



## GIS를 활용한 국내 에너지 관련제도와 ASHRAE Standard의 기후기준점 비교분석

## Comparative climate reference point analysis of domestic Energy Efficiency system and ASHRAE Standard by GIS

김혜미\* · 박원준\*\* · 김영찬\*\*\* · 김효정\*\*\*\*

Kim, Hye-Mi\* · Park, Won-Jun\*\* · Kim, Young-Chan\*\*\* · Kim, Hyo-Jung\*\*\*\*

\* Dept. of Architectural Engineering, Kangwon National Univ., South Korea

\*\* Correct author, Dept. of Architectural Engineering, Kangwon National Univ., South Korea (wjpark@kangwon.ac.kr)

\*\*\* Innovative Durable Building and Infrastructure Research Center, Hanyang UniversityERICA, South Korea

\*\*\*\* Dept. of Spatial Information, Pusan National Univ., South Korea

## ABSTRACT

**Purpose:** As global warming from climate change accelerates, global efforts to reduce greenhouse gas emissions are being preceded. Korea has also implemented various systems to regulate greenhouse gas emissions. Especially, totally 15% is greenhouse gas emissions from buildings energy usage, so increasing energy efficiency of buildings is effective in reducing greenhouse gas emissions. Therefore, although the building uses energy efficiency rating system to reduce the amount of energy it uses, there is little consideration of regional climate that is a standard for energy use prediction. **Method:** The climate reference point of the energy related system in Korea and the climate reference point of the ASHRAE standard which is applied in the case of checking the energy efficiency of the domestic building from abroad are compared by GIS. **Result:** Based on the results of the study, the accuracy of estimating the actual capacity will be improved by changing the energy forecasting standard with the ASHRAE standard. This will contribute to the reduction of the energy consumption of buildings and the effective reduction of greenhouse gas.

© 2019 KIEAE Journal

## KEYWORD

기후 변화  
공동주택  
에너지 효율등급제도  
친환경 건축물  
에너지 사용량  
GIS  
녹색건축인증제도

Apartments  
Green building  
Evaluation of energy efficiency  
Green building  
Energy usage  
GIS  
G-SEED  
Energy Star

## ACCEPTANCE INFO

Received Nov 6, 2018  
Final revision received Jan 2, 2019  
Accepted Jan 7, 2019

## 1. 서론

## 1.1. 연구의 배경 및 목적

지구온난화의 가속화에 따른 온실가스 감축의 노력이 전 세계적으로 이루어지고 있는 가운데, 국내도 온실가스 감축을 위해 에너지 효율을 높이고자 관련 제도를 마련하였다.

특히 온실가스 배출에 있어 건물의 에너지 사용에 따른 온실가스 배출은 15%를 차지하고 있으며, 건물의 에너지 효율이 높아지면 온실가스 배출 저감에 효과적이다. 따라서 국내의 건축계는 건물에 에너지를 적게 소모하기 위한 방법으로 녹색건축 인증 제도를 대안으로 제시했으며, 활성화되고 있다.

하지만 국내에서 녹색건축 인증을 받은 건물의 에너지 사용량을 살펴본 결과, 인증 당시의 에너지 예측 사용량과 유사하지 않은 것으로 확인되었다[1].

이는 건물의 에너지 효율을 측정하는데 있어 지역의 기후 및 지형

적 특성이 중요한 요소임에도 불구하고, 적절히 반영되지 않았기 때문이다[2].

따라서 본 논문은 국내 친환경 건축물의 기후기준과 해외 제도에 근거해 국내 친환경 건축물을 분석할 경우 에너지 사용량의 기준이 되는 기후 기준점에 대해 분석하고자 한다. 특히 국내에서 적용되는 제도는 13개(건축물 에너지효율등급인증제도 기준)의 기후 기준점을 가지고 있는데, 미국의 미국 냉동 공조 학회(American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers: 이하 ASHRAE)에서 발간한 ASHRAE Standard를 기준을 적용하면 기준점이 51개로 증가한다. 미국의 친환경건축 인증제도인 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)는 ASHRAE Standard를 에너지 효율의 기준점을 두고 있으며 한국의 건축물도 해당 기준을 적용하고 있다. 따라서 이들 기준을 국내에 적용 시 에너지 효율 예측의 정확도가 높아질 것으로 예상하였다.

이 논문은 건축물 에너지 효율의 정확도가 높아지기 위한 방법으로 공간분석에 최적화된 GIS를 활용해 국내의 건축물 에너지 효율 관련 기후기준점을 비교분석하고, 국내 제도의 개선방안을 제시하고자 한다.

