

전국 중학교 시설의 에너지 사용실태 분석 연구

A Study on Analysis of Energy Consumption of the Middle School Facilities in Korea

윤종호* 신우철** 조진일*** 박재완**** 김효중*****
 Yoon, Jong-Ho Shin, U-Cheul Cho, Jin-Il Park, Jae-Wan Kim, Hyo-Jung

Abstract

This study for middle school facilities is second following the study of the energy consumption of primary school facilities. There is not on the analysis of the current energy usage for middle school facilities in nations to set goals of energy reduction. Therefore, The purpose of this study is to present various analysis result of energy consumption which is a statistical analysis of domestic middle school facilities in South Korea. As a consequence, each average energy consumption at the domestic middle school facilities analyzed as following after changing as unit 'kWh' only for comparison with every energy source. It represents that the energy consumption of electric power was 183.7MWh(70.2%), gas consumption for heating was 46.5MWh(17.8%), oil consumption was 26.5MWh(10.1%), district energy was 5.1MWh(1.9%). This result describes that consumption of electric power was large greatly and it reflects the expectation that it will climb the demand regarding this energy in the future. In additionally, it analyzed average energy consumption with 74.4kWh/m² by the unit area of air-conditioning and the district which has large energy consumption was Seoul with 91.6kWh/m².

키워드 : 중학교, 학교시설, 에너지 소비 원단위, 통계분석

Keywords : Middle School, School Facilities, Energy Consumption Unit, Statistical Analysis

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

2030년에 이르면 전 세계 에너지 소비량은 현재 수준보다 44% 증가할 것으로 나타났다¹⁾. 또한 온실가스 규제를 적용하지 않을 경우 전 세계 이산화탄소 배출은 2015년 331억 톤, 2030년 404억 톤으로 예상하고 있으며, 특히 개발도상국에서 화석연료에 대한 의존은 지속될 것으로 예상되고 있는 상황이다.

미국 AIA는 Sustainability 2030에서 2030년까지 이산화탄소 배출량을 대폭 줄이겠다고 발표하였으며, 일본의 건축가 협회 또한 건물에서의 에너지 소비량 30% 절감이라는 구체적인 목표 설정과 노력을 기울이고 있다.

특히 일본의 경우 저탄소 사회 실현을 위한 하나의 시도로써 에너지 소비 상황의 파악, 에너지 소비의 효율화, 건설시의 환경 부하 저감 등을 목표로 모든 학교시설의

Eco School화를 선언하였다.²⁾ 이처럼 화석연료 소비량 저감과 에너지절약이라는 세계 흐름에 발맞추어 그동안 부진했던 국내 교육시설의 에너지 절약방안에 대해서도 다양한 방법을 강구해야 할 것이다. 그 선행 과제로 에너지 절감 목표를 세우기 위한 초등학교 교육시설의 정량적인 에너지 사용량 파악되어야 한다.

선행연구를 분석해 보면, 다수의 중학교 시설에 대해 생애운영을 위한 에너지 사용량과 관리운영비를 조사 연구 하였으나 일부지역에 국한되어 분석하였고[1], 연구로는 학교 시설에서 에너지 사용량과 시간에 따른 사용패턴을 조사하였으나 하나의 교육시설에서 대해서만 연구하였다[3]. 이처럼 중학교 시설에 대한 전국 규모의 통계적 에너지 사용량과 지역별 비교, 최근의 에너지 소비 경향에 대한 연구는 이루어져 있지 않았다.

따라서 본 연구는 최근 2008년 한 해 동안 실제 사용된 전국 중학교 교육시설의 실제 에너지 사용량을 수집하고 통계분석 방법을 적용하여 공급 에너지원별 사용특성과 원단위에 따른 전체 에너지 사용량 비교하였으며, 또한 각각의 기준 단위별 에너지 사용량의 현상과 원인에 대한 분석을 실시하였다.

