

41 溶岩地域で発生する土石流の移動特性について ～平成12年11月21日富士山足取川支川竹沢土石流～

国土交通省富士砂防工事事務所 花岡正明・時田和廣
(株)パスコ コンサルタント事業本部 ○池田暁彦・鈴木 崇

1. はじめに

富士山南西山麓には「八百八沢」と呼ばれる山体を下刻して形成された野溪（溪流）が多く存在する。こうした野溪の一つである足取川支川竹沢で平成12年11月21日に土石流が発生した。一般に火山地域では脆弱な地質や浸透能の低下によって土石流が頻発する傾向を示す。しかし竹沢のように溪床に溶岩が連続する溪流での巨礫型の土石流発生事例は極めて希である。他方近年富士山南西野溪では大沢川を除くと平成4年12月に栗ノ木沢、平成8年3月に風祭川でスラッシュ雪崩に起因した土石流が発生しているものの、降雨が主因で発生した事例はほとんどない。ここでは竹沢を例として溶岩地域で降雨が原因で発生する土石流の発生・流下・堆積機構などの移動特性を考察したので報告する。

2. 竹沢の流域特性

竹沢は足取川の右支川で流域面積4.08km²（角木沢合流点上流）、主流路長8.5km、平均河床勾配1/5の急勾配溪流である。平常時は表流水がなく植生が繁茂している。縦断形状は下流から源頭部にかけて緩いカーブ状となっており標高1500m付近から急激に立ち上がる。横断形状は緩い谷地形を呈し溪床と尾根部の比高は比較的小さい。流域は流域幅／流域長が平均で0.03と極端に細長い。基盤地質は溶岩とクリンカーやスコリア等の互層であり、溪床や溪岸には溶岩が露岩してナメ床を形成し滝を多く形成している。また樋状となる区間もあり、流路全延長の約50%の溪床で溶岩が露岩している。

3. 土石流の発生状況

3.1 土石流の発生状況

流下痕跡から推定した土石流の流下状況は次の通りである。標高2224m（幅2.2m×長さ6.0m×深さ2.0m）と1910m（幅6.0m×長さ20.0m×深さ3.7m）の溪床溶岩からの溶岩塊を含む崩落土砂が流動化し、溪床・溪岸の不安定土砂を巻き込んで土石流へと発達した。土石流は屈曲部で両溪岸に乗り上げ、溪床・溪岸の不安定土砂を巻き込みつつ、溪床と尾根部の比高が小さい地点と北山林道でオーバーフローしている。上井出林道の下流から堆積傾向に転じ、標高1024mの溶岩滝上流の緩勾配区間で1.0～3.0m程度の溶岩塊や流木が集中する本体部が停止・堆積し、標高960mの溶岩滝上流で細粒土砂と流木が停止・堆積した。土石流停止後は流木片を多量に含む泥水が下流の足取沈砂地工に達した。

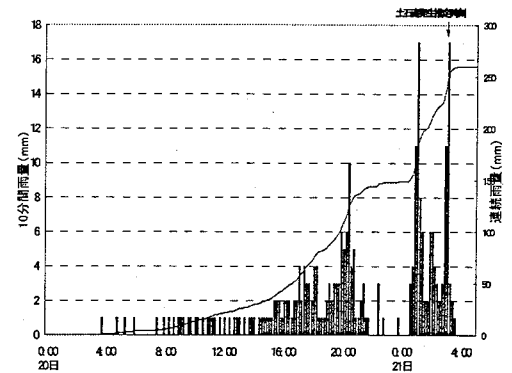


図-1 大滝観測所の降雨状況 (EL 1700m)

3.2 気象状況

富士砂防工事事務所所管大滝観測所の降雨データによると、土石流発生降雨は前線性の豪雨であり平成12年11月20日2:00頃から降り始めて同日21:00頃まで徐々に増加し、その後一旦小康状態を経た後の21日0:00頃から急激に増加して1:00～3:00頃にピークを迎えている。土石流発生までの連続雨量（≒24時間雨量）は260mm、最大1時間雨量は46mm、10分間雨量は17mm（21日1:00～1:10、3:00～3:10の2回）である。24時間雨量と1時間雨量は2年確率規模程度であった。一方富士山測候所（富士山頂）の気温データによると土石流発生一週間前11月14日～17日まで氷点下で17日～20日までは-13℃となっていたのが土石流発生時までには0℃まで上昇していた。

