

物部川流域における降水と 土砂災害の関連性に関する研究

1240059 木村健人

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

E-mail:240059h@ugs.kochi-tech.ac.jp

近年、想定外の豪雨が発生し、全国で土砂災害が発生している。物部川流域では、西日本豪雨があった2018年の方が年積算降水量は多いが、2019年に多くの斜面崩壊が発生したことが明らかになっている。本研究では降水量に着目し空間的に詳細な降水量を用いて物部川流域における斜面崩壊の発生件数が2018年より2019年に多く発生した原因を推定することを目的とする。解析雨量データを用いて、斜面崩壊発生箇所と流域界ごとに土砂災害危険度判定を用いた比較を行った。その結果どちらも2019年より2018年のほうが土砂災害危険度判定の高いランクを記録しており、2018年より2019年に斜面崩壊が多く発生した原因は推測できなかった。

Keyword: 土壌雨量指数, 斜面崩壊, 土砂災害雨量指数, 土砂災害危険度判定

1. はじめに

近年、毎年のように想定外の豪雨が発生し、全国で土砂災害が発生している。

都藤¹⁾は、衛星画像を用いて物部川流域における斜面崩壊の発生年を特定し、面積、推定土砂生産量を得た。都藤の研究では大柝の年積算降水量が用いられた。物部川流域では、西日本豪雨があった2018年の方が年積算降水量は多いが、2019年に多くの斜面崩壊が発生したことが明らかになった。降水量だけではなく傾斜角や地質なども斜面崩壊発生要因として考えられるが、本研究では降水量に着目し空間的に詳細な降水量を用いて物部川流域における斜面崩壊の発生件数が2018年より2019年に多く発生した原因を推定することを目的とする。

2. 手法

(1)対象期間と対象地域、使用データ

物部川流域を対象地域とし、対象期間は2018年～2019年の2年間とした。気象庁提供の解析雨量データ、都藤¹⁾提供の斜面崩壊発生箇所のデータ、流域界・非集水域データ²⁾を使用した。

解析雨量とは気象レーダの観測データと全国の雨

量計のデータを組み合わせて、1時間の降水量分布を1km四方の細かさで解析したものである。³⁾本研究では60分雨量を使用する。斜面崩壊発生箇所と発生年を図-1に示した。



図-1 斜面崩壊発生箇所と発生年¹⁾⁴⁾

発生年ごとの斜面崩壊箇所と箇所数を表-1 に示した。また 2019 年の崩壊について検討をするため、2019 年の崩壊についてわかっている範囲での詳細な期間と発生箇所数について表-2 に示した。

表-1 発生年ごとの発生箇所数¹⁾

発生年	発生箇所数
2018	6
2019	21

表-2 2019 年の発生期間と箇所数¹⁾

期間	発生箇所数
2月13日～5月24日	15
5月24日～8月17日	3
8月17日～11月15日	1

流域界・非集水域を図-2 に示した。ポイントは、物部川流域における斜面崩壊発生箇所を示している。

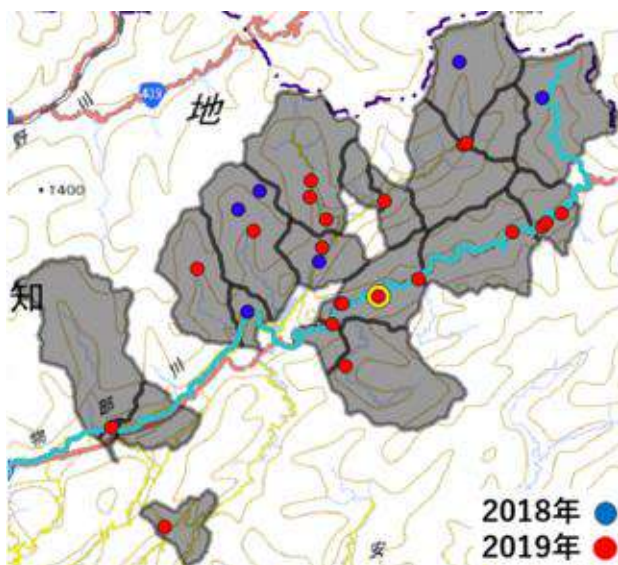


図-2 物部川流域の斜面崩壊箇所を含む流域界²⁾³⁾

(2)研究の流れ

五十嵐ら⁵⁾は、土砂災害雨量指数と土砂災害危険度判定という指標を作成した。土砂災害雨量指数は土壌雨量指数第 1 タンクの貯留高と 60 分累加雨量の積算値である。土砂災害危険度判定は、土砂災害雨量指数と 60 分累加雨量を組み合わせたものである。表-3 に五十嵐らが定めた閾値とランクを示した。ランクが上がるにつれて、土砂災害の発生確率が高くなる。さらに五十嵐らは九州北部や広島で土砂災害危険度判定を行い判定の評価を行った。その際の土砂災害の捕捉率⁶⁾は見逃しがあるものの 80%と高

