

# 서울지방의 표준기상데이터를 이용한 기후특성도 작성

조민관<sup>†</sup>

강남대학교 건축공학과

## Climograph using Standard Weather Data of the region of Seoul

Min-Kwan Cho<sup>†</sup>

Department of Architecture Engineering, Kangnam University, Youngin 446-702, Korea

(Received September 17, 2008; revision received October 2, 2008)

**ABSTRACT:** This paper is to make up the climograph using standard weather data of the region of Seoul. It is made up by existed standard weather data of which the subjected region is Seoul in order to easily use work. The factors of weather data are outside air temperature and its absolute humidity, total solar radiation, amount of clouds, wind direction, and wind velocity. The standard weather data are verified by comparing with values of the existed degree day method. As the result of their verification, the difference of the data showed less than 3% each other. And, reliability of standard weather data is thought to be same as those of degree day.

**Key words:** Standard weather data(표준기상 데이터), Climograph(기후특성도), The region of seoul(서울지역), Comparing with the data of degree day method(디그리데이 비교)

### 기 호 설 명

- $t_i$  : 실내온도 [°C]
- $t_o$  : 외기온도 [°C]
- $D_1$  : 난방개시일 [일]
- $D_2$  : 난방종료일 [일]
- $D.D$  : 디그리데이 [°C · 일]

### 하첨자

- $i$  : 실내
- $o$  : 실외

### 1. 서 론

건물에서 소비는 냉난방 에너지는 열부하 값에 좌우되며 열부하량은 건물을 둘러싸고 있는 외기 기상조건에 의해 크게 지배받는다. 따라서 패시브적인 건축물을 설계하고자 할 경우에는 이와 같이 시시각각으로 변하는 외기 기상데이터를 사전에 입수·분석하여 적용여부 및 적용범위를 검토하는 것이 바람직 할 것이다. 그러나 외기 기상 데이터라 하여도 설계시에 참고자료로 활용하기 위해서는 어느 일정기간 이상의 신뢰성이 높은 데이터를 필요로 하며 기상자료의 항목에 있어서도 단순히 외기온도나 상대습도 뿐 만 아니라 일사량, 운량, 풍향, 풍속 등의 많은 시각별 데이터를 필요로 할 것이다.

한편, 기후특성도를 작성함에 있어 해당지역의 기후특성을 파악하기 위해서는 어느 정도 신뢰성이 높은 장기간의 데이터로부터 년 간의 시각별

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-31-280-3803; fax: +82-31-280-3937

E-mail address: cho803@kangnam.ac.kr

에 대한 평균값을 필요로 하며, 평균 값을 구하기 위해서는 적어도 10년 정도 또는 그 이상의 데이터가 필요할 것이다. 그러나 1년 8,760시간에 대하여 기상요소의 시각별 자료 10년 간의 데이터로부터 평균값을 구하여도 진정한 의미의 평균년은 되지 못할 것이나 더욱 더 장기간(30~50년간)의 데이터로부터 통계처리에 의한 평균 값을 구하여도 이 역시 평균값과 같은 년은 발견되지 않을 것이다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 기후특성도의 작성에 있어서 작업의 간이성 및 효율성을 극대화하기 위하여 기존에 개발되어 사용하고 있는 대한설비공학회와 서울지방 표준기상데이터를 이용하여 기후특성도를 작성하였다. 또한, 본 연구에서 이용한 서울지방의 표준기상데이터가 객관적인 자료로서 검증받기 위하여 널리 활용되고 있는 서울지방의 디그리데이와 비교분석을 행하였다.

