

乾田直播栽培技術 マニュアル Ver. 3.2

— プラウ耕鎮圧体系 —



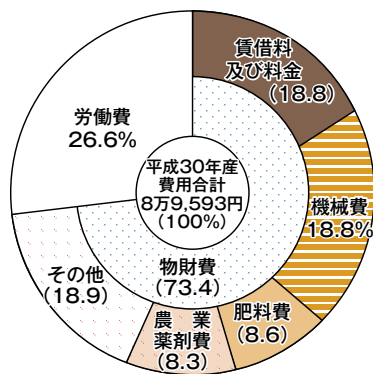
目次

1. 技術の特徴	1
● 米生産費の現状	
● 技術の特徴	
2. 圃場準備	2
3. 圃場の均平化	3
● レーザー均平機	
● 圃場の準備	
● 作業手順	
● 合筆圃場の均平	
● GPS 均平機	
4. グレーンドリルを用いた播種体系のポイント	5
● グレーンドリルの特徴	
● 播種作業の能率	
● 最適な播種条間	
● 播種法のバリエーション	
5. GNSSの利用	8
● GNSS 自動操舵装置	
● 作業手順	
● 作業の精度	
● 効果	
● GNSS ガイダンス	
6. 水管理	11
● 過湿に備えた対策	
● 過乾燥時の対策	
7. 漏水対策	12
● 漏水対策が必要な圃場とは？	
● 漏水対策は圃場のココに注目！	
● 鎮圧による漏水対策の基本	
● 圃場外周の漏水対策	
● 乾田直播が適用可能な土壌条件	
● 漏水田（黒ボク土）の対策	
● 粘性土圃場での実施例	
8. 肥培管理－乾田直播の窒素施肥法－	20
● 乾田直播圃場における土壌窒素供給の特徴	
● 乾田直播圃場の窒素施肥法	
● 乾田直播圃場の地力維持	
● 乾田直播基肥－発施肥体系の実例（岩手県中南部）	
● 乾田直播の特徴を生かした大豆跡水稲、品種適性	
9. 圃場の大区画化に伴う地カムラ対策	22
● 高低差のある圃場の合筆・均平	
● 収量コンバイン・収量マップを利用した基肥可変施肥	
● 収量マップを利用した施肥量の計算	
● 収量マップを利用した基肥可変施肥の効果	
10. 雑草対策	25
● 除草体系	
● 乾田期の雑草防除	
● 水入れ後の雑草防除	
11. 乾田直播の導入効果	31
● 乾田直播導入の経営的メリット	
● (有)盛川農場におけるコスト低減効果	
12. 乾田直播による麦 - 大豆との輪作	32
● プラウ耕・グレーンドリル播種による稲 - 麦 - 大豆の2年3作	
● 作業時間の低減効果	
● コスト低減効果	
13. 栽培暦－岩手県花巻市での導入事例－	34
14. 乾田直播に対する先駆導入農家の評価	35

1 技術の特徴

米生産費の現状

- 米の生産費は、労働費と農機具費が半分を占めています。この労働費・農機具費の削減なくして低コスト化は考えられません。
- 労働費・農機具費を削減するには、高速作業が可能な機械で作業時間を削減するとともに、機械を様々な作目にフル活用する必要があります。
- 60kg当たりの生産コストを下げるために、これら労働費・農機具費の削減と同時に、移植並み以上の収量を得る必要があります。



10a当たり費用合計
8万9,593円

低コスト化のための要件

- ① 作業の**高速化**
- ② 機械の**汎用化**
- ③ **収量**の確保

平成30年度(2018年)米生産費
(組織法人経営)農林水産省

技術の特徴

- 大規模畑作で麦用に使われている播種機「グレーンドリル」や、耕起に「スタブルカルチ(チゼルプラウ)」などを用いる高速作業体系です。
- 「ケンブリッジローラ」などによる鎮圧作業を、播種床造成や播種後に行うことで、安定した苗立ちが得られ、漏水対策になります。
- プラウ耕と鎮圧を行う本乾田直播体系では、移植体系で不可欠な耕盤層が不要で、排水性が改善されるため、麦・大豆などとの輪作に適する「輪作稲作」です。



2 圃場準備



- ・ケンブリッジローラ ・レーザー均平機
- ・縦軸駆動ハロー

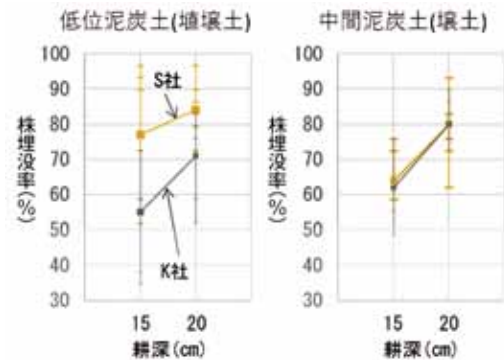
- プラウやスタブルカルチ(チゼルプラウ)による耕起を実施して、播種前に十分に圃場を乾かすことが重要です。
- 前年の刈株は均平や播種作業の妨げになりますが、プラウ耕は刈株を完全反転して土中に埋没させることができます。
- スタブルカルチはプラウのような完全反転はできませんが、土壌の横方向移動がなく、高出カトラクタを組み合わせると8km/h程度の高速作業ができます。



プラウ



スタブルカルチ



スタブルカルチの反転性

- レーザー均平機による均平作業は大区画圃場では必須の作業です。田面高低差が10cm以内になるように仕上げます。クローラトラクタで作業すると、砕土・鎮圧の効果も期待できます。
- 乾田直播は代かきをしないため、一般に畦畔漏水が増加します。そのため、頑丈な畔を作る必要があり、畔塗り作業が必須です。
- 隣接する上側の圃場が移植圃場の場合は、水が浸入してくるため上側圃場との畦畔際に明渠を掘ることが必須です。



均平



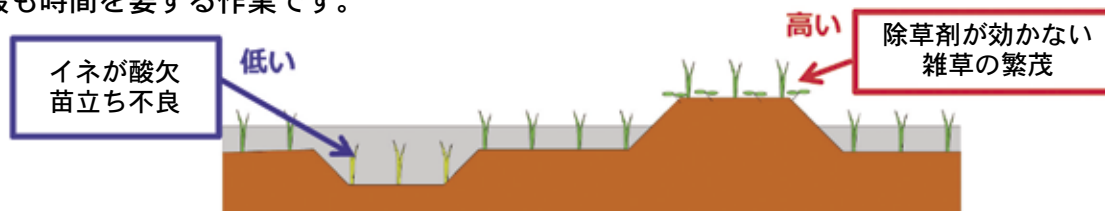
畔塗り



溝掘り

3 圃場の均平化

- 圃場の均平化は、苗立ち、水管理、雑草対策にとって重要です。
- 圃場の低い箇所は水深が深くなり苗立ちが低下し、高すぎると土が露出し除草剤の効果が得られません。
- 高低差は10cm以内にします。圃場の大きさにかかわらず必要な均平度は変わらないので、大規模な圃場ではより精密な作業が必要です。
- 代かきをしない乾田直播ではレーザー均平機により圃場の均平化を行います。乾田直播では最も時間を要する作業です。



レーザー均平機

- レーザー均平機は、排土板に取り付けられた受光器、油圧コントローラおよびレーザー発光器からなります。
- レーザー発光器から照射されたレーザーを基準高とし、受光器が高さを検出し、油圧コントローラを介して排土板の高さを一定に制御します。
- レーザー光の到達距離は半径約300mで、これが作業範囲です。
- レーザー均平機は、けん引式と、3点リンクに取り付ける直装式があります。
- けん引式は前進で作業を行うため圃場の四隅は作業できません。比較的小さなトラクタでも作業可能です。直装式はバック作業が可能であり、高低差の大きい場合に有効です。大型トラクタの利用に適しています。



けん引式レーザー均平機



直装式レーザー均平機

圃場の準備

- 刈株など前作の残渣は均平機の排土板に滞留して、均平作業の妨げになります。刈株がある場合はプラウ耕で土中に埋没させておきます。
- プラウ耕を行うことで溝ができ圃場の高低差は大きくなります。土塊も大きくなるので、ハロー等を用い十分に砕土しておき、圃場が乾いている時に均平作業を行います。
- 作業前に圃場の高低差を把握しておくこと、土をどのように移動するか作業計画が立てられ、能率的に均平作業が行えます。

作業手順

- 発光機を圃場の近くに、風などの影響を受けないようしっかりと設置します。トラクタのキャビンによってレーザー光が遮られない高さに発光機、受光器を調整します。
- 圃場内で仮の基準高さを決め、作業機が運べる土の量を考慮してブレードの高さを調整しながら、高いところの土を切土し、低いところに盛土していきます。大きな高低差がある場合は、手動により高いところから低いところへ運土します。
- 圃場内を走行して、ブレードに土が引っかかりなくなったら徐々にブレード高さを下げていきます。圃場全体のどこを走行してもブレードに土が同じくらいたまらなくなったら均平完了です。
- 後に行う播種の方向に沿って仕上げを行うと播種作業が安定します。

合筆圃場の均平

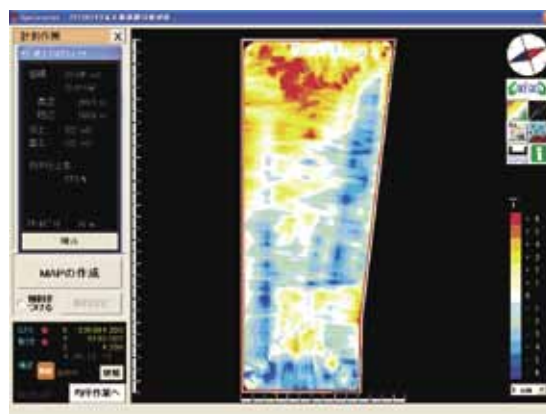
- 複数の圃場を合筆し大区画化することで、機械作業の能率が向上します。
- 合筆する圃場毎に高低差がある場合、そのまま均平作業をすると、作土が偏ってしまい地カムラを生じる恐れがあります。地カムラ、それに伴う生育ムラを軽減するには耕起法、施肥管理の対策が必要です。
- 圃場の高低差が著しく大きく1回で均平が不可能な場合は、徐々に合筆していき複数年かけて1筆にします。

GPS均平機

- 近年開発されたGPS均平機は、均平機の高さ制御にレーザーの代わりに高精度GPSを利用した作業機です。
- レーザーレベラーで問題となっていた、近くで作業している他のレーザー発光器との交錯、圃場毎に発光器を設置する手間を解消できます。
- 高さ制御と同時に、トラクタの位置を測位することができ、専用ソフトウェアを利用することで、圃場の高低差マップ作成、運土量の算出など様々な機能があります。
- 作業手順は、圃場外周を走行し外周計測をしたのち、圃場全体をまんべんなく走行し、圃場の高低差計測を行います。高低差マップにより、圃場内の高低差分布が表示されるので、マップを見ながら均平作業を行います。作業中の現在位置や、作業経過の表示も可能です。

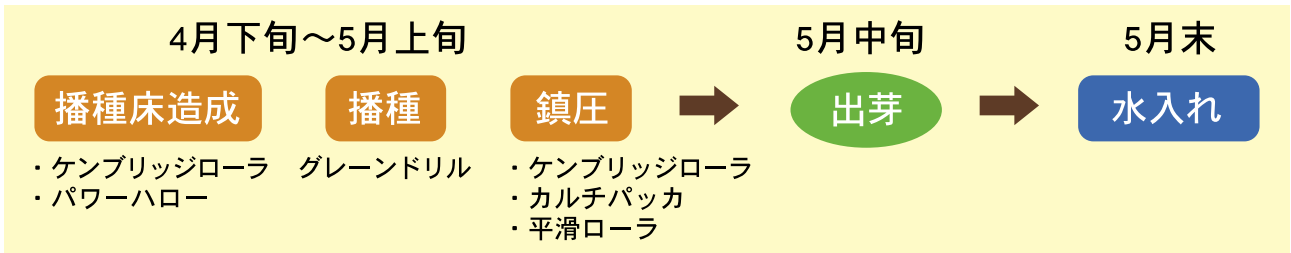


GPS均平機



均平作業用ソフトウェアによる
圃場の高低差マップ

4 グレーンドリルを用いた播種体系のポイント



- 寒冷地における播種適期は4月下旬から5月上旬ですが、トラクタが圃場に入れるようになれば早期に播種することができます。
- 4月の早い時期に播種する場合には、種子に「チウラム」を塗沫します。チウラムは殺菌効果とともに鳥害防止に一定の効果があります。
- チウラム塗沫後に、いもち病や紋枯病防除の有効成分や、イネミズゾウムシやツトムシの殺虫成分を含有する種子処理剤を塗沫することで、本田での防除作業を減らすことが可能です。
- 播種深さは、東北地域北部で15mm、東北地域南部では25mm程度にします。
- 播種床は、硬く造成することがポイントで、深さ25mm程度に播種するには播種床の硬さを、片足のかかるとに全体重をかけて踏み込んだ時の沈下量(足跡深さ)で50mm程度にします。
- 播種床造成は、通常はパワーハローを用います。足跡深さ50mm程度の硬さに仕上げるには、パワーハロー後部の鎮圧ローラの作用強度を大きくして調整します。
- 播種後の鎮圧に用いるケンブリッジローラは、ヘラ状のタイン(クラッカーボード)を装着することで播種床造成にも利用できます。クラッカーボードを土壤に作用させることで、荒起こしされた土壤表面の凹凸を均す機能があり、ケンブリッジローラで鎮圧・砕土して高能率な播種床造成ができます。



- 鎮圧は、土塊を砕き種子と土壤を密着させるとともに、播種深さを安定化させ、苗立ちの向上と漏水(縦浸透)を抑制する効果があります。

鎮圧が苗立ち・縦浸透量に及ぼす効果

鎮 圧		播種量 kg/10a	苗立ち数 本/m ²	苗立ち率 %	縦浸透量 cm/日
播種前	播種後				
有	有	6.9	208	87	0.8
無	有	6.9	204	85	1.0
無	無	6.9	178	74	1.3

注1)圃場は前作大豆の灰色低地土、秋にレーザー均平
 注2)播種床の砕土率72%(2cm以下)、土壤含水比37.6%
 注3)品種は「あきたこまち」、播種日は2007年5月9日
 注4)グレーンドリルは作業幅2.5m(条間15cm、17条)

■ グレーンドリルの特徴



シングルディスク

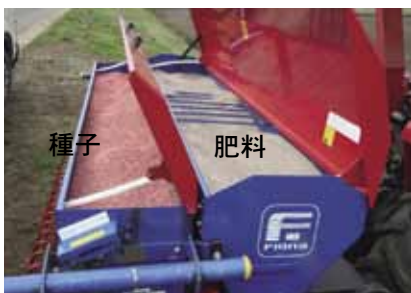


ダブルディスク



シュー型

- グレーンドリルの播種オープナには、シングルディスク、ダブルディスク、シュー型があり、夾雑物が多い圃場ではダブルディスクが適しています。
- グレーンドリルは10km/h程度での高速作業が可能で、種子・肥料の繰り出し精度が高く、繰り出し量の調整も容易です。
- 作業幅2.5mクラスでは50PS程度の中型トラクタで作業可能であり、同時施肥が可能な機種もあります。
- 作業幅3mクラスでは70PS以上のトラクタが必要ですが、種子を200kg程度搭載でき、4～5haを一気に播種できます。



