

土砂移動現象を観る・視る



石井靖雄

1. はじめに

土砂災害が発生した後の緊急対応の支援要請は時を選ばずやってくる。10年ほど前のことではあるが、現地に出発するまでに少しでも時間がとれるようなら、その箇所周辺の地形図を紙に出力したり、図書館で地質図をコピーして現地に向かう。移動途中では、現場で何が起きていそうか、現象が拡大する可能性としてどういうことがあるか、どこを見てそうしたことを確かめようかと、頭の中で考えていた¹⁾。現場に着くと想像していた現場とは異なっていることが多く、さてではどうしようかと現場で考え直すというのが当時の状況であった。その後、ネット上から地質図や様々な情報を容易に入手できるようになった。また、LiDARデータ（LPデータともいう）があれば微地形も事前に確認できるようになった。大容量のファイルをネット上でやり取りすることができるようになって、次第に事前に入手できる情報も増えてきた。

令和2年に入りコロナ禍となり、災害対応も制約を受けた。それまでにUAVが現場で急速に活用され、撮影画像から地すべり災害現場の3次元モデルが迅速に作成できる環境が整ってきていた。こうしたことを背景として、コロナ禍を契機に、災害発生直後の現場の3次元モデルが作られ、現場の緊急対応に活用されるようになった。3次元モデルは、災害対応にあたる技術者、行政担当者の遠隔地間コミュニケーションの円滑化、迅速化にも効果を発揮した²⁾。このように、新しい技術が、コロナ禍をきっかけに、初動の災害対応を変えつつある。土砂移動の観測や対策は、これまでを振り返っても、他分野での先進技術を活用しながら段階的に発展してきた。

2. これまでの技術開発の歴史

土砂災害に関わる技術の発展がどのように進んできたのか、土石流対策、地すべり対策を事例に

少し振り返ってみる。

土石流の目撃談は昭和30年代にもあるが、土石流という現象を他の研究者に理解してもらうことも難しかったようである。土石流対策の本格的な実施は、死者・行方不明者63名と大きな被害を受けた昭和41年の足和田土石流災害が契機となった。その後、土石流映像を記録するシステムの開発が行われ、昭和50年に土石流の映像が松本砂防事務所管内の焼岳で初めてとらえられた。土石流観測は他の地域でも行われ、次第に土石流の実態が明らかになってきた。これは、工業用の映像撮影技術を導入して独自の観測システムを開発したことがきっかけであった³⁾。観測により現象が理解されはじめ、対策が進んできている。

地すべり対策についてみると、昭和22年5月に新潟県糸魚川市柵口で大規模な地すべりが発生したことがきっかけの一つとなった。被害は、倒壊家屋53戸、被災者数約500名、被害総面積約200haという大きな被害となった。そのころまでは、地すべりがどういう現象かわからなかったようである。北陸地方を中心に本格的に調査が行われ、すべり面を境界として上側の地盤が移動している実態が明らかとなり、地すべりの誘因として地下水がクローズアップされた。また、対策技術に関しては、人力施工に加え機械施工が可能となったことに加えて、現場での創意工夫などにより、横ボーリング工、集水井工という工法が創られた⁴⁾。昭和40年代に入って、杭工やアンカー工などが用いられるようになり、これにより、浅い地すべりのみならず深い地すべりをも対象とした対策が行われるようになった。このように、現在活用されている技術は、深刻な災害の発生への対応が求められる中で、人力から機械への施工方法の革新、新工法の開発や導入などによって、段階的に発展してきた。

3. 土砂災害の調査の課題とこれから

土砂災害が発生する場所は山地部であり、車でのアクセスが悪く、かつ傾斜地である。さらに樹

木も生い茂り調査は容易ではない。また、危険も伴う。将来の技術者の減少も危惧される中、情報通信技術等の先進技術も活用し、迅速、効率的に調査を行っていくことが課題の一つと考えられる。

