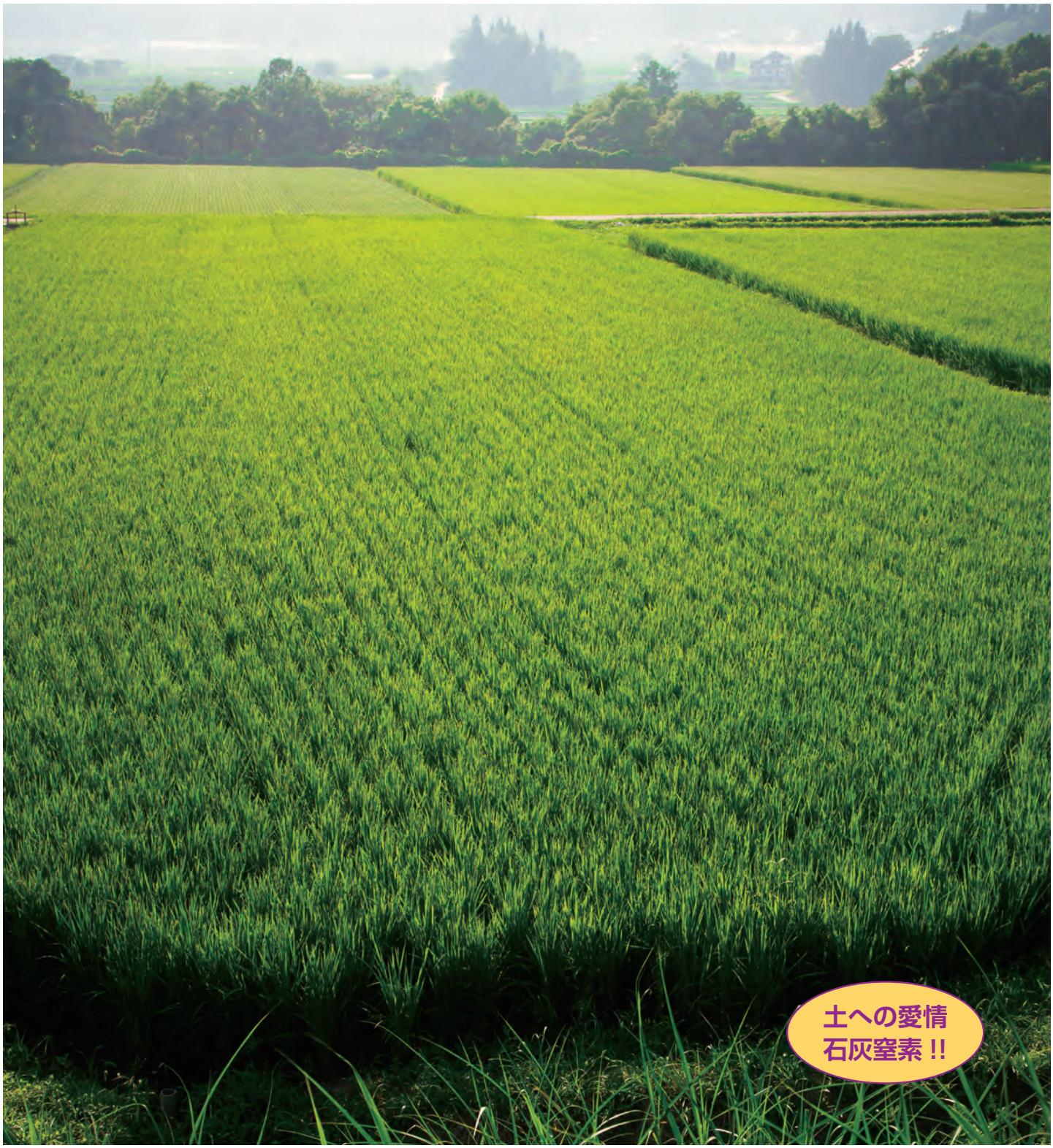
石灰窒素だより

No.158

●土づくりに欠かせない、石灰窒素の稲わら腐熟促進効果
●石灰窒素の効果確認（リン酸吸収効果・大豆深層施肥効果）



土づくりに欠かせない、石灰窒素の稲わら腐熟促進効果
石灰窒素の効果確認（リン酸吸収効果・大豆深層施肥効果）

◎近年の水田管理の課題と今後の土づくり ―― 1
金田吉弘
◎不可給態化したリン酸の石灰窒素によるリン吸収促進効果 ―― 5
六本木和夫
◎石灰窒素による大豆深層施肥 ―― 8
野坂佳史
◎農業大学生によるリレー寄稿文 ―― 10
小浦璃子
◎「ホームページのリニューアル」ご紹介 ―― 11
◎「YouTube動画」ご紹介 ―― 12
◎「みどりの食料システム戦略と国産石灰窒素との関わり」ご紹介 ―― 12

近年の水田管理の課題と今後の土づくり

秋田県立大学　名誉教授　金田吉弘

近年の水稲生産現場と気象変動の状況

近年、水稲の生産現場では、大区画圃場の整備やICT水管理施設の整備など、スマート農業の実装を促進するための農業生産基盤整備が推進されている（農林水産省、2023）。また、トラクターなどの作業機械の大型化も進み、作業能率は飛躍的に向上している。

一方、気象についてみると、夏季の気温が年々上昇傾向にあり、水稲の品質や収量に大きな影響をおよぼしている。登熟期の高温による品質低下の主な要因には、乳白粒や背白粒などの白未熟粒があげられる（長戸・江幡、1965）。これまで、白未熟粒は、胚乳内のデンプン粒の発育や集積が劣り、デンプン粒間にできた空隙で光が乱反射するために生じることが明らかにされている（田代・江端、1945）。特に、高温年では、生育後半に光合成能が低下し、デンプン生成に悪影響をおよぼす場合が多く、白未熟粒の発生を助長すると考えられる。

このことから、変動する気象下でも安定した水稲栽培を継続するには、これまで以上に根圏の環境を重視した土づくりが重要となる。ここでは、水稲根圏の土壌環境に視点をおいて、いくつかの知見を紹介する。

