

平成 27 年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業【実用技術開発ステージ】
25091C 水稻初期生育を改善する革新的土壌管理技術と診断キットの開発

水稻用土壌異常還元診断 実施マニュアル VER.1.802 診断器具(キット)の作り方と使い方

元気な稲を育てるために、田んぼの健康診断をやってみよう！

発行

2016 年 3 月 10 日

革新的土壌管理技術と診断キット研究開発コンソーシアム

目次

異常還元診断で何ができるの？	3
異常還元診断法の概要と流れ	4
はじめに 材料を揃える	5
異常還元診断の器具の使い方	6
診断のための採土～測定の方法.....	7
ガス湧き測定時(強還元土壌(冬季湛水田等))の注意.....	10
測定結果を元にした診断方法	13
1. 個別の測定項目による判定.....	13
総合判定に基づく対応策	14
2. 総合判定	14
異常還元予防策の基本	16
異常還元診断法を安全にご利用いただくために.....	18

異常還元診断で何ができるの？

1) 異常還元の予測ができます

水田土壌を培養瓶で3日間培養します。培養開始時と培養3日目の酸化還元電位(Eh)を測定する事により、水稻移植後における異常還元の危険性が予測できます。これまで、わからなかった初期生育不良の原因と、その対応策の方針が明らかになります。

2) やせ地・冬期湛水田の初期生育予測ができます

さらに培養7日後までの測定結果で、雑草の多発や初夏にガス湧きの多い田んぼや、痩せ地で初期生育不良となるなどの危険性を予測できます。

- ① 冬の間に乾燥していたり、有機物が少なく痩せていたりする水田では、異常還元が起こらなくても、生育不良や雑草が優占する水田があります。そのような場所では、土壌の窒素肥沃度を簡易に診断することによって、危険性が予測でき、田植え前後の対策が的確にできるようになります。
- ② 冬期湛水田など既に還元が進行した土壌や、還元の進行を検出しにくい土壌では、ガス発生量から初期成育抑制の危険性が予測できます。生育状況に応じて、予測を基準として植え干しや早期中干しなどの的確な対応が行えます。

3) 硫化水素の潜在的な発生量や、実害の程度を予測できます

特許公開中の硫化水素検出装置(特開 2017 -90149)を使うことで、上記培養瓶では水田の硫化水素発生の予測ができます。中干し前の最高分げつ期ごろには実際の水田でも利用でき、硫化水素の発生程度や主な発生深度を見ることができます。また、落水管理により硫化水素発生が軽減できたり、登熟期の硫化水素害の程度を推定することで、含鉄資材利用などの対応の必要性が確認できます。

4) 診断・予測結果に応じた、対応策を行えます

各種診断結果の組み合わせから総合的に危険性の判定を行うとともに、最適と思われる対応策を提示してあります。最も適した対策を合理的に行うことができます。

異常還元とは？

土壌中の微生物は主に酸素を使って有機物を分解しています。水田に水を張ると、徐々に土壌中の酸素が不足して還元状態(酸欠状態)になります。この時、穏やかに酸素が減っていく場合には問題が少ないのですが、急激に酸素が失われて還元が進むと、水稻の生育に有害な有機酸や硫化水素が発生します。この急激な還元進行に伴って水稻の生育が阻害される状態を水田土壌の異常還元とよびます。本診断法は、これまで予測が困難であった水田の異常還元の危険性と、その程度を事前に予測し、合理的に対応するために使われます。

酸化還元電位(Eh)とは？

酸化還元を表す単位で、Ehの値が大きいほど酸化状態、小さいほど還元状態にあります。通常、畑地のEhは+600~700mVで、水を張っていない水田土壌では+100~+500mV、湛水下の水田土壌では還元の進行と共に、-200~-300mVまで低下していきます。

