

환경보호와 목재의 이용*1

張祥植*2

Environmental Conservation and Wood Utilization*1

Sang-Sik Jang*2

ABSTRACT

Environmental conservation has become one of the greatest concerns of all the people in the world. This issue is related to wood utilization in two major view points such as carbon dioxide emitted by the use of manufacturing energy and absorbed during the growth of trees. Wood construction materials require less manufacturing energy, which, in turn, means less carbon dioxide emission. In addition, wood keeps absorbed carbon in itself as far as it is not burnt. Therefore, wood is environmentally superior to other materials in terms of potential effects on atmospheric carbon dioxide.

As examples of the environmental effect of wood utilization, the following two results were obtained: 1) If wood construction becomes popular in Korea as in Japan, more than 24% of carbon dioxide emission during construction of residential housings can be reduced; and 2) If aluminum windows are substituted by wood windows, more than 19% of carbon dioxide emission can be reduced. If the principle of "cut and plant" is kept well, wood is the best construction material for environmental protection as well as human residence.

Keywords : Environmental conservation, wood construction, CO₂ emission, CO₂ storage, manufacturing energy, materials

1. 서 론

18세기의 산업혁명 이후에 세계의 과학문명은 급속도로 발달되었으나 이러한 급속한 산업화 및 공업화로 인하여 현재는 환경과피에 의한 인류생존의 위협이라는 문제에 직면하게 되었다. 환경문제에는 여러 가지 요인들이 있으나 그 중에서 가장 심각한 문제 중의 하나가 대기권내의 CO₂가스 증가로 인한 온실효과 즉 지구온난화라고 할 수 있다. 문명사회에서 모든 인간의 활동에는 반드시

에너지의 사용이 수반되어야 하며 에너지의 대부분은 화석계 연료인 석유와 석탄의 연소로부터 얻어지므로 그 결과로 CO₂가스가 발생하게 된다. 그러므로 CO₂가스의 발생량과 인류의 활동 사이에는 정비례의 상관관계가 있다고 할 수 있다.

하와이의 Mauna Loa 기상관측소에서 관측한 자료(Zerbe, 1992)에 따르면 1984년의 대기권의 CO₂ 농도는 1959년보다 약 10% 정도 증가되었으며 대기권의 온도는 1900년에 비하여 1990년에 약 0.5도 증가된 것으로 나타났다. 2010년에는 전 세

*1 接受 1994年 7月 4日 Received July 4, 1994

*2 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

계의 CO₂ 가스 발생량이 현재보다 약 50% 증가 될 것으로 예상(1994년 4월 13일자 중앙일보)되며 따라서 대기권의 온실효과는 갈수록 더욱 심각해질 전망이다.

공기중의 이산화탄소를 제거할 수 있는 기능은 지구상에서 녹색식물만이 유일하게 가지고 있다. 녹색식물은 공기중에서 흡수한 이산화탄소와 땅속에서 흡수한 수분을 이용한 탄소동화작용을 통하여 식물의 생장에 필요한 양분을 합성하고 그 부산물로 산소를 방출한다. 이러한 녹색식물의 탄소고정 및 산소방출에 의한 공기정화작용으로 인하여 환경보호가 곧 자연보전이라는 개념이 자리잡게 되었다.

이러한 자연보전의 개념은 다시 산림보호로 변환되어 목재 이용산업에 대하여 여러가지 비난과 규제가 이루어지고 있는 것이 오늘날의 현실이다. 그러나 자연보호가 곧 산림보호를 의미하는 것인지 그리고 목재의 이용이 바로 환경의 파괴를 의미하는 것인지 다시 한번 생각해 보아야 할 문제이다.

