

## 第4章 地域の復旧・復興活動支援

### 4.1 地域の復旧・復興活動

#### 被災前の小友全景



箱根山展望台からの被災前の小友全景。秋も深まった三陸沿岸の美しい風景の一コマ。写真右手（海岸堤防背後）の白っぽく見える部分は、干拓したが農地としての利用が困難であったため、残土置き場になっていた場所である。

（2008年10月31日、岩手県陸前高田市小友地区）

#### 被災3ヶ月後の小友全景



被災3ヶ月後の小友全景。まだ海水も引かず、ガレキ処理も進んでいない。

（2011年6月20日、岩手県陸前高田市小友地区）

#### 震災から2年あまり経過した小友全景



ガレキ処理も進み、海水も引いている。一方、雑草が繁茂している。画面右側に従前の堤防よりも陸側に仮堤防が設置されている。

（2013年5月26日、岩手県陸前高田市小友地区）

### 標高によって分かれた被害



陸前高田市小友地区の北側の山麓から広田湾方面を望んだ写真。低地部はガレキでいっぱいであるが、手前の農地は標高が高いため、被災していない。

(2011年4月29日、岩手県陸前高田市小友地区)

### まず大豆が作付けられる



手前に見える水田は標高が高いため、津波の被害を直接には受けていない。しかし水利施設が被災したため、用水が供給できない。このため、被災後まず大豆が作付けられた。

(2011年6月21日、岩手県陸前高田市小友地区)

### 水稲が作付けられる



被災後2年あまり経過してから訪れてみると、水稲が作付けられていた。

(2013年5月26日、岩手県陸前高田市小友地区)

### 行方不明者の捜索が続く



行方不明者捜索のために派遣された機動隊の人員輸送車。

(2011年6月21日、岩手県陸前高田市小友地区)

### JR大船渡線小友駅の被害



線路、駅舎とも流失したJR大船渡線小友駅。線路のあった場所の向こうに広がる被災した農地には、ガレキが散乱している。

(2011年6月21日、岩手県陸前高田市小友地区)

### BRT駅として再建されたJR小友駅



JR大船渡線の一部区間は、BRT (Bus Rapid Transit、バス高速輸送システム) 区間として再建された。車両は、赤色に自治体のキャラクター(写真のバスは大船渡市「おおふなトン」)をラッピングしたBRT専用ハイブリッド車である。

(2013年6月5日、岩手県陸前高田市小友地区)



### 津波を防いだ15.5mの堤防



普代村太田名部の15.5mの海岸堤防は、東日本大震災の津波をも防いだ堤防として有名である。訪れたのはちょうど桜の時期であった。高台にある神社から撮影した。

(2011年4月28日、岩手県普代村太田名部地区)

### 車は堤防をくぐって



太田名部の15.5mの堤防を海側の正面から撮影したもの。堤防のすぐ向こう側に住宅が見える。車は堤防をくぐって出入りする。

(2011年4月28日、岩手県普代村太田名部地区)

### さらに嵩上げされた堤防



住民を津波から守った15.5mの海岸堤防は、東日本大震災後、さらに50cmくらい嵩上げされていた(白い部分)。地盤沈下分を補ったものと思われる。

(2013年5月27日、岩手県普代村太田名部地区)

## 被災直後の吉浜



岩手県大船渡市吉浜は、明治三陸津波（1896年）によって壊滅的な被害を受けたため、当時の新沼武右衛門村長の先導で、低地にあった住宅を山麓に移転させた。このため、昭和三陸津波（1933年）の時も、東日本大震災の津波でも、人命や住居の被害は比較的小さくすんだ。農地、海岸堤防、防潮林、漁業関連施設は被災したが、ガレキも少なく、遠くから見ると被災地には見えないくらいである。画面下手にある1本松までは、「最大クラスの津波」である明治三陸津波も、東日本大震災の津波も到達しなかったと聞く。吉浜住民にとっての目印である。なお左手にある松林には津波は到達し、赤茶けて枯れている。