異常還元診断法の概要と流れ

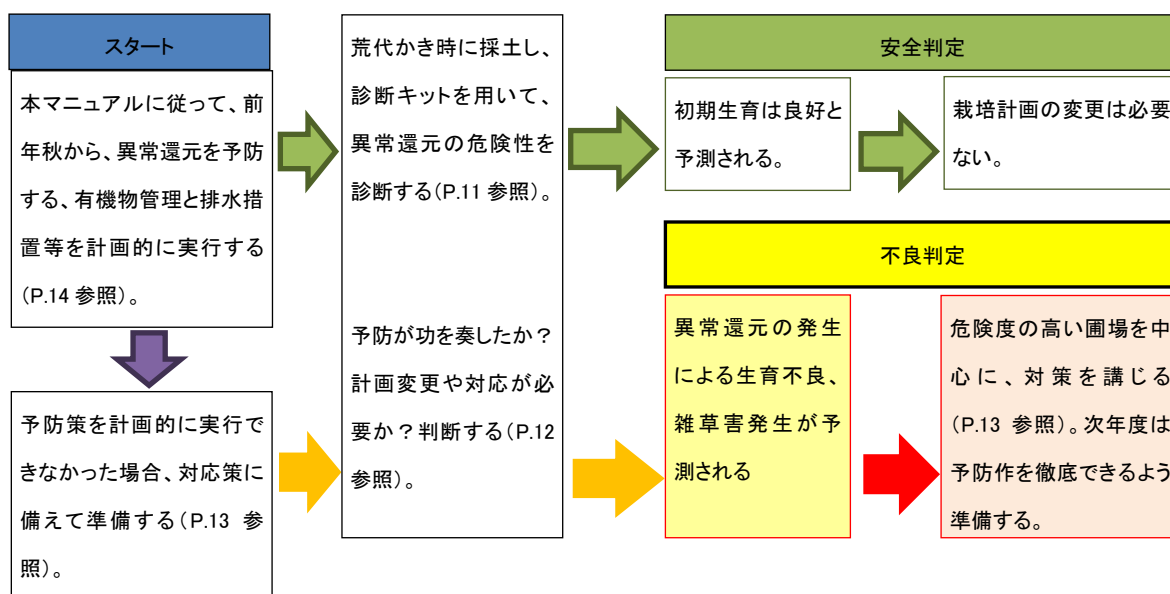


図 1 本診断法活用の流れ

表 1 土壌診断方法

培養からの 日数	0 日目	3 日目	7 日目
作業	荒代後採土 ↓ 土を泥状にする ↓ 土をビンに入れる ↓ ①土壌 Eh 測定(A) ↓ 培養開始	ビンを傾けて混ぜる ↓ ②ガス湧き量測定(C) ↓ ③土壌 Eh 測定(B) ↓ 培養継続	④ガス湧き量測定(D) ↓ ⑤窒素濃度測定(E) ↓ 培養終了 ↓ 診断・判定
判定		Eh はA－Bで低下量を算出 し、異常還元を判定する。	ガス湧き量はC＋Dの値と し、総合判定を行う。
注意点	土をよく混ぜて代かき状態にす る。ガス漏れに注意し、栓をしっ かりして培養をする。	ガス湧き量を測定してから Eh を 測定する。培養槽の水が減って いたら、水を加える。	上澄み液を採る際は、にごら せないように注意する。
対応ページ	P.6-8	P.8	P.9

①～⑤の順番に、A～E の 5 つの値を測定します。7 日目診断終了後に硫化水素見える板を土壌に挿入して1晩培養すると硫化水素発生が観察できます。

はじめに 材料を揃える

採土から測定まで以下のような様々な器具を使います。一部は市販製品を利用し、一部は自作品を掲載しています(市販品でも測定可能です)。測定原理をご理解いただき、ご活用ください。本コンソーシアムでは、以下の材料を診断キットと呼んで各地でモニタリングをおこなっています(2016 年度に終了しました)。

1) 異常還元診断法の材料



①バケツ



②採土器



③マッシャー



④培養ビン



⑤白金電極付ゴム栓・

赤ゴム栓 ⑥紙やすり(1 枚)



⑦参照電極入り
ボトル



⑧Eh 検出器「豊作くん」(1 つ)



⑨培養槽(1 つ)



⑩ヒーター(1 つ)



⑪シリンジ



⑫スポイト

注射針をゴム栓⑤に刺し、内筒は外します



⑬パケットテスト(1 セット)



⑭硫化水素検出装置
(特開 2017 -90149)

白金電極(⑧接続部分)

シリンジ(⑬)装着用
注射針(先端が液面に)

赤ゴム栓装着部分
(⑥参照電極挿入部分)

白金電極(磨く部分)

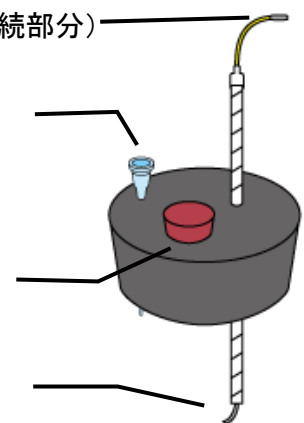


図 2 白金電極付ゴム栓

2) 必要に応じてご用意いただくもの

- 氷
- スプーン
- コップ

異常還元診断の器具の使い方

3) 異常還元診断器具の用途と市販品および代替可能品

①バケツ、②採土器、③マッシャー

バケツに土を集めて均一に混ぜます。10L以上の容器が適しています。採土器は10cmまでの土を筒状にとり、6か所とると代かき土壌が均等に採土できます。球根掘り取り器で代替できます。必要な容量の土を瓶に移す前に、マッシャーで土の塊をつぶし、瓶に入れてからEhを測定する前にも均一に混ぜてセットします。市販のポテトマッシャーが使えます。

④培養ビン

土壌が還元化する過程を見るので、酸素の入りにくいガラス瓶容器を使います。口径90mmで容量が450mlの保存瓶で代用できます。土を一定量にする目盛り線を付けておきます(→p.7)。

⑤白金電極付ゴム栓・赤ゴム栓 ⑥紙やすり(1枚)

診断キットの核心部です。密閉性が良く、電極を装着、加工しやすいゴム栓を、培養瓶の蓋を兼ねて使います。栓のサイズは上直径×下直径×高さが96×90×45mmです。培養瓶毎に白金電極が必要で、長さ210mm程で先端の白金部分が10mm出た状態の電極をゴム栓に装着します。紙やすりで白金電極の酸化被膜を、測定前にはがします。使用する紙やすりは#1000番です。

また、電極付きゴム栓に直径18mmの穴を空けて、測定時に参照電極を差し込み、通常は赤ゴム栓(20×16×24mm)で蓋をします。さらに、注射針部分を55mm(ゴム栓下部に10mm出る)長さに調整しゴム栓に刺して、シリンジをはめガス湧きが測れるようにします。

⑦参照電極入りボトル、

参照電極、Eh検出器ともに特製の機器を製作して使っています。参照電極と白金電極が一体型のORPメーターと違い、測定時のみ微弱な電流を流し利用する参照電極、固定した白金電極とに分かれます。

