

# 종이의 위력과 재활용

농업생명과학대학 산림과학부 신 동 소

## 1. 머리말

종이는 동서고금을 통해 항상 역사의 증인으로서뿐만 아니라 인류발전을 고스란히 간직하고 있다. 오늘날 우리가 쉽게 쓰는 종이는 옛날에는 정말 진귀한 물건이었으며 외경스러운 마음으로 쓰였다. 일상 험하게 쓰이는 종이 한 장도 지구의 생명으로부터 왔으며 또한 그 위력을 말로 표현할 수 없다. 사람이 살아가는데 소중한 물질 중, 물과 공기에 못지않게 종이는 귀중한 소재이다. 우리의 하루 일과도 종이로부터 시작하여 종이로써 마무리를 짓는다고 하여도 과언이 아니다. 한시라도 종이의 신세를 지지 않을 사람은 없을 것이며, 이 세상에서 종이의 신세를 면하는 날엔 인생의 종언이라 하겠다. 종이야말로 생활의 기초이며 문화의 견인차요, 창조의 주역이다. 인류에게 있어서 큰 기여를 했던 발명품인 증기기관, 전기, 화약, 반도체 같은 것 가운데서도 종이는 인류의 사상 및 문화형성에 중요한 역할을 하고 있다. 오늘날 21세기 첨단산업인 생명공학, 유전공학, 우주공학, 북극 남극탐험에 이르기까지 종이는 주요 소재가 되므로 그 위력이 날로 더해 가고 있다. 인류의 총아로 등장한 컴퓨터의 이기(利器)도 종이 없이는 한낱 절름발이에 지나지 않을 것이다. 왜냐하면 컴퓨터가 종이 대신 그 기능을 일부 대신하여도 자료의 보존수명이 얼마나 될지 아직 미지수이기 때문이다. 그런데도 종이의 수명은 한지(韓紙)의 경우 1000년 이상이나 보존되고 있으므로 천연종이에 대한 관심과 애착은 더해 가며, 21세기 첨단산업에도 종이의 기능은 더 발전되며 종이의 신세를 지지 않는 첨단과학은 있을 수 없다.

설사 지구의 멸망이 온다 하여도 종이는 지식의 보고이므로 종이가 담고 있는 자료만 있다면 복원이 가능하므로 종이의 위력은 간접적으로 표현한 웅변이라고 하겠다. 현대 산업에 일반 종지와 동종인 각종 판지, 즉 포장재는 물류의 기초가 되며 넓게는 인쇄 및 정보용으로도 필수불가결하며, 특히 정보용지는 현대사회를 움직이는 매체가 되고 있다.

## 2. 종이의 유래, 국내제지 및 펄프공업의 발자취

### 1) 종이의 유래

종이는 필사재료로서 발명되었다. 그 이전엔 필사재료는 암석, 점토판, 뼈, 귀갑(龜甲), 포, 죽간, 가죽, 나무, 금속판 등이며 고대 이집트에서 파피루스가 B.C. 2500년경부터 11세기 중엽까지 사용된 필사재료였다. 파피루스는 영어의 paper란 어원이 되었으며, 당시 이집트 정부가 전매하여 각 국은 입수가 매우 어려웠다. 근대 종이는 뽕나무, 나무껍질, 삼 등을 원료로 A.D. 105년 중국 후한(後漢) 화제(和帝)시대 채륜(蔡倫)이 발명한 것으로 공인되고 있다. 한지(韓紙)는 우리나라엔 A.D. 600년 고구려시대에 전수되었으며 중국의 송나라, 원나라, 명나라에 이르기까지 그 우수성이 널리 알려져 소위 종이 문화의 대국이었다. 그리고 일본에 제지술을 전수한 것은 고구려 26대 영양왕 21년 A.D. 610년 고승 담징(曇徵)에 의해 전하였다. 한편 고구려 유민출신인 고선지(高仙芝) 장군이 중국 당나라 군사를 통솔하여 싸운 타라스 전투가 계기가 되어 제지술이 중앙아시아와 아랍제국에 전파되고, 그것이 다시 12세기 중엽 유럽에 알려졌으며 이를 계기로 서구문명의 발전을 앞당기게 되었다.

