

筑後川流域の生産土砂量の推定方法について

筑後川河川事務所 調査課 ◎工藤 勝次
佐藤 浩成
○徳永 久美恵

1 はじめに

筑後川は九州北部に位置し、熊本・大分・福岡・佐賀の4県を流れる九州最大の1級河川である。筑後川は、その源を熊本県阿蘇郡瀬の本高原に発し、高峻な山岳地帯を流下して、日田市において、くじゅう連山から流れ下る玖珠川を合わせ典型的な山間盆地を流下。やがて夜明峡谷を過ぎ、佐田川、小石原川、巨瀬川及び宝満川等多くの支川を合わせながら、肥沃な筑紫平野を貫流し、早津江川を分派して有明海に注ぐ、幹川流路延長143 km、流域面積2,860 km²の河川である。



2 筑後川流域生産土砂量算定の取組

筑後川流域土砂動態検討の一つとして、筑後川河川事務所では、筑後川から有明海への土砂流出状況を把握することを目的に、流域全体の土砂収支および土砂動態を解明するための調査・検討を進めている。

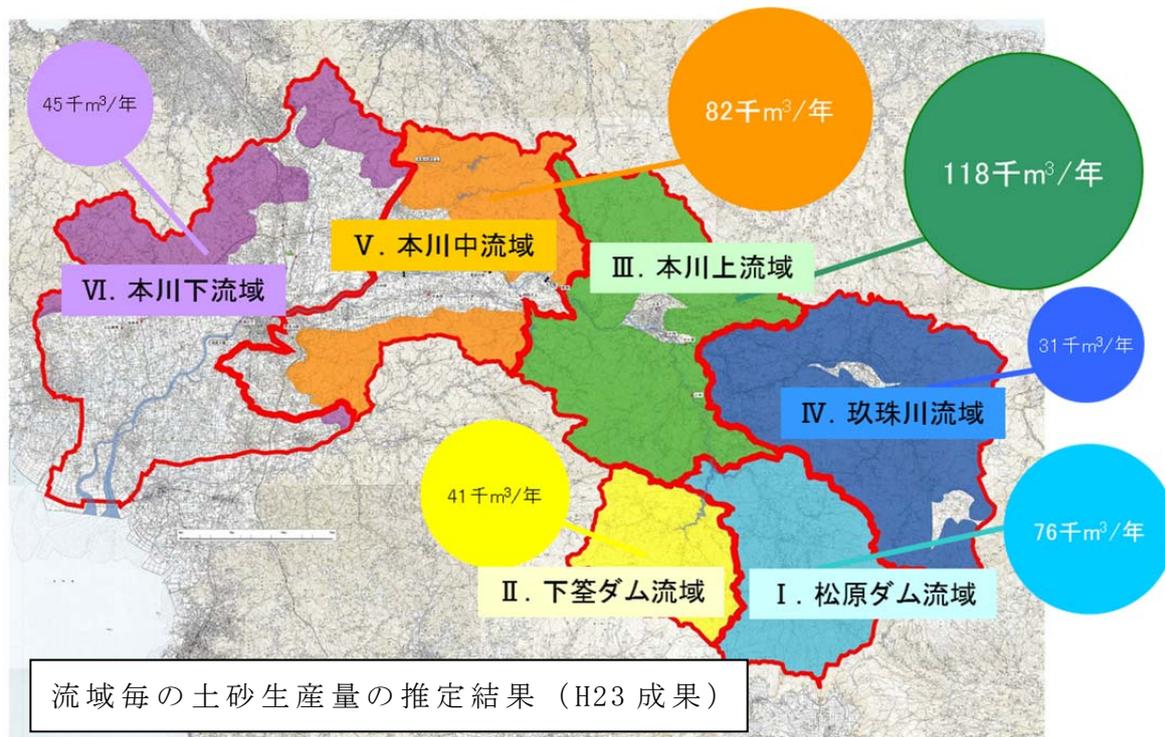
流域全体の土砂収支検討にあたり、貯水ダムの堆砂量を用いて生産土砂量を推定しているが、貯水ダムのない玖珠川流域では砂防・治山ダムの堆砂量データを用いて推定しており、データのばらつきや信憑性等を考えると、推定値の妥当性について確認する必要があった。

そこで、玖珠川流域を含む筑後川上流の土砂生産域の現地調査を行い、貯水ダムがない流域の生産土砂量推定手法を検討した。その業務成果について紹介する。

3 ダム堆砂実績を用いた生産土砂速度の推定と課題

流域からの土砂生産は、地形・地質・降雨特性の影響を受けると考え、流域を土砂生産ポテンシャルが類似する6つの流域に分割した。

流域内に貯水ダムが存在する場合は、その堆砂量の経年変化（貯水ダム流域内の砂防・治山ダムの堆砂量は、貯水ダム堆砂量に加えた上で生産速度を算定）、貯水ダムがない場合は砂防・治山ダムの堆砂量から、比土砂生産速



