

# 任意時間累積降雨量を用いた小流域における流出解析

○八反地 剛 (筑波大・陸域環境研究センター)・松四雄騎 (筑波大・院)

## 1. はじめに

山地小流域の流出特性を把握することは、単に水文学的な降雨流出機構の実態解明にとどまらず、崩壊や土石流の発生予測にも貢献すると考えられている。そのような観点から、実際に地質条件などの異なる溪流で流出観測を行い、土石流の発生予測に役立てようという試みがなされてきた (恩田ほか, 2006)。

小流域で取得された流出データによりピーク流量を予測することは、砂防学的に重要な問題である。従来の流出解析では最大1時間降雨量、日降雨量あるいは実効雨量を降雨指標として用いることが一般的であるが、降雨に対する流出応答は地形・地質条件によって異なるので、流出解析に最適な降雨指標は本質的には流域によって異なるはずである。本研究では、積算期間の異なる降雨量とピーク流量の相関関係を調べることにより、どの積算期間が流出解析に最適であるかについて検討する。

## 2. 解析方法

今回の解析には、足尾山地と房総半島の地質・地形・流域面積の異なる8つの小流域 (表-1) で得られた降雨・流出データを用いた。これらの流域では夏季の降雨・流出観測が2000-2003年に開始されている (Hattanji & Onda, 2004; 松四・松倉, 2004)。なお測定間隔は10分である。

本研究では、(1) 流出ピークの抽出と任意時間累積降雨量の計算、および(2) ピーク流量に対する任意時間累積降雨量の回帰分析、の2つのステップでデータを解析した。最初に、各流域で観測された流量データから誤差範囲を超える流量のピークをすべて抽出し、その流出ピークの時間から起算して  $n$  時間前までに降った降雨量の合計を求めた (図-1)。なお本研究では  $1/6 < n < 48$  時間とした。流出応答がよい流域の場合、単一の降雨イベントでも降雨強度の変化により複数の流出ピークが発現することがあるが、その場合もすべての流出ピークを対象として上記の計算を行った。

次に、ピーク流量と累積降雨量の相関関係を時間別に解析した。回帰分析においては次の線型モデル (1) 式を利用した。

$$Q_p/A = aR_n + b \quad (1)$$

ここで、 $Q_p/A$ : ピーク比流量、 $R_n$ :  $n$  時間降雨量、 $a, b$ : 係数である。べき乗、指数関数などの非線型モデルを (1) 式の代わりに利用することも可能だが、本研究ではこの問題には立ち入らない。

## 3. 結果および考察

足尾山地のチャートを基盤岩とする4つの流域のうち、1次谷のC1LとC3L流域では3-10時間降雨とピーク流量の相関係数が高くなった。また、

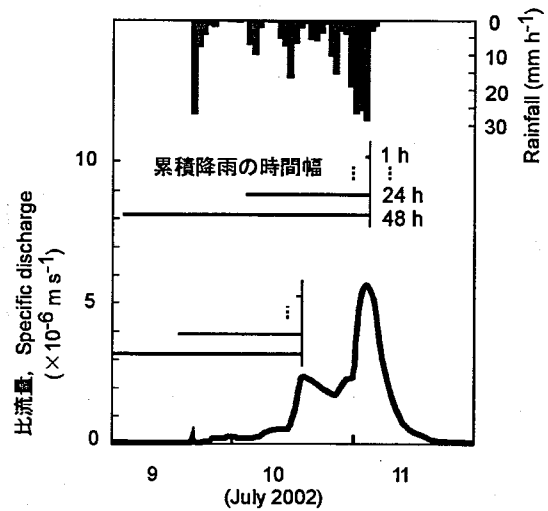


図-1 任意時間累積降雨量の算定方法

	地域	基盤岩石	面積(m <sup>2</sup> )	起伏比
C1L	足尾	チャート	7,200	0.72
C2	足尾	チャート	106,000	0.44
C3L	足尾	チャート	5,300	0.81
C3U	足尾	チャート	1,700	1.03
S2	足尾	砂岩・頁岩	95,000	0.27
S3L	足尾	砂岩・頁岩	7,200	0.61
S3U	足尾	砂岩・頁岩	3,200	0.72
KMS	房総	泥岩(第三系)	20,800	0.35

表-1 対象流域の諸元

相関係数が高くなる時間幅は、急峻な0次谷のC3U流域では小さく(0.5-6時間)、小起伏で2次谷のC2流域では、大きく(8-12時間)なった。なおC2流域の相関係数が低いのは、頻繁に発生するオーバーフローの影響かもしれない。

チャートの流域から約10km南方にある砂岩・頁岩の互層を基盤岩とする3流域は、チャートとは異なる傾向を示した。特に谷頭部に位置するS3U流域と流域面積の大きいS2流域において、右上がりの傾向が顕著である。これらの流域では18-48時間降雨とピーク流量の間の相関係数が高い。1次谷のS3L流域では単一降雨波形に対して2つの流出ピークが発生することが多く、降雨強度と先行降雨の影響が混合し、相関係数が低下した可能性がある。