## 2. 기후특성도의 개요

본 연구의 목적은 상술한 바와 같이 패시브 시스템을 손쉽게 적용하기 위하여 기후특성도를 작성하여 건축설계자가 패시브적인 건축물을 설계하고자 할 경우의 기초자료를 제공하기 위함이다. 그러나 표준기상데이터는 단순히 아라비아 숫자만 나열되어 있기 때문에 해석하기가 곤란한 실정이다. 따라서 본 연구에서는, 1) 기상 데이터의 일변화, 년변화를 시각적으로 쉽게 알기 위하여 2) 지역 상호간의 기후특성, 기상요소간의 관련성을 용이하게 파악하기 위하여 3) 건축물의 방위선정에 있어서 외표면의 열진달, 환기, 통풍에 의한 지역적인 오염확산 등을 추정하기 위하여 서울지방의 표준기상데이터 7개 항목(외기온도(°C), 절대습도(g/kg), 법선면직달일사량(kcal/m<sup>2</sup>h), 수평면천공일사량(kcal/m<sup>2</sup>h), 운량(10분비), 풍향(북북동 = 1로 하여 시계방향으로 16방위), 풍속(m/s))을 이용하여 콘타개념을 도입한 기후특성도를 작성하였다.

## 3. 서울지역의 기후특성도 작성 및 고찰

구체적인 기후특성도의 작성방법은 상술한 바와 같이 표준기상데이터를 이용하여 일변화에 대해서는 1시간 간격, 년변화에 대해서는 1년 365일을 단순히 플롯해서는 년변화가 격심하기 때

문에 다음과 같은 평활화 작업을 행하였다.

첫 번째로, 일변화에 대해서는 1시간 간격으로, 년변화에 대해서는 15일 간격으로 고정평균을 산출하였다. 두 번째로는 위에서 구한, 15일간의 평균데이터(24 × 25)의 일변화 방향(수직방향)은 고정하고 년변화(수평방향)는 각 시점의 데이터를 중심으로 전후의 각 점에 대하여 0.5의 가중치를 주어 데이터가 매끄럽게 보이도록 평활화 작업을 행하였다. 한편, 1년간의 데이터 뒤에는 6개월분의 전반부 데이터를 접속시켜 년변화가 알기 쉽도록 하였다. 따라서 그래프의 X축인 시간데이터와 Y축의 일일데이터를 각각 연결하면 데이터는 자연스럽게 익일로 접속되도록 하였다.

특히, 부하값에 큰 영향을 미치는 전천일사량에 대해서는 Fig. 6과 같이 막대그래프를 이용하여 일적산치를 500 kcal/m<sup>2</sup> · day 별로 면적(일수)과 무늬(일사밀도)를 달리하여 월별 일적산 일사량의 빈도분포 및 일수를 나타내었다.

풍향(16방위), 풍속에 대해서는 일평균값으로 부터 월별, 계절별로 풍향의 빈도분포 및 평균 풍속을 산출하여 외벽면 표면열전달을 산정을 위한 기초자료로 제공하였다. 풍향, 풍속의 데이터에 있어서 실선은 빈도의 퍼센트를 나타내고 있으며, 점선은 풍향에 대한 평균풍속이다. 또한, 하나의 원주는 빈도의 10퍼센트이며, 풍속의 단위는 1.0 m/s이다.

이하의 기후분석 내용은 서울지역의 표준기상데이터를 이용하여 작성한 기후특성도의 참조를 전제로 한 것이다.

### 3.1 외기온 및 절대습도

서울지역의 기후 특징은 널리 알려진 바와 같이 겨울철은 저온 저습, 여름철은 고습 다습한 경향을 보이고 있으며 일교차, 년교차 또한 크다.

Table 1 Outline of Climograph

Factors	unit
Outside air dry bulb temperature	1 °C
Outside air absolute humidity	1 g/kg
Total horizontal solar radiation	20 kcal/m <sup>2</sup> h
Direct south solar radiation	20 kcal/m <sup>2</sup> h
Amount of clouds	10 division

Fig. 1로부터, 1월의 평균 기온은  $-3.7^{\circ}\text{C}$ 로서 최저기온은  $-15.7^{\circ}\text{C}$ 까지 하강한다. 여름철인 7, 8월의 평균 기온은  $25.2^{\circ}\text{C}$ 로서 절대습도는  $14.0\text{g/kg}$ 에서  $19.0\text{g/kg}$ 으로 나타났다. 서울의 인접도시인 인천과 비교하면 겨울철의 외기온도 차이는  $2.1\text{deg}$ . 낮았으나, 여름철에는 약  $2.0\text{deg}$ . 정도 높게 나타났다. 외기온도가 상승하는 4월 중순부터 일교차는 작아지고 있으나 절대습도는 높아지고 있다.

