

雑草イネ・漏生イネの防除技術・防除事例

石灰窒素を用いた雑草イネ・漏生イネ防除技術・防除事例を紹介します。

（出展：雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアル（農研機構刊行）より）

I.要素技術編

--収穫後・作付け前の防除技術--

本編では、収穫前に脱粒して地表面に残る雑草イネ・漏生イネの種子を、収穫後から翌年の作付け前までに死滅させる技術、および作付け前に出芽した個体を防除する技術を紹介します。

1. 石灰窒素

1) 技術の概要

肥料資材として知られている石灰窒素には雑草防除効果があり、農薬としての登録もあります。雑草防除効果としては、石灰窒素を水稻収穫後（水稻刈跡）に散布、または水稻播種前または移植前に散布して、**地表面の雑草種子に作用し**、次作の雑草発生量を減らす効果があります。この効果は、雑草イネ・漏生イネ種子の防除にも利用できます。以下にその使用方法と注意点を記します。

2) 必要な資材・使用条件等

国産石灰窒素(55%粒状)の雑草防除効果に関する農薬登録は、下記のとおりです。（2019年3月末に一部登録拡大となりました。）

作物名	適用場所	(雑草)名	使用量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法
水稻	-	ノビエの休眠覚醒 (湿田及び半湿田)	40～50kg/10a	水稻刈取後 1 週間以内	1 回	全面散布
			30～70kg/10a	は種前又は植付前		散布
水田作物 (水田刈跡)	水田刈跡	水田一年生雑草	50～70kg/10a	水田作物刈取後		

雑草イネ・漏生イネの防除を目的とした使い方は、収穫後の雑草イネ・漏生イネの籾が地表面に出ている**耕起前の状態**で、**稲わらを除いて 50kg/10a を目安に散布**します。石灰窒素の防除効果を得るために、圃場を耕起する場合は**石灰窒素散布後 3 週間以上経過してから耕起**することが必要です。

寒冷地では不耕起のまま越冬させる方が高い防除効果を得られるため（p.27 参照）、寒冷地の圃場で秋に散布する場合は、散布後の耕起を避けて、春まで不耕起としてください。また**石灰窒素は肥料効果があるため**、生育過剰にならないよう次作は減肥を検討する必要があります（p.15 参照）。

水稻収穫後ではなく春（播種前又は植付前）に散布する場合も春まで不耕起とし、次作が生育過剰にならないように春の散布量は 30kg/10a を目安とします。この場合も、耕起の 3 週間以上前に散布して、散布から耕起まで 3 週間以上経過するようにします。

3) 期待される効果

漏生イネを対象とした試験では、稲わらのない条件で石灰窒素を秋に散布することで、散布をしない場合と比較して、越冬後の発生が 1/6 以下になりました（大平ら 2015）。雑草イネを対象とした試験では、石灰窒素を秋から春に散布することで、越冬後の種子の生存種子の無処理区比が 20%以下になりました（図 1）。

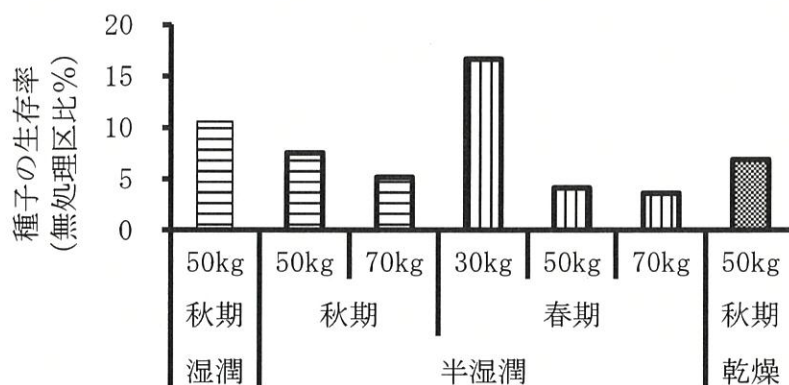


図 1 雑草イネ脱粒種子に対する石灰窒素散布の防除効果（2018 年、長野農試）

石灰窒素無処理区の生存種子割合に対する比率を示し、2016 年度および 2017 年度の平均値。
10 月下旬～12 月上旬に金ザルに充填した水田土壌表面に雑草イネ種子を播種し、各圃場に埋設した。
冬期間は不耕起状態として、春期耕起前に回収し、発芽試験、TTC 検定により判別した。
湿润：現地圃場（標高 363m）、半湿润：長野農試圃場（標高 350m）、乾燥：現地圃場（標高 593m）。
石灰窒素は、稲わらのない状態として、秋期は埋設日、春期は 3 月 1 日に散布した。30・50・70kg は 10a 当たり散布量。
石灰窒素散布後 1 ヶ月間の平均気温は、秋期が 3.3～9.4℃、春期が 3.7～6.2℃。

4) 注意点 (変動条件等)

(1) 散布後から耕起するまでの間隔

散布後直ぐに耕起すると効果がほとんどありません。散布後は直ぐに耕起しないようにし、耕起する場合でも、散布後3週間以上経過してから行うようにします(大平・白土 2015、図2)。春に石灰窒素を散布する場合は、収穫後に不耕起のまま越冬させ、春の耕起の3週間以上前に石灰窒素を散布します。

