

新潟県中越地震15年目調査報告書

令和3年10月

社団法人土木学会
地盤工学委員会 斜面工学研究小委員会

中越地震15年目調査参加者

氏名	所属
石田 幸二	和歌山航測株式会社
岩佐 直人	株式会社藤井基礎設計事務所
上野 将司	応用地質株式会社
北爪 貴史	東電設計株式会社
桜井 正明	株式会社山地防災研究所
瀬戸 真之	公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構
鈴木 素之	山口大学
中野 裕司	中野緑化工技術研究所
中村 洋介	福島大学
吉川 修一	八千代エンジニアリング株式会社

中越地震15年目調査報告書執筆者

氏名	所属
石田 幸二	和歌山航測株式会社
伊藤 和也	東京都市大学
岩佐 直人	株式会社藤井基礎設計事務所
上野 将司	応用地質株式会社
大野 博之	株式会社地質工学社
北爪 貴史	東電設計株式会社
桜井 正明	株式会社山地防災研究所
鈴木 素之	山口大学
中野 裕司	中野緑化工技術研究所
吉川 修一	八千代エンジニアリング株式会社

目 次

1. はじめに	.....	1
2. 中越地震被災状況	.....	2
3. 中越地震15年目の調査結果		
3. 1 対策工	.....	6
3. 2 景観・植生	.....	10
3. 3 災害伝承	.....	19
3. 4 復旧・復興	.....	22
3. 5 災害廃棄物／災害発生土	.....	28
4. 終わりに	.....	32

謝辞

1 はじめに

平成 16 (2004) 年 10 月 23 日 17:56、新潟県中越地方でM6.8 の地震 (川口町では最大震度 7 の揺れを観測) が発生した。この新潟県中越地震は、下記の特徴を持った災害であったことから、様々な観点から調査が行われた。

- 余震としてはほぼ 30 分以内に最大震度 6 強クラスの揺れが 2 度も生じたこと
- 地震の 2 日前に来襲した台風 23 号の影響もあって降雨と地震の複合的な災害であったこと
- この地域が国内でも有数な地すべり地帯で、かつ豪雪地帯であること
- 低人口密度で高齢化が進んだ中山間地に発生した災害であること

この地震による主たる土砂災害は、斜面崩壊・地すべりであり、また、その結果として生じた天然ダムである。国土交通省の発表では崩壊箇所は 3,791 箇所であり、崩壊箇所の詳細な内容については大学等多くの研究機関で実態調査が行われて様々な機会で発表されている。

土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会では、地震直後から 3 年にわたって、土砂災害の状況、復旧、復興について現地調査を行い、「被災状況」「対策工効果」「景観・環境変化」「災害廃棄物」等の観点で整理した。また、この地震による土砂災害発生状況や地域の伝承をまとめた「新潟県中越地震土砂災害学習マップ」を作成し、行政・教育機関だけでなく道の駅など一般の人たちが集まる場所で配布してきた。さらに地震発生 5 年後の平成 21 年には、現地で平成 19 年に作成した「防災実習マップ」を用いて、地域の人を対象とした防災セミナーを開催している。

中越地区は、棚田・闘牛・錦鯉が有名で、それに沿った産業 (米栽培・牧畜・養殖等) によって生活がなされてきた。しかし、この中越地震によって、その基盤となる大地が破壊されたが、新潟県はもとより中越地方に暮らす人々によって破壊された大地は復元され、様々な対策工により被災リスクが低減され、棚田・闘牛・錦鯉をコアとした生活圏が再び形成されている。さらに当時の災害記憶を、「中越メモリアルロード」という形で結び、被災記憶の風化を可能な限り抑える活動もなされている。これらの活動は、現在災害が発生した中山間地の復興モデルの一つとして参考になるものと考えている。

中越地震以降、平成 23 (2011) 年の東日本大震災

を筆頭に、日本各地で多くの地震災害、豪雨災害が多発し、その都度、現地調査が行われているが、復旧・復興状況および災害記憶の伝承にまで調査した事例は少ないと思われる。

本報告は、被災後 15 年目の中越地震被災地域を調査した結果を整理したものであり、中山間地域の災害からの復旧復興の参考として活用していただければ幸甚である。

平成16年11月	地震直後の調査
平成17年 5月	地震半年後 (雪解け後) の調査
平成17年 12月	地震1年後の調査
平成18年 3月	平成17年度重点研究課題報告書発行 新潟県中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究
平成18年 5月	地震1.5年後の調査
平成18年 10月	地震2年後の調査
平成19年 5月	地震2.5年後の調査
平成19年 10月	中越地震 土砂災害学習マップ発行 (日本語、英語)
平成21年 9月	中越地震被災地合同ワークショップ (被災から現在を学び、今後を考える) 開催
平成22年 3月	平成22年度重点研究課題調査研究報告書発行 「土砂災害学習マップ」等を用いた一般市民へのアウトリーチ活動
平成30年 11月・令和元年11月	地震15年後の調査
令和3年10月	新潟県中越地震15年後の調査報告書発行

図 1-1 新潟県中越地震に関する斜面工学研究小委員会の活動履歴

(鈴木素之・岩佐直人)

2 中越地震被災状況

2.1 地震の概要

- ・発生日時 平成16年10月23日 17:56
- ・震源地 新潟県中越地方（北緯37度17.5分、東経138度52.0分）（写真2-1）
- ・震源の深さ 13km
- ・地震規模 マグニチュード 6.8
（長岡市川口町、小千谷市、長岡市小国町 震度7.0）
（図2-1）



写真2-1 震央位置（×箇所）R1.11.25撮影

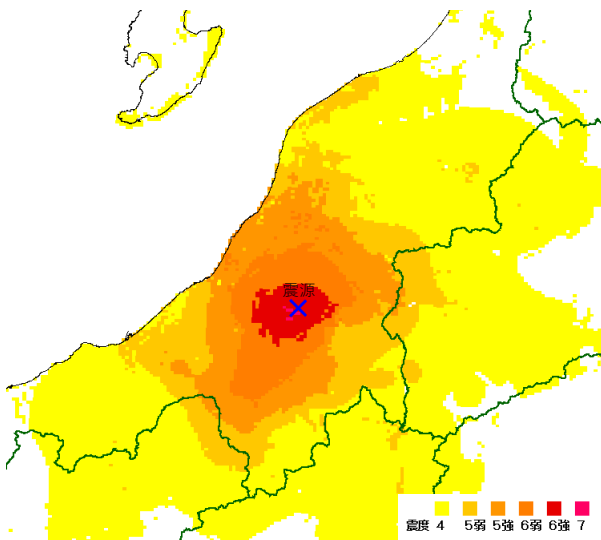


図2-1 推計震度分布図（気象庁発表）¹⁾

2.2 災害の特徴

中越地震は、日本でも有数の地すべり多発地帯でさらに豪雪地帯である里山農村地域で発生した直下型地震である。

図2-2は、山古志地区を含む5kmx5kmメッシュ（H16年当時のメッシュサイズ）では、7月に新潟・福島豪雨

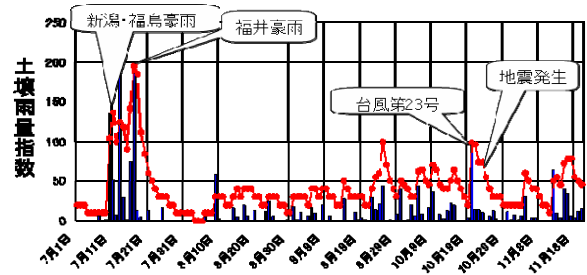


図2-2 中越地震前後の降雨・土壌雨量指数履歴²⁾

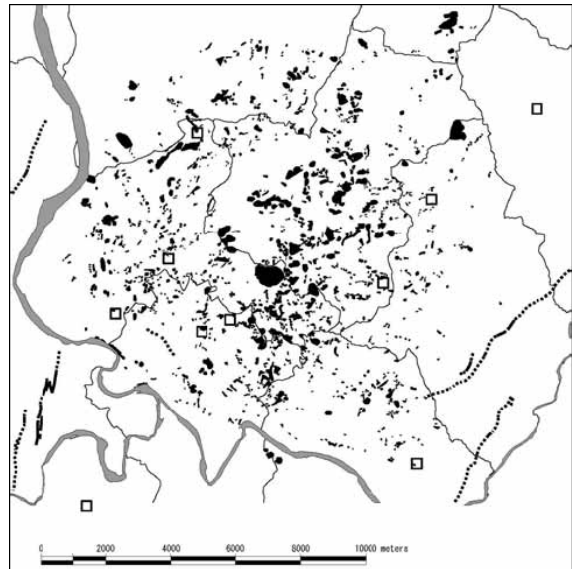


図2-3 斜面崩壊の分布²⁾

表2-1 被害状況（H21.10.15最終報）³⁾

土砂災害		
地すべり	がけ崩れ	土石流等
131	90	4
人的被害		
死者	行方不明	負傷者
68		4,795
家屋被害（戸）		
全壊	半壊	一部損壊
3,175	13,810	104,619

および福井豪雨の影響もあって土壌雨量指数の値が非常に高かったが、8月にはほぼゼロになっている。その後の降雨によって土壌雨量指数は50前後の値で推移し、10月20日の台風23号で100近い値（10月20日の日雨量100mm）まで上昇し、中越地震発生に至っている。したがって中越地震は、台風23号の豪雨の影響があった豪雨と地震による複合災害と評価されている。