鹿野山の泥岩KMS流域は降雨に対する応答のよい流域であるが、8時間以上の長い時間幅の降雨とピーク流量の相関が高いという結果が得られた。ただし、この流域でもオーバーフローの影響があるかもしれない。

#### 4. まとめと今後の展望

任意時間累積降雨量を用いた解析により、積算雨量とピーク流量の相関係数が高くなる降雨の時間幅を流域ごとに明らかにすることができた。同様の手法を任意の溪流に適用することで、流出ピークに強く影響を与える降雨の時間幅を推定することができる。この手法は、地質・地形・水文条件に基づいた土石流の警戒・避難体制の確立にも貢献できるかもしれない。

一方で、相関係数が高くなる降雨の時間幅は地形・地質などの影響を受け、流域によって大きく異なることも明らかとなった。今後地質・地形別にデータを蓄積して傾向を把握する必要がある。

また、Matsushi (2006) は同様の手法を降雨時のピーク間隙水圧の予測に適用し、斜面崩壊の発生に有効な降雨の時間幅を求めた。今後は、小流域の流出解析だけでなく、間隙水圧の変動にも適用して、実用的な問題(土石流や斜面崩壊)に対する応用事例を増やしていきたい。

<謝辞> 本研究を始めるにあたり国総研の内田太郎博士からは有意義な指摘を受けました。また筑波大学の恩田裕一助教授からは足尾山地の観測機材の提供を受けました。ここに記して感謝します。

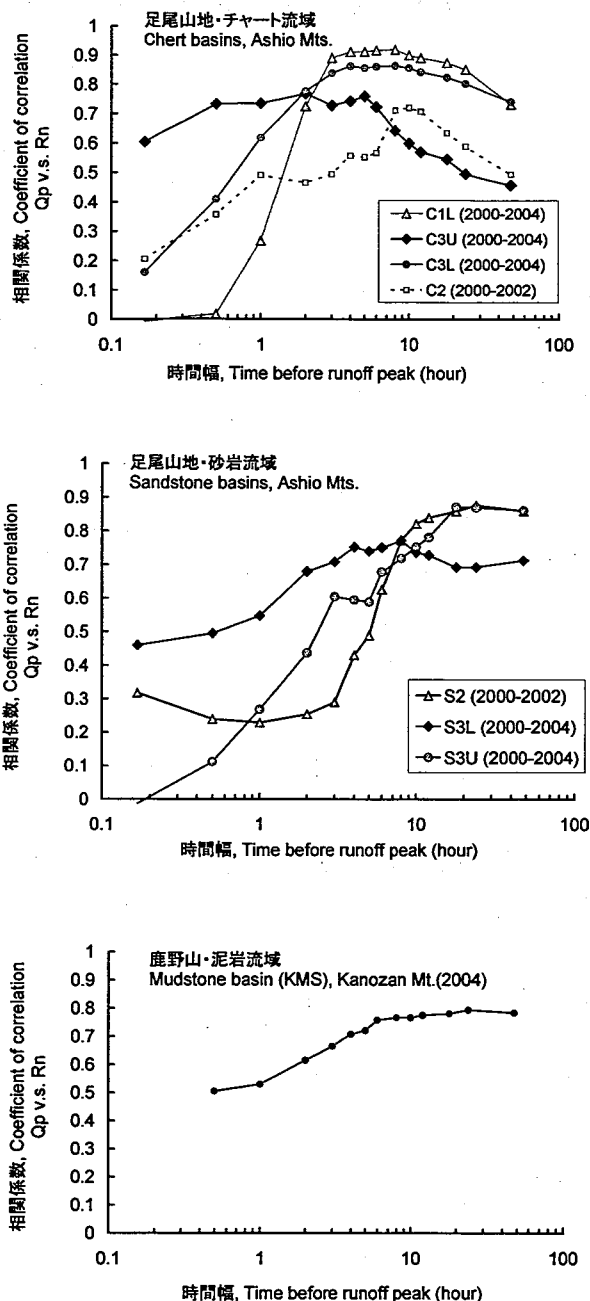


図-2 累積降雨量の時間幅と相関係数の関係

#### 5. 参考文献

- 恩田ほか(2006): 降雨流出特性を用いた土石流警戒避難基準の策定法の検討. 砂防学会誌, 58(5), 13-17.
- 松四・松倉(2004): 透水性の異なる砂岩と泥岩からなる丘陵地における斜面崩壊の発生機構と発生位置. 地形 25, 139-159.
- Hattanjji & Onda (2004): Coupling of runoff processes and sediment transport in mountainous watersheds underlain by different sedimentary rocks. *Hydrological Processes*, 18, 623-636.
- Matsushi (2006): Triggering mechanisms and rainfall thresholds of shallow landslides on soil-mantled hillslopes with permeable and impermeable bedrocks. 筑波大学学位論文. 109p.