

建設省土木研究所 ○金子正則・笹原克夫  
 インドネシア国砂防技術センター 竹内正信  
 建設省砂防課 南哲行（前・建設省土木研究所）

1. はじめに

山腹斜面や谷に堆積した火砕流の堆積物は、その後の降雨により侵食され、ガリーを発達させる。ガリーの発達により生じた大量の土砂は下流へ火山泥流として運搬され、土砂災害や大幅な河床上昇を引き起こす。1984年6月のインドネシア・メラピ火山の火砕流についての調査研究事例（Zitousono *et al.*, 1996, Shimokawa *et al.*, 1996）によれば、堆積物の侵食と火山泥流による土砂流出の大部分が火砕流発生後の4年間に行われ、最初の1年目がピークでその後は経年的に減少すると報告されている。このことは、火砕流により荒廃した流域では、火砕流発生後の数年間に生じる大量の土砂流出に即座に対応する必要があることと、流出土砂量の経年的な変化を考慮した計画を立案する必要があることを示している。

筆者らは、1998年7月にメラピ火山で発生した火砕流の堆積物について、その侵食状況を現地測量などにより追跡している。本稿では、この結果をもとに、ガリーの発達状況とガリー侵食により生じた土砂量の算出結果について報告するものである。

2. 火砕流の概要

1998年7月19日、インドネシア・ジャワ島中央部に位置するメラピ火山で火砕流が発生した。火砕流は南西側の山腹斜面を流下した。その一部はプチ川（K. Putih）の支川であるサット川（K. Sat）の谷に流入し、プチ川本川との合流点付近まで達した。山頂からの流下距離はおよそ5 kmであった。サット川とプチ川的位置を図-1に示す。

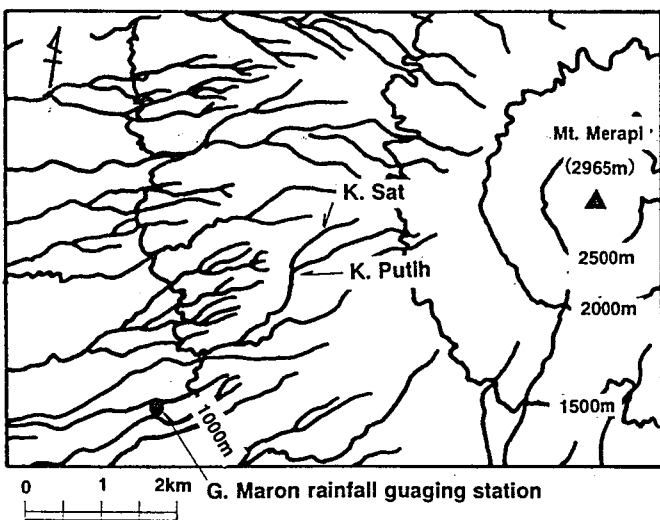


図-1 サット川(K. Sat)位置図

3. 測量の実施

火砕流堆積物の降雨による侵食状況を追跡するために、1999年1月から現地測量を開始した。方法は以下のとおりである。

堆積物の下流端付近から上流およそ1.5kmの区間に50mから100mの間隔で谷と横断方向に横断測線を設定した。横断測線上では、基準点からガリー断面の縁までの距離、ならびに個々のガリーの幅（地表面沿いとガリー底）と深さを計測した。ガリーの幅と深さの計測には巻き尺を用いた。距離の計測には光学式距離計を用いた。なお、幅1.0m、深さ0.5m以上の大きさのガリーを計測の対象とした。

測量は雨期を対象に行い、火砕流発生後一年目の（1998-1999年の雨期）は4回、二年目の雨期（1999-2000年の雨期）は2000年2月までに3回行った。

各回の横断測量結果については、横断測線上のガリー一断面積と測線間の距離をもとに、測量対象範囲全体のガリー網の空間体積を算出した。この体積は、測量対象範囲においてガリー侵食により生産され下流に流出した土砂量（以下、ガリー侵食総土砂量と記す）に相当する。

4. ガリー侵食状況

1998年7月の火砕流堆積物の1年目の雨期（1998-1999年の雨期）の降雨による侵食状況を、現地で撮影した写真をもとに概説する。なお、現地の降雨状況として、堆積物の下流端から5.0kmほど離れた箇所に位置するG. Maron雨量観測局（図-1）の月間降雨量を図-2に示しておく。