（2011年4月29日、岩手県大船渡市吉浜地区）

## 復興工事の進む吉浜



2013年6月6日、①農山漁村地域復興基盤総合整備事業、②海岸保全施設災害復旧事業の起工式が行われた。①で整備される農地面積は46ha、②で整備される堤防は、海岸堤防（T.P.+7.15m、L=594.0m）、河川堤防（左岸L=229.0m、右岸L=273.3m）、離岸堤（2箇所）である。写真は2013年11月に撮影したもので、工事の進捗状況は半分弱といったところである。

（2013年11月16日、岩手県大船渡市吉浜地区）

## 嵩上げ集落道の丁張り



吉浜農地復興委員会（住民で組織された任意団体）は、「防潮堤は高くせず、巨大津波では越流を覚悟するものの、第2堤防を高台にある住宅群と低地部の農地の間に設置し、住居への津波到達を防ぐ」という復興構想案を策定した。それを受けて農山漁村地域復興基盤総合整備事業において、第2堤防に相当する嵩上げ集落道が整備される。これはその丁張りである。

（2013年11月16日、岩手県大船渡市吉浜地区）



### 住民説明会で景観シミュレーション



農村工学研究所のスタッフが、大船渡市吉浜地区拠点センターにおける住民説明会で、景観シミュレーション（フォトモンタージュ）を映写して説明している様子。

この時初めて、吉浜農地復興委員会（住民の任意団体）の復興構想案が、一般住民に示された。農工研は、委員会が作成した構想案を、一般住民が理解しやすいように、景観シミュレーションを作成して映写した。

（2011年8月4日、岩手県大船渡市吉浜地区）

### 震災から4ヶ月後の吉浜



左手に見えるのは、吉浜漁協の建物。津波はこの建物の1階部分まで到達した。海水に浸った農地には雑草が生い茂っているが、水稻が作付けられている農地（漁協建物前）も認められる。

（2011年7月14日、岩手県大船渡市吉浜地区）

### 第2堤防兼集落道のフォトモンタージュ



簡易型景観シミュレーションソフトとして農村工学研究所が開発した「ランドスケープ・イメージャー」を用いて作成した景観シミュレーション（フォトモンタージュ）。吉浜農地復興委員会が構想する第2堤防兼集落道のイメージを、説明会に参加した住民に理解してもらうために作成した。2011年8月4日の住民説明会で映写した画像の一つである。実際の写真（上）に貼り付けた階段付きの集落道は、隅田川のスーパー堤防（汐入公園）から取材したものである。

（上の写真のフォトモンタージュ）

## 地震で倒壊した神社の鳥居



地震によって新山神社の石造りの鳥居が倒壊した。同神社の式年大祭において、神輿が漁船に乗せられて海上渡御する。昭和三陸津波後に植栽された木々によって視界は塞がれ、神社の石段から海は見えない。

（2011年7月14日、岩手県大船渡市吉浜地区）

## 神輿を浜に真っ直ぐ降ろせるように



吉浜農地復興委員会による復興構想案の景観シミュレーション(フォトモンタージュ)の一つである。2011年8月4日の住民説明会で披露した。海を見えなくしている木々を切り払い、式年大祭の神輿を、海に一直線に降ろせるようにするという構想案をイメージ化したものである。説明会に参加した被災住民からは「これを見たら元気が出てきた」といった声が上がった。

（上の写真のフォトモンタージュ）

## シミュレーションに近づく現実



鳥居が再建された。また、視界を塞いでいた木々は、津波の塩分によって枯死したため伐採された。農地の復興事業も半分ほど進んでいる。正面に整備されつつある圃場で、まず代かき試験を行い、客土した表土の機能を点検する。復興構想案の景観シミュレーションに、現実が近づきつつあることがわかる。