⑧Eh検出器「豊作くん」(1つ)

推奨のEh検出器はアスザック製です。この測定に向くように改良されています。参照電極と白金電極を別にした検出器があれば代用できます。

⑨培養槽(1つ)、⑩ヒーター(1つ)

市販の発泡スチロールで、土壌の採土時に保冷して輸送するときと、30℃の水温で培養瓶をつけて保温培養する容器として使用します。容器はホームセンターで販売されています。ヒーターは熱帯魚など飼育用の保温ができるものを使います。代かき前後の春先の低温でも田植え後の高い温度状態を再現します。測定本数によって容量の大きさを選びます。

⑪シリンジ、⑫スポイト

ガス湧きの測定に注射針をゴム栓⑤に刺して、内筒は外します。注射器と注射針は、化粧品の液体を移し替える用途で、市販されています。スポイトも同様に市販されています。

⑬パックテスト(1セット)

共立理化学研究所のアンモニウム(排水)を使います。鉄イオンが多い場合は、上澄み液を一晩冷蔵保存してから測定します。

⑭「硫化水素検知装置」(特開 2017-90149)

新潟農総研と自然農研の共同開発した硫化水素見える化技術です。銀製品で代用できます。

診断のための採土～測定の方法

1) 採土・測定準備

(1) 田んぼから土を採る(図3)

水田の荒代かきを行った翌日に(荒代から田植えまで 20 日以上おく場合は、田植え 10 日前頃の)土を採ります。採土器を使い 10cm 深の土壌を筒状に採取し、田を一回りして 6～16 箇所からバケツに集めます。

採土時に、大きな刈株や直径2cm を超える石は取り除きますが、採土器に入る 10cm くらいの稲わらは捨てずに、土と一緒に集めます。



図 3 採土方法

(2) 土をビンに入れる

集めた土は温まらないよう日陰に移動させ、バケツの中でマッシャーを使って塊をつぶし、泥状にします。土の量を正確に測るため、ビンには線が二本引いてありますが、先にビン下の線まで水を入れ、その後に土をスプーン等を入れていき、水面が上の線に来るまで土の量を調整します(図 4)。



図 4 土のビンへのつめ方

すぐに(30 分以内に)測定できる場合

→(3)測定の準備へ

すぐに測定できない場合

一旦ビンの中から水を捨てて、土が空気に触れる状態で金蓋をし、5℃以下の温度に保って持ち帰り、冷蔵保管します。また測定直前に水を足します。



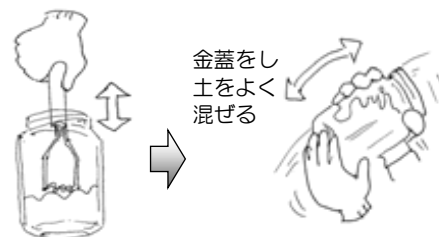
図 5 測定まで時間がかかる場合

異常還元を予測するために採土時期は重要です。通常の田植え後の状態に近い代かき直後の土をとって、判定してください。不耕起・無代かきの場合も、田植えに近い時期の土壌で判定します。**集めた土を温度が高い場所に置くと、正しく測定ができなくなります。**そのため温度が高い場所では採土直後に測定するか、採土後すぐに冷蔵庫や氷を使って冷蔵保管します。もしも採土とは別の場所で測定を行う場合は、できるだけ暖まらないよう氷で冷やして移動させ、測定直前に水を加えマッシャーで混ぜる手順にうつってください。

(3) 測定の準備

土の入ったビンに上の線まで水が入った状態で、ビンの中で再びマッシャーで土を混ぜた後、金蓋をして、10 秒程度ビンを振って土を混ぜます(図 6)。

マッシャーで土をよく混ぜる



金蓋をし土をよく混ぜる

図 6 ビンでの土の混ぜ方

2) 培養前の測定 (0 日目)

(1) Eh 測定の準備(図 7)

- ① 白金電極の先を紙やすりで軽く20回程度磨いた後、ビンの金蓋をはずし、代わりに白金電極付ゴム栓でフタをします。白金部分はやわらかいため、折らないようご注意ください。
- ② 白金電極を土壤に指してから、30分経過して初期値を測ります(冷蔵した場合は室温に戻ります)。
- ③ 参照電極をペットボトルから取り出し、ゴム栓の大きい穴から上澄み液につかるように差し込みます。

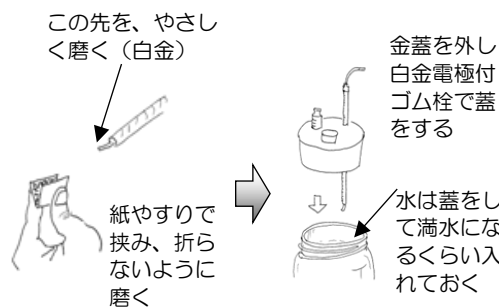


図 7 Eh 測定準備

(2) 培養前に Eh を測定する(図 8)

