

난방도일 기반 대한민국 행정구역별 기후존 구분 기준 정립에 관한 연구

A Study on the Classification Criteria of Climatic Zones in Korean Building Code Based on Heating Degree-Days

노병일(Byeong Il Noh)¹, 최재완(Jaewan Choi)², 서동현(Donghyun Seo)^{3*}

¹충북대학교 건축공학과 대학원, ²충북대학교 토목공학과, ³충북대학교 건축공학과

¹Department of Architectural Engineering, Graduate School Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

²Department of Civil Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

³Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

(Received July 9, 2015; revision received August 18, 2015; Accepted: September 24, 2015)

Abstract Climatic zone in building code is an administrative district classification reflecting regional climatic characteristics. Use of Degree-Days is a fundamental method that can be used in various building design codes, analysis of building energy performance, and establishment of minimum thermal transmittance of building envelopes. Many foreign countries, such as the USA, the EU, Australia, Italy, India, China, etc., have already adapted climatic zone classification with degree-days, precipitation or amount of water vapor based on the characteristics of their own country's climate. In Korea, however, the minimum requirements for regional thermal transmittance are classified separately for the Jungbu area, Nambu area and Jeju Island with no definite criterion. In this study, degree-days of 255 Korean cities were used for climatic zone classification. Outdoor dry-bulb temperature data from the Korea Meteorological Administration for 1981~2010 was used to calculate degree-days. ArcGIS and the calculated degree-days were utilized to analyze and visualize climatic zone classification. As a result, depending on the distribution and distinctive differences in degree-days, four climatic zones were derived : 1) Central area, 2) Mountain area of Gyeonggi and Gangwon provinces, 3) Southern area, and 4) Jeju Island. The climatic zones were suggested per administrative district for easy public understanding and utilization.

Key words Heating degree-days(난방도일), Climatic zone(기후존), Thermal transmittance(열관류율), ArcGIS (ArcGIS), Climatic zone classification(기후존 구분)

† Corresponding author, E-mail: seodh@chungbuk.ac.kr

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내의 건축물 외피의 부위별 열관류율 기준(녹색건축물조성지원법에 부속된 건축물에너지절약설계기준의 별표 1. 지역별 건축물 부위별 열관류율 기준)은 국가적으로 30년이 넘게 건축물의 에너지성능을 관리하는 가장 중요한 수단으로 활용되어 왔다. 하지만 중부, 남부, 제주도로 구분하는 기준에 대한 객관적인 근거를 제시하고 있지 않아 이 기준의 합리성을 평가하기 힘든 상황이다. 다시 말해, 세 개의 존으로 나눈 근거가 제시되면 이에 따른 지역별로 건축물 부위별 열관류율

기준의 적정성을 평가할 수 있으며, 나아가 평가결과를 확장하여 건축물의 에너지 수요감축량 평가 및 건축물에너지 성능평가의 객관성을 확보할 수 있다.

국내와 달리 국외의 많은 국가에서는 건축물의 에너지성능을 관리하기 위하여 이 기후존에 대한 명확하고 객관적인 기준을 제시하고 있다. 이 국가들은 기후존 기준을 활용하여 건축물에 요구되는 외피 및 기계설비의 최소한의 에너지성능을 제시하여 관리하고 있으며, 건축물에너지 효율화 기술 및 제도의 적용이 전 국가적으로 미치는 영향을 객관적으로 평가하는 기준으로 활용하고 있다(Halverson et al.⁽¹⁴⁾).

따라서, 본 연구에서는 대부분의 국가에서 기후존구분의 기준으로 활용하는 도일(degree-days)을 이용하여

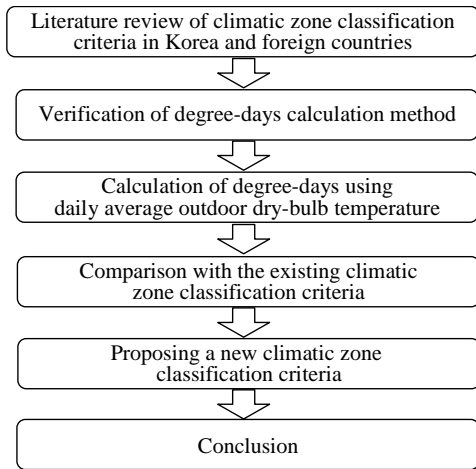


Fig. 1 Research process.

