

2015年口の永良部島噴火後の降雨によって発生した土石流の堆積物の特性

三重大学大学院生物資源学研究所 ○山田 孝

1. 研究目的

2015年5月29日に口永良部島の新岳が噴火し、新岳噴火口から北西約2,300m下流の向井浜方向に、小規模な火砕流が流下した。関係機関の撮影した空中写真などによれば、火砕流の本体部は、火口から約1,200m谷内や山腹斜面を流下し、流路曲流部で右岸斜面に衝突して停止・堆積したが、熱風部は右岸斜面を乗り越えて向井浜地区まで約0.8km流下した。その後の降雨により、向井浜には、土石流が氾濫・堆積していることが空中からの監視や映像資料などによって確認された。向井浜は、今もなお、立ち入り禁止区域に指定されているために、土石流の氾濫・堆積実態や堆積物の特性については、報告されていない。

筆者は、屋久島町の許可と気象庁の監視サポートのもと、2016年3月3日の午後の30分間、現地に立ち入り、簡単な現地調査を実施する機会を得た。向井浜での土石流の氾濫・堆積実態や堆積物の特性について報告する。

2. 研究方法

関係機関(国土地理院,九州地方整備局,気象庁,アジア航測株式会社など)によって撮影された映像を時系列で整理し、向井浜での土石流氾濫・堆積が確認される最も早い撮影月日の映像資料(国土地理院 2015年6月6日撮影)を抽出し、噴火した5月29日からその日までの降雨の実態を調べた。次いで、向井浜の土石流氾濫・堆積区域において、関係機関(国土地理院,九州地方整備局,気象庁,アジア航測株式会社)によって撮影された斜め写真などからわかるマクロな地形情報をもとに、簡易測量(レーザー測距)によって、土石流の氾濫・堆積幅、長さ、勾配を計測した。また、樹木や家屋、車両などでの土砂堆積状況から、堆積深を推定した。その後、これらのデータを用いて画像解析ソフトにより、氾濫・堆積面積を計測し、概算の土砂量を算出した。さらに縦断方向に4箇所の露頭において、土石流の堆積構造を観察し、その特徴について検討し、土石流の氾濫・堆積プロセスの流れ状態について考察した。それらの箇所の堆積物マトリックス部から土砂を攪乱状態で採取し、実験室にて粒度分布を調べ、流れ方向の粒径変化などについて検討した。

3. 結果と考察

図-1に、口永良部島番屋ヶ峰観測所(鹿児島県砂防課)によって観測された降雨の時系列を示す。土石流の発生日は、現時点では特定できないが、6月2日の7:00に時間雨量15mm、6月3日の14:00、15:00に各々、時間雨量14mm、33mmの強い雨があったことから、これらの日時に土石流が発生したものと考えられる(5月29日の火砕流発生後、6月2日の7:00までは降雨強度の大きな雨はなかつたことから、浸透能の低い火砕流堆積物の侵食⇒土石流発生は、降雨強度に大きく依存すると考えられる)。

