

藤原岳において繰り返し発生する土石流の誘因について

京都大学農学研究科 ○万田純菜 小杉賢一朗

1. 緒論

豪雨による土石流の発生が毎年のように起こっている。土石流に対する避難指示の発令にあたって、土壌雨量指数と 60 分間雨量を用いて一定の降雨基準（CL）が決められているが、土壌雨量指数のパラメータは全国一律であり、地点ごとの特性や状況を考慮していない。特に、繰り返し土石流が発生する流域では、土石流が発生するたびに流域の状況が変化することが考えられることから、雨量指数や CL を一定にするのではなく、前回の土石流発生時の降雨イベント（以下、単にイベントと呼ぶ）以降初めて経験する雨になっているかに着目した未経験降雨の考え方（小杉，2022）に基づき土石流の発生を判定することが有効になる可能性がある。そこで本研究では、1998 年から 2012 年まで計 8 回の土石流が発生している三重県の藤原岳を対象とし未経験降雨の考え方が適用できるか検討を行った。

2. 研究対象地

三重県の鈴鹿山脈に位置する藤原岳は、石灰岩により構成されており、礫と礫が石灰岩から溶脱された石灰分で結合したさざれ石も存在する。西之貝戸川と小滝川の流域が存在し、西之貝戸川の流域面積は 1.2 km²、流域勾配は谷出口で 5～14°、流域内では 20～30°である。小滝川の流域面積は 2.68 km²、流域勾配は約 17°である（平谷，2009）。これらの流域では、1998 年に岐阜

表-1 土砂移動の履歴（平谷，2009 を改変）

年月日	発生流域	流出土砂量(m ³)	土砂停止場所
1998年 4月22日			地震発生
①7月29日	西之貝戸川	—	西之貝戸川1号堰堤整備
1999年 3月16日			地震発生
②8月19日	西之貝戸川	3,000	1号堰堤
	小滝川	10,000	1号堰堤の下流
③9月24日	西之貝戸川	37,000	1号堰堤の下流
	小滝川	5,000	1号堰堤の下流
			西之貝戸川2,3,4号堰堤整備 小滝川1号堰堤の嵩上げ、 2号堰堤整備
2002年 ④7月9～10日	西之貝戸川	—	3号堰堤の上流
	小滝川	21,080	1号堰堤
⑤7月17日	西之貝戸川	39,860	1号堰堤
	小滝川	20,970	1号堰堤
			小滝川1号堰堤下流に遊砂地を整備
2003年 ⑥8月8日～9日	西之貝戸川	26,000	2号堰堤
	小滝川	50,000	小滝川遊砂地
2008年 ⑦9月3日	西之貝戸川	37,600	2号堰堤
	小滝川	47,300	小滝川遊砂地
2012年 ⑧9月17～18日	西之貝戸川	63,300	4号堰堤
	小滝川	132,600	小滝川遊砂地

県美濃中西部の深さ 8 kmを震源とするM5.4 の地震が発生し、その後土石流が初めて観測されたが、それ以前の過去 60 年間は土石流が観測されていない。地震後は、表 1 のように 1998 年から 2012 年までにイベント①～⑧の計 8 回の土石流が発生している。平成 14 年の「藤原岳周辺流域土石流発生基準雨量検討委員会」の提言（平谷，2009）に基づき設定された土石流発生警戒基準は、「タンクモデル貯留高合計が 110 mmを超過、あるいは 10 分間雨量 17mm 以上を観測した場合」である。平成 20 年には最大 10 分間雨量 21mm を記録して土石流が発生しており、この基準を上回る値となっていた。

3. 方法

今回のイベントが前回の降雨イベント終了後から初めて経験する雨となっているかを、以下に述べる方法で調査した。雨量データについては、最寄りの観測所における 1976 年 1/1～2012 年 12/31 までの一時間雨量を使用することとし、1976 年～1992 年はアメダス北勢観測所、1993 年～2001 年は三重県の阿下喜、2002 年～2023 年は三重県の藤原岳の雨量データを用いた。解析にあたって、図-1 のように前回の降雨イベントをイベント A、今回の降雨イベントをイベント B とする。イベント A 終了後から、イベント B 開始直前までの期間の実効雨量最大値を Max (a) とし、イベント B の最大値を Max (b) とする。Max (a) <Max (b) となれば、前回以降初めて経験した降雨規模であったこととなる。このような検討を、各イベントについて実施した。ただし、イベント①に関しては、Max (a) を計算する期間の開始を地震発生時とした。実効雨量の半減期 M は、0.1～3000h の範囲の様々な値に設定した。

