

レーザー計測により収集した三次元地形データを活用した富士山頂周回線道路の危険度評価

日本工営株式会社 国土保全事業部 防災部 田中義朗

一. はじめに

富士箱根伊豆国立公園の中心をなす富士山は、平成二五年六月に世界文化遺産に登録されたことで、改めて日本を代表する観光資源として注目されている。富士山の夏山シーズンにおける登山者数は年間二五万人前後で推移し、登山初心者や外国人登山者など利用層の多様化、御来光時の山頂付近の登山者集中という従来からの課題とともに、平成二六年の御嶽山噴火災害を契機として、自然災害に対する登山者の安全管理が新たな課題としてクローズアップされている。

富士山は火山噴火のリスクもさることながら、火山特有の堆積物に覆われた裸地斜面や急峻な岩場

はまさに落石リスクと隣り合わせの場所で、そこを多くの登山者が登山している状況にある。過去にも落石による登山者の死傷事故が複数回発生しており、登山道の安全対策が喫緊の課題となっている。本稿では、富士山登山道における最新のレーザー地形計測技術を活用した災害リスク評価手法について紹介する。

二. 対象地域における現状

対象地域は、環境省が維持管理を担当している富士山頂周回線道路（通称「お鉢回り登山道」）の約二・七kmの区間である。この登山道付近には、大小さまざまな溶岩ブロックや噴石などの火山噴出物が不安定な状態で斜面上に分布・堆積し、落石など登山者の被災リ

スクを有する区間が多数存在している。富士山では自然公園法や世界文化遺産登録基準による制約など、自然条件や景観保全の観点から構造物によるハード対策が難しく、ソフト対策による登山者安全対策が求められているが、その対策を行うための基礎的情報としてリスク管理のためのハザード情報の収集整理が必要となっている。

三. 三次元地形計測技術

これまでの登山道管理では、航空測量で作成された地形図をベースに現地測量で補測したものを基本地形図として使用している。特に開山期間が限られる富士山において、従来の測量作業ではコスト面でも人的資源の面でも課題が多く詳細な地形図作成は困難であった。

現在、国が積極的に推進している「i-Constructionによる「ICTの全面的な活用」で、測量技術も大きな転換期を迎えており、従来の地形測量と比較し格段に作業が容易なレーザースキャナや写真測量技術を用いた高精度の三次元地形計測の技術が注目されている。三

次元地形計測を実施する手法の一つとして「Simultaneous Localization And Mapping (SLAM)」がある。今回計測に用いたシステムは、このアルゴリズム（三次元データの特徴点をマッチングして位置・姿勢データを得る技術）を応用した小型で軽量の三次元マッピングシステムである。歩行経路沿いに公称精度3cmの三次元計測を可能とし、GPSを必要とせず、登山しながら点群データを収集、対象範囲の実空間や構造物の三次元モデルを生成できるものである。富士山では平成二九年と三〇年の二年ですべての登山道周辺のレーザー計測による三次元地形データ収集を行い、三次元モデルを作成している（図1）。



図1 レーザー計測機器

四. 三次元地形モデルを活用した登山道のリスク可視化と危険個所の抽出

三次元モデルを活用して登山道のリスクを可視化するにあたり、

- ①斜面上の浮き石の落石、②不安定化した溶岩ブロックの岩盤崩落、③表層土石層の移動による路面埋没、④路肩部基礎地盤の不安定化による路体欠損の以上四つのリスク項目を対象とした(写真1、図2)。

これらは斜面勾配(角度)が大きくなるほど発生確率が高くなる現象であることから、まず三次元点群データから五〇四方の標高メッシュサイズの地形モデルを作成、次に標高メッシュごとに最大傾斜方向



写真1 富士山頂登山道の状況(剣ヶ峰付近)

