

第42回地すべりシンポジウム

豪雨災害，地震災害から 10 年

2014. 5. 16

主 催 (公社)日本地すべり学会新潟支部
共 催 (公社)地盤工学会北陸支部
後 援 新 潟 県
(一社)新潟県地質調査業協会
(一社)斜面防災対策技術協会新潟支部
新潟県地すべり防止工事士会

目次

巻頭言	1
(公社)日本地すべり学会新潟支部 支部長 福岡 浩	
< 基調講演 >	
中越地震以降における土砂災害対策の動向と課題	2
新潟大学 丸井 英明	
< 発表 >	
環境変化と近年の山地災害の特徴	8
(独)森林総合研究所 大丸 裕武	
2004年災害 (7.13新潟・福島豪雨、新潟県中越地震) で何が変わったのか	12
(株)村尾技建 鴨井 幸彦	
天然ダム (河道閉塞) 対策の進展	16
(独)土木研究所 小山内 信智	
北陸地方整備局におけるTEC-FORCEの取り組み	26
国土交通省北陸地方整備局 上原 信司	

巻頭言

(公社) 日本地すべり学会・新潟支部長 福岡 浩

平成 16 年 10 月 23 日 17 時 56 分の中越地震発生時、私と現・新潟大学特任教授の丸井英明先生はウィーンの空港で日本への帰国便を待つべく別々のロビーにおりました。インターネットで地震の第 1 報に接した際によぎったのは人的被害が最小限であってほしいということと、地すべり地帯で発生した地震であることから地すべり・斜面崩壊による災害がどの程度の規模になるかの不安でした。新第三紀層の粘性土地すべりの多発地域であることから地震時の高速長距離地すべりは限定的かもしれないという期待はしかし、帰国後まったく外れていたことに衝撃を受けました。私の前職は京都大学防災研究所・斜面災害研究センターですが、平成 7 年 1 月 17 日午前 5 時 46 分に発生した阪神淡路大震災の際には研究室に在室していて、当日から研究所建物の被害の把握と地すべり調査に奔走する日々が突然始まったのを昨日のように覚えています。阪神大震災では土木、地盤、建築等、関連各学会が大規模な調査団を組織し、多くの調査研究が行われました。地すべり分野でも我々の研究成果、特に「すべり面液状化」という言葉は新聞にも掲載されて注目を集めました。谷埋め盛土は地震時に地すべりの危険性が高いことも広く認識されるきっかけにもなりました。

新潟県は平成 26 年の今年、新潟地震 50 周年、焼山噴火災害 40 周年、中越地震および新潟豪雨災害 10 周年を迎えます。この記念すべき年に県内では地震学会、危機管理関係学会合同大会など多くの学会、研究集会が開催される予定です。新潟地震では液状化により構造物が倒壊、破壊される写真が世界に配信され大きな衝撃を与え、その後の砂地盤の液状化研究の嚆矢となり、日本のこの分野は今でも世界の先頭を走っています。一方、中越地震では地すべりダム（河川閉塞）の危険性が国内で初めて広く認識・注目され、本格的な対応を迅速にとることに成功し、その後の大規模地震による地すべりダム（河川閉塞）対応の手本として常に参照され、マニュアルが作成されるきっかけとなりました。さらに、高速運動した再活動地すべりの例も多数見られたことから、従来高速運動することは少ないと考えられていた再活動地すべりの発生、運動機構の見直のきっかけにもなりました。地震時地すべりの研究の必要から日本地すべり学会では当時会長であった丸井先生が陣頭に立ち、学会の総力を挙げて中山間地の地震地すべり調査委員会を組織して大きな成果を得ることができました。災害発生機構だけでなく、復興の科学も必要であるという見地から、新潟大学では災害・復興科学研究所への改組もなされました。

今回の新潟支部シンポジウムでは、特に中越地震 10 周年を記念し、この間になされた主要な研究成果をレビューするとともに、今後さらに推進すべき未解決の課題について議論を行います。多くの積極的な議論がなされることを期待します。

中越地震以降における土砂災害対策の動向と課題

Current tendency and problems of countermeasures against landslide disasters
after the Mid-Niigata Prefecture Earthquake

丸井英明 (新潟大学 災害・復興科学研究所)

Hideaki MARUI

(Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University)

キーワード：中越地震，地震地すべり，地すべりダム，危険度評価

Keywords: Mid-Niigata Prefecture Earthquake, earthquake-induced landslide, landslide dam, evaluation of danger degree

1. はじめに

2004年は新潟地域にとって、甚大な災害が相次いだ年であった。まず、同年7月13日に新潟県中越地方は梅雨前線の停滞により記録的な集中豪雨に見舞われた。豪雨災害が発生し、河川堤防の破堤による浸水被害と並んで、山地・丘陵地域では広範囲にわたって多数の斜面崩壊、地すべり、土石流が発生し、住宅の損壊や河川の閉塞等、多大の被害をもたらしている。さらに、同年10月23日には新潟県中越地方でマグニチュード6.8の内陸直下型地震が発生し、川口町で観測史上最大震度7を記録した。マグニチュード6.0さらに6.5の余震が相次ぎ、観測史上最大加速度2,515ガルを記録した。死者40名、負傷者約4,500名の人的被害、全壊約2,800棟、半壊及び一部損壊約10万棟の住宅被害、さらに鉄道、道路等重要交通施設にも甚大な被害が生じた。ピーク時には約600箇所の施設で約10万人が避難生活を余儀なくされた。物的被害総額は3兆円と推定されている。地震が中山間地域、特に全国有数の地すべり多発地域直近で発生したことにより、従来型の平地の地盤災害に加えて、中山間地での斜面災害が甚大であったことが特徴的であった。そのため、中越地震は従来の土砂災害対策、とりわけ地すべり対策に関する考え方に根本的な再検討を迫ることとなった。

本報告では、中越地震を契機として土砂災害対策においてどの様な変容が生じたか、さらにはどのような課題が突きつけられたかについて述べる事とする。

2. 中越地震が突きつけた課題

中越地震に起因する土砂災害は以下の発生状況であった。国土交通省の調査によると中越地震による斜面崩壊等の発生箇所は約3,800箇所、推定崩壊土砂量は総計約1億立方メートルと報告されている。従来、地震時には急傾斜の尾根部や凸型斜面で斜面崩壊が多発し、比較的緩い斜面における再滑動型地すべりはあまり発生しないとされてきた。しかしながら、中越地震では山古志村を中心として未曾有の地すべりが発生した。地すべりや斜面崩壊の規模は大小様々で形態も多様であるが、主要な現象は以下のように要約される。①標高の高い、尾根付近の急斜面における崩壊。②河川沿いの溪岸崩壊。③中間の比較的緩い斜面における地すべり。④地すべりダムによる河道閉塞。地すべり多発地域直近で発生した直下型地震の強い振動のために、極めて多数の地すべりや斜面崩壊が発生したと考えられる(図-1、図-2)。上記の①及び②に関しては従来の地震に付随した土砂災害に関しても認識されていた点であるが、問題は③のいわゆる再滑動型の地すべりである。中越地震の発生以前にはこの点が十分に認識されておらず、地震に起因する地すべりの重要性に関する認識の変革を迫るものであった。

今一つの重要な側面は、芋川流域を中心として多発した地すべりダムの形成である。斜面崩壊や地すべりの崩壊土砂による河道閉塞は芋川流域で本流、支流をあわせて50箇所以上で形成されており、その



図-1 褶曲軸と地すべり斜面崩壊分布状況
資料出典:5万分の1地質図幅「長岡」,
:5万分の1地質図幅「小千谷」,
地質調査所
:中越地震災害状況図, 国土地理院

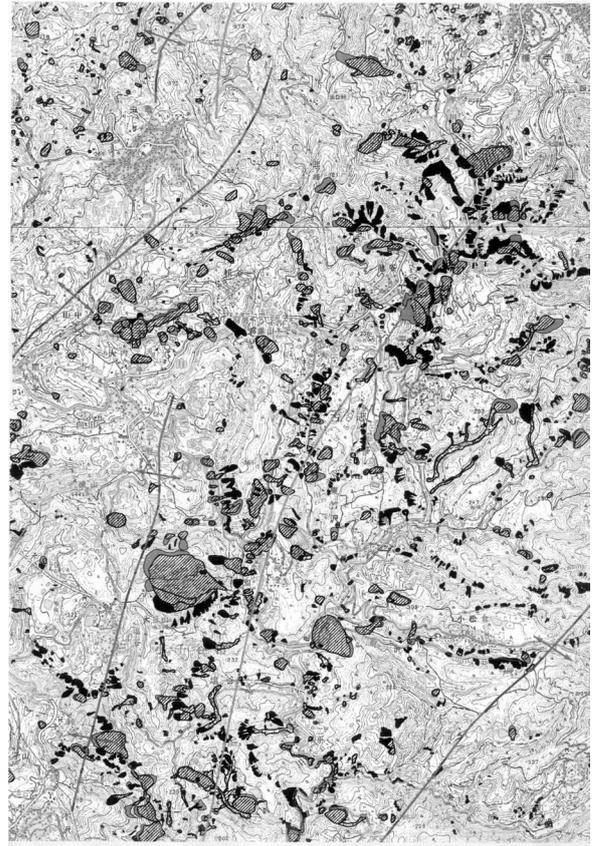


図-2 芋川流域で発生した地すべり・斜面崩壊の分布状況
(朝日航洋撮影画像に基づき山形大学
八木教授が判読)

内、規模及び立地の点から特に重要なものは、東竹沢地区と寺野地区のものであった。両地区の地すべりダムが決壊した場合には下流域に対する影響は甚大と考えられた。特に、東竹沢地すべりダムの形成によって、背後の湛水のために約1km上流域の木籠集落では住宅多数が浸水あるいは水没した(写真-1、-2、-3、-4)。一方で、万一地すべりダムの決壊という事態になれば、洪水あるいは土石流の流下により、数km下流域の竜光の集落が甚大な被害を受けると考えられた。そのため、所要の緊急対応が取られた。この時の経験を総括して、地すべりダム対策の定式化が為された。この点に関しては別途報告が為される予定であるので詳細は譲る事としたい。

以下の章では、中越地震に直面し、わが国の地すべり研究者が改めて地震に起因する地すべりに関し

て総合的に考察するに至った過程について報告すると共に、この課題に関する海外の研究動向についても触れることとしたい。この課題が日本にとって重要な課題であるに留まらず、地震に起因する地すべりはユーラシアの変動帯全域において多発しており、その解明は普遍的な重要性を有する課題と考えられるからである。また、地すべりダムに関しても中央アジアには極めて大規模な地すべりダムが形成されており、同様に重要かつ興味深い課題である。

3. 地震地すべり研究の成果

中越地震を契機として、「地震地すべり」に関する総合的な研究が実施された。(社)日本地すべり学会は、2009年2月より「地震地すべりプロジェクト特別委員会」を立ち上げた。同委員会は



写真-1 東竹沢地すべりによる河道閉塞



写真-2 東竹沢地すべり頭部の滑落崖



写真-3 東竹沢地すべり平面写真



写真-4 東竹沢地すべり正面写真

以下の8つの分科会から構成され、それぞれのテーマごとに、資料の収集、分析、取り纏め作業を実施し、研究成果を分科会報告書として作成している。各分科会のテーマは、①地震地すべりのメカニズム、②危険度評価法とリスクマップ、③地震災害後の二次災害、④対策工、⑤警戒避難・モニタリング、⑥歴史地震、⑦海外の地震地すべり、⑧日本で発生した最近の地震地すべりとなっており、地震地すべりに関して検討を要する事項を網羅したものとなっている（図-3）。先般、「地震地すべり—地震地すべりプロジェクト特別委員会報告書総括編—」が刊行された。同書は、各分科会の報告書のエッセンスを抽出し、改めて体系的に再構成したものである（図-4）。

地震地すべりという課題自体が極めて大きなテーマであり、検討の困難な内容を多く含んでいる。そのため、危険度評価や対策に関しては、今後の課題としてなお相当の検討を要する部分があることは否めないであろう。

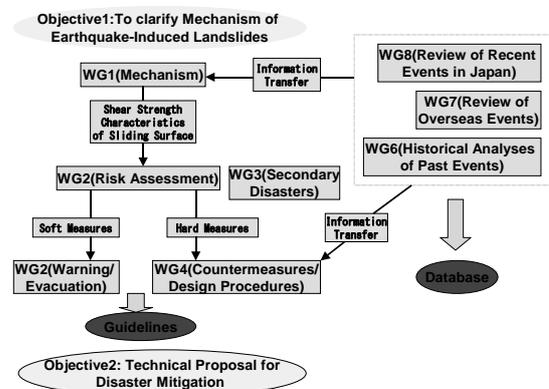


図-3 地震地すべりプロジェクト分科会の構成

しかしながら、中越地震以来の膨大な調査・解析結果に基づき、現時点における地すべり学の最先端の成果を結集し、地震地すべりの解明に取り組んだものとして、本報告書は一応の到達点を示しており、今後の地震地すべり研究の更なる発展に向けて不可欠の基礎資料を提供するものと位置づけられる。

地震に起因する地すべりの研究が、ともすれば突発災害調査としての単発的な研究に終始し、基礎的

な研究を積み上げ体系化していく上で不十分な点が多々あった。従来、主として静的に論じられてきた地すべりの安定性を、地震応答解析に立脚した安定性の時間的な推移を基軸とする動的な視点から体系的に解明することが焦眉の課題であった。地震地すべりプロジェクトは、この課題に対し完全では無いものの一定の回答を提示したものと受け止められる。



図-4 地震地すべり報告書総括編

4. パキスタン北部地震に起因する地すべり災害

パキスタン北部はヒマラヤ山脈西部の急峻な高山地帯に連なり、カラコルム・ヒンドゥークシュ両山脈で中国及びアフガニスタンと国境を接する山岳地域である。パキスタン北部地震は2005年10月8日に首都イスラマバード北北東約100km、深さ26kmを震源として発生し、マグニチュードは7.6と推定されている (GSP, 2005)。パキスタン地質調査所によれば、この地震による被害は死者83,000人以上、300万人以上が被災し、住宅の全壊・半壊はそれぞれ20万戸に及ぶ極めて甚大なものであった。当該地震発生域に活断層が分布していることは従前から指摘されていた (Nakata, et. al, 1991)。パキスタン北部地震は、インド亜大陸がユーラシア大陸に衝突することによる応力場で生成する断層によって引き起こされたとされる。プレートの衝突境界の西部に活断層が広く分布しており、特にムザファラバード断層とタンダ断層の2本が今回の地震の発生に密接に関係していると推定されている (中田他, 2005)。また、人工衛星による観測データの解析から、本地震によって上記2本の活断層沿い及びその南東延長部で、

