

九州におけるダム堆砂の実態と 流出土砂量の評価について

橋本晴行¹・永野博之²

¹九州大学大学院工学研究院環境都市部門 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

²九州大学大学院工学府都市環境システム工学専攻 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

1. はじめに

貯水池計画においては計画堆砂量の評価が貯水池の規模に大きな影響を及ぼすため、計画堆砂量を適切に評価することが長年の重要な課題となっている。計画堆砂量の評価法については(1)近傍の既設ダムの比堆砂量を用いる方法と(2)水理学的な方法によるものにと大別される。特に、比堆砂量を用いる方法は、堆砂状況をマクロにとらえる上で有用な方法である¹⁾²⁾。しかしながら、貯水池への土砂流出が流域の地形、地質や河道の水理条件に複雑に依存しているため、一般的な評価法はいまだ確立されていない。

本研究は、水理学的な手法による流出土砂量の評価法を確立することを目的とし、その第一歩として、九州にある築20年以上のダムについて調査を行い、それを基に河川流量が既知の場合におけるダム堆砂量を評価する方法を検討するものである。

2. 比堆砂量から見たダム堆砂状況

比堆砂量が安定化するためには、経過年数として少なくとも15~20年を要する。従って、既設ダムの堆砂状況の事例として、築20年以上で九州にある総貯水容量約33万m³以上のダムを選んだ。各ダム地点での流域における表層地質は、花崗岩・砂岩・安山岩・玄武岩・ローム層・千枚岩・片岩・片麻岩・凝結岩・粘板岩の10種類に大別される。

図-1は、調査を行ったダムについて、比堆砂量を円の大きさで示した図である。図中で比堆砂量が500m³/km²/year以上で示されているダムの多くは、その表層地質がローム層・花崗岩類・砂岩で構成されている。ローム層からなる鹿児島県南東部のダムについては、桜島降灰の影響が大きいことが報告さ

れている。花崗岩類は風化されやすく、砂礫状のまき土となり土砂の供給源となるため、比堆砂量が大きくなることが推測される。砂岩からなる宮崎県中部のダムでは、竣工直後から20年程度経過するまでの堆砂量が大きく、建設時の影響が寄与していることも否めないが、それだけでなく、他地域と比較して比流量が大きいことも、多大な土砂流出量の原因であると推測される。このため、後述の4.では、年総流量と年堆砂量との関係について考察することにする。

比堆砂量は、ダム湖に堆砂した土砂量を流域面積と経過年数で除して求められ、湛水開始から調査時点までの堆砂状況を平均的に表したものである。従って、途中で堆砂のペースに変化があったとしてもそれをとらえにくい。また、鹿児島県南東部の事例のように、降灰など、流砂機構外の要因に起因する堆砂も取り込む可能性があるという側面がある。従って、比堆砂量を用いる場合にはこれらのことを念頭に置き、堆砂状況の時間的な不連続性およびダム周辺の地域特性にも留意することが必要とされる。

3. 流域面積と比堆砂量との関係

図-2、図-3は、調査したダムについて流域面積と比堆砂量との関係を県別並びに表層地質別に示したものである。

図-2において、実線(1)は日本でもっとも流出土砂の多い黒部川・天竜川・大井川のデータの回帰直線であり¹⁾、実線(2)~(3)は木曾川・吉野川などの構造線沿いの河川である。実線(4)~(5)は最も流出土砂量の少ない中国地方の河川のデータの回帰直線である。福岡・佐賀・大分・長崎のダム堆砂状況は実線(4)~(5)の近傍にプロットされており、中国地方の堆砂状況に類似されていることが



図-1 九州全域における比堆砂量の実態

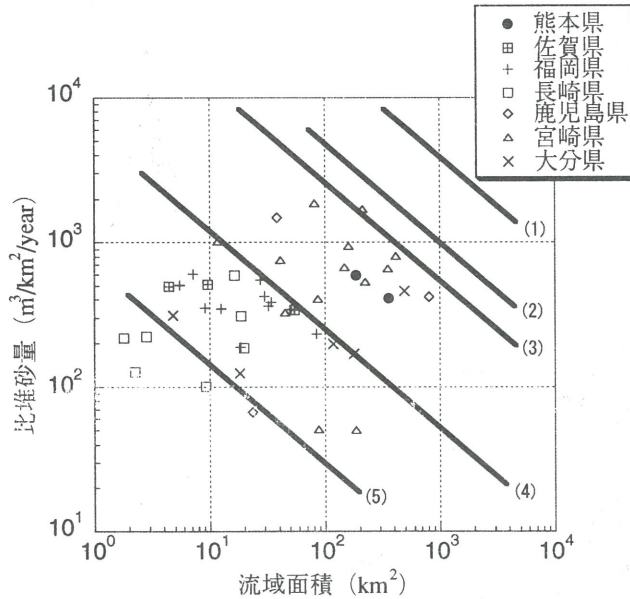


図-2 県別で表した比堆砂量と流域面積との関係

わかる。一方、熊本・宮崎・鹿児島については、実線(3)～(4)の中間に位置していることがわかる。図-3では、表層地質と比堆砂量との間に明確な関連性は見られなかった。

