

不耕起V溝直播 栽培の手引き

(改訂第4版)



農業総合試験場



掲載されている農薬は、一部古い情報が含まれます。
農薬を使用する場合は、最新の登録情報を確認するとともに、必ず、使用する前にラベルを見て、農薬の誤った使用を行わないようにしてください。

— 写真で見る不耕起V溝直播の実際 —

播種前の整地作業



耕起作業



畔塗り作業



冬季代かき作業



代かき同時の塩化カリ散布（汚濁防止）



溝切り機による排水溝の設置



溝切り後の代かきほ場



駆動式鎮圧機



浅耕鎮圧機による整地



レーザーレベラーによる整地ほ場



専用肥料

播種作業



不耕起V溝直播機



播種直後のほ場状況



代かきほ場



浅耕鎮圧ほ場

乾田期の除草作業



水稻出芽前の非選択性接触型除草剤散布



出芽期



乾田期の雑草出芽状況



入水直前の選択性接触型除草剤散布

入水以降（湛水状態）



入水直後のほ場



中干しは不要



出穂期



収穫作業

目 次

はじめに	1
I 水稻不耕起V溝直播栽培の技術開発・普及の経過	3
II 水稻不耕起V溝直播栽培	7
1 ほ場の選定	8
2 品種の選定	9
3 ほ場の準備	11
1) 冬季代かき	11
2) 夏・秋季代かき	15
3) 浅耕鎮圧	16
4) 耕起鎮圧	18
4 肥料の準備	21
5 種子の準備	23
6 播種	25
7 鳥害	33
8 雑草防除	33
9 出芽・苗立ち	38
10 水管理	39
11 不耕起V溝直播導入のメリット・デメリット	42

はじめに

愛知県における直播への取り組みは、農村の労働力不足と規模拡大を背景に昭和40年代の乾田直播、昭和50年代の湛水直播と、過去に2回の普及拡大に向けたうねりがあった。愛知県農業総合試験場（農総試）においても、それぞれ機械作業、品種、栽培、土壌肥料、病害虫及び経営の各分野にわたる広範な試験を行い、技術指針を策定し現場への普及を図ってきた。しかし、いずれも一部の現場を除き広く普及定着することなく今日にいたっている。その原因に関しては乾田直播では気象条件による播種作業の不安定性、湛水直播では出芽・苗立ちや倒伏の不安定性が指摘される。この間、豊田市では篤農家太田明氏の指導により、独自の水管理を機軸としたカルパーなしの湛直が農協直播部会員の間に200haを超えて普及したが、現在、転作の増加に伴う水稻作付面積の減少や倒伏に弱い銘柄米品種の作付の増加とともに大幅に減少している。

農総試では上記の経験を基に、播種作業に天候の影響を受けにくい不耕起乾田直播技術の開発に取り組み、1989年に不耕起V溝直播機（愛知農総試式不耕起播種機）を開発し、以来、栽培の安定化に向けた検討を行ってきた。1993年には、同播種機を使用した栽培技術体系（不耕起V溝直播栽培体系）がほぼ完成したが、完全不耕起を目標に技術開発を行った結果、前作収穫時のクローラ痕等ほ場の凹凸部や、前作残さの集積部などにおける部分的な播種精度の低下が安定技術への大きな障害となり、更に、漏水対策、密生する冬雑草の処理など、解決が容易でない問題も残された。こうしたなかで、本県安城地域の慣行である冬季代かきほ場が注目された。1994年、この冬季代かきほ場へ開発を進めてきた不耕起V溝直播法（愛知式不耕起直播法）を適用した。この冬季代かき田における不耕起V溝直播（冬季代かき直播）は上記の問題点を一気に解決し飛躍的に栽培の安定性を増すとともに、用水の集中する時期の分散に極めて有効であった。以来、肥料の播種溝条施による全量基肥施肥法の開発（1995年）、クリンチャー剤の適用技術（1996年）、播種溝の改良による鳥害回避技術（1997年）、播種機の市販化と接触型除草剤の播種後散布への適用拡大（1998年）、殺菌剤の種子粉衣による播種適期の大幅前進化技術と極早生、早生、中生各々の全量基肥専用肥料の製品化（1999年）、播種量の低減技術（2000年）、冬季代かきに替わる浅耕鎮圧作業機の開発（2001年）等々、年々技術の完成度を高めてきた。冬季代かき直播への農家の関心は高く、導入農家数、ほ場面積ともに年々増加の一途であった。一方、面積の拡大に伴い新たな問題点も次々と浮上してきた。従来、試験研究は、現場の問題を試験場に持ち帰り、数年の研究を経た後その結果を現場に返すというプロセスをとっていた。本技術体系を完成するなかでは、このような流れは踏襲せず、試験研究、普及、農協及び農家が一体となり、およそ試験研究に馴染まない「知恵」と「判断」に農家の経験に基づく「勘」を組み合わせて問題を短期間に解決し技術確立を行ってきたことが、農家からの信頼を高め現状の拡大に結びついたと考える。その結果、冬季代かき田における不耕起V溝直播栽培法は、移植とほぼ同等の安定性、移植と同等以上の収量性、ほぼ完全な鳥害回避対策など完成の域に達したと考えられる。また、本直播法は機械移植栽培に比べ10a当たりの労働時間は約3割、経営費は約1割低減でき、機械の耐用年限の延長や効率的利用等を加味すると更にコスト減が可能であり、生産費の低減や規模拡大に極めて有効な技術である。

本直播は研究開発の当初から、播種機は「愛知式不耕起播種機」、栽培法は「愛知式不耕起直播栽培」の名称で親しまれてきたが、近年、よりの確に技術の内容を表す名称に変更してはとの要望が強いことから、上にも記したように新たに『不耕起V溝直播』と命名し、播種機は『不耕起V溝直播機』、栽培法は『不耕起V溝直播栽培』とした。以下に不耕起V溝直播技術とそれをベースとした応用技術の幾つかについて技術の概要を紹介する。

(2003年3月)

改訂にあたって

この手引きを作成し4年が経過した。この4年間に普及面積は急増し、県内では1,250ha(2007年度作付け予定)を超え、県外にも導入が進みつつある。本改訂版では、前改訂以降に農業総合試験場や営農現場で新たな明らかになった知見を加え、より完成された技術の概要を改訂版して紹介する。

I 不耕起V溝直播栽培の技術開発・普及の経過

1989年、当場で開発し実用段階にあった大豆不耕起播種機の作溝輪と播種機構等を組み合わせ、8条用の不耕起播種機を組み立てるとともに1条の歩行型実験機による基礎試験を並行して実施した。その結果、大豆で得られた知見を取り込んでいることから播種精度は高く、出芽・苗立ちも良好であった。この結果を受け、直ちにトラクター装着型8条用不耕起V溝播種機の実用化に取り組み、翌1990年にこれを使用した水稻の栽培試験を開始した。

1993年には適播種量、適播種期、除草法、施肥法等が明らかになり、不耕起V溝直播栽培体系として一応の完成をみた。しかし、完全不耕起を目標に技術開発を行ったことから、前作収穫時のクローラ痕等ほ場の凹凸部や、前作残さの集積部などにおける部分的な播種精度の低下が安定技術への大きな障害となり、更に、漏水対策、密生する冬雑草の処理など、解決が容易でない多くの問題も残された。こうしたなかで、本県安城地域の慣行である冬季代かきほ場が注目された。すなわち、当地では地域の転作は中核農家が一手に引き受け、受託した転作田を地主に返すときに冬季に代かきをし、ほ場の均平を行う慣習があり、このほ場での本直播の栽培に着目した。

1994年、安城市和泉町通称一本松にある和泉営農組合の冬季代かき田30aほ場へ開発を進めてきた不耕起V溝直播法を適用し、現地ほ場での栽培実証を開始した。営農組合構成員の評価はすこぶる良好で次年に向けて更に面積を拡大する意向であった。同時に、それまで表層施用の分施に頼ってきたことから作業が繁雑で、利用効率も低かった施肥法を改善すべく、被覆尿素肥料の播種溝条施の検討も開始した。このなかで、少量の即効性窒素であっても種子の出芽障害が生ずること、溶出期間が70日タイプより短い被覆尿素肥料では出芽障害が生ずること、70日タイプであっても10a当たり5kg以上の施用で条件により出芽障害が生ずること等が明らかになった。この知見をもとに、濃度障害による出芽率低下を回避でき、かつ水稻の生育段階に応じて溶出する全量基肥肥料の配合比を明らかにし、同年中に実用化への目途を得た。

1995年には安城市農協直播部会員を中心に現地ほ場が3.5haに拡大するなかで直播全量基肥用被覆尿素肥料を自己ブレンドで試作し使用した。同年は4月下旬から5月上旬の播種適期期間中降雨日が多く雨間をぬっての播種作業となったが、冬季代かきほ場の硬い田面が幸いして予定した播種を期間内に完了できた。しかし、播種後数回の強い降雨で播種溝に土壤の微細粒子が流れ込み、播種溝がほとんど埋まる状況となった。加えて、雨間の強い日差しで田面に厚いクラストが形成され、全ての現地ほ場で出芽が非常に懸念された。しかし、降雨後ほ場の乾燥が始まると播種条に沿ったひび割れが入り、出芽まで期間は大幅に延長したものの必要な苗立ちはほぼ確保できた。試験研究では、入水直前に使用する除草剤として農薬登録に向けて試験中であったシハロホップブチル・ベンタゾンの適応性の検討を開始した。一方、現地ほ場における本栽培法は不良天候条件下でも安定度が高いことから農家の評価も高く、次年度以降急激な面積増加が見込まれたため試験用2号機として13条の大型播種機の製作を開始した。これはほとんどの農家が適用を希望する品種がコシヒカリであり、同品種の播種適期幅が15日間程度と短く、これに対応するためであった。

1996年には想定どおり20ha、約80筆の播種希望があり、安城農業改良普及センターと調整の結果、播種機の移動を極力抑えることと巡回指導を容易にするために、直播ほ場の団地化を導入の条件とした。これは全てに新しい栽培法であることから農家の経験や知識がほとんど適用

できず、全ほ場を対象に、ほぼ毎日関係者によるほ場巡回を行い、生育状況を判断し、農家の作業が適期を失することの無いように指導する必要があるためである。この結果、予定面積は14haとなり、かつ各地域とも1ha程度の団地化をすることで調整が完了した。同年はまれにみる乾燥年で、播種作業は順調であったが播種後低温と極端な乾燥が続き、出芽は遅々として進まなかった。対策として走水を行うなどを行ったが、数日でもとの乾燥状態に戻ってしまい途方にくれた年でもあった。しかし、各現地ほ場とも5月下旬には出芽も揃い栽培のスタートを切ることができた。1995・1996年の2か年で多雨、乾燥、低温と出芽に障害となると考えられる気象条件を経験するなかで、本直播の出芽の安定性を確認できた年でもあった。一方、各地でスズメ・ハト、カラスによる鳥害が散見され懸念も残った。こうしたなかで、農薬登録直後で生産量も限られていたシハロホップブチル・ベンタゾンを当地域で優先的に使用するためにメーカーの協力も得られ、専用肥料についても試験用銘柄として供給されることとなった。播種に向けては安城市内の1集団が試験場の指導のもと独自に14条の播種機を製作し稼働を開始し、次年の播種に向けて1農家が同様に播種機を製作した。こうした状況を受け、同年夏には播種機の市販化に向けてY社およびS社と関係者による播種機の改良点等の検討を開始し、播種幅2m・10条、種子および肥料の繰り出しは接地輪方式とすること等を決定した。次年度に向けては面積が更に拡大することが見込まれたため、農家を始め全ての関係者が参加する愛知県不耕起直播推進協議会および地域不耕起直播推進協議会を設け、全員が一丸となって普及拡大を推進する体制が確立した。このなかでは、新たに本直播に取り組む農家についてはほ場は1筆程度に限定し、関係者による技術の徹底指導を行うこと、播種には関係者が必ず立ち会うこと等を申し合わせた。

1997年には市販1号機が完成し、試験場所有の2台および農家所有の播種機と併せて5台が稼働し、45ha・約180筆の播種を完了した。また、刈谷市、碧南市、岡崎市、豊田市、名古屋市南陽町等、安城市以外でも農家の要望により播種が行われた。各地の播種が完了した直後、数軒の農家から播種した種子がカラス、ハト、スズメの食害を受け壊滅的な状況になっているとの報告があり、様々な対応策を講じたものの約180筆中6筆が栽培継続不能と判断され、再播種や移植への切り替えを行った。この対応策を検討した結果、壊滅的な被害を受けたほ場は、粒状の肥料がほ場全面に散乱していることからカラスの溝さらえ的な加害が明らかになった。試行錯誤の結果、V型播種溝の開口部をそれまでの3cmから2cmへと狭くする形状変更を行い、播種ホースの追随性の悪化はホース開口部の形状を針金や金具で縦長の楕円形に変更することで解決し対応策とした。この改良で翌年播種された260筆を始め、以降の鳥害は皆無となった。また、明治用水土地改良区から冬季代かきのための冬季導水の了解をいただいたのも同年であった。

1998年、市販された播種機は改良型の作溝輪を装備するが、既に使用されている播種機について新型作溝輪への交換と播種ホースへの金具の取り付けを進め、64haの播種を行った。専用肥料の改良試験も土壌肥料及び栽培関係者が激論を戦わせながら継続し、同年までに満足すべき結果を得たことから市販化に向けた検討を愛知経済連との間で開始した。播種時に使用する接触型除草剤についても本直播の散布適期までの適用拡大をメーカーに強く要望した結果、同年、登録が完了した。また、新たに西尾市、南知多町、弥富町、飛島村、十四山村で栽培が開始された。

1999年、これまで安定的な出芽・苗立ちの確保できる播種期として4月15日を早限としてき

たが、移植コシヒカリの諸作業と競合する時期であり播種早限の前進について強い要望があった。試験を重ねた結果、種子消毒法を改良することで播種期を前進しても安定した苗立ちの確保が可能となり、同年から肥料の溶出を加味して2月中旬を播種早限とした。ここにたって、本播種では鳥害回避を含めて出芽苗立ちに何ら心配することのない水準に到達できた。また、冬季導水が困難な地域で秋代かきが定着し、代かきに替わる浅耕鎮圧法も一部で試行されるようになった。こうした適用範囲を拡大する技術開発の結果、栽培面積は165haと大幅に拡大し、知立市、高浜市、吉良町、東浦町でも栽培が開始された。

2000年、本直播を経営のなかに位置づける農家が増加し、稼働する播種機はほぼ倍増の20台程度になり、275haで栽培が行われた。これは播種機購入に対して1999および2000年の2か年間、助成が行われたことの影響が大きいと思われる。技術的には種々の気象条件のなかで出芽苗立ちの安定性し、播種量が低減した。また、安城市において、従来から関係者との調整を進めてきた、ほ場整備が完了した造成初年目のほ場への本直播の導入や、宮田用土地改良区から冬季導水の了解が得られたのは地元の関係諸機関関係者の努力によるところが大きい。

