

P. 5 インドネシア・メラピ火山南西斜面河川における直接流出の特徴と流域地形

九州大学農学部

井倉 洋二

東京大学農学部

芝野 博文・執印 康裕

鹿児島大学農学部

下川 悦郎・地頭 蘭 隆

1. はじめに

インドネシアジャワ島のメラピ火山は、現在世界で最も活動的な火山の一つであり、また災害頻度の高いことでも知られる。メラピ火山では、水循環機構とそれにもなう土砂災害発生機構の解明を目的として、南西斜面を中心とした集中的な調査・研究がおこなわれている。本研究では、火砕流堆積物が降雨出水およびそれにもなう土石流やガリー侵食の発生に及ぼす影響を評価することを目的として、南西斜面4河川における流出データから、直接流出特性の流域間差異を明らかにし、流域地形、特に火砕流堆積物との関係について検討した。

本研究は、科学技術庁から砂防学会への受託研究「火山地域における土砂災害予測手法の開発に関する国際共同研究」のうち「火山体の水収支に関する研究」の一部としておこなった。

2. 調査地および資料

調査地域は、図1に示すようにメラピ火山南西斜面である。解析資料には、南西斜面の主要河川であるBlongkeng川、Putih川、Batang川の標高約400mにおける観測地点であるGulon, Tegalsari, Krakitanと、Krasak川の標高400, 500, 600mの観測地点であるKopen, Nglumut, Gondosuliの計6地点での流量データを用いた。解析に用いた資料は、1993年雨季のデータである。

3. 降雨にともなう直接流出の特徴

図2(a)(b)は、1993年雨季の各観測地点における短期間のハイドログラフである。観測地点によって、直接流出ハイドログラフには大きな違いがあることがわかる。ひとつは、ハイドログラフの形態の違いである。すなわち、Gulon, Tegalsari, Krakitanでは減水部の勾配が緩く直線的であるのに対して、Krasak川流域のKopen, NglumutおよびGondosuli（図2にはGondosuliのデータがないが、同様の傾向である）では急激に減水し、直接流出の時間が短い。直接流出の構成成分として、表面流出と中間流出を考えたとき、後者は表面流が主体であるのに対し、前者は中間流を多く含んでいることが推測できる。

もうひとつは、直接流出率の違いである。図3には各観測地点における降雨量と直接流出量の関係を表している。直接流出量は、ハイドログラフの立ち上がり部分から逡減が緩やかになる部分までを直線で結んで分離した。観測地点によってはばらつきが大きいが、指数関数で回帰される一般的な傾向は、いずれの地点においても認められる。各観測地点での回帰線の傾きを比較すると、 $Krakitan > Gulon > Gondosuli > Nglumut > Kopen$ の順になる。Tegalsariはデータが少ないが、Kopenと同程度と思われる。Krasak川流域のGondosuli, NglumutおよびKopenの3地点で特に直接流出量が小さいが、これは前述のようにハイドログラフの減水が早く、直接流出継続時間が短いことによるもので、Krasak川での直接流出は主に河道降雨により構成され、中間流出成分がきわめて少ないことが推測される。

4. 表面流出発生の流域間差異

表面流出は流域内の不浸透域での降雨により発生するが、火砕流堆積物の堆積当時（1984年）と比較す

ると、土石流の発生が現在ではほとんど記録されていないこと (Jitousono et al., 1995) などから、火砕流堆積物に覆われた山腹斜面においても、現在では表面流出はほとんど発生しないものと考えられる。したがって、各流域における直接流出の発生は、大部分が河道降雨によるものであり、流域間差異は河道面積の違いによるものと考えられるが、いずれの流域においても直接流出に占める表面流出の寄与は小さい。

