

## 건축물 유형별 에너지 소비 특성 분석과 활용

김승남 부연구위원

### 요약

- 건물부문 국가 온실가스 감축목표의 설정과 녹색건축물 조성 지원법의 제정으로 관련 정책이 활성화됨에 따라, 이를 뒷받침하기 위한 기초자료의 축적 필요성 증대
- 국가건물에너지통합관리시스템의 개별 건축물 단위 에너지 소비량 정보를 활용하여 녹색건축정책의 수립과 정책효과 평가에 활용 가능한 실증적 근거 제공 가능
- 본고에서는 에너지 다소비 수준과 저효율 수준을 동시에 고려한 '에너지 과소비 지수' 분석을 통해, 에너지 성능이 우선적으로 요구되는 건축물 유형을 제시

### 정책제안

- 용도별로는 1·2종근생시설, 업무시설, 판매시설 등 주요 상업시설을, 시기별로는 1990~2000년 사이에 건설된 건축물을 중심으로 에너지 성능 개선 사업을 시행하고 에너지 성능이 상대적으로 양호한 2000년대 이후 건축물의 경우 행태개선을 통한 에너지 절감을 유도하는 것이 바람직
- 이 결과를 바탕으로, 국토교통부와 그린리모델링 창조센터에서 추진 중인 그린 리모델링 시범사업과 산업통산자원부에서 추진 중인 ESCO 사업의 우선 적용 대상을 선정
- 또한, 최근 국토교통부에서 제정 추진 중인 “기존 건축물의 에너지 성능 개선기준”과 “공공건축물 에너지성능 표시 및 개선 의무화에 관한 규정”의 적용 대상 및 범위를 결정

## 1 건축물 에너지 소비 현황 분석의 필요성

- 건물부문 국가 온실가스 감축목표의 설정과 ‘녹색건축물 조성 지원법’의 제정으로 건물 에너지 및 온실가스 감축을 위한 정책적 노력이 다각적으로 시도되고 있으며, 이에 따라 녹색건축정책의 구체적 목표 수립 및 정책효과 검증에 활용 가능한 정량적 데이터의 구축 및 분석에 대한 수요가 증가하고 있음
- 이러한 상황에서, ‘국가건물에너지통합관리시스템’의 개별건축물 단위 에너지 소비량 정보를 활용한 건축물 유형별 에너지 소비 현황 분석은 실증자료에 기반을 둔 녹색건축정책의 수립 및 정책효과 평가 가능케 함
- 특히, 에너지 소비량 데이터 분석을 통해 녹색건축정책의 우선 적용대상을 선정해 활용할 경우, 정책의 소요비용을 최소화하고 효과를 극대화할 수 있음
  - 그린 리모델링 사업의 경우, 단일 사업으로부터 얻을 수 있는 총 효용을 극대화하기 위해서는 ‘에너지 다소비’ 건축물에 우선적으로 사업을 시행해야하며, 에너지 성능규제의 형평성을 고려할 경우에는 ‘에너지 저효율’ 건축물을 우선적으로 개선해야함
  - 그러나 이 두 지표는 종종 서로 상반되는 결과를 보이므로, 사업 우선순위를 결정하기 위해서는 ‘다소비’와 ‘저효율’을 종합적으로 고려한 단일 지표의 개발이 필요함
- 이에, 본고에서는 ‘에너지 과소비 지수’를 활용해 에너지 성능 개선이 우선적으로 요구되는 건축물 유형을 제시하고, 이를 토대로 그린 리모델링 사업에 대한 정책적 시사점을 제공함

## 2 건축물 유형별 에너지 과소비 지수 분석

### ■ 에너지 과소비 지수의 개념

건축물 유형별 에너지 과소비 지수 (단위: TOE)

= 해당 건축물 유형의 총 연면적 × (해당 건축물 유형의 단위면적당 소비량 - 전체 건축물의 단위면적당 에너지 소비량)

= 해당 건축물 유형의 총 에너지 소비량 - (해당 건축물 유형의 총 연면적 × 전체 건축물의 단위면적당 에너지 소비량)

- ‘에너지 과소비 지수’는 해당 건축물 유형이 전체 건축물의 평균적인 에너지 소비량에 비해 얼마나 더 많은 에너지를 소비하고 있는지를 정략적으로(TOE 단위) 나타낸 지표를 의미하며, 구체적인 산정식은 위와 같음
- 전체 건축물의 평균적인 에너지 소비량에 비해 단위면적당 에너지 소비량이 큰 유형은 에너지 과소비 지수가 양의 값을 반대의 경우는 음의 값을 보이며, 건축물 유형별 에너지 과소비 지수의 총합은 항상 0이 됨
  - 건축물 유형을 세분화하며 에너지 과소비 유형을 단계적으로 파악하고 최종적으로는 개별 건축물 단위의 과소비 지수까지 산정할 수 있으며, 공간적 단위를 적용할 경우 에너지 과소비 지역을 지역위계별로도 파악할 수 있음
  - ※ 예: 시도 > 시군구 > 읍면동 > 블록 > 필지

