

# アスパラガス収穫のための自律型農業ロボットに関する研究

長崎大学大学院生産科学研究科  
入江 直樹

2050年の世界人口は91億人に達すると予測されている。この人口に必要となる穀物需要量は、1999～2001年における穀物需要量平均値19億トンの1.6倍に相当する。これに対して、世界の食料生産状況、特に穀物の収穫面積は、開発途上国の工業化などによる新たな可耕地の減少や砂漠化などが進み、1961年からの50年間に於いて8%の増加にとどまり伸び悩んでいる。これに加え、バイオ燃料生産増加に伴う穀物の燃料仕向けの増加、水資源不足を受け、世界の食料供給状況は逼迫している。日本においても食料供給力は、この50年間に於いて農家数と耕地面積の減少を受けて脆弱化している。人口減少社会、超高齢化社会を向え、更なる土地生産性、労働生産性の低下が懸念される。このような状況を鑑み、政府は食料自給率を引き上げることを「食料・農業・農村基本計画」に明記し、この目標を達成する手段の一つとして農作業への省力技術の導入による規模拡大を願っている。

農作業を省力化する農業機械への期待は高まり、産業ロボットに使用されている高度なセンシング技術やマニピュレーション技術を活用し、園芸分野における果実の収穫作業をロボットにより行わせようとする研究が実施されている。トマト、イチゴなどを対象とした収穫ロボットが報告されている。それらの研究において対象とした農作物は、季節、環境条件によって色は変化し、また成長することによって形状、大きさも変化する。このような工場製品とは異なる農作物特有の性状への対応を必要とすることから、対象作物の認識率や収穫速度に課題があった。

本研究では、長崎県のアスパラガス栽培様式である半促成長期どり栽培を行っている農家のための全自動アスパラガス収穫ロボットシステムの開発を行う。アスパラガスは、長崎県が長崎アスパラとしてブランド化を推進し、収益性の高さから栽培面積の拡大が望まれている作物である。アスパラガスを対象とした本全自動収穫ロボットシステムは、ロボットが圃場を走行し、アスパラガスの長さと位置を画像処理により測定し、収穫適期であるアスパラガスのみを選別して1本ずつ収穫してゆく機能を有する。

第1章では、農業の現状と課題を踏まえ、農業機械の役割、今後実用化が期待されている農業ロボットについての概要を述べた。そして、長崎県におけるアスパラガス栽培様式を紹介し、本研究の背景と目的について述べた。

第2章では、全自動収穫ロボットシステムの試作機について述べた。本ロボットシステムは、アスパラガス認識センサ、アスパラガス収穫用ロボットハンド、アスパラガスの畝に沿って農地走行する移動台車、本ロボットシステムのために開発された圃場から構成している。アスパラガス認識センサは、スリット光を発光する2本のレーザとCCDカメラから構成する光切断法を用いた画像処理によりアスパラガスの長さや位置を測定する。その測定試験により測定精度を確認した。アスパラガス収穫用ロボットハンドの構造は、圃場の傾斜によるロボットの傾きを補正する機能を追加し、円筒座標型と極座標型を併用した。ロボットアームの位置決めを目的として4自由度、アスパラガスを1本ずつ把持し切断するエンドエフェクタに2自由度使用している。ロボットアームの駆動には高速化を図るための円筒カム機構を用いた。ロボットアームを伸縮し、エンドエフェクタによるアスパラガスの把持、切断可否試験を行い、その性能を確認した。移動台車はモータを駆動源として、4輪でアスパラガスの畝に沿ったレール上を走行する。実際の圃場において収穫実験を行い、人手による収穫時間と比較することにより、その有効性を評価している。

第3章では、全自動収穫ロボットシステムの更なる高速化、コンパクトさを求めた実用機について述べた。制御装置は、試作機におけるシーケンス制御をワンチップコンピュータにて実現しコンパクト化した。ロボットハンドにおいては、フィンガのアスパラガス把持面を駆動可能とすることにより、アーム短縮時に把持しながらアスパラガスを把持面上で滑らせ、フィンガの先端に設けたカッターにて切断する動作を実現している。これにより、試作機におけるアスパラガス切断機構及び切断動作を省略可能とし、エンドエフェクタのコンパクト化及び収穫動作の高速化を図っている。移動台車は構造と材質の変更により軽量化し、慣性モーメントをより小さくすることで停止精度を向上し移動時間を短縮することができた。また、収穫したアスパラガスの穂先を揃えて収納する仕組みと畝間を移動可能とする畝間移動台車を新たに開発した。圃場における収穫実験から、実用機は試作機の収穫スピードと比較して約16%速く収穫できることを確認した。

第4章では、本論文を総括し、結びとした。

