

공공정보를 활용한 건축물 용도별 벤치마크 계수 개발 및 감축잠재량 평가

이한경, 김정구, 김윤미
에코엔파트너스

The development of Benchmark Indicator and Reduction Potential Assessment
on Greenhouse gas of Building Types

Hankyung Lee, GeongGu Kim, YoonMi Kim
Eco & Partners Co

Abstract

The building sector contributes about 25.2% on greenhouse gas emissions in our country. Especially, this building sector would be more important in terms of emission amount and reduction potentials based on the expert's opinions. The purpose of this study is to make the benchmark(BM) indicator of greenhouse gas of several types of buildings. Benchmark indicator could be important baseline for allocation of carbon reduction, and helpful for policy makers in central and regional governmental agencies. For this study, the basic data is from the National Building Energy Management System, which integrated the energy data(electricity, gas, steam etc) and building data of all buildings in our country. We've considered the types of building and construction year to make a unit for BM. The regional scope is limited on Seoul city, because of data handling problem. As a result of this study, we've developed the 36 types of BM on Seoul city, and try to calculate the reduction potentials on GangNam-Gu and GwanAk-Gu in efficient way.

1. 연구배경 및 목적

우리나라 건물 부문의 온실가스 배출량 기여율은 25.2%로 산업부문(기여율 50.1%)에 이어 두 번째를 차지하고 있다. 선진국일수록 산업부문 온실가스 배출이 낮아지는 반면, 건물 부문의 온실가스 배출 비중이 상대적으로 증가하는 분석 결과들로 미루어보면 향후 우리나라도 선진국 수준인 40% 까지 증가(미국 39%, 영국 40%)할 것으로 전망하고 있다.

Table 1. 우리나라의 온실가스 배출현황

구분	총계	산업	수송	건물	농업	폐기물	기타
배출량 (1,000톤)	588,011	294,467	103,255	148,518	14,516	15,358	11,897
기여율(%)	100.0	50.1	17.6	25.2	2.5	2.6	2.0

이에 건물 부문의 온실가스 배출량을 감축하기 위해 녹색건축물 조성 지원법이 제정('12.02.22) 되고 전국단위의 모든 건축물(약 690만동)에 에너지 정보(전기, 도시가스, 열에너지)를 통합 관리하는 국가 건물에너지 통합관리시스템이 구축되는 등 정책적 성과는 가시화되고 있으나, 이 정보를 활용한 정책수단은 아직 개발되지 못하고 있다.

본 연구에서는 국가 건물에너지 통합관리시스템의 에너지 사용량 데이터를 활용하여 건물에너지 정책을 지원하기 위한 벤치마크 계수를 개발하고 감축잠재량 분석을 실시하고자 한다. 본 연구에서의 벤치마크 계수란 건축물 별 단위면적당 온실가스 배출량 산정 후 이를 오름차순으로 정렬하였을 때 상위 10%를 차지하고 있는 값의 평균으로 정의하고자 한다.

또한 개발된 벤치마크 계수를 활용하여 건축물의 유형별 감축잠재량을 산정하는 방식을 제공함으로써, 중앙정부 및 지자체의 녹색건축을 추진하는 의사결정자들에게 감축 타겟을 설정하고 목표를 부여하는 방법론을 제시코자 한다. 건축물 주용도 별 감축 목표 설정, 지역 별 감축 목표 설정 등의 정책 목표 설정 시에 벤치마크 계수 및 감축잠재량을 활용한다면 보다 정확한 목표 설정을 위한 기준을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대된다. 특히 녹색건축물조성지원법 제11조에 따른 지역별 건축물의 에너지총량 관리 및 제12조의 개별 건축물의 에너지소비 총량 제한 등이 정책적 활용대상이라고 할 수 있으며, 건물부문 목표관리제 및 배출권거래제 운영 시 감축 목표를 설정에도 지원이 가능 할 것으로 예상된다. 온실가스·에너지 목표관리운영 등에 관한 지침 제32조에 따르면 주관기관인 환경부는 관장기관과 공동으로 벤치마크 계수 개발 계획을 수립할 것을 권고하고 있다.

2. 벤치마크 계수 연구방법론 및 결과

본 연구에서는 국가 건물에너지 통합관리시스템의 에너지 사용량 데이터를 추출하여 스크리닝을 통해 건축물 용도별 벤치마크 계수를 산정하고, 감축잠재량을 산정하였다. 분석대상은 전국 약 9.18%를 차지하고 있는 서울특별시 건축물이다. 연구수행절차를 요약하면 다음과 같다.

