

LP データを活用した河道閉塞規模の推定と 応急対策計画の検討

氏原 暁歩

四国地方整備局 四国山地砂防事務所 調査課 (〒779-4806 徳島県三好市井川町西井川68-1)

祖谷川流域において航空レーザ測量データをもとに、深層崩壊に起因する河道閉塞の規模と影響範囲を推定するとともに、応急対策計画の検討を行った。
あわせて、関係機関と連携して河道閉塞対応訓練を実施した。

キーワード 深層崩壊、河道閉塞、応急対策、航空レーザ測量、学習型防災訓練

1. はじめに

近年、深層崩壊と呼ばれる大規模な斜面崩壊に伴う土砂災害が全国で頻発している（平成9年鹿児島県針原川、平成15年宮崎県鱈塚山、平成23年紀伊山地など）。

四国地方においても、平成23年7月の台風6号に伴う豪雨により高知県奈半利川水系大谷川（平鍋地区）において、深層崩壊に伴う土石流災害が発生し（写真-1）、国道の寸断や、平鍋ダム貯水池への土石流流下に伴い発生した段波がダム天端を越波するなど施設に重大な被害が生じている。

四国地方では南海トラフの巨大地震も想定され、降雨に加え、地震による深層崩壊も懸念されている。深層崩壊が発生すると、崩土の直撃による直接被害、土石流流下に伴う被害、河道閉塞の形成に伴う上流側の湛水被害、河道閉塞決壊による下流での氾濫被害等が想定される。特に河道閉塞が形成された場合には、広範囲での被害が想定されるとともに、時々刻々と変化するリスクに対して監視・観測・応急対策といった対応が求められる。そのため、四国山地砂防事務所では、深層崩壊に伴う河道閉塞危険箇所の抽出と応急対策計画の検討、関係機関と連携した河道閉塞対応訓練等を実施し、危機管理体制の整備を進めている。

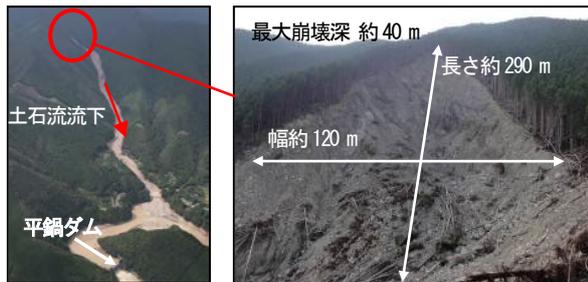


写真-1 奈半利川の深層崩壊・土石流 (H23. 7)

各種検討にあたっては、航空レーザ測量成果を用いることにより、高精度かつ効率的な検討を行うことができたものである。

本稿では、徳島県祖谷川流域を対象として（図-1）、これらの一連の検討を行った結果を報告する。



図-1 検討範囲
(徳島県祖谷川流域)

2. 河道閉塞危険箇所の抽出

(1) 対象箇所の抽出

祖谷川流域において、次の手順で、深層崩壊及び河道閉塞を想定する対象箇所を抽出した（図-2）。

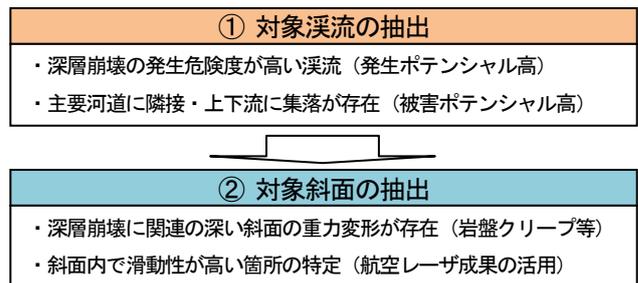


図-2 対象箇所抽出フロー

対象溪流は、深層崩壊が発生する可能性が高く、かつ発生した場合の影響度（被害）が大きい溪流を抽出した。平成24年に公表された深層崩壊溪流（小流域）レベル評価マップ¹⁾において発生危険度が相対的に高い溪流に該当し、かつ主要河道（祖谷川本川）に隣接し上下流に集落が存在する溪流を抽出した。その結果、図-3に示す祖谷川上流域の溪流を抽出した。