2001年には前年の阿久比町に続き新たに豊川市、豊橋市、幸田町、大府市、豊明市、長久手町、犬山市、立田村で栽培が開始され、栽培面積も毎年増加し385haに達した。一方、秋冬季の代かきが困難な地域での導入希望が多いため、これまで既存の機械に頼り若干の不安定性の残っていた浅耕鎮圧法について、専用機械の開発に着手し、同年中に試作機が完成した。また、名古屋市南陽町では農協受託部会が行う本直播栽培面積が100haを越え、当初目標した移植との面積配分比率を達成した。本直播技術の先進性と安定性は全国的にも高い評価を得、日本作物学会技術賞第1号の授賞が決定した。

2002年には、これまでの「愛知式不耕起直播」の名称を「不耕起V溝直播」に改め、新たな一步を踏み出した。製造メーカーも10条の播種機のみを供給であったのを改め、新たに8条および12条の播種機を製品化し販売を開始した。同年新たに小牧市、尾西市、大口町、佐屋町、音羽町、御津町、一宮町、額田町で栽培が開始され、面積は485haになり、数年来毎年100ha程度の増加をコンスタントに続けている。また、前年に試作機が完成し、その性能も実証された浅耕鎮圧機が製品化され1台が農家に導入された。

以上述べてきたように、本直播技術の開発の過程は農家、農協・経済連等諸団体、市町村、普及課、県行政、試験場および各種メーカーが技術の完成という共通の目的意識のもと、それぞれの枠を外し強力な連携のもと一体となって取り組んだことが、短期間で技術開発を完了できた要因である。開発の過程を振り返ってみると、「もしあの時、あの場所に、あの人がいなかったら」と思える人々が結集したからこそできた技術であり、その内の1人が欠けても完成が大きく遅れたであろうと思うと、当に冷や汗ものである。そうした関係者一人一人にこの場を借りて感謝したい。

追補

2003年以降の普及状況

2003年に愛知県水田農業改革基本方針が策定され、この中で不耕起V溝直播が担い手の技術に位置づけられ、2010年の目標面積を5000haとし普及拡大することとなった。また、この方針をうけ、播種機導入のための補助金が地域農業振興事業のなかで予算化され、普及が加速されることとなった。一方、この技術の基本である冬季代かきが行えない地域では、整地法が確立されていないため、導入が進まなかった。この状況の中、豊橋市の農家により、ロータリの耕うん爪をローラに換えた駆動鎮圧機による新たな整地法が考案された。駆動鎮圧機のローラは自転するため、畦塗りの要領で田面が鎮圧でき、浅耕鎮圧機より高い田面硬度が得られる特徴があり、冬季代かきの代用技術として有効と考えられた。また、平坦地以外の標高の高い設楽町でも実証が開始された。新たに新城市、稲沢市でも栽培が始まり、普及面積は555haまで拡大した。

2004年は、前年に豊橋市の農家が考案した駆動鎮圧機が市販され、あわせて、駆動鎮圧機を自作する農家が増加し、東三河におけるV溝直播は駆動鎮圧による整地が主体となった。また、従来から鎮圧主体の地域であった岡崎市、西尾市では、ほ場均平を確保するため、レーザーレベラーを導入する農家が増加した。一方、新たに尾張旭市、津島市、一色町、田原市でも栽培が開始され、普及面積は801haまで拡大した。

2005年には、県の地域農業振興事業による補助金を利用した播種機が9台導入され、播種機の稼働台数は前年の37台から73台まで大幅に増加し、普及面積は1,070haとなった。

2006年は、当初1,200ha程度の播種が予定されたが、4月の干ばつ低温、5月の多雨により播種条件が整わなかった地域において予定面積の播種が行われず、最終的な播種面積は1,096haと普及面積は前年並みとなったが、新たに常滑市でも栽培が始まった。

以上、2002年の480haから2006年の1096haと4年間に2倍以上に増加し、導入時期から普及段階に入ったと言える。また、県内のみならず県外の新潟を始めとした米どころにも普及が始まり新たな段階に突入した。

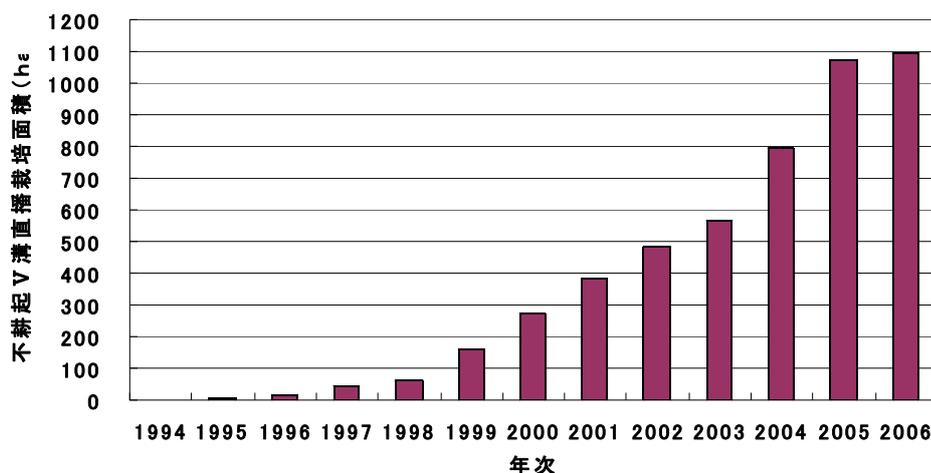


図 不耕起V溝直播栽培面積の推移

II 水稻不耕起V溝直播栽培

1 ほ場の選定

不耕起V溝直播は後に述べる「整地」さえできれば基本的にどこでも行うことができるが、ほ場の選定にあたって次の点に留意する必要がある。

1) 稲の芽が出るまではほ場に水が入らないこと

不耕起V溝直播は「乾田直播」である。稲の芽が出て、本葉が2枚出るまでは「乾田」状態で管理できることが絶対条件である。稲は芽が地上に出れば、冠水には比較的強いが、種が土中にある時には水に非常に弱く、長い時間湛水すると窒息してしまう。したがって、用水と排水が分離され、「本葉が2枚出るまで」は十分な排水ができるほ場でなければならない。



図1 不耕起V溝直播水稻の出芽

種子が土中にある時には水に非常に弱いと言っても、長時間の冠水でなければ、出芽が遅れる場合はあるが、苗

立ち本数が不足することはほとんどない。冠水に対する危険性、換言すれば、冠水抵抗性は稲の発芽ステージによって異なり、種子が活動を始める4月中旬以前は長時間湛水下にあっても種子が死滅することはない。種子が鳩胸状態以降、地上に芽が出るまでは冠水に弱い、この時期でも湛水状態が4日程度以内であれば遅れても芽は出てくる。したがって、目安としては、ほ場面に水たまりが4日以上続けてできない（間欠的にできるのは問題ない）ことが条件として必要である。

2) 周りの移植田との関係に注意する

ほ場を団地化してこの直播に取り組む場合には水に関わる問題は非常に小さい。しかし、移植田の中にポツと1枚だけこの直播を行うと場合によっては冠水害を被ることがある。例えば、コシヒカリの移植栽培では、早い場合は4月上中旬にほ場に水が入られ代かきが始まるが、この移植田に隣接して直播を行う場合、畦畔を越えて、あるいは、畦畔から染みだして水がほ場に浸入し、播種ができなくなったり、播種された種子に悪影響が及ぶ。このような場合でも、後に述べるように排水溝を設置すれば冠水被害を回避・軽減することはできるが、直播ほ場の出芽前に、周囲の移植稲作が始まり、地域全体の水位が上昇するような場合には、団地化する以外に直播の実施は困難である。

3) 輪作体系や前作の品種に注意を払う

転作率が50%近くにまで増加したことから、多くの地域では「水稻-小麦-大豆」の2年3作の輪作体系が適用されるようになり、水稻作は転作跡地で行われる場合が多くなった。このような転作跡地へこの直播を適用する場合、水稻作跡の場合と異なり、特

に均平を入念に行う必要がある。そのため、後に述べる「整地」方法のうち、「代かき」が特に推奨されるため、冬季の利水可否を考慮する必要がある。その他の「整地」方法でも転作跡地の本直播は可能であるが、均平により多労を要することに予め留意する必要がある。

一方、水稲跡において本直播により「連作」を行う場合には、前作の「こぼれもみ」（漏生もみ）の出芽苗立ちによる混種に特に留意しなければならない。前作と同じ品種を作付ける場合には、漏生もみの出芽により成熟がややばらつく懸念はあるが、大きな問題は発生しない。しかし、特に、前作に「コシヒカリ」などの極早生品種が栽培されたほ場に「あさひの夢」、「祭り晴」などの早生や「あいちのかおり」、「大地の風」などの中生品種を直播栽培すると、漏生もみから出芽・生育した極早生品種が作付け品種よりも早く成熟するため、胴割などにより玄米の品質を低下させることがある。漏生もみから発生する個体も「水稲」であるため除草剤で除くことはできない。したがって、極早生品種の収穫ほ場跡への早生・中生品種の適用は行うべきではない。これとは逆に、早生・中生品種の跡に極早生品種を作付けする場合にも漏生もみによる前作品種の出芽・生育はあるが、作付け品種よりも成熟期が遅くなるため、実害はほとんどない。

4) 周りの野菜畑などに注意が必要

この直播では非選択性除草剤のグリホサート剤および水稲以外の雑草を枯らす選択性除草剤のシ

ハロホップ
ブチル剤（い
ずれも一般
名。商品名は
付表）を入水
前に噴霧し
て処理する。
移植栽培の
粒剤散布と

表1 不耕起V溝直播で使用可能な接触型除草剤

一般名	商品名
グリホサート液剤	ラウンドアップ液剤 ラウンドアップハイロード液剤 草枯らし液剤
シハロホップブチル乳剤	クリンチャーEW乳剤
シハロホップブチル・ベンタゾン液剤	クリンチャーバスマE液剤

注. 2006年度除草剤使用基準に基づく

異なり、散布時に薬液のドリフト（飛散）は条件による量の多少はあるが避けられない。そのため、直播水田に隣接して、野菜畑や家庭菜園、果樹園、茶園などがある場合には、除草剤散布時に神経をすり減らすことになる。特にポジティブリスト制の点からも他作物に薬剤がかかることは確実に避けなければならない。したがって、可能な限り、野菜畑等に隣接するほ場は避けるのが望ましい。

2 品種の選定

「直播のイネは転びやすい」という今までの常識を覆したのが不耕起V溝直播である。従来は直播に不向きとされていた「コシヒカリ」や「ハツシモ」など、長稈で倒伏しやすい品種もこの直播では問題なく栽培できる。したがって、基本的にはどんな品種もこの直播では栽培が可能である。

ただし、育苗器の中でイネを出芽させる移植栽培と異なり、直播栽培では「早く播けば早く出芽する」という訳にはいかない。直播栽培では、いくら早く播種しても芽が出るのは4月20日以降で、気温が低い年は5月まで芽が出ないこともある。したがって、移植栽培の「4月田植え」並の生育を直播栽培で実現するのは不可能であり、極早生品

種の成熟期はいくら早播きしても移植栽培よりも1週間から10日程度遅くなる。一方、近年、コシヒカリに作付けが集中し、収穫能力が追いつかず品質低下の一要因となっているが、この直播の導入により収穫期が分散され品質向上につながっている事例も報告されている。

各品種ともに播種適期の早限は4月上旬であるが、播種量をやや増やすことにより2月下旬まで実用的に早限を前進できる。播種適期の晩限は品種により異なり、極早生品

表2 不耕起V溝直播における各品種の生育ステージ

	早中晩性	直播標準稈長 cm	播種期		出芽期		成熟期	
			早限	晩限	早限	晩限	早限	晩限
あきたこまち	極早生	80	2月中旬	5月5日	4月18日	5月10日	8月20日	9月5日
コシヒカリ	極早生	90	2月中旬	5月5日	4月18日	5月15日	8月25日	9月15日
祭り晴	早生	75	2月中旬	5月15日	4月18日	5月25日	9月15日	10月5日
あさひの夢	早生	80	2月中旬	5月20日	4月18日	5月30日	9月15日	10月5日
あいちのかおり	中生	85	2月中旬	5月25日	4月18日	6月10日	9月25日	10月25日
あいちのかおりSBL	中生	85	2月中旬	5月25日	4月18日	6月10日	9月25日	10月25日
大地の風	中生	80	2月中旬	5月25日	4月18日	6月10日	9月25日	10月25日
葵の風	中生	80	2月中旬	5月25日	4月18日	6月10日	9月25日	10月25日
ハツシモ	晩生	95	2月中旬	6月5日	4月18日	6月15日	9月30日	11月10日

種（コシヒカリなど）では5月初旬、早生（祭り晴など）では5月中旬、中生（あいちのかおりSBLなど）では5月下旬である。いずれの品種も早く播くことは全く問題ないが、極早生品種を5月中旬以降に播くと出穂までの期間が不足し十分な生育量と収量が確保できないし、生育期間の長い中生品種を6月初旬以降の極端に遅い時期に播くと登熟期間に降霜に遭遇する危険性が高く、実用的ではない。

移植栽培のイネは2葉期にほ場での生育をスタートするが、直播栽培では種子が吸水を始めるところからほ場で生育するため、生育期間が短い（早く穂が出る）極早生品種は、出芽の遅れや出芽不良など、最初につまずくと穂が出るまでに生育を十分に回復できず収量が低下しやすい。他方、早生、中生品種は十分な生育期間があるため、多少のつまずきがあっても補償作用により生育は回復し十分な収量が得られる。一方では、コシヒカリ一辺倒の時代が過ぎつつあり、他方では米価がますます低下する中でコシヒカリの販売価格での優位性は以前よりかなり小さくなった。収量が変動しやすい「コシヒカリ」を選ぶより、収量が高位安定し価格差もそれほど大きくない「あいちのかおりSBL」を作付けする方が、省力・低コストを狙うこの直播には向いているかもしれない。

MEMO

3 ほ場の準備

この直播は「不耕起乾田直播」ではあるが、播種前にはほ場を「整地」することに大きな特徴がある。不耕起V溝播種機は「何もしない」完全な不耕起ほ場への播種も可能であるが、「完全不耕起ほ場」には、稲わら、麦稈、大豆茎莢など前作の残さや収穫作業による凹凸が表面に残るため精度の高い播種は難しい。また、「完全不耕起ほ場」には雑草が

