

## 온실의 냉난방부하 산정을 위한 외부기상자료 비교분석

남상운<sup>1\*</sup> · 신현호<sup>1</sup> · 서동욱<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 지역환경토목학과, <sup>2</sup>충남대학교 농업과학연구소

### Comparative Analysis of Weather Data for Heating and Cooling Load Calculation in Greenhouse Environmental Design

Sang-Woon Nam<sup>1\*</sup>, Hyun-Ho Shin<sup>1</sup>, and Dong-Uk Seo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural and Rural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**Abstract.** Standard weather data available to greenhouse environmental design are limited in most regions of the country. So, instead of using standard weather data, in order to find the method to build design weather data for greenhouse heating and cooling, design outdoor weather conditions were analyzed and compared by TAC method and frequency analysis using climatological normal and thirty years from 1981 to 2010 hourly weather data provided by KMA and standard weather data provided by KSES. Average TAC values of outdoor temperature, relative humidity and insolation using thirty years hourly weather data showed a good agreement with them using standard weather data. Therefore, in regions which are not available standard weather data, we suggest that design outdoor weather conditions should be analyzed using thirty years hourly weather data. Average of TAC values derived from every year hourly weather data during the whole period can be established as environmental design standards, and also minimum and maximum of them can be used as reference data.

**Additional key words :** design outdoor temperature, insolation, climatological normal, standard weather data, TAC

## 서 론

시설재배에서 환경설비의 용량 부족은 혹한기 또는 혹서기에 작물의 생육에 치명적인 영향을 미칠 수 있다. 또한 설비용량의 과대설계는 설치비 면에서 비경제적일 뿐만 아니라 에너지의 효율적 이용 측면에서도 불리하므로 적정 설비용량의 결정은 매우 중요하고, 따라서 환경설계용 기상자료의 선택은 매우 신중을 기하여야 한다.

설비용량 산정을 위한 난방부하 계산 외기조건은 ASABE Standards에서는 ASHRAE의 TAC(Technical Advisory Committee) 1%의 설계 외기온을 적용하고 있으며(ASABE, 2008; ASHRAE, 2005), 일본 시설원예협회에서는 10년 빈도의 설계 외기온을 적용하고 있다(JGHA, 2007). 우리나라의 건축설비 설계에서는 TAC 2.5%를 사용하고 있고(SAREC, 2011), 온실설계에서는 명확한 기준 없이 1~10%의 위험률별 설계기온을 제시하고 있다(Kim 등, 1997).

냉방부하 계산을 위한 설계 외기온과 일사량은 국내 건축설비 설계의 경우에는 난방설계와 마찬가지로 TAC 2.5%를 사용하고 있으며(SAREC, 2011), 국내 온실설계에서도 난방 설계와 같이 위험률별 설계기온을 사용하고 있다(Kim 등, 2007). 그러나 미국과 일본의 경우 온실설계에서 냉방부하는 계산하지 않고, 환기와 증발냉각을 고려한 열수지식으로부터 외기온 및 일사량 변화에 따른 실내온도 상승을 예측하여 환경조절에 활용하고 있을 뿐 설계 외기온과 설계 일사량을 고려하지 않고 있다(ASABE, 2008; JGHA, 2007).

이와 같이 설비용량 산정을 위한 최대 열부하 계산 외기조건은 미국 ASHRAE의 TAC법이 가장 대표적이며 이를 기초로 각종 설계 자료를 산출하고 있다. TAC법으로 자료를 분석하기 위해서는 대표성을 갖는 매시간 기상데이터가 필요하나 국내 온실설계 자료의 경우 매시간 데이터를 구하기 어려워 1일의 극치를 사용하여 분석함으로써 TAC법이나 10년빈도 분석에 비하여 냉방설계기온은 훨씬 높고, 난방설계기온은 훨씬 낮게 나타나고 있다(Nam, 2000).