4. 土石流の発生原因

土石流の発生推定時刻は10分間雨量と大沢川での土石流発生時刻（CCTV観測記録）により11月21日3:00頃であると推定される。また、発生源は流下痕跡から標高2224mと1910mの溶岩層とその下層のクリンカーやスコリア層（以下火砕物層という）が崩落・流出した箇所と推定される。土石流は10分間雨量17mmがトリガーとなって発生した可能性が高い。しかし降雨による土層への供給水量が比較的小さい（連続雨量260mm程度：2年超過確率規模）ことから、溶岩崩落は気温上昇に伴う溶岩下層の凍結していた火砕物層の融解や浸透流の発生が関与していたものと考えられる。

5. 土石流の流下特性

土石流は横方向（溪岸・斜面）への侵食が卓越し、河道屈曲部での乗り上げやオーバーフローが発生しているのが特徴的である。流下痕跡とマニング則（ $n=0.10$ と仮定）から推定した流速をみると最大で10.1m/sで平均5.0～6.0m/s程度である。推定流速と流下断面から土石流のピーク流量を算出すると、最大で標高1830mオーバーフロー地点直上流での644m³/s、北山林道地点で633m³/sとなった。 $n=0.10$ と仮定したにも係わらずピーク流量がかなり大きくなったのは、両溪岸部の流下痕跡を直線で結んだ断面を想定したためで、実際の流下断面（特に屈曲部）はそれよりも小さいものと考えられる。

