

## 대구광역시 주거 건축물의 이산화탄소 배출 감축을 위한 탄소포인트제의 효과 및 개선방향에 관한 연구

### A Study on Improvement and Effect of Carbon Point Program for Residential Buildings in Daegu

여명길\*  
Yeo, Myung-Kil

전규엽\*\*  
Jeon, Gyu-Yeob

홍원화\*\*\*  
Hong, Won-Hwa

조웅호\*\*\*\*  
Cho, Woong-Ho

#### Abstract

The amount of energy consumption in the buildings is approximately 20% of domestic energy consumption. The Carbon Point Program have been published on reduction of greenhouse gas emission in buildings under the paradigm of 'Low Carbon Green Growth'. This study focuses on the effect of 'Carbon Point Program' for residential buildings in Daegu. The amount of electricity and waterwork consumption and information of households were investigated to analyse the effect of carbon point program. The samples are situated in Daegu and are apartment in Bukgu and Suseonggu. The CO<sub>2</sub> emission is analysed by factors of energy resource and household organization between before participating and after participating in Carbon Point Program. The participation type has a difference of voluntary participation in Suseonggu and passive participation in Bukgu. Based on this investigation, average amount of CO<sub>2</sub> emission was reduced from voluntary participation households but all of them did not. To promote the effect of Carbon Point Program, this study proposes that needing the plans to raise will and activity of reducing carbon and to help participation which have disadvantage against achieving reduction.

Keywords : Greenhouse Gas, Carbon Point Program, Residential Building, Energy Consumption

주요어 : 온실가스, 탄소포인트제, 주거 건축물, 에너지 소비

## I. 서론

### 1. 연구의 목적

현재 세계는 기후변화라는 패러다임 속에서 온실가스 감축을 위한 국제적 공조가 이루어지고 있다. 온실가스 감축이라는 공감대 형성을 통해 기후변화협약이라는 합의를 이끌어내었으며 그 내용은 2020년까지 해당 국가에서는 특정한 목표량까지 온실가스를 줄여야 한다는 것이다. 현재는 일부 국가를 중심으로 온실가스 감축 이행의 노력이 이루어지고 있으나 다가오는 2013년부터 한국도 이행의무국가에 들어갈 것이라는 전망이 나오고 있다. 국내

에서는 2008년에 '저탄소 녹색성장'이라는 국가성장 패러다임이 발표되고 온실가스 감축 노력이 여러 분야에서 이루어지고 있다.

온실가스 배출을 줄이기 위해서는 에너지 소비의 절약과 화석연료 사용에 대한 의존도를 줄여나가는 것이 중요한데 국내의 경우 석유수입 세계 4위, 에너지의 해외 의존도 97%, 온실가스 배출량이 세계 12위로 화석연료의 수입과 의존도가 높은 실정이다.<sup>1)</sup>

중앙정부에서는 국가적 마스터플랜을 통해 거시적 온실가스 배출을 통제하는 동시에 지자체에서도 온실가스 배출을 감축하도록 유도하고 있다. 대구시는 중앙정부의 온실가스 배출 절감을 위한 마스트 플랜 아래에 대구시의 온실가스 감축목표량을 설정하고 세부 실행프로그램들을 통해 기후변화에 대비하고 있다.

2007년 에너지 총 조사 통계에 따르면 국내 이산화탄소 총 배출량을 산업용, 운송용, 주거용, 상업·공공용으로 분류하여 산정하고 있는데, 건축물 부문에서의 에너지 소비가 약 20%를 차지하는 것으로 나타나고 있다.<sup>2)</sup> 이러

\*정회원(주저자), 경북대학교 건축·토목공학부 박사수료  
\*\*정회원(교신저자), 제주대학교 건축학부 조교수, 공학박사  
\*\*\*정회원, 경북대학교 건축·토목공학부 교수, 공학박사  
\*\*\*\*정회원, 대구공업대학교 디지털전자정보계열 부교수, 공학박사

**Corresponding Author:** Gyu-Yeob Jeon, Dept. of Architecture, Jeju. Natl. Univ., 102 Jeju-deahak-no, Jeju-si, Jeju-do, Korea  
E-mail: hi.gyueob@jejunu.ac.kr

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0029455).

이 논문은 2010년도 한국주거학회의 추계학술발표대회에 발표한 논문을 수정·보완한 연구임.

1) 지식경제부(2008). 국가에너지기본계획(안) (2008~2030). 18.  
2) Korea Energy Economics Institute (2009). 2008 Energy Consumption Survey. Ministry of Knowledge Economy, 84.

한 상황 때문에 건축물 부문에서도 온실가스 배출 절감을 위한 대책으로 온실가스 감축 프로그램들이 시행되고 있다. 주거용 건축물의 온실가스 배출절감을 위한 프로그램은 신·재생에너지 시스템 도입을 위한 지원, 온실가스 배출이 절감되는 성능이 향상된 건축물의 제공, 재실자들의 자발적 온실가스 배출 절감 프로그램으로 구성되어 있다. 신·재생에너지 도입 지원이나 그린 홈 보급 등의 사업을 통해서 주거용 건축물에서 온실가스 배출 절감효과를 기대 또는 예상할 수 있지만, 탄소포인트제와 같이 거주자들이 건축물 내에서 자발적인 절약행동으로 온실가스를 절감을 하여야 하는 프로그램에서는 그 기대효과를 예상하기 어렵다. 본 연구에서는 주거용 건축물을 대상으로 시행되고 있는 탄소포인트제도에 대하여 자발적인 온실가스 배출 절감 프로그램인 탄소포인트제가 어떠한 효과를 이루어내고 있는지 분석하고 이에 수반되는 개선방향이 무엇인지를 제시하고자 한다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 대구시에 소재하고 있는 공동주택을 대상으로 탄소포인트제에 의한 이산화탄소 배출의 효과를 살펴보고 개선방향이 무엇인지 살펴보고자 한다. 본 연구의 방법은 <Figure 1>과 같은 과정으로 진행되었다. 첫째, 탄소포인트제에 참여하고 있는 공동주택 내 세대를 대상으로 에너지 사용량을 조사한다. 둘째 에너지 사용량은 이산화탄소 배출량으로 환산하여 탄소포인트제 참여 전·후 이산화탄소 배출량의 비교 및 분석, 조사대상 세대들의 유형별에 의한 탄소포인트제의 효과를 분석한다. 셋째, 비교 및 분석을 통해 도출되는 탄소포인트제의 개선방향을 제시하는 것으로 연구가 진행되어진다.

