

굴절패널방식 환기창의 자연환기 효과

Natural Ventilation Effect of Bending Panel Type Windows in Greenhouse

이시영*, 김진영, 김현환, 전희

농촌진흥청 원예연구소 시설재배과

Lee, S.Y.* · Kim, J.Y. · Kim, H.H. · Chun, H

서론

일반적으로 온실은 저온기에는 보온이나 난방을 하면서 적극 사용하고 있으나 고온기에는 냉방에 소요되는 에너지가 난방에 비해 상대적으로 많이 소요되므로 온실의 활용도가 떨어지게 된다. 자연환기 시스템은 에너지를 사용하지 않거나 최소한으로 줄여 온실내 온도를 최소한 외부와 동일하게 하거나 낮게 하기 위한 장치라고 할 수 있다.

자연환기를 위한 환기창으로 유리온실이나 경질판 온실과 같은 양지붕형 온실에서는 측창으로 3Way방식이나 권취식, 프로젝트방식 등 다양한 환기창을 사용하고 있으나 천창은 주로 온실 길이방향의 연속형 창틀을 랙앤피니언이나 X형 개폐암으로 개폐하는 프로젝트 방식을 많이 사용하고 있다.

자연환기는 외부기온이 그리 높지 않지만 온실내 기온이 30~40℃ 정도로 올라가는 봄, 가을에 그 활용가치가 더욱 높다고 할 수 있다. 이 시기에 자연환기효과를 극대화하기 위해서는 환기면적률을 최대한 확보해야 하는데, 일반적으로 유리온실이 19~25%, 벤로온실이 24~28% 정도의 환기면적률을 확보하고 있으며, 본 연구에서는 굴절 패널방식 환기창을 설계하여 환기면적률을 50%정도 확보할 수 있도록 하였다.

재료 및 방법

상하부 판재 및 좌우측 판재로 구성되는 4각 틀체를 설계하고 3,350×1,485mm 크기의 고정 및 굴절패널을 구성하여 천창을 제작하고, 2,400×1,485mm 크기의 고정 및 굴절패널을 구성하여 측창을 제작하였다. 온실 측면과 지붕면 중앙지점에 절점을 설치하고 창틀의 하부를 고정하여 모터의 회전운동을 랙앤피니언(rack & pinion)의 직선운동으로 변환함으로써 환기창이 굴절 방식으로 개폐되도록 하였다. 실험용 온실로 폭 6m, 측고 2.5m, 동고 4m, 길이 20m의 단동 온실을 설치하여 측창 및 천창의 환기효과를 조사하였다.

환기효과를 비교하기 위해 열수지법에 의한 환기횟수를 측정하였는데, 온실내 유입되는 에너지는 순방사계(EKO-MF11)로 측정하였으며, 지중으로 전달되는 에너지는 지중전열계(EKO-MR22)를 사용하였고, 온실 내·외부의 엔탈피를 구하기 위해 습공기선도(Psychrometric Chart)프로그램을 이용하였으며, 데이터 기록용 온·습도계(HOBO-H08)로 온실 내·외부의 건구온도와 상대습도를 측정하였다.

결과 및 고찰

프로젝트 방식 연속형 환기창을 가진 양지붕형 온실이 19~25% 정도, 지붕면에 소형 천창을 여러개 설치한 벤로형 온실이 24~28% 정도의 환기면적률을 갖고 있는데 비해 굴절패널을 이용한 환기창을 설치한 양지붕형 온실에서 50% 정도의 환기면적률을 확보할 수 있었다.