写真１　気泡が発生する水田

写真２　強還元による赤枯れ症状

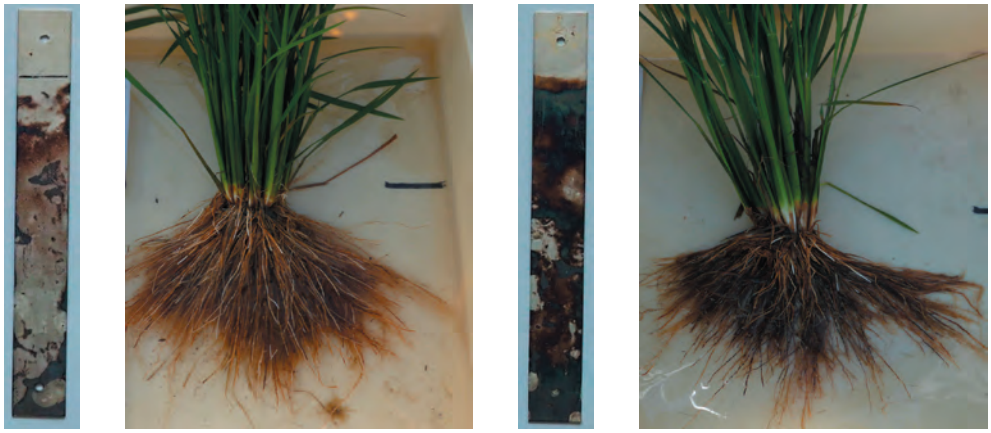


写真３　「イオウチェッカー」の黒色程度と水稲根の関係

最近、水田で多く目にする現象

最近の水田では、ワキと呼ばれる異常還元と表層剥離の発生を目にすることが多い。足を踏み入れると気泡が発生する水田が多く（写真１）、土を手に取ってにおいをかぐと温泉の硫黄のようなにおいを感じる。稲わらがすき込まれた水田では、稲わらを分解する微生物の活動により酸素が消費されてワキが発生する。ワキの程度が強く強還元状態になった水田では、写真１のような温室効果ガスのメタンや水稲根に有害な硫化水素が発生する。また、強還元状態になると土壌中の二価鉄が増加し、葉身に鉄の過剰吸収による赤枯れ症状（写真２）がみられる。この現象は、排水性が低く、稲わらの分解が遅い水田で多く認められる。

市販されている銀メッキ板（商品名：イオウチェッカー）は、硫化水素と反応して黒色に変色することから、６月中旬に１週間ほど水田に挿入し、黒色に変化する程度で硫化水素の発生量を簡易に評価することができる。黒色への変色程度が強い水田では、変色程度が小さい水田に比べて根が黒く根張りも悪くなる（写真３）。また、移植１～３週後、地温の上昇にともないごく表層の土壌が

膜状になって剥がれ、水面に浮き上がる表層剥離が発生する水田が多い（写真４）。表層剥離が発生すると、光を遮断して根の活性を低下させ初期生育を抑制する場合がある。このことから、最近の水田では、根に悪影響をおよぼす現象が多くみられ、品質や収量の低下を招きやすいことが推察される。

写真４　表層剥離の状況

先人の土壌環境に学ぶ

わが国では、かつて「米作日本一表彰事業」が実施され、多収穫農家の技術が解析されている。当時、多収穫水田の土壌を観察した研究者は、土壌は肥沃でありながら酸化的であることや下層に塊状の土壌構造が発達していることを明らかにしている。異常還元が生じない酸化状態の土壌は、根の周りに酸素が多く存在するため、活力のある根が維持されて水稲の生産性向上に結びつく（本谷、1989）。

かつての酸化的な土壌環境に近づけるには、収穫後の田面排水を徹底するとともに、翌年の移植時までに、できるだけ稲わらの分解を進めることがポイントになる。そのため、春の耕起作業前には次のような水田管理が必要となる。①水田表面の稲わらを均一にする②秋起こしにより稲わらの分解を進める③明渠により表面排水を実施する、ことなどが有効である。

秋起こしによる稲わらの処理を優先するか、明渠による表面排水を優先するかは、収穫後の気象や水田の乾き具合で判断する。一般的には、秋口に雨が多い北陸や日本海側の東北地域では、明渠による表面排水を優先し、土壌が乾きやすい地域では、ロータリにより５㎝程度の深さで稲わらが土壌と軽く混ざる程度に秋起こしする（写真５）。土壌水分が高い状態での秋起こしは土壌を練ることになり、逆に春に排水性が低下してしまう。溝切機による明渠で表面排水を行う場合には、明渠を排水口にしっかりと連結させることが重要である。また、稲わらの秋散布時に石灰窒素を施用すると稲わらの分解が促進されることが「石灰窒素100年 技術の歩み」で紹介されている。

稲わらの分解を進める石灰窒素の効果

石灰窒素は、収穫後の稲わらの上に10a当たり現物で10～20kg程度（Ｎとして２～４kg/10aに相当）を散布し、土中にすき込むのが一般的である。稲わらの分解促進については、石灰窒素添加による秋混和が最も効果が高いが、秋に石灰窒素を土壌の表面に散布するだけでも分解が促進される（図１：千葉ら、1980）。

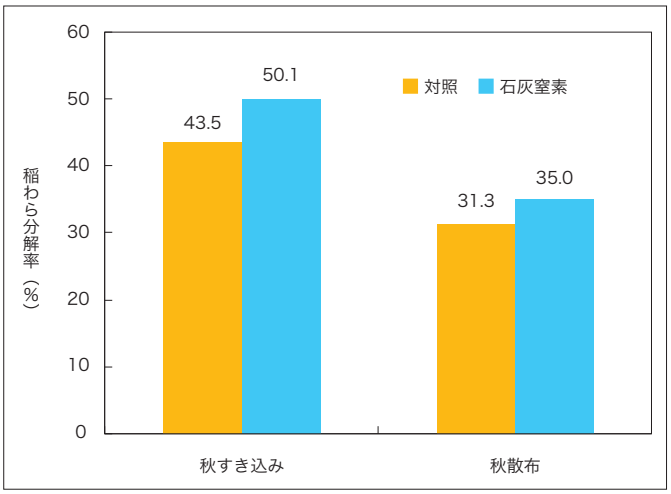
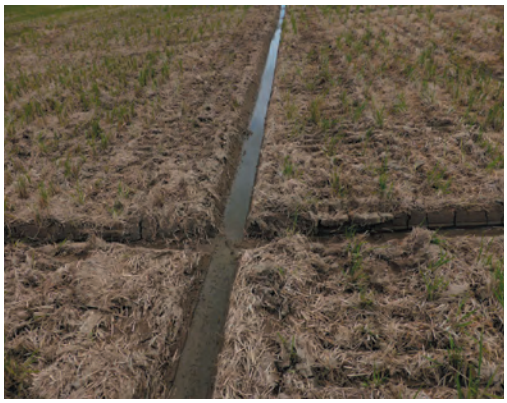


図１　石灰窒素による稲わら分解率
（千葉ら：1980．のデータから作図）

石灰窒素由来の窒素の動態については「石灰窒素だよりNo.149」で詳しく解説されている。それによれば、石灰窒素由来の窒素利用率は、石灰窒素単用で13.3%に対して稲わらと石灰窒素を混用すると21.7%に高まることや、石灰窒素由来の窒素は硫安由来の窒素に比べてロスが少なく、翌年の水稲での利用率も高まることが示されている。

