

資 料

平成16年新潟県中越地震の農業被害とその復旧

本間利光

1. はじめに

2004年10月23日(土)17時56分頃、マグニチュード6.8の新潟県中越地震が新潟県中越地方で発生した(気象庁, 2004)。内陸直下型の地震で震源近傍の小千谷市及び川口町では、震度7相当の地震動が観測され、地震による農地・農業用施設の被害総額は約1300億円であった(新潟県, 2005)。

翌春の作付けが不能と判断された水田面積は被災当初の2004年11月12日では長岡地域管内の水田面積の約54%, 10,761 haであったが、道路の仮復旧や水路の応急措置により年度末には24%に減少、翌年5月の作付け時までには4%まで復旧が進んだ。しかし、山間地の山古志村(現、長岡市山古志)では作付け不能面積は被災当初より増加し約78%の水田で作付け不能となった(新潟県, 2005)。これは19年ぶりの豪雪に見舞われ、融雪時期(3月中下旬)頃に多量の融雪水が地震の影響で不安定化した斜面内に浸透し、農道や棚田が崩落した土砂に埋まったため、中越地震と豪雪がもたらした複合災害(河島ら, 2005)が原因と考えられた。

中越地震の被害について地形や地質の面から検討した報告はいくつかあるが(北田ら, 2006)、ここでは農地や農業施設の被害について具体的な発生事例をもとに紹介するとともに、地震後に行われた災害復旧工事や実際の営農支援対策としての栽培指導について述べる。

2. 農地被害の実態

地震による農林水産関係の被害状況は表1の通りであった(新潟県, 2005)。被害は生産基盤関連の施設(ダム・農道等)や林道・林地、生活関連施設(農業集落排水施設等)で多く、農作物の被害は比較的少なかった。これは地震発生が農作物の収穫がほぼ終了した10月下旬であったためである。農地の被害は新潟県の中越地方を中心に約1,500 haに及んでいるが、被害の状況は地域により異なった。すなわち、長岡市を中心とした沖積低平地では田面の凹凸と亀

裂が多く発生し、断層のずれによる亀裂、液状化や耕盤層の破壊された箇所もみられた。一方、山古志村、川口町などの中山間地では畦畔・法面の崩壊や隆起・沈降により畦畔の一部が田面よりも低下し、圃場に通じる農道の多くで崩落がみられた。以下に、具体的な被害状況を示す。

1) 液状化

発生地域は与板町(現長岡市与板)、中之島町(現長岡市中之島)、長岡市で総被害面積は不明だが、多くは信濃川やその支流(渋海川)の沿岸地帯であった(若松ら, 2004)。液状化に伴う噴砂が圃場のいたるところで発生し、規模の大きいところでは直径2mの噴出口から砂が噴出し30cm程度堆積している事例が見られた(写真1)。また、地震発生以前に圃場整備を実施した地区においては写真2に見られるように整備以前の圃場の区画や農道の跡に沿って被害が発生している状況が確認された(稲葉ら, 2005)。液状化被害の発生した農地の多くはデジタル土壌図によると次表層の土性が粗粒質～中粗粒質であった。

2) 農地の陥没・亀裂

信濃川流域の約500 haの農地では液状化と共に陥没や隆起により田面の凹凸・亀裂が発生し、場所によっては一筆水田内の高低差が50cmとなるなど、著しく均平度が低下した事例が見られた(藤森ら, 2006)。一方、見た目には凹凸が確認されなくても翌年の入水時にはじめて田面水位の不均一や不陸が見つかった圃場が多数あり、田面均平が不十分な圃場では一筆内の稲の生育量や生育ステージに差異が生じ、収穫を2回に分けて実施せざるを得ない状況となった。