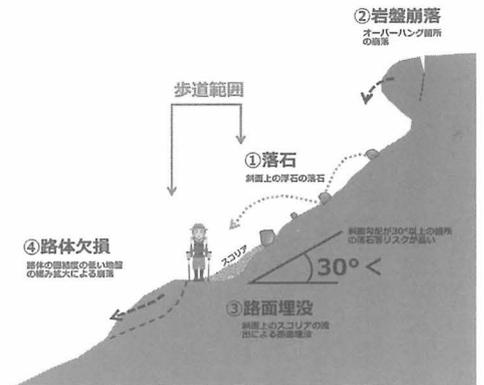


図2 富士山頂登山道の災害リスク模式図

の角度を算出し、その角度が三〇度以上となるメッシュを二〇度ごとに色別表示した「傾斜区分図」で勾配が大きい斜面分布を判別しやすくした。この傾斜区分図の情報を基に四つのリスク項目ごとに危険個所の抽出を行った。例えば落石については、一般的に三〇度以上の勾配斜面で発生しやすいことから、登山道との比高差二〇m以上で斜面勾配三〇度以上の標高メッシュが多く分布する斜面を抽出した。また岩盤崩落については、風化や侵食で不安定化した溶岩ブロックが垂直からオーバーハング状に張出しているおおむね斜面勾配六〇度以上の標高メッシュの分布範囲を抽出した。これらの抽出した範囲については、レーザー計測時に撮影した登山道の写真・

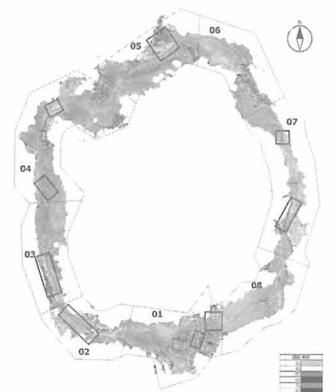


図4 富士山頂登山道の危険個所位置図

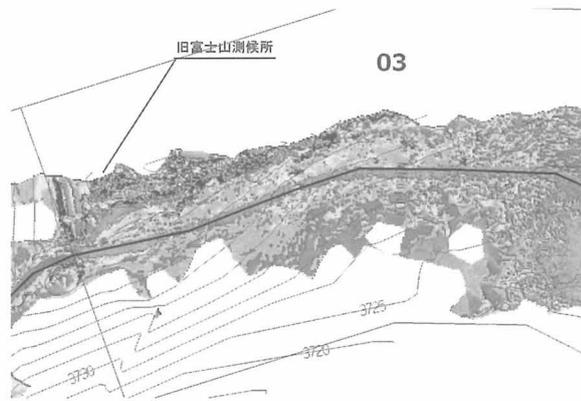


図3 登山道周辺の傾斜区分図

動画の参照・確認による精査を行った上で、対象地域内の九カ所を危険個所として設定した(図3)。

五. おわりに

登山時の安全管理は原則として登山者本人の責任の範疇である。一方で登山道管理者としては登山道の安全対策の義務を有する。し

かし現状ではその線引きが明確ではなく、事故発生時のトラブルや訴訟の原因になっている。

特に富士山のように登山者の救命救助が困難な地域では、登山者が災害リスクを認知してより慎重な行動を取ることは勿論ではあるが、それらのリスクに対して登山者、管理者が連携したセーフティネットを構築する必要もある。今回紹介したレーザー計測による三次元地形データの活用技術は、高度な登山道リスク管理を可能にするだけでなく、日常の登山道管理(施設管理、周辺の植生管理等)や、登山者への災害リスクの視覚的な情報提供など今後幅広いニーズをカバーできる技術である。今後は他の山岳地域の登山道への水平展開を行い、より管理者側、利用者双方にとって有益な地形データの活用を検討していきたいと考えている。

田中 義明●たなか よしろう

日本工営株式会社 防災部
技術士(建設、総合技術監理)
斜面防災、計測システム計画・設計等を主業務として従事。

最近ではビーコンによる富士山登山者のリアルタイム動態把握実証(富士山チャレンジプロジェクト)などのIoTを活用した防災対策も行っている。