

탄소순환마을의 이산화탄소배출량 조사연구
(경상북도 봉화군 춘양면 서벽리를 중심으로)

김효진* · 변우혁 · 임민우 · 박원경 · 김민수
고려대학교 환경생태공학과

Inventory of Carbon Dioxide Emission in Carbon Cycle Community
(The case study on Gyeongbuk Bonghwa-gun Chunyang-myeon Seobyeok-ri)

Hyo Jin Kim*, Woo Hyuk Byun, Min Woo Lim, Wonkyoung Park and Min Su Kim
Division of Environmental Science & Ecology Engineering, Korea University, Seoul 136-713, Korea

요 약: 산림탄소순환마을 조성을 위한 가장 기본적인 사항은 온실가스 배출에 관한 통계인데 현재 시·도 단위의 온실가스 배출 통계는 존재하나 마을단위의 온실가스 배출에 관한 통계가 없다. 따라서 본 연구에서 마을단위의 온실가스 배출량에 대한 자료를 구축하여 탄소순환마을의 탄소수지에 관한 모델을 제시하고자 하였다. 연구수행결과, 시범대상지인 경상북도 봉화군 춘양면 서벽리의 에너지사용에 따른 이산화탄소 배출량은 1,755tCO₂이며 그 중 난방 사용에 의한 배출량이 55%로 가장 많은 비중을 차지하며 전력 23%, 차량 22%의 순으로 나타났다. 벼농사와 가축 등 농업으로 인해 총 572tCO₂의 이산화탄소가 배출되었다. 이는 에너지 사용과 농업부문에서 발생하는 이산화탄소 총 배출량 2,327tCO₂의 약 24.5%를 차지했다. 또한, 모델지역에서 사용되는 난방에너지를 우드칩이나 펠릿 등 목재 바이오에너지로 대체할 경우 연간 약 1,580 ton의 목재가 소비될 것이며 난방에서 발생하는 이산화탄소배출량은 964tCO₂의 1/12인 80tCO₂로 884tCO₂ 만큼의 탄소가 저감 될 것으로 예상된다.

Abstract: The most basic matter to establish forest carbon circulation village is statistic on greenhouse gas emissions. But currently, although there is statistic on greenhouse gas emissions in the level of city or province, there is not statistic on greenhouse gas emission in village unit. According to the results, The model area is located in Seobyeok-ri, Chunyang-myeon, Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do, the total CO₂ emissions caused by energy used in the model area was 1,755tCO₂. Heating accounts for 55% of total emissions followed by 23% for power and 22% for vehicles. The model area emitted 572tCO₂ due to rice growing and livestock raising, accounting for approximately 24.5% of total CO₂ emissions. It is expected that a reduction of as much as 884tCO₂ emissions will be made from the current 964tCO₂ to a level of 1/12th that amount, or 80tCO₂ by replacing heating energy currently used in the model area with wood bioenergy such as wood chips or pellets. In addition, carbon emission reduction is expected for both heating and power by replacing the power consumption in houses, buildings, and street lights with solar power.

Key words : Carbon cycle town, Heating energy, Energy source, A climatic change

서 론

오늘날 인류가 당면한 가장 심각한 문제 중의 하나로 지구 환경의 변화, 특히 기후변화를 지목할 수 있다. 지구의 평균기온은 20세기에 들어 약 0.6°C 상승했으며, 2100년에는 1990년 대비 1.4~5.8°C 상승할 전망이다(2001, IPCC 3차 보고서). 이러한 기후변화 문제는 이미 더 이상 방치할 수 없는 심각한 수준에 다다랐다. 따라서 국제사회는

기후변화문제를 해결하기 위해 다양한 노력을 하고 있으며, 우리 정부 또한 국가 차원에서 기후변화 및 에너지 위기에 대응하기 위해 2050년 세계5대 녹색강국 진입을 목표로 녹색기술과 청정에너지를 통한 ‘저탄소 녹색성장’이라는 타이틀아래 미래 60년 국가비전을 제시하였으며 이러한 비전을 달성하기 위한 3대 전략·10대 정책방향을 수립하였다. 그 중 10대 정책의 하나로 저탄소 그린 한반도 구현을 위해 농·산촌 지역에 2020년까지 저탄소 녹색마을을 600개 조성할 계획을 수립하게 되었다(산림청, 2009).

