

田植機を利用した種粳接着型種子シートによる 水稲湛水直播技術

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センター

作業技術研究部 施設利用研究室 玉城 勝彦

1. はじめに

農林水産省は平成14年12月に米政策改革大綱を、平成15年7月には米政策改革基本要項を発表し、「稲作の省力化・低コストを一層強力に推進するため、直播栽培の普及・定着をめざす」とした。また、大綱発表に先立つ生産調整に関する研究会では、「低コストを目指した直播農法等による米づくりを明確に位置づけ」、平成22年の直播栽培目標面積を5万haと提示した。

しかし、現状では、直播面積は全国で1万3千ha強で水稲全体の1%に満たない。その原因は、移植に比した時の収量の不安定性、鳥害、雑草防除、新たな機械装備が必要であること等があげられる。このうち前2者は、播種後一定期間落水することにより一定の改善を見ているが、新たな機械装備が必要であることは大きな問題として残されている。図-1に過去の直播面積の推移とともに、前述の平成22年(2010年)

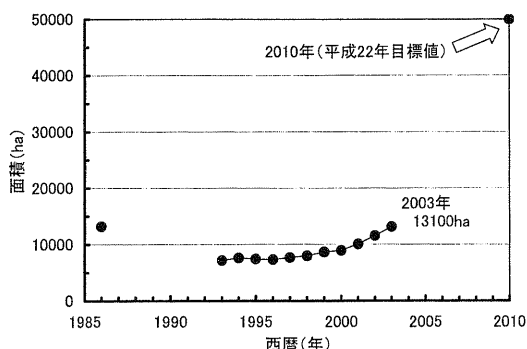


図-1 水稲直播面積の推移

目標値をプロットした。7000ha台を低迷していた1990年代前半以降から、直播面積は増加傾向であり、2000年以降の面積の伸びは目を見張るものがあるが、2010年の設定目標値が相当高いレベルであることがわかる。

表-1 直播面積内訳(単位ha)

年度	乾田直播	湛水直播			
		散播	条播	点播	合計
2002	4767	1096	4113	1557	6766
2003 (割合%)	4801 —	1006 (12.1)	5313 (63.7)	2017 (24.2)	8336 (100)
2003/2002(%)	100.7	91.8	129.2	129.5	123.2

注：水稲直播研究会資料による

表-1に2003年度の水稲直播面積を示す。乾田直播は4800haで湛水直播の57%であり、前年と比較して面積の増減はほとんどない。一方、湛水直播は8300haで前年と比較して23%の面積増である。その内訳を見ると散播12%、条播64%、点播24%であり、対前年比では散播が減り、条播、点播が伸びている。これらの伸びに関して、条播については、生研センターの農業機械等緊急開発事業で開発された高精度水稲湛水条播機¹⁾、点播については九州沖縄農業研究センターで開発された代かき同時土中点播機(ショットガン直播)²⁾の果たす役割は大きい。しかし、いずれも150万~420万円と高価な機械を農家が新規に導入する必要がある。今後の直播面積の大幅拡大のためには安価に導入できる技術が必須と考えられる。

そこで、水稻栽培農家のほぼ100%が所有している田植機を汎用利用することができれば、新たな機械装備を購入することなく直播作業を行え、直播面積拡大に大きく寄与できる。また、田植機はその機構上、植付爪がフロートに対して一定の深さに苗を植え付けるので、この爪に種粒を播種させれば、出芽苗立ちで重要な要素である一定の深さに播種するという技術も同時に達成できる。また、その播種状況は点播となり水稻が株立ちするため、倒伏に強く、移植栽培に見慣れた農家にも違和感なく栽培できる。現在の水田作経営へのスムーズな導入が図れ、さらに一定播種深度と点播であるという栽培上のメリットを得られる技術として現在開発に取り組んでいる。

2. 田植機利用の直播研究

農家が所有する田植機で直播を行うという発想について、過去の研究について触れてみたい。この考えは、筆者らのオリジナルな発想ではなく、23年前に既に中谷³⁾により試みられている。種粒、過酸化石灰ならびに育苗用床土を材料に、厚紙を敷いた水稻育苗箱内でポリビニールアルコールを接着剤として成型させた種子マットと、市販尿素樹脂からなる水稻育苗マットにカルパー被覆した種粒を接着した種子マットの2種類を試作した。いずれも田植機で掻き取って播種を行い、収量まで調査して、播種量、施肥量、除草剤の使い方まで検討されたが、種子マットの強度不足から実用には至らなかった。

