

土砂崩壊と侵食を利用したダム堆砂量の推定手法

東北大学大学院 学生会員 ○秋本 嗣美
 東北大学大学院 正会員 川越 清樹
 東北大学大学院 正会員 風間 聡

1. はじめに

地球温暖化に伴う降水変化と流域の土地利用変化等の影響によるダム貯水池の堆砂量増加が懸念されている。降水変化予測で指摘される豪雨頻度の増加は、土砂崩壊の頻発と土砂侵食量の増加を助長する。流域を対象とした場合、土砂の増加は堆砂による貯水池内の有効貯水の減少、水質の悪化、河床上昇および疎通能低下を促す¹⁾。これらの現象は利水、治水の機能、生態に大きな被害を与える。そのため流域の土砂現象の動向を予知し、時空間におけるその影響の定量的な把握が不可欠となる。以上を背景に、本研究では土砂崩壊と土砂侵食の両面から土砂生産量を分布的に評価した。また、流域上流部は土砂崩壊による土砂生産が多い²⁾とのことから土砂崩壊とダム堆砂との関係を検討した。更にこの関係と侵食による土砂生産量の結果を比較することにより、地域的な土砂生産の特性を評価した。

2. 対象領域およびデータセット

対象領域は日本全域とした。利用データは土砂崩壊発生確率モデル、RUSLE モデルに用いる数値地図情報、そして各ダムの堆砂および水文データである。土砂崩壊発生確率の推定には、地質、地形のデータを利用した³⁾。また RUSLE モデルを用いた解析に利用するデータは土壌、地形、土地利用データである。これらは解像度 1km×1km の数値地理情報である。また 2 つのモデルに気象データとして AMeDAS 観測所の降水量データと、メッシュ気候値 2000 (発行：気象庁) を利用した。

3. 土砂崩壊発生確率モデル

発生確率モデルに多重ロジスティック回帰分析を利用する。災害実績の基礎情報のエリアにおける土砂崩壊の発生を 1、非発生を 0 に設定し、二項分布を作成した。この二項分布にロジスティック曲線をあてはめる。発生確率モデル

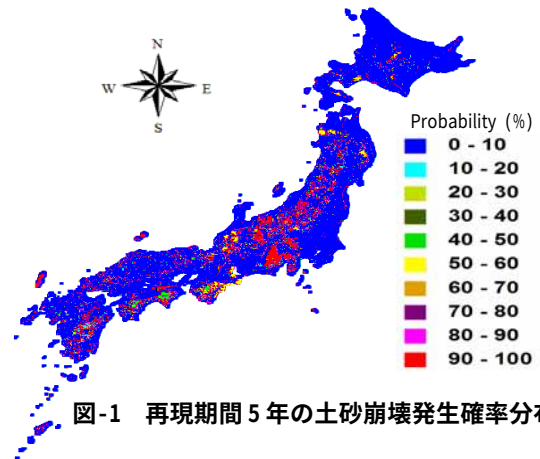


図-1 再現期間 5 年の土砂崩壊発生確率分布

式は、起伏量と導水勾配を説明変数とし、重回帰式によって構築されたロジスティック曲線で表現される。基礎情報として 2004 年 7 月 12 日から 13 日の新潟・福島豪雨による栃尾市の降雨イベント、土砂災害をモデル係数の同定に用いた。この豪雨により、新潟県内で 347 箇所の土砂崩壊が社会基盤に被害を与え、写真判読から 3600 箇所の土砂崩壊が確認された。この災害実績を空中写真による判読結果および土砂崩壊被害分布図を参考に、解像度 1km×1km による土砂崩壊の数値地理情報を作成した。これらのデータをもとに式(1)の発生確率モデル式の係数を地質毎に同定した。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-(\beta_0 + \beta_h \text{hyd}Y_h + \beta_r \text{relief}Y_r)]} \quad (1)$$

ここで、 P :発生確率(%), β_0 :切片, β_h :動水勾配係数, β_r :起伏量係数, $\text{hyd}Y_h$:動水勾配, $\text{relief}Y_r$:起伏量(m)である。

動水勾配の導出に利用する降雨の再現期間から土砂崩壊の再現期間は決定される。図-1に式(1)において再現期間 5 年の降雨による動水勾配を用いた土砂崩壊発生確率分布を示す。図より、土砂崩壊発生確率は糸魚川ー静岡構造線付近で