この中越地震による土砂災害の発生状況と被害状況を表2-1に、斜面崩壊の分布を図2-3に示すが、広範囲

表 2-2 中越地震以降の大規模地震における土砂災害

	地すべり	がけ崩れ	土石流等
H23年東日本大震災 ⁴⁾	29	97	13
H27年熊本地震 ⁵⁾	10	123	57
令和元年北海道胆振東部地震 ⁶⁾	0	133	94

に渡って大小の斜面崩壊が発生している。また表 2-2 には平成 23 年東日本大震災、平成 27 年熊本地震及び令和元年北海道胆振東部地震時の土砂災害の発生状況を示す。地質・地形的等の条件も関係するものの、中越地震では地すべりの発生件数が、東日本大震災・熊本地震・胆振頭部地震と比較して非常に多い。また土石流は中越地震では 4 件と非常に少ない。

中越地震が発生した地域は第三系～第四系の堆積岩からなる地域であり日本有数の地すべり地帯として知られている。中越地震で発生した比較的規模の大きい地すべりは、砂泥互層や凝灰岩層を挟在する流れ板的斜面で多く見られ、泥岩の急崖箇所では表層崩壊が多かった。

土砂災害の特徴を下記に示す。

- ① 地下水で飽和した大小多くの地すべりと、それによる河川閉塞・せき止め湖の出現
(写真 2-2～写真 2-7)
- ② 地下水で飽和した盛土の崩壊とその末端部の流動化(写真 2-8)
- ③ 地下水が高い状態での沖積層の液状化
- ④ 尾根地形(凸部地形)での斜面崩壊
- ⑤ 急傾斜部の表層崩壊、岩盤崩壊
(写真 2-9～写真 2-13)
- ⑥ ライフラインや宅地・構造物の倒壊・破損

これら災害の結果、集落(小千谷市等 7 市町村 61 集落)が孤立するとともに、道路の他電話線・水道管等のライフライン途絶、情報遮断という状況であり、住民避難が困難だったこと、中越地域の特産である「牛」「錦鯉」「米」が壊滅的な被害を受けたこと等中山間地域特性に対する被害であった。

中越地震の被災状況は、多くの調査報告書等に示されているので、ここでは代表的な被災状況を写真 2-3～2-13 に示す。



(a) 地すべり全景²⁾



(b) 地すべり全景 H17.5.13

写真 2-2 寺野地区の地すべりと天然ダム



写真 2-3 東竹原地区の地すべりと天然ダム²⁾



写真 2-4 濁沢地区の地すべり全景
(H16. 11. 28 対岸からの撮影)



写真 2-8 高町団地の盛土崩壊²⁾



写真 2-5 濁沢地区の地すべり
(H16. 11. 28 中腹部状況)



写真 2-9 上越新幹線妙見トンネル坑口の表層崩壊
(H16. 11. 26)



写真 2-6 濁沢地区の地すべり
(H16. 11. 28 末端状況)



写真 2-10 南平地区の表層崩壊²⁾



写真 2-7 塩谷地区大日山の地すべり
R1. 11. 25 撮影



写真 2-11 旧堀内町竜光の表層崩壊
 (崩壊地上端から崩土末端前の距離/比高=0.47 であり流動性が高い崩壊, R11.25 撮影)



写真 2-12 竹沢地区羽黒トンネル坑口の深層崩壊
 H16.11.26 撮影



(a) 岩塊崩壊全景²⁾



(b) トンネル坑口側状況 (H16.11.26 撮影)

写真 2-13 妙見地区の岩塊崩壊

<参考文献>

- 1) 気象庁：推計震度分布図 平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震
- 2) 土木学会 地震工学委員会斜面工学研究小委員会：新潟県中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究—メカニズム、維持管理、景観、生態系、廃棄物等の総合的斜面工学からの検討—報告書, H18.3
- 3) 新潟県中越大震災復興検証調査会：新潟県中越地震復興検証報告書、2015
- 4) 災害統計グローバルセンター東日本大震災統計データベース
http://www.geje-gcde.jp/pdf/BoH24YE-1-1-9_J.pdf
- 5) 国土交通省 hp
https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h28dosha/170308_all_kinkyuujiyou.pdf
- 6) 令和元年防災白書

http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h31/ho-nbun/0b_1s_01_04.html

(岩佐直人)

3 中越地震災害 15 年目の調査結果

平成 16 年 10 月 23 日新潟県中越地方を震源とする地震 (M6.8) が発生した。この地震災害は、直前までに豪雨が記録されており豪雨と地震の複合的な土砂災害であるとともに、地すべり多発地帯の豪雪地域で発生した災害でもあった。土木学会地盤工学委員会斜面小委員会では、災害直後に現地調査を実施したのを皮切りに、3 年間に渡って災害後の状況をモニタリングしてきた¹⁾。ここでは地震後 15 年目の調査結果を踏まえ、対策工効果・景観植生回復・災害伝承・復旧復興・災害廃棄物の観点のうち「対策工効果」について報告する。

図 3.1-1 に今回実施した主要な調査地点を示す。いずれも 15 年前に調査を行った箇所であり、当時災害の経験を貴重な教訓とするために作成した土砂災害学習マップ²⁾で紹介している箇所を中心に、平成 30 年 (2018 年) 10 月と令和元年 (2019 年) 11 月の 2 回調査を行なった。

3. 1 対策工の効果

3. 1. 1 対策工の効果

(1) 妙高 (白岩) の岩盤崩壊復旧対策工

信濃川の右岸山沿いを通る県道の斜面が崩落した (写真 3.1-1)。砂岩層主体の流れ盤による大崩壊であった。復旧対策工としては、不安定土砂除去後に斜面上部の 2 次すべり防止としてアンカー工が採用された (写真 3.1-2)。JR 上越線南側坑口の斜面保護工は法枠が施工されたが、ここでは、アンカー受圧板に鋼製フレームを採用し、施工性と工期短縮、特に緑化を意識した採用と思われる (写真 3.1-3)。遠目からは植生で目立たず、当地の災害を知らない人にとっては、自然斜面そのままと感じられるであろう。

斜面緑化が成功し、調査時はススキ草原であったが、あと数年すると周辺の自然林が優占する状態³⁾となると推定される。斜面の復旧状況は災害後を感じさせないものとなっており、復旧対策工として有効に機能している。

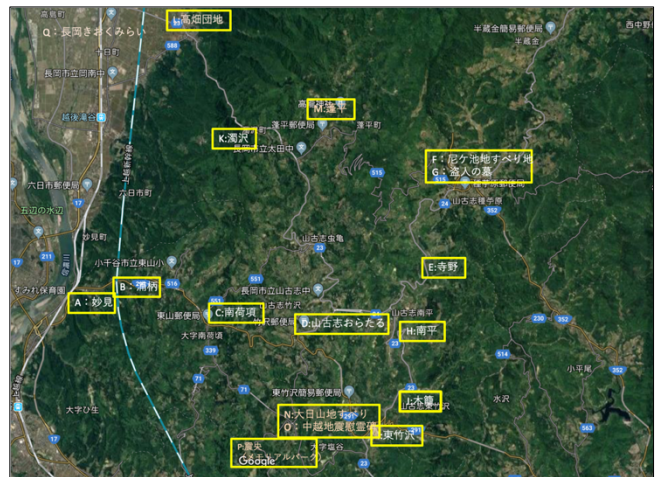


図 3.1-1 主要な調査箇所



写真 3.1-1 被災時の斜面崩壊 (新潟県提供)



写真 3.1-2 斜面对策工施工時 (新潟県提供)



写真 3.1-3 災害から 15 年後の斜面復旧状況

(2) 南平樽木地区地すべり復旧対策工

南平樽木地区の大規模な斜面崩壊では、牛舎が被害を受け前代未聞のヘリコプターによる牛の救出劇があった(写真3.1-4)。被災斜面は、手で引っ掻いたような跡のように4~5本の沢筋が残り、そこに明暗渠排水工を設置して、地表・地下水の排除より斜面崩壊の抑制、安定化を図った(写真3.1-5)。段丘斜面上部の平地にはため池などが存在することから、水みち(パイプ)が崩壊上部斜面に多く存在していた可能性がある。斜面上の排水工は降雨や融雪水等に浸食されずに、復旧時と同じ状態で、排水機能を維持している。一方、民家が近接する崩壊上部の滑落崖付近の急傾斜部の法枠工(+地山補強工 鉄筋挿入)は、植生で目立たないが民家を斜面崩壊の危険から守っている(写真3.1-6)。



写真3.1-4 被災時の斜面崩壊(新潟県)



写真3.1-5 復旧対策施工時(新潟県)

(3) 長岡高町住宅団地盛土斜面の復旧対策工

片切片盛境(と思われる)に立地していた民家が傾斜損壊した(写真3.1-7)。復旧工は崩壊盛土側を補強土により復旧した。補強土は壁面に鋼製枠と植生マットを配置し、植生に配慮した。補強材は耐久性の高いジオテキスタイルを使用した形式と思われる。民家は復旧斜面から離れて再建されており、災害の教訓を生かしている。補強土は樹木と馴染み、崩壊斜面上に安定的な盛土を形成している。



