

강제환기 온실의 기온 및 유속 분포에 관한 연구 A study on the distribution of air temperature and wind velocity in forced-ventilated greenhouse

윤남규¹⁾ · 이성현¹⁾ · 김경원¹⁾ · 강창호¹⁾ · 이재한²⁾

¹⁾농촌진흥청 농업공학연구소

²⁾농촌진흥청 원예연구소 시설원예시험장

Yun, N.K.¹⁾ · Lee, S.H.¹⁾ · Kim, G.W.¹⁾ · Kang, C.H.¹⁾ · Lee, J.H.²⁾

¹⁾National Institute of Agricultural Engineering, RDA

²⁾Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA

서 론

환기는 온실의 환경조절에 있어 가장 중요한 기술의 하나이며, 바람에 의한 자연환기와 팬에 의한 강제환기로 구분된다. 외부의 바람에 의해 환기성능이 좌우되는 자연환기와는 달리 강제 환기는 팬의 선택에 따라 환기성능의 조절이 가능하므로 제어가 용이한 장점을 가지고 있다. 아직까지는 설치 및 운전 비용, 팬에 의한 소음 등의 이유로 대부분의 온실에서 자연환기를 채택하고 있다. 그러나 바람이 적은 여름철 고온기에 자연환기에 의한 고온극복의 효과가 극히 낮은 현재의 실정을 감안하면 강제환기시스템의 활용은 충분히 검토할 가치가 있는 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 강제환기시스템을 설치한 온실의 환기성능 및 실내 공기의 온도와 유속을 실험을 통해 조사·분석하였다. 본 연구의 결과는 자연환기시스템과의 환기성능 비교 및 강제환기시스템의 CFD 시뮬레이션 등의 연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

재료 및 방법

본 연구에서 실험은 부산광역시 강서구 강동동에 위치한 원예연구소 시설원예시험장내 실험 온실 1개 동을 사용하였고, 재배작물은 토마토(서건)이다. 온실의 형태는 아치형 단동 플라스틱온실이고, 규격은 폭 6m, 높이 3.4m, 길이 17m, 처마높이 1.7m, 바닥면적 100m²이다.

측정은 2005. 7. 5~2005. 7. 7의 3일간 주간에 실시하였고, 측정항목은 실내외 풍속, 기온, 상대습도, 일사량, 지온 등을 측정하였다.

실험온실에 설치된 팬은 직경 60cm, 풍량 180m³/min로 1.0m, 1.7m 높이에 각각 2대씩 2m 간격으로 모두 4대를 설치하였다. 팬이 설치된 반대편에는 폭 1.2m, 높이 2m 크기의 입기구를 설치하였다. 온실내 작물은 초장 1.8m의 토마토가 온실 길이방향으로 1.1m 간격으로 3열로 심겨져 있었다. 실험시 입기구와 환기팬을 제외한 나머지 벽면은 모두 막아 틈새 환기를 최소화하였다. Fig. 1은 실험온실의 규격 및 환기팬, 입기구의 설치 전경을 나타낸 것이고, Fig. 2는 실험온실 내부의 작물 및 센서 설치 전경을 나타낸 것이다.

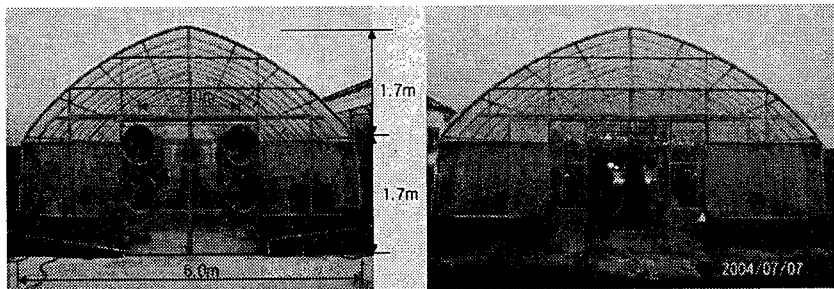


Fig. 1 The outside view and dimensions of experimental greenhouse.



Fig. 2 The inside view and sensor installation of experimental greenhouse.

결과 및 고찰

Fig. 3은 강제환기중인 온실의 내부 기온분포를 나타낸 것으로, 기온의 측정 높이는 각각 1.0m와 1.8m였다. 측정 당시 외부기온은 30.7℃, 외부 일사량은 677W/m²이고, 강제환기가

실시되는 동안 온실의 평균 환기율은 672m³/min이었다. 동일한 조건에서 측정된 실내 공기 유속의 분포를 Fig. 4에 나타내었다.

