

P8 インドネシア国メラピ火山南西麓における地下水位の短期変動

○名古屋大学農学部 田中隆文
名古屋大学農学部 伊藤忠司
東京大学 農学部 沼本晋也

1. はじめに

雲仙岳、御岳、磐梯山、ピナツボ山（フィリピン）、セントヘレンズ火山（米国）など火山地域における土砂災害は重大であり、その防災予測手法の一層の向上が必要とされている。特に火山体においては河川の集水域が表面地形から定め難く地下水成分の比率が高いなど、土砂災害発生場に関する水文的研究が遅れており、その研究レベルをさらに高めることが望まれている。

雨季と乾季が明確に区別され火山体表層の水収支の理解に適したインドネシア国メラピ火山を対象に水文調査を実施した。本調査を実施するにあたり、京都大学小橋澄治先生、福嶋義宏先生、諏訪浩先生、建設省阿部宗平氏、酒谷幸彦氏をはじめ多くの方々のお世話になった。また東京大学芝野博文先生、岩手大学太田岳史先生、東京農工大学窪田順平先生、名古屋大学竹田泰雄先生、戸松 修先生には様々な御便宜を図って頂いた。深甚なる謝意を表します。

2. メラピ火山水文調査の概要

メラピ火山はインドネシア国ジャワ島中部のジョグジャカルタ市の近郊にある標高2965mの成層火山であり（図-1）、火砕流や土石流が頻発しているが標高800m付近まで人家や

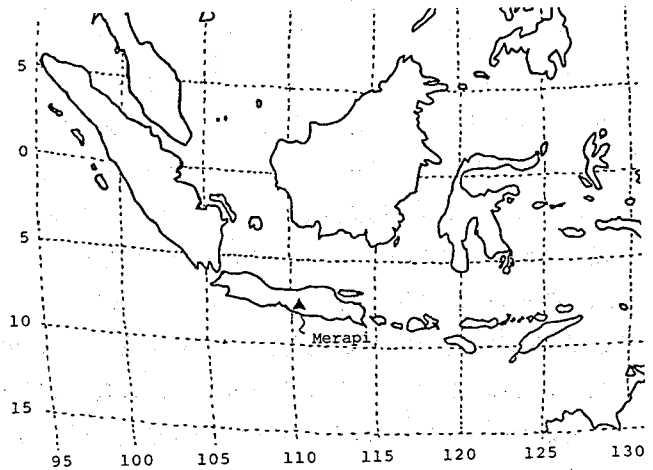


図-1 ジャワ島周辺図

畑が散在する。メラピ火山1991年度雨季調査隊水文班の日本側チームは本報告の著者3名で構成され、VSTC (Volcanic Sabo Technical Centre) をカウンターパートとして1991年12月から1992年1月まで現地に滞在し、以下の調査を実施した（図-2）。

- ①Bebeng-Krasak川（Kopen観測点）、Putih川（Tegalsari観測点）の河川水位自記計の設置と観測
- ②Bebeng-Krasak川、Putih川の河川流量の直接測定
- ③Bebeng-Krasak川、Putih川流域内の地下水位自記計の設置と観測
- ④南西麓での気象観測機器の設置と観測
- ⑤南西麓における地下水位と水質の広域調査（1点/1kmメッシュ）

