

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 25, No. 2, 2005

태양열 가리개가 설치된 대구지방의 작물시설에서 가리개 높이에 따른 온열 조건의 변화에 관한 연구

공성훈*, 이종국**

*계명대학교 건축학부(ksh@kmu.ac.kr), **계명대학교 건축학부(jklee@kmu.ac.kr)

The effect of solar shading height on thermal environment for the cultivation of plants in Daegu region

Kong, Sung-Hoon*, Lee, Jong-Kuk**

*Dept. of Architecture, Keimyung University(ksh@kmu.ac.kr)

**Dept. of Architecture, Keimyung University(jklee@kmu.ac.kr)

Abstract

The solar shading height for the cultivation of plants is a very important factor because it has an effect on the variations of the solar energy. In this study, the solar shadings were built in Daegu region to investigate the optimum thermal conditions for the cultivation of plants and to provide the basic data. The thermal environment factors (dry bulb temperature, relative humidity, air velocity) were then measured and analyzed. It is found that the heights of the solar shadings have an uniform effect on the thermal environment for the cultivation of plants: the higher the heights of the solar shadings the higher temperature was obtained. But surprisingly this trend was not found for the relative humidity and the air velocity.

Keywords : 태양열 가리개 구조(Solar shading structure), 온열환경(Thermal environment), 건구온도(Dry bulb temperature), 기류속도(Air velocity), 습도(Humidity)

1. 서 론

요즈음은 식물의 인공재배기술이 점차 발달되어, 계절에 무관하게 다양한 식물들이 재배되는 경향이

다. 식물을 인공적으로 재배하는데, 영향을 주는 요소로는 태양열, 바람, 습기, 토양의 성분 등이 있다. 이러한 각 환경요소들은 직접적으로 식물의 성장에 영향을 미치기도 하지만, 상호교류에 의해 영

향을 미치기도 하는 종합적인 메카니즘을 나타낸다. 우리나라 기후조건의 반 개폐 공간에서 식물재배와 관련된 온열환경연구는 아직 미흡한 편이다. 특히 인삼 등은 우리나라의 대표적인 수출작물이나, 이를 과학적인 실험절차를 거쳐 최적의 온열환경조건에서 재배하는 연구결과가 없이 주로 농가의 오래된 경험에 의해 재배되는 점이 많다. 오히려 대기온열환경보다는 토양에 대한 과학적인 연구는 다소 이루어지고 있는 실정이다.

본 연구에서는 식물 생육조건에 영향을 미치는 온열환경요소에 대한 기초 자료를 제시하기 위하여 건구온도와 상대습도 및 기류속도의 요소에 대해 측정·분석하고자 한다.

측정대상구조물은 인삼 등을 포함하는 뿌리식물재배에서 주로 사용되는 태양열 가리개를 대상으로 하여 가리개의 높이별 및 계절별로 분석하고자 한다.

2. 측정 내용 및 방법

2.1 측정 개요

비누수 차광천으로 제작된 태양열 가리개를 대구지방 외곽의 부지(전반적으로 수평형태이고 주위에 음영에 영향을 미치는 구조물이 없음)에 설치하여, 99년 4월~99년 9월까지 계절별 및 시간별 데이터로 측정하였다. 측정주요요소는 건구온도·상대습도·기류속도이다.

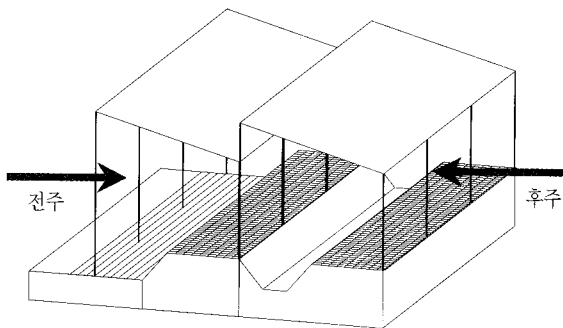


그림 1. 태양열 가리개의 구조

태양열 가리개의 구조는 다음 그림과 같으며 전면 지지대(이하 전주로 칭함)높이는 140, 150, 160, 170cm이고 후면 지지대(이하 후주로 칭함)높이는 100cm이다.(그림 1 참조)

2.2 측정기기

내부 구조물 측정지점은 7포인트(지중, 지표면, 10cm, 40cm, 60cm, 80cm)이며, 온열환경조건은 Met-one사의 Auto-met system과 Data Logger에 의해 1시간 간격으로 자동측정 하였다.