種子 肥料



種子



播種量のキャリブレーション

- 正確な播種を行うために、播種機の説明書に従って播種量のキャリブレーションを行います。受け皿が装備されて簡単にキャリブレーションできる機種もあります。また、接地駆動輪の空気圧のチェックも必要です。
- 播種深さは、播種オープナのバネの強さを変えることである程度調整が可能です。また、播種オープナの土壌への刺さり具合を調整する播種深さ調整板が付いた機種もあります。
- 種子の覆土はレーキで行う機種が多く、説明書に従って作用する角度や強さを調整すると、きれいな覆土が行えます。
- トラクタのタイヤが踏む播種条は踏圧で硬くなるため、必ずタイヤ跡消しの作用深さを調整する必要があります。
- グレーンドリルの播種作業において、枕地はトラクタの旋回で踏圧を受け硬くなるため、枕地を含む外周を先に播きます。



播種深さ調整板



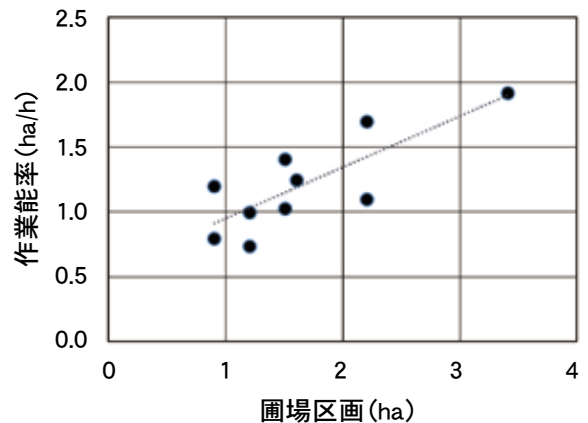
覆土用のレーキ



タイヤ跡消し

■ 播種作業の能率

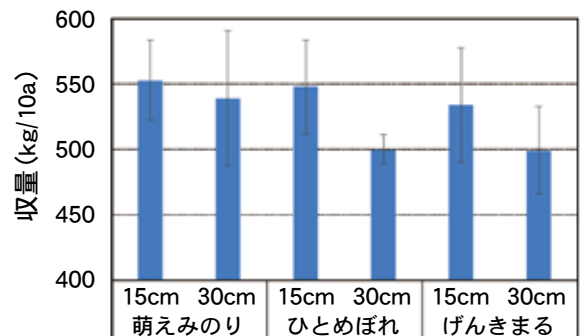
- 右の図は、作業幅 3 m のグレーンドリルで 10 km/h 程度の速度で播種した場合の、圃場区画と作業能率の関係を示しています。
- 圃場の長辺が長いほど、作業能率は高くなり、1 ha 区画 (長辺 100 m) と 3 ha 区画 (長辺 300 m) では、作業能率は 2 倍近くの差になります。
- 作業速度 10 km/h の播種作業の能力を活かすには、長辺 170 m (2 ha 区画) 以上の圃場が望まれます。



播種作業の圃場区画と作業能率の関係
(名取での合筆圃場 2013 ~ 2015)

■ 最適な播種条間

- グレーンドリルの条間は、12 cm か 15 cm のものが多く、種子ホッパのシャッターを 1 条ずつ閉めることで 24 cm あるいは 30 cm の条間で播種できます。その際、条数が偶数の機種は機体のセンターが左右に移動するので注意が必要です。
- 右の図は、同一播種量で条間 15 cm と 30 cm を 4 年間にわたって比較した結果です。地力があまり高くない圃場では、狭い条間の方が高収量が得られています。



播種条間の違いによる収量
(東松島 2012 ~ 2015)

■ 播種法のバリエーション

- パワーハローとグレーンドリルを合体させたコンビネーション播種は、油圧揚力の大きい高出力トラクタを必要とし、圃場の枕地スペースも広がりますが、播種深さの安定、碎土率の向上など苗立ちに好影響します。
- 大豆などで利用されている真空播種機を利用する方法もあります。播種板を交換することで様々な種子に利用でき、播種間隔や播種深さが高度に安定するため、高い苗立ち率が得られます。一方で、機体の重量が重くなるので良く乾いた圃場を準備する必要があります。



コンビネーション播種



条間 25 cm の真空播種機 (参考)

5 GNSSの利用

- 圃場区画が大きくなり作業面積が増えると、高速・高精度で作業を行うオペレータの負担が大きくなります。
- 米国のGPS衛星を含む各国の測位衛星からの信号により高精度に位置を計測するシステムであるGNSSの利用により、高精度な作業を省力的に行うことが可能になります。

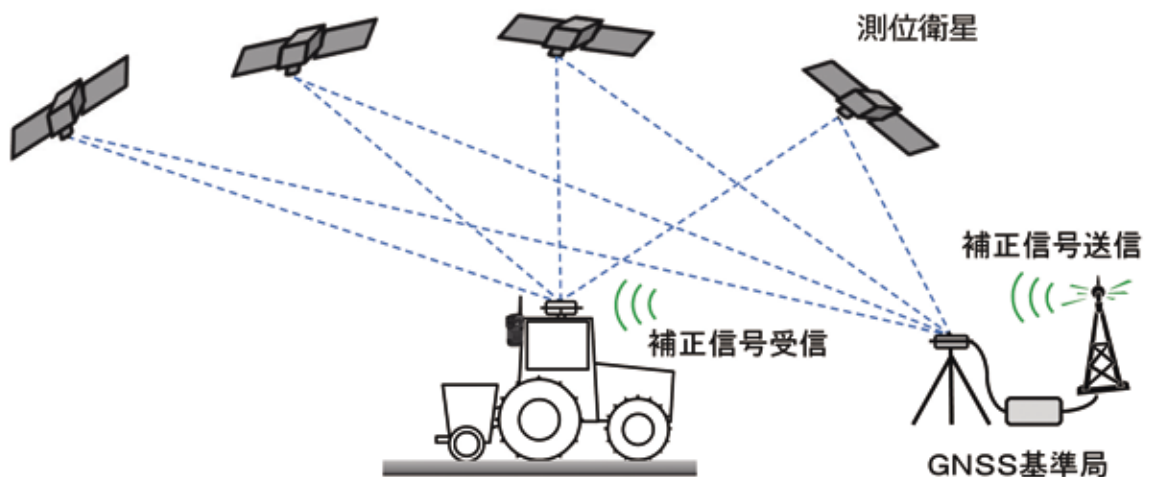
GNSS自動操舵装置

- GNSS自動操舵装置は、衛星からの信号を受信するためのアンテナ、受信機、表示器、姿勢センサ、操舵コントローラ、操舵モータで構成されています。自動操舵装置の種類により、これらの部品のいくつかが一体になっています。



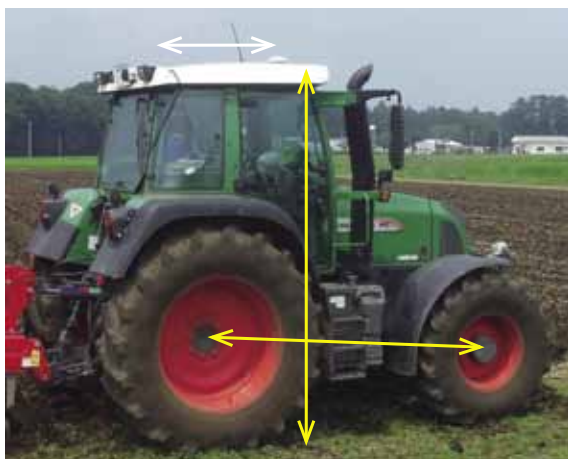
GNSS自動操舵装置の例

- 高精度に位置を計測するためには、緯度、経度等が予めわかっている点に設置したGNSS基準局からの補正信号を受ける必要があります。補正信号は、無線やスマートフォンを介したインターネット経由で受信します。自治体や土地改良区、農業機械販売店、携帯電話事業者等が配信している補正信号サービスを利用することもできます。



基準局からの補正信号の利用

- 作業を行う前にトラクタや作業機の諸元を自動操舵装置の端末に記憶させます。必要な情報は、地表からのアンテナ先端までの高さ、前車軸と後車軸の距離、後車軸からアンテナまでの距離、作業機の幅やヒッチから作業機の後端までの距離等です。トラクタや作業機の取扱説明書に記載されている値や実際に計測した値を入力します。
- 高い精度で直進させるために、ハンドルの切れ角の大きさや目標経路から離れた際に目標経路に収束させる強さ等の情報(操舵パラメータ)を入力します。実際に走行させながら決定する必要があるため、設定にはある程度広い場所が必要です。



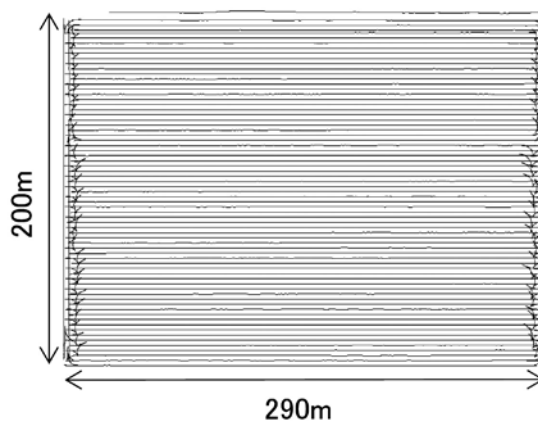
トラクタ等の諸元、操舵角等の情報の入力

■ 作業手順

- すべての設定を行った後圃場に入り、最初の行程の作業を行います。乾田直播の作業体系では往復の直線作業が基本であるため、最初に基準となる直線を決定します。基準となる直線を引くと、自動操舵装置に入力した作業機の幅ごとに目標経路が自動で設定されます。
- 各作業行程の走行開始時はマニュアル操作で運転し、目標経路に十分近づいたと判断したら自動操舵に切り替えます。自動に切り替える際に目標経路に十分近づいていない、進行方向のずれが大きいなどの場合、トラクタが蛇行し、作業精度が悪くなります。
- 土の状態によって最適な操舵パラメータが異なるので、作業しながら微調整します。
- ほ場端での進行方向の転換はマニュアル操作で行います。

■ 作業の精度

- 自動操舵装置を乾田直播体系の播種作業で使用した場合の軌跡を右図に示します。目標経路からの横方向の偏差は0.03m程度で作業できます。また作業途中でオペレータが交代しても作業精度には差を生じることがありません。
- 乾田直播作業体系の耕起、整地、播種、鎮圧の各作業をGNSS自動操舵装置を使用して実施したところ、目標経路からの横方向のずれは0.03mから0.05mでした。



5.8ha水田におけるグレーンドリルによる
水稲乾田直播作業の軌跡

効果

- 作業中のハンドル操作を機械に任せることができるので、オペレータは作業機の制御に集中できます。
- マーカー跡を注視しながら運転する必要がないので、オペレータの負担を軽減することができます。
- マーカー跡が十分に見えない状況でも作業することができます。



耕起後マーカー跡のつきにくい状況での
コンビネーション播種



マーカー跡の視認が困難な日没後播種

GNSSガイダンス

- 自動操舵ではなく、GNSSによって得られる作業経路の情報を画面に表示してマニュアルで運転するガイダンスを作業に利用することができます。
- 目印が何もない場所でガイダンスに頼って走行する場合の目標経路からの横方向のずれは0.2mから0.3mです。播種等の高精度な作業には向きませんが、目印の少ない大区画水田での肥料散布や除草剤の散布などに利用することができます。
- 市販されている製品もありますが、GNSS受信機とタブレットコンピュータを組み合わせることもできます。

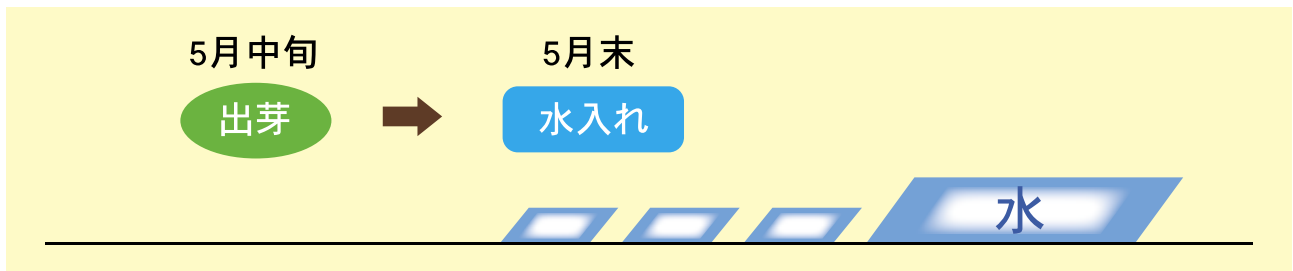


市販のGNSSガイダンス



タブレットコンピュータとGNSS受信機を
組み合わせて構成されたガイダンス

6 水管理



出芽



浅水管理



湛水管理



- 初期の水管理が苗立ちの成否を左右します。
- 水入れは、圃場全体で筋状に出芽する1.5葉前後とします。カモの食害が予想される場合は2.3葉程度まで待って水入れします。
- 苗は1週間以上水没していると枯死します。そのため、最初の水入れは浅水とします。
- 浅水管理は、すべての苗の先が水面から出るまで待ってから、2～3日に1回程度給水するようにします。均平が取れていない圃場では、田面が露出してもかまいません。苗が伸びてきたら、湛水管理にしていきます。

過湿に備えた対策



播種後の溝切り



溝による表面排水

- 降雨後1週間以上湛水するような圃場では、表面排水を促進させる溝切りが必要です。

過乾燥時の対策



ソイルクラスト



土中での発芽

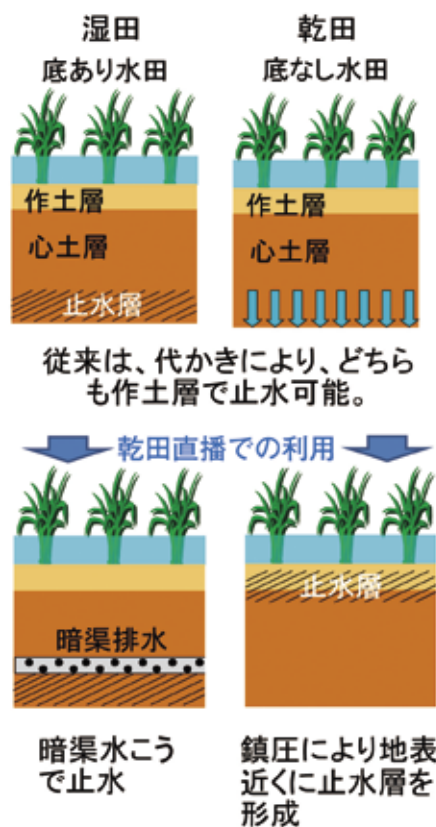
- 出芽までに、圃場にキレツが入るほど過乾燥状態になった場合や、クラストができた場合はフラッシング(走り水)をします。

7 漏水対策

- 乾田直播では、播種時には圃場の排水機能が必要です。しかし、出芽後の入水以降には慣行水田と同様に湛水機能が必要です。
- これらの相反する機能を上手く切り替えることが乾田直播成功への重要なポイントです。
- 特に湛水機能が不十分であると、除草剤効果の低下、肥料の流出、用水量の増大、水温上昇の抑制、などの悪影響が生じます。よって、日減水深を2.0cm/日以下にすることが求められます。
- そのためには、水田の基盤条件に応じた漏水対策が必要です。

