

P6 インドネシア・メラビ火山の1984年火砕流堆積流域における土石流・洪水流

鹿児島大学農学部 ○地頭蘭 隆・下川 悦郎, 静岡大学農学部 土屋 智

1. はじめに

インドネシアジャワ島の中央部に位置するメラビ火山では1984年に大規模な火砕流が発生した。火砕流発生後、その堆積物が侵食され数年わたり大規模な土石流が発生し、下流部では土砂災害を引き起こしている。本研究は1992年夏に実施した現地調査および現地の機関で得られた観測資料の解析に基づき、1984年火砕流後の土石流・洪水流の発生・規模の特徴、それらの経年的な変化について検討したものである。なお、本研究を実施するにあたっては、平成4年度科学技術庁振興調整費（砂防学会受託）の補助を受けた。ここに記して謝意を表する。

2. 解析資料

1984年の火砕流堆積物に覆われた流域の土石流および洪水流の特徴を解明するために使用した資料は、インドネシア公共事業省砂防技術センター（Sabo Technical Centre, S T C）がメラビ火山南西斜面のPutih川中流のMranggenの砂防ダムで測定している土石流・洪水流の水位データである。Mranggen砂防ダムにおける流域面積は8.22km²である。雨量に関してはG. Maron観測地点での雨量データを使用した。上記の観測データは、降雨時は10分間隔、無降雨時は1時間間隔でテレメーターによりS T C内のプリンターに出力されている。解析期間は1984～1992年である。

Mranggen砂防ダムにおける水位観測は超音波式水位計により行われている。観測開始は1985年11月であり、1988年5月～1989年7月は計器故障のため欠測となっている。1985年～1992年までの観測データを分析した結果、1985年11月～1988年4月の約2.5年間に193個の土石流あるいは洪水流の水位が記録され、欠測期間後の1989年8月～1990年2月に10個の小規模な洪水流が記録されている。1990年3月以降は降雨による水位上昇はみられない。

3. 土石流・洪水流発生の特性

1984年の火砕流堆積後、Putih川で発生した土石流や洪水流の月ごとの発生回数の特徴について解析した。図-1は、1985年～1988年に記録された193個の土石流および洪水流の月発生回数を調べ、その相対度数分布を示したものである。また、図中にはG. Maron雨量観測地点における1985～1988年平均の月降水量の分布も示している。月ごとの土石流・洪水流の発生回数と月降水量の分布はよく対応している。

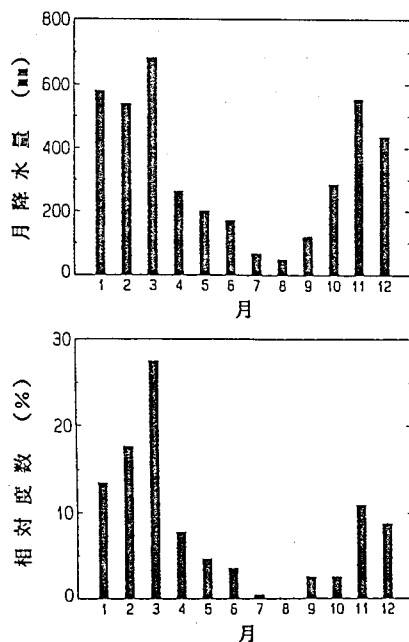


図-1 Putih川における土石流・洪水流発生の月分布とG. Maronにおける月降水量の分布

G. Maronにおける1985～1988年の平均年降水量は3951mmであり、そのうち約77%の3057mmがメラピ火山が雨期となる11～4月間に集中している。同時に、土石流・洪水流の発生も雨期に集中し、年間の約86%を占めている。

4. 土石流・洪水流の流出特性

図-2は、Mranggenダムにおいて観測された土石流のハイドログラフを10分間単位で作成した1例である。ハイドログラフの波形は降雨の波形とよく対応しており、強い10分間雨量で土石流が発生していることがわかる。

図-3は、Putih川流域において観測された土石流・洪水流のピーク流量と総流出量の関係を1985～1988年(●印)と1989～1990(X印)に区分してプロットしたものである。●印は火砕流発生後4年間のデータであり、土石流と土砂流には至らない土砂流や洪水流などが混在している。X印は火砕流発生後5年目以降であり、すべて小規模な土砂流や洪水流である。ピーク流量と総流出量の間には明確な相関関係が認められる。

