

降雨の空間相関性と崩壊・土石流発生支配降雨について

パシフィックコンサルタンツ(株) ○秋山怜子
筑波大学 農林工学系 宮本邦明

1. はじめに

豪雨を原因とする土砂災害が頻発するわが国において、時系列の降雨量を用いた警戒・避難は重要な防災対策である。その課題のひとつとして、1箇所の雨量観測地点のデータの適用される範囲が広く、観測地点における降雨の代表性に疑問が生じることがあげられる。そのため、対象とする場所の観測地点からの距離や地形条件、降雨をもたらす気象条件等に支配される降雨の空間相関性を評価する手法の確立が望まれる。

本研究では前報(秋山ほか, 2002; 秋山ほか, 2003)に続き、屋久島を対象として、ハイエトグラフ及び崩壊・土石流発生支配降雨量に着目して降雨の空間的な相関性について検討する。

2. 対象地の概要と使用したデータ

表-1に屋久島の概要を示す。屋久島は、多雨地域であると同時に、九州最高峰の宮之浦岳(1,950m)をもつ急峻な地形であることが知られている。降雨データは、気象庁 AMeDAS の屋久島(上屋久町小瀬田, 以下「小瀬田」とする)、林野庁屋久島森林環境保全センターの観測する大川、鹿児島大学の観測する土面川流域の標高 430m 地点(1979 年及び 1997 年の土石流の発生源となった崩壊地に最も近い雨量計; 以下「土面 430」とする)の 1996 年から 2000 年の 1 時間雨量を使用した。それぞれの観測地点の位置を図-1に示す。

欠測のない小瀬田のデータから 1 時間雨量と 72 時間雨量でそれぞれ毎年 10 位までの降雨イベントを抽出し、さらに季節や順位を考慮して抽出した 26 降雨を解析対象とした。なお、一降雨イベントは前後に 24 時間以上の無降雨時間をもつひとまとまりの降雨とした。また、降雨イベントの時間特性についてはハイエトグラフの自己相関係数が 1 から 0.5 まで減少する時間で定義し「特性時間」と呼ぶことにする。空間特性については 2 地点のハイエトグラフの相互相関係数を用いて評価し、その最大値を指標とした。

3. 屋久島における降雨の時空間特性

3.1 崩壊発生からみた降雨の時空間特性

屋久島における降雨は、年降水量で見ると西岸部より東岸部が多雨であり(例えば江口, 1984)、台風時には海岸部と比較して内陸部が著しく多雨になる(高原・松本, 2002)ことが指摘されている。

前報では、小瀬田と大川のハイエトグラフを用いて、屋久島における降雨の時空間特性として①降雨イベントの特性時間は一降雨イベントの継続時間に対して短く、一降雨イベントは一般に複数の雨域から構成される②台風による降雨時の 2 地点のハイエトグラフは、特性時間が長いものほど空間的な相関性が高くなり、広範囲に同一の雨域による降雨がもたらされていることが示唆される③低気圧及び停滞前線の場合は、特性時間が長くとも空間的な相関性は低く、広範囲にもたらされる降雨は不均質である④既存の手法に従って推定した屋久島西部にある土面川流域における崩壊・土石流発生支配降雨は、小瀬田地点の雨量を指標として約 48 時間雨量で 360mm 以上となり、大部分の降雨イベントの特性時間より長い時間の降雨量で定まっている、の 4 点が把握できた。このことは、崩壊・土石流の発生を支配している時間内における異なる雨域によるピークの発生頻度が、その時間内の総降雨量に影響を及ぼすと考えられ、特に低気圧や停滞前線による降雨の場合、小瀬田における降雨観測を基礎とした崩壊・土石流発生支配降雨の代表性を議論する必要があることを示している。

3.2 土面川と東西 2 地点のハイエトグラフの相関性

土面川における降雨と離れた地点のハイエトグラフの相関性について把握するため、土面 430 と小瀬田、および土面 430 と大川の組み合わせについて、それぞれ小瀬田または大川における特性時間と 2 地点の相互相関係数の関係を図-2 及び図-3 に示した。その結果、図-2 の小瀬田と土面 430 については、前報(秋山ほか, 2003)の小瀬田と大川との間の解析結果と同様に、台風の場合は特性時間が長くなるに従って相関性が高くなり、低気圧及び停滞前線では相関性が低くな