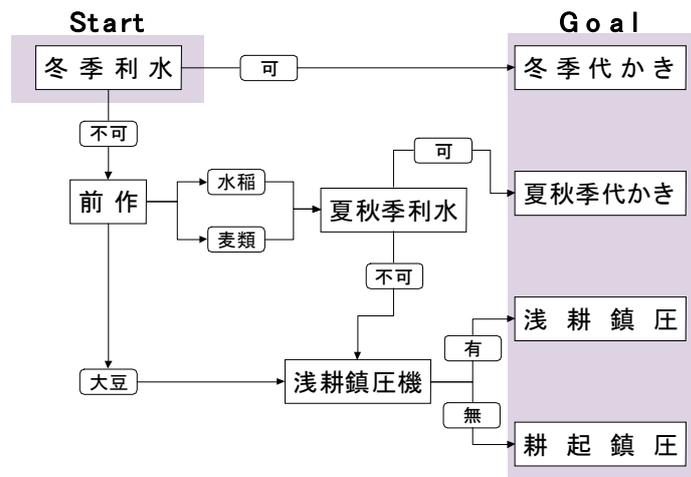


図2 不耕起V溝直播におけるほ場整地法の選択

多く繁り、代かきをしないため漏水が多くなりやすい欠点もある。したがって、「完全不耕起直播」を成功させるためには十分な手を掛ける必要があり、決して実用的とは言えない。

時間に余裕がある冬季に「整地」を行っておいて、春に高能率な「不耕起直播」を能率、精度よく行うという合理的な「不耕起乾田直播」が不耕起V溝直播である。

この直播に適する整地方法には推奨順に、①冬季代かき、②夏・秋季代かき、③浅耕鎮圧、④耕起鎮圧があり、ほ場の条件により適用方法を選択する。一見、合理的に見える「完全不耕起」は「播くまでは楽」でも、「後の苦労」があり、絶対に行うべきではない。



図3 冬季代かき作業

1) 冬季代かき

不耕起V溝直播において最も望ましい整地方法が「冬季代かき」である。冬季代かきの手順と留意点は以下のとおりである。

(1) 土壌改良資材投入

この直播では専用の肥料を使用する。この肥料は窒素単肥でリン酸・カリを含んでいない。したがって、ほ場にこれらが不足している場合には耕起前に土壌改良資材として投

入する必要がある。
カリは後に述べる
代かき後の田面水
の濁り防止剤とし
て合理的に投入で
きるので、耕起前
に施用する必要は
ない。

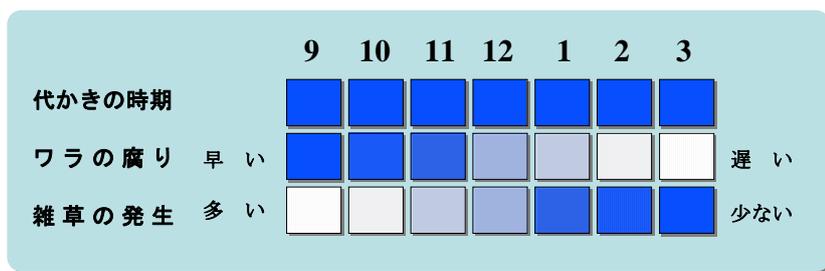


図4 適用可能な代かき時期とワラの腐敗および雑草の発生

(2) 耕起

従来の移植栽培における「耕起」と同様に行う。前作の残さが多い場合には、耕深を深くして、「冬季代かき」時に稲わらや大豆の残さなどが浮き上がらないように十分に鋤込む必要があるが、一般的には耕深は浅い方が能率的な上に、「冬季代かき」も楽にできる。

(3) 畦畔整備

乾田畦塗り機により畦畔を整備する。直播が主流ではない現状では、周囲のほ場で水が使われないときに行う「冬季代かき」は、周囲に対する水の影響に十分注意を払う必要がある。稲作期間ではないので地下水位は低い場合が多く、代かき前には地下浸透が大きいですが、それよりも、畦畔から浸出する「横浸透」が発生しやすく、水が無駄になるばかりか、隣接のほ場に迷惑をかけることになる。また、「乾田直播栽培は用水量が多い」との批判を受けることがあるが、その大きな要因が横浸透にある。したがって、用水の有効利用に加えて、意外に多労な夏場の水管理を楽にするためにも、入水・代かき前の畦畔整備は必須である。

(4) 塩化カリ施用

「冬季代かき」は降水量の少ない時期に行われるため、代かき作業中あるいは作業後に「泥水」が排水溝に流れ出ると環境問題を引き起こすという懸念が一部の地域で指摘されるようになった。もちろん、代かき後に「泥水」を積極的に排水することは論外であるが、畦畔の小さな穴から漏れ出る水を防ぐのは極めて困難である。ところで、話が少々専門的であるが「泥水」は帯電しているため、電解質を投入すると濁りを短時間に解消することができる。そこで、専用肥料に含まれないカリを電解質である塩化カリとして代かき前後に投入すると、施肥と「泥水」防止を合理的に併用できる。塩化カリの施用量は20kg/10aで、代かき直前に施用するのが理想的であるが、入水後の散布が難しければ入水前に散布しても効果は期待できる。



図5 冬季代かき作業

(5) 入水

水尻が完全に閉じられているのを確認して入水する。移植栽培の代かき時よりも地下水位が低くなっているため入水に時間を要する場合がある。入水量が多すぎると代かき後に稲わらなどの残さが浮き上がって吹き寄せられ、代かき後のほ場乾燥に支障となるので、「ヒタヒタ」状態の入水に心がける。

(6) 代かき

水の多い湛水状態でも代かきは可能であるが、「残さの吹き寄せ」は播種作業の支障となるばかりでなく、イネの出芽・苗立ちにも悪影響が大きいいため、適正な水位に調整してから代かき作業を行う。代かきの程度は移植栽培と同程度で、特に入念に行う必要はないが、土壌によっては、代かき後、ほ場が乾燥するにしたがって、トラクタの轍（わだち）部分が陥没し播種精度に影響する場合もある。「代かきーほ場乾燥」の経験がない場合には、はじめは少し丁寧な代かきを行った方が「後が楽」である。

「電解質」の塩化カリを投入すれば、数時間で水の濁りはおさまるが、代かき後の落水は環境汚染を引き起こす可能性があるため絶対に行わない。水尻は閉じたまま自然減水に任せる。したがって、「冬季代かき」が遅くなり「春季代かき」になると、ほ場の乾燥を焦る原因となる。「冬季代かき」は農閑期に行えることが最大の利点である。ほ場乾燥を考慮すると2月中には代かきを終えたい。

(7) 排水溝の設置



図6 冬季代かきほ場における排水溝の設置状況

代かき後、ほ場の減水が進み、あちこちに水たまりが残る状態になったら、中干し用の溝切り機で排水溝を設置する。この排水溝は、ほ場に水がたまらないようにして、いつでも播種作業ができる状態を保つためと、播種後の湛水を防ぎ出芽・苗立ちを安定化するために設置する。

ほ場の周囲及びほ場の長辺方向に10m間隔程度に設置するのが一般的である。中干し用の溝切り機で作る排水溝は播種作業には全く支障とならないので、「乾きにくい」ほ場は間隔を細かくしたり、短辺方向に設置してもよい。いずれにしても「排水溝」であるから、水尻まで連結されていることが必須で、機械でできない箇所「ちょっとした手作業」を決して怠ってはならない。

中干し用溝切り機による排水溝の精度は、作溝時のほ場の乾燥状態（水の引き具合）と土性によって異なる。水が多い状態では、作溝直後に泥が戻ってしまい十分な深さ（10cm程度）の溝ができない。逆に水が少なすぎる状態（乾いてしまった状態）で作溝すると溝の肩が盛り上がって播種時に支障となる。土壌は湛水状態でも締まっていくため、代かき後湛水を保った状態で十分な時間が経過すれば、表面に多少水があっても戻

りが少なくきれいな排水溝を作ることができる。もし、水が完全になくなって、肩ができてやすくなった場合には、ほ場にもう一度少し水を入れるときれいな溝ができる。また、肩ができてしまった場合には、後述する「浅耕鎮圧」に使用するローラとロータリを組み合わせた機械を使うと、きれいに簡単に盛り上がった肩を整地できる。

代かき後、完全にほ場が乾燥して、機械などが全く落ち込まなくなってから、転作用（畑作用）の溝掘り機で排水溝を設置する方法も考えられる。しかし、ロータリディッチャなどの溝掘り機では必要以上に深い溝ができてしまう。中干し用の溝切り機による排水溝は播種の時に忘れて作業することができるが、深い溝は播種作業の支障となり、作業の能率が低下するうえに、溝の側面から漏水しやすい。したがって、基本的には転作用の溝掘り機はこの直播には不向きである。

水は高いところから低いところに流れるので、ほ場間に高低差がある場合には、高いほ場に隣接する部分に排水溝を作る必要がある。逆に、低いほ場に隣接する部分には必ずしも排水溝は必要ない。同様の理由で、農道やのり面に接する部分には排水溝を設置しないと、その部分の出芽が劣ることが多い。また、平坦なほ場が連続する場合でも、隣接するほ場で移植の早期栽培が行われると、直播の出芽前に畦畔を乗り越えて水が入ってきて、出芽が劣ったり、ほ場が軟弱になって除草剤散布などの作業が行えなくなる場合がある。このような越流水や浸透水を除去するには、中干し用の溝切り機による排水溝では排水能力が不足する場合がある。十分な排水が必要な部分に限っては転作用の溝掘り機が有効である。

水は高いところから低いところに流れるので、ほ場間に高低差がある場合には、高いほ場に隣接する部分に排水溝を作る必要がある。逆に、低いほ場に隣接する部分には必ずしも排水溝は必要ない。同様の理由で、農道やのり面に接する部分には排水溝を設置しないと、その部分の出芽が劣ることが多い。また、平坦なほ場が連続する場合でも、隣接するほ場で移植の早期栽培が行われると、直播の出芽前に畦畔を乗り越えて水が入ってきて、出芽が劣ったり、ほ場が軟弱になって除草剤散布などの作業が行えなくなる場合がある。このような越流水や浸透水を除去するには、中干し用の溝切り機による排水溝では排水能力が不足する場合がある。十分な排水が必要な部分に限っては転作用の溝掘り機が有効である。

(8) 播種直前のほ場準備

「冬季代かき」を丁寧にしても、風下側のほ場隅には稲わらや大豆茎莢などの前作残さが吹き寄せられている場合がある。「吹き寄せ」の下は土壌の乾燥が不十分で播種時にトラクタが落ち込み播種がうまくできないことが多い。また、うまく播種できた場合にも、残さにより覆われた部分は地温が上がりにくく出芽が遅れ、さらに、入水後は残さから染み出る有機酸などでせっかく出芽したイネが枯れてしまうこともある。このような「吹き寄せ」は暇な時期にちょっとした手作業で排除しておけば、十分な見返りがある。

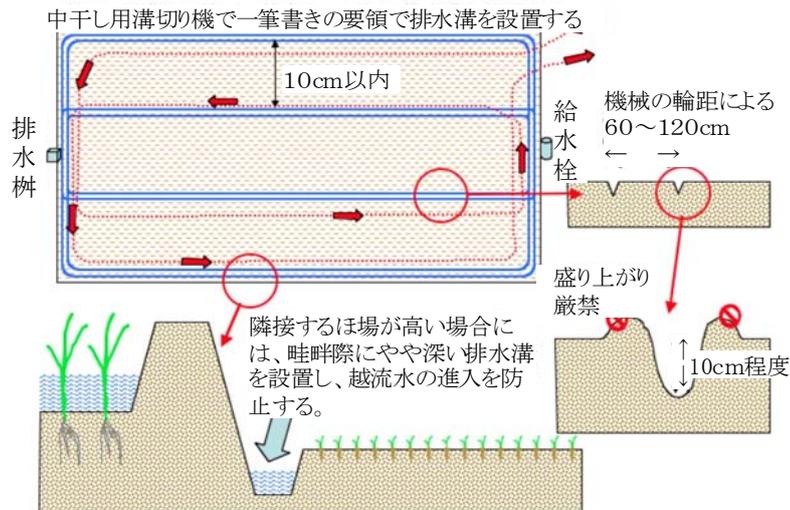


図7 排水溝設置の留意点

2) 夏・秋季代かき

利水のうえで「冬季代かき」はできなくても、コシヒカリ収穫直後の9～10月に利水が可能な地域や、転作地でコムギ跡にダイズを作付けしないほ場であれば、夏・秋季に代かきをして、冬季代かきと同様に、この直播を安定して行うことができる。しかし、当然ながら、夏・秋季にほ場に作物があるほ場には適用できないことから、この方法は転作のブロックローテーションまで考慮して前々作から計画的に輪作体系を組み立てなければ行うことはできない。

「夏・秋季代かき」の作業手順は、基本的には「冬季代かき」と同様であるので、ここでは、この方法に特徴的な事項のみを以下に述べる。

(1) 湛水はなるべく長く続ける

この方法は「冬季代かき」と異なり、代かき後も気温が高く、また、播種までの期間が長いと雑草の発生量・生育量が多くなりやすい。したがって、「夏・秋季代かき」では、代かき後、水尻を閉じて自然減水を待つだけではなく、むしろ水尻を高くして降雨の貯水に努め、減水時が利水可能な期間であれば水を補給して湛水を保ち、雑草の発生を抑制することが合理的である。代かき後、移植栽培用の除草剤を散布すると一定の効果はあるが、水がなくなると除草剤の効果もほとんどなくなり、播種時の雑草量は散布しない場合と大差がなかった。

(2) 播種前の雑草量に驚く必要はない

「冬季代かき」と異なり、播種直前の雑草量は非常に多くなる。スズメノテッポウなどの冬雑草が生い茂るほ場を見ると播種前に非選択性除草剤を散布したくなるが、基本的にその必要はない。地面がまったく見えないほどの雑草に覆われていても、不耕起V溝直播機の作溝輪は容易に播種溝を切り開いて播種することができる。

ただし、このような雑草の多いほ場で播種時期を遅らせると雑草が立ち上がったり、生育量が極めて多くなることから、作溝輪が浮いてしまい、播種精度が劣ることがある。したがって、「夏・秋季代かき」ほ場では播種を早くして、雑草が生い茂る前にイネを播いてしまうのが合理的である。

(3) 畦畔整備をもう一度

代かき前に畦畔整備を行うのは「冬季代かき」と同様であるが、「夏・秋季代かき」では播種前にもう一度、乾田畦塗り機による整備を行いたい。この方法でははじめに畦畔



<http://www.kobashikogyo.com/>



<http://www3.ocn.ne.jp/~koresawa/nouen/kikai.htm>

図8 乾田畦塗り機

が整備されてから放置される期間が極端に長い。したがって、その間にモグラやケラなど小動物により畦畔に穴があげられたり、雨や霜柱による傷みも発生する。夏の管理を容易にするために今一度畦畔整備をしたい。

3) 浅耕鎮圧

どうしても条件が整わずに「代かき」ができない場合、「浅耕鎮圧」によりこの直播を行うことができる。しかし、この直播はもともと「冬季代かき」を前提に開発したものであり、「浅耕鎮圧」の適用にあたっては、水を使わない「代かき」という認識が必要である。すなわち、「冬季代かき」を行ったほ場のように「浅耕鎮圧」により仕上げなければならない。ここでは、「浅耕鎮圧」の手順と注意点を挙げる。