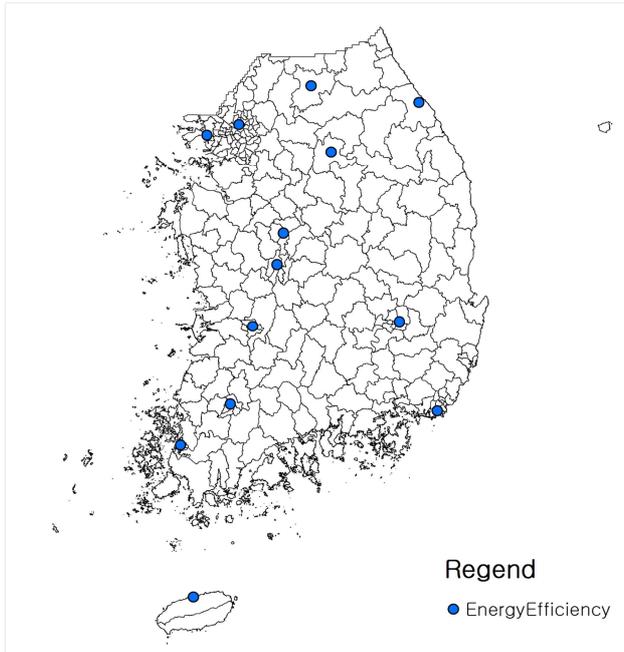


Fig. 1. Climate standard area of Energy Efficiency Grade

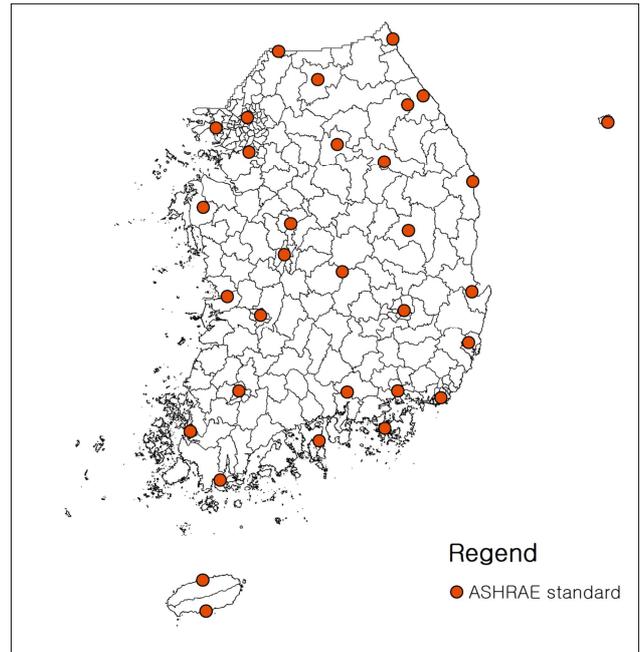


Fig. 2. Climate standard area of ASHRAE Standard

### 1.2. 선행연구

건물에너지 사용량과 기후의 연관관계에 대해 연구한 논문은 조진균 외 3인의 ‘기후대별 병원 건물의 병실 공조시스템의 에너지 소비 특성에 대한 연구’, 대한건축학회 논문집(2015년 3월)이 있으며 서울과 아부다비, 싱가포르에 위치한 병원건축의 기후대별 냉난방부하를 분석하고 기후에 따라 공조시스템을 달리 적용해야 하는 것에 대해 연구하였다.

안광호의 ‘녹색건축인증제도(G-SEED)의 에너지평가 프로그램 개선방안’, 건국대학교 박사학위논문(2016)은 에너지 효율을 평가하는 프로그램에 있어서의 문제점으로 기상데이터의 부재로 인해 에너지 사용량 분석의 정확도가 낮음을 지적했다.

이 밖에도 이병인의 ‘한국과 영국의 주거용 건축물 에너지 효율등급 인증제도 비교 분석을 통한 국내 제도 개선방향에 관한 연구’, 이화여자대학교 석사학위논문(2010), 김미영 외 1인의 ‘건축물 에너지 효율을 개선하기 위한 인증제도의 공법적 고찰’, 중앙법학(2017) 등 건축물 에너지 효율등급제도의 국내외 사례를 비교 분석한 논문들이 있으며, 국내 제도 개선의 필요성을 바탕으로 해외 제도와 비교를 통한 보완을 제시하였다.

연구 동향을 살펴본 결과 다수의 연구자에 의해 기후와 관련된 국내 건축물 에너지 효율등급 제도 개선의 필요성을 확인할 수 있었으며, 본 논문이 다루고자 하는 기후 기준점에 대한 중요성을 인지하고 있음을 알 수 있었다. 하지만 기존 연구 사례 중 기후의 기준점의 영향력을 구체적으로 비교분석한 논문은 없었으므로 본 연구는 독자적인 결과를 도출해낼 수 있을 것이라 판단된다.