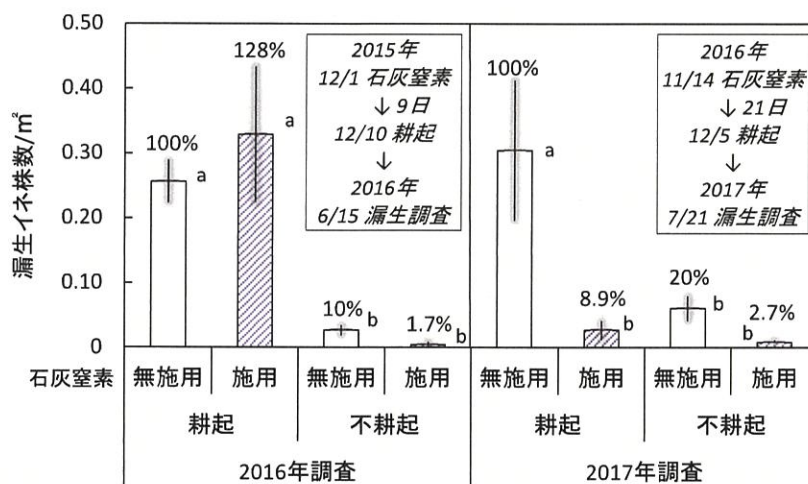


図2 翌年の水稻作における漏生イネ発生に対する石灰窒素散布の効果
(2015~2017年、古川農試)

2015年12月1日、2016年11月11日 宮城県古川農業試験場内の直播水稻収穫後の稲わらを除いた圃場に、同年産の紫稲の粃 3kg/10a を模擬的な脱粒種子として全面に散布
2015年12月1日、2016年11月14日 粒状石灰窒素 (50kg/10a) を散布
2015年12月10日 (石灰窒素散布の9日後)、2016年12月5日 (同21日後) 耕起 (10cm 深程度のロータリ耕)
2016年5月16日、2017年5月19日 (翌春耕起・代掻き後) 鉄コーティング種子 (被覆比 0.5、品種ひとめぼれ) を 0.25kg 乾粃/a 播種 (表面点播)、播種直後に初期除草剤ピラゾレート粒剤 (サンバード 1 キロ粒剤 30) 散布、
2016年5月31日 (播種後 21 日) ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤 (トップガンフロアブル) 2017年6月9日 (播種後 21 日) にテフリルトリオン・トリアファモン水和剤 (ボデーガードプロフロアブル) 散布
2016年6月15日、2017年7月21日: 漏生イネの発生量を紫イネの株立ち数として調査
グラフに付した数値は各年の耕起・石灰窒素無散布区を 100% とした対比、バーは標準誤差、異なるアルファベット間には 5% 水準で有意な差があることを示す (n=3~6)。

(2) 圃場の水分条件

石灰窒素散布後に土壌が乾燥していると効果が低くなります。石灰窒素散布後の土壌水分は、少なくとも 16%以上であれば高い効果が期待できます（図 3）。一方で、過湿条件でも効果が低下し、散布直後の極端な多雨で湛水状態になったまま数日間経過すると効果が大きく低下します。

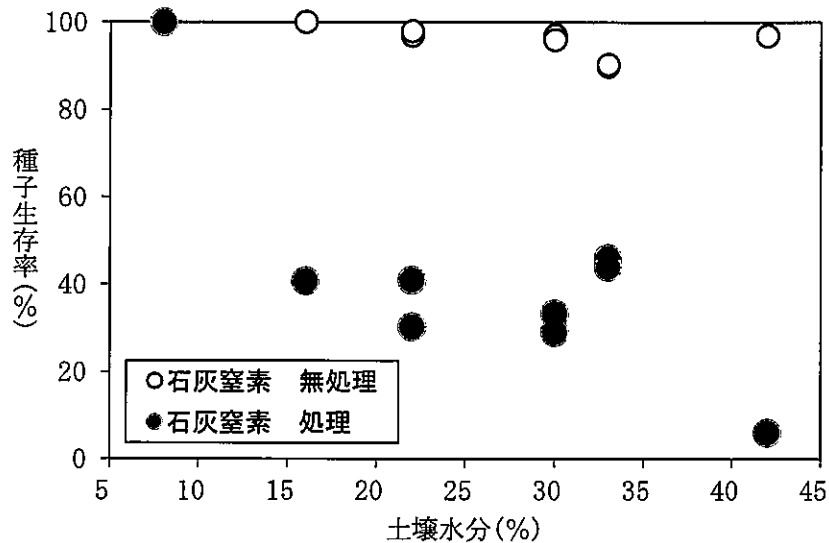


図 3 石灰窒素散布時の土壌水分と雑草イネ種子の死滅率(2017 年、茨城農研)

- 1) 供試材料：現地圃場で立毛採集した当年産種子。採集後チャック付ビニール袋に入れて試験実施まで 15℃保存。
- 2) 試験時期：2017 年 11 月～2018 年 1 月
- 3) 試験方法：直径 9cm、深さ 4.5cm の腰高シャーレに、水分条件を変えた水田土壌を深さ 3cm に詰め、雑草イネ種子を表層播種し、その上に石灰窒素 0.32g (50kg/10a 相当) を散布した。乾燥を防ぐためラップで包み、15℃で 21 日間静置した。静置後、未発芽種子を取り出し水洗後、湿らせた濾紙上に種子を並べ、25～30℃で 3～17 日間静置した。
- 4) 種子生存率：100－死滅率(%)とした。死滅種子の判断は、25℃静置後の未発芽種子のうち、押し潰し法で潰れた種子及び TTC 検定で染色されなかった種子とした。

(3) 圃場の温度条件

石灰窒素散布後、温度が高いほど効果が高く、低いと効果が出にくいとされます（大平ら2012）。室内実験では、10～25℃程度で高い効果を示しますが、種子の休眠状態等により、特に低温時の効果が変動することがあります（表1）。収穫後に散布して地表面で越冬した圃場条件では、平均気温10℃以下でも効果が確認されています（図1）。