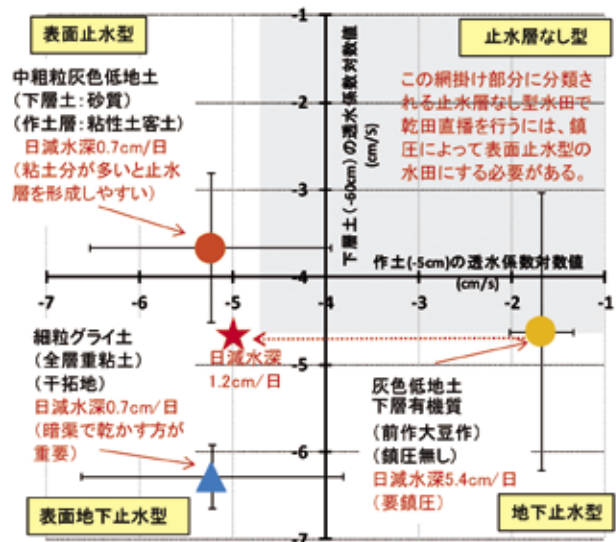
漏水対策が必要な圃場とは？

- 乾田直播圃場の排水機能から湛水機能へ切り替えが容易にできるか否かは、水田の基盤条件、すなわち本来、湿田であるか、乾田であるかによります。
- 湿田には水田下層に縦浸透性の低い土層(水田の底)があります。そのような圃場には暗渠が整備され、暗渠の水こうにより湛水と排水を容易に切り替えることができます。乾田直播に適しています。
- また、このような圃場では、①播種精度向上のための鎮圧作業と②播種後の土壌と種子の密着性向上のための鎮圧作業は必要ですが、③減水深低減のための鎮圧はほとんど不要です。
- しかし、畦畔からの横浸透には気をつける必要があります。
- 代かきを行わないと漏水するような乾田、いわゆる「底なし水田」では、何らかの対策を行わないと、除草剤散布時に適度な減水深が得られません。
- プラウ耕鎮圧体系の乾田直播であれば、鎮圧作業により、地表面付近に止水層を作ることによって、減水深を低減させることができます。



漏水対策は圃場のココに注目！

- 右の図では、圃場のどの土層で水が止まるのかという視点から、作土層と下層の透水性に注目して、圃場を4タイプに分類しています。
- 作土層、心土層の透水性が高い「止水層なし型」に分類される場合は、播種前後に圃場面を鎮圧して、「表面止水型」にする必要があります。
- 実際に図の●と同地域の圃場は、鎮圧により表面止水型★に移行し、日減水深が2.0cm/日以下となりました。
- 「地下止水型」の圃場であっても、畑転換により乾田化が進んだ圃場は、下層に亀裂が発達し、「止水層なし型」に変化するので、注意が必要です。



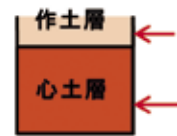
乾田直播圃場の透水性による圃場分類と乾田直播実施時の日減水深

※減水深2cm/日は、透水係数にすると 2.3×10^{-5} となり、この常用対数である-4.6以下が目標値です。

※ 作土層、心土層の透水性から水田を

- ① 止水層なし型
- ② 表面止水型
- ③ 地下止水型
- ④ 表面地下止水型

に分類しています。



鎮圧による漏水対策の基本

- 慣行の代かき水田では、水を入れて土壌を攪拌するので、圃場全体で均一な漏水防止効果が期待できますが、乾田直播では、入水しないため圃場の各地点で条件が異なるので、念入りな対策が必要です。
- 代かきでは、水中での攪拌により分散した細かい土粒子が沈み、水を通しにくい層を形成したり、水みちに目詰まりが生じ、浸透が抑制されます。しかし乾田直播では、畑状態であるため、土壌を圧縮して水みちとなる空隙を減らす必要があります。



代かき圃場と乾田直播圃場の違い

- 畑状態で浸透を抑制するには、圃場を適度な水分状態で踏圧し土壌を締める必要があります。
- 乾燥した状態では、土壌が十分に締まらず、浸透も抑制されません。
- 土壌の水分が高いほど、よく締まって、浸透も抑制される傾向にあります。
- しかし、あまり水分が高い状態で土壌を締めようとすると土が変形したり、乾燥後に収縮して水みちができたりするので、作業が可能な程度の高い水分で締めることが有効です。

圃場外周の漏水対策

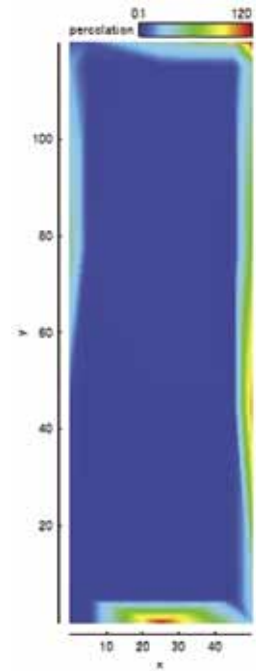
- 乾田直播では、代かきを行わないので畦畔漏水が多く、畦塗りをする必要があります。
- 播種床の準備の際に圃場内部は何度も鎮圧されますが、圃場外周部は鎮圧されにくいので注意が必要です。



畦塗り

右図 圃場一筆の漏水測定例(50a)
外周部の緑色、黄色、赤色となっている地点の浸透量は5cm～100cm/日

圃場内部(全体の98%)の減水深を2.5cm/日としても、残り2%の外周部が100cm/日であると・全体は
 $2.5\text{cm/日} + 100\text{cm/日} \times 0.02 = 4.5\text{cm/日}$ となるので、外周部の面積はわずかであっても注意が必要。



乾田直播圃場の漏水量測定例

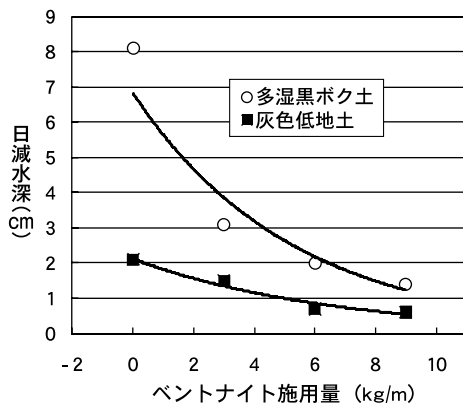
- 畦塗りを行うと、畦畔法尻の土壌が起こされてしまい、漏水の原因となりやすいことから畦畔法尻をトラクタのホイールで鎮圧することが有効です。



法尻部分	鎮圧無し	鎮圧有り
圃場A	532.5cm/日	2.3cm/日
圃場B	252.6cm/日	1.6cm/日

畦塗り後の踏圧による漏水防止

- 畦塗りの際にベントナイトを5kg/m程度散布してから作業を行うと、丈夫な畦が形成され、漏水防止に効果があります。
- 入水後に漏水が多い場合には、歩行型管理機や乗用管理機で畦畔際を代かきすることが有効です。



ベントナイト量と日減水深の関係



畦畔際代かきの効果測定例
外周代かき前 外周代かき後
平均 38.7cm/日 → 2.2cm/日
(119.4～0.5cm/日 → 8.5～0.0cm/日)

畦畔際の代かき

■ 乾田直播が適用可能な土壌条件

乾田直播の実施が可能であるか否かについては、土壌の情報によりおおよそ判断することが可能です。土壌情報については、農研機構農業環境変動研究センターの日本土壌インベントリー (<http://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/>) で確認することができます。

- 細粒分が多い、細粒グライ土、細粒強グライ土、細粒灰色低地土、灰褐色系、細粒灰色低地土、灰色系では、下層への浸透が少なく「底あり水田」の可能性が高いため漏水が少ないとみられます。よって、鎮圧を行わない従来の乾田直播や、プラウ耕グレーンドリル体系乾田直播でも最小限の鎮圧作業で、乾田直播が実施可能です。
- その他の土壌では下層への浸透が多いことが予想されるため、鎮圧等による漏水対策が必要になります。
- 細粒○○○土以外の土壌では、表土の土性が強粘質、粘質に分類される圃場の場合、乾田直播が導入可能と判断されます。
- 砂質土や礫質土は鎮圧によっても、減水深を低減させることが難しいため、乾田直播の適用は困難とみられます。
- 細粒○○○土または乾田直播の導入が容易な土壌タイプに分類されても、圃場整備や暗渠の施工によって水田の畑地化が進行した圃場では、下層への浸透が多いため、鎮圧が必要になる場合があります。

★ 乾田直播の導入が容易な土壌 → 細粒○○○土 東北地方では約40%の水田

土壌群	土壌統群(一部抜粋)
グライ台地土 グライ土 褐色森林土 褐色低地土 黒ボクグライ土 黒ボク土 黒泥土 灰色台地土 灰色低地土 砂丘未熟土 多湿黒ボク土 泥炭土	細粒グライ土
	細粒強グライ土
	中粗粒グライ土
	中粗粒強グライ土
	礫質グライ台地土
	礫質強グライ土
	グライ土、下層黒ボク グライ土、下層有機質
	灰色低地土、下層黒ボク
	灰色低地土、下層有機質
	灰色低地土、斑紋なし
細粒灰色低地土、灰褐色系	
細粒灰色低地土、灰色系	
中粗粒灰色低地土、灰褐色系	
中粗粒灰色低地土、灰色系	
礫質灰色低地土、灰褐色系	
礫質灰色低地土、灰色系	

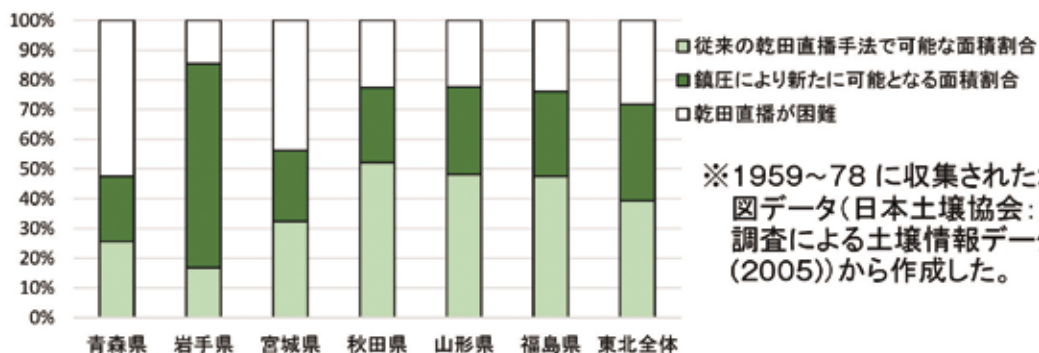
★ 鎮圧することにより 乾田直播が可能になる圃場 → 表土の土性が 強粘質～粘質 に分類される土壌

※日本土壌インベントリーの土壌図では表土の土性が確認できないので、実際には現地で判断することになります。

<参考>

強粘質：ほとんど砂を感じないぬるぬるした感じ

粘質：大部分が粘土、わずかに砂を感じる



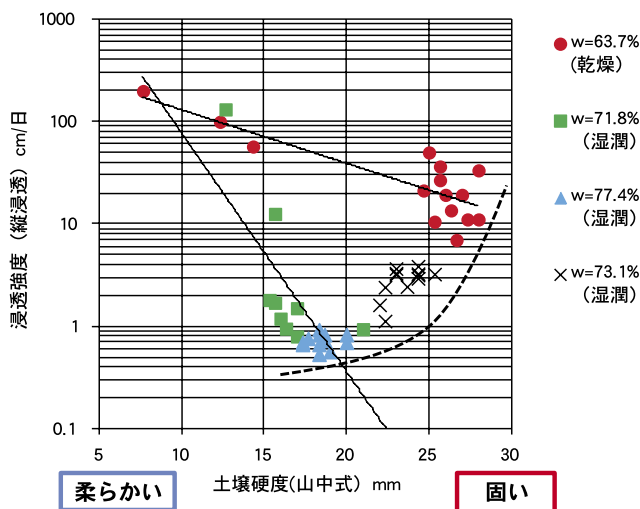
※1959～78に収集された地力保全土壌図データ(日本土壌協会:地力保全基本調査による土壌情報データベース、(2005))から作成した。

漏水田(黒ボク土)の対策

漏水が特に問題となる黒ボク土水田での効果的な鎮圧手法を紹介します。
田面水が1日で無くなってしまいうような漏水田でも適正減水深にすることができます。

☆黒ボク土水田における漏水防止のポイント☆

- ① できるだけ高い土壤水分状態で鎮圧する。
- ② 全体を余すところなく鎮圧する。圃場外周は鎮圧ローラーで鎮圧されにくいので、忘れずにトラクタのホイールで鎮圧する。
- ③ 段階的に鎮圧することにより、徐々に漏水量が低下し、適度な播種環境、出芽条件、湛水条件を得ることができる。



注) 土壤：多湿黒ボク土
w：土壤含水比
調査圃場では、w=66%（塑性限界）以上で、手のひらで土をこすると容易に土が紙縫りの状態になる。

異なる土壤水分条件で鎮圧した後の土壤硬度と縦浸透の関係

① できるだけ高い土壤水分状態で鎮圧する。

- 乾燥した土壤では、何度も鎮圧して固くしても、縦浸透は低下しません（上図の●）。しかも、この後に水分を高めて鎮圧しても、縦浸透は低下しないので、プラウ耕起からやり直す必要があります、注意が必要です。
- 作業が可能な範囲で、水分が高い状態（ローラーに土が付着しない程度）で鎮圧することによって、縦浸透が低下します。土を手で握って簡単に固まるくらい水分が高い状態にします。
- 鎮圧後の固さの目安は、地表下5cmでの山中式硬度計の読みが20mm前後です。鎮圧時の水分が高いほど、仕上がりが柔らかくなる傾向にありますが、縦浸透はより低下します。



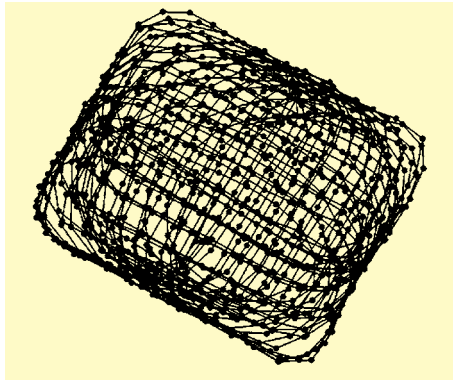
地表面がわずかに白っぽいのが、5cm以下は湿っている状況が鎮圧に適しています。作業中は表面土壤が跳ね上がり砕土されるので、徐々に乾いていきます。



含水比82%では、ローラーに土が付着してハローバックカでの鎮圧はできなかった。

② 鎮圧ローラにより全体を余すところなく鎮圧する。圃場外周は鎮圧ローラで鎮圧されにくいので、忘れずにトラクタのホイールで鎮圧する。

- 圃場縦方向、横方向の走行を繰り返し、圃場全体を鎮圧します。トラクタの車輪が通過することによる鎮圧効果も大きいので、トラクタの車輪が同じ位置を通過しないようにすることも効果的です。
- 圃場の四隅や外周は鎮圧されにくいので、トラクタのホイールで別途鎮圧します。



