

# 제지산업의 미래와 대응 전략

## 원 중 명

강원대학교 제지공학과

### 1. 서 론

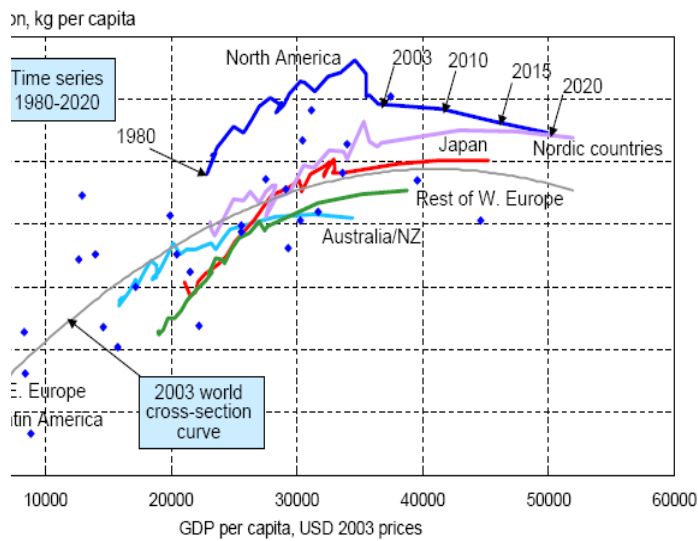
이미 오래전부터 중국 및 동남아 국가들의 제지산업이 급속한 성장을 함에 따라 우리나라 제지산업 및 관련 업계에서 매우 비관적인 예측들이 이루어져 왔다. 또한 이미 약 40여년 전부터 사무자동화에 따른 종이 수요의 급격한 감소를 예측해 왔다. 이러한 예측들은 때로는 좋은 측면에서 때로는 나쁜 측면에서 예상을 벗어나는 결과들을 수반하여 왔다. 즉, 사무자동화가 종이 수요를 감소시킬 것이라는 예상과 달리 표 1과 같이 지속적으로 증가하는 추세를 나타내었다. 물론 이러한 과정에서 과거 북미와 서유럽에서 큰 시장을 형성하던 것이 아시아로 이동되었으며, IT 산업 등 관련 산업 및 문화 발전과 더불어 종이 수요의 형태도 변하고 있다. 그러나 이와 같이 빗나간 예측은 제지산업이 변화에 적응하려는 노력만으로도 쉽게 적응할 수 있기 때문에 크게 문제가 되지 않는다. 더욱이 펄프가격은 하락하리라는 예상과 달리 아직 높은 가격을 유지하고 있다,<sup>1)</sup>

그러나 최근 아시아 및 전 세계에서 일어나고 있는 변화들이 결과 낙관적이지는 못하다. 그림 1에서 보는 바와 같이 이미 GDP 수준이 약 \$40,000 전후에 도달한 국가들의 경우 지류의 소비가 거의 정체 수준에 도달하였을 뿐만 아니라 노후 제지설비의 교체가 거의 이루어지지 않고 있으며, 심지어는 상당수의 대형 펄프 및 제지공장들이 폐쇄하는 경향을 보이고 있다. 반면 아시아 국가, 특히 인건비가 상대적으로 저렴한 중국에서 대형 펄프 및 제지설비들의 신설이 이루어지고 있어서 우리나라와 같이 대부분의 원료와 에너지를 수입에 의존하고 있는 국가들은 심각한 딜레마에 빠지게 되었다. 이와 관련하여 우리나라 제지산업이 처해 있는 상황에 대한 세밀한 분석과 그 대응 방안이 적절히 제시된 바 있다.<sup>2)</sup> 또한 이러한 위기를 타개하기 위한 여러 측면에서의 접근 방법들도 제시되었다.<sup>3-5)</sup> 최근 발표된 자료<sup>6)</sup>에서 매우 비관적인 제지산업에서의 분위기에도 불구하고, 이를 타개할 수 있는 가능성이 있음을 시사하고 있어 그러나 다행이라 할 수 있다. 진술한 바와 같이 IT산업의 발전과 인류 생활 속으로의 깊숙한 침투는 종이의 수요를 크게 위축시킬 것이라는 예측은 이미 수 십년전부터 이루어져 왔다. 그러나 번번히 그 예측을 벗어날뿐만 아니

라 종이의 수요가 크게 증가되어 왔었다. Fig. 2는 1960년부터 2004년에 이르기 까지 전자 미디어 및 매체의 출현과 그에 따른 신문용지 및 인쇄-필기용지의 수요 변화를 요약한 것이다. 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 전자 미디어 및 매체의 출현이 일시적으로 종이의 소비에 다소 영향을 미친 경우도 있으나 대부분 짧은 시일 내에 회복이 되었을 뿐만 아니라 오히려 크게 증가되는 경향을 보였다. 이는 Fig. 1에서 요약한 GDP와 종이 소비와의 관계가 더 논리적이라는 것을 알 수 있다. 결국 전자산업에 의한 영향도 물론 있겠지만 동남아국가들의 산업화 및 급속한 성장과 펄프 제지시장의 글로벌화에 따른 충격이 더 큼을 알 수 있다. 따라서 최근 제지산업과 관련된 움직임들을 점검하면서 우리 제지산업의 진로를 파악하여 그 대응 전략을 강구하고자 한다.

**Table 1. Annual average paper and paperboard consumption trends**

년도	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000 - 2004
연평균 증가율(%)	5.3	5.7	3.1	3.4	3.1	2.4