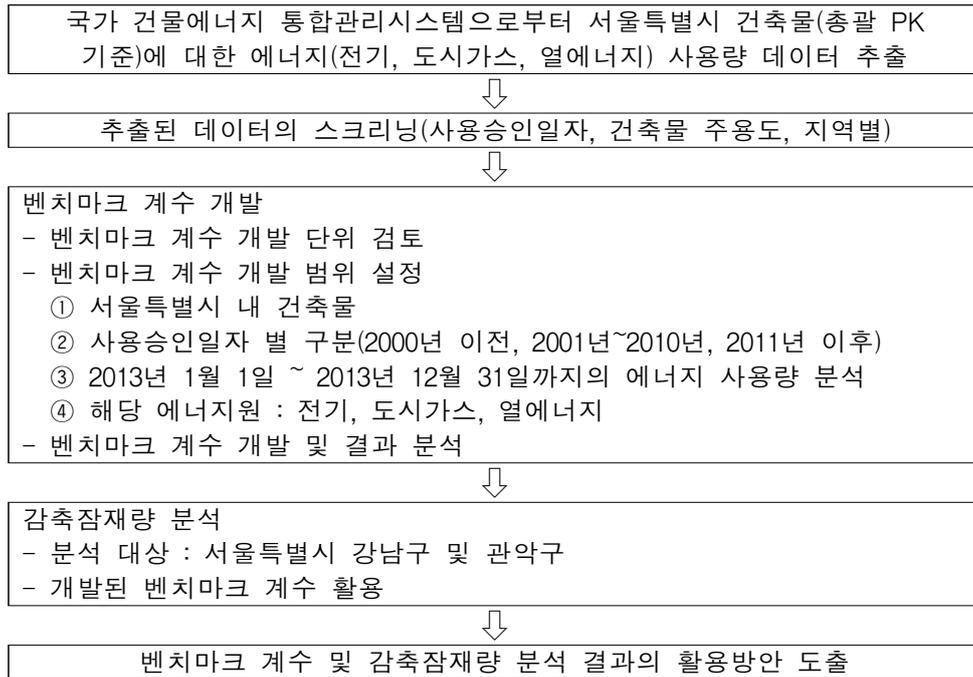


Figure 1 연구수행 절차

벤치마크란 온실가스 배출 및 에너지 소비와 관련하여 연면적 등 단위 활동자료 당 온실가스 배출량 등의 실적 성과를 국내외 동종 배출시설과 비교하는 것을 말하며, 건축물 벤치마크 계수란 건축물의 단위활동 자료 당(연면적) 에너지 사용량 및 온실가스 배출량을 의미한다. 건축물들이 사용하는 에너지를 비교할 수 있게 해주는 기준 값으로 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 건축물 벤치마크 계수를 상위 10% 평균값으로 산정하였다. 이는 유럽에서 배출권거래 시 업종별로 할당량을 부여할 때 사용하는 방식이다¹⁾. 벤치마크 계수 원단위의 산정식은 다음과 같다. 단위는 $tCO_2 / m^2 \cdot yr$ 이며, 단위면적당 온실가스 배출량을 의미한다.

※ 단위면적 당 온실가스 배출량($tCO_2 / m^2 \cdot yr$)

$$= \frac{[(\text{전기 사용량}(kWh/yr) \times \text{단위환산}(tCO_2 / kWh) + (\text{도시가스 사용량}(MJ/yr) \times \text{단위환산}(tCO_2 / MJ) + \text{열에너지 사용량}(Gcal/yr) \times \text{단위환산}(tCO_2 / Gcal)]}{\text{건축물 용도별 연면적}(m^2)}$$

위와 같은 산정식을 이용하면 단위면적 당 온실가스 배출량이 산정된다. 이 값을 활용하여 벤치마크 계수 값을 도출해보고자 한다. 하기 그림에서 상위 10% 이내의 건축물의 단위면적당 온실가스 배출량의 평균을 산정하면 그 값이 벤치마크 계수가 되는 것이다.

