

平成26年度  
事業報告

平成27年6月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農業機械化研究所



# 目 次

## I 研究業務

### 1. 基礎技術研究部

#### 基-1 メカトロニクス研究

基-1-1 高精度直線作業アシスト装置の開発（完了・通年）…………… 4

#### 基-2 バイオエンジニアリング研究

基-2-1・2 トマト接ぎ木苗大量生産技術の開発（完了・通年）…………… 6

#### 基-3 コストエンジニアリング研究

#### 基-4 安全人間工学研究

基-4-2 歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査（完了・通年）…………… 8

#### 基-6 資源環境工学研究

### 2. 生産システム研究部

#### 生-1 土壌管理システム研究

生-1-5 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証…………… 12  
（農地土壌除染技術）（完了）  
ー農地除染用機械を用いた除染技術に関する研究

#### 生-2 大規模機械化システム研究

#### 生-3 栽植システム研究

#### 生-4 生育管理システム研究

生-4-1 乗用管理機等に搭載する水田用除草装置の開発（完了）…………… 14

#### 生-5 収穫システム研究

生-5-2 簡素化・省エネルギー型コンバインの開発（完了・通年）…………… 16

- 生－5－3 自脱コンバインにおける機内清掃の簡易な構造に関する研究…… 18  
(完了・通年)

#### 生－6 乾燥調製システム研究

- 生－6－1 高能率水稻等種子消毒装置の開発 (完了・通年) …………… 20  
生－6－2 触媒加熱方式遠赤外放射体による穀物乾燥の研究…………… 22  
(完了・通年)

### 3. 園芸工学研究部

#### 園－1 果樹生産工学研究

- 園－1－1 果樹の袋掛け作業省力・軽労化技術の開発 (完了・通年) …………… 26  
園－1－2 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証…… 28  
(果樹園・茶園の除染技術) (完了・通年)  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術の研究開発  
園－1－3 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証…… 30  
(果樹園・茶園の除染技術) (完了・通年)  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発  
－せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

#### 園－2 野菜栽培工学研究

- 園－2－1 ナガイモの種いも切断・防除技術の開発 (完了) …………… 32

#### 園－3 野菜収穫工学研究

- 園－3－1 チャの直掛け栽培用被覆資材の被覆・除去装置の開発…………… 34  
(完了・通年)

#### 園－4 施設園芸生産工学研究

- 園－4－1 イチゴ植物工場を核とする群落生育診断技術の開発 (完了) …………… 36  
園－4－2 革新的作業体系を提供するイチゴ・トマトの密植移動栽培…………… 38  
システムの研究開発 (完了)

## イチゴの移動栽培装置の開発

### 園-5 園芸調製貯蔵工学研究

- 園-5-1 イチゴ個別包装容器適応性拡大に関する研究（完了・通年）…… 40
- 園-5-2 タマネギ乾燥装置の開発（完了・通年）…………… 42

## 4. 畜産工学研究部

### 畜-1 飼料生産工学研究

### 畜-2 家畜管理工学研究

### 畜-3 飼養環境工学研究

- 畜-3-1 微生物環境制御型脱臭システムの開発（完了・通年）…………… 46

## 5. 評価試験部

### 評-2 原動機第2試験室

### 評-4 作業機第2試験室

- 評-4-1 自脱コンバインにおける運転・操作装置の評価に関する…………… 50  
基礎的研究（完了・通年）

### 評-5 安全試験室

## 6. 特別研究チーム(エネルギー)

- エネルギー-1 中山間地域における小型水力発電利活用システムの…………… 54  
研究（完了・通年）  
[資源環境工学研究、コストエンジニアリング研究]
- エネルギー-2 小型穀殻燃焼炉による熱風発生装置の開発…………… 56  
（完了・通年）  
[乾燥調製システム研究]

## 7. 特別研究チーム(ロボット)

- ロボット-1 稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化…………… 60
  - 技術の開発 (完了・通年)
  - トラクタのロボット化
  - [メカトロニクス研究、大規模機械化システム研究]

## 8. 特別研究チーム(安全)

## II 検査・鑑定等業務

- 1. 検査…………… 66
- 2. 鑑定等…………… 68

## III 試作工場、附属農場の運営

- 1. 試作工場…………… 72
- 2. 附属農場…………… 75

### (附)

- 1. 農業機械等緊急開発事業課題一覧…………… 80
- 2. 担当者名簿…………… 81

# I 研究業務

1. 基礎技術研究部
2. 生産システム研究部
3. 園芸工学研究部
4. 畜産工学研究部
5. 評価試験部
6. 特別研究チーム(エネルギー)
7. 特別研究チーム(ロボット)
8. 特別研究チーム(安全)



# 非完了課題を含む課題一覧

## I 研究業務

### 1. 基礎技術研究部

#### 基-1 メカトロニクス研究

- 基-1-1 高精度直線作業アシスト装置の開発（完了・単年度）（平 24～26）
- 基-1-1 高精度直線作業アシスト装置の開発（完了・通年）（平 24～26）

#### 基-2 バイオエンジニアリング研究

- 基-2-1 トマト接ぎ木苗大量生産技術の開発（完了・単年度）  
テープを用いた接合資材の検討（平 24～26）
- 基-2-2 トマト接ぎ木苗大量生産技術の開発（完了・単年度）  
樹脂製素材および超音波溶着技術を用いた新たな接ぎ木方法  
（平 24～26）
- 基-2-1・2 トマト接ぎ木苗大量生産技術の開発（完了・通年）（平 24～26）

#### 基-3 コストエンジニアリング研究

#### 基-4 安全人間工学研究

- 基-4-1 自脱コンバインにおける巻き込まれ事故の未然防止技術の開発  
（平 25～27）
- 基-4-2 歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査（完了・通年）（平 26）

#### 基-6 資源環境工学研究

- 基-6-1 履帯走行部を対象とした除泥技術の開発（平 26～28）

### 2. 生産システム研究部

#### 生-1 土壌管理システム研究

- 生-1-1 大豆用畝立て播種機の開発  
予備試作2号機の大豆栽培試験（平 26～28）
- 生-1-2 大豆用畝立て播種機の開発  
試作1号機の播種性能試験（平 26～28）

- 生－１－３ 無人ヘリ作物生育観測システムの開発と実証（平 26～28）
- 生－１－４ 省エネルギー型高速耕うん技術の研究（平 26～28）
- 生－１－５ 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証  
（農地土壌除染技術）（完了）  
－農地除染用機械を用いた除染技術に関する研究（平 24～26）

## 生－２ 大規模機械化システム研究

- 生－２－１ 大規模水田農業における ICT を活用した栽培管理及び経営管理  
の支援技術の開発（平 24～29）
- 生－２－２ 高機動畦畔草刈機の開発（平 26～28）

## 生－３ 栽植システム研究

- 生－３－１ 中山間地用水田栽培管理ビークルとその作業機の開発  
（平 24～26～27）
- 生－３－２ 田植機の植付位置制御技術の開発（平 26～28）

## 生－４ 生育管理システム研究

- 生－４－１ 乗用管理機等に搭載する水田用除草装置の開発（完了）（平 26～28）
- 生－４－２ 超音波を利用した農作物の病害防除装置に関する研究（平 25～27）

## 生－５ 収穫システム研究

- 生－５－１ 高性能・高耐久コンバインの開発（平 26～28）
- 生－５－２ 簡素化・省エネルギー型コンバインの開発（完了・単年度）（平 23～26）
- 生－５－２ 簡素化・省エネルギー型コンバインの開発（完了・通年）（平 23～26）
- 生－５－３ 自脱コンバインにおける機内清掃の簡易な構造に関する研究  
（完了・単年度）（平 24～26）
- 生－５－３ 自脱コンバインにおける機内清掃の簡易な構造に関する研究  
（完了・通年）（平 24～26）
- 生－５－４ 小型汎用コンバインを基軸とした収穫作業体系の実証（平 26～28）

## 生－６ 乾燥調製システム研究

- 生－６－１ 高能率水稻等種子消毒装置の開発（完了・単年度）（平 23～25～26）
- 生－６－１ 高能率水稻等種子消毒装置の開発（完了・通年）（平 23～25～26）
- 生－６－２ 触媒加熱方式遠赤外放射体による穀物乾燥の研究（完了・単年度）

(平 23～26)

生－6－2 触媒加熱方式遠赤外放射体による穀物乾燥の研究 (完了・通年)

(平 23～26)

### 3. 園芸工学研究部

#### 園－1 果樹生産工学研究

園－1－1 果樹の袋掛け作業省力・軽労化技術の開発 (完了・単年度)

(平 24～26)

園－1－1 果樹の袋掛け作業省力・軽労化技術の開発 (完了・通年)

(平 24～26)

園－1－2 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証

(果樹園・茶園の除染技術) (完了・単年度)

－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

－機械を利用した剥土による土壌除染技術の研究開発 (平 24～26)

園－1－2 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証

(果樹園・茶園の除染技術) (完了・通年)

－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

－機械を利用した剥土による土壌除染技術の研究開発 (平 24～26)

園－1－3 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証

(果樹園・茶園の除染技術) (完了・単年度)

－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

－せん定枝粉碎搬出技術の研究開発 (平 24～26)

園－1－3 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証

(果樹園・茶園の除染技術) (完了・通年)

－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

－せん定枝粉碎搬出技術の研究開発 (平 24～26)

園－1－4 樹園地用小型幹周草刈機の開発（平 26～28）

#### 園－2 野菜栽培工学研究

園－2－1 ナガイモの種いも切断・防除技術の開発（完了）（平 23～26）

園－2－2 野菜用の高速局所施肥機の開発（平 25～27）

園－2－3 ホウレンソウの全自動移植機の開発（平 26～28）

#### 園－3 野菜収穫工学研究

園－3－1 チャの直掛け栽培用被覆資材の被覆・除去装置の開発（完了・単年度）  
（平 24～26）

園－3－1 チャの直掛け栽培用被覆資材の被覆・除去装置の開発（完了・通年）  
（平 24～26）

園－3－2 加工用ハクサイ収穫技術の開発（平 25～27）

#### 園－4 施設園芸生産工学研究

園－4－1 イチゴ植物工場を核とする群落生育診断技術の開発（完了）  
（平 24～26）

園－4－2 革新的作業体系を提供するイチゴ・トマトの密植移動栽培システム  
の研究開発（完了）  
ーイチゴの移動栽培装置の開発（平 24～26）

#### 園－5 園芸調製貯蔵工学研究

園－5－1 イチゴ個別包装容器適応性拡大に関する研究（完了・単年度）  
（平 25～26）

園－5－1 イチゴ個別包装容器適応性拡大に関する研究（完了・通年）  
（平 25～26）

園－5－2 タマネギ乾燥装置の開発（完了・単年度）（平 24～26）

園－5－2 タマネギ乾燥装置の開発（完了・通年）（平 24～26）

園－5－3 軟弱野菜の調量機構の開発（平 25～27）

園－5－4 ポイントクラウドを用いた農産物の品質評価手法（平 26～28）

### 4. 畜産工学研究部

#### 畜－1 飼料生産工学研究

- 畜－1－1 高速汎用播種機の開発（平 25～27）
- 畜－1－2 高水分梱包粗資料の非破壊水分計測技術に関する研究  
（平 25～26～27）
- 畜－1－3 不耕起対応トウモロコシ播種機の適応性拡大（平 26～28）

#### 畜－2 家畜管理工学研究

- 畜－2－1 個別給餌を行う繋ぎ飼い飼養体系における残飼量検出技術の開発  
（平 25～27）

#### 畜－3 飼養環境工学研究

- 畜－3－1 微生物環境制御型脱臭システムの開発（完了・単年度）（平 23～26）
- 畜－3－1 微生物環境制御型脱臭システムの開発（完了・通年）（平 23～26）

### 5. 評価試験部

#### 評－2 原動機第2試験室

- 評－2－1 農用エンジン評価試験の高度化に関する研究  
－試験環境条件がエンジン性能、排出ガスに及ぼす影響（排気タービン式過給エンジンの場合）（平 25～27）
- 評－2－2 農用エンジン評価試験の高度化に関する研究  
－大気条件係数を一定とした場合の試験結果への効果（自然吸気式エンジンの場合）（平 25～27）

#### 評－4 作業機第2試験室

- 評－4－1 自脱コンバインにおける運転・操作装置の評価に関する基礎的研究  
（完了・単年度）（平 24～26）
- 評－4－1 自脱コンバインにおける運転・操作装置の評価に関する基礎的研究  
（完了・通年）（平 24～26）

#### 評－5 安全試験室

- 評－5－1 刈払機の安全性向上に関する研究  
－刈刃停止機構の開発（平 25～27）

## 6. 特別研究チーム(エネルギー)

- エネルギーー 1 中山間地域における小型水力発電利活用システムの研究 (完了)  
(平 24~26)  
[資源環境工学研究、コストエンジニアリング研究]
- エネルギーー 2 小型籾殻燃焼炉による熱風発生装置の開発 (完了・単年度)  
(平 23~26)  
[乾燥調製システム研究]
- エネルギーー 2 小型籾殻燃焼炉による熱風発生装置の開発 (完了・通年)  
(平 23~26)  
[乾燥調製システム研究]
- エネルギーー 3 乗用型電動ロータリ耕うん機の開発  
(平 25~27)  
[資源環境工学研究、コストエンジニアリング研究]

## 7. 特別研究チーム(ロボット)

- ロボットー 1 稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化  
技術の開発 (完了・通年)  
ートラクタのロボット化 (平 23~26)  
[メカトロニクス研究、大規模機械化システム研究]
- ロボットー 2 エアアシスト式静電防除機の開発 (平 24~26~27)  
[バイオエンジニアリング研究]
- ロボットー 3 収穫ロボットの多機能化による高品質イチゴの生産評価  
手法の開発  
ー定置型収穫ロボットによる糖度計測技術 (平 26~28)  
[施設園芸生産工学研究]
- ロボットー 4 圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発  
(平 26~30)  
[メカトロニクス研究、大規模機械化システム研究]

## 8. 特別研究チーム(安全)

- 安全ー 1 農業機械事故の詳細調査・分析手法の適用拡大に関する研究  
(平 26~28)

[安全人間工学研究、作業機第1試験室、作業機第2試験室、  
安全試験室]



# 1. 基礎技術研究部

課題分類：12 (2)

課題 I D：600-d0-128-P-14

研究課題：高精度直線作業アシスト装置の開発

担当部署：生研センター・基礎技術研究部・メカトロニクス研究、生産システム研究部・栽植システム研究

協力分担：三菱農機(株)、鹿児島農総セ、埼玉農総セ

予算区分：経常・第4次緊プロ (共同)

研究期間：完 2012～2014年度 (平成24～26年度)

## 1. 目的

豆類や野菜などの栽培における播種、畝立て、マルチ敷設などの機械作業では、行程を直線的かつ隣接行程と一定間隔を保つことが重要である。トラクタによるこれらの作業において、ステアリングを自動制御し、目標地点や前行程の作業跡などに高精度に直線的に走行する装置を開発する。

## 2. 方法

- 1) 後付け型操舵装置として、トラクタのステアリングの外周をベルトで駆動する1号機、柔軟なローラでステアリングを駆動する2号機、機器の小型化や操作性の改良を加えた3号機を逐次試作した。また、ステアリングシャフトを延長してモータを追加装着する組込み型操舵装置と、操舵方法を表示するライトバー型装置を試作し、有効性を評価した。(2012～2014年度)
- 2) 市販の白黒カメラと小型計算機をUSBケーブルで接続する構成の画像装置1号機、カラーカメラと小型計算機が一体化した市販機器をベースとする2号機、カメラ部分を白黒に替えた3号機を逐次試作した。(2012～2014年度)
- 3) 1行程目は行程端に設置した遠目標に向かって直進走行する機能、2行程目以降はマーカ跡に追従走行する機能を開発すると共に、遠目標については、都府県でのほ場規模を考慮し、最大距離200mの遠目標を試作した。また、追従走行用としてV字形の溝を形成する作業跡マーカを試作した。(2012～2014年度)
- 4) 本装置における、ほ場での作業精度の目標値を検討した。(2012～2013年度)
- 5) 試作機をホイール型と半履帯型のトラクタに装着し、畝立て作業の試験を行った。直線状の行程と、曲がったほ場への対応性として曲線状の行程への追従性を評価した。(2013～2014年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 後付け型操舵装置1号機は、取り付け場所の確保が難しい課題があった。2号機はメーターパネルのバイザ上に固定する構造とし、安定な操舵機能が確保された。3号機では簡易な操作性、トラクタへの容易な装着性、低コスト化などに目処が得られた(図1右)。組込み型の操舵装置は、後付け型に比してコスト増の傾向が強く、開発は保留とした。ライトバー型装置は操舵補助の効果は認められたものの、自動操舵に比して利便性の低下が大きく、開発は保留とした。
  - 2) 画像装置1号機ではUSB接続での動作の安定性に課題があった。2号機では安定な動作に加え、小型化、低コスト化が可能となったが、カラー処理に伴う画像解像度の低下が問題となった。3号機では画像解像度が回復され、安定な画像処理が可能となった(図1左)。
  - 3) 直進走行用として遠目標を検出する画像処理方法、追従走行用としてV字形の溝を検出する画像処理方法を開発し、ほ場での連続する往復作業を可能とした。試作した遠目標は重量2.3kgで、持ち運びは容易である。作業跡マーカは事前に耕うんされたほ場において、深さ7～12cm、幅20～26cm程度のV字形の溝が形成され、画像装置で検出が可能である(図2および3)。
  - 4) 直線作業では、行程の80%以上で行程間隔の偏差が±5cm以内、全行程で±10cm以内、また、曲線作業では、ほぼ全行程で±10cm以内を目標の目安値と設定した。
  - 5) ホイール型と半履帯型のトラクタでは、畝立て作業での走行制御に大きな差異は生じなかった。行程間隔の偏差は、直線作業では目標の目安値をクリアした。一方、半径200mの曲線作業では±10cmを超える偏差が所々に発生した。半径200m程度の曲率の曲線作業を行う場合には、予め行程間隔を広く設定するなど、運用方法による対応が必要と考えられた(表)。
- 以上、高精度直線作業アシスト装置について、小型で安価な後付け型の画像装置と操舵装置によって、直進走行と追従走行の2種類の基本機能を開発した。



図1 直線作業アシスト装置の機器構成

操舵装置



図2 遠目標への直進走行

図3 マーカ跡への追従走行



直進走行による畝 追従走行による畝

図4 形成された直線状の畝（ホイール型）



追従走行による畝 追従対象の畝（手動操舵で形成） 追従走行による畝

図5 形成された曲線状の畝（ホイール型）

表 追従作業での行程間隔の偏差

作業条件	平均値 [cm]	標準偏差 [cm]	±5cm以内 [%]	±10cm以内 [%]
直線作業(ホイール型) ※1	-1.0	2.1	95	100
直線作業(半履帯型) ※1	1.2	2.0	88	100
曲線作業・400mR(ホイール型) ※2,3	-0.2	2.5	72	99
曲線作業・200mR(ホイール型) ※1,3	-4.0	5.0	57	86
曲線作業・200mR(半履帯型) ※1,3	-0.6	5.4	51	75

※1 試験条件: 鹿児島農総セ試験ほ場、H26年12月26日、黒ボク土、トラクタ: 出力25kW(ホイール型)、37kW(半履帯型)、作業機: サツマイモ栽培用2畦畝立てマルチャ、作業速度: 1.2~1.4km/h、目標行程間隔: 180cm(ホイール型)、200cm(半履帯型)、行程長: 90m×4行程、行程間隔は5m毎に1行程あたり19点を計測。

※2 試験条件: H25年12月16日、画像装置、操舵装置は旧試作機を使用。他の試験条件は※1のホイール型と同じ。

※3 曲線作業は、行程長90mの内、中央の40~50mは半径200mまたは400mで、長さ20~25mの円弧状の行程を点対称に接続し、その前後に長さ20~25mの直線状の行程を接続した形状。

#### 4. 成果の活用面と留意点

生研センター研究報告会、農食工学会で発表予定。逆光や靄、影などの影響で画像処理の機能が低下し、操舵制御の精度低下や機能停止が発生する場合がある。

#### 5. 残された問題とその対応

画像処理の機能が低下する状況を予め検知し、オペレータに知らせる機能を開発する必要がある。市販化に向けて調整中。

---

課題分類：3 (3) (4)

課題 I D：600-a0-129-P-14

研究課題：トマト接ぎ木苗大量生産技術の開発

担当部署：生研センター・基礎技術研究部・バイオエンジニアリング研究

協力分担：なし

予算区分：経常

研究期間：完 2012～2014 年度 (平成 24～26 年度)

---

## 1. 目的

接ぎ木苗の大量生産には、熟練した接ぎ木作業要員の確保が必要とされ、接ぎ木作業の自動化および装置開発に対するニーズが高まっている。そこで、トマト接ぎ木苗の大量生産技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 装置開発のための設計指標を得るために、接ぎ木苗生産業者および個人苗生産者、関連企業等 109 件を対象にアンケート調査を行うとともに、接ぎ木苗生産業者 (図 1)、育苗センターの 3 施設における作業体系等の現地調査を行った。また、接合資材を検討するため、市販されているトマト用接合資材であるチューブ、クリップ、ピン、アドシールの 4 種類用いて (図 2)、手接ぎによる接ぎ木試験を行った (2012 年度)。
- 2) セルトレイからの根鉢の取り出し方法を検討するため、現在、広く普及する全自動移植機を試し、苗の損傷具合等のトマト苗への適応性を調査した (2013 年度)。
- 3) 低コストな接ぎ木資材を検討するため、テープを用いた接ぎ木試験を行うとともに、テープによる接ぎ木資材に求められる要件を整理した。さらに、得られた知見を元に、伸縮性を有しかつ透明な樹脂製資材、および的確かつ瞬時に資材を溶着可能な超音波溶着による新たな接ぎ木方法を開発した。新たに開発した方法は、資材を横方向に引張した状態で溶着し、接ぎ木後に資材が収縮する事で圧着力を有し、接合を保持する。接ぎ木試験を行うため、基礎試験装置 1 および 2 号機 (以下、2 号機) を試作した (図 3)。2 号機では、機械化に向け、溶着の効率化および接合面の一致の簡易化を図るため、苗を溝にはめ込み、1 回の動作で両サイドを溶着し、かつ両苗の左右前後の接合面の一致が簡易に可能な方法を新たに開発した (2014 年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) アンケート調査の結果、目標とする作業能率は、装置導入が想定される接ぎ木苗生産業者を対象とした「1000 本/人・時」以上とした。接合資材への要望では、低価格化、自然脱落、分解性等が挙げられた。現地調査では、トマト接ぎ木は手接ぎによる斜め合せ接ぎのみであった。接合資材を検討するため、市販の資材による接ぎ木試験では、胚軸径の異なるクラスの場合、チューブ以外の接合部材は、穂木と台木の接合面が保持されず活着率が低下した。これに対し、胚軸径のサイズを問わず、穂木および台木の接合面の保持が可能であったチューブは高い活着率となり、用いた接合部材内で最も胚軸径サイズに対する許容範囲が高かった (表 1、2)。
- 2) 播種後 21 日目の穂木および台木を用いて試験を行った結果、苗の損傷はなく、苗取り出し爪を根鉢に挿し、苗を根鉢ごとセルから抜き取る方式が適応可能であることを確認した。
- 3) 胚軸周辺の毛および水分による影響を受けることなく溶着可能であり、また接ぎ木後の接合面の視認も容易に可能であった (図 4)。2 号機による接ぎ木試験を行った結果、チューブと同等以上の圧着力を有する引張荷重のいずれの試験区および異なる胚軸径に対しても、慣行チューブと同等であり (表 3)、本溶着方法の有効性が確認された。試験に使用した接合資材は、両面合わせて 20mm 程度であり、資材単価が 0.2 円/10mm 程度であった事から、1 本当たり 1 円以下となり、既存のチューブ (3 円/個) と比較し、非常に低コストな接ぎ木資材と成り得る可能性が示された。また、接ぎ木 2 週間後の自然脱落を調査した結果、いずれの試験区も、成長に伴う胚軸径の肥大により溶着部分が剥離していく状態を確認した (表 4、図 5)。

以上、現地調査にて設計指標を得た。また装置化に向け、苗の取り出し方法を確認するとともに、低コストな樹脂性資材および超音波溶着による新たな接ぎ木方法を開発し、その有効性を確認した。



図1 現地調査における接ぎ木作業風景



図2 市販の接合資材

クラス分け	①	②
穂木	1.8~2.0	2.2~2.5
上胚軸径(mm)		
台木	1.8~2.1	2.3~2.6
下胚軸径(mm)		

接合部材	クラス分け		活着率 (%)
	穂木	台木	
チューブ	①	①	100
	①	②	90.0
	②	①	98.3
クリップ	①	①	100
	①	②	63.3
ピン	①	①	85.0
	①	②	60.0
テープ	②	①	83.3
	①	①	88.3
	①	②	50.0



図3 基礎試験装置2号機



図4 接ぎ木後の様子

表3 2号機による活着率調査の結果

試験区 No.	樹脂の引張荷重 (N)	2号機	
		第1回	第2回
3	2.0	95%	90%
4	2.5	100%	100%
5	3.3	95%	100%
6	4.0	100%	95%
対照区	チューブ	100%	100%
胚軸径	穂木	1.92	1.66
	台木	1.84	1.76



図5 剥離した様子 (接ぎ木後2週間)

表4 自然脱落の調査 (接ぎ木後2週間)

試験区 No.	樹脂の引張荷重 (N)	第1回(2号機)	
		剥離脱落	剥離・脱落途中
3	2.0	5%	95%
4	2.5	20%	80%
5	3.3	5%	95%
6	4.0	25%	75%
対照区	チューブ	20%	-

### 3. 成果の活用面と留意点

- 1) 新規課題「トマト用接ぎ木装置の開発」の資とする。
- 2) 特許出願予定。農食工学会(2015.9)で発表予定。

### 4. 残された問題とその対応

本課題で得られた技術を基に、新規課題にてトマト接ぎ木苗用接ぎ木装置の開発を行う。

課題分類：11（9）

課題 I D：600-c0-132-P-14

研究課題：歩行用トラクタの事故防止に向けた実態調査

担当部署：生研センター・基礎技術研究部・安全人間工学研究、評価試験部・原動機第2試験室

協力分担：なし

予算区分：経常

研究期間：完 2014 年度（平成 26 年度）

## 1. 目的

歩行用トラクタ（歩トラ）による死亡事故は年間 40～50 件ののぼり、乗用トラクタなどとともに死亡事故の多い機種の一つである。また、歩トラの構造は様々で、装着可能な作業機や使用形態も多様なことを反映し、事故形態も多様である。そこで、歩トラの安全性向上技術の開発に資するため、市販機の機体構造や使用方法、機体挙動等について調査、整理し、別課題で得られた詳細事故調査結果も踏まえながらリスク要因を抽出する。

## 2. 方法

- 1) メーカーのカタログ等から歩トラの構造や用途を調査し、構造毎の特徴や安全装置の装着状況等を調査した。また、歩トラを普段使用している農業者から、その使用状況について聞き取り調査を行い、その結果に基づいて、ダッシングやハンドルが跳ね上がりやすい土の硬いほ場で、安全面に配慮しつつ耕うん作業を行い、危険挙動を確認した。
- 2) 別課題で得られた詳細事故調査結果（平成 26 年度事業報告 No. 安全-1 を参照）で、優先的に対策すべきと考えられたリスク要因に適用しうる特許技術を整理し、安全対策の方向性をまとめた。

