

鉄コーティング湛水直播技術と 飼料用稲栽培への適用



No. 2

平成19年 8 月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター

目 次

1. はじめに	2 - 1
2. 鉄コーティング湛水直播とは	2 - 2
3. 鉄コーティング種子の作製	2 - 3
1) コーティングの原理	
2) コーティング比（鉄粉の重さ／種子の重さの比）について	
3) 材料の分量	
4) 材料の入手先	
5) 種子の準備	
6) 鉄コーティングの実施	
7) 鉄コーティング種子の発芽率について	
4. 播種と栽培	2 - 11
1) 水田の条件	
2) 播種前の土壌管理・雑草管理・施肥・代かき	
3) 播種量	
4) 播種のポイント	
5) 播種時期	
6) 散播	
7) 条播	
8) 水管理・除草剤	
9) 鳥害	
10) 栽培管理上の留意点	
11) 飼料用稲へ適用するときの留意点	
5. 鉄コーティング直播で失敗しやすい点、注意点、未解決の問題	2 - 18
6. よくある質問	2 - 19
7. 参考資料	2 - 20

表紙の写真

左上：鉄コーティング種子のつくり方講習会（2004年3月12日、広島県久井町）

右上：水田の周りから鉄コーティング種子の散播（2003年6月9日、久井町）

左下：粃、0.1倍および0.5倍鉄コーティング種子（左から）

右下：鉄コーティング種子の条播（2006年5月31日、大和町）

1. はじめに

稲作の省力・低コスト化が望まれ、その切り札として直播栽培が期待されている。かつての直播では代かきをした水田の土壌表面に催芽種子を播種していた。土壌表面では種子に酸素が供給され、生育は良好である。しかし、水中では種子が浮きやすくなる。また、水を落とせばスズメの食害が大きな問題である。

現在では、浮き苗やスズメの食害を抑制するため種子を土壌中に播種している。水田では土壌中に酸素がないので、催芽種子を酸素発生剤（商品名：カルパー粉粒剤16）でコーティングして土壌中15mmの深さに播種している。正確な深さに播種することがこの技術の要であり、浅すぎると浮き苗になり、また、スズメの食害を受けやすくなる。逆に深すぎると出芽不良になる。

このような直播栽培の問題を解決するために開発された技術が種子の鉄粉コーティングである。鉄で種子の比重が大きくなるため土壌の表面に播いても浮きにくくなる。土壌表面には酸素があるため種子の生育は良好である。また、鉄の皮膜が硬いため、スズメの食害を防ぐというメリットもある。また、最近では、鉄で種子をコーティングすることが種子伝染性の病害を防ぐことも見出されている。

一般に直播栽培では催芽種子が使われる。これには、乾燥種子に比べて初期生長が早いという利点がある。一方で、催芽種子の準備が農繁期にかかることや、一度催芽させると適期に播種しなければならないため不便でもある。

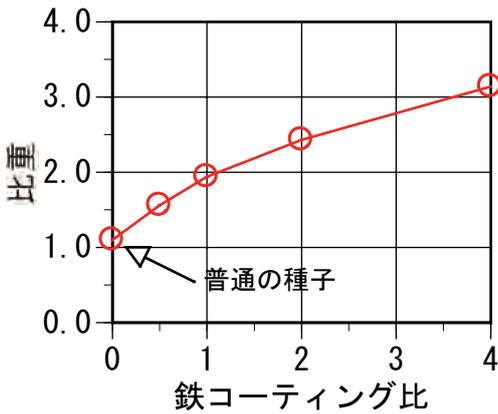
種子は水を吸って代謝を活性化した後発芽する。種子が活性化された段階で乾燥させて発芽を停止させておけば、再び水に浸かったときすばやく発芽することが最近見出された。このような乾燥種子は長期間保存できる。直播で使われる催芽種子は活性化された段階にある。そこで、催芽種子を鉄コーティングする前に、または後で乾燥させる。

鉄で種子をコーティングできる原理は、鉄粉が種子の表面で錆びて（酸化して）、錆が糊の役目をするところにある。酸化を促進するため塩類を鉄粉に添加する。塩類として焼石膏を使っている。焼石膏は多量に使っても発芽に悪影響を与えない。また、水と反応して固化するため、コーティング作業は容易になる。酸化反応には水と酸素が必要となる。この時発熱する。そこで、換気の良い場所で、水をスプレーしながら、熱を逃がしつつ錆びさせている。

ここでは基本技術について解説し、飼料用稲へ適用する場合の留意点を述べる。

2. 鉄コーティング湛水直播とは

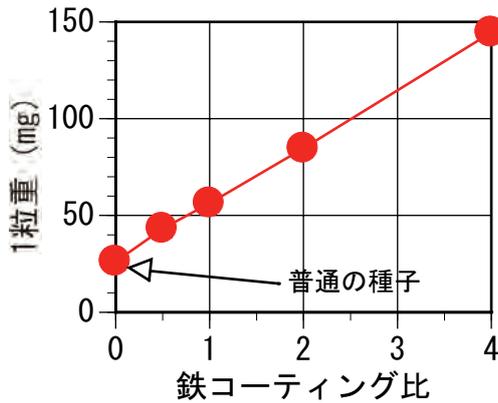
種子を鉄粉でコーティングして重くし、代かき後、湛水または落水状態で土壌表面に播種する。



