

四免を追い、四免を獲るための 水稲ドローン直播栽培マニュアル

- 湯川村版 -

環境負荷軽減



省力化



収量



品質



目次

| | |
|--------------------------|---------|
| ○標準栽培体系【ドローン湛水直播（コシヒカリ）】 | ・・・2～3 |
| ○はじめに・ねらい・実証概要 | ・・・4 |
| ○水稲のドローン湛水直播とは | ・・・5 |
| 種籾を準備する | ・・・6 |
| ほ場を準備する | ・・・7 |
| ドローンで播種する | ・・・8 |
| 水を管理する | ・・・9～10 |

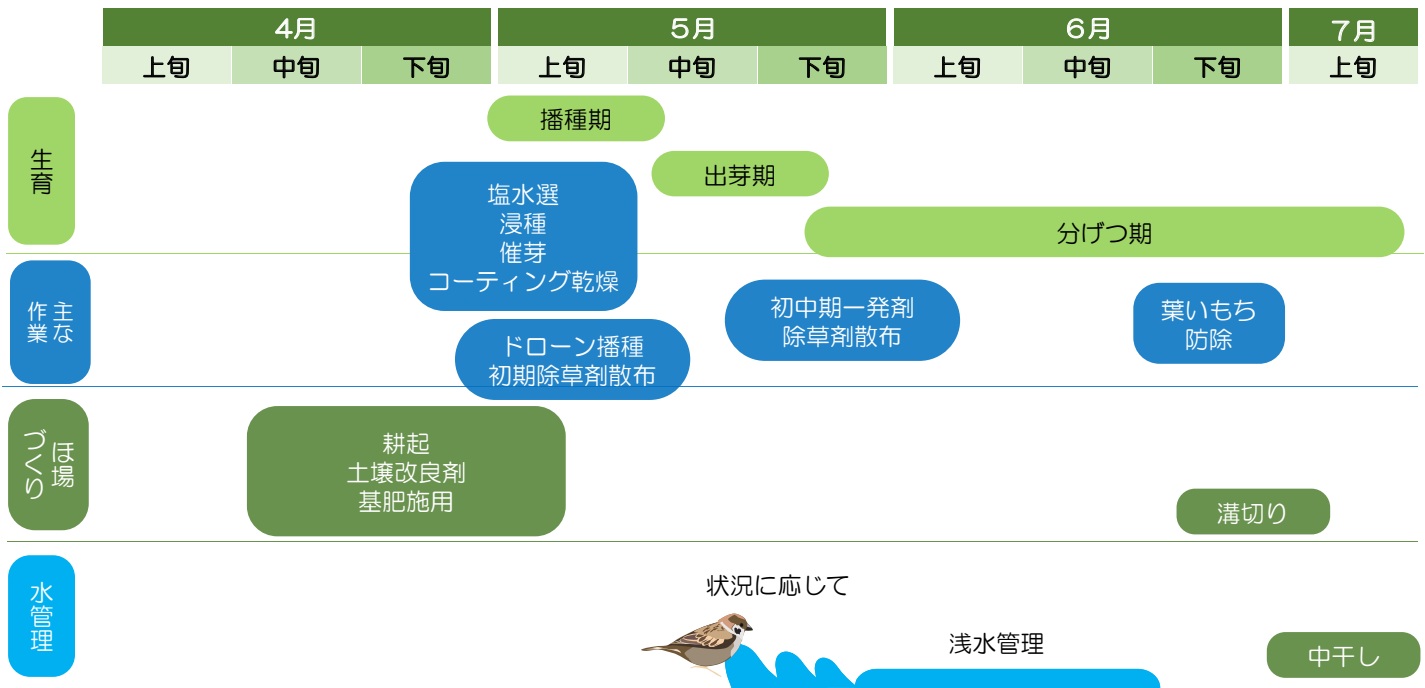
○今回の実証試験で明らかになったこと

| | |
|-----------------|-------|
| プラスチックの削減効果 | ・・・11 |
| 苗立と収量・品質の関係 | ・・・12 |
| 苗立低下の要因・苗立確保の目安 | ・・・13 |
| 苗立の「ばらつき」の抑制 | ・・・14 |
| 水管理による直播4要素の結果 | ・・・15 |
| ドローン体系の経済性 | ・・・16 |

発行： 福島県会津農林事務所会津坂下農業普及所
湯川村
湯川村認定農業者連絡協議会
JA会津よつば

標準栽培体系

【ドローン湛水直播（コシヒカリ）】



● 計画

- 各作業が適期に実施できるよう、移植栽培や他作物の作業を考慮した計画を作成する。

● 土づくり

- 堆肥や有機物を施用して地力向上に努める。
- ケイ酸資材を施用するとともに、土壌分析結果に基づき不足する養分を施用する。
- 収穫後早い時期に秋耕し、地力の維持・向上に努め、絶対に稲わらの野焼きは行わない。
※秋耕は、春のほ場状態を考慮して実施する。

● 種子予措・コーティング

- 購入種子も必ず塩水選（比重1.13）を実施する。
- 浸種は、積算温度で120℃とし、催芽は鳩胸程度とする。
- 鳩胸状態の種粒を、べんがらモリブデン（0.3倍重）でコーティングする。
- 殺菌剤や殺虫剤をコーティング同時処理する場合は、使用上の注意事項を良く確認する。

● 代かき

- 播種深度5～8mm程度を確保できる程度の硬さに調節する。
- 過剰な代かきは、酸欠や還元障害による苗立低下を生じるため注意。
※ほ場の均平は、代かきだけでなく、事前のレーザーレベラー施工や均平なほ場の選定を組み合わせる実施することが重要。

● 播種

- 播種量：乾もみ重4kg／10a程度
- 播きムラが生じないように均一に播種する。
- 隣接ほ場への種子飛散に注意する。

● 播種後～出芽期の管理（パターン①：落水管理）

- 播種後～出芽揃いまでは落水管理とする。
- 溝切りを実施し、排水・入水をスムーズにする。
- 目標苗立数確保を目安に入水する。

● 播種後～出芽期の管理（パターン②：湛水管理）

- スズメ害のリスクがある場合は、播種後～出芽揃いまでは湛水管理とする（減水したら再度湛水）。
- 出芽始め～出芽揃いは落水管理とする。
- 目標苗立数確保を目安に入水する。

| 7月 | | 8月 | | | 9月 | | | 10月 | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |

幼穂形成期

減数分裂期

出穂期

成熟期

穂肥

穂いもち防除

カメムシ防除

収穫
乾燥
調製

秋耕



● **イネ1葉期以降の管理**

- ・ イネ1葉期に初中期一発剤を散布する（散布後7日間止水する）。
- ・ 止水期間終了後は浅水管理を基本とし、浮き苗、還元障害や表層剥離の影響が大きい場合は一時的に落水する。
- ・ 有効分けつ確保後～幼穂形成期に中干しを実施し、無効分けつ抑制および地耐力向上による倒伏軽減を図る（中干し期間は生育に応じて調整）。
- ・ 幼穂形成期後は間断灌漑を基本とし、出穂前後の10日間程度は湛水管理（花水）とする。
- ・ 出穂後30～35日は、ほ場が白乾しないようにする。

