

無コーティング種子の代かき同時 浅層土中播種栽培

農研機構 東北農業研究センター
水田作研究領域

白土 宏之

1. 種子コーティングしない理由

種子コーティングしない水稲の湛水直播栽培技術を開発している理由は、湛水直播栽培を一層普及させるためである。湛水直播では苗立安定のために過酸化石灰資材や鉄の種子コーティングが行われている。コーティングが湛水直播の普及に果たした役割は非常に大きい。一方で、コーティングには資材、機械、および労力が必要であり、湛水直播の目的である省力化や低コスト化を不十分にしている。また、コーティングは種子の体積や重量を増加させるので播種機の種子積載量を低下させ、播種作業効率を低下させる。より問題なのは、コーティング資材の剥離による播種機の詰まりや、鉄コーティングの酸化時の発熱による発芽率の低下のように、苗立不良の原因となっている場合さえあることである。その対策として、コーティング講習会が開か

れたり、全自動コーティングマシンをはじめとするコーティング関連の機械の開発やコーティング資材の開発が行われている。このような技術開発の流れは、湛水直播栽培を特殊な技能と機械や資材が必要な、特殊な栽培法に仕立て上げる方向に向かっているように感じられる。直播栽培が普通であるアメリカ（秋田 1990）やオーストラリア（大西 2015）、イタリア（笹原・吉永 2013）では、湛水直播であってもコーティングはせず、代わりに耐倒伏性品種を多く播種している。日本においても、湛水直播栽培を「普通の」栽培技術にするには、このような方向性を追求する必要がある。

2. 無コーティングを可能にする浅層土中播種

これまでも無コーティング種子の湛水直播栽培が試みられてきたが、実用化には至っていない。無コーティング種子の表面播種の場合、出芽は良好で

あるものの、覆土がないため種子の流動や転び苗の発生、種子露出による播種直後からの鳥害、倒伏といった問題が生じる（図-1）。一方、これらの対策として無コーティング種子を土中播種すると、出芽不良になる。表面播種は、鉄コーティングにより種子の流動や浮き苗を回避し、スズメの食害を抑制して（山内 2012）、実用化されている。土中播種は、過酸化石灰資材コーティングで種子周辺土壌の還元化を抑制することにより苗立ちを向上させ（荻原 1993）、実用化されている。本栽培法は5mm以内の浅い土中に播種するもので、出芽がよい表面播種の長所と、種子の流動、転び苗、鳥害が少ないという土中播種の長所の両方を取り入れることにより、コーティングせずに苗立ちを確保できる。倒伏については、表面播種に近い転び型倒伏が発生しやすいと考えられる。この点は耐倒伏性品種で十分対応できる。

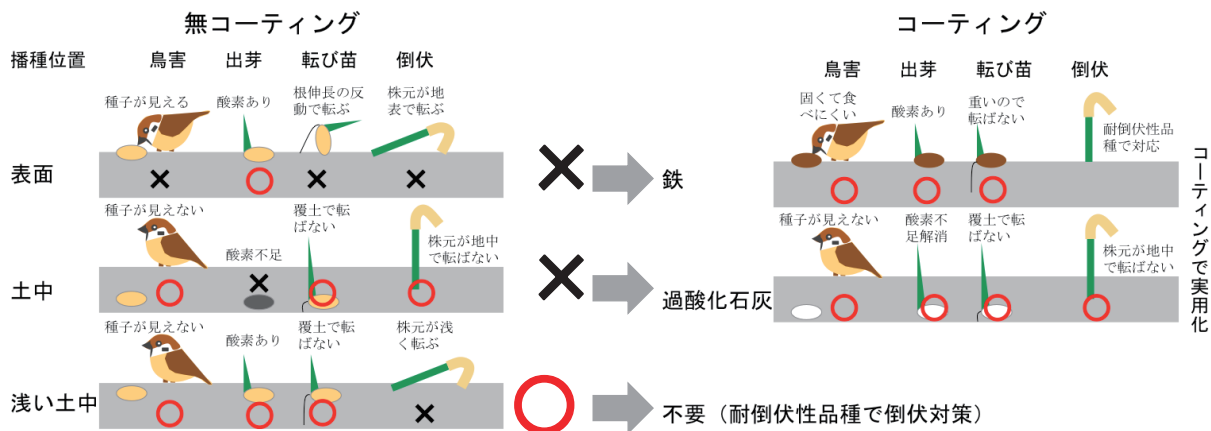


図-1 湛水直播における播種位置と生じる問題。その対策としてのコーティングの関係（白土 2017）



図-2 代かき同時浅層土中播種機と紹介動画 QR コード (白土 2017 を改変)

