

土砂災害に対する警戒・避難指標としての未経験降雨指数の有用性の検討

京都大学大学院 農学研究科 ○福島拓実・小杉賢一朗

1. 背景と目的

近年の気候変動にともなう土砂災害の頻発・激甚化に対応するにあたって、警戒・避難のための適切な指標を用いることが重要である。現行の土砂災害警戒情報の発令にあたっては、雨量指標として60分間雨量と土壌雨量指数が用いられているが、そのパラメータは全国一律であり、個々の傾斜地の違いを考慮できていない。土砂災害の危険を地点ごとに適切に判断するための指標が必要である。また、具体的な災害事例を取り上げると、京都市左京区修学院では2021年から2022年にかけて計4回の土砂流出が発生している。このうち最初に発生した2021年7月の土砂流出では源頭部で花崗岩斜面が崩壊していた。このように流域が荒廃すると、その後の降雨で土砂移動が発生しやすくなると考えられる。よって、個々の地点の既往歴に応じた警戒・非難が必要となるが、4回の土砂流出イベントそれぞれに対する修学院学区での避難状況は低調であり、警戒情報・避難指示が避難行動に結びついていない現状がある。現行の土砂災害警戒情報に代わる指標として、さまざまな雨量指数を組み合わせる降雨状況を分析し、過去の降雨履歴と比較する未経験降雨指数 T_p が提案されている(小杉, 砂学会誌, 75(1), 3-14, 2022)。 T_p は地点ごとの過去の降雨履歴を参照するため、「一度荒廃した地点では、その後の雨で土砂移動が起きやすくなる」ことを考慮して危険性を伝えるにあたって有用ではないかと考えられる。よって本研究では、修学院エリアを対象として、未経験降雨指数 T_p を用いて土砂流出イベントを解析し、その有用性を検討する。

表1 土砂流出の発生した降雨およびそれぞれのイベントにおける修学院学区の最大避難者数

	土砂流出の発生した降雨	最大避難者数
①	2021年7月3日	1
②	2021年8月14日	1
③	2022年7月19日	0
④	2022年8月16日	(避難指示なし)

※修学院学区の避難対象者数は約8000人

2. 方法

未経験降雨指数 T_p は、半減期の異なる2つの実効雨量を組み合わせる複数種類のスネーク曲線をプロットし、現在時刻の降雨がいつ以来で最大と言えるかを抽出して決定される。すなわち、時刻 t の T_p は、「時刻 t の降雨が時刻 T_p 以降で最大である」ことを示している。本研究では、0.1h~3000hの範囲で、その対数値で等分した51種類の半減期を組み合わせ、1326種類のスネーク曲線を描いて各時刻の T_p を計算した。解析には、京都府が公開している「修学院」および「京都」観測局の時間雨量データと、気象庁の公開している「京都」気象台の時間雨量データを用いた。それらをもとにして作成した1970年1月1日~2022年12月31日の修学院一帯の時間雨量データから、土砂流出の発生した4つの降雨事例について T_p の推移を分析した。

3. 結果と考察

3.1. 降雨事例①2021年7月3日

最初に土砂流出が発生した降雨事例①では、 T_p は1970年まで遡った。このことは、過去52年間で最大規模の降雨だったことを示している。また、ここから1972年9月に発生した修学院音羽川の土砂災害時よりも規模が大きいこともわかる。 T_p を用いることで、修学院エリアの歴史的豪雨災害を上回る規模の雨であることを明確に伝えることができると考えられる。

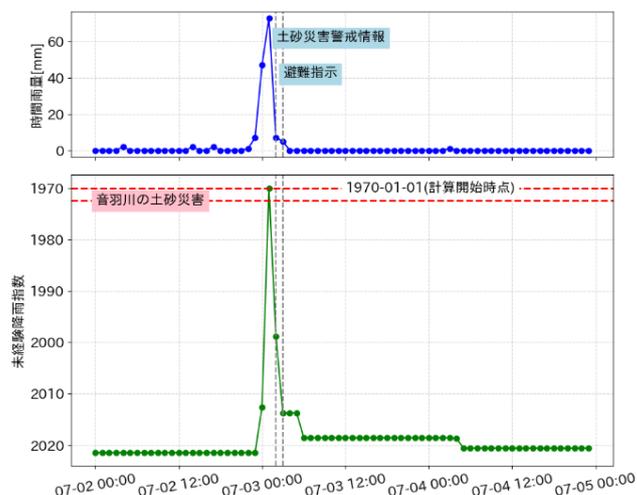


図1 降雨事例①における T_p の推移

3.2. 降雨事例②2021年8月14日

降雨事例②の初期において、 T_p は降雨事例①を超過した。つまり、流域が荒廃した後に、初めて経験する規模の豪雨になっていた。その後 T_p は一度1999年6月まで遡ったのち1989年9月まで遡った。これらはいずれも全国的に大きな被害を与えた豪雨災害であった。

