

# 流域貯留量を用いたダム堆砂量の評価

## Evaluation for Reservoir Sedimentation by Natural Storage Depth

○樽屋啓之，原口暢朗

TARUYA Hiroyuki and HARAGUCHI Noburo

### 1. はじめに

国内で新たに着工されるダム数が見込めない中で、既設ダムの有効活用が重要な課題になっている。既設ダムの有効活用のためには、ダム本体や附属施設、設備の機能保全とともに、ダムの貯水機能を維持するための障害である堆砂の管理を適切に行う必要がある。ダムの堆砂は、容量設計時に見積もった計画堆砂量の範囲内で緩やかに進行する場合もあれば、予期せぬ突発的災害（地震や豪雨、地すべりなど）により想定外に流入した土砂のために急速に進行する場合もある。災害の場合には、緊急的な予算を確保し掘削等の対策により貯水容量を回復しなければならない。一方、長年月にわたり当初計画の範囲内で堆砂が進行しているダムの場合は、あらかじめ見積もった土砂流入予測量が一応適切であったと評価できる。堆砂容量の設計において地域の実状はある程度踏まえられている。設計基準「ダム」基準書・技術書<sup>1)</sup>によれば、都道府県別、主要水系別比堆砂量の推定値が記されている。しかしこれらの区分は実績値に基づくとは言え便宜上の区分であり、農業用ダムのような小流域主体のダムが持つ地域特性への反映は無理である。今後、ダムの有効活用を目的として、ストックマネジメントやアセットマネジメントの観点から地域の実状に合わせてダムの延命、長寿命化、改修を図る事例が出てくることが予想されるが、このとき既往の実績値を地域の実状に基づいて正しく評価し、その後の効率的なマネジメントに活かすことを考えなければならない。

本研究では、地域の実状に基づきダム堆砂量を評価するためには、地域領域区分と水循環の特性を併せ持つ「流域」概念に依拠した手法が適切であると考え、流域の水循環特性をダム堆砂量と結びつけて議論するための有力な手段として三野(1994)<sup>2)</sup>、堀野ら(2001)<sup>3)</sup>により提案された「流域貯留量」を用いてダム堆砂量を実績評価する手法を検討した。

### 2. 豊富な潜在データ

本検討で対象としているダムは、概ね総貯水量 100 万 m<sup>3</sup> 以上の規模のものであり、通常ダム管理事務所を持っている。また、河川管理者に対する堆砂状況の報告が義務づけられているために堆砂量データを保有している。さらにそこでは流域貯留量を計算するために必要十分な水収支データが長期で記録、保管されている（万が一不足の場合は、アメダス等で補完できる）。データ分析の対象としたのは、樽屋ら(2007)<sup>4)</sup> が分析に使用したダムデータに加えて、その後実績堆砂量のデータが補完できた合計 22 ダム（何れも大阪府以西）のデータである。ダムの用途は、灌漑に留まらず、治水、発電、水道など各種にわたっている。一連のデータが完備している管理事務所は全国に相当数が存在するから、今後同様の手法を用いて本格的な調査を進めるための潜在データは豊富にあると考えて良い。

### 3. 流域貯留量の算定と堆砂量評価への応用

流域貯留量の計算法<sup>2) 3)</sup> をダム上流域に適用し、22 ダムの「利水貯留量 V<sub>n</sub>」と「総合貯留量 V<sub>t</sub>」を求めた（ただし、17 ダム分は五十棲らの算出<sup>5)</sup> による）。次に、ダム流域の貯留量を図 1 の 2 つの成分 V<sub>quick</sub> と V<sub>slow</sub> に分けて考える。

$V_{slow}$  は、降雨後に地下浸透を主要な経路として比較的ゆっくりと貯水池内に流入する貯留量成分である。 $V_{quick}$  は、 $V_{slow}$  以外の貯留成分であり、降雨後に地表水や浅い地下水、側方流などの経路を辿って比較的速く貯水池内に達する貯留量成分である。本研究では、 $V_t - V_n$  が  $V_{quick}$  に相当し、 $V_n$  が  $V_{slow}$  に相当するものと考えた。流域の降水が最終的に貯水池に到達するまでの移動過程を考慮すれば、ダム流域の侵食と土砂輸送に寄与するのは  $V_{quick}$  であると考えられる。

図2は、22地区のダム流域データから算定した  $V_{quick}$  と流域ベースの比流砂量  $qt$ （比堆砂量を堆砂の捕捉率で除した値）との関係を表している。図中の近似式は、ダム堆砂実績値に基づく標準的な推定値を定める式として使用できる。標準値から外れるプロットについては、災害や地域特性を疑う。

