

대한민국 주요도시의 최고온도 및 최저온도 발생시각 산출

노경환*, 이관호**, 유호천***

*울산대학교 건축대학원 석사과정(n3423@hanmail.net),
**울산과학대학 공간디자인학부 교수(ghlee@mail.uc.ac.kr),
***울산대학교 건축대학 교수(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

The Calculation of the Maximum and Minimum Temperature Times for Korea Major City.

Noh, Kyoung-Hwan*, Lee, Kwan-Ho**, Yoo, Ho-Chun***

*University of Ulsan, School of Architecture (n3423@hanmail.net)
**Ulsan college, School of Space Design (ghlee@mail.uc.ac.kr)
***University of Ulsan, School of Architecture (hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

Abstract

Efforts to overcome the current challenge of global warming and abnormal temperature are being taken around the world. According to a report, average temperature of Korea has increased by about 0.8°C for a century. In particular, temperature has rapidly increased since year 2000.

Climate changes have brought remarkable changes in our lives. For example, agricultural field will see changes in crops and production. Energy used to maintain and manage architectures will be changed as well. In order to actively cope with rapidly changing global climate which drives changes from the basic behavior of our lives to subtle changes, international cooperation and researches are performed around the world. For instance, as a part of these global efforts, research on typical meteorological data for computer simulation program to evaluate architecture energy performance is in progress in Korea. In order to conduct research on typical meteorological data in format of data per time, reference regarding monthly maximum/minimum temperature time is required. Unfortunately, however, reference regarding maximum/minimum temperature time hasn't been defined in Korea.

Therefore, this study aims to provide fundamental data essential for various researches by calculating maximum/minimum temperature time of major cities across Korea. According to the study, maximum temperature occurs at 3 p.m. and minimum temperature occurs at 5 a.m. or 6 a.m. respectively, in overall areas.

Keywords : 최고온도(Maximum Temperature), 최저온도(Minimum Temperature)

기 호 설 명

T_{MAX}	: 최고온도 (°C)
T_{MIN}	: 최저온도 (°C)
t_r	: 일출시각
t_s	: 일몰시각
t_{max}	: 최고온도 시각
t_{min}	: 최저온도 시각
α	: 최고온도시각과 일출일몰의중간시각과의 차
β	: 최저온도시각과 일출시각과의 차

1. 서 론

지구온난화와 이상기온이 가속되는 현재 이를 극복하고 해결 하려는 전 세계적인 노력이 나타나고 있다. 대한민국의 경우에도 지난 100년 동안 평균기온이 약 0.8°C 정도 상승했다는 보고가 있었으며 특히 2000년대 이후의 그 상승 폭은 더욱 커지고 있다.

이러한 기후의 변화에 따라 인간들의 생활에는 더욱 많은 변화를 가져오게 된다. 농업 분야에서는 재배 작물의 변화 및 수확량의 증감의 변화가 일어 날 것으로 보이며 건축물을 유지 관리하는 에너지 사용에 있어서도 마찬가지이다. 이와 같은 인간생활의 가장 기본적인 부분에서부터 기타 미세한 부분까지의 변화는 빠른 속도로 변화하고 있는 기후에 대처하기 위한 국제적인 협력 및 연구가 국내외에서 활발히 진행중이다. 국내에서도 건축물 에너지 성능평가 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램용 표준기상데이터에 대한 연구가 진행되고 있다. 시간당 데이터의 형식을 가지는 표준기상데이터의 연구를 위해서는 각 월별 최고온도 및 최저온도 시각의 기준이 필요하지만 현재 국내에서는 최고온도 및 최저온도가 발생하는 시각에 대한 기준은 명시되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 대한민국 주요도시

의 최고온도 및 최저온도의 발생시각을 산출하여 각종 연구의 기초가 될 수 있는 기초적인 데이터를 제공 하고자 하였다.

2. 대상 지역 선정 및 산출 방법

대한민국 주요도시에 대한 최고 온도 및 최저 온도의 발생시각 산출을 위하여 선정된 지역 및 산출 방법은 다음과 같다.

2.1 대상 지역 선정

산출을 위한 대상지역은 서울을 포함하여 대전, 대구, 부산, 광주, 인천, 울산인 대한민국 7대 광역시를 대상으로 하였다.