(1) 浅耕鎮圧機

ロータリに鎮圧ローラを組み合わせた「浅耕鎮圧機」を用いると、この作業を簡易に行うことができる。この機械は一般に使用されているロータリに鎮圧ローラを取り付けたもので、構造が非常に簡単であるため、農家自身の手で十分に改造が可能である。耕耘軸（耕耘爪）とローラの距離をできるだけ短くしてあることと、ローラはロータリ全体の重量が支えられるように取り付けられていることが特徴である。ローラと耕耘爪の距離が長いと機体が長くなり枕地などに未耕地が増えること、耕耘でできた凹凸をローラが増幅してしまいやすいことなどの問題がある。ロータリ均平板の中にローラを押し込むと耕耘爪との距離を極小にできる。また、ローラの取り付けを上下に調節できるようにすると、ローラをゲージ輪として利用でき、ポジションコントロールを行わずに（「ベタ下ろし」）作業ができる。耕深は5～8cm程度に調整できることが望ましい。



図9 浅耕鎮圧機による整地作業



図10 浅耕鎮圧機の作業状態

できるだけ短くしてあることと、ローラはロータリ全体の重量が支えられるように取り付けられていることが特徴である。ローラと耕耘爪の距離が長いと機体が長くなり枕地などに未耕地が増えること、耕耘でできた凹凸をローラが増幅してしまいやすいことなどの問題がある。ロータリ均平板の中にローラを押し込むと耕耘爪との距離を極小にできる。また、ローラの取り付けを上下に調節できるようにすると、ローラをゲージ輪として利用でき、ポジションコントロールを行わずに（「ベタ下ろし」）作業ができる。耕深は5～8cm程度に調整できることが望ましい。

(2) 前作残さの拡散

「浅耕鎮圧」は「代かき」と異なり耕深が浅いので、稲わらなどが堆積している箇所は作業精度が極めて劣る。したがって、この直播を行う予定のほ場では前作物の収穫に当たって、例えば水稻の収穫であれば稲わらの拡散装置を使用するなど、残さが集積しないように留意する必要がある。また、「浅耕鎮圧」を行う前に若干の手作業でコンバインの旋回箇所に堆積した稲わらを拡散したり、牧草用のテッダーレーキなどを利用して「一手間」おごると後の作業が格段に精度よくできる。

(3) 浅耕鎮圧作業

「代かき」と異なり「浅耕鎮圧」作業の制限要因は、前作物の有無と労力の有無だけである。水に制約されないので、天候条件が許せばいつでも作業が可能である。また、「浅耕」であるため天候条件による制約も一般耕起に比較すれば小さい。

ただ、「浅耕鎮圧」そのもので「冬季代かき」と同等の条件を設定するのは難しいが、「浅耕鎮圧」に雨や「時間」の力を加えてよりよい条件を設定することができる。すなわち、浅耕鎮圧作業を早く行っておくと、作業後、播種までの降雨と時間の経過により鎮圧以上に表面が固くなり、「冬季代かき」の状態に近づけることができる。また、作業が早いほどスズメノテッポウなどの雑草が発生しやすいが、雑草の根がはびこることによりほ場表面がさらに強固になり地耐力が増す。

「浅耕鎮圧」の作業精度は土性に大きく影響される。通常の耕起でも1回耕で十分な碎土が得られる沖積地帯は「浅耕鎮圧」に最も好適といえる。逆に、強粘質の細粒黄色土に占められる愛知県の洪積地帯では、十分な碎土を得ることが難しく、条件を十分に見極めて作業を行う必要がある。「浅耕」であるので、下層の過湿な土壌を持ち上げることが少なく、耕起ほど好適条件は狭くないが、それでも表面が十分に乾燥したときに作業することがよい結果を生む。P T Oの変速装置を持つトラクタであれば通常の耕起より高速回転で、また、装置を持たない大型トラクタではロータリ側で高回転のギアを選択して作業したい。



<http://www.niplo.co.jp/pro/type/rd/rd.html>

図 11 転作用の溝掘り機

(4) 排水溝の設置

播種前の過湿状態と播種後の冠水被害を回避するために浅耕鎮圧後に排水溝を設置する。「冬季代かき」と異なり、中干し用の溝切り機は利用できないため、転作用の溝掘り機により排水溝を設置する。排水溝は表面排水が可能な10 cm程度の深さで十分であるが、転作用の溝掘り機でこのような浅い溝を掘るのは特にオーガタイプの溝掘り機では難しい。深い溝は「冬季代かき」の項で述べたとおり漏水の原因となる場合があるので浅い作溝に留意したい。ロータリディッチャを用いれば比較的容易に浅い溝を掘ることができる。

溝掘り機による排土は広範囲かつ均一に拡散するようにしないと凹凸を作り播種精度に影響する。また、排土部分はトラクタの車輪により踏みつけるなどして、あらためて

鎮圧をしないと土壌が固結せず、播種精度に悪影響を及ぼす。

排水溝の設置位置は「冬季代かき」の場合と同様であるが、中干し用溝切り機による排水溝よりも溝幅及び深さが大きくなるため、播種作業に影響する場合もある。したがって、転作のコムギ栽培と同様に播種作業の行程を考慮した作溝に留意したい。

(5) 冬季のほ場管理

「浅耕鎮圧」作業が終わったら水尻をしっかりと閉じて、大雨が降った場合に湛水できる条件を整えておく。運良く湛水ができると、土壌が締まり、表面が固結してさらに「冬季代かき」状態に近づけることができる。また、湛水の程度によっては、あらためて「代かき」を行うこともできる。当然ながら、水尻はほ場が乾燥できる期間を残して開き、その後は排水に留意する必要がある。

冬季間に降雨が少なく、土壌の固結が進まない場合は、浅耕鎮圧機のローラを下げてロータリを作用させずに鎮圧作業を行うと表面の固結を進めることができる。この際、トラクタの轍（わだち）がほ場に残る場合には、播種作業の方向と直交する方向に鎮圧作業を行えば轍による播種精度の低下を少なくできる。播種作業と同方向に轍を残すと、轍部分の播種深さが浅くなり、鳥害や出芽不良の原因となりやすい。いずれにしても、轍が残らないように十分に鎮圧を行えば、その心配は不要である。

(6) 畦畔整備

降雨による冬期間の湛水を期待する場合には、畦畔整備を「浅耕鎮圧」作業の直後に行うのが望ましいが、その場合にも播種直前にもう一度、畦畔整備を行うのが入水後の湛水管理を考えると合理的である。

4) 耕起鎮圧

浅耕鎮圧機が準備できない場合は、従来どおり耕起を行った後、ほ場を十分に鎮圧すればやはりこの直播を行うことは可能である。特別な鎮圧装置を使わずに農閑期の作業としてトラクタで何度も耕起跡を踏みつけ鎮圧を行っている農家もあるが、省力栽培としての直播に取り組む前作業としては若干のジレンマを感じずにはいられまい。したがって、この方法により整地するためには、鎮圧ローラやカルチパッカなどの装置が必要になる。以下には、鎮圧装置の使用を前提とした「耕起鎮圧」作業について、特に、「浅耕鎮圧」と異なる部分を述べる。

(1) 耕起作業

この直播はもともと「不耕起」栽培であるから、深く耕起する必要性はほとんどない。「浅耕鎮圧」でも述べたとおり、稲わらなどの前作残さを鋤込むことができれば十分である。耕深が深い場合には、耕起作業の能率が低下するばかりでなく、鎮圧作業の際にトラクタが沈下した轍（わだち）の消去にさらに多くの労力が必要になる。「浅耕鎮圧」と同様の理由で、「耕起鎮圧」も前作物がなくなったらなるべ



図 12 市販ローラによる耕起同時鎮圧

く早く作業を行いたい。

(2) 鎮圧作業

耕起後、鎮圧装置により「足跡が付かない程度」にまで表面を鎮圧する。耕起後に降雨があると鎮圧作業が遅れるので、耕起が終わり、土壌が鎮圧機に付着しない程度に乾燥したらすぐに鎮圧作業が行えるように、セット作業として考えた方がよい。

「浅耕鎮圧」よりもトラクタの轍(わだち)は深く残る場合が多い。クローラトラクタに鎮圧機を取り付け、ほとんど轍を付けずに鎮圧作業を行っている農家もある

が、一般のホイール型トラクタでは「浅耕鎮圧」の項で述べたように播種方向と直交して作業するような工夫が必要である。

洪積地帯の強粘質土壌では1回の耕起では十分な砕土が難しい場合が多い。カルチパッカは砕土能力もあるので、鎮圧ローラで作業するよりも

特に洪積地帯では有利である。いずれにしても砕土が不十分な場合には鎮圧が十分にできず、きれいな整地が難しいので、場合によっては2回耕を行って砕土を十分にする必要がある。逆に、沖積地帯に広がる砂質土壌は砕土がしやすく鎮圧も「よく効く」ため、過剰に鎮圧して固くし過ぎた例もあった。

「浅耕鎮圧」と同様に、早い時期に鎮圧を行っておくと、その後の降雨や時間の経過により固結が進むが、不十分な場合には鎮圧作業を繰り返し行う必要がある。

(3) 排水溝の設置および畦畔整備

「浅耕鎮圧」作業に準じて排水溝の設置と畦畔整備を行う。

(4) 大雨が降ったら「冬季代かき」に変更

とにかく、この直播に最も推奨できるのは「冬季代かき」である。鎮圧作業を終えた後は水尻をしっかりと閉めて、2月下旬までに大雨が降った場合には、湛水ができた場合は「冬季代かき」を行うのが良い。



図13 カルチパッカによる耕起ほ場の鎮圧

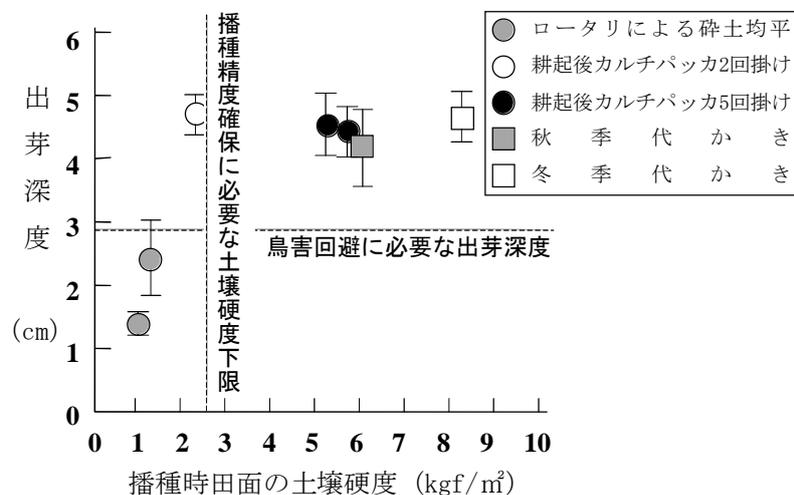


図14 整地の方法が播種時の土壌硬度に及ぼす影響

(5) 駆動式鎮圧機

耕起鎮圧の一手法であるが、平成16年に市販化された「駆動式鎮圧機」を用い、ほ場の準備をする方法である。

この「駆動式鎮圧機」は、一般に使用されているロータリの耕うん軸を鎮圧ローラに付けかえたものであり、高速で順転しながら鎮圧を行う(図15-2)。もともとは、豊橋の農家が開発した機械で、構造は非常に簡単であるため、農家自身の手でも改造・製作が可能である。

この作業機の特徴は、高速作業ができること、鎮圧ローラによりほ場表面が「壁塗り」状態になることである。このため、作業終了後のほ場が他の鎮圧方法に比較して比較的「きれい」であり、作業直後でも播種が可能なほどである。

ただし、乾燥した状態で作業を行うと土壌が十分に固結せず、ほ場の「締まり」が悪くなる(図15-2)。これを避けるためには、ある程度湿った状態で作業を行う必要がある。強制的に駆動するから、多少湿っていてもローラ表面に土が付くことはない。冬場は乾燥しやすいことから、耕起直後に(トラクタがほ場に入れるのであれば)作業をした方がよい。

耕起作業や鎮圧作業上の留意点は、耕起鎮圧に準じる。

いずれにせよ、耕起鎮圧である以上、整地後の均平度や田面硬度は代かきに比べ劣るので、冬季通水や降雨等で水が確保できるのであれば「冬季代かき」を行う方がよい。



図15 駆動式鎮圧機によるほ場準備(2月)



図15-2 土壌の乾湿が異なる場合の均平状況(上:適湿、下:乾燥)

4 肥料の準備

1) 使用肥料

この直播では、種子と肥料を同じ播種溝に施肥播種するため、従来の速効性肥料を用いると濃度障害（肥やけ）を起し発芽不良となる。そのため、1995年から発芽に支障がなく、生育量が確保でき、さらに移植栽培並みの収量、品質を確保しうる専用肥料の開発に着手した。主要品種毎に、栽培時期の地温動向、生育・養分吸収特性を基に考慮し、温度により肥料溶出がコントロールされるリニア型被覆尿素肥料（生育確保用）とシグモイド型被覆尿素肥料（穂肥代替用）の配合比を決定し、1999年から市販されている。

表3 不耕起V溝直播用全量基肥肥料の内容

区分	使用されている窒素肥料の配合比	適応品種
極早生用	LP70 : LP100 : LPS80 = 3 : 2 : 5	コシヒカリ
早生用	LP70 : LP100 : LPSS100 = 1 : 4 : 5	祭り晴・あさひの夢等
中生用	LP140 : LPSS100 = 4 : 6	あいちのかおり、葵の風等

専用肥料は、コシヒカリ用（商品名：早生用乾田直播くん）、祭り晴・あさひの夢用（商品名：標準乾田直播くん）、あいちのかおり・葵の風用（商品名：中生用乾田直播くん）の3タイプがあり、用いる品種毎に用意する。

この直播での適応播種・施肥時期は2月上旬から5月上旬と広いが、品種にあった肥料を選定すれば大きな問題は起こらない。

2) 施肥量

従来の乾田直播栽培の施肥指針は、入水期以降3～4回に分けて速効性肥料を表層施用する方式であり、その施肥量は肥料利用率の低さを反映し、移植栽培に対し20～50%増にする必要があった。しかし、この直播体系では、被覆尿素肥料を播種溝に施用するため、肥料利用率が非常に高く、従来の直播より施肥量を減らす必要がある。

正確な施肥量決定は、移植全量基肥栽培と同様に、

土壌分析値から土壌窒素供給量を把握する必要があるが、現在までの試験事例では、移植分施栽培と同等の施肥量で倒伏することもなく、移植栽培同等以上の収量が確保できているため、分析値がない場合は「移植栽培並」施肥量を上限とする。

以下に示す早見表（表4～6）は乾田直播専用全量基肥肥料（乾田直播くん）の施用窒素量で表示しているため、実際の施肥量は窒素含有率40%で割った数字が用いる肥料の現物量になる。例えば、コシヒカリを例にとると、全窒素0.12%、培養窒素量3mg/100g

