

氣流速度가 人工光下에서 工程育苗 個體群의 微氣象에 미치는 影響

Effects of air current speed on the microclimates of plug stand under artificial light

金容顯 · 古在豊樹¹

전북대학교 농과대학 농업기계공학과

*千葉大學 園藝學部 生物生産科學科 環境調節工學研究室

Y.H. Kim and Toyoki Kozai²

Dept. of Agricultural machinery Engineering, College of Agriculture,
Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea

¹Lab. of Environmental Control Engineering, Dept. of Bioproduction Science,
Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, 271, Japan

1. 서론

공정육묘의 성장과 품질은 工程苗個體群(이하 '묘개체군'이라 칭함)내 微氣象의 영향을 크게 받는다. 현재까지, 식물생태계의 미기상 변화에 따른 작물생육의 반응 또는 식물생태군의 공기역학적 특성과 관련된 연구^{(4), (5), (6)}는 露地植物을 대상으로 광범위하게 이루어져 왔으나, 植物種苗工場과 같은 폐쇄계 식물생산 시설에서 묘개체군내의 미기상 특성에 관한 연구는 Kim등⁽³⁾에 의해서 최근들어 시도되었다. 반폐쇄생태계에서 균일한 공정묘 생산을 위한 기초 자료를 수집하고자 시도된 본 연구에서는 기류속도가 인공광하의 묘개체군내외에서 氣溫, 相對濕度 및 飽差 등의 미기상 변화에 미치는 영향에 대해서 보고한다.

2. 실험장치 및 방법

기류속도 제어가 인공광하의 묘개체군내외에서 기온, 상대습도 및 포차(vapour pressure deficit) 등의 미기상 특성에 미치는 효과를 분석하고자, 金등⁽¹⁾과 Kim등⁽²⁾이 개발한 공정묘 생산용 풍동을 사용하였다.

묘개체군내외에서의 미기상을 측정하기 위한 실험은 실내온도와 상대습도가 각각 $22 \pm 0.5^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ 로 유지되는 대형 growth chamber 내에서 이루어졌다. 기류 속도가 육묘상자의 배지 표면으로부터 18 cm 떨어진 높이에서 0.3, 0.5, 0.7 및 0.9 m s^{-1} 의 4 수준으로 유지되는 가운데 기온과 상대습도를 측정하였으며, 상기 자료를 이용하여 포차를 계산하였다. 배지 표면위 3~21 cm의 높이에서 3 cm 간격으로 기온을 측정하고자 직경 0.1 mm의 열전대를 각각의 위치에 설치

하였다. 상대습도는 배지 표면위 3~12 cm의 높이에서 3 cm 간격으로 박막식 습도센서에 의해서 측정되었다. 실험기간 동안 배지 표면에서 光合成光量子束密度(photosynthetic photon flux density)의 평균값은 $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 으로 유지되었다. 공시식물로서 사용된 가지(*Solanum melongna* L.)의 공정묘는 실험개시일에 평균초장과 엽면적지수가 각각 52 mm 및 0.5 이었다. 실험개시후 0, 5 및 10일째에서 공시식물의 엽면적지수는 각각 0.5, 1.4 및 2.6 이었다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 기류속도가 0.3 m s^{-1} 와 0.9 m s^{-1} 로 유지되는 가운데 주정류장치의 출구로부터 0.8 m, 1.3 m 떨어진 지점(이하 '생육실의 中央部 및 後部'라 칭함)에서의 氣溫差 분포를 나타낸 것이다. 기온차 분포에 사용된 기준온도는 주정류장치의 입구에서 측정되었다. 기온차의 최고치가 초장 근처에서 나타났으며, 이러한 결과는 공정묘의 생육이 진행될수록 더욱 분명하게 나타났다(그림 2). 초장 보다 높은 위치에서의 온도가 최고치에 비해서 낮기 때문에 묘개체군위에서의 기온 구배가 霧보다 작게 나타났다. 後部에서의 기온은 중앙부에서의 기온보다 $0.1\sim 0.3^\circ\text{C}$ 높게 나타났다.

생육실의 中央部에서 기류속도의 변화에 따라 기준 상대습도에 대한 각각의 측정 위치에서의 상대습도차가 그림 3에 실려 있다. 기준 상대습도는 기온과 마찬가지로 주정류장치의 입구에서 측정되었다. 묘개체군 내부에서의 상대습도는 외부에 비해서 10~15% 정도 높게 나타났다. 기류속도가 증가할수록 묘개체군 내외에서의 상대습도차는 작게 나타났는데, 이것은 기류속도의 증가에 따라 엽에서의 water potential이 감소되었기 때문인 것으로 판단된다. 엽면적지수가 2.6인 묘개체군내에서의 상대습도는 0.5의 경우보다 2.8~6.5% 높게 나타났다(그림 4).

