

研究論文

栽培

石灰窒素の散布が湛水土中直播水稻の出芽に及ぼす影響

松島憲一^{*1)}・脇本賢三¹⁾・吉永悟志¹⁾・田坂幸平¹⁾・大森博昭²⁾⁽¹⁾農業技術研究機構・⁽²⁾電気化学工業株式会社

要旨: 水稻栽培において苗を食害するスクミリンゴガイ (*Pomacea canaliculata* (LAMARCK)) 防除に効果のある石灰窒素が湛水土中直播水稻の出芽に及ぼす影響をポット試験で調査した。酸素発生剤 (カルパー粉粒剤 16) 無被覆の種子の場合、石灰窒素の散布により出芽阻害が見られたが、被覆した種子では障害は見られず、むしろ、石灰窒素の量が増えると最終出芽率が高くなる傾向にあった。また、土壌溶液中のカルシウムシアナミド濃度を測定し経時変化を調べたところ、代かき直後に比べて、4日後ではカルシウムシアナミド濃度が27%~17%まで減少した。さらに、麦稈を鋤込んだ土壌に石灰窒素を散布した場合も、無被覆種子では麦稈および石灰窒素の影響を受け、出芽が悪くなったが、被覆種子は若干の差はあるものの、概ね高い出芽を得られた。以上の結果、石灰窒素を散布した土壌において湛水直播を行う場合は酸素発生剤の被覆により薬害 (出芽障害) を回避できることが判明した。

キーワード: 出芽, 水稻, スクミリンゴガイ, 石灰窒素, 湛水直播, 薬害。

スクミリンゴガイ (*Pomacea canaliculata* (LAMARCK)) は我が国における温暖地での水稻栽培において幼苗を食害することが問題となっている。その被害面積は1985年には51 haであったが、1995年には4602 haと拡大し、今後も増加するものと見込まれている (和田 2000)。

スクミリンゴガイの防除法の一つとして石灰窒素の散布が有効であり (宮原ら 1987), 移植水稻栽培における石灰窒素の施用法・効果についてはこれまでに多くの報告がある (牧野・小澤 1987, 平井 1987, 林ら 1988, 小澤・牧野 1989, 矢野ら 1990, 山下 1993, 菖蒲 1996, 平ら 1997, 廣瀬ら 1999, 和田 1997, 2000)。しかしながら、石灰窒素はスクミリンゴガイ防除に効果があるものの、水稻苗に対しても薬害を与えることから、その薬害回避のために移植栽培において石灰窒素散布後から移植までに約10日間をおくことが必要となる (菖蒲 1996, 和田 1997)。また、水稻収穫後に湛水し、石灰窒素を施用して越冬前の貝を減少させ、翌年の被害を軽減させる方法 (牧野・小澤 1987, 山下 1993, 菖蒲 1996, 平ら 1997) も報告されている。

一方、湛水直播栽培では出芽直後の軟弱な幼芽が本田に存在することになり、移植栽培よりもスクミリンゴガイによる食害を受けやすいことから、効果的な防除法の開発が求められている。現在、普及してきている水稻湛水直播栽培における播種後落水管理は安定した出芽・苗立確保のために行われているが (大場 1997), 湛水状態でのみ活動するスクミリンゴガイの食害回避にも有効とされており、さらに効果的な水管理方法についても検討・報告されている (福島ら 1998, 和田ら 1999, 和田 2000, Wadaら 1999)。しかしながら、田面の高低, 播種後の降雨などにより本田において完全な落水管理は難しいことや、雑草防

除や漏水防止の観点からは播種後1週間から10日程度で再入水する必要があることから、落水処理のみによるスクミリンゴガイの食害回避は充分ではない。この他の湛水直播栽培における防除法に関しては薬剤防除法 (鶴町ら 1997) および石灰窒素の利用 (注: 平成8年度試験研究成績概要集作物編, 佐賀県農業試験研究センター) に関する報告がみられるものの、その報告例は少なく、湛水直播栽培におけるスクミリンゴガイ防除技術は確立されていないのが現状である。

実際の圃場の場合は麦稈をはじめとした作物残渣等の有機物が土壌に混入しており、これまでの報告で稲わら, 麦わらの施用により土壌の還元が進み、湛水直播における種子の出芽率が低下することがこれまでに知られている (井澤ら 1985, 井村ら 1985, 土居ら 1986, 大隅ら 1988, 鍛冶原ら 1989, 渡部ら 1990, 萩原 1993)。また、佐賀県農試におけるこれまでの調査 (注: 平成10年九州農業研究成果情報第13号上巻) によると、麦稈施用が石灰窒素による移植苗への薬害を増大させるということが示されている。

