

富士山大沢川における航空計測技術を用いた土砂移動実態の把握

国土交通省 富士砂防事務所 三輪賢志, 永井健二, 竹内昭浩
 アジア航測株式会社 白杵伸浩, 千葉達朗, 佐野寿聡, ○江口友章, 西村直記

1. はじめに

富士山大沢川は、富士山の上部西側斜面に位置する大崩壊地「大沢崩れ」を源として、西方に流下する流域面積約 12km² の急流荒廃溪流である（図-1）。これまでに膨大な土砂を生産・流出し、たびたび下流域に土砂災害をもたらしてきた。

富士砂防事務所では、昭和 43 年から毎年、空中写真測量や航空レーザ計測を実施し 2 時期の計測結果を比較することで、大沢崩れの崩壊の拡大量や溪床の堆積量等を計測してきた。さらに平成 20 年、21 年には、大沢崩れの斜面崩壊の要因となっている開口亀裂を調査することを目的に、高解像度デジタル航空カメラ（以下、DMC という）による撮影を実施した。本報告では、これら最新の航空計測技術の成果により明らかとなった富士山大沢川における土砂移動実態について報告する。

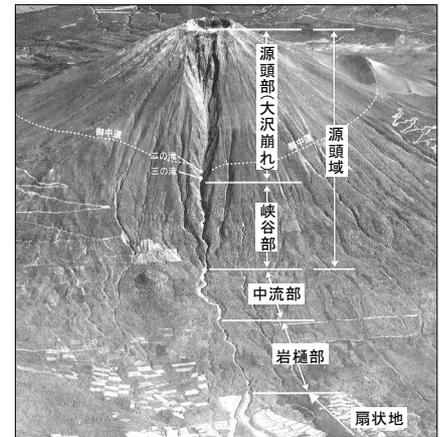


図-1 富士山大沢川の鳥瞰図
 富士砂防事務所パンフレット「富士山大沢崩れ」より転載

2. 航空レーザ計測による地形変動量モニタリング結果

2.1. 大沢崩れにおける最近一年間の地形変動量

図-2 に、2 時期（平成 20 年 10 月、21 年 10 月）の航空レーザ計測成果をもとに作成した大沢崩れにおける最近一年間の地形変動量図を示す。最近一年間の斜面部（S1～S9）からの崩壊土砂量は 9.3 万 m³、溪床部（V1～V7）への堆積土砂量は 4.2 万 m³、大沢崩れ下流端（V7）からの流出土砂量は 5.2 万 m³ であった。また、標高 3,100～3,250m の溪床部（V2）に明瞭な侵食痕跡が認められた。この侵食痕跡は、2 時期の航空レーザ計測成果の差分結果にもとづく、侵食量 10,400m³、最大長さ 250m、最大幅 35m、最大深さ 4m であった。このような明瞭な侵食痕跡は、ここ数年間では確認されておらず平面的にみられる堆積・侵食地形と明らかに異なるものであった。このような侵食痕跡を形成させた一因として、平成 21 年 6 月 21 日に発生した土石流が考えられた（図-3）。すなわち、この侵食痕跡は、凍土層により地下浸透を妨げられた降雨や融雪水が、表流水として一気に溪床へ集中し、そこにあった大量の溪床堆積物を洗掘することにより形成されたと考えられる。

