

水稲乾田直播を核とした アップカットロータリの汎用利用による 稲・麦・大豆輪作技術マニュアル



2016年3月

北部九州低コスト水田輪作体系実証コンソーシアム
(代表機関：国立研究開発法人 農研機構 九州沖縄農業研究センター)

| 目 | 次 |

はじめに	1
当該輪作体系の特徴と概略	2
乾田直播水稻の表層散播による一工程播種	3
振動鎮圧ローラを活用した漏水防止対策	5
表層散播による乾田直播での雑草防除	7
水稻多収品種「たちはるか」での栽培例	9
大豆・麦のアップカットロータリを活用した 一工程播種栽培	11
アップカットロータリの汎用利用による 輪作体系の経営的評価	13
参考資料 1 業務用米に適した水稻多収品種 「たちはるか」の特徴と無洗米適性	15
参考資料 2 多収大麦品種「はるか二条」の特徴と 焼酎醸造適性	17
参考資料 3 FOEAS を活用した乾田直播水稻の播種・ 鎮圧工程での水分管理案	19
参考資料 4 表層散播機の特徴	21

はじめに

北部九州地域の水田では温暖多雨な気候を活用して、夏に水稲や大豆を栽培し、冬に小麦や大麦を栽培する2年4作の輪作が広く行われています。この方式は高い土地利用率和生産性を兼ね備えた優れた技術で、国内でも屈指の低コスト農業を実現しています。また、水稲作では移植栽培を直播栽培に変えることで更なる省力・低コスト化を実現できる可能性があります。しかし、この2年4作水田輪作体系において、稲・麦・大豆の安定した収量と品質を確保するためには、さまざまな問題を解決する必要があります。

水稲栽培では移植した直後の苗をスクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）に食害される被害があるため、スクミリンゴガイが多い圃場では、移植後、浅水・落水管理や農薬散布が必要となります。また、省力・低コスト化のためには直播栽培の導入が不可欠ですが、湛水直播栽培では、出芽直後の小さな苗がスクミリンゴガイの食害に遭う可能性が高く、その被害の規模は移植栽培よりはるかに大きくなります。一方、乾田直播栽培では、播種後約一ヶ月は乾田状態にするため、スクミリンゴガイの食害を受けることはほとんどありませんが、麦収穫後の6月上中旬頃は梅雨入り前後の不安定な天気が多く、降雨により播種作業ができないこと、また、代かきを行わないため、漏水による雑草の発生や肥料の流亡による水稲の収量低下が問題となります。更に、直播栽培は移植栽培に比べて倒伏しやすいことから、耐倒伏性に優れた品種や、近年の気候温暖化に対応して病害虫抵抗性の高い品種を導入していく必要があります。

大豆栽培では、北部九州で広く栽培されている「フクユタカ」の播種適期が7月中下旬の梅雨末期と重なり、降雨のため播種作業ができないこと、播種後の降雨による湿害のため苗立率が低くなり、播き直しするか、場合によっては播種を諦めざるを得ないことが問題となっています。また、年によっては、台風による倒伏や、干ばつによる水分ストレス、病害虫による被害が収量や品質の不安定性を増大させています。これらの問題を解決するためには、麦収穫後から梅雨入りまでに播種が可能な早生品種を導入するとともに、降雨の影響を受けにくい播種・栽培技術を開発することが重要であると考えられます。

小麦・大麦栽培では、降雨による湿害や低温・日照不足による生育不良が問題となっています。また、5月下旬から6月上旬の収穫時期に雨が多く、収穫作業ができないまま倒伏や穂発芽に至り、収穫を諦めなければならないこともあります。麦類の収量と品質の安定化のためには、湿害を回避できる栽培技術と、病害虫耐性、穂発芽耐性、耐倒伏性に優れた多収品種の導入が必要です。

以上のように、北部九州地域の水田輪作の継続と発展のためには、これらの問題を解決しつつ、担い手の不足や高齢化に対応できる圃場基盤の整備と機械化が重要であると考えられます。

(研究代表者：九州研・田坂幸平)

当該輪作体系の特徴と概略

本技術マニュアルでは、平成26～27年度に福岡県みやま市を中心に実施した、北部九州地域における水稲乾田直播を核としたアップカットロータリの汎用利用による稲・麦・大豆輪作技術の現地実証試験データを基に、提案可能な技術を明らかにします。

まず、表層散播による水稲乾田直播栽培では、多収品種「たちはるか」を用いた乾田直播栽培について解説します。一般的に、乾田直播栽培は移植栽培や湛水直播栽培より省力的な技術であると言われていますが、代かきをしないことから漏水が多い圃場では雑草の発生や肥料の流亡による水稲の収量低下が問題となります。北部九州の水田は冬に麦類を作付けすることが多いため、麦の生育を促進するために畝立て・土入れをしたり、サブソイラにより弾丸暗渠を施工して排水を促進します。このような圃場はそのままの状態では水を溜めることができないため、水稲を栽培するためには代かき以外の方法で漏水を防止する必要があります。この現地実証試験では、振動鎮圧ローラを活用して漏水を防止した結果について解説するとともに、鎮圧による漏水防止効果を高めるための土壌条件を提示します。

乾田直播栽培の播種方法として採用した表層散播は、もともと麦類を栽培するための技術ですが、「たちはるか」は多肥・密植条件により多収となることから表層散播向きの品種であり、表層散播機を用いた耕起一工程播種栽培の2年間の試験結果を基に提案できる栽培技術を提示します。更に、乾田直播栽培において重要な雑草防除技術について解説します。

二番目の大豆・麦のアップカットロータリを活用した一工程播種栽培では、アップカットロータリを利用して、大豆「フクユタカ」と大麦「はるか二条」を栽培した実証試験結果から提案できる技術を提示します。これらの播種技術は、水稲を含めて全てアップカットロータリを利用した耕起一工程播種、つまり、不耕起条件の圃場を一工程で耕起・播種・(除草剤散布)する技術です。作付け切り替え時期に雨の多い北部九州地域では、降雨のために播種作業ができないことが多く、耕起した後大雨が降った場合にはその圃場に入れないことから、耕起一工程播種技術は適期に播種作業ができる技術として有効であると考えています。「フクユタカ」を用いた大豆播種作業は慣行の1畝2条播き栽培、「はるか二条」を用いた大麦播種作業は表層散播栽培を行い、実証試験結果を基に技術の提案を行います。「はるか二条」は「ニシノホシ」に代わることが期待される多収大麦新品種で、現在、福岡県、長崎県、鹿児島県で奨励品種として採用されており、今後の普及が期待できます。

三番目のアップカットロータリの汎用利用による輪作体系の経営的評価では、上記の稲・麦・大豆の輪作体系における経営評価を行うとともに、コスト低減の指標を明らかにします。