長さ約90kmにわたって1m以上の地殻変動が生じ、その最大変動は6mに及ぶことが報告されている (国土地理院, 2006)。また、これらの観測・解析結果から示唆されていた地震断層が、産業技術総合研究所活断層研究センターとパキスタン地質調査所の共同現地調査によって確認されている。その結果、地震断層の長さは約9mに及び、地震断層の主要部は既存の活断層に沿って出現したとされる (産総研, 2006)。

パキスタン北部地震による被害が特に甚大であった地域は、上述の断層の直上あるいは近接した地域であることが指摘されている。都市部としてはアザド・カシミール特別州の州都であり、イスラマバードの北北東約85kmに位置し、震源に近いムザファラバードが最大の被災地であった。国土地理院では米スペースイメージング社の地震前後の高解像度画像を解析し、ムザファラバード周辺地域における土砂災害の発生状況を判読している (佐藤他, 2005)。判読された斜面崩壊は約100箇所にとどまり、斜面崩壊の多くは上記2つの断層の北東側に集中している。ただし、衛星画像によって判読されたものは比較的規模の大きい崩壊に留まり、小規模のものを含めれば遙かに多数の斜面崩壊が発生していると考えられる。

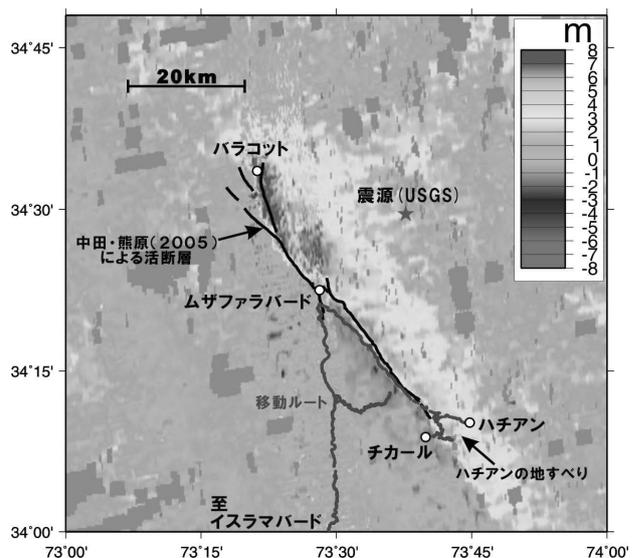


図-5 活断層位置及び隆起量

(国土地理院, 藤原作成図による)



写真-5 Hattian 地すべり（上流側側壁から地すべり地内を臨む）

当該地震により発生した地すべりの中で最大規模のハティアン地すべりは、山頂部から幅 500m、長さ 1.8km、平均厚さ 50m に及ぶ土塊が抜け落ち岩層なだれ状に崩落している（写真-5）。移動土塊量約 2,700 万 m³ と推定される崩落物質が二つの支谷の合流部を塞いだ結果、二つの貯水池が形成されている。この山体崩壊性地すべりは初生すべりではなく、既存の地すべりが上方にも拡大して滑落したものであると推定されている（Schneider, 2006）。地すべり土塊は新第三系中新統のムレー層の赤色砂岩、泥岩から構成されている。地すべりの両側面はすべり方向に平行な背斜軸に相当し、両者に挟まれた向斜部分がすべったものと考えられる。また、すべり面は砂岩・泥岩互層の層理面に平行である。地すべり移動土塊は、砂岩の大岩塊が優勢な砂岩・泥岩の岩層状で地すべりダムを形成している。

地すべりダムの長さは川沿いに約 1.3km、堆積最大厚さは約 250m 程度、また貯水池の面積は約 0.75km² と推定された。地すべりダムの高さ、体積並びに貯水量を考慮した経験式（Ermini et. al., 2003）から推察すると当該地すべりダムの決壊の可能性は低いと判断された。しかし、今後貯水池の水位が上昇し、地すべりダムを越流した場合には洗掘による堤体の決壊が危惧され、越流の阻止は不可欠と考え

られた。形成直後よりパキスタン軍によって越流防止のための表面水路工が施工されていたが、現行計画による表面水路工を不安定土塊の残る滑落崖下から可能な限り離すこと、水路には浸透防止措置を施すこと、急勾配の下流側斜面に計画されている管渠との取り付け部で水漏れの無い適正な施工を行うこと、上流側からの流木等の流入防止対策が必要であること等について提言を行った。

地すべり学会は同国地質調査所の要請を受け、特に活断層に付近流下するジェーラム川に沿って多発している地すべりの発生状況の把握と個々の地すべり斜面の危険度評価に関する共同研究を実施した。

5. まとめ

近年、内陸直下型地震がわが国においても海外においても頻発し、地震に起因する地すべり災害が注目される様になった。1999年には台湾で集集地震が発生し大規模なものを含む多数の地すべりが生じた。2004年には新潟県中越地震が発生し、震源域では多数の地すべりが生じた。2005年にはパキスタン北部で地震が発生し、極めて多数の地すべりが生じた。さらに、2008年には中国で四川地震が発生し、大規模なものを含む多数の地すべりが生じ、地すべりダムが形成され、決壊阻止のための緊急対応が喫緊の

課題となった。同年にはわが国でも岩手・宮城内陸地震が発生し、地すべりダム対策が課題となった。わが国では中越地震を契機として集中的な調査・解析に基づく研究が実施された結果、地震に起因する地すべりに関する基本的な理解は得られるようになった。その結果に立脚し、2008年に東京で開催された第1回世界地すべりフォーラム、2011年にローマで開催された第2回世界地すべりフォーラムにおいて「地震地すべり」に関する特別セッションが組織された。さらに、2012年には桐生において「地震地すべり」に関する国際シンポジウムが開催され多面的な議論がなされた。なお、本年9月にトリノで開催される国際応用地質学会では、日本地すべり学会の主導で「地震地すべり」のセッションが組織されている。

中越地震以降の集中的な研究の成果により、地震地すべりに関わる基本的な内容は把握されたと受け止められているが、なお幾つもの課題が残っており、さらなる研究が必要とされている。例えば、震源位置或いは断層位置と地すべり発生箇所の関係に関してもより精密な解明が不可欠である。また、未固結の火山噴出物地域で発生した地すべりは、震源から遠い場合においても長距離を流動する傾向があり、その材料特性と物理的なメカニズムの解明が必要とされる。また、実際的な減災対策に関しては、所要の精度を有する危険度評価法の確立と、それに基づく実用的な「地震地すべりに関するハザードマップ」の作成が重要課題である。

参考文献

- 1) 国土地理院 (2004) : 新潟県中越地震災害状況図
- 2) 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫 (1991) : 長岡地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所
- 3) 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤禎一 (1986) : 小千谷地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所
- 4) 八木浩司, 朝日航洋株式会社, 国土防災技術株式会社 (2005) : 新潟県中越地震により発生した地すべり・崩壊の詳細判読図
- 5) (社)日本地すべり学会(2012) : 地震地すべり—地震地すべりプロジェクト特別委員会報告書総括編—
- 6) Geological Survey of Pakistan (2005) : October 8, 2005 Earthquake in Pakistan:”Its Implication and Hazard Mitigation”, GSP News Letter, Vol. 14, Nos. 7-12
- 7) 八木浩治他 (2006) : 2005年パキスタン地震による斜面災害調査派遣団報告, 地すべり学会誌ニュース, 第43巻, 第6号, (通巻第170号)
- 8) Nakata, T., et.al. (1991) : Active Faults of Pakistan Map Sheets and Inventories, Research Center for Regional Geography, Hiroshima University
- 9) 国土地理院 (2006) : 人工衛星によるパキスタン北部地震の地殻変動の検出, 国土地理院ホームページ
http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/sar/pakistan/pakistan_happyo1111.html
- 10) 藤原 智 (2006) : パキスタン地震による斜面災害調査派遣団行程図 (未発表資料)
- 11) Schneider, J., (2006): Earthquake Triggered Mass Movements in Northern Pakistan with Special Reference to the Hattian Slide, Extended Abstracts of the International Conference on 8 October 2005 Earthquake in Pakistan.
- 12) 丸井英明・宮城豊彦・八木浩司・梅村順 (2005) : 2005パキスタン北部地震により発生した斜面災害, 新潟大災害研年報, 第27号, pp.57-64
- 13) (社)日本地すべり学会第三次調査団 (2005) : パキスタン北部地震による地すべり災害に関する調査団報告, 日本地すべり学会誌, Vol. 43, No. 2, World News, pp.48-51

環境変化と近年の山地災害の特徴

Environmental changes and characteristics of recent natural disasters in mountain area in Japan

大丸裕武 (独立行政法人森林総合研究所)

Hiromu Daimaru (Forestry and Forest Products Research Institute)

キーワード：表層崩壊、雨量強度、森林被覆、山地荒廃

Keywords: shallow landslide, rainfall intensity, forest cover, mountain degradation

1. はじめに

近年、国内で発生した山地災害の中には、従来あまり見られなかったタイプの災害が多く見られる。降雨強度の増大がその原因の一つであることは間違いないが、日本の山地の環境変化も災害の発生形態に大きく影響していると思われる。以下では、土砂災害の中でも環境変化の影響を受けやすい表層崩壊の発生形態の変化について、近年の災害と過去の災害との比較という観点から考察したい。

2. 降雨形態による崩壊発生様式の変化

阿蘇地域では 2012 年 7 月の九州北部豪雨によって多くの崩壊が発生した。阿蘇地域は過去において幾度も豪雨によって表層崩壊が多発しており、1990 年の一宮災害では、中央火口丘から発生した土石流によって多くの犠牲者が出た。また、大きな災害には至らないが、数年に 1 度の割合で発生する短時間の集中豪雨の際にも表層崩壊が繰り返し発生しており、2001 年の豪雨でも多くの崩壊が発生した。

2012 年に発生した崩壊で目を引くのは、カルデラ壁から発生した崩壊が非常に多いことと、深いすべり面を持つ地すべり型の崩壊が見られることである (写真 1, 2)。1990 年や 2001 年に発生した崩壊の多くが、黄褐色ローム層の上に載った“ヨナ”と呼ばれる黒色火山灰層が板状に崩落する表層崩壊であったが、2012 年の崩壊の中にはそれよりも深い層に達する崩壊が多く見られた。

このような、崩壊形態の違いの原因は降雨の特性に求められる。阿蘇乙姫における 1990 年と 2001 年、2012 年の崩壊時の降雨を比較すると (図 1)、1990 年の豪雨は総雨量が大きいタイプ、2001 年の

豪雨は短時間雨量が大きいタイプであったが、2012 年の豪雨は総雨量、短時間雨量がともに観測記録を更新するまれな規模のものであったことがわかる。2012 年は短時間強度が大きな雨で、草地における崩壊が発生するとともに、総雨量も大きく多量の地下水が表層火山灰層の下位層に浸透し、地すべり性崩壊や外輪山斜面の崩壊につながったと考えられる。



写真 1 2012 年の豪雨によって阿蘇市三久保で発生した地すべり性崩壊



写真 2 2012 年の豪雨で阿蘇市坂梨のカルデラ壁で発生した崩壊と土石流

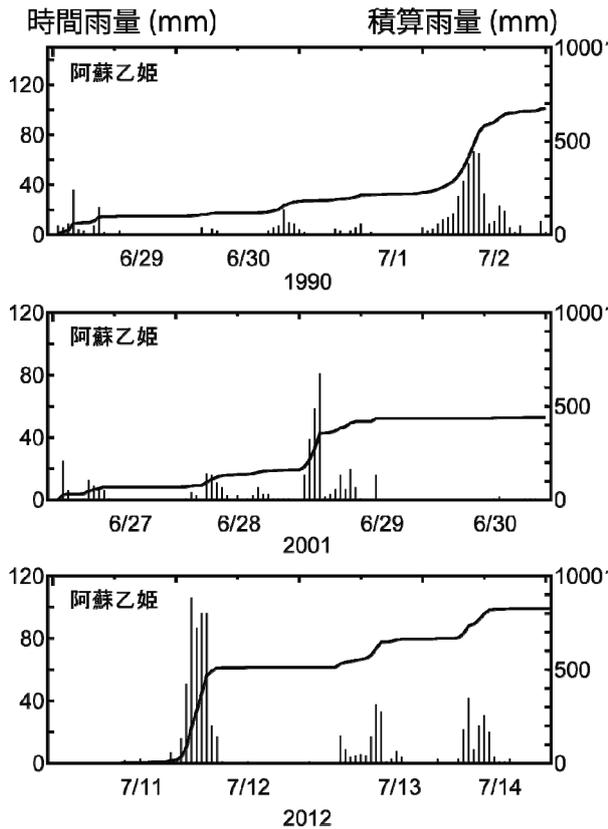


図1 阿蘇乙姫における1990年と2001年、2012年の災害時の降雨の比較

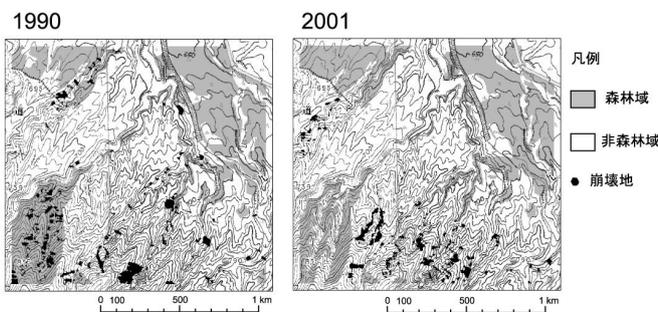


図2 1990年と2001年の災害時の崩壊地の分布と森林の分布

降雨形態の変化は森林の防災機能にも大きく影響する。1990年と2001年の災害は崩壊発生域が重なっているため、崩壊発生斜面の植生を詳細に比較することが出来る。図2を見ると、2001年の崩壊は非森林域（草地）に集中したが、1990年の豪雨では森林域でも多数の崩壊が発生した。1990年の降雨は2001年よりも総雨量が大きかったため、森林土壌よりも下位の層をすべり面とする崩壊が起きたと考えられる。このように、同一地域においても、降雨形

