

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 —

中井 譲・山下 勝男・伊藤 久司*

Development of Direct Sowing Machine Attached with Riding Type Management Machine (Part1) — Direct Sowing Drill Machine of Non-cover Furrow (Part1) —

Joe NAKAI , Katsuo YAMASHITA, Hisashi ITO

キーワード: 水稻, 湛水直播, 乗用管理機, 作溝板, 作溝無覆土条播

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方式の湛水直播機を試作した。

- 1) 試作機は, 乗用管理機のアタッチメントとして, 種子繰出装置 (10条), 種子搬送部および作溝装置により構成される。乗用管理機の後部に取り付けたヒッチにチェーンで連結させた作溝装置を牽引することにより形成される播種溝に, 種子繰出装置から繰り出された過酸化石灰粉衣種子 (以下、「カルパー粉衣種子」という。) を落下させ, 覆土は行わない。
- 2) 作溝板に装着した作溝器は, 直角二等辺三角形のV字型のもので, 深さ2 cm, 3 cmおよび4 cmのものを供試したところ, カルパー粉衣種子は, 溝の自然崩壊により徐々に表土が覆土され, 播種27~28日後には, 設定作溝深2 cm区で1.0 cm, 同3 cm区で0.8~1.0 cm, 同4 cm区で2.0 cmの出芽深を得ることができた。また, 苗立ち率は74.3~93.5%と良好であった。
- 3) 当該試験においては, いずれの区も倒伏が見られず, 収量も良好であったが, 作溝深4 cmの場合, 播種時の土壌条件, 播種後の水管理および降雨などの気象条件によって, 覆土が30 mmを超える場合が起こりうると推察されるため, 当該作溝器は深さ2~3 cmのものが適当と考えられた。

1. 緒 言

水稻の湛水直播栽培は, 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, 移植作業時の苗補給時間より大幅に少なくなることから, 省力化に大きく寄与すると考えられる。

しかしながら, 本栽培法は気象条件などに左右されやすい出芽から2~3葉期までを管理された環境で栽培を行う移植栽培法と異なり, 出芽・苗立ちの安定化が大きな課題である。

そこで, この解決方策として, カルパー粉衣種子を, 土中に播種する湛水土壌中直播栽培が開発され^{1) 2)},

現在では, この栽培を行うための条播機とともに, カルパーを粉衣する機械が市販化されており, 全国各地で栽培が行われている。今後, 更なる出芽・苗立ちの安定化を図るためには, 湛水直播栽培に適応した品種とともに, 新しい播種法や播種機の開発が求められている。

これらの問題を解決する手段の一つとして, 岡崎らが, 代かきした圃場において, 作溝器が装着された全網製の円筒を転がすことにより, 播種溝をつくり, この溝の中にカルパーで粉衣した種子を播種し, 覆土を行わない条播技術を開発した³⁾。この技術は, 播種直後は種子に土が被らず, その後, 徐々に種子に土が覆

* 現在, 湖東地域農業改良普及センター

っていくため、所定の出芽深が確保できる方式である。すなわち、出芽・苗立ちの安定と耐倒伏性の向上の両方を狙ったものである。

著者らは、当該技術の更なる精度の向上をねらいとして、作溝装置を牽引することにより、播種溝を形成する方式の作溝無覆土条播機を試作し、作溝形状とその適応性を検討したので、その概要を報告する。

2. 試験方法

2・1 作溝無覆土条播機（1号機）の構造と諸元

試作機は、乗用管理機のアタッチメントとして、種子繰出装置（10条）、種子搬送部および作溝装置により構成される。主要諸元を表1に、試作機の全容を写真1に示す。

表1 試作機の主要諸元

乗用管理機	
型式	I社JK11
最大出力	8.4kW
全長	2240mm
全高	1445mm
輪距（前後）	1200mm
種子繰出装置	
繰出方式	リンクベルト方式
繰出部駆動方式	DCモータ駆動
種子ホッパ容量	4L×10
送風装置	電動ブロワ(300W, 風量0.23m ³ /min)
作溝装置	
作業幅	300cm
重量	42kg
播種部	
条間	30cm
条数	10条



写真1

2・1・1 乗用管理機

I社JK11（空冷4サイクルエンジン、最大出力8.4kW）

2・1・2 種子繰出装置

M社リンクベルト式種子繰出装置の繰出軸を改良し、DCモータの動力により繰出軸を回転させることにより、カルパー粉衣種子を繰り出す。

2・1・3 種子搬送部

種子繰出装置と作溝装置をフレキシブルホースで連結し、種子繰出装置の直下にエア・チャンバーを設け、送風によりカルパー粉衣種子を搬送する。

2・1・4 作溝装置

作溝装置は、長辺300cm、短辺30cmのそり状のもので、乗用管理機の後部に取り付けたヒッチにチェーンで連結させ、これを牽引することにより、播種溝を形成する。なお、覆土器は装着していない（図1）。