오랜 기간의 측정데이터를 통계 처리해 대표성을 갖는

\*Corresponding author: swnam@cnu.ac.kr

Received July 22, 2014; Revised August 12, 2014;

Accepted August 18, 2014

1개년의 데이터로 가공 처리한 매 시간별 기상자료를 표준기상데이터라고 한다. 국내의 경우 아직 각 지역별 표준기상데이터가 확립되어 있지 못한 실정이다. 개별 연구자에 의해 일부 지역에 대한 표준기상데이터를 작성한 사례는 상당수 있지만 공식적인 데이터로 인정받지 못하고 있으며 대부분 일본의 HASP형식으로 작성되었다. 대한설비공학회에서 1989년 서울의 표준기상데이터를 지정한 것이 유일하며, 1996년 13개 지역에 대하여 새로운 표준기상데이터를 작성하였으나 내부사정으로 공식적인 데이터로 공개되지는 못하고 있다(Kim 등, 1996; Yoon, 2003). 현재는 한국연구재단의 연구 성과로 2009년부터 대한민국 표준기상데이터를 한국태양에너지학회에서 제공하고 있다. 제공되는 지역은 서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산의 7개 도시이고, 1986~2005년까지 20년 데이터를 사용하여 작성되었다(Yoo, 2011; KSES, 2013).

표준기상데이터를 작성하기 위해서는 정확한 일사량 측정 자료가 있어야 하지만 국내의 경우 10년 이상의 일사량 관측 자료가 있는 지점은 22개 지역에 불과하고, 분석방법이 다양하여 신뢰성에 문제가 있으며 방대한 작업을 수행해야하므로 에너지 성능 및 소비량 평가와 관련된 학회나 기관에서도 공식적인 자료를 제공하지 못하고 있는 실정이다. 한편 기상관측 값을 30년간 누년 평균한 것을 평년값(normal)이라 하며 10년마다 개정되는데, 현재 기상청에서 제공하는 평년값은 1981~2010년의 평균값으로 하고 있다(KMA, 2013).

우리나라 각 지역별 온실의 냉난방 설계용 기상자료를 구축하기 위해서는 표준기상데이터가 필요하지만 대부분 지역에서 표준기상데이터가 없기 때문에 이를 대체할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 표준기상데이터를 대체하여 온실의 냉난방 설계용 기상자료 구축에 활용할 수 있는 방법을 찾기 위하여 표준기상데이터가 있는 7개 지역을 대상으로 표준기상데이터와 기상청의 일별 평년값 자료 및 30년(1981~2010)간 매 시각 전체 자료를 사용하여 TAC법 및 빈도분석법으로 위험률별 설계 외기조건을 분석하여 비교하였다.

## 자료 및 방법

### 1. 기상자료 수집

기상청으로부터 우리나라 전 지역의 최근 30년간 매 시각 기상자료를 수집하였다. 표준기상데이터는 한국 태양에너지학회에서 제공하고 있는 7개 지역(서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산)의 자료를 이용하였다. 평년값(기후 예년 평균값)의 기준이 30년이고, 현재 사용 중인 평년값은 1981~2010년의 30년이므로 전체 자료도

이 기간의 기상자료를 분석에 사용하였다. 그러나 일사량 자료의 경우 현재 10년 이상 관측 자료를 보유하고 있는 지역이 22개 지역뿐이고, 표준일사계 교정 작업을 실시한 1981년 이전에 측정된 것은 정밀도가 떨어지므로(Kim 등, 1996) 1982년 이후 측정한 전체 자료를 사용하였다. 또한 1999년 이전 자료 중 일부지역의 온습도는 3시간 간격으로 제공되고 있으므로 이들은 스프라인 보간법으로 시각별 온습도를 추정하여 사용하였다.

### 2. 위험률별 설계자료

위험률별 설계 자료는 난방설계의 경우 야간의 건구온도와 상대습도로 12, 1, 2월의 자료를 사용하였고, 냉방설계의 경우 주간 건구온도, 습구온도 및 일사량으로 6, 7, 8, 9월의 자료를 사용하였다(Kim 등, 1996; ASHRAE, 2005). 위험률별 설계 자료는 TAC 1%, 2.5%, 5%의 기상자료를 추출하는 것으로써 난방은 2,160시간(12~2월)의 자료 중 최저 순으로 각각 1, 2.5, 5%의 백분위에 해당하는 값을, 냉방은 2,928시간(6~9월)의 자료 중 최고 순으로 각각 1, 2.5, 5%의 백분위에 해당하는 값을 설계 자료로 이용한다. ASHRAE방식의 TAC 온도는 표준기상데이터를 이용하여 구해야 하지만 국내에는 7개 지역만 표준기상데이터가 제공되고 있으며, 표준기상데이터의 작성방법이 매우 많고, 국내 기준이 설정되어 있지 않으므로 국내 전 지역을 대상으로 하는 설계자료 작성은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 표준기상데이터가 존재하는 7개 지역을 대상으로 평년값 자료 및 전체 시간별 기상자료를 사용하여 위험률별 설계 자료를 구하고, 표준기상데이터를 사용하여 구한 결과와 비교한 후 최적의 방법을 도출하였다. 전체 자료를 이용하는 방법은 매년 위험률별 설계 자료를 구한 후 평균값을 취하고, 최대값과 최소값을 참고자료로 제시하였다. 또한 일본 시설원예협회에서 사용하고 있는 10년 빈도 설계 값도 분석하여 비교하였다. 10년 빈도 설계 값은 다음 식으로 구하였다.