지구상에는 나무, 석유, 석탄 그리고 각종 광물 자원 등과 같은 천연자원들이 존재한다. 그들은 대부분 사용가능량이 유한하며 현재 존재하는 양을 모두 소비하면 다시 새로운 것을 얻을 수 없거나 또는 재생산에 아주 오랜 시간이 소요되는 것들이다. 그러나 나무만은 짧은 기간내에 대량으로 재생산이 가능하기 때문에 올바른 관리체제만 확립된다면 지구상에서 인간이 영구적으로 활용할 수 있는 유일한 자원이라고 할 수 있다. 그러므로 나무를 얼마나 효율적으로 사용하는가에 따라서 인류의 미래가 결정된다고 하여도 과언이 아닐 것이다.

본 논문에서는 목재의 이용이 환경보호의 측면에서 과연 해로운 것인지 세계 각국의 연구결과를 고찰하고 이를 우리나라의 경우에 적용하여 살펴보고자 한다.

2. 목재자원에 대한 수요

세계인구는 1900년에 16억이었으나, 1950년에는 25억, 그리고 1990년에는 53억으로 급속하게 증가되었다(McNutt, et al., 1992). 현재의 인구증가율은 전 세계적으로 약 1.7%로 추산되며 이는 연간 약 9,000만~9,500만명의 인구증가를 의미한다. 이러한 추세로 나아간다면 세계인구는 2050년경에 95억~100억에 달하게 될 것이다(Haub, et al., 1990). 이렇게 급속한 인구증가는 생활에 필요한 원자재의 수요증가를 초래하였고 목재의 수요도

꾸준히 증가되어 왔다. 이에 따라 목재의 벌채량도 증가되어 세계식량농업기구의 통계(FAO, 1991)에 따르면 세계의 벌채량은 지난 40년동안 매년 2.3%씩 증가되어 왔다. 1989년에 세계의 원목벌채량은 35억m³이었으며 2010년에는 51억m³로 증가될 전망이다.

이러한 원목벌채의 50% 이상이 용재생산의 목적보다는 식량증산 또는 개간 및 개발의 목적으로 이루어지고 있으며 그 대부분이 열대림지역에서 발생하고 있다(Schlobach, 1993). 전세계적으로 용재에 대한 수요는 1990년에 약 18억m³로서 2005년에는 약 20억m³가 될 것으로 예상된다. 현재의 산림축적에 대한 나무의 자연적인 연간성장량은 약 32억m³로 추산되므로 상기의 용재에 대한 수요는 나무의 자연성장량에도 못미치는 양이다. 그러므로 이론적으로는 세계의 임목축적이 매년 증가되어야 하며 실제로 산림관리가 제대로 이루어지고 있는 북미 및 유럽국가들에서는 임목축적이 매년 조금씩 증가되고 있다(McNutt, et al., 1992).

또 다른 문제는 현재 벌채되고 있는 목재의 절반 정도가 연료용으로 사용되고 있다는 사실이다(McNutt, et al., 1992). 환경의 측면에서 볼 때 목재의 용도중에서 가장 나쁜 것이 태우는 것이다. 목재가 공기중에서 연소되면 목재내에 저장되어 있던 탄소성분이 공기중의 산소와 결합하여 이산화탄소 가스가 발생된다. 즉 성장과정에서 흡수하였던 이산화탄소를 다시 공기중에 방출하게 된다. 현재 열대림에서 벌채되고 있는 목재중의 상당부분이 연료로 사용됨으로서 해당지역의 이산화탄소 발생량을 20% 정도 증가시키는 요인이 되고 있다(Bethel and Schreuder, 1992).

3. 목재자원의 환경보호 효과

3. 1 나무의 탄소동화작용

목재는 성장하는 과정에서 탄소동화작용을 통하여 공기중의 이산화탄소를 흡수하여 목재내에 고정시킨다. 나무의 주요 구성성분으로는 탄소(C), 수소(H) 및 산소(O)를 들 수 있으며 이 성분들중에서 탄소성분이 목질부의 약 50%를 차지하고 있다. 나무내의 탄소성분은 공기중의 이산화탄소를 흡수 고정하여 생성된다. 탄수화물 1kg을 생산하기 위하여는 이산화탄소 약 1.6kg을 흡수하여야 하며 그 결과로 약 1.2kg의 산소가 발생된다.