土壌の酸化還元電位については「石灰窒素だよりNo.157」において、石灰窒素の


秋に乾きにくい地帯では浅い明渠

秋に乾きやすい地帯では浅い（５㎝目安）秋起こし

写真５　水稲収穫後の秋作業

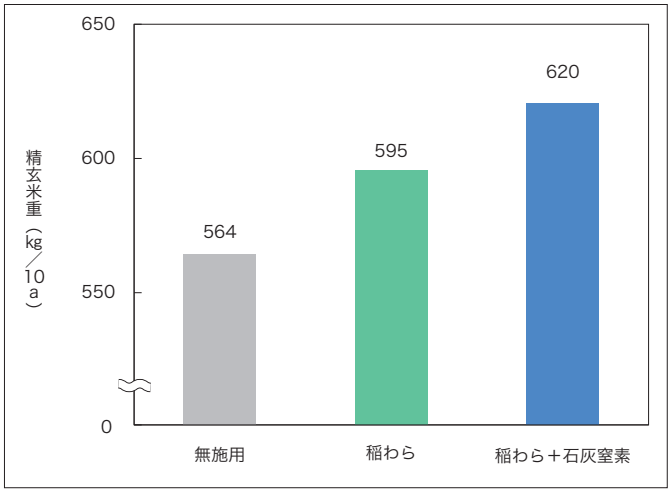


図２　稲わらおよび稲わら＋石灰窒素併用の連用が水稲収量におよぼす影響（1984～1992年）
（秋田県稲作指導指針：2023．のデータから作図）

秋施用により稲わらの腐熟が促進され、土壌の還元程度が弱くなることが報告されている。また、秋田県農試において、1984年から1992年の９年間実施した稲わらおよび稲わら＋石灰窒素の併用による連用試験の結果をみると、有機物無施用区の収量564kg/10aに対して、稲わら区595kg/10a、稲わら＋石灰窒素併用区620kg/10aであり、無施用区に対してそれぞれ５％、10％の増収効果が認められた（図２：秋田県稲作指導指針、2023）。

最近、出穂期以降に極端に葉色が低下する水田も多くみられる。稲わらの分解を進め、水稲根の活性を生育後半まで維持できるような土壌環境を実現することにより、稲体養分が維持される。稲わらの分解促進は、土壌ケイ酸の溶出を促進させることが報告されており（高橋、2007）、窒素のみならず水稲のケイ酸吸収量を増加させる効果も認められている。

このように、石灰窒素によって土壌肥沃度が高まる反面、「石灰窒素だよりNo.156」において、玄米の粗タンパク質含有率が毎年高い水田や地力が高い水田、追肥を省く全量基肥栽培において、食味を最優先する最近の品種を作付けする場合は、石灰窒素の施用について留意することが示され、現在試験が継続されていることから、今後、情報を共有する必要がある。

土づくりの定着に向けて

スマート農業などの導入で効率化が進む水田農業をより発展させるには、作物生産を支える土壌について理解を深め、土づくりの効果を生産者、指導者さらには消費者が共有することが望ましい。そのためには、次の点が重要となる。

土づくりと環境問題のつながりを示す

土づくりは、作物の生産性を高めるだけではなく、今日の地球環境問題の解決にも貢献できることを示したい。例えば、「石灰窒素だよりNo.156」にあるように、石灰窒素の施用により水田から発生するメタンの発生量を削減できる効果は貴重な情報である。そこでは、秋浅耕が難しい土壌水分が高い水田において、稲わらの上から石灰窒素を施用すると、翌年のメタン発生量は、慣行区に比べて17～37％削減されたことが報告されている。さらに、分解が遅い土壌有機物含量を増やすことは、大気への二酸化炭素放出量を抑制する効果がある。

見える化により効果を確認する

水稲の生産現場では、土壌の変化をできるだけ“見える化”することが重要である。写真６は、石灰窒素の秋施用により土壌の還元や表層剥離に変化をおよぼしたことを確認したものである。銀メッキの黒色染色をみると、石灰窒素無施用区では、作土全体におよんでいたのに対して、石灰窒素区では、土壌表層部に限られていたことから、石灰窒素区では、稲わらの分解が進み硫化水素の発生が減少したことがわかる。

無施用　　石灰窒素（20kg/10a）

写真６　石灰窒素の秋施用による土壌還元と表層剥離の抑制効果

また、石灰窒素区では、無施用区に比べて表層剥離が明らかに少ないことが観察できる。表層剥離については、次のような発生機構が報告されている（村岡ら、1997）。代かきによって地表面に浮上した微細な土壌粒子が、珪藻類の運動によって速やかに凝集し薄膜が形成される。その後、珪藻類が急速に増殖し優占化することにより、土壌粒子の凝集がさらに進むとともに、藻類の光合成作用によって生じた酸素が膜上で気泡となって浮力が生じ、膜の浮上が始まる。さらに、浮上膜内で藍藻類の増殖が始まり、凝集した土壌粒子を緊縛することにより、剥離膜の強度が増加する。石灰窒素区において、表層剥離が少

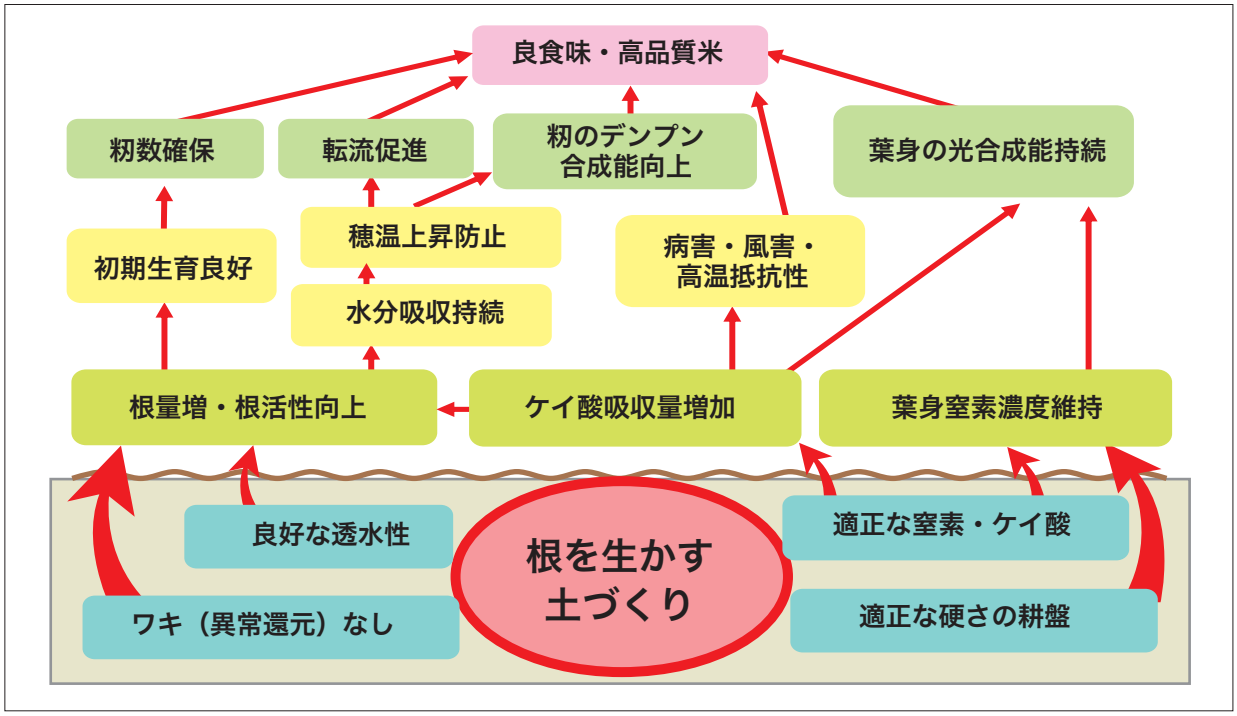


図３　良食味・高品質米を実現する土づくり

なかった理由としては、石灰窒素に含まれるカルシウムシアナミドが珪藻類や藍藻類の増殖を抑制したためと推察した。

土づくりは総合管理技術である

かつての水稲の多収穫栽培では、土壌改良資材や堆きゅう肥の施用にとどまらず、耕起作業なども重要な土づくりの手段であるとされていた。本来、耕起作業は、表土と下層土を反転させる「耕起」と耕起された土壌を細かく砕く「砕土」の２工程からなる。一方、現在では、耕起、砕土ともトラクター駆動のロータリにより行うのが一般的である。しかし、過度なロータリ作業は、作土を細粒化し田面水の縦浸透を低下させやすい。また、トラクターの走行によって踏圧が繰り返されると作土直下の耕盤層が硬くなり、透水性を低下させる場合も多い。

