

乗用管理機を利用した湛水直播機の試作 (第2報)

— 作溝無覆土条播機 (2号機) —

中井 譲・山田善彦^{*}・藤井吉隆・高田 勇^{**}

Development of Direct Sowing Machine Attached With Riding Type Management Machine (Part2)

— Direct Sowing Drill Machine of Non-cover Furrow (Part2) —

JO NAKAI, Yoshihiko YAMADA, Yoshitaka FUJII and Isamu TAKADA

キーワード: 水稲, 湛水直播栽培, 作溝無覆土条播, 繰り出し量自動制御装置

湛水直播栽培における出芽・苗立ちの安定と倒伏防止という2つの問題を解決するため, 乗用管理機に装着可能な作溝無覆土条播機 (1号機) を試作し, 作溝形状とその適応性を検討したが, 効率的な作業を可能とし, 作業精度を高めるため, 施肥装置とともに, 作業速度に連動した繰り出しが可能で, 播種量と施肥量を, ダイヤルにより簡易に設定できる繰り出し量自動制御装置を搭載した, 作溝無覆土条播機 (2号機) を試作した。

- 1) 2号機は, 水田用乗用管理機に, 横溝ロール式施肥播種繰出装置 (8条), 作溝装置および送風装置により構成される。
- 2) 作溝装置により形成された, 施肥および播種溝に, 横溝ロール式施肥播種装置から繰り出された肥料と過酸化石灰を粉衣した種子 (以下, 「カルバー粉衣種子」という。) を落下させる。施肥溝は, 強制覆土を行うが, 播種溝は, 覆土を行わず, 溝が徐々に自然崩壊することにより覆土される方式である。
- 3) 作業速度に連動した繰り出しが可能で, 施肥量と播種量をそれぞれダイヤルにより設定できるため, 安定した播種量および施肥量が得られるものと考えられた。
- 4) 見かけの比重 (かさ密度) が, 肥料やカルバー粉衣種子によって異なるため, 繰り出し量自動制御装置に, 見かけの比重を設定するダイヤルを加えることが必要と考えられた。
- 5) 苗立ち率は, 両区とも良好で, 苗立ち率は少ないと考えられた。また, 出芽深は平均 9~10mm と適正な深さであり, 適正な苗立ち本数ならびに穂数を確保できたことから, 精玄米重も 53.1~57.1/a となった。

1 緒 言

水稲の湛水直播栽培は, 移植栽培で必要な育苗作業が不要なこと, 播種作業時における種子の補給時間が移植作業時における苗の補給時間より大幅に少なくなることなどから, 作業が集中する, 春期の農作業を緩和でき, 作業効率の向上につながる。

しかしながら, 湛水直播栽培における出芽・苗立ちは, 気象条件や土壌条件に左右されやすく, 年次間変動が大きいことが課題となっている。

そこで, 著者らは, 代かきを行ったほ場において, 作溝装置を牽引することにより, 播種溝を形成し, こ

の溝の中にカルバー粉衣種子を播種し, 覆土を行わない条播技術を開発した¹⁾。この技術は, 播種直後には種子に土が被らず, その後, 徐々に種子に土が被っていくため, 所定の出芽深が確保できる方式である。

今回, この方式において, 播種精度を向上するとともに, 効率的な作業を可能とするため, 播種装置に加えて施肥装置を取り付けるとともに, 作業速度に連動した繰り出しが可能で, ダイヤルで繰り出し量を簡易に設定できる装置を搭載した, 作溝無覆土播種同時施肥方式の湛水直播機を試作したので, その概要について報告する。