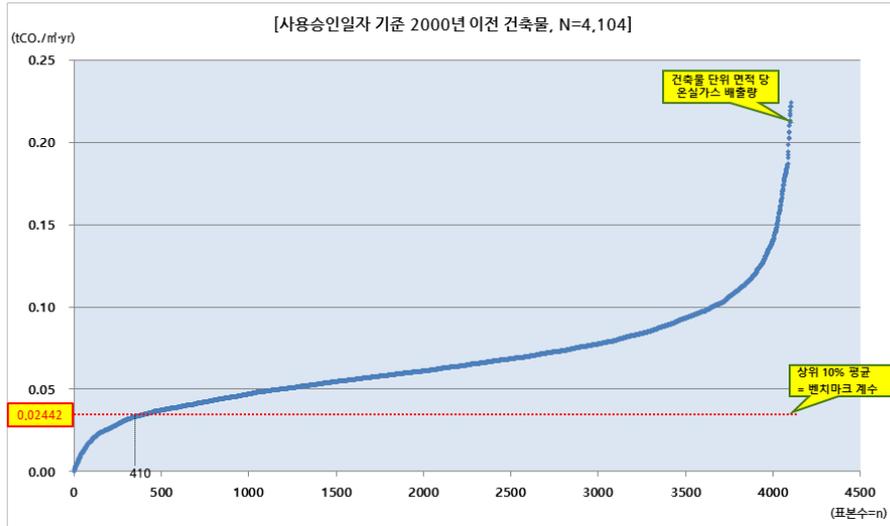


Fig 2. 벤치마크 계수를 활용한 감축잠재량 산정 방법(예)

벤치마크 계수를 산정하기 위한 개발 범위를 다음과 같이 설정하였다.

■ 공간적 범위

건축행정시스템인 세움터의 2014년 건축물 현황에 따르면 서울특별시의 경우 전국 691만동의 건축물 중 약 9.18%인 63만 4,201동을 보유하고 있어 전국에서 가장 많은 건축물을 보유하고 있는 경기도의 뒤를 이어 두 번째를 차지하고 있으며, 연면적의 경우에도 619,453,235㎡으로 전국에서 두 번째이다. 또한 서울시 건물부문의 에너지소비량은 총 에너지소비량의 60%에 달하며 그 비율은 매년 소폭 상승하고 있는 추세²⁾로 지역별로 비교하였을 때도 건물부문에서 차지하고 있는 에너지 순위가 가장 높은(9,152천 toe) 곳³⁾이 서울특별시이다.

■ 시간적 범위

국가 건물에너지 통합관리시스템의 연도별 구축이 완료된 2013년을 기준으로 1월 1일부터 12월 31일까지의 에너지 사용량을 추출하여 벤치마크 계수를 개발하였다.

■ 에너지원 범위

국가 건물에너지 통합관리시스템에서 구축하고 있는 에너지원인 전기, 도시가스, 열에너지를 기준으로 에너지 사용량 데이터를 추출하였다. (추출 단위 : 전기 kWh, 도시가스 MJ, 열에너지 Gcal)

■ 세부 개발 범위

기본적으로 주용도를 기준으로 세부 개발 범위를 구분하였으며, 추가로 건축물 대장 내 사용승인일자에 따라 세 개의 구간으로 구분하여 벤치마크 계수를 개발하였다. 구분 기준은 2000년 이전, 2001년~2010년, 2011년 이후의 세 개의 구간이며, 이는 벤치마크 계수 개발 설계 시에 고려했던 온실가스·에너지 목표관리제의 건축물 벤치마크 계수 개발 지침을 준용한 것이다.

Table 2 1차 스크리닝 결과 주용도 별 건축물 동수

No	주용도	건축물 표본수(동)			
		2000년 이전	2001년 ~2010년	2011년 이후	총합
1	단독주택	281,486	15,340	1,464	298,290
2	공동주택	40,543	38,035	7,025	85,603
3	제1종근린생활시설	45,641	3,568	193	49,402
4	제2종근린생활시설	33,280	10,459	1,298	45,037
5	문화및집회시설	197	131	12	340
6	종교시설	1,090	512	42	1,644
7	판매시설	434	119	5	558
8	운수시설	13	12	3	28
9	의료시설	276	114	10	400
10	교육연구시설	1,571	854	29	2,454
11	노유자시설	1,797	650	74	2,521
12	수련시설	10	16	1	27
13	운동시설	88	50	5	143
14	업무시설	4,162	2,404	220	6,786
15	일반숙박시설	1,569	290	22	1,881
16	위락시설	123	14	-	137
17	공장	583	228	9	820
18	창고시설	348	190	6	544
19	위험물저장및처리시설	420	70	7	497
20	자동차관련시설	470	329	16	815
21	동식물관련시설	25	2	-	27
22	분뇨쓰레기처리시설	7	7	1	15
23	교정및군사시설	1	4	1	6
24	방송통신시설	34	9	-	43
25	발전시설	-	1	-	1
26	묘지관련시설	2	1	1	4
27	관광휴게	3	10	2	15
28	장례식장	-	-	-	-

벤치마크 계수 개발 결과 16개의 주용도에서 36개의 벤치마크 계수가 개발되었다. 표본수가 100개 이하인 건축물의 벤치마크 계수는 제외하였다.