그림 5는 기준 포차와 각각의 위치에서의 포차와의 차이를 나타낸 것이다. 배지표면으로부터의 높이가 증가함에 따라 포차가 증가하였다. 이와 같은 결과는 수증기 유속의 흐름이 상방향으로 이루어짐을 의미하는 것이다. 묘개체군내에서 포차는 3~4 kPa 로서, 0.9 m s^{-1} 에서의 포차는 0.3 m s^{-1} 의 경우보다 0.3~0.4 kPa 정도 높게 나타났다. 한편, 後部에서의 포차는 중앙부에서 보다 약간 낮게 나타났다. 엽면적지수에 따른 포차의 변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(그림 6).

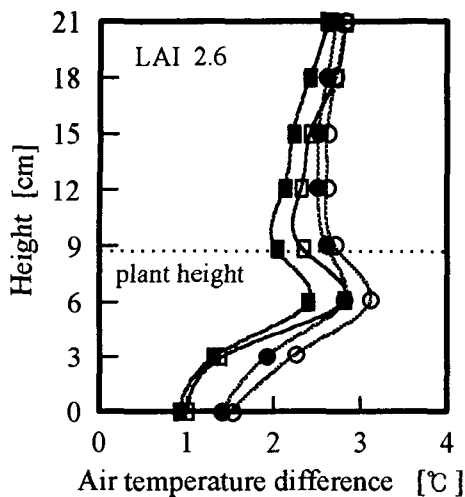
4. 요약 및 결론

金등⁽¹⁾과 Kim등⁽²⁾이 개발한 공정묘 생산용 풍동을 사용하여, 기류속도가 인공 광하의 묘개체군내외에서 기온, 상대습도 및 포차(vapour pressure deficit) 등의 미기상 특성에 미치는 효과를 분석하였다. 기온차의 최고치가 초장 근처에서 나타났으며, 이러한 결과는 공정묘의 생육이 진행될수록 더욱 분명하게 나타났다.

기류속도가 증가할수록 묘개체군 내외에서의 상대습도차는 작게 나타났는데, 이것은 기류속도의 증가에 따라 葉에서의 water potential이 감소되었기 때문인 것으로 판단된다. 배지표면으로부터의 높이가 증가함에 따라 포차가 증가하였다. 이와 같은 결과는 수증기 유속의 흐름이 상방향으로 이루어짐을 의미하는 것이다. 생육실 後部에서의 기온은 중앙부에서의 기온보다 0.1~0.3℃ 높게 나타났다. 한편, 後部에서의 상대습도 및 포차는 중앙부에서 보다 약간 낮게 나타났다. 기류속도에 따라 묘개체군의 수직방향 및 기류진행방향으로 기온, 상대습도 및 포차의 勾配가 크게 나타났는데, 이것은 기류속도에 따라 묘개체군의 생장이 다르게 나타날 수 있음을 암시하는 것이다.

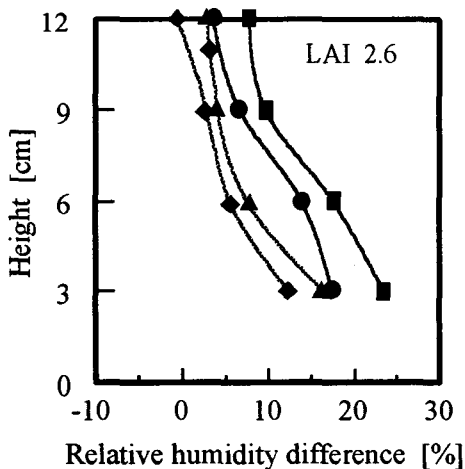
참고문헌

- (1) 金容顯, 古在豊樹, 久保田智恵利, 北宅善昭. 1996. 人工光下におけるセル成型 苗生産のための風洞設計. 日本植物工場學會平成8年度大會 學術講演要旨集 pp.29-30.
- (2) Kim, Y.H., T. Kozai, Y. Kitaya and C. Kubota. 1996. Design of a wind tunnel for plug seedlings production under artificial lighting. Abstracts of International Symposium on Plant Production in Closed Ecosystems p.99.
- (3) Kim, Y.H., T. Kozai, Y. Kitaya and C. Kubota. 1996. Effects of air current speeds on the microclimate of plug stand under artificial lighting. Abstracts of International Symposium on Plant Production in Closed Ecosystems p.191.
- (4) Jones, H.G. 1983. Plants and microclimates. Cambridge University Press, Oxford. pp.115-121.
- (5) Thom, A.S. 1973. Momentum, mass and heat exchange of plant communities, in Vegetation and the atmosphere, Vol. 1 (Ed. by Monteith, J.L. Academic press, N.Y.). pp.57-109.
- (6) Uchijima, Z., T. Udagawa, T. Horie and K. Kobayashi. 1970. Turbulent transfer coefficient and foliage exchange velocity within a corn canopy. J. Agricultural Meteorology in Japan. 25:215-227.