국내의 부위별 열관류율 기준을 위한 기후존 구분기준을 평가하고, 법규정에서 활용할 수 있도록 행정구역별 기후존 구분기준을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

도일법 기반 기후존 구분기준 정립을 위한 본 연구의 흐름은 Fig. 1과 같다.

기존의 국내 기후존 구분기준의 합리성을 평가하기 위하여 국내 및 국외의 기후존 구분기준을 수집 및 분석하고 도일계산법 관련 선행연구를 고찰한다. 기후존 구분을 위한 도일의 필요성을 확인하고, 기상청에서 입수한 255개 지점의 1981년부터 2010년까지의 30년간 월별/년별/평균 냉난방도일을 일평균 외기온 데이터를 이용하여 계산한다. 지리정보분석 시스템인 ArcGIS를 활용하여 계산 결과를 시각화하고 기존의 지역 구분기준과의 비교를 통해 새로운 기후존 구분기준을 제시하고자 한다.

2. 문헌고찰

2.1 도일법 관련 연구경향

도일법은 건물의 에너지 성능평가 뿐만 아니라 기후의 변화를 파악할 수 있는 지표로서 활용되고 있다. 도일법을 활용하여 건물의 에너지 수요예측 및 분석을 한 Tony⁽²⁾는 도일법 계산 방법과 이를 활용한 건물의 에너지 예측 및 관리에 관한 연구 등 도일법을 활용한 다양한 분야의 연구 방법론을 제시하였다. Chritenson et al.,⁽³⁾ Al-hadhrani,⁽⁴⁾ Rosa et al.⁽⁵⁾ 등은 냉난방도일을 계산하고 계산결과를 기준으로 건물의 냉난방에 요구되는 에너지 수요량을 추정하였다. 국내의 Kim et al.⁽⁷⁾과

Cho et al.⁽¹¹⁾은 10년간의 기상 데이터를 활용하여 무부하온도를 고려한 국내 주요도시의 난방도일을 계산정하여 제시하였다.

도일법을 기후존 제시에 활용하고 있는 연구로 Altan Dombayci⁽⁶⁾는 기준온도별(19℃, 20℃, 22℃, 24℃, 26℃, 28℃) 터키 도시의 냉난방도일을 계산하고 도일의 등분포도를 그려 기후존을 제시하였다. 국내의 경우 Kim et al.⁽⁸⁾이 부산, 경남지역 기상청 11개 지점의 기상 데이터를 활용하여 냉난방도일과 외기온도를 회귀분석하여 기후존을 제안하였다. 기후존 제시를 위한 냉난방도일의 활용은 이미 존재하는 국외 기후존 기준에서도 확인할 수 있다.

2.2 국외의 기후존 구분 기준

국외의 기후존은 국가별 기후 특성을 반영하여 객관적인 구분 기준을 제시하고 있음을 확인할 수 있다. 미국 ASHRAE⁽¹⁵⁾에서는 냉난방도일에 따라 8개의 존으로 1차 구분하고 강수량과 외기온 조건에 따라 각 8존을 세부적으로 재분류하여 총 17개의 기후존으로 구분하고 있다. 중국(Huang and Deringer⁽¹⁷⁾)에서는 18℃를 기준온도로 계산한 냉난방도일과 가장 추운 달 및 가장 더운 달의 외기온을 고려하여 5개의 기후존으로 구분하고 있다.

호주의 ICANZ(Insulation Council of Australia and New Zealand)(Trevor and Mark⁽¹⁶⁾)에서는 1월의 평균 최대 외기온, 오후 3시의 평균 수증기압, 기준온도 18℃를 사용하여 계산한 냉방도일 및 지역별 해발고도를 기준으로 기후존을 8개로 구분하여 제시하고 있다. 이탈리아, 영국, 스위스 등 EU뿐만 아니라 인도 등도 지역별 도일 및 온습도 등을 고려하여 기후존을 제시하고 있다.