5. 中間流出発生時の流域間差異

各流域における一降雨毎の直接流出量から、計算によって求めた河道降雨による表面流出量を差し引くことにより、中間流出量が求められる。中間流出の発生は流域間で大きな差異が認められ、前述のようにKrasak川流域ではその寄与は小さい。このような中間流出発生時の流域間差異は、現在の流域地形よりも旧地形面や地下水面分布等により、規定されているものと考えられる。

6. 今後の課題

直接流出は、表面流出と中間流出によって構成される。中間流出は基底流出と同様に旧地形面や堆積層の性質、地下水面分布等の地下構造に規定され、表面流出は現在では流域の河道面積に規定されと考えられた。したがって直接流出発生時の流域間差異は、流域の地下構造と地表地形の両者を反映したものとして捉える必要がある。

さらに火砕流堆積物の影響を評価するためには、堆積時(1984年)から現在に至る表面流出発生時の時間的変化を推定することが必要である。Jitousono et al. (1995)によると、Putih川中流部のMranggenダムにおける観測データでは、土石流の発生は火砕流発生後4年間で終了しており、火砕流によって破壊された植生の回復による浸透能の改善によるものとしている。したがって、表面流出の発生についても、火砕流発生による不浸透域の形成と、その後の植生回復に伴う不浸透域の縮小を取り入れたモデルによってその経年変化を推定できるものと考えられる。

引用文献

JITOUSONO, T., SHIMOKAWA, E., TSUCHIYA, S., HARYANTO and DJAMAL, H. (1995): Debris flow following the 1984 eruption with pyroclastic flows in Merapi volcano, Indonesia. Proceedings of workshop on erosion control through volcanic hydrological approach, pp.131-149