이러한 나무의 탄소고정 능력은 나무의 일생을 통하여 일정한 것은 아니며 나무의 성장활동의 양

성한 정도에 따라서 변하게 된다. 나무의 성장활동이 활발한 시기에는 성장에 필요한 에너지와 양분을 광합성을 통하여 공급받으며 그 결과로 공기중의 이산화탄소를 다량 흡수하게 된다. 반대로 생장이 둔화되는 시기에는 이산화탄소 흡수능력이 함께 저하된다. 수종마다 차이는 있으나 대개 초기에는 생장이 왕성하고 어느 정도 수령이 증가함에 따라 생장이 둔화된다(다니엘, 1987). 나무는 생장이 점차 둔화되다가 오랜 시간이 지나면 생장이 정지되고 결국은 고사하게 된다. 생장이 둔화 또는 정지되는 시기는 수종과 지역에 따라서 차이가 있으나 이는 이산화탄소 흡수능력의 저하 또는 상실을 의미한다.

3. 2 재료의 제조에너지 및 이산화탄소 방출량

인류의 생활에는 여러가지 재료들이 사용되어야 하며 만약 한가지 재료가 사용될 수 없다면 이를 대체할 수 있는 다른 재료가 사용되어야 한다. 환경보호를 위하여 목재의 사용을 금지한다면 목재를 대체할 수 있는 다른 재료가 사용되어야 한다. 건축재료로서 목재를 대체할 수 있는 것으로는 콘크리트, 석재, 철 및 알루미늄 등을 들 수 있다. 건축분야에서 목재의 사용을 억제하기 전에 먼저 이들 대체재료의 사용이 환경보호를 위하여 이로울지 생각해 보아야 할 것이다.

일본의 경우(Arima, 1993)(Sakai and Urushizaki, 1992)에는 각종 건축재료에 대하여 표 1과 같은 제조에너지 소요량 및 이산화탄소 방출량을 제시하고 있다. 표 1에서 보면 같은 부피의 재료를

Table 1. Manufacturing energy and carbon emission of various materials.

Material	Energy requirement		Carbon emission		Carbon storage	Net carbon
	MJ/kg	MJ/m ³	kg/t	kg/m ³		
Air-dried lumber	1.5	750	30	15	250	235
Kiln-dried lumber	2.8	1,390	56	28	250	222
Plywood	12	6,000	240	120	248	128
Particle-board	15	10,000	308	200	260	60
Hardboard	24	16,000	478	320	270	-50
Steel	35	266,000	700	5,320	0	-5,320
Concrete	2	4,800	50	120	0	-120
Aluminum	435	1,100,000	8,700	22,000	0	-22,000

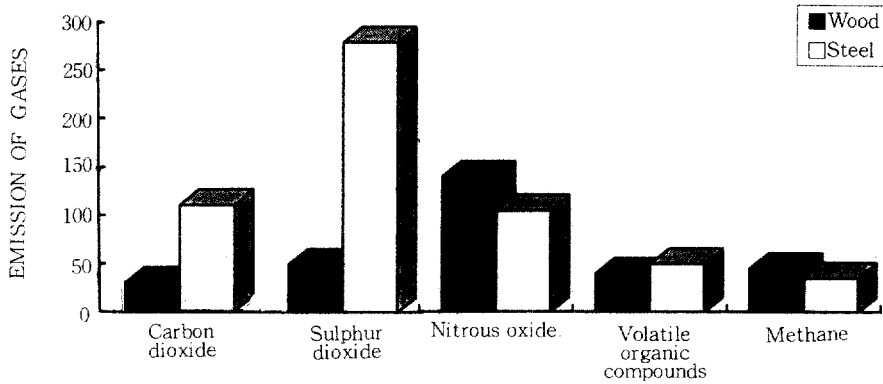
생산할 경우에 콘크리트, 철 및 알루미늄의 생산에는 인공건조 목재에 비하여 약 3.5배, 190배 및 790배의 에너지가 더 소모되며 이산화탄소 방출량도 이에 비례하여 증가됨을 알 수 있다.

