

河床変動計測に基づく流砂量の推定について

徳島大学大学院 学生員 ○林田大樹

徳島大学 正員 武藤裕則 徳島大学 正員 田村隆雄

1. 研究の背景と目的

流砂系（流域の最上流の山腹斜面から河口，漂砂帯までの土砂が移動する領域）において土砂移動に伴う「防災・環境・利用上の問題」が発生している．このようなことから適正な土砂管理を行うことは大変重要であり，そのために土砂移動の予知・予測手法の向上が求められる．そこで実河川を対象に河床変動の計測を行うことで流砂の挙動や流量との関係性を検討することを本研究の目的とする．

2. 研究手法

ダム湖に堆積した土砂を数回に分けて観測する．設定調査期間中におけるダム湖への堆砂量をダム湖内の河床地形データの差分から算出し，流砂量の推定を行う．図1は流砂量観測の概念図である．ここに Q_s ：流砂量， Q ：流量， V_s ：堆砂量， Q_{sout} ：流出流砂量．また図2は流量と流砂量の基本関係である．

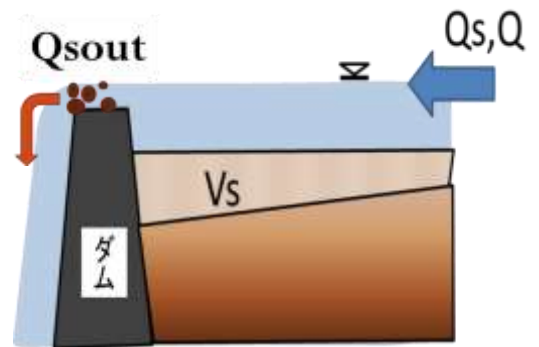


図1 流砂量観測概念図

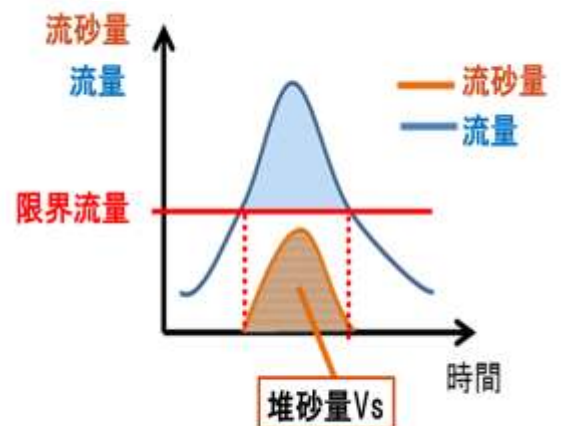


図2 流量と流砂量の基本関係

3. 調査方法と調査対象地

調査方法としてエンジン付ゴムボートに測深器（魚群探知器）を機装し，ダム湖を縦横に走ることによって緯度・経度・水深データを取得する．

調査対象地には淀川水系木津川 45 km～46 km付近を選んだ．図3は調査地の上空写真である．赤線で囲まれている部分がボートを用いてデータを計測した河道である．図1にあるダムの役割を大河原堰堤が果たす．また，調査区間流量は本川流量と高山ダム放流量の合算値で表される．

4. 観測データ分析手法と芦田・道上の式

設定調査期間中におけるダム湖への堆砂量を，ダム湖内の河床地形データの差分から算出する方法を用いる．調査方法の性質上，得られたデータの座標はランダムであることから面内挿（重み付き平均）によりあらかじめ定めた格子点上の値を求めることとする．ダム湖への堆砂量は， n 回目と $n+1$ 回目の格子点の水深 H の差分より，次式により求められる．

$$\text{堆砂量}(m^3) = (5(m) \times 5(m)) \times \sum (H_n - H_{n+1}) \quad (1)$$

また本研究では本川からの流入累積流砂量の算出に芦田・道上の式を用いることにした．

5. 結果と考察

観測堆砂量と芦田・道上の式より求めた累積流入流砂量の両者の差から下流への累積流出流砂量の推定を行った．さらに調査期間ごとのハイドログラフから累積流量を算定した．なお，調査区間における河道断面形状と河床材料から，掃流砂の発生する流量（限界流量）を $400m^3/s$ と推定し，限界流量以上について累積した量を算出している．また本川限界流量は $25m^3/s$ と



図3 調査対象地

算定された。表 1 に各々の値を示す。

累積流出流砂量と累積流量の関係を図 4 に示す。図より両者には、 $V_{sout} = \alpha V^\beta$ (α, β : 係数) の関係になることが予想され、 α を 1 と仮定して β を求めると、図のように $\beta=0.525$ の時、観測値に最も適合する曲線を描く結果となった。

