

차광이 온실의 내부온도에 미치는 영향

The Effect of Shading on the Inside Temperature of Greenhouses.

이석건·이종원·이현우·李振海

경북대학교, 중국沈陽農業大學

S. G. Lee·J. W. Lee·H. W. Lee·Z. H. Li

Kyungpook National University, Shenyang Agricultural University, China

1. 서론

시설원예와 관련된 국내외 여건이 더욱 악화된다 하더라도 우리나라의 경제수준이나 국민의 식생활습관을 고려한다면 현대화 온실은 주년재배를 위한 설비를 구비하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 1997년도에 전국 200여개의 온실을 대상으로 휴작실태를 조사한 결과, 휴작하는 온실은 약 41%이며 휴작온실중에서 여름철 휴작온실이 75.6%로 전체온실의 약 30%정도는 여름철에 휴작을 하고 있었다. 이는 여름철에 노지재배 산물의 출하도 원인이 되겠지만 온실 내부온도의 과다상승이 주된 원인이라 판단된다. 온실의 냉방방법은 주로 보온겸용 차광재를 실내에 수평으로 설치한 소극적인 방법이 대부분이었으며 극소수의 온실에서만 지붕위나 온실내에 지붕면과 평행하게 설치한 경우가 있었다. 차광망의 효과는 투광성(차광율)과 통기성에 따라 다소 상이하지만 화훼나 채소의 화아분화나 개화시기 조절 또는 번식이나 육묘에 유용하며 고광도로 인한 소엽방지, 고온기의 승온 억제효과, 겨울철 야간의 단열효과 등이다. 특히 여름철 최고온도 발생시간대의 차광은 투과열량을 40%정도 감소하여 차광율 50%시 3~5℃정도의 냉방효과가 있다는 보고가 있다. 한편 외부차광막은 Pad & Fan, Mist & Fan, Fog & Fan 등의 다른 냉방시스템을 추가로 설치하기에 용이한 장점이 있다. 본 연구는 여름철에 차광으로 인한 온실내부의 승온억제 효과를 파악하여 온실의 차광설계 자료를 제공할 목적으로 시뮬레이션 모델을 개발하여 차광율에 따른 온실내부의 온도변화를 분석하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 온실모델 및 프로그램

Fig. 1과 같은 온실모델에 대하여 열평형 방정식을 이용하여 중력환기 및 온도 변화에 대한 시뮬레이션을 수행하였으며, 프로그램은 주프로그램과 3개의 서브루틴으로 구성되어 있으며 Flow chart는 Fig. 2와 같다. 분석대상 온실은 한국형 유리온실 표준설계도(건설교통부 공고 제 1997-451호, 1997. 12)중 가-I형(와이드스팬형)이며 세부 입력조건은 Table 1과 같다.

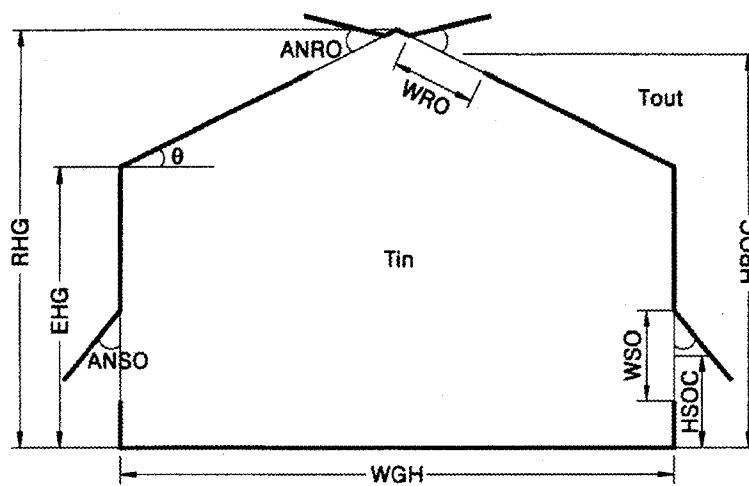


Fig. 1. Greenhouse Model

Table 1. Detail Input Data of Simulated Greenhouse(Widespan type)

Parameters	Variables	Values	Parameters	Variables	Values
Length of greenhouse	LGH	100m	Outside Temperature	TOUT	20~40°C
Width of greenhouse	WGH	9.0m	Shading rate	SHRT	0~60%
No. of span	NSP	1-12	Opening Angle		
Ridge height	RHG	6.5m	roof opening	ANRO	30°
Eave height	EHG	4.3m	side opening	ANSO	60°
Length of roof opening	LRO	100m	Frame ratio	FRRT	10%
Width of roof opening	WRO	1.33m	Planting ratio	PLRT	60%
Length of side opening	LSO	100m	Atmospheric transparency	ATTR	75.3%
Width of side opening	WSO	1.45m	transmissivity of glass	TRGL	90%
Height of side opening center	HSOC	1.475m	Latitude	LAT	37°