鎮圧作業のトラクタの作業軌跡

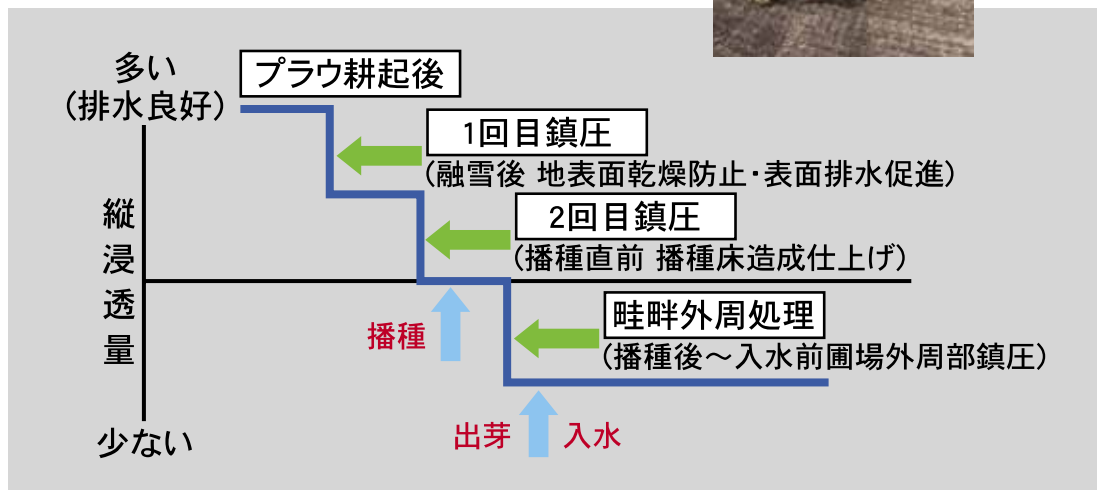


圃場四隅や畦畔際のトラクタ車輪による鎮圧

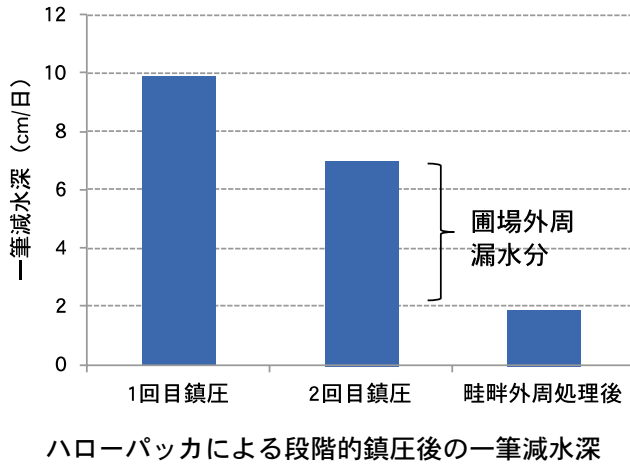
注) 30a圃場(50m×60m)での作業例
縦横方向の鎮圧を3セット繰り返した。

③ 段階的に鎮圧することにより、徐々に漏水量が低下し、適度な播種環境、出芽条件、湛水条件を得ることができる。

- 乾田直播の圃場には、播種作業のための排水機能、出芽までの水分保持と排水機能、出芽後の湛水機能といった機能が必要です。
- プラウ等による耕起後の膨軟な土壌は乾きやすいことから、一度鎮圧することにより、乾燥を防ぐことができ、後に高含水比条件で鎮圧可能となります。また、鎮圧された土壌は、間隙が減少し緻密化していることから、不耕起状態のようになり、降雨後に作業しやすくなります。



- 3段階で鎮圧することにより、減水深を約10cm/日から2cm/日と徐々に低下させることができ、乾田直播に必要な圃場機能を付与することができます。
- 地表面が薄く碎土され、碎土土壌以下が締固まるハローパッカ(突起付きの鎮圧ローラ)の利用が適しています。様々な鎮圧ローラが利用できますが、最終的にグレーンドリル播種時の覆土を確保する必要があります。



ハローパッカーでは地表面(約5cm)のみが碎土され、その直下は鎮圧されるため、グレーンドリルの播種に適している。

- 最終的な鎮圧程度の確認として、地表下5cmの土壌を削った時、鎮圧により元の土塊の形状が残っていないことも特徴です。土塊が残っているのが確認される場合は、土塊の隙間から水が流れるので、適正な減水深が得られません。適した水分での鎮圧がさらに必要です。

鎮圧後の-5cmの田面の状態



土塊が残っている

土塊あり
硬度計 17.3mm
減水深199cm/日



土塊の形状が見える

土塊わずか
硬度計 20.3mm
減水深3.3cm/日



削るとテカテカ光る

土塊なし
硬度計 23mm
減水深1.2cm/日



水がたまれば一安心・・・

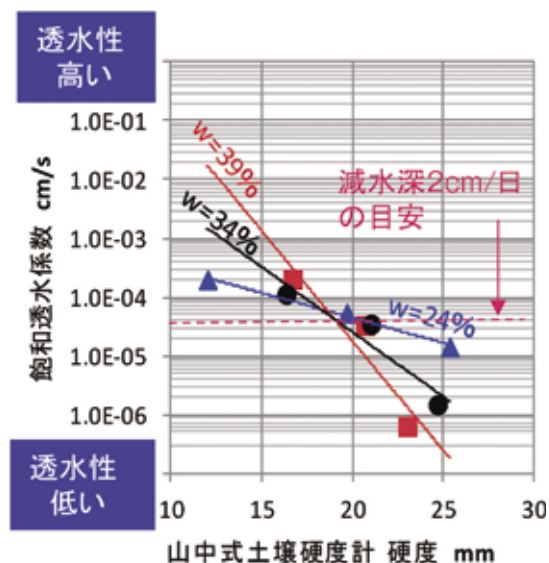
鎮圧による漏水防止は、固めれば良いというわけではなく、湿った土を地面に押し込む感じです。

粘性土圃場での実施例

宮城県名取市の3.4ha圃場、2.2ha圃場で実施した鎮圧による減水深の低減事例を紹介します。

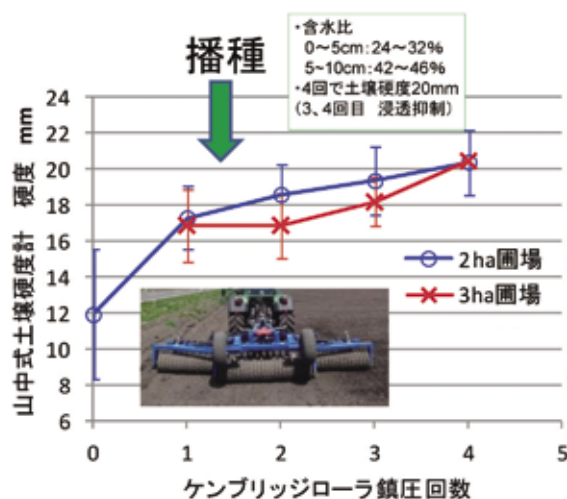
① 鎮圧の目安

- 黒ボク土と同様に乾いた状態で鎮圧しても透水性はあまり低下しません(右図青▲)。
- 土が湿っているほど透水性は大きく低下します。よって、黒ボク土と同様にできるだけ高い水分状態で鎮圧することが効果的です。
- 高い水分状態で鎮圧を行い、山中式硬度計で20mm前後が減水深を2cm/日以下にする目安となります。
- 土壤水分状態が高くなるほど、透水性が低下する傾向にあるので、土壤水分が高い状態であれば、土壤硬度が20mm以下でも、減水深が2cm/日以下になることが期待できます。



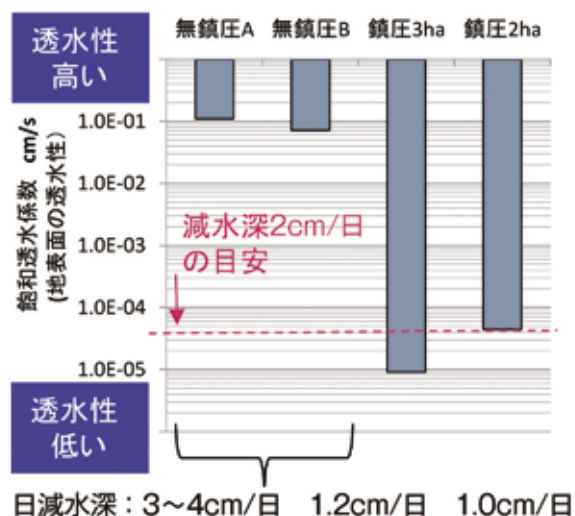
② 鎮圧作業

- ケンブリッジローラで圃場の縦、横方向、圃場全体を鎮圧します。
- ここでは、播種前に縦横方向1回の鎮圧、播種後に縦横方向3回の鎮圧を行って、山中式土壤硬度計の数値が20mm程度になりました。
- 土壤水分状態が高い条件では、より透水性が低下する傾向にあるので、鎮圧回数を減らすことができます。



③ 地表の透水性と減水深

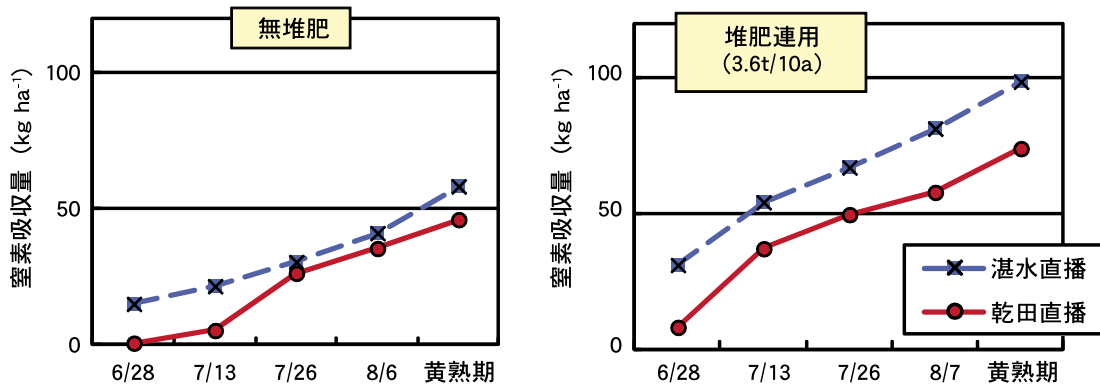
- 鎮圧を行わない圃場では地表の透水性が高く、減水深が3～4cm/日でした。
- 鎮圧を行った圃場は、地表の透水性が低下して、減水深が1cm/日程度となりました。



※圃場が大きくなると圃場内の水分のばらつきが大きくなりやすいので、心土破碎などで暗渠排水効果を高めるなど、排水対策を徹底することが重要です。

乾田直播圃場における土壤窒素供給の特徴

- 乾田直播は、播種後の乾田管理により湛水直播に比べて土壤窒素の無機化が遅れ、土壤窒素供給量が低下する傾向にあります。
- 特に生育初期の土壤窒素供給量が少なく推移します。
- 乾田直播向けの専用肥料の利用と施肥量の増量が生育、収量確保に有効です。
- 堆肥連用は土壤窒素供給力を高め、乾田直播の生産性を高めることができます。



無窒素栽培区における湛水直播および乾田直播の窒素吸収量推移
(秋田県大仙市、飼料用稲専用品種「べこごのみ」、2006年)

乾田直播圃場の窒素施肥法

- 乾田直播栽培では、播種後から出芽時までの乾田期間において基肥施用の速効性窒素肥料や初期溶出型被覆尿素が脱窒・流亡しやすくなります。シグモイドタイプの後期溶出型被覆尿素を含む肥効調節型窒素肥料を組み合わせた基肥一発施肥体系が有効です。
- 乾田直播の窒素施肥量は代かき・移植、湛水直播より増量する必要があります。目安として代かき圃場の1.5倍程度の窒素施肥量が必要です。地力の低い圃場では基肥増量と追肥が必要となります。
- 施肥は均平作業の後にブロードキャスト等を用いて実施します。肥料は耕起条件に合わせてスタブルカルチ、パワーハロー、レベラーのタイン等を利用して作土に混和します。
- 基本的に生育期間の落水は不要です。過剰生育が見られた時に中干しを実施します。
- 各地域の気象条件、品種に対応した基肥一発体系の乾田直播専用肥料が供給されています。岩手県向けでは「直播専用211号」(20-10-10)、宮城県向けでは「乾田直播水稻用771」(17-17-11)、「乾田直播一発20」(20-10-10)などが市販されています。

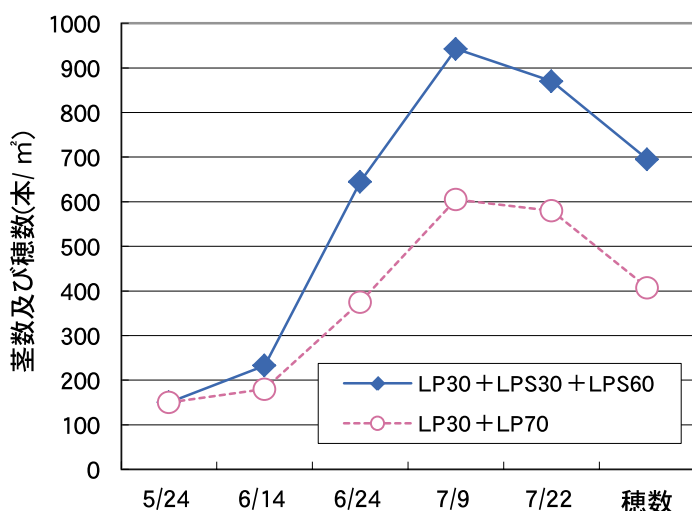
乾田直播圃場の地力維持

- 乾田直播とダイズなどの転作作物を取り入れた輪作水田圃場は、地力損耗が大きいと推測されています。堆肥施用は乾田圃場の地力維持に有効です。
- リン酸肥沃度の低い乾田直播圃場でリン酸増肥による増収が報告されています(上村、1973)。土壤診断に基づく適切なリン酸肥料の施用により収量安定化が期待できます。堆肥施用によるリン酸供給も乾田直播の収量安定に有効です。

乾田直播基肥一発施肥体系の実例(岩手県中南部)

- 岩手県内向けの直播専用211号の事例です。出芽後から生育初期に肥効のあるLP30、LPS30、および分けつ期から幼穂形成期を中心に肥効のあるLPS60を、LP30 : LPS30 : LPS60=3 : 2 : 5で組み合わせています。乾田期間の窒素損失を減らし、追肥を省略できます。
- 窒素施肥量は、窒素成分で10 ~ 12kg/10aとします。ただし、地力によって施肥量を調整する必要があります。
- 基肥一発体系は、基肥・追肥体系と比較して茎数確保が容易で、分けつ期から幼穂形成期の生育量が大きく、穂数が増加します。

(高橋, 2012, 乾田直播栽培技術マニュアルVer2より抜粋)



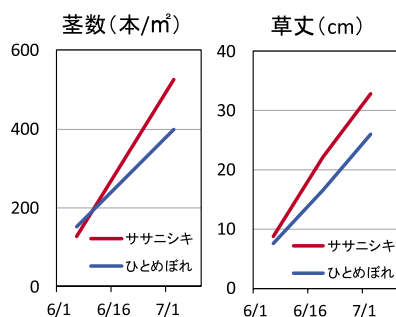
配合肥料の違いによる茎数及び穂数
(岩手農研：北上市, 2010)

- ※ 岩手農研ほ場(北上市)耕種概要
- ① 播種法：ドライブハローシーダ
 - ② 施肥法：接触施肥
 - ③ 品種名：ひとめぼれ
 - ④ 施肥・播種日：4/19
 - ⑤ 窒素施肥量：10.1kg/10a

精玄米収量 LP30+LPS30+LPS60 593kg/10a
LP30+LP70 491kg/10a

乾田直播の特徴を生かした大豆跡水稻、品種適性

- 大豆跡の乾田直播は土壌窒素供給量が多くなるため、移植、湛水直播と同様に窒素肥料量を減らすことができます。また、乾田直播は大豆跡圃場でも窒素吸収が穏やかで、移植、湛水直播に比べて過剰生育、倒伏などのリスクが小さくなります。
- 水稻品種「ササニシキ」のように栽培条件により倒伏リスクのある品種の直播栽培において、乾田直播は生育制御しやすく、圃場を固く維持して倒伏を回避することが容易になります。宮城県では石巻市管内で「ササニシキ」乾田直播が普及しています。
- 宮城県東松島市大豆跡乾田直播実証圃場では、「ササニシキ」は「ひとめぼれ」に比較して初期生育が旺盛に推移し、寡照条件で徒長しやすい条件下でも倒伏程度が小さく、収量と品質のバランスを維持できました。