$$t_{\min} = \overline{t_{\min}} - 1.6\sigma_t \quad (1)$$

$$t_{\max} = \overline{t_{\max}} + 1.6\sigma_t \quad (2)$$

여기서,  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$ 은 10년 빈도 최저, 최고기온(°C),  $\overline{t_{\min}}$ ,  $\overline{t_{\max}}$ 은 최저, 최고기온 평균,  $\sigma_t$ 는 표준편차이다.

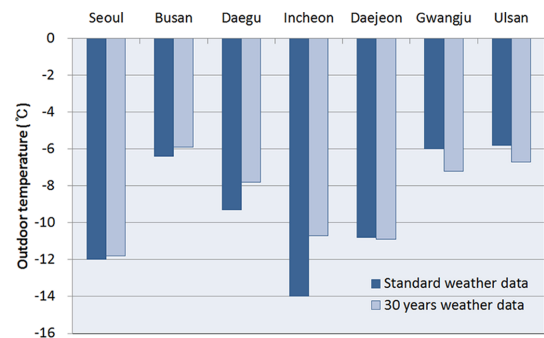
## 결과 및 고찰

표준기상데이터와 30년간 전체 기상자료 및 평년값 자료를 이용하여 분석한 위험률별 난방설계용 외기온 자료

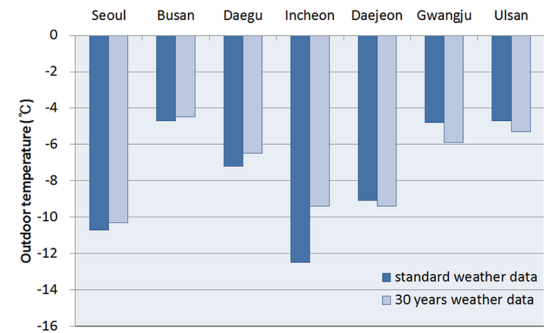
를 Fig. 1에 나타냈다. 표준기상데이터와 전체 기상자료의 평균을 비교해 보면 인천지역을 제외한 대부분 지역에서 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 인천지역은 위험률 1%에서 3.3°C, 위험률 2.5%에서 3.1°C, 위험률 5%에서 2.4°C로 비교적 큰 차이를 보였으나 나머지 지역은 모두 1°C 이내의 차이를 보였다. 10년 빈도의 경우에는 평년값의 일 최저기온으로 분석한 것인데 다른 분석 방법에 비하여 상당히 높게 나타났으며 위험률 자료와 비교하면 위험률 5%를 모두 초과하는 것을 볼 수 있다(Fig. 1(c)). 따라서 이 방법은 온실 환경 설계에 적용하는데 문제가 있을 것으로 판단된다.

Table 1은 전체 기상자료를 이용하여 구한 위험률별 난방설계기온의 분포를 나타낸 것이다. 가장 추웠던 해(최소)와 가장 따뜻했던 해(최대)의 위험률별 기온은 상당한 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 표준기상데이터는 이용에 제한이 있으므로 전체 기상자료를 이용하여 매년 위험률별 설계기온을 구하고, 전체 자료기간의 평균값을 온실의 환경설계 기준으로 사용하고, Table 1과 같이 최대값과 최소값을 제공함으로써 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