この他、本マニュアルでは、業務用米に適した水稲多収品種「たちはるか」の特徴と無洗米適性、多収大麦品種「はるか二条」の特徴と焼酎醸造適性、表層散播機の特徴、FOEASを活用した播種・鎮圧工程での水分管理案について説明を加えました。本技術マニュアルが、今後の九州・沖縄農業の発展に繋がれば幸いです。

(担当：九州研・田坂幸平)

乾田直播水稻の表層散播による一工程播種

1. 表層散播の特徴

表層散播は、アップカットロータリを前提にした全面・表層に播種する方法で、耕起・施肥播種・覆土・鎮圧を一工程で行えることによる省力化だけでなく、密播による雑草抑制・収量向上などが確認されています。また、アップカットロータリによる一工程播種では、一般的に行われる播種前の耕耘が不要なので、降雨による播種への影響を抑えられ、さらに播種部が直接土壌と接触しないので、通常の条播機では作業が困難な高水分土壌条件でも作業が可能な、耐天候性の高い新しい播種技術です。なお、表層散播機の構造については【表層散播機の特徴】の項目を参照してください。

2. 表層散播機の組立・設定

①ロータリの設定

表層散播では、耕耘されている土壌中に種子を散播することで、碎土されロータリから後方に放出される土壌によって覆土させており、その為にロータリの均平カバーを外す必要があります。なお、一般的なダウンカットロータリではカバーが無いと土壌や石が後方に危険な状態で飛び出しますが、アップカットロータリでは土壌などは安定した状態で畝に堆積し比較的安全です（写真1）。



写真1 アップカットロータリ 設定箇所

播種深度調節のために施肥播種ユニットの高さを確保する必要があるため、ロータリのゲージ輪は長めに深浅ロッドは短めにする。一方、一工程播種では藁が圃場を覆っているため、耕耘時に藁等がロータリに入りやすいよう、前方カバーは上げる。またレーキからの土壌飛散を増やす為に、可能ならゴムカバーの長さを50～100 mm 短くする（写真1）。

②播種深度の調節

表層散播での播種深度調節は、通常と大きく違い、散粒板の角度や高さ、そしてロータリとの距離で行います（写真2）。散粒板が低いと土壌が散粒板に当たり、種子等の散粒も不十分になるので、基本的には高く設定して下さい。そして散粒板をロータリに近づけると播種深度は深く、離すと浅くなります。散粒板の角度を急にしすぎると種子等の散粒程度が悪く条播に近くなり、水平にしすぎると種子等が散粒板内に滞る場合があるた



写真2 表層散播・散粒状況と設定

め、角度は45°を基本として散粒状況を確認しながら調節してください。

3. 水稻乾田直播

麦などの表層散播では平高畝（爪配列によって畦両側に溝のある高畝）による排水性の向上を図る場合もありますが、水稻乾田直播では播種後の鎮圧作業・漏水防止のため平畝とします（写真3）。播種機の性能としては畦全面への播種が可能ですが、管理作業等で畦間に通路が必要な場合は、散粒板サイドにカバーを付けて播種を制限することによって、通路を設置します（写真4）。



写真3 水稻乾田直播作業

4. 表層散播時の留意事項

①播種前作業

アップカットロータリのメリット（耐天候性等）を活かすため、播種前のロータリ耕耘は避けて下さい。ただし、播種速度や碎土性を向上させる必要がある場合には、チゼルプラウ等による荒起こしは、土壤乾燥や碎土の向上に有効です。

また、アップカットロータリは前作の株跡・藁残渣や雑草などを埋没させる能力は高いですが、非常に大量な藁や雑草の繁茂では播種作業に支障が出ます。必要に応じて、プラウによる埋没や、播種前除草（除草剤散布やハンマーモアー等）を行って下さい。



写真4 出芽状況（播種3週間後）

②播種速度とPTO回転数

非常に低速になると、アップカットロータリから出てくる土壌が減るため、覆土が不安定となります。また、安定した播種深度の維持や平らな畝上面の形成のためには、ある程度の耕深が必要です。

- ・耕耘速度：0.5 m/s(1.8 km/h)以上
- ・耕深：10～15 cm 程度
- ・PTO：基本的にPTO変速1（低速）で十分ですが、碎土が不十分な場合はPTOの増速で改善します。

③メンテナンス

操出ロールや散粒器内で肥料等が湿気により固着する場合がありますので、播種作業後には毎日清掃して下さい。

（担当：九州研・土屋史紀）

振動鎮圧ローラを活用した漏水防止対策

1. 鎮圧作業の必要性和工程

水稲乾田直播は、低コストで省力的な栽培方法です。しかし、水稲-小麦、大豆-大麦の二毛作が展開される北部九州地域では、麦類の収穫から水稲播種までの準備期間が短く、さらに畑利用(大豆、麦作)の継続によって圃場の漏水が顕著になるため、水稲乾田直播栽培を実施するためには、播種時の効率的かつ効果的な漏水防止技術が必要となります。ここで提案する振動鎮圧ローラによる対策は、表層散播機等で一工程耕耘同時播種した後に実施します(図1)。



図1 鎮圧作業の工程

2. 振動鎮圧ローラとは

暖地二毛作地域における水稲乾田直播圃場の漏水防止に使用する作業機です(写真5)。本機は、トラクタの3点リンクヒッチに直装できるため、圃場内外での機動性に優れています。また、ローラ重量が280 kgのため出力30 PSクラスのトラクタで利用可能で、振動時の瞬間的な鎮圧荷重は600~2500 kg(PTO: 800~1100 rpm)に達します。

【型式:SV2-T(川辺農研産業(株))】



http://www.kawabenoken.co.jp/product/img/bss_sv2_t1.jpg

写真5 振動鎮圧ローラの外観

3. 鎮圧作業のポイント

- ・推奨の圃場サイズは50 a以下で、作業速度は3 km/h程度が上限です。
- ・圃場面積40 a、作業速度3 km/hにおける作業能率は20分/10 a程度です。
- ・推奨されるPTOの回転数は、1000~1200 rpm程度です。
- ・枕地を先に鎮圧することで、旋回時のタイヤ跡による乱れを軽減できます。
- ・旋回時は必ずPTOを切って振動を止める必要があります(注:止めないと機械が壊れます)。



写真6 鎮圧作業の様子

4. 鎮圧に適した土壌水分の判断方法

鎮圧作業の時の作土の湿り具合には注意が必要です。鎮圧前の表層の土を握って、固まるか否かでよい湿り具合か判断できます(図2)。乾いている場合には、降雨や地下灌漑(FOEAS)等を利用して湿った状態になってから作業するとよいでしょう(P19~20参照)。



