

気候変動による将来土砂生産量変化予測

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

幾つかの数値気候モデルから、地球温暖化に伴う降雨量の増大、および豪雨頻度の増加、無降雨期間の長期化に示される極端な降水減少の出現が展望されている¹⁾。降雨量の増大と豪雨頻度の増加は、流量や土砂生産量の増加を促進させ、水資源や水災害の問題を誘発させる²⁾。降雨量の増加に伴う土砂生産量の増加は、斜面崩壊、土砂浸食の活発化に起因する。将来的な豪雨頻度増加、そして、斜面崩壊、土砂浸食の活発化がダム貯水池の堆砂問題に及ぼす影響は大きく、流域圏に対する将来の土砂生産の動向、河道内へ流入する土砂による水環境の影響を定量的かつ分布的に予測することが必要である。

本研究では降雨条件を考慮した斜面崩壊発生確率モデル³⁾を利用して構築された土砂生産量予測モデル⁴⁾に対し、数値気候モデルによる降雨量を用いることで気候変動に対する日本列島の土砂生産量を導いた。

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。利用データは斜面崩壊発生確率モデル、土砂生産量予測モデルに利用した水文、地形データである。斜面崩壊発生確率の推定には、地質、地形のデータを利用した。土砂生産量予測モデルは、斜面崩壊発生確率とダムの堆砂量データを利用した。気象データとして現在気候にメッシュ気候値 2000（発行：気象庁）、中間気候および将来気候に Iizumi ら⁵⁾による統計的解析からダウンスケーリングした 1km×1km の数値気候モデルの月降水量平年値データを利用した。数値気候モデルには、社会発展する発展途上国の現状も踏まえて経済発展型の地域主義とグローバル化による SRES(Special Report on Emission Scenario)を用い、SRES が A2 である MRI-RCM20-Ver.2(気象庁、気象研究所、以下 RCM)、SRES が A1B である MIROC(the

Model for Interdisciplinary Research on Climate；国立環境研究所・東京大学気候システム研究センター・海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター)を解析に利用した。将来の気候変化の条件として 2050 年に対応する中間気候(RCM の場合 2031 年から 2050 年のデータ、MIROC の場合 2036 年から 2065 年のデータ)、2100 年に対応する将来気候(RCM の場合 2081 年から 2100 年、MIROC の場合 2065 年から 2095 年)を対象にする。

3. 解析方法

斜面崩壊による土砂生産量の導出に利用した斜面崩壊発生確率モデル、土砂生産量予測モデルを説明する。

(1) 斜面崩壊発生確率モデル

斜面崩壊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斜面崩壊の発生を 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。モデル式は崩積土、新第三系堆積岩、第三系堆積岩、花崗岩の 4 つの地質に応じて作成された。式(1)に発生確率モデル式を示す。

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

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。説明変数は、5%以内の有意確率 P 値を示し、有意水準 95%を満たす。

