

우리나라 주택분야 내 목제품의 탄소저장량 추정

최수임^{1*} · 주린원²

¹순천대학교 생명산업과학대학 산림자원학과, ²국립산림과학원 기후변화연구센터

An Estimation of Carbon Stocks in Harvested Wood Products in Korean Houses

Soo Im Choi^{1*} and Rin Won Joo²

¹Department of Forest Resources, College of Life Science and Natural Resources, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

²Department of Forest & Climate Change, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요 약: 목재는 연소나 분해되기 전까지 산림이 흡수한 이산화탄소를 장기간에 걸쳐 목제품 내에 저장한다. 이러한 목제품이 가장 많이 사용되는 곳은 종이 및 펄프를 제외하면 주택분야로서 주택 내의 목재사용은 온실가스 배출량 감축에 중요한 역할을 한다. 따라서 우리나라 주택 내에 사용되고 있는 목제품의 탄소저장량은 어느 정도인지 추정하였고, 이러한 주택 내에 사용한 목제품의 탄소저장량이 온실가스 배출량 감축에 어느 정도 기여하고 있는지를 분석하였다. 그 결과, 우리나라 주택 내 목제품의 탄소저장량은 2010년 현재 28.4백만 tCO₂으로 2007년 기준 우리나라 연간 온실가스 총 배출량(620백만 tCO₂)의 약 4.6%, 토지이용, 토지이용변화 및 산림부분(LULUCF) 흡수량의 약 77.4%에 해당하는 것으로 분석되었다. 이러한 주택분야의 온실가스 배출량 감축 역할은 목재사용량이 가장 많은 목조주택이 거의 없음에 불구하고 2010년 주택 내 목제품의 탄소저장량이 1975년 대비 약 4.1배(21.4백만 tCO₂) 증가한 것은 1980년대 후반부터 본격화된 아파트 건설의 의한 탄소저장량이 증가하였기 때문이다.

Abstract: Wood store carbon that the forest absorbed until burned or decomposed over a long period. Such materials are most used in houses except in paper and pulp, and the use of wood in houses play an important role in reducing green-house gases. Therefore, we estimated the amount of carbon stocks in Korean houses, and analyzed how much contribution such stocks offers to green-house gas reduction. As the result, the carbon stocks amount of the wood products in Korean houses was 28.4 million tCO₂, which is 4.6% of the total annual green-house gas emission in Korea (620 million tCO₂ e), and 77.4% of forest sinks (LULUCF). Even though few wooden houses which use most wood in housing exist in Korea, the carbon stocks of wood products in houses in 2010 increased to 4.1 times that in 1975 (21.4 million tCO₂) because the carbon stocks increased due to apartment construction, which hit its stride from the last 1980's.

Key words : houses, carbon stocks, wood products, green-houses gas emission reduction

서 론

1997년 12월 일본 교토에서 개최된 기후변화협약 제3차 당사국 총회에서는 이산화탄소의 흡수원으로서 산림의 역할이 크게 주목 받게 되었다. 이는 산림이 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 오랜 기간 동안 산림바이오매스와 토양 내에 저장할 수 있기 때문이다. 그러나 산림의 이러한 역할은 산림 내 이산화탄소의 저장량을 확대하는데 한계가 있기 때문에 제한적이고, 또한 장기적으로 산림이

지속가능하게 경영된다면 생장을 통해 흡수하는 이산화탄소의 양과 벌채에 의해 배출되는 이산화탄소의 양이 균형을 이루게 되어 결과적으로 안정적 상태에 접근하게 된다. 이러한 배경 하에서 온실가스의 감축을 위한 해결방안으로 지구 탄소순환에 대한 목제품의 역할에 관심이 증가되고 있다(최수임 등, 2010).

