

# sabo

Vol.134 2023 Summer

▶ 寄稿

IRIC-Morpho2DHを用いた土石流・泥流の数値シミュレーション

▶ 講演会報告

令和5年度 砂防・地すべり技術センター 講演会報告

▶ 海外事情

JICA国別研修 ベトナム国 本邦研修報告

JICA課題別研修 土砂災害リスク削減 研修報告



財団法人 砂防・地すべり技術センター

ISSN-1345-6997



- 1 | **巻頭言**  
**流域治水を進めるための市町村への支援**  
笹原 克夫  
高知大学 教育研究部 自然科学系 理工学部門 教授  
(公社) 日本地すべり学会会長
- 2 | **寄稿**  
**iRIC-Morpho2DH を用いた土石流・泥流の数値シミュレーション**  
**Numerical simulation of debris/mud flow using iRIC-Morpho2DH**  
竹林 洋史  
京都大学防災研究所 准教授
- 8 | **講演会報告**  
**令和5年度 砂防・地すべり技術センター 講演会報告**
- 14 | **海外事情**  
**JICA 国別研修**  
**JICA 技術協力プロジェクト「ベトナム国北部山岳地域のフラッシュフラッドと地滑りによる被害の対処・最小化のための能力強化プロジェクト」本邦研修**
- 15 | **JICA 課題別研修 土砂災害リスク削減**  
**目と目が合ったその日から、SABO World の扉が開きました。**  
研修員の皆さん、ようこそ、SABO World へ!
- 18 | **2023 台湾インタープリバント参加報告**  
伊倉 万理  
(一財) 砂防・地すべり技術センター 総合防災部 主任技師
- 22 | **世界の土砂災害 (第 32 回)**
- 25 | **コラム**  
**Dear Ms.Sabo ⑬**  
若原 妙子  
公益社団法人砂防学会
- 26 | **連載 エッセイ**  
**1 年目の勤務を終えて**  
岸本 海笛  
(一財) 砂防・地すべり技術センター 斜面保全部 技師
- 28 | **審査証明**  
**建設技術審査証明の紹介**  
① パワーネット工法 (高強度ネット斜面安定工)  
② JS ウォール堰堤工法  
③ SSL-CE 型永久アンカー工法 (周面摩擦先端圧縮型永久アンカー工法)  
④ CBBO 型砂防堰堤工法 (CBBO 型・HBBO<sup>+</sup> 型)  
⑤ 砂防堰堤補強アンカー工法
- 33 | **CENTER NEWS**



撮影者：森田 耕司  
(一財)砂防・地すべり技術センター  
砂防技術総合研究所 室長

撮影日：2021年7月  
場 所：信濃川上流水系梓川流域  
(長野県松本市上高地)  
上高地の河童橋から下流方向の焼  
岳を望む。

## 流域治水を進めるための 市町村への支援

高知大学 教育研究部 自然科学系 理工学部門 教授  
(公社) 日本地すべり学会会長

ささほら かつお  
笹原 克夫



現在「流域治水」の推進が、防災上の重要な課題となっています。「流域治水」とは、気候変動の影響により激甚化・頻発化する水災害に対して、いわゆる治水事業のみならず、あらゆる関係者が協働して、水災害対策に取り組むことを言います。国や都道府県の河川・砂防などの治水事業により水害・土砂災害を防止するのみならず、市町村の実施する下水道事業や都市計画事業、そして農業農村整備事業や森林整備事業、さらには民間の実施する事業など多岐にわたる事業が関わってきます。私も高知県内で国土交通省が河川事業を実施する、仁淀川と物部川の流域治水を推進するための、仁淀川水系及び物部川水系流域治水協議会にオブザーバーとして参加しています。またこれに関連して、日高村において洪水氾濫区域での住宅等の床高規制や、盛土等の規制を行うために条例を策定したのですが、その委員会にも参画しました。「流域治水」を推進するためには、このような市町村の実施する下水道や都市計画事業や、洪水氾濫区域への立地規制等のための条例の策定が重要になってくることはご理解いただけると思います。市町村の土砂災害対策の推進においても、同様なことが言えますね。

このような市町村との業務の中で感じたことは、彼らの「技術力」の弱さです。日高村の条例は、洪水氾濫の防止のための条例なので、当然ながら河川工学に関する知識や、洪水氾濫区域図の作成に関してGIS等に関する知識が必要でしたが、それらを十分に有していない方が多かったように思います。覚えているのは、担当の課長が「自分は土木職ではないのでわからない」と漏らしたことです。これが気になって高知県内の市町村の技術系職員数を調べてみました。そうすると総務省のHP「総務省 | 地方公共団体の行政改革等 | 地方公共団体定員管理関係」にたどり着き、その中で県内市町村の技術系職員（土木職に限らない）を調べてみると、県内の町村のほとんどには保健師・助産婦を除く技術系職員がいないことがわかりました。市や一部の町には技術系職員がいますが、小さな町村にはいません。日高村には土木系職員がいたのでもまだ良かったのですが、他の町村だともっ

と大変な状況での業務となったことが想像されます。

さて、日高村の条例策定に関して、どのように上記の弱点を補ったか？これは地元の国交省の河川事務所の職員が、本来村が作成すべき洪水氾濫区域図や、床高規制や盛土規制のための技術基準を作成しました。短期間の研修では、村の職員に技術移転を行うことはできない、という事務所長の判断ですね。本当に難しい技術は研修では移転できませんね。でも国としての本来業務の上に、それらの村の業務を積上げたことは、担当職員のみならず、事務所全体としても相当な負担だったようです。私は「そこまでやるのか？でも仕方ないな。」と思いながら見ていました。無理をしているわけです。日高村の場合は、まだ職員数に余裕があったので、洪水氾濫区域を災害危険区域とするための条例の制定や、建築確認の体制の構築などは村が行っていました。国に支援してもらったのは、流量の計算などの水理学的な部分のみです。でも前者に対処することもできない町村であれば、同様な条例の策定のための業務を、すべて国や県が丸抱えしなければならなくなる可能性があります。このままでは、高知県内の市町村が、日高村と同様な条例を作る度に、国交省の河川事務所が同様な「無理」を重ねることになりそうです。これを何とか、最小限の「無理」に抑えるための方法を考える必要がありそうです。現在のシステムの中では解決しえない問題であり、国の職務と市町村の職務の兼任が可能になるなど、人事制度から検討しないと解決できない問題だと思っています。

この問題は何も「流域治水」に関わる業務の話ではないことは、皆さんはお分かりだと思います。国や県がどんどん高度な技術を要する施策を立案すれば、市町村はそれを追いかける必要があります。あるレベルまでは「研修」（勉強）すれば市町村も対応できるでしょうけれど、そのレベルを超えるとそうはいきません。この現実を直視する必要があります。きれいごとでは解決しません。「国」「都道府県」「市町村」という枠を超えた人事制度が必要だと思っています。

# iRIC-Morpho2DHを用いた土石流・泥流の数値シミュレーション

## Numerical simulation of debris/mud flow using iRIC-Morpho2DH

たけばやし ひろし  
竹林 洋史

京都大学防災研究所 准教授

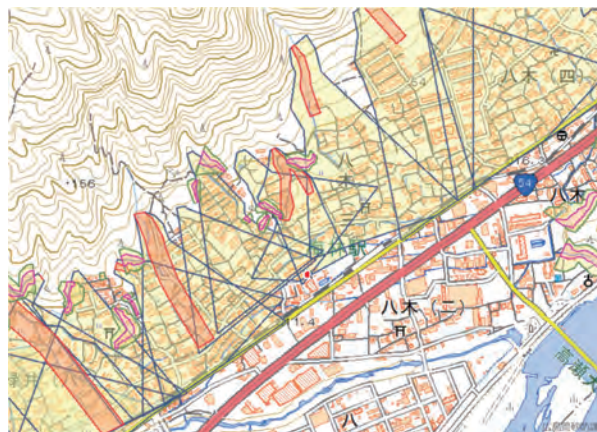


### 1. はじめに<sup>1)</sup>

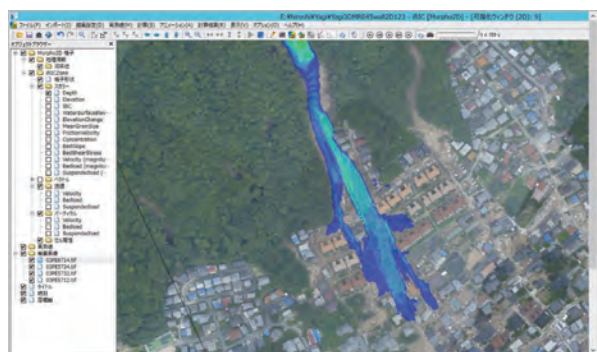
2018年の西日本豪雨の時の広島県、2019年の台風19号による宮城県、2022年の停滞前線による新潟県など、降雨強度が高い雨によって発生する表層崩壊に起因した土石流・泥流による土砂災害が毎年のように発生している。今後、地球温暖化に伴い気象特性が極端化することが予想されており<sup>2)</sup>、平均降水量が変化しない条件であっても降雨強度の高い雨の発生回数は増加することが予想されている。総降水量が少なくても降雨強度が高いと表層崩壊は発生しやすいと考えられるため、地球温暖化によって表層崩壊に起因した土石流・泥流の発生回数は増加することが予想される。そのため、土石流・泥流から市民の生命と財産を守るためには、土砂災害対策施設の設計や住民の避難などのハード・ソフト対策を検討するために必要な精度で土石流・泥流の流動・氾濫特性を評価することが重要となる。

土石流・泥流対策を実施する上で必要となる情報としては、土石流・泥流の氾濫域、流動深、流速、生産土砂量などであろう。例えば、土石流の土砂災害警戒区域の設定に用いられる土石流の氾濫域は、**図-1**に示すように、土石流扇状地の上流端付近である土石流堆積開始地点を起点とした扇形の堆積域を想定し、地盤勾配が緩やかになる勾配2度の地点を土石流氾濫範囲の下端としている。土石流氾濫域の設定にこのような簡便な方法が用いられているのは、溪流数が非常に多いことと、このような計算方法でもある一定レベルの精度で氾濫域が予測できるためである。しかし、実際の土石流は、氾濫域に存在する建物や道路の影響を受け、より複雑な平面形状で氾濫・堆積する。また、2014年に広島市安佐南区八木三丁目で発生した土石流は、本川源頭部での発生から宅地に到達するまでの時間が100秒程度と見積もられており<sup>3)</sup>、周辺は広い範囲で土砂災害警戒区域が重畳していることを考えると(**図-1**)、豪雨及び斜面崩壊発生後に避難をする場合は、土砂災害警戒区域の中の安全な場所の情報が必要である。このように、土石流の土砂災害警戒区域内の住民にとっては、より詳細な土石流氾濫域の情報が必要で

ある。さらに、一般に土砂災害対策を検討するときに用いる土石流溪流からの土砂流出量は、支川からの土砂流出は考慮せず、最も規模の大きい単一の溪流からの土砂流出量を用いる。しかし、前述の2014年の広島市安佐南区八木三丁目や後述する2018年の西日本豪雨時の広島市安芸区矢野東の土石流など、支川が存在する一つの流域において一回の豪雨イベントで複数の斜面崩壊が発生し、複数の溪流から土石流として土砂が流出することは非常に多い。**図-2**に示す著者らが開発している無料の解析インターフェースiRICに導入している土石流シミュレーションモデルMorpho2DHでは、各支川で発生した斜面崩壊を考慮すれば、複数



**図-1** 広島市安佐南区八木三丁目周辺の土砂災害警戒区域(土砂災害ポータル広島)



**図-2** iRIC上で土石流の数値シミュレーションを実施している様子(背景:国土交通省)



の支川で発生した土石流・泥流を考慮した土砂流出量の推定が可能となる。また、斜面崩壊の発生から宅地に土石流・泥流が到達するまでの時間や宅地で氾濫時の土石流・泥流の流速や流動深の時空間的な分布も解析可能であり、宅地内の家屋ごとに有効で実施しやすい避難方法を個別に提案できる。このように、数値シミュレーションによる土石流・泥流の解析では、効率的で効果的なハード・ソフトの土砂災害対策を検討するための情報を提供することが可能である。

一方、土石流・泥流の数値シミュレーションによる氾濫域の解析は、従来の土石流の土砂災害警戒区域の計算方法に比べると時間がかかると思われている。しかし、iRIC-Morpho2DHを使うと、非常に短時間で溪流における土石流・泥流の流動過程や土石流・泥流の氾濫域の解析が可能である。例えば、本稿で紹介するような解析の場合、細かい点の検討や改善を除けば数時間～1日程度で初期条件の設定から解析結果の動画作成まで可能であり、解析時間の問題も解決しつつある。

iRIC-Morpho2DHは、土石流・泥流が斜面崩壊発生地点から斜面・溪流を流動して宅地などの緩勾配域で堆積するまでの過程全てを平面二次元で解析する数値シミュレーションモデルであり<sup>3)~7)</sup>、一部上述したように、以下のような機能や現象を考慮した土石流・泥流の数値シミュレーションが可能である。

- ・複数の崩壊
- ・複数の支川
- ・溪床・河岸の浸食
- ・砂防ダムや治山ダムによる土砂の捕捉
- ・家屋や建物による遮蔽
- ・溪流及び宅地における土石流ハイドログラフの自動計算
- ・一般曲線格子の使用 (図-3)

また、iRIC インターフェースは以下のような機能を有している。

- ・国土地理院等の DEM データのダウンロード
- ・国土地理院等の衛星写真のダウンロード
- ・Google Earth に解析結果の画像や動画を出力 (図-4)

本稿では、2018年に広島市安芸区矢野東で発生した土石流の二次元数値シミュレーションの結果を例にして、土石流の数値シミュレーションによる解析技術を紹介する。なお、iRIC-Morpho2DHは平面二次元の流況の計算や掃流砂・浮遊砂を考慮した河床変動解析も可能であるが<sup>8)</sup>、本稿では土石流・泥流の解析のみを紹介する。

## 2. 2018年7月に広島市安芸区矢野東で発生した土石流の実態<sup>1)</sup>

2018(平成30)年7月6日と7日に中国・四国地方

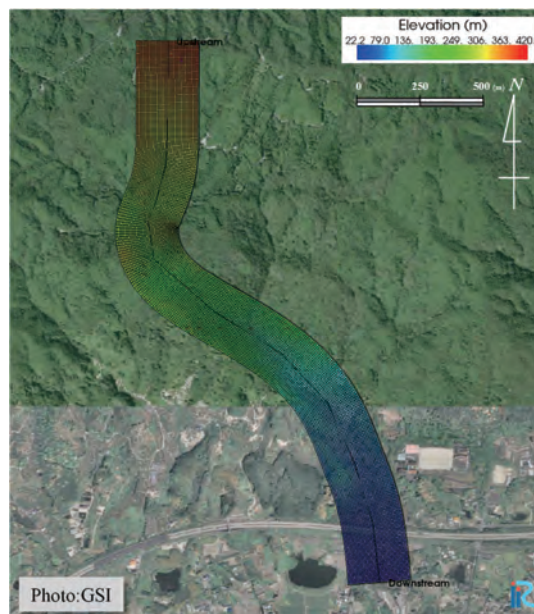


図-3 土石流の解析に用いた一般曲線格子の例<sup>4)</sup>

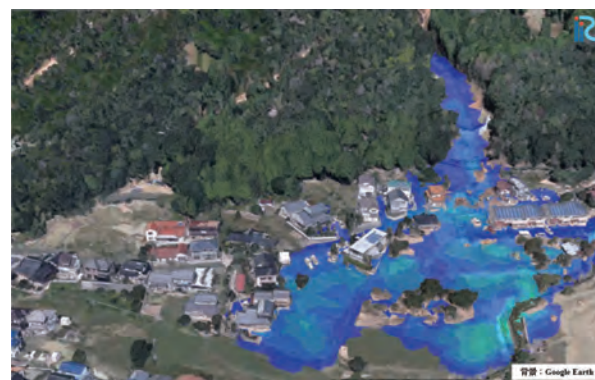


図-4 土石流の流動深のシミュレーション結果を Google Earth に出力した例

を中心として、西日本の広い範囲で豪雨となった。広島市においても市の南部を中心に雨が長時間降り続けるとともに線状降水帯が形成され、降雨強度の強い雨が観測された。その結果、非常に多くの土砂災害が発生し、甚大な被害が発生した。広島市では、4年前の2014年にも多くの土砂災害が発生している。そのため広島県では、一般には土石流を捕捉する機能を有していない治山ダムについても可能な場合は土石流を捕捉できる機能を持たせた設計とするなど、様々な対策が進められているところであった。

広島市安芸区矢野東の梅河団地は、広島市南部の矢野峠に続く県道34号線と矢野川の東に位置している(図-5)。多くの人的被害を発生させた土石流が流下した図-6に示す溪流は、梅河団地の東に位置しており、団地の北端付近に東から西に土石流が流入した。梅河団地の西側は崖となっており、崖の下には工場が県道及び矢野川の東に位置している。溪流の地質は花崗岩であり、地盤の表層は花崗岩が風化した真砂土に加え