写真3.1-6 15年後の斜面復旧状況

(4) 損傷・変状した斜面对策工事例

① 損傷・変形した井桁擁壁

井桁擁壁は一般的に地すべり地の比較的軟弱な箇所や、排水機能を求める箇所で使用されており、長方



写真3.1-7 民家被災状況
(長岡技術大学提供)

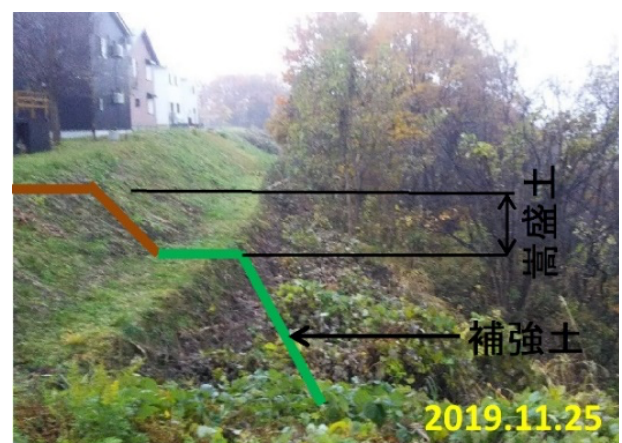


写真3.1-8 15年後の斜面復旧状況



写真 3.1-9 亀裂が生じた井桁擁壁
(南荷項地区 H16.11.26)

形のブロックを井桁状に組み立て、栗石などを中詰め材として用いる重力式擁壁である。写真 3.1-9 は中越地震によって中央部に十字状に亀裂が生じた井桁擁壁であり、写真 3.1-10 は、15 年後の井桁擁壁であるが、損傷した井桁擁壁を撤去して新設されていた。写真 3.1-11 は大きく孕んだ井桁擁壁であるが、15 年後調査では場所を確認することができなかつたため、どのような対策が施されたのか確認できていない。

いずれの井桁擁壁は、損傷・変状が大きいものの擁壁背後土砂を保持する擁壁機能を維持しており、構造体が柔な構造であって中詰め材に栗石を用いことで、このような特性を有しているものとする。

② 損傷した吹付け工

写真 3.1-12、写真 3.1-13 は、モルタル吹き付け工の損傷状況である。吹き付けしたモルタルが基盤と密着している箇所は、変状がなくその性能が発揮され浸食・土砂流出が抑制されている。ちなみに施工した箇所の上部付近で崩壊している。

写真 3.1-14 は施工中の吹き付けのり枠が損傷した状況を示している。斜面に金網型枠を配置し斜面上部および斜面下部から吹き付け工を行っていた最中に吹き付けされていない箇所で崩壊が発生し、さらに基礎部分が崩壊した。15 年後の状況(写真 3.1-15)では、地山補強土工と併用した吹き付けのり枠が設置され、枠内に植生が進入し、またのり枠自体が苔むしており、徐々に周辺環境に馴染んでいる状況である。

この地区ではのり枠が施工されていた箇所では、地震によって崩壊した箇所はほとんどなく、写真



写真 3.1-10 15 年後の井桁擁壁
(南荷項地区 R1.11.24)



写真 3.1-11 孕み出しの大きい井桁擁壁
(塩谷地区 H16.11.28)



写真 3.1-12 吹き付け工の崩壊状況 1
(H17.5.13)



写真 3.1-13 吹き付け工の崩壊状況 2
(H17.5.13)

3.1-16のように、対策工が施されていない自然斜面が崩壊して吹付けのり枠上に崩壊土砂が堆積している状況であった。

このように吹付けのり枠工の対策工は有効であることが確認された。

3. 1. 4 対策工効果のまとめ

中越地震は、中山間部を土砂災害という形で大きな被害を与えた。発生した土砂災害は、地すべり 131 箇所、がけ崩れ 115 箇所、土石流等 21 箇所の合計 267 箇所に及んだ⁴⁾。15 年目調査で訪れた被災地はこれらの極わずかであった。中越地域は毎年豪雪に見舞われ、融雪水に伴う土砂のゆるみは斜面崩壊の大きな誘因となるものであり、地震がなくても土砂災害の危険に曝されている地域である。

今回の調査において、斜面对策工を施すことにより、土砂流出・移動が抑制された結果、植生が回復し以前の景観・環境に戻りつつあること、さらに道路・鉄道等のインフラ施設が有機的に機能し安心して生活できる環境ができていることを改めて確認することができた。

さらに15年目調査を通じて得た復旧対策工の留意点としては下記の点を挙げられる。

- ① 地表水及び地下水排除が重要であること
- ② 中山間部では崩壊跡地の適正な緑化による斜面の安定化、景観保全を図ること
- ③ 復旧対策工は長期的な視点に立って、耐久性に優れる素材を有し、降雨、融雪水等からの浸食に強い構造とすること
- ④ 必ずしも維持管理に配慮しているとは言えず、今後は点検・管理を考え、管理路の整備等、一層の対策工の機能管理を図ること

参考文献

- 1) 土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会：新潟県中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究、平成 18 年 3 月
- 2) 土砂災害学習マップ
https://www.jsce.or.jp/committee/jiban/slope/old/index_2.html
- 3) 中野裕司、斜面・法面緑化に対する生物多様性保全



写真 3.1-14 吹付けのり枠工の崩壊状況 (H16. 11. 28)



写真 3.1-15 15年調査時の吹付けのり枠工の状況 (R1. 11. 24)



写真 3.1-16 吹付けのり枠工が施工されていない箇所の崩壊状況 (H16. 11. 28)

と外来牧草の適正な活用(積算資料公表価格版 特集①)、特集 11、平成 31 年 6 月

- 4) 新潟県中越大震災復興検証報告書、新潟県、第 7 章 4 節 P.217、平成 27 年 3 月

(石田幸二、岩佐直人)

3. 2 景観環境保全・植生回復について

3. 2. 1 はじめに

2006年10月23日に発生した新潟県中越地震により数多くの斜面崩壊が発生した。崩壊斜面に対する対策工として吹付砕工が多用され、復旧直後は吹付砕工が目立つ景観となり「法砕の村¹⁾」と称される状態となった。崩壊斜面对策後15年が経過したことより、植生の推移、及び景観回復の現状を報告する。

3. 2. 2 景観環境保全・植生回復状況

(1) 妙見(白岩)の岩盤崩壊箇所

崩壊後、法面对策後、及び15年後の植生状況の写真を3.2-1～3.2-5に示す。道路法面上部はアンカー工及び植生基材吹付工、下部は植生基材吹付工により外来牧草を用いて緑化被覆し法面对策工が実施されている。鉄道法面は吹付砕工を実施し砕内はモルタル吹付工である。

施工後15年が経過し、緩勾配な道路法面下部は外

来牧草が衰退しススキが侵入し自然回復が進んでいる。上部法面は硬質で急勾配なため、ススキの侵入・定着が遅れている。しかしながら、遠景としては周辺自然植生の中に溶け込み景観回復が行われている。

これに対し鉄道法面は吹付砕工の砕内をモルタル吹付により処理したため吹付砕工の色がくすみ施工当時に比較景観的ななじみは良くなっているものの砕工が目立つ状態である。

法面の一部にクズが侵入しており、放置するならばクズにより覆われ植生遷移の進行が妨げられ、自然・景観回復が妨げられることとなる。必要に応じて駆除が必要となる。



写真 3.2-1 崩壊状況 平成16年10月



写真 3.2-2 対策完了



写真 3.2-3 15年後 遠景



写真 3.2-4 15年後 近景



写真 3.2-5 15年後 クズが侵入

(2) 横渡の岩盤すべり箇所

崩壊後、及び 15 年後の植生状況を写真 3.2-6～3.2-11 に示す。勾配の緩い岩盤崩壊であり比較的硬質なため浸食防止工を行わず、自然侵入にまかせ植生回復が行われている。

15 年が経過し、表層にコケ類が生育し、割れ目箇所、風化土砂が堆積し、土壌化した部分にススキなどが定

着し、自然回復が進んでいる。遠景では、崩壊地はススキ草原となり周辺植生に馴染み景観回復がなされている。

クズの侵入が認められる所があり、クズの拡大により植生推移を停滞させてしまう恐れが高く、植生・景観回復を進めるためには駆除が必要となる。



写真 3.2-6 崩壊状況 平成 16 年 10 月 遠景



写真 3.2-7 崩壊状況 平成 16 年 10 月 岩盤すべり状況



写真 3.2-8 15 年後の状況



写真 3.2-9 15 年後の状況 すべり面への植生定着状況



写真 3.2-10 15年後の状況 硬質箇所にはコケ類が定着



写真 3.2-11 15年後の状況 クズの侵入が認められる

(3) 上越新幹線トンネル抗口表層崩壊箇所

法面対策後、及び 15 年後の植生状況を写真 3.2-12～3.2-16 に示す。比較的硬質で急勾配な箇所は吹付砕工で対策し、砕内、及び緩勾配箇所は植生基材吹付工により緑化を行っている。

15 年が経過し右斜面は比較的緩勾配なために全面

緑化がなされ、吹付砕工も隠蔽されている。左斜面急勾配箇所は吹付砕工が視認されるが木本類の侵入・定着が進み今後、隠蔽が進むものと考えられる。遠景としては、若干吹付砕工が認められるものの緑化・被覆が進み、周辺景観となじみ景観回復が行われている。



