

雲仙普賢岳における近年の土石流観測結果と特徴

国土交通省雲仙復興事務所（現（財）砂防・地すべり技術センター） 田村圭司
 国土交通省雲仙復興事務所（現 九州地方整備局） 前田昭浩
 国土交通省雲仙復興事務所（現 福岡国道事務所） 水田貴夫
 国土交通省雲仙復興事務所（現 国土交通省都市局） 荒金恵太
 アジア航測株式会社 ○岡野和行、平川泰之、原田美鈴

1. はじめに

雲仙・普賢岳では、平成2年11月から平成7年5月の噴火活動により火砕流や土石流が頻発し、現在も約1億7千万m³もの火砕流堆積物が堆積している。発生回数は減少しているが、現在も毎年1回程度水無川流域赤松谷で土石流が発生している。また、火山活動は終息しているものの、溶岩ドームの崩落の危険性も懸念される。

そのため、雲仙復興事務所では、工事の安全管理や土砂管理、住民の警戒避難などを主な目的として、監視カメラ、雨量計、水位・流速計、振動センサー、反射プリズムなどによる観測を実施している。

今回はこれまでに設置された振動センサーのデータを用いて、土石流や落石発生時の振動状況を確認し、その特徴をとらえた上で、これまで確認されていなかった土石流・落石の発生検出と、概略の発生位置・規模の推定を試みた。

2. 雲仙普賢岳における観測体制

雲仙復興事務所の振動センサーは、水無川流域に4箇所、中尾川流域に2箇所設置されている。また、気象庁の3箇所、および九州大学の5箇所のデータが事務所に送信されており、合計14箇所の振動データが蓄積されている（図1参照）。

3. 雲仙普賢岳で近年発生した土石流および落石

雲仙復興事務所直轄対象溪流における土石流発生回数は、平成3～23年で約70回である。平成10年度以降の土石流イベントは、水無川（赤松川）のみであり、毎年約1回程度、水無川（赤松谷）で発生している。

一方、落石発生回数は平成3年には100回を超えていたが年々減少傾向にあり、平成10年以降は10～20回程度に収束している。落石発生日は降雨観測日に多い傾向がある一方で、有感地震発生日とは一致していない。

表1 近年の主な土石流と落石の発生日

土石流発生日	落石発生日	
平成17年9月6日	平成19年1月1日	平成23年2月28日
平成18年6月26日	平成19年10月4日	平成23年3月8日
平成18年8月18日	平成23年2月24日	平成23年3月14日
平成19年10月9日	平成23年2月25日	
平成22年6月30日	平成23年2月25日	
平成23年6月20日	平成23年2月28日	

※ 土石流発生日は監視カメラによる確認、落石発生日は気象庁の判定による

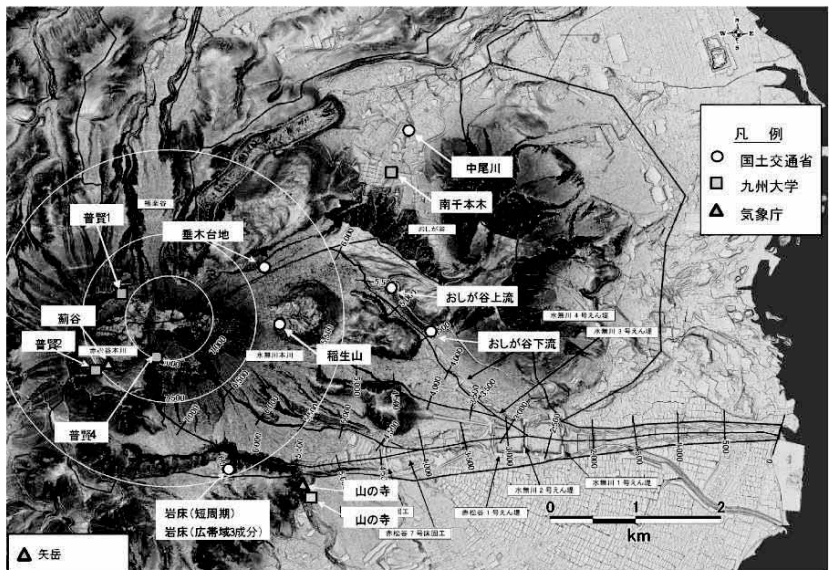


図1 振動センサー観測所位置図

表2 土石流・落石波形の特徴

振動波形	波形の特徴	発生現象	イメージ
	<ul style="list-style-type: none"> 溶岩ドームに近い観測所で検出される傾向にある。 10秒以上の継続がみられる。 立ち上がりと減衰が全体的に緩やかな紡錘状の波形である。 	・落石	
	<ul style="list-style-type: none"> 短周期で振幅の大きな波形がみられる。 先端に巨石を伴う場合、急な立ち上がりで緩やかに減衰する波形となる。 継続時間は数分～数十分である。 	・土石流	

4. 振動データの解析

4.1. 土石流・落石波形の特徴

土石流の流下場所に近い観測所における土石流振動は、波形の立ち上がりが緩やかでピークが不明瞭な「紡錘状」の波形を示し、短周期で振幅の大きな波形がみられる。落石は立ち上がりで減衰が全体に緩やかな紡錘形を示し、10秒以上の継続が見られる（表2参照）。

