

1. はじめに

濁水現象は流入水の貯水池内での流動形態と懸濁物質の性状に支配される。さらに、流動形態は貯水池水の鉛直方向安定度、すなわち、水温成層の形成状態によって異なる滞留機構を示す。安芸・白砂¹⁾らは指標 α (年間総流入量/貯水池総容量) および指標 β (1洪水総流量/貯水池総容量) により、 $\alpha < 10$ は成層型貯水池において濁水の長期化問題が生ずること、また、出水規模によって長期化の機構は異なるので、洪水規模に応じた放水方法が採られるべきであると述べている。本報告では安芸・白砂らが示した貯水池水の年間交換回数と表わす指標 α と出水の規模と表す指標 β に関し、その経年変化や洪水の流出形態が及ぼす影響について、四十四田ダム貯水池の資料²⁾ に基づく考察を試みた。

2. 四十四田ダム貯水池の諸元 (図1)

貯水池の総容量は $47 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、年間堆砂量は $11.613 \times 10^6 \text{ m}^3$ 年とするときの100年計画堆砂量は $1160 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。また、懸濁物質の沈降量は約 $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ 年が見込まれる。昭和49年11月時の総堆砂量は $486 \times 10^6 \text{ m}^3$ (土砂 $24 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、固形物 $24 \times 10^6 \text{ m}^3$) に達しており³⁾、予想よりかなり多い。沈降物質は季節性のものであり、洪水時の放流に伴う流出に期待するところであらう。周知の酸性雨に関し、亜硫酸による重金属汚染が懸念されるに至り、現在、四十四田ダム貯水池は底質の流出と容量確保、濁水の軽減との両方に相反する状況にある。

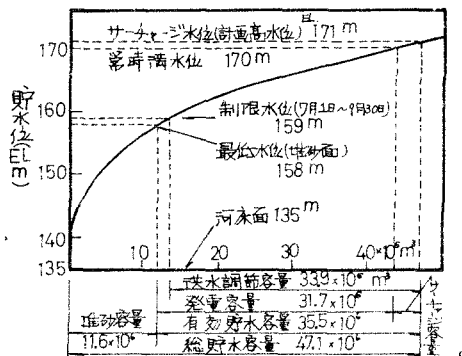


図1. 四十四田ダム貯水池水位・容量曲線

3. 指標 α および指標 β の推算とその考察

指標 α の値は流入量と貯水池容量に依存し変化する。図2(a)に貯水池総容量に対する過去8年の経年変化を示す。四十四田ダム貯水池は、貯水池水が年に20~30回 (平均22.2回) 交換される状況であり、混合型貯水池といえる。同図(b)は有効貯水池容量に対する α の値を示したものであるが、堆砂による貯水池容量の減少が生ずるとして、 α の値は2.3~4.4 (平均3.2) 程度まで変化することになる。また、図中に、2つ以上の値に占める洪水期、非洪水期、過渡期の割合を示し、指標 α の大きな変動は主として洪水期に負うところが多い。この点、指標 β による検討の必要性和指向性がある。

貯水池に形成される安定な水温成層の破壊は夏熱期の洪水と秋熱期に対応混合によって生ずるが、安芸らによれば、躍層破壊の機構は洪水の規模によっても異なり、中規模洪水では1次躍層が、大規模洪水では1次、2次躍層が破壊される。その出水規模の程度を知る目安となる指標 β の値は、洪水流入量、貯水池容量の他

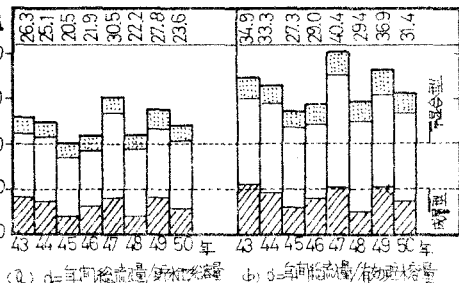


図2 指標 α の経年変化

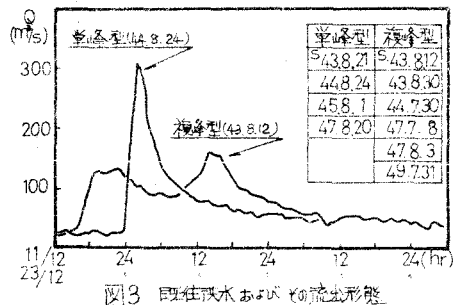


図3 既往洪水およびその流出形態

にピーク流量とその発生時刻、貯水流出時刻といった洪水の流出形態による影響を受けると考えられる。図3に四ヶ田ダム貯水池における10ヶの既往洪水と単峰型と複峰型の流出形態にわけ示した。こゝから既往洪水に対する指標3の値を示したのが図4である。

β 値は洪水流出時間の長短に依り、各々0.28~0.35(平均0.3)および0.14~0.88(平均0.71)を示し、出水時に躍層が必ずしも破壊されるとは限らぬこと、また、出水の引込遅延、単峰型流出の場合に洪水継続時間 t_c で β 値の変動に及ぼす影響が大きいこと becoming clear.