4. 解析結果

始めに $M=2000h$ における実効雨量の例を示す。図-2 のように、イベント③⑤⑥⑧では、今回のイベントが前回のイベント終了後初めて経験する雨となっている。一方で、イベント②④⑦において、イベント①と②の間には、イベント②よりも大きい実効雨量を示す 1998 年 9 月のイベントが存在している。同様に、イベント③とイベント④の間では 1999 年 10 月、イベント⑥と⑦の間では 2004 年 10 月にそれぞれイベント④と⑦よりも大きい実効雨量を示す降雨イベントが存在する。

よって、イベント②④⑦では、前回の土石流発生後、既に経験した降雨の規模より小さいにも関わらず、土石流が発生したこととなる。イベント①については、地震発生後初めて経験する規模であったが、地震発生以前の降雨を含めると、最大規模の雨量ではなかった。このことから、地震によって素因が変化し、土石流が発生した可能性が考えられる。各種半減期に関する結果をまとめたものが図-3 である。イベント①～⑧のいずれにおいても、 $\text{Max (a)} < \text{Max (b)}$ となる半減期 M が存在していることから、いずれの土石流も、降雨が前回のイベント以降初めて経験する規模になった時点で発生したことが考えられる。また、特に $M=0.1 \sim 0.4h$ では、イベント②以外のすべてで $\text{Max (a)} < \text{Max (b)}$ となり、大半の土石流の発生を説明できる半減期となっている。

5. 結論

藤原岳の事例を検討した結果、未経験降雨の考え方をを用いて土石流の発生を説明できる可能性が示された。今後の課題として、スネーク曲線を用いた検討が挙げられる。さらに、藤原岳と同様に土石流が繰り返し発生している焼岳や桜島についても検討を行いたい。

謝辞

災害データ・雨量データを提供いただいた三重県に感謝いたします。

引用文献

平谷和記：砂防学会誌，vol.62，No.3，p.74-79，2009
小杉賢一朗：砂防学会誌，vol.75，No.1，p.3-14，2022

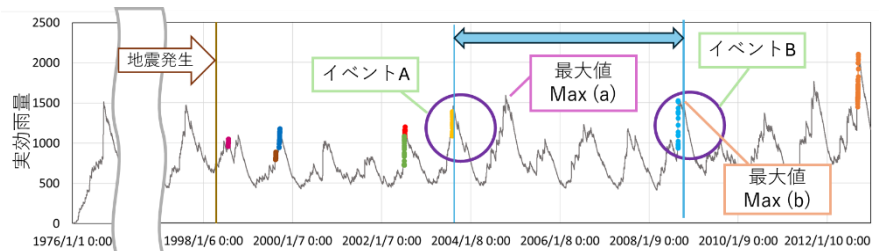


図-1 未経験降雨の評価手法

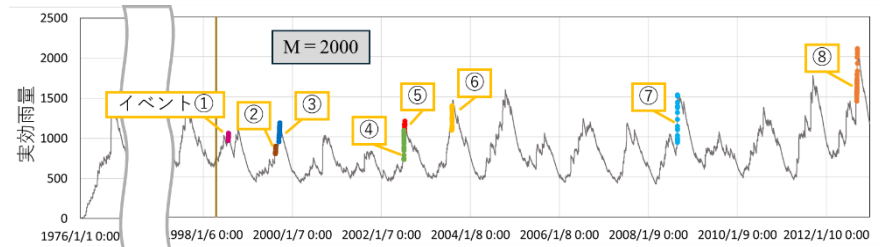


図-2 $M=2000h$ の実効雨量の時系列

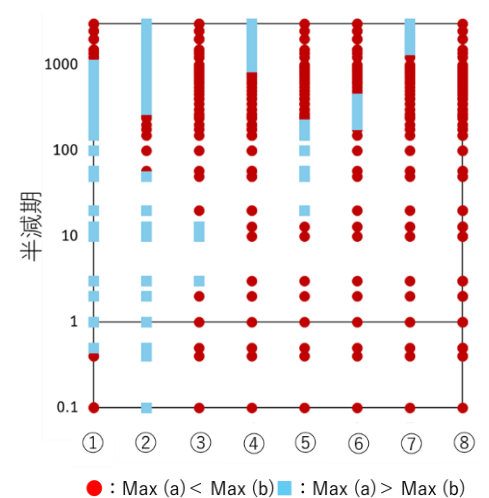


図-3 未経験降雨の発生状況