次に、代かき作業は、土壌を泥状化することにより漏水を防止するとともに有機物の分解による窒素の無機化と土壌の還元化を促進する。窒素の無機化が促進すると水稲の生育にとっては有利になるものの土壌は還元的になりやすい。特に、ロータリ耕により腐熟が進まない稲わらを作土にすき込む栽培では、土壌還元の進行は早く、水稲にとっては悪影響をおよぼすことになる。そのため、粘土の多少など土壌の特性を踏まえて代かきの回数や深さなどを判断する必要がある。例えば、秋田県で多収穫日本一になった農家は「代かきは上層のみを泥状にし下層は粒状になるように意識して作業した」と話している。多収穫農家は、作土の表層と下層を意識しながら耕起・代かき作業を行っていたことがわかる。

このように、土づくりは、ケイ酸や窒素などの土壌養分保持に限定されたものではなく、適正な硬さの耕盤や良好な透水性を確保して異常還元を生じない土壌環境を実現する機械作業も含む総合管理技術であることを忘れてはならない（図３）。今後は、経営評価も視野に入れながら、土づくりが定着しその技術が広く次世代に伝わることを期待したい。

○引用文献
農林水産省2023.　令和４年度食料・農業・農村白書.
長戸一雄・江幡守衛1965.　登熟期の高温が穎果の発育ならびに米質に及ぼす影響.　日作紀，34，59-66.
田代　亨・江幡守衛1975.　腹白米に関する研究　第４報　白色不透明部の胚乳細胞の形態的特徴.　日作紀，44，205-214.
本谷耕一1989.多収穫稲作の解明，p.98-100.　博友社，東京.
日本石灰窒素工業会2001.石灰窒素100年 技術の歩み.
千葉満男・島津了司・武藤和夫・内藤修吉1980.水田における稲わら施用と稲作の安定化.　岩手農試研報，22，81-117.
高階史章・小川賢人・平野聖也・金田吉弘・佐藤　孝・毛利友明2014.石灰窒素秋施用による稲わら腐熟促進効果と窒素動態の解明.石灰窒素だより，149，6-9.
齋藤　寛・今野　悟・岡田典晃・熊谷勝巳2022.石灰窒素の秋施用による「つや姫」の生育改善効果の実証と水田からのメタン発生量の削減.石灰窒素だより，157，1-3.
秋田県農林水産部2023.稲作指導指針，p.36-37.
高橋英一2007.　作物にとってケイ酸とは何か，p.34-40.　農文協，東京.
塩野宏之2021.積雪寒冷地水田からの温室効果ガス（メタン）削減技術.石灰窒素だより，156，4-7.
村岡哲郎・鴨居道明・則武晃二1997.　水田における表層剥離の発生機構.　雑草研究，42，227－232.

不可給態化したリン酸の石灰窒素によるリン吸収促進効果

日本石灰窒素工業会　技術顧問　六本木和夫

「石灰窒素だよりNo.157」においてリン酸が欠如した黒ボク下層土を用いて同量のリン酸施用（5mg/100g、10mg/100g）の条件で、施肥窒素として石灰窒素を用いると、尿素などの窒素肥料に比べトウモロコシに一定の生育差がみられ、石灰窒素のリン酸肥効率向上効果を確認できる。石灰窒素の主成分シアナミドは、尿素を経てアンモニア態窒素となるが、一部はジシアンジアミドとなり硝酸化成作用を抑制する。石灰窒素のリン酸肥効向上効果の原因としてジシアンジアミドに注目し、ジシアンジアミド50ppm施用によりトウモロコシの生育が良好となり、ジシアンジアミドのリン酸肥効向上効果の可能性が推察される。

本年度は、石灰窒素の蓄積リン吸収の可否を検証するため、前もって黒ボク下層土に試験開始100日前にリン酸を施用し、チンゲンサイ、生食用トウモロコシを用いて石灰窒素と尿素の比較で生育量、リン酸吸収量の試験を行ったので報告する。

試験方法

上面35×45cm、下面31×41cm、高さ18cmの容器に黒ボク下層土（pH6.0、可給態リン酸0.3mg/ 100g、リン酸吸収係数2130）13kgを充填し、2022年９月に窒素、カリとともに過リン酸石灰でリン酸10mg/100g施用してチンゲンサイを10月中旬まで栽培した。12月下旬に各容器の土壌を合わせてよく混合し、改めて同容器に土壌13kgを詰め、過リン酸石灰でリン酸10mg/100g施用およびリン酸無施用を設け、100日経過後の2023年４月に栽培を行った。

リン酸施用、無施用ともに栽培10日前に石灰窒素区、尿素区を設け、表１の試験区を設定した。４月22日、１個体47㎤のペーパーポット（日本甜菜製糖社製）で13日間育苗したチンゲンサイ苗４株/容器、10日間育苗した生食用トウモロコシ苗３株/容器を移植、２連制で試験を行った。品種はチンゲンサイ「緑陽」、トウモロコシ「あまいコーン」である。

リン酸無施用・石灰窒素区、リン酸施用・石灰窒素区は石灰窒素（デンカ社製）で窒素10mg/100g、硝酸カルシウムで15mg/100g、リン酸無施用・尿素区、リン酸施用・尿素区は尿素で窒素10mg/100g、硝酸カルシウムで15mg/100g施用、カリは各区ともに硫酸カリで25mg/100g共通施用した。リン酸はリン酸施用・石灰窒素区、リン酸施用・尿素区ともに過リン酸石灰で前年の12月19日に10mg/100g施用した。試験開始時の可給態リン酸（トルオーグ法）は、リン酸無施用・石灰窒素区0.3mg/100g、リン酸施用・石灰窒素区0.6mg/100g、リン酸無施用・尿素区1.0mg/100g、リン酸施用尿素区0.6mg/100gである。作物体は乾燥後、全窒素、全リンを測定した。

表１　試験区の構成（チンゲンサイ、生食用トウモロコシ）

試験区	窒素（mg/100g）	リン酸（mg/100g）	カリ（mg/100g）
リン酸無施用・尿素	25	－	25
リン酸無施用・石灰窒素	25	－	25
リン酸施用・尿素	25	10	25
リン酸施用・石灰窒素	25	10	25

