

○ 西田顕郎 (筑波大学農林工学系)

水山高久 (京都大学農学研究科)

1. はじめに

火山噴火の一形態である火砕流は、それ自体が破壊的であるばかりでなく、その堆積物が降雨時に土石流・火山泥流となる。そのような事例はこれまでも数多く研究・報告されてきた。しかしながら、火砕流そのものが山腹斜面を侵食したり、谷を閉塞して流域争奪をひきおこすというような、堆積以外の火砕流による地形変化過程も土砂災害の原因になりうるが、そのような研究は少ない。ここでは、雲仙普賢岳において、そのような事例を調査した結果を報告する。

火砕流が山腹斜面を侵食して体積を増加し、災害を拡大した事例として、まず浅間山の1783年鎌原火砕流がある。このとき流下した6千万 m^3 の土砂のうち、約95%が火砕流に掘り返されて流下したものであったとされている(荒牧ら, 1986; 山田ら, 1991)。また、最近の火砕流による侵食の事例については、インドネシアのスメル山(酒谷, 1994)、カリブ海スプリエールヒルズ(Cole et al., 1998)等でも報告されているが、詳しい地形的解析はほとんど行われていない。とりわけスメル山やスプリエールヒルズ、雲仙普賢岳のような溶岩ドーム崩落型火砕流は、一般的に起こりやすいタイプの火砕流であるので、その侵食様式をここで整理することは、生産土砂量の把握精度を上げるためにも重要であろう。

次に、火砕流が谷を閉塞して流域争奪を起こした事例であるが、最近ではピナツボ火山が有名である(井上, 1994)。これは大量の噴出物によって谷が埋没し、地形が一変した例であり、雲仙普賢岳でもおしが谷上流が埋塞して中尾川へ流路が変わったという事例がある。しかしながら、本研究では、小規模の火砕流であっても上流域でガリ一流路を閉塞すれば流路変更・流域争奪が起こり得るという事例を、雲仙普賢岳で確認した。

2. 雲仙普賢岳について

本研究の対象である雲仙普賢岳は1990年から1994年にわたって断続的に噴火した。その間、山頂東部に次々にデイサイト質溶岩ドームが出現・成長し、それが崩落するたびに火砕流が発生した。気象庁による振動波形観測によると、総計9400回以上の火砕流が発生したと考えられている。

3. 方法

火砕流による侵食の調査には、長崎県および建設省が空中写真から作成した、噴火中13時期のDEM(数値地形モデル; 4mメッシュ)を使用した。隣接した時期のDEMどうしの差分からその期間の地形変化分布を算出し、火砕流による侵食と思われる地形を抽出して空中写真で可能な限り確認した後、縦断・横断面を作成し、流下土砂量・侵食土砂量・侵食面積・平均侵食深・最大侵食深・侵食谷長・侵食量/流下量・下端勾配・平均勾配を測定した。

火砕流による流路閉塞・流路変更の事例は、1996年2月に赤松谷で発生した火砕流による事例を空中写真で追跡した。

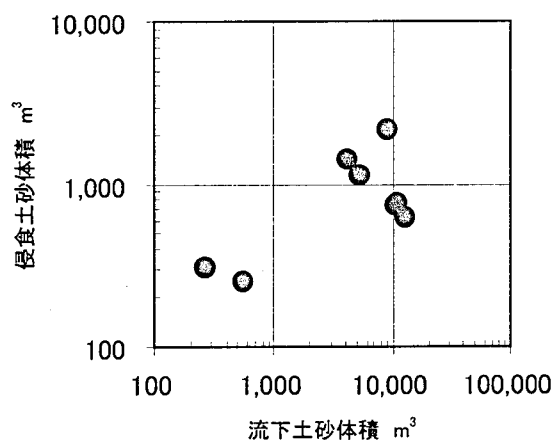


図1 火砕流の流下土砂量と侵食土砂量

4. 結果と考察 (1) 火砕流による侵食

解析の結果、火砕流による侵食谷15個の事例が得られた。侵食土砂量は流下土砂量が大きいほど大きく(図1)、流下土砂量の7~50%に相当した。最大侵食深は20~50m、侵食谷の下端勾配は侵食前は平均25度、侵食後は平均22度となった(図2)。

一般的に、火砕流の堆積域は勾配20度以下の斜面であると言われているが(例えば、水山, 1993)、雲仙普賢岳では、溶岩ドーム直下には火砕流として流動化するには至らなかった落石が急勾配の崖錐を形成していたと考えられる。そこに火砕流になるような大きな崩落が起きたとき、崖錐が侵食・崩壊したのであろう。だとすれば、火砕流による侵食は、溶岩ドーム直下の

崖錐が、ある程度成長して勾配 20 度を超えると発生しやすくなるはずである。実際、DEM の観察においても、溶岩ドーム直下の崖錐が発達してから火砕流による侵食が頻発していた。従って、火砕流が断続的に頻発するメラピ山・スメル山等の火山では、火砕流による流下土砂量の算定において崖錐の形成状態を把握することが重要であると考えられる。

