



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of a smart sprayer system for rice fields in the Vietnamese Mekong Delta [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	NGUYEN, TINH THANH
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14212号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79575
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Nguyen_Tinh_Thanh_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	Nguyen Thanh Tinh
審査担当者	主査	教授	野口 伸
	副査	教授	岩渕和則
	副査	准教授	岡本博史
	副査	准教授	石井一暢（国際食資源学院）

学位論文題名

**Development of a smart sprayer system for rice fields
in the Vietnamese Mekong Delta
(ベトナムメコンデルタ水田用スマート防除システムの開発)**

本論文は英文 94 頁，図 42，表 9，5 章からなり，参考論文 1 編が付されている．

ベトナムのメコンデルタの稲作では大量の除草剤など農薬を使用することによる深刻な環境汚染に直面しているため，生産性を確保しながら農薬の使用量を減らし，米の品質を高める防除技術を必要としている．本研究の目的は，局所・選択的に農薬を散布して薬剤使用量を減少させることで，環境負荷・資材費の低減や省力化を図ることができるスマート防除システムを開発することにある．そのため，RGB カメラを用いて画像処理によって雑草や病気の標兆を検出し，個々の散布ノズルを制御して，雑草や病徴が現れた作物周辺にだけ直接農薬散布できるシステムを開発した．

1) 広葉雑草と狭葉雑草のリアルタイム認識法

本研究では，ベトナムメコンデルタの水田において主要な 2 種類の雑草（広葉雑草と狭葉雑草）についてリアルタイム検出可能な画像処理法を考案した．メコンデルタにおける主要な広葉雑草はマルバツユクサ (*Commelina benghalensis*)，ナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica*)，狭葉雑草がエキノクロアコ罗纳 (*Echinochloa colona*)，テンツ (*Fimbristylis dichotoma*) であるが，雑草の発芽後期（3～4 葉期）の初期段階は，播種後 10～15 日の水稻に相当する．このとき，雑草の大きさは，水稻より小さく，水稻の葉が目立たないため，画像による認識が可能である．本研究では，2 種類の画像処理手法を考案し，認識性能を比較した．2 手法は高速演算可能な領域ベースの畳込みニューラルネットワーク法（R-CNN）と境界プロブ解析法である．入力画像は RGB カメラを使用し，雑草検出精度と処理時間をベトナムメコンデルタで取得した画像を用いて評価した．2 手法とも広葉雑草と狭葉雑草を検出できた．しかし，実験の結果，境界プロブ解析法は単純であるため R-CNN よりも処理時間が短く，認識精度が高いことを明らかにした．境界プロブ解析法では広葉雑草は 95.4% の正解率，狭葉雑草が 87.1% の正解率が得られ，処理速度も 0.26 秒と実用に耐えられる性能であった．

2) 葉いもち病と細菌病のリアルタイム認識法

メコンデルタの水稻に対して深刻な影響を与えている葉いもち病と細菌病を認識できる画像処理手法を開発した。葉いもち病は、イネの葉に病変が色や形として現れることが多いため、画像による識別が可能である。開発した認識アルゴリズムは、RGB および HIS の色空間における平均値と病変領域を包含する長方形 2 辺の比を利用した。機械学習の一手法であるガウシアンナイーブベイズ法 (Gaussian Naive Bayes) と k 近傍法 (k-Nearest Neighbor) の 2 手法を採用して、病気をさまざまなカテゴリに分類した。ベトナムの病気にかかった作物画像を取得・使用して、2 手法の検出精度と検出時間を算出・評価した。両手法とも制御されていない光環境のもとで、2 種類の病気を認識することができた。両者の比較試験結果では、ガウシアンナイーブベイズ法が k 近傍法よりも認識に要する時間が短く、検出精度も高いことを明らかにした。R, G, B 平均値と病変領域 2 辺の比を認識パラメータとして使用したガウシアンナイーブベイズ法を使用することで、さまざまな成長段階における病気を、変動ある自然光の環境下で 90% の認識精度で検出できた。その処理速度も 1 フレームあたり 0.24 秒であり、実用に耐えられる認識速度であった。

3) 水田用スマート防除システムの開発

広葉雑草と狭葉雑草のリアルタイム認識機能と葉いもち病と細菌病のリアルタイム認識機能を搭載したスマート防除システムを開発した。雑草・病気認識用の RGB カメラ (画角 70.7 度) は散布幅 1.6 m (セクション幅 0.4 m × 4 分割) をカバーする。4 分割された散布領域は 2 種類の雑草・病気に対応できるよう 2 種類の農薬を散布できるよう設計した。各散布領域の 2 ノズルは隣接して配置した。ノズルは電磁弁でありマイコンボードとリレー回路を介して噴霧量を制御できる。雑草・病標の検出ソフトウェアは、Visual Studio 2015 および OpenCV-3.4.1 を使用して C++ によって開発した。試作スマート防除システムを実験した結果、雑草・病気の認識から農薬散布までの応答時間は 0.6 秒であることを明らかにした。その遅延時間を考慮して制御系を構成した場合、0.65 m/s の作業速度において、雑草・病気の認識精度と噴霧位置精度は実作業に使用可能と判定された。

以上、本研究はベトナムメコンデルタの稲作において大きな問題になっている増大する農薬使用量の削減を目指した技術開発である。メコンデルタで主要な 2 種類の雑草と病気を対象にしてシステム開発を行い、実用に耐えられる性能を確保した。以上の成果は、ベトナムの穀倉地帯であるメコンデルタの稲作技術の向上に多大に貢献するものである。

よって審査員一同は、Nguyen Thanh Tinh が博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。