### 1.3. 연구의 범위 및 방법

현재 국내에서 실행중인 에너지 관련 제도는 녹색건축인증 제도를 근간으로 하며 건물의 에너지 효율성을 평가하는 방법은 크게 3가지

로, 에너지 절약설계 기준과 건축물 에너지 효율등급, 에너지 사용량 등급으로 구분된다.

이들 에너지 효율성 평가방법은 지역의 기후를 바탕으로 적정 실내온도를 유지하기 위해 소모되는 에너지 사용량을 바탕으로 효율기준을 결정한다. 따라서 건물의 에너지 효율성을 평가하기 위한 지역의 기후는 매우 중요하다.

Fig. 1.은 에너지 효율등급제도의 기후 기준점을 나타낸 것으로 13개 지역만을 기준으로 정하고 있어, 기준점을 반경으로 기후를 반영하는 범위가 광범위한 실정이다.

ASHRAE Standard를 기준으로 국내 건물의 에너지를 분석할 경우 기후 기준점은 51개이며 비행장 및 공항 등이 동일 행정구역에 중복되는 지점을 제외하면 Fig. 2.에서와 같이 추풍령과 대관령, 울릉도 등 한반도의 지역적 특성을 고려한 면 단위의 기준점까지 35개 지역을 기준으로 제시하고 있다.

기후 기준점은 기상관측망을 토대로 경도와 위도 좌표를 GIS에 입력하였고, 분석은 공간분석 시 주로 사용하는 GIS를 활용하며, ESRI사의 GIS 제품군인 ArcGIS의 ArcMap으로 분석하였다. Arc Map은 공간데이터와 속성데이터의 생성, 수정, 분석, 그래프, 보고서, 디스플레이, 출력의 기능을 담당하고 있다.

공간분석의 방법은 기후의 기준점이 되는 기상관측망의 벡터 자료를 입력하고, 10km 간격의 Multi Buffering을 이용해 영향권을 분석하였다.

## 2. 에너지 효율에서의 기후 기준점의 의의

### 2.1. 기후와 에너지 효율성

Table 1.에서와 같이 기후권을 분류하는 데 있어 공간적 분류로 대기후는 전 지구 혹은 대륙 규모의 장기간 기상 현상을 나타내는 반면, 중기후는 공간적으로 제한된 지역의 장기간 기상현상을 종합적으로

나타낸다.

중기후를 도시기후라고도 하며, 도시기후에 대한 분석은 기본적으로 도시구조와 건축물의 재질 등 물리적인 도시환경과 깊은 인과 관계를 맺고 있다. 도시기후의 변화인자가 주로 지형, 토지피복유형, 토지이용형태, 건물구조, 건축재료에 기인하기 때문이다[3].

Table 1. Spatial Classification of Climate (werner, 1980)

	Horizontal range	Vertical range
Globalclimate	0-1,000 km	Troposphere (10-16km)
Mesoclimate (Cityclimate)	0.1-10 km	Atmosphere (0-1,000m)
Microclimate	0.1-10 km	Up to 2 m above ground

도시기후를 토대로 건물을 계획한다면 기후변화에 따른 폭염과 도시화에 의한 열대야 현상을 방지하기 위한 도시의 열환경 개선 및 대책 수립, 에너지 수요와 공급 및 도시환경오염을 고려한 에너지 계획 수립, 도시녹지의 기후생태적 기능을 고려한 보전지역의 설정 등이 가능해진다.

따라서 건물의 에너지 효율을 높이기 위해서는 도시기후를 토대로 계획해야 한다.

## 2.2. 에너지 효율성 평가방법

녹색건축인증제도는 건축물의 에너지 사용과 이산화탄소 배출저감 등 건축물에 대한 환경부하를 줄이고 환경 성능을 향상시키기 위해 친환경성을 평가하고 인증하는 제도이다.

2016년에 고시된 세부 평가기준에 따르면 건축물 용도(주거용, 단독주택, 비주거용), 시공 시기 및 인증 시기별(신축, 기존건물, 그린 리모델링)로 구분하고 평가항목을 달리하고 있다.

Table 2.는 신축 주거용 건물의 세부평가기준이며, 8번 항목은 녹색건축인증 평가시 「주택건설기준 등에 관한 규칙」에 의해 공동주택성능등급 인증서에만 표시하고 인증평가를 위한 배점은 부여하지 않는다.

