

온실의 보온 및 냉난방실태 분석

The Actual State of Heat Conservation, Heating and Cooling in Greenhouses

김문기^{*} · 이석건^{**} · 서원명^{***} · 남상운^{****} · 김란숙^{*}

^{*}서울대학교 ^{**}경북대학교 ^{***}경상대학교 ^{****}안성산업대학교

M. K. Kim^{*} · S. G. Lee^{**} · W. M. Suh^{***} · S. W. Nam^{****} · L. S. Kim^{*}

^{*}Seoul National University ^{**}Kyungpook National University ^{***}Kyeongsang National University
^{****}Ansung National University

1. 서론

최근 국내의 시설원예는 난방용 유류대의 가격상승으로 큰 위기에 직면하고 있다. 현재 국내의 난방온실면적은 약 9,200ha로 전체의 약 20%에 이르고 있으며 냉방설비를 구비한 온실은 소수에 불과하다. 시설원예와 관련된 국내의 여건이 더욱 악화된다 하더라도 우리나라의 경제수준과 국민의 식생활습관을 고려한다면 현대화 온실은 주년재배를 위한 설비를 구비하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 주년재배의 가장 큰 원인은 겨울철의 난방비와 여름철의 고온극복 문제이며, 이는 투광성, 환기, 피복, 보온, 냉난방설비의 효율, 작부체계 등의 측면에서 그 해결책을 찾을 수 있다. 본 연구는 현재 국내에 보급되어 있는 현대화 온실을 대상으로 냉난방과 관련된 설비의 현황을 조사·분석하고 문제점을 파악하여 온실의 냉난방에너지를 절감할 수 있는 방안을 제시할 수 있는 자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

2. 조사내용

1) 조사기간 및 방법

조사는 1997년 7월부터 8월중에 현지를 방문하여 실시하였다.

2) 조사대상 온실

전국에 분포한 철골온실(유리, PC 또는 PET 피복)과 플라스틱온실중에서 무작위로 선정하여 총 203개소(철골온실 77개소, 플라스틱온실 126개소)를 대상으로 조사를 실시하였으며, 조사온실의 지역별 분포는 표 1과 같다.

표 1. 지역별 조사대상 온실 수(단위:개)

지구 온실형태	경기	충남	충북	강원	경남	경북	전남	전북	계
철 골 온 실	18	8	4	7	16	6	11	7	77
플라스틱온실	18	12	8	4	23	23	21	17	126
계	36	20	12	11	39	29	32	24	203

3) 조사항목

- (1) 일반사항 : 설치년도, 건설방위, 온실형태, 휴작실태, 재배작물, 재배방식
- (2) 외부피복 현황 : 피복재의 종류, 피복층수
- (3) 보온피복 현황 : 보온커튼의 종류, 설치층수, 개폐방법 및 작동방식, 바닥피복
- (4) 난방설비 현황 : 난방방식, 난방위치, 사용연료, 난방기간, 온도제어 성능
- (5) 냉방설비 현황 : 냉방방식, 차광율, 차광재의 종류 및 설치방법

3. 분석결과

1) 일반사항

일반사항을 조사한 결과는 표 2~표 10과 같다. 온실의 설치년도는 '94년~'95년 사이에 설치한 온실이 약 60%정도로 가장 많았으며, 건설방위는 남북동(58.1%)과 동서동(26.8%)이 대부분을 차지하였다. 온실의 형태는 철골온실인 경우 Wide-span형이 81.8%, Venlo형 온실이 18.2%였으며, 플라스틱온실은 1-2W형 온실이 97.5%였다. 휴작실태를 조사한 결과, 휴작하는 온실은 약 41%로 나타났다. 휴작하는 온실중에서는 겨울철 휴작온실이 18.3%, 여름철 휴작온실이 75.6%, 여름철과 겨울철에 모두 휴작하는 온실이 6.1%로 나타났다. 재배작물은 채소류가 약 80%, 화훼류가 약 20%정도였으며, 채소류에는 토마토가 31%, 오이가 19.4%로 가장 많았으며, 화훼류는 장미가 약 60%정도로 가장 많았다. 재배방식은 철골온실의 경우 토양재배가 42.8%, 양액재배가 57.2%였으며, 플라스틱온실에서는 토양재배가 88.5%, 양액재배가 11.5%였다. 이상의 사실로 미루어 볼 때, 국내의 철골온실은 Wide-span형이 대표적이고 토양재배와 양액재배가 비슷하였고, 플라스틱온실은 거의 전부가 1-2W형이고 토양재배가 훨씬 많았으며, 절반이상이 주년재배를 하고 있으며 휴작온실중 여름철 휴작이 겨울철 휴작보다 4배정도 많았다.

