

近年発生した土砂・洪水氾濫における降雨と出水時の氾濫状況の分析

国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 田中健貴, 鈴木啓介
株式会社建設技術研究所 ○速見智, 日名純也, 清水万莉子, 井上雄登, 片岡秀太, 岡寄進也

1. はじめに

気候変動の影響により、短時間強雨や線状降水帯による長時間降雨が増加しており、山地河川を中心に土砂・洪水氾濫災害の発生リスクが高まっている。土砂・洪水氾濫は、土砂生産・流出と洪水流が同時または連続的に発生する点に特徴があり、氾濫域では家屋被害や人的被害に至るケースが多い。

土砂・洪水氾濫対策計画の立案には数値シミュレーションが用いられている。数値シミュレーションにおいては、土砂供給タイミングが計算結果におよぼす影響が大きい。そこで、土砂供給タイミングの基礎的な知見を得るため、近年発生した土砂・洪水氾濫事例を対象に、降雨、各種警報発令、土砂生産・流出、被害発生について時系列的に整理分析した。

2. 対象流域および整理方法

2.1 対象流域

対象流域は、平成 21 年以降に国内で発生した土砂・洪水氾濫事例のうち、被害状況や降雨データ、発生時刻に関する情報が確認できる 10 流域とした。具体的には、2009 年 7 月剣川、2017 年 7 月赤谷川（乙石川）・北川、2018 年 7 月大屋大川・天地川、2021 年 9 月下馬沢川、2022 年 8 月萩生川、2024 年 7 月小屋淵川、2024 年 9 月塚田川である（表 1）。

表 1 対象災害

対象	災害名・出水名	災害発生箇所				流域面積 (km ²)
		都道府県	市区町村	地区名	河川名	
①	平成21年 中国・九州北部豪雨	山口県	防府市	下右田	剣川	7.3
②	平成29年九州北部豪雨	福岡県	朝倉市	杷木	赤谷川 (乙石川)	6.0
②	平成29年九州北部豪雨	福岡県	朝倉市	杷木	赤谷川 (中下流)	20.0
③	平成29年九州北部豪雨	福岡県	朝倉市	杷木	北川	7.0
④	平成30年7月豪雨	広島県	呉市	天応	大屋大川	6.4
⑤	平成30年7月豪雨	広島県	安芸郡	坂町 小屋浦地区	天地川	3.6
⑥	平成30年7月豪雨	広島県	安芸郡	坂町 坂地区	総頭川	4.6
⑦	令和3年9月豪雨	長野県	茅野市	高部	下馬沢川	2.0
⑧	令和4年8月豪雨	山形県	西置賜郡	飯豊町	萩生川	12.8
⑨	令和6年7月豪雨	山形県	酒田市	北青沢	小屋淵川	1.2
⑩	令和6年9月豪雨	石川県	輪島市	久手川町	塚田川	6.9

2.2 整理対象資料

整理対象資料として、災害調査報告書、学術論文、自治体および国の公表資料、ならびに住民・関係者へのヒアリング結果資料(例えば 1)~4)を用いた。土砂生産・流出開始時刻、氾濫開始時刻、被害発生時刻および土砂流出終了時刻については、資料中で明確に記載されているものや証言から把握できるものと、降雨状況から推定したものを区別して整理した(表 2)。

2.3 降雨データおよび整理方法

降雨データには解析雨量(1km メッシュ)を用い、60分積算雨量、累積雨量および土壌雨量指数を算出した。流域内で降雨分布に差異がある場合には、土砂・洪水氾濫発生状況を適切に反映すると考えられ

る代表メッシュを選定した。降雨と土砂災害発生の関係については、時系列図に加えて、土壌雨量指数と 60 分積算雨量によるスネークライン上で整理した(図 1)。

表 2 氾濫状況等に関する時系列整理結果(小屋淵川)

No.	区分	根拠	凡例	概要	時刻 (明確な場合のみ)	整理上の時刻 (推定含む)	備考
1	警戒情報	○	—	土砂災害警戒情報発令	2024/7/25 8:35	2024/7/25 8:35	
2	警戒情報	○	—	大雨特別警報(土砂災害)発令	2024/7/25 12:55	2024/7/25 12:55	
3	土砂生産・流出開始	—	○	明確な時刻不明	—	2024/7/25 13:00	大雨特別警報、降雨ピーク
4	氾濫開始時刻	△	○	明確な時刻不明だが、住民へ聞き取りから25日の日中の時間帯と、25日深夜から26日早朝にかけての時間帯の2度にわたり発生とされている。「早朝、自宅の外あたり一面が土砂に埋まった様子を確認」との住民の証言あり	—	2024/7/25 15:00 2024/7/25 19:00 ~7/26 6:00	住民の証言より※2.3
5	被害発生時刻	△	○	明確な時刻不明だが、住民へ聞き取りから25日の日中の時間帯と、25日深夜から26日早朝にかけての時間帯の2度にわたり発生とされている。「早朝、自宅の外あたり一面が土砂に埋まった様子を確認」との住民の証言あり	—	2024/7/25 15:00 2024/7/25 19:00 ~7/26 6:00	住民の証言より※2.3
6	土砂流出終了時刻	—	○	明確な時刻不明	—	2024/7/26 6:00	早朝、土砂が埋まった様子を確認できたことから