表-1 屋久島の概要

位置	九州南方 約85km
面積 および 形状	500km ² のほぼ円形
周囲	約132km
地質	山地部 屋久島花崗岩
	沿岸部 古第三系堆積岩(砂岩・頁岩) 第四系堆積岩
年間降水量 (1996~2001年平均)	山地部 6,200mm
	沿岸部 4,400mm

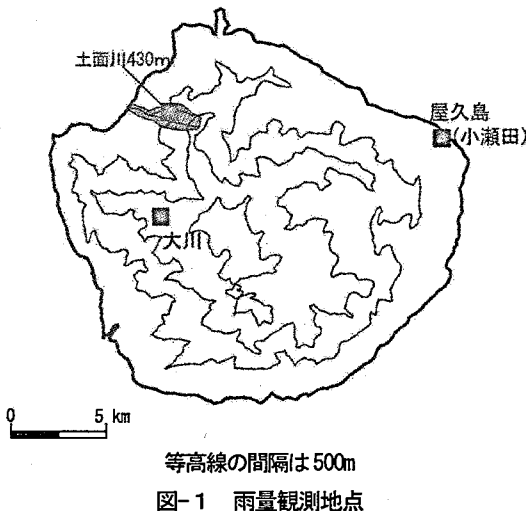


図-1 雨量観測地点

る傾向を示している。

一方、図-3の大川と土面 430 については、大部分のイベントで相互相関係数が 0.7 以上となり、両者のハイトグラフの相関が良いことがわかる。しかしながら、停滞前線については台風・低気圧の場合と比較して、特性時間を問わず相関性がやや低い傾向にある。

すなわち、大川と小瀬田では、土面 430 からみて距離的に近い大川で土面 430 との間の相関が高いハイトグラフが観測される結果が得られているが、その相関性は気象条件によって異なっている。

3.3 土面川と東西2地点の降雨量の相関性

降雨イベントごとに、小瀬田と土面 430、大川と土面 430 の 48 時間最大雨量 (R_{48}) を比較し、図-4及び図-5に示す。また、土面 430 における最大 48 時間雨量の小瀬田または大川における比を求め、さらにその分散と相関係数を求めた。図-4 より、ほとんどのイベントで小瀬田の最大 48 時間雨量は土面 430 のそれより多い傾向にある。また、最大 48 時間雨量の比は、0.1~3.6 であり、分散は 0.55 であった。特に低気圧については、相関係数が 0.34 と低い。一方、図-5 より、大川と土面 430 の最大 48 時間雨量は同程度の値を取っている。2 地点の降雨量の比は、1998 年 4 月 30 日 (停滞前線; 0.1), 1999 年 5 月 18 日 (停滞前線; このイベントのみ図幅外) を除き 0.4~1.6 であり、分散は 0.12 であった。また、その相関係数は、気象条件を問わず 0.8 以上の値を得た。

4. まとめ

土面 430 と小瀬田の両地点におけるハイトグラフの間には、前報の小瀬田と大川の両地点におけるハイトグラフの間の関係と同様の関係が得られた。土面 430 から見て小瀬田より距離的に近く同じ内陸にある大川におけるハイトグラフは、土面 430 のハイトグラフとの間に、台風及び低気圧による降雨時には概ね 0.7 以上の相互相関係数が得られ、最大 48 時間雨量では両者の比はおよそ 0.4~1.6 の範囲にあった。停滞前線による降雨時には、最大 48 時間雨量については台風及び低気圧と同程度の傾向を示すが、ハイトグラフの相関係数は台風及び低気圧と比較してやや低い値が得られており、異なる降り方をしていることが示唆される。

