

新潟大学農学部 ○権田 豊, 野瀬田和明

京都大学防災研究所 宮田秀介, 藤田正治, 堤大三

インドネシア公共事業省 Akhyar Mushtofa, Santosa Sandy

1. はじめに

インドネシアでは、火山噴火後、雨期の集中豪雨の際に土石流等の二次災害が発生する危険性が高い (JICA, 2003)。噴火終息後は、インフラの復旧活動のほか、洪水流・土石流の緊急対策工事が早急に行われる必要がある。そのためには、土石流の発生基準雨量を明らかにすることが重要であるが、インドネシアでは十分な研究が行われていない。そこで本研究では、国土交通省・気象庁の設定手法 (国交省ら, 2005) を参考に、インドネシア・メラピ火山を対象に、土石流の発生基準雨量を検討する。ただし、この設定手法は日本の降雨条件に合わせて策定されたものであり、日本とは降雨条件が異なるインドネシアへこの手法を適用するためには、設定手法等の修正が必要であると考えられる。そこで本研究では計算条件を様々に変化させた解析を実施し、インドネシアに適した設定手法を明かにし、その上で出水発生基準雨量、その経年変化を定量的に把握する。

2. 研究対象地および解析の概要

インドネシア、ジャワ島の中部のメラピ火山、南西斜面の Putih 川を研究対象地とした。Putih 川上流部は普段は流水の見られない水無川であるが、1984年6月の噴火後に、降雨による大規模な土石流・洪水流が発生した。本研究では、1985年11月から1992年4月までの雨期 (11月~4月の6ヶ月) に、Putih 川上流の G.Maron 観測点 (標高 961m) で観測された 10分雨量データと、Mranggen 砂防ダム (標高 690m) で観測された 10分毎の河川水位データを解析に使用した。水位データから土石流か洪水流かを判断できないため、本研究では、河川水位が 50cm 以上に上昇する現象を「出水」と統一的に扱うこととした。

国土交通省・気象庁の設定手法では、まず、観測データから前後の無降雨期間を考慮して降雨イベントを抽出し、各降雨イベントを出水降雨と非出水降雨に分類。次に非出水降雨を用いて RBFN 解析を行い、縦軸に短期降雨指標、横軸に

長期降雨指標を用いた判別図上に RBFN 等値線を引く。最後に判別図の各等値線において見逃し率と空振り率を求め両者を勘案しながら出水発生基準雨量線を等値線の中から選定する。この手法をインドネシアに適用するためには、①降雨イベントを抽出する際の無降雨期間の長さ N 、② RBFN 解析に使用するパラメータ等、③短期、長期雨量指数に用いる雨量についての再検討が必要と考えられる。

本研究では、短期降雨指標に 10 分間雨量、横軸に実効雨量を用いることとし、半減期 T を 6, 12, 24, 48, 96 [hr] の 5 ケース変えた実効雨量を求めた。 N を 3, 6, 12, 24 [hr] の 4 ケース変化させて降雨イベントを抽出し、平均降雨継続時間と最長降雨継続時間を求め、解析に用いる N を絞り込んだ。また、RBFN の等値線の位置によっては出水発生基準線を効果的に設定できない場合があるため、等値線の分布に影響を与える λ_{\max} の値を変えて RBFN 解析を試行し、適切な λ_{\max} を求めた。

この λ_{\max} の値を用い、半減期 T を 6~96 [hr] の 5 ケース、 N を 3~12 [hr] の 3 ケース変えて RBFN 解析を行い、判別図を作成した。それぞれの判別図で、RBFN 等値線毎に見逃し率 X (式 1) と捕捉率 Z (式 2) を出水規模別に算出し、 $X=0$ で、 Z が最大となる RBFN 等値線を、出水発生基準雨量線とした。各判別図の出水発生基準雨量線 CL の Z の値を比較し、 Z が最大となる T と N の組合せを探索した。

$$X = B / (A + B) \times 100 \quad (1)$$

$$Z = A / (A + C) \times 100 \quad (2)$$

ただし、注目している RBFN 等値線の RBFN 値を R とすると、 A 、 B 、 C は、ピーク雨量の RBFN 値が $A: R$ 以下となる出水降雨数、 $B: R$ より大きくなる出水降雨数、 $C: R$ 以下となる非出水降雨数である。

3. 結果と考察

従来、日本で用いられている $N=24$ [hr] を用いて降雨イベントを抽出した場合、平均降雨継続時間、

最長降雨継続時間とともに非常に長くなることから、この値は不適切と判断した。

従来、崩壊・土石流の非発生雨量を RBFN 解析により設定する際に用いられる $\lambda_{max}=500\sim 5000$ といった値を用いた場合、出水降雨のデータが分布する範囲に CL を設定できないという問題があることがわかった。そこで本研究では、 λ_{max} を従来の値よりも大きい 500,000 に設定した。