そこで、湛水直播栽培における効果的なスクミリンゴガイ防除に向けて、石灰窒素散布が水稻の出芽に及ぼす影響についての基礎的知見を得るために、石灰窒素を散布したポットおよび、これにあわせて麦稈を施用したポットによる出芽試験を実施した。

材料と方法

実験1. 石灰窒素散布量が出芽に及ぼす影響

品種は、北部九州地域での湛水直播栽培に最も多く用いられているヒノヒカリを供試した。ハト胸状に催芽した種子 (以下、無被覆種子と表記) とこれに酸素発生剤 (カル

パー粉粒剤16)を乾粒重の2倍相当量を被覆した種子(以下、被覆種子と表記)を用いて出芽試験を実施した。なお、被覆作業は播種3日前に行い、被覆後、被覆直後の96%の重量になるまで陰干しし、播種まではビニール袋に密封して10℃の低温条件下で保管した。

出芽試験には内寸縦190 mm、横335 mm、深さ155 mmの角形ポットに排水用のパイプを二本底面に通したものを使用した。土壌は福岡県筑後市の九州農業試験場内の細粒灰色低地土を使用し、粒状石灰窒素複合肥料[全窒素含量10.6%、うちシアナミド態窒素9.2%含有(試供品)、以下、石灰窒素と表記]のみの施用とした。石灰窒素の散布量を面積当たりで換算し、窒素成分量で0 g/m²、2.5 g/m²、5 g/m²、7.5 g/m²および10 g/m²の5段階とした。

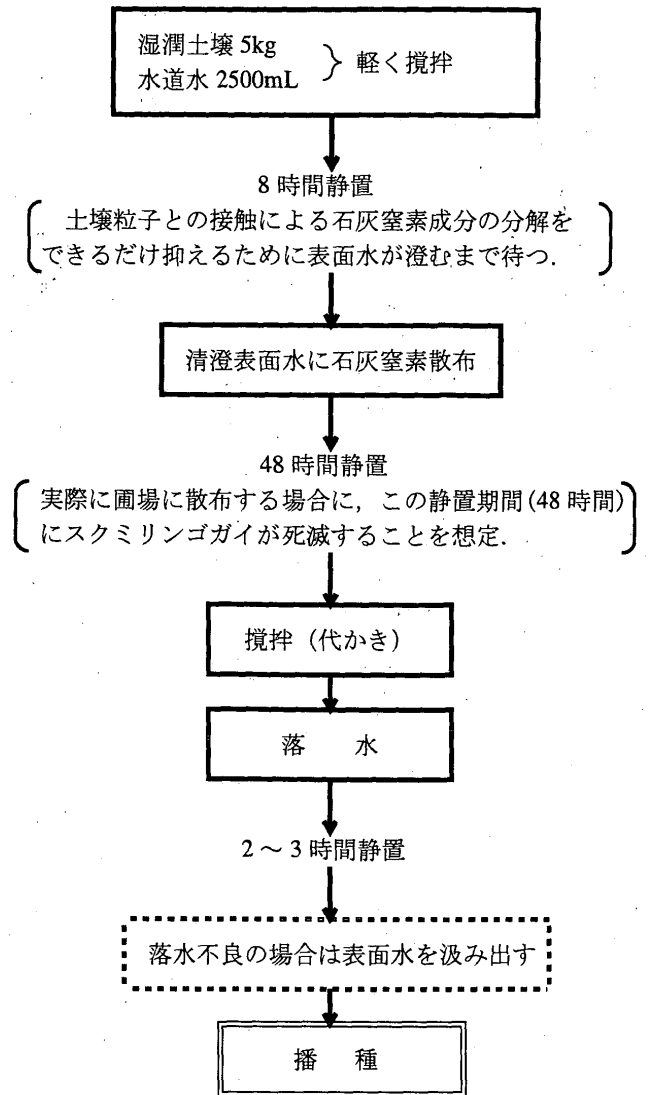
石灰窒素の散布と播種は第1図の手順で行った。湿潤土壌を5 kg 詰めた角形ポットに水道水2500 mLを加え、手で軽く攪拌し、8時間静置した。静置後、澄んだ表面水に石灰窒素を散布した。澄んだ表面水に石灰窒素を散布するのは、石灰窒素が土壌粒子との接触によって分解されることを極力抑えるためである。散布後48時間静置した後に攪拌(代かき)し、ポット底面土壌中に通したパイプによって2~3時間で落水させたが、落水が不良である場合は表面水をスポイトで汲み出した。石灰窒素散布後に48時間静置したのは、石灰窒素から溶出するシアナミドの濃度が散布後48時間前後で最大になることと、予備試験により、この静置期間にスクミリンゴガイがほぼ死滅することが判明していることに基づくものである。以上の処理を行った後、土壌表面から10 mmの深さに種子を細い棒で押し込んで播種し、播種後は20℃の恒温室内に設置し落水条件下で出芽させた。1処理区につき50粒播種し3反復とした。播種後14日間の出芽を調べ、平均出芽日数および最終出芽率を算出した。