^{*} 現在, 湖南地域振興局環境農政部農業振興課

^{**} 現在, 東近江地域振興局環境農政部農業振興課

2. 作溝無覆土条播機（2号機）の構造と諸元

試作機は、水田用乗用管理機に、横溝ロール式施肥

表1 試作機の主要諸元

乗用管理機	
銘柄・型式	I 社 J K11
最大出力	8.38kW
全 長	2240mm
全 高	1445mm
輪距（前後）	1200mm
PTO回転数・低	617rpm
・高	1072rpm
施肥播種繰出装置	
繰出方式	横溝ロール式
繰出部駆動方式	DC モーター駆動
肥料ホッパ容量	10L×8条
種子ホッパ容量	5L×8条

播種繰出装置（8条）、作溝板および送風装置により構成されている。主要諸元を表1に、試作機の概要を図1に示す。

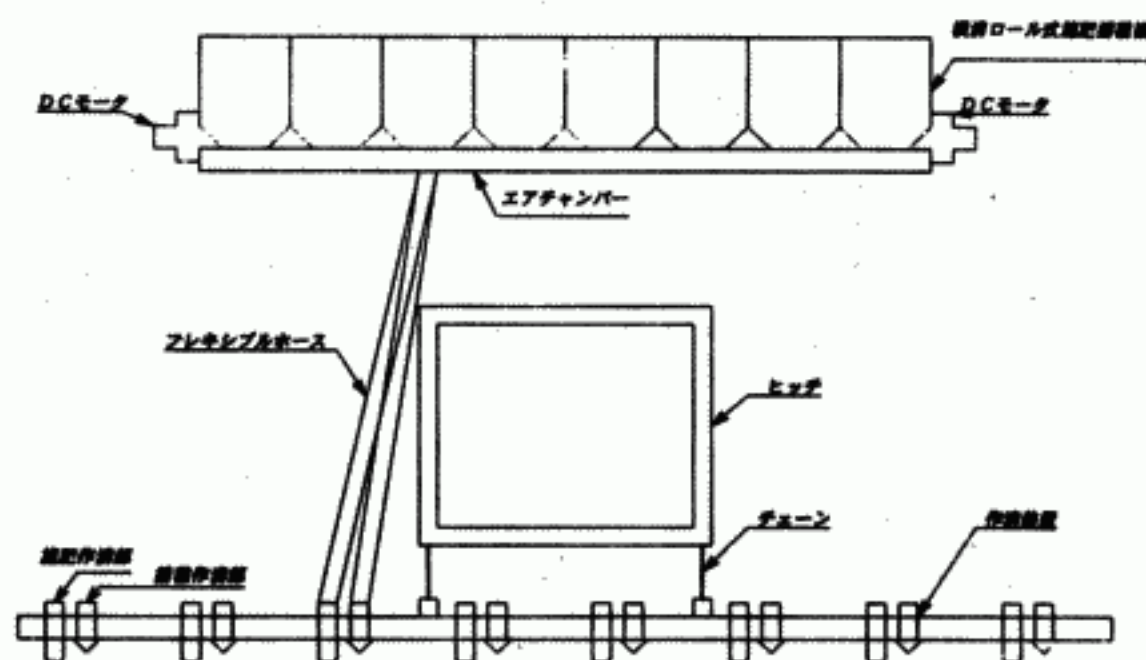


図1 作溝無覆土条播機（2号機）の概略図

2・1 水田用乗用管理機

I 社製 J K11（空冷4サイクルエンジン搭載、最大出力8.4kW）

2・2 横溝ロール式施肥播種装置

2・2・1 施肥播種部

A 社製横溝ロール式施肥播種機（8条）から、駆動輪、作溝ディスク、覆土ディスクおよび鎮圧ローラを取り除き、DCモーターで播種部と施肥部をそれぞれ駆動するように改良した。

2・2・2 繰り出し量自動制御装置

精度の高い繰り出しとともに、効率的な作業を可能とするため、作業速度に連動した繰り出しが可能で、播種量と施肥量をダイヤルで簡易に設定できる、繰り出し量自動制御装置を試作した。