3) 畦畔・法面の崩壊隆起、地滑り

山間地では圃場の一部または圃場全体が地滑りにより谷間に崩落したり、圃場の被害が軽微であったにも関わらず、圃場に通じる農道が大規模に崩落したりして農作業用の機械の運搬ができず、翌年の作付けを断念する事態が多くみられた。また、震源地に近い山古志村や小千谷市の中山間地では多くの養鯉池が存在していたが、堤体の亀裂・崩壊による漏水により約8割の錦鯉が犠牲となった。さらに高齢の農業従事者の中には地震による農作業場や農業機械の被害により離農せざるを得ない事例もあった。

4) 用排水路・暗渠管

田面に凹凸や亀裂がみられた圃場では幹線水路や末端の用排水路に破壊、亀裂並びにつなぎあわせ目地の破損が多く発生した。また、地下に埋設した暗渠管も大きな被害を受けた。特に被害が甚大なところでは通常深さ60～80cmに埋設されている暗渠管が地表に出現し散乱している圃場

Toshimitsu HONMA: Recovery of the paddy field damaged by the 2004 Mid-Niigata prefecture earthquake

新潟県農業総合研究所 (940-0826 長岡市長倉町 857)

新潟大学大学院自然科学研究科 (950-2128 新潟市西区五十嵐2の町 8050 番地)

2009年8月24日受付・2009年10月28日受理

日本土壤肥科学雑誌 第81巻 第1号 p.89~92 (2010)

表1 平成16年新潟県中越地震による農林水産関係被害状況

	市町村数	被害規模	被害額 (百万円)	主な被害内容
農業施設・機会	37	5,847件	12,043	カントリーエレベーター、ライスセンター、農業倉庫、農作業場等の破損・陥没等、種子保管倉庫等の倒壊、器機破損等、地方卸売市場施設の損傷
農産物	6	635 ha	3	農道不通によるユリかな切り花農家の収穫遅延・不能・土砂流出による花き球根の掘り取り不能等
農協在庫品等	15	78.5 t	24	JA 倉庫内の米袋破袋等
畜産業	25	129ヶ所	952	家畜死亡、生乳被害、畜舎被害、施設被害
水産業	15	6,431ヶ所	6,512	養殖池の崩壊・亀裂、越冬施設・共同利用施設の損壊・漏水、コイの斃死被害
林地・林道・林業施設等	40	640ヶ所	20,852	林地被害(山腹崩壊等)、林道施設被害(路肩決壊、法面崩壊等)、きのこ被害(生産施設損壊、収穫不能等)
農地	32	3,985ヶ所	15,593	水田・畑地の亀裂、崩壊、液状化、土砂による埋没等
農業施設(生産基盤関係)	43	10,780ヶ所	53,218	ダム堤体の沈下、ブロック破損、管理棟傾き、ため池堤体等の亀裂・隆起・液状化、用排水機場の積みブロック崩壊等
地滑り防止区域施設	3	10ヶ所	56	排水路、土留工、堰堤工、水抜きボーリングの破損等
生活関連施設	20	73地区	20,651	農業集落排水処理施設の汚水管破損、マンホール浮上、排水不良等
県農林水産関係庁舎・備品	9	13ヶ所	590	県試験研究機関等の庁舎・研究施設の破損、備品の破損等

2004年11月12日 現在



写真1 大規模な噴砂現場 (撮影:新潟県農業総合研究所)

が多くみられた。これらは舗装道路におけるマンホールの隆起と同様に埋め戻し材の液状化によるものと思われる。谷本ら(2006)は暗渠のうねりを転換畑と水田と比較し、転換畑の暗渠は地震によって圃場が上層から下層まで一様に変動したが、水田の暗渠は地震により下層土内で液状化が起これ暗渠の浮き上がりや沈下が発生したと報告しており、水田地下に埋設された暗渠排水管は田面の凹凸以上に歪みや折れ曲がり等で本来の機能を失っていると考えられる。また、一部では液状化による砂が暗渠管内に浸入したのに伴って、暗渠の水閘栓が操作不能となっていた。