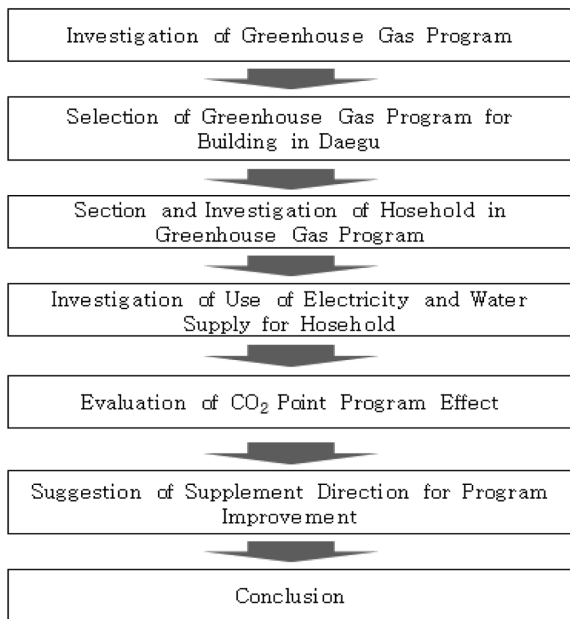


Figure 1. Research Flow

II. 온실가스 배출 절감을 위한 프로그램의 동향

1. 국가적 온실가스 배출 절감을 위한 프로그램

국내 온실가스 감축을 위해 중장기적인 계획들이 수립되었으며 관련 계획들의 주요내용은 다음과 같다.

2008년 국무총리실에서 발표된 ‘기후변화대응 종합계획’, 녹색성장위원회의 ‘녹색성장 5개년계획(2009~2013)’ 등 대부분의 계획들은 탈화석에너지화와 에너지 효율을 위한 기술제고 등을 주요 내용으로 담고 있다.

‘저탄소 녹색성장·은 국가성장 패러다임이자 국가성장 비전이다. 이는 청정에너지와 녹색기술을 통해 에너지 자립을 이룩하고 신성장 동력과 일자리를 창출하고자하는 의지를 보여주는 것이다.

제1차 에너지기본계획(2008~2030)은 에너지원단위의 개선과 탈화석에너지화, 그린에너지산업 성장동력화, 에너지 자립과 복지실현 등에 관한 내용들을 4대 전략과 10대 과제로 제시하였다. 기후변화대응 종합계획은 범지구적 기후변화대응 노력에 동참, 녹색성장을 통한 저탄소사회를 구현, 기후친화적인 산업을 신성장 동력으로 육성, 국민 삶의 질 제고와 환경개선, 기후변화 대처를 위한 국제사회 노력 선도 등의 내용을 담고 있다. 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획은 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색 강국으로 진입, 기후변화 및 에너지 자립, 신성장 동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상강화 등의 내용을 담고 있다.

2. 대구시 온실가스 배출 절감을 위한 프로그램

대구시는 2010년에 ‘대구광역시 기후변화대응 기본계획 및 연차별 시행계획’을 수립하였다. 본 계획에서는 대구시가 2020년에 감축해야 할 온실가스 배출 목표량과 그 목표량을 달성하기 위한 세부계획들이 담겨 있다.

대구시의 지난 7년간(2000~2007년) 이산화탄소 배출량은 2000년에 14,780천t-CO<sub>2</sub>/yr으로 가장 낮았으며 2001년에 16,415천t-CO<sub>2</sub>/yr으로 가장 높은 것으로 나타났다. 2002년 이후로 15,700천t-CO<sub>2</sub>/yr의 수준으로 나타나고 8년 동안 평균 15,818천t-CO<sub>2</sub>/yr의 이산화탄소가 배출된 것으로 집계되고 있다.

이러한 대구시의 이산화탄소 배출현황을 토대로 대구시가 2020년까지 감축해야 할 목표치를 2005년 이산화탄소 배출량 대비 5%를 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 이 목표량은 2005년의 15,900천t-CO<sub>2</sub>/yr에서 5% 감축되는 15,100천t-CO<sub>2</sub>/yr까지 감축되어야 하는 것이며 감축되어야 할 양은 795천t-CO<sub>2</sub>/yr이다.

대구시는 2010년 ‘대구광역시 기후변화대응 기본계획 및 연차별 시행계획 수립’을 통해 2020년까지 이산화탄소 감축목표량을 달성하기 위해 세부 실천 프로그램을 제시하였다. 세부실천 프로그램은 에너지 부문, 농·축산 및 토지이용 부문, 폐기물부문, 녹색생활 및 CDM 부문, 기

후변화적응 부문으로 구분되어 제시되었다. 5개 세부 실천 프로그램들은 대부분 공공건축물을 대상으로 하고 있으며, 이산화탄소 절감 방법으로 신·재생에너지 시스템의 건축물 도입에 관한 계획들이 높은 비중을 차지하고 있다.

