

【農工研ニュース No. 78号から】

■津波被災農地の除塩対策 ～現場調査の視点から～

農地基盤工学研究領域 用水管理担当主任研究員 友正達美
農地基盤工学研究領域 水田高度利用担当主任研究員 北川 巖
農地基盤工学研究領域 水田高度利用担当研究員 瑞慶村 知佳
農村基盤研究領域 資源評価担当主任研究員 嶺田拓也

【この研究成果をもっと深く理解するための3つのQ & A】

大変興味深い解析結果が示されていますが、

Q1 日本は降水量が多く、蒸発散よりも縦浸透量が勝るので、農地の塩害は問題にならないという話を聞くことがありますか？

Q2 津波が侵入した農地において、営農再開に悪影響を及ぼす化学元素と、それがどのような被害となって現れるのか教えてください。

Q3 塩害農地に高耐塩性の難防除性の雑草が繁茂し、営農再開を難しくしているという話題に驚きました。このような雑草の種子はどのような経路で侵入するのですか、また、侵入を防ぐ手立てがあるのか教えてください。

.....
Q1 日本は降水量が多く、蒸発散よりも縦浸透量が勝るので、農地の塩害は問題にならないという話を聞くことがありますか？

A1 海水の流入した農地で、降雨によって自然に塩分が洗い流されていく現象は確かに一般的に見られます。しかし、その現象が「どの農地でも」、また「いつでも」起こるとは言えませんし、塩害の心配がないほど「十分に」塩分が減少するとも限りません。これまでの現地調査で、もともと排水性のよくない農地や、地盤沈下によって排水性が悪化した農地では、水の浸透による移動が起こりにくいため、降雨はもちろん、人為的に用水を入れても、除塩が進みにくいことがわかっています。また平成23年度には除塩を行って作付けを行った農地では、一部で作物への塩害の発生が見られました。これは、降雨のない日が続いて、土壌中の塩分が濃縮されたり、地下水の塩分が毛管現象で地表に上がってきたりした可能性が考えられます。このように、津波被災農地では、震災から時間が経過し、除塩工事をした後であっても、営農を再開するにあたっては塩害の発生防止に十分注意する必要があります。

(農地基盤工学研究領域 用水管理担当主任研究員 友正達美)

Q2 津波が侵入した農地において、営農再開に悪影響を及ぼす化学成分と、それがどのような被害となって現れるのか教えてください。

A2 津波により被災した農地には、大量の海水とともに、海底のヘドロや砂、津波により流された様々な物が流入・堆積しました。これにより農地の土壌には、通常あまり含まない、海水に含まれている大

量の塩分（主に NaCl）、マグネシウムや硫酸イオンなどがもたらされました。また、農地に堆積したヘドロには、多くの場合、硫化物(硫化鉄やパイライト)が含まれていました。

これら被災農地における営農再開にあたっての第一の問題は、農地への海水の流入です。農地の土壤に塩分(NaCl)が多くなると、作物の生育が阻害される塩害が発生します。作物の塩害による症状には、水稲では典型例として葉先枯れが紹介されていますが、栽培面から分けつや成長の抑制、出穂・稔実への影響が大きく、畑作物では、出芽不良、葉の褐変・枯死、成長の停滞、稔実・結実への影響が大きいです。



水稲の生育初期における塩害



水稲の収穫期における塩害

(葉先枯れや枯死株の状況) (出穂と稔実の障害、落水による土壤乾燥の影響が大きい)



大豆のポット試験における塩害の発生状況

このような作物の生育を阻害する土壤の塩分濃度は、作物の種類によって異なります。日本における作物への塩害の発生指標には、一般的に塩分の陰イオンである塩素 (Cl^-) の濃度が示されています¹⁾。一方、陽イオンのナトリウム (Na^+) も、作物の養水分の吸収に大きな影響を与える塩害の原因となる成分です。ナトリウムは陽イオンなので、肥料成分のカルシウムやカリウム、マグネシウムと同じ塩基として土壤に保持されます。そのため、ナトリウムは塩素より作土から溶脱・除去するのに時間がかかり、長期間にわたり作物の生育に影響を与えます。加えて、海水に浸水した農地の土壤は、マグネシウムや硫酸イオンなども増加するため、土壤化学性のバランスが大きく崩れています。そのため、用水や土壤改良資材を用いた除塩と土壤改良の作業により、農地として適した土壤の化学性に整える必要があります^{1), 2)}。

第二の問題は、農地への硫化物(硫化鉄やパイライト)を含むヘドロの混入です²⁾。硫化物を多く含むヘドロが厚く堆積している農地では、これを混ぜてしまうと、硫化物が徐々に酸化され硫酸イオンとなり土壤を強酸性化して、作物に酸性障害を引き起こし、成長を阻害します。加えて、水稲栽培時には

湛水による土壌還元の進行に伴い通常より多くの硫化水素が発生するため、水稻の成長を阻害します。そのため、ヘドロ等の堆積物が数 cm 以上堆積して除去できる厚さの場合には、農地から排除することが望まれます。

また、堆積物が少なからず混入した農地においては、硫化物による生育障害のほかに、堆積物から放出される窒素などの影響により作物の生育が過度に旺盛になる場合があるとの報告もあります。

そのため、営農の再開にあたっては、硫化物を中和する対策とともに、事前に土壌診断を行い施肥設計などについて調整することをおすすめします。

第三の問題は、現在も課題となっている津波により流されてきた家屋等からのガラスや金属類などの様々な微細なガレキの農地内への流入です。この問題に対しては、現在も現地の関係者とともに対策の検討を進めています³⁾。対策技術の提案について、今後、紹介していきたいと考えています。