3. 地震後の対応

1) 液状化に伴う噴砂の土壌分析

地震発生後から新潟県農業総合研究所と長岡農業普及指導センターは共同で被災圃場の調査を実施した(新潟県農業総合研究所, 2005)。ここでは、比較的被害の大きかった長岡市川袋地区の調査結果を紹介する。この地域は信濃川と渋海川の合流点付近で、約2 haの農地に液状化が発



写真2 小千谷市岩野の液状化被害状況 (撮影:アジア航業株) 地震時液状化による噴砂が直線状・格子状に分布している。直角格子状のパターンは、ほ場整備前の水田の区画を反映したものの。

生し噴砂の厚さは最大85 cmにも及んだほか圃場内では高低差約30 cmの不陸を生じていた。調査した圃場は中粗粒灰色低地土に分類された。噴砂の土壌分析結果は表2, 3の通りで、土性は粗砂が多い砂質土で陽イオン交換容量(CEC)、塩基含量も低く、アンモニア態窒素生成量も極めて少ない、地力の低い土壌であった。

このような被害に対しては、次項で述べるような土壌肥料学的な対策や土木的な対策、さらには栽培指導対策が不可欠であった。

2) 被害水田への土壌肥料的対策

地震により被害を受けた水田は田面に凹凸が生じ、貯水能などの水田機能の著しい低下がみられた。被害程度は耕作者所有の農業機械で対応可能なレベルから大規模な土木工事が必要なものまで混在していた。ここでは比較的被害程度が小さく耕作者で対応可能な対策について述べる。

噴砂を生じた噴出口や田面の亀裂による漏水に対しては、噴出口への粘質土やベントナイトの埋め戻しや丁寧な代かき作業、床締めなどによる漏水防止対策を実施した。特にベントナイトについては被災翌年に被害水田において実際に 10 t ha^{-1} 施用したところ、減水深の低下が見られ、最高分げつ期の生育が良好となるなど一定の効果が認められた。

田面の均平は代かき時の整地によりある程度解消できたが、噴砂の厚さが 15 cm 以上の圃場ではそのまま耕耘した場合局所的に地カムラを生じることとなる。そのため、噴出土をできるだけ拡散し、圃場内の地カムラを少なくするとともに、堆肥の施用や肥効調節型肥料を用いるなどして、水稻の生育調節を行った。上記の対策の結果、被災翌年には一部の圃場で田面の不均平や地カムラが原因と思われる生育ムラが見られたが、3年目頃にはムラもほぼ解消され、被災前の状態に復旧した。

3) 被害水田への土木的対策

1筆内の田面高が基準田面と比較し $\pm 5\text{ cm}$ 以上であり、耕作者の営農機械で整地・均平を図ることが不可能な圃場は災害復旧事業対象となり、①表土剥ぎ→②基盤切り盛り→③表土埋め戻し均平→④耕起といった復旧工事が実施され田面の沈下・隆起を土木的に解消した。また、畦畔の亀裂についてはバックホーで掘削～埋戻し(盛土)～法面整形で復旧した。中越地震は10月下旬に発生したため、工事期間は11月から積雪までの期間および融雪後から耕起(概ね5月)の期間に限られ、復旧工事は平野部では翌年の作付け前までにほぼ終了したが、中山間地では農地や道路の崩落のために翌年の作付けに間に合わない農地が多々あった。

4) 被災翌年の栽培技術指導

ここでは管内の多くが被災した長岡農業改良普及指導センターが実際に指導した内容を紹介する。被災地域の多くでは例年5月上旬に水稻移植盛期を迎える。しかし、被災

圃場では復旧工事や用水確保が困難な状況等から大幅な移植の遅れが予想されたため、コシヒカリの移植晩限(6月中旬)を想定した栽培指導指針がまとめられた。具体的には以下の通りである。

① 移植晩限を考慮したコシヒカリ作付け可否の決定

稚苗移植限界(6月5日頃)、中苗移植限界(6月15日頃)から逆算し、作付けの可否を5月10日頃(中苗移植時の種子初浸種時期)までに判断する必要がある。復旧状況を実地調査しながらマップ化した。