いということが明らかとなった。

表-3 土砂災害危険度判定のランク⁵⁾

ランク	土砂災害雨量指数	60分累加雨量
6	200以上	40mm以上
5	180以上200未満	40mm以上
4	160以上180未満	40mm以上
3	140以上160未満	40mm以上
2	120以上140未満	
1	100以上120未満	
-	100未満は評価しない	

土壌雨量指数とは、降った雨による土砂災害危険度の高まりを把握するための指標であり「タンクモデル」を使用して計算する。⁷⁾ 土壌雨量指数を計算する際に使用する「タンクモデル」のパラメータは全国共通である。

タンクモデルと土壌雨量指数のパラメータを図-3⁷⁾に示した。第 1 タンクの貯留高は降水量から表面流出量と第 2 タンクへの浸透量を引いたものである。第 2 タンクの貯留高は第 1 タンクの浸透量から表層浸透流出量と第 3 タンクへの浸透量を引いたものである。第 3 タンクの貯留高は第 2 タンクの浸透量から地下水流出量と浸透量を引いたものである。

	1段目	2段目	3段目
流出孔の高さ(mm)	$L_1 = 15$ $L_2 = 60$	$L_3 = 15$	$L_4 = 15$
流出係数(1/hr)	$a_1 = 0.1$ $a_2 = 0.15$	$a_3 = 0.05$	$a_4 = 0.01$
浸透係数(1/hr)	$\beta_1 = 0.12$	$\beta_2 = 0.05$	$\beta_3 = 0.01$



図-3 タンクモデルと各パラメータ⁷⁾

本研究ではタンクモデルのパラメータが全国共通であり物部川流域にも用いることが可能であること、土砂災害の捕捉率が高く有効な方法であることの 2 つの理由から、五十嵐らの研究に用いられた土砂災害危険度判定を用いて検討を行う。

(3)土砂災害危険度判定を用いた検討

a)斜面崩壊発生箇所を用いた検討

五十嵐らの研究と同様に、斜面崩壊発生箇所ごとに、表-3 に示した閾値とランクを用いて土砂災害危険度判定を行う。また五十嵐らの研究では長期的な降雨による土砂災害については、見逃しが発生していると課題が挙げられていたため、タンクモデルにおける第 1 タンクの貯留高だけではなく、第 2 タ

ンクの貯留高, 第 3 タンクの貯留高についても特徴がみられないか比較を行う。

さらに期間中に第 1 タンクの貯留高が最大となった時刻から前後 12 時間の降水量を横軸に, それぞれのタンクの貯留高の値を縦軸に設定した散布図を作成し土砂災害危険度判定のランクの推移の比較を行う。

b) 流域界を用いた検討

流域界のポリゴンデータと解析雨量データを用いて, 各流域界ポリゴン内の総雨量と平均雨量を求める。求めた平均雨量を用いて斜面崩壊箇所を含む流域界ポリゴンごとに, 斜面崩壊箇所と同様に土砂災害危険度判定を行う。さらに散布図を作成し土砂災害危険度判定のランクの推移の比較を行う。

3. 結果と考察

(1) 斜面崩壊発生箇所を用いた検討

2018 年の西日本豪雨の期間は 6 月 28 日から 7 月 8 日の 11 日間である。2019 年 2 月 13 日から 5 月 24 日の期間に斜面崩壊が発生した 15 箇所のうち, において第 1 タンクの貯留高が最大となったのは, 5 月 20 日の 23 時であった。第 1 タンクの貯留高が最大となった前後の期間が 2018 年の西日本豪雨の期間と同様になるように 2019 年 5 月 13 日から 5 月 24 日で比較を行った。