**Fig. 1. Relationship between GDP per capita and paper consumption.**

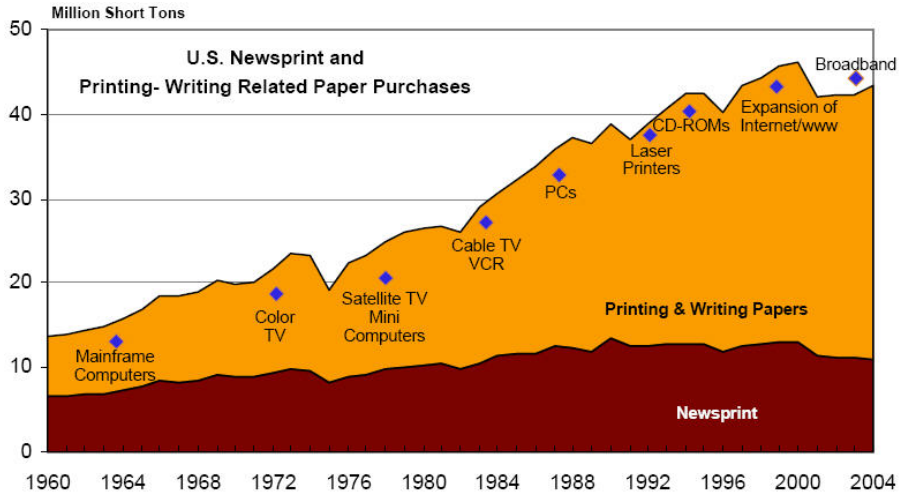


Fig. 2. Introduction of electronic media and the purchasing trend of newsprint and printing-writing paper.<sup>7)</sup>

## 2. 미래 제지산업의 가상 시나리오<sup>8)</sup>

미국 TAPPI의 미래학자들의 모임에서 급변하는 세계에 제지산업이 적응할 수 있는 전략을 구상하는데 도움이 되도록 하기 위하여 미래의 제지산업에 대한 가상 시나리오에 대한 보고서를 작성하였다. 이미 이 보고서가 작성된 지 거의 10년이 가까운 세월이 흘렀고, 또한 미래에 대한 예측이라기보다는 미래에 일어날 수 있는 가능성에 대한 자료이기 때문에 모든 독자가 이 가상 시나리오에 무조건 따를 필요가 없으며, 예상을 벗어난 것도 있으리라 생각되나 참고를 위하여 인용하고자 한다.

### 2.1 시나리오 1 : 2015년 - 새로운 기회가 있는 세계가 열린다

극동지역 시장의 붕괴와 러시아의 잠재적 불안정성에서 비롯된 20세기 말의 경제적 불확실성이 종료될 것이다. 비록 일부 극동지역 국가들이 그들의 경제와 매우 높은 성장에 대한 낮은 기대감에 대한 재평가가 이루어져야 하겠지만 전 세계적인 불황은 오지는 않을 것이다.

이러한 경제성 안정이 유지되는 동안 진정한 글로벌화가 이루어질 것이다. 글로벌 산업체와 단체들이 연구 및 신제품 개발과 같은 특별한 서비스를 위하여 빈번하게 아웃소싱 및 다각화된 네트워크로 기여를 하게 될 것이다. 다양한 산업분야의 많은 기업들은 합리적으로 경영될 것이며, 글로벌 협력과 제휴 관계를 유지하게 될 것이다. 글로벌 경제는 서

로 의지하게 되고 철저하게 네트워크를 이루게 될 것이다.

네트워크의 개발은 공동체 및 비즈니스 생활에서 끊임없는 주제가 될 것이다. 여기에는 직업, 교육, 정부 및 예술까지 포함될 것이다. 정보 기술의 개발은 어떤 형식으로도 인류 활동의 거의 모든 면을 변화시킬 것이다. 이러한 재 조직화는 효율과 생산성을 크게 개선시켜줄 것이다.

세계는 새로운 기술의 물결을 경험하고 때로는 수용하게 될 것이다. 정보기술(IT)의 혁명은 네트워크화된 경제를 단순화할 것이며, 교육 및 훈련 방법을 변화 개선시키고, 건강 관리를 개선시키며, 통신과 유흥산업의 혁명을 가져올 것이다. 생물공학의 발전은 아직 논란거리이기는 하지만 의료분야로 옮겨갈 것이다. 유전학, 계획적인 약품 조제 시스템, 불치병의 해결, 그리고 노화를 방지하기 위한 효과적인 처리기술이 특히 개발 국가에서 살고 있는 많은 사람들의 삶의 질을 높여줄 것이다. 정보기술은 또한 농업분야에도 크게 영향을 미칠 것이다. 매우 생산적인 동물과 내구력이 매우 강하고 수확이 많은 식물들은 식량 생산의 증가를 가져올 것이며, 특히 인구밀도가 높은 국가에 도움이 될 것이다.

대체 에너지원 개발, 특히 수소 연료원의 공급은 세계 에너지 의존도를 변화시킬 것이다. 수송과 유통 문제, 그리고 환경 문제는 모두 이러한 하나의 개발을 통하여 개선됨을 경험하게 될 것이다. 지구 온난화는 아직 문제로 남아있게 될 것이다. 대체 에너지 개발이 이러한 부수적인 문제들을 감소시키는 데는 시간이 더 걸릴 것이다. 그럼에도 불구하고 수소 연료전지는 개인 및 공공 수송의 변화를 가져오고, 새로운 개발 국가들에 의하여 야기되는 글로벌 환경에 대한 압력을 감소시켜줄 것이다.

열린사회에 대한 인식이 가능해질 것이다. 이러한 것은 새로운 기술, 경제의 안정성, 그리고 의견을 달리하는 사람들 및 급진 관념론자들과 같은 파괴적인 영향의 최소화 및 고립을 가져올 것이다.

이들 새로운 세계 시민들은 충분히 교육받고, 문화적으로 숙련된 개개인으로 구성될 것이다. 이들은 세계를 하나로 인식하며, 어디에서나 교육을 받고 일을 할 수 있게 될 것이다. 이들의 생활 방식과 직업은 정보기술이 독립된 관심에서 고용주에 이르기까지 효율적으로 관리하는 포트폴리오일 것이다. 이들은 100년 이상 살 것으로 기대할 것이며, 일부는 거의 90살까지 일을 하게 될 것이다. 이들은 건강관리 및 연금 준비에 있어서 자립하려는 강한 마음가짐들을 갖게 될 것이다. 이와 같은 자립을 위한 준비는 복지비용을 감소시킬 수 있으며, 이러한 비용을 사회에서 가장 필요로 하는 곳에 사용할 수 있게 해줄 것이다.

개발 국가에서 젊은 사람들이 감소될 것이며, 자립 개념을 별로 달갑게 생각하지 않는 보다 나이 많고 부유한 사람들과 부딪히게 될 것이다. 이러한 견해의 차이는 토론, 타협 및 집단의 양극화를 방지하기 위한 정부 정책을 필요로 할 것이다.

