

國內 化學펄프産業의 現況

林奎植

東海펄프株式會社 副社長

1. 머릿말

우리나라 화학펄프 공업의 발자취를 보면 현대적인 화학펄프 생산업체인 동해펄프가 설립되기 전까지는 삼양펄프(주)[1964년가동, UKP 25톤/일, 목재원료, 1978년중단]와 벗집과 옥수수를 원료로 한 삼정펄프(주) 및 태영펄프(주)가 있었지만 원료문제, 품질, 환경등 여러문제로 인해 생산이 원활하지 못하였으며 국내에 필요한 표백화학펄프는 수입에 의존하여 오던중 제4차 경제개발5개년 계획의 일환으로 동해펄프(주)가 설립되었습니다.

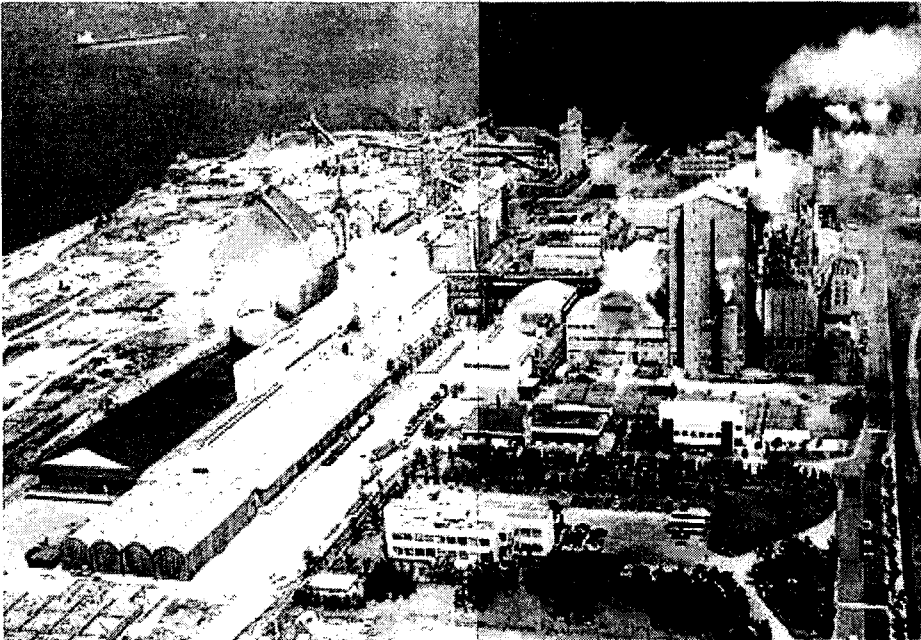


그림 1. 동해펄프 전경

2. 동해펄프의 연혁

표 1. 동해펄프(주)연혁

1974.1 : 회사설립
1977.8 : 제1공장 착공
1980.9 : 제1공장 준공(300톤/일)
1985.5 : 공정개선(300톤/일 →450톤/일)
1988.1 : 민영화
1991.4 : 제2공장 착공
1993.3 : 제2공장 준공(650톤/일)

1974년1월 정부의 중화학공업 육성정책의 일환으로 설립된 동해펄프(주)는 일산 300톤 화학펄프 공장을 핀란드로부터 기술을 도입하여 제1공장을 착공한지 3년만에 준공하여 생산제품을 국내제지사에 공급하기 시작하였으나 가동초기에는 기술의 부족, 경험부족 등으로 품질과 생산성에 많은 문제가 있었으며, 공급량이 국내 소요량의 20%미만으로 낮은 수준이었으나, 높은 목재칩 가격과 낮은 생산성에 의한 높은 생산원가로 인하여 제도적 판매를 하지 않으면 안되는 상황이었습니다.

따라서 생산성의 증대를 통한 원가절감을 목적으로 1985년에 자체기술로 수행한 1공장 공정개선 작업으로 년산 10.5천톤에서 15만톤으로 생산량을 증대하여 원가를 대폭 감소시켜 경영을 정상화하였으며 1988년에는 민영화를 하였고,1993년에는 제2공장을 (650톤/일) 준공하여 년산 38만톤 이상의 생산능력을 갖추어 국내 제지사에 양질의 제품을 공급하고 있습니다.

