

東日本大震災に対する農村工学研究所の対応

*Investigation and Countermeasure of NIRE for the Great East Japan Earthquake
in the Fields of Agricultural Land and Land Improvement Facilities*

高橋 順二[†]
(TAKAHASHI Junji)

鈴木 尚登[†]
(SUZUKI Hisato)

I. はじめに

2011年3月11日に発生した三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の巨大な地震と津波、その後の東京電力福島第一原子力発電所の事故は、地域の農林水産業に未曾有の被害をもたらした。災害対策基本法に基づく指定公共機関である（独）農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所（以下、「農工研」という）は、震災直後の3月12日から農林水産省の要請に基づき水土里災害派遣隊の一員として専門家を派遣し、農工研を挙げて被災調査や応急対策、復旧・復興にかかる技術的支援を行ってきている。また、農研機構全体としても、震災対策本部を立ち上げ、生産基盤、農業生産、畜産、食品の加工・流通・消費までの技術を担う研究機関の特徴を活かし、原発事故に伴うわが国で未経験な分野での科学的知見の提供などの情報発信を行ってきている。

ここでは、農工研の農業生産基盤への対応を中心としつつ、農研機構全体の取組みも交えながら、震災対応の概要と技術的見地から地域農業の再建・復興について述べる。

II. 農業生産基盤の被害実態と復旧への対応

1. 農地・農業用施設の被害状況

東日本大震災が阪神・淡路大震災と異なる点は、被災地が広域に及ぶこと、そこでは農林水産業が地域の基幹的産業であること、放射性物質による広域にわたる農地土壌などの汚染があることである。農林水産省の2011年8月時点の集計¹⁾によれば、東日本大震災による農林水産関係の被害額は、約22,840億円、岩手・宮城・福島の各県を中心に全国で約39,320カ所の農地・農業用施設に大きな被害が発生している。また、津波により約23,600haの農地が冠水し、仙台平野の低平地では地盤沈下や排水機場の損傷により排水機能が著しく失われた地域も生じた（写真-1）。流出・損壊などは、農地・水利施設に加え、施設園芸や



写真-1 石巻市周辺の排水機場の被害状況²⁾

乾燥調整施設などの農業施設・機械、畜産基盤など、あらゆるインフラや地域ブランド、耕畜連携などにも及んでいる。

個別施設でみると、ダム・ため池では、堤軸方向の亀裂・陥没や洪水吐の破損、漏水、水路・パイプラインではパイプの抜け出し、地盤陥没、漏水、液状化による構造物の破損、農地では冠水による塩害の発生や地盤沈下、液状化による噴砂・ひび割れ・沈下などが発生しているものがみられる。

また、福島県においては、津波による被災農地約5,920haに加え、稲の作付け制限対象区域設定の判断基準としている土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kg以上の農地は8,300ha（県の全農地の5.7%）に及び、同県農業に甚大な影響を与えている。

2. 被災調査・二次災害防止への対応

被災の規模や態様は、海岸部の堤防などの施設、沿岸部および内陸部の農地、ダム・ため池、パイプラインなどの施設によって異なり、発災後は国からの要請により直ちに二次被害の防止と応急対策を講じるための技術支援を行ってきている（派遣箇所は図-1参照）。このような派遣要請に基づく調査や農工研が主体的に実施した調査による技術支援は、岩手、宮城、

