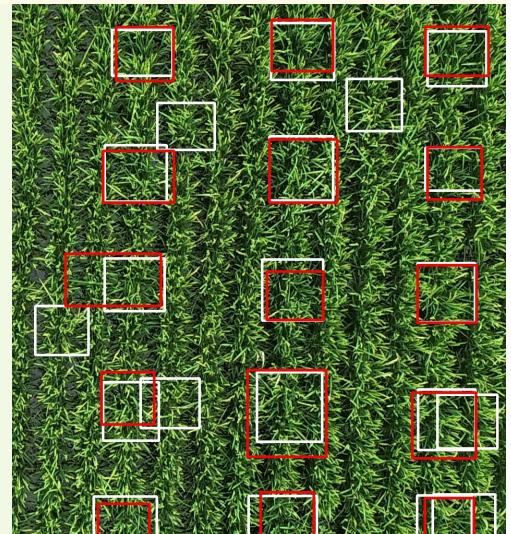




種子生産のための 最新技術マニュアル

水稻、麦類及び大豆の種子生産を効率化する技術事例と研究成果

水稻の種子伝染性病害の防除法、漏生イネの防除、水管理・追肥等の栽培管理支援、異型株抜取りの省力化、種子調製法、麦類や大豆の省力的栽培管理法について紹介します。



目次

はじめに 2

種子生産の作業工程における各技術の位置付け 3

1. 水稻、麦類、大豆の種子生産技術の改良法

1-1. 隔離温室による水稻の原原種生産法 (異型株抜取り) (労働力軽減) 4

1-2. 水稻の種子伝染性病害の防除法 (種子消毒) (労働力軽減) 7

1-3. 漏生イネの防除法(1) (漏生イネ抜取り) (労働力軽減) 10

1-4. 漏生イネの防除法(2) (漏生イネ抜取り) (労働力軽減) 13

1-5. 大型コンバインによる水稻種子の収穫作業 (種粒品質向上) 16

1-6. 麦類の省力的種子生産栽培管理法 (収量・品質向上) (労働力軽減) 17

1-7. 大豆の省力的種子生産栽培管理法 (労働力軽減) 18

2. 種子生産のための最新技術

2-1. 栽培管理システム「Growth eye Field」による水稻栽培管理 (栽培管理支援) (労働力軽減) 21

2-2. ドローンによる空撮とAIを組み合わせた水稻の異型株検出法 (開発中)

(異型株抜取り) (労働力軽減) 26

種子生産における該当技術早見表

本マニュアルで示す技術	原原種	原種	一般採種
1-1. 隔離温室による水稻の原原種生産法	○		
1-2. 水稻の種子伝染性病害の防除法	○	○	○
1-3. 漏生イネの防除法(1)	○	○	○
1-4. 漏生イネの防除法(2)	○	○	○
1-5. 大型コンバインによる水稻種子の収穫作業	○	○	
1-6. 麦類の省力的種子生産栽培管理法	○	○	
1-7. 大豆の省力的種子生産栽培管理法	○	○	
2-1. 栽培管理システム「Growth eye Field」による水稻栽培管理	○	○	
2-2. ドローンによる空撮とAIを組み合わせた水稻の異型株検出法 (開発中)	○	○	

はじめに

稻、麦類及び大豆の収穫物の生産性や品質は生産に用いる種子の良否に大きく左右されることから、種子生産現場では優良かつ健全な種子(高い純度、無病性、発芽率、発芽勢)を生産することが求められており、異品種や病気の混入を防ぐ作業に多くの労力が必要です。

しかし、種子生産を担う農家は高齢化が進み、また、種子生産のためには独特の高度な栽培技術が求められることから、新規参入が難しく後継者不足となっています。

さらに、作期分散や食の多様化への対応等のため、種子生産農家が取扱う品種数は増え続けており、種子生産現場は慢性的な人手不足となっています。

農水省委託プロジェクト研究「品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発」(令和2~6年)では、農研機構、秋田県、埼玉県、富山県、長野県、鹿児島県、東京科学大学、JA全農、(株)NTTデータCCSが「種子生産コンソーシアム」を組織し、異品種や被害粒の混入がなく、発芽揃いの良い健全な種子の安定生産に資するため、種子生産現場で使いやすい省力的な高品質種子生産技術や支援ツールの開発を行ってきました。

本マニュアルは、本プロジェクトで開発された最新の種子生産技術を紹介するもので、都道府県で利用されている既存の種子生産マニュアルを補足するものとして活用されることを目指しています。

本マニュアルが、種子生産を担う大規模種子生産者や原種苗生産機関における、稻、麦類、大豆の種子生産の効率化と種子生産現場の活性化に少しでも役立つことを願っています。

2025年3月 種子生産コンソーシアム

種子生産の作業工程における各技術の位置付け

【水稻】 溫暖地東部(関東～東海地方)での作業工程例

時期	作業	本マニュアルの技術
4月	中 種子消毒 播種 育苗	1-2. 種子伝染性病害の防除法 65°C × 10分 + 化学農薬による消毒 種子消毒の体系処理による効果的な病害防除が可能
	下 施肥・代かき 田植え	詳しくはP7へ▶
5月	上 漏生イネ防除 田植え	1-3. 漏生イネの防除法(1)
	中 代かき時に初期剤	1-4. 漏生イネの防除法(2) 除草剤施用の工夫による代かき回数の削減が可能
6月	下 漏生イネ防除 中干し	詳しくはP10へ▶
	上 中干し	詳しくはP13へ▶
7月	中 栽培管理システム「Growth eye Field」による水稻栽培管理	2-1. 栽培管理システム「Growth eye Field」による水稻栽培管理 茎数判別アプリによる中干し適期の判断が可能
	下 異型株除去① 穗肥	詳しくはP21へ▶
8月	上 穗肥 異型株除去②	2-2. ドローンによる空撮とAIを組み合わせた水稻の異型株検出法(開発中) 異型株の迅速判定による抜取り作業の労力削減が可能
	中 出穂 異型株除去③	詳しくはP26へ▶
9月	下 異型株除去③ 収穫	1-5. 大型コンバインによる水稻種子の収穫作業 扱胴回転数の最適化による種子の損傷抑制が可能
	上 中	詳しくはP16へ▶

【水稻】 原原種生産

1-1. 隔離温室による水稻の原原種生産法



隔離栽培で他植を防止し、原種や一般種子栽培での異型株抜取りの労力軽減が可能

詳しくはP4へ▶

【麦類】

1-6. 麦類の省力的種子生産栽培管理法

肥効調節型肥料による労力軽減が可能

詳しくはP17へ▶

【大豆】

1-7. 大豆の省力的種子生産栽培管理法



最新作業機を用いた排水性改良、播種、除草等の労力軽減と生産性向上が可能

詳しくはP18へ▶

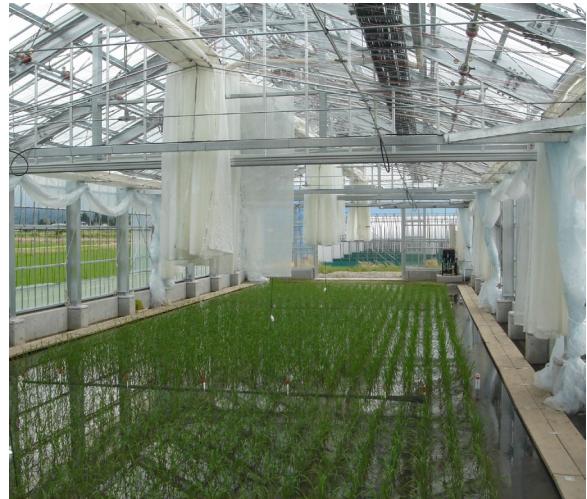
1. 水稻、麦類、大豆の種子生産技術の改良法

1-1. 隔離温室による水稻の原原種生産法

異型株抜取り
労働力軽減

主要農作物種子法は2018年4月1日に廃止されましたが、都道府県は引き続き、独自の条例や要綱・要領に基づき種子生産を行っています。都道府県が増殖に関与している品種は、基本的に育種家種子から原原種、さらに原種生産まで公設試験研究機関で増殖しています。

一方、一部の品種については、地域の採種ほ場で原種生産されている場合がありますが、主体性をもって管理している自治体において、外部の育成地等からの原原種の持ち込みにより、一部の品種で異型株や罹病株の多発が報告されており、これらのほ場における抜取り作業に多大な労力を要しています。



都道府県が増殖に関与してこなかった品種についても、異型株や罹病株の混入が少なく均一性の高い種子を種子生産者に供給するため、公設試験研究機関等で原原種を生産する工程において隔離温室による栽培を実施する取組を提案します。また本技術は奨励品種の原原種生産にも適応可能です。

導入効果

従来

- 都道府県が増殖に関与していない品種の場合、生産体制が厳密に管理されている公設試験研究機関等の設置した原原種ほ場、原種ほ場ではなく、農業者の管理する採種ほ場で原種が生産されているため、このような原種を用いて種子生産を行うと、異型株や罹病株が多発し、抜取り作業等に多大な労力を要します。



異型株



罹病株

NEW

新技術

- 公設試験研究機関等で育種家種子から原原種を増殖する段階で温室を用いた隔離栽培を行うことにより、異型株や罹病株の混入(周辺ほ場への感染拡大)を抑制します。その後の原種の増殖や一般採種ほ場での一般種子生産時の抜取り作業の労力を大幅に削減することができます。
- 隔離栽培で生産した原原種由来の原種は、異型株や罹病株の混入が著しい原種と比較して、一般ほ場で栽培した場合の抜取り作業時間が最大で81%削減される結果が得られています。
- ただし、隔離温室で栽培しても異型株や罹病株の混入を100%抑制することは困難であるため、再増殖時に適正な管理が必要です。

導入コスト（富山県の事例）

隔離温室 建設コスト:60,393千円（地方創生拠点整備交付金、平成30年2月補正予算を活用）

- 既存の水田を覆うガラス温室（栽培面積約300m²）

積雪量が多く強風も吹く地域では、コンクリート基盤を設置し、天井は強化ガラスにします。

温室内設備

複数品種の原原種生産を同時に行う場合は、花粉が飛散する時期に、温室両サイドの裾を下げるとともに、部屋（富山県では3部屋）を仕切るためのカーテンを設置します。

また、各部屋ごとに制御可能なヒートポンプ、遮光カーテン、自動開閉式天窓を設置します。

* ヒートポンプは温室内の冷房のため使用します（開花期に花粉交雑を防止するため閉鎖系とした際の高温を抑制します）。

* 遮光カーテンは遮光率の異なる2枚を用いて天蓋を覆います。



冷房用ヒートポンプ



開閉式天窓と2重の遮光カーテン

隔離温室 ランニングコスト:700千円/品種・年

- ほ場作業にかかる人件費、冷房にかかる電気代、病害虫検定にかかる資材費等を計上しています。
県外からの依頼に応じて、県種子協会を通じて種子のクリーニングを受託しています。