* 교신저자, 한밭대학교 건축공학과 교수, 공학박사 (jhyoon@hanbat.ac.kr)

** 대전대학교 건축공학과 교수, 공학박사 (shinuc@dju.ac.kr)

*** 한국교육개발원 연구위원 (chojinil@kedi.re.kr)

**** 대전대학교 건축공학과 박사과정 (mil0516@hanmail.net)

***** 한밭대학교 건축공학과 석사과정 (khj8181@empas.com)

1) World Energy Projections Plus 2009, Energy Information Administration(EIA) in US , 2009

2) 環境を考慮した學校施設(エコスクール)の今後の推進方策について、文教施設企画部、2009

1.2 연구의 방법 및 절차

2008년도 전국 16개 시도별 3,122개 중학교에 대한 교육시설 일반사항과 한 해 동안 사용된 에너지사용량을 수집하였다.³⁾ 각 중학교 학교시설에 대해 63개 항목의 데이터를 제공 받아, 그 중에서 본 연구에 필요한 29개의 데이터를 추출, 가공 처리하여 본 연구에 사용하였다. 표 1은 대표적 분석항목을 나타낸 것이다.

표 1. 분석 항목 개요

구분	내용
조사연도	2008
학교급	중학교
조사도시	전국 16개 시도
설립연도	1985 ~ 2008
설립유형	국립, 공립, 사립
학생수 (명)	10 ~ 2471
학급수 (학급)	3 ~ 60
교원수 (명)	7 ~ 104
제공 에너지 (kWh, m ³ , ton, Gcal)	일반전력, 심야전력, 난방용가스, 유류, 탄류, 집단에너지, 상수도, 지하수도 등
제공 면적 (m ²)	건축면적, 연면적, 가스난방면적, 석유난방면적, 석탄난방면적 등
가공 데이터 (kWh, m ³)	전체전력사용량, 유류사용량, 난방용가스사용량, 집단에너지사용량, 총에너지사용량, 공조(냉난방)면적 등

2. 에너지 단위 변환

전국 중학교 교육시설에서 사용된 에너지원은 도시가스, 유류, 집단에너지, 전기(일반전력, 심야전력), 탄류가 있다.

이러한 다양한 에너지원을 상호간 비교, 분석하기 위해서는 하나의 단위로 통합해야 한다. 따라서 건축물에 소비된 전력, 석유, 천연가스 등의 실제 에너지 사용량을 하나의 단위 즉, kWh로 변환하여 분석하였다. 전기사용량의 경우 분석의 세분화를 위해 일반전력과 심야전력으로 구분하여 분석하였고, 에너지원별 최종 사용량을 비교하기 위해 최종 공급량을 적용하여 분석하였으며, 2차 에너지를 기준으로 산정하였다.

본 연구의 단위변환은 에너지 관리공단 에너지열량환산기준 규정⁴⁾에 의거해 발열량환산기준을 조사하여 적용하였다. 환산표는 표 2와 같으며, 단위변환 과정은 다음 식과 같다.

- * 가스 사용량⁵⁾(kWh) = 사용량(m³) × 발열량(kcal/Nm³) / 860kW/kcal
- * 유류 사용량⁶⁾(kWh) = 사용량(m³) × 1000L/m³ × 발열량(kcal/L) / 860kW/kcal
- * 집단 에너지 사용량(kWh) = 사용량(Gcal) × kcal/Gcal / 860kW/kcal

3) 교육통계데이터베이스, 한국교육개발원(2009)
 4) 에너지관리공단, 에너지이용합리화법 제5조 제1항
 5) 2003년 교육인적자원부 조사결과 교육시설은 94%가 도시가스를 사용한다고 발표, 따라서 메탄이 주성분인 LNG 발열량을 일괄 적용.
 6) 유류 발열량은 난방용 보일러 등유를 기준

* 전체 전기사용량(kWh) = 일반전력사용량(kWh) + 심야전력사용량(kWh)

표 2. 에너지 열량환산기준(에너지 기본법 제5조 제1항 관련)

에너지 종별	단 위	총발열량		석유 환산계수
		kcal	MJ 환산	
보일러등유	ℓ	8.950	37.5	0.895
도시가스(LNG)	Nm ³	10.550	44.2	1.055

3. 에너지 종류별 사용량

3.1 전력 사용량

표 3은 전국 16개 시도별 중학교 교육시설에서 연간 소비된 전체전력 사용량을 일반전력과 심야전력으로 나눈 값이며 그림 1은 그 값을 그래프로 나타냈다.