● **病虫害防除**

- ・ いもち病とカメムシの被害は、周辺ほ場への影響が大きいことから、必ず防除を行うこと。
- ・ カメムシ対策の畦畔の草刈りは、出穂14日前までに行い、出穂後は行わないこと。

● **収穫**

- ・ 移植栽培よりも1週間ほど収穫時期が遅れることを考慮し、出穂後日数や黄化率から適期収穫を判断する。

● **施肥体系**

- ① 窒素施肥量の目安
基肥4kg/10a + 穂肥1～2kg/10a
- ② 穂肥は出穂25日前に行い、草丈が長く葉色の濃いほ場では穂肥量を減らす。

● **生育目標**

| 時 期 | 項 目 | 目 標 値 |
|------------|---------------------|--|
| 苗立ち期 | 苗 立 数 | 60本/m ² 程度 |
| 幼穂形成期 | 草 丈 茎 数 葉 色 | 70cm程度 580～620本/m ² 35以上（SPAD502値） |
| 成熟期 収穫期 | 収 量 穂 数 も み 数 | 540kg/10a以上 400～450本/m ² 2.8～3.2万粒/m ² |

はじめに

本マニュアルは、令和5年に湯川村で実施された事業「令和5年度グリーンな栽培体系への転換サポート」により実施された実証試験の結果に基づき作成したものです。

湯川村において、「省力的」な「水稻ドローン湛水直播」により、「環境負荷を軽減」しつつ、「収量・品質を確保」を狙った実証であり、その成果や課題、対策のポイントについてまとめたマニュアルとなっております。

生産者や関係者の皆様における、適切かつ効率的な「環境にやさしい技術取り組み」「直播栽培の実施」に役立てば幸いです。

また、本マニュアルの作成にあたり、研修会等での確かな指導とアドバイスをいただきました株式会社クボタアグリソリューション部技術顧問の及川一也氏、有限会社カネダイ代表取締役社長の藤田晴樹氏に感謝の意を表します。

ねらい

水稻ドローン湛水直播の分肥体系による

「環境負荷軽減」×「省力化」×「収量」×「品質」

湯川村は県内有数の米どころであり、優れた気候・風土と代々培われた栽培技術によって、高い収量・品質を確保し、県内の稲作を牽引する地域です。

しかし、高齢化により担い手が減少しており、農地保全及び村の基幹産業維持のためにも省力化技術の導入が必要です。併せて、近年は農業においても環境負荷軽減の取組が求められていること、また、「良食味米」の生産が村の稲作の軸であることから、主力品種コシヒカリにおいて、「省力化」と「収量」だけでなく、「環境負荷軽減」と「品質」も追求します。

実証概要

基肥＋追肥体系によるマイクロプラスチックの削減

ドローン湛水直播による省力化＋収量・品質の確保

主力品種コシヒカリ



慣行体系

基肥一発施肥
(緩行肥料)



基肥一発施肥＋移植

実証

基肥



ドローン直播



穂肥

分肥体系＋ドローン直播

水稲のドローン湛水直播とは

農業用マルチローター（ドローン）により、代かきしたほ場に種籾を直接播種する技術です。

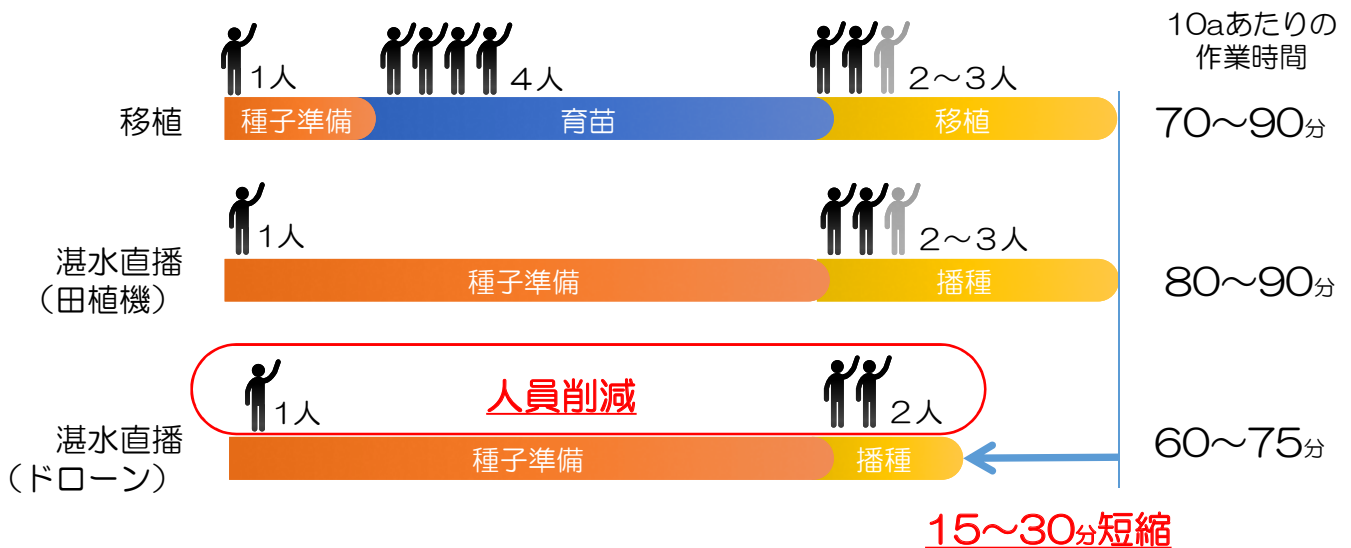
ドローンは農薬散布等活用のため普及が進んでいますが、更なる活用手段として、慣行の移植栽培と比べ春作業を削減できるドローン湛水直播が注目されています。

一方で、苗立不足や鳥害、倒伏の課題もあることから、安定収量の確保のためには代かき時の土壌硬度の調整や播種後の苗立ち、鳥の飛来状況に応じた水管理が必要です。

省力性

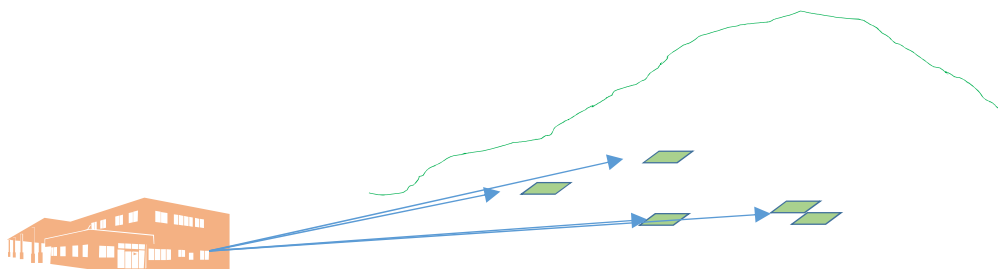
ドローン湛水直播では、他の直播栽培同様に、育苗に係る作業時間・人員を削減できます。