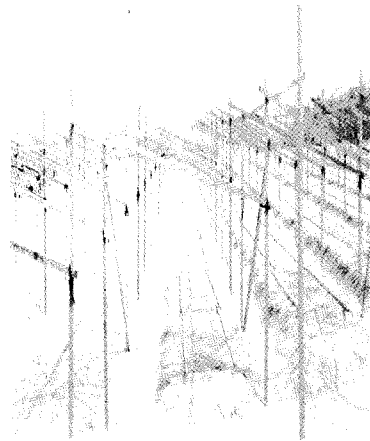


그림 2. 태양열 가리개의 축조과정

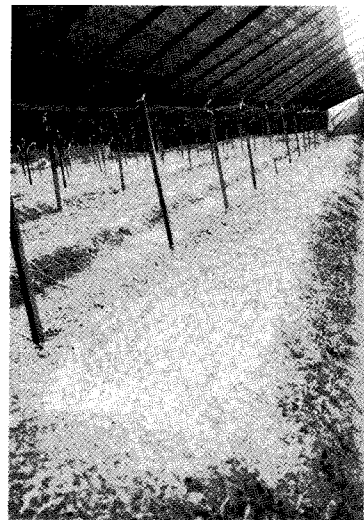


그림 3. 태양열 가리개의 전경

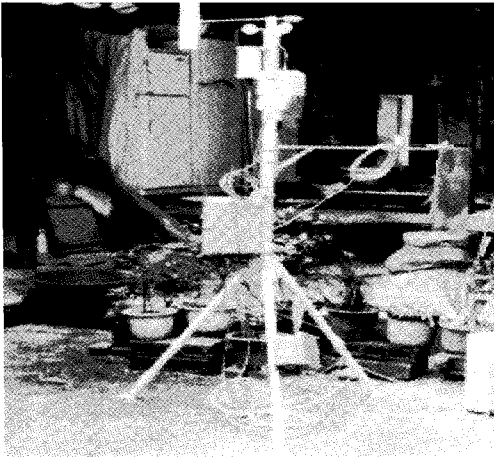


그림 4. Auto-met System

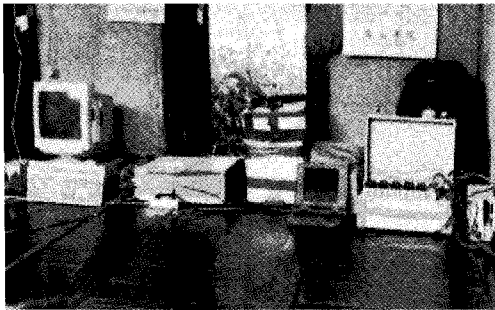


그림 5. Data Logger System

3. 건구온도 조건의 분포

그림 6은 전축정기간 동안의 평균건구온도 분포를 나타낸다. 전반적으로 12시~16시 사이에는 전주의 높이가 170cm인 경우의 건구온도가 140cm, 150cm, 160cm 전주높이 구조물보다 1~2°C 높은 것으로 나타났다. 이것의 주 원인은 전주의 높이가 상대적으로 높기 때문에 태양열 입사량이 증가했기 때문인 것으로 생각된다. 외기온도와 태양열 가리개시설내의 건구온도조건을 비교해보면 일출전까지는 17~20°C범위에서 상호 유사한 온도 추세를 나타내다가 일출후에는 태양열 가리개 내의 온도가 외기온도보다 2~3°C정도 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이것의 원인은 태양고도

변화에 따른 태양에너지의 수열량 및 보존량이 증가한 것이 주 원인으로 생각된다. 그리고 17시 이후에는 외기온도보다 태양열 가리개 시설내온도가 저하되는 것을 알 수 있는데, 이것의 원인은 태양열 입사각이 완화되는 반면에 태양열 가리개시설 자체의 축열효과는 없기 때문이다. 가리개의 축열 효과에 대한 Time-lag는 약 1시간정도인 것으로 추론된다.