作業手順（富山県の事例）

	従来		NEW 新技術
	奨励品種以外	奨励品種※	
原原種 生産	育成地ほ場で原原種が生産されます。 ●栽培及び調整手順は各育成地の方法によります。	農業研究所内ほ場で原原種生産を実施します。 ●化学農薬による種子消毒のみ行います。 ●1株1本植えとし、11.1株/m ² で栽培します。 ●栽培面積は、保存されている原種の残量と次年度以降の需要見込みに応じて決定します。 ●施用量は、品種の特性に応じたものとします。 ●生育期間中に発生した異型株や罹病株は速やかに除去します。 ●採種した種子を原原種とします。	隔離温室で原原種生産を実施します。 ●温湯(65℃・10分間)と化学農薬による種子消毒を併用します。 ●1株1本植えとし、16.0株/m ² (800株/品種)で栽培します。 ●倒伏防止のため無施肥とします。 ●生育期間中に発生した異型株や罹病株は速やかに除去します。 ●各品種について、96株を個体別に採種し、DNA鑑定と保菌状況を確認します。問題ない場合は、残りの株をひとまとめにして原原種とします。(収量は1品種あたり10kg程度です。)
	地域の採種ほ場で原種生産を実施します。	農業研究所内ほ場で原種生産を実施します	
地域の採種ほ場で一般種子を生産します。			

※ 富山県では、主要農作物(稲、麦類及び大豆)において、収量や病害虫抵抗性、品質などが優れる品種を選定し、「奨励品種」に位置付けています。

具体的な事例（研究成果）

3品種を対象とし、原原種の由来が異なる原種を用いて一般種子生産を行い、異型株の抜取り作業の軽減効果を比較しました。原原種の由来が品種育成地の場合と、隔離温室の場合を比較したところ、品種Aと品種Bにおいては、育成地由来の場合は稈長または出穂期に変異がみられ、これらの異型株の抜取り作業に10a当たり6~8.5時間(のべ時間)を要しました。

一方、隔離温室由来の場合は、**のべ作業時間は10a当たり1.6~2.6時間と57~81%に削減され、作業回数も半分以下**に削減されました。

この結果から、**隔離温室での原原種生産により、原種への異型株の混入を顕著に抑制できる**ことが分かりました。なお、品種Cにおいては、異型株の発生数が極めて少なく、育成地由来と隔離温室由来場由來で作業時間の削減効果は認められませんでした。

表 異型株の抜取り株数及び抜取りに要した作業時間(10a当たり)

品種	調査年次	原原種の由来	流れ稻	漏生	縞稻	葉色	稈長	出穂	芒	合計	作業回数	作業時間(h)
A	R2	育成地	4	14	3	0	446	15	1	483	11	8.5
	R3	隔離温室	0	9	0	0	0	6	0	15	4	1.6
B	R2	育成地	12	2	6	41	0	290	2	353	16	6.0
	R4	隔離温室	10	6	1	0	1	27	30	75	7	2.6
C	R3	育成地	0	0	1	0	1	1	0	3	4	1.8
	R4	隔離温室	0	3	1	0	3	1	0	8	7	2.4

*各品種とも原原種の由来が隔離温室のものは、富山県農林水産総合技術センターで生産された原種を用いて調査した。

*異型株の抜取りは作業各回で人数が変動するため、作業時間は「のべ時間」で表記した。

問合わせ先

富山県農林水産総合技術センター

TEL: 076-429-5280

Email: anorincenter@pref.toyama.lg.jp

1-2. 水稻の種子伝染性病害の防除法

種子消毒

労働力軽減

近年の気候変動や種子生産環境の多様化・多品種化により、種子生産現場における病害発生のリスクは高まっています。一方で、「みどりの食料システム戦略」のもと推進されている減農薬栽培や環境にやさしい農業は、病害汚染されていない種子の使用が前提であり、種子生産における健全種子供給の責務は今後より一層増すと考えられます。種子伝染性病害のうち、もみ枯細菌病やばか苗病は、現在、一般的に化学農薬を用いた種子消毒による対策がとられていますが、本田では罹病株の抜取り作業を除いて有効な防除手段がなく、それらの作業には多大な労力と経済的損失を伴うことから、育苗期防除の強化が重要です。

本防除法は、種子の発病リスクの高さに応じて3つの処理を適宜組み合わせて実施することにより効果的にこれら病害の発生を抑止します。具体的には、①化学農薬による種子消毒をベースに、②65°C10分温湯消毒、③もみ枯細菌病の発病抑制作用のある有機物含量の高い軽量培土の処理を組み合わせて実施します。本技術により、病害に汚染されていない健全な種子生産の実施と、抜取り等の労働力軽減が期待されます。



育苗期の体系防除法

①化学農薬による消毒

②65°C温湯消毒^{*1}

③有機物含量の高い軽量培土^{*2}

*1 65°C温湯消毒については、「水稻種子温湯消毒」コンソーシアム発行「事前乾燥処理を組み込んだ防除効果の高い水稻種粉の温湯消毒技術指導者用マニュアル(2019.14ページ)」を参照ください。

*2 ヤシ殻やビートモスなどの有機物含量の高い軽量タイプの培土。「機物含量の高い軽量育苗培土を用いた育苗期のもみ枯細菌病の発病抑制」最新農業技術・品種2021(農林水産省)を参照ください。以下、本項目における軽量培土とはもみ枯細菌病による苗腐敗症の発病抑制効果が確認されたものを指します。

導入効果

従来

- 化学農薬による種子消毒を行います。発病リスクが高い種子に対しては消毒効果が不十分なため、採種における育苗期・本田において病害が多発する場合があり、生産される種子の保菌リスクが高まります。
- もみ枯細菌病の場合は罹病株の抜取り作業に多大な労力を要します。ばか苗病の場合は、育苗時なら苗の廃棄、本田栽培時なら罹病株の抜取りに加え、場合によっては当該ほ場や周囲のほ場の採種が中止される場合もあります。



拔取り作業の様子

NEW

新技術

- 種子の発病リスクの高さに応じて、①化学農薬による種子消毒、②65°C10分温湯種子消毒、③軽量培土による育苗、の3処理を組み合わせて種子消毒や育苗を実施します。
- もみ枯細菌病については、栽培試験の結果、本田での発病が97~100%抑制されました^{*3}。この場合、1回あたりの抜取り時間が50%削減されるとともに、追加の抜取り作業が不要となり10a当たり約1.0時間の作業時間短縮となり、労力が軽減されました。
- ばか苗病については、育苗試験の結果、苗での発病が①のみと比較して100%抑制されました^{*4}。これにより育苗時の苗の廃棄や本田での抜取り作業、採種中止などに係る経済的、時間的コストの低減が期待されます。

*3 現地圃場試験(2023年、富山市)、少発生条件

*4 開花期接種粉を混和した育苗試験(2021年、農業研究所)

導入コスト

(1) 乾燥機

穀温40~45°C程度で加温できる乾燥機(平型乾燥機・循環型乾燥機等)が必要です。機種は経営規模に応じて選択します(平型乾燥機(容量700kg)の場合、約30万円です)。循環式乾燥機は、最低張込量に留意します。

(2) 温湯処理機

500L容量(最大処理量16kg/回)で約60万円です。

※ 化学農薬・育苗培土の価格については取扱業者へお問い合わせください。

作業手順(富山県の事例)



従来

NEW

新技術

保菌率が低く病害発生リスクの低い健全な種子を入手します。

種子を40~45°Cで乾燥させ水分含量を10%未満に低下させます。

- 次に実施する温湯消毒において、種子の高温耐性を高めるために必要な前処理です。
- 割れ粒が多発している種子(概ね15%以上)では実施しないでください(乾燥処理によって発芽率が著しく低下するため)。

65°Cに保った温湯に10分間浸漬します。

- 事前に一部の種子を用いて温湯処理を行い発芽率を確認します。年産が古いなどもともと発芽率が低い場合やもち品種の場合は、温湯処理による発芽率低下の影響を受けやすいため、事前に発芽率を確認した上で播種量を多めに設定します。
- 湿紛衣・塗抹処理後の種子には実施できません(薬害により発芽率が著しく低下するため)。
- 種子は目の粗い種袋に余裕を持たせて入れます。浸漬直後は2~3回種袋を上下に動かして種もみ全体に温湯が行き渡るようにします。
- 温湯処理後は直ちに冷水かつ流水で確実に冷却します(種袋中央で高温状態が続くと発芽率が低下するため特に注意して冷却してください)。
- 温湯処理後、直ちに化学農薬による消毒を実施します(温湯処理には残効がなく、処理後は病害に対して無防備な状態になるため)。

化学農薬による種子消毒を行います。

【例】A. 銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤

B. 金属銀水和剤

- A又はA+B(混用)の処理とします。もみ枯細菌病の場合、A+B混用で高い効果が得られます。
- 浴比・浸種温度等、薬剤の使用上の注意事項を厳守します。
- 農薬の選定にあたっては【例】によらず耐性菌管理の面等から地域の指導機関へ相談して決定します。

10~15°Cの範囲で積算温度100°Cを目安に胚乳がアメ色で透明になるまで浸種します。

- 消毒効果を高めるため、種もみは水洗せず、また浸種開始2~3日間は水を入れ替えないでください。
- 水の腐敗が甚だしい場合は静かに水を入れ替え、その後は2~3日に一回水を入れ替えます。
- 適正な浸種温度・期間は品種や前年の登熟期間の気温により変動するため、指導機関の指示に従ってください。

蒸気式催芽機でハト胸から芽長2mm程度に芽出しを行います。

- 品種や浸種条件により催芽時間が異なるため芽が伸びすぎないよう注意してください。

適性な播種量を厳守し播種します。

- 富山県では育苗箱1枚当たり乾粉120gを播種します。

有機物含量の高い軽量培土(もみ枯細菌病発病抑止効果が認められるもの)を利用して育苗します。

- 軽量培土は比重が軽いため床土・覆土充填時に播種機のホッパーから適量投下されているかを定期的に確認します。
- 培土が乾くと水をはじき吸水しにくい傾向にあるため、搬出以降の水管理は乾かしすぎないよう留意します。

具体的な事例（研究成果）

(1) 病害に感染した種子を一部混入した栽培試験において、**化学農薬による種子消毒、65℃10分温湯種子消毒、軽量培土を用いた処理を組み合わせること**により、育苗期の**もみ枯細菌病やばか苗病の発病が化学農薬による種子消毒の単独処理と比較して68~100%抑制**されました。

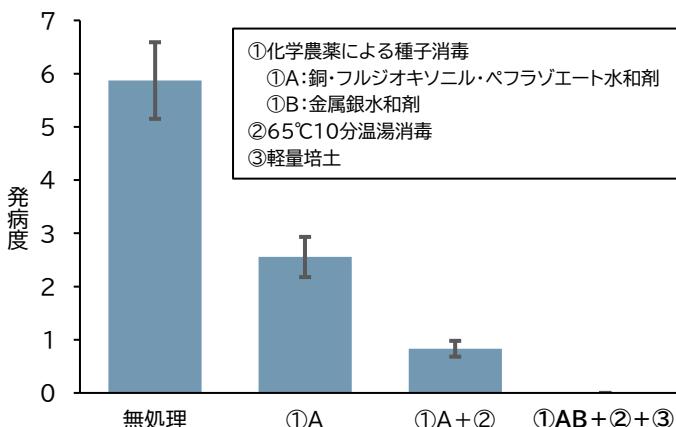


図1 各処理が「もみ枯細菌病」の発生に及ぼす影響

開花期にもみ枯細菌病菌を接種したH28年産「コシヒカリ」、をH30年産「コシヒカリ」原種に50%混合し播種した。播種量：乾粒120g/区(粒水分9%未満)、育苗条件：15℃で4日間、催芽：浸種後30℃で24時間

