

# 온실에서 외부차광의 효율성 증대 방안

## Methods to Raise the Efficiency of External Shading in Greenhouse

이현우 · 이석건 · 김길동\* · 이종원

경북대학교 농업토목공학과

H. W. Lee · S. G. Lee · K. D. Kim · J. W. Lee

Department of Agricultural Engineering, Kyungpook National University

### 서 론

시설원예의 궁극적인 목적은 인위적인 환경조절을 통해 주년생산과 단위면적당 생산성을 증대시키면서 품질향상을 극대화시키는 것이라 할 수 있다. 특히, 시설원예의 주년생산과 관련하여 냉·난방에너지의 절약에 관한 많은 연구가 수행되어 왔으며, 현재 많은 냉·난방장치들이 실용화되어지고 있다. 그 중에서, 여름철의 적극적인 냉방방법으로 증발냉각방식, 히터펌프, 에어컨 등이 농가에 보급되어 널리 이용되고 있으나 항상 경제성에 있어서 문제점으로 제기되고 있으며 이런 경제적인 부담을 줄이고자 냉방장치의 보조적 수단으로서 차광시스템이 널리 이용되고 있는 실정이다.

차광시스템은 온실내로 유입되는 일사량 일부를 차단함으로써 고온기의 승온억제효과, 고풍도로 인한 소엽방지, 화훼나 채소의 화아분화 및 개화시기 조절, 겨울철 야간의 단열효과 등 많은 장점을 지니고 있으며, 차광재의 설치위치에 따라 크게 내부차광과 외부차광방법으로 나눈다. 또한, 외부차광은 지붕위 수평으로 설치하는 방법과 지붕경사와 평행하게 설치하는 방법으로 나눌 수 있다. 국내온실의 차광시스템은 대부분 내부차광방법을 사용하고 있으며 외부차광방법을 사용하는 온실은 찾아보기 어렵다.

외부차광방법은 온실외부에 설치되므로 온실내 공기유동을 방해함이 없이 태양열을 차단할 수 있으며 태양에너지가 온실내로 들어오기 전에 차단하여 차광재와 온실 지붕면 사이의 열의 증가를 감소시킨다. 이렇듯 외부차광시스템은 많은 장점을 지니고 있지만, 국내의 차광시스템 연구는 대부분 내부차광 방법에 국한된 것으로 외부차광방법에 의한 온실내부의 환경변화에 관한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서, 본 연구는 실험온실을 통하여 외부차광방법에 따른 적절한 설치간격을 구하고 외부차광설비가 갖추어진 온실에서 외부차광에 의한 온실내부의 온도 및 지온 변화를 분석하고자 수행하였다.

### 실험장치 및 방법

#### 1. 외부차광시설의 설치간격 결정을 위한 모형실험

그림 1은 외부차광방법에 따른 적절한 설치간격을 구하기 위한 모형실험온실을 나타낸 것이다. 그림 1에서와 같이 폭(1.1m)×길이(1.5m)×축고(1.1m)인 온실의 지붕위에 수평방향과 지붕경사면과 평행한 방향으로 외부차광시설을 갖추고 있다. 외부차광시설의 설치간격(기호a, b)은 연직 방향으로 0~70cm까지 변화시킬 수 있다. 본 실험에서는 3개의 모형실험온실을 사용하였으며, 이 중에서 1개는 대조온실로 이용하였고 2개는 그림 1과 같은 외부차광시설을 갖추도록 하였다. 또한, 모형실험온실내부의 온도와 일사량 변화를 분석하고자 온도 및 일사센

서 1점씩을 각각 설치하였다. 실험은 외부차광방법에 따라 외부차광의 설치간격을 변화시켜 온실내부의 온도하강효과를 분석하였으며, 이 분석결과를 이용하여 적절한 설치간격을 구하고자 하였다. 본 실험에 사용된 차광재는 차광률 50%의 알루미늄 스크린이다.