3. 特徴

本栽培法ではコーティングしない催芽種子を、仕上げ代かきしながら浅い土中に播種する。種子ホッパーが大容量なので作業途中の種子補給が不要な場合が多く、一人作業や小雨での播種が可能である。したがって、倒伏しやすいブランド米品種を少量播種し、種子コーティングにより苗立率を高めて目標通りの苗立数を実現するという、従来の精密な湛水直播とは方向性が異なっている。

4. 技術内容

(1) 播種機

播種機は幅 2.0 m から 2.6 m の非折りたたみ式代かき用ハロー、速度連動施肥機を流用した播種ユニット 2 つ、塩ビパイプ製の鎮圧ローラー、電動マーカ― 1 組から構成され、トラクターに取り付けて使用する (図-2)。代かき用ハローで仕上げ代かきをした直後の土壤表面に無コーティングの催

芽種子を落下させ、駆動しない鎮圧ローラーで 5mm 以内の浅い土中に播種する。ホッパーには乾籾 50kg 相当の催芽種子が入る。したがって、播種量 5kg/10a なら計算上 1ha を無補給で播種できることになる。

本播種機は散播と条播が可能であり、耐倒伏性品種を 2.2 m ハロー播種機で播種した場合には、両者に倒伏程度や収量に差はなかった (白土ら 2015)。条播の条数は 6 なので、たとえば 2.6 m ハロー播種機で行程間を 10cm 重ねる場合は条間が 42cm となり、寒冷地では広すぎて収量が低下する恐れがある。倒伏しやすい品種の場合、倒伏を軽減させるためには収量を少し犠牲にしても条播の方がよいと思われる。この点については現在検討中である。

(2) 品種

耐倒伏性品種は、倒伏に強いだけでなく、苗立や除草、収量の安定の面でも有効である。耐倒伏性品種は播種量を増やして苗立不足を回避できる。万一、苗立数が過剰になった場合でも倒伏や収量低下などの悪影響が少ない

(片岡ら 2006)。出芽数に余裕があれば、出芽がばらつき初中期除草剤の散布時期の判断が難しい場合にも対応しやすく、雑草の生えやすい苗立不足箇所も少なくでき、安定した雑草制御が行いやすい。また、スズメの食害時には苗立不足を心配せずに入水できる。

倒伏しやすい「あきたこまち」や「ひとめぼれ」でも栽培は可能である。しかし、倒伏を抑制するためには、播種量を減らす必要があり、除草に失敗する危険性が高まる。施肥量も抑える必要があり、移植栽培並の収量を得るには高度な技術が必要である。

(3) 種子準備

苗箱播種と同様に、種子は消毒後、十分に浸種して、鳩胸に催芽する。芽を伸ばしすぎて播種時に折れてしまうと苗立率が低下する (伊藤ら 2018)。催芽後は脱水して播種する。種子コーティングをしないので、0.14 時間/10a から 0.34 時間/10a 作業時間を短縮できる (白土ら 2016)。

根だけを伸ばした「根出し種子」は機械播種でも鳩胸の催芽種子より苗立率が高く、初期生育がよい (伊藤ら 2018)。根出し種子の実用化により本栽培法の苗立や雑草制御の安定化が期待できる。今後、「根出し種子」を安定して大量に製造する方法の開発と現地における苗立促進効果の確認を行い、普及技術にしていきたい。

(4) 圃場準備

通常の湛水直播栽培と同様に、田面

表-1 播種条件及び播種作業時間（白土ら 2016 を改変）

年	試験地	播種日	ハロー幅 m	品種	播種量 kg/10a	播種時間 時間・人/10a	播種速度 m/s
2014	秋田県大仙市	5.11	2.2	萌えみのり	6.0	0.22	0.93
	秋田県横手市	5.16	2.2	萌えみのり	5.3	0.32	0.82
	山形県鶴岡市	4.3	2.2	はえぬき	5.7	0.41	0.67
	山形県中山町	5.14	2.4	はえぬき	7.5	0.51	0.55
2013	秋田県大仙市	5.11	2.2	萌えみのり	8.9	0.53	0.62
	秋田県横手市	5.15	2.2	萌えみのり	7.1	0.43	0.61
	山形県鶴岡市	4.3	2.2	はえぬき	12.6	0.56	0.59
	山形県中山町	5.23	2.4	はえぬき	9.0	0.33	0.73
2012	秋田県大仙市	5.11	2.2	萌えみのり	7.5	0.50	0.60
2011	秋田県大仙市	5.11	2.2	萌えみのり	7.3	-	-

