

II-289 ダム貯水池年堆砂量の経年変化と降雨特性に関する研究

建設省土木研究所 正員 ○廣瀬昌由
建設省土木研究所 正員 竹林征三

1. まえがき

貯水池計画堆砂量を適切に算出することは、非常に重要な課題である。筆者らは、計画ダムの近傍に位置するダムの実績堆砂量を降水量を用いて適切に評価し、流域特性を考慮し当該計画ダムの計画堆砂量を算出するフレームを提案してきた¹⁾。この手法の特徴の一つは、計画堆砂量算出時に参考とする近傍ダムで、豪雨に伴う著しい堆砂の進行があった場合に、それを適切に評価しようとする点である。年堆砂量の経年変化でみると、このようないわゆる異常堆砂量は非常に大きく、他の年の平均的な堆砂量の10倍以上に相当する場合も少なくない。このような異常堆砂が発生した豪雨の際には、流域において、地すべりや崩壊、土石流等の大規模な土砂生産が起こっており、これらの発生メカニズムについては、従来より数多くの検討がなされてきている²⁾。本報は、これら既存の研究を踏まえて、貯水池の堆砂現象、特に異常堆砂について詳細に分析するものである。

2. 堆砂量の経年変化と降雨特性

図-1にHダムとMダムの年堆砂量の経年変化を示す。Hダムでは、1983年、1985年および1988年に堆砂が著しく進行している。Mダムでは、1983年に同様に堆砂が著しく進行している。いずれのダムでも、それぞれの年に非常に大きな雨を観測しており、ダム流域およびその近傍で地すべり等の土砂災害があったことが報告されている。貯水池年堆砂量と関係の深い因子として、(1)式のように堆砂実効降雨（R_i）とその年合計値である年堆砂実効降雨（R_{se}）を提案し、年堆砂量と良好な相関を得ているが¹⁾、HダムやMダムに

$$R_i = m a x \sum_{0 \leq j \leq k-1} \alpha^{i-j} r_{m-i} - 50, \quad R_{se} = \sum R_i^n, \quad (R_i \geq 0) \quad (1)$$

ここで、r_{m-i}は、年間第m-i日目の降水量、kは、一連の雨（日降水量≧0mm）の連続日数

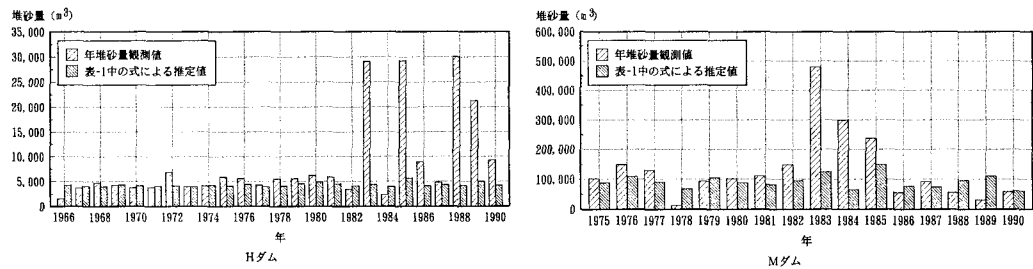


図-1 年堆砂量の経年変化

見られるように大規模な出水に伴う異常堆砂に関しては、その堆砂量が、非常に大きい場合があり、計画堆砂容量の算出や堆砂対策を行う上においては、より適切な評価を行う必要がある。そこで、この1つの豪雨による異常堆砂が、堆砂量に占める影響を鮮明にするために、Hダムにおいては、1966年～1982年まで、Mダムにおいては、1983年～1985年を除くいわゆる土砂災害のなかった年から、年堆砂量と年実効降雨の関係を分析するとそれぞれ表-1に示すような関係式が得られる。ここで、年実効降雨の指数nについては、原則として相関の高いものを選定したが、既存の研究の値も考慮した。この関係より、年堆砂量を推定したものを図-1に併せて示している。ただし、

表-1 i 年堆砂量と年実効降雨の関係 (S_i) (R_{se})

	関係式	nの値
Hダム	$S_i = 0.0959R_{se}^{1.6} + 3,890$	1.6
Mダム	$S_i = 11.9R_{se}^{1.5} + 47,500$	1.5