[†] 農村工学研究所



地震・津波対策、除染対策、放射性セシウム、地域農業復興、合意形成、戦略的連携

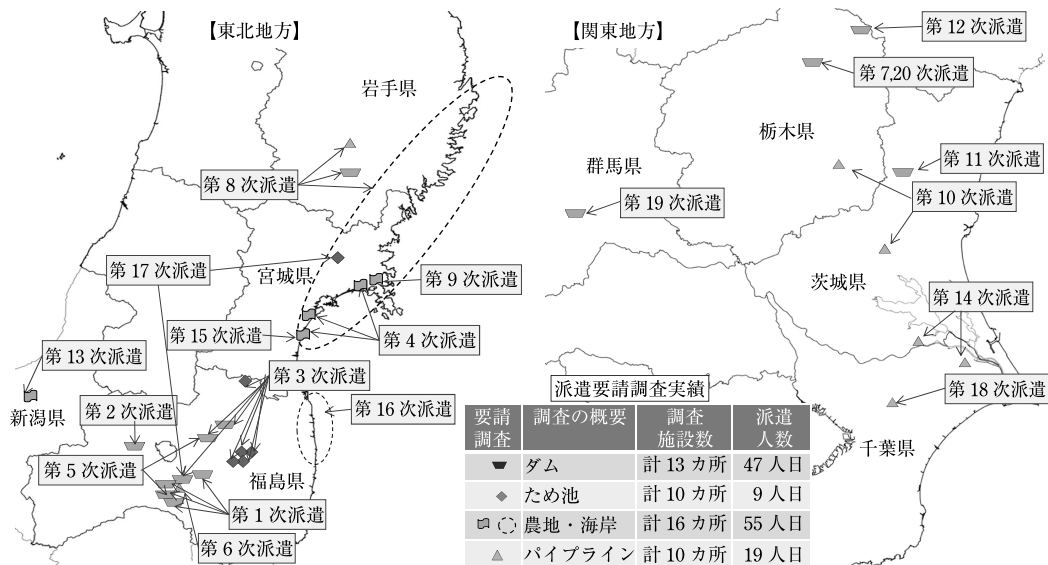


図-1 農地・農業用施設などの被災調査

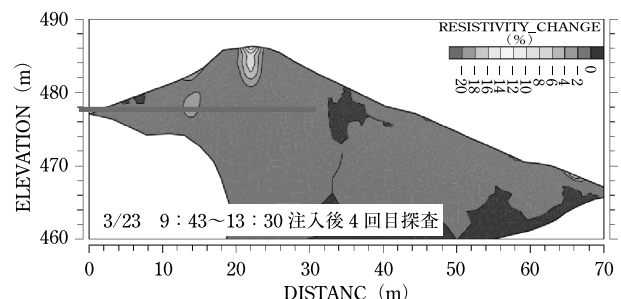
福島、茨城、千葉などの各県における海岸部や内陸部を中心として、2011年の12月末まで延べ約410人・日となっている。

具体的には、被災したため池の緊急点検や電気探査を用いたダムの亀裂深度の把握(図-2)による貯水位管理と亀裂の保護方法、農地の除塩対策や液状化被害対策、パイプラインの被害調査や復旧方法(写真-2)、農地の排水方法などについて、現地調査や解析に基づき技術的助言を行ってきた。

このような被災地での現地調査やこれまで蓄積された知見を整理した津波による浸水を受けた低平地水田の除塩対策、地震被災直後のため池の緊急点検方法、水路・パイプラインの被害と復旧方法、土のうを用いた仮設海岸堤防の設計などについて、順次農工研の「東日本大震災復興支援農工研特設サイト」において公開し、復旧に携わる技術者に利用いただいている。また、速やかな復旧のためには、現地への応用性・適用性を踏まえ、既存技術の「棚卸し」も必要であるとの観点から、技術情報を分野別で検索する、あるいは情報の受け渡し先で検索する「復旧・復興に役立つ技術や手法」も前述のサイトで公開している。

3. 関係者との情報共有

2011年5月31日には、被災地の復旧・復興について関係者との間で情報共有を図り、一体となって被災地を支援していくことを旨として、「東日本大震災における農地・農業用施設等の技術支援報告会」を東京で開催した。また、盛岡市では「東日本大震災の復旧・復興支援のための技術講習会・技術相談会」(2011.12.6, 東北農業研究センターと共催)を、仙台市では「大震災からの農業・農村の復興に関する技



注) 標高 478m は探査時点の貯水位

図-2 電気探査を使った堤体亀裂解析による診断³⁾写真-2 福島県内のパイプラインの被害調査⁴⁾

術シンポジウム」(2011.12.7, 農研機構と東北大学との共催)をそれぞれ東北農政局や岩手県、宮城県ならびに内閣府宮城現地対策本部(当時)と連携して開催し、被災地の復旧・復興関係者との技術情報の共有を図った。