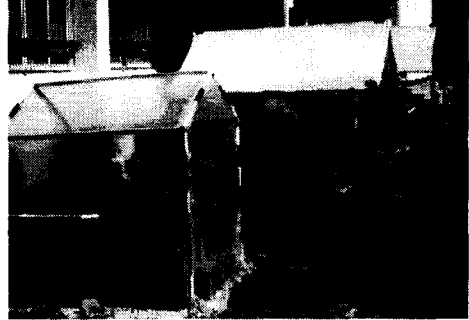
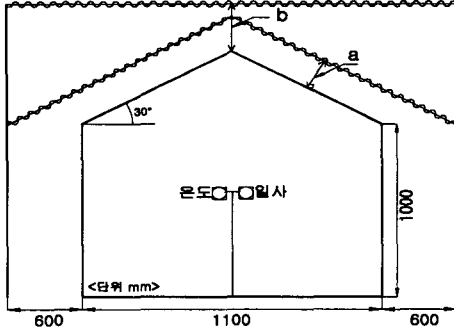
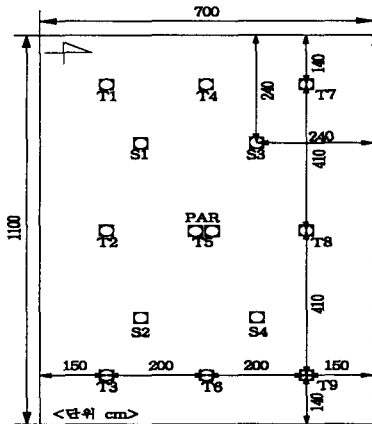


그림 1. 모형실험온실의 단면도 및 설치모습

## 2. 외부차광실험온실 및 실험 방법

외부차광시설이 설치된 온실내부의 온도와 지온 변화를 분석하기 위해 사용된 실험온실은 경북대학교 부속농장 내에 위치한 폭(7m)×길이(11m)×축고(2.3m)×동고(4.0m)인 양지붕형 단동유리온실이다. 이 실험온실의 건설방위는 동서동이며 천창과 3-way방식의 측창으로 구성되어 있다. 또한, 실험온실에는 차광율이 85%인 알루미늄 스크린으로 내부차광시설이 구비되어 있으며, 외부차광시설로서는 차광율이 50%인 알루미늄 스크린을 이용하여 천창개폐가 용이하도록 하기 위해 온실의 용마루에서 연직방향으로 70cm, 지붕경사면에서 연직방향으로 40cm에 간격을 두고, 각각 수평방향과 지붕경사방향으로 외부차광시설

을 구비하고 있다. 차광방법에 따른 온실내부의 온도와 지온 변화를 분석하기 위해 그림 2와 같이 온·습도 및 지온 센서를 각각 설치하였다. 지면으로부터 1.2m 높이에 온·습도센서 9점과 지면으로부터 3m 높이에서 온실길이방향으로 온·습도센서 3점을 각각 설치하였으며 차광으로 인한 온실내의 지온 변화를 분석하고자 지면으로부터 10cm 아래 지온센서 4점을 설치하였다. 온실외부의 기상자료는 경북대학교 부속농장 내에 설치된 종합기상관측장비를 이용하였으며, 데이터는 15분 간격으로 계속 기록 되도록 측정시스템을 구성하였으며, 환기조건은 천창과 측창(1/3)을 개방한 자연환기상태에서 차광하였다.