## 3. 結果の概要

- 1) 明確な分類が難しい構造の型式が一部存在するものの、作業機の装着位置やハンドル形状により 5 通りに分類した（表 1）。安全鑑定未受験機では、安全鑑定基準を満たす安全装置を装備しない型式や、後進可能な車軸耕うん式でデッドマン式クラッチとほぼ同様の構造であるものの、その固定が可能な型式等、安全性が不十分な例がみられた。使用状況調査では、土の硬いほ場でダッシングする等のヒヤリ・ハットが報告された。このため、その挙動を確認したところ、ダッシングした時に急停止した場合や、後進時に機関回転速度が高い状態でクラッチを入れた場合に、ハンドルが持ち上がり、作業者の足とロータリが接近する危険があることや（図）、その際に機体が急な挙動を示すため、作業者がとっさに動力を切断する等の対処が極めて困難であることが確認された。
- 2) 事故調査の結果から、安全装置が機能せず事故に至った事例が報告された（表 2）。作業者が真後ろにいない場合（表 2①）や、ハンドルが上昇している場合（表 2②）、作業者に挟圧防止装置が接触しないため、装置が機能しない。このため、挟圧防止装置の配置を検討する等の必要性が認められた。また、デッドマン式クラッチのうち上から押さえることにより動力を伝達するループ式の場合、ループ式クラッチがループ式ハンドルと作業者の間に挟まれ、クラッチ切断が不可能となることがあった（表 2③～⑤）。このため、確実に動力を切断できる等の改良の必要性が認められた。これら事故事例に適用可能な特許技術として、グリップ端に一定負荷がかかった場合にクラッチが切れる装置（特開平 9-23701）や、ループハンドル自体が挟圧防止装置のように作用し、挟まれを防ぐ装置（特開平 6-12158）などがあるが、いずれも実用化に至っていなかった。その理由として危険がない場合にも装置が作動し、作業性が悪化する等が推察された。また、挟圧防止装置はループ式ハンドルへの適用が、デッドマン式クラッチは大型機への適用が困難であるものの、歩トラに対しては、挟圧防止装置あるいはデッドマン式クラッチのどちらかを装備可能と考えられた。従って、これらの安全装置を作業性が悪化しないよう改良することで、事故の半数以上を占める挟まれや巻き込まれの防止に適用可能と考えられた。

以上、歩トラの構造や使用状況、リスク要因を抽出するとともに、事故に適用可能な技術について調査し、とりまとめた。

表1 主な構造と安全装置や用途

作業機位置	ハンドル形状	機関出力 帯域 kW	特徴	主な安全装置	主な用途
後【汎用】	2グリップ	6.7~3.0	一部はトレーラけん引可。	挟圧防止	耕うん、代かき、畦立て・培土など
前・後(・車軸)兼用※ 【汎用】	2グリップ	6.0~2.2	ハンドルが180°回動。 最も様々な用途に利用される。	緊急停止ボタン 挟圧防止* デッドマン*	耕うん(車軸耕も可)、畦立て・培土、土揚げ、マルチ、除草など
後【ロータリ専用】	ループ	4.5~1.5	ほぼ耕うん、培土専用。 一部正逆同時耕あり。	デッドマン(ループ) 緊急停止ボタン*	耕うん、畦立て・培土など
前【ロータリ専用】	ループ	3.0~0.7	正逆同時耕が多い。 ロータリが足から離れているので、巻き込まれにくい。	デッドマン(ループ) 緊急停止ボタン	耕うん、畦立て・培土など
車軸	2グリップ	3.0~0.7	小型で簡素	デッドマン(サイドレバー) 緊急停止ボタン*	耕うん、畦立て・培土、除草など

※ハンドルが180°回動したままの専用機有り

正逆同時耕はダッシング等が発生しにくい。

\*印は一部の型式に装備

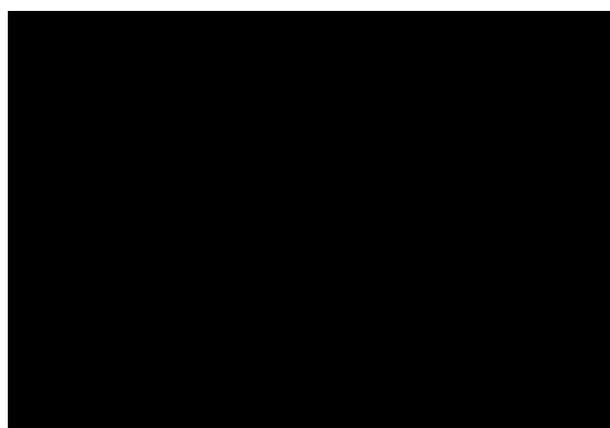


図 通常の作業状態(左)とダッシング後に急停止した時の再現(右)  
(通常はロータリと足が離れているが、急停止後はロータリと足が接近する)

表2 挟圧防止装置またはデッドマン式クラッチが機能しなかった事故事例

事故事例(推測を含む)	機関出力 kW	装着安全装置	事故の型	表1の構造
① ビニールハウス内で耕うん作業をほぼ終了し、妻面に沿って仕上げをしようと後進している時に側面のハウスパイプとハンドルの間に胸部を挟まれた。	4.6	挟圧防止装置	挟まれ	後【ロータリ】
② 家庭菜園を耕うん中、一列終わったところで向きを変えようと後進した際、ロータリーカバーと後にあった立木の間に胸部を挟まれた。	7.1	挟圧防止装置、後進時作業部停止	挟まれ	後【汎用】
③ ビニールハウス内でハンドルとビニールハウスの横パイプの間に首を挟まれた状態で発見された。耕うん作業はほぼ終了しており、終了後にハウス内から搬出中、若しくは残耕部の耕うん中と思われる。	4.7	デッドマン(ループ)、緊急停止ボタン	挟まれ	後【ロータリ】
④ ナシ園内で落葉を埋め戻す為の溝掘り作業中、旋回後に畑の隅から耕起しようと後進したところ、ナシとハンドルの間に胸を挟まれた。	4.6	デッドマン(ループ)、緊急停止ボタン、後進時作業部停止	挟まれ	後【ロータリ】
⑤ ワンボックス車の荷台から耕うん機を後進で下ろす時、クラッチレバーを入れた途端にハンドル部分が跳ね上がり、車天井部とハンドルに首と胸部が挟まれた。	4.5	デッドマン(ループ)、後進時作業部停止	挟まれ	後【ロータリ】

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 次年度以降の新規課題に活用する。研究成績(2015.5)で報告予定。
- 2) 歩トラの分類は例外があるため留意が必要である。

#### 5. 残された問題とその対応

歩トラの事故低減のためには、安全機能を見直す必要があるため、次年度以降の新規課題でハンドル操作力や機体挙動等の基礎データを重ね、挟圧防止装置およびデッドマン式クラッチの安全性向上技術や、ダッシング等の突発的な挙動を検出する手法を開発する。



## 2. 生産システム研究部

課題分類 : 14 (1)

課題 ID : 600-b0-248-P-14

研究課題 : 高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証 (農地土壌除染技術)  
— 農地除染用機械を用いた除染技術に関する研究

担当部署 : 生研センター・生産システム研究部・土壌管理システム研究、基礎技術研究部、園芸工学研究部、企画部

協力分担 : 井関農機(株)、(株)クボタ、(株)ササキコーポレーション、三菱農機(株)、ヤンマー(株)、中央農研、畜産草地研(那須)、農工研、福島県相馬郡飯舘村

予算区分 : 経常・受託 (技会委託プロ「除染プロ」)

研究期間 : 完2012~2014年度 (平成24~26年度)

## 1. 目的

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所事故の放射能の影響等を受けた被害地での営農を早期に再開するため、高濃度汚染地域における安全で効率的な農地土壌除染技術体系を構築し、効果の検証を行う。

## 2. 方法

1) 2011年度に試作した法面表土削り取り機 (平成23年度事業報告 (別冊) 園-2-5 参照) を基に、作業能率の向上を図った表土削り取り機 (以下、試作機) を試作した (図1) (2012年度)。

2) 畜草研 (那須拠点) 所内および近郊の未耕作ほ場において、試作機による表土削り取り作業の予備試験を実施し、基本機能の確認と適正な作業条件の把握等を行った。なお、試作機の装着トラクタは、F社製トラクタ (機関出力64kW、ホイール形)、削り取り深さ設定は5cm、目標作業速度は0.2m/s (0.7km/h) とした。

また、福島県相馬郡飯舘村須萱地区の除染事業区内の水田 (約30a) において、試作機を用いた表土削り取り試験を実施し、作業性能を調査するとともに、同地区の除染作業員により、試作機の取扱い性評価を行い、試作機の実用性を検討した。なお、試作機の装着トラクタは、Y社製トラクタ (機関出力77kW、セミクローラ形)、削り取り深さ設定は5cm、目標作業速度は0.2m/s (0.7km/h) とした (図2) (2013年度)。

3) 同機を供試して、(独)家畜改良センター芝原ほ場において、削り取り深さを0~5cmから0~8cm、排出口幅を666から770mmに改良した改良機 (表1) を用いて、雑草処理の違いによる表土削り取り試験を実施し、作業性能を調査した。雑草処理方法は、①除草剤散布後刈り払い区 (散布量100L/10a、50倍希釈液)、②刈り払い後除草剤散布区 (散布量50L/10a、50倍希釈液)、③刈り払い後試験前刈り払い (2回刈) 区、④試験前刈り払い区の4区とした。なお、試作機の装着トラクタには、K社製トラクタ (機関出力81kW、セミクローラ形) を使用し、試作機の削り取り深さ設定は8cm、目標作業速度は0.2m/s (時速0.7km/h) とした (2014年度)。

## 3. 結果の概要

1) 試作機の予備試験の結果、土壌の水分が高い場合や石礫が多い場合など、試作機内部の排土搬送部において削土の固まりや石礫による詰まりが発生したため、排出オーガ排出口部分の改造等を行った (図3)。

2) 福島県飯舘村で行った水田での表土削り取り試験では、試験時の含水比33.4%と、耕うん等によって土壌が固結化しやすい条件であったが、削り取り深さ設定5cmに対し、4.2cm、速度0.11m/s (0.4km/h)、次行程への移動2.6minで概ね円滑に行うことができ、ほ場作業量は約1.5h/10aと推計された (表2)。

また、空間線量率は、作業前の地上1cmコリメータ法での空間線量率0.23  $\mu$ Sv/h (地上1mで0.78  $\mu$ Sv/h) に対して、表土5cm削り取り後の同線量率は0.08  $\mu$ Sv/hとなり、低減率は約65%であった。

なお、現地除染作業員による試作機の取扱い性評価の結果は、操作性等には問題は無いが、作業速度の向上、重粘土・高水分土壌への適応性の向上が要望された。一方、削り取り後のほ場表面が非常に平坦であり、建設用機械 (パワーショベル等) を使用する場合よりも雑草の影響が少ないこと、また、排土が畝状となるため、排土の集積や搬出作業の効率化を図ることが可能との意見が得られた。

3) (独)家畜改良センター芝原ほ場での試験では、チカラシバが多く繁茂する放牧地 (土壌含水比が25%程度) であったが、いずれの試験区も、耕うん等によって土壌が固結化することもなく、削り取り深さ6.5cm (設定8cm)、速度0.2m/s (0.7km/h) で概ね円滑に作業を行うことができた。特に、雑草処理①② (除草剤散布) 区はほとんど雑草根まで削り取れたが、③④ (無散布) 区は一部雑草根が消れず残っていた (図4)。

以上、開発した表土削り取り機は、現地試験の結果、実用性があるものと判断された。なお、雑草が繁茂する場合には、表土削り取り作業の事前に除草剤を散布し、雑草根まで枯死させることにより、深さ7cm程度までの表土の削り取りと畝状の集土を円滑に行うことができた。



図1 表土削り取り機（試作機）の外観

表1 試作機（改良機）の主要諸元

全長：mm	1,274
全幅：mm	2,512
全高：mm	1,157
質量：kg	798
作業幅：mm	2,200
削り取り深さ：cm	0~8
爪本数：本	L字型 48
排出口幅：mm	770
作業速度：m/s (km/h)	0.2 (0.72)
トラクタ装着方法	標準3点リンク 直装2形
適応トラクタ：kW(PS)	64~81 (85~110)



図2 表土削り取り試験状況  
(飯館村須萱地区水田、2013/9/6)

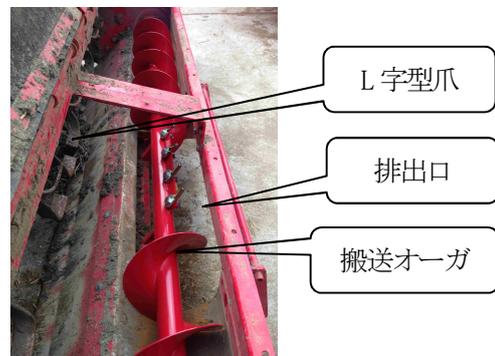


図3 試作機削土搬送部の改善項目

表2 試作機の作業能率

想定区画	行程数	10a当たり作業時間(min)		
		削り取り時間	回行時間	合計
100m × 10m	5.0	75.8	12.0	87.8(1.5h)



図4 除草剤散布区(①区、左)と無散布区(④区、右)の削り取り状況  
(独)家畜改良センター芝原ほ場放牧地、2014/9/17)

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 開発機は、水田等において、深さ7cm程度までの表土削り取りと畝状の集土を効率的に行うことが可能。
- 2) 開発機の使用に際してはほ場条件(土壌水分、雑草の程度、石礫の程度など)やトラクタ(クリーブ変速(超低速変速付き))を考慮して使用する。

#### 5. 残された問題とその対応

削り取り後の畝状汚染土をスキマー等で排土する体系の検討。除染事業請負事業者等への情報提供等を予定。

課題分類：4 (1)

課題 I D：600-b0-251-P-14

研究課題：乗用管理機等に搭載する水田用除草装置の開発

担当部署：生研センター・生産システム研究部・生育管理システム研究

協力分担：みのる産業(株)、中央農研、滋賀農技セ、島根農技セ、岩手農研セ、福井農試、神戸大

予算区分：経常・第4次緊プロ (共同)

研究期間：完2012～2014年度 (平成24～26年度)

## 1. 目的

消費者の安全・安心志向の高まりから、各産地で水稻の有機栽培が推進されているが、現況では水稻の有機栽培における除草方法として、機械除草が必要不可欠と考えられている。そこで、既存のベース車両等(乗用管理機、乗用田植機走行部等)に装着して使用することが可能な水田用除草装置を開発する。

## 2. 方法

- 1) 機械除草による欠株を減少させるため、開発目標である除草装置のフロントマウントまたはミッドシップマウントを可能にするベース車両の検討を行った。また、上記ベース車両に搭載可能で、水稻の条間は駆動爪付きロータ式(以下、条間ロータ)で、回転することにより除草を行い、株間は揺動レーキ式(以下、株間レーキ)で、レーキが左右に揺動することにより株間の除草を行う4条用試作1号機の仕様とチェーン除草装置について検討を行った(2012年度)。
- 2) 1)の試作1号機を用いて、作業速度約0.6m/sで、条間ロータと株間レーキを高速(ロータ：360rpm、レーキ：750回/min)で除草作業を行った試験区と、低速(ロータ：220rpm、レーキ：500回/min)で除草作業を行った試験区を比較し、除草効果を調査した。また、車速を高速(約1.0m/s)と低速(約0.6m/s)における除草試験を行い、欠株率を調査するとともに、チェーン除草装置を装着した場合の欠株率も調査した(2012年度)。
- 3) 試作1号機の試験結果を基に、条間ロータの幅を190mmと220mmの2種類、条間ロータの回転数および株間レーキの揺動速度は高速(ロータ：330rpm、レーキ：700回/min)と低速(ロータ：220rpm、レーキ：500回/min)に変更可能な4条用試作2号機を作製し、作業速度を高速(作業速度約1.0m/s)、低速(作業速度約0.6m/s)で除草試験を行った(2013年度)。
- 4) 試作2号機の試験結果を基に、株間レーキを条間ロータの後方に配置した4条用と6条用の試作3号機を作製した(図1、2)。本装置は、4条用がベース車両からのPTOにより、6条用は本装置に搭載したエンジンにより駆動される。本装置を用いて、作業速度1.2m/sで除草試験を行い、除草効果と欠株率を調査した(2014年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) ベース車両は、水田用除草装置のミッドシップ搭載を可能にする3輪型管理用車両で、中型(RTX30)と小型(RS4)の2種類を利用した。4条用試作1号機は、ベース車両の中央部に搭載出来るように、駆動方式やサイズを検討して作製した。また、ベース車両の後部に到着でき、高さも調整可能なチェーン除草機を作製した。
  - 2) 試作1号機の試験では、作業速度一定で、条間ロータと株間レーキの速度を高・低で除草作業を行った結果、除草効果に大きな差は確認できなかった。また、チェーン除草機を装着した場合、欠株率が増加する傾向が認められた。チェーン除草を併用する場合は、作業時期と土壌特性が重要な要因であることが明らかとなった。
  - 3) 試作2号機の試験では、高速で除草作業を行った場合でも、2回の除草作業で87～90%の除草効果が確認できた。条間ロータ幅と条間ロータの回転数および株間レーキの揺動速度は、除草効果に特に影響を及ぼさなかった。
  - 4) 試作3号機の試験では、4条用と6条用とも作業速度1.2m/sで除草試験を行った結果、2回の除草作業で除草率は80%以上であり、除草効果が高かった(図3)。また、本装置は、操舵による除草部のずれが少ないため、欠株が少なく、欠株率はおよそ3%以下であった(図4)。
- 以上、作業速度と除草効果が高く、欠株率が低い水田用除草装置を開発した。

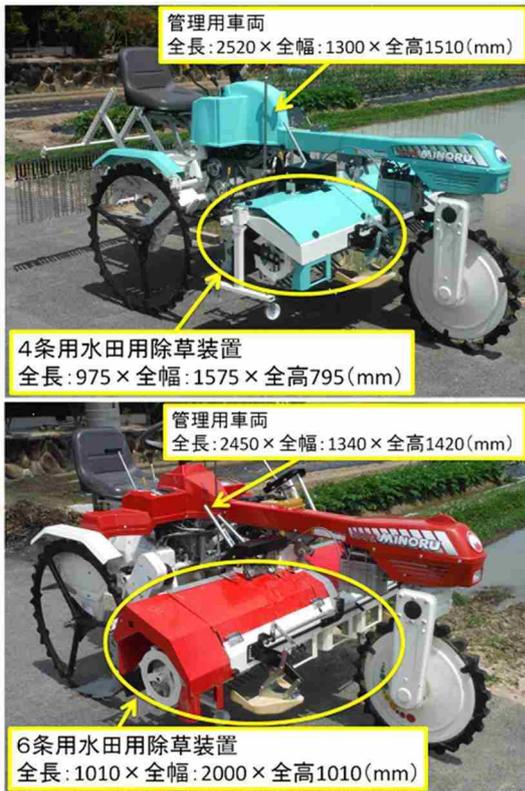


図1 水田用除草装置（4条用、6条用）

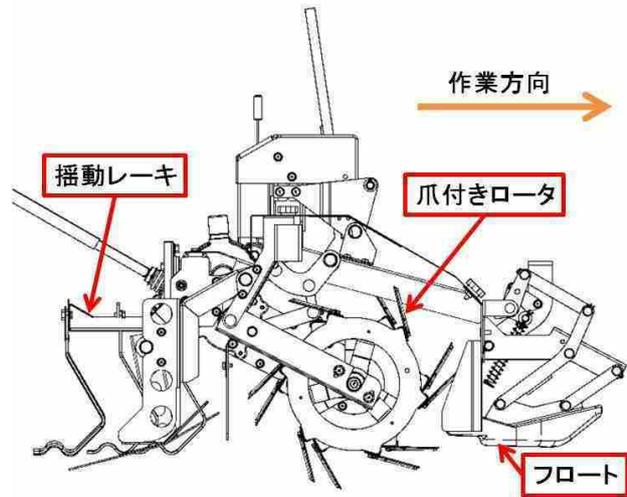


図2 水田用除草装置概要図

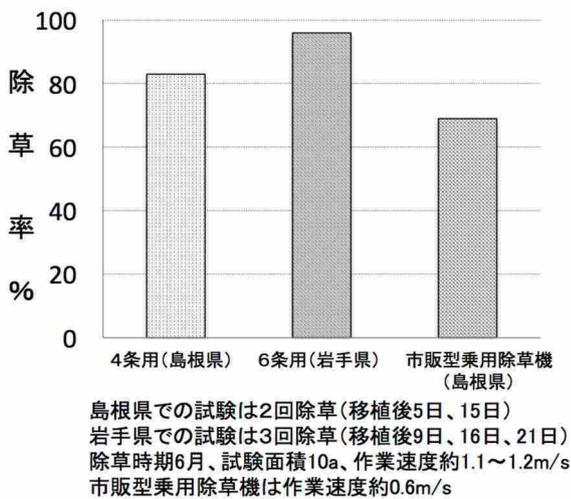


図3 水田用除草装置の除草効果

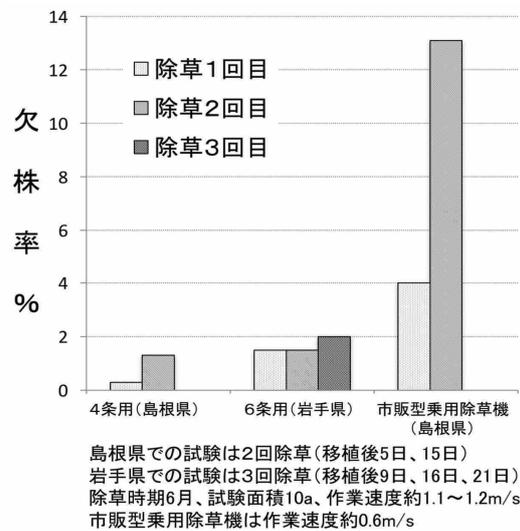


図4 水田用除草装置の欠株率

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 来年度市販予定。
- 2) 特許出願4件。
- 3) 除草時期や除草回数などについては、圃場条件等により異なるため、導入地域に適した使用方法で利用する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

本装置を利用した機械除草の除草時期などの使用法は、圃場条件や地域により異なるため、来年度より実証試験を行う。

課題分類：5 (1)

課題 I D：600-b0-241-P-14

研究課題：簡素化・省エネルギー型コンバインの開発

担当部署：生研センター・生産システム研究部・収穫システム研究

協力分担：三菱農機(株)、鳥取大

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2011～2014 年度 (2011～2013 年度) (平成 23～26 年度 (平成 23～25 年度))

## 1. 目的

本研究においては、自脱コンバインの脱穀選別部の基本構造を簡素化することを目的に、くし状のこぎ歯を用いた脱穀機構を備えた省エネルギー型コンバインを開発することとする。

## 2. 方法

- 1) 簡素化・省エネルギー型コンバインの試作：くし状のこぎ歯を備えたこぎ胴を持つ脱穀部と 2 番還元横送りオーガを改造した単粒化处理機構を持つ簡素な構造の選別部とから構成されているコンバインを試作した (2011～2014 年度)。
- 2) 脱穀部の検討：以下構成要素が脱穀性能におよぼす影響について検討した。
  - (1) こぎ歯のゴム硬度 (50 度、70 度、90 度)、ゴムエッジの面取りの有無 (2011 年度)
  - (2) こぎ歯先端周速度 (8m/s、10m/s、12m/s、15m/s) (2012 年度)
  - (3) こぎ歯の配置 (0mm、5mm、20mm ずらして配置) (2013 年度)
  - (4) 最適なこぎ深さ (穂首からこぎ胴回転中心までの距離) (2014 年度)
- 3) 選別部の検討：単粒化处理機構のスクリュ形状 (連続、不連続)、攪拌棒本数 (0、2、3 本)、搔き込みピン (あり、なし)、抵抗板 (あり、なし) 影響について調査した。
- 4) 精度試験：2014 年 11 月 6 日、附属農場において水稻 (品種：彩のみのり、水分：穀粒 16.0% なら 65.5%、全長 89.4cm、立毛角 86.5°) を供試し精度試験を行った。(2014 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 脱穀部は、こぎ胴、受け網 (側面、底面)、排塵ロブラシ、フィードチェーン、補助搬送装置等から構成されている (図 1 (a))。こぎ胴は回転軸が鉛直方向 (縦置き) に配置され穂首から穂先に向けて脱穀する。単粒は受け網を通過し 1 番横送りオーガに漏下する。こぎ室内を周回した穂切れ粒、枝梗付着粒等はブラシに当たり単粒化处理機構に漏下する。選別部は、とうみ、1 番横送りオーガ、従来の 2 番横送りオーガと同様の位置に配置される単粒化处理機構等から構成されている (図 1)。単粒化处理機構は、不連続スクリュ、底板、抵抗板を備えた天板、搔き込みピンを備えた攪拌棒等から構成されている (図 1 (c))。単粒化された穀粒は、軸の終端部から 1 番オーガへ搬送される。一方、取り除かれた枝梗等は、底板のスリットから機体外へ排出される。
- 2) 脱穀部の構成要素について調査した結果、穂切れ粒割合はくし状のこぎ歯の面取り有りで低くなったが、ゴム硬度による差は小さかった。こぎ歯先端周速度が大きくなるに従って脱穀損失、穂切れ粒割合は小さくなり、損傷粒割合、脱穀所要動力は大きくなることから、12m/s 程度が適切であった。こぎ歯の配置はラセン状 (ずれ 5mm) が良好であり、脱穀所要動力はエンジン出力の 1 割程度であった (表 1)。脱穀損失および発生わら量を抑えることができる最適こぎ深さは 0mm 付近であった。
- 3) 単粒化处理機構は、スクリュは不連続、攪拌棒は 2 本、抵抗板および搔き込みピンを設置することで穂切れ粒割合が低くなった (表 2)。
- 4) 精度試験では、高速で、こぎ残し損失は 1.2% と低かった (表 3)。ただし、発生わら量は 3.7% と高かった。選別損失は、高速で 6.1～9.1% に低減したが、夾雑物割合は 2% 程度に増加した。単粒化割合は、高速 90%、低速 93% であり、損傷粒割合は 0.1% 程度であった。  
以上、開発したくし状のこぎ歯を備えたこぎ胴を持つ脱穀選別機構は、脱穀所要動力が小さく、十分な脱穀性能および単粒化处理性能を有すると考えられた。

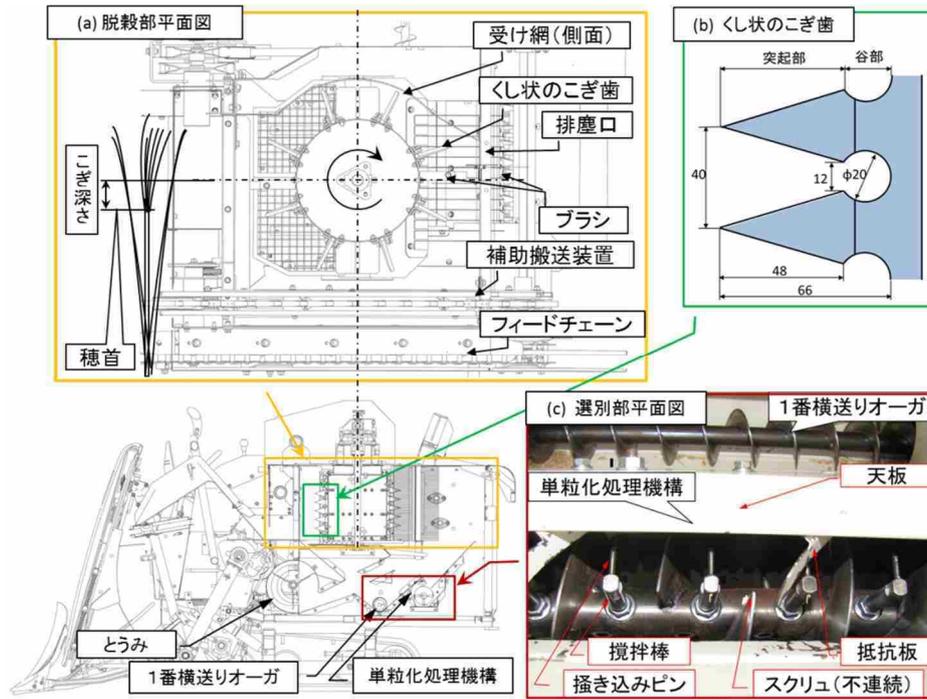


図1 脱穀選別機構の構造

表1 こぎ歯の配置が脱穀性能におよぼす影響

こぎ歯のずれ (mm)	0	5	20
脱穀損失 (%)	27.0	14.0	18.0
内訳			
こぎ残し (%)	23.8	11.5	15.2
ささり (%)	3.2	2.6	2.8
3選別損失 (%)	8.0	16.4	18.5
発生わら (%)	1.3	2.0	2.9
穀粒			
単粒 (%)	83.1	80.3	80.4
枝梗付着粒 (%)	4.9	5.7	6.8
口穂切れ粒 (%)	9.7	11.4	9.8
品質			
損傷粒 (%)	1.7	1.6	1.8
夾雑物 (%)	0.6	1.0	1.2
脱穀所要動力 (kW)	0.34	0.38	0.48

