

孤立化が懸念される山間地の新しい警戒避難体制の検討

福島河川国道事務所 二瓶 昭弘, 手代木 裕司, 長岐 孝司

(独) 土木研究所 内田 太郎, 武澤 永純, 伊藤 洋輔

国際航業株式会社 ○五島 寧人, 西村 智博, 岩崎 智治, 稲葉 千秋, 高見 智之

1. はじめに

平成元年及び 18 年に土砂災害が発生した山形県米沢市姥湯地区は、急峻な地形、もろい地質、安全な避難場所の確保が難しいといった極めて厳しい自然・社会条件下にある。

また、平成 20 年 5 月には急傾斜の崩壊及び土石流を対象として、土砂災害防止法に基づく警戒区域等が指定された。この指定によって、温泉旅館周辺のほとんどが土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域に該当することになり、改めて警戒避難対策の必要性が浮き彫りになったと言える。

これらの背景を踏まえ、姥湯地区を対象として不安定斜面等の直接監視による自主避難体制の構築について検討を試みた。ここでは第 1 報として監視観測計画を報告する。

2. 姥湯地区の特徴と土砂災害に対する警戒避難のあり方

2.1 姥湯地区の特徴

姥湯地区は松川流域の最奥部に位置し、姥湯温泉の上流における平均縦断勾配は 1/4 以上である。下流集落から温泉旅館までのルートは一本道(約 10km、1.5 車線)であり、土砂災害発生時には孤立化の可能性が懸念される。また、温泉旅館周辺では一般電話回線がない。さらに、緊急時に避難の対象となる人の大部分は現地に不案内な観光客となる。

2.2 土砂災害に対する警戒避難のあり方

当該地区の特徴を踏まえると、従来のように緊急時に外部からの避難指示を待つという対応では避難の遅れが懸念される。また、過去 2 回の土砂災害の経験から、避難の判断に役立つ情報を如何に現地で取得できるかが重要であることを地元関係者からのヒアリングより得ている。

このような現地状況においては不安定斜面等の直接監視による警戒避難体制の整備が最もふさわしいと考えられる。すなわち、当事者が自主避難するための判断材料を現地で取得し、いち早く伝達できる仕組みを構築することである。

そこで、次に示す手順で警戒避難体制の検討を行った。

3. 孤立化が懸念される山間地での警戒避難体制の検討

3.1 現地状況の詳細把握

地上型レーザ計測と航空レーザ計測成果を組み合わせたハイブリッド地形図¹⁾を作成して現地地形を把握(図 1)するとともに、このデータを活用して地形解析(ELSAMAP²⁾等)を行った。また、昭和 55 年から現在までの 5 時期の空中写真を用いて比較判読を行い荒廃状況の推移を把握(図 2)した。

その結果、過去 28 年間ににおいては崩壊面積の拡大傾向は顕著でないが、大規模崩壊の発生や継続崩壊地の深さ方向の拡大(脆弱化の進行)による多量の土砂流出が認められた。