降雨イベントを抽出する最小無降雨期間 N と実効雨量の半減期 T の組み合わせ毎に判別図を作成し、出水規模別に Z の値を算出しそれらと比較した結果、 $T=6[\text{hr}]$ 、 $N=6[\text{hr}]$ の組み合わせを使った場合、 Z の合計値が最も高く、総合的な判別精度が高いことがわかった (図 1)。

この T, N の組合せを用いた場合、出水規模、噴火からの経過年月により出水発生基準雨量線の RBFN 値は異なる結果となった (図 2)。例えば、ピーク流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上、 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上、 $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上で出水規模を分けた場合、1985 年は CL の RBFN 値は 0.9 で共通であったが、1986 年は、 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上では CL の RBFN 値は 0.9 で変わらなかった (図 2a) のに対し、ピーク流量 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水の場合、CL の RBFN 値は 0.8 と減少し (図 2b)、ピーク流量 $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水の場合、1986 年は 0.1 と RBFN 値が大幅に減少した (図 2c) といった具合に、出水規模が大きい程、CL の RBFN 値大きく変化する結果となった。

4. おわりに

本研究では、インドネシア・メラピ火山 Putih 川における、火山噴火後の降雨とそれにとまう出水の関係を解析し、国土交通省・気象庁による土石流発生基準雨量の設定手法をインドネシアに適用する場合に適した計算パラメータ、雨量指標を明かにした。さらにその手法により、Putih 川での出水規模別の土石流発生基準雨量とその経年変化を定量的に把握した。しかし、今回の解析では、出水降雨のデータが多くはなく、また使用した雨量と水位のデータの正確性に問題を感じた部分もある。今後研究を進めるにあたり、データの質と量を高める必要がある。

引用文献

- JICA (2003) メラピ火山およびスメル火山防災事業 (2), JICA 事業評価報告書, 1-16
- 国交省・気象庁・国総研 (2005) 国交省河川局

砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法

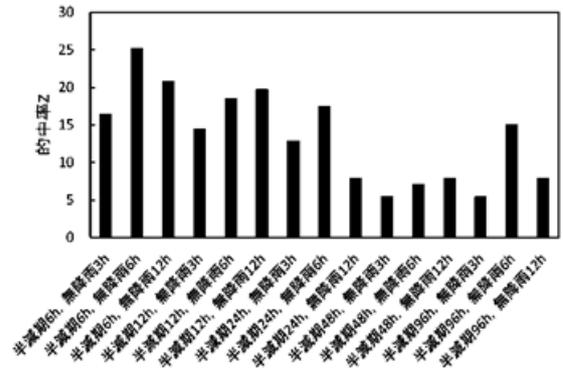


図 1 ピーク流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水降雨の的平均 Z と実効雨量の半減期と最小無降雨期間

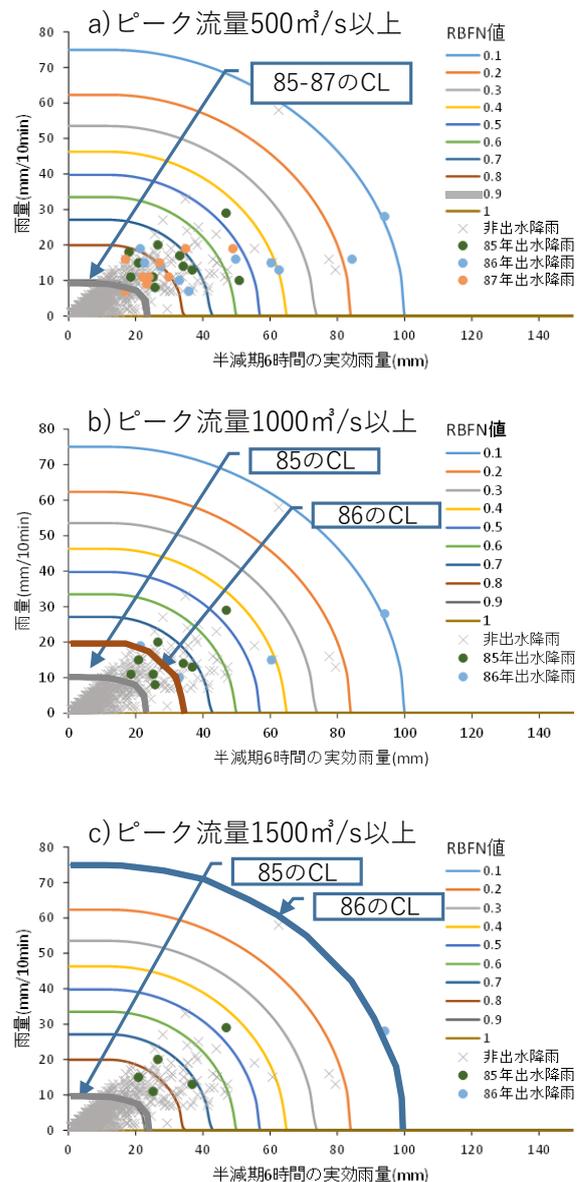


図 2 ピーク流量規模別の出水降雨のピーク雨量の経年変化