大豆跡乾田直播実証圃場における初期生育

大豆跡乾田直播実証圃場の収穫期の生育、および収量

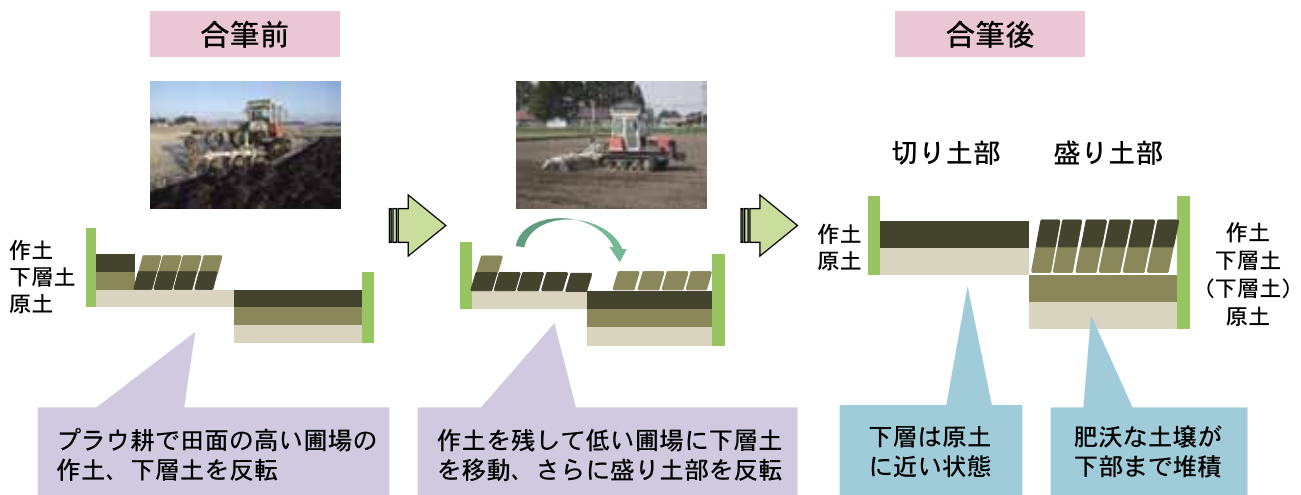
試験区	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏程度 (0~4)	圃場		玄米 タンパク (%)
					1.9mm< 精玄米重 (kg/10a)	全刈り	
ササニシキ	88	18.2	443	2.3	591	529	6.1
ひとめぼれ	98	19.4	476	3.3	610	577	7.0

2017年に宮城県東松島市大豆跡乾田直播実証圃場において「ササニシキ」と「ひとめぼれ」を栽培。4/30に5.5kg/10a(乾糶)播種。施肥は「ササニシキ」2.7-3.2kgN/10a、「ひとめぼれ」3.2-2.3kgN/10a、基肥に乾田直播専用東北コート771、追肥に硫安施用。

9 圃場の大区画化に伴う地カムラ対策

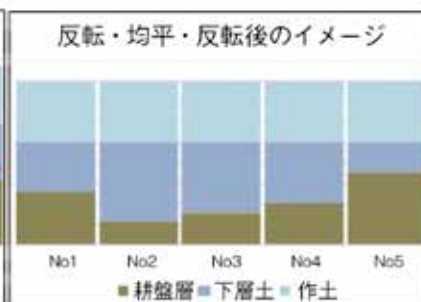
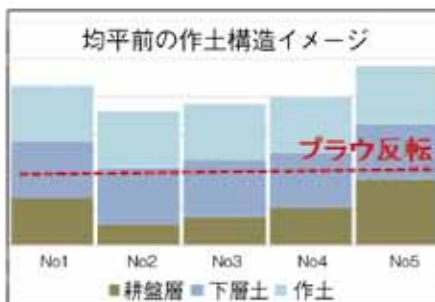
■ 高低差のある圃場の合筆・均平

- 高低差の大きい合筆圃場では合筆により下層土部分の偏りが発生し、切り土部で著しく収量が低下したり、盛り土部で倒伏のリスクが増加します。
- 合筆時にプラウで反転してからレベラーによる均平作業を行い、できるだけ作土を動かさないようにする反転均平工法が有効です。
- 地カムラは長期間(5年以上)継続します。このため、大まかに元々の圃場単位で切り土部の増肥、盛り土部の減肥を実施することで生育の均一化を図ります。
- 切り土部で生育後半に顕著に窒素不足となる圃場では、基肥に乾田直播専用肥料を均一に施用し、LPS60やLPS80などのシグモイドタイプの被覆尿素を切り土部に増肥しておく方法が有効です。
- 基肥の調節で不十分な場合は、生育ムラに対応して切り土部へ追肥を行います。
- 地カムラの早期改善には、切り土部となった圃場地点を重点的に土作り効果の高い牛ふん堆肥、土壌改良資材等を連用することが有効です。



プラウを用いた圃場合筆作業による作土、下層土の移動(高低差の大きい圃場のケース)

- 複数の圃場を合筆する場合も反転均平工法が有効です。あらかじめ圃場高低差を計測して、圃場高低差に合わせて鋤床面が一定になるようにプラウで反転し、圃場全体で作土層の移動が少なくなるようにレベラーで均平作業を行います。
- 反転均平工法を用いても下層土の移動に伴う地カムラは発生します。旧圃場の高低差に応じて施肥を加減し、切り土部分への増肥、追肥を行うことが効果的です。
- 反転均平工法の詳細についてはスガノ農機株式会社HPをご覧ください。
(http://www.cfe-oc.com/koho/hanten/hanten_top.htm)



反転均平作業前後の圃場断面構造のイメージ

収量コンバイン・収量マップを利用した基肥可変施肥

- 圃場内の収量分布をマップ情報として出力できる収量コンバインが開発され、この収量マップと施肥マップソフトウェア、可変施肥対応ブロードキャストを用いて大区画乾田直播圃場の地カムラに対応した精密な施肥管理ができます。



収量コンバイン(ヤンマー社開発機)

稲麦用収穫情報マッピングシステムは、収量センサ・GNSS受信機を備えた収量コンバインとGIS機能を備えたソフトウェアなどから構成され、収量情報を任意のメッシュサイズでマップ表示でき、数値データとして出力して精密施肥に利用することができます。

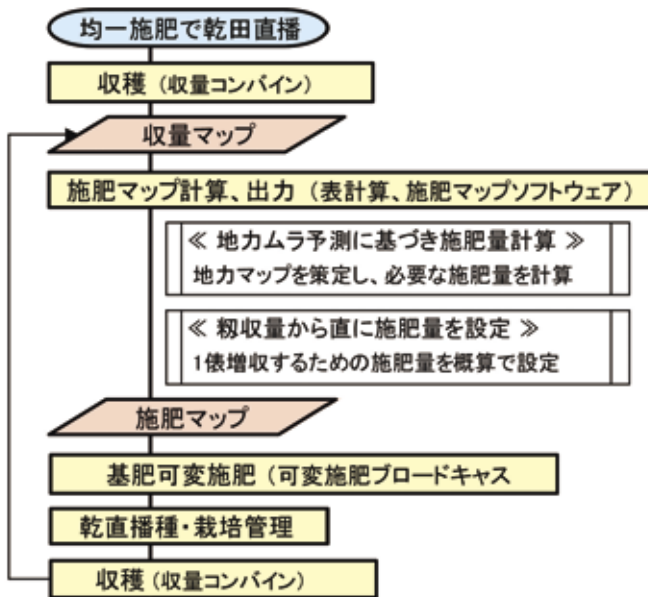
収量コンバインは市販機種であり、クラウドを利用した営農情報管理システムに対応しています。



可変施肥対応ブロードキャスト
(Vicon社ROEDW1500GEO)

可変施肥に対応した施肥機にはVicon社ROEDW1500GEO等の散布幅最大40m以上の大型ブロードキャストが市販されています。GNSS情報に従い、入力された施肥マップ情報に従い、自動的に可変施肥を実行できます。

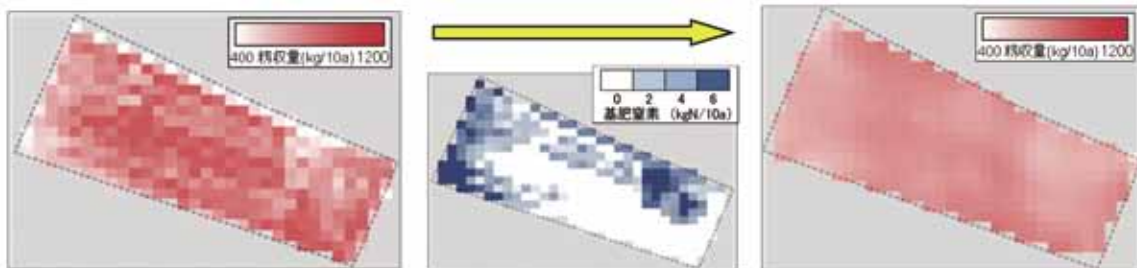
国内水田向けで散布幅12m程度の可変施肥対応ブロードキャストも市販されています。



施肥マップソフトウェアの施肥量設定画面
(NikonTrimble社Trimble AG)

施肥マップソフトウェアを利用して施肥作業用の実行ファイルを作成します。施肥マップソフトウェアはTOPCON社「施肥マップ」等が利用できます。

施肥マップを利用した基肥可変施肥のフロー



収量マップ (2013年)
大豆跡合筆圃場、無施肥栽培

施肥マップ (2016年)
収量マップ低収量地点へ施肥

収量マップ (2016年)
施肥マップに従い基肥可変施肥

施肥マップを利用した基肥可変施肥の実施事例(稲-麦-大豆2年3作体系乾田直播、3.4ha圃場規模)

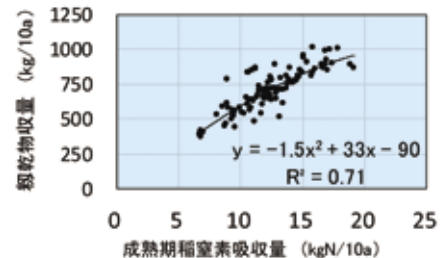
収量マップを利用した施肥量の計算

- 地力マップの基礎となる場所毎の土壌窒素吸収量は、収量マップと籾収量-稲窒素吸収量の関係式から稲窒素吸収量を換算し、施肥由来窒素量を差分して求めます。基肥窒素施肥量は、目標収量を達成する稲窒素吸収量から土壌窒素吸収量を差分して必要な施肥由来窒素量を求め、肥料の窒素利用効率を勘案して算出します。
- 現場向けの方法として、籾収量と施肥量の関係を調査結果を基に概算で求め、収量マップを基に施肥マップを策定することもできます。

◀ 宮城県沿岸部「まなむすめ」の乾田直播事例 ▶

地力ムラ予測に基づく施肥マップの計算

- 均一肥培管理で籾収量マップ取得
- 成熟期窒素吸収量
 N 吸収量(kgN/10a) = $0.0153x + 1.67$ x : 籾収量(マップ)
 (均一肥培管理の収量マップが望ましい)
- 土壌窒素吸収量
 土壌N吸収量 = N 吸収量 - 施肥由来N量(無施肥は0)
 (乾田直播用肥料のN利用効率を45~50%で設定)
- 目標籾収量から目標窒素吸収量を設定
 乾籾収量700kg/10a → 目標N吸収量11~12kgN/10a
- 地点毎に必要な基肥窒素量
 基肥N量 = (目標N吸収量 - 土壌N吸収量) / N利用効率
- 施肥マップの出力へ



稲窒素吸収量と籾収量の関係
(栽培品種「まなむすめ」)

籾収量-稲窒素吸収量の関係式から稲窒素吸収量を換算し、施肥由来窒素量を差分して地力ムラの指標となる土壌窒素吸収量を求めて施肥設計します。現在は表計算ソフトで収量マップ情報を処理して施肥マップを作成し、施肥マップソフトウェアで作業用ファイルを出力します。

収量マップから直接、基肥窒素施肥量を計算

- 均一肥培管理で籾収量マップ取得
- 低収量地点を増肥する施肥マップ作成
 (概算で乾籾収量 約70kg/10a (精玄米1俵相当) 少ない地点の窒素施肥量を 3kgN/10a増肥)
- 施肥マップの出力へ

現場向けの方法として、収量マップから直接、基肥窒素施肥量を計算します。調査結果から概算で収量1俵を得るために必要な肥料量を求めて施肥設計します。施肥マップソフトウェアで施肥マップを設定、作業ファイルを出力します。

収量マップを利用した基肥可変施肥の効果

- 2年3作輪作体系大豆跡乾田直播栽培の2.2~3.4ha規模の基肥可変施肥圃場の全刈り収量は574~585kg/10aで、対照圃場より7~17%多収でした。
- 可変施肥に掛かる追加費用が3.0千円/10aと試算され、増収により追加費用を上回る収益増が得られました。精玄米収量60kgあたり費用合計が3ポイント程度低減できました。

水田輪作体系乾田直播栽培における基肥可変施肥の効果

	単収 (kg/10a)	単収増 (kg/10a)	費用合計 (円/10a)	(A)追加費用 (円/10a)	(B)収入増 (円/10a)	増収効果(B)-(A) (円/10a)	費用合計 (円/60kg)	低減効果(%)
東北平均	540	-	107,777	-	-	-	11,975	100
乾田直播(2013-2015)	533	-	60,461	-	-	-	6,806	57
基肥可変施肥(2016)	574	83	63,901	3,440	14,940	11,500	6,680	56
基肥可変施肥(2017)	585	36	63,446	2,985	6,480	3,495	6,507	54

注1) 単収増は2016年が基肥可変施肥圃場と対照圃場、2017年が対照区との収量差を示す。

2) 想定される経営モデル(延べ作付面積135ha、稲-麦-大豆2年3作各35ha + 一部単作)を前提に基肥可変施肥に必要な機械・機器費(収量コンバインは2台分、その他は1台分)は水稻・麦での利用面積70haとして計上した。