## ■ 분석 자료 및 개요

- 본고에서는 ‘국가건물에너지통합관리시스템’의 개별건축물 단위 에너지 소비량 자료를 주요 분석 자료로 활용함
  - 국토교통부에서 2010년부터 구축 중인 이 시스템은 건축행정정보와 연계해 약 680만 동에 달하는 전국의 모든 건축물에 대한 에너지 소비량 정보를 상향식으로 수집 및 관리하는 시스템으로서, 국가 단위로는 세계 최초로 도입된 것임
- 2013년 말 현재 수도권(서울·인천·경기)과 6대 광역시 일부 지역에 대한 건물 에너지 DB가 구축되었으나, 본고의 분석 내용은 연구목적으로 제공받은 2012년 서울시의 에너지 소비량 자료를 기준으로 함
- 상기 자료 중, ‘기존 건축물의 에너지성능 개선기준’에 따라 연면적 500㎡ 이상, 13개 주요 용도 건축물을 대상으로 에너지 과소비 지수를 산정함
  - 에너지 성능 개선기준(안)에서 제시된 7개 용도를 12개 용도로 세분화하고, 정책적 검토 필요성에 의해 다가구 주택 유형을 포함
  - 에너지 소비량 정보와의 시점을 맞추기 위해 2012년 12월 31일 이후 사용 승인된 건축물은 분석에서 제외함
- 위 조건에 부합하는 서울시 내 건축물은 총 102,875동(약 4억㎡)이며, 13개 용도에 포함되지 않는 건축물은 7,915동임(약 3천만㎡)

### 기존 건축물의 에너지 성능 개선기준(안) 제3조

② 이 기준의 적용대상 건축물은 규칙 제6조 제1항에 따른 기존 건축물로서 그 연면적이 500제곱미터 이상이면서 다음 각 호에 해당하는 용도의 건축물과 같다.

1. 공동주택 및 숙박시설, 노유자시설, 수련시설
2. 교육 및 업무시설
3. 제1종 및 제2종 근린생활시설
4. 문화 및 집회시설
5. 판매시설
6. 의료시설
7. 운수시설

## ■ 건축물 용도별 에너지 과소비 지수 산정결과

건축물 용도별 에너지 과소비 지수 산정결과

용도 구분	동수	총 면적(㎡)	총 소비량 (TOE)	㎡당 소비량 (KgOE)	과소비 지수 (TOE)	다소비 순위	저효율 순위	과소비 순위
1종근생시설	16,783	19,515,887	965,947	49.50	404,294	4	3	1
업무시설	6,556	45,936,205	1,642,187	35.75	320,177	2	8	2
2종근생시설	22,842	25,135,107	1,035,596	41.20	312,226	3	6	3
판매시설	607	11,372,526	524,780	46.14	197,487	6	4	4
의료시설	424	4,208,001	278,768	66.25	157,665	8	1	5
숙박시설	1,385	4,548,406	285,858	62.85	154,958	7	2	6
문화집회시설	351	3,413,383	116,438	34.11	18,203	10	9	7
운수시설	38	1,425,385	52,712	36.98	11,690	12	7	8
노유자시설	992	2,121,537	65,428	30.84	4,372	11	10	9
수련시설	28	118,492	4,963	41.89	1,553	13	5	10
다가구주택	7,279	4,578,183	129,299	28.24	-2,458	9	11	11
교육시설	3,054	26,963,864	655,252	24.30	-120,749	5	12	12
공동주택	42,536	259,022,920	5,389,953	20.81	-2,064,537	1	13	13
13개 용도 합	102,875	408,359,898	11,147,181	27.30	-605,118			
기타 용도	7,915	30,968,069	1,496,357	48.32	605,118			
총계	110,790	439,327,967	12,643,537	28.78	0			

- 에너지 과소비 지수는 1종근생시설, 업무시설, 2종근생시설, 판매시설 순으로 높게 나타나, 주요 상업용 건축물을 중심으로 에너지 성능 개선사업을 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- 대체적으로 에너지 효율이 낮은 용도의 과소비 지수가 높은 것으로 나타남
- 단, 수련시설의 경우는 에너지 효율이 낮지만 총 면적이 크지 않아, 에너지 성능 개선사업의 효과가 크지 않을 것으로 예상됨