4. 年堆砂量と年総流量との関係

掃流形式で河床砂が輸送される河川の流砂量を指数形で表すと

$$\frac{q_B}{\sqrt{sgd^3}} = K \left(\frac{u_*^2}{sgd} \right)^{1.5} \quad (1)$$

式(1)で河川断面全体の流量をQ, 流砂量をQ_sとそれぞれおくと、流砂量式はQ_s=QKl_e/sφとなる。ここに、φ:流速係数, K:定数, s:粒子水中比重, l_e:エネルギー勾配≒河床勾配。この式を積分すると

$$\int_0^{1\text{year}} Q_{sdt} = \int_0^{1\text{year}} Q \frac{K}{s\phi} l_e dt \approx \frac{K}{s\phi} l_e \int_0^{1\text{year}} Q dt \quad (2)$$

(単位: m³/year)

従って、年総流量(≒年堆砂量)が年総流量に比例することがわかる。

図-4は、調査を行ったダムにおける年堆砂量と年総流量との関係を示したものである。ほぼ、年堆砂量は年総流量に関係することがわかり、図中の回帰直線から

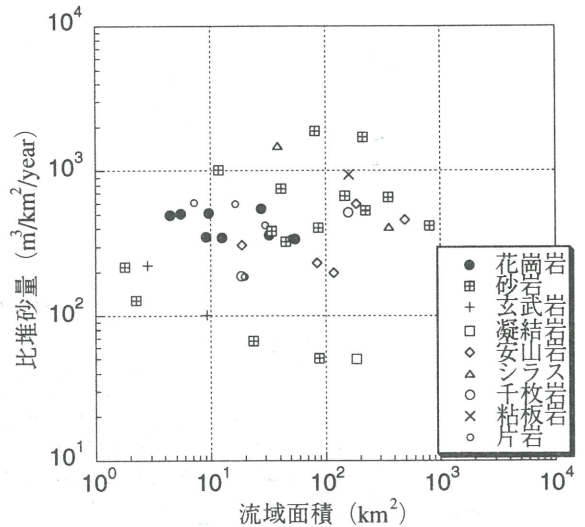


図-3 地質別で表した比堆砂量と流域面積との関係

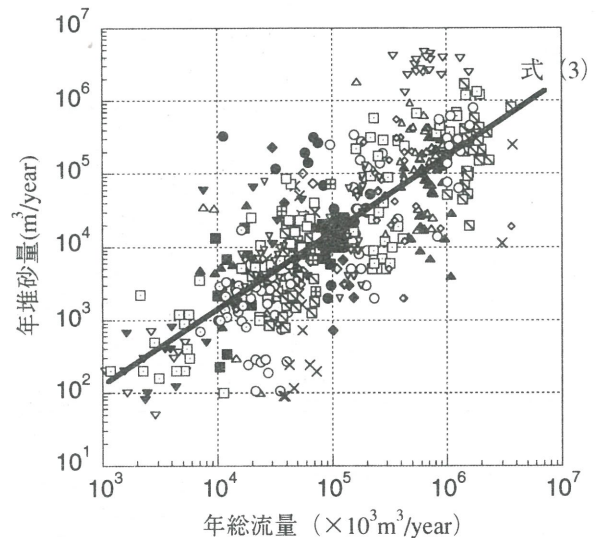


図-4 年堆砂量と年総流量の関係 (経過年数10年以上のデータを使用)

$$\int_0^{1\text{year}} Q_{sdt} = 4.963 \times 10^{-4} \left(\int_0^{1\text{year}} Q dt \right)^{1.06} \quad (3)$$

(単位: m³/year)

を経験式として得ることができる。

ここで、図-4ではデータのばらつきが大きいことから、同程度の年総流量であっても年堆砂量は必ずしも同じような値をとるとは限らないことがわかる。これは、測定誤差並びに、降雨状況の相違といったことに因るものと考えられる。したがって、データのばらつきを抑えるために、年堆砂量と年総流量について10年ごとの平均値をとり、プロットしたものが図-5である。図-3と同様に、回帰直線の式を求

めると、次のようになった。

$$\int_0^{1\text{year}} Q_s dt = 6.00 \times 10^{-4} \left(\int_0^{1\text{year}} Q dt \right)^{0.932} \quad (4)$$