## 2.2 시나리오 2 : 변화가 가속화되지만 항상 좋게만 변하지는 않는다

개발 및 개발도상국에 속하는 국가들은 급격히 변화는 세계에서 생존하기 위한 방법을 알고 있을 것이다. 이와 같이 널리 알려져 있는 지식은 경쟁에서 유리한 위치를 점 할 기회가 감소될 것이라는 것을 의미한다. 모든 사람들은 기회를 극대화하기 위하여 더욱 더 빠르게 행동하기를 원한다.

21세기 초반에 일어날 것으로 예상되는 글로벌 합병과 취득의 움직임들은 합병이 최적 수준에 도달하게 됨에 따라 감소될 것이다. 기술적인 혁신들은 점점 더 빠른 속도로 이루어지겠지만 혁신에 투입된 투자비의 회수는 늦어지는 경향을 나타낼 것이다. 이러한 현상은 투자비 회수를 극대화 하려는 노력의 부족에서 비롯될 것이다. 대부분의 회사들은 비용의 최소화를 위해 다양한 네트워크를 이루고 있는 품질이 보증된 중개시스템을 통한 아웃소싱을 적극 활용할 것이다. 집중적으로 개발된 경력들이 이러한 스타일의 회사 운영을 위한 요구를 만족시킬 것이다. 경영진들은 비즈니스의 내부 핵심으로 작용할 것이다. 전략적 제휴와 같은 것이 존재하지 않는다면 기술적인 정보가 핵심과의 연계가 이루어지지 못하고 격리되는 상황이 일어날 수 있기 때문에 혁신이 어려울 것이다. 회사들은 그들의 지적 소유에 대하여 매우 방어적이며 경쟁사로부터 이에 대한 도전을 받게 될 것이다. 이러한 관계들이 서로 협조할 수밖에 없는 주요 원인으로 작용할 것이다.

노동자들은 급속히 변화는 세계에서 필요로 하는 사항을 만족시켜줄 수 있는 기술을 제공해야 할 것이다. 그들은 가끔 단기 계약을 통하여 일을 하기도 하고 보통 여러 고용주들을 위해 여러 일을 동시에 수행하게 될 것이다. 정보기술과 비즈니스 진행 및 조직의 변화는 다양한 서비스 분야에서 크게 생산성을 향상시켜줄 것이다. 이러한 추세는 이 분야에서의 추가적인 고용 손실을 가져올 것이며, 융통성과 단기고용이 일반적인 형태를 이룰 것이다. 능력이 있고 융통성 있는 노동자들은 부를 축적할 수 있으나 그들의 삶의 질을 개선하는 측면에서는 그렇지 못하다. 많은 경쟁자들에게 제공되는 고용 경쟁을 통한 글로벌 통합은 이러한 상황을 더 심화시켜줄 것이다.

개발 국가의 노령층대 증가와 높은 실업률은 복지비용의 증가를 가져올 것이다. 건강관리 기술의 혁명은 초기진단과 자택 요양 처리와 같은 비용을 낮추어주는 하나 다른 것에 대한 비용은 오히려 증가될 수 있다. 과잉공급으로 비롯된 숙련이 필요하지 않은 노동

비용의 감소는 건강관리 비용의 감소를 가져올 것이다. 기술은 건강을 개선하기 위하여 여러 가지 선택을 할 수 있는 여유가 있는 사람들에게 이용될 수 있게 될 것이다. 노화 증상 발생의 지연, 면역 시스템 기능의 개선, 그리고 기억 및 근육 운동 능력을 개선시킬 수 있는 처리들이 이용될 수 있을 것이다.

산업화된 국가들은 보다 싼 노동력을 가난한 국가로부터 공급받을 것이다. 개선된 비즈니스 진행과 통신을 통하여 정보기술 시스템은 노동비가 낮은 지역에서 고품의 작업을 수행할 수 있게 해줄 것이다. 이러한 상황은 부유하나 노동력이 부족한 국가와 가난하나 노동력이 충분한 국가 사이에 긴장이 형성될 것이다. 젊은 사람들은 코스웨어(교육에 사용되는 매체), 대중문화 및 정보기술에 의해 만들어지는 계속적으로 균일화되어가는 환경에서 성장하게 될 것이다.

산업화된 국가들은 매우 도전적인 이러한 새로운 이치를 알게 될 것이다. 그들은 기준을 제정하고 변화를 금하기 위한 노력을 할 것이다. 변화는 그들에게 어려운 일이지만 매우 빠르게 가속화될 것이다. 그들은 외부 세계에 의한 도전을 싫어하고 개별적으로 자신들을 보호하기 위한 노력을 할 것이다. 많은 사람들이 경제적인 실패를 경험할 것이며, 내부적인 반대와 불안에 시달릴 것이다. 정보기술은 이러한 내부적인 문제를 더 심화시킬 것이다. 고립은 더 심해지고, 이러한 사회에서의 젊은 층과 노령 층 사이에 틈이 더 벌어질 것이다.

급속히 이루어지고 있는 변화는 국가 내 및 국가들 사이에서 양극화 현상이 발생할 것이다. 이러한 양극화는 변화속도의 감소 없이 불안과 갈등으로 확대될 수 있다.

### 2.3 시나리오 3 : 제지회사의 글로벌화

20세기 말에 일어난 펄프 제지산업과 원료 공급 산업에서의 합병의 물결은 21세기 초까지 지속될 것이다. 이러한 합병 움직임은 전 세계 종이 수요의 60%이상을 공급하는 약 20개의 주요 제지회사와 수 개의 주요 약품 및 기계류 공급회사만을 남기게 될 것이다. 이러한 하나의 제지회사는 핀란드에 본부를 두고 있는 World Paper, Inc.가 될 것이다. 이 회사는 정보 및 시각 예술 산업에서 필요로 하는 원지를 공급하는 글로벌 조직을 가지게 될 것이다. 대부분의 공장들은 노동력이 저렴한 남반구에 위치할 것이며, 최신 기술을 활용할 것이다. 공장들은 밀폐 용수 시스템이 적용되고, 에너지 소비를 최소화할 것이다. 일부 개발 국가에 남아있던 오래된 공장들은 더 이상 존재하지 않을 것이다. 노동력이 저렴한 지역들은 일부 밀폐화 시스템을 적용하는 공장의 생산을 떠맡게 될 것이다. 다른 공장들은 원지를 이용하여 특수 지방 시장과 고객의 수요를 감당하기 위한 가공 작업을 하게

될 것이다. World Paper, Inc.는 단위 생산 공정으로 직접 그들의 수요를 연결해주기 위해 전 세계 모든 시장의 고객들과 고도로 연계될 것이다.