乗用管理機（I 社製JK11）のライブPTO軸に回転数検出装置を取り付け、回転数を光電センサ（O 社製E3S-GS1E4）によりパルス信号として検出し、これをFVコンバータ（K 社製KAZ-731）により、電圧信号に変換する。次に、電圧信号を電圧レベル調整装置で播種量および施肥量に応じた電圧値に調整した後、

播種部と施肥部のモータコントローラ（S 社製PAD）に入力することにより、作業速度と設定値に応じて、それぞれのモータ回転数が変化する（図2）。

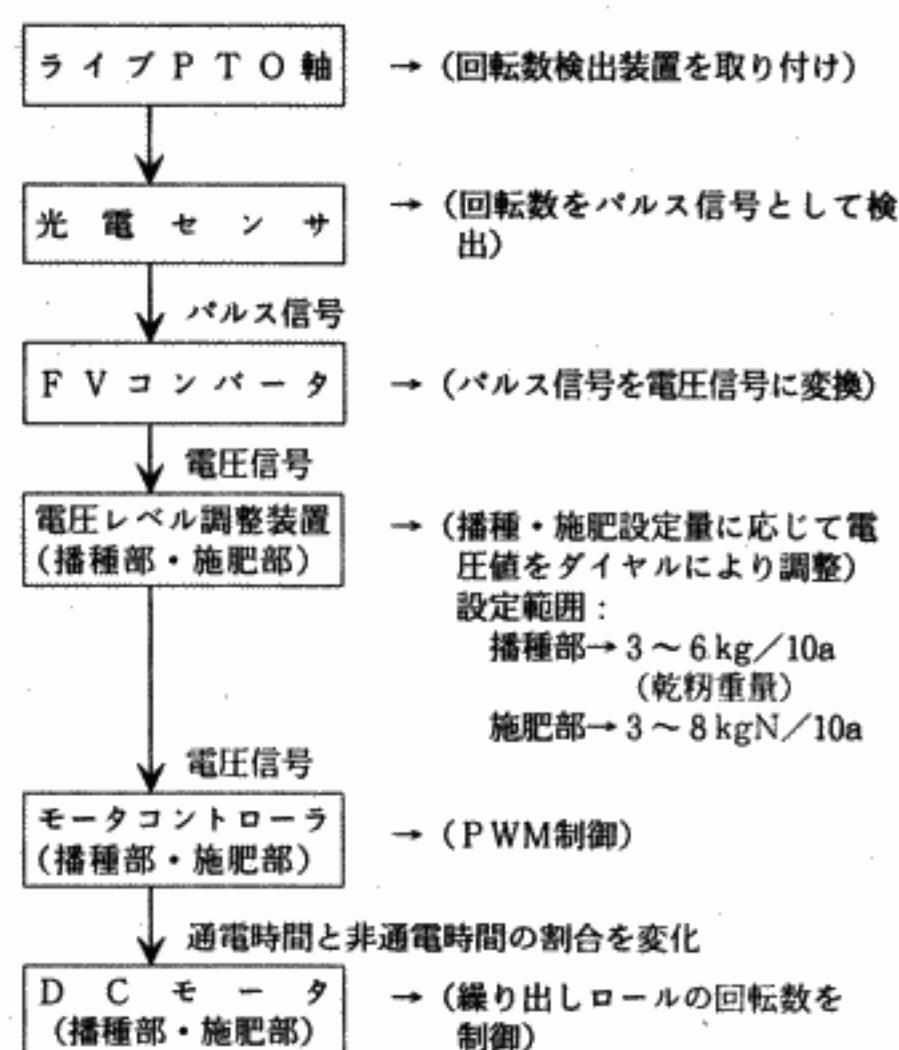


図2 繰り出し量自動制御装置の概要

2・2・3 搬送部

横溝ロール式施肥播種装置と作溝装置をフレキシブルホースで連結し、横溝ロール式施肥播種装置の直下にエア・チャンバーを設け、作溝装置まで送風により肥料とカルパー粉衣種子を搬送する。