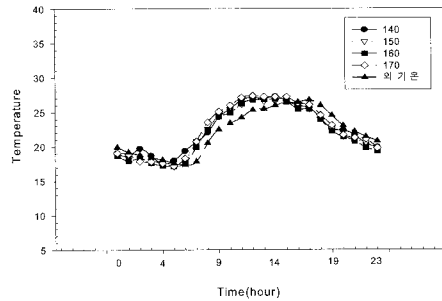


그림 6. 전축정기간 중의 전주 높이별 평균건구온도분포

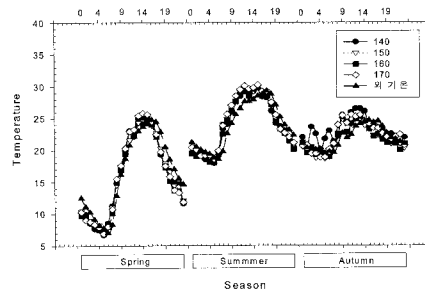


그림 7. 계절별(봄, 여름, 가을)평균건구온도의 분포

4. 상대습도조건의 분포

그림 8은 전축정기간 동안 전주높이별 평균상대습도의 분포를 나타낸 것이다. 평균상대습도를 살펴보면, 전주높이 140cm, 150cm, 160cm, 170cm 일때 각각의 상대습도는 51.2%, 51.5%, 52.3%, 51.6%로 이며, 이것은 공기조화설계용 상대습도

목표치인 50%와 유사한 것으로 나타났다.

9시경에 습도가 높게 나타났고 18시경에 습도가 43%정도로 급격히 낮아지는 주된 이유는 건구온도가 변화되었기 때문에 일어난 현상이다.

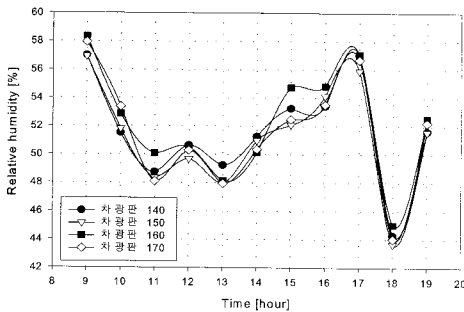


그림 8. 전축정기간 중의 전주 높이별 평균상대습도

계절별로의 분포를 살펴보면, 봄철평균습도는 140cm, 150cm, 160cm, 170cm 일 때 각각 31.4%, 31.6%, 32.5%, 31.5%로 비교적 건조한 상태를 나타내고 있다.(그림 9 참조)

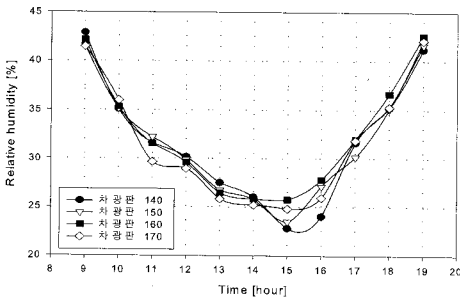


그림 9. 봄철 전주높이별 평균상대습도

여름철인 경우는 140cm, 150cm, 160cm, 170cm 일때 전주높이별로는 각각 77.2%, 75%, 77.4%, 77.1%로 타 계절에 비해 비교적 고습한 상태를 알 수 있으며 이것의 원인은 고온다습한 우리나라의 기후조건에 의한 것이다.(그림 10 참조)

가을철인 경우는 140cm, 150cm, 160cm, 170cm 일때 전주높이별로 각각 52.1%, 53.2%, 53.3%,

52.1%로 봄철과 여름철에 비해 중간상태의 평균 습도를 나타내고 있다.

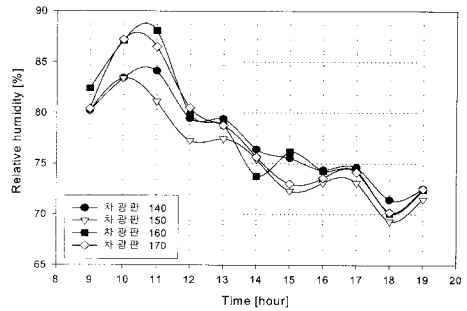


그림 10. 여름철 전주높이별 평균상대습도

13시경의 상대습도가 44%정도로 가장 낮게 나타났는데, 이것의 원인은 이때의 건구온도가 가장 높기 때문이다. (그림 11 참조)