산림의 최종산물인 목재는 이것을 주택이나 목제품 등의 형태로 이용할 경우 연소나 분해 등 폐기될 때까지 입목상태에서 흡수한 탄소를 장기간에 걸쳐 목제품 내에 저장하고 있기 때문에 산림과 함께 대기 중의 이산화탄소 농도를 안정화시키는 효과를 발휘한다. 즉, 목재는 탄소의

*Corresponding author
E-mail: sooim@sunchon.ac.kr

저장 장소를 산림에서 도시로 이전하는 역할을 하게 되는 것이다. 이러한 목제품 내 탄소저장 효과에 대해서 Sampson 등(1993), Watson 등(1996), Winjum 등(1998), UNFCCC(2003), Pingoud(2003) 등의 연구에서 증명되었다. Watson 등(1996)은 지구상에 존재하는 목제품 내 탄소저장량을 4,200 Tg C, Sampson 등(1993)은 20,000 Tg C, Pingoud(2003)는 3,000 Tg C 정도로 각각 추정하였다. 이처럼 목제품의 역할에 관심이 증가하면서 최근에는 기후변화협약/교토의정서 당사국 총회에서는 국가 온실가스 인벤토리에 목제품 탄소계정을 포함시킬 것인지에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다.

일반적으로 목재의 이용은 종이나 펄프를 제외하고 수요의 대부분은 제재목, 합판 등의 목제품을 이용하는 최종수요처인 주택건축 분야일 것이다. 따라서 목재의 형태로서 장기간 동안 탄소가 가장 많이 저장되어 있는 것도 주택건축 분야라 할 수 있다. 그러나 주택건축 분야는 목조주택, 아파트, 연립주택 등 다양한 주택형태 가지고 있고 목재사용량 및 탄소저장량 역시 주택형태에 따라 큰 차이가 있다고 할 수 있다.

우리나라에 있어서 목제품의 탄소저장량 추정과 관련한 연구는 현재 기후변화협약/교토의정서 당사국총회에서 HWP(Harvested wood products)의 탄소계정을 국가 온실가스 인벤토리에 포함시킬 것인가에 대해 논의되고 있는 내용을 중심으로 HWP 계정 방법별로 탄소저장량을 추정하였고(최수임 등, 2006; 최수임과 강학모, 2007; 최수임 등, 2010), 주택 내 목제품의 탄소저장량 추정은 목조주택에 한정하여 단위면적당 탄소저장량을 추정한 연구는 있지만(산림청, 2009), 우리나라 주택분야를 대상으로 목제품의 탄소저장량을 추정한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라 주택 내에 사용되고 있는 목제품의 탄소저장량을 추정하고 이러한 주택 내 목제품의 탄소저장량이 우리나라 온실가스 배출량 감축에 어느 정도 기여하고 있는지를 파악하여 그 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

연구방법

우리나라 주택 내 목제품의 탄소저장량을 추정하기 위해서는 주택형태별 총 호수 및 단위면적당 목재사용량 자료가 필요하다. 우리나라 총 주택호수는 통계청에서 1970년부터 5년 주기로 전수조사를 실시하고 있는 인구주택조사 보고서 중 총주택조사 자료를 이용하였다(통계청, 2011). 그리고 주택 내 목제품의 탄소저장량을 추정하기 위해서는 주택형태별로 어느 정도의 목재가 사용되고 있는지 즉 단위면적당 목재사용량 자료가 필요하다. 이 자료는 공식적으로 조사된 자료가 없기 때문에 국립산림과학원에

서 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안의 일환으로 조사한 주택형태별 목재사용량 자료를 이용하였다(임업연구원, 2000).

목재이용에 의한 탄소고정 효과

산림은 어린 기간 동안 왕성한 성장을 하면서 대기 중의 이산화탄소를 흡수·저장하지만, 점차 성숙림이 될수록 성장량이 감소하여 축적량이 정체하게 된다. 이러한 상태에 이르면 이산화탄소의 흡수·배출이 거의 동일하게 되기 때문에 탄소의 저장고로서 역할은 일정 부분 유지하지만, 이산화탄소의 흡수원으로서 기능은 소실된다고 할 수 있다. 따라서 목재를 생산해야할 산림에 대해서는 적절한 시기에 벌채하고, 목재로서 이용함과 동시에 조림, 보육, 간벌 등의 필요한 산림사업을 실시하여 건전한 산림자원육성이 필요하다. 이렇게 함으로써 산림자원의 지속가능한 이용을 촉진시키고, 이산화탄소 흡수원으로서의 기능을 효율적으로 발휘시키는 것이 필요하다.

