

# 지구환경보존과 목재공업

## - 지구환경우호산업으로서의 목재공업 -

공 영 토 / 임업연구원  
농 박

### 1. 서 언

원래 인간의 생활은 끝없는 풍요를 추구하면서 지구의 자원을 소비하고, 생태계를 파괴하는 측면을 지니고 있다. 또 도시의 발전은 기본적으로 자원과 에너지를 소비하는 형태로 이루어 졌다. 대량생산에 의한 경비절감, 효율주의, 인건비절감 설비, 에너지 투입 등은 경제적이고 효율적인 반면, 이를 지탱하는 화석연료에서 발생하는 탄산가스 등으로 온난화를 위시한 지구규모의 환경문제에 위기적인 상황을 야기시키고 있다.

산업혁명 이후 에너지의 소비량은 계속 증대되어 왔고, 인류는 에너지를 화석자원에서 얻어 탄산가스의 방출량은 계속 증대되어 왔다. 이로 인하여 대기중의 탄산가스 농도는 산업혁명 이전에는 0.027%였으나, 0.035%로 증대되었다고 한다. 1990년도에 발표된 세계 기상회의의 보고에 의하면 “인구증가와 산업의 발전으로 증가되는 대기중의 탄산가스 농도는 현재의 증가 추세가 지속되면, 2100년에는 0.0825%로 현재의 2 배 이상이 된다. 탄산가스 농도가 2배 증가하면 지구표면의 기온상승은  $3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 가 되어, 고위도 지방은 기온이

상승하는 것은 물론, 해면이 상승하여 육지가 수몰되는 문제가 야기된다. 더욱이 산림중에도 성장량이 높고 탄산가스 흡수력이 큰 열대림의 소실은 지구온난화 문제에 극히 중대한 영향을 미친다”고 경고하고 있다.

열대림의 소실문제는 세계의 중대한 관심사의 하나이다. 열대림의 감소는 생태계의 변화와 수목의 광합성에 의한 대기중의 탄산가스 흡수량을 저하시켜, 지구상의 탄산가스 증가에 적지않는 영향을 미치고 있다고 여겨지고 있다. 특히 산림의 벌채로 인한 목재자원의 이용은 벌채 현상이나, 나무토막이나, 합판 또는 나무젓가락 등이 손쉽게 버려지는 것을 보게 되면, 지구환경 파괴의 원흉으로 여겨지고 있는 경우가 적지않다. 이러한 상황에서 목재를 다루는 입장에서 보면, 목재에 관련되는 측면이 빨리 적절한 해답을 구하지 못하는 한, 목재공업 그 자체가 환경파괴의 재물이 되지 않을까 하는 두려움도 있다.

한편 지구환경 문제가 목재공업에 천재일우의 좋은 기회라고 여기는 경우도 있다. 왜냐하면 생태계의 순환이 이상적으로 이루어지면, 목재공업만큼 생태적이며, 『지구에 유익한』 산업은 없기 때문이다. 필자

는 목재를 연구하는 한 사람으로서 『목재 이용이 산림을 파괴하고, 이로 인하여 지구환경이 악화된다』는 인식이 널리 파급되고 있는 가운데, 오히려 『지구환경을 지키기 위하여는 목재이용을 촉진시켜야한다.』는 것을 밝히고서 관련자료를 수집 정리해 보고저 한다. 이 원고는 저와 같은 연구실의 동료 연구원의 도움으로 정리되었으며, 지면을 통해 감사드립니다.

## 2. 산림의 소실

세계의 산림총면적은 약40억 ha, 이의 약 절반은 열대림이며, 나머지는 온대림(약1/3)과 한대림(약2/3)이다. 1980년에서 1989년의 연간 열대림 소실면적은(표1)과(표2)에 나타난 바와 같이 증가 경향을 나타내고 있다. 이러한 수치는 다소 부정확한 부분이 있으나, 적게 잡아도 남한 국토면적의 1.5배에 달하는 1,500만/ha년 정도의 열대림이 소실되고 있다. 산림의 소실 원인으로서 개발도상 지역주민의 가정연료

로 약 15억 m<sup>3</sup> /년을 소비하고 있으며, 그 이외 산업용재생산, 화전경작, 과도한 방목, 산림의 농지전환, 인위적 산림화재, 부적절한 상업벌채 등을 들 수 있다.

한편 이러한 상황하에서 산림소실 적지(跡地)에 대한 조림의 필요성은 점점 높아지고 있다. 열대지역의 조림면적은 연간 약 100만ha(1980년)로서, 최근에는 다소 증가 경향이 있으나 여전히 산림소실 면적의 10% 정도에 불과하다. 산림소실 면적과 균형을 이루기 위하여는 20~50년 동안에 2억ha의 조림이 필요하다고 지적되고 있다. 이를 위하여는 연평균 400~1,000만ha의 조림이 필요하며, 이렇게 되면 현재의 탄산가스 방출량의 20%가 한정된 시간내에 고정 축적될 것으로 보고 있다.