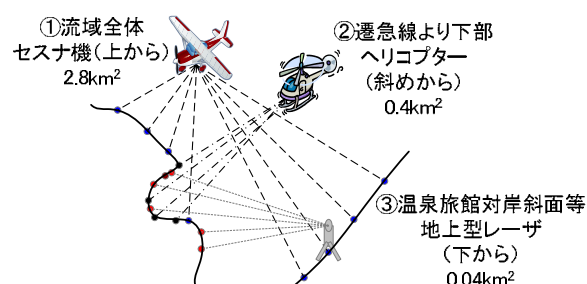


図 1 詳細地形モデルの作成イメージ

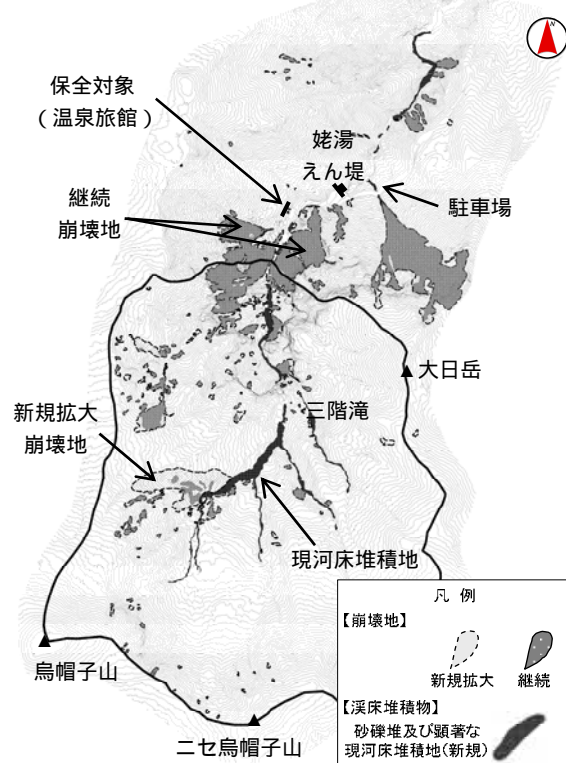


図 2 流域内の空中写真判読結果：過去 28 年の推移

表 1 監視観測機器一覧

計測対象	山腹斜面崩壊	土石流	降雨	斜面崩壊の予兆
計測機器	崩壊検知センサー	土石流検知センサー	転倒杓型雨量計	高精度 GPS センサー
設置個数	25	2	1	5 (基準点含む)
通信方式	長距離伝送方式	無線伝送方式	携帯電話通信	携帯電話通信
機器写真				
備考	場内の無線通信：現地試験で通信が可能であることは確認済み。 場外への通信：H20年春ごろから姥湯温泉で携帯電話(FOMA)通信が可能となった。			

3.2 想定される土砂移動現象と監視観測機器

3.1 の結果より、当該流域内で想定される土砂移動現象とそれらに対応する監視観測機器の選定を行った（表1）。併せて、計測対象と計測機器の概念を整理した（図3）。

【斜面崩壊検知センサー】土木研究所が開発したもの³⁾で、山腹斜面の崩壊によりセンサーが傾くと自動で電源が入り、無線でその情報を伝達する仕組みである。

【土石流検知センサー】上流からの土石流の流下を検知する。

【雨量計】現状では下流の滑川観測所が代表観測所となるが、当該地区と降雨特性が異なるため、今回新たに設置する。

【高精度 GPS センサー】土砂移動の予兆を捉えるため、崩壊発生の可能性が高い不安定土塊に最新の高精度 GPS 自動計測システム⁴⁾を設置し、mm 単位の変位を計測する。

3.3 監視観測情報の伝達手法及びシステム構成

崩壊検知センサー、土石流検知センサー、及び雨量計等の情報は、無線を通じて受信地点に集約され、まず温泉旅館のモニタに表示される。同時に携帯電話を通じて行政等関係各所にリアルタイムで伝達される仕組みとした。一方、GPS センサーの情報は、計測結果の演算が必要であるため、一旦遠隔地のセンターで解析処理された後に情報伝達する構成としている（図4）。いずれの情報も、温泉旅館や自治体等の関係者が容易に確認できるようになっている。

3.4 システムの汎用性（類似地区への適用）

情報伝達システムは2つのユニットで構成される（図5）。

ユニット は、自主避難用として将来の普及型システムの核となるもので、必要最低限のシステムユニットである。計測結果を無線により現地へリアルタイムで伝達する。

ユニット は、インターネット高度情報共有用として、遠隔地のセンターで 24 時間 365 日体制の監視が可能であることや、現場外の複数の関係者が情報を閲覧・共有できることに対応したものである。

適用現場に応じてユニット と を任意に選択・組合せることが可能で、システムに汎用性・応用性を持たせた。

4. おわりに

本検討は、孤立化が懸念される山間地に対して適用可能な警戒避難体制の構築を目指して実施したものである。今後は、モデルケースとした姥湯地区での様々な検討結果を利用して、必要なレベルに応じた調査・監視項目を選択し、類似地区等に展開することを考えている。