산림에서는 최종산물인 목재가 공급되지만, 목재는 탄소를 장기간에 걸쳐서 저장하고 있기 때문에 벌채 이후에도 주택이나 가구 등의 목제품 형태로서 탄소의 저장고 역할을 수행한다. 예를 들어, 목조주택에서는 1 m²당 약 0.2 m³의 목재가 사용되고 있으며, 연면적 100 m²의 목조주택에서는 20 m³, 약 5톤의 탄소가 저장되어 있다. 목재는 탄소고정 효과 이외에도 그 가공 과정에서 온실가스 배출량이 타 원자재에 비해 적은 저탄소 배출 원자재라는 것이다. 예를 들어, 똑같은 부피의 원자재를 가공할 때 소요되는 에너지량이 철강재는 인공건조 제재의 53배, 그리고 알루미늄은 인공건조 제재의 220배에 달한다(산림청, 2009). 이와 같이 목재는 탄소고정 효과 이외에도 온실가스 배출 감축도 중요한 역할을 하고 있다.

주택분야와 목재이용

1. 주택건축과 목재수요

우리나라 주택건축에 사용되는 목재는 총 목재수요량 가운데 어느 정도의 위치를 차지하고 있는지 간략히 살펴 보았다. 우선, Figure 1은 우리나라 주택건축실적과 목재 소비량의 추이를 나타낸 것이다. 이에 따르면 주택건축실적은 1960년대 이후부터 1970년대 후반까지 거의 일관되게 증가세를 나타내다가 1979년 제2차 오일쇼크의 영향에 의해 1980년대 전반까지 감소경향으로 전환했다. 그 이후 주택건축실적은 차츰 증가경향으로 전환하였고, 특히, 1990년대 이후 정부의 주택200만호 건설계획(1988~1992년)에 의해 급격하게 증가하였다. 1990년에는 주택건축 75만호로 사상 최고를 기록하였고, 1997년 12월 IMF 경

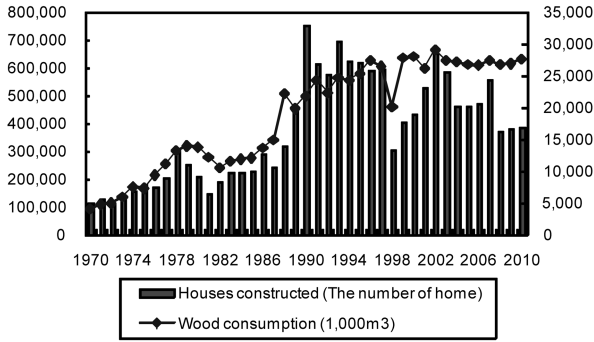


Figure 1. Houses constructed and wood consumption.

제위기가 발생하기 이전까지 연평균 60만호 정도의 주택이 착공되었다. 2000년대 이후에는 세계 금융 불안 및 국내 부동산 경기의 장기적인 침체 등으로 인해 주택건축은 감소하고 있는 상황이다.

한편, 목재소비량은 1979년을 기점으로 하여 거의 주택건설실적과 동일한 추이를 나타내고 있다. 1980년대 후반부터는 주택건축실적의 증가와 더불어 목재소비량도 크게 증가하였다. 즉, 1980년 이전까지 국내 목재소비는 수출용 합판을 제조하기 위해 많은 목재가 사용되는 등 국내 목재소비구조의 여러 요인도 있겠지만, 목재소비량에 주택건축분야가 매우 중요한 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

그러나, 우리나라에 있어서 이러한 주택건축실적의 증가는 극히 일부 주택건축물을 제외하고는 대부분의 주택구조는 아파트를 중심으로 한 철근·철골조 또는 연화 및 석조로 구성되어 있는 등 목조주택 이외의 주택건축물이다. 이는 정부가 주택 부족문제를 해결하기 위해 주택정책의 목표가 주택호수의 확보와 토지이용의 효율화를 목표로 했기 때문에 아파트 건설이 일반화되었기 때문이다.

