

地震発生後の降雨による土砂災害への警戒手法

京都大学大学院農学研究科 ○小杉賢一朗・田中めぐみ
 法利祐香（現：日本工営(株)）
 国土技術政策総合研究所 瀧口茂隆
 (株)建設技術研究所 笹山 隆

1. はじめに

大規模な地震が発生した場合、揺れが大きかった地域では地盤が脆弱化していることが考えられる。このため、その後の降雨による土砂災害危険度が通常より高まっている可能性を考慮して、土砂災害警戒情報の発表基準（以下、CL）の引き下げが行われる。令和6年能登半島地震においても、震度6弱以上を記録した地域において通常CLに0.7を乗じる引き下げ（以下、倍率0.7の引き下げ）が実施された。本研究では、この引き下げの妥当性、課題、ならびに改善策について検討を加えた。

2. 方法

能登半島の1kmメッシュを対象として、気象庁の解析雨量1時間データを使用し、土壌雨量指数を横軸、60分雨量を縦軸とするスネーク曲線を算出した。その上で、石川県ならびに気象庁より提供のあった各1kmメッシュのCLならびに大雨警報、大雨注意報の基準を用いて、所定の倍率で引き下げを行った場合の基準超過状況を算定した。対象とした降雨イベントは、2024年9月21～23日の令和6年9月能登半島豪雨（以下、9月豪雨）と、2024年7月24日および2024年7月20日の降雨（以下、それぞれ7月24日降雨、7月20日降雨）である。9月豪雨については9月21日0:00～23日0:00、7月24日降雨については7月24日0:00～25日0:00、7月20日降雨については7月19日12:00～20日12:00を解析対象期間とし、期間中にスネーク曲線が最も上昇した時刻における基準超過状況を調べ、石川県から提供され国交省が取りまとめた土砂災害発生状況と比較した。

3. 結果

3.1 9月豪雨

図-1は、9月豪雨を対象として、各種倍率における基準超過状況と土砂災害発生状況を比較したものである。土砂災害は能登半島北部で集中的に発生しており、この地域では、通常（倍率1.0）の基準を用いた場合でも土砂災害警戒情報発表レベル（以下、土砂警レベル）に到達していた（図-1a）。一方、土砂災害発生箇所はより南部にまで広がっており、これらの地域では通常基準のままでは警報レベルであった（図-1a）。倍率を0.9から0.7まで順次変化させることによって土砂警レベルの範囲は次第に拡大していき（図-1b, 1c, 1d）、倍率0.7では土砂警レベルの範囲が全ての土砂災害発生箇所をカバーしていた（図-1d）。

図-2aには、甚大な被害をもたらした土石流が発生した輪島市町野町曾々木地区を含むメッシュ（図-1d参照）について、9月豪雨のスネーク曲線を示した。9/21 9:00に通常（倍率1.0）のCLを超過し、その後も超過が継続していることがわかる。曾々木地区では9/21 9:00過ぎぐらいから土砂の流出が目撃されており（NHK, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240921/k10014588171000.html>, 2024年

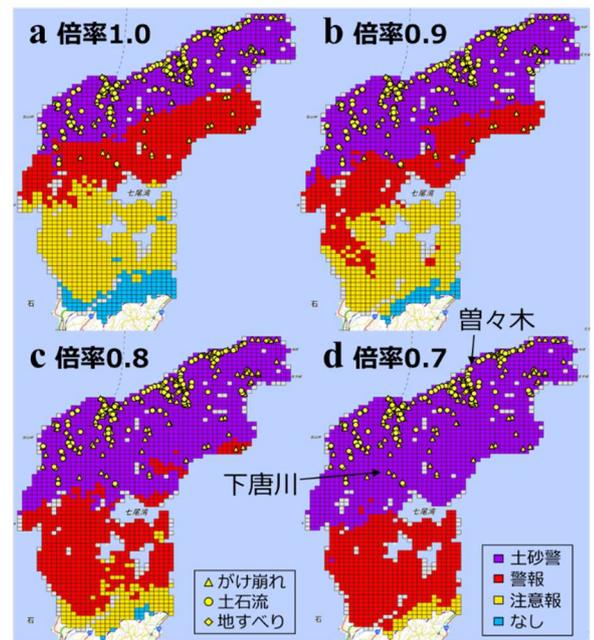


図-1 9月豪雨の基準超過状況と土砂災害発生状況（地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院を背景に使用）