更に、一般的な湛水直播栽培（田植機による播種）よりも播種作業時間を短縮できます。



ドローン湛水直播の効果的な活用方法

ドローンは田植機と比較して移動作業が容易であり、条件の悪い分散ほ場で活用できます。オペレーターの育成も容易であることから、若手の作業員を配置する事ができます。



地域の農地の受け皿となる担い手や法人等の導入が効果が高い

種籾を準備する

スケジュール



コーティング作業

播種

浸漬（約10～14日） + 催芽（約1日）

陰干し（約4日）

催芽種子に「ベンガラモリブデン」をコーティングします。また、生育初期のイネドロオイムシ等対策としてコーティング時に殺虫剤を施用します。催芽処理してから日数が経過すると発芽能力が低下するため、催芽処理及びコーティング作業は播種日の一週間以内に実施しましょう。

*ベンガラモリブデン

硫化物等による苗立疎外を抑制し、また、比重増加により土壤に埋没しやすくなります。コーティング量が少量で済むことで、他のコーティング資材よりも省力化が図られます。

コーティング作業

■殺虫剤コーティング

ドラムへの付着を防ぐため、霧吹きは籾部分に行います。



殺虫剤は少量ずつ、籾の塊に滴下します。

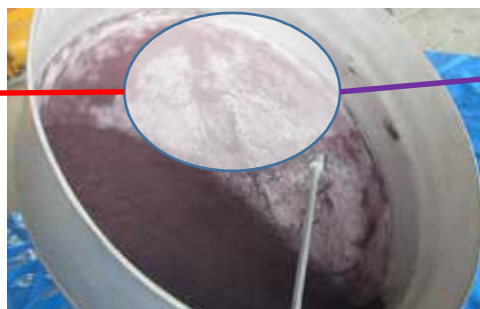
■ベンガラモリブデン（べんモリ）コーティング

べんモリは少量ずつ、籾の塊に散布し、粉衣します。



■コーティング時の水分調整について

べんモリの粉が上部に付着する場合は、霧吹き（水）の量を増やして粉衣を促します。



籾が上部に付着する場合は、霧吹き（水）の量を減らします。

ほ場を準備する

ほ場の準備

移植栽培や一般的な湛水直播栽培と同様に「荒代かき+仕上げ代かき」を実施します。この時のほ場の仕上がり（軟らかさ、水分）が播種深度に大きく影響します。

土壌が柔らかすぎると種子が深く埋没し、苗立率が極端に低下します。また硬すぎると入水時に粉が流されたり鳥害のリスクが高まります。

べんがらモリブデンコーティングの適切な播種深度は5～8mmです。



*ゴルフボール深さによる土壌硬度診断

ゴルフボールを1mの高さから落として、その埋まり程度により判断します。目安は、田面からのボールの露出高さが0～1 cm程度です。

適切な土壌硬度

■土壌硬度が適切なゴルフボール深



ボールの頂点が田面とほぼ同じ高さ

■土壌硬度が柔らかすぎるゴルフボール深



完全に埋没している状態

代掻き作業事の注意点

仕上げ代かきは播種の1～2日前を目安とします。

粘土質土壌や湛水状態では、土壌の硬化が緩やかに進み、一方で、砂質土壌や田面が露出した箇所は、土壌の硬化が早く進みます。ほ場の性質や状態に応じて、代かきの程度や播種までの日数を調整しましょう。

過剰な代かきは、土壌の還元を促進し、苗立低下の要因となります。ほ場の均平確保は、代かきだけでなく、事前のレーザーレベラー施工や均平なほ場の選定を組み合わせる実施することが重要です。

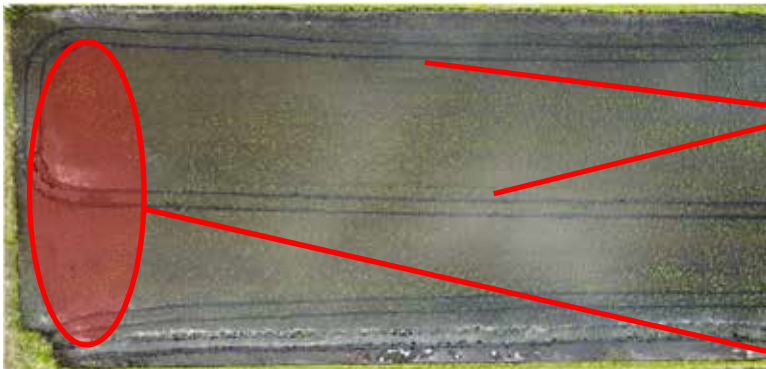
ドローンで播種する

粒材散布装置を搭載した農業用ドローンを高度2m程度で飛行させて、ほ場に水稻の種子を播きます。ばらまきによる湛水直播では、播種深度の精密な調整が難しく、出芽不良や鳥害等による苗立低下が懸念されるため、慣れるまでは播種量を多くし、目標苗立を確保しましょう。



風が強いと、播種深度が深く、また播種ムラが生じることから、できるだけ風が弱い時に播種する。

飛行高さは2m程度



播種後、適当なほ場状態時に作溝する。
溝を作り、排水口へと繋げることで、低い箇所の水たまりを解消し、苗立のばらつきを押しさえることができる。
また、その後の入排水が容易になる。

