

北海道胆振東部地震被災農地におけるフォローアップ調査

北海道胆振総合振興局産業振興部農村振興課 ○廣澤征実
(一財)北海道農業近代化技術研究センター 南部雄二・西村昭彦
高木優次・赤塚脩介

I. はじめに

2018年9月6日、北海道胆振地方中東部においてマグニチュード6.7の地震が発生し、厚真町で震度7、安平町、むかわ町で震度6強を観測した。震度7の観測は北海道では初めてである。

地震による農地の被害は、厚真町、安平町では主に山腹からの大規模な土砂崩壊がもたらした土砂流入であった。復旧工事によって崩壊土砂は撤去されたが、圃場面が沈下した区域では、崩壊土砂が表土になって営農が再開された。

営農再開後の生育不良が懸念されたため、胆振総合振興局では、胆振東部地震被災地域技術対策プロジェクトチームを発足し、復旧後の農地の状態を確認するための調査を実施するなど、営農面でのフォローアップが速やかに開始された。さらに、復旧工事後の圃場の状態を把握し、営農面での課題点を整理し、栽培管理の指導に活用した。

本報では、被災概要、復旧工事の概要、フォローアップ体制、さらに、2020～2021年に実施したフォローアップ調査のうち、2021年の厚真町における復旧後の水田圃場（被災区域・未被災区域）の調査結果について報告する。

II. 被災概要

北海道胆振東部地震では、道内観測史上初めてとなる最大震度7を観測し、大規模な土砂災害や家屋の倒壊、道路の陥没、さらには、道内全域の大規模停電によるライフラインの寸断、産業被害などが複合的に生じ、全道各地に甚大な被害をもたらした。

胆振管内厚真町では、広範にわたり山腹崩壊が発生し、大量の土砂や倒木などが道路、河川、農地、民地へと流入し、多くの被害と住民生活に多大な影響を与えた。

厚真町、安平町では、地震による山腹崩壊により、農地に大量の土砂、倒木が堆積し、用水路、排水路、農業用道路が破損する被害が発生した。農地の土砂堆積は、家屋の高さを超える箇所が複数地域で発生し、その被害は甚大であった。水稻など土砂に埋没した農作物の被害面積は約260ha、農地・農業用施設なども含めて被害は301箇所、災害復旧事業の対象農地面積は136.6haであった。厚真町の山腹崩壊被害、部分復旧状況は、写真-1～3に、2カ年の復旧状況は写真-4に示す。



写真-1 山腹崩壊被害



写真-2 山腹崩壊被害



写真-3 部分復旧した農地

Ⅲ. 復旧工事の概要

農地・農業用施設の復旧では、市町村が事業主体となって実施するのが基本である。しかし、円滑な復旧のためには、山腹崩壊により道路、河川、林地に堆積した大量の土砂、倒木の撤去に係る関係部局との調整が必要であったことから、道が事業主体となり災害復旧事業を実施し、被災した町には技術的な支援を行った。

道では、円滑な復旧を目的に「北海道胆振東部地震災害復旧庁内連絡調整会議」を設置した。

また、胆振総合振興局では、復旧工事における建設発生土の有効活用などを検討する「土砂調整会議」を設置し、協議を進めた。農地などからの大量の堆積土砂の搬出先は、近隣で大量の土砂を必要としていた「厚真町日高幌内川災害復旧工事」としたことで、復旧事業費の低減が図られ、復旧の取組が加速した。大量の倒木処理は、「北海道胆振東部地震により発生した倒木などの有効利用に関する協定」を、開発局、道、厚真町、民間事業者で締結し、原料やバイオマス燃料としての有効利用により、処理費用の低減が図られた。

被害のない農地の営農（水稻栽培）のために、用排水路の復旧を先行し、2019年春には用水が確保された。また、土砂堆積の被災農地では、可能な限りでの営農再開のために、土砂の片寄せなどの暫定的な復旧工事を実施し、2019年度時点で災害復旧対象面積の74%にあたる110haで営農の再開が可能となり、2021年5月には、全ての復旧工事が完了し、全圃場で営農が再開された。

