

赤外線吸收 필름을 遮光材로 使用한 溫室의 熱環境 豫測

Prediction of Thermal Environment in Greenhouses using Infrared Absorption Film as Shading Screen

임형택^{1*} · 김문기¹ · 남상운²

¹서울대학교 농공학과, ²충남대학교 농공학과

H. T. Lim^{1*} · M. K. Kim¹ · S. W. Nam²

¹Department Agricultural Engineering, Seoul National University

²Department Agricultural Engineering, ChungNam National University

1. 서론

근래의 생산시설의 대규모화, 유리온실 및 양액재배 면적의 확대 등의 변화에 따라 이를 만족시키기 위한 고도의 환경조절이 요구되고 있다. 그 동안의 식물 생산시설에 관한 연구는 주로 난방에너지 절약에 초점을 맞추어 왔지만, 하절기 온실내부에서의 온도의 과다상승 또한 주년생산을 위해서 해결해야 할 과제이다. 여름철 온실내 기온은 충분한 환기를 실시한다 해도 외기온보다 높으며 40℃를 넘는 경우도 드물지 않다. 따라서 다양한 고온억제 방법들이 연구되어 왔으며, 환기, 차광과 각종 증발냉각법 등이 현재 실용화되어 있다. 이 중에서 환기와 차광은 에너지의 사용이 적고, 이미 다른 냉방법들과 병행하여 사용하는 것이 보편화 되어있다. 따라서 환기나 차광의 효율을 높이는 것이 온실냉방을 위해서 선행되어야 할 것이다. 최근에 고온억제를 목적으로 적외선(열선)을 차단하는 흡열 유리의 사용에 관한 연구가 이루어졌다. 하지만, 이는 피복재로 사용된 것이기 때문에 고온기인 여름철에는 효율적이지만 겨울철에는 오히려 역효과를 줄 것이다.

여름철 고온기에 적외선 흡수필름의 사용으로 온실내로 입사되는 일사량을 줄임으로써 내부에서 발생하는 열을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 일반적인 차광을 하는 경우라도 일사량을 줄일 수는 있지만, 온실내의 작물생장에 필요한 양의 광은 투과되어야 하기 때문에 40~50% 이상의 차광은 허용되지 않고 있다. 따라서, 작물생장에는 영향이 적고 대부분이 열로 변환되는 적외선을 집중적으로 차단할 수 있는 적외선 흡수필름을 사용함으로써 작물의 생장에 필요한 PAR (Photosynthetic Activated Radiation) 영역의 양을 더 많이 투과시켜서 필요한 유효광량을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 적외선 흡수기능을 가진 필름을 차광재로 사용한 경우의 온실 열환경을 분석하는데 초점을 맞추었다. 이를 위해 모형실험과 전산모델을 이용하여 차광재로써의 사용가능성을 검토하였다..

2. 전산모델의 작성 및 모형실험

(1) 전산모델의 작성

모델은 크게 두 개의 부분으로 나누어지는데, 하나는 온실내로 유입되는 열 획득을 계산하고 다른 하나는 획득될 열량들을 복사-대류의 과정으로 열 평형을 계산하는 부분이다. 열 획득을 계산하는 부분에서는 피복재의 특성과 태양의 위치변화에 따라 획득량의 변화를 알아볼 수 있도록 시각에 따른 열 획득량을 파일로 출력하도록 설계하였다. 복사-대류의 열 평형을 계산하는 부분에서는 획득된 일사량을 각 벽면에서의 열량으로 변환시켜 벽면에서의 열유속으로 만들어 주고, 복사와 대류의 과정을 반복하여 평형이 되는 점에서의 각 벽면온도와 내부온도를 출력하도록 하였다. 모델의 흐름도는 그림 1과 같다.

Table 1. Input and output data for simulation model.