- 13개 용도 중 공동주택, 교육시설, 다가구주택만이 단위면적당 에너지 소비량이 평균보다 작아 과소비 지수가 음으로 나타남
  - 공동주택의 경우 가장 많은 에너지를 소비하고 있으나, 에너지 소비 효율이 가장 높아 과소비 지수는 가장 낮은 것으로 나타남

## ■ 건축물 사용승인 시기별 에너지 과소비 지수 산정결과

건축물 사용승인 시기별 에너지 과소비 지수 산정결과

시기 구분	동수	총 면적(㎡)	총 소비량 (TOE)	㎡당 소비량 (KgOE)	과소비 지수 (TOE)	다소비 순위	저효율 순위	과소비 순위
1970년 이전 또는 미기입	3,200	7,757,749	307,684	39.66	84,421	5	1	4
1970년대	6,146	19,068,416	755,609	39.63	206,834	4	2	3
1980년대	19,831	68,520,928	2,480,285	36.20	508,303	3	3	1
1990년대	39,464	123,890,871	3,951,943	31.90	386,454	2	4	2
2000년 이후	42,149	220,090,003	5,148,017	23.39	- 1,186,013	1	5	5
총계	110,790	439,327,967	12,643,537	28.78	0			

- 우선, 건축물 사용승인 시기별 단위면적당 에너지 소비량을 살펴보면, 1970년대 건축물과 1970년 이전 건축물은 큰 차이를 보이지 않은 반면, 1980년대 이후 건축물부터 에너지 소비 효율이 점차 향상된 것으로 나타남
  - 이는 1980년 외벽부문 단열기준이  $1.04\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 에서  $0.58\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 로 두 배 가량 강화된 것이 반영된 것이라고 볼 수 있음
  - 또한, 외벽부문 단열기준이 2001년  $0.47\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ , 2010년  $0.36\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 으로 점차 강화되면서, 2000년대 이후 건축물의 에너지 소비 효율은 더욱 크게 향상됨
- 에너지 과소비 지수는 1970~1990년대 건축물이 고루 높게 나타났으며, 2000년 이후 건축물의 과소비 지수는 음의 값으로 나타남
- 따라서 에너지 성능이 상대적으로 양호한 2000년대 이후 건축물의 경우 성능개선 사업의 적용보다는 행태개선을 통한 에너지 절감을 유도하는 것이 바람직함
- 건축물의 평균적인 사용연한을 고려할 때, 1990년 이전 건축물은 개보수보다는 신축을 유도하는 것이 바람직하므로, 1990~2000년 사이에 건설된 건축물을 중심으로 에너지 성능 개선 사업을 시행하는 것이 바람직함
  - 건축물 멸실 통계 자료를 분석한 결과, 건축물의 평균 사용 연수는 20년 정도이며, 20~25년 사이에 폐쇄·멸실률이 가장 높은 것으로 나타남

- 공동주택의 경우, 에너지 과소비 지수는 낮은 것으로 나타났으나, 80년대 말 용적률 기준이 완화된 이후 건설된 단지에서는 사업성 문제로 재건축이 어렵기 때문에 그린 리모델링의 적용을 고려할 수 있음

## ■ 건축물 규모별 에너지 과소비 지수 산정결과

건축물 규모별 에너지 과소비 지수 산정결과

연면적 구분	동수	총 면적(㎡)	총 소비량 (TOE)	㎡당 소비량 (KgOE)	과소비 지수 (TOE)	다소비 순위	저효율 순위	과소비 순위
5백 - 1천㎡	44,109	47,564,761	1,667,243	35.05	298,364	2	3	1
1천 - 2천㎡	21,284	29,237,210	1,057,255	36.16	215,829	3	2	3
2천 - 5천㎡	9,903	30,712,359	1,056,889	34.41	173,010	4	4	4
5천 - 1만㎡	3,459	25,129,678	1,003,996	39.95	280,782	5	1	2
1만㎡ 이상	32,035	306,683,958	7,858,155	25.62	- 967,985	1	5	5
총 합계	110,790	439,327,967	12,643,537	28.78	0			

- 건축물 규모별로는 1만㎡ 이상 대형 건축물의 에너지 효율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 1만㎡ 이하 건축물의 효율은 큰 차이를 보이지 않음
- 과소비 지수는 5백~1천, 5천~1만㎡ 규모의 건축물에서 가장 높게 나타나, 이들 규모 건축물을 중심으로 성능 개선사업을 시행할 경우 가장 큰 효과가 예상됨