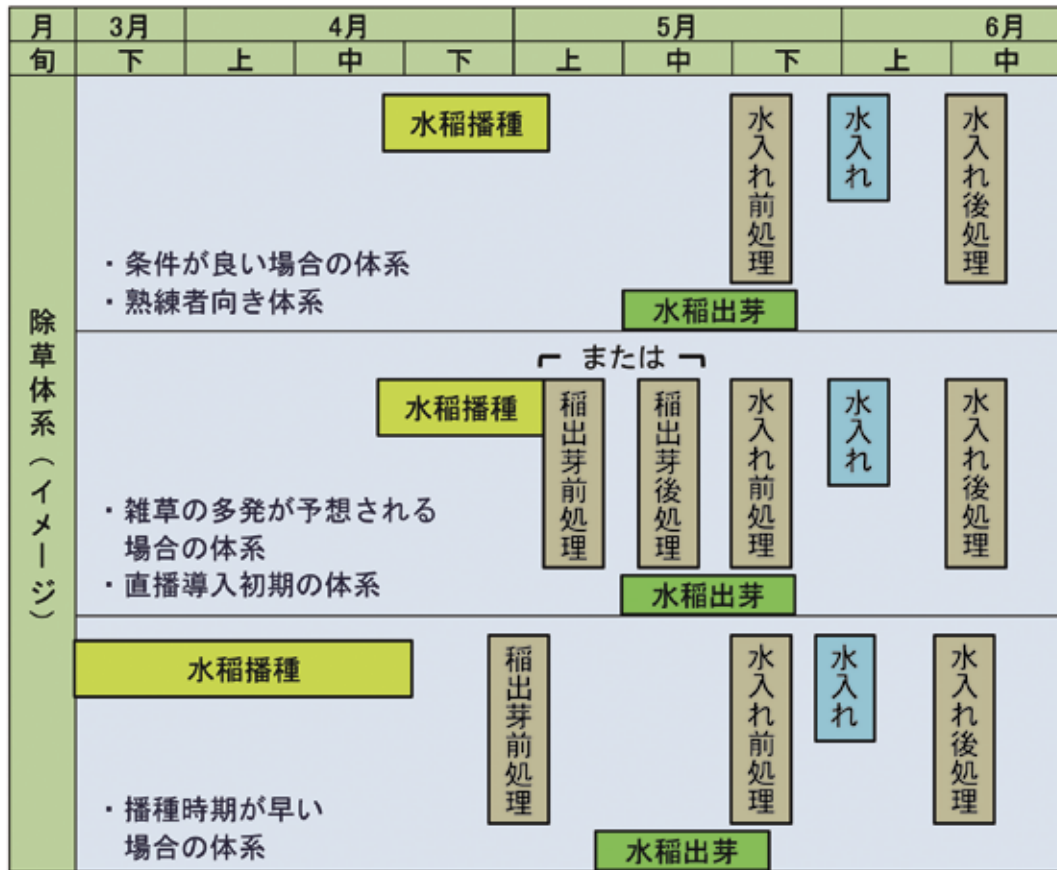
2) 追加費用は肥料費、燃料費、労働費、機械・機器費を含み米価180円/kgを想定。

4) 低減効果は東北平均(農業経営統計調査 平成22年産水稻)と比較した割合。可変施肥導入効果は2017年が3% (2013-5年比較)。

5) 乾田直播は宮城県での稲-麦-大豆2年3作水田輪作体系実証試験に基づく。栽培品種は「まなむすめ」。

10 雑草対策

除草体系



- 早く発生した雑草ほど大きく生育し大きな被害を招きます。乾田直播の雑草防除の成否は第一に乾田期の防除にかかっています。
- 乾田期1回、トータル2回の除草剤処理(表上段)で完結すれば望ましいのですが、それには圃場条件(雑草発生量など)、播種時期、稲の出芽揃いなどの条件が良いこと、それに乾田直播に対する熟練も必要です。
- 雑草多発が予想される場合は、乾田期に2回(稲出芽前処理または稲出芽後処理、水入れ前処理)、トータル3回の体系処理を基本とします。初めて乾田直播に取り組む場合、あるいは前歴不明の圃場に初めて乾田直播を導入する場合も3回体系としてください(表中段)。
- 播種時期が早い(年次、地域によるが、目安として4月中旬より前)場合も3回の体系処理を基本とします(表下段)。これは乾田期の主要雑草ノビエが稲よりも早く出芽し、速く葉齢が進んで、水入れ前処理だけでは防除できないからです。

乾田期の雑草防除

- 乾田期に使用可能な除草剤の多くは、水で希釈して噴霧処理する噴霧剤です。除草剤の噴霧処理は、風が弱く、かつ茎葉処理剤では散布後に降雨がない条件で行います。
- 茎葉処理剤の散布後に必要な無降雨時間は剤により異なるので、ラベルや農薬メーカー提供の技術資料などで確認のうえ使用してください。



乾田期の噴霧剤の散布(水入れ前処理)

- 噴霧剤は、乗用管理機での散布が基本です。水田用の一発剤に比べ散布作業に時間を要します。適切にフラッシング(走り水)を行うなど、稲の出芽・生育を促すことで乾田期間を短縮することも雑草管理を容易にするうえで重要です。
- 一発剤と異なり、圃場全面にムラなく均一に噴霧することが必要です。散布工程の隙間、重複散布をさけるため、特に大区画圃場、不定形圃場などではGPSガイダンスの利用も効果的です。

● 稲出芽前処理

- 稲出芽前処理で有効な除草剤には、畑作用土壌処理剤と非選択性茎葉処理剤(P30別表4)があります。畑作用土壌処理剤は、P29表-aで播種直後から散布可能な、トレファノサイド剤、マーシエット乳剤、サターンバアロ剤およびサターン乳剤が該当します。
- 畑作用土壌処理剤は、雑草の多発が予想される場合(前ページ「除草体系」中段)および播種時期が早い場合(同 下段)で有効です。稲の播種が早い場合は、播種直後の散布だと、雑草が動き出す前に薬効切れとなることがあるので、処理晩限までの範囲で遅めに散布するのが上手な使い方です。
- 非選択性茎葉処理剤は播種時期が早い場合(前ページ「除草体系」下段)で有効です。残効性がないのでなるべく遅く散布したいところですが、稲の幼芽にわずかでも薬液がかかると強い薬害を生じます。土中で稲の幼芽が伸長を始めたら速やかに散布するのが上手な使い方です。使用薬量に幅のある剤では、上限量で使用しなくても(たとえば登録薬量200-500ml/10aの場合、300ml/10a以下)十分な防除が期待できます。登録の範囲内で、散布液量は多めにした方が除草効果は安定します。

● 稲出芽後処理・水入れ前処理

- 稲出芽後処理および水入れ前処理に有効な除草剤は、ノビエ等イネ科雑草と稲との間に選択性のある茎葉処理剤で、P29表-aのクリンチャーE W、クリンチャーバスME液剤、ノミニー液剤、ハードパンチDF、バックアタックDFおよびワイドアタックSCが該当します。このうち、クリンチャーE W、クリンチャーバスME液剤およびノミニー液剤は、稲の生育ステージに縛られずに使用できるので使いやすい剤です。
- いずれの剤もノビエ5葉期までに散布します。ただし、雑草が多発した場合、この時期になると雑草が相互に被覆しあって、除草剤が雑草に十分付着せず除草効果が劣ることがあります。そのような時は、早め(ノビエの3葉期～4葉期)に稲出芽後処理をし、入水前処理と合わせて乾田期2回の処理が必要となります(前ページ「除草体系」中段)。
- 稲出芽後処理→水入れ前処理の体系(前ページ「除草体系」中段)で、クリンチャー剤(クリンチャーE WまたはクリンチャーバスME液剤)を使用する場合は、かならず1回目の稲出芽後処理で使ってください。これは、前処理剤でノビエの生育が抑制されると、クリンチャー剤の除草効果が劣る場合があるからです。
- ノミニー液剤は1成分でノビエにも広葉雑草にも有効で安価な除草剤です。土壌が乾燥しやすい乾田直播でも安定した防除ができます。
- ノミニー液剤は、高温時に稲が黄化し生育が停滞する薬害が強く出ることがあります。薬量100mL/10aでは薬害は軽くなりますが、その場合は除草効果を安定させるため、ノビエ4葉期頃までに散布して下さい。
- ノミニー液剤を連用していると、オオクサキビ、オオニワホコリなど一部のイネ科雑草が年々増えてくる場合があります。その場合は、より広範なイネ科雑草に有効なクリンチャー剤を使用します。

オオクサキビ

ノミニーの効果が高いため、その連用で増加してくるイネ科雑草。幼植物の株基部(葉鞘)および葉の裏に短毛が密生する。3葉期を過ぎたころから急速に草高を増す。クリンチャー剤が有効。

草高は1mを超え8月以降に稲の上に穂を出す。長さ30cmほどの大きな穂に種がまばらにつく。



成植物では葉は無毛。光沢がある。



種はこげ茶色で長さ2mmくらい。縦じまがある。



1葉目の長さは1cm強。平行な葉脈が目立つ。



株基部(葉鞘)および葉の裏に短毛が密生。

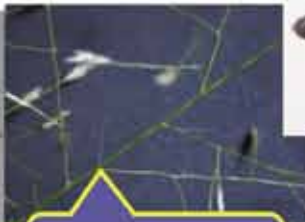
1葉目の葉鞘が短いので葉は地面を這うように開く。

オオニワホコリ

ノミニーの効果が高いため、その連用で増加してくるイネ科雑草。植物体が小さく初期の段階では発生に気づかないことが多く大発生となりやすい。葉の基部、穂の枝の根元に長毛がある。クリンチャー剤が有効。



7月頃から出穂する。草高は最大でも50cm程度で稲の生育が進むと稲に覆われて目立たなくなるが、それまでに大量の種子を落とす。



穂の枝の基部に長毛がある。

微細な種がまばらにつく。



種は茶色～こげ茶色で長さ1mm未満。

1葉目の長さは5mmくらい。注意深く見ないと見つけるのも困難。



この段階(4葉期)でも草丈は2cm程度で見過ごしがち。

葉の基部に長毛がある。

ちょっと見、スズメノテッポウに似るが、葉の基部の長毛で判別可能。

- クリンチャーEWは、イネ科雑草にしか効果がないので、広葉雑草も防除したい場合は、クリンチャーバスME液剤によるか、広葉雑草に有効な剤との体系で防除します。
- クリンチャーEWの使用に当たっては、展着剤を必ず所定量加用してください。また除草効果が低下するので、他の農薬(展着剤以外)との混用は避けてください。多すぎる展着剤の加用も除草効果を減じます。クリンチャー剤は、乾燥条件が続くとノビエを含むイネ科雑草に対する除草効果が劣ることがあります。少雨年では、過乾燥を避けるフラッシングは、クリンチャー剤の除草効果の安定化にも有効です。
- ハードパンチDF、バックアタックDFおよびワイドアタックSCの3剤については、稲の生育ステージで処理早限が決められています。稲出芽前処理等を入れた乾田期2回体系で使用してください。
- 稲出芽後処理および水入れ前処理に用いられる除草剤は、ノビエの5葉期までに散布しなければ十分な除草効果が期待できません。右の表は、名取市での事例ですが、日平均気温が20℃程度になると、葉齢が2日で1葉近く進む場合もあります。天気予報(降雨の有無、気温の高低)に留意して散布作業計画を立てる必要があります。

乾田期の日平均気温
とノビエの葉齢進展

日平均 気温	1日の 葉齢進展
9	0.06
10	0.10
11	0.14
12	0.18
13	0.22
14	0.26
15	0.30
16	0.34
17	0.38
18	0.42
19	0.46
20	0.50

2013年5月のアメダス名取観測地点における日平均気温と名取市下増田に設置した実証圃における乾田期のイヌビエの葉齢進展の関係式による計算値

■ 水入れ後の雑草防除

● 水入れ後処理

- 水入れ後処理では、使用される除草剤も使用方法も移植栽培と大きな違いはありません(P29表-b)。近年はノビエ4葉まで有効な剤(P30別表3)もあり、水入れ後、水持ちが安定してから散布できるので安定して高い除草効果が期待できます。
- 除草剤の散布時に土面の露出があると除草効果がないのは移植の場合と同様です。播種床を均平に仕上げることが重要です。
- 日減水深が2cmを超えるような条件では、水と一緒に除草剤の成分も土壌下層に移動してしまい、除草効果、特に残効性の不足と、場合によっては稲に激しい薬害を生ずることがあります。このため漏水対策をしっかり行うことが重要です。
- 田面の均平と漏水対策が適正になされていて、かつ乾田期の雑草を良好に管理できていれば、乾田直播では、水入れ時に稲の生育が進んでいることもあり、水入れ後の雑草管理は比較的容易です。その際、稲の生育に合わせて深水にしていくと後発のノビエやクサネムの抑制に有効です。
- 乾田直播栽培では、クログワイやオモダカなどの多年生雑草が問題となることは比較的少ないですが、防除が必要な場合は、移植栽培と同様に後期剤(例えばバサグラン液剤)で防除します。

表-a 東北地域において水稲乾田直播栽培で使用可能な除草剤の処理早限と処理晩限(乾田期)¹⁾

		処理晩限						
		ノビエ発生前	ノビエ始	ノビエ1L	ノビエ1.5L	ノビエ3L	ノビエ5L	ノビエ6L
処理早限	播種直後	トレフアノサイド粒剤2.5 ²⁾ マーシエット乳剤 ²⁾ (1000-1500ml/10a) トレフアノサイド乳剤 ²⁾	サターン乳剤 ³⁾ (600-1200ml/10a) サターンバアロ粒剤 ²⁾	サターンバアロ乳剤 ²⁾				
	播種後10日					クリンチャーEW クリンチャーバス ME液剤 ノミニー液剤	トドメMF乳剤 トドメバスMF乳剤	
	出芽始					スタム乳剤35 ⁷⁾		
	出芽揃い				サターン乳剤 (1000-1500ml/10a)			
	入水前10日	マーシエット乳剤 ⁴⁾ (500ml/10a)						
	稲1L					スタム乳剤35		
	稲2L						ハードパンチDF バックアタックDF	
	稲3L						ワイドアタックSC ロイヤント乳剤	

表-b 東北地域において水稲乾田直播栽培で使用可能な除草剤の処理早限と処理晩限(水入れ後)¹⁾

		処理晩限					
		ノビエ3L	ノビエ3.5L	ノビエ4L	ノビエ4.5L	ノビエ5L	ノビエ6L
処理早限	播種直後	オサキニ1キロ粒剤 オテゴロ1キロ粒剤 トータルパワー1キロ粒剤 ベルーガ1キロ粒剤 ベルーガフロアブル マズラオ1キロ粒剤	カウシルコンブリー1キロ粒剤 カウシルコンブリーフロアブル クサウェボン1キロ粒剤 ジヤスタ1キロ粒剤 ボデーガードプロ1キロ粒剤 ボデーガードプロフロアブル プライオリティ1キロ粒剤 プライオリティフロアブル				
	播種後10日	クリンチャー1キロ粒剤 クリンチャージャンボ				クリンチャーEW クリンチャーバスME液剤 ノミニー液剤	トドメMF乳剤 トドメバスMF乳剤
	播種後25日			クリンチャー1キロ粒剤 ⁵⁾ クリンチャージャンボ ⁵⁾			
	稲出芽揃い	ザンテツ1キロ粒剤 ベストパートナー1キロ粒剤 ベストパートナー豆つぶ250 ベルーガ豆つぶ250 ベルーガジャンボ エンペラー豆つぶ250 エンペラー1キロ粒剤 エンペラージャンボ エンペラーフロアブル	プライオリティ豆つぶ250 プライオリティジャンボ				
	稲1L	別表 1	別表 2	別表 3	イソノウ1キロ粒剤		
	稲1.5L	アピロイーグルフロアブル イザナギ1キロ粒剤 トップガンフロアブル トップガンRフロアブル ブルゼータフロアブル リボルバー1キロ粒剤 イネヒーロー1キロ粒剤	イザナギフロアブル				
	稲2L	アットウZ1キロ粒剤 銀河1キロ粒剤 月光1キロ粒剤	タンボエースKZ1キロ粒剤 タンボエースKZジャンボ フルスコアZ1キロ粒剤 フルスコアZジャンボ	ゲバード1キロ粒剤 レプラス1キロ粒剤		スケダチエース1キロ粒剤 ヒエクッパエース1キロ粒剤	
	稲3L	ヒエクリーン豆つぶ250	オシオキMX1キロ粒剤 サンパンチ1キロ粒剤 ハイカット1キロ粒剤	ウィードコア1キロ粒剤 ヒエクリーン1キロ粒剤 ヒエクリーンバサグラン粒剤 ワンステージ1キロ粒剤		スケダチ1キロ粒剤 ⁵⁾ ヒエクッパ1キロ粒剤 ⁵⁾ フォローアップ1キロ粒剤 ワイドアタックD1キロ粒剤 ワイドアタックSC ロイヤント乳剤	
	稲3.5L				トドメMF1キロ粒剤	シアゲMF1キロ粒剤	
	稲4L	カービー1キロ粒剤	ドンピシャ1キロ粒剤	アトカラSジャンボMX サファイヤ1キロ粒剤 セカンドショットSジャンボMX テッケン1キロ粒剤 テッケンジャンボ ミトウリュウ1キロ粒剤 ニトウリュウジャンボ ワイドショット1キロ粒剤 ワイドパワー粒剤			
稲5L	ブイゴールSM1キロ粒剤	MICザーベックスDX1キロ粒剤 クミメートSM1キロ粒剤 マメットSM1キロ粒剤 マメットSM粒剤	アンカーマンDF(顆粒のまま) ツイゲキ1キロ粒剤		アンカーマンDF		