写真 3.2-12 対策工 左側斜面



写真 3.2-13 対策工 右側斜面



写真 3.2-14 15年後の状況 右側斜面



写真 3.2-15 15年後の状況 左側斜面



写真 3.2-16 15 年後の状況 木本類が侵入定着している

(4) 神沢川(大日山)の大規模地すべり
崩壊後、法面对策後、及び 15 年後の植生状況を写真 3.2-17～3.2.19 に示す。斜面は無処理であり自然侵入の定着による植生・景観回復が行われている。

15 年が経過し、ススキが侵入・定着している。周辺

植生がスギであり、面積が大きく秋になりススキが穂を出だしているため景観的には違和感が生じているが、夏には緑となり景観としては馴染む状態になっているものと判断できる。



写真 3.2-17 崩壊状況 平成 16 年 10 月



写真 3.2-18 排土後



写真 3.2-19 15 年後の状況

(5) 油尾の土砂災害箇所

崩壊後、法面对策後、及び 15 年後の植生状況を写真 3.2-20～3.2-22 に示す。崩壊箇所は吹付砕工で対策

がなされた。

15 年が経過しススキなどの植生侵入が進み、景観回復がなされている。

合わせて、油尾地区の遠景画像を 3.2-23 に示す。山腹斜面の多くが表層崩壊の傷を残す状態であったが、崩壊箇所にはススキが侵入し、ススキ草原が成立し自

然回復が進み、景観的には違和感のない状態となっている。



写真 3.2-20 崩壊状況 平成 16 年 10 月 遠景



写真 3.2-21 対策工



写真 3.2-22 15 年後の状況



写真 3.2-23 15 年後の状況 被災地全景

(6) 竹沢(羽黒トンネル横)の大規模崩壊箇所
崩壊後、法面対策後、及び 15 年後の植生状況を写真 3.2-24～3.2-27 に示す。吹付砕工、砕内厚層吹付工により対策がなされた。

15 年が経過しススキならびに木本類が侵入・定着し自然回復が進んでいる。周辺景観の中に埋没し景観的にも違和感のない状態となっている。



写真 3.2-24 崩壊状況 平成 16 年 10 月 遠景



写真 3.2-25 対策工



写真 3.2-26 15年後の状況 遠景



写真 3.2-27 15年後の状況 近景

(7) 南平表層崩壊箇所

崩壊後、法面対策後、及び15年後の植生状況を写真3.2-28～3.2-31に示す。法肩に近い上部を吹付砕工、砕内、及び中・下部斜面は植生基材吹付工により緑化

を行った。

15年が経過し、ススキが侵入・定着し、吹付砕工が隠蔽され、景観的に問題のない状態となっている。



写真 3.2-28 崩壊状況 平成16年10月 遠景



写真 3.2-29 対策工



写真 3.2-30 15年後の状況遠景



写真 3.2-31 15年後の状況 近景

(8) 東竹沢の深層崩壊箇所

法面対策後、及び15年後の植生状況を写真3.2-32～写真3.2-34に示す。植生基材吹付工により緑化・被覆し侵食防止が行われている。

15年が経過し、ススキの侵入・定着により自然回復が進んでいる。法面が整形されているため景観的にはなじみが低い状態となっている。景観回復を図る上では、大きな法面に対しては不整形に造成することが好

ましい。



写真 3.2-32 対策工



写真 3.2-33 15年後の状況 遠景



写真 3.2-34 15年後の状況 近景

(9) 寺野の深層崩壊箇所

法面対策後、及び15年後の植生状況を写真3.2-35～写真3.2-36示す。吹付砕工、および砕内植生基材吹

付工により斜面对策工が行われている。

15年が経過しススキが侵入・定着し自然・景観回復が行われている。



写真 3.2-35 法面対策



写真 3.2-36 15年後の状況

(10) 濁沢の地すべり箇所

崩壊後、法面対策後、及び15年後の植生状況を写真3.2-37～写真3.2-40に示す。整形後植生シート工で緑化・被覆し侵食防止を行っている。

15年が経過しススキが侵入・定着し自然・景観回復が行われている。一部クズの侵入が認められる。ススキ、クズにより被覆されているが、整形が幾何学的であることより周辺景観とのなじみは不良である。今後、

中低木の侵入、生長が進むにつれ周辺景観とのなじみ



写真 3.2-37 崩壊状況 平成 16 年 10 月 遠景

が増して行くものと考えられる。



写真 3.2-38 対策工



写真 3.2-39 15 年後の状況 遠景



写真 3.2-40 15 年後の状況 近景

(11) 道路法面

道路法面に対しては侵食防止、景観対策として植生基材吹付工による緑化対策が行われている。導入植生は、生物多様性保全に配慮してヨモギ、ススキなどの(外国産)在来植物のみを用いた箇所(写真 3.2-41～3.2-42)と、外来牧草のみを用いた箇所(3.2-43～3.2-44)がある。

15 年が経過し、何れもススキが定着し自然回復が進んでいる。ヨモギを用いた箇所は、中国産のヨモギか

衰退せず残っており、結果として生物多様性保全とは逆行するものとなった。

自然公園等短期間で生物多様性保全の回復に配慮しなければならぬ箇所を除き、自然侵入による自然回復により生物多様性保全がなされる時間を許容できる一般地の場合、我が国に自生せず、地域に自生する在来植物と交雑し、遺伝子レベル問題を発生させない外良牧草を用い植生遷移により景観・自然回復を図ることが好ましいという結果となった。



写真 3.2-41 15 年後の状況 (外国産) 在来植物播種箇所



写真 3.2-42 15 年後の状況 中国産ヨモギが生育



写真 3.2-43 15年後の状況 外来牧草播種箇所



写真 3.2-44 侵入定着したススキ草原になっている
低木類の侵入・定着が認められる

3. 2. 3 まとめ

岩盤崩壊箇所、岩盤すべり箇所、表層崩壊箇所、深層崩壊箇所、地すべり箇所、道路法面の植生・景観回復の現状について画像にて示した。15年が経過し、その総てにススキが侵入・定着し自然植生に推移し自然回復が行われていた。斜面对策実施直後の景観は「法枠の村」と称せられるほど目立っていた吹付枠工であったが、大型草本類のススキが侵入・定着したことにより法枠工が掩蔽され周辺自然景観とのなじみの良い状態へと推移していた。

これまでの法面植生の推移に関する研究では、外来牧草を用いて急速緑化を行った場合でも、施工後導入植生の衰退につれ周辺植生の侵入・定着が始まり、概ね5～10年程度でススキ草原となり、20年程度で、同時に侵入・定着した中低木が生長しススキに置き換わって行くと考えられている²⁾。当地は15年が経過していることから、今後、植生は中低木林へと推移し、樹林状の景観へと変化して行くものと考えられる。

ススキの根系緊縛力は大きく侵食防止と法面表層風化土の安定を保っているものと考えられ、今後、中低木本類の伸長が期待できることから自然・景観回復とともに表層の保護効果は高まって行くものと考えられる。

今回の調査で斜面・法面の一部に被覆力の旺盛なクズの繁茂が認められた。クズの被覆により植生遷移が阻害され偏向遷移とかがってしまう可能性がある。クズは草本類、木本類を被圧し枯死させ、かつ冬期落葉するため斜面・法面保護効果は低く、急勾配箇所などでは必要に応じてクズ切りなどの管理が必要となる。

景観的には、崩壊地の多くは不整形であるため自然景観に馴染みやすいが、大規模崩壊箇所の場合は直線状に切土整形され、フラットな法面が出現するため周辺自然景観に馴染みにくい状態となっている。今後、大規模崩壊地など整形を必要とする場合は、景観面を

踏まえできる限り不整形とすることが好ましい。

近年は、斜面・法面緑化も生物多様性保全に配慮することが求められている。当地には、生物多様性保全に配慮し、在来植物として(外国産)在来植物であるヨモギ、ススキなどの播種を行った初期の事例が存在する。(外国産)在来種を播種した法面と、これまで一般的に法面緑化に用いられてきた外来牧草を播種した法面について、播種15年後の植生状態を比較すると何れもススキ草原となっているが、15年が経過しても(外国産)在来植物を用いた箇所は(外国産)ヨモギの生育が持続していることが確認できた。

斜面・法面緑化において生物多様性保全に配慮した緑化とは、地域に生育する植物との交雑を避けることであり、遺伝子レベルで異なる(外国産)在来植物が長期間定着し続けることは好ましいものではない。10年～15年もすれば周辺自然植生からの侵入・定着により自然回復がなされ、生物多様性保全も行われることから、当地のような自然公園域以外の一般地では、外来牧草を用いて早期に緑化・被覆し確実に侵食防止を図り、自然の推移に任せることが自然・景観回復の面、および生物多様性保全などの面からも適当であると考えられる。

参考文献

- 1) (社)土木学会地盤工学小委員会(2006)新潟中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究－メカニズム、維持管理、景観、生態系、廃棄物等の総合的斜面工学からの検討－(土木学会 平成17年度重点研究課題)、pp78.
- 2) 中野裕司(2020)斜面・法面緑化に対する生物多様性保全と外来牧草の適正な活用、経済調査研究レビュー Vol.25、(一財)経済調査会.