이상과 같이 산림의 소실과 재생간에는 큰 격차가 있기 때문에, 이 문제를 해결하기 위하여는 온실효과 가스의 방출억제 대책과 기후변동에 대한 대응전략이 검토되고 있다.

오늘날 지구환경보존 문제가 야기된 주요 원인은 앞서 언급한 바와 같이 과도한

(표1) 熱帶林消失面積

(百萬 ha / 年)

	FAO		Myers	
	(1980 - 1985) (%)		(1989) (%)	
熱帶閉鎖林				
미 국	4.339	(57)	7.68	(55)
아프리카	1.331	(18)	1.57	(11)
아 시 아	1.826	(25)	4.43	(32)
합 계	7.496	(100)	13.86	(100)
熱帶疎林				
미 국	1.272	(33)		
아프리카	2.345	(62)		
아 시 아	0.190	(5)		
합 계	3.807	(100)		

(표2) 濕潤閉鎖林의 消失面積이 큰 10個國 (km<sup>2</sup> / 年)

1970年代末(FAO, 1981)	1989(Myers, 1989)
브 라 질 14,800	인 라 질 50,000
인도네시아 6,000	인도네시아 12,000
멕시코 5,950	미 양 마 8,000
콜롬비아 5,100	멕시코 7,000
필리핀 2,900	콜롬비아 6,500
코트디보왈 2,900	태 국 6,000
나이지리아 2,850	말레이시아 4,800
페 루 2,700	자 이 레 4,000
태 국 2,450	나이지리아 4,000
말레이시아 2,550	인 도 4,000

“

**탄산가스는 광합성을 통하여 糖으로 변환되어 수체내에 고정된다. 이때 1톤의 식물질(셀룰로스등)을 생산하기 위하여는 1.6톤의 탄산가스가 흡수되고 1.2톤의 산소가 방출된다고 한다.**

”

화석연료의 사용과 열대림의 소실에 있으나, 열대림의 소실 문제는 단순히 지구온난화를 촉진시킬 뿐만 아니라, 기아, 홍수, 사막화 등 심각한 사회적 문제를 야기시키고 있다고 한다.

### 3. 산림의 탄산가스 고정능력

이상과 같이 열대림의 소실에 의한 탄산가스 방출이 문제시 되고 있으나, 지구전체를 볼 경우, 산림이 방출원(放出源)인지 흡수원(吸收源)인지에 대하여는 아직 불분명하다. 즉 열대림을 위시한 산림의 파괴로 인한 탄산가스 방출량은 어느 정도이며, 또 화석연료 소비에 의한 탄산가스 방출량은 얼마나 되며, 대기중의 탄산가스 농도는 어떻게 변하고 있는지 알아 보고져 한다.

1979년에서 1985년까지의 화석연료 사용량은 탄소량으로 환산하여 연평균 51억톤 정도라 하며, 이 기간 동안의 탄산가스 증가량은 연간 1.3ppm(탄소량으로 환산하면 27억톤)으로 나타나고 있다. 또 하나의 주요한 방출원인 생물권의 방출(산림의 벌채

등)에 대하여는, 대기중의 탄산가스는 서언에서 언급한 바와 같이 18세기 중엽이후 200년 동안에 0.027%(275ppm)에서 0.035%(350ppm)로 증가한 것으로 미루어, 이 수치를 근거로 하면, 최근에는 연평균  $16 \pm 8$  억톤 정도의 탄소량이 방출된다고 한다. 이 두가지 방출량을 합하면 연간 약 67억톤의 탄소가 방출되며, 대기중에 잔존하는 27억톤(증가량 1.3ppm)을 빼면, 나머지 40억톤은 식물에 흡수되든가 해양에 용해된 것으로 여겨진다. 그러나 해양이 어느 정도의 흡수원인지, 또 산림은 방출원인지 흡수원인지에 대하여는 아직 불분명한 점이 많다.

탄산가스는 광합성을 통하여 당(糖)으로 변환되어, 수체내(樹體內)에 고정된다. 이때 1톤의 식물질(셀룰로스 등)을 생산하기 위하여는 1.6톤의 탄산가스가 흡수되고 1.2톤의 산소가 방출된다고 한다(원 저자에 따라 계산방식에 차이가 있음). 지구상의 폐쇄림의 면적은 약 25억ha로 추정된다. 그 중 온대와 북방림은 산림면적이 약 15억ha, 간재(幹材)의 축적이 약 1,500m<sup>3</sup>로 추정되며, 여기에 가지, 뿌리 등을 합하여 탄소량으로 환산하면, 온대·북방림에 저장되어 있는 탄소량은 약 700억톤으로 추정된다. 더욱이 성장율을 1~2% 전후로 가정하면 연간 탄소흡수량은 약 7~14억톤 전후이다. 반면, 이지역의 산림 화재와 벌채로 인한 탄산가스의 방출량도 수 억톤에 이른다고 여겨지고 있다.