표 2는 일본(Arima, 1993)에서 계산된 각종 건축방법에 따른 이산화탄소 방출량의 차이를 나타낸다. 목재에는 재료 자체내에 저장된 탄소의 양이 많기 때문에 탄소의 수급측면에서 본다면 공기중의 이산화탄소양을 감소시키는 효과(음의 부호)를 나타낸다. 일본에서는 현재 연간 약 150만호의 주거용 주택이 건축되고 있으며 이 중에서 약 40%정도가 목조로 건축되고 있다. 건축시 발생하는 CO₂ 형태의 탄소량은 건축면적 1m²당 목조주택에서는 약 70kg 그리고 콘크리트주택에서는 약 120kg이 발생하는 것으로 조사되었다.

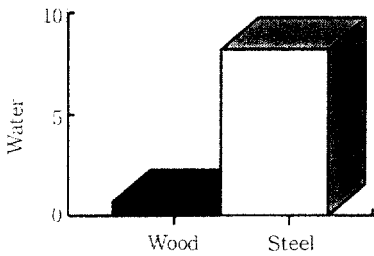
1980년대말에 미국의 북서부 태평양 연안지역에서는 천연기념물인 점박이 올빼미를 보호한다는 명목으로 환경보호론자들의 주장에 따라서 산림의 벌채를 엄격히 제한하였다. 그 결과 그 지역의 야생동물은 보호할 수 있었는지 모르지만 건축용 재료인 목재가 생산되지 않음에 따라 대체 건축재료를 사용하게 되었다. 벌채 규제조치에 따라서 매년 약 10억 보드피트(board feet)의 목재생산이 감소되었으며 이만한 양의 목재를 대체할 수 있는 건축재료의 생산을 위한 에너지를 얻기 위하여 매년 약 7억 2천만 갤런의 석유가 더 소비되었고 이로 인하여 약 750만톤의 탄소에 해당하는 이산화탄소가 매년 추가적으로 발생되고 있다(Koch, 1992). 또한 미국 북서부지역의 벌채감소를 충당하기 위하여 다른 지역에서 보다 많은 벌채가 이루어지면 그 지역의 생태계 파괴가 초래되고 소련 등과 같이 멀리 떨어진 지역으로 부터 목재를 운송하게 되면 운송에 따르는 에너지의 소비로 인하여 이산화탄소의 발생이 증가될 것이다(Garcia and Moffett,

Table 2. Carbon emission for various types of constructions.

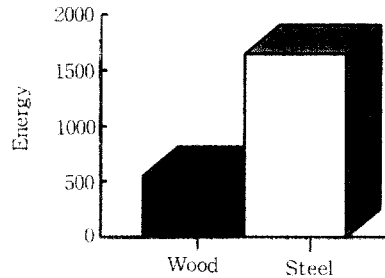
Construction type	Carbon emission	Carbon storage	Net carbon emission
Wood frame	74	76	-2
Reinforced concrete	154	21	133
Steel reinforced concrete	163	15	148
Steel frame	103	10	93
Average building	111	36	75



a) Emission of various gases
(Units of Y axis: kg/m² for carbon dioxide and g/m² for others)



b) Water consumption (unit: m³/m²)



c) Net energy requirement (Unit: MJ/m²)

Fig. 1. Comparison between wood and steel frame construction.

1992).

캐나다에서는 FORINTEK Canada Corp.의 건물을 목조로 건축하면서 그 건물의 건축을 철골조로 하였을 경우에 대하여 오염물질의 배출정도를 비교분석하였으며 그 결과는 그림 1과 같다 (Steida, 1992). 그림 1을 보면 목조의 경우가 철골조에 비하여 에너지 소비량, 이산화탄소 방출량, 물의 사용량 그리고 기타 오염물질의 배출 측면에서 수배에서 수십배 유리함을 알 수 있다.