장마는 6월말 또는 7월 초에 시작되어 7월말에 끝나면서 고온다습한 날씨를 보이고 있다.

일평균 외기온도는 7월초 부터  $24^{\circ}\text{C}$  이상이 되어 8월말 까지 지속되다가 10월 중순부터 하강하여 11월에는 추위지기 시작한다. 12월부터 1월에 걸쳐 가장 추운 겨울철이 시작되어 여름철과 겨울철의 온도차는 약  $30.0\text{deg}$ . 정도이다. 절대습도는

8월말부터 하강하기 시작하여 9월에는 안정된 값을 보이고 있으나 10월 부터 낮아지기 시작하였다.

Fig. 2는 절대습도의 값을 나타낸 것으로 Fig. 1의 외기온의 값의 경향과 일치하고 있음을 알 수 있다.

### 3.2 일사량 및 운량

10월부터 3월까지의 외기온도는 낮으나 청천일은 많이 나타나 1월의 평균 전천일사량은  $1,987\text{kcal/m}^2\text{day}$ . 년적산값은 약  $980,000\text{kcal/m}^2\text{day}$ 로서 Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5을 종합하면 월별 적산량 5월은 전체의 12%를 차지하고 있었으나, 7월에는 장마로 인하여 급격히 작아지고 있다. 시간대별로는 년간을 통하여 오전 10시 부터 오후 2시에

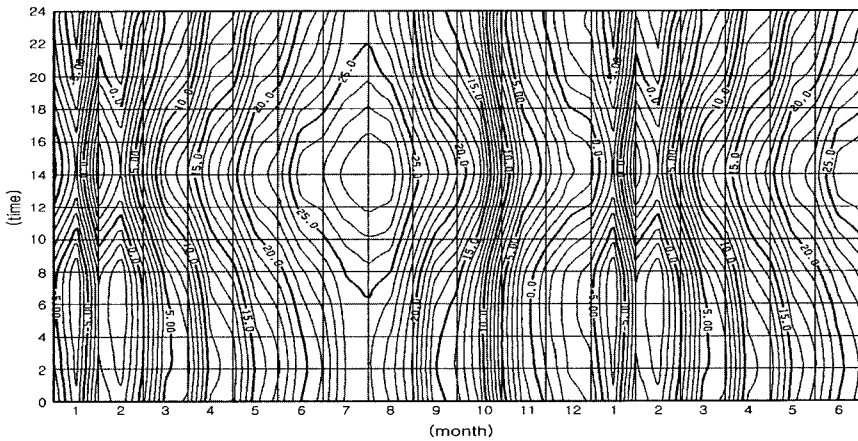


Fig. 1 Outside air temperature of the region of Seoul( $^{\circ}\text{C}$ ).

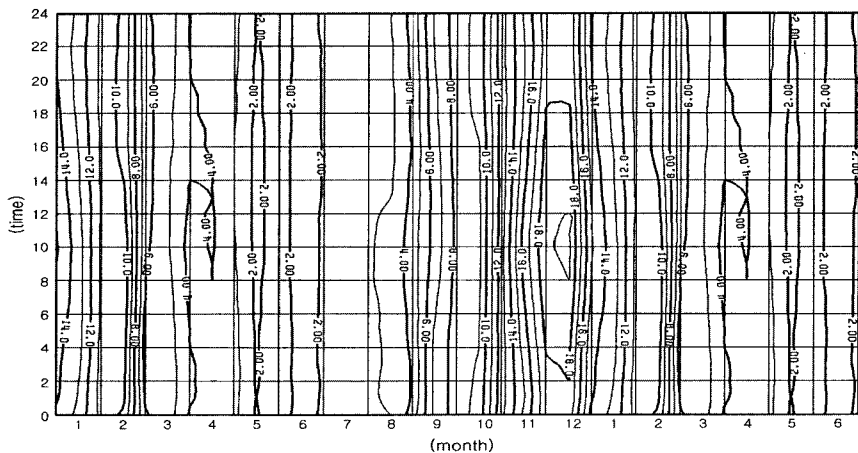


Fig. 2 Outside air absolute humidity of the region of Seoul( $\text{g/kg}$ ).