＊生食用トウモロコシは５月下旬に硝酸カルシウムで窒素３mg/100g追肥

試験結果

チンゲンサイ：石灰窒素施用により生育良好

５月22日に生育調査を行い、栽培期間は30日である。チンゲンサイは石灰窒素施用により明らかに生育良好となり、リン酸無施用では尿素区の生体重比100に対し石灰窒素区は131、リン酸施用では尿素区の生体重比100に対し石灰窒素区は172となった（表２）。

表２　チンゲンサイの生体重および窒素、リン酸吸収量（１容器・４株当たり）

試験区	生体重（g）	生体重比	窒素		リン酸	
			含量（%）	吸収量（mg）	含量（%）	吸収量（mg）
リン酸無施用・尿素	237	100	5.3	754	0.58	83
リン酸無施用・石灰窒素	311	131	5.3	1,022	0.56	108
リン酸施用・尿素	394	100	5.1	1,124	0.57	127
リン酸施用・石灰窒素	677	172	5.4	1,654	0.72	218

表３　チンゲンサイ栽培終了後の跡地土壌

試験区	無機態窒素（mg/100g）	可給態リン酸（mg/100g）
リン酸無施用・尿素	16.3	0.2
リン酸無施用・石灰窒素	17.4	0.5
リン酸施用・尿素	10.4	0.3
リン酸施用・石灰窒素	3.6	0.3

写真１　リン酸施用条件下における
チンゲンサイの石灰窒素区（左）、尿素区（右）
の生育

写真２　リン酸無施用条件下における
チンゲンサイの石灰窒素区（左）と尿素区（右）
の生育比較

作物体のリン酸含量はリン酸無施用では石灰窒素区、尿素区ほぼ同じであったが、リン酸施用では石灰窒素区0.72％、尿素区0.57％となり、一定の差がみられた。窒素含量は5.1～5.4％となり、各区の顕著な差はみられなかった。窒素、リン酸の作物体吸収量は生体重に比例し、尿素区に比べ石灰窒素区で明らかに多くなった。

跡地土壌の無機態窒素含量はリン酸施用・石灰窒素区が４mg/100g以下と低くかったが、ほかの３区は10～17mg/100gの範囲であった（表３）。可給態リン酸は全区ともに0.5mg/100g以下で顕著に少なかった。

生食用トウモロコシ：チンゲンサイに比べ生育不良

６月８日に収調査を行い、栽培期間は38日である。トウモロコシはチンゲンサイに比べ極端に生育不良であった。ただし、石灰窒素施用は尿素に比べ生育良好となり、リン酸無施用では尿素区の生体重比100に対し石灰窒素区は137、リン酸施用では尿素区の生体重比100に対し石灰窒素区は152となった（表４）。

作物体のリン酸含量は各区ともに0.20～0.21％、窒素含量は1.6～1.7％となり、試験区による差はみられなかった。窒素、リン酸の作物体吸収量は窒素、リン酸ともに同含量であったことから生体重に比例し、尿素区に比べ石灰窒素区で多くなった。

跡地土壌の無機態窒素は1.8～5.4mg/100ｇで、リン酸施用・石灰窒素区以外は窒素含量が少なかった（表５）。チンゲンサイに比べ生育不良であったことから、５月下旬に硝酸カルシウムで窒素３mg/100ｇ追肥を行ったが、追肥による残存窒素の影響は少なかった。可給態リン酸は0.2～0.5mg/100gで顕著に少なかった。

考　察

試験開始時の可給態リン酸含量は４区ともに1.0mg/100g以下であり、リン酸施用区は100日前にリン酸10

表４　トウモロコシの生体重および窒素、リン酸吸収量（１容器・３株当たり）

試験区	生体重（g）	生体重比	窒素		リン酸	
			含量（%）	吸収量（mg）	含量（%）	吸収量（mg）
リン酸無施用･尿素	24.3	100	1.6	60.9	0.21	8.0
リン酸無施用･石灰窒素	33.3	137	1.7	92.1	0.20	10.9
リン酸施用･尿素	36.0	100	1.6	85.8	0.20	10.6
リン酸施用･石灰窒素	54.6	152	1.7	134.5	0.20	15.7

表５　トウモロコシ栽培終了後の跡地土壌

試験区	無機態窒素（mg/100g）	可給態リン酸（mg/100g）
リン酸無施用・尿素	2.4	0.2
リン酸無施用・石灰窒素	1.9	0.5
リン酸施用・尿素	1.8	0.2
リン酸施用・石灰窒素	5.4	0.2

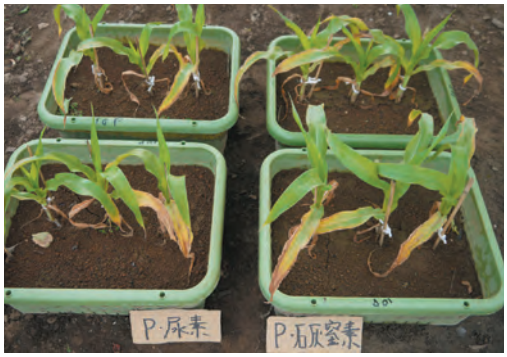


写真３　リン酸施用条件下における
トウモロコシの石灰窒素区（右）、尿素区（左）
の生育比較

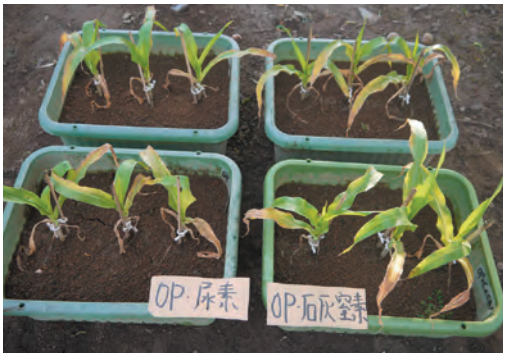


写真４　リン酸無施用条件下における
トウモロコシの石灰窒素区（右）、尿素区（左）
の生育比較

mg/100g施用したものの、供試土壌のリン酸吸収係数が2000以上であるため、施肥リン酸は不可給態化したと想定できる。

この条件でチンゲンサイを栽培したが、尿素と石灰窒素を比較すると、リン酸施用は石灰窒素区で生育量、リン酸吸収量が優り、石灰窒素区は尿素区に比べ不可給態化したリン酸を吸収する割合が多いと考えられる。過去に今回と同じ黒ボク下層土、同容器を用い、試験開始10日前後に石灰窒素とリン酸および尿素とリン酸を同時施用した試験を複数回実施しているが、石灰窒素区は尿素区に比べで生育が優るものの、本試験のような顕著な差はみられない。試験開始直前にリン酸を施用した場合、チンゲンサイの調査時までの生育期間中に吸収可能なリン酸が一定量あるのに対し、試験開始100日前にリン酸を施用したときは長期間にわたるため、その多くが不可給態化したと考えられ、この期間の違いが本試験の差になって現れたと考える。

リン酸無施用は昨年の９月にリン酸10mg/100g施用してチンゲンサイを栽培し、１回施肥の残リン酸のみである。リン酸施用に比べ生育量は劣るが、わずかながら残リン酸があり、石灰窒素区は尿素区に比べ不可給態化したリン酸の引き出し効果があったことが想定できる。

