



で 技術 農 営 対 応 可 能 な 除 塩・除 染 手 法

農林水産省によれば東日本大震災に伴う津波で流失・冠水した農地面積は青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉の6県の合計で2万3,600haと推計されている。また、福島第一原発の事故に伴う放射性物質によって汚染された農地の面積は未だ明らかにされていない。4月22日の段階で公表されている福島県の警戒区域、計画避難区域、緊急時避難準備区域に含まれる12市町村の農地面積だけでも約2万6,000ha、稲の作付面積で約8,500haだという。放射性物質による汚染は今後調査が進むにつれて福島県以外の地域にもさらに拡大するであろうことは前号で本誌が指摘している通りである。本号では、農地被害の内、塩害対策および放射性物質除染として機械技術レベルの高い農業経営者であれば対応が可能な技術を紹介したい。水利関係や基本的基盤整備に関しては専門土木業者の

手によらざるを得ない。しかし、多くの土木業者は一般の民生復興のための業務が優先され、農地の復興・復旧に関しては対応が遅れている。また、ここに紹介するレベルの技術は力のある農業経営者であれば対応が可能であり、その能力を生かすことは復旧をできるだけ小さなコストで行なえることにもつながる。そのために、被災農地の地権者や関係者が能力のある農業経営者に直接作業を発注できるような制度も検討されるべきである。また、高馬力トラクタ、大型ブラウ、レーザーレベラ、バーチカルハローなどを持つ農業経営者におかれては、この情報を元に作業コストを自ら見積もっていただきたい。そして、今年の夏以降の農閑期に出張作業をすることも検討していただきたい。

取材・文／昆吉則・加藤祐子

ができる スタブルカルチ耕」

この記事はスガノ農機(株)より得たデータを中心に、「イネイネ・日本」プロジェクト第10回シンポジウムの発表(独農研機構の藤森新作氏)を参考に構成した。

この除塩技術はスガノ農機が宮城県東松島市で4月28日から6月8日に実施した方法である。圃場は東松島市野蒜地区の農業生産法人(有)アグリード鳴瀬が管理する用排水が共通する約34ha。用排水が分離されていないため、新規に湛水する場合でも排水した塩分が一部戻ってしまう条件だった。対策前の水田はEC値4.6~4.7mS/cmの塩分濃度。冠水に伴うヘドロの堆積は多い場所でも1~2cm程度で、この手法が有効なのは5cm未満と見積もっている。

7月10日現在の様子をアグリード鳴瀬の阿部代表に聞いたところ、ほぼすべての水田で目標値であるEC0.3mS/cmを下回る0.12というレベルまで下がった。5月25日から6月11日までに田植えを行ない、イネの生育は順調だという。

阿部氏は「国などが指導するロータリの代掻きによる除塩では3年位かかり、ブロックローテーションに障害が出る。今回の方法であれば単年度で解決でき、生育も順調。また、散乱している稲ワラに塩分が吸着しており、それを確実に取り去ったのも効果を高めたと思う」と話す。

ただし、元々暗渠が目詰まりしているような圃場では効果が低いようだ。ヘドロ深さが5cm未満という条件は全被害面積の一部に過ぎないかもしれないが、有効な方法ではないだろうか。以下、作業手順を示す。

〈作業前の注意〉

除塩作業を行なう場合には事前に以下のことを確認する。

堆積したヘドロに有害物質が含まれていないことを公的機関などで分析・検査を受ける。

用・排水施設と暗渠の有無を確認。実施圃場は、用排水が同一であるがゴールデンウィーク前に稼働でき、暗渠は全圃場にて敷設されていた。

〈作業の手順〉

サブソイラで深さ50cm・間隔90cmの心土破碎作業を行なう。

実施圃場は全圃場に60cm・80cmの深さで暗渠が敷設されており、暗渠管を切らないよう作業深さ50cmで作



宮城県東松島市では耕地面積3,060haのうち、1,495ha(48.9%)の農地が津波に伴い冠水した。写真は作業を行ったヘドロ堆積の少ない圃場。多い場所では20cm以上にヘドロが堆積している地域もある。そうした場所ではこの方式は使えない。