(単位: m³/year)

式(4)は式(3)とほぼ同様な式となり、明らかに、年堆砂量は年総流量に比例することがわかる。これらはいづれも橋本ら³⁾が示した回帰式とほぼ同様な式となっている。

さらに図-6は図-3の流域面積と比堆砂量の関係を10年ごとの平均を用いて表したものである。この図から、10年ごとの平均を用いてもデータは分散していることがわかり、従って、式(4)の有効性が確認される。

以上のことから、貯水地計画の当該河川流量データが与えられれば年堆砂量が推定でき、計画堆砂量が評価できるものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、九州にある築20年以上のダムについて、堆砂状況の調査を行い、比堆砂量と流域の表層地質や河川流量との関係について考察を行った。その結果、調査対象ダムにおいて、鹿児島県南東部・宮崎県中部・筑紫山系のダムは比堆砂量が多い傾向があった。比堆砂量と流域面積の関係から、福岡・佐賀・長崎・大分のダム堆砂状況は中国地方のそれに類似しており、熊本・宮崎・鹿児島のダム堆砂状況は構造線上の河川と中国地方のダム堆砂状況との中間に位置していた。また、水理学的考察から、年堆砂量は年総流量に比例し、統一的な式で表されることがわかった。

しかしながら、流砂が生起するためには、限界掃流力以上の流量が必要であるが、上述の評価ではこの点についての考慮がなされていない。従って、限界掃流力を考慮した年堆砂量の評価を行うことが今後の課題と考えられる。

謝辞: 本研究に際しては、国土交通省九州地方整備局、水資源開発公団両筑平野用水管理所、同公団寺内ダム管理所、九州各県土木部および九州電力(株)土木部にダム堆砂データ資料と流量データ資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

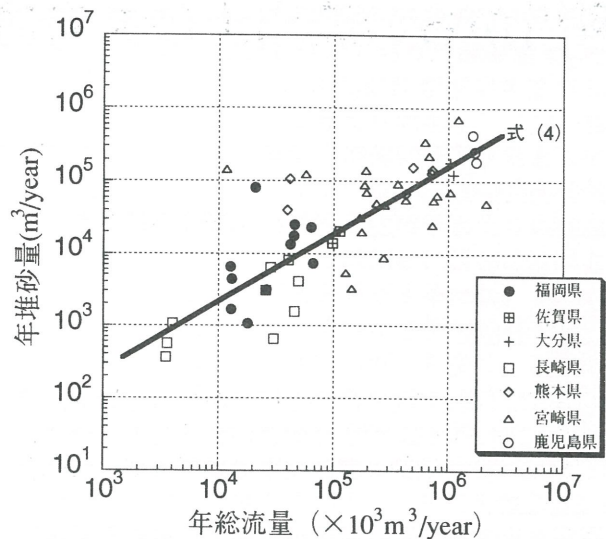


図-5 年堆砂量と年総流量の関係
(図-4のデータの10年ごとの平均を使用)

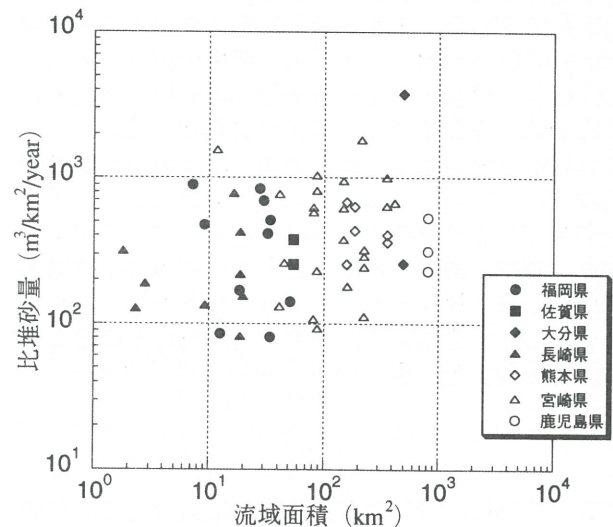


図-6 流域面積と比堆砂量の関係
(10年ごとの平均を使用)

参考文献

- 1) 芦田・高橋・道上: 河川の土砂災害と対策, 森北出版(株)1983.
- 2) T.TAKAHASHI&H.NAKAGAWA: Sesiment Yield in Japanese Reservoir Basins, Pr. of the 4th. Japan-Chinese Joint Seinar on Natural Hazard Mitigation Kyoto, Japan, 1997.
- 3) 橋本・渡辺・全・上野・山中・笠井・野上・緒方: リモートセンシングを用いた嘉瀬川ダム流域の被覆状況調査と流出土砂量の推定, 水工学論文集, 第45巻, 2001.