

# P5 インドネシア・メラピ火山における1984年火砕流堆積物の侵食

鹿児島大学農学部 ○下川悦郎・地頭蘭隆

静岡大学農学部 土屋 智

## 1. はじめに

インドネシアのメラピ火山では、舌状溶岩ドームが発達してはそれが崩壊する形でいわゆるメラピ型と呼ばれる火砕流が頻発している。比較的規模の大きな火砕流発生による噴火の間隔は9～16年、ドームの小規模な崩壊や落石などの小規模なものを含めた噴火の間隔は2～3年である。火砕流が直接集落を襲うことは希であるが、火砕流の後にはその堆積物が侵食されることによってラハール（火山泥流）が起き、これが下流部の集落を襲い大きなダメージを与えている。本研究は、昨年夏に実施した現地調査に基づいて、1984年火砕流堆積物の侵食過程と侵食速度について検討したものである。

この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. 調査地、現地調査、空中写真判読

メラピ火山は標高 2947m、円錐形の複層成層火山で、ジャワ島のほぼ中央部に位置し、インドネシアでは最も活動的な火山の一つである。調査地は火山南西側に位置するブチ川流域とブブン川流域である。これらの流域の頂上から麓にかけては、新しい火砕流堆積物が広く分布する。最も新しい火砕流堆積物は1984年6月のものである。この火砕流堆積物域では他の流域に比較し侵食が活発に起っている。

1984年火砕流堆積物で覆われたブチ川とブブン川中・上流域の山腹・溪岸に生じた侵食・崩壊の様式を観察し、小規模ガリの幅・深さ、および最近一年間に起こった新しい崩壊・侵食による生産土砂量を測量した。また侵食速度を推定するために、山腹と溪岸に侵入した指標植生の年輪を計測した。

一方火砕流発生直後の1984年11月に撮影された空中写真（実体視可能）と1991年8月に撮影された空中写真（簡易の斜め写真で不鮮明であるが実体視は可能）を用いて、ブチ川とブブン川流域の1984年火砕流堆積物上に刻まれたガリの分布と1984年火砕流堆積物の分布域を判読した。

## 3. 1984年火砕流堆積物上におけるガリ分布

1984、1991年撮影の空中写真の判読による、ブチ・ブブン川上流域の1984年火砕流堆積物上に刻まれたガリの分布図を図-1、2に示す。1984年のガリ分布図は、火砕流直後でしかも雨期のはじまりの時期であるため、ガリは発達度と規模ともまだ小さい。ガリは火砕流の本体堆積物に覆われていない斜面や火砕流堆積物の縁辺部で比較的密に発達し、火砕流の本体堆積物上のガリの発達は貧弱である（図-1）。

約7年後の1991年には、ガリは1984年に比較しその規模において飛躍的に発達している（図-2）。ガリの密度は写真の精度が悪く正確に判読できなかった。しかしブチ川上流域でガリの密度と規模（幅と深さ）を測量したところガリは高密度で発達していることから（図-3）、1984年火砕流堆積

物上のガリ分布密度は図-2に表されたものより高いものと考えられる。このことは、1984年写真から判読した1969年火砕流堆積物上でのガリの分布図からも裏づけられる(図-4)。また図-1と図-2の比較から、流域の争奪があり、1991年の写真では図の上半分全域がブブン川に取り込まれたことが読み取れる。この河川争奪の時期は、火砕流直後かなり早い時点で起きたものと推測される。

#### 4. 溪岸侵食による生産土砂量

1984年の火砕流後現在(1991年)まですでに7年が経過した。1991年の1月から2月にかけて小規模な火砕流が発生はしたが、現在火山活動は比較的穏やかである。このように火山活動の穏やかな時期においては、流水による脚部洗掘による谷壁斜面の崩壊や谷壁表面の乾燥による落石が土砂生産の主要な形態をなす。これらに侵食・崩壊による流域からの生産土砂量を現地で測量した。図-5はその1例で、谷壁斜面に過去1年間に生じた崩壊の位置とそれによって生産された土砂量を表したものである。1kmあたりの土砂量は $675\text{m}^3$ である。これを含めて規模の異なる3つの谷における測量結果を表-1に示す。一方乾燥期には谷壁からの落石が起っている。これによる土砂生産量は、1回分あたり1、2  $\text{m}^3$ 程度であるが、頻繁に起こっているのでまとめると決して小さくない。かりに、流路延長1kmにおける1日あたりの発生回数を20回(現地で観察)、年間発生期間を100日(乾期)とすると、流路延長1kmあたりの年間土砂量は2,000~4000  $\text{m}^3$ となる。

