

浮き苗と鳥害を防ぐ鉄コーティング湛水直播

近畿中国四国農業研究センター
地域基盤研究部 土壤水質研究室

室 長 山 内 稔

はじめに

湛水直播は稲作の省力・低コスト化を目指す上で魅力的です。現在、酸素発生剤カルパーで催芽種子をコーティングして土壤中10~20mmの深さに播種する湛水土中播種技術が一般的になっていますが、実際には鳥害などにより苗立ちが安定せず、また農繁期の種子コーティングや緻密な水管理等のわずらわしさもあります。土中播種のためには専用の高精度直播機も必要です。

土中播種では種子への酸素供給が限られるため、生育が不安定になります。そこで、表面播種にすると種子に酸素が供給され初期生育を改善できますが、浮き苗の発生とスズメによる食害が大きな問題になります。表面播種は旧来の栽培技術ですが、これらの問題があったため広く普及しませんでした。最近開発された鉄コーティング直播では種子を鉄でコーティングするため比重が高まり、表面播種しても浮き苗の発生を抑制できます。また、鉄の皮膜が固いので、スズメの食害を防ぎます。土中播種に比べて表面播種は作業が簡単で、専用の播種機も必要ありません。

催芽種子を使うと初期生育が早い利点がありますが、適期に播種する必要があり、時間的な制約を受けます。そこで、農閑期に乾籾を鉄コーティングして保存しておき、いつでも播けるようにします。普通の乾籾では発芽に時間がかかります。そこで、種子が吸水し代謝が活性化した段階で発芽を停止させた乾燥種子を使います。このように処理された乾燥種子は、水に浸かったときの発芽が早いことが知られており、活性化種子と呼ばれています(平成13年度研究成果情報)。

鉄コーティング湛水直播技術にはさまざまなメリットがあります。一方で、種子を鉄粉でコーティングする原理は酸化(錆)反応であり、発熱と酸素の吸収を伴い、注意も必要です。そこで、鉄コーティング湛水直播のやり方と注意点を述べます。

種子の準備

- 1) 発芽率の高い種子(95%以上)を入手します(図1)。市販の種子の保障は発芽率90%以上です。そのため、市販品の中でも良いものを選びます。良い種子を使えば鉄コーティン