*Corresponding author
E-mail: marigold02@korea.ac.kr

산림탄소순환마을은 생산활동이나 일상생활에서 사용되는 화석연료를 지역에서 발생한 목질 바이오매스로 대체하여 탄소를 거의 발생시키지 않는 저탄소 녹색마을의 한 유형으로 저탄소 녹색성장 패러다임 하에 탄소 흡수원으로써 기후변화 대응에 직접적으로 기여하는 산림의 역할을 부각시켜 산림바이오매스를 이용해 온실가스의 배출을 줄이고 숲가꾸기사업 및 바이오매스수집단의 규모를 확대하여 경제침체로 인해 실업 인구가 증가하는 현실에서 고용 인구를 늘려 녹색일자리를 창출하고, 침체되고 있는 농·산촌 지역경제 상황을 개선할 수 있는 방법이다.

마을 조성을 통한 효율적 탄소저감을 위해서는 조성 대상지의 구체적 온실가스 배출량을 먼저 파악하는 것이 기본이나 현재 시·도 단위의 온실가스 배출량에 대한 통계는 존재하지만 정작 사업이 추진되는 리(마을)단위의 배출량 통계는 존재하지 않는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 사업 추진 시 기본적인 사항이 마을단위의 온실가스 배출량에 대한 자료구축이라는 문제인식하에 산림탄소순환마을 조성조건에 부합하는 최적의 입지여건을 가진 모델지역에서 발생하는 전체 이산화탄소의 양을 파악하고, 이것을 에너지원별로 분류하여 구성비율을 알아보고, 지역의 산림 흡수원을 추정하여 마을자체의 배출량과 흡수량의 CO₂ 수지를 개략적으로 파악해보고자 한다.

연구내용 및 방법

본 연구는 기후변화 가속화와 자원 및 에너지 위기에 대응할 수 있는 산림탄소순환마을을 조성하기 위한 기초자료를 제공하기 위한 연구이다. 따라서 국내 농·산촌의 특성을 잘 나타내는 경북 봉화군 춘양면 서벽리를 모델마을로 선정하여, 그 지역에서 소비되는 에너지의 양이 얼마인가를 발생원별로 파악하고 배출원별로 이산화탄소의 배출량을 산정하고자 한다. 온실가스 배출원은 크게 에너지부문, 산업공정, 폐기물, 농업 등 4개 부문으로 나뉘는데, 본고에서는 에너지부문과 농업부문을 대상으로 하고 산업공정과 폐기물은 제외한다.

본 조사는 대상지역의 세대를 직접 가가호호 방문하여

탄소순환마을과 관련한 지역 주민의 참여의사와 주택 등의 환경조건 및 에너지 사용량을 2009. 06~07월에 걸쳐 조사하여 CO₂ 배출량과 에너지 수요를 분석하였다.

연구목적을 달성하기 위해 모델지역(서벽리)에서 사용하는 전력소비량을 1년치 전력사용량을 각 건물의 계량기 번호를 조사하여 한국전력공사의 자료를 토대로 탄소배출계수를 이용해 전력에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 계산하고, 난방에너지의 양을 난방연료종류별(난방유, 무연탄, 심야전기, 화목)로 조사하고 연간 연료사용량을 조사 후 이산화탄소의 배출량을 탄소배출계수를 이용해 조사한다. 또한, 모델지역(서벽리)에서 사용하는 차량의 종류별 연료사용량을 조사하여 차량에서 발생한 이산화탄소의 양을 추정하며, 벼재배면적과 가축사육두수를 조사하여 서벽리에서 농업으로 인해 발생하는 이산화탄소의 양을 작기종합배출계수와 종합배출계수를 이용하여 계산한다.

결과 및 고찰

1. 모델지역의 이산화탄소배출원 조사

모델지역에서의 1년 동안 전력사용량 조사결과는 표 1과 같다.

서벽리의 주거세대와 공공기관에서 사용한 전력량은 서벽1리 642,766 kwh와 서벽2리의 279,603 kwh로 총 922,369 kwh가 소비되었다. 서벽1리의 1세대당 평균 전력사용량은 2,215 kwh, 서벽2리의 1세대당 평균 2,247 kwh의 전력을 사용하고 있다. 우리나라 1가구당 년평균 전력사용량 3,424 kwh(에너지경제연구원, 에너지 총조사)에 비해 각각 60%와 73%로 적은 양을 사용하고 있다.