実験2. 土壌溶液中の石灰窒素成分濃度の経時変化

実験1の出芽試験においては代かき直後の播種から約4日に出芽が始まっており、石灰窒素成分であるカルシウムシアナミドはこの4日間に種子の出芽に対して影響を及ぼしていることが推察されることから、この期間のカルシウムシアナミドの濃度の経時変化を調べた。

石灰窒素の散布および土壌の処理は第1図で示した手順で行った。ただし、実験1と同様に代かき後に自然落水をした場合、土壌溶液が少なくなり濃度測定に支障をきたすことが懸念されたため、代かき後は表面水を全て汲み出し、飽水状態とした。代かき直後の表面水(懸濁した上澄み)は0.2 μmメンブランフィルターでろ過して代かき0日後のサンプルとし、代かきの翌日から4日間(20℃恒温条件)は土壌溶液採取器(ファイバー式、大起理化学工業社製)を用いて採取した土壌溶液をサンプルとした。

石灰窒素の主成分であるカルシウムシアナミドの土壌溶



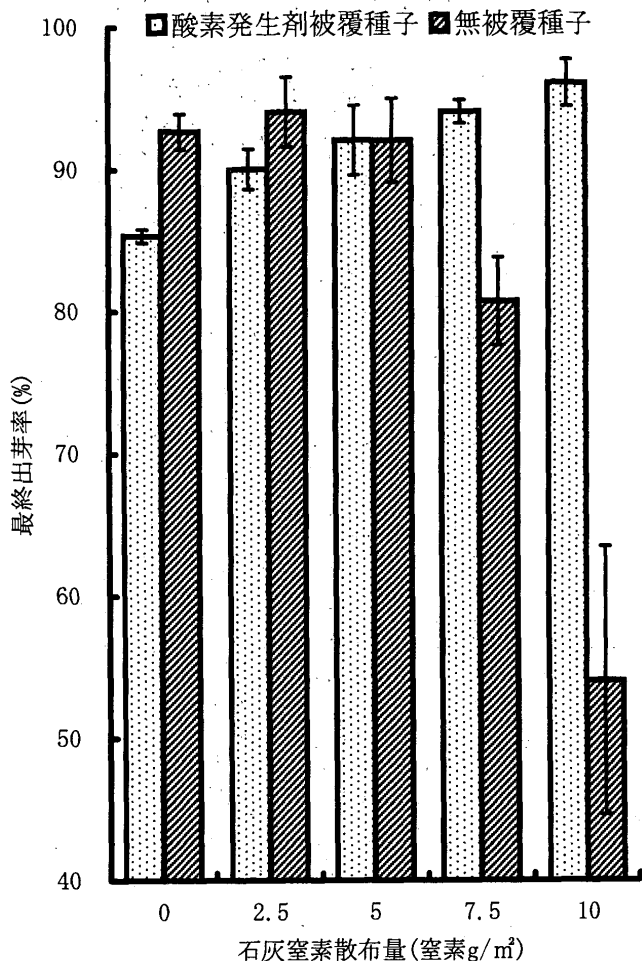
第1図 石灰窒素散布ポット試験の土壌処理手順。

液中の濃度は次の手順で測定した。一定量(カルシウムシアナミドが高濃度である場合は0.5 mL、低濃度の場合は1 mL)の土壌溶液を比色管(25 mL)に採取し蒸留水を加えて15 mLとし、pH 10.4炭酸塩緩衝液を10 mL添加した後、ペンタシアノアンミン鉄(II)酸ナトリウム二水合物4%水溶液を1 mL添加し発色させ、530 nmの吸光度を分光光度計(島津製作所UV-1200)を用いて測定し、比色法により濃度を求めた。石灰窒素散布量はポット面積換算窒素成分量で5 g/m²と10 g/m²の2処理とし、代かき後4日間のカルシウムシアナミド濃度の経時変化を調査した。