3. 지류 및 펄프 생산현황

우리나라의 제지공업은 국민소득의 증가와 더불어 꾸준히 성장 발전하여 왔으며 2000년에는 930여만톤을 생산하여 세계8위의 생산국이 되었지만 제지산업의 원료인 펄프 생산량은 약60만톤(기계펄프와 화학펄프 포함) 으로 세계17위 수준이고 특히 표백 화학펄프는 42여만톤으로 상대적으로 매우 낮다고 할수 있겠습니다.

표 2. 주요국들의 지류 생산량(2001년)

구 분	지류생산량 (천톤)	1인당지류소비량 (Kg)	펄프생산량 (천톤)
전세계	316,646	¹⁾ 53.8	179,374
미국	80,759(25)	324.0	52,795(29)
일본	30,731(10)	242.2	10,813(6)
대한민국	9,724(3)	159.0	554(0.3)

1). 2000년 결과임.

* 자료:P&P International 02.7 annual review

* () 는 전세계에서 차지하는 비율(%)

또한 1인당 지류소비량은 꾸준히 증가하여 159.0Kg 으로서 미국의 1/2 수준, 일본의 2/3수준으로 경제발전에 따라 사용량은 계속 증가하여 왔으며, 앞으로도 고급지를 중심으로 계속 증가될것으로 예상됩니다.

표 3. 국내 펄프 수급 현황

년 도	국내 BKP 사용량 (천톤)	동해제품사용량 (천톤)	동해제품비율 (%)
1997	2,036	413	20.3
1998	1,696	299	17.6
1999	2,038	462	22.7
2000	2,003	438	21.9
2001	2,197	429	19.5
2002	2,360	389	16.5

* 자료 : 펄프.지류통계월보<한국제지공업연합회>

국내 BKP 사용량은 1997년까지 꾸준히 증가하였으나 IMF 의 충격으로 1998년에는 연간 200만톤이하로 일시 축소되었다가 1999년부터 회복되어 2002년에는 236만톤을 사용하였습니다.

동해펄프의 공급량도 1998년 IMF의 여파로 부도가 발생하여 공급량이 30만톤이하로

위축되었지만 관련업계의 도움과 임,직원들의 일치단결된 노력으로 1999년이후로는 년간 42여만톤을 국내 제지업계 공급하고 있으나 동해펄프의 공급량이 국내 총사용량의 20% 정도로 낮은 자급율을 보이고 있습니다.

표 4. 국내 펄프 생산량 비교

구 분 년도	국내펄프총생산량 (톤)	BKP 생산량 (톤)	GP 생산량 (톤)	TMP 생산량 (톤)
1998	418,461	248,999	56,596	112,866
1999	586,792	412,866	47,366	126,560
2000	594,442	418,818	45,722	129,902
2001	553,759	426,649	16,378	110,732
2002	533,999	418,792	8,342	106,865

* 자료 : 펄프.지류통계년보<한국제지공업연합회>

국내 펄프생산량중 BKP생산량이 약80%이고, 2001년부터 GP생산이 급격히 감소하고 있습니다.

4. 주원료 조달

표 5. 주원료 조달 현황

구 분	1981년	1982년	1992년	1994년	1999년	2000년	2001년	2002년
펄프생산량 (ADT)	84,482 (32,732)	107,791 (25,626)	161,700 (18,296)	36,022 (-)	412,867	418,819	426,648	418,420
chip 사용량 (BDT)	181,944 (79,274)	229,999 (67,361)	337,883 (36,786)	722,421 (-)	806,193	813,514	824,057	803,557
국내재사용량 (비율)(BDT, %)	129,620 (71.2)	188,655 (82.0)	156,122 (46.2)	127,449 (17.6)	171,369 (21.3)	190,834 (23.5)	212,633 (25.8)	230,481 (28.7)

*. 생산량과 chip사용량의 () 결과는 soft wood 결과임.

