

第1章 緒 論

第1節 研究背景

21世紀の日本農業は、持続的な発展とグローバル化が進んでいる国際社会の変化の中で、農業生産量の減少、農業従業者の高齢化および減少、後継者の不足、食の安全・安心性および環境保全への配慮、輸入農産物との競争など厳しい情勢にある。野菜の作付面積は2005年には約56万3千haとなり、2001年の60万4千haに比べて約4万ha減少、野菜の総生産量は2005年には1627万9千トンとなり、2001年の1736万5千トンに比べて約108万5千トン減少しているのに対して、輸入生野菜と輸入一時加工原料野菜は年間約40万トンを示している¹⁾²⁾。そこで、国は輸入野菜の増加に対処し、消費者が望む品質・価格で国産野菜の供給を図るため、食料の安定供給の確保、多面的機能の発揮、農業の持続的な発展、農村の振興を提唱し、改善策を求めている³⁾。その中でも、農家の生活改善、高齢化農業の実現、作業精度の向上、安全で高品質な生産につながるシステム化（機械化）の必要性が高まっている⁴⁾。農業機械の現状は、稲作用、畑作用、畜産用をメインに実用化されているが、近年ではIT、パソコン、カメラ、センサ、画像処理、制御などの科学技術の発展を背景に、知能化されたより複雑な作業を正確に行える農業用ロボットの開発が行われつつある。

国内外における農業用ロボットは、作業負担が大きく、作業時間が長い果実類と果菜類の収穫・選別に関する研究例が多く、ミカン、トマト、ミニトマト、イチゴ、ナス、キュウリ、キャベツ、長ネギなどを対象とした報告が見られる⁵⁾。しかし、収穫と選別は生産地毎に独自の基準で行われる場合が多く、作業精度、作業速度、コスト、稼働率などの問題から実用化は難しいのが現実である。

本研究は、高収入は得やすいが収穫・選別の作業に掛かる時間が総作業時間の60%を占めるイチゴを対象とし⁶⁾、九州で最も多い。内成り栽培方式⁷⁾のためのイチゴ収穫・選別システム化の研究を試みた⁸⁾⁹⁾。本論文は、果実認識の画像処理法、果柄認識の画像処理法、果実選別の画像処理法、果柄を検出して把持・切断できる採果ハンドを提案し、これらの要素を統合した試作機による収穫・選別の室内実験を行い、その性能について検討した。

第 2 節 研究目的

本研究は、イチゴ生産農家の作業負担が大きいという問題と機械化のニーズに対応して、イチゴ生産農家の作業負担の軽減、品質および生産効率の向上、生産規模の拡大、若手後継者の積極的な参加、人とシステムの共同作業を目指して、選別と収穫作業を行う内成り栽培に対応したイチゴ収穫・選別システムを開発することを目的とした。収穫と選別を同時に行う本システムの特徴は、2 台のカラー CCD カメラを装備した直交座標軸型内成り栽培用であり、畝をまたいで間欠移動しながら柔らかい果実にダメージを与えないために、果実に触れず、選別を行ったうえで果柄を把持・切断して収穫することを目標としている。そこで、システムの構築のために、本論文では果実認識の画像処理法、果柄認識の画像処理法、果実選別の画像処理法、光ファイバセンサで果柄の検出を行うフィンガとハサミが一体になった機構の採果ハンドなどを提案した。

本研究の成果は、イチゴ生産の機械化だけでなく、一連の制御技術、画像処理法、採果ハンドが他の果菜類の収穫、選別のシステム開発にも応用することが可能であり、管理作業を始めイチゴの生産の機械化につながることを期待される。

第 3 節 構成と概要

本論文は、第 2 章以下、次の内容で構成した。

- 第 2 章 イチゴの生産現状
- 第 3 章 収穫・選別のシステムの現状
- 第 4 章 内成り栽培における収穫・選別のシステム化の開発
- 第 5 章 位置決め用カメラによる果実の認識に関する実験
- 第 6 章 採果用カメラによる果柄の認識に関する実験
- 第 7 章 果実の選別に関する実験
- 第 8 章 採果ハンドに関する実験
- 第 9 章 試作機による収穫・選別の室内実験
- 第 10 章 総括