本号の内容

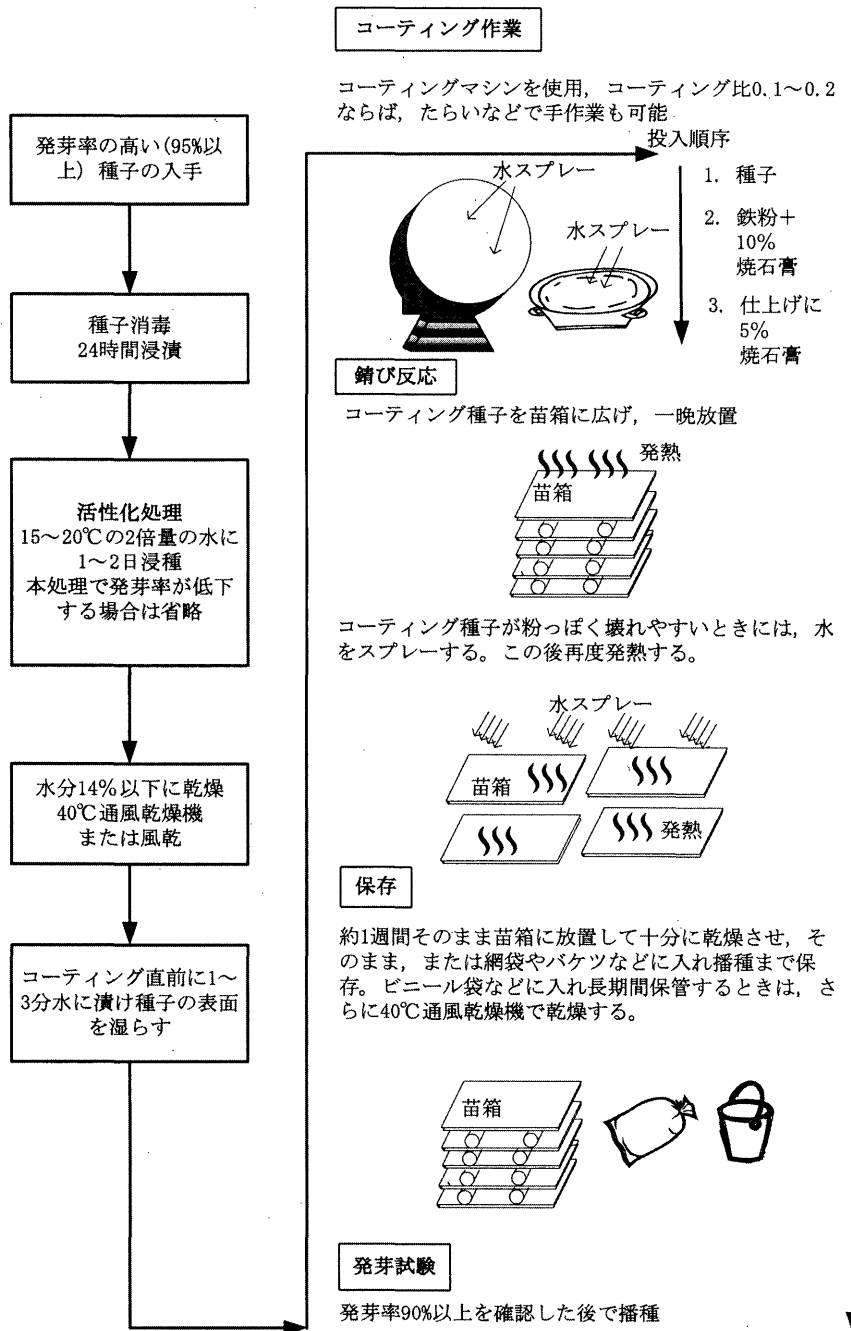
§ 浮き苗と鳥害を防ぐ鉄コーティング湛水直播..... 1

近畿中国四国農業研究センター
地域基盤研究部 土壤水質研究室
室 長 山 内 稔

§ 旧加賀藩政時代の虫塚から学ぶこと(続編・その3)..... 7

石川県農業総合研究センター
資源加工研究部 生物資源グループ
専門研究員 森 川 千 春

図1. 鉄コーティング種子作製の手順



2) 種子消毒（ヘルシード水和剤+スミチオン乳剤24時間浸漬）後，水道水に1～2日間浸種した後，直ちに乾燥させて発芽を停止させます（活性化処理）。浸種時間が長いと乾燥中に発芽してしまうことがありますので，短めにします。

3) 活性化処理は採種後の時間があまり経過していない若い種子に有効です。一方で，長く保存されていた種子や傷ついた種子には効果がなく，発芽率を下げることもあります。そのような種子では，種子消毒後の浸種時間を短くするか，活性化処理を省略します。

4) この後，種子を水分14%以下に乾燥させて保存します。種子は乾いているほど保存性が高まり，高い発芽率を長期間維持できます。

鉄コーティング作業

初に鉄粉を付着させる原理は酸化反応に伴い生成される錆成分の付着作用です。酸化反応では発熱し，酸素が吸収されます。反応を促進させるため塩分（ここでは焼石膏）を添加し，水をス

プレーします。この反応は海岸近くで鉄が錆びやすいのと同じもので，身近には使い捨てのカイロや包装された食品に入れる酸素吸収剤として利用されています。

鉄コーティング作業においては，発熱，酸素の

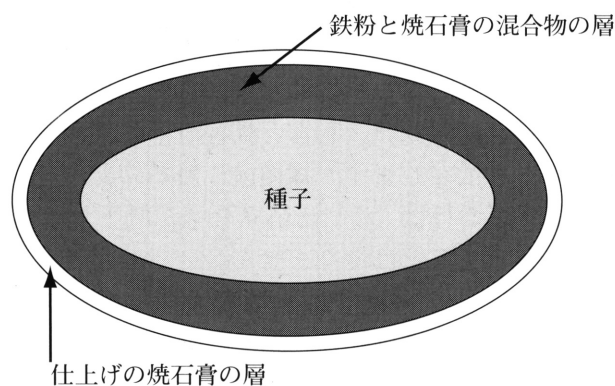
焼石膏の使用量は鉄粉の重さに体する割合で，鉄粉の種類によって変動します。鉄粉が粗く，種子に付着しにくいときは焼石膏の量を増やし，場合によっては20%まで上げます。逆に，鉄粉のきめが細かいときは，焼石膏を1%まで下げることができます。