度（年当たり、面積当たりの土砂生産量）から算定した。各流域の土砂生産速度を比較すると、貯水ダムのない玖珠川流域は、他の流域に比べ約 25～35% とかなり少ない結果となった。

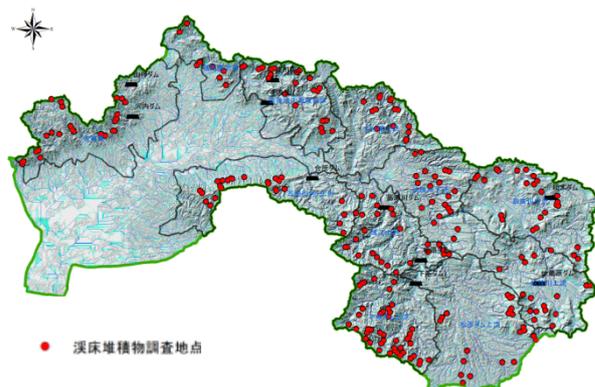
玖珠川流域は、降雨量が少なく、地形的にみても流域の傾斜が緩いため、生産ポテンシャルが低いと推定できる。また、流域内には有効な堆砂量データがある貯水ダムが存在しないため、砂防・治山ダムの堆砂量を用いて生産速度を推定しているため、貯水ダムと比較し流域面積が小さく、ダム毎のデータのバラつきが大きく、貯水ダムに比べると堆砂量に関するデータ精度も劣ると推定され、何らかの方法で妥当性を確認する必要がある。

4 生産土砂量の検証

4.1 溪床と斜面堆積土砂量（現地調査）

各流域にて、堆積幅、堆積深および溪床勾配、斜面の土層厚（簡易貫入試験による）を現地調査により計測した。調査箇所は、流域内の地質的特性による違いを把握できるように設定し、溪床において 250 地点と斜面において 250 地点の計 500 地点で調査を実施した。

