

40 メラピ火山ブブン川における 土石流の発生と谷地形の変化

京都大学防災研究所 ○諏訪 浩
鳥取大学農学部・院 西村公志

インドネシア・ジャワ島のメラピ火山のブブン川で土石流の観測と谷地形の調査を行って土砂移動と谷地形の変化過程を検討した(図1参照)。ジャワ島ではおおむね6月から10月の間は乾期で、年によってはこの間には雨がほとんど降らないのに対し、11月から5月の間は雨期で、われわれが調査に入った1991年12月3日から1992年1月24日の間には度々スコールの強雨に見舞われ、1月8日にはこの沢に土石流が発生した。今回新たに設置したビデオ観測システムによって首尾よく撮影した土石流の映像記録の分析、谷地形の測量および谷壁で発生している崩壊の観察結果について報告する。雲仙普賢岳はメラピ型の火砕流を発生していると言われているように、メラピ山では熔岩ドームが崩壊して発生する火砕流が度々大きな災害を引き起こしてきた。ブブン川の上流部は前回1984年の噴火の際の火砕流堆積地の縁辺部に当たっていて、その堆積物を侵食して土石流を発生させていると言われている¹⁾。なお、メラピ山では今年1月下旬から火山活動が活発化し、2月上旬には火砕流の発生が報じられている²⁾。

1. 1992年1月8日の土石流

G. Maron観測点(図1参照)のデータによると、土石流は図2に示す降雨によって発生し、Gimbal観測点のビデオカメラ(x=58m, y=312m)の視野にフロントが現れたのは15時41分である。15時30分からの10分間雨量は12mm、15時40分までの1時間雨量は36mmであった。土石流や掃流状集合流動がくり返し発生し、河道の堆積につれて流れの位置と流心の位置が河道を横方向に大きく移動しつづける様子を、ビデオカメラは40分間にわたって連続記録した。このビデオテープから土石流のサージの出現、先端流速、流れと流心の位置および運搬された大岩塊のサイズなどを判読した(図3参照)。観測点付近は河道縦断の傾斜角が2°程度の小さな値であるため、土石流の堆積場となって、大小10回を数えた土石流のサージはどれも土石流から掃流状集合流動に移行しつつあるように見えた。現象がこのように堆積過程であったため、流れの中心は、幅が75mの谷底で、図3に示すように横方向へ移動をくり返した。この図によると、第5波と第6波の先頭部には大径礫の集積が認められるが、そのほかのサージでは認められないように見える。これは大径礫の下限を1.5mとしたためであって、実際にはほかのサージの先頭部にも1.5m未満の大径礫が多量に集積していた。この日の土石流の発生によって、カメラの視野内の全域で堆積が進行して、例えば図3の30m地点付近では堆積深が2mに達した。なお、第一波の先端流速は4 m/secであった。

この土石流発生前後の河床横断形を図5に示す。新しく竣工していた砂防ダム(Dam BE-D8)の効果で、測量区間の下流部分では、1月8日の土石流によって測線T₂とT₃に認められるような堆積が進行したが、上流部分では河床高はあまり変化せず、攻撃斜面にあたる谷壁の下部侵食や、次の節に述べるような崩壊のために谷壁の側方侵食が卓越して進行していた。

図4の調査区域内の侵食谷周辺の斜面において原位置透水試験を実施するとともに、試験斜面の堆積土砂と土石流堆積物の粒度試験を行った。その結果、斜面表層土層の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3}$ cm/sec