뉴질랜드에서는 94m²의 건물을 콘크리트, 콘크리트와 목재의 혼합구조 그리고 목조로 건축한 경우에 대하여 표 3과 같은 연구결과를 발표하였다 (Buchanan, 1993). 표 3에서 보면 콘크리트 구조가 목조에 비하여 약 10배의 이산화탄소를 더 방출함을 알 수 있다. 뉴질랜드에서는 이러한 목조주택의 장점을 최대한 이용하기 위하여 앞으로 호텔,

모텔 및 호스텔의 50%, 단층 상업용 건물의 50%, 상업용 및 교육용 건물의 10% 그리고 주거용 건물의 50%를 경골목조 또는 집성재구조로 건축함으로써 연간 에너지 소비량을 17% 줄이고 이산화탄소의 방출량을 30% 경감시키고자 하는 계획을 세워놓고 있다.

미국서부임산불협회(WWPA, 1993)에서는 환경보호의 측면에서 다른 재료에 비하여 목질재료가 우수함을 입증하기 위하여 순환주기분석법(Life-Cycle Assessment(LCA))을 이용한 분석을 실시중에 있다. LCA에 의하면 목재는 다음의 6가지 측면에서 환경보호를 위하여 유리한 점을 지니고 있다: 1) 목재는 재생산이 가능한 천연자원이다; 2) 나무는 성장중에 이산화탄소를 흡수한다; 3) 목재의 가공에는 최소한의 에너지만이 소모된다; 4) 목재의 가공폐재는 목질재료, 종이 또는 연

Table 3. Effect of construction method on energy requirement and carbon emission for a 94m² house.

Type* ¹	Energy requirement(GJ)	Carbon emission(t)	Space heating requirement		Total after 25 years	
			Annual(GJ /Yr)	25 years(GJ)	Energy(GJ)	CO ² emission(t)
W	218	0.9	1.9	47	297	2.5
W+C	372	6.3	5.4	135	507	8.8
C+S	520	9.6	32.5	812	1316	25.0

*1 W=Wood construction; W+C=Wood and concrete composite structure; and C+S=Concrete and steel composite structure.

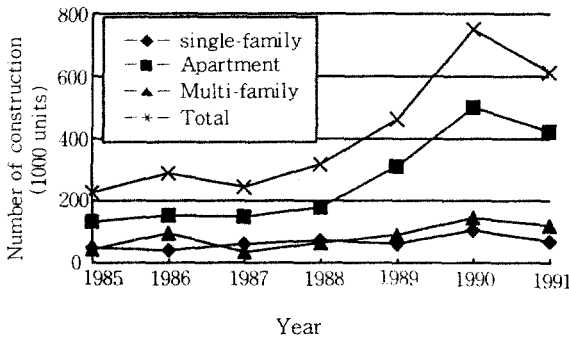


Fig. 2. Number of construction in Korea.

료용 원료로 사용된다; 5) 목재는 재활용이 쉽다; 그리고 6) 목재는 인체에 전혀 무해하며 자연상태에서 생분해된다. WWPA의 1976년 자료에 의하면 셋기둥 재료로서 목재 대신 다른 재료를 사용하는 경우에 목재가공시에 소모되는 에너지보다 철은 9배, 알루미늄은 5배 그리고 콘크리트는 3배의 에너지가 더 소모되며 바닥구조의 경우에는 목조보다 콘크리트 슬라브 구조가 21배의 에너지를 더 소모한다. WWPA에서는 이 자료를 현재의 상황에 맞도록 보충하기 위하여 각 재료들에 대한 비교 분석을 실시중에 있다.

3. 3 우리나라의 경우

우리나라의 연간 주택건축 현황은 그림 2와 같다(주택은행, 1992). 그림 2에서 보면 우리나라의 주택건축 호수가 급격히 증가되고 있으며 이는 주로 아파트와 연립등의 다가구주택 건축에 의한 것임을 알 수 있다.

일본의 경우에 목조주택에서는 일반적으로 건평 1m² 당 0.2m³의 목재가 사용되고 있으며 비목조(콘크리트)주택에서는 건평 1m²당 0.04m³의 목재가 사용되고 있다(Arima, 1993). 우리나라에서는

Table 4. Carbon emission and storage for constructions in Korea in 1991.