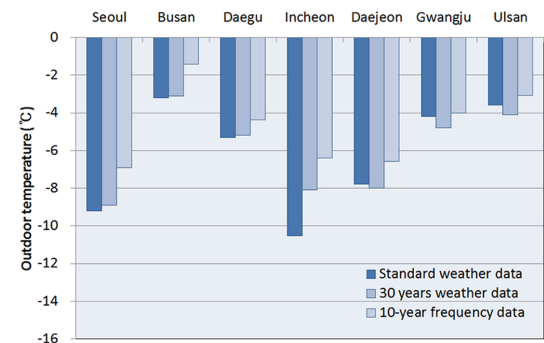
Fig. 2는 표준기상데이터와 30년간 전체 기상자료 및 평년값 자료를 이용하여 분석한 위험률별 난방설계용 외기온(건구온도)을 나타낸 것이다. 난방설계기온은 난방설계기온과 달리 표준기상데이터와 전체 기상자료의 평균값이 모든 지역에서 1°C 이내의 차이를 보여 매우 유사한 결과를 나타냈다. 원래 표준기상데이터는 분석방법이 다양하지만 태양에너지학회에서 제공하고 있는 7개 지역의 표준기상데이터는 평균월 데이터를 조합한 것이므로 전체 기상자료의 평균값과 유사하게 나오는 것으로 판단된다(Yoo, 2011). 평년값 자료를 이용한 10년 빈도의 난방설계기온은 Fig. 2(b)와 같이 대체로 위험률 2.5%의 값과 일치하는 것으로 나타났다. 난방설계기온의 경우에는 위험률 5%를 초과하는 것으로 나타나 사용하는데 문제가 있었으나 난방설계기온은 위험률 2.5%의 값과 거



(a) TAC 1%



(b) TAC 2.5%



(c) TAC 5%

Fig. 1. Comparison of design outdoor temperature for greenhouse heating by weather data.

Table 1. Design outdoor temperature(°C) and its range from 30 years weather data for greenhouse heating.

Region	TAC 1%			TAC 2.5%			TAC 5%		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	-11.8	-16.4	-7.0	-10.3	-14.2	-6.4	-8.9	-11.7	-5.4
Busan	-5.9	-8.2	-1.8	-4.5	-7.0	-0.9	-3.1	-6.3	0.2
Daegu	-7.8	-10.6	-3.5	-6.5	-9.0	-2.7	-5.2	-8.1	-1.6
Incheon	-10.7	-15.1	-5.6	-9.4	-13.2	-5.0	-8.1	-10.8	-4.0
Daejeon	-10.9	-19.0	-6.6	-9.4	-17.4	-5.5	-8.0	-14.8	-4.6
Gwangju	-7.2	-10.1	-3.4	-5.9	-8.0	-2.6	-4.8	-6.6	-5.2
Ulsan	-6.7	-9.6	-2.6	-5.3	-7.5	-1.6	-4.1	-6.7	-0.8

온실의 냉난방부하 산정을 위한 외부기상자료 비교분석

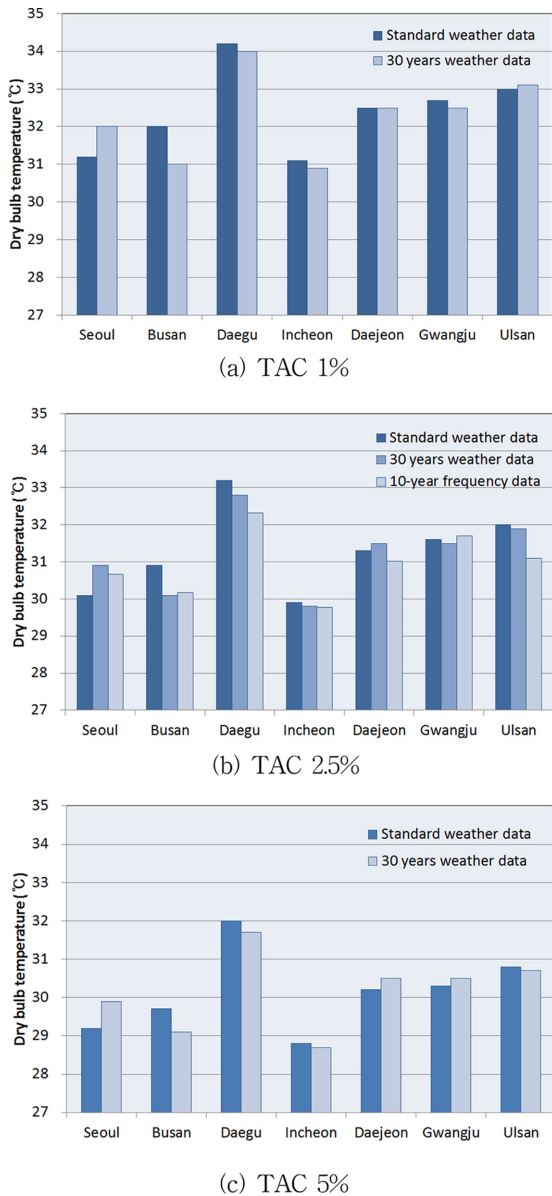


Fig. 2. Comparison of design dry-bulb temperature for greenhouse cooling by weather data.