표 3. 시도별 연간 평균 일반전력 및 심야전력 사용량

지역	일반전력 사용량 (MWh)	심야전력 사용량 (MWh)	지역	일반전력 사용량 (MWh)	심야전력 사용량 (MWh)
서울	232.9	24.3	강원	114.6	45.9
부산	185.1	14.3	충북	133.9	109.4
대구	172.0	6.1	충남	126.2	30.6
인천	233.3	59.5	전북	93.9	19.2
광주	190.6	96.6	전남	80.0	44.0
대전	142.3	5.4	경북	87.4	8.1
울산	179.1	13.1	경남	114.9	3.6
경기	208.4	26.6	제주	134.5	3.0

전국 중학교 교육시설에서 사용된 연간 전체 평균전력량은 183.7MWh로 나타났다. 일반전력 사용량은 151.8MWh, 심야전력 사용량은 31.9MWh로 분석되었다. 전국 중학교 교육시설의 전체전력 사용량 대비 일반전력 사용량은 82.7%이며, 심야전력 사용량은 17.3%인 것으로 나타났다.

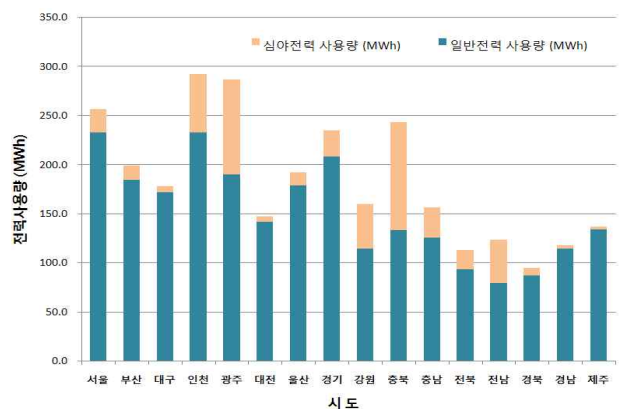


그림 1. 시도별 연간 평균 전체 전력사용량

전국 중학교 교육시설에서 전체전력 소비량이 가장 많은 지역은 인천지역으로 292.8MWh를 사용하여 전국 중학교 교육시설 전력사용량의 10%를 차지하고 있으며, 가장 적은 소비량을 나타낸 지역은 경북지역으로 95.5MWh

를 사용하여 전국 소비량의 3.2%를 차지하였다.

일반전력의 경우 시도별 가장 많은 소비량을 나타낸 지역은 인천지역으로 233.3MWh를 사용하였다. 심야전력에서는 충청지역이 109.4MWh로 가장 많은 사용량을 나타냈다.

3.2 난방용 가스 사용량

그림 2는 전국 시도별 중학교 교육시설에서 사용되는 난방용 가스사용량을 나타내고 있다.

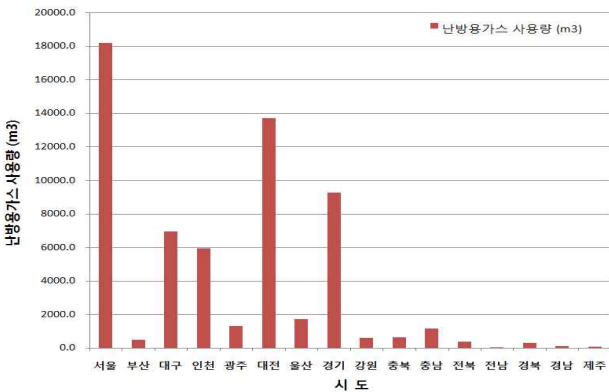


그림 2. 시도별 연간 평균 난방용가스 사용량

전국 시도에서 난방용으로 소비된 연간 평균 가스사용량은 3,794.2m³로 나타났다. 가장 많은 난방용가스 사용량을 나타낸 지역은 서울지역으로 18,181.5m³를 사용했으며, 적은 사용량을 나타낸 지역은 전남지역과 제주지역으로 각각 35.0m³, 56.8m³를 사용하였다.

3.3 유류 사용량

그림 3은 전국 시도별 중학교 교육시설에서 사용되는 연간 유류 소비량을 나타내고 있다.