난방에 사용한 에너지의 양은 집단마을과 분산마을로 구분하여 분석하였다. 이는 산림탄소순환마을을 조성하여 탄소저감을 위한 대체 에너지 사용 시 가옥이 밀집 배치되어 중앙난방체계를 도입할 수 있는 지역과 분산 배치되어 개별적으로 난방체계를 도입해야 하는 마을을 구분하기 위함이다. 중앙난방체계 도입 시 설치비 저감과 운반비를 저감할 수 있는 장점이 있다.

집단마을과 분산마을로 구분된 174세대의 난방사용량

표 1 서벽리 전력사용량.

(단위 : kwh)

구분	주거세대		공공기관		총계	
	서벽1리 (n=53)	서벽2리 (n=109)	서벽1리 (n=6)	서벽2리 (n=6)	서벽1리 (n=59)	서벽2리 (n=115)
년간 총사용량	117,406	244,975	525,360	34,628	642,766	279,603
					합계 : 922,369	
1세대당 연간 평균사용량	2,215	2,247	-	-	-	-

표 2. 서벽리 난방사용량.

구분	집단마을(n=132)		분산마을(n=42)		합계(n=174)	
	가구수	년간 연료사용량	가구수	년간 연료사용량	가구수	년간 연료사용량
난방유	73	95,800 L	27	47,800 L	100	143,600 L
무연탄	25	43,300장	9	17,500장	34	60,800장
심야전기	19	368.482 kwh	4	75,627 kwh	23	444,109 kwh
화목	15	75 ton	2	10 ton	17	85 ton

표 3. 서벽리 차량보유 및 연료사용량.

구분	서벽1리		서벽2리				합계	
	대수	년간 연료사용량	집단마을		분산마을		대수	년간 연료사용량
			대수	년간 연료사용량	대수	년간 연료사용량		
승용차	19	22800 L	63	42000 L	28	33,600 L	82	98,400 L
트랙터	19	15200 L	34	27200 L	30	24,000 L	83	66,400 L

표 4. 서벽리 비재배면적 및 가축사육두수.

구분	비재배 면적	가축사육두수			
		소	닭	산양	개
서벽1리	34 ha	52	31	4	7
서벽2리	48 ha	48	35	-	11

은 표 2와 같다.

서벽리에서는 집단마을과 분산마을을 포함하여 100가구에서 143,600 L의 난방유를 사용하였고, 34가구에서 60,800장의 무연탄을 사용하였다. 심야전기는 23세대에서 444,109 kwh, 화목은 17세대에서 85 ton을 난방에 사용하였다. 난방에 사용되고 있는 난방유와 무연탄, 심야전기, 화목의 비율은 각각 57%, 20%, 13%, 9%로써 난방유를 사용하는 가구수가 가장 많은 것을 알 수 있다.

모델지역에서의 차량보유 현황 및 자동차 연료사용량에 대한 조사결과는 표 3과 같다.

서벽리에서는 82대의 승용차와 83대의 트랙터를 보유하고 있었고 승용차에서는 98,400 L, 트랙터에서는 66,400 L의 연료를 사용하였다.

모델지역의 비재배면적과 사육하고 있는 가축의 두수 조사결과는 표 4와 같다.

서벽리의 비재배면적은 서벽1리 34 ha, 서벽2리 48 ha로써 총 82 ha이며 서벽1, 2리에서 사육하는 가축의 두수는 소 100마리, 닭 66마리, 산양 4마리로 조사되었다.

2. 모델지역의 탄소 배출량 계산

조사 결과 산출된 전력사용량과 난방에 사용된 에너지에서 발생하는 이산화탄소배출량을 계산하기 위해서는 국

제에너지기구에서 정한 단위인 TOE(석유환산톤)¹⁾으로 변환시켜야 한다. TOE는 107 kcal로 정의하는데, 이는 원유 1톤의 순발열량과 매우 가까운 열량으로 TOE 환산시에는 '에너지 열량환산기준'의 총발열량을 이용하여 환산한다(에너지관리공단, 신·재생 에너지연구소).