態の違いによって顕在化するすべり面の層準が変化するとともに、森林の効果も変化するため、近年の災害だけから危険斜面を想定すると、予想外の被害につながる可能性がある。気象庁によって極端な豪雨の頻度が増大しつつあることが指摘されており、今後各地で“これまで見られなかったような崩壊”が発生する可能性がある。

3. 森林蓄積による素因の変化

山地災害の発生形態の変化を引き起こす原因は、誘因側の降雨の変化だけでなく、山地の変化、すなわち素因側の変化にも求められる。現在の日本の山地の森林蓄積が歴史的にみても最大とも言える充実期にあり、表層崩壊の抑止をもたらしていると言われている²⁾。近年では、人工林の蓄積が充実する以前の日本の山地の植生景観が、絵図³⁾や旧地形図⁴⁾などによって、より具体的に復元できるようになったが、以下ではかつての里山の姿を空中写真解析から復元した事例を紹介したい。

図3は1975年の空中写真から推定した福島県川内村の植生高の分布を示したものである。過去の空中写真の写真測量で得られた植生高の標高データ(DSM)と航空機レーザー測量で得られた地表面のデータ(DEM)との差から計算した。これをみると、燃料革命から日が浅い1975年当時の山地の植生高は現在よりも小さく、多くの場所で現在(2012年)の半分以下であったことがわかる。川内村の山林ではかつて1972年の豪雨によって多数の表層崩壊が発生したが、当時の山林の植生が崩壊の発生に影響した可能性を指摘できる。

森林の充実が表層崩壊の抑止にきわめて有効であるが、森林蓄積がきわめて充実した状況下で発生している近年の表層崩壊は森林の崩壊防止機能には限界があることを示している。また、伊豆大島の災害で見られたように、森林域で発生する崩壊は多量の立木を伴いやすい(写真3)。今後は森林の機能を補完するハード・ソフト対策との組み合わせが重要になると考えられる。

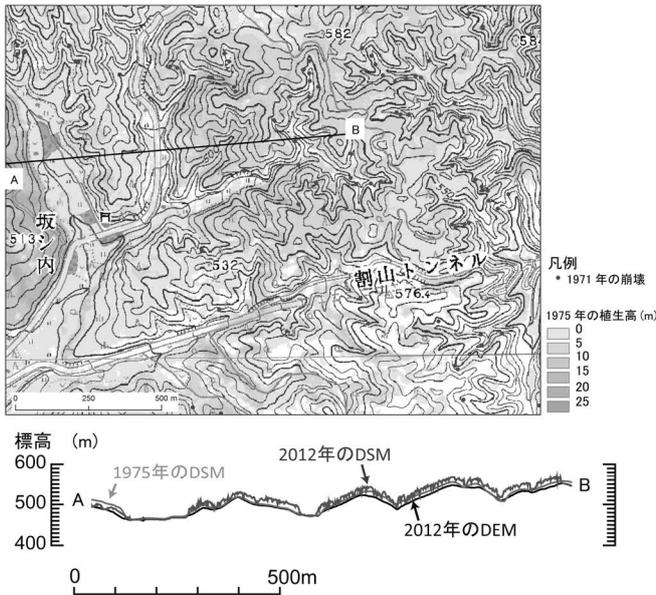


図 3 川内村における過去（1975 年）と現在（2012 年）の植生高の比較。



写真 3 2013 年の豪雨によって伊豆大島で発生した多量の立木を伴う表層崩壊

4. 人間活動による土壌圏の長期的な変化

道路や宅地の造成などを見ればわかるように、人間活動は山地の表層物質の状態を劇的に変えるため、しばしば崩壊リスクに影響を与える。このような山地における地形改変の影響は近代化以後の新しい現象のように思われがちだが、実際は、はるか昔までさかのぼることが出来る。

2009 年 7 月の豪雨で山口市から防府市にかけての花崗岩山地では多くの表層崩壊が発生した。山口市や防府市では、かつて、ハゲ山化して岩や土がむき出しとなった山々が多く見られた（写真 4）。1947

年に米軍によって撮影された空中写真から作成したハゲ山の分布図に 2009 年に発生した崩壊地の位置を落としてみると、崩壊はかつてのハゲ山から 20～30m 程度離れた斜面で多発していることがわかる（図 4, 5）。過去にハゲ山化してしまった山地斜面は、表層土壌が薄いために崩壊は発生しにくい、その周辺で局所的に見られる凹地には、ハゲ山形成時に侵食された土砂の一部が流れ込んで貯留されている。防府地域では集水地形となる谷頭凹地には、近世期以降に流出した土砂が 2m 程の厚さで堆積している場所も多く見られ、2009 年の災害では、そのような場所から発生した表層崩壊が多く見られた。このように、100 年オーダーの長期的な視点で見ると、過去の土地荒廃によって山地の土層分布そのものが変化してしまい、現在の災害の発生形態を大きく変えてしまうという現象が認められる。

5. 変貌する災害を予測するには

過去の災害を教訓にして将来起こる災害に備えることは、防災の基本である。しかし、これまでに述べたように、災害の誘因・素因は時代とともに変化するものであり、単純に過去の経験をなぞるだけでは崩壊様式の変化を予測できない。今後、森林植生が充実した斜面に、記録的な強度に達した豪雨が降り注ぐというケースが増えれば、表層崩壊は密な森林によって覆われた山地の一部に残された弱い場所に集中して発生すると予想される。しかし、そのような場所を探し出すには、岩盤地下水の集中や局所的な土壌構造、(教科書的ではないという意味で)リアルな根系の分布を把握する必要があり、従来の崩壊危険地予測よりもはるかに難しい仕事となる。本当の答えは、個々の現場でしかわからない。単純に過去をなぞるだけでは不十分であるが、結局はこれまでの災害を丹念に研究し、その土地の地形、地質、植生だけでなく、歴史的な背景を含めて、なぜその場所が崩れたかとい問い続けることでしか、われわれの“想定”の範囲を広げることが出来ないと考えている。

引用文献

- 1) 宮縁育夫・大丸裕武・小松陽一（2004）2001年6月29日豪雨によって阿蘇火山で発生した斜面崩壊とラハールの特徴. 地形, 25(1), 23-4
- 2) 太田 猛彦 (2012)森林飽和一国土の変貌を考える.NHK ブックス, 258pp.
- 3) 小椋 純一 (2012) 森と草原の歴史—日本の植生景観はどのように移り変わってきたのか. 古今書院, 360pp.
- 4) 西川 治・氷見山幸夫・新井 正・太田 勇・久保幸夫・田村俊和・野上道男・村山 祐司・寄藤 昂編 (2009) アトラス—日本列島の環境変化. 朝倉書店, 187pp.

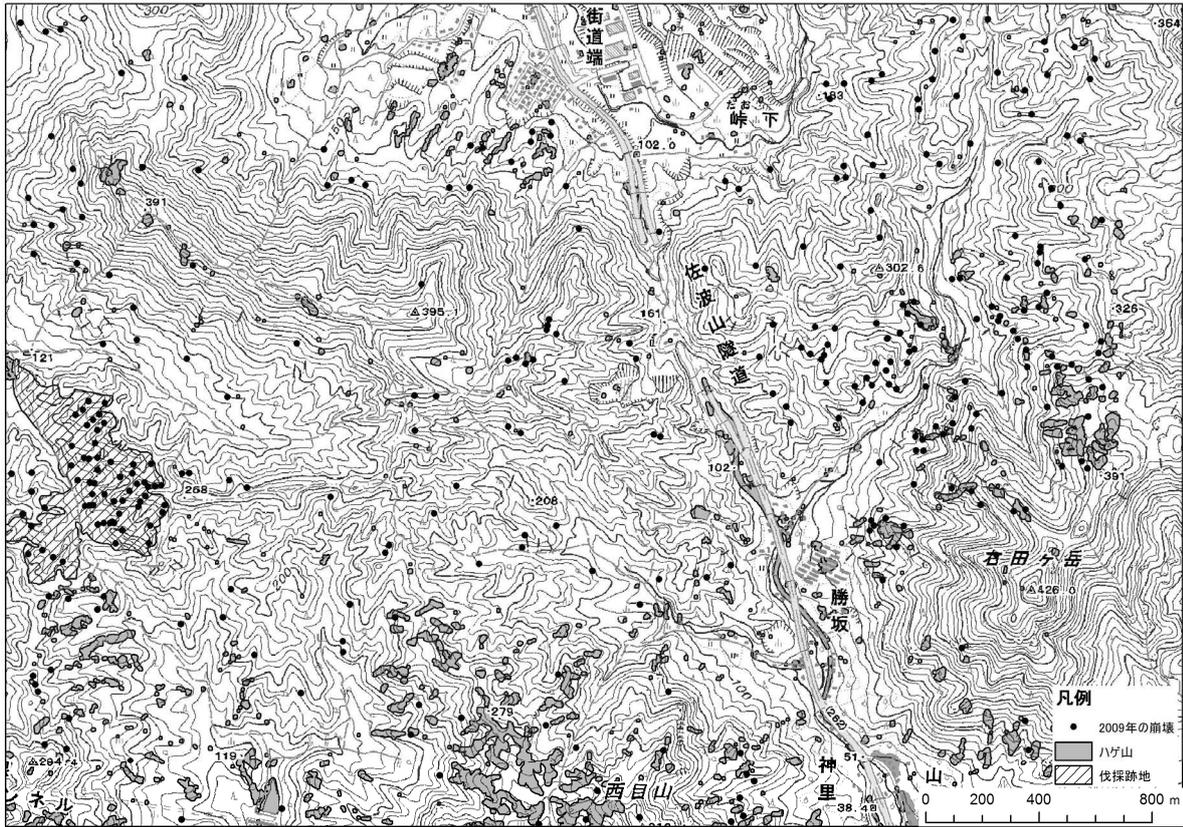


図4 防府地区におけるかつてのハゲ山の分布と2009年に発生した崩壊地の分布
ハゲ山の分布は1948年に撮影された米軍写真から推定した。



写真4 防府地域における大正期のハゲ山治山事業 (写真提供：日本治山治水協会)

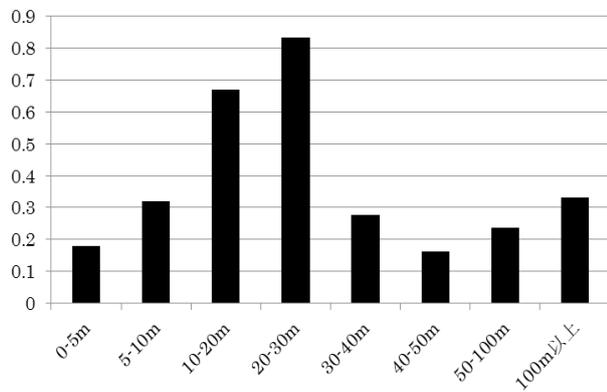


図5 ハゲ山跡地からの距離と崩壊面積率

2004年災害(7.13新潟・福島豪雨、新潟県中越地震)で何が変わったのか

鴨井幸彦 (株)村尾技建)

キーワード: 地盤形成史, 地盤特性, 土地利用, 防災教育

Keywords: formative process of the ground, ground characteristics, land use, education of disaster prevention

1. はじめに

ちょうど50年前の1964年6月,新潟県ではじめての国体(春季大会)が開催され,6月11日に閉幕した。その5日後,6月16日に新潟地震が発生し,主会場となった陸上競技場は無残な姿となり,競泳を中心とする夏季大会は中止された。ちなみに,東京オリンピックはその年の10月開催である。

10年前の2004年7月,地盤工学会の全国大会が新潟市で開催された。この時は,終了して4日後に7.13新潟・福島豪雨災害が発生した。さらに,その同じ年の10月23日,今度は中越地震が発生することになる。折しも10月28日から新潟市で日本応用地質学会の全国大会の開催が決まっていた。地震直後ではあったものの,関係者の判断で大会は予定どおり開かれた(しかし,見学会は中止)。これらの事象はいずれも偶然にすぎないが,何か因縁めいた感じがして,あたかも大きな行事をねらって災害がやってくるかのように見えてしまう。

このように,平成16(2004)年には,新潟県は何10年に1度という大きな災害に2度も見舞われた。しかも豪雨と地震という異なるタイプのダブルパンチがあった。とくに,中越地震は全国的に大きく報じられ,大きな関心が寄せられた。

災害発生後,大勢の研究者や技術者が現地を訪れ,災害の要因分析や復旧対策の検討にあたった。行政もそれぞれの持ち場ごとに奮戦した。その結果,多くの地質調査がなされ,多数の論文や報告書が提出され,学会主催の報告会も数多く開催された(中越地震については,4年後の2008年11月14日,関係者への謝意を込めて「中越大震災復旧工事完了記念シンポジウム」が盛大に開催された)。

全国的にも注目された2004年発生この2つの災害からは,多くの防災・減災に向けたヒントが得られたはずである。それらは,その後の防災行政や個人の防災・減災への取り組みにどのように生かされているのだろうか。本報告では,この2つの災害の特徴と災害から得た教訓を整理し,それらがその後の防災・減災対策に与えた影響について現場技術者の視点から考察する。

2. 2004年に発生した2大災害の諸特徴

2つの災害の特徴を表1に整理した。ここでは,表中から留意したい点をいくつか選び所見を述べる。

2.1 7.13新潟・福島豪雨

(1)洪水被害

本災害の中心をなす平地の洪水被害は,当学会の研究対象からは逸れるので,ここでは要点のみ述べる。

洪水被害で特筆すべき点は,長期湛水という越後平野特有の水害の特徴が現れたことであり,具体的には三条市の五十嵐川左岸や長岡市の猿橋川流域(八丁潟)で,人工改変以前の1,000年前の古地形が再現されたことである。この点は,土地利用にあたり,古地理や地盤の形成過程を考慮しなければならないという基本を改めて想起させたものであり,現代人の多くがすっかり忘れてしまった点でもあった。明治時代の地形図と現在の地形図を見比べたとき,現代人のあまりの文明への過信,無防備さ,自然への関心のなさに驚かされる。

なお,復旧工事において注目される点は,遊水池が作られたことである。規模としては小さいが,戦国時代以降に採用されていた“いなし手法”の1つと位置づけられ,今後の洪水対策の1つの方向として期待される。

(2)土砂災害

土砂災害は,小規模な表層崩壊が多発した点に特徴があった。谷頭で発生した崩壊土砂が土石流化して沢筋を流れ下ったことが被害を拡大させた。また,急崖自体ではなく,その上端部にのる不安定土塊が流出した事例には注目する必要がある(写真1~3)。復旧対