Table 2. Design dry-bulb temperature(°C) and its range from 30 years weather data for greenhouse cooling.

Region	TAC 1%			TAC 2.5%			TAC 5%		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	32.0	29.4	35.6	30.9	28.7	34.4	29.9	27.8	33.1
Busan	31.0	27.4	32.8	30.1	26.7	32.1	29.1	25.9	31.5
Daegu	34.0	30.9	37.6	32.8	30.1	36.2	31.7	29.0	35.1
Incheon	30.9	28.2	34.6	29.8	27.2	33.3	28.7	26.4	31.8
Daejeon	32.5	29.8	35.5	31.5	29.1	34.5	30.5	28.2	33.4
Gwangju	32.5	29.2	35.5	31.5	28.3	34.3	30.5	27.6	33.0
Ulsan	33.1	29.1	35.4	31.9	27.8	34.0	30.7	26.8	33.2

의 같은 값을 보여 농업시설의 환기 및 냉방설계(Ko 등, 1990) 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2는 난방설계기온과 마찬가지로 방법으로 전체 기상자료를 이용하여 구한 냉방설계기온의 분포를 나타낸 것이다. 난방설계기온과 마찬가지로 기상청에서 제공하는 전체 기상자료를 이용한 위험률별 냉방설계기온을 온실의 환경설계 기준으로 설정하고, 평균값을 이용하여 설계하며 최대(가장 더웠던 해)와 최소(가장 덥지 않았던 해)를 참고자료로 활용할 수 있도록 Table 2과 같은 형태의 설계 자료를 제공하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

Table 3은 난방설계용 상대습도를 표준기상데이터와 전체 기상자료로 구하여 비교한 것이고, Table 4는 전체 기상자료를 이용하여 구한 난방설계용 상대습도의 분포를 나타낸 것이다. 평년값 자료의 상대습도는 평균만 제공되고 있어서, 일 최대값과 일 최소값으로 구하는 10년 빈도 자료는 구할 수 없었다. 표준기상데이터와 전체 기상자료 평균의 난방설계 상대습도는 대체로 유사한 값을 보였으나 울산지역의 경우 위험률 2.5%와 5%에서 각각 4.0%와 5.9%의 비교적 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 온실의 난방설계에서 상대습도는 중요한 설계요소가 아니므로 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

Fig. 3은 표준기상데이터와 30년간 전체 기상자료를 이용하여 분석한 위험률별 냉방설계용 습구온도를 나타낸 것이다. 냉방설계용 습구온도는 동시발생 습구온도를 의미하며, 동시발생 습구온도는 위험률별 냉방설계기온 및 이와 동일한 건구온도에서 나타나는 상대습도의 평균으로부터 계산하였다. 냉방설계 습구온도는 인천과 대전 지역의 위험률 1%에서 1.3°C로 비교적 차이가 큰 것으로 나타났으나 위험률 2.5%와 5%에서는 1°C 이내로 거의 일치하는 것으로 나타났다. 냉방설계 습구온도는 증발냉각시스템의 설계에서 중요한 설계요소이다. 그러나 대부분의 농업시설에서 냉방설계는 위험률 2.5%를 사용하므로(Ko 등, 1990) 냉난방 설계용 건구온도와 같은 방법으로 습구온도 자료를 분석하여 제공하면 될 것으로 판

단된다. Table 5는 전체 기상자료를 이용하여 구한 냉방 설계 습구온도의 분포를 나타낸 것이다. 난방설계기온 및 냉방설계기온과 마찬가지로 기상청에서 제공하는 전체 기상자료를 이용한 위험률별 냉방설계 습구온도를 온실의 환경설계 기준으로 설정하고, 평균값을 이용하여 설계하며 최대와 최소를 참고자료로 활용할 수 있도록 설계 자료로 제공하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

Fig. 4는 표준기상데이터와 전체 기상자료를 이용하여 분석한 위험률별 냉방설계용 일사량을 나타낸 것이다. 일사량 자료는 평년값이 제공되지 않고 있어 10년 빈도 자료는 분석할 수 없었다. 한편 앞의 연구방법에서도 언급한 바와 같이 일사량을 계측하는 기상관측소가 22개