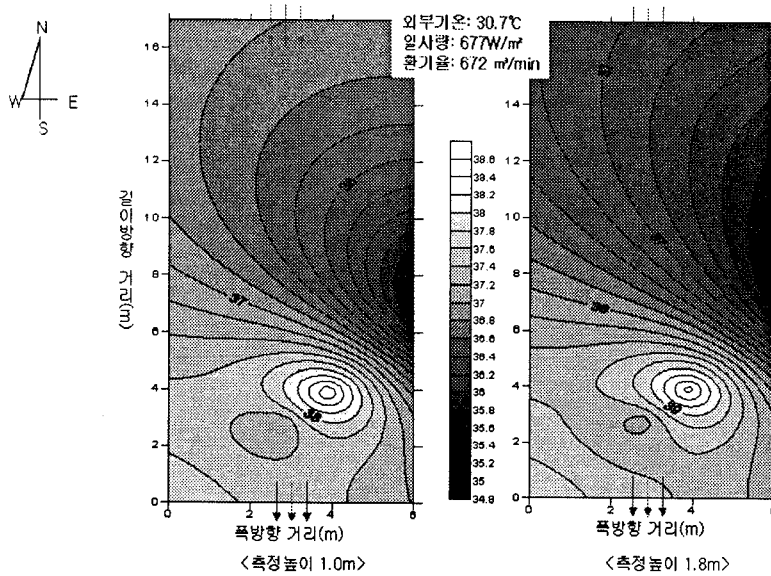


Fig. 3. A distribution of air temperature in the forced-ventilated greenhouse at 1.0m and 1.8m height.

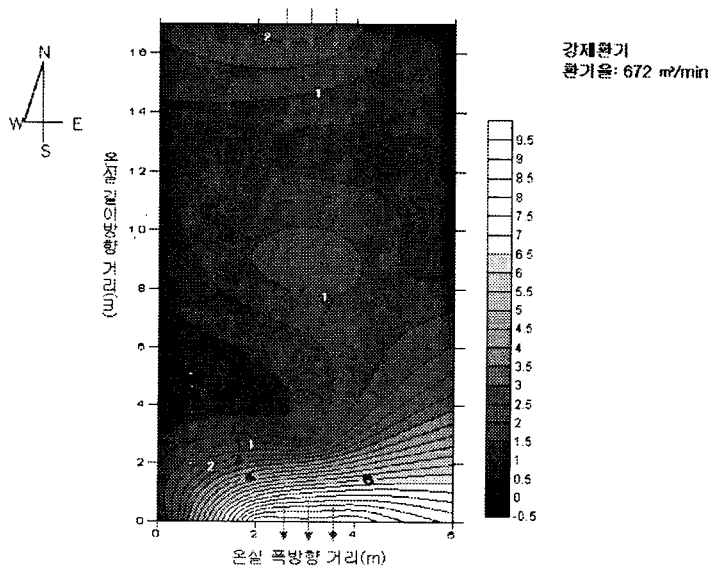


Fig. 4. A distribution of air flow velocity in the forced-ventilated greenhouse at 1.2m height.

Fig. 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 기온은 신선한 외기가 유입되는 북측 입기구 쪽에서 가장 낮고, 배기구인 팬쪽으로 가까워질수록 높아지는 경향을 나타냈으며, 공기유속은 배기팬에 가까운 남측면이 가장 높고, 입기구에 가까운 북측면, 온실 중앙부의 순서로 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 온실내 작물군락의 유동저항으로 인해 유입된 공기의 유속이 온실 중앙부에서 낮아졌다가 배기팬에 의한 부압의 영향으로 배기팬 주위에서 다시 높아진 때문으로 판단된다.

본 실험에서 사용된 배기팬의 총 환기량은 동일 온실에서 측창을 이용한 자연환기시 유입풍속 0.75m/s일 때의 환기량과 같은 수준이었다. 이는 지나치게 풍량이 큰 배기팬을 사용할 경우, 실내 기류속도가 커져서 식물의 생장에 나쁜 영향을 끼칠 것을 방지하기 위한 것이었다. 그러나 실험결과 배기팬의 가까이에서는 최대풍속이 5m/s 정도까지 상승하는 것이 관측되었고, 작물체 주변의 풍속도 1m/s 이상으로 식물의 생장에 적합한 0.5~1.0m/s의 범위를 초과하는 것으로 나타났다. 따라서, 여름철 주간 온실의 고온화 현상을 극복하기 위해 무작정 환기량을 증가시키는 것은 작물의 생산성 향상을 위한 온실 환경조절의 근본적인 목적에 위배될 우려가 있으므로, 적절한 환기팬의 배치 및 시스템 설계에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

강제환기시스템이 가동중인 온실의 여름철 주간 실내 기온 및 공기유속을 측정한 결과, 공기흐름방향을 따라 온도경사가 발생되는 것이 관찰되었으며, 식물군락의 유동저항으로 인해 온실 중앙부위에서 기류속도가 낮아지는 현상이 관측되었다. 본 실험에서 식물군락의 배치 방향이 기류의 방향과 평행한 것을 고려한다면, 기류의 방향이 군락의 배치방향과 수직일 경우 이러한 유동저항에 의한 공기의 정체현상은 더욱 심할 것으로 판단된다. 따라서, 온실의 강제환기시스템의 설계시 적절한 기류속도의 확보 및 고온극복을 위한 강제환기시스템의 설계 최적화 등의 보완대책이 필요할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 김문기 외. 2002. 생물환경조절공학. 청솔.
2. 김문기 외. 2000. 농업시설공학. 향문사.
3. 윤남규. 2000. CFD 시뮬레이션에 의한 온실의 자연환기 및 공기유동 특성 분석. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
4. 이병일 외. 1995. 신제 시설원예학. 향문사.
5. 이석건 외. 1998. 고효율 환경조절 및 에너지 절약형 온실구조의 최적설계. 농림부 연구보고서.
6. J. P. Holman. 1992. Heat Transfer. McGraw-Hill Publishing Company.