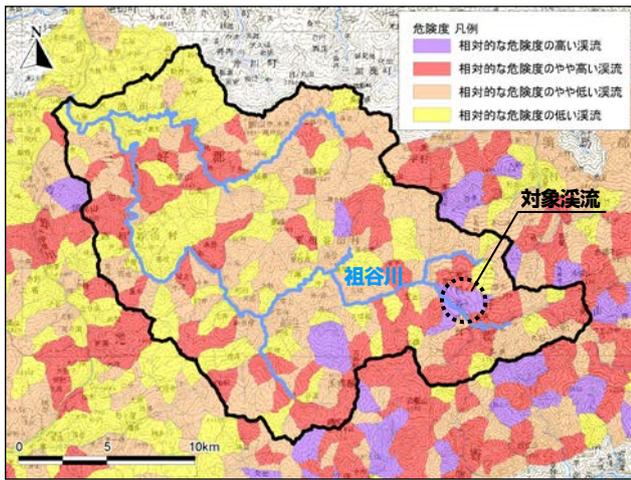


図-3 祖谷川流域における対象溪流の抽出

溪流レベル評価マップは、複数の斜面を有する一定面積（約1km²）の溪流ごとに、相対的な深層崩壊の発生危険度を評価したものであり、溪流内の個別斜面の危険性を評価したのではないため、対象斜面は、対象溪流において、深層崩壊に関連の深い斜面の重力変形（岩盤クリープ、地すべり地形など）に着目し、航空写真や航空レーザ測量成果を用いて詳細判読を行い、斜面内で滑動性の高い箇所を抽出し、当該斜面で深層崩壊が発生すると想定した。

航空レーザ測量による地形図は、1/25,000図や1/5,000図と比べて、地表面の詳細な凹凸や段差等の把握が可能（図-4参照）であるとともに、等高線図以外にも様々な加工が可能である。例えば、図-5に示す陰影図を作成することで、斜面の微地形を詳細に把握することが可能となった。図-5より、対象斜面は幾つかのサブブロックに区分されるが、応急対策計画で対象とする規模や想定される被害状況等を勘案して抽出した。