表-2 イネとノビエの葉齢の進み方（白土ら 2017 を改変）

播種法	代かき日	播種日	イネ1葉期までの播種後日数	イネ1葉期のノビエ葉齢	ノビエ3葉期までの播種後日数	イネ1葉期～ノビエ3葉期の日数
本技術	5月13日	5月13日	13	1.9葉	18	6
過酸化石灰資材土中播種	5月11日	5月14日	13	2.3葉	16	4
鉄コーティング表面播種	5月10日	5月14日	16	3.0葉	16	1

秋田県大仙市における2013年から2015年までの3カ年の平均値

が均平で、給水や排水が自由にでき、水持ちと排水がよい圃場を使用する。圃場は通常の耕起後に荒代かきをして、播種直前に田面が40%から50%露出するように落水する。仕上げ代かきを省略できるので作業時間は0.2時間/10aから0.4時間/10a短縮できる（白土ら 2016）。

(5) 播種

耐倒伏性の高い品種の場合、1年目は播種量を7kg/10aとし、苗立がよければ次の年から減らしていき、5kg/10aまで減らすことも可能である（表-1）。畦際は苗立率が低下する場合があるので、播種量を増やす方がよい。

播種速度は0.6m/sから0.9m/sと通常の代かきと同程度以上の速度が可能である（表-1）。順調に播種できる場合の播種作業時間は2.2m播種機の平均で0.32時間・人/10aであった（白土ら 2016）。除草剤散布と側条施肥を含む8条点播機による播種は0.26時間・

人/10aであったので、播種機の幅を補正するとそれほど大きな差はない。

(6) 水管理・除草体系

播種後の水管理は10日間程度落水状態を維持し、出芽揃い後に入水する落水出芽を基本とする。1回目の除草剤はイネ1葉期に初中期除草剤を施用する。イネ1葉期は播種後10日間の平均気温が高いほど早くなり、15℃では播種後14日目となる（図-3）。初中期除草剤は出芽揃い後から使用できる剤が出芽にばらつきがある場合でも葉害の心配をせずに使いやすい。

本播種法のイネ1葉期は過酸化石灰資材コーティングの土中播種と同じであり、鉄コーティングより3日早い（表-2、白土ら 2017）。一方、ヒエの発生は播種時の代かき後に始まるため、従来の湛水直播栽培よりヒエ3葉期が2日遅い。したがって初中期除草剤の散布適期が長く、安定した除草が可能と考えられる。なお、多くの

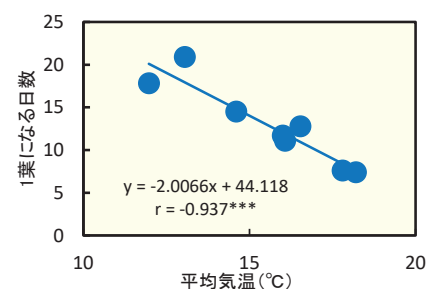


図-3 播種後0～9日の平均気温の平均値とイネ1葉になるまでの日数

場合、2回目の除草剤として中後期剤の散布が必要である。

播種直後に初期除草剤を散布し、7日程度湛水して落水するという鉄コーティング直播型の水管理も検討している。この方法は落水出芽と比べると苗立率が低い場合があり、除草剤の散布回数が1回多くなることが多い。なお、イマゾスルフロン・ピリミノバックメチル・プロモブチド粒剤を初期除草剤として使用すると苗立が不良になる場合があった。