て、球状風化した直径数 m の巨礫が存在している。山頂から宅地までの斜面は平均 24 度の急勾配となっている。土石流は大きく二つの溪流から発生しているが、両溪流は宅地に流入する直前に合流しており、合流点のすぐ下流に図-7 に示す治山ダムが建設されている。治山ダムは、2018 年 2 月に完成したばかりのものであり、発災直前の時点では土砂はほとんど貯まっていなかったと考えられる。一般に、治山ダムは土石流を受け止めるようには設計されていないが、本治山ダムは土石流を受け止めて溪流からの流出土砂を堆積させることも考慮した設計となっている。

斜面崩壊は、図-6 に赤丸で示した山頂付近の三カ所で発生しており、図中の真ん中と右の崩壊が発生した

溪流は、約 100m 下流で合流して南側の溪流(写真右側)となっている。また、前述したように、北側の溪流(写真左側)と南側の溪流は治山ダムの直上流で合流している。溪流の浸食幅は北側の溪流の方が広く、土石流の規模は南側の溪流よりも北側の溪流の方が大きかったと考えられるが、この点は数値シミュレーション結果のところで議論する。浸食された溪流には、球状風化した直径数 m の花崗岩が残されている。

図-7 は被災後の治山ダムの様子を示す。治山ダムは二つの溪流の合流点の直下流に位置しており、写真左上が北側の溪流、写真右上が南側の溪流である。治山ダム建設時の堆積可能容量は 2,659m<sup>3</sup> であり、ダム建設後に大きな出水を経験していないこととダムが満砂して土石流が越流したことから、2,659m<sup>3</sup> 以上の土砂が流れてきたことがわかる。ここで、治山ダム両岸の浸食状況に着目すると、右岸側(写真左側)斜面はほとんど浸食されていないのに対して、左岸側(写真右側)斜面は非常に高い位置まで浸食されていることがわかる。これは、南側(写真右側)の溪流からの土石流が先に治山ダムに到達し、治山ダムの堆砂域を埋め、北側(写真左側)の溪流からの土石流が、先に堆積した土砂の上を流れた可能性が高いことを示す。なお、住民によると、宅地には少なくとも 2 回は土石流が流れてきており、一回目は 19 時 50 分頃、二回目は 10 分後の 20 時頃である。

図-8(a)は溪流から土石流が宅地に流れ込んだ場所である。写真の奥には、治山ダムが見える。図-8(b)の Google Earth のストリートビューが示すように、被災前には多くの家屋が存在していたことがわかる。図-8(c)は溪流からの土石流が宅地に流れ込んだ場所を上空から下流に向かって撮影したものである。土石流が宅地に流れ込んでいる場所は家屋に作用する土石流の応力が大きいため、多くの家屋が破壊されていることがわかる。宅地内の大まかな土石流の流れを赤い矢印で示している。前述のように、土石流は宅地北側(写真右側)を流れて宅地西側(写真奥)の崖から崖下の工場に流れている。また、一部の土石流は南(写真左側)に分岐して宅地内の道路に沿って流れ、一部は矢野川

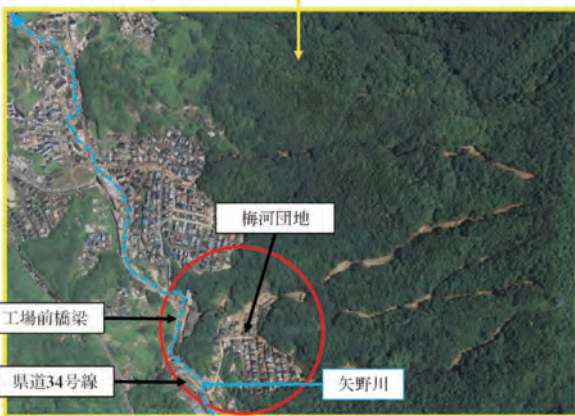
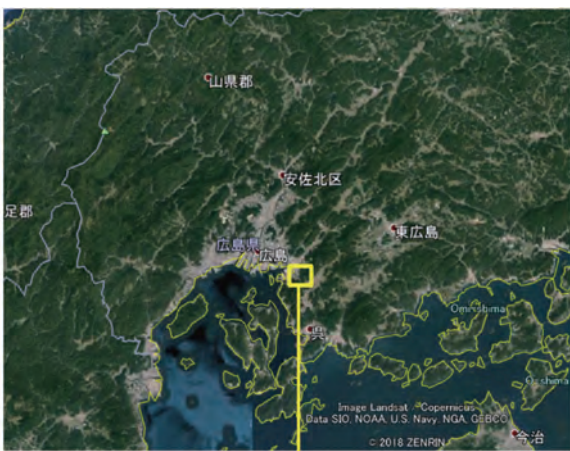


図-5 広島市安芸区矢野東梅河団地の場所(背景: Google)



図-6 梅河団地北西の溪流の被災後の様子



図-7 被災後の治山ダムの様子





(a) 土石流が宅地に流れ込んだ地点の被災後



(b) 土石流が宅地に流れ込んだ地点の被災前 (Google)



(c) 宅地内の土石流の流動経路

図-8 溪流が宅地に流れ込んでいる場所の様子

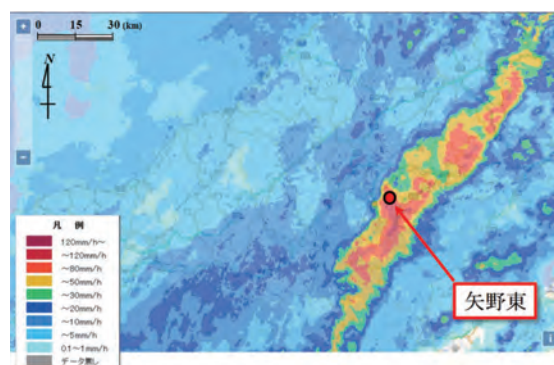
まで達している。

図-9は宅地内で土石流が分岐した地点の被災後の様子である。写真右の家屋は家屋全体が破壊されているが、写真左の家屋は一階のみが被害を受けて二階は全く損傷していないことがわかる。このように、僅か数メートルの位置の違いで家屋の損傷状態が大きく異なっている。これは、宅地内の土石流の被害を予測する場合、家屋に作用する応力などを数メートルオーダーの解像度で推定する必要性を示すものである。

図-10(b)は、CXバンドレーダーによって得られた梅河団地における2018年7月6日の降雨強度の時間変化である。雨は14時頃から強くなり、19時15分に時間換算で97mmの最大降雨強度を記録している。宅地に流れ込んだ土石流が発生したのは19時50分頃と20時頃であり、ちょうど雨が降り止むタイミングであった。図-10(a)に一回目の土石流が発生した19時50分におけるCXバンドレーダーによって得ら



図-9 土石流分岐部の家屋の被災状態



(a) 19時50分におけるCXバンドレーダーによる降雨強度



(b) 梅河団地における降雨強度の時間変化

図-10 梅河団地における2018年7月6日の降雨強度

れた矢野東周辺の降雨強度の平面分布を示す。土石流が発生した時間帯は南西から北東方向に伸びる線状降水帯が形成されている。一回目の土石流が発生した19時50分の時点における総降水量は168mmであり、2014年に広島市で発生した斜面崩壊・土石流の多くが総降水量200mm以上の場所で発生したことを考えると<sup>9)</sup>、少し小さめの値である。

### 3. 広島市安芸区矢野東で発生した土石流の数値シミュレーション<sup>1)</sup>

#### 3.1 解析条件

初期地形データは国土地理院により被災前に測定さ

れたものであり、平面的に5mの解像度のDEMデータである。解析格子は、道路上を流れる土石流を表現するとともに家屋の形状を表現するため、2m×2mの比較的細かい格子を用いる。なお、地形データは、iRIC インターフェースを用いてDEMデータを三次スプライン曲線で内挿補間した。土石流の発生は実現象に即して斜面崩壊を発端として発生するものとした。そのため、本解析の境界条件は、約5m<sup>3</sup>の流体化した水と土砂の混合物が斜面崩壊物質として初期の斜面に流速ゼロで存在するとしている。表層崩壊は、[図-6](#)に示す北側の溪流の山頂付近に二カ所、南側の溪流の山頂付近に二カ所の合計三カ所を考慮する。これら三カ所の斜面崩壊の発生時刻の関係は不明であるが、治山ダム周辺の状況から、南側の溪流からの土石流が北側の溪流の土石流よりも先に発生していると考えられるため、本解析では南側の溪流の二カ所の斜面崩壊を最初に同時に発生させ、後から北側の溪流の斜面崩壊を発生させている。なお、宅地を襲った二回目の土石流は、一回目の土石流が宅地に流れ込んでから10分後に発生していると考えられるが、本解析では解析時間短縮のため、南側の溪流からの土石流が流れ下った直後に（南側の溪流の土石流発生から100秒後）北側の溪流で斜面崩壊を発生させている。なお、本土石流のように土石流の流動距離が長い場合は、下流域での土石流の規模は土石流の流動過程で溪床や河岸などを浸食して取り込んだ土砂と水の量でほぼ決定されるため、斜面崩壊の大きさは土石流の規模にほとんど影響を与えない<sup>3)</sup>。治山ダムは非浸食性の構造物とし、高さは現地で計測した値を用いた。宅地の中の家屋は、高さ8mの非浸食域とした。ただし、土石流によって流された家屋については、本解析では家屋が無いと仮定して扱っている。

### 3.2 結果と考察

[図-11](#)に数値シミュレーションによって得られた土石流の流動深と地盤変動量の時空間的な変化を示す。南側の溪流で発生した二つの土石流は20秒後には合流し、流下とともに浸食した溪床や河岸の土砂と水を自身に取り込みながら規模を拡大させ、65秒後には治山ダムに流れ込んでいる。治山ダムに流れ込んだ土石流は、治山ダムに土砂を堆積させるとともに、一部は治山ダムを乗り越えて下流の宅地に流れている。その後、北側の溪流で発生した土石流が治山ダムに流れ込んでいるが、ほぼ満砂の治山ダムを乗り越えて宅地に流れ込んでいる。

数値シミュレーションによると、山頂付近の南側溪流の崩壊発生から土石流が溪流出口付近の家屋に到達するまで65秒となっており、治山ダムより上流での

土石流の平均速度は約8.6m/sである。また、北側溪流からの土石流が溪流出口付近の家屋に到達するまでは58秒となっており、治山ダムより上流での土石流の平均速度は約9.6m/sである。これらの土石流到達時間は、適切な避難方法を考える上で重要な情報となる。北側の溪流からの土石流が宅地に到達した時点の土石流の深さは約3mであり、宅地内では家屋に衝突した時に5m以上となっている場所もある。これらの土石流の深さや速度の情報は、砂防ダムの設計や家屋の被害予測などに利用可能である。

数値シミュレーションによると、治山ダムよりも上流域の地盤の浸食量は6,376m<sup>3</sup>であり、治山ダムの堆積可能容量である2,659m<sup>3</sup>を大きく上回っている。本数値シミュレーションによる治山ダム上流の堆積土砂量は2,425m<sup>3</sup>であり、堆積可能容量に近い値である。なお、iRIC-Morpho2DHでは、砂防・治山ダムの設定は堤体と同じ高さを有する非浸食壁ポリゴンをiRICインターフェース上で設定するだけであり、堆砂に関して特にパラメータの調整などはしていない。また、北側溪流と南側溪流で土石流による浸食幅を比べると、現地調査と同様に治山ダムに近いところでは、北側溪流の浸食幅の方が南側溪流の浸食幅よりも広がっている。しかし、南側溪流は二カ所で斜面崩壊・土石流が発生しているため流出土砂量は2,983m<sup>3</sup>となっており、北側溪流からの流出土砂量3,393m<sup>3</sup>と大きな違いは無い。そのため、従来、溪流からの土砂流出量の予測は、最も規模の大きい単一の溪流からの土砂流出量を用いることとなっているが、本研究の対象溪流のような場では流出土砂量をかなり小さく見積もってしまう危険性がある。

[図-11\(k\)](#)に治山ダムを考慮していない条件で得られた280秒後の地盤変動量を示す。[図-11\(j\)](#)と比較すると、治山ダムへの土砂の堆積が無いため、宅地に流れ込んだ総土砂量は多くなっている。しかし、土石流氾濫範囲はあまり変わっていないことがわかる。これは、土石流が宅地の北端を東から西に流れ込み、治山ダムが無いことによって増えた土砂の多くが宅地を通過して宅地西の崖を通過して崖下の工場に流れ込んだためである。よって、治山ダムが無いことによって一部の家屋や工場の被害は大きくなるが、宅地内の氾濫域には大きな影響が出ない。これらの結果は、土石流を宅地外に速やかに流せるような道路形状を考えて宅地を造成することにより、土石流の被害を少なくすることが可能となる一つの例となっている。

## 4. おわりに

2018年に広島市安芸区矢野東で発生した土石流災害の現地調査結果を紹介するとともに、平面二次元の土



石流・泥流数値シミュレーションモデルである iRIC-Morpho2DH によって得られた結果を例にして、土石流の数値シミュレーションによる解析技術と解析結果の利用方法について紹介した。

これまでの多くの流砂・河床変動の研究者による研究成果によって、様々な土砂災害現象についてハード・ソフトの土砂災害対策を検討する上で有用な結果が得られる数値シミュレーションが可能となっている。これらの数値シミュレーション技術を積極的に利用して、より経済的、効果的、合理的な土砂災害対策が実施されることが期待される。

参考文献

- 1) 竹林洋史・藤田正治：2018年7月に広島市安芸区矢野東で発生した土石流の流動特性、土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.75, No.2, I.859-I.864, 2019.
- 2) IPCC AR4, 2007, Publisher: Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 3) Takebayashi H. and Fujita, M.: Numerical Simulation of a

- Debris Flow on the Basis of a Two-Dimensional Continuum Body Model, Geosciences, 10, 45, 2020.
- 4) Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita, Koichiro Ohgushi: Numerical modeling of debris flows using basic equations in generalized curvilinear coordinate system and its application to debris flows in Kinryu River Basin in Saga City, Japan, Journal of Hydrology, 615, Part A, 128636, 2022.
- 5) Egashira, S. and Ashida K.: Unified view of the mechanics of debris flow and bed-load, Advances in Micromechanics of Granular Materials, (Edited by H.H.Shen et al.) Elsevier, pp.391-400, 1992.
- 6) 江頭進治、伊藤隆郭：土石流の数値シミュレーション、日本流体力学会数値流体力学部門 Web 会誌, Vol. 12, No. 2, pp. 33-43, 2004.
- 7) 江頭進治、佐藤隆宏、千代啓三：砂粒子を高濃度に含む流れに及ぼす粒子径の影響、京都大学防災研究所年報, 37号、B-2, pp. 359-369, 1994.
- 8) Takebayashi, H: Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry. GBR 8, 671-702, 2017.
- 9) 松四雄騎: 2014年広島豪雨災害時の斜面崩壊・土石流について (速報その2: 降雨と崩壊の分布)、[http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster\\_reports/20140820Hiroshima/201408Hiroshimma\\_Rep2.html](http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster_reports/20140820Hiroshima/201408Hiroshimma_Rep2.html), 2014.

