

## 多様化する土砂災害への対応を目指す

西井洋史

### 1. はじめに

近年、平成29年九州北部や平成26年広島等において甚大な土石流、流木をもたらした豪雨をはじめ、平成28年熊本地震、平成26年御嶽山噴火、また平成26年関東甲信地方を中心とした豪雪など、突発的な自然現象による土砂災害が頻発している。大規模な土砂災害が発生するたびに、対策を検討するうえで新しい課題が発生しており、課題解決に向けた研究が期待される。

防災・減災を目指し社会ニーズを適切に把握し、関係行政機関と連携して、近年の土砂災害の課題に対応するための研究を、他分野の先端技術も活用して進めていく必要がある。

ここでは土木研究所土砂管理研究グループにおける今後の研究の展開と大規模な土砂災害が発生した際の国・自治体への技術的支援の取組み状況等について述べる。

### 2. 近年の土砂災害を踏まえた研究の展開

#### 2.1 多様化する土砂災害の特徴に対応する研究

近年の豪雨災害では、土砂と伴に流木による被害が顕著になっている。平成29年7月の九州北部豪雨でも、土砂と伴に大量の流木が甚大な被害をもたらした(写真-1)。この災害では、複数の土石流危険渓流等の支渓流が合流する本川渓流の土石流区間よりも勾配が緩くなった下流部に、多量の流木が集積し人家等への被害を拡大した。

これまで流木対策の計画は、土石流対策とともに個々の土石流危険渓流内で行われることが多い。しかし、この災害のケースのような流域では、流域全体を対象として流木対策を検討することが効果的な場合が考えられる。流域の形態に応じた流木対策計画の立案に向けて、流木の発生、流下、堆積のメカニズムの解明等を目指している。

また、活発な噴火活動を続けている桜島をはじめ、平成3年雲仙・普賢岳噴火以降も、有珠山、



写真-1 平成29年九州北部豪雨における流木災害

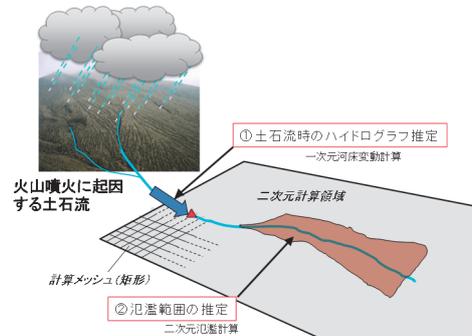


図-1 降灰による土石流氾濫範囲の推定のイメージ

三宅島、御嶽山、新燃岳等において火山噴火が発生している。平成29年10月にも新燃岳で噴火が起こり、国、自治体等が警戒を強めた。火山噴火により多量の降灰等が発生すると土石流や火山泥流が発生する危険性が高まる。雲仙・普賢岳では、噴火後約10年間にわたり土石流が頻発し、地域に甚大な被害をもたらした。このため住民の速やかな警戒避難や緊急的な土砂災害防止施設の整備に向けて降灰の範囲と量、降灰に伴う土石流・泥流の想定氾濫範囲を迅速かつ適切に把握することが望まれる。

現在、自動降灰量計を危険な場所にはドローンを活用して設置するための改良、また、リモートセンシング技術を活用して面的に降灰状況を把握するシステムの開発、さらに降灰に伴う土石流氾濫シミュレーションにあたり、精度向上のため、降灰後の斜面の浸透能変化や流出土砂を流出計算に反映させることを目指している(図-1)。

平成16年新潟県中越地震では、地震により多数の地すべりが発生するとともに、地すべりにより高

さ約30mもの天然ダム（河道閉塞）が発生した。天然ダムは決壊すると下流に甚大な被害をもたらす危険性があり、天然ダムの危険性や地震による地すべり災害に対する認識が高まった。その後も平成20年岩手宮城内陸地震、平成23年東日本大震災、平成28年熊本地震等において地震による地すべりの発生が顕著になっている。