播種：R3年5月21日

* 軽量培土：粒状質が20~30%未満で、もみ枯細菌病の発病抑止作用あり。

* 粒状培土：粒状質が90%以上

発病度 = Σ (発病程度 × 該当苗数) × 100 / 調査苗数 / 4

発病程度0(発病無し)~4(枯死)の5段階で評価

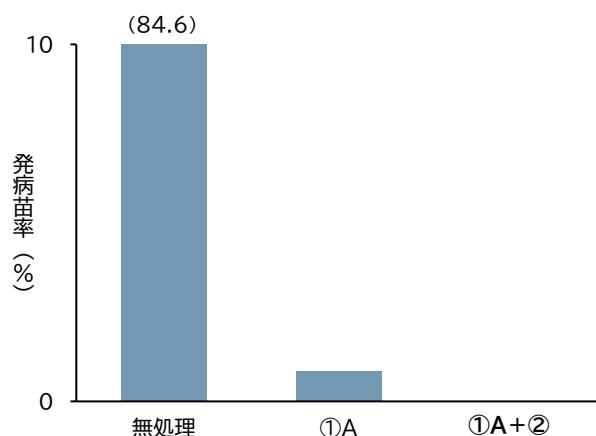


図2 各処理が「ばか苗病」の発生に及ぼす影響

開花期にばか苗病菌を接種したH26年産「コシヒカリ」を、H30年産「コシヒカリ」原種に20%混合し播種した。播種量：乾粒120g/区(粒水分9%未満)、使用培土：粉状培土、育苗条件：15℃で4日間、催芽：浸種後30℃で24時間

播種：R3年6月22日

* ③軽量培土の発病抑止効果はもみ枯細菌病に対するもので、ばか苗病には効果がないため、③の効果は評価していない。

(2) ばか苗病に感染した種子を一部混入した栽培試験において、化学農薬による種子消毒のみの場合は、本田において数パーセントの発病が認められましたが、**化学農薬による消毒と65℃温湯10分消毒を2段階で実施すること**により、**発病はほぼ認められませんでした**。

表1 各種子消毒法が圃場におけるばか苗病の発生に及ぼす影響

6月20日調査

試験区	調査株数	徒長株	枯死株	部分枯死株	欠株	発病株計	発病株率(%)	標準誤差
①A	360	0	1	2	4	3	0.8	±0.5
②	360	0	10	3	6	13	3.6	±2.0
①A+②	360	0	0	0	4	0	0.0	0

7月22日調査

試験区	調査株数	徒長株	枯死株	部分枯死株	欠株	発病株計	発病株率(%)	標準誤差
①A	360	0	0	2	5	2	0.6	±0.6
②	360	0	4	2	12	6	1.7	±1.0
①A+②	360	0	0	0	4	0	0.0	0

※ 調査株、徒長株、枯死株、部分枯死株、欠株は1区あたり120株、3反復分の合計値を示した。

* 富山県農林水産総合技術センター試験圃場において、各種種子消毒処理が本田でのばか苗病の発生に及ぼす程度を検討した。

* 供試種子：開花期接種したH26年産「コシヒカリ」をR1年産「コシヒカリ」原種に20%混合し、各条件で種子消毒を実施した。

* 浸漬条件：15℃で4日間、催芽：浸種後30℃で24時間。

* 播種量：乾粒120g/区(粒水分9%未満)、使用培土：粉状培土。R4年4月19日に播種し、温室で22日間管理した苗を圃場に移植した。

問い合わせ先

富山県農林水産総合技術センター

TEL: 076-429-2111(代表)

Email: anorincenter@pref.toyama.lg.jp

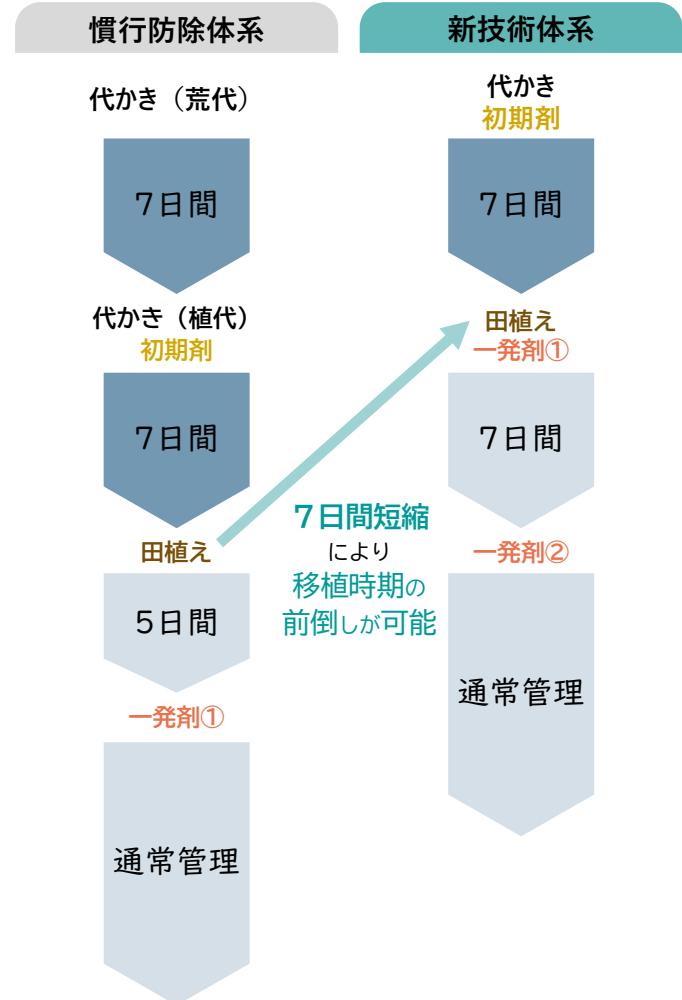
1-3. 漏生イネの防除法(1)

漏生イネ抜取り

労働力軽減

種子生産において、漏生イネの除去は種子の純度を維持するために必要不可欠な作業です。漏生イネの耕種的防除法として2回代かきがあります。これは、1回目の代かき後にしばらく水田に水をため、この間に発生した漏生イネや雑草イネを2回目の代かきで土中に埋め込み死滅させる手法です。しかし、2回の代かきは労力を要すだけでなく、代かきの間隔をあけるために田植えまでに長期間が必要となり、特に晩生品種の場合、登熟が間に合わなくなる恐れがあります。そこで、初期除草剤の処理方法を工夫し、代かき回数を1回に抑える手法を農研機構の雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアルを参考に構築しました。

本技術は、代かきを2回行う慣行防除体系と比較して漏生イネ防除効果は同等であり、また抜取り作業時間は慣行防除体系とほぼ同程度で、代かき回数の削減により田植までの日数や代かきに伴う作業の回数が減ることにより種子生産の省力化が期待されます。



導入効果

従来

- 代かきを2回と除草剤2回の散布により漏生イネを効果的に防除できますが、代かき作業を2回するため労力を要します。
- 2回の代かきは間隔を空けて実施するため、最初の代かきから田植までに最低14日間を要し、特に晩生品種の登熟が間に合わなくなり収量・品質が低下する恐れがあります。

NEW

新技術

- 代かき回数を1回に減らしつつ、除草剤を3回散布し、漏生イネの発生を防除します。
- 代かき回数が1回となるため、代かきに関わる準備、機械使用後の洗浄などの労力が軽減されます。
- 代かきから田植までの日数が7日間に短縮されるため、従来法より移植時期の前倒しが可能で、晩生品種の登熟期間が十分に確保されます。

導入コスト

除草剤(10a当たり) 2回目の一発剤:約4,000円

注) 優行防除体系で遅発する雑草が多い場合は除草剤を散布しますので、条件によってはコストはほぼ同じです。

作業手順（秋田県の事例）

	従来	NEW 新技術
代かき	代かき(荒代)を行います。	
湛水管理 7日間	入水し、7日間湛水状態を維持します。	
代かき	代かき(植代)を行います。 ・ほ場が均平になるように丁寧に行います	代かき(荒代+植代)を同一日に行います。 ・ほ場が均平になるように丁寧に行います
湛水管理 7日間	代かき終了後直ちに入水し、湛水深5cm程度になるように水を入れ、 入水完了直後に初期剤を散布 します。 ・初期剤は、除草剤成分としてプレチラクロール12%を含む剤を用います。 ・初期剤を散布後は田面が出ないよう注意し、減水深が大きい場合はゆっくりと水を加え、処理後7日間、湛水深を維持します。	
田植え	田植えを行い、田植え後は湛水深さ5cm程度になるよう直ちに入水します。	
田植え直後		田植え後の入水が完了したら、 可能な限り早く1回目の一発剤を散布 します ・漏生イネに防除効果のある下記成分を含む一発剤を散布します。散布除草剤成分:ピリミスルファン0.5%、フェノキサスルホン2%フェノキノトリオン3% ・散布後7日間は止水を行い、かけ流しや落水をしないようにします。やむえず田面が出そうな場合はゆっくりと水を加え水深を維持します。
田植え 3~5日後	一発剤を散布します。 ・漏生イネに防除効果のある下記成分を含む一発剤を散布します。散布除草剤成分:ピリミスルファン0.5%、フェノキサスルホン2%フェノキノトリオン3% ・散布後7日間は止水を行い、かけ流しや落水をしないようにします。やむえず田面が出そうな場合はゆっくりと水を加え水深を維持します。	
田植え 7~10日 後		2回目の一発剤を散布 します。 ・漏生イネ防除効果のある下記成分を含む除草剤を散布します。散布除草剤成分:テフリルトリオン4%、フェントラザミド6%、メタゾスルフェゾン1.2% ・散布後7日間は止水を行い、かけ流しや落水をしないようにします。やむえず田面が出そうな場合はゆっくりと水を加え水深を維持します。
田植え 10日後 以降	異型株調査・抜取りを中干し前、出穂期前、穂揃い期、成熟期に行います。 ・状況によっては追加で抜き取りを行います。 ・異型株調査の対象は、品種特性の異なる稻株・漏生イネ・病害株・薬害株・流れ苗等です。	