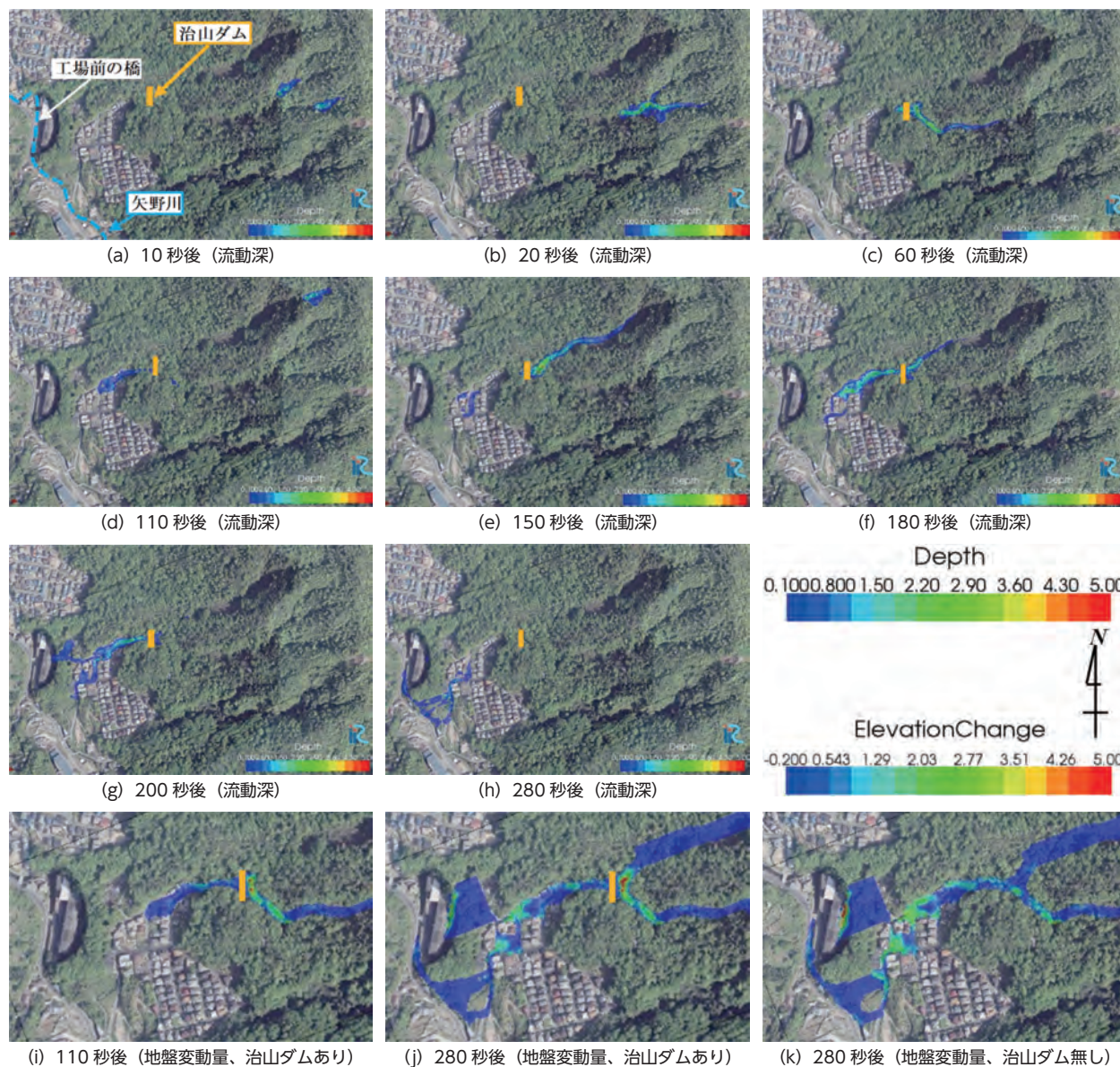


図-11 梅河団地に流入した土石流の数値シミュレーションによる流動深さと地盤変動量の時間変化 (背景: GSI, 単位: m)



# 令和5年度 砂防・地すべり技術センター 講演会報告

(一財) 砂防・地すべり技術センター

令和5年6月6日砂防会館別館シェンバッハ・サポーにおいて、当センター主催による講演会を開催しました。この講演会は、砂防を中心とした多岐にわたる防災関連の知見を周知する目的として、平成14年より定期的に行っているものです。当日は国土交通省水管理・国土保全局 三上砂防部長より来賓のご挨拶をいただき、会場参加が160名、WEB参加が512名、合計672名の参加者が熱心に聴講する中、盛会のうちに無事終了できました。一同心より御礼申し上げます。以下にその概要をご紹介します。



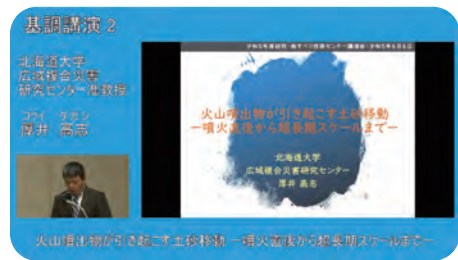
開催挨拶 南理事長



来賓挨拶 三上砂防部長



会場の様子



WEB配信

## 基調講演

1



## 山梨県における火山防災対策に係る研究

吉本 充宏 よしもと みつひろ  
山梨県 富士山科学研究所 研究管理幹

### 1. 富士山科学研究所とは

2014年に設立された山梨県直轄の研究機関であり、富士山の自然、文化、火山防災を重点的に研究する研究機関である。科学的な研究だけでなく観察会や自然教室などを積極的に開催し、教育や情報発信も行っている。富士山科学研究所にある富士山火山防災研究センターは常勤6名、任期付き4名の研究者が在籍している国内でも数少ない、火山の専門家が多数在籍する火山防災に特化した組織である。

富士山火山防災研究センターでは住民の安心安全を守ることを目標にハザードマップの作製、防災教育、災害発生後の対応に関する研究などを行っている。

### 2. 大きな噴石の対策に関する研究

2014年の御嶽山の噴火の際には、大きな噴石により火口近傍にいた多くの登山者が犠牲となった。一方で山小屋に避難した登山者は負傷者はいたものの、命を落とした人はいなかった。このことから、山小屋等の退避壕となる施設の設置と耐衝撃性能の向上が重要であると言える。そのため模擬噴石の衝突実験により、耐衝撃性能を向上させるための補強方法の検討を行った。

その結果、木造建造物の補強方法としては、アラミド繊維をガルバニウム鋼板と野地板の間に挟み込むことが最も効果的ではあるが、最もコストのかかる手法



でもある。その他の手法としては砂（厚さ12cm以上）の敷設、軽石（厚さ15cm以上）の敷設、杉板2重（クロス）、人工杉板2重（スタッカード）の順に効果が高い。

コンクリート構造物では、鉄筋入りの場合は軽石を敷設することで裏面の損傷を軽減可能であった。一方、鉄筋無しの場合は曲げによる裏面のひび割れが大きく、軽石を敷設しても軽減することが困難であった。

### 3. 富士山での降灰堆積路面における車両走行実験

避難計画策定において、噴火時に道路がどの程度まで使用できるか、避難、緊急車両の通行ができるか等は重要な課題であるが、十分に検討されているとは言えない。

平坦、斜面、カーブ路面で粒径や層厚を変えた19パターンを用意し、走破、制動、旋回、牽引試験を行った。その結果、走破試験では4輪駆動車は降灰の影響をほとんど受けなかった一方で、2輪駆動車は10cm程度の堆積で走行不可となった。また制動試験では1cmの降灰であっても制動距離が3倍程度伸びる場合があった。その他にも様々な知見が得られた。

今後は得られた知見を防災対策に活用するとともに、極細粒火山灰を用いた実験など不足している知見を蓄積させていく予定である。

### 4. 火山避難判断支援システムの開発

現在複数の機関から異なる種類の災害予測情報が発表されている（溶岩流流下予想、降灰予想、避難場所の状況等々）。しかし、一般市民が災害時に多くのバラバラなデータを効果的に活用して正確な状況判断を行うことは困難と考えられるため、これらのデータを統合して誰でも使えるような火山避難判断支援システムを開発した。

市の防災担当職員を対象にワークショップを行い、開発したシステムの使用感を検証したところ、「使いやすい」、「わかりやすい」という感想があった。

### 5. 富士山科学研究所で実施している研究課題

現在、富士山の山岳ハザード検知のための空振観測研究や、富士山における落石事象の現地観測技術の開発と落下過程の解析など合計9つの研究を行っている。

基調講演  
2



## 火山噴出物が引き起こす土砂移動 —噴火直後から超長期スケールまで—

厚井 高志 こういたかし

北海道大学 広域複合災害研究センター 准教授

#### 1. はじめに

人間の活動スケールと比較し、火山噴火の発生頻度は非常に少ないが、ひとたび噴火が発生すると溶岩流、火砕流、噴石等によって大量の土砂が供給され大災害につながる可能性がある。砂防の観点で最も留意すべきことは、降灰後の降雨により引き起こされる土石流の発生であり、過去にも大きな被害が発生している。火山地域は脆弱な地質に加えて、土砂移動現象が発生することによって、非常に不安定な土砂が供給される。土砂移動は、多様な時空間スケール・規模で発生し、降雨や地震動が誘因となってダイナミックに変動する。ここでは、火山噴出物が引き起こす土砂移動について3つの時間スケールに分けて説明する。

#### 2. 噴火直後の土砂移動【～数カ月】

噴火直後の代表的な土砂移動として、降灰後土石流が挙げられる。一般に、噴火が発生し大量の降灰があった場合には、流域の水文環境が変化して土石流が発生しやすくなると言われている。これは、粒径の小さな火山灰が山地斜面に堆積することで斜面の透水性が低下し、地表流が発生しやすくなることが要因とし

て考えられている。過去には土石流の被害として、1974年、1976年の桜島噴火及び1978年の有珠山噴火により数名の犠牲者が出た。しかし、降灰後土石流において、特に河川周辺の住民は避難することによって被害を軽減することができると考えられる。

2011年、土砂災害防止法の改正に伴い「土砂災害緊急情報」が発表されるようになった。これは降灰後土石流がいつ、どこで発生するかを示す情報であり、土石流が発生する基準雨量によって整理されている。噴火直後の降雨により土石流が発生した国内の5事例のうち、降灰により複数回の土石流が発生した事例は、有珠山1977年噴火、雲仙普賢岳1990年噴火、三宅島2000年噴火の3事例が挙げられる。3事例の傾向として、10mm/h以上の比較的強い降雨により土石流が発生し、これを経験した後、10mm/h以下の降雨で再び土石流が発生することが分かった。降灰後に土石流を引き起こす降雨量には、初発の土石流発生の契機となる「きっかけ降雨」があり、この降雨後に流域内の不安定土砂の状態や土石流の発生条件が変化し、少雨でも土石流が頻発するようになる。火山噴火後は、初発土石流発生の警戒に加え、初発土石流発生後、少雨で発



生する土石流を監視することが防災上重要であると考えられる。

### 3. 噴火後の土砂移動—中長期時間スケール—【数年～】

火山地域では、恒常的な土砂流出が数年間継続する傾向がある。2011年新燃岳噴火後、台風第15号による大雨を契機として、中小規模出水時の流出土砂量（掃流砂）が増加したことが報告されている。噴火後少なくとも2年間においては、噴火前に比べて掃流砂量が3倍程度増加している。この理由として、大雨により土砂流出が活性化され、不安定土砂が斜面から河道へ移動していることが考えられる。

### 4. 火山地域の土砂移動—超長期時間スケール—

#### 【数千年～数万年以上】

直接的な火山噴火の影響ではないが、地震に起因する斜面崩壊、土砂流出について整理する。

降雨に起因する崩壊は、地下水位上昇に伴う有効応

力低下によるものであり、応力変化には上限がある。一方、地震に起因する崩壊は、地震動に伴う加速度が斜面を不安定化させることとなり、応力変化の上限はないと考えられる。

火山地域では地震によって緩い勾配の斜面でも崩壊が発生する特徴がある（2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震など）。この理由として、過去の火山噴出物が大きな影響を与えていることが考えられる。このような緩い勾配の斜面に対し、地震動を与えない斜面安定解析を行うと安全率が1を下回らない結果となるが、地震動を与えると斜面崩壊が発生する結果が得られた。緩い勾配の斜面では火山噴出物が必然的に層構造になり、層構造が長年維持された結果、強震動によって斜面崩壊が発生すると考えられる。

緩い勾配の斜面の崩壊については、従来の警戒避難対策では対応できていない。過去の噴火の時期、火山噴出物の堆積状況を解析し、流域の履歴を把握することが重要である。

講演

1



## 寡雨地域における気象変動下の豪雨に伴う土砂・流木災害 ：実態とその対策

鄒 青穎 ツォウ チンイン

弘前大学 農学生命科学部 地域環境工学科 講師

### 1. はじめに

青森県むつ市に位置するむつ燧岳<sup>ひうちだけ</sup>は、なだらかな山体を有する小規模な成層火山であり、山頂から東側に開く崩壊カルデラを持つ。むつ燧岳における火山活動は火砕流を主体としており、その活動時期は新期と旧期に分けることができる。旧期の活動は約70万年前から開始し、10万年前まで継続したと考えられており、その噴出物は著しい侵食を受け放射状の谷地形を形成している。また、海岸沿いには段丘面が発達している。ここでは、このような火山地域で生じた豪雨土砂災害事例を紹介する。

### 2. 2021年8月豪雨の被害

2021年8月9日夕方から深夜にかけて、線状の雨雲が下北半島の狭い範囲に停滞し、記録的な豪雨をもたらした。期間中の降水量は下風呂雨量観測所のデータから、最大時間雨量59mm/hr、総雨量は385mmであり、これは当該地域の8月の平均降水量の1.6倍の降水量である。さらに、最大24時間の累積降水量が当該地域の200年確率規模の1.6倍の369mmとなるなど、記録的な大雨であった。この豪雨により、むつ市赤川村では大量の土砂が流出するとともに、海岸沿いの段丘崖では表層崩壊が多発し、道路の寸断や集落の孤立などの被害が生じた。

### 3. 豪雨による土砂災害の実態

豪雨災害後の衛星画像から608箇所の斜面崩壊が抽出された。斜面崩壊は、侵食の著しい小赤川・大赤川流域内と焼山崎から桑畑にかけての段丘崖との2箇所において集中して発生していることが確認された。生じた斜面崩壊のうち、表層崩壊が6割弱と最も多く、地すべりが3割弱、残りの1割程度が深層崩壊に分類された。

崩壊の集中した小赤川・大赤川流域では、かねてより流域内の溶岩堆積面末端部にて後退的に地すべりが生じており、8月豪雨ではそれら既存地すべり内部やその末端で多くの斜面崩壊が発生した。豪雨によって既存地すべり内部や末端で斜面崩壊が生じたことで今後、地すべりの再活動やさらなる斜面崩壊が生じる恐れがあるため注意が必要である。

同じく崩壊の集中した焼山崎周辺から桑畑にかけての段丘崖は3～10mの厚さの火山麓堆積物であり、主に安山岩の岩塊・礫及び砂層、シルト層といった細粒物質、礫間は粘土質なマトリクスから構成されている。崩壊地の源頭部では火山麓堆積物の岩塊や礫の間に空洞が確認されており、この空洞は岩塊や礫間を充填していた土粒子が土中水の侵食を受けたことによるものと推測され、このことによる豪雨時の湧水が崩壊発生の原因の一つであると考えられる。

崩壊の生じた焼山崎周辺の地質をみると、段丘崖の上部では火山麓堆積物が分布するが下部では砂層なども分布していることがわかる。豪雨では主に火山麓堆積物の分布する斜面が大規模に崩壊しており、砂層などが斜面下部に分布する箇所では比較的規模の小さな崩壊にとどまっている。このことから崩壊発生場の地形条件は、段丘崖上部の馬蹄型をなす滑落崖であることや、段丘崖上流の火山扇状地において沢地形を有し、表流水が段丘崖に流入する箇所であることが挙げられる。

#### 4. 豪雨による流木災害の実態

豪雨時に大量の流木を捕捉した3号堰堤を含む大赤川流域において、流木捕捉の実態や流域内での発生流木量を調査し、流出流木実態の推定及び立木と流木の特徴のとりまとめを行った。同流域は流域面積の約6割がヒバで占められており、土砂生産源の約8割でも同樹種が優占している。

3号堰堤における調査では3本の調査測線を設け、それぞれの測線上の流木の樹種や長さ、堆積角度について調査を行った。調査の結果、流木の樹種は多い順にヒバ、ヒノキ、広葉樹となり全体の約7割を占め、その長さは8m程度であった。また流木の堆積角度は堰堤の直上流に設けた測線では流心方向に近い角度で堆積していたのに対し、堰堤から遠い測線では流心に対しての乱れが大きくなっていた。このことから流木の堆積角度は、水面流の乱れなどの影響によって生じたものと推測された。

発生流木量の調査では、流木の発生を斜面崩壊によるものと仮定し、6地点の斜面においてコドラート調査を行い、崩壊面積から発生流木量を推定した。その結果、発生流木量は大赤川流域全体で約45,000m<sup>3</sup>となり、平成29年九州北部豪雨の発生流木量と比較して約2倍の値となった。また、単位面積あたりの発生流木量は7,900m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>であった。

講演  
2



### 火山噴火に起因する土砂災害対策に関する 研究・技術開発の取組

今森 直紀 いまもり なおき

国立研究開発法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム 主任研究員  
(現 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 調整官)

#### 1. はじめに

国立研究開発法人土木研究所で近年実施している、火山噴火に起因する土砂災害対策に関する研究・取り組みである数値計算プログラム、及び戦略的イノベーション創造プログラムで開発を進めてきたソフトウェアについて紹介する。

#### 2. 降雨流出解析と連動した土石流の流出・氾濫解析プログラム群 (DFSS)

近年、土砂災害防止法に基づく緊急調査におけるエリアの情報に関してはQUAD-Vを用いて、氾濫範囲が検討されてきた。QUAD-Vは国土交通省の職員が緊急時の情報が乏しい状況であっても、土砂災害が想定される区域について迅速に氾濫計算を実施することを目的に開発された。しかし、QUAD-Vには以下のような課題がある。

- 課題① 緊急時のごく限られた情報を元に氾濫範囲を計算している
- 課題② 噴火後の調査で入手できた情報を適切に反映できるモデルになっていない
- 課題③ 短・中期的な降雨の予測に基づく氾濫範囲の推定ができない

そこで、QUAD-Vの課題を踏まえて、より適切な範囲に土石流氾濫危険度を絞ることが可能なプログラム

として土石流の流出・氾濫計算プログラム (DFSS) を開発した。DFSSの主な特徴としては、上流域に分布型の降雨を与えて土石流の発生から流下の過程についても計算を実施できること、降雨流出の計算を行い斜面における浸透の影響を考慮することで、火山灰が堆積したことによる浸透能の低下を表現できることである。DFSSの改良課題としては、降雨予測の入力及び計算の自動化・高速化、土石流ハイドログラフ、最大流動深、堆積深等による土石流の再現性の検証、火砕流の堆積の影響のモデル化が挙げられる。DFSSは、研究成果の普及・研究公正や第三者も含んだ発展的・持続的な研究開発、第三者による検証・妥当性の観点から、プログラムのソースコード及びファイルの公表を行っている。

