

# 航空レーザ計測データを用いた七五三掛地すべりの移動状況解析

齋藤克浩<sup>※1</sup>菅原誠人<sup>※1</sup>伊藤俊介<sup>※1</sup>○柴田俊彦<sup>※2</sup>鵜殿俊昭<sup>※2</sup>武田大典<sup>※2</sup>

※1国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所※2株式会社パスコ

## 1. はじめに

山形県鶴岡市大網の七五三掛地区では、平成21年2月ころから地すべり活動の活発化が見られ、4月からは住民の避難が行われた。同年6月末時点において、地すべり土塊の移動は日に6cmで継続しており、移動量は6m以上に及んでいる。地すべり対策のためにGPSなどによる監視・観測が継続されているが、いずれの観測も点でのデータであり地域全体の地盤の動きをとらえたものではない。そこで航空レーザ計測にて取得した地形データを用いて、地域全体の地盤の動きを解析した。解析は平成21年6月に取得した地形データと地すべり活動前（平成16年11月）の地形データを比較して変化量を抽出することにより行った。

ここでは七五三掛地すべりを例として、航空レーザ計測データを用いた地すべり地の概略移動状況解析手法を紹介する。

## 2. 解析手法

解析は開度を用いて作成した「地形解析図」を利用して、「移動ベクトル」と「PIV解析」の2種を行った(図-1)。

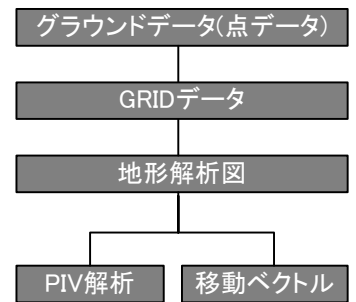


図-1 検討フロー

### 2.1 地形解析図の作成

航空レーザ計測の結果は従来陰影図にて表現されてきた。陰影図は地形の立体感を表現するには適した手法であるが、微細な地形の凹凸を判読するにはやや不向きである。そこで地形の凹凸を強調させることを目的に、地形解析図を作成した。地形解析図は「開度」を用いて作成した。開度は横山隆三 他(1999)により開発された概念であり、当該地点が周辺より地上に突き出ている程度や地下に食い込んでいる程度を角度を用いて数量化したものである。この手法は尾根線や谷線の抽出に優れているとされている。

### 2.2 移動ベクトル解析

地形解析図を作成することで、地物のエッジを際立って表現することができた。そこで地形解析図を用いて七五三掛地すべり内の明瞭な地形変化点(田畑の角など)を判読し、比較する2時期の航空レーザ計測における地形変化点を結んで水平方向の変位量を算出した。垂直変位については、各年度の地形変化点の標高値を取得し、その差によって変位量を求めた。算出結果を移動ベクトル図として、移動方向および移動量を矢印(ベクトル)の方向と長さで表現した。