### 2) 국내 제지공업의 발자취

양지(洋紙)의 태동은 대한제국시대인 1902년 6월 16일 용산에 전환국(典圜局)에서 지폐용지를 생산한 것이 근대식 제지공장의 시초였다. 광복을 맞아 일본인이 본국으로 철수하여 북선제지 군산공장이 1943년에 운전을 그쳤다. 그 후 6·25전쟁으로 그 기반이 무너졌으나 내수산업으로 1950년대 후반에 백상지, 신문지 및 판지공장 등이 등장하였다. 1965년 관주도(官主導)에 의한 최신평정으로 국제경쟁력에 대응할 수 있게 되었으며 1980년대 중반부터 관련 산업의 성장과 국민소득의 향상으로 급속히 성장하여 1990년 중반까지 신문지, 인쇄용지, 판지 등 주요 지종이 연 평균 9.9% 증가하였다. 국내 제지공업은 GDP 신장과, 컴퓨터, 사무 자동화 기기 보급과 편리성, 문화의 향상으로 종이 수요가 지속적으로 늘어나 문화의 바로미터로 면면히 발전하고 있으며, 이제 세계 7대 교역국에 달하는 경제규모로 성장하고 있으나 원료의 확보, 국제가격 대외경쟁력이 성장의 관건이 된다.

### 3) 국내 펄프공업의 발자취

펄프공업은 1912년 대한제지합자회사에 의해 시작되었다. 1944년 고려제지가 설립되었으며 광복 후 1961년~1968년 남선제지(주)가 아미, 벗짚을 원료로 가성소다와 생석회로 증해

하였다. 태영펄프가 설립되었지만 채산성 악화로 가동이 중단되었다.

동해펄프(주)는 한국종합화학(주)이 투자하여 일산 450t(톤) 규모로 1980년 9월에 준공되었으며 그 후 민간 제지회사가 공동 인수하여 민영화되었다. 이 회사는 1994년 연속식 증해 공정으로 확장 증설되어, 현재 일산 1,100t에 이르며 무림제지(주)가 운영하고 있다.

### 3. 종이의 원료인 펄프의 종류

펄프공업은 종이, 인견 등 섬유소 기질로 된 원료이다. 한지는 닥나무 등의 껍질인 인피섬유를 원료로 만든 종이로 가볍고 유연하여 내구력이 뛰어나므로 필묵에 적합하다. 문방사우로 선비정신을 지녀 마치 살아있는 꽃에 비유되며, 팔만대장경과 같이 천년의 수명을 간직한다.

목재나 벗짚 등을 기계적 및 화학 약품으로 처리하여 섬유를 분리 또는 용해시켜 처리하여 만든 펄프를 기계펄프와 화학펄프로 구분하며, 양자를 모두 적용하여 만든 펄프를 반화학펄프라고 하며 모두 종이의 원료가 된다. 일반 종이는 문화용과 산업용에 절반씩 사용되며 두꺼운 판지(板紙: 0.3mm 이상 두께, 220g/m<sup>2</sup>)는 주로 포장과 지기(紙器)에 쓰인다. 이 외에 약품으로 용해한 인조섬유와 섬유소유도체인 카복시메틸셀룰로즈(CMC), 질산섬유소도 있다. 종이 소재에 합성 고분자 물질을 써서 만든 합성섬유지도 애용된다.

종이의 원료인 목재 조각을 아황산과 황산염으로 처리하며 전자를 아황산펄프, 후자를 황산염펄프라 부르며, 후자의 공법이 산업용에 90% 이상 점하고 있다. 그리고 섬유에 부착된 착색물질인 리그닌을 표백처리하는 데 주로 이산화염소(ClO<sub>2</sub>)를 표백 처리하여 백색도가 높은 표백펄프를 얻는다.

일반 지종 중 인쇄용지, 도공지, 필기용지를 비롯하여 정보용지, 기능지, 특수지는 고급펄프를 쓰는데 나무조각은 약품으로 처리하여 백옥과 같이 정제된 펄프로 사람이 만든 물건 중에서 꽃처럼 아름다운 예술품으로 애용하고 애착을 가져야 한다.