図2 鎮圧作業による水分の確認の仕方

5. 振動鎮圧の効果—実施例

播種後に鎮圧作業を行うことで、漏水甚大な圃場(表1の1列目)の減水深も20mm以下におさまりました。乾いた状態の鎮圧では、効果が小さくなります(表1の4例目)。

表1 乾田直播圃場の減水深

圃場の特徴		作業実施時の特徴	播種・鎮圧方法	減水深*** (mm/日)	実施年	
土性*	圃場サイズ(a)					
壤土	35	漏水性甚大 (1890mm/日**)	朝降雨有り	表層散播・同日鎮圧	14	2014
	37	漏水性大 (203mm/日**)	朝降雨有り	表層散播・同日鎮圧	20	2014
	47	前年冬に基盤整備(FOEAS)	FOEASによる予浸	表面散播・翌日鎮圧	13	2015
	24	前年冬に基盤整備(従来暗渠)		表面散播・翌日鎮圧	33→後、湛水不能	2015
埴壤土	30			表面散播・同日鎮圧	15	2015
軽埴土	55			表面散播・同日鎮圧	27	2015

* 粘土の量 軽埴土>埴壤土>壤土

** 麦作のおわりごろに、耕盤に右写真のような金属円筒を打ち込み、水を入れて水面が下がる速さを測定し、mm/日に換算した。大きな値は、耕盤が水の縦方向の動きをさえぎらないことを示す。

*** 水田における水の減り具合。水の縦方向、横方向の漏れ、水面の蒸発量、稲からの蒸散量が影響する。



★この技術は、畦畔から出て行くような横向きの水漏れを押さえるものではありません。横漏れの激しい圃場では畦塗り等を実施してください。

(担当：九州研・深見公一郎、中野恵子)

表層散播による乾田直播栽培での雑草防除

1. 乾田直播栽培で問題となる雑草

乾田直播栽培は、代かきを行わないので、移植栽培とは異なる雑草が発生することが多くなります。特に好气的条件で出芽しやすく、かつ湛水条件でも旺盛に生育するノビエ、アゼガヤ、クサネム、アメリカセンダングサ、タカサブロウなどが問題となりやすくなります。これら雑草の発生は、乾田期間に集中するため、入水前にこれら雑草を防除することが重要です。



写真7 水稲乾田直播栽培で問題となる雑草
注) 左からクサネム、アメリカセンダングサ、タカサブロウ

2. 表層散播による乾田直播栽培での雑草防除体系

1) スクミリンゴガイがいる場合

播種後1か月近く乾田期間とします。乾田期間が長くなるため、乾田期間に発生した雑草は、播種・振動鎮圧後に処理する土壌処理型除草剤（サターンバアロ乳剤など）と茎葉処理型除草剤（クリンチャーバスME液剤など）の2回処理体系により防除します。入水後は湛水土壌処理型除草剤により雑草を防除します。これらの体系によっても残草した場合は、再度、茎葉処理型除草剤により防除します（表2、図3）。乾田直播栽培では、移植栽培に比べて除草剤の使用回数が多くなります。少しでも除草剤の使用回数を増やさないためにも、適正な肥培管理や水管理によ

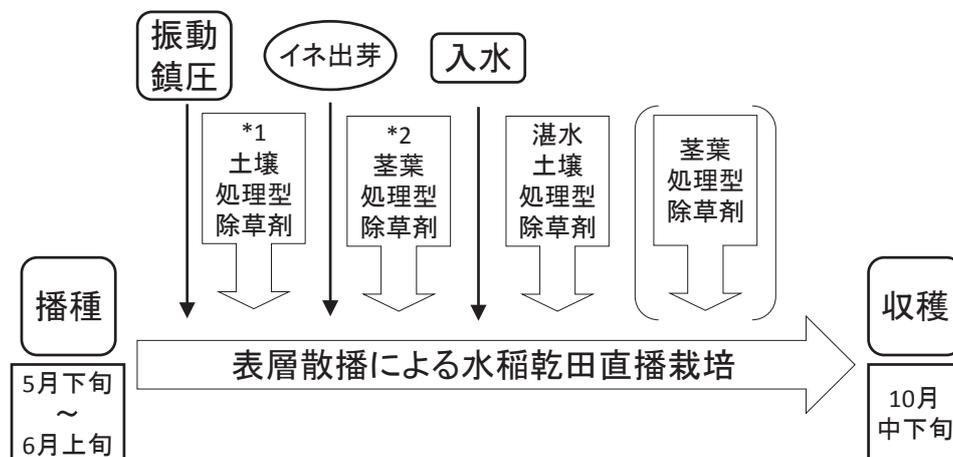


図3 表層散播による水稲乾田直播栽培における雑草防除体系

*1：サターン乳剤、サターンバアロ乳剤、トレファノサイド乳剤など
*2：クリンチャーEW、クリンチャーバスME液剤、ノミニー液剤など

り水稻の生育を旺盛にするとともに除草剤の効果を高く保つよう心がけてください。

a) 土壌処理型除草剤は振動鎮圧後に処理します

土壌処理型除草剤の処理後の振動鎮圧は処理層の破壊を誘発します。特に振動鎮圧機が巡回する枕地などでは除草剤の効果が期待できません。土壌処理型除草剤の処理は振動鎮圧後に行ってください。

b) 適期に土壌処理型除草剤が処理できなかった場合

① イネ出芽前の場合

非選択性除草剤（草枯らし MIC、ラウンドアップマックスロードなど）により雑草を防除します。その場合、非選択性除草剤は土壌処理効果がないので、茎葉処理型除草剤の処理時期が早まることに留意してください。

② イネ出芽後の場合

茎葉処理型除草剤を複数回使用して乾田期間の雑草を防除します。その場合、茎葉処理型除草剤の使用回数は、剤によって異なるので留意してください。

除草剤は、その種類によって、効果のある草種や葉齢などが異なります。特に茎葉処理型除草剤では、剤によって、イネ科雑草や広葉雑草に対する効果が大きく異なるので発生する草種や雑草の葉齢に留意して除草剤を選択する必要があります。

2) スクミリンゴガイがない場合

イネ出芽後直ちに入水します。乾田期間に発生した雑草は、入水前に播種後10日から使用できる茎葉処理型除草剤（クリンチャーEW、クリンチャーバスME液剤、ノミニー液剤）により防除します。入水後は湛水土壌処理型除草剤により雑草を防除します。