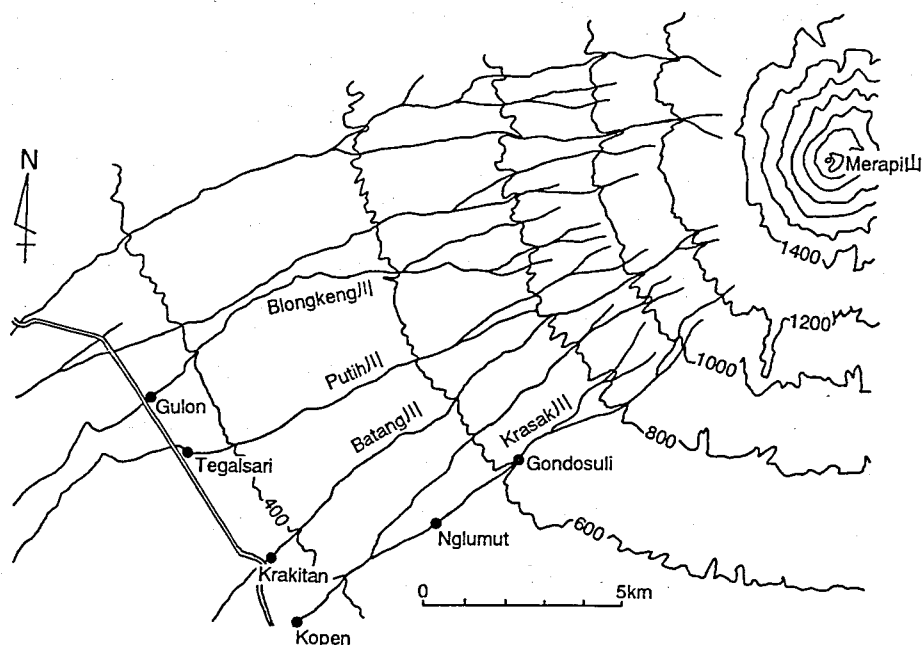


図1 調査地域

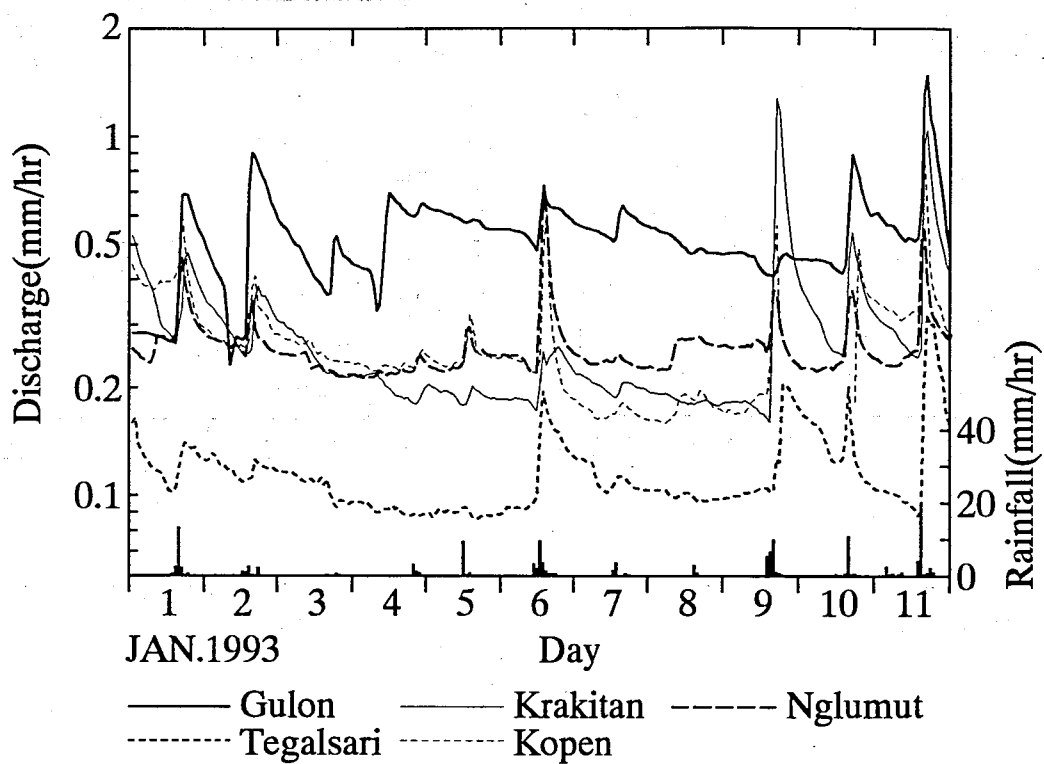


図2(a) 各観測地点における短期出水ハイドログラフ

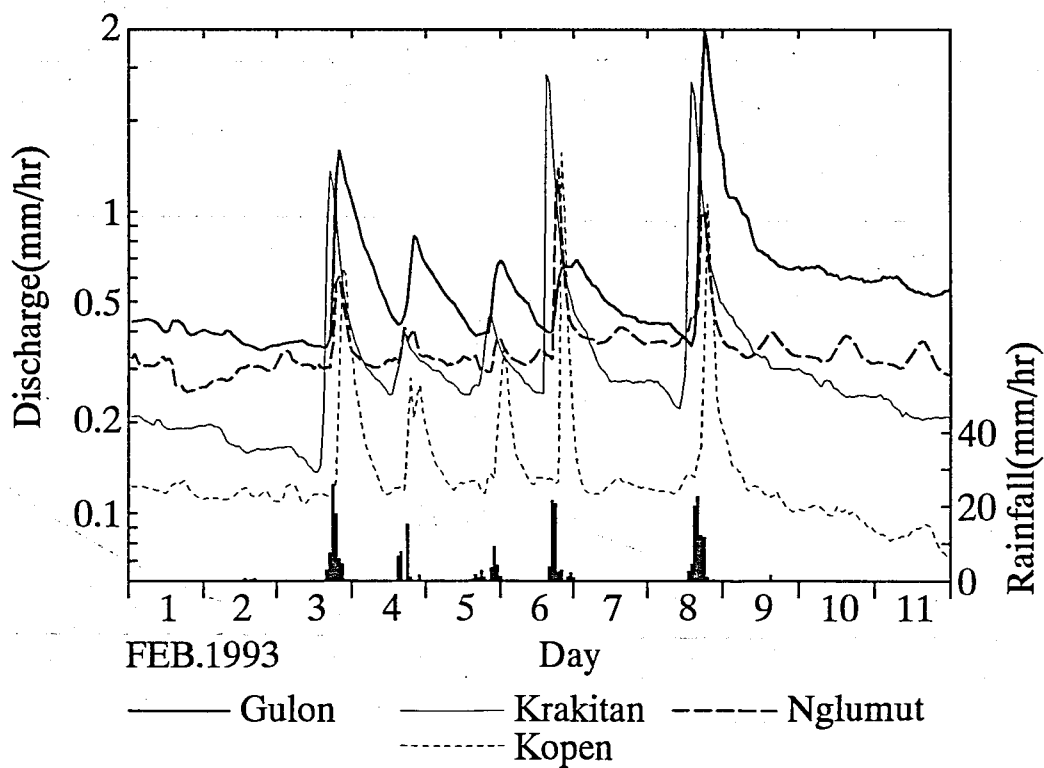