Ⅳ. フォローアップ取組体制

1. 胆振東部地震被災地域技術対策プロジェクトチーム

2018年収穫、2019年以降の営農計画の策定支援等の技術指導、経営指導を実施するためのプロジェクトチームが設置された（2018年9月13日設置）。活動終了後は、「農地フォローアップ」に普及センターが参画し、営農指導が実施された。

- ① 対象地域：安平町、むかわ町、厚真町
- ② 活動期間：2018～2019年
- ③ 構成機関：胆振農業改良普及センター東胆振支所・本所、胆振総合振興局農務課
農業研究本部技術普及室、農政部技術普及課
- ④ 活動内容：被害状況調査及び情報提供、営農指導・営農計画策定支援
農地復旧計画への技術的助言、被災農家へのサポート活動
- ⑤ 活動実績：技術対策ハンドブック作成

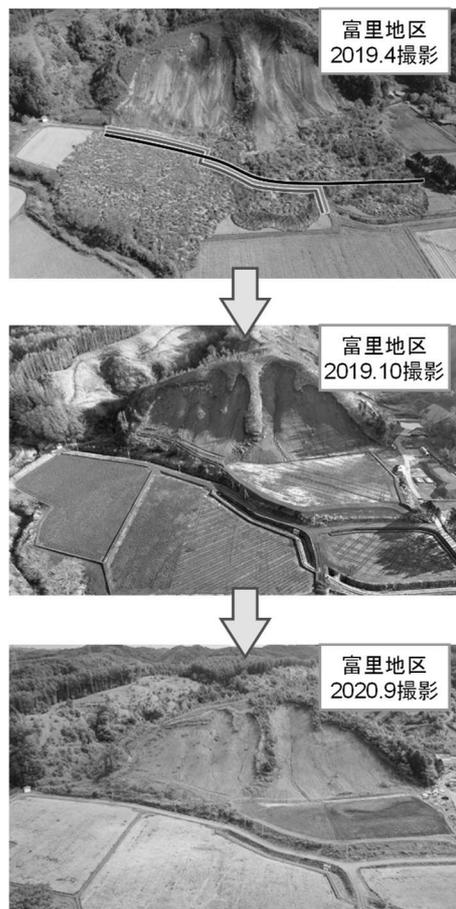


写真-4 被災後の復旧状況

(普及センター職員、JA 営農指導員に提供し、技術指導に活用)
 技術対策の検証 (検証結果とりまとめ)

2. 北海道胆振東部地震により被災した農地のフォローアップ

復旧工事により崩壊土砂の堆積部分は撤去されたが、被災区域の土壌構造、理化学性などの性状は未被災区域に比べ大きく異なり、直ちに最適な耕作土とはならず、その後の土づくりには長い期間を要するものと推察された。

このため、復旧後の圃場では、土壌構造、理化学性を把握するとともに生育阻害要因、営農上の改善手法について分析し、生産者へ提示する必要があると判断し、復旧農地の生産力回復に向け普及センター、関係機関・団体と連携し、土壌調査、生育収量調査結果をもとに、営農復旧に係る支援を行う「農地フォローアップ」を実施した。

対象地域、期間、連携体制は次のとおりで、主な役割分担は表-1 に示す。

- ① 対象地域：厚真町、安平町、むかわ町
- ② 対策期間：2020～2021 年の 2 年間
- ③ 連携体制：胆振総合振興局農務課・農村振興課・農業改良普及センター、JA

表-1 主な役割分担

主な役割	担当機関
総括・調整	農務課
災害復旧事業の情報共有、土壌調査(委託)	農村振興課
営農指導、生育・収量調査	農業改良普及センター
地元調整、生育・収量調査補助	JA

④ 取組スケジュール

プロジェクトによる取組項目と年次スケジュールは表-2 のとおりである。

表-2 取組スケジュール

項目		2020 年	2021 年
連絡調整会議		←→	←→
現地調査	生育・収量調査	←→	←→
	土壌調査	←→	←→
	UAV 調査	←→	←→
営農指導		←→	←→