生食用トウモロコシは、チンゲンサイに比べ明らかに生育が劣ったが、リン酸施用、無施用の石灰窒素区は尿素区に比べ生育量、リン酸吸収量ともに優り、チンゲンサイと同じくリン酸引き出し効果があったものと判断する。

可給態リン酸がほとんどない条件では、トウモロコシのリン酸吸収力は明らかに劣る。トウモロコシとチンゲンサイの根を比較すると、トウモロコシの根は太く根量が少ないのに対し、チンゲンサイの根は細く十分に発達しており、このような違いがリン酸吸肥力に差が出たかもしれない。ただし、作物種の違いでこのような顕著な差があったことに対し十分な検証はできていない。

土に固定された難溶性の蓄積リンは、植物の根から分泌される有機酸により一部のリンが吸収されることが知られている。ただし、石灰窒素と尿素施用でリン酸吸収に対し大きな差がみられたことは、前記のリン吸収のほかに石灰窒素の主成分シアナミドからの生成物質が関与していることを十分に想像できる。野菜畑では、窒素に比べリン酸の吸収量が少ないのにもかかわらず同量施肥され、その多くが不可給態化した形で蓄積リンとして土の中に存在している。本報告は限られた容器内の試験であるが、石灰窒素によって蓄積リンの引き出し効果の可能性があることを示唆するものである。前報の「石灰窒素だよりNo.157」での報告を含め、野菜畑のリン酸施肥について検討していただければ有難く思っている。

石灰窒素による大豆深層施肥

～農事組合法人「ふくどみ」高橋副代表を訪れて～

日本石灰窒素工業会　普及部長　野坂佳史

高橋智和さん

「しじみ」で有名な島根県宍道湖（しんじこ）の西側にある出雲平野に位置する、農事組合法人「ふくどみ」副代表の高橋智和さん（46）を訪ねました。

農事組合法人「ふくどみ」は、組合員17名で２年３作（稲、麦、大豆）の輪作を行っています。大豆は14haを栽培していますが、収量が上がらないという悩みがあり、７年ほど前から視察研修などで栽培方法の改善に着手しました。当時、新潟大学が取り組む大豆の深層技術を知り、2018年から石灰窒素を試し、2019年より深層施肥を可能とする施肥機を自作して本格的に石灰窒素による大豆深層施肥を開始したそうです。

その後、石灰窒素による大豆深層施肥をはじめ、いろいろと取り組んできたことが実を結び、反収は毎年250kg前後（県平均反収約100～150kg）に達し、品質面でも上位等級比率（大粒比率）が大幅に高まるなど、収量や品質の向上が実績に現れ、2022年には「全国豆類経営改善共励会」集団の部で農林水産大臣賞を受賞するに至りました。

それでは、農事組合法人「ふくどみ」の石灰窒素による大豆深層施肥のポイントを紹介します。

●深層施肥作業を見学

６月１日、深層施肥作業を見学するため、高橋さんの圃場を訪問しました。

高橋さんは毎年、圃場の排水性を改良するために弾丸暗渠の施工をしていますが、「弾丸暗渠を行うトラクタは135馬力の大型なので同時に深層施肥ができないか」と考え、トラクタの背部に設置する３本爪のサブソイラを改造して深層施肥機を自作しました。具体的には、サブソイラの背部に播種機を取り付けて施肥量の調整に応用し、播種機の上には鉄板を溶接して450kg入りの巨大なホッパーを支柱で支えるように取り付け、深層施肥を行うための施肥管が３本爪の背部にそれぞれ溶接されています。施肥管は縦30cm以上、幅は厚みを含めて５cm×３cmはあるでしょうか、小刀の鞘のような形で太くつくられています（写真１～５）。

写真１　深層施肥機（全体）

写真２　背部に巨大なホッパー

写真３　ホッパーから播種機を経て施肥管まで

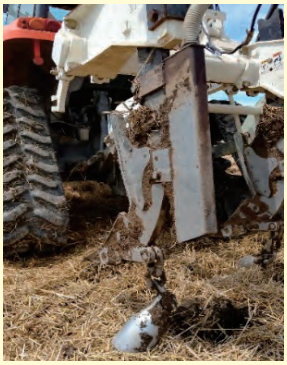


写真４　爪の背部に溶接された施肥管

写真５　弾丸暗渠施工の跡、暗渠の幅は80cm

石灰窒素は10～15kg/10aとし、弾丸暗渠の施工と同時に施肥管の真下から地中約25cmのところに、弾丸が通ることでできた溝の壁面に擦りつけるようなイメージで施肥するそうです。大豆の生育に不可欠な根粒菌は、土壌に硝酸態窒素が多いと働きが弱まるので、石灰窒素を深層施肥すれば、大豆の窒素吸収がより多くなる生育中期から後期に肥効が出るということを知り、石灰窒素を使用することになったそうです。また、石灰窒素は地力の消耗を補うことにも役立つと考えています。

実際の深層施肥作業についてお聞きしました。

トラクタは時速約９km/hr、14haを２～３日で深層施肥ができるそうです。深層施肥については、土はできるだけ乾燥状態であることが好ましく、土中へ施肥管を下げるときは前進しながら行うなど、施肥管が詰まらないよう注意すれば、特段、作業に問題は生じないとのことでした。ただし、石灰窒素は国産品を使用しますが、粒形が角ばっている（丸くない）ため、播種機の溝のスライドの隙間に入り込み、回らなくなる（止まる）不具合が発生し、資材の改善が求められました。

深層施肥作業の１週間後の６月８日に、品種「サチユタカＡ１号」「タマホマレ」を用い、条間75cmで、基肥に化成肥料を使って施肥同時播種が行われ、大豆の栽培が始まりました。

●雑草がほとんどない圃場

10月17日、大豆の収穫前に、高橋さんの圃場を再び訪ねました。

圃場を見学して最初の感想は「雑草がほとんどない」ことでした（写真６）。

写真６　収穫前の大豆栽培圃場（10月17日）

今年は、７月上旬には集中豪雨があり、７月下旬から８月中旬まではほとんど雨が降らず、厳しい気象条件でした。その後は適度に雨が降り、草丈は例年より10～15cm低いものの、着莢や子実の肥大は昨年に比べて良好とのことでした（写真７）。

写真７　大豆着莢の状況（一例）

収量については、坪刈調査で反収300kgを超えているので、収穫ロスを軽減する工夫が必要とのことです。

雑草については、中耕除草で対策し、手抜きで対応できる程度なので、さほど問題とはなっていないものの、周辺の圃場では、帰化アサガオ、タデ類、ホソアオゲイトウなどの大型・難防除雑草が多くなっているそうです。

病害については、今のところさほど問題とはなっていないとのことです。

害虫については、高温が続くなか、カメムシ、ヨトウムシが多発したため、防除を実施したそうです。

高橋さんは圃場を頻繁に見回り、適期に適切な対応をされていることから、農業機械など農業に関する知識が豊富であることがうかがえました。

「今後も、実収で反収300kgを達成することを目標に、栽培方法を工夫したり、新しい技術を積極的に導入していきたい」と力強く語ってくれました。

★

農事組合法人「ふくどみ」は、深層施肥機を自作して石灰窒素による深層施肥を行うなどして、大豆の増収、品質の向上を達成しましたが、深層施肥だけでは達成することはできません。「ふくどみ」では、土づくりとして必ず有機物を投入しています。そして、初期生育を揃えるために正確に播種を行い、適期に中耕除草を、適期にドローンを使って農薬をムラなく散布し、収穫ロスを極力軽減する工夫をしています。