Construction type	Annual construction (10 ³ units)	Carbon emission (10 ⁴ t)	Carbon storage (10 ⁴ t)
Single-family housing	69	82.8	3.5
Multi-family housing	544	652.8	10.9
Total	613	735.6	14.4

거의 모든 주택이 비목조(콘크리트 또는 세멘트)로 건축되고 있으며 비목조에서 사용되고 있는 목재도 실내의 문과 문틀에 국한되어 있기 때문에 아파트의 경우에는 건평 1m²당 약 0.01m³의 목재가 사용되고 있는 것으로 추정된다. 단독주택에서는 아파트보다 많은 양의 목재가 사용되며 건평 1m²당 약 0.02m³의 목재가 사용되고 있는 것으로 추정된다. 그러므로 우리나라 주택의 평균 면적을 아파트는 약 80m²(24.7평) 그리고 단독주택은 약 100m²(30.9평)로 가정한다면 1991년에 건축된 주택중에서 단독주택에는 138,000m³ 그리고 다가구주택에는 435,200m³의 목재가 사용되었다.

건축시의 이산화탄소 발생량을 일본의 경우와 같이 가정한다면 1991년 1년동안 주택건축에 의하여 발생된 이산화탄소 형태의 탄소발생량 및 주택내의 탄소저장량은 표 4와 같다. 표 4에서 보면 1991년에 우리나라의 주택건축에 의하여 발생된 이산화탄소의 양이 저장된 탄소양보다 50배 이상 많음을 알 수 있다. 일본의 경우에 연간 150만호의 주택건축에 의한 탄소발생량이 탄소저장량의 3배에 불과하는 사실과 비교해 볼 때 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

1991년 현재 우리나라의 총 주택호수는 약 500만 호로서 그 중에서 30%를 단독주택 그리고 70%를

다가구주택으로 가정한다면 전체 주택의 목재 건축자재내에 저장된 탄소의 양은 약 145만톤으로서 우리나라 임목축적(26,000만 m^3)의 약 5%에 해당하는 양이다. 일본의 경우(Arima, 1993)에는 1985년에 총 3,800만호의 주택이 존재하며 그 주택내에 저장된 탄소의 양이 14,900만톤으로서 일본 전체 인공조림축적의 약 48% 그리고 총산림축적의 약 22%에 달하였다.

일본에서는 매년 150만호의 주택건설을 통하여 주택내에 360만톤의 탄소를 저장하고 있으며 건축자재 생산을 위하여 목재를 벌채한 지역에는 새로이 나무를 심고 관리함으로써 다시 360만톤의 탄소를 흡수할 수 있는 능력을 창출하고 있다. 이에 비하여 우리나라는 매년 약 50만호의 주택건설에 15만톤의 탄소를 저장하고 있는 실정이다. 이러한 차이가 매년 누적되어 현재의 탄소저장량 및 발생량에서의 차이를 나타내고 있으며 이러한 추세로 나아간다면 그 차이는 점점 더 크게 벌어질 것이다.

1991년도 우리나라의 주택건축 현황에서 주택의 건축형태가 일본과 같이 단독주택의 70% 그리고 다가구주택의 30%가 목조로 건축되었다고 가정한다면 탄소저장량 및 발생량은 표 5와 같이 나타날 것이다. 표 4와 5를 비교해보면 단순히 목조주택을 일반화시키고 주택내의 목재사용량을 늘림으로서 연간 주택건축으로 인한 이산화탄소의 발생량을 82만톤 줄이고 주택내의 탄소저장량을 93만톤 늘일 수 있음을 알 수 있다. 이는 이산화탄소 발생량의 측면에서 볼 때 현재 주택건축으로 인한 연간 이산화탄소 발생량의 약 24%에 해당하는 175만톤을 줄일 수 있음을 의미한다. 목조주택의 건축이 일반화된다면 단독주택의 건축이 늘게되고 따라서 목조주택의 양이 표 5보다 높은 비율을 나타내게 되며 이산화탄소의 발생량도 더욱 크게 감소될 것

Table 5. Carbon emission and storage in case of assuming generalized wood construction in Korea.

