

飯舘村における村学民協働による農地除染と農業再生の試み

*Challenges of Agricultural Land Remediation and Renewal
of Agriculture in Iitate Village*溝 口 勝[†]

(MIZOGUCHI Masaru)

I. はじめに

2011 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故は未曾有の原子力災害となり、放射性セシウムによって山林・農地・海洋などが広範囲に汚染された。原子力発電所事故後全村避難が続いている福島県飯舘村では現在、平成 29 年春の帰村を目指して、毎日数千人の作業員によって急ピッチで除染工事が進められている。

筆者は原子力発電所事故の 3 カ月後から飯舘村に現地入りし、NPO 法人と協働で農民自身でできる農地除染法の開発やイネの栽培試験を重ね、農業再生の道を模索してきた¹⁾。その結果、試験田で収穫されたコメは 2014 年に福島県の全袋全量検査に合格するまでになった。しかしながら、福島の農作物には放射性セシウムが含まれるのではないかと一部市民の不安を払拭できないために、地元の方々の必死の努力にもかかわらず「風評被害」という形で地元農業の再生を阻んでいる。本報では、これまで関係組織と協働で実施してきた農地除染法の開発と農業再生の試みをレビューし、筆者の考える農村復興シナリオについて述べる。

II. 村学民協働による活動

筆者らの活動は既存の組織枠を超えたグループの協働によって成り立っている^{2), 3)}。

1. 認定 NPO 法人ふくしま再生の会⁴⁾

ふくしま再生の会は 2011 年 6 月に飯舘村佐須を拠点として設立された。2016 年 3 月末時点で個人・団体正会員と協賛会員合わせて 288 名の認定 NPO 法人である。「アラ古希」(70 歳前後の意)と呼ばれるシニアメンバーがグループの核となり、多様なバックグラウンドをもつボランティアが週末に飯舘村に集まり、アイデアを出し合いながら現地で村民と協働でデータを取得し、そのデータに基づいて復興の道を模索している。その活動人数は年間 1,000 名以上に及ぶ。

最新の活動やデータがホームページ (<http://www.fukushima-saisei.jp>) に公開されている。

2. 福島復興農業工学会議⁵⁾

原子力発電所事故直後に農地・水利・地水・情報を専門とする東京大学の旧農業土木学系研究者で組織されたグループである。ふくしま再生の会に団体で加盟している。現在は東京大学に限らず、福島県周辺の大学の農業土木系研究者を巻き込みながら現地調査を行っている。

3. サークルまでい

2012 年 9 月の飯舘村村長と東京大学農学生命科学研究科長による研究協力の書簡を契機に、「飯舘村の現地には行けなくとも分析試料の作成作業ならば手伝える」という職員が自主的に組織したボランティアサークルである。毎週火曜日の勤務終了後に集まり、週末に飯舘村で採取された土壌や植物などの試料をバイアル瓶に詰め、農学部内の放射性同位元素施設 (RI 施設) に送っている。

4. 東京大学農学生命科学研究科復興支援プロジェクト⁶⁾

研究科長のリーダーシップで震災直後からさまざまな形で現地の調査および復興支援に関わっている学内プロジェクトである。飯舘村で採取された試料の放射性セシウム濃度の測定はプロジェクトをリードする放射性同位元素施設で行われている。「放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会」を定期的に開催している (2016 年 4 月現在で 12 回開催)。

III. 農家自身でできる農地除染法の開発⁷⁾

農地除染対策の技術書⁸⁾では農地の汚染程度に応じて、①表土剥取り、②水による土壌攪拌・除去、③反転耕による対策工法が推奨された。しかし、実際の現場では表土剥取りだけが行われ、汚染土が詰め込まれた黒いフレコンバック (Flexible container bag) が“仮仮”置き場と呼ばれる交通アクセスの良い農地に山積みになっている⁹⁾ (写真-1)。

[†] 東京大学

農地除染、農業再生、飯舘村、村学民協働、埋設、放射線、農村計画



写真-1 仮置き場に山積みされている汚染土⁹⁾
(写真提供：ふくしま再生の会)