V. 農地フォローアップ調査の概要

農地フォローアップ調査は、厚真町 (崩落被害、不陸被害)、安平町 (崩落被害)、むかわ町 (不陸被害) の被災農地を対象に、2020～2021 年の 2 ヶ年で実施した。

営農が再開された被災農地の被災区域、未被災区域で、土壌調査、生育・収量調査、NDVI（正規化植生指数）を取得するためのリモートセンシングを実施して、被災区域の状態、課題点を把握した。

2021年は、2020年の調査圃場から、水稻の収量レベルが低かった厚真町の3圃場（TO・TA・UR）を重点調査圃場に設定し、被災区域、未被災区域で調査を実施した。

VI. 重点調査圃場の調査結果

1. 土壌調査結果

圃場面が沈下して崩壊土砂が表土となった被災区域では、軽石主体の火山礫が多く認められ、未被災区域との土壌断面、土壌理化学性に違いがみられた。

各圃場の被災区域の土壌断面は写真-5~7、貫入抵抗値（コーン指数）の測定結果は図-1に示す。

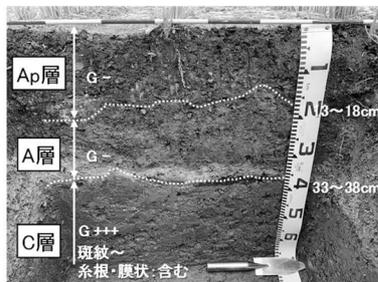


写真-5 TO 圃場土壌断面

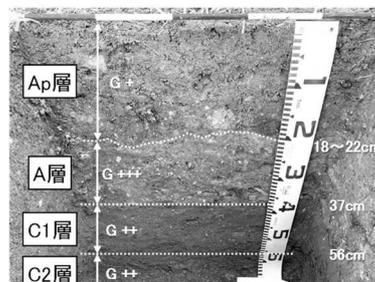


写真-6 TA 圃場土壌断面

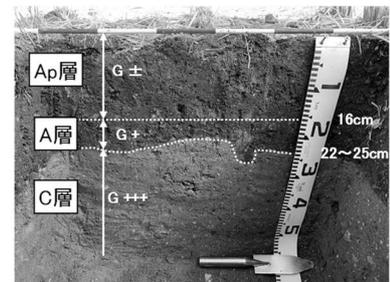
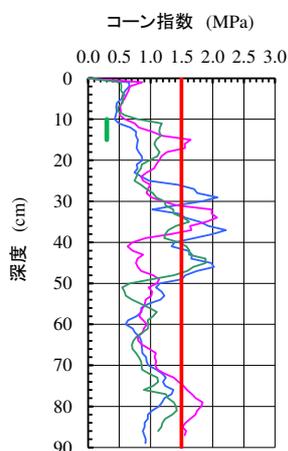


写真-7 UR 圃場土壌断面

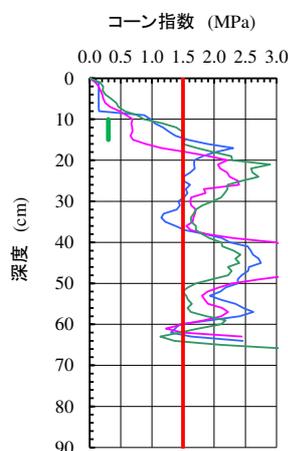
TA 圃場、UR 圃場では、堆積した崩壊土砂内の耕起層直下に、コーン指数 2MPa を超える堅密層を確認した。また、TO 圃場では、崩壊土砂と旧表土の境界付近で、コーン指数 2MPa に達した。

被災時に圃場面の沈下が確認されていたことから、堅密層の形成には、斜面崩壊時の崩壊土砂の衝撃力、土砂堆積時の载荷重等の影響が想定される。しかし、復旧工事後の調査時点では、斜面崩壊の影響と重機作業等による工事の影響を区別することはできなかった。