당초 동해펄프(주) 설립시 주원료 조달계획은 국내 합판폐재와 제재폐재를 사용하는

것으로 계획되었으나 80년대이후 국내 합판산업의 사양화로 폐재 수급이 원활하지 못했으며 특히 품질불량으로 사용이 불가능하여 주원료 수급계획을 국내 원목으로 전환하였으며 일부 부족분은 수입에 의존하게 되었습니다. 동해펄프(주)의 국내재 자급율은 80년대 중반 한때 80%이상(1공장) 될 때도 있었지만 산악지형에서 작업조건이 열악함과 80년대 후반부터 노임의 급격한 상승등으로 국내재의 집하율은 계속 낮아졌으며 2공장 건설로 사용량이 급증하였으며, IMF 이후 국내재 조달량이 많이 증가 하였음도 국내재 자급율은 현재 29% 수준에 머무르고 있습니다. 근래에는 세계적인 추세로 환경보호, 각국의 자원보호등으로 천연림의 벌채가 감소되고 조림목(속성수)의 사용이 급증되고 있으며 이 같은 추세는 계속 되리라 전망 됩니다.

동해펄프(주)에서도 1985년부터 국내에 펄프 용재림단지를 조성하기 시작하여 현재까지 약3500ha의 용재림단지를 확보하여 조림과 관리를 하고 있지만 국내에서는 펄프재로 사용하기 위해서는 조림후 장기간(15년정도)이 걸릴뿐 아니라 지형상 생산원가가 높아 해외의 아열대 지방에 속성수를 조림하는 것이 경제성이 있어 1997년부터 중국 해남도에 동해펄프와 중국 해남성 임업총공사 합작으로 목마황(*Casuarina Equisetifolia*)을 조림하기 시작하여 2003년 현재 약 3850ha 에 조림하였고 계속 조림면적을 확대해가고 있으며, 2004년부터는 조림지에서 생산된 chip을 사용하게 될 예정입니다.

표 6. 대표적인 수종 및 Pulp Brand

수종명	분포 지역국	펄프 Brand
유카리 (Eucalyptus)	브라질	Aracruz, Bahiasul, Cenibra, Suzano
	칠레	Santafe
	태국	Advanced Agro, Phoenix
활잡목 (참나무50-60%)	한국	Donghae
	미국(남부)	PortHudson, RiverDale, Savannah
자작나무(Birch)	캐나다, 러시아	Birch Pulp
	북유럽(핀란드)	Enso
사시나무(Aspen)	캐나다	PeaceRiver, ST-Anne
아카시아(Acacia)	인도네시아	IKPP, RAPP, Kiani Kertas

활엽수 시판펄프는 사용수종에 따라 Eucalyptus, Aspen, Acacia, Birch, Mixed Hard Wood Pulp로 대별되며, Mixed Hard Wood Pulp는 주로 한국, 미국, 일본에서 생산되고, Eucalyptus, Acacia 펄프는 성장이 빠른 조림목으로 생산된다. 단일수종의 펄프들은 제지공장에서 사용시 운전이 용이하고 변화가 적은 품질특성을 얻을수 있지만 펄프의 특성은 fiber특성에 따라 결정되므로 원래부터 갖고있던 단점들을 보완하기가 어렵습니다. 그러나 이런 단점은 사용자 입장에서 확연히 알고 있어 사용량을 조절하고 다른 종류의 펄프를 보완하여 사용하는등 지중에 맞는 펄프를 선택할수 있으므로 단일 수종의 펄프를 선호하는 추세입니다.

동해펄프는 온대지방의 수종을 주로 사용하고있으며, 미국산 활잡목(참나무 :60%), 중국산 활잡목(참나무:60%), 국내산 활잡목(참나무:60%)을 주력으로 하고, 부수종으로 남아공과 호주산 Eucalyptus, 중국산 목마황등을 사용하고 있습니다.

동해펄프의 수종 및 배합비 선정은 펄프제조 및 제지공장에서 사용시 미칠 수 있는 특성들을 심층적으로 분석하고, 이를 통해 Hard Wood BKP의 가장 중요한 항목인 지합, 평활도, Bulk, 불투명도, 고해동력, 강도등 기본적인 특성에서 동해펄프 제품이 우수 하면서, 항상 일정한 수준을 유지할 수 있도록 하는 것을 기준으로 하여 조정하고 있기 때문에 물리적 성질이 활잡목 가운데서는 세계에서 가장 우수한 품질의 펄프를 생산하고 있습니다.