「豊作キット(Eh メーター)」のワニクリップのうち、黄色を参照電極、白色を白金電極に接続し、スイッチを押して Eh の値を測定・記録します。

※ 値はプラス(+)からマイナス(-)を示します。

※ 値が落ち着いた所で読み取り、落ち着かない場合は、測定開始 30 秒後を目安に読み取ります。

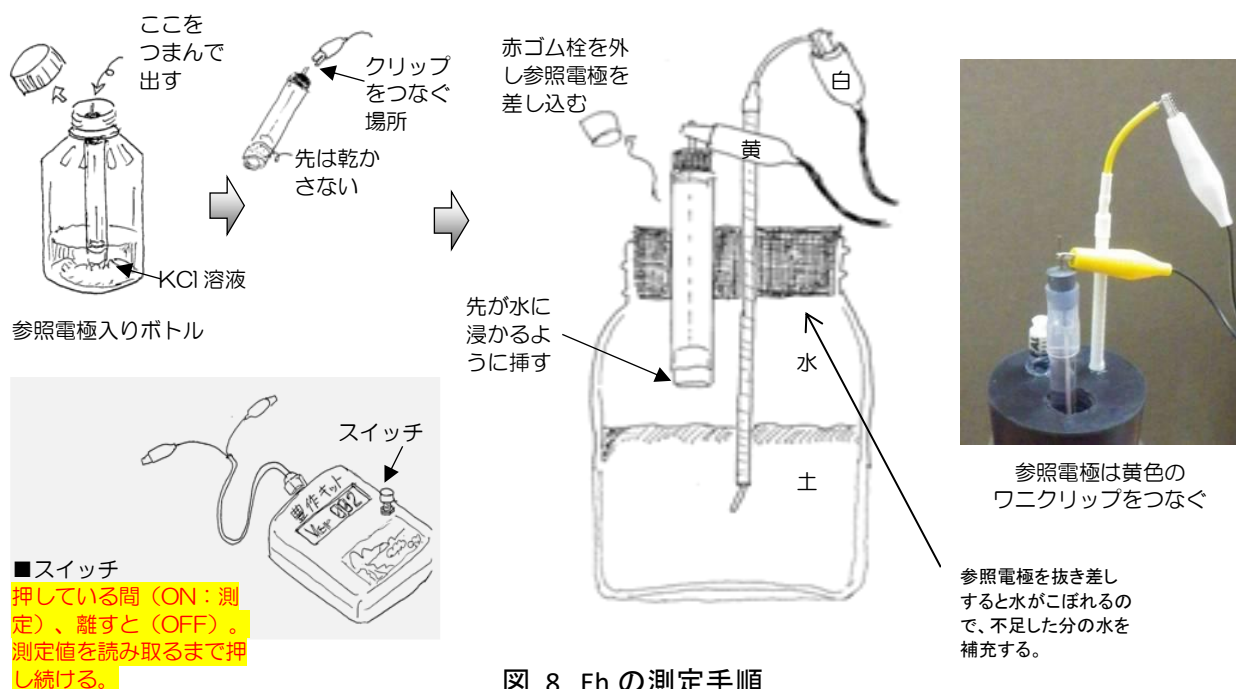


図 8 Eh の測定手順

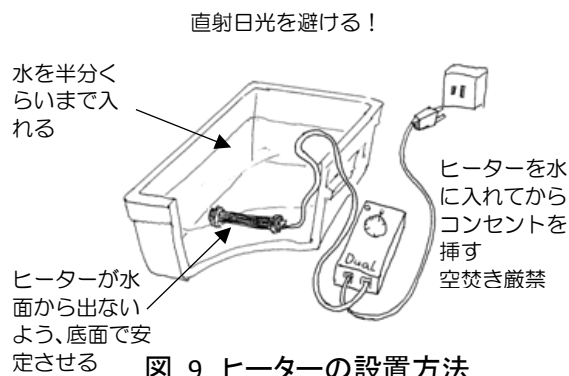
測定後は、培養ビン水を満たし参照電極を抜いた穴を赤ゴム栓で塞ぎます。参照電極は、軽く水ですすぎ、すぐに保存容器の KCl 溶液に浸してください。

3) 培養の開始 (0 日目)

(1) 培養槽を温める(図 9)

培養槽は、直射日光を避け燃える物のない室内に設置してください。培養槽の半分ほど水を入れてからヒーターを水中に投じ、その後にコンセントをつなぎ 30℃に設定します。**空焚きは火災や故障の原因となるため厳禁です。**

その後に培養ビンを入れ、その状態で、培養槽の内側の線まで水が来るよう調整します。またヒーター一部が空中に出で空焚きにならないよう固定します。

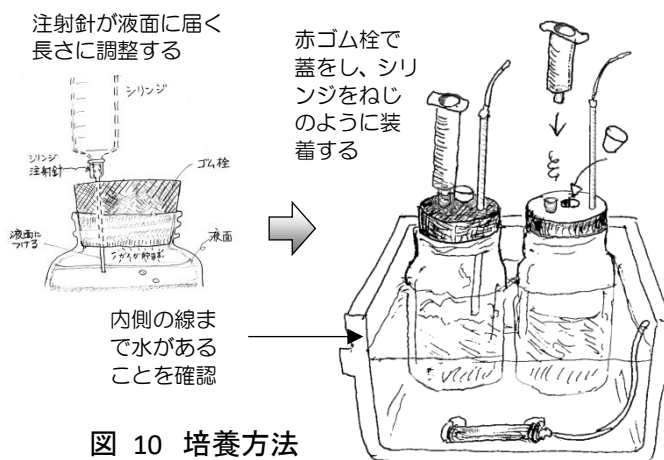


(2) 培養する(図 10)

① ガス湧き予測シリンジをセットします

(P.10 注意も参照)。

- ② 培養ビンは栓の上部まで水を満たし、ゴム栓等で塞いで、培養槽に設置します。
- ③ 培養槽内側の線まで水が入っていることを確認・調整します。



4) 培養後の測定

(1) 3 日目(およそ 72 時間後)にガス発生量を読み取り、再度 Eh を測定する(図 11)