(中野裕司)

3. 3 災害伝承

3. 3. 1 はじめに

平成16年10月23日に発生した新潟県中越地震では多くの斜面災害が発生したが、地震動では移動しないと考えられていた地すべりの発生や深刻な河道閉塞の出現など、その後の防災対策や研究に大きな影響を与える特徴ある災害があった¹⁾。地震発生時の特筆すべき対策として、当時の山古志村では全村民の避難が行われ、長期の避難生活を強いられた。このような特徴ある災害の記録を後世に残す取組みが進められ、中越メモリアル回廊として4施設と3公園を結ぶ震災の記憶をたどるモデルルートが設定され、慰霊碑等を含めた災害碑も建立された。中越メモリアル回廊は、地域の活性化の一環としての役割をもち、現在も継続して取組まれている。ここでは災害伝承の取組みや課題について報告する。

3. 3. 2 中越メモリアル回廊

中越メモリアル回廊の4施設とは、①長岡震災アーカイブセンター（長岡市）、②やまこし復興交流館（旧山古志村、現在は長岡市）、③川口きずな館（旧川口町、現在は長岡市）、④おぢや震災ミュージアム（小千谷市）であり、地震発生時の別々の自治体内に位置する。また3公園とは、⑤妙見メモリアルパーク（小千谷市）、⑥木籠メモリアルパーク（旧山古志村）、⑦震央メモリアルパーク（旧川口町）であり、震災の象徴的な場所として整備されている。この4施設3公園を巡るルートを「中越メモリアル回廊」と呼び、車での移動時間約2時間（関越道長岡IC発・小千谷IC着）、施設見学時間約3時間のコースが紹介されている。

現地調査では4施設のうち、写真3.3-1、3.3-2に示す2か所、公園は3か所（写真3.3-3～3.3-5）について実態把握を行った。

視察した施設では、被災からの復興状況を写真や床地図で示す展示スペース、映像施設、研修スペースなどが整備され、語り部などの支援員による防災学習や視察研修への対応プログラムが用意されていた。

公園については、⑤妙見メモリアルパークは親子3人が乗った車が地すべりに巻き込まれ、男児が救出され母娘が犠牲になった現場である。ここは祈りの公園として整備されている（写真3.3-3）。道路脇にあるので注目されやすいが、デザインを意識したためか震災伝承公園とは気付きにくいものになっている。入口の題字の英文表示には「Myoken Earthquake Memorial



写真3.3-1 長岡アーカイブセンター「きおくみらい」



写真3.3-2 やまこし復興交流館「おらたる」



写真3.3-3 妙見メモリアルパーク「祈りの公園」



写真3.3-4 木籠メモリアルパーク「記憶の公園」

Park」と記されており、「妙見地震？」とはいつの地震かと惑わせる表示は残念に思う。⑥木籠メモリアルパークは地すべりによる芋川の河道閉塞でダム湖となって浸水した木籠集落の家屋がそのまま残されている（写真 3.3-4 の左）。家屋の周囲は堆積土砂で埋積されており道路橋の上から俯瞰できるが被災者のご厚意により、被災家屋を震災遺構として残されたことに思いを及ばさずにはいられない。道路橋の近くには直売所を兼ねた震災復興資料館さとみあん(郷見庵)がある。⑦震央メモリアルパークは斜面耕作地にあり、狭い平坦地に震央を示す標柱が設置されている。現地調査の際は積雪期直前であったため、標柱は撤去されてブルーシート下に保護されており、台座（写真 3.3-5 の左）のみを確認した。豪雪地帯のため積雪による標柱の損傷防止対策が講じられているが、常設可能な石碑等への変更が望ましく思われた。また、この地点は県道に立派な入口表示板があったが探すのに苦労したので案内標識の追加が望まれる。

3. 3. 3 慰霊碑等

震災犠牲者を供養した場として、前述の妙見メモリアルパークの他に長岡市濁沢と小千谷市塩谷に慰霊碑が建立されている。濁沢では地すべり末端の斜面が崩壊し、家屋を押しつぶした上に県道を埋没させて2名の住民が犠牲になった。崩壊斜面を見渡す対岸に自然石の慰霊碑が設けられている。この場所は県道からやや高い位置にあるため車の中からは見えにくいいため、木製表示板はあるが注意しないと見落としてしまう（写真 3.3-6）。塩谷集落では家屋の倒壊により犠牲になった3名の児童の慰霊碑が住民一同によって建立されている（写真 3.3-7）。写真左手の研磨された黒御影石に災害の説明などの詳しい記載があるが、日差しが無い状況でも反射により文字を読むことが困難であった。

一方、旧山古志村の東竹沢、寺野では地震動により発生した地すべりが芋川を堰き止め天然ダム湖が形成された。この堰き止め土塊の決壊対策として、緊急的なポンプ排水や河道閉塞箇所への補強に始まり、応急的な排水路や恒久対策としての砂防堰堤が建設され、地すべり対策が合わせて実施された。この対策工事の説明板が国土交通省によって2か所の河道閉塞箇所に設置され、説明版の台座は積雪にも耐えるコンクリート構造物となっていた（写真 3.3-8）。

写真 3.3-9 のように河道閉塞箇所は堰止湖と共に周囲の自然に溶け込んでいるが、災害状況と復旧を伝えるこれらの説明板は大切にしてほしいと思う。説明板はわかりやすい解説の立派なものであるが、崩壊土砂量についての英文記載に百万 m³ 単位の誤りが2か所



写真 3.3-5 震央メモリアルパーク「はじまりの公園」



写真 3.3-6 濁沢集落の慰霊碑



写真 3.3-7 塩谷集落の慰霊碑



写真 3.3-8 寺野の河道閉塞の説明板

ともに認められたのは残念であった。

3. 3. 4 おわりに

中越地震の被災復興状況を現地で学習するためのツールとして、土木学会斜面工学委員会では「新潟県中越地震土砂災害学習マップ」¹⁾を平成19年に作成して被災地域に配布するとともに研修会を実施した。この活動を大きく凌ぐ中越メモリアル回廊などの取組みは、中越大震災の実態や復興を伝承し人材育成をも目的として平成23年～25年に整備され運用されてきた。災害伝承といった面からは長期継続性が求められるため、施設等の維持管理費や説明者（語り部）の養成などの問題が課題としてあげられ、公的な投資を維持するために地元住民の理解を得られる仕組み作りが重要と思われる。

また、災害伝承を担う目的でもあるメモリアルパークの表示板や慰霊碑等の材料は、強度・耐久性があつて劣化しにくい石材が望ましい。具体例をあげれば明治時代の土石流災害（広島県）や津浪災害（岩手県）に関する石碑があつて100年を経た現在も劣化することなく被災状況を克明に伝えている²⁾。

参考文献

1)土木学会 地盤工学委員会 斜面工学小委員会：新潟県中越地震土砂災害学習マップ、<https://www.jsce.or.jp/committee/jiban/slope/old/map/map.pdf>, 2007.

2)上野将司：応用地質アラカルト 役立つ災害地質の知識 (23) 災害伝承としての石碑等について、応用地質、Vol.61,No.5,pp.272～278,2020.

(上野将司、櫻井正明)



写真 3. 3-9 自然に溶け込んだ寺野の河道閉塞箇所

3. 4 復旧・復興

3. 4. 1 復旧復興の履歴/新潟モデル

(1)はじめに

土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会では、2004年新潟県中越地震による発災以来、約15年にかけて現地における調査活動を行ってきた。本報告は、約15年経過した現地の状況を調査した結果のうち、主に復旧復興の履歴について、その概要を記すものである。



(2)斜面工学研究小委員会の取り組み(活動)

震災から3年後の2007年には道路や砂防施設などの公共土木施設の復旧はほぼ終了している。また、住宅再建や公営住宅整備などに伴い2007年12月末には仮設住宅からの全員退去が実現した。農林水産業施設や農地の復旧など、営農体制の整備も2008年にはほぼ終了している。斜面工学研究小委員会が2019年に実施した15年目調査時には、地震によって壊滅的被害を受けた米(棚田景観)・牛(闘牛)・鯉(鯉養殖)は復活しており、産業・観光資源として生活の糧となっているように見受けられた。

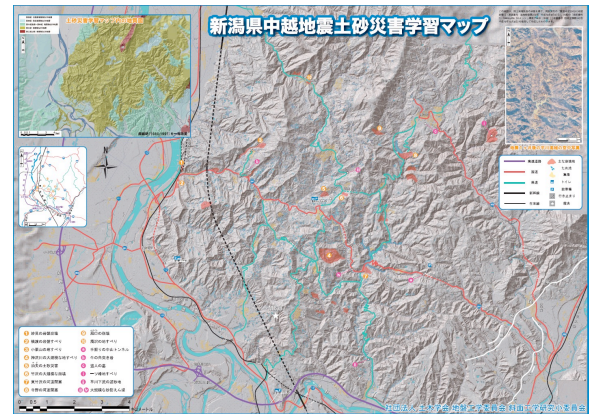


図3.4-1 中越地震土砂災害学習マップ²⁾

斜面工学研究小委員会では震災直後から複数回の現地調査を実施した。土木学会の平成17(2005)年度重点研究課題「新潟県中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究」では、融雪や降雨等を経た約1年間の状況として、防災、維持管理、環境・生態系、景観・計画等の総合斜面工学の見地から斜面災害の変化とその復旧・復興についてとりまとめた。2007年には、「新潟県中越地震土砂災害学習マップ」という主な被災箇所を車で一日かけて観察できるA1版のマップを作成した。マップに地形・地質・環境に関するコラムを付けた資料を役所や道の駅などで無料配布した(図-1)。マップは土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会WEBからダウンロードできる²⁾。また、2007年9月にはこのマップを用いて地元の一一般市民の方を対象に現地でワークショップを開催している³⁾。