国・県などの委員会への専門家の参画としては、岩手県・津波復興会議専門委員会、福島県・国営ダム技術検討委員会などがあり、これらの委員会活動を通じて復旧などに関する専門的知見を提供している。なお、農工研では、多様な地域や農地・水利施設で行った被災調査、応急対策や復旧・復興対策に関する調査・研究結果を「東日本大震災の被災状況と技術的課題」と題した報告書に取りまとめ、関係者に情報発信している。この報告は、今後の復旧・復興や地震・津波災害への備えに当たっての技術的な留意点を整理しており、参考にしていただければ幸いである。

III. 復旧・復興への取組み

1. 農地・施設にかかる地震・津波対策

インフラや生活・生産活動を元に戻す復旧と、街並み・集落やインフラが壊滅的な被害を受けた地域の復興とは異なる。加えて、過疎化・高齢化など、被災前からの地域の課題を踏まえると、復旧・復興までの時間軸や計画の実現可能性も考える必要がある。農工研では、この点を踏まえ、被災後まもなく施設工学研究領域長を代表とする「復興支援プロジェクトチーム」を立ち上げ、これまで蓄積してきた防災・減災分野での技術・ノウハウを土台として、地域が主体となって将来の青写真を作る際に検討素材になると思われる具体的な技術やノウハウを発信・提案してきている。

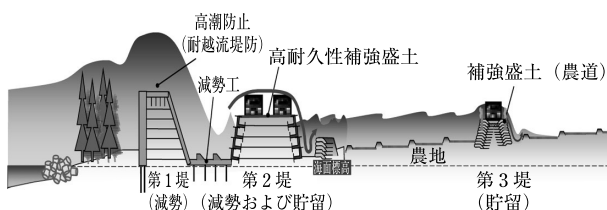


図-3 後背農地と農道を利用して津波から集落を守る広域配置案⁵⁾

たとえば、海岸、農地、居住地につながる広域的な地域を対象として、津波が海岸堤防を越えても許容できる被災にとどめるため、津波の減勢を堤防だけではなく、堤防背後の農地でも分担する「減災農地」(粘り強い農地)の活用の考え方(図-3)⁵⁾を提案している。

被災地においては、県の復興計画や地域特性を踏まえて、がれき処理、用排水施設の復旧、農地の除塩・区画整理の流れで復旧が進み、これと並行的に集落の将来計画の検討、市町村の復興計画策定が行われてきている。したがって、復興計画策定の段階から、ハード技術のみならず、津波浸水範囲の評価・検証、減災計画、景観評価など土地利用計画の策定などにかかるソフト技術の支援が必要となっている。そのため、津波や景観のシミュレーション技術などの研究成果を活用し、専門家が津波被災現場に入り、地域住民自らが行う復興計画作成を支援する活動に取り組んできている(写真-3)。今後とも、県や地域のニーズを踏まえながら、ソフト・ハード分野横断の専門家が協働で技術支援を行っていくこととしている。

また、農工研では、国・県などの関係機関との密な連携のもと、除塩にかかるモニタリングと効果評価、がれき・ヘドロなどを含む被災農地の総合的な復旧・再生技術、津波影響範囲の数値解析(3次元数値シミュレーション)や水理模型実験による農地・津波減勢施設の配置・構造の検討や減災効果の評価(写真-4)、被災したため池などの施設の耐震性の評価など、現地の復旧・復興の進捗に応じた試験研究を行い、早期の復興に向けた取組みを行っている。

2. 放射性物質汚染への対策

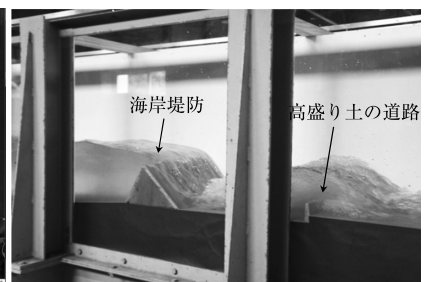
農工研が2011年8月に福島県飯館村で行った調査によれば、放射性セシウムは耕起していない農地土壌の表面から2.5cmの深さに95%が存在している⁷⁾。このような基礎的知見を踏まえ、農工研をはじめとする研究機関は、放射性物質により広範囲に汚染された農地土壌を除染する技術を開発するため、農林水産省の委託により関係府省や福島県などと連携しつつ、飯館村などの現地圃場において、農業機械で表土を薄く削り取る手法、土を固める固化剤により土壌表層を固