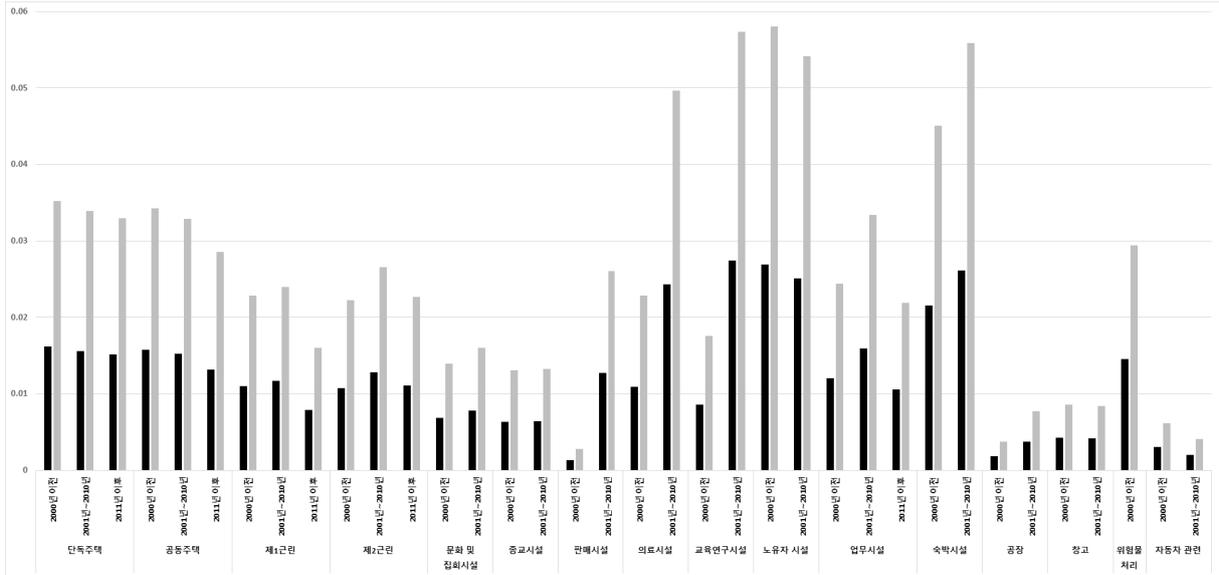


Figure 3 건축물 용도별 벤치마크 계수 결과(toe/m²·yr(검정색) 및 tCO₂/m²·yr(회색))

벤치마크 계수 개발 결과 가장 높은 온실가스 배출을 보이고 있는 건축물은 2001년부터 2010년 사이에 준공된 숙박시설이다. 벤치마크 계수 값이 큰 순서대로 해당하는 주용도를 살펴보면 숙박시설>의료시설>단독주택>공동주택>업무시설 순으로 배출하고 있음을 알 수 있다.

사용승인일자별로 벤치마크 계수의 특징을 살펴보면 2011년 이후에 준공된 건축물은 이전에 준공된 건축물에 비해 단위면적당 온실가스 배출이 적은 것으로 분석되었다. 특히 단독주택 및 공동주택의 경우 사용승인일자 별로 그 특징을 뚜렷하게 관찰 할 수 있다. 2000년 이전 건축물이 가장 많은 온실가스를 배출하고 있고, 그 다음으로는 2001년부터 2010년 건축물이며, 2011년 이후 건축물이 가장 적은 온실가스 배출을 보이고 있다.