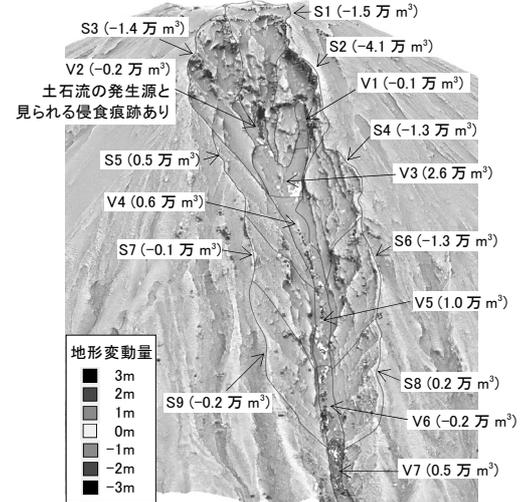


図-2 地形変動量図（平成 20 年 10 月～21 年 10 月）



図-3 土石流発生時のビデオ画像（平成 21 年 6 月 21 日）
 富士砂防事務所「平成 21 年 6 月 21 日記者発表資料」より転載

2.2. 大沢崩れにおける過去 39 年間の地形変動量

図-4 に、過去 39 年間（昭和 45 年 10 月～平成 21 年 10 月）の大沢崩れからの年間流出土砂量の経年変化を示す。最近一年間の大沢崩れからの流出土砂量（5.1 万 m³）は、過去 39 年間の大沢崩れからの年間平均流出土砂量（14.1 万 m³）の約半分と少量であった。観測期間中に土石流が発生したにも関わらず、流出土砂量が過去の平均流出量を下回ったのは、平成 21 年 6 月 21 日に発生した土石流の規模が小さかったことによる。事実、平成 12 年、16 年に発生した土石流が扇状地にまで達し 12～28 万 m³ の土砂を堆積したことに比べ、平成 21 年 6 月 21 日に発生した土石流は中流部で概ね停止し扇状地にまで達しなかった。続いて図-5 に、過去 39 年間の大沢崩れ溪床部への年間堆積土砂量の経年変化を示す。この図より、土石流の発生に数年をサイクルとする周期性が見られる。近年の土石流

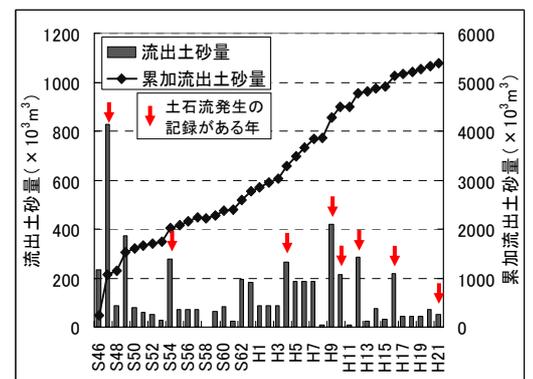


図-4 大沢崩れからの年間流出土砂量

発生実績に着目すると、大沢崩れ溪床部の堆積土砂量が約 20 万 m³ となると大規模な土石流が発生する可能性が高まる。なお、平成 21 年 10 月時点で約 37 万 m³ の土砂が溪床部に堆積していることから、土石流の発生に対して引き続き注意が必要といえる。

3. DMC 画像による開口亀裂モニタリング結果

大沢崩れの標高 3,300m 以上の溶岩層には、凍結融解作用等により生成されたと考えられる幅 10~50cm の開口亀裂が無数に存在する (図-6)。開口亀裂は、大沢崩れにおける斜面崩壊の要因の一つとなっており、亀裂の分布状況や亀裂の進展状況等を定量的に把握することが重要である。しかし、従来から現地調査による把握を試みていたものの、現場が高標高かつ急崖であることからその全容を調べるのが困難であった。このような背景のもと、昨年度の検討¹⁾では、地上解像度 15cm の DMC 画像を活用して大沢崩れの稜線部に多数存在する開口亀裂の位置座標、幅、長さ等を詳細かつ面的に判読した。本検討では、その検討をさらに進め、①現地調査による開口亀裂の諸元計測、②2 時期の DMC 画像の比較判読による開口亀裂の変状確認を実施した。

3.1. 開口亀裂の現地調査結果

現地調査を実施し、大沢崩れの外縁部に存在する計 7 本の開口亀裂の諸元 (位置座標、長さ、亀裂幅、稜線からの距離) を計測した (表-1)。地上解像度 15cm の DMC 画像により識別可能な開口亀裂は、亀裂幅 10~15cm 以上のものであった。また、現地調査結果等をふまえて、平成 21 年 10 月に撮影した DMC 画像をもとに開口亀裂を再抽出した結果、計 13 本の開口亀裂が、標高 3,300~3,550m の外縁部に確認できた (表-1)。

3.2. 開口亀裂の最近一年間での変遷状況

2 時期 (平成 20 年 11 月、21 年 10 月) の DMC 画像を用いて、開口亀裂の最近一年間の変遷状況を比較判読した。その結果、開口亀裂に起因して崩壊した斜面が大沢崩れの外縁部 (標高 3,490~3,530m) に計 3 箇所存在することが明らかとなった。

