

飯舘村の『土』は今

東京大学 大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻 国際情報農学研究室
溝口 勝

1. はじめに

農村地域の課題を工学的手法で解決してきた農業土木学。いま震災復興というニーズに応える学の実感が問われています。そんな中、中山間地域フォーラム会長の佐藤洋平先生から、標記のテーマで講演を依頼されました。実に重く難しいテーマです。正直、私に何が話せるのか全く自信がありません。しかし、こういう状況だからこそ土壌物理学の専門家として一つだけ伝えたいことがあります。それは「粘土」のことです。このシンポジウムでは、土壌学の基礎をやさしく解説しながら、土壌のクリーン化で最も重要な粘土の性質と除染の可能性について述べたいと思います。

2. 粘土の性質

土は土粒子、水、空気で構成されます。土壌学では $2\mu\text{m}$ 以下の土粒子を粘土と定義しています。粘土は水を含むとドロドロ、乾燥するとカチカチになるのが特徴です。粘土の中には粘土鉱物のように化学構造がわかっているものもあります。粘土表面は電氣的にマイナス（末尾参照）になっていて、ここに水分子の服を着たナトリウムなどの陽イオンが吸着しています。これらのイオンはカリウムなどの別の陽イオンと簡単に入れ替わります。これを陽イオン交換といいます。しかし、福島原発事故で放出されたセシウムは直接粘土表面に強く吸着しています。土壌の除塩と除染を考える場合にはこの吸着の違いを理解する必要があります。

3. 海水に浸かった農地の除塩

海水を被った農地には大量の塩化ナトリウム（いわゆる塩）が残っています。塩があると作物根が水を吸収できないので除塩が必要です。そのためには真水で洗い流すのが有効です。農業土木的には単純に塩を地下に押し流すリーチング（縦浸透法）と、湛水中に溶出させて排水する溶出法があります。降水量の多い日本では排水路さえ整備できれば数年以内に除塩ができると思われます。

4. 放射性物質に汚染された土壌の修復

粘土表面に強く吸着された放射性セシウムは地表面のごく表層に蓄積されているようです。粘土からセシウムを除去するのは除塩のように簡単ではありません。しかしセシウム

と粘土粒子を一体のものとみなし、粘土の移動とその除去を考えることが何らかの技術を開発するヒントになります。例えば、残土処理の問題が残りますが、

- ・代かきして濁水を一箇所に集める方法
- ・代かきして粘土を沈降させた後表土を剥ぎ取る方法
- ・表土を地中の土と入れ替える転地返し法

などが考えられます。ヒマワリなどの植物に吸収させるファイトレメディエーションという方法もありますが、この方法は通常、物理的に高濃度部分の土壌を除去した後に適用するのが効果的といわれています。

5. 集落のクリーン化

さきに述べたようにセシウムが単独で動くことは稀で、ほとんどの場合は粘土粒子と共に移動します。飯館村の 74%は山林です。宅地や農地のある平坦地を上記の方法などで除染しても強い降雨の度に山林から少しずつ濁水として粘土粒子（土コロイド）が流れ込んでくることでしょう。また、風の強いときには土埃として粘土粒子が舞い上がって運ばれることも考えられます。集落をクリーンに保つためには流域全体での除染方法を考える必要があります。集落に環濠を作り、山林からの粘土粒子が入り込むのを防ぐことも有効かも知れません。しかし、本当に効果があるかどうかは見当が付きません。いずれにせよ、集落のクリーン化を考えるときにも「粘土」の動きに注意する必要があります。

6. 土壌環境モニタリング

集落クリーン化の方策を講じたときに、その効果を評価する必要があります。そのためには集落のいくつかの重要なポイントで継続的に環境モニタリングを行うことが必要です。特に、降水量や風向風速などの気象と放射線量の関係、降水量と小河川の流出量や濁水量との関係を注意深く観測することが重要です。私の研究室では農地モニタリングシステムを開発し、世界各地の農地から画像情報や気象・土壌情報を集めています。また福島原発事故直後は安価な放射線センサーの開発にも着手し、先日ようやくその試作品ができたところです。

7. おわりに

飯館村の『土』は今どうなっているのか？実は私もそれが知りたくて 6 月のある週末に友人とガイガー計を持って飯館村や浪江町付近をドライブしてきました。すれ違うのは県外から派遣されたパトカーばかり。本当に大変な状況です。飯館村役場近くで土の露頭（斜面）で放射線量測定したところ、斜面の上と下では斜面の下の方が高い値を示しました。これは雨で斜面上の土が下に流された結果です。つまり、放射性セシウムが表層に多く蓄積され、それが泥水として移動しているのです。学術的にはまさに予想通りの結果でした。

しかしながら、だからと言ってすぐに集落を一気にクリーンにする方法の開発に繋がる

わけではありません。飯舘村の皆さんの心痛を思うと本当に申し訳ないのですが、これが現時点で私から報告できることです。しかし、私は決して諦めているわけではありません。今後は森林水文学・農村計画学を専門とする研究者や砂防・農業土木の技術者を巻き込み、地域の方々と一緒に現地の環境モニタリングを続けながら、総合的な視点で地域復興策を考えていきたいと思えます。

参考資料：

農地の除塩マニュアル，農村振興局，平成 23 年 6 月

<http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/sekkei/pdf/110624-01.pdf>