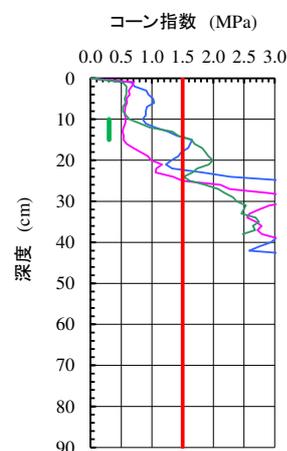
TO 圃場



TA 圃場



UR 圃場



①
②
③
耕盤層指標
走行可能限界地耐力

図-1 調査圃場の貫入抵抗値（コーン指数）

堅密層の飽和透水係数は、 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/s}$ オーダで小さく、現地では排水不良による土壌の還元反応が確認され、生育不良、収量低下の要因と考えられた。さらに、降雨後には被災区域で湛水し、水稲収穫作業、収穫後の管理作業に遅延が生じた。調査圃場では、サブソイラによる心土破碎が実施されたが、堅密な状態は改善されなかった。

土壌の化学性（表-3）では、崩壊土砂混入の影響として、未被災区域に比べ、リン酸吸収係数は 1,300～1,500 程度と高く、有効態リン酸は 4mg/100g 未満、可給態窒素が 2.5 mg/100g 未満ときわめて少なく、可給態ケイ酸は 20mg/100g 前後で多い傾向がみられた。このような傾向を明確にするために、被災区域と未被災区域で土壌診断を実施し、施肥設計に基づく施肥管理を生産者に提案した。

表-3 土壌化学性分析結果

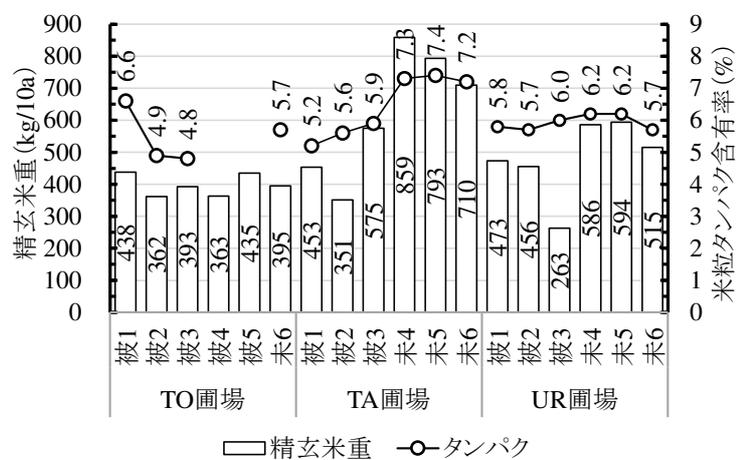
分析項目	基準値	TO 圃場		TA 圃場		UR 圃場	
		被災①～④	被災⑤ 未被災⑥	被災①～③	未被災④～⑥	被災①～③	未被災④～⑥
pH	5.5～6.0	6.1～6.5	6.2～6.6	6～6.3	5.2～5.5	6～6.2	5.6～5.9
有効態リン酸 (mg/100g)	10～20	0.1～0.7	4～13	0.2～3.8	6～26	0.9～3.8	10～20
可給態窒素 (mg/100g)	6～10	0.6～1.6	2.8～3.2	1.8～2.3	1.7～5.6	1.3～1.7	2.5～3.7
交換性石灰 (mg/100g)	-	220～280	240～290	160～250	90～120	170～200	130～160
可給態ケイ酸 (mg/100g)	16 以上	22～28	14	18～20	12～14	19～21	12～14
リン酸吸収係数	-	1,400 前後	1,200 前後	1,400～1,450	④・⑤1,200～1,250	1,250～1,500	910～970

2. 収量調査結果

水稲の収量（精玄米重）は、調査圃場、調査地点ごとの差が大きく、被災区域の割合が多い TO 圃場は収量レベルが 440kg/10a 未満と低かった。また、TA 圃場・UR 圃場は被災区域の収量レベルが低く、未被災区域との収量差が大きかった（図-2）。

米粒タンパク含有率は、TO 圃場、UR 圃場と TA 圃場被災区域で低タンパク米の基準値（6.8%以下）を下回り、良好な値を示した。一方、収量レベルの高い TA 圃場未被災区域では、7.2～7.4%であった。