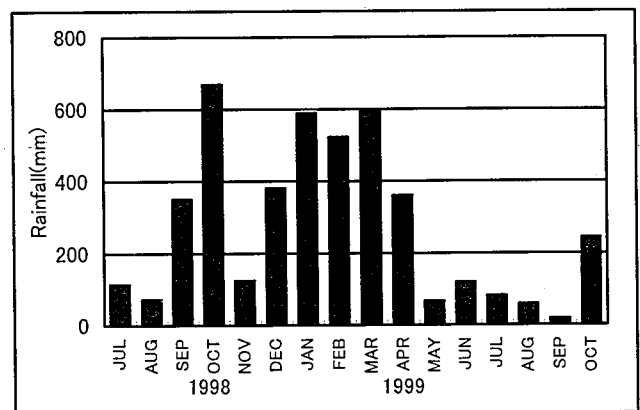


図-2 月間降雨量(1998年7月～1999年10月; G. Maron観測局)  
 Fig. 2 Monthly rainfall  
 (From July 1998 until October 1999; G. Maron rainfall gauging station)

1998年9月8日と10月15日の写真を比較して見ると、9月の写真には確認されない堆積物上のガリーが10月の写真でははっきりと確認できる。1998年10月15日と1999年4月28日の写真を比較して見ると、本流となっているガリーの断面が大きく拡大していることが確認できる。侵食が激しい区間では、幅・深さとも25～30mまでに達している。

次に、横断測線上のガリー断面の位置を隣り合う測線同士で結ぶことにより作成したガリー網の平面的な分布図を図-3に示す(1999年1月と1999年5月の測量結果)。この図より、1月に比べて5月の方が堆積物上に刻まれているガリー網が増え複雑化していることが分かる。

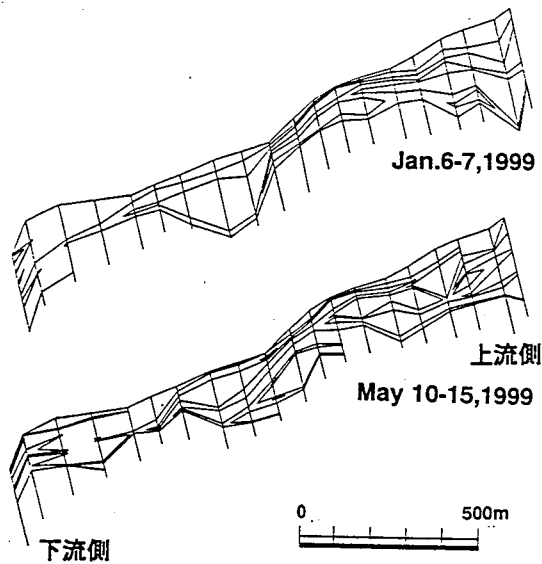


図-3 火砕流堆積物に発達したガリー網

### 5. ガリー侵食総土砂量

各回の横断測量の結果についてガリー侵食総土砂量を算出した。その結果を図-4に示す。これによると、火砕流発生後1年目の雨期(1998-1999年の雨期)と2年目の雨期(1999-2000年の雨期)の両期間ともに、雨期の前半に侵食が顕著に進んでいることが分かる。

次に1年目の雨期と2年目の雨期のガリー侵食総土砂量を、図-4からそれぞれ求める。1年目の雨期は

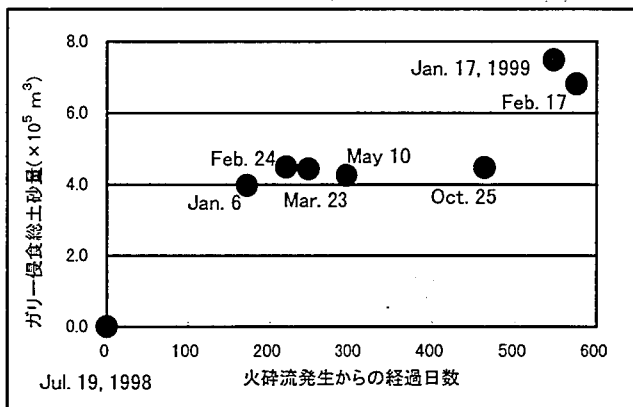


図-4 ガリー侵食総土砂量の経時変化

1999年5月時点で約400,000m<sup>3</sup>、2年目の雨期については2000年1月時点では約300,000m<sup>3</sup>である。

### 6. おわりに

1998年7月にインドネシア・メラピ火山で発生した火砕流の発生後2年目の雨期の途中までの測量結果では、ガリー侵食により生じる土砂量の経年的な変化を論じることはできないが、今後数年間にわたり測量を継続し、ガリー侵食土砂量の経年変化を明らかにする予定である。

現地での測量はインドネシア国砂防技術センターの職員により行われている。ここに記して感謝の意を表します。

### 参考文献

- Jitousono, T., Shimokawa, E. and Tsuchiya, S. (1996) : Debris flow following the 1984 eruption with pyroclastic flows in Merapi volcano, Indonesia, J. Jap. Soc. Erosion Control Eng., Vol. 48, Special Issue, p. 109-116
- Shimokawa, E. Jitousono, T., and Tsuchiya, S. (1996) : Sediment yield from the 1984 pyroclastic flow deposit covered hillslopes in Merapi volcano, Indonesia, J. Jap. Soc. Erosion Control Eng., Vol. 48 Special Issue, p. 101-107