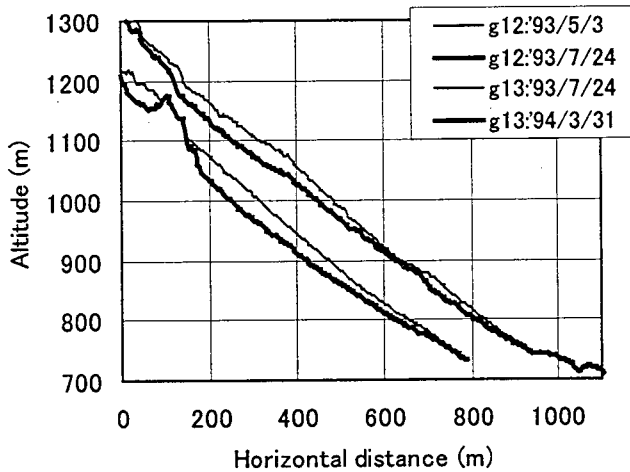


図2 火砕流による侵食谷の縦断形(例)

5. 結果と考察(2) - 火砕流による流路変更

空中写真観察の結果、1996年2月に赤松谷上流で発生した崩落・火砕流は、直下のガリーを閉塞し、そこから新たな流路が形成して、横のガリーに接続し、流路が変更したことがわかった(図3)。このとき新たにできたガリーの下流は、現在では深さ 20m 以上の大きなガリーになっており、1997年・1998年の出水期には、赤松谷本流のガリーは既に安定していたのに対して、この流路は顕著な河床変動と土砂流出を起こしていたことが現地観察で推測されている。

1996年2月の火砕流は、火山活動が沈静化して約1年後に起きた小規模なものであったが、このように、ガリーを閉塞し流路変更をもたらすことで、流域の地形安定性に少なからぬ影響を与えた。従って、火山活動鎮静化後の土砂移動を考察する上で、このような小規模の崩落のもたらす不確実性にも配慮する必要があるかもしれない。

参考文献

荒牧重雄・早川由紀夫・鎌田桂子・松島榮治(1986): 浅間火山鎌原火砕流/岩屑流堆積物の発掘調査, 「火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特性と災害」, 文部省科学研究費自然災害特別研究(A)61-1, pp. 247-288.

Cole, P. D., Calder, E. S., Druitt, T. H., Hoblitt, R., Robertson, R., Sparks, R. S. J., and Young, S. R., 1998,

Pyroclastic flows generated by gravitational instability of the 1996-97 lava dome of Soufriere Hills Volcano, Montserrat. *Geophysical Research Letters*, 25(18), 3425-3428.

井上公夫・大野宏之・渡辺正幸・大石道夫・広瀬典昭・井上美公(1994): ピナツボ火山噴火後の地形変化と防災計画調査, 砂防学会誌, 47(2), pp. 52-60.

水山高久(1993a): 火砕流・土石流の流動メカニズム, 砂防学会編「火砕流・土石流の実態と対策」, 鹿島出版会, 東京, pp. 53-74.

酒谷幸彦(1994): 1994年2月3日インドネシア・スメル火山噴火にともなう土砂災害, 砂防学会誌, 47(1), pp. 56-59.

山田孝・宮本邦明・水山高久(1991): 火砕流の流動メカニズムとシミュレーション, 砂防学会誌, 44(3), pp. 20-27.

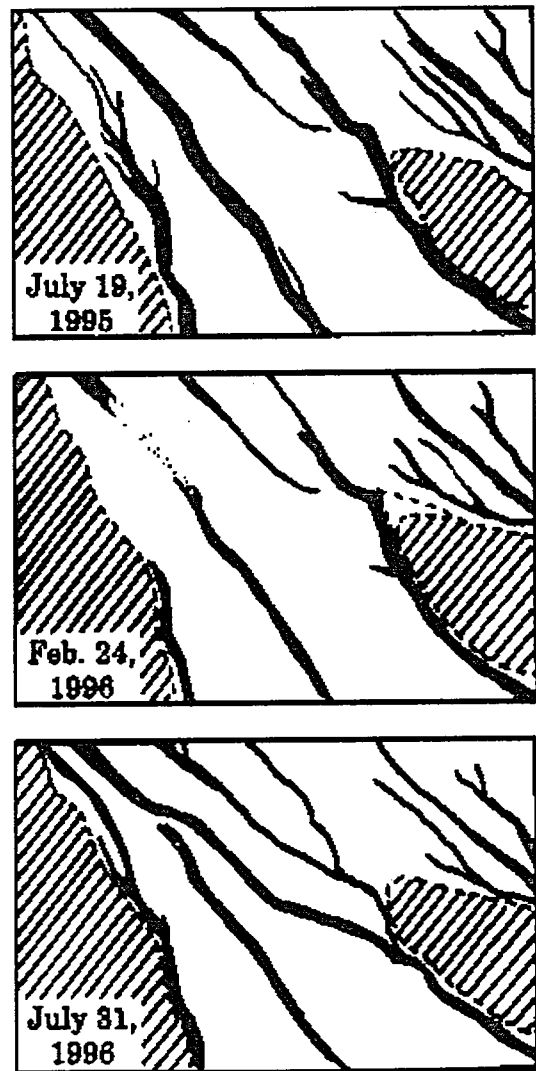


図3 赤松谷上流の流路変更

空中写真をトレース。

斜線部: 元の斜面(森林)、実線: ガリー流路。