걸쳐 300~400 kcal/m<sup>2</sup>h로서 이 시간대의 일사량은 안정된 값을 보이고 있다. 따라서 서울지역에서 태양열 에너지를 이용하고자 할 경우에는 이 시간대의 일사량을 집중적으로 이용할 수 있는 방안을 연구하는 것이 바람직 할 것이다. 한편, 겨울철의 남면수직 일사량은 난방의 열원으로서 상당히 큰 역할을 할 것이나 외기온이 낮기 때문에 효과적으로 집열한 일사를 축열하여 야간까지 지속시키는 것이 과제일 것이다.

Fig. 6의 운량은 일사량과 밀접한 관계를 갖고 있어, 구름이 많은 장마철에는 일사량이 적다. 운량의 다소에 따라 좌우된다. 즉, 여름철 야간의 청천일에는 유효한 자연냉각이 될 것이나 겨울철에는 반대 현상이 나타날 것이다.

Fig. 5의 전천일사량 빈도분포도로부터 1, 2,

12월의 유효일사량으로서 1일 최고밀도의 일사량(2000~3500 Kcal/m<sup>2</sup>)의 일수는 18일인데 비하여 5~6월의 최고밀도 일사량(6500~7000 Kcal/m<sup>2</sup>)의 일수는 23일에 달하였다. 그러나 동절기의 난방 부하를 절감하기 위해서는 12, 1, 2월의 고밀도 일사량을 유효하게 이용하여야 할 것이다. 한편, 이들이 나타난 시간대는 오전 10시부터 오후 2시 사이에 집중되어 있음을 Fig. 3, Fig. 4를 통해서도 알 수 있다.

### 3.3 풍향, 풍속

일반적으로 우리나라의 풍향은 겨울철에는 북서, 여름철에는 남서풍이 불어오는 것으로 알려져 있으나 상습한 바와 같이 서울지역의 년중 풍향은

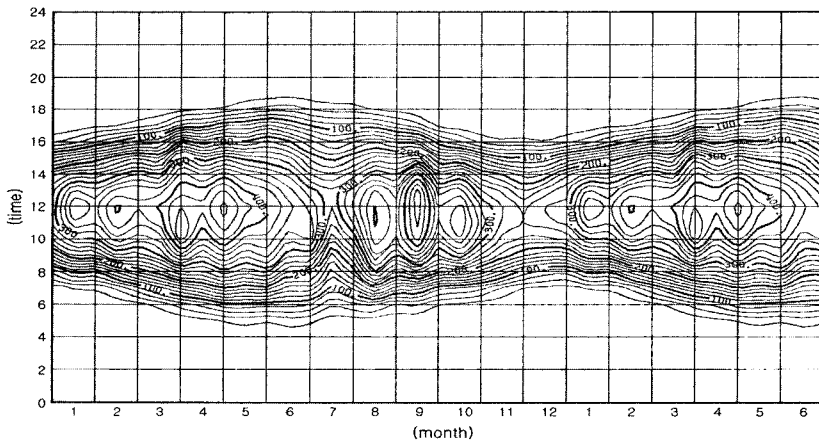


Fig. 3 Total solar radiation of the region of Seoul(kcal/m<sup>2</sup>h).