2.3 국내의 기후존 구분 기준

국내의 기후존 구분 기준은 건축물에너지절약 설계 기준 별표 1의 지역별 건축물 부위의 열관류율표에서 중부, 남부, 제주지역으로 분류하여 제시하고 있으며, 이를 시각화하면 Fig. 2와 같다. 이외에도 에너지관리공단⁽¹³⁾의 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정과 Lee⁽¹⁾의 저서에서도 지역별 난방도일을 기준으로 중부, 남부, 제주도로 구분하고 난방도일 등분포도를 제시하고 있다. 하지만 이러한 자료들의 경우 지역을 구분하는 객관적인 기준이 상세하게 제시되어있지 않다.

3. 기상데이터 및 도일계산

3.1 데이터 수집 및 도일계산방식 검증

국내 기상청의 일평균 외기온 데이터는 3시간 단위

로 측정된 8개의 외기온 데이터를 평균한 값으로 이 데이터를 활용하여도 동일계산 결과의 오차가 발생하지 않는지 확인이 필요하다. Seo and Song⁽⁹⁾은 춘천, 서울, 대구, 부산 등 국내 주요도시 15개소의 매시각별 외기온과 일평균 외기온에 따른 도일을 계산한 결과 오차는 평균 2.3%로 나타났다고 분석하였다. 이러한 오차에 대하여 매시각별 외기온과 일평균 외기온의 계산 방법은 수학적으로 같은 수식이나 도일에 포함시키는 기준이 매시각별 외기온인지 일평균 외기온인지의 차이만 가지고 있을 뿐 냉난방도일 계산 결과에 큰 영향을 미치지 않는다고 분석하였다. 이러한 선행 연구 결과를 통하여 국내 기상청의 일평균 외기온 데이터를 활용하여 도일을 계산하여도 발생할 오차는 결과에 큰 영향이 없음을 확인하였다.

3.2 결측 데이터의 처리

기상청의 255개 지점은 정규 기상대와 AWS(Automatic Weather Station)로 구성되어 있다. AWS에서 관측된 일평균 외기온 데이터의 경우 기계의 결함 또는 위치 변경 등의 사유로 인한 기상관측이 이뤄지지 않아 결측 데이터가 발생하였다. 1981년부터 2010년까지 255개 기상관측 지점에서 발생한 결측 데이터는 전체 일평균 외기온 데이터의 갯수를 기준으로 약 1.3%로 분석되었다.

기상관측 지점에서의 결측 데이터 발생이 도일의 계산 결과에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되어 결측 데이터가 발생하는 지점과의 거리 및 해발고도를 고려하여 거리상으로 가장 근접하며, 해발고도가 비슷한 조건을 갖는 지역의 측정 데이터를 결측 데이터가 발생한 날의 데이터로 처리하여 결측 데이터를 대체하였다.

3.3 계산결과의 검증

Seo and Song⁽⁹⁾에 의해서 검증된 매시각별 외기온 데이터를 이용한 국내 주요 도시별 도일값과 결측데이터가 처리된 기상청 일평균 외기온 데이터를 이용한 도일값 계산 결과의 오차는 대상 도시 전체 평균 1.5%로 나타났다. 오차가 가장 크게 발생한 지역은 대관령으로, 난방도일 72.0℃·days(1.7%), 냉방도일 19.0℃·days(14.6%)의 오차가 발생하였다. 계산결과에의 오차는 3월~10월 중 외기온이 매시각별 및 일별 평균값을 사용함에 따라 도일에 포함되는지 여부가 달라 나타난 것으로 오차는 사용한 외기온데이터의 시간간격에 관계없이 미미한 것으로 분석되었다.

한편, 계산결과에의 검증을 위해 Lee et al.,⁽¹²⁾ Kim et al.,⁽⁷⁾ 에너지경제연구원의 에너지총조사보고서⁽¹³⁾에서 제시한 서울의 난방도일을 본 연구에서 계산한 결과와 비교하였다. 그 결과 Kim et al.⁽⁷⁾ 46.9℃·days(1.9%),



Fig. 2 Current climate zone for Korea.



Fig. 3 Iso-Degree days lines distribution by heating degree-days of 255 weather stations.

