

온실내 공기 유동팬이 열환경에 미치는 영향

Effects of Air Circulation Fan on Thermal Environments in Greenhouse

유인호*·김문기·윤남규
서울대학교 농공학과

Yu, In Ho · Kim, Moon Ki · Yun, Nam Kyu

Abstract

This paper shows how the environmental parameters(temperature, humidity) in the greenhouse are influenced by air movement produced by air circulation fans. When the fans were used, they could make indoor temperature and humidity homogenous, but there was no significant difference in the location and number of fans. When the fans were not used during the night time, there was no significant difference in the temperature and humidity, but the standard deviation was reduced by using the fans.

1. 서론

온실에서 작물을 재배하는데 있어서 실내 기상조건을 균일하게 유지하는 것은 중요한 목표 중 하나이다. 작물 생육에 있어서 균일성은 점점 더 까다로워지는 시장 수요를 충족시키기 위해 더욱 중요해지고 있다. 자연적인 조건하에서 온실 내부의 기상은 불균일하다. 따라서, 온실 내 온·습도 및 CO₂농도 등이 불균일한 분포를 나타내어 작물 생육 또한 불균일하게 된다.

온실내 환경 요인들을 균일하게 하기 위한 가장 유망한 기술로는 유동팬을 이용하여 실내 공기 유동률을 높이는 방법이 있다. 더욱이 잎 근처의 기류속도를 증가시키므로써 엽면경계층 저항을 감소시켜 잎과 주변 공기간에 수증기압, CO₂농도 등의 환경조건을 개선하는 긍정적인 효과도 갖게 된다.

본 연구에서는 유동팬에 의해 생성되는 공기 유동이 하절기 온실내 온·습도 분포에 어떤 영향을 미치는지를 정량적으로 파악하기 위해 작물이 없는 온실에서 유동팬의 배치방법과 수량을 변화시키면서 온·습도 분포를 조사하였다.

2. 재료 및 방법

1) 온실과 유동팬

본 실험은 원예연구소에 위치한 2연동 양지붕형 P.C.온실에서 수행되었다. 온실 제원은 길이 50m, 폭 8m, 측고 3m, 등고 4.5m이다(Fig. 1, Fig. 2). 실험 기간중에 천·측창을 모두 열고 자연환기를 시켰다.

지상으로부터 유동팬 측까지의 높이가 1.9m되는 위치에 8개의 유동팬을 설치하였다(Fig. 1). (주)동건에서 제조한 유동팬(DCF-400)을 사용하였으며, 날개수는 6개, 팬직경 370mm, 최대회전수는 1,730 rpm, 최대풍량은 90 m³/min이다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

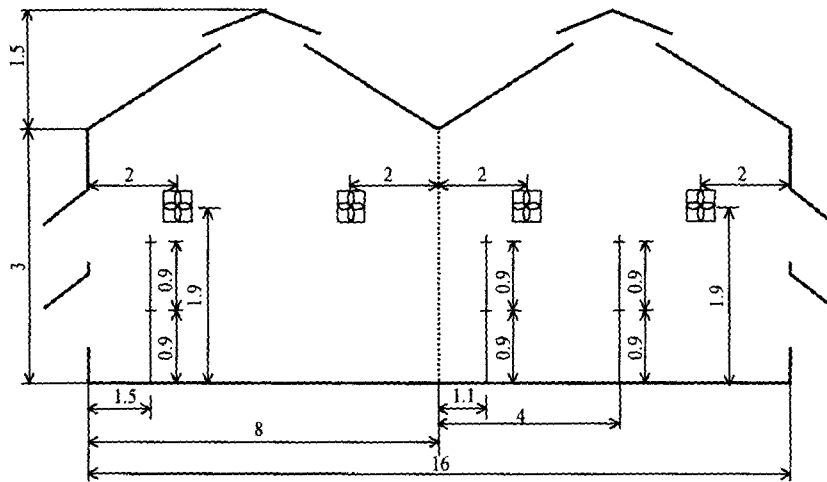


Fig. 1 Sampling point locations for measurement of vertical profiles (unit:m)