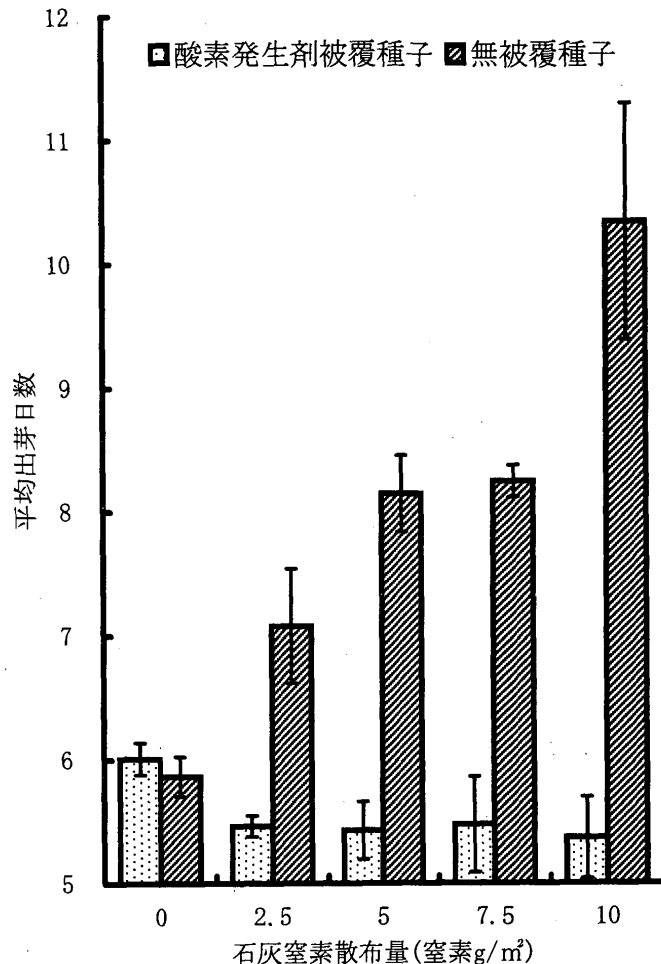
実験3. 麦稈施用条件下における石灰窒素散布の出芽に及ぼす影響

実際の圃場ではポットの土壌条件と異なり、麦稈をはじめとした作物残渣等の有機物が土壌に混入していることから、実験3は麦稈を混ぜた土壌条件下で出芽試験を行なった。

長さ約10 mmに裁断した麦稈を0 g/m²、400 g/m²、800 g/m²の3段階で施用し、石灰窒素の散布量0 g/m²、



第2図 石灰窒素散布量と最終出芽率（ポット試験，播種後14日）との関係。垂直線は標準誤差。



第3図 石灰窒素散布量と平均出芽日数（ポット試験，播種後14日）との関係。垂直線は標準誤差。

5g/m²、10g/m²の3段階とした計9組合せの処理区を設定した。なお、麦稈は入水前日に土壌と混和した。これ以外の実験条件はすべて実験1と同様とした。

結果と考察

1. 石灰窒素散布の影響

第2図に実験1の播種後14日目の最終出芽率を示した。無被覆種子は石灰窒素の散布量が窒素量5g/m²を越えると出芽率が顕著に低下したが、被覆種子は石灰窒素の散布量にかかわらず出芽の低下は見られず、散布量が多くなると出芽率も高まる傾向がみられた。