図2(b) 各観測地点における短期出水ハイドログラフ

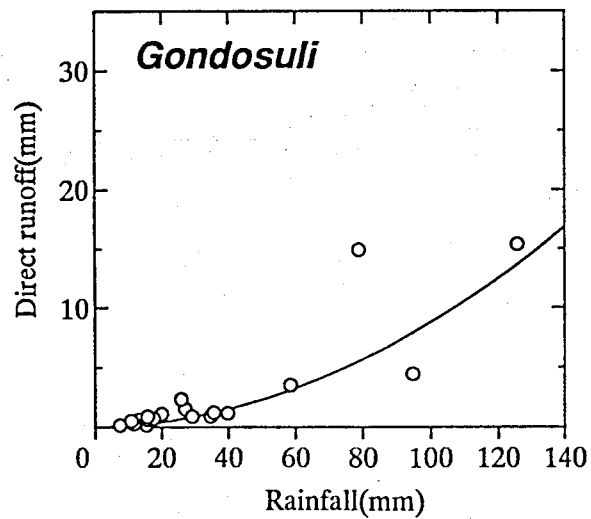
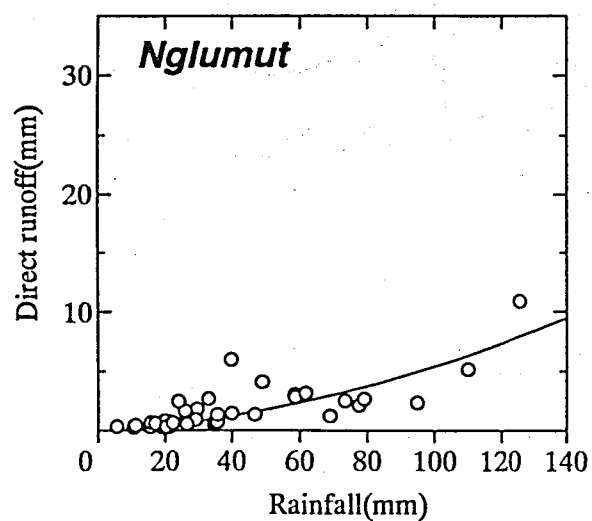
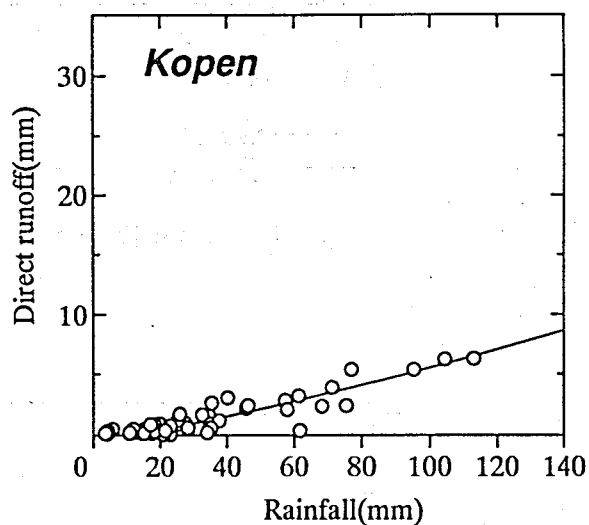