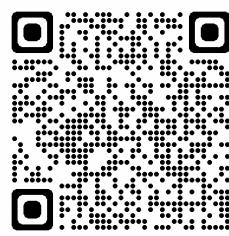
注意事項

- 漏生イネは収穫後には場へ落ちた粂から発生した稻だけではなく、他のほ場で生産された粂の運搬時の混入や、鳥や小動物による粂の持ち込み等による発生も想定されます。種子を生産するほ場が前年度同じ品種だからといって漏生イネ防除対策を行わない場合は異品種が混入するリスクがあるものと思ってください。
- 除草剤は、植物調節剤研究協会WEBサイト「雑草イネ有効剤として実用化可能と判定された水稻用除草剤」、農研機構WEBサイト「雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアル」に記載されている剤を参考に適宜選定してください。
- 除草剤は散布できる成分回数や散布時期に注意して選定してください。
- 除草剤の散布時期が遅れると漏生イネ防除効果が下がるため遅れないように散布してください。
- 除草剤だけでは漏生イネを完全に防除することは不可能なので、必ずほ場に入り目視により抜き取ります。
- 種子生産上次世代への影響の大きい原原種・原種生産において品種固定は必須であり、品種を変える場合は前年休耕（可能であれば複数年）にするか他の品目を作付けます。
- 代かきや田植えに使用する機械類は使用前後に良く洗浄し、土や種子粂、苗などが機械類についていないことを確認してから使用します。
- コンバイン刈取時は粂（しいな）の排出を少なくし、粂をほ場へ可能な限り落とさないように刈取り、次年度の漏生イネの元となる種子を可能な限り残さないようにします。

WEBサイトはこちら



植物調節剤研究協会



農研機構

具体的な事例（研究成果）

秋田県農業試験場での品種「あきたこまち」を用いた栽培試験において、代かき回数を1回に減じた新技術は、代かき回数2回の慣行防除体系と同様に漏生イネの発生は認められず、十分な防除効果があると判断されました。代かき回数を1回に減じた分の作業量の軽減が期待されます。

表 処理体系の違いによる漏生イネ発生数(令和5年度)

処理体系	代かき回数	除草剤散布時期(田植日起算)						漏生イネ発生数 個体/m ²
		-14日	-7日	+0日	+5日	+7日	+12日	
慣行防除体系	2回	代かき -	代かき 初期剤①	-	一発剤①	-	-	0.0
新技術体系	1回	-	代かき 初期剤①	一発剤①	-	一発剤②	-	0.0
無処理	1回	-	代かき -	-	-	-	-	1.2

注1) 代かき回数1回は田植7日前に荒代+植代を行う場合、代かき回数2回は荒代を行い、その7日後に植代を行う場合をいう。

注2) 試験年前年秋にコンバイン収穫後に乾粂(あきたこまち 1.5kg/a)を散布した約5aのほ場の中に試験区を設置し調査した。各試験区は1.8m×40mの調査区を1反復、無処理区は1m×1mの調査区を6反復調査した。

注3) 使用除草剤成分及び含有率 初期剤①: プレチラクロール12%、一発剤①: ピリミスルファン0.5%、フェノキサスルホン2%、フェンキノトリオノン3%、一発剤②: テフルルトリオノン4%、フェントラザミド6%、メタゾスルフェゾン1.2%、-: 除草剤未処理

注4) 使用した除草剤は植物調節研究協会ホームページ「雑草イネ有効剤として実用化可能と判定された水稻用除草剤」、農研機構「雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアル」に記載されている剤を参考に選定した。

問い合わせ先

秋田県農業試験場

TEL: 018-881-3330

Email: akomachi@mail2.pref.akita.jp

1-4. 漏生イネの防除法(2)

漏生イネ抜取り

労働力軽減

種子生産において、漏生イネの除去は種子の純度を維持するために必要不可欠な作業です。現在、漏生イネの防除は、漏生イネに有効な除草剤の複数回処理により広く行われていますが、埋土種子量が多い場合などは除草剤の効果が不十分となり、残存する漏生イネを手作業で抜き取る必要があり多大な労力や時間を要します。

そこで、従来の除草剤の複数回処理に加えて、中干し直前に乗用型除草機による機械除草を実施することにより、漏生イネを効果的に除草し、抜取りに係る労力を軽減する技術を開発しました。



漏生イネの発生



乗用型除草機による物理的防除

導入効果

従来

- 現在、除草剤の複数回処理による防除後、ほ場内に残存する漏生イネ個体は手作業での抜取りを行っていますが、除草剤の効果が不十分な場合、それらの抜取りに多大な労力や時間を要します。
- 生産者等の1人当たりの抜取り作業時間は10a当たり約5時間を要します。

NEW

新技術

- 漏生イネに有効な除草剤を複数回処理した後、残存する漏生イネを中干し直前に乗用型除草機により機械除草します。
- 栽培試験の結果、除草剤の体系処理のみと比較して、漏生イネの発生本数が7割程度削減され、漏生イネの抜取りに要する作業時間は、機械除草機での作業時間(約0.2時間)を加味しても10a当たり約0.7時間短縮されました。

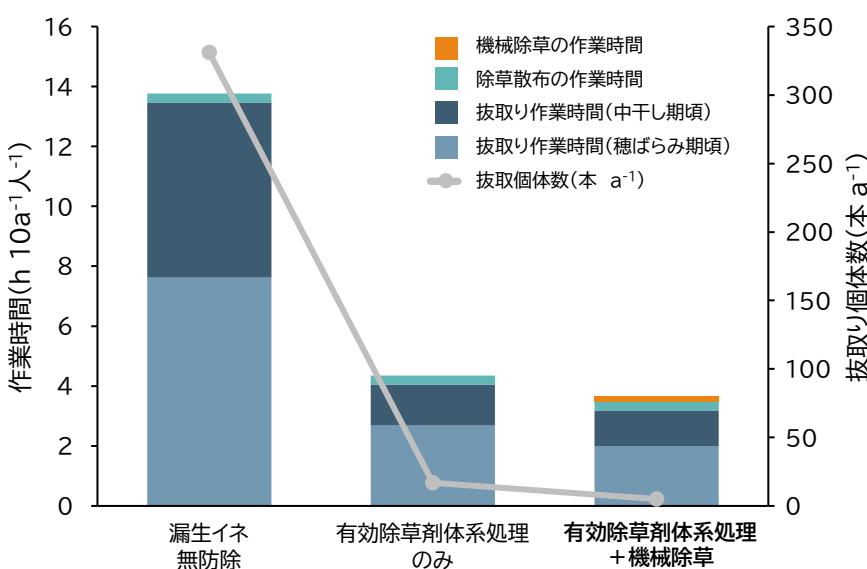


図1. 除草方法の違いによる漏生イネの抜取り個体数と作業時間の比較

* 富山県農林水産総合技術センター試験ほ場における「てんたかく81」栽培試験(2024年4月30日移植、栽植株数19.9株 m⁻²)。

* 漏生イネは、水稻作付け品種とは異なる「R5年産のコシヒカリ」種子を水温15°C程度で浸漬積算温度を50°C、20°C、0°Cの3段階で予措し、等量混和した。その後、植代直前にはほ場内に均一散播し、植代作業により土中混和を行った。

* 有効除草剤の体系処理では、移植+0日にテニルクロール含有剤を散布し、移植+10日後にフェノキサスルホン含有剤を散布した。

* 機械除草区では中干し直前(移植29日後)に乗用型機械除草機にて除草作業を行った。

* 1区当たり4.8m×15.0mの中規模区画で試験を行った(n=1)。

* 除草剤散布の作業時間は、除草剤の体系処理として除草剤を2回散布した場合の合計時間を示す。

導入コスト

機械除草(初期投資として) 乗用型除草機:約500~600万円

作業手順 (富山県の事例)

従来

NEW

新技術

下記成分を含有する除草剤を複数回処理する体系処理を行います。

移植0~3日後: テニルクロール含有剤



除草剤1回目処理7~10日後: フエノキサスルホン又はインダノファン含有剤

【本技術使用に当たっての留意点】

- 本試験で供試した除草剤をはじめ、漏生イネ等の防除に実用性が認められている除草剤は、下記の参考文献にも掲載されているので参考にしてください。

→「雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアル（詳細版）」（農研機構Webサイト、閲覧日：2024年4月1日）

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129066.html

→「雑草イネ有効剤として実用可能と判定された水稻用除草剤」（（公）日本植物調節剤研究協会Webサイト、閲覧日：2024年4月1日）

<https://japr.viewer.kintoneapp.com/public/file/inline/31fb8bb2ea8d356ea274bc037afee4267cf4a8675ee2dee10824c7b075f404a40/202402070928521A58A95823674AE3B897425A8CCE7D63334>

- メーカー指定の散布量・使用方法で施用ください。
- 除草剤散布後の水管理条件により、漏生イネの防除効果に変動が生じる可能性があります。
- 漏生イネの葉齢展開が進むほど除草効果は低下するため、代かき後日数が長い場合や漏生イネの埋土種子量が多いほ場では注意が必要です。
- 富山県農林水産総合技術センター内の粗粒質土壤において、フエノキサスルホンやインダノファンを含む除草剤を移植直後に施用した場合に生育抑制や出穂遅延が認められたため、粗粒質土壤においては移植直後の使用は避けてください。使用にあたっては、農薬メーカー、近隣のJAおよび農林事務所等にご相談ください。

田植え
0~10日
後

手作業のみで抜取り作業を行います。

- 移植時に使用した田植機の条数に対応できる乗用型除草機を選定してください。

- 除草機の設定はほ場条件に応じて調整ください。

富山県での事例では、作業深さ:「標準」、レーキ回転数:「1(遅い)」で実施しました。

中干し
直前

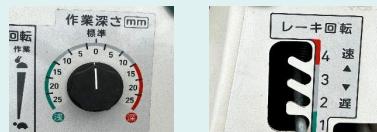


図2. 作業深さとレーキ回転数の設定

- 除草時は水深3cm程度となるよう水管理を行って下さい。

【本技術使用に当たっての留意点】

- メーカー等への相談・指導のもとでの使用を推奨します。
- 機械除草機が旋回する枕地では欠株が発生します。富山県の事例では1~2割程度の欠株が発生しました。

中干し
以降

手作業で漏生イネの抜取り作業を実施します。

具体的な事例（研究成果）

漏生イネを想定して別品種の種子を一部混入した栽培試験を実施しました。除草剤の体系処理に加えて中干し直前に乗用型除草機による除草を行うことにより、除草剤の体系処理のみの場合と比較して漏生イネ発生が7割程度削減されました。なお、機械除草により稻株の1割程度が押し倒される場合がありますが、2週間程度でおおむね回復します。