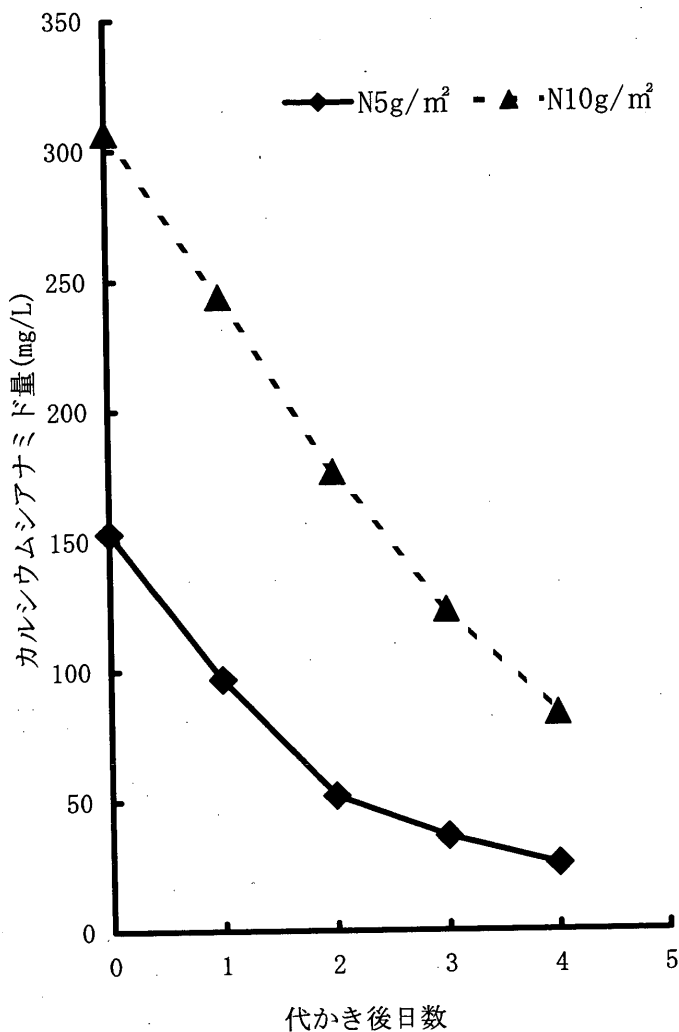
第3図には播種後14日間の平均出芽日数を示した。平均出芽日数は播種から出芽までの日数の平均値であり、この値が小さいと出芽が速いということを表す。無被覆種子では石灰窒素散布量が多くなると平均出芽日数が長くなり出芽が遅れる結果となったが、被覆種子は石灰窒素の散布量にかかわらず短く、出芽が速い結果となった。

以上のように、移植栽培時において石灰窒素を散布すると水稻苗に葉害が見られるのと同じように、無被覆種子の場合は石灰窒素による葉害が出芽において見られることが明らかになった。一方、被覆種子の場合は石灰窒素散布量が増加しても出芽率の低下および出芽速度の低下はみられ

なかった。スクミリンゴガイ防除のために石灰窒素を散布する場合は窒素量4~6g/m²で効果があるとされており（宮原ら1987，牧野・小澤1987，林ら1988，矢野ら1990，山下1993，菖蒲1996，平ら1997，和田1997），今回の調査によりこれを超える量の石灰窒素を散布した場合でも被覆種子の場合は出芽障害が見られないことが判明した。

なお、石灰窒素散布区について播種後20日頃までの幼芽の状態を観察したところ、散布量にかかわらず褐変、黄化、枯死等の障害も見られなかった。

次に石灰窒素の主成分であるカルシウムシアナミドの試験土壌中の濃度の経時変化（実験2）を第4図に示した。代かき直後の表面水（代かき0日後）では窒素量10g/m²散布区で307mg/L、窒素量5g/m²散布区で153mg/Lとなった。この後、カルシウムシアナミド濃度は徐々に減少し、4日後の土壌溶液中には窒素量10g/m²散布区で84mg/L、窒素量5g/m²散布区で26mg/Lとなり、代かき直後に比べてそれぞれ27%および17%にまで減少した。このことから、代かき直後ではカルシウムシアナミド濃度は高い状況下にあるものの、土壌粒子との接触により分解が進み、出芽が始まる代かき4日後には濃度がある程度低くなっていることが判明した。