세부 평가 기준 중 본 논문에서 살펴보고자 하는 에너지 관련 분야는 「2. 에너지와 환경」이며 그 중 에너지 성능은 12점으로 인증 세부항목 가운데 가장 높은 배점을 차지하고 있다. 평가방법은 건축물의 에너지절약설계기준에 따른 에너지절약계획서의 에너지성능지표 검토서 평점 합계 또는 건축물 에너지효율등급 (예비)인증서, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준의 절감률에 근거하여 평가할 수 있으며, 이중 유리한 점수를 적용해 산출가능하다.

### 1) 에너지 절약설계기준

에너지 절약설계기준은 녹색건축물 조성 지원법 및 같은 법 시행령과 시행 규칙에 의해 건축물의 효율적인 에너지 관리를 위해 열손실 방지 등 에너지 절약 설계에 관한 기준, 에너지 절약계획서 및 설계 검토서 작성 기준 등을 정함을 목적으로 한다.

에너지 절약설계기준에 따라 건물의 에너지 효율성을 평가하는 방법은 에너지 절약계획 설계 서식에 따라 부문 별 에너지 절약설계기준을 선택했는지의 여부 및 획득한 배점에 의한다.

Table 2. G-SEED 2016 for Newly-built residential buildings

Category	Credits	
1. Land Use & Transport- action	16	
2. Energy & Pollution	2.1 Energy performance	12
	2.2 Energy monitoring and management	2
	2.3 Use of new/renewable energy	3
	2.4 Reducing CO <sub>2</sub> emission	1
	2.5 Limiting ozone destroying materials	2
3. Material and resource	15	
4. Water	14	
5. Management	9	
6. Ecology	20	
7. Indoor environment	21	
8. Building performance	-	

### 2) 건축물 에너지 효율등급제도

건축물 에너지 효율등급 제도는 건물의 에너지 효율성을 측정하기 위해 2001년 산업자원부에서 시행했다. 제도가 개설된 초기는 인증 대상으로 공동주택만이 가능했으나 이후 업무시설이 추가되었으며 인증 방법에 있어 공동주택은 총 에너지 절감율에 따라 등급을 나누었고, 업무시설은 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량에 따라 등급을 구분했다. 현재는 모든 건축물을 대상으로 단위면적당 1차 에너지 소요량에 따라 등급을 구분한다[4].

$$\text{Predicted Energy Saving (EP)} = \left(1 - \frac{\text{Predicted Energy usage}}{\text{Standard Energy usage}}\right) \times 100 \dots\dots (\text{식1})$$

건축물 에너지 효율등급산정을 위한 평가 방법은 2013년 12월을 기준으로 변경되었다. 이전에는 (식1)과 같이 표준 에너지 사용량을 기준으로 예측 에너지 사용량 비율(EP)을 계산해 에너지 절감율(%)을 평가했지만 이후, 1차 에너지 사용량(kWh/m<sup>2</sup>·yr)을 기준으로 평가했다. 1차 에너지를 산정하는 방법은 (식2)와 같은 계산식과 ECO2 프로그램을 이용하는 방법이 있다.

$$E_{us} = \sum_{n=i} \frac{e_n}{A_n \text{ or } A_{tf}} \dots\dots\dots (\text{식2})$$

- $E_{au} = E_{us} \times I$
  - $E_{us}$  : Energy consumption per unit area (kWh/m<sup>2</sup>·yr)
  - $E_{au}$  : Primary energy consumption per unit area (kWh/yr)
  - $A_n$  : Total floor area required by n(m<sup>2</sup>)
  - $A_{tf}$  : Building floor area excluding parking area (m<sup>2</sup>)
  - $e_n$  : Energy consumption for n (kWh)
  - $I$  : Primary energy consumption conversion factor
- $i = h, c, w, l, v$ 
  - h: heating
  - c: cold
  - w: hot water
  - l: lighting
  - v: ventilation

(식2)는 1차 에너지 소요량을 구하는 식으로, 단위면적(m<sup>2</sup>)당 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 에너지의 소요량을 연면적으로 나누고 이들을 더해 단위면적당 에너지 소요량을 구한 다음 1차 에너지 환산계수를 곱해 산출한다.

(식2) 및 ECO2 프로그램에서 산출되는 1차에너지 소요량은, 지역의 기후 데이터를 기준으로 실내 온도를 냉방시 26℃, 난방시 20℃를 유지할 수 있을 정도의 에너지 사용을 목표로 계획된다.

3) LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)

미국의 친환경 인증제도인 LEED에서 에너지를 평가하는 항목인 Energy and Atmosphere(EA)는 에너지 소비를 근본적으로 감소시키는 것을 목적으로 하고 있으며 LEED v.4의 전체 배점 중 약 30%를 배점하고 있다. 세부 평가항목은 Table 3.에서와 같이 필수항목 4가지와 일반항목 7가지로 구분된다[5-7].