現在では、筆者らの他に、桑原⁴⁾がフェノール樹脂発泡体マットにカルパー被覆した種粒を圧入した種子マットを開発し直播研究を行っている。袖山⁵⁾は成苗ポット育苗箱を用いて、床土と種粒、被覆尿素的混合物を団粒構造促進剤

で固化させたものをライスシートペレットとして作製し、成苗ポット用田植機で播種する方式を検討したが、シードペレットの作製方法で実用性に難点があった。

田植機の植え付け機構を利用するのはなく、田植機を水田の走行車両として利用する方式では、近畿中国四国農業研究センター⁶⁾が再生紙マルチ直播シートの敷設機として田植機装着型を開発した。その他、側条施肥機からカルパー粉衣粉を繰り出す方式の検討が行われた。また、専用のカルパー粉衣粉の繰り出し装置あるいはシードテープ繰り出し装置を田植機に装着する方式も検討された。

3. 連続播種可能な種子シートの作製

過去の研究事例等も参考にしながら、農家所有の田植機が汎用利用できるよう種子シート並びに播種作業を想定した。まず第1に汎用利用とは言え、作業能率を高くできる作業方式を目標とした。現状の水稻移植作業での苗箱の補給作業が実際の作業能率を大きく低下させているという現実の反省から、現在、中央農業総合研究センター⁷⁾では、苗箱10枚に相当する長さの水耕苗をロングマット水耕苗として、これをロール状に巻き取って移植する方式の普及に務めているが、同様の考え方で、種子シートの補給作業をなるべく減らすためには、現在の苗箱より大きく、即ち長くして、これをロール状に巻き取り、田植機に搭載することを想定した。

このため、種子シートの基材となる素材には、4点の特徴が必要である。先ず第1に発芽に悪影響を及ぼさないこと。2つ目に、ロール状に巻き取るための柔軟性を有すること。3つ目は、植付け爪で容易に掻き取れ、田面に播種するまでの間に植付爪から落下しないで保持できるこ

と。これらのうち、前2項の要件を満たす素材として水稻育苗床土の代替資材として市販されている発泡ポリウレタンマットがあった。ただし、3つ目の項目である掻き取り・保持については田植機に装着されている植付爪のままでは不十分であったため、植付爪の改良等により対応することとした。発泡ポリウレタンマットの1枚は厚さ12mm×幅280mm×長さ1150mmであり、この1枚を単位として連結して長尺種子シートにする方式とした。

写真-1に試作した種子シート作製装置を示す。基本はK社の水稻育苗用播種機で、これに溝切り部、接着剤塗布部、鎮圧部を付加した。育苗箱2枚を連結加工したトレイに種子シート基材である発泡ポリウレタンマットを載せて、溝切り、接着剤の塗布、種籾の播種、鎮圧の工程を経て長さ1150mmの種子シートができあがる。種子シートは田植機の植付爪の横方向掻き取りピッチに合わせて列条に種籾を接着固定する方式(条播)とした。これは、基材に散播して固定した場合、掻き取り時に植付爪によって種籾に損傷を与えたり、植付爪が引っかかり、田植機の植え付け機構がロックすることを回避する

ためである。また、基材への散播より条播にした方が、シート単位面積当たりの固定種子数のばらつきが少なくなり、より均一な播種が可能になる。

掻き取り、田面に播種するまでの間、種子シートを植付爪で保持しやすくするためには、掻き取った時のシートを大きくして、爪との接触面積を大きくする方がよい。そこで、田植機の横方向掻き取り最小数18回に一致させて、種子シートに18本の溝を切ることとした。18個のディスクグラインダーの砥石を同軸上で回転させることにより、幅6mm、深さ4mmの列状の溝18本を切る。溝切りで生じたポリウレタン屑は市販の電気掃除機で回収する。溝部分には、ローラポンプで圧送した接着剤(酢酸ビニル系)を注射針の先から噴出し、刷毛で溝全面に広げる。

育苗用振動式播種機の播種板の先に列条に溝切りしたトラフ(種子板)を設け、列方向に対して1cm当たり約3.5粒の種籾を均一に落下させた。これは、1シート当たりで換算すると乾籾換算播種量180g程度に相当する。種籾は予め、種子消毒、十分な浸漬を行っておく。更に接着剤との接着面積を大きくするため鎮圧して、乾