表2 水稻乾田直播栽培で使用する除草剤の一例

除草剤名	使用時期
乾田期間に使用する除草剤	
土壌処理型除草剤	
サターン乳剤	播種直後～稲出芽前(入水15日前まで) (処理薬量600～1200ml/10aの場合)
サターンバアロ乳剤および粒剤	播種直後～稲出芽前 (ノビエの1葉期まで)(入水15日前まで)
トレファンサイド乳剤および粒剤2.5	播種後発芽前(ノビエ発生前) (入水15日前まで)
茎葉処理型除草剤	
クリンチャーEW	播種後10日～ノビエ5葉期
クリンチャーバスME液剤	播種後10日～ノビエ5葉期
ノミニー液剤	播種後10日～ノビエ5葉期
イネ出芽後直ちに入水する場合は以下の除草剤は使用できません。	
シャドー水和剤	入水10～2日前(イネ2葉期以降)
ワイドアタックSC	イネ3葉期～ノビエ5葉期
入水後に使用する除草剤	
湛水土壌処理型除草剤	
直播水稻に登録のある初中期一発処理剤	

注) 使用時期については簡略化して記載しています。詳細は除草剤のラベルをご覧ください。除草剤は、商品名を五十音順に記載しました。

3) 難防除雑草が発生する場合

クログワイやオモダカなどの難防除多年生雑草やスルホニルウレア系除草剤(SU剤)抵抗性雑草(SU剤抵抗性イヌホタルイやSU剤抵抗性コナギなど)は、入水後の除草剤の処理回数が2回となることが多くなります。したがって、難防除雑草やSU剤抵抗性雑草が発生することが事前にわかっている水田では、できるだけ直播栽培は避け、移植栽培において徹底防除を行い、これら雑草の発生密度を低減してから直播栽培を導入するようにしてください。

(担当：九州研・小荒井晃)

水稲多収品種「たちはるか」での栽培例

1. 栽培管理

平成26年度と平成27年度に福岡県みやま市の農家圃場で、耐倒伏性が高く、多収品種である「たちはるか」を用いて、表3及び表4に示した栽培管理で表層散播による乾田直播栽培を行いました。

表3 「たちはるか」の表層散播乾田直播での栽培管理（平成26年度）

日付	作業	備考
6月1日	小麦収穫	
6月4日	表層散播	施肥同時一工程播種 播種量：乾籾4 kg/10 a、施肥量 N 12 kg/10 a（直播専用エムコート002）
同日	振動鎮圧	播種後に別トラクタにて作業
同日	除草剤散布	サターンバアロ乳剤（振動鎮圧後に乗用管理播種機で散布）
6月12日	走水入水	乾燥が続いたので出芽促進のため
6月24日	除草剤散布	クリンチャーバス ME 液剤（乗用管理機で散布）
7月1日	入水	
7月11日	除草剤散布	トップガンLフロアブル
8月7日	病害虫防除	嵐スタークル3 kg 粒剤（動噴で散布）
8月26日	追肥	追肥区のみ(N 2 kg/10 a)
9月中旬	病害虫防除	Mr ジョーカー EW（乗用管理機で散布）
10月11日	病害虫防除	スタークル粉剤（動噴で散布）
10月27日	収穫	

表4 「たちはるか」の表層散播乾田直播での栽培管理（平成27年度）

日付	作業	備考
5月21日	大麦収穫	わらは5 cm 程度に細断
5月25日	表層散播	施肥同時一工程 播種播種量：乾籾3.9 kg/10 a、施肥量 N5.7 kg/10 a（化成肥料）
5月26日	振動鎮圧	播種後に別トラクタにて作業
同日	除草剤散布	サターンバアロ乳剤（振動鎮圧後に乗用管理播種機で散布）
6月10日	除草剤散布	クリンチャー EW（乗用管理機で散布）
6月17日	入水	
6月24日	除草剤散布	トップガンLフロアブル
7月5日	中干し	5日間程度（麦わらすぎ込みによる根痛み防止のため）
7月14日	追肥	硫安で N 3 kg/10 a
7月26日	除草剤散布	クリンチャーバス ME（枕地の高い部分のみ）
7月31日	中干し	5日間程度（通常中干し）
8月10日	追肥	NK 化成で N3.5 kg/10 a（佐藤商会「フル・フル」で散布）
9月10日	防除	スタークルメイト液剤、モンカットフロアブル（乗用管理機で散布）
10月27日	収穫	

※両年ともに温湯消毒を実施



写真8 表層散播乾田直播栽培した「たちはるか」の登熟期の様子（平成27年度）

2. 「たちはるか」の生育と収量

- ・ 苗立ち本数は平成26年度が46.4本/m²、平成27年度が65.5本/m²でした。
- ・ 両年とも大きな倒伏は認められませんでした。平成26年度は追肥区においてトビイロウンカの被害が大きく、出穂期以降に追肥区で一部倒伏が認められました。
- ・ 「たちはるか」は晩生品種であるため、収穫期は平成26年度が10月27日、平成27年度が10月19日でした。
- ・ 平成26年度の収量は 572 kg/10 a で、福岡県の水稲平均単収（478 kg/10 a）を約20%上回りました。追肥区はトビイロウンカの被害を受けたことから、収量が低下しました。
- ・ 平成27年度の収量は 595 kg/10 a で、平成26年度と同程度の収量が得られました。

表5 表層散播乾田直播栽培を行った「たちはるか」の収量および収量構成要素

	苗立ち本数 (本/m ²)	収量 (kg/10 a)	収量構成要素			
			穂数 (m ⁻²)	1穂粒数 (粒)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
平成26年度	追肥なし	629	304	98.0	24.6	85.6
	追肥あり	515	302	97.8	23.5	73.4
	平均	46.4	572	303	97.9	24.1
平成27年度	65.5	595	352	89.5	26.0	72.7

(担当：九州研・田中良、大段秀記)

大豆・麦のアップカットロータリを活用した一工程播種栽培

1. 大豆の一工程播種栽培

①播種の特徴

アップカットロータリによる大豆播種は既に広く普及している技術です。そのメリットとしては、耕起・施肥播種・覆土・鎮圧を一工程で行うことによる大幅な省力化だけでなく、播種まで未耕耘の状態を保つことによる耐天候性が挙げられます。また、レーキによって土壌の二層構造（下層に大きな土塊、表層には碎土）が形成されることで排水性が向上し、ロータリの爪配列を変えて平高畝とすれば、更なる排水性の向上も期待できます。そして、これらによる湿害軽減効果等で増収も確認されています。

②播種作業

二毛作が広く実施されている北部九州地域では、大豆は麦作後の播種となります。麦収穫後は、基本的には圃場は未耕耘のままとします。雑草の繁茂が激しい場合には、ハンマーモアか除草剤による除草を行い、ロータリによる前起こしは避けて下さい。

播種機は、大豆用の目皿式播種機が一般的です。これに播種時の鎮圧形状が山型になる播種機（アグリテクノ矢崎 TDRT や ADRG：写真9）を用いると、クラスト害を軽減できるので推奨します。



