

衛星画像を用いた斜面調査手法に関する検討

東海旅客鉄道株式会社 正) ○水谷 真基 大木 基裕 新海 英昌 林 宏樹

1. はじめに

鉄道沿線におけるゲリラ豪雨および長雨により発生する斜面・溪流の災害等の環境変化に対して、斜面を広い範囲にてモニタリングすることは非常に重要である。そのため、当社ではヘリコプター（以下、ヘリ）を用いて斜面・溪流の上空から目視による調査を行い、新規変状箇所や変状進行箇所などは改めて地上より目視調査を行っている。しかし、広範囲を目視中心に調査する方法には、労力やコスト、技術者の確保などの課題がある。そこで、衛星画像を活用した広域調査手法について検討を行ったため内容を報告する。

2. 現行の斜面調査手法

現行のヘリによる斜面調査手法は、2年に1回の頻度または鉄道沿線の斜面・溪流にて災害が発生した際に、防災技術者がヘリに搭乗し危険箇所や変状の新規・進行性などを対象箇所上空から目視により調査する（図-1）。ヘリによる調査のため、対象箇所に対して様々な方向から自由に目視調査を実施できる長所がある一方で、新規変状などは斜面の植生状況や目視を行う方向によっては把握が困難な場合がある。また、熟練の防災技術者により実施する必要があるほか、ヘリの手配・運用にコストを要するなどの短所がある。



図-1 ヘリによる調査イメージ

3. 衛星画像を用いた斜面調査手法

衛星画像を用いた斜面調査手法を検討するにあたり、テンプレートマッチング手法（以下、解析手法）に着目した。解析手法とは、対象画像に対してテンプレート画像を照らし合わせることで、テンプレート画像と最も類似する箇所を抽出する処理手法である。ここでは、対象画像が鉄道沿線の斜面・溪流を撮影した衛星画像（図-2）、テンプレート画像が斜面の崩壊を特徴付ける馬蹄形の形状をした画像（図-3）である。

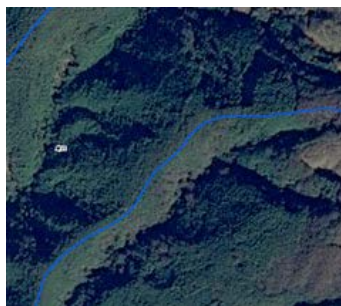


図-2 衛星画像



図-3 テンプレート画像

（1）対象画像

解析手法に用いる観測衛星データは、2012年9月9日にフランスの AIRBUS Defence & Space 社が製造・打上げ・運用する初の完全商業衛星（SPOT6）より取得した光学衛星画像データである。搭載機器のスペックは、観測幅が 60km（直下）、分解能が 8m（マルチスペクトル）および 1.5m（パンクロマチック）である¹⁾。なお、解析手法では斜面・溪流災害の際に実施する調査を想定し、太陽の高度が比較的低いことから影域の割合が多く、植生の活性が低い 10 月中旬～下旬に撮影された分解能 1.5m の衛星画像を用いた。

（2）精度検証方法

A) 取得した衛星画像等を用いた目視判読（以下、A 手法）、B) 解析手法による自動判読（以下、B 手法）、C) 解析手法実施後に目視判読（以下、C 手法）の 3 パターンの手法を用いそれぞれに対して変状等の捕捉精度を算出した。捕捉精度は、①ヘリによる斜面調査、②ヘリ調査以外の現地踏査、③画像等を用いた目視判読により発見した変状箇所（①②箇所以外）の合計数を 100% とし、その変状等に対して A～C 手法により捕捉できた各割合（捕捉率）に加え、B 手法では変状箇所等以外を補足した割合（空振り率）についても算出した。

キーワード 斜面・溪流、維持管理、衛星画像、テンプレートマッチング

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 TEL 0568-47-5380

捕捉率と空振り率の考え方を図-4 に、①～③により発見した変状等とそれぞれの対象数を図-5 に示す。捕捉率は①～③により発見した変状等に対してどれだけ捕捉できたかを「箇所数」にて求めることにより算出した。また解析手法において捕捉すべき対象の裸地具合や形状等によっては、1 箇所の発見した変状等に対して複数のポリゴンで捕捉することがあるため、空振り率は空振りのポリゴン数／合計の対象ポリゴン数を求めることにより算出した。

