

P61 富士山大沢からの大規模土石流(2000年11月21日)の堆積状況解析

国土交通省富士砂防工事事務所(現富山県土木部砂防課) 花岡正明

国土交通省富士砂防工事事務所(現愛知県国道工事事務所) 水田小百合

京都大学 増田富士夫 日本工営株式会社 ○田島靖久・石崎俊一・井上公夫

1. はじめに

平成12年11月21日大沢崩れより発生した土石流については、生産源の量的変化の計測、ビデオ解析による流出波形、扇状地での測量による堆積土砂量計測、堆積再現シミュレーション等が実施されている。本土石流に関しては4~9号と称される床固工間の遊、沈砂地によってほぼ補足されているが、施設毎にどのような状況で補足されているか堆積土量以外のデータがない。そこで、各施設の堆積状況を粒径毎の堆積量変化として表現することによって、各施設の本土石流に対する効果を表現しようと試みた。また、本土石流によって堆積した土砂の全体粒径分布を求め、今後の富士山大沢扇状地における土砂移動解析に使用する基礎データを得た。この他にも、3箇所でトレンチ調査を行い、堆積相解析によって平成12年11月21日の土石流堆積モデルも合わせて検討した。

2. 調査方法

2-1現地計測

土石流の堆積状況を捕らえるため各施設間に数地点ずつピットを掘削し、その中の土砂堆積物の現地粒度試験を実施した。掘削地点の選定基準としては、平成12年度調査における礫の表面堆積分布(表面堆積区分)状況から求めた。各遊砂地での礫が表面に多数分布している地域(粗粒区域)、大きな礫がほとんど見られない地域(細粒区域)、その中間的な地域(中粒区域)とした。掘削地点に関しては、 $\phi 1\text{m}$ 程度の礫が含まれている場合は $8\times 8\text{m}$ (下底は土砂の堆積深度、 50m^3 程度)、大きな礫が含まれていない場合には $4\times 4\text{m}$ (10m^3)程度とした。篩い分けでは、 100mm 以上に関しては木製の杵を使用し、 100 、 200 、 300 、 400mm の粒径区分で計測を行った。さらに 400mm 以上のものに関しては、杵を通すことは困難であり粒子の中間粒径を通過粒径とした。 100mm 以上の粒子に関しては個々の質量を測定した。上記に対し、 100mm 以下の粒子に関しては採取した土砂を4分法で分割し、篩い分けを行った。また、ピットにおける土砂の堆積質量を求めるため、水置換法による比重測定を実施した。

2-2解析について

調査結果から得られる生データとしてはピット毎(図-1)の粒径分布である。このデータから扇状地全体、もしくは遊砂地毎等の粒径分布を推定するためには、データの繋ぎ合わせが必要になる。上記で検討した各遊砂地内での表面堆積区分毎の掘削点をその区分の代表粒径分布とみなした。また、各区分の堆積土量は、測量による堆積土砂量観測の結果(扇状地での総堆積土量は $321,500\text{m}^3$)から読み取って区分毎の総堆積土量を求めた。また、各ピットでは水置換による質量計測を実施しているため、表面堆積区分毎の全堆積質量を求めた。この質量に対してピットで得られた粒径分布を割り振り、堆積面区分毎の粒径別総堆積質量を求めた。同様にして各遊砂地について粒径別総堆積質量を求める。次に、遊砂地内における3区分の粒径別総堆積質量を足し遊砂地内の粒径別総堆積質量を求める。この手順を繰り返し最終的に対策工が施されている大沢扇状地内の粒径別総堆積質量を求めた。

3. 各地点毎の粒径分布状況

表-3に各施設間での堆積状況を概略的に示した。9号工上流から7号工までの間には巨礫を含む堆積が見られ、7-5号間は巨礫を落とした後の堆積があったことが分かる。さらに沈砂地では細粒分も含め容量分の堆積があった。これらのように、各施設における堆積の役割がことなる可能性が見出された。特に7号工付近まで、 1m に達するような巨礫がほとんど抜けてしまったと考えられる。

4. 扇状地全体の粒径

図-2には今回の調査から推定された扇状地全体の粒径分布を示す。また、この結果から得られた諸物性値を表-1に示す。既往の調査に比べ、分布範囲内で様々な粒径がほぼ均等に混ざり卓越した粒径はない。



● 平成13年度調査 ■ 平成12年度調査

図1 調査位置図

表1 平成12年11月土石流堆積物の諸物性値

項目	扇状地に堆積した土石流堆積物の諸物性値
有効径 D ₁₀ (mm)	0.12
D ₃₀ (mm)	0.8
平均粒径 D ₅₀ (mm)	8
D ₆₀ (mm)	26
最大粒径 (mm)	1880
均等係数 U _c	217
曲率係数 U _{c'}	0.21
堆積物湿潤密度* (g/cm ³)	2.2-2.4
堆積物乾燥密度 (g/cm ³)	2.1-2.2
堆積物含水比* (%)	4-5
礫の密度 (g/cm ³)	2.6 (2.4-2.8)
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.9 (沈降試験)