소 밖에 없는데, 여기에서도 울산 지역의 일사량 자료가 없어서 분석하지 못하였다. 표준기상데이터와 전체 기상 자료 평균의 냉방설계용 일사량 차이는 위험률 1%에서 9~29W·m<sup>-2</sup>, 위험률 2.5%에서 6~35W·m<sup>-2</sup>, 위험률 5%에서 8~68W·m<sup>-2</sup>으로 나타났다. 일부 지역의 위험률 5%에서만 50W·m<sup>-2</sup>이상의 차이를 보였고, 대부분의 경우 35W·m<sup>-2</sup>이내의 차이를 보여 최대일사량(6개 도시 위험률 1% 평균 1022.7W·m<sup>-2</sup>) 대비 3.4% 이내의 차이를 보였다. 냉방설계용으로 대부분 위험률 2.5%를 사용하므로 냉방설계용 일사량도 다른 기상요소와 마찬가지로 표준기상데이터를 대체하기 위해서는 전체 기상자료를 이용하여 환경설계 자료를 구축하면 될 것으로 판단된다.

**Table 3.** Comparison of design relative humidity(%) for greenhouse heating by weather data.

Region	Standard weather data			30 years weather data		
	1%	2.5%	5%	1%	2.5%	5%
Seoul	94.3	93.0	91.0	94.2	92.3	89.8
Busan	93.0	90.7	84.0	93.6	90.1	85.1
Daegu	95.0	92.0	89.0	93.9	91.5	88.1
Incheon	97.0	95.3	94.0	96.1	94.4	92.1
Daejeon	97.0	94.0	91.0	96.3	95.5	93.8
Gwangju	97.0	94.0	92.0	94.7	94.0	91.4
Ulsan	91.7	88.0	83.0	93.8	92.0	88.9

**Table 4.** Design outdoor humidity(%) and its range from 30 years weather data for greenhouse heating.

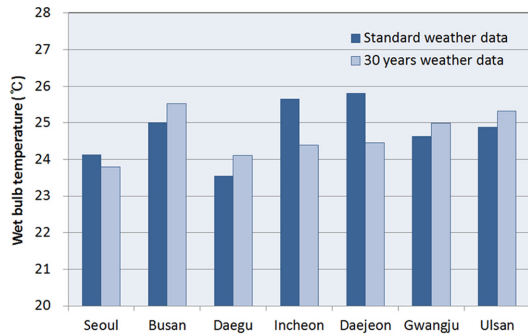
Region	TAC 1%			TAC 2.5%			TAC 5%		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	94.2	89.0	97.0	92.3	87.0	95.0	89.8	81.0	93.0
Busan	93.6	89.0	99.0	90.1	84.0	97.0	85.1	74.0	92.0
Daegu	93.9	89.0	97.0	91.5	86.0	95.0	88.1	79.0	93.0
Incheon	96.1	89.0	99.0	94.4	84.0	98.0	92.1	79.0	98.0
Daejeon	96.3	92.0	98.0	95.5	90.0	98.0	93.8	87.0	97.0
Gwangju	94.7	66.0	98.0	94.0	83.0	98.0	91.4	55.0	96.0
Ulsan	93.8	87.0	99.0	92.0	85.0	98.0	88.9	81.0	96.0

**Table 5.** Design wet-bulb temperature(°C) and its range from 30 years weather data for greenhouse cooling.

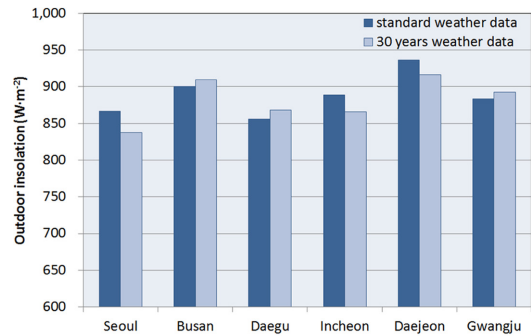
Region	TAC 1%			TAC 2.5%			TAC 5%		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	23.8	20.1	26.5	23.2	20.0	25.2	23.1	21.4	26.9
Busan	25.5	22.2	28.1	25.0	20.0	26.5	24.7	21.5	26.8
Daegu	24.1	19.9	26.8	23.5	17.6	27.6	23.3	19.9	26.3
Incheon	24.4	19.8	27.6	23.6	17.7	27.1	23.1	20.8	25.4
Daejeon	24.5	18.9	28.2	24.3	19.4	26.8	23.3	18.5	26.4
Gwangju	25.0	22.1	26.6	24.5	20.1	26.2	24.0	20.4	25.9
Ulsan	25.3	23.4	27.7	24.1	20.2	26.0	23.8	17.8	26.3

