

土石流危険度評価による危険流域の抽出に関する研究

福島大学共生システム理工学類 非会員 伊藤 圭祐
正会員 江坂 悠里
正会員 川越 清樹

1. はじめに

気候システムの温暖化により、気温上昇に伴う飽和水蒸気量の増加、蒸発の活発化、海水温上昇による熱帯低気圧発達に起因した台風発生頻度の増加など、豪雨発生を助長する現象が見積もられている。豪雨の量的な増大、発生頻度の増加は災害を誘発するため、一層の防災活動、および対策の必要性を示唆している。また、既往の対策工についても設計基準を超過しうる可能性を持つため、将来予測されている豪雨の状況も踏まえながら対策の追加、強化を検討する必要がある。こうした将来の災害に対する豪雨展望を検討する研究として、既に川越らは斜面崩壊に対する取り組みを試みている¹⁾。斜面崩壊に関すれば、地中を起動域にするため可視化しにくい、また土砂、水が混合するため滑動力が大きいなどの原因より死傷者が多い災害と報告されている²⁾。こうした斜面崩壊などの土砂災害を予見すれば、豪雨増加により更に大規模に拡張する可能性をもち、特に流域環境の中では、異常出水と併合した土石流の発生が危惧される。複合的な現象に伴う災害評価は複雑な現象であり予測の不確実性をもつ。そのため、現在までの将来予測の研究において検討を進めにくい側面を有していた。しかしながら、東日本大震災等、未曾有の規模の災害が頻発する経験より、規模の大きな災害事象も予測する必要性が高まっている。こうした背景をふまえ、本研究では豪雨による土石流の危険度を見積もるための基礎的な解析を試みた。こうした研究を進めることで、将来の豪雨事象による災害危険度を求めるとともに、対策の過不足も検討できるため、防災分野に対する貢献が期待できる。研究において取り組まれた基礎解析は以下に示すとおりである。

- ① 現状の日本列島の土石流被害の事例解析
- ② 流域の地形地質、および斜面発生確率モデルを用いた評価
- ③ 降雨に対する流域の土石流動向の解析
こうした取り組みより、将来の豪雨を予測するためのアルゴリズムを整理した。

2. 解析方法、およびデータセット

前章に示した解析に対する方法、およびデータセットについて説明する。

① 現状の日本列島の土石流被害の事例解析

国土交通省河川局監修による平成 10 年から平成 22 年版の水害統計を基に土石流災害事例を抽出し、現象発生地域、土石流発生時の降水状況を整理した。また、これらの情報をベースに土石流の生じうる降雨状況の分析を試みた。降雨データは土石流発生位置最近隣の AMeDAS 観測所より取得し、土石流発生時の降雨状況とした。土石流発生時降雨量のタイムスケールとしては、日雨量、週間雨量を集計した。災害に対する降雨の影響として、日雨量を短時間雨量、週間雨量を先行雨量に設定し、検討を試みた。

② 流域の地形地質に関する評価

流域の土石流発生には、誘因となる降雨状況だけでなく、素因である地形地質状況も関わる。流域に対する地形、地質情報を考慮するため、国土数値情報(国土交通省 監修)、および数値地図 50m メッシュ(日本地図センター 発行)を利用して流域形状、河床勾配、および地質状況を求め、流域の情報としてデータ化した。また、川越らにより開発された斜面崩壊発生確率モデルのアウトプットを流域の情報として整備した。このモデルは、災害実績エリアに対する崩壊有無の地形、地質、降雨の条件を多重ロジスティック回帰分析にあてはめることで斜面崩壊の発生確率を求めるものである。式(1)にモデル式を示す。なお、モデルは地質毎に構築されている。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-(\alpha + \beta^h x^h + \beta^r x^r)]} \text{-----(1)}$$

ここで、P は発生確率(%), α は切片, β^h は動水勾配係数, x^h は動水勾配, β^r は起伏量係数, x^r は起伏量である。すでに式に関与し地形、地質の条件が含まれていること、斜面崩壊という土砂生産プロセスを直接評価していることより、このモデルアウトプットを利用することで概ね地形地質の状況は反映されている。ただし、このモデル式だけでは流域として

