

벼 保溫折衷못자리의 바람트기 方法에 따른 床內 二酸化炭素 濃度와 氣溫의 日變化

尹成浩* · 李泮雨** · 金柄瓚*** · 李正澤*

Diurnal Variation of CO₂ Concentration and Air Temperature in Polyethylene Film Covered Rice Seedbed Subjected to Various Ventilation Methods

Seong Ho Yun*, Byun Woo Lee**, Byung Chan Kim*** and Jeong Taek Lee*

ABSTRACT : Diurnal courses of CO₂ concentration and air temperature in the rice seedbed tunnel covered with polyethylene film, subjected to three different ventilation methods, were traced. Regardless of ventilation methods, CO₂ concentrations in the tunnel on a clear day were lower than that in ambient air, and *vice versa* before dawn. CO₂ concentration during the day was lowest in the tunnel with non-ventilation(NV), followed by horizontal slit ventilation(HSV) and traditional one(TN), reaching down to the lowest level of 58ppm, 155ppm and 272ppm, respectively. Air temperature in the tunnel reached 46°C in NV, 37°C in HSV and 32°C in TV at the daytime when ambient air temperature was 22°C. Even at night time of ambient air temperature below 15°C, HSV was more effective than TV in raising the air temperature in the tunnel. The dry weight of 40-day old seedling weighed heaviest in HSV, followed by TV and NV.

育苗期에는 저온기에 처하게 되는 등 환경조건이 모의 생육에 맞지 않는 경우가 많다. 특히 다수를 위한 조기이앙의 필요성이 인정되면서 못자리때 보온문제가 더욱 중요하게 대두되었다.

못자리때의 보온이라는 관점에서 볼 때 1950년대 후반부터 보급되기 시작한 보온절충못자리는 육묘기술의 혁신을 가져왔으며,⁹⁾ 1970년대에 들어 내한성이 약한 통일형 품종이 육성되어 확대 보급되면서부터 급격하게 설치면적이 증가하여,^{4,5)} 요즘에는 관행 육묘기술로 정착이 되기에 이르렀다.

그런데 터널식 비닐보온절충못자리의 문제점은 습도가 높고 밤과 낮의 온도교차가 40~50°C 정도로 매우 크며¹⁾ 露滴에 의한 비닐면의 泥土汚染으로 광선의 투과가 감소된다는 점이다. 이를 보완하기 위하여 비닐피복기간 중 외기의 온도가 20°C 이상으로 올라가면 양쪽의 마구리와 옆을 알맞은 간격으로 터서 주간의 온도가 30°C 이하로 되도록 하고 그 후에는 다시 밀폐하여 야간 기온이 10°C 이

상으로 유지되도록 통풍관리를 하게 되는데, 이 또한 시간과 노력이 많이 드는 점이 단점이다. 따라서 床內 온도조절 작업의 생력화 방안으로 비닐을 피복해 놓은 상태에서 가로로 6열을 찢어 놓는 방법이 고안되었는데, 이 방법은 관행의 통풍관리보다 보온효과가 클 뿐만 아니라 고온장해도 없고, 묘의 건물 중 및 충실도가 높아 건묘육성이 가능한 것으로 보고되었다.^{8,10)} 그런데 지금까지의 통풍관리 방법은 모두 고온장해의 회피만을 염두에 두고 있었으나, 포리에틸렌을 피복한 터널에서 근대를 재배하는 경우 일중에 CO₂ 농도가 80ppm이라고 하는 극단의 저농도로 낮아졌다는 보고²⁾와 밀폐된 精密生育床內에서 식물을 재배하는 경우 C₃ 식물의 CO₂ 보상점인 50ppm 이하로 수 시간내에 CO₂ 농도가 낮아진다는 점 등을 염두에 두면 CO₂ 공급이라는 면에서도 못자리의 통풍을 고려할 필요가 있다. 따라서 본 실험은 터널식 보온절충못자리에서 바람트기 방법에 따른 터널내의 온도와 CO₂ 농도의 일

* 農業技術研究所 (Agricultural Science Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea)
** 서울大學校 農學科 (Dept. of Agronomy, Seoul Nat'l Univ, Suwon 441-744, Korea)
*** 中央氣象臺 水原測候所 (Suwon Weather Forecasting Office, Korea Meteorological Service, Suwon 441-100, Korea). <90. 9. 20. 接受>

변화를 알아보고자 하였다.