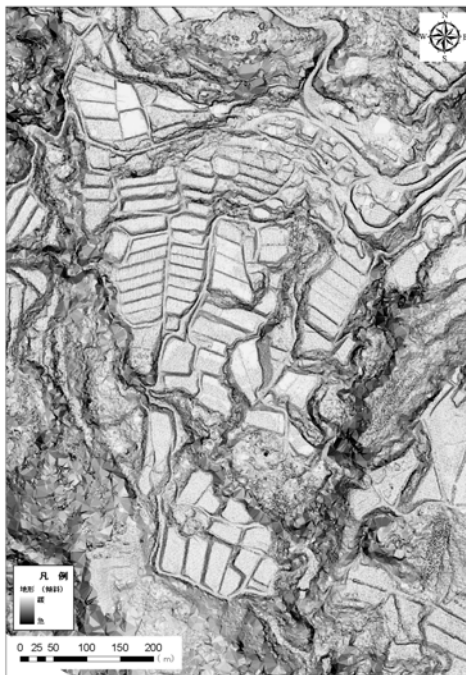


図-2 地形解析図

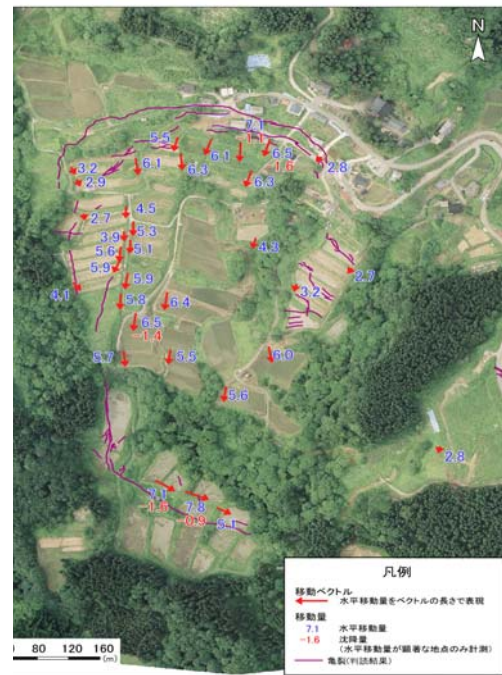


図-3 移動ベクトル図

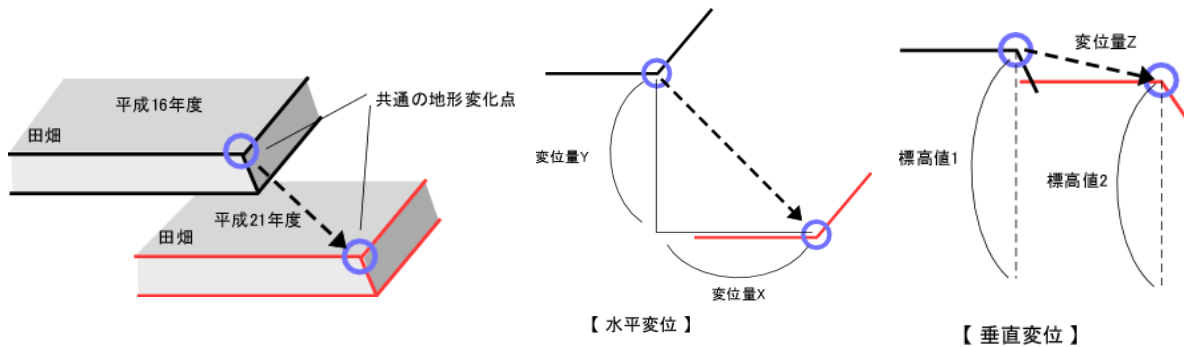


図-4 ベクトル図概念

### 2.3 PIV 解析

二時期の画像を比較し地物の移動を抽出する技術としてPIVがある。この技術を応用し、地すべり土塊の移動ベクトルを自動的に抽出することを試みた。

速度ベクトル検出の代表的な手法の1つであるPIV手法は、時系列で取得された画像間の対応点を濃度相関で決定し、画像内の輝度の分布パターンが一定時間内に移動する状況を追跡して、対象領域内における速度ベクトルを同時に多点で面的に計測する手法である。この手法を用いることで地すべり体や土石流の各部分の移動速度、移動方向等の詳細情報を効率的に取得することができる。本検討では個々で用いた時系列画像はオルソではなく、地形解析図を用いた。

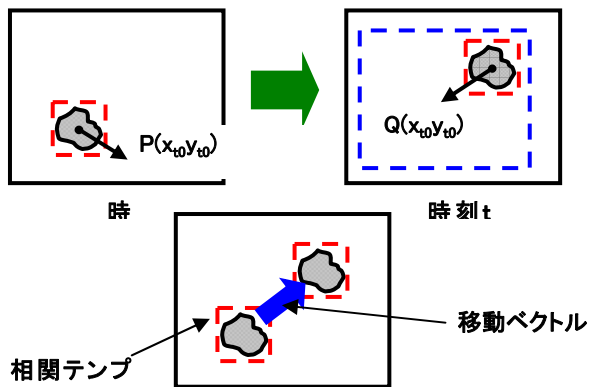


図-5 PIV手法による速度ベクトル計測概念

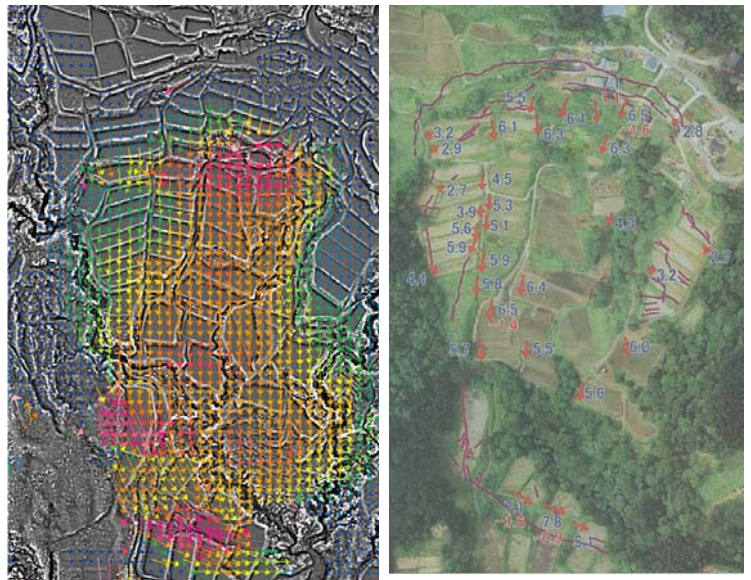


図-6 PIV解析図と移動ベクトル図の比較

### 3. 移動ベクトルとPIV解析の比較

移動ベクトル解析結果と、PIV解析の結果は、地物を元にしたベクトル解析とPIV解析結果はよく一致しており、面的なベクトル分布をよく理解することが出来ることが確認できた。処理時間は目視・手作業による地物を元にしたベクトル解析に比べて短く、緊急的な概要把握に有効であると考えられる。また、この手法は画像を元にして比較するため、元にする画像の質により結果が左右される。一般には光学画像が用いられるが、光学画像は撮影時期による植生の変化や色調の違いなどが大きく、良好な結果が得られるとは限らない。それに対して、レーザ計測による詳細な地形解析図を元にすれば、差異を極力排除することができるため、有効な手法であることが確認できた。

### 4. まとめと課題

本検討では航空レーザ計測のフィルタリング処理後概ね3日間で差分解析図移動ベクトル図を作成することができた。PIV解析法を使用すると、さらに短時間に平面的な地すべりの移動状況が確認できることが判った。

既往手法のGPS観測などは微細な地すべり地の滑動の把握には長けている。孔内歪み計については、地下の滑動状況を把握するには有効である。しかし、これらの手法は、多数の観測点を設置することは、費用面から困難であり、ランニングコストもかかる。また、少ない情報から地すべりの滑動状況を把握する必要があるため、高い技術が必要とする。航空レーザ計測は精度こそ従来手法に対して劣るものの、地表における地すべりの平面的な挙動を短時間に把握することが可能であり、災害時に特に有効であることが、再確認できた。