### 4. 종이의 종류와 수요

#### 1) 종이의 종류

종이는 원료, 두께, 제조법에 따라 종류가 다양하며 그 용도도 가정용, 인쇄용, 문화, 정보, 문화매체, 산업용 및 포장용에 널리 쓰인다. 물성으로는 천연섬유의 종이가 석유자원으로부터 만든 비닐론, 나일론, 폴리에틸렌 소재로 된 합성수지시트와는 상호물성이 다르다. 전자는

자연계에서 스스로 정화기능을 지니고 있으나 후자는 정화기능이 없는 것이 대조적이다. 일반종이는 제조법에 따라 섬유 자체가 절연지가 되고 약품 첨가만으로 황산지가 된다. 종이의 기능은 쓰는 것(write), 감싸는 것(wrap), 재사용(reuse) 외 work, 즉 기능을 중시한 가공지, 특수지, 정보용지, 기능지 등으로 분류된다. 부연하면,

- ① 가공지는 특수기능을 부여하기 위해 도공, 함침, 첩합, 증착(蒸着)을 실시한 종이.
- ② 특수지는 특수 용도에 적합하고 특수한 것으로 초지 또는 가공된 종이이며 예컨대 통계카드종이, 천공테이프 등 정보용의 종이.
- ③ 정보용지는 컴퓨터가 급속도로 보급되는 과정에 정보화 사회, 정보산업 등이 자연적으로 발생하여 이들에 쓰이는 기기용 종이로서 정보용지의 개념으로 정착된 종이.
- ④ 기능지는 가공지의 개념을 포함한 종이. 예컨대 방충지, 방취지, 감열기록지, 증착기록지(metalized paper), 자기기록지(magnetic recording paper), 노카본지(carbonless paper), POS(point of sale) 용지, 감열지(thermal paper), 광학적마크녹취용지(OMR, optical mark reader) 등이 있다.

가공지, 특수지, 정보용지 및 기능지는 명확한 구분보다 상호개념이 겹치는 부분이 있다.

## 2) 종이의 수요

일반 종지와 판지를 통칭 지류라고 하며 양자가 전체 지류 소비량의 대종을 차지하며, 일단 사용되었거나 오랫동안 보관된 지류를 고지펄프라고 한다. 2011년도 미국, 일본 등에 있어서 종지와 판지의 생산량 비율은 전체 55~58%, 판지 42~45% 접하였다. 같은 해 우리나라 지류 생산량을 1,148천t으로 종이 대 판지 비율이 49.3대 50.7%이다. 2010년 주요국가의 지류생산량에 있어서 중국이 92,599천t으로 1위이며, 미국 75,849천t에 2위, 일본 27,288천t으로 3위였다. 우리나라는 11,106천t으로 8위이다.

2010년 지류 소비량은 중국, 미국, 일본 순으로 지류생산량과 대등하며 우리나라는 지류생산량보다 약간 부족한 9,149천t으로 10위에 속한다. 1인당 지류소비량은 2010년 미국 240kg, 일본 220kg, 중국 68kg, 우리나라는 187kg로 세계 13위에 이른다. 지류소비량은 생활수준과 문화 향상에 따라 지류소비도 증가하였는데, 1960년 우리나라는 1인당 지류소비량이 32kg, 1980년 40kg, 1990년 100kg, 2010년 187kg으로 증가하였으나 최근 증가율이 둔화되었으며, 1980년대 9~11%에서 2011년은 3% 대로 둔화되었다.

펄프 생산량은 2010년 중국이 22,042천t, 미국 49,243천t, 일본 9,393천t으로 미국이 1위를 점하며 우리나라는 511천t으로 28위에 머물러 항구적으로 원료 수입국에 속한다. 펄프사용량은 2011년 우리나라는 2,952천t으로 기계펄프 14.6%, 화학펄프 85.4%이며 자급률은 15%에 불과하다. 그간 증가율은 5.5%이며 고급지용 화학펄프는 대부분 수입에 의존하므로 수입

절감대책이 요망된다. 특히 회수고지의 극대화와 재활용이 제지산업발전에 관건이다.