- ① シリンジ内に水が溜まった量をガス湧き発生量として読み取り記録します (P.10 注意も参照)
- ② ゴム栓を押さえながら、ビンをゆっくり 5 回傾けて土を混ぜて、ゴム栓のフタをはずし、参照電極を差し込み、培養前同様に豊作キットをつなぎ、Eh を測定・記録します。
- ③ ビンの水が蒸発している場合は加水し、ゴム栓でフタをして培養を続けます。
- ④ 培養槽も内側の線まで水を加えます。

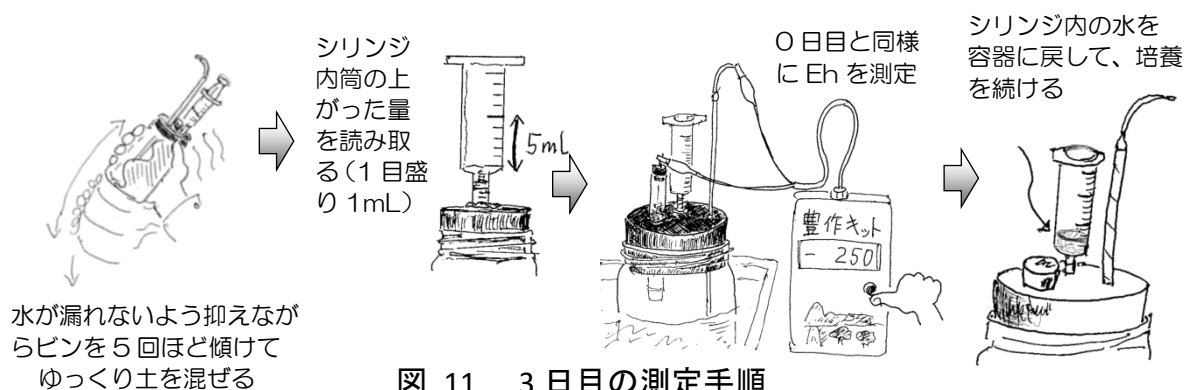


図 11 3 日目の測定手順

(2) 7 日目にガス発生量を読み取り、上澄み液の窒素濃度を測定する(図 12)

上澄み液が濁ると不正確になるので、なるべくビンを揺らさず、必要に応じて静置してください。

- ① ガス湧き発生量を読み取り、発生量を記録します。
- ② 赤ゴム栓を外し、スポイトで上澄み液を取り出します。
- ③ パックテストを用い、上澄み液をパックの半分量まで吸い込みます。
- ④ 10 分後に標準色紙と見比べて、最も近い窒素濃度を 0.1 単位(mg/L)で読み取り記録します。
- ⑤ 上澄み液の鉄分が強く、橙色に発色して読み取れないときは、上澄み液を容器に入れて蓋をし、冷蔵庫内で 1 晩静置してから、鉄分を沈殿させて上澄み液で、再度、測定します。

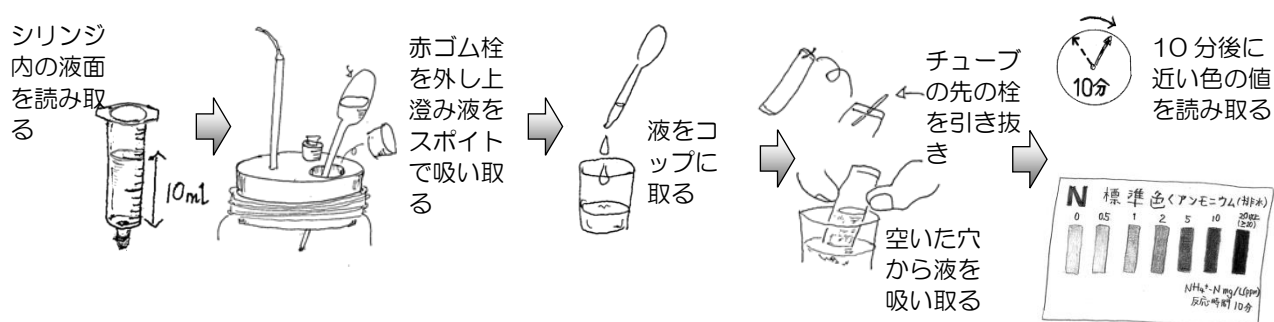


図 12 3 日目の測定手順

ガス湧き測定時(強還元土壌(冬季湛水田等))の注意

ガス発生量が多量になる場合の注意点

培養瓶の中の土がガスの発生によって膨張し、シリンジ内に水を押し上げることで、ガス湧きを測定します。シリンジの針は液面に入っている必要がありますが、先端が鋭利になっているものは切断するなどして長さを調整するか、先端がまるまったものを使って、ケガの無い様にお取り扱いください。瓶内に気泡が溜まるとシリンジから抜けていくこともあるので、ガス発生量が多いサンプルでは、途中で水が少なくなっていないか、時々、確認し、測定回数を増やしてください。

- 培養前に、ガス湧き予測シリンジ(注射筒)を培養ビンにセットします。その際、培養ビン内なるべく空気が残らないように水封(培養ビンを静かに水中に没したままシリンジをセットすると作業しやすい)すると共に、発生したガスが抜けてしまわないように隙間がないことを確認します。
- 培養 3 日目に Eh を測定する際には一度ゴム栓を開放するため、解放前にガス発生量を記録し、シリンジをリセットします。
- 培養 7 日目に、再度ガス発生量を記録します。
- 3 日目と 7 日目のガス発生量の合算値を「ガス発生量」とします。例えば 3 日目に 3mL、7 日目に 12mL 発生した場合、「ガス発生量」は 3mL+12ml=15mL になります。