2008~2019年には、被災後15年の主な被災箇所の復旧状況を観察した(図-2~図-4)。

(3)新潟県等による復興の取り組み

震災後、公共インフラや住宅・労働関連施設や環境の復旧が軌道に乗ると日常生活が営まれ、復旧から復興へとフェイズ・シフトすることになる。新潟県中越大震災復興検証調査会は、震災から10年後の復興検証として「新潟県中越大震災復興検証報告書」をまと



図3.4-2 濁沢地すべり、地震直後(左)と15年後(右:2019.11.24)



図 3. 4-3 斜面崩壊による芋川の閉塞で水没した木籠集落 (2005. 5. 31)



図 3. 4-4 橋桁下に保存された震災遺構としての家屋 (2019. 11. 24)

めている⁴⁾。同報告書では、住宅再建、生活支援、生業再建、公共土木施設等の復旧、公共施設等の復旧、農林水産業の創造的復興、中山間地域の活力強化、新産業の創出、県内観光の復興、まちなかの再生、住宅・街並みの整備、防災体制の強化（行政の取組）、防災体制の強化（地域防災力の向上）、防災基盤の強化、震災メモリアルと総合的教育研究の推進、といった 15 項目について復興検証がなされている。防災に関わる技術者や研究者で未読の方には是非一読を薦めたい。

2019 年には、震災メモリアル（4 施設 3 公園）の活動・活用状況についても調査している。その施設の一つである長岡震災アーカイブセンターの山の暮らし再生機構の方からは、震災からの時間経過に伴って施設管理の予算削減や所管の変更など、財政や住民との連携形態等の課題があることをうかがい、現在でも復興に向けた努力が続けられていることを知った。

3. 4. 2 各地区の復旧の状況

20018~2019 年に震災から 15 年が経過した主な被災箇所の復旧状況を観察し、その復旧状況について考察するとともに、15 年もの時間が経過した状況を見て、

今後の復旧のあり方についてまとめた。

(1) 妙見の岩盤崩壊

①地盤災害の復旧状況

- ・岩盤すべりにより、崩壊土砂が川側に大規模に押し出しており、道路が完全に寸断されている。
- ・対策工は、国道側ではグラウンドアンカー工、JR トンネル坑口周りのはり枠工が実施されている。
- ・道路より川側は、崩壊土砂の一部と思われる土砂が残存しており、当時の崩壊状況の凄まじさを感じさせる。



図 3. 4-5 北側からみた崩壊状況 (委員会資料、新潟県提供)



図 3. 4-6 南側からみた復旧状況 (2018. 11. 7)

②将来に向けた考え方

- ・復旧にあたり、道路が河川と JR の間に位置するため、道路線形は現在の位置にせざるを得ない。崩壊斜面を抑えて通行を確保することは最適であったように思う。ただ、アンカー工も法枠工も構造物なので、将来に亘って維持管理、場合によっては更新が必要になるであろう。
- ・災害が起こるたびに、人的被害や通行止めによる社会的損失、復旧に掛かる経済的損失、長期に亘る維持管理・更新の大変さを考えたとき、建設時に如何に被災リスクを考え、地盤に優しい道路にしていけることは非常に重要である。
- ・すなわち、建設費が多少割高であっても、JR の様

なトンネル構造や切土のり面をゆるい勾配にする等、被災リスクの少ない道路線形や道路構造を積極的に採用していくことが非常に大事である。

(2) 横渡の岩盤すべり

①地盤災害の復旧状況

- ・低角度の層理面に沿って流れ盤のすべりが生じている。
- ・奥に見える不動土塊の厚さから、崩壊厚さは3m程度と推定される。
- ・2018年現在も対策は行われておらず、すべり面がそのまま残されており、安定した状態にある。



図 3.4-7 崩壊状況 (学習マップ)



図 3.4-8 復旧状況 (2018.11.7)

②将来に向けた考え方

- ・落ち残り部分の崩壊が懸念されるが、斜面下流には交通量の少ない道路があるのみで民家も無いことから、特に対策が行われていないと思われる。この様に被災リスクの少ない箇所では対策を行わない方法もある。
- ・現在は安定しているが、少なくとも安全と言える場所ではないので、私たちはこのような被災リスクのある場所には住まないことが必要である。自治体もこのようなリスクのある土地であることをしっかり

記録し、情報が引き継がれるようにすることが大事である。

(3) 新幹線トンネル抗口斜面崩壊

①地盤災害の復旧状況

- ・JR トンネルの抗口背面が大きく崩壊している。新幹線への影響は把握できなかった。
- ・現在は崩壊箇所の全面にのり枠工が施されている。対策済みの長大のり面がある。



図 3.4-9 崩壊状況 (H17 重点研究報告書、2004.11.26)



図 3.4-10 復旧状況 (2018.11.7)

②将来に向けた考え方

- ・新幹線という重要施設もあるので、大規模なのり枠工を行わざるを得ないが、長期に亘る点検・管理・補修・補強・更新のサイクルは大変である。
- ・新幹線を保護する場合は、ロックシェッドのような防護も考えられる。

(4) 油尾の土砂災害

①地盤災害の復旧状況

- ・油夫川の右岸側で地すべりが多数発生し、油夫川の谷地が埋められている。
- ・現在は谷部が崩壊土砂で埋め立てられ、棚田等に利用されている。



図 3. 4-11 上空から見た油夫川の地すべり
(委員会資料、新潟県提供)



図 3. 4-13 崩壊箇所の左末端が羽黒トンネル
(委員会資料、林野庁提供)



図 3. 4-12 復旧状況 (2018. 11. 7)

②将来に向けた考え方

- ・地すべり対策工は確認できなかったが、沢地を埋めることは地すべりを抑制するだけでなく、深い沢地が浅くなることで日々の農作業もし易くなる。凹地を埋め立てることは、安全・安心や利便性の向上に効果がある。
- ・崩壊土砂をその土地で有効利用することは、フードマイレージならぬソイルマイレージとして有効と考える。在来植物や自然由来成分の含有土を他地域に移動させない効果もある。

(5) 竹沢 (羽黒トンネル) の岩盤崩壊

①地盤災害の復旧状況

- ・羽黒トンネル脇で大規模な斜面崩壊が発生し、崩壊土砂は斜面下の家屋、道路まで及んでいる。
- ・対策工は、のり砕工のほか、雪崩防止策が設置されている。



図 3. 4-14 復旧状況 (2018. 11. 7)

②将来に向けた考え方

- ・集落の近くでこの様な大規模な崩壊リスクがあることは非常に怖いことである。中山間地域ではあらゆる所に斜面があり、地域の方々はその所で暮らさなければならぬ。
- ・中山間地域で被害を少なくするためには、土砂災害警戒区域を意識し、安全な場所に集落の中心を置くコンパクトシティの導入が大事である。

(6) 東竹沢の崩壊

①地盤災害の復旧状況

- ・芋川を堰き止める大規模な地すべりが発生した。芋川上流には堰止湖が形成され、多くの家屋が水没した。現在も災害の記憶を風化させないように、土砂に埋まった家屋が数件残されている。
- ・対策工は、現地に設置されている国土交通省の案内板によれば、2 基の砂防堰堤と斜面对策工が行われている。



図 3.4-15 崩壊状況
(国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所)



図 3.4-17 上流側からの地すべり発生状況
(アジア航測株式会社提供)



図 3.4-16 復旧状況
(国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所)



図 3.4-18 復旧状況 (2018. 11. 7)

②将来に向けた考え方

- ・他地区と比べて、東竹沢地区の崩壊規模は大きい。地すべりの被害は計り知れない。
- ・地すべりは斜面崩壊と比べ事前の兆候が確認できる場合が多いとされ、崩壊予知や事前対策が図り易い。IT 技術を駆使してすべりの兆候を捉える技術、可視化する技術の進展が期待される。

(7) 寺尾の河道閉塞

①地盤災害の復旧状況

- ・寺尾地区の地すべりも大規模である。現在、崩壊地には柵田が作られているほか、現在も堰止湖がある。

3. 4. 3 まとめ

斜面工学研究小委員会では、震災から 15 年間にわたり被災地を調査してきた。これほどの長期的に調査をした事例は少なく、被災地の復旧、復興状況について、非常に貴重な知見が幅広く得られたと考える。

特に、山の暮らし再生機構の方々へのヒアリングでは、山古志の復興の仕組みや施策、苦勞されたことのほか、それらを丁寧にまとめ上げた「新潟県中越大震災復興検証報告書」について、非常に貴重なお話を伺うことができた。将来、山古志の復旧・復興の取り組みが全国に広められることを期待したい。山古志の 15 年間の復旧・復興の過程から多くを学び、また他の被災地でも継続的に調査していくことにより、地域特有の復旧・復興のあり方についての知見が積み上げられることを期待する。

