

## 学 位 論 文 要 旨

### 乗用管理機型ブームスプレーヤのブーム振動抑制装置の開発 Development of Device to Reduce Boom Displacement in Riding Vehicle for Crop Management

水上智道

MIZUKAMI Tomomichi

食料の安定的供給を図るうえで、農作物の病虫害防除は重要な課題である。近年、耕種的防除、生物的防除および物理的防除が導入され始めているが、省力化と安定した防除効果が得られることから農薬を用いた化学的防除が主に利用されている。農薬を用いた化学的防除において、液剤を散布する動力噴霧機が最も広く利用されている。その中でも乗用可能な自走式タイプである乗用管理機型ブームスプレーヤが国内で普及しつつある。

生産現場では大規模ほ場に対応するため機械の大型化が進んでおり、乗用管理機型ブームスプレーヤにおいても同様に大型化が求められている。地表面に凹凸や傾斜がある農地では、高速作業を行うとブームが垂直方向に激しく振動するため、ブーム先端が地面に衝突して破損する事故を誘発し、ブームの振動による不均一な農薬散布およびドリフトを発生させることが懸念されている。手動でブーム高さを調節できる操作レバーが備わっているが、その操作による高さ調節の精度が低く、また、その操作を散布作業中に行い続ける煩雑さがある。そのため、実際の作業ではブームが作物や地面に接触することを回避するために、過度にブーム先端を上げた状態で作業する場面が多く見られる。このような現状を改善するために、ブーム高さの自動制御が強く望まれている。

そこで、本研究では高能率な乗用管理機型ブームスプレーヤを対象に、高速作業による散布作業の省力化および農薬の散布精度の向上を実現するため、ブーム振動を抑制する装置を開発した。さらに、開発機による散布性能試験を行い、実作業への適応性について検討することを目的とした。開発した装置は、油空圧技術による振動伝達の遮断を目指し、機体の挙動が異なる路面状況へ対

応できるように 2 種類のブーム垂直振動抑制装置を開発した。さらに、ブーム構造を再考し、垂直および水平振動が小さい高剛性ブームを開発し、慣行の散布作業速度の 2 倍である 1.0 m/s で散布作業を行っても、慣行作業と同等となる農薬の付着程度を目指した。

第 1 章では緒論として、研究背景に基づいて先行研究の報告等をレビューし、本研究の目的を述べる。第 2 章では、乗用管理機型ブームスプレーヤのブーム高さが薬液の落下量および付着むらに及ぼす影響を調査した。これにより、乗用管理機型ブームスプレーヤの挙動に応じたブーム振動抑制装置を用いることで現行の防除作業よりも、さらに散布むらおよびドリフトの少ない防除作業の実現に寄与できることを明らかにした。また、振動系のなかでも基本的な系である「減衰のある 1 自由度の振動モデル」を用いて、機体の振動に起因するブーム振動とそのモデル化について検討し、シミュレーションによってモデルの実務的な有効性を確認した。第 3 章では、油空圧技術を用いて振動の伝達を遮断する方法を用いて、車体の垂直変位により生じるブーム垂直振動を抑制する装置（以下、HPS）を開発した。既存の昇降用油圧シリンダの代替として用いることで、障害物走行試験において、車体の垂直変位により生じるブームの垂直変位を約 65% 低減した。一方、車体のロールにより生じるブームの垂直振動を抑制しないことを確認した。第 4 章では、車体のロールにより生じるブームの垂直振動抑制を目指し、油空圧技術を用いて振動の伝達を遮断する方法を用いて、ロールダンパを開発した。障害物走行試験において、車体のロールにより生じるブームの垂直変位を約 45% 低減した。さらに、車体の垂直変位により生じるブームの垂直振動を抑制しないことを明らかにするとともに、実際のほ場ではランダムな起伏が生じることから HPS とロールダンパの併用が必須であることを確認した。第 5 章では、油空圧技術を用いた振動の伝達を遮断する方法とは異なり、ブーム構造の再考による振動の少ない高剛性なスライドブームを開発し、ブームの水平変位を約 16% 低減することを確認した。第 6 章では、3 種類のブーム振動抑制装置（HPS、ロールダンパ、高剛性なスライドブーム）を全て搭載した乗用管理機型ブームスプレーヤを用いて、ブームの振動抑制効果試験および薬液の付着試験を行った結果、実作業への適応性を確認した。

以上のように、本研究で開発したブーム振動抑制装置により、不整地の凹凸に起因するブーム振幅を大幅に低減でき、適切なブーム高さを保持しながら適量の農薬を散布し、作物にむらなく付着できることが実証された。より幅広のブームを使用して高速で作業でき、散布作業のほ場作業効率を大きく向上させた。振動抑制装置を付加することで、不規則なブームの変位によるブームの破損を回避できるので、ブームの耐久性も増大する。本研究のブーム振動抑制装置は既往の市販機種にも適用できることから、多くのほ場でドリフトの少ない高効率な防除作業の実現が期待される。