

온실 표준기상데이터 작성시 일사 및 습도의 영향

Effect of Humidity and Irradiation on the standard weather data for greenhouse

박 우 식, 김 문 기

서울대학교 농공학과

Park, Woo-Sik · Kim, Moon-ki

Department of Agricultural Engineering, Seoul National University

1. 서 론

시설의 냉·난방시스템 최적 설계를 위해서나 시스템의 연간 에너지 소요량 산정을 위해서는 동적열부하계산을 시행해야 한다. 이를 위해서는 어느 지역의 표준적인 기상상황을 종합적으로 파악해야 하는데 이는 단순히 각 기상자료의 월 평균치를 사용하는 것으로는 불충분하며, 중요한 기상요소들을 종합적으로 고려한 인위적인 기상자료를 필요로 한다. 이와 같은 개념을 가지는 것이 표준기상데이터이며 따라서 표준기상데이터란 시물레이션 등 매시간의 기상자료를 필요로 하는 경우에 이용할 수 있도록 각각의 기상요소를 동시에 정리하여 어느 지점의 표준적인 기상상황을 종합적으로 나타낸 것을 말한다.

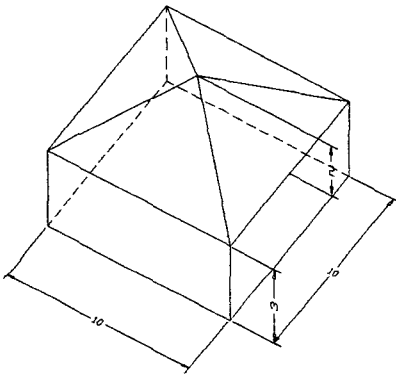
본래 표준기상데이터란 용어는 일본 공기조화·위생공학회에서 개발한 건물의 동적열부하계산 프로그램인 HASP/ACLD의 입력기상자료를 일컫는 말로 처음 사용되었으며 HASP/ACLD의 표준기상데이터에는 대표년, 평균년, 극단계의 3 종류의 기상자료가 있다. 이들 자료는 모두 인위적으로 선정·구성된 자료들이며 선정·구성되는 기준은 주요 기상요소들을 종합적으로 고려하였을 때 어느 지역의 기상을 표준적으로 나타낼 수 있는가 여부이다. 일반적으로 건물 및 온실의 열취득에 주요한 인자로는 온도, 습도, 일사량의 3 요소를 들 수 있으며 표준기상데이터 작성을 위해서는 이들 3 인자를 동시에 고려할 수 있어야 한다.

따라서 본 연구에서는 온도를 기준으로하였을 때 습도 및 일사량의 변화가 온실의 열부하에 미치는 영향을 가중계수의 형태로 나타내고자 하였으며 특히 모든 벽면이 유리나 같은 투광재료로 구성된 온실의 특성에 비추어 일사의 영향에 중점을 두어 고려하였다.

2. 실험장치 및 방법

가. 표준 스페이스(space)의 결정

먼저 기온, 습도, 일사량에 대한 열취득을 산정할 표준적인 은실 공간을 선정하였다. 유리온실은 모든 벽이 유리 또는 기타 투광재료로 구성되어있고 대부분 지붕을 가지는 일층 구조이므로 <그림 1>과 같이 가로·세로 10m, 측벽 3m, 지붕고 5m 인 표준 스페이스를 설정하였다. 표준스페이스 선정시 주의할 점은 일사의 영향이 방위에 대해 무관하도록 하여야 한다는 것이다. 표준스페이스의 기본수치는 <표 1> 과 같다.



총면적 (m^2)	227.7
열관류율 ($kcal/m^2h^{\circ}C$)	5.5
일사열취득율	0.8
환기율 ($m^3/m^2 \cdot h$)	5

< 그림 1. 표준스페이스 >

< 표 1. 표준 스페이스의 기본수치 >

나. 기온 및 습도 단위량에 의한 열취득

기온 및 습도의 단위량에 대한 열취득은 표준스페이스에서의 열교환이 정상상태로 이루어진다고 보아 아래와 같이 구한다.

$$Q_{ab} = A \cdot U + Q_v \cdot A_f 1.2 \cdot 0.4 \quad (1)$$

$$Q_{ah} = 0.5973 \cdot Q_v \cdot A_f 1.2 \quad (2)$$

다. 일사의 단위량에 대한 열취득

일사에 의한 열취득을 산정하기 위해서는 은실의 각 면에 도달하는 직달일사를 고려해야 하는데 지구를 기준으로 했을 때 태양은 시간별로 고도, 방위각이 변하고 계절별로 적위가 달라지는 등 그 위치가 고정되어 있지 않으므로 시간별 각 면에 도달하는 직달일사의 입사각이 달라지게 된다. 일사의 영향을 고려할 때는 이와 같은 태양방위와 각 면의 일사량 관계를 고려해야 한다.

1) 태양의 위치

태양을 중심으로 한 지구의 운동은 일정한 수식에 의해 정리될 수 있고 지구상에서의 태양의 위치는 이 운동에 기인하므로 어느 지점, 어느 시각의 태양위치는 산술적으로 나타낼 수 있다.

