

○山越隆雄 (独立行政法人土木研究所)

笹原克夫 (高知大学農学部)

田島靖久、下村幸男 (日本工営 (株))

秋山幸秀、井上 徹 (朝日航洋 (株))

1. はじめに

噴火した火山では、斜面上に堆積した火山灰のため雨水の浸透が妨げられ、その後の降雨時に土石流が容易に発生するようになる。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⁾。したがって、噴火中の火山においてその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といえる。

これまで、噴火後に現地調査を行い、火山灰堆積厚分布図を作成してきたが、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、人が火山に接近することなく調査可能な手法の開発が必要とされている。そのような手段としては、

①リモートセンシング技術、②自動計測装置、または、③無人調査機利用技術などが考えられ、土木研究所では、すでに別の用途のために開発され実用化されているこれらの系統の技術を、火山灰堆積厚計測に転用するための工夫について検討してきた。本稿ではこれまでに行ってきた検討結果の一部を示す。

2. リモートセンシング技術を利用した火山灰堆積厚計測手法

地形を遠隔から把握可能な技術として、航空レーザー測量技術がある。この技術は、GPSやジャイロによって航空機の位置、姿勢を正確に把握しながら、航空機から地上をレーザー計測するものである。計測精度は数cm～数十cmと言われており、火山灰が堆積する前後に計測を行えば、その厚さを計測することが可能であると考えられる。

しかし、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1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。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2にその結果を示す。実際

火山灰堆積厚 = $\Delta Z - \Delta Z'$

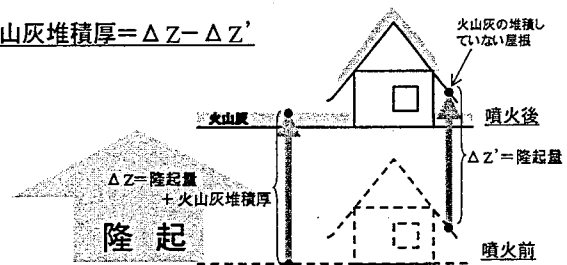


図1 地殻変動の影響の補正

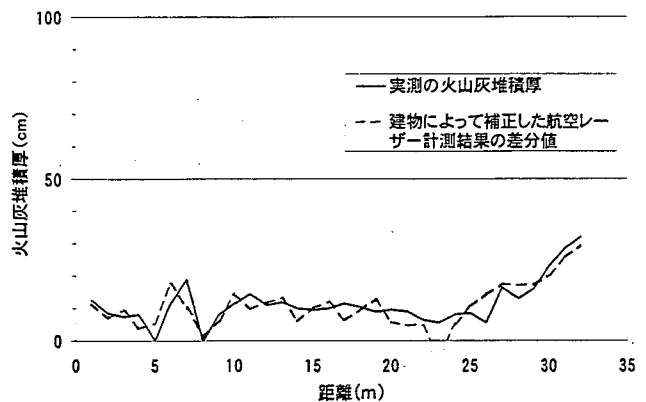


図2 三宅島における火山灰堆積厚の現地計測結果と航空レーザー計測結果の差分値の比較

は、三宅島の火山灰堆積地内のある測線（約30m）において筆者らが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。

3. 自動計測装置を利用した火山灰堆積量計測手法

降灰の続く桜島では、水を張ったドラム缶を設置して、中に捕捉された火山灰を定期的に回収して計量することによって降灰量を計測している²⁾。しかし、火山活動が活発となり、人が近づけなくなった場合には、計測を継続することができなくなる。そこで、ドラム缶に捕捉された火山灰の堆積量を自動計測できるように、ドラム缶にロードセルと水位計を設置した自動計測型の火山灰堆積量計（写真1）を開発した。ここで、重量と水位の両方を計測するのは、重量のみでは、火山灰が降下しているのか、雨が降っているのかを区別することができないからである。火山灰の密度が既知であれば、重量と水位を計測することによって、火山灰の降下量を計算することが可能である。具体的に計測データから単位面積あたりの降灰量を求める式を式(1)に示す。

$$\Delta P = \frac{1}{A} \cdot \frac{\Delta W - \sigma_w A \Delta d}{1 - \frac{\sigma_w}{\sigma_s}} \quad \dots (1)$$

ここに、 ΔP ：単位面積あたりの降灰量、 ΔW ：重

量の増分、 Δd ：水位の増分、 A ：ドラム缶の断面積、 σ_w ：水の密度、 σ_s ：火山灰の土粒子密度、である。

4. 今後の展望

ここで挙げた航空レーザー計測と自動計測型降灰量計による計測以外によっても、既存の技術を少し転用するだけで火山灰計測が可能な工夫はあると考えられる。今後、さらに幅広く既存技術を総覧し、火山灰堆積厚計測に転用可能な技術を探して行きたい。

火山灰堆積厚調査手法として適用可能と考えられる技術には、面的に広く把握できるが精度が良くないとか、精度良く計測できるものの面的な把握は困難である等、それぞれに一長一短がある。今後、噴火後の土石流発生予測を行う上で必要な火山灰堆積厚分布図が得られるよう、これらの技術を相補的に組み合わせて体系化しておく必要がある。

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.
- 2) 建設省九州地方建設局(1988)：「桜島の土石流」，64p.

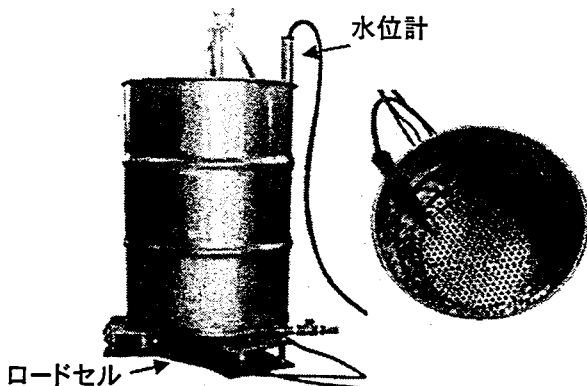


写真1 自動計測型降灰量計の外観