（2013年11月16日、岩手県大船渡市吉浜地区）



### 役員会で景観シミュレーションを映写



吉浜農地復興委員会の役員会で、同委員会が策定した復興構想案の景観シミュレーションを映写しているところである。

（2011年8月21日、岩手県大船渡市吉浜地区）

### 石垣のあたりまで津波到達



画面右手に見える住宅の石垣の高さまで津波は押し寄せてきた。津波によって浸水した農地も盛夏を迎え、雑草が繁茂している。

（2011年7月14日、岩手県大船渡市吉浜地区）

### VIMSを用いたフォトモンタージュ



農村工学研究所とイメージックデザインが開発した3次元GISエンジンVIMSとMaxson社のCINEMA4Dを併用して作成したフォトモンタージュ。「防潮堤を高くしないかわりに、高台の住宅群と低地部の農地の間に第2堤防（兼集落道）を整備する」という点が、吉浜農地復興計画案の中でも中核部分である。フォトモンタージュの第2堤防が階段状になっているのは、以下の理由による。今回の津波において吉浜でも1名が亡くなられたが、津波が襲来した時、高台への崖を登り切れずに津波にのみ込まれたと推察されている。そこで低地部のどこからでも高台に避難できるようにしたいと、吉浜農地復興委員会が階段状の第2堤防を構想したのである。

（上の写真のフォトモンタージュ）



### 高度なガレキ処理



農地を復旧するためには、ガラス片などの細かなガレキも除去しなければならず、そのための高度なガレキ処理システムが必要となる。ある民間企業が、高度なガレキ処理システムの実演をしているところである。

(2012年5月16日、宮城県七ヶ浜町)

### 被災した土地改良区の書類



津波によって多くの土地改良区でこれまで蓄積されていた大事な書類が失われた。宮城県の七ヶ浜土地改良区も事務所が津波に襲われたが、金庫に入っていた書類が被災後見つけ出された。写真の書類は、乾燥させ、修復する過程のものである。

(2012年7月24日、宮城県七ヶ浜町阿川沼排水機場)

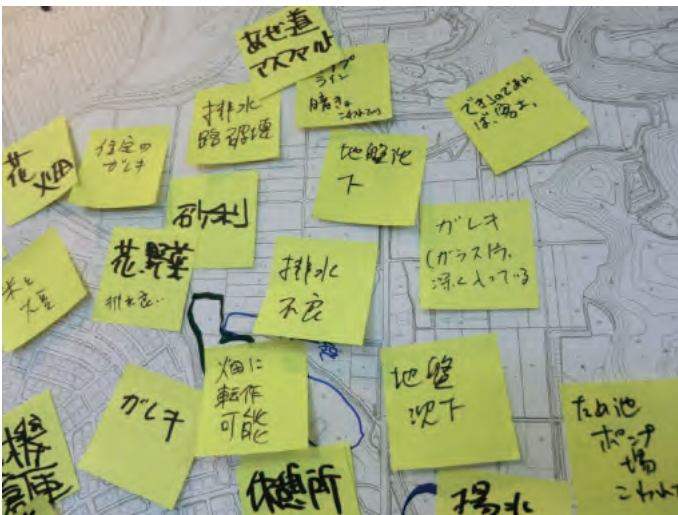
## 農地復興ワークショップの開催



宮城県七ヶ浜町議会議員からの要請を受け、農村工学研究所は七ヶ浜町で津波被災した農地の復興に関する技術支援に取り組んだ。まず、2012年5月には、農業と農地の復興構想策定に向け、担い手農家や土地改良区関係者の参加を募り、第1回ワークショップを開催した。このワークショップが契機となり、地元の担い手農家が中心となり、「明日の七ヶ浜農業を考える会」を結成し、七ヶ浜の農業・農地の復興について、継続的に検討を進めることとなった。

(2012年5月30日、宮城県七ヶ浜町中央公民館)