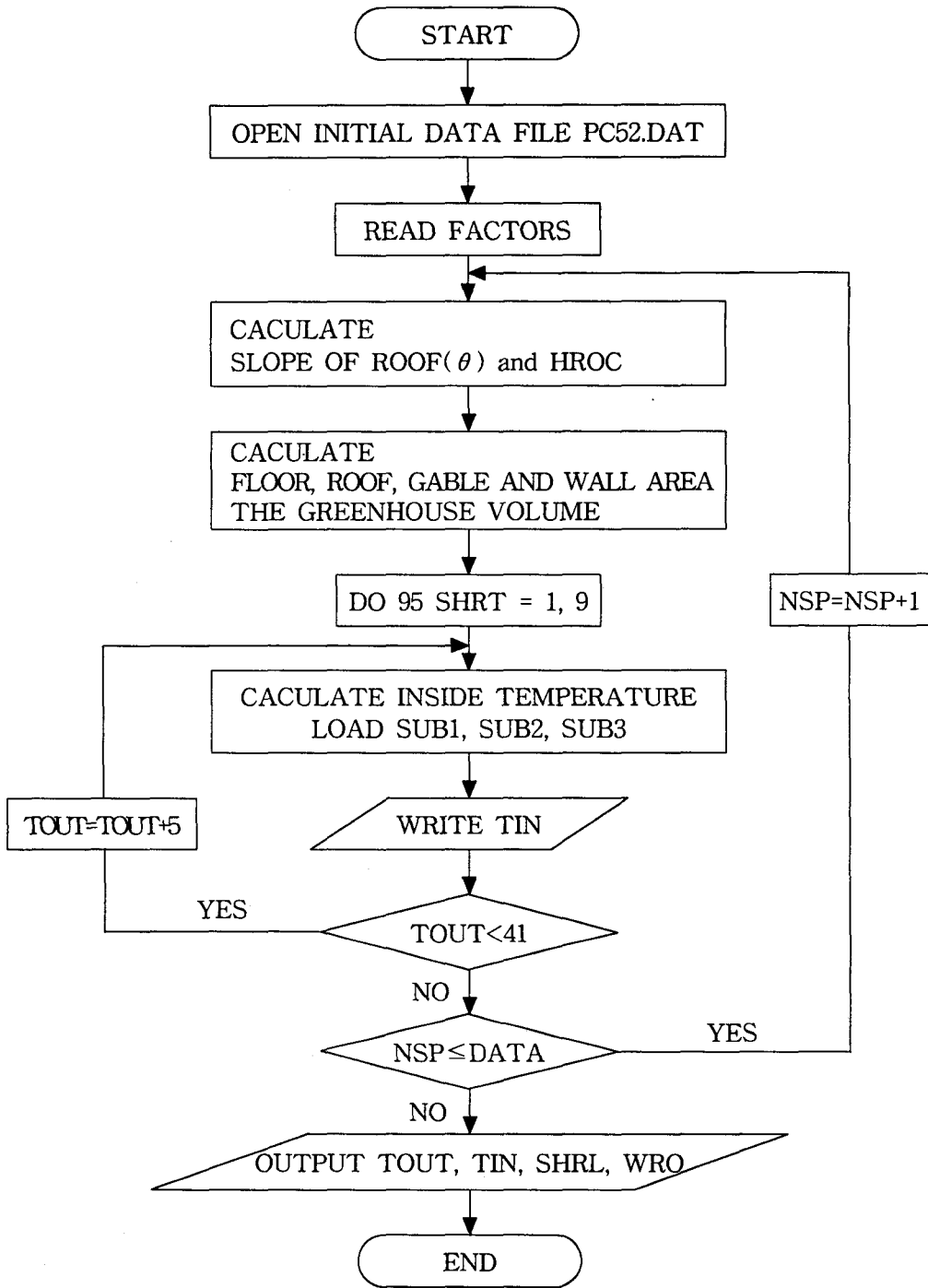


Fig. 2. Flow Chart of Simulation Program

(2) 프로그램의 검증

시뮬레이션 프로그램은 2연동 온실의 내부온도를 측정하고 측정치와 계산치를 비교하여 검증하였으며 그 결과는 Fig. 3과 같다. 본 프로그램은 바닥축열을 고려하지 않은 정적해석이므로 계산치와 측정치가 다소 차이가 있지만 온실의 내부온도 예측 프로그램으로 사용이 가능할 것으로 판단되며 앞으로 장기간의 측정자료를 이용하여 추가검증을 실시하고 프로그램의 일부를 보완하고자 한다.