연료의 TOE에 탄소배출계수²⁾를 곱한 후, 44/12³⁾를 곱하면 해당연료에서 발생하는 탄소배출량이 계산된다. 예를 들어, 서벽리에서는 98,400 L의 휘발유가 승용차의 연료로 사용되었다. 사용된 휘발유에서 발생하는 총 CO₂ 발생량을 계산하면,

$$98,400 \text{ L} \times 7,400 \text{ kcal}/10^7 = 72.81 \text{ toe}$$

$$72.81 \text{ toe} \times 0.783 (\text{탄소배출계수}) \times 44/12 = 209.05 \text{ tCO}_2 \text{가 된다.}$$

단, 전력사용량의 경우는 사용량을 Mwh로 변환한 후, 0.4448⁴⁾을 곱하면 사용량에 대한 이산화탄소 발생량이 계산된다(에너지경제연구원 정책보고서, 2005).

화목의 경우 1 kg당 약 3 kwh의 열량이 발생하며 목재가 연소할 때 방출되는 이산화탄소의 발생량은 30 g/kwh이다(산림청, 2003).

서벽리에서 주거세대와 공공기관에서의 에너지 사용량에 대한 이산화탄소 배출량을 계산한 결과는 표 5와 같다.

서벽리에서 주거세대 및 공공기관을 포함한 에너지 사용량의 이산화탄소 배출량은 1,755tCO₂이며, 전력 23%, 난방 55%, 차량 22%로써 난방분야에서 높은 비율을 나타내고 있다. 에너지원별로는 전력에서 410tCO₂로 가장 많은 CO₂가 배출되었으며 화목사용량에서 발생하는 이산화탄소 발생량은 8tCO₂로 가장 적은 것을 알 수 있다.

모델지역에서의 농업부문에서 발생하는 탄소배출량을

¹⁾ TOE는(kL, t, m³, kwh 등) 여러 가지 단위로 표시되는 각종 에너지원들을 원유 1ton이 발열하는 cal를 기준으로 표준화한 단위임.

²⁾ 우리나라는 국가고유 배출계수를 개발중으로 현재는 IPCC에서 만든 배출계수를 사용하고 있음.

³⁾ tCO₂로 변환하기 위한 이산화탄소분자량/탄소원자량 임.

⁴⁾ 전력 생산에 사용되는 에너지원의 탄소배출계수를 적용하여 국내의 에너지원별 사용량으로 산출한 값.

표 5. 서벽리 총 CO₂ 배출량.

n=174		계 산 법	CO ₂ 배출량
전력		$922,369 \times 0.4448 = 410.26\text{tCO}_2$	410tCO ₂
난방	난방유	$141,600 \times 8,350 \text{ kcal}/10^7 = 118.23\text{toe}$ $118.23 \text{ toe} \times 0.812(\text{탄소배출계수}) \times 44/12 = 352.02\text{tCO}_2$	352tCO ₂
	무연탄	$60,800\text{장} \times 3.6 \text{ kg} = 218,880 \text{ kg}$ $218,880 \text{ kg} \times 4,600 \text{ kcal}/10^7 = 100.6848\text{toe}$ $100.6848\text{tCO}_2 \times 1.1(\text{탄소배출계수}) \times 44/12 = 406.09\text{tCO}_2$	406tCO ₂
	심야전기	$444,109 \text{ kwh} \times 0.1213(\text{탄소배출계수}) \times 44/12 = 197.53\text{tCO}_2$	198tCO ₂
	화목	$8500 \text{ kg} \times 3 \text{ kwh/kg} = 255,000 \text{ kwh/kg}$ $255,000 \text{ kwh/kg} \times 0.03 \text{ kg/kwh} = 7650 \text{ kg/kgh}$	8tCO ₂
	승용차 (휘발유)	$98,400 \text{ L} \times 7,400 \text{ kcal}/10^7 = 72.81\text{toe}$ $72.81\text{toe} \times 0.783(\text{탄소환산계수}) \times 44/12 = 209.05\text{tCO}_2$	209tCO ₂
차량	트랙터 (경유)	$66,400 \text{ L} \times 8,450 \text{ kcal}/10^7 = 56.10\text{toe}$ $56.10\text{toe} \times 0.837(\text{탄소환산계수}) \times 44/12 = 172.19\text{tCO}_2$	172tCO ₂
	합 계		1,755tCO ₂

표 6. 경작지와 가축분뇨 처리 및 장내발효에 의한 메탄가스 배출.