表2 単粒化処理機構の性能

No.	1	2	3	4	5	6
スクリュ	連続	不連続				
攪拌棒 (本)	2	0	3	2		
抵抗板	なし				あり	なし
掻き込みピン	なし					あり
単粒	79.2	82.1	80.7	80.4	85.1	84.2
損傷粒	1.4	1.3	0.0	2.4	2.3	1.2
枝梗付着粒	6.2	6.1	5.7	6.4	6.7	5.6
穂切れ粒	13.0	10.4	13.5	10.5	5.7	8.9

※単位：(%)

表3 精度試験結果

作業速度 (m/s)	0.21	0.21	0.21	0.42	0.41	0.42
穀粒流量 (kg/h)	85	90	83	210	243	211
全わら流量 (kg/h)	338	373	355	642	681	637
発生わら量 (%)	2.7	3.0	2.9	4.2	3.7	3.3
選別損失 (%)	10.7	11.5	11.5	6.8	6.1	9.1
脱穀損失 (%)	11.7	8.3	14.9	1.9	5.1	1.6
こぎ残し (%)	9.1	5.9	12.0	0.6	2.7	0.2
ささり (%)	2.6	2.4	3.0	1.3	2.3	1.4
夾雑物割合 (%)	0.5	0.9	0.8	2.3	2.1	1.7
単粒割合 (%)	93.5	91.5	92.9	89.5	90.1	89.1
枝梗付着粒割合 (%)	3.7	4.2	3.9	3.5	3.2	4.4
穂切れ粒割合 (%)	2.2	3.3	2.3	4.7	4.4	4.8
損傷粒割合 (%)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 発生わら量および脱穀所要動力が小さいことから、コンバインや脱穀機に適用することで簡素な構造で省エネルギー型の機構を開発することができる。
- 2) 選別損失低減には、こぎ胴の配置、こぎ室、選別部構造等を考慮する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

実用化するには本脱穀選別機構に適した機体構造等について検討・開発する必要があり、本機構に関わる特許を共同で出願しているメーカーと今後検討する計画である。

課題分類：5 (1)

課題 I D：600-a0-253-P-14

研究課題：自脱コンバインにおける機内清掃の簡易な構造に関する研究

担当部署：生研センター・生産システム研究部・収穫システム研究

協力分担：なし

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2012～2014 年度 (平成 24～26 年度)

## 1. 目的

自脱コンバインにおける機内清掃の簡易化技術の確立を目的とし、コンバイン掃除口についての構造検討や試作改良等を行い、機内清掃の簡易な構造に関する設計指針等を得る

## 2. 方法

- 1) 市販 2 条刈自脱コンバインを供試し、穀粒の残りやすい部位および機内清掃所要時間を調査した。穀粒の残りやすい部位は、小麦収穫後、3 分間の空転清掃 (掃除口開放状態で脱穀・排出を空回し) 後の機内残で評価した。(2012 年度)
- 2) 機内清掃しやすい新構造を設計した。(2012～2013 年度)
- 3) 新構造の要素技術「水平面構造の傾斜化」における適正傾斜角を検討するため、傾斜角と穀粒滑落との関係を調査した。市販 2 条刈自脱コンバインの 1 番穀粒搬送直交部を供試し、傾斜角 4 種 ( $5^{\circ}$  ～  $40^{\circ}$ ) の傾斜構造において、傾斜面上に水稻穀粒を充填させた後、空転清掃を行い、傾斜面上の穀粒が全て滑落するまでの所要時間を測定した。(2014 年度)
- 4) 新構造に改変した自脱コンバインを供試し、新構造による水稻収穫精度への影響および清掃しやすさへの効果を検証した。清掃しやすさは、水稻収穫後 1 分間空転清掃した後の機内残、およびよく慣れた作業者が機内清掃した場合の所要時間で評価した。(2014 年度)
- 5) メーカーへの技術提案を想定した、新構造の設計指針を作成した。(2014 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 穀粒の残りやすい部位は、直交部等の水平面上、および掃除口が横向き又は小さい場合の底部であった。機内清掃所要時間は、掃除口等の開閉脱着に工具を要する場合、および掃除口等の固定に用いられる部品が小さい等で操作性が悪い場合等に長時間を要した。
- 2) 「穀粒の残りにくい機内構造」および「開閉簡便な掃除口」から構成される新構造を設計した。「穀粒の残りにくい機内構造」(図 1) では、穀粒搬送直交部等の水平面の傾斜化および掃除口的位置や大きさの適正化により、清掃時の機内残穀粒の機外滑落を促進し、除去作業を容易にした。「開閉簡便な掃除口」(図 2) では、掃除口や揺動板等の開閉脱着方式を、工具不要、省力的な開閉方式に変更すると共に、固定部品を操作しやすい形状に変更し、開閉脱着作業を軽労化した。
- 3) 全粒滑落所要時間は、傾斜角の増大に伴い短縮したが、 $15^{\circ}$  以上では差が小さかったため、比較的小さな構造改変で高い効果が見込まれる傾斜角  $15^{\circ}$  を適正傾斜角と定めた。
- 4) 新構造による収穫精度の低下は認められなかった。図 3 に空転清掃後の機内残を示す。新構造では穀粒が円滑に滑落し、従来構造に比べ大幅に機内残が低減した。図 4 に清掃所要時間を示す。新構造では開閉脱着作業と穀粒除去作業の所要時間がいずれも約半減した。以上より、新構造では収穫精度を損なわず、機内清掃しやすくなる効果が認められた。
- 5) 図 5 に「機内清掃しやすい自脱コンバイン構造の設計指針」の一部を示す。設計方法、設計上の注意点、見込まれる効果を示し、機内清掃しやすいコンバインを開発する際の指針となるようとりまとめた。

以上、機内清掃しやすい自脱コンバインの新構造を開発し、新構造に改変したコンバインによる検証試験の結果、収穫精度を損なわず、機内清掃しやすくなる効果を確認した。また、メーカーへの技術提案等を想定した、新構造の設計指針を作成した。

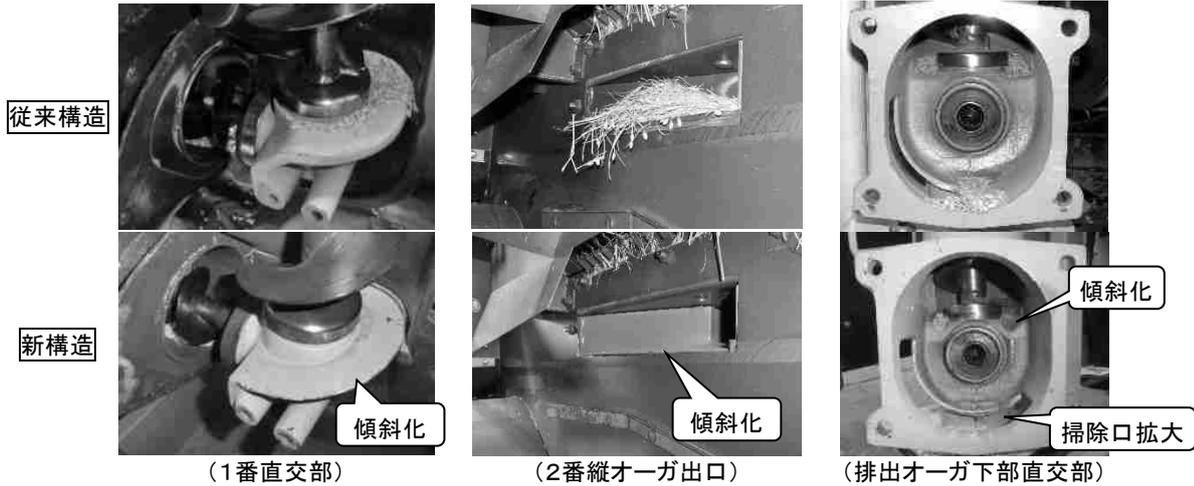


図1 穀粒の残りにくい機内構造の例

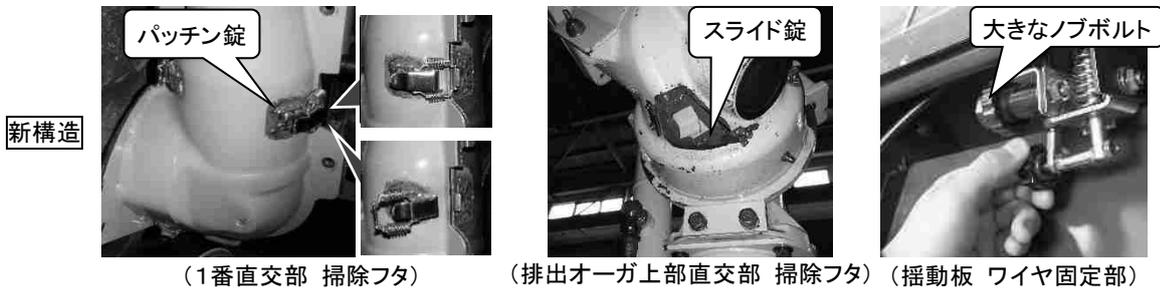


図2 開閉簡便な掃除口の例

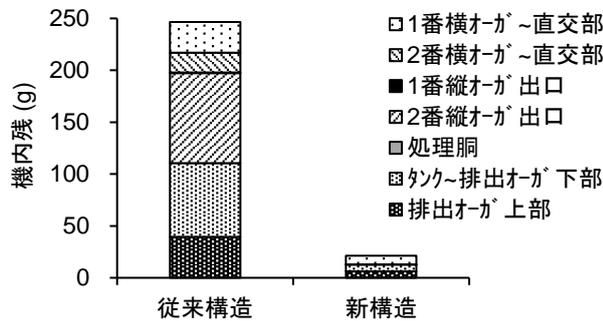


図3 空転清掃後の機内残

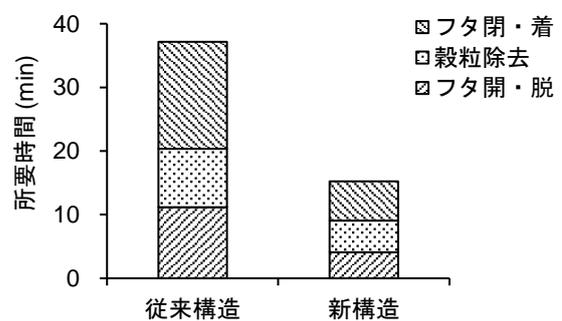


図4 機内清掃所要時間

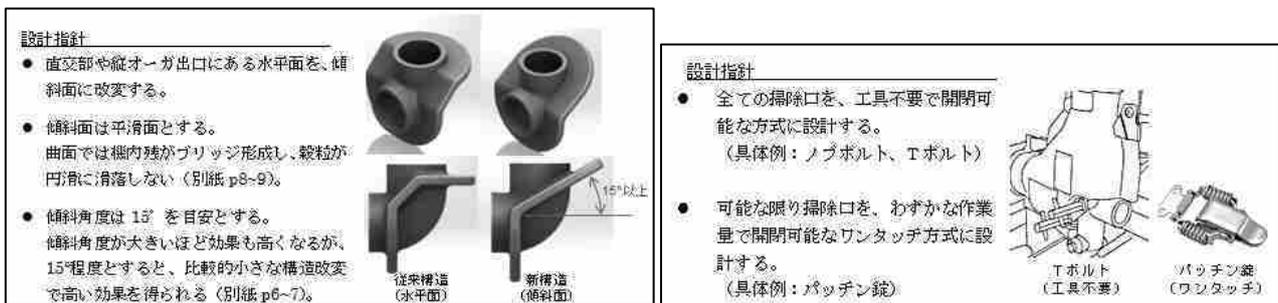


図5 設計指針 (脱粒)

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 作物条件によっては、新構造の効果があまり得られない場合があるので留意が必要である。
- 2) 農食工学会 (2015.9) にて発表予定。

#### 5. 残された問題とその対応

開発した技術を広く普及させる必要があるため、設計指針をメーカーに技術提案していく予定。

課題分類：6 (1)

課題 I D：600-b0-245-P-14

研究課題：高能率水稻等種子消毒装置の開発

担当部署：生研センター・生産システム研究部・乾燥調製システム研究

協力分担：(株)山本製作所、大阪市立大学、山形農総セ、埼玉農総研、石川農総セ、富山農総セ、島根農総セ、広島総研農総セ、東京農工大学、栃木農試

予算区分：経常・第4次緊プロ (共同)

研究期間：完 2011～2014 年度 (2011～2013 年度) (平成 23～26 年度 (平成 23～25 年度))

## 1. 目的

過熱水蒸気を利用した高能率な水稻等種子消毒装置の開発を行う。

## 2. 方法

- 1) 種子消毒現場の意見や要望を把握し、開発に反映させることを目的に、JA の施設担当者と県農試の病理担当者を対象としたアンケート調査を行った。(2011 年度)
- 2) 作業能率 100kg/h を設計目標に、振動フィーダで種子を搬送するフィーダ方式、自由落下で種子を搬送する落下方式の異なる基本構造を持つ2つの装置を試作した(図1)。さらに、両機の性能評価を行った後、開発方式の選定を行った。(2011～2012 年度)
- 3) フィーダ方式2号機の試作と改良を行い、適処理条件の選定、水稻および小麦の種子伝染性病害に対する防除効果試験等を行った。(2012～2013 年度)
- 4) 作業能率 100kg/h の達成を目的に、フィーダ方式3号機を試作し、適処理条件の選定、水稻および小麦の種子伝染性病害に対する防除効果試験等を行った。(2013～2014 年度)
- 5) 装置価格低減を目的に、フィーダ方式4号機を試作し、適処理条件の選定、水稻種子伝染性病害に対する防除効果試験を行った。さらに、4号機を山形農総セ内に設置の上、水稻種子消毒の実証試験を行い、作業能率や消毒コストを評価した。(2013～2014 年度)
- 6) 安全性および取扱い性の向上を目的に、フィーダ方式4号機の改良を行った。(2014 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) アンケート調査により、開発機に求められる処理量、生産現場で求められる病害防除効果、開発機の汎用利用場面等の要望を集計した。また、開発機の利点である「消毒済の種子が乾いた状態で排出されること」は好意的に受け入れられ、作業能率の改善に繋がるとの期待が明らかとなった。(図2)
  - 2) フィーダ方式1号機は、いもち病とばか苗病に対して温湯消毒と同等の性能を得た。また、小麦種子消毒への適応性も示した。落下方式は、基本構造がシンプルで装置の低コスト化を実現できる期待はあるが、構造改良を繰り返す必要性を認めた。これより、落下方式は開発期間中での対応が困難と判断し、以後の開発方式としてフィーダ方式を選定した。
  - 3) フィーダ方式改良2号機は、目標作業能率の 100kg/h には及ばないものの、水稻種子伝染性病害の全7種に対する消毒性能は「概ね温湯並」であった(表1)。また、小麦種子消毒への適応性を確認した。さらに、処理条件の選定に際しては、加熱後の種子温度測定(加熱直後の種子を魔法瓶に回収して1分経過後の温度測定)が有効であり、同温度を 75℃(加熱時間では5秒程度)とすることが水稻種子消毒に適することを確認した(図3)。
  - 4) フィーダ方式3号機は、目標作業能率の 100kg/h を達成した。また、水稻種子伝染性病害の全7種に対する消毒性能は「温湯消毒と同等かそれ以上」であることを確認した(表1)。
  - 5) フィーダ方式4号機は、3号機と同じ水稻種子消毒性能を認めた(表1)。実証試験の結果、4号機の実作業能率は 106kg/h、水稻種子 1kg あたりの消毒のランニングコストは 4.1 円/kg であった。また、消毒後の種子は、発芽率や苗の生育に問題無いことを確認した。
  - 6) フィーダ方式改良4号機(図4、表2)では、蒸気遮断弁や非常停止ボタンなどを備え、安全性の向上を図った。また、発芽率の維持と消毒性能を両立させるため、加熱後の種子温度が 75℃となるようプログラムにより自動制御する機能を備え、取扱い性の向上を図った。
- 以上、過熱水蒸気を利用した高能率な水稻等種子消毒装置を開発した。

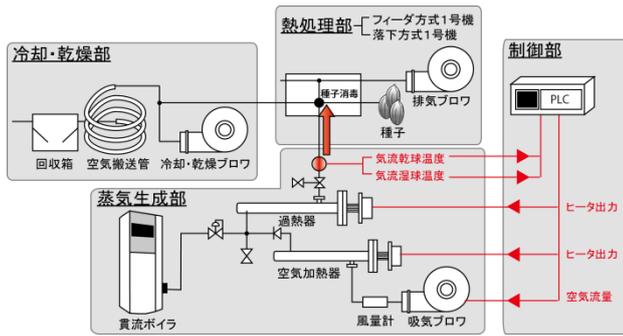


図1 開発機の基本構成

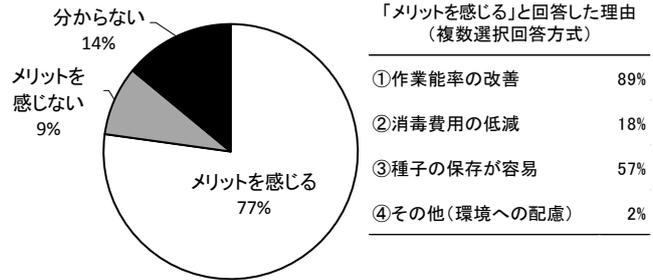


図2 消毒後の種子の乾燥が不要であることへの印象とその理由 (n=57)

表1 フィーダ方式の水稲種子伝染性病害に対する防除効果

病原	対象病害	2号機	3号機	4号機
カビ	いもち病	○	○	○
	ばか苗病	○	○	○
	ごま葉枯病	-	◎	◎
細菌	苗立枯細菌病	×	○	○
	もみ枯細菌病	○	○	○
	褐条病	○	○	○
線虫	イネシガレセンチュウ	-	◎	◎

・蒸気処理条件は、加熱後の種子温度 75±1℃  
 ・温湯消毒と同等級○、優る◎、劣る×で示す  
 ・カビと線虫は自然感染した種子、細菌は自然感染または開花期噴霧接種した種子での試験結果

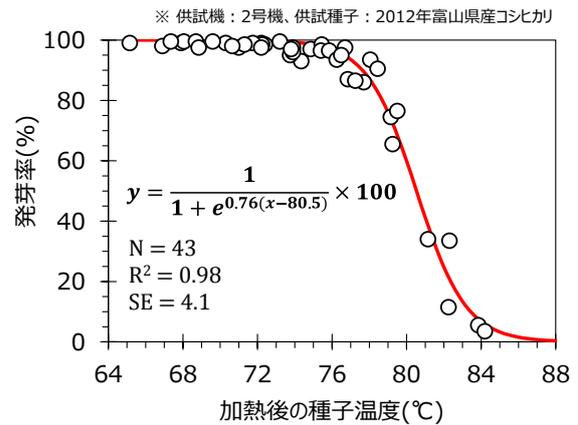


図3 加熱後の種子温度と発芽率の関係

表2 フィーダ方式改良4号機の仕様

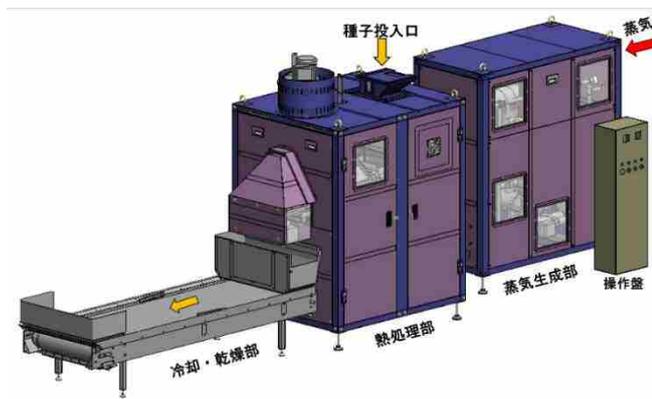


図4 フィーダ方式改良4号機

機体寸法 (全長(mm) × 全幅(mm) × 全高(mm))		5200 × 1010 × 1930	
機体質量 (kg)		667	
水稲種子最大処理能力 (kg/h)		100~150	
定格電圧		三相200V	
最大同時使用電力 (kW)		12.2	
最大同時使用電流 (A)		35.5	
蒸気生成部 および 操作盤	所要飽和水蒸気量 (kg/h)	26	
	定格出力 (kW)	吸気送風機	0.85
		1次加熱器	3
		2次加熱器	7.5
		電磁弁	0.01
熱処理部	定格出力 (kW)	操作盤	0.1
		ロータリーバルブ	0.09
		振動フィーダ	0.18
		排気送風機	0.2
冷却・乾燥部	定格出力 (kW)	昇降機 (オプション)	0.1
		ネットコンベヤ	0.2

#### 4. 成果の活用と留意点

- 1) 本装置の導入により、種子消毒の作業体系の変化が予想されるため、現地実証試験などを通じ、生産現場での作業適応性、装置耐久性、コスト低減効果などを確認し、実用化を目指す必要がある。
- 2) 特許出願2件、学会発表10件、投稿論文2件、日本植物病理学会(2015.3)で発表予定。

#### 5. 残された問題とその対応

水稲種子伝染性の細菌病などに対する防除効果の向上と、麦類を中心とした水稲種子以外への装置の汎用利用の問題が残されており、次年度より新規課題で対応する。

---

課題分類：6（1）

課題 I D：600-b0-242-P-14

研究課題：触媒加熱方式遠赤外線放射体による穀物乾燥の研究

担当部署：生研センター・生産システム研究部・乾燥調製システム研究

協力分担：田端機械工業(株)、千葉大学

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2011～2014 年度（2011～2013 年度）（平成 23～26 年度（平成 23～25 年度））

---

## 1. 目的

本研究では、触媒とプロパン等の炭化水素との反応熱を利用し乾燥に必要な遠赤外線放射熱を作り出す新たな遠赤外線放射機構を検討するとともに、従来と同様に排熱も乾燥に利用する機構の乾燥技術を構築する。

## 2. 方法

- 1) 触媒酸化反応を利用した基礎乾燥試験装置 1 号機（以下、試作 1 号機）を試作し、性能試験を行なった。また、放射体の温度分布を赤外線カメラで測定し、市販のプロパンバーナで加熱した場合との比較を行った。粳を用いて乾燥試験を行い、乾燥特性曲線を求めた。（2011 年度）
- 2) 試作 1 号機をベースに、ガスバーナを使って起動時温度応答性を高めるための改良試作を行った（以下、改良 1 号機）。（2012 年度）
- 3) 触媒遠赤外線ヒータ（S12-24、CDT 社製）を用い、触媒加熱方式遠赤外線乾燥基礎試験装置 2 号機（以下、試作 2 号機）を試作した。粳乾燥試験を行い、乾燥特性曲線を求めた。（2013 年度）
- 4) 試作 2 号機を改良し、粳の連続乾燥試験を行った。また、乾燥試験結果よりコスト試算を行った。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 試作 1 号機（図 1）は、起動から 25 分までは電熱線によって触媒を暖め、温度調整室の温度が 400℃になったら電磁弁が開きプロパンガスが投入された。その後プロパンガスと触媒との酸化反応が進行し、40 分過ぎから温度調整室と触媒出口の温度が逆転し、80 分で触媒出口温度が 610℃、放射体温度が 500℃で安定状態に入った。この時、排気温度は 250℃であった。試作 1 号機は温度応答性が悪いため、できるだけ円滑に温度上昇を図る必要性が示唆された。
  - 2) 改良 1 号機は、装置起動時にガスバーナにより起動から数秒で装置内に挿入する熱風温度が 550℃に達した。ガスバーナの設置により安定状態に入るまでに 22 分となり、起動時間を約 70% 短縮することができた。
  - 3) 試作 2 号機（図 2）は、パラジウム触媒を担持させた多孔質板に、LPG を低流量で流入したときの酸化反応熱を利用するもので、酸化反応はパネル表面の空気を使って行われる。1 号機のように燃料と燃焼空気を混合して送り込む予混合方式ではなく、触媒遠赤外線ヒータ表面に空気を送り込む拡散方式であるため、外部ファンにより対流を作る必要があった。2 号機は 1 号機と比較し、起動時間が 80% 短縮され、消費電力も 70% 削減でき、放射面積は 8 倍となった（表）。
  - 4) 試作 2 号機を供試した連続乾燥試験（図 3）の結果、穀温は循環量が増えると遠赤外線の照射時間が減少するため、穀温の上昇は反比例的に減少した（図 4）。試作 2 号機は遠赤パネル表面で LPG が酸化反応するだけの燃焼空気を送風するだけで良いため、遠赤パネル表面の温度は 640℃であるのに対し、排気熱はほとんど温度上昇が無く、排気熱の利用が困難となり、遠赤外線の照射のみによる穀温上昇となることが確認された。循環量の低い 110kg/h の方が高い穀温上昇が得られ、乾燥速度が 0.63%w. b. /h であった（図 5）。触媒燃焼では、LPG 消費量と消費電力量が乾燥中一定であるため、乾燥速度が速いほうがランニングコストは下がる傾向であった。循環式乾燥機のランニングコストと比較し、メリットを出すためには乾燥速度を 0.8%w. b. /h 以上にする必要があった。今後実用機の開発には、積極的に穀温上昇を促す必要があるため、パネル表面の放射率の改善や表面温度を 700℃程度まで上げていく等の検討が必要であることが示唆された。
- 以上、触媒燃焼を利用した遠赤外線乾燥の基礎データを得ることができた。

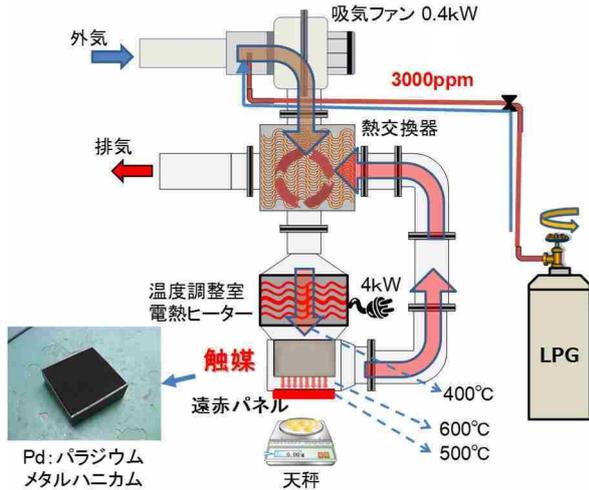


図1 試作1号機の概要

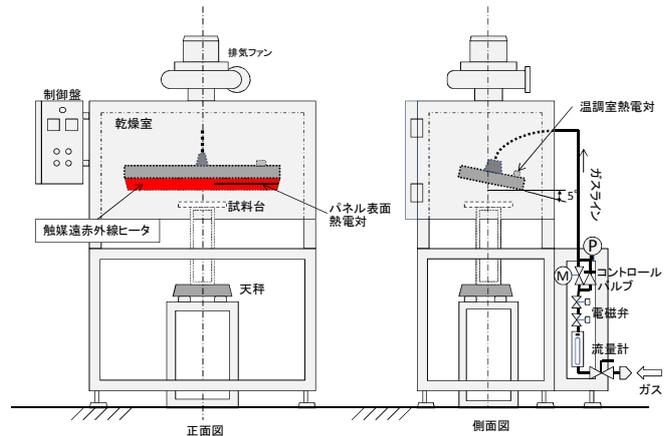


図2 試作2号機の概要

表 試作1号機と2号機の性能等比較

		1号機	2号機	比率 (2号機/1号機)
分類		予混合型	拡散型	
放射面積	m <sup>2</sup>	0.023	0.180	8.0
機体容積	m <sup>3</sup>	0.781	0.540	0.7
起動時間	min	80	18	0.2
反応温度	°C	400	200	0.5
消費電力	kW	2.20	0.55	0.3
ガス流量	l/min	0.5	0.1-0.6	
触媒	種類	パラジウム		
	形状	ハニカム	多孔質板	