圃場に散乱している塩を吸着した稲ワラを圃場外に取り出し、サブソイラを深さ50cm、90cm間隔で施工した。粘性の強く排水が悪いことが想定される場所では斜めに網の目状に施工した。



スタブルカルチで約20cmに耕起。ロータリでは過剰砕土され暗渠の目詰まりの原因になるのではないかと。また、荒起こし作業機としてのサブソイラは作業スピードも速く能率が上がる。

単年度で徐塩 「心土破碎」+



サブソイラを掛けた後に、表層に石灰を散布し、そのままブラウで30cmでの反転耕起をする作業区も作ってみた。



表層に石灰を散布し、30cmでブラウ耕をした状態。石灰類を散布することで石灰のCaイオンが塩分のNaイオンとが置換され、ナトリウムが水とともに流される。



スタブルカルチ等での碎土の後、レーザーレベラで均平整地を行なう。そこに湛水し、EC値が下がった段階で代掻き田植えを行なった。あらかじめ表層の塩分を地下部へ反転して埋め込むため、作業の効率化が図れる可能性がある。

業を行なった。特に粘性が強い圃場は圃場に対して斜めにクロスさせて網の目状にサブソイラを通す。サブソイラでの心土破碎作業後、スタブルカルチで深さ20cmの荒耕起作業を行なう。

ロータリで過剰碎土するとサブソイラによって破碎形成された水道が湛水時に目詰まりを起こす可能性があるためスタブルカルチを使う。作業スピードが速く、土塊は荒めでブラウ耕ほどの大きな土塊にならない。

水口・落水口を止め、丸2日（48時間）湛水させた後、落水口を開けて落水させる。水が抜けきったらEC

濃度を測定し、 $0 \sim 3 \text{ mS/cm}$ 以下になるまで、湛水・落水を繰り返す。その後、代掻き、田植えを行なう。

また、一部圃場ではサブソイラ施工後、ヘッドごとブラウで反転し、スタブルカルチを掛け、その後をレベラで均平・整地後に代掻き・田植えをするという方法も試し、有意な効果を得ている。

作業効果の比較は行っていないが、塩分濃度の高い表土とヘッドを深部に埋め込むことで表層の塩分濃度をあらかじめ下げることができ、併せて、暗渠からの排水によって、効果的な除塩が行えるのではないかと考えられる。



暗渠からの排水状況。暗渠が目詰まりしているところでは効果が出にくい。

ジョインタ付きプラウ

今回のテストは農研機構中央農業総合研究センター、福島県農業総合センターにスガノ農機が協力する形で実施された。写真はスガノ農機㈱から得た。

世界初！ 水田でのプラウによる放射性セシウム除染試験

これから紹介するのはジョインタ付きプラウで水田表層に残っている放射性物質を土壌深部に埋め込み、人の外部被曝を軽減するとともに土壌中の放射性物質の密度を低下させることで作物の吸収を減らそうという技術である。ジョインタとはプラウの鋤き込み性能を向上させるためにボトムの前に取り付けられる小型の鋤状をした部品。表層数cmにあるワラなどをあらかじめ鋤床に落とすことで鋤き込み性を向上させる。これで、表層の放射性物質を確実に土壌深部に鋤き込むことが可能になる。

今回の試験圃場は福島県本宮市長

屋地区にある強い粘土質の水田で減水深は10mm以下。28aの水田2枚で約30cmのプラウでの反転耕とロータリ耕(15cm)とを比較した。また、セシウムの吸着材としてバーミキュライトを散布する区を設け比較している。

本宮市が発表している同地区の水田土壌1kg当り放射性セシウム(134+137)は、4471Bq(4月12日)。同市では「水田で作付制限となるセシウムの基準値である5000Bq/kgを下回ったことから、水稲の作付が可能」と発表している。これは15cmまでの土壌での放射線量