※実際の農薬使用にあたっては、必ず個々の農薬の登録内容をラベルでご確認ください。
また当該農薬を初めて使用するにあたっては、あらかじめ指導機関等の指導を受けてください。

別表1 稲1Lーノビエ3L

<u>アットウZ1キロ粒剤</u>	<u>ドラゴンホークZ1キロ粒剤</u>
<u>アットウZジャンボ</u>	<u>ドラゴンホークZジャンボ</u>
<u>アットウZフロアブル</u>	<u>ドラゴンホークZフロアブル</u>
<u>アットウZ400FG⁸⁾</u>	<u>ドラゴンホークZ300FG⁸⁾</u>
<u>アッパレZ1キロ粒剤</u>	<u>ドリフ1キロ粒剤</u>
<u>アッパレZジャンボ</u>	<u>天空1キロ粒剤</u>
<u>アッパレZフロアブル</u>	<u>天空ジャンボ</u>
<u>アッパレZ400FG⁸⁾</u>	<u>天空フロアブル</u>
<u>アピログロウMX1キロ粒剤</u>	<u>天空エア一粒剤</u>
<u>アピログロウMXジャンボ</u>	<u>ハーディ1キロ粒剤</u>
<u>アピログロウMXエア一粒剤</u>	<u>ビクトリーZ1キロ粒剤</u>
<u>アピロトップMX1キロ粒剤75</u>	<u>ビクトリーZジャンボ</u>
<u>エーワンプフロアブル</u>	<u>ビクトリーZフロアブル</u>
<u>オマージュZ1キロ粒剤</u>	<u>ビクトリーZ400FG⁸⁾</u>
<u>オマージュZジャンボ</u>	<u>ブルゼータ1キロ粒剤</u>
<u>オマージュZフロアブル</u>	<u>ブルゼータジャンボ</u>
<u>カウンシルコンプリートジャンボ</u>	<u>ブルゼータフロアブル</u>
<u>ガンガン1キロ粒剤</u>	<u>ベッカク1キロ粒剤</u>
<u>キンジャンZ1キロ粒剤</u>	<u>ベッカクジャンボ</u>
<u>キマリテジャンボ</u>	<u>ベッカク豆つぶ250</u>
<u>キマリテフロアブル</u>	<u>ベンケイ1キロ粒剤</u>
<u>クレバールZ1キロ粒剤</u>	<u>ベンケイジャンボ</u>
<u>クレバールZジャンボ</u>	<u>ベンケイ豆つぶ250</u>
<u>クレバールZフロアブル</u>	<u>ポッシブル1キロ粒剤</u>
<u>シグナス1キロ粒剤</u>	<u>ポッシブルフロアブル</u>
<u>シグナスジャンボ</u>	<u>ポデーガードフロアブル</u>
<u>シグナスフロアブル</u>	<u>ポデーガードプロジャンボ</u>
<u>シグナスエア一粒剤</u>	<u>ニマイメZ1キロ粒剤</u>
<u>スタム乳剤35</u>	<u>ニマイメZジャンボ</u>
<u>ゼータタイガー1キロ粒剤</u>	<u>ニマイメZフロアブル</u>
<u>ゼータタイガージャンボ</u>	<u>マイウェイ1キロ粒剤</u>
<u>ゼータタイガーフロアブル</u>	<u>マキビシZ1キロ粒剤</u>
<u>ゼータタイガー300FG⁸⁾</u>	<u>マキビシZジャンボ</u>
<u>ゼータハンマー1キロ粒剤</u>	<u>マキビシZフロアブル</u>
<u>ゼータハンマージャンボ</u>	<u>マストラオジャンボ</u>
<u>ゼータハンマーフロアブル</u>	<u>マストラオフロアブル</u>
<u>ゼータファイヤ1キロ粒剤</u>	<u>ムソウ1キロ粒剤</u>
<u>ゼータファイヤジャンボ</u>	<u>メガゼータ1キロ粒剤</u>
<u>ゼータファイヤフロアブル</u>	<u>メガゼータジャンボ</u>
<u>ゼータワン1キロ粒剤</u>	<u>メガゼータフロアブル</u>
<u>ゼータワンジャンボ</u>	<u>メガゼータ400FG⁸⁾</u>
<u>ゼータワンフロアブル</u>	<u>リボルバーエース1キロ粒剤</u>
<u>デオレ1キロ粒剤</u>	<u>流星1キロ粒剤</u>
<u>デオレジャンボ</u>	<u>流星ジャンボ</u>
<u>デオレフロアブル</u>	<u>流星フロアブル</u>
<u>デオレエア一粒剤</u>	<u>流星エア一粒剤</u>
<u>トータルパワージャンボ</u>	<u>ロータスMX1キロ粒剤</u>
<u>トータルパワーフロアブル</u>	<u>ロータスMXジャンボ</u>
<u>トップガンGT1キロ粒剤75</u>	<u>ヤブサメ1キロ粒剤</u>
<u>トップガンR1キロ粒剤</u>	

別表2 稲1Lーノビエ3.5L

<u>アバンティ1キロ粒剤</u>	<u>アバンティジャンボ</u>
<u>アバンティフロアブル</u>	<u>ウルティモZ1キロ粒剤</u>
<u>ウルティモZ1キロ粒剤</u>	<u>ウルティモZジャンボ</u>
<u>ウルティモZフロアブル</u>	<u>ウルティモZフロアブル</u>
<u>カウンシルエナジー1キロ粒剤</u>	<u>カウンシルエナジージャンボ</u>
<u>カウンシルエナジーフロアブル</u>	<u>カウンシルエナジーフロアブル</u>
<u>カウントダウン1キロ粒剤</u>	<u>カウントダウンジャンボ</u>
<u>カウントダウンジャンボ</u>	<u>カウントダウンフロアブル</u>
<u>クサウエボンジャンボ</u>	<u>クサウエボンジャンボ</u>
<u>クサウエボンフロアブル</u>	<u>ジャスタジャンボ</u>
<u>ジャスタジャンボ</u>	<u>ジャスタフロアブル</u>
<u>ジャンダルムMX1キロ粒剤</u>	<u>ジャンダルムMXジャンボ</u>
<u>ジャンダルムMX豆つぶ250⁸⁾</u>	<u>ジャンダルムMX豆つぶ250⁸⁾</u>
<u>シンズイZ1キロ粒剤</u>	<u>シンズイZジャンボ</u>
<u>シンズイZジャンボ</u>	<u>シンズイZフロアブル</u>
<u>シンズイZ豆つぶ250</u>	<u>ゼータプラス1キロ粒剤</u>
<u>ゼータプラス1キロ粒剤</u>	<u>ゼータプラスジャンボ</u>
<u>ゼータプラスジャンボ</u>	<u>ゼータプラスフロアブル</u>
<u>ゼータプラスフロアブル</u>	<u>センイチMX1キロ粒剤</u>
<u>センイチMX1キロ粒剤</u>	<u>センイチMXジャンボ</u>
<u>センイチMXジャンボ</u>	<u>タンボパワー1キロ粒剤</u>
<u>タンボパワー1キロ粒剤</u>	<u>タンボパワージャンボ</u>
<u>タンボパワージャンボ</u>	<u>フルパワーMX1キロ粒剤</u>
<u>フルパワーMX1キロ粒剤</u>	<u>フルパワーMXジャンボ</u>
<u>フルパワーMXジャンボ</u>	<u>フルパワーMX500グラムFG</u>
<u>レイトリックZ1キロ粒剤</u>	<u>レイトリックZジャンボ</u>
<u>レイトリックZジャンボ</u>	<u>レイトリックZフロアブル</u>

別表3 稲1Lーノビエ4L

<u>アクシズMX1キロ粒剤</u>
<u>アシュラ1キロ粒剤</u>
<u>アシュラジャンボ</u>
<u>アシュラ400FG⁸⁾</u>
<u>アシュラフロアブル</u>
<u>ゲバートジャンボ</u>
<u>ゲバートエア一粒剤</u>
<u>ジャイブ1キロ粒剤</u>
<u>ジャイブジャンボ</u>
<u>ジャイブスカイ500グラム粒剤</u>
<u>スケダチ1キロ粒剤</u>
<u>ゼータジャガー1キロ粒剤</u>
<u>ゼータジャガーフロアブル</u>
<u>ゼータジャガージャンボ</u>
<u>タンボエース1キロ粒剤</u>
<u>タンボエースジャンボ</u>
<u>タンボエーススカイ500グラム粒剤</u>
<u>ヒエックバ1キロ粒剤</u>
<u>フルニンギン1キロ粒剤</u>
<u>フルニンギンジャンボ</u>
<u>フルニンギンスカイ500グラム粒剤</u>
<u>フルチャージ1キロ粒剤</u>
<u>フルチャージジャンボ</u>
<u>フルチャージスカイ500グラム粒剤</u>
<u>ベストコンビスカイ500グラム粒剤</u>
<u>レプラスジャンボ</u>
<u>レプラスエア一粒剤</u>

別表4 稲出芽前に使用可能な非選択性除草剤

カルナクス
草枯らLMIC
クサトリキング
グリホス
タッチダウンiQ
ブリグロックSL ⁶⁾
マイゼット ⁶⁾
ラウンドアップ
ラウンドアップハイロード
ラウンドアップマックスロード

1)2021年2月17日現在、水稲の播種後に使用可能でノビエに有効な除草剤の内、乾田期は処理早限が稲3Lまでの剤を、また水入れ後は処理早限が播種後25日または稲5Lまでで、かつ処理晩限がノビエ3L以降の剤を整理した。播種後に使用可能な非選択性除草剤は別表4に示した。アンダーラインは無人ヘリコプター散布が可能な剤を、またゴシック体は水口処理可能な剤を示す。

2)稲出芽前まで

3)稲出芽前まで(「ノビエ始」の表記はラベルにないが同じく稲出芽前までのサターンバアロ粒剤に準じ分類)

4)入水2日前まで 5)1.5kg/10a処理 6)播種後7日まで 7)稲1葉期まで 8)湛水周縁散布可能

※実際の農薬使用にあたっては、必ず個々の農薬の登録内容をラベルでご確認ください。

また当該農薬を初めて使用するにあたっては、あらかじめ指導機関等の指導を受けてください。

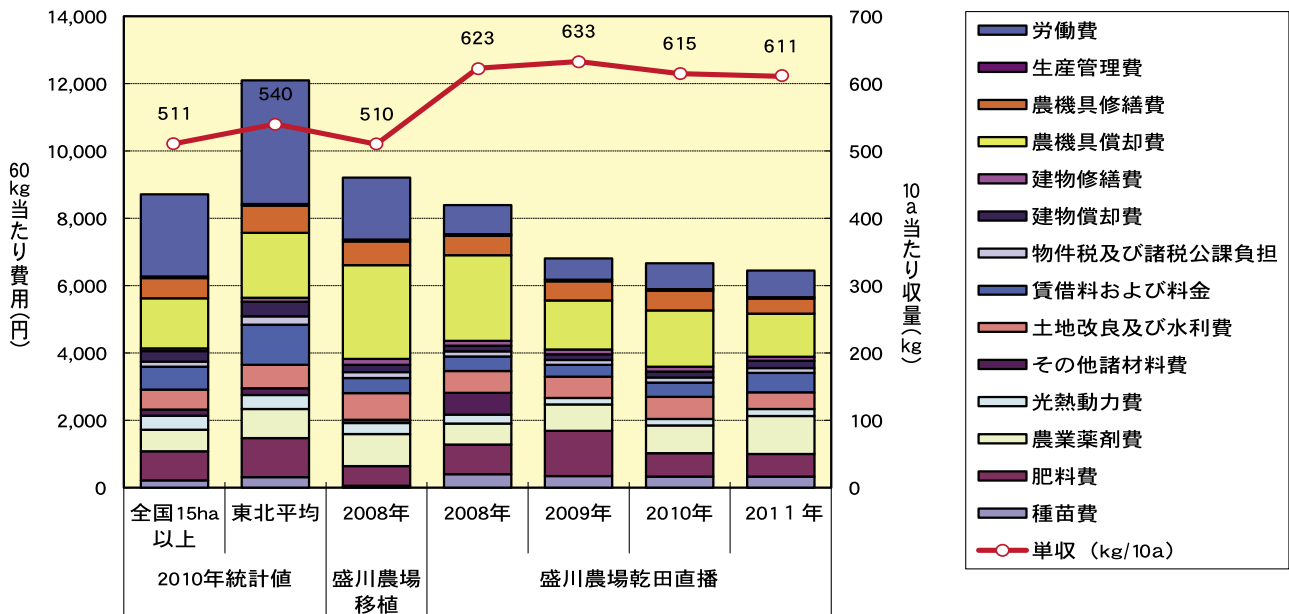
11 乾田直播の導入効果

乾田直播導入の経営的メリット

- 水稻の移植栽培では、育苗、代かき、田植えを行う必要があり、この3作業に多くの労働時間を必要とします。また、代かき、田植を同時期に行う必要があり、この時期に作業ピークが形成されます。
- 乾田直播栽培では、育苗などを行う必要がないため作業時間を短縮することが可能なほか、育苗ハウスも必要ありません。
- 作業時期の分散も可能なことから、労働の平準化と規模拡大への対応が容易になります。