Input	Greenhouse parameters	Latitude and longitude, Dimension and direction, Characteristic values of cover(Transmissivity, Reflectivity, Absorptivity, Total heat transfer coefficient) and shading
	Weather data	Air temperature, Horizontal solar radiation
Output	Temperature of cover, shading, air, bottom,	

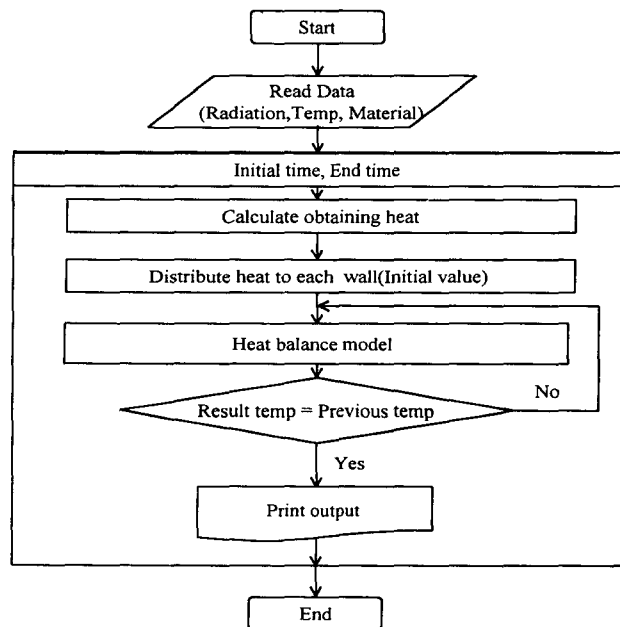


Figure 1. Flowchart of the computer model to calculate a balanced temperature.

(2) 모형실험

1) 적외선 흡수필름의 투과특성
 실험에 사용되어진 적외선 흡수 필름은 열선이라 불리는 적외선 (780~1500nm)을 70~80%정도 차단하고, 가시광선 영역은 70~80% 투과시킨다. 또한, 자외선 영역은 거의 100% 차단하는 것으로 나타났다.(그림 2)

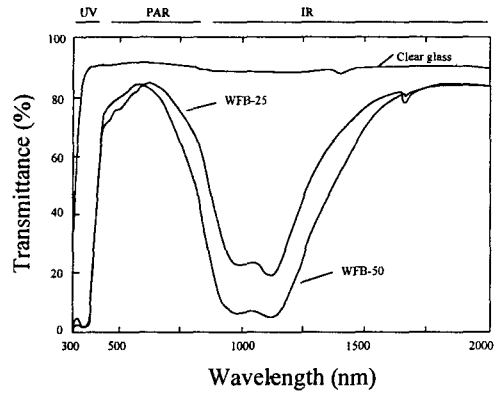


Figure 2. Spectral transmittance of WFB50 and Clear glass.

2) 박스모형의 구성

본 실험 사용된 측정장비로는 PAR센서(PAR-1, 3개)와 일사계(애플리형, 3개), 기록계(CR10X, 1개), 열전대(T형, 18개)등이 있다. 박스의 외벽재로는 압축폴리스틸렌(1cm)을 사용하였고, 상부는 열어둔 상태로 PE필름, 차광재, 적외선 흡수 필름으로 덮을 수 있도록 하였다. 벽면들간의 틈새를 막아주기 위해서 실리콘 주입액을 발라주었으며, 박스내부는 종이를 발라 검은 색칠(래커)을 해주었다. 검은 색 칠을 한 이유는 일사투과율 측정 시 박스내부로부터의 재반사를 줄이고 고온의 조건을 얻어 실험구들간의 비교를 쉽게 하기 위해서였다.(그림 2, 그림 3)

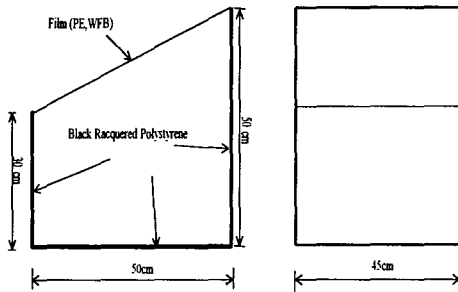


Figure 3. Cross sectional view of an experimental apparatus.