그러나 시판펄프의 원료가 천연림에서 조림목으로 변경되어가고 단일 수종의 펄프를 선호하는 추세에 따라, 동해펄프도 2002년부터는 원료공급여건을 감안하여 일부 단일 수종의 펄프를 생산 공급하기 시작하였으며, 이같은 단일수종펄프를 점진적으로 확대 해 나갈 예정 입니다.

5. 시설 현황

1공장과 2공장의 가장 큰차이는 증해공정으로서 1공장은 Batch Digester로서 각개 별 Digester 의 조건을 Control 함으로써 주원료 또는 연관공정 변화상황에 신속히 대처가 가능하나 균일한 증해결과를 도출하는데는 다소 어려움이 있고,

2공장은 Continuous Digester로서 순간순간 변화에는 대처가 다소 느리지만 동일조건에서 균일한 증해결과를 얻을수 있으며 증해약품을 일시에 투입하지않고 나누어 투입됨으로 Mild 한 증해로 섬유소 손상이 적고 이물발생이 월등히 낮아지며, 또한 2공

장에는 산소표백단이 있어 표백 Sequence가 3단으로 Utility 사용량과 표백약품 사용량이 월등히 낮고 오염물질 배출량이 기존보다 50% 감소시킨 친환경적인 System입니다.

그러나 동해펄프(주)는 이에 만족하지 않고 현재보다도 고품질의 제품을 보다 친환경적인 system에서 생산하기 위하여 효소표백과 ECF(Elemental Chlorine Free)공법등 새로운 기술의 도입을 검토중에 있습니다.

표 7. 동해펄프 제1,2공장 비교

구분		1호기	2호기
원재	주사용 수종	KO, CO, AEU, VA	AO, CO, CC, SaEU
	Chip Size	32 ~ 6.4 mm	45 ~ 7mm
증해	Impregnation Vessel	없음	있음
	Type	Batch	Continuous
	약액순환	한번투입된 약액은 증해기 내부에서 순환	연속적인 증해약품 투입과 흑액의 추출
	Blowing	고온고압에서 Blow	92℃이하에서 Cold Blowing
세척		Pressure Washer	Diffuser Washer (증해기하부에도 Washing Zone 존재)
1차 정선		Slot Type	Slot Type
표백	산소표백단	없음	있음
	표백 Sequence	C/D→E/O→D ₁ →E ₂ →D ₂	C/D→E/O→D
2차정선		Cyclotech 6단 (Tube 192EA)	Albia 5단 (257EA)
초지		장망식	쌍망식
건조		Cylinder 80EA(5Group)	FCL(Float Compact Layer) Layer 19층
지폭		3.6m(6bales)	4.8m(7bales)

6. 환경관리 현황

펄프산업은 종전에는 공해유발물질이 많은 산업으로 알려져 왔으며 특히 KRAFT 공법에서는 냄새문제가 심한것으로 인식되어 있습니다. 그러나 동해펄프(주)에서는 환경시설에 대대적인 투자를 하여 냄새문제는 각공정의 발생위치에서 전량포집 연소처리하여 냄새발생을 없앴으며 폐수처리에는 3단계처리공법을 도입하여 완벽하게 처리하고 있습니다.

1) 대기환경 관리

Kraft공법에서는 sulfur를 사용함으로 인해 취기한계농도가 아주 낮은 TRS(total reduced sulfur:Hydrogen sulfide, Methyl Mercaptan, Dimethyl sulfide, Dimethyl disulfide등)가 발생되어 극미량이 대기중으로 방출되어도 쉽게 감지되는 특성이 있습니다.