トラクターやコンバインが旋回する枕部は、土壤が練られており、酸素不足や播種深度の深化により苗立が低下しやすい。

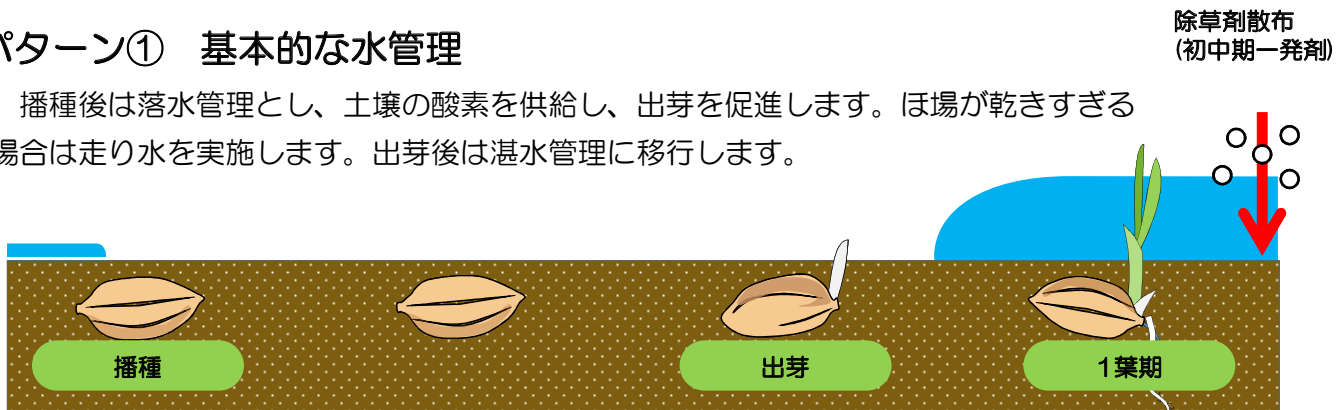
水を管理する

播種～出芽揃いまでの管理

苗立確保を優先したい、鳥害が懸念される、抑草を優先したい等、状況に応じた水管理を選択しましょう。

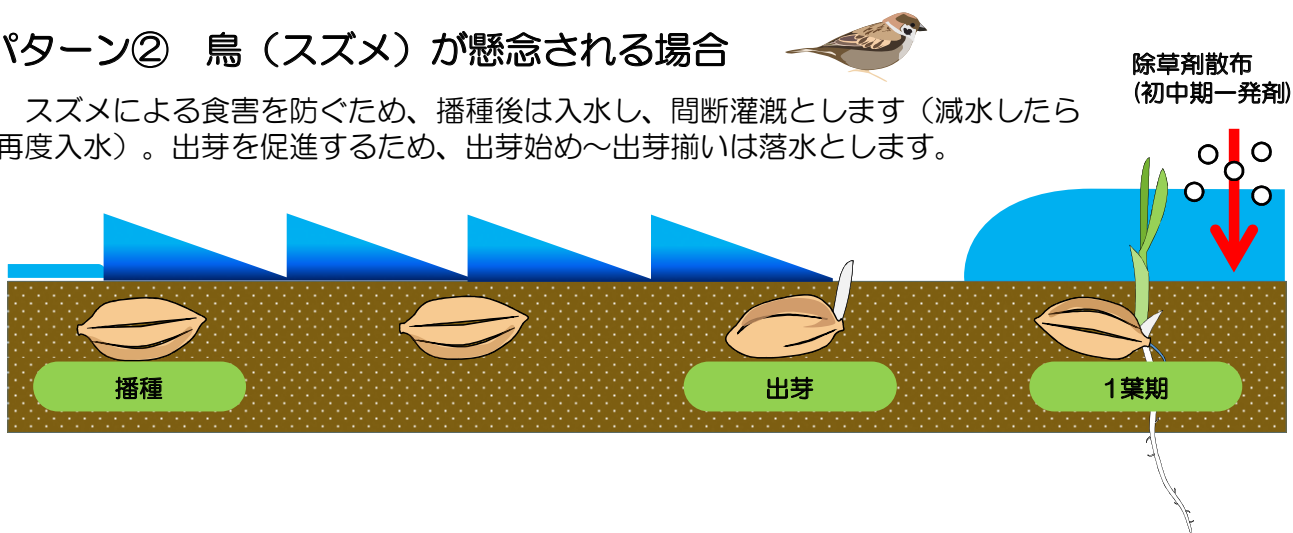
パターン① 基本的な水管理

播種後は落水管理とし、土壌の酸素を供給し、出芽を促進します。ほ場が乾きすぎる場合は走り水を実施します。出芽後は湛水管理に移行します。



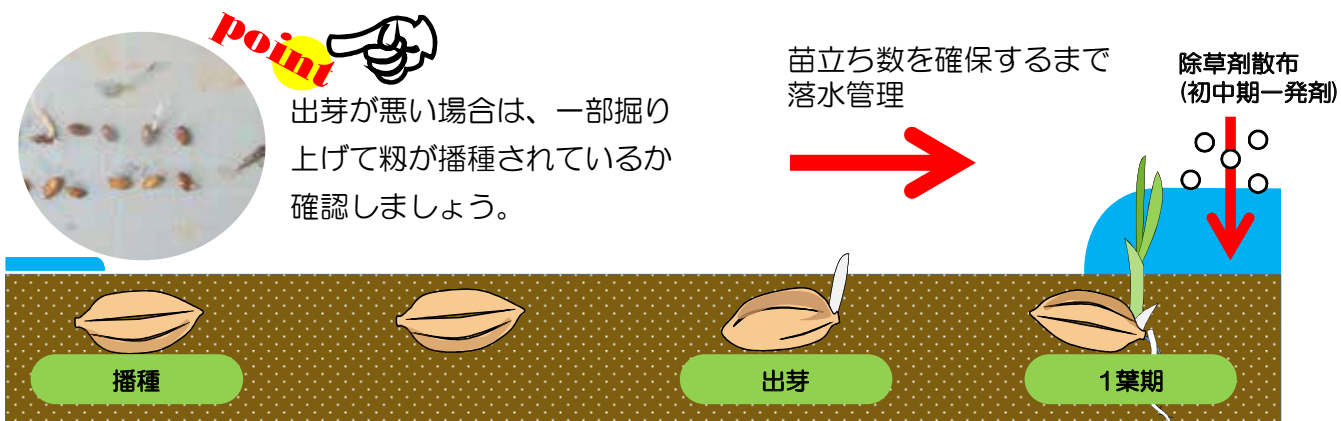
パターン② 鳥 (スズメ) が懸念される場合

スズメによる食害を防ぐため、播種後は入水し、間断灌溉とします (減水したら再度入水)。出芽を促進するため、出芽始め～出芽揃いは落水とします。



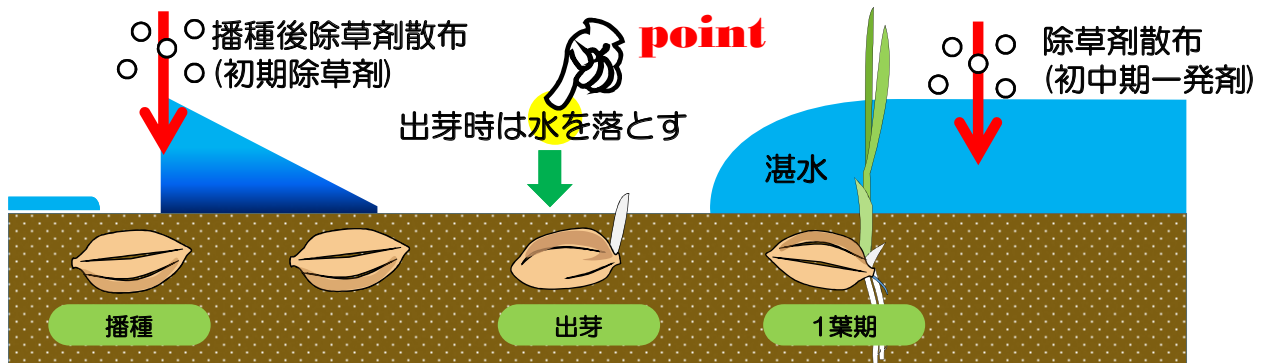
パターン③ 苗立ちが十分に確保できていない場合

播種深度が深い等により出芽が悪い場合は、落水管理を延長して出芽を促進します。目標苗立数を確保したら、移植栽培同様に浅水管理に移行します。雑草が発生した場合はクリンチャーEW等の茎葉処理剤で対応します。