写真-1 7.13豪雨による崩壊の1例。地肌のむき出した急崖は崩壊の発生場所ではない。露岩した部分は斜面上端部で発生した崩壊土砂が表土をはぎ取りながら流れ下った跡であり,地山自体は安定している(2004年7月22日撮影)。

表一 7.13 新潟・福島豪雨と新潟県中越地震の特徴の比較と防災・減災に向けたヒント

名称	災害形態	被災の特徴	防災・減災に向けたヒント	復旧の形(例)	着目点(課題)	防災・減災対策に欠かせない視点
7・13 新潟・福島豪雨	洪水 破堤 湛水	1) 1,000年前の古地形の再現(低地での湛水) 2) 破堤にともなう激流による破壊(刈谷田川) 3) 破堤後の湛水による被害(五十嵐川)	1) ダムによる洪水調節の限界 ➡ 東日本大震災における防潮堤の役割に似る 2) 水防活動の重要性認識	1) 堤防の嵩上げ・堤体強化 2) 遊水池の建設 3) 河道拡幅にともなう一部住宅の移転	1) 高度成長期に水田や低湿地を中心に宅地化(居住不適応地への急拡大) ➡ 現在なお進行中 2) 江戸時代の技術にも見習う点あり	1) 地域ごとの地盤形成史の解明 ➡ 現行のハザードマップに土地(地盤)条件の視点を導入 2) 災害史(履歴)から、土地ごとに被災しやすい災害形態や場所を知る 3) 土地条件を考慮した都市計画(施策)の実施 ➡ 地域の地盤に(真に)精通した技術者の参画が不可欠
	表層崩壊多発	1) 30~50°の斜面に集中	1) 崖下・沢出口の危険性	1) のり面工	1) 本丸は発生源対策にあり	➡ とすると、専門家不在で、利便性最優先、アイデア先行の計画が進行
新潟県中越地震	斜面災害(表層崩壊・地すべり)が多発	1) 表層崩壊 2) 岩盤すべり(層すべり) 3) 既存地すべりの再活動や2次すべり、地表の変形 4) 盛土(地盤・斜面)の崩壊や変形 5) 埋め戻し土の液状化	1) 防災10か条(人工地盤のもろさ=盛土は弱い) 2) 初生すべりの発生要因としての地震の重要性について認識 ➡ 地震地すべりプロジェクト特別委員会	1) のり砕工の多用	1) 基本原形復旧 ➡ 現場に応じた柔軟性が必要 2) 盛土造成 3) 工法の選択肢の少なさ ➡ 適災適工 4) 山間地の道路 ➡ 1.5車線の採用 5) 事後対応(ケア)、復旧・復興に主眼 ➡ 防災・減災対策への視点が弱い	4) 住民への啓発活動(情報提供) ➡ 住民のニーズに合った内容で、ハイレベルかつ分かりやすい「防災読本」の作成 ➡ 市民啓発用パンフ:『新潟県内液状化しやすさマップ』が先行事例 5) 適切な土地利用への誘導 ➡ 適地適住



写真一2 崩壊の発生源。基岩にへばりついた旧崩土が流出した。 写真一3 旧崩土がシャープな面を境に基岩の上に載る。湧水を伴う。

策の要は、流下部ではなく、あくまでも発生源にあるということが理解される。

2.2 新潟県中越地震

中越地震に関しては膨大な量の報告がなされている。筆者も中越地震の調査にたずさわった経験から、防災の指針として防災10か条を提唱した¹⁾。

地盤災害の形態には、1) 表層崩壊、2) 岩盤すべり(層すべり)、3) 既存地すべりの再活動や2次すべり、地表の変形、4) 盛土(地盤・斜面)の崩壊や変形、5) 埋め戻し土の液状化の5タイプがあった。このうち、特筆すべき点は表層崩壊の多発、典型的な層すべりの出現、盛土地盤のもろさの露呈の3点である。

表層崩壊は尾根部や段丘崖の肩などの斜面上端で多く発生した(写真-4)。復旧にあたり法枠工が多用された点は本災害の特徴である。



写真-4 小千谷市塩殿の段丘崖の肩で発生した崩壊

新潟県の丘陵部には新潟(油田)方向と呼ばれる北北東-南南西に伸びたしゅうきよく構造が存在し、魚沼地方を中心にケスタ地形(写真-5)が典型的に発達していた²⁾ことから、層すべりが多発した。こうした初生的な岩盤すべりが多く見られたことから、初生すべりの発生要因としての地震動が注目されることとなった。

しかし、既存の地すべりの地震による再活動はむしろまれであった。既存の地すべり地内では、揺れによる表



写真-5 ケスタ地形の例(小千谷市岩沢)

層部分の変形はあったものの、すべり面が再活動するまでにはいたらなかった。

一方、盛土地盤のもろさは、山間部で切り盛りして作られた道路を各所で寸断させるという形で現れ、多数の孤立集落を作った(しかし、その反面、盛土工法には復旧が早いというすぐれた面がある)。丘陵地の宅地造成地では、切り盛り境界に変状が集中した。

3. 防災・減災対策に欠かせない視点

2004年に新潟県をおそったこの2つの大きな自然災害からは多くの防災・減災に向けたヒントが見える。ここでは筆者なりに整理した結果を紹介する。

2つの災害の諸特徴をもとに、防災・減災対策に欠かせない視点をいくつか抽出した結果を表-1(の右端)に示した。以下、簡単に説明する。

1) 地域ごとの地盤形成史の解明

災害の種類に応じて被災しやすい地盤の種類はおおよそ決まっている。地盤の性状は、そのでき方(堆積した場の条件=堆積環境)によってほぼ決まる。したがって、地盤の形成史(形成の過程)を明らかにすることは、その地域の地盤特性を明らかにすることにつながり、地盤性状を把握した上で土地利用を図ることは、防災・減災上きわめて有効と見なされる。

一方、現行のハザードマップは避難地区の傾向が強いため、その地盤がどのような災害に対して強いのか弱いのか、までは示していない。ハザードマップに土地の地盤特性(条件)が加味されれば、利用価値が格段に増すものと考えられる。

2) 災害史(履歴)から、土地ごとに被災しやすい災害形態や災害を受けやすい場所を知る

過去の災害履歴は、実験することができない大地の挙動に関する歴史による再現実験、検証結果である。したがって、災害履歴は、防災・減災上のこの上ない指標となり得る。

3) 土地(地盤)条件を考慮した都市計画(施策)の実施

都市計画は、地域の自然環境とりわけ地形や地質的環境を考慮した上で作成されなければならないはずである。しかし、策定の過程において、地盤の専門家の参画はきわめてまれであるように思われる。ともすれば、地盤の専門家が不在で、利便性優先、アイデア先行の計画が進められているケースも多いのではないかと推察される。地質の専門家が直接参画しないまでも、せめてその地域の地盤特性、地盤の生い立ちについて、関係者の理解が欲しい。そうした意味で、防災・減災行政を進める過程に、地域の地盤に(真に)精通した技術者の参画が必要と思われる。

4) 住民への啓発活動(情報提供)

防災・減災を推進するためには、住民の理解と賛同

が欠かせない。研究や各種調査の結果明らかにされた防災・減災情報は、住民に伝わらなければ絵に描いた餅にすぎない。そのためには、住民のニーズに合った役立つ内容のものを、分かりやすい形(たとえば防災読本のような形で)で紹介する必要がある。こうした市民啓発活動に関する先行事例として、『新潟県内液状化しやすさマップ』などが参考となろう(図-1)。

3章. 液状化Q&A

1. 「液状化」とは何ですか？

東日本大震災で、液状化被害のことが大きく報道されましたので、映像をご覧になった方も多いと思います。黒い水が割れ目から噴き上がる様子が目に焼き付いています。噴水が収まると、後には砂が残されます。これらの砂は、水が噴き出る際と一緒に出てきたものです。このように、液状化とは、水分を多く含んだ(地下水に漬たされている)砂の層が液体のように流動化する現象で、水圧の上った地下水が砂といっしょに噴き上がる現象を噴砂(現象)といいます。



2. 液状化は昔からあったのか？

液状化という現象が初めて世界から注目されたのは1964年6月16日に発生した新潟地震です。実は、同じ年の3月28日にアラスカでマグニチュード9.2というすさまじく大きな地震が発生し、液状化現象が報告されていました。しかし、遠征地よりも都市部で発生した新潟地震の方がインパクトが大きく、新潟市は一躍有名となり、これを契機に液状化の研究が本格的に開始されました。しかし、液状化現象そのものは当然発生していたわけで、新潟地震が初めてというわけではありません。江戸時代の三浦地震でも液状化現象を示す記録がありますし、考古学の発掘現場からも続々と報告されており、液状化という言葉は知らなくても、職人もその現象には気づいていたに違いありません。



3. どうして液状化するのか？

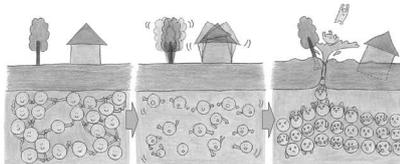
液状化現象の研究により、液状化しやすい条件として3つあることがわかりました。一つは、砂地盤であること(少なくとも地下2~3mの浅い位置に砂層が存在すること)、二つ目は、砂がふんわりとたまっている状態(詰まっていないこと(N値が低いこと)、三つ目はこうした緩い砂の層が地下水に漬たされていることです。これを、仮に「液状化3条件」と呼びましょう。

この3条件がそろった場所で、大きな地震が発生し激しく揺れると、砂粒が移動します。砂粒が一方にぎゅっと集まることにより砂粒の回りにあった地下水の水圧が急上昇し、弱いところ(裂け目)を見つけて地上に噴き上がります。この時、水といっしょに砂も上がってくるのです。



4. 液状化はどこでもおこるのか？

先に述べた「液状化3条件」がそろっているところで発生します。したがって、粘性土地盤や砂礫地盤では起こりにくいと云えます。また、地下水水位が低い標高の高い砂丘地や硬い地層のところでは発生しません。液状化の発生しやすいところは、海岸沿いの液状土を使った埋め立て地や旧河道、砂丘の縁、沼や窪地を埋め立てて盛土した宅地造成地などです。



13

図-1 市民啓発用パンフレットの例³⁾

5) 適切な土地利用への誘導

水害や地震地盤災害に対する抵抗力は、地盤によって異なる。いろいろな意味で負担の少ない、望ましい防災・減災対策は、災害抵抗力の強い地域に居住することであると考えられる。したがって、その地域の地形や地盤特性を公表し、土地条件に合わせた土地利用を図ること、適地適住への誘導こそベストな選択と考えられる。

以上が2004年の2つの災害経験から得られた、今後の防災・減災対策に向けた方向性と考える。

さて、ここで本講演のタイトルである「2004年災害で何が変わったのか」という問いにもどる。

2つの災害以降、遊水池の役割が再評価されたり、地すべりの発生要因としての地震の影響への評価が高まったことや河道閉塞への対策手法が進んだことなど、いくつかの点で潮流の変化が見られた。しかし、2004年災害の前後において、大本の対策工法の内容や復旧の

進め方、防災・減災対策の方向性などに関して、特段大きな変化は見られなかった、というのが筆者の見方である。

4. おわりに

過去の災害の教訓を生かし、今後の防災・減災対策を強化し、災害に強い強靱な国土を構築するためには、前節で紹介した5項目の視点の導入が必要と考えられる。その実現にあたっては、学会とりわけ強い影響力をもつ大学の研究者のリーダーシップが重要である。また、同時に行政(とくに国)や政治の取り組み姿勢や制度の変化に依存する面がきわめて大きく、官学政に民意を加えた日本全体で取り組まなければ実現はとうてい望めない。

昨今、景気浮揚の推進役としての公共投資の役割が強調され、国土強靱化の主張と相まって公共事業の拡大が叫ばれているが、使い方は問わず、予算額を増やすことにこそ意義があるという一部経済学者の説には賛同しかねる。同じ予算を使うなら、有効に使って欲しいというのが多くの国民の願うところであろう。そのためにも、公共投資に限らず、民間投資も含めた防災・減災対策の実施にあたり、本稿で指摘したいくつかの視点が入り入れられ、防災・減災対策が効率的、効果的に推進され、大きな成果が得られることを切に願うものである。

文献

- 1) 鴨井幸彦(2007):防災10か条-2004年新潟県中越地震の経験を踏まえて-。地盤工学会誌, Vol.55, No.5, pp.22-24.
- 2) 大木靖衛・鈴木幸治・青木 滋(1991)新潟県東頸城丘陵川西町南部のケスタと地すべり地形。新潟大災害研年報, No.13, pp.1-7.
- 3) 国土交通省北陸地方整備局企画部・(公社)地盤工学会北陸支部編(2012):新潟県内液状化しやすさマップ。国土交通省北陸地方整備局企画部・(公社)地盤工学会北陸支部, 29p.

注記:本講演の内容を補足する参考資料として、以下の2つの論文を受付で配布した。

- 1) 鴨井幸彦(2011):越後平野の豪雨災害と対策例, 基礎工, Vol.39, No.7, pp.66-69.
- 2) 鴨井幸彦(2013):防災・減災の決め手は土地(地形・地盤)条件に合った土地利用にあり, 地盤工学会誌, Vol.61, No.3, pp.22-25.

