

II-26 正木ダムにおける温度成層の形成と破壊過程

徳島大学大学院 学生員 ○森 充弘
 徳島大学工学部 正会員 中野 晋
 徳島大学工学部 正会員 岡部 健士

1. はじめに ダム事業によって河川環境は大きく変化し、また貯水池内においては水質変化現象を引き起こすとともに利水や環境に影響を及ぼす。本研究では水質変化を知るために温度成層の形成や破壊過程のメカニズムを検討した。

2. 調査の概要 1999年7月～10月の約100日間、徳島県勝浦町の勝浦川正木ダムの2箇所において水温の鉛直分布の連続測定を行った。ここで、図-1、図-2に示すようにダム堤体面から約200mと、約2000mの位置に水温計を設置した。水温計の設置深さをSt.Aで水面より0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30及び底面、St.Bでは水面より0.5, 1, 2, 5, 10, 15及び底面である。

3. 調査結果