

雲仙普賢岳における溶岩ドーム及び周辺斜面の変動観測について

国土交通省雲仙復興事務所 田村圭司・前田昭浩・水田貴夫・荒金恵太
日本工営株式会社 ○田島靖久・倉岡千郎

1. はじめに

平成2年(1990)より活動を始めた雲仙普賢岳は、平成3年5月20日に溶岩ドームが出現し、その後第1～13溶岩ローブが成長した。噴火活動は現在終息しているが、斜面頂部には約1億立方メートルの岩塊が溶岩ドームとして、斜面にも約1億7千立方メートルの火砕流堆積物が不安定な状態で堆積しており、地震などの外力による溶岩ドームの不安定化や落石ならびに豪雨による山腹斜面からの土石流が発生する危険性がある。

このような厳しい条件の下、反射プリズムを用いた測量等により、その変動を監視して工事従事者の安全を確保しつつ砂防事業を進めている。その一環として、溶岩ドームを含めた山体部の安定性及び不安定岩塊の状況などを把握しておく必要があるため、雲仙普賢岳斜面を対象とし、現地調査及び合成開口レーダー観測により、小崩落の継続発生箇所を把握するとともに反射プリズムから得られたデータとの関係を解析・検討した。

2. 溶岩ドームの崩落・開口キレツ

雲仙普賢岳においては、2008年9月18日に3500～4000 m³と推定される崩落が発生し、同じ地点で2009年にも小崩落が生じていたことを2010年に報告した(渡辺・他, 2010)。継続した崩落は、応力が継続的に同じ場所に集中している可能性を示唆しており、注意深く観察を行う必要がある。2010年、2011年に同様の調査を実施し、その結果、同じ様な箇所で新たな小崩落が生じていることを確認した(図-1)。また、南側では一軸圧縮強度30～50 MN/m²の硬質な溶岩内のキレツが開口し、その開口長が進行する様子を確認した(図-2)。この地点については、2時期の比較によってキレツの拡大が進行し、小石が数箇所で脱落する様子も確認できた。即ち、現在でも溶岩ドーム内では微細構造が目視で判別できる程度に変形している。また、これらの崩落箇所については、発生場所が集中する傾向がみられ、応力の偏在が生じている可能性がある。

3. 測量による移動量観測

溶岩ドームにおける水平・上下の変化量を推定するために、近距離からの測量を実

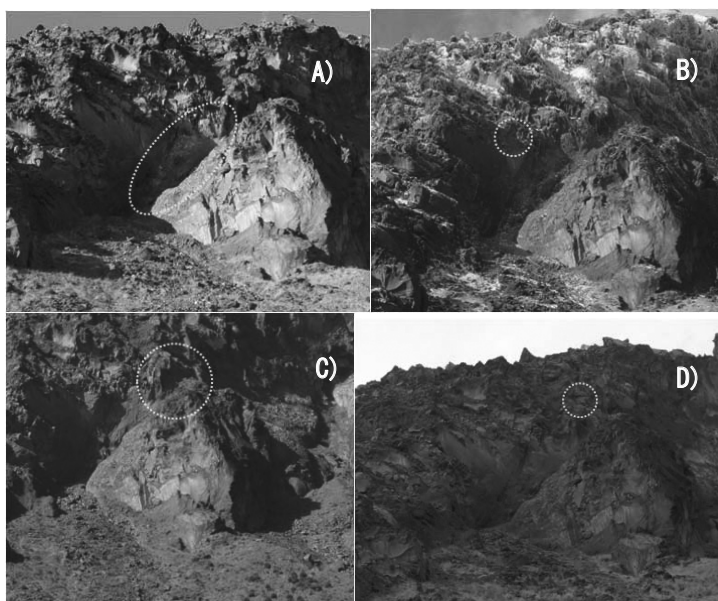


図-1 継続した小崩落の発生(地点1)