写真-3 復興計画住民説明会⁶⁾



写真-4 津波影響範囲の数値解析や水理模型実験による減災効果の評価⁶⁾



化させて削り取る方法、表層土壌を攪拌し、濁水を排水した後、水と土壌を分離し土壌のみを排土する方法、プラウ耕により 30 cm 以上の反転耕起を行い、放射性物質を土中深くに埋め込む方法、高吸収植物により土壌を除染する方法などの実証試験を実施した(写真-5)。



写真-5 農地土壌の除染のための表層土の削り取り状況⁷⁾

その結果は、農林水産省が 2011 年 9 月に「農地土壌の放射性物質除去技術(除染技術)」として公表しており、たとえば、固化剤を用いた表土削り取りでは、土壌の放射性セシウム濃度が 82% の低減をみている。これら除染技術は、セシウム濃度や地目などによって現地適用方法が異なるが、すでに国の除染事業で活用されている。

今後とも確実性・安全性・施工性の確保・向上をめざした除染技術の改良を進めていく必要があり、2011 年度の第 3 次補正予算では、現地での迅速な実用化を目指して比較的低線量の既耕農地の放射線量低減対策技術の開発などが行われている。

一方、除染技術の開発と併せてカリウムなどの施用による放射性セシウムの農産物(水稻、大豆、主要野菜、果樹)への移行低減技術、果樹園・茶園の放射性セシウム除去技術、放射性セシウムで汚染された稲わら・牧草などの減容化技術、小麦などの食品加工プロセスにおける放射性セシウムの動態解明など、農業分野における放射性物質対策の試験研究が進められている。

3. 技術面からみた地域農業の再建・復興

被災地域は、北東北の海岸部の農地、仙台平野の低平農地、そして福島県の海岸よりの農地など、被災の程度・内容や農業経営も多様である。このうち、米を中心とし土地利用型農業が盛んな仙台平野は、もともと地盤が低く、機械排水に依存している地域が多い。震災により排水機場が壊滅的な被害を受けたことに加

え、数十 cm に及ぶ地盤沈下の影響もあり¹⁾、排水計画の見直しが必要となっている。

一方、県・市町村段階では、営農の効率化、農業の 6 次産業化、集落移転、土地利用の見直しなどを含め、災害に強く農業の新たな発展を展望した地域の将来計画が策定されている。しかし、営農再開の見通しが早期に立たなければ、営農意欲の低下や耕作をやめたいとする農家が増加することも懸念されており、営農再開が可能な農業者に対しては、資金と技術の速やかな支援が必要となっている。

すなわち、農業経営の基盤資源が流失・損壊した中で、農地の面的集約や大規模化、大区画化など、中長期的に望ましい地域農業の実現と早期の営農再開や農地の復旧を望む農業者、耕作をやめたいとする農業者、そして効率的な営農を志向する農業者との調整をいかに図っていくかが課題となっている。この課題解決のためには、地域における話合いの積み重ねと事業・制度(生産基盤、特区、資金支援など)、技術、コミュニティ再生からのアプローチが欠かせない。技術分野についてみれば、復興実現の担い手である地域に対して、実現可能な選択肢とその客観的な根拠や、農業者が取捨選択できる技術メニューを提示していくことは、復興計画における将来の地域農業の姿と現実の距離を埋めるための手だての 1 つとして有効と考える。

この観点から、復興の検討に当たっての整理点と農研機構が開発した活用可能な技術のあらましを以下に示す。

(1) **被災地域の基礎的情報の整理** 地盤高、敷地境界・地積、農地・建物被災と浸水の度合い、生活道路・農道など基礎的情報の整理を行い、今回の被災における新たな課題を点検する。

(2) **農地として再生可能範囲の概定** 複数の防災・減災シナリオ(被災後の地盤高や河川などの水位境界条件、土地利用パターン、集落整備計画、堤防・道路の配置計画などの条件を仮定・設定)に基づき、排水解析や津波解析などにより技術的・科学的な観点から、農地として整備する範囲や整備の青写真、土地利用の形を概定していく。