課題である土石流の再現性の検証については、国土交通省大隅河川事務所管轄の桜島において、従来の観測方法とは異なる方法で実施している。従来の土石流観測は、水通しを流下する土石流の映像判読を実施し、超音波水位計・流速計等を用いて土石流の流量等を観測していた。しかし、映像をコマ送りして判読する等の労力や、超音波水位計については実際の流下断面との乖離といった課題が指摘されてきた。そこで、CCTVの映像とレーザー距離計を用いることで時系列的な断面と流速を観測し、土石流のハイドログラフが



現地で計測可能となった。また、航空レーザー測量を用いて、土石流発生前後の堆積・侵食の実態把握、土砂生産場と土砂生産現象について、分析や実態把握を進めている。

### 3. 他の研究機関等と連携した研究・技術開発（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP））

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）についての取り組みを紹介する。土木研究所では火山関係の取りまとめを担当しており、様々な機関が参画し、降灰後の土石流について国土交通省の技術実装に向け

開発を進めている。開発の内容としては、国土交通省の職員がDFSSを操作することを念頭に置き、GUIで操作可能なシステムを戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）として実施した。

### 4. おわりに

今後については、DFSSのさらなる改良とその内容のオープンソース化に向けた取り組みや土石流数値計算検証用データの整備と公表、土砂災害防止法に基づく緊急調査でのDFSSの活用に向けた技術開発を引き続き行っていく必要がある。

講演  
3



## 火山砂防計画策定指針等の改定ポイント

梶野 誠 かのまこと

国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 課長補佐

### 1. 火山砂防計画策定指針等の改定の目的

平成4年の火山砂防計画策定指針（案）の策定後30年が経過するとともに、平成19年の火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン（案）の策定以降、関係する法律の改正等があったことに加えて、噴火災害への対応実績、最新の科学的知見の蓄積、河川砂防技術基準の改定等を踏まえ、指針（案）とガイドライン（案）を改定した。また、改定にあたっては、より実効性を高めるため、砂防及び火山専門家へのヒアリングを行い、助言をいただいた内容を反映することとした。

### 2. 火山砂防計画策定指針の改定ポイントについて

通常対応火山砂防計画はハード・ソフトの両面の総合的な対策として策定している。一方、噴火対応火山砂防計画においては、基本方針は通常対応火山砂防計画と同様であるが、検討にあたってはハード対策を基本とするものの、社会条件、自然条件等の観点において、非現実的な場合があることからソフト対策の組み合わせにより被害をできる限り軽減することとしている。

以下に火山砂防計画策定指針の改定したポイントを示す。

- 1) 「河川砂防技術基準」の基本計画編及び施設配置等計画編の改定に伴う見直し
- 2) 本指針において対象とする地域に「火山災害警戒地域」を追加
- 3) 対象とする計画規模の噴出量への対応方針の明確化
- 4) ソフト対策関係の見直し
  - ・ 土砂災害防止法の改正に関するもの

（緊急調査関係の追記）

- ・ 活火山法の改正に関するもの
    - （火山防災協議会の一員としての役割追記）
- 5) 具体的な事例の充実

### 3. 火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドラインの改定ポイントについて

火山噴火緊急減災対策砂防計画は、突発的な火山噴火の場合でも迅速かつ効果的に対処するために、緊急減災対策実行計画（緊急ハード・ソフト対策）及び関連する平常時からの準備事項を策定することとしている。

以下に火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドラインの改定したポイントを示す。

- 1) 火山砂防計画策定指針の改定に伴う見直し
- 2) 警戒レベル引上げに伴う立ち入り困難区域の降灰厚調査手法を追加

### 4. H26御嶽山噴火時における緊急時ハード・ソフト対策の主な事例

平成26年の御嶽山噴火災害時には、関係機関との打合せを経て緊急ハード・ソフト対策が実施された。緊急ソフト対策としては監視カメラ及びワイヤーセンサーを設置して情報の収集や共有をしている。また、緊急ハード対策としては除石及びブロック積み砂防堰堤等を設置して土石流等の対策を実施した。本件では噴火前に緊急減災検討会を開催していたため、噴火後も関係機関との連絡・調整等の相互連携が可能となり、緊急時対策を迅速かつ効果的に実施することができた。



講演  
4

## 美瑛川における融雪型火山泥流に伴う流木への対策

高橋 健太 たかはし けんた

(一財) 砂防・地すべり技術センター 火山防災部 課長代理

## 1. はじめに

十勝岳では、1926年の大正泥流に伴い大量の流木が流下・堆積し、甚大な被害が生じた。また、河川砂防技術基準の改定により火山泥流に対する流木対策が追加されたことなどから、十勝岳の火山砂防事業については融雪型火山泥流に伴う流木を対象とした対策を実施する必要がある。

## 2. 火山泥流に伴う流木被害の発生事例

火山泥流に伴う流木被害の発生事例として先述の大正泥流や1980年のセントヘレンズ山（アメリカ）の噴火に伴う火山泥流等が挙げられる。このうち、十勝岳の大正泥流の目撃者からは「立木がパタパタ倒れた」ことや「流木は盛り上がり流れた」等の証言を得ている（南里ら（2004））。目撃情報や推定した泥流及び流木の流下状況をもとに平成7年に大正泥流の流下状況を再現したCGが作成された。このCGを参考に、美瑛川の下流部の市街地まで流木が泥流の先頭部に集まって流下する形態を想定し、対策や被害想定を検討を行った。

## 3. 計画流出流木量の算定

計画流出流木量は「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」に準拠し、発生流木量に流木流出率を乗じて算定した。発生流木量は「流木の発生が予想される範囲」の面積に単位面積あたりの材積を乗じて算出した。「流木の発生が予想される範囲」については数値シミュレーションを基に設定するが、融雪型火山泥流に伴う流木の発生は、泥流による洗掘及び泥流の流体力による倒伏から生じると想定した。

洗掘に関しては現地調査等をもとに、数値シミュレーションにおいて洗掘深0.5m以上の範囲、流体力に関しては数値シミュレーションにおいて泥流の流体力が樹木の耐力よりも大きくなる範囲を「流木の発生が予想される範囲」とした。また、流木流出率は「市街

地より上流では流木の堆積がほとんど生じていない」との証言から、1.0と設定した。

## 4. 流木による被害想定手法

流木による被害に関しては、流木が橋梁等を閉塞することによる氾濫被害の拡大と流木の直撃による被害とに分類される。流木が家屋等に直撃することによって生じる被害額については定量的に評価する手法が現段階で確立されていないため、橋梁の閉塞による泥流の氾濫拡大被害に伴う家屋等の一般被害として計上する。

流木による橋梁の閉塞判定に関しては、以下の条件を想定してトラブルスポットを抽出している。

- (1) 橋脚の径間長が流木長よりも小さい橋梁
- (2) 流木が立って流下した場合を想定し、橋梁高が流木長よりも小さい橋梁

上記の条件により閉塞すると判定された橋梁においては、河道の標高値を近傍の道路標高を合わせるように調整し、橋梁閉塞を考慮した泥流氾濫シミュレーションを実施した。

## 5. 流木対策計画

十勝岳火山砂防計画においては、砂防基準点より上流において流木を全量捕捉する。施設効果に関しては「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」に準拠して土石流区間、掃流区間における効果量を算出した。既存砂防施設で捕捉しきれない流木量に関しては、既設堰堤の改良及び流木対策施設の追加で対応することを基本とした。

## 6. おわりに

本報告では現在の知見を基に委員会で議論した概要をまとめた。しかし、流木発生や流下、橋梁での流木の閉塞条件に関して未解明な部分も多く、引き続き検討を行っていく必要がある。



# JICA技術協力プロジェクト「ベトナム国北部山岳地域のフラッシュフラッドと地滑りによる被害の対処・最小化のための能力強化プロジェクト」 本邦研修

(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

ベトナム国では、近年、豪雨による土砂災害が多数発生し、特に北部山岳地域での経済的・人的被害が拡大している状況にあります。ベトナム国政府は発災前の予防・被害軽減に向け、構造物対策の実施を検討しており、JICA技術協力プロジェクト「ベトナム国北部山岳地域のフラッシュフラッドと地滑りによる被害の対処・最小化のための能力強化プロジェクト」(JICAから株式会社地球システム科学・日本工営株式会社が受託)の実施を通じ、北部山岳地域において土砂災害リスク評価、土砂災害リスク削減計画作成、パイロット対策(砂防堰堤、早期警報システムの整備)により、ベトナム国政府の土砂災害対策に関する組織体制の強化を図っているところです。

STCでは、長年、JICA課題別研修で培った土砂災害対策に係る研修のノウハウを有しており、上記のプロジェクトの本邦研修のカリキュラム作成、運営をSTCが支援しました。研修員は土砂災害に関する中央政府・地方政府の政策意思決定者10名(準高官2名を含む)であり、日本の土砂災害対策全般(ハード対策、ソフト対策)の基本的な考え方とその取り組みを習得することを目的とし、約2週間(2023年2月27日～3月9日)の講義、現地見学(富士川水系直轄砂防事業、譲原直轄地すべり対策事業、山梨県による砂防事業等)からなる研修を実施しました。また、講義では、南理事長が「日本の砂防の歴史」、火山防災部 池田次長が「土石流対策の計画策定および設計手法」について講師を務めました(写真)。

研修員からは、日本の先進的な土砂災害対策の事例を実際に見ることができ、学ぶことができ、自国において対策を推進する上で研修が大変有意義であった、といった声がありました。また、研修の広報活動に力を入れ、現地見学先では研修員が新聞・テレビ取材を受ける等、日本の土砂災害対策技術が開発途上国で学ばれる対象となっていることや、日本が積極的な国際協力を行っていることがPRできたのではないかと考えています。

研修は全2回予定されており、2023年度には、実務技術者を対象とした本邦研修を12月に実施する予定です。最後に、本研修の実施にあたり、ご協力いただきました各機関の皆様に御礼申し上げます。



写真 研修員と講師を務めた南理事長、池田次長との集合写真

# 目と目が合ったその日から、 SABO Worldの扉が開きました。

## 研修員の皆さん、 ようこそ、SABO Worldへ！

(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

このタイトル、どういうことでしょうか？

それは、2023年6月5日から23日まで、JICA課題別研修「土砂災害リスク削減」、別名JICA Knowledge Co-creation Program “Sediment Disaster Risk Reduction”が筑波で実施され、ブラジル、フィリピン、スリランカ、東ティモールそしてベトナムから各1名の計5名が参加されました。

2021年、22年と新型コロナウイルスのため、オンラインでの遠隔教育方式での実施だったものが、ようやく来日、対面での研修が実現しました。加えて、5名という少人数のため、経験や知識レベルが異なる研修員同士が助け合い、議論しながら受講することができ、演習時には一人ひとりの進捗を講師が確認しながら指導するという、オンライン研修では困難だった、互いの目を見ながらの研修の良さを再認識しました。

研修内容は、「砂防概論」を中心とした防災政策、都市計画等、土砂災害の引き金となる降雨量の観測と警戒避難雨量の設定、イエロー、レッドゾーンの抽出、コスト・ベネフィット分析による優先順位付け、ハード対策、ソフト対策、ジオラマ模型によるワークショップ、NGOとの連携による共助の取り組み、栃木県日光市、神奈川県横浜市での現場見



国土交通省 砂防部長表敬



利根川水系鬼怒川直轄砂防事業 現地研修





神奈川県急傾斜地対策 現地研修



避難計画策定ワークショップ

学に加え、GPSの活用や最新研究のトレンド等多彩な内容を盛り込みました。その結果、研修終了時の評価会では高い評価を得ております。

その一方で、事前の防災投資促進との方針を受け、ハード対策とソフト対策の時間配分を7対3としたため、研修員からは途上国での実施の可能性がより高い、早期警報システム等のソフト対策の時間増の要望がなされました。加えて、そのためにハード対策の時間を減らすのではなく、研修期間延長による対応が望ましいとの意見が出ております。

施設見学では、霧の日光で、歴史遺産や観光業を守る一連の砂防施設と守られている東照宮を、斜面の多い横浜市では、炎天下に住宅の庭先まで迫る急傾斜地の対策工と三溪園や山下公園を見学しました。ともに現場で対応してくださった職員の方に盛んに質問を浴びせていました。

3週間の短期研修でしたが、やはり時差やネット環境に影響されるオンライン研修に比べ、集中して学べ、講師とまた研修員同士の意見交換も活発となり、効果的であることが明らかになったと思います。

2019年まで20回に及びJICA東京（幡ヶ谷）で実施、その後21年からはJICA筑波で実施してきました。日本だけでなく世界中で土砂災害が頻発する近年、熱心に取り組む研修員の姿を見ると、今後もこういった研修が継続されることを強く望む次第です。

最後になりますが、ご多忙の中、ご指導、ご説明くださった講師の皆さま、特にJICA筑波までご足労くださった皆さまには、心より感謝申し上げます。



研修を終えての集合写真

表-1 2023年度 JICA課題別研修「土砂災害リスク削減」研修カリキュラム

日付	時刻	研修内容	講師又は担当者等：氏名(敬称略)及び研修時の所属先・職位 ※オンライン実施	
6/5 (月)	9:30 ~ 14:00	オリエンテーション	STC、JICA筑波センター担当者	
	15:00 ~ 16:40	防災体験ツアー(池袋防災館)	友部 秀器	(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部 国際課 参事
6/6 (火)	9:30 ~ 12:00	インセプションレポート発表会	綱川 浩章	国土交通省 砂防部 砂防計画課 砂防計画調整官※
			水野 秀明	九州大学 農学研究院 准教授※
	14:00 ~ 15:30	日本の防災政策	森田 耕司	(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部 次長(研修コースリーダー)
6/7 (水)	8:30 ~ 9:00	国土交通省砂防部長表敬	三上 幸三	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部長
	10:00 ~ 12:30	砂防概論	綱川 浩章	国土交通省 砂防部 砂防計画課砂防計画調整官
	14:00 ~ 16:00	気象予報と気象警報の仕組み 現業見学	長岡 岳 西村 三治	気象庁大気海洋部 気象リスク対策課 防災係長 予報課 予報官
6/8 (木)	10:30 ~ 12:30	まちづくりにおける防災・減災対策事例と支援施策について	矢田 紘馬	国土交通省 都市局 都市計画課 立地適正化係長
	14:00 ~ 15:00	JICAの防災協力	久保山 敬太	国際協力機構(JICA) 地球環境部防災グループ※
	15:00 ~ 16:30	早期警報等災害情報の住民への周知と、警戒避難行動への意識改革	長井 隆幸	大日本コンサルタント(株) 技術統括部 技師長
6/9 (金)	10:00 ~ 16:00	利根川水系鬼怒川直轄砂防事業	大浦 二郎	国土交通省 関東地方整備局 日光砂防事務所 事業対策官
6/12 (月)	10:00 ~ 17:00	警戒避難基準雨量設定	西内 卓也	(一財)砂防・地すべり技術センター 総合防災部 技術課 課長
6/13 (火)	10:00 ~ 17:00	土砂災害のおそれのある区域の抽出、ハザードマップ作成のための影響範囲	西村 智博	国際航業(株) 国土保全部 海外連携担当部長
6/14 (水)	10:00 ~ 17:00	リスク評価	水野 秀明	九州大学 農学研究院 准教授
6/15 (木)	10:00 ~ 17:00	ハード対策(地すべり、がけ崩れ・落石対策)	相楽 渉	(一財)砂防・地すべり技術センター 斜面保全部 次長
6/16 (金)	13:00 ~ 17:00	警戒区域の指定(宅地造成と開発規制)、崖地対策、住民への周知、警戒避難の実務、指定箇所及び対策工事現場見学等	松尾 繁	神奈川県 県土整備局 河川下水道部 砂防課 砂防・急傾斜地グループ
6/19 (月)	10:00 ~ 17:00	ハード対策(土石流対策)	池田 暁彦	(一財)砂防・地すべり技術センター 火山防災部 次長
6/20 (火)	10:00 ~ 17:00	土石流シミュレータ Kanako	近藤 玲次	(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部 情報システム課長
6/21 (水)	10:00 ~ 17:00	リモートセンシング技術・空間情報処理技術の活用	森田 真一	(株)パスコ 事業統括本部事業活性化推進室 兼 中央事業部(大阪駐在) 顧問
			田村 毅	国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部長
	13:00 ~ 15:00	土砂災害対策研究の最前線	金澤 瑛	土砂災害研究室 主任研究官
6/22 (木)	10:00 ~ 13:00	避難計画策定(含ワークショップ)	笠原 亮一 安井 あり沙 上島 洋	日本工営(株) 社会システム事業部、防災マネジメント部 防災ジオラマ推進ネットワーク 理事長
	14:00 ~ 16:00	地域住民による取り組み(NGOとの協働)	横田 好美	シャプラニール市民による海外協力の会
6/23 (金)	10:00 ~ 14:30	研修成果レポート発表会	綱川 浩章	国土交通省 砂防部 砂防計画課 砂防計画調整官※
			水野 秀明	九州大学 農学研究院 准教授※
	15:00 ~ 16:30	評価会、閉講式	森田 耕司	(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部 次長
			西岡 美紀	JICA筑波センター 研修業務室



