

氏 名 : 三好 悠太

論文題名 : Application of Local Environment Control Based on Dynamics of
Photosynthate Translocation
(転流動態に基づいた局所環境管理に関する研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

植物生産において、葉から収穫対象器官への光合成産物の転流は、収量と品質に直接影響を及ぼす重要な生理的機能であり、転流動態に基づいた合理的な環境管理技術が求められている。本論文では、イチゴ植物を対象にして、転流を律速する光合成産物の葉から師管へのローディングおよび師管から収穫対象器官へのアンローディングの動態の評価法を確立し、転流動態に基づいた省資源型の環境管理技術の提案とその実証をおこなった。

まず、炭素の放射性同位体 (^{14}C) を用いた RI イメージング技術を駆使し、イチゴの葉から果実への光合成産物の転流動態の可視化と時空間連続評価をおこなった。そして、膜輸送タンパク質(スクローストランスポーター)による能動輸送に支配される葉でのローディングと果実でのアンローディングの動態を表現する動的モデルを構築し、主要な気象環境要素(気温、光強度、 CO_2 濃度)と果実の生育ステージで変化する転流動態を再現した。転流動態に関する RI イメージングと動的モデルによる情報を基に、ローディングとアンローディングの器官に限定した局所的な気温、光強度および CO_2 濃度の省資源型管理システムを提案し、冬季のイチゴハウス栽培において生理生態的効果および省エネルギー効果について実証をおこなった。

省資源型の気温管理システムとして、地下通風パイプと株間配風ダクトの活用による地温不易層(深さ 1.5m)との熱交換によって、葉および果実近傍を局所的に適温域に保つ温度管理システムを提案した。冬季夜間において、地温不易層との効率的な熱交換によって暖房負荷が 50%削減されるとともに、葉および果実近傍が適温域に維持されたことから光合成産物の葉から果実への転流を促進し、20%の収量増および糖度(Brix 値)の 8%から 10%への上昇も実現した。

次に、光強度管理システムとして、光合成とローディングの場である葉への局所的な補光を可能にする集光型高輝度 LED 補光システムを提案している。効率的な補光により、葉面の受光量を光飽和点まで高めるとともに、葉での光合成と光合成産物のローディングを促進し、30%の収量増および 8%から 9.5%への糖度上昇を実現した。

さらに、 CO_2 濃度管理システムとして、株間配風ダクトの活用による葉近傍への局所的な CO_2 施用を可能にする CO_2 管理システムを提案した。日中の温度管理のために外部との換気が行われているハウスにおいても、葉近傍の CO_2 濃度を 800ppm 以上の高濃度に維持することが可能となり、葉での光合成とローディングを促進し、収量増および糖度上昇をもたらすことが示唆された。

本論文によって転流動態に基づいた省資源型の環境管理による高収量高品質生産の可能性が提示されており、農業気象学分野の発展に寄与することが期待される。