② 育苗・移植指導

移植の遅れで通常より高温期の育苗となったため、高温期育苗を想定した被覆資材の利用法を検討した。また、プール育苗では高水温による苗の徒長が懸念されたためこまめな水管理を指導した。さらに、晩植における穂数確保のために栽植密度を通常より多く($18\sim 21\text{ 株 m}^{-2}$)設定した。

③ 本田管理

土壤の乾燥に伴う地力窒素発現量の増加が予想されたため、基肥窒素量を通常の2割減とした。また、復旧工事に伴う切土・盛土が原因の地カムラに対する施肥量の部分的な調整や植え付け時期別の中干しを指導した。

④ その他

育苗期の細菌性病発生への対策。生育ステージの違いから生じる被害田への病害虫の集中被害への対応。田面の不均一による除草剤の効果不足・葉害への対応。幼穂形成期・出穂期予想による穂肥時期・量の設定等が指導された。

4. 地震被害予測の可能性と課題

液状化の発生する条件として陶野(1992)は、(1)砂地盤、(2)緩く堆積した地盤、(3)地下水位が浅い地盤、(4)地震動が大きい、という4つの条件が重なった場合に発生する可能性が高いと述べている。また、井上ら(2006)は大規模地震において液状化する限界の震央距離とマグニチュードの関係や地形分類メッシュデータから液状化が生

表2 液状化水田の土壌の理化学性

層位	由来	細土無機物 (%)					土性	仮比重	孔隙率 (%)	三相分布 (体積 %)		
		粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土				固相	液相	気相
1	噴出土	70.3	27.6	97.9	21	0.0	S	1.38	47.0	53.1	44.5	2.4
2	旧作土	18.9	49.3	68.2	21.8	10.0	SL	1.19	55.9	44.1	50.9	5.0
3	旧2層	21.5	45.3	66.8	25.1	8.1	SL	1.41	45.3	54.7	43.7	1.6

層位	由来	pH		EC (mS m^{-1})	CEC (mol c kg^{-1})	交換性塩基 (mg/乾土100g)			塩基飽和度 (%)
		H ₂ O	KCl			CaO	MgO	K ₂ O	
1	噴出土	5.5	4.2	3.9	5.6	59.7	16.4	16.5	63.6
2	旧作土	5.2	4.1	6.8	12.4	99.6	26.9	11.7	44.8
3	旧2層	5.7	4.1	5.3	12.7	148.3	43.0	10.2	65.3

表3 液状化水田の可給態窒素発現量

層位	由来	培養前	4週間	10週間	4週間～培養前	10週間～培養前
1	噴出土	1.66	2.15	1.62	0.49	-0.04
2	旧作土	0.37	2.85	6.52	2.48	6.15
3	旧2層	0.27	1.51	3.50	1.24	3.23

*湿潤土30°C培養 ($\text{NH}_4\text{-N mg/100 g 乾土}$)

じる可能性のある個所を表示することで被害の規模や実態についての早期把握を支援するシステムを開発し、中越地震における液状化の可能性のある地域を予測した結果、概ね一致したと報告している。さらに、若松ら(2004)は液状化が発生したと推定される土を地形・地盤特性から①信濃川の旧河道、自然堤防、ポイントバーなどの河成砂、②扇状地性の砂礫地盤における砂利採取跡地の埋め戻し土、③腐植土が堆積する軟弱地盤上の盛土、④腐植土が堆積する軟弱地盤上の埋め戻し土の4つの分類している。筆者も液状化を生じた圃場の多くで次表層の土性が中粗粒質であることを確認した。このように、液状化の発生は地震の規模や地形・土壌によりある程度予想可能であるが、事前の防御策として経済性に適う対策は開発されていない。事後の迅速な対処技術とともに、有効な防御策を開発することも今後の課題である。