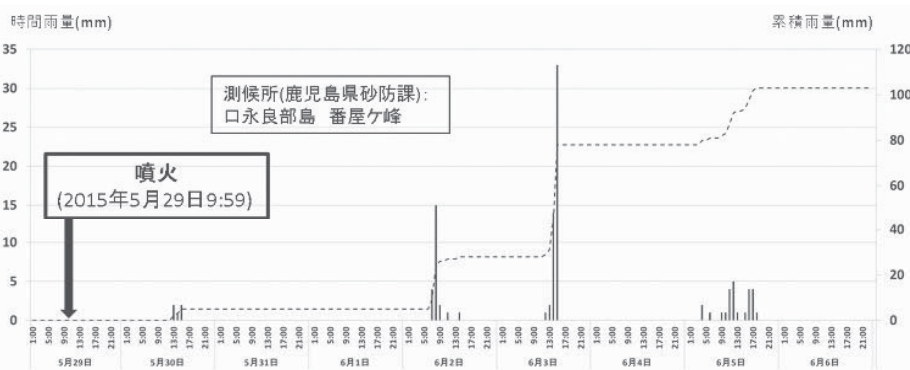


図-1 口永良部島新岳噴火後の降雨

この間の勾配は、約 10° から 3° である。土石流の氾濫・堆積幅は、最大約200mである。土石流氾濫・堆積区域の縁辺部付近には、直径10~30cm程度のクロマツの樹林帯やマテバシイ、タブノキの樹木が存在し、樹幹周辺は土砂が堆積している。その状況や家屋、小屋、セメントプラント施設、軽トラックが土砂で埋まっている状況から、土石流の堆積厚は、約1m~1.5m程度と推察された(ただし、旧地盤高は確認できなかった)。したがって、平均堆積深を1.0m、氾濫・堆積面積を約50,000 m^2 とすると、土砂量(空隙込)は、約50,000 m^3 と概算できる。

図-2に、4箇所(No.1~4, No.2は上層(U)と下層(L))において観察した土石流堆積物の堆積構造を示す。No.1では、堆積表面に数10~50cm程度の安山岩(発砲度は低い)の礫が多くみられ、周辺の堆積層も含めて観察すると逆級化が顕著である。No.2では、少なくとも2層の土石流堆積物から構成される。上層は、約0.5mの厚さで堆積し、No.1同様、逆級化が顕著である。下層の堆積層数と厚さは、旧地盤を確認できなかったために不明であるが、このあたりのクロマツでの土砂堆積状況から土石流堆積深を約1.5mと推定すると、下層全体の堆積厚は1.0m程度と考えられる。上層と下層の境界は、シルト交じりの砂成分が厚さ数cm程度で堆積している。No.3は、堆積先端部から約120m上流のセメントプラント建物内であり、数10cm厚で堆積している。No.4は、土石流堆積先端部付近であり、No.1,2-U,L同様、

堆積表面には、数10～50cm程度の安山岩が多数堆積し、逆級化が顕著である。堆積厚は、旧地盤を確認できなかったために計測はできなかったが、周辺の微地形との関係から推察して、1m程度と考えられる。

以上のことから、向井浜に氾濫・堆積した土石流の堆積物は、逆級化現象が顕著であることが大きな特徴であり、石礫型土石流の流れ状態で氾濫・堆積したと考えられる。土石流は、勾配 3° の地点まで到達して堆積していること、逆級化現象が顕著であることなどを合わせて考えると、ダイラタントモデルで説明されるように、土石流の流体層の中で、粗い石礫が分散し、衝突を繰り返して反発力が発生し、流体の抵抗が小さい状態が維持されていたと考えられる。

ちなみに、下層部の土石流堆積厚1.0mを土石流流動深(h)とみなし、代表粒径(d)を0.1mとすると、相対水深(h/d)は10となる。また、土石流の映像資料はないので流速(v)は不明であるが、マニング則で求めると約5m/sとなり(粗度係数:0.06, 平均勾配: 5°)、摩擦速度(u^*)は、約0.9m/sとなるため、流速係数(v/u^*)は約5となる。こうした相対水深と流速係数の組み合わせは、石礫型土石流のものに近い。

土石流発生域の一部と考えられる火砕流熱風部の右岸側の流下斜面を UAV で撮影した映像(国土交通省九州地方整備局2016年2月18日撮影)によれば、火砕流の本体部堆積物は熱風部が本体部から分離した箇所より上流の谷や山腹斜面に比較的多く残存しているように見える。また、熱風部の堆積深は総じて薄く、その堆積物が流失した後の旧地盤は、ガリが発達し、深く侵食されている。これらのことから、土石流の構成材料は、細粒の火砕流堆積物を主体としたものではなく、侵食により旧地盤を多く取り込んだものと想像される。旧地盤の侵食は、浸透能の低い火砕流堆積物によって発生した表面流によるものと想像される。

図-3に、4箇所で採取した土石流堆積物マトリックス部の粒径分布を示す。No.1, No.2-U, Lは、礫分と砂分がほとんどを占め、60%粒径は、各々、1.6mm, 2.8mm, 3.0mmである。No.3, 4は、砂分が約9割を占め、残りは、シルト分と粘土分であり、60%粒径は、いずれも0.4mmである。土石流の氾濫・堆積のプロセスにおいて、構成材量のマトリックス成分は、流れ方向に細粒化している。