石灰窒素が大豆の増収、品質の向上に少しでも役立っていることを実感した訪問でした。

農業大学生によるリレー寄稿文

ヤナギの超短伐期栽培による農耕地土壌の機能回復に向けて

帯広畜産大学大学院　畜産科学研究科（博士前期課程）　植物生産科学コース　環境土壌学研究室　修士１年
小浦 璃子

私は、大学入学とともに北海道十勝地域に移り住みました。ここでは、農業現場がとても身近であり、大学の講義だけでなく、アルバイトなどでも農業に触れられます。私もバレイショ収穫バイトや乳牛の搾乳バイトを経験してきました。このような経験を経て、作物生産の基盤である土壌について学びたいと思うようになりました。土壌は農地として利用することで劣化していくことを学び、この問題を解決したいと思うようになりました。今回は、そんな思いで始めた私の研究を紹介しようと思います。

谷・木下（2020）において、約60年の畑地利用により農耕地では、未耕地に比べ、全炭素量が減少、全リン酸量が増加、全カドミウム量が増加していると報告されました。さらに、土壌断面に層厚差があり、農耕地土壌の圧密が考えられました。つまり、農耕地では、土壌有機物の消耗、養分の過剰蓄積、排水性・保水性の低下が進行しています。また、世界情勢や資源枯渇により燃料や肥料の高騰が進んでいます。今後は土壌劣化や栽培コストを抑え、持続的な農業体系を構築する必要があります。

そこで、ヤナギの超短伐期栽培（SRC）に注目しました。諸外国では、早生樹のSRCが木質バイオマスの生産方法として事業化されています。その特徴は、平坦な農地において、３年周期で乾物 10 Mg $ha^{-1}tr^{-1}$ 以上のバイオマスを生産可能であり、少ない労力で繰り返し栽培できるところです（原山 2021）。SRCは、樹木を農業的な手法で栽培する施業であり、林業に比べると集約的です。

ヤナギSRCはバイオマス生産を主な目的としており、収穫後のバイオマスは燃料や敷料として利用できます。さらに、バイオマス利用後は、肥料となる灰や堆肥が得られ、肥料の供給が見込めます。栽培時は根の伸長により耕盤層の解消や、落葉・落枝といった有機物供給、それによる土壌動物の増加などが期待できます。環境中の過剰養分の吸収や炭素蓄積も期待できます。つまり、土壌劣化を改善しつつ、食料生産に必要不可欠な資材を生産し経済的なメリットが生み出せます。

日本において、ヤナギSRCに関する研究は栽培手法の確立をめざすものがほとんどであり、土壌への影響に関しての研究が進んでいません。そこで私は、ヤナギの土壌における多角的な影響を調べ、データを蓄積しています。昨年度の調査より、以下のことが明らかとなりました。乾物重が平均27 Mg $ha^{-1}tr^{-1}$ であり、ヤナギにとって都合のよい土壌環境であれば、より多くのバイオマスが得られる可能性があります。さらに、面積当たりのリン酸吸収量が高く、リン過剰蓄積を解決できる可能性が考えられました。一方、断面を調査した試験地は、断面内部が乾燥しており、土壌の水分状態がヤナギの生育に適切でないことが示唆され、乾燥した土壌でのヤナギの利用は不適切であると考えました。今後もどのような土壌でヤナギを生育するべきか、また土壌によってどんな効果が期待できるかを調べていきたいと思っています。

今年度から、本学の畜産フィールド科学センター３号圃場内にて、６m×10mの試験区を２区画設置しています。植栽から21週間後の現在は２m以上になります。将来的には大規模な試験地を設置し、ヤナギSRCの実用性を評価していく予定です。

現在は持続的な社会の実現のため、多分野でさまざまな取り組みが始められています。食料の安定確保が重要課題のひとつである現代では、農業において持続的なシステムを構築することは必ず求められます。今年の夏も日本各地において、猛暑や多くの水災に見舞われたことは誰もが実感していると思います。北海道も例外ではなく、猛暑は作物の収量に悪影響をおよぼしました。私が現在住んでいる北海道十勝地域は、食料自給率が約100%と日本の食料基地です。将来も食料を安定生産できるよう北海道農業の生産体系を変えていく必要があります。私の研究が将来の北海道農業の持続性に貢献できるように、今後も研究に励んでいきたいと思います。

小浦さん（本学のヤナギ畑にて）

「ホームページのリニューアル」ご紹介

日本石灰窒素工業会では、2023年９月７日に、ホームページを全面リニューアルしました。
スマホなど携帯端末にも対応できるようにし、画面全体の表示を見やすく、また、動画や資料データの検索など使いやすくしました。
新たに「みどりの食料システム戦略」のページを新設し、国産石灰窒素の関わりを紹介しています。
会員メーカーのホームページや製品情報にもリンクできるようにしました。

資料請求は「資料請求はこちら」からお願いします。また、技術顧問がご質問などに対応するよう待機していますので、電話・メール・FAXなど何でもお受けしますのでご活用願います。
ぜひ、ホームページをご覧になってください。

リニューアル前

リニューアル後

「YouTube動画」ご紹介

昨年（2022年）のYouTube動画第一弾「野菜栽培の達人の畑に行ってみたら！？」では、コマツナやナスなど全作物、そして太陽熱消毒に石灰窒素を使用する篤農家をご紹介しました。

第一弾「野菜栽培の達人の畑に行ってみたら！？」

第二弾「ジャンボタニシ撃退方法！国産石灰窒素や浅水管理」

今年は8月30日に第二弾「ジャンボタニシ撃退方法！国産石灰窒素や浅水管理」を公開しました。

水稲作でスクミリンゴガイ防除を目的に石灰窒素を散布し成果を上げているＪＡ耕種部会をご紹介しています。ぜひ、ご覧になってください。

撮影時の様子①（2023年7月12日）

撮影時の様子②（2023年7月12日）

「みどりの食料システム戦略と国産石灰窒素との関わり」ご紹介

近年、気候変動、生物多様性、SDGsをはじめとする環境への意識の高まりとともに、社会全体を持続可能なものにしていくことが求められています。

農林水産省は、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するため、「みどりの食料システム戦略」を策定しました。

この戦略では、将来の日本の農業のあるべき姿を見据えて、農林水産業にともなう輸入原料や化石燃料を使用した化学肥料の使用量、温室効果ガス排出量、化学農薬の使用量を減らすといった環境負荷の低減策を揚げています。

