

Journal of Agricultural Meteorology Vol. 81, No. 1 (January 2025) 要旨和訳

1. 特集シリーズ (Horticultural engineering toward efficient and sustainable plant production)

序文

効率的かつ持続可能な植物生産に向けた園芸工学研究

松田 怜

(園芸工学研究部会長, 東京大学)

日本の園芸産業は、CO₂排出量の削減や気候変動への対応などの緊急かつ重大な社会課題に直面している。他方、施設園芸におけるデータ駆動型の環境制御や機械学習などの活用、また人工光型植物工場の普及など、技術面・実用面での進展も著しい。主に植物と環境の関係の理解とその制御に関わる園芸工学研究は、新たな知見や技術を創出し、種々の課題への対処に重要な役割を果たしうると考えられる。本特集シリーズは、2006年に本学会に設立された園芸工学研究部会の企画によるものである。施設および露地園芸に関する最新の研究成果を収録した本特集シリーズが、この分野への関心を高め、有意義な議論を喚起し、今後の園芸工学研究のさらなる発展に資するものとなることを期待する。

研究論文

1) 除葉すべきは東か西か？2023年猛暑の北海道での垣根栽培ワインブドウの果房近傍の微気象と葉光合成の日変化

村上 貴一¹・根本 学¹・山崎 太地^{2,3}

(¹ 農研機構北海道農業研究センター,

² 室蘭工業大学大学院工学研究科, ³ 山崎ワイナリー)

記録的な高温となった2023年7月の道央地域の垣根栽培ワインブドウ圃場で、房周り除葉が果房近傍の微気象と群落光合成に及ぼす影響を評価した。弱風の午前中に直射光に曝される東側の果房表面温度は、除葉区では気温より最大10℃高くなったが、非除葉区ではこの過熱は緩和された。午後の西側果房では風により果房昇温が抑制され、除葉処理の影響はわずかだった。結果として有効積算温度は除葉区の東側果房で最大となった。35℃を超える高気温のもとで強光を受けた西側葉は顕著な光合成昼寝現象を示さず、個葉純光合成速度は葉位・方位に依らず概ね受光量依存的に推移した。すなわち、除葉部位が群落光合成量に及ぼす影響は小さく、果房昇温抑制を目的に慣行的に実施される東側除葉は実際には果房温度を高める場合がある。

2) 個葉光合成蒸散の光応答に基づくトマト個体群光合成速度推定とリアルタイム個体群光合成蒸散計測システムによる実測の比較

藤田 光¹・藤内 直道¹・磯山 侑里²・

大場 佳成³・高山 弘太郎³

(¹ 愛媛大学大学院農学研究科,

² 豊橋技術科学大学先端農業・バイオリサーチセンター,

³ 豊橋技術科学大学大学院工学研究科)

個体群光合成速度モニタリングは施設園芸において利益を最大化する環境制御に有効である。個葉光合成蒸散特性に基づいて個体群光合成を推定する方法(推定法)がある一方で、リアルタイム個体群光合成蒸散計測システムは個体群光合成蒸散そのものを実測する(実測法)。本研究では、水ストレスを付与したトマトを対象に推定法と実測法を比較した。実測法による個体群純光合成速度は個体群総コンダクタンスに正比例しており、水ストレス条件下の値は水ストレス付与前の25%であった。一方で、推定法による水ストレス条件下の個体群純光合成速度は水ストレス付与前の68%であった。実測法と比べて値が大きかった理由として、推定法は水ストレス条件下の個体群コンダクタンスを過大評価したことが考えられた。実測された個体群総コンダクタンスを個体群純光合成速度の推定に用いることで、推定法でも実測法と同様の水ストレス条件下での個体群純光合成速度低下を表現することができると考える。

3) 農業用被覆資材の厚みが熱貫流係数に与える影響

大橋 雄太・土屋 遼太・石井 雅久・林 真紀夫

(農研機構 農村工学研究部門)

温室栽培で利用されるエネルギーの大部分は、冬季の暖房によるものである。また、温室から外部への放熱については、被覆資材を通過する貫流伝熱が大部分を占める。したがって、熱貫流係数の小さい被覆資材の開発が温室栽培の省エネ化に重要である。本研究では、資材開発に有用な知見を得るため、上市されている24種類の農POフィルムを対象に、資材の厚みが長波放射吸収率および熱貫流係数に与える影響を調査した。資材の厚みと長波放射吸収率の間に正の相関がみられた。一方で、資材の厚みと熱貫流係数の間には負の相関がみられた。被覆資材の長波放射吸収率が大きいほど、放射伝熱が抑制され、熱貫流係数が低下すると知られている。本研究の結果により、被覆資材が厚くなると、長波放射吸収率が増加し、それが熱貫流係数を低下させると明らかになった。