## 5. 판지와 포장

포장(包裝)은 인류와 함께 탄생한 생활의 지혜로서 발달해왔다. 앞으로 문명을 향유하고, 특히 농산물 보호차원에서 포장은 제2 증산의 역할을 한다. 우리가 당면한 과제 중 앞으로 포장의 경제성장의 척도가 되며 산업발전의 바로미터이다. 현대 무역에 있어서 국제간 교역인 유통, 물류, 판매의 합리화에 판지포장이 핵심요소로 그 파급효과가 매우 크다. 그리고 환경보전과 관련하여 환경오염, 자원절약, 자원감량 및 재활용에 이르기까지 판지 포장은 매우 우수한 소재이다. 현대 사회에 있어서 여러 기능을 갖는 재료가 출현되고 있는데, 판지 포장은 대량생산, 대량유통, 대량판매에 적합하며 금후에 더욱 큰 역할을 차지할 것이다.

포장은 우리 생활과 밀착된 생활문화이며 현대 문명의 총아인 가전제품과 전자제품 포장에 중핵을 차지할 것이다. 그리고 농산물 보호차원에서 역시 제2 증산 역할에 필수불가결하다. 그리고 유제품(乳製品)이 시중에 쏟아지고 있는 핵심 요소는 판지 포장에 의해 6개월간 연장되고 식품포장에 혁신을 일으켰다.

금후 포장의 과제는 일상생활과 밀착함에 따라 과대포장, 과잉포장보다 적정포장이 중요하다. 그리고 포장의 신뢰성, 포장의 폐기물처리, 포장 폐기물 발생과 환경보전 대응, 자원의 절약과 에너지 절약 등 모든 것을 아우르는 어떤 포장재보다 판지포장이 으뜸이 될 것이다.

## 6. 지류는 재활용의 챔피언

포장재 중에 금속, 유리, 플라스틱 등 포장재가 있으나 지류포장은 재료로서 많은 장점을 가진다. 신문지, 인쇄용지, 가정용 종이 등 문화용과 산업용에 절반씩 쓰인다. 후자는 내용물의 보호, 내충격, 진동방지, 차광, 방충, 가스차단, 단열 등 인체의 안전과 상품표시 디자인에 적합하다. 지류는 재활용이 용이하며 각종 제품의 날포장, 곡물 시멘트, 과채류, 과실상자 등에 쓰이며 이 외에도 많은 종류가 있으며 펄프 몰드에 의한 계란난좌, 단열재, 농업용 말찌, 가축축사의 깔개, 지관에 적합하다.

천연펄프로써 제품을 만든 다음에도 지류는 경제적, 에너지 및 친환경적으로 재활용이 우수한 챔피언이다. 지류는 물성상 화학펄프인 경우 여러 가지 처리과정을 거치는데, 강도가 뚜렷하게 떨어져 3회 정도 재사용 시 강도가 절반으로 약해진다. 반면, 기계펄프의 경우 초기 고유 강도가 낮은 탓으로 몇 번 되풀이해도 강도 변화가 크지 않은데, 신문지용 제조에 50% 정도 장섬유를 혼합하여 재생한다. 제품에 따라 다르나, 고지펄프는 7회 정도 재사용된다. 펄

프의 물성의 변화 외에 지류는 열, 습도, 빛의 영향을 받을 뿐만 아니라, 열, 특히 반복된 종이의 건조와 약품에 의한 변질, 종이 가공 시 외력에 의한 섬유 변질, 첨가제의 부착 등 물리적, 화학적 변질로 강도저하를 피할 수 없다. 우리가 일회용으로 버리는 신문, 복사지, 포장지는 결코 1회용이 아니며, 천연펄프로 만든 에너지 소비에 비해 종이 재활용이 매우 유리하므로 친환경 제품이 된다.