とくに左岸外縁部 (標高 3,485m) に存在する開口亀裂では、地山と分離したブロックが開口亀裂面を境として剥離・落下した崩壊形状を呈していた (図-7)。平成 21 年 8 月 5 日に現地踏査をおこなった際には崩壊していなかったことから、崩壊は 8 月 5 日から 2 時期目の DMC 撮影をおこなった 10 月 21 日までの約 2 ヶ月半の間に発生したといえる。大沢崩れの左岸外縁部では、過去 39 年間で最大傾斜方向に約 40~50m 後退していることが明らかとなっている。これは、本検討で確認できたような開口亀裂の進展に伴うトップリング崩壊が繰り返し発生した結果と考えられる。今後も標高 3,300~3,550m の外縁部を中心に、崖線が後退することが予想される。

4. おわりに

本検討により、最近一年間の富士山大沢川の地形変動量および大沢崩れの外縁部に存在する開口亀裂の諸元、変状等を明らかにした。富士山大沢川に関わる諸々の土砂移動現象は、現地での観測・調査が困難を極めるため、本検討のように最新の航空計測技術を活用することが有用である。今後とも、継続的に航空レーザ計測や DMC 撮影を実施し、崩壊および土石流等の発生機構を解明するためのデータを蓄積することが重要である。

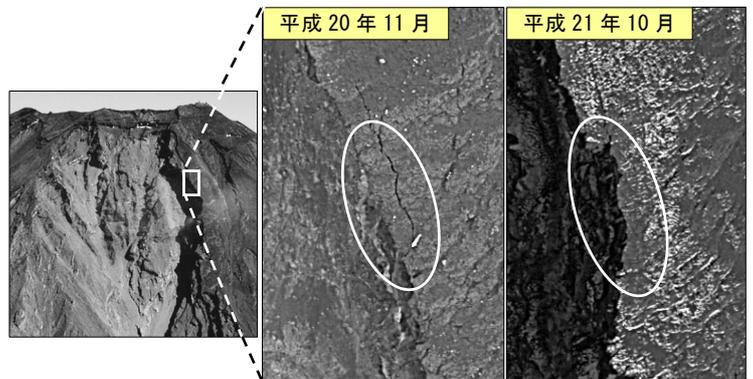


図-7 開口亀裂に沿って剥離・落下した崩壊痕跡

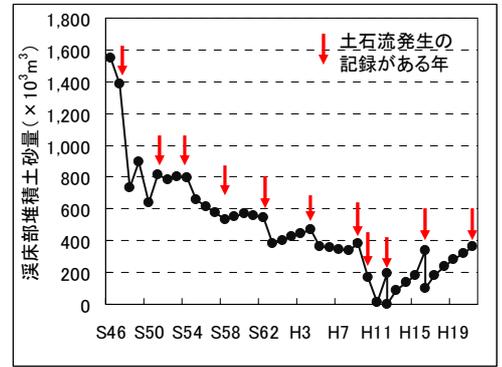


図-5 大沢崩れ溪床部への年間堆積土砂量

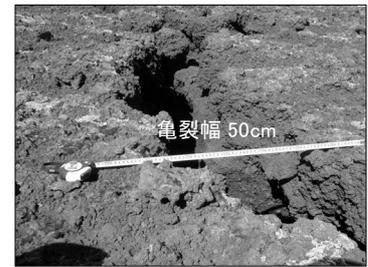


図-6 開口亀裂の現地写真

(表-1 に亀裂番号⑥として示した開口亀裂)

表-1 開口亀裂の諸元例

亀裂番号	左右岸の別	標高 (m)	長さ (m)	亀裂幅 (m)	稜線からの平均距離 (m)	現地調査の実施状況
①	左岸	3,550	12	0.30	2~3	未調査
②	左岸	3,540	7	0.15	4	未調査
③	左岸	3,535	5	0.15	2	未調査
④	左岸	3,530	25	0.15	3~5	未調査
⑤	左岸	3,485	20	0.10	7	未調査
⑥	左岸	3,480	30	0.50	4	実施
⑦	左岸	3,460	25	0.03~0.05	5	実施
⑧	左岸	3,450	30	0.05~0.15	5	実施
⑨	左岸	3,445	5	0.05	5	実施
⑩	右岸	3,490	10	0.50~1.5	3~5	未調査
⑪	右岸	3,470	6	0.03	0.5	実施
⑫	右岸	3,410	15	0.15	3	実施
⑬	右岸	3,310	20	0.20	3	実施

¹⁾ 平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集 P.58-59 富士山大沢崩れにおける土砂移動実態の把握