図-1 溪床堆積物の調査位置図



調査箇所および調査状況を以下の写真で紹介する。

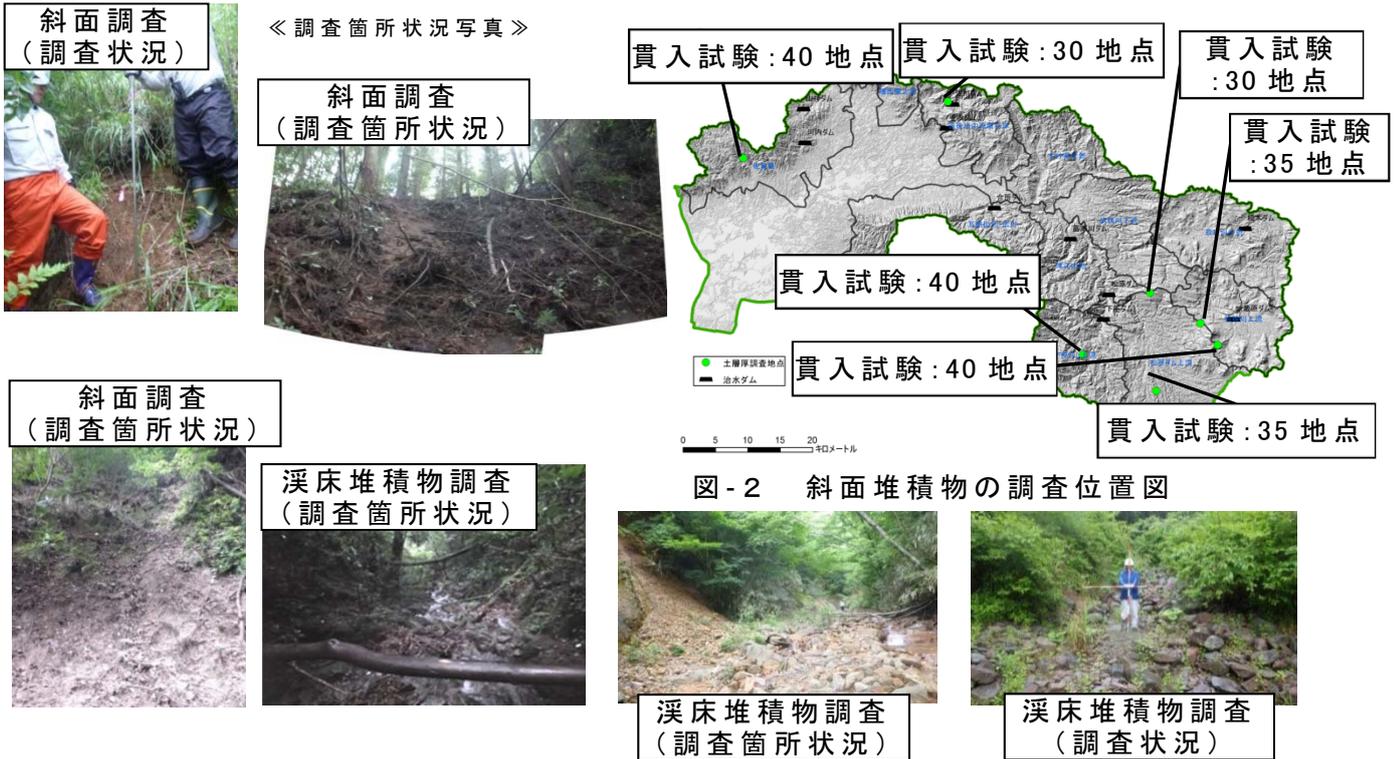


図-2 斜面堆積物の調査位置図

現地調査結果から、流域内の土砂生産域における堆積土砂量（渓床、斜面）を推定した。

4. 2 渓床堆積土砂量

渓床堆積土砂量は、松原ダム、下笠ダム流域の土砂量が多く、下笠ダム流域では特に勾配が急な1次谷の堆積量が多いため、土砂流出ポテンシャルが大きいと思われる。

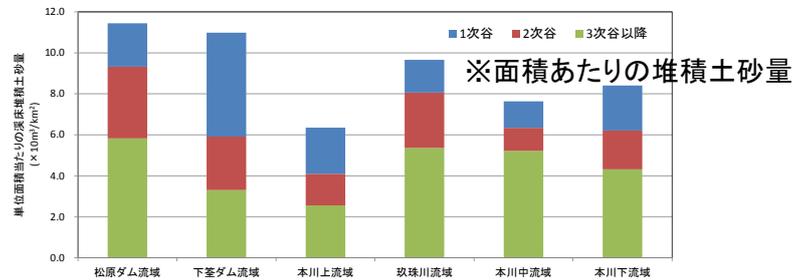


図-3(1) 流域別渓床堆積土砂量の推定結果

4. 3 斜面堆積土砂量

斜面堆積土砂量は、松原ダム、本川下流域の土砂量が多く、その他は大きな差はみられないが、下笠ダム、本川上流域は、勾配が急である斜面の堆積量が多い。

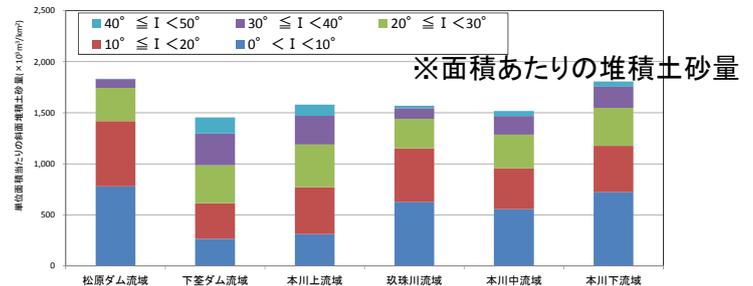


図-3(2) 流域別斜面堆積土砂量の推定結果

4. 4 玖珠川流域の土砂流出ポテンシャル

玖珠川流域に着目すると、渓床、斜面ともに堆積土砂量は、松原ダム、下笠ダム流域に比べると小さく、渓床では比較的勾配が緩い3次谷以降の堆積量が多く、斜面においても勾配の比較的緩い斜面の堆積量多いことから、土砂流出ポテンシャルは比較的小さいと思われる。

4. 5 土砂生産量の推定

流域内の貯水ダムの実績堆砂量を目的変数として、各ダム流域の地形や地質、降雨特性等による説明変数を2ケース設定して回帰分析を行い、土砂生産量推定式を検討、作成した。作成した推定式により、貯水ダムのない珍珠川流域の土砂生産量を推定し、2. で述べた推定値の妥当性を検証した。

4. 5. 1 土砂生産量推定式の検討

芦田・奥村による論文(1977)等では、流出土砂量は主としてストリームパワー(流域面積A・降雨強度R・河床勾配I)に既定されるものとして報告されている。このことを参考に、以下の2ケースで説明変数を設定し、貯水ダムの実績堆砂量を目的とした重回帰分析を行い、土砂生産量推定式を算定した。