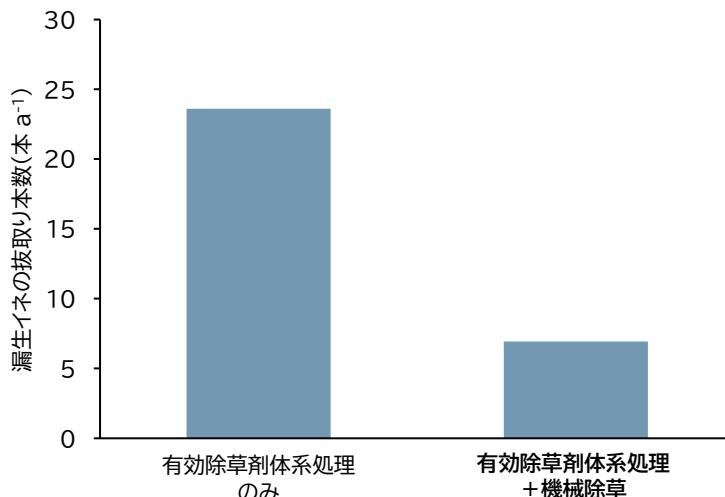


図3. 機械除草の有無による漏生イネの発生状況の比較

- *富山県農林水産総合技術センター試験圃場における「てんたかく81」栽培試験(2024年4月30日移植、栽植株数19.9株 m^{-2})。
- *漏生イネは、水稻作付け品種とは異なる「R5年産のコシヒカリ」種子を水温15°C程度で浸漬積算温度を50°C、20°C、0°Cの3段階で予措し、等量混和した。その後、植代直前には圃場内に均一散播し、植代作業により土中混和を行った。
- *有効除草剤の体系処理では、移植日にテニルクロール含有剤を散布し、移植10日後にフェノキサスルホン含有剤を散布した。
- *機械除草区では中干し直前(移植29日後)に乗用型除草機にて除草作業を行った。
- *1区当たり4.8m×15.0mの中規模区画で試験を行った(n=1)。漏生イネの発生本数は、中干し終了後の移植39日後に調査した。



押し倒された株(機械除草処理2日後)

機械除草処理(約2週間後には回復)

図4. 除草機走行後の押し倒された稻株の回復の様子

問合わせ先

富山県農林水産総合技術センター

TEL: 076-429-2111(代表)
Email: anorincenter@pref.toyama.lg.jp

1-5. 大型コンバインによる水稻種子の収穫作業

種粒品質向上

水稻のコンバイン収穫時は粒が物理的衝撃を受けやすく、特に大型コンバイン(5~6条刈り用)では、主食米用と同程度の高い扱胴回転数では「脱ぶ」が発生します。脱ぶ(半脱ぶ)粒は、農産物検査で被害粒扱いとなるほか、発芽率の低下等につながります。本技術は、「コシヒカリ」を対象品種とし、脱ぶ粒の発生の少ない高品質種子を生産するために、扱胴回転数等の条件を提示するものです。



半脱ぶ粒 玄米の損傷
*ヨード反応で損傷部位が染色される、左は正常粒

図1.種子品質低下の要因

導入効果及び具体的な事例（研究成果）

従来	NEW	新技術
<ul style="list-style-type: none">主食用米の刈取時におけるコンバインの扱胴回転数は500rpm程度ですが、この回転数で種子を収穫した場合、物理的衝撃を受けやすく、「脱ぶ」が発生します。脱ぶ粒は、調製で除くことが困難であり、農産物検査で被害粒扱いとなるほか、発芽率の低下など種子品質が低下します。	<ul style="list-style-type: none">コンバイン専用の種子キットを取り付けます。高品質な種子を生産するためには、コシヒカリの場合は、扱胴回転数は420rpm以内に抑えて収穫を行います。脱ぶ率が抑えられ、高品質な種子が得られます。	<p>【本技術使用に当たっての留意点】</p> <ul style="list-style-type: none">刈取り条件(コンバインの機種、採種ほ場の水稻栽培品種や粒水分、収穫時期の気象条件等)により、脱ぶ率等の種子品質に及ぼす影響に変動があるため、刈取り時には試し刈りを行うなど、種子の状態を確認しつつ作業を進める必要性があります。

【参考文献】「富山県の種もみ生産マニュアル」(富山県/富山県主要農産物種子協会)

富山県農林水産総合技術センターの試験ほ場において「コシヒカリ」栽培試験を2ヶ年実施しました。栽培年によって脱ぶ率の発生程度は異なりますが、2年間を通じて扱胴回転数420rpm以内に抑えた場合に脱ぶ率が抑制されました。

表1. 扱胴回転数別の収穫粒品質(品種:コシヒカリ)

扱胴回転数	2020年度試験					2021年度試験				
	380rpm	420rpm	460rpm	500rpm	手刈り	380rpm	420rpm	460rpm	500rpm	手刈り
脱ぶ率(%)	0.13	0.19	0.21	0.28	-	0.03	0.03	0.06	0.15	-
枝梗付着率(%)	11.1	10.2	8.6	9.5	-	8.9	7.9	9.0	7.6	-
損傷粒率(%)	4.0	6.7	14.1	19.3	0.3	5.0	9.3	11.8	14.0	0.3
発芽勢(%)	98.9	99.2	98.2	97.1	98.9	96.8	96.7	95.5	95.4	98.9
発芽率(%)	99.5	99.6	99.1	98.7	99.8	99.5	99.4	99.7	99.1	99.8

*富山県農林水産総合技術センター試験ほ場において「コシヒカリ」栽培し、K社製コンバインを供試し試験を行った(2020年試験:5月7日移植、9月9日に収穫作業。2021年試験:5月18日移植、9月15日に収穫作業(作業速度1.0m/s程度))。

*収穫時の粒水分は、2020年は21.8~22.5%、2021年度は21.5~22.0%であった。

*損傷粒はヨード反応で測定した。また、発芽勢は浸種4日後、発芽率は浸種7日後に測定した。

導入コスト

種子キット 約3~5万円(農機メーカーにより価格は異なり、標準搭載されている機種もあります。)

問い合わせ先

富山県農林水産総合技術センター

TEL: 076-429-2111(代表)

Email: anorincenter@pref.toyama.lg.jp

1-6. 麦類の省力的種子生産栽培管理法

収量・品質向上

労働力軽減

一般的に作物生産においては、生育状況に応じた追肥により品質及び収量の確保が図られています。大麦では、播種時の基肥に加えて最大で3回程度の追肥が必要であり、種子生産農家にとって負担の大きい作業となっています。

本技術は、大麦「ファイバースノウ」を対象品種とし、「ファイバースノウ」の生育に応じて窒素成分が溶出するように設計・開発された肥効調節型基肥肥料を播種と同時に施用し、追肥作業を行わず栽培する技術です。分施栽培と比較して収量・品質ともに同程度かやや向上し、労働力の軽減との両立が可能です。

分施栽培における施肥体系

暦	生育期	施肥	施用量 (10a当たり)
10月	発芽	基肥	5~6 kg
11月			
12月	分けつ期	年内追肥	4 kg
1月			
2月	幼穂形成期	消雪後追肥	3~4 kg
3月	節間伸長期	止葉展開期追肥	1~2 kg
4月	出穂期		
5月			
6月	成熟期		

導入効果及び具体的な事例（研究成果）

従来

- 基肥に加えて、分けつ期、幼穂形成期、節間伸長期に即効性の窒素肥料を追肥するため、労力を要します。

NEW

新技術

- 「ファイバースノウ」の生育に応じて窒素成分が溶出するように設計・開発された肥効調節型基肥肥料を播種と同時に施用し、追肥作業を行わず栽培します。
- 分施栽培と比較して収量・品質ともに同程度かやや向上します。

富山県内ほ場において「ファイバースノウ」の栽培を2か年実施しました。肥効調節型肥料は分施と比較して、収量性がやや向上するとともに、発芽率も90%以上と十分な種子の品質が確保されました。追肥にかかる負担がなくなるだけでなく、窒素施用量も1割以上が削減されました。

表 栽培方法別の大麦種子生産性の比較

年産	栽培方法	試験 ほ場数	窒素施用量 (kg/10a)	精子実重 (kg/10a)	2.3mm以上 子実比率(%)	千粒重(g)	発芽率 (%)
R2年産	肥効調節型	7	13.3	455	96.8	36.8	97.9
	分施	7	15.8	394	97.6	36.7	99.5
R3年産	肥効調節型	3	13.1	442	91.1	36.3	95.6
	分施	3	15.4	416	89.2	36.9	93.4

* 対象品種は「ファイバースノウ」

* 肥効調節型肥料は「Jコート大麦48号」(窒素:リン酸:カリ=30%(うち緩効性23.7%):9%:9%)を使用。

導入コスト

肥効調節型肥料「Jコート大麦48号」(10a当たり45kg施用): 約13,000円

※ 分施の場合「BB088(基肥)+硫安(追肥)」(10a当たり窒素量で15kg施用): 約12,800円

問い合わせ先

富山県農林水産総合技術センター

TEL: 076-429-5249

Email: anorincenter@pref.toyama.lg.jp

1-7. 大豆の省力的種子生産栽培管理法

労働力軽減

大豆の種子生産では、生育期間中における病害虫の被害株や生育不良株の抜取り、収穫後における機械と目視による子実の選別を経て、良質な子実だけが種子として供給されます。

しかし、水田転換畠においては、出芽時や生育期に湿害を受けやすいことや、梅雨時期の適期作業の実施が困難なことから、出芽率の低下、生育不良や病害虫の被害等による収量・品質の不安定性が種子生産上の大きな課題となっています。

そこで、国や県で開発された技術を用いて、ほ場の排水改良を図りつつ、高速で精度の高い作業機械を活用し、体系化することで、作業時間の短縮と生産性の向上が期待できます。



排水が不良で滯水したほ場の様子



出芽率が低く条間が一定でないほ場の様子

導入効果

従来

●心土破碎

【サブソイラー】 土中にナイフを挿して土層に亀裂を作り、耕盤を破碎することで透水性・排水性を向上させます。粘質土壤だと、土壤が密着しやすいため亀裂が埋まることがあります。

●播種

【目皿式播種機】 鎮圧ローラ駆動方式のため、播種精度が碎土率に左右されやすい特徴があります。

●中耕・培土

【ロータリカルチ式中耕除草機】 ロータリで表層の土壤を耕うんしながら土寄せします。ロータリが大豆株に近すぎると巻き込んだり、湿润な土壤では耕うん爪による土壤の練り付けが生じやすいことがあります。

●操舵

【手動操舵】 マーカーが目印のため、作業精度が低くなることに加え、前方にしか集中できません。

NEW

新技術

●心土破碎

【カットブレーカー（全層心土破碎機）】 V字状の刃で土壤を切断・持ち上げ、そのまま落下させることで幅広く、深層まで土壤を粉碎します。過剰な土壤水の集水範囲が広いのが特徴です。作業時間は約2割減となりました。

●播種

【真空播種機】 播種板に真空圧で種子を吸い付けるため、一定の株間で1粒ずつ正確に高速播種ができます。作業時間は約7割減となりました。

●中耕・培土

【ディスク式中耕除草機】 前後の2対の凹型ディスクが回転し、土を横に反転移動させ、作業を行います。湿润な土壤でも作業が可能です。作業時間は約2割減となりました。

●操舵

【RTK-GNSS方式自動運転装置】 播種時に使用することで、条間が一定になり播種精度が向上します。作業時間は、播種が約7割減、中耕・培土が約4割減となりました。

32mm/4hrの降雨後のほ場の様子



従来:サブソイラー



新技術:カットブレーカー



新技術:自動操舵システムによる 播種から8日後の様子

導入コスト

- (1) 排水対策 カットブレーカー1連:約105万円
- (2) 播種 真空播種機:約440万円(※スリット付ける場合:1条 約6万円。トラクタによってはフルウエイトも必要)
- (3) 中耕・培土 ディスク式中耕除草機:約92万円
- (4) 自動操舵システム RTK-GNSS方式自動運転装置(初期投資として):約300万円(※通信費は含まない)