グ種子の作製も良好であり，保存したときでも長い間高い発芽率を維持でき，しかも水田での苗立ちも良くなります。田植えでは苗半作といわれますが，直播では種子はそれ以上に重要です。

吸収および錆の付着に注意します。発熱によりイネ種子が高温にさらされると発芽率が落ちます。酸素が吸収されるので、密閉されたところでの作業は避けます。鉄粉を取り扱った後水洗いせずに放置していると、錆が発生してコーティングマシン、容器、衣服、運搬車などに付着し、取れなくなります。

1) 鉄コーティング比(種子の重さに対して使用する鉄粉の重さの比率)をきめます。初めて行うときは鉄コーティング比を0.5とし、その時の浮き苗やスズメの食害の発生程度を見て、次回はコーティング比を1から0.1の間で上下させます。鉄コーティング種子は鉄と焼石膏の2層からなっています(図2)。焼石膏は錆反応を促進するために使っていますが、水と反応して固まる性質も持っています。また、種子の発芽や初期生長に影響を与えないので、鉄粉のきめが粗いときは増量するなど、分量を適宜調節できます。

図2. 鉄コーティング種子の構造



2) 鉄粉の種類は「還元鉄粉」で粒度 $100\mu\text{m}$ 以下の小さいものが適しています。これまでの試験研究では以下の製品を使用して良好な成績を出しています。

<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>

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

3) 材料の分量を表1に示します。鉄粉と焼石膏を混合します。

表1. 材料の分量 (kg)

コーティング比	0.1	0.5	1.0	
種子 (kg)	5.0	5.0	5.0	
鉄粉と焼石膏の混合物	鉄粉 (kg)	0.5	2.5	5.0
	焼石膏 (kg)	0.05	0.25	0.5
仕上げ焼石膏 (kg)	0.025	0.125	0.25	

焼石膏は鉄粉と混合するものが重量比で10%、仕上げは5%である。

写真1. 酸素発生剤カルパー用のコーティングマシンを使った鉄コーティング作業



4) 活性化種子を1~3分水に浸けることにより種子の表面のみを湿らせた後、コーティングマシンに入れます(図1)。次に鉄粉と焼石膏の混合物を少量入れ、水をスプレーしながら造粒します(写真1)。コーティング比が小さいときは、たらいなどを使い手作業でコーティングすることもできます。

5) 鉄粉と焼石膏の混合物でコーティングした後、表面に焼石膏のみを添加し、鉄コーティング種子を滑らかに仕上げます。

6) 苗箱などの底の浅い箱に入れ、錆を進めると同時に乾燥させます(写真2)。コーティング直後では鉄は酸化されていないので灰色ですが、この後発熱し酸素を吸収し、茶色の錆びた色になります。そのため、コーティングした種子は塊にせず、薄く広げて熱を逃がしま

す。目安は苗箱あたり、コーティング種子1 kg程度です。また風通しの良い所で作業します。種子が乾くと酸化は停止します。錆びの発生程度は気温、湿度、苗箱に入れる種子の量などによって影響を受けます。

写真2. 鉄コーティング種子の乾燥



コーティングマシンで造粒した種子は苗箱に広げて、熱を逃がしながら乾燥させ、錆びさせます。

- 7) コーティングから一晩たっても十分に錆びておらず、粉っぽく壊れやすいときは、コーティング種子を苗箱に入れたまま、上から水をスプレーします。再び酸化・発熱します。この作業は、種子がある程度固まっておき、播種時に壊れないと予測できるときは省略します。
- 8) この状態で放置し乾燥させ、また場合によっては播種まで置いておきます。乾燥に要する時間は天候にも左右されます。晴天で乾燥しているときは2日、雨天で湿度が高いときは1週間程度です。
- 9) 種子を網袋やバケツなどの容器に入れる場合は、十分に乾いた後にします。種子に水分が残っていると微弱な発熱が続いており、袋や容器の内部が高温となり発芽率が低下し、場合によっては死滅します。雨天のときに袋詰めすると内部の温度が上がることもあるので、晴天時に行います。
- 10) ビニール袋などに入れ長期間保存する場合には、錆反応による発熱が終わった後で、さらに平面型通風乾燥機を使い40℃以下で十分に乾燥させます。鉄コーティング種子も、普通の種子と同じように、乾燥しているほど保存