아래 Table 1은 주택구조별 건축실적을 나타낸 것으로

Table 1. Housing construction authorization performance by structure. (Unit: Number of buildings)

Year	Total	Ferroconcrete	Masonry	Wooden	Others
1970	92,909	8,967	61,281	9,893	12,768
1975	120,950	11,766	98,765	3,600	6,819
1980	104,481	22,335	78,095	2,209	1,842
1985	95,418	26,524	67,564	833	497
1990	188,959	65,316	118,061	692	4,890
1995	140,062	74,752	48,017	649	16,642
2000	100,861	71,385	19,691	1,309	18,476
2005	134,649	118,688	13,628	2,326	7
2006	188,283	161,149	20,926	5,654	554
2007	227,507	191,525	25,280	8,979	1,723
2008	229,352	194,265	24,156	10,184	747
2009	212,347	178,182	22,225	11,022	918
2010	227,512	195,370	19,924	10,922	1,295

Source: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2011. Permits Authorized for Building Construction (<https://stat.mltm.go.kr>)

서 이에 따라 2010년 현재 주택구조별 건축실적은 철골조가 85.9%로 가장 많고, 다음으로 연화 및 석조가 8.8%로 양 주택구조가 약 95% 정도를 차지하고 있다. 반면, 목조주택의 비율은 4.7%정도에 지나지 않는다. 목조주택의 건축실적을 살펴보면, 1970년에는 9,893동으로 11%를 차지하였지만, 1980년 2,209동, 2.1%, 1990년 692동, 0.4%로 매년 감소하였다. 그 이후 1990년대 들어서부터 점차 그 수요가 증가하기 시작하여 2000년 1,309동, 1.3%, 2010년에는 10,922동, 4.8%로 증가하였다. 이는 수도권을 중심으로 전원주택에 대한 수요가 증가하면서 목조주택 수요 또한 매년 조금씩 증가하고 있기 때문이다. 이와 동일한 기간에 있어서 총 주택건축실적에 차지하고 있는 단독주택의 비율은 1975년 73%가 1985년에는 22%, 1995년에는 9%로 현저하게 감소가 지속되었고 2005년에는 5%에 불과한 실정이다. 반면, 철근·철골조를 기반으로 하는 아파트의 비율은 1990년 이후부터 지속적으로 증가하여 1990년 67%, 2000년 76%, 2005년에는 90%를 차지하게 되었다. 이에 따라 주택건축분야에 사용되는 목재의 용도는 일본이나 유럽과 같이 목조주택의 구조재 또는 건축부재 등의 건축용재가 아닌 고층건축물을 지을 때 일정기간 사용되는 거푸집 형태 등으로 많이 사용되고 있다.

우리나라의 경우 경제성장기에 들어서면서부터 철근콘크리트 구조가 주택건축의 주류가 되었기 때문에 건축구조재로서의 목재사용량은 점차 감소되었다. 즉, 목재로부터 시멘트의 대체가 급속하게 진행되었다. 이것은 정부의 고층아파트를 중심으로 한 주택의 대량공급정책 이외에도 ①목재는 중량과 길이가 길어, 시멘트의 경우가 보다 작업이 용이하고, ②빈약한 광물자원 중에 선탄과 함께 풍부한 석탄자원을 가지고 있었기 때문에 경제발전 초기단계에서부터 주요한 광물자원으로서 시멘트의 생산이 확대되었고, 반면, 자원이 한정된 목재와는 큰 가격 차이를 가지고 있었다, ③구조용으로 필요한 대경재는 국내에서는 공급이 불가능하여 수입재에 대부분을 의존했기 때문에 제재목은 주택건축에서 구조재 보다는 거푸집용으로 사용되는 경우가 많았기 때문이다(김세빈, 1990).

2. 주택형태별 목재사용량

우리나라 주택건축분야에서는 어느 정도의 목재가 사용되고 있는가에 대해서 살펴보았다. 주택건축에 관한 통계작성을 총괄하고 있는 국토해양부에서는 주택형태를 단독주택, 아파트, 다세대주택, 연립주택 등으로 구분하여 작성하고 있다. 따라서 이를 기초로 하여 주택형태별 목재사용량을 살펴본 결과, 가설재 및 마감재를 포함한 총 목재사용 원단위(m³/m²)는 단독주택이 0.074 m³/m²로 가장 많았고, 다음으로 연립주택이 0.056 m³/m², 다세대주택이 0.054 m³/m², 아파트가 0.041 m³/m² 등 순으로 나

Table 2. Amount of wood use by housing type.(Unit: m³/m²)