作業手順（秋田県の事例）

	従来	NEW 新技術
播種前 4~5月	<p>サブソイラーにより心土破碎します。</p>  <p>アッタチメントの弾丸を付け、心土破碎と同時に弾丸暗渠も施工します。</p>	<p>カットブレーカーにより全層心土破碎します。</p>  <p>本暗渠に直交するように深さ30cm、間隔5m程度に施工します。額縁明渠と繋げれば表面排水も期待できます。(明渠の底がカットブレーカーの施工深よりも深い場合)</p>
播種 5~6月	<p>耕起・碎土・整地を行います。</p>	<p>自動操舵システムを設定します。 基準線の登録とほ場登録を行います</p>
中耕・培土 6~7月	<p>目皿式播種機とパッカーで播種します。</p>  <p>株間18cm、条間75cmに調整し、2粒播きとします。播種深度は基本3~4cmとし、出芽と苗立を安定させるために、播種機後背部にあるホッパーを押さえつけながら播種し、播種後にパッカーでの鎮圧を行います。</p> <p>ロータリカルチ式中耕除草機で中耕培土を行います。</p>  <p>下記の生育時期に合わせて、株元に土が盛られるように行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 中耕(初生葉展開期～本葉1葉期):子葉が隠れない程度に行います。 ● 1回目培土(本葉2～3葉期):初生葉が隠れない程度に行います。 ● 2回目培土(本葉6～7葉期):本葉第1節が隠れない程度に行います。 	<p>自動操舵による真空播種機での播種します。</p>  <p>株間9cm、条間75cm程度に調整します。播種深度は基本3~4cmとし、天候や土壌の乾燥状況を見て調整します。</p> <p>鎮圧作業を削減</p> <p>ディスク式中耕除草機で中耕培土を行います。</p>  <p>作業速度や土壌条件に応じて、ディスクの角度を調整します。</p>

具体的な事例（研究成果）

秋田県大潟村原種ほ場で、「リュウホウ」を用いて3か年の試験を行いました。

表1 供試した作業機械及び操舵方法

項目	試験年次	慣行区(従来の方法)	実証区(新技術)
心土破碎	2022年	サブソイラー	カットブレーカー(全層心土破碎機)
播種	2022年、2023年	目皿式播種機	真空播種機
中耕・培土	2021年、2023年	ロータリカルチ式中耕除草機	ディスク式中耕除草機
操舵方法	2023年	目皿式播種機(手動操舵) ロータリカルチ式中耕除草機(手動操舵)	真空播種機(RTK-GNSS方式自動運転装置) ディスク式中耕除草機(RTK-GNSS方式自動運転装置)

- 新技術は慣行法と比較して、排水対策、播種、中耕・培土の全ての作業時間が短縮され、播種後の出芽率の向上が認められました。

表2 各区における作業時間及び出芽率

試験区	作業時間 min/10a					出芽率 ¹⁾ %	
	排水対策	播種		中耕・培土		2022年	2023年
		2022年	2022年	2023年 ²⁾	2021年	2023年 ²⁾	
慣行区	8.5	18.5	15.2	21.5	20.2	85(90)	43(63)
実証区	6.6	5.0	4.6	16.6	11.4	92(90)	82(63)
慣行区対比 %	78	27	30	77	56	108	191

1)括弧内は碎土率。

2)実証区は自動操舵システムを導入。

- 新技術は慣行法と比較して、収量、外観品質、収穫した種子の発芽率が同等以上であることから、新技術の導入により生産性の向上が可能です。

表3 各区における年次別の収量

区名	2021年			2022年			2023年		
	粗子実重	精子実重	百粒重	粗子実重	精子実重	百粒重	粗子実重	精子実重	百粒重
	kg/10a	g	kg/10a	g	kg/10a	g	kg/10a	g	kg/10a
慣行区	270	250	37.2	249	237	36.9	136	68	37.6
実証区	290	275	37.6	252	238	36.6	234	105	36.1
慣行区対比 %	107	110	101	101	100	99	172	154	96

1)粗子実重はコンバイン刈り後、精子実重は機械選別後の測定。百粒重は機械選別後のサンプルを用いて測定。いずれも水分15%換算。

表4 各区における年次別の外観品質と発芽率

区名	外観品質			発芽率 %		
	2021年	2022年	2023年	2021年	2022年	2023年
慣行区	2	1	1	100	99	100
実証区	2	1	1	100	100	99

1)外観品質は(一財)日本穀物検定協会東北支部による(1:1等上、2:1等下、3:2等上、4:2等下、5:3等上、6:3等下、7:特定加工用、8:規格外に区分)。機械選別後の大粒サンプルを用いて測定。

2)発芽率:シャーレを用いて100粒4回復とし、25℃照光条件で8日間静置後の発芽率を調査した。

問い合わせ先

秋田県農業試験場

TEL: 018-881-3330

Email: akomachi@mail2.pref.akita.jp

2. 種子生産のための最新技術

2-1. 栽培管理システム「Growth eye Field」による水稻栽培管理

栽培管理支援
労働力軽減

種子生産農家の高齢化や後継者不足が全国的な課題となっています。雑草防除、異形株抜きなど種子生産には独特な栽培管理技術が必要で、品質の優れた種子を生産するためには水管理・追肥などの基本的な栽培管理を適期に実施することも極めて重要です。

本技術はスマートフォンでのカメラ撮影により生育ステージや茎数を自動判定する水稻AI生育診断アプリ（Growth eye Field）で、これまで主食用米を対象していましたが、近年普及が進む業務加工用の多収・良食味品種等も含め品種を問わず利用可能なアプリへと改良を進めました。本アプリは農家の水管理や追肥時期の判断をサポートし、若手や新規農業者など次世代への種子生産技術の継承に貢献します。



Growth eye Field

水稻AI育成診断アプリケーション

Growth eye
(株)NTTデータCCS



導入効果

従来

中干しの判断

手作業で茎数を数え、中干しに適した茎数に達したかを判定します。



追肥時期の判断

水田内の数か所から稲株の主茎を採取し、手で慎重に葉鞘をむいて幼穂長を測定し、生育ステージを推定します。



NEW

新技術

茎数判別AIモデル

スマートフォンで上部から稲株を撮影するだけで、AIが画像解析により茎数を自動判定します。判定時間は約5秒で、茎数を手作業で数える従来法より労力が軽減されるとともに、作業時間が3分の1以下に短縮されます。



生育ステージ判定AIモデル

水田内を歩き回ることなく畦畔からスマートフォンで群落画像を撮影するだけで、AIが画像解析により生育ステージを自動判定します。判定時間は約10秒で、従来より労力が大幅に軽減されるとともに、作業時間が20分の1以下に短縮されます。



導入コスト

AI判定アプリ(Growth eye Field)のインストールは無料です。
右の二次元バーコードからダウンロードをお願い致します。

- * 測定した茎数や生育ステージの情報をアプリ提供者が二次利用することはありません。
- * 多圃場の栽培管理に利用する場合は、本アプリの拡張版(Growth eye Board, 有償版)をお勧めします。個々の水田の位置情報と生育情報を連携させることにより、PC等で全圃場を一元的に管理することが可能です。

Growth eye Field
アプリ入手は[こちら](#)



iPhone用



Android用

作業手順

従来

手作業で茎数を数え、中干しに適した茎数に達したかを判定します。

中干し直前

NEW

新技術

茎数判別AIモデル

- ① 株の真上にカメラを構えます。



- ② 画面上の点線の丸枠内に对象株の葉身が可能な限りぴったり収まるように撮影します。隣接株や撮影者の影が映り込んでも問題ありません。



- ③ 自動で茎数が判定されます。

* 個体差を考慮し、10株程度の撮影をお勧めします。



各地域で品種ごとに推奨されている栽培指針を参照し、最適な茎数に達したら中干しを開始します。

中干し



従来

水田内の数か所から稻株の主茎を採取し、手やピンセット等で慎重に葉鞘をむいて幼穂長を測定します。

追肥
直前

NEW

生育ステージ判定AIモデル

①田面から約150cmの高さで、田植機が走った方向にカメラを構えます。

新技術



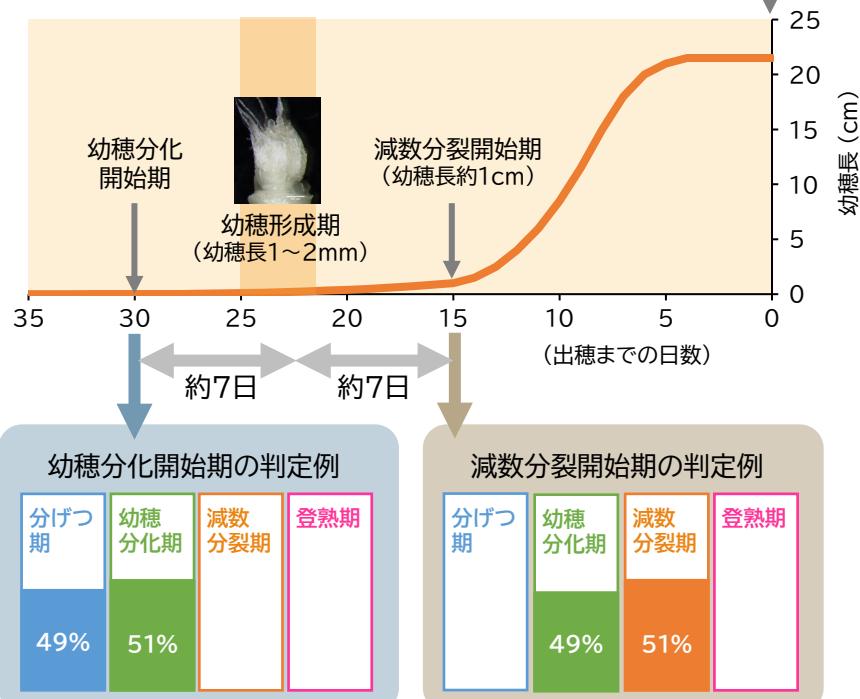
②タテヨコの2つのガイドラインが重なるように傾きを調整し撮影します。オーシャッターの場合は、ガイドラインが合った状態で3秒経つと自動撮影されます。



③自動で生育ステージが判定されます。幼穂の成長程度との関係は以下を参考にご判断ください。



幼穂成長パターンの例 *天候によって生育速度は変化します。 出穂



最適な生育ステージに達したら追肥を行います。
品種・地域によって種子生産に最適な追肥時期が異なります。
* 25ページの追肥試験例を参照ください。

具体的な事例（研究成果）

茎数判別AIモデル

モデル作成方法

移植後から最高分けつ期まで定期的に取得した株上部からの画像データと、実際に圃場で計測した茎数データをAIに学習させ、茎数判別AI「汎用モデル」を構築しました。深層学習の教師データは7品種7試験地から取得しました（本プロジェクト以外のデータも含みます）。