- 4) Designing a strategy for cost-effective CO₂ enrichment in a ventilated greenhouse based on the photosynthetic photon flux density-net photosynthetic rate curve of cucumber seedlings

Ji-Yoon LEE, Ryo MATSUDA, Kazuhiro FUJIWARA
(Graduate School of Agricultural and Life Sciences,
The University of Tokyo)

CO₂ enrichment enhances the net photosynthetic rate (P_n) in greenhouse. Null balance CO₂ enrichment (NB-CE) maintains equal CO₂ concentrations inside and outside the greenhouse (C_{in} and C_{out}), minimizing leakage. However, alternative strategies may improve cost-effectiveness. This study proposes CO₂ enrichment only during high photosynthetic photon flux density (PPFD) hours (HP-CE), in which C_{in} is slightly above C_{out} when P_n is high. In this study, cost-effectiveness was defined as the increase in integrated P_n over a photoperiod relative to non-enrichment, divided by the integrated CO₂ supply rate (S). Since CO₂ leakage increases with air exchanges per hour (N), HP-CE was evaluated at N levels of 4, 6, 8, and 10 h⁻¹. Using an open-type assimilation chamber, we measured the PPFD- P_n and PPFD- S curves of cucumber seedlings and estimated P_n and S over a 12-hour period. HP-CE outperformed NB-CE in cost-effectiveness for C_{in} 450-700 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ at N of 4, 6, and 8 h⁻¹ but was less effective at N of 10 h⁻¹ due to increased leakage. These findings suggest HP-CE is a viable alternative for ventilated greenhouses with lower N , optimizing CO₂ use by targeting high PPFD hours while reducing unnecessary CO₂ supply during low-light periods.

- 6) 積雪期間を考慮した北海道冬小麦の生育ステージの段階的予測

岩崎千沙¹・下田星児²・杉浦綾¹・菊井玄一郎³・杉川陽一⁴
(¹農研機構農業情報研究センター,
²農研機構北海道農業研究センター,
³科学技術振興機構, ⁴北海道立総合研究機構)

積雪地域である北海道の冬小麦の生育ステージを予測するモデルを提案する。本モデルは予測対象ステージに先行する複数の生育ステージの日付(day of the year: DOY)と気温の回帰式に基づく予測方法である。融雪期の DOY を用いることで融雪時期を明示的に考慮した。この方法を冬小麦「きたほなみ」に適用し、幼穂形成期、出穂期、開花期、成熟期を段階的に予測した。また、従来の DVR モデルによる予測精度を提案モデルの精度と比較した。予測日の RMSE は幼穂形成期、出穂期、開花期、成熟期について、DVR モデルではそれぞれ 3.6, 1.9, 2.5, 3.1 日であった。一方、提案モデルの場合、2.8, 1.9, 1.9, 2.6 日となり、予測精度が向上した。よって、複数のステージの DOY と気温を利用することは生育ステージ予測に有用であることが示された。

2. 通常論文

研究論文

- 5) エチオピアと北日本の米の潜在収量の比較:栽培試験とモデル解析

ゼウドウ^{1,2}・ゼラレム^{1,2}・アタナフ²・ムルゲータ²・佐藤玲央¹・
石川隆二³・阿部陽⁴・松波麻耶¹・下野裕之^{1,5}
(¹岩手大学大学院連合農学研究科,
²エチオピア農業研究センター, ³弘前大学,
⁴岩手生物工学研究センター,
⁵岩手大学次世代アグリイノベーション研究センター)

熱帯高地の主要な米生産地域であるエチオピアの生産力を栽培試験とモデル解析から北日本と比較した。栽培試験で得られる収量を実験的な潜在収量(PY_E)と定義し、2023 年に「ひとめぼれ」と「X-jingna」を両地点で栽培し評価した。さらに気象からみた潜在収量(PY_C)を成長モデルを用いて推定した。エチオピアの PY_E は北日本より 30% 低かった。この程度は PY_C の違いとほぼ合致した。一方で、それぞれの国の生産者の収量とそれら潜在収量を比較すると PY_E に対する比率はエチオピアでは 56% と北日本の 90% より著しく低かった。エチオピアの生産者の収量が北日本より低いのは、 PY_C そのものが気象資源の違いを原因として低い点、さらに生産者の収量と PY_E との差が大きい点によると結論付けられた。