가동초기인 80년대에는 단순 세정방법으로 처리하였으나 낮은 처리효율로 전량 제거가 되지않아 냄새로 인한 민원이 연례행사처럼 있었습니다. 그래서 1992 - 1993년년에는 냄새발생원, 성분별로 선별 포집하여 처리하는 소각시설을 설치한후(1992년 가격기준:73억원), 냄새가 현격히 감소하여 민원의 발생이 없었지만, 이에 만족하지 않고 근본적으로 발생이 되지 않도록하기 위하여 1994 - 1995년에는 농축시설 및 보일러 시설을 현대화하여(1994년가격기준:147억원) 고농축과 연소효율증가로 완전 연소시켜 냄새발생을 제거하였습니다.(그림2. 냄새처리 계통도 참조)

그러나 냄새문제는 시설이 아무리 완벽하여도 관리에 작은 에러가 있으면 계외로 방출될수 있으므로 자체 일일환경점검과 방지시설의 가동상태를 부서장들이 일일점검하고 냄새자동측정기등 기기에 의한 관리를 하고 있을뿐만 아니라 공장 내.외곽에 모니터요원을 선정하여 지속적이고 심도있는 관리를 하여 냄새없는 공장을 만든결과 1996년 12월에는 검찰.울산시 주관 냄새저감 성공사례 업체로 선정되어 냄새저감성공 사례 발표를 하였습니다.

동해펄프(주)에서는 1992 - 1993년에 대대적인 투자를 하여 (1992년가격기준: 132억원) 설치된 3단계의 고도처리시설로 완벽하게 처리하여 종말처리장을 거치지않고 (오염부하가 종말처리장 방류기준이하) 바다로 방류하고 있습니다.(그림3. 폐수처리 계통도참조)

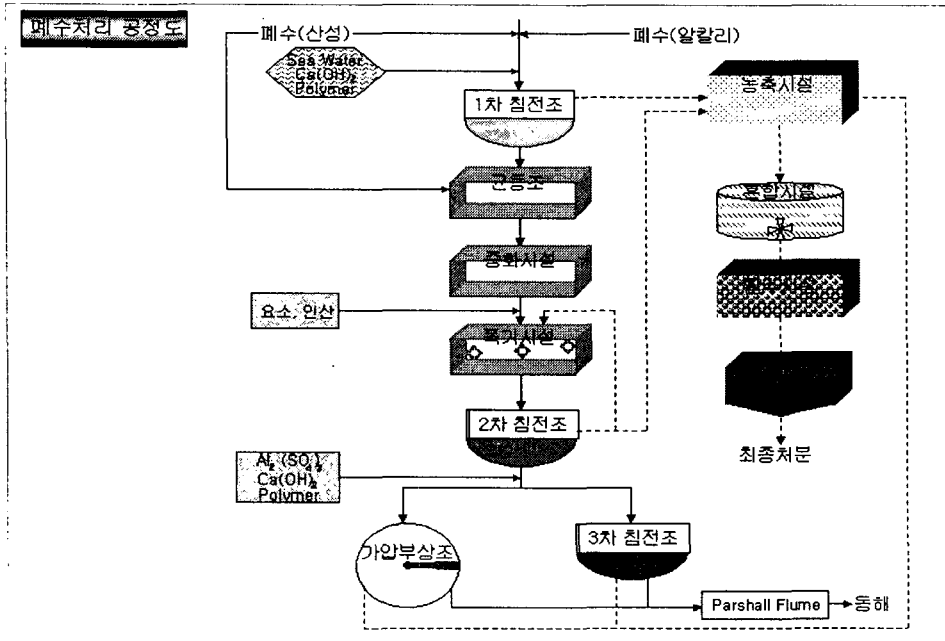


그림3. 폐수처리 계통도

7. 제품의 품질 현황

동해펄프(주)는 앞에서 언급한바와 같이 온대지방에서 성장한 수종들을 주로 사용하고 있으며 원료 선정여건과 배합이 비교적 자유로우며 이들의 특성을 면밀히 파악하고 있기 때문에 국내 제지사에서 선호하는 펄프제품특성의 공통성에 두루 만족할 수 있도록 원료혼합비율을 조정하여 우수한 제지적성을 가진 제품을 생산하고 있습니다.