次に調査区間における土砂の堆積・流出の発生と流水イベントごとのピーク流量との関係を検討する。各調査期間における本川ピーク流量と、それに対応する調査区間ピーク流量をプロットしたものを図 5 に示す。図より右上端部に調査期間 4 及び 5 で発生したイベントが集中している。これらは期間中に来襲した台風 6 号、12 号、15 号によるイベントを示している。表 1 より調査期間 4 及び 5 は特に大きな洗掘量を示している。このことから調査区間では流量が $1000\text{m}^3/\text{s}$ を越えると大きな洗掘が発生すると推測される。次に図 6 は図 5 の左下部を拡大したものである。図の網掛け部分は下流への土砂の流出がなく、流入のみが発生するイベントの領域で堆積が予測される。実際、表 1 において堆積した調査期間 2 はここに集中している。一方、調査期間 1 のイベントもこの領域に集中しているが、表 1 では流出となっている。これは 10/12/27 の調査データの密度が粗く、調査期間 1 における堆砂量が等しく算定されなかったことが推測される。一方、調査期間 3 及び 6 についてみると、ほとんどのイベントが流入土砂なしとなっており、また調査区間における限界流量にも達していない。このことから、これらの期間についてはわずかな堆積であったと予想される。このような誤差をもたらした原因としては調査日ごとにデータ数に差があることによる値の信頼度の違い、測深機やデータ分析時の補間によるエラーが挙げられる。

6. まとめ

本研究では調査区間における下流への累積流出流砂量と累積流量の関係、堆積と流出の境界が分かった。このことにより過去のハイドログラフから調査区間での土砂の堆積と流出を推定することが可能となった。本研究手法の可能性として下流への砂の流出がない所を調査地とした場合、観測値と既存の流砂量評価法から算定した結果を比較検討することで既存の評価手法の妥当性を検討することができる。

表 1 各調査期間における堆砂量、累積流入・流出流砂量および累積流量

調査日		観測堆砂量(m^3)	芦田・道上の式による累積流入流砂量(m^3)	累積流出流砂量(m^3)	累積流量 $V(\times 10^6\text{m}^3)$
2010/12/27	調査期間1	-11200	1870	13100	5.18
2011/6/10	調査期間2	7460	1150	0	2.31
2011/6/24	調査期間3	-6270	23	6290	0
2011/7/15	調査期間4	-11600	2850	14500	57.4
2011/10/27	調査期間5	-18600	6690	25300	265
2012/1/7	調査期間6	-1760	105	1870	0

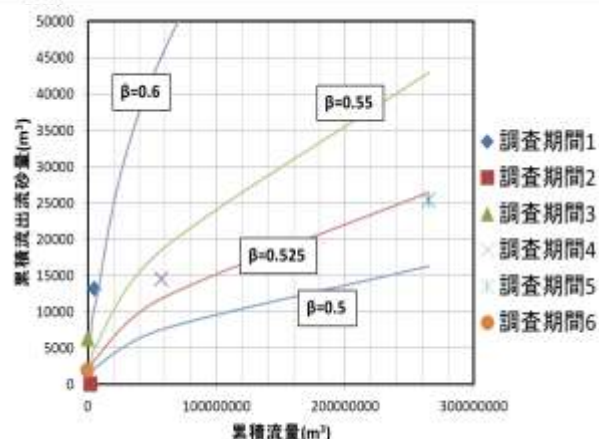


図 4 累積流出流砂量と累積流量の関係

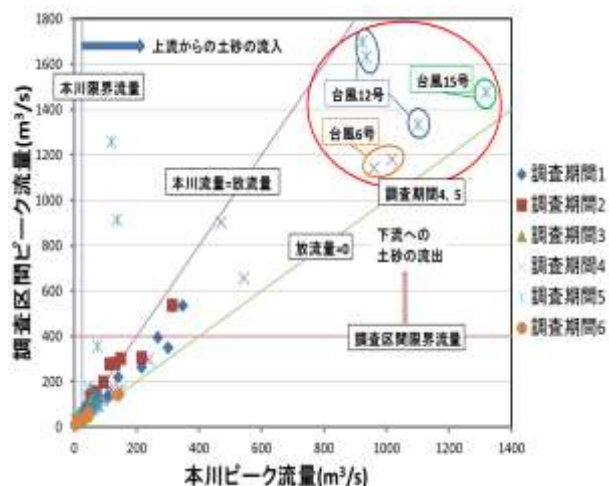


図 5 流量と土砂の堆積・流出の関係(1)

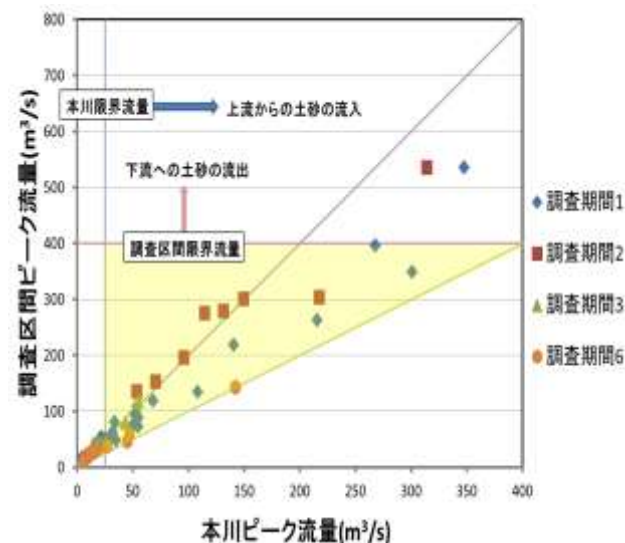


図 6 流量と土砂の堆積・流出の関係(2)