国産石灰窒素は、これらの低減策に関わることができます。

2050年までに目指す姿	国産石灰窒素が関わることができること
❶ 輸入原料や化石燃料を使用した化学肥料の使用量を30%低減	輸入原料や化石燃料を使用した化学肥料の使用量の低減が可能 ・国産原料（石灰石）と空気中の窒素が主原料 ・化学肥料の使用低減が可能な「肥効調節型肥料」に認定
❷ 農林水産業の CO_2ゼロエミッション化の実現（温室効果ガス排出削減）	①石灰窒素の稲わら腐熟促進により、水田からのメタンガス（CH_4）発生を低減 ②石灰窒素の施用により、茶園・畑地からの一酸化二窒素（N_2O）の発生を低減
❸ 化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減（総合的な病害虫管理体系の確立・普及）	「太陽熱・石灰窒素法」で、化学農薬の使用量の低減が可能

資料のご請求は弊会まで。パンフレットをお送りします。

国産石灰窒素の農薬登録内容

日本国内で生産される国産石灰窒素は、すべて農薬登録を取得しており、現在、「石灰窒素40（粒）」「石灰窒素50（粉）」「石灰窒素55（粒）」の３剤が流通しています（数字はシアナミドの含有量を表しています）。

●国産石灰窒素　農薬登録内容（令和５年10月現在）

作物名	適用病害虫(雑草)名	使用量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	石灰窒素を含む農薬の総使用回数
水　稲	ユリミミズ	40～60kg/10a	は種前又は植付前	1回	散布後土壌混和	－
	ザリガニ スクミリンゴガイ	20～30kg/10a	植代前		散布　荒起し後３～４㎝に湛水し、３～４日後全面に散布、３～４日放置後植代を行う。（漏水を防止すること）	
	スクミリンゴガイ		刈取後（水温15℃以上の時期）		散布　３～４㎝に湛水し、１～４日後全面に散布、３～４日放置する。（漏水を防止すること）	
	ノビエの休眠覚醒（湿田及び半湿田）	40～50kg/10a	水稲刈取後１週間以内		全面散布	
	水田一年生雑草	30～70kg/10a	は種又は植付前		散　布	
水田作物(水田刈跡)		50～70kg/10a	水田作物刈取後			
れんこん	スクミリンゴガイ	60～100kg/10a	植付前		散布後土壌混和（７日以上放置後植付を行う）	
はくさいキャベツ	根こぶ病	100～200kg/10a	は種前又は植付前		散布後土壌混和	
野菜類＊1 豆類(種実) いも類	センチュウ類	50～100kg/10a	は種前又は植付前		散布後土壌混和	
	一年生雑草	50～70kg/10a			散　布	
麦　類			は種前			
桑	カイガラムシ類 胴枯病	温湯10Ｌ当り400～800ｇ/10a	７月下旬～10月上旬		上澄液を株又は枝条の基部に散布する。	

作物名	使用目的	使用量		使用時期	本剤の使用回数	使用方法	石灰窒素を含む農薬の総使用回数
		薬量	希釈水量				
ばれいしょ＊2	茎葉枯凋	10～15kg/10a	100Ｌ/10a	茎葉黄変期	1回	茎葉散布(上澄液)	－
			－			茎葉散布	

＊1　野菜類には豆類(未成熟)が含まれます。　＊2　「石灰窒素50」粉状品のみ登録です。　＊3　作型、品種、土壌条件に応じて使用量を決めてください。

⚠ 使用上の注意

使用面

① は種又は移植に当り、暖地では３～７日前、寒地では７～10日前に施して土とよく混ぜること。
② 農薬として使用の際は、肥料として窒素過多にならぬよう、窒素肥料全体としての使用量に注意すること。
③ 使用量に合わせ秤量し、使いきること。
④ 雑草防除の時は、田畑共耕起の前に施し、耕起しない田では、刈り取り後に施すこと。
⑤ 使用するとき、他の作物にかからぬように注意すること。
⑥ 水稲のザリガニ、スクミリンゴガイ防除用途に使用する場合、湛水状態で均一に散布し、散布後少なくとも７日間はそのまま湛水状態を保ち、落水、かけ流しはしないこと。
⑦ れんこんのスクミリンゴガイ防除に使用する場合、散布後土壌混和し、少なくとも７日間はそのまま湛水状態を保ち、落水、かけ流しはしないこと。
⑧ ノビエ種子の休眠覚醒に使用する場合は、下記の注意を守ること。
・稲刈り取り後、落下ノビエ種子が乾燥前(土壌湿潤状態中)に石灰窒素を散布すること。
・石灰窒素の主成分シアナミドが溶解し、ノビエ種子に吸収でき得る水分を保有する園場であること。
(稲刈り取り後の地下水位10～20㎝地帯)
・石灰窒素によって処理されたノビエ種子が覚醒発芽し得る温度(平均温度15℃以上)を15日以上保てる気温の地帯であること。
・４～５年連用することによって効果を確保する。
⑨ 桑に使用する場合は、本剤を所定量の温湯に加え十分攪拌し溶解させた後、その上澄液を株又は枝条の基部に十分散布すること。
桑に使用した当日は蚕に桑葉を給餌しないこと。
⑩ 適用作物群に属する作物又はその新品種に本剤をはじめて使用する場合は、使用者の責任において事前に薬害の有無を十分確認してから使用すること。なお、普及指導センター、病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

安全面

① 誤飲、誤食などのないよう注意すること。
誤って飲み込んだ場合には、直ちに医師の手当てを受けさせること。
本剤使用中に身体に異常を感じた場合には、直ちに医師の手当てを受けること。
(小児の手の届くところには置かない)
② 本剤は眼に対して強い刺激性があるので、眼に入らないよう注意すること。
眼に入った場合には直ちに十分に水洗し、眼科医の手当てを受けること。
③ 本剤は皮膚に対して刺激性があるので、皮膚に付着しないよう注意すること。
付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。
④ 散布液調整時及び散布の際は保護眼鏡、防護マスク、不浸透性手袋、ゴム長靴、不浸透性防除衣などを着用すること。
また、薬剤を吸い込んだり浴びたりしないよう注意し、作業後は直ちに身体を洗い流し、洗眼・うがいをするとともに衣服を交換すること。
⑤ 作業時に着用していた衣服等は他のものとは分けて洗濯すること。
⑥ かぶれやすい体質の人は作業に従事しないようにし、施用した作物等との接触を避けること。
⑦ 夏期高温時の使用を避けること。
⑧ 散布後24時間以内は飲酒はしないこと。
⑨ 水産動植物(魚類)に影響を及ぼすので、養魚田では使用しないこと。
⑩ 水産動植物(魚類・甲殻類・藻類)に影響を及ぼす恐れがあるので、河川、養殖池等に飛散、流入しないよう注意して使用すること。
⑪ 吸湿性があるため、防水に留意し、雨漏れ、浸水等の恐れのない場所に保管すること。
⑫ 火災時は保護具を着用し水・消火剤等で消火に努めること。
⑬ 漏出時は保護具を着用し拭き取り回収すること。
⑭ 移送取扱いはていねいに行うこと。

石灰窒素だより№158
令和５年 12 月発行
発行所：日本石灰窒素工業会
〒101−0045
東京都千代田区神田鍛冶町３−３−４
（サンクス神田駅前ビル８階）
TEL：03−5207−5841
FAX：03−5207−5843
https://www.cacn.jp/

制作：㈱日本制作社