最後に今回の調査結果の要点をまとめると、以下のことが挙げられる。

- ①被災の記録として、震災メモリアル (4 施設 3 公園) の利活用、震災に関連した資料の収集と保全、経験と教訓の発信やイベント開催、中山間地域における

総合的な防災教育・研究などの各種の取組みについては、持続性という観点で今後も検証して行く必要がある。

- ②地域防災力の維持と強化として、被災地域は日本有数の地すべり地帯で、豪雪地帯でもある。そのため、地形、地質の変化は常態であり、当該地域において土砂災害警戒区域は永続的に存在するものと考えられる。さらに社会環境として人口減少・高齢化は避けられない。このような状況を鑑みると、1世代2世代先を見通して住宅地域の集中化やコンパクト化などを図りながらコミュニティ活力や地域防災力を維持する必要があるものと考えられる。今後も議論を継続して行くことが重要である。
- ③日本全国には無数の斜面があり、すべてに対策を行うことは現実的でない。地域住民は斜面崩壊による被害を受けないように住まい、斜面と永く付き合っていく必要がある。
- ④構造物による対策は、長期的な管理や将来の更新を伴うため、トンネル構造や十分な安定勾配を確保した構造を採用し、被災リスクが少なく、維持管理の少ない対応も考えていく必要がある。
- ⑤自治体は被災リスクのある土地をしっかりと記録し、それを後世に引き継ぎ、そこには住まないようにする等、被災リスクを回避することが大事である。
- ⑥崩壊により発生した土は、その土地で有効利用することにより、地域固有の地質、植生等を維持する効果がある。
- ⑦土砂災害警戒区域は有効なハザードであり、これを意識して、日々防災意識を高めて生活することが大事である。
- ⑧集落の中で比較的安全な土地に、集落の中心となる生活空間を築くことにより、被災リスクの軽減につながる。
- ⑨IT技術の活用により、地盤情報を取得、記録、活用して地すべりの監視に努めていくことが必要である。

参考文献

- 1) 土木学会 地盤工学委員会 斜面工学研究小委員会：新潟県中越地震の斜面複合災害のモニタリングに関する研究—メカニズム、維持管理、景観、生態系、廃棄物等の総合的斜面工学からの検討— 報告書、
https://committees.jsce.or.jp/s_research/system/files/H17j_01.pdf、2006。
- 2) 土木学会 地盤工学委員会 斜面工学研究小委員会：新潟県中越地震土砂災害学習マップ、
<https://www.jsce.or.jp/committee/jiban/slope/old/map/map.pdf>、2007。

- 3) 土木学会 地盤工学委員会 斜面工学研究小委員会：「土砂災害学習マップを用いた一般市民へのアウトリーチ活動」平成21年度土木学会「重点研究課題」調査研究報告書、
https://committees.jsce.or.jp/s_research/system/files/H21j_04.pdf、2010。
- 4) 新潟県中越大震災復興検証調査会：新潟県中越大震災復興検証報告書、2015。
<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/shinsai/fukkoushien/1356808376486.html>（閲覧日：2021年7月30日）

(北爪貴史、吉川修一)

3. 5 災害廃棄物／災害発生土

3. 5. 1 はじめに

筆者らが災害廃棄物に着目したのは、平成16(2004)年10月23日夕方に発生した新潟県中越地震の時からである¹⁾。発震直後に被災した家屋や公共施設、川をせき止めた土砂、これらが時間差はあるものの廃棄物等(災害発生土を含む)として発生する。その発生量の膨大さと取扱いの難しさを痛感したからである。例えば、写真3.5-1のような河川をせき止めた土砂は、廃棄物あるいは災害発生土として取り扱われ、何らかの処理が必要となる。その後、この新潟県中越地震による河道閉塞により被災した家屋等が、写真3.5-2のように2年以上経っても放置されているのを目のあたりにし、今後どうなってしまうのであろうかという思いがさらに強くなった。

地震に伴う土砂災害によっては、様々な廃棄物が生まれることが考えられる。土砂まみれになるということが廃棄物の特徴となり、もう一つは長期に放置される可能性があるということも特徴となる。平地での地震災害とは異なる状況を呈すると考えられる。

ここでは、新潟県中越地震以降の土砂災害に伴う災害廃棄物の状況と、今後の対応策について報告する。

3. 5. 2 災害廃棄物/災害発生土と仮置き場

(1) 仮置き場への着目

中越地震でも、膨大に発生した災害廃棄物は仮置き場に一時保管され、そこで分別され具体的な処理に向かう方法が取られていた。この仮置き場の設置は、中越地震以前から取られていたものである²⁾が、仮置き場の状態も気になった。すなわち、写真3.5-3にみられるように、たまり水が仮置き場内の至る所にみられ、それらが汚染されている可能性を危惧した。

実際に、全ての仮置き場の状態が悪いわけではないが、一部の仮置き場内のこうしたたまり水などから環境基準を超える鉛(0.02mg/L)が検出された事例があった³⁾。

先ほどの災害発生土の取扱いも気にはなったものの、この時点では、仮置き場の適正化が必要と考え、そちらを優先した取り組みを行った。

(2) 中越地震以降から東日本大震災までの仮置き場

平成7年の阪神・淡路大震災では、生活系災害廃棄物(可燃性・不燃性混合ごみ)、解体系災害廃棄物(木質系)、解体系災害廃棄物(コンクリート系)といったように発生源(避難時の生活と家屋等の解体を区別)やその種類による分別を行いながら一時仮置きがそれ



写真3.5-1 中越地震発災直後に川をせき止めた土砂
(旧山古志村：04.11.22)



写真3.5-2 被災2年以上経過後も河道閉塞により放置された被災家屋と屋内の電気製品の状態
(旧山古志村：07.6.7)

ぞれの場所でなされた。これらの仮置き場の設置は、それぞれの災害において自治体が任意に設置してきた。

しかし、中越地震では、環境基準を超える鉛が検出された事例があるため、その後の仮置き場では徐々に留意されるようになってきた。平成 19(2007)年の中越沖地震では、平成 16 年中越地震の教訓が活かされた仮置き場が設置されるようになった。写真 3.5-4 に示すように、アスファルトの敷設と砂利敷き（砂利の下にはシートの敷設）を行い、仮置き場内の汚染を抑制する方法が取られている。

その後の様々な災害において、仮置き場の汚染リスクに留意した仮置き場とそうでない仮置き場が混在するようになる。なお、環境省関東地方環境事務所「平成 17 年度大規模災害時の建設廃棄物等の有効利用及び適正処理方策検討調査報告書(平成 18 年 3 月)」には、“難透水地盤の地質か遮水が行いやすい場所で、浸出水が集めやすく、拡散しにくいこと”を仮置き場の選定時の考慮すべき事項としてあげている。

平成 23(2011)年東日本大震災でも遮水シートの敷設による浸透防止、マウント造成による廃棄物の水切りによる衛生問題の改善等の事例が多くみられるようになる⁴⁾。

しかし、こうした取り組みがなされるようになって、東日本大震災でも仮置き場において土壌溶出量の基準を超過した場が 7 箇所あった⁴⁾。超過数値はそれほど大きくはないので、地盤環境汚染を引き起こす可能性は低い、適切な状況ではなく、今後も基準超過が無いように努めていく必要がある。

(3) 災害発生土への着目

災害廃棄物の処理に向けた仮置き場の設置については、平成 16 年中越地震から本格的に対応がなされるようになってきていたが、災害廃棄物と同様に災害時に発生する土砂（植生等も混じる）に関しては、気になりつつも世の中の関心は低かったといえよう。

しかし、東日本大震災がこの状況を一変させたと思われる。東日本大震災では、災害廃棄物の他に津波堆積物（災害発生土）として表 3.5-1 に示されるように、災害廃棄物だけでも約 2000 万トンの膨大な発生量（令和元(2019)年度の一般廃棄物総排出量 4274 万トンの約半分）であったが、災害発生土もその半分以上の約 1100 万トンと膨大であった。

ここで、災害発生土といっても土砂だけではない。斜面崩壊では、その表層等に生息していた動植物と一緒に巻き込む。写真 3.5-1 や写真 3.5-5 にもみられるように、災害で発生した土砂には樹木等が混在しており、土砂だけで構成されているものではない。東日本大震災での津波堆積物は、海底等に生息していた動植物と一緒に巻き上げつつ、陸上での移動中にも動植物を巻き込み堆積した。このため、腐敗した動植物の混



写真 3.5-3 中越地震時の仮置き場と場内のたまり水
(長岡市 : 04. 11. 23)



写真 3.5-4 中越沖地震時の仮置き場：アスファルトと砂利敷きでたまり水を削減（刈羽村 : 07. 9. 18)

合した処理の難しい災害発生土をもたらしたため、またその膨大な量から、はじめて公に災害発生土が着目された事例といえよるのではないだろうか。

表 3.5-1 災害形態の違いと災害廃棄物/災害発生土⁵⁾

被災地名	災害形態	災害廃棄物	災害発生土
倉敷市	主に浸水災害	約211,000 t (93%)	約15,000 t (7%)
宇和島市	浸水・土砂複合	18,095 t (70%)	7,783 t (30%)
呉市	主に土砂災害	77,000 t (14%)	486,000 t (86%)
2011年東日本大震災 (地震と津波の複合)		約2000万 t (65%)	約1100万 t (35%)