2・2・4 作溝装置

作溝装置は、直角二等辺三角形の播種作溝器（深さ3cm）と、この側方7cmに施肥作溝器（深さ5cm）を装着したものである。これを乗用管理機の後部に製作したヒッチにチェーンで連結させ、けん引していく仕組みである。また、繰出装置から繰り出されたカルパー粉衣種子と肥料は、作溝板により田面に形成された播種および施肥溝に、送風機からの送風により、連結ホース内を搬送し落下させる。施肥溝は、作溝部の後部に

装着した覆土板により覆土を行うが、播種溝は、覆土を行わず、播種後に溝が徐々に自然崩壊することにより覆土される方式とした（図3、表2）。

表2 作溝装置の主要諸元

作業幅	240cm
重 量	44.3kg
播種部	
条 間	30cm
条 数	8条
作溝形状	上幅6cm×深さ3cm
施肥部	
作溝深	5cm
作溝位置	播種溝の側方7cm

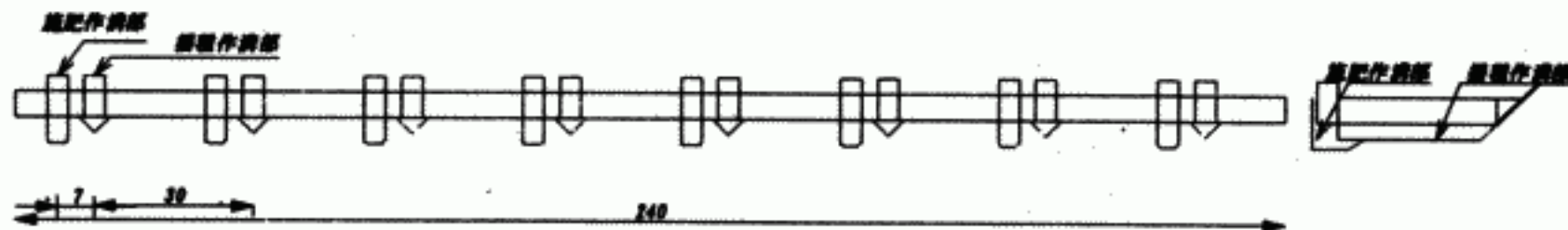


図3 作溝装置の概略図

3. 試験方法

3・1 試験年次 1998年

3・2 路上性能試験

繰り出し量自動制御装置から電圧レベル調整装置を取り除き、滋賀農試内の路上において、6段階の設定速度値で20m間を10回走行し、PTO回転数、モータコントローラ（施肥部）への入力電圧を測定するとともに、8つのホッパから繰り出された肥料（セラコートUM444）を測定し、その平均値を求めた。

3・3 ほ場試験

3・3・1 供試ほ場の概要

蒲生郡安土町 滋賀農試内130号田（中粗粒グライ土、43a）

3・3・2 供試水稻品種および栽培法

品 種 「キヌヒカリ」（乾粳の2倍重のカルパー16粉粒剤と3%のタチガレエース粉剤を粉衣）

栽培法 湛水直播（作溝無覆土条播方式）

施肥法 側条施肥

3・3・3 試験区の構成

秋耕、春耕（以上、ロータリ）および代かき（水田ハロー）を行った後、1998年5月13日に試作機により播種作業を行った。試験区は、設定播種量4、6kg/10a、設定施肥量4kgN/10a（共通）の2区を設けた（表3）。

なお、作業時における水田用乗用管理機の走行設定は、主変速-3、副変速-低およびPTO-高とした。

なお、両区とも1998年7月14日に穂肥5.4kgN/10a（セラコートU-S606）を施用した。

表3 試験区の構成

試 験 区	品 種	設定播種量 kg/10a	供試肥料	設定施肥量 kgN/10a
設定播種量4kg区	キヌヒカリ	4	セラコートUM444	4
設定播種量6kg区	キヌヒカリ	6	セラコートUM444	4