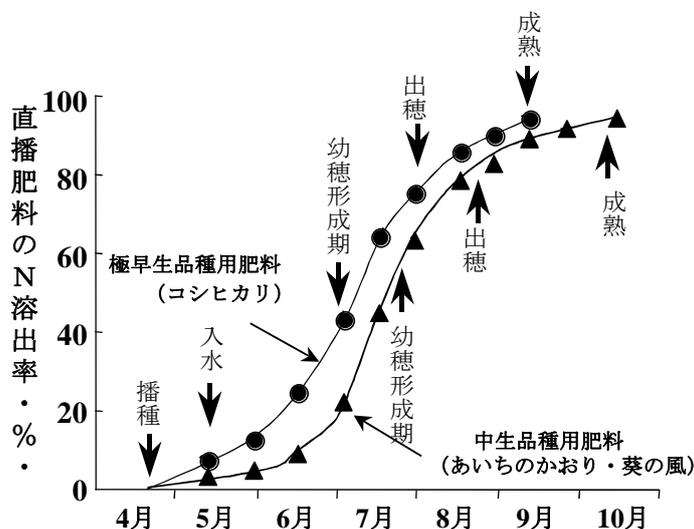


図15 全量基肥肥料からの窒素供給パターン

の土壌の場合、直交する窒素施肥量は 8kgN/10a で、現物施肥量は 20kg/10a (8kgN÷40% =20kg) となる。

表4 施肥早見表 (コシヒカリ)

培養窒素量 mg/100g	土壌の全窒素含量 (%)						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
1.0	10	10	9	9	8	8	7
2.0	9	9	8	8	7	7	6
3.0	8	8	8	7	7	6	6
4.0	8	7	7	6	6	5	5
5.0	7	6	6	5	5	5	5
6.0	6	5	5	5	5	5	5

注. 施肥量の単位: kgN/10a 現物量への換算: ×2.5kg/10a

培養窒素量: 湿土 30°C4 週間静置培養により発現する窒素量

表5 施肥早見表 (祭り晴・あさひの夢)

培養窒素量 mg/100g	土壌の全窒素含量 (%)						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
1.0	12	12	12	11	11	10	9
2.0	12	11	11	10	10	9	9
3.0	11	10	10	9	9	8	8
4.0	10	9	9	8	8	7	7
5.0	9	9	8	7	7	7	7
6.0	9	8	7	7	7	7	7

注. 施肥量の単位: kgN/10a 現物量への換算: ×2.5kg/10a

培養窒素量: 湿土 30°C4 週間静置培養により発現する窒素量

表6 施肥早見表 (あいちのかおり)

培養窒素量 mg/100g	土壌の全窒素含量 (%)						
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
1.0	12	12	11	11	10	9	9
2.0	12	11	10	10	9	8	8
3.0	11	10	9	9	8	8	7
4.0	10	9	8	8	7	7	7
5.0	9	8	7	7	7	7	7
6.0	8	7	7	7	7	7	7

注. 施肥量の単位: kgN/10a 現物量への換算: ×2.5kg/10a

培養窒素量: 湿土 30°C4 週間静置培養により発現する窒素量

3) リン酸・加里成分の補給

専用肥料は、出芽害防止のため窒素成分のみの配合となっている。この直播を導入し、

5～6年経過したほ場もみられるようになってきているが、りん酸、加里欠如による生育不良、収量低下などの問題はみられていない。しかし、水田土壌では、これら成分が富化した土壌は少なく、りん酸・加里無施用の状態が続けば、「もみ」持ち出しによる収奪分が土壌から減少し続けることになり、生産を不安定にする恐れがある。

そこで、以下の基準に基づき、りん酸、加里成分の補給を心がけたい。

- ・土壌診断を実施し、ほ場のりん酸、加里肥沃度を確認する。

有効態りん酸含量:20～40mg/100g、交換性加里含量:20～30mg/100g(加里飽和度5%)が基準となる。りん酸、加里含量が各20mg/100gの場合、10cmの土壌中におよそ20kg/10aの両肥料成分があることを意味する。作土が15cmの場合は、その1.5倍が土壌中に存在することになる。

・もみ収奪分はりん酸:4～6kg/10a、加里:3～4kg/10a程度を目安とし、土壌含量が診断基準下限値+収奪量以上の場合は無施用でよい。「もみ収奪分」の補給は、ようりん、けい酸加里など遅効性成分を主体とする資材で、荒起こし時などに全層施用する。

・家畜ふん尿堆肥類を施用する場合は、堆肥から十分な量が供給されるため、原則としてりん酸及び加里肥料の施用は行わなくてよい。

5 種子の準備

1) 播種量

この直播の播種量は「乾もみ6kg/10a」が基準である。後述の殺菌剤粉衣により早春に播種しても出芽率の低下はほとんどないが、安全を見込んで2～3月播種では播種量を8kg/10aとしたい。逆に、5月以降の播種であれば、5kg/10aまで減少しても大丈夫である。



図16 必要播種量のイメージ

「播種量×播種面積」量に加えて播種機のホップに残る量を見積もって種子を準備する。不耕起V溝直播機の種子繰り出し装置は非常に正確であるが、設定量に対して±5%程度の誤差は回避できない。「あと少しで播き終わるのに・・・」とならないように若干の余裕を持って種子を準備したい。この直播では催芽(芽だし)や酸素補給剤の粉衣は行わないので、余った種子は他に転用できる。

2) 種子の品質

イネの生育に最適な「育苗器」で芽を出させる移植栽培と異なり、直接、ほ場に播かれたイネの種は殺菌剤の助けがあるとは言え、過酷な環境を乗り越えて芽を出さなければならない。したがって、直播にこそ「いい種」を使いたい。

3) 種子消毒

種子消毒は、基本的にはチウラム水和剤(チウラム80又はキヒゲンR-2フロアブル)の種子粉衣だけで良い。チウラム水和剤の場合は種子(乾もみ)重量の0.5%を5～6倍の水に溶かして種子に粉衣する。キヒゲンR-2フロアブルの場合は、種子粉衣機に予め種子を入れ、回転しながら種子重量の2%相当を徐々に加えて塗抹する。処理後は、陰干しして保管する。播種直前に粉衣しても全く問題ないし、粉衣は短時間でできるので、前もって大量に粉衣しておく必要性は小さい。チウラム水和剤は規定量で十分な効果があり、粉衣の量が規定より多くなると逆効果で「薬害」が発生するので注意が必要であ

る。

移植栽培では殺虫剤の田植え同時施用でほとんど被害がなくなったイネミズゾウムシの被害が局所的ではあるものの発生する場合がある。しかし、現在のところ、種子粉衣処理で使用できる殺虫剤がないため、被害が大きい場合には本田防除により対応する。

(4) 浸種・催芽（芽だし）

原則として浸種・催芽の必要はない。4月下旬以降の播種であれば、浸種・催芽によって出芽期がやや早められるが、4月中旬以前の播種では気温が低いいため種子はすぐに動き出すことができず、この時期に浸種・催芽して播種すると逆効果になる。また、浸種・催芽を行った種子は保存ができないため、天候により播種が計画的に行えないと種子を無駄にすることになる。

種子の休眠性は年次および品種によって異なり、酷暑など不良環境で採種された「コシヒカリ」や「祭り晴」は休眠が深い場合が多い。休眠は浸種や高温高湿処理などの「休眠打破」処理で覚醒できるが、方法を誤ると逆に種子の活力を削ぐことになる。したがって、休眠性の強い種子は、例年あるいは他品種よりもやや出芽が遅れることに留意すれば、やはり、浸種は行わない方がよい。

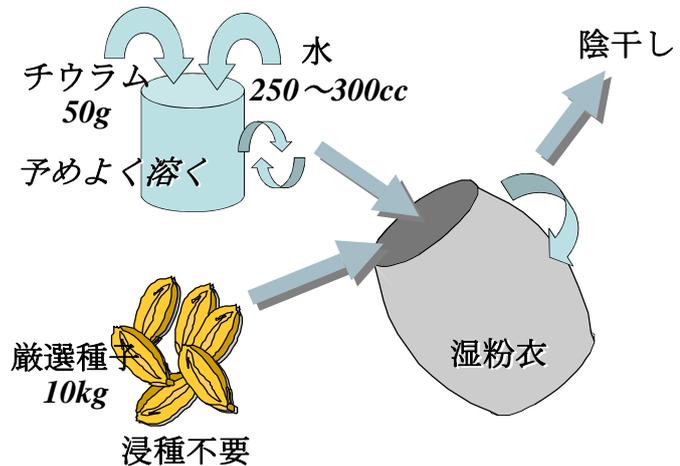


図 17 種子 10kg を想定した種子消毒手順

「直播と言えは酸素発生剤（商品名：カルパー）」と短絡的に考える人がまだまだ多い。酸素発生剤は湛水の土壌の中に播種する場合に不足する酸素を補うもので、もともと十分な酸素がある乾田に播種するこの直播では全く必要ないし効果もない。

MEMO

6 播 種

1) 播種時期

「品種の選定」において述べたとおり、播種適期の早限は品種に関係なく4月上旬であるが、播種量を8kg/10aまで増やせば2月下旬に播いても全く問題なく栽培できる。移植栽培との作業競合回避や天候の安定性を考慮すると3月播種が最も合理的である。

この直播は播種できる期間が極めて長い。また、後述するが、播種のスピードは非常に速く、1日当たり3～6haの播種が可能である。したがって、悪条件で播種を強行する意味は全くなく、必ず適条件を待って播くべきである。そのためにも、播種適期の早限にあまりとらわれずに、播種量を勘案して早くから播種できる態勢を整えておきたい。

2) ほ場条件

播種は全く土壌を起こさない「不耕起」状態で行うため、耕起ができないような湿った条件でもトラクタの走行さえ可能であれば（トラクタが沈下して轍（わだち）ができなければ）いつでも可能である。「冬季代かき」や「浅耕鎮圧」など整地のあとに排水溝が整備されていれば、降雨の1～4日後には播種できる。逆に、著しい乾燥条件の場合には、ほ場が固くなりすぎて作溝輪が十分に土中に入らず播種溝が浅くなる場合がある。このような場合には、ほ場に走水（外国ではフラッシュという）として一旦入水し、直後に落水してほ場を軟らかくすると最適な条件での播種ができる。ただ、せつかく乾いたほ場への入水は「水を入れたら雨が続けて・・・」と降雨が気にかかるものである。前述のとおり、播種適期は極めて長いので、3月上旬から播種ができる態勢をとってれば、フラッシュをするよりも雨を待って播く余裕があり、水の有効利用の面からも合理的である。

3) 播種機の準備

播種作業には不耕起V溝直播機を使用する。不耕起V溝直播機は8条（作業幅：1.6m）、10条（同：2.0m）、12条（同：2.4m）の3機種が市販されている。なお、市



図 18 不耕起V溝直播機による播種作業

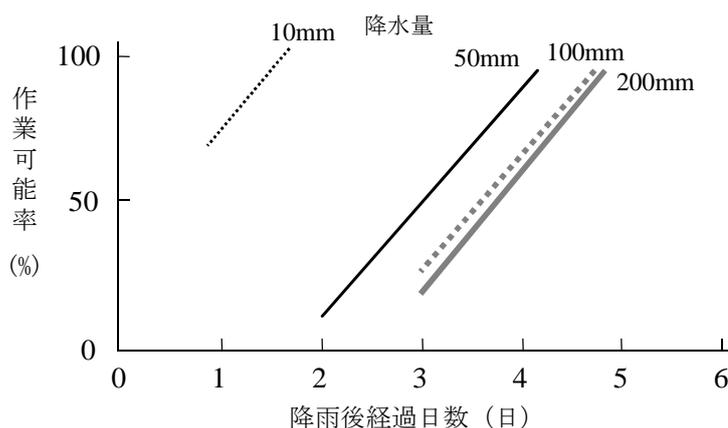


図 19 作業予定前日の降水量と作業可能率の関係

販機には2タイプがあり
接地駆動輪の位置が左側
にある標準機とハーフク
ローラ型トラクタに適
用するため接地輪を作業
機中央に配置したCW型
がある。

(1) 播種機のトラクタへの装着

他の作業機と同様にカ
プラ（自動装着装置）に
より簡単に装着できる。特
に注意が必要なのは機械
の角度で、種子及び肥料
ホップの蓋が水平になる
位置が最適である。この
状態で作業機をコンクリ
ート面など作溝輪が刺さ
らない面に接地させると
、ガイドパイプ（種子・肥
料導管）

の下端が2cm程度浮いて
いる。作業中の振動など
で播種機の角度が変わら
ないようにトップリンクの
ロックナットは十分に固
定する。

(2) 種子ホップ及び繰り出し装置

種子ホップの中に前作
業の種子が残っている場
合には掃除機などを利用
して除去する。播種する
のが前作業と同じ品種
であっても、長期間ホッ
パに入ったままの種子を
使うのは事故のもとで
ある。同じ理由で、作業
を終えたら残種子を取
り出しておくのも基本
である。播種量（繰り出
し量）は繰り出し

しロールの溝幅で調整す
るが、ブラシが減って
いたり傷んでいると正
確な繰り出しができな
くなる。ブラシとロール
の間隙が各条で同じに
なるように注意して調
整する。また、ブラシ
は消耗品なので、摩耗
したり片減りなど変形
している場合は新品と
交換する。播種作業は
能率が極めて高いので
、不備があるまま作業
を始めると、アツとい
う間に「大面積を失敗
」することになる。ま
た、一旦、作業を始め
ると中断して整備する
気にはなかなかない。
だから、特に、播種と
施肥の繰り出し装



図 20 市販播種機（Y社カタログより抜粋）

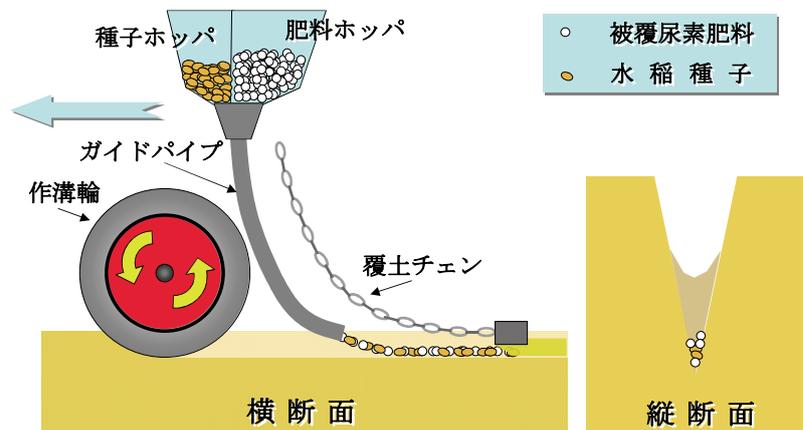


図 21 播種様式の模式図

置の整備は最初が肝心ある。

(3) 肥料ホッパ及び繰り出し装置

この直播では被覆尿素（肥効調節型肥料）だけをブレンドした専用肥料を使う。この肥料は硫安や尿素など従来の肥料と異なり、空気中の水分を吸収してベタベタになることはほとんどなく、繰り出しロールが溶けた肥料で詰まってしまう恐れは小さい。しかし、全量基肥施肥であるため、設定した量がうまく施肥されないと栽培の失敗に直結する恐れが大きい。したがって、「種子ホッパ及び繰り出し装置」と同様に入念に掃除および各部位の調整をしたい。