(3) 検証結果

捕捉率に対する検証結果を図-6 に示す。B 手法による捕捉率は伐採地・伐採跡地（植生有）や崩壊跡地など、一旦は裸地となった後に時間の経過により植生が繁茂した箇所にて低くなる傾向がみられた。原因として、図-3 に示すテンプレート画像は斜面の崩壊を特徴づける馬蹄形であることから植生が繁茂した箇所とでは特徴が合致しにくいことが考えられる。しかし、C 手法のように解析手法を実施した後に目視判読を行うことで、B 手法では捕捉が困難であった箇所を補うことが可能であり、捕捉率もほぼ 100%を達成した。また、図-5および図-6 より現行のヘリ調査と比較しても C 手法を用いることによりほぼ同等程度の精度で変状等を抽出できることが分かった。一方で、B 手法では表-1 に示すように対象箇所を捕捉できたポリゴン数に対して空振りとなったポリゴン数が多数を占め、空振り率約 90%（2,920 箇所／3,219 箇所）と高くなる結果になった。これは、テンプレート画像に対して合致すると判断する閾値が低く（より多くのものを捕捉する）、かつ秋ごろの影域が比較的多い衛星画像を使用したことが要因と考える。

4. まとめと今後の課題

- 鉄道沿線における斜面・溪流の維持管理において、衛星画像を用いた解析手法の検討結果を以下に示す。
- ①解析手法と目視判読を併せて行うことで、現行調査と同等程度の精度で変状等を捕捉可能である。
 - ②影域が多い画像を用いる場合、解析手法のみでは空振り率が高いという課題がある。
 - ③定期的な管理では影域の少ない夏時期の画像や分解能の高い画像を用いることで、解析手法の捕捉率向上および空振り率の低減を図れると考える。
 - ④多時期比較による調査データ蓄積や進行性の把握を行うことでも精度向上が可能であると想定される。

本手法は鉄道沿線の斜面・溪流という広範囲を労力やコストを抑え全体的に調査を可能な手段である。今後さらなる精度の向上を図り、防災技術者の目視に頼らない斜面・溪流の維持管理手法を確立していく。

参考文献

1) 一般社団法人リモートセンシング技術センター <https://www.restec.or.jp/satellite/spot-6-7>

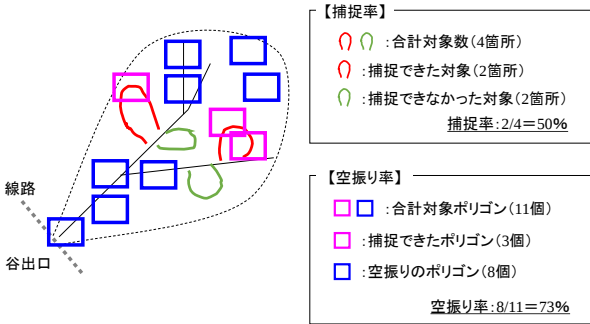


図-4 捕捉率と空振り率の考え方

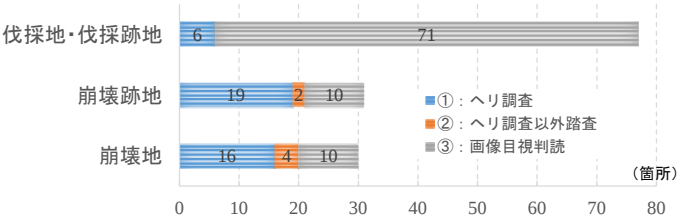


図-5 発見変状等および対象数

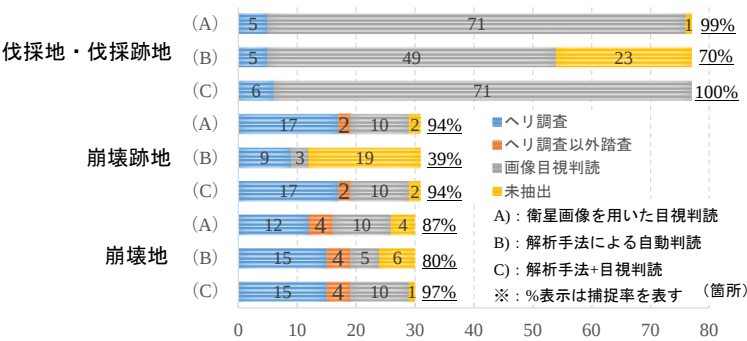


図-6 検証結果（捕捉率）

表-1 検証結果（B 手法・空振り率）

捕捉 ポリゴン数	対象箇所を捕捉できたポリゴン数			空振り ポリゴン数
	判読項目	内訳(個)	合計(個)	
3,219	伐採地・伐採跡地	123	299	2,920
	崩壊跡地	17		
	崩壊地	29		
	未認定林道	106		
	地肌露出	16		
	土砂堆積・侵食地	5		
	流域溪流	3		