Housing type	Wood use basic unit	Total	Temporary resources			Finishing materials		
			Sub-total	Rectangular	Plywood	Sub-total	Windows	Ceilings/Others
Apartments	m ³ /m ²	0.041	0.025	0.013	0.012	0.016	0.005	0.011
	%	100.0	61.3	33.1	28.2	38.7	11.3	27.4
Detached	m ³ /m ²	0.074	0.046	0.025	0.021	0.028	0.014	0.014
	%	100.0	62.2	33.8	28.4	37.8	19.1	18.7
Multiplex houses	m ³ /m ²	0.054	0.046	0.025	0.021	0.008	0.004	0.004
	%	100.0	84.8	46.3	38.4	15.2	7.9	7.3
Townhouses (Villas)	m ³ /m ²	0.056	0.035	0.025	0.010	0.021	0.007	0.014
	%	100.0	62.0	44.5	17.5	38.0	14.0	24.0
Non-residential house (Shopping malls)	m ³ /m ²	0.039	0.035	0.025	0.010	0.004	0.002	0.002
	%	100.0	89.0	64.4	24.6	11.0	5.1	5.9

Source: Korea Forest Research Institute. 2000. The Collecting System for Enhancement of Wastedwood Recycling.

Table 3. Status of the average architectural area of the houses and total house numbers.

(Unit: thousand numbers)

Year	Average architectural area (m ²)	Housing type				
		Total	Detached	Apartments	Multiples house/townhouse	Others
1975	57.07	4,734	4,382	89	165	98
1980	64.42	5,319	4,652	374	162	131
1985	74.59	6,104	4,719	822	350	213
1990	83.48	7,160	4,727	1,628	603	202
1995	85.03	9,205	4,337	3,455	1,071	343
2000	85.05	10,959	4,069	5,231	1,266	393
2005	86.27	12,495	3,985	6,627	1,685	198
2010	86.30	14,877	4,146	8,671	1,885	175

Source: Statistics Korea. 2011. Korean Statistical Information Service (<http://kosis.kr>)

타났다(임업연구원, 2000). 단, 주택형태별 구분에는 포함되지 않았지만, 국립산림과학원의 연구결과에 의하면, 목조주택에 사용되는 목재사용량은 0.2 m³/m²로 단독주택의 2.7배, 다세대주택의 3.7배, 아파트의 4.9배에 해당한다(산림청, 2009).

한편, 주택분야별 목재사용량 가운데 가설재 즉 주택을 건축할 때 일시적으로 사용되는 목재를 제외하고, 주택 내에 순수하게 포함되어 있는 목재사용량을 살펴보면 아파트가 0.016 m³/m², 단독주택이 0.028 m³/m², 다세대주택 0.008 m³/m², 연립주택이 0.021 m³/m² 등으로 나타났다. 가설재를 제외한 주택 내 목재사용량이 본 연구에서 주택형태별 목제품의 탄소저장량을 추정하기 위해 필요한 목재사용 원단위(m³/m²)이다.

주택분야 내 목제품의 탄소저장량 추정

주택분야에 사용된 목제품의 탄소저장량을 추정하기 위해서는 먼저 우리나라에 존재하는 총 주택호수 통계자료가 필요하다. 이 통계자료는 5년마다 정기적으로 통계청에서 실시하고 있는 “인구주택총조사” 통계자료를 이용

할 수 있다. 인구주택총조사는 전수조사를 기초로 하고 있기 때문에 조사 당해 연도의 총 주택호수를 정확하게 파악할 수 있는 통계자료라 할 수 있다. 단, 1975년부터 1985년까지 인구주택총조사의 주택형태는 단독주택, 아파트, 연립주택, 기타(상가주택) 등으로 분류되었다. 그러나 1990년부터 현재까지는 주택형태를 단독주택, 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기타(상가주택) 등으로 분류하고 있다(통계청, 2011). 따라서 본 연구에서는 주택형태의 분류를 통일시키기 위해 주택형태가 비슷한 연립주택과 다세대주택을 하나의 분류하여 정리하였다. 그리고 주택 평균 연면적은 인구주택총조사에서 분류한 주택 연면적 자료를 기초로 하여 산출하였다. 그 결과 우리나라의 총 주택호수는 2010년의 경우 14,877천호이고, 주택호수당 평균 연면적은 86.30 m²으로 나타났다. 주택형태별 비율을 살펴보면, 아파트가 58.3%로 가장 많았고, 다음으로 단독주택 27.9%, 연립 및 다세대주택이 12.7%, 기타(상가주택)가 1.2% 등의 순으로 나타났다.