이상의 수치는 가정에 근거한 하나의 추론에 불과하다. 이런 단순한 계산으로 온대와 북방림에는 10억톤 정도의 탄산가스 고정능력이 있다고 판단할 수 있으나, 이계산은 너무 속단하는 것일 지도 모른다. 그

러나 탄산가스 농도의 상승과 더불어 북방림의 광합성 능률과 이탄지(泥炭地)의 탄소 고정능력이 높아질 가능성도 충분히 있다. 따라서 탄소 저장능력을 적절히 유지시키는 목재생산과 환경보전이 온대와 북방림에도 요구되고 있다.

여기서 우리나라의 산림은 어느정도의 탄산가스 고정능력이 있는가를 앞서의 계산 방식으로 산출해 보고자 한다. 우리나라의 산림면적은 6,468천ha, 총 축적은 약 26,000만 $m^3$ 로서, 벌채되는 량을 제외하고서도 매년 약 900만 $m^3$ 씩 증대되고 있다. 따라서 산림의 총탄소 고정량은 1991년말 현재 약 13,000만톤이며, 매년 약 450만톤씩 대기중의 탄소를 고정하고 있는 셈이다.

#### 4. 재료의 제조에너지와 탄산가스 방출량

집을 짓거나, 가구를 만들기 위하여는 반드시 재료가 필요하다. 이때 철을 사용하느냐, 목재를 사용하느냐 또는 플라스틱을 사용하느냐는 법적 규제와 사람의 선호도 이외에, 종래에는 주로 재료의 성능과 경비면에서 결정되어 왔다. 그러나 지금부터는 환경문제와 자원문제의 관점에서 이루어 지지 않으면 안될 것으로 여겨진다.

1990년 목구조에 관한 국제회의에서, 목제품을 비롯한 각종재료를 제조하는데 소요되는 에너지량에서 재료생산을 위하여 대기중에 방출되는 탄산가스량을 산출한 자료가 발표되었다. 이 논문의 개요를 소개함과 더불어 목재이용과 지구환경 보전의 상호관계에 대하여 생각해 보고자 한다.

일정량의 재료를 제조하는데 필요한 직

접에너지는 공장의 모터와 컴퓨터를 움직이는 전기에너지, 스팀과 온수를 얻는 보일러의 열원, 운반차량의 엔진을 움직이는 화석연료의 연소에너지 등을 합한 것이다. 노동력, 기계장치 등의 제조와 자본의 축적등에 요하는 간접에너지는 직접에너지의 2~4 배로 여겨지나, 여기서는 직접에너지만을 취급한다. 모든(직접) 에너지를 화석연료의 연소에 의한 에너지로 환산하여 MJ(메가줄) 단위로 표시한다. 즉 kwh 단위의 전력을 3.6을 곱하여 MJ단위로 고치고, 화력발전 열효율을 33%라 가정하여 화석연료의 연소 에너지량으로 환산하였다. 이때 수력발전, 원자력발전 등 화석연료를 사용하지 않는 발전방식도 있으나, 전부 화력발전으로 보고 계산하였다. 또 화력발전에도 여러방식이 있고, 에너지 효율도 일률적이지 못하나 통상의 33%를 적용하였다. 이러한 점은 문제로 남아있다. 보일러의 열효율도 65%로 일률적으로 적용하였다. 한편 목재공업에서는 공정상에서 발생되는 목재 폐재를 연소시켜 보일러 열원으로 하는 경우가 많으나, 원 논문에서 이 부분은 직접에너지로 가산하지 않고 있다.

화석연료의 연소에 의하여 에너지를 얻게 되면, 탄산가스가 대기중으로 방출된다. 소비에너지와 발생하는 탄산가스의 양적관계는 50MJ 에너지당 1kg의 탄소가 방출되는 것을 기준으로 작용하였다. 이 수치는 1984년의 자료로서, 1년간 전세계에서 소비되는 화석연료로 얻어지는 모든 에너지를 260,000PJ(페타줄)로 잡고, 여기에 52억톤의 탄소가 방출되었다는 자료를 사용, 환산하였다.

이상과 같이 가정하면 1 $m^3$ 의 제재목을 제조하는데 소요되는 에너지와 이 과정에서

대기중에 방출된 탄소량을 산출한 결과(표 3)과 같다. 이 표에서 전기에너지는 발전

(표 3) 製材木 1 m<sup>3</sup> 製造에 要求되는 에너지와 炭素放出量

工 程	에 너 지 (MJ)				炭素放出量 (kg)	
	오 일	電 氣	廢 材	합 計* <sup>1</sup>	* <sup>2</sup>	* <sup>3</sup>
伐木運材	300	-	-	300	6.0	6.0
剝 皮	-	40	(20)	120	2.4	3.2
製 材	-	110	-	330	6.6	66.
防腐處理	90	20	(500)	150	3.0	22.9
人工乾燥	340	100	(1,800)	640	12.8	84.5
天 然 乾 燥 材 (1 m <sup>3</sup> 當)				750	15.0	1.58
人 工 乾 燥 材 (1 m <sup>3</sup> 當)				1,390	27.8	100.3
人工乾燥防腐處理材 (1 m <sup>3</sup> 當)				1,540	30.8	123.2
天 然 乾 燥 材 (1 kg當)* <sup>4</sup>				1.5	0.030	0.032
人 工 乾 燥 材 (1 kg當)* <sup>4</sup>				2.8	0.056	0.201
人工乾燥防腐處理材 (1 kg當)* <sup>4</sup>				3.1	0.062	0.246

