

木津川流域における総土砂生産量の推定

○堤大三，藤田正治，竹門康弘，角哲也（京都大学防災研究所）
 泉山寛明（八千代エンジニアリング）

1. はじめに

流域における土砂災害や洪水災害の防止，あるいは河川環境保全のための河床地形の評価基準の策定などを含めて，流域全体における総合的な土砂管理の必要性が高まっている。土砂の流下挙動を解析するためには，上流域山地部で生産され，河道に流入する土砂量を入力する必要がある，その精度が下流の土砂挙動推定精度を大きく左右する。

本研究では，日本列島において一般的に見られる冬期の凍結融解による裸地基岩の風化・破壊による恒常的な土砂生産に着目し，これを指標化することで山地斜面から河道に供給される土砂ポテンシャルとみなす。木津川流域を対象とし，既存のダムの堆砂量との相関を調査して，手法の検証を行った。

2. 土砂生産推定手法

2.1 対象流域

ここでは，土砂生産量を定性的に代表する凍結融解強度指数の分布を算出する。木津川流域全体（図1参照）を対象として解析を行った。1599.3km²であり，図中の左上部が下流，左側が本川上流，下側が名張川上流である。

2.2 解析方法

解析の主な手順を以下に記す。

- 1) 航空写真から裸地領域を抽出する。このとき，明らかに耕作地，宅地，道路といったものは省き，山地において土砂生産現象が発生されるであろうとみなされる植生のない部分を裸地として抽出している。
- 2) 航空写真とDEMデータから得られる地形情報とをGISソフトウェア（ArcGIS9.0）で重ね合わせ，抽出された裸地の標高，勾配，斜面向きを算出した。
- 3) 気象要素（気温・日射量・風速）を入力値として，地盤の熱伝導解析を実施し，凍結融解強度指数を算出する。詳しい解析手法については，既往の文献（泉山ら，2009；堤ら，2009）を参照されたい。
- 4) 裸地面積と凍結融解強度指数の積の総和を算出し，木津川流域において堆砂量の経年変化が記録されているダム流域（高山ダム，布目ダム，青蓮寺ダム，比奈知ダム，室生ダム）の年平均堆砂量との相関を検討する。ここで，各ダムの堆砂データは国土交通省近畿地方整備局木津川上流河川事務所から提供されたものをを用いている。

3. 結果と考察

航空写真から抽出した裸地の分布を，各支流域を色分けした木津川流域図に示す（図1）。この図より，小規模な裸地が広範囲に分布している事がわかる。

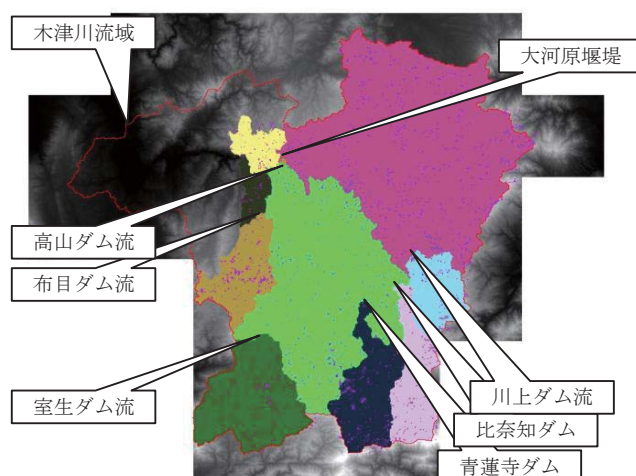


図1 木津川流域において抽出された裸地の分布

裸地の分布域に明確な傾向は見られないが，支流域ごとに裸地の分布に多少の差異がみられる。

GIS解析から得られた，各流域の裸地面積をそれぞれの流域面積で除した裸地面積率を図2に示す。比奈知ダム，青蓮寺ダム，室生ダムは同等の値で，大河原堰堤や高山ダム流域の値ともほぼ一致するが，布目ダム，川上ダム流域では，それらの値の約2倍の値であり，裸地率が大きい流域である。