崩壊・土石流の発生支配降雨は、崩壊・土石流の発生を支配している地下水の到達時間内の総降雨量によって表される。一方、本解析からその到達時間は、降雨の特性時間に比して長く、降雨の特性時間は降雨の空間的スケールと何らかの関係があることが示され、発生予測のためには、観測地点のデータの代表性を議論する必要があることが示された。土面 430 における降雨を小瀬田および大川の降雨で代表しようとするとき、台風については小瀬田の降雨データを用いて代表することが可能と判断されるが、低気圧や停滞前線については難しいこと、距離的に近い大川についても、停滞前線については難しい場合があることが示された。今後は、警戒避難に用いる観測ネットワークのもつ降雨の時空間的な代表性について、本解析のような降雨の相関性を把握すること、また、既存のネットワークに関する解析を行い、警戒・避難に用いる雨量観測地点の適切な選択方法について検討することが必要であると思われる。

最後に、本研究に使用したデータを提供していただいた林野庁屋久島森林環境保全センター及び鹿児島大学砂防・水文学研究室の地頭菌隆先生に感謝いたします。

引用文献：秋山・天田・宮本・西田(2002), 平成 14 年度砂防学会研究発表会概要集, 412-413. 秋山・宮本・西田・安仁屋(2003), 平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集, 26-27. 江口(1984), 屋久島原生自然環境保全地域調査報告書, 3-26. 高原・松本(2002), 地学雑誌, 111(5), 726-746.

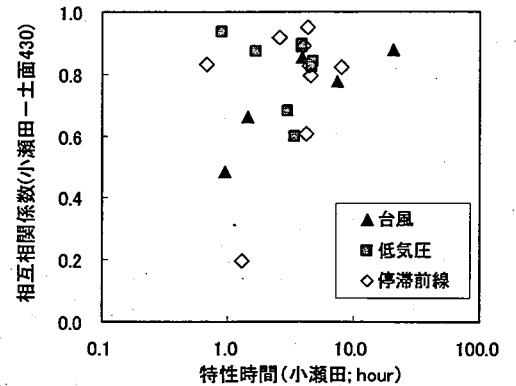


図-2 小瀬田における特性時間と小瀬田—土面 430 の相互相関係数との関係

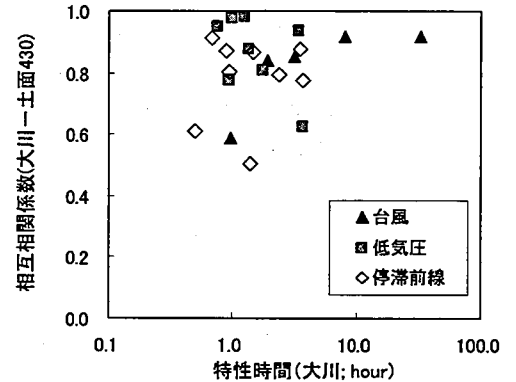


図-3 大川における特性時間と大川—土面 430 の相互相関係数の関係

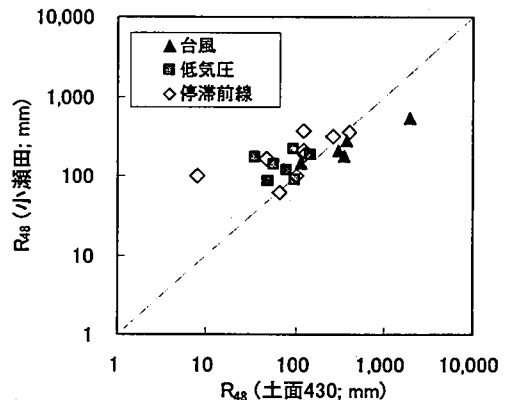


図-4 小瀬田と土面 430 の最大 48 時間雨量の関係

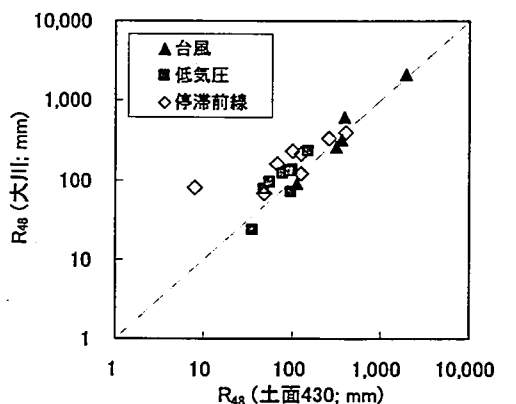


図-5 大川と土面 430 の最大 48 時雨量の関係