

水稲無コーティング種子の代かき同時直播技術の普及状況と課題

農研機構 東北農業研究センター
水田輪作研究領域

今須 宏美

1. 日本における水稲直播栽培の現状

令和5年現在、我が国における水稲の作付面積は水田面積の69%にあたる153万haで、主食用米の需要量の減少などを背景に年々減少している。一方、令和3年時点での直播栽培面積は3.5万haで水稲作付面積の2.5%であり、移植栽培に比べて労力負担の少ない直播栽培は、昨今の農業者人口の減少や高齢化を反映して増加傾向にある。直播栽培の内訳を見てみると、乾田直播が約1.6万haで全体の45%を占め、その割合は年々増加している。

湛水直播は東北・北陸地域に多く広がっており、積雪や降雨により播種時期に圃場が乾かず乾田直播が導入できない地域では重要な省力技術となっている。しかし、近年は湛水直播栽培の取組面積の増加が頭打ちとなっている。その背景として、苗箱播種量を増やし短期間育苗した苗を移植する高密度播種育苗技術の普及により、直播栽培へ移行せずに移植栽培を続ける生産者が多いという事情がある。さらに、湛水直播栽培では、安定した苗立ちを確保するために導入されている種子コーティング技術にコストや労力がかかるほか、圃場準備にかかる労力が移植栽培と比べて軽減されないことなどが、普及が進まない要因となっていると考えられる。

2. 代かき同時浅層土中播種栽培の概要

代かき同時浅層土中播種栽培法（白土ら2015）は、種子コーティングなしでも安定した苗立ちが得られる省力低コストの湛水直播栽培技術である。本播種法は、仕上げ代かきと同時におよそ5mm以内の浅い土中に催芽または根出し処理をした無コーティングの種子を播種するもので、従来の湛水直播技術と比べて圃場準備作業を1工程省略できるほか、1人作業での播種も可能で、種子コーティングの手間やコストも削減できる。

播種機は25Lホッパーを有する播種ユニットが2つと塩ビパイプ製の鎮圧ローラー、電動マーカー1組からなり、非折りたたみ式の代かきハロー（2.0～2.6m）に取り付けて使用する（図-1）。トラクタで播種するため田植機が沈む圃場でも播種できるほか、キャビン付きトラクタであれば天候によらず快適な環境で播種作業ができる。直進アシストや自動操舵機能



図-1 播種機

付きのトラクタであればマーカーも不要で、より省力的かつ高精度な播種が可能である。播種は散播と条播が選択可能であるが、条播の場合は条数が6条と決まっているため、ハロー幅によって条間が異なる。ハロー幅が2.4m以上の場合には条間が38cm以上と広くなりすぎ、寒冷地では収量低下や初期生育量の不足による雑草繁茂の恐れがあるため、播種機のホースを分岐させて8条とする改良方法も検討中である。

3. 技術の普及状況

2023年9月時点で播種機販売台数は累計93台、面積にして推定約400haで導入が進んでいる。播種機の導入は新潟県、秋田県、岩手県、山形県等の東北・北陸地域に多いが、近年では北海道から九州まで導入が進み、全国に広がりつつある（図-2）。