図 22 肥料および種子繰り出しロール

(4) ガイドパイプ（種子・肥料導管）

不耕起V溝直播機では種子と肥料が通るホース（ガイドパイプ）が播種溝すなわち土壤に接地しているのが大きな特徴である。そのため、ガイドパイプの下端が土との摩擦ですり減っていくことは避けられない。播種溝の開口部とガイドパイプは2点で接地するためこの部分がすり減って切れ込みが入り、詰まりの原因になることがある。ガイドパイプは消耗品であるので、極端にすり減ったパイプは新品と交換する。



図 23 ガイドパイプの取り付け位置

(5) ガイドパイプの支持調整

このガイドパイプは播種溝をレール代わりにして追従するため、種子や肥料が播種溝の外へこぼれることなく精度良く施肥・播種ができる。換言すれば、「レール」に沿うように調整されていないと全て溝の外へ施肥播種してしまうことになる。ガイドパイプは播種機下部の

バーにボルトと金属枠で固定され、下端が作溝輪の直後にくるように調整されているが、ボルトのゆるみや播種時の不意の接触などにより金属枠が最適位置よりずれる場合がある。播種前にガイドパイプ下端が作溝輪の真後ろに来ているかどうか、1本ずつ確認してずれがある場合にはボルトをゆるめて調整し、しっかりと固定する必要がある。また、市販機の導入後、最初に播種作業を行うときには、「新品」であっても、この調整（確認）は行った方がよい。

(6) 播種量の設定

播種量は繰り出しロールの溝幅を調整して行う。条ごとに設定する必要があり、「ちょっと、面倒くさい」が、大げさに言えば「今年の稲作の全てを決定してしまう」重要なポイントであり、正確に行いたい。播種機に搭載されている繰り出し装置は精度が高く、調整さえ正確に行えれば設定播種量との誤差はほとんどなく播種することができる。「種子ホップ及び繰り出し装置の調整」が十分に行われていれば、任意の1条について下記の手順で繰り出しロール幅を設定し、残りの播種条はそのロール幅と等しくなるように目視により調整すればよい。

標準機での設定方法

手順①：任意の種子ホップに種子を入れる。あまり少量だと正確に設定できない。

手順②：播種機を少し上昇させ接地駆動輪（ゴムタイヤ）を僅かに浮かせる。

手順③：接地駆動輪の側面の見やすい位置にテープなどでマークを付ける。

手順④：種子を入れたホップのガイドパイプ下に種子を受けるための容器を置く。

手順⑤：接地駆動輪を2回転くらい回転させる。

手順⑥：繰り出された種子をホップに戻し、もう一度ガイドパイプ下に容器を置く。

手順⑦：接地駆動輪、又は繰出測定ハンドルを正確に8回転させる。

手順⑧：繰り出された種子をキッチン秤など、数グラムを正確に計れる秤で量る。

手順⑨：「計測値 (g) ・ ・ A」を「播種量 (kg/10a) × 2 ・ ・ B」と比較する。

手順⑩：AがBより小さければロール幅を広げ、大きければ狭める。

手順⑪：AとBが等しくなるまで手順④～⑩を繰り返す。

手順⑫：設定した繰り出しロールの幅と同じになるように他の条のロールを調整する。

計測の根拠：

標準機では、接地駆動輪 8 回転（繰出測定ハンドルも 8 回転）で進む距離は 10m、播種の条間は 20cm (0.2m) だから、接地駆動輪 8 回転で播種する面積は $10 \times 0.2 = 2 \text{ m}^2$ となる。たとえば播種量 6kg/10a の場合、これを m^2 あたりに換算すると $6\text{g}/\text{m}^2$ で、数値は 10 a 当たりと同じになる。したがって、 $6\text{g}/\text{m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 12\text{g}$ が接地駆動輪 8 回転当たりの播種量になる。なお、CW型機は繰出測定ハンドル 48 回転（接地駆動輪は 52.4 回転）で進む距離 50m (9.6 回転で 10m) であるので、この値に基づいて設定する。

(7) 施肥量の設定

播種量と同様の手順・方法で繰り出しロール幅を設定し施肥量を調整する。設定にも必ず実際に使用する専用肥料を用いる。肥料は製剤によって流動性が異なるため、たとえば化成肥料などを使って施肥量を設定しても、専用肥料を用いる実際の場合とは繰り出し量が大きく異なる。

(8) 作溝輪の整備

導入直後の「新品」の播種機は、

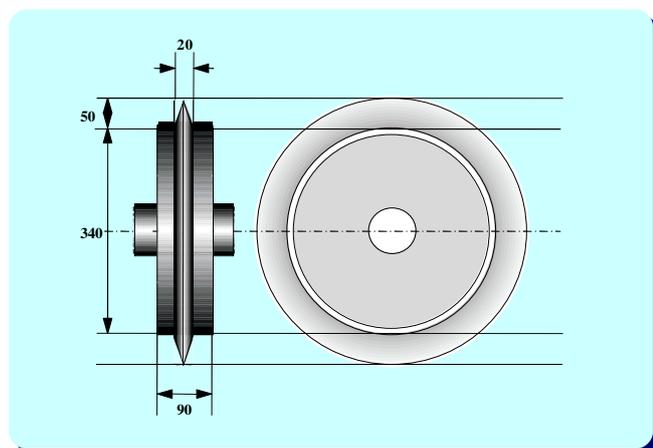


図 24 作溝輪の概要

作溝輪が塗装されている。塗装は使用後まもなく土壌との摩擦で剥げ落ちるが、完全に剥げるまでは土壌と作溝輪の摩擦が異なるため土を蹴り上げ作溝精度が劣る場合がある。また、「新品」でなくても、シーズン最初の播種を行う場合には、作溝輪表面は全面に錆がついているため、やはり、摩擦が通常の場合と異なり作溝精度に影響することがある。したがって、播種作業を始める前に、ほ場の片隅などでトラクタを停止したまま作溝輪を回転しながら土壌と接触させ、塗装や錆を剥ぎ取ると、播種のはじめから精度の高い播種溝を作ることができる。また、作溝輪は使用を重ねるごとに少しずつ摩耗する消耗品である。既に

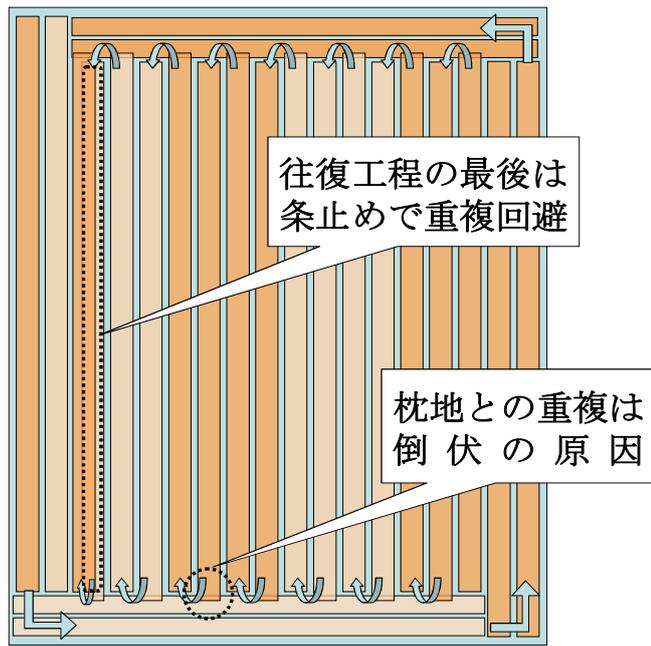


図 25 作業の工程模式図

100ha の面積をこなしても使用可能な機械もあり、どれくらいで交換が必要になるかは土壌の種類と使用時の土壌水分によって異なると考えられる。作溝輪の使用限界はV字型部分の高さ（鏝からの）が 4cm 未満になったときで、この場合には交換が必要である。4cm より低くなくても作溝は可能であるが、溝が浅くなると鳥害の発生が極端に多くなる。

4) 播種作業

(1) 枕地

枕地を 2 行程にするか、3 行程にするかは、「好みの問題」であるが、できる限り正確に枕地を設定して播種に取りかかる必要がある。枕地の設定を「いい加減」に行って重複して播種する部分ができると、この直播は「全量基肥施肥」のため、重複部分には「2 年分」の肥料を施すことになり、倒伏やいもち病の発生を助長する。逆に、播種できない部分があった場合には、イネではなく雑草を栽培することになる。したがって、面倒くさくても作業に慣れるまでは必ず枕地部分を正確に残して播種作業を開始しなければならない。同じ理由で、隣接行程との「条合わせ」も慣れるまでは入念に行う必要がある。また、行程が中途半端になり重複が懸念されるときは、やはり、面倒くさくても、種子・肥料の「条止め」を行って、その後の「面倒」を避ける



図 26 ガイドパイプ接地部

べきである。「条止め」は各条の繰り出しロール軸に取り付けられたピンの抜き差しで行うことができる。

(2) P T O 変速

P T Oの変速ギアがあるトラクタでは、作業機は最低速の変速ギアで駆動する。高速ギアを選択する意味は全くなく、作溝輪を無駄にすり減らすだけである。

(3) 作業速度

前述のとおり不耕起V溝直播機は作業速度が非常に速いのが最大の特徴である。毎秒1.5m(時速5.4km)程度の速度で播種するが、初めて播種する場合はこの速度は非常に早く感じる。しかし、あまり遅い走行ギアを選択すると作溝輪の回転速度が地面に対して速くなり過ぎ、きれいな播種溝ができないことがある。作業速度が速いので、隣接行程との「合わせ」に気を取られて旋回箇所などで事故を起こさないように、なれるまでは注意が必要である。

(4) ガイドパイプの詰まり防止

ガイドパイプを接地して播種する構造のため、播種機を接地したままバックするとパイプに泥が詰まる原因となる。旋回前に停止したときにほんの僅か(1cm程度でも)停止の反力でトラクタが後退すると、特に土壌が柔らかい時は詰まりが発生することがある。枕地の播種の際に畦畔際へ後退する時には、機械が接地していても畦畔にパイプが接触し詰まりが発生することもある。また、機械を接地し始める時も注意が必要である。停止したまま播種機を接地させると、土壌が軟らかい場合は接地した瞬間にパイプが土壌に刺さり泥が侵入することがある。播種機を降下させながら発進するとこのような詰まりは発生しないが、作業に慣れるまでは枕地の重複播種をしないように注意しなければならない。また、パイプに泥が詰まらなくても、機械を接地したまま後退するとパイプが押し上げ



図 27 条止めのためのピン



図 28 過湿状態の播種溝



図 29 不耕起V溝直播機のウエイト

られてたわんでしまい、その部分を種子・肥料が通過できずに詰まる場合がある。さらに、ほ場の表面が光っているような湿潤な条件で播種をすると、パイプの中に水や泥が巻き込まれ詰まりが発生する場合がある。いずれも、頻繁に発生するような障害ではないが、作業能率が極めて高いため、ほんの僅かな時間でも詰まりに気づかないで播種を続けると、大きな面積が空白地帯になってしまう。回転時にパイプから若干こぼれて「地面に落ちる白い肥料」がパイプの詰まっていない証拠である。

(5) 適正な播種溝の状態

理想的な作溝が行われると、作溝輪をそのままコピーしたような幅 2cm 深さ 5cm のV字型溝ができる。極端な過湿条件は別として、土壌が湿っている方が理想に近い作溝ができる。また、土壌が湿っている場合は作業速度の遅速に関係なく作溝精度も安定している。このように従来 of 乾田直播では播種が困難であった湿った土壌で精度の良い播種ができるのはこの直播の大きな特徴である。しかし、土壌が十分に湿っていると作溝輪の鏝（つば）まで「めり込む」ことがあり、このような場合には播種機に搭載されたウェイトを減らして機体の重量を調整するのが望ましい。ウェイトを全て降ろしてもなお鏝が 1cm 以上めり込む状態では作業を延期した方がよい。換言すれば鏝のめり込みが 1cm 未満であれば、重いウェイトをわざわざ外す必要はない。土壌表面が水分で光っているような極端な過湿条件では、仮にトラクタの走行が可能で理想的な作溝ができて、播種溝の壁面に水が染みだして「ベタベタ」な状態になり、播種された種子が壁面に張り付いて溝底まで届かずに鳥害の危険性が非常に大きくなる。一方、土壌が極端に乾いていると、表面の固結が不十分な場合は作溝輪が土壌を蹴り上げ播種溝を埋めてしまったり、固結が十分に進んだほ場では土壌表面が硬すぎて作溝輪が十分に刺さらなかったりすることがある。作溝輪が土壌を蹴り上げるのは作溝輪の回転速度が作業速度に比較して速すぎるためであり、作業速度を速くすることで改善される場合が多い。また、表面が固すぎて作溝輪が刺さらない場合には、ウェイトを増やして作溝輪を速く回転させるとそのエネルギーで深く作溝できる場合がある。しかし、固いほ場で作溝輪を高速回転させることは「研磨」しているようなものでありあまり勧められない。したがって、これら乾燥が著しいいずれの場合も、降雨を待って播くか、利水が可能な地域では前述したフラッシュを行って播くことを薦めたい。

(6) 覆土の状態

この直播では種子が見えない程度の覆土で十分であり、不耕起播種機には大がかりな覆土装置は付いていない。播種溝をレール代わりにして分銅付きのチェンが追従してV字型溝の上縁を削り取って覆土が行われる。土壌水分が高い場合には、チェンが通っても土が削り落とされずに覆土が全くできない場合がある。播種溝底の種子が「丸見え」の状態は気分の良いものではないが、播種位置が深いので鳥害の心配



図 30 入水覆土後の様子

7 鳥害

鳥害の心配がほとんどないのが、この直播の大きな特徴の一つである。「冬季代かき」など播種前の整地作業が的確に行われ十分に固結したほ場で、精度よく3～5cmの深さに種子が播種されていれば実害のある鳥害はまず心配ない。



図 31 播種後には場に飛来するハト

播種が終わると、カラス、ハト、スズメなどが続々と飛来する場合があるが、ほとんどの場合、ほ場表面にこぼれた種子をついばむだけで、溝の中の種子を摂食することはないので、神経質になる必要は全くない。ただし、極端な乾燥条件で播種したために、作溝精度が劣り播種深さが浅い場合や「V字型」の成型が劣る場合には、貪欲なカラスなどは播種溝を掘り始める。それでも、10a 当たり 6kg (20,000 粒以上) の種が見つかり食べ尽くされることはほとんどなく、多くの場合実用的な出芽数が得られる。しかし、隊列を組んで播種溝を掘り起こすカラスを見ていると、精神的にまいってしまい、出芽数が少ないのも気分が良いものではない。とにかく、精度の良い播種溝を作ることが第一である。



図 32 鳥害の様相

8 雑草防除

直播栽培の成否を大きく左右するのが「除草」である。この直播栽培では、移植栽培と異なり、乾田状態での雑草管理が必要なおうえに、本田期間も長くなることから、「除草は簡単」と言うわけには行かない。ただ、「ツボを心得た」管理を行えば、「草を恐れる」必要はない。この直播では、①水稲出芽前の接触型除草剤処理、②乾田期の選択性除草剤処理、③入水直後の湛水土壤処理の3回の雑草防除が基本である。この3回で完全な除草が可能であるし、「ツボを心得て」作業を行えば②の処理は省略できる場合もある。