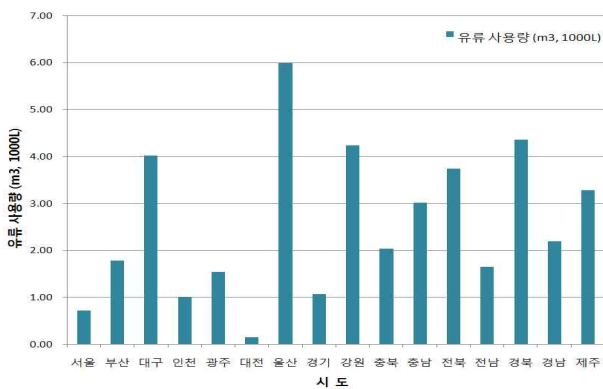


그림 3. 시도별 연간 평균 유류 사용량

중학교 교육시설에서 소비된 유류는 전국 평균 2.54m³를 사용하였다. 전국 중학교 교육시설에서 가장 많은 유류 소비한 곳은 울산지역으로 5.98m³를 사용하였다. 지역 분포를 살펴보면 울산, 대구지역 교육시설은 유류 사용량이 많으며, 서울, 대전지역 교육시설은 유류보다 난방용

가스 사용량이 높게 나타났다.

3.4 집단에너지 사용량

그림 4는 전국 시도별 중학교 교육시설에서 사용되는 연간 평균 집단에너지 사용량을 나타내고 있다.

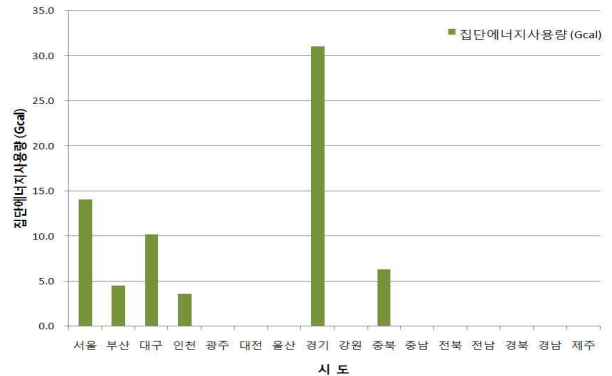


그림 4. 시도별 연간 평균 집단에너지 사용량

중학교 교육시설에서 전국 평균 4.4Gcal의 집단에너지를 사용하였다. 집단에너지 사용량 지역분포를 살펴보면 경기지역이 31.1Gcal로 타도시에 비해 월등히 높은 사용량을 보이고 있으며, 반면 광주를 비롯한 9개 지역에서는 집단에너지 사용량이 전무한 것으로 나타나, 중학교 교육시설의 경우, 지역 간 집단 에너지 수급 불균형이 심한 것으로 나타났다.

3.5 시도별 전체에너지 사용량 성분별 비교

표 4는 사용된 다양한 종류의 에너지를 하나의 단위 (MWh)로 변환하여 그 양을 지역별로 비교 분석하였다.

표 4. 지역별 성분별 연간 에너지 사용량 (MWh)

지역	전체 전력	난방용 가스	유류	집단 에너지	전체 에너지
서울	257.2	223.0	7.4	16.4	504.1
부산	199.5	5.9	18.5	5.2	229.1
대구	178.2	85.1	41.7	11.8	316.8
인천	292.8	72.8	10.5	4.2	380.4
광주	287.3	15.9	15.9	0.0	319.1
대전	147.7	168.0	1.5	0.0	317.2
울산	192.2	20.9	62.3	0.0	275.4
경기	235.0	113.6	11.1	36.1	395.8
강원	160.6	7.4	44.0	0.0	212.0
충북	243.3	7.7	21.1	7.3	279.4
충남	156.8	14.1	31.3	0.0	202.2
전북	113.1	4.3	38.8	0.0	156.3
전남	124.0	0.4	17.1	0.0	141.5
경북	95.5	3.4	45.3	0.0	144.2
경남	118.5	1.3	22.7	0.0	142.6
제주	137.5	0.7	34.2	0.0	172.4
합계	2939.2	744.7	423.3	81.2	4188.4
평균	183.7	46.5	26.5	5.1	261.8
비율	70.2%	17.8%	10.1%	1.9%	100.0%