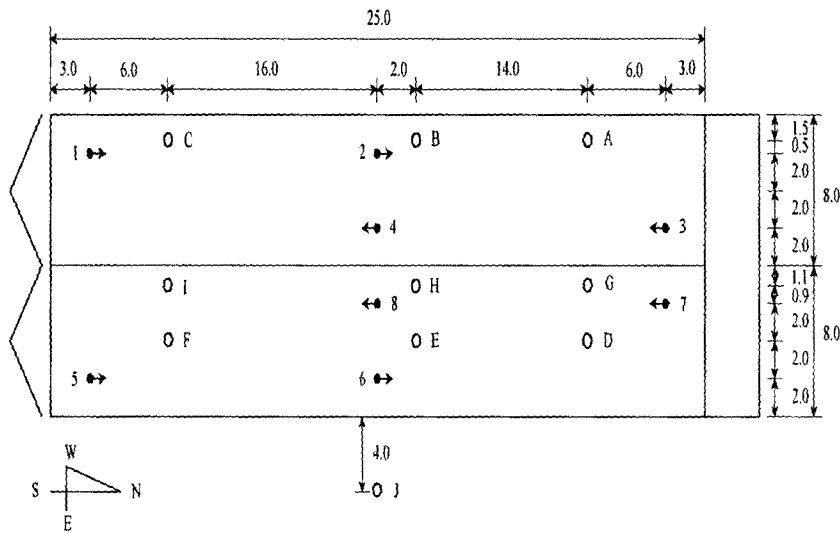


Fig. 2 Plan view of the experimental greenhouse (unit:m)

2) 환경 요소 측정

온실내 수평분포를 알아 보기 위해 총 9점(A~I, Fig. 2)에 온도센서를 설치하였는데, 각각 지상으로부터 1.8m, 0.9m 높이에서 건구온도를 동시에 측정하였으며, 1.8m높이에서는 상대습도를 구하기 위해 습구온도를 동시에 측정하였다. 외부 건습구온도는 온실 측면 중앙부로부터 4m 떨어진 위치, 지상으로부터 1.8m높이에서 측정하였다. 건습구온도계는 1m/sec 정도의 내부 풍속이 유지되도록 자체 제작하여 사용하였다. 온도센서는 T-type 열전대를 이용하였고, 30채널 기록계(Yokogawa, HR-2300)를 사용하여 측정된 자료를 수집하였다. 온도는 매 10분마다 측정하였으며, 유동팬을 가동하는 조건의 경우는 측정 10분전에 유동팬을 작동시켰다. 유동팬의 작동 조건 및 환기 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental conditions for measurement

실험 조건	환기창		유동팬 OFF	유동팬 ON			측정 요소	측정 높이	비 고
	열림	닫힘		8개 모두	1,3,5,7번	2,4,6,8번			
1	○		○				건·습구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	주·야간
2	○			○			건·습구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	주·야간
3	○				○		건·습구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	주·야간
4	○					○	건·습구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	주·야간
5		○	○				건구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	야간
6		○		○			건구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	야간
7		○			○		건구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	야간
8		○				○	건구온도 건구온도	지상 1.8m 지상 0.9m	야간

3. 결과 및 고찰

1) 유동팬의 송풍 특성

환기창을 모두 닫은 상태에서 측정된 실내 평균 풍속은 0.11m/sec였다. 동일한 상태에서 유동팬 하나만을 작동시켜 유동팬 축방향의 풍속을 측정한 결과, Fig. 3과 같이 유동팬으로부터의 거리가 멀어질수록 풍속은 급격히 감소하였다. 유동팬으로부터 1m 떨어진 위치에서의 풍속은 8.73m/sec, 15m 떨어진 위치에서는 0.50m/sec의 값을 나타냈다.

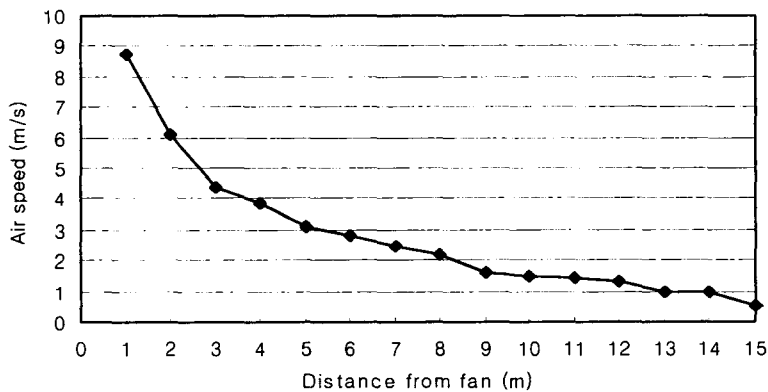


Fig. 3 Air speed along the fan axis

2) 온도 분포에 미치는 유동팬의 영향

온실내 온도 균일성에 미치는 유동팬의 영향은 Fig. 4(a)와 같다. 실험 결과, 일사 부하가 큰 여름철의 주간에는 환기창을 닫았을 경우, 외기온보다 10℃ 이상 실내 기온이 상승하며, 온도 분포 또한 균일한 고온 상태를 보여 주었다. 그러나, 환기창을 열었을 경우에는 외부 풍속의

크기에 따라 온실내 온도 분포가 불균일해지는 결과를 보였다. 또한, 유동팬을 작동했을 경우에도 일사가 강한 낮에는 이러한 온도 분포의 불균일 상태가 완전히 해소되지 않는 것으로 나타났으며 일사의 강도가 약해지는 16시 이후가 되어서는 유동팬에 의한 온도 분포의 균등화 효과가 나타났다(Fig. 4a).