Table 6은 전체 기상자료에 의한 냉방설계 일사량의 분포를 나타낸 것이다. 평균값은 설계기준으로 설정하고,

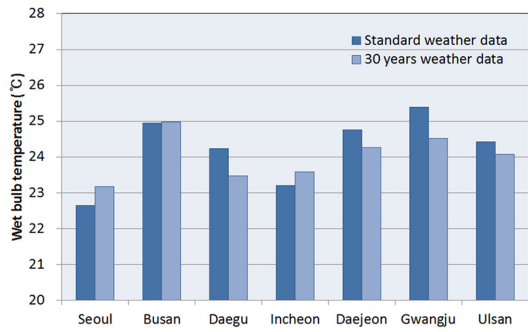
설계자가 참고자료로 활용할 수 있도록 최대값과 최소값을 제공해 주면 좋을 것으로 판단된다.



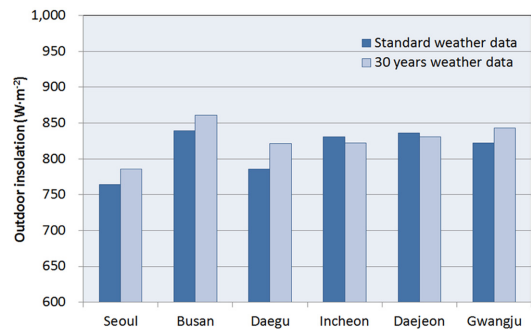
(a) TAC 1%



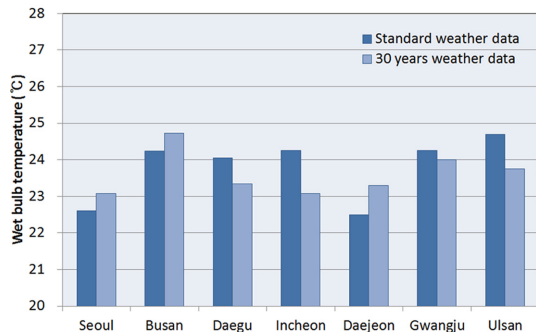
(a) TAC 1%



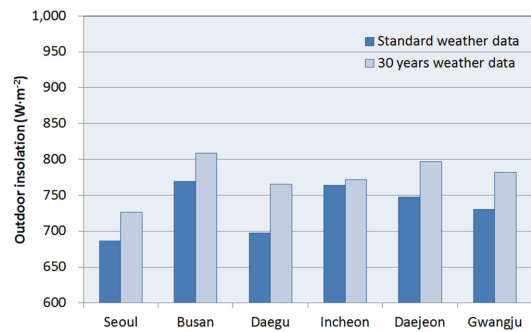
(b) TAC 2.5%



(b) TAC 2.5%



(c) TAC 5%



(c) TAC 5%

Fig. 3. Comparison of design wet-bulb temperature for greenhouse weather data.

Fig. 4. Comparison of design outdoor insolation for greenhouse cooling by weather data.

Table 6. Design outdoor insolation(W·m<sup>-2</sup>) and its range from 30 years weather data for greenhouse cooling.

Region	TAC 1%			TAC 2.5%			TAC 5%		
	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.	Avg.	Min.	Max.
Seoul	837.6	780.3	944.4	786.1	663.9	872.2	726.2	608.3	825.0
Busan	909.3	769.4	1075.0	861.2	555.6	1030.6	808.9	525.0	961.1
Daegu	868.4	808.3	925.0	821.8	758.3	866.7	765.4	694.4	813.9
Incheon	865.6	644.4	1141.7	821.9	630.6	1008.3	771.9	586.1	947.2
Daejeon	916.3	819.4	1088.9	860.4	772.2	997.2	796.8	705.6	905.6
Gwangju	892.3	636.1	961.1	843.1	563.9	922.2	782.2	472.2	872.2