에너지경제연구원⁽¹³⁾ 0.0℃·days(0.0%), Lee and Jung⁽¹²⁾ 3.6℃·days(0.1%)의 오차가 나타나는 것으로 분석되었다. 난방도일의 계산은 기준온도의 결정이 동일하다면 그 계산결과가 거의 1~2% 범위내의 오차만을 가지는 것을 알 수 있다.

4. 본 론

4.1 도일의 분포 및 기후존 구분

4.1.1 난방도일 등분포도

Fig. 3은 국내 255개 지점 난방도일의 계산결과를 ArcGIS의 기하학적 간격(Geometrical Interval) 방식으로 분류하여 등분포도를 제시하고 있다. 기하학적 방식은

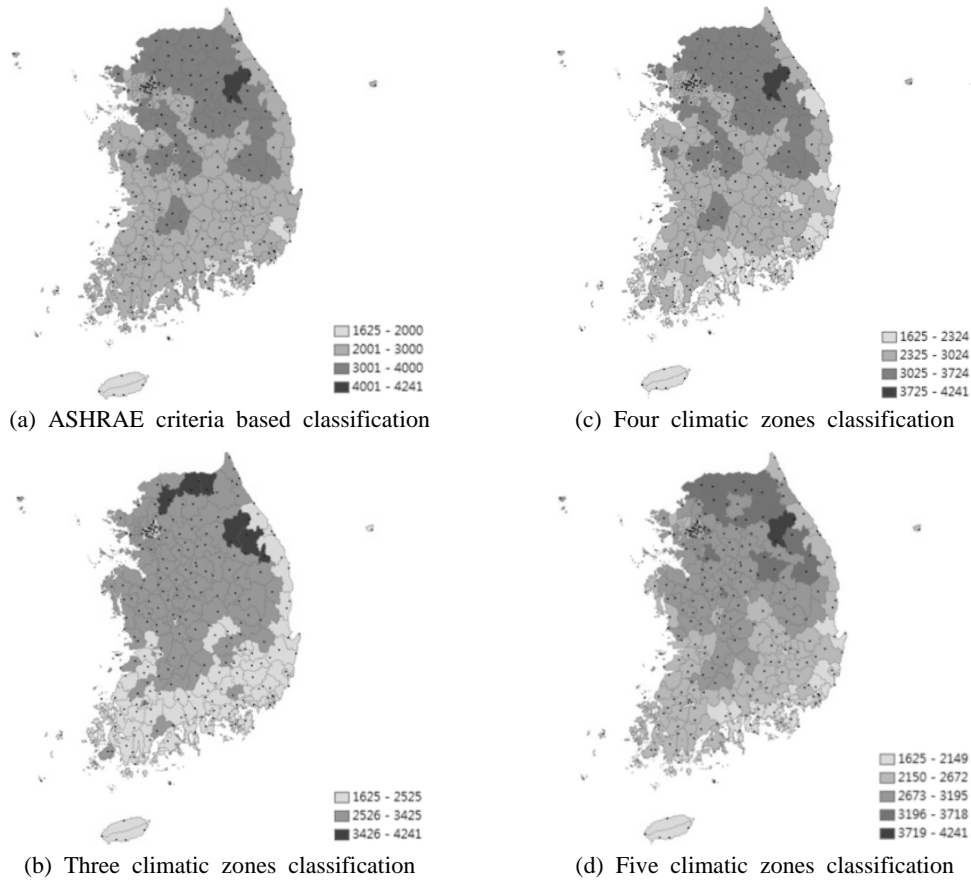


Fig. 4 Climatic zone variations with zoning criteria.

데이터의 구간을 분산을 최소화하고 정규분포가 아닌 데이터를 정규분포화하여 설정하는 장점이 있어 연속적인 데이터의 분류 시 활용되고 있는 통계방법이다.

난방도일 등분포도는 255개 지점의 최대(4,241°C · days), 최소값(1,387°C · days)을 양 끝단으로 하여 약 320°C · days 간격으로 9개 구간으로 구분되었다. 위도, 해발고도 및 내륙 또는 해안지역 등의 특성에 따라 강원산간, 중부, 중남부 및 강원해안, 남부, 제주로 크게 분류가 가능함을 보여주고 있다. 이러한 등분포도는 기후존 구분의 방향은 제시하나 행정구역별로 구분이 되어야 기준으로서 활용성이 높은 것을 감안하여 행정구역별 기후존 구분기준을 살펴본다.