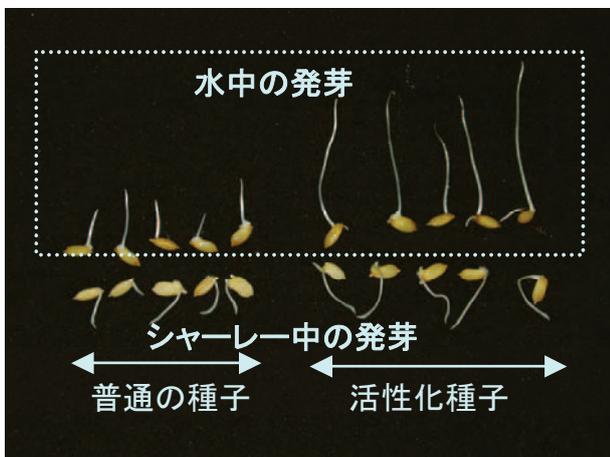
比重が大きく、水中で苗が浮かない。

普通の種子の比重は1.1である。鉄でコーティングすると、比重が大きくなる。鉄コーティング比とは種子の重さに対するコーティングに使う鉄粉の重さの比である。

重いため、種子が土壌とよく密着する。



普通の種子の重さは25mg程度である。鉄でコーティングすると5倍程度まで重くすることができる。



田植では苗半作といわれるが、直播ではその分種子の質が重要となる。

発芽率が高い種子を使う。また、水に浸かると早く発芽して生長するように種子を浸種催芽した後、乾燥して保管しておく（活性化種子）。活性化種子は普通の種子に比べて空気中（シャーレー中）でも水中でも早く生長する。



強い土壌還元を避ける。

湛水した土壌が強く還元されると有害物質がたまる。これを避けるためには、草押さえのための早めの耕起による有機物の腐熟と代かき時の田面の均平化が重要となる。写真は均平不足のため深水になり、還元が進んで苗立ち不良になった例である。

3. 鉄コーティング種子の作製

1) コーティングの原理

鉄で種子をコーティングできるのは、鉄粉が種子の表面で錆びて（酸化して）、錆が糊の役目をするからである。酸化促進剤として焼石膏を鉄粉に混ぜておく。水をスプレーして酸化を開始させる。この時に発熱し、酸素が吸収される。

2) コーティング比（鉄粉の重さ／種子の重さの比）について

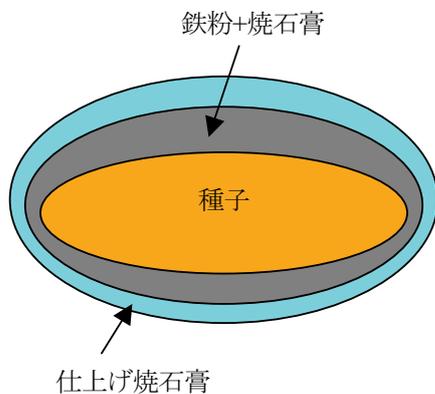
初めて鉄コーティング直播を行うときはコーティング比を0.5とする。スズメの食害が少ないときは、代かきや水管理を調節すれば、0.1でも可能である。

3) 材料の分量

コーティング比を決める。

焼石膏は鉄粉に通常10%混ぜる。鉄粉が粗くて種子に付着しにくいときは25%程度まで増やし、逆に鉄粉が細かいときは1%程度まで減らす。

鉄コーティングした種子の表面に焼石膏を5%ほど薄くコーティングし、表面を仕上げる。



コーティング比と分量(kg)

種子 5kg (播種面積 10 アール) の例

コーティング比		0.1	0.25	0.5
混合	鉄粉	0.5	1.25	2.5
	焼石膏	0.05	0.125	0.25
仕上げ焼石膏		0.025	0.063	0.125

焼石膏の使用量はコーティング作業の都合や仕上がりに具合により自由に増減できる。

4) 材料の入手先

鉄粉の種類は「還元鉄粉」で粒度100 μ m以下の小さいものが適している。

これまでの試験研究では以下の製品を使用している。

〈鉄粉製品〉

同和鉄粉工業 (TEL: 086-262-2228、FAX: 086-262-2328) DSP317鉄粉

テツゲン (TEL: 093-872-2200、FAX: 093-872-2208) 農業用鉄粉

ダイテツ工業 (TEL: 084-955-1361、FAX: 084-955-2738) 農業用鉄粉

〈焼石膏〉

陸化学工業 (TEL: 0593-31-2354、FAX: 0593-31-1044) 陶磁器型材用焼石膏A級

5) 種子の準備

種子の入手

鉄コーティング直播には品質の高い種子を使う。良い種子を使えば仕上がった鉄コーティング種子の発芽率も高くなる。一方、発芽率の低下した種子を使えば、鉄コーティング後の発芽率の低下は大きくなる。