パターン④ 抑草を優先する場合

播種後は湛水管理とし、播種後速やかに初期除草剤を散布します。散布後は7日間止水し、その後は出芽まで落水管理とします。



パターン⑤ 抑草とスズメ対策を併せる場合



播種後は湛水管理とし、播種後速やかに初期除草剤を散布します。散布後は7日間止水し、その後は間断灌溉として、スズメの食害を防止します。出芽を促進するため、出芽始め～出芽揃いは落水とします。



今回の実証試験で明らかになったこと

プラスチックの削減効果

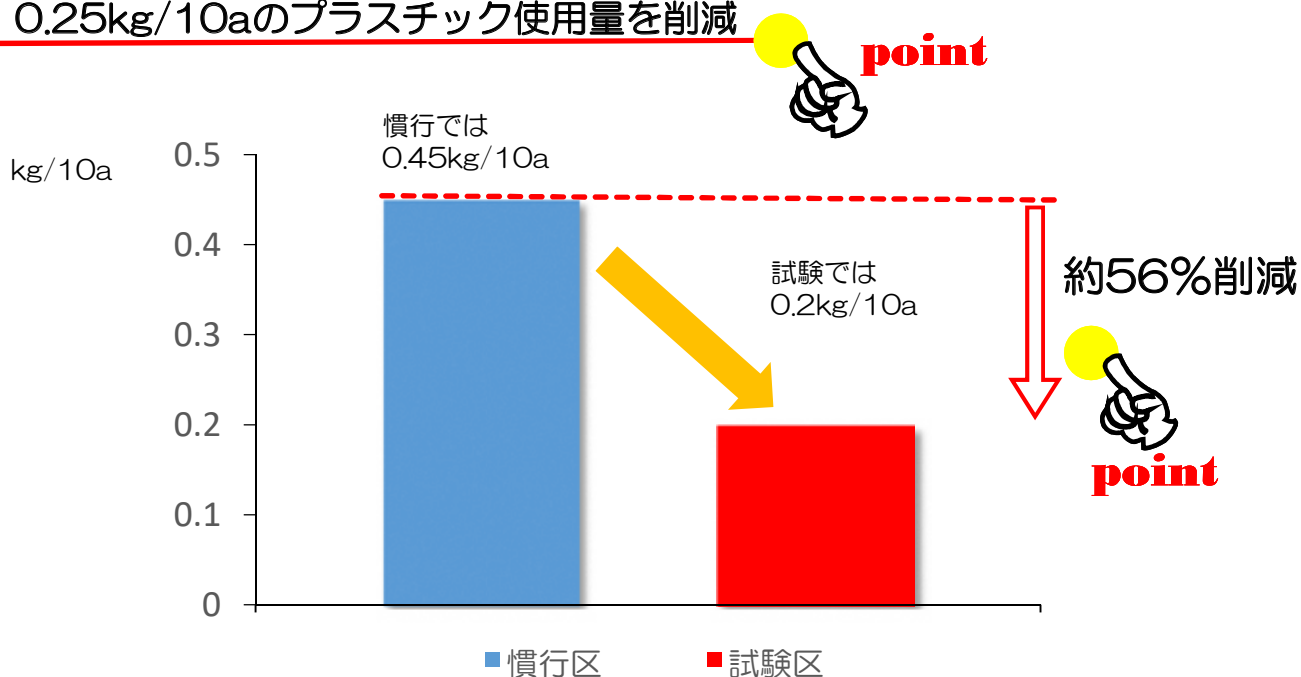
今回の実証試験で検証を行った環境負荷軽減技術

ドローン湛水直播への転換により、分肥体系を組み込んだ栽培体系を確立し、マイクロプラスチック削減を図りながら、湯川村の省力的かつ高品質米生産を実現します。



環境負荷軽減の効果

0.25kg/10aのプラスチック使用量を削減

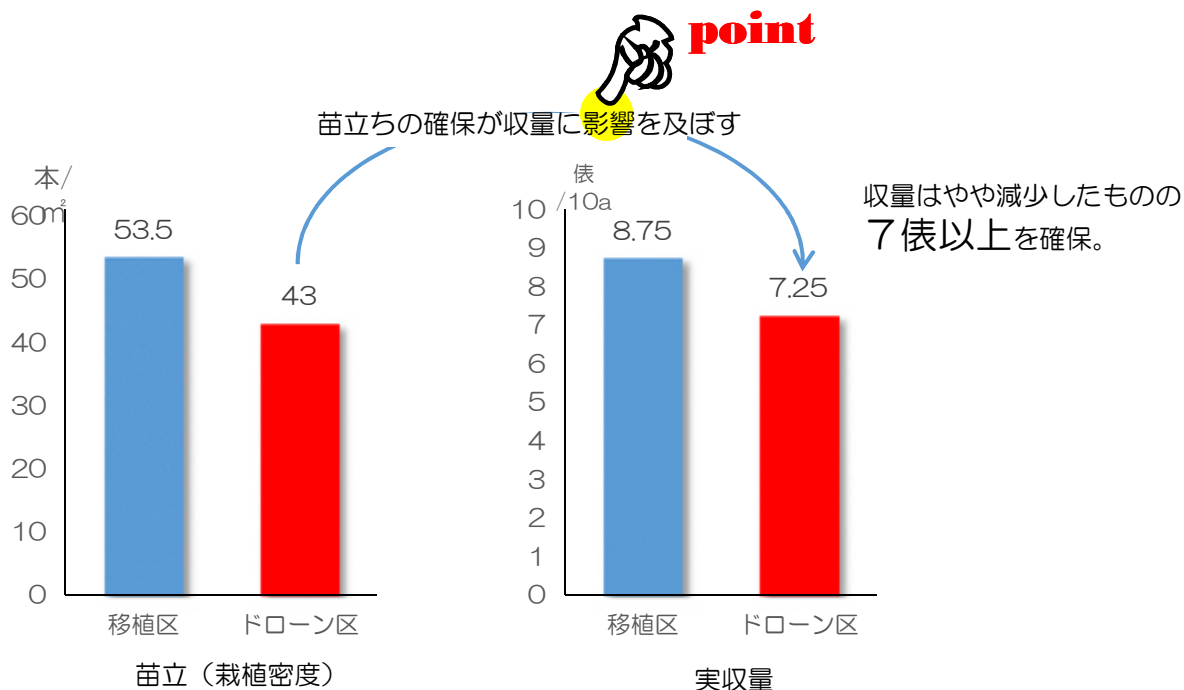


各区におけるプラスチック使用量 (kg/10a)