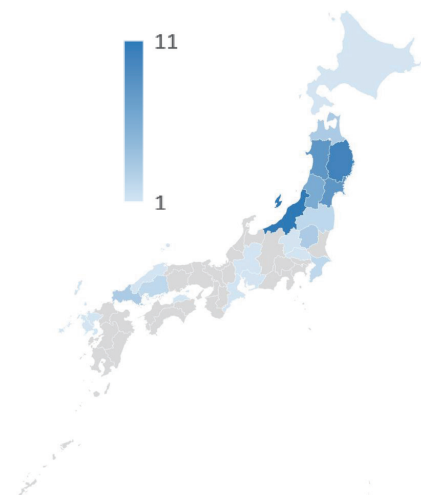


図-2 播種機の都道府県別の累計販売台数（2023年）

表-1 融雪期播種試験における播種条件と施肥量（白土ら 2021 を改変）

年	播種期	播種日	播種後10日間 平均気温 (°C)	播種量 (g m ⁻²)	入水日	基肥 窒素量 (g m ⁻²)	穂肥 窒素量 (g m ⁻²)	出穂期	成熟期
2015	融雪水	3月30日	7.9	9.0	5月1日	8.1	5.0	8月3日	9月17日
	普通期	5月13日	16.0	5.9	5月20日	8.6	3.0	8月9日	9月25日
2016	融雪水	3月23日	4.6	8.6	5月2日	14.1	2.0	8月4日	9月14日
	普通期	5月17日	18.2	7.0	5月25日	9.0	2.0	8月11日	9月23日
2017	融雪水	3月31日	7.4	8.8	4月29日	14.3	-	8月13日	10月1日
	普通期	5月17日	17.8	6.7	5月24日	9.4	2.0	8月12日	9月29日

所内圃場（秋田県大仙市）で水稻品種「萌えみのり」を使用した。

平均気温は播種後 0-9 日の日平均気温の平均値。

融雪水区の基肥窒素は被覆尿素肥料のみを使用し、普通期区は被覆尿素肥料と速効性肥料を使用した。

表-2 融雪期播種試験における苗立率と収量（白土ら 2021 を改変）

年	播種期	苗立率		最高莖数 (本 m ⁻²)	穂数 (本 m ⁻²)	一穂粒数	粒数 (10 ³ m ⁻²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重 (g m ⁻²)
		防鳥網あり (%)	防鳥網なし (%)							
2015	融雪水	76	68	1124	658	51	33.4	90	24.7	742
	普通期	49	-	1065	702	52	36.6	85	25.0	778
2016	融雪水	36	19	874	709	59	41.5	86	24.2	848
	普通期	85	-	1138	595	57	34.0	91	24.4	755
2017	融雪水	60	33	883	555	71	39.5	79	25.5	794
	普通期	84	-	1057	593	52	30.7	90	26.5	734

所内圃場（秋田県大仙市）で水稻品種「萌えみのり」を使用した。

収量調査は融雪水区は防鳥網なしの場所、普通期区は防鳥網ありの場所を調査した。

西日本や九州地域ではスクミリンゴガイの食害が懸念されるが、播種後落水期間を長くし、水稻が十分に大きくなってから選択性の茎葉処理除草剤を散布後に湛水管理に移行するなどの対策により被害を軽減できる。

4. 普及拡大に向けた課題と対策

（1）播種可能期間の拡大

用水を使用して代かき同時播種をする場合の播種適期は、例えば秋田県では用水が利用可能となる 5 月 10 日頃からの約 10 日間に限られる。融雪水を利用すればより早期から代かきおよび播種が可能となるが、気温が低いと水稻の苗立ちや初期生育が悪くなる恐れがある。そこで、融雪水を利用して本播種法で早期播種をした場合の水稻

への影響を検討した（白土ら 2021）。

秋耕起して水口と水尻を閉めておいた圃場で、3 月下旬～4 月上旬に乾籾換算で約 9kg/10a を播種し、水稻の出芽を確認した播種後 29～40 日に入水した（表 -1）。除草体系は入水日から 7 日後までに初期剤または初中期剤を処理し、その後初中期剤と中後期剤を組み合わせて合計 2～3 回除草剤を処理する体系とした。融雪水播種では普通期播種と比べて苗立率はやや低かったが、播種量を増やすことで十分な苗立数が得られ、収量も普通期播種と同等であった（表 -2）。また、普通期播種と比べて出穂期は 4 日、成熟期は 5 日早かったことから、同一品種での収穫期分散にもつながる。

課題点として、水稻の苗立ち安定や鳥害軽減、雑草防除のためには出芽初期の入水が重要であるが、現在の慣行水利では入水が困難である場合が多

い。水稻出芽時に入水ができない場合には、播種量を多くして鳥害による苗立数不足を補うほか、乾田直播のように落水状態で茎葉処理剤を処理する方法も考えられる。

（2）根出し種子の実用化

根出し種子とは種子予措時に空気中で加温することにより種子根のみを伸長させた種子のことで、本播種法では苗立率および初期生育が向上する（表 -3、伊藤ら 2022）。根出し種子の実用化に向けて、播種適性や作成・保存方法を検討した。