筆者らは放射性セシウムが粘土粒子に固定される性質に着目し、「農地除染＝粘土粒子除去」という発想で国が提案する方法とは別に農家自身が手軽にできる農地除染技術の開発に取り組んできた¹⁰⁾。

1. 田車による泥水掃出し法

2012年4月に飯館村佐須の5m×10mの水田に水を引き入れ、表層を田車（田植え後に使われる中耕除草機）でかき混ぜ、泥水をテニスコートブラシで掃き出す実験を行った。除染前後の土壌中のセシウム量を測定した結果、この方法で放射性セシウムが80%程度除去できることが確認された。

この除染法では、泥水を水田の周りに掘った1m深さの素掘りの排水路に流し込んだ。その結果、水田表層から除去された泥水は3カ月後に地下浸透でなくなり、排水路の地表面には乾燥した粘土だけが残った。その土壌を採取して分析したところ、放射性セシウムは底面および側面の6～7cmにまでしか浸透していなかった¹¹⁾（図-1）。

これは土のろ過機能¹²⁾により放射性セシウムを含む粘土粒子が土壌間隙に捕捉されたためである。この原理を説明するために著者はペットボトルを使った簡単

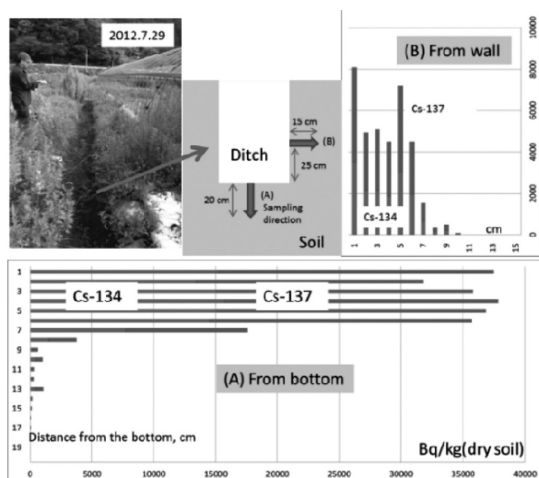


図-1 排水溝の底土の放射性セシウム濃度¹¹⁾
((A) 底面から, (B) 壁面から)

な実験をYouTube上に公開し、小学校の出前授業の教材としても利用している¹³⁾。

2. 代かき強制排水法¹⁴⁾

手作業での田車除染法は広大な面積の除染には向かない。また、水田は耕作放棄状態になっており、草や灌木が土壌中に根を伸ばし、イノシシが地表面を掘り起こし、表層にたまっていた放射性セシウムが混合されてしまっている。著者らは2013年5月に飯館村小宮の水田で農家自身が保有するトラクタを使って代かきを行い、泥水を水田の一角に掘った素掘りの穴に流し込んだ（写真-2）。トラクタの自重で表層土がめり込むことは避けられないが、代かきを何度か繰り返すことで粘土粒子に固定された放射性セシウムを土層から少しずつ除去できると考えた。

上記1.と2.は農林水産省技術書の②の方法に相当する。この方法では、粘土粒子の水中滞留時間が重要である。また、泥水が地中に浸透する過程で粘土粒子が土壌間隙に確実に捕捉されねばならない。しかし、放射性セシウムが有機物に吸着し、その有機物がコロイドを形成する場合には、粒子の沈降速度や土壌間隙での捕捉率が変化する可能性がある。その意味では土壌中におけるコロイドの移動とクロッキングの現象を土壌物理学的に解明することが必要である。



写真-2 代かき強制排水法による農地除染¹⁴⁾

3. 汚染土の埋設法—までい工法¹⁵⁾

先行研究によると50cmの覆土で放射線量は1/100～1/1,000に減衰する¹⁶⁾。

著者らは2012年12月に飯館村佐須の水田（10m×30m）の汚染表土を5cm剥ぎ取り、水田中央2m×30mを帯状に掘削し、その50～80cm深さに汚染土を埋設し、非汚染土を50cm厚で覆土した¹⁵⁾。この方法は、農林水産省技術書の①と③の組合せである。筆者はこの方法を飯館村の方言「までい」（心をこめて丁寧にという意味）にちなんで「までい工法」と名づけた。