南海トラフ地震等、大規模地震の発生の危険性も高まっている。地すべり対策は、これまで主として降雨に伴う場合について検討されてきたが、地震時の地すべりの危険性をあらかじめ把握することは、地域の危険性、砂防関連施設整備の優先順位、地すべり防止施設の機能確保等を検討する上で、今後の重要な課題である。

地震時に発生する地すべりの深度毎のせん断歪を推定する地震応答解析により、すべり面深度を評価する手法等の開発を目指している（図-2）<sup>1)</sup>。

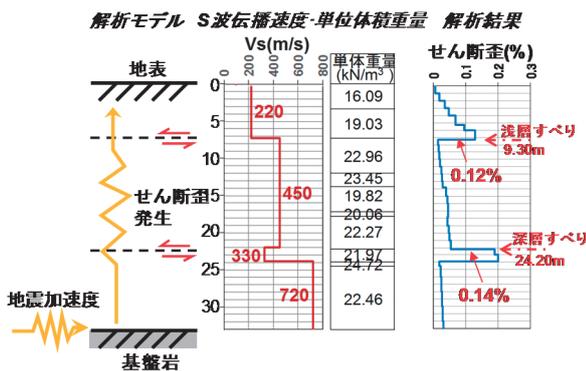


図-2 一次元地震動応答解析による深度毎のせん断歪の推定例

## 2.2 他分野の先端技術を活用した研究

他分野の技術開発の成果を踏まえ、それを取り入れ、組み合わせることでより効果的な技術に発展することが期待できる課題がある。

近年、高密度な地形データを取得可能なレーザープロファイラー計測（以下「LP計測」という。）の活用が進んでいる。LP計測データから地形図を作成することにより、従来の地形図では判読が困難な微地形の把握も可能となる。例えば、地震時に不安定化する斜面を予測する上で、地震発生前から変動が進行している斜面を把握することは有効である。現在、広域斜面を対象に、効率的に変動斜面を抽出することを目的として、複数時期のLPデータの差分解析により、経時的な斜面の変化を把握する手法の開発を目指している。

また、近年活用が進んでいる遠隔計測技術とし

て、人工衛星に搭載された合成開口レーダ（以下「SAR」という。）による撮像がある。衛星SARによる撮像は、夜間や悪天候下においても可能である。2時期の衛星SARデータを用いて、噴火により新たに火山灰が堆積した領域を把握する手法の開発を進めている。さらに、三次元の地形データを作成するSfM（Structure from Motion）技術を活用して、ドローン等で上空から撮影した画像より、地形を計測することができる。天然ダム形状等の計測手法としての適用を目指している<sup>2)</sup>。

LP計測データを活用することで従来抽出できなかった地すべり地形の抽出も可能になることが期待されるが、現状では、抽出作業に多くの人的資源が必要となる。近年、人工知能の活用が様々な分野で進んでいる。地すべり地形の抽出に人工知能技術が応用可能であるか、公募のうえ民間企業との共同研究に着手した（図-3）。抽出作業の効率化を目指している。

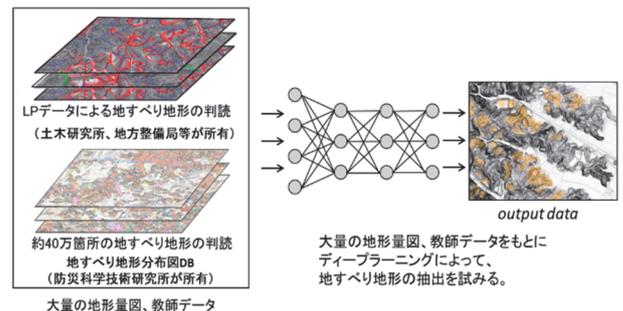


図-3 ディープラーニングを活用した地すべり地形抽出のイメージ

## 3. 土砂災害時の自治体等への技術的支援

都道府県、市町村においては高度な技術力を持つ土砂災害対策の専門家が少ないこともあり、大規模な土砂災害が発生した場合、自治体等からの要請により、土木研究所土砂管理研究グループは、国土技術政策総合研究所土砂災害研究部と連携して、上席研究員等を派遣している。現地調査等を実施し、二次災害の防止等に向け監視・観測方法や応急対策について助言を行うなど技術的な支援を行っている。その回数は、土砂管理研究グループにおいて、ここ数年の平均で年間80件を超えている。