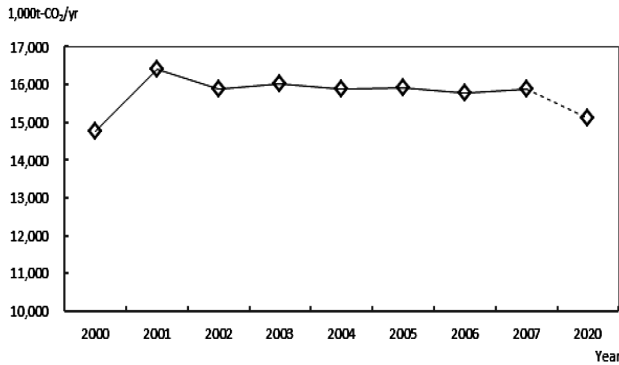


Figure 2. Prediction of CO<sub>2</sub> Emission in Daegu<sup>3)</sup>

### 3. 대구시 주거 건축물의 이산화탄소 절감 프로그램

대구시는 주거용 건축물로부터 배출되는 이산화탄소를 줄이기 위해 화석에너지 사용의 비중을 줄이기 위한 신·재생에너지 시스템과 같은 장치의 도입과 건축물 운영에 사용되는 에너지를 사용자가 절약할 수 있도록 유도하는 프로그램을 기후변화대응 프로그램으로 제시하고 있다.

전자의 프로그램은 이산화탄소 절감의 양이 예측 가능한 반면, 후자의 프로그램은 참여자의 실행도와 방법에 따라 이산화탄소 배출 절감의 정도가 달라지기 때문에 효과를 예측하기 어렵다. 또한 프로그램 참여자들에게서 지속적인 효과를 얻기 위한 방안도 필요하다.

본 연구에서 다루는 탄소포인트제는 후자에 속하는 프로그램으로 2008년 하반기부터 대구시에서 시행되고 있다. 탄소포인트제는 많은 지자체에서 시행되고 있으며 일부 지자체에서도 유사하거나 비슷한 형태로 시행되고 있는 중이다. 탄소포인트제는 참여세대의 참여 전 2년간의 전력, 도시가스, 상수도의 사용량 대비 참여 이후 사용량의 절감 정도에 따라 인센티브를 제공하는 제도이다. 탄소포인트제는 대기환경보전법 제81조의 규정에 의거하여 ‘탄소포인트제 운영에 관한 규정(환경부고시 제 2009-296호)’에 따라 실시되고 있다.

## III. 대구시 탄소포인트제 참여 공동주택의 에너지 소비량 현황

### 1. 대구시 탄소포인트제의 현황 및 조사개요

대구시의 탄소포인트제는 대구시 8개 구·군 전역에 걸쳐 시행되고 있으며 환경부의 탄소포인트제 운영지침을

토대로 운영되고 있다. 2008년 11월에서 2009년 6월까지 시범적 사업의 형태로 진행되었다. 시범적 사업은 구청, 아파트 관리사무소, 주민대표자들의 협의를 통해 선정된 시범 아파트단지를 대상으로 시행되었으며, 신청한 세대들에게는 탄소포인트제에 관련된 교육이 이루어졌다.

2009년 7월부터는 본격 실시로 전환되어 실시되었다. 참여대상 제한 없이 확대 시행되었고, 참여희망 세대 스스로가 탄소포인트제의 홈페이지나 관리사무소에 직접 신청하는 방식으로 진행되었다.

대구시에서는 2010년 7월까지 총 24,391세대가 탄소포인트제에 참여하고 있는 것으로 나타났다<Table 1>. 탄소포인트제에서 관리되는 에너지원은 전력과 상수도이며, 평가방법은 참여이전과 이후의 사용량 비교로 이루어진다.

Table 1. Amount of Household Participating in Carbon Point Program in Daegu<sup>4)</sup> (Unit: household)

Total	Jung-gu	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Suseong-gu	Dalseo-gu	Dalseong-gu
24,391	2,418	2,745	1,448	2,374	4,030	3,609	4,315	3,452

탄소포인트제의 효과를 분석하기 위해 전력과 도시가스, 상수도의 에너지 사용량과 세대의 기초조사를 함께 실시하였다. 조사대상 공동주택은 대구시 수성구와 북구에 위치하고 있다. 수성구에 위치한 아파트는(이하 A아파트) 시범 사업 대상에 선정되어 2008년 12월부터 탄소포인트제에 참여하였으며, 참여 희망 세대를 대상으로 탄소포인트제가 실시되었다. 반면 북구에 위치한 아파트는(이하 B아파트) 2010년 3월에 신청으로 탄소포인트제에 참여하게 되었지만, 세대들의 참여 희망여부에 관계없이 관리사무소에서 전 세대를 가입시켰다. 이와 같이 두 아파트의 탄소포인트제 참여방식에는 차이가 있는데, A아파트는 능동적으로 본 프로그램에 참여한 사례이고, B아파트는 수동적으로 참여한 사례로 볼 수 있다. 본 연구를 위해 조사된 표본수는 A아파트 76세대, B아파트 66세대이다<Table 2>.