# 2023台湾インタープリメント 参加報告

いぐら まり  
伊倉 万理

(一財)砂防・地すべり技術センター 総合防災部 主任技師

## 1. はじめに

2023年(令和5年)4月17日から21日にかけて台湾・台中市で開催された国際防災学会「INTERPRAEVENT 2023 International Symposium」(インタープリメント2023)へ参加し、研究発表を行った。インタープリメント2023のテーマは「山間地域における自然災害の発生、軽減、復旧」であった。本学会については、当初2022年10月に開催される予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響で今年度へ延期された。なお、このインタープリメントに合わせて中華水土保持学会及び中華防災学会主催の「2023台日砂防共同研究会(砂防技術交流会)」が開催され、訪台調査団の一員として参加した。

インタープリメントは自然災害の防止・軽減に関する学術的な交流を目的とした国際防災学会である。本部はオーストリアにあり、ヨーロッパ地域で4年に1度国際開催され、中間年には環太平洋地域において地域会議が開催されている。

## 2. 研究発表会

4月17日から18日にかけて台中市中興大学人文大樓国際会議場において研究発表会が開催された。中興大学構内は非常に広大であり、構内には緑豊かな散策路や飲食店もあるような敷地であった。

17日は開会式の後、訪台調査団長である(一社)国際砂防協会の大野宏之理事長を含む3名の基調講演が実施された。はじめにインタープリメント前会長から、自然災害への対策における地球温暖化の影響について講演があり、その中では地球温暖化のみならず、将来的な自然災害との向き合い方として若い世代との協力、コミュニケーションが必要であると強調されていた。大野理事長からは日本の災害事例や国土交通省で

のハード・ソフト対策に加え、砂防施設の利活用事例についても紹介されていた。台湾水土保持局の李局長からは、近年の台湾での災害事例、リスクマップ、警戒避難システムのほか、BigGISの紹介が行われた。BigGISは台湾における1897～2022の空中写真や衛星画像、オルソ・UAV写真、災害発生箇所の位置図や各種主題図等の地理空間情報を閲覧可能なプラットフォームであり、地理院地図のHPのようなイメージである。発表の中ではNature-based Solutions(NbS)として環境に配慮した対策施設の紹介や、地域振興の取り組み、防災ボランティアの育成に関する事例も紹介され、日本とよく似た取り組みがされていると感じた。

昼食後に1時間のポスターコアタイムが実施され、その後は3会場に分かれて基調講演及び口頭発表セッションが行われた。18日は午前中から各国の災害への取り組み及び各会場での口頭発表が行われた。印象的であったのが、チェコでの防災における取り組みについての発表において、「自然災害(natural disaster)」ではなく、「自然由来の災害(nature-related disaster)」という表現をしており、「人が住んでいるから災害と呼ばれる」ことを発表者の方が強調していた。

筆者はこの日の昼食後のポスターセッションでのコアタイムに割り当てられており、日本人以外では台湾の研究者の方、イタリアの学生の方から質問をいただいた。土砂生産の多い流域における一連の土砂移動現象をイメージしてもらうのが難しかった。



写真-1 (左)研究発表会の会場外観。外には企業ブースがある。(右)メイン会場での開会式の様子



写真-2 ポスターセッションの様子(中央：筆者)



写真-3 恵蓀林場内の散策路

口頭発表、ポスター発表で印象的であったのが、警戒避難に寄与するシステムや技術の提案が多かったことである。また、機械学習を用いて被害範囲等を予測する手法に関する研究も見られた。

なお、立山・黒部の世界遺産登録にあたり、富山県の皆様がブースを設け、VRゴーグルやポスター等でPR活動をされており、大勢の海外の方がブースに訪れていた。

### 3. 現地視察

19日から21日にかけてはインタープリバントの現地視察となっており、19日は中興大学の演習林である恵蓀林場の紹介と天然ダムの決壊実験というプログラムであった。恵蓀林場は1916年に設立されており、日本統治時代には旧北海道帝国大学の演習林であった。演習林内は歩きやすいように整備されており、一般の方もハイキングをしていた。ボランティアの方に案内いただき、散策路において植生を観察した。

午後は林場内において実物大の天然ダム決壊実験が実施された。高さ3m、幅30mにも及ぶ天然ダムが作成されており、内部に3軸の振動センサーを埋め込んでいるとのことであった。天然ダム周辺で水位や濁度、流速、地形を観測するための機器が設置され、複数台のビデオ



写真-4 (上)天然ダム決壊実験の様子。橋から発泡スチロールのボールを投入している。  
(下)天然ダム実験箇所上流側には鋼製透過型砂防堰堤が整備されている。

カメラ及び10台以上のドローンにより実験時の観測が行われた。表面流速の測定にあたっては試行錯誤の上、発砲スチロールのボールを天然ダム上流より人力で大量に投入し、複数の定点ビデオカメラより撮影を行う手法にしたとのことであった。ここでの実験結果をもとにした研究成果の紹介もあった。

20日は台湾の広範囲で大雨となり、一部の地域では浸水被害が発生したとのことであった。インタープリバントの組織委員会として水土保持局の方も多く携わっていたが、一部の方は災害に備えて待機していたとのことであった。現地視察の一部行程が変更されたものの、予定されていた豊原市公老坪コミュニティにおける散策が行われた。当該地域はIPSIの提唱する「SATOYAMAイニシアティブ」の考えに則った果樹園を主体とした共同体であり、水資源と景観の維持管理と保全を行っているとのことであった。産官学の連携により環境資源の保全のみならず、干ばつ問題の解決策の検討や、生製品のマーケティング活動等により、生物多様性の保全と人間の福利向上を両立している共同体であるとのことであった。

午後には降雨も少なくなってきたことから、東勢林場において整備されている砂防堰堤、魚道、護岸工等の見



学が行われた。日本の対策工を参考にしているとのことで、いずれも環境に配慮した整備が行われていた。当該施設では水土保全局の野外教室も行われているとのことで、防災教育の取り組みについても紹介があった。なお、夜には当該林場内で蛍の観察会が実施され、雨もやんでいたことから、非常にたくさんの蛍を観察することができた。

21日はジオグリッド、ジオテキスタイル等の製品を取り扱うACE Geosyntheticsという企業の製品や工法を紹介している施設の見学が行われた。当該企業では土



写真-5 公老坪コミュニティ内の視察



写真-6 東勢林場内(上)砂防堰堤と魚道、(下)落差工

木製品メーカーであると同時に国内外の斜面や法面对策、河川・海岸における護岸の整備等から廃棄物処理に渡る様々な分野でのコンサルタント業も行っているようであった。環境に配慮した対策工について施設内（Eco Parkと呼ばれる1haの屋外施設）で紹介しており、主力製品の法面对策工、プレキャストの擁壁や護岸ブロック等を実際に展示していた。

#### 4. おわりに

インタープリメント2023では台湾をはじめとした海外での災害への取り組みとして、ローコスト・ハイリターンであるソフト対策へ注力している印象を受けた。そのために必要な観測精度の向上や解析手法の提案等に関する発表も多く、気候変動により激甚化する災害に対して、日本のように公共事業として対策を実施するのが困難な国においても、減災に取り組む姿勢が伺えた。

次回は2024年6月10日～13日にオーストリア・ウィーンで開催される。気候変動に伴う自然災害に着目し、地球温暖化が進行する中、どのようにリスクに向き合うか、というテーマのもと、発表セッション及び現地見学会が開催される模様である。閉会式の際に次回大会に関する説明があったが、インタープリメント本部のあるオーストリアでの開催とあって、歴史あるホーフブルク王宮（ハプスブルク家の宮殿）が会場とのことである。



写真-7 東勢林場内各施設についての看板



写真-8 ACE Geosynthetics Eco Park内の対策工の展示



## 5. 台湾事情

台湾の入国にあたっては、新型コロナウイルス感染症対策として以前は必要であった陰性証明や待機期間も撤廃され、日本へ帰国時のワクチン接種証明等が必要であるのみであった。出発時の朝の羽田空港は大変混雑しており、検査場の通過に長蛇の列ができていた。台湾入国後については、制限区域内ではマスクの着用を求められた。4月17日には公共交通機関でのマスク着用義務が廃止されていたものの、街中ではマスクをしている人がほとんどであった。

滞在中、大雨であった20日以外は晴れもしくは曇り時々弱雨で気温は最低気温が20度を超え、湿度は非常に高いものの、過ごしやすい気温であった。大雨であった20日はスコールのような降雨により地下道が冠水状態となっていた。バスが水しぶきをあげながら停留所に入っていく様子や、たくさんの方がレインウェアを着てバイクに乗る様子は新鮮であった。

余談であるが、インタープリバントの研究発表会において、昼食時間のほか、午前と午後2回 tea breakがあり、お茶とコーヒーのほか、お菓子や軽食が用意された。台湾ではお茶やコーヒーは甘いものが多いそうで、提供された飲料も初めは甘いものしかなく、非常に驚いた。

また、インタープリバントのwelcome dinnerでは先住民の方の舞踊が披露された。台湾の先住民の方はインドネシア等にルーツがあるとのことで、言語も異なるとのことである。

## 6. 謝辞

インタープリバントの準備・運営に携わられた台湾の関係者の皆様には格別のご配慮を賜り、深くお礼申し上げます。また、訪台調査団での派遣にあたり（一社）国際砂防協会及び共に台湾に滞在いただいた調査団の皆様には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。



写真-9 tea breakに提供された軽食



写真-10 welcome dinnerでの先住民の方による舞踊 (INTERPREVENT2023HP Photo Galleryより)

## 海外の土砂災害に関する講演会

2023年2月2日に、イタリア・ボローニャ大学のLisa Borgatti 教授（地盤工学）をお招きして、「2022年イタリア・イスキア島での土砂災害」と題し、災害の概要、発生メカニズム等についてご講演をいただきました。イスキア島での土砂災害は、火山島での豪雨に伴う土砂災害であり、参加者からは、日本における2013年の伊豆大島の土砂災害との類似点・相違点、警戒避難等に関する質問がなされ、活発な議論が行われました。



写真 講演会の様子



発生日	国名	種別	概要
2022年 10月8日	ベネズエラ	地すべり	ベネズエラ当局は10月8～9日、首都近郊で大雨に伴う地すべりと洪水が発生し、がれき交じりの土砂が住宅地に流入して少なくとも39人が死亡、56人以上が行方不明になったと報じた。被害があったのは首都カラカスから50キロ離れたアラグア（Aragua）州ラステリアス（Las Tejerias）。家屋や店舗が倒壊し、通りは泥に交じり倒木や家財道具、車両などで覆われた。地元住民は行方不明の家族を捜すため、がれきを掘り起こしていた。捜索チームも救助犬とともに派遣され、行方不明者の捜索活動が行われた。前夜にベネズエラの北を通過したハリケーン「ジュリア（Julia）」が大雨がもたらし、通常1か月分の雨量が1日で降る記録的な大雨となった。
10月28日	フィリピン	地すべり	フィリピンの国家災害リスク削減管理評議会（NDRRMC）は、台風22号（アジア名：Nalgae、フィリピン名：Paeng）による大雨が、全国で379件の洪水と60件の地すべりを引き起こし、数十人が死亡または行方不明になったと報じた。特にカマリネススル（Camarines Sur）州、カピス（Capiz）州、アンティーケ（Antique）州、ネグロスオクシデンタル（Negros Occidental）州、セブ（Cebu）州、レイテ（Leyte）島南部、マギンダナオデルノルテ（Maguindanao del Norte）州は、深刻な影響を受けた。60件の地すべりの多くは中央ビサヤ地域のセブ州と東ビサヤ地域のレイテ島南部で発生した。甚大な洪水と地すべりが襲ったバンサモロ（Bangsamoro）地域のマギンダナオデルノルテ州では、34人が死亡し、少なくとも6人が行方不明であり、捜索救助活動が実施された。NDRRMCは、台風が襲う前に40,000人以上が避難したが、10月30日時点では全国で364,764人が避難し、多くは2,125の避難キャンプに留まらざるを得ず、14地域の46の州で932,077人の生活に影響を与えたと報じた。
11月26日	イタリア	土砂崩れ	イタリア南部ナポリ（Napoli）沖のイスキア（Ischia）島の町、カサミッチョラテルメ（Casamicciola Terme）で豪雨による土砂崩れが発生し、新生児と子ども2人を含む少なくとも7人が死亡したと、当局者が27日明らかにした。イスキア島では、26日までに6時間で126ミリという、過去20年で最も激しい雨が降り、26日未明に大規模な土砂崩れを招いた。ナポリの知事は記者会見で、5人がなお行方不明だと述べた。救助隊員が現地入りし、ダイバーが沖合の捜索を行った。土砂崩れにより泥やがれきなどがカサミッチョラテルメの町に押し寄せ、周辺の家屋や道路が被災した。写真や空から撮影した映像では、土砂によって倒れた建物や、海に押し流された車などが確認された。イタリア政府は27日、イスキア島に非常事態宣言を出し、救援活動やインフラ復旧などのため、200万ユーロを拠出すると表明した。
11月30日	ブラジル	地すべり	11月30日にブラジル南部のパラナ（Parana）州で地すべりが発生し、少なくとも2人が死亡し、数十人が行方不明になった。高速道路BR-376の200メートルの区間で、大雨による地すべりが6台のトレーラーと少なくとも15台の車両の上に崩落した。消防署によると、30人から50人が行方不明になっている可能性があるとして報じた。軍隊、消防士、市民防衛局員、救助犬が救助活動を行った。
12月13日	コンゴ民主共和国	地すべり	アフリカ中部コンゴ民主共和国の首都キンシャサ（Kinshasa）で13日、大雨による洪水や地すべりが発生し、近年では最悪の災害となり、120人以上が死亡したと当局が発表した。遺体の多くは地すべりが起きた丘の斜面で見つかったと地元警察幹部が説明した。多くの住宅が浸水し、幹線道路も寸断された。同国首相府は声明で、14日から3日間、全国的に喪に服することを表明した。キンシャサでは洪水が起きやすい斜面に多くの小さな住宅が建てられていることに加え、排水路や下水設備の脆弱さが問題となっており、地すべりがたびたび発生。2019年11月にも洪水と地すべりで40人が犠牲になっている。
12月16日	マレーシア	土砂崩れ	マレーシア当局は17日、首都クアラルンプール近郊のスランゴール（Selangor）州のキャンプ場で発生した土砂崩れの行方不明者の捜索の継続を報じた。土砂崩れは16日の現地時間午前3時頃に発生し、救助隊は子ども5人を含む21人の遺体を収容。7人が入院し、数十人が無傷で救助されたが、12人が行方不明となった。州政府によると、このキャンプ場は農場内にあり、無許可で営業していたとのこと。土砂はキャンプ場の上方約30メートルから約1ヘクタールの範囲に流れ込み、利用客を直撃した。また、土砂崩れの原因は不明だが、発生までの数週間の降雨で地盤が緩んでいた可能性があるとして指摘している。ただ、事故当時、雨は降っていなかった。流出した土砂の量は推定45万立方メートル（オリンピックサイズのプール180杯分）に上る。地元メディアによると、利用客の多くが家族連れで、年末の休暇を利用してキャンプを楽しんでいた。