燥棚で乾燥させる。これで1枚毎の種子シートの作製は完了し、一人作業での種子シート当たり所要時間は1分49秒である。

写真-2の作業者後方にある乾燥棚(2.1m³)では45枚が収納可能である。種籾の播種量を3kg/10aとすると、10a当たり16.7枚の種子シートが必要となり、30a水田では50枚が必要である。写真-2の

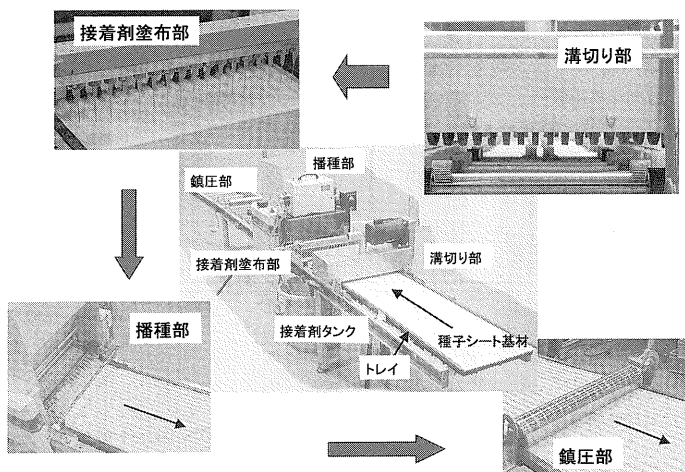


写真-1 種子シート作製装置

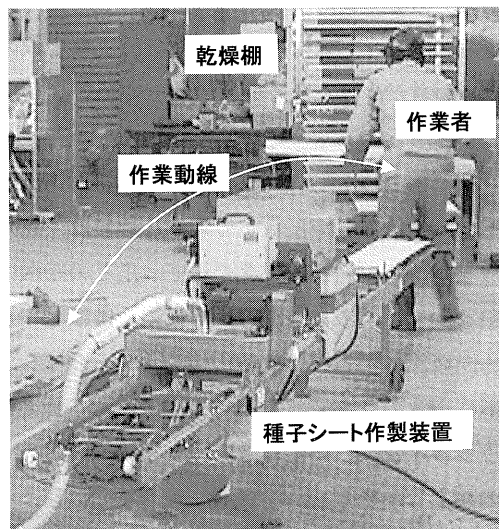


写真-2 種子シート作製風景

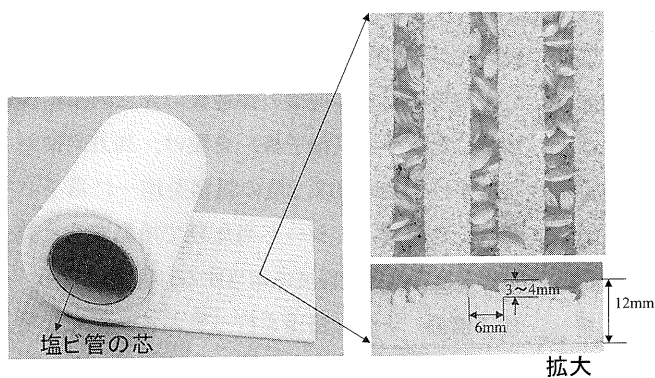


写真-3 ロールに巻いた種子シート

乾燥棚では水田27a分に相当する種子シートが乾燥できる。乾燥は約半日から1日で完了し、乾燥後は、種子シートを接着剤で縦方向に接着して、塩ビ管（外形114mm、内径108mm）を芯にして1本のロールに巻く。写真-3にロール状に巻いた種子シートを示す。ロールにした種子シートは、一旦水中に浸漬した後、一晩程度、育苗用発芽器（32℃）内で鳩胸状態まで催芽して、水田

への播種作業に移る。2枚を1ロールに巻いた場合には、小型発芽器（1.3m³、56箱用）では、32ロール、面積では38aに相当する量が催芽できる。

4. 田植機の変更・改造点

田植機全体での部品の追加・変更等は写真-4に示すように、植付爪の変更、種子シート保持爪並びに植付爪ガイドの追加、植付爪変更に伴うプッシュロッドへのスペーサ追加、種子シートホルダ、シート押さえの追加、播種深度調整のためフロート部へのスペーサの追加、等である。