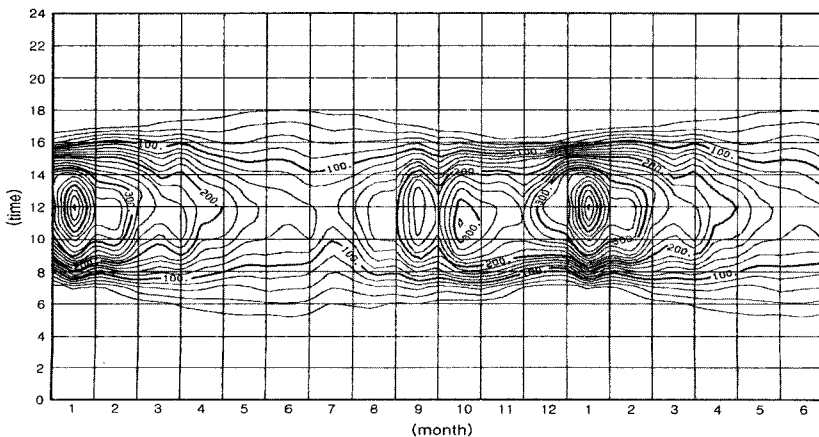


Fig. 4 South solar radiation of the region of Seoul(kcal/m<sup>2</sup>h).

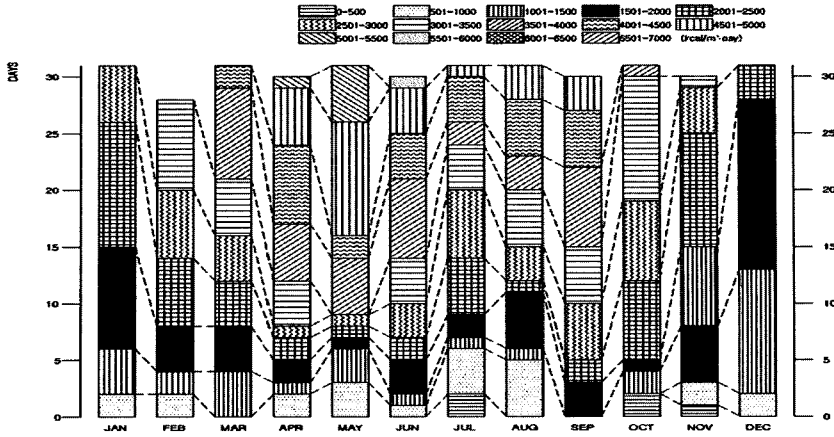


Fig. 5 Distribution of total solar radiation of the region of Seoul(500 kcal/m²/day).

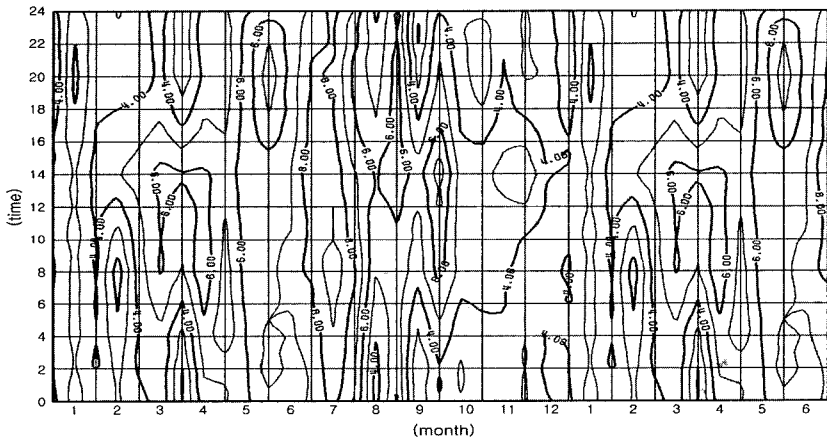


Fig. 6 Amount of clouds of the region of Seoul(10 division).

크게 나누어 동쪽에서 서쪽으로 바람이 불어오는 경향을 보이고 있다.