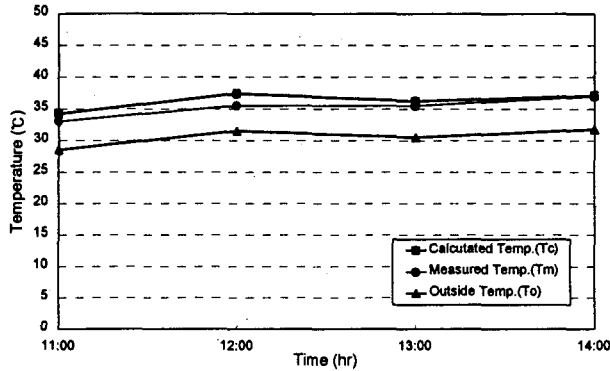


Fig. 3. Verification of the developed simulation program

3. 결과 및 고찰

한국형 유리온실 표준설계도중 가-I형(와이드스팬형)을 대상으로 중력환기만을 고려하여 외기온, 연동수 및 차광율에 따라 온실의 내부온도 변화를 분석한 예는 Table 2 및 Fig. 4 (a)~(d)와 같다.

Table 2. Calculated result of inside temperature($T_o=30^{\circ}\text{C}$).

Shading rate (Transmissivity) (%)	No. of span (Span width : 9m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0(90)	34.5	35.4	36.4	37.4	38.1	38.8	39.3	39.8	40.2	40.6	40.9	41.2
10(80)	34.2	34.9	35.9	36.8	37.5	38.1	38.6	39.0	39.4	39.7	40.0	40.2
20(70)	33.8	34.5	35.4	36.1	36.8	37.3	37.8	38.1	38.5	38.8	39.0	39.3
30(60)	33.4	34.0	34.8	35.5	36.1	36.5	36.9	37.3	37.6	37.8	38.1	38.3
40(50)	33.0	33.5	34.2	34.8	35.3	35.7	36.0	36.3	36.6	36.8	37.0	37.2
50(40)	32.5	33.0	33.5	34.1	34.5	34.8	35.1	35.4	35.6	35.8	35.9	36.1
60(30)	32.0	32.4	32.8	33.3	33.6	33.9	34.1	34.3	34.5	34.6	34.7	34.9