凡例：□は警戒情報、○は土砂生産や氾濫に関する情報、●は明確な時刻が分かるもの。
出典 ※1: 7月25日からの大雨による状況について(第二十二報)、酒田市総務部危機管理課、令和6年9月30日
※2: 土砂と流木に襲われた集落「もう住めない」1階がほほ埋まった家も、朝日新聞、2024年8月9日
※3: 2024年7月豪雨により山形県酒田市で発生した土砂災害、野田ら、2025年

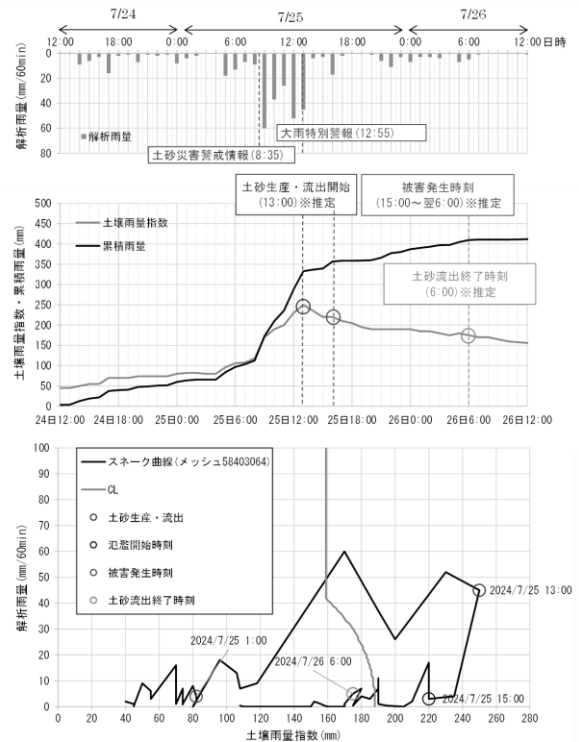


図 1 降雨と土砂生産タイミングの整理結果例

3. 出水中の氾濫状況の整理結果(表 3)

3.1 出水中の氾濫状況の整理

出水中の各時刻はそれぞれ以下のように定義して整理した。

①土砂生産・流出: 既往の災害調査結果や検討資料等から、土砂生産や土砂流出が発生したと想定される時刻を整理した。明確な発生時刻が不明な場合は、ある程度の時間の幅がある場合や、近傍の流域における土砂生産の発生時刻が判明している場合には参考情報として時刻を整理した。

- ② 氾濫開始・被害発生：対象とする河川で氾濫が発生した時刻や土砂災害による被害が発生した時刻を整理した。
- ③ 土砂流出終了：土砂流出が概ね終了した想定される時刻を整理した。時刻は、住民からの証言などにより土砂・洪水氾濫の終了時刻が分かっている場合にはその時刻を、不明な場合には降雨の状況等から推定して参考情報として整理した。

3.2 土砂生産・流出と氾濫発生の時間関係

対象 10 流域の整理結果から、多くの事例で土砂生産・流出の開始から氾濫発生までの時間は0~1時間程度と短い傾向にあった。特に平成29年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨の事例では、短時間のうちに河床上昇や流路閉塞が生じ、下流域で氾濫が発生している。一方、小屋洲川では土砂生産・流出から氾濫発生まで数時間を要したと推定されている。これは、降雨の継続特性や、一般的な表層崩壊よりもやや規模の大きな崩壊が発生したことによる影響が考えられる。

4. 降雨特性と土砂生産・流出の関係(表3)

4.1 土砂生産・流出開始時の降雨条件

土砂生産・流出開始時の60分積算雨量は、多くの事例で40~60mm以上を示した。一方、土壌雨量指数は170~320mmとばらつきが大きくなった。対象事例ではいずれも、CLを超過した後降雨が継続し、スネークライン-CL図において概ね右上方向に進行する降雨履歴が確認された。一方で、塚田川のように、地震等により事前に土砂生産のある流域では、より小さな降雨条件でも土砂流出が生じる可能性が示唆される。