図 33 出芽前接触型除草剤の散布

1) 非選択性接触型除草剤による既存雑草の防除

「冬季代かき」などの整地作業を行ってから、イネが出芽するまでに生えた草をグリホサート剤により防除する。グリホサート剤は発芽していない種子であれば薬液が直接かかっても薬害の発生がなく、覆土を十分に行わないこの直播の特効薬である。グリホサート剤の他にも非選択性接触型除草剤はいろいろあるが、種子にかかると発芽しない恐れがあるので絶対に使用しない。

散布時期は出芽直前が理想的で、出芽に近ければ近いほどその後の雑草管理が楽になる。なぜなら、グリホサート剤を散布した時点がイネと草のレースのスタートだからである。すなわち、グリホサート剤の散布で地表面の草は全て枯らされる（リセットがかかる）。そのため、イネは出芽直前であれば好スタートを切ることができるが、出芽までの期間が長いとグリホサート剤の散布直後に出芽した草に大きく出遅れてしまう。出芽時期の判断は種を掘り出し見るのが最適であるが、農業総合試験場と各農業改良普及課ではコンピュータを用いて各地域の出芽期を気温の推移から予測しているのでこれを目安にすると良い。ただ、実場面では「遅くフルのが良いことは分かっている、周りの田んぼにイネが植わったらできない」とか

「雨が降ると散布作業ができないので、その間に芽が出てきそうで心配」などの理由でどうしても散布が早く行われがちである。これらの心配は当然であり、仕方ないかもしれないが、「理屈」を十分に理解し、農業改良普及課から出される情報を十分に活用して、「闇雲に早い散布」だけは避けて欲しい。

グリホサート剤の処理濃度は10a当たり500mlで十分である。近年、グリホサート剤が安価になったため、高い効果を期待して高濃度による散布が行われる場合もあるが、この直播の出芽前散布では必要ない。また、同じグリホサート剤でも、農耕地での使用登録がない商品もあるので散布にあたっては注意が必要である。また、散布にあたって薬液の飛散（ドリフト）に十分注意するのは言うまでもない。

2) 選択性除草剤による乾田期の除草

雑草のなかで「最強の敵」はヒエ（ノビエ）であるが、近年開発されたシハロホップブチル剤により、イネにまったく薬害を及ぼすことなく効果的にヒエを退治できるようになった。この剤は使用方法を誤ると効果が期待できないので以下の点に特に留意する必要がある。

$$E = \sum T_n \geq 50$$

$$T_n = t_n - 11.5 \geq 0$$

E: 有効積算気温 (°C) T: 有効気温 (°C) t: 日平均気温 (°C)

図 34 グリホサート適期散布のための出芽期推定

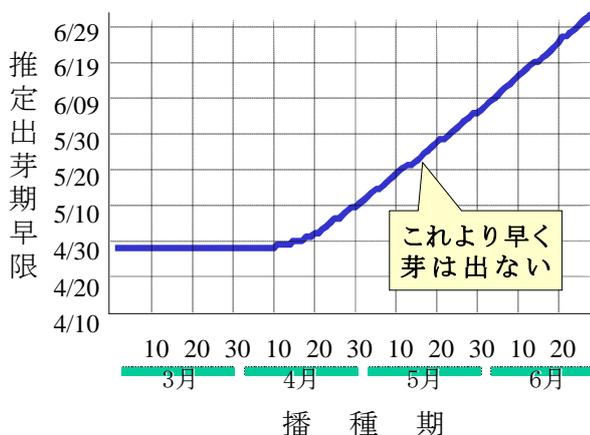


図 35 播種期と出芽早限の関係

(長久手町平年気温によるシミュレーション)

(1) 散布時期

この剤は 5 葉期までのヒエであれば確実に退治できる。ヒエ 5 葉期の目安は「分けつが出る前」である。ヒエの「分けつが出た後」はこの薬剤の効果は非常に劣る。散布時期はヒエの 5 葉期以前であるが、ほ場を観察して 5 葉期のヒエが見つけれるときには 6 葉期以上のヒエがあるとみて間違いない。したがって、4 葉期のヒエを見つけた時点が効果の限界と言える。しかし、グリホサート剤の場合と同様にシハロホップブチル剤は、散布した直後に出芽するヒエには全く効果がないため、散布を急ぎすぎると新たに発生したヒエの葉齢が入水前に進みすぎ、再び本剤を散布しなければならない。したがって、本剤の散布はイネおよびヒエの葉齢から入水期を決定し、その 5 日くらい前に行うのが理想的である。



図 36 シハロホップブチル剤の限界



図 37 シハロホップブチル剤の効果確認

(2) シハロホップブチルにするか、シハロホップブチルベンタゾンにするか

ほ場にヒエなどのイネ科雑草しかない場合にはシハロホップブチル剤が有効であるが、広葉雑草がある場合にはシハロホップブチルベンタゾン剤を散布する必要がある。ただ、広葉雑草の多くは入水すると枯れてしまう畑雑草が多いため、タデやクサネム、イボクサなど、入水後も枯れない強雑草がほ場にない場合には、高価なシハロホップブチルベンタゾン剤を散布するのは得策ではない。また、ヒエに対する効果もシハロホップブチルベンタゾン剤はシハロホップブチル剤に比較してやや小さく（大きなヒエに効かない）、高温条件で散布するとイネにベンタゾンの薬害を生じたり効果の変動する場合もある。また、シハロホップブチル剤は散布にあたって展着剤の混用が必要なのに対し、シハロホップブチルベンタゾン剤は展着剤の混用は



図 38 シハロホップブチル剤の散布

必要なく、誤って混用するとイネに薬害を生ずることがあるので注意が必要である。さらに、シハロホップブチル剤の散布薬量は 10a 当たり 100ml (1 瓶) であるのに対し、シハロホップブチルベンタゾン剤は 1000ml (2 瓶) と製剤の関係で両者の薬量は全く異なるので注意する必要がある。

(3) 散布方法

シハロホップブチル剤、シハロホップブチルベンタゾン剤ともに 10a 当たり 70～100L の水に希釈し乗用管理機などの動力噴霧機でムラなく散布する。ノズルはグリホサート剤とは異なり必ず霧噴口を用いる。本剤をドリフトの少ないホームノズル(泡噴口)で散布すると効果が極端に劣る。同じ理由で、いくら省力的であっても畦畔ノズルによる散布では効果は全く期待できない。

(4) 散布条件

除草剤を散布した後、降雨があった場合には効果が非常に気になるものである。シハロホップブチル剤は散布後、極めて早く雑草に吸収されるため、薬液が乾けば雨が降っても大丈夫である。しかし、シハロホップブチルベンタゾン剤に含まれる広葉雑草を枯らす成分ベンタゾンの効果は散布後晴天が続く条件で大きく、降雨があると水に流れやすいため効果が小さくなる。しかし、ベンタゾンは雑草の根から吸収された場合にも効果が期待できるので、散布後は不時の降雨対策として必ず水尻を止めておきたい。

(5) 効果の確認

シハロホップブチル剤は雑草への吸収は極めて早いですが、効果が目に見えるのはやや遅い。そのため、初めて本剤を使ったときは「本当に効いているのか？」と心配なる。簡易に効果を確認するには散布の 3 日後以降に出葉中のヒエの新葉をつまみ上げてみると良い。効果が現れていれば新葉が簡単に抜け、付け根がやや褐色に変色しているはずである。このような症状が確認されればヒエは数日後には確実に枯れる。一方、シハロホップブチルベンタゾン剤を使用した場合にも、ヒエに対する効果の発現はシハロホップブチル剤の場合と全く同様である。広葉雑草に対する効果は、葉の縁から褐色に枯れていくのが確認されればベンタゾンが効いているはずである。

大切なのは、雑草が枯れるのが目に見えなくても、雑草に前述のような症状が確認されれば「効果を信じて」栽培を先に進める必要がある。すなわち、散布後 5 日を経過したら入水して必ず湛水を行う。

3) 入水後の除草

入水後に散布する湛水処理剤(いわゆる一発剤)の効果は、散布後 5 日間の湛水が確保できるかどうかにかかっている。直播栽培における除草の失敗のほとんどは一発剤の散布後に湛水を維持できなかった場合である。この直播では「冬季代かき」などの整地、播種、出芽と長い乾田期間の後に入水するため、どうしても入水直後の減水は大きくなる。しかし、通常の状態であれば入水 3 日後には減水も少なくなり湛水状態が安定するはずである。入水後 3 日たっても減水が少なくならない場合は畦畔からの漏水が懸念されるので、ほ場を一回りしてモグラ穴などの確認をしなければならない。減水が安定したら水尻をもう一度確認して一発剤を散布する。この直播に登録のある一発剤はいずれも「湛水状態が保たれれば」確実な効果を発揮するはずである。草が生えたと「この除草剤はダメだ」と薬剤のせいにして

9 出芽・苗立ちの判断

1) 出芽期

この直播では、殺菌剤「チウラム」の種子粉衣と精度の高いV字型溝により、安定した早春播種が可能である。しかし、播種された種子は気温（地温）が低い間は動くことができないため、春先に気温が高く推移した場合にも冬季や早春に播種された種子が4月

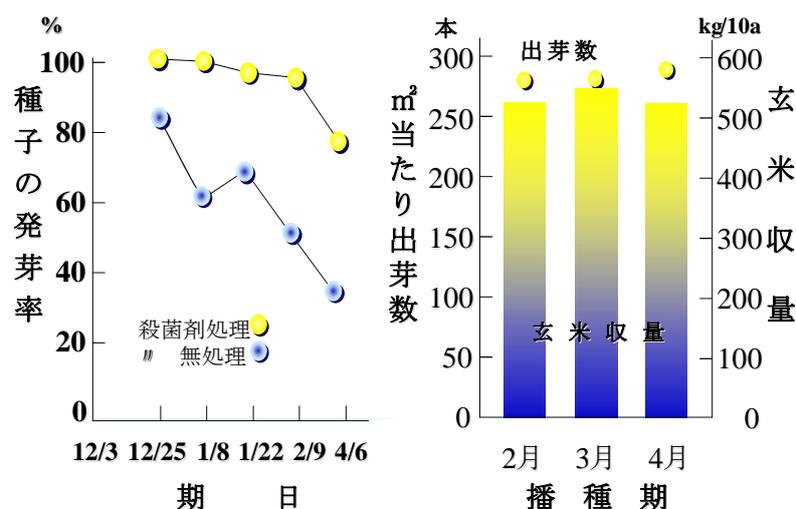


図 39 チウラム粉衣が早春播種の出芽・収量に及ぼす効果

20日以前に芽を出すことはない。4月上旬に「2月に播いたのにまだ芽が出てこない」のは極めてあたりまえでまったく心配する必要はないのである。

播種から出芽までの期間はおおむね有効積算気温によってきまる。有効積算気温とは、たとえば土壌水分条件が適度に推移した場合、日平均気温（日最高気温と日最低気温の平均値）から 11.5℃を引いた値（11.5℃より低い場合は 0）を播種日から毎日積算し、その値がコシヒカリでは 50 になった日が出芽期（50%の芽が出た日）になるというものである。もちろん、雨が少なく土壌が乾いている場合には種子が吸水できずに出芽が遅れることがあり、全てのほ場でこの式が当てはまるといわけにはいかない。しかし、少なくとも有効積算気温から推定した出芽期よりも早く出芽期をむかえることはない。また、土壌水分が影響するのは種子が動き出す 4 月以降であるから、3 月以前の雨の多少は出芽の早晩には影響しない。「除草」の項でも述べたが、有効積算気温による出芽期の推定は農業総合試験場および各農業改良普及課で播種期ごとに 1 km²単位に可能である。ただし、算出されるデータ（出芽期）は最適な水分条件

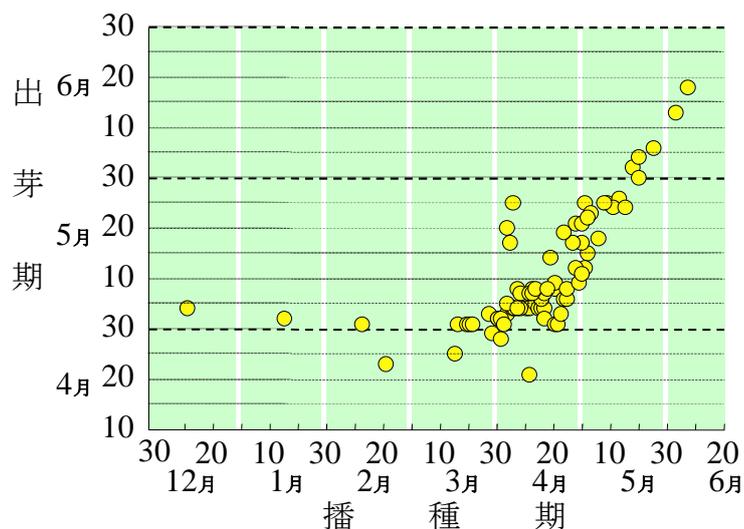


図 40 出芽期の年次変動

での値であり、「これより早く芽が出ることはない」との解釈が必要である。また、推定できるのは 50%の芽が出る出芽期であるので、出芽はじめはそれより 3~5 日程

度早いことも留意する必要がある。

2) 必要出芽本数

安心な出芽数は品種によって異なる。すなわち、出芽してから穂が出るまでの期間が短いコシヒカリでは出芽が少ないと分けつが十分に確保できる前に穂が出てしまうため出芽数が少ないと穂数が減ってしまう。しかし、あいちのかおりSBLなど中生品種では、出芽から出穂まで十分な期間があるため出芽数が少なくても分けつにより挽回が可能である。したがって、理想的にはコシヒカリでは1条1m当たり30本(150本/m²)、その他の品種では1条1m当たり20本(100本/m²)の出芽数が欲しい。整地から播種までの工程に大きなミスがなければこの出芽数は容易に得られる。しかし、播種深さが浅い場合の鳥害、大雨による湿害などで、出芽数が少ない場合、「代かきして植えた方がいいかなあ」と心配になる。もちろん、芽が出ていないほ場からコメを収穫するのは困難であるが、ひどい(と感じる)鳥害や湿害のあった場合にも意外にイネは生えているものである。コシヒカリで理想の半分以下(1条1m当たり12本)

しか出芽がなくても減収はするものの、実用的な収量確保は可能であるし、中生品種では壊滅状態に思えた出芽数(1条1m当たり6本)で多収が得られた例もある。いずれにしても、直播の「播き直し」や「植え直し」はコストや労力を勘案すると非常に不合理な場合が多い。