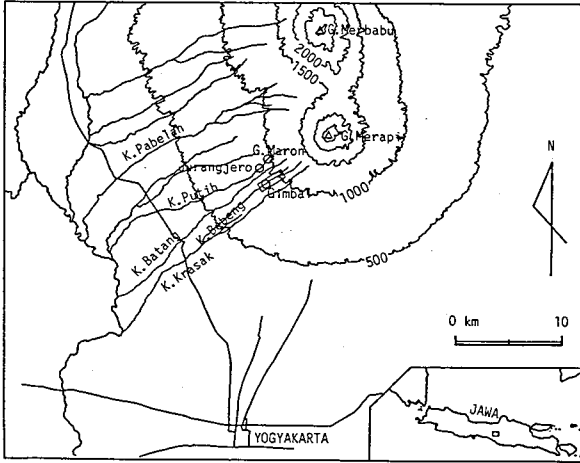


図1. メラピ山とブブン川

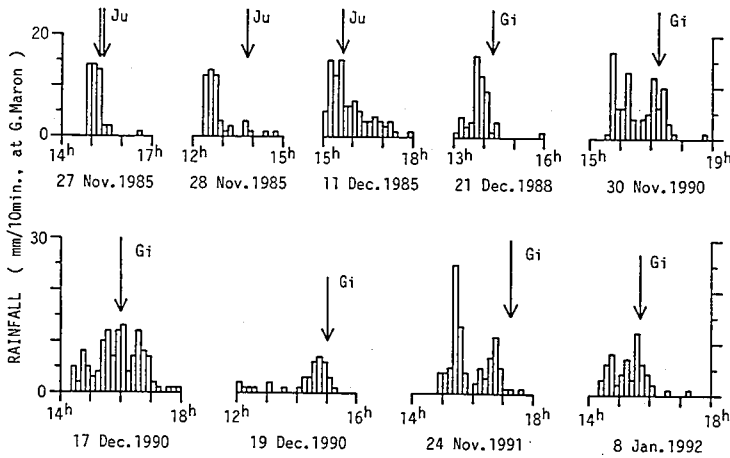


図2. G. Maron観測点の10分間雨量と土石流の発生時刻(矢印)
土石流の発生は
Ju:Jurang Jero (Putih川)で
Gi:Gimbal (Bebeng川)観測点
で確認

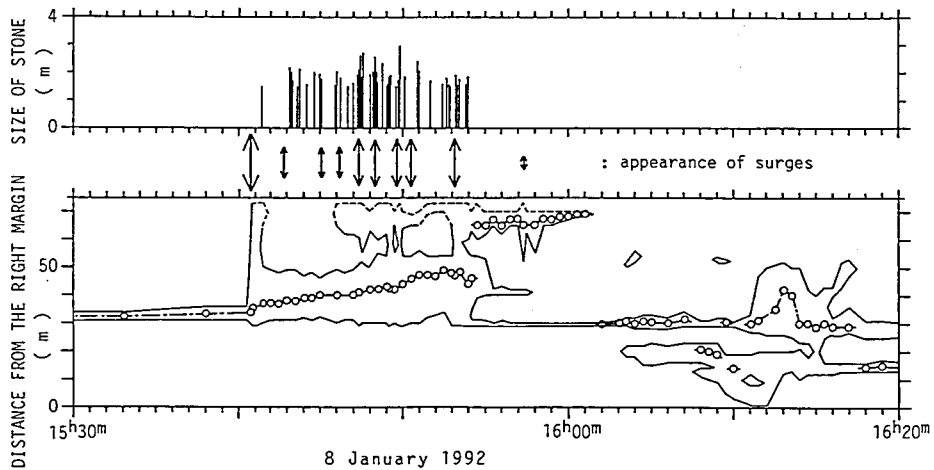


図3. 土石流のサーズの通過時刻(矢印), 流れ(実線に挟まれた部分, 破線は推定)と流心(白まるでつなぐ)の位置および1.5m以上の石のサイズと通過時刻

程度の大きな値であることが分かった。また、この試験土層の土砂と比べると、土石流堆積物の土砂に含まれるシルト以下の細粒材料の比率は小さかった。河道内ではこれらの細粒材料が度重なる出水で徐々に流亡するためと思われた。

2. 谷壁の崩壊

侵食谷の谷壁ではブロック状の崩壊が頻発していた。崩壊するところを目撃した一例と他の数例のすべてで崩壊箇所に湧水は見られなかった。したがって、これらの崩壊の誘因は多くの場合、土層内の間隙水圧の発生以外に求めざるを得ないように思われた。出水や土石流による攻撃斜面下部の側方侵食のため、ガリ谷壁のトップリングが発生し易い。位置座標 $x=-90\text{m}$, $y=1983\text{m}$ 地点の傾斜角 80° の左岸側谷壁斜面では、1月8日の土石流につづく出水がおさまってのち、11日に再測量に入るまでの間にこのようなトップリングが発生した。この崩壊の体積 2000m^3 の土砂は谷の上流で河道を完全に堰止めた。この崩積土はいわゆる天然ダムを形成したが、つぎの大出水時に湛水したのちさらに決潰して土石流の材料となって流下するものと思われた。

3. 土砂移動と谷地形の変化過程

図2において、ブブン川とプティ川で土石流の発生を確認できたケースについて、土石流の発生時刻と10分間雨量の関係を見ると、土石流の発生が10分間雨量の極大の発生時刻とほぼ一致している場合と、1985年11月28日や1991年11月24日のように、土石流発生時刻が10分雨量の極大発生時刻からかなり遅れる場合のあることが認められた。前者は強雨による急出水が溪床堆積物を侵食して土石流となるもので、火山斜面では降雨による土石流のほとんどがこのようにして発生していると考えられる。これに対し、後者では、前節で述べたような谷壁の崩壊がまず発生し、崩積土による天然ダムが降雨出水で湛水し、ついには決壊して土石流が発生した可能性が高い。ただし、両溪流の土石流発生点はG. Maronの雨量観測点から1~2km上流へ離れており、土石流発生点付近では必ずしも図2と同じ降雨であったとは限らず、降雨の局地性が影響した可能性も考えられる。