写真9 大豆の一工程播種

播種作業はアップカットロータリに上記大豆用播種機を装着し、一工程で行います。この際注意すべき点としては、ロータリ耕耘速度を遅くしすぎると作業性が低下するだけでなく、碎土率が上がりすぎて土壌の二層構造が無くなり、排水性が低下することがあります（写真9）。

③栽培管理

播種後の栽培管理については、一般的な栽培管理を行い、特に、中耕培土や病害虫防除は適期の実施を心掛けて下さい。

2. 麦の一工程播種栽培

①播種の特徴

アップカットロータリによる一工程播種は麦にも有効で、大豆と同様のメリットが期待できます。また、表層散播機では品種等によっては多収事例や雑草抑制効果も報告されています。表層散播機の詳細については、【表層散播機の特徴】の項目を参照してください。

②播種作業

大豆後作の場合は一工程で播種します。水稲後作の場合等で、圃場が固い場合にはチゼルプラウ等による荒起こし（前起こし）も有効です。なおロータリによる前起こしは、アップカットロータリの効果が低下するので避けて下さい。また、爪配列を変えることで畦間に溝のある平高畝と溝のない平畝が作成できます。このうち、平高畝では湿害軽減効果が期待できますが、畦の地温が放射冷却によって低下する傾向があり、麦の生育が遅れることがあります。播種適期よりも遅い播種では平畝を推奨します（写真10）。



写真10 麦の一工程播種・表層散播
(降雨中のため雨除けカバー有り)

③二条大麦「はるか二条」の栽培事例

平成26年度に福岡県みやま市の農家圃場で、縞萎縮病に抵抗性があり、倒伏耐性が高い多収大麦品種「はるか二条」を用いて、表層散播による栽培を行いました。圃場管理等の影響で、播種日が12月10日と若干遅くなったものの、550 kg/10 aの収量が得られ、福岡県の平成27年産平均単収（235 kg/10 a）を約134%上回りました。

表6 「はるか二条」の表層散播での栽培管理（平成26年度播種）

日付	作業	備考
12月10日	播種	播種量 13 kg/10 a
12月14日	除草剤散布	ボクサー 500 mL/10 a
2月7日	土入れ	
2月18日	追肥	施肥量 N2.4 kg/10 a (BB206)
4月11日	赤カビ病防除	トップジン M
5月21日	収穫	自脱型 4条コンバイン

注) 元肥は11/26に施用 (N3.9 kg/10 a 施)

表7 表層散播を行った「はるか二条」の収量および収量構成要素

播種方法	苗立ち本数 (本/m ²)	収量 (kg/10 a)	収量構成要素			
			粒数 (m ⁻²)	穂数 (m ⁻²)	1穂粒数	粒重 (mg)
表層散播	135	550	11000	564	19.5	50.0

(担当：九州研・土屋史紀、田中良、大段秀記)

アップカッターロータリの汎用利用による輪作体系の経営的評価

1. 新体系の導入により期待される経営改善効果

冬作に麦の栽培が普及している北部九州にて水稻の乾田直播を行う場合、湛水時に漏水が生じやすく、散布した肥料や除草剤の成分が流失する懸念があります。新体系では40psクラスのトラクタでも作業できる振動鎮圧ローラを播種直後の圃場に投入することで、漏水を防ぐとともに、乾田直播による安定多収を実現します。本技術の導入により、スクミリンゴガイが広範に生息し湛水直播の導入が断念されるような地域においても育苗管理や苗運びの省略、すなわち軽労化を図ることができます。さらに本技術は、大豆や麦類の栽培に用いる償却資産の汎用利用につながるため、生産コストの低減も期待できます。

大豆・麦類では、アップカッターロータリを活用した一工程播種を行います。降雨から間もない状態での播種作業が可能となるため、梅雨・秋雨期の作業日数を増やすことができ、広範な面積の計画的な管理を容易にします。

表8 労働時間・単収・生産費比較

新水田輪作モデル			試験結果 (H27年産)	統計値	比率
			(A)	(B)	(A/B)
4品目 合計	労働時間	h/10a	6.8	13.5	51%
	単収	kg/10a	442	378	117%
	生産費	円/10a	58,449	68,654	85%
円/60kg		7,932	10,886	73%	
水稻	労働時間	h/10a	12.4	29.3	42%
	単収	kg/10a	590	459	129%
	生産費	円/10a	76,720	126,552	61%
円/60kg		7,802	16,543	47%	
大豆	労働時間	h/10a	5.0	6.7	75%
	単収	kg/10a	251	171	147%
	生産費	円/10a	41,566	41,539	100%
円/60kg		9,936	14,575	68%	
小麦	労働時間	h/10a	4.2	7.2	59%
	単収	kg/10a	425	425	100%
	生産費	円/10a	54,824	46,974	117%
円/60kg		7,740	6,632	117%	
大麦	労働時間	h/10a	4.3	6.2	70%
	単収	kg/10a	437	395	111%
	生産費	円/10a	53,362	41,443	129%
円/60kg		7,327	6,295	116%	

注1) 表の生産費は費用合計を示す。

注2) 統計値は生産費調査（H20年産・九州平均値）を示す。

2. 試算条件

新体系を導入するターゲットとして以下のような農業経営体を想定し、その生産費を現地実証試験の結果に基づき試算、統計値（生産費調査；H20年産・九州平均値）との比較分析を行います。

- ・ 集落営農法人等の組織経営体（経営耕地面積 30 ha）
- ・ 水稲－小麦－大豆－大麦の2年4作体系（土地利用200％，転作率40％）
- ・ ミニライスセンターを保有（米麦はすべて自家乾燥）

3. 生産費試算結果

60 kg 当たり生産費について試験結果を統計値と比較すると、4 品目合計では27%低減します。品目別にみると水稲で53%、大豆で32%ほど低減しており、生産費全体の低減に大きく寄与していることがわかります（表8）。

水稲の10 a 当たり生産費について内訳をみると、資材費・償却費・労働費のいずれも減少しています。資材費のうち肥料費や農業薬剤費など、漏水が多ければ費用がかさむであろう費目が統計値と同等で済んでいること、その上で590 kg/10 a と高単収を実現したこと等も、60 kg 当たり生産費低減の大きな要因となっています（図4、表8）。

大豆については、作業時間が5時間/10 a と作業能率が高いこと、単収が統計値を80 kg 上回っていること等が、60 kg 当たり生産費の低減につながっています（表8）。