## 被災状況・課題・将来構想を整理



第1回ワークショップでは、被災農家自らが、具体的な農地の被災状況、これまでの作付け状況、農地復興に必要な対策などを、付箋紙に書き込み、地図上にまとめた。

この作業を通じて、従来からの排水不良に加え、地盤沈下、ポンプ場の破損等、農地の復興を考える上での様々な課題が明らかになった。またこのワークショップでは、現状を整理するだけでなく、都市農村交流や六次産業化など、七ヶ浜農業の将来像を描くためのアイデアも出してもらった。そして、これらの検討結果を「現況・構想マップ」として整理した。

(2012年5月30日、宮城県七ヶ浜町中央公民館)

## 復興事業に向けた意見集約



ワークショップは、その後農村工学研究所の技術支援のもと、「明日の七ヶ浜農業を考える会」が主体となって、2012年12月までに計5回の「七ヶ浜の農地復興に向けた懇談会（以下、懇談会）」として、継続的に取り組まれた。

最初の2回の懇談会では、農業の復興に向けての現状把握と課題整理、全般的な構想づくりを行い、その後の3回の懇談会では、最も優先すべき課題として抽出された排水・用水問題に絞り込んで、勉強会や意見交換会を開催し、検討を進めた。懇談会での検討の結果を、今後の復興事業に活かすために、「七ヶ浜農業復興構想案」として取りまとめた。

(2012年6月12日、宮城県七ヶ浜町中央公民館)



### 地盤沈下による排水不良の農地



宮城県七ヶ浜町の農地の推定被害面積率は93.4%であり、東日本大震災による被災自治体の中で最も高い比率となっている。

このうち下田地区では、津波でポンプ場が破損し、被災した農地の排水不良により、海水が圃場にたまったままとなっていた。またガレキが農地に混入した状態であり、農業復興が困難な状況にあった。

(2012年4月28日、宮城県七ヶ浜町下田地区)

### 現地での水質・水位の測定



農村工学研究所は、津波被災前に農業用水として利用されてきた阿川沼の水質を定期的にモニタリングした。2012年7月に計測機器を水系に設置し、水位やECを測定するとともに、排水状況を踏査した。

(2012年12月19日、宮城県七ヶ浜町阿川沼)

### 排水状況の調査結果に基づく検討



農村工学研究所のスタッフが、これまでの排水解析の結果や必要な対策等について、「七ヶ浜の農地復興に向けた懇談会」で解説した。

第3回懇談会では、オランダのポルダーにおける地下水管理の方法に関する話題なども交えながら、地盤沈下した地域における排水対策に関する話題提供を行った。

また第4回、第5回懇談会では、七ヶ浜町の地区ごとの用・排水計画案を具体的に提案し、内容を検討することによって、七ヶ浜町における用・排水対策に関する参加者の理解を深めた。

(2012年12月19日、宮城県七ヶ浜町土地改良区)

## 4.2 除染関係の取り組み

### フォールアウト後の農地状況調査



東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、東日本の広範囲に放射性物質が飛散した。稲作等の農業の再開のためには、土壤に付着した放射性セシウムの除去が喫緊の課題であり、実際に現地適用できる除染技術の早急な確立が求められた。農地除染のための技術開発を行うに先立ち、福島県飯舘村において、農地の放射性物質分布調査を実施。放射性物質およびそこから放出される放射線は目では見えないため、一見すると通常の農地と同じであるが、放射性物質が農地表面に付着しており、高い空間線量率を示した。

(2011年4月26日、福島県飯舘村)

### 深度別の土壤サンプリング



平成23年度の稲の作付が中止されたほ場で、秋起こしされていない田面には、まだ雑草が繁殖しておらず切り株が残っている。深度別の土壤の放射性セシウム分布を明らかにするため、縦・横0.5m、深さ0.4mの作業穴を掘り、穴の側面にあたる部分にメジャーと水糸等で採取深さを確認し、穴の側面部の土壤を上部の層から順にナイフで切り出して土壤採取を実施した。