표 2. 온실의 설치년도

구 분	온실수	비율(%)
93년 이전	39	22.3
94년~95년사이	105	60.0
96년~97년사이	31	17.7
계	175	100.0

표 4. 철골온실형태

구 분	온실수	비율(%)
Wide-span형	61	79.2
Venlo형	14	18.2
기타	2	2.6
계	77	100.0

표 3. 온실의 설치방향

설 치 방 향	온실수	비율(%)
남 - 북	115	58.1
동남-북서	9	4.5
동 - 서	53	26.8
남서-북동	21	10.6
계	198	100.0

표 5. 플라스틱온실 형태

구 분	온실수	비율(%)
1-2W형	119	97.5
광 폭 형	3	2.5
계	122	100.0

표 6. 휴작현황

구 분	온실수	비율(%)
동기 휴작	15	18.3
하기 휴작	62	75.6
동기 및 하기휴작	5	6.1
계	82	100.0

표 7. 재배작물현황

구 분	온실수	비율(%)
채소류	156	79.6
화훼류	37	18.9
채소류+화훼류	3	1.5
계	196	100.0

표 8. 채소류의 종류

구 분	온실수	비율(%)
토마토	48	31.0
오이	30	19.4
토마토+오이	23	14.8
기타	54	34.8
계	155	100.0

표 9. 화훼류의 종류

구 분	온실수	비율(%)
장 미	22	57.9
기 타	16	42.1
계	38	100.0

표 10. 재배방식 현황

구 분	철골온실		플라스틱온실		전체온실	
	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)
토 양 재 배	33	42.8	108	88.5	141	70.9
양 액 재 배	44	57.2	14	11.5	58	29.1
계	77	100.0	122	100.0	199	100.0

2) 외부피복 현황

온실의 외부 피복재의 종류는 표 11 및 표 12와 같이, 철골온실에서는 유리가 92.2%로 대부분이었고, 플라스틱온실에서는 PE(43.3%)와 EVA(51.9%)가 대부분이었다. 외부 피복재의 피복층수는 표 13과 같이, 철골온실은 1중피복이 98.7%로 거의 전부이었고, 플라스틱온실에서는 2중피복이 78.7%로 나타나, 철골온실에서 보온커튼을 통한 보온성 향상과 밀폐성이 더욱 중요함을 알 수 있다.

표 11. 철골온실 외부 피복재

구분	온실수	비율(%)
유리	71	92.2
PC	5	6.5
PET	1	1.3
계	77	100.0

표 12. 플라스틱온실 외부 피복재

구 분	온실수	비율(%)
EVA	54	51.9
PE	45	43.3
기 타	5	4.8
계	104	100.0

표 13. 외부 피복재의 층수

구 분	철골온실		플라스틱온실		전체온실	
	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)
1중 피복	63	98.4	18	16.7	81	47.1
2중 피복	1	1.6	85	78.7	86	50.0
3중 피복	0	0.0	5	4.6	5	2.9
계	64	100.0	108	100.0	172	100.0

3) 보온피복 현황

보온커튼재는 표 14와 같이 부직포가 64.9%로 가장 많았고, 알루미늄증착 필름은 철골온실에서만 사용되고 있는 것으로 나타났다. 보온커튼의 층수는 표 15와 같이 대부분 2층커튼(85.9%)이었고, 개폐방식은 대부분 예인식(92.7%)의 자동개폐방식(75.2%)이었다. 한편 바닥을 피복한 온실은 약 30%정도였으며, 그 중 비닐피복이 26.3%, 콘크리트가 1.1%, 기타가 2.7%로 나타나, 바닥피복으로 인한 축열이나 광의 반사효과를 감안할 때 효율적인 바닥처리가 요망된다.