3・3・4 調査項目および方法

試験区ごとに、実播種量、実施肥量とともに、作業時のPTO回転数、モータコントローラへの入力電圧の推移を測定した。

また、播種31日後に、設定播種量4kg区で24地点、同6kg区で32地点（1行程当たり8地点）の苗立調査を行い、苗立本数、苗立率および出芽深を調査した。また、成熟期に設定播種量4kg区で3地点、同6kg区で4地点で成熟期調査と坪刈調査を実施した。

4. 結 果

4・1 路上性能試験

路上性能試験の結果を表4に示す。

路上性能試験を行ったところ、作業速度が上昇するに従って、検出部のPTO回転数も上昇し、これに連動して、モータコントローラへの入力電圧が高くなった。その結果、作業速度が変化しても、単位面積当たりの繰り出し量が平均値±1.4%以内と精度の高い繰り出しが可能であった。

表4 作業速度と肥料繰り出し量

作業速度 m/s	PTO回転数 rpm	モータコントローラへの入力電圧			繰り出し量*1 g/20m
		平均値 V	標準偏差 V	変動係数 %	
0.54	615	5.123	0.023	0.45	161 (98.6)*2
0.62	704	5.872	0.026	0.44	163 (99.8)
0.71	801	6.672	0.060	0.90	165 (101.0)
0.80	898	7.480	0.093	1.24	165 (101.0)
0.88	982	8.182	0.121	1.48	165 (101.0)
0.98	1060	8.833	0.207	2.34	161 (98.6)