A아파트와 B아파트는 모두 서남형 배치이며, 각각 22층과 15층으로 지어진 아파트이다. 냉·난방 방식의 경우 A아파트와 B아파트 모두가 전력을 통한 개별냉방이지만, 난방방식에는 차이가 있다. A아파트는 도시가스를 사용한 개별난방이지만 B아파트는 병커 C유를 사용하는 중앙난방이다<Table 3>.

### 2. 세대구성에 관한 현황

<Table 4>에서 보는 것과 같이 A, B아파트 모두 조사대상 중 2인 구성세대의 비율이 가장 높았으며, B아파트의 경우 1인 구성세대 또한 높다.

3) 대구경북연구원(2010). 대구광역시 기후변화대응 기본계획 및 연차별 시행계획 수립. 대구광역시, 155-237.

4) 대구시 내부자료

Table 2. Outline of Investigation

Type	A Apartment	B Apartment
Location	Suseong-gu in Daegu	Buk-gu in Daegu
Total Size of Household	689 households	1,882 households
Participation rate in Carbon Point Program	Approximately 50% of total households	All
Date of Carbon Point Program	December. 2008	March. 2010
Participation Type	Requestion of Household	Superintendent's offices requestion
Size of Household for Investigation	Total 76 households (participation 40, non-participation 36)	Total 66 households (perception 34, non-perception 32)

Table 3. Outline of Apartment

Type	A Apartment	B Apartment
Total Floor	22	15
Placement	South-West	South-West
Floor Area	119	39
Heating, Cooling Method and Main Energy Source	Cooling	Unit Cooling/ Electricity
	Heating	Unit Cooling/ City Gas Central Heating/ Bunker Fuel Oil

Table 4. Outline of Household<sup>6)</sup>

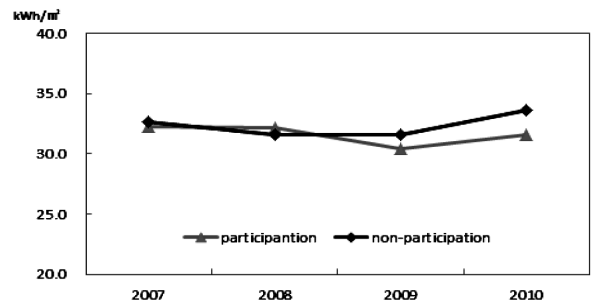
Type	A Apartment		B Apartment		
	participation	non-participation	recognition	nin-recognition	
	n (%)		n (%)		
3 Generation	5persons <sup>1</sup>	3 (7.9)	2 (5.6)	-	-
	5persons <sup>2</sup>	2 (5.3)	3 (8.3)	-	-
	4persons <sup>3</sup>	3 (7.9)	2 (5.6)	-	-
2 Generation	5persons <sup>4</sup>	3 (7.9)	1 (2.8)	-	-
	4persons <sup>5</sup>	14 (36.8)	14 (38.9)	5 (16.7)	2 (6.3)
	3persons <sup>6</sup>	10 (26.3)	9 (25.0)	13 (43.3)	11 (34.4)
1 Generation	2persons <sup>7</sup>	5 (13.2)	5 (13.9)	11 (36.7)	13 (40.6)
	1person <sup>8</sup>	-	-	5 (16.7)	6 (18.8)
Total	40	36	34	32	
Size of person per 1 household	3.7	3.7	2.9	2.3	
Level <sup>9)</sup>	lower level	11 (27.5)	9 (25.0)	13 (38.2)	18 (56.3)
	middle level	16 (40.0)	17 (47.2)	16 (47.1)	10 (31.3)
	higher level	13 (32.5)	10 (27.8)	5 (14.7)	4 (12.5)
	Total	40	36	34	32

- 5) 1. 부모(2)+부부(2)+자녀(1)
2. 부모(1)+부부(2)+자녀(2)
3. 부모(1)+부부(2)+자녀(1)
4. 부부(2)+자녀(3)
5. 부부(2)+자녀(2)
6. 부부(2)+자녀(1)
7. 부부(2)
8. 1인 가구
9. 아파트 층고의 구분을 저층을 5층 이하, 중층을 6~14층, 고층 15~20층 이하로 간주하였다.  
Kim, C. (2009). Analysis of microclimate in apartment complex by age. Proceeding of Autumn Annual Conference of KHA, 2009, 104-108.

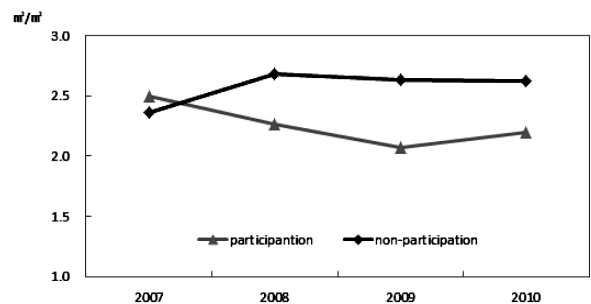
3. 에너지 사용량 현황

탄소포인트제도의 관리대상 에너지원은 전력과 상수도 중심으로 조사하였고 이에 대한 에너지원 사용량의 시간적 범위는 2007~2010년까지 4년간의 사용량을 조사하였다. 탄소포인트제도의 효과를 분석하기 위해 전력과 상수도 사용량을 단위면적 당 사용량과 이산화탄소 배출량으로 환산하여 분석하였다. 탄소포인트제도 참여 시점을 기준으로 참여이전과 참여이후를 비교하였다.