ケース1: 説明変数 ① A・R・I

ケース2: 説明変数 ① A・R・I、② $V_{\text{溪床}}$ 、③ $V_{\text{斜面}}$ (A: 流域面積、R: 流域平均雨量、I: 溪床勾配、 $V_{\text{溪床}}$: 溪床堆積土砂量、 $V_{\text{斜面}}$: 斜面堆積土砂量)

(1) A・R・Iを用いた推定式

生産土砂量がA・R・Iとの相関関係があり、さらに地質毎にその関係性は異なると考えられることから、地質毎に貯水ダムの実績堆砂量とダム流域のA・R・Iとの相関関係を分析し、 $V_{\text{ダム}}$ (貯水ダムの実績堆砂量) = a(定数) × A・R・I + b(定数)の関係式における定数を求めた。ここで、 $V_{\text{ダム}}$ は貯水ダムの堆砂量(平成26年度までの総堆砂量)、Aは各ダムの流域面積、Rはダム建設時点から平成26年度までの総雨量(但し、堆砂量とARIの単相関が最も良い日雨量100mm以上の総雨量とした)、Iは流域内における溪床の平均勾配を用いている。

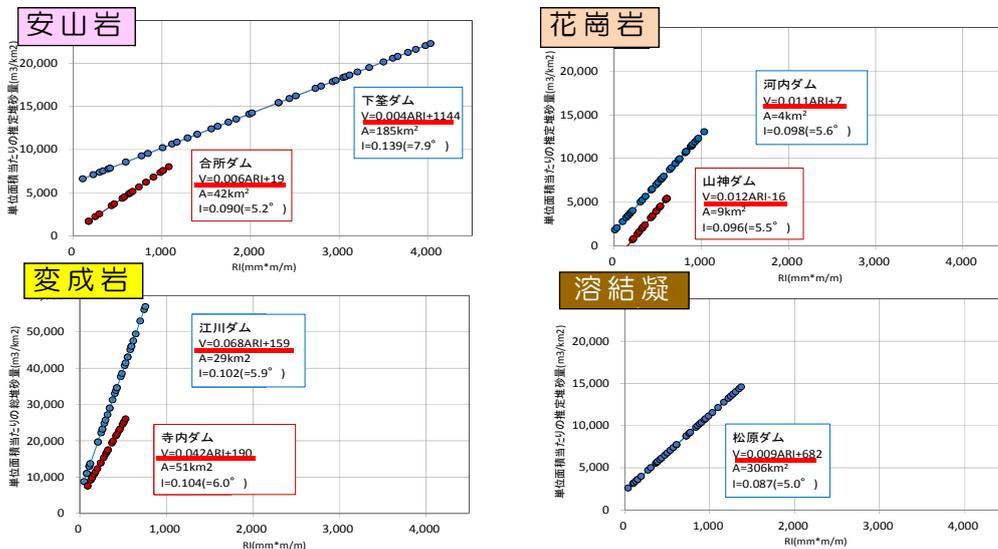


図-5. ARIと実績堆砂量の相関関係式

(2) A・R・I と溪床堆積土砂量および斜面堆積土砂量を用いた推定式

生産土砂量が A・R・I、溪床および斜面堆積土砂量と関係性があると考え、貯水ダムの実績堆砂量とダム流域の A・R・I、3.1 で求めた溪床堆積土砂量および斜面堆積土砂量との重相関関係を分析し、 V_{dam} (貯水ダムの実績堆砂量) = a (定数) × A・R・I + b (定数) × $V_{溪床}$ + c (定数) × $V_{斜面}$ の関係式における定数を求めた。ここで、 V_{dam} は貯水ダムの堆砂量 (平成 26 年度までの総堆砂量)、A は各ダムの流域面積、R はダム建設時点から平成 26 年度までの総雨量 (但し、堆砂量との単相関が最も良い日雨量 200 mm 以上の総雨量とした)、I は流域内における溪床の平均勾配、 $V_{溪床}$ と $V_{斜面}$ は現地調査結果を基に推定した値を用いている。