u	D	u	D
■	0.3 m s ⁻¹ 0.8 m	□	0.3 m s ⁻¹ 1.3 m
●	0.9 m s ⁻¹ 0.8 m	○	0.9 m s ⁻¹ 1.3 m

Fig. 1. Profiles of air temperature difference as affected by the air current speed (u) and the distance from the exit of the main air flow conditioner (D).



u	u		
■	0.3 m s ⁻¹	●	0.5 m s ⁻¹
▲	0.7 m s ⁻¹	◆	0.9 m s ⁻¹

Fig. 3. Profiles of relative humidity difference at a distance of 0.8 m apart from the exit of the main air flow conditioner as affected by the air current speed (u).

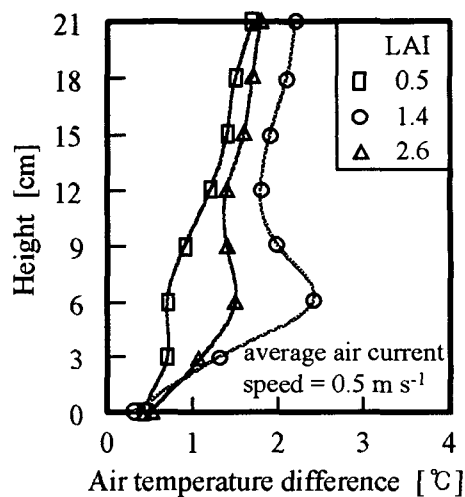


Fig. 2. Profiles of air temperature difference at a distance of 0.8 m apart from the exit of the main air flow conditioner as affected by the growth stages of plug seedling (their leaf area index, LAI).

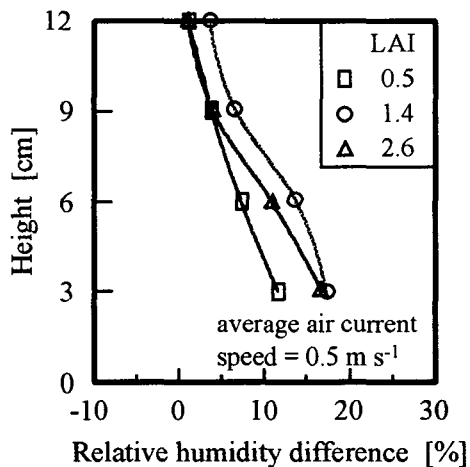


Fig. 4. Profiles of relative humidity difference at a distance of 0.8 m apart from the exit of the main air flow conditioner as affected by the growth stages of plug seedlings (their leaf area index, LAI).

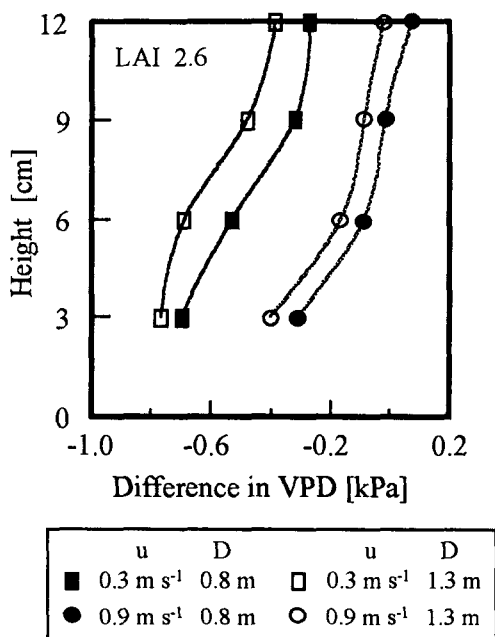


Fig. 5. Profiles of vapour pressure deficit (VPD) difference as affected by the air current speed (u) and the distance from the exit of the main air flow conditioner (D).

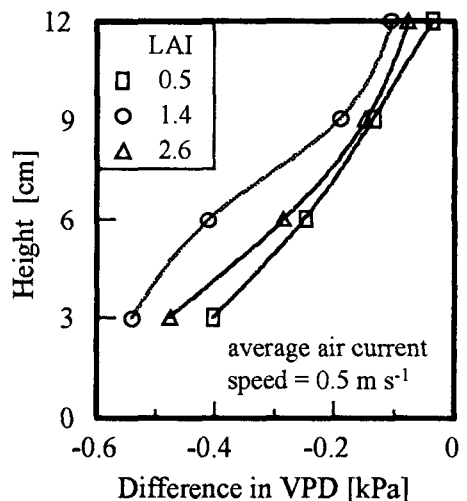


Fig. 6. Profiles of vapour pressure deficit (VPD) difference at a distance of 0.8 m from the exit of the main air flow conditioner as affected by the growth stages of plug seedlings (their leaf area index, LAI).