4.1.2 기후존 분석

Fig. 4는 난방도일 계산 결과를 ASHRAE 기준 및 3개, 4개, 5개의 기후존으로 구분할 경우 나타나는 행정구역별 기후존 구분결과를 보여준다. ASHRAE 기준은 난방도일의 최대 최소값에 관계없이 1,000°C · days 단위로 범위를 고정하므로 국내의 경우 1,387~4,241°C · days의 난방도일이 분포하여 Table 1과 같이 4개의 기

후존으로 구분되었다. 또한, 3개, 4개, 5개의 기후존 구분 기준은 난방도일의 최소/최대값을 기준으로 기후존의 개수에 따라 Table 1과 같이 동일한 간격으로 기후존을 구분하였다.

ASHRAE 기준으로 구분한 기후존의 경우 난방도일 1,625~2,000°C · days¹⁾ 범위에 제주도, 2,001~3,000°C · days 범위에 강릉, 속초를 포함하는 강원도 동해안 지역과 충청남도, 전라도, 경상도의 대부분 지역들이 해당되었다. 3,001~4,000°C · days 범위에 서울, 경기도 및 강원도 동해안 지역들을 제외한 중부지역과 청주, 괴산을 제외한 충청북도 지역들이 포함되었으며, 4,001~4,241°C · days에 해당하는 강원 및 산간지역은 대관령과 미시령이 포함되었다. 이 외에 3개, 4개, 5개의 기후존별 해당도시들은 Table 1에 제시되어 있다.

Fig. 4를 Fig. 3과 비교해 보면, ASHRAE 기준(a)와 3개존 기준(b)는 기후존의 다양성을 너무 단순화한 결과를 보여주고 있고, 5개존 기준(d)의 경우 Fig. 3과 가

1) 최소 난방도일 1625°C · days는 4개 지점이 있는 서귀포시의 평균값이다. 앞서 밝힌 바와 같이 지점별 최소값은 1,387°C · days이다.

Table 1 Climatic zoning result per various zoning criteria

Classification	Degree-days range (°C · days)	Climatic zone	Representative Cities and Provinces
ASHRAE	1,625 ~ 2,000	Jeju Island	Pusan, Jeju
	2,001 ~ 3,000	Mixed of East coast and Southern area	Gangneung, Jeonbuk, Jeonnam, Chungnam, Gyeongnam, Gyeongbuk
	3,001 ~ 4,000	Central area	Gyeonggi, Gangwon(excepting Gangneung, Sokcho etc)
	4,001 ~ 4,241	Mountain area of Gangwon provinces	Daegwallyeong, Misiryeong
Three Climatic Zones	1,625 ~ 2,525	Southern area, East coast of Gangwon and Jeju Island	Pusan, Daegu, Jeonnam(excepting Boseong), Gyeongnam, Gangneun, Jeju
	2,526 ~ 3,425	Central area	Gyeonggi(excepting Pocheon), Chungbuk, Chungnam, Gyeongbuk, Gyeongnam
	3,426 ~ 4,241	Mountain area of Gyeonggi and Gangwon provinces	Pocheon, Daegwallyeong, Misiryeong, Pyeongchang, Jeongseon etc
Four Climatic Zones	1,625 ~ 2,324	South coast area and Jeju Island	Daegu, Pusan, Gwangju, Jeonnam, Gyeongnam, Jeju
	2,325 ~ 3,024	Southern area	Chungnam, Jeonbuk, Gyeongbuk
	3,025 ~ 3,724	Central area	Sejong, Northern area of Gyeonggi, Gangwon, Chungbuk
	3,725 ~ 4,241	Mountain area of Gangwon provinces	Daegwallyeong, Misiryeong
Five Climatic Zones	1,625 ~ 2,149	Southern coast area and Jeju Island	Pusan, Ulsan, Tongyeong, Wando, Jeju
	2,150 ~ 2,672	Southern area	Daejeon, Daegu, Gwangju, Jeonbuk, Jeonnam, Gyeongnam
	2,673 ~ 3,195	Central area	Seoul, Gyeonggi, Chungbuk, Chungnam
	3,196 ~ 3,718	Mountain area of Gyeonggi and Gangwon provinces	Taebaek, Jecheon, Danyang, Pocheon, Yongin, Hanam, Hongcheon
	3,719 ~ 4,241	Mountain area of Gangwon provinces	Daegwallyeong, Misiryeong

장 유사한 분포를 보여주고 있다. 이는 Fig. 3이 9개의 존으로 분류되어 있다는 것에서 쉽게 도달 할 수 있는 결론이다.