5. おわりに

通常、新潟県の主力水稲品種であるコシヒカリの栽培は概ね10月上旬までには終了するため、本地震の発生が水稲収穫作業の後の10月下旬に発生したことは不幸中の幸いであった。しかし、これが仮に生育途中、特に湛水時期(移植～中干し)に発生したとすると被害の状況や対策は全く異なる。田面の陥没や亀裂による田面水位の不均一や漏水、また、用水路の機能不能に伴う極度の水不足に見舞われ、初期生育の遅延や生育のばらつき等により大幅な減収・品質の低下は避けられなかったであろう。実際、田植え後1ヶ月後に発生した宮城県沖地震(震度5)では地震によって発生した作土地表部の振動と湛水されていた田面水の波動によって、稲株が埋設・横倒れ・浮き上がった事例が報告されている(宮沢, 1981)。

また、地震発生は予見できないが発生後の対応の迅速化により生産への被害を最小限にとどめることが可能である。

例えば、中越地震ではじめて実用的に運用されたモバイルGISを用いた家屋の被害査定システム(浦川, 2005)を農耕地の地震被害調査に活用できれば被害実態の迅速な把握が可能となり、早期の復旧対策事業が行えると思われる。

謝辞：最後に本資料作成にあたり、被害農耕地の調

査を担当した新潟県農業総合研究所の職員、実際の栽培指導に携わった長岡農業改良普及指導センターの職員から多大なご協力を頂いた。また、アジア航測(株)からは被災写真を提供いただいた。ここに重ねて感謝申し上げる。

文 献

- 稲葉一成・中野俊郎・田中, 聡 2005. 中越地震による農地の液状化被害. 新潟大学農学部研究報告, 57(2), 139-144.
- 井上敬資・増川 晋・中里裕臣・中西憲雄 2006. 大規模地震における農地・農業用施設の液状化被害の早期予測システム. 農工研技報, 205, 109-112.
- 浦川 豪 2005. モバイルデバイスを利用した緊急被害調査業務支援システムの構築—ArcPADを利用したAuthoringSystemの開発—. <http://www.esrij.com/community/gcf/2005/program/jirei/jirei16.pdf>
- 河島克久・和泉 薫・伊豫部勉 2005. 新潟県連続災害の検証と復興への視点. 災害復興科学センター報告, 164-170.
- 気象庁 2004. 報道発表資料「平成16年10月23日17時56分ころ発生した地震の命名について」.
- 北田奈緒子・伊藤浩子・井上直人・三村 衛・大塚 悟 2006. 新潟県中越地震による地盤被害～地形と地質の関係～. 京都大学防災研究所年報, 49B, 377-381.
- 国土地理院 2004. 新潟県中越地震災害状況図, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/NIIGATAJISIN/jyoukyouzu-niigata1029-1500.html>
- 谷本 岳・足立一日出・大嶺政朗・細川 寿・帖佐 直 2006. 水田の液状化などによる被害の特徴—亀裂・噴砂の実態と暗渠の被害—. 中央農業総合研究センター研究資料, 6, 8-13.
- 陶野郁雄 1992. 地盤の液状化・液状化災害調査研究の成果. 農業土木学会誌, 60(9), 7-12.
- 新潟県 2005. 激震を乗り越えて—新潟県中越大震災 農地・農業用施設被害の記録.
- 新潟県農業総合研究所 2005. 平成16年度 新潟県中越大震災による被害圃場調査報告書.
- 藤森新作・若杉晃介・谷本 岳 2006. 平成16年(2004年)新潟県中越地震による水田の被害. 農工研技報, 205, 17-24.
- 本間利光 2005. 新潟県中越大震災による農地土壌基盤の被害実態と対策. 新潟アグロノミー.
- 宮沢 篤・前田信寿・及川慶一 1981. 宮城県沖地震により水稲が被害をうけた水田土壌の特徴. 宮城農研セ研究報告, 48, 59-68.
- 若松加寿江・吉田 望・規矩大義 2004. 液状化とその特徴. 日本地震工学会ほか7学協会共催 平成16年新潟県中越地震被害調査報告会梗概集, 53-60.