A아파트 전력 사용량의 경우 탄소포인트제도에 참여한 2009년의 전력사용량이 가장 낮은 것으로 나타났다(Figure 3). 4년간의 전력사용량은 참여세대에서는 30~32 kWh/m<sup>2</sup>, 비참여세대에서는 31~34 kWh/m<sup>2</sup> 정도의 범위에서 단위면적당 전력이 사용되어진 것으로 나타났다. 참여세대의 경우 탄소포인트제에 참여한 2009년부터 참여 이전보다 전력 사용량이 감소하는 경향을 보여주고 있다. 다만 2010년의 전력 사용이 2009년에 비해 다소 (1.1 kWh/m<sup>2</sup>) 증가하였지만, 탄소포인트제도 참여 이전인 2007년과 2008년보다는 낮게 나타났다. 상수도 사용량의 경우 참여세대가 비참여세대보다 낮은 것으로 나타났다. 상수도는 참여세대의 경우 2.1~2.5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 비참여세대의 경우 2.4~2.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 정도의 수준으로 단위면적당 사용된 것으로 나타났다.



a) Electricity Consumption of A Apartment

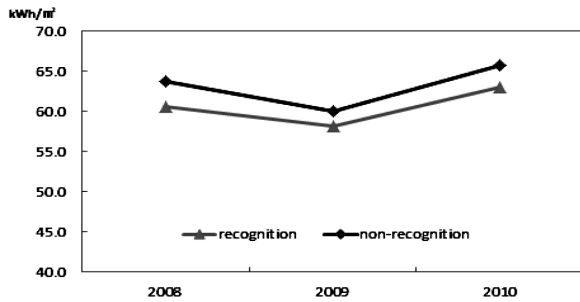


b) Water Consumption of A Apartment

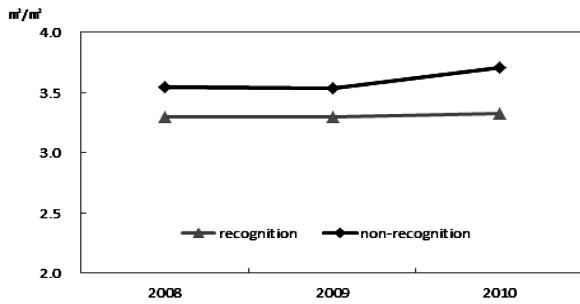
Figure 3. Energy Consumption of A Apartment

수동적 탄소포인트제도 참여가 이루어진 B아파트에서는 탄소포인트제 참여에 대해 인지하고 있는 인지세대가 그렇지 않은 비인지세대 보다 단위 면적당 전력 사용량이 작게 나타났다. 인지세대는 58~63 kWh/m<sup>2</sup>, 비인지세대는 60.0~65.7 kWh/m<sup>2</sup> 정도의 수준으로 단위면적당 전력이 사용되어진 것으로 나타났다. 인지세대와 비인지세대 모두

2008년을 기준으로 2009년에는 감소하였고, 탄소포인트제에 참여한 2010년에는 이전년도의 사용량보다 증가한 것으로 나타났다<Figure 4>. 상수도 사용량의 경우는 전력 에너지 사용 패턴과 유사하게 인지세대와 비 인지세대 모두 2010년이 가장 높게 나타지만, 인지세대의 증가량이 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다. 인지세대의 상수도 사용량은 3.0~3.3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 비인지세대는 3.5~3.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>였다.



a) Electricity Consumption of B Apartment



b) Water Consumption of B Apartment

Figure 4. Energy Consumption of B Apartment

#### IV. 탄소포인트제의 이산화탄소 절감 효과 분석

##### 1. 에너지 사용량에 따른 분석

탄소포인트제의 효과를 분석하기 위해 전력과 상수도의 사용량을 이산화탄소 배출량으로 환산하여 분석하였다. 이산화탄소 배출량 산정에 필요한 환산법은 에너지 관리공단에서 제공하는 이산화탄소 배출량 환산법<sup>6)</sup>을 이용하였다.

일반적으로 주거건축물에서 전력의 사용은 냉·난방, 조명 및 전기기기 등의 에너지원으로 사용되며, 전력 사용 용도를 구분하기 위하여 <Figure 5>와 같은 기준을 적용하였다. 상수도는 위생용 및 식음료 등으로 사용된다.

전력 사용에 있어서 난방용과 냉방용의 구분은 중간기인 4월 또는 5월 중 사용량이 적은 월(月)을 기준하였다. 이 기간에서 난방과 냉방의 사용량이 연중 최저가 되며 전력 소비의 대부분을 조명 및 전기기기 등의 사용이 차

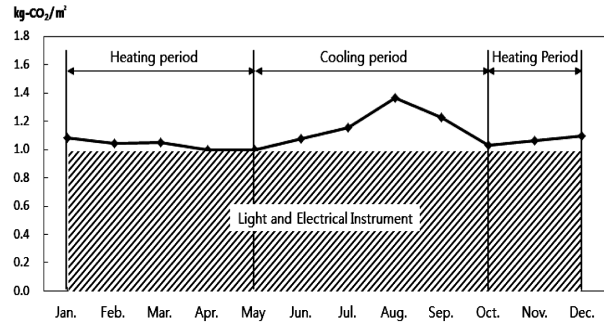


Figure 5. Electricity Consumption Property in Year<sup>7)</sup>

지한다. 따라서 전체 전력 사용량에서 중간기의 전력사용량을 빼면 동절기에는 난방으로 하절기에는 냉방으로 전력이 사용되는 것으로 할 수 있다.

탄소포인트제의 효과를 분석하기 위해 탄소포인트제 참여 전후 대상세대들의 이산화탄소 배출 현황을 비교하였으며, 그 결과는 <Table 5>와 같다. 이는 2008~2010년까지 전력과 상수도 사용에 따른 이산화탄소 배출량을 2008년의 배출량을 기준으로 2009년과 2010년을 변화를 상대값으로 나타내고 있다.