図-1 において二重丸で示した斜面崩壊発生箇所における, それぞれの期間の第 1 タンクの貯留高(S1), 第 2 タンクの貯留高(S2), 第 3 タンクの貯留高(S3), 土壌雨量指数(S), 土砂災害雨量指数(D)を図-4, 図-5 に示した。

2019 年には急激な降雨はみられたが, 2018 年のほうが降水量は多く土砂災害危険度判定についても 2018 年のほうが高いランクを記録した。また第 2 タンクの貯留高, 第 3 タンクの貯留高についても比較を行ったが, 2018 年の連続での降雨の時間が 108 時間, 2019 年の連続での降雨の時間が 26 時間と今回の比較の期間では, 2018 年のほうが長期の降雨であったため 2019 年に斜面崩壊が発生するような特徴はみられなかった。他の斜面崩壊発生箇所についても同様の結果であった。

2019 年に斜面崩壊が発生した箇所が多かったが, 五十嵐らの判定基準を用いると 2019 年より 2018 に土砂災害が発生する可能性が高かったということが明らかになった。

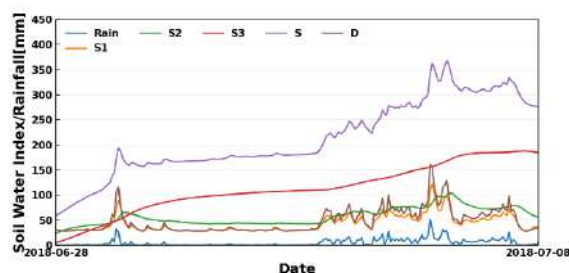


図-4 1つの斜面崩壊発生箇所における
2018 年 6 月 28 日~7 月 8 日の
土壌雨量指数の時系列変化

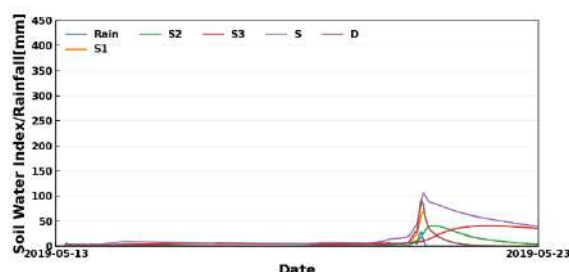


図-5 1つの斜面崩壊発生箇所における
2019 年 5 月 13 日~5 月 24 日の
土壌雨量指数の時系列変化

土砂災害危険度判定を縦軸, 降水量を横軸に設定した散布図を図-6 に示した。期間は 2018 年が 7 月 5 日 11 時から 7 月 6 日 11 時, 2019 年が 5 月 24 日 11 時から 5 月 25 日 11 時である。点はある時刻の降水量と土砂災害雨量指数を示している。線は土砂災害危険度判定に用いられるランクの閾値を示している。

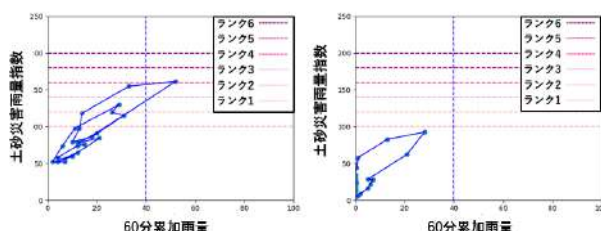


図-6 1つの斜面崩壊発生箇所における降水量と
土砂災害雨量指数の散布図

図-6 から 2018 年は連続して土砂災害危険度判定のランク 1 以上を記録したが, 2019 年はランク 1 未滿で推移した。

他の斜面崩壊発生箇所では, 2018 年の斜面崩壊発生箇所の中にはランク 6 以上を記録した斜面崩壊発生箇所もみられた。一方, 2019 年は土砂災害危険度判定のランクが 1 未滿でしか推移しない斜面崩壊発生箇所が多くみられた。連続的な推移をみても

2019 年より、2018 年は土砂災害が発生する可能性が高い時間が続いていたということが明らかになった。

(2)流域界を用いた検討

図-4、図-5 で示した斜面崩壊発生箇所を含む流域界の土壌雨量指数などの時系列変化を図-7、図-8 に示した。斜面崩壊発生箇所と比較を行った期間と同様の期間で比較を行った。降水量を平均化したため、全体の数値は小さくなったが斜面崩壊発生箇所と比較を行った時と同様で、2018 年のほうが高いランクを記録した。