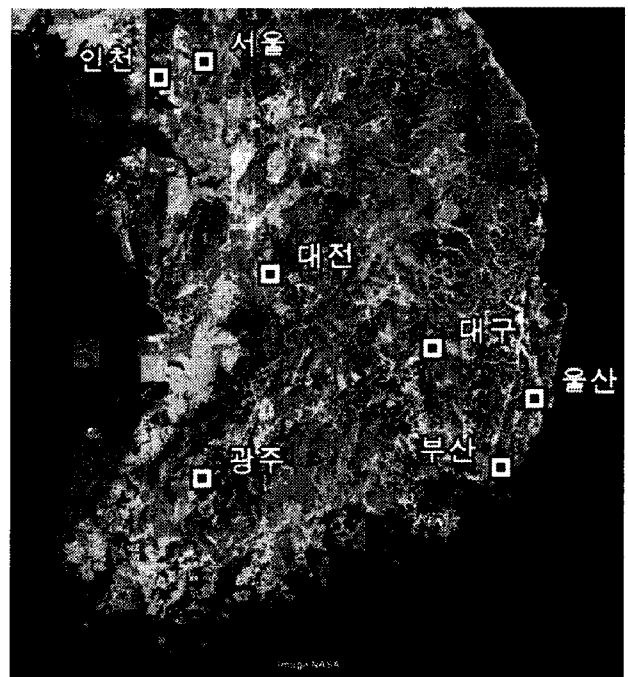


그림 1. 산출 대상 지역

최고온도 및 최저온도 발생 시각 산출을 위해 각 산출 대상 지역 기상청의 시간단위로 측정된 건구온도 데이터를 이용하였다. 1986년부터 2005년까지의 20년간 데이터를 표본으로 사용하였다. 1986년부터 1998년까지의 시간별 건구온도 데이터의 경우 매 시간(1일 24회)마다 측정 된 데이터가 아닌 3시간을

간격(1일 8회; 3시, 6시, 9시, 12시, 15시, 18시, 21시, 24시)으로 측정된 데이터 이므로 각 측정시점 사이의 값은 보간법을 이용하여 정리 후 사용 하였다.

2.2 산출 방법

최고온도의 발생시각이 대부분 일출시각 t_r 과 일몰시각 t_s 나타난다고 가정하면 최고 온도의 발생시각 t_{max} 는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$t_{max} = \frac{t_r + t_s}{2} + \alpha \quad (1)$$

여기서 α 는 최고온도가 발생하는 t_{max} 시각과 일출과 일몰시점의 중간 시각의 차를 의미한다.

$$\alpha = t_{max} - \frac{t_r + t_s}{2} \quad (2)$$

최저온도의 발생시각은 일출시각 전에 일어난다고 가정하면 최저온도 발생시각 t_{min} 는 다음과 같다.

$$t_{min} = t_r - \beta \quad (3)$$

β 는 최저온도발생 시각과 일출시각의 차를 의미하며 α 와 β 에 대하여 다음과 같이 정리할 수 있다.¹⁾

$$\frac{t_r - t_s}{2} + \beta < \alpha < \frac{t_s - t_r}{2} \quad (4)$$

3. 최고 온도 및 최저 온도 발생 시각 산출

영국 CIBSE²⁾에서 제시한 영국의 최고 온도 및 최저 온도의 발생시각과 앞서 제시한 방법을 이용하여 대상지역의 최고 온도 및 최저 온도 발생시각을 산출 한 결과는 표 2, 3와 같다.

3.1 예상 발생시각 범위 이탈 비율

산출방법에서 최고 온도의 발생시각은 일출시각과 일몰시각 사이에 발생 하는 것으로, 최저 온도의 발생시각은 일출 시간 이전에 발생 하는 것으로 가정하고 산출 하였다. 그러나 강우나 운량, 이상기온 등으로 인하여 최고 온도 및 최저 온도가 가정한 범위를 벗어나서 예상치 못한 시각에서 발생 하였을 경우 이를 제외하고 산출 하였다. 표 1은 예상 발생시각 범위를 제외 하고 실제 산출에 사용된 비율을 나타낸 것이다.

표 1 가정 범위 이내에서 실제 산출에 사용된 비율

지역	t_{max}	t_{min}
서울	77.18%	78.71%
인천	76.14%	77.26%
대전	77.14%	78.17%
대구	78.39%	79.61%
울산	72.93%	74.14%
부산	74.15%	75.23%
광주	75.77%	77.27%

3.2 최고 온도 발생시각

최고 온도 발생시각은 중부지방인 서울, 인천, 대전, 대구는 전 월이 15시로 산출 되었고 남부지방인 울산, 부산, 광주에서도 주로 15시로 산출 되었으나 몇몇 달에서는 14시로 산출되었다.

1) Mien Wann et al. Evaluation and calibration of three models for daily cycle of air temperature, Agricultural and Forest Meteorology, 1985, 34:121-128.

2) CIBSE : Chartered Institution of Building Services Engineers 에서는 영국의 대표 최고 온도 및 최저 온도 시각을 제시하고 있다.