Table 3. LEED 2016 for Newly-built residential buildings

Category		Credits
Pre 1	Fundamental Commissioning and Verification	required
Pre 2	Minimum Energy Performance required	required
Pre 3	Building-level Energy Metering	required
Pre 4	Fundamental Refrigerant Management	required
Credit 1	Enhanced Commissioning	2 ~ 6
Credit 2	Optimize Energy Performance	1~20
Credit 3	Advanced Energy metering	1
Credit 4	Demand Response	1 ~ 2
Credit 5	Renewable Energy production	1 ~ 3
Credit 6	Enhanced Refrigerant Management	1
Credit 7	Green Power and Carbon Offsets	1 ~ 2

특히 에너지 성능 최적화에 대한 항목인 Credit 2는 기준이 되는 건물(Baseline Building)과 대상건물(Project Building)의 전체 건물 에너지시뮬레이션을 통해 신축건물은 최소 12%이상, 기존건물은 8%이상 에너지를 절감해야 점수획득이 가능하다. DOE-2, eQUEST, EnergyPlus 등의 국가공인프로그램을 사용하며 평가 기준은 ASHREA 90.1-2010, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings를 바탕으로 한다.

Table 5. Meteorological Data of Seoul City

Month	Monthly average outside air temperature [°C]	Average total solar radiation of horizontal / vertical plane [W/m <sup>2</sup> ]								
		Horizontal plane	South	Southeast	Southwest	East	West	Northeast	Northwest	North
JAN	-2.1	83.0	116.0	87.5	94.6	46.6	52.0	28.7	28.7	28.3
FEB	0.2	117.4	134.4	98.9	127.3	66.7	90.8	44.2	44.2	41.0
MAR	6.3	141.2	118.5	142.0	82.3	122.1	62.4	75.0	75.0	48.4
APR	13.0	180.3	110.6	105.7	120.2	95.5	112.5	77.1	77.1	66.5
MAY	17.6	189.3	85.6	97.5	96.9	97.0	95.9	76.9	76.9	56.3
JUN	21.8	183.1	86.0	104.6	94.5	113.0	97.4	99.3	99.3	77.3
JUL	25.2	145.9	75.1	94.2	73.2	102.0	72.0	88.7	88.7	67.0
AUG	26.4	147.4	86.7	99.6	84.3	100.4	80.9	85.0	85.0	68.1
SEP	21.2	157.7	117.7	115.7	112.2	99.6	97.8	72.9	72.9	60.2
OCT	14.7	129.1	138.7	128.9	106.8	92.1	72.7	49.5	49.5	38.3
NOV	6.9	82.4	103.9	83.5	84.4	51.8	52.6	32.5	32.5	31.3
DEC	0.9	72.1	105.8	87.8	79.6	50.2	43.5	28.5	28.5	26.9

4) HERS(Home Energy Rating System)

미국에서 시행중인 제도이며, 주거건축물의 에너지 성능을 평가하는 인증제도이다. 에너지 위원회가 개발한 소프트웨어인 EnergyPro를 이용해 건물의 에너지를 시뮬레이션 한다[8].

건물 매매시 건축물의 에너지 성능을 제공하는 수단이 되고 있으며, 또다른 에너지 효율등급제도인 Energy Star 인증에 활용되고 있다. 기후데이터를 활용하는데 있어서는 LEED와 마찬가지로 ASHRAE 90.1을 따르고 있다.

2.3. 에너지 효율성 평가방법별 기후기준점

1) 에너지 절약설계기준

에너지 절약설계기준에서 기후를 적용한 요소는 열관류율 계산을 위한 4개 지역으로의 분류(중부1지역, 중부2지역, 남부지역, 제주도), 냉·난방 설비의 용량계산을 위한 외기온·습도 기준에 의하며 Table 4.와 같이 17개 지역을 기준으로 한다. 에너지 사용으로 인한 실내 온도 유지 기준 설정에 있어서는 공동주택의 경우 난방시 20~22℃, 냉방시 26~28℃를 적정 온도로 설정했다[9].