注) 1. 1ホッパー当たりの平均値

2. ()は、平均値=100に対する割合

4・2 ほ場試験

図4、5のとおり、繰り出し量自動制御装置は、検出部のPTO回転数に連動して入力電圧が変化し、こ

れを電圧レベル調整装置により調整できるため、両区とも安定した播種量および施肥量が得られるものと考えられた。

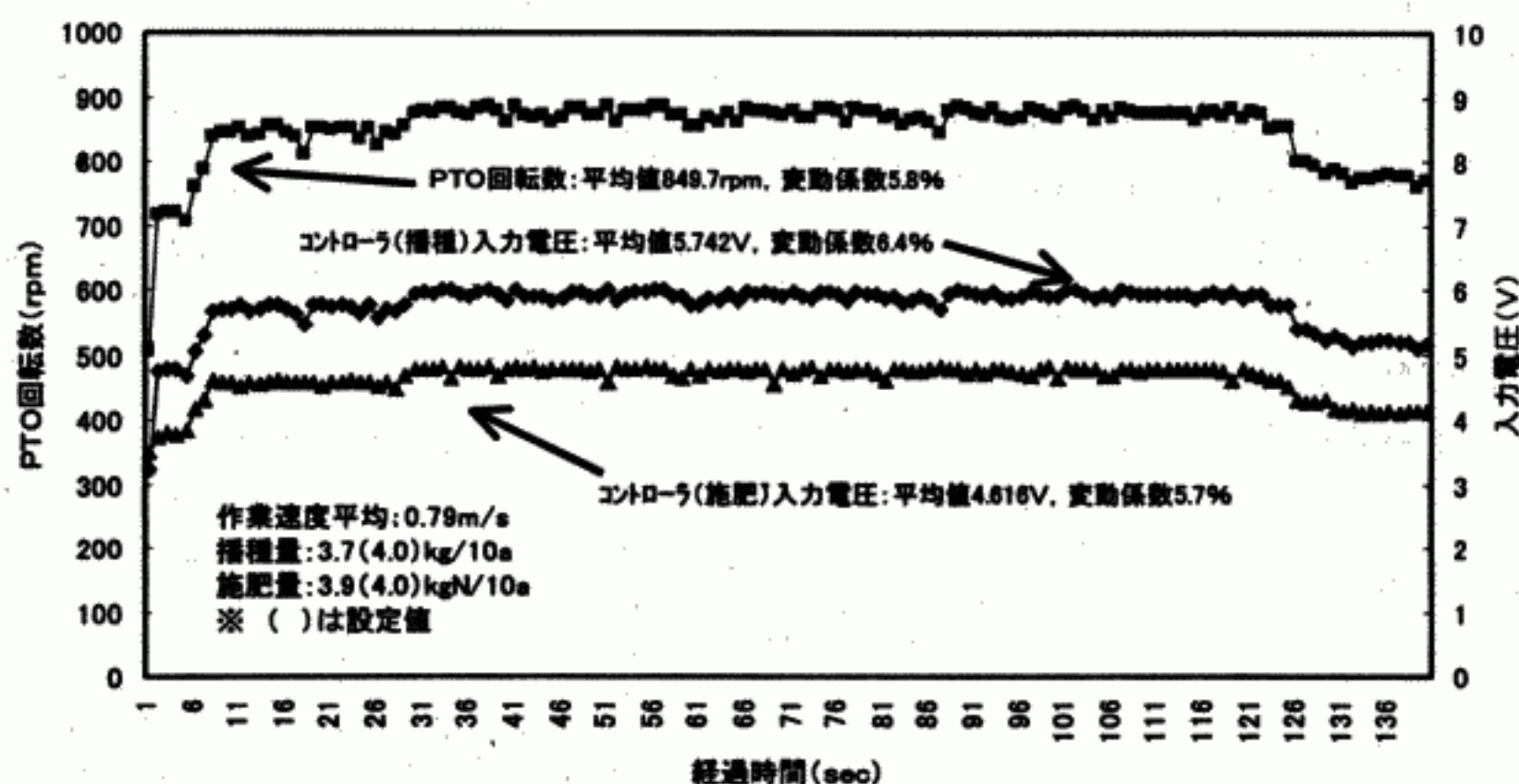


図4 PTO回転数とモータコントローラへの入力電圧の検出例
(設定播種量4kg/10a設定、1行程目)