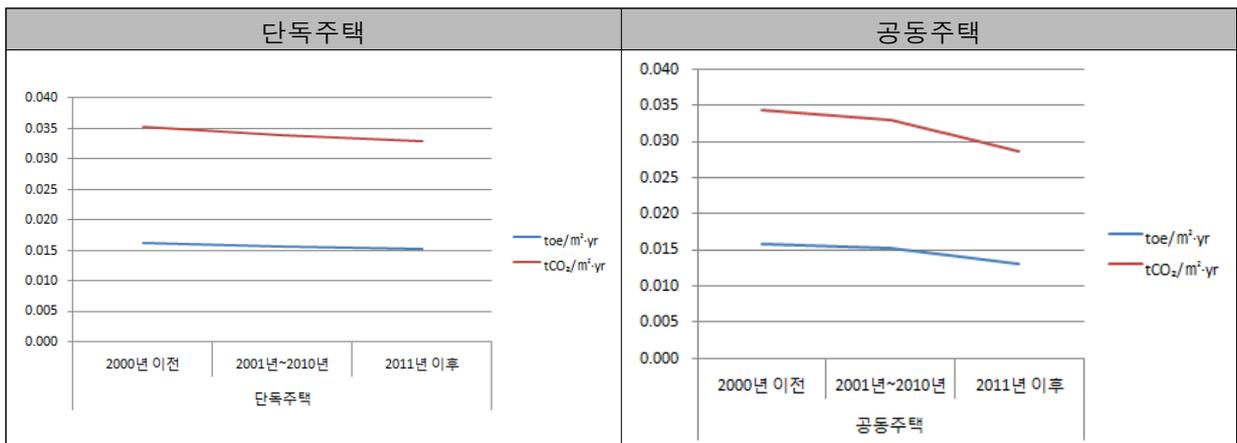


Figure 4 단독주택 및 공동주택의 벤치마크 계수 추이 비교

건축물 주용도 별로 개발된 벤치마크 계수는 다음과 같다.

Table 3 서울시 건축물 주용도 별 벤치마크 계수

건축물 주용도		사용승인연도	toe/m ² ·yr	tCO ₂ /m ² ·yr
1	단독주택	2000년 이전	0.01618	0.03522
		2001년 ~ 2010년	0.01555	0.03391
		2011년 이후	0.01515	0.03300
2	공동주택	2000년 이전	0.01580	0.03426
		2001년 ~ 2010년	0.01526	0.03289
		2011년 이후	0.01314	0.02857
3	제1종근린생활시설	2000년 이전	0.01104	0.02284
		2001년 ~ 2010년	0.01168	0.02395
		2011년 이후	0.00791	0.01603
4	제2종근린생활시설	2000년 이전	0.01078	0.02222
		2001년 ~ 2010년	0.01286	0.02661
		2011년 이후	0.01113	0.02264
5	문화 및 집회시설	2000년 이전	0.00686	0.01394
		2001년 ~ 2010년	0.00781	0.01600
6	종교시설	2000년 이전	0.00630	0.01311
		2001년 ~ 2010년	0.00639	0.01322
7	판매시설	2000년 이전	0.00136	0.00281
		2001년 ~ 2010년	0.01273	0.02603
8	의료시설	2000년 이전	0.01094	0.02281
		2001년 ~ 2010년	0.02428	0.04963
9	교육연구시설	2000년 이전	0.00856	0.01761
		2001년 ~ 2010년	0.02743	0.05736
10	노유자시설	2000년 이전	0.02690	0.05802
		2001년 ~ 2010년	0.02510	0.05413
11	업무시설	2000년 이전	0.01202	0.02442
		2001년 ~ 2010년	0.01597	0.03336
		2011년 이후	0.01058	0.02187
12	숙박시설	2000년 이전	0.02156	0.04506
		2001년 ~ 2010년	0.02617	0.05585
13	공장	2000년 이전	0.00184	0.00371
		2001년 ~ 2010년	0.00378	0.00769
14	창고시설	2000년 이전	0.00424	0.00855
		2001년 ~ 2010년	0.00419	0.00839
15	위험물저장 및 처리시설	2000년 이전	0.01458	0.02946
16	자동차 관련 시설	2000년 이전	0.00306	0.00613
		2001년 ~ 2010년	0.00205	0.00411

3. 감축잠재량 평가 연구방법론 및 결과

감축잠재량은 현 시점의 온실가스 배출량을 파악한 후 향후 온실가스를 저감하기 위한 계획을 수립 시에 활용 가치가 있다. 앞서 개발한 벤치마크 계수를 활용해서 감축잠재량을 분석하는 방안을 제시하고자 한다.

다만 본 연구에서 제시되는 감축잠재량은 용도와 사용승인연도로 구분한 분석단위 내에서의 상

위 10% 수준까지는 감축가능 하다라는 전제하에 추정된 값으로, 개별 건축물의 세부적인 용도 및 리모델링 여부에 따른 건축물별 차별적인 감축잠재량을 산정하지는 못했다는 한계가 존재한다.