		배출계수
벼농사의 종합배출계수 (kg CH ₄ ha-1)		267.51
분뇨처리로 인한 메탄가스 배출	한우	5.83
	양	0.19
	염소	0.12
	말	1.39
	돼지	3.75
	닭	0.078
장내발효로 인한 메탄가스 배출 (kg/마리/년)	한우	47
	양	8
	염소	5
	말	13
	돼지	1.5
	닭	-

계산하기 위해서는 지역의 비재배면적에 작기종합배출계수를 곱하고 가축사육두수에 각각의 종합배출계수를 곱한 값을 더해 발생하는 메탄가스량을 계산한다. 본 연구에서는 경기개발연구원(경기도 시·군 지자체의 온실가스 배출 특성연구, 2007)에서 제시한 종합배출계수를 사용하였다. 사용된 종합배출계수는 표 6과 같다.

계산된 메탄가스배출량을 이산화탄소 배출량으로 변환시키기 위해서는 온실가스 유발계수⁵⁾ 21을 곱한다(경기개발연구원, 2007).

예를 들어, 서벽리에서 벼농사에 의한 이산화탄소 발생량을 계산하는 방법은 다음과 같다.

$$82 \text{ ha}(\text{벼농사재배면적}) \times 267.51(\text{종합배출계수}) = 21,935.82$$

$$21,935.82 \text{ ton} \times 21(\text{온실가스 유발계수}) = 460\text{tCO}_2 \text{가 된다.}$$

서벽리에서 배출되는 농업부문의 이산화탄소량은 표 7과 같다.

서벽리에서는 벼농사에 의해 460tCO₂, 가축사육으로 인해 112tCO₂로 농업으로 인해 총 572tCO₂의 이산화탄소가 발생한 것을 알 수 있다.

전체 조사 결과 서벽리에서는 에너지 사용에 의해 1,755tCO₂, 농업부문에서 572tCO₂로 총 2,327tCO₂의 이산화탄소를 배출하였다. 서벽리 인구 438명을 감안하면 1인당 평균 CO₂ 배출량은 5.3tCO₂으로 우리나라 국민1인당 CO₂ 배출량인 12.4tCO₂에 비해 매우 적은 편이다. 또한 모델지역에서는 농업부문이 전체 배출량의 24.6%를 차지하는 점을 알 수 있는데, 이는 우리나라 부문별 온실가스 배출량에서 농업이 차지하는 비율이 2.5%인 점을 감안하면 비상식적으로 높은 비중이나, 본 모델지역은 에너지사용량이 많은 산업시설이 전무하고 서비스·유통업 등 고에너지 사용 건물이 없으며 농업과 축산업으로 한정되는 농·산촌 지역의 산업구조로 인해 상대적으로 농업부문의 배출량 비율이 높게 나온 것으로 판단된다. 일례로 경기개발연구원의 통계 자료에 의하면 비 재배면적 4,583 ha, 인구수 45,603명으로 농업의 비중이 높은 경기도 연천군의 경우 농업부문에서 발생하는 온실가스 배출량이 전체 온실가스 배출량의 약 14.77%(통계청, 2008)로 우리나라 평균치를 훨씬 웃도는 것을 알 수 있다.

3. 모델지역 산림의 탄소흡수량 개산(概算)

모델지역의 산림에 의한 이산화탄소 흡수량을 정확하게 계산하기 위해서는 해당지역의 임목축적과 용적밀도, 지상부 바이오매스의 확장계수와 뿌리함량비를 곱하여 바이오 매스량을 산출한 후 탄소환산계수를 곱해서 탄소흡

⁵⁾ 지구온난화 지수에 따라 메탄배출량을 이산화탄소 배출량으로 전환하기 위해 곱해지는 계수를 '온실가스 유발계수'라 칭함.

표 7. 서벽리의 농업분야에서 나오는 CO₂ 배출량.