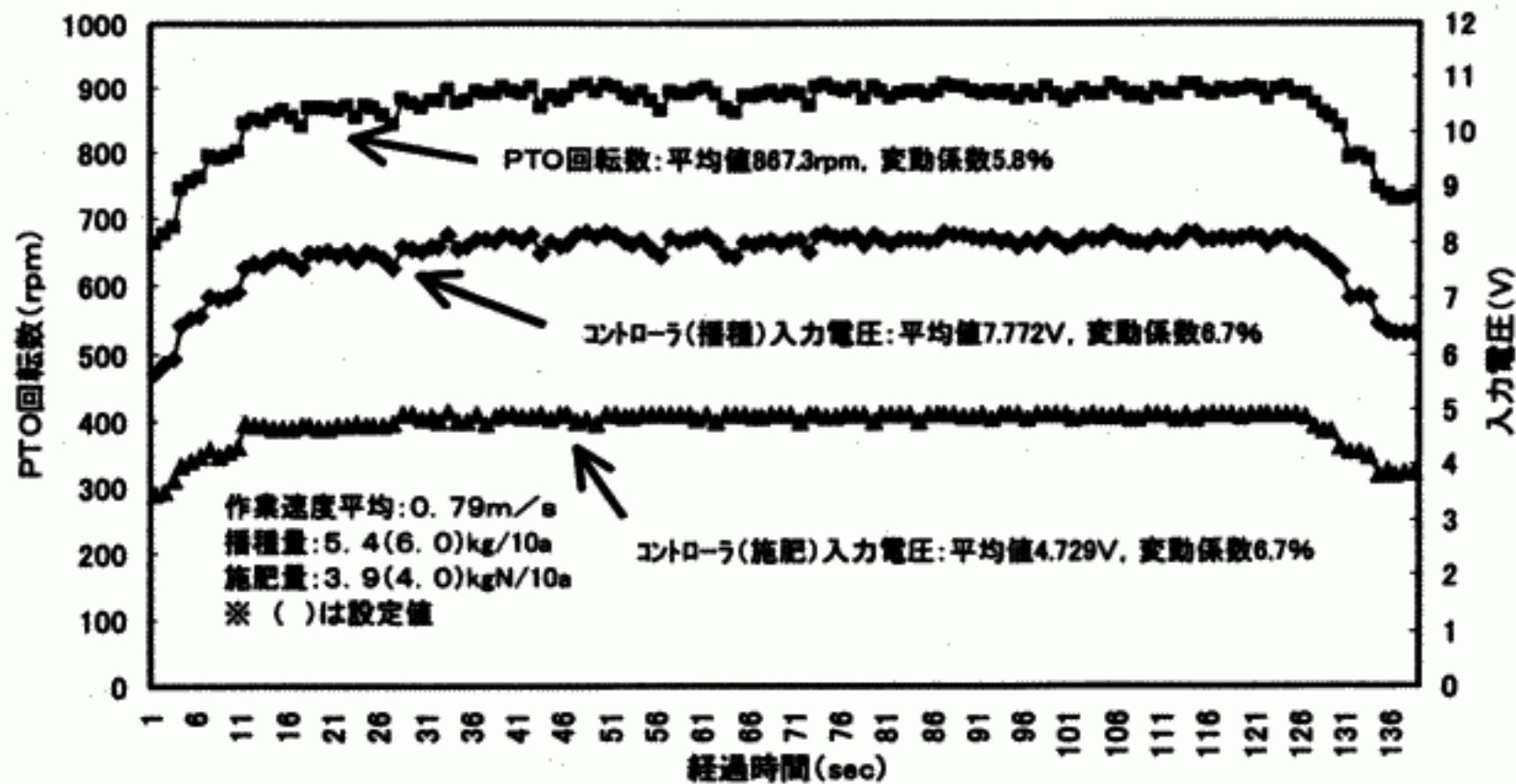


図5 PTO回転数とモータコントローラへの入力電圧の検出例
(設定播種量 6 kg/10a 区、2 行程目)

表5のとおり、施肥量は、設定値の 4 kgN/10a に対し、両区とも 3.9 kgN/10a とほぼ目標どおりの繰り出し量となったが、播種量は、設定播種量 4 kg 区で 3.7 kg/10a、同 6 kg 区で 5.4 kg/10a とやや設定を下回る結果となった。これは、播種時に用いたカルバー粉衣種子は、粒径が不揃いで、カルバー粉衣種子の対乾粉比率が 3.46 と、調量時の 3.21 より、かなり水分の高いものを用いたためと考えられた。

なお、苗立ち率は、両区とも約 66% と良好で、苗立本数の変動係数も 21.3~24.6% と苗立むらは少ないと考えられた。一方、出芽深は平均 9~10 と適正な深さであったが、変動係数が 66.7~70.0% と大きくなった(表5)。

また、精玄米重は、設定播種量 4 区で 57.1 kg/10a、同 6 区で 53.1 kg/10a となった(表5)。

表5 苗立調査結果

試験区	実播種量 kg/10a	実施肥量 kgN/10a	苗立本数 本/m ²	苗立率 %	出芽深 mm	各項目の変動係数 %	
						苗立本数	出芽深
設定播種量 4 kg 区	3.7	3.9	96	66.0	10	24.6	70.0
設定播種量 6 kg 区	5.4	3.9	141	66.1	9	21.3	66.7

表6 成熟期・収量調査結果

試験区	成熟期調査			収量調査			
	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	一穂粒数	精玄米重 kg/a	登熟歩合 %	玄米千粒重 g
設定播種量 4 kg 区	73.1	18.6	420	74	57.1	87.1	21.2
設定播種量 6 kg 区	69.2	17.1	422	69	53.1	86.7	21.4