註\*<sup>1</sup>: 廢材燃焼 에너지 不包含.

\*<sup>2</sup>: 廢材燃焼에 의한 炭素放出量 不含.

\*<sup>3</sup>: 廢材燃焼에 의한 炭素放出量 包含. (廢材 含不率을 40%, 發熱量을 3,000kcal/kg 木材中の 炭素含有率을 50%로 再計算한 값)

\*<sup>4</sup>: 比重을 0.5로 算出.

효율을 고려, 3배하여 합계란에 포함시켰다. 또 앞서 기술한 바와 같이 폐재에너지는 합계 에너지에 포함시키지 않았다. 그러나 총에너지를 50MJ/kg로 나누어 탄소방출량을 산출하나, 이때 목재폐재의 연소에 의한 양을 고려하지 않은 것은 불공평하기 때문에 이 부분의 계산을 추가하였다. 계산조건은 표의註와 같다.

이 표에서 입목에서 천연건조재, 인공건조재로 가공하는데 필요한 에너지(화석연료의 연소에너지로 환산)는 제품 1kg당 각각 1.5 및 2.8MJ이며, 인공건조에 많은 에너지가 소요되는 것을 알 수 있다. 또 폐재를 연소시켜 다량의 에너지를 얻고 있음을 알 수 있다.

한편 가공과정 중에 방출되는 탄소량(실

제는 탄산가스로 배출)을 산출하는 데에는 폐재의 연소에 의하여도 탄산가스가 방출되는 것은 당연하기 때문에, 이 량을 가산하지 않으면 안된다. 계산결과를 보면 인공건조재는 탄소방출량이 천연건조재의 7배에 달한다. 실제로 폐재 보일러의 열효율은 중유보일러 보다 떨어지기 때문에 탄소방출량에서 보면 문제가 있을런지도 모른다.

(표 4)는 같은 방법으로 합판, 파티클보드 및 철, 알루미늄, 콘크리트 등에 대하여 계산한 결과이다. 제철(製鐵)에 필요로 하는 단위 에너지는 공정, 프렌트 제품의 종류에 따라 다르나, 여기서는 평균적인 공정이 건축구조재인 탄소강과 아연도금 철 판용을 기준으로 하여, 35MJ/kg으로 잡았

(표 4) 各種 材料製造에 所要되는 消費에너지와 炭素放出量

材 量	化石燃料에너지		製造時炭素放出量		製品中の炭素 貯藏量 kg / m <sup>3</sup>	土炭素量 kg / m <sup>3</sup>
	MJ / kg	MJ / m <sup>3</sup>	kg / t	kg / m <sup>3</sup>		
天然乾燥製材 (比重: 0.50)	1.5	750	30 (32)	15 (15)	250 * <sup>1</sup>	-235 -234
人工乾燥製材 (比重: 0.50)	2.8	1,390	56 (201)	28 (100)	250 * <sup>1</sup>	-222 -150
合 板 (比重: 0.55)	12	6,000	218 (283)	120 (156)	248 * <sup>2</sup>	-128 - 92
파티클보드 (比重: 0.65)	20	10,000	308 (345)	200 (224)	260 * <sup>3</sup>	- 60 - 36
鋼 材	35	266,000	700	5,320	0	5,320
알 루 미 늬	435	1,100,000	8,700	22,000	0	22,000
콘 크 리 트	2.0	4,800	50	120	0	120
종 이	26	18,000		360		

註1. ( )는 廢材燃焼에 의한 熱에너지 利用을 考慮할 境遇

2. (표 3)의 廢材로 부터 調達에너지를 天然乾燥材 20MJ, 人乾材 1,820MJ, 또 合板은 人工乾燥材의 1/2, 파티클보드는 1/3로 함.

3. \*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup>, \*<sup>3</sup>: 炭素含有率을 各各 50, 45, 40%로 함.

4. 土炭素量: 製造時에 放出되는 炭素量-製品中에 蓄積된 炭素量(木材의 生有時 大氣中에서 吸收固定한 炭素量)

다. 콘크리트는 주로 시멘트 제조에너지가 차지하며, 시멘트 제조시에 발생하는 탄산가스 발생량을 1톤당 100kg으로 잡아 에너지 수치에 가산하였다.