平成29年7月の九州北部豪雨では、日田市小野地区で大規模な斜面崩壊が発生し、河道が閉塞され、湛水及びそれに伴う家屋浸水が生じた。大分県等の要請により、上席研究員等を派遣し、二次災害防止

の観点から崩壊した斜面の現地調査を行った。斜面再崩落の危険性に関する調査結果について、市長をはじめ県・市の関係者に説明するとともに監視観測や警戒避難のあり方等について助言した。

今後も自治体等への技術的支援を充実していく。

#### 4. 雪崩・地すべり研究センターにおける地域に根ざした研究活動

新潟県妙高市にある雪崩・地すべり研究センターは、北陸信越地方を主な研究フィールドとし、立地条件を活かして雪崩・地すべりに関する地域の課題解決を目指している。特に、雪崩や融雪期の地すべり多発地域に位置していることから、雪崩や地すべり発生直後より現地調査を行い、その後の観測を通じて発生メカニズムの解明や対策手法の確立に向けた研究を進めている。また、災害時には自治体への技術的支援を積極的に行うと共に、平常時には地域での講演会等を通じて研究成果の発信や自治体との連携に努めている。

昭和61年1月に雪崩によって死者13名、全壊家屋16棟等という甚大な被害が発生した糸魚川市柵口地区では、雪崩観測ステーションにおいて雪崩の動態観測や気象観測を行っている。観測結果は雪崩発生危険度評価手法や雪崩規模推定手法の検討等に活用している。

また、平成24年3月にセンターに近い上越市国川地区で発生した地すべり（写真・2）をはじめ、平成29年1月には富山県南砺市上百瀬地区、同年5月には長野県飯山市照岡大どう地区など、融雪等を誘因に長距離移動した地すべりが地域に大きな被害をもたらした。これらの災害発生時には現地調査や技術的助言などで関係県等を支援した。

このような災害は近年しばしば発生しており、これらの事例も踏まえ、融雪期に長距離移動する地すべりの発生メカニズムの解明と対策に関する研究を進めている。



写真・2 上越市国川地区で発生した地すべり(新潟県撮影)

の発生メカニズムの解明と対策に関する研究を進めている。

#### 5. おわりに

本稿で紹介した研究課題のほかにも、重要な課題として、砂防・地すべり関連施設の老朽化対策・維持管理に関する研究、深層崩壊等土砂移動の検知に関する研究などがある。

近年、土砂災害への対応は、気候変動、火山噴火、地震等の自然現象の影響、また都市化と過疎化の進行等の社会的変化、さらに、より計画的、効率的な施設整備や警戒避難体制の充実・強化を目指す行政の動きなどにより多様化し、迅速さも求められる。このため土砂災害から防災・減災を目指す研究にあたっては、社会ニーズを適切に把握し、優先度に応じ計画的、効率的に進めるとともに、災害発生時には適時適切な調査・研究を行える柔軟な体制づくりにも取り組みたい。

土砂災害時の自治体等への技術的支援、各種技術指導も大きなミッションである。今後も積極的かつ継続して実施していくため人材育成・確保、体制の充実・強化にも努めたい。

さらに、社会ニーズに基づいた研究を行い、研究成果を社会に反映するために、また土砂災害対策に関わる各種技術基準の作成支援等にあたり、今後とも関係行政機関、民間、各研究機関との連携を強化していきたい。

#### 参考文献

- 1) 児玉浩、高木将行、石井靖雄、藤平大：一次元地震動応答解析を用いた歪発生深度の推定とS波伝播速度の検討—市場1号地すべりを例として—、第56回日本地すべり学会研究発表会講演集、122p.、2017
- 2) 赤澤史顕、高橋佑弥、黒岩知恵、藤村直樹、水野秀明：ヘリコプターからの斜め写真を用いたSfMによる天然ダム形状の計測、土木技術資料、第59巻、第5号、pp.12～15、2017

西井洋史



土木研究所土砂管理研究グループ長  
Hiroshi NISHII