第4図 石灰窒素散布土壌溶液中のカルシウムシアナミド濃度。

以上の結果より、無被覆種子において出芽障害が見られ、被覆種子では見られなかったのは、代かき直後に播種された無被覆種子がカルシウムシアナミド濃度の高い土壌に直接接触したためであり、被覆種子の場合は播種直後に土壌との直接接触が無く、カルシウムシアナミド濃度が低下した後に発芽したためではないかと推察されるが、被覆された酸素発生剤の水分浸透等の物理性、アルカリの影響等の化学性を考慮してさらに調査する必要がある。また、実験1および実験3の麦稈無施用区において石灰窒素の散布量が増えると被覆種子では出芽率も高まる結果となった(第2図, 第1表)。石灰窒素にはノビエ種子等(井上ら 1970, 1971)、様々な植物に対する休眠覚醒効果があることが知られている(渡辺 1998)。本試験ではハト胸状に催芽した種子を使用しており、休眠覚醒とは異なるものと思われるが、このような石灰窒素散布量の増加により被覆種子の最終出芽率が高まる原因については、さらに検討していく必要がある。

2. 麦稈施用条件下における石灰窒素散布の出芽に及ぼす影響

実験1のポット試験により酸素発生剤を被覆した種子で

第1表 石灰窒素散布と麦稈施用が水稻種子の最終出芽率に及ぼす影響。

石灰窒素散布量 (窒素量g/m ²)	麦稈施用量 (g/m ²)	最終出芽率(%)	
		無被覆種子	被覆種子
0	0	80.7	79.3
	400	33.3	86.7
	800	32.0	82.7
5	0	53.3	89.3
	400	10.7	76.0
	800	14.7	68.0
10	0	15.0	94.0
	400	8.7	84.0
	800	1.3	77.3
LSD 5%	麦稈施用量	14.9	3.8
LSD 5%	石灰窒素散布量	13.6	3.8
麦稈施用量×石灰窒素散布量		n.s.	**

播種後14日後の調査, n.s.:有意差無し, **:1%水準で有意。

第2表 石灰窒素散布と麦稈施用が水稻種子の平均出芽日数に及ぼす影響。

石灰窒素散布量 (窒素量g/m ²)	麦稈施用量 (g/m ²)	平均出芽日数(日)	
		無被覆種子	被覆種子
0	0	8.3	7.3
	400	9.1	7.4
	800	10.0	7.3
5	0	10.7	6.6
	400	10.2	7.4
	800	11.3	6.4
10	0	12.3	6.0
	400	11.3	6.7
	800	9.5	6.6
LSD 5%	麦稈施用量	n.s.	0.47
LSD 5%	石灰窒素散布量	1.18	0.47
麦稈施用量×石灰窒素散布量		*	**

播種後14日間の調査, n.s.:有意差無し, **:1%水準で有意, *:5%水準で有意。

は石灰窒素による薬害が発生しないことが明らかになったが(第2図および第3図)、より実際の圃場条件に近いと思われる麦稈施用土壌を用いて、麦稈施用と石灰窒素散布の影響を出芽試験で調査した(実験3)。

石灰窒素を散布しない条件で無被覆種子の出芽性を見ると、麦稈無施用区では80.7%であったのに対し、麦稈400g/m²施用区で33.3%、800g/m²施用区で32.0%と著しく低下した。一方、被覆種子の出芽率は、麦稈無施用区で79.3%、麦稈400g/m²施用区で86.7%、800g/m²施用区で82.7%となり、麦稈の施用量が多くなっても出芽率の低下は認められず、萩原の報告(萩原 1993)とほぼ一

致した(第1表)。また、田中ら(1999)は砂壤土に被覆種子を播種し、落水条件で出芽させた場合、その出芽・苗立に麦稈施用の影響は見られなかったとしている。落水条件下で行った本実験でも被覆種子を播種した場合では麦稈施用による影響が見られず、田中ら(1999)の結果と一致した。

次に麦稈を施用した土壤への石灰窒素散布が最終出芽率に与える影響について見ると(第1表)、無被覆種子では石灰窒素無散布、麦稈無施用とした試験区では80.7%と高い最終出芽率となったが、これ以外の試験区では最終出芽率が低く、特に石灰窒素の施用区では15%以下となった。これに対し被覆種子は麦稈施用および石灰窒素散布にかかわらず概ね70%以上の最終出芽率を示したが、麦稈800 g/m²相当施用区で若干劣る結果となった。