Type of construction		Annual construction (10 ³ units)	Carbon emission (10 ⁴ t)	Carbon storage (10 ⁴ t)
Single-family housing	Wood	5.52	38.6	27.6
	Non-wood	1.38	16.6	1.4
Multi-family housing	Wood	10.88	76.2	43.5
	Non-wood	45.52	522.2	34.8
Total		61.3	653.6	107.3

이다.

우리나라의 건축에서 목재의 사용량이 줄어들고 있는 것은 창틀의 경우를 보면 뚜렷이 알 수 있다. 현재 거의 대부분의 주거 및 상업용 건물에서 외부로 노출되는 창 및 창틀은 알루미늄으로 대체되어 알루미늄창호의 생산량이 그림 3과 같이 급격한 증가를 보이고 있다(통계청, 1991). 알루미늄창호를 생산하기 위하여는 목재창호의 경우보다 많은 에너지를 사용하여야 하며 그 결과 창호무게 1kg 당 8.9kg의 탄소에 해당하는 이산화탄소를 더 방출하게 된다(Arima, 1993). 1991년 한해동안 생산된 알루미늄창호의 양이 15만 4천톤이므로 목재창호를 사용한 경우보다 약 137만톤의 탄소에 해당하는 이산화탄소를 더 방출하여 대기오염을 가중시켰음을 알 수 있다. 창호 한가지 품목에서 줄일 수 있는 이산화탄소의 양이 전체 주택에서 발생하는 이산화탄소 양의 약 19%에 해당한다는 사실은 건축에서 목재사용의 중요성을 나타내주는 좋은 예라고 할 수 있다.

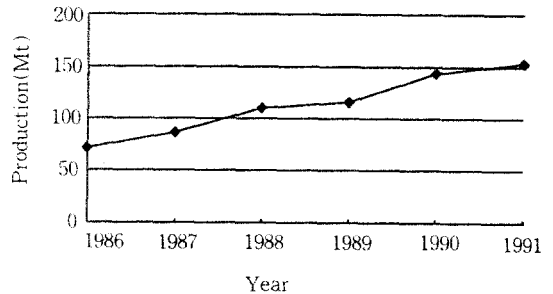


Fig. 3. Production of aluminum windows in Korea.

4. 결 론

앞으로 지구상에서는 인구증가와 저개발국가의 산업화에 따른 에너지소비의 증가로 의하여 이산화탄소의 발생량이 급속히 증가할 것으로 예상된다. 2010년 경에는 중국의 산업화에 의한 오염의 영향으로 우리나라가 세계에서 최악의 산성비지역이 될 것이라는 예상도 나오고 있다. 무분별한 이산화탄소의 방출은 결국 지구온난화를 초래하여 누구도 예측할 수 없는 대재앙을 가져오게 될 것이다. 그러므로 환경보호의 책임은 우리 모두가 져야 하며 그 결과는 지구상의 모든 인류에게 영향을 주

게 될 것이다.

목재 건축자재의 생산에는 기타의 건축재료들에 비하여 적은 에너지가 소비되며 그 내부에는 생장 기간 동안 흡수된 이산화탄소가 탄소의 상태로 저장되어 있다. 그러므로 목재는 모든 건축재료들중에서 환경보호를 위한 최적의 재료라고 할 수 있다. 또한 산림내의 나무들은 그 생장기간이 경과되면 공기중의 이산화탄소 흡수능력이 저하되거나 상실되며 그 동안 고정된 탄소의 저장역할만을 가지게 된다. 이러한 저장의 역할은 산림내에서만뿐만 아니라 도시내의 건축물의 구성요소로서도 수행할 수 있으며 이와 같은 경우에 산림내의 빈 공간에는 다시 나무를 심음으로서 새로운 이산화탄소의 흡수능력을 창출할 수 있게 된다.