표 2. CIBSE기준 최대 온도 발생 시각 및 대한민국 7대 광역도시 최대 온도 발생 시각

Month	T _{MAX} times (t _{max})							
	영국 ³⁾	서울	인천	대전	대구	울산	부산	광주
1	14	15	15	15	15	15	15	15
2	14	15	15	15	15	15	14	14
3	14	15	15	15	15	14	14	15
4	15	15	15	15	15	14	14	15
5	15	15	15	15	15	14	14	15
6	16	15	15	15	15	14	14	15
7	15	15	15	15	15	14	14	15
8	15	15	15	15	15	14	14	15
9	15	15	15	15	15	14	14	15
10	14	15	15	15	15	14	14	15
11	14	15	15	15	15	14	14	15
12	14	15	15	15	15	15	15	15

표 3. CIBSE기준 최저 온도 발생 시각 및 대한민국 7대 광역도시 최저 온도 발생 시각

Month	T _{MIN} times (t _{min})							
	영국 ⁴⁾	서울	인천	대전	대구	울산	부산	광주
1	6	6	6	6	6	6	6	6
2	6	6	5	6	6	6	5	6
3	5	6	6	6	6	6	5	6
4	5	6	6	6	6	5	5	6
5	4	6	5	6	6	5	5	5
6	4	5	5	5	5	5	5	5
7	4	5	5	5	5	5	5	5
8	5	6	5	6	6	5	5	5
9	5	6	6	6	6	5	5	6
10	6	6	6	6	6	6	5	6
11	6	6	6	6	6	6	5	6
12	7	6	6	6	6	6	6	6

3) 영국의 CIBSE Guide A2에서 제시하고 있는 최대 온도 발생 시각으로 지역이 아닌 전체지역의 기준

4) 영국의 CIBSE Guide A2에서 제시하고 있는 최저 온도 발생 시각으로 지역이 아닌 전체지역의 기준

3.3 최저 온도 발생시각

최저 온도의 발생시각은 대상지역 전체적으로 5시 및 6시에 발생하는 것으로 산출되었다. 산출 방법에서 최저온도의 경우 일출전에 발생 하는 것으로 예상 하였으므로 일출시각이 상대적으로 빠른 하절기에 5시가 많이 분포되어 있다.

3.4 건구온도의 시간별 데이터 산출 예시

건축물 성능평가를 위한 시뮬레이션 프로그램에 적용되는 표준 기상 데이터는 각 기상요소마다 시간별 데이터의 형식을 취하고 있다. 국내의 대도시 및 주요도시의 기상청에서는 각 기상요소를 매 시간별로 측정하고 있지만 이외의 대부분의 지역에서는 일 평균 데이터만 제공하는 경우가 대다수이다. 이러한 지역의 표준 기상 데이터 작성을 위해서는 일평균 데이터를 이용하여 시간별 데이터를 추측 하는 방법을 사용하여야 한다.

건구온도의 경우 해당지역의 일평균기온과 최고 온도 및 최저온도 발생시각을 이용하여 각 시간의 온도를 예측하여 볼 수 있다. 그 대표적인 방법으로 CIBSE Method와 Q-Sine Method가 있으며 이 방법론을 통하여 산출되어진 각 시간의 온도는 실제로 측정 되어진 온도와 거의 유사함을 그림 2.를 통하여 알 수 있다.

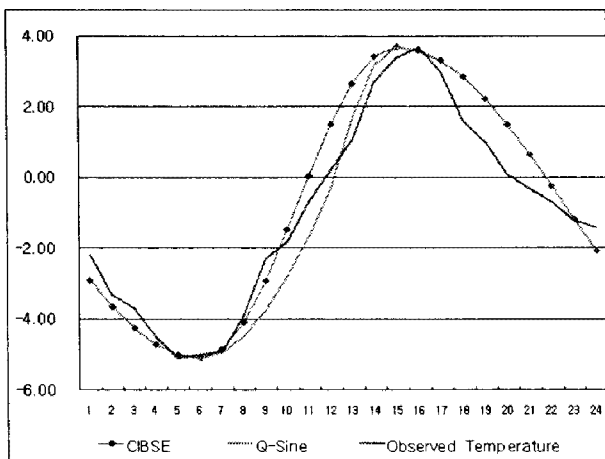


그림 2. 울산 지역의 일 평균온도, 최고 및 최저 온도시각을 이용하여 산출한 각 시간별 건구온도와 실제 측정되어진 건구온도의 비교

3.5 설계 기준 온도의 비교

위에서 산출한 결과를 바탕으로 현재까지 제시된 설계 기준 온도를 비교 하면 다음과 같다.