<Table 5>에서 보는 것과 같이 A아파트의 경우 난방에너지원으로 사용되어지는 전력 사용량이 탄소포인트제 참여 전년도 보다 높게 나타났다. 그러나 <Table 5>와 <Figure 6>에서 보는 것과 같이 도시가스 사용량이 매년 줄어들었다. 한편 A아파트 도시가스의 사용량 변화와 동절기의 기온과는 상관성은 없는 것으로 나타났다. A아파트 소재지역의 3년 평균 동절기(11월~1월) 기온은 2008년 3.9°C, 2009년 4.6°C 그리고 2010년 3.6°C였다. B아파트 또한 난방용 전력 사용량이 매년 증가되는 것으로 나타났다.

냉방용 전력 에너지 사용량은 A아파트와 B아파트가 유사한 패턴을 나타냈었다. 2008년에 비해 2009년에는 전력사용량이 줄었지만, 2010년에는 다시 증가하는 경향을 보여주었다. 특히 2010년의 하절기 기간 중 8월에 사용된 냉방용 전력은 하절기 전체 기간에 사용된 전력사용량의 약 30% 정도를 차지하였다. 이와 같은 냉방용 전력 에너지 사용량의 변화는 냉방부하에 직접적인 영향을 주는 하절기 평균기온의 영향으로 사료된다. <Table 6>에서 보는 것과 같이 2008년에서 2010년까지의 하절기(8월) 평균 기온은 25.1, 23.6, 26.7°C로 나타났다.

2009년의 경우 하절기 평균 기온이 23.6°C로 3년 중 가장 낮았고, 2010년의 경우 하절기 평균기온이 26.7°C로 가장 높게 나타났다. 한편, A아파트의 경우 탄소포인트제 참여세대가 비참여세대보다 높은 냉방용 전력에너지 사용량을 나타내었다. 3년 중 하절기 평균기온이 가장 높았던

6) TCO<sub>2</sub>의 계산은 해당 연료를 TOE로 변환하여 탄소배출계수를 곱하여 산출된 TC값에 [이산화탄소분자량]/(탄소원자량)을 곱하여 산출  
 TC=해당연료의 TOE×탄소배출계수(TC/TOE)  
 TOC<sub>2</sub>=TC×44/12[이산화탄소분자량/탄소원자량]  
<http://co2.kemco.or.kr/directory/toe.asp>

7) 전기사용량을 용도별로의 구분은 Kim, S.(2010). An reduction analysis of the CO<sub>2</sub> emission by building energy savings 에서 제시된 바 있음.

Table 5. Relative Value of CO<sub>2</sub> Emission

Type	A Apartment						B Apartment							
	Participation			Non-Participation			Recognition			Non-Recognition				
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010		
Energy	Electricity	Heating	1	1.05	1.15	1	1.21	1.30	1	1.46	2.21	1	1.02	1.27
		Cooling	1	0.70	1.36	1	0.92	1.07	1	0.88	1.48	1	0.62	1.31
		Light & etc.	1	0.95	0.96	1	1.00	1.06	1	0.95	0.89	1	0.96	1.00
		Sub-total	1	0.95	0.98	1	1.00	1.06	1	0.96	1.01	1	0.94	1.03
	Water	Winter	1	0.91	0.89	1	0.92	0.97	1	0.99	1.05	1	0.97	1.01
		Summer	1	0.96	0.88	1	0.81	1.36	1	0.95	0.91	1	0.92	0.99
		Intermediate season	1	0.74	2.29	1	1.38	0.46	1	1.37	1.31	1	1.85	1.83
		Sub-total	1	0.92	0.97	1	0.98	0.98	1	1.00	1.01	1	1.00	1.05
	Total	1	0.96	0.96	1	0.99	1.01	1	0.96	1.04	1	0.94	1.03	
	Household	3 generation	5 persons <sup>1</sup>	1	0.98	1.01	1	0.98	1.03	-	-	-	-	-
5 persons <sup>2</sup>			1	0.98	1.01	1	0.99	1.03	-	-	-	-	-	-
4 persons <sup>3</sup>			1	0.98	1.00	1	0.97	0.99	-	-	-	-	-	-
sub-total			1	0.98	1.01	1	0.98	1.02	-	-	-	-	-	-
2 generation		5 persons <sup>4</sup>	1	0.98	1.00	1	0.98	1.01	-	-	-	-	-	-
		4 persons <sup>5</sup>	1	0.97	0.96	1	0.96	1.00	1	0.97	1.01	1	0.97	1.00
		3 persons <sup>6</sup>	1	0.95	0.92	1	0.92	1.03	1	0.99	1.01	1	0.99	1.01
		sub-total	1	0.97	0.97	1	0.95	1.01	1	0.98	1.01	1	0.98	1.01
1 generation		2 persons <sup>7</sup>	1	0.87	0.85	1	0.92	1.04	1	0.93	1.02	1	0.93	0.99
		1 persons <sup>8</sup>	-	-	-	-	-	-	1	0.87	1.07	1	0.88	1.00
	sub-total	1	0.87	0.85	1	0.92	1.04	1	0.90	1.05	1	0.90	0.99	
Total	1	0.96	0.96	1	0.99	1.01	1	0.96	1.04	1	0.94	1.03		
Floor	Lower floor	1.00	0.98	1.01	1.00	0.97	1.12	1.00	0.93	1.04	1.00	0.87	1.03	
	Middle floor	1.00	0.94	0.97	1.00	0.97	0.99	1.00	0.95	1.03	1.00	1.03	1.00	
	Upper floor	1.00	0.96	0.96	1.00	0.95	1.98	-	-	-	-	-	-	
	Total	1	0.96	0.96	1	0.99	1.01	1	0.96	1.04	1	0.94	1.03	

Note. CO<sub>2</sub> emission value in 2009 and 2010 is relative value against CO<sub>2</sub> emission in 2008.  
 B Apartment took part in Carbon Point Program from cooling period in 2010.