- ※慣行（移植）区では、「基肥一発肥料30kg（窒素成分6kg）」を使用（10aあたり）。
- ※試験（ドローン）区では、「基肥肥料40kg（窒素成分4kg）」＋「追肥肥料5kg（窒素成分2.1kg）」を使用（10aあたり）。
- ※「基肥一発肥料」及び「追肥肥料」にプラスチックを含む被膜が使用されている。
- ※「施肥体系によるプラスチック使用量」は、各資材に使用されている被膜のプラスチック含有率より計算（メーカー聞き取り）。
- ※「基肥一発肥料」等に含まれる被覆肥料は、メーカーによってプラスチック含有量が異なるため、慣行体系でも資材を変更することでプラスチック使用量削減できる場合があります。

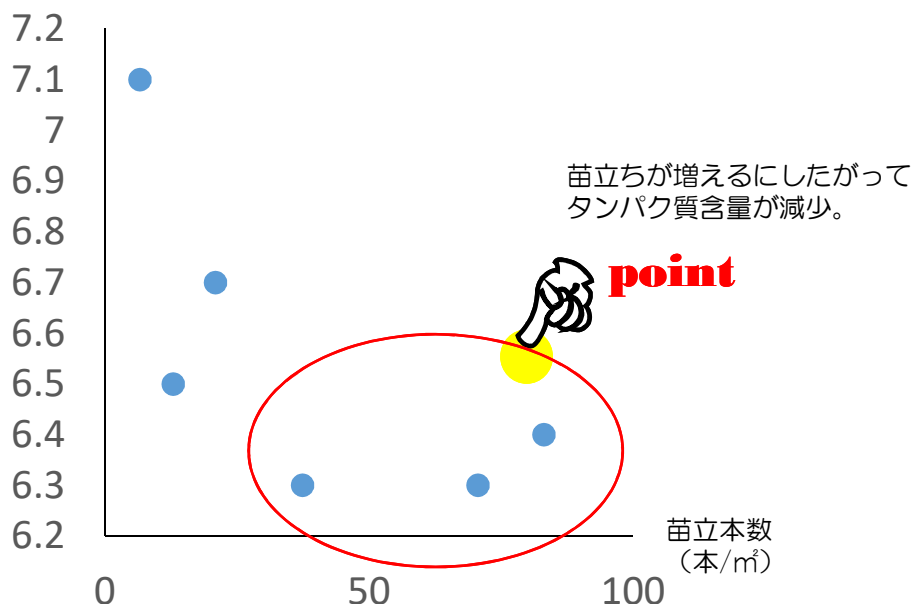
苗立と収量・品質の関係

◆収量 安定した収量を得るためには苗立の確保が必要です。



◆品質 苗立ちを確保することで品質も向上します。

タンパク質含量 (%)