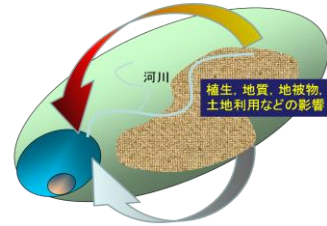
図3は、図2と同地区の流域実績データに基づいた  $qt$  と  $V_{quick}$ 、 $V_{slow}$  の関係を表している。 $qt$  の大小分布は  $V_{quick}$  と  $V_{slow}$  によって概ね領域区分できると考えられる。区分の実例として、図中に比流砂量の許容範囲  $qt < 750 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$  が直線で区分されている。比流砂量許容値の設定により直線は  $\alpha$  と  $\beta$  の2種類の定数で決定される。ここに、 $\tan \alpha$  は、 $V_{quick}$  と  $V_{slow}$  の比（傾き）を表し、流域の貯留、流出形態などの特性を表す指標であると推察される。 $\beta$  は、数式上は許容比流砂量に対して  $V_{slow} = 0$ （一切の浸透が無い）ときの  $V_{quick}$  上限値（切片）であり、物理的には、河川密度や流域形状などの地形特性に基づく一時的な湛水、貯留能力の上限値を表すものと推察される。

#### 4. 今後の課題

ダム堆砂量の予測精度向上を図ることに主眼があるのであれば、可能な限りコストを投入して、個々の流域の地質、水文、土地利用等に関する詳細な情報収集と現地調査による分析が基本であることは言うまでもない。本推定法は、あくまでも治水・利水を問わず流域特性の異なるダム流域相互比較のための共通物理基盤を流域貯留量に基づきマクロで長期的な視点から提供しようとするものである。 $\alpha$ 、 $\beta$  等の物理的解釈については今後も実績データを収集して検証を続ける必要がある。

- (参考文献) 1) 農林水産省(2003): 土地改良事業計画設計基準・設計「ダム」p366 2) 三野(1994): 農土論集 174 3) 堀野ら(2001): 農土論集 211 4) 榎屋ら(2007): 農工研技報, 260 5) 五十棲ら(2001): 農土学会講要

$$V_{quick} \text{ (mm/yr)} (\doteq V_t : \text{総合貯留量} - V_n : \text{利水貯留量})$$



$$V_{slow} \text{ (mm/yr)} (\doteq V_n : \text{利水貯留量})$$

\*  $V_t$  : 総合貯留量,  $V_n$  : 利水貯留量  
三野(1994)農土論集174, 堀野ら(2001)同211 の方法により算出

図1 ダム流域貯留量  $V_{quick}$ ,  $V_{slow}$  の概念図

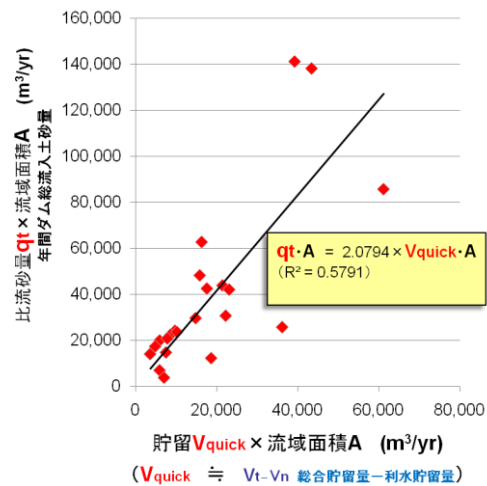


図2 流域ベースの  $V_{quick}$  と比流砂量  $qt$  の関係

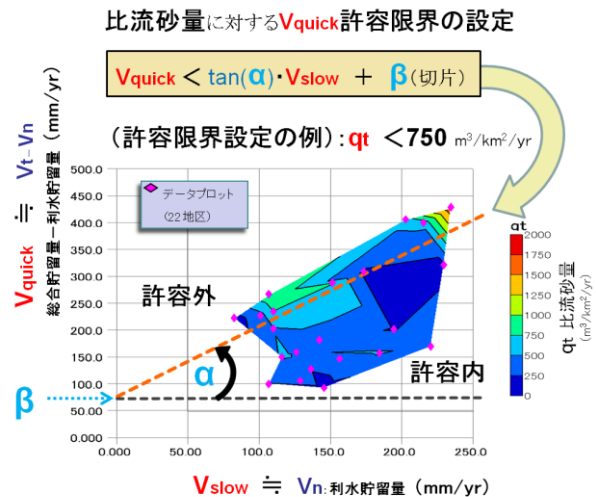


図3 定数  $\alpha$ ,  $\beta$  と比流砂量の許容限界