筆者らはこれらの水田でイネの栽培試験を続け、玄米の放射性セシウム濃度が国の基準値以下であること

を確認した¹⁷⁾。しかし、国の認めた除染法でないという理由で、2012年と2013年に収穫したコメは行政指導で地中埋設を余儀なくされた。その後、NPO法人の粘り強い交渉の末、筆者らの試験田で収穫された玄米も福島県の全量全袋検査を受けられるようになり、2014年にこの検査に合格し、著者らの除染法で安全なコメを生産できることを実証した。

4. 埋設汚染土のモニタリング¹⁸⁾

安全なコメを生産できることを示せたものの、埋設汚染土から放射性セシウムが漏れないことも実証しなければならない。筆者らは汚染土を地中埋設した水田に塩ビパイプの観測井戸を設置し、定期的に水田土層中の放射線量を測定している。図-2は新規開発した10連式GM管放射線計で測定した土壌放射線量(cpm)である。放射線量は深さ70cmくらいにピークを持つ正規分布の形状を示した。これは50~80cmに埋設された汚染土からの放射線が土壌中で減衰し、それらの総和をGM管が検出したためである。放射線量は埋設汚染土層の下の方(130cm付近)の方が表土層よりも小さく、また表土層よりも上方の空気中の方が大きくなる傾向を示した。図-2には一様に汚染された地表面からの空間線量率の推定法を応用してエクセルで計算した土壌放射線量を実線で示した。

今後、定期的に土壌放射線量を測定し、放射性セシウムが移動しないことの監視を続ける必要がある。また一方で、移動しないことの直接的な実証は難しいので、シミュレーションモデルで土壌中における長期的

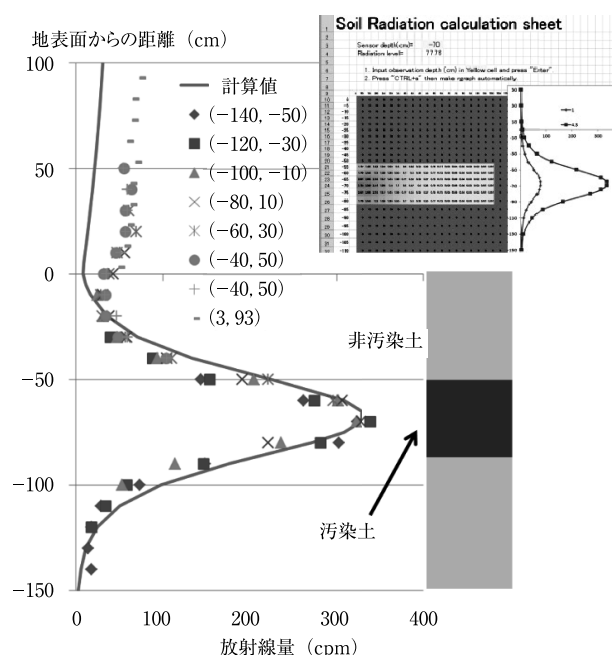


図-2 汚染土を埋設した水田土層内の放射線量の分布 (凡例の数字は10連式GM管の位置(最下点と最上点)を示す。実線は計算値。)

なセシウム移動を予測する研究も必要である。

5. 村内の環境モニタリング¹⁹⁾

除染効果の評価や帰村の判断材料のために、村内の放射線環境を継続的にモニタリングすることが重要である。特に、風向風速と放射線量の関係、降水強度と小河川の流出量・濁水量との関係など、科学的なデータを蓄積、それに基づいて帰村後の生活や農業再生の判断ができるようにしておくことが大切である。筆者らは当研究室で開発したフィールドモニタリングシステム(FMS)²⁰⁾に放射線計を追加して、2011年10月から飯館村の水田、森林、民家など、携帯電話の電波が入る複数の地点で環境モニタリングを継続している。モニタリングに使われている一部の気象センサーやモニタリング装置は2011年の震災直後にセンサーの開発元や販売元が農業農村工学会に無償で提供してくれたものである。