## 요약 및 결론

기상청에서 제공하는 전체 기상자료와 평년값 자료 및 태양에너지학회에서 제공하는 표준기상데이터를 이용하여 위험률별 난방설계용 외기온과 상대습도, 냉방설계용 건구온도, 습구온도 및 일사량 자료를 분석하였다. 표준기상데이터는 평균에 가장 가까운 대표성을 갖는 1개년의 데이터로 가공 처리한 매시간별 기상자료이고, 평년값 자료는 30년(1981~2010년) 평균 일별 기상자료이며, 전체 기상자료는 평년값과 동일기간의 매시간별 기상자료이다. 일부 분석방법은 평년값 자료를 이용하는 경우도 있지만 대부분 매시간별 기상자료가 필요하고 대표성을 갖기 위해서는 표준기상데이터를 이용하는 것이 가장 적합하다. 그러나 현재 표준기상데이터는 서울과 6대 광역시 등 7개 지역만 제공되고 있기 때문에 전국을 커버할 수 있는 지역별 온실 환경설계용 기상자료의 구축에는 전체 기상자료를 이용할 수밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 표준기상데이터가 제공되고 있는 7개 지역을 대상으로 전체 기상자료 및 평년값 자료를 이용한 방법으로 분석하여 표준기상데이터로 구한 값과 비교 검토하였다. 위험률별 설계 기상자료는 전체 기상자료를 이용하여 구한 평균값이 표준기상데이터로 구한 결과와 잘 일치하였다. 따라서 표준기상데이터가 없는 지역의 위험률별 설계용 기상자료는 전체 기상자료를 이용하여 구하고, 전체자료 기간의 평균값을 온실의 환경설계 기준으로 사용하며, 최대값과 최소값을 제공함으로써 참고자료로 활용할 수 있도록 하는 것이 합리적인 방법으로 판단된다. 최근의 기후변화 문제로 냉난방 설계기온의 지속적인 변화가 예상되므로 이에 대응하기 위해서는 전문가들로 구성된 온실설계위원회와 같은 기구의 설치가 절실히 요청된다. 위원회에서는 자료기간 및 분석방법에 대한 기준을 설정하고, 최소한 10년 간격의 정기적인 검토를 통하여 기상자료를 분석하고 온실설계기준 및 가이드라인을 제공할 필요가 있다.

**추가주제어** : 설계외기온, 위험률, 일사량, 평년값, 표준기상데이터

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ00941203)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## Literature Cited

- ASABE. 2008. Standard: Heating, ventilating and cooling greenhouses, ANSI/ASAE EP406.4. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- ASHRAE. 2005. ASHRAE Handbook Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- KSES. 2013. Korean Standard Weather Data. The Korean Solar Energy Society.
- JGHA. 2007. Handbook of protected horticulture 5<sup>th</sup> edition. Japan Greenhouse Horticulture Association. p.127-152 (in Japanese).
- Kim, D.C., S.H. Kim, J.S. Seo, S.G. Lee and J.S. Geum. 1996. Development of the standard computer software and weather data for cooling and heating load calculation. Ministry of Commerce and Industry. p.115-142 (in Korean).
- Kim, M.K., S.G. Lee, W.M. Seo, and J.E. Son. 1997. Design standards for greenhouse environment. Rural Development Corporation. p.130-137 (in Korean).
- KMA. 2013. Weather data(1981-2010). Korea Meteorological Administration.
- Ko, J.K., M.K. Kim, S.G. Lee, W.M. Seo and H.R. Choi. 1990. Agricultural structures engineering. Seoul National University Press. p.373-379 (in Korean).
- Nam, S.W. 2000. Comparison of outside design weather data for greenhouse heating and cooling. Proceeding of Bio-Environment Control 9(2): 94-97 (in Korean).
- SAREC. 2011. Handbook of facilities engineering. Vol. 2 Air-conditioning. The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea. p.1-8 (in Korean).
- Suh, W.M., Y.H. Bae, Y.S. Ryou, S.H. Lee, H.T. Kim and Y.C. Yoon. 2011. Estimation of surplus solar energy in greenhouse. J. of Bio-Env Control 20(2): 83-92 (in Korean).
- Yoo, H.C. 2011. A Study on the weather data with climate change scenarios in relation to building energy performance. Ministry of Education and Science Technology. p.7-16 (in Korean).
- Yoon, J.H. 2003. Domestic and international status of standard weather data for evaluation of building energy performance. Magazine of the SAREK 32(8): 7-14 (in Korean).