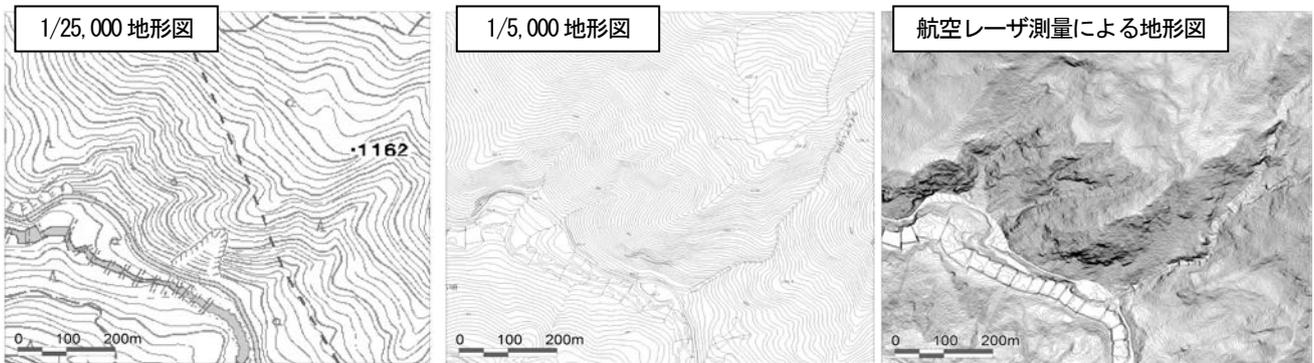


図-4 地形図の比較（同一エリア（対象溪流）での比較）

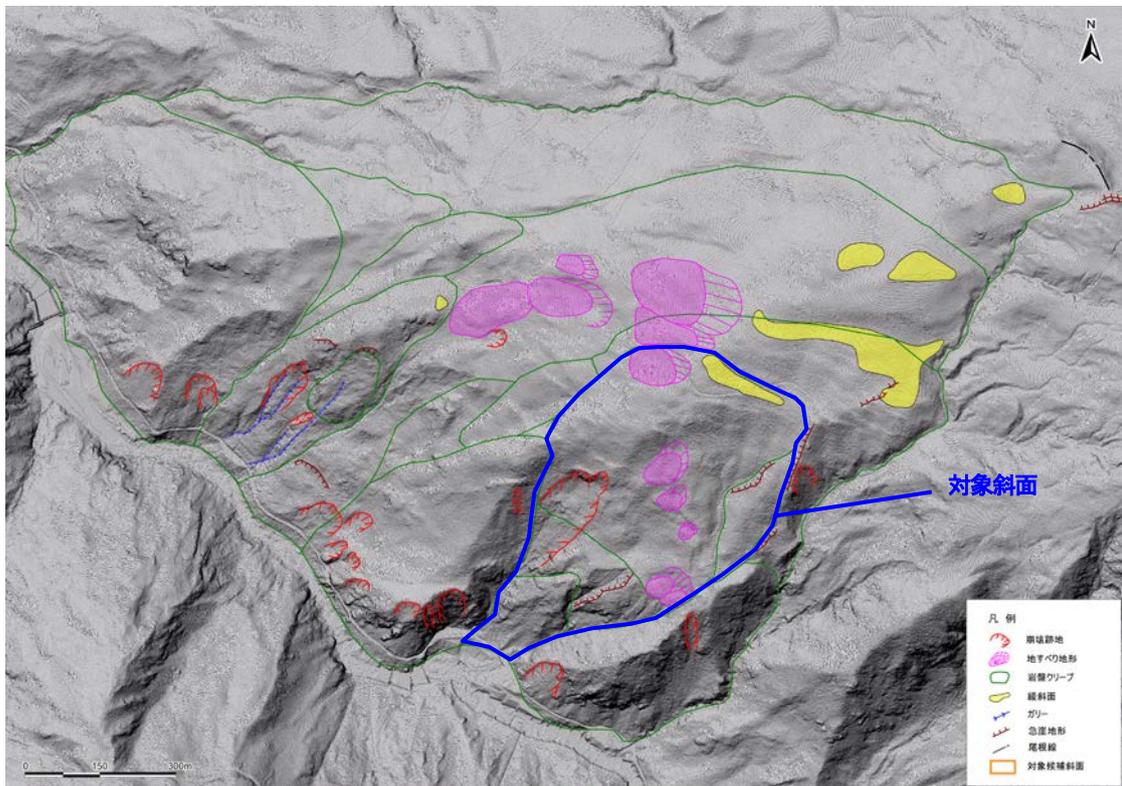


図-5 対象斜面の抽出結果

(2) 河道閉塞形状の推定

前項で抽出した斜面において、深層崩壊が発生し、崩土により河道閉塞が形成された場合の形状を推定した。河道閉塞形状は、航空レーザ測量による地形データ及び、既往の河道閉塞災害事例から設定した土質パラメータ等を用いて数値シミュレーションにより推定した（図-6）。