4.2 土砂流出継続時間の特徴

単峰型降雨の事例では、土砂流出継続時間は概ね1~4時間程度であった。これに対し、平成30年7月豪雨の事例では、第一波の降雨ピークで土砂生産が生じた後、第二波の降雨ピークまで土砂流出が長時間継続する傾向が認められた。降雨が複数のピークを有する事例では、初期ピークで土砂生産が生じた後、再降雨により長時間にわたって土砂供給が継

続すると考えられる。

このような降雨特性の違いは、数値シミュレーションにおける土砂供給条件の設定に直接的な影響を及ぼす要素であり、単一ピークを前提とした供給モデルでは実態を十分に再現できない可能性がある。

5. まとめ

本研究では、近年国内で発生した土砂・洪水氾濫事例を対象に、土砂生産・流出に着目して出水中の氾濫状況を時系列的に整理し、分析した。

(1) 多くの流域において、土砂生産・流出の開始から氾濫および家屋被害発生までの時間は0~1時間程度と短く、両者が時間的に近接して発生する傾向が認められた。

(2) 土砂流出の継続時間は降雨特性に依存し、単峰型降雨では1~4時間程度で終了する一方、複数ピークを有する降雨事例では長時間にわたり土砂流出が継続する傾向が確認された。

(3) CL超過後も降雨が継続し、スネークライン上で右上方向へ進行する降雨履歴が、土砂生産・流出の継続と関係している可能性が示唆された。この結果は既往研究⁵⁾で示された土砂・洪水氾濫の発生に関わる降雨特性と同様の傾向であった。

今後は、降雨特性に加えて地形条件や崩壊規模等を考慮した整理を進め、数値シミュレーションにおける土砂供給条件の設定に資する知見の蓄積が求められる。

参考文献

- 1) 坂井ほか：近年に発生した土砂・洪水氾濫における土砂生産状況，土木技術資料，2021。
- 2) 長谷川ほか：平成30年7月豪雨における土砂・洪水氾濫の検証，2019。
- 3) 坂井ほか：令和3年9月に長野県茅野市下馬沢川で発生した土砂災害，砂防学会誌，2022。
- 4) 野田ら：2024年7月豪雨により山形県酒田市で発生した土砂災害，砂防学会誌，2025。
- 5) 中井ら：2018年7月豪雨によって広島県で発生した土砂・洪水氾濫の特性と対応の考え方，砂防学会誌，2024。

表 3 土砂生産等のタイミングと時間雨量・土壌雨量指数の一覧表

対象	災害発生箇所 河川名	流域面積 (km ²)	土砂生産・流出開始			被害発生時刻			土砂流出終了		
			土砂生産・流出開始	時間雨量 (mm/60min)	土壌雨量指数 (mm)	被害発生時刻	時間雨量 (mm/60min)	土壌雨量指数 (mm)	土砂流出終了時刻	時間雨量 (mm/60min)	土壌雨量指数 (mm)
①	剣川	7.3	2009/7/21 12:00	59	225	2009/7/21 12:00	59	225	2009/7/21 13:00	9	210
②	赤谷川 (乙石川)	6.0	2017/7/5 17:00	59	250	2017/7/5 17:00	59	250	2017/7/5 21:00	59	360
②	赤谷川 (中下流)	20.0	2017/7/5 18:00	105	320	2017/7/5 18:00	105	320	2017/7/5 21:00	59	360
③	北川	7.0	2017/7/5 17:00	130	265	2017/7/5 17:00	130	265	2017/7/5 21:00	67	410
④	大屋大川	6.4	2018/7/6 19:00	46	195	2018/7/6 20:00	59	230	2018/7/7 5:00	27	250
⑤	天地川	3.6	2018/7/6 19:00	56	200	2018/7/6 20:00	62	240	2018/7/7 5:00	23	250
⑥	総頭川	4.6	2018/7/6 19:00	46	195	2018/7/6 20:00	59	230	2018/7/7 5:00	27	250
⑦	下馬沢川	2.0	2021/9/5 19:00	63	172	2021/9/5 19:00	63	172	2021/9/5 21:00	5	164
⑧	萩生川	12.8	2022/8/3 18:00	42	180	2022/8/3 19:00	75	230	2022/8/3 20:00	36	235
⑨	小屋洲川	1.2	2024/7/25 13:00	45	250	(1回目)2024/7/25 15:00 (2回目)2024/7/25 19:00	0.4	195	2024/7/26 6:00	5	175
⑩	塚田川	6.9	(生産)2024/1/1 16:10 (流出)2024/9/21 9:00	61	138	2024/9/21 10:00	95	210	2024/9/21 12:00	18	205

※下線部のある時刻は、住民の証言など土砂生産や氾濫状況に関する時刻が把握できるもの

※下線部のない時刻は、時刻が把握できないため降雨量や警戒情報等の発令状況から推定したもの