中干し開始時期の茎数20本までの場合、誤差2本以内で推定可能です。

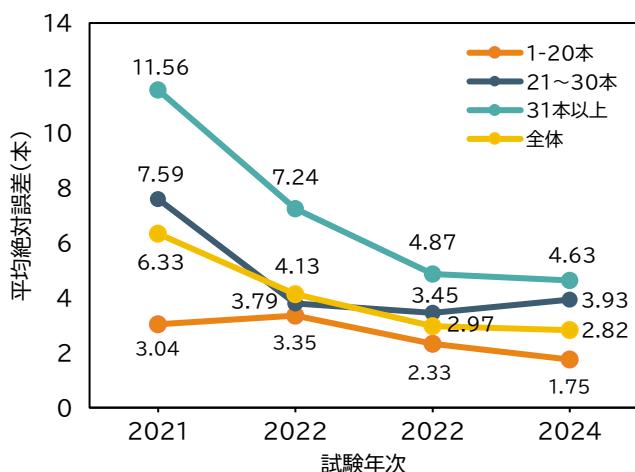


図1. 茎数判別AIモデルの平均絶対誤差※の推移

2021年から2024年の各年次において、前年までに取得したデータを学習させたモデルを作成し、これを用いて当該年データに対する推定精度を検証した。

※「平均絶対誤差」については、p25の用語解説を参照。

生育ステージ判定AIモデル

モデル作成方法

圃場に設置した定点カメラで経時的に取得した群落画像データと、幼穂調査による実際の生育ステージデータをAIに学習させ、生育ステージ判定AI「汎用モデル」を構築しました。深層学習の教師データは15品種25試験地から取得しました（本プロジェクト以外のデータも含みます）。

幼穂分化開始日、減数分裂開始日、出穂日の3ステージの平均として、誤差2日以内で推定可能です。

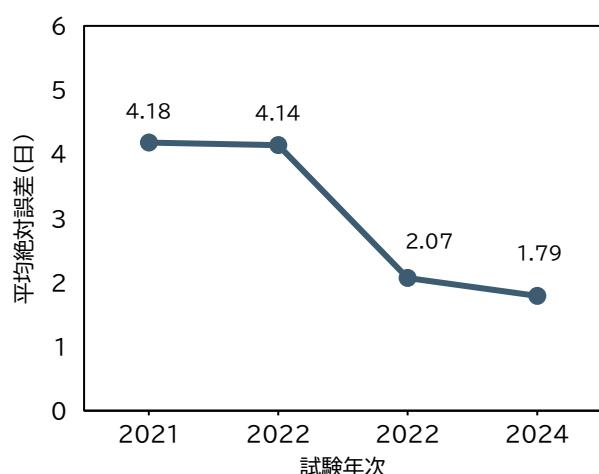


図2. 生育ステージ判定モデルの平均絶対誤差の推移

2021年から2024年の各年次において、前年までに取得したデータを学習させたモデルを作成し、これを用いて当該年データに対する推定精度を検証した。平均絶対誤差は幼穂分化開始日、減数分裂開始日、出穂日の3ステージの平均値として求めた。

【参考】種子生産に最適な追肥時期の目安

追肥時期による種子収量の比較

鹿児島県農業開発総合センター試験ほ場

品種	栽培年	追肥時の出穂前日数	種子収量*(kg/10a)	千粒重(g)	
ヒノヒカリ	2020~2022年	16~20	382	24.6	← 食用米の追肥時期
		11~15	409	25.0	← 種子生産に最適な追肥時期
		6~10	406	24.8	
あきほなみ	2021~2023年	21~25	673	29.4	← 食用米の追肥時期
		16~20	689	30.4	← 種子生産に最適な追肥時期
		11~15	650	30.2	

*種子収量は、不稔粒やわらくずを取り除いた後、粒厚2.2mmで選抜した粒収量を示す。

選別した種子は発芽率90%以上であることを確認済。

農研機構試験ほ場(つくばみらい市)

品種	栽培年	追肥時の出穂前日数	種子収量*(kg/10a)	選別歩留り(重量%)	
やまだわら	2021~2022年	45~47	587	79.3	
		35~37	614	76.3	
		25~26	623	74.0	← 種子収量が最大となる追肥時期
		15~17	609	74.5	ただし、歩留り(総粒重に占める充実種子の割合)は低い。
		5~6	591	77.4	

*種子収量は、比重1.13の塩水選及び粒厚2.1mmで選抜した粒収量を示す。

選別した種子は発芽率90%以上であることを確認済。

用語解説

平均絶対誤差：モデルの推定精度を評価するための1つの指標で、平均絶対誤差が小さいほどモデルとしての精度は高い。計算方法は、予測値と実測値の差を絶対値として求め、これを全データについて合計し、データ数で割って求める。

問い合わせ先

農研機構 作物研究部門 研究推進部

TEL: 029-838-8260(代表)
Email: www-nics@naro.affrc.go.jp

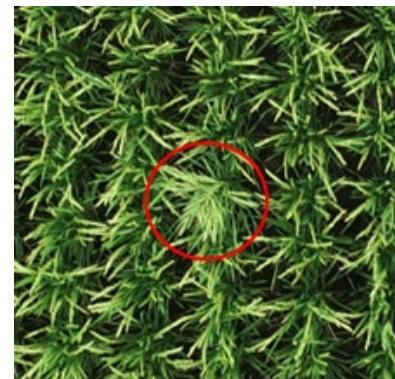
2-2. ドローンによる空撮とAIを組み合わせた水稻の異型株検出法（開発中）

異型株抜取り

労働力軽減

水稻種子生産において、異品種混入を防ぐための異型株の抜取り作業は最も重要な作業の1つです。しかし、異型株の正確な判断は多くの経験を必要とするため、生産農家の高齢化に伴い後継者への技術継承が困難になっており、種子生産に不慣れな生産者でも対応可能な検出技術の開発が求められています。また、出穂前後の暑さの大変厳しい時期に複数回の抜取り作業が必要なため、作業者の安全性確保の観点からも迅速で簡便な検出技術の開発が求められています。

このため、①ドローンによる空撮、②AIによる異型株検出、③異型株の地図上表示の3つの技術を組み合わせ、異型株を検出して抜取りを実施するまでの一連の作業を軽減する検出法の開発を試みました。このうち、①ドローンによる空撮、③異型株の地図上表示については技術内容の詳細について詳しく提示するとともに、②AIによる異型株検出については、現在開発中の技術の概要について紹介します。



ほ場に混入した異型株を空中から見た様子

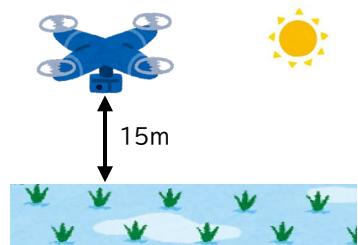
※ 現場では写真の様に目立つ異型株ばかりではなくその確認には熟練が必要です。

異型株検出法の全体イメージ

ドローン空撮と目的株の除去作業を除いて、涼しい室内でPC等を用いて作業できます。

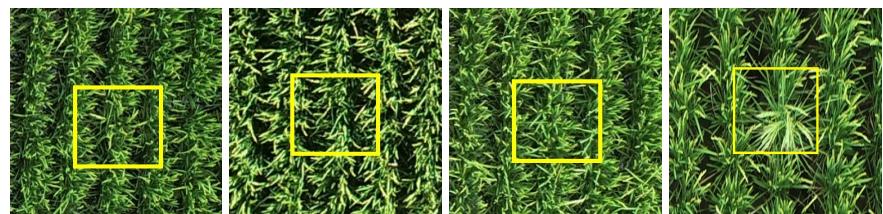
1 ドローンによる空撮とほ場全体の合成写真の作成

ドローンで空撮した画像をつなぎ合わせて、ほ場全体の合成写真を作成します。



2 AIによる異型株検出

ほ場全体の合成写真から、AIが異型株を自動検出します。



3 異型株の地図上表示と異型株への誘導補助

合成写真に異型株と作業者との位置を表示することで、異形株に迷うことなく到達して抜取りができます。



想定される導入効果

従来	NEW	新技術
<ul style="list-style-type: none"> 数名に分かれてほ場に入り、歩きながら目視により異型株を探しつつ抜取りを行います。一人で対応した場合は、熟練者でも10アール当たり1~2時間程度を要します。 異型株のタイプ(早生、晩生、長稈、短稈など)によって判定しやすい時期が異なるため、少なくとも2~3回の判定と抜取り作業が必要です。 初心者であれば見落としが多くなる恐れがあり、また作業時間も増加します。 作業の多くが盛夏期に実施されるため、熱中症の危険を伴う重労働です。 	(事前準備)	<p>圃場周辺に対空標識を設置し、RTK機器で位置計測を行います（10アール当たり約10分）。高度15m、オーバーラップ率80%の条件でドローンの飛行経路を作成します（約5分）。同一圃場であれば、次回からこの作業は不要です。</p> <ul style="list-style-type: none"> カメラパラメータを適切に設定し、事前準備で作成した飛行経路をロードした後、ドローンでほ場全体を空撮します（10アール当たり約7~8分）。ほ場全体を歩き回って異型株を探す必要はありません。 プログラムを用いて画像合成とAIによる異型株を検出を行います（10アール当たり約120分）。作業者の対応時間は事前セッティングに関わる約15分です。 検出した異型株の位置情報を地図上に表示します。表示はプログラムが自動で行うので、必要な作業はセッティング時のみ（約2分）です。 ほ場に入り、地図表示された異型株まで迷うことなく到達し、迅速に抜取りを行うことが可能です。抜取り本数が10アールあたり10本程度であれば、20分程度で作業可能と考えられます。 事前準備を除くと、作業者が1回の調査で必要とする作業時間は10アール当たり45分程度（PCによる異型株検出時間を除く）であり、そのうち3割以上が室内作業のため、従来と比較して大幅に労力が軽減されます。

導入コスト

下記の6つの機材が必要です。全て新規で導入する場合、約100万円が必要です。

- (1) ドローン（10万円程度～）
汎用型でRGB形式での空撮が可能なものです。
 - (2) 対空標識（1か所数百円～）
圃場の位置座標を正確に把握するための標識です。
小さくても写真にしっかりと写るものであれば可。
 - (3) RTK-GNSS受信機（10万円程度～）
本受信機は、RTK-GNSSという技術を用いて対象株の正確な位置情報を測定するために必要です。RTK-GNSSとは、GPSなど衛星を用いた測位と、地上に設置した基準局からの位置情報データを組み合わせることにより、高精度の測位を実現する技術です。この手法により、対象物の位置をcm単位での正確な全世界座標（緯度、経度）として取得できます。10km程度の範囲に信頼できるオープンな基準局がある場合には本受信機のみの購入で問題ありませんが、そのような基準局がない場合には、基準局用の装置も購入して近くに設置する必要があります。
 - (4) SfM技術を用いた合成写真作成用のソフトウェア（Metashape等）（60万円程度～）
SfM（Structure from Motion）とは、ある対象を撮影した複数枚の画像から対象の形状を復元する技術の総称を指します。本ソフトウェアを用いることにより、写真内の特徴的な点を結び付けて位置関係を正しく整理することにより合成写真を作成します。
- 
- 

(5) 合成写真に異型株の位置情報を表示するソフトウェア（QGIS等）（無料）

本ソフトウェアは、ほ場全体の合成写真と、AIにより異型株と判定された株の測位情報を利用して合成写真上に異型株の位置を表示するために必要です。

(6) 地図上に作業者の位置を表示するソフトウェア（QField等）（無料）

本ソフトウェアは、作業者が所持するRTK-GNSS受信機による測位情報を元に、地図上に作業者の位置を表示するために必要です。これにより、異型株と作業者との位置関係をリアルタイムに把握することができます。