裸地分布をもとに，流域における凍結融解強度指数の積算値を総凍結融解強度指数 I_{total} [m³/y]とし，支流域間での比較を行った。 I_{total} を流域面積Aで除した比凍結融解強度指数 I_{total}/A [m³/km²/y]を図3に示す。各ダム流域における値は，大きく異なり，それぞれの流域特性をよく反映した値となっている。比奈知ダム，青蓮寺ダム流域が比較的大きな値を示し，川上ダム流域が特に大きな値を示している。これらは，裸地面積や凍結融解強度の流域固有の特性に依存しているものと思われる。

ダム堆砂データから求めた年平均ダム堆砂量の値を各ダムの流域面積で除して比堆砂量 [m³/km²/y]として図4に示す。青蓮寺ダム，比奈知ダムが大きな値を示し，室生ダムが最小の値を示した。この値は各流域固有の土砂生産・流出特性を表しており，裸地分布や地形の特性が反省されているものと考えられる。

比凍結融解強度指数 I_{total}/A （総凍結融解強度指数/流域面積）[m³/km²/y]と比堆砂量（堆砂量/流域面積）[m³/km²/y]の関係を図5に示す。両者は良い相関関係を示しており，流域固有の土砂生産・流出特性が，凍結融解強度によって良く代表できることを示している。この様に，凍結融解強度指数とダム堆砂量との間に良い相関が得られたが，凍結融解強度指数は