(T : 온도센서 S : 지온센서 PAR : PAR센서)

그림 2. 실험온실의 센서 설치도

## 결과 및 고찰

### 1. 외부차광방법에 따른 설치간격

그림 3은 외부차광방법에 있어서 설치간격에 따른 실험온실내의 온도하강효과를 나타낸

것으로 외부차광시설의 설치간격을 10~30cm로 했을 때, 지붕수평과 지붕경사의 외부차광에 따른 온도하강효과는 평균 5.9℃, 5.5℃로 나타났으며 이는 다른 설치간격에서 보다 높은 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 외부차광에 있어서 차광재가 흡수한 열이 온실내부로 전달되는 것을 막기 위해서는 지붕면에 설치하는 것보다는 지붕에서 최소한 10cm이상 간격을 두고 설치하는 것이 온도하강효과가 큰 것으로 나타났으며, 외부차광시설의 설치간격을 30cm이상 띄울 경우에는 온실 측면을 통한 투과일사량의 증가로 인하여 차광효과가 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서, 지붕위 수평방향과 지붕경사면에 평행한 외부차광시설의 적절한 설치간격은 지붕면에서 10~30cm가 바람직할 것으로 판단된다.

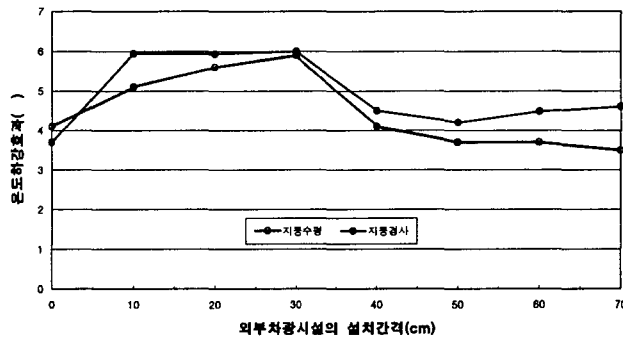
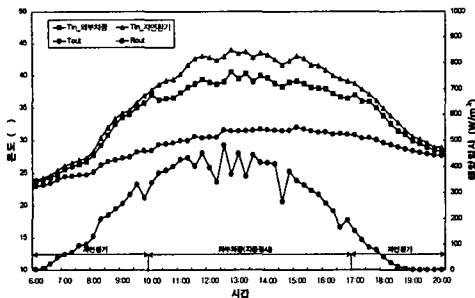


그림 3. 외부차광시설의 설치간격에 따른 온도하강효과

## 2. 외부차광방법에 따른 온도 변화

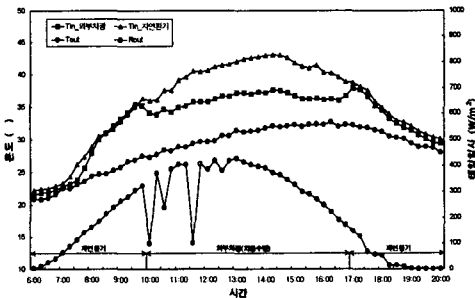
그림 4와 그림 5는 자연환기상태에서 외부차광방법에 따른 온실내의 온도 변화를 나타낸 것이다. 그림 4는 10:00~17:00시까지 지붕경사방향과 평행하게 설치하여 외부차광한 것으로 차광시간동안 온실내의 온도는 대조온실보다 평균 3.2℃ 온도하강효과가 있는 것으로 나타났다.

그림 5는 온실의 지붕위 수평방향으로 외부차광을 실시한 것으로 차광시간동안 외부차광온실의 내부온도는 대조온실보다 평균 4.3℃ 승온억제효과가 있는 것으로 분석되었으며, 동일한 차광재를 이용하여 경사방향으로 외부차광 했을 때와 비교해 볼 때 평균 1.1℃ 정도 승온억제효과가 더 있는 것으로 나타났다. 이는 천창을 통한 환기효율이 지붕경사방향보다 지붕위 수평방법의 외부차광이 더 효과적인 원인으로 판단되며, 추후 이와 관련하여 더 자세한 검토가 요구된다.



