

무가온, 심야전력 전기히터, 온풍난방을 채용한 단동 하우스의 온열환경 비교

Comparison of Thermal Environment in Greenhouses with Heating Systems of Electric Power at Midnight or Hot Air, and without Heating

최동호 · 허종철* · 임종환* · 서효덕**

제주대학교 건축공학과, *기계공학과, **농촌진흥청 제주농업시험장

D. H. Choi · J. C. Huh* · J. H. Lim* · H. D. Suh**

Cheju National Univ. & **Cheju Agricultural Experiment Station, RDA

1. 서 론

본 연구에서는 시설원예용 하우스의 난방방식별 온열환경특성 즉, 온도 분포상의 문제점을 파악하고, 하우스 난방시스템 선정 및 하우스 설계를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 동일 부지에 동일한 형상으로 조성된 단동 하우스에 각각 심야전력 전기히터, 경유 보일러에 의한 온풍난방, 무가온 상태로 설정하여 하우스내 온열환경에 관한 분포특성을 검토하였다. 즉, 낮은 초기 시설투자비와 저렴한 심야전력을 이용하므로써 난방비 절감효과가 기대되는 전기히터식 난방과 발열량이 높고 설치와 조작이 비교적 간편하여 기존 농가에 폭넓게 보급된 경유 온풍난방기를 각각 설치하여, 각 난방방식별 하우스내 온열환경에 관한 분포특성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

실험용 하우스는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 PC(Poly Carbonate)구조 단동 하우스 4개동으로 구성되어 있다. 하우스 벽체 및 지붕은 복사냉각에 의한 손실열량을 경감하기 위하여 하우스 내부 벽체로부터 약 0.2m의 위치와, 지상 2~4m 높이에 경사지게 비닐막(1겹)이 추가로 설치(Fig. 1 (c))되어 있다. 실험은 하우스내에 작물을 재배하지 않은 상태에서 실시하였다. 즉, A동에는 태양열 축열난방시스템을, B동은 심야전력 전기히터 설비가, C동은 경유보일러에 의한 온풍난방시스템이, 그리고 D동은 난방기를 설치하지 않은 무가온 상태로 설정되어 있다. A동에 설치된 태양열 축열난방시스템은 현재 시운전중인 관계로, 본 논문에서는

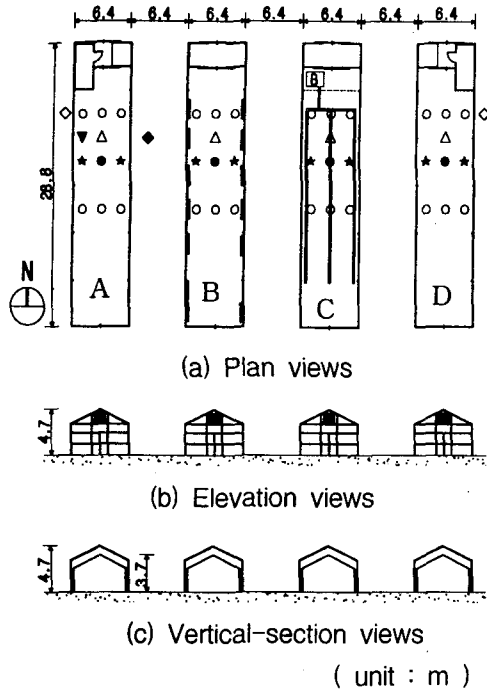


Fig. 1. Shapes and measuring points of greenhouse models

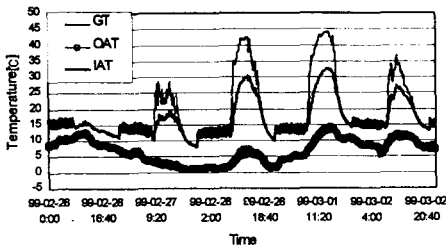
A동을 제외한 B, C, D동의 실험결과에 대해서만 보고한다.