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (3)$$

$$\cos A = \frac{\sin h \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cos \varphi} \quad (4)$$

2) 수평면일사량과 각 면 일사량의 관계

수평면일사에 대한 각 면의 일사량을 고려하기 위해 수평면일사의 단위량에 대한 수직 4방위면 (동, 서, 남, 북) 및 지붕 4방위면의 일사량 평균치를 계산한다.

$$VS = \frac{\frac{1}{8} \int_{t_1}^{t_2} (\cos \theta_E + \dots + \cos \theta_N + \cos \theta_{RE} + \dots + \cos \theta_{RN}) dt}{\int_{t_1}^{t_2} \cos \theta_H dt} \quad (5)$$

$$\cos \theta = \sin h \cos W_\beta + (\cos h \sin A)(\sin W_\beta \sin W_\alpha) + (\cos h \cos A)(\sin W_\beta \cos W_\alpha) \quad (6)$$

1), 2) 의 결과를 종합하여 일사량의 단위량 (1 Kcal/m²/h)에 대한 표준스페이스의 열취득을 아래와 같이 구한다.

$$Q_{JS} = A \cdot VS \cdot GJ \quad (7)$$

라. 가중계수 결정

건물의 열량계산은 주로 온도를 기준으로 행해진다. 마찬가지로 표준기상데이터 작성에 있어서도 기온을 그 기준으로 하며 위에서 각 기상요소의 단위량 증가에 대한 열취득을 구하였으므로, 건구온도 1℃에 상당하는 절대습도 단위량

1g/kg에 의한 가중계수 (k2) 및 일사량의 단위량 1 kcal/m²h에 의한 가중계수 (k3)을 아래와 같이 결정한다.

$$k2 = Q_{ah} / Q_{db} \quad (8)$$

$$k3 = Q_{js} / Q_{db} \quad (9)$$

이때 k2 는 연간 일정한 값이 되지만 k3 는 월별로 다른 값을 갖는다.

3. 결과 및 고찰

가. 계산 결과

위의 과정을 토대로 지역의 k2, k3를 산정하는 프로그램을 작성하였으며 수원, 원주, 목포 3지역 대한 계산 결과를 아래 예로 든다.

k2 = 0.784042			
월	k3		
	수 원	원 주	목 포
1	0.024872	0.024891	0.024064
2	0.022313	0.022326	0.021877
3	0.020091	0.020090	0.019765
4	0.018038	0.018044	0.017851
5	0.016583	0.016587	0.016459
6	0.015922	0.015925	0.015822
7	0.016169	0.016172	0.016062
8	0.017360	0.017365	0.017222
9	0.019166	0.019174	0.018973
10	0.021430	0.021441	0.021057
11	0.024141	0.024158	0.023418
12	0.025622	0.025645	0.024772

< 수원, 원주, 목포에 대한 k2, k3 결과치 >

온실에서의 k3 값은 일반 건축물에 비해 10배 정도 크게 나타나고 있으며 이는 모든 벽면이 투광재로 구성된 온실의 특성에 기인하는 것으로 판단된다.

나. k2, k3 의 이용

표준기상데이터를 선정하기 위해서는 기온, 습도, 일사의 3요소를 동시에 고려

한 수치 DM을 도입하여 이 값을 비교하여 평균년, 대표년 등을 구한다.

$$DM_{y,m} = (W_{1,y,m} - \bar{W}_{1,m}) + k_2(W_{2,y,m} - \bar{W}_{2,m}) + k_3(W_{3,y,m} - \bar{W}_{3,m}) \quad (10)$$

4. 요약 및 결론

본 연구는 온실의 표준기상데이터 작성을 위해 기온과 동시에 습도, 일사의 영향을 고려할 수 있도록 기온 1℃에 해당하는 습도 1 g/kg에 의한 영향을 가중계수 k2로 나타내고, 마찬가지로 기온 1℃에 해당하는 일사 1 kcal/hm²에 의한 영향을 가중계수 k3로 나타내고자 하였다. 일반적인 온실의 형태를 감안하여 온실표준스페이스를 가정하였고, 이 표준공간에서의 기온 및 습도에 의한 열취득율과 태양방위를 고려한 일사 열취득율을 구하여 각 가중계수 k2, k3를 산정하였다. 온실에서의 k3 값은 일반건축물에 비해 다소 큰 값을 보이며 이는 온실에 대한 열부하 계산시 일사의 영향이 상대적으로 중요한 부분이라는 것을 나타낸다.

k2는 한 지역에 대해 일정한 값을 나타내고, k3는 월별로 값이 변하나 역시 한 지역에 대한 12달의 값은 일정하므로 온실설치가 요구되는 주요지역들에 대한 k2, k3값을 구하고 이들 지역들에 대한 표준기상데이터 구축하는 것은 동적열부하, 난방부하 산정등 온실의 환경설계를 위해 중요한 일이라 할 수 있다.