異常堆砂が起こった年については、流域に大規模な土砂生産を誘発し、異常堆砂の原因と考えられる一連の雨を除いて推定した値を示す。この仮定に基づくと、例えば、Mダムでは、1983年では年堆砂量の内、豪雨に伴う大規模な土砂生産の影響が74%を占めており、豪雨に伴う土砂生産の貯水池堆砂への影響が大きいことをものがたっている。

3. 豪雨に伴う土砂生産と異常堆砂

Mダムでは、豪雨が発生した年に異常堆砂を観測しているだけでなく、翌年と、翌々年にも、年堆砂実効降雨から考えても、大きめの堆砂量を観測している。これを、1983年に生産された土砂の内流域に残留していた分が2年間にわたって流出してきたものと考え、1983年の豪雨では、1984年と1985年の流域残留分も加えた土砂が生産されたと考える。図-2では、一連の雨毎の実効降雨と生産土砂量の関係を整理した。生産土砂量の算出にあたっては、豪雨時については上述の方法で、異常堆砂を伴っていない年については、一年間のそれぞれ一連の雨の実効降雨で年堆砂量を按分した。図中の曲線は、従来の値を参考として実効降雨に対する指数を選定して結んだものである。この図よりMダムでは異常堆砂の原因となる実効降雨の下限値は、250~350mm程度であると考えられる。

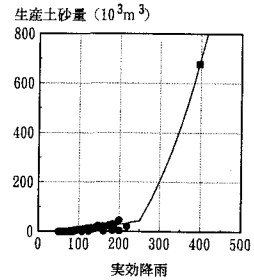


図-2 実効降雨と生産土砂の関係

4. 後期残留分堆砂量の検討

Mダムにおいては、先述したように豪雨に伴う大規模な土砂生産の影響が後続年にも表れている。このいわゆる残留分は、定常的な分に対して無視できない程度に大きい。そこで、年堆砂量をより厳密に取り扱うために、生産された土砂の貯水池流入過程を物理モデルで追跡する研究³⁾も行われているが、現状ではその精度も十分でないと思われるので、ここでは、以下のようにモデル化した。

①豪雨にともなう土砂生産量が、その豪雨に伴う流出で貯水池に流入する割合は、流域の特性、豪雨の発生時期等に支配される。

②いわゆる残留分は、それ以降の雨の影響を受けながら、時間を経るにつれて減少する。

本報では、②に着目し次式によって*i*年目の残留分堆砂量 (S_{ri}) を想定した。

$$S_{ri} = \frac{\exp(-\lambda i) \cdot Rse_i}{\sum_{k=1}^m \exp(-\lambda k) \cdot Rse_k} \quad (2)$$

ここで、 λ と*m*はMダムに対して、本検討ではそれぞれ $\lambda = 2$ 、 $m = 2$ とした。以上のように算定した結果を図-3に示す。概ね観測堆砂量が説明できることがわかる。

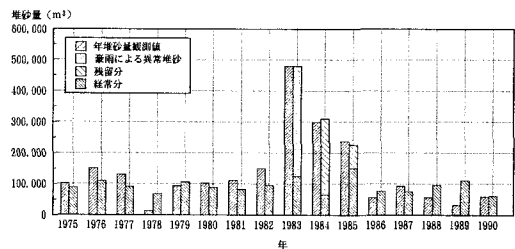


図-3 残留流出分の評価

5. おわりに

異常堆砂に注目して、貯水池の年堆砂量を分析した。本報で、検討の概略を示したにすぎないが、今後対象ダム数を増やすとともに、異常堆砂の原因となる降雨の下限値に関する検討、4の①のモデル化と(2)式中のパラメータの設定に関しても検討を行う必要がある。

参考文献

1. 竹林征三、廣瀬昌由：確率過程を考慮したダム貯水池計画堆砂量推定法、水工学論文集第37巻、pp. 675-680、1993
2. 例えば、高秀秀信、九津見生哲、藤沢寛：水系における土砂動態システムについて、第27回水理講演会論文集、pp. 767-772、1983
3. 日暮雅博、富永健、吉川太、副田悦夫：ダム堆砂予測に関する研究、昭和63年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 121-124、1988