## 7. 종이의 운명과 고지 자원 및 고지의 경제성

### 1) 종이의 운명과 고지 자원

종이의 운명은 결코 1회용이 아니고 소중한 제지산업의 기초자재이며 우리 주변에 굴러다니는 외화이다. 고지 회수는 도시에 조림을 하는 격과 같으므로, 국토를 푸르게 하는 일석삼조이다. 고지는 펄프 대용이며 도시 쓰레기의 1/3이 고지이므로 쓰레기 전쟁을 완화하는 경제적 효과를 만든다. 2011년 국내 고지사용에 있어서 국산고지가 86%인 8,827천t에 수입고지 14%인 1,425천t이다. 주로 산업용 원지에 쓰이며 고신문지(ONP) 21.6%, 고판지(OCC) 65.5%, 기타 12.9%에 충당되며 고지 회수율이 94.5%에 달하며 세계에서 우리가 최고이다. 그 배경은 1995년 국가단위로 세계에서 처음 폐기물종량제가 실시된 것과 관련 있다.

국내 제지산업은 수입고지 및 수입펄프에 의존하며 원료확보가 취약하다. 그러므로 수입고지 확보가 제지산업의 관건이다. 최근 각국은 고지 수출입에 참여화하여 국제적인 상품으로 정착되었다. 우리의 고지수입국인 미국과 미국의 주수입국인 중국의 고지무역과 유통을 예의 주시하고 있다. 중국은 세계 인구의 20%를 점하나, 산림면적은 세계 산림 면적의 4%에 불과하므로 소모자원을 절대 수입에 의존하고 있다. 세계 고지 무역량은 2006년 4,500만 중 22%뿐인데, 78%가 자국에서 소비되었다. 2006년 세계 고지 이용률은 51%이며 2015년에는 58%에 달할 전망이다.

중국은 2005년 세계 고지 무역량의 40%를 점하였으며 2015년에는 60%를 예측하여 4,500만에 이를 것으로 전망하고 있다. 우리는 종이를 헤프게 쓰며 예사로 취급하는 시대에 살고 있다. 이제는 고지를 경제자원으로 인식하여야 한다.

### 2) 고지의 경제성

고지는 소중한 자원으로서 고지 회수와 재활용은 경제를 살리고 지구의 생명을 살리는 중요한 작업이며 환경과 경제적 효과가 크다. 국내 고지를 1%만 회수해도 30억원이 절약될 뿐만 아니라, 국내 산림이 보전케 된다. 고지 1t을 회수하는 것은 펄프 소비 원목 20그루(직경



14cm, 높이 8m)에 상당하며, 에너지 측면에서도 연료, 물 등이 원목으로부터 펄프를 생산하는 것보다 1/3로 충당된다.

한편 고지를 t당 기준, 쌀값과 대비하여도 손색이 없는 가치를 가진다. 고지 1t을 재생하면 850kg의 종이(일반 인쇄용지)를 생산하게 되며 쇠목펄프, 즉 신문지 펄프 제조에 원 단위로 유류(B/C) 약 170 l /t, 물 50t/t, 전력 1,200kWh/t이 소요되는데 고지를 탈묵하여 펄프를 재생하면 그 에너지 원단위가 1/3로 감소되는 이득이 있다.

펄프산업을 용수형, 원료형 산업으로 에너지의 화신이라고 표현한다면, 고지 자원을 회수하여 재생하면 에너지 자원을 크게 완화하는 것이다.

## 8. 맺음말

종이는 진정 인류문화의 총아로 각광을 받고 있다. 종이야말로 생활과 떼려야 뗄 수 없는 귀중한 물질이다. 사람이 요람에서부터 생을 마감할 때까지 종이의 신세를 지고 간다. 종이는 문화의 매체이며 창조의 주역으로서 산업과 과학이 발전할수록 종이의 기능과 위력은 더할 것이다. 우리가 일상생활에서 종이의 소중함을 모르고 헤프게 쓴다면, 이는 종이를 모독하는 것이며 종이는 결코 1회용 사치품이 아니다.

종이 한 장을 아끼는 것은 지구의 생명을 살리는 것과 같다. 친환경적 제지산업의 요체는 종이의 절약, 재활용과 고지 수집을 극대화하여 안정적 확보를 하는 것이 관건이다.

고지는 귀중한 외화이며 물과 에너지 절감, 환경 보호의 근간이므로 1석 3조의 귀중한 자원이다. 그러므로 일상생활에서 쓰는 종이류는 재활용의 챔피언이며 종이류의 재활용은 우리의 마음에 달려 있다.