根出し種子は種子根が折損しにくいことから機械播種に適しており、本播種法における播種深度は催芽種子と変わらなかった（図 -3、今須ら 2022）。催芽種子と比べて出芽揃期が 3～4 日早く（図 -4）、葉齢が 0.3～0.4 葉大きく推移するため、初期の雑草防除

表-3 種子処理が苗立率、初期生育および収量に与える影響
(伊藤ら 2022 を改変)

処理	苗立率 (%)	苗立期生育		出穂期	全刈収量 (kg 10 a ⁻²)
		草丈 (cm)	葉齢		
根出し	62.4	20.9 ^a	6.1 ^a	8月6日	599
催芽	51.8	19.0 ^{ab}	5.7 ^b	8月9日	580
鉄	61.6	17.1 ^b	5.5 ^b	8月11日	563

秋田県の現地圃場において「萌えみのり」(横手市)および「ちほみのり」(大仙市)を使用した2017年～2019年の平均値。
鉄区は鉄コーティング種子を直播機で表面播種した。
同じアルファベットは多重比較(Fisher's PLSD法)で5%水準で有意差がないことを示す。

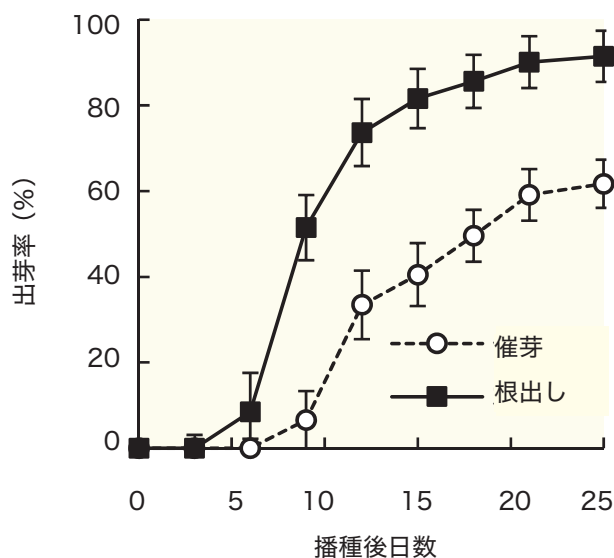


図-4 異なる種子予措法における出芽率の推移
(今須ら 2022 を改変)
縦棒は標準誤差 (n = 4) を示す。

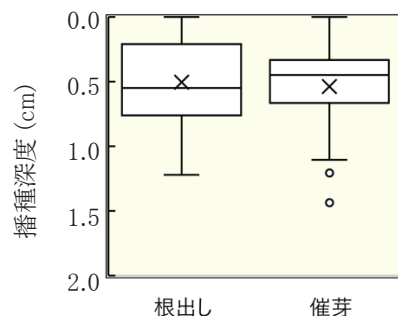


図-3 圃場における根出し種子の播種深度の分布
(今須ら 2022 を改変)
土壌表面から種子下端までの距離を播種深度とした。
箱内の横線は中央値, × は平均値, ○ は外れ値を示す。



図-5 根出し種子の作成方法

表-4 根出し処理後の種子保存が苗立率および初期生育に及ぼす影響 (伊藤ら 2023 を改変)

保存条件	保存日数	播種時			播種後14日		苗立率 (%)	出穂期
		幼芽長 (cm)	幼芽長 (cm)	含水率 (%)	草丈 (cm)	葉齢		
対照	0	0.0	0.2	31	4.2	2.6	51	8月16日
	5	0.0	0.3	29	4.7	2.6	59	8月15日
	10	0.0	0.2	29	4.8	2.6	57	8月15日
	15	0.0	0.3	27	4.8	2.7	62	8月15日
低温	20	0.0	0.2	28	3.7	2.4	61	8月16日
	29	0.0	0.1	24	4.0	2.5	41	8月16日