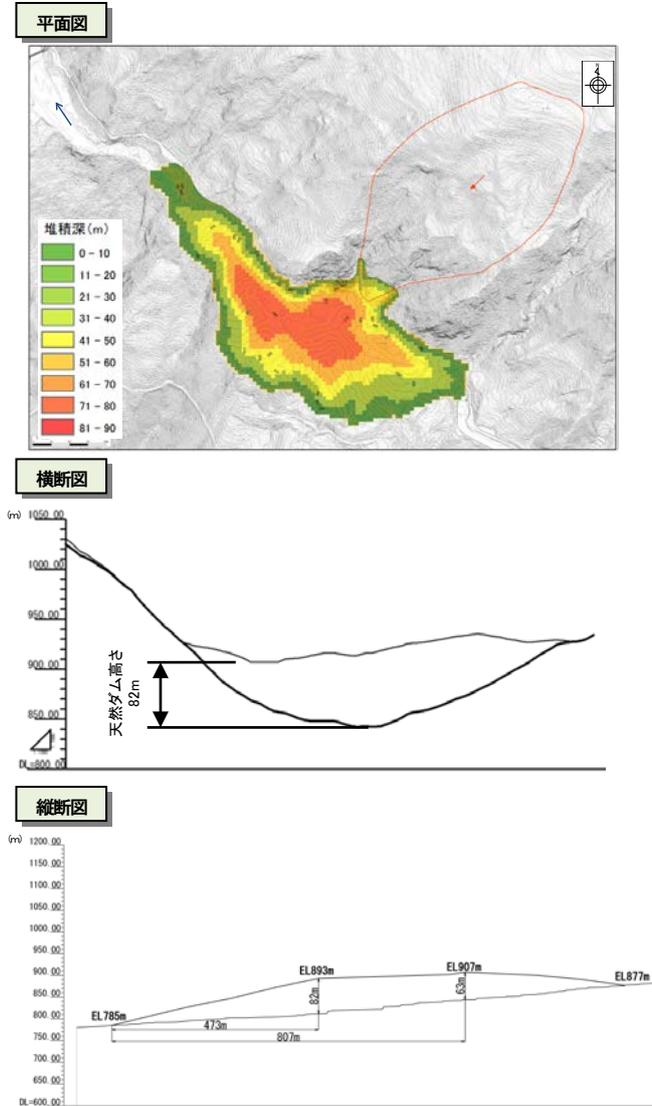


図-6 河道閉塞形成形状の推定結果

3. 河道閉塞形成による影響範囲の推定

河道閉塞に伴う被害として、(1)上流側の湛水被害、(2)下流側の氾濫被害を推定した。

(1) 湛水被害の推定

2.で推定した河道閉塞条件（高さ82m）を基に、湛水に伴う浸水被害を推定した（図-7）。湛水域への流入流量は、河道閉塞形成箇所の直上流に位置するダムへの流入流量に基づき設定した。湛水量は、航空レーザ測量による地形データをもとに推定し、満水になるまでの猶予時間を算定した。さらに、湛水位と保全対象の位置関係

を整理して、保全対象が湛水するまでの猶予時間（リードタイム）等を算出した。

(2) 決壊氾濫被害の推定

河道閉塞の決壊は、河道閉塞天端の越流侵食によるものと推定し、越流侵食による決壊過程を推定した一次元河床変動計算を行い、その結果（決壊ハイドログラフ）を境界条件とした二次元氾濫シミュレーションにより氾濫範囲を推定した（図-8）。

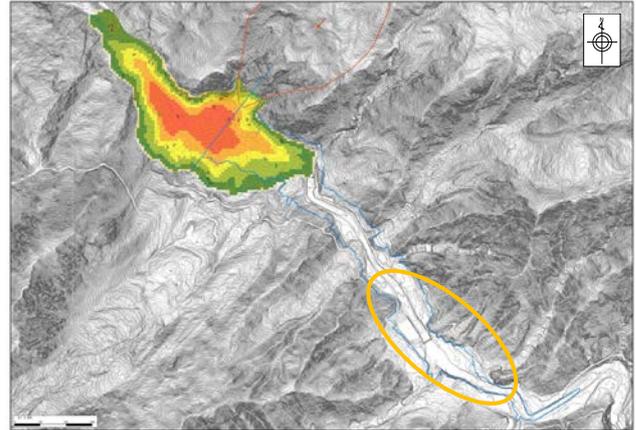


図-7 河道閉塞に伴う上流部の湛水被害

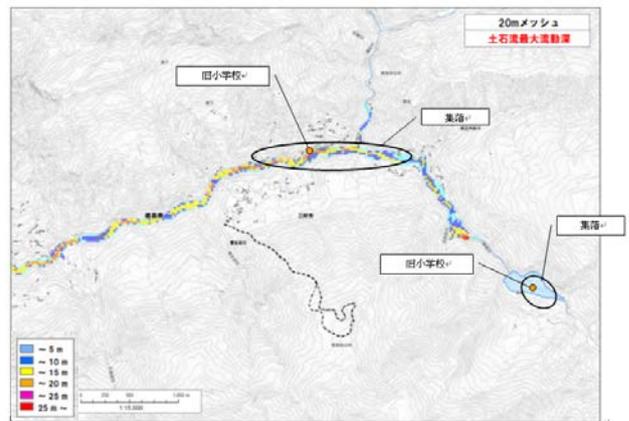
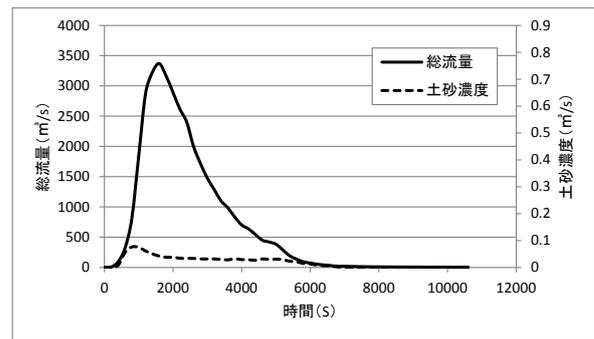