21세기 초 정보기술에서의 매우 큰 설비비 투자는 총체적인 비즈니스를 개선하고 절차 및 조정 비용을 감소시켜 줄 것이다. 조정 문제는 모든 제품 및 서비스의 60% 이상 제공해주는 공급업체의 통합에 있어서 매우 중요하다. 이것은 제품의 생산을 위한 펄프와 에너지 요구, 글로벌 고객들에게 제품을 분배하기 위한 물류 등을 포함한다. 고객들의 수요 예측은 지속적으로 증가될 것이다. 효과적인 고객 반응(ECR)과 실시간 주문 생산의 체계는 회사의 비즈니스 문화의 일부가 될 것이다.

고객의 수요 예측 증가는 제품 개발과 공정 유연성의 대폭적인 성장을 의미한다. 최종 수요자의 통합은 용도에 따라 요구되는 성능을 만족시킬 수 있도록 제품이 변화될 수 있도록 해준다. 모든 수준에서 회사의 노동력은 능력이 잘 교육되고, 문화적으로 정통하고, 다기능을 지니게 될 것이다. 이러한 상황은 다른 배경과 문화에서 배출된 사람들을 무리 없이 통합하고 글로벌하게 비즈니스를 할 수 있는 양호한 플랫폼을 제공해 줄 수 있도록 해주는 정보기술의 기술적 진보를 활용함으로써 성공적으로 효율을 개선시켜줄 것이다. 이러한 성과는 교육과 훈련에 대한 막대한 투자를 함으로써 얻어질 수 있다. 회사는 자기 회사를 위한 특별한 교육 및 훈련 프로그램을 개발하기 위하여 여러 나라에 위치해 있는 학교 및 대학들과 후원 협약을 맺게 될 것이다. 이러한 노력의 결과는 그들의 에듀테인먼트 센터를 사용하여 각자의 집에서 직원들이 접속할 수 있는 회사의 원격교육 프로그램을 통하여 얻어진다.

전 세계적인 노동 가능 연령의 증가는 회사가 이전보다 더 높은 연령대의 인력으로 채워진다는 것을 의미한다. 직업 훈련의 보다 증가된 융통성은 노령 층이 가져오는 일부 계약을 보완해줄 것이다. 보다 연령이 많은 직원들과 보다 많은 계약직 직원들의 조정은 정보기술에 대한 추가적인 투자를 통하여 이루어질 것이다.

회사는 이에 대해 글로벌적 책임을 지게 될 것이다. 새로운 작업 공간은 인력을 제공하는 개발도상국의 환경에 영향을 미치게 된다는 사실을 인식하게 될 것이다. 개발 국가에서는 생산 시설의 폐쇄로 말미암아 고도로 숙련되거나 중간 정도로 숙련된 인력의 고용 기회를 잃게 될 것이다.

## 2.4 시나리오 4 : 디지털 세계에서 종이

정보기술의 새로운 진보는 각 새롭게 이루어진 기술적 개선을 극대화하고 충분히 수용

할 수 있는 인간의 능력을 능가할 정도로 매우 급속히 이루어질 것이다. 비록 이러한 진보가 서서히 이루어진다고 할지라도 정보기술은 사회와 비즈니스의 모든 영역에 침투될 것이다. 종이로부터 전자매체로의 전이가 일어나겠지만 그렇다고 종이를 완전히 대체하지는 못할 것이다. 이들 두 매체는 여러 응용분야에서 서로 보완적인 역할을 할 것이다.

인터넷은 계속 성장하고 성숙될 것이다. 인터넷은 교육과 훈련에도 큰 영향을 미치게 될 것이다. 학생들은 인쇄된 교과서를 사용하지 않을 것이다. 그들은 인터넷을 통하여 개인 컴퓨터로 정보를 접하게 될 것이다. 원격 교육은 특히 대학원 과정과 회사 맞춤형 훈련 코스의 경우 교육 수단으로 더욱 많이 활용될 것이다. 학생과 교사들은 인터넷으로부터 개별화한 코스 노트와 책을 수집하고 필요할 때 프린트할 것이다.

대량 맞춤형 맞춤형 통신 상품, 특정 대상을 위한 잡지 및 광고의 개발을 가져올 것이다. 이용 가능한 많은 디지털 제품들은 전화 네트워크, 웹-텔레비전 또는 위성을 통하여 사무실과 가정에 전달될 것이다. 이러한 기술에도 불구하고 통신 상품용 종이는 감소되지 않을 것이며 필요에 따라 인쇄하는 경향으로 오히려 증가될 것이다.

제지공장에서 종이의 생산, 분배 및 물류는 비용 절감이 수반될 것이다. 제지공정은 전적으로 전자화 될 것이다. 종이의 전형적인 사용은 비즈니스에서 거의 사라질 것이다. 전자상거래의 도입은 종이로 된 청구서와 주문 작업을 대체할 것이다. 고객들 또한 이러한 진보를 수용할 것이다.

직접메일은 디지털 시대에도 아직 유효할 것이다. 전자시대는 소매점 및 금융기관들이 그들의 고객들에 대해 거대한 데이터베이스를 구축할 수 있게 해준다. 이들 자료를 이용한 고객의 평가는 그들의 광고와 제품을 서비스 제공자들이 개인에 맞춤 수 있도록 해준다. 종이 매체는 광고를 위한 수단으로 유지될 것이다. 증가된 창조성과 개인 맞춤화는 수신자들에게 직접메일을 더 선호하도록 해준다. 이와 같은 추세는 바로 쓰레기화되는 메일을 더 이상 발생시키지 않는다.

개인 맞춤화된 온-라인 신문들이 모든 구독자에게 이용될 수 있다. 독자들은 일하러 나가면서 읽기 위해 아침에 다운로드 받을 것이다. 이들 신문은 여러 출처에서 제공되는 자료를 요구한 이야기 형태의 모음집이 될 것이다.