図5はダムサイトへ上流12kmの両上流側から順次12ヶの区間容量に区分し依る $\beta_k = Q / \sum_{i=1}^k V_k (k=1 \sim 12)$ なる値について示したものである。図6より、貯水池内での流入水の流動形態が場地的に変化すること、すなわち、貯水池流入部付近に躍層が破壊され、混合型の流動形態を示す領域が存在する等、その後、成層型の流動形態に移行すること becoming clear. (写真1)

指標 β は貯水池での洪水流量により置換される割合と示す静的指標といえるが、これに動的解釈を加え示したのが図6である。ここに、洪水流入により貯水池で1回交換されるに要する時間は、 $t = (\text{総放流量}(m^3) / \text{平均放流量}(m^3/s)) / (\text{総流入量}(m^3) / \text{制限水位時貯水池容量}(m^3))$ とした。この図より、指標 β は1洪水内において時間的に変化することになるが、そのピーク流出量直後が重要な役割を果たすと思われる。

4. あとがき

河川密度流では界面の安定・不安定によって、リチャードソン数 $Ri = (\rho/\rho_0) g \Delta z / U^2$ が重要な指標のひとつであることは周知のとおりであり、例へば、 $Ri < 1/2$ ($Fi > 1.4$)に於て界面は不安定を示す。貯水池において、躍層が破壊され混合型に移行する(否)の内部フルード数は、ピーク流量に対して、図7の19程度が一目安という報告⁽⁴⁾もなされている。(写真2)

指標 β 、 β' は、その目安と大局的に知る上で有用と考えられるが、実用上有急ならしめるためには、指標と成層状態、濁度物質の挙動などと関係にわたって検討を加えよく必要であると考えている。

参考文献 1) 安芸・白砂(1974)、第18回水論; 2) 北川川ダム総合管理移住計画(1975) 国土地院、新潟県庁; 3) 渡辺(1975) 東洋地建学内報、4) 林道正(1977)、第18回水論。

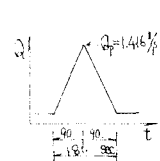


写真1 $\beta=1$, $Fi = \frac{Q_p h}{\sqrt{g h}} = 0.304$, $t = 100$ 秒, $\varepsilon = 0.004$, $h = 20$ cm



写真2 $\beta=1$, $Fi = 0.405$, $t = 100$ 秒, $\varepsilon = 0.0025$, $h = 20$ cm

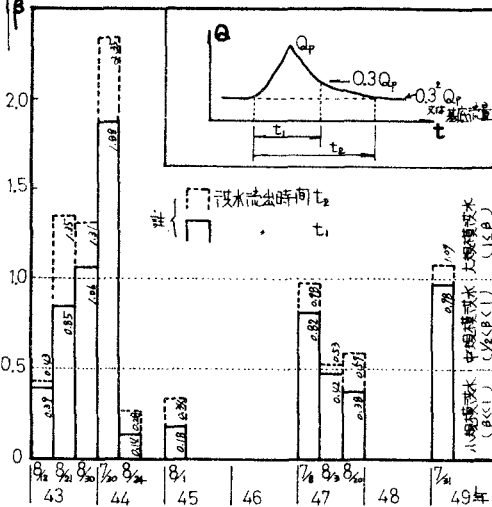


図4 指標 β の経年変化

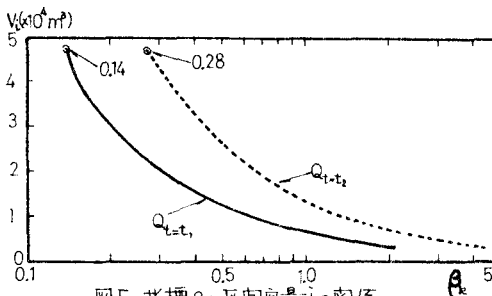


図5 指標 β と区間容量との関係

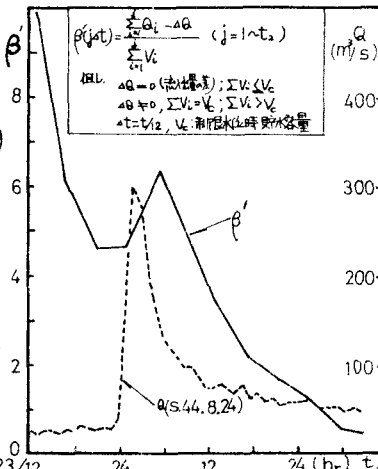


図6 指標 β' の時間的变化