特別セミナー「粘土表面の放射性セシウムの吸着特性とその挙動」(2011.5.30)

<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/seminar/110530cliffseminar.html>

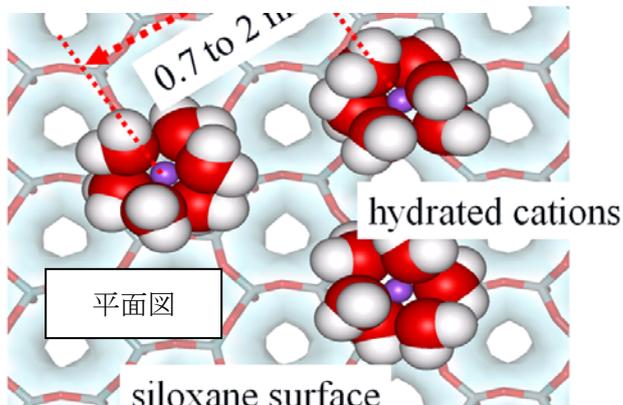
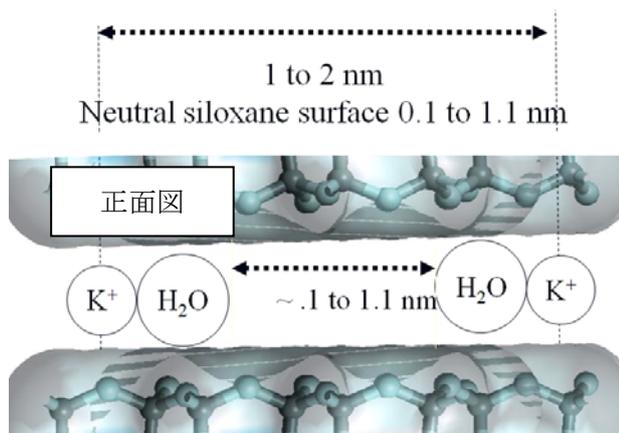
農地情報モニタリングシステム

<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/ab/list.html>

用語解説：

粘土鉱物

粘土鉱物の代表である層状ケイ酸塩はSi四面体シートとAl八面体シートの2種類のシートが脱水縮合して張り合わさってできています。その生成過程で表面にマイナスの電荷が生じ、水和したカリウムなどの陽イオンを表面に電氣的に引き付けています。Si四面体シート表面は六員環になってい



て、その環のサイズが偶然にもセシウムイオンのサイズと同じなのです。それが“この孔”にはまり込んだセシウムの除去を難しくしています。

アロフェン・イモゴライト

日本の火山灰土壌に多く含まれ、層状ケイ酸鉱物とは異なる構造、形態、特性を示します。福島県の土にどのような粘土鉱物が存在するかを調べることも重要です。

(図：Prof. Cliff T. Johnston 提供)

農地情報モニタリングシステム

溝口研で開発したモニタリングシステム。
太陽電池で駆動し、携帯電話が使える場所からデータを自動転送。インターネット経由でいつでもどこからでもデータにアクセス可能。

取得データ

- ・現地画像
- ・気象情報
- ・土壌情報

オプション

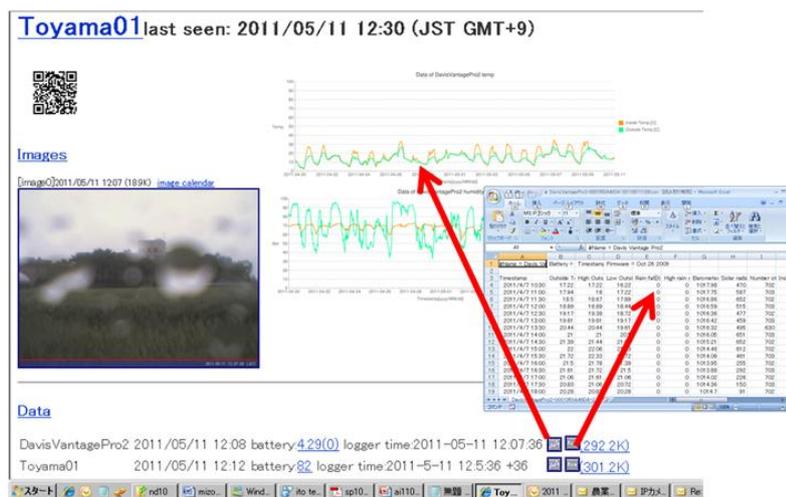
- ・放射線情報
- ・その他

詳細情報：

<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/ab/list.html>



設置イメージ



データアクセスページ

経歴（溝口 勝）

1960 栃木県大田原市生まれ（農家の次男）

1982 東京大学農学部農業工学科卒業

1984 東京大学大学院農学系研究科修士課程修了

1984 東京大学大学院農学系研究科博士課程中退

1984 三重大学農学部助手（農業土木学科）

1990 米国バドュー大学客員助教授（1992.2まで）

1995 三重大学生物資源学部助教授（農業物理学）

1999 東京大学大学院農学生命科学研究科助教授
（環境地水学）

2003 内閣府政策統括官付（総合科学技術会議事務局）
参事官補佐併任（環境分野：水循環変動担当）

2005 東京大学大学院農学生命科学研究科助教授
（国際情報農学）

2008 東京大学大学院情報学環教授

2010 東京大学大学院農学生命科学研究科教授