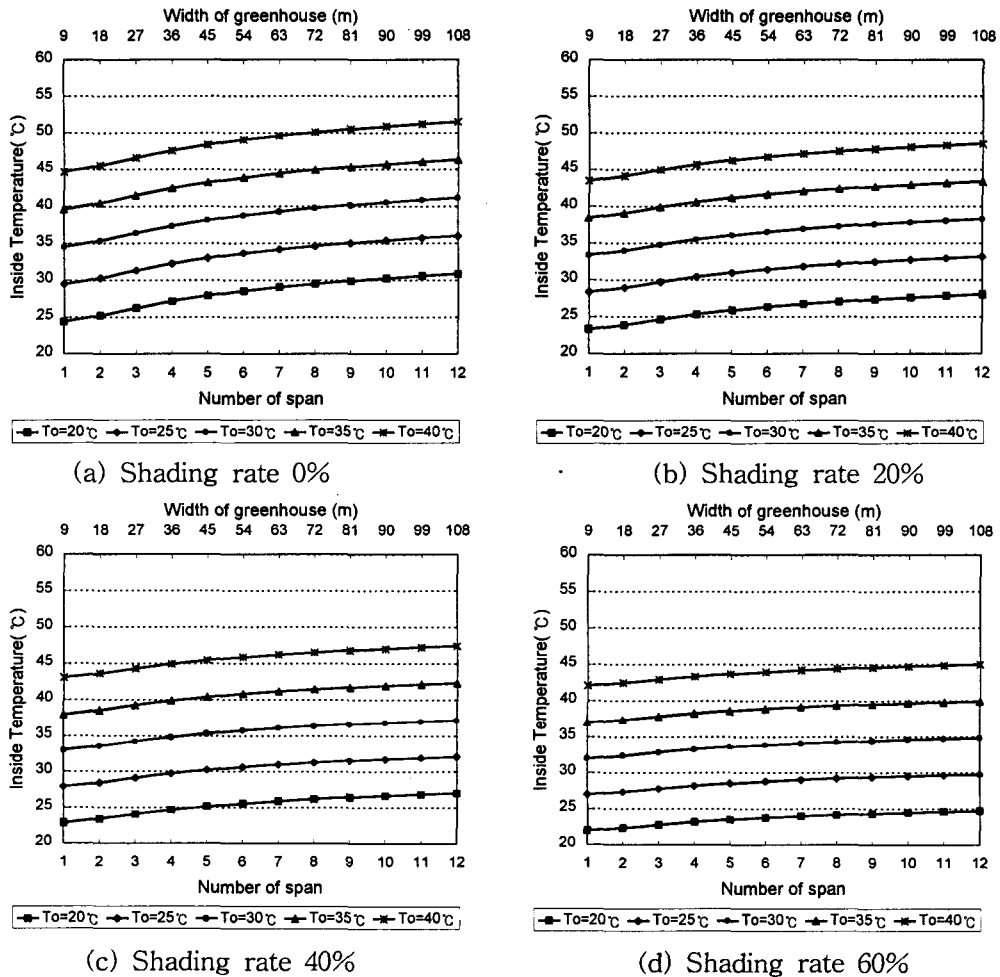


Fig. 4. Inside temperature variation according to the different shading rate

Table 2에서 보는 바와 같이, 외기온이 30°C일 때 온실의 내부온도는 최저 32.0°C(차광율 60%인 단동인 경우), 최고 41.2°C(차광율 0%인 12연동인 경우)로 분석되었다. 연동수의 변화에 따른 차광효과는 차광율이 10% 증가함에 따라 단동은 평균 0.42°C, 6연동은 평균 0.8°C, 12연동은 평균 1.05°C 정도로 연동수가 증가할수록 크게 나타났다. 또 외기온이 30°C인 경우, 차광율이 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%로 변화할 때, 연동수에 따라 차광으로 인한 승온억제효과는 각각 0.4°C~1.0°C, 0.8°C~1.9°C, 1.2°C~2.9°C, 1.6°C~4.0°C, 2.0~5.1°C, 2.5°C~6.3°C로 분석되었다. 이와 같이 연동수가 증가할수록 차광효과가 큰것은 온실 내부온도의 상승이 광투과에 기인되고 다연동 온실일수록 온실체적에 대한 지붕면적의 비율이 증가하기 때문이다. Fig. 4는 차광율 변화에 따른 내부온도변화를 외기온별로 도시한 것으로, 차광율별로 온실내부온도의 증가치는 외기온의 증가치와 동일함을 알 수 있었다.

4. 요약 및 결론

여름철에 차광으로 인한 온실내부의 승온억제 효과를 파악하여 온실의 차광설계 자료를 제공할 목적으로 시뮬레이션 모델을 개발하여 차광율에 따른 온실내부의 온도변화를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 중력환기를 고려하여 한국형 유리온실 표준설계도중 가-I형(와이드스팬형)에 대한 외기온, 연동수 및 차광율의 변화에 따른 온실의 내부온도를 예측하였다.
- ② 차광율에 따른 차광효과는 연동수에 따라 상이하며, 차광율이 10% 증가함에 따라 단동은 평균 0.42℃, 6연동은 평균 0.8℃, 12연동은 평균 1.05℃로 나타나, 연동수가 증가할수록 승온억제효과가 크다는 사실을 알 수 있었다.
- ③ 외기온과 차광율의 변화에 따른 온실의 내부온도를 분석한 결과, 차광율별로 온실내부온도의 증가치는 외기온의 증가치와 거의 동일하게 나타났다.

■ 참고문헌

- (1) 김진기. 1995. 시설내 여름철 고온극복을 위한 절화류 관리. 월간원예. 95년 7월호. pp. 236-238.
- (2) 서원명. 1995. 농가보급형 1-2W 및 3-2G 온실의 냉방시스템 도입 효과 분석. 월간원예. 95년 6월호. pp. 78-83.
- (3) 日本施設園藝協會. 1994. 施設園藝ハンドブック. 園藝情報センター. pp. 233-235.
- (4) 横木清太郎. 1979. 温室=ビニルハウス園藝ハンドブック. 養賢堂. pp.116-117.
- (5) 日本生物環境調節學會. 1995. 生物環境調節ハンドブック. 養賢堂. pp. 439-440.
- (6) Esmay, M. L., and J. E. Dixon. 1986. Environmental Control for Agricultural Buildings. The AVI Publishing Company. Inc. Westport, Connecticut.
- (7) Hellickson, M. A., and J. N. Walker. 1983. Ventilation of Agricultural Structures. ASAE.
- (8) Kozai, T., and S. Sase. 1978. A Simulation of Natural Ventilation for A Multi-span Greenhouse. Acta Horticulturae. Japan.
- (9) Qishen, Y., and Z. Qingshu. 1986. Heat Transfer Process. Chinese Construction Industrial Press. Beijing.