天然ダム（河道閉塞）対策の進展

Development of countermeasures against natural-dam hazard

小山内信智（独立行政法人土木研究所）

Nobutomo OSANAI (Public Works Research Institute)

キーワード：天然ダム，新潟県中越地震，岩手・宮城内陸地震，紀伊山地台風12号災害

Keywords：Natural-dam, 2004 Niigata Prefecture Chuetsu earthquake,

2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, 2011 Kii-peninsula disaster by Typhoon No.12

1. 近年の日本における天然ダム出現状況

日本国内においても、大規模な土砂移動によって河道が閉塞され、天然ダムが形成される事例は多数確認されている¹⁾。表-1に明治以降に規模の大きな天然ダム（湛水深20m以上、かつ湛水量100万m³以上）を発生させた災害事例を示した。流域社会に大きな影響を与えることが懸念される規模のもの（写真-1など）は、平均的には10～15年に1回程度の災害として出現しているが、平成16年以降はそのインターバルが短くなっているようでもある。

表-1 日本の近年の主要な天然ダム事例（日本の天然ダムと対応策2011より作成・加筆、複数ダム発生のは代表事例箇所のみ記載）

発生年月日	発生誘因	名称	東経 (度)	北緯 (度)	地質	土砂移動 の形態	移動 土塊量 V1 (百万m ³)	水平距離 (m)	比高 (m)	堰止 土砂量 V2 (百万m ³)	湛水深 H2 (m)	湛水面積 A3 (km ²)	湛水量 V3 (百万m ³)	継続時間 年・日・時
1888.7.15	水蒸気爆発	磐梯山・檜原湖ほか	140.06	37.65	第四系火山噴出物	山体崩壊	1,200.0	4,900	800	—	25	10.00	150.0	決壊せず・現存
1889.8.19	十津川水害	十津川・林新湖ほか	135.75	34.08	付加複合体	地すべり	3.7	630	380	3.1	63	2.40	42.0	17時間
1891.10.28	濃尾地震	根尾川・根尾西谷川ほか	136.57	35.69	付加複合体	地すべり	1.5	320	150	1.8	60	0.40	8.1	—
1892.7.25	豪雨	那賀川・高嶺山ほか	134.34	33.80	付加複合体	地すべり	4.0	630	400	3.3	80	2.80	75.0	52時間
1896.8.31	陸羽地震、M7.2	雄物川・善知島沢・赤石台	140.67	39.44	新第三系火山岩類	地すべり	2.0	350	140	1.0	45	0.08	1.2	—
1900.12.03	豪雨	富士川・大柳川・十谷	138.40	35.51	新第三系堆積岩類	地すべり	1.5	700	350	0.4	60	0.06	1.3	対策工徐々に決壊
1911.8.08	豪雨	姫川・稗田山崩れ	137.94	36.82	第四系火山岩類	地すべり	150.0	6,000	1,000	1.9	60	1.70	34.0	87時間
1939.4.21	豪雨	姫川・風張山	137.91	36.81	新第三系堆積岩類	地すべり	6.5	350	230	3.0	23	0.22	1.6	3日
1943.9.18	豪雨	番匠川・大刈野	131.66	32.93	付加複合体	地すべり	1.5	230	140	1.5	80	0.52	14.0	決壊日時不明
1953.7.17	有田川水害	有田川・金剛寺ほか	135.56	34.13	付加複合体	地すべり	5.2	830	350	2.6	60	0.84	17.0	42日
1965.9.13	濃尾地震後豪雨	徳山白谷ほか	136.52	35.71	付加複合体	地すべり	1.8	5,000	200	1.0	50	0.12	2.0	一部決壊・開削
1984.9.14	長野県西部、M6.8	木曾川・王滝川・御岳崩れ	137.48	35.80	第四系火山噴出物	土石流	34.0	1,300	650	26.0	22	0.33	3.7	現存、流路工建設
2004.10.23	新潟県中越地震、M6.8	信濃川・幸川・東竹沢ほか	138.90	37.30	新第三系堆積岩類	地すべり	1.3	350	100	0.7	28	0.28	2.6	人工開削
2005.9.06	豪雨	耳川・野々尾	131.30	32.50	付加複合体	地すべり	3.9	500	250	2.0	57	0.14	2.6	50分
2008.6.14	岩手・宮城内陸地震、M7.2	北上川・磐井川・市野々原ほか	140.90	39.00	第四系火山噴出物	地すべり	3.6	430	130	2	29	0.20	1.8	一部人工開削・現存
2011.9.03	豪雨(台風12号)	栗平ほか	135.83	34.08	付加複合体	地すべり	20.2	850	448	10.9	81	0.23	7.2	暗渠等・現存



写真-1 1911年稗田山崩壊で姫川が堰き止められて出現した長瀬湖（国交省北陸地整松本砂防事務所）

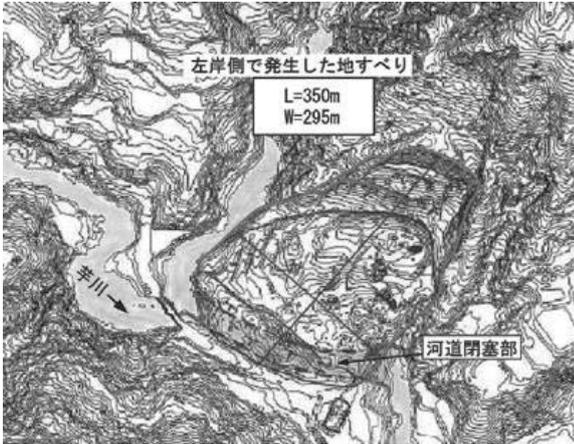
かつては、現象の規模が大き過ぎて対策は困難なものと考えられてきたが、近年では無人化機械を含む重機の投入が可能となっていることもあり、状況に応じてハード対策も行われるようになった。また、被害推定や監視体制の整備など、ソフト対策の水準も向上している。

なお、平成23年5月の土砂災害防止法改正によって、天然ダムを含む重大な土砂災害が窮迫した場合に、市町村長の避難指示等の判断を支援するために、国または都道府県が緊急調査を実施し、情報提供を行うこととなった。

2. 天然ダム対策事例

(1) 平成 16 年新潟県中越地震

平成 16 年 10 月 23 日新潟県中越地震で生じた天然ダムのうち多くが信濃川水系魚野川左支川の芋川流域において発生した。そこで、天然ダム対策が平成 16 年 11 月 5 日より直轄河川等災害関連緊急事業として開始され、平成 18 年度に終了した。その対策の中でも、天然ダムが決壊した場合に下流で大きな被害を引き起こす可能性のあった東竹沢地区（図－1、写真－2）での対策工事について紹介する²⁾。



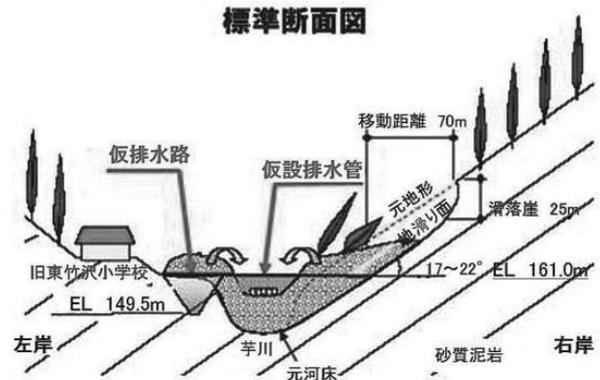
図－1 東竹沢地区河道閉塞状況



写真－2 天然ダム上流湛水状況(2004)



写真－3 ポンプ排水状況



図－2 施工標準断面図

東竹沢地区では緊急工事を施工するまで越流をさせないために、毎秒 0.5 立方メートルの排水能力を有するポンプを当初 6 台、後に 12 台設置し、24 時間稼働させた（写真－3）。また、5 本の管を閉塞土塊中に埋設し、その上に仮排水路を建設した（図－2）。写真－4 は東竹沢地区での施工状況である。流路は写真中央付近を中心として兩岸を削って建設された。その後、天然ダムの下流側に砂防堰堤を建設し（写真－5）、恒久的な流路を建設した（写真－6）。東竹沢地区の閉塞土塊には粒径の大きな岩があまり存在せず、流水で侵食されやすかったことを考慮すると、



写真－4 東竹沢地区施工状況(2004)

コンクリート等を用いて侵食されにくい流路を建設する必要があった。



写真-5 東竹沢地区施工状況(2005)



写真-6 東竹沢地区工事完了状況

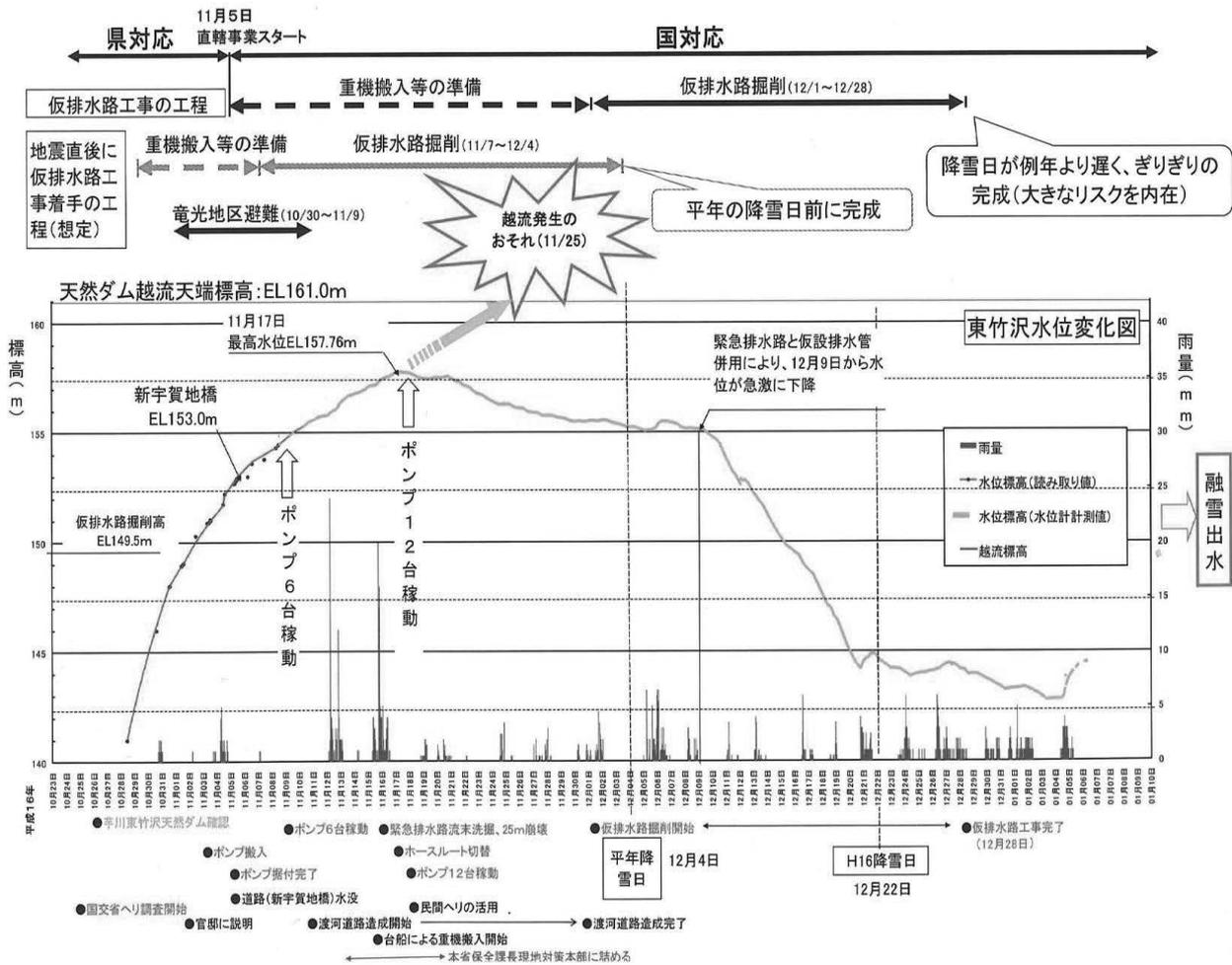


図-3 東竹沢河道閉塞地点の水位変動と天然ダム対策の経緯(国交省北陸地方整備局)

図-3は、対策の経緯と湛水位の変動状況を示したものである。この箇所での対策においては、迅速なポンプ排水の実施によって、越流水位に達することなく、積雪までの短期間で緊急排水路と仮排水路を完成させることが出来た。これは、発災時期が非出水期であったことと、集水面積が比較的小さかったことも成功の要因であったと考えられる。

(2) 平成 20 年岩手・宮城内陸地震

平成 20 年 6 月 14 日に岩手県南部の深さ 8km の位置を震源とした、マグニチュード 7.2 の地震が発生した。この地震によって、集落に被害を及ぼす土砂災害が 48 件発生した³⁾。また、3500 箇所以上で山腹崩壊が発生し、規模の大きな天然ダムも 15 箇所形成された。

地震が発生した直後には、既に発生した土砂災害と今後発生する可能性のある土砂災害を把握するために、土砂災害危険箇所緊急点検⁴⁾、天然ダムの危険度評価⁵⁾と投下型水位観測ブイによる湛水位の監視³⁾を行った。

1) 土砂災害危険箇所緊急点検

土砂災害危険箇所緊急点検は TEC-FORCE および「土砂災害危険箇所点検緊急支援チーム」によって平成 20 年 6 月 15 日から 19 日までの 5 日間にわたって実施された。震度 5 強以上を観測した岩手県 5 市町村と宮城県 6 市町村内にある 2,771 箇所を点検した。

2) 被害範囲の推定

湯ノ倉地区で発生した天然ダムでは、溪流を流れる水が溜まり続けたため、温泉旅館が徐々に浸水し被災した(写真-7)。また、地震が発生してから一週間後の 6 月 21 日には、天然ダムを越流した流水によって急激に侵食された事例も出てきた。

限られた時間の中で得られる情報を基に、以下の 2 つの条件に該当する集落を短時間で探し出す必要があるため、ある程度の誤差は許容せざるを得なかった。

- (A) 溪谷を流れる水がせき止められ続けた場合に、その水が入り込む可能性のある上流側の集落
- (B) 溪谷を埋めた土砂が急激に侵食されて流れ出した場合に、水や土砂が入り込む可能性のある下流側の集落

溪谷を埋めた土砂が侵食される過程は概ね次の 3 つに分類できる。

(a) 溪谷を埋めた土砂がその表面を流れる水によって侵食されて流れ出す場合

(b) せき止められた水が溪谷を埋めた土砂の中を浸透し、閉塞土砂の一部が滑って流れ出す場合

(c) その両者が複合的に生じる場合

既存の研究成果の中から (a) の過程に適用できる Costa が提案した式⁶⁾、田畑らが提案した式⁷⁾、土石流ピーク流量⁸⁾を用いて、水と土砂が流れ出る流量の最大値を推定した。水と土砂が溪谷や河川から集落に溢れ始める流量を、現地踏査により測定した河床の形状と勾配から推定した。その結果、表-2 のように温湯温泉、猪ノ沢、大田の集落では、氾濫する可能性があることが分かった。



写真-7 宮城県湯ノ倉地区(湛水の進行状況)

表-2 決壊状況の推定結果

天然ダムが形成した地区名	形状			渓床勾配 θ [°]	決壊までに要する時間[日]		ピーク流量の推定値 [m ³ /s]
	高さ H[m]	幅 B[m]	長さ L[m]		(a)の場合	(b)の場合	
湯浜	45	50	1200	2.49	39.2	1716	15~838
湯ノ倉	20	53	630	2.05	3.4	1081	10~528
川原小屋沢	30	50	600	5.19	-	-	15~572
温湯	6	40	820	1.47	-	-	1~85
小川原	10	30	580	1.04	-	-	4~161
浅布	8	40	210	1.25	-	-	3~144
坂下	2.9	13	80	0.45	-	-	1~57