(3) 上澄み液の窒素濃度を測定する比色判定の注意点

田面水に鉄イオンが溶け出してくると、本比色法ではオレンジ色に着色され、アンモニア態窒素の緑色の発色確認が困難になります。この写真のように、Fe(鉄イオン)5~10ppm 以上になるとアンモニア態窒素の微妙な発色の違いを確認することが難しくなります。そこで、鉄イオンの存在でオレンジ色に発色する場合、田面水をいったん容器に取り出して封をして冷蔵庫内で1昼夜静置すると鉄が沈殿するので、翌日に比色反応を進めれば発色が明瞭になります。



$\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は左から 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0ppm

図 13 鉄イオン共存下でのアンモニア態窒素の比色

(4) 7 日目の測定後の土壤に挿入して一晩で硫化水素の発生を予測する(図 14)

通常、硫化水素の測定は実験室レベルで行う煩雑なものであり、生産者自身が硫化水素の発生に気が付き、対策を行うことは困難です。そこで、古来から銀食器の加工法として使われる、硫黄などをいぶして、銀の金属製品表面をくすませる「いぶし銀仕上げ」を応用し、銀が硫化水素の濃度に応じて黒変化する原理を規準にして、硫化水素の見える化を実現しました。(特開 2017 -90149 ; 新潟県、(公財)自然農法国際研究センター)

本診断法としては、3つの時期にこの硫化水素検出装置を使用します。一つ目は、異常還元を診断する Eh やガス湧きなどの測定を終えた土壤で、この装置を培養瓶に挿入して、続けて培養し、24 時間後の着色程度を観察します。この測定で、異常還元の主な原因が硫化水素の発生によるものか、あるいは別の原因によるものかを推定します。

さらに、本田では最高分けつ期から出穂期(中干し前)の水田に挿して置き、24 時間経過して抜き取り観察し、硫化水素の発生程度や、発生部位(深さや濃淡の偏り)を推定できます。硫化水素は代かき後落水前まで徐々に増加するので、通常の中干し前に発生のピークをむかえます。レンゲなどの有機物すき込み田では多量かつ田植え後早期に発生する場合があるので、植え干しや早期中干しなどを実施する目安にすることができます。

最後に、出穂後の水稻登熟期に硫化水素が残っている場合、ゴマ葉枯れなどの原因にもなる根の障害が出る場合があります。この時期は中干し後で、通常は硫化水素の発生が少なくなっていますが、多い場合は、登熟が低下して収量減少の重要な要因となっているので、収穫後の含鉄資材の利用で硫化水素対策を実施するための目安とします。

なお、本研究期間中(3 年間)に、異常還元対策として光合成細菌の施用効果を検討しました。光合成細菌の苗箱施用で統計的な有意差が認められたのは、試験初年目だけで、残り 2 年は有意な結果は認められていません。施用区での土壤中の光合成細菌数の増加は認められず、施用した光合成細菌が未施用区でも自然増加し、供試水田の硫化水素発生が少なかったことで、効果が不明確だった可能性があります。硫化水素発生の多い水田の対策として、光合成細菌の利用については今後の検証課題です。

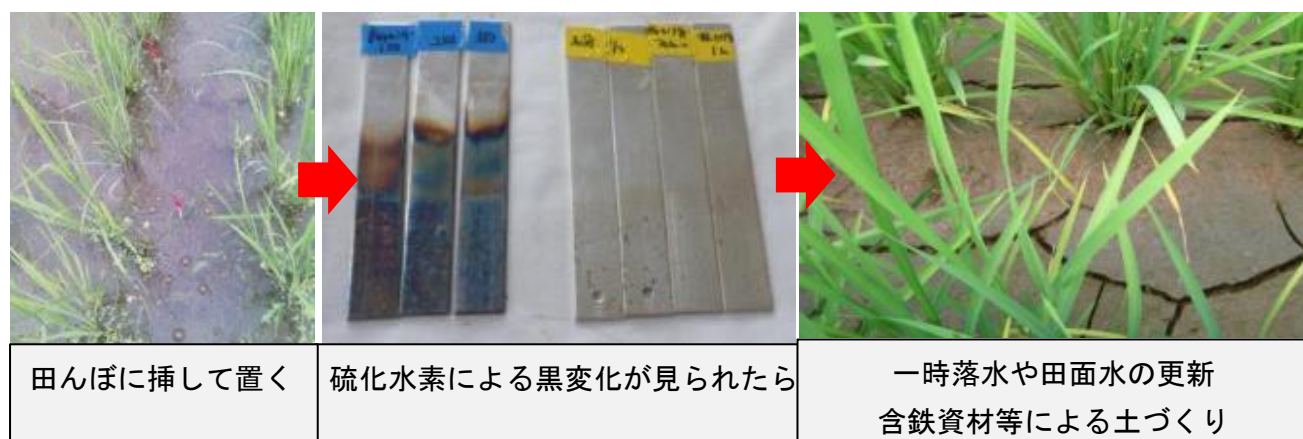


図 14 水田に設置した「硫化水素検出装置」とレンゲ栽培田での着色状況と対策方法

測定結果を元にした診断方法

1. 個別の測定項目による判定

1) Eh から判定（異常還元の危険性判定）

培養前(0 日目)Eh と培養後(3 日目)の Eh の値から、表を参考に、異常還元の危険性を判定します。

表 2 異常還元の危険性判定

A 培養前 Eh (0 日目)	B 培養後 Eh (3 日目)	Eh 低下速度 (A-B)	異常還元 の危険性
310 以上		250 未満	安全
		250 以上 310 未満	用心
		310 以上	注意
230 以上 310 未満		270 未満	用心
		270 以上	注意
		230 未満	用心
230 未満		230 以上 310 未満	注意
		310 以上	警戒