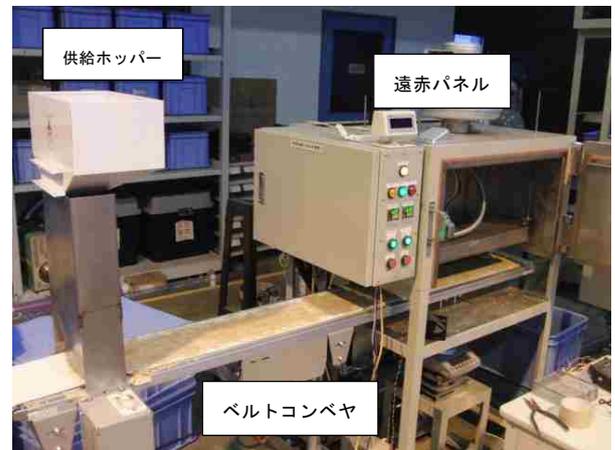


図3 試作2号機による連続乾燥速試験

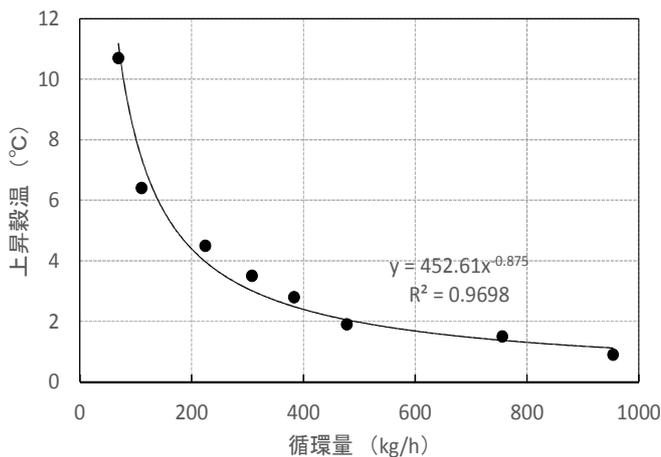


図4 試作2号機による循環量と穀温上昇の関係

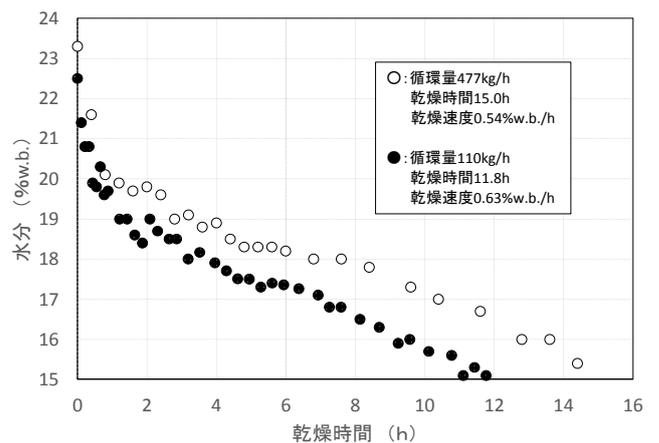


図5 試作2号機による連続乾燥試験

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 特許出願 1 件、学会発表 2 件。
- 2) 能率をあげるために、放射率の改善など穀温上昇を促進するための検討が必要である。

#### 5. 残された問題点とその対応

循環式乾燥機への適用試験をする必要があり、次年度以降予定。



### 3. 園芸工学研究部

---

課題分類：4（6）

課題 I D：600-c0-332-P-14

研究課題：果樹の袋掛け作業省力・軽労化技術の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・果樹生産工学研究

協力分担：(株)ニッカリ、果樹研、岩手農研セ、群馬農技セ、埼玉農総セ、長野果樹試、徳島農総セ、長崎農技セ

予算区分：経常

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

---

## 1. 目的

袋掛け作業の一部を機械装置によってアシストし、作業時間の短縮および軽労化に貢献できる技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 慣行の袋掛け作業の基本動作と所要時間を調査し、袋掛け作業のアシスト方法について検討した。また、袋口絞り留め装置および袋開口装置の基本構造について検討を行い、機能確認装置を試作した（2012 年度）。
- 2) 袋口絞り留め装置および袋開口装置を用いてブドウ栽培ほ場において袋掛け作業を行い、作業能率を測定した。袋開口装置は袋掛け対象ブドウ果実列の中央付近に設置し、袋口絞り留め装置は片手で常に持った状態で作業を行った（2013～2014 年度）。
- 3) 腕上げ作業補助装置を試作した。ブドウ栽培ほ場で花穂整形、ジベレリン処理、摘粒、袋掛けの作業を一定時間行い、装置を使用しない慣行作業と作業能率を比較した。一部の試験地においては、テレメトリー式表面筋電位測定器を用いた作業中筋活動量の測定も同時に行った。さらに作業後に腕上げ作業補助装置の取扱性について聞き取り調査を行った（2013～2014 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 慣行の袋掛け作業は「袋を取り出す」「袋の口を開いて膨らませる」「果実に袋をかける」「袋の口を絞って留める」の各動作を繰り返して行われており、口を絞って留める作業に半分程度の時間を要していたことから、袋口を絞って留める動作を機械装置によりアシストすることと、作業者が果実に袋をかけている間に袋の開口作業を自動で行うことが有効であると考えられた。袋口絞り留め装置は園芸用結束器に袋絞り部を付加する構造（図 1、表 1）、袋開口装置は電動で袋内に開口片を挿入・抜去し、袋を開口状態で保持する構造（図 2、表 2）とした。
- 2) 袋口絞り留め装置および袋開口装置を用いて一連の動作により袋掛け作業が行えることを確認した。作業能率は装置を用いない慣行作業が平均 9.4s/房であったのに対して装置を用いた作業では平均 12.3s/房であり、両試作機を使用した機械作業による省力化の効果は認められなかった。
- 3) 腕上げ作業補助装置は放射状の溝部材と係止爪により肘を内側に寄せたときのみ下方向への回動をロックする構造とし、動力を用いることなく腕を支持できるものとした（図 3、表 3）。袋掛け作業は腕上げ作業補助装置によって、袋束を腕や首の位置に取り付けて、腕を上げたままの状態で行うことができた。各作業とも腕上げ作業補助装置を装着しても慣行作業と同程度の作業能率であった。また、摘粒作業で約 9 割、袋掛け作業で約 6 割の作業者が装置を使用することで楽になったと回答した。さらに、装置を装着することにより、腕（上腕二頭筋、上腕三頭筋）、肩（三角筋）、首（僧帽筋）の筋肉の作業中筋活動量が、装置を装着しない慣行作業と比較して概ね低くなった。

以上、袋口絞り留め動作および袋開口動作をアシストする装置の省力化効果は認められなかったが、簡易な構造の腕上げ作業補助装置により作業能率を落とすことなく袋掛け作業の労働負担軽減が図れることを明らかにした。

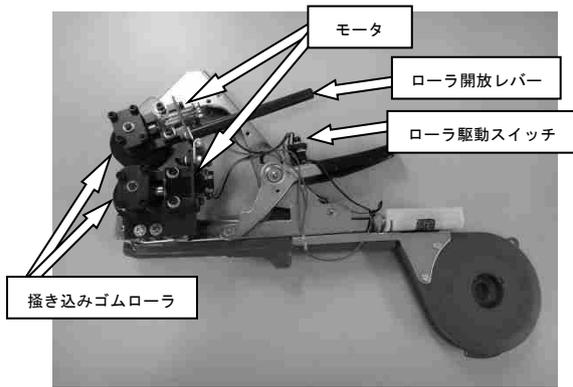


図1 袋口絞り留め装置

表1 袋口絞り留め装置の主要諸元

機体寸法	全長	345mm
	全幅	158mm
	全高	65mm
機体質量	約900g	
電源	単三乾電池2本	
	数	2個
モータ	定格電圧	DC3V
	定格負荷トルク	0.2mN・m
	定格負荷回転数	14000rpm
掻き込みゴムローラ	直径	40mm
	回転速度	50rpm

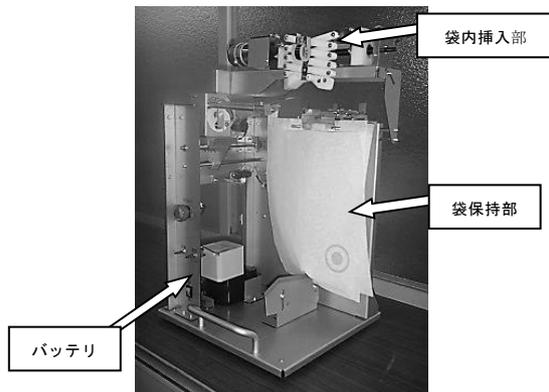


図2 袋開口装置

表2 袋開口装置の主要諸元

機体寸法	全長	315mm
	全幅	300mm
	全高	498mm
機体質量	8.1kg	
モータ	3台(3.43W、0.82W、0.82W)	
バッテリー	12V	
袋保持部	50枚程度保持可能	
袋内挿入部	エキスパンダーム挿入方式、横移動なし	
制御部	ワンボードマイコン	
	赤外線距離センサ×2 (袋束有無検知、袋開口状態検知)	



図3 腕上げ作業補助装置

表3 腕上げ作業補助装置の主要諸元

質量	1.8kg
ベルト下端から連結機構までの長さ	320~400mm
腕受け部長さ	220~280mm
作業ベルト腹囲	650~950mm
垂直方向支持角度範囲	-45~45°

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 腕上げ作業補助装置は2015年度に試行販売を開始予定である。
- 2) ブドウ栽培で果粒がある程度重くなり花穂が下を向くまでの時期や、房の高さのバラツキが大きい場合、ナシ栽培で着果向きが不揃いの場合など作業時の腕の高さが頻繁に上下する場合は、腕上げ作業補助装置を装着すると作業が煩わしくなることがある。
- 3) 2014年度普及成果情報候補として提出予定。特許出願1件。

#### 5. 残された問題とその対応

技術の普及に向けて腕上げ作業補助装置のブドウ栽培以外での利用についても検討する必要がある、産地と連携して情報提供に努める。

課題分類：4（6）

課題 I D：600-b0-334-P-14

研究課題：高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証（果樹園・茶園の除染技術）  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術の研究開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・果樹生産工学研究

協力分担：福島農総セ、野菜茶研、果樹研

予算区分：経常・受託（技会委託プロ「除染プロ」）

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

## 1. 目的

モモ、リンゴなどの園地内樹冠下の表層を効率的に剥土できる剥土機の開発し、剥土により園地土壌のセシウム濃度を大幅に低減させることを目的とする。

## 2. 方法

- 1) 福島県農業総合センター果樹研究所内モモ園およびわい化リンゴ園で、試作した樹冠下剥土機 1 号機を供試し、剥土試験を行った。1 号機は、歩行型トラクタ（機関出力：3kW）、ゲージホイール、ロータリ（耕うん幅：500mm）、排土板（幅：520mm）で構成され、表面から約 5cm の表土をロータリで耕うんしながら排土板で運土・集積する構造である。モモ園、リンゴ園での剥土試験は図 1 に示す剥土箇所とした。また、1 号機の結果に基づきダッシングの危険性のない同軸正逆回転耕うん軸、抵抗棒を有し、耕うん中央部の残耕を防止する残耕処理機能付き歩行型トラクタ（機関出力：3kW、耕うん幅：500mm）をベース機として 2 号機を試作した。（2012 年度）
- 2) 2 号機に備えてあったゲージホイールを省き、ボルトによる排土板の高さ調節部分を溶接加工に変更した 3 号機を試作した。3 号機を供試して福島県伊達市内のカキ生産者ほ場において、樹冠下の表層土壌（設定 5cm）を図 1 (a) に示す箇所を剥土し、耐候性フレコンバッグに収容する作業を手作業と機械作業について行い、剥土面積当たりの作業能率および除染効果を測定した。剥土した土壌は 1 樹当たり 4 箇所に集積した後、油圧ショベル（機関定格出力 11.8kW）ですくい上げて運搬車（最大積載量 500kg、機関定格出力 5.9kW）に積載し、土壌仮保管場所まで運搬してフレコンバッグに収容する行程で実施した（図 2）。（2013 年度）
- 3) 3 号機の排土板の幅を耕うん幅に合わせ、横洩れ防止のための横カバーを取り付ける改良を行い、傾斜地での適応性と雑草前処理方法の違いによる影響を調査するため、（独）家畜改良センター芝原ほ場の放牧草地の傾斜度 5°、10°、15°、20° の傾斜草地を供試して調査を行った。傾斜草地の雑草処理は、刈払機による刈り払い後に除草剤（50L/10a、50 倍希釈）を散布した区画（以下「除草剤散布区」）と、刈払機による刈り払い直後の区画（以下「刈払後区」）の 2 試験区で調査を行った。剥土箇所はそれぞれの傾斜度において、除草剤散布区、刈払後区の 2 調査区で、図 1 (a) に示す箇所を剥土した。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 1 号機による除染剥土試験の結果、表土を約 5cm 剥土し、排土板部分で剥土土壌を 4m 四方の樹冠下 4 角に集積することができた。1 人 10a 当たりの剥土能率は人力で行う方法より 2～4 倍高く、省力的に樹冠下の剥土が可能であった。モモ園とリンゴ園で土壌表層の放射性セシウム濃度を 80～90% と高い低減率で低減することができ、空間線量低減率は約 40% であった（表 1、表 2）。
  - 2) 3 号機の剥土作業の作業能率は手作業区で 66 人・h/10a、機械作業区で 15 人・h/10a であり、機械作業区は手直しを含めても手作業の 4 倍以上の作業能率であった。剥土によって土壌表層の放射性セシウム濃度は約 51% 低減できた（表 3、表 4）。
  - 3) 傾斜地では、約 5°、約 10° 程度では上り方向で機体の滑りがあったものの剥土作業は行えたが、約 15° や約 20° では上り方向や等高線方向で機体の滑りが大きく作業できなかった。また、除草剤の効果も認められず、雑草根株が影響し、十分剥土できなかった箇所が生じた。
- 以上、樹冠下剥土機を試作し、作業能率および土壌除染効果を確認した。

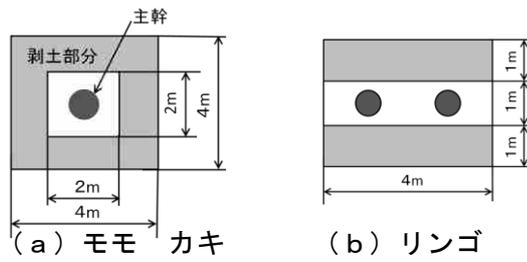


図1 樹冠下剥土箇所

表1 モモ、リンゴ園の土壤除染結果（福島市内）

作物	セシウム濃度 (Bq/kg)		セシウム濃度 低減率 (%)	空間線量率 (μSv/h)		空間線量 低減率 (%)
	剥土前	剥土後		剥土前	剥土後	
モモ	2750	182	93	1.73	0.99	43
リンゴ	1305	252	81	—	—	—

- ・セシウム濃度は、NaI シンチレーションスペクトロメータで測定したCs137とCs134の合計値
- ・空間線量は、剥土前後の地上高1cmの空間線量率をNaIサーベイメータで測定

表2 モモ、リンゴ園の土壤除染作業能率（福島市内）

供試機・方法	作物	作業人数 (人)	10a 当たり植栽樹 数(本/10a)	剥土能率 (h/10a・人)
1号機	モモ	1	33	8.2
1号機	リンゴ	1	100	5.1
人力	リンゴ	2	100	23.3

モモ: 栽植 5x6m、リンゴ: わい化・栽植 5x2m



a) 剥土 b) 手直し c) 油圧ショベルですくい上げ d) フレコンバッグに収容

図2 樹冠下剥土の作業工程（伊達市内カキ園）

表3 カキ1樹あたりの土壤除染作業能率（伊達市内）

	剥土面積 (m <sup>2</sup> )	作業時間 (min)			作業人数 (人)			作業能率 (h・人/10a)	
		剥土	手直し	土壌運搬	剥土	手直し	土壌運搬	剥土	土壌運搬
手作業区	12	11.8	—	12.2	4	—	4	65.6	67.6
機械作業区		4.1	3.3	—	1	2	—	15.0	—

- ・各区3反復の平均値
- ・土壌運搬の作業時間・作業能率には剥土場所から土壌保管場所までの移動時間は含まない
- ・土壌運搬の作業時間は地面から運搬車が8.2min、運搬車からフレコンが4.0min
- ・機械作業区は平均作業速度0.27m/sで行い、作業能率は手直し作業時間も含む

表4 カキ園の土壤除染結果（伊達市内）

剥土深さ (cm)	セシウム濃度			空間線量 (地上1cm高)			空間線量 (地上1m高)			
	剥土前 (Bq/kgDW)	剥土後 (Bq/kgDW)	低減率 (%)	剥土前 (μSv/h)	剥土後 (μSv/h)	低減率 (%)	剥土前 (μSv/h)	剥土後 (μSv/h)	低減率 (%)	
手作業区	5.5	1833	410	76.6	1.14	0.49	57.2	0.85	0.74	12.9
機械作業区	4.9	2300	1093	51.0	1.15	0.67	42.2	0.85	0.74	13.6

- ・各区3反復の平均値
- ・セシウム濃度はゲルマニウム半導体検出器を用いて測定したCs137とCs134の合計
- ・空間線量はNaIサーベイメータを用いて測定

#### 4. 成果の活用面と留意点

特許出願1件。福島県の広報資料として活用。

#### 5. 残された問題とその対応

樹園地における土壤除染技術の利用を促進する必要があるため、除染事業担当者等に作成した樹冠下の剥土作業の手引きを提示するなど情報提供に努める。

課題分類：4（6）

課題 I D：600-b0-334-P-14

研究課題：高濃度汚染地域における農地土壌除染技術体系の構築・実証（果樹園・茶園の除染技術）  
－機械を利用した剥土による土壌除染技術、せん定枝粉碎搬出技術の研究開発  
－せん定枝粉碎搬出技術の研究開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・果樹生産工学研究

協力分担：福島農総セ、野菜茶研、果樹研

予算区分：経常・受託（技会委託プロ「除染プロ」）

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

## 1. 目的

園地内の汚染したせん定枝を効率的に、少ない作業員被ばくで園外へ搬出するために、粉碎機を利用した粉碎搬出技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 粉碎時の発生粉じんが少なく、粉碎後の搬出が容易なせん定枝粉碎搬出システムを検討するとともにサイクロン式集じん装置を備えたチップー方式の樹木粉碎機（自走式、機関出力：21.0kW）を供試し、作業員側への粉じん飛散を防護するためにサイクロン式集じん装置の排出口にフレコンバッグの口を縛り、排出口付近の樹木粉碎機側 3 辺をテント（1.8×1.8m、高さ 2.8m、ポリエステル製）で覆った条件（密閉回収・テントあり）と覆わなかった条件（密閉回収・テントなし）における作業員近傍の粉じん濃度を測定した。モモのせん定枝（含水率：13.2%、放射性セシウム濃度：810Bq/kgFW）を作業員近傍に用意して定置で粉碎し、排出されたチップをフレコンバッグに收容する作業を一人作業で行った（図 2）。粉じん濃度の測定は作業員の約 1.5m 側方、高さ 1m の位置で行い、ローボリュームサンプラーを用いて作業中の粉じん量（インハラブル粉じん）を測定するとともに、デジタル粉じん計、超音波風向風速計を用いて粉じん量および風向風速の経時変化の測定を行った（図 1）。（2013 年度）
- 2) リンゴとモモのせん定枝を供試し、粉碎時の発生粉じんが少ないと考えられるせん定枝の湿潤状態での粉碎試験を行い、乾燥状態との粉じん発生程度の比較を行った。サイクロン式集じん装置を備えたチップー方式の樹木粉碎機（自走式、機関出力：21.0kW）を供試し、サイクロン式集じん装置の排出口にフレコンバッグを取り付けた状態で粉碎作業を行い、作業員近傍および作業員喉元の粉じん濃度を測定した。粉碎作業は前年度と同様の方法で実施した。粉じん濃度の測定はデジタル粉じん計（SIBATA 製 LD-6N）を用い、作業員周辺の測定は約 1.5m 側方、高さ 1m の位置で行った（図 1）。測定時間は 10 分間とした。また、樹木粉碎機による汚染果樹せん定枝の粉碎作業上の留意等についての作業手引きを作成した。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 二軸せん断方式の樹木粉碎機（トラクタ装着式、トラクタ PTO 出力：15kW）に比べてフレコンバッグに粉碎チップを直接投入できるチップー方式の樹木粉碎機（自走式、機関出力：22.1kW）の方が処理能率が高かった。チップー式樹木粉碎機による粉碎では粉碎前の 1/9 程度に減容化できた。また、作業員周辺の粉じん濃度はテントあり、テントなしともに 1mg/m<sup>3</sup> 程度であり、テントの有無による差は見られなかった（表 1）。作業中は微風であったが、作業員周辺の粉じん量は風向きによって影響を受け、粉碎チップ排出口から作業員に向かって直接風が吹くときに急激に増大することが確認され、微風であっても風向きに留意して作業を行う必要があると考えられた。
- 2) 作業員周辺と作業員喉元の粉じん濃度は、乾燥状態のせん定枝に比べ明らかに湿潤状態のせん定枝の方が低かった（図 3）。

以上、乾燥せん定枝の粉碎作業においては、テントの有無による作業員周辺粉じん量の差は見られなかった。また、粉碎作業においては、湿潤状態のせん定枝の方が粉じんの発生が少なかった。

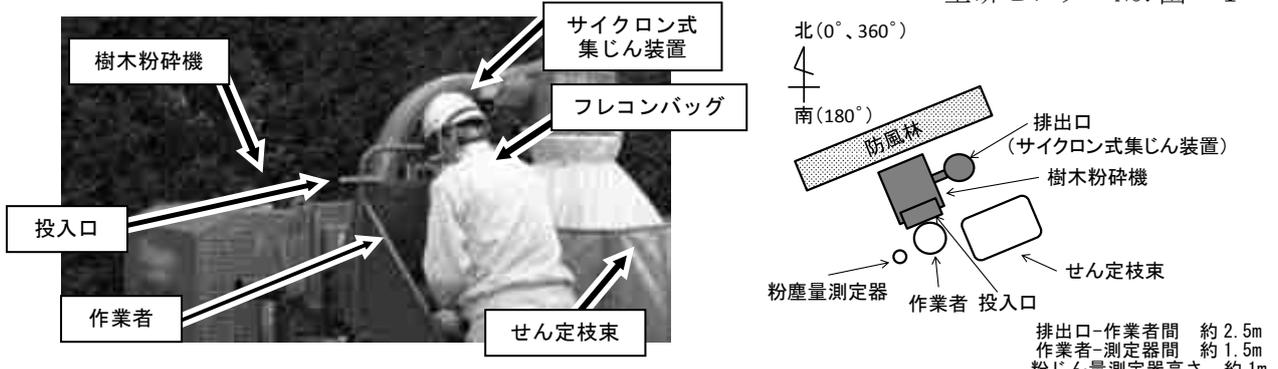


図1 樹木粉砕機による粉砕作業風景および配置



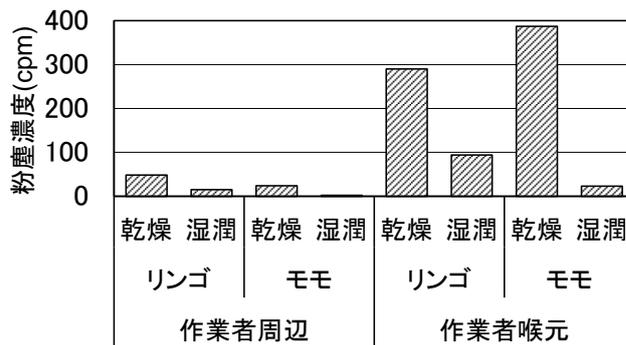
a) 開放回収 b) 密閉回収・テントなし c) 密閉回収・テントあり

図2 せん定枝粉砕の作業状態

表1 せん定枝粉砕作業における機械性能および粉じん濃度

	処理能率 (kgDW/h)	処理後 かさ密度 (kgDW/m <sup>3</sup> )	処理チップ 長辺長さ (mm)	粉塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )
密閉回収テントなし	320.1	337.2	9.4	0.8
密閉回収テントあり	309.9	340.0	9.1	0.9

注：各試験区とも2反復の平均値。処理能率の測定において、作業時間にせん定枝の結束を解く時間も含む、フレコンバッグの着脱を含まない。作業中の平均風速は密閉回収テントあり、密閉回収テントなしともに0.39m/s。



注：測定時の天気：晴れ／曇り、気温：18～26度、湿度：40～60%、風速(最小～最大)：0.2～4.7m/s

図3 せん定枝の乾燥・湿潤別の粉じん濃度

4. 成果の活用面と留意点

福島県の広報資料として活用。

5. 残された問題とその対応

せん定枝粉砕搬出技術の利用を促進する必要があるため、せん定枝の処理に当たり除染事業担当者等に作成した粉砕作業の手引きを提示するなど情報提供に努める。

課題分類：3（3）

課題 I D：600-a0-328-P-14

研究課題：ナガイモの種いも切断・防除技術の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・野菜栽培工学研究

協力分担：帯広畜産大学、三菱農機(株)

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2011～2014 年度（2011～2013 年度）（平成 23～26 年度（23～25 年度））

## 1. 目的

現行のナガイモの種いも切断・防除作業は全て手作業に委ねられ、他の作業工程に比べて多くの投下労働を要するため、本工程の機械化が望まれている。また、切断後の催芽過程では青かび病菌等による腐敗が問題視されている。そこで、大きさ等が多様なナガイモに対して基準値に沿って最適に切断制御するとともに、腐敗防除機能を付加する技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 慣行作業による種いも切断・防除作業の実態調査を行った（2011、2012 年度）。
- 2) ナガイモの質量と体積の測定データをもとに、質量の基準値に沿って順次切断する 1 号機を試作し、性能を調査した（2011 年度）。また、ナガイモの任意の位置における外径とイモ長に基づいて形状を推定する統計モデル（形状推定モデル）による推定結果を基に、ナガイモ 1 本を一度に切断刃（カッター刃）で切断できる 2 号機を試作し、性能を調査した（2012 年度）。
- 3) 2 号機をベースに、ナガイモを一定間隔で供給が行え、形状推定モデルによる推定結果を基に、ナガイモ 1 本を一度に切断刃（スチール線）で切断できる 3 号機を試作し、性能を調査した（2013 年度）。また、その 3 号機をベースに、切断した種いも切片を機外へ搬出できるようにした 4 号機（図 1、表 1）を試作した（2014 年度）。
- 4) 切断装置で切断した切片をコンベアで搬出中にスプレーガン（噴口 1.3mm）で消石灰の乳液（消石灰：水の質量比を 1：2）を噴霧する防除装置（図 2）を試作し、乳液の付着及び萌芽の程度を調査した（2013 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 慣行手作業による切片の平均質量は、肩部、胴・尻部ともに概ね基準値に近似し、標準偏差は平均値の 11～30%であった。当該作業の処理量は 400～500kg/人・日で、2 人組作業を想定した機械化に向けては 1.0～1.3t/人・日の処理能力、及び消石灰による粉衣方式の導入が要望された。
- 2) 1 号機では、ナガイモの首部切断、質量及び体積測定だけで 7～10s/本、切断で平均 24s/本要した（ナガイモの全長により大きく変動）。測定及び切断方式を変更した 2 号機では、供給から切断までの一連の処理速度は、ナガイモの全長に関わらず約 15s/本であった。
- 3) 連続的にナガイモを供給できるようにした 3 号機では、供給から切断完了までの一連の処理速度は 9.5s/本、処理本数は約 380 本/h で、ナガイモの平均質量を 750g、切断装置の稼働時間を 7h/日とすると、処理量は 2.0t/日であった（表 2）。また、切片の平均質量は、肩部が約 73g、胴・尻部が 121g で、標準偏差は平均値の 18～20%であったが、胴・尻部の 90g 以下が 6.0%、150g 以上が 8.2%あった（図 3）。なお、測定値及び切断刃の設定値はパソコンに保存され、切断した切片数等が分かるようになっている（表 3）。4 号機の主な改良点は、受け皿から切断刃上へのナガイモの転動距離の縮小、押切板の軟質素材への変更、切断刃の下部に切片を機外へ搬出するコンベアを追加したことである。基本的な切断性能は 3 号機と同様で、ナガイモ切断前後の損傷防止、押切板による切断不足の解消を図った。
- 4) 切片への消石灰乳液の吹き付け（約 4g/s）では、手作業による消石灰の粉衣方式と同等の萌芽が得られたが、スプレーガン 1 台では付着量の少ない所もみられたため、吐出量を増やすか複数台のスプレーガンで処理する等の対策が必要と考えられた。