2008年6月25日現在。
湯浜、湯ノ倉の両地区以外の箇所では水が流れ出ているため決壊に要する時間を算出していない。

3) 対策工事

ここでは、一迫川流域上流の湯浜地区（写真－8）における対策について紹介する。

湯浜地区の天然ダムは両岸が非常に急な勾配の溪流の中に生じたため、重機を搬入するための工事用道路の敷設に時間を要したため、対策構造物の工事着手が他の天然ダム地区より遅かった。また、湛水位の状況を把握することすら困難であったため、国交省東北地方整備局より要請を受けた(独)土木研究所は、図－4に示すような水位観測ブイを作製し、約1週間後には衛星通信を経てのデータ取得を可能にした。

この地区での対策構造物は天然ダムが侵食された場合でも、それによる地形の変化にある程度対応できるように鋼製枠に石礫を詰めたものを用いて建設した。この天然ダムの下流側の斜面は急勾配になっていたため、落差工を有する流路を建設することとなった（写真－9）。しかし、豪雨による出水で流路の下流端において河床侵食が生じ、床固工が損傷した（写真－10）。

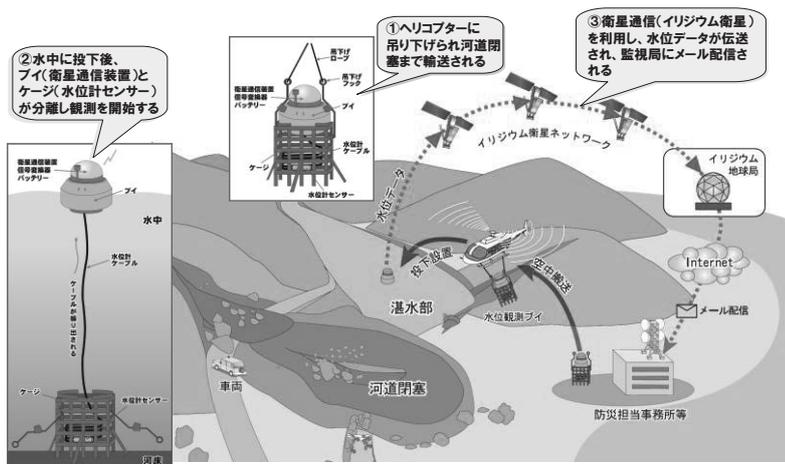
さらに平成24年9月の台風17号の出水によって、約23mの越流天端侵食をするに至った。



写真－8 湯浜地区天然ダム形成直後(2008)



写真－9 流路工の施工状況(2010)



図－4 土研式水位観測ブイ（投入型）



写真－10 流路下流の侵食状況(2010)

(3) 平成 23 年台風 12 号豪雨（紀伊山地災害）

1) 土砂災害防止法による天然ダム緊急調査

「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律の一部を改正する法律」が平成 23 年 5 月 1 日より施行された。これに伴い「河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流」と「河道閉塞による湛水」の 2 つの自然現象を対象とした緊急調査は国土交通省によってなされることとなった。

緊急調査の流れ⁹⁾は、Ⅰ緊急調査着手の判断、Ⅱ初動期における調査、Ⅲ継続監視期における調査、Ⅳ緊急調査終了の判断の 4 つの段階からなる。

Ⅰ緊急調査着手の判断では、天然ダムによる湛水を発生原因とする土石流を対象とする場合には、次の 3 条件が満たされるか否かを判断する。

①天然ダムによる湛水の量が増加すると予想される場合

②越流開始地点において堆積した土石等の高さがおおむね 20m 以上である場合

③越流開始地点より下流の部分に隣接する土地の区域に居室を有する建築物の数が概ね 10 以上である場合

また、天然ダムによる湛水を対象とする場合には、①、②に加えて次の条件が満たされるか否かを判断する。

④越流開始地点より上流の部分の流域のうち越流開始地点の標高以下の標高の土地の区域に居室を有する建築物の数が概ね 10 以上である場合

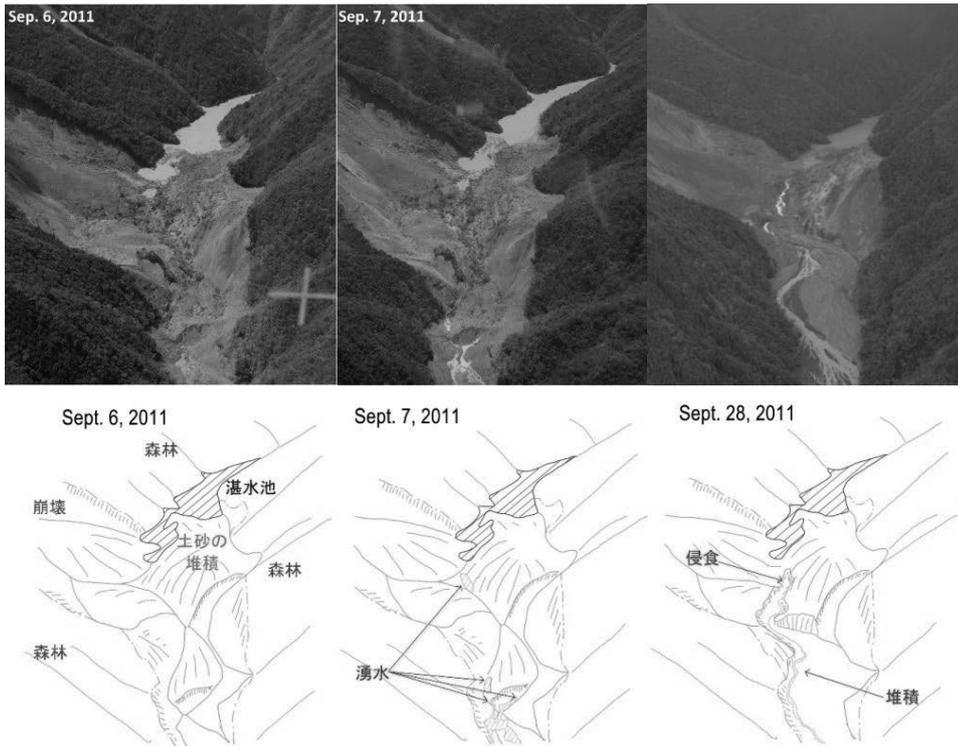
Ⅱ初動期における調査では、天然ダムの位置、高さ（または比高）、天然ダムの区間のうち越流開始地点より下流側の水平長、調査時点の水位と越流開始地点との標高差、湛水長といった解析に必要な情報を、ヘリコプターや現地踏査により計測する。それらの結果を取りまとめて、土砂災害緊急情報を作成し提供する。

Ⅲ継続監視期における調査では、天然ダムの形状の変化、湛水位、気象状況などを計測し、それらの情報に基づいて、重大な土砂災害が懸念される土地の区域および時期を再度想定する。その土地の区域は、河道の形状、粒度分布や密度といった土石の特性等を数値シミュレーションに反映させる等により、想定を向上させる。また、降雨の予測値を含めて流出解析を行い、湛水位の変化を算出して時期を想定する。その結果、重大な土砂災害が想定される土地の区域もしくは時期が明らかに変化した場合には、土砂災害緊急情報の続報を作成し提供する。なお、状況に応じて、一部緊急調査終了の判断も実施する。

Ⅳ緊急調査終了の判断においては、応急対策工事を終了したことや天然ダムの高さが低くなったこと等の状況の変化を考慮して、重大な土砂災害が懸念される土地の区域を想定し、改正施行令に示した条件を満たすか否かを再度判断する。条件から外れているか或いは天然ダムが生じる以前の状況とほぼ同等になっていれば、緊急調査を終了できる。

2) 平成 23 年台風 12 号災害における対応事例

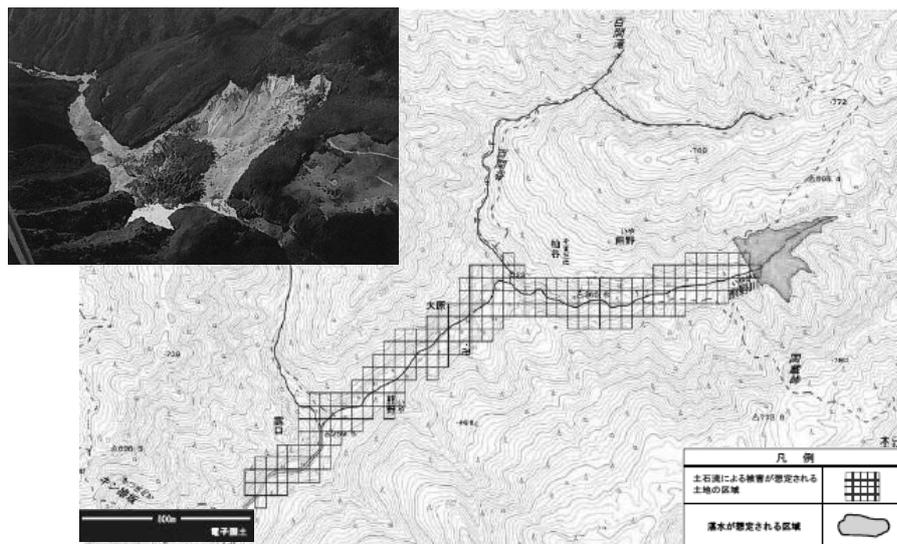
平成 23 年 9 月 3 日から 4 日にかけて大型の台風 12 号が高知県から鳥取県を極めてゆっくりと通過したことによって、アメダス観測所（風谷）では平成 23 年 8 月 31 日から 9 月 5 日にかけて 1,360mm の降水量が観測された。その期間に、十津川流域内において数多くの山腹斜面が崩壊し、その一部が河道を閉塞した。天然ダムが生じた箇所は 17 確認され、そのうち 5 つが降雨終了後も決壊せず存在していた。残りは降雨期間中に決壊した。図-5 は赤谷で形成された天然ダムの時系列変化を示した写真を並べたものである。9 月 6 日の時点（初動期の調査）では、溪流の水が天然ダムの上流側でせき止められ湛水していたが、翌日には天然ダムの下流側の斜面より湧出し、下流へ流れ出していた。さらに、続く台風 15 号に伴う降雨の後には天然ダムが大きく侵食され、ガリーを形成し、下流側に土砂が堆積した。前述の緊急調査着手の判断のための条件



図－5 平成 23 年台風 12 号によって形成された天然ダムの変化（赤谷地区）

初動期の調査の後にさらに詳細な調査結果が得られたため、重大な土砂災害が想定される区域を見直し土砂災害緊急情報第二号を公表した（図－6）。さらに、野迫川村北股地区における天然ダムについても緊急調査の対象として追加し土砂災害緊急調査第三号を公表した。

熊野 緊急調査結果



詳細な調査結果をシミュレーションに反映

<緊急調査第1号> レーザー距離計を用いて天然ダム形状を迅速に計測

<緊急調査第2号> 空中写真等を活用して、天然ダム形状を詳細に分析

図－6 天然ダム決壊による氾濫シミュレーション例

を満たした天然ダムは奈良県五條市大塔町清水地区（赤谷）、十津川村長殿地区、十津川村栗平地区、和歌山県田辺市熊野地区の4か所であった。そこで、これら4地区において9月6日より緊急調査に着手した。初動期における調査を踏まえ、関係地方自治体への説明の後に9月8日に土砂災害緊急情報第一号を公表した。この情報に基づき関係市町村では避難指示・勧告を発令した。この時点で初動期の調査は終了し、引き続き継続期における調査に移行した。

また、台風 15 号に伴って9月16日から24日まで断続的な降雨があったが、この降雨の前に湛水池内の水位を計測するために土研式水位観測ブイを投入しており、水位変化が把握できるようになっていた。9月15日から21日にかけて、ブイの計測値や降雨予測を踏まえて土砂災害が発生する時期を見直し、土砂災害緊急情報第四号から第九号までを公表した。

3. 天然ダム対策の概要

深層崩壊等によって天然ダムが形成された場合に懸念される土砂災害には、その上流域における浸水や、決壊による下流域における土砂や洪水の氾濫が挙げられる。それらの土砂災害を防ぐためには、図-7¹⁰⁾に示すように、いち早く天然ダム形成の可能性を把握し(ステージI)、迅速な調査、適切な警戒避難体制の整備、および天然ダムの上流側に貯まった水の量を減らすことと、天然ダムを構成する土砂が急激に侵食されないといったことを目標にした応急・緊急対策(図-8)の実施(ステージII)、さらに本復旧対策等への移行(ステージIII)といった対応を行う。

天然ダムの破壊は図-9に示すような形態があるとされているが、複合的なものもあると

考えられる。近年の天然ダム箇所においても図-10に示すように、越流した流水が閉塞土塊下流側の急勾配部分で流速を増すことで侵食を開始し、その侵食が上流方向に伝播して天端付近まで達した事例が複数確認されている(写真-11)。これはすなわち、越流した流水が、完全に安定的に流下できる断面の流路が閉塞土塊の下流側まで完成していない状態で、豪雨時等に侵食を開始した場合には、流路・渓床は激しく変動して施工途中の構造物も破壊してしまう可能性があることを示している。したがって、天然ダムの応急対策は、満水・越流などによる閉塞土塊の侵食が始まるまでの期限と、対策工の施工に要する期間との比較を行った上で決定する必要があると言える。具体的には、以下のような方向性が考えられる。

