

Airborne-LiDAR による火山灰堆積厚調査手法について

朝日航洋株式会社 ○秋山幸秀、井上 徹
 独立行政法人土木研究所 山越隆雄
 高知大学農学部 笹原克夫

1. はじめに

火山活動における災害には、活動と同期する現象の噴火（噴煙）やそれに伴う地震、地殻変動、溶岩流、火砕流などのほかに広域において影響のある降灰によるものがある。特に火山灰は降灰が続き、厚く積もることによって不透水層を成す。山体斜面などでは降灰前のように雨水が地中に浸透できずに流域全体の表層から集水されて溪流に流れ込み、土石流が発生することがある。富士山ハザードマップ検討委員会における検討結果によれば、10cm 以上の火山灰が堆積した溪流で土石流が発生する危険性がある¹⁾。

噴火中の火山において周辺の火山灰堆積厚分布を調べることは、土石流の発生する危険性を評価する上で重要なことである。

従来は、噴火後に現地に赴き調査をして火山灰堆積厚分布図を作成してきた。しかし、噴火中の火山に人が接近する必要があるため危険を伴っていた。噴火中の火山における降灰堆積状況を迅速かつ安全に把握するために、人が火山に接近せず遠隔調査が可能な手法の開発が必要とされた。

ここでは、地形や樹木計測分野で実用化されてきている LiDAR (Light Detection and Ranging; 光波計測) が、火山灰堆積厚の計測に利用可能かを、2000 年に噴火した三宅島の 2 時期のデータをもとに検討した結果を示し考察する。

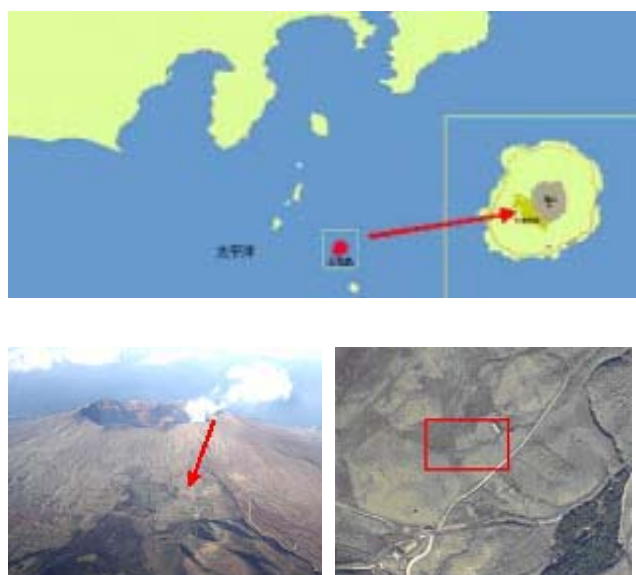


図1 三宅島村営牧場位置・実験フィールド

2. Airborne-LiDAR (空中レーザー計測)

Airborne-LiDAR の原理を、簡単に説明する。まず、航空機に搭載したレーザースキャナで、航空機（正確にはレーザ発射基準位置）から地上までの距離と角度が計測される。機体の三次元位置（正確にはレーザの発射基準位置の 3 次元位置）は、別途、航空機に搭載された GPS と地上 GPS 基準局とのキネマティック処理で計算される。また、航空機の姿勢（ヘディング、ローリング、ピッチング）と飛行機の加速度は、慣性計測装置 (IMU) によって計測される。

これらの値を総合的に計算処理し、地上の反射点の三次元位置関係を得る。この三次元データから求めるデータ（ここでは地形）とノイズを編集処理して内挿し地形データモデルとして利用する。高密度に計測すれば、詳細な地形形状を得ることができる（航空レーザー測量では、計測後のデータにジオイド補正など測量座標への変換をおこない