Fig. 7은 풍향·풍속의 자료를 계절별로 나타낸 것으로 봄철에는 북동북, 남서, 서남서, 서, 서북서의 순서로서 16방위에 대하여 상대도수는 약 64% 정도였으며, 풍속 또한 이들 방향이 강하여 2.1, 3.2, 3.4, 3.3, 3.7m/s이었다. 여름철의 풍향 빈도분포는 남풍에서 서북서까지가 많았으며 바람 또한 강하였다. 특히, 남서풍의 상대도수는 약 7.0%에 불과하였으나 풍속은 3.0m/s이었다. 8월에는 동북동의 바람이 탁월하여 상대도수는 28.0%로서 평균 풍속은 약 3.0m/s이었다. 일평균 최대 풍속이 5.0m/s에 달하는 경우도 있었으나 이때에는 태풍의 영향으로 판단된다. 가을철은 여름

철과 같은 경향을 보이고 있었다. 빈도수는 북북동과 북동의 바람이 전체의 37%를 차지하고 있었으나, 풍속은 서북서에서 남남서가 강하여 2.5~3.0m/s이었다. 또한, 겨울철의 풍향은 한반도의 전형적인 북서풍(범위는 북서풍에서 북풍)이 주류를 이루고 있어 빈도수는 50.4%로서 평균 풍속은 4.5m/s이었다. 한편, 서북서의 상대도수는 26.8%, 풍속은 3.8m/s이었다. 그러나 2월의 남서풍 빈도수는 2.8%이었으나 풍속은 4.8m/s로서 강한 바람이 나타났다.

풍속이 정온(풍속이 0.2m/s 이하로서 풍향이 없는 것으로 판단)일 경우의 비율은 각 계절 1.2~5.0% 정도였다.

Table 2는 각 항목에 대한 월별 데이터를 나타

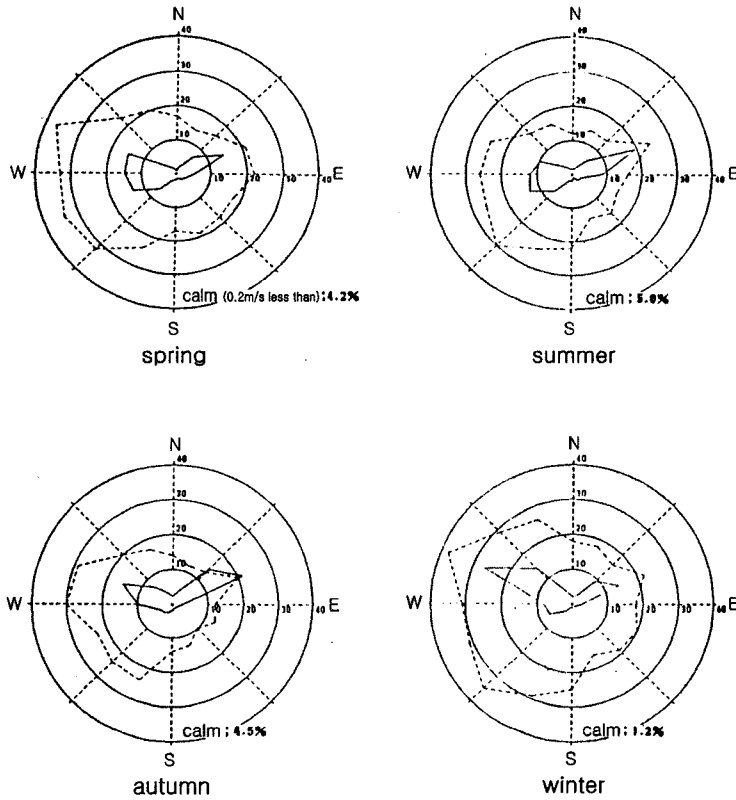


Fig. 7 Seasonal wind direction and velocity of the region of Seoul(16 direction).

Table 2 Factors of monthly data

Monthly data Factors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monthly average outside air temperature	-3.7	-0.6	5.0	11.3	16.8	21.5	25.0	25.2	20.0	13.7	5.4	-0.4
Monthly average outside air absolute humidity (g/kg)	1.8	2.2	3.5	4.7	8.3	12.0	16.7	16.6	10.3	7.0	3.8	2.5
Monthly cumulative total solar radiation(kcal/m <sup>2</sup> m)	61,593	66,796	86,971	105,027	112,490	100,879	78,551	87,679	99,482	77,829	56,267	46,666
Maximum wind velocity (m/s)	10.0	9.0	12.7	10.3	8.3	5.7	8.3	7.7	6.0	6.7	9.7	8.0
Wind direction(16 direction)	WNW	WNW	WNW	WNW	SW	W	SW	ENE	ENE	W	WSW	NNW

낸 것이다.