#### 5. 侵食速度の推定

以下の条件のもとで山腹に刻まれたリル・ガリ侵食による侵食速度の推定を行う。

- ① リル・ガリ侵食を規模によって、リル・小規模ガリ、中規模ガリ、大規模ガリの3つに区分する。
- ② 図-2、3のリル・ガリ分布図から、規模ごとに面積 $1\text{km}^2$ あたりの流路延長を求める。
- ③ リル・ガリは平面のところに刻まれたとして、規模ごとに幅と深さの平均値を求める。リル・ガリの幅と深さの関係は図-6の通りである。リル・ガリ壁の傾斜を70度、リル・ガリの横断形を台形として断面積を計算する。
- ④ 延長と断面積をかけて面積 $1\text{km}^2$ あたりのリル・ガリの体積を求める。
- ⑤ リル・ガリの規模ごとに計算した体積を合計する。
- ⑥ 指標植物調査からリル・ガリはその大部分が火砕流発生後ほぼ4年で形成されたと仮定する。これはブチ川中流のムランゲンの水位観測データの解析結果からも裏づけられる。
- ⑦ ⑤で求めた $1\text{km}^2$ あたりの総比生産土砂量を侵食期間の4年で割り、平均年比生産土砂量(平均侵食速度)を求める。

以上の条件で計算した山腹からの総比生産土砂量は $2,820,000\text{ m}^3/\text{km}^2$ になる。これを侵食期間の4年で割ると、平均年比生産土砂量(平均侵食速度)が求められる。その値は $705,000\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ (侵食深に換算すると $705\text{ mm}/\text{year}$ )である。この値にはブチ川とブブン川の河道に流れ込んだ火砕流堆積物の侵食による生産土砂量は含まれておらず、それを加えると、侵食速度はさらに大きくなる。

上記の侵食速度は火砕流発生後の土砂生産が活発なときの値である。これに対し現在土砂生産は穏やかな時期にあり、流水による脚部洗掘による谷壁斜面の崩壊や谷壁表面の乾燥による落石が土砂生産の主要な形態をなす。この時期の侵食速度は、図-5と表-1に基づいて約 $10,000\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ ( $10\text{ mm}/\text{year}$ )と推定される。