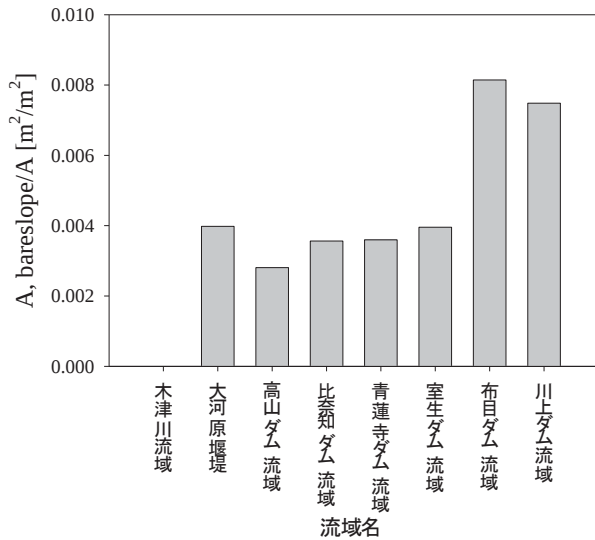


図2 各支流の裸地面積率

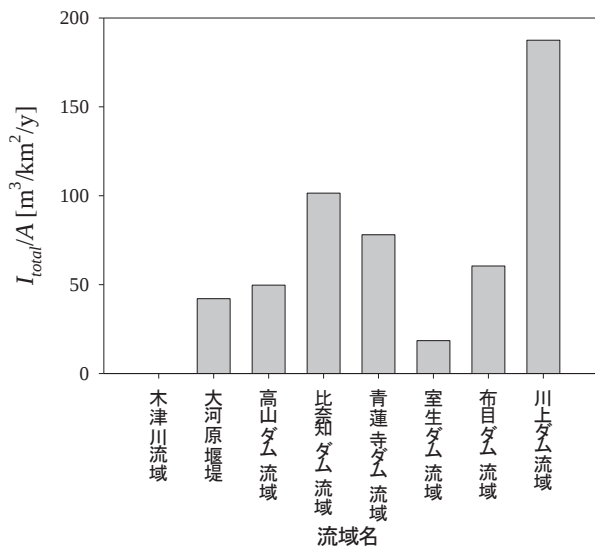


図3 各支流の比凍結融解強度指数

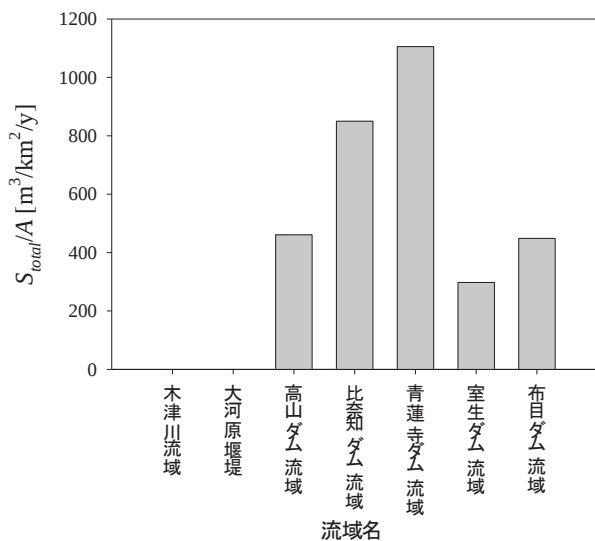


図4 各ダム流域の年平均比堆砂量

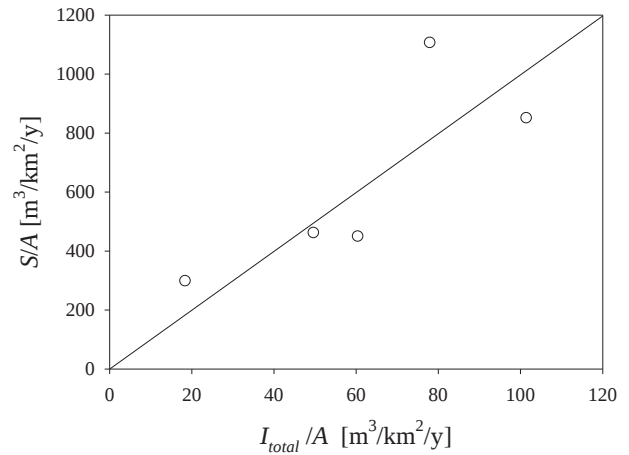


図5 各ダム流域の比凍結融解強度指数総和と年平均比堆砂量の相関

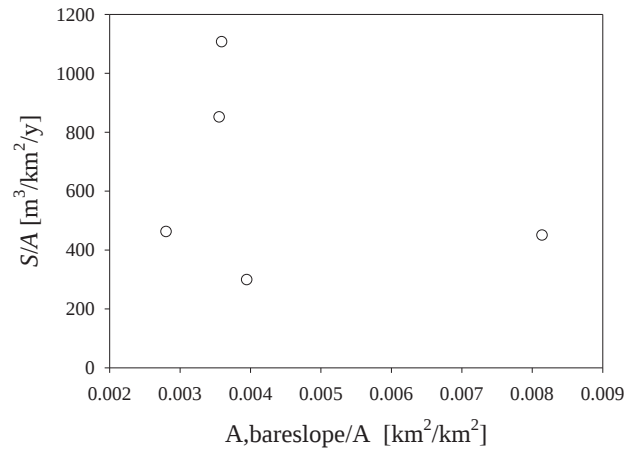


図6 各ダム流域の裸地面積率と年平均比堆砂量の相関

裸地面積に大きく依存しており、また裸地面積は流域面積に依存している。このため、ダム堆砂量は、裸地面積や流域面積の大小に依存して増減し、凍結融解強度指数の要素を考慮しなくても、もともと裸地面積や流域面積から算定することができる可能性がある。このことを検証するため、裸地面積率 $A_{\text{bareslope}}/A$ [km^2/km^2] と比堆砂量 [$\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$] との関係を図6に示したが、両者にはほとんど相関がみられない。以上のことから、ダム堆砂量は、流域における土砂生産・流出を裸地面積と気象・地形要素を加味した凍結融解強度指数で表すことが有効であることが示された。

参考文献

泉山寛明, 堤 大三, 手島宏之, 藤田正治: 地表面熱収支を考慮した裸地斜面における凍結融解シミュレーション, 水工学論文集, 53, pp.643-648, 2009
 堤 大三, 藤田正治, 泉山寛明: 気温上昇による土砂生産に対する凍結融解の影響変化予測, 53, pp.649-654, 2009