우리나라에 존재하는 총 주택호수 통계자료가 파악되면, 다음으로는 주택 총 연면적(주택 평균연면적×주택호수)을 산출하고 여기에 주택 내의 목재사용량인 원단위를

곱하여 주택 내의 총 목재사용량을 산출할 수 있다. 그리고 주택 내의 총 목재사용량에 목재밀도와 목재 건중량에 대한 탄소함유량을 곱하면 주택 내 목제품의 탄소저장량을 추정할 수 있다. 단, 목재밀도는 목재형태별로 조금씩 차이가 있다. 즉, 2006 IPCC 가이드라인에 의하면(IPCC, 2006), 원목과 제재목의 밀도는 0.45 oven-dry tonne/m³, 목질보드류는 0.628 oven-dry tonne/m³, 종이 및 판지는 0.9 oven-dry tonne/adt(air dry tonne)등으로 구분되어 있지만, 본 연구에서는 목재형태별로 구분하지 않고 0.5 oven-dry tonne/m³를 일괄 적용하였다. 이는 주택 내 사용된 목제품별 사용량이 정확히 파악되지 않기 때문이다. 그리고 목재 건중량에 대한 탄소함유량은 0.5 tC/oven-dry tonne을 적용하였다. 이 수치에 탄소를 이산화탄소를 전환하기 위해 44/12를 곱하여, 주택 내 목제품의 이산화탄소 저장량을 추정하였다. 즉, 주택 내 목제품의 이산화탄소 저장량 추정 방법의 절차를 간략히 정리하면 다음과 같다.

- ① 주택 연면적 : 평균연면적(m²) × 주택호수
- ② 주택 내 목재사용량 : 주택 연면적 × 주택 내 목재사용 원단위(m³/m²)
- ③ 주택 내 목제품의 탄소저장량 : 주택 내 목재사용량 × 목재밀도(0.5 oven-dry tonne/m³) × 목재 건중량에 대한 탄소함유량(0.5 tC/oven-dry tonne)
- ④ 주택 내 목제품의 이산화탄소 저장량 : 주택 내 목제품의 탄소저장량 × 44/12

이상의 과정을 통해 우리나라 주택 내 목제품의 탄소저장량을 추정한 결과, 2010년 현재 주택 내에는 28.4백만 tCO₂이 저장되어 있고, 주택형태별로는 아파트가 38.6% (10.9백만 tCO₂)로 가장 많고, 다음으로 단독주택이 32.3%(9.2백만 tCO₂), 연립 및 다세대주택이 28.9%(8.2백만 tCO₂) 등으로 순으로 나타났다. 주택 내 목제품의 탄소저장량은 아파트를 중심으로 한 급격한 주택호수의 증가와 함께 1975년의 7.0백만 tCO₂이 1990년에는 11.3백만 tCO₂, 2010년에는 28.4백만 tCO₂으로 35년 기간 동안 약 4.1배(21.4백만 tCO₂)의 이산화탄소 저장량의 증가를 가져

Table 4. Status of carbon stocks in wood products in houses.
(Unit: thousand tCO₂)

Year	Total	Detaches	Apartments	Multiplex houses/ townhouses	Others
1975	6,988	6,418	75	474	21
1980	8,602	7,692	353	525	31
1985	11,309	9,035	899	1,316	58
1990	14,721	10,128	1,993	2,537	62
1995	18,470	9,465	4,308	4,589	1,07
2000	20,960	8,883	6,526	5,428	1,22
2005	24,598	8,824	8,385	7,327	63
2010	28,416	9,184	10,975	8,202	55

왔다. 반면, 주택 내 목재사용량이 가장 많은 단독주택의 경우 1990년을 기점으로 총 주택호수의 감소 및 정체 등으로 인해 오히려 2010년 현재 목제품 탄소저장량은 1990년 대비 9.3%(0.9백만 tCO₂)의 감소를 가져왔다.

한편, 우리나라의 연간 온실가스 배출량은 2005년 기준으로 세계 9위이며 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 온실가스 배출량이 증가하고 있다. 이는 1990년 이후부터 지속적인 경제성장과 에너지 다소비 산업구조의 특성으로 인해 온실가스 배출량이 계속 증가하였기 때문이다. 우리나라 온실가스 배출량 규모는 2007년 기준으로 620백만 tCO₂에 달하고 있다. 이 가운데 토지이용변화 및 임업부문의 흡수량인 36.3백만 tCO₂를 제외하면 온실가스 순배출량은 583.7백만 tCO₂이다.