그러나 풍향, 풍속은 다른 기상요소와 달리 동일 지역일지라도 측정위치에 따라 크게 좌우되

며, 인접하여 건물이 신축될 경우에는 건물풍에 의해 크게 변하기 때문에 본 자료를 그대로 적용하기에는 무리가 있을 것으로 사료되기에 신중한

검토 후에 참고자료로서 활용하기 바란다.

#### 4. 기존의 도일값과의 비교

적절한 기상데이터의 선정은 건물의 부하계산, 설비기기의 용량, 연간 에너지소비량의 예측 등을 위해서는 필수항목이다. 즉, 기간에너지소비량 및 수요의 예측에는 필요하나 이들을 양적으로 표시하기에는 상당히 어렵다. 그 이유는 선정된 기상자료가 시간에 따라 변화하기 때문이다.

거주자가 쾌적하게 거주하기 위해서는 쾌적온도의 예측이 필요하며 이에 대한 가장 간단한 방법은 외기온(건구온도)을 이용하는 것이다. 따라서 외기온의 정확한 선정은 상술한 불확실성의 요인을 제거하는 손쉬운 방법의 하나이며 기상데이터로부터 구한 냉난방도일은 그 지역의 더위나 추위를 나타내는 척도로도 사용된다.

냉난방도일은 널리 알려진 바와 같이 기준온도를 설정하여 이 값 이하의 일평균 외기온과의 온도차를 일별로 구하여 연간 또는 월별로 구하여 더한 값이다. 실온은 실의 사용목적, 거주지역, 거주자의 습관 등에 의해 변하는 가변적인 것이다. 따라서 디그리데이의 기준온도를 몇 도로 하는가에 따라 도일값은 당연히 달라진다. 기존의 도일은 과거의 장기간 데이터로부터 일평균값을 산출하여 난방의 경우에는, 매일의 평균 외기온이 18℃ 이하일 경우에는 열손실이 발생한다는 가정 아래 계산하고 있다. 기준온도를 18℃로 정한 이유는 일반적인 건축물에서는 외기온이 18℃이라면 실내는 쾌적할 것이라는 가정에 근거하여 설정한 것이다. 따라서 이론적으로는 외기온이 실내온도 이하가 되면 난방이 필요할 것이며 이를 기준으로 하였을 경우 에너지소비량은 18℃와 일평균 외기온의 차와 비례할 것이다. 이와 같이, 디그리데이는 실내온도  $t_i$ 와 외기온  $t_o$ 와의 차 ( $t_i - t_o$ ), 그리고 난방기간( $D_1 - D_2$ )의 적산값이 디그리데이의 총량인 된다. 즉, Fig. 8의 사선부

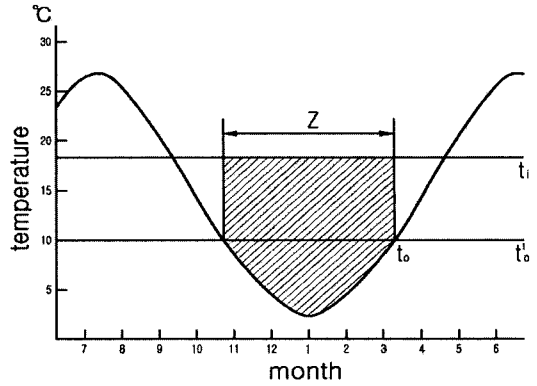


Fig. 8 Concept diagram of heating degree day.

분 면적으로서 설계실온과 일평균 외기온의 차가 디그리데이가 되는 것이다.

이것을 식으로 나타내면,

$$D.D = \sum(t_i - t_o) (\text{°C 일, 월, 년}) \quad (1)$$

이 된다.

