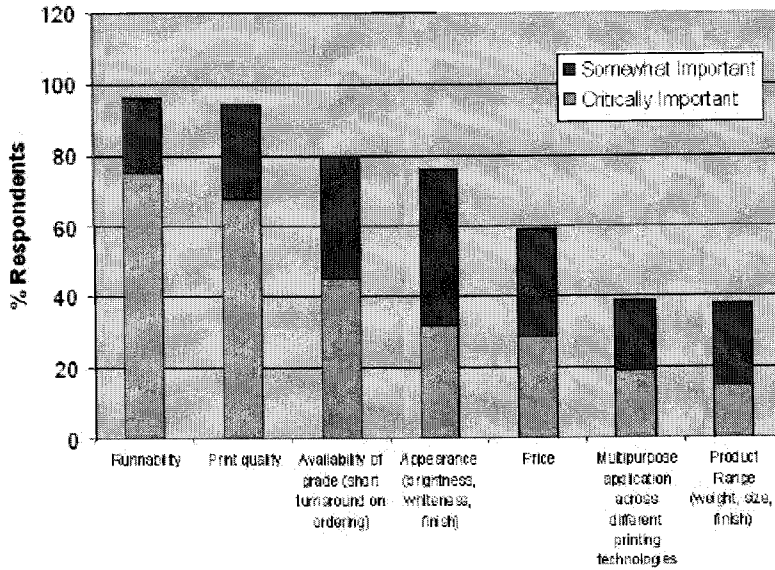


Fig. 4. Relative importance of factors used to determine bland or type of paper.⁷⁾

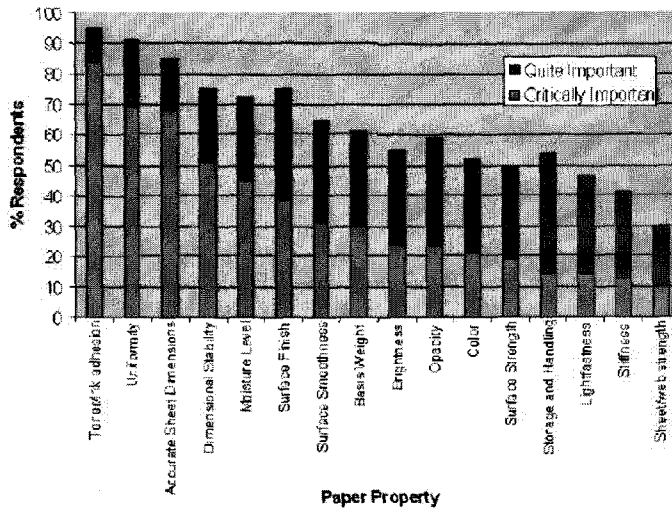


Fig. 5. Relative importance of paper characteristics and properties in selecting a grade.⁷⁾

참고문헌

1. 반병섭, 김재훈, 전자종이의 기술개발 동향, 액정기반 디스플레이를 중심으로, 인포메이션 디스플레이 10(1):31-44(2009).
2. Hill, J. Tomorrow's world is digital, british Journalism Review 16(2):60-64(2005).
3. The TAPPI Futurists Committee, The world in 2015 : Four possible scenarios, TAPPI Press(1999).
4. Klass, C.P., Advances in digital printing panel discussion, Sustainability: Profits and Performance for the pulp, paper and board industries, TAPPI PaperCon '08(2008).
5. Klass, C.P., Going digital, Paper 360 4(1):6-9(2009).
6. Dewitz, A., Paper for digital printing, RIT-School of Print Media, pp. 13-17(2005).
7. Evans, M.A., White, D.E. and Peter, G.F., Trends in digital printing paper, Paper 360 2(5):10-12(2007).