이러한 우리나라 온실가스 배출량과 비교하여 주택 내 목제품의 탄소저장량이 어느 정도 기여하는지에 대해 살펴본 결과, 2010년 주택 내 목제품의 탄소축적 저장량(28.4백만 tCO₂)은 2007년 기준 우리나라 연간 온실가스 총 배출량(620백만 tCO₂)의 약 4.6%에 해당하는 것으로 나타났다. 산림흡수량(토지이용, 토지이용변화 및 임업)과 비교해 보면 77.4%에 해당하는 것으로 나타나 주택 내 목제품의 사용이 온실가스 배출량 감축에 크게 기여하는 것으로 분석되었다. 단, 이러한 비교는 주택 내 목제품의 탄소저장량은 총저장량(Stock) 기준인 반면, 우리나라 온실가

Table 5. Greenhouse gas emissions by sector in Korea.

(Unit : Million tCO₂)

Sector	1990	2000	2001	2004	2005	2006	2007
Total emissions (Source)	305.4	534.4	553.8	593.9	596.7	602.6	620.0
Net emissions (Source & Sink)	274.4	493.8	515.8	559.0	562.4	568.4	583.7
Energy	247.7	438.5	452.9	489.0	498.5	505.4	525.4
Industrial process	19.9	58.3	63.6	68.5	64.8	63.7	60.9
Agriculture	13.5	17.0	16.3	16.4	16.1	15.1	18.4
Waste	17.0	17.2	17.6	16.5	14.9	15.4	15.3
LULUCF (Sink)	-23.7	-37.2	-34.6	-31.5	-32.0	-32.3	-36.3

Note : 1. LULUCF stands for land use, land use change and forestry.

2. (-) sign denotes removals of greenhouse gas.

Source : Korea Energy Economics Institute. 2010. Greenhouse gas emissions and removals (<http://www.keei.re.kr/main.nsf/index.html>).

스 배출량 및 산림흡수량은 연간 단위 즉 변화량(Flow)를 기준으로 비교를 하였기 때문에 분석결과의 이용에 주의가 필요하다.

결 론

목재는 폐기되기 전까지 입목상태에서 흡수한 탄소를 장기간에 걸쳐 목제품 내에 저장하는 탄소저장고 역할을 한다. 이러한 목제품이 가장 많이 사용하는 최종 소비처는 종이나 펄프를 제외하면 주택분야에 해당되기 때문에 주택 내의 목제품사용은 온실가스 배출량 감축에도 중요한 역할을 하게 된다. 따라서 본 연구는 우리나라 주택분야에 사용된 목제품이 어느 정도의 탄소량을 저장하고 있는가를 추정하여 온실가스 배출량 감축에 어느 정도 기여하는지를 파악하였다.

그 결과, 우리나라 주택 내 목제품의 탄소저장량은 2010년 현재 28.4백만 tCO₂를 축적하고 있어 2007년 기준 우리나라 연간 온실가스 총 배출량(620백만 tCO₂)의 약 4.6%, 산림흡수량(LULUCF)의 약 77.4%에 해당하는 것으로 나타나 주택 내 목제품의 사용이 온실가스 배출량 감축에 크게 기여 하는 것으로 분석되었다. 이러한 주택분야의 온실가스 배출량 감축 역할은 비록 주택구조가 유럽, 미국, 일본 등과 비교하여 목조주택은 거의 없고 대부분이 철근콘크리트구조임에도 불구하고 2010년 주택 내 목제품의 탄소저장량이 1975년에 비해 약 4.1배(21.4백만 tCO₂)증가한 것은 1980년대 후반부터 본격화된 아파트 건설의 증가에 따라 아파트 내에 사용된 목제품의 탄소저장량이 증가하였기 때문이다.

