

	フビキ ケヒロ
<b>氏 名</b>	<b>船引 邦弘</b>
本籍（国籍）	北海道
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研 798 号
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 2 3 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学
<b>学位論文題目</b>	<b>ポテトハーベスタの作業性能向上に関する研究（Studies on improving work performance of potato harvesters）</b>
学位審査委員	主査 帯広畜産大学教授 佐藤 禎稔 副査 岸本 正(帯広 教授), 片平 光彦(山形 教授), 張 樹槐(弘前 教授)

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、大規模畑作地帯のバレイショ生産に貢献するために、農家戸数の減少によるさらなる一戸当たりの作付面積の拡大、収穫機の機上で選別を行う作業者の不足、コントラクタなどの委託作業の増大に対応するなど、より高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けた作業性能向上に関する研究である。

### ポテトハーベスタの作業性能向上に関する現行機の性能評価

現在一般に利用されているポテトハーベスタと開発段階であるハーベスタを供試して作業精度と作業能率試験を実施し、作業性能に関する比較評価を行った。その結果、国産機はわが国のバレイショの特性に合わせた損傷軽減を重視した設計であり、海外製は旋回や荷降ろしも含めた作業能率を重視した設計であることが明確になった。また、高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けては、塊茎の損傷防止と収穫機全体の操作性の向上はもちろんのこと、作業速度はきょう雑物の処理能力に大きく左右されることから、ポテトハーベスタの作業性能を向上させるためにはこれらの要素を総合的に評価・検討を行う必要があることが指摘された。

### セパレータコンベヤの処理能力に関する実験と最適値の検討

現行機の性能評価では、収穫機の性能を向上させるためにはバレイショときょう雑物の選別能力を高めることが必要であることが示唆された。そこで、国産オフセット式ポテトハーベスタに装備されており、また今後の次世代型ポテトハーベスタにも装備予定のセパレータコンベヤを供試し、各部位の調整箇所の設定値を変更して処理能力に与える影響を実験的に解明し、それぞれの項目について最適な設定値を明らかにした。試験の結果、セパレータコンベヤの最適な設定値は、SP ローラの角度が 15°、コンベヤの周速度は 0.9 m/s、SP ローラとコンベヤの隙間が 10 mm であった。石れきの除去率は、いずれの試験項目でも低い値を示したことから、セパレータコンベヤによる石れきの処理能力は低いことが判明した。

## フィンガーコンベヤの処理能力に関する実験と最適値の検討

国産オフセット式ポテトハーベスタに装備されており、また今後の次世代型にも装備予定のフィンガーコンベヤを供試し、各部位の調整箇所の設定値を変更して処理能力に与える影響を実験的に解明した。その結果、フィンガーコンベヤの角度は $20^\circ$ 、フィンガーコンベヤの周速度が $0.4\text{ m/s}$ 、送りコンベヤの傾斜角度は $0^\circ$ 、フィンガーコンベヤと送りコンベヤの間隙については $8\text{ mm}$ が最適であった。また、塊茎の損傷率はいずれの設定条件でも低い値であったことから、フィンガーコンベヤは塊茎の損傷発生が少ない装置であることが判明した。

## ロボットトラクタによるポテトハーベスタの無人けん引収穫の作業性向上の実証試験

ポテトハーベスタの収穫作業において、ロボットトラクタを利用した無人走行と慣行の有人走行およびGNSSガイダンスを使用したガイダンス走行について同一ほ場において、バレイショ収穫時の作業能率と投下労働量の削減効果および作業精度を評価することを目的に比較試験を行った。作業能率は、有人走行が $0.090\text{ ha/h}$ でガイダンス走行と無人走行が $0.098\text{ ha/h}$ であった。無人走行は、有人走行やガイダンス走行と同等もしくはそれ以上の作業能率で作業できることが明らかになった。

無人走行は、機上の選別作業者がロボットトラクタの監視とオペレータを兼ねることで、有人走行やガイダンス走行よりも人員が1人少ない状態となるが、十分に収穫作業を行えることが実証され、無人走行の投下労働時間は、有人走行に対して $26\%$ 、ガイダンス走行に対して $20\%$ 削減できることが判明した。また、走行条件に起因する塊茎の損傷や収穫損失を確認した結果、いずれの走行条件でも $5\%$ 以下で良好な掘り取りが可能であり、無人走行に起因する塊茎の損傷や収穫損失は見られないことが実証された。