表-3 苗立ちと生育，倒伏程度，全刈収量，検査等級（白土ら 2016 を改変）

年	試験地	品種	落水 期間 ¹⁾	苗立数 本/m ²	苗立率 %	白化茎長 cm	最高茎数 本/m ²	稈長 cm	倒伏程度 0無-5甚	全刈収量 (kg/10a)			検査 等級
										無	鉄	市町村 ²⁾	
2014	大仙市	萌えみのり	0-15	101	44	0.9	763	71.7	0.3	658	688	607	1
	横手市	萌えみのり	0-10	143	76	0.2	1060	64.3	0.0	(615) ³⁾	—	604	—
	鶴岡市	はえぬき	0-16	142	67	0.2	1143	75.8	0.0	600	—	611	1
	中山町	はえぬき	0-13	254	79	0.1	1312	76.7	3.0	688	—	680	1
2013	大仙市	萌えみのり	0-13	187	60	0.4	865	63.9	0.5	660	651	581	1
	横手市	萌えみのり	0-14	171	69	0.2	978	62.6	0.0	633	600	589	1
	鶴岡市	はえぬき	0-22	202	51	—	979	69.2	0.0	(584) ³⁾	—	584	—
	中山町	はえぬき	0-10	229	60	—	1135	80.5	4.0	480	—	679	1
2012	大仙市	萌えみのり	0-12	150	57	0.3	1054	64.3	0.3	602	—	585	1
2011	大仙市	萌えみのり	18-23	104	41	0.3	506	69.1	0.5	573	—	578	1
平均				168	60	0.3	980	69.8	0.9	609	—	610	1

¹⁾ 落水期間は播種後日数で表記

²⁾ 市町村別収量は2011年，2012年は農林水産省の作物統計調査市町村別データ水稻，2013年，2014年は同省の水稻の市町村別収穫量によった。

³⁾ ()内は坪刈収量

(7) 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，出芽が始まると芽を見てスズメなどが飛来する場合がある。スズメの数が多い場合には出芽が揃っていない場合でも湛水した方がよい。スズメの食害が予想される場合は，早めに湛水しても必要な苗立数が確保できるように，播種量を増やしておく。湛水期間にカモの食害を受ける場合には落水する。カラスの被害は他の湛水直播と同様にテグスを張るくらいしか対策がないのが実情である。家や電線，木など，鳥の止まりやすいものが近くにある圃場は避けた方が無難である。

5. 苗立，生育，収量

(1) 苗立ち

苗立率は平均で60%，播種後湛水した2011年の大仙市と白化茎長が0.9 cmと長かった2014年の大仙市を除くと65%であった（表-3）。この値は東北地域で筆者が行っている

鉄コーティング直播の現地試験の苗立率と同程度である。播種量むらがないため，背負式動力散布機による鉄コーティング散布に比べると苗立むらは小さかった（図-4）。出芽した苗の播種深さの指標

である白化茎長は平均0.3cmで，浅層土中播種を裏付けていた。

(2) 最高茎数と倒伏

最高茎数は半分試験で1,000本/m²を越え，過剰傾向であった（表-3）。このような生育の場合，幼穂形成期頃に葉色が急激に低下する場合があります，生育診断や追肥をどうするかは今後の課題である。稈長は2013年の中山町を除くと，「萌えみのり」も「はえぬき」も短かった。倒伏程度は中山町を除けば0に近く，「萌えみのり」や「はえ

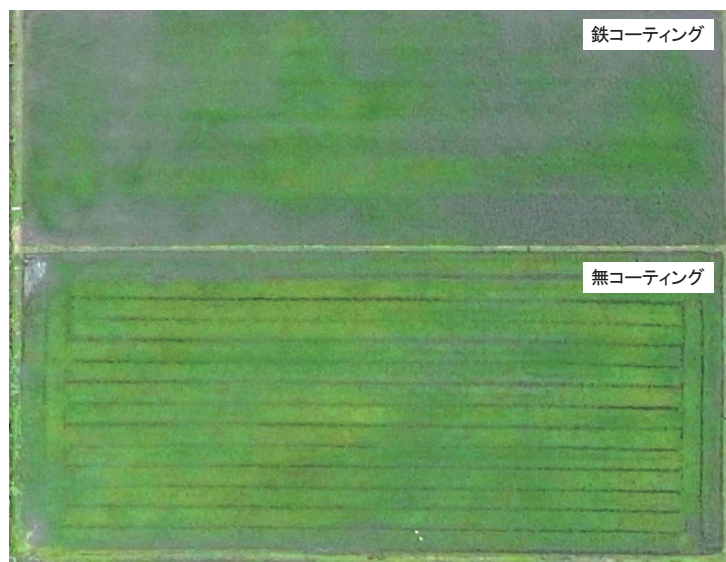


図-4 背負式動力散布機で播種した鉄コーティング直播と無コーティング直播の生育状況（横手市，2017年7月8日，白土ら 2016 改変）

ぬき」のような短稈で耐倒伏性の優れた品種を用いれば浅層土中播種であっても収穫作業上問題ない程度に倒伏を抑えられた。

(3) 収量

「萌えみのり」では2011年の大仙市を除くと全刈収量が600 kg/10aを越え，鉄コーティング直播と同程度であった（表-3）。「あきたこまち」移植栽培主体の市町村別収量と比べると，行程間が広すぎた2011～2012年は同等であったが，行程間を修正