発生日	国名	種別	概要
2023年 1月4日	コロンビア	地すべり	<p>コロンビア西部のリサルラルダ (Risaralda) 州の道路で地すべりが発生し、少なくとも27人が死亡したと同国のグスタボ・ペトロ (Gustavo Petro) 大統領が発表した。大雨の後、丘の中腹から崩落した土砂に埋もれた数台の車両の中に、満員のバスも含まれていた。犠牲者の中には少なくとも3人の子どもが含まれているとのこと。</p> <p>土砂崩れは現地時間の1月4日、日曜日の早朝、北部のチョコ (Chocó) 州に通じる道路で発生した。目撃者によると、地すべりが発生した時、都市間バス、ジープ、オートバイが、前方で発生した自動車事故のため停車していたとのこと。</p> <p>救助隊は亡くなった母親の体にしがみついていた1人の少女を含む、少なくとも9人を救助した。</p> <p>コロンビアでは、特に雨季には地すべりが珍しくなく、山道は泥や岩でしばしば寸断されている。</p>
1月17日	中国	雪崩	<p>中国チベット自治区 (Tibet Autonomous Region) ニンティ市 (Nyingchi) で17日19時50分、トンネルの出口で雪崩が発生し、走行中の多くの車が大量の雪に埋もれ、28人が死亡した。中国公式メディアによると、発生した雪崩は、メドグ郡 (Medog County) とニンティのパッドタウンシップ (Pad Township) を結ぶ高速道路を封鎖し、トンネル内に人と車が閉じ込められた。</p> <p>緊急救助本部によると、当該地域の山は急峻であり、雪崩は17日の強風と気温上昇によって引き起こされたと報じた。また捜索救助には消防士、軍隊、公務員、一般市民を含む1,300人以上が、参加したと述べた。</p>
2月5日	ペルー	土石流	<p>アレキパ (Arequipa) 州カマラ (Camana) 郡マリアーニコラスバルカルセル (Mariano Nicolas Valcarcel) 区で、2月5日に大雨による土石流が発生し、オコニャ (Ocoña) 川支流のサチャデバスコ (Saca de Posco) 沢に位置する複数の非合法鉱山従事者の集落を直撃した。</p> <p>ペルーの国立民間防衛研究所 (INDECI) は、死者数は18人、行方不明者は20人と報じた。また少なくとも27人が負傷し、影響を受けた人の数は6,300人を超えるとのこと。</p> <p>サチャデバスコ沢沿いには、ミスキ (Miski)、セコチャ (Secocha) 等の80の集落に、主に金の採掘を行うため他州から移住した約20,000人の非合法従事者が生活していた。地質鉱業冶金研究所 (INGEMMET) は、2021年にオコーニャ川流域に関する調査を行い、セコチャの鉱業キャンプ地をはじめとする21のエリアを災害危険地域として報告の上、移転や緊急時対応計画等を勧告していた。</p>
2月19日	ブラジル	地すべり	<p>ブラジル南東部のサンパウロ州のベルティオガ (Bertioga)、カラグアタトゥバ (Caraguatatuba)、グアルジャ (Guarujá)、イリャベラ (Ilhabela)、サンセバスチャン (São Sebastião)、ウバトゥバ (Ubatuba) の各自治体で、2月19日に大雨による洪水と地すべりが発生した。この災害で死者64人が確認され、1,000人以上が学校等に避難した。これらの沿岸地域では、24時間に少なくとも600ミリの雨が降った。雨は月末まで続き、捜索救助や復旧等の取り組みを妨げた。</p> <p>サンパウロ州知事は、20日に今回の同州北海岸の降雨量はブラジル史上最大であると述べた。国立災害監視予測センター (Cemaden) によると、19日までの24時間で、ベルティオガで682ミリ、サンセバスチャンで626ミリ、イリャベラで337ミリ、ウバトゥバで335ミリ、カラグアタトゥバで234ミリの降雨があった。それまでの最高値は、2022年にリオデジャネイロ州ペトロポリス (Petrópolis) で記録された24時間で530ミリであった。</p> <p>災害はカーニバル時期に発生し、多くのイベントがキャンセルされ、観光客には病院、道路、水と食料の供給への過剰な負荷を避けるため、被災地域に近づかないよう要請された。</p> <p>政府は28日、19日以降、軍、警察、消防士、市民防衛局、医療機関、サンパウロ州政府、サンセバスチャン市関係者やボランティアを含め、1,000人以上が捜索救助に参加したと報じた。いくつかの主要高速道路は地すべりにより寸断され、救援活動の妨げとなった。</p>
2月22日	中国	地すべり	<p>中国内モンゴル自治区のアルシャー左旗 (Alxa Left Banner) の露天掘り炭鉱で、2月22日に大規模な地すべりが発生した。この地すべりで6人が死亡し、47人が行方不明となった。</p> <p>地すべりは2回連続で発生し、最初の小さな崩壊に続いて大規模な地すべりが発生したことが映像で捉えられた。</p> <p>事故は新京 (Xinjing) 炭鉱の西鉱山地域で発生。CCTV (中国中央テレビ) のニュース報道によると、西鉱山地域の北斜面全体が崩壊した。崩壊の規模は垂直方向で180メートルであり、地すべりにより東西方向500メートル、南北方向200メートル、高さ約80メートルの泥の山が形成された。この崩壊の体積は約500万立方メートルと推定されている。</p> <p>事故発生直後に中国国務院の応急管理部が全力で行方不明者47人の救助を行うよう命じていたが、2週間が経過した3月7日、同部々長が「この2週間で、行方不明者を発見することはできなかった」と認めた上で、死者行方不明者53人を出したことについて「非常に心が痛む。これを大きな教訓とし、大事故の再発防止に取り組みたい」とコメントし、その捜索活動の終了を示唆した。</p>



発生日	国名	種別	概要
3月6日	インドネシア	地すべり	<p>インドネシアのリアウ諸島州ナトゥナ (Natuna) 県セラサン (Serasan) 島で、3月6日に発生した地すべりによる死者数は32人に達したと、インドネシアの国家災害管理庁 (BNPB) が公表した。</p> <p>ナトゥナの捜索救助機関は警察や軍を含む約700人の救助隊を派遣し、4メートルの深さの土砂に埋もれた行方不明者22人の捜索を行った。</p> <p>国家災害管理庁によると、9日、8人が救出されたが、そのうち3人が危篤状態にあり、ゲンティン (Genting) から約300キロ離れたボルネオ (Borneo) 島のポンティアナック (Pontianak) 市の病院に運ばれたが、途中で1人が死亡した。捜索救助活動は、大雨によって度々中断され、通信回線のダウンや電気の供給停止も活動の妨げとなった。</p> <p>救助隊員、医療チームに加え、テント、毛布、食料などの救援物資を運ぶ2台のヘリコプターと数隻の船が、15日にジャカルタと近隣の島々から到着した。</p> <p>当局によると、6日の地すべりにより、4か所の避難所に約1,300人が避難した。</p>
3月12日	ブラジル	地すべり	<p>ブラジルのアマゾナス (Amazonas) 州マナウス (Manaus) 市ジョルジェ・テイシェイラ (Jorge Teixeira) 地区で地すべりが発生し、少なくとも11軒の家屋が破壊され、がれきの下から8人の遺体が発見された。市当局は、住民をその地域から立ち退かせ、現場に留まる家族の立ち退きを働きかけた。ジョルジェ・テイシェイラ地区では、約130戸の家屋が危険な状況と見なされ、数十世帯が避難を余儀なくされ、避難した家族は地元で、学校で、マットレス、食料、衛生キットが提供された。</p> <p>3月12日、市内では短期間に約100ミリの降雨があり、その結果、市内全体で120件以上の被害が報告され、市は災害状態を宣言した。</p>
3月30日	マラウイ	地すべり	<p>2月から3月にかけて、サイクロン「フレディ (Freddy)」はインド洋を横断し、モーリシャス、レユニオン、マダガスカル、モザンビーク、マラウイ、ジンバブエの広範囲に被害をもたらした。800人以上が死亡または行方不明になり、100万人以上が直接影響を受けたと推定された。被害の多くは洪水と地すべりによりもたらされた。</p> <p>マラウイのムタウチラ (Mtauchira) 村では、3月20日にフレディによる豪雨に起因した地すべりが発生し32人が死亡、18人が行方不明となった。</p> <p>地すべりは樹木が伐採された急な斜面の表層で発生し、土石流となって被害をもたらした。</p>
3月26日	エクアドル	地すべり	<p>エクアドルの首都キト (Quito) から200キロ南のアラウシ (Alausí) で、3月26日夜、大雨による大規模な地すべりが発生し、11名の死亡と67名の行方不明が報じられた。27日に現地で撮影された映像では、山の斜面が大規模に崩れ、大量の土砂が住宅地に流れ込み、多数の建物が土砂に押し流されたり、埋まったりした様子が確認された。</p> <p>エクアドルの当局によると、被害を受けた建物は163棟に上り、現地では懸命の救助活動が行われた。ドローンによる映像では比較的均一だが、明らかに脆弱な火山性と思われる岩石による地すべりが捉えられている。</p> <p>当該地区では大雨が続いており、3月15日から地すべりの警報が発出されていた。また、2022年12月から、地すべり発生斜面に亀裂が始め、灌漑用水が流れなくなる等の現象があり、調査が進められていた。</p>



## ❁ コアシナガバチ・エフェクト ❁

現地調査に行くと、ごくたまに不思議なことに会います。あまりにも日常と異なるため、却ってすんなり受け入れてしまい、後になって「あれはいったい何だったのだろう……」と思うような出来事です。例えば腹部を欠損し、頭部と胸部だけで飛行していたスズメバチ。目が合った、と思ったら手の上に降りてきて、しばらくモゾモゾした後にもた飛び立っていきました。怖さは無く（腹部が無いので刺される心配もありませんし）、のどかな秋の白昼夢のようでした。それから雨の日、林道の分岐に鎮座していた、猫ほどもある巨大なカエル。まるで道祖神のような佇まいにありがたみを感じました。ニホンカモシカと近距離で遭遇した時は、お互い「？」と見合った後、我に返ったようにニホンカモシカは走り去っていきました。山では物事の見え方や感じ方が変わるのかもしれない。そういえば「鏡の国のアリス」でも、自分の名前を忘れた主人公と野生の小鹿が、忘却の森の中を仲良く連れ立って歩くシーンがありました。

現地調査の本来の目的は、植生と土壌侵食の相互作用を把握するところにあり、年々変化する環境をできるだけ長く観測しようと努めています。けれども外出制限のあったこの数年間は、身近な自然に目を向けるきっかけとなりました。そしてそこにも色々な不思議があることに気づきました。

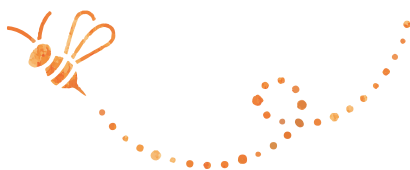
祖母の家は郊外の住宅地にあります。毎年イモムシやケムシが発生し、放っておくと庭木が丸坊主になるため、夏から秋にかけて手入れが欠かせません。ある年の初夏、コアシナガバチが軒下に巣をつくりました。ガラス窓のすぐ外に営巣したため、活動がよく見えます。この種のハチは比較的温和な性質で、刺激しなければ危険は少ないとのこと。箒で巣を叩き落そうとする恐れ知らずの祖母を止め、経過を見守ることにしました。指先ほどの小さな巣は、セル（育房）が下向きに露出し、中の幼虫が

良く見えます。女王バチはせっせと幼虫に餌（イモムシ由来の肉団子）を与えるとともに、幼虫が口から吐き出す栄養液を自分の餌とします。幼虫はセルの中でさなぎになり、羽化後は女王バチを手伝います。巣は少しずつ大きくなり、メンバーも増えていきました。例年と異なる庭の状況に気が付いたのは6月頃でしょうか。この時期によく発生するイモムシやケムシが全く見当たらないのです。チャドクガやリリチョウレンジ、アゲハチョウの幼虫もおらず、ツバキやミカンの木が青々と葉を茂らせています。たった10数匹のコアシナガバチが、庭師のように樹木を守ってくれたのでした。夏の暑い日、水をかけているのでしょうか、ハチたちは口から出した液体を巣につけ、羽を震わせて巣を冷やします。若いハチは主に巣の上で幼虫の世話をし、経験を積んだハチは外回りの仕事が多くなるようでした。

やがて夏が過ぎ、最初はわずか3セルだった育房も600セルを超えました。巣は片持ち梁のように一端が壁に固定され、産卵ごとに新たなセルが自由端側へ継ぎ足されます。最終的には背面側に少し反りかえった、バナナボートのような形状になります。この時期にはメンバーが30匹を超え、メスバチに加えてぼちぼちオスバチも生まれました。オスは顔が白く針を持たず、メスと比べて柔かな雰囲気です。そろそろ巣離れの時が近そうです。キンモクセイが咲く頃には、巣はからっぽになっていました。バタフライ・エフェクトならぬ、コアシナガバチ・エフェクトを実感した一年でした。

同じ時期に、書籍編集の一部に携わりました。砂防学会誌に長期連載された「砂防の観測の現場を訪ねて」をテーマに沿って選んだ、全4巻のシリーズ本です。学生や若手技術者にも読みやすいよう改訂され、各観測地で使われている技術やアイデアが豊富に記載されています。雑誌から書籍になったことで、砂防に馴染みのない人が手にする機会も増えると思います。出版によって砂防の世界にどんな影響が生じるのかはまだわかりませんが、コアシナガバチ・エフェクトのように思いもよらない良い変化につながって欲しいと心から願います。

（若原 妙子・公益社団法人砂防学会）





連載エッセイ  
essay

第8回

# 1年目の勤務を 終えて



きしもと みてき  
岸本 海笛

(一財)  
砂防・地すべり技術センター  
斜面保全部 技師

私が砂防・地すべり技術センターに入社して1年が過ぎました。入社1年目の日々は慣れないことばかりで目まぐるしく過ぎていき、過去の事を振り返る機会があまりありませんでした。そこで今回の執筆を機に、1年間の仕事の中に感じたことや考えたことを回想してみることにしました。拙文ではありますが、1年間の勤務を通しての感想と今後の展望を記します。

## 1年間の勤務を通しての感想

この記事執筆している5月現在、新型コロナウイルスが5類感染症へ移行し、生活が以前のように戻りつつあるところですが、入社当初はまだ新型コロナウイルスが猛威を振るっており、先行きが十分に見えない状況に一抹の不安がありました。しかし、幸いなことにそのような心配は杞憂に終わり、気づけば1年が経っていました。

実際に働きだしてみると、学生の時に聞いたことはあったものの詳細を知らなかった事項や業務に関する事項等、自分が知らなかったことの多さを痛感しました。それらの事項の意味が分からないと先輩からの指示の意味も十分に理解することが難しいため、この1年間は特に必要な知識を身に着けることに努めてきました。知らない事項については都度調べたり、それでも分からなければ周囲の方に聞いたりして解決してきましたが、地すべりに関する検討では地形、地質、水文等分野が多岐に渡ることもあり、未だ十分に理解できたという実感を持つことはできていません。今後も分からないことがあれば、つぶさに解決していこうと思っています。

また、業務で実施した内容を相手に説明するこ

とについては、多々難しさを感じることもあり、業務を進める上では、検討結果を国等の事務所の方から大学の先生、協力会社の方、社内の上司と様々な方々に伝えて意見をいただく必要があります。入社間もない私が主となって説明する機会はあまり多くなかったですが、相手に上手く伝わっていないのではないかと不安に感じることもあります。説明する中で言葉に詰まってしまうこともあり、その時に初めて内容を十分に理解していない箇所を発見することもありました。1年の業務を通して、相手に自らの考えていることを適切に伝えるためには、何よりも自分が十分に理解している必要があることを痛感しました。

加えて、仕事におけるコミュニケーションでは、自らの考えを適切に伝えることだけでなく、相手の要望を汲み取ることも同様に重要であると考えようになりました。この1年は内容を説明することで手一杯になっており、相手が何に困っていて、何を提案するのが良いか、ということに関してはあまり考えることはできていなかったように感じています。説明する相手に合わせて、諸先輩方のように臨機応変に説明の仕方を選択することができるようになりたいと思いました。これらのことは、今の私にとってとてつもなく大きな壁のように感じますが、焦らず少しずつできるようになっていこうと思います。

## 今後の展望

高校生の時に教わった言葉で「守破離」というものがあります。これは武道における修行の段階を示した言葉で、守は師の教えを守り身に着ける段階、破は既存の型を破り自らを模索する段階、離は師の教えから離れ独自の型を完成させる段階を示しています。今思い返すと、1年目の業務では上司や先輩

方に言われた通りに作業をすることが多かったように思います。ただ、作業を進める中で違和感を抱くことはあっても、それをうまく言い表すことができず重要なことなのかも判断できないことがありました。今後の業務ではまず業務の進め方を着実に身に着けるとともに、疑問を持ったら何に疑問を感じているのか明確にする癖をつけていきたいと思います。また、それらの疑問について先輩方と意見を交わしながら、自らの考え方を磨いていきたいと考えています。

最後になりましたが、技術も知識も未熟な私を丁寧にご指導いただいた上司の方々、諸先輩方には大変感謝しております。まだ知らないことばかりではありますが、活躍できるよう日々精進していきますので今後も何卒よろしくお願い申し上げます。



現地調査時の打合せの様子（写真内左の人物が筆者）



地すべり地内で変状や湧水の分布状況を調査している様子



## パワーネット工法 (高強度ネット斜面安定工)

【更新承認日】 令和2年2月27日

【取得会社】 東亜グラウト工業株式会社

【技術詳細に関するURL】 <https://www.toa-g.co.jp>

### 技術の概要

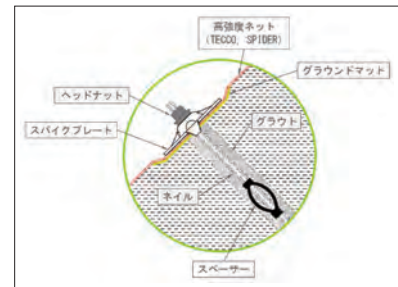
パワーネット工法は、斜面表層全体において崩壊が発生する全体すべりと、全ねじ異形棒鋼のネイル間の狭い範囲で発生する局部崩壊（中抜け）による土砂崩落を抑止する工法です。

高強度の素線を編んだTECCOネット、ネイル、スパイクプレートなどを連結・組み合わせて表層崩壊に対して有効な部材構造としています。

TECCOネットは、亜鉛アルミ合金めっきと飽和ポリエステル（PET）による二重防食処理が施され、耐久性を高めています。

本工法の基本技術は、次のとおりです。

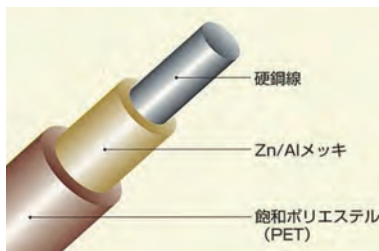
- ①ネイル頭部のナットによりスパイクプレートに締付け力を付加することで、ネイルとその周辺部の高強度ネットから不安定な表層へ押し付ける力を与える。
- ②上記の押し付け力により、表層の緩みの進展が抑制され表層の安定性が向上する。
- ③多数のネイルによって、すべり土塊は不動地山へ固定される。
- ④ネイル間（最大2.5mの千鳥状配置）における土砂の中抜け現象による崩落を高強度ネットの引張り抵抗と押し抜きせん断抵抗により防止し、地山全体の安定度を確保する。