표 8. 동해펄프 제1.2공장 제품특성 비교

구분		1공장	2공장
Bale Size(mm)		850x640x450	885x700x435
백색도(% E)		89.0	89.0
백감도(% E)		77.0	77.0
이물(mm ² /m ²)		2.0 ↓	1.0 ↓
점도(cPs)		20.6	20.4
강도 30°SR PFI Mill	열단장(Km)	6.4	6.2
	인장강도(Nm/g)	63	61
	파열강도(KPam ² /g)	4.2	4.1
	인열강도(mNm ² /g)	9.2	9.1
	내절강도(times)	24	26
Bulk(m ³ /kg)		1.51	1.54
Vessel 함량(EA/mg)		100(Narrow)	140(Narrow)
평균섬유장(mm, L-W)		0.70	0.72
조도(mg/m)		0.094	0.102
섬유 분포 (L-W)	0.85mm ↑	29.2	32.0
	0.85 ~ 0.15	66.5	62.5
	0.15mm ↓	4.3	5.5
장점(상대적)		강도, Formation,	이물, 포장상태, Bulk

1,2공장 제품은 어떤 지종의 생산에 적용하여도 양호한 결과를 얻을수 있지만 Process 와 주원료의 차이에 의해 제품의 특징은 1공장 제품은 강도와 지합이 우수하고 2공장 제품은 이물과 Bulk 가 유리합니다.(1,2공장 상대비교)

펄프의 특성과 품질은 주원료(Wood Chip)의 특성에 지배됨으로 동해펄프는 원료개발과 입고및 공정투입 시점까지 수종의 철저한 연구, 분석, 관리, 품질 검사등을 완벽하게 시행하여 제지사에서 선호하는 최고의 품질과 특성을 지닌 제품을 만들고 있습니다.

주원료의 특성 이외에 펄프 제조시, 품질에 영향을 미치는 인자와 변수들을 면밀히 파악, 철저한 공정관리를 통하여 최상의 제품을 생산하고 있습니다.

표 9. 주요 관리 항목

POSITION	CONTROL METHOD
WOOD PREPARATION	<ul style="list-style-type: none"> ◎ WOOD SPECIES ◎ SEASONING ◎ MIXING RATIO ◎ CHIP QUALITY
PULP MAKING	<ul style="list-style-type: none"> ◎ COOKING PROCESS ◎ SCREEN EFFICIENCY ◎ WASHING EFFICIENCY ◎ CHEMICALS ◎ BLEACHING PROCESS
PULP MACHINE	<ul style="list-style-type: none"> ◎ SCREEN EFFICIENCY ◎ CLEANER EFFICIENCY ◎ DIRT ANALYSIS ◎ BRIGHTNESS ◎ PHYSICAL PROPERTIES

8. 맺는말

우리나라의 제지산업은 세계적수준으로 성장 발전하여 왔지만 화학펄프산업은 국내에서는 동해펄프(주)가 유일하며 생산량도 42여만톤으로 상대적으로 낮다고 할수 있습니다.

세계적으로 환경보호와 자국의 자원보호로 인해 천연림의 벌채가 점점 어려워져 펄프제조에 조림목의 사용비율이 급증하고 있으며 이런 추세가 계속될것으로 전망되어 동해펄프(주)에서도 국내에 약 3500ha의 용재림을 확보하였으며 해외 임지개발에도 노력한 결과 중국 해남도예 해남성 임업총공사와 합작으로 약 3850ha의 목마황을 조림하

였고 계속 조림면적을 확대해나가고 있으며, 2004년부터 조림지에서 생산된 chip을 사용하게 될 예정입니다.

동해펄프(주)는 세계 최고수준의 제품을 생산한다는 자부심과 일념으로 한단계 더 도약을 위해 저비용, 저유틸리티, 친환경기술을 적용한 펄프생산 기술과 시설을 갖추기 위해 노력함과 아울러 쾌적한 환경에서 세계 최고수준의 제품을 생산 공급하기 위하여 전 임,직원들의 노력은 계속되고 있습니다.

오늘 이런 자리를 마련해주신 한국펄프.종이 공학회에 감사드리며 학회와 업계의 무궁한 발전이 있기를 바랍니다.