であり、表層5cmで計測すればその3倍の放射線量になることが想定される。

一方、プラウによる放射性物質の除染は、すでにチェルノブイリの事故後、最も経済的で有効な手段として広く行なわれたものである。水田での実施はこれが世界で初めてのテストである。

農水省が試験している表層の土を削り取って廃棄する方式では、莫大な費用がかかるとともに、削り取った大量の土の捨て場所を考えなくてはならない。それに対して、ここで紹介する方法の場合、耕盤を破壊してしまうので、漏水が増加して放射性物質が地下水に侵入するという恐

れもないわけではない。その意味で地下水系への配慮も必要かと思われるが、自然状態でも降雨などで河川や地下水へ流れ込んでいるわけである。人への放射性物質の影響を最小限にし、しかも作物への吸収を減らすことが可能なこの技術の優位性は高いと思われる。

今回の約30cmの深さにプラウで天地返しをする除染作業では、その後にレーザレベラで均平・鎮圧をして無代掻きで田植えを行なった。これまでこんな深い耕起を行なったことのない圃場であったが、十分な鎮圧をすることで田植機の手輪が水田にはまるようなこともなく田植えが行なえた。秋には収穫物の放射性物



鋤き込み前の圃場表面に放射性セシウム吸着する目的でバーミキュライトを散布した。バーミキュライトは土壌の保肥力向上や物理性の改善目的で使用される土壌改良資材。



80馬力のフルクローラトラクタで3連18インチのジョインタ付きプラウで耕深30cmに反転耕起した。強粘土質であるため通常より大きな馬力を必要とした。



ジョインタとはプラウ(ボトム)本体の前に付けられた小さな鋤状をした部品。一般的に比較的大きな畑用プラウに装着が可能だ。30cmを起すには16インチ以上の大きなプラウが必要であるが、14インチでも最大28cm位までの反転耕はできる。その場合に付属品としてジョインタの装着が可能かどうかはプラウの型式などによる。

質の量を計測することになってい
る。

以下、除染作業の手順を紹介する。

〈吸着材（バーミキュライト）の散布〉

セシウムの吸着効果が高いと言わ
れるバーミキュライトを散布の適正
量は不明であり、試験的に10 aあた
りに500 kgを散布した。バーミキュ
ライトは従来から土壌改良材として
使用されているもので、多孔質の物
質で保肥力が向上し保水性や通気性
などの物理性改善に有効とされる。

〈約30 cmのプラウでの反転耕〉

プラウはジョイント付きの18イン
チ3連のワンウェイで約30 cmに80馬
力のフルクローラで引いた。強粘質
の土壌で通常の圃場より大きなトラ
クタを必要とした。

ジョイントとは36頁下の写真でプ
ラウ本体の前に小さな鋤状をした部
品で、これによって表層5 cm程度の
土をあらかじめ溝に落とし、その後
をプラウ本体で反転耕することで放
射性物質を土壌深部に鋤き込むこと
を狙っている。

〈トラクタでの踏み固め〉

プラウをかけた後を100馬力の
ホイールトラクタを空走りさせ、表
面の土を踏み固めた。これは、反転

耕後に日が開くため降雨により後作
業に支障をきたさないためである。

〈バーチカルハローでの碎土〉

プラウ耕後にホイールトラクタで
踏み固めた圃場を10日後バーチカル
ハローで碎土した。バーチカルハ
ローは縦軸の爪が回転するタイプの
碎土機で、碎土効果とともに表層土
壌を鎮圧する効果もある。

〈レーザレベラによる均平作業〉

レーザレベラでの均平作業でも
鎮圧効果も期待できる。レーザレ
ベラでの代掻きによらない圃場均平
は放射性物質で汚染された土壌を排
水とともに外部に流さないという意

義もある。さらに水稻栽培にとって
の圃場均平は除草剤の効果を高める。

〈施肥と攪拌・鎮圧〉

均平作業後に施肥を行ない、その
後さらにバーチカルハローで攪拌・
鎮圧を行なう。プラウ耕の後に表層
を碎土・鎮圧することで、代掻きで
土を練らなくても土層深部にはごろ
土の層を残したまま漏水せず、田植
機が陥没することのないような土層
が形成される。また、この深く表面
が固い土層の形成は乾田直播をする
場合にも発芽に最適である。