3. 南西麓における降雨・流出関係

水位～流量関係は、Manning式を用いると次式で表される。

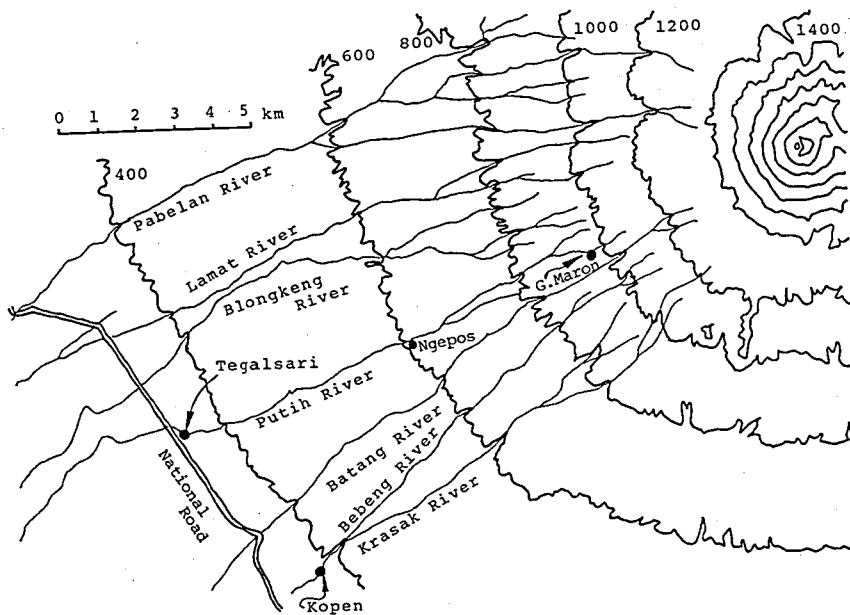


図-2 メラピ火山南西麓詳細図

$$\begin{aligned}
 Q &= B \times q = B \times \left(h / \left(n / I^{0.5} \right) \right)^{1/0.6} \\
 &= (h/k)^{1/0.6} \quad (1)
 \end{aligned}$$

ただし、 Q ；流量 (m^3/s)， B ；流路幅 (m)， q ；単位幅流量 (m^2/s)，

n ；Manningの粗度係数， I ；勾配， $k = n / I^{0.5} / B^{0.6}$

実際は流路幅 B は水位により変化するが、直接流量観測の回数が少ない現段階では、流路幅 B を定数とした水位～流量関係を近似的に用いることにする。

Putih川のTegalsari観測点では、2回の直接流量観測に基づき、次式を得た。

$$Q = (h / 0.289)^{1/0.6} \quad (2)$$

Bebeng-Krasak川のKopen観測点では1回の直接流量観測に基づき、次式を得た。

$$Q = (h / 0.0535)^{1/0.6} \quad (3)$$

1分インターバルの観測値から10分間平均値を求め、ハイドログラフを作成した(図-3)。

G.Maron観測点における降雨とKopen観測点における降雨を図中に示した。流域面積はBebeng-Krasak川のKopen観測点で約25 km^2 、Putih川のTegalsari観測点で約20 km^2 とした。

図-3によればBebeng-Krasak川は比較的流量が多く、Putih川は少ない。Putih川中流部のNgepos付近では雨季でも河道に流水がみられないことが多いが、1月12日の降雨では流水が認められた(写真-1)。



写真-1 Putih川中流部Ngepos付近で1992年1月12日に確認された表流水

Putih川のハイドログラフはピークから約半日後の減衰部に肩のような変曲点が認められ、12日の降雨では降雨終了後速やかに減衰した後、増水し約半日後の13日未明にピークとなった。これは芝野ら(1989)が北海道仙人峡で指摘したような(図-4に概念図を示す)、直接流出と基底流出のタイムラグによるものと考えられ、その長さは約半日と推定される。

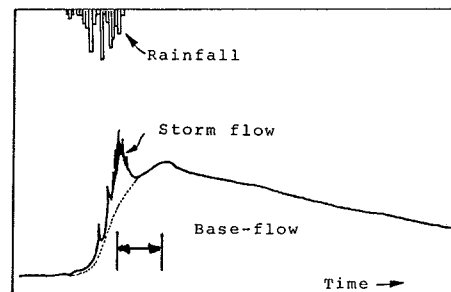


図-4 直接流出と基底流出のタイムラグ

4. 南西麓における地下水位の短期変動

図-5にKopen観測点とTegalsari観測点における地下水位の変動を示す。観測井は河道から数十m離れている。Kopen観測点では1月11日の観測開始時から地下水位の上昇が認められ、降雨のあった12日深夜から上昇速度は増加し14日にピークを迎え、以降15日深夜から16日未明のピークを伴い減衰傾向を示した。Tegalsari観測点では12日の降雨により地下水位は上昇に転じ約半日後の翌13日午前にピークを迎えた。同日の降雨により約半日後の深夜から14日の未明にかけてさらに水位は上昇した。以降減衰傾向を示すが15日の降雨に対応して約半日後の深夜から16日未明にピークを示した。

5. 火山体表層水収支の解明に向けて

Tegalsari観測点では河川の直接流出と基底流出のタイムラグが約半日であり、これは地下水位のピークが降雨から約半日後であることと一致した。また、Kopen観測点では直接流出と基底流出のタイムラグは認められず、地下水位のピークの数は降雨の数より少ない。今後、これらを踏まえたモデル化を行うとともに局所的な降雨の把握、蒸発散量の評価、地下水流出成分の推定、流域内での滞留時間