책은 결코 인쇄되지 않을 것이다. 미리 설치된 인쇄 작업은 시대에 뒤떨어진 형태이며 그 시대의 많은 책들은 결코 전통적인 방식으로 인쇄되지 않을 것이다. 개인들은 개인 컴퓨터로 다운받고 집에서 프린터로 인쇄하기 위하여 자기만의 문고를 편집하게 될 것이



다. 저작권 시한이 만료된 책들이 이용될 수 있다. 중앙 집중화 된 국가 도서관은 필요에 따라 고전문학과 고서들을 인쇄할 수 있도록 복사기를 제공할 것이다.

### 3. 차세대 펄프 및 종이 제품과 기술<sup>9)</sup>

최근 캐나다 목재 관련 산업의 침체로 말미암아 주요 연구기관인 Feric, Forintek 및 Paprican이 모여 FPInnovations가 구성되었다. 여기에서 이러한 불황을 타개하기 위한 일환으로 각 분야별로 Next Generation Building Solutions, Next Generation Pulps and Papers, Energy and Chemicals from Forest Biomass, Noble Bioproducts 및 Integrated Value Maximization라는 연구 목적을 선정하였는데, 여기에서는 2008 PaperCon에서 발표된 Next Generation Pulps and Papers에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

최근 Paprican에서 아직 상용화되지 않았거나 일부 공장에서 국한적으로 사용되고 있는 매우 장래가 있는 발명을 선정하였다. 이들 기술에는 낮은 세기의 칩 리화이닝, 표백 및 명도(brightness) 손실 방지를 위한 새로운 기술, 고충전지 제조 기술, 인쇄용지 생산용 Papridry<sup>TM</sup> 기술 등이 포함되었다. 이러한 일련의 기술들과 축적되어 있는 지식을 활용함으로써 적절한 강도와 명도를 지니는 우수한 인쇄 품질의 고충전 인쇄용지의 개발이 가능할 것으로 기대된다.

혁신 프로그램은 이들 장래가 밝은 기술들의 개발과 응용을 통하여 새로운 인쇄용지를 개발하는 것부터 시작하였다. 이들 제품들은 강하고 명도가 높은 캐나다산 크라프트 펄프와 저가이면서 현재의 인쇄용지급을 대체할 수 있는 높은 품질을 제공할 수 있는 새 세대 기계펄프로 제조된다. 이러한 기술들은 최신 분석시설 및 파일럿 설비를 갖춘 경험이 뛰어난 연구자들에 의하여 이루어지는 많은 연구 노력을 필요로 한다. 현재 FPInnovations의 Paprican division의 1/4이 4가지 혁신적인 기술 개발을 위한 연구를 수행하고 있다.

일부 연구는 대학들과 공동으로 수행하고 있다. 특히 대학들은 펄프와 종이 구조의 이해를 돕고, 펄프, 충전제, 첨가제와 같은 종이를 구성하는 성분과 잉크와의 상호작용, 제지와 관련된 기초적인 이론과 공정과 같이 기초적인 연구를 수행한다. 지금까지 몇몇 대학들과의 협조가 이루어졌으며, 기타 대학 및 교수들과의 협조를 추진 중에 있다. 예를 들면 펄프 제지 관련 연구를 수행하고 있는 대학 연구센터의 네트워크인 PAPIER가 Bioactive paper 개발을 목표로 하는 Sentinel이라는 명칭의 네트워크를 설립하였다.

새 세대 인쇄용지의 개발은 산업계의 적극적인 참여 없이는 불가능하다. 지금까지 한 개의 장치 공급회사와 2개의 첨가제 공급회사가 이 프로그램을 위하여 고액의 투자를 하

였고, 추가적으로 공급업체들이 더 참여할 예정이다. 이들 산업체들은 그들의 제품과 관련된 경험을 제공하고 이들 연구 개발에 요구되는 자원 및 물자를 지원하게 된다.

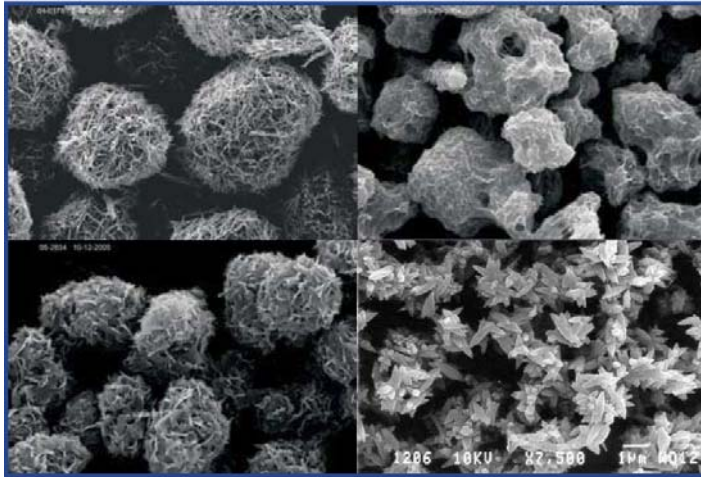
상기 노력을 통하여 얻어진 새로운 기술적 플랫폼을 기초로 현재 생산되는 종이보다 원료를 적게 사용하면서 보다 저렴한 새로운 종이 및 판지를 개발할 수 있게 될 것이다. 생산비가 낮은 고품질 종이의 개발은 환경에 대한 충격을 감소시킬 뿐만 아니라 글로벌 시장에서의 경쟁력을 갖추게 해줄 것이다. 이러한 연구 결과는 관련 연구기관 및 산업체가 고부가가치 특수 신제품의 개발 및 상용화에 장기적 다중효과를 가져올 것이다. 이러한 혁신을 통하여 펄프 제지산업의 불황을 타개하고 글로벌 시장에서의 경쟁력을 갖추게 해줄 것이다.