キーワード RUSLE, 数値地図情報, 再現期間

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科 TEL022-795-7459

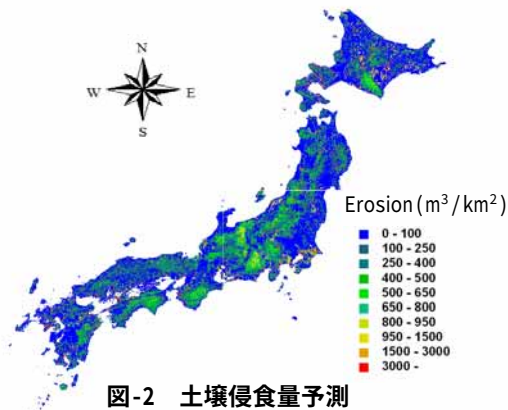


図-2 土壌侵食量予測

高い確率を示している。

4. RUSLE モデル

集水域の水による侵食を予測する方法として USLE(Universal Soil Loss Equation)モデルが用いられる。USLEモデルはアメリカで数多く設置された USLE標準試験区での土壌流亡量を数十年間にわたって実測したデータを基に開発された経験モデル式である。本研究ではこのUSLEモデルの改訂版である RUSLE(Revised Universal Soil Loss Equation)モデルを採用することとした。このモデルは土地利用、地形、地質の各データを使用し、更に降雨気象データを加えて土壌侵食量をセルごとに算出するものである。土壌侵食量は以下の式(2)で表される。

$$E = R \times K \times C \times LS \times P \quad (2)$$

E :土壌侵食量(t/ha), R :降雨係数(tf・m³/ha・h),
 K :土壌係数(h/m³), LS :地形係数, C :作物係数, P :保
 全管理係数である。

求めた R , K , C , LS , P の値を用いて, USLE に
 基づき計算した結果が図-2である。なお, 侵食量は
 各土壌データの土の飽和密度やメッシュサイズを考
 慮して単位を t/ha から m³/km² に変換した。日高山脈,
 奥羽山脈, 木曽山脈, 赤石山脈, 四国山地, 九州山
 地で侵食土砂量は 500m³/km² 以上の大きな値を持つ。
 この結果から, 今回用いた RUSLE 式は地形係数 LS
 の値から強く影響を受けていると考えられる。

5. 土砂生産量予測解析

図-3 に再現期間 5 年のダム上流域の土砂崩壊の平
 均発生確率とダムの平均比堆砂量の関係を示す。こ
 の関係は相関係数 0.65 と強い相関関係を示す。

また, ダムを地域毎に区別して考慮すると, 近畿
 地方のダムでは, 比堆砂量が関係曲線よりも大きな
 値を持つ。土砂侵食量の予測結果から近畿地方の主
 なダムの上流部が裸地であり, 侵食された土砂が流

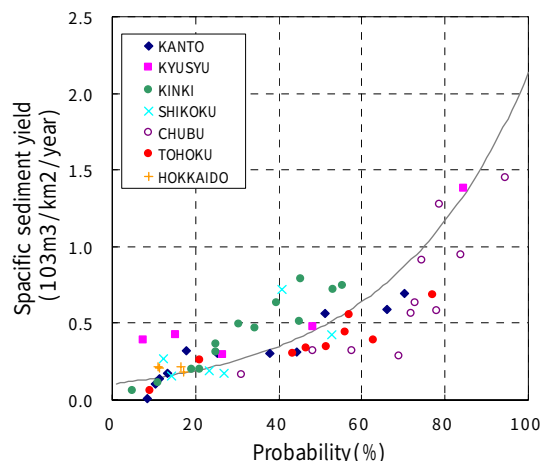


図-3 発生確率とダム比堆砂量の関係

入してくる影響と推測される。一方, 中部地方のダ
 ムでは, 比堆砂量が関係曲線の値より小さな値を持
 つ。これは, 中部地方のダムにおいて堆砂対策が早
 くから実施されている影響と考えられる。

図-1, 図-2 を比較すると, どちらも奥羽山脈, 中
 央アルプス, 糸魚川-静岡構造線, 四国山地で高い
 値を示す。これはどちらのモデルも, 土地の隆起や
 起伏などの地形データに大きな寄与を受けているこ
 とが理解できる。

6. まとめ

本研究では, 土砂崩壊発生確率を示し, 全国を対
 象に RUSLE モデルを用いて土壌侵食量を予測した。
 今後は, ダム上流部の山地における土砂崩壊, 土壌
 侵食を組み合わせたダムの堆砂予測モデルを構築す
 る意向である。

謝辞: 本研究は, 「環境省の地球環境研究総合推進費
 (S-4): 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化
 レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関す
 る研究」の援助を受けました。ここに記して謝意を
 表します。

参考文献

- 1) 建設省(現 国土交通省)(1998): 「流砂系の総合
 的な土砂管理に向けて」(総合土砂管理小委員会
 告), <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai/shingi/980730.html>
- 2) 長谷川浩一, 若松和寿江, 松岡昌志 (2005):
 ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食
 分布, 自然災害科学, Vol.24, No.3, pp.287-301.
- 3) 川越清樹, 風間聡, 沢本正樹(2006): 降雨極値の再
 現期間を用いた斜面災害の発生確率, 水工学論
 文集, No.50, pp.619-624.