5. 土石流・洪水流の発生・流出特性の

経年変化

火砕流堆積流域における土石流・洪水流発生

の経年変化について検討した。図-4は、1985～1992年間に於いて土石流・洪水流が発生しなかった一連続降雨を抽出し、連続降雨内の10分間雨量 R_{10} と R_{10} までの累加雨量の関係を雨期の始まる11月から乾期の終わる翌年の10月までの区分でプロットしたものである。火砕流発生後4～5年間は土石流・洪水流の非発生の降雨限界の上限が小さい。すなわち、比較的小さな降雨で土石流・洪水流が発生していることがわかる。火砕流発生後5年目以降は土石流・洪水流の非発生の降雨限界の上限がそれ以前に比較して次第に上昇しており、大きな降雨でも土石流・洪水流が発生しなくなっている。

火砕流堆積流域における土石流・洪水流の規模の経年変化について検討した。図-5は、Mranggenダムにおいて観測された個々の土石流・洪水流のピーク流量および総流出量を時系列にプロットしたものである。同時に図中にはG. Maronにおける1984年～1992年の日単位の高エトグラフも示している。日単位の高エトグラフによると、毎年雨期と乾期が繰り返され1984年～1992年に大きな変化はみられないが、土石流・洪水流のピーク流量や総流出量は火砕流発生後指数関数的に減少している。

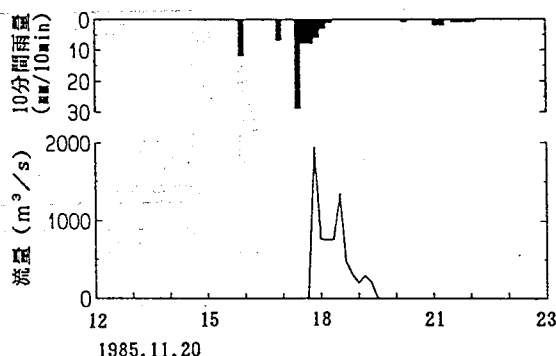


図-2 Putih川で発生した土石流のハイドログラフの例

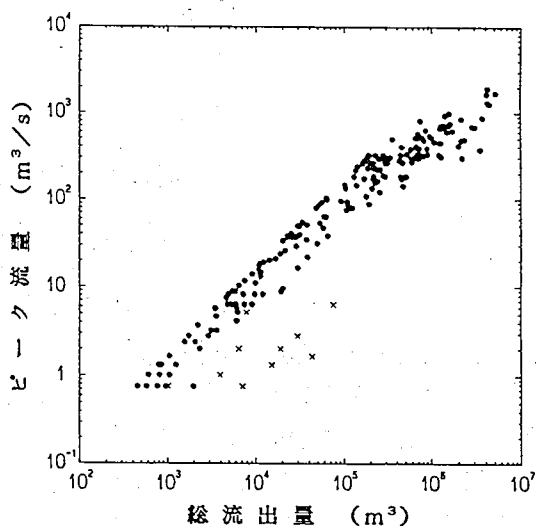


図-3 土石流・洪水流のピーク流量と総流出量の関係

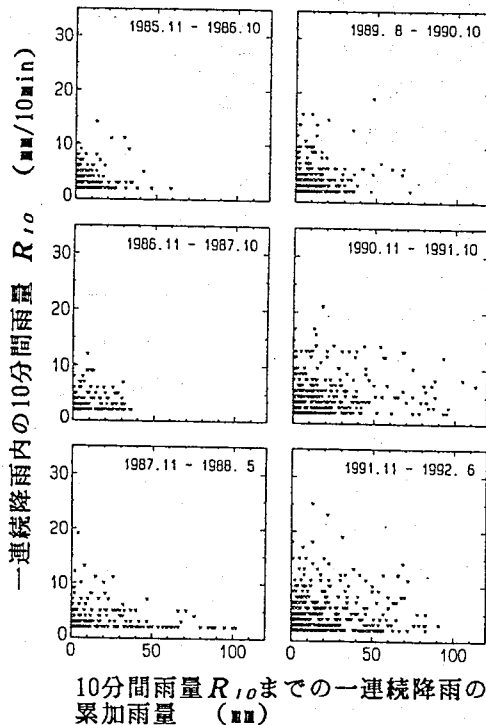


図-4 Putih川における土石流・洪水流の非発生降雨条件の推移

6. 土石流・洪水流による流出土砂量

図-6は、個々の土石流・洪水流の総流出量を雨期の始まる11月から乾期の終わる10月までの1年区分ごとに合計して経年的に示したものである(図中□棒)。同時に同様の区分で降水量も示している。火砕流発生直後からMranggenダムで水位観測が開始された1985年11月までの流出量と1988年5月～1989年7月の水位欠測期間の流出量は不明であるが、1985年から流出がみられなくなった1990年までの流出量の合計は約 $103 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。個々の土石流・洪水流の含砂率は不明であるが、メラビ火山南西斜面において発生した土石流は泥流タイプであることから含砂率はそれほど高くなかったと考えられる。仮に平均的な含砂率を30%とすると、1985～1990年間の流出土砂量は約 $31 \times 10^6 \text{ m}^3$ (比土砂量に換算して約 $3.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2$)となる。流出土砂量の経年変化は図-6において■棒で示す。図-6によると、土石流・洪水流による土砂の流出は火砕流発生後4～5年でほとんど終了している。