표 14. 보온커튼재의 종류

구 분	철골온실		플라스틱온실		전체	
	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)
부 직 포	34	55.7	64	71.1	98	64.9
알루미늄증착	17	27.9	0	0.0	17	11.3
트로피칼	7	11.5	11	12.2	18	11.9
카시미론	0	0.0	10	11.2	10	6.6
PE 필름	3	4.9	2	2.2	5	3.3
기 타	0	0.0	3	3.3	3	2.0
계	61	100.0	90	100.0	151	100.0

표 15. 보온커튼의 층수

구 분	온실수	비율(%)
1층 커튼	13	9.5
2층 커튼	119	86.9
3층 커튼	5	3.6
계	137	100.0

표 17. 보온커튼의 작동방식

구 분	온실수	비율(%)
자 동	100	75.2
반자동	24	18.0
수 동	9	6.8
계	133	100.0

표 16. 보온커튼의 개폐방식

구 분	온실수	비율(%)
권 취 식	8	5.8
예 인 식	127	92.7
랙앤드피니온	2	1.5
계	137	100.0

표 18. 온실의 바닥처리

구 분	온실수	비율(%)	
피복하지 않음	128	69.9	
피복	비닐피복	48	26.3
	콘크리트	2	1.1
	기 타	5	2.7
	소 계	55	30.1
계	185	100.0	

4) 난방설비 현황

온실에서의 난방방식은 표 19와 같이 철골온실에서는 온수난방(47.3%)이 온풍난방(33.8%)보다 다소 많았으며, 플라스틱온실에서는 대부분 온풍난방(90.8%)이었다. 온실의 난방위치는 표 20과 같이 대부분 지상난방(89.8%)이었고 지중난방은 극소수로 나타나, 앞으로 지중난방을 통한 난방비 절감과 품질향상에 관한 실용화 연구가 요망된다. 난방용 연료는 표 21과 같이 대부분 경유(83.9%)로 나타나, 난방비를 절감할 수 있는 저가의 연료를 사용할 수 있는 난방시스템의 개발이 요청된다. 난방온실중에서 난방기간은 표 22와 같이 5개월이상이 84.9%로 대부분을 차지하고 있어 난방온실은 대부분 주년재배를 하고 있음을 알 수 있다. 온실의 온도제어성능에 관한 만족도는 표 23과 같이 설정온도와 실제온도간의

온도차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 아주 만족한다는 온실이 54.9%, $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 대체로 만족한다는 온실이 37.3%로 나타났으나 만족하지 못한다는 경우도 7.8%나 되었다. 설정온도와 제어성능은 난방비와 밀접한 관계가 있으므로 보다 정밀한 온도제어시스템의 도입이 요망된다.

표 19. 온실의 난방방식

구 분	철골온실		플라스틱온실		전 체 온 실	
	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)	온실수	비율(%)
온풍난방	25	33.8	109	90.8	134	69.1
온수난방	35	47.3	4	3.3	39	20.1
온풍 및 온수난방	14	18.9	7	5.9	21	10.8
계	74	100.0	120	100.0	194	100.0

표 20. 온실의 난방위치

구 분	온실수	비율(%)
지상난방	168	89.8
지중난방	3	1.6
지상 및 지중난방	16	8.6
계	187	100.0

표 21. 사용연료

구 분	온실수	비율(%)
경 유	161	83.9
병커 C유	16	8.3
병커 A유	3	1.6
병커 B유	11	5.7
기 타	1	0.5
계	192	100.0

표 22. 난방기간 현황

구 분	온실수	비율(%)
6개월이상	83	56.8
5개월	41	28.1
5개월미만	22	15.1
계	146	100.0

표 23. 온실의 온도제어성능

구 분	온실수	비율(%)
$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (아주 만족)	84	54.9
$\pm 3^{\circ}\text{C}$ (만족)	57	37.3
$\pm 5^{\circ}\text{C}$ (불만족)	12	7.8
계	153	100.0