## ■ 세부 유형별 에너지 과소비 지수 산정결과

- 동일한 방법을 활용해 앞서 살펴본 유형보다 더욱 세분화된 건축물 유형과 더 나아가 개별 건축물 단위의 에너지 과소비 지수까지 산정 가능하며, 이를 활용해 보다 구체적인 정책 대상을 선정할 수 있음
- 우선, 앞서 과소비 지수가 가장 높은 것으로 나타났던 1·2종 근생시설과 업무시설 중에서 시기별·규모별로 과소비 지수가 높은 유형을 아래와 같이 파악 가능함
  - 1종근생시설의 경우, 1970년대와 1970년대 건축물, 그리고 5천~1만㎡ 규모의 건축물에 에너지 소비가 집중되어 있음
  - 2종근생시설의 경우, 1980년대 이전 건물과 1천㎡ 이하의 소형 건축물에 에너지 소비가 집중되어 있음
  - 업무시설의 경우, 시기별로는 2000년 이전 건축물의 지수가 고루 높게 나타났으며, 규모별로는 가장 규모가 큰 유형과 작은 유형으로 에너지 소비 집중이 양분됨

주요 상업용 건축물의 세부 유형별 에너지 과소비 지수 산정결과



- 또한, 앞서 제시한 에너지 과소비 지수에서 전체 건축물의 단위면적당 에너지 소비량 값을 특정 용도의 값으로 대체할 경우, 특정 용도의 세부용도별 지수를 산정할 수 있음
  - 예를 들어, 공동주택의 경우 아파트와 연립 주택보다는 다세대 주택의 과소비 지수가 높은 것으로 나타남
  - 같은 방법으로 각 세부용도에 포함된 개별 건축물들의 과소비 지수를 산정할 수 있으며, 이를 활용해 에너지 감축효과를 극대화할 수 있는 개별 사업대상을 파악할 수 있음

공동주택 세부용도별 에너지 과소비 지수 산정결과

용도 구분	동수	총 면적(㎡)	총 소비량 (TOE)	㎡당 소비량 (KgOE)	과소비 지수 (TOE)	다소비 순위	저효율 순위	과소비 순위
아파트	5,450	41,058,604	833,564	20.30	- 64,101	1	3	3
연립주택	5,904	7,923,417	170,203	21.48	- 3,027	3	2	2
다세대 주택	26,621	17,385,974	447,237	25.72	67,128	2	1	1
합계	37,975	66,367,994	1,451,003	21.86	0			

### 3 녹색건축 정책에 대한 시사점

- 본고에서 제시한 개념을 활용해 ‘에너지 과소비 지수’가 높은 건축물 유형을 파악하고 그 유형 내에서 과소비 지수가 높은 세부 유형을 파악하는 과정을 반복함으로써, 에너지 성능개선의 효용이 가장 큰 개별 건축물을 파악 가능함
  - 본고의 분석결과에 따르면, 주거용 건축물 보다는 1종근생시설, 업무시설, 2종근생시설, 판매시설 등 상업시설에 에너지 성능 개선사업을 우선 적용할 필요가 있음
  - 또한, 시기별로는 1990~2000년 사이에 건설된 건축물을 중심으로 에너지 성능 개선 사업을 시행하는 것이 바람직하며, 에너지 성능이 상대적으로 양호한 2000년대 이후 건축물의 경우 행태개선을 통한 에너지 절감을 유도하는 것이 바람직함
- 이 결과를 바탕으로, 국토교통부와 그린리모델링 창조센터에서 추진 중인 그린 리모델링 시범사업과 산업통산자원부에서 추진 중인 ESCO 사업의 우선 적용 대상을 선정 가능함
- 또한, 현재 국토교통부에서 제정 추진 중인 “기존 건축물의 에너지 성능 개선기준”과 “공공건축물 에너지성능 표시 및 개선 의무화에 관한 규정”의 적용 대상 및 범위를 결정할 수 있음
- 한편, 사업 추진의 용이성을 고려할 경우, 에너지 과소비 ‘집중지역’을 파악한 후 그 지역에 대한 도시계획 차원의 관리를 시도하거나 지역 내에서 가장 에너지 과소비 지수가 높은 건축물을 파악해 사업을 시행하는 방법도 선택 가능함
- 그러나 구체적인 사업 대상을 선정하기 위해서는 건축물 노후도, 사업 타당성, 소유 관계 여부 등에 대한 추가적인 고려가 필요하므로, 에너지 과소비 지수를 기준으로 후보를 선정하고(예: 상위 20%), 나머지 기준을 고려해 최종 적용대상을 선정하는 방식이 가장 바람직할 것임

김승남 부연구위원 (031-478-9605, snkim@auri.re.kr)