(2011年6月13日、福島県飯舘村伊丹沢地区)

### 土壤の放射性セシウム濃度分布調査



除染前後の土壤の放射性セシウム濃度を把握するため、水田における作土層に相当する深度0.15mまでの土壤をハンドサンプラーにより採取する。ほ場内の放射性セシウム濃度分布にはバラつきが見られるため、複数の地点で土壤の採取を行う。

(2013年12月4日、福島県南相馬市小高地区)



### 農地土壌除染技術開発第1回会合



平成23年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」実施にあたり、2011年5月28日に「ふるさとへの帰還に向けた取組」と題し、第1回会合が飯舘村において開催された。

国、県、独立行政法人等の研究者等が一堂に会し、研究計画についての意見交換を行うと共に、実証試験が開始された。

(2011年5月28日、福島県飯舘村)

### 除染現地実証試験プレスリリース①



農村工学研究所では、固化剤を用いた農地の削り取り、水による土壌攪拌・除去による農地除染の一連の現地実証試験を実施するに際し、プレスリリースを行った。現地試験を行う飯舘村の役場会議室において、試験内容について記者説明を行い、質疑応答・意見交換を実施した。

(2011年8月19日、福島県飯舘村役場)

### 除染現地実証試験プレスリリース②



固化剤を用いた農地の削り取り試験を実施する飯舘村現地において、圃場や固化剤散布用機器等の概要を説明した後、固化剤混合スラリーの農地への予備的散布を公開した。

現地実証試験にはテレビ、新聞等のマスコミ11社が参加し、試験の様子は翌日の記事に取り上げられた。

(2011年8月19日、福島県飯舘村伊丹沢地区)

### 農地除染のための固化剤散布



農地の除染を実施する前に、土を固める薬剤（マグネシウム系の土壌固化剤を使用）を表面散布し、土壌表層を固化させてから表土を削り取る手法を開発。攪拌機に水と固化剤を投入・混合し、固化剤混合スラリーを作成する。緑化工における吹付作業とほぼ同じ工程で、同等の機械装備を用いて、農地表面に固化剤混合スラリーを散布する。

（2011年8月20日、福島県飯舘村伊丹沢地区）

### 土壌固化剤による表層固化



散布された固化剤混合スラリーを浸透・固化させる。表層土壌が固化することにより、表層土壌のみを薄く効率的に削り取ることが可能になる。さらに、写真のように土壌表面が白く着色されることにより、削り残しを目視で簡単に確認することができ、精度の高い除染が可能となる。現地試験実績によれば、固化剤混合スラリーは1日に約2,000m<sup>2</sup>の散布が可能であることを確認。

（2011年8月20日、福島県飯舘村伊丹沢地区）

### 固化した土壌の削り取り



バックホーのバケット部分を地表面に押し付け、左右にスイングすることによりバケット底部で削り取りを行う工法を開発し、現地に適用。また、バックホーのバケットをバキューム車に接続し、スイング運動による削り取り・吸引による収集（集積）を同時に行う工法を適用し、削り取り厚さは約0.03mであった。この削り取り試験により、土壌の放射性セシウム濃度（0.15m深さ）は、9,620 Bq/kgから1,720 Bq/kgへ低減した。搬出土量の減量化に貢献する技術として期待される。

（2011年8月30日、福島県飯舘村伊丹沢地区）



### 水による土壌攪拌・除去による除染



水田の表層土壌を水により攪拌（浅代かき）した後、放射性セシウム含有量の高い土壌表層の粘土を主体とする細粒土を濁水として排出し、固液分離して土壌のみを排出する手法を開発して現地に適用した。表層にとどまる放射性物質を除去する手法と異なり、いったん耕起した水田への適用が可能であるだけでなく、繰返しの除染を実施することが可能な手法である。