前述の通り、シート基材である発泡ポリウレタンマットを掻き取りやすく、かつ田面まで保持しやすいように開発した植付爪を写真-5に示す。掻き取り後、田面への播種以前に脱落させず的確に土中播種するためには、種子シートの保持性は重要である。そのため、通常の移植用の植付爪と比べて、側面にも掻き取り・保持機能を持たせた形となっている。

種子シートの保持性をさらに向上

させるため、図-2に示すように種子シート保

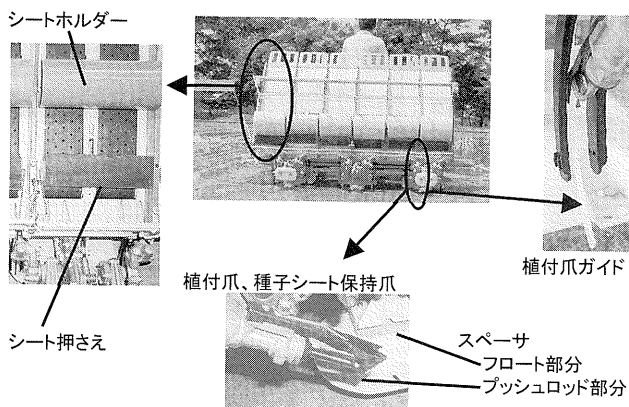


写真-4 田植機変更点

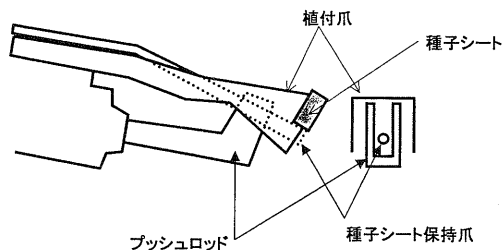


図-2 掻き取り・植え付け部模式図

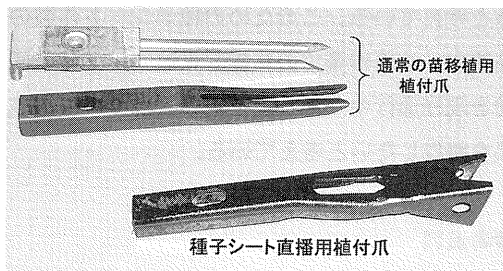


写真-5 種子シート直播用植付爪

持爪を装着して、植付爪とともに種子シートを4つの方向から保持させた。さらに種子シートが爪から離れて前方に飛び出させないために植付爪ガイドを装着する。種子シートの厚みが12mmと、通常のマット苗の厚みより薄く、掻き取り量を確保するため植付爪は若干長くしてある。このため、プッシュロッドヘスペーサを付加して爪からの分離を素早く行わせる。

これらの変更・追加等によりロール状に巻いた種子シートを搭載でき、種子シートを掻き取りながら押し込み土中播種していく湛水直播作業が可能となる。

5. 水田での播種作業並び生育状況

前日から催芽して必ず鳩胸状態となった種子シートを用いる。鳩胸状態に至らないものは出芽が遅れ、鳩胸状態より伸ばしすぎるとポリウレタンマット基材に刺さり欠株の原因になる。

代かきは水田での直播作業の2～3日前に行

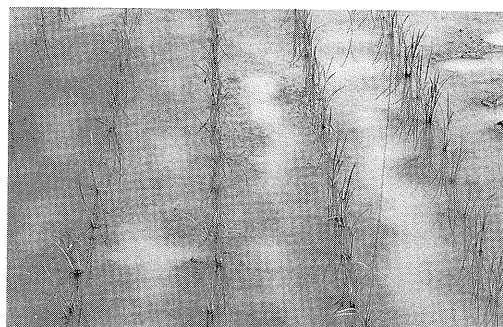


写真-6 点播の苗立ちの様子

い植え付け田面を落ち着かせておく。フロートとの位置関係で植え付け深さが決まるので、通常のマット苗の移植と同様、田面水は1～2cm程度必要である。播種深度は10mmよりはやや浅めの4mmが適当であった。播種の作業速度は0.45m/sとやや遅めの設定がよい。

播種後は落水出芽することで良好な苗立ちが得られ、写真-6に見られるように点播のため移植と同様の苗立ち姿が得られた。

設定播種量3kg/10aでの収量調査結果を表-2に示す。条播専用機との比較では500～550kg/10a程度の収量で差はなく、倒伏も認められなかった。

表-2 苗立ち率並びに収量調査結果(2002, 中央農研圃場)