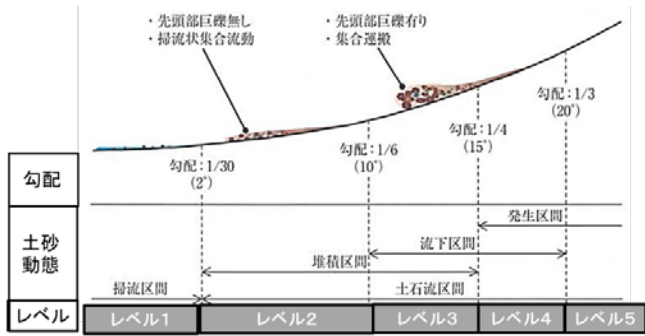


図1 河床勾配による危険度評価基準

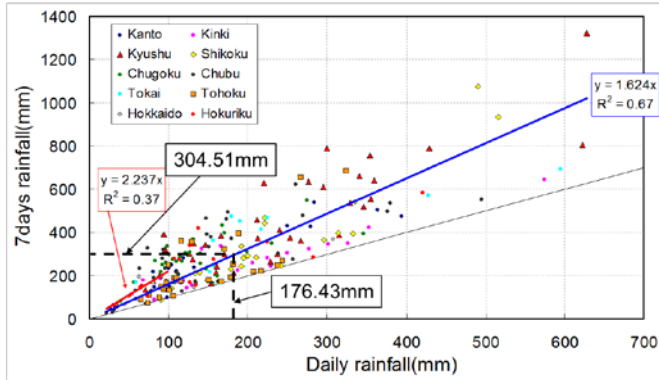


図2 土石流発生事例の日降雨量と週間降雨量の関係

の土砂動態を示す条件が含まれない。以上より、土砂運搬性、土砂速度を示す河床勾配を危険度評価の要素に加えた。河床勾配の危険度は、国土技術政策総合研究所資料の砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説に示される土砂移動の形態の河床勾配による目安を参考に判別した。判別はレベル1から5の5段階で分類した(図1参照)。

③ 降雨に対する流域の土石流動向の解析

解析方法②に加えて、流域固有の降雨特徴と土石流実績の降雨量を比較し、誘因になる降雨特徴から土石流の危険性の動向を見積もった。流域固有の降雨特徴は、流域の空間的平均の再現期間降雨量とした。この降雨量は、AMeDAS観測所の降雨極値を補間することで求められたものである。降雨量と土石流実績降雨量の量的な比較を検証することで、将来予測される降雨に対する予備的な検討を試みた。

3. 現状の日本列島の土石流被害の事例解析

図2に土石流発生事例の日降雨量と週間降雨量の関係を示す。土石流発生を誘発させた降雨量にばらつきはあるものの、概ね週間降雨量と日降雨量は比例的な関係を示すことが明らかにされた。この結果は、危険度評価を行う上で短時間の日降雨量を利用して土石流危険度を求めることのできる可能性を示唆している。また、土石流発生降雨条件として、日降雨量が176.43mm、週間降雨量が304.51mmを平均値とすることが明らかにされた。また、図2は地方毎でプロットをかえ地域固有性を把握できるが、この特徴的な結果として、東北地方は日降雨量

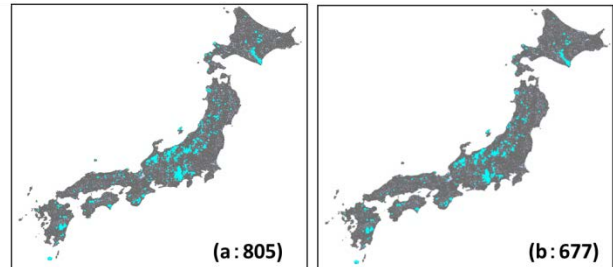
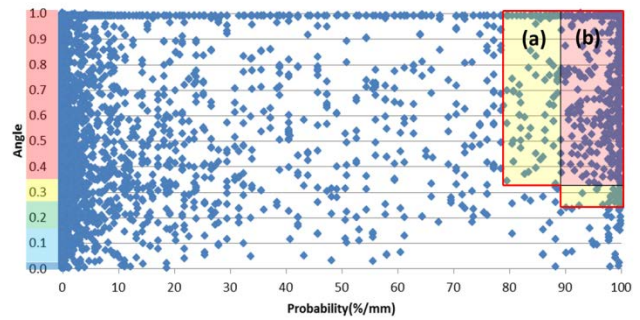


図3 土石流危険度評価マップ(R=0mm)

100mm以下であっても土石流発生している実績を示した。この結果は、少雨でも東北地方の土石流が生じることを示唆している。

4. 流域の地形地質に関わる評価

図3は降雨が0mmのときの土石流危険度評価マップである。(a)は、1)危険度レベル5以上かつ発生確率80%以上、2)危険度レベル4以上かつ発生確率90%以上の領域である。(b)は危険度レベル5以上かつ発生確率90%以上の領域を表している。地形や地質の状況だけで土砂災害が発生する地点が非常に多いことを明らかにした。

5. 降雨に対する流域の土石流動向の解析

水文統計上では再現期間10年で191.59mmの降雨が見積もられているため、図2から日本列島全域で土石流発生危険性を示唆している。

6. 結論および課題

本研究の取り組みより、土石流危険度モデルの基礎検討を行うことができた。今後は、土地被覆の評価を加えること、および数値気候モデルなどの利用により将来豪雨予測に応じた評価に取り組む意向である。

謝辞:本研究は環境放射能研究所プロジェクト「陸域から水圏へと移行する放射性物質の把握と移行メカニズムの解明」および環境省の環境研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。ここに謝意を示す。

参考文献:

- 1) 川越清樹・江坂悠里: 気候システムの温暖化による斜面崩壊と影響人口の関係に関する推計, 土木学会論文集G, Vol.68, I_287-I_296, 2012
- 2) 牛山素行・横幕早季: 発生場所別に見た近年の豪雨災害による犠牲者の特徴, 災害情報, No.11, pp.81-89, 2013.