(표 4)의 각 재료의 제조에너지를 보면, 전력을 다량 소비하는 알루미늄이 단연 높고, 다음으로 철강, 종이의 순이나 파티클보드도 상당히 높으며, 콘크리트는 낮다. 제조시에 방출되는 탄소량에 대해서도 같은 경향을 보이고 있다. 따라서 지구 온난화를 방지하기 위하여는 알루미늄, 철의 사용을 극력 억제하고, 목재를 사용하여 대체하여야 한다는 것을 알 수 있다. 다만 콘크리트의 값이 비교적 적고, 파티클보드가 크다는 것에는 주의하지 않으면 안된다.

목재는 생육과정에서 대기중의 탄산가스를 흡수, 광합성하여 탄소를 고정하기 때문에, 목재가 고정하는 탄소량도 고려해 주어야 한다. 즉 목제품에 대하여는, 제품 중에 저장된 탄소량을 계산하여 표에 나타냈다(계산조건은 표의註 참조). 이 탄소는 대기중에서 흡수된 것이기 때문에 제조시에 방출되는 탄소량에서 제외시키는 것이 중요하다. 이 값을 이용하면 목제품과 알루미늄, 철, 콘크리트의 탄소방출량은 차이가 더욱 커진다. 따라서 목제품을 사용하는 것은 자원육성에서 재료가공까지의 모두가 대기중의 탄소를 경감하는 역할을 하기 때문에, 목재를 사용하면 지구온난화 방지에 크게 공헌한다는 것을 잘 알 수 있

“

**현재의 석유문명이 붕괴할  
위기에 처하게 되면 인식의 변  
화가 일어나서 목재는 경제원  
칙을 넘어서 그의 이용이 단계  
적으로 촉진될 것이다.**

”

다.

그러나 재료가 폐기될 때에는 목재중에 저장된 탄소가 대기중으로 다시 방출된다는 것을 생각하지 않으면 안된다. 이 점은 문제로 남아 있다. 그러나 목재제품은 그의 내부에 일시적이거나 탄소를 저장하는 기능은 대단히 큰 기능이라 여겨진다. 목재의 내구성을 증대시키고, 장기사용을 추진하는 것은 대단히 중요하다. 즉 목재의 내구성을 증대시키고 목제품을 장기간 사용하는 것은 탄소를 오랜 동안 저장하여 대기중으로 방출하지 않기 때문이다. 앞으로 어쩌면 탄소를 영구히 고정하는 기술이 개발될지도 모른다.

## 5. 목재이용 체계의 개선

최근 문제가 되고있는 지구온난화와 관계되는 탄산가스 발생에 대한 평가는 투입된 에너지를 각 재료를 얻기 위하여 화석연료를 연소시킬 때 발생하는 탄산가스량에 근거하고 있다. 투입된 에너지의 대소(大小)는 기본적으로는 탄산가스 방출량에 상당한다. 그러나 목질연료를 사용할 경우

에는 화석연료 보다도 열효율이 떨어지기 때문에 같은 에너지를 얻기 위하여는 탄산가스를 많이 발생하게 된다. 즉 목질연료는 화석연료의 대체가 가능하나, 탄산가스 발생을 기준으로 하면 불리한 입장에 있다. 따라서 목질 연료의 사용은 에너지 대체 뿐만 아니라, 발생하는 폐기물이 안정성과 폐기물 처리라는 유효이용 측면에서 평가할 필요가 있다. 예로서 주택에서 해체, 폐기되는 목재는 에너지면이나, 경제면에서는 불리한 것 같으나, 폐기물 처리면에서는 인정하지 않을 수 없다. 이와같이 지구환경 문제의 평가에는 에너지 투입에 따른 탄산가스 발생경감은 물론, 폐기물의 생태적인 평가를 동시에 고려하지 않으면 안된다. 그 대표적인 예가 원자력 에너지로서, 오일쇼크 직후 에너지 문제가 크게 야기되던 당시에는 매우 활발히 논의 되었으나, 폐기물 처리문제로 인하여 지금은 그 개념이 상당히 달라진 것이 사실이다.

또 하나는 자원의 축적, 재자원으로서의 평가로서, 목재자원에 대하여도 단계적 이용확대의 전개가 요구된다. 목재는 인간생활을 유지 개선시키는 산림에서 만들어지는 재생산 가능자원이라는 측면이 있으며, 또 목재는 사용후 폐기되더라도 다시 회수 이용이 가능한 즉 재자원화 가능자원이기 때문에, 이러한 특성을 널리 인식시켜, 자원의 회수 이용체계를 확립하여야 할 것이다. 이와 아울러 금후 목재를 이용할 때에는 단순히 가격이나, 물량이 충족되고, 효율성이라는 시장원리 뿐만 아니라, 임업지역의 활성화와 지역규모의 생태적 평가를 포함한 과학적인 이용협력도 폭넓게 전개되어야 할 것이다.