同じく平均出芽日数についてみると無被覆種子では石灰窒素無散布、麦稈無施用の場合では8.3日、石灰窒素無散布、麦稈400 g/m²施用区では9.1日となったが、それ以外の試験区では、石灰窒素10 g/m²散布、麦稈800 g/m²施用区を除き、平均出芽日数が10日を越え、出芽が遅くなった(第2表)。なお、石灰窒素10 g/m²散布、麦稈800 g/m²施用区についても9.5日と日数が短い結果となったが、これは、この区では最終出芽率が1.3%(出芽2個体)と著しく低いことが影響している。一方、被覆種子ではいずれも7.4日以下の平均出芽日数となっており出芽が早いことが分かった。

以上の結果により、麦稈等の有機物が土壤に鋤込まれた条件においても石灰窒素の散布による出芽障害は被覆種子を用いることにより軽減されることが明らかになった。

3. まとめ

以上の結果により、石灰窒素を散布した土壤に湛水土中直播を行った場合、酸素発生剤を被覆した種子はほぼ問題なく出芽することが明らかになった。

これまで湛水直播栽培において石灰窒素を散布した場合、葉害による出芽障害が危惧されるため、移植栽培同様、石灰窒素散布後は播種まで10日間程度静置する必要があるとされていた(注:平成8年度試験研究成績概要集作物編。佐賀県農業試験研究センター)。スクミリングガイ被害地域でもある北部九州では稲麦二毛作が行われていることが多いが、この営農体系では麦収穫から稲直播適期までの期間が短く、この間に石灰窒素散布後の10日間静置を含む長期の作業期間を取ることは困難である。本研究の結果、石灰窒素散布後に48時間静置してから代かきおよび播種を行う方法でも、酸素発生剤被覆種子であれば出芽に障害が見られないことが確認されたことから、作業期間を短縮した栽培法が可能となる見通しが得られた。

ただし、実験3において土壤中への麦稈の施用量によっては石灰窒素の散布により若干の最終出芽率の低下が見られたことから、石灰窒素を用いたスクミリングガイ防除技

術の確立のためには、実際の圃場においての石灰窒素の散布が出芽・苗立に及ぼす影響について調査する必要がある。また、石灰窒素は殺菌剤としてのみならず基肥窒素肥料として利用できるため、今後は窒素施用法を含めた効果的な利用法の検討が必要である。

謝辞:本研究において供試した粒状石灰窒素複合肥料については電気化学工業の弓掛弘達氏に分譲いただいた。ここに記して感謝を申し上げます。

引用文献

- 土居健一・大隅光善・真鍋尚義 1986. 湛水土壌中直播栽培における2, 3の問題点. 第3報 土壤の還元程度と出芽率. 九農研 48:35.
- 福島裕介・藤吉臨・石丸知道 1998. 水稻湛水直播栽培における初期水管理がスクミリングガイの被害軽減に及ぼす影響. 九農研 60:13.
- 萩原素之 1993. 水稻の湛水土壌中直播における出芽・苗立に関する研究—種子近傍の土壤の酸化還元との関係に特に注目して—. 石川農短特研報 20:1—103.
- 林嘉孝・永井清文・恒吉隆・戸高隆 1988. スクミリングガイに対する石灰窒素の施用効果. 九病虫研会報 34:121—123.
- 平井剛夫 1987. スクミリングガイの生態と防除. 農及園 62:42—46.
- 廣瀬敏晴・山下賢一・田中尚智・八瀬順也 1999. スクミリングガイの発生と防除法. 兵庫農技研報(農業) 47:6—9.
- 井村光夫・萩原素之・三石昭三 1985. 水稻の湛水土中直播における出芽・苗立不安定要因の解析. 第1報 土壤還元および湛水中溶存酸素量と出芽(ポット試験). 日作紀 54(別2):28—29.
- 井上克弘・東俊雄・山崎欣多 1970. 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究.(第1報)呼吸阻害剤および呼吸阻害性ガスの休眠覚醒作用. 土肥誌 41:377—382.
- 井上克弘・東俊雄・山崎欣多 1971. 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究.(第2報)呼吸阻害による休眠覚醒現象の誘発について. 土肥誌 42:157—162.
- 井澤敏彦・平岡博幸・西山岩男 1985. 湛水直播水稻の苗立に及ぼす土壤還元の影響. 第1報 小麦わらおよび炭水化物添加土壤における酸化還元電位と湛水直播水稻の苗立との関係. 日作紀 54(別1):24—25.
- 鍛冶原俊夫・泉恵市・加賀山文雄・清田洋次・横山威・郡司掛則昭 1989. 麦跡湛水直播栽培技術の確立. 熊本農試研報 15:1—30.
- 牧野秋雄・小澤朗人 1987. 石灰窒素によるスクミリングガイの防除. 関東東山病虫研会報 34:208—210.
- 宮原義雄・平井剛夫・大矢慎吾 1987. スクミリングガイに対する薬剤防除試験. 九病虫研会報 33:106—109.
- 大場茂明 1997. 落水出芽法の由来. 農業技術 52:33—34.
- 大隅光善・土居健一・佐藤寿子・真鍋尚義 1988. 重粘土水田における水稻湛水土壌中直播栽培技術. 第1報 出芽苗立の安定化. 福岡農総試験報 A—7:19—24.
- 小澤朗人・牧野秋雄 1989. スクミリングガイの生態と防除. 植物防疫 43:38—41.
- 葛蒲信一郎 1996. スクミリングガイの生態と防除. 植物防疫 59:3—9.
- 平博之・山口純一郎・小森辰巳・田中靖・三原実・田中龍臣 1997. 普通期水稻における石灰窒素の秋施用によるスクミリングガイの防