表1 石灰窒素処理時の温度が雑草イネ種子の発芽に及ぼす影響（2018年、茨城農研）

石灰窒素 処理温度	石灰窒素 処理 (50kg/10a)	試験年度	供試 粒数	種子生存率 (%)
5℃	無	2017	98	98.5
		2018	100	93.0
	有	2017	96	85.4
		2018	100	17.5
10℃	無	2018	97	97.4
	有		96	17.3
15℃	無	2017	99	95.9
		2018	98	82.6
	有	2017	99	26.2
		2018	94	27.1
20℃	無	2018	97	26.9
	有		92	13.1
25℃	無	2017	99	90.9
	有		96	8.8

- 1) 供試材料：現地圃場で立毛採集した当年産種子。採集後チャック付ビニール袋に入れて試験実施まで15℃保存。
- 2) 試験時期：2017年11月～2018年1月、2018年11～12月
- 3) 試験方法：直径9cm、深さ4.5cmの腰高シャーレに、土壌水分24.0～25.0%の水田土壌を深さ3cmに詰め、雑草イネ種子を表層播種し、その上に石灰窒素0.32g(50kg/10a相当)を処理した。乾燥を防ぐためラップで包み、所定の温度で21日間静置した。静置後、未発芽種子を取り出し水洗後、湿らせた濾紙上に種子を並べ、25～30℃で3～17日間静置した。
- 4) 種子生存率：100－死滅率(%)で算出した。死滅種子の判断は、25～30℃静置後の未発芽種子のうち、押し潰し法で潰れた種子及びTTC検定で染色されなかった種子とした。また、処理期間中に発芽した個体は冬期の低温や耕起に伴う埋没により死滅すると判断し、死滅率に算入した。

(4) 稲わらなど残渣の影響

稲わらが残ったまま散布すると効果が低下します(図4)。稲わら等の残渣は、石灰窒素散布前に圃場外に持ち出してください。

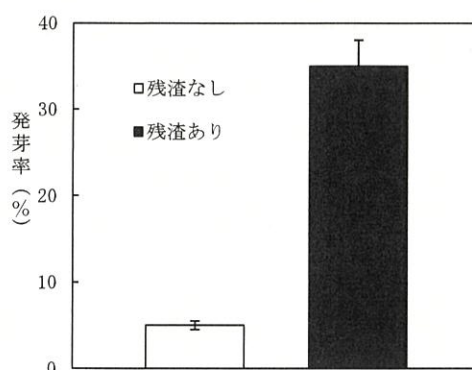


図4 石灰窒素処理時の稲わら残渣の有無と雑草イネ発芽率との関係(2016年、茨城農研)

- 1) 供試材料: 現地圃場で立毛採集した前年産種子。採集後チャック付ビニール袋に入れて試験実施まで15℃保存。
- 2) 試験時期: 2016年6月～9月
- 3) 試験方法: 直径9cm、深さ4.5cmの腰高シャーレに、土壌水分23.1%の水田土壌を深さ3cmに詰め、雑草イネ種子を表層播種し、その上に石灰窒素50kg/10a相当を処理した。藁残渣あり区は、雑草イネ種子の上に厚み1～1.5cmとなるよう藁残渣を乗せ、その上から石灰窒素を処理した。乾燥を防ぐためラップで包み、15℃で21日間静置した。静置後、未発芽種子を取り出し水洗後、湿らせた濾紙上に種子を並べ、25℃で2日間静置し、発芽率を調査した。

(5) 散布時期の影響、施肥効果

散布時期は収穫後耕起前の時期であれば50kg/10a、春耕起前の時期であれば30kg/10aが散布量の目安となります。石灰窒素は施肥効果があり、秋に50kg/10aまたは春に30kg/10aの石灰窒素散布を行った場合は、窒素換算で1.5kg～4kg/10a程度の肥料効果となります。このため、次作では施肥量の検討が必要となります。肥料効果は圃場や気象条件で異なり、これまでの試験では、減肥が不要な場合も認められているため、一概に減肥が必要とはいえませんが、圃場の状況に応じて減肥を検討してください。特に肥沃な圃場や倒伏が心配な圃場では4kg/10aまでを目安に減肥を検討してください。

5) 参考文献等

- ・ 石灰窒素工業会のホームページ (<http://www.cacn.jp>)
- ・ 大平 2016. 石灰窒素の秋季施用による漏生イネの発生低減(石灰窒素だより No. 150, 10-12)
- ・ 大平ら 2012. 異なる温度条件における石灰窒素処理が水稻種子の発芽率に及ぼす影響(日本作物学会紀事 81(別1), 246-247)

- ・大平ら 2015. 東北日本海側地域における水稻収穫後の圃場への石灰窒素散布が漏生イネの出芽・苗立ちに及ぼす影響（日本作物学会紀事 84, 22-33）
- ・大平・白土 2015. 石灰窒素の水稻発生抑制効果に及ぼす施用後の耕起時期の影響（日本作物学会講演会要旨集 240, 11）

1. 石灰窒素・有効除草剤を用いた 雑草イネ防除事例

1) 実証試験の概要・防除体系

- ＜実証試験地＞ 長野県 A 市
- ＜試験年次＞ 2016 年～2018 年
- ＜防除対象＞ 雑草イネ
草丈：「コシヒカリ」より高い
出穂期：「コシヒカリ」よりやや早い
出穂時のふ先色：赤紫色 玄米の外観：赤茶色
- ＜栽培様式＞ 湛水直播栽培（カルパー種子を用いた土中条播）、移植栽培
- ＜栽培品種＞ 「コシヒカリ」、「風さやか」
- ＜圃場面積＞ 20a
- ＜実証防除体系＞
- ①水稻収穫後：石灰窒素散布、冬期間は不耕起。
 - ②翌年水稻作：移植や播種後に雑草イネに有効な除草剤を体系処理、手取り除草。