性が高まります。

- 11) 作製したコーティング種子の発芽率を測定し、90%以上であることを確認します。プラスチック製使い捨てシャーレーにコーティング種子を入れ、水を添加、暖かいところ(25~30℃)に1週間放置後、発芽した種子としない種子を数え、発芽率を計算します。シャーレーの代わりに、スーパーの食品トレイなども使えます。種子の下に紙をひく必要はありません。容器は軽く覆いをして、水が蒸発しないようにします。

耕起、播種と栽培管理

発芽直後のイネは土壌の還元による障害を受けやすいので、水管理をできる水田が、また湿田より乾田が適しています。未熟有機物や緑肥の施用は湛水後の土壌を強く還元するので播種直前の施用を避けます。鶏糞堆肥は施用しません。代かきを丁寧におこない、また回数を重ねることにより、還元物質の分解を促進することができます。

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です。耕起により代かき前の雑草の発生を抑えます。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水を入れて代かきする前に、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します。播種前に雑草の発生を十分に抑えておけば、たとえ苗立ち率が低下しても、雑草に負けることはありません。

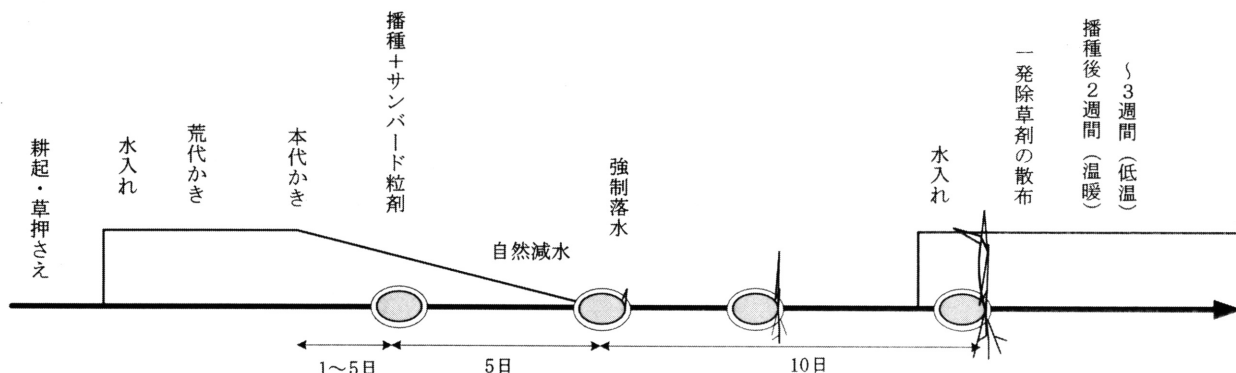
鉄コーティング種子は土壌表面に播種します(図3)。本代かきは播種の1~5日前に行い、土壌が落ち着いて、鉄コーティング種子が土壌の表

写真3. 動力散布機を使った散播

(滋賀県長浜市)



図3. 鉄コーティング種子の播種と水管理



代かき後1～5日のうちに播種。播種直後に除草剤サンバード粒剤を散布します。5日目には芽を切るので自然減水を利用して、または強制的に落水します。その後第2～3葉が展開し根付いたら、水を入れ一発除草剤を散布します。

写真4. 田植え機に取り付けた側条施肥機を利用した条播(試験水田)



作溝と覆土の装置を取り外し、種子を自然落下させます。水が多いときは播いた種子が泥流で押し流されて埋もれないように、フロートをあげて播種します。

面にまけるようになるまで待ちます。表面播種とは播いた種子の半数ほどが地表面に見えている状況です。代かき水の中に動力散布機を使って散播します(写真3)。条播する時は、湛水直播専用機や田植え機に装着できる側条施肥機を利用した直播装置から作溝と覆土の装置を取り外し、種子が土壌表面に自然落下できるようにします(写真4)。湛水条件下の条播では播種位置を確認できない場合がありますので、そのときは落水して行います。大区画水田で散播するときは乗用管理機などを活用して効率的に行えます(写真5)。播種量は苗立ち率(播いた種子のうち苗になる割合)を50%と仮定して計算します。播種後に、必要に