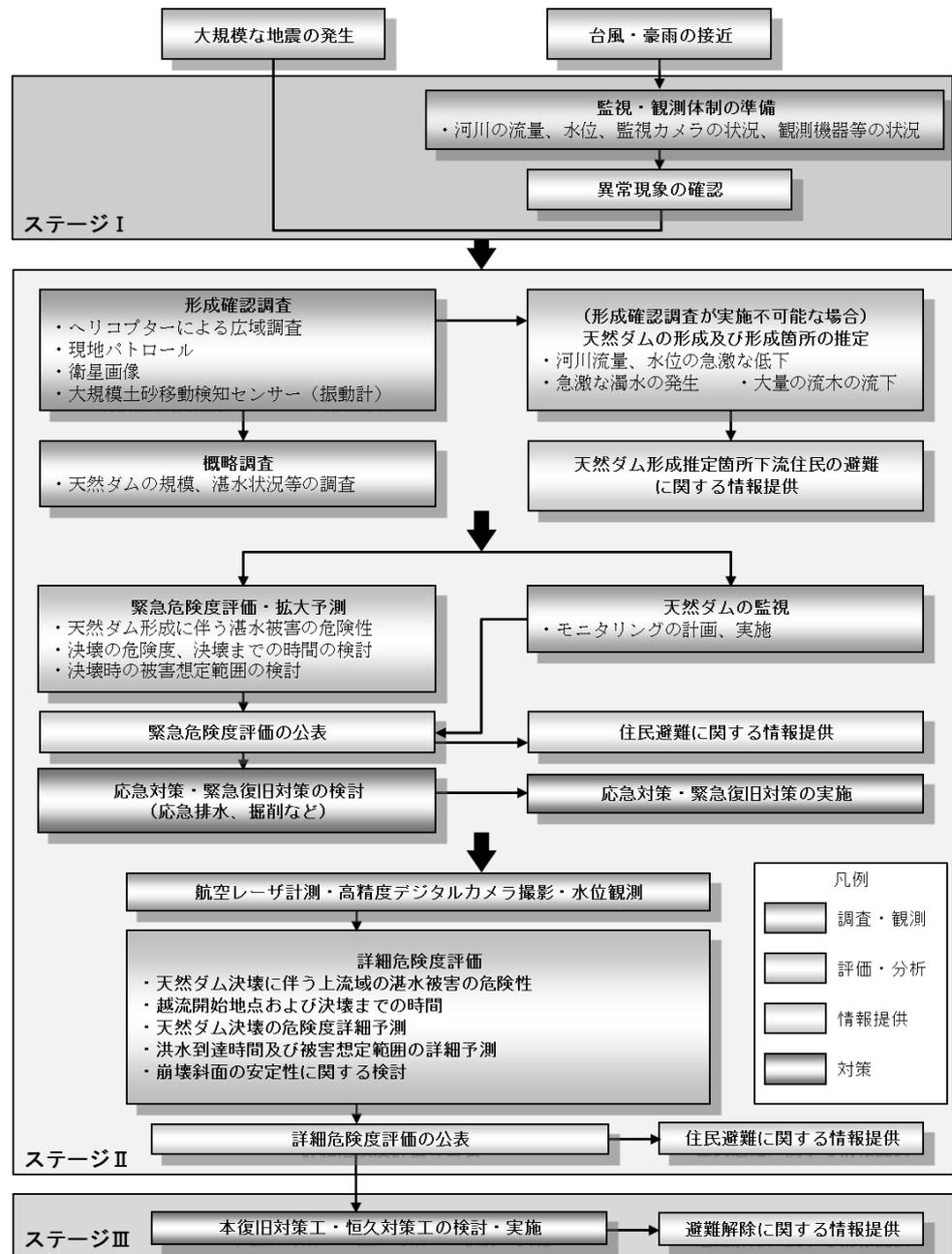


図-7 天然ダムの調査と対策の流れ

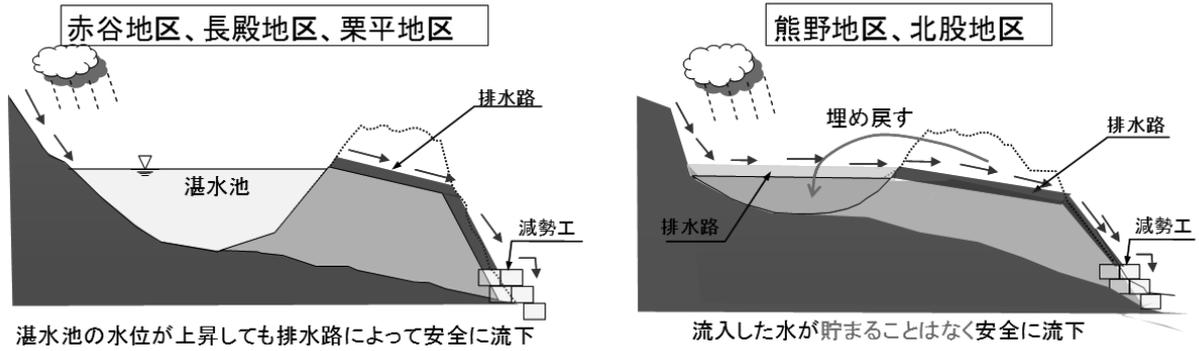


図-8 天然ダム緊急対策事例 (2011 紀伊山地災害)

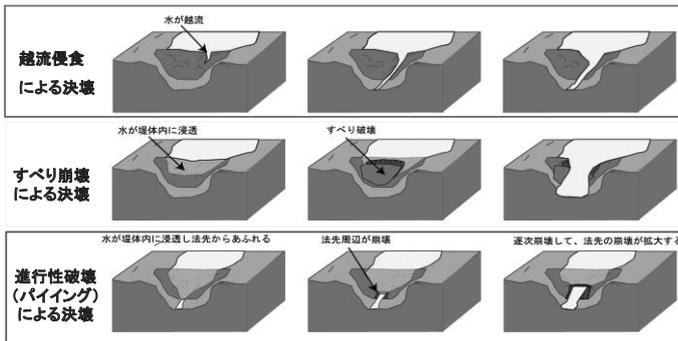


図-9 天然ダムの破壊形態



写真-11 奈良県栗平地区 (Sep. 2012.)

侵食現象のメカニズム例

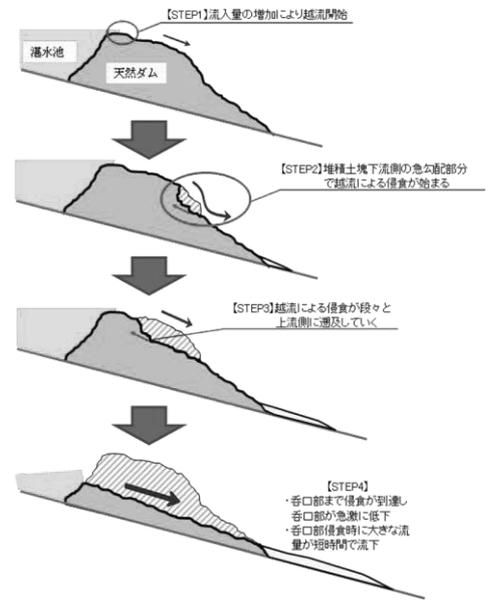


図-10 越流水による天然ダムの進心性破壊

①越流等による激しい侵食が開始する前に、閉塞土塊上の流路を完成させ、最終的に土塊全体を固定化する。

②越流したとしても急激な侵食が加速度的に進行しないように、閉塞土塊よりも下流側にサンドポケットを築造し、侵食の初期段階での移動土砂を貯め込むことで河床を上昇させ、安定的な河床勾配を形成させる。

③湛水池の規模が小さい場合には、下流での被害が発生しない程度まで湛水池の規模を縮小させる。

④越流したとしても急激な侵食が加速度的に進行しないように、閉塞土塊よりも下流側にサンドポケットを築造し、侵食の初期段階での移動土砂を貯め込むことで河床を上昇させ、安定的な河床勾配を形成させる。

⑤越流した場合に備えて天然ダムと保全対象の間の既存砂防堰堤も除石やかさ上げ等を緊急的に行い、堆砂空間を確保する。

なお、対策作業の安全のために無人化施工技術の活用も検討する。

<参考文献>

- 1) 水山高久監修、森俊勇・坂口哲夫・井上公夫編著：日本の天然ダムと対応策，p. 6-11，古今書院，2011
- 2) 北陸地方整備局：新潟県中越地震—北陸地方整備局のこの一年—，<http://www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/>
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所：平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震被害調査報告，国土技術政策総合研究所資料(486)，p. 34-71，2008
- 4) 西本晴男：岩手・宮城内陸地震における河道閉塞（天然ダム）対応について，国土技術政策総合研究所資料(482)，p. 115-130，2008
- 5) 水野秀明：2008年岩手・宮城内陸地震により生じた天然ダム危険度評価の考え方，土木技術資料，Vol. 52(2)，p. 14-17，2010
- 6) Costa J：Floods from dam failure, Flood Geomorphology, p. 436-439, 1988
- 7) 田畑茂清，池島剛，井上公夫，水山高久：天然ダム決壊による洪水のピーク流量の簡易予測に関する研究，砂防学会誌，Vol. 54(4)，p. 73-76，2001
- 8) 国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター砂防研究室：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，国総研資料(364)，pp. 46，2007
- 9) 水野秀明，石塚忠範，小山内信智：「土砂災害防止法の改正」に基づく緊急調査の手引き，土木技術資料，Vol. 53(12)，p. 18-23，2011
- 10) 南哲行・小山内信智編著：現代砂防学概論，古今書院，2014

北陸地方整備局における TEC-FORCE の取り組み

Activity of Technical Emergency Control FORCE

上原信司(国土交通省北陸地方整備局)

Shinji UEHARA (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)

キーワード：TEC-FORCE 防災体制 広域支援

Keywords : TEC-FORCE Disaster prevention system, wide-area support

1. TEC-FORCE について

国土交通省では大規模な自然災害に際して被災状況の把握や被災自治体の支援を行い、被災地の早期復旧のための技術支援を迅速に行う事を目的として災害緊急派遣隊（Technical Emergency Control FORCE 以下「TEC-FORCE」と呼ぶ）を平成 20 年度に発足させた。TEC-FORCE は国土交通大臣（災害対策本部長）の指揮命令のもと、全国各地の地方整備局等の職員が活動するものであり、円滑な活動を行うため、あらかじめ職務命令として隊員を任命するもので、平成 26 年 2 月 1 日現在で 5621 名の職員が任命されている。主な活動としては被害状況調査、復旧工法の検討、土砂災害危険箇所の点検、災害対策機械による支援、通信回線の確保等を行うものである。

主な班体制としては、先遣班、リエゾン、現地活動班、被災状況調査班（砂防、河川、道路等）、電気通信班、応急対策班、高度技術支援班が災害の状況に応じて編成され現地で活動することとしている。TEC-FORCE の最初の活動は、平成 20 年 6 月の岩手・宮城内陸地震である。また、平成 23 年の東日本大震災では、延べ 18 千人以上の隊員を現地に派遣しており、その活動が年々強化され、大きな成果を上げているところである。

土砂災害に対しては、平成 7 年の阪神淡路大震災において、土砂災害危険箇所の点検を、国土交通省の職員や砂防ボランティアなどにより実施したことに始まる。その後平成 16 年の中越地震においても同様に危険箇所の緊急点検がなされている。TCE—FOECE が組織されて以降は、前述のとおり、岩手宮城内陸地震、東日本大震災の他、平成 23 年台風 12 号による紀伊半島での天然ダム対応、翌年の九州北部豪雨災害での活動、さらに昨年伊豆大島における活動等が挙げられる。(PP 資料 2～14)

2. 伊豆大島での TEC-FORCE の活動

平成 26 年 10 月 16 日未明に発生した伊豆大島の災害に対し、国土交通省では 16 日から直ちにヘリコプターによる調査に着手するとともに、全国の地方整備局から TEC-FORCE を現地に派遣し、早期復旧の支援を行った。派遣期間は 10 月 16 日～11 月 15 日の約 1 ヶ月の長期に及び、延べ 1265 人・日、

災害対策車両 13 台を派遣した。

北陸地方整備局からも、10 月 18 日～11 月 2 日までの 2 週間以上にわたり 50 名、延べ 272 人・日の隊員を派遣した。

伊豆大島では全島で豪雨に見舞われており、今後の降雨によりさらなる土砂災害発生も懸念されたことから、各地整の TEC-FORCE 隊と協力して、島内全体の土石流危険渓流 40 渓流、急傾斜崩壊危険箇所 31 カ所について緊急点検を実施し、斜面崩壊や砂防施設の被災状況等に応じて危険度ランク A～C の 3 区分に分類した。災害発生後も、19 日からの降雨やその後襲した台風 27 号による降雨に際しても、降雨前後の点検を実施し避難勧告・指示の発令や解除に活用された。加えて、自衛隊や消防、警察等が現地で活動する際の宿泊所や活動拠点についても点検を行い安全性についての助言を行った。

(P P 資料 15～22)

3. 平成 25 年北陸地整管内の主な土砂災害対応

平成 25 年 5 月 7 日に魚沼市大白川地区のスキー場の除雪作業中に地すべりによる変状が確認された。翌日の湯沢砂防事務所による現地調査の結果、幅約 100m の滑落崖が確認されるとともに、下祝沢砂防堰堤の右岸袖部に変状が確認された。その結果、早急な対策下必要と判断し、地すべりの監視・観測態勢を整えるとともに、地すべり地内の地下水排除工の緊急施工を行うこととした。加えて急激な土砂流出にそなえ、下流の砂防堰堤の緊急除石を行なった。恒久対策は、滑落崖沿いにある県道の災害復旧、スキー場の災害復旧と調整を行い、地すべり対策については湯沢砂防事務所にて実施した。(PP23～28)

8 月には長岡市寺泊山田地区において集中豪雨による斜面崩壊による災害が発生した。また、12 月には柏崎市西山町長峰地区において斜面崩壊による災害が発生した。これらの災害に際して TEC-FORCE 隊員を新潟県地すべり研究会の一員として派遣し、現地調査を行うとともに、対策についての指導助言を行った。(PP29,30)

今後激甚な災害が全国各地で発生するなかの益々 TEC-FORCE の活動が重要になってくる。今後も迅速な対応が図られるよう隊員のスキルアップ、装備の充実等を図って行く必要がある。

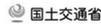
北陸地方整備局における TEC-FORCEの取り組み

平成26年5月16日
北陸地方整備局河川部
地域河川調整官

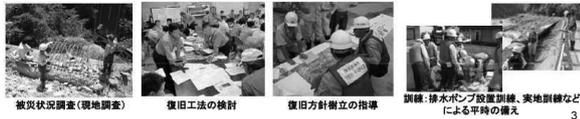


Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

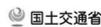
TEC-FORCE各班の活動



各班(任務)	活動内容
先遣班	被災直後から先行的に派遣し、被災状況や必要応援規模を把握するとともに、派遣元への情報連絡により支援体制の強化を図る
被災自治体支援班(リエゾン)	被災直後から先行的に派遣し、被災状況や被災自治体の支援ニーズを把握し、被災地地方整備局等の災害対策本部に伝達するほか、自治体業務の支援を実施
現地活動調整班	現地のTEC-FORCE各班と災害対策本部との連絡調整、技術支援に係る派遣元の地方支部局等との連絡調整、災害情報、応急対策活動等との情報収集
情報通信班	国が保有する衛星通信車、Ku-SAT(小型画像伝送装置)等の機材を活用し、被災地の映像情報配信や災害対策に係る被災地の通信回線を確保
高度技術指導班	特異な被災事象等に対する被災状況調査、高度な技術指導、被災施設等の応急措置及び復旧方針樹立の指導を実施
被災状況調査班(ヘリ調査)	災害対策用ヘリコプターにより、広域にわたる被災状況調査を実施
被災状況調査班(現地調査)	踏査等により、公共土木施設等の被害状況を調査し、被災箇所の早期把握を実施
応急対策班	国が保有する照明車、排水ポンプ車、応急組立橋梁等の資機材を活用し、被災地の応急対策を支援する