長野県内で雑草イネが発生している圃場では、「雑草イネ総合防除対策マニュアル」（長野農試 2012）を参照し、移植栽培において雑草イネに有効な除草剤の体系処理を中心に、栽培イネの出穂期前後の手取り除草を組み合わせた防除を行っています。低コスト技術として切望されている湛水直播栽培については、有効な除草剤体系が組めないことから断念している事例が多くなっています。また、移植栽培においても手取り除草が盛夏となるため、労働負荷が大きく、生産費（労働費）を増大させています。そこで、慣行の防除法に加え、水稻収穫後に土壌表面にある雑草イネ種子に対して防除効果のある石灰窒素を組み入れた体系防除を実証しました（図 1、表 1）。石灰窒素の処理時期は水稻収穫後であるため、作業競合が少ない点も利点となります。

試験地の平年の気象条件は、10 月～3 月の日平均気温が 3.4℃、降水量合計が 792mm、降雪量合計が 841cm、水稻作付期間の 5 月～9 月には同じく 20.5℃、292mm、0cm です。



図1 実証の経過

(2018 年、長野農試)

上段：右が直播直後の実証圃場（左は移植圃場）。

中段左：直播1ヶ月後。雑草イネと疑われる条間からの漏生はみられない。

中段右：出穂始期のコシヒカリの中に開花期の雑草イネが散見された。手取り除草を実施した。

下段：
収穫前の圃場。雑草イネは見られず、玄米製品への混入もなかった。

2) 圃場の栽培管理と調査方法

2017 年（実証試験 1 年目）は移植栽培、2018 年（実証試験 2 年目）は湛水直播栽培を行い、雑草イネに対する防除体系、施肥窒素の減量を実施しました（表 1）。また、同一圃場内に雑草イネに有効な除草剤を使用しない箇所（対照区）を設けて体系防除の効果を比較しました。

7 月および出穂後（8 月）に雑草イネの残存個体数を調査し、調査後に手取り除草を行って抜き取り作業時間を調査しました。また水稻の生育および窒素吸収量（7 月、9 月）、収量（9 月）および玄米品質、雑草防除等に要した経費について調査しました。

表 1 実証圃場における耕種概要（2018 年、長野農試）

時期	項目	実証区	対照区
2016年 収穫期	雑草イネ	中程度の残草	
刈取跡	石灰窒素 ¹⁾	10月に50kg	
2017年 3～4月		耕起作業	
作付中	栽培様式	移植（5月）	
	品種	風さやか	
	有効除草剤 ²⁾	3回	なし
	手取り除草	出穂前（7月）→出穂後（8月）	
	窒素減肥量 ³⁾	1.5kg	—
刈取跡	石灰窒素 ¹⁾	10月に50kg	なし
2018年 3～4月		耕起作業	
作付中	栽培様式	湛水直播播種（5月）	
	品種	コシヒカリ	
	有効除草剤 ²⁾	3回	なし
	手取り除草	出穂前（7月）→出穂後（8月）	
	窒素減肥量 ³⁾	2.3kg	—

1) 10a 当たりの散布量。

2) 実証区：2017 年（移植栽培）の 1 回目はエリジャン乳剤、2 回目はアルハーブフロアブル、3 回目はアピログローMX ジャンボを用いた。2018 年（直播栽培）の 1 回目はボデーガード1 キロ粒剤、2 回目はフルイニングジャンボ、3 回目はザーベックス DX 1 キロ粒剤を用いた。使用除草剤は、「雑草イネ総合防除マニュアル」（長野農試 2012）および地区防除基準をもとに選定した。

対照区：雑草イネに効果が見込めない除草剤を使用した。

3) 10a 当たりの窒素換算減肥量

3) 防除効果、水稻の生育・収量

（1）雑草イネに対する防除効果

実証試験前年に約 1 株/m²の雑草イネが発生していた現地圃場において、石灰窒素の散布、雑草イネに有効な除草剤を使用したところ、2 年ともに試験前年（前年対照区）の 10%以下の発生量に抑制しました（図 2）。

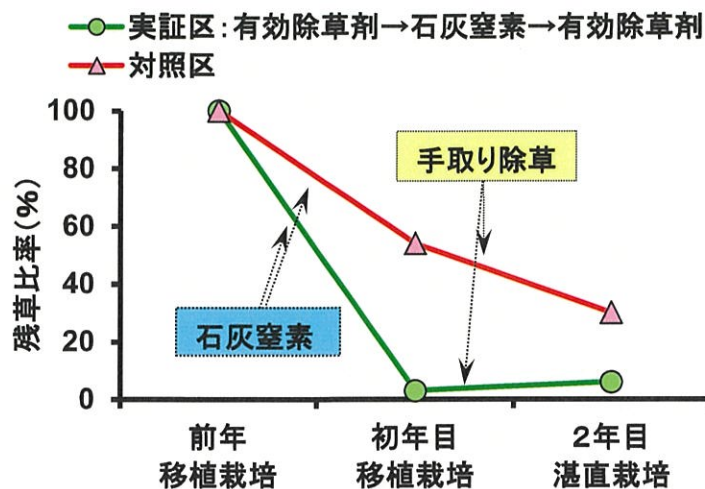


図2 石灰窒素と有効除草剤を用いた実証防除体系の効果（2018年、長野農試）
両区とも前年の水稲刈取り後に石灰窒素を散布し、初年目の作付け期間中の手取り除草を行った。
石灰窒素は50kg/10aを散布した。対照区は雑草イネに効果のない除草剤体系を使用。

（2）石灰窒素散布による水稲への影響

実証試験1年目は倒伏程度が増加し、2年目は整粒率が低下しました。長野県内における他の試験事例で、慣行窒素施肥量に比べ窒素換算で2.8～4.5kg/10aの減肥とした場合には、水稲の倒伏の発生、収量、玄米品質（整粒率、蛋白含有量）への影響がなかったことから、減肥量は3kg/a（窒素換算）程度が目安と考えられます。