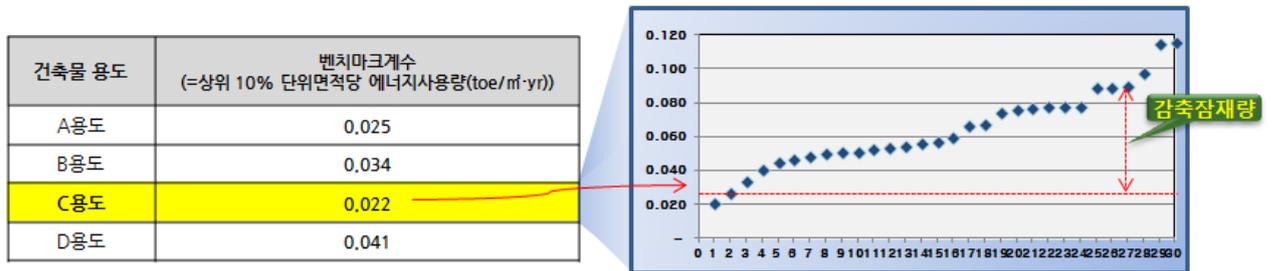


Figure 5 벤치마크 계수를 활용한 감축잠재량 분석방안

■ 공간적 범위

앞서 벤치마크 계수 개발 범위로 설정한 서울특별시 25개 자치구와 423개 행정동으로 이루어졌다. 건축행정시스템인 세움터⁴⁾의 2014년 건축물 현황 자료의 분석 결과 서울특별시 자치구 중 가장 넓은 건축물 연면적을 보유하고 있는 곳은 강남구(46,457,557m²)이며, 가장 많은 동수를 차지하고 있는 곳은 관악구(33,599동)로 나타났다. 강남구의 경우 제1종 및 제2종근린생활시설과 업무시설이 차지하는 비율이 높았으나, 관악구의 경우 단독주택이 차지하고 있는 비율이 높았다. 따라서 동별 및 연면적에 의한 차이 뿐 아니라 주용도에 따른 추가 분석도 실시하고자 이 두 개의 자치구를 감축잠재량 분석 범위로 설정하였다.

■ 시간적 범위

국가 건물에너지 통합관리시스템의 연도별 구축이 완료된 2013년을 기준으로 1월 1일부터 12월 31일까지의 에너지 사용량을 추출하여 감축잠재량 분석을 실시하였다.

■ 에너지원 범위

국가 건물에너지 통합관리시스템에서 구축하고 있는 전기, 도시가스, 열에너지를 기준으로 에너지 사용량 데이터를 추출하여 감축잠재량 분석을 실시하였다. (추출 단위 : 전기 kWh, 도시가스 MJ, 열에너지 Gcal)

강남구 감축잠재량 분석 결과 분석 범위의 모든 주용도에서 배출하고 있는 온실가스 배출량은 1,186tCO₂ /m²·yr이며, 벤치마크 계수를 적용하여 산정한 감축잠재량은 644.46tCO₂ /m²·yr로 온실가스 감축률은 54.3%이다. 강남구의 감축잠재량 분석 결과는 다음과 같다.

강남구의 경우 상업시설의 많은 자치구의 특성 상 제2종근린생활시설 및 제1종근린생활시설에서의 온실가스 감축잠재량이 다른 주용도에 비해 높은 것을 확인 할 수 있다.

2000년 이전에 준공된 제2종근린생활시설의 경우 주용도별 감축잠재량과 감축률을 비교해 보았을 때 감축률은 74.8%이고, 감축잠재량은 218.71tCO₂ /m²·yr이다. 그러나 2000년 이전에 준공된 제1종근린생활시설의 경우의 경우 감축률이 72.7%이나 감축잠재량은 103.95tCO₂ /m²·yr이다. 제1종 및 제2종근린생활시설, 업무시설의 감축률이 높은데 이는 단독 및 공동주택이나 학교와 비교했을 때 도입된 설비의 차이에 의해 발생된 것이라고 예상된다.