種子消毒

通常はヘルシード+スミチオン混液で消毒している。温湯消毒も可能である。パダンSGでは葉害が出る。一方、鉄コーティング処理により、種子伝染性の病気を抑制できることが解明されつつある。そのため、試験研究では種子消毒をしていない。

浸種催芽処理

購入した種子はそのままでは、水田に播いたとき発芽に時間がかかる。そこで、浸種催芽した種子を湿ったままで、または一度乾かした後、鉄コーティング処理する。このようにすると、鉄コーティング種子を播いた後で、出芽にかかる日数が短縮される。

6) 鉄コーティングの実施



ここでは5kgの種子(10アール分)に0.5倍鉄コーティングする例を示す。

鉄粉と焼石膏を混ぜる。

鉄粉2.5kgと焼石膏0.25kg(鉄粉重の10%)を混ぜる。焼石膏の量は鉄粉の粒度などとの関係から鉄粉重の1~25%程度の間で調節できる。



大量に準備するときは、鉄粉（10kgまたは20kg入り）の入ったビニール袋に焼石膏（1kgまたは2kg）を入れ、ビニール袋の口を手で閉じて攪拌する。混合を楽にでき、粉末の飛散を少なくできる。鉄粉と焼石膏の混合物はビニール袋に入れて封をしておけば長期保存できる。

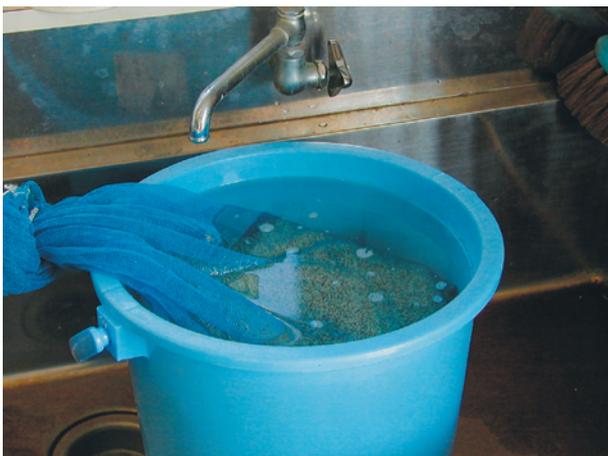
保管時は水濡れ厳禁である。



仕上げの焼石膏0.125kg（鉄粉重の5%）を準備する。

鉄コーティングした種子の表面を仕上げのためコーティングするものである。表面が滑らかになり、取り扱いを快適にする。また、鉄コーティング時に水を入れすぎたときなど、焼石膏の添加により種子同士の付着を抑えることができる。量は鉄粉重の5～10%程度の間で適量とする。

保管時は水濡れ厳禁である。



種子が乾いているときは表面を濡らして、鉄粉が付着しやすくする。

種子5kgを網袋に入れ1～2分間水につけて、表面を水になじませる。

催芽種子の場合は、水に漬ける必要はない。種子をコーティングマシンに入れる前に余分の水を切る。この時洗濯機の脱水機を使うこともできる。また、種子の入った網袋を数分間吊るしておくだけでも余分の水を切ることができる。



カルパー用のコーティングマシンで鉄コーティング。1回に処理できる種子は10kg程度まで。

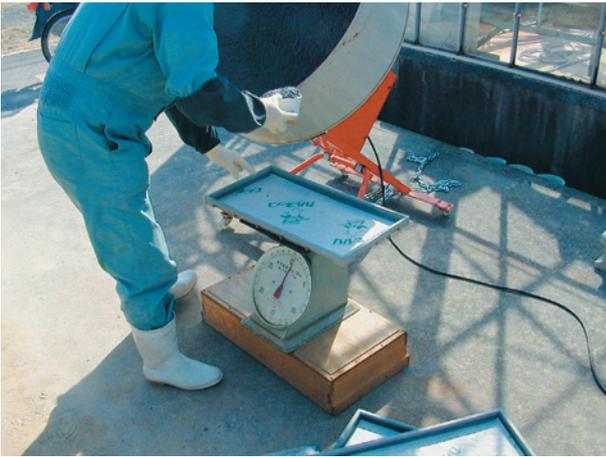


コンクリートミキサーで鉄コーティング。攪拌羽を取り除くと便利である。110L容の機械では1回に60kg程度まで処理できる。鉄粉の投入は種子の上に行い、回転盤に付着しないように注意する。へらなどを使うときは事故防止のため、機械を止める。

コーティングが終わったら、早めに機械を水洗する。回転盤に鉄粉が付着していると、錆びて取れなくなる。コンクリートミキサーを使ったときは砂利、砂、水を入れて攪拌すると短時間で楽に洗浄できる。