4）技術の導入による生産費コストの増加

長野県の雑草イネが発生する圃場では、雑草イネに効果がある除草剤を3回散布し、残った個体を手取りで除草するため、雑草イネが発生しない圃場に比べ防除費用が大きく増大します。石灰窒素は経費負担がありますが、雑草イネが多発する圃場に比べれば雑草イネが減少するため、手取り除草労賃が減少し、さらに、減肥することにより掛かり増し経費が圧縮されます（図3）。

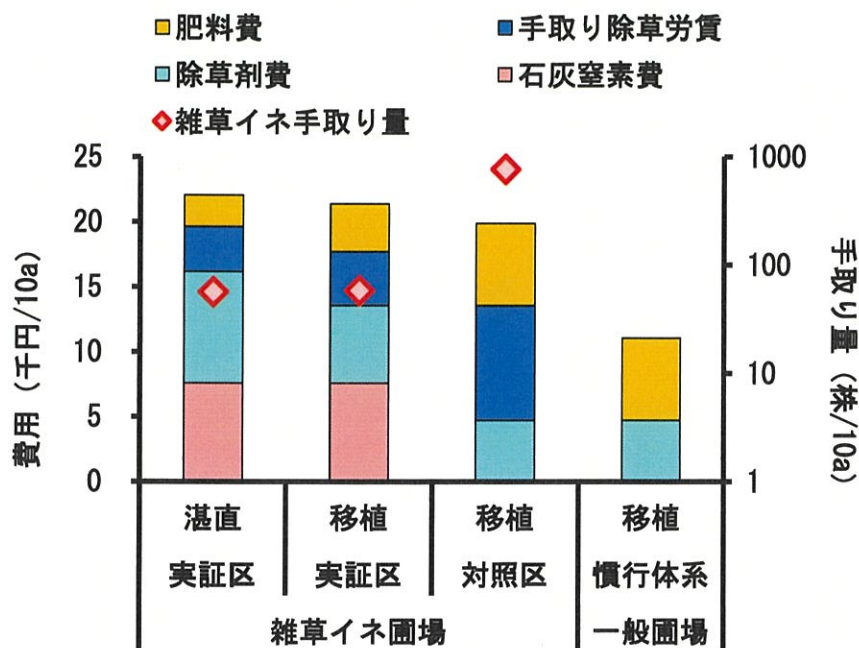


図3 石灰窒素と有効除草剤を用いた実証防除体系の経費の試算（2018年、長野農試）
 現地実証圃場における防除にかかわる費用、石灰窒素処理による翌水稻作での減肥、手取り除草労賃（1000円/時間）から試算した。一般圃場は、雑草イネの発生がない近隣のコンヒカリ移植栽培における試算。

5) 生産者の評価と今後の課題

石灰窒素を組み入れた防除体系を行ったところ、雑草イネの手取りが格段に楽になり、玄米への混入もなくなり好評でした。石灰窒素が水稻収穫後から翌年の耕起までの間にいつでも使えるので、作業の負担感が少なく、期待が大きいとのことでした。

確実な効果を得るには石灰窒素を散布する前に稲わらを除去しなければなりません。秋期の天候によっては稲わら収集ができないこともあるため、こうした圃場や年次で条件が異なった場合の対応が課題になります。

6) 試験に使用した資材

粒状石灰窒素 55

ボデーガード 1 キロ粒剤

フルイニングジャンボ

エリジャン乳剤

ナイスミドル 1 キロ粒剤

ザーベックス DX 1 キロ粒剤（「雑草イネ総合防除マニュアル」（長野農試 2012）より選定）

アピログロウ MX ジャンボ（A 地区防除基準より選定）

3. 石灰窒素・不耕起を用いた 漏生イネ防除事例

1) 実証試験の概要・防除体系

- ＜実証試験地＞ 宮城県 A 町農業生産者
＜防除対象＞ 漏生イネ（前年作付け品種「ふくひびき」由来）
＜栽培様式＞ 湛水直播栽培（鉄コーティング表面播種）
＜栽培品種＞ 「げんきまる」
＜試験年次＞ 2017 年～2018 年
＜圃場面積＞ 22 a×2 筆
＜実証防除体系＞ 水稻収穫後：石灰窒素、不耕起

実証試験地は宮城県北西部の丘陵地帯に位置しています。実証圃場を管理する生産者は12年前から水稻直播栽培に取り組み始め、現在では経営する11haの圃場全てで湛水直播栽培（鉄コーティング表面播種）を行っています。また、飼料用品種や糯品種等、多様な品種の栽培にも取り組んでいるため、品種の混入防止も重要な課題となっています。実証圃場は傾斜地の高低差がある圃区にあり、溜池用水をポンプアップし灌漑し、水稻を直播栽培で連作している圃場です。土壌タイプは有機物の少ない褐色森林土に近い灰色低地土に分類される埴壤土です。稲わらは圃場内で乾燥後に近所の畜産農家が回収し、堆肥と交換しています。