산림보호를 소극적인 환경보호라고 한다면 탄소의 저장고를 도시중에 옮겨놓고 산림에는 다시 새로운 이산화탄소의 흡수능력을 창출하는 방법은 적극적인 환경보호라고 할 수 있다. 지구의 환경오염은 이미 심각한 상태까지 진행되었으며 소극적인 자세의 환경보호로는 현상을 유지할수도 없는 실정이다. 그러므로 "베면 심는다"는 원칙만 지켜진다면 목재의 사용을 통하여 제조시 이산화탄소 방출량을 줄이고 산림에는 다시 이산화탄소를 흡수할 수 있는 능력을 심어서 환경보호를 위한 일석이조의 효과를 거두는 적극적인 자세로의 전환이 필요한 시점이다.

목재산업은 21세기의 환경이 강조되는 시대를 맞이하여 사양산업이 아니고 환경보호를 위한 최적의 산업으로서 새로운 도약의 기회를 맞이하고 있다. 지구상에서 유일하게 재생산이 가능한 자원을 다루는 목재산업은 또 다른 의미에서 국가의 장래를 책임지고 있다고 할수도 있을 것이다. 환경산업 그리고 국가의 기간산업으로서 21세기를 대비하여 우리 생활 주변에서 보다 광범위하게 목재의 사용을 확대할 수 있는 방안과 목재폐계의 양을 최소화할 수 있는 방안 그리고 사용된 목재가 폐기될 때까지 수명을 연장하고 재활용할 수 있는 방안 등에 대한 연구노력이 더욱 필요한 시점이다.

참고문헌

1. 시어도 W. 다니엘. 1987. 조림학원론. 대한교과서주식회사:72~153
2. 주택은행. 1992. 주택경제통계요람:342~349
3. 통계청. 1991. 산업생산연보
4. Arima, T. 1993. Carbon dioxide emission

and carbon storage for building materials and construction in Japan. *Wood Design* 4 (2):9~12

5. Bethel, J. S. and G. F. Schreuder. 1992. Environmental implications of material supply. Proceedings of an International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:112~117
6. Bowyer, J. 1992. Alternatives to forest harvest and wood use:the environmental impacts are substantial. Proceedings of an International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:270~274
7. Buchanan, A. H. 1993. Concrete, steel or timber: An environmental choice. *Wood Design* 4(2):5~8
8. FAO. 1991. Yearbook of Forest Products 1978~1989. Rome, Italy
9. Forest Products Society. 1993. A global Challenge:Balancing the world's raw materials and environmental needs. Madison, WI, USA
10. Garcia, J. P. and J. Moffett. 1992. Environmental linkages with global forest products trade. Proceedings of an International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:244~246
11. Haub, C., M. M. Kent, and M. Yanagishita. 1990. World population data sheet. Population Reference Bureau, Washington, D. C., USA
12. McNutt, J. A., R. Haggblom, and K. Ramo. 1992. The global fiber resource picture. Proceedings of an International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:39~53
13. Koch, P. 1992. Wood versus nonwood materials in U. S. residential construction

- :Some energy-related global implications. *Forest Prod. J.* 42(5):31~42.
14. Sakai, K. and N. Urushizaki, 1992. Analysis of resources consumption and estimation of environmental load by construction activities. *J. Center for Environmental Information Sci.* 21(2):130~135.
 15. Schlobach, H. P. 1993. How to save the tropical forests:Improving living standards. *Design Solutions* 13(3):50~51
 16. Steida, C. 1992. Environmental impact of using wood as a construction material. Proceedings of International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:225
 17. Western Wood Products Association. 1993. Life-cycle assessment and building materials. *Wood Design* 4(2):12~13
 18. Zerbe, J. J. 1992. Wood as a material for conservation of energy. Proceedings of an International Conference on Wood Product Demand and the Environment. Forest Products Society. November 13~15, 1991. Vancouver, B. C., Canada:223~224