コーティングマシンの回転盤の角度はカルパーコーティングに比べて若干大きく(急に)する。

- (1) 湿った種子を入れる。
- (2) 鉄粉と焼石膏の混合物を少し(全量の1/3程度)入れる。
- (3) 水をスプレーする。鉄粉混合物が種子の周りに付着したら、鉄粉混合物を追加する。この作業を繰り返す。
- (4) 混合物がコーティングマシンの回転盤に付着するときは早めにへらなどでそぎ落とす。
- (5) 鉄粉混合物をすべて種子に付着させたら、種子同士や種子が器壁に付着しない程度に、できるだけ多くの水をスプレーする。
- (6) 仕上げ用の焼石膏を投入する。数分回転させ、コーティングを硬くする。水が少なく表面が粉っぽいときは水をスプレーする。十分に水をスプレーすることが、鉄コーティングのコツである。
- (7) コーティング比が0.1程度のときは、たらいなどに種子を入れて手でかき混ぜてコーティングできる。
- (8) カルパー用に開発された自動コーティングマシンではホッパに鉄粉が詰まる。手作業で鉄粉を投入するか、ギアを変える。
- (9) 鉄粉のコーティングはカルパーのコーティングに比べて、水を入れすぎても、種子同士が付着して団子になることはない。鉄コーティング比が0.1程度に小さくなると、作業はさらに簡単に、楽に、短時間で完了する。



コーティングマシンの回転を止めたら直ちにコーティング種子を取り出す。放置すると発熱で種子を死滅させる。1つの苗箱につき1kg程度を入れ、薄く広げる。

注意 ビニールシートなどに広げないこと。乾燥条件が雑になり、種子を熱でいためる。1kgはどんぶり一杯程度である。



コーティング直後は灰色である。軽い発熱が起こっている。誤ってコーティング種子を塊にして放置すると、1～2時間以内に高温になり、死滅する。



苗箱間に棒をはさんで放熱。

苗箱間に棒などをはさんで、熱がこもらないように配置する。苗コンテナや育苗用の棚も便利である。コーティング種子は発熱して乾燥し、水が少なくなると発熱反応は緩やかになる。発熱の程度は鉄粉の種類や混ぜ合わせるものによる。種子の温度は40℃以上にならないようにする。

自動記録できる温度計を使うと発熱の様子を知ることができる。



苗運搬用のコンテナを使うと作業は楽に、効率的に行える。



一晩おくと、コーティングは乾き、茶色のまだら模様となる。感触では播ける程度の硬さになっているが、使用する播種機によっては機械的衝撃によりコーティングが壊れることもある。



壊れる可能性があるときは、再度水をスプレーする。苗箱に入った種子に水をスプレーする。コーティング種子は水を吸収する。苗箱の中に水がたまらない程度を目安にする。

注 意

コーティングマシンにコーティング種子を入れて水をスプレーすると、急激に発熱することがある。苗箱に入った状態でスプレーする。

種子は熱により傷む。コーティングの強度が十分なときはこのスプレーは省略する。



苗箱間に棒をはさんで乾燥・保管する方法は、苗箱数が増えると高く積み重ねることになり、難しくなる。



苗コンテナーでは多量の鉄コーティング種子を準備できる。

熱を逃がすようにして、乾燥させる。スプレーして一晩おくと、コーティング種子は全面茶色の錆色になる。

播種するまで、苗箱の中に入れておく。

催芽種子をコーティングしたときは、この状態での種子の乾燥時間が長くなる。催芽種子は水をたくさん吸っているのので、表面は乾いたように見えても中は湿っていることが多く、乾燥に時間がかかる。

バットや網袋などに入れて保存する場合は、1週間ほど苗箱の中で十分に風乾させた後に移し変える。乾燥は気象条件によって影響を受ける。

注意 十分に乾いていないときバットや網袋に入れると発熱により種子が死んでしまうことがある。雨天時の袋詰めは避ける。

苗箱に入れたまま播種まで保管する方法が安全である。苗箱を積み重ねて保管しておけば、ネズミによる食害も防げる。

風乾したコーティング種子を40℃の乾燥機で十分に乾燥させれば、ビニール袋に入れて長期保存できる。低温庫に保管すればさらに長期間高い発芽率を維持できる。



発芽率の測定

プラスチック製使い捨てのシャーレーにコーティング種子を100粒ほど入れ、十分な量の水を添加（直径9 cmのシャーレーでは水を20mL程度）、25～30℃で1週間放置後、発芽した種子としなかった種子を数え、発芽率を計算する。

途中で水を入れ替えない。水が腐るのは種子が不良のためである。



シャーレーの代わりに、スーパーの食品トレイ、使い捨てコップなど、何でも使える。種子の下に紙をひく必要はない。容器は軽く覆いをして、水が蒸発しないようにする。十分な量の水を入れる。水深10cmでも問題はない。

最新情報：2007年に鉄コーティング種子の大量製造技術が開発された。現在、実証試験中である。詳細については近畿中国四国農業研究センターにお問い合わせください。

7) 鉄コーティング種子の発芽率について

- 播種前に必ず鉄コーティング種子の発芽率を測定する。これにより、水田で直播を失敗したとき、その原因が、種子にあったのか、水田にあったのか、判明する。
- 通常、発芽率95%以上の種子を使えば、発芽率90%以上のコーティング種子を作製できる。
- コーティング直後やその後の保存中の発芽率の低下は、コーティングに使用した種子の質が悪かったか、コーティング時に熱がこもって高温になったか、コーティング後の乾燥が不十分なときに起こる。
- 種子が良質であれば、コーティングにより発芽率が低下することはほとんどない。逆に、種子が傷んでいれば（発芽率95%以下）、いくら丁寧に注意深くコーティングして