4. 結論

- 1) 向井浜に氾濫・堆積した土石流の堆積物は、逆級化現象が顕著であることが大きな特徴であり、石礫型土石流の流れ状態で氾濫・堆積したと考えられる。
- 2) 土石流堆積物のマトリックスは、いずれも砂成分が多く、土石流の氾濫・堆積のプロセスにおいて、構成材量のマトリックス成分は、流れ方向に細粒化している。

本研究の実施にあたり、平成27年度科学研究費助成事業「2015年口永良部島噴火に関する総合調査」(研究代表者: 京都大学防災研究所 井口正人)による助成を受けた。また、屋久島町、気象庁火山課には、調査の便宜や支援を頂いた。鹿児島県砂防課からは、降雨データを提供頂いた。ここに深謝の意を表します。

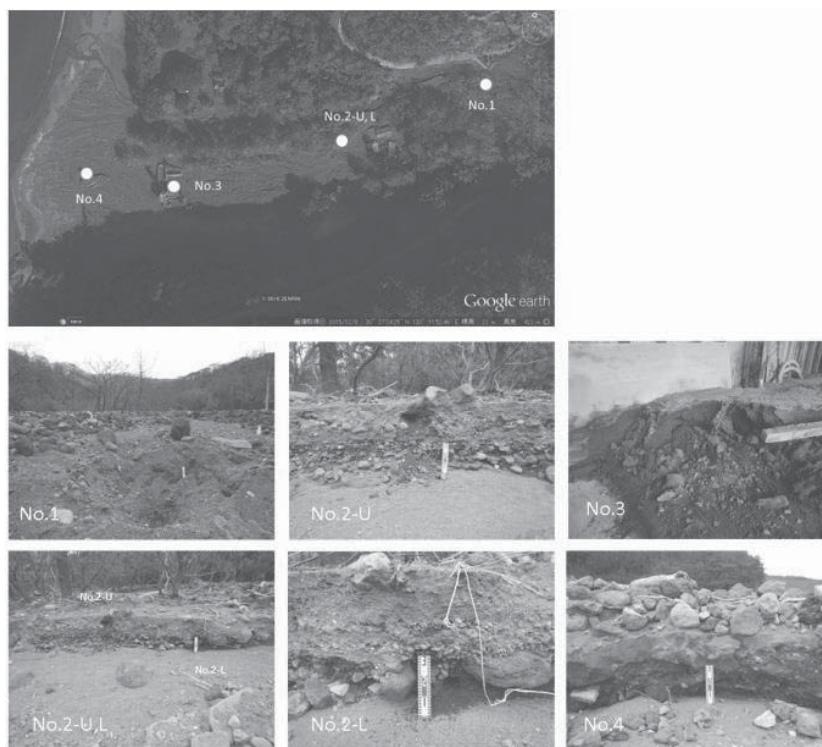


図-2 向井浜で観察した土石流堆積物の堆積構造

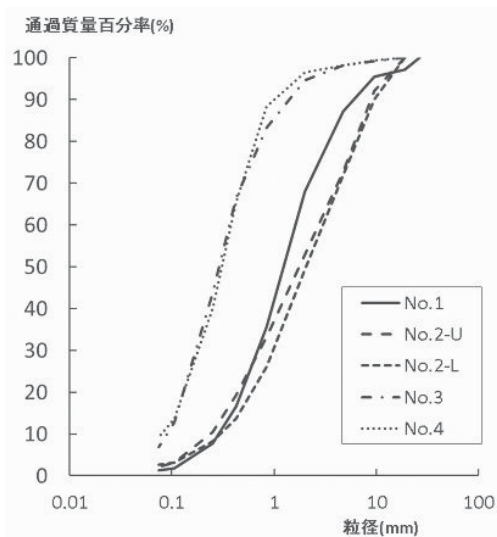


図-3 土石流堆積物(マトリックス)の粒径分布