（2011年8月24日、福島県飯舘村伊丹沢地区）

### 濁水回収ノズルを用いた除染



トラクター・ハローと濁水回収ノズルを汎用資材の組合せにより作成し、既存のトラクターを用いて水による土壌攪拌・除去を実施。細粒土を含む濁水はノズルを通じて真空吸引・回収し、簡易分級（振動ふるい）による草木類（稲わら等）の除去後、懸濁物質を凝集剤により沈降分離する。分離した細粒分は脱水袋により真空脱水することで、短時間で搬出可能となる。

（2012年7月19日、福島県飯舘村飯樋地区）

### 砂質系土壌における土壌攪拌・除去



濁水回収ノズルの改良、吸引圧の調整を行い、沿岸部の砂質系土壌において、水による土壌攪拌・除去試験を実施。3回の繰返し除染を実施することで、1m高さの空間線量率は除染前後で61～65%低減し、作土層の放射性セシウム濃度は48～52%低減した。

（2013年5月29日、福島県南相馬市小高地区）



### 冬期除染のための事前耕うん



確実かつ効果的な除染である表土の剥ぎ取りは、冬期の山間部では厚い凍土が形成されるために、除染作業が実施できない。

そこで、土壌凍結前に剥ぎ取る土層のみを耕うんして多くの空隙を持つ土塊状態を作り、毛管水の上昇を抑制して表層の凍土形成を制御することで、冬期においても剥ぎ取り厚さを制御しながら、容易に剥ぎ取りが行える工法を開発した。なお、事前の耕うん作業はロータリーやバーチカルハローにより行う。

(2012年12月14日、福島県飯舘村)

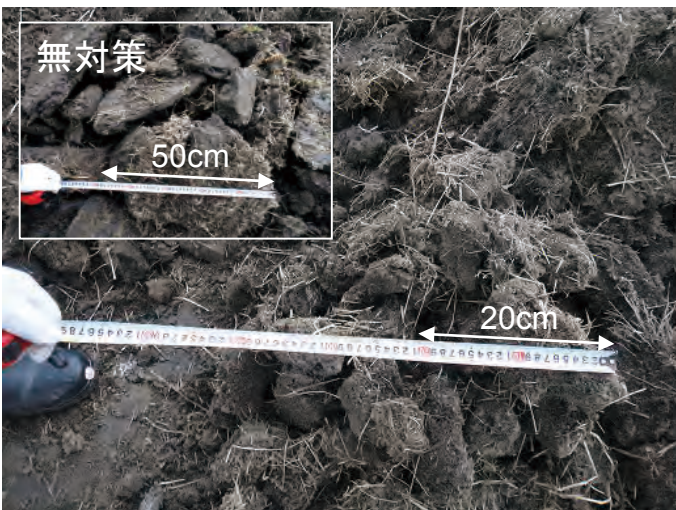
### 土壌凍結後の剥ぎ取り



新工法における土壌凍結後の剥ぎ取りは、油圧ショベル等による一般的な剥ぎ取り操作により行うことが可能である。事前耕うんにより表層部分は土塊状態が維持されるとともに、下層は強度の高い板状の凍土が形成されている。このため、冬期であっても表層のみが容易に剥ぎ取りが可能であり、また排土量の増加や削り残しの懸念が少ない。

(2013年2月19日、福島県飯舘村)

### 冬期の剥ぎ取り後の土壌



事前に耕うんを行った農地の土壌は形成された0.1~0.2mの団粒の状態、剥ぎ取り厚さは耕うん深さと同じ0.05mで剥ぎ取られていた。一方、事前に耕うん等の対策を施さなかった場合、油圧ショベルのバケット等で凍土を割って剥ぎ取るため、剥ぎ取られた土塊は0.2~0.5m、剥ぎ取り厚は凍土厚と同じ0.1mであり、剥ぎ取り厚を制御した作業は困難である。なお、新工法は無対策の3倍の作業効率が確認された。

(2013年2月19日、福島県飯舘村)