#### 4. 최근 기술 동향

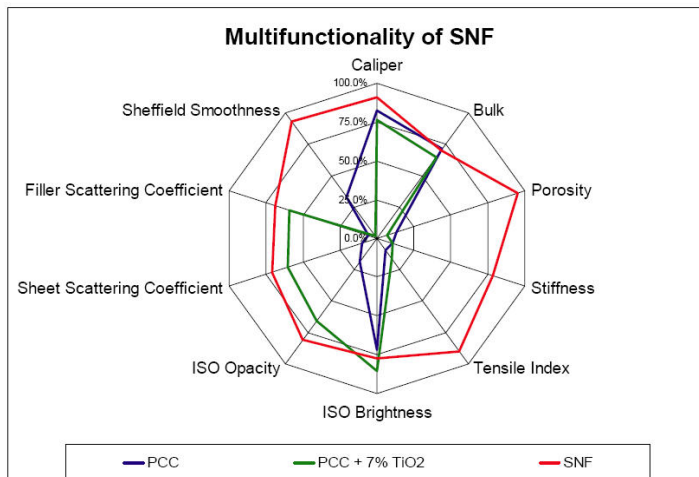
제시된 가상 시나리오를 통하여 충분히 전 세계가 어떻게 움직이고 있고, 우리의 생활 환경뿐만 아니라 산업과 비즈니스가 어떻게 변화되고 있는지에 대한 이해가 어느 정도 이루어졌으리라 믿는다. 이러한 정보를 통하여 우리 제지산업이 경쟁력을 확보하고 생존을 위해 어떠한 전략을 구상해야 할지에 대한 윤곽도 잡혔으리라 믿는다. 여기에서는 이러한 배경을 더욱 이해하고, 방향 설정 및 전략 구상에 도움을 주기 위하여 최근 진행되고 있는 제지관련 기술에 대한 주요 연구 및 개발 동향에 대하여 소개하고자 한다.

##### 4.1 고충전 고기능성지 생산을 위한 섬유상 충전제

우리나라뿐만 아니라 전 세계가 글로벌 경쟁력 강화에 대한 압박뿐만 아니라 섬유자원 부족, 환경 및 생태와 관련된 압력 증가로 생산 원가 및 환경오염을 최소화하기 위하여 지속적인 노력을 하고 있다. 종이의 명도(brightness), 불투명도 및 인쇄품질을 개선하기 위하여 펄프의 일부를 광물질 충전제로 대체하고 있으나 다량 사용할 경우 강도와 벌크 손실, 그리고 인쇄하는 동안 더스트 발생 등으로 그 사용량에 제한을 받고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결함과 동시에 펄프 대체량을 늘리기 위한 방안으로 종이의 물성 저하를 최대한 방지하면서 고충전지를 제조하는데 사용할 수 있는 충전제를 개발하기 위한 시도가 이루어졌다. 이 프로젝트를 위하여 2개 제지회사, 2개 대학 및 1개 국립연구소가 참여하였다. 이 프로젝트를 통하여 개발된 섬유상 충전제는 기존 충전제로 얻을 수 있는 성능과 같거나 더 우수한 결과를 얻으면서 50%까지 그 사용량을 늘릴 수 있을 것으로 평가되고 있으며(Fig. 4), 동일한 고형분에서 훨씬 벌키한 구조를 얻음으로써 수분 제거가 훨씬 수월하게 이루어질 수 있음이 예상된다(Fig. 5). 특히 충전제, 첨가제 및 펄프 미세분의 보류를 높임으로써 폐수의 BOD 및 COD를 크게 저하시킬 수 있다고 한다.



**Fig. 3.** Scanning electron microscope images of four silica and calcium based fibrous fillers : silicate nano fibers(top left), silicate micro fibers(top right), silicate micro fibers low drying demand(bottom left), and super PCC(bottom right).<sup>10)</sup>



**Fig. 4.** Multi-functionality of silicate fibrous filler.<sup>11)</sup>

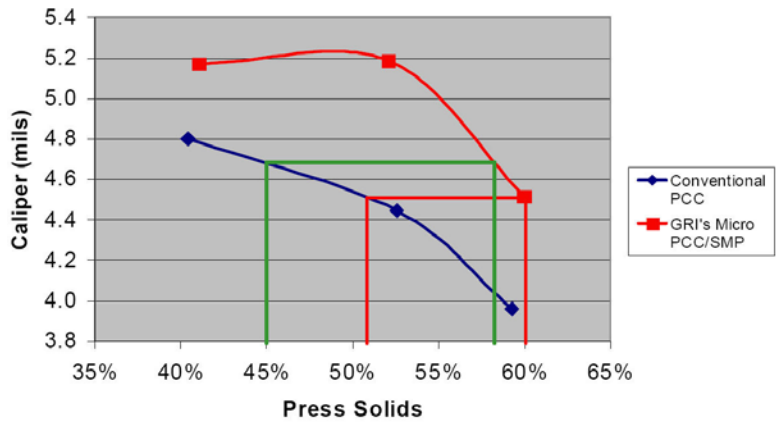


Fig. 5. Energy efficiency of fibrous filler.<sup>12)</sup>

#### 4.2 나노테크놀로지와 제지

나노테크놀로지를 제지산업에 적용할 수 있는 방법은 매우 다양하다. 그 한 예로 마이크로 피브릴화 셀룰로오스(MFC)의 첨가제로의 사용이다. MFC는 나노미터 크기의 마이크로 피브릴(폭 4nm, 길이 200-300nm)로 구성된 순수한 셀룰로오스상 섬유로 정의내려진다 (Fig. 6, Fig. 7). MFC는 종이의 강도적 성질뿐만 아니라 투기도를 증가시킬 수 있으며, 충전제 보류, 흡수성 향상을 위하여 사용될 수도 있다.<sup>14)</sup>