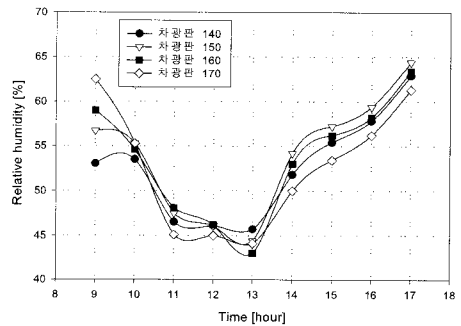


그림 11. 가을철 전주높이별 평균상대습도

태양열 입사각에 따라 상대습도의 차이가 발생할 수 있으나, 전주높이별로의 상대습도 변화에는 일반적인 경향을 보이지 않는 것을 알 수 있으며, 이것의 원인은 태양열 입사각변화에 의한 상대습도 증감현상, 환기통풍효과나 우수 등에 의해 다시 변화하기 때문인 것으로 생각된다. 시간대별 상대습도의 최고점(Peak시점)도 계절별로 상이하게 나타나는 것을 알 수 있는데, 이것의 원인도 역시 태양열 가리개시설내의 환기통풍효과나 우수 등의 요

인에 의해 주로 상대습도가 변화되는 것으로 생각된다.

5. 기류속도

그림 12는 전축정기간 동안의 전주높이별 평균 기류속도를 나타낸 것으로 140cm, 150cm, 160cm, 170cm의 평균기류속도는 각각 0.21%, 0.21%, 0.22%, 0.22%이다. 전주높이의 전면 개방 정도와는 무관하게 평균 기류속도분포는 0.2%정도로 상호 유사하게 나타난 것을 알 수 있으며, 0.2%정도의 기류속도는 상당히 발달된 미기류 상태이다. 이것의 원인은 통풍이 원활하게 되도록 설치되어진 태양열 가리개구조 때문이다. 최대기류는 0.42%이고 최소기류상태는 0.13%로 나타났다.

19시경의 기류속도가 전반적으로 높게 나타났는데, 이것의 원인은 온도와 풍향의 변화가 이시간대에서 주로 발생했기 때문으로 생각된다.

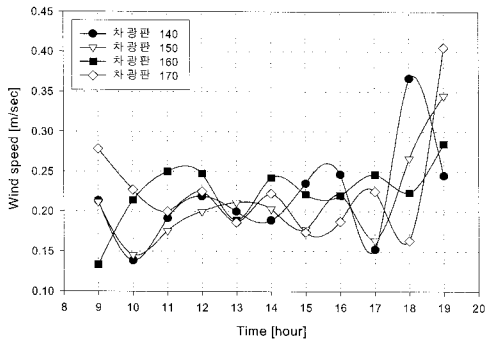


그림 12. 전축정기간 중의 전주높이별 평균기류속도

그림 13~15는 계절별에 따른 평균기류속도 분포를 나타낸 것으로 140cm, 150cm, 160cm, 170cm 전주높이별에 따른 평균 기류속도는 봄철 0.22%, 0.21%, 0.22%, 0.21%, 여름철 0.21%, 0.20%, 0.22%, 0.24%이고 가을철은 0.16%, 0.16%, 0.21%, 0.21%로 계절별로도 상호 유사하게 나타났다.