4.2 기존 기후존과의 비교

기존 기후존에 5개의 기후존 결과를 중첩시킨 결과는 Fig. 5와 같으며, 기존 지역구분 기준과의 비교는 Table 2와 같다. 강원산간 및 경기도 동북지역인 B존의 경우 평균 난방도일이 3,386°C · days로 기존 기후존에서는 중부지역이나 서울 및 경기도 중심의 중부지역인 A존의 난방도일보다 연평균 500°C · days 이상 높은 것으로 나타나 별도의 존으로 분리할 필요성이 있는 것으로 분석된다.

또한, 기존의 기후존에서 남부지역에 속한 C존의 52개 행정구역(무주군, 서산시, 영동군, 의성군 등)의 경

우 평균 난방도일이 2,863°C · days으로 2,884°C · days인 A존인 중부지역과 거의 유사해 A존으로 편입해야 하는 것으로 분석되었다. 남부지역인 D존은 평균난방도일 2,342°C · days로 동해안을 따라 북쪽까지 그 범위가 올라가 기존 기후존 구분과 유사하며, 제주지역인 E존은 평균난방도일 1,580°C · days로 별도의 존으로 구분한 기준안이 유의함을 보여주고 있다. 이러한 분석을 통하여 Table 2와 같이 B, A+C, D, E의 4존으로 분류할 경우 각 존별 약 500°C · days의 균등한 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

5. 결론 및 추가연구

본 연구의 결론 및 추가 연구가 필요한 내용은 다음과 같다.

(1) 주석 1)에서 언급한 것과 같이 행정구역별 기후존

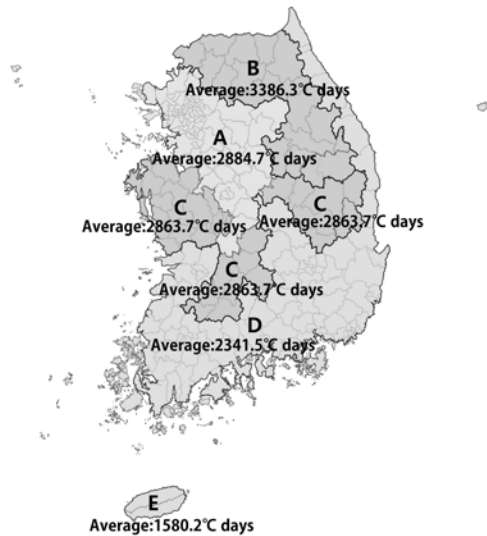


Fig. 5 Suggested new climatic zone with HDD criteria.

Table 2 Suggested new climatic zone with HDD criteria

Classification	Criteria
Existing climatic zone	A+B Jungbu area
	C+D Nambu area
	E Jeju Island
This study	Central area Min : 2,670.0°C · days Max : 3,100.0°C · days (Average : 2,884.7°C · days)
	Mountain area of Gyeonggi and Gangwon provinces Min : 3,190.0°C · days Max : 4,240.0°C · days (Average : 3,386.3°C · days)
	Southern area Min : 2,150.0°C · days Max : 2,670.0°C · days (Average : 2,341.5°C · days)
	Jeju Island Min : 1,385.0°C · days Max : 1,710.0°C · days (Average : 1,580.2°C · days)

을 구분할 경우 나타난 문제점은 1) 한 행정구역 내 다수의 지점이 있을 경우, 2) 해발고도차가 심하거나 3) 해안 및 산지의 기상관측 지점이 혼재되어 있을 경우 해당 행정구역의 대표성을 가지는 도일값 결정방식이 필요하였다. 또한 서울, 인천,

대구, 광주, 울산, 부산 등의 대도시들의 경우 도시 열섬화의 영향으로 인하여 도시 주변의 지역과 다른 존으로 나타나기도 하였으나 도시화로 인한 온도상승을 기후존에 반영한 사례가 없어 편의상 주변의 기후존과 동일한 존으로 편입시켰다.