		계산법	CO ₂ 배출량
벼농사		82 ha × 267.51(종합배출계수) = 21,93582 ton 21,93582 ton × 21(온실가스 유발계수) = 460TCO ₂	460TCO ₂
가축분뇨처리	소	100마리 × 5.83(배출계수) = 0.583 ton 0.583 ton × 21(온실가스 유발계수) = 12.24TCO ₂	12.24TCO ₂
	양	4마리 × 0.19(배출계수) = 0.00076 ton 0.00076 ton × 21(온실가스 유발계수) = 0.015TCO ₂	0.015TCO ₂
	닭	66마리 × 0.078(배출계수) = 0.005 ton 0.005 ton × 21(온실가스 유발계수) = 0.10TCO ₂	0.10TCO ₂
장내발효	소	100마리 × 47(배출계수) = 4.7 ton 4.7 ton × 21(온실가스 유발계수) = 98.7TCO ₂	98.7TCO ₂
	양	4마리 × 8(배출계수) = 0.032 ton 0.032 ton × 21(온실가스 유발계수) = 0.672TCO ₂	0.672TCO ₂
합계			572TCO ₂

* '종합배출계수'와 '온실가스유발계수'는 경기개발연구원에서 만든 지침을 사용.
자료: 경기개발연구원

수량을 구하는 것(국립산림과학원, 2006)이지만, 본 연구에서는 자료수집의 한계로 인하여 임목간재적성장량에 CO₂ 흡수계수를 곱하는 계산(概算)식을 적용하였고, 산림면적은 모델지역인 서벽1,2리의 산림면적을 파악할 수 없어 서벽리 전체 산림면적의 1/2을 적용하였다.

서벽리의 산림면적은 사유림 633 ha, 국유림 2,284 ha로 총 2,917 ha이며, 임목 성장량은 봉화군의 2002년과 2007년의 5년간의 평균임목성장량(임업통계연보)을 활용하였다. 봉화군 임목의 ha당 연평균 성장량은 약 6.5 m³이며, 녹색식물 1 kg의 물질을 생산하는데 약 1.6 kg의 이산화탄소를 흡수한다(산림과 환경, 1982)는 수치를 이용하였고, 목재비중 0.8과 전건비중을 침·활엽수의 중간값인 0.6정도를 계상하여 다음과 같이 계산하였다.

$$2,917 \text{ ha} \times 1/2 \times 6.5 \text{ m}^3 = 9,480 \text{ m}^3 \text{ (산림의 순성장량)}$$

$$9,480 \text{ m}^3 \times 1.6 \text{ kg} \times 0.8 \times 0.6 = 7,280 \text{ ton} \text{ (년간 이산화탄소 흡수량)}$$

따라서 모델지역의 산림에서 흡수되는 이산화탄소의 양은 대략 7,280 ton이 된다. 이것은 서벽리의 에너지와 농업으로 인한 이산화탄소 배출량 2,327tCO₂의 약 3배에 해당하는 것으로서 현재에도 자체적으로 탄소배출보다 더 많은 양의 이산화탄소를 흡수하며 사실상 탄소제로 마을 상태이다.

결론

지구온난화에 대응하기 위하여 추진하고 있는 산림탄소순환마을 조성을 위한 가장 기본적인 사항은 온실가스 배출에 관한 통계인데 현재 시·도 단위의 온실가스 배출 통계는 존재하나 마을단위의 온실가스 배출에 관한 통계가 존재하지 않는다. 따라서 이 연구는 모델지역에서 배

출하는 이산화탄소가 얼마인지를 부문별로 파악하여 마을단위의 온실가스 배출량에 대한 자료를 구축하는 하나의 모델을 제시하고자 하였다.

경상북도 봉화군 춘양면 서벽리를 모델지역으로 하여 그 지역에서 배출되는 이산화탄소 배출량을 조사하였다. 조사는 배출원이 되는 에너지부문과 농업부문에 대해 이루어졌고 자료수집이 무의미하거나 자료가 전무한 산업공정과 폐기물 분야는 제외하였다.

조사된 내용을 바탕으로 IPCC가이드라인에서 제공하는 탄소배출계수와 경기개발연구원에서 제시한 종합배출계수를 활용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 서벽1, 2리의 에너지 사용에 의한 이산화탄소 총 배출량은 1,755tCO₂이며 난방사용에 의한 배출량이 55%로 가장 많은 비중을 차지하며 전력 23%, 차량 22%의 순으로 나타났다.

모델지역에서는 전체에너지 사용에 의해 인구 1인당 4.0tCO₂의 이산화탄소를 배출하였는데 우리나라의 1인당 에너지 사용에 의한 CO₂ 배출량 10.46tCO₂에 비해 42.7%로 상대적으로 매우 적은 양의 이산화탄소를 배출하는 것을 알 수 있다. 이는 산업시설이 전무하고 고에너지 사용건물이 없으며 필요이상의 냉·난방으로 인한 과소비가 없는데서 기인하는 것으로 에너지 저소비형 생활의 단면이다.