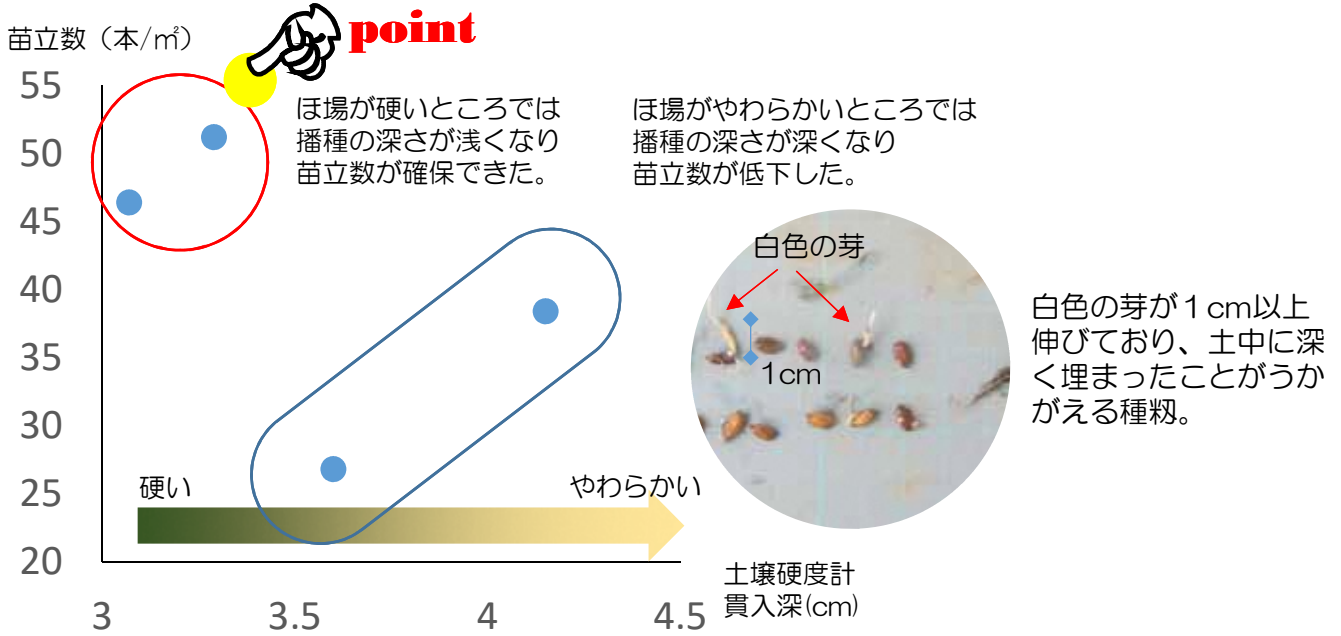


◆総評

今回の実証では苗立ちが確保できなかったことにより、収量が移植と比較して減少しました。また、苗立ちの確保により品質が向上することが明らかとなりました。

苗立低下の要因

圃場が柔らかかった事に加えて、播種当日の強風により播種深さが予定より深くなったことにより苗立率が低下しました。



播種時の土壤硬度と苗立ち本数の関係

播種当日は風速が強く（6m/秒 アメダス若松）、これにより種籾がほ場へ斜めにたたきつけられ、播種深度が深くなりやすい状況でした。

◆対策

播種作業は事前に土壤の硬さを確認・調整し、強風時を避けましょう。

苗立確保の目安

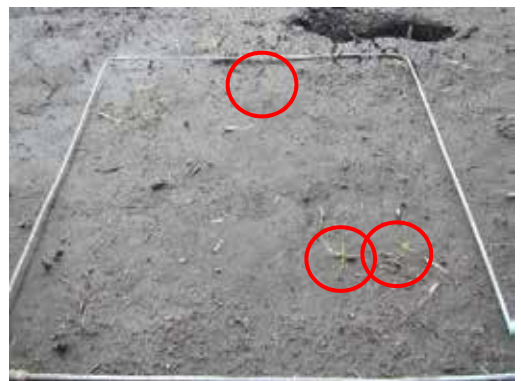
○コシヒカリの苗立目安

収量を確保する場合・・・33.3～66.6本/㎡

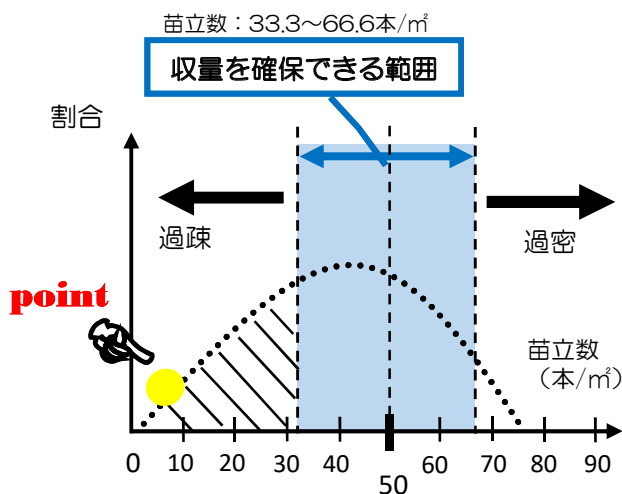
収量及び品質を確保する場合・・・50～66.6本/㎡

苗立目安はドローン直播においても同様であり、コシヒカリの収量と品質を両立するためには、**50～66.6本/㎡**を目安に苗立を確保します。

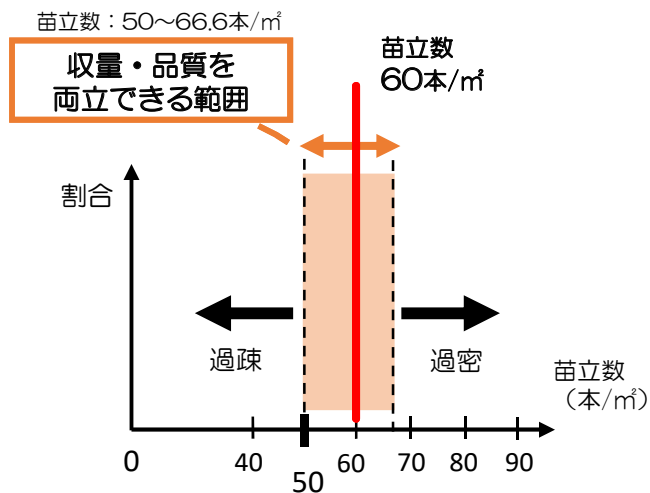
50cm×50cm (0.25㎡) の枠に、13～17本が目安。写真では、3本/0.25㎡であり、不足しています。



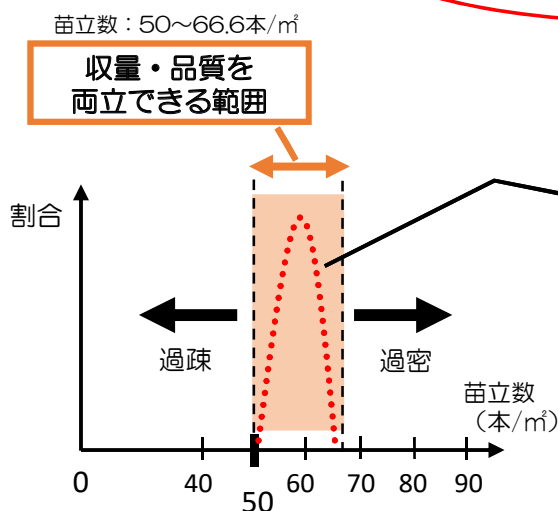
苗立の「ばらつき」の抑制



今回のドローン直播
 苗立の少ない箇所（斜線部）
 が多く、「ばらつき」が
 大きかった
 ⇒ 収量が低下



移植や田植機による直播
 どの箇所も苗立数は同じで、
 「ばらつき」が無い
 ⇒ 収量・品質を確保



理想的な苗立分布

- 50～66.6本/m²と「ばらつき」が小さく収量・品質を両立できる範囲に収まっている
- ⇒ 「ばらつき」を抑えれば収量・品質を両立可能

point



ばらまき直播では、ほ場内に苗立の多い・少ない箇所（「ばらつき」）が生じます。

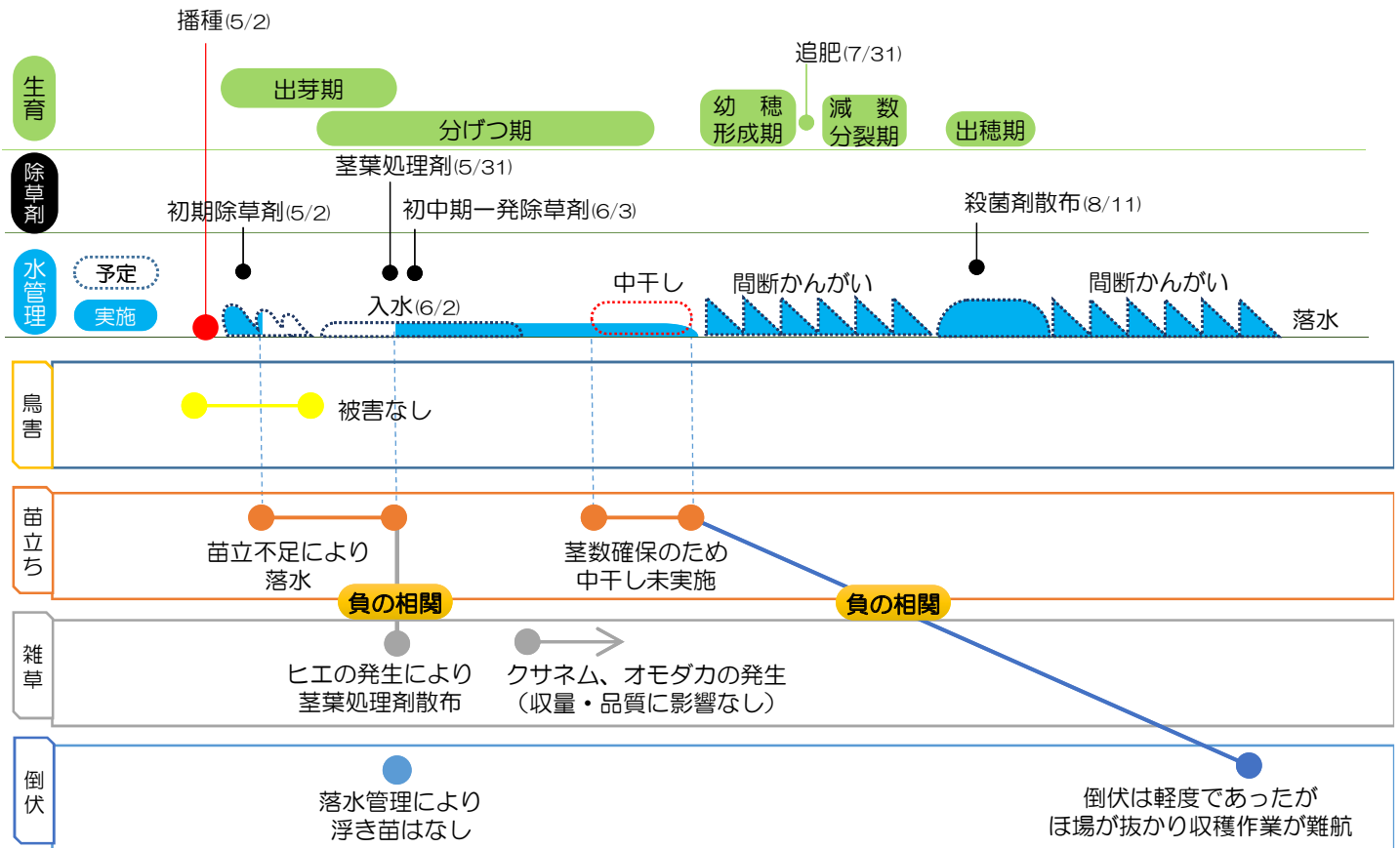
コシヒカリの収量・品質を両立するためには、平均苗立50～66.6本/m²を確保しつつ、ほ場内での苗立の「ばらつき」を抑えることが重要です。