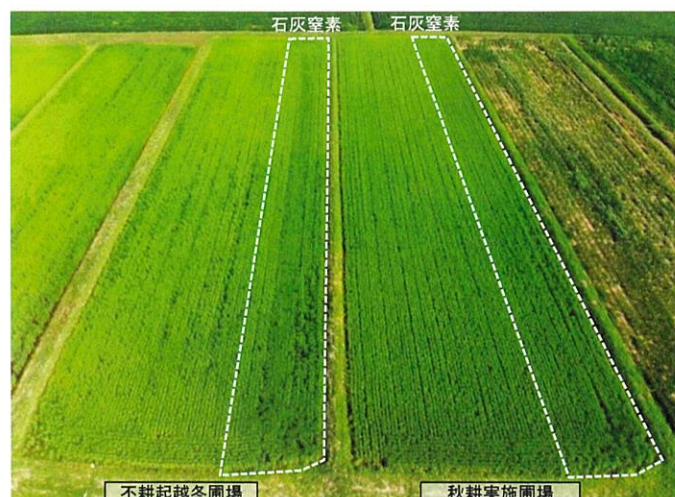


図1 栽培期間中の圃場写真（8月13日撮影）

2) 圃場の栽培管理と調査方法

鉄コーティングによる水稻湛水直播栽培を続けている圃場 2,200 m²×2 筆について、それぞれ、石灰窒素散布区 (650 m²) と無散布区 (1,550 m²) を設け、一方の圃場は慣行どおり秋耕を行い、もう一方は不耕起で越冬する圃場としました。両圃場は、2017 年は飼料用米として「ふくひびき」を湛水直播栽培し 10 月上旬に収穫、ほ場が乾燥するのを待ち 11 月 12 日にわら上げを行いました。11 月 13 日に石灰窒素散布区に粒状石灰窒素（シアナミド態窒素成分 20%）を 50kg/10a ずつ、ライムソーアにて散布しました。散布作業は 32 分/10a を要しました。その 21 日後（12 月 4 日）、一方の圃場はロータリで慣行通り耕起しました。作業時間は 26 分/10a です。もう一方の圃場は耕起せず、そのまま越冬させました（不耕起）。

月		10	11	12	1・2・3	4	5	6	7	8	9	10
対 照	無散布											
	秋耕実施											
実 証 体 系	石灰窒素		石灰窒素散布									
	無散布											
	不耕起越冬											
	石灰窒素		石灰窒素散布									
						土 壌 窒 素 分 析						
						基肥減量	水稻播種（鉄コティグ）	除草剤散布（初＋中期剤）				
						基肥減量				漏生イネ調査		
											収量調査	

図 2 漏生イネ防除の実証体系

越冬後（2018 年 3 月 28 日採土）に行った土壌分析の結果から、石灰窒素の散布により 3.6～4.7kgN/10a 相当のアンモニア態窒素が残存していることがわかりました（図 3）。およそ 4kgN/10a 分の基肥を節減できると考えられましたが、もともと地力が低い圃場で倒伏の心配もあまりないとのことから、今回は基肥窒素量の減量は行わずに直播栽培を行いました。

前年作付けした「ふくひびき」は当年作の「げんきまる」よりも早生の品種であることから、播種したイネの条間に発生した株もしくは出穂が播種条の株よりも極端に早い株を漏生イネとして調査しました（図 4）。

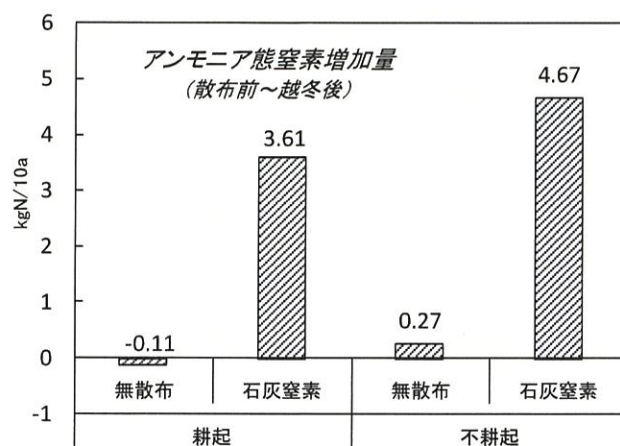


図3 石灰窒素施用前後の土壌アンモニア態窒素の増加量の比較

水稲収穫後石灰窒素散布前（2017年11月13日）と越冬後の春耕前（2018年3月28日）に土壌を採取した。1度目の土壌採取後に石灰窒素を50kg/10a施用し、一部は3週間後に耕起した。両時期に採取した土壌は風乾後、10%塩化カリウム溶液で抽出されるアンモニア態窒素量を測定し、石灰窒素施用前後での増加量を求めた。値は区内5箇所より採取し混合した土壌の分析値について、作土10cmの土壌を100kg/m²とした換算値を示す。

3) 防除効果、水稲の生育・収量

水稲収穫後の石灰窒素散布による漏生イネ抑制効果は両ほ場で認められ、早期出穂株を漏生イネとみなした場合には、無散布の26～44%まで発生が抑制されました（図5）。一方、秋耕を実施せずに不耕起で越冬した場合、耕起の場合と比較して漏生イネの抑制効果が認められませんでした。これは、前作秋期に降雨が続き圃場が乾かなかったために、収穫時のコンバインの走行や稲わら収集時のトラクター走行により、不耕起を想定したほ場においても、土壌表面が大きく攪乱され、こぼれ粃の多くが土中に埋没したためと考えられました。



図4 栽培イネ「げんきまる」の条間で出穂する漏生イネ「ふくひびき」（8月17日撮影）

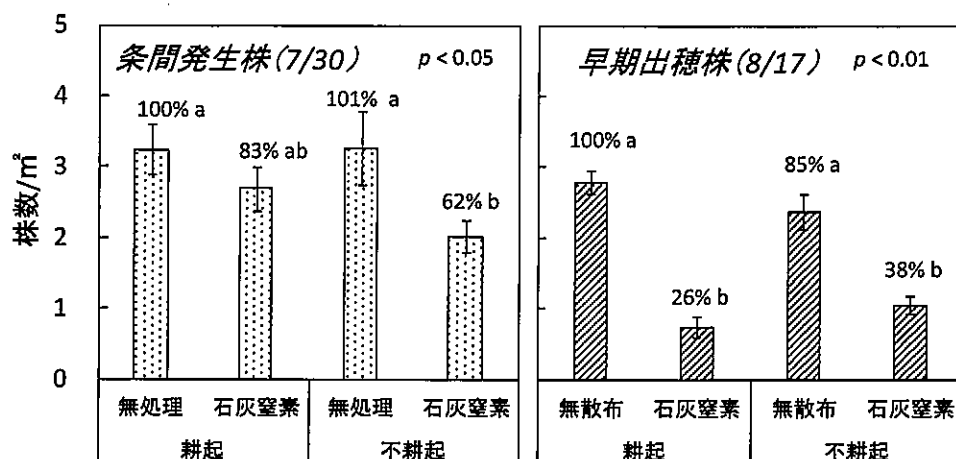


図5 石灰窒素散布および耕起法の違いによる漏生イネ発生状況の変化

(2018年7月30日・8月17日調査)