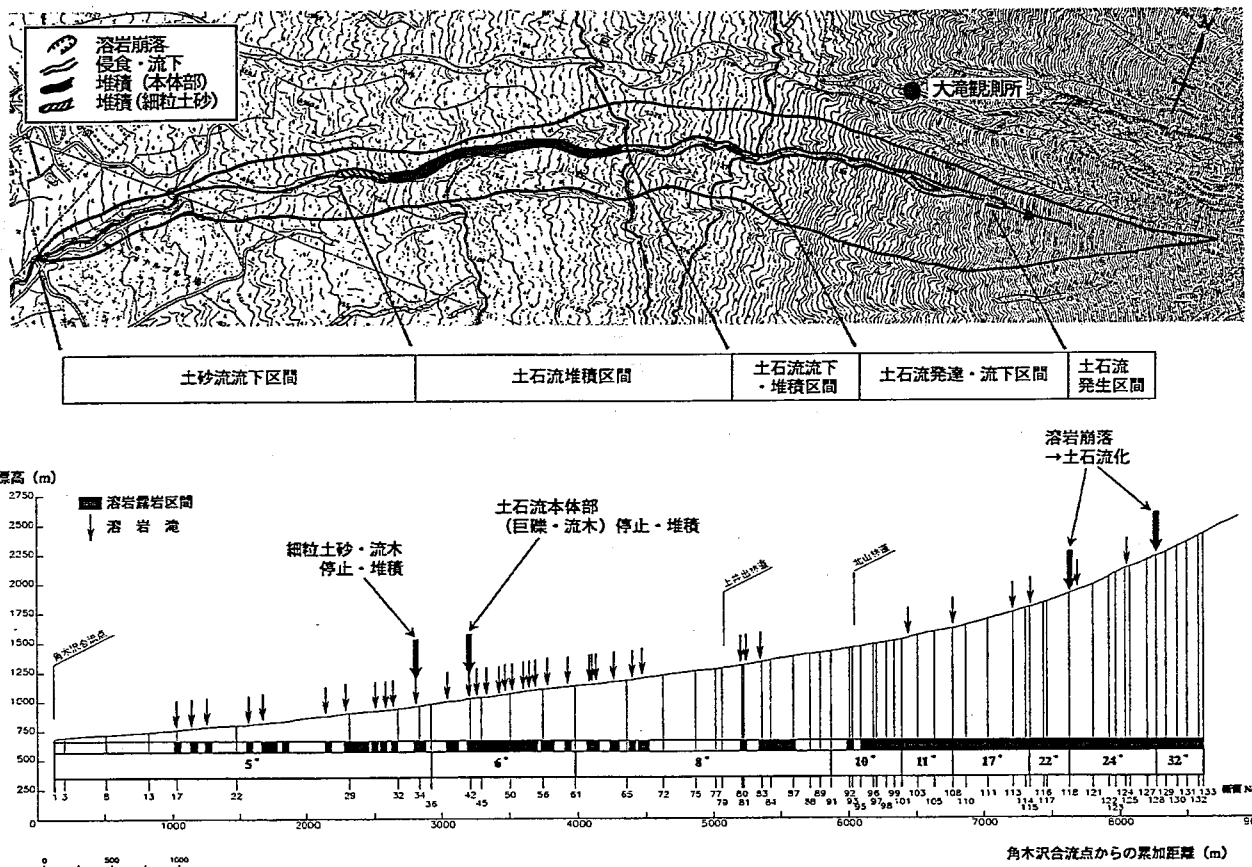


図-2 土石流流下範囲と竹沢の縦断特性

溪床がナメ床で縦方向の侵食が規制されたために溪岸侵食が卓越しているが、表土層が剥削されて溶岩が露岩している程度（侵食厚 0.3~0.5m）である。ただし溪床の溶岩滝では滝端部の崩落や溶岩層下層の火砕物の侵食が多くみられた。結果的に土石流流下区間の総侵食土砂量：約 26,500m³/5.1km となっている。

6. 土石流の堆積特性

土石流は北山林道から堆積傾向に転じ、河幅が広くかつ河床勾配が 10° から 8° と緩くなる上井出林道の直下流から一気に堆積している。土石流はさらに溪岸部を侵食しながら堆積するが、河床勾配が 8° から 6° と緩くなる標高 1024m の溶岩滝上流の緩勾配区間で巨礫や流木が集中する本体部がマウンドを形成して停止・堆積した。後続する土砂流はさらに流下して標高 960m の溶岩滝の上流の緩勾配区間で停止・堆積した。この溶岩滝には立木が多く流木はこの立木に引っかかるように堆積した。平均河床勾配は 6° 程度であるが溶岩滝の直上流部では 3° ~4° と緩くなっている。

7. 考察

竹沢で発生した土石流の発生・流下・堆積過程は溶岩の存在が大きく関与していることがわかる。すなわち 1) 土石流の発生は溶岩層の崩落が原因、2) 土石流の流下方向（流下範囲；オーバーフローなど）は溶岩が形成した河道断面形状（ナメ床）に支配されその侵食量はさほど大きくない、3) 土石流は緩勾配となる溶岩滝上流で停止・堆積していることである。2)については他にナメ床であったために縦断侵食が規制されて大きなピーク流量が維持されたことも推定できる。1)は溶岩地域の特徴として次のように推察した。一般的に火山地域では火山噴出物が脆弱であることや浸透能の低下による表面流の発生によって土石流が頻発する傾向がある。しかし竹沢でみられる溶岩のような堅固な岩盤が溪床を覆う場合は、耐侵食性が高くなり表面流は発生するものの溪床侵食には至らず土石流は発生しないようである。しかし溶岩に一旦クラックが入ると溶岩層下層での浸透流の影響の受けて崩落しやすくなったり、崩落時は大きなブロック単位で崩落する可能性等が示唆された。ただしこれは現状では崩落箇所での観測データがないので推察の域を出ない。他方、竹沢では 10 分間雨量がトリガーとなった可能性が高いが、短冊状の流域で集水面積がさほど大きくないことを考慮すると、溶岩下層のクリンカーやスコリアなどの凍結・融解が溪流への供給水量・土石流の発生に関与しているものと考えられる。これは過去に富士山南西野溪での土石流発生時期が初冬や融雪期の土層凍結・融解時期に一致していることから窺える。

最後に、現在富士山南西野溪の砂防基本計画を見直し中であるが、今回竹沢で発生した土石流を降雨に起因する土砂移動現象の典型的な実績として位置付け、土砂生産・流出形態を計画へ反映していく予定である。また大沢川同様に南西野溪においても土砂流出モニタリングを実施し、効果的な対策を目指した土砂動態調査を進める予定である。