以上、質量の基準値に沿ってナガイモ 1 本を一度に切断できる種いも切断装置と消石灰乳液を種いもに噴霧する防除装置を開発し、切断装置は 2.0t/日処理できることを明らかにした。



図1 4号機の外観

大きさ	L1,000×W1,550×H1,840mm
質量	約200kg
供給部	搬送用受け皿10枚
計測部	レーザセンサによりイモ長と外径2ヶ所を測定 (イモ長: 300~650mm、外径: 70mmまで対応)
切断部	スチール線10本(1本固定、9本可動) 押切板大きさ: L820×W100mm
搬出部	平ベルトコンベア(幅100mm、長さ1300mm)
制御部	パソコン(装置の設定・作動、データ保存など)
その他	コンプレッサー(40L/min、0.5Mpa以上)が必要

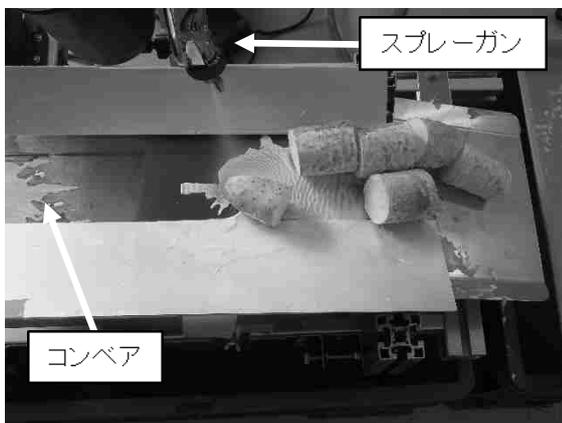


図2 消石灰乳液噴霧の様子

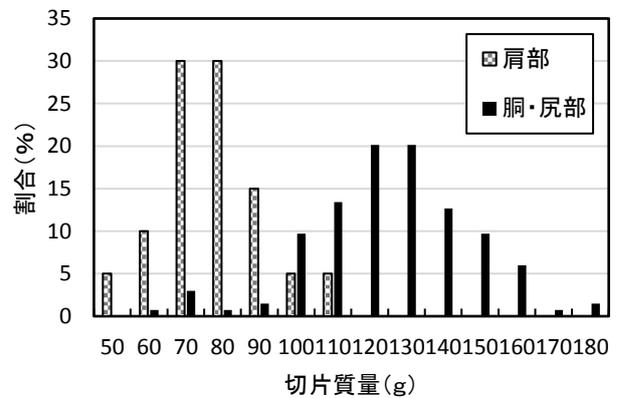


図3 切断した切片の質量調査結果

- ・設定: 肩部 70 g、胴・尻部 120 g
- ・材料: 肩部 n=20、胴・尻部 n=134

表2 作業能率調査結果

供試作物		作業能率				
全長 (mm)	質量 (g)	動作時間 (min)	切断本数 (本)	処理速度 (s/本)	処理本数 (本/h)	処理量 (t/日)注
465.3 (318~575)	752.9 (435~1193)	6.2	39	9.5	379	2.0

注) 切断装置の稼働時間は7h/日とした。

表3 パソコンに保存されたデータの一例

No	イモ長(mm)	外径A(mm)	外径B(mm)	分割数
1	353.1	39.3	41.9	4
2	369.9	39.0	47.8	5
3	455.8	36.3	47.1	6
4	379.0	44.4	49.5	6
5	468.9	41.8	52.4	8

外径Aと外径Bは、それぞれ肩部から 105mm、255mm の測定データを示す。

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 実演や実証試験で得られたデータや知見を協力メーカーに提供する。
- 2) 特許を1件出願した。農食工学会(2015.9)で発表予定。

#### 5. 残された問題とその対応

切断刃の耐久性等を明らかにする必要があるため、市販化に向けて現地実証試験を行う。

課題分類：5（6）

課題 I D：600-a0-336-P-14

研究課題：チャの直掛け栽培用被覆資材の被覆・除去装置の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・野菜収穫工学研究

協力分担：カワサキ機工(株)、奈良県農総セ、京都農技セ、静岡農技研

予算区分：経常・第4次緊プロ（共同）

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

## 1. 目的

遮光資材で茶樹を被覆する茶の直掛け被覆栽培において、遮光資材を樹冠面に展開被覆する作業や、資材を巻取り除去する作業、資材運搬作業を機械化する乗用型摘採機用アタッチメントを開発し、直掛け被覆栽培の省力化と軽作業化を実現する。

## 2. 方法

- 1) 被覆作業アタッチメントの基本構造と傾斜地作業への対応について検討し、試作 1 号機を製作した。資材と茶樹の固定にピンチを使用しない新方式資材の茶芽への影響を調査した（2012 年度）。
- 2) 資材巻取りの円滑化、傾斜茶園への対応を考慮した試作 1 号機改良型を製作した。アタッチメントの軽量化や取り扱い性の向上、機構の簡略化を進めた試作 2 号機を製作し、平坦茶園（静岡県茶業研究センター、畝長 30m、5.4a、2013. 11. 14）で作業能率を調査した。また、産地（静岡県牧之原市）で慣行手作業の作業時間を調査した（2013 年度）。
- 3) 慣行資材の巻取り・展開に対応する試作 2 号機改良型を制作し、現地試験により作業性能を明らかにする。小型乗用型やコンテナ式乗用型摘採機に装着できる試作 3 号機を製作する（2014 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 傾斜茶園作業への対応機構の異なる 2 方式の被覆作業用アタッチメントを検討したところ、ガイドフレームの採用と、資材へ張力がかかった状態を維持することで、横傾斜 14 度でも円滑な作業が可能であった（図 1）。また、新方式の資材で 15 日間被覆した後の茶芽には 32%の葉に障害が確認されたが、慣行資材の 30%と大差無い結果であった。
- 2) 試作 2 号機では、展開と巻取り作業に別のアタッチメントを使用する方式に変更した（図 2）。各アタッチメントは、乗用型摘採機にベースフレームを介して装着する。展開アタッチメントは動力を用いず、心棒の無い状態の資材を保持し展開する。巻取りアタッチメントは、資材を心棒に巻き付け、巻取り終えた資材は心棒から抜き取る構造とした。資材を巻き取る機構は、巻取り回転速度を制御する方式から、巻き取り用油圧モータの作動圧を一定にする構造に変更した。
- 3) 試作 2 号機改良型を供試した現地試験による作業性能は、展開作業の投下労働時間は、茶樹との固定が慣行方式の資材を使った時 2.22 人時/10a、茶樹との固定が新方式の資材使用时 1.48 人時/10a となった。同、巻き取り作業の投下労働時間は、2.20 人時/10a（慣行方式資材）、1.52 人時/10a（新方式資材）となった。開発機による各作業は、慣行方式の資材を使用した場合でも、従来に比べて 50%以上省力化できることが明らかとなった。また、試作 3 号機（表 1）とコンテナ式乗用型摘採機による摘採同時巻取り作業（図 3）の能率は、2 人作業で 10a あたり投下労働時間 1.62 人時となった（表 2）。

以上、チャの直掛け被覆栽培において被覆資材の展開作業と巻取り作業を機械化する乗用型摘採機用アタッチメントを開発し、慣行手作業に比べて投下労働時間 50%以上削減を実現した。



図1 試作1号機の傾斜地対応試験

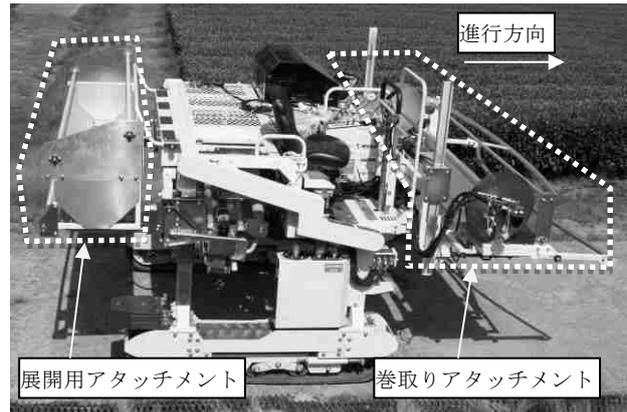


図2 試作2号機改良型

表1 試作3号機諸元表

展開アタッチメント	
全長×全幅×全高	700×2300×670mm
質量	25kg
巻取りアタッチメント	
全長×全幅×全高	1200×2500×880mm
質量	48kg
作業速度	～0.6m/s
使用できる被覆資材	幅 2.2m 以下、長さ 50m 以下



図3 試作3号機による摘採同時巻取り作業

表2 作業能率

	作業方法	資材 固定方法	作業人数 (人)	作業速度 (m/s)	作業時間 (時/10a)	投下労働時間 (人時/10a)
展開作業*1	開発機*4	慣行*7	2	0.47	1.11	2.22
		新方式*8			0.74	1.48
	慣行作業*5	慣行	4～6	-	1.0～1.9	6.0～7.5
巻取り作業*2	開発機	慣行	2	0.48	1.10	2.20
		新方式			0.76	1.52
	慣行作業	慣行	3～8	-	0.7～2.1	4.0～6.4
摘採同時巻取り作業*3	開発機*6	新方式	2	0.53	0.81	1.62

1) 資材の展開作業、茶樹への固定作業を含む。

2) 資材固定の解除、資材巻取り作業を含む。

3) 資材固定の解除、資材巻取り、収穫物搬出の作業を含む。

4) 調査圃場：畝長 30～35m、畝幅 1.8m。畝両端に枕地あり。

5) 静岡県牧之原市等における調査結果（9か所）。

6) コンテナ式乗用型摘採機に巻き取りアタッチメントを装着。

7) 畝方向に沿って約 2m 間隔で資材と茶樹をピンチで固定。

8) 資材外周部に通したロープを引き絞って茶樹樹冠部に資材を被せ、畝端部でロープをペグで地面に固定する。

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 作業性能を発揮するためには畝の長さが揃った矩形の機械化茶園での使用が必要である。
- 2) 2015 年度市販予定。
- 3) 2014 年度普及成果情報として提出予定。特許出願 4 件。農食工学会（2015.9）で発表予定。

#### 5. 残された問題とその対応

畝の長い大規模茶園への適応性と作業性を確認する必要があるため、現地へモニター導入して確認を進める。

課題分類：7（4）

課題 I D：600-d0-337-P-14

研究課題：イチゴ植物工場を核とする群落生育診断技術の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・施設園芸生産工学研究

協力分担：なし

予算区分：経常・受託（科研費）

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

## 1. 目的

高密度移動栽培装置を基幹とするイチゴ植物工場において、イチゴ栽培ベッドの横移送中に、果実数、群落などを非破壊で計測するとともに、これらの生育情報を栽培ベッドごとに個別管理する技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 定点観測が可能な循環移動式栽培の横移送において、全株の情報を自動取得して栽培ベッドとの関連付けを行えるシステムを検討するための試験装置を試作した（2012～2013）。
- 2) 「あまおとめ」を 8～12 株栽植した長さ 1m の栽培ベッド 10 台を供試し、イチゴ群落の 3D 再構築を行い、精度を調べた。草高の最大値は 27～39cm、幅の最大値は 61～83cm であった。また、2013/10/23～2014/1/14 の間、2～7 日おきにイチゴ群落の 3 次元情報を取得して群落の草高と幅を推測し、経時変化を解析した（2012～2014）。
- 3) 色情報と距離情報を組み合わせて同色果実の重なりを分離することを主な特徴とした果実計数アルゴリズム（RGB+TOF 処理）を考案し、2 品種（「紅ほっぺ」8 台・25.8 果/ベッド、「あまおとめ」14 台・6.6 果/ベッド）を供試して精度を検証した。また、色情報のみを用いた果実計数アルゴリズム（RGB 処理）と計数結果を比較した（2013～2014）。
- 4) 果実計数のために検出した赤色果実の大きさを推定するアルゴリズムを考案し、「あまおとめ」を栽植した栽培ベッド 14 台を供試して精度を調べた（2014）。

## 3. 結果の概要

- 1) 栽培ベッドを 16mm/s で移動させながら時系列で画像を合成することで、栽培ベッドの長さによらず全体画像を取得でき、RFID システムにより該当の栽培ベッド番号と関連付けるシステムを試作した。イチゴ群落は上方から RGB-D カメラ（キネクト、マイクロソフト社製）、果実は下方から RGB カメラと TOF センサにより撮影する方式とした（図 1）。
- 2) イチゴ群落の 3D 再構築の結果、任意の断面における草高と幅が推測でき、距離情報に基づき葉領域の情報が得られた（図 2）。推測した草高と幅の最大値の誤差は、草高で平均 16mm であり、幅で平均 37mm であった。また、2.5 か月の測定期間中、草高の測定誤差の平均値は 12.4mm、標準偏差は 8.4mm、幅の測定誤差の平均値は -6.7mm、標準偏差は 9.8mm であった。これにより、図 3 に示す経時変化推定例のように、群落変化を概ね把握できる見込みが得られた。
- 3) RGB+TOF 処理による果実の検出結果例を図 4 に示す。赤色果実の計数成功率は、「あまおとめ」で 96.8%、「紅ほっぺ」では 94.7% であり、精度よく計数が可能であった（表 1）。特に着果密度が高かった「紅ほっぺ」では、距離情報を用いたことにより、RGB 処理と比べて 2 割の精度向上が見られた。RGB+TOF 処理による未熟果実の計数成功率は、「あまおとめ」で 69.6%、「紅ほっぺ」で 71.2% であり、距離情報を用いたことによる精度向上は認められなかった。ただし、高い位置に着花する花等を距離情報を用いて除去することで、誤検出数が削減できた。
- 4) 対象果実の周辺果実の着果状態別に、推定した果実の大きさの RMSE を調べた結果、「両色果実隣接」では、果実領域の検出が困難な場合があり 5.5mm と精度が低かった（表 2）。しかし、「単独」では 1.4mm、「赤色果実隣接」で 1.2mm、「未熟果実隣接」で 1.1mm であり、良好に推定できた。

以上、循環移動式栽培において、全栽培ベッドのイチゴ群落の 3 次元情報、果実の数と大きさを非破壊自動計測するシステムを考案し、生育情報を栽培ベッド単位で個別管理する可能性が見出された。

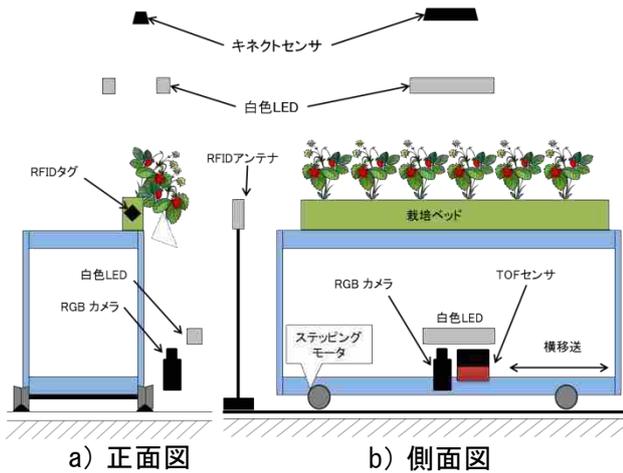


図1 生育情報計測システム

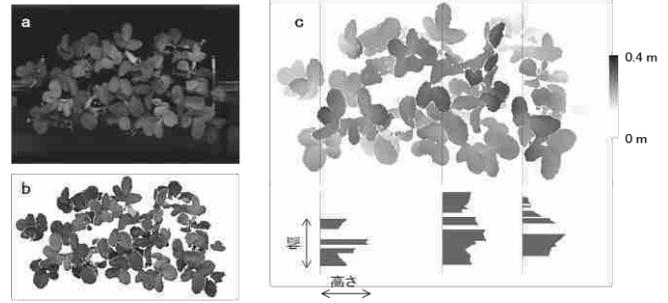


図2 イチゴ群落 3D再構築の結果  
a) 合成したカラー画像、b) 葉領域のカラー情報、  
c) 合成した距離画像および任意断面における草高・幅の分布

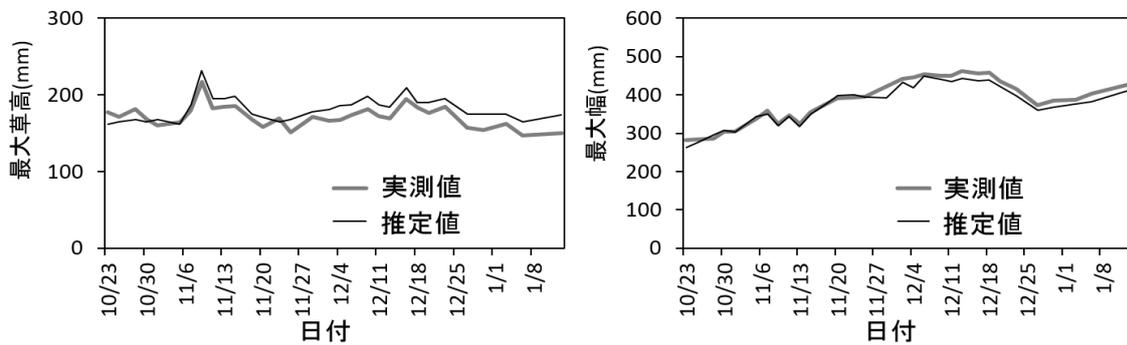


図3 イチゴ群落の草高と幅の経時変化の推定例

表1 果実計数結果

果実	品種	ベッド数	果実数	RGB 処理			RGB + TOF 処理		
				正検出	誤検出	計数成功率 <sup>1)</sup> (%)	正検出	誤検出	計数成功率 <sup>1)</sup> (%)
赤色	あまおとめ	14	93	84	1	90.3	90	0	96.8
赤色	紅ほっぺ	8	206	153	1	74.3	195	6	94.7
未熟	あまおとめ	14	296	210	168	70.9	206	118	69.6
未熟	紅ほっぺ	8	518	376	88	72.6	369	69	71.2

1) 計数成功率(%) = 100 × 正検出/果実数

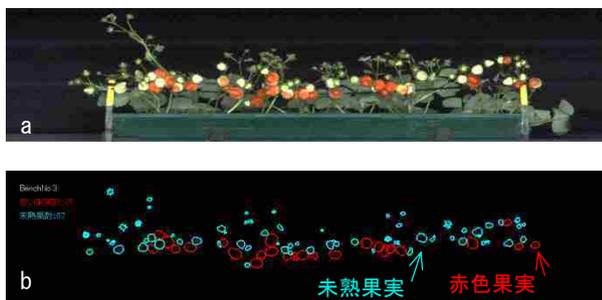


図4 合成画像および果実検出結果例  
a) RGB 合成画像、b) 果実検出結果

表2 果実の大きさ推定結果

着果状態	果実数	平均最大径(mm)		RMSE (mm)
		実測値	推定値	
単独	40	28.4	30.6	1.4
赤色果実隣接	12	27.5	29.2	1.2
未熟果実隣接	6	31.8	33.9	1.1
両色果実隣接	9	29.7	28.6	5.5
平均	67	28.7	30.2	2.7

#### 4. 成果の活用面と留意点

GreenSys (2013.10) および日本生物環境工学会 (2013.9、2014.9) で発表。

#### 5. 残された問題とその対応

計測システムを用いた効率的な生産のために、取得した生育情報の利活用方法について、生産者や栽培関係の専門家の意見も取り入れながら検討を行う。

---

課題分類：7（4）

課題 I D：600-d0-338-P-14

研究課題：革新的作業体系を提供するイチゴ・トマトの密植移動栽培システムの研究開発  
－イチゴの移動栽培装置の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・施設園芸生産工学研究

協力分担：野菜茶研

予算区分：経常・受託（農水省「地域再生」）

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

---

## 1. 目的

宮城県の被災地（山元町）に整備された大規模鉄骨ハウスの一面にイチゴ循環式移動栽培装置を開発導入するとともに、栽培実証試験を通じて栽培技術の確立を図り、メカトロ機器導入による省力化の可能性を明らかにする。

## 2. 方法

- 1) 宮城県山元町の大規模鉄骨ハウスでイチゴの密植栽培実証を行うため、横移送・縦移送ユニット、かん水・防除ユニット、栽培ベッド、制御盤等から成る循環式移動栽培装置を設計・現地施工した（図1）。また、栽培ベッド番号を認識して防除・かん水作業実施の有無を制御する機能を追加した。さらに収穫作業を省力的に行うため、移動栽培装置と連動して自動収穫作業が可能な定置型イチゴ収穫ロボットを設置した（2012～2014 年度）。
- 2) 移動栽培装置と慣行高設栽培における防除作業、定植作業および収穫作業の作業能率について、防除作業や定植作業では1株当りの作業時間を、収穫作業では単位面積当りの作業時間を算出して比較した（2013～2014 年度）。
- 3) 宮城県農園研および宮城県山元町で移動栽培装置と慣行高設栽培により「もういっこ」の促成栽培を行い（収穫期間は1月から半年程度）、単位面積当り収量を比較した（2013～2014 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 移動栽培装置は横 7.6m×縦 13.4m、栽培ベッド（長さ 3.6m）を 52 台搭載できる構造とし、また連続運転中に確認された要改善点に対処した結果、栽培実証を行える状態になった。制御盤の作業モードは「作業」「かん水」「防除」の3種類を設け、定植、下葉取り、収穫等横移送時に行う作業に対応するため横移送速度は3段階に変更可能とした。また、栽培ベッド番号認識機能の追加により、任意の栽培ベッドの作業位置への移動や、栽培ベッドを2つにグループ分けして作業の有無が制御できるようになった。さらに、収穫ロボットは連続収穫作業による長時間運転を可能にするため、収穫トレイ自動交換装置（4トレイ、増設可）を備えたものとした（図2）。
- 2) 1株当りの防除作業時間は移動栽培装置で0.1～0.3秒（準備作業時間のみ）、慣行高設栽培で0.7～1.5秒となり、無人防除が行える移動栽培装置では75～86%程度の作業時間を削減できた（表1）。1台の栽培ベッド（栽培槽3個）に対して3名で行った定植作業（図3）では、1株当りの作業時間は移動栽培装置で18.1秒、慣行高設栽培で24.5秒となり、苗配りや定植後の手かん水の時間を省略できる移動栽培装置では26%程度の作業時間を削減できた。また収穫作業（図3）では、1m<sup>2</sup>当りの収穫果数が同程度の条件では、収穫作業時間（管理作業や待ち時間等を除く）は移動栽培装置と慣行高設栽培でほぼ同等であったが、移動栽培装置では待ち時間が1m<sup>2</sup>当り3～4秒程度生じた（表2）。収穫作業の効率化のためには、待ち時間を短縮する作業方法の改善や収穫ロボットと組み合わせた収穫作業システムが有効と考えられた。
- 3) 10a 当りの収量は、移動栽培装置（栽植密度 16000～16667 株/10a）で 7.2t、慣行高設栽培で 3.6～3.7t（同 8000～8354 株/10a）となり、栽植密度を慣行比 1.9～2.1 倍程度に高めることのできる移動栽培装置では、単位面積当り収量の倍増が見込まれた（表3）。

以上、循環式密植移動栽培を特徴とする各種作業の省力化や収量増を目的としたイチゴ栽培装置を整備し、超省力イチゴ密植栽培システム構築の見通しが得られた。



図1 イチゴ循環式移動栽培装置（宮城県山元町）

表1 防除作業時間測定結果（1人作業）

試験区	面積 (m <sup>2</sup> )	防除作業時期と 作業時間(s/株)		
		2013		2014
		12月	4月	5月
慣行栽培	698(2013) 139(2014)	0.7	1.2	1.5
移動栽培*1	101	0.1	0.3	0.2
作業時間 削減割合	-	86%	75%	83%

\*1 移動栽培は準備作業時間のみ

表2 収穫作業時間測定結果（1人作業）

2014 時期	試験区	収穫数 (個/m <sup>2</sup> )	作業時間(s/m <sup>2</sup> )			
			収穫	管理*1	待ち*2	合計
3/18	慣行栽培	18.6	29.2	1.7	-	30.9
	移動栽培	18.0	32.5	8.5	3.4	44.5
4/2	慣行栽培	5.2	13.7	4.0	-	17.6
	移動栽培	6.0	12.4	12.8	2.8	28.0
4/9	慣行栽培	3.5	17.1	9.3	-	26.4
	移動栽培	3.5	14.8	8.1	3.9	26.8
5/14	慣行栽培	5.1	14.4	0.6	-	15.0
	移動栽培	4.5	19.7	3.1	4.3	27.0
5/29	慣行栽培	8.6	24.2	0.4	-	24.5
	移動栽培	6.4	19.1	1.6	3.4	24.2

\*1 トレイ交換作業を含む。慣行では歩行時間も含む

\*2 横・縦移送時の作業をしていない時間

	定置型イチゴ 収穫ロボット	収穫トレイ 自動交換装置
サイズ	L1140×W1350× H2100mm	L1950×W450× H1220mm
電源	AC100V	AC100V
質量	190kg	140kg
所要電力	860W	46W
備考	収穫時間:8秒/果	トレイ4段積み

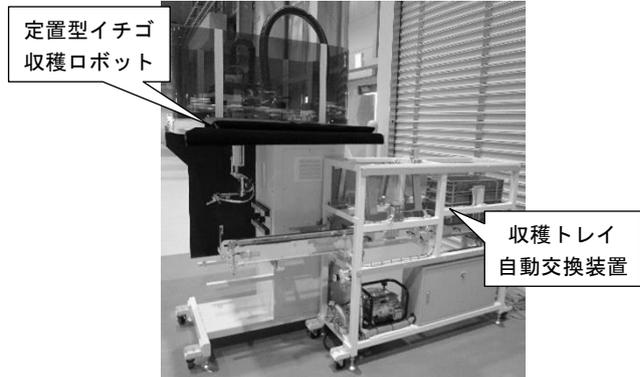


図2 定置型イチゴ収穫ロボットと  
収穫トレイ自動交換装置



図3 定植作業（左）と収穫作業（右）の様子

表3 収量調査結果

場所 時期	宮城県農園研 1~6月(2013)		宮城県山元町 1~5月(2014)	
	栽植密度 (株/10a)	単位面積 当り収量*1 (t/10a)	栽植密度 (株/10a)	単位面積 当り収量*2 (t/10a)
慣行栽培	8354	3.6	8000	3.7
移動栽培	16000	7.2	16667	7.2
移動/ 慣行	1.9	2.0	2.1	1.9

\*1 6g未満の正形果および8g未満の奇形果を除いた重量

\*2 全収穫物の重量

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) GreenSys (2013.10) で発表。農業環境工学関連学会合同大会 (2015.9) で発表予定。
- 2) 移動栽培装置を有効利用するためには使用方法や栽培方法を明確にする必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

