

C21

風洞内におけるセル成型苗個体群の純光合成速度および蒸発散速度の計測

○渋谷俊夫・古在豊樹（千葉大学園芸学部）

はじめに 人工光下でのセル成型苗生産では、光強度、気温、相対湿度などの環境要素と同様に気流速度の制御が可能である。セル成型苗個体群(苗および培地を含む系と定義し、以下、苗個体群と呼ぶ)上に形成された境界層の厚さは、苗個体群上の気流速度によって異なることから、気流速度は苗個体群と周辺空気との間の物質交換に大きく影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、人工光下でのセル成型苗生産における気流速度の制御のための基礎知見を得るために、光強度、気温および相対湿度が制御された風洞内で、異なる気流速度条件下における苗個体群の純光合成速度および蒸発散速度を計測した。

材料および方法 苗個体群(表1)をセル成型苗育成用風洞(図1, Kimら, 1996)内に設置し、表2に示す環境条件下で計測を行った。風洞内の気流速度をファンの回転数の調節によって30分ごとに増加させた。風洞内の気流速度は熱式風速計を用いて計測した。苗個体群の重量、風洞の流入口と流出口におけるCO₂濃度、露点温度および気温を電子天秤、赤外線式CO₂分析計、露点計および熱電対を用いてそれぞれ計測した。露点温度および気温から絶対湿度を求めた。苗個体群の重量の経時変化から蒸発散速度(E)を求めた(式(1))。その E と流入口と流出口の絶対湿度差($q_{out}-q_{in}$)から、式(2)を用いて風洞の空気流量(F_a)を求めた。式(2)によって求めた F_a と流入口と流出口のCO₂濃度差($C_{in}-C_{out}$)から式(3)を用いて純光合成速度(P)を求めた。

$$E = (W_1 - W_2) / (t_2 - t_1) / A \quad (1) \quad E = F_a (q_{out} - q_{in}) / A \quad (2) \quad P = F_a (C_{in} - C_{out}) / A \quad (3)$$

W_1, W_2 : 時刻 t_1, t_2 における苗個体群の重量 (g)

E : 蒸発散速度 ($\text{gH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) q_{in}, q_{out} : 流入口, 流出口における絶対湿度 ($\text{gH}_2\text{O m}^{-3}$)

P : 純光合成速度 ($\text{gCO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) C_{in}, C_{out} : 流入口, 流出口におけるCO₂濃度 ($\text{gCO}_2 \text{m}^{-3}$)

F_a : 風洞の空気流量 ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) A : 苗個体群のトレイ面積 (m^2)

結果および考察 風洞内の気流速度、風洞の空気流量、苗個体群の純光合成速度および蒸発散速度、風洞の流入口と流出口のCO₂濃度差および絶対湿度差の経時変化を図2に示す。純光合成速度および蒸発散速度は気流速度の増加に伴い増加した(図3)。気流速度 0.37 m s^{-1} における純光合成速度および蒸発散速度は気流速度 0.11 m s^{-1} のそれぞれ1.4倍および1.3倍であった。純光合成速度は気流速度の大きい条件下で比較的ばらつきが大きかった。これは、気流速度の大きい条件下では流入口と流出口のCO₂濃度差が小さいことにより、純光合成速度の計測誤差が大きくなったためと考えられる。本計測方法の精度を高めるためには、風洞の断面積に対する苗個体群のトレイ面積を大きくするなど、流入口と流出口のCO₂濃度差を大きくする必要がある。式(2)によって算定した風洞の空気流量(F_a)と“風洞内の気流速度×風洞の断面積”によって算定した風洞の空気流量(F_b)の関係を図4に示す。 F_a と F_b の関係は暗黒下でも同様に求めた。光照射下では F_a は F_b より小さかった。 F_a が等しい場合、光照射下で求めた F_b は暗黒下で求めた F_b よりも大きかった。このことから、光照射下では F_b は実際の空気流量よりも大きく評価されたと考えられ、その原因として鉛直方向の気流成分の増大が考えられる。

以上より、人工光下における気流速度が苗個体群の純光合成速度および蒸発散速度におよぼす影響を苗の生育環境を乱さずに定量的に把握する方法が示された。この計測方法を用いることによって、人工光下における苗の生長に最適な気流速度条件を求めることが可能である。

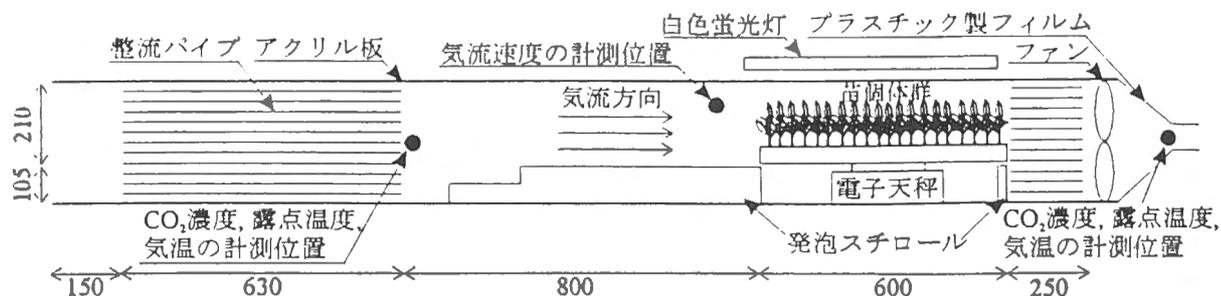


図1 セル成型苗育成用風洞の模式図(単位: mm)