試験区	播種日	播種量 kg/10a	苗立ち率 %	欠株率 %	穂数 本/m ²	一穂数 粒/本	総粒数 ×100 粒/m ²	登熟歩合 %	千粒重 g	精玄米重 >1.8mm kg/10a
田植機利用	5/16	3.1	53.9	5.6	322	88	29.4	87.8	22.3	555
カルバー条播		4.6	82.4	—	420	68	28.7	87.2	22.5	564
田植機利用	5/22	3.2	71.2	1.4	355	74	26.2	85.7	22.4	501
カルバー条播		4.2	78.4	—	396	64	25.1	88.0	22.5	497

品種：ゆめひたち、平均播種密度：20.0株/m²、平均株間：16.7cm、

設定播種深度：5/16:10mm、5/22:4mm

(参考：2001年 田植機利用524kg/10a、カルバー条播510kg/10a)

(" 2003年 田植機利用472kg/10a)

6. 問題点並びに今後の方向

以上のように、農家所有の田植機を種子シートを搭載して、植付爪等を変更することにより専用の湛水直播機を購入することなく、水稻湛水直播が可能となった。ただし、本方式にも何

点かの問題点がある。

1 つは、種子シートの作製に当たり、新規に種子シート作製装置を導入する必要がある。これは、共同利用することで対応し、個別農家の負担を小さくする必要がある。また、ポリウレタンマットのシート基材、接着剤等は新たな消耗品として購入する必要がある。ただし、単純に資材費のみの比較では、移植苗を購入する場合の1/2~1/3の価格に抑えることができる。

2 つ目は基材としてのポリウレタンマットが木材程度の分解性を有するとされるが、生分解性でないことである。本基材は発芽、発根に問題がなかったが、生分解性を有する他の資材、再生古紙、尿素発泡資材等では発芽が良好ではなかった。発泡程度（穴と素材の空間割合）と化学性等が影響したと考えられるが、現在、本基材と同様の発泡程度の生分解性を有した素材の開発を働きかけているところである。

3 つ目は水田での作業速度を0.45m/s以上に上げられないことである。種籾と基材との接着力の弱さから、これ以上の速度では種籾が掻き取り時の衝撃で基材から脱落して、欠株あるいは表面播種になる。接着力を増すためには、接着剤の乾燥時間を十分とる必要があるが、乾燥時間を長くとりすぎると種籾が乾燥してしまい、発芽が遅れる。また、出芽率を上げるため発芽器内で催芽を行っているが、これもまた、接着力を落とす原因となっており、接着力と発芽性のジレンマに落ちいつている。現在は、このジレンマに対応すべく、接着剤を用いない種籾固定方法を検討中であり、もう一步で高速掻き取り作業に対応できる種子シートを作製できる状況にある。

以上、多少の問題点があるものの、本技術は、既存の田植機で小規模から大規模農家まで適用できる技術であり、水稻直播目標面積5万haへ大きく寄与できると考えている。このため、田植機に搭載可能な種子シートの開発を柱とした田植機直播技術の体系化を確立する必要があり、規模を大きくした実証試験へ移行する段階にあると考えている。このための種子シート作製の高速化、水田作業での高能率化に向けた技術開発を現在進行中であり、またの機会に今後の成果を報告したいと考えている。

参考資料

- 1) 西村洋, 2003, 高精度水稻湛水条播機と播種同時溝切機の開発, 機械化農業3, 14-17
- 2) 田坂幸平, 2003, 代かき同時点播技術の開発, 機械農業3, 18-22
- 3) 中谷治夫, 1981, 田植機利用による水稻の湛水土壌中直播栽培に関する研究, 石川県農業試験場研究報告11, 1-28
- 4) 桑原恵利ら, 2003, 田植機を利用した水稻湛水直播栽培システムの開発と出芽特性, 日本作物学会紀事, 72別2, 30-31
- 5) 袖山栄次, 2001, ライスシートペレット直播技術, 機械化農業3, 12-15
- 6) 近畿中国四国農業研究センター, 2003, 再生紙マルチ水稻直播技術マニュアルhttp://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/2/mulch_man.pdf, 36
- 7) 中央農業総合研究センター, 2004, <http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/renraku/demae2.html>