収穫ロボットと組み合わせたシステムにおける省力効果等を解明するため、新規課題において現地栽培実証試験を引続き行い調査を進める。

---

課題分類：2（3）

課題 I D：600-a0-343-P-14

研究課題：イチゴ個別包装容器適応性拡大に関する研究

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・園芸調製貯蔵工学研究

協力分担：(株)コバヤシ、果樹研

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2013～2014 年度（平成 25～26 年度）

---

## 1. 目的

イチゴの流通過程で発生する損傷ロスを軽減するため、これまでに開発してきたイチゴの個別包装容器について、品種や産地要望に対する適応性を拡大するとともに、個別包装容器の流通梱包の形態を検討する。

## 2. 方法

- 1) 市販モデル個別包装容器と流通用外箱の改良を検討した（2013 年度）。
- 2) 20℃の室温で安定させた容器を 5℃設定の保冷庫に入れ、容器内温度と周囲温度の推移を測定した。また、容器の果柄把持力を確認した（2013、2014 年度）
- 3) 流通用外箱内に市販モデル個別容器を収容し、振動試験、落下試験を行った。振動試験は鉛直方向、水平方向への加振を行った。トラック輸送時に発生する 2Hz、3m/s<sup>2</sup>の振動を最大 1 時間作用させた。落下試験では、流通用外箱を 10、20、30cm の高さから順次自然落下させ、個別包装容器内のイチゴのずれを測定した。（2014 年度）
- 4) 農協、生産グループ、市場関係者、仲卸業者に、試作容器を紹介するとともに実際に利用してもらい、容器に対しての意見を収集した。（2013、2014 年度）
- 5) ブドウ「シャインマスカット」への適応について検討した。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 容器材質を食品類の容器として一般的に使用されており、リサイクルも行いやすい PET（ポリエチレン・テフタレート）とし、容器内側寸法は、40g 程度のイチゴでも収容可能な幅 56×高さ 60×奥行 50mm とした（図 1）。個別包装容器のヘタを上、もしくは下にした梱包形態に対応できるように、流通用外箱の中仕切り板を上下反転させて設置できるように改良した（図 2）。
  - 2) 保冷環境での容器内温度と周囲温度については、ほぼ同様に推移することを確認した（図 3）。また、市販モデルの果柄把持力は 4.1±0.6N であった（図 4）。
  - 3) 振動試験の結果、ヘタの上下によらず容器内のイチゴのずれは認められなかった。一方、落下試験の結果、ヘタを上にした梱包では果柄のずれや外れが見られた。ヘタを下にした梱包では、落下時に果実部分の揺れが見られたが、果柄のずれ等は見られなかった。
  - 4) 輸送試験の結果、専用の出荷トラック等を用いた輸送では、ヘタを上にした梱包においても、損傷はほとんど認められなかった（表 1）。しかし、宅配便等を利用した輸送では、ヘタを上にした梱包では果柄のずれや外れが多く見られた。よって、個別包装容器による輸送では、輸送方法に応じて容器の向きを検討しつつ使用することが望ましいと考える。現地関係者からは「ヘタが上向きの方が見た目は良い。」「遠距離消費地に対して、輸送傷みの問題から、これまでは主に加工用やジュース用にしか販売できなかった地域特産品種を生食用として販売できる可能性がある。」「現在の出荷体系の中で、個別包装容器へのイチゴの収容をどこで誰が行うか検討が必要である。」「従来の販売体系ではなく、個別包装容器だからできる販売方法の検討が必要である。」などの意見が寄せられた。
  - 5) 容器サイズ、容器上面の強度向上、および嵌合追加などの改良を行ったブドウ用個別包装容器（図 5）は、「シャインマスカット」にも適応でき、果梗を把持して包装、貯蔵することができた。
- 以上、イチゴ個別包装容器の品種や産地要望に対する適応性を拡大するとともに、産地において実証評価を行い、有用性を確認した。また、「シャインマスカット」への適応性を見出した。

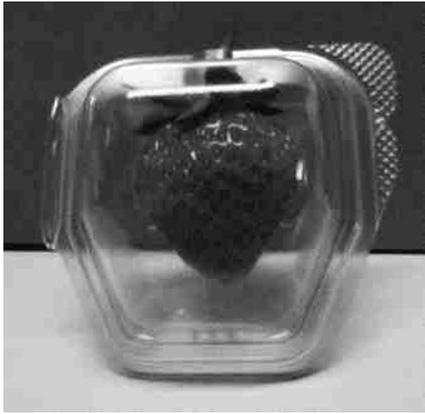


図1 市販モデル



図2 流通用外箱への梱包  
(へタ上向き)

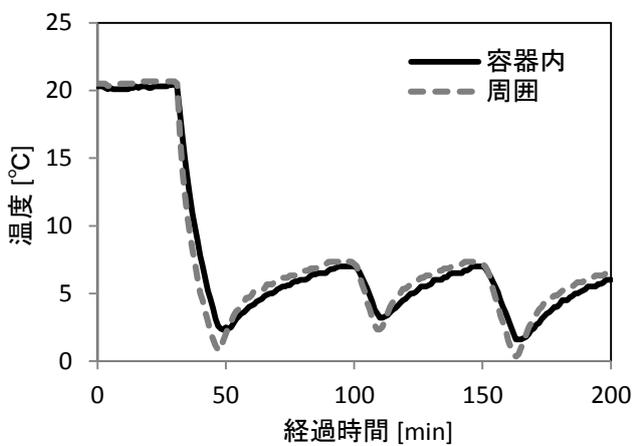


図3 容器内と周囲の温度推移

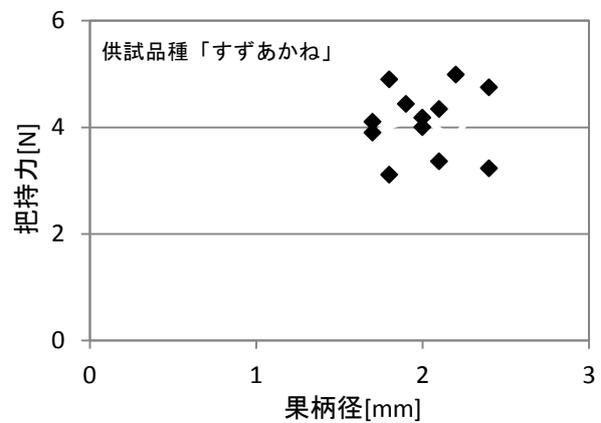


図4 市販モデルの果柄把持力

表1 専用出荷トラックによる輸送結果

単位：個

試験区	損傷程度				計
	0	1	2	3	
個別包装容器	9(100%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	9
個別包装容器 +ネット資材	8(89%)	0(0%)	1(11%)	0(0%)	9
慣行2段詰め パック	39(76%)	9(18%)	2(4%)	1(2%)	51

供試品種：越後姫（平均質量19.5g、平均果柄径1.1mm）  
 収穫・包装：2013年4月28日  
 新潟A農協発送：4月29日、太田市場着・測定：4月30日  
 梱包形態：へタ上向き（図2）  
 損傷程度：果汁がしみ出ているなどの損傷1cm<sup>2</sup>程度を1単位とし、  
 イチゴ表面に何単位あるかを目視で判定

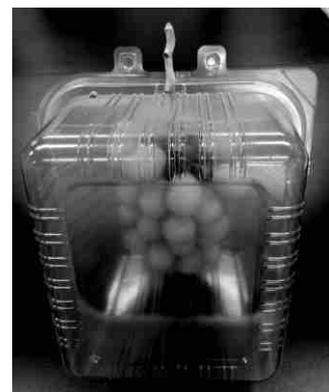


図5 試作したブドウ用個別包装容器  
(内寸：幅180mm×高さ200mm×奥行185mm)

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) JARQ 投稿予定。意匠登録（1件）。
- 2) イチゴ個別包装容器は(株)コバヤシより市販している。
- 3) 輸送形態に応じた流通箱や梱包方法を選択する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

容器の普及や利用に向けて、産地との連携や情報提供に努める。

---

課題分類：2（3）

課題 I D：600-a0-339-P-14

研究課題：タマネギ乾燥装置の開発

担当部署：生研センター・園芸工学研究部・園芸調製貯蔵工学研究

協力分担：香川農試

予算区分：経常

研究期間：完 2012～2014 年度（平成 24～26 年度）

---

## 1. 目的

府県産タマネギにおける乾燥作業の省力化を図るため、20kg 容量のプラスチックコンテナに収容されたタマネギを対象に、通風乾燥する装置を開発する。

## 2. 方法

- 1) 20kg 容量コンテナに収容したタマネギの乾燥方法として、一端に軸流型送風機（羽径  $\phi$  400mm、 $60\text{m}^3/\text{min}$ ）を設けた風洞（図 1）の利用を検討した。コンテナ内にタマネギを 8 分程度入れ、3 列×6 段×5 面に配置し、異なる通風条件下での乾燥試験を行った。また、風洞内にタマネギを 3 列×6 段×10 面に配置した場合の風速を測定した。（2012 年度）
- 2) 風洞の内部・外部の温湿度を測定し、送風機の運転を制御（図 2）する乾燥試験を行い、送風機制御について検討した。（2013 年度）
- 3) 雨天時の通風乾燥において、高湿度空気を風洞内に送り込むことによるタマネギへの影響を調査するために、高湿度空気による乾燥試験を行った。恒温恒湿庫（平均温度  $23^\circ\text{C}$ 、平均湿度 98%）内に新タマネギ、および乾燥タマネギを保存し、保存後の質量、含水率を測定した。保存期間は 2 日間とし、庫内に風のない無風区と小型ファン（回転数：1700rpm、最大風量： $123\text{m}^3/\text{h}$ 、静圧： $19.6\text{Pa}$ ）による送風を行う通風区を設けた。（2014 年度）
- 4) 装置を使用して通風を行う通風区と、装置を使用しない慣行区を設けて、埼玉県熊谷市、香川県において乾燥試験を行った。コンテナにはタマネギを 8 分程度入れ、3 列×6 段×10 面に配置し、慣行区では隣接する列、面の間隔を 10cm 程度開けた。通風区では、内部空気を外部へ吸引する向きにファンを設置して 2 週間連続運転した後、装置を外した状態でさらに貯蔵した。タマネギの質量減少率、腐敗球割合を測定し、装置の有用性を検討した。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 風洞内のタマネギの質量減少率（10 日後）は 3.3～4.3%であり、通風により均一な乾燥が行われていると考えられた。雨天が続き湿度が 90%を超える状態が続く場合は、質量減少の進み方は鈍る傾向がみられた。また、連続運転でのファンの使用電力量は 10 日間で 80kWh であった。風洞内の風速は、風洞内空気を外部へ吸引する向きでは送風機側 1.2～1.4m/s、開放側 0.5～0.8m/s、外部空気を風洞内に送り込む向きでは、送風機側 1.6～2.1m/s、開放側 0.3～0.7m/s であった。
- 2) 試作機は、制御条件によって運転を切り替えることができたが、単純に 15 分ごとに作動と停止を切り替える場合が最も多く、送風機制御の有効性は認められなかった。
- 3) 高湿度空気内に静置したタマネギの質量、含水率ともに、通風による明確な影響は認められず、雨天時の高湿度空気を送り込むことによるタマネギへの悪影響は小さいと考えた。
- 4) 熊谷試験の結果、質量減少率は通風区 1 面（送風機側から 1 面とする）が最も大きく、次いで、通風区 6 面、通風区 10 面がほぼ同等でいずれも慣行区より大きかった（図 3）。

熊谷試験、香川試験いずれにおいても、通風区の質量減少率は高く、腐敗球割合が低く（表 1、表 2）、通風によるタマネギ乾燥に有用性があることが明らかとなった。

以上、20 kg 容量コンテナに収容したタマネギの乾燥方法を検討し、風洞と送風機からなる簡易な装置は実用に供せることを確認した。



風洞内には高さ3cmの木材を長手方向に並べ、その上にコンテナを設置

図1 タマネギ乾燥装置

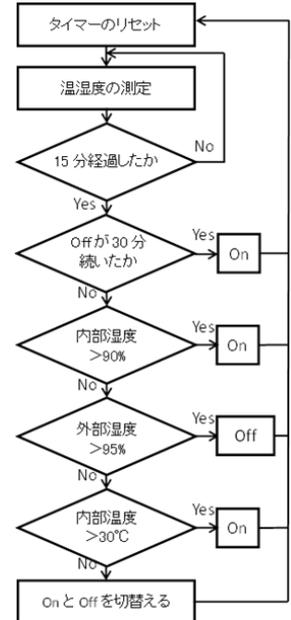
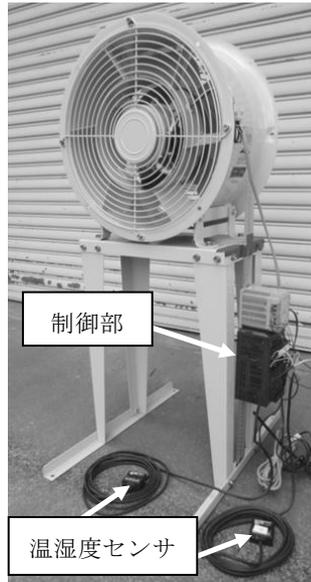


図2 送風機と制御フロー

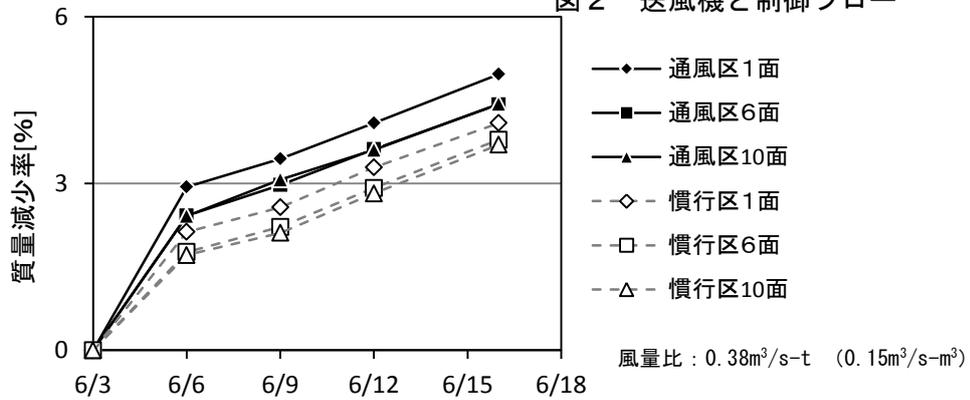


図3 質量減少率の推移 (熊谷試験)

表1 腐敗球の発生割合 (熊谷試験)

	測定数		腐敗球	
	[個]	[個]	[個]	[%]
通風区	1140	5		0.44
1面	359	0		0.00
6面	397	3		0.76
10面	384	2		0.52
慣行区	1234	24		1.94
1面	408	0		0.00
6面	411	8		1.95
10面	415	16		3.86

\*: 測定は、収穫1ヶ月後

表2 腐敗球の発生割合 (香川試験)

		腐敗球		黒カビ球	
		[%]	[%]	[%]	[%]
通風区	1面	5	3		
	5面	8	15		
	10面	7	12		
慣行区	1面	7	5		
	5面	13	17		
	10面	9	21		

\*: 測定は、収穫3ヶ月半後

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 初期乾燥の進んでいないタマネギの乾燥に有効である。
- 2) パイプハウス内では寒冷紗や遮光シートを併用するなど、品温上昇を防ぐ必要がある。
- 3) 農食工学会(2015.9)で発表予定。

#### 5. 残された問題とその対応

簡易な装置で効果的に乾燥が行えるとして、メーカー、産地、生産者への情報提供に努める。



## 4. 畜産工学研究部

課題分類：8 (8)

課題 I D：600-b0-426-P-14

研究課題：微生物環境制御型脱臭システムの開発

担当部署：生研センター・畜産工学研究部・飼養環境工学研究

協力分担：パナソニック環境エンジニアリング(株)、埼玉農総セ、ニチアス(株)、三友機器(株)、畜産草地研

予算区分：経常・第4次緊プロ (共同)

研究期間：完 2011～2014 年度 (2011～2013 年度) (平成 23～26 年度 (平成 23～25 年度))

## 1. 目的

微生物環境を制御し、生物脱臭装置の性能を引き出すことで小型化かつ低コスト化を図り、原臭のアンモニア (以下、 $\text{NH}_3$ ) 濃度 95%以上を除去する脱臭システムを開発する。

## 2. 方法

- 1) 通気型堆肥舎の悪臭ガス (以下、原臭) の温度を維持するために、悪臭捕集フードを試作し、その保温効果を検証した (2011 年度)。
- 2) ロックウール (以下、RW) 脱臭材内を微生物に最適な温湿度に制御する小規模試験装置を試作し、RW 脱臭材への散水量の増加による脱臭菌の処理能力の向上を把握した (2011～2012 年度)。
- 3) 埼玉農総セの密閉縦型堆肥化装置 (以下、堆肥化装置) に 1 日分の堆肥原料  $0.8\text{m}^3$  (鶏ふん、豚ふん混合) を貯留し、通常 1 日 1 回を十数回に分割し投入する投入装置を試作し、分割投入による原臭の温度、 $\text{NH}_3$  濃度の平準化効果を検証した (2012 年度)。
- 4) 埼玉農総セにおいて、堆肥化装置から排気される原臭を用いて  $\text{NH}_3$  除去試験を行った。試作した 1 号機はスクラバ、脱臭槽、循環水槽を一体化した形とした。脱臭装置内で水を循環させ (以下、循環水)、その循環水をスクラバで散水し原臭と気液接触することで、 $\text{NH}_3$  濃度と温湿度の平準化を図った (2012～2014 年度)。
- 5) 脱臭装置内の温度を制御するため、脱臭槽からスクラバを分離し、粉じん除去フィルタと循環水を自動で冷却する冷却装置を付加した微生物環境制御型脱臭システム (以下、2 号機) を試作した。茨城県の養豚農家に設置し、母豚 50 頭規模の堆肥化装置 (堆肥化槽容積  $12\text{m}^3$ ) からの原臭を用いて  $\text{NH}_3$  除去試験を行った (2013～2014 年度)。
- 6) 大分県の養豚農家の、母豚 200 頭規模の堆肥化装置 (堆肥化槽容積  $50\text{m}^3$ ) に微生物環境制御型脱臭システム (以下、3 号機) を設置した (2014 年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) 換気容積を減らすことで外気温が  $20^\circ\text{C}$  以下でも、原臭温度は約  $29^\circ\text{C}$  に維持された。
  - 2)  $\text{NH}_3$  ガスを用いた室内試験において、従来の生物脱臭装置と同等の処理能力を維持し、脱臭槽容積を  $1/3$  に低減出来る目途を得た。 $\text{NH}_3$  硝化速度は  $720\text{g-N}/(\text{m}^3\cdot\text{day})$  であった。(表)
  - 3) 分割投入による原臭の平準化効果はみられなかった。
  - 4) RW 散水の DO (溶存酸素) は試験期間中  $4\text{mg/L}$  以上あり、硝化に必要な濃度を維持した。また、RW 散水が  $25\sim 35^\circ\text{C}$  の場合、硝化作用により循環水は pH6.5-7.5 を示し、硝化・中和作用も維持された。ただし、脱臭槽内の温度が  $35^\circ\text{C}$  を超えた期間は硝化菌が失活し、酸化・中和作用が失われた。原臭の平均  $\text{NH}_3$  濃度は  $466\text{ppm}$  ( $128\sim 1683\text{ppm}$ ) であった。スクラバの  $\text{NH}_3$  吸着率は  $42\sim 66\%$  (平均  $55\%$ ) であった。また、 $\text{NH}_3$  除去率は  $95\sim 99\%$  (平均  $97\%$ ) であった。 $\text{NH}_3$  硝化速度は  $337\text{g-N}/(\text{m}^3\cdot\text{day})$  であった (表)。冬季は原臭中の水分が結露し、循環水量が増加した。
  - 5) RW 散水の DO は平均  $6.6\text{mg/L}$  であった。冷却装置により脱臭槽内が硝化菌に最適な温度 ( $25\sim 35^\circ\text{C}$ ) が維持され、硝化菌の酸化作用により  $\text{NH}_3$  の吸着・中和能力が保たれた。硝化菌の活性が維持されたことにより、pH は一時的な急上昇はあったものの、概ね  $5.5\sim 7$  を維持できた。試験期間中の平均  $\text{NH}_3$  除去率はスクラバ通過後  $57.5\%$ 、脱臭装置通過後  $92.5\%$  であった (図 1、2)。流入する  $\text{NH}_3$  量が少なかったため、 $\text{NH}_3$  硝化速度は  $89\text{g-N}/(\text{m}^3\cdot\text{day})$  であった (表)。
  - 6) 原臭中の粉じんが大量のため試験を中止、気温の上昇を待つて再開を予定している。
- 以上、微生物環境を  $25\sim 35^\circ\text{C}$  に制御することで、脱臭槽内の硝化菌の活性を維持し、 $\text{NH}_3$  除去率  $92\%$  の微生物環境制御型脱臭システムを開発した。

表 微生物環境制御型脱臭システムの試験条件と試験結果

試作機	試験条件	試験結果
小規模試験装置 (脱臭材容積 22L)	温度 29 度、湿度 80%以上 希釈 NH <sub>3</sub> ガス : 200~700ppm 風量 : 26L/min	・最適な条件下では従来の 7 倍の処理能力 (硝化速度 720g-N/(m <sup>3</sup> ·day))
1号機 (脱臭槽容積 11m <sup>3</sup> )	鶏ふん、豚ふん混合 密閉縦型堆肥化装置容積 : 8m <sup>3</sup> 原臭 : 平均 NH <sub>3</sub> 濃度 466ppm 風量 : 8.2m <sup>3</sup> /min	・NH <sub>3</sub> 濃度の平均 97%を除去 (硝化速度 337g-N/(m <sup>3</sup> ·day)) ・スクラバによる温度、NH <sub>3</sub> 濃度制御が可能
2号機 (脱臭槽容積 9.2m <sup>3</sup> )	豚ふん 密閉縦型堆肥化装置容積 : 12m <sup>3</sup> 原臭 : 平均 NH <sub>3</sub> 濃度 225ppm 風量 : 7.5m <sup>3</sup> /min 冷却装置有り	・NH <sub>3</sub> 濃度の平均 92%を除去 (硝化速度 89g-N/(m <sup>3</sup> ·day))* ・25~35°Cに維持
3号機 (脱臭槽容積 20m <sup>3</sup> )	豚ふん 密閉縦型堆肥化装置容積 : 50m <sup>3</sup> 風量 : 20m <sup>3</sup> /min 冷却装置有り	・原臭中の粉じんが大量のため中断

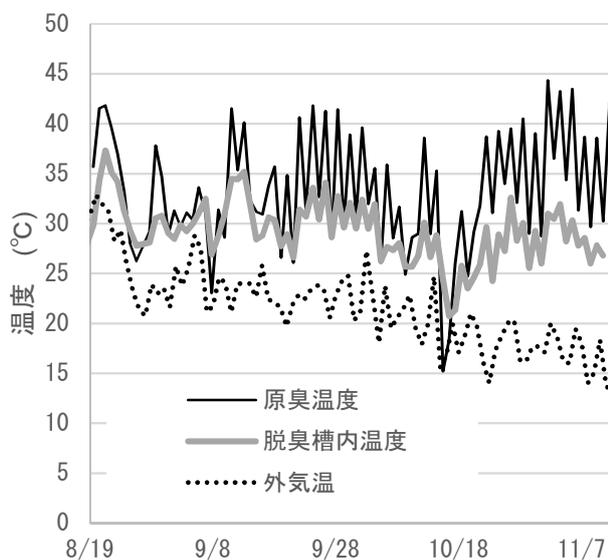
\*堆肥化装置で発生した NH<sub>3</sub> 濃度が低かったため

図1 2号機の温度変化

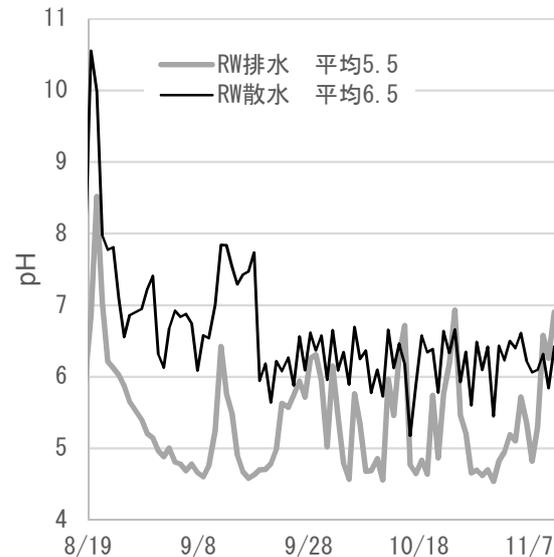


図2 2号機のpH変化

#### 4. 成果の活用面と留意点

農食工学会 (2015.9) にて発表予定。特許出願予定。

#### 5. 残された問題とその対応

堆肥化装置に合わせた粉じん除去方法、循環水の処理方法等を選定する必要がある。来年度の新規課題にて、1年の実証試験を行う。



## 5. 評価試験部

課題分類：11（1）

課題ID：600-c0-512-P-14

研究課題：自脱コンバインにおける運転・操作装置の評価に関する基礎的研究

担当部署：生研センター・評価試験部・作業機第2試験室、作業機第1試験室

協力分担：宇都宮大学

予算区分：経常

研究期間：完2012～2014年度（平成24～26年度）

## 1. 目的

自脱コンバインの操作性向上のため、主要な運転・操作装置である操向装置を対象に、構造や機能の差異が作業者に与える影響を数値化し評価する手法を見出す。

## 2. 方法

- 1) 自脱コンバインの操向装置の操作性評価手法を検討するため、自動車・建設機械・農業機械を対象とした既往の文献・規格を調査した。選定した手法に基づいて予備試験を実施し、その有効性と問題点を明らかにした。（2012-2013年度）
- 2) 問題点を解決するために、被験者（経験者8名・初心者11名）に対してブザーやライトの点滅で失敗の認識を与え、さらに試験の難易度を向上させた。操向操作方式が異なるA機（レバー式）、B機（ハンドル式）を供試し、試験の際の官能値と物性値（表1）との間で単回帰分析および重回帰分析を行い、官能値と物性値との関係について検討した。（2014年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 評価手法には、コンクリート路面上に設定したコース（図1）を右端の末刈条に見立てて走行した際の物性値から官能値を予測する手法を選定し、そのために物性値と官能値の関係について分析した。その際の官能値は「NASA-TLX」のWWL値とした。「NASA-TLX」では6つの評価項目（尺度）の重みづけ係数と、測定対象となる作業の評定値の積の総和を15で除した値が精神作業負担を示す値（WWL値）となる（図2）。重みづけ係数は、6つの評価項目で、作業遂行上重要な方を選択する一対比較を総あたり（15通り）で行って選択された回数で、今回は刈取作業により算出した。その重みづけ係数に加えて、コース試験後に被験者が採点した評定値（0～100）でWWL値を求めた。予備試験の結果、問題点として被験者が作業の失敗を十分に認識できていないこと、被験者への課題が易しすぎることが挙げられた。
- 2) 表2の課題を与えて試験を実施した結果、周り刈りを想定した正方形コースにおいて利用の可能性が確認された。以下に被験者の違いによる考察と重回帰分析の結果を示す。
  - (1) 全被験者を対象とした場合、物性値とWWL値の相関係数は低かったため初心者と経験者に分けて分析を行った。初心者において、物性値とWWL値との間に相関を示すものも確認されたが、経験者に比べるとその相関関係は鈍化する傾向にあった。被験者を経験者に絞った場合でも2型式間に共通した傾向は確認できなかったが、それぞれに高い相関を示す物性値があることが確認された。従って、本評価法は同一の操向操作方式である型式間の比較には利用可能と考えられたが、A機とB機のような操向操作方式が異なる型式間の比較には適さないと推察された。
  - (2) 対象を経験者としWWL値を目的変数、物性値を説明変数とする重回帰式を作成できた。A機では「上下方向加速度」、「旋回後の操舵量変動係数」が説明変数に選択され、後者については操舵量に対して旋回量が比例しないレバー式操舵における旋回操舵の難易度が旋回後の操舵量のばらつきという形で表れていると推察された。B機では「旋回に必要な操舵量」、「左右方向加速度の変動係数」が説明変数に選択され、前者はレバー式と比べた操舵量の多さ、後者については旋回操舵の難易度が左右加速度のばらつきに表れていると推察され、それぞれの説明変数が被験者への負担となる要因と考えられた。重回帰式に物性値を代入した推定値と、実測値であるWWL値との関係においては、両機ともにWWL値の再現性が高いことが確認された（図3）。