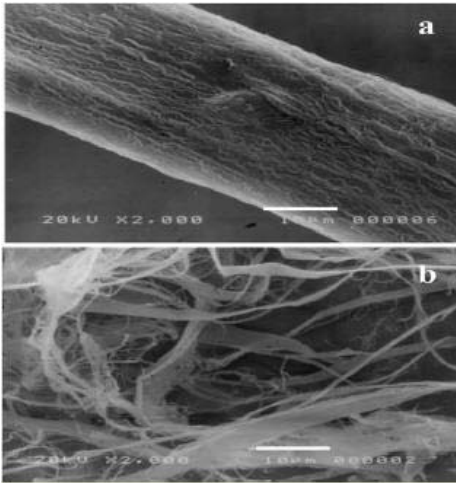


Fig. 6. SEM of fiber and MFC.<sup>13)</sup>

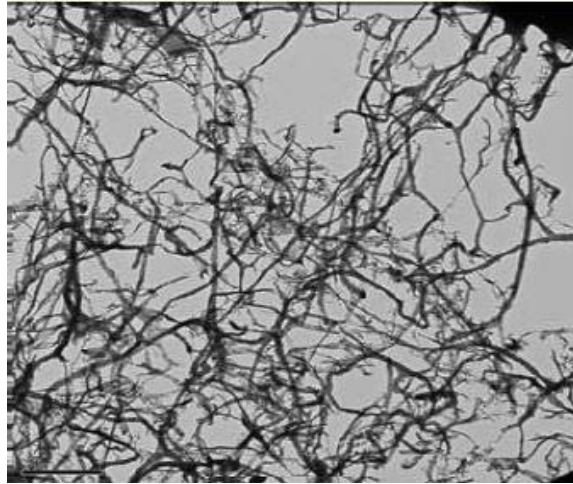
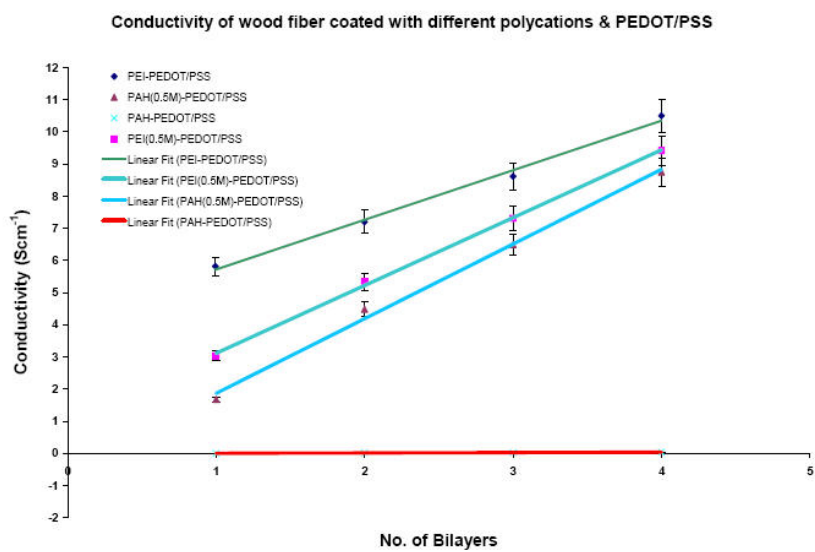
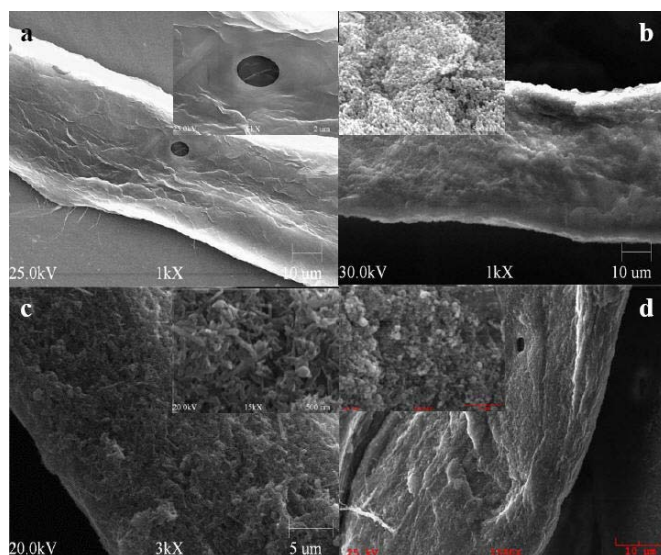


Fig. 7. TEM of MFC.<sup>13)</sup>



**Fig. 8. Conductivity of beaten softwood fiber coated with PEDOT-PSS alternated with polycations PEI and PAH at four conditions.<sup>15)</sup>**

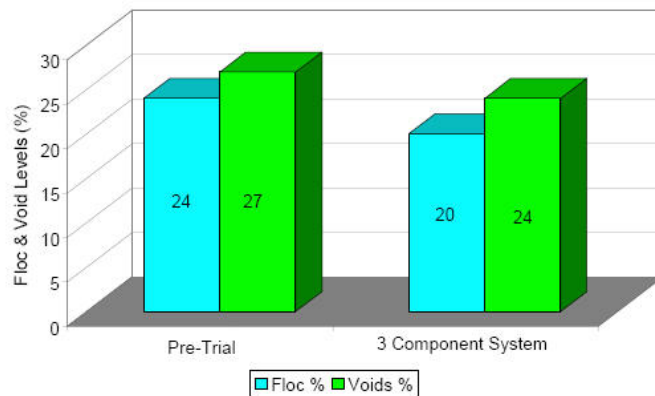


**Fig. 9. SEM of virgin fiber(a), pulp fiber coated with four layers of SiO<sub>2</sub>(b), TiO<sub>2</sub>(c), and halloysite clay nano tube(d).**

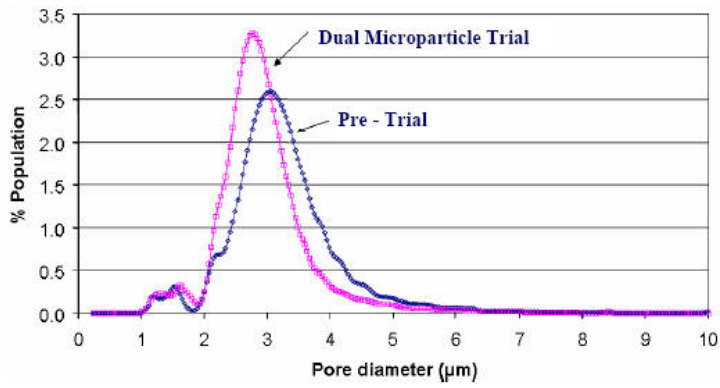
펄프 및 종이의 강도를 개선하거나 기능성을 부여하기 위하여 LbL coating에 대한 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 여기에서 소개하고자 하는 예는 양이온성과 음이온성 전해질을 교대로 코팅함으로써 전기 전도도를 높일 수 있다는 사실이 보고되었다. 고해한 침엽수 펄프에 PSS로 부동화시킨 전도성 polythiophene인 PEDOT-PSS(poly 3,4-ethyleneoxythiophene -poly styrenesulfonate)와 양이온인 PEI와 PAH(poly allylamine hydrochloride)를 교대로 코팅하여 전기 전도를 측정 한 결과 Fig. 8과 같이 전해질에 따라서도 다른 전기 전도도가 얻어지며, 코팅층의 수가 많아질수록 전기 전도도가 높아졌다. 또한 Fig. 9와 같이 전해질을 이용하여 다양한 나노 파티클의 코팅도 시도되었다.