図-3は、飯館村の民家の庭で測定している気象と空間線量データの一例である。この頃は放射線センサーが高価で品薄状態だったので、開発中のフォトダイオード半導体センサーを用いて放射線(cpm)を測定していた。GM管のように正確に放射線をカウントしているとは言いきれないため時々雑音を拾ってデータが不安定だったが、自動定点観測しているので放射線トレンドを見るには有効であった。現地画像データと比較することにより積雪で空間線量が低下すること(図-4)や、気象データと比較することにより晴天で乾燥した日には空間線量が高くなる傾向があることなどがわかった。現在は放射線センサーの価格も下がったので、より高精度で安定したセンサーに交換して観測を続けている。また、これまでに知り合った放射線

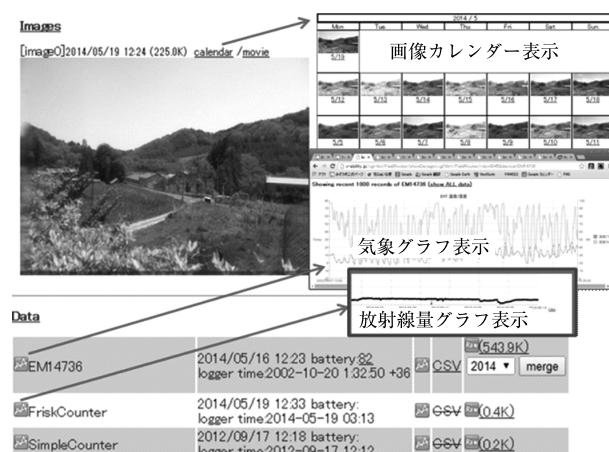


図-3 フィールドモニタリングシステム(FMS)による村内における環境モニタリング(放射線量・気温・湿度・降水量・風向風速・日射量などのデータが画像データと一緒に毎日クラウドサーバに自動送信される。)

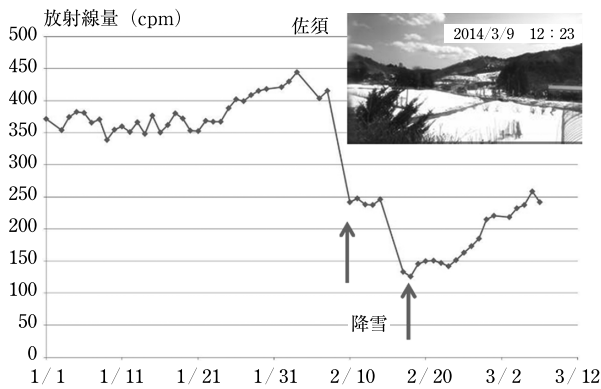


図-4 雪による放射線の遮蔽効果

計測の技術者と協力して3分間で土壌放射線を測定する可搬型機器なども開発した²¹⁾。これらの機器は現在村民自らが自分の農地を検査するのに利用されている。

IV. 除染後の農地の現状

現在、飯舘村の水田には山砂が客土され、あちこちにテニスコートのようなグラウンドが出現している。そのグラウンドは大雨で侵食されたり、雑草で覆われたりしている。こうした光景が村民の農業再生と帰村の意欲を失わせている（写真-3）。

2015年に福島復興農業工学会議とふくしま再生の会のメンバーが除染後の農地の現状調査を実施した。調査項目は、農地土壌の放射性セシウム濃度、客土層の厚み、農地土壌の硬度、農地の排水特性である。その結果、①除染の程度は同じ圃場内でも場所によって異なること、②畦畔は除染されていないこと、③客土層の厚さは必ずしも均一でないこと、④除染後の水田には従来の耕盤層（20～30 cm）に加えて客土した山砂と元の水田土壌の境界（5～10 cm）に硬盤が存在すること、⑤排水不良のため強い降雨後に湛水状態になる水田が点在すること、などが判明した。排水不良の原因はおそらく除染工事に使われた重機の踏圧によって客土直下に硬盤層が形成されたためと考えられる。今後こうした知見に基づいて農地再生を実現することが農業土木に課せられた重要な使命である。