も、コーティング種子の発芽率は低下し、時間が経つとさらに低下する。

4. 播種と栽培

1) 水田の条件

鉄コーティング直播では、播種後一時、完全に落水する必要がある。落水できない水田では鉄コーティング直播を実施しない。

2) 播種前の土壌管理・雑草管理・施肥・代かき

土づくり、田面の均平化、丁寧な代かき、草押さえなど、稲作の基本は厳守する。

- 草押さえのための耕起を早めに行い、代かき直前の草のすきこみを避ける。堆肥は完熟したものを施用する。稲わらなどの堆肥化されていない有機物や緑肥を使う場合には、できるだけ早くすきこんで土壌中で十分に分解させ、播種後の有機物の分解に伴う異常な還元を回避する。土壌が均平でないと、低い部分に有機物に富んだ泥がたまるとともに播いた種子も深く沈み、還元障害により苗立ちが低下する。
- 直播は移植に比べて雑草に弱いので、播種前の雑草管理は重要となる。荒代かきを行うことは望ましく、また、それができないときはプリグロックスLなど播種直前に使用できる除草剤を散布する。雑草を十分に抑えておけば、苗立ち率が低下しても雑草に負けることはない（稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル参照）。
- 施肥量は散播では倒伏を避けるため移植の6～8割程度としている。
- 代かきは丁寧に行う。代かきを繰り返すことにより、田面の均平化や有機物の分解を促進することができる。代かき水は強制落水せず、自然減水させる。

3) 播種量

- 鉄コーティング直播における苗立ち率（播いた種子のうち苗に生長する割合）は50%で、多くの場合30%から70%の間で変動する。
- 1 m²あたり200粒の鉄コーティング種子を播く。1 m²あたりの苗数は平均100個体、悪くて60個体、多くて140個体になる。
- 通常の食用品種（1000粒重が25 g、1粒の重さが25mg）では200粒/m²は10アール当たり乾籾5 kgに相当する。
- 飼料用稲は種子が大きい（クサノホシ、ホシアオバなどでは1000粒重30～35 g、1粒重30～35mg）ので200粒/m²は10アール当たり乾籾6～7 kgに相当する。
- 鉄コーティング種子の重さは鉄コーティング比によって変わる。0.5の場合は1.5倍の

重さ、0.1の場合は1.1倍の重さになる。

- 鉄コーティング種子の発芽率が低下している場合は補正が必要となる。発芽率90%のときは1.11倍 ($100/90=1.11$)、80%のときは1.25倍 ($100/80=1.25$) を播種する。

種子の大きさ、鉄コーティング比、播種量の関係（播種量200粒/m²のとき）

種子の大きさ (1粒の重さ mg)	播種量 (kg/10a)	鉄コーティング 比	1粒の重さ (相対値)	鉄コーティング 種子の 播種量 (kg/10a)
25	5	0.1	1.1	5.5
		0.25	1.25	6.25
		0.5	1.5	7.5
30	6	0.1	1.1	6.6
		0.25	1.25	7.5
		0.5	1.5	9.0
35	7	0.1	1.1	7.7
		0.25	1.25	8.75
		0.5	1.5	10.5

留意点：発芽率が高いときの数値である。発芽率に問題があるときは、この値をさらに補正する。

4) 播種のポイント

- 鉄コーティング直播では表面播種する。酸素発生剤でコーティングした種子は土中播種する。誤って鉄コーティング種子を土中播種すると苗立ちに失敗する。
- 表面播種では播いた種子の一部が地表面に見える。同じ1枚の水田でも、土壌のやわらかいところでは種子は土に埋もれるが、落水管理により出芽する。
- 表面播種であっても、播いた種子は土壌になじむ必要がある。播いた種子が土壌の表面で浮いた状態になっていると、落水したとき水を吸収できず、また、根が露出しており除草剤の薬害を受けやすくなる。
- 播種後は、種子の発芽と生長を観察できる。発芽率の高い鉄コーティング種子を播いて、発芽しないときや苗が枯れるときは土壌の異常還元や病気の可能性がある。



表面播種では播いた種子の多くが田面に見える。



表面播種では播いた種子の生長を観察できる。生育に異常があれば、病気の可能性もある。



表面播種で、種子と田面の密着が悪い例。根が地表面に露出し、一部の苗は転ぶ。このような時は除草剤の薬害を受けやすくなる。



発芽率が高い鉄コーティング種子を播いても、土壤中で発芽せずに死ぬ種子もある。表面播種された鉄コーティング種子は茶色の点として観察できる。(白い粒は除草剤である。)鉄コーティング種子の苗立ち率は50%と仮定して播種量を決める。