야간에 환기창을 모두 닫고 실험한 결과, 유동팬을 작동시키지 않았을 때의 온도 불균일이 가장 심하였고, 유동팬을 작동시켰을 경우에는 이러한 불균일 상태가 충분히 해소되는 것으로 나타났다(Fig. 4b).

이와 같이 하절기 주간의 온실내 온도 분포 균일화에 대한 유동팬을 볼 수 있었다. 그러나, 일사량의 변화와 외부 풍속의 변화에 따른 자연 환기의 영향으로 유동팬의 효과가 감소되는 것으로 판단된다. 환기를 배제한 경우의 온실내 온도 분포는 유동팬에 의해 충분히 균일화되는 것으로 나타났으므로, 환기의 영향이 적은 다연동 온실의 경우에는 유동팬에 의해 열환경 분포의 균일성이 충분히 확보될 것으로 예상된다. 또한, 유동팬의 설치 대수가 많은 조건 2의 경우가 작은 조건 3, 4의 경우보다 온도 분포 균일화에 기여하는 정도가 큰 것으로 나타났으나, 실제 온실 설계시의 유동팬 수량 결정에는 이외에도 작물의 생육에 저해가 되지 않는 기류 속도의 형성이나 온실폭, 경제성 등의 요인을 복합적으로 고려하여 설치 대수와 풍량을 결정하여야 할 것이다.

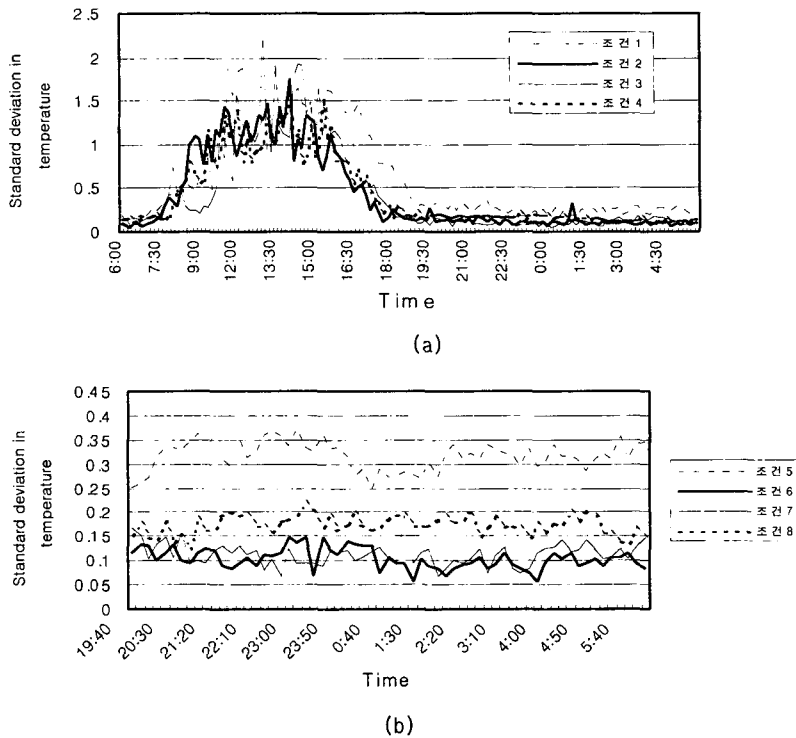


Fig. 4 Standard deviation in temperature between sampling points with the location and number of fan

4. 요약 및 결론

하절기 자연환기를 실시하는 온실에서 유동팬에 의해 생성되는 공기 유동이 온실내 온·습도의 균일성에 미치는 영향을 분석해 보면, 유동팬을 작동시켰을 경우에 실내 온도를 균일하게 할 수 있었으나, 유동팬 배치와 대수의 영향은 큰 차이를 보이지 않았다. 야간의 경우는 유동팬을 작동하지 않아도 온습도의 표준편차가 크지는 않았으나, 유동팬을 작동하였을 경우 표준편차가 더 작아지는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) Louis D. Albright. 1990. Environment Control for Animals and Plants. ASAE.
- 2) 최홍림역. 1989. 농업시설물의 환기. 대광문화사.
- 3) J. E. Fernandez and B. J. Bailey. 1994. The Influence of Fans on Environmental Conditions in Greenhouses. J. agric. Engng. Res. 58 : pp. 201-210.
- 4) Goeijenbier, P.. 1984. Using fans to limit temperature differences. Naaldwijk Consultancy Service. pp. 52-55.
- 5) Bakker, J. C. and van Holstein, G. P.. 1989. Horizontal temperature distribution in heated glasshouses : causes and effects. Acta Horticulturae. 245 : pp. 226-231.