

流域貯留量の分布を考慮した土砂生産量の推定

株式会社リブテック	正会員	○高橋	翔
室蘭工業大学大学院	正会員	中津川	誠
室蘭工業大学大学院	学生会員	中澤	辰哉

1. はじめに

近年、日本各地で台風に伴う豪雨により土砂生産が発生している。豪雨によって発生する斜面崩壊の要因には、洪水時の降雨だけではなく、先行降雨の影響が考えられ、土壌雨量指数や実効雨量による多くの研究実績からも、その事実を窺い知ることができる。従って、土砂生産量を推定する上で流域貯留量を把握することが重要であると考えられる。

そこで、本研究では洪水発生以前からの長期的な流域の水循環を考慮し、流域貯留量を推定した上で貯留量を考慮した土砂生産量の推定を行った。具体的な推定手順は以下の通りである。

- 1) 対象流域をメッシュ分割し、日単位で水文諸量の推定を行える水循環モデルを構築する。
- 2) 長期流出計算の過程で得られるタンク貯留量を流域貯留量とみなし、洪水発生以前からの長期的な変動を再現する。
- 3) 洪水発生前日の流域貯留量を初期条件として与え、レーダー雨量データを用いて時間単位の洪水流出量を推定し、時々刻々と変化する流域貯留量を把握する。
- 4) 過年度の数量化 I 類による分析結果¹⁾を流域全体に拡張し、崩壊土砂量を推定する。

2. 対象流域

対象流域は、図-1 に示す北海道日高地方を流れ太平洋に注ぐ一級河川、沙流川（流域面積:1,350 km²）にある二風谷ダムの上流域（流域面積:1,215 km²）である。沙流川はその源を日高山脈にある熊見山（標高:1,175m）に発し、河床勾配が 1/50~1/700 の急流河川である。図-2 には沙流川流域での 2003 年 8 月の台風 10 号に伴う豪雨によって発生した崩壊地分布を示す。支川の額平川では 4,000 以上もの地点で斜面崩壊が発生した²⁾。

3. 流域貯留量の推定

3.1 水循環モデルの構築

水循環モデルの構築では、流域全体の水文諸量の分布を把握する必要があるため、流域を約 1km² に分割し、気象データの補間を行った。用いたデータ観測所の位置と擬似的な河道網を図-1 に示す。

一般的に、流域の水循環を的確に推定するためには蒸発散量、融雪量などの推定が不可欠であると考えられる。そこで、データの蓄積が十分な 1998 年

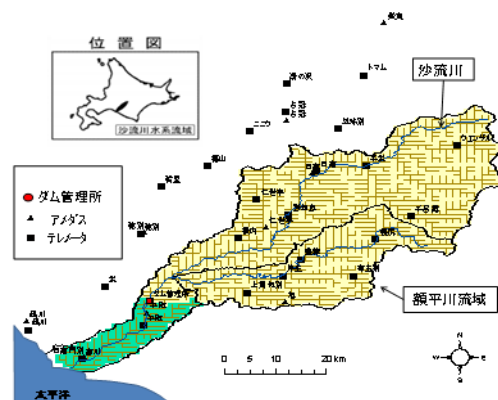


図-1 沙流川流域と観測所の位置



図-2 沙流川流域の崩壊地分布

1 月 1 日～2006 年 12 月 31 日までの計 9 年間に對して、熱・水収支法を適用し、日単位で融雪量と蒸発散量の推定を行った。

3.2 長期流出計算

3.1 より得られたメッシュ単位の融雪量、蒸発散量、降雨量を入力値として、各メッシュで斜面流出計算と河道追跡計算により長期流出計算を行った。メッシュ内の斜面流出量は 3 段タンクモデルによる計算を行い、全メッシュで同一の値を用いることとし、河道追跡計算には kinematic wave 法を用いた。

二風谷ダム管理所での長期的な流出の再現計算の結果を図-3 に示す。図によると、洪水時の流出のみならず、平常時の流出まで再現できていることから、計算流量の妥当性を示したといえる。図-4 には二風谷ダム上流域でのタンク貯留量の推移を示す。タンクの貯留量については、流量の再現性が得られていることを鑑みるにより、妥当な値を

示していることが推測でき、本研究では流量を的確に再現できていることから、タンク貯留量を流域貯留量とみなした。

3.3 洪水流出計算

洪水時の流量は短時間に急激に増加するため、長期流出計算とは異なるモデルを用い、時間単位で解析を行った。一般に、洪水時の流量は土壌の湿潤状態に依存すると考えられているため、洪水流量の再現は 3.2 で得られた流域貯留量を考慮して行った。洪水流出計算では、気象庁提供のレーダーアメダス解析雨量を入力値として、斜面流出の流出成分を二成分考慮し、直接流出成分は kinematic wave 法、地下流出成分は 2 段タンク型貯留関数法を適用し、計算を行った。河道追跡計算については長期流出計算と同様に kinematic wave 法を用いてメッシュ単位で流出量を算出した。