다양한 에너지 성분을 종합해 보았을 때, 전국 중학교 교육시설의 연간 전체에너지 소비량은 4,188.4MWh였으며, 평균 사용량은 261.8MWh였다. 중학교 교육시설에서 전체에너지 소비량이 많은 지역은 서울, 경기, 인천 순으로서 각각 504.1MWh, 395.8MWh, 380.4MWh를 사용하였다. 반면 에너지 소비량이 적은 지역은 전남지역으로 141.5MWh를 사용하였다. 중학교 교육시설의 전체에너지 사용량을 지역별로 비교해 보았을 때 수도권 및 광역 대도시에서 사용량이 많았으며, 그 외 중소도시에서는 비교적 적은 에너지 소비가 이루어지고 있었다.

전국 중학교 교육시설에서 전체 에너지사용량 중 전력 사용량이 차지하는 비율은 70.2%로 분석되었으며, 난방용 가스 사용량은 17.8%, 유류사용량이 10.1%, 집단에너지사용량은 1.9%로 가장 적은 비율을 차지하였다.

4. 원단위 에너지 사용량

4.1 단위 면적당 에너지사용량

(1) 공조면적당 에너지사용량

공조면적은 각 학교에서 난방과 냉방을 실시하는 공간의 면적을 합산하여 산출하였으며, 전체에너지 사용량은 전국 중학교 교육시설에서 사용된 각종 에너지원을 하나의 단위로 변환, 종합하여 산정하였다.

그림 5는 전국 중학교 교육시설의 공조면적 구간별 통계처리 결과에 근거해 Box-Whisker 형태의 그래프로 공조면적 증가에 따른 전체에너지 변화를 분석, 도식하였다. 그림에서 각 Box 중앙의 ■ 기호는 각 면적군의 평균값(Mean)을, Box □ 기호는 평균 ±표준편차(Mean±S.D)의 범위를, Whisker I 기호는 최대(Max) 및 최소값(Min)의 변화범위를 나타낸다.

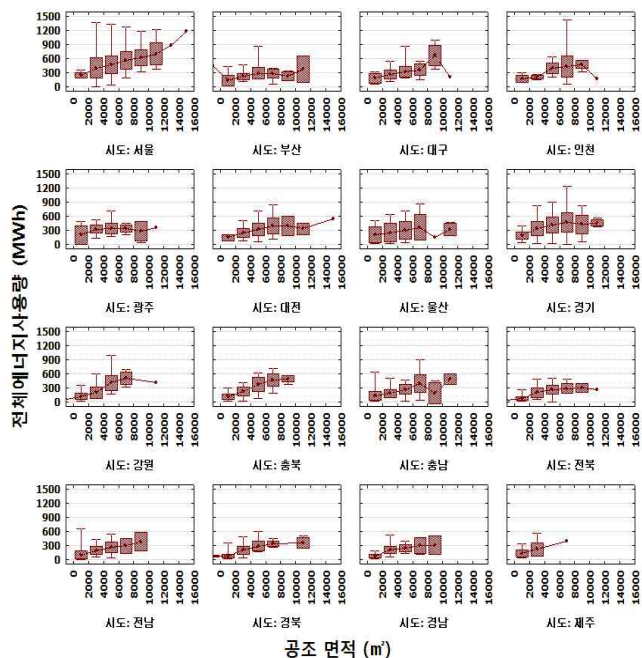


그림 5. 시도별 공조면적 증가에 따른 전체에너지 사용량

그림 5에서 전국 16개 시도별 중학교 교육시설의 공조면적 증가에 따른 전체에너지 사용량을 변화를 살펴볼 수 있다. 그래프에서 보이는 것과 같이 대부분의 지역에서 공조면적 증가에 따라 전체에너지 사용량이 증가하고 있음을 알 수 있다.