写真-3 山砂で客土された除染後の水田（左）と雑草で覆われた除染後水田（右）

V. 農村復興のシナリオ

筆者はこの5年間で農地除染についてやれることはやったと思っている。しかし避難村民の方からは、家族と一緒に集まれる場所がなくなったということが一番つらいとの声を聞く。除染作業は続いているが、いまのうちから除染後の生活を再生するための手順を具体的に考えておく必要がある。これには農村計画が重要になるであろう。そこで最後に、筆者の考える農村復興のシナリオについての雑感を述べたい。

1. 新しい日本型農業の創出²²⁾

日本の整然とした水田は土地改良という公共事業によって作られてきた。土地改良直後は土壌の肥沃度が失われるため収量が期待できないことがある。おそらく除染後の農地も同様であろう。すなわち、農地の利用法を考え、それに合わせて地道に土地改良することが不可欠である。

一番の問題は農家（特に担い手）のやる気である。TPPを受け入れたことで日本の農業の行方は不透明である。また、福島農作物に対する「風評被害」もある。しかし、ピンチこそチャンスである。Fukushimaという世界中の人が知っている名を逆に利用して福島の農畜産物を世界に売り出すことを考えてはどうだろうか。農地集積バンクなどの制度を利用しながら企業や新規農業者を呼び込み、最先端のICT技術を利用してハウス内の環境を制御して花きや野菜を栽培するなど、国際競争力のある新しい日本型農業を創出することを前向きに考えていくことが必要ではなかろうか。

2. 人材育成

原子力発電所事故後の地域復興を考える上で重要なのはハンデにめげずに新しい地域創生にチャレンジする若者を育成することである。筆者は学生を飯舘村の現地に連れて行き、大学の講義で「飯舘村における取り組み」を話した後に「あなた自身ができそうな被災地の農業再生について考えを述べよ」というレポート課題を出すことにしている²³⁾。面白いことに参加した学生の言動は現地訪問の前後で大きく変化する。現地を訪問し、現場を自分の目で見ることで、自分なりに何かを感じ取っているようである。

2016年の1月、東京大学農学部で学生主催の物産展が開催された。飯舘村出身の大学院生が飯舘牛の復活を目指して同世代の若者と一緒に試食販売を企画した。また、横浜の女子大生たちも生産者と消費者をつなぐCSA（Community Supported Agriculture）の試みとして、飯舘村で試験栽培された野菜を使ったケーキを開発し、そのレシピを紹介した。このように

若い世代も農村復興に関心を持っている。大学は、こうした意志を尊重して総合的な視点から農村の復興シナリオを描き、現地の方々と一緒に問題解決に取り組める人材育成に努める必要があるように思う。

VI. おわりに

2015年5月23日の神宮球場。東京六大学野球で5年間負け続けた東京大学の連敗が94で止まった。この日、筆者はいつものように飯館村で活動していたが、ツイッターで応援部にお祝いメッセージを送った。野球部に寄り添って一緒に戦ってきた応援部のファンだからである。頑張っている人を応援することで自分も元気をもらう。筆者が飯館村に通い続ける原動力はそんな応援部的精神なのかもしれない。飯館村の復興を信じて頑張る現地の人々がいる限りこれからも応援を続けたいと思う。

謝辞 この5年間ともに活動してくださったふくしま再生の会、福島復興農業工学会議、サークルまでの皆様、現地の調査フィールドをご提供いただいた菅野宗夫氏、大久保金一氏、山田猛史氏、そのほかご協力いただいたすべての皆様に改めて感謝します。