作溝器は、直角二等辺三角形のV字型のもので、進行方向に対し、30cm間隔で取り付けた。当該試験では、作溝深2cm、3cmおよび4cmものを供試した（図2）。

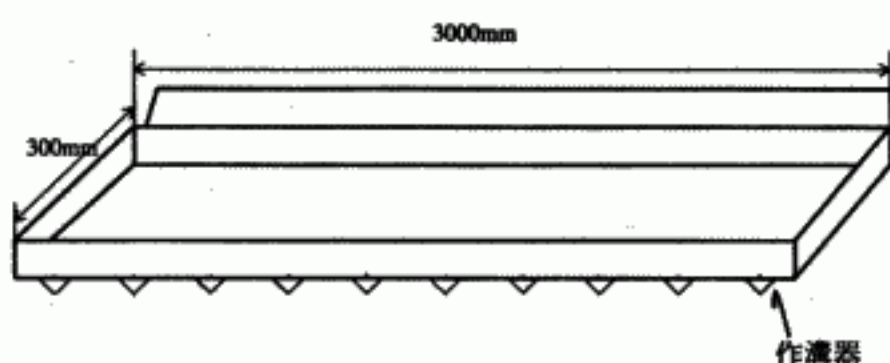


図1 作溝装置の概略図

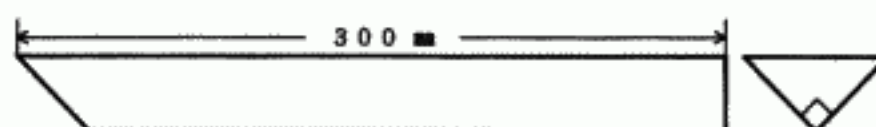


図2 作溝器の形状

2・2 試験年次 1996年度

2・3 供試圃場の概要

蒲生郡安土町 滋賀農試内130号田（中粗粒グライ土、14.4a）・231号田（中粗粒グライ土、13.2a）および高島郡安曇川町沖田 現地圃場（中粗粒褐色低地土、10a）

2・4 供試水稻品種および栽培法

品種 キヌヒカリ（乾粳の2倍重のカルパーと3%のタチガレエースを粉衣）

栽培法 湛水直播（作溝無覆土条播方式）

施肥法 全層施肥

施肥量 (kg N/10 a)

場内130号田

基肥－追肥－穂肥①－穂肥②＝3－2－2－2

現地圃場

基肥－穂肥＝7.5－3.2

播種日 場内130号田・231号田：1996年5月17日

現地圃場：1996年5月18日

2・5 試験区の構成

場内・現地圃場とも、秋耕、春耕、施肥、耕うんおよび代かきを行った後、試作機を用いて播種作業を行った。設定播種量は各区とも10 a 当り乾籾換算で4 kgとした。場内圃場においては、両圃場とも作溝深3 cmの1区とし、現地圃場では、作溝深2 cmと作溝深4 cmの2区を設けた（表2）。

表2 試験区の構成

試 験 区	設定播種量	設定作溝深	播 種 日
設定作溝深3 cm区（場内130号田）	4 kg/10 a (乾籾換算)	3 cm	代かき7日後
“ （場内231号田）		3 cm	代かき6日後
設定作溝深2 cm区（現地圃場）		2 cm	代かき3日後
設定作溝深4 cm区（現地圃場）		4 cm	代かき3日後

2・6 調査項目および方法

2・6・1 播種前の圃場条件

播種直前に、水深、耕盤深およびコーン貫入深を一筆当たり20ポイント測定した。コーン貫入深は、場内圃場では、土壌コーンを1 mの高さと10 cmの高さから落下させた貫入深を、現地圃場では、1 mの高さから落下させた場合とコーンの先端を田面に静置し、そのまま手を離した場合における貫入深を測定した。

2・6・2 作溝形状

場内圃場では、播種直後と播種7日後に、現地圃場では、播種2日後と播種19日後に作溝形状を測定した。

2・6・3 苗立ち調査

場内圃場においては、1 m区間の苗立ち本数、出芽深さを1区当たり40ポイント（10ポイント/作業1行程×4行程）、現地圃場においては、同上の項目を9ポイント（3ポイント/作業1行程×3行程）測定し、併せて、苗立ち本数、苗立ち率および出芽深さを測定した。

調査は、場内130号田が播種28日後に、場内231号田と現地圃場では播種27日後に行った。

2・6・4 成熟期調査

平均的な苗立ち本数が得られた地点の周辺で、成熟期に、場内130号田で6ポイント、現地圃場で各区3ポイントの坪刈りを行い、精玄米重と玄米千粒重を調査した。倒伏程度は、区全体を観察し、株の傾斜角度を0（無倒伏）から5（完全倒伏）までの6段階に区分し、倒伏面積を勘案して評点した。