기존의 설계 기준 온도는 건설교통부에서 공시한 냉난방장치의 용량계산을 위한 설계 외기온도⁵⁾와 ASHRAE에서 제시하는 냉난방 설계기준⁶⁾을 참고 하였다.

비교를 위하여 산출한 온도 다음의 순서로 진행하여 산출 하였다.

1단계 : 각 월별로 20년간의 최고온도 및 최저온도의 발생시각의 온도를 평균을 낸다.

2단계 : 1단계에서 산출한 평균 값중 가장 높은 평균 온도를 가지는 달과 가장 낮은 온도를 가지는 달을 최고 기준온도와 최저 기준온도를 위한 월로 선정을 한다.

3단계 : 2단계에서 선정된 달에서 각 년(20년)별로 가장 극한의 온도를 나타내는 20개의 표본을 선정하여 평균을 낸다.

표 4. 냉방을 위한 설계 온도 기준 비교

	건설교통부	ASHRAE	산출결과
서울	31.2℃	33.5℃	33.7℃
인천	30.1℃	33.5℃	33.7℃
대전	32.3℃	34.9℃	33.6℃
대구	33.3℃	35.6℃	34.0℃
울산	32.2℃	35.0℃	34.0℃
부산	30.7℃	-	32.5℃
광주	31.8℃	34.1℃	33.7℃

위의 과정으로 산출한 결과를 기존의 냉방 설계 온도 기준을 비교하여 보면 ASHRAE에서 제시한 기준과는 큰 차이가 없었으며 건설교통부에서 공시한 기준과 비교 하였을 때 서울, 인천, 부산, 광주지역은 2℃이상의 차이를 보였다.

5) 건축물 에너지절약 설계기준 및 해설서, 건설 교통부, 2004

6) ASHRAE Fundamentals Handbook, ASHRAE, 2001

표 5. 난방을 위한 설계 온도 기준 비교

	건설교통부	ASHRAE	산출결과
서울	-11.3℃	-16.8℃	-13.2℃
인천	-10.4℃	-12.8℃	-8.5℃
대전	-10.3℃	-13.5℃	-9.7℃
대구	-7.6℃	-11.0℃	-9.2℃
울산	-7.0℃	-9.3℃	-8.0℃
부산	-5.3℃	-	-7.4℃
광주	-6.6℃	-9.2℃	-8.5℃

난방을 위한 설계 온도 기준을 비교해 보면 건설교통부에서 제시한 기준이 ASHRAE 기준과 산출결과에 비하 전체적으로 높은 온도로 제시 되어 있음을 알 수 있다. 앞에서 비교한 냉방 설계 온도 기준에 비해 각 기준에 따라 차이가 크게 나타났다.

5. 결론

대한민국 주요도시의 최고 온도 및 최저 온도 발생시각의 산출하여 본 결과는 다음과 같다.

- (1) 최고 온도가 일출과 일몰사이에 발생한다는 가정아래 산출한 결과 최고 온도는 주로 15시에 발생 하였으며 일부의 남부 지역에서는 14시에 발생 하였다.
- (2) 최저 온도가 일출시각 전에 발생한다는 가정하에 산출한 결과 최저 온도는 5시 및 6시에 주로 발생 하였으며 특히 일출시각이 상대적으로 빠른 하절기에 5시에 많이 발생 하였다.
- (3) 본 연구에서 산출한 결과를 이용하여 국내외의 냉난방 설계 기준 온도를 비교해 본 결과 냉방 설계 기준의 경우는 각 기준 별로 큰 차이를 보이지 않았으나 난방

설계 기준의 경우 각각의 기준에 따라 큰 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 현재 기후는 빠른 속도로 변화하고 있으므로 이러한 기후 요소가 기본이 되는 자료는 최신의 데이터를 기반으로 하여 갱신이 필요 할 것으로 생각된다.

- (4) 본 연구에서 산출한 최고 온도 및 최저 온도 발생시각에 대한 결과는 국내에서 아직 기준이 제시되어있지 않은 기초적인 데이터로서 표준 기상 데이터 작성 및 다양한 분야에서 유용하게 이용 할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

이 논문은 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. R01-2007-000-10231-0)

참 고 문 헌

1. Mien Wann et al. Evaluation and calibration of three models for daily cycle of air temperature, Agricultural and Forest Meteorology, 1985, 34:121-128.
2. Kwanho Lee et al. Generating hourly temperature values for future change to climate, SET2008, 2008,
3. CIBSE Guide A2 Weather & Solar Data, 1982.
4. ASHRAE Handbook 2001 Fundamentals. Chapter 26. p. 6
5. 건축물 에너지절약 설계기준 및 해설서, 건설교통부, 2004.