### 気球を用いた放射能モニタリング



NaIシンチレーション検出器、マルチチャンネルアナライザボード、レーザー高度計、GPS受信機、データ収録用のパソコンから構成される測定システムにより農地の放射能をモニタリング。測定システムを気球に搭載して浮かせることで、効率的かつ面的に農地の放射能を測定することができる。

(2011年8月4日、福島県飯舘村伊丹沢地区)

### ヘリを用いた放射能モニタリング



NaIシンチレーション検出器を用いた測定システムをラジコンヘリに搭載することで、農地からの放射線を迅速かつ広域に測定することができる。得られたガンマ線スペクトルはソフトウェアに自動記録された後、核種ごとに弁別される。除染実施前後の農地をモニタリングすることで、除染により放射線量が低下していることを確認することができる。

(2011年9月13日、福島県飯舘村伊丹沢地区)

### 測定台車を用いた放射能モニタリング



NaIシンチレーション検出器を用いた測定システムを測定台車に搭載し、除染実施前の水田の放射能をモニタリング。高線量地域ではモニタリングを実施する作業者の被曝が懸念されるが、測定台車はラジコンにより遠隔操作され、農地外からの操作によりモニタリングを実施できる。また、検出器部分のアームを伸長することにより、畦畔や法面の測定も可能である。

(2013年8月29日、福島県南相馬市小高地区)

### 旧警戒区域内の環境水の採水作業



写真は、河川水中の放射性セシウム濃度を測定するため、採水を行っているところである。旧警戒区域内であっても、平水時の河川水に含まれる放射性セシウム濃度は低い。特に溶存態セシウムを測定するためには、少なくとも20L程度のサンプルを採取する必要がある。

(2013年12月19日、福島県浪江町)

### ため池の水質モニタリング



東北農政局などの調査により、ため池の底泥およびため池流出水中の放射性セシウム濃度が他の水源のそれより高い傾向にあることが示された。そのため、ため池における水文・水質観測により、放射性セシウムの動態を把握するモニタリング調査を実施した。

(2013年8月23日・10月11日、福島県飯舘村)

### ため池底質の不攪乱サンプルの採取



ため池底質中の放射性セシウムの鉛直分布などの堆積特性や、ため池底質から水中へ回帰する放射性セシウムの量や速度を評価するため、ダイバーによるため池底質の採取を行った。直径0.1m、長さ1.0mのアクリルパイプを底質中に1/3程度貫入させ、底質を採取する。ほとんど視界がなく足場も不安定な夏季のため池底部での作業は重労働である。1つのため池で4本以上のコアを採取し、コアサンプルを乱さないよう、立てたまま車に積み込んで運搬した。

(2012年8月28日、福島県本宮市)



### 農業用水路の放射能モニタリング



営農が継続された福島県中通り地方の農業用水路において、遠隔無人水質観測により、上流の河川より流入する放射性セシウム濃度の定量化を試みた。河川利用による農地の再汚染リスクを評価しようという計画である。

(2013年10月4日、福島県福島市)

### 水田代かき濁水の放射能モニタリング



代かき後の水田から流出する放射性セシウムを削減する技術として、浅水代かきや湛水時間の延長などの検討を現地試験により行った。また、比較的大型のNaI検出器を用いて代かき濁水中の放射性セシウム濃度を直接測定するモニタリング技術の開発に取り組んだ。

(2013年7月12日、福島県郡山市)

### ため池流出水の除染試験



2012年の作期に向けて、比較的高い濃度の放射性セシウムが底質から検出されたため池水掛りの全11筆の水田の水口や水路に、放射性セシウムを除去するために、モミガラ袋を充填した樹脂製コンテナボックスを設置した。また、ため池の流出水を直接、写真の試験装置に導いて、モミガラやゼオライトフィルターといった吸着・ろ過資材による放射性物質の除染効果を定量的に調べた。

(左:ゼオライトフィルター、右:モミガラ)

(2013年9月27日、福島県飯舘村)