以上の詳細な内容やその他の成分については、お気軽にご相談ください。

(農地基盤工学研究領域 水田高度利用担当 主任研究員 北川 巖、研究員 瑞慶村 知佳)

<上記の関連論文の紹介>

1) 津波による浸水を受けた低平地水田の除塩対策

<http://nkk.naro.affrc.go.jp/2011fukkoushien/fukkyuuhouhou/nouchi/joentaisaku.html>

2) 現地調査を踏まえた津波被災農地の除塩における留意点

http://nkk.naro.affrc.go.jp/2011fukkoushien/fukkyuuhouhou/nouchi/joen_ryuui.pdf

3) 津波被災農地の総合的な復旧技術

http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/ad_tec/tec0100/tec0102/018224.html

Q 3 塩害農地に高耐塩性の難防除性の雑草が繁茂し、営農再開を難しくしているという話題に驚きました。このような雑草の種子はどのような経路で侵入するのですか、また、繁茂を防ぐ手立てがあるのか教えて下さい。

A 3 津波被災農地への高耐塩性の植物の種子や栄耀繁殖体（球根や地下茎など）の経路には、1）津波にまきあげられた砂浜や臨海部からの漂着、2）もともとその場所に生育していたもの、3）復旧に際しての土砂の持ち込み、に大別されます。種子の散布には、タンポポのように綿毛等を持ち、風によって運ばれる種類もありますが、耐塩性の高い植物には、あまりこのような風散布型の種子を持つ種類は多くありません。

1) の砂浜や臨海部から運ばれる耐塩性の植物には、ハマアカザやウラジロアカザ、マルガアカザなどアカザ科の植物の種子などがあります。しかし、これらの植物はもともと海浜など塩分濃度が高く、他の植物が生育できないような環境でみられるため、除塩が進んだ農地では他の雑草に負けて消えてしまうことが予想されます。ただし、地盤が沈降し、いつまでも海水が排水されないような農地では、これらの海浜植物が繁茂する可能性があります。

2) の代表的な植物は、コウキヤガラやイヌビエが挙げられます。特にコウキヤガラは、もともと海岸近くの湿地や河口などに生育する耐塩性植物で、干拓地や沿岸部に拓かれた水田に侵入し、雑草化

した植物です^{注1)}。津波の浸水域は臨海部が多く、もともとコウキヤガラが発生が多かった地域と推察されます。コウキヤガラは、主に地下に形成される塊茎で繁殖し、夏期から秋期にかけて数十～150個程度の塊茎を地中の根茎の先に生産します。このように地中に形成された塊茎は、20cm程度の深さからでも発生可能で、津波による土砂が堆積した農地からでも発芽してきます(写真1)。

また、イヌビエをはじめとするヒエ属 (*Echinochloa*) は、イネよりも耐塩性が高いことが報告されています^{注2,3)}。イヌビエは、水田の主要な一年生雑草の一つであり、多発すると水稻の強害雑草として光競合や養分競合などにより水稻の多大な減収を招きます。競争相手がいないと一株あたり数千粒以上の種子を生産し、土壌中にいったん組み込まれたシードバンクの根絶は難しいとされています。また、イヌビエを含むノビエ類は斑点米カメムシの寄生植物としても知られています^{注4)}。

3) では、被災農地の再編や除去した堆積土砂を沈降農地の埋め立てなどに利用する場合に、耐塩性の高い雑草が持ち込まれる危険性があります。持ち込み土砂を耕盤層に利用しても、コウキヤガラの塊茎は深層からも発生可能であり、また塩分濃度の高い地下水にも対応してしまいます。

これらの高耐塩性の雑草の繁茂を防ぐには、1) 耕耘、2) 結実期前の刈り取り、3) 除草剤散布、などがあります。耕耘はイヌビエなどの一年生の雑草には有効ですが、地下に塊茎を形成するコウキヤガラに対しては、塊茎をばらまくことになり、逆効果となってしまいます。結実期前の刈り取りもイヌビエには有効ですが、コウキヤガラにはあまり効果はありません。除草剤散布もコウキヤガラの場合、ピラクロニルを含む除草剤が出芽を抑制する効果が高いとされています^{注5)}。しかし、蔓延を防ぐためには、年に何回も除草剤を散布しなければならず、コストが増大することが課題です。従って、重要なことは、イヌビエやコウキヤガラなどの高耐塩性植物の種子や塊茎を含んだ土壌を他に移動させずに、多発ほ場を増やさないことが重要です。

(農村基盤研究領域 資源評価担当主任研究員 嶺田拓也)



写真1 被災農地の作土層に含まれていたコウキヤガラの塊茎

<上記の関連論文の紹介>

注 1) 千葉和夫・川島長治：八郎潟における水田雑草コウキヤガラの生態と防除に関する研究（1994）：雑草研究，39，153- 159

注 2) 小合龍夫・大石孝治・西岡進（1976）：イネとヒエの耐塩性に関する内的条件の差異（1），作物学研究集録，18，p17-18

注 3) 西 克久（1993）：ヒエ属植物およびイネの種子の発芽に及ぼす塩分，蔗糖，PEG 溶液の浸透圧の影響，岡山大学資源生物科学研究所報告，1，p131-136

注 4) 伊藤 清光（1982）：ホソハリカメムシ成虫の餌植物選好性と水田への移動，応動昆，26（4），300-304

注 5) 宮城県古川農業試験場水田利用部・2011. 新規褐変剤ピラクロニルによる難防除雑草コウキヤガラ対策. 普及に移す技術・第 86 号・参考資料，50-51 .

http://www.pref.miyagi.jp/res_center/3laboratories/spread/no86/hukyuu-index86.html. (2011 年 4 月)