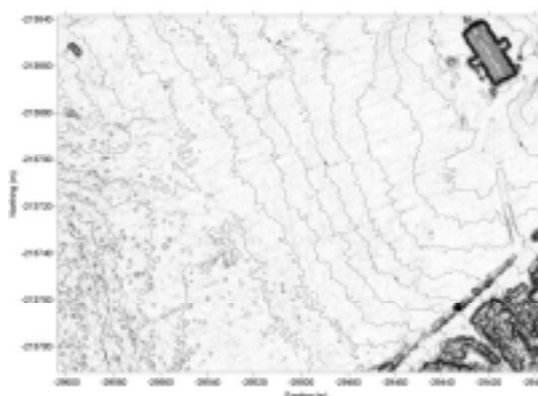


図2 2000年7月22日計測データ

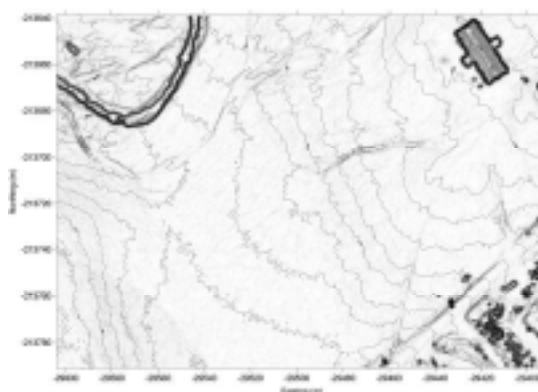


図3 2003年12月14日計測データ

キーワード：火山灰，土石流，堆積厚，航空レーザー測量，GPS

連絡先： 朝日航洋（株）〒350-1331 埼玉県狭山市新狭山 1-18-1 TEL：042-955-0975 FAX：042-953-1178

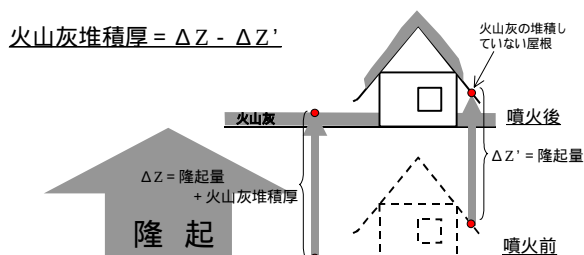


図4 地殻変動の影響の補正

絶対座標にしている）

3．実験フィールド及び実験データ

実験フィールドは、三宅島西方の火山灰堆積斜面にある村営牧場とした（矢印及び四角位置）。

実験は、2時期の LiDAR データを使用した。1時期は噴火直後の2000年7月22日のデータ（図2）、2時期目は2003年12月14日に計測したデータ（図3）を使用した。

4．火山灰堆積厚解析手法

噴火中の火山では、地殻変動も同時に起こることが多いことから、火山灰の堆積厚のみを噴火前後のレーザー計測によって単純に求めることは難しい。すなわち、地殻変動が生じた上に火山灰が堆積した状況でレーザー計測を実施し、噴火前の地殻変動も降灰もしていない時点の地形データとの差分値（図4中の ΔZ ）を求めると、地殻変動量と火山灰堆積厚の和として得られることとなる。地殻変動量が分からなければ、火山灰堆積厚を求めることはできない。

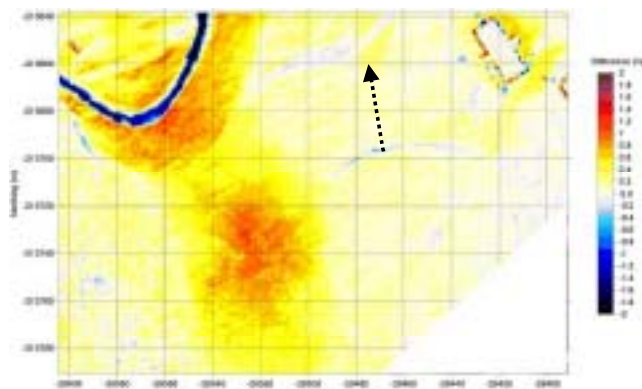


図5 差分図（2003年 - 2000年）

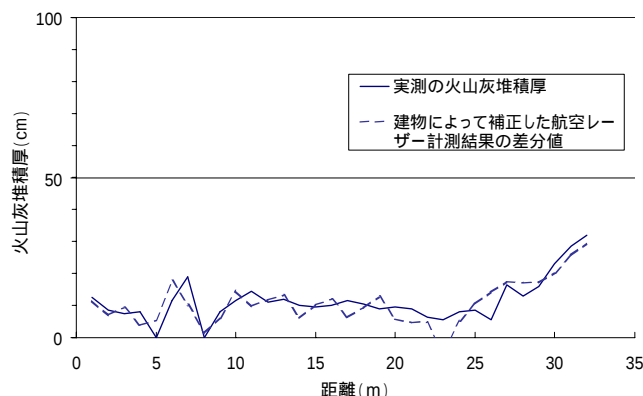


図6 三宅島における火山灰堆積厚の現地計測結果と航空レーザー計測結果の差分値の比較

地殻変動量の影響を除去するためには、たとえば、噴火前からある大きな建物の屋根等で火山灰が堆積していない部分を見つけ、その部分において地殻変動量（ $\Delta Z'$ ）を評価して、計測値を補正しなければならない。筆者らは、このような補正を行い、2000年に噴火した三宅島の火山灰堆積斜面において、火山灰堆積厚の精密計測を試みた。

図5は、実験フィールド内にある建物の屋根を基準に2003年12月14日から2000年7月22日のデータを差引いた差分図である。赤くなるに従い火山灰堆積厚が大きくなることを表している。

図6に検証測線（図5の破線：矢印は距離の増大方向）における精度検証結果を示す。実線は、三宅島の火山灰堆積地内のある測線（約30m）において実際に現地で計測した火山灰堆積厚を表し、破線は、測線の近傍にある火山灰の堆積していない家屋の屋根を基準点として補正したレーザー計測結果の差分値を示す。三宅島では、海岸部で最大1m程度の地盤の沈降が確認されているが、そのような地盤高の変化は打ち消され、この測線における火山灰の堆積厚（10～30cm）が、精度よく求められていると言える。

5．今後の課題

今回の実験では、実験フィールド内にある建物を基準に位置の補正を行うことにより精度良く火山灰厚の計測を行うことができた。しかし、このような建物が計測エリア内に必ずしもあるとは限らない。今後レーザー計測で認識可能であり火山灰が堆積しにくい物標の選定や対空標識設置等の検討が必要である。

また、噴火中の火山直上のレーザー計測は、航空安全上の問題から行なえない。実運用において活動中の火山を安全に計測するためには、火山斜面を斜め方向から計測する手法が求められる。

参考文献

- 1) 富士山ハザードマップ検討委員会(2004):富士山ハザードマップ検討委員会報告書, 240p.