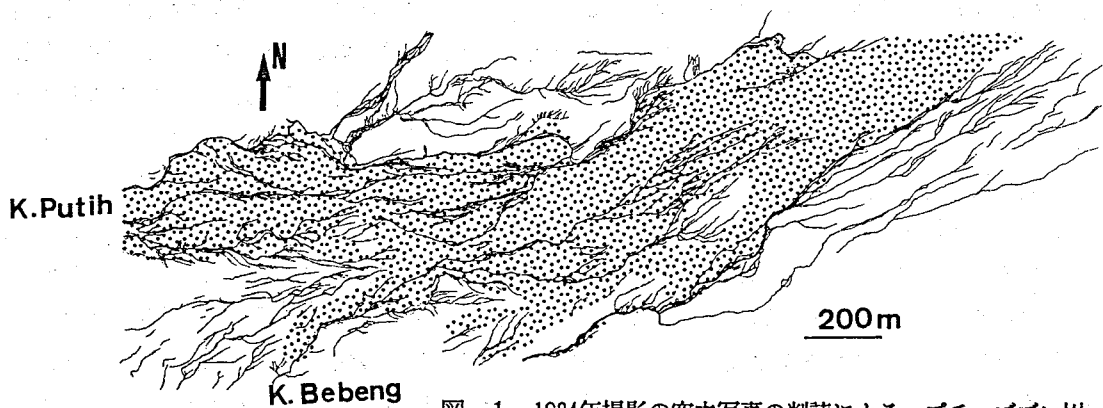


図-1 1984年撮影の空中写真の判読による、プチ・ブブン川  
上流域の1984年火砕流堆積物上のガリ分布図

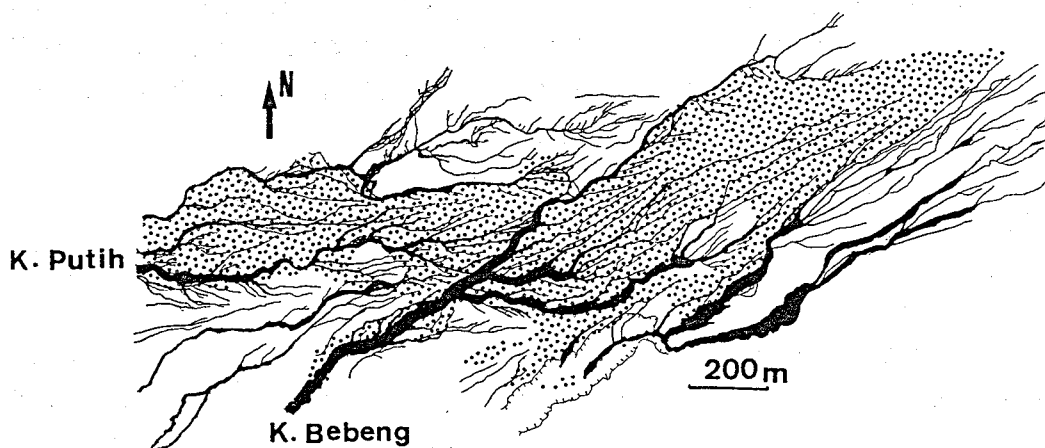


図-2 1991年撮影の空中写真の判読による、プチ・ブブン川  
上流域の1984年火砕流堆積物上のガリ分布図

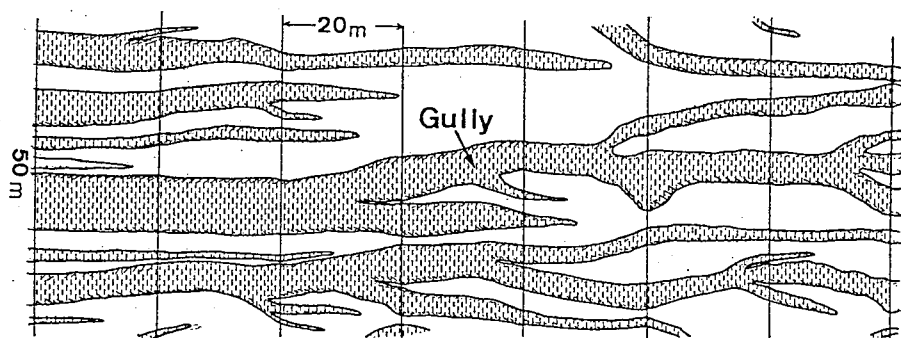


図-3 現地測量によるプチ川上流域のガリ分布図

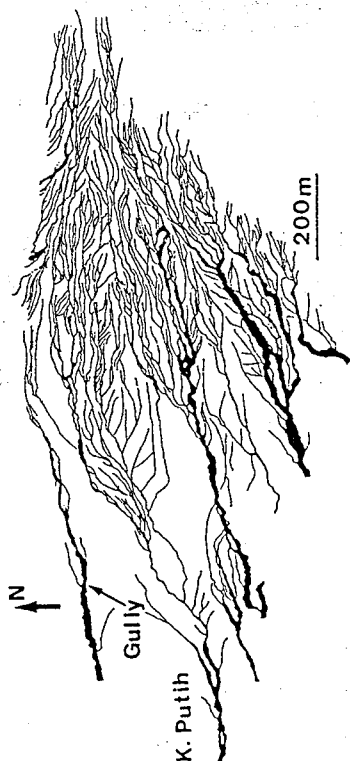


図-4 1984年空中写真から判読した  
1969年火砕流堆積物上の  
ガリ分布図

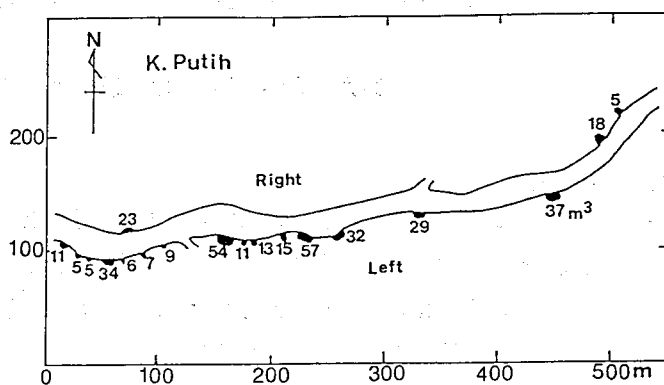


図-5 谷壁斜面に過去1年間に生じた崩壊の位置  
とそれによる生産土砂量(プチ川)

表-1 過去1年間の谷壁斜面の崩壊による土砂生産量

| 谷名   | 規模 | 調査区間長<br>(km) | 生産土砂量<br>( $m^3$ ) | 単位区間長あたりの<br>生産土砂量( $m^3/km$ ) |
|------|----|---------------|--------------------|--------------------------------|
| プチ川  | 小  | 0.55          | 371                | 675                            |
| ブブン川 | 中  | 0.60          | 1605               | 2675                           |
| ブブン川 | 大  | 1.12          | 3760               | 3255                           |

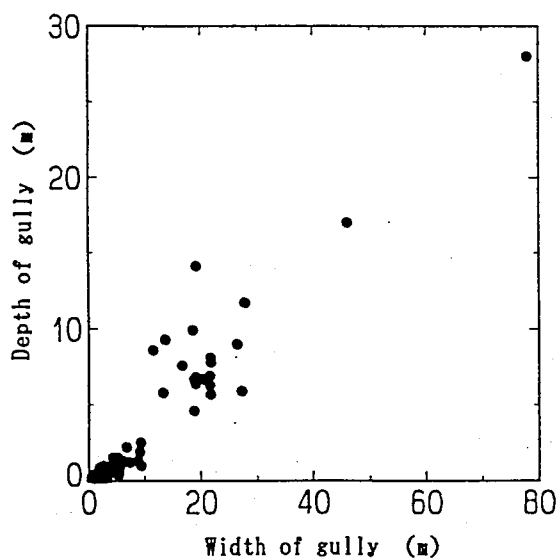


図-6 1984年火砕流堆積物上に  
発達した谷の幅と深さの関係