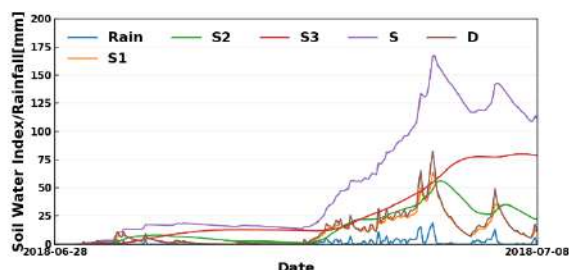


図-7 図-4 の斜面崩壊発生箇所を含む流域界における 2018 年 6 月 28 日~7 月 8 日の土壌雨量指数の時系列変化

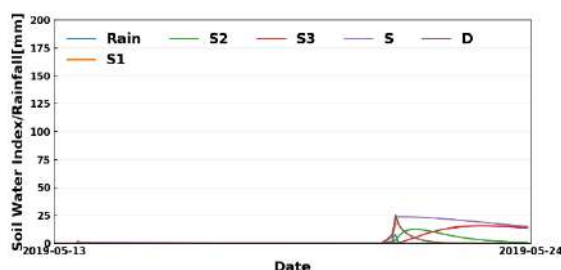


図-8 図-5 の斜面崩壊発生箇所を含む流域界における 2019 年 5 月 13 日~5 月 24 日の土壌雨量指数の時系列変化

土砂災害危険度判定を縦軸、降水量を横軸に設定した散布図を図-9 に示した。

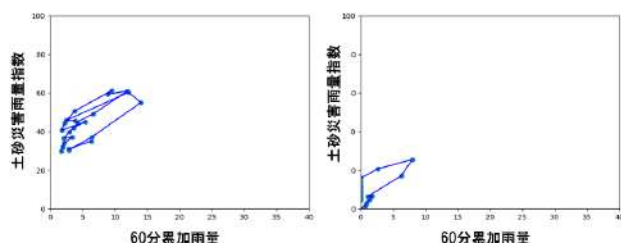


図-9 図-4、図-5 の斜面崩壊発生箇所を含む流域における降水量と土砂災害雨量指数の散布図

散布図でも降水量の値が小さくなりどちらの年も土砂災害危険度判定のランクは 1 未満を記録した。しかし 2018 年のほうが全体的に大きな値を記録した。他のポリゴンではランク 1 以上を記録したもの

もあったが、2018 年が全体的に大きな値を記録した。2019 年に流域単位で多くの雨が降ったから斜面崩壊が多く発生したわけではないということが明らかになった。

4. まとめ

解析雨量データを用いて、斜面崩壊発生箇所ごとに土砂災害危険度判定と散布図を用いて比較を行った。2018 年のほうが土砂災害危険度判定の高いランクを記録しており、2019 年に斜面崩壊が多く発生したと原因と考えられそうな特徴は得られなかった。同様にして斜面崩壊発生箇所を含む流域界ごとに、判定を行ったが特徴は得られず、2018 年より 2019 年に斜面崩壊が多く発生した原因は推測できなかった。

今回の比較では、11 日間という短期間での比較から 2 月 13 日から 5 月 24 日といった数か月間での比較を行った。降水量を用いて原因を推測するためには台風など他の豪雨の影響も考慮し、数年間などさらに長期での比較を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 都藤祥汰:物部川流域における斜面崩壊と土砂生産量 2023 年度高知工科大学システム工学群卒業研究
- 2) 国土地理院
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 3) 国土数値情報 流域界・非集水域データ
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold_KsjTmpl-W12.html
- 4) 気象庁:解析雨量
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/kaiseki.html>
- 5) 五十嵐孝浩, 竹林洋史, 浜田祐貴, 的場萌実, 飛岡啓之, 澤田悦史, 平川了治, 上村雄介:平成 29 年 7 月九州北部豪雨における C-X 合成レーダ雨量による土砂災害危険度判定, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.74, No.5, I_1033-I_1038, 2018.
- 6) 五十嵐孝浩, 竹林洋史, 鶴田庸介, 伊藤渚生, 双木笙太, 田中安理沙, 上村雄介:解析雨量による土砂災害雨量指数を用いた土砂災害発生リスクの評価指標, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.78, No.2, I_373-I_378, 2022.
- 7) 気象庁:土壌雨量指数
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>