플라스틱업체나 알루미늄 건축재료 제조

업체, 제지업체, 자동차산업체 등에게 환경보전에 대한 노력을 촉구하는 여론이 늘어나고 있다. 이러한 여론의 요구에 대응하지 않으면 안되는 시대에 살고 있다. 이러한 업체들은 여론의 요구에 따라 여러가지 주장을 펴고 있다. 예로서 자원의 회수 이용연구에 상당한 실적을 올리고 있고, 엔진의 개량으로 유독가스 배출을 몇 %나 줄이고 있다고 주장하고 있다. 제지업체는 재생지를 들고 나오고 있다. 그러나 진정 중요한 것은 자원을 회수 재생이용(recycle)할 때, 어느 정도의 에너지를 사용하며, 이때 탄산가스 등의 방출량이, 자원을 회수 재생하지 않을 때 보다, 오히려 많아지는 것은 아닌가 하는 전체로서 현상을 파악하는 것으로 여겨진다. 이러한 관점이 결핍되어 있는 것이 사실이다. 어느 한 부분만, 자신에 유리한 부분만 언급하기때문에, 전체로서는 모순이 되어, 정확한 평가가 이루어 질 수 없는 것이다.

목재 이용에 대하여는, 목재를 벌채하는 것만을 단편적으로 들추어내고, 이것이 전체에 대한 절대적인 평가인 양 취급해 버린다. 목재이용의 흐름(life cycle) 전체, 즉 자원의 생산, 채취에서 재료전환, 이용, 해체, 폐기까지의 흐름을 환경보전의 관점에서 다시 평가하여, 동일한 기준을 석유, 철, 알루미늄 등 다른 재료의 이용체계에 적용시켜 비교해 보아야 한다.

지구 환경보전을 위하여는 목재를 사용하는 것이 유익하다. 그러나 이를 주장하기 위한 기초자료가 절대적으로 부족하다. 더욱이 우리의 환경에 맞는 독자적인 자료는 전무한 실정에 있다. 다시 말하면, 재료의 생산, 건축의 설계에서 냉난방에 이르기까지 얼마 만큼의 에너지가 필요하며, 생

활환경을 일정 수준으로 유지하기 위하여는 에너지 소비량이 어느정도나 되며, 보수나 증축을 할 경우와 그 후에 다시 해체하여 폐기할 경우는 어떻게 되는지, 처음부터 마지막 최종 단계까지의 전체 에너지, 탄산가스 방출량, 환경오염의 정도 등등 전반적인 평가를 하기 위하여는 자료의 수집·해석이 필요한 실정이다.

예로서, 알루미늄 샷시와 목재 샷시에 대하여는, 목재가 단열성이 좋고, 결로가 생기지 않는 우수한 성능을 지니고 있다는 것을 강조할 뿐 아니라, 제조 에너지가 극히 적고, 지구환경에 유익한 제품임을 주장하여, 역대체를 유도하도록 노력해야 할 것이다. 그러나 생산과 시공의 능률, 제조 경비면에서는 알루미늄이 유리하다. 지금까지는 이러한 기준으로 제품을 선택해 왔기 때문에 경쟁이 되지 않았던 것이 사실이다. 그러나 앞으로는 환경문제가 보다 엄격히 적용되어, 현재의 석유문명이 붕괴할 위기에 처하게 되면, 인식의 변화가 일어나게 되고, 목재는 경제원칙을 넘어서 그의 이용은 단계적으로 촉진될 것이다. 이러한 관점에서 목재의 역대체를 지금부터 착수하지 않으면 때가 늦을지도 모르며, 또 이러한 주장도 필요하다고 본다.

## 6. 이상적인 자원생산·이용 체계의 구축

목재는 철이나 석유 등과는 다른 생물자원이라는 특수한 자원이다. 앞서 언급한 바와 같이 목재이용은 나무를 상당량 벌채하기 때문에, 일반인이 볼 때는 나무벌채는 곧 산림파괴, 생태계 파괴와 직결된다고 여겨질 것이다. 이것은 부분적으로는 옳으나,

또 한편으로는 잘못된 생각이다. 이를 명확하게 밝혀 일반인의 인식을 바꾸어 놓아야 할것으로 여겨진다.

산림은 생물체이기 때문에 한 그루의 수목이 벌채되면 이의 공간으로 햇볕이 들어가 주위의 여러나무의 성장이 촉진된다고 하는 자기회복력을 지니고 있다. 그렇다면 어느정도를 얼마만큼 벌채하여야 하는가, 또 수종에 따른 차이는 없는지 등에 대하여 면밀한 조사연구를 하여 확고한 자료를 제시하여야 할 것이다.