近年は、UAV等により撮影された画像から比較的容易に空間情報を作成できるようになっている。また、LiDARスキャナが搭載されたスマートフォンもでてきており、従来に比べ容易に3次元モデルを作成できるようになってきている。今後、こうした技術も活用して現地の状況を把握し、発生現象の理解と対策に役立てていくことが期待される。

近年、LiDAR等による地形データのオープン化も進んできている。災害発生直後に取得されたデータを都道府県が公開し、外部でのオープンデータの解析結果を都道府県が活用する事例も見られはじめている。現場で利用する際には、解析結果の信頼性の確認など課題もあるものと思われるが、こうしたオープンデータの活用は今後さらに広がっていくものと考えられる。

また、プログラムコードが公開され自由に改変もできるオープンソースソフトウェアの活用も進んできており、防災分野での活用も期待される。例えば、土石流の氾濫計算プログラムは、土石流等の観測結果を対象に再現計算を行ってその妥当性を評価する。その上で、計算プログラムを他の場所で発生するであろう土石流等に対しても適用し氾濫域の推定を行っている。プログラムを汎用的なものにしていくためには、様々な場所での観測データを得て、計算結果の再現性を確認しながら、改良をはかっていく必要がある。オープンソースソフトウェアは、様々な人たちの参加により次第に改良されていくことが期待できる。今後人口減少が進み人的資源が限られていく中での技術開発において、オープンソースソフトウェアの活用は、有効な手段の一つと考えられる。

災害発生直後の現場では、迅速な対策が求められ、調査に費やすことができる時間も限られている。技術者は過去の災害事例のうち参考にできそうなことを頭の中から引っ張りだし、応用するようなこともしているように思う。過去の災害事例は自らあるいは災害に携わる関係者の経験に負うところが大きい。したがって、過去の災害への対応事例の共有化も課題として挙げられる。近年、様々なデータのデジタル化も進みつつあり、これ

までの災害事例での発生メカニズムの調査結果や対策などに関する情報の蓄積が進むと、それらのデータを緊急対応に活かしていくことも期待できる。データ活用の際には大量のデータの中から、目的にあったデータを迅速に抽出でき、解析が容易であると利用しやすい。近年AIに関する技術開発が多く分野で進みつつあり、防災への活用も期待される。

今月の特集号では、情報通信等の先進技術を活用した調査の迅速化・省力化を図る研究事例や、デジタルデータを活用した解析に関する研究事例を紹介する。各地の現場での技術開発の参考となれば幸いである。

4. おわりに

新しい機器を使用して容易に素早く精細なデータを得る。これにより、これまでわかっていたことがなかったことに気づくことができれば、それが対策を進展させる。そのような観点では、今後、技術者が大量のデータから何が大切かを見極める能力がより一層重要になると考えられる。解析においても、結果がおかしい場合にそれに気付く能力が身につけていることが重要となる。したがって、技術者には、調査、解析の経験と知識の積み重ねが、一層重要になると考えられる。

平尾⁴⁾は、「土石流現象を人に正しく理解してもらうには土石流を見る、眺めるのではなく、『観る』ことが必要であることを強く感じ、土石流の観測に強く関心を持つ動機となった。」と述べている。「みる」にもいろいろある。「見る」がよく使われるが、「観る」「視る」「診る」「看る」などもある。これまでにない大量のデータから何かに気づいて見つけ出す。能動的に「観る」あるいは「視る」。その上で、「診る」「看る」へとつなげていきたい。その途中段階では、試みるということが欠かせない。

参考文献

- 1) 石井靖雄：地すべり災害現場の最前線―緊急対応の実際と課題―、砂防および地すべり防止講義集（第56回）、pp.13~21、2016.
- 2) 杉本宏之：土砂災害の緊急対応における CIM 活用の効果、令和3年度土木研究所講演会講演集、土木研究所資料第4417号、pp.55~10、2021.
- 3) 平尾公一：土石流を観る、砂防学会誌、Vol.48、No.5、pp.1~2、1996.
- 4) (公社) 日本地すべり学会新潟支部：新潟県の地すべり災害と対策の歴史、pp.31~137、2013.