

## 荒砥沢地すべり移動体における LiDAR-SLAM による三次元点群データを用いた微地形及び植生変状の解析

中日本航空（株） ○小野 貴稔, 山本 敦也, Serenee Osman

地域情報カスタマイズユニット 宮城 豊彦

栗原市ジオパーク推進室 佐藤 英和

栗駒山麓ジオパーク推進協議会 原田 拓也

栗駒山麓ジオパーク推進協議会（現：大日本ダイヤコンサルタント（株）） 河合 貴之

### 1. はじめに

2008年の岩手・宮城内陸地震により宮城県栗原市で発生した荒砥沢地すべりは、国内最大級の規模を有しており、発生から17年が経過した現在もその跡地が保存されている極めて貴重なフィールドである。地すべり地内には、移動に伴って生じた様々な微地形が巨大な事物として残存しているが、経年による植生の繁茂等により、従来の航空測量のみでは、その詳細な形状や変状の全容を把握することが困難になりつつある。

本研究では、荒砥沢地すべり移動体における詳細な現況把握を目的として、近年の技術進歩が著しい LiDAR-SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を用いた手持ちレーザ計測を実施した。本稿では、取得した高密度な三次元点群データ（以降、点群データ）を用いて、移動体内部の微地形および植生状況把握を検討した事例について報告する。

### 2. 方法

#### 2.1. 調査対象地

調査対象は、荒砥沢地すべりにおいて変形前の地形が保存されている移動体前半部である（図1）。この領域は、地すべり発生時の激しい流動により、約300m水平移動し、道路の寸断や地盤の隆起、亀裂など、多様な変状地形が集中しているエリアである。



図1 対象地の位置図

（栗原市HPの画像を用いて対象範囲を加筆し引用）

#### 2.2. 使用機材と計測方法

機材は、手持ち式のレーザスキャナであるRS10(CHCNAV製)を使用した。本機はGNSSとカメラの内蔵により、色情報と地理座標を

持つ点群データを直接取得することが可能である。本体は1.9kgと軽量かつ機動性に優れ、地上からのアプローチにより死角の少ない詳細なデータ取得を実現できる。

計測は対象地内の道路を歩行して行い、開口亀裂等で連続計測が困難な箇所については計測セッションを分割した。各セッションで取得した点群データの結合には、予めRTK-GNSS測位により設置した標定点を用いた。



図2 計測作業風景

表1 使用機材の性能諸元

項目	性能
重量	1.9 kg (バッテリーやGNSSアンテナ含む)
連続稼働時間	1時間
レーザ計測距離	0.05~120 m
レーザ発射回数	32万発/秒
絶対精度	< 5cm RMS
相対精度	< 1cm
測位手法	単独測位/RTK

### 3. 結果および考察

#### 3.1. 高密度点群による微地形の可視化

取得した点群データからグリッドサイズ10cmのDTM (Digital Terrain Model) を作成した。これを地形起伏図 (微地形表現図) に加工することで、「道路横断方向に生じた亀裂」や「陥没および亀裂部」等の変状地形が明瞭に可視化された (図3)。特に最も深い箇所では、現在でも深さ約4mに達する開口亀裂が残存していることが確認された (図4)。



図 3 地形起伏図

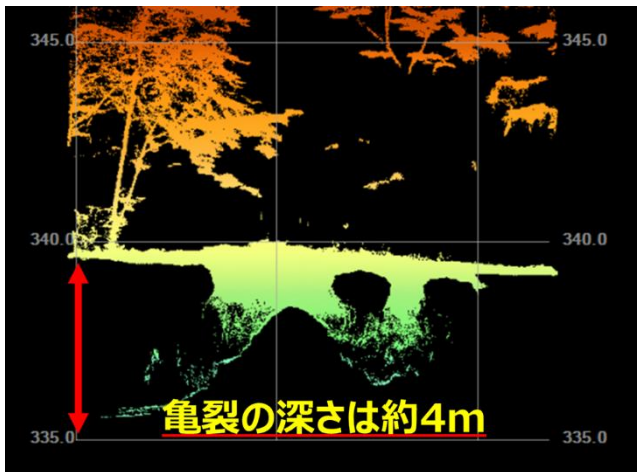


図 4 亀裂部における点群断面表示

### 3.2. 構造物および植生の変状解析

移動体内にあるスギ林内の点群データを解析した結果、樹幹の伸長方向が途中で屈曲する現象が多数確認された(図5)。これは、地すべり移動に伴って地盤が傾動して樹木がいったん傾いた後、その後の成長過程で重力方向(鉛直方向)へ向きを変えて成長したことを示唆している可能性がある。

このように点群データを用いて「屈曲した樹形を定量化」することは、地すべりの移動履歴と、その後の地盤の安定化過程を裏付ける重要な証拠となり得る。

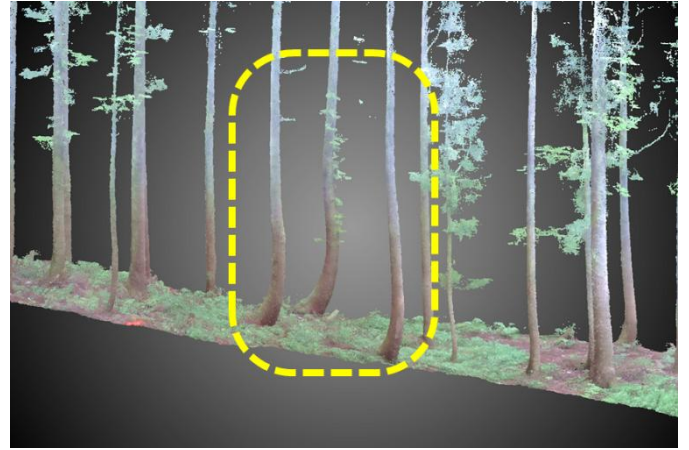


図 5 屈曲する樹幹の様子(点群データ)

## 4. おわりに

本研究では、荒砥沢地すべり移動体を対象に LiDAR-SLAM による計測を行い、微地形および植生状況を把握した。その結果、本手法が亀裂や道路の隆起、樹木の変形など、従来の航空測量では詳細把握が困難な現況を定量化する上で、有効な手段であることが確認された。

### 4.1. 長期的なモニタリングへの活用

今回取得したような高密度な点群データを複数時期にわたって取得することで、植生に被覆された亀裂の変状や侵食状況を数センチ単位で比較・検証することが可能となる。また、広域的な航空測量データと組み合わせることで、地すべり跡地の長期的な地形プロセスを解明する上で有効な手法となる。

### 4.2. 教育・普及啓発への活用

「日本ジオパーク」や「NIPPON 防災資産」に認定されている荒砥沢地すべりにおいて、高解像度の点群データは、災害の記憶を風化させないためのデジタルアーカイブとして重要な意義を持つ。普段立ち入りが制限されている荒砥沢地すべり移動体における地すべり運動の痕跡を、ゲームエンジン等により 3D 再現することで、安全かつ鮮明に提示することが可能となる。今後、これらのデータを防災教育や研修資料として加工・編集することで、専門知識を持たない一般市民においても地すべり災害の規模や地形の変動量をリアルに体感することができ、防災意識の向上に寄与する教材としての展開が期待される。

### 【謝辞】

本調査は、令和7年度栗駒山麓ジオパーク学術研究等奨励事業の助成を受け実施したものである。入林申請や過年度データの利用等においては、東北森林管理局宮城北管理署の協力を得た。記して感謝の意を表す。