した2013～2014年は58 kg/10a多かった。「はえぬぎ」の全刈取量は、ノビエの残草が多く倒伏程度が大きかった2013年の中山町は480 kg/10aと低かったものの、その他は600～688 kg/10aで、「はえぬぎ」移植栽培主体の市町村別取量と同等であった。以上のように、取量は実用レベルにあるといえる。検査等級はいずれも1等で、品質にも問題はなかった。

6. 現地におけるメリットと問題点

東北地域を中心に2年間でそれぞれ約20箇所の試験栽培圃場を調査し、生産者の話を聞いた。一番の良い点としては、省力的だということが挙げられた。鉄コーティングと比べて出芽が早い点を挙げる生産者もいた。田植機が不要なのがいいという声もあった。田植機が沈車する田でも播種できるというメリットも現地で明らかになった。また、苗立ちと除草が上手くいっている生産者は、取量に納得している場合が多かった。

現地における問題点としては、播種時の田面が固いために車輪跡が残り、種子が露出することがあった。土質の影響もあるが、荒しらかきと播種の間隔が長かったり、播種前の落水が早すぎることが一因と考えられた。苗立不良も見られた。原因としては、早すぎる催芽による種子の劣化、催芽後の種子の過乾燥、播種時の水量が多いことによる深い播種深度、排水不良、播種

後の低温、鳥害等が考えられた。雑草害は、条件に合わない除草剤の選択や除草剤散布時期の遅れ、不適切な水管理等が要因と思われる。倒伏は、倒伏しやすい品種の場合に問題になる場合が多かったが、耐倒伏性品種でも倒伏する場合が見られた。取量は苗立ちや雑草に問題がある場合に低いことが多かった。

7. 今後の課題

この栽培法を広く普及させていくためには、地域や品種、圃場条件などの適用条件を明らかにしていくとともに、年次や場所による安定性についても検証していく必要がある

播種床準備については、土壌ごとの適切な荒代かきの程度や播種までの期間、適切な播種時の土壌硬度や水量を明らかにする必要がある。また、落水出芽時にどの程度まで田面を乾燥させていいのかを明らかにする必要がある。

播種機では、湿った種子の張り付き対策や、ハロー側方への泥流対策、トラクタのタイヤ跡対策が必要である。また、折りたたみ式ハローへ取り付けられる播種機の開発も重要である。

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「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、経営体強化プロジェクト）」にて行われた。

引用文献

- 秋田重誠 1990. アメリカ合衆国の稲作を支える技術と研究 (2). 農業技術 45, 392-399.
- 伊藤景子ら 2018. 代かき同時浅層土中播種機を用いた水稲無コーティング種子湛水直播栽培における根出し種子による苗立ち向上. 日作紀 87, 印刷中.
- 片岡知守ら 2006. 湛水直播栽培における異なる苗立ち密度での水稲品種「萌えみのり」の生育特性. 東北農業研究 59, 43-44.
- 大西政夫 2015. オーストラリア乾燥地の大規模多収稲作. 堀江武編著「アジア・アフリカの稲作」. 農文協, 東京, pp.228-252.
- 荻原素之 1993. 水稲の湛水土壌中直播における出芽・苗立ちに関する研究—種子近傍の土壌の酸化還元との関係に特に注目して—. 石川県農業短大特別研究報告 20, 1-103.
- 笹原和哉・吉永悟志 2013. イタリア水稲生産における特徴と低生産費化へのポイント. 2013年度日本農業経済学会論文集, 289-296.
- 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 2016. 寒冷地の現地圃場における水稲の無コーティング催芽種子を用いた代かき同時浅層土中直播の作業性, 苗立および収量. 日作紀 85, 178-187.
- 白土宏之 2017. 無コーティング催芽種子を用いた代かき同時浅層土中直播栽培. 農文協編, 「最新農業技術 作物 Vol.9」. 農文協, 東京, pp.105-112.
- 白土宏之ら 2017. 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マニュアル (ver.2). 1-11. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/061611.html (2017年11月27日閲覧).
- 山内稔 2012. 鉄コーティング種子を用いた水稲湛水直播技術. 日作紀 81, 148-159.