

# 아치형 단동 온실의 지붕 환기 구조

## Roof Ventilation Structure for Single Span Greenhouses of Arch Shape

남 상 운(충남대)

Nam, Sang Woon

### Abstract

It is difficult to install a ventilation window on the roof of single span greenhouse of arch shape. Investigation on the roof ventilation structure for those greenhouses was conducted. The effect of roof ventilation was evaluated by comparative experiments between greenhouse installing roof vent and having controlled side vent only. And ventilation efficiency was analyzed by experiments on the opening and closing operation of the roof and side vent.

### I. 서 론

우리 나라의 온실은 거의 대부분(99%이상)이 아치형 플라스틱 온실이며, 그 중에서도 60%정도는 단동 온실로 구성되어 있다. 아치형 연동 온실의 경우에는 연동 꼭부에 천창을 설치할 수 있으나 단동 온실의 경우에는 천창을 설치하기가 어려운 구조로 되어 있어서, 대부분이 측창만을 설치하여 운영하고 있다. 그러나 측창 만으로는 중력환기가 불량하므로 바람이 불지 않을 경우 환기효과를 기대하기는 어렵다. 신 등(1996)은 터널형 온실에서 지붕환기 면적이 넓을수록 온도상승이 적고 온도분포도 균일하며, 참외 생육 및 상품성이 우수하다고 하였다. 남(1995)은 모델 및 사례연구를 통하여 단동 온실의 천창 설치 효과를 비교한 결과 측창과 동일면적의 천창 설치시 무천창에 비하여 중력환기는 3배 이상, 풍력을 포함한 자연환기 성능은 2배 이상인 것으로 보고하고 있다. 손(2000)은 단동의 버섯 재배사에서 천창이 없는 시설은 환기가 불량하여 생육이 좋지 않고, 측창 면적과 천창 면적이 동일한 경우에 환기효율이 높다고 보고하였다. 본 연구에서는 아치형 단동 온실에서 천창을 설치하여 운영하고 있는 사례 조사를 통하여 지붕환기구조의 특징을 분석하고, 지붕 환기구 설치 온실과 관행의 측면 권취식 단동 온실의 대조 실험을 통하여 천창 설치효과를 검토하였으며, 천측창 개폐 조작 실험을 실시하여 환기효율을 분석하였다.

### II. 재료 및 방법

경부, 남해, 호남 고속도로 주변을 중심으로 전국의 시설원에 단지를 방문하여 아치형 단동 온실의 지붕환기구조 실태를 조사하였다. 조사항목은 온실규모, 재배 작목과 방식, 작기, 지붕 환기창의 종류 및 구조, 개구부 면적과 설치간격, 개구부 높이, 개폐방식 등이다.

천창설치 효과를 검토하기 위하여 지붕 환기구 설치 온실과 관행의 측면 권취식 단동 온실의 대조 실험을 실시하였다. 실험은 2001년 8월중에 충남대학교 부속 농장에 설치된 아치형 단동 플라스틱 온실에서 비교적 일사가 강한 오전 10시부터 오후 4시 사이에 실험을 실시하였다. 실험 온실의 크기는 폭 5.4m, 길이 18m, 측고 1.6m, 동고 2.8m이고, 측창 개폐폭은 0.6m, 지붕 환기창은 원형(φ60)을 6m 간격으로 3대 설치하여 온실면적 97.2m<sup>2</sup>, 측창면적 21.6m<sup>2</sup>, 천창면적 0.85m<sup>2</sup>로 하였다. 환기효율을 분석하기 위하여 환기창 개폐에 따른 온도변화를 실측하였다. 30분 간격으로 ① 밀폐-측창열음-천창열음, ② 밀폐-천창열음-측창열음, ③ 밀폐-천측창 동시열음 조작을 반복하면서 실험을 실시하였다. 온실내외 온습도(HOBO), 일사량(LI200X), 풍속(Dwyer640)을 계측하였으며, 실내온도는 온실중앙에 높이를 4등분하여 0.7, 1.4, 2.1m의 높이에서 측정하였고 외기온과 풍속은 온실의 중간높이, 일사는 바닥에서 측정하였다. 대조 실험은 10분간격으로 개폐조작 실험은 10초간격으로 계측자료를 기록하였다.

### III. 결과 및 고찰

아치형 단동 온실의 지붕환기구조 실태조사 결과는 Table 1과 같고, 소형온실에서는 플라스틱으로 제작된 원형환기창이 대형온실은 양권취식이 가장 많이 사용되고 있었다. 기타 굴뚝형은 경북 성주, 사각형은 경남 김해, 편권취식은 충북 청원 지역에 일부 분포하고 있었다.