Table 3으로부터 월별 디그리데이 값을 보면, 표준기상데이터로부터 추출한 도일값이 기존의 값에 비하여 약간 큰 값을 나타내고 있으나 전반적으로 일치하는 경향을 보이고 있다. 기존의 도일은 10년 간의 일평균 값으로부터 구한 것이나 표준기상데이터의 것은 실제의 1개월의 기상데이터로부터 도일을 구하였다는 것을 고려하면 그 의미는 크다고 할 수 있다. 년적산값을 비교하면 차이는 64도일로서 10년 간의 기상데이터로부터 구한 도일값과 1년 간의 표준기상데이터로부터 구한 도일값과의 차는 3% 미만으로서 표준기상데이터의 신뢰성은 디그리데이의 수준과 유사한 것으로 판단된다.

#### 5. 결 론

본 논문에서는 대한설비공학회에서 기 발표한 서

Table 3 Comparison of heating degree day

Month	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	yearly cumulation
Existed degree day	655	531	405	189	67	0	5	118	351	568	2889
Degree day of standard weather data	690	523	400	194	55	1	5	150	373	562	2953

울지역에 대한 표준기상데이터를 이용하여 외기온, 절대습도, 일사량, 운량, 풍향·풍속에 대하여 콘다 개념을 이용한 기후특성도를 작성·발표하였다. 그러나 기후특성도는 서울지역 이외에 인천, 수원의 수도권 지역과 강릉, 목포, 광주, 제주 지역에 대해서도 작성되어 있으며 지면의 제약으로 생략하였다.

끝으로, 본 연구에서 작성된 기후특성도가 우리나라의 패시브 시스템을 이용한 건축 열환경 분야에 있어서 기초적인 자료로서 널리 활용되기를 기대한다. 한편, 대한설비공학회의 표준기상데이터는 약 20년 전에 발표된 것으로 보다 정확한 부하계산의 외기조건이나 기후특성도의 작성 등을 위해서는 최근의 데이터를 이용하는 것이 바람직 할 것이다. 따라서 금후의 연구과제로서는 기상청으로부터 최근의 기상데이터를 제공받아 건축 열환경 및 설비 시스템 기획에 외기 입력데이터로서 사용될 수 있도록 우리나라 주요도시의 표준기상데이터의 재개발을 행할 예정이다.

#### 참고문헌

1. Kim, H. Y. and Yee, J. J., 2007, Preparation The Standard Weather Data and TAC Map for Heating and Cooling Load Calculation in the 17-provinces of Korea, Journal of Architectural Institute of Korea. Planning and Design, Vol. 23, No. 9, pp. 197-204.
2. Yee, J. J., Cho, Y. S. and Doe, G. Y., 2003, A Methodology on Framing Climate Map for Environmentally Friendly Architecture-Focused on Setting Climate Zone in Busan · Gyeongnam Area-, Journal of Architectural Institute of Korea. Planning and Design, Vol. 19, No. 12, pp. 271-278.
3. Yoon, J. O., 2003, The Characteristics for Wind in the 29 Cities of Korea, Journal of Architectural Institute of Korea. Planning and Design, Vol. 19, No. 11, pp. 229-236.
4. Kim, D. C. and Seo, J. S., 1993, Development of the Standard Weather Data for Use in HASP Program for the Major Cities in Korea, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 22, No. 4, pp. 289-298
5. Kim, S. S. and Kim, Y. I., 2002, Standard Weather Data of Seoul for Energy Simulation, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 14, No. 11, pp. 897-906
6. Choi, J. J., Jung, J. M. and Song, S. Y., 2001, A Study on the Climatic Design Process with Climate Characteristics Data -Focused on Seoul-, Journal of Architectural Institute of Korea. Planning and Design, Vol. 21, No. 2, pp. 841-844.
7. Song, S. Y. and Jung, J. M., 2001, Climate Characteristics of the Main Cities in Korea for Passive Building Design, Journal of Architectural Institute of Korea. Planning and Design, Vol. 17, No. 12, pp. 185-196.