2) 上澄み液の窒素濃度とガス発生量による判定

土壌水中の窒素は水稻栽培に適した濃度が必要です。窒素が少ない場合は Eh で安全と診断されても生育不良が予想され、窒素が多い場合、雑草発生量が増加することがあります。Eh と合わせて、異常還元の総合判定を行います。また、湿田や冬期湛水田で、Eh が常に低い水田では、ガス湧き判定を実施して、初期生育の良否について診断を行ってください。

表 3 ガス湧き判定

C+D ガス発生量 (mL)	診断
10 未満	良好
10 以上 20 未満	注意
20 以上	不良

表 4 窒素濃度判定

E 窒素濃度 (mg/L)	判定
1.5 以上	多い
1.0 以上 1.5 未満	普通
1.0 未満	少ない

個別項目の測定値記録シート

ビンの ラベル	圃場名等 メモ	A	B	C	D	E	A-B	C+D
		0 日目 Eh	3 日目 Eh	3 日目 ガス湧き量	7 日目 ガス湧き量	7 日目 窒素濃度		
例:1	A 圃場前	200	-100	2	6	0.6	300	8

総合判定に基づく対応策

2. 総合判定

Eh の判定と、窒素濃度やガス発生量の判定から、総合的に危険性を判定します。

表 5 異常還元の危険性(表-2)と窒素濃度(表-4)から診断する異常還元の総合判定

		異常還元の危険性(表-2)			
		安全	用心	注意	警戒
窒素濃度 (表-4)	多い	生育良好	生育良好 ・雑草注意	生育良好 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意
	普通	生育良好 ・雑草注意	生育良好 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意	生育不良 ・雑草害
	少ない	生育遅延 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草害	生育不良 ・雑草害

表 6 異常還元の危険性(表-2)とガス発生量(表-3)から診断する異常還元の総合判定

		異常還元の危険性(表-2)			
		安全	用心	注意	警戒
ガス発生量 (表-3)	良好 10mL 未満	生育良好	生育良好	生育良好 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意
	注意 10mL 以上 20mL 未満	生育良好 ・雑草注意	生育良好 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草害
	不良 20mL 以上	生育遅延 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草害	生育不良 ・雑草害

個別測定項目判定と総合判定シート

ビンのラベル	圃場名等 メモ	個別の測定項目による判定			総合判定	
		表-2	表-3	表-4	表-5	表-6
		異常還元の危険性	ガス湧き判定	窒素濃度判定	表-2 表-4	表-2 表-3
例:1	A 圃場前	注意	注意	多い	生育良好 ・雑草注意	生育遅延 ・雑草注意

表 7 総合判定(表-5 または表-6)に基づく異常還元危険性レベル診断

異常還元の総合判定		異常還元危険性レベルの診断
1	生育良好	問題ありません。通常の代かきで田植えができます。 移植苗の活着や初期生育は良好と予測されます。ただし、低地力水田や施肥を制限した栽培条件では、養分不足による初中期の生育不良に注意が必要です。
2	生育良好・雑草注意	異常還元による害は出ませんが、雑草が繁茂しやすい状態です。適期除草に注意してください。
3	生育遅延・雑草注意	水稻の生育が遅れやすく、雑草が繁茂しやすい状態で注意が必要です。また、施肥を制限した栽培条件では、養分不足による初中期の生育の遅れに注意してください。
4	生育遅延・雑草害	雑草が生えやすく、相当の除草が必要です。また、除草しても水稻の生育が遅れるので、雑草が再生しやすい状態です。
5	生育不良・雑草害	異常還元が起こりやすく、水稻生育が不良となり雑草が生えやすい状態です。この状態のまま田植えをしても、雑草の生育は早く、除草を徹底しても水稻の生育が回復しにくいので、雑草害で減収します。

表 8 異常還元の総合判定(表-5 または表-6)毎の対応策

異常還元の総合判定		対応策(処方箋)
1	生育良好	現状の栽培プランで大丈夫です。追肥を計画している場合は、生育量に留意し、実施して下さい。
2	生育良好・雑草注意	栽植密度を増やす対応を推奨します。移植後は適期の除草を徹底して下さい。
3	生育遅延・雑草注意	茎数不足を補うため、早期追肥が有効です。状況に応じ、栽植密度を増やす対応も組み合わせて下さい。ガスわきが著しい場合は、雑草発生量に注意しながら、落水してガス抜きを行って下さい。
4	生育遅延・雑草害	初期生育不良を補うため、移植時期の後ずらし、栽植密度を増やす対応が効果的です。初期生育不良とガス湧きが認められたら一時落水により土壌の酸化や有機酸の排出を促します。落水による雑草発生量の増加に伴って除草頻度が増える可能性を考慮して下さい。
5	生育不良・雑草害	移植時期の後ずらしを推奨します。あわせて、雑草害低減や分けつ不足を補うため栽植密度を増やす対策を行います。移植後に多量のガス湧きを観察した場合は一時落水を実施し、土壌の酸化や有機酸の排出を促して下さい。ガス湧きがおさまリ、水稻苗の葉色が回復してきたら早期追肥を実施し、生育量の回復を促すとともに除草を徹底して行って下さい。