수목은 빛과 수분과 탄산가스에 의하여 자신을 만들어 가기 때문에 탄소 고정능력은 성장량, 성장속도에 비례한다. 자연보호를 주장하는 사람은 산림은 사람의 손을 대지 않고 그대로 방치하여야 한다고 주장하고 있으나, 이러한 산림은 성장이 전혀 이루어 지지 않거나, 즉 성장량이 zero 이거나 마이너스에 지나지 않는다. 또 세간에는 일반적으로 천연림, 특히 천연활수림을 좋아하는 것 같으나, 이런 종류의 산림은 성장량이 침엽수 조림목에 비하여 극히 낮다. (표 5)에 나타난 바와 같이 침엽수 조림목의 성장량이 천연침엽수 보다 높고, 연간 ha당 성장량이 20톤에 달하는 것도 있다고 한다. 더욱이 이러한 산림은 탄산가스 고정에 대한 공헌도도 높아, 지구온난화 방지에 대단히 유익하다는 것을 알 수 있다. 이런 관점에서 보면 우리나라의 침엽수 인공조림에 의한 국토녹화·확대조림 정책은 극히 유익하다고 볼수 있다.

산림은 시시각각 성장하며, 이 성장한 부분만 이용하도록 하여야 한다. 이러한 방법은 은행에 예금한 원금은 그대로 둔채 이자만을 사용하는 것과 같다고 설명할수 있다. 이자를 어떻게하면 많게 할 수 있을까,

이자를 어떻게하면 유리하게 사용할 수 있을까, 이것이 임업과 임산기술 연구의 목표이다. 그러나 실제로는 경제가 우선이기 때문에 산림을 파괴하지 않는 목재이용 시스템을 구축하는 것은 대단히 어렵다. 산림이 주는 공익적 기능의 중요성과 목재이용의 큰 장점이 일반인에게 널리 이해가 되면 사회의 뒷받침을 얻을 수도 있을 것이다. 지금 중요한 것은 이를 위한 착실한 자료의 수집에 노력하는 것과, 이를 사회에 널리 알려 여론을 조성하여 임업의 중요성을 강조하는 것이다.

(표5) 山林의 年間 物質生産量(톤/ha)

天然林	極相林	0
	자작나무林	5.5~7.2
人工林	21年生 落葉松林	15.1
	나한백林	19.2
	메타세코이아林	16.2

## 7. 바이오매스 임업

이러한 상황에서 목재자원이 빈약한 우리의 현실로써는 바이오매스 임업을 도입하지 않을 수 없는 실정에 있다. 필자는 바이오매스 임업의 조성방법 그 자체에 대하여는 언급을 피하고자 하나, 여기서 이의 필요성을 강조하고 싶다.

산업혁명 이후 세계의 일차 에너지소비는 계속 증대하고 있다. 1860년 1억톤(원유로 환산)이면 충분하던 것이, 1989년에는 80억톤으로 약 90배로 증대되었고, 특히 2차 세계대전 후에는 급증하였다. 또 에너지 공급원은 석탄 중심에서 석유 중심으로 바뀌어졌고 오늘날에는 천연가스, 수력, 원자력 등으로 다양화 되었으나, 1989년 세계

산업에너지의 93%는 화석연료(석유 38.7%, 석탄 27.8%, 천연가스 21.3%)와 원자력(5.6%)으로 생산되었고, 수력발전은 6.6%에 지나지 않고 있다.

오일 쇼크 이후 세계각국은 화석자원의 대체를 위하여 바이오매스 조성수준의 속성수에 의한 단벌기림(벌기 20년이하)연구를 추진해오고 있다. 이러한 연구는 연평균 성장률을 15~20톤/ha으로 목표 삼고 있다. 세계각국에서 많은 수종이 선발 검토되고 있으나, 특히 브라질에서는 제철용 목탄과 펄프 용재생산을 위하여 단벌기 임업을 적극적으로 추진하고 있다. 브라질의 한 펄프회사는 7년 벌기의 연성장량 50~70 m<sup>3</sup>/ha이라는 성장이 경이적인 초단벌기림(超短伐期林)을 조성, 세계에서 가장 값싼 경비로 펄프를 생산하고 있다고 한다.

브라질은 연료용으로 특별 재배된 사탕수수를 원료로 105억ℓ (1986)의 에탄올을 제조하여 자동차 연료의 약 절반을 공급하고 있고, 미국은 27억ℓ의 에탄올을 옥수수 및 기타 곡물을 원료로 하여 생산하고 있다. 또 미국은 1983년 이후 45,000kw의 발전 용량을 지닌 목재원료의 발전소가 4개소 건설되었다. 이 발전소는 175,000호의 전기 공급능력을 지니고 있다고 하며, 캘리포니아주에서는 10,000~50,000kw의 목재화력 발전소 20여기가 가동중에 있고, 미국 전체로서는 150만kwh가 가동 중이거나 건설 중에 있다고 한다. 스웨덴은 국민투표로 원자력 발전의 전폐를 결정하고, 이의 1/4을 버드나무 초단벌기림으로 공급코저 노력 중에 있다.