図-8 河道閉塞の決壊に伴う下流氾濫被害
（上：ハイドログラフ、下：氾濫計算結果）

4. 河道閉塞対応方策の検討

河道閉塞への応急対応方策は、河道閉塞箇所への流入流量を考慮し、満水までの期間に実施することが可能と

考えられる工法を選定した。その上で、河道閉塞天端の越流による急激な侵食・決壊を防ぐためのハード対策、河道閉塞箇所周辺の監視・観測体制の整備を含む住民等の安全確保を行うためのソフト対策について検討した。

(1) ハード対策

ハード対策は、河道閉塞箇所への流入流量を考慮した猶予時間（約24日）の間に実施可能な工法を選定し、現実的な対策を検討した。対象箇所では、上流側の湛水による浸水被害と下流側の越流決壊による浸水被害の双方が想定されることから、湛水位が上昇しても決壊させないための仮排水路と、決壊時の被害低減を図るための既存施設の除石による対策を基本として検討した。

開水路は、堤体の切り下げ後の天端標高が上流の保全箇所に影響させない高さまで掘り下げるものとし、2年超過確率規模相当の流量を流下させることが可能な断面とした。また、下流法先に床固工等の横断構造物を設置し、洗掘防止を図る計画とした。

下流施設における除石は、河道閉塞の直下流に存在する堰堤を対象に検討を行った。

応急対策工事は、水位が上がる前に完了させる必要があることから、大型重機の活用等を検討し、時間内に工事を完了させるために必要な重機の台数を算定し、施工の実現性を確認した。

(2) ソフト対策

河道閉塞箇所の監視は、土石流あるいは湛水による被害防止（二次災害防止）と、応急対策工事の安全確保（工事安全対策）を目的として、湛水位、湛水域への流入量、閉塞部の侵食状況、湛水域からの流出流量、崩壊部等の状況、土石流発生状況等を監視項目とした。

上記の各監視項目に対して、監視カメラや水位計、地盤伸縮計、土石流ワイヤーセンサー等の配置を検討した。

また、平成23年5月に施行された土砂災害防止法の改正に伴い、国の責務として緊急調査および土砂災害緊急情報の通知が規定された。これにより、国は重大な土砂災害が想定される土地の区域および時期を明らかにし、関係自治体の長に通知するとともに、一般に周知することとなっている。

以上を踏まえ、河道閉塞形成箇所周辺の住民が安全に避難するためのソフト対策を検討した。具体的には、土砂災害に対して安全な避難路・避難所を選定するとともに、災害時要援護者が避難に要する時間等を考慮した避難タイミングを設定し、地区における避難計画を検討した。

5. 河道閉塞対応訓練の実施

四国山地砂防事務所では、河道閉塞発生時における関係機関の連携強化と対応技術の向上を図るために、平成

22年度から河道閉塞対応訓練を継続的に実施している。

河道閉塞対応訓練は、学習型の訓練として実施するものであり、発災から時間経過ごとに、①発災、②初動体制の確立、③初動対応、④応急対策の各ステージにわけ、ステージごとに進行役からの条件付与や設問に基づき、各機関が取るべき対応を報告し、進行役は対応が適切なものか判断し、助言を行いながら進行するものである。

平成25年度は、前章までに応急対策計画を検討した祖谷川流域の河道閉塞危険箇所を対象として、河道閉塞を想定した防災訓練を徳島県三好市にて実施した（写真-2）。



写真-2 訓練会場全体の様子

6. おわりに

本稿では、祖谷川流域を対象として、深層崩壊に起因する河道閉塞の規模と被害範囲を推定するとともに、応急対策手法の検討を行った。これら一連の検討において、航空レーザ測量データを利用することで、以下に示す、具体的な高精度かつ効率的な検討を行うことができた。

- 航空写真等では判別できないような地表面の凹凸や段差等の微地形が把握でき、深層崩壊の危険性が高いと考えられる斜面を抽出するうえで有効であった。
- 任意の測線において、1mDEMによる断面図が容易に、かつ精度良く作成でき、河道閉塞形成形状を想定するうえで有効であった。
- 湛水量の算定や被害想定の際の数値シミュレーションにおいて、1mDEMの地形データを用いることで、高精度の地形条件による検討が可能であった。

今後も、大規模土砂災害対策の一環として、他地域での検討を進める予定である。

今後の検討では、例えば航空レーザ測量データを用いた重力変形斜面（岩盤クリープ斜面）の自動抽出などの新たな技術も導入し、更なる効率化・高精度化を図り、大規模土砂災害に対する危機管理体制の強化につなげていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省：深層崩壊に関する溪流（小流域）レベル調査、平成24年9月