A) 2008年9月18日の崩落, B) 2010年2月調査, C) 2010年9月調査, D) 2011年11月調査

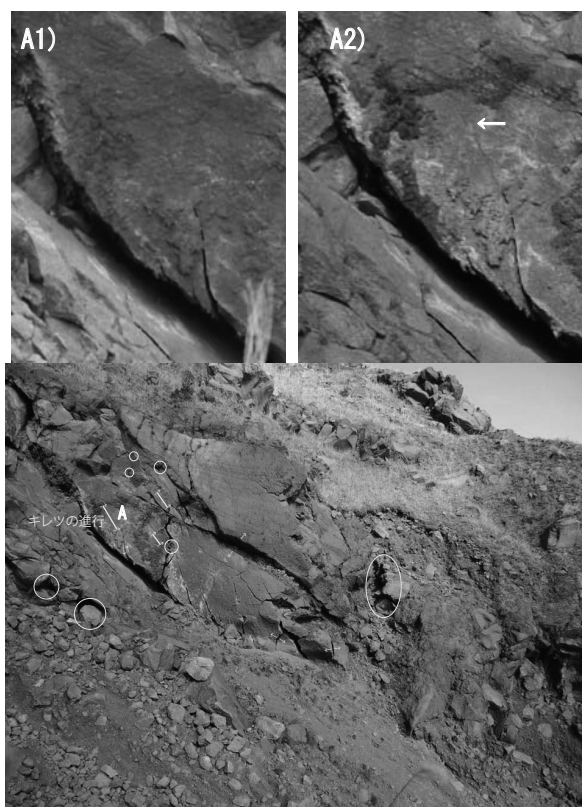


図-2 溶岩に見られるキレツ進行・落石箇所(地点2)

2010年3月12日(A1)と2011年11月22日(A2)の比較。丸は落石などが生じた箇所、矢印間はキレツの拡大。

施した。近距離から実施する理由は、観測誤差を極力減らすためである。2箇所の視準点を設定し、そこから7箇所の観測点を計測した。視準点ではGPS (Trimble 5700) 観測を行い、そこからトータルステーション (Trimble S6) を用い、観測点を計測した。GPS観測では水平 $\pm 7.5\text{mm}$ 、垂直 $\pm 10\text{mm}$ 、トータルステーションは約500mからの観測のため測角精度は $\pm 5\text{mm}$ 、測距精度は $\pm 3.5\text{mm}$ 程である。観測の結果、視準点 (火砕物斜面) では2009年10月22日～2012年3月7日の間で、51mm、64mmの隆起を観測した。また、溶岩ドームは同期間で60～190mmの東～南東方向への移動が観測された (図-3)。この量は年に換算すると、30～100mm/yであり、天狗山・みらい館からの自動光波による観測結果とほぼ一致する。また、溶岩ドーム南東のS-2などとした付近の沈降量が大きく、北側では沈降量が小さくなる。以上の結果は、溶岩ドームのみでなく火砕物斜面も変形していることを示しており、その変形範囲は従来考えられていたより、広い範囲に及んでいる。溶岩ドーム南東付近は、LPによる差分解析でも沈降量が大きくなる傾向が見られたが、LPは観測誤差が大きく今後さらに検討を要する。

4. 合成開口レーダーによる観測

溶岩ドームでは、このように広範囲の変形が生じている可能性を示唆する観測事実を得ることができた。しかし、具体的な範囲になると、これらの観測結果から推定することは難しい。そこで、地上型合成開口レーダー (GBSAR : IDS 社) を用いた、レーダー観測を実施した。GBSARは、レーダー反射波の位相を計測することによって、変位量を観測するものである。観測地点は赤松谷上流で実施し、溶岩ドームからの距離は約3.5kmである。詳細は別途報告するが、溶岩ドーム東端域において約4ヵ月の観測期間で、約-7.5～-15mmの斜面下方への移動が観測された (図-4)。また、移動量が相対的に大きい範囲は、J1もしくはJ1下のキレツから東側の範囲にほぼ一致した。現時点では、観測期間に限られており、この傾向が継続的なものなのか不確かなところがあり、さらに観測を継続する必要がある。また、気象の補正方法等についても、改良の余地がある。