실험온실의 평균 광투과율은 74.6%였다. 온실의 상하(0.7, 2.1m) 온도 편차는 평균적으로 천창만 개방시 1.5℃, 모두개방시 1.8℃, 측창만 개방시 2.8℃로써, 천창이 온도분포를 균일하게 하는 것으로 나타났다. 또한 Table 2에서 보는바와 같이 지붕환기창을 설치할 경우 비록 적은 천창면적이지만 온도하강 1℃이상의 천창 환기효과가 있는 것으로 나타났다. 천창효과는 측창 효과의 22%로 나타나 정 등(2001)의 25%에 비하여 약간 낮았다.

Fig. 1은 지붕환기창의 유무와 풍속 및 일사량에 따른 실내온도 상승을 도시한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 일사량이 커짐에 따라 모든 경우에 온도상승폭도 커지는 경향을 볼 수 있으나 지붕환기창의 유무와 풍속에 따라서 그 차이는 뚜렷하게 나타나고 있다.

Table 1. 지붕환기구조 실태조사 결과. \*) 지붕면으로부터 개구부 중심까지의 수직높이

종 류	환기창크기 (cm)	설치간격 (m)	개구부높이*) (cm)	환기면적비(%)		재 질	비 고
				측창대비	바닥대비		
원 형	φ60	6.0	25	3.9	0.8	플라스틱	소형온실 폭 5-8m
굴뚝형	φ30	4.2	40	1.4	0.3	플라스틱	
사각형	60×60	4.8	0	6.0	1.2	목재	
편권취식	폭60	전체	30	37.5	3.3	철파이프	대형온실
양권취식	폭60	전체	20	75.0	10.0	철파이프	폭 12-18m

Table 2. 원형 지붕환기창 설치 온실과 관행 측창 온실의 대조실험 결과

구 분	온실외부기상			실내외기온차(℃)		A-B/A (%)
	일사량(W/m <sup>2</sup> )	풍속(m/s)	기온(℃)	측창만(A)	천측창(B)	
평 균	602	0.7	29.9	4.9	3.8	22.4
표준편차	284	0.7	2.7	2.1	1.6	-
최 대	1070	3.8	35.7	10.2	7.7	24.5

평균풍속 이하에서 측창만 열었을 때 온도는 가장 높고, 풍속이 낮은 경우에 지붕환기 효과는 커짐을 알 수 있었다. 지붕환기 기창이 있으면서 풍속이 낮아도 측창만 있고 풍속이 높은 경우보다 환기 효율이 높은 것으로 나타났다.

아래의 그림을 보면 일사량이 낮고 풍속이 강해지면 천창 효과는 거의 없고 측창만 있는 경우와 같아지는 경향을 보이고 있다.

Fig. 1. 지붕환기창 유무 및 풍속, 일사량에 따른 실내온도 상승

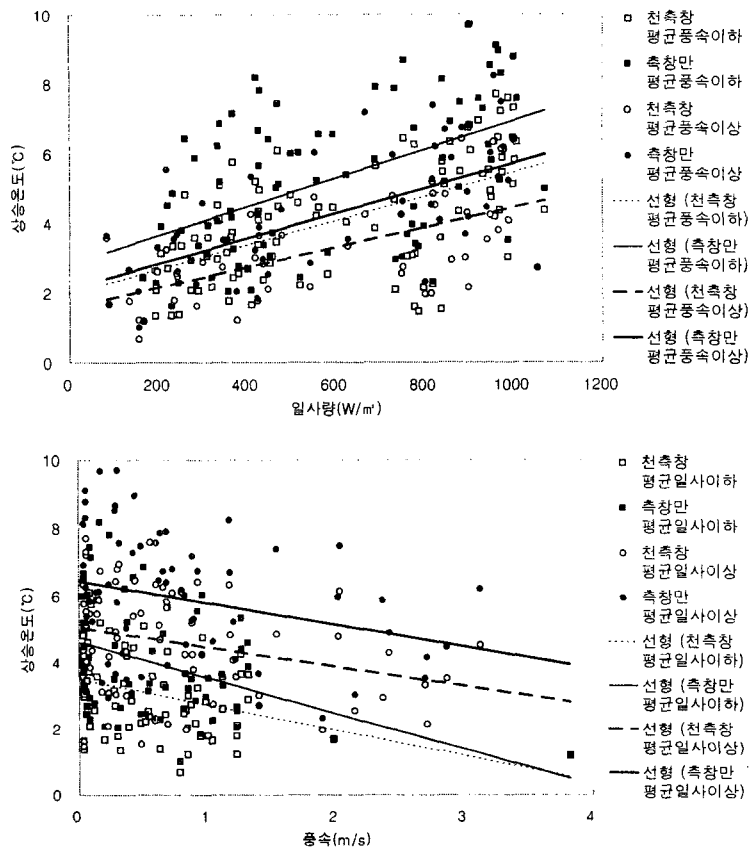
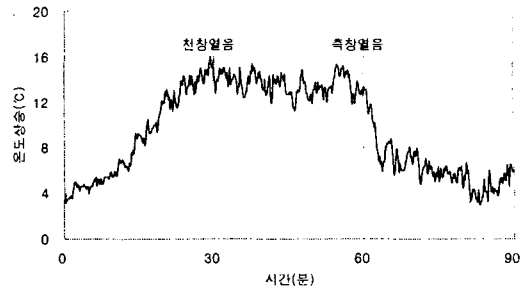
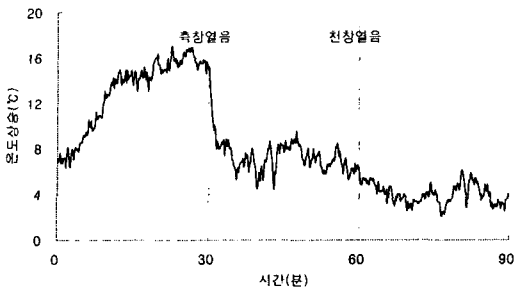