온도측정은 4개동에 총 140점을 선정하였다. 연직방향의 온도는 각 하우스마다 길이방향으로 1개 단면을 선정하고, 지상 0.4m, 0.8m, 1.2m, 2.0m, 2.8m, 4.0m높이에 열전대를 설치하여 측정하였다. 또한 수평방향에 대해서도 각 하우스마다 9개의 측정군을 선정하고, 각 측정군당 상하 2개의 측정점(지상 0.8m, 2.0m높이)을 설치하였다. 흑구온도는 지상 0.8m 높이에서 측정하였으며, 외기온도는 하우스 밖 2개소에서 측정하였다. 그리고 A동 하우스 실내외에 일사량계를 설치하여 일사량을 계측하였다. 하우스 B동의 심야전력은 당일 22시부터 익일 8시까지 10시간동안 공급되며, 공급된 전력량은 계측실에 설치된 전력계를 통해 매분마다 컴퓨터에 입력된다. Fig. 1에 나타난 바와 같이, 전기히터(방열기)는 하우스내부

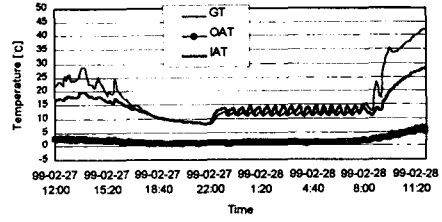
양측에 설치하여 하우스 내부를 난방하고 있다. 하우스 C동의 경우 보일러는 하우스내 입구측에 설치되어 하우스 길이방향으로 설치된 3개 라인의 온풍급기덕트를 통해 실내를 난방하고 있다. 하우스 D동은 하우스 내부를 난방하지 않으므로, 무가온 하우스의 동절기 실온하강 정도를 파악한다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2(전기히터 난방방식)로부터 주간 시간대에는 다량의 일사가 실내로 유입됨에 따라 평균 실내기준온도가 13℃ 이상을 유지하고 있으나, 일몰 후 심야전력이 공급되는 22시 이전까지는 지속적으로 실내온도가 하강하여 22시경에는 일중 최저온도(8℃)를 나타내고 있다. 심야전력이 공급되는 22시 이후부터 익일 8시 이전까지는 비교적 일정한 실온을 유지하고 있으나 실내 설정온도의 상하한치에 대응하여 전기히터가 자동으로 on-off 되므로 실내기준온도를 비롯한 하우스내 각부분의 온도는 12~15℃범위내에서 규칙적으로 변화하고 있다. 실내복사환경 지표인 흑구온도는 주간의 경우 일출과 더불어 실내로 유입되는 일사량이 증가함에 따라 점차적으로 상승하여 주간 평균기온이 24.8℃를 나타내고 있다.



a) Temperature distributions with time



b) Temperature distributions during specific time

Fig. 2. Distributions of air and globe temperature with time in Model B (GT : Globe temp., OAT : Outdoor air-temp., IAT : Indoor average temp. at 0.8m height)

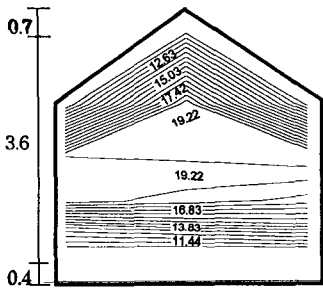


Fig.3 Vertical temp. distributions in model B

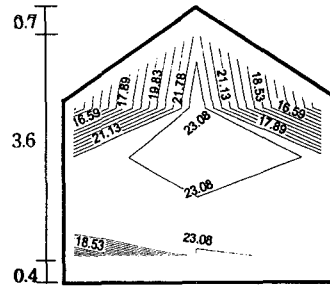


Fig. 6 Vertical temp. distributions in model C

지상 0.4m부터 4.0m높이까지 측정된 연직온도분포는 수직방향으로 8°C 전후의 비교적 큰 상하온도차를 나타내고 있다(Fig. 3). 또한, 하우스 중심위치의 높이에 따른 시간대별 온도변화(Fig. 4) 추이를 관찰해 보면, 야간의 경우 가장 낮은 위치인 지상 0.4m높이에서는 10°C 전후의 균일한 온도를 유지하는데 반해, 상부로 갈수록 온도 및 온도변화폭이 증대되고 있다.

