

## Spatiotemporal variability of crop environmental responses in different scales

木村, 建介

<https://hdl.handle.net/2324/4060222>

---

出版情報：九州大学, 2019, 博士（農学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（2）

氏 名 : 木村 建介

論文題名 : Spatiotemporal variability of crop environmental responses in different scales  
(異なる時空間スケールにおける作物環境応答の変動)

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 研究の背景・目的

作物生産において、作物の環境応答（光合成、熱収支、ストレスに対する馴化機能など）の時空間変動は、収量および品質を決定づける極めて重要な要素である。今後予測される気候変動および異常気象の頻発化により、作物環境応答の時空間変動を理解し活用する技術は、その重要性が増すものと考えられる。本研究では、異なる生産現場（温室、野外圃場、地域スケール）において、異なる作物環境応答の時空間変動を可視化することを目的とした。

#### (1) 温室における作物環境応答（光合成）の時空間変動

作物の光合成は、収量を決定づける重要な生理生態反応の一つである。光合成速度は、葉面の対流と気孔の開度に律速されており、温室内の微気流環境下では、葉面の対流が光合成の大きな律速要因になり得る。本研究ではまず、葉面对流の強さの指標である葉面境界層コンダクタンスを微気流環境下でも測定可能なセンサ（模擬葉）を新たに開発した。この葉面境界層コンダクタンスとその他の微気象要素（気温、湿度、CO<sub>2</sub>濃度）を多点で測定し、それらを光合成生化学モデルと気孔開度の指標である気孔コンダクタンスのモデルに入力することで、光合成速度の時空間分布が可視化可能となった。本方法を、環境調節が稼働している日中のイチゴ温室に適用した結果、光合成速度の空間分布に60%以上の空間ムラが発生していることを明らかにし、光合成速度の時空間変動を考慮して、温室の環境調節の稼働方法を最適化する必要性を示した。

#### (2) 野外圃場における作物環境応答（熱収支）の時空間変動

作物の熱収支は、作物の温度応答を理解する上で重要なプロセスである。特に、顕熱や潜熱といった対流熱伝達は、放射と同様に重要な熱収支項であるが、実際の生産圃場においてその時空間変動の評価方法は確立されていない。そこで、上述(1)と同様の模擬葉を用いた葉面境界層コンダクタンスの多点測定によって、葉面の対流熱伝達と熱収支の時空間変動の評価を可能にした。次に、本方法に基づいて、凍霜害対策の熱的効果の評価法を新たに提案し、チャ圃場の凍霜害対策として広く普及している防霜ファンの熱的効果の時空間変動を可視化した。夜間のチャ園において、防霜ファンの稼働による熱的効果の著しい空間ムラを明示し、温暖化によって過激化・頻発化が予想される凍霜害への適応策として、防霜ファンの機能改善の必要性を示唆した。

#### (3) 地域スケールにおける作物環境応答（温度馴化）の時空間変動

作物の環境ストレスに対する馴化は、作物の長期的な環境応答を表す重要な機能である。温暖化や気候変動に対する合理的な適応策の開発のためには、作物の環境への馴化機能を理解し活用することが不可欠である。植物は、ある期間の環境ストレスを記憶することで、環境に馴化していると考えられている。本研究では、このメカニズムに着目し、低温に対する作物の馴化と脱馴化（耐凍性の消長）を、新たにモデル化した。この際、作物が経験した気温をストレスの記憶関数で重み付けすることにより、精度良く低温馴化と脱馴化を評価することが可能となった。次に、本モデルを、凍霜害の被害が著しいチャに適用し、公開されているメッシュ農業気象データと組み合わせること

で、チャの耐凍性消長の時空間変動を可視化した。これにより、チャの耐凍性の季節変化を地域スケールで評価可能となり、凍霜害の予測に寄与する成果を得た。

以上の研究は、農業生産の基盤である作物環境応答を、様々な時空間スケールで研究しており、今後期待される作物環境応答の最適化（収量予測、温暖化や気候変動への適応、環境調節など）に幅広く応用可能と考えられる。