材料 및 方法

수원축후소 포장에 터널식 보온절충못자리를 설치하여 추정벼를 1987년 4월 15일에 80 g/m²으로 파종하고, 저밀도 0.03mm의 폴리에틸렌 필름으로 피복하였다. 바람트는 기간은 4월 27일부터 5월 22일까지였다. 바람트는 무통풍, 가로一字 6열짓기, 관행바람트의 3종류로 하였다. 맑은 날인 5월 20일에 오전 6시부터 오후 9시까지 1시간 반 간격으로 床内外의 기온과 CO₂ 농도를 측정하였다. CO₂ 농도는 Li-Cor社製 Li-6000 휴대용 광합성 측정기를 이용하여 측정하였으며, 床内氣溫은 상면위 15cm에 열전쌍(thermocouple)을 설치하여 측정하였다. 묘의 소질은 파종후 40일에 조사하였다.

結果 및 考察

맑은 날(5월 20일)에 바람트기 방법별 터널내 CO₂ 농도의 일변화는 그림 1과 같다. 터널내 CO₂

농도는 해가 뜨기전인 오전 6시에는 모든 터널내에서 외기보다 높게 나타났지만 일출이후 급격히 감소하여 외기의 CO₂ 농도보다 현저하게 낮아졌다. 낮동안의 못자리 비닐터널내 CO₂ 농도는 바람트기 방법에 따라 뚜렷한 차이를 보였는데, 외부와의 공기교환이 없는 무통풍 처리에서 가장 낮게 나타났고 공기 교환이 비교적 자유로운 관행통풍이 가장 높게 나타났으며 가로일자짓기는 중간정도를 나타내 낮동안의 CO₂ 농도는 통풍량에 따라 큰 차이가 남을 보여 주었다. 터널내 CO₂ 농도가 하루중 가장 낮은 때는 통풍방법에 따라 다르게 나타났는데 무통풍에서는 오전 10시 30분에 58 ppm, 가로일자짓기는 오후 3시 반에 155 ppm, 관행은 오후 5시 반에 272 ppm으로 CO₂ 농도가 최저로 나타나, 통풍이 안되는 방법일수록 터널내 CO₂ 농도의 최저치 도달 시간이 빨라지는 양상을 보였다.

광합성이 이루어지는 낮동안의 못자리 비닐 터널내 CO₂의 평균 농도를 그림 2에 나타내었는데 외기의 CO₂ 농도 15.7 mmol/m³에 대하여 무통풍은 3.27 mmol/m³로써 20.8% 밖에 안되었으나 가로일자짓기는 7.3 mmol/m³로써 46.5%로 나타났고, 관행은 12.8 mmol/m³로써 81.5%인 것으로