관악구 감축잠재량 분석 결과 분석 범위의 모든 주용도에서 배출하고 있는 온실가스 배출량은

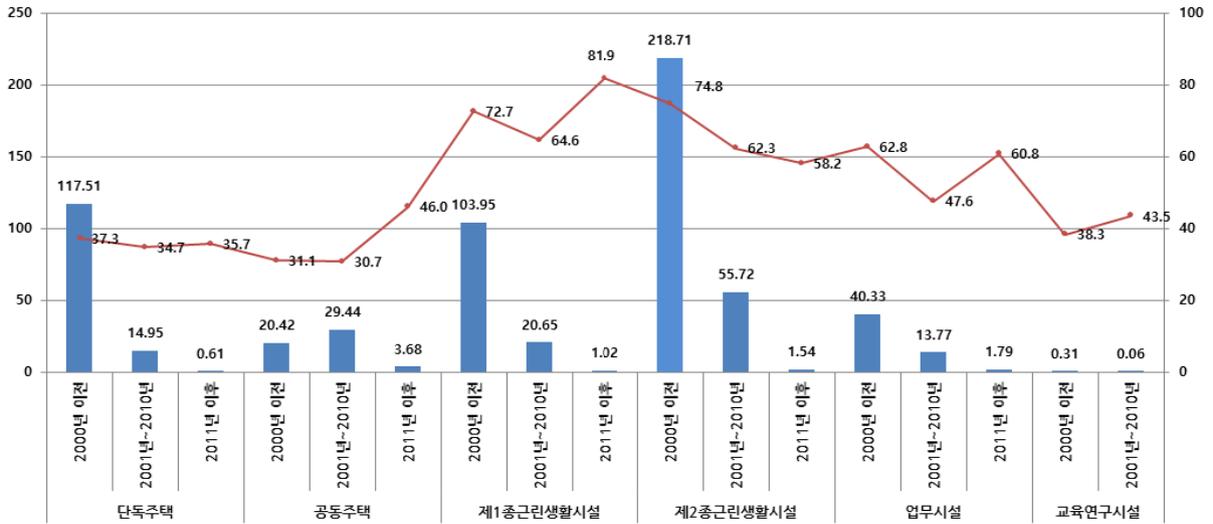


Figure 6 강남구 건축물 주용도별 감축잠재량 및 감축률

1,794tCO₂ /m²·yr이며, 벤치마크 계수를 적용하여 산정한 감축잠재량은 877.48tCO₂ /m²·yr로 온실가스 감축률은 48.9%이다. 관악구의 감축잠재량 분석 결과는 다음과 같다.

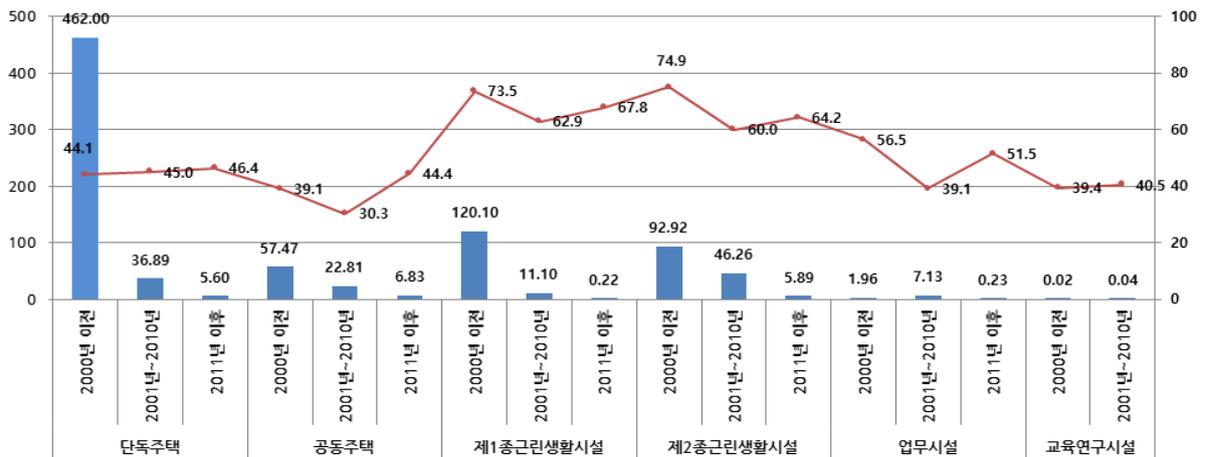


Figure 7 관악구 건축물 주용도별 감축잠재량 및 감축률

관악구의 경우 서울에서 단독주택을 가장 많이 보유하고 있는 자치구인 만큼 단독주택에서의 감축잠재량이 462.00tCO₂ /m²·yr로 단연 1위를 차지하는 것으로 분석되었다. 그 다음으로 감축잠재량이 높은 주용도는 제1종근린생활시설로 그 양은 120.10tCO₂ /m²·yr이다. 강남구와 마찬가지로 제1종 및 제2종근린생활시설의 경우 감축률은 매우 높으나 그에 반해 감축잠재량이 매우 적은 것을 확인할 수 있다. 그러나 2000년 이전에 준공된 단독주택의 경우 감축률은 높은 편이 아니지만 감축잠재량이 매우 높게 분석되었다.