Table 3. 환기창 개폐순서에 따른 온실 내부 온도변화 실험 결과

온실외부 평균기상			상승온도 밀폐시(°C)	환기창 개방시 최대하강온도(°C)				비고	
일사량(W/m²)	풍속(m/s)	기온(°C)		측창	천창	측창	천측창		
419.9	2.3	32.0	14.2	9.6	2.2			측창열은후 천창열음	
367.7	0.9	28.6	11.8	7.7	1.6		9.3		
629.2	1.2	34.3	14.9	10.3	2.3		12.6		
674.7	2.3	29.6	17.4	12.3	2.7		15.0		
849.1	1.3	30.8	14.3	10.5	2.1		12.6		
439.0	0.8	33.1	10.8		3.4	4.1		천창열은후 측창열음	
519.4	1.6	33.5	12.2		4.2	6.0			7.5
321.9	1.1	32.2	11.3		2.7	6.2			10.2
937.6	2.1	31.6	16.7		2.6	10.0			8.9
698.1	1.0	30.6	15.4		3.3	8.7			12.6
847.3	2.0	32.6	16.1				9.7	천측창 동시열음	
865.7	1.5	32.9	15.1				10.7		9.7
912.3	1.3	34.4	17.3				12.8		10.7
758.0	1.4	34.8	15.8				12.1		12.8
453.0	1.2	29.7	11.8				9.0		12.1

정 등(2001)은 자연환기온실의 온도제어를 위한 기초실험에서 환기창을 개방시 온도변화가 1°C 이내로 안정되는데 10분이 걸리고, 환기창 조작순서는 실내온도가 설정온도보다 높을 때 천창을 열은 후 측창을 열고, 반대의 경우에는 측창을 닫은 후 천창을 닫는 것이 바람직하다고 하였으나 본 실험의 결과는 측창을 먼저 여는 경우가 온도하강 효과가 약간 더 큰 것으로 나타났다.



좌상 : 측창 열은 후 천창 열음  
 우상 : 천창 열은 후 측창 열음  
 우하 : 천측창 동시에 열음

Fig. 2. 환기창 개폐 순서에 따른 온도변화 특성 관측예



#### IV. 요약 및 결론

아치형 단동 온실의 지붕환기구조 실태조사 결과 폭 5~8m의 소형 온실에서는 플라스틱으로 제작된 원형환기창을, 폭 12~18m의 대형온실에서는 철재 파이프를 덧붙인 양권취식을 많이 사용하고 있었다. 지붕환기창 설치 온실과 관행의 권취식 측창만 설치된 온실에 대한 대조 실험 결과 비록 적은 면적의 지붕환기창을 설치하였지만 온도하강 1°C 이상의 천창 환기 효과가 있었으며, 지붕환기를 실시함으로써 온도분포를 보다 균일하게 할 수 있는 것으로 나타났다. 환기창 개폐 조작에 따른 실험 결과 측창을 먼저 열고 추가로 천창을 여는 경우가 전체적인 온도하강 효과가 크게 나타나 환기 효율이 좋은 것으로 판단되었다.

#### 참고문헌

1. 남상운, 1995, 아치형 온실의 자연환기 및 차광방법 개선 연구, 환경대학교 논문집 Vol. 27 : 237-249.
2. 손정익, 2000, 단동 표고재배시설의 천창면적과 차광율에 따른 온도 및 환기특성, 생물환경조절학회지 9(2) : 120-126.
3. 신용습, 연일권, 도한우 외, 1996, 터널형 하우스에서 환기방법이 참외의 생육 및 품질에 미치는 영향, 생물환경조절학회지 5(2) : 187-193.
4. 정태상, 민영봉, 문경규, 2001, 퍼지제어에 의한 자연환기온실의 온도제어, 생물환경조절학회지 10(1) : 42-49.
5. 최동호, 허중철, 임중환, 서효덕, 2000, 환기조건 및 관수에 따른 단동 플라스틱 하우스의 냉방효과와 열환경 분석, 생물환경조절학회지 9(1) : 27-39.