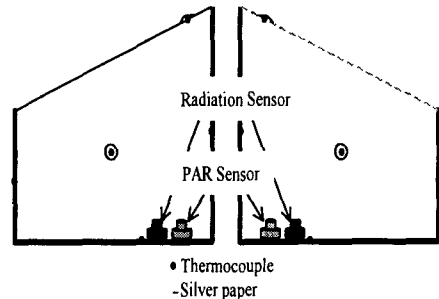


Figure 4. View of measuring points of sensors.

3. 결과 및 고찰

그림 5는 WFB50을 차광재로 사용한 온실과 이와 동일한 PAR의 값을 갖도록 차광(23%)한 온실에서의 바닥면에 도달하는 광량을 비교한 그래프이다. 여기서, 일반차광재는 전일사량과 동일한 비율로 PAR 값도 차광한다고 생각하였다. 일사량에 따른 변화의 경향은 일반 차광을 한 경우와 비슷하게 나타났으나, 바닥면에서 받는 광차단 효과는 거의 2배 정도로 나타났다.

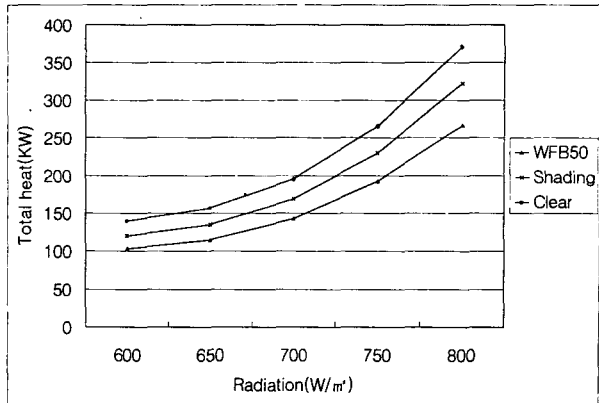


Figure 5. Comparison of total heat between general shading and WFB50.

그림 6은 동일한 PAR 차광(23%)을 실시하는 경우, 관행의 차광에 대한 적외선 흡수필름에서의 온도차이를 나타내고 있다. 이로부터 적외선흡수 필름에서의 감온 효과가 바닥면 및 온실내부에서 나타나는 것을 알 수 있었다. 바닥면에서의 온도차는 최고 8°C까지 나타났으나, 온실내부의 온도는 최고 1.8°C정도의 차이를 나타내었다. 이는 피복재의 고온화로 인하여 온실내부로 열이 재방사가 되는 것으로 판단되어졌다. 따라서, 적외선 흡수 필름의 차단재 사용은 온실내기온의 감소라는 측면보다 바닥면의 온도감소에 효과가 있음을 알 수 있었다. 실제 작물이 성장하고 있는 온실에서는 바닥면으로 투과되는 일사량이 작물체에 의해 차단되므로 작물체의 온도가 감소할 것으로 예상할 수 있다.

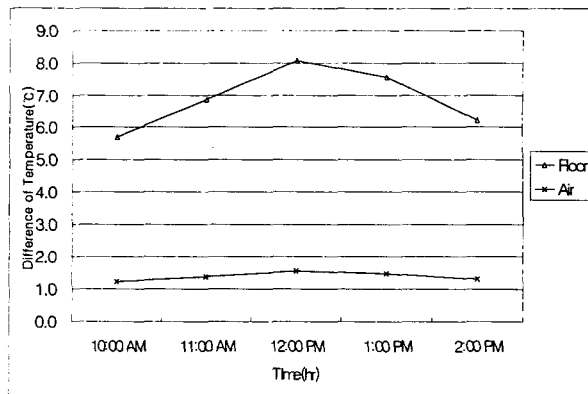


Figure 6. Temperatures difference between general shading and WFB50.

참고문헌

1. 김문기 외, 1997. 원예시설의 환경 설계기준 작성연구, 농어촌진흥공사
2. 박재복, 고학균, 1986. 플라스틱온실의 일사량 분석과 열적환경의 시뮬레이션에 관한 연구, 한국태양에너지학회지6(2) : 22-32.
3. 編輯部 編譯, 1992. 공기조화계산법, 도서출판 한미