(有)盛川農場におけるコスト低減効果

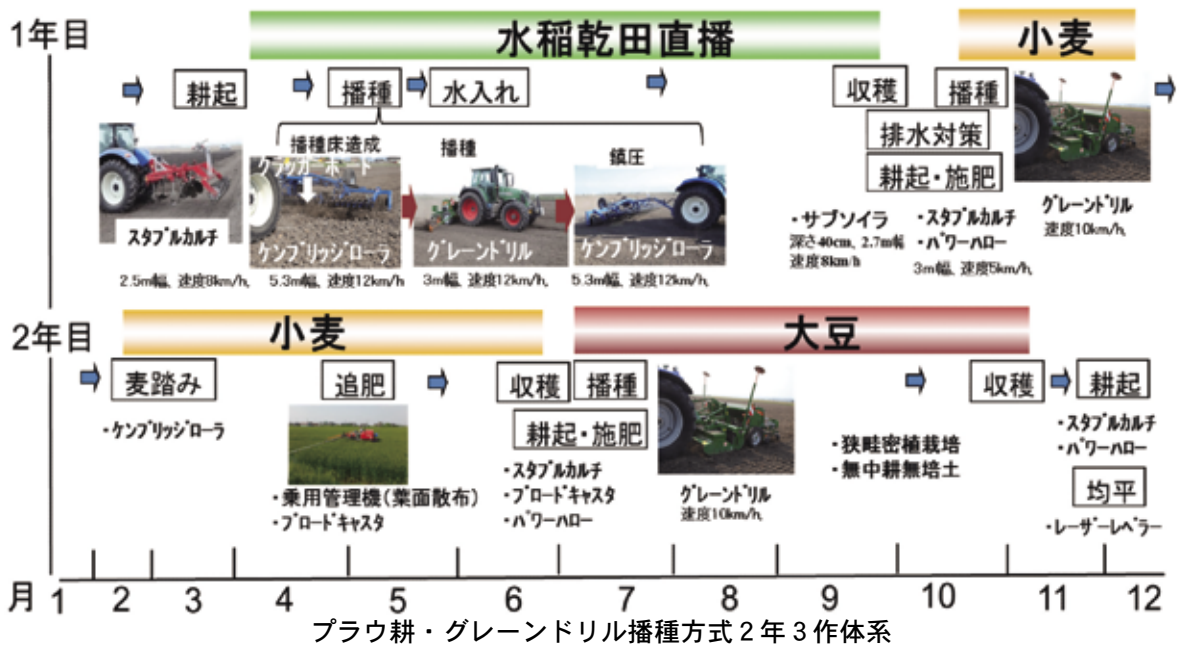
- 2007年～2011年まで実証試験を行った(有)盛川農場では、乾田直播の10aあたり労働時間は、約4.8～6.4時間でした。
- 2008年から4年間の乾田直播体系における60kgあたり費用合計は約6,500～8,400円と試算され、2010年「東北平均」の約54～69%となっています。
- 移植体系の主力品種である「ひとめぼれ」では単収が510kgであるのに対して、乾田直播体系で用いた「萌えみのり」は単収が600kgを超えています。
- その結果、60kgあたりのコスト低減効果に対しても、倒伏しにくく、単収が高いなど直播適用性が高い品種「萌えみのり」の力が影響しています。



12 乾田直播による麦-大豆との輪作

■ プラウ耕・グレーンドリル播種による稲-麦-大豆の2年3作

- プラウ耕・グレーンドリル播種体系の乾田直播は、移植体系で不可欠な耕盤層が不要で、排水性が改善されるため、輪作に適した水稻栽培法です。
- グレーンドリルは、種子ホッパのシャッタを1条おきか2条おきに閉めることで、条間30cm程度の大豆狭畦密植栽培の播種に利用できます。
- そのため、プラウ耕・グレーンドリル乾田直播の播種体系を、麦、大豆にも適用して、下図のような2年3作体系が構築できます。



- 仙台平野の津波被災水田において2～3ha規模の大区画水田を造成し、プラウ耕・グレーンドリル播種方式2年3作体系の実証試験を、2013年から2017年まで実施しました。
- 営農機械で合筆造成した3.4ha圃場(長辺300m、10枚合筆)と2.2ha圃場(長辺170m、6枚合筆)を用いた3年間の実証試験の平均収量は、乾田直播533kg/10a、小麦403kg/10a、大豆226kg/10aでした。

2年3作体系実証試験の収量

	年度	圃場	播種日 月/日	播種量 kg/10a	砕土率 %	苗立ち数(率) 本/m ² (%)	収穫日	全刈収量 kg/10a
水稲	2013	3.4ha	4/10	5.0	75.6	100(57)	10/12	549
		2.2ha	4/9	5.2	70.2	137(74)	10/10	
	2014	3.4ha	4/11	4.7	75.5	125(74)	10/3	542
	2015	2.2ha	4/9	6.3	58.1	126(60)	9/30	507
小麦	2013-14	2.2ha	11/1	8.4	-	109(50)	6/26	409
	2014-15	3.4ha	10/20	10.2	-	183(79)	6/23	398
大豆	2014	2.2ha	7/3	12.2	55.5	29(79)	11/6	289
	2015	3.4ha	7/7	12.1	52.0	25(74)	11/5	163

注1)水稻品種は「まなむすめ」、小麦は「シラネコムギ」「銀河のちから」、大豆は「あきみやび」。注2)播種条間は、水稻12cm(2013年のみ12cmと24cm)、小麦12cm、大豆24cmと36cmで実施。注3)砕土率は土塊径2cm以下の土塊が占める質量割合で、ナトリウム粘土の影響で低い。注4)水稻収量は粒厚1.9mm以上、小麦収量は粒厚2.4mm以上。



実証圃場

作業時間の低減効果

- 実証試験に基づくプラウ耕・グレーンドリル播種方式による、水稲・小麦・大豆(狭畦密植栽培)の10a当たりの投下労働時間は表のとおりです。
- 水稲乾田直播栽培5.4時間、小麦3時間、大豆(狭畦密植栽培)2.7時間と、東北平均に対して投下労働時間は大きく減少しています。

2年3作体系の投下労働時間

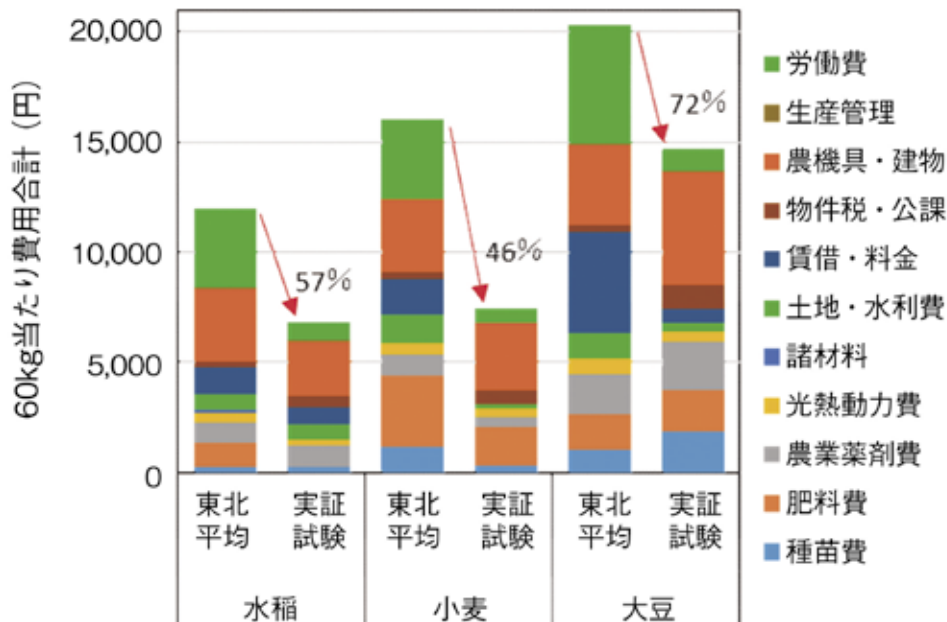
水稲			小麦		大豆	
東北平均	全国 15ha以上層	プラウ耕・グレーン ドリル方式	東北平均	プラウ耕・グレーン ドリル方式	東北平均	プラウ耕・グレーン ドリル方式
24.5	14.4	5.4	6.9	3	9.8	2.7

注1)東北平均及び全国15ha以上層は農業経営統計調査平成22年産米・小麦・大豆生産費による。

注2)プラウ耕グレーンドリル方式の労働時間のうち、管理、生産管理、間接労働は農業経営統計調査平成25年産米・小麦・大豆生産費調査の最大規模層(全国・水稲15ha以上層、全国・小麦(田作)15ha以上層、全国・大豆(田作)7ha以上層)のデータを用いた。

コスト低減効果

- 実証試験での作業時間データ、単収(水稲533kg、小麦403kg、大豆226kg)等を用いて60kg当たりの費用合計を試算しました。
- 東北平均と比較すると、水稲57%、小麦46%、大豆72%程度となっています。費用構成で見ると、労働時間の減少に伴う労働費の低減効果が大きくなっています。














◎試算条件の説明

費用合計の試算は、想定する経営規模、作目構成等によって変動します。

そこで、実証経営体の実態等を考慮し、以下の条件の下で試算しました。

- ・ 経営規模：農地面積100ha・水稲-小麦-大豆各35haの2年3作+ 移植水稲20ha + 大豆単作10haの経営を想定(延作付面積135ha)。
- ・ 機械施設：全て新規導入するものとして計上した(圧縮なし・法定耐用年数)。
- ・ 主な機械装備：トラクター135馬力2台、65馬力1台、47馬力1台、自脱型6条コンバイン2台、普通型コンバイン1台、田植機8条1台、レーザーレベラー1台、グレーンドリル1台、スタプルカルチ1台、バーチカルハロー1台、ケンブリッジローラー1台等である。

13 栽培暦－岩手県花巻市での導入事例－

	水管理	生育	作業体系
3月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">整地・均平</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">たい肥散布</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">種子予措</div>
4月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">播種床準備</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">施肥・播種・鎮圧</div>
5月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">除草剤散布</div>
6月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">除草剤散布</div>
7月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">幼穂形成期</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">減数分裂期</div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">追肥</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">追肥</div>
8月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">出穂期</div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">いもち防除</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">カメムシ防除</div>
9月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">間断かん漉</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">落水</div>
10月		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">収穫</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">乾燥・調製</div>
11月			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">秋起し (プラウ、チゼルプラウ)</div>

1. 品種

「ひとめぼれ」および直播向き品種「萌えみのり」
播種量5kg/10a

2. 圃場の選定・準備

- ①隣接する上側圃場が移植栽培の場合は、上側圃場との畦畔際に明渠を掘る。
- ②プラウ耕やチゼル耕による秋起しを実施して、播種前に十分に圃場を乾かす。
- ③レベラーによる均平作業で、田面高低差は10cm以内にする。
- ④刈株は、レベラーによる均平作業の妨げになるため、プラウ耕によって埋没させておく。

3. 種子の準備

- ①3～4月に早期播種する場合には、「チウラム」を塗沫する。チウラムは殺菌効果とともに鳥害防止に一定の効果がある。
- ②グレーンドリルを用いる場合は、播種予定量よりも1～2割多く準備する。

4. 播種時期

- ①出芽適温まで待つ必要がなく、トラクタが圃場に入れるようになれば3～4月の早期に播種することが可能。
- ②隣接する上側圃場が移植栽培の場合は、上側圃場の水入れ前に播種する必要がある。

5. 播種床準備

- ①播種床を硬く造成する。
- ②播種深さ25mm程度に播種するためには、播種床の硬さは足跡深さ(人が片足のかかと全体重をかけて踏み込んだ時の沈下量)で約50mmとする。

6. 播種

- ①枕地は旋回で硬くなるため、枕地から先に播種する。
- ②播種後に、カルチバックやケンブリッジローラーで鎮圧すると、碎土率が上がるとともに、種子と土壌が密着し苗立ち率が向上する。

7. 肥培管理

- ①代かきをしないため基肥に施用した窒素肥料は脱窒・流亡しやすく、緩行性肥料の活用が望ましい。
- ②代かき栽培法に比べ地力窒素の発現が遅れるため、寒冷地では初期の生育量を確保する肥培管理が重要。

8. 除草体系

- ①基本は水入れ前の茎葉処理剤と、水入れ後の一発処理剤の2回処理体系。
- ②一発処理剤の効果は数日間湛水できることにかかっている。そのため、しっかりした畔を作ることが重要。

9. 水管理

- ①初期の水管理は苗立ちの成否の鍵を握っている。最初の水入れは浅水とする。苗は1週間以上水没すると枯死する。
- ②均平がとれていない圃場では、田面が露出したとしても全ての苗の先が水面から出るまで待ってから、2～3日に1回程度給水するような管理とする。

10. 漏水対策

- ①播種床を造成する際に十分鎮圧し、しっかりした畦畔を作る。
- ②畦畔からの漏水は、ベントナイトを混和して畔塗りすると効果が高まる。水を入れた後でも、畦畔際を幅30cm程度を歩行型トラクタや乗用管理機で代かきする方法も効果大きい。

14 乾田直播に対する先駆導入農家の評価

- 水田100haを考えれば移植では対応できない(育苗や代かき作業、育苗ハウスへの投資など)ため、乾田直播技術を自前の技術として確立して備える戦略である。
- 代かきして移植するのは、技術も完成され、失敗も少ない。対して、乾田直播は農家が試行錯誤しながら自前で組み立てていく技術といえ、プロの技である。
- 行政や試験研究機関、機械メーカーが、直播栽培のいろんなメリットを挙げてみても、まず単収が移植並みにならないことには定着は難しいだろう。
- 代かきは雑草に関して、前作をリセットする効果がある(除草効果)と考える。これに対して、乾田直播は前作の雑草を引きずっていく印象だ。だから乾田直播では前作も含めた「圃場作り」が重要と考えている。
- プラウ耕-グレーンドリル体系では、作業効率は大きく向上するが、大型機械を利用するので圃場区画の大きさによって作業効率は影響される。
- 代かきを行わないため乾田化が進み、圃場内作業がやりやすくなり、作業性改善にも役立つ。
- 湿性雑草が減少するが、圃場によっても雑草の出方が異なるので、圃場毎の細かな対応が必要になる。
- 機械類の汎用利用が出来る一方で、麦類・大豆などの畑作物に取り組まない経営では、汎用利用のメリットが減少する。
- 耐倒伏性など直播適性品種を用いれば、より大きな効果を得られる。
- リスク対応として移植栽培をゼロにすることは難しい。リスク回避策として鉄コーティング湛水直播にも一部取り組んでいる。
- 田植時の苗運搬など、補助労働が不要になるが、同時並行的に進める必要がある作業もあることから、複数のオペレーターが必要になる。
- 労働費は減少するが、大型機械への投資が増えるので、経営の複合化により農業機械の稼働率を高めるなどの工夫も必要である。



左から2人目：盛川周祐氏

宮城県名取市の(有)耕谷アグリサービス圃場にて

編集後記

本マニュアルの前回の改訂(ver3.1)から3年が経過しました。この間にプラウ耕鎮圧体系の乾田直播に取り組む生産者は、宮城県沿岸部を中心に増加しつつあります。また、種子処理剤や除草剤等、乾田直播に利用できる農薬の種類も増えています。また、ver3.1で先端技術として記載されていたものが市販化される、農薬散布の手段としてドローンが普通に利用されるようになる等、ICT技術の利用についても進展が見られます。

この間、東北農研では実証研究の実施とともに、東北地方の各県の普及機関やJA等の協力も得て、各地での巡回や研究会に積極的に参加してきました。今後も同様の活動を続けていきますので、本マニュアルとあわせて乾田直播に取り組もうとしている皆様のお役に立てればと思っています。

実証試験で多大なご協力をいただいた(有)耕谷アグリサービス、(有)恵みのファーム、(株)紅梅夢ファームはじめ多くの生産法人、生産者の皆様、また花巻市の盛川氏をはじめ、各地で乾田直播に取り組んでおられる皆様に多くのご協力やご助言をいただきました。深く感謝いたします。

(編集担当 長坂)



乾田直播の播種(速度12km/h)



奥 : 3.4ha乾田直播
手前 : 2.2ha狭畦密植大豆

執筆者一覧

大谷隆二	東北農業研究センター
長坂善禎	東北農業研究センター
齋藤秀文	東北農業研究センター
冠 秀昭	農林水産省
関矢博幸	中央農業研究センター
中山壮一	元東北農業研究センター
宮路広武	東北農業研究センター
赤坂舞子	東北農業研究センター

農林水産省委託プロジェクト「水田の潜在能力発揮による農地周年有効活用技術の開発4系超低コスト作物生産技術の開発」、復興庁・農林水産省委託プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」で得られた成果を基に制作しました。

お問い合わせ先：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター 地域戦略部 研究推進室

住 所：〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4 電話：019-643-3414
E-mail：www-tohoku@naro.affrc.go.jp <http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/tarc/>