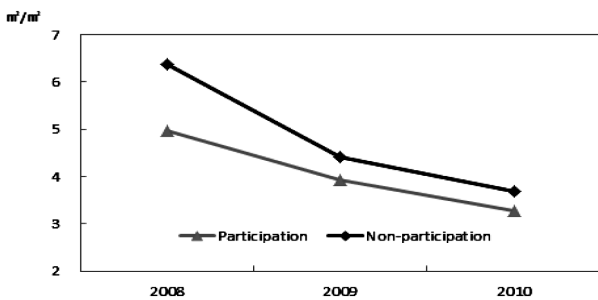


Figure 6. City Gas Consumption of A Apartment

2010년의 경우 냉방용 전력 사용량의 증가율이 가장 높게 나타났으며, 하절기의 높은 평균기온에 의해 프로그램의 절약실천이 다소 떨어지는 것인 것으로 사료된다.

조명과 전기기기용 전력사용량의 경우 A아파트의 참여세대는 평균적으로 탄소포인트제 참여 이후 감소추이를 보여주었다. 프로그램에 참여하는 세대의 경우 세대마다 대기전력차단기기를 설치하는 등의 전력 사용량 절약을 위한 조치와 행위가 실행되었다. B아파트의 경우도 2009년의 전력 사용량은 감소되었지만, 다음해인 2010년에는 증가되어 지속적인 감소패턴은 보이지 못하였다.

Table 6. Comparison of CO<sub>2</sub> Emission by Using Electricity in August (Unit: kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

	Year	2008	2009	2010
	Mean Temperature in August	26.7	25.5	28.7
Household	Participation in A Apartment	0.274	0.096	0.387 (July: 0.161)
	Non-Participation in A Apartment	0.630	0.125	0.375 (July: 0.174)
	Recognition in B Apartment	0.341	0.475	0.661 (July: 0.528)
	Non-Recognition in B Apartment	0.332	0.229	0.759 (July: 0.635)

난방, 냉방, 기기 및 조명을 포함한 전체 전력에너지 사용의 경우 A아파트의 참여세대의 경우만 탄소포인트제도 시행을 통해 사용량이 줄어든 것으로 나타났다. 비록 참여세대에서도 냉방과 난방용 전력에 대한 절감효과가 나타나진 않았지만, 조명 및 기기전력 사용량 부문에서 절감 효과가 크게 나타났고, 이는 전체전력 사용량 감소로 이어졌다. A아파트에서 전력 사용의 구성은 난방용 4.8%, 냉방용 4.1%, 기기 및 조명 등이 91.1%로 나타났다.

물 사용량의 경우 연간 상수도 사용량으로 분석하였다. 두 아파트 상수도 사용량은 취사, 세탁, 목욕 등의 행위로 소비된다. A아파트의 경우 참여세대와 비 참여세대 모두 감소한 것으로 나타났다.

## 2. 세대구성에 따른 분석

앞선 <Table 4>에서 나타낸 세대구성의 유형에서, A아파트의 경우 1세대(世代) 1인 가구, B아파트의 경우 3세대(世代) 가구와 2세대(世代) 5인 가구의 구성은 조사대상에서 포함되지 않았다. A아파트 참여세대의 경우 5인으로 구성되어 있는 2, 3세대(世代) 가구에서만 2009년에 유일하게 이산화탄소 발생이 감소되었지만, 2010년에는 탄소포인트제 참여 이전 해인 2008년보다 증가하였다. 4인 가족 구성의 2, 3세대(世代)대에서는 탄소포인트제도 참여 이후에 이산화탄소 발생이 감소하지는 않았지만, 감소폭이 3인 가구보다는 작았다. 특히 1세대(世代) 2인 가구에서는 이산화탄소 배출량이 지속적으로 감소하였고, 감소폭이 가장 크게 나타났다. 1세대(世代) 2인 가구의 경우 남편과 아내로 구성되고 80%가 맞벌이 부부였다. 비 참여세대의 경우 3세대(世代) 4인 가구에서만 이산화탄소 배출이 2010년까지 감소한 것으로 나타났다. 그러나 나머지 모든 세대구성에서는 2010년에 다시 증가하는 양상으로 바뀌었다. 비 참여세대 2인 가구에서 맞벌이 부부가구의 비율은 60%로 참여세대에 비해 낮게 나타났다.

B아파트의 경우 앞서 설명한 것과 같이 탄소포인트제에 대한 인지세대와 비인지세대로 구분할 수 있는데, 비인지세대의 경우 2인 가구를 제외한 모든 세대(世帶)에서 2008년 대비 2009년에서 이산화탄소 배출이 감소하였고 2010년에는 다시 증가하였다.

한편 <Table 5>의 세대(世帶)의 거주 층수에 따른 이산화탄소 배출량의 변화에서, 저층 거주 세대(世帶)의 경우 탄소포인트제의 참여와 인지여부에 관계없이 2010년에 이산화탄소 배출이 감소하지 않았다.