異常還元予防策の基本

異常還元が起きないようにする予防の基本は、有機物の施用方法の工夫や土壌管理にあります。緊急的な対応策では間に合わない場合が多いので、前年から水田の有機物管理と排水管理を計画的に行い、異常還元を予防します。異常還元を予防する対策を継続していくことで、徐々に土の排水性や生物性などが改善されるので、有機栽培や初期成育不良田の有効な土づくり策ともなります。異常還元は田植え後 1 か月程度の間の有機物分解量で決まり、田植え後の有機物分解量は稲わら等のすき込み時期や収穫後から代かきまでの土壌水分管理によって決まります。

1) 秋耕耘

収穫後、早期に稲わら等の有機物のすき込みを行い、秋の降霜時期前までと春の田植えまでの温度を有効に利用して、稲わら等の有機物の腐熟を進めます。必要な温度と、水分を適切に管理する事が極めて重要で、温度が不足しても過湿条件でも異常還元が起こりやすくなります。特に、有機栽培を実施する場合は、地域の平均温度や土壌の水分条件をもとに、秋耕耘と田植えの作業適期を確認します。

稲わらの腐熟期間の積算温度は乾田では 1500 日℃、湿田では 1800 日℃が目安です。この温度が不足し、異常還元が予測される地域や土壌条件では、稲わらの施用量を制限し、堆肥化するなどの予防策がお奨めです。

2) 耕耘後の管理

耕耘後の秋から冬にかけては水が貯まらないように、明渠を確実に施工して、地表面排水を行ってください。冬期湛水する水田でも、稲刈り前から 11 月中は確実に排水してください。湿田では滞水面より下の部分では分解が停まるので、有機物は浅くすき込み、すき込み位置よりも深く排水路を設けてください。

春先は昇温と同時に乾きやすくなりますが、乾燥が過ぎると有機物分解も停滞します。温度が高く風が吹く日は有機物分解も進みますが乾きすぎには注意します。土の中で酸化鉄や硝酸態窒素などが十分ある乾田などの、乾燥し過ぎる水田では早期に代かきし湛水状態で有機物の分解を進めます。

3) 田植え時期・代かき時期の工夫

異常還元は田植え直後から始まります。それぞれの水田で、雑草の発生が盛んになる時期と異常還元が起こりやすい時期は一致します。そのため、異常還元が起きやすい状態での田植えを避ける必要があります。異常還元が起きやすい状態と判った場合、荒代かきから植代かきの間を長く保ち田植え時期を遅らせれば、田植え後の異常還元が軽減し水稻の生育不良が解消され雑草も繁茂しにくくなり除草しやすくなります。1 回目を荒代、2 回目を植え代とする 2 回代かき法では、1 回目の荒代で発芽した雑草を 2 回目の植え代で除草することで、田植え時の雑草が減少します。

4) 健全苗の育苗

水稻の旺盛な生育は異常還元を乗り越える力になります。そのため、健康な苗を育て、必要な苗数を十分に確保して、最適な量の水稲苗を植えます。植代かきを遅らせる場合、それに合わせて田植えができるよう播種し、老化させず、成苗に近い大きな苗にするよう、薄播きを心がけます。

異常還元が予測される地域や土壌では、田植えの時期や密植によって水稻の生育力を強化する方法が有効なので、保険的に育苗枚数を増やし、育苗期間を長くできる薄播きや、苗の老化を防ぐ追肥などが必要になります。状況によって、雑草害や生育不良が予想されても対応が困難な場合は、有機栽培での水稻の作付け中断等も含め、診断結果を利用してください。

5) 中干しと収穫前から始める排水管理

異常還元を防止するために、収穫後も適正な水分状態にする排水管理が重要です。そのため、湿田地帯では、収穫後の水分状態を見越して、栽培期間中から適切な中干しや排水管理を行います。更に、稲わら分解は収穫されたばかりの最初の時期の水分管理が重要なので、収穫前後の地耐力を高めつつ、秋耕耘が可能になるように排水対策を徹底します。

異常還元診断法を安全にご利用いただくために

- 本診断法では水と電気機器を同時に使うため、濡れた手でコンセントをさわらないなど、漏電や感電に注意してください。
- 引火性の製品との併用や、風のある場所での利用はお控えください。
- 目的外の使用や分解は行わないでください。
- お子様の手の届かないところをご利用ください。
- 器具類は可能な限り冷暗所にて保存し、廃棄する場合は法律、条令および自治体の指示に従って処分してください。
- 培養ビンはガラス製ですので、割れないようご注意ください。また割れた場合は怪我に気を付け処分してください。
- ヒーターの空焚きは危険です。通電時はヒーター部分が必ず水の中にあるようにしてください。
- ヒーターやパックテスト付属の取扱説明書等もよくお読みください。

お問い合わせ先

キット・マニュアルの内容・全般に関して

革新的土壌管理技術と診断キット研究開発コンソーシアム

FAX 0263-92-6808 e-mail iwaishi@infrc.or.jp

キットの故障・修理に関して

アスザック株式会社・P&D事業部

FAX 026-248-3816 e-mail yama-ken@asuzac.co.jp