

地上型超長距離レーザー計測の土砂移動モニタリングへの適用に関する研究

株式会社パスコ ○本田 健、下村博之、武田大典、柴田俊彦

1. はじめに

2011年1月に噴火した新燃岳では緊急的な土石流災害対策が進められており、噴火に伴う火山灰堆積量の把握が求められている。しかしながら、火口から4km(現在は3km)以内が立入規制である上、噴火・降灰の影響で航空機レーザー計測が実施できない状態が続いている。

一方、近年レーザー計測技術が急速に発達し、超長距離の計測機器も開発されている。

そこで、RIEGL社の地上型超長距離レーザー計測システムLPM-321を試験的に導入し、火山灰の堆積量・侵食量、及び遠距離レーザー計測の実用性を確認した。



図1 計測範囲

2. LPM-321の概要

LPM-321はターゲットリフレクタ無しでも最大6,000mまで計測可能な地上型3次元レーザー計測機器である。表1にLPM-321の概要を示す。

表1 LPM-321の概要

最長計測距離	反射率 $\rho > 80\%$	反射率 $\rho > 10\%$
1000Hz	$\geq 1500\text{m}$	$\geq 500\text{m}$
100Hz	$\geq 2500\text{m}$	$\geq 850\text{m}$
10Hz	$\geq 6000\text{m}$	$\geq 1500\text{m}$
最短距離	10m	
測定精度・再現性	$\pm 25\text{mm}$ $\pm 15\text{mm}$	
測定レート	10点~1000点/秒(モード設定による)	
ビームの広がり角	0.8mrad(100mの距離で8cm程度のビーム幅に相当)	
レーザー波長	近赤外	
スキャンニング速度	水平方向 Max36度/秒	上下方向 Max81度/秒

出典:リーグルジャパン HP

3. 計測範囲・手法

計測範囲は樹木の影響の無い新燃岳西側山頂直下の裸地斜面約25,000m<sup>2</sup>とした(図1)。計測地点から標高データ計測範囲までの距離は約2,400mであり、標高データの座標取得のため計測地点周辺の5箇所に標定点を設置した(図2)。また、降雨による火山灰の侵食量を把握するため、計測は2011年5月14日と6月9日の2回実施した。

計測範囲までの距離より計測モードはlong rangeとし、レーザー照射間隔は点密度が最も細くなるように設定した。また、レーザー送受信部は反時計回りに回転するため、計測範囲の右からデータを取得している。

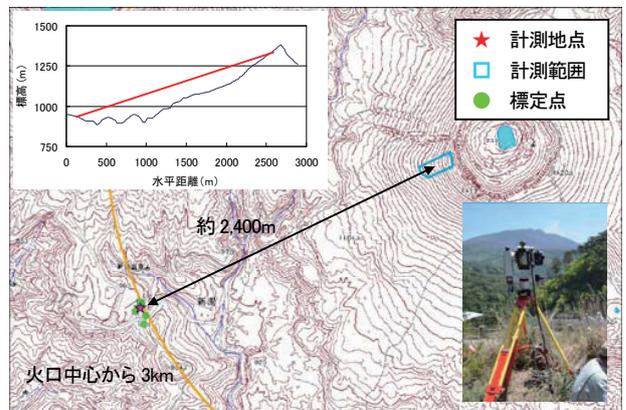


図2 計測地点と計測範囲、標定点の状況

4. 計測結果

4.1 標高値及び差分解析

2回の計測データと噴火前の標高データとを用いて差分解析を実施した。噴火前の標高データは、入手が容易な国土院が発行している火山基本図を用いた。その結果、山頂直下で最大約9mの堆積を確認した。