作業手順（①と③のみ）

① ドローンによる空撮とほ場全体の合成写真の作成

ドローンによる空撮

【撮影条件】

撮影高度：推奨高度は15mです。

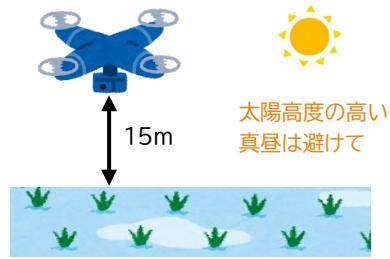
- 15mの高度で撮影した場合、撮影時間は10アールあたり5分弱です。
- 15m以上の高度では、異型株の判別や隣接株との区別が難しくなります。
- 10m以下の高度では撮影時間が長くなるとともに、稻株がホバリング風の影響を受けやすくなるため推奨しません。

F値：5.6

シャッター：1/120s以下

撮影条件：曇天日か朝あるいは夕方での撮影を推奨します。太陽高度の高い時間帯は撮影が困難です。

オーバーラップ率：80%以上を推奨します。



ほ場全体の合成写真の作成

Metashape等のソフトウェアを用いて、空撮画像からほ場全体の合成写真を作成します。

作成方法はソフトウェアの使用説明書等をご参照ください。

参考) Metashapeユーザーマニュアル

<https://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/>

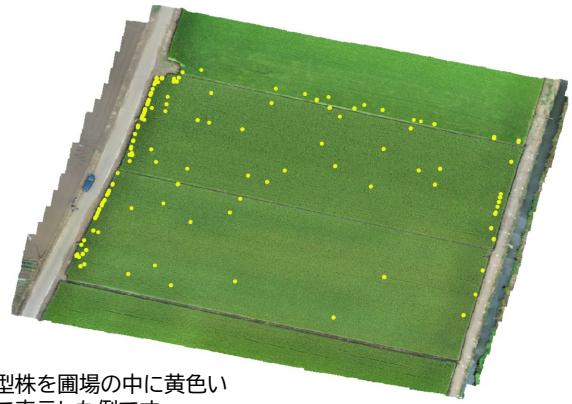
③ 異型株の地図上表示と異型株への誘導補助

ほ場全体の合成写真の作成

QGIS等のソフトウェアを用いて、AIにより異型株と判定された株の測位情報を合成写真上に表示させます。操作方法は下記の使用説明書等をご参照ください。

参考) QGIS操作マニュアル(国土交通省)

https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/other/QGIS_manual.pdf



地図上に作業者の位置を表示する

QField等のソフトウェアを用いて、AIにより異型株と判定された株と作業者的位置を合成写真上に表示させます。操作方法は下記の使用説明書等をご参照ください。

参考) QFieldウェブサイト

<https://qfield.org/docs/ja/>

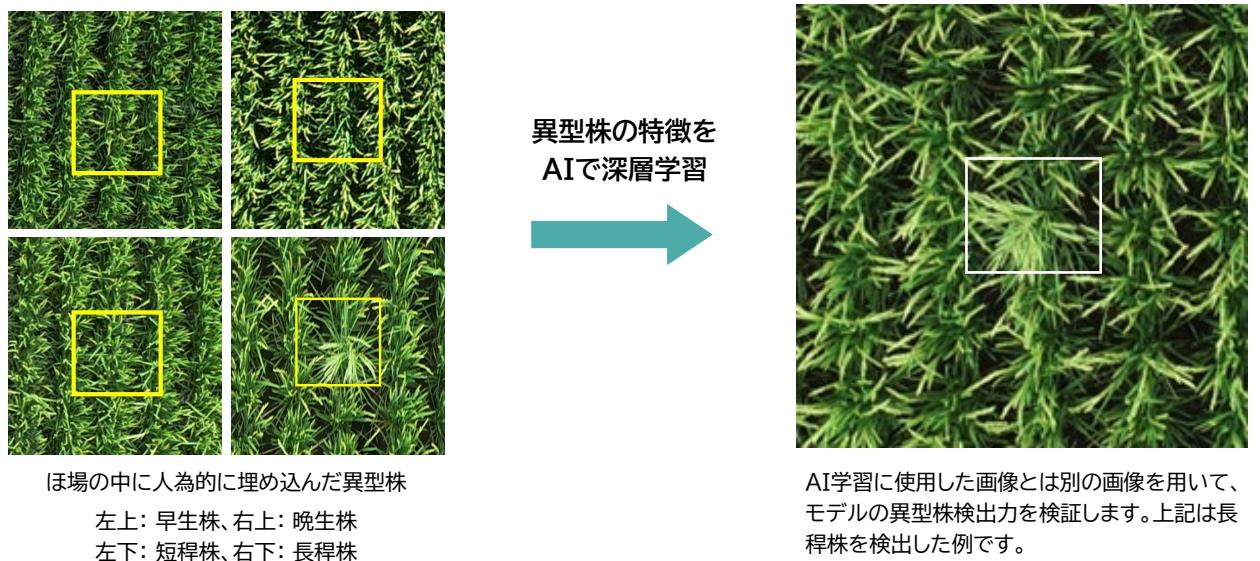


RTK-GNSS受信機を持つ作業者の位置をタブレットの中の地図にリアルタイム表示することにより、異型株まで誘導することができます。

② 異型株検出システム(開発中)の概要

【異型株検出用AIモデルの作成】

- 均一栽培圃場において、ところどころに稈長が異なる品種、早晚性が異なる品種を異型株として人為的に埋め込み栽培を行いました。
- 異型株の特徴が分かりやすい時期に数回ドローン空撮を実施して画像データを取得するとともに、熟練者による実際の異型株判定データを取得しました。
- 異型株の特徴ごとに類型化して、画像データと判定データを深層学習させ検出モデルを作成しました。
- 作成した検出モデルの検出力を、学習に用いていない画像で検証しました。



【開発中の異型株検出用AIモデルの検出例】

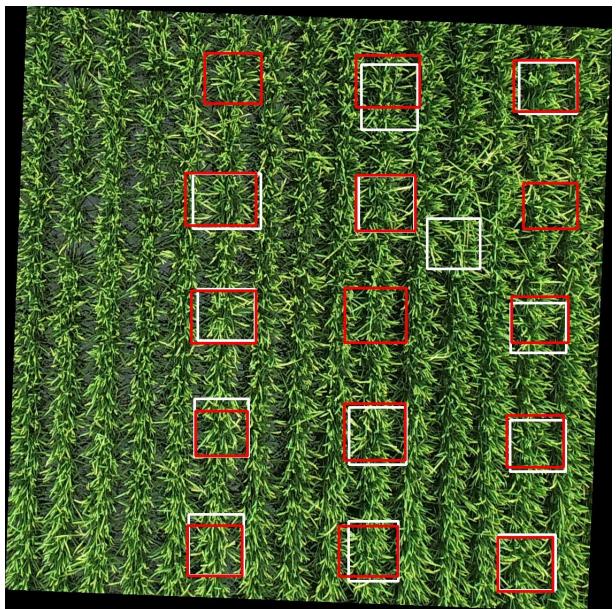
長稈品種の検出モデル

- 背景株よりも高さ10cm以上長い長稈株(右図の赤枠で示した株)を8株圃場に埋め込んで試験を行いました。
- 白枠はAIモデルが「長稈株」として検出した株で、赤枠と白枠が重なっていることから、8株全ての長稈品種を検出することができました。



短稈品種の検出モデル

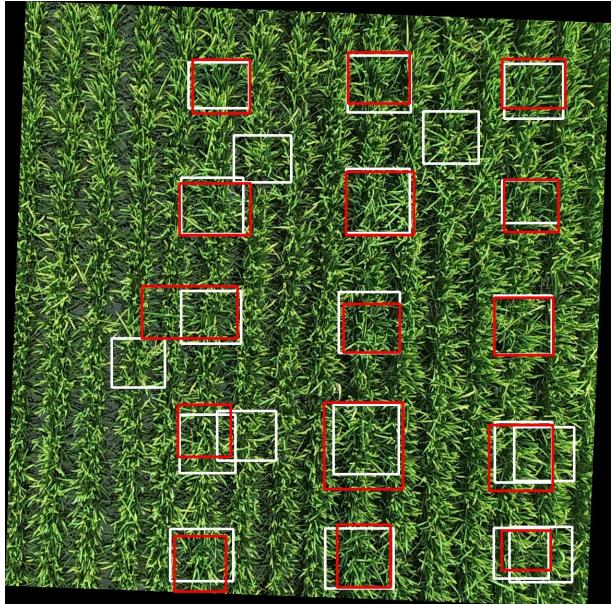
- 背景株よりも高さが数センチ低い短稈株（右図の赤枠で示した株）を15株圃場に埋め込んで試験を行いました。
- 白枠はAIモデルが「短稈株」として検出した株で、15株のうち13株の短稈品種を検出（赤枠と白枠が一致）することができました。一方、短稈品種ではないのに短稈品種と判定した株（白枠のみ）が1つありました。



出穂違いの検出モデル（晩生株）

- 背景株よりも出穂が1週間程度遅い株を15株圃場に埋め込んで試験を行いました。
- 白枠はAIモデルが「晩生株」として検出した株で、15株のうち15株の晩生品種を検出（赤枠と白枠が一致）することができました。一方、晩生品種ではないのに晩生品種と判定した株（白枠のみ）は4株あり、また、範囲を間違えて重ね検出しているものが右下側に2つありました。

※早生株検出用モデルを用いれば、晩生株検出用モデルと同等以上の精度で早生株を検出できます



【開発中の異型株検出用AIモデルの今後の展望】

- 栽培地、栽培年、品種が異なる異型株の学習データをさらに蓄積し、異なる環境下でも推定精度が高いモデルを構築する必要があります。異型株の種類ごとに多数（数千から数万点）のデータが必要なため、動画データからの切り出しを利用するなど効率的な学習画像の取得システムの開発等が有効と考えられます。
- 長稈品種以外の異型株についても推定精度の改善が必要です。また、不稔株など収穫直前に特徴が判別できる異型株についても専用の検出モデルを構築する必要があります。

問い合わせ先

農研機構 作物研究部門 研究推進部

TEL: 029-838-8260(代表)
Email: www-nics@naro.affrc.go.jp

本マニュアルは、農林水産省研究推進事業委託プロジェクト研究「現場ニーズ対応型プロジェクト」の「品種多様性拡大に向けた種子生産の効率化技術の開発」によって実施された研究成果の一部を取りまとめたものです。

種子生産のための最新技術マニュアル

発行 種子生産コンソーシアム

発行日 2025年3月31日

問い合わせ先 農研機構 作物研究部門 研究推進部
〒305-8518 茨城県つくば市観音台2-1-2
TEL: 029-838-8260(代表)
Email: sh-www-nics@naro.go.jp

本マニュアルより転載・複製する場合は上記問い合わせ先の許可を得てください。