これらの川の土石流は1984年の火砕流堆積物におおわれた上流の急斜面において発生していると考えられるが、いっぽうで、雨季にはこのような崩壊による土砂生産も活発であり、土石流はさらにこれらの土砂を巻き込みながら流下している。したがって、山体斜面の古い火砕流堆積物や土石流堆積物に加え、大量のテフラが土石流の材料となって下流へ流送されていることが分かる。また、雨季にはスコールに際して、土石流には至らなくても、流水が泥水流となることが多く、浮遊砂として流送される土砂の量も無視できない。

謝辞 本研究は二つの研究プロジェクトすなわち科学技術庁からの砂防学会の受託研究「火山地域における土砂災害予測手法の開発に関する共同研究」のうちの「火山体の水収支に関する研究」と京都大学の特別事業「東アジアにおける自然災害の予測とその防御に関する研究」の一部として行った。関係各位に謝意を表す。

参考文献 1) Furuya, T. (1989) Geomorphology of Merapi Volcano, Publication by Volcanic Sabo Technical Centre and JICA, 27p. 2) 平塚征英(1992)メラピ火山活動の活発化と火砕流の発生, 新砂防, 44(6), 60-62. 3) Okunishi, K., Suwa, H. and Hamana, S. (1988) Hydrological control of erosion and sediment transport in volcanic torrents, Hydrol. Science-Jour., 33, 573-587.

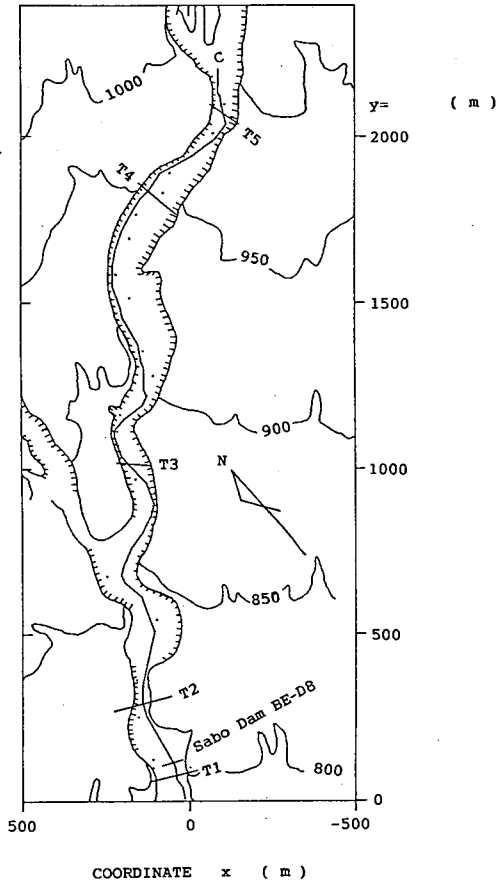


図4. ブブン川の調査対象区域.
図1中の小さな矩形領域に相当

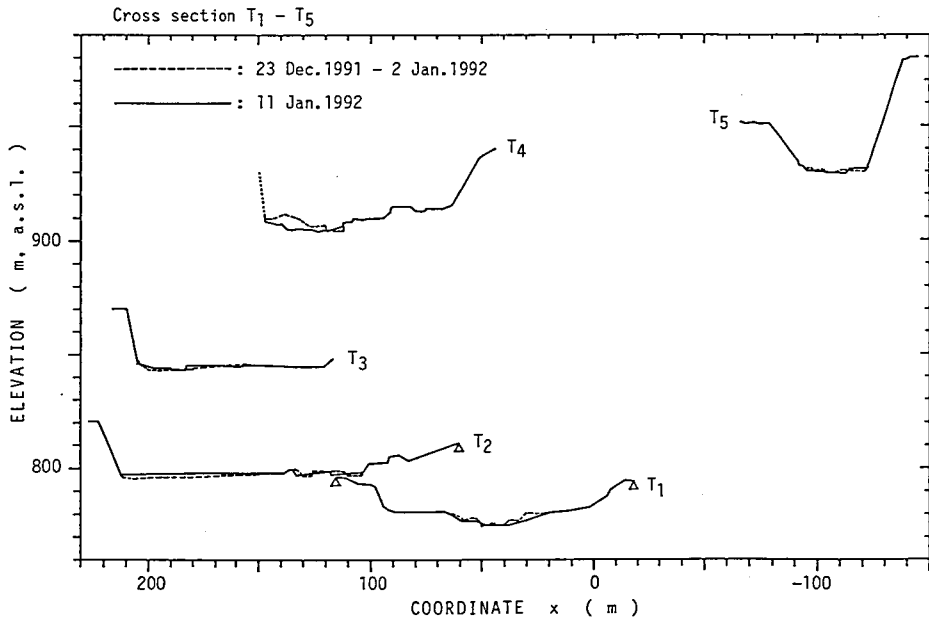


図5. 測線T₁~T₅における横断面形の変化(xz平面への投影図)