注) 2017年11月13日に、水稻品種「ふくひびき」を栽培収穫後に稲わらを除いた22aの現地ほ場2筆を、それぞれ6.7aの石灰窒素散布区と15.6a無施用区に分け、施用区にはライムソーにて粒状石灰窒素(窒素成分20%)を50kg/10aずつ施用した。12月4日(石灰窒素施用21日後)、耕起区ほ場をロータリにより耕起した。翌春、4月に耕起・代かき後、鉄コーティング(乾粒対比0.4倍量)した「げんきまる」を専用播種機で条間30cm×株間15cmで点播した。基肥は緩効性成分を含む一発型肥料を窒素成分7kg/10a相当を側条施用した。除草剤は、播種同時でピラゾキシフェン・ベンゾビシクロン粒剤(プレキープ1キロ粒剤)を散布、播種14日後にテフリルトリオン・トリアファモン粒剤(カウンスルコンプリート1キロ粒剤)を湛水散布した。漏生イネ発生量の指標として、7月30日に作付品種「げんきまる」の条間に発生したイネの株数(左図)を区内16地点(12.5m×1条間)、8月17日(「げんきまる」出穂前)に早期出穂した株数(右図)を区内8地点(12.5m×8条間)について計数した。値は各地点の平均値で、バーは標準誤差、数字は相対値(%)、異なるアルファベット間には1%または5%の水準(p)で有意な差があることを示す(Tukey-Kramer法)。

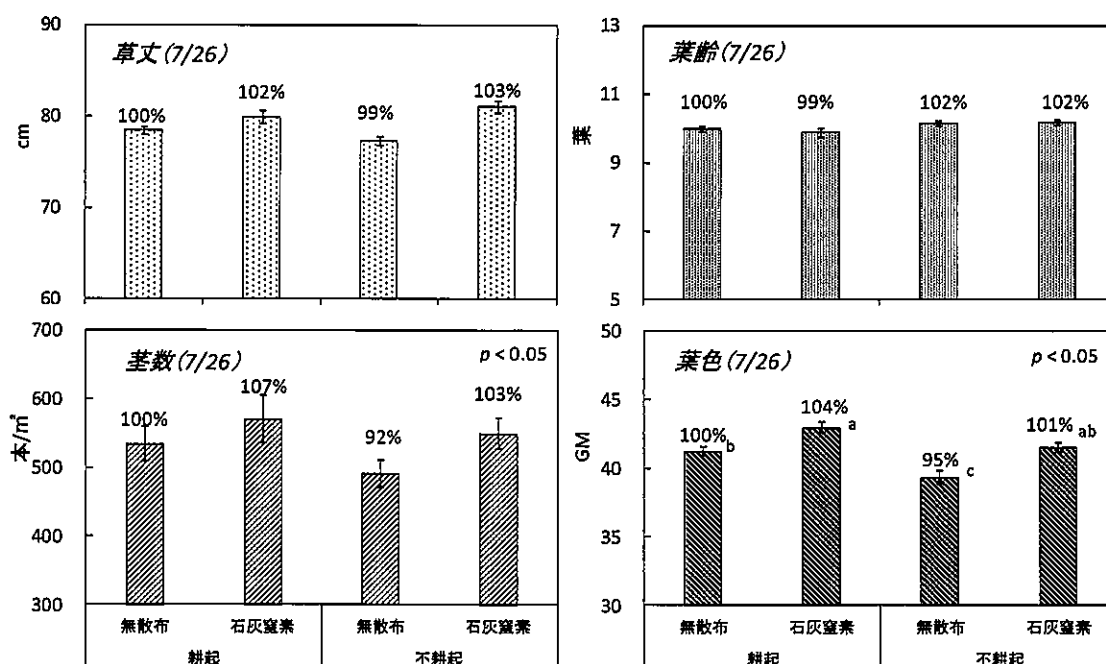


図6 石灰窒素施用および耕起法の違いによる水稻生育の変化 (2018年7月26日調査)

注) ほ場管理と試験区の内容については図5の脚注のとおり。7月26日に各試験区内の連続欠株のない1条10株(草丈・茎数)または5株(葉齢・葉色)を測定した。葉齢は主茎の葉数、葉色は主茎完全展開葉以下2枚目を葉色計(SPAD-502Plus、コニカミノルタ社)で測定した値。値は3反復(区)の平均値で、バーは標準誤差、異なるアルファベット間には5%水準で有意な差があることを示す(Tukey-Kramer法)。

一方で作付け水稻「げんきまる」の生育への影響をみると、草丈・茎数・葉色が石灰窒素散布により不耕起・耕起とも高まる傾向があり、石灰窒素に由来する窒素成分の肥効が発現

していると考えられました（図 6）。また、収量品質への影響をみると、「げんきまる」は耐倒伏性が高い品種ということもあり倒伏の助長はなく、収量構成要素への影響もなかったものの、玄米タンパク含量が石灰窒素散布により高まる傾向が確認され、作付け前の土壌分析でアンモニア態窒素の残存が確認されたとおり、一定の減肥が可能であったと考えられました（表 1）。