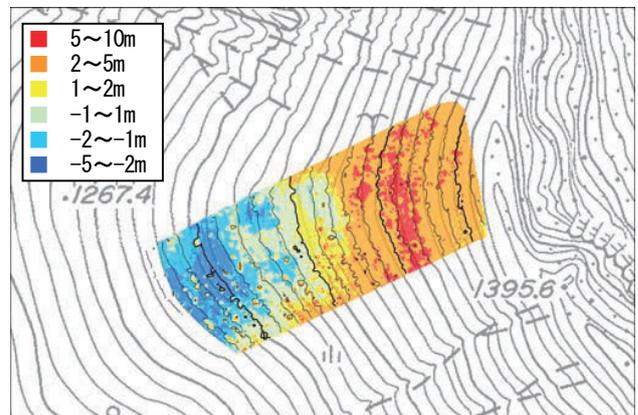


図3 1回目の標高値、及び差分解析結果

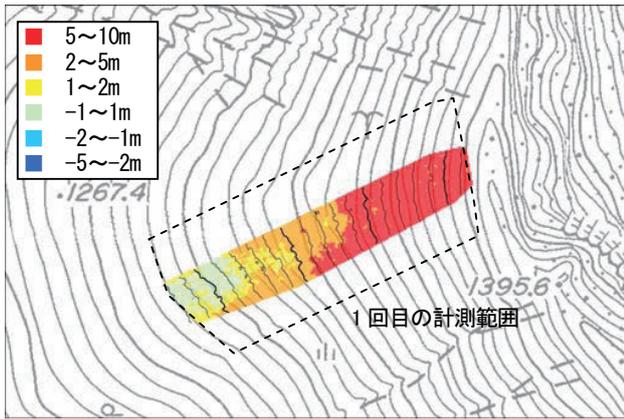


図4 2回目の標高値、及び差分解析結果

## 4.2 計測範囲及び計測時間

計測したデータ、及びファイルの日付より、計測範囲、計測時間を整理した。その結果、1回目は予定範囲の概ね95%に相当する23,700m<sup>2</sup>のデータを取得し、計測に87分を要した。2回目は予定範囲の概ね39%に相当する9,786m<sup>2</sup>のデータを取得したが、計測途中で雲が発生したため49分で計測を打ち切った(表2)。

表2 2回の計測の概要

回数	予定面積 (m <sup>2</sup> )	実測面積 (m <sup>2</sup> )	実測/計測 (%)	取得データ数	計測密度 (点/m <sup>2</sup> )	計測時間 (分)
1回目	25,000	23,720	95	9,472	0.4	87
2回目	25,000	9,786	39	2,969	0.3	49

## 5. 考察

### 5.1 差分解析について

空中写真等では侵食が確認されていない箇所でも侵食傾向が現れたほか、2回の計測値の差が大きいなどの精度低下が確認された。これはレーザー光が低角度で地表面に当たっていることによる誤差、あるいは立入規制に伴う標定点の偏りによる誤差が原因であると推測される。

しかしながら、噴火前後の差分解析では、火山灰の堆積厚は1月26日~27日の噴火後に実施された産業技術総合研究所の推定結果、あるいは千葉・井上(2011)の結果と調和的であった。

以上より、計測条件が悪い条件下であっても、良好な標高データを取得することが可能であると言える。

### 5.2 計測範囲及び計測時間について

1回目の計測では予定範囲の約95%が計測できたが、2回目の計測は予定範囲の約39%であった。また2回目の計測範囲は1回目の計測範囲の中央付近のみの取得であった。計測時間の後半には雲が発生したことから、レーザー光が雲で散乱し標高データが取得できなかったと

推測される。

一方、計測開始当初データが取得できなかったのは、火山灰の反射スペクトルが20%以下である(浦井ほか,2001)こと、反射率10%程度におけるLPM-321の最長計測距離が1,500m以下であること、日没前あたりから計測範囲で標高データが取得されるようになったことから、地表面の低反射率と太陽光の影響が原因と推測される。以上より、火山灰が堆積した箇所の標高データを取得するためには、日中を避ける必要があると推測される。

計測時間については、カタログ値の測定レート(long rangeの場合10点/秒)の10~18%程度の性能であった。

## 6. まとめと今後の課題

地上型超長距離レーザー計測機器LPM-321を用いて、火山灰が堆積した新燃岳を計測した。その結果、以下の事項が確認できた。

- ①計測データを解析した結果、計測範囲との距離が離れている上、レーザー光と地表面との角度が鋭角にもかかわらず、精度・点群密度共に比較的良好な計測データを得ることができた。
- ②LPM-321は他の地上型3次元レーザー計測機器とほぼ同じ大きさであり機動力があるため、他の手法では計測できない箇所であっても、標高データを取得可能であることが確認できた。

その一方で、今回の計測で次のような課題も明らかになった。

- ①計測対象の反射率や太陽光の状況によっては、6,000mまでレーザー光が届かない場合がある。また、当初の想定よりも計測に時間を要する。
- ②計測地点と計測範囲との位置関係、標定点の設置状況によっては計測誤差が大きくなる場合がある。

地上型超長距離レーザー計測システムは活動中の火山や大規模崩壊など、人が近づくことができない場所での土砂移動モニタリングに有効であるため、より高精度のデータ取得を目指して標定点の位置や太陽光の影響を考慮した計測時刻等の計測条件を整理する必要がある。

### 【参考文献】

- (独)産業技術総合研究所プレス発表(2011),霧島山新燃岳の噴出量  
 千葉・井上(2011)高高度レーザー計測による新燃岳火口縁での地形変化量計測,日本地球惑星科学連合大会予稿集  
 浦井稔・川辺禎久・伊藤順一・高田亮・加藤雅胤(2001) ASTERによる有珠火山2000年噴火に伴う降灰域の観測,地質調査研究報告,第52巻,第4/5号,P189-197