둘째, 서벽1, 2리에서는 벼농사와 가축 등 농업으로 인해 총 572TCO₂의 이산화탄소가 발생하였으며 이는 총 배출량 2,327tCO₂의 약 24.6%를 차지한다. 농업부문에 대한 분석은 밭과 사과경작지 등은 제외하고 벼 재배 면적만을 취급하였다.

셋째, 모델지역에서 산림의 이산화탄소 흡수량을 개략적으로 계산한 결과, 산림에 의해 7,280 ton의 이산화탄소

가 흡수되고 있다. 이는 모델지역에서의 배출량 2,327tCO₂의 약 3배에 해당하는 것으로 모델지역에서는 현재 자체적인 탄소순환이 이루어지는 것을 알 수 있다.

넷제, 모델지역에서 사용되는 난방에너지를 우드칩이나 펠릿 등 목재바이오에너지로 대체할 경우 연간 약 1,580 ton의 목재가 소비될 것이며 난방에서 발생하는 이산화탄소 발생량은 964tCO₂의 1/12인 80tCO₂로 884tCO₂만큼의 탄소가 저감 될 것으로 예상된다(산림청, 2003). 이는 서벽리에서 연간 사용되는 전력(410tCO₂)과 차량(381tCO₂)으로 인한 탄소배출량을 합친 것보다 많은 양의 탄소 저감 효과이며, 각 주택이나 건물 등에 태양광을 설치하고 태양광 가로등을 설치함으로써 탄소가 발생하지 않는 태양열로 전력 사용을 대체한다면 난방은 물론 전력에서까지 큰 탄소저감효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 또한, 목재칩을 이용하여 중앙난방시스템을 도입한다는 것은 지역주민의 편리성과 경제성을 도모할 수 있고 특히 유류대를 절약하여 그에 상응한 지역주민의 고용을 증진시킬 수 있는 중요한 의미를 가진다.

인용문헌

1. 경기개발연구원. 2007. 경기도 시·군 지자체의 온실가스 배출 특성 연구 pp. 73-79.
2. 국립산림과학원. 2006. 지구온난화와 산림 그리고 탄소 나무 계산기 pp. 24-28.
3. 국립산림과학원. 2006. 기후변화협약 대응 산림부문 온실가스 통계 체계 구축.
4. 김장수. 1982. 산림과 환경 pp. 37-40.
5. 녹색성장위원회. 2009. 녹색성장 국가전략. pp. 61-65.
6. 봉화군. 2008. 봉화통계연보.
7. 산업자원부. 2006. 에너지통계연보. pp. 12-17.
8. 산림청. 2003. 숲가꾸기 산물의 경제적 활용방안에 관한 연구. pp. 5-7.
9. 산림청. 2009. 산림탄소순환마을 조성계획. pp. 1-3.
10. 산림청. 2002. 임업통계연보.
11. 산림청. 2007. 임업통계연보.
12. 산림청. 2009. 산림자원의 조성 및 활용 확대. pp. 51-66.
13. 삼성경제연구소. 2001. 기후변화협약의 도전과 한국의 대응 pp. 1-7.
14. 에너지경제연구원. 2008. 기후변화협약 대응 국가온실가스 IPCC 신규 가이드라인 적용을 위한 기획연구. pp. 50-80.
15. 에너지경제연구원. 2005, 2006년도 에너지총조사 보고서. 산업자원부.
16. 이진행. 2001. 기후변화협약에 따른 교토의정서 체제. 고려대학교 석사학위논문.
17. 이현우. 2007. 목질 바이오매스의 에너지 이용 연구. 고려대학교 석사학위논문.
18. 장철원. 2008. 기후변화 방지를 위한 배출권거래제도. 한양대학교 석사학위논문.
19. 지식경제부. 2009. 지자체별 온실가스 배출량 및 배출특성 분석결과. pp. 1-11.
20. 환경부. 2008. 지자체 기후변화대응 업무안내서.
21. 환경부. 2002. 환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축.
22. IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines 핵 National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
23. IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

(2010년 5월 20일 접수; 2010년 6월 8일 채택)