パワーネット工法の基本構造

### 技術のポイント

- ・ 施工が早く、工期短縮が図れます。また、現場条件によっては、人力での施工も可能です。
- ・ 仮設備が簡易であり、ほとんどの材料が二次製品であることから、管理が容易で、気象条件に左右されることなく施工を行うことができます。
- ・ 大きな機械を使用しないため、高所での施工にも適しています。
- ・ 安全照査方法は、実物大実証実験にて妥当性を確認しています。



TECCOネットの二重防食処理

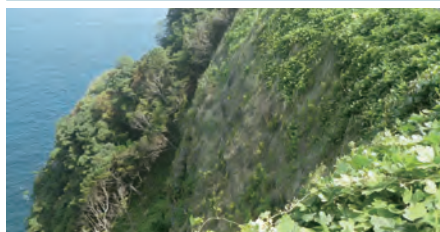


積雪時の施工状況



実物大実証実験の実施状況

### 施工事例



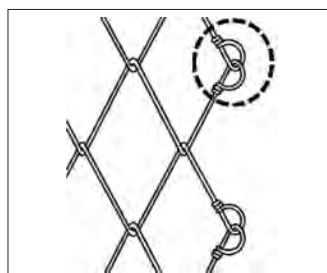
島根県



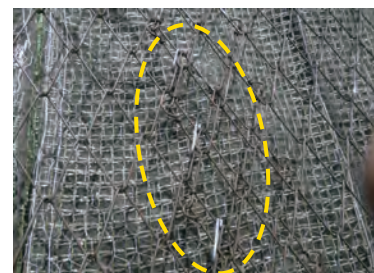
栃木県

### 従来技術との違い

- ・ TECCOネットは、従来金網には採用されていない「端部ねじり加工」が施されており、損傷を受けにくい構造となっています。
- ・ ネットの左右上下の接続は、専用の接続金具を1網目に1個の割合で使用します。接続金具はネットの素線径を上回る素線で製作しているため、従来金網に使用されている番線や結合コイル等のように、接続部および接続材が弱点となることはありません。



TECCOネットの端部(ねじり加工)



専用金具接続例

## JSウォール堰堤工法

【更新承認日】 令和3年6月29日

【取得会社】 JFE建材株式会社

【技術詳細に関するURL】 <https://www.jfe-kenzai.co.jp/>

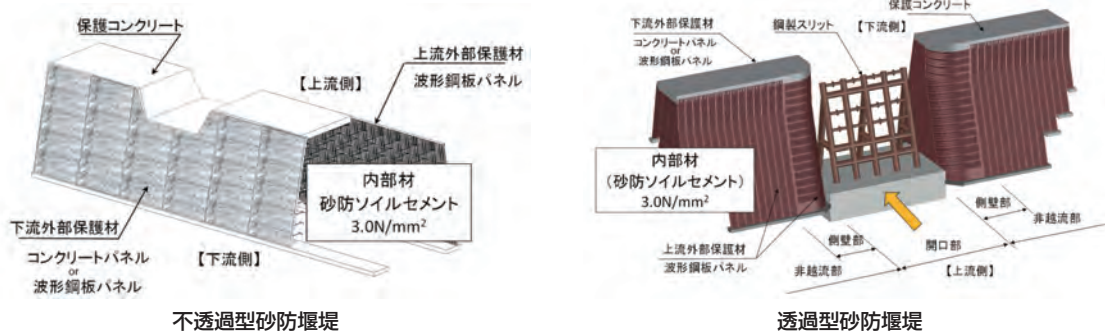
### 技術の概要

JSウォール堰堤工法は砂防ソイルセメント工法における高い施工性、経済性のメリットを最大限に活かし、内部材の砂防ソイルセメントを補強する外部保護材と複合させた砂防堰堤工法です。

外部保護材の特徴は、

- ① 型枠機能、耐衝撃性、景観性に優れています。
- ② 上下・左右を連結し壁面同士の隙間が発生しない構造です。
- ③ 施工時荷重に対しても自立構造が確保できます。

今回の更新では、これまでの施工実績を踏まえ、流動タイプに関して設計・施工マニュアルを最新の内容に更新しました。特に設計者や施工者の皆様がより利用しやすいように、施工計画、外部保護材の施工方法について記述を充実させました。



### 外部保護材別の施工事例



コンクリートパネル



波形鋼板パネル(無塗装)



波形鋼板パネル(めっき)

### 技術のポイント

- ・砂防ソイルセメントの転圧タイプ、流動タイプの両方に適用できる外部保護材です。
- ・土石流荷重が作用した場合、外部保護材とその継手部の構造により、内部材の露出防止ができます。
- ・非越流部の水通し側を曲面形状の外部保護材とすることで、非越流部に使用するコンクリート量の削減が可能で、施工期間の短縮・施工コストの削減が図れます。

### 流動タイプの施工事例

流動タイプの施工方法は特殊な機械設備や技術を必要としません。現地発生土とセメントの混合は転圧タイプと同様バックホウで行うことができ、打設に関してはコンクリート打設に近いものとなります。現地の粗石(φ500mm以下)を活用できることや、狭い施工区間において施工性が向上します。



内部材(粗石)の投入状況



内部材の均し状況



バイブレータによる締固め状況



## SSL-CE型永久アンカー工法 (周面摩擦先端圧縮型永久アンカー工法)

【更新承認日】 令和4年9月17日

【取得会社】 国土防災技術株式会社、日特建設株式会社、ライト工業株式会社、サンスイ・ナビコ株式会社

【技術詳細に関するURL】 <https://www.sansui-n.com/>

### 技術の概要

SSL-CE型永久アンカー工法は、長期的な耐久性の向上を目標として開発したアンカーです。

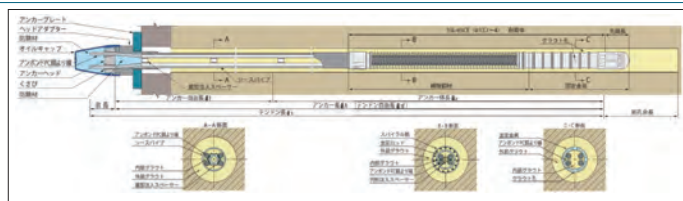
本工法の特長は、支持機構、防食性能の両面において長期的な耐久性を確保しながら、施工性、経済性も損なわない点にあり、その特長は以下に示すとおりです。

- (1) アンカー一体は、グラウトに引張り亀裂が発生しづらい圧縮型の支持機構を採用し、かつ荷重を効果的に分散する耐荷体により、応力分散特性の向上を図っています。
- (2) テンドンとしてアンボンドPC鋼より線を採用し、かつシー材を配して多重防食構造としています。
- (3) コンパクトな孔底注入システムにより、小口径でも確実な施工ができます。

アンカー一体は、グラウトに引張り亀裂が発生しづらい圧縮型とし、かつ耐荷体として剛な固定金具と補強鋼材を組み合わせた構造を採用して応力を分散し、局所破壊の発生しづらい構造としました。

テンドンは、防錆油の充填されたアンボンドシー材（ポリエチレン）と内部グラウト、さらにポリエチレンシー材によって保護され、多重防食構造となっています。

施工性については、グラウト注入を行うためにシー材パイプがグラウト注入パイプを兼ねた構造を開発し、従来の圧縮型アンカーと同程度の削孔径（標準削孔径φ90～115mm）でグラウトを孔底から注入することが可能であり、より確実な施工ができるようにしました。



SSL-CE型標準構造図(65CE φ12.7×4本用)

### 施工事例



急傾斜地での現場施工事例  
(林道復旧工事)



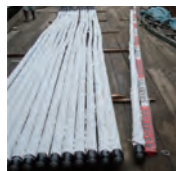
大規模地すべりでの現場施工事例  
(地すべり対策工事)



道路法面下での現場施工事例  
(擁壁補強工事)

### 技術のポイント

- ・アンカー一体部にPP繊維製シームレスパッカーを取り付けることで、亀裂性の岩盤や漏水層でアンカーを施工する場合でもグラウトを確実に注入・充填することが可能です。また、専用の治具を用いることで簡単に誰にでも基準通りにパッカーを取り付けることができます。
- ・本工法に斜面・アンカー変状計測システム「ECOM」を取り付け、計測ワイヤの変位を目視で読み取ることによって、専門的な知識を必要とせずアンカーの緊張力変化とその原因を把握することが可能です。また、目視での計測が困難な現場ではECOM計測ワイヤをデジタル伸縮計に取り付け、変位を自動計測します。計測データは記憶媒体への保存や自動観測システム（有線または無線）を経由することで、Webから閲覧することが可能となります。



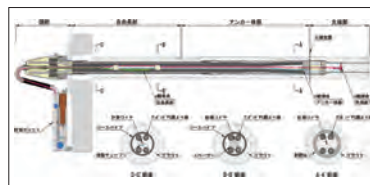
パッカー  
取り付け状況



パッカー付アンカー一体挿入状況



ECOM  
設置イメージ



ECOM付アンカー構造図

### 設計施工指針の改訂ポイント

- ・参考文献の改訂を踏まえて、語句や記号について変更しました。



ECOM設置状況



ECOM計測ボックス



ECOM(自動観測事例)

## CBBO型砂防堰堤工法 (CBBO型・HBBO<sup>+</sup>型)

【更新承認日】 令和4年10月29日

【取得会社】 株式会社 共生

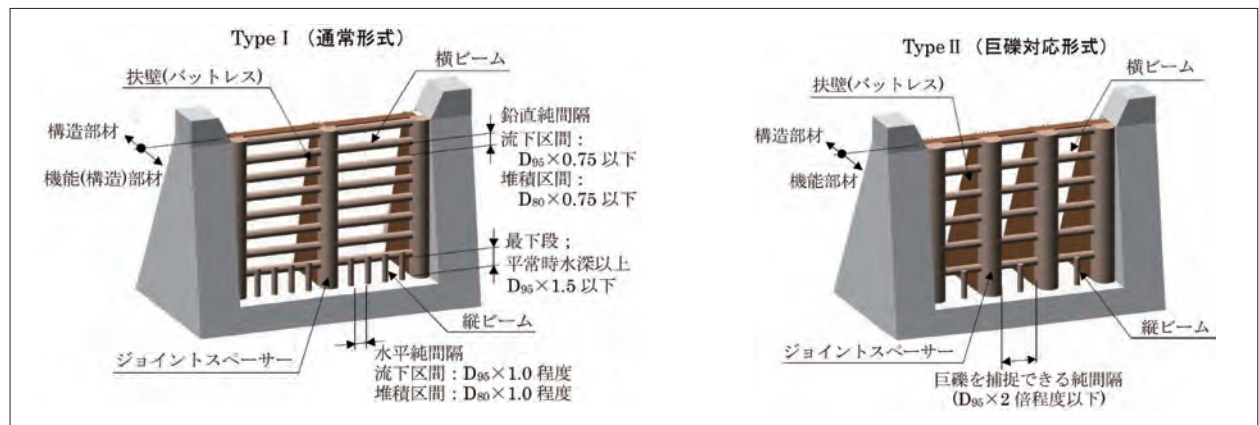
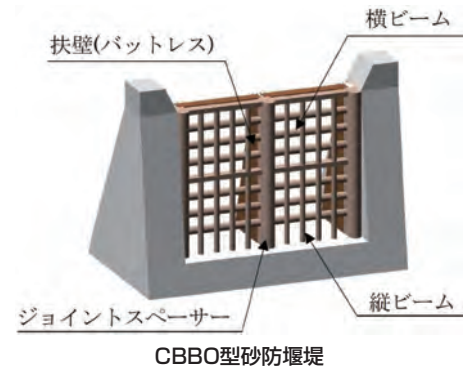
【技術詳細に関するURL】 <https://www.kyosei-kk.co.jp/>

### 技術の概要

CBBO型 (Cross Beam Buttress Open Dam) 型は、土石流捕捉のための機能部材として、着脱可能な横ビームをメインに、その直前面にそれとクロスさせる形で縦ビームを配し、それを背後で支える構造部材として鋼殻をまとったコンクリート扶壁 (バットレス) を組合わせた、リダンダンシーの高い閉塞型の透過型堰堤です。

HBBO<sup>+</sup>型 (Horizontal Beam Buttress Open Dam plus) は、その縦ビームについて最下段のみに配置する代わりに、横ビームの鉛直純間隔を  $D_{95} \times 0.75$  以下になるように補完することによってCBBO型と同等の土石流捕捉機能を確保できるようにするなど、一連の設計施工の合理化を計った改良タイプの透過型堰堤です。

『新編・鋼製砂防構造物設計便覧<令和3年版>』を参考に、HBBO<sup>+</sup>型の通常形式 (Type I) の横ビームについては、土石流の捕捉機能を決して損なうことのないように構造部材として設計しています。あわせて、巨礫の衝突による設計外力が大きい場合には、通常よりも間隔を狭めたバットレスで巨礫を捕捉する形式 (Type II) を新たに加えました。



HBBO<sup>+</sup>型砂防堰堤



### 技術の特長

- 機能部材と構造部材の役割に明確な一線を画し、前者の背後に後者を配置することによって、後者に対する土石流の直撃を防ぎ、その衝撃力を大幅に軽減していること。
- 機能・構造両部材の接合に高力ボルトや溶接などを一切用いず、直線鋼板の嵌合継手を活用することによって、設計施工の便宜を図るとともに、機能部材の着脱・交換を容易にしていること。
- 縦横ビームに使用する鋼管は、加工を一切省略することによって設計施工の簡略化を図っていること。
- 構造部材の中核を占める扶壁構造体は、底版と同じく、コンクリートを併用した合成鋼構造とし、高力ボルトや溶接等による接合手段を極力排除することによって設計施工の簡略化を図っていること。
- HBBO<sup>+</sup>型は開口部最下段より上部の縦ビームの建込み設置作業がなくなり、横ビームだけの単一作業に置換えられるので、一連の設計施工の合理化を図っていること。





## 令和5年度 優良業務及び優良業務技術者表彰（令和5年7月14日までに通知があったもの）

- ◆優良業務名 「令和4年度阿蘇砂防事業効果検討外業務」九州地方整備局長表彰  
優良業務技術者 栢木 敏仁 同整備局長表彰
- ◆優良業務名 「R4富士川砂防整備計画検討業務」関東地方整備局長表彰  
優良業務技術者 垣本 毅 同整備局長表彰
- ◆優良業務名 「樽前山火山砂防基本計画検討外業務」北海道開発局室蘭開発建設部長表彰  
優良業務技術者 藤澤 康弘 同開発局室蘭開発建設部長表彰
- ◆優良業務名 「令和4年度 天竜川水系地すべり対策評価検討業務」中部地方整備局天竜川上流河川事務所長表彰  
優良業務技術者 山邊 康晴 同整備局天竜川上流河川事務所長表彰

## 行事一覧（令和5年（2023）2月～令和5年（2023）7月）

### ◆◆協賛（後援）

- 6月1日 第24回「砂防ボランティア全国のつどい」（後援）  
6月 令和5年度土砂災害防止月間（後援）

## 役員会等

- 【令和4年度第2回理事会】 令和5年3月13日（対面方式とZOOMによるWEB会議方式を併用）  
次の議事について審議が行われました。審議の結果、全て承認されました。
- ① 令和5年度事業計画及び収支予算の承認
  - ② 池谷、香月研究顧問の委嘱期間延長及び藤田氏の研究顧問への委嘱を承認（令和6年3月31日まで）
  - ③ 職務執行状況に関する報告
- 【令和5年度第1回理事会】 令和5年5月25日（対面方式とZOOMによるWEB会議方式を併用）  
次の議事について審議が行われました。審議の結果、全て承認されました。
- ① 令和4年度事業報告及び収支決算の承認
  - ② 公益目的支出計画実施報告書の承認
  - ③ 定時評議員会の開催日時、場所及び目的事項の決定
  - ④ 職務執行状況に関する報告
- 【令和5年度第2回理事会】 令和5年6月12日（書面決議）  
次の議事について審議が行われました。審議の結果、承認されました。
- ① 「定款の一部変更について」を議案として評議員会に提案すること
- 【令和5年度定時評議員会】 令和5年6月22日（対面方式により開催）  
次の議事について審議が行われました。審議の結果、全て承認されました。
- ① 令和4年度の収支決算を承認する件
  - ② 定款の一部変更を承認する件
  - ③ 第7期理事及び第4期監事を選任する件
- この結果、第7期理事及び第4期監事として以下の方々が選任されました。
- 【第7期理事】
- ◆石黒 互 （一社）秋田県県土整備コンサルタンツ協会 相談役
  - ◆小杉賢一朗 京都大学大学院農学研究科教授
  - ◆鈴木 雅一 東京大学名誉教授
  - ◆西出 則武 東北大学特任教授
  - ◆増田 美砂 筑波大学名誉教授