- (2) 현재의 기후존 구분은 건축산업 및 건물의 열적 성능, 친환경-제로에너지 건축물 파급 정책 등에 미치는 영향이 지대함에도 불구하고 기후존 구분기준이 명확하지 못하였음을 밝혀내었다. 분석결과 경기 및 강원산간지역은 중부지역보다 더 난방도일이 높은 별도의 존으로 분리될 필요성이 있었으며, 현재 남부포 편입되어 있는 중부 및 남부산간 지역에서 기후존의 재조정이 필요함을 보여주었다.
- (3) 기후존 구분의 합리적 기준을 건물에너지 측면에서 제시하기 위하여 주택 및 상업용 건물에너지 모델을 활용한 기후존별 시뮬레이션을 통해 난방도일의 차이가 건물에너지 측면에서 어떠한 의미한 차이를 보일지 분석한 후 최종 기후존을 제시할 예정이다.

후 기

본 연구는 국가표준기술력향상사업(과제번호 : 1004 5500)의 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Lee, K., 2007, Architectural Environmental Science, third edition, Munundang.
2. Tony, D., 2006, Degree-days : theory and application, The Chartered Institution of Building Services Engineers(CIBSE).
3. Christenson, M., Manz, H., and Gyalistras, D., 2006, Climate warming impact on degree-days and building energy demand in Switzerland, Energy Conversion and Management, Vol. 47, pp. 671-686.
4. Al-hadhrami, L. M., 2013, Comprehensive review of cooling and heating degree days characteristics over Kingdom of Saudi Arabia, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 27, pp. 305-314.
5. Rosa, M., Bianco, V., Scarpa, F., and Tagliafico, L., 2014, Heating and cooling building energy demand evaluation; a simplified model and a modified degree days approach, Energy, Vol. 128, pp. 217-229.
6. Altan Dombayci, O., 2009, Degree-days maps of Turkey for various base temperatures, Energy, Vol. 34, pp. 1807-1812.
7. Kim, S. S., Cho, S. H., Choi, C. Y., Kim, S. H., and

- Kim, Y. H., 2007, Study on the revision of Heating Degree-days for Korea, Proceedings of the SAREK 2007 Winter Annual Conference, pp. 17-22.
8. Kim, J. B., Kang, S. M., Sung, H. S., Kim, Y. K., Doe, G. Y., and Lee, J. J., 2001, A Basic Study on Framing climate Zone using the AWS weather data in Pusan-Kyeongnam Area, Bull. Proceeding of Architectural Institute of Korea 2001 Conference, Vol. 21, pp. 661-664.
 9. Seo, D. H. and Song, Y. J., 2013, A Study on Heating and Cooling Degree-days Calculation Methods with NCDC Data, Journal of the Korea Solar Energy Society, Vol. 33, pp. 77-84.
 10. Seo, D. H., 2013, A Study on Heating and Cooling Degree-Days Calculation Methods for South Korean Cities, Proceedings of the Korea Solar Energy Society 2014 Autumn Annual Conference, Vol. 33, pp. 198-201.
 11. Cho, S. H., Kim, S. S., and Choi, C. Y., 2010, Study on the Revision of HDD for 15 Main Cities of Korea, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 22, pp. 436-441.
 12. Lee, H. R. and Jung, J. H., 2011, Calculation of cooling and heating degree days using the method of weighting factor per 10 years, Proceedings of the AIK 2011 Autumn Annual Conference, pp. 421-426.
 13. Korea Energy Economics Institute, 2011, 2011 Energy Consumption Survey.
 14. Halverson, M., Athalye, R., Rosenberg, M., Xie, Y., Wang, W., Hart, R., Zhang, J., Goel, S., Mendon, V., 2014, ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013 Determination of Energy Savings : Quantitative Analysis, PNNL.
 15. ASHRAE(American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning), 2004, Energy Standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings.
 16. Trevor, L. and Mark, S., 2005, The Australian climate data bank project.
 17. Huang, J. and Deringer, J., 2007, Status of Energy Efficient Building Codes in Asia.