대표적인 지역으로 서울, 대구, 전남 지역의 경우 공조면적 증가에 따른 전체에너지 평균 사용량이 지속적으로 증가하고 있지만, 그 외 지역에서는 공조면적 7,000m²를 넘어서면 전체에너지 평균 사용량의 변화가 일정하게 유지되거나 다소 줄어드는 양상을 볼 수 있다. 또한 전라남도, 경상남도, 제주도 지역, 즉 국토의 남쪽에 위치한 지역에서는 공조면적 증가에 따른 전체에너지 평균 사용량의 변화가 완만하게 진행되거나 공조면적 7,000m²를 넘어서면 변화가 없음을 알 수 있다. 이와 같은 현상을 분석해 보면, 냉난방이 필요한 면적이 증가함에 따라 공조 기기의 설치 대수가 증가되고 그에 비례하여 소모되는 에너지 사용량도 증가되지만, 7,000m²를 넘는 대규모 공조면적으로 구성된 교육시설의 경우에는 대형 공조시스템의 도입으로 높은 효율을 유지함으로써 에너지 소비량 증가가 둔화되거나 다시 줄어드는 것으로 사료된다. 더불어 국토의 남쪽에 위치한 지역에서의 완만한 에너지 사용량 증가 현상은 냉방보다 난방 에너지 사용량이 많은 국내에서 지역적 기후 특성상 동절기 상대적인 높은 온도가 에너지 소비량을 저감 시키는 요인으로 판단된다.

표 5는 단위 공조면적 m²당 에너지 사용량 값을 나타내고 있으며 중학교 교육시설에서 단위 공조면적 m²당 전국 평균 에너지 사용량은 74.4kWh/m²로 분석되었다. 지역별 분포를 살펴보면 단위 공조면적당 가장 많은 에너지를 사용하고 있는 곳은 서울지역으로 91.6kWh/m²로 나타났으며, 가장 적은 지역은 전북지역으로 62.0kWh/m²의 에너지를 사용하고 있었다.

표 5. 시도별 공조면적당 에너지 사용량 (kWh/m²)

지역	공조면적당 에너지 사용량	지역	공조면적당 에너지 사용량
서울	91.6	강원	81.6
부산	67.9	충북	72.6
대구	70.8	충남	70.6
인천	71.2	전북	62.0
광주	82.1	전남	76.7
대전	65.1	경북	63.3
울산	74.8	경남	66.3
경기	84.1	제주	90.0
평균			74.4

예상외의 분석 결과로 제주지역의 공조면적당 에너지 사용량이 90.0kWh/m²를 사용함으로써 높은 소비율을 보이고 있다. 제주지역의 전체 에너지 사용량이 전국 소비 순위 12위를 차지할 정도로 적음에도 불구하고 공조면적당 에너지 사용량이 높은 이유는 제주지역 중학교 교육시설의 공조면적이 다른 지역에 비해 현저하게 작기 때문으로 사료된다.

표 6은 단위 공조면적 m^2 당 공급된 전체에너지 사용량을 지역별로 상대 비교하기 위해 다양한 에너지원으로 나누어 분석했다. 단위 공조면적 m^2 당 가장 많은 전력 소비량을 나타낸 지역은 제주지역으로 $74.6kWh/m^2$ 를 사용하였으며, 제주 지역을 제외한 내륙에서는 광주지역이 $73.4kWh/m^2$ 를 사용하여 가장 많은 소비량은 보였다. 단위 공조면적당 난방용 가스 사용량이 가장 많은 지역은 서울지역으로 $40.8kWh/m^2$ 를 사용하였으며, 유류의 경우 $23.6kWh/m^2$ 를 사용한 경북지역, 집단에너지의 경우 $5.9kWh/m^2$ 를 사용한 경기지역이 각각 가장 많은 사용량을 보였다.

표 6. 에너지원별 공조면적당 사용량 비교 (kWh/ m^2)

지역	전체전력	가스	유류	집단에너지
서울	47.0	40.8	1.4	2.5
부산	59.3	1.4	5.9	1.3
대구	40.5	17.5	10.8	2.0
인천	56.0	12.6	1.9	0.7
광주	73.4	3.1	5.6	0.0
대전	30.5	34.3	0.3	0.0
울산	51.2	7.2	16.5	0.0
경기	54.0	21.1	3.1	5.9
강원	63.8	1.6	16.2	0.0
충북	64.1	1.3	6.1	1.1
충남	55.3	2.5	12.8	0.0
전북	43.2	0.8	18.0	0.0
전남	65.2	0.1	11.3	0.0
경북	39.1	0.5	23.6	0.0
경남	53.2	0.4	12.7	0.0
제주	74.6	0.5	15.0	0.0
전체	870.2	145.6	161.4	13.5
평균	54.4	9.1	10.1	0.8

(2) 연면적당 에너지 사용량

표 7은 전국 시도별 중학교 교육시설의 단위 연면적 m^2 당 전체 에너지사용량을 나타내고 있다.