- 除効果. 九農研 59:10.
- 田中浩平・神内暢明・矢野敏行・原田皓二 1999. 水稲直播栽培における出芽・苗立ちの安定化のための初期水管理. 日作九支報 65:13-15.
- 鶴町昌市・H.D. Just, Jr.・G.F. Estoy, Jr.・M.S. Dera Cruz 1997. 湛水直播栽培におけるスクミリンゴガイの防除時期について. 九農研 59:77.
- 和田節 1997. スクミリンゴガイの生態と防除. 農業技術 52:24-27.
- Wada, T., K. Ichinose and Higuchi, H. 1999. Effect of drainage on damage to direct-sown rice by the apple snail *Pomacea canaliculata*. (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae). Appl. Entomol. Zool. 34:365-370.
- 和田節・市瀬克也・杉浦直幸・福島裕介 1999. 湛水直播水稲におけるスクミリンゴガイによる被害:播種後3週間落水体系による被害と雑草の発生. 九病虫研究会報 45:68-71.
- 和田節 2000. スクミリンゴガイ. 農及園 75:215-220.
- 渡部富男・和田潔志・小川豊・西川康之・恵畑康利 1990. 水稲の早期栽培地帯における湛水土中直播栽培法に関する研究 2. 出芽・苗立ちの安定化. 千葉農試特報 17:3-19.
- 渡辺優 1998. 私の観る「石灰窒素の休眠覚醒効果」. 農及園 73:45-48.
- 山下泉 1993. 高知県におけるスクミリンゴガイの越冬状況とその防除対策. 四国植防 28:71-77.
- 矢野貞彦・森下正彦・城野晋・東勝千代 1990. スクミリンゴガイの発生実態と防除対策. 和歌山農試研報 14:45-50.

Effects of Calcium Cyanamide Application on Seedling Emergence in the Submerged Direct-Seeding of Rice: Ken-ichi MATSUSHIMA^{*1)}, Kenzo WAKIMOTO¹⁾, Satoshi YOSHINAGA¹⁾, Kohei TASAKA¹⁾ and Hiroaki OHMORI²⁾ (¹⁾Natl. Agr. Res. Cent. for Kyushu Okinawa Region, Chikugo 833-0041, Japan; ²⁾Denki Kagaku Kogyo K.K.)

Abstract: The application of calcium cyanamid is effective in the control of apple snail (*Pomacea canaliculata* (LAMARCK)) that damage rice seedlings. An investigation of the effects of calcium cyanamid application on seedling emergence in the submerged direct seeding of rice was carried out in pot experiments. In the case of seeds not coated with calcium peroxide, seedling emergence was inhibited. On the other hand, seeds coated with calcium peroxide showed normal seedling emergence, and the emergence rate increased as the quantity of calcium cyanamid application increased. In pot experiments, the concentration of calcium cyanamid in the soil solution after puddling was measured during 4 days. Compared with the concentration of calcium cyanamid in the soil just after puddling, the concentration of calcium cyanamid in the soil 4 days later was decreased to 27%~17%. In the other experiment carried out, in which soil was incorporated with wheat straw, calcium cyanamid inhibited the seedling emergence of non coated seeds, but that of coated seeds was not.

Key words: Apple snail, Calcium cyanamide, Chemical injury, Rice, Seedling emergence, Submerged direct seeding.