4.2. 土石流および落石発生時のデータ抽出

土石流および落石発生時の振動データの特徴から、監視カメラ等で確認されなかった土石流および落石発生時の振動データを抽出した。抽出は、イベントごとに分かっている振動データから、発生時の降雨量やデータの大きさなどを用いてふるい分けしたうえで、振動波形を確認することによって行った。

その結果、土石流に類する集合流動の形態で土砂移動があったと考えられるイベントが、平成19年4月～平成23年8月までの間に、18回抽出できた。また、落石と考えられるイベントが平成22年4月から平成23年12月までの間に11回抽出できた。

4.3. 土石流および落石発生箇所の推定

雲仙普賢岳周辺では、人工的に発生させた振動の測定結果をもとに、同一地盤条件における最大振幅と距離の関係が推定されている。この関係を、2つの観測所で得られた振動データに適用すると、最大振幅の比から、2つの観測所から振動の発生源までの距離の比を求めることができる。2点からの距離の比が一定となる点の軌跡は円となるため、複数の観測所の組合せに同様の計算を行って得られた円が収束する場所を求めると、発生源が求められる。

平成22年6月30日に発生した土石流では、流下に伴う振動が開始する約1分前に、複数の観測所で同時に連続振動が記録された。崩壊等の土石流の原因となる土砂移動現象である可能性があるため、上記の方法で発生場所の推定を行った。その結果、土石流が流下した溪流の上流付近に振動の発生源が有ることが分かった。また、気象庁で落石によるものと判定された

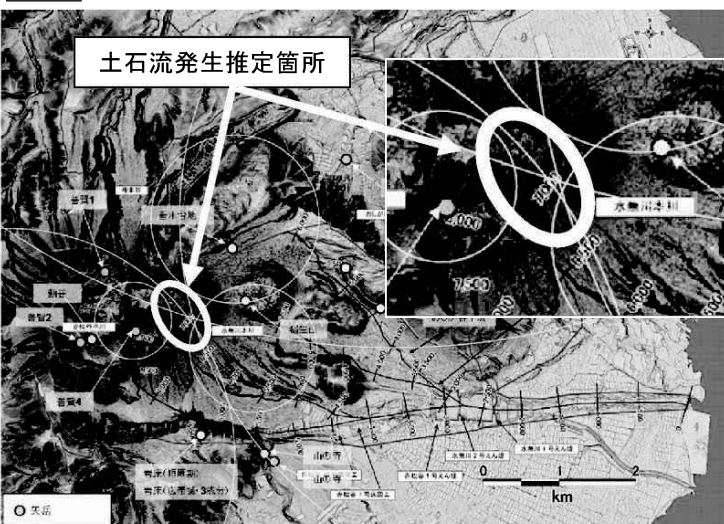


図2 土石流発生箇所推定結果

振動の中で、振幅が大きい2007年10月4日の振動データをもとに同様の解析を行うと、溶岩ドーム南側付近に発生源が有ることが分かった（図2参照）。

このように、複数の観測所の振動データを用いると、土石流や落石の発生源が推定できることが分かった。

4.4. 土石流の規模の推定

土石流の最大流量と振動データの最大加速度との間には、強い相関が有ることが知られている¹⁾。そこで、赤松谷ガリカメラの映像からハイドログラフが得られている4つの土石流を対象に、最大流量と最大振幅の関係を解析した。その結果、岩床山観測所の広帯域東西成分と短周期成分の最大振幅と、土石流の最大流量との間に高い相関関係がみられた（図3参照）。この結果を用いると、振動データから土石流の最大流量を推定できる可能性がある。例えば、平成23年6月20日に発生した土石流の最大流量を、岩床山広帯域の振動データから推定すると、約170m³/sとなる。

5. おわりに

雲仙普賢岳周辺の複数の観測所で得られた振動データを用いて、土石流や落石の発生時刻や発生位置、発生規模等の推定を試みた。

土石流による振動と流量とは高い相関関係があり、赤松谷で発生する土石流であれば、振動から土石流流量を推定することが可能であると考えられる。また、複数の観測点の振動データの振幅や波形形状、関係性等を分析することで、土石流の発生時刻や発生位置等が推定できることがわかった。

今後は、データを蓄積し、より精度の高い推定方法を検討するとともに、この結果を、防災活動に活用していくことが重要であると考えられる。

<参考文献>

諏訪 浩・山越隆雄・佐藤一幸(1998)：地盤振動計測による土石流の規模推定, 砂防学会誌, Vol. 52, No. 2, pp. 5-13

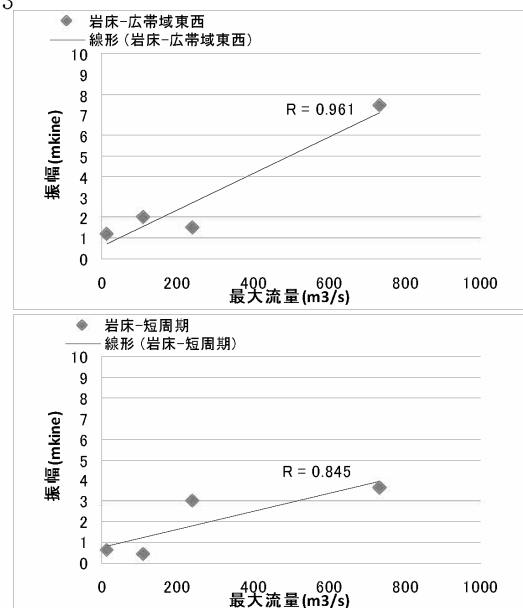


図3 土石流の最大流量と振幅の関係