と成分分離の推定などを実施していく必要がある。

引用文献 芝野博文・三上幸三・西尾邦彦（1989）北海道中央部における積雪・融雪を考慮した流出解析：東大農学部演習林報告，80，129-155

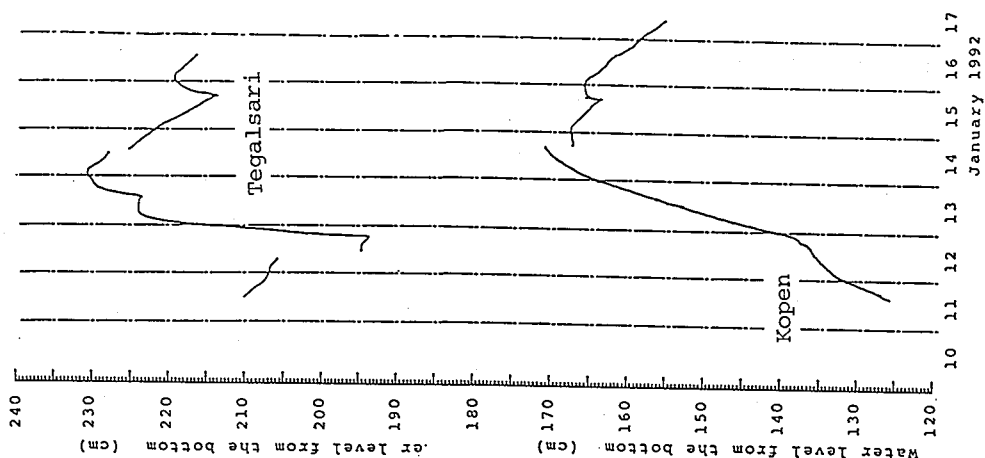


図-5 観測された地下水水位の変動

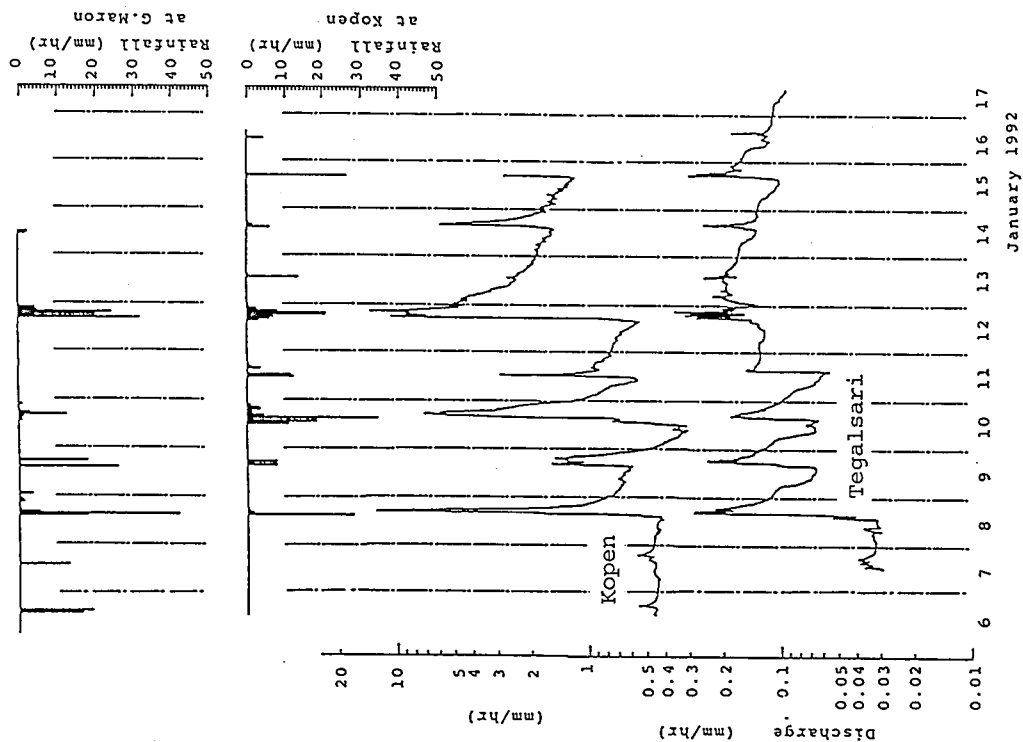


図-3 観測されたハイドログラフ