(3) **営農の見通し** 農地の整備や機械の確保により耕作を再開するか、規模拡大するのかなどの経営判断は、農業者によって行われる。また、被災地では担い手となる経営体や農地集積のあり方などをまとめる経営再開マスタープランの作成が進められている。この点を基本としつつ、大区画化などの事業を行う際には、経営階層や経営規模、営農類型ごとの経営試算およびその基盤条件となる整備方法と工程など、意向調

査や合意形成の基礎資料として準備しておくことが効率的、合理的と思われる。

経営試算においては、資金計画、現状および数年後に実現可能な農業経営や農業技術が大きな影響を与えることから、震災関連の補助事業など活用可能な制度や技術の現状を考慮することが必要になる。農林水産省の生産費調査によれば、土地利用型農業の生産費のうち労働費や建物・農機具償却費、肥料・農業薬剤費などの物財費が過半を占めている。特に規模拡大を伴わない機械導入は生産コストを押し上げるため、機械の汎用化・共同利用・リースや輪作体系など営農全体を考慮した対策が必要になる。

(4) 地域の意向調査・合意形成 震災前の状況、現状分析、各種の復興事業や住民による主体的な復興の動きなどを踏まえて意向調査が行われ、また、ボトムアップでの合意形成が進められることになる。これらのプロセスでは、前述のような基礎資料やそれを実現するための制度、減災・防災計画、コミュニティ再生などに加え、営農再建につながる農業技術を組み合わせ有効活用していくことが望まれる。また、地域農業の将来の担い手、土地持ち非農家、小規模農家などの役割分担についての話し合いも期待される。

(5) 活用可能な技術 地域農業の発展に必要な実用技術は、産学官から結集していく必要がある。農研機構についてみれば、速やかな営農再開とより効率的な営農体制の確立を技術面で支援するため、「復興を支える農研機構の新技术」の中間取りまとめ⁸⁾を行い、技術情報の提供と技術相談を実施している(表-1)。

たとえば、地下水位制御システムは、水稲と大豆、野菜などの複合経営により農作業の平準化と収益増大を目指した農業経営に活用可能である。また、集積された農地に乾田直播を導入し、大規模畑作で用いられる播種機・鎮圧機を水稲に汎用利用することにより、大幅なコスト低減を可能とする技術(直播適性の高い「萌えみのり」を用いた試算では東北平均の55%)があげられている。

ソフト技術では、資金繰りも考慮した営農計画を策定していくため、個々の営農計画と地域農業計画の策定を支援する「営農計画策定支援のための技術体系・経営収支データベース」が開発されている。さらに住民全体で話し合いながら各種の地域づくり計画に利用できる地理情報システム(VIMS)、復興後の景観を点検できるシステムなども活用可能となっている。

IV. おわりに

「我が国の食と農林漁業の再生のための基本方針・

行動計画」においては、「独立行政法人、大学、民間、都道府県等の総力を結集し、農林漁業の成長産業化に必要な先進的な技術の開発・実用化・普及を戦略的に推進する。」とされている。震災復興や日本農業の再生からも、関係機関の総力を結集した取組みが求められていると言える。

農業農村工学分野においても、異なる専門分野との連携、産学官の連携、制度・技術・社会システムの連携の3つの連携からなる技術全体のシステム化による復興への取組みが重要になるものとする。また、中長期的には、農業再生に有効な実用化技術について、活用が想定される農業者や公的部門などの技術的・経済的要件を満たす目標設定により、その実現を