崩壊土砂の混入や施肥管理の



地点番号の前の「被災」は被災区域、「未被災」は未被災区域を示す。
TO 圃場の被災4、被災5地点の米粒タンパク含有率は計測不能。

図-2 水稲収量調査結果（2021年）

影響により、土壌養分が少なかった地点で低タンパク化の傾向がみられた。

3. リモートセンシングによる NDVI 取得結果

被災区域の水稲の生育・収量は、未被災区域に比べ劣っていることから、施肥管理などの圃場管理においては崩壊土砂混入等の影響範囲を明確にする必要がある。そのため、マルチスペクトルカメラ（sentera 社 Multispectral Double 4K Sensor）搭載のドローン（DJI 社 Phantom 4 pro V2）を用いて、飛行高度 70m から調査圃場を撮影し、NDVI によって生育への影響範囲を把握し、崩壊土砂混入等の影響範囲を評価した。飛行高度 70m の場合、地上解像度は、マルチスペクトルカメラでは約 2.0cm/px、可視光カメラでは約 1.9cm/px である。

ドローンによる撮影は、水稲の出穂期である 2021 年 8 月 2 日に実施した。撮影画像をオルソ化し、NDVI を算出後に、5m メッシュの画像に変換した（図-3～5）。今回の解析では、NDVI 0.7 以下を水面等の非植生と判断して除外した。