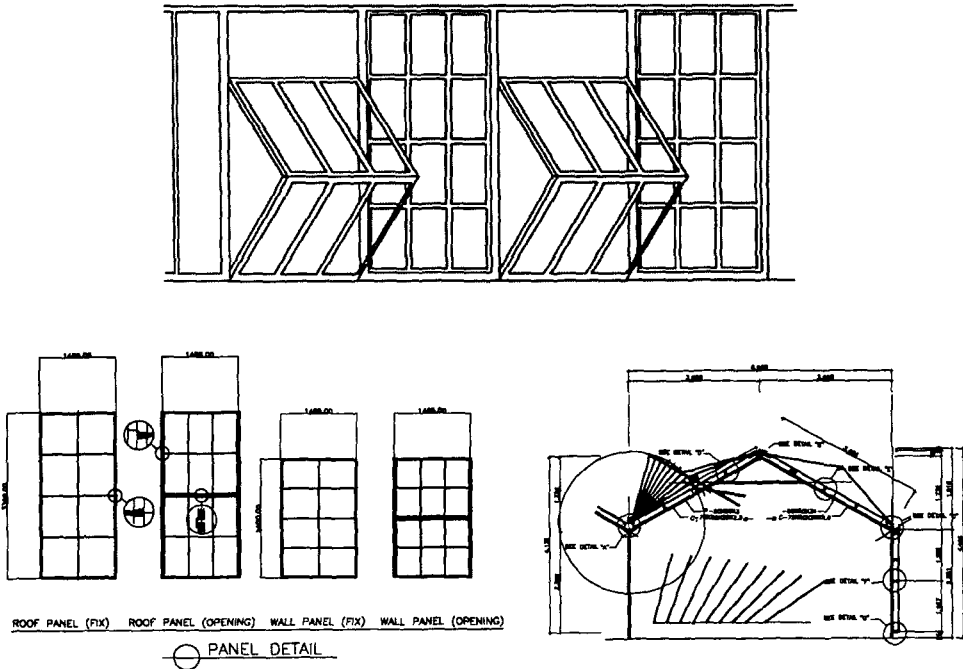


Fig. 1. Schematic of bending panel type windows and greenhouse



Fig.2. Model greenhouse consisted of bending panel type windows

온실 내부가 고온상태로 되었을 경우 측창 개방에 의한 내부 기온은 측창이 완전 개방 되는 시점인 4분부터 1.2m 위치에서 기온이 급격히 하강하였고 고온대가 형성되는 2.4m 위치에서는 외기온과의 차이가 8~10℃정도 되었다. 천창과 측창을 동시에 개방하였을 경우는 1.2m 위치에서는 외부 공기의 유입에 의해 온도 변화의 진폭이 컸으나 외부 공기가 유출되는 천창 부위의 2.4m 위치에서는 지속적인 온도 하강으로 외기온과의 차이가 3~5℃정도로 나타났다.

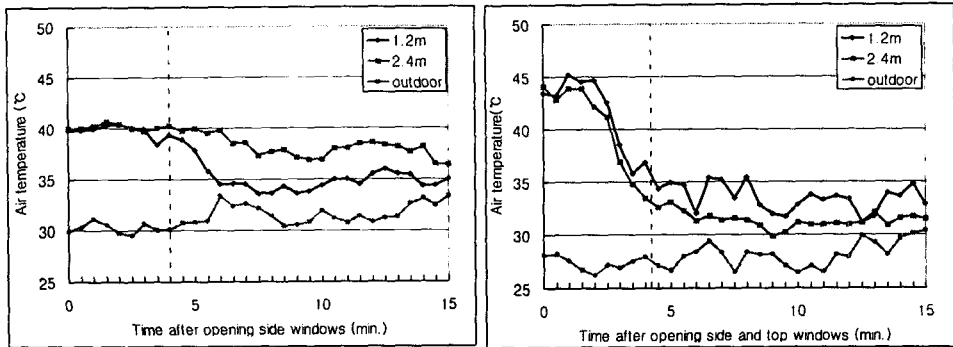


Fig. 3. Changes of air temperature after opening side and side+top windows

환기창 개방 후 시간에 따른 온실내 온도 분포는 개방 직후에는 상부의 고온대와 하부의 저온대가 나뉘어 1m 위치에서 중성대가 형성되고 평균기온 35.0℃, 편차 ±0.40였으나 천창 개방 10분 후에 기온 31.0℃, 편차±0.21로 내부기온이 하강하면서 온실 내기온의 편차가 줄어들어 기온분포가 고르게 변화하였다.