Table 4. Designed standard to calculate capacity of cooling and heating facility Temperate humidity

City	Cooling		Heating	
	Dry bulb temperature (°C)	Wet bulb temperature (°C)	Dry bulb temperature (°C)	Wet bulb temperature (%)
Seoul	31.2	25.5	-11.3	63
Incheon	30.1	25.0	-10.4	58
Suwon	31.2	25.5	-12.4	70
Chun Cheon	31.6	25.2	-14.7	77
Gangneung	31.6	25.1	-7.9	42
Daejeon	32.3	25.5	-10.3	71
Cheongju	32.5	25.8	-12.1	76
Jeonju	32.4	25.8	- 8.7	72
Seosan	31.1	25.8	- 9.6	78
Gwangju	31.8	26.0	- 6.6	70
Dae-gu	33.3	25.8	- 7.6	61
Busan	30.7	26.2	- 5.3	46
Jinju	31.6	26.3	- 8.4	76
Ulsan	32.2	26.8	- 7.0	70
Pohang	32.5	26.0	- 6.4	41
Neck	31.1	26.3	- 4.7	75
Jeju	30.9	26.3	0.1	70

### 2) 건축물 에너지 효율등급제도

건축물 에너지 효율등급제도에 따라 건물의 에너지 효율성을 평가하는 기후 기준은 13개 지역을 기준점으로 두고 있다. 월별 평균 외기 온도에 따라 수평면/수직면 월평균 전일사량을 바탕으로 실내 냉난방 온도를 맞추기 위한 에너지량을 계산하는 방법으로 에너지 효율성의 기준점을 측정한다.

Table 5.는 서울 지역의 기상데이터 기준이며, 이를 바탕으로 냉방시 실내온도 기준은 26도, 난방시 실내온도 기준은 20도를 맞추기 위한 에너지 예측 사용량을 계산한다.

기준이 되는 13개 지역은 서울, 부산, 인천, 대구, 대전, 광주, 강릉, 원주, 춘천, 전주, 청주, 목포, 제주 이다.

### 3) LEED & HERS

LEED와 HERS는 ASHRAE 90.1을 따르고 있으며, 행정구역상 중복되는 지역을 제외한 한국의 기후 기준점은 아래 Table 6.과 같으며, 지역별 기후 관측점이 위치하는 위도와 경도 및 열관류율 계산을 위한 분류로 구분되어 있다[5-8].

Table 6. Climate standard area of ASHRAE Standard

Location	Lat	Long	CZ
Pohang-si	36.03	129.38	4A
Changwon-si	35.18	128.57	3A
Suwon-si	37.27	126.98	4A
Jeonju-si	35.82	127.15	4A
Seosan-si	36.77	126.50	4A
Jeju-si	33.52	126.53	3A
Seogwipo-si	33.25	126.57	3A
Gunsan-si	36.00	126.77	4A
Mokpo-si	34.82	126.38	3A
Yeosu-si	34.73	127.75	4A
Wando-gun	34.40	126.70	4A
Andong-si	36.57	128.72	4A
Yecheon-gun	36.63	128.35	4A
Uljin-gun	36.98	129.42	4A
Jinju-si	35.20	128.12	4A
Tongyeong-si	34.85	128.43	3A
Sacheon-si	35.08	128.08	4A
Gimhae-si	35.18	128.93	4A
Pyeongtaek-si	36.97	127.03	4A
Osan-si	37.10	127.03	4A
Gimpo-si	37.57	126.78	5A
Chuncheon-si	37.90	127.73	5A
Wonju-si	37.33	127.95	4A
Gangneung-si	37.75	128.95	4A
Sokcho-si	38.25	128.57	4A
Yeongwol-gun	37.18	128.47	5A
Cheorwon-gun	38.15	127.30	5A
Incheon	37.47	126.63	4A
Ulsan	35.55	129.32	4A
Seoul	35.57	126.97	4A
Busan	35.10	129.03	3A
Daejeon	36.37	127.37	4A
Cheongju	36.63	127.45	4A
Gwangju	35.17	126.90	4A
Daegu	35.88	128.62	4A

### 3. 기후기준점의 영향력 분석

#### 3.1. 국내 기준에 의한 기후기준점 분석

Fig. 3.은 에너지 효율등급을 기준으로 한 기후 기준점 13개를 지도에 나타낸 것으로, 기준점으로부터 최소 10km 간격, 최대 100km 까지 영향을 미치는 지역을 GIS로 분석해 보았다.

그 결과, Fig. 3.에서 나타내는 바와 같이 기준점으로부터 100km 반경을 넘어서는 지역의 기준을 적용해서, 에너지 절약설계를 해야 하는 경우도 발생했다.

특히 100km 반경을 넘어서는 지역은 울진군, 영덕군, 영양군, 봉화군 등 경상북도에 속해있는 행정시군들로 확인되며, 전체 기준점의 분포에 있어서도 경상도 지역은 대구광역시와 부산광역시를 제외하고는 별도의 기준점이 정해져있지 않은 것을 확인할 수 있었다.