東日本大震災を受けて「廃棄物資源循環学会編著：災害廃棄物分別・処理実務マニュアル,2012」に津波堆積物の中間処理が示されたのもこのためではなかろうか。このマニュアルでは、津波堆積物の中間処理後の有効利用として土木資材が挙げられているが、その具体的な利用についての言及はない。

(4) 災害発生土の取扱い

地震や豪雨によって生じる土砂災害は、表 3.5-1 に示すように災害発生土が膨大となり、場合によっては災害廃棄物よりも多い。この災害発生土の有効利用として土木資材が挙げられるが、その取扱いには留意した方がよい。

東日本大震災での津波堆積物では、鉛(Pb)、ヒ素(As)、セレン(Ce)、ふっ素(F)、ほう素(B)は含有量、溶出量のいずれかあるいは両方で土壤環境基準値や土壤汚染対策法指定基準値を超過する例が見られた⁶⁾。

このことは、災害によっては、災害発生土の発生源となる場の地質・地盤状況によっては、有害物質を含んだ土砂となり、土木資材としての利用の制限が生まれることを意味する。これらを不要な廃棄物として処分すれば、最終処分場の逼迫に拍車を掛けることとなるので、有効利用が制限された土木資材については、長期保管を行う場が必要となろう。

また、災害発生土のための仮置き場が必要となる。災害発生土の仮置き場では、それらの篩い分けなど分別処理等を行い、土木資材として利用できる状態にすることが求められる。最近の災害では、こうした災害発生土用の仮置き場が、災害廃棄物とは別に設けられることが増えてきたように思われる。

平成 30(2018)年の西日本豪雨の呉市などでは、写真 3.5-6 のように災害発生土用の仮置き場が設けられ、その場で中間処理(分別など)が行われていた。

3. 5. 3 今後の災害廃棄物/災害発生土への対応

最近では、環境省や自治体等の努力により、災害廃棄物の適正な仮置きがなされるようになり、昔のような状況にもなりにくい環境が整備されてきている。

しかし、事前の準備が十分でない場合、災害廃棄物/災害発生土の処理・処分への対応も後手に回る例もみられる。そうならないために、仮置場ともなり最終的な埋立処分もできる最終処分場の整備を含め、日頃からの準備を怠らないことが肝要である。さらに、ここで示したように、災害発生土の多い災害形態として斜面災害(土砂災害)が挙げられるが、災害発生土への対応については、これからの課題も多い。

そこで、次のことを提案する。

- 1) 災害の種類毎に、災害廃棄物及び災害発生土の発生量を予測する
- 2) 事前に災害の発生源を予測し、その災害発生土の有害性に関するリスクを検討しておく
- 3) 発生する災害廃棄物/災害発生土毎に、仮置き場の適地選定を事前に行っておく
- 4) 災害廃棄物/災害発生土の処理方法及び有効利用方法を事前に検討しておく

以上のように、平常時に「(仮称) 災害廃棄物/災害



中越地震：河道閉塞させた土砂(旧山古志村：05.5.21)



2009年山口土砂災害：災害発生土(防府市：09.8.1)



東日本大震災：津波堆積物(名取市：11.7.17)



2017年九州北部豪雨：災害発生土(朝倉市：17.9.22)

写真 3.5-5 各種災害における災害発生土の状況

発生土の予測とその対応計画」を作成しておくことが望ましい。このためには、必要人員や必要経費の捻出が困難な市町村も存在するであろうから、専門家も含めた国や県のレベルでの対応や支援・補助なども必要と考えられる。

3. 5. 4 おわりに

筆者らが中越地震をきっかけとして取り組みだした災害廃棄物の環境汚染リスクへの対応は、この 15 年の各方面の努力で格段に改善されてきた。

一方で、中越地震時に気になりつつも、災害廃棄物の方を優先して後回しにした災害発生土については、東日本大震災における津波堆積物で改めてその検討の重要性を痛感した。

災害廃棄物だけでなく、災害発生土の処理（有効利用のための分別処理等）も災害の復旧・復興に重要である。そのために、災害廃棄物と同等以上に発生する可能性のある災害発生土（斜面災害（土砂災害）では災害廃棄物よりも膨大な量となる場合が多い）の仮置き場の設置が重要となる。

災害発生土は、災害廃棄物とは異なり比較的危害な物質を含んでいない場合もあるが、災害の後背地の地質によっては、有害物質を比較的多く含む可能性がある。したがって、どのような災害発生土が生じる可能性があるのかを事前に検討し、災害発生土のための仮置き場の確保も計画しておく必要がある。

参考文献

- 1)大野博之・八村智明・宮原哲也：新潟県中越地震における災害廃棄物の処理・処分に関する研究，第 13 回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.31-36. 2005
- 2)大野博之：3 章 地震災害に伴う廃棄物処理，廃棄物資源循環学会シリーズ③災害廃棄物（島岡隆行・山本耕平編），中央法規出版，pp47-66.
- 3)八村智明・宮原哲也・大野博之：災害廃棄物による地下水・土壌汚染の可能性，応用地質，第 47 巻，第 6 号，pp.360-368. 2007
- 4)乾徹・小峯秀雄・大野博之・風間基樹・大河原正文・門間聖子：東日本大震災で発生した災害廃棄物とその課題，地盤工学会誌，第 61 巻，第 2 号，pp.4-7. 2013
- 5)大野博之：西日本豪雨（平成 30 年 7 月）の災害廃棄物/災害発生土と仮置き場，基礎工，2020 年 6 月号，pp.97-100. 2020
- 6)小口正弘・滝上英孝・遠藤和人・大迫政浩：東日本大震災で生じた津波堆積物中の化学物質，安全工学，Vol.52, No.1, pp.11-18. 2013

（大野博之、鈴木素之）



災害発生土の中間処理状況（呉市：18.11.16）



巨石の分別スペース（呉市：18.11.16）



可燃物混りの災害発生土（呉市：18.11.16）

写真 3.5-6 平成 30 年西日本豪雨時の災害発生土の仮置き場の状況

4 おわりに

2004年10月23日17時56分、新潟県中越地方を中心とした地域で極めて強い地震が発生した。揺れが特に激しかった新潟県川口町では、震度計による観測が始まって以来初めてとなる最大震度7を観測し、小千谷市でも震度6強を記録した。震度6強の強い地震はさらに18時11分、同34分と立て続けに発生。3度の地震で中越地方は壊滅的な打撃を受けた。

気象庁によって「平成16年新潟県中越地震」と命名されたこの地震では、震源地に近い小地谷市、長岡市、川口市、山古志村、十日町市は壊滅的な打撃を受け、3791箇所の斜面崩壊が確認された(国土交通省発表)。また、地震直後から行方不明となっていた3人の親子の地すべり現場からの救出活動は、報道機関によって大々的に報道された。

「はじめに」にて述べているように、平成16年新潟県中越地震は下記の特徴を有する災害であった。

- ・台風23号による事前降雨による複合災害
- ・大規模宅地造成盛土の崩壊
- ・地すべりによる河道閉塞と排水作業
- ・中山間地の土砂崩壊による集落孤立
- ・地元伝統産業の衰退
- ・走行中の新幹線の脱線
- ・エコノミークラス症候群による震災関連死

これらの課題は、その後の日本各地で発生する様々な地震災害にて参考となり、改善されていった。

土木学会地盤工学委員会斜面工学小委員会は、平成15年3月に発足した委員会であり、月日を重ねて、現在7期の委員会活動を行っています。初代委員長の後藤聡先生(山梨大学)は「知っておきたい斜面のはなし Q&A—斜面と暮らす—」の巻頭言にて、小委員会発足時に太田秀樹先生(地盤工学委員会元委員長、東工大名誉教授)から「土砂災害は毎年のように起きて、貴重な人命が失われている。学会として防災に貢献できないか、学会しかできない役割を考えなさい」と叱咤激励されたと書かれています。その後、各地で発生した地震災害や土砂災害について、斜面工学小委員会では様々な調査を行いました。しかし、委員会発足直後に発生した新潟県中越地震は、委員会メンバーの思い入れも深く、中山間地域での土砂災害からの復旧・復興の経年変化を確認できる貴重な機会となりました。

今回、中越地震発災から15年目を契機として報告書を取りまとめましたが、今後も斜面工学小委員会としては、継続して復興状況を調査していきたいと考え

ています。

最後に、岩佐直人氏(元 日鉄建材、現 藤井基礎設計)には主査を引き受けて頂き、本報告をまとめるにあたり多大のご尽力を頂きました。また、執筆者の皆様(中野裕司氏、上野将司氏、櫻井正明氏、北爪貴史氏、吉川修一氏、大野博之氏、鈴木素之氏)もタイトなスケジュールのなかご執筆頂きました。末筆ですが、感謝いたします。

(斜面工学小委員会委員長 伊藤和也)

謝辞

15年目調査にあたって震災からの復旧復興状況や課題等について丁寧にご説明いただきました、公益財団法人 山の暮らし再生機構(現 公益社団法人 中越防災安全推進機構)山口理事長、玉木様及び山古志サテライト井上様には御礼を申し上げます。

またヘルメット等の送付でお世話になりました土木学会研究事業課工藤様に感謝いたします。