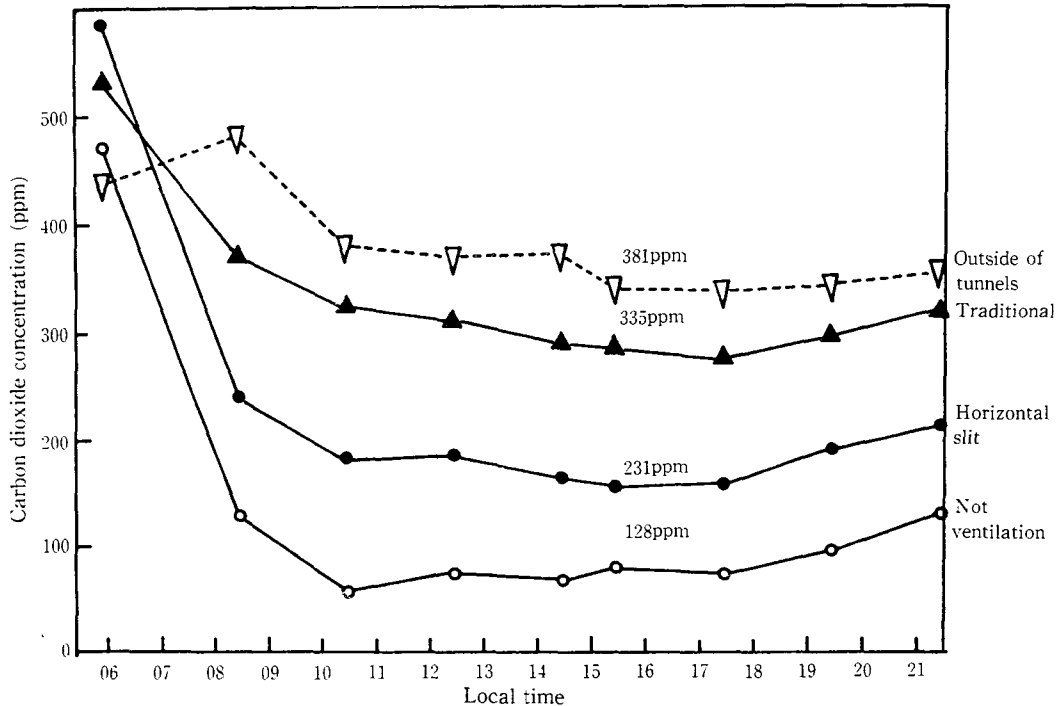


Fig. 1. Diurnal changes in ambient carbon dioxide concentrations in various ventilation methods of tunnel-shaped P.E. film covered rice seedbed at Suwon in 20 May, 1987.

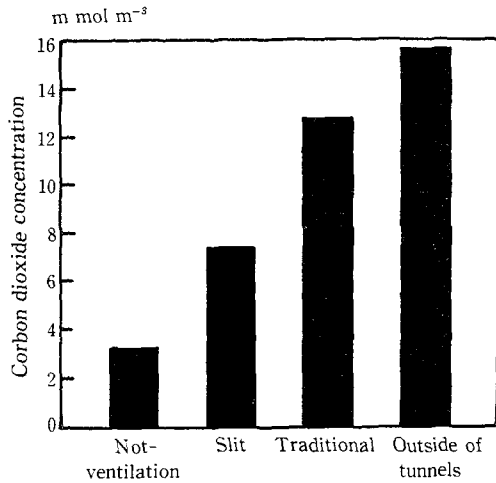


Fig. 2. Mean ambient carbon dioxide concentration during a day time in various ventilation methods of P.E. film covered rice seedbed.

나타나 무통풍의 경우 CO₂의 농도가 매우 낮아 광합성의 제약 요인이 될 수도 있을 것으로 생각되었다.

한편 그림 3은 外氣의 CO₂ 농도(13mmol/m³ 이상)와 통풍방법에 따른 터널내의 CO₂ 농도를 상호 비교한 것인데, 관행통풍(11 mmol/m³ 이상)에서는 1:1 선에 근접하며 외기와 CO₂ 교환이 잘 이루어지고 있는 것으로 보이며, 무통풍(2~5 mmol/m³)에서는 환기가 극히 불량하며, 가로 6 열 쪼기(6~10 mmol/m³)에서는 이들 양자의 중간 정도였다.

통풍방식별 터널내의 온도변화를 알고자 외기온도와 대응시켜 그림 4에 나타내었다. 전체적인 터널내 기온은 무통풍에서 가장 높게 나타났으며, 외기온도가 22℃일 때 무통풍에서 최고 46℃까지 높아졌고 이 때에 가로일자쪼기는 37℃, 관행은 32℃로 나타났다. 외기온도가 낮아질 경우 가로일자쪼기의 터널내 온도는 무통풍의 경우와 비슷한 온도를 보여 보온 효과면에서도 상당한 효과가 있음

Table 1. Rice seedling characters of 40-day old in various ventilation methods of tunnel-shaped P.E. film covered rice seedbed.

Ventilation method	Leaf age	Plant height (cm)	Dry weight (mg/plt.)	DW/Plt. ht. (mg/cm)
Traditional	7.8	19.0	84	4.2
Horizontal slit	7.4	19.7	124	6.5
Not-ventilation	7.4	13.2	40	3.0

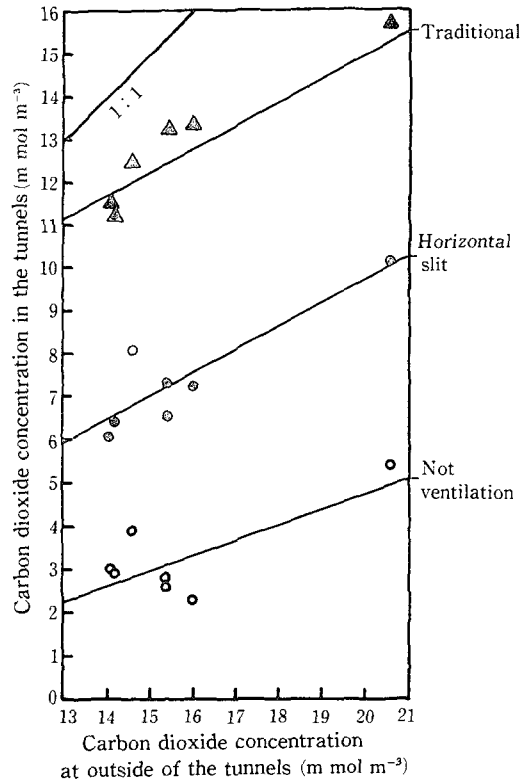


Fig. 3. Comparison of ambient carbon dioxide(CO₂) concentration among various ventilation methods of tunnel-shaped P.E. film covered rice seedbed compared with atmospheric (outside of the tunnels).