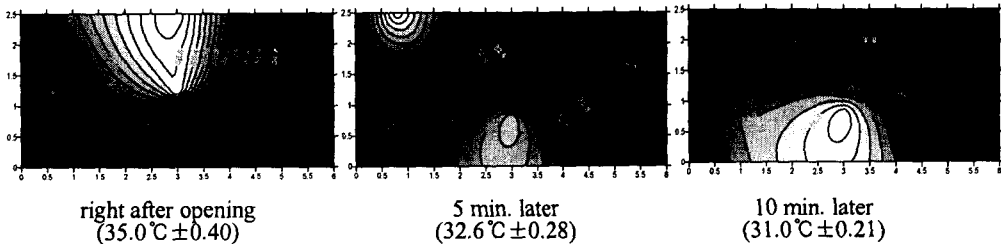


Fig. 4. Distribution of air temperature in process of opening top windows

3연동 이상의 온실에서는 측창의 효과가 가운데 동까지 미치지 않아 천창에 의한 환기만 이루어지게 된다. 그러므로 굴절패널방식 환기창이 설치된 실험용 온실의 측창을 밀폐하여 천창에 의한 환기효과를 보기 위해, 일반적으로 측창이 설치되지 않는 벤로온실의 천창과 비교하였다. 창 개폐에 따른 기온 변화를 측정된 결과 시스템의 차이에 의해 천창 개방시간에 차이가 있었으나 굴절패널 방식 천창을 설치한 온실에서 내·외부기온 차가 3℃정도로 나타났고, 벤로온실은 8℃정도로 나타나 굴절패널 방식 천창에서 자연환기효과가 컸다.

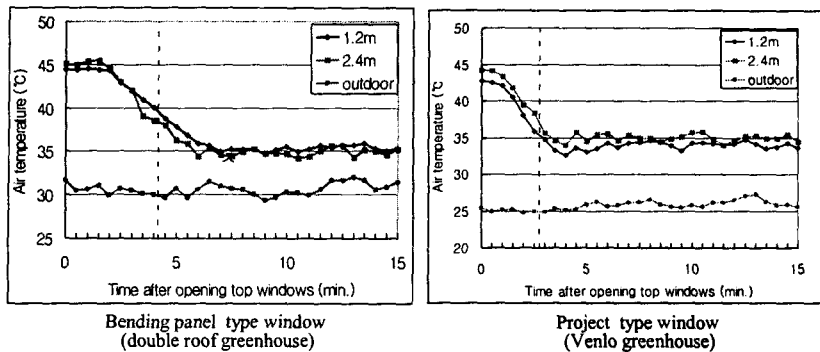


Fig. 5. The descent effect of air temperature between bending panel type top windows and project type continuous top windows

양지붕형 온실의 프로젝트방식 연속형 천창과 굴절패널방식 천창의 용량환기율은 각각 37.7, 13.9 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ 였고, 자연환기횟수는 각각 5.2회/hr, 14.2회/hr로 37%정도 더 자연환기효과가 있는 것으로 분석되었다.

Table 1. Comparison with microclimate and ventilation rate between bending panel type and continuous type windows

Windows type	Absorbed solar radiation ($\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$)	Subsoil heat transmission ($\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$)	Temperature ($^{\circ}\text{C}$ db)		Relative humidity(%)		Volumic ventilation rate ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$)
			Inside	Outdoor	Inside	Outdoor	
Bending panel type	239.7	49.5	43.7	36.4	32.3	43.4	37.7
Continuous type	210.7	39.68	42.9	34.7	25.5	30.1	13.9

인용문헌

1. F. J. Baptista, B. J. Bailey, J. M. Randall, J. F. Meneses. 1999. Greenhouse ventilation rate : theory and measurement with tracer gas. J. agric. Engng. Res. 72 : 363-374.
2. Ido Seginer. 1997. Alternative Design Formulae for the Ventilation Rate of Greenhouses. J. agric. Engng. Res. 68 : 355-365.
3. Meir Teitel and Josef Tanny. 1999. Natural ventilation of greenhouses: experiments and model. Agriculture and Forest Meteorology 96 : 59-70.
4. T. Boulard, J. F. Meneses, M. Mermier, G. Papadakis. 1996. The mechanisms involved in the natural ventilation of greenhouses. Agricultural and Forest Meteorology. 79 : 61-77.
5. T. Boulard, R Haxaire, M. A. Lamrani, J. C. Roy, A. Jaffrin. 1999. Characterization and modelling of the air fluxes induced by natural ventilation in a greenhouse. J. agric. Engng. Res. 74 : 135-144.