5 考 察

試作機を用いて、路上性能試験を行ったところ、作業速度が上昇するに従って、これに連動して、モータコントローラへの入力電圧が高くなり、作業速度が変化しても、精度の高い繰り出しが可能と考えられた。ほ場でも、繰り出し量自動制御装置は、検出部のPTO回転数に連動して入力電圧が変化し、これを電圧レベル調整装置により調整できるため、両区とも安定した播種量および施肥量が得られるものと考えられた。

しかしながら、施肥量は、ほぼ目標どおりの繰り出し量となったが、播種量は、やや設定を下回る結果となった。これは、播種時に用いたカルパー粉衣種子は、粒径が揃っていない、カルパー粉衣種子の対乾物比率が3.46と、調量時の3.21よりかなり水分の高いものを用いたためと考えられた。さまざまな形状の肥料やカルパー粉衣種子に対応するためには、電圧レベル調整装置に施肥、播種量の設定ダイヤルとともに、見かけの比重（かさ密度）に対応した設定ダイヤルを加えることが必要と考えられた。

なお、苗立ち率は、両区とも良好で、苗立むらは少ないと考えられた。一方、出芽深は平均9～10mmと適正な深さであったが、変動係数が66.7～70.0%と大きくなった。気象条件や土壌条件に左右されない出芽・苗立ちの安定を図り、均一な生育を確保するためには、出芽深の変動を少なくする技術が求められる。

また、設定播種量4kg区で96本/m²、同6kg区で141本/m²の苗立ちを確保できたことから、精玄米重は、設定播種量4kg区で57.1kg/10a、同6kg区で53.1kg/10aとなった。

謝 辞

試作機の製作に当たり、当場の木下輝昭技師に協力を賜った。ここに記して感謝する。

引用文献

- 1) 中井 譲, 山下勝男, 伊藤久司: 乗用管理機を利用した湛水直播機の試作(第1報) - 作溝無覆土条播機(1号機)の概要 -, 滋賀県農業試験場研究報告第40号: 24-29, 1999

Summary

In an attempt to stabilize the emergence and establishment of seedlings, and to increase their lodging resistance, the two major challenges in rice cultivation with direct sowing in flooded paddy field, we developed a coverless furrowing drill machine (prototype No. 1) that can be used as an attachment to a riding type paddy field managing machine, and examined its applicability from the viewpoint of furrow shape. On the basis of the findings of prototype No. 1, we conducted further investigations to increase work efficiency and precision. Prototype No. 2 was thus developed as a coverless furrowing drill machine equipped with a combination of a fertilizer placement device and an automatic feed rate controller capable of feeding seeds and fertilizer in synchronization with work speed, and of setting the seed sowing and fertilizer application rates by dial operation.

- 1) Prototype No. 2 comprises a set of a lateral-groove roll type seed/fertilizer feeder (8 streaks), furrowing device and air blower attached to a riding type paddy field managing machine.
- 2) Fed from the lateral-groove roll type seed/fertilizer feeder, fertilizer and seeds dressed with calcium peroxide (hereinafter referred to as calper-dressed seeds) are dropped into the seed/fertilizer furrows formed by the furrowing device. The furrows for the fertilizer are mechanically covered with soil, whereas those for the seeds are not. The seed furrows are gradually covered with soil as they disintegrate spontaneously.
- 3) Because the seeds and fertilizer are fed in synchronization with work speed, and also because the seed sowing and fertilizer application rates can be set by dial operation, it is considered possible to achieve stable seed sowing and fertilizer application rates.
- 4) Since the apparent specific gravity (bulk density) varies among different fertilizers and calper-dressed seeds, it is considered necessary to add a dial for setting apparent specific gravity to the automatic feed rate controller.
- 5) Good seedling establishment rates were obtained for both experimental plots, demonstrating highly uniform establishment of seedlings. The emergence depth was appropriate at an average of 9 to 10 mm. With sufficient numbers of seedlings per unit area and panicles per hill, the yield was satisfactory at 53.1 to 57.1 kg/100 m² based on brown rice weight.