을 알 수 있다.

못자리 비닐터널내 온도와 CO₂ 농도 사이의 관계는 그림 5와 같이 나타났다. 해돋이 전 터널내 기온이 10~15℃ 정도로 낮은 때는 광합성이 이루어지지 않아 토양 및 모의 호흡에서 나오는 CO₂에 의하여 외기보다 높게 유지되었지만, 해돋이 후 터널내 기온이 올라가며 동시에 광합성이 이루어지게 되면서 CO₂ 농도가 급격히 감소하다가 20~25℃ 이상에서는 평형에 도달하였다.

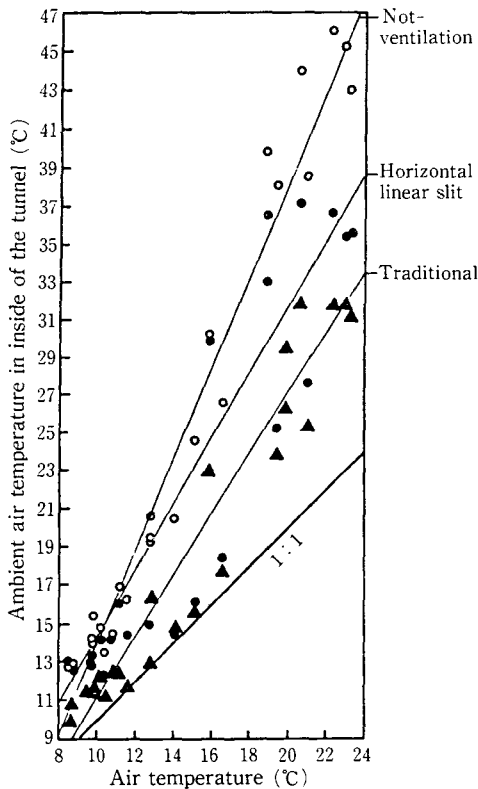


Fig. 4. Comparison of atmospheric air temperature and ambient air temperature in various ventilation methods of tunnel-shaped P.E. film covered rice seedbed at Suwon in 20 May, 1987.

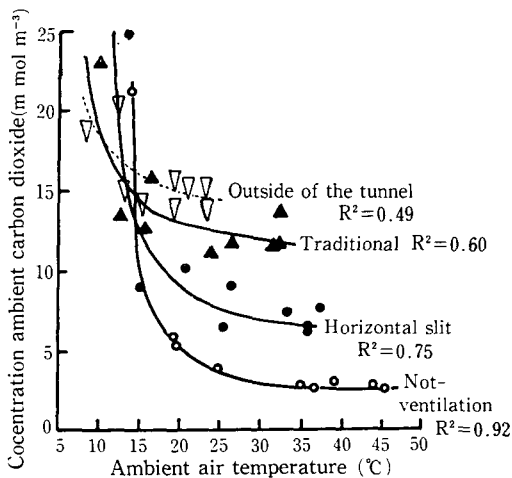


Fig. 5. Relationships between ambient air temperature and carbon dioxide concentration in various ventilation methods of tunnel-shaped P.E. film covered rice seedbed at Suwon in 20 May, 1987.

바람뜨기 방법에 따른 묘소질은 표 1 과 같다. 출엽수와 묘 신장에서 가로일자꺾기에 의한 바람뜨기는 관행방법과 차이가 없었지만, 무통풍은 묘 신장이 불량하였다. 충실도(건물중/초장)도 가로일자꺾기에 의한 통풍방법이 가장 높게 나타난 반면에 무통풍에서 가장 낮게 나타나 무통풍 조건에서는 충실한 묘의 생장이 이루어지지 못하였다.