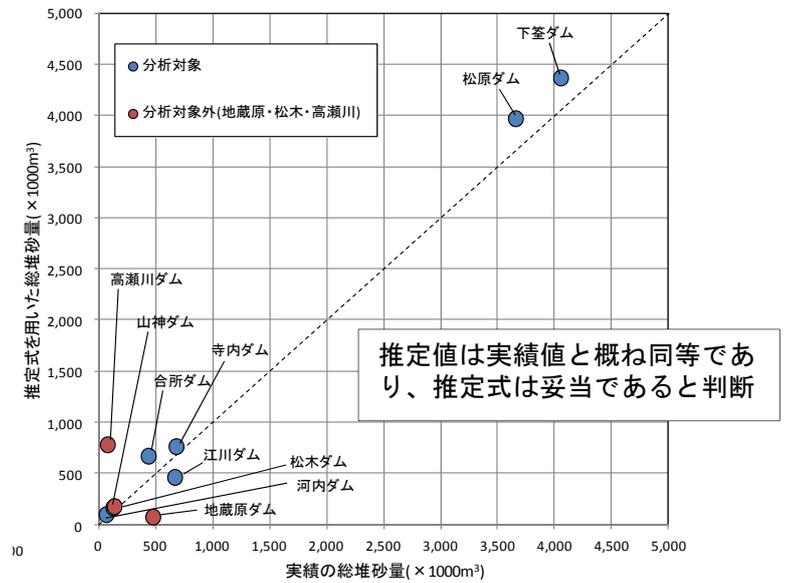


図-5. 関係式とこれによる計算値と実績値の比較図

$$V_{堆砂} = 0.003ARI + 8.9V_{溪床} + 0.02V_{斜面} + 13.7$$

4. 5. 2 推定式による生産土砂量の検証

(1) A・R・I を用いた推定式による検証

玖珠川流域は、主に安山岩が分布しており、地質的特徴は下笠ダムまたは合所ダムと類似している。したがって、下笠、合所ダムで作成された関係式を用いて、玖珠川流域の A・R・I により土砂量を算定したところ、3. で述べた推定値と同様に、玖珠川流域の土砂生産速度は、その他流域に比べて小さく、3. で述べた土砂生産速度 (玖珠川の生産土砂量が少ない) の定性的な傾向と同様となった。

表一1. ARI との関係式を用いた土砂生産速度

流域	主な地質	用いた回帰式	生産速度 (m ³ /km ² /年)	
				平均値
下笠ダム流域	安山岩	下笠ダム	605	605
松原ダム流域	溶結凝灰岩	松原ダム	413	413
本川上流域	溶結凝灰岩	松原ダム	287	287
本川中流域	変成岩	江川ダム	630	451
		寺内ダム	271	
本川下流域	花崗岩	河内ダム	289	300
		山神ダム	312	
玖珠川流域	安山岩	下笠ダム	180	185
		合所ダム	191	

(2) A・R・Iと溪床堆積土砂量および斜面堆積土砂量を用いた推定式による検証

玖珠川流域のA・R・Iと $V_{\text{溪床}}$ および $V_{\text{斜面}}$ を用いて、この関係式により土砂量を算定したところ、3.で述べた推定値と同様に、玖珠川流域の土砂生産速度は、その他の流域に比べて小さくなった。

ここでも3.で推定した生産土砂量(玖珠川の生産土砂量が少ない)と同様に玖珠川流域の生産土砂量が少ないという結果が得られた。

表—2. ARI、 $V_{\text{溪床}}$ 、 $V_{\text{斜面}}$ との関係式を用いた土砂生産速度

対象ダム	生産速度
	m ³ /km ² /年
下釜ダム	651
松原ダム	426
江川ダム	483
寺内ダム	575
河内ダム	641
山神ダム	692
合所ダム	911
玖珠川	323

5 まとめ

一般的に、ダム堆砂量の経年変化を用いて生産速度を推定し、生産土砂量を計算することがよくあるが、比較的大きな貯水ダムで経年的な堆砂量調査が実施されている場合に限られる。有効なダム堆砂データがない場合は、地形や地質的特性が異なる流域のダムデータや、箇所毎のバラつきが大きい砂防・治山ダムのデータ等を使用せざるを得なくなり、このようなデータを用いた生産土砂量の推定値の信憑性には疑問が残る。

今回は、有効なデータが得られている貯水ダムがある地域と貯水ダムがない玖珠川流域について現地調査を行い、この結果を用いて生産土砂量を推定式の検討を行った。その結果、今回の推定式は砂防・治山ダムから求められた実績値と比較し妥当であることを確認した。

その結果、玖珠川流域が他の流域と比較して土砂生産速度が小さいという、傾向は概ね妥当であると考えられる結果が得られた。

今回検討した推定式は、玖珠川同様に貯水ダムがないような他河川においても、適用されることが期待できる。今後は、さらに生産土砂量の定量的な妥当性評価を含め、ダム堆砂量の継続的な調査等により土砂生産状況をモニタリングし、生産土砂量の把握精度向上を図ることで、今後の河川管理に活用していきたいと考えている。