写真5. 大区画水田における鉄コーティング種子の播種(広島県大和町)



改良型乗用管理機(農事組合法人はいばら作製)の上から動力散布機を利用して鉄コーティング種子を散播した後、サンバード粒剤を散布します。

応じて補水して、除草剤サンバード粒剤を散布します。

播種後5日目から約10日間落水します。これは、土壌還元により出芽後の種子の生育が障害を受けるのを回避するためです。ひび割れするほどの落水は良いのですが、ヒタヒタ状態や湛水と落水の繰り返しは苗立ち不良をもたらします。還元されやすい土壌とされにくい土壌があり、還元されやすい土壌に播種するときは、落水管理を厳密に実施するとともに、落水を早くはじめて遅くまで継続し、その期間を長くします。落水後晴天が続くと伸び始めた鞘葉が乾いて枯れ上がりますが、葉と根は健全に生長するので、落水を継続します。

播種後低温（4月下旬から5月上旬）のときは3週間で、温暖（5月下旬から6月）なときは2週間で、苗立ちが完了する（写真6）ので、湛水して一発除草剤を散布します。播種直後のサンバード粒剤と苗立ち完了後の一発除草剤の組み合わせで、多くの雑草を移植並みに管理できます。以降は、倒伏の回避を前提にして、移植栽培と同様に管理します。

写真6. 鉄コーティング種子の条播（左）と散播（右）における苗立ちの様子（試験水田）



以上は鉄コーティング湛水直播の基本形ですが、さまざまな便宜的な方法もあります。カモが飛来する水田、条播のために落水した水田、土壤の還元が進みやすい水田では落水した後で表面播種し、苗立ちが完了した後水を入れて、湛水直播用の除草剤を散布することもできます。また、活性化種子を使用していますが、出芽は催芽種子に比べて遅い傾向があります。便宜的に催芽種子を鉄コーティングして播種できます。この場合、コーティングした後2～3日のうちに播種しますので、種子は十分に乾いていません。そこで、コーティング後は苗箱に入れたままにしておき、播種直前に取り出し発熱による種子の損傷を回避するなどの工夫が必要です。

おわりに

鉄コーティング種子は室温で数ヶ月保存でき、

また低温庫に入れておけば翌年にも使用できます。このため種子を前もって準備でき、大規模農家にも都合が良いと思われます。

使用する鉄粉量は0.5～5kg/10aであり、秋落ち対策などのために推奨されている含鉄資材の連年施用量の2～15%に相当します。鉄コーティング直播を継続しても人と環境への安全性に問題はないと考えられます。

湛水条件下での播種では代かき水を落とさないため、除草剤の効きがよく、水質保全や減農薬につながります。代かき水の落水は肥料成分の流出をもたらす、湖沼の富栄養化をもたらします。代かき水を溜めたままでの除草剤の散布は雑草防除に効果的です。

一方で、いくつかの問題点もあります。劣化した種子（発芽率90%以下）は鉄コーティングにより発芽率が低下します。また種子消毒剤の種類によっては鉄コーティングにより薬害が出て発芽率が低下する場合があります。このような問題を避けるために、鉄コーティング種子の発芽率は必ず測定し、発芽率が高いことを確認した後で水田に播種します。このようにしておけば、もし水田で直播に失敗したとき、原因が、種子にあったのか、水田の管理にあったのか、明らかになります。

種子の発芽とそれに続く初期生長は環境に対して鋭敏に反応します。代かき土壤の化学性、特に異常還元の問題は複雑であり、直播種子の発芽・初期生長との関係については、まだまだ不明な面も多く残っています。現在、これらの問題を解決するため、多くの生産者にご協力いただき、さまざまな水田でこの技術を試しています。

主な参考資料

- 1) 平成13年度近畿中国四国農業研究成果情報「湛水直播水稻における種子の鉄コーティングによる浮き苗回避」p.219,「浸種催芽・乾燥処理による高活力イネ種子の製造と利用」p.221
- 2) 山内稔（2004）農業および園芸 79：947-953
- 3) 山内稔（2005）現代農業84（3）：114-117