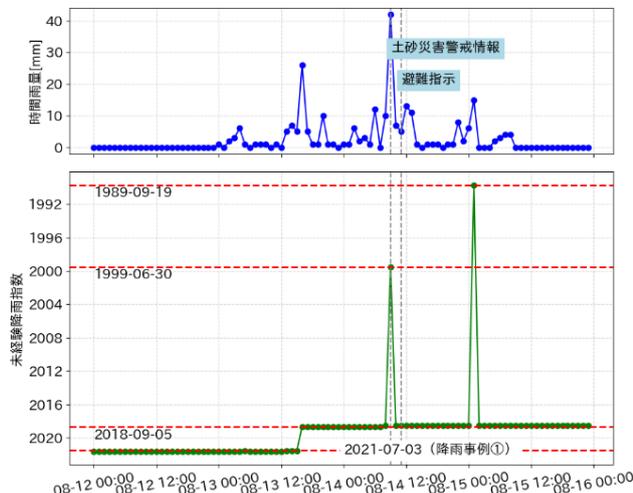


図2 降雨事例②における T_p の推移

3.3. 降雨事例③2022年7月19日

降雨事例③において、 T_p は避難指示が発令される前の降雨ピークの時点で前回土砂流出の発生した降雨事例②まで遡った。これはその時点での降雨が前回の土砂流出発生以降で最大となっていたことを示している。 T_p はその後、降雨事例①まで遡った。

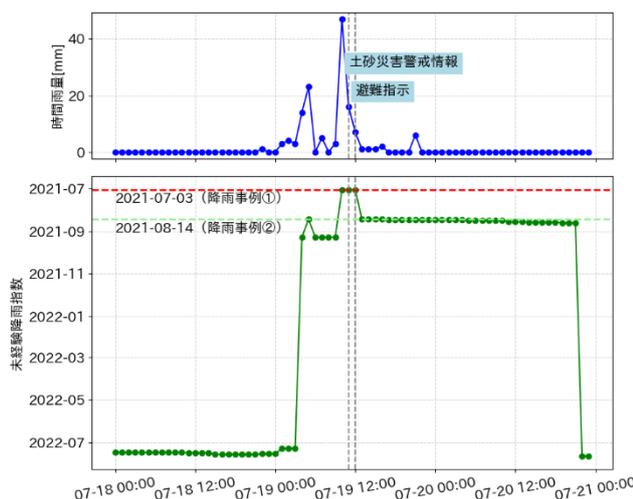


図3 降雨事例③における T_p の推移

3.4. 降雨事例④2022年8月16日

降雨事例④において、 T_p は前回土砂流出を引き起こした降雨事例③を上回り、前々回に土砂流出が発生した降雨事例②まで遡った。

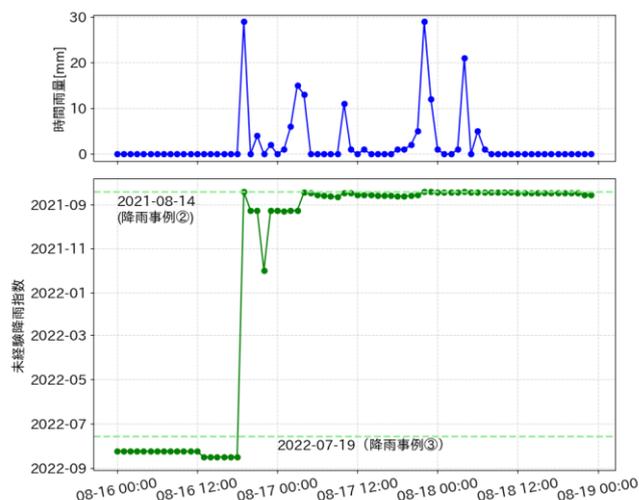


図4 降雨事例③における T_p の推移

以上の結果から、修学院では2021年7月3日の降雨で流域が荒廃してから後、「前回の土砂流出以来の最大規模の降雨」で土砂流出が発生していることが今回の分析で裏付けられた。また、「前回土砂流出が発生して以来初めて経験する規模の雨である」ことの指標として未経験降雨指数 T_p が有効であると考えられる。

4. おわりに

本研究では、土砂流出が複数回発生した京都府左京区修学院エリアを対象として、未経験降雨指数 T_p によって降雨事例を解析し、その有用性を検討した。「一度荒廃した地点では、その後の雨で土砂移動が起きやすくなる」ことを考慮して危険性を伝えるにあたっての有用性が期待できるほか、 T_p を用いることによって、修学院エリアの歴史的豪雨災害を上回る規模の雨であることを明確に伝えることができ、より迅速できめ細かな警戒・避難情報の提供が期待できる結果となった。一方で、 T_p を土砂災害の警戒・避難指標として用いるにあたっては、半減期の設定や、計算手法、実際の運用の面で、検討の余地は残されており、今後の継続的な研究が必要となる。

5. 引用文献

小杉賢一郎、「土砂災害に対する警戒・避難のための未経験降雨指数の提案」、砂防学会誌、Vol. 75、No. 1、p. 3-14、2022

「平成24年度から令和5年度までの災害記録」、京都市防災ポータルサイト、https://www.bousai.city.kyoto.lg.jp/past_year.html、2024年4月8日閲覧

謝辞 災害情報を提供いただいた京都府に謝意を表す。