第2章では、イチゴの生産規模、日本におけるイチゴの品種と特徴、栽培方式、収穫、選別および流通などについて記述しながら、研究対象物であるイチゴの生産現状を説明した。

第3章では、農業用ロボットの概要を記述した上、穀物類、果実類、野菜類における国内外の収穫、選別に関する研究事例、システム化のニーズと収穫・選別のシステム化の現状、研究動向を説明した。

第4章では、内成り栽培に対応するイチゴの収穫・選別のシステム化の開発概念を記述したうえで、開発機の基本構造、動作、座標変換を説明した。

第5章では、台車の中央に固定した位置決め用カメラで撮影した収穫エリアの原画像から、葉、未熟果、花などを区別して4分着色以上の採果目標果実を認識する画像処理法を提案した。果実の個数、位置、採果順序および果実の位置に移動した採果用カメラの拡大画像を測定項目として、果実認識の画像処理法の有用性を検討した。

第6章では、採果ハンドと一緒に移動する採果用カメラで撮影した拡大画像から、果柄認識を行う画像処理法を提案した。果柄表示線における果柄の切断位置および方向角を測定項目として、果柄認識の画像処理法の有用性を検討した。

第7章では、採果ハンドと一緒に移動する採果用カメラで撮影した拡大画像から、果実選別を行う画像処理法を提案した。果実の大きさは果実の画素数で、果実の熟度は着色部位の画素数と果実の画素数の割合で示す着色率で示し、果実選別の画像処理法の有用性を検討した。

第8章では、Z軸方向における果柄を検出して把持・切断できる三つのタイプの採果ハンドを試作し、安全距離、把持距離を測定項目として適切なタイプを選定したうえで、採果実験における採果率を用いて有用性を検討した。

第9章では、駆動装置、果実認識の画像処理法、果柄認識の画像処理法、果実選別の画像処理法、採果ハンドなどの要素を統合した試作機を用いて、実際の内成り栽培の畝を再現した畝モデルにおける室内収穫実験を行い、収穫率、収穫処理速度、熟度判定を測定項目として、開発した収穫・選別システムの有用性を検討した。

第10章では内成り栽培用におけるイチゴの収穫・選別システムの研究について、本研究の成果を総括するとともに、今後の課題について記述した。

以上のように、本論文は、人とシステムの共同作業のための内成り栽培用イチゴ収穫・選別システムの開発を目的に研究を遂行し、その基礎的な成果をまとめたものである。

引用文献

- 1) 農林水産省大臣官房統計情報部：第81次農林水産省統計表，農林統計協会，東京，200～201，622，2007
- 2) 農林水産省大臣官房統計情報部 第78次農林水産省統計表，農林統計協会，東京，628，637，2004
- 3) 農林水産省：食料・農業・農村白書（平成16年度），農林統計協会，東京，1～2，189～192，2005
- 4) 近藤直，門田充司，野口伸：農業ロボット（Ⅰ），コロナ社，東京，1～10，2004
- 5) 近藤直，門田充司，野口伸：農業ロボット（Ⅱ），コロナ社，東京，48～57，2006
- 6) 植松徳雄：イチゴの栽培の理論と実践，誠文堂新光社，東京，167～169，1998
- 7) 松田照男，森下昌三：イチゴQ&A 栽培技術早わかり，全国農業改良普及支援協会，東京，88～89，2003
- 8) 永田雅輝，梶島芳徳，曹其新，牟田信次，大津敢視：イチゴ栽培の自動化に関する研究（平成11年度共同研究成果報告書），宮崎大学，宮崎，42～50，2000
- 9) 永田雅輝，梶島芳徳，日吉健二，中島竜佑，牟田信次，大津敢視：イチゴ栽培の自動化に関する研究（平成12年度共同研究成果報告書），宮崎大学，宮崎，1～21，2001