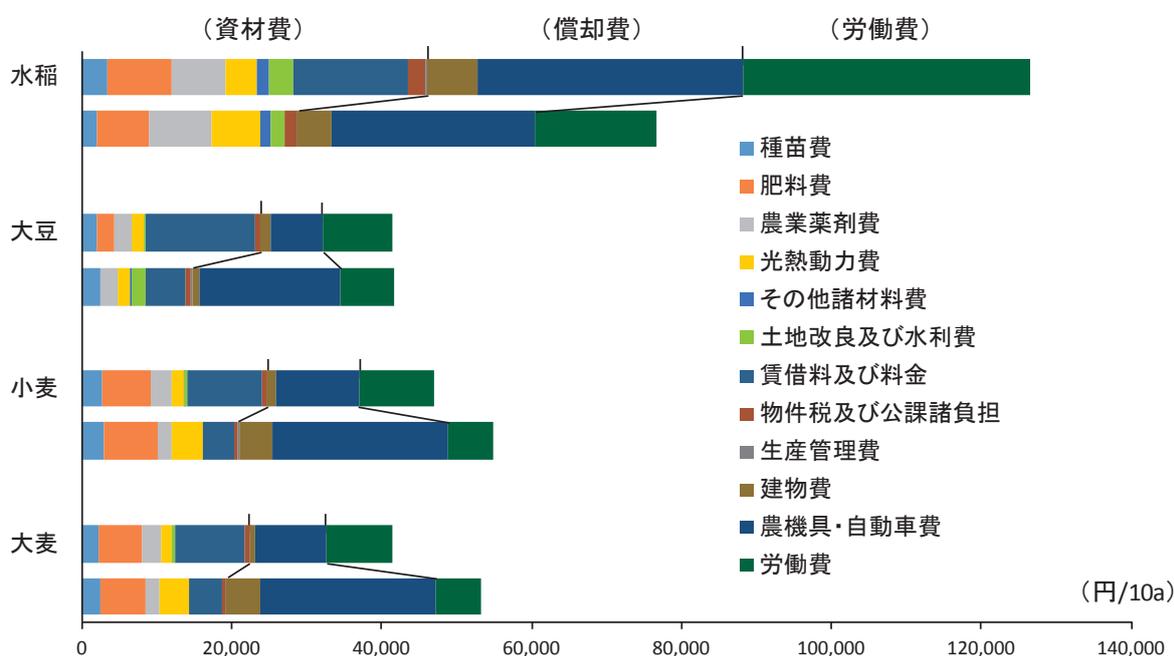


図4 10 a 当たり生産費内訳（上段：統計値／下段：試験結果（H27年産））

（担当：九州研・岡崎泰裕）

業務用米に適した水稲多収品種「たちはるか」の特徴と無洗米適性

1. 水稲多収品種「たちはるか」の特徴

- ・成熟期：「たちはるか」の成熟期は「レイホウ」よりやや遅い「あきまさり」級の晩生種で、九州及び関東以西の平坦部に適した水稲品種です。
- ・栽培特性：親品種「タチアオバ」に由来する太根を持ち、耐倒伏性が強いため、直播栽培や多肥栽培に向きます（写真11、12）。
- ・病害虫に対する抵抗性：水稲の病害のうち、全国で最も被害面積の大きいもち病に関しては、2つの抵抗性遺伝子（*Pi39* 及び *Pb1*）を保有しており、葉いもち及び穂いもちに対して“強”、また近年温暖化に伴い被害が増加している縞葉枯病に対しても抵抗性遺伝子（*Stvb-i*）を保有し、“抵抗性”を示す事から、これらの病害に対する薬剤散布を省略することが可能です。一方、トビイロウンカに対する抵抗性は保有しておらず、トビイロウンカに対しては適切な防除が必要です。
- ・収量：福岡県筑後市で栽培した試験成績において、玄米収量は630～650 kg/10 a で、「レイホウ」等の主食用品種より20%近く多収です。
- ・品質：「たちはるか」の玄米千粒重は25 g とやや大きく、粒大は“やや大”、外観品質は「あきまさり」よりやや劣ります（写真13）。「たちはるか」の炊飯米飯の食味は「ヒノヒカリ」並においしく、多収性を伴った良食味米品種であることから、中食及び外食向けの業務用米として利用されているほか、また主食用米としてはタンパク質含有率が低く大粒のため酒造原料（掛け米）としても利用されています。



写真11 たちはるかの草姿
(福岡県みやま市乾田直播圃場)



写真12 たちはるかの根
(移植30日後)



写真13 たちはるかの子実

2. 「たちはるか」の無洗米適性と業務用米適性

- ・無洗米加工適性：無洗米加工での「たちはるか」の精米歩留や碎粒率は一般基準範囲内で、既存品種の「ヒノヒカリ」と同程度の無洗米加工適性があります。

表9 「たちはるか」の無洗米加工評価

評価項目	たちはるか	ヒノヒカリ
正常粒率	95.2%	97.1%
粉状粒率	2.3%	1.9%
碎粒率	2.4%	1.0%
被害粒	0.0%	0.0%
亀裂粒	0.0%	0.0%
品質評価値	71	72
蛋白率	6.6%	6.4%
アミロース率	18.3%	18.3%
水分	14.0%	13.7%
白度	46.6%	48.4%
味度	78.1	86.2
精米歩留り率	86.6%	88.4%

味度値は東洋ライス社製味度メーター、それ以外はケット社製計測器を使用。

- ・業務用米適性：無洗米に加工した「たちはるか」の実需評価は、既存品種の「ヒノヒカリ」に比べて粘りは弱く、「淡白な味」、「癖のない味」との評価であることから、カレーや寿司、どんぶり等「特徴のある味」を求めない業態に向いています。

表10 無洗米加工した「たちはるか」の実需評価

評点	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	実需評価
外観								○					強
粘り	○												硬
硬さ							○						良
味								○					良
香			○										良

評点は基準品種（「ヒノヒカリ」）と同等を0とした評価。サンプル数は6。

（担当：九州研・佐藤宏之、日本ブライス・重松健一、濱田正弘）

多収大麦品種「はるか二条」の特徴と焼酎醸造適性

1. 「はるか二条」の特徴

九州地域は精麦用二条大麦の主産地で、主に焼酎・味噌醸造原料や麦飯用の押し麦等に利用されています。現在の主力品種「ニシノホシ」（平成9年九州農業試験場育成）は品質が優れ、広く栽培されていますが、近年発生が拡大しているオオムギ縞萎縮病のⅢ型ウイルス系統には抵抗性がなく、穂発芽しやすいこと、細粒（充実不足の粒）が発生しやすいこと等の欠点があります。「はるか二条」は、「ニシノホシ」の欠点を改良した極多収品種として、九州沖縄農業研究センターが平成24年に育成した精麦用二条大麦の新品種です。「はるか二条」は「ニシノホシ」よりも出穂、成熟がともに数日早い極早生種で、短稈で倒伏に強く、穂数が多い品種です（写真14、表11）。千粒重と容積重が大きくて整粒歩合が高く、整粒収量で「ニシノホシ」よりも3割程度多収です。穂発芽しにくく、オオムギ縞萎縮ウイルスの主要な系統（Ⅰ～Ⅴ型）とうどんこ病に抵抗性を持ち、赤かび病には「ニシノホシ」と同程度かやや劣ります。精麦品質は「ニシノホシ」と同程度に優れます。平成25年には