本研究の結果から、ロボットトラクタを使用したバレイショ収穫の無人走行は、有人走行、ガイダンス走行と同様に収穫作業を行えることが確認された。今後、大規模畑作においてもロボットトラクタを利用することで、人手不足の解消や省力化によるバレイショ収穫の作業性能向上が大いに期待できる。

以上のように、本研究では、より高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けて、搭載予定のコンベヤについての各種設定値の確立と、人手不足の解消や省力化に向けたロボットトラクタの利用効果について示すことができた。現在、バレイショの作付面積は、人手不足と収穫に多くの投下労働量が必要なことから、他の作物に置き換える農家が増えてきており年々減少している。バレイショの供給量は決して多くはなく、台風などの災害で生産量が落ちると、市場の需要に影響が出てしまう状況であることは経験済みである。今後、本論文で得られた成果から高性能な次世代型ポテトハーベスタが開発されることによって、バレイショの増産に寄与できれば幸いである。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、大規模畑作地帯のバレイショ生産に貢献するために、より高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けた作業性能向上に関する研究である。

### 1) ポテトハーベスタの作業性能向上に関する現行機の性能評価

現在一般に利用されているポテトハーベスタと開発段階のハーベスタ，5機種を供試して作業精度と作業能率試験を実施し，作業性能に関する評価を行った。その結果，高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けては，塊茎の損傷防止と収穫機全体の操作性の向上はもちろんのこと，作業速度はきょう雑物の処理能力に大きく左右されることから，ポテトハーベスタの作業性能を向上させるためにはこれらの要素を総合的に評価・検討を行う必要があることが示唆された。

## 2) セパレータコンベヤの処理能力に関する実験と最適値の検討

ハーベスタの性能を向上させるためにはいもときょう雑物の選別能力を機械的に向上させる必要があり，2段階のコンベヤで処理される。そこで，次世代型ポテトハーベスタに装備予定のセパレータコンベヤを供試し，速度や角度，間隔などの調整箇所の設定値を変更して処理能力に与える影響を実験的に解明し，それぞれの項目について最適な設定値を明らかにした。

## 3) フィンガーコンベヤの処理能力に関する実験と最適値の検討

つぎに，同様に装備予定のフィンガーコンベヤを供試し，各部位の調整箇所の設定値を変更して処理能力に与える影響を実験的に解明し，それぞれの項目について最適な設定値を明らかにした。

## 4) ロボットトラクタによるポテトハーベスタの無人けん引収穫の作業性向上の実証試験

ポテトハーベスタの収穫作業は多くの作業者を必要とする。そこで，ロボットトラクタを利用した無人走行と慣行の有人走行およびGNSSガイダンスを利用したけん引作業について同一ほ場での比較試験を行った。無人走行は有人やガイダンス走行と同等もしくはそれ以上の作業能率で作業できることが明らかになり，無人走行の投下労働量は有人走行に対して26%，ガイダンス走行に対して20%削減できることが判明した。また，無人走行に起因する塊茎の損傷や収穫損失は見られないことが実証され，今後の大規模生産においてロボットトラクタの利用は人手不足の解消や省力化などの作業性能向上に大いに期待できることが示唆された。

以上のように，本研究では，より高性能な次世代型ポテトハーベスタの開発に向けて，搭載予定のコンベヤについての各種設定値の確立と人手不足の解消や省力化に向けたロボットトラクタの利用効果について示すことができた。本研究で得られた知見は今後のバレイショ生産における作業性能の向上やコスト削減，農産物の安定生産に繋がる技術として高く評価できる。

以上のことから，本審査委員会は，「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果，本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

### 【主論文】

1. 船引邦弘，佐藤禎稔，藤本与（2020）  
ポテトハーベスタの作業性能向上に関する現行機の性能評価  
農業食料工学会誌，82(6):601-608

### 【参考論文】

1. Fujimoto, A., T. Satow, T. Makino, K. Funabiki (2018)  
Development of Boom Height Measurement Module with PSD Sensor

2. 佐藤禎稔, 河辺秀樹, 船引邦弘, 太田耕二 (2020)  
液剤散布高さ検出モジュールおよびこれを備えたブームスプレーヤ並びに液剤散布高さ検出モジュール用プログラム  
特許 6655253
3. 大橋敏伸, 船引邦弘 (2020)  
バレイショ収穫機, 農業食料工学ハンドブック, コロナ社, 737-739