値は2020～2021年の所内圃場試験の平均値を示す (n=6)。
葉齢は不完全葉を1とした。

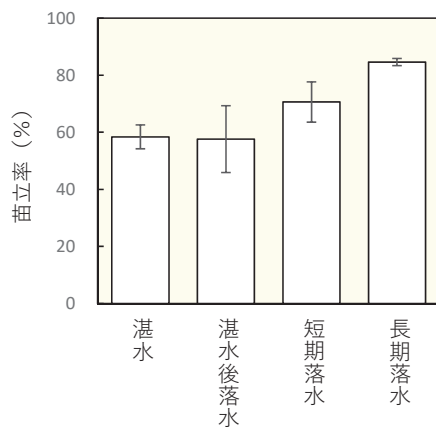


図-6 播種後水管理と苗立率の関係
(白土ら 2020 より作図)

所内圃場（秋田県大仙市）における5月中旬播種の結果。

湛水区は常時湛水、湛水後落水区は播種7日後から5～7日間落水、短期落水区は播種7～8日後に湛水開始、長期落水区は播種12～13日後に湛水開始とした。縦棒は標準誤差（n = 5）を示す。

適期が長く確保できた。

根出し種子は育苗器または催芽器を用いて作成する（図-5）。育苗器を使う場合は外気温の影響が少なく発根するまでの時間が安定するが、玄米用紙袋に分けて入れるためやや手間がかかる。催芽器を使う場合は外気温の変化に伴い発根までの時間が変動するため、発根程度をこまめに確認する必要がある。作成した根出し種子は、網袋のまま暗所に設置したパレット上に間隔をあけて並べておくことで、15～18℃の常温では15日間、約10℃の低温では20日間ほど保存が可能であった（表-4、伊藤ら 2023）。

（3）初期剤を使用した雑草防除体系

本播種法では安定した苗立確保の点から播種後落水管理を基本としている（図-6、白土ら 2020）。一方で、スズメ等による鳥害が懸念される圃場や雑草の多い圃場では、播種後すぐに湛水して初期除草剤を処理する方法も考えられる。この場合、除草剤散布後7日経ったら速やかに落水して芽干しを



図-7 浮苗とタコ足の様子
出芽時の落水が不十分な場合に発生しやすい。

することで浮苗を軽減できる。ただし、播種後落水管理と比べて苗立率が低下するため、播種量はやや多くする必要がある。播種同時の除草剤散布については省力化が期待できるため生産者からの要望も多いが、代かき同時処理となるため、除草剤の効果や水稻生育への影響について検討中である。

（4）鳥害対策

適切な条件で播種できれば種子の露出はほとんどないため、出芽までは鳥害を受けにくい。しかし、播種後の落水期間中に強い降雨があると覆土が洗い流されて種子が露出することがある。このような場合には降雨の前に浅く湛水し、雨が止んだ後再び落水する。また、出芽が始まると芽を見てスズメやカラス等が飛来することがあるため、飛来を確認したら出芽が揃っていないとしても速やかに5cm以上の湛水をする。カモの場合は播種後落水期間中にしっかりと田面を固くすることで、湛水後にカモが飛来してもイネが抜けにくくなり食害を軽減できる。鳥害軽減のための早期湛水等はイネの出芽率を低下させるため、予め播種量を増やしておく。鳥害対策の最も有効な手段は食害する鳥の少ない圃場を選ぶことであり、家や電線、木など鳥が止まりやすいものの近くの圃場は避けた方がよい。

（5）病虫害対策

水稻湛水直播栽培における苗立ち不良の主要因の一つに、ピシウム属菌によるイネ苗腐病がある（松浦ら 2012）。発芽後から鞘葉期および第1葉期までの期間にイネが低温水中にある場合に被害が大きくなることから（松浦ら 2013; 田中ら 2016）、イネの出芽が揃うまで圃場に水が溜まらないように管理することで被害を軽減できる。また、寒冷地では出芽後にイネミズゾウムシ等の害虫の食害を受けて芽が消滅する事例も多い。年によってはイネヒメハモグリバエが多発し、初期生育が停滞することもある。