3. 結 果

3・1 播種直前の圃場条件

播種直前の圃場条件を表3に示す。

代かきを行ってから6日および7日が経過した場内圃場では、コーン貫入深が、130号田で2.2 cm（高さ10 cm）、4.7 cm（同1 m）、231号田で3.9 cm（同10 cm）、8.2 cm（同1 m）と、かなり表層土壌が固まった状態になっていたため、作溝板の浮き上がりを防止するため、作溝板に20 kgのウェイトを載せて作業を行った。現地圃場では、代かき3日後であったため、4.2 cm（静置）、12.6 cm（同1 m）と、やや表層土壌が柔らかい状態であった。各圃場とも、水深0.2～0.3 cmのヒタヒタ水状態で、約0.47 m/sの作業速度で播種作業を行った。

表3 播種直前の圃場条件

試 験 区	水 深 cm	耕 盤 深 cm	コーン貫入深 cm		
			1 m落下	10 cm落下	静 置
設定作溝深3 cm区（場内130号田）	0.2	12.8	4.7	2.2	—
“ （場内231号田）	0.2	20.9	8.2	3.9	—
現 地 試 験	0.3	19.4	12.6	—	4.2

3・2 作溝形状

播種溝の経時的变化を表4に、播種直後の溝の形状を写真2に示す。

場内圃場では、播種直後の溝の形状は130号田で深さ2.5cm、231号田で深さ2.7cmであった。再度、播種7日後に溝の形状を調査したところ、130号田で深さ0.3cm、231号田で深さ1.2cmと、かなり溝が崩壊しており、特に130号田では、ほぼ完全に溝が崩壊した状態であった。

現地圃場では、播種2日後に調査したところ、設定作溝深2cm区で1.9cm、同4cm区で3.2cmと、4cm区で若干溝が崩壊しているものの、2cm区では、ほとんど

崩壊が見られなかった。次いで実施した播種19日後の調査では、2cm区で1.3cm、4cm区で1.8cmと、4cm区ではかなり崩壊していたものの、2cm区ではあまり崩壊が見られなかった。



写真2

表4 播種溝の経時的变化

単位：cm

試 験 区	播 種 直 後	播 種 2 日 後	播 種 7 日 後	播 種 19 日 後
設定作溝深3cm区（場内130号田）	2.5±0.4	—	0.3±0.5	—
〃（場内231号田）	2.7±0.3	—	1.2±0.4	—
設定作溝深2cm区（現地圃場）	—	1.9	—	1.3
設定作溝深4cm区（現地圃場）	—	3.2	—	1.8

3・3 苗立ち調査

苗立ち調査結果を表5に示す。

苗立ち率は、設定作溝深3cmの場内圃場では、130号田で77.3%、231号田で74.3%、現地圃場では、作溝深2cm区で93.5%、同4cm区で90.8%と、各区とも

良好であった。

出芽深は、場内圃場では、130号田が1.1cm、231号田が0.8cm、現地圃場では、設定作溝深2cm区で1.0cm、同4cm区で2.0cmであった。出芽深の変動係数は、場内130号田で54.5%、同231号田で37.5%であった。

表5 苗立ち調査結果

試 験 区	実播種量 kg/10a	苗立ち本数 本/m ²	苗立ち率 %	出 芽 深	
				平均 cm	変動係数 %
設定作溝深3cm区（場内130号田）	4.1	116	77.3	1.0	54.5
〃（場内231号田）	4.0	109	74.3	0.8	37.5
設定作溝深2cm区（現地圃場）	4.0	150	93.5	1.0	—
設定作溝深4cm区（現地圃場）	4.0	146	90.8	2.0	—

3・4 成熟期調査

成熟期調査結果を表6に示す。

精玄米重は、場内圃場（130号田）では、53.9kg/a、

現地圃場では、設定作溝深2cm区で59.6kg/a、同4cm区で57.8kg/aといずれの区も良好で、倒伏も見られなかった。

表6 成熟期調査結果

試 験 区	精玄米重 kg/a	玄米千粒量 g	倒伏程度 0～5
設定作溝深3cm区（場内130号田）	53.9	23.0	0
設定作溝深2cm区（現地圃場）	59.6	22.5	0
設定作溝深4cm区（現地圃場）	57.8	22.2	0