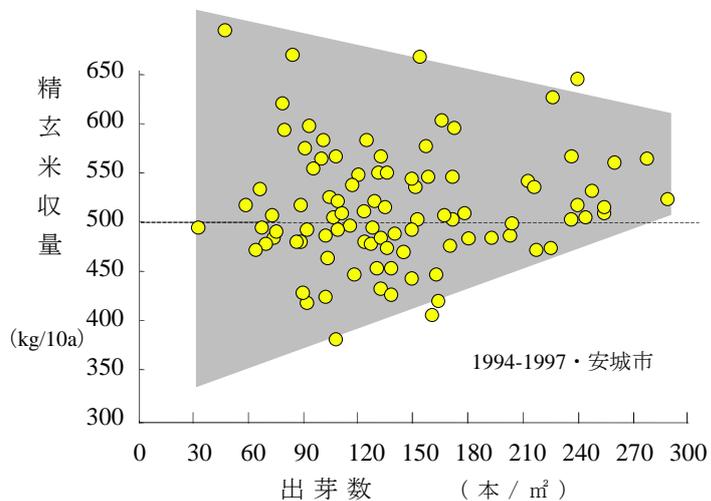


図 41 出芽数が収量に及ぼす影響 (コシヒカリ)

「出芽の心配をしなくて済む」もっとも簡単な方法は播種量の増量である。直播は「生えてなんぼ」であり、生えなければ元も子もない。この直播では土が固いため従来の湛水土壤中直播(カルパー粉衣の直播)に比較すると分けつが出にくく、播種量がやや多めに設定されている。だから、よほど大きな障害がないかぎり出芽数が不足することはないが、播種量を設定量より減量することは若干の心配を覚悟の上すべきである。

10 水管理

1) 入水期の判断

入水を早くすることは雑草管理上極めて有利である。しかし、移植栽培の田植え直後の光景を見慣れていると、初めて入水を行うときには「本当に大丈夫か?」という不安がきまとう。この直播では本葉2葉期に入水するが、稚苗移植栽培の2葉苗と比べると余りに草丈が小さいため、入水を躊躇しがちである。この直播でイネの芽が地上に出るときには既に本葉が展開している。ちなみに、イネの芽は①鞘葉(籾から最初に出てくる白い「芽」)、②不完全葉(光があたると緑色になる。葉身と葉鞘の境目がない)、③第1本葉の順に展開して出てくる。育苗箱では鞘葉の先

端が床土表面を貫き、乳白色の不完全葉が鞘葉を破って出芽するが、この直播では鞘葉や不完全葉はV字溝の中に見えることはあるがほ場表面より上には出てこない。このことがこの直播における本葉 2 葉期の草丈が小さい理由である。しかし、草丈は小さくても 2 葉期に達したイネは十分な活力を持っているので入水し、場合によっては冠水しても大丈夫である。入水を迷うもう一つの大きな理由は「もうこれ以上生えてこないか？」の点である。水稻が出芽途中で土中にある時に入水・湛水すると通常その個体は枯死してしまう。しかし、まだ生えてくるからと欲張って入水が遅れるとその間にヒエが大きくなって入水後の一発剤で除草できなくなる。したがって、必要な出芽数が得られたら、出芽中のイネは見殺しにしても入水し作業工程を進めるべきである。出芽期が低温に推移すると出芽のばらつきが大きくなり、必要な出芽数になかなか達しないこともある。その場合には、ヒエの葉齢に注意を払い、出芽数がやや少なくても入水をした方が栽培が安定する。

2) 湛水深

除草の項で述べたとおり、入水し減水が少なくなり一発剤を散布したらその後 5 日間は絶対にほ場表面を露出してはならない。一発剤の散布後、畦畔からの浸透がないにもかかわらず減水が大きい場合には水尻を再度確認し場合によっては若干の足し水をしてでも湛水状態を維持しなければならない。一発剤の処理後 5 日間を経過したらいわゆる「処理層」が形成され除草剤の効果が安定するので水管理に躍起になる必要はないが、生育に合わせて徐々に湛水深を大きくし深水栽培を行うと雑草管理はさらに容易になる。5 葉期を過ぎれば極端な深水にしてもイネは健全な生育を行う。可能であれば湛水深を 15cm 以上に保つとヒエの発生を確実に抑えられる。また、近年、渴水状況が多く発生して問題となっているが、畦畔、水尻を高くして常に深水湛水を心がけると断水に強い水管理を行える。すなわち、深水管理を行っている場合、断水しても田面が露出するまでの期間が長く通水までの湛水を維持しやすいし、その間に降雨も期待できる。実際にアメリカやオーストラリアの稲作では 25cm 以上の深水栽培が行われており雑草の耕種的防除と節水に大きな効果をあげている。



図 42 不耕起V溝直播における深水無落水管理

3) 中干しと収穫期の落水

この直播のほ場は湛水後も十分に固いため、収穫に備える意味、すなわち、コンバインの走行を楽にする意味での中干しは必要ない。慢性的な湿田で土壤還元の進行が著しく「いつも臭い」ほ場では中干しによる生育改善効果は見られるが、移植栽培に比較すると還元の進行も小さいのでイネの生育が停滞するなどの症状がなければ積極的な中干しは不要である。近年、中干し後に発生するクサネムが防除困

11 不耕起V溝直播導入のメリット・デメリット

1) 省力化

愛知県主要稲作地帯の大規模稲作における稚苗移植栽培は、機械の大型化・高速化や全量基肥施肥、複合抵抗品種などの導入により、もっとも先進的な体系の労働時間は10a当たり10時間程度にまで省力化が進んでいる。他方、不耕起V溝直播は育苗の省略など、直播本来の省力効果に加えて、極めて高い作業能率により、労働時間は10a当たり6時間程度と、移植栽培に比較して4割もの省力化が可能になっている。また、労働時間の短縮効果に加えて、苗のハンドリングなど労働強度の大きい作業の省略は、数字には表れない大きな省力効果と考えられる。

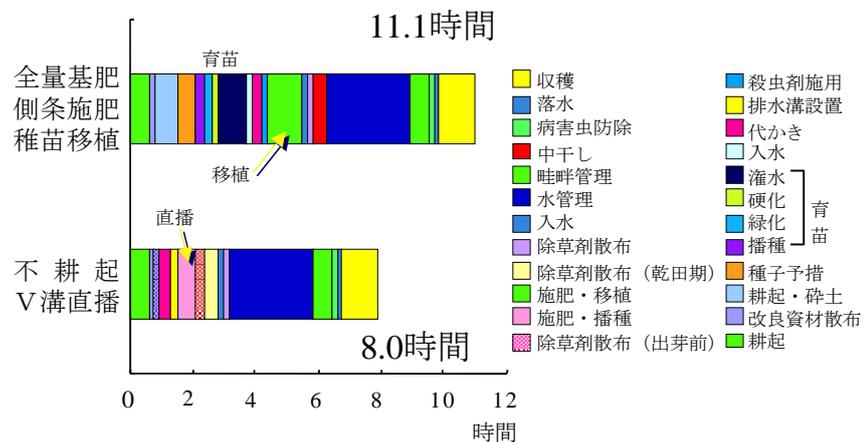


図 43 不耕起V溝直播と慣行稚苗移植栽培の労働時間比較
両栽培ともに1996年時点の最も省力化された体系

2) コスト

しかし、不耕起V溝直播栽培にかかるコストを稚苗移植と比較すると、前者では労働費が大きく低減されるものの、資材費がやや多く必要となることから、後者よりも10%程度低減されるに止まっている。また、「10%」の内訳はその大半が農家のいわゆる「儲け」部分である労働費の低減であることから、実質的な低コスト効果は非常に小さいと考えられる。

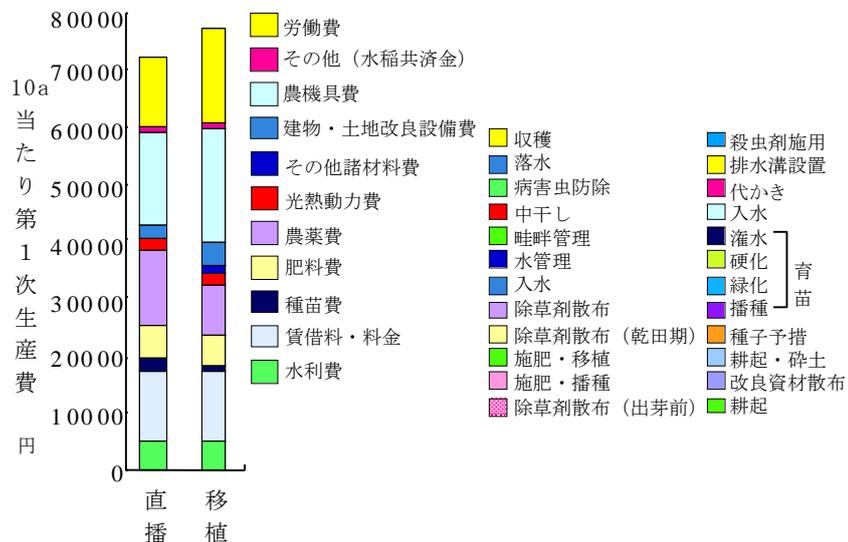


図 44 不耕起V溝直播と慣行稚苗移植栽培の第一次生産費比較
両栽培ともに1996年時点の最も省力化された体系

参 考 文 献

1. 中嶋泰則・関 稔・加藤裕司・濱田千裕 1992. 水稻の不耕起乾田直播栽培に関する研究－出芽率及び初期生育の促進法－. 愛知農総試研報24:11-18.
2. 濱田千裕・中嶋泰則・関稔・井澤敏彦・澤田恭彦・井深武夫1993. 細粒黄色土地帯における水稻の不耕起播種栽培について－1. 愛知農総試式播種機を用いた栽培技術－. 日作東海支部報117:15-19.
3. 濱田千裕・井澤敏彦・林元樹1994. 細粒黄色土地帯における水稻の不耕起播種栽培について－2. 施肥法と施肥効率. 日作東海支部報119:25-26.
4. 濱田千裕 1995. 冬季代かき・不耕起乾田直播栽培. 農業技術大系作物編（農文協）追録17技402:88-99.
5. 濱田千裕 1995. 冬季代かき田を利用した不耕起乾田直播栽培. 農業研究センター編. 関東東海農業の新技术11:27-31.
6. 濱田千裕・釋一郎・林元樹・澤田恭彦1996. 細粒黄色土地帯における水稻の不耕起播種栽培について－3. 冬季代かき作業と全量基肥施肥の組合せによる栽培の安定化?. 日作東海支部報122:31-32.
7. 濱田千裕1996. 直播栽培の実証的研究－冬季代かき田における不耕起乾田直播栽培?. 農業技術51(5):213-218.
8. 濱田千裕 1996. 肥効調節型肥料の播種溝条施による水稻の冬季代かき直播栽培および大区画ほ場における不耕起乾田直播栽培の安定化. 農業研究センター編. 関東東海農業の新技术12:25-32
9. 中嶋泰則 1998. 乾田直播－冬季代かきではほ場の均平と雑草防止・不耕起播種機で倒伏にも強い－ コシヒカリの直播栽培（姫田雅美ら編・農文協）:175-192
10. 愛知県農業総合試験場編 1997. 水稻の冬季代かき直播栽培－誰にでもできる不耕起直播「冬季代かき直播栽培」－. 農業の新技术69:5-24.
11. 釋 一郎 1999. 愛知式水稻不耕起播種栽培法, 農業技術, 54, 457-461.
12. 片岡幸次 1999. 小麦立毛中水稻不耕起乾田直播における効率的な施肥法の実証, 平成
13. 中嶋泰則 1999. 夏・秋代かきによる水稻不耕起乾田直播栽培の適地拡大 農業研究センター編. 関東東海農業の新技术15:21-25.
14. 中嶋泰則 2000. 水稻麦間不耕起乾田直播栽培の省力安定化技術と一毛作における播種期の前進による作業分散. 農業研究センター編. 関東東海農業の新技术 16:21-39
15. 濱田千裕・中嶋泰則・釋一郎 2000. 水稻の不耕起直播栽培技術の開発－水稻麦間不耕起直播による省力二毛作体系の開発－. 日作紀69(別1):102-103.
16. 中嶋泰則・濱田千裕・釋一郎・池田彰弘2000. 水稻不耕起直播栽培技術の開発－秋代かきと播種同条施肥による水稻麦間不耕起直播栽培の省力安定化－. 日作紀69(別1):104-105
17. 中嶋泰則・濱田千裕・釋一郎・池田彰弘2000. 水稻不耕起直播栽培技術の開発－コシヒカリの大幅な播種期の前進－. 日作紀69(別1):106-107.
18. 濱田千裕・中嶋泰則・釋一郎 2000. 不耕起栽培における生産力のレベルとその持続性

- －愛知式水稲不耕起乾田直播栽培における考察－(ミニシンポジウム記事). 日作紀69(別1):242-243.
19. 中嶋泰則 2000. コムギ・イネの連続不耕起直播栽培. 農業技術大系作物編 (農文協) 追録22技212:8-15.
 20. 平成11年度地域技術実証展示事業成績書, 愛知農総試, 普及指導部N0. 290, 11-16.
 21. 大西浩章、片岡幸次2000. 不耕起を核にした省力・低コスト水田作経営－平成12年産麦における小麦不耕起播種栽培の実証試験－, 安城農業改良普及センター資料, 1-3.
 22. 濱田千裕、中嶋泰則、釋 一郎 2000. 水稲の不耕起直播栽培技術の開発－水稲麦間不耕起直播における省力二毛作体系の開発－, 日作紀, 69(別1), 102-103.
 23. 中嶋泰則、濱田千裕、釋 一郎、池田章弘 2000. 水稲の不耕起直播栽培技術の開発－秋代かきと播種同条施肥による水稲麦間不耕起直播の省力安定化－, 日作紀, 69(別1), 104-105.
 24. 濱田千裕・釋一郎・中嶋泰則 2001. 不耕起栽培技術体系の開発と普及 (シンポジウム記事) . 日作紀70(2):286-290.
 25. 中嶋泰則・田中義信・濱田千裕・釋一郎・靱井隆志・松家一夫 2001. 水稲不耕起直播栽培技術の開発－冬季代かき代替技術の実証－. 日作紀70(別2):7-8
 26. 中嶋泰則・濱田千裕・釋 一郎・松家一夫 2001. 水稲不耕起直播栽培技術の開発－稲麦同時不耕起直播栽培技術の開発－. 日作紀70(別2):9-10
 27. 中嶋泰則・濱田千裕・釋 一郎・松家一夫 2001. 水稲不耕起直播栽培技術の開発－レングレ立毛中の水稲不耕起乾田直播技術の開発－. 日作紀70(別2):11-12
 28. 濱田千裕・Graeme D Batten・釋 一郎・井澤敏彦 2001. 水稲不耕起直播栽培技術の開発－不耕起直播水稲の生育に及ぼす環境・施肥・品種の効果－. 日作紀70(別2):3-422
 29. 濱田千裕・Graeme D Batten・釋 一郎・井澤敏彦 2001. 水稲不耕起直播栽培技術の開発－豪州における直播水稲の生育調査－. 日作紀70(別2):1-2
 30. 濱田千裕 2001. 愛知県で定着する不耕起直播栽培. 新農林社刊・機械化農業2001・10