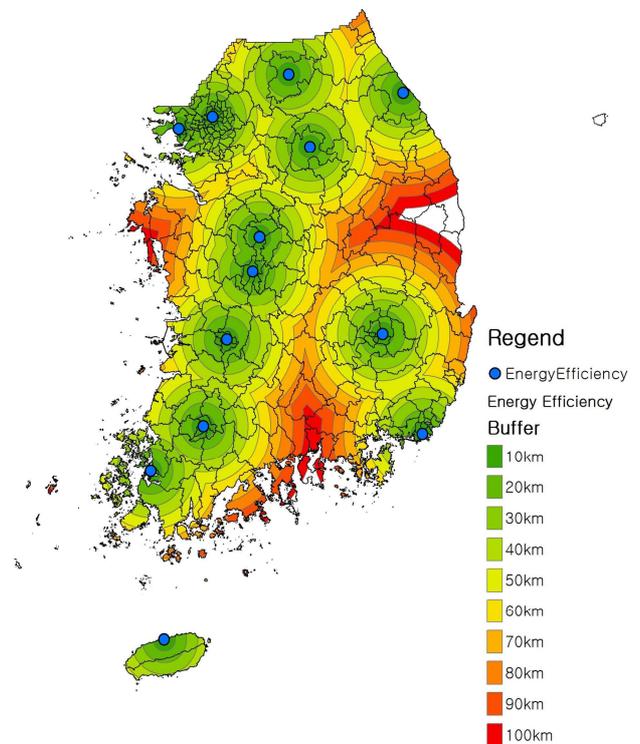


Fig. 3. Impact analysis of climate control point of Korea Standard

#### 3.2. 해외 기준에 의한 기후기준점 분석

ASHRAE 90.1의 기후기준점 51개 지점 중 공항 및 비행장 등이 위치함에 따라 기준점이 다수 지정된 지역은 하나로 통일하여 35개 기준점으로 정리하였으며, 기후기준점으로 최소 10km 반경에서 최대 100km 반경까지, 기준점에서부터 영향을 미치는 거리를 GIS로 분석하였다.

그 결과, Fig. 4.에서와 같이 기후기준점은 최대 70km 반경이 떨어진 지역을 기준으로 에너지 효율 예측을 적용할 수 있었다. 전국으로 확대하면 대부분의 건축물은 50km 반경 이내의 기준점을 적용하여 에너지 절약설계가 가능하다는 사실을 알 수 있었다.

기준점의 분포에 있어서도 국내는 13개 지점이었던 것에 비해 ASHRAE 90.1은 35개 지역에 분포하고 있어서, 국내 기준점에서

100km 반경 이상의 거리에 위치했던 경상북도 권역에 충분한 기준점이 존재하고 있음을 확인할 수 있다.

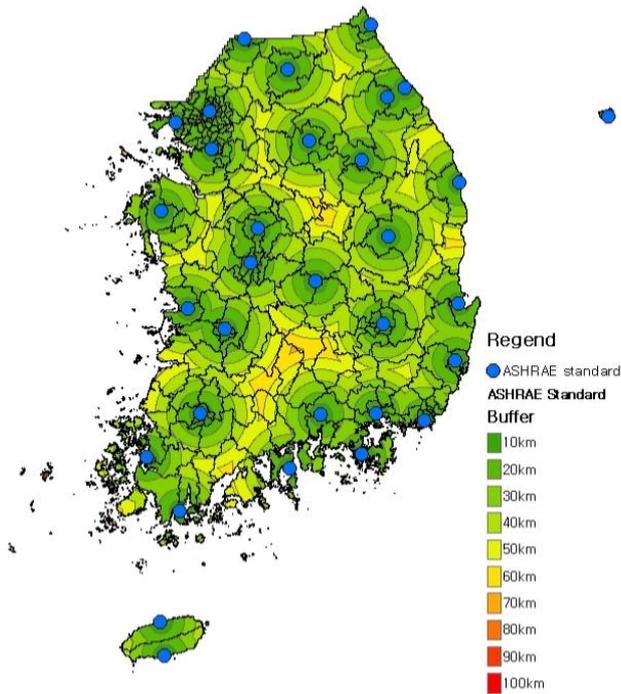


Fig. 4. Impact analysis of climate control point of Oversea

### 3.3. 기준점 분석 결과

국내 및 해외 기준에 의한 기후기준점을 분석 해 본 결과 국내 기준은 기후 기준점이 적고, 기준점의 위치가 균형적으로 배치되어 있지 않았으며, 해외 기후 기준점은 국내에 비해 다소 균형적인 위치에 배치되어 있고, 한반도 내에서 기준점간의 이격 거리가 대부분 50km 이내로 고른 분포를 보였다.