以上、自脱コンバインの操向装置に関して「NASA-TLX」を用いて、操作性の評価手法を開発した。経験者が正方形コースを走行することで、物性値から精神作業負担を推定できる可能性を示した。

表 1 分析に用いた物性値

物性値	評価の対象
旋回時の最大加速度・最大角速度の平均値 (m/s <sup>2</sup> , rad/s) と変動係数 (%)	旋回中の揺れ
旋回後のレバー操舵量の平均値 (mm・s) と変動係数 (%)	旋回の良否
レバー操舵量の和 (mm) / 左右クローラ速度差の和 (mm/s)	旋回に必要な操舵量

注：平均値・変動係数は正方形コース旋回20回、スラロームコース旋回18回に基づく値

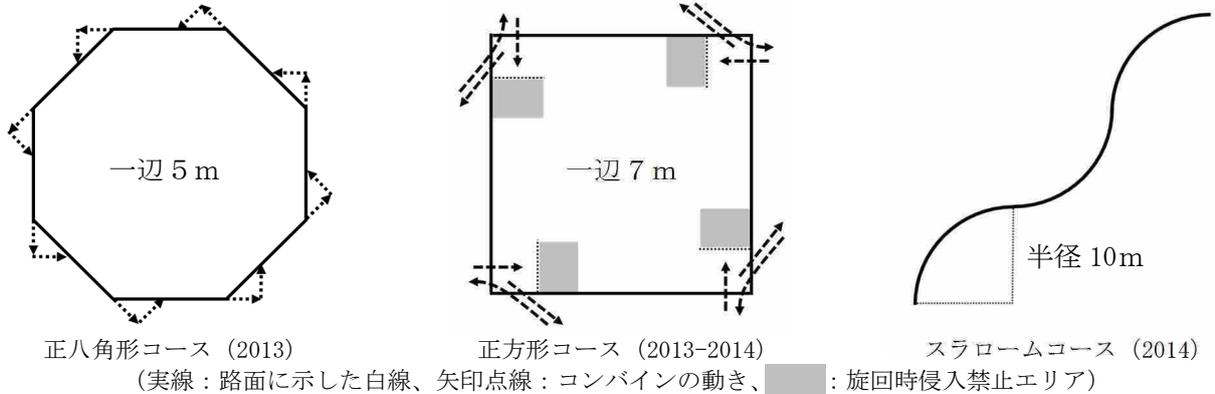


図 1 操作性評価のための走行コース

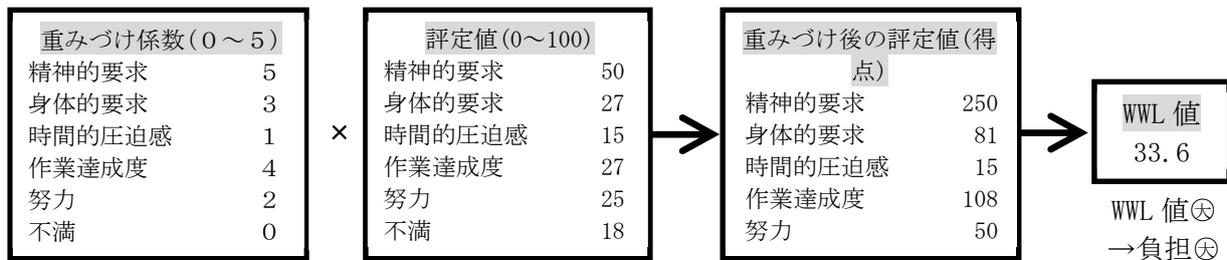


図 2 NASA-TLXの得点算出の例

表 2 被験者への課題 (正方形コースは①~③、スラロームコースは①のみ)

課題	備考
①右端の分草板間に貼付した50mm幅の黄テープ内に白線を入れる	—
②旋回を始めて11s以内に次の直線走行を行う	時間経過をブザーで通知
③旋回時に侵入禁止エリアに入らない	侵入した場合にはライト点滅で警告

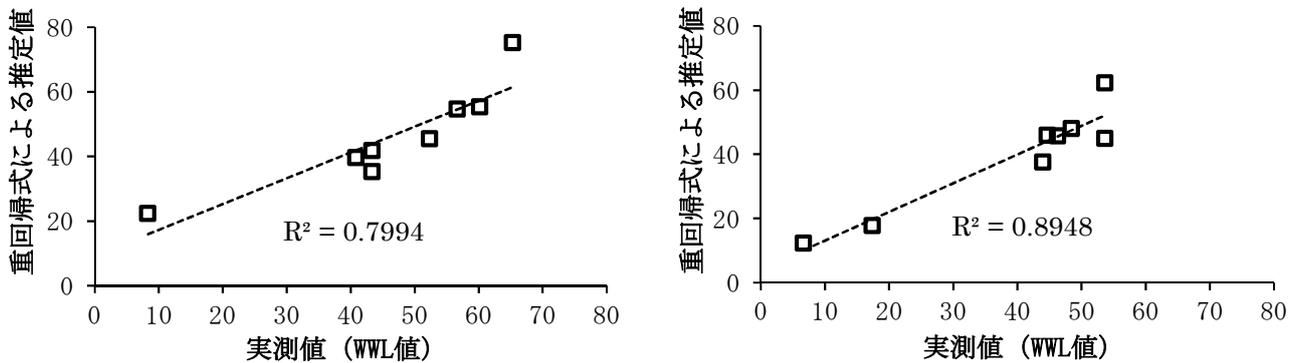


図 3 正方形コースにおける実測値と推定値の関係(左：A機、右：B機)

4. 成果の活用面と留意点

自脱コンバインの操行装置に関して、定量的な操作性評価手法の基礎資料となる。

5. 残された問題とその対応

操舵方式が同一の機械間において、その有効性の確認と試験法の改良を行う必要がある。今後、新たな課題化を含めて検討することとする。



## 6. 特別研究チーム(エネルギー)

課題分類 : 13 (9)

課題 I D : 600-b0-607-P-14

研究課題 : 中山間地域における小型水力発電利活用システムの研究

担当部署 : 生研センター・特別研究チーム (エネルギー)

協力分担 : 信州大学、日本エンヂニヤ(株)

予算区分 : 経常・所内特研

研究期間 : 完 2012~2014 年度 (平成 24~26 年度)

## 1. 目的

中山間地域における小型水力発電利活用システムの研究を行う。

## 2. 方法

- 1) 中山間地域 (新潟県南魚沼郡) の農業用水路 (以下、用水路) の塵芥調査を行った。また、人工水路 (回流型開水路 : 幅 300mm) を製作するとともに、除塵スクリーン (目開き 1mm : 以下、スクリーン) を試作し (図 1)、市販の金網 (目開き 30mm) 及び鉄格子 (目開き 65mm) を対照区にして、塵芥 (広葉樹及び針葉樹の葉) に対する除塵性能を比較した。さらに、3 種類の塵芥 (広葉樹の葉、針葉樹の葉、石) を投入したときのスクリーンのスリット幅 (1mm、2mm、4mm、6mm の 4 種類) の違いによる塵芥到達範囲を測定した。(2012~2013 年度)。
- 2) 上記 1) で得た最適形状のスクリーンを組み込んだ除塵装置を試作し、その性能を評価するため、用水路に除塵装置を設置して塵芥投入試験を行った (図 2、図 3)。試験では、30L 程度の雑草を投入した後、除塵装置下流に設置した水車発電機の稼働状況を除塵装置なしの場合と比較した。また、塵芥の種類、塵芥の詰まりによる水車停止、及び越流の有無を 40 日間連続運転して調査し、除塵装置なしの場合と比較した (2014 年度)。
- 3) 小型水力発電の利活用方法を検討するため、中山間地域 (長野県須坂市) で稼働している小型水力発電装置 (最大出力 800W) で発電した電力を、バッテリー駆動の獣害防除機、電動刈払機のバッテリー、及び試作した有線式刈払機へそれぞれ給電して、獣害防除作業と除草作業の実証試験を行った (2012 年~2014 年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) 塵芥調査の結果、塵芥量は 5 月が最大で、種類は落ち葉と雑草がほとんどであった。また、スクリーンは、金網や鉄格子と比較して、投入した塵芥量に対する除塵した塵芥量の割合が高く、通水性に優れていた。さらに、スリット幅を変化させたときのスクリーン上の塵芥到達範囲は、広葉樹の葉については、スリット幅の違いに関係なく、スクリーンへの貼り付きが多数生じたため、顕著な差違が認められなかった。一方、針葉樹の葉、石については、スリット幅が広がるにつれて塵芥の最大・最小到達点が小さくなったことから、スリット幅の狭いスクリーンの方が、実用上適していると考えられた。
- 2) 試作した除塵装置は、上・下流 2 枚の堰板で水路内の流水を堰止めることで、上流からの流水を堰板 (上流側) の上端部で溢水させ、スクリーン上を流れる水とスクリーン下に通過する水に分流させる構造であり、下流方向へ流水を導く導水板の効果により、広葉樹の葉のスクリーンへの貼り付きを軽減できた。塵芥投入試験では、除塵装置ありの場合は、詰まりが発生することなく水車の稼働を維持できた。実証試験では、除塵装置ありの場合は水車が停止することなく連続的な発電が可能であった (表)。このことから、試作した除塵装置は、塵芥による水車の稼働停止を防ぐことが可能で、効率的な発電に寄与することが示された。
- 3) 小型水力発電装置を利用した獣害防除機は、現地に設置した約 1 ヶ月半の期間、連続的に稼働することを確認した。電動刈払機のバッテリーへの充電は、通常の家庭用電源と同等の時間で問題なく充電を完了できた。有線式電動刈払機は、作業時の最大出力が 400W 程度であったが、連続的な作業が可能であった (図 4)。

以上、中山間地の農業用水路に設置できる除塵装置を試作し、塵芥の詰まりによる水車停止がなく連続的な発電利用が可能であることを確認した。

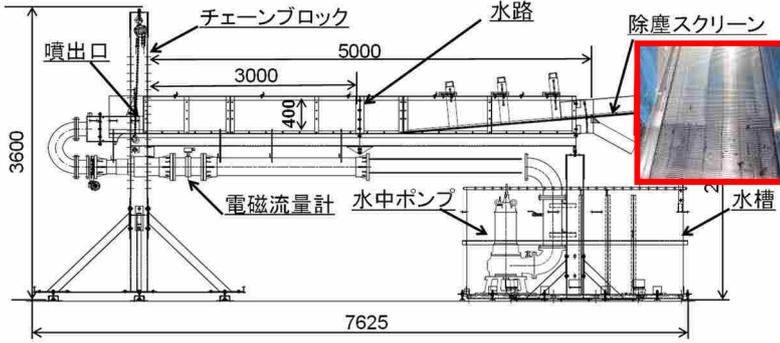


図1 人工水路と試作除塵スクリーン



図3 用水路に設置した除塵装置

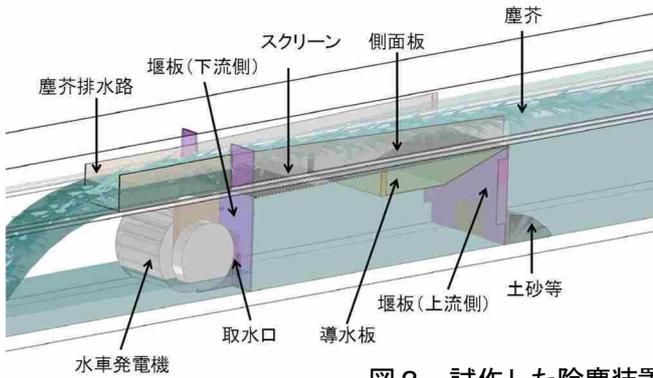


図2 試作した除塵装置の概要と除塵装置内の水の流れ

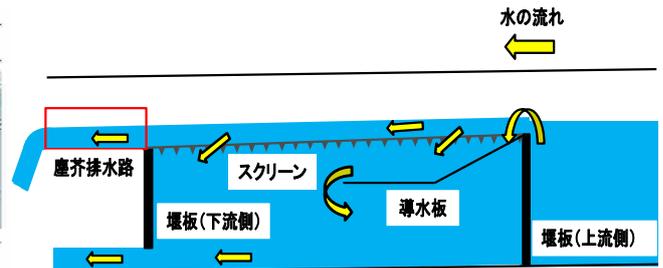


表 除塵装置の現地実証試験結果

	調査期間	塵芥の詰まりによる 水車停止回数	水路外への 越流回数	主な塵芥の種類
除塵装置なし	5/16～6/24(40日間)	8回	2回	雑草
除塵装置あり	10/17～11/25(40日間)	0回	0回	落ち葉

注1) 現地実証試験は新潟県南魚沼郡湯沢町の農業用水路で実施  
注2) 点検は1日1回程度の頻度で行い、塵芥が水車またはスクリーンに付着している場合は除去した



図4 実証試験の概要

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 農業用水路の水車発電機の保守・管理作業の軽労化に寄与できる。
- 2) 生研センター研究報告会で発表予定。除塵装置の特許出願中。

#### 5. 残された問題とその対応

除塵装置の耐久性等を確認する必要がある、現地実証試験を継続して行う。

---

課題分類：13（8）

課題 I D：600-b0-606-P-14

研究課題：小型籾殻燃焼炉による熱風発生装置の開発

担当部署：生研センター・特別研究チーム（エネルギー）

協力分担：金子農機(株)、筑波大学、東北農研

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2011～2014 年度（平成 23～26 年度）

---

## 1. 目的

本研究では、触媒等を利用して籾殻の燃焼ガスをクリーン化し、直接燃焼ガスを利用することで熱効率を向上させると同時に、熱交換器を省くことにより装置の容積を現状の 1/2 以下に小型化した小型籾殻燃焼炉の開発を行う。

## 2. 方法

- 1) 籾殻燃焼炉設計のため、籾殻の特性として発熱量調査及び元素分析、粉塵爆発特性、籾殻熱分解特性調査した。籾殻の諸特性の分析結果を受け、籾殻を燃焼空気中で旋回させながら燃焼する小型籾殻燃焼炉熱風発生装置 1 号機（以下 1 号機）を試作した。この 1 号機を用い籾殻燃焼試験を行い籾殻供給量と燃焼過程の温度測定を行なった。（2011 年度）
- 2) 小型籾殻燃焼炉熱風発生装置 2 号機（以下 2 号機）の試作を行った。1 号機からの主な改良点は、触媒の微粉炭詰まりを解消するために、触媒配列を並列サイクロン方式にするとともに、灰の分離性を改善するため触媒を 6 個使用した。あわせて、触媒の酸化反応を促進するため、触媒煙道を燃焼炉の真上に配置した。ガスとともに熱風排出するようにした。また、燃焼灰の圃場散布を容易にするため籾殻燃焼灰のペレット化を検討した。（2012 年度）
- 3) 2 号機における、燃焼炉内の圧力変化に対応し、長時間燃焼に耐え得るよう改良を行った（以下改良 2 号機）。燃焼試験では改良 2 号機を用い、装置起動から籾殻燃焼中における主要部位の温度変化等を調査した。また、触媒の有無による燃焼中の燃焼ガスの成分の違いを測定した。籾殻燃焼灰の施肥効果を確認するために、ポット栽培の稲に籾殻燃焼灰を施肥し、稲の生育過程における Si の稲体吸収量を調査した。（2013 年度）
- 4) 改良 2 号機を使用した穀物乾燥への適応性試験を行った。また、バイオマス燃焼による施設暖房の実態調査を行った。（2014 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 籾殻の総発熱量は 16.5MJ/kg（水分 12.0%w. b. 時）で灯油の 1/3 程度であった。元素は、C:39%、O:27%、H:5.5%、N:0.3%であった。籾殻は粉塵爆発性や静電気着火性が極めて低いことが確認され、鉄製の燃焼炉でも問題ないことが示唆された（表 1）。また、触媒による燃焼ガスの浄化作用を確認したが、長時間の運転では燃焼灰が触媒に詰まり通風抵抗が増大し自動停止したため、除灰の必要性が認められた。
- 2) 2 号機は、触媒の配列を昨年度の直列方式から並列サイクロン方式に変更したことにより、触媒の微粉炭の詰まりを防ぐことができた。籾殻燃焼灰のペレット化を行った結果、水分を 21%に加水調整した状態で、乾物かさ密度 750kg/m<sup>3</sup>（圧縮率 3.3 倍）に成形することができた。
- 3) 改良 2 号機（図 1）は、2 分弱の灯油バーナーによる予熱で 700℃まで炉内を加熱した後は、籾殻と空気だけで自家燃焼した。炉内温度は設定した 800℃で安定燃焼するように、籾殻供給量が増え、制御できることを確認した（図 2）。燃焼ガスは、NO<sub>x</sub>を除き触媒により改質が確認された（表 2）。本装置の燃焼灰は、ケイ素の稲体吸収量が多く、肥料価値が高いことを確認した。
- 4) 乾燥試験（図 3）を行った結果、改良 2 号機は穀物乾燥に必要な熱風を供給することができた。籾殻投入量に対し、熱風で利用できたエネルギーは 48%で、52%は廃棄であった。炉体の放射熱を熱風変換した割合は数%であったため、有効な変換手段の検討が必要であった（図 4）。既存のバイオマス燃焼装置は、籾殻をペレット状にしないと燃やせないことが問題点として挙げられた。以上、熱交換器の要らない、比較的低温燃焼で小型の籾殻燃焼熱風発生装置を開発した。

表 1 粉殻の発熱量、元素分析、粉塵爆発特性結果

総発熱量	元素分析						水分	粉塵爆発特性			
	C	H	N	O	S	Cl		粒度	爆発下限界濃度*1	限界酸素濃度	最小着火エネルギー*2
MJ/kg	%	%	%	%	%	ppm	%w.b.	μm	g/m <sup>3</sup>	%	mJ
16.5	39.1	5.47	0.25	27.1	0.03	320	12.0	300	480 (粉塵爆発性:低)	19	1000 (静電気着火性:低)

\*1) 粉塵爆発の危険性評価基準：爆発下限界濃度 40 以下（高）、40~100（中）、100 以上（低）

\*2) 静電気着火危険性評価基準：最小着火エネルギー10 以下（高）、10~100（中）、100 以上（低）

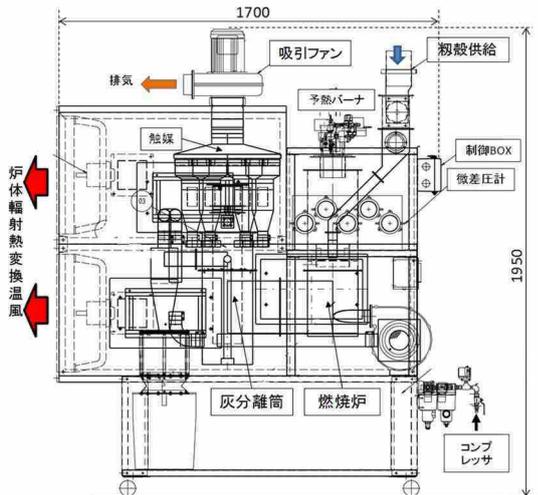


図 1 改良 2 号機の概要

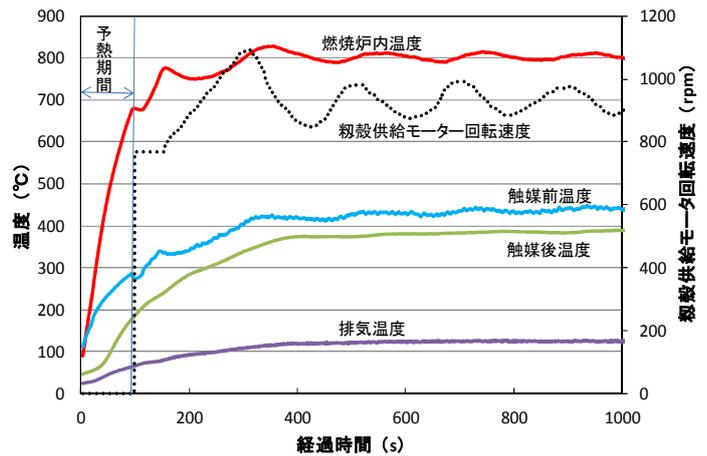


図 2 改良 2 号機の燃焼温度変化

表 2 改良 2 号機の燃焼ガス分析結果

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	酢酸
	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
触媒有	7.4	12.8	49.2	207.6	0.0	6.3	0.0
触媒無	6.6	13.8	2537	177.8	22.8	143.4	10.0



図 3 改良 2 号機による米乾燥試験風景

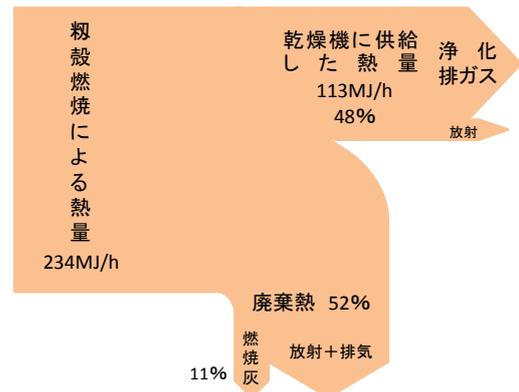


図 4 改良 2 号機のエネルギーフロー

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 特許出願 1 件、論文投稿 1 件、学会発表 4 件。
- 2) 乾燥機に利用する場合は風量バランスを制御する必要がある。

5. 残された問題とその対応

熱の供給バランスを制御する問題が残っているが、装置の使用場面で方法が異なるため、手始めにライスセンターの熱源利用に限定した小型粉殻燃焼バーナーの開発の課題で対応する。



## 7. 特別研究チーム(ロボット)

課題分類：7 (1)

課題 I D：600-d0-705-P-14

研究課題：稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発  
ートラクタのロボット化

担当部署：生研センター・特別研究チーム (ロボット)

協力分担：北海道大学、中央農研、ヤンマー(株)、(株)トプコン、日立ソリューションズ(株)

予算区分：経常・所内特研・受託 (技会委託プロ「農作業自動化プロ」)

研究期間：完 2011～2014 年度 (平成 23～26 年度)

## 1. 目的

我が国農業の持続的発展を図るための省力化技術の一つとして農作業ロボットが挙げられる。本課題は農林水産省委託プロジェクトが目指す稲麦大豆作等の土地利用型農業における各種農作業を自動で行うロボット農作業一貫体系のうち、水田作における実際の作業へ適応させるためのロボットトラクタの開発・改良および実証試験を行う。

## 2. 方法

- 1) 別課題で開発したロボットトラクタ (以下、本機。平成 22 年度事業報告ロボットー 2ー 1 参照) をベースに車両を改造し、本州の水田に多く見られる小区画で矩形以外の変形ほ場での作業に対応させるための車両制御プログラムを開発した。また、プロジェクト内で開発される各種ロボット農用車両で共通利用する航法システム (GNSS 受信機) の搭載や通信制御方式の採用など改造を実施した (2011～2014 年度)。
- 2) 本機が耕うん作業時に参照する作業経路計画を生成する作業ソフトウェアを開発し、変形ほ場への対応や、代かき作業への適用を想定した経路順序変更機能を追加した (2012～2013 年度)。
- 3) 可用性・安全性向上のため、別課題 (平成 23 年度事業報告 (別冊) 基ー 1ー 3 参照) で開発したトラクタの遠隔操縦・遠隔監視機能を適用して、本機と作業ソフトウェアをロボット農用車両遠隔運用システムとして統合した (2013 年度)。
- 4) 現場適応性を確認するために、茨城県つくば市の農業生産法人が所有する水田において、耕うん作業、代かき作業のほ場試験を実施した (2013～2014 年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) 本機には GNSS 受信機、IMU、舵角センサなど車両情報を取得する各種センサと、操舵用モータ、制御 PC を搭載し、センサからの車両情報と作業経路計画に基づいて操舵、前後進、アクセル開度調整、作業機昇降など基本的なトラクタ操作系による自律作業が可能になった (図 1)。また、前輪倍速や片ブレーキを切替使用することでほ場形状や作業に合わせた旋回が可能になった。
- 2) 作業ソフトウェアは GIS 営農情報管理システム「FARMS」の拡張機能として実装した。この機能では、あらかじめ登録した対象ほ場を選択設定することで作業経路計画を自動生成できる (図 2)。また、実際のほ場形状に合わせてほ場外形や経路をマウス操作で調整可能である。
- 3) 本システムは開発した本機と、それを遠隔運用する基地局から構成される。本機と基地局間は無線通信により、本機に搭載されたカメラの映像や車両情報、基地局内の遠隔操縦機器からの操作情報等が逐次送受信される。これにより自律作業中の車両状態を FARMS 上で表示確認し、車両周囲の状況を映像で遠隔監視可能になった。また GNSS の測位精度低下で自律運転が難しい時や、一時的に任意の操作が必要な時に遠隔操縦により作業が継続可能になった (図 1、3、4)。
- 4) 両作業はほ場内側の往復行程と外周行程の一部を自律、残りを乗車で実施した (図 5、表)。作業経路計画は事前測量のほ場外形を基に作成し、本機は問題無く作業できた。また、同ほ場にて後日、田植え作業を問題無く実施できた。一方、対象ほ場でのすべての行程を乗車して実施した場合のほ場作業時間を計算し試験結果と比較すると、旋回時間の増分により耕うん作業で約 4 分、代かき作業で約 6 分増加した。また、作業の自律作業割合はそれぞれ約 84%、約 60%であった。以上、ロボット農作業一貫体系のためのロボットトラクタ、作業ソフトウェアを含むロボット農用車両遠隔運用システムを開発し、実ほ場での耕うん、代かき作業が実施可能であることを確認した。



図1 ロボットトラクタ

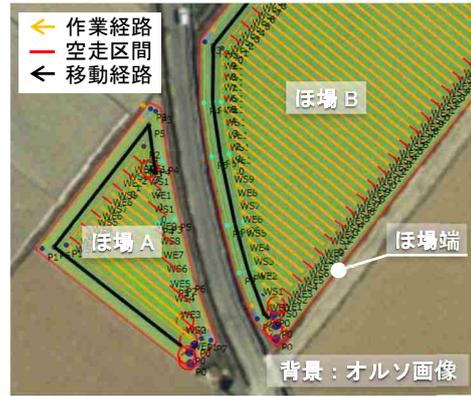


図2 変形ほ場の作業経路計画例 (FARMS 画  
(※生研センター附属農場水田、耕うん作業の場合))



図3 基地局 (内部)

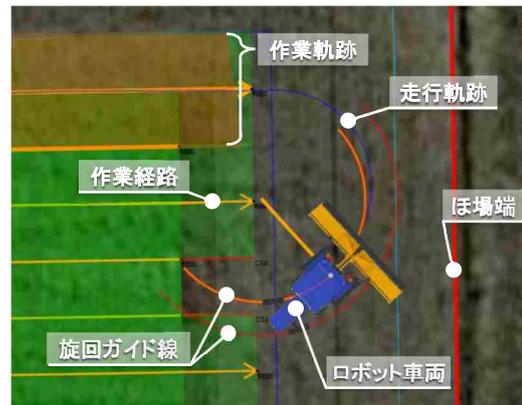


図4 車両・作業情報の地図表示 (FARMS 画面)

