

火山観測機器を用いた土石流の量的検出 Quantitative detection of debris flow by using tilt and strain meters

○井口正人

○Masato IGUCHI

Instruments for volcano monitoring are available to detect debris flow at Sakurajima where vulcanian eruptions and debris flow frequently have occurred since 2009. Upward tilt of the crater side and extension strain changes in radial component to the crater were detected associated with debris flow. Upward tilt of the crater side implies downward tilt of the Arimura river side. The downward tilt vectors are oriented to a Sabo dam at upper stream. Tensional strain changes are 1/3 of the tilt changes. Assuming a point mass applied to the river surface, increase of weight on the river is estimated to 60 thousands ton in case of strain change of 30 nano. Total weight of debris flows is estimated to be 2 million tons during the period from 2009 to 2016.

1. はじめに

火山噴火に前駆して火山体の膨張が捉えられる。桜島の昭和火口の爆発の場合、1 時間から最長 1 日半前に、傾斜計により火口方向の隆起のひずみ変化が観測され、噴火の発生と同時に沈降傾斜に反転する。火口側隆起の傾斜変動は、土石流発生時にも観測される。土石流は降雨時にしか発生しないので、降雨時であれば、土石流の発生の可能性を疑うが、火山噴火は降雨とは関係のない現象なので、降雨の有無は隆起傾斜変化の原因の判定の根拠にはなりにくい。ここでは、土石流発生時の地盤変動の特徴を抽出し、火山爆発に前駆する地盤変動との相違を明らかにし、点荷重モデルを用いて、荷重増加量を見積もった。

2. 傾斜及びひずみ変化

傾斜計及び伸縮計は昭和火口から 2.1 km 南南東の有村観測坑道内に設置され、さらに南 0.4 km に有村川がある。有村川では 2009 年以降、昭和火口において爆発が頻発するようになってから土石流の発生回数が増加しており、2009 年から 2016 年までに 65 回の土石流が発生している(大隅河川国道事務所調べ)。土石流発生時に地盤変動がなかった例はわずか 4 例しかなく、ほとんどの場合、地盤変動を伴う。傾斜変化量は火口側隆起の 4~409 ナノラジアンである。爆発に前駆する傾斜変化は 100 ナノラジアン以下で、土石流発生時の方が大きい変化が観測される場合がある。火口側隆起は有村川側の沈降を意味し、沈降ベクトルの方向は、

有村川の最上流部の 1 号堰堤の方向を向くので、堰堤への土砂堆積による荷重沈降が地盤変動を引き起こしたものと解釈できる。また、地盤変動は土石流流下による振動の振幅がピークに達した時点で始まる。振動振幅のピークは土石流先端が観測点に最も接近したことを意味し、土石流堆積による荷重沈降が地盤変動の理由として考えやすい。

火口方向のひずみ変化量は 3~138 ナノストレインの伸長である。火山爆発に先行する地盤変動では、火口方向のひずみは収縮を示すので、土石流発生時の極性とは異なる。また、昭和火口の爆発の場合、傾斜変化量よりひずみ変化量が大きいが、土石流発生時の傾斜変化量はひずみ変化量の 3 倍程度大きい。傾斜とひずみの比 3 は点荷重を仮定し、ラメの定数 $\lambda = \mu$ とした場合の傾斜とひずみ変化の比に相当する。

3. 土石流堆積量の見積もり

点荷重モデルを用いて、荷重増加量を見積もってみる。例えば、30 ナノストレインの収縮ひずみが検知された場合、 $6 \times 10^8 \text{ N}$ の力が働くので重量にして $6 \times 10^7 \text{ Kg}$ 、体積にして $25,000 \text{ m}^3$ の土砂が堆積したことになる。2009 年から 2016 年までの土石流に伴う総ひずみ変化量は 1100 ナノストレインであり、8 年間におよそ 200 万トン (80 万 m^3) の土砂が運ばれてきたことになる。2009 年から 2016 年までの噴出物量は 4300 万トンと見積もられており、総噴出物量の 5% が土石流として有村川に流下したことになる。