따라서 해외의 기준인 ASHRAE 90.1의 기후기준점으로 건물 에너지 효율성을 산정한다면, 기후 오차 범위가 줄어들 것으로 예상된다. 기후를 반영한 건물 에너지 효율을 예측하기 위해서는 10km 반경 이내인 중기후(도시기후) 반경을 중심으로 계획되어야 하나, ASHRAE 90.1 역시 중기후 기준에 적합하지는 않았다.

## 4. 결론

기후변화로 인한 건물의 에너지 사용량을 저감하기 위한 방법으로 녹색건축물 조성 지원법이 제정되고 이를 바탕으로 국내에서 시행되고 있는 건물 에너지 효율관련 제도가 다양하게 마련되었지만, 제도별로 건물의 에너지 효율을 측정하는 방법 또한 다양하고, 일원화되어 있지 않다.

이 논문은 국내외의 건물 에너지 효율관련 제도들을 살펴보고, 기후가 건물 에너지 효율에 미치는 영향력을 확인하기 위해 기후기준점을 GIS로 분석해 보았다. 그 결과, 국내의 건물의 에너지 사용량을 산정하기 위한 기후 기준점은 광범위하게 선정되어 있음을 확인할

수 있었다. 기후의 영향력을 토대로 건물의 에너지 사용량 기준을 정하기 위해서는 도시기후권인 10km 반경이내의 기후조건을 반영해서 그에 따른 에너지 효율성 평가가 이루어져야 한다. 하지만 기후 기준점 분석결과 기준으로부터 100km반경을 넘어서는 지역도 존재하는 것을 확인할 수 있었으며, 이를 보완하기 위해 기후 기준점이 추가되어야 한다는 사실을 확인할 수 있었다.

특히, 해외에서 국내 건물을 계획할 때 적용하기 위해 만들어진 가이드라인을 토대로 기후 기준점을 분석한 결과, 국내의 기준보다 더 정밀한 기준을 두고 건물의 에너지 효율성을 분석하고 있음을 확인할 수 있었는데, 이는 기후로 인한 건물의 에너지 효율성 저감 효과에 대해 국내에서 더 많은 연구가 수행되어야 한다는 사실을 뒷받침하고 있다.

향후 연구 주제로는, 이 논문을 바탕으로 기후 기준점 반경이 건물 에너지 효율등급의 정확도에 미치는 영향을 연구하고자 하며, 국내 건물 에너지 효율등급제도의 정확도를 높이기 위해서는 기후기준점이 중기후(도시기후) 수준의 조밀한 기준점으로 설정되어야 함을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

## Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 기술촉진연구사업의 지원(NO.18CTAP-C141186-01) 및 강원대학교 대학회계 학술연구 조성비로 연구하였음.

## Reference

- [1] 김혜미, 박원준. (2016). 녹색건축인증(G-SEED) 공동주택의 인증 전후 에너지성능 비교분석에 관한 연구. 대한건축학회연논문집, 18(6), pp.171-182 // (H.M. Kim, W.J. Park, (2016). A Comparison Analysis on the Changes in Energy Efficiency of the G-SEED Certified Apartment Buildings. Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea, 18(6), pp.171-182
- [2] 안광호, 녹색건축인증제도(G-SEED)의 에너지평가 프로그램 개선방안, 한국, 건국대학교 박사학위논문, 2016, pp.94-97 // K.H. Ahn, Improvement of the energy analysis program of Green Building Certification Systems(G-SEED), Korea: Konkuk Press, 2016, pp.94-97
- [3] 송영배, 바람통로 계획과 설계방법, 한국, 도서출판 그린토마토, 2007, pp.18-24 // Y.B. Song, Wind path planning and design method, South Korea: Green Tomato Press, 2007 pp.18-24
- [4] 법제처, 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준, 2018.11.05. // (National Law Information Center, Building Energy Efficiency Level Certification and Zero Energy Building Certification Standard. [http://www.law.go.kr/행정규칙/\(국토교통부\)건축물에너지효율등급인증및제로에너지건축물인증기준](http://www.law.go.kr/행정규칙/(국토교통부)건축물에너지효율등급인증및제로에너지건축물인증기준), 2018.11.05.)
- [5] United States Green Building Council (USGBC), LEED Reference Guide for Building Design and Construction, USGBC, Washington, DC, 2013.
- [6] United States Green Building Council (USGBC), LEED v4 User Guide, USGBC, Washington, DC, 2014.
- [7] United States Green Building Council, <http://www.usgbc.org/home>, 2018.11.05.
- [8] California Energy Commission, <https://www.energy.ca.gov/HERS/>, 2018.11.05.
- [9] 법제처, 에너지 절약설계, 2018.11.05. // (National Law Information Center, Energy saving plan <http://www.law.go.kr/행정규칙/건축물의에너지절약설계기준>, 2018.11.05.)