また、姥湯地区では、監視観測機器の設置及び観測の開始を今後予定しており、機器の現地実証と検証等を通じて各種センサーの基準値設定や運用マニュアルの整備を進めたい。

【参考文献】

- 1) 横尾・丸山ら：航空機搭載型レーザスキャナと地上型レーザスキャナを用いた三次元画像作成事例 応用測量論文集 Vol.14, pp99-104, 2003
- 2) 佐々木・向山：地形判読を支援する ELSAMAP の開発、先端測量技術 93 号 pp.8-16
- 3) 柳町・内田ら：土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発、平成 20 年度砂防学会研究発表会概要集 pp.236-237
- 4) 佐藤・岩崎ら：GPS を用いた災害監視システムの開発、地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム 2007 講演集 pp.9-12

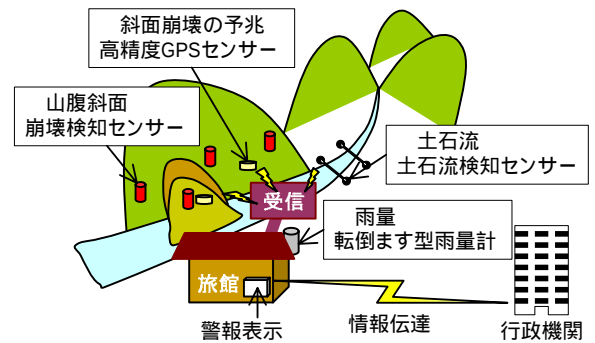


図3 計測対象と計測機器の概念図

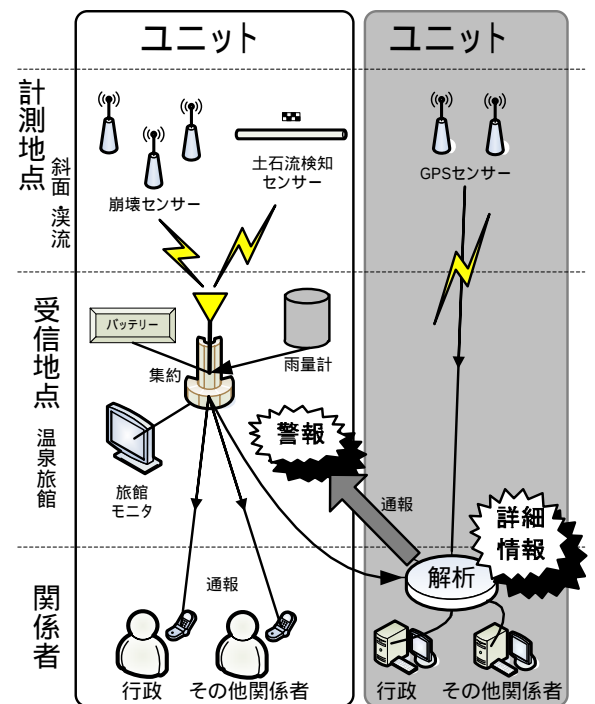
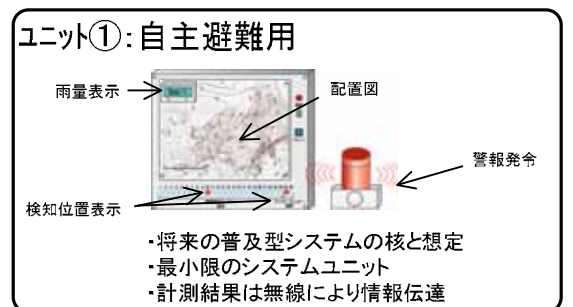


図4 システム構成図



地域や現地状況等に応じて組合せ

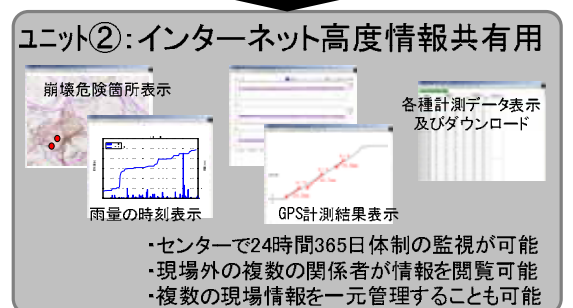


図5 ユニット 及びユニット の特徴