〈無代掻きによる田植え〉

碎土・鎮圧後は、代掻きをせずそ

のまま入水し田植えを行なう。乾田
直播に取り組む人々はこの無代掻き
による田植えを体験している。彼ら
は、代掻きをしないことでの稲の生
育の健全さを体験するとともに稲作
が短靴を履いてできることも感激す
る。汚染地区の稲作で、無代掻きに
することでの土壌の河川への流出を
防ぐとともに、無代掻き田植えから
乾田直播へという稲作イノベーション
も合わせて進むことも期待される。

〈効果の簡易測定〉

最後の写真はプラウによる反転耕
後に30 cmの深さに穴を掘って放射能
を簡易計測した場所。それによると、
土壌表面が500 cps程度であった



プラウ耕後はホイールトラクタで圃場表面を踏み固めた。次の作
業まで日にちが開くため、降雨による地耐力低下で次の作業に入
れなくなることを防止するためである。



プラウ耕から10日後のバーチカルハローによる碎土・整地作業。
縦軸のバーチカルハローは、せっかくプラウで深部に鋤き込んだ
放射性物質を表面に掻きだす心配が無いという面からこの作業
に最適だ。

〈収穫後の籾の放射線量は？〉
試験圃場での作物体の放射性物質
吸収量に関しては8月に、また収穫
後に籾に含まれる放射線量を計測す
る予定にしている。

のに対し、15cmで800cps、ブラ
ウ耕を行なった底の部分で1000
cpsと期待通りに土壌深部に放射性
セシウムが鋤き込まれていることが
確認された。

処理後の圃場表面の放射線の強さ
を計測すると、ブラウ区では0.7
 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ （簡易測定による参考値、
以下同じ）、ロータリ後では1.6
 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ と、ブラウ耕により半分程
度に減少した。

土壌中には、元々放射性ではない
セシウムやセシウムと同じ一価のア
ルカリ金属、カリウムのような物質
が存在している。今回の原発事故で
圃場に降り注いだ放射性セシウム
（134+137）の量は、土壌中
に元々存在する非放射性セシウムな
どに比べて、多く見積もっても10
0～1000分の1以下であろう。

作物は、放射性セシウムだけを選択
的に吸収するわけではないので、実
際に作物に吸収される放射性セシウ
ムは限定的なものになるであろう。

詳しくは秋の結果を待とう。

なお、この作業方式は農地だけで
なく学校のグラウンドや公園などでも
使えるものと考えられる。



代掻きをせず入水した後の田植え作業。30cmのブラウ耕をしたのに全く田植機が
陥没することはない。無代掻きでの田植えはイネの生育が順調であるとともに作
業も快適である。



作業後には、表層にあった
放射性セシウムは20～30
cmの土層に鋤き込まれ表層
の放射能は500cps程度と
同地の空気中の濃度と同等
になった。一方、ブラウ耕を
行なった底の部分では1000
cpsと高い放射能が観察され
た。圃場表面の放射線の強
さは、未耕地の畔部分でお
よそ2 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ であるのに、
ブラウ区ではおよそ0.7
 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ （簡易測定による
参考値、以下同じ）、ロー
タリ後ではその2倍であった。



レーザーレベラによる均平作業。レベラによる圃場均平の価値以
外に、代掻きをせず乾土状態で圃場の均平が図れるため、代掻き
に伴う汚染土壌の河川への流出がないという利点もある。



施肥作業。施肥は標準量。一度に30cmもの深耕を行なったわけ
だが、この圃場では痩せ土が出てくるということもなく、生育は
安定している。



施肥後のバーチカルハローによる碎土・攪拌・鎮圧。バーチカル
ハローは碎土と肥料混和に加えて、土壌表面を鎮圧する効果が高
く、圃場表面の地耐力を高め入水後でも田植機が陥没することを
防ぐ。