이상의 결과에서 본 바와 같이 가로6열일자꺾기에 의한 통풍이 관행 및 무통풍에 비하여 묘소질이 우수하였는데, 통풍을 하지 않았을 경우 낮동안 50 °C에 가까운 극단의 고온에 의한 고온장해와 보상점에 가까운 CO₂ 농도로 저하됨에 따른 CO₂ 기아상태²⁾로 인하여 묘의 생육이 지극히 불량하였던 것으로 판단되며, 또한 가로6열꺾기가 관행보다 묘의 생육이 양호한 것은 가로6열꺾기에 의하여 통풍을 하는 경우 관행보다 CO₂ 농도가 다소 낮았으나 야간보온이 관행보다 우수할 뿐만 아니라 주간 온도 또한 관행보다 높았기 때문인 것으로 판단되는데, 습도가 높을 수록 광합성 적온이 높아진다는 보고²⁾로부터 판단해 볼 때 습도가 높은 묘상내에서는 가로6열꺾기가 관행보다 광합성에 유리한 다습·고온 조건이었기 때문인 것으로 사료된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 모든 못자리의 바람뜨기는 튼튼한 모를 기르기 위한 보온, 고온장해방지, 습도조절, CO₂ 공급 등의 중요성을 동등하게 인정하고 관리하여야 할 것이다.

摘 要

터널식 보온절충못자리 육묘에서 고온장해를 막기 위한 바람뜨기는 묘의 광합성과 관련하여 床内 CO₂ 공급 또한 중요하므로 바람뜨기방법에 따른 床内 온도와 CO₂ 농도의 낮동안의 변화를 알아보고자 본 실험을 수행하였다.

1. 맑은 날(5월 20일)에 조사한 바람뜨기 방법별 床内 CO₂ 농도는 바람뜨기 방법에 따라 뚜렷한 차이를 보였는데, 무통풍이 가장 낮았고, 관행이 가장 높았으며, 가로일자꺾기는 중간 정도였다. 床内 CO₂ 농도가 가장 낮아진 시각은 무통풍에서는 10:30 시에 58 ppm, 가로일자꺾기에서는 15:30 시에 155 ppm, 관행은 17:30 시에 272 ppm 이었다. 광합성이 이루어지는 낮동안의 床内 CO₂의 평균 농도는 외기 15.74 mmol/m³에 비하여 무통풍은 3.27 mmol/m³, 가로일자꺾기는 12.81 mmol/m³

이었다.

2. 외기온도에 대한 床内 기온을 보면 무통풍에서 외기가 22℃일 때 46℃까지 높아졌으며, 이때 가로일자꺾기는 37℃였고, 관행은 32℃였다. 床内 기온이 15℃ 이하에서는 가로일자꺾기가 관행보다 더 큰 보온효과를 보였다.

3. 해돋이 전 床内 기온이 10℃~15℃로 비교적 낮은 때 CO₂ 농도는 높은 편이었지만, 해돋이 후 床内 기온이 20℃까지 높아지고 동시에 광합성이 이루어지게 되면 급격히 감소하다가 20℃ 이상으로 높아짐에 따라 CO₂ 농도는 서서히 감소하는 경향이었다.

4. 40일묘의 묘소질은 건물중, 총실도 모두 가로일자꺾기에 의한 바람트기가 가장 높았고, 관행이 그 다음이었으며, 무통풍이 가장 낮았다.

5. 보온 못자리의 바람트기는 튼튼한 모기르기를 위한 보온, 고온장해 방지, CO₂ 공급 등의 중요성을 동등하게 인정하고 관리하여야 할 것으로 판단된다.

引用 文 獻

1. 金泥俊光. 1970. 寒冷地の水稻育苗法と改善技

術, -主として火田苗代の工夫- 農および園藝 45(10) : 1497-1500

2. 金關四郎 1965. トンネル内の炭酸ガス環境について. 農及園 40(1) : 33-34

3. 이은용외. 1986. 四訂 水稻作 ; pp. 170-171.

4. 농촌진흥청. 1972. 농사시험연구사업연보 ; pp. 77-78

5. 농촌진흥청. 1980. 농사시험연구사업연보 ; pp. 50-52.

6. Pallas, J.E. 1979. Carbon dioxide, in controlled environment guidelines for plant research. Edited by Tibbitts, T.W and T.T. Kozłowski ; 207-228

7. 申辰徹·李文熙·朴錫洪·尹成浩. 1985. 保溫 못자리 床内 溫度調節 方法 改善試驗. 작시시험연구사업보고(수도편) : 434-437

8. 矢吹万壽 清田信. 1975. 溫度および溫度變化と光合成速度の變化. 生環調, 13 : 151-158.

9. 尹成浩·李文熙·權圭七·朴錫洪. 1984. 보온 못자리 통풍관리방법에 관한시험. 작시시험연구사업보고(수도편) : 359-362.