목재는 건축자재, 가구, 펄프원료 등의 중요한 자원으로, 수요는 계속증대되고 있다. 2000년의 목재 수요량은 42억m<sup>3</sup>으로

추정되고 있다. 이것은 1985년의 32억m<sup>3</sup>보다 30% 증가된 수치이다. 세계의 산림은 이러한 목재 수요량을 보속적으로 공급할 수 있을까 하는 의문이 제기되고 있다.

개발도상 지역의 산림은 자국민의 신탄재 공급원으로서, 또 산업용재를 생산하여 외화획득에 기여하고 있어, 그 면적이 급속히 감소하고 있다. 인구의 급증에 따른 식량, 사료, 연료의 부족과 빈곤을 배경으로, 과도한 화전 이전경작, 과도한 방목, 신탄재의 과벌, 산림의 농지 전환, 인위적인 산림화재, 부적절한 상업벌채 등이 열대림의 소실·열화의 원인이 되고 있다.

한편 선진지역은 토지의 적절한 이용과 산림의 보전관리에 관한 제도가 정비되어 있어 산림면적의 감소는 나타나지 않고 있다. 그러나 각국의 연간 벌채량이 성장량과 거의 같은 수준에 있는 경우가 많고, 또 미국과 캐나다의 태평양 연안 지역은 고령의 천연생 침엽수림의 축적이 감소하고 있고, 유럽의 많은 지역에서는 산성우에 의한 수목 피해가 발생하여, 산림자원의 지속적 이용이 어렵게 되어 가고 있다. 또 미국의 태평양 연안 북서부에서는 야생동물의 서식 환경을 위하여 벌채량의 감소를 실시하고 있어, 이와같이 산림이용과 환경보호에 관련된 어려운 문제가 세계 각지에서 제기되고 있다. 세계적으로, 목재자원으로서 산림의 이용은 한계에 도달한 것으로 여겨진다. 증대되는 수요를 충족시키기 위하여서도, 또 대기중의 탄산가스 증대를 억제하여 지구환경을 보전하기 위하여도, 바이오매스 임업의 필요성을 강조하지 않을 수 없으며, 아울러 적극적 산림의 조성관리 도입하지 않을 수 없을 것이다.

## 8. 맺는말

이상 목재이용과 지구환경보전의 관계를 정리 고찰한 바와 같이, 산림의 파괴를 유발시키지 않는 조건하에서, 목재이용의 단계를 발전시켜 나가는 것만이 지구환경의 유지·보전이 가능하리라 여겨진다. 또 목재공업은 다른 어떤 산업 보다도 지구환경보전에 우호적인 산업으로서, 앞으로 국민소득 수준향상에 따른 생활의 수준과 질을 유지·향상시키는데 필수적인 산업임을 명확히 인식하여야 할 것이다. 따라서 자원의 생산과 이용 체계를 지구환경 보전적 관점에서 재정비하여야 하며, 또 이러한 체계 정비는 대단히 어려운 일이나, 모든 지혜를 모아 반드시 우리가 실천하여야 할 과제이다.

이러한 상황하에서 앞으로의 목재이용연구는 지금까지의 수준 보다도 좀더 기초적이고도 깊이있는 수준, 즉 지금까지는 화합물수준에 지나지 않았던, 목재의 물리·화학적 특성을 앞으로는 분자 수준까지 검토하여야 할 것이다. 목재는 지금까지 주로 이용되어 온 건축, 토목, 가구, 악기 등

뿐만 아니라, 앞으로는 화학가공기술, 기능재료화 이용, 성분의 완전이용, 성능개발과 내구성 증대 및 탄화물(목재 탄화)의 새로운 이용법 등의 신 기술분야가 더욱 요구될 것이며, 이러한 기술 요구도는 지극히 다양화해 질 것이다. 더욱이 석유계 자원의 사용억제가 현실로 다가올 경우, 오늘날 생산 이용되고 있는 많은 재료를 목재 또는 목질재료가 이를 대체시켜야 할 크나큰 운명에 놓여지게 될지도 모른다.

이러한 기초적인 많은 기술의 개발은, 보다 과감한 투자는 물론, 기술개발 연구체계의 정비와 전문화 및 연구 집단의 총체적인 의지가 없으면 절대로 실현 불가능하다. 더욱이 국제간의 협약에 따른 지구환경 문제가 강화되면 될수록, 선진각국은 자체의 목재이용 기술을 보호하게 되고, 개발된 신기술에 대한 정보 유출을 억제할 것은 자명한 사실로 여겨지기 때문에, 선진국과 개도국간의 기술 종속화는 보다 심화될 것으로 예상된다. 따라서 정부 뿐만 아니라 민간기업에서도, 이점을 깊이 인식하여, 앞으로 보다 과감한 연구개발 투자가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

우리협회는 쓰레기 줄이기 운동에  
적극앞장 서고 있습니다.  
회원 여러분들의 적극적인 참여  
있으시기 바랍니다.