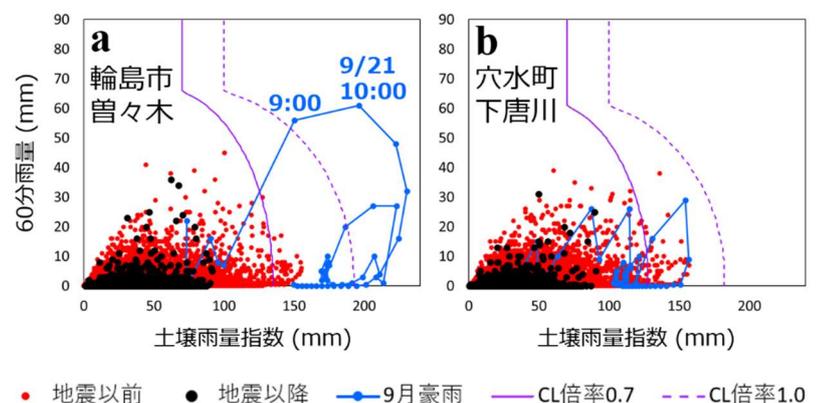


図-2 9月豪雨に関するスネーク曲線とCL基準

9月22日閲覧), CL 超過と良い対応を示していた。次に図-2b は, 穴水町下唐川のがけ崩れが発生したメッシュのスネーク曲線である。このがけ崩れは石川県による災害報告には記載されていないが, 現地調査の際の住民の証言より, 9月豪雨で発生したことが確認されている。スネーク曲線は通常(倍率 1.0)の CL には達していないが, 倍率 0.7 とした CL を超過していることがわかる。

図-2 中には, 当該メッシュにおける過去のスネーク曲線を, 2006 年～能登半島地震直前(地震以前)ならびに能登半島地震直後～9月豪雨直前(地震以降)の2期間に分けて示している。9月豪雨のスネーク曲線は, 両地区において過去のスネーク曲線の最大値を超過しており, 2006 年以降における最大規模の豪雨であったことがわかる。

3.2 7月24日降雨と7月20日降雨

図-3 は, 7月24日降雨および7月20日降雨を対象として, 倍率 0.7 とした場合の基準超過状況と土砂災害発生状況を比較したものである。7月24日降雨の土砂災害2件(輪島市門前町山是清と輪島市門前町是清のがけ崩れ)は, とともに警報レベルの範囲で発生していたことがわかる(図-3a)。7月20日降雨による土砂災害については, 志賀町地頭町の土石流は警報レベルの範囲で, 穴水町地蔵坊のがけ崩れは注意報レベルの範囲で発生していた(図-3b)。

各災害が発生したメッシュのスネーク曲線(図-4a～d)は, 倍率 0.7 の CL に達していないことがわかる。すなわち, 現行手法による基準の7割引き下げでは, これらの災害は捕捉できなかったことになる。ただし, これらの災害のうちがけ崩れについては「散発的に発生したもの」と考えることも可能であろう。また志賀町地頭町の土石流は, 厳密には「土石流等」の区分となっており, その形態には土砂流出と記載されている。よって, いずれも「土砂災害警戒情報の対象災害には必ずしも該当しない」と位置付けることも可能であると考えられる。