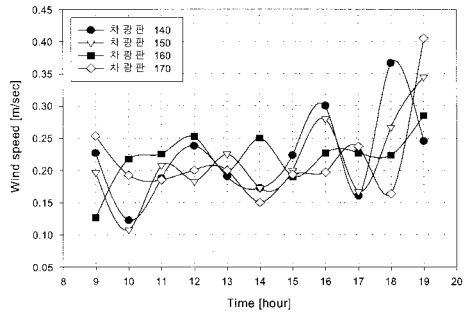


그림 13. 봄철 전주높이별 평균기류속도

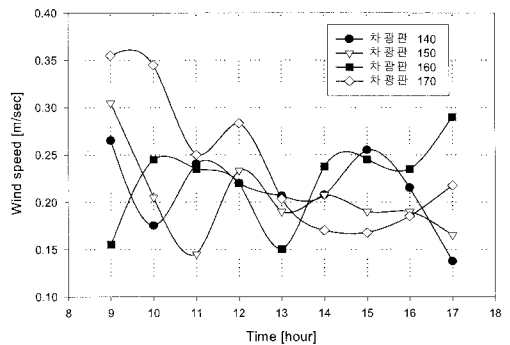


그림 14. 여름철 전주높이별 평균기류속도

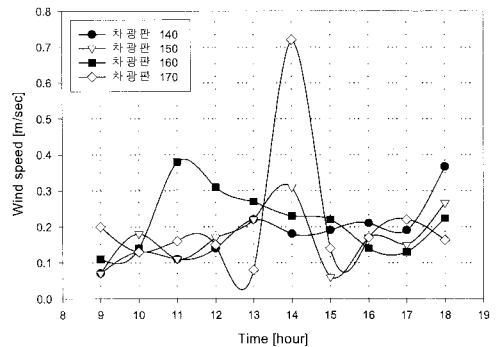


그림 15. 가을철 전주높이별 평균기류속도

기류속도 분포는 시간대별이나 전주높이별로 일정한 경향을 나타내지 않고 있으며, 태양열 가리개 시설내의 미기류는 주로 대기의 풍향·풍속에 의해 지배되는 것을 알 수 있다.

6. 결 론

태양열 가리개 구조에서 식물생육에 영향을 미치는 온열환경요소에 대한 기초자료를 제시하고자 전주높이별 건구온도·기류속도·상대습도를 측정·분석하였다.

주요 연구 결과는 다음과 같다.

- (1) 측정기간동안 전반적으로 12~16시 사이에는 전주높이 170cm인 경우의 건구온도가 140cm, 150cm, 160cm 전주높이 태양열 가리개 구조보다 1~2°C 높은 것으로 나타났다. 이것의 주원인은 전주높이의 개구정도에 따른 태양열수열량의 차이인 것으로 생각된다.
- (2) 전측정기간중의 평균상대습도의 분포는 51%~52%범위이며, 여름철 75%~77%, 가을철 52%~53%, 봄철 31%~32% 순으로 나타났다. 전주높이별로의 상대습도 변화는 일정한 경향을 나타내지 않고 있다.
- (3) 전측정기간중의 평균 기류속도분포는 0.2 m/s(최소 0.13m/s, 최대 0.42m/s) 정도로 태양열 가리개 구조는 원활한 통풍효과를 유지하고 기류속도분포는 태양열 가리개 구조별로 일정한 경향을 나타내지 않고 있으며, 태양열 가리개 구조내의 미기류는 주로 대기의 풍향·풍속에 의해 지배되는 것을 알 수 있다.

추후 연구로는, 인삼 등을 포함한 뿌리식물의 재배에 최적인 온열조건에 대한 연구가 필요하다. 그리고 대기조건과 태양열 가리개 구조내의 온열환경요소간의 상관도 및 태양열 가리개 구조내의 음영과 기류분포현상에 대한 분석이 필요한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 한국태양에너지학회, 태양에너지핸드북, 1판, 태림문화사, 서울, p.254~255, 1991. 6. 10.
2. 이정호, 일조일사환경평가를 위한 프로그램 「해바리기」 개발, 대한건축학회학술발표논문집, 서울, p.195, 1996. 4. 27.
3. 한국에너지기술연구소, 주요지역별 기상자료, 증보판, 대전, p.5, 1983. 6. 3.
4. 김두천 외, 열부하계산 computer software의 설계자료 개발, 과학재단 연구보고서, 1990.
5. 김두천 외, 건물의 공조부하계산용 표준 전산 프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 최종보고서, 통상산업부 연구보고서, 94-P-11-03, 1996.
6. 김효경 외, 서울표준기상데이터, 공기조화냉동공학회, 1990.
7. 손장열, 서울지역 표준기상 자료에 관한 연구, 대한건축학회지, 29권 125호, 1985.
8. 한국에너지기술연구소, 국내 직달일사량 분석 측정 및 데이터 평가연구, 통상산업부 연구보고서, KIER-951120, 1996.
9. 기상청, "기상년·월보", (1982~1999)
10. Franky P. Incropera, David P. Dewitt, Intro-duction to heat transfer, 2nd edition, 1990.
11. Randy Schechter & jon T. Schott, Clear hour analysis and solar radition data Rehabilitation, Solar Energy Vol. 28. No. 6, 1982.
12. Duffie John A., and Beckman William A., Solar engineering of thermal process, John Wiley & Sons, Inc., 1991.
13. Garg H.P., Treatise on Solar Energy, John Wiley & Sons, 1982.
14. Dickinson, William C., and Chermisionoff

- Paul N., Solar energy technology Handbook, Dekker, Inc., 1982.
15. Olmo, F.J. and F.J. Batlles, et al., Performance of global to direct/diffuse decomposition models before and after the eruption of mt. Pinatubo, Solar Energy, Vol 57. No 6, 1996.