4. 考 察

場内圃場では代かき6～7日後に、現地圃場では代かき3日後に、ヒタヒタ水状態で播種作業を行った。現地圃場では、安定した作溝深が得られたが、場内圃場では、表層土壌がかなり固まった状態であったため、作溝板に20kgのウェイトを搭載したにもかかわらず、作溝板が浮き上がる地点が見られ、やや作溝深が設定より浅くなった。表層土壌がかなり固まった状態で安定した作溝深を得るためには、作溝板の重量を増やすことが必要と考えられた。

播種溝の経時的变化を測定したところ、播種直後に除草剤散布（サンバード粒剤）のために入水した場内130号田では、播種7日後には、ほぼ完全に播種溝が崩壊していたが、直後に入水しなかった場内231号田は溝の崩壊がやや遅くなった。現地圃場では、場内圃場と比べ、播種溝の崩壊が遅く、設定作溝深4cm区の播種溝の崩壊が、同2cm区より早い傾向が認められた。

苗立ち率は、いずれの区も良好で、現地圃場では特に良好な値が得られた。出芽深は、場内圃場で0.8～1.0cm、現地圃場では設定作溝深2cm区で1.0cm、同4cm区で2.0cmと適正な値が得られたが、作溝板の浮き上がりによって、作溝深がやや安定しなかった場内130号田では、変動係数が54.5%とかなり大きな値となった。なお、現地圃場の苗立ち率が特に高くなったのは、播種後約20日間における種子への土のかぶりが少なかったためと推察された。

また、苗立ち率が良好で、適正な出芽深が得られたことから、成熟期においても倒伏が見られず、収量も良好であった。

以上の結果から、当該試験においては、いずれの区も苗立ち率が良好で、成熟期においても倒伏が見られず、収量も良好であったが、播種時の土壌条件、播種後の水管理および降雨などの気象条件によって、播種

溝の崩壊パターンが異なってくると考えられた。三石は、湛水土中直播栽培の場合、播種深度2.0mm以下では中茎が伸長し、そのため、冠根部の位置は上昇して埋没播種の効果を減殺する。さらに播種深度30mm以上の深播きの場合には中茎の伸長の他に下位節間の伸長が加わり深播き効果が低下するばかりでなく、鞘葉の徒長化ならびに本葉の抽出遅延を招くため、カルバー粉衣種子の好適播種深度は20～30mmと推定している⁴⁾。よって、作溝深4cmの場合、条件によっては、覆土が30mmを越える場合が起こりうると推察されるため、当該播種法における作溝器の形状は、2～3cmのものが適当と考えられた。

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) 三石昭三, 中村喜彰: 水稻の湛水土壌中直播栽培に関する研究 第1報 過酸化石灰の粉衣方法と粉衣量, 日作記46(別1): 35～36, 1977
- 2) 中村喜彰, 笹尾 彰, 井の山悟, 寺田 優: 湛水土壌中直播機の開発に関する研究, 農機学会講演要旨集39: 110～111, 1980
- 3) 岡崎紘一郎, 松尾喜義, 川崎 健, 上村幸正, 糸川信弘, 宮崎昌宏: 水稻の溝播き無覆土直播栽培技術の開発 第1報 溝播き無覆土直播機の開発, 四国農試報告第53号: 79～86, 1990
- 4) 三石昭三: 水稻の湛水直播における土壌中埋没播種に関する作物学的研究, 石川県農業短期大学 特別研究報告第4号: 1975

Summary

To stabilize seedling emergence/establishment and to prevent lodging, both posing major problems in submerged direct sowing rice cultivation, a submerged direct sowing machine of the coverless furrow drilling type, attachable to a riding-type management machine, was made on a trial basis.

- 1) The trial machine, as an attachment to a riding-type management machine, is configured with a seed-feeding device (10 lines), a seed-transporting portion, and a drill. Seeds coated with milled calcium peroxide (hereinafter referred to as calper-coated seeds) are fed by the seed feeding device and dropped into seeding furrows created by trailing the drill, which is chain-connected to a hitch in the rear of the management machine; the furrows are not covered with soil.
- 2) The drill, attached to the furrowing plate, was V-shaped with a rectangular equilateral triangular cross-section. Three models for different depths (2cm, 3cm, 4cm) were used. Calper-coated seeds were gradually covered with topsoil as the furrows collapsed spontaneously. At 27 to 28 days after sowing, seedling emergence depths of 1.0 cm, 0.8 to 1.0 cm, and 2.0 cm were obtained in the 2-cm, 3-cm and 4-cm furrow depth plots, respectively. The seedling establishment ratio was good at 74.3 to 93.5%.
- 3) In all experimental plots, good yields were obtained, with no lodging. In the case of the 4-cm furrow depth, however, it is held that depending on sowing bed soil conditions, post-sowing water management, and rainfall and other weather conditions, the cover soil layer can exceed 30 mm in thickness. A drill for a furrow depth of 2 to 3 cm is most appropriate.