#### 4.3 듀얼 마이크로파티클 시스템(TELIOFORM<sup>®</sup>)에 의한 종이 품질 개선<sup>16)</sup>

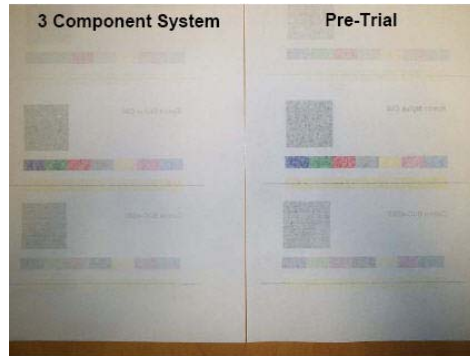
듀얼 마이크로파티클 시스템은 기존의 무기 및 유기 마이크로파티클에 의하여 얻을 수 있는 장점을 최대한 활용한 예로써 보류를 향상 및 탁도의 감소, 응집체의 크기와 기공 크기 및 기공율을 감소, 지필도 개선, 평활도 개선 등 많은 효과를 얻을 수 있는 것으로 보고된 바 있다.



**Fig. 10. Reduced floc and void level by dual microparticle system.**



**Fig. 11. Reduction of void size by dual microparticle system.**



**Fig. 12. Reduced print through by dual microparticle system.**

#### 4.4 건조부에서의 에너지 절감<sup>17)</sup>

제지공정 중 건조부가 에너지를 가장 많이 소비하는 단위공정이다. 특히 건조부의 경우 열 회수, 후드, 후드 환기 시스템, 증기/응축수 관리 및 최적화, 공기 건조기 등 에너지 소비를 감소시킬 수 있는 가능성이 매우 높다. 건조부에서의 에너지 절감은 공정 관리의 최적화를 통해서도 이루어질 수 있지만, 특히 노후 되거나 설치된 지 오래된 시설의 경우 점검을 통하여 리빌드를 고려할 필요가 있다.

## 5. 제지산업의 전망과 대책

세계는 급격히 변하고 있고 종이 수요에 대한 형태도 변하고 있다. 비록 전체적인 종이 수요가 감소하지는 않지만 소비자의 요구를 만족시키려는 노력, 생산비 및 에너지 절감, 품질 개선, 고부가가치 기능성 신제품의 개발 등에 대한 끊임없는 노력이 필요하다. 회사 스스로 모든 것을 해결하기보다는 아웃소싱을 최대한 활용하고, 대학 및 연구소와의 협력 연구 강화도 좋은 방법의 하나이다. 우리나라 연구 분야의 가장 큰 문제는 대학과 연구소에서 기술 및 제품 개발하기를 원하는 것이다. 정부조차도 이러한 사고방식을 가지고 있기 때문에 연구비 투자 대비 효과가 매우 저조하고, 실제로 쓸 만한 새로운 연구 결과가 얻어지지 못하고 있는 것이 현실이다. 가장 바람직한 것은 산업체와 대학 및 연구소는 기초 연구를 담당하고, 산업체는 이 기초 연구 결과와 인력을 활용하여 기술 및 제품 개발을 하는 역할 분담을 함으로써 더욱 효율적인 인력 및 기술을 활용하는 접근 방법이다.

### 참고문헌

1. 한국환경자원공사, 재활용가능자원 시장동향, p. 8(September 2009).
2. 김인중, 국내 제지산업의 현황과 전망, 글로벌화 시대에 있어서 한국제지산업의 위기 대응 전략, 2007 한국펄프종이공학회 콜로키엄 pp. 1-9(2007).
3. 원종명, 제지용 펄프의 합리적 이용 방안, 글로벌화 시대에 있어서 한국제지산업의 위기 대응 전략, 2007 한국펄프종이공학회 콜로키엄 pp. 37-46(2007).
4. 고기호, 제지기술 개발 동향과 성공적인 설비 투자 전략, 글로벌화 시대에 있어서 한국제지산업의 위기 대응 전략, 2007 한국펄프종이공학회 콜로키엄 pp. 47-60(2007).
5. 이재수, 최근 인쇄기술 개발 동향과 제지산업의 대응 전략, 글로벌화 시대에 있어서 한국제지산업의 위기 대응 전략, 2007 한국펄프종이공학회 콜로키엄 pp. 61-68(2007).
6. McNutt, J.D., Value destruction, creation and capture, Paper 360° pp. 14-15, 50 (August 2008).
7. Gillen, J., The globalization & future of paper, 2005 TAPPI Practical Papermaking Conference(2005).
8. The TAPPI Futurists Committee, The world in 2015 : Four possible scenarios, TAPPI Press(1999).



9. Pikulik, I., Transformative technologies for pulp and paper products. Proceedings of TAPPI/PIMA PaperCon'08 Conference, TAPPI(2008)
10. U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Fibrous fillers to manufacture ultra-high ash/performance paper, Industrial Technologies Program (2006).
11. Mathur, M., GRI's fibrous filler technology(2006).
12. Mathur, M., Mill experience with GRI's fibrous/engineered filler, TAPPI Papermakers and PIMA International Leadership Conference(2007).
13. Zou, y. and Hsieh, J. S., Review of microfibrillated cellulose(MFC) for papermaking, International Conference on Nanotechnology for the Forest Products Industry(2007).
14. Zou, y. and Hsieh, J. S., Microfibrillated cellulose for papermaking, International Conference on Nanotechnology for the Forest Products Industry(2007).
15. Lvov, Y.M., Grozdits, G.A., Lu, Z. and Agarwal, M., Layer-by-layer nanocoating on lignocellulose fibers : conductive polymers and nanoparticles, 2006 TAPPI International Conference on Nanotechnology(2006).
16. Ford, P. A., Improved quality through innovative wet end solutions, TAPPI Papermakers and PIMA International Leadership Conference(2007).
17. Bates, B., Hood, air and heat recovery systems savings opportunities in the dryer section, TAPPI Papermakers and PIMA International Leadership Conference(2007).