参考文献

- 溝口 勝：自分の農地を自身で除染したい百姓魂、原発事故後、いかに行動したか—専門家と被災者の軌跡、東京大学医学部付属病院、pp.45～61 (2015)
- 菅野宗夫、溝口 勝：飯館村 村民学協働の除染、学術の動向7, pp.36～39 (2014)
- 横川華枝、溝口 勝：飯館村再生を目指す協働の成り立ち、土壌の物理性125, pp.53～54 (2013)
- ふくしま再生の会：<http://www.fukushima-saisei.jp> (参照2016年4月)
- 福島復興農業工学会議：農地除染から農業再生に取り組む～「農業工学」の研究を活かした現実的な除染技術開発への道～、<http://utf.u-tokyo.ac.jp/2013/07/post-43c5.html> (参照2016年4月)
- 東京大学農学生命科学研究科復興支援プロジェクト、<http://www.a.u-tokyo.ac.jp/rpjt/> (参照2016年4月)
- 溝口 勝：農家自身でできる農地除染法の開発、放射能除染の土壌科学—森・田・畑から家庭菜園まで—、学術会議叢書20 (2013)
- 農林水産省：農地除染対策の技術書 (2013)
- ふくしま再生の会：仮置き場の現実、<https://www.facebook.com/video.php?v=1054291244592879&theater> (参照2016年4月)
- 溝口 勝：土壌物理学者が仕掛ける農業復興—農民による農民のための農地除染、コロンブス (3月号), pp.22～24 (2014)
- 溝口 勝：農地除染の新たな試み、学術の動向10, pp.52～56 (2012)
- 八幡敏雄：濾過機能に関連する事項、土壌の物理 (第3刷)、東京大学出版会、pp.142～156 (1980)
- 加藤千尋、坂井 勝、西脇淳子、徳本家康、廣住豊一、渡辺晋生、塩澤仁行、溝口 勝：福島県内小学校における復興農学出前授業、水土の知84 (6), pp.15～18 (2016)
- 溝口 勝：放射性物質問題—土壌物理に求められること—、土壌の物理性126, pp.3～11 (2014)
- 溝口 勝、伊藤 哲、田尾陽一：福島県飯館村の水田におけるCs汚染表土の埋設実験、平成25年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.660～661 (2013)
- 宮崎 毅：土によるセシウム放射線の減衰効果、東日本大震災からの農林水産業の復興に向けて—被害の認識と理解、復興へのテクニカル リコメンデーション—、日本農学会、p.21 (2012), <http://www.ajass.jp/image/recom2012.1.13.pdf> (参照2016年4月)
- 伊井一夫、田野井慶太郎、宇野義雄、登 達也、廣瀬農、小林奈通子、二瓶直登、小川唯史、田尾陽一、菅野宗夫、西脇淳子、溝口 勝：飯館村除染圃場で試験栽培した水稻の放射性セシウム濃度、RADIOISOTOPES64 (5), pp.299～310 (2015)
- 溝口 勝、板倉康裕、菅野宗夫、田尾陽一：汚染表土を埋設した水田土層内の放射線測定、平成27年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.452～453 (2015)
- 溝口 勝：土壌除染と放射線モニタリング、計測と制御52 (8), pp.730～735 (2013)
- 溝口 勝、伊藤 哲：農業・農村を変えるフィールドモニタリング技術、水土の知83 (2), pp.3～6 (2015)
- 鈴木心也、板倉康裕、溝口 勝：土壌中における放射能鉛直分布測定器の開発とその応用、平成27年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.448～449 (2015)
- 溝口 勝：復興の農業土木学で飯館村に日本型農業の可能性を見出す、コロンブス (5月号), pp.20～22 (2015)
- 溝口 勝：飯館村関連の講義、<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/Iitate-lec14.html> (参照2016年4月)

[2016.5.9.受理]

溝口 勝 (正会員)



略 歴

1960年 栃木県に生まれる
 1982年 東京大学農学部農業工学科卒業
 1984年 東京大学大学院博士課程中退
 三重大学農学部
 1999年 東京大学大学院農学生命科学研究科
 現在に至る