TO圃場 2021/08/02

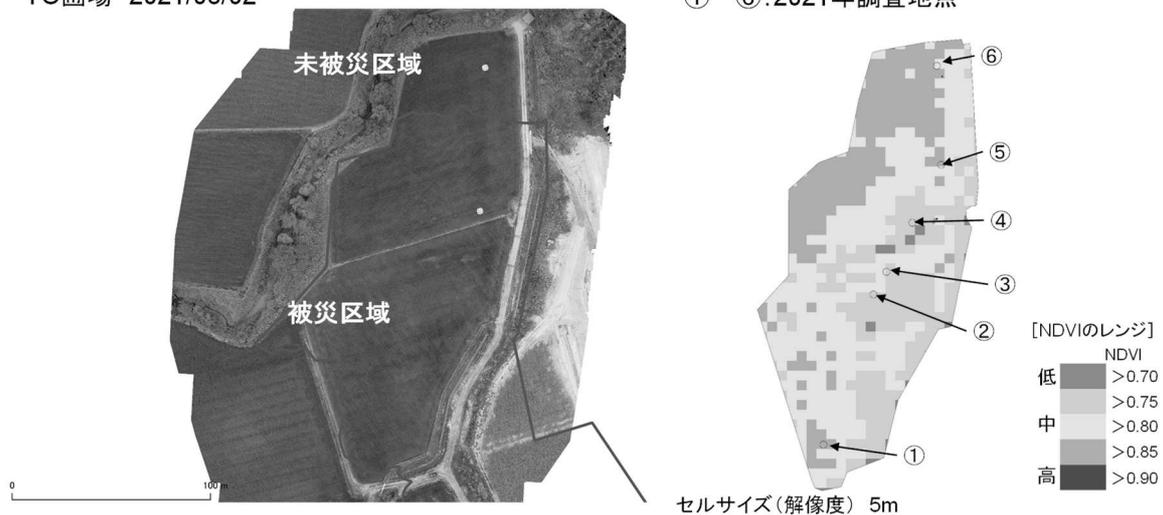


図-3 重点調査圃場（TO 圃場）の可視画像と NDVI マップ

TA圃場 2021/08/02

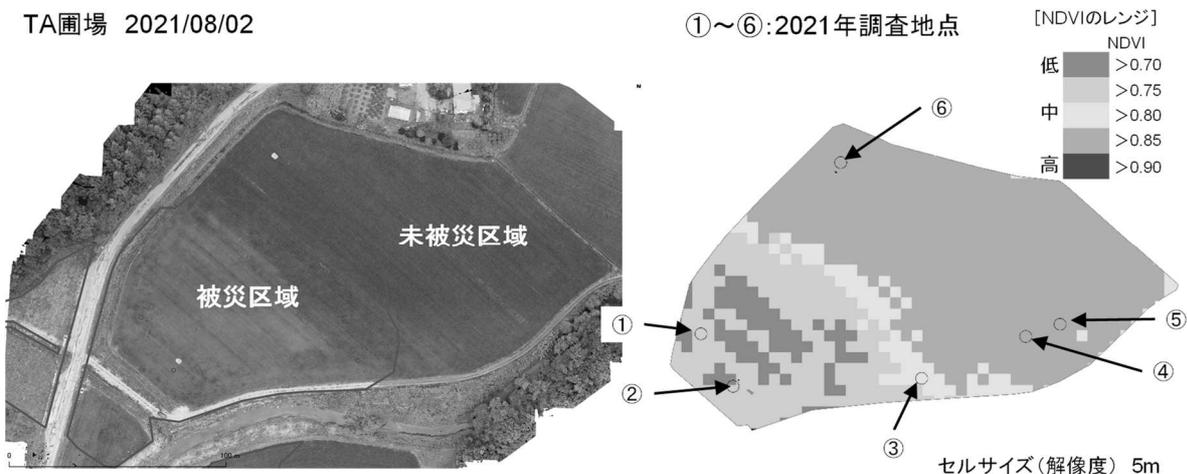


図-4 重点調査圃場（TA 圃場）の可視画像と NDVI マップ

UR圃場 2021/08/02

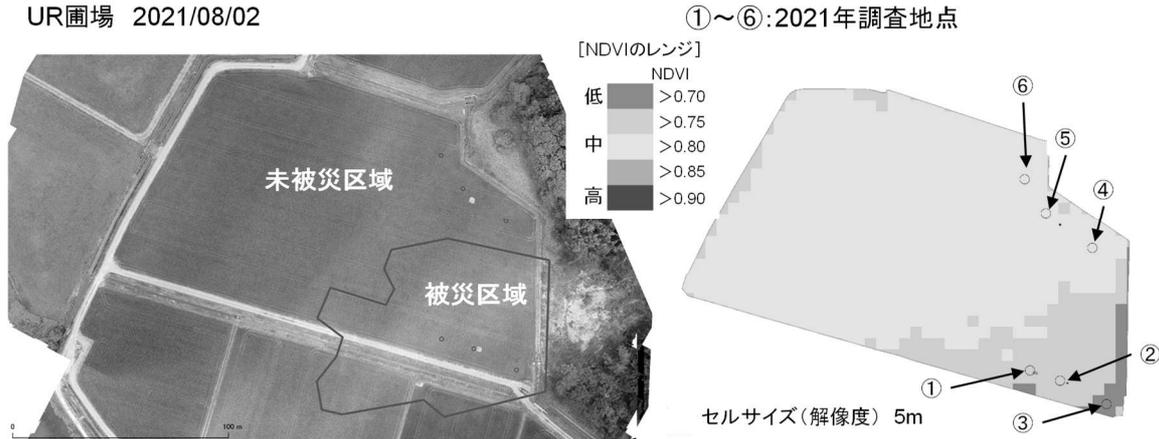


図-5 重点調査圃場（UR 圃場）の可視画像と NDVI マップ

各圃場とも、未被災区域に比べ、被災区域の NDVI が低い傾向は明確であった。

次に、各圃場 6 地点の収量調査データと収量調査刈取区域内の NDVI 平均値 (NDVI_{pv}) の相関性を検討した。その結果、水稲の精玄米重と NDVI との間の決定係数は、 $R^2=0.73 \sim 0.96$ であり、正の相関性が高く、出穂期の NDVI から水稲収量の推定が可能であることが示された (図-6)。