7. おわりに

1984年に大規模な火砕流を起こしたインドネシア・メラビ火山南西斜面のPutih川流域において、火砕流後の土石流・洪水流の発生・規模の特徴、その経年的な変化について検討した。得られた結果を要約すると以下の通りである。①火砕流発生後4～5年間は非常に小さな降雨で土石流・洪水流が発生していたが、それ以降は比較的大きな降雨でも発生しなくなっている。②土石流・洪水流の規模(ピーク流量、流出量)は、火砕流発生後指数関数的に減少してきている。③Putih川流域(面積 8.22 km^2)では、1985年～1990年間に土石流・洪水流により約 $31 \times 10^6 \text{ m}^3$ (比土砂量に換算して約 $3.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2$)の土砂が流出し、土砂の流出は火砕流発生後4～5年でほとんど終了している。

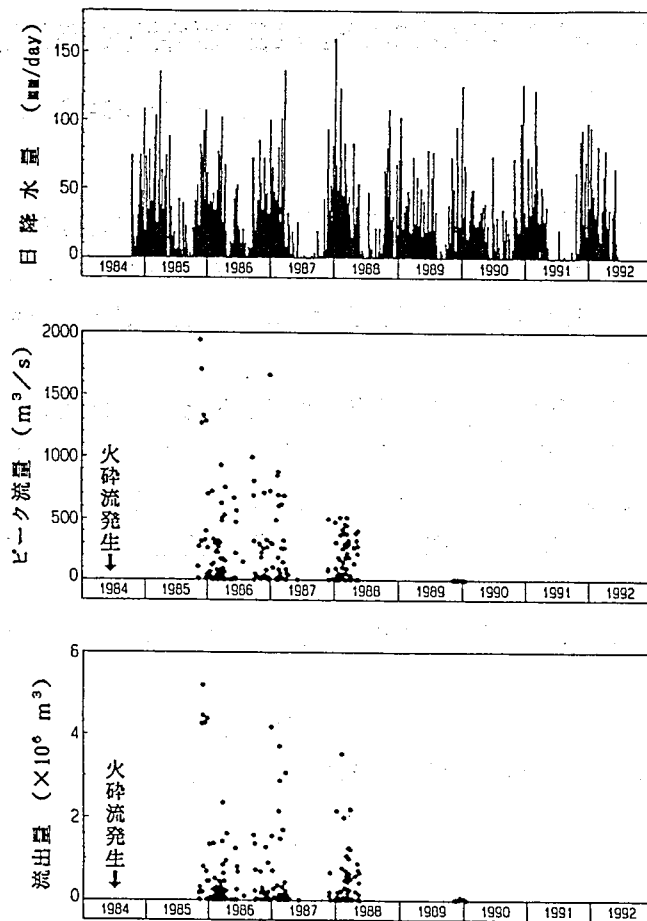


図-5 Putih川における土石流・洪水流のピーク流量および総流出量の推移

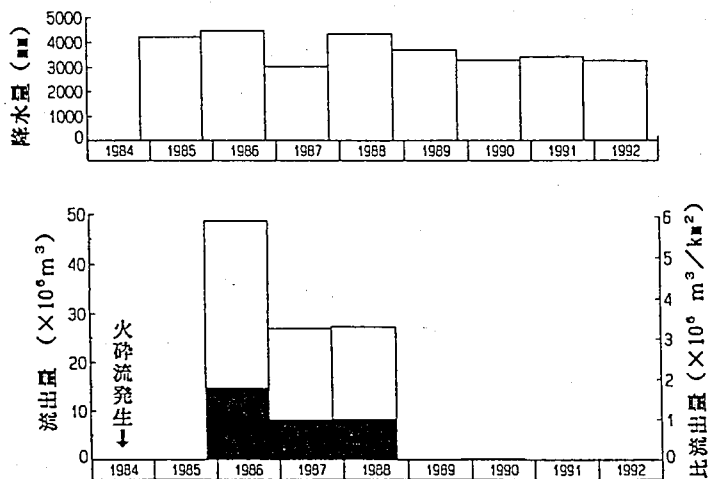


図-6 Putih川流域における土石流・洪水流による流出量、流出土砂量の推移