- ◆松本 浩司 NHK解説主幹
- ◆丸谷 知己 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 理事
- ◆室田 哲男 政策研究大学院大学 防災・危機管理コースディレクター 教授
- ◆南 哲行 常 勤
- ◆栗原 淳一 常 勤
- ◆栢木 敏仁 常 勤

#### 【第4期監事】

- ◆井良沢道也 特定非営利活動法人土砂災害防止広報センター 理事
- ◆松原 文雄 あすなろ法律事務所弁護士

併せて、令和4年度事業報告、公益目的支出計画実施報告書及び令和5年度の事業計画について報告をしました。

#### 【令和5年度第3回理事会】 令和5年6月30日（書面決議）

代表理事、専務理事の選定及び業務執行理事の選任等について審議が行われ、南哲行理事が理事長に、栗原淳一理事が専務理事にそれぞれ前期に引き続き選定され、栢木敏仁理事が業務執行理事に選任されました。また、併せて砂防技術総合研究所及び企画部に係る組織規程の改定についても審議が行われ、承認されました。

### 人事異動

#### ◆◆3月31日付

- 【退職】 野呂 智之 砂防技術研究所研究開発部長（兼）企画部長  
（国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部土砂災害情報研究官へ）
- 林 真一郎 砂防技術研究所研究開発部技術開発研究室長  
（兼）企画情報課長（兼）国際課長（富山県土木部参事・砂防課長へ）
- 【定年退職】 嶋 丈示
- 向井 啓司
- 【出向期間終了】 平井 悟 斜面保全部技術課技師

#### ◆◆4月1日付

- 【採用】 中谷 洋明 砂防技術研究所研究開発部長（兼）企画部長（国土交通省）
- 森田 耕司 砂防技術研究所研究開発部技術開発研究室長  
（兼）企画部次長（兼）企画情報課長（兼）国際課長（国土交通省）
- 石丸 桃子 企画部企画情報課技師（兼）砂防技術研究所研究開発部砂防システム研究室研究員（新規採用）
- 関根 峻 砂防部技術課技師（新規採用）
- 中家 健吾 火山防災部技術課技師（新規採用）
- 仲沢 結子 総務部総務課（新規採用）
- 【昇任】 新國 雅彦 総務部長（兼）総務課長（総務部次長（兼）総務課長）
- 相楽 渉 斜面保全部次長（斜面保全部技術課長）
- 前寺 雅紀 斜面保全部技術課長（火山防災部調査役（兼）斜面保全部調査役）
- 小野寺智久 砂防部調査役（砂防部技術課上席参事）

	河村 弥生	総務部総務課課長代理（総務部総務課主任）
	小林 拓也	総合防災部技術課課長代理（総合防災部技術課主任技師）
【配置換え】	宮瀬 将之	火山防災部上席参事（総合防災部上席参事）
	宮城 昭博	総合防災部技術課主任技師（斜面保全部技術課主任技師）
	田地野里奈	総務部契約・経理課（総務部総務課）
【併任】	和田 真典	砂防技術研究所研究開発部砂防システム研究室研究員 （併任）企画部企画情報課技師（併任）火山防災部技術課技師
【委嘱】	嶋 丈示	砂防技術研究所研究開発部上席研究員
【新規出向】	横川 京香	斜面保全部技術課技師

## ◆◆4月30日付

【出向期間修了】	桐生 朋	斜面保全部技術課技師
	猪俣 陽平	斜面保全部技術課技師

## ◆◆5月1日付

【新規出向】	紺野 和広	斜面保全部技術課技師
	原田 隆弘	斜面保全部技術課技師

## ◆◆5月31日付

【出向期間修了】	花田 大輝	砂防部技術課技師
	安藤 翔平	斜面保全部技術課技師
	山下 裕也	火山防災部技術課技師
	星野 慎司	火山防災部技術課技師
	横尾 和広	火山防災部技術課技師
	安富 懸一	砂防技術研究所研究開発部技術開発研究室研究員

## ◆◆6月1日付

【昇任・昇格】	近藤 玲次	企画部情報システム課長（企画部企画情報課課長代理）
【兼務】	森田 耕司	砂防技術研究所研究開発部技術開発研究室長 （兼）企画部次長（兼）企画広報課長（兼）国際課長
【配置換え】	酒井 敦章	企画部企画広報課専門調査員（総合防災部専門調査員）
【委嘱(新規)】	藤田 正治	研究顧問
【新規出向】	柴田 俊彦	砂防部技術課技師
	宮澤駿太郎	斜面保全部技術課技師
	藤井 直也	火山防災部技術課技師
	篠原 雄人	火山防災部技術課技師
	河野 元	火山防災部技術課技師
	石垣 拓也	砂防技術研究所研究開発部技術開発研究室研究員

## ◆◆6月21日付

【退職】	栞木 敏仁	
------	-------	--



◆◆6月22日付

【委 嘱】 栢木 敏仁 火山防災部長  
 菊井 稔宏 総合防災部長

◆◆6月30日付

【退 職】 安田 勇次

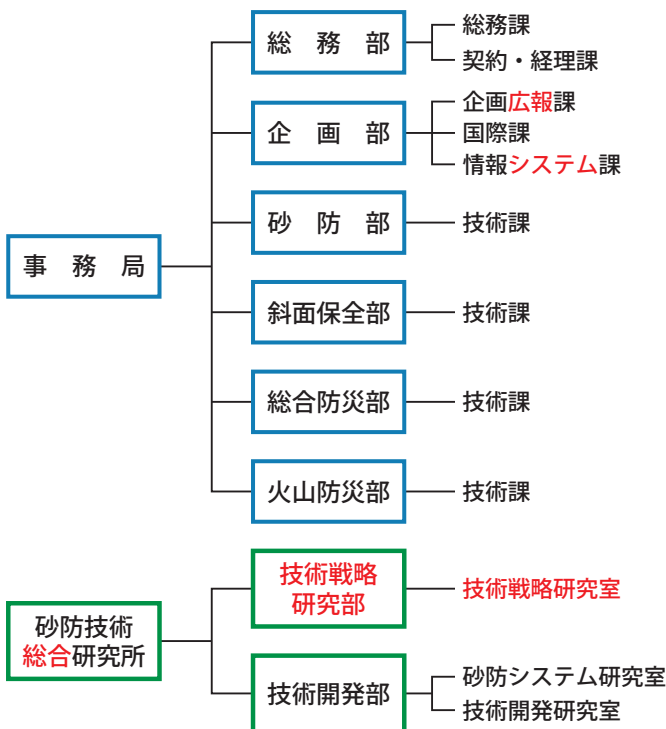
◆◆7月1日付

【採 用】 富田 陽子 砂防技術総合研究所技術戦略研究部長  
 【組織変更】 小山内信智 砂防技術総合研究所長  
 中谷 洋明 砂防技術総合研究所技術開発部長（兼）企画部長  
 【兼 務】 森田 耕司 砂防技術総合研究所技術開発部技術開発研究室長  
 （兼）技術戦略研究部技術戦略研究室長（兼）企画部次長（兼）企画広報課長（兼）国際課長  
 【委 嘱】 安田 勇次 砂防部調査役  
 【嘱託(新規)】 藤本 彩美 企画部企画広報課

◆◆7月10日付

【採 用】 佐々木 司 総合防災部技術課主任技師

新組織図



企画部

新たな情報発信の検討など広報戦略を強化し、より砂防分野に即した専門的な取り組みを行うため「企画広報課」を設置しました。  
 建設分野での DX の推進、i-Construction の深化等に対応するとともに、セキュリティ対策等に万全を期し、当センターの各種システムの運営や情報の管理等により一層効率的に取り組むため「情報システム課」を設置しました。

砂防技術総合研究所

砂防等技術全体の質的向上を図るため、当財団の豊富な情報資源を基に、多様化する土砂災害に適切に対処していくため「技術戦略研究部」を新設するとともに、先端的な調査・研究及び技術開発並びにシステム開発を戦略的かつ総合的に推進し、砂防、地すべり、及び急傾斜地対策といった当センターが担う技術を俯瞰した検討を行うため「砂防技術総合研究所」を設置しました。

## 「土砂災害の実態 2022年版」の発行



当センターでは1982年（昭和57年）より、毎年全国で発生した土砂災害に関する資料を収集し、実態を分析してとりまとめ、「土砂災害の実態」として発行、砂防関係技術の発展および広報の一助としていただけるよう、国・都道府県の砂防部局や大学等の研究機関に頒布してまいりました。

今年度も2022年1月から12月までに発生した土砂災害をとりまとめた「2022年版」を発行しました。本誌により、土砂災害についての認識を深め、また土砂災害対策を考える上での参考としていただければ幸いです。

なお、昨年度より当センターのホームページに1982（昭和57）年発行開始以降の「土砂災害の実態」を公開いたしました。最新年度分については発行の翌年に公開を行います。

最新年度分をご希望の方は、下記ホームページの「書籍頒布」ページをご確認の上、ご注文ください。

### ■ 問い合わせ・申込先

印刷実費：1部 ¥1,980（税込み・送料別）

（一財）砂防・地すべり技術センター 企画部

砂防センター HP：<https://www.stc.or.jp/>

TEL：03-5276-3271

FAX：03-5276-3391



【海鮮家千畳(かいせんやせんじょう)】  
和歌山県西牟婁郡白浜町2927-72  
TEL 0739-43-2777

国の名勝地に指定されている和歌山県白浜町にある千畳敷、その傍らにあるのが今回紹介するお店「海鮮家千畳」である。

千畳敷の名前は、畳が千枚敷けるほどの広さがあるというのが由来だが実際にはそれ以上の4ha程の広さにおよび、柔らかい砂岩が波の浸食を受け続けたことで複雑な地形や独特の模様を創りあげている。そんな自然の造形美とその先に広がる太平洋を同時に眺めながら食事を楽しめる場所が千畳敷の駐車場の茜千畳茶屋2階にある「海鮮家千畳」だ。

店内には千畳敷と太平洋が一望できるカウンター席と6席×3と4席×3の座敷がある。メニューはその名の通り海鮮がメインで、今回筆者が注文した煮魚定食の他にも和歌



◀写真-1 煮魚定食



▶写真-2 千畳敷

山名物のマグロを使ったマグロカツ定食や500円とリーズナブルなご当地バーガー、マグロカツバーガーなどが楽しめる。注文した煮魚定食は季節によって魚の種類が変わり、味の染み込んだ煮魚が口の中でじわりととろけるような絶品の美味しさであった。定食物はメインの魚料理の他にも手作りの小鉢料理も大変充実しており、価格・質・量・眺望のすべてが揃った文句無しの素晴らしいお店である。茜・千畳茶屋1階には喫茶スペースもあり、夏の暑い日にみかんジュースやソフトクリームを楽しむことができる。あなたの旅行や出張を最高のものにすべく、南紀白浜に訪れた際には是非立ち寄って欲しいおすすめスポットだ。(T)



## 編集後記

当センターに来て、初めて砂防関連業務に接した。実は、自分は事務屋なので当センター業務の売りである技術的な面について語るだけの能力はないが、インフラの建設・管理に興味があり学生時代に専攻した行政法の分野では河川法も含め営造物管理を学び、道路法の下で実務経験を積んできた。

河川法と道路法の目的は、そこにある水もしくは人車を安全かつ円滑に流すために管理することにある。両者は概念的に似通っているため、歴史的な順番に沿って、道路法は河川法を下敷きに作られたとしても不思議ではない。また、日常生活を送る上で無意識に享受しているインフラである。道路や河川は、例えば通勤途中など平凡な日常生活の中で触れており、それ故、風景の中での特別感は全くない。

一方で砂防関係の施設となれば、特に都市部でなくても、その存在は日常生活から距離的にも、また経験的にも遠くにあるものである。しかし一旦、関連する大きな災害が発生すれば一気に大きな注目を浴びることになる。もちろん河川も道路も被災すれば注目されるが、日常での認知差ゆえに、その較差は非常に大きく、そういうとき人々は、砂防・地すべりに関連するインフラ自体に気づかされる、とも言えるだろう。

砂防関係業務と聞いたとき真っ先に浮かんだイメージは、河川法の延長線、例えば「治水」の延長線にあるも

のというものだった。しかし河川法の根本的な目的は「治水・利水・環境保護」にあり、一方砂防は「土石流や山崩れなどの土石災害の防止」であるというように、文字面からはかなりの違いがある。また、砂防・河川法・森林法を合わせて「治水三法」とも呼ばれる。さらに砂防・地すべり等防止法・急傾斜地法を合わせて「砂防三法」と呼ばれる。これらを総合的にみると「砂防」が扇の要となって治水と土砂災害防止の双方を担っていると気づかされた。

確かに実際のところ砂防堰堤は河川の遙か上流の険しい山間部にひっそりと佇んでいるイメージそのものである。そしてそれは、子供の頃の夏休み、祖父の家の近くにある、名も知らぬ山に分け入り、かなりの距離を歩き疲れ果てたその先に見た、木々を傘にした砂防堰堤の思い出と見事に重なる。その当時は、大きな石をたくさん抱えたままうち捨てられた小さなダムのようにしか見えなかったはずだが、今なら、それは期待された機能をきちっと果たしている姿だったのだなあ、と思ひ直すことができる。

これからも、確かな知見に基づく様々な技術革新を経ながら目立たない場所で「縁の下の力持ち」ならぬ「川の上の守護者」として、遙か流域を臨んで安全を見守っていて欲しい。(Y)



アクセス：地下鉄 永田町駅  
(東京メトロ有楽町線・半蔵門線・南北線)  
4番出口より徒歩1分

〒102-0093 東京都千代田平河町2-7-5 砂防会館5F

「sabo」についてのご意見、ご感想をお待ちしています。

「役に立った」「印象に残った」記事、あるいは「こんな記事が読みたい」など、みなさまのご意見、ご感想を、FAXやメールなどで下記の事務局までお寄せ下さい。

『sabo』バックナンバーはホームページからダウンロードしてご覧ください。

「sabo」事務局宛

FAX:03-5276-3391 / e-mail:sabo-kikanshi@stc.or.jp

<https://www.stc.or.jp/>



## 新編・鋼製砂防構造物設計便覧〈令和3年版〉



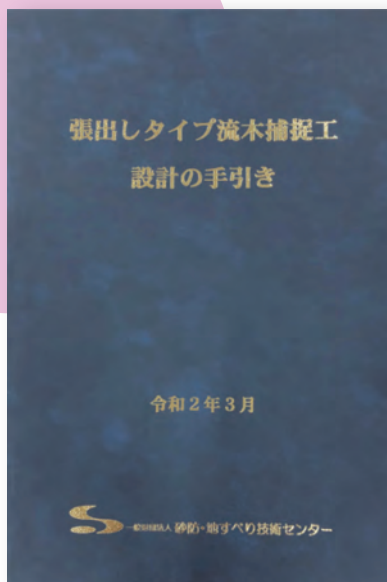
一般財団法人砂防・地すべり技術センター（STC）は、鋼製透過型砂防堰堤などの構造物について、長年研究・開発を進めてきました。鋼製砂防構造物設計便覧は、これらの研究成果を取りまとめ、昭和60年に初版を刊行し、以後4回にわたって改定してきました。前回の改定から、12年が経過し、その間の新たな知見などを取り入れて、今回構成と内容を大幅に変更いたしました。名称も「新編・鋼製砂防構造物設計便覧」と改め、2021年10月より販売を開始いたしました。本便覧により近年の大規模化する土砂災害に対する認識を深めるとともに、鋼製砂防構造物の計画・設計の際の一助となれば幸いです。

販売価格：1部

¥18,700(税込み・送料別)

※改定のポイントについては当センターのホームページよりご確認ください。

## 張出しタイプ流木捕捉工設計の手引き



全国各地の土砂災害において、流木が災害を拡大させる事例が多く見受けられます。流木対策をより一層推進する観点から、流木対策に関する議論を重ね、既設の不透過型砂防堰堤の水通し上流に張出して流木を捕捉する付属施設である「張出しタイプ流木捕捉工」に関する設計の手引きを作成し、2020年4月より販売を開始しました。

販売価格：1部

¥5,500(税込み・送料別)

※手引きのポイントについては当センターのホームページよりご確認ください。

### 購入の問い合わせ・申込先

(一財) 砂防・地すべり技術センター 企画部

HP: <https://www.stc.or.jp/> TEL: 03-5276-3271 FAX: 03-5276-3391

お求めをご希望される方は、STCホームページの「書籍頒布」ページをご確認の上、ご注文ください。



# sabo

Vol.134 2023 Summer

令和5年8月1日発行 ISSN-1345-6997

編集・発行／

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-5 砂防会館 5階

<https://www.stc.or.jp/>

ホームページからバックナンバーがご覧になれます。

総務部・企画部 | TEL:03-5276-3271 FAX:03-5276-3391

砂防部 | TEL:03-5276-3272 FAX:03-5276-3392

総合防災部 | TEL:03-5276-3277 FAX:03-5276-3392

斜面保全部 | TEL:03-5276-3273 FAX:03-5276-3393

火山防災部 | TEL:03-5276-3275 FAX:03-5276-3393

砂防技術総合研究所 | TEL:03-5276-3274 FAX:03-5276-3391