以上により得られた降雨-流出関係に基づき、時々刻々と変化する流域貯留量を推定した。

4. 崩壊土砂量の推定

4.1 数量化 I 類による崩壊土砂量の推定

斜面崩壊を引き起こす要因には地形、地質、降雨など様々な要因が考えられる。そこで、本研究では複数の要因を複合させて考慮するために、既往の研究¹⁾において、額平川流域を対象に崩壊土砂量の推定を行った数量化 I 類の分析結果を参考に、流域全体の崩壊土砂量の推定を行った。なお、数量化 I 類では、目的変数を崩壊土砂量とし、説明変数を水文学的要因として最大時間雨量と最大時間貯留量、地形的要因として傾斜角、起伏量を採用し、加えて地質を採用して推定を行っている。

4.2 崩壊土砂量推定結果

4.1 によって推定された二風谷ダム上流域全体の崩壊土砂量の分布を図-5 に示す。図によると、崩壊土砂は中流部を中心に分布しており、上流部では崩壊土砂が少ないという結果となった。さらに、崩壊土砂が多く発生した中流部を見ると額平川周辺で特に高い値が示されている。これは、実際の斜面崩壊の分布と類似した傾向となっている。

また、二風谷ダム流域全体における総崩壊土砂量は約 $17.8 \times 10^6 (m^3)$ と推定され、額平川流域では $8.3 \times 10^6 (m^3)$ 、残流域では $9.5 \times 10^6 (m^3)$ の崩壊土砂量が発生したものと推定された。なお、二風谷ダムには 2002 年 11 月～2003 年 8 月の間に $2.6 \times 10^6 (m^3)$ の土砂が堆積しており、これを総崩壊土砂量で除すと、約 15% の土砂が流下し、堆積したものと推察できる。

5. まとめ

本研究において得られた結果を以下にまとめる。

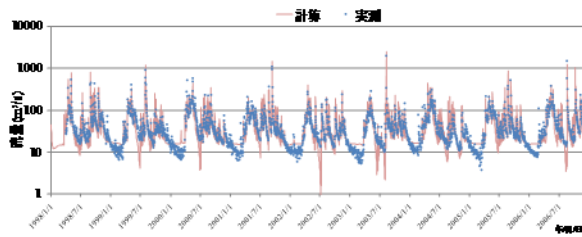


図-3 長期流出計算の結果

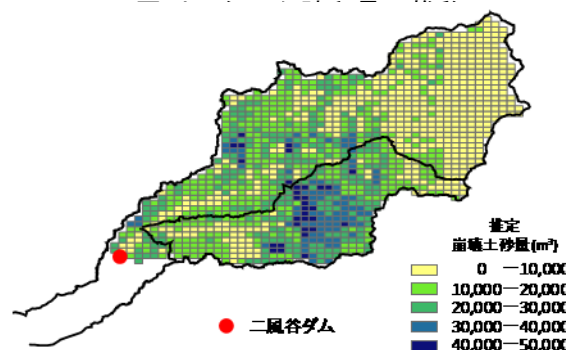
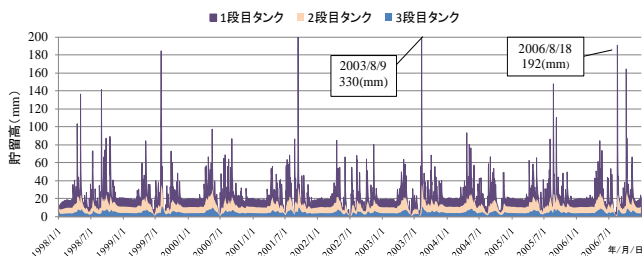


図-5 推定崩壊土砂量の分布(二風谷ダム流域)

- 1) 二風谷ダム上流域を対象に熱・水収支法により流域の特性を考慮し、水循環モデルを構築した。
- 2) 水循環計算の結果として得られた流量は概ね実測値を再現でき、流量の再現性に基づいた流域貯留量を推定できた。
- 3) 既往研究の手法に基づき二風谷ダム流域における崩壊土砂量を推定し、そのうち約 15% がダムに堆積したと推定できた。

謝辞: 本研究の一部は国土交通省河川砂防技術研究開発公募(地域課題分野)の助成を受けて行ったものである。また、本論文をまとめるにあたり室蘭開発建設部、気象庁に資料の提供等でご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 中澤辰哉, 中津川誠, 白谷友秀: 流域の湿潤状態の分布を考慮した土砂生産量の推定, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.68, No.4 pp.I_901-I_906, 2012.
- 2) 土木学会水工学委員会: 平成 15 年台風 10 号北海道豪雨災害調査団報告書, pp.1-95, 2004.