しかしながら, 例えば穴水町地蔵坊のがけ崩れ災害については, 発生当日の新聞で「民家の裏山の斜面が高さ5～10メートル、幅10メートルにわたって崩れた。民家に土砂は流れ込んでおらず、けが人はいなかった(北國新聞, https://www.hokkoku.co.jp/articles/-/1464730#goog_rewarded, 2024年12月30日閲覧)」と報道されているように, 地元における関心も高く, 看過してよい事例とは言い難いと思われる。結果的に人的被害は発生しなかったものの, 警戒・避難行動がとられるべき事例であったとも考えられる。これに関して図-4a～dに示したスネーク曲線は, 過去のスネーク曲線と比較した場合に, いずれも地震直後～各降雨直前(地震以降)の期間に記録された最大値を超過しており, 能登半島地震後に初めて経験する規模の降雨であったことがわかる。このように, 大規模地震が発生した後の降雨履歴に着目し, 地震後の最大値を超過しているかどうか(未経験の降雨規模になっているかどうか)を警戒・避難行動の判断基準とすること(小杉, 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, 75(1), 3-14, 2022)が有効である可能性が考えられる。

4. 課題

以上の結果は, 災害発生時刻を考慮した分析を行っていないこと, 10分ではなく1時間雨量データを用いた解析であること, 速報的な災害発生情報に基づくものであること等により, 現時点では不確定な内容を含んでいる。正確な結論を得るためには, 今後の更なる情報収集や, 解析方法・結果の精査が必要である。

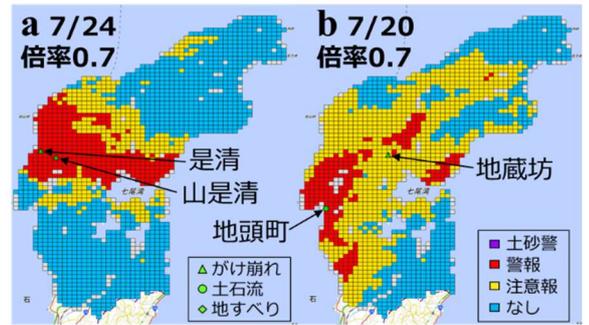


図-3 7月24日降雨と7月20日降雨の基準超過状況と土砂災害発生状況(地理院地図/GSI Maps | 国土地理院を背景に使用)

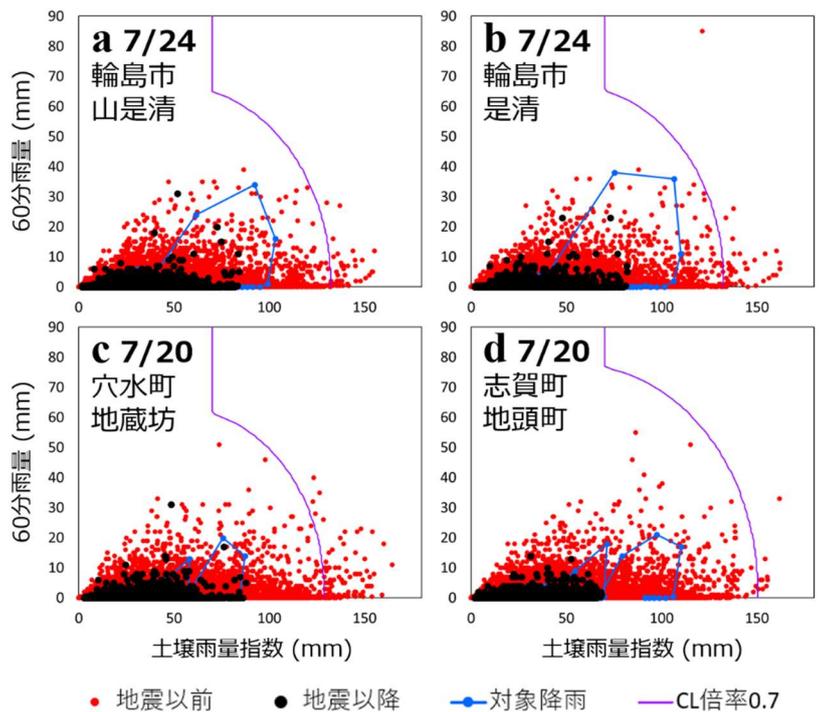


図-4 7月24日降雨と7月20日降雨に関するスネーク曲線とCL基準