写真14 「はるか二条」の草姿

「二条大麦農林26号」として農林水産省の農林認定品種となりました。

「はるか二条」は温暖地から暖地の平坦地に適します。現在、長崎県、福岡県、鹿児島で奨励品種等として採用されており、普及が進められています。また、他の九州各県においても奨励品種等候補として有望視されており、今後一層の普及拡大が見込まれます。多収で病害に強く安定生産が可能な「はるか二条」の普及により、大麦作の収益向上と生産振興に貢献することが期待されます。

表11 「はるか二条」の特性

注) 平成20～23年度の平均値

特 性	はるか二条	ニシノホシ
出穂期 (月/日)	3/31	4/2
成熟期 (月/日)	5/14	5/16
稈長 (cm)	83	87
穂数 (本/m ²)	659	609
収量 (kg/a)	62.3	51.2
整粒歩合 (%) *	90.7	81.0
病害等抵抗性		
オオムギ縞萎縮病		
Ⅰ型	極強	極強
Ⅲ型	極強	弱
うどんこ病	極強	極強
赤かび病	やや強～中	やや強
倒伏	強	やや強
穂発芽	難～やや難	やや易
精麦品質 (55%歩留搗精)		
搗精時間 (秒)	655	649
精麦白度 (%)	44.6	45.2
碎粒率 (%)	5.5	4.3

* 粒厚 2.5 mm 以上の穀粒の割合

2. 「はるか二条」の焼酎醸造適性

表層散播栽培法の現地実証圃場において生産した「はるか二条」は、整粒歩合（粒厚2.5 mm 以上）89.2%、細麦率2.8%で、千粒重、容積重が大きく原麦品質は優れており、精麦白度がやや低かったものの、精麦の正常粒率はほぼ100%、澱粉含量は85.6%と高いものでした（表12）。品質ランク区分の評価項目である容積重、細麦率、正常粒率については基準値を達成、白度については許容値を達成しており、Aランク区分相当でした。

「はるか二条」の原麦約5トンを搗精歩留65%に加工し、焼酎醸造メーカーにおいて工場実機レベルでの醸造試験を行った結果、対照とした一般出回り品の「ニシノホシ」と比較して、麴の消化性、糖化性、総合力価が高く、製麴性が優れていました（表13）。常圧、減圧いずれの蒸留方式においても、「ニシノホシ」よりもアルコール取得量がやや高く、官能試験の結果では、「甘みがあって香りが良く、味にキレがある」という評価が得られました（表14）。

「はるか二条」は栽培面にあっては、病害や穂発芽に強く極多収という長所を持ちますが、加えて、加工利用面では焼酎醸造用品種として「ニシノホシ」と同様に適性が優れることが実証されました。以上のことから、今後、「ニシノホシ」に替わる食用、焼酎用二条大麦品種として広く普及することが期待されます。

表12 焼酎醸造試験に用いた「はるか二条」の品質特性

原麦品質						精麦品質							
整粒歩合 (%)	細麦率 (%)	千粒重 (g)	容積重 (g/ℓ)	外観品質	穀粒硬度	65%歩留					55%歩留		
						搗精時間 (秒)	精麦白度 (%)	正常粒率 (%)	澱粉含量 (%)	蛋白質含量 (%)	搗精時間 (秒)	精麦白度 (%)	砕粒率 (%)
89.2	2.8	47.8	754	中の上	69.0	568	34.7	99.8	85.6	8.4	783	38.4	1.5

注) 選別(整粒)は粒厚2.5 mm 以上
 成分含量は無水物当たりの値で表示
 穀粒硬度はSKCS 硬度計 (SKCS 4100) により計測
 搗精試験は佐竹式搗精機 (TM-05) により実施

表13 「はるか二条」の製麴性

品種名	消化性	糖化性	総合力価	酸度 (ml)
はるか二条	71.0	14.2	1008	6.8
ニシノホシ	70.6	13.6	960	5.5

表14 「はるか二条」の焼酎品質

蒸留方式	品種名	アルコール取得量 (ℓ/原料トン)	官能評価
常圧	はるか二条	439	甘みがあり、すっきりとした香り。香ばしくキレがある。
	ニシノホシ	435	香ばしく甘みがある。
減圧	はるか二条	431	甘みがあり、華やかでフルーティーな香り。キレがある。
	ニシノホシ	427	甘みがあってフルーティーな香りがあり、キレがあるが、焦臭がある

常圧蒸留方式では原料や発酵工程に由来する風味が強くなる。減圧蒸留方式は蒸留器を減圧して低温で蒸留するもので、現在主流となっており、すっきりとした軽快な風味の焼酎が得られる。

(担当：九州研・塔野岡卓司、杉田知彦、河田尚之)

FOEAS を活用した乾田直播水稻の播種・鎮圧工程での水分管理案

1. 播種・鎮圧工程で必要な土壌の水分条件

二毛作輪作体系が展開される北部九州の水田作地帯では、麦類の収穫と水稻の播種作業を妨げない降雨後の速やかな排水と土壌の乾燥が求められます。一方で、鎮圧作業によって湛水を維持できる漏水防止効果を得るには、ある程度土壌が湿っている必要があります。FOEAS（地下水位制御システム）が敷設された圃場では、この相反する土壌水分条件を目指して積極的な圃場管理がおこなえます。

2. 播種工程に向けた FOEAS 管理

播種までは圃場からの排水と土壌の乾燥を促すために、入水側の水栓を閉じ、排水側の水位制御器（写真15）をはずしておきます（図5）。



図5 水位制御器をはずした状態（排水機能活用）
敷設された FOEAS のタイプによって異なるが、赤丸の部分のように金属取っ手が掛けられていることで確認できる



写真15 FOEAS の水位制御器

3. 鎮圧工程に向けた FOEAS 管理

作土が乾いている状態で鎮圧しても漏水防止効果は得られません。そのような場合に、FOEAS の「灌漑機能」を活用して必要な水分を与える方法を提案します。

- (1) 入水側の水栓を開け、排水側の水位制御器をセットして、作土に水を送ります。水位制御器の下端がはまっていないと水位管理はできないので注意が必要です（図6）。
- (2) 作土の上部が握って固まる程度に湿ったら（【振動鎮圧ローラを活用した漏水防止対策】図2参照）、入水側の水栓を閉めます。地表面の色が変わるほど濡らす必要はありません。

播種などの作業と並行して進めたいときは、過湿になって作業困難に陥らないように、制御器の設定水位を耕盤の位置あたりにして（図6の中筒の上下で管理）、地下の暗渠組織に水が行き渡った状態に止めておきます。耕盤位置がよくわからないときは、一番深