表1 苗個体群の概要

供試植物: トマト (*Lycopersicon esculentum* Mill., 品種: 桃太郎)
 播種後日数: 25日, 平均草高: 110 mm,
 平均生体重: 1.3 g/plant, 葉面積指数: 2.5
 培地: ピートポットV (北海道ピートモス(株)製)
 セルトレイ: トレイサイズ: 幅270×長さ600 mm×高さ42 mm,
 セル数: 180, セルサイズ: 25 mm角

表2 計測環境条件

気温*: 30-31°C
 相対湿度*: 20-23%
 CO₂濃度*: 360-375 μmol mol⁻¹
 光合成有効光子束密度**: 470 μmol m⁻² s⁻¹
 * 流入口における計測値
 ** キャビ-における計測値

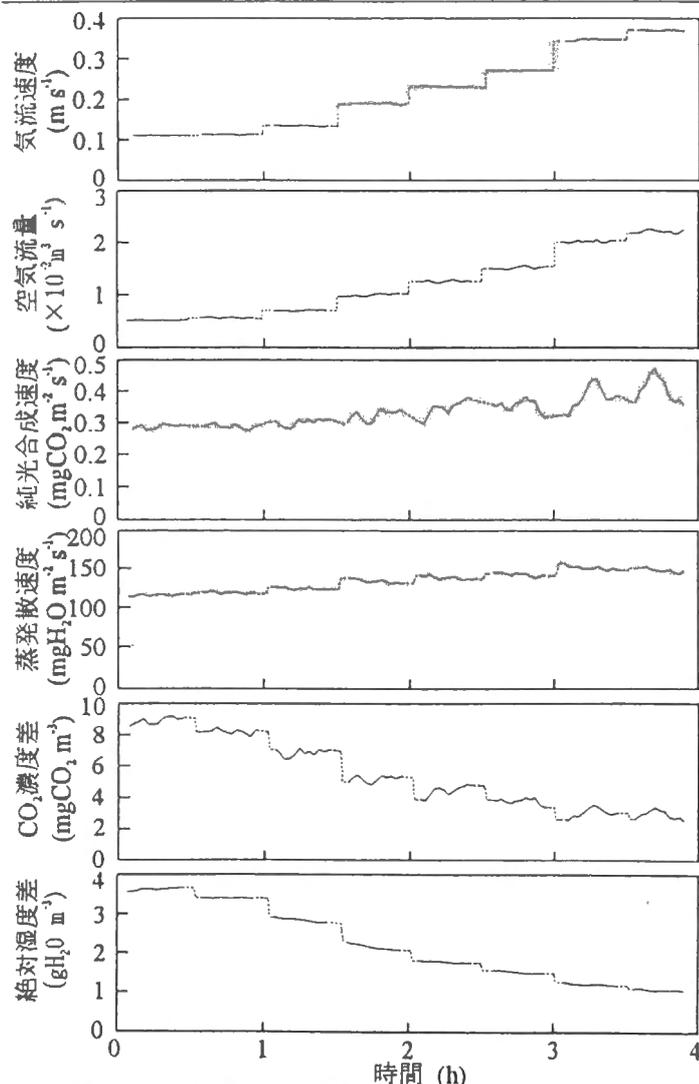


図2 風洞内の気流速, 風洞の空気流量, 苗個体群の純光合成速度および蒸発散速度, 風洞の流入口と流出口のCO₂濃度差および絶対湿度差の経時変化
 グラフ上の各値は4分間の移動平均値

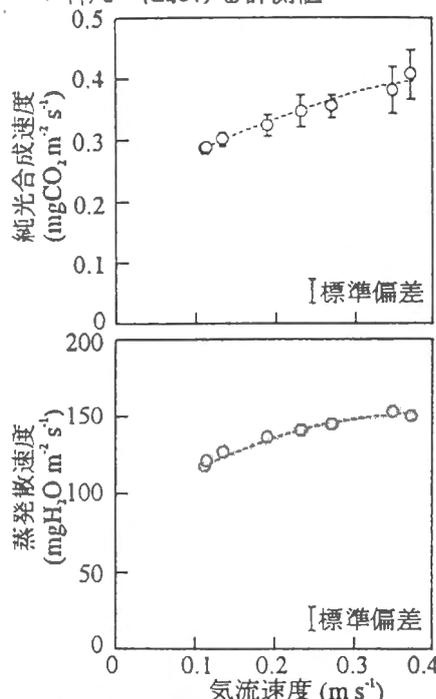


図3 気流速が純光合成速度および蒸発散速度に及ぼす影響
 グラフ上の各値は30分間, 12計測値の平均値

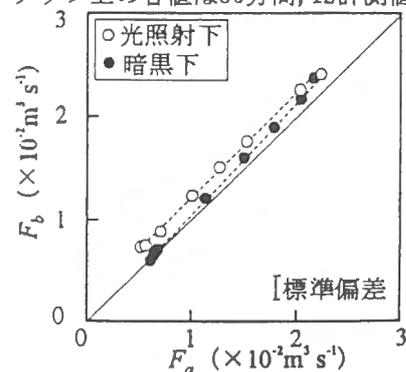


図4 式(2)によって算定した空気流量(F_b)と"風洞内の気流速×風洞の断面積"によって算定した空気流量(F_a)の関係
 グラフ上の各値は30分間, 12計測値の平均値