(T : 온도, R : 일사량)

그림 4. 지붕경사 차광에 따른 온도 변화(8월 15일)



(T : 온도, R : 일사량)

그림 5. 지붕수평 차광에 따른 온도 변화(8월 14일)

### 3. 차광방법에 따른 지온 변화

표 1은 실험기간중 맑은 날(4일간)을 선택하여, 차광시간(10:00~17:00)동안 차광방법에 따른 온실내·외부의 지온 변화 정도를 나타낸 것이다. 무차광상태에서 온실외부의 지온이 평균 4.7℃ 변화할 때 온실내부 지온은 평균 6.1℃로 변화하는 것으로 외부지온보다 1.4℃ 높은 변화를 나타내었다. 85%내부차광, 수평방향 및 지붕경사방향의 50%외부차광에서는 온실외부의 지온이 평균 5.4℃~5.7℃ 변화할 때 온실내부의 지온은 평균 2.4℃~2.7℃ 변화하는 것으로 외부지온보다 3℃ 낮은 변화를 나타내었다. 즉, 차광재의 차광율에 따른 지온 변화 정도의 차이는 매우 작은 것으로, 온실내의 지온 변화는 차광재의 차광율보다는 온실의 차광 유무에 많은 영향을 받는 것으로 판단된다.

표 1. 차광방법에 따른 온실내·외부의 지온 변화( 맑은 날 4일)

| 구분 \ 차광방법 | 무차광        |            | 85%내부차광    |            | 50%외부차광(수평) |            | 50%외부차광(경사) |            |
|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|           | 외부         | 내부         | 외부         | 내부         | 외부          | 내부         | 외부          | 내부         |
| 1         | 5.3        | 6.6        | 5.0        | 2.1        | 5.6         | 2.8        | 5.8         | 2.3        |
| 2         | 4.6        | 6.5        | 5.6        | 2.2        | 5.3         | 2.5        | 5.9         | 2.7        |
| 3         | 4.6        | 5.7        | 5.6        | 2.5        | 5.8         | 2.8        | 5.2         | 2.8        |
| 4         | 4.3        | 5.5        | 5.8        | 2.6        | 4.9         | 2.1        | 6.0         | 2.9        |
| <b>평균</b> | <b>4.7</b> | <b>6.1</b> | <b>5.5</b> | <b>2.4</b> | <b>5.4</b>  | <b>2.6</b> | <b>5.7</b>  | <b>2.7</b> |

## 결 론

모형실험온실을 통하여 외부차광방법에 따른 적절한 설치간격을 구하고, 외부차광설비가 갖추어진 온실에서 외부차광에 의한 온실내부의 온도 및 지온 변화를 분석하고자 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 지붕위 수평방향과 지붕경사면에 평행한 외부차광에서 적절한 설치간격은 지붕면에서 10~30cm 간격을 두고 설치하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
2. 외부차광방법에 따른 승온억제효과는 지붕위 수평방향이 지붕경사방향보다 높게 나타났다. 이는 온실의 천창을 통한 환기효율이 지붕경사방향보다 지붕위 수평방향의 외부차광이 더 효과적인 원인으로 판단되며, 추후 이와 관련하여 더 자세한 검토가 요구된다.
3. 차광재의 차광율에 따른 지온 변화 정도의 차이는 매우 작은 것으로, 온실내의 지온 변화는 차광재의 차광율보다는 온실의 차광 유무에 많은 영향을 받는 것으로 판단된다.

## 인용문헌

1. 권준국, 엄영철, 박동금, 이재한, 강광윤. 1998. 파체류여름 재배시 자동차광 효과 구명. 농업과학논문집(원예). 40(1). p. 1-7.
2. 三原義秋, 1972. 施設園藝の氣候管理, 誠文堂新光社 p. 73-82.
3. 우영희, 남운일, 송천호, 김형준, 김동익. 1994. 하절기 효율적인 하우스 온도, 습도관리에 관한 연구. 생물생산시설환경학회. 3(1) p. 58-65.
4. 서원명, 윤용철, 박중춘, 손영걸. 1995. 우리나라 온실의 냉방시스템 도입 검토