온풍난방시(Fig. 5) 주간 시간대 실내기준온도와 흑구온도는 심야전력 난방방식과 동일한 분포를 나타내고 있으나, 야간의 경우 12°C에 도달하면 온풍난방이 개시되어 24°C에서 난방이 종료됨으로써 12~24°C 범위내에서 규칙적으로 변화하고 있다.

연직방향온도(Fig. 6)는 보온비닐이 설치된 높이보다 하부공간에서는 극히 균일한 온도를 나타내었다. 이것은 하우스 길이방향으로 설치된 3개 라인의 온풍급기덕트에서 분출되는 대량의 온풍이 비교적 실용적이 작은 하우스에 균등하게 분배되고 있기 때문인 것으로 풀이된다.

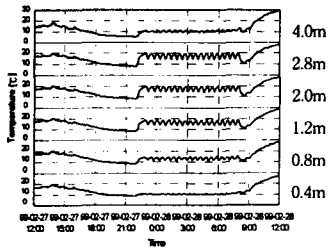


Fig. 4 Distributions of air temp. fluctuation in Model B

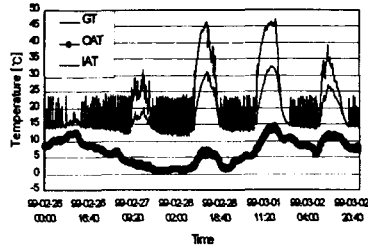


Fig. 5 Distributions of air and globe temp. with time in model C

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 실측을 통해 시설원예용 하우스의 난방방식별 분포특성 및 하우스내 온열환경을 상세하게 검토하였으며, 그 연구결과를 요약하면,

1) 심야전력 전기히터식 난방의 경우, 시간대별 온도변화는 약 3°C이내의 비교적 균일한 분포를 나타내고 있으나, 연직방향으로는 약 8°C 정도의 비교적 큰 상하온도분포를 나타내었다. 이것은 방열기의 설치위치 및 방열방식의 부적절함에서 기인한 것으로서, 연직방향 온도분포 경감을 위한 체계적인 검토와 일몰 후 심야전력 공급개시 이전 시간대의 실온저하를 억제하기 위한 적절한 대책이 수립되어야 할 것으로 생각된다.

2) 온풍난방의 경우, 하우스내 모든 위치에서 12°C전후의 우려할 만한 큰 폭의 온도변화가 계측되었다. 이러한 온풍난방의 문제점을 개선하기 위해서는 실온변화가 하우스내 작물생육에 미치는 영향 및 실온 변화폭을 축소하기 위한 체계적인 검토가 이루어져야 할 것이다.

3) 본 연구를 통해 수집된 난방방식별 하우스내 온열환경에 관한 상세한 실험 데이터는 시설원예용 하우스의 난방방식 선정 및 하우스 설계를 위한 기초자료로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 최동호, 허종철, 임중환, 조은숙, 1998. 시설원예용 하우스의 동절기 비난방시의 온열공기환경특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 14권 5호 : 249-258.
2. 최동호, 허종철, 임중환, 김용덕, 1998. 온풍난방시 시설원예용 하우스의 온열공기환경특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 14권 11호 : 351-362.
3. 최동호, 허종철, 임중환, 1998. 일사량 조절이 시설원예용 하우스내 온열공기환경에 미치는 영향, 대한건축학회 논문집, 14권 12호 : 219-230.