표 7. 시도별 단위 연면적당 에너지 사용량 (kWh/ m^2)

지역	연면적당 에너지 사용량	지역	연면적당 에너지 사용량
서울	67.3	강원	53.7
부산	29.6	충북	48.3
대구	44.2	충남	43.6
인천	48.5	전북	34.7
광주	42.1	전남	36.6
대전	41.4	경북	35.1
울산	31.2	경남	28.0
경기	55.7	제주	27.7
평균			41.7

중학교 교육시설에서 단위 연면적 m^2 당 전체에너지 사용량의 전국 평균은 $41.7kWh/m^2$ 로 나타났다. 단위 연면적당 가장 많은 에너지를 소비하고 있는 지역은 서울지역으로 $67.3kWh/m^2$ 를 사용했으며, 가장 적은 에너지를 소비하고 있는 지역은 제주지역 지역으로 $27.7kWh/m^2$ 의 에너지를 사용하였다. 제주지역을 제외한 내륙에서 가장 적은 에너지를 소비하고 있는 지역은 경남 및 부산지역

으로 각각 $28.0kWh/m^2$, $29.6kWh/m^2$ 를 사용하였다.

(3) 시도별 건축면적당 에너지 사용량

표 8는 전국 시도별 중학교 교육시설의 단위 건축면적 m^2 당 전체 에너지사용량을 나타내고 있다.

전국 중학교 교육시설에서 단위 건축면적 m^2 당 전체 에너지사용량의 평균은 $123.5kWh/m^2$ 로 나타났다. 지역별 단위 건축면적당 에너지 소비량을 비교해 보면 가장 많은 에너지를 사용하고 있는 지역은 서울지역으로 $252.1kWh/m^2$ 의 사용했으며, 가장 적은 에너지를 소비하고 있는 지역은 제주 지역으로 $60.5kWh/m^2$ 를 사용하였다.

표 8. 시도별 단위 건축면적당 에너지 사용량 (kWh/ m^2)

지역	건축면적당 에너지사용량	지역	건축면적당 에너지사용량
서울	252.1	강원	125.0
부산	112.1	충북	115.4
대구	146.3	충남	98.0
인천	170.3	전북	75.6
광주	146.1	전남	74.3
대전	146.2	경북	84.4
울산	104.4	경남	70.7
경기	194.2	제주	60.5
평균			123.5

4.2 설립연도 및 설립구분별 에너지 사용량

(1) 학교 설립연도별 에너지 사용량

그림 6은 전국 중학교 교육시설을 설립연도 구간에 따라 전체 에너지사용량 변화를 나타냈다. 1885년대에 건립된 중학교 교육시설에서 평균적으로 $165.8kWh/m^2$ 를 소비하여 월등하게 가장 많은 에너지 사용량을 보이고 있으며, 그 이후에 건립된 중학교 교육시설에서는 점점 그 사용량이 감소하여 에너지 사용량이 $59.9kWh/m^2$ 를 기록하였다. 건립 연대가 최근에 이룰수록 교육시설의 기밀성과 단열성이 보완되고 설치된 기기의 효율 증가로 에너지 사용량이 감소하는 것으로 판단된다.