(2) 土砂生産量予測解析

斜面崩壊による土砂生産量予測モデルは再現期間 5 年のダム上流域の斜面崩壊の平均発生確率とダム

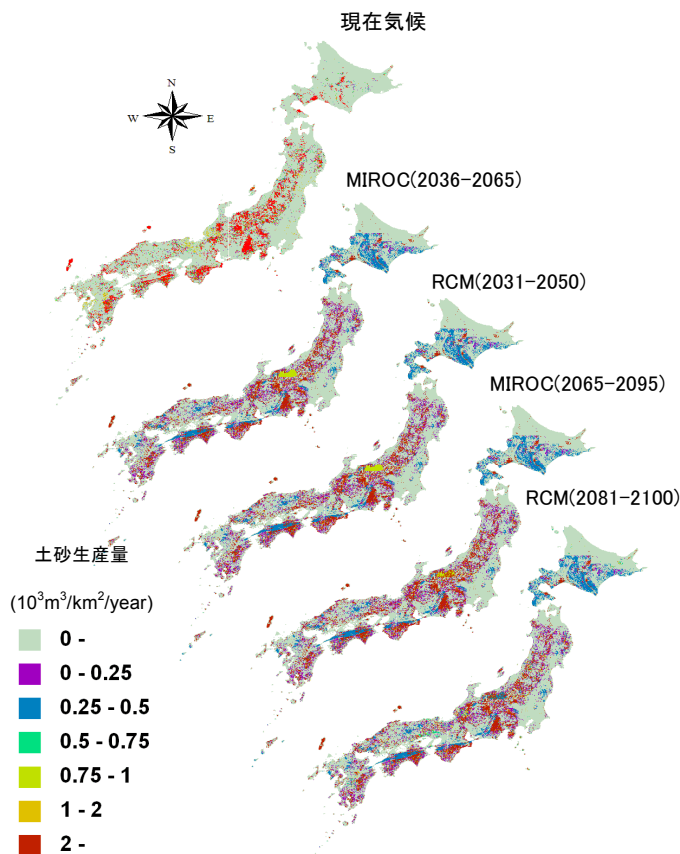


図 - 1 土砂生産量予測分布

貯水池における平均比堆砂量の関係を、指数関数を用いて定式化したものである。式(2)に土砂生産量予測モデル式を示す。

$$SY = 0.1051 \exp(0.0301P) \quad (2)$$

ここで、 SY :比堆砂量($\times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$)、 P :再現期間5年の降雨極値を用いた発生確率 $P(\%)$ である。再現期間5年の決定係数 R^2 は指数関数の近似式により0.65で示された。

4. 土砂生産量予測

図-1に土砂生産量予測分布を示す。各ケース共に糸魚川ー静岡構造線、中央構造線の周辺に土砂生産量 $2000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ を超えるグリッドセルが集中する。中間気候、将来気候に伴い土砂生産量の著しい増加が認められる地域は北海道南部、東北地方、東海甲信越地方、近畿地方、四国地方である。北海道は道南部の山岳域において $250\text{--}500 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ の土砂生産が発生すると予測される。東北地方では奥羽山脈、阿武隈高地の周辺で土砂生産量が0から $250\text{--}500 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ の地域に変化する。北陸地方の越後山脈周辺、近畿地方の福知山盆地、丹後盆地、播磨平野の北部において、中間気候に伴う土砂生産

量と、現在気候に伴う土砂生産量の差が $1000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ 以上のグリッドセルが認められる。また四国地方においてもMIROCの中間気候において、四国地方南部において急激な土砂生産量の増加が認められる。北海道北部、関東地方においては特に目立つ変化は認められない。

6. まとめ

本研究では、斜面崩壊発生確率とダム堆砂量の関係から導いた土砂生産量予測式に対し、将来気候データを用いることで、地球温暖化に伴う土砂生産量変化予測を行った。その結果、全ての気候において糸魚川ー静岡構造線、中央構造線の周辺に土砂生産量 $2000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ を超える地域が集中すること、また、中間気候、将来気候に伴い土砂生産量の著しい増加が認められる地域は北海道南部、東北地方の奥羽山脈、阿武隈高地周辺、東海甲信越地方、近畿地方、四国地方であることが理解できた。

細かな解像度、他の土砂生産量の素因・誘因、他のSRESも解析できるモデルを構築して個別現象まで言及することが今後の課題である。

謝辞：本研究は地球環境研究総合推進費(S-4)によって行われた。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 和田一範, 村瀬勝彦, 富沢洋介: 地域気候モデルを用いた地球温暖化による災害リスク算定の試み, 水工学論文集, No.48, pp.457-462, 2004.
- 2) 風間聡, 沖大幹: 温暖化による水資源への影響, 地球環境, Vol.11, No.1, pp59-65, 2006.
- 3) 川越清樹, 風間聡, 沢本正樹: 数値地理情報と降雨極値データを利用した土砂災害発生確率モデルの構築, 自然災害科学, Vol.27, No.1, 2008.
- 4) 秋本嗣美, 川越清樹, 風間聡, 沢本正樹: 斜面崩壊によるダム貯水池の影響評価, 水工学論文集, No.52, pp.571-576, 2008.
- 5) T. Iizumi, M. Nishimori, and M. Yokozawa: Combined equations for estimating global solar radiation: Projection of radiation field over Japan under global warming condition by statistical downscaling, Journal of Agricultural Meteorology, Vol.64, No.1, pp.9-23, 2008.