HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ロータリ耕うんの動的現象の解析研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	平澤, 一暁
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11539号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57172
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Kazuaki_Hirasawa_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　平　澤　一　暁

審査担当者　主　査　准教授　片　岡　崇
副　査　教　授　柴　田　洋　一
副　査　教　授　野　口　伸
副　査　主席研究員　齋　藤　昌　弘（ヤンマー㈱中央研究所）

学 位 論 文 題 名

ロータリ耕うんの動的現象の解析研究

本論文は，全 7 章からなる総頁数 105 の和文論文である。論文には，図 53，表 12，引用文献 66 が含まれている。別に参考論文 3 編が添えられている。

ロータリ耕うん機の性能には，砕土性，反転性，均平性，稲藁のすき込み性，所要動力等様々なものがある。これらの性能は主に土壌条件・運転条件・機械設計パラメータの 3 つの因子の影響を受ける。土壌条件とは，土性や水分，土塊の粒度分布，圧密状態等である。運転条件とは，耕うん軸の回転方向や回転数，トラクタの走行速度，耕深，耕うんピッチ等である。機械設計パラメータとは，ロータリ耕うん爪の形状，ロータリ耕うん爪の配列パターン等である。これら様々な因子の影響をコンピュータによるシミュレーションで予測できれば，開発期間の短縮と同時にロータリ耕うん機の更なる高性能化が期待される。本研究の最終的な目標は，ロータリ耕うん時の土の挙動を詳細に解析し，耕うん後の仕上がりや所要動力を設計段階で予測することである。

第 2 章では，個別要素法を用いて土とロータリ耕うん爪をモデル化する方法およびそのモデルに用いるパラメータの決定方法について検討した。構築したロータリ耕うんモデルに用いるパラメータ値は，崩落試験・落下堆積試験・抵抗棒試験の 3 つの土壌試験結果から決定した。高速度カメラによるロータリ耕うんの土の投てき状態の観察と，ロータリ耕うん軸トルクの計測を行った。土粒子の存在範囲の面積と重心位置および耕うん軸トルクからモデルの妥当性を検証した結果，提案したモデルでロータリ耕うんを予測できると結論づけられた。

第 3 章では，ロータリ耕うん爪形状の土の投てき現象および所要動力への影響を予測し評価するため，第 2 章で構築したロータリ耕うんモデルを用いて，形状の異なる 2 種類の耕うん爪で土の投てきと耕うん軸トルクを予測した。ロータリ耕うん試験で実測した土粒子の速度分布および耕うん軸トルクからモデルの妥当性を検証した結

果，ロータリ耕うんモデルは，ロータリ耕うん時の土粒子の速度分布を高い精度で予測できることが分かった。速度分布の近似直線の決定係数は 2 種類のロータリ耕うん爪の両者で 0.821 以上であった。また，土粒子の速度分布の近似直線の傾きは 2 種類のロータリ耕うん爪の両者で概ね 1.0 であったことから，耕うん爪形状の土の投てきに対する影響を，高い精度で予測できることが示された。耕うん軸トルクの予測精度は 81.9 %～113 %であった。以上より，ロータリ耕うんモデルを用いて，ロータリ耕うんへの耕うん爪形状の影響を予測できると結論づけられた。

第 4 章では，ロータリ耕うん機の均平性能を予測し評価するため，ロータリ耕うんモデルを用いて耕うん後の土壌の堆積形状を予測した。機械設計パラメータの均平性能への影響を明らかにするため，仕様の異なる 2 種類のロータリ耕うん機で圃場試験を実施した。耕うん後の土壌の堆積形状をレーザ式測域センサで計測し，モデルの計算結果と実測結果を比較した。結果，モデルを用いて耕うん後の堆積形状の山の数と高さを予測できる可能性が示された。また，ロータリ耕うんモデルは，耕うん後の堆積高さ，均平性に対するロータリ耕うん機の耕うん幅，耕うん爪配列，耕うん爪形状等の機械設計パラメータの影響を予測できる可能性が示された。堆積高さの二乗平均平方根の計算値と実測値の決定係数は 0.799 であった。

第 5 章では，ロータリ耕うんの所要動力に対する運転条件の影響を予測し評価するため，ロータリ耕うん機の駆動回転数を任意に選択できるよう改造した供試機を用いて所要動力を計測した。ロータリ耕うんモデルを用いて予測した所要動力と所要トルクを実測結果と比較し，所要動力および所要トルクに対する運転条件（走行速度，耕うん軸回転数および耕うんピッチ）の影響をロータリ耕うんモデルで予測できることを示した。精度は 93～126%の範囲内であった。

最後に，第 6 章では，ロータリ耕うんの所要動力に対する運転条件の影響を詳細に調査するため，回転数を任意に選択できる供試機を用いて異なる 3 つの圃場で所要動力を計測した。所要動力および単位面積当たりの所要エネルギーと運転条件（走行速度，耕うん軸回転数および耕うんピッチ）の関係を明らかにした。

以上，本論文では，個別要素法を用いて，ロータリ耕うんの投てき現象と所要動力を予測可能なロータリ耕うんモデルを構築した。このモデルは，爪形状の土の投てきと耕うん軸トルクへの影響を予測できることを示した。構築したモデルを用いて，ロータリ耕うん機の均平性能と所要動力に対する機械設計パラメータおよび運転条件の影響を予測し評価できることを示した。本論文で構築したロータリ耕うんモデルは，ロータリ耕うん機の設計開発に適用できる可能性が高く，精度も十分と判断された。

よって、審査員一同は、平澤一暁が博士（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。