한편, 주택은 인구 및 경제활동에 따라 변화하게 된다. 선진국의 경험에 의하면 고성장기형성의 증가에 따라 GDP에 대한 주택산업의 비중은 점차 낮아지는 것이 보통이다. 우리나라 역시 도시화의 진전과 주택보급률(우리나라 주택보급률은 2010년 현재 101.9%)의 증가 및 저성장시대로의 진입으로 더 이상 과거와 같은 신규주택물량의 급속한 증가는 기대하기 어려울 것이다(주린원 등, 2007). 이 때문에 주택분야에 사용되는 목재에 의한 급격한 탄소저장량 증가 또한 기대하기 어렵다. 반면, 앞으로의 주택관련 수요는 유지보수 수요의 증가, 환경 관련 주택수요의 증가 등 고급화와 개성화에 대한 다양한 수요를 중심으로 증가가 예상된다. 따라서 향후 주택 내 목제품의 탄소저장량은 과거 철근콘크리트 아파트를 중심으로 한 증가보다는 연면적당 목재사용량이 가장 많은 전원주택(목조주택)의 증가 및 주택 내 내장재의 고급화(목질화) 등을 통해 목제품의 탄소저장량이 증가할 것으로 판단된다.

그리고 지금까지 국내 산림자원으로부터 생산된 목재가 주택 내 목재이용으로 인해 어느 정도 온실가스 배출

량 감축에 기여했다고 할 수 있지만, 국산재의 이용형태(목재 대부분이 일회성 용도인 종이·펄프) 및 국내 사용목재의 90% 정도를 수입에 의존하고 있는 목재자급률 측면에서 판단할 경우, 주택 내 목제품의 탄소저장량은 매우 적고, 대부분이 수입목재에 의한 탄소저장량 증가라 할 수 있다.

따라서 향후 점차 성숙해 가고 있는 국내 산림자원의 효율적인 이용 및 지속가능한 산림경영의 측면을 고려할 경우 주택 내 국산목재의 이용을 통한 탄소저장량의 증가는 매우 중요하기 때문에 임업관계자, 목재관련사업, 주택건설업체, 정부, 소비자 등의 연계에 의해 주택분야 이외에도 학교, 공공시설 등에 국산목재를 최대한 활용할 수 있는 방안 모색 및 체계적인 관리가 필요하겠다.

인용문헌

1. 김세빈. 1990. 한국과 일본의 목재산업발전의 비교연구. 동경대학 임학과 박사학위 논문.
2. 산림청. 2009. 기후변화와 산림.
3. 임업연구원. 2000. 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안. 임업연구원 연구자료 제159호.
4. 주린원, 정병헌, 이성연, 김철상, 배재수, 이경학, 김경하, 김재준, 박찬우, 한상열, 김의경, 최관, 윤여창. 2007. 산림부문의 추세 및 장기 전망. 국립산림과학원 연구보고 07-19.
5. 최수임, 배재수, 정병헌. 2006. 기후변화협약 하에서 목제품 탄소계정 논의 동향 및 국내 탄소배출량에 미치는 영향 분석. 한국임학회지 95(4): 405-414.
6. 최수임, 강학모. 2007. 우리나라의 수확된 목제품 탄소 저장 변화량 및 배출량 평가. 한국임학회지 96(6): 644-651.
7. 최수임, 주린원, 이수민. 2010. 목제품 내 탄소 저장량 추정:계정 방법 및 시사점. 목재공학 38(6): 507-517.
8. 통계청. 2011. 국가통계포털 총주택조사(<http://kosis.kr>)
9. IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use: 12.1-12.33.
10. Pingoud, K. 2003. Harvested wood products: Considerations on issues related to estimation, reporting and accounting of greenhouse gases. Final Report delivered to the UNFCCC Secretariat.
11. Sampson, F., Apps, M., Brown, S., Cole, C., Downing, J., Heath, L., Ojima, D., Smith, T., Solomon, A. and Wisniewski, J. 1993. Workshop summary statement - Terrestrial biospheric carbon fluxes - Quantification of sinks and sources of CO₂. Water, Air and Soil Pollution 70(1-4): 3-15.
12. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2003. Estimation, reporting accounting of harvested wood products. FCCC/TP/2003/7.
13. Winjum, J.K., Brown, S. and Schlamadinger, B. 1998. Forest

- harvests and wood products: Source and sinks of atmospheric carbon dioxide. *Forest Science* 44(2): 272-284.
14. Watson, R., Zinyowera, M., Moss, R. and Dokken, D. 1996. *Climate change 1995. Impacts adaptations and mitigation of climate change: scientific and technical analysis. Con-*

tribution of working group II to second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

(2011년 8월 12일 접수; 2011년 9월 16일 채택)