'12년 발표된 국립산림과학원의 산림수종의 표준 탄소흡수량('12)연구에서 발표한 결과에 의하면 30년생 나무를 기준으로 소나무 한그루의 경우 연간 6.6kg의 CO₂를 흡수하며, 참나무는 10.8kg의 CO₂를 흡수하는 것으로 보고되고 있다. 이를 본 연구결과에 접목하면 관악구에서 배출하고 있는

온실가스 배출량인 1,794.177tCO₂ /m²·yr를 흡수하기 위해서는 소나무 271,844그루와 참나무 166,127그루가 필요한 것으로 해석될 수 있는 것이다. 또한 관악구의 감축 활동 노력 결과 감축잠재량인 877.482tCO₂ /m²·yr이 배출되지 않았다고 가정하면 소나무 132,951그루와 참나무 81,248그루를 심는 효과가 발생하게 되는 것으로 해석될 수 있다.

4. 시사점 및 제언

앞서 국가 건물에너지 통합관리시스템으로부터 추출된 데이터는 건축물 에너지 사용량을 분석한 후 이를 주용도별, 면적별, 층별, 구조별로 나누어 통계 자료로 제공하여 활용하는 방식이었다. 이것은 단순히 에너지 사용량 분석 결과만을 제공하는 것으로 정확한 현황 파악에 대한 정보를 제공하기는 하지만 이를 활용하여 감축 목표를 설정하거나 감축 정책에 직접적으로 활용하기에는 무리가 있는 것이 사실이었다. 에너지 사용량이 많은 건축물이라 할지라도 감축률이 낮을 수 있으며 그 반대의 경우도 가능하기 때문에 반드시 에너지를 많이 사용하는 건축물을 중심으로 감축 목표를 할당하는 것은 비효율적인 방법이라고도 볼 수 있다.

앞서 개발된 벤치마크 계수나 감축잠재량 산정 결과를 활용하여 자치구 별 감축잠재량 및 감축량을 분석한 결과를 통해 그것을 확인할 수 있다. 감축량과 감축잠재량 간에 정비례 관계가 성립하는 것도 아니었으며, 지역별로 같은 용도의 건축물 동수가 3배 정도 차이가 남에도 감축잠재량이 거의 비슷한 결과가 도출되었기 때문이다.

따라서 에너지를 많이 사용하고 있는 건축물이 아니라 에너지 감축 여력이 높은 건축물을 중심으로 감축 목표를 할당할 경우 보다 정확하게 감축 목표를 설정할 수 있을 것이고, 효과적으로 감축 목표를 달성할 수 있을 것이다. 이를 위한 정책 도구로 벤치마크 계수 및 감축잠재량 분석 방법을 활용한다면 기존에 비해 업무 효율성이 높아질 수 있을 뿐 아니라 시행착오를 줄일 수 있기 때문에 행정 비용도 보다 적게 소요될 것으로 예상된다.

본 연구에서는 물리적 제약으로 인해 서울특별시로 한정해서 벤치마크 계수를 개발하였고 이를 활용하여 감축잠재량 분석을 실시하였다. 그러나 건축물의 주용도 별 사용승인연도 별 벤치마크 계수가 전국으로 확대되어 개발된다면 단순하게는 공간적 측면에서 벤치마크 계수의 확대가 가능할 것이며, 향후 지속적으로 벤치마크 계수가 개발될 경우 시계열적인 측면에서의 계수 분석을 통해 더욱 정교한 감축잠재량의 산정 및 평가가 가능할 것이다.

5. 사사

본 연구는 국토교통부 '15년 국가건물에너지통합관리시스템 구축사업의 일환으로 수행되었습니다.

6. 참고문헌

1. DIRECTIVE 2009/29/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009
2. 김민경, 서울시 주거용건물의 에너지소비량 추정모델, 서울시정개발연구원, 2012
3. 지역에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2011
4. 건축행정시스템 세움터(www.eais.go.kr), '14년 자료인용