5. まとめ

継続観測による地形変化 (小崩落等)、GPS 測量、光波測量、地上型合成開口レーダーのいずれの観測結果も溶岩ドームが広い範囲で移動していることを示唆しており、その範囲は J1 などの連続したキレツと一致する。また、本観測では溶岩ドームのみならず、火砕物からなる溶岩ドーム下の斜面で隆起が観測され、より広い範囲の変動が起きていることも明らかになった。現在、溶岩ドーム下の斜面の変動については、全体像が把握できておらず早急にその変動量と変動メカニズムを明らかにする必要がある。

参考文献

渡部文人・他 (2010) 雲仙岳普賢岳溶岩ドームキレツ等の調査について。平成 22 年度砂防学会予稿集。
溝口裕也・他 (2011) 地上型合成開口レーダーによる監視観測の試み。平成 23 年度砂防学会予稿集。

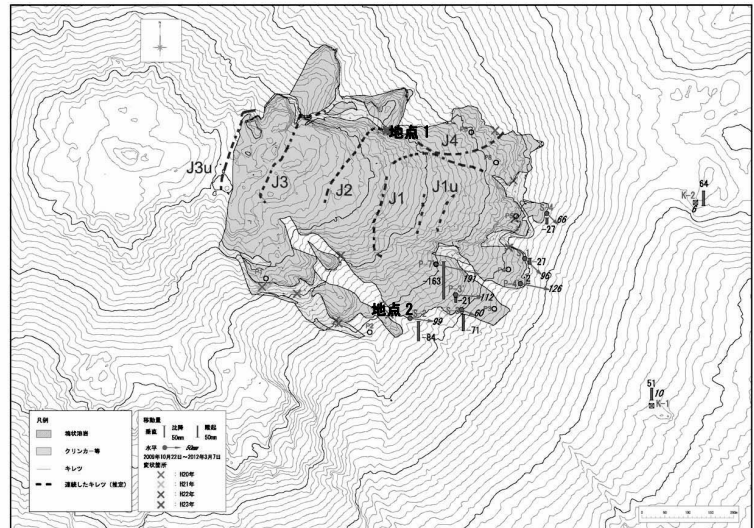


図-3 GPS とプリズムによる観測

×は該当調査期間に小崩落やキレツの拡大などが見られた地点。

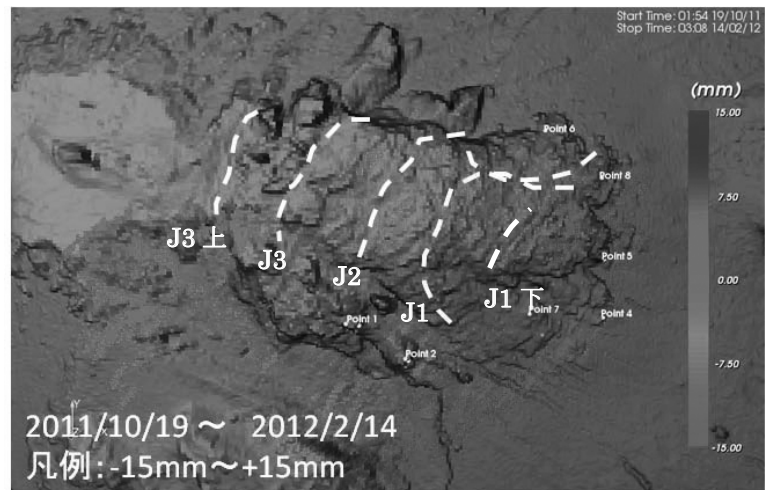


図-4 地上型合成開口レーダーによる観測結果

2011 年 10 月 19 日～2012 年 2 月 14 日の変位の差分