表-1 農業復興のための先進的農業技術⁸⁾

技術メニュー
1. 生産の再開と復興に向けた技術
① 土地利用の合意形成と計画策定
・ 住民が自ら操作して避難経路を検討できる地理情報システム
・ 震災復興後の景観を点検できるシステム
・ 防潮堤の整備が生活環境に与える影響を検討する手法
・ 営農計画策定支援のための技術体系・経営収支データベース
・ 集落営農の組織化支援手法
・ 被災農業地域における新規就農支援手法
・ 数値流体力学シミュレーションによる津波氾濫エリアの予測
② 復興をにらんだ生産基盤の整備
・ 被災した水田の整備における低コストな整地・均平工法
・ RTK-GPS 測位による効率的な水田の整地・均平工法
・ 豪雨・地震に強い土構造物の構築技術
・ 地震時のパイプの浮上・蛇行を防止する浅埋設工
・ 災害危険度を予測する警戒、点検システム
・ 農家や地域住民が自らできる水路の簡易な漏水補修技術
・ 低コスト耐候性パイプハウス
・ ため池の決壊危険度と予測氾濫エリアを自動配信する防災システム
・ 津波被災農地の総合的な復旧技術
・ 後背農地と農道を利用して津波から集落を守る技術
③ 迅速な営農の再開
・ 農地の塩分分布状況を非破壊で迅速に測定する手法
・ 水稲の塩害を軽減する栽培法
・ 耐塩・耐湿性草種の選定と栽培
・ 耐塩・耐湿性牧草を活用した農地の減塩技術
・ 放牧を活用した農地の維持管理
④ 農地からの放射性物質除去、農畜産物への移行低減
・ 反転耕による放射性セシウムの埋設
・ 表土削り取りによる放射性セシウムの除去
・ 固化剤を用いた表土削り取りによる放射性セシウムの除去
・ 水による土壌攪拌・除去による放射性セシウムの除去
2. 新しい農業の実現に向けた技術
① 新しい農業の実現に向けた技術(水田高度利用農業)
・ 地下水位制御システムによる水田の高度利用
・ 鉄コーティング湛水直播による省力・低コスト水稲栽培
・ プラウ耕・グレーンドリル播種体系の乾田直播
・ 耕うん同時畝立て播種機を利用した湿害軽減技術
・ 麦・大豆などの省力機械作業技術
・ 耕うん同時畝立て作業機による野菜の同時マルチ・播種
・ 湿潤土壌でも高速作業が可能なディスク式中耕培土壌
・ 畝内部分施肥法による施肥量削減技術
② 高生産性・高収益の施設園芸、③ 新品種を核とした6次産業化とブランド化、④ バイオ燃料などエネルギー生産型農業、⑤ 畜産を組み込んだ地域複合型農業、については省略する。

図るなど、普及を見通した戦略的な連携を進めていく必要がある。

大震災がもたらすわが国の技術、社会・経済などへの影響は、さまざまな形で及ぶものと思われる。農業農村工学分野がこれまで培ってきた現場力・総合力をいかに発揮し、地域経済の再生、災害に強靱な農村、健全な地域社会・環境の形成による農業・農村の復興、発展に取り組んでいくことへの社会からの期待は高まっている。

わが国がもつ土壌・水の豊かさ、列島折々の気候、消費者の品質・味・安全性への志向、農業インフラ網などの長所を伸ばし国土の脆弱さなど、短所を回避していくことが復興や農業再生のポイントになるものと考え。そして、身近で確かな技術の存在が農業・農村の強みと地域で実感されるよう、技術者が力を結集して取り組んでいくことが大きな使命となっている。

引用文献

- 1) 農林水産省大臣官房統計部：東日本大震災と農林水産業基礎統計データ（図説）（2011）
- 2) 丹治 肇：農地排水の技術支援，技術支援報告会（H 23.5.31）資料，東日本大震災復興支援農工研特設サイト，http://www.nkk.affrc.go.jp/2011_fukkoushien/index.html（2011）
- 3) 中里裕臣：電気探査による地震時亀裂深度調査，技術支援報告会（H 23.5.31）資料，2)の特設サイト（2011）
- 4) 中嶋 勇：水路・パイプライン等の技術支援，技術支援報告会（H 23.5.31）資料，2)の特設サイト（2011）
- 5) 丹治 肇，桐 博英：減災農地の考え方，技術支援報告会（H 23.5.31）資料，2)の特設サイト（2011）
- 6) 福與徳文，山本徳司，桐 博英：岩手県大船渡市吉浜地区における減災農地と地域復興計画，復旧・復興支援の実践活動，2)の特設サイト（2011）
- 7) 農林水産省農林水産技術会議事務局：農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術），<http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/110914.htm>（2011）
- 8) 農研機構：復興を支える農研機構の新技術，http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/new_tec/index.html（2011）

〔2012.2.24.受稿〕

高橋 順二（正会員）



1976年 北海道大学農学部卒業
農林水産省入省
2011年（独）農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所所長
現在に至る

鈴木 尚登（正会員）



1980年 東京農工大学農学部卒業
2011年（独）農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所企画管理部防災研究調整役
現在に至る