本播種法では播種と同時の殺菌殺虫剤散布ができないため、予め種子消毒を行うとともに、必要に応じて種子処理型の殺虫剤を使用するか、本田での防除を行う。葉いもち病の防除は種子処理型の予防剤を使用するか、本田において葉いもち防除剤を散布する。また、出穂期が移植栽培より遅くなるため、穂いもち防除およびカメムシ防除の時期も対応して遅らせる必要がある。

（6）倒伏対策

種子が浅層にあるため、土中播種に比べて倒伏には弱い。そのため本播種法では耐倒伏性品種を用いることを推

奨しているが、やむなく倒伏に弱い品種を用いる場合には、移植栽培よりも生育量を抑える必要がある。また、浮苗が生じるとタコ足となり倒伏に非常に弱くなることから（図-7）、種子が露出しないよう適切な条件で播種を行うとともに、出芽期間中の落水は確実にを行う。収穫に向けて出穂後早期に落水をして田面を乾かすと、高温登熟や充実不足を助長する恐れがあることから、中干し期間中に田面をしっかりと固めておき、早期落水を避けることも重要である。

5. 今後の課題

寒冷地におけるこれまでの研究成果は、標準作業手順書(SOP)や栽培マニュアルとしてとりまとめ、農研機構のホームページで公開している(図-8)。また、技術概要や播種機の組立て、根出し種子の作成方法などについて動画マニュアルを作成し、情報発信をしてきた。

しかし、本播種法の全国的な普及が進むにつれて、地域ごとの実情に即した栽培管理法や病虫害防除法を示す必要性が生じている。播種条件について

は、土質、あるいは前作の違いによる適切な荒代かき程度や播種までの日数、播種時の水量を明らかにする必要がある。また、落水出芽時の走り水の要否も土質を考慮しながら検討する必要がある。雑草防除体系については、暖地では寒冷地とは適切な処理時期が異なるほか、初期剤を使用した場合には7日間湛水を継続している間に発芽発根が進み浮苗や転苗が多発する恐れもあることから、落水出芽を基本とした体系処理の提示が必要である。主要な病虫害についても地域ごとに防除体系を示していく必要がある。

謝辞

本研究は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センタープロジェクト「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」、「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」、「イノベーション創出強化事業」の支援を受けて実施された。

引用文献

- 今須宏美ら 2022. 水稲代かき同時浅層土中播種法における根出し種子の苗立ちと初期生育の向上要因. 日作紀 91, 205-214.
- 伊藤景子ら 2022. 寒冷地の水稲無コーティング種子代かき同時浅層土中播種栽培の現地圃場における根出し種子による苗立率と初期生育の向上. 日作紀 91, 9-15.
- 伊藤景子ら 2023. 水稲無コーティング種子代かき同時浅層土中播種栽培における催芽種子及び根出し種子の保存条件と保存可能期間. 日作紀 92, 305-314.
- 松浦昌平ら 2012. 水稲の鉄コーティング湛水直播における *Pythium arrhenomanes* による苗立ち不良. 日本植物病理学会報 78, 301-304.
- 松浦昌平ら 2013. 水稲鉄コーティング湛水直播における *Pythium arrhenomanes* によるイネ苗腐病の発生に及ぼす水条件、発育段階および温度の影響. 日本植物病理学会報 79, 154-158.
- 白土宏之ら 2015. 寒冷地の水稲催芽種子の代かき同時湛水直播栽培における代かき回数と播種様式が苗立ち・収量に与える影響. 日作紀 84, 426-431.
- 白土宏之ら 2020. 水稲無コーティング種子の代かき同時浅層土中播種栽培に適した播種後水管理. 日作紀 89, 185-194.
- 白土宏之ら 2021. 東北地域日本海側の多雪地域における融雪水を利用した水稲の無コーティング種子代かき同時浅層土中播種栽培の苗立ちと生育、収量. 日作紀 90, 457-465.
- 田中英彦ら 2016. 湛水直播水稲における土壌還元処理と *Pythium* 属菌接種による苗立ち率低下の品種間差異. 日作紀 85, 168-172.



標準作業手順書
(SOP)



技術紹介
(動画)



根出し種子
(動画)

図-8 技術紹介ページ