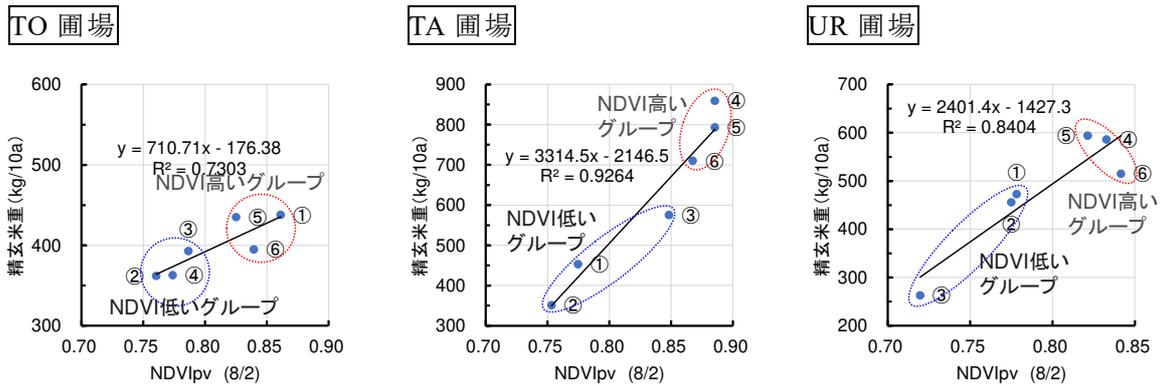


図-6 重点調査圃場の精玄米重と NDVI との関係 (2021 年)

NDVI が低い被災区域では、崩壊土砂の影響により火山礫を含み、土壌養分が不足し、下層は堅密で透排水性不良といった土壌の理化学性に劣る条件であったことが、低収量の要因と考えられる。

4. 圃場管理手法の検討

被災区域の地力回復、粒度分布の調整には、客土が有効である。しかし、改善目標を満たす土取場の確保、客土範囲を被災区域のみとするかといった対応範囲の検討、被災区域に客土した場合の田面標高差 (客土厚分田面差が生じる) の解消等の課題が想定でき、短期間での対応の困難さが推察されるので、ここでは『施肥管理』と『排水対策』についての改善策を示す。

『施肥管理対応』

重点調査圃場の土壌診断では、リン酸、窒素不足が顕著である。また、被災区域のリン酸・窒素レベルは低く、さらに可給態ケイ酸、遊離酸化鉄が少ない傾向から、被災区域、未被災区域で施肥設計を検討し、施肥管理することが望ましい。

8月上旬のNDVIの低い区域が、崩壊土砂の影響範囲と捉えることができ、肥料の可変散布（増肥）、追肥対応などが、圃場内における収量のばらつきを軽減するために有効である。

『圃場排水機能の向上』

土壌の還元反応（グライ反応）の状況から、低収量の要因として、土壌養分不足に加え、還元障害が想定されるので、排水改良が重要である。

被災区域では、堅密層の形成による排水不良の状況が確認されており、透水性・排水性不良の改善には、心土破砕と補助暗渠施工による暗渠排水の機能強化が有効と考えられる。

排水改良対象深度、下層土の堅密さを考慮すると、営農での対応は困難と考えられるので、事業での実施対応が必要である。

Ⅶ. おわりに

崩壊土砂の影響を受け、火山礫が混入した被災区域では、未被災区と同様な土壌の状態までの回復は困難である。しかし、被災区域の水稻収量レベルが低い要因が明確になり、影響範囲が確認できたことから、施肥管理、圃場の排水管理によって、生育収量の改善は可能であると考えられる。

災害復旧後の圃場は、これまでの営農によって培われてきた土壌に比べ、理化学性で劣る場合があり、生産性の早期回復のために、速やかなフォローアップの取り組みが重要である。本調査結果が、被災圃場の営農の一助となれば幸いである。

謝辞 調査圃場をご提供いただいた生産者、現地調査でご協力いただいた胆振総合振興局胆振農業改良普及センター東胆振支所、とまこまい広域農業協同組合営農部の皆様に謝意を表します。

【引用文献】

- 1) 廣澤清美：平成30年北海道胆振東部地震における農地・農業用施設の復旧状況について、第36回農業土木新技術検討報告会要旨集、pp.47-56（2019）
- 2) 南部雄二・廣澤征実：北海道胆振東部地震における被災圃場の実態調査、水土の知90（9）、pp.50-51（2022）