No. 2

5) 播種時期

鉄コーティング直播は周りの水田で移植が行われる頃に播種する。苗の生育に3週間ほど経っているが、同時に播いても収穫時期の遅れは1週間程度である。移植の苗床への播種に合わせて3週間ほど早く直播しても、低温のため生育は遅れ、大きなメリットはない。

6) 散播

- 湛水播種では、代かき後1～5日の間に播種する。播種のタイミングは、土壌特性、代かきの強さ、代かき水の量、鉄コーティング比によって変わる。
- 代かき直後に強制落水して泥の中に播種する方法では、種子が深く沈み、苗立ち不良になる。自然減水し、土壌がある程度締まった状態で、播種する。

- 動力散布機で水田の周りから散播する。均一な散播を行うためには、水田の周りを少なくとも2周する。初めて散播するときは、半量のコーティング種子を動力散布機に入れ全面に播いた後、残りを入れて、もう一度全面に播く。

注意

代かき直後の播種は深播きとなって、苗立ち不良になる。



動力散布機にはさまざまな形状のノズルがある。単なる筒状のもの（黒色）や渦巻状のもの（青色）ではコーティングが壊れることはほとんどないが、遠くと近くに同時に散播できるもの（赤色）では、壊れることがある。



畦畔からの動力散布機による散播は手軽な方法である。

7) 条播

田植機に付属の側条施肥機を利用して条播できる。また、専用の直播機も使える。作溝、覆土をせず、単に重力で落下する方式が適している。

フロートを下げて播種もできるが、水が多いときは発生する泥流によって種子が流され、また、泥に深く埋もれることに注意する。一方、フロートを下げるとわだちが消され、また、田面が固めのときは、土壌と種子の接触をよくする。



側条施肥機を利用した条播
水が多いときはフロートを上げて播種する。



側条施肥機を利用した条播
落水しているときはフロートを下げて播種する。わだちが残らず、種子が田面になじむ。



古いタイプの直播機も、鉄コーティング
種子の条播に利用できる。



最新型の田植機兼用の直播機も表面播種
に切り替えて利用できる。

No. 2

条播直後に水を入れてサンバード粒剤を散布することもできる。水を入れないときは、第1～2葉期まで生育した後で湛水して除草剤を散布する。

注意

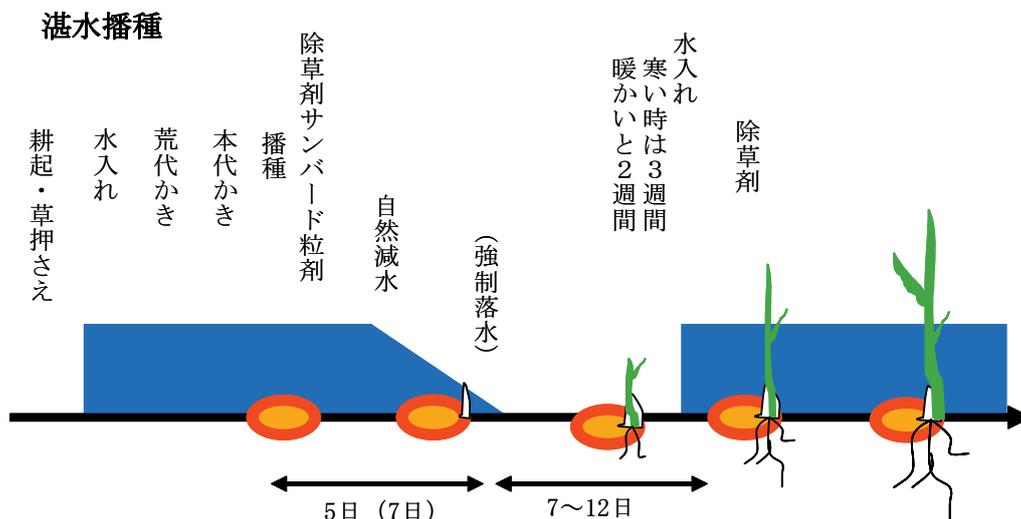
酸素発生剤でコーティングした種子を播く打ち込み方式の播種機や精密播種機は、浅播きに設定しても苗立ちに失敗する。同じ播種深度であっても、酸素発生剤でコーティングした種子に比べて鉄コーティング種子は深播きになる。