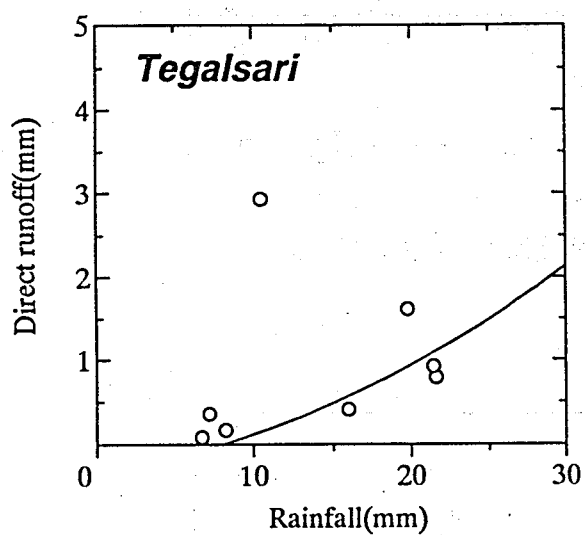
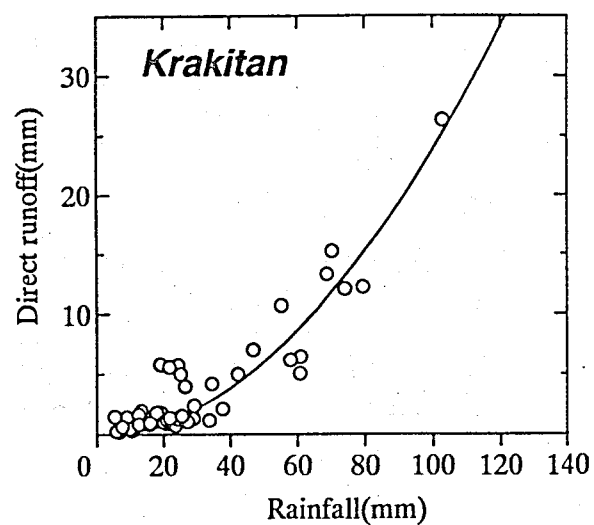
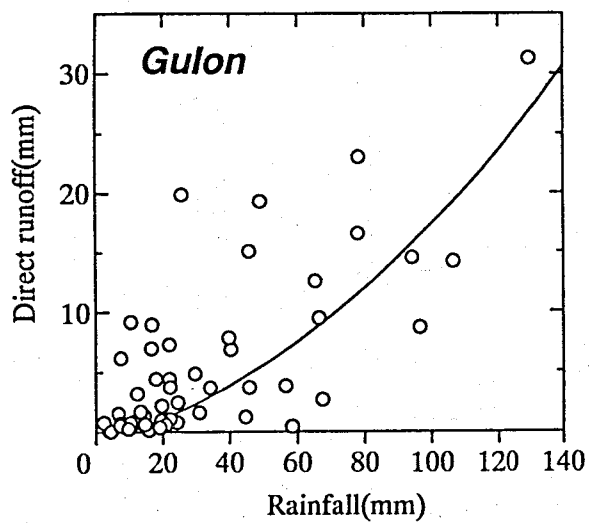


図3 各観測地点における降雨量と直接流出量の関係