## V. 결 론

본 연구는 건축물에서 배출되는 이산화탄소를 감축하기 위해 시행되고 있는 탄소포인트제의 효과를 분석하기 위해 탄소포인트제가 시행되었던 아파트를 대상으로 에너지의 소비량을 조사하고 분석하였다. 에너지원별, 세대구성별 탄소포인트제의 시행 전후의 에너지 사용량 및 이산화탄소 배출량의 변화를 분석하였고, 이에 따른 결론은 다음과 같다.

A아파트의 참여세대와 같이 절약에 대한 실천의지가 있다고 할 수 있는 자발적 참여 세대의 경우에서 탄소포인트제 참여 이후에 이산화탄소 배출량이 상대적으로 많이 감소되었다. 참여세대의 경우에도 이산화탄소 배출 절감이 모든 부분에서 완벽히 이루어진 것은 아니었지만 대체적으로 이산화탄소 배출 절감의 효과가 나타났다고 할

수 있다. 한편 탄소포인트제에 의한 자발적 참여 세대의 이산화탄소 배출량 감소효과는 세대의 구성에 따라 다르게 나타났다. 특히 세대를 구성하는 가족의 구성원수가 많거나 3세대(世代) 가구 구성의 경우에서는 배출량 감소 효과의 폭이 크지 않거나 효과가 나타나지 않았다. 또한 저층보다는 중층과 고층에 거주하는 세대에서 이산화탄소 배출 절감의 효과가 상대적으로 높게 나타났다.

가정 및 주거시설물은 공공시설물과 상업건축물과는 달리 이산화탄소를 줄이기 위한 규제가 어려운 편이다. 그러나 가정 및 주거시설물 부문에서도 이산화탄소 배출을 감축시키기 위해 강제적 규제가 아닌 자발적인 참여와 실천을 유도하는 탄소포인트제라는 프로그램이 실시되었다. 본 연구에서 분석한 결과를 토대로 탄소포인트제의 효과를 높이기 위한 개선방향은 다음과 같다. 실천의지의 제고, 기준의 완화가 필요할 것으로 판단된다. 참여세대들의 실천의지에 따른 이산화탄소 배출의 절감 정도가 다르게 나타나는 것을 살펴볼 수 있듯이 참여세대와 참여하고자 하는 세대들에게 실천의지를 제고 될 수 있는 홍보 및 교육이 지속적으로 필요할 것으로 판단되어진다. 또한 사용자들의 에너지 사용관리가 용이한 체계로의 전환도 실천의지를 지속될 수 있을 것으로 판단되어지는데 이는 에너지 사용을 관찰하는 체계를 공급자 위주에서 사용자도 용이하게 접근이 될 수 있도록 하는 체계의 변화가 필요할 것이다. 이는 에너지 사용자가 에너지 사용정보를 토대로 에너지 절약에 대한 판단 및 행위가 가능해 질 수 있을 것이다. 이러한 사례로는 영국의 DECC(Department of Energy and Climate Change)에서 추진하는 스마트미터 설치 프로젝트에서 살펴 볼 수 있다. 현 탄소포인트제는 에너지사용을 줄여야지만 인센티브가 제공되는 판단의 척도를 가지고 있다. 탄소포인트제에 참여한다고 해서 모든 세대가 이산화탄소 배출을 절감하는 것은 아니었다. 기온, 세대구성, 층수와 같은 거주여건들이 이산화탄소 배출을 절감에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 여건들이 이산화탄소 배출을 절감하는데 불리하게 작용되는 해당 세대들이 실천의지가 지속될 수 있도록 탄소포인트제 공을 위한 판단기준이 완화될 필요가 있다.

## REFERENCES

1. 국무총리실 · 기후변화대책단 (2008). 기후변화대응 종합계획. 서울: 환경부.
2. 녹색성장위원회 (2009). 녹색성장 5개년계획(2009~2013)(발간등록번호 11-B552462-000002-01), 서울: 녹색성장위원회.
3. 대구경북연구원 (2010). 대구광역시 기후변화대응 기본계획 및 연차별 시행계획 수립. 대구: 대구광역시.
4. 지식경제부 (2008). 국가에너지기본계획(안) (2008~2030). 18.
5. 환경부 기후변화협력과 (2009). 국내 탄소포인트제 실시 사례 및 향후계획. 서울: 환경부.
6. Kim, C. (2009). Analysis of microclimate in apartment

- complex by age. *Proceeding of Autumn Annual Conference of KHA, 2009*, 104-108.
7. Kim, S. (2010). An reduction analysis of the CO<sub>2</sub> emission by building energy savings. *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 30(1), 455-456.
  8. Kim, S. (2010). The directive and policy on energy efficiency of buildings in the United Kingdom. *Review of Architecture and Building Science*. 56(2), 77-80.
  9. Kim, W. (2006). *A Preliminary Goal-setting and Implementing Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Seoul*. Seoul : Seoul Development Institute.
  10. Korea Energy Economics Institute (2009). *2008 Energy Consumption Survey*. Seoul: Ministry of Knowledge Economy, 84.
  11. Lee, H., Yeo, M., Kim, Y., Jeon, G., & Kim, J. (2010). A research on effect of carbon point system for reduction of green house gas of apartment house. *Proceeding of Autumn Annual Conference of KHA, 2010*, 271-275.
  12. Yeo, M., & Hong, W. (2012). A study on improvement direction of carbon point program to reduce greenhouse gas from the case study of household in carbon point program. *Journal of Daegu Gyeongbuk Development Institute*, 11(1), 55-69.
- 
- 접수일(2012. 3. 23)  
 수정일(1차: 2012. 6. 26)  
 게재확정일자(2012. 8. 16)