表 1 石灰窒素施用および耕起法の違いによる水稻収量・品質の変化（2018 年 現地試験）

試験区		倒伏程度 0-4	精玄米重 kg/a	千粒重 g/千粒	一穂粒数 粒/穂	総粒数 千粒/m ²	整粒比 %	玄米タンパク 乾物%
耕起	無散布	0±0	38.1±0.63	23.4±0.08	71.9±3.19	25.2±1.84	77.5±2.43	7.0±0.04
	石灰窒素	0.33±0.33	41.0±6.14	23.4±0.11	66.2±1.95	24.2±4.37	77.4±3.36	7.6±0.26
不耕起	無散布	0.33±0.33	39.7±3.96	23.7±0.10	70.9±1.87	23.1±2.03	78.3±0.54	6.9±0.07
	石灰窒素	0.33±0.33	39.9±4.68	23.4±0.04	71.0±1.47	25.8±1.76	76.7±1.71	7.1±0.08
分散分析	耕起	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	石灰窒素	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
	耕起×石灰窒素	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) 倒伏程度は成熟期に 0：倒伏なし～4：完全倒伏の 5 段階で評価した。精玄米収量・千粒重は篩目 1.9mm、水分 15%換算とした。同調整玄米について整粒比をサタケ社製穀粒判別器（RGQI10A）、玄米タンパク質含量を近赤外分光分析計（ニレコ社 NIR6500）で測定した。値は 3 反復（区）の平均値±標準誤差。*は分散分析により 5 %水準で各要因の有意な影響があることを示し、ns はないことを示す。

4) 技術の導入による生産費コストの増加

本防除対策における掛かり増しは、石灰窒素の資材費（7,453 円/10a）とその散布にかかる労力（32 分/10a）です。不耕起をあわせることで、秋のロータリ耕にかかる労力（26 分/10a）が軽減され、今回の試験では実施しませんでした。石灰窒素の持ち越し分の約 4 kgN/10a（窒素換算量）の基肥（3,897 円/10a 相当）を節減できるため、石灰窒素散布の掛かり増しは 3,556 円となります（表 2）。ただし、基肥窒素の代替え効果は、圃場条件によっても変動すると考えられるので、土壌診断を実施することが推奨されます。以上の掛かり増しがあるものの、本技術の導入により異株拔取り作業の労力削減と玄米の異種穀粒混入による品質低下のリスクを低下させることができます。

表 2 漏生イネ防除の実証体系にかかる生産費コスト

資材・作業		対照体系	実証体系		
		耕起	石灰窒素+耕起	不耕起	石灰窒素+不耕起
経費	石灰窒素 ^{注1)}	0円/10a	7,453円/10a	0円/10a	7,453円/10a
	基肥 ^{注2)}	6,819円/10a (7kgN/10a)	2,922円/10a (3kgN/10a)	6,819円/10a (7kgN/10a)	2,922円/10a (3kgN/10a)
	合計	6,819円/10a	10,375円/10a	6,819円/10a	10,375円/10a
	増加分	0円/10a	3,556円/10a	0円/10a	3,556円/10a
労働時間	石灰窒素散布	0分/10a	32分/10a	0分/10a	32分/10a
	ロータリ耕	26分/10a	26分/10a	0分/10a	0分/10a
	合計	26分/10a	58分/10a	0分/10a	32分/10a
	増加分	0分/10a	32分/10a	-26分/10a	6分/10a

注 1) 粒状石灰窒素（2,981 円/20kg）を 50kg/10a 施用で試算した。

注 2) 水稻直播コート（17-17-10；2,484 円/15kg）を石灰窒素施用区 3kgN/10a、無施用区 7kgN/10a で試算した。

5) 生産者の評価と今後の課題

生産者からは以下の評価を得ています。

- ・漏生の問題は、糯品種から粳品種への切り替える場合等には重要である。現行の調製ラインには色彩選別機が組み込まれているので糯米も除くことができるが、これを別途色選にかけるとなると 300 円/30kg 程度のコスト増になる。そのため、防除効果が高ければ石灰窒素の散布による 3,500 円余は妥当な経費といえる。
- ・直播栽培では、有機物残渣のすき込みによる還元障害を防止することや地力を増進することが必要と実感している。天候によっては意図せず不耕起のままの越冬となる場合もあるが、基本的には石灰窒素を散布したとしても耕起は行いたい。石灰窒素散布による有機物残渣の腐熟促進効果にも期待している。
- ・現在は全て湛水直播であるが、今後は乾田直播にも取り組んでいきたい。乾田直播でも漏生イネは発生するだろうし、まだ当地域では確認していないが将来的には雑草イネの発生にも警戒が必要であろう。それらへの対策技術としてより確実な防除技術の開発も期待している。

今回の実証圃場は、部分的に圃場が乾きにくく、地力も比較的低い条件での実証試験でした。石灰窒素散布による漏生イネの防除効果は確認されましたが、不耕起を組み合わせた効果が発揮されなかった点については、再度検証する必要があります。また、今回は収量や品質に悪影響を及ぼす結果ではありませんでしたが、例年イネが倒伏するような地力の高い圃場や耐倒伏性が高くない品種をもちいて、鉄コーティング籾の表面播種方式をとった場合、石灰窒素散布により倒伏し、収量品質が低下するリスクもあります。作付け前に可給態窒素の分析等の土壌診断を実施することで圃場の特性をよく理解し、これに基づき基肥の減量を行う必要があります。

6) 試験に使用した資材

- ・石灰窒素 55 (粒状石灰窒素)
- ・散布機械: ライムソーア 1800mm 幅 (粒状石灰窒素であればブロードキャストでも対応可)