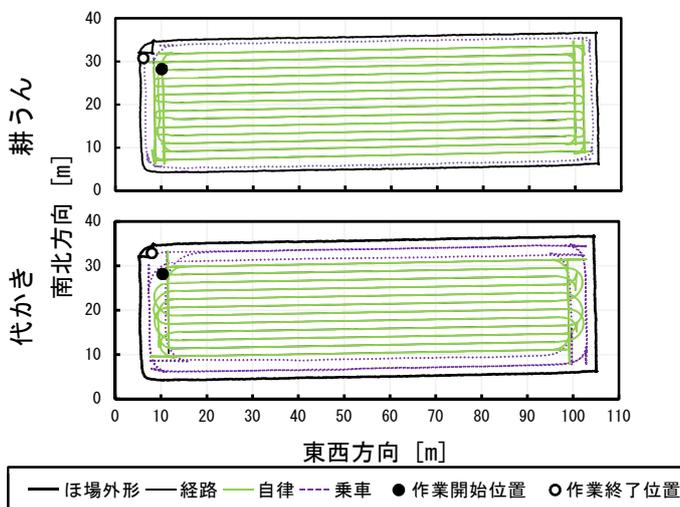


図5 ほ場試験の作業経路計画と走行軌跡

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) ロボット農業シンポジウム (2014. 12) で報告、農食工学会テクノフェスタ (2014. 12) で発表、研究報告会で報告予定 (2015. 3)。
- 2) 遠隔操縦・遠隔監視にあたるオペレータは事前にシステムの運用に関する訓練が必要である。

#### 5. 残された問題とその対応

継続的な現場利用にはさらなる安全性の検討が必要であるため、今後本プロジェクトの別課題でまとめられた成果等を反映する。また、作業のさらなる効率化、省力化のためにシステムの拡張が必要であるため「圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発」でこれを実施する。

表 試験条件と試験結果

ほ場面積	30a(長辺100m × 短辺30m)	
作業	耕うん	代かき (仕上代、2回がけ)
作業機	耕うんロータリ	代かきハロー
作業幅 [m]	2.00	3.80
行程間隔 [m]	1.90	3.58
作業行程(自律)	往復×10 +外周×2	往復×10 +外周×1
作業行程(乗車)	最外周×1	外周×1 +最外周×2
平均作業速度 [m/s]	0.42	0.46
横偏差(RMS)※1[cm]	3.5	2.0
ほ場作業時間 [h]	1.38	1.45
ほ場作業量 [a/h]	21.8	20.7

※1 自律作業時の直線経路から作業機中心位置までの距離



## 8. 特別研究チーム(安全)



## Ⅱ 検査・鑑定等業務

# 1. 検査

## [1] 型式検査の主な動き

- 1) 平成26年度は、前年度と同様に10機種を対象として実施した。
- 2) 平成26年度の型式検査実施状況は表1-1のとおりである。

表1-1 型式検査実施一覧

機種名	前年度繰越	申込型式	合格型式	繰越	担当
農用トラクター(乗用型)	0	0	0	0	原1・2室
田植機(乗用型)	0	0	0	0	作1室
野菜移植機	0	0	0	0	同上
動力噴霧機(走行式)	0	0	0	0	同上
スピードスプレヤー	0	0	0	0	同上
コンバイン(自脱型)	0	0	0	0	作2室
コンバイン(普通型)	0	0	0	0	同上
ポテト・ハーベスター	0	0	0	0	作1室
ビート・ハーベスター	0	0	0	0	同上
安全キャブ・フレーム	1	27	28	0	安全室
型式計	1	27	28	0	

(平成26年12月31日現在)

## [2] 型式検査の機種別・時期別実施状況

### 1) 農用トラクター(乗用型)

#### (1) 検査の対象

乗用トラクターのうち、管理作業及び果樹園専用を除き、呼称機関出力が25PS以上250PS未満の車輪式又はゴム製の装軌式のものを対象とした。

### 2) 田植機(乗用型)

#### (1) 検査の対象

動力田植機のうち、土付き苗を使用するものを対象とした。

### 3) 野菜移植機

#### (1) 検査の対象

キャベツ、ハクサイ及びレタスなど、葉菜類の移植作業に用いられる動力移植機のうち、土付き苗を使用するもので、かつ、苗の供給が自動で行えるものを対象とした。

### 4) 動力噴霧機(走行式)

#### (1) 検査の対象

往復動ポンプ形(行程可変形は除く)の農業用動力噴霧機で走行式のものを対象とした。

### 5) スピードスプレヤー

#### (1) 検査の対象

主としてりんご、ぶどう、なし等の果樹の防除を目的として、給水ポンプを装備又は装備しうるもので、走行散布が可能なスピードスプレヤーを対象とした。

### 6) コンバイン(自脱型)

#### (1) 検査の対象

稲及び麦類の収穫作業に用いられるコンバイン(自脱型)のうち、種子用を除いたものを対象とした。

### 7) コンバイン(普通型)

#### (1) 検査の対象

水稻、小麦及び大豆のうち、1作物以上の収穫作業が可能なコンバイン(普通型)を対象とした。

### 8) ポテト・ハーベスター

#### (1) 検査の対象

タンカー形、ステージ形、タンカー・ステージ兼用形及びアンローディング形のポテト・ハーベスターを対象とした。

### 9) ビート・ハーベスター

#### (1) 検査の対象

ビート・ハーベスター(2ステージ式のタッパーは除く)を対象とした。

### 10) 農用トラクター(乗用型)用安全キャブ及び安全フレーム

#### (1) 検査の対象

車輪式、ゴム装軌式、及び車輪の一部又は全部をゴム装軌ユニットと交換した乗用型トラクターに装備する、トラクターの転倒時に運転者を保護するための安全キャブ

及び安全フレームを対象とした。

(2) 申込受付期間、検査期間、検査場所、合格機の依頼者及び型式数（表1-2参照）

表1-2 申込受付期間等の一覧

申込受付 期 日	検査期間	検査場所	成績通知 期 日	依頼者数 型 式 数
26. 4. 17	26. 4. 21 ～4. 24	生研センター	26. 5. 27	1社 1型式
26. 3. 7 26. 4. 17 26. 4. 24 26. 6. 4	26. 4. 2 ～4. 4 26. 4. 21 ～4. 24 26. 5. 12 ～2. 15 26. 6. 9 ～6. 11	生研センター	26. 7. 1	4社 10型式
26. 6. 23	26. 7. 22 ～7. 24	生研センター	26. 9. 2	1社 1型式
26. 5. 28 26. 9. 1 26. 9. 17	25. 6. 2 ～6. 4 26. 9. 8 ～9. 10 26. 9. 24 ～9. 26	生研センター	26. 10. 28	3社 6型式
26. 9. 17 26. 11. 11 26. 11. 19	26. 9. 29 ～10. 1 26. 11. 17 ～11. 18 26. 11. 26 ～11. 28	生研センター	26. 12. 24	3社 10型式

(平成26年12月31日現在)

(3) 合格機の型式名、依頼者名、合格番号  
(表1-3参照)

表1-3 合格機一覧

型 式 名	依頼者の名称	合格番号
FENDT 416.810	エム・エス・ケ農業機械株式会 社	214001
AGCO A3.2	AGCO Limited	214002
AGCO A4.2	〃	214003
AGCO A5.2	〃	214004
VALTRA T888MP1F	中西商事株式会社	214005
ニューホント` CS46/IC	日本ニューホント`株式会社	214006
ニューホント` SLTV23	〃	214007
ジ`ョンテ`イ` CG701	ヤンマー株式会社	214008
ジ`ョンテ`イ` CG703	〃	214009
ジ`ョンテ`イ` CG705	〃	214010
ジ`ョンテ`イ` CG710	〃	214011
三菱 CFAK50	三菱農機株式会社	214012
AGCO A2.2	AGCO Limited	214013
AGCO A4.2	〃	214014
AGCO A5.2	〃	214015
キセキ SC151	井関農機株式会社	214016
キセキ SF407	〃	214017
クボタ SF-NB23	株式会社クボタ	214018
AGCO A4.1	AGCO Limited	214019
AGCO A4.2	〃	214020
AGCO A6.1	〃	214021
AGCO A6.2	〃	214022
クボタ KSQ60C	株式会社クボタ	214023
クボタ KSQ60C-PC	〃	214024
クボタ KSF54C	〃	214025
クボタ KSF54C-PC	〃	214026
VALTRA CS09MF	中西商事株式会社	214027
VALTRA T888MP1S	〃	214028

(平成26年12月31日現在)

(4) 概評

合格機は7社28型式（装着可能トラクター66型式）であった。その内訳は、安全キャブが24型式（同48型式）、安全フレームは、2柱式が4型式（同18型式）であった。

なお、キャブ及びフレーム内騒音は、それぞれ平均で73.8dB(A)（範囲69.0～83.5dB(A)）、87.1dB(A)（範囲85.0～90.5dB(A)）であった。

## 2. 鑑定等

### [1] 各種鑑定の主な動き

- 1) 平成26年度の鑑定は、安全鑑定、任意鑑定、農耕作業用自動車等機能確認（機能確認）を実施した。
- 2) 各種鑑定等の実施状況は、以下のとおりである。

### [2] 安全鑑定

農業機械安全鑑定要領に基づく平成26年度の安全鑑定の適合機は、表2-1のとおり9機種124型式であった。

表2-1 平成26年度安全鑑定適合機

対象機種	報告月日	型式数
農用トラクター(乗用型)	26.5.27	1
	26.7.1	15
	26.9.2	3
	26.10.28	29
	26.12.24	14
農用トラクター(歩行型)	26.5.27	2
	26.7.1	2
	26.9.30	9
	26.11.26	6
田植機	26.4.30	1
	26.5.27	1
	26.7.1	2
	26.9.2	1
スピードスプレー	26.11.26	1
	26.12.24	1
コンバイン(自脱型)	26.9.2	7
ケーンハーベスター	26.11.26	2
動力摘採機	26.9.2	1
乾燥機(穀物用循環型)	26.7.1	14
	26.9.2	8
その他機種 乗用管理機	26.7.1	1
合計		124

(平成26年12月31日現在)

### [3] 任意鑑定

農業機械任意鑑定要領に基づく平成26年度の任意鑑定の実施状況は、表2-2のとおり3機種18型式であった。

表2-2 任意鑑定実施一覧

機種	型式数	担当
刈払機用回転刈刃	4	安全室
安全キャブ・フレーム	12	安全室
トラクタ用シート	2	安全室
計	18	

(平成26年12月31日現在)

### [4] 機能確認

平成26年度の農耕作業用自動車等機能確認の実施状況は、表2-3のとおり、農耕トラクタ15型式(18類別)および、刈取脱穀作業車6型式(8類別)であった。

表2-3 機能確認実施一覧

機種	依頼者名	型式数	担当
農耕トラクタ	エム・エス・ケ ー農業機械(株)	1(1)	原2室 原1室
	井関農機(株)	9(12)	
刈取脱穀作業 車	(株)クボタ	4(4)	作2室
	井関農機(株)	2(4)	
計		21(26)	

( )内は類別数

(平成26年12月31日現在)

### Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

# 1. 試作工場

## [1] 月別作業件数

過去5年間の試作工場の月別作業件数を表1に示した。

表1 月別作業件数（件）

年 月	H22	H23	H24	H25	H26
1	2	3	9	7	8
2	4	6	16	7	5
3	3	6	6	9	11
4	7	10	12	14	9
5	11	10	8	12	10
6	9	12	9	20	15
7	4	8	11	14	9
8	12	12	13	15	10
9	4	10	13	6	10
10	7	14	12	15	15
11	8	9	5	6	15
12	8	6	10	4	8
計	79	106	124	129	125

## [2] 主な試作機械・装置

平成26年度に試作工場で行った主な機械、装置等は表2のとおりであった。

表2 主な試作機械・装置（1）

部	研究単位・試験室名	名称	摘要
基礎技術研究部	メカトロニクス研究	高精度直線作業アシスト装置用機器の製作	直線作業アシスト装置用のカメラ架台及びマーカ駆動機構の部品製作。
	〃	ターゲットランプ／脚の製作	直線作業アシスト装置のターゲットとなるランプの小型三脚の製作。
	安全人間工学研究	巻き込まれ検出用ステンレス製狭やくかん	コンバインに巻き込まれた場合に磁気センサと磁性体を用いて、脱穀部が即時停止する装置の部品製作。
	資源環境グループ	除泥装置の為の治具試作	履带式走行部より道路上に落下する泥を防止する為の部品試作。

表2 主な試作機械・装置（2）

部	研究単位・試験室名	名称	摘要
生産システム研究部	土壌管理システム研究	大豆畝立播種機部品製作	畝を立てながら大豆を播種する試作品の播種装置の試作及び改良。
	大規模機械化システム研究	ジャッキ載せ台の製作	試作機械の設置の為に台を木工で製作。
	栽植システム研究	田植え機自動操舵装置の部品加工	田植機の自動操舵を行う為のハンドル軸の改良。
	乾燥調製システム研究	変形ダクトの製作	新機構乾燥装置を既存の乾燥機に接続する為の変形ダクトの製作。
	〃	籾供給ホッパーの製作	新機構乾燥装置に籾殻を供給する為のホッパーの製作。
園芸工学研究部	果樹生産工学研究	幹周草刈機改良部品	果樹園における幹周部の歩行型草刈機の部品製作。
	〃	腕上げ作業補助装置の部品製作	腕受けを腰に装着した支柱で支えることで、果樹栽培の袋掛けなどの腕上げ作業を補助する装置の部品製作。
	野菜栽培工学研究	ハウレンソウ全自動移植機の部品製作	ハウレンソウをセル成型苗で全自動移植するため移植機の部品製作。
	野菜収穫工学研究	ハクサイ収穫用姿勢保持装置部品の製作	キャベツ収穫機をハクサイへ適応させるための姿勢制御機構の製作。
	〃	ハウレンソウ収穫機の為の実験装置の試作	ハウレンソウ収穫機の新機構を開発するための実験装置の部品製作。
	施設園芸生産工学研究	イチゴパック詰めロボット吸着ハンド部品	イチゴパック詰めロボットのイチゴを吸着運搬する為の部品製作。
畜産工学研究部	飼料生産工学研究	種子繰り出し機構放出プレート	高速汎用播種機構の基礎試験機用試作機の主要部品、種子を落下位置まで保持し、一定間隔に正確に放出する機能を持つ。
	〃	計測用治具（測定基準）の試作	飼料作物を計測する為の測定基準となるプレートの製作。
	家畜管理工学研究	体積計測用モデルブロック	乳牛の残飼量を3次元カメラで測定する為の基準となるブロック片の製作。
	飼養環境工学研究	微生物環境制御型脱臭システムの部品製作	低コストな小型微生物環境制御型脱臭システムの配管部品の製作。
	〃	散水用衝突板の製作	家畜尿汚水の表面に発生する泡に対して尿汚水を散水することで消す装置の部品製作。
評価試験部	作業機第2試験室	コンバインハンドル取り付け用プーリ、計測機ケース製作	自脱コンバインの操作性を計測する為のハンドル部のプーリ、及び計測装置のケース製作。
	安全試験室	刈刃衝撃試験用棒鋼の加工	刈払機の安全鑑定確認試験（刈刃衝撃試験）に使用する棒鋼。
	〃	刈刃回転停止装置の作成	刈払機作業時の転倒などによる危険状態の際、刈刃を緊急停止させる機構の試作。
	〃	刈払機の緊急停止機構の試作	刈払機の軸を緊急停止させる機構の試作部品の製作。

### [3] 特記事項

- \* 板金用箱型定盤（1200 mm×1800 mm×175 mm、B 級）のきさげによる再研磨
- \* 試作工場内の全床面および白線の再塗装
- \* 補助員 1 名増員

## 2. 附属農場

### [1] 土地利用

水田	1281a
畑	88a
宅地・道水路敷・その他	226a

### [2] 作物別の作付面積・収穫面積

土地区分	作物・品種		作付面積 (a)	収穫面積 (a)	備考
水 田	水 稻	コシヒカリ	106	106	
		朝の光	50	50	
		彩のかがやき	702	702	
		彩のみどり	259	259	
		ひとめぼれ	60	60	
		たちすずか	13	0	飼料イネ
		(裸 地)	33	—	播種試験用
		麦 類	小麦	160	160
		〃	158	—	生育中
	畑	豆 類	大豆	42	42
葉茎菜類		ネギ	1	—	生育中
		タマネギ	2	2	
		ハクサイ	15	10	
		ニラ	0.2		
牧 草		ソルゴー	10	0	
麦 類		裸麦	3	0	すき込み
		〃	20	—	生育中
豆 類		ラッカセイ	6	6	堆肥化

[ 3 ] 研究・検査との関連

供試作物	実験項目	使用面積 (a)	担当部
水田・田植前	ロボットトラクタ代掻き作業試験	100	特別研究チーム(ロボット)
水田・水稻	農場専門研修(田植・管理・収穫・耕うん)	63	企画部・生産部・評試部
〃	直播栽培比較試験	60	生産システム研究部
〃	直播播種精度確認試験	60	〃
〃	中山間ビークル試験(耕うん、代掻き、田植え)	10	〃
〃	電動田植機性能試験	142	〃
〃	機械除草機の開発と有機農業の体系化試験	70	生産部・中央農研
〃	簡素化コンバイン調整および精度試験	90	生産システム研究部
〃	小型汎用コンバインの性能試験	113	〃
〃	自脱コンバイン清掃簡易化試験	90	〃
〃	乾燥機基礎実験	20	〃
〃	乾燥機省エネ性能試験	256	評価試験部
〃	コンバイン操作性試験	30	〃
〃	コンバイン省エネ性能試験	230	〃
水田・収穫後	直進トラクタ畝立て・播種試験	60	基礎技術研究部
〃	履带式走行部除泥試験	92	〃
〃	省エネ耕うん試験	52	生産システム研究部
〃	中山間ビークル試験(耕うん)	10	〃
〃	高機動畦畔草刈機試験	20	〃
〃	トラクタ省エネ性能試験	336	評価試験部
〃	電動耕うん試験	203	特別研究チーム(エネルギー)
〃	ロボットトラクタ耕うん作業試験	186	特別研究チーム(ロボット)
飼料イネ	飼料イネの含水率測定試験	13	畜産工学研究部
小麦	簡素化コンバイン調整および精度試験	30	生産システム研究部
〃	自脱コンバイン清掃簡易化試験	40	〃
〃	コンバイン省エネ性能試験	40	評価試験部
大豆・大麦	畝立て播種機の性能試験	91	生産システム研究部
ハクサイ	加工用ハクサイ収穫機試験	2.4	園芸工学研究部
ラッカセイ	ラッカセイ収穫機試験	6	〃
タマネギ	タマネギ乾燥装置の開発	2	〃
ニラ	軟弱野菜調量機構の開発	0.1	〃

## [4] 気象概況

今年度の夏作期間（5月～10月）の気象を平年値と比較して見ると、平均気温は9月を除いて高めに推移し、平年との差は5月が1.9℃、6月が1.4℃、7月が0.9℃、8月が0.4℃、9月が-0.7℃、10月が0.7℃だった。日照時間は、10月までの全てで多照であり、7月下旬には平年の1.5倍、9月下旬には2倍近い値を示した。

降水量は、6月上旬の記録的な大雨と10月上旬の2度にわたる台風による大雨を除いては、概ね平年並みであった。その後12月以降は冬型の気圧配置になる日が多く、平年よりも気温が低めで、乾燥した状態が続いた。

## [5] 作物の生育概況

### 1) 水稲

今年の水稲作は、播種／田植え作業が5月下旬から7月中旬まで行われ、早く植付けたほ場では植付け直後の好天に恵まれ、出穂頃に高温に見舞われたが、大雨による冠水もなく順調に生育した。その他の圃場では出穂直後から気温が低く、登熟の遅れが3日程度見られたが、収穫時期には晴天に恵まれ、順調に収穫試験を行うことが出来た。全品種、全圃場の推定平均収量は、10a 当り乾燥粳 596kg・玄米 450kg で、前年比 105%（玄米）、農場平均収量の 97%（同）であった。

### 2) 畑作物

麦類は、畑・水田に播種した。畑に播種した裸麦は、種子以外はすき込みにより緑肥となった。水田に播種した小麦は、26年2月の大雪の影響で湿害を受け、収量は低かったが、生育したのちコンバインの試験に供試された。27年産麦は、11月末から12月にかけて畑に裸麦を、水稲跡および大豆跡に小麦を播種したが、乾燥と低温の影響で一部に生育の遅れが見られている。

大豆は、転換畑では播種試験と出芽調査のみを行い、作付けは水田（大豆跡）に行ったため、湿害が多く発生し、畦立て播種の効果が見られた。5月下旬に播種したラッカセイは、天候に恵まれて順調に生育し、9月下旬の収穫機試験に供試された。

野菜類では、初夏どりハクサイを4月に定植し、試験に供した。また、9月にはほ場の一部に設けた黒ボク土ほ場とエリアンサスの跡地に秋冬どりハクサイを定植し、11月の収穫試験に供した。黒ボク土区ほ場では初期生育が良かったがべと病が少し発生した。エリアンサス跡地では土寄せによる地力むらが生じたので、施肥によって調整した。前年から供試しているニラは、さらに数回の調製試験に供されたのち、別に育苗した苗と交代した。10月にはハウス内にも定植し、冬期の試験に供された。

ネギは、6月上旬に植付けたものが順調に生育し、供試されている。また、前年植付けたタマネギは、順調に生育し6月初旬の収穫・乾燥試験に供試された。

このほか、冬期に除草機の試験を行うため、ソルゴー、燕麦、裸麦を播種し、裸麦が試験に供された。

## [6] その他

- ・ 前年度、駆除に苦労した用水池の菱は、早期の駆除により繁茂を防ぐことができた。
- ・ 中央農研の有機農業試験と会議の開催に協力した。
- ・ 便所の改修と詰所の床改修工事を行い、職場の環境改善を図った。
- ・ 老朽化したホイスト2基を交換し、2.4mのアップカットロータリを購入した。
- ・ 西Ⅲ区東側のコンクリート畦畔が崩壊しつつあったので修繕した。



## (附)

1. 農業機械等緊急開発事業課題一覧
2. 担当者名簿

## 1. 農業機械等緊急開発事業課題一覧

生研センターNo.	研究課題名	記載ページ
基-1-1	高精度直線作業アシスト装置の開発	4
生-1-1	大豆用高速畝立て播種機の開発 - 予備試作2号機の大豆栽培試験	-
生-1-2	大豆用高速畝立て播種機の開発 - 試作1号機の播種性能試験	-
生-2-2	高機動畦畔草刈機の開発	-
生-3-1	中山間地用水田栽培管理ビークルとその作業機の開発	-
生-4-1	乗用管理機等に搭載する水田用除草装置の開発	14
生-5-1	高性能・高耐久コンバインの開発	-
生-6-1	高能率水稻等種子消毒措置の開発	20
園-1-4	樹園地用小型幹周草刈機の開発	-
園-3-1	チャの直掛け栽培用被覆資材の被覆・除去装置の開発	34
畜-3-1	微生物環境制御型脱臭システムの開発	46
ロボット-2	エアアシスト式静電防除機の開発	-

## 2. 担当者名簿

(2015年1月現在)

### 1) 基礎技術研究部

部 長 宮原 佳彦

#### メカトロニクス研究

塙 圭二

山下 貴史

#### バイオエンジニアリング研究

吉永 慶太

中山 夏希

NGUYEN THI THANH LOAN (特別研究員)

#### コストエンジニアリング研究

長澤 教夫

#### 安全人間工学研究

志藤 博克

積 栄

岡田 俊輔

#### 耐久性工学研究

宮原 佳彦 (兼)

#### 資源環境工学研究

臼井 善彦

PHAN DANG TO (特別研究員)

### 2) 生産システム研究部

部 長 小林 研

小西 達也

#### 土壌管理システム研究

市来 秀之

重松 健太

#### 大規模機械化システム研究

林 和信

栗原 英治

#### 栽植システム研究

藤岡 修

山田 祐一

藤田 耕一 (技術専門職員)

#### 生育管理システム研究

吉田 隆延

水上 智道

田中 庸之 (特別研究員)

#### 収穫システム研究

梅田 直円

嶋津 光辰

荒井 圭介 (特別研究員)

#### 乾燥調製システム研究

日高 靖之

野田 崇啓

### 3) 園芸工学研究部

部 長	宮崎 昌宏	
果樹生産工学研究	大西 正洋 深井 智子	(特別研究員)
野菜栽培工学研究	大森 弘美 千葉 大基	
野菜収穫工学研究	深山 大介 原田 一郎 李 昇圭	(特別研究員)
施設園芸生産工学研究	手島 司 坪田 将吾	
園芸調製貯蔵工学研究	山本 聡史 紺屋 朋子	
試作工場	井上 利明 篠原 章 和田 敏	(一般職員) (嘱託) (補助員)

### 4) 畜産工学研究部

部 長	大森 定夫	
飼料生産工学研究	橘 保宏 松尾 守展	
家畜管理工学研究	富田 宗樹 豊田 成章	
飼養環境工学研究	川瀬 芳順 松野 更和	

### 5) 評価試験部

部 長	松尾 陽介	
次 長	八谷 満	
原動機第1試験室	藤井 桃子 紺屋 秀之 滝元 弘樹	(特別研究員)
原動機第2試験室	清水 一史 西川 純	
作業機第1試験室	八谷 満 原田 泰弘	(兼)

土師 健  
作業機第2試験室  
堀尾 光広  
山崎 裕文  
安全試験室  
塚本 茂善  
皆川 啓子  
小山 拓人 (特別研究員)

#### 6) 特別研究チーム (エネルギー)

チーム長 藤井 幸人  
長澤 教夫 (併)  
臼井 善彦 (併)  
日高 靖之 (併)  
藤井 桃子 (併)  
紺屋 秀之 (併)  
清水 一史 (併)  
野田 崇啓 (併)  
西川 純 (併)  
PHAN DANG TO (特別研究員) (併)  
滝元 弘樹 (特別研究員) (併)

#### 7) 特別研究チーム (ロボット)

チーム長 宮原 佳彦 (併)  
埴 圭二 (併)  
吉永 慶太 (併)  
林 和信 (併)  
栗原 英治 (併)  
手島 司 (併)  
山本 聡史 (併)  
山下 貴史 (併)  
中山 夏希 (併)  
坪田 将吾 (併)  
NGUYEN THI THANH LOAN (特別研究員) (併)

#### 8) 特別研究チーム (安全)

チーム長 穴井 達也  
志藤 博克 (併)  
積 栄 (併)  
堀尾 光広 (併)  
塚本 茂善 (併)  
岡田 俊輔 (併)  
土師 健 (併)  
山崎 裕文 (併)  
皆川 啓子 (併)  
小山 拓人 (特別研究員) (併)

## 9) 企 画 部

部 長	篠原 隆	
研究調整役	貝沼 秀夫	
	落合 良治	(再雇用職員)
	後藤 隆志	(再雇用職員)
	高橋 正光	(再雇用職員)
	長谷川 三喜	(再雇用職員)
	平田 晃	(再雇用職員)
	山口 光雄	(再雇用職員)

### 企画第2課

	谷内 純一	
	林原 正浩	
	大西 明日見	

### 機械化情報課

	藤井 幸人	(併)
	川田 久之	(補助員)

### 図書室

農 場 長	小西 達也	(併)
	藤田 耕一	(併)
国際専門役	藤井 桃子	(併)
特許専門役	古山 隆司	
研究情報専門役	岡田 守弘	
研究評価専門役	林原 正浩	(併)

本報告の取扱いについて

本報告は非公開資料です。  
取り扱いには、ご注意願います。

問い合わせ先：

生研センター 企画部 機械化情報課

TEL： 048-654-7030

FAX： 048-654-7130

または

info-iam-jouhouka@ml.affrc.go.jp

平成26年度 事業報告

---

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農業機械化研究所

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町1-40-2  
Tel. 048-654-7000 (代)

---

印刷・発刊 平成27年6月