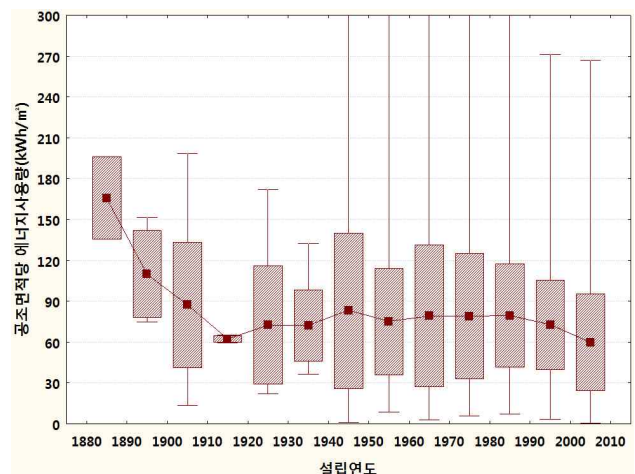


그림 6. 설립연도 변화에 따른 에너지사용량 변화

(2) 학교 설립구분별 에너지 사용량

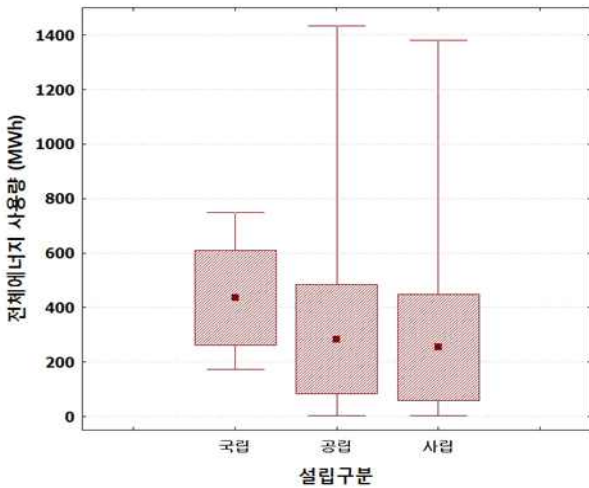


그림 7. 설립구분에 따른 전체에너지 사용량 변화

그림 7은 전국 중학교 교육시설의 설립구분에 따른 전체에너지 사용량을 나타냈다. 설립 구분별 전체에너지 사용량을 분석 결과 평균적으로 국립 교육시설에서 436.0MWh를 소비하여 가장 많은 에너지를 사용했으며, 그 다음 공립, 사립 교육시설 순으로 각각 284.0MWh, 253.8MWh의 에너지를 사용하였다.

에너지 소비량이 가장 많은 중학교 국립 교육시설의 경우 에너지 절약에 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 2008년 한 해 동안 전국 중학교 교육시설에서 소비된 실제 에너지 사용량을 수집, 통계 분석하였으며, 본 연구를 통해 도출된 결과는 전국 중학교 교육시설의 에너지절감 목표설정을 수립하는데 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

다양한 에너지원을 하나의 단위로 변환하여 종합해 보았을 때 에너지 소비 비율은 전력 70.2%, 난방용가스 17.8%, 유류 10.1%, 집단에너지 1.9%를 차지했다.

원단위에 따른 에너지 사용량 분석에서 공조면적당 에너지 사용량은 전국 평균 74.4kWh/m²를 소비하였고, 연면적당 에너지 사용량은 전국 평균 41.7kWh/m²이며, 건축면적당 에너지 사용량은 전국 평균 123.5kWh/m²로 나타났다.

본 연구의 결과로 제시되는 공급 에너지원별 사용특성과 원단위에 따른 에너지 사용량 비교 분석 값은 앞으로 중학교 교육시설의 에너지 절약 목표를 구체화하는데 사용될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김영구, 이재립, 초·중등 교육시설의 유지관리비 분석 - 인천

광역시 초·중등학교를 중심으로-, 2009
 2. 한국교육개발원, 제로에너지·생태학교 모형개발 연구, 2008
 3. 홍원화, 이춘미, 김주영, 조 수, 종합대학의 에너지소비원단위 작성에 관한 연구, 2008
 4. 건설기술연구소, 친환경 교육시설 모형개발 연구(1,2), 2007
 5. 조두상, 홍원화, 이상홍, 학교건축물의 에너지소비 원단위화에 관한 연구, 2002
 6. U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy, K-12 School Buildings Achieving 30% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building American, 2008
 7. Contributed by the editors of IA Architect and AIA Knowledge Resources Staff, Energy Design Guidelines for High Performance Schools, 2007
 8. Energy Information Administration(EIA) in US, World Energy Projections Plus 2009, 2009
 9. 文教施設企画部、環境を考慮した學校施設(エコスクール)の今後の推進方策について、2009

투고(접수)일자: 2010년 7월 7일

심사일자: 2010년 7월 8일

게재확정일자: 2010년 8월 10일