5) 냉방설비 현황

온실의 냉방방법은 표 24와 같이 차광이 51.8%, 지붕살수가 33.9%, 미스트가 10.7%, 포그가 3.6%였다. 온실차광재는 보온을 겸하여 사용하고 있는 경우가 대부분이며, 차광재의 차광율은 30~50%가 48.1%, 50~70%가 25%, 70%이상인 27%였다. 차광재의 설치방법은 실내에 수평으로 설치한 온실이 89.4%로 대부분이었으며 극소수의 온실에서는 지붕위나 온실내에 지붕면과 평행하게 설치한 경우도 있었다.

표 24. 냉방방법

구 분	온실수	비율(%)
차 광	29	51.8
지붕살수	19	33.9
미 스투	6	10.7
포 그	2	3.6
계	56	100.0

표 25. 차광율 현황

차광율(%)	온실수	비율(%)
30~50	25	48.1
50~70	13	25.0
70~80	7	13.4
80이상	7	13.5
계	52	100.0

4. 요약

현재 국내에 보급되어 있는 현대화 온실 203개를 대상으로 냉난방과 관련된 설비현황을 조사하여 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 온실의 건설방위는 남북동(58.1%)과 동서동(26.8%)이 대부분이었거, 철골온실은 Wide-span형이 81.8%, 플라스틱온실은 1-2W형 온실이 97.5%였다. 휴작하는 온실은 약 41%정도였고, 재배작물은 채소류가 약 80%, 화훼류가 약 20%정도였으며, 재배방식은 철골온실의 경우 양액재배가 57.2%, 플라스틱온실에서는 토양재배가 88.5%였다.
- ② 온실의 외부 피복재는 철골온실은 유리가 92.2%, 플라스틱온실에서는 PE가 43.3%, EVA가 51.9%로 대부분이었다. 철골온실은 1중피복이 98.7%로 거의 전부이었고, 플라스틱온실에서는 2중피복이 78.7%로 나타나, 철골온실에서 보온커튼을 통한 보온성 향상과 밀폐성이 더욱 중요함을 알 수 있다.
- ③ 보온용 커튼재는 부직포가 64.9%로 가장 많았고 대부분 2층커튼(85.9%)이었으며, 개폐방식은 대부분 예인식(92.7%)의 자동개폐방식(75.2%)이었다. 한편 바닥을 피복한 온실은 약 30% 정도로 나타나, 바닥피복으로 인한 축열이나 반사효과를 감안할 때 효율적인 바닥처리가 요망된다.
- ④ 온실의 난방방식은 철골온실에서는 온수난방(47.3%)이 온풍난방(33.8%)보다 다소 많았으며, 플라스틱온실에서는 대부분 온풍난방(90.8%)이었다. 온실의 난방위치는 대부분 지상난방(89.8%)이었고 지중난방은 극소수로 나타나, 앞으로 지중난방을 통한 난방비 절감과 품질향상에 관한 실용화 연구가 요망된다. 난방용 연료는 대부분 경유(83.9%)로 나타나, 난방비를 절감할 수 있는 저가의 연료를 사용할 수 있는 난방시스템의 개발이 요청된다.
- ⑤ 온실의 냉방방법은 차광(51.8%)과 지붕살수(33.9%)가 대부분이었으며 미스트와 포그시스템을 설치한 온실은 소수에 불과하였고, 극소수의 온실에서는 지붕위나 온실내에 지붕면과 평행하게 설치한 경우도 있었다.

참고문헌

- (1) 김문기 외. 1997. 원예시설의 환경설계기준 작성연구(Ⅱ). pp. 106~122.
- (2) 권영삼. 1997. 난방에너지 절감기술과 대응방안, 시설원예 난방에너지 절감기술에 관한 세미나. 한국시설원예연구회. pp. 3~22.
- (3) 이용범. 1996. 국내 원예시설용 피복자재의 현황과 전망. 시설원예연구. 1권 1호. pp. 1~13.