湿潤密度と含水比は、土石流発生後6ヶ月以上経過した時点での試験値なので参考値として扱う。

表2 各施設での堆積状況

位置	堆積土砂量(t)	単位面積当たりの捕捉土砂量 (t/m ²)	捕捉土砂の粒度特性 (粒径分布 φmm)			土砂の堆積が比較して多かった構造物
			<10	10-100	100<	
9号床固工上流	219,000	1.8		●●●●●		・9号床固工右岸側の落差工 ・7-9号床固工間の緩い縦断勾配
8-9号床固工間	77,900	2.3		●●●●●		
7-8号床固工間	63,000	1.2		●●●●●		
6-7号床固工間	136,500	0.5		●●●●●		
5-6号床固工間	140,000	0.5		●●●●●		
4-5号床固工間	53,000	1.8	●●●●●			・沈砂地
全体	689,300	1.1				

5. 施設毎の堆積状況

今回の土石流を各施設においてまとめると以下ようになる。

- ・φ100mm以上の礫は、7号床固工より上流で多く堆積している。
- ・φ10-100mm程度の礫は、8号床固工より上流と4-5号床固工間（沈砂地）付近で多く堆積している。
- ・φ10mm以下の礫は、4-5号床固工付近（沈砂地）付近で多く堆積している。
- ・5,6号床固工付近は、面積当たりの土砂堆積量が他と比較するとやや少ない。

今回の土石流は最初に広がる、9号床固工上流から主に堆積し始め、段階的に7-8号床固工間の遊砂地まで堆積した。この間では1mに達する巨礫が多く堆積している。7号床固工より上流でほとんどの巨礫を落とし、やや抜け殻となった土砂が7-5号の遊砂地を通り、4-5号床固工間の沈砂地で細粒分とともに堆積したと推定される。沈砂地での細粒分の堆積が多いことは他の地点の粒径加積曲線と比較すると理解できる。

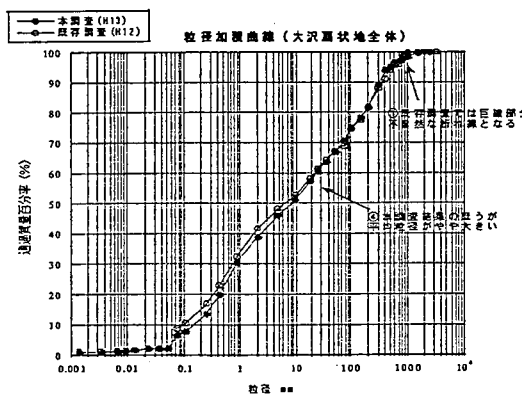


図2 平成12年11月21日土石流の扇状地における粒径加積分曲線

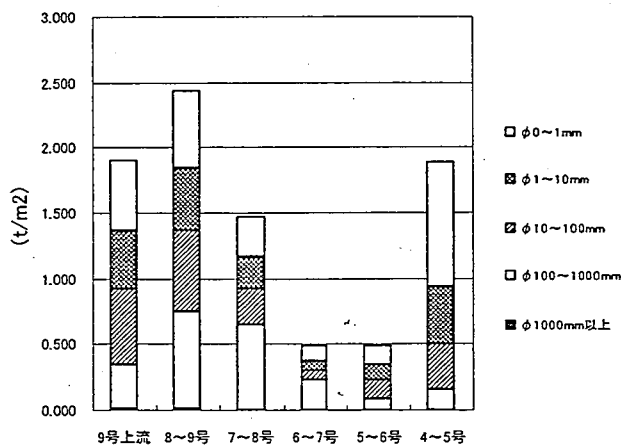


図3 各施設における粒径別堆積量 (面積で平均化) 質量 (t) / 面積 (m²)

6. 今後の課題

今回の調査からこの他にも土石流について、沈砂地では貯水と堆積面形成の関わりが判明した (増田他,2001)。

またトレンチ調査の結果、本土流堆積物は複数のユニットに分類できることが判明した。複数のユニットを形成する理由は扇状地に入った段階で土石流が分派した結果と考えられる。ただし、常に主流は右岸に沿って流れていたと推定された。主流を上手く分散することも今後の施設の方針に対する検討項目となる可能性も考えられる。

今後同様に土石流が発生した場合、今回の調査と比較することによって土量別、施設の効果検討の比較が可能となる。