適切な播種深度を確保します。

- ◆対策 ほ場の均平を確保、また、ほ場状態を均一化します。
- 必要量の種籾をムラなく播種します。

水管理による直播4要素の結果

「苗立確保」「鳥害対策」「雑草対策」「浮き苗・倒伏対策」は「直播4要素」と言われ、これらの対策を講じることが安定した収量につながるということが知られています。



今回の実証の耕種概要と直播4要素について

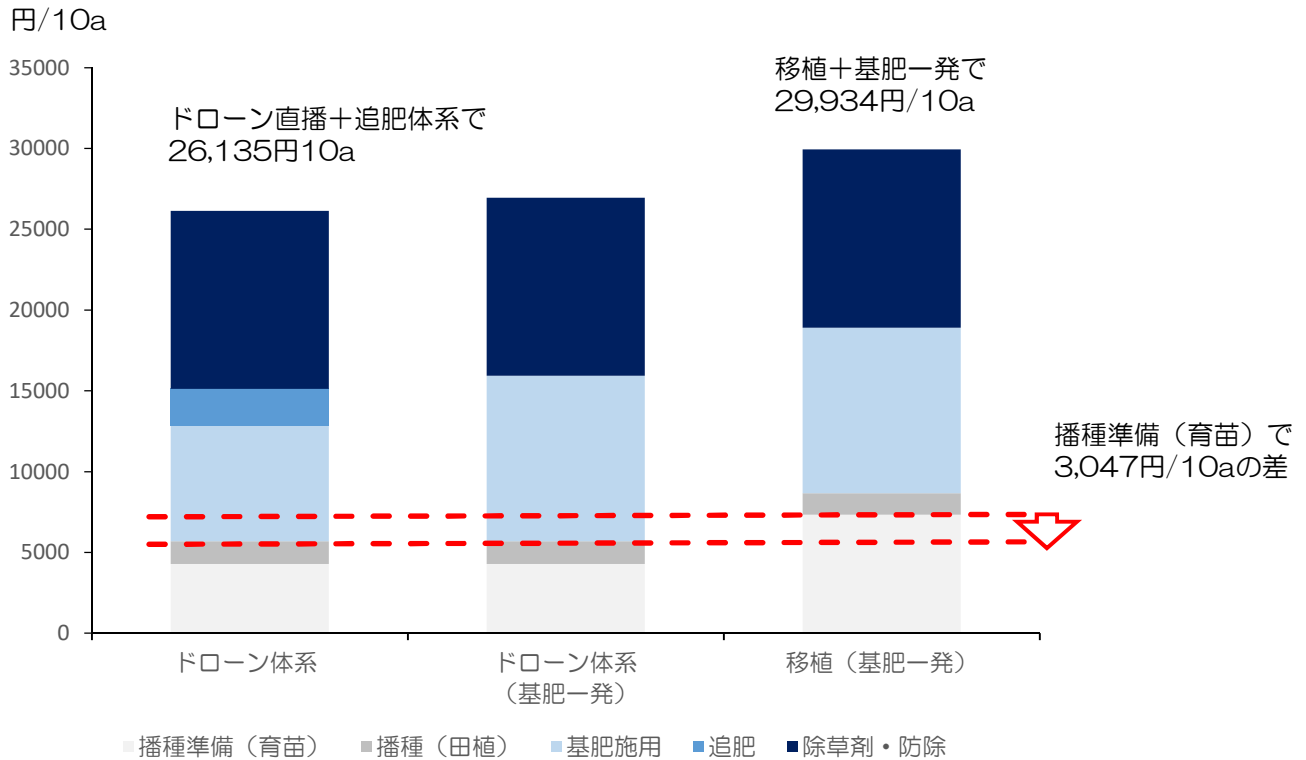
苗立不足をカバーするための水管理を実施したことにより、「雑草対策」と「倒伏対策」に負の影響が生じました。

このように各要素への対策が他の要素へ負の影響を及ぼすことがあります。

種子予措やほ場づくり、播種、水管理を適切に実施し、速やかに目標苗立を確保することが重要です。



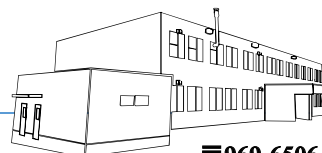
ドローン体系の経済性



各作業体系のコスト比較（円/10a）

※各作業のコストは、資材代、人件費（委託費）から計算。
 ※「ドローン体系」とは「ドローン直播」「基肥+ドローン追肥」「ドローンによる除草・防除」による作業体系。
 ※ドローン作業は全て作業委託で算出。

ドローン直播では「播種準備（育苗）」のコスト削減効果が高く、播種を作業委託した場合でも、コストを増やさずに省力化が期待できます。



福島県会津農林事務所
会津坂下農業普及所

〒969-6506
福島県河沼郡会津坂下町大字見明字南原881
Tel 0242-83-2113 FAX 0242-82-3951