国土交通省の災害対策用機材の配備状況



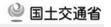
大規模な災害には全国の機材を集結し支援を行います。

地盤名	排水ポンプ車	照明車	指揮車 (対策本部車、待機支援車)	衛星通信車	Ku-SAT (防災局含む)	ヘリコプター	備考
北海道	27	17	8	4	24	1	
東北	45	29	10	3	46	1	
関東	41	41	25	9	89	1	
北陸	39	37	11	4	36	1	
中部	35	32	15	6	47	1	
近畿	31	26	17	7	30	1	
中国	33	24	6	5	24	0	ヘリは既設施設に設置
四国	32	27	11	6	20	1	
九州	59	23	9	6	24	1	
沖縄	1	3	1	1	7	0	
計	343	259	113	51	347	8	



その他の機材
土のう造成機(22台)、応急組立橋(27橋)、無人化施工機械(26台)の他、
放水車、橋梁点検車、側溝清掃車、路面清掃車など

TEC-FORCE(緊急災害対策派遣隊)の概要



TEC-FORCEとは

- 大規模な自然災害等に際して被災状況の把握や被災地地方自治体の支援を行い、被災地の早期復旧のための技術的支援を迅速に実施
- 大臣(災害対策本部長)の指揮命令のもと、全国の各地方整備局等の職員が活動
- 国土交通省各組織の職員合計5,621名(平成26年2月1日現在)を予め任命し、状況に応じて派遣

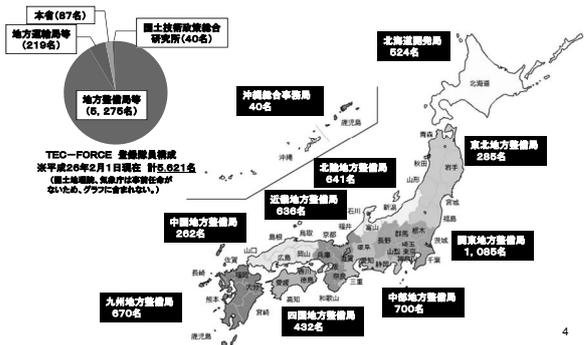
活動内容



緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)の隊員数



TEC-FORCE隊員は全国の地方整備局を主体に任命されており災害の規模によっては全国から集結
※除く、国土交通省本省、地方運輸局等、国土技術政策総合研究所、気象庁、国土院から構成されており、専門性を活かした調査、技術指導等による自治体支援を実施



国土交通省災害対策用ヘリコプター

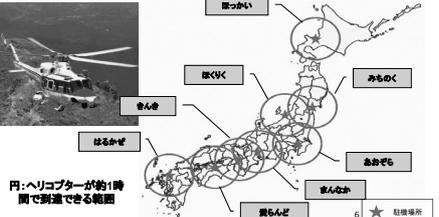
全国に8機の災害対策用ヘリコプターを保有しており、上空からの被災状況調査を迅速に行うことが可能です。

型式	ほっかい	みちのく	あおぞら	ほくろく	なんなか	きんき	あらんど	はるかぜ
最大乗客数	6人	16人	11人	8人	8人	6人	8人	6人
最大巡航速度	180km/h	220km/h	220km/h	180km/h	180km/h	180km/h	180km/h	180km/h
航続時間	1:30	3:10	4:00	1:30	1:30	1:40	1:30	1:40
吊り下げ能力	0.63t	2.7t	1.7t	0.95t	0.985t	0.85t	0.95t	0.85t
運用	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	四国	九州

電子テレビカメラ



目赤外線カメラ

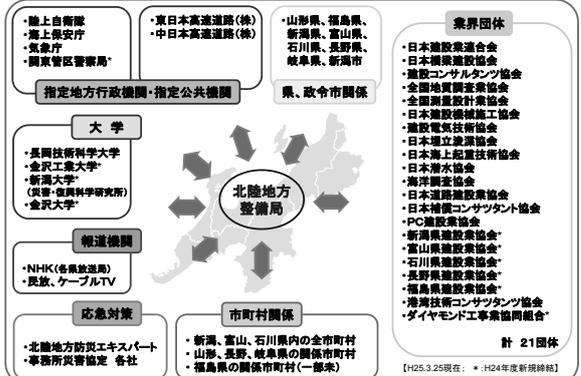


円:ヘリコプターが約1時間
で到達できる範囲

TEC—FORCEの派遣実績

年度	派遣回数	派遣総数	延べ人日	主な災害
H20年度	5	568	1,894	岩手宮城内陸地震他
H21年度	4	238	1,284	山口災害他
H22年度	3	131	449	奄美大島他
H23年度	4	3,782	23,648	東日本大震災 台風12号他
H24年度	7	293	989	九州北部豪雨
H25年度	16	1,572	6,311	台風18号、 伊豆大島他

関係機関・各種団体との連携強化



TEC—FORCEの活動実績(東日本大震災)



平成23年台風12号災害へのTEC—FORCEの派遣



台風12号災害 TEC—FORCE活動①

総合指令班 9月10日～9月22日

被災状況調査班【道路】 9月9日～9月21日

被災状況調査班【砂防】 9月8日～9月11日

情報通信班 9月9日～9月23日

11

九州豪雨におけるTEC—FORCE等の活動

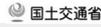
国土交通省

TEC—FORCE等(リエゾン・土砂災害専門家会)の派遣状況 延べ1,059人・日を派遣(7/12～8/10)

リエゾン(災害情報連絡担当官)の派遣状況 延べ918人・日を派遣(7/12～7/27)

12

台風26号 伊豆大島への派遣(北陸地整)



伊豆大島に被災状況調査実施のため、
10月18日(金)から11月2日(土)まで、
TEC-FORCE 計50名(延べ272人・日)派遣。

- > 第1陣: 10月18日(金)~23日(水) 18名
- > 第2陣: 10月22日(火)~29日(火) 18名
- > 第3陣: 10月29日(火)~11月2日(土) 14名



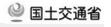
TEC-FORCE 出発式(画像:未載)

主な活動

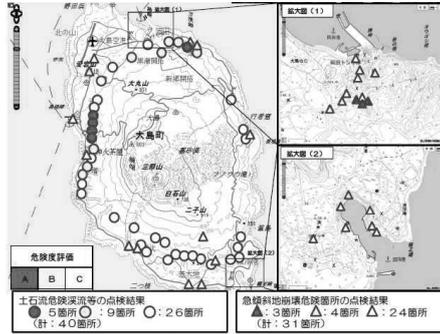
- ◆土砂災害危険箇所の点検 状況監視
- ◆避難所及び各省庁等の活動拠点の安全確認
→ 避難勧告・指示等発令、避難所、避難範囲決定
活動拠点の変更 等へ活用
- ◆降雨後や台風27号通過後の危険箇所の再調査
→ 避難勧告・指示の解除に活用
- ◆監視機器設置の技術支援
- ◆被災施設の被害状況調査
- ◆各種対応支援(大臣・政務官他、議員団、学会、マスコミ対応)

19

土砂災害危険箇所点検結果



砂防調査班の体制: 関東1班、中部3班、北陸4班+総合指令1班、九州1班+広報班



土砂災害危険箇所の点検結果
●: 5箇所 ○: 9箇所 ○: 26箇所 (計: 40箇所)
危険度評価
A: 緊急避難体制を確保するとともに緊急的な対応が必要
B: 当該は警戒避難体制を強化するものとし、状況確認の上で、必要に際し対応が必要
C: 特に変化はなく緊急度は低い。降雨状況によっては注意を要するもの

20

伊豆大島 TEC-FORCE活動状況



台風27号通過後の点検 (浜田海岸防砂堤の復旧)

▼報道関係者への検閲結果説明



砂防施設調査状況 (八重沢P4砂防堤)



海岸施設調査状況(元町金づば地先)

21

台風26号 TEC-FORCE活動状況



大田国土交通大臣被災状況視察説明状況 (10月19日 東京地区)

大島町長へ調査内容説明(10月23日)



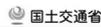
避難場所について自衛隊・消防庁等への説明状況



東京都職員への調査結果説明状況

22

新潟県魚沼市 下沢沢地すべり災害対応の経緯



- 05月7日 17時すぎ 新潟県道路除雪中に地すべりの変状確認。
- 05月8日 北陸地整新潟砂防事務所が現地確認実施
下沢沢砂防堰堤(直轄)袖部で変状を確認
被害の拡大顕著。
- 05月9日 北陸地整による地すべり監視機器設置
- 05月10日 本省砂防部・土研より専門家を派遣し現地調査を実施
守門川下流の砂防堰堤において、緊急除石に着手
- 05月11日 土石流ワイヤーセンサーを下沢沢下流に設置
- 05月17日 通沢砂防事務所による排水ポンピングに着手
- 05月18日 緊急除石完了



【地すべりの発生状況】

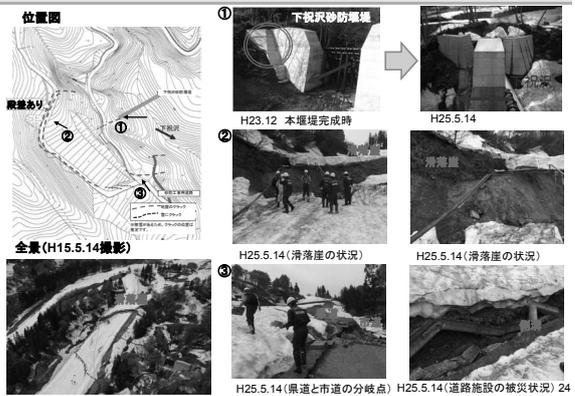


下沢沢砂防堰堤(直轄) 5月10日(金)撮影

5月14日撮影

23

新潟県魚沼市 下沢沢地すべり災害の被災状況



位置図

① 下沢沢砂防堰堤

H23.12 本堰堤完成時

H25.5.14

②

滑落崖

③

滑落崖

全景(H15.5.14撮影)

H25.5.14(滑落崖の状況)

H25.5.14(滑落崖の状況)

H25.5.14(県道と市道の分岐点)

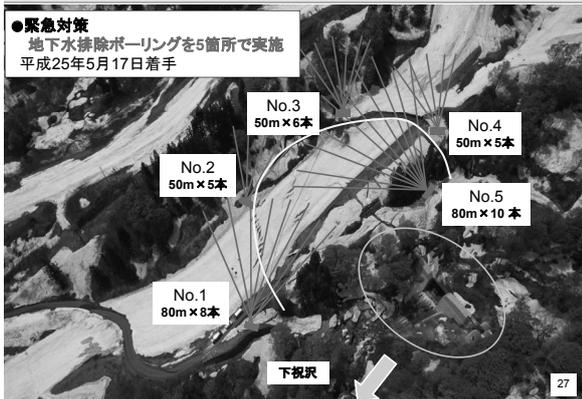
H25.5.14(道路施設の被災状況) 24



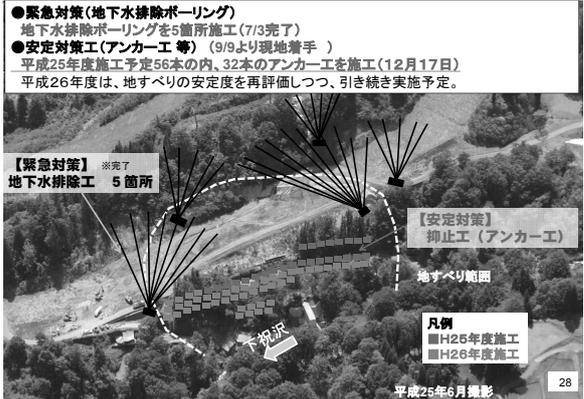
北陸地方整備局湯沢砂防事務所の対応状況



北陸地方整備局湯沢砂防事務所の対応状況



大白川地すべり対策状況



長岡土砂災害(新潟県長岡市寺泊山田地区)

◆日 時：平成25年8月2日(金)9時~12時
 ◆現地調査場所：長岡市寺泊山田地区土砂災害現場
 ◆TEC-FORCEメンバー
 北陸地方整備局：上原地域河川調整官、石田係長、北澤係長、古川係長
 ◆合同調査メンバー
 ・地すべり学会新潟支部：丸井教授(新大)他
 ・土木研究所：秋山センター長他、国研研 砂防研究室研究官
 ・NPO法人砂防ボランティア協会
 ・新潟県土木部砂防課、農林水産部治山課
 ◆指導内容
 ・災害発生原因、
 ・災害原因を踏まえた今後の警戒避難態勢
 ・立ち入り禁止制限の解除方針

【新潟日報 H25.8.2 夕刊より】

柏崎市土砂災害(新潟県柏崎市西山町長嶺地区)

◆日 時：平成25年12月9日(月)14時~18時
 ◆現地調査場所：柏崎市西山町長嶺地区土砂災害現場
 ◆TEC-FORCEメンバー
 北陸地方整備局：土庫地域河川調整官、北澤係長、杉崎技官
 ◆合同調査メンバー(地すべり研究会)
 ・地すべり学会新潟支部：渡部准教授(新大)他
 ・土木研究所：秋山センター長他、
 ・NPO法人砂防ボランティア協会 地すべり防止工事士会
 ・新潟県土木部砂防課、農林水産部治山課・農地建設課
 ◆調査内容
 14:00~15:00 現地調査(斜面崩壊状況、被災状況確認)
 15:10~18:10 現地検討会(斜面調査結果、今後の対応等)

第42回地すべりシンポジウム
豪雨災害，地震災害から10年
2014.5

編集・発行 公益社団法人日本地すべり学会新潟支部
印 刷 株式会社 文 久 堂

(公社) 日本地すべり学会新潟支部のホームページ
<http://www.landslide-niigata.org>