図6 水位管理（灌漑機能活用）

い設定（中筒を下げきる）にしておくと安全です。播種作業がおわったら中筒を上げて、目標の水分状態まで水を足します。

注：もしも、トラクタが入れない、ローラに土が付く等、鎮圧作業ができないほど濡れ過ぎてしまったら、2. と同様の管理を行って一晩ほど置くと良いでしょう。ただし、速効性の肥料は一部流れ出てしまう恐れがあります。

4. 鎮圧工程に向けた FOEAS 管理の実施例

FOEAS 灌漑により作土が濡れてくる様子や早さは、圃場の土壌タイプや給水の水压等により変わりますが、ここで実際に壤土（国際法による土壌の分類）の FOEAS 敷設圃場（47a）で実施した様子を紹介します。

- （1）水位管理者の設定を一番深くして播種作業を開始する時に水を入れ始めました。なお、このことが播種作業を妨げることはありませんでした。
- （2）播種作業後、水位制御器の設定を地表面以上に上げて夕方までおきました。なお、この圃場では、地表面の色が変わるほど濡れた状態にはなりませんでした。
- （3）入水側の水栓を閉め、水位制御器を抜き、翌日に鎮圧しました。鎮圧したときの様子は写真16の通りです。タイヤの跡を見ると土の中が湿っている様子がわかりますが、地表面は乾いており、ローラに土が付着することも有りませんでした。



写真16 FOEAS の灌漑機能を活用した水分調整圃場の鎮圧後の様子

FOEAS による水分調整の結果は、【振動鎮圧ローラを活用した漏水防止対策】の項目の“4. 鎮圧に適した水分の判断方法”と同様に確認できました（図7）。鎮圧の効果については同項の表1の3列目を参照してください。

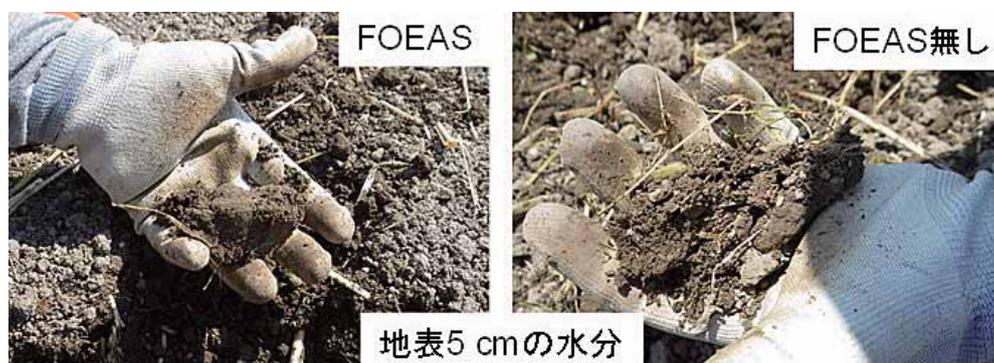


図7 FOEAS 圃場での鎮圧用水分調整（左が FOEAS 圃場、右が FOEAS のない圃場の鎮圧前の様子。二つの圃場の播種、鎮圧は同じ日に行った。）

（担当：九州研・中野恵子）

表層散播機の特徴

1. 表層散播機の特徴

①構造

表層散播機の構造は、耕耘カバーを外したアップカットロータリ（ニプロ APU シリーズ）に、鎮圧ローラや散粒板等を装着した種子・肥料操出部（佐藤商会「フル・フル」）が装備されたものです。肥料と播種がそれぞれ独立した電動装置によってロール繰り出され、特に播種の操出ロール回転数は鎮圧ローラの速度センサーによって速度連動が可能です。耕耘カバーを外すことで、レーキ隙間から出てくる砕土された土壌中に、種子を散粒板で全面散布し、一定の播種深に表層散播を行います。また鎮圧ローラには特殊ゴムが巻かれているので土壌の付着が軽減され、さらに播種部が事実上土壌と接触しないので、通常の条播機では作業が困難な高水分土壌条件でも作業が可能な、新しい播種技術です（写真17、18）。



写真17 表層散播機・全体



写真18 表層散播・散粒状況

②主要諸元（1.6 m 用試作機）

種子タンク：21ℓ×2

肥料タンク：80ℓ

播種・施肥ホース：各8箇所

鎮圧ローラ：Φ23 cm、幅 150 cm

電源：12 V

③性能

種子は、大型散粒器によって畝全面に分布するよう播種され、播種深度は表層（20～40 mm 程度）に調節でき、水稻・麦類では、安定した出芽が得られている（図8）。

なお、大豆のような大粒種子では、散播では播種深が安定しないので、メーカーの大豆用オプションを利用してください。

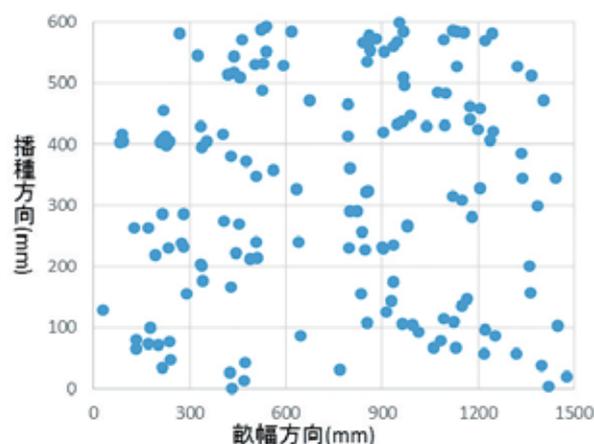


図8 播種分布

（担当：九州研・土屋史紀、佐藤商会・梶島貞幸）

「北部九州低コスト水田輪作体系実証コンソーシアム」参画機関
(国) 農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター

福岡県農林業総合試験場

佐賀県農業試験研究センター

佐藤商会

井関農機株式会社

株式会社クボタ

日本ブライス株式会社

* 福岡県筑後農林事務所南筑後普及指導センター

* 佐賀県東部農林事務所三神農業改良普及センター

* 佐賀県杵藤農林事務所藤津農業改良普及センター

* (公財) 日本植物調節剤研究協会福岡試験地

注) * はコンソーシアム外協力機関

本マニュアルは、農林水産省 攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「北部九州における稲麦大豆多収品種と省力栽培技術を基軸とする大規模水田高度輪作体系の実証」(平成26～27年度)で得られた成果をまとめたものです。



【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 九州沖縄農業研究センター 水田作研究領域

〒833-0041 福岡県筑後市大字和泉496

TEL. 0942-52-3101 FAX. 0942-53-7776

<http://konarc.naro.affrc.go.jp/>