8) 水管理・除草剤

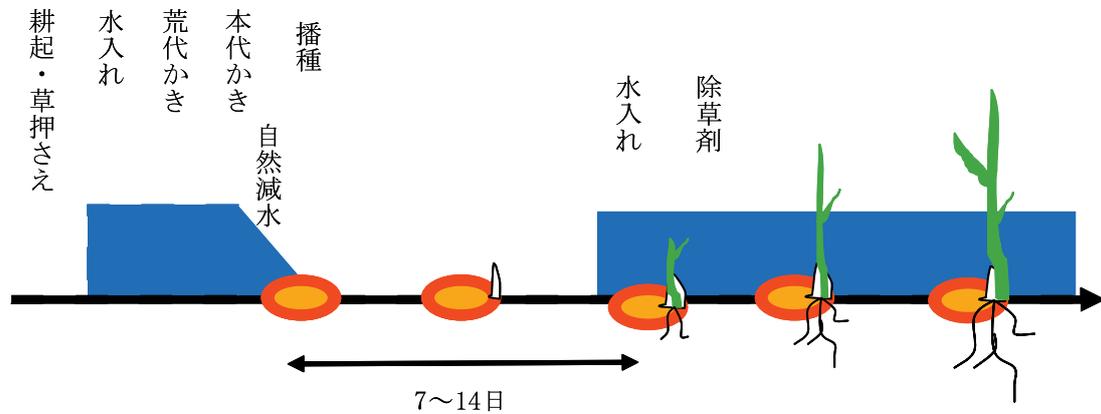
- 鉄コーティング種子の播種は湛水または落水条件下でできる。
- 湛水条件下で播種したとき除草剤サンバード粒剤の効果を得るため5日間湛水し、その後7～12日間落水する。落水期間は第1～2葉が展開するまで実施する。低温条件下では長くなる。
- 落水播種はカモによる食害があるとき、また条播するとき実施する。雑草が発生しやすいため、早めに除草剤を入れる。
- 直播における落水管理においてイネが水不足になることはない。落水して鞘葉が乾いて枯れ上がっても問題はない。落水管理の強弱は水田の水の持ち具合に合わせる。湿田では強い落水管理、漏水田では緩やかな落水管理になる。
- 出芽はカルパーコーティング種子に比べて2～3日後れる傾向がある。カルパー直播になれている場合や比較試験を行うときは、除草剤散布の時期が早すぎないように注意する。
- 6月で気温が高いときは2週間、5月の低温下では3週間で苗立ちは完了する。

注意

小区画の水田で、周りが移植栽培をしているときは、隣接田から移植用の除草剤が流入し、苗立ち不良となることがある。



落水播種



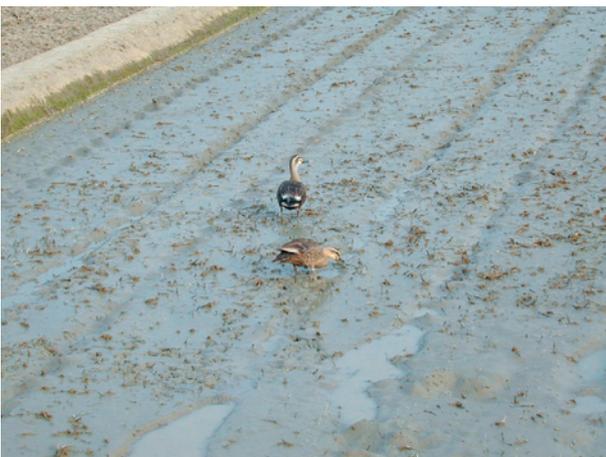
9) 鳥害

湛水下でカモの害は発生している。カラスの害も報告されている。

スズメの害は、鉄コーティング比が0.5以上であれば、落水しても発生しない。0.1では場合によって発生する。

- カモの生息地では落水播種とする。
- 湛水播種した後、予期せずしてカモが飛来した場合は、直ちに完全落水する。
- カモ害は夜間発生する。播種後数日たっても田面水が濁っている場合や播いた種子が消えていく場合は、夜間カモが来ている可能性がある。水面に数ミリの鞘葉の切れ端が浮いている場合は、カモ害が発生している。

No. 2



湛水播種してカモが飛来したら、直ちに落水する。



落水を続けるとカモは来なくなる。また、土壌還元による障害も回避できる。

10) 栽培管理上の留意点

- 収量については移植と同じか、または、若干低い程度である。
- 初期生育が移植に比べて劣っているように見えても、倒伏しやすいので、多肥は避ける。
- 倒伏が問題になるときは、散播をやめ条播にする。

11) 飼料用稲へ適用するときの留意点

- 基本的に食用稲の鉄コーティング直播と同じである。
- 飼料用稲は種子が大きいため、播種量に気をつける。種子の重さのみで計算すると単位面積当たりの種子数が不足する。
- 飼料用稲の種子は発芽率が低いことがある。播種量を補正する必要がある。

5. 鉄コーティング直播で失敗しやすい点、注意点、未解決の問題

使用する種子の発芽率が低い	(原因) 種子が傷ついて劣化している。 (対策) 採種方法を改善する。良質の種子を購入する。
浸種催芽処理の失敗 (乾燥途中で種子が発芽)	(原因) 浸種時間が長く、乾燥に時間がかかっている。 (対策) 浸種を短くする。平型乾燥機などを使い、迅速に乾燥する。
浸種催芽処理による発芽率の低下	(原因) 種子が傷んでいる、古い、品種特性など。 (対策) 浸種催芽処理せずに鉄コーティングする。
発熱によるコーティング種子の損傷	(原因) コーティング作業後の放熱と乾燥が不十分。 (対策) コーティング種子の乾燥にビニールシートを使わない。苗箱を使い、十分に乾燥させる。温度計を使い、発熱の状態を知る。気象条件（雨天、高湿度）に気をつける。
土中播種による出芽不良	(原因) 土中播種機を浅播きに設定して使用した。 (対策) 土中播種機は使用しない。表面播種（目安は、播いた種子の体半分が地中に埋まる程度、または、播いた種子の半数が土中に入り、見えなくなり、残り半数が地表面に見える程度）を確実にする。
落水不良による出芽不良	(原因) 水田に落水できない部分がある。還元や水生生物（カブトエビ、オタマジャクシなど）による攪乱により死滅。 (対策) 田面を均平化し、排水不良部分には溝をきる。

カモ害	(原因) 深水での湛水播種。 (対策) カモの生息地では落水播種する。
鉄粉の取り扱い	特にコーティング作業時には、目に入らないように気をつける。また動力散布機で散播するとき、コーティングが壊れると目に入ることがある。保護めがねをする。 鉄粉を使用した後は掃除する。鉄粉を床やトラックの荷台にこぼして放置して、さび付いて取れなくなることがある。
その他の注意点、失敗事例	カルパーは農薬であり、鉄粉との混合はできない。 保存中や播種後のねずみによる食害。 カラスによる害。 乾燥した鉄コーティング種子を、播種前日に水につけて発熱、死滅した。
未解決の問題 苗立ち不良、播種して4~5日で芽を切ったが、その後元気が無くなり、苗が転び、または立ったまま枯れてゆく。	(原因) 不明である。代かき時に多量の草をすきこむ、地域の土壌特性、透水性の悪い水田、未熟有機物の施用、レンゲなどの緑肥や鶏糞堆肥の施用、落水不良など、様々なことが考えられる。土壌の還元問題や苗腐病の可能性があり、現在研究中である。 (対策) 湛水播種しても、5日後には落水状態にする。湛水播種をやめ、落水播種・落水出芽とする。

6. よくある質問

No. 2

質問1 鉄コーティング直播を毎年行った場合に、10aあたり数kgの鉄が毎年土壤に蓄積されるが、それによる問題などはないか？

回答 鉄の投入量は播種量5kg/10aのとき、0.5倍コーティングで2.5kg、0.1倍で0.5kgになる。一方、土壤に含まれる鉄の重量は7%程度である。また、土壤保全事業などによる長年の広域にわたる研究の結果では「通常は10aあたり200~600kgの鉄を含む土壌改良資材の施用が適量であり、連用の場合は200kgで効果は高い」とされている。200kgの資材は純粋な鉄に換算すると34kg/10aであり、鉄コーティング直播で使われる鉄の量は、土壌改良資材として推奨される連年施用量の1~7%に相当する。このように鉄は天然に土壤中に多量に存在する、高収量を達成するためには鉄を施用したほうがよい、鉄コーティングに使う鉄の量は推奨されている鉄施用量に比べて小さい、などから問題はないと

考えている。

質問 2 鳥害回避あるいは苗立ち安定化のために鉄を使うのであれば、「農薬」の一種ではないか？ また、種子伝染性の病害を抑制するとも言われている。

回答 鉄を使用する目的は種子の比重を高めるためである。鉄コーティング直播圃場にスズメが来て種子や苗をついばんでいるが、観察では鉄の皮膜が硬いため、被害が大きくなるようである。鳥害の回避は単なる物理的な効果と思われる。また、種子伝染性病害の抑制も観察されているが、その詳細は不明である。これらの鉄コーティングに付随する様々な現象については、今後それらのメカニズムを解明し、人工的な化学反応によるものか、単に鉄が錆びるという自然現象によるものかを判定する必要がある。

7. 参考資料

鉄粉被覆稲種子の製造法（特許願2004-000884）

イネ細菌性病害の防除方法（特許願2005-46622）

山内 稔 2004 水稻の鉄コーティング湛水直播. 農業および園芸 79（9）：947-953.

山内 稔 2004 鉄コーティング湛水直播と環境保全. 植調 38（9）：322-329.

山内 稔 2005 動散で播く鉄コーティング種子 雑草と鳥害をクリア！ 現代農業 84（3）：（2005年3月号）114-117.

山内 稔 2005 浮き苗と鳥害を防ぎ、いつでもまける鉄コーティング種子. 農業技術大系 作物編追第27号 第2-①巻（技 402の1の7の2～8）.

山内 稔 2006 鉄コーティング湛水直播 栽培マニュアル.

山内 稔 2007 鉄コーティング直播技術の発案、技術開発および問題点 p.26-38 研究会記録 鉄コーティング種子を用いた水稻の湛水直播技術—技術開発・普及と今後の課題— 近畿中国四国農業研究センター 107p.

— メ モ —

この技術マニュアルは平成15～19年度地域農業確立総合研究「中国中山間水田における飼料用稲を基軸とする耕畜連携システムの確立」において得られた成果である。

執筆者および研究担当者

山内 稔

問い合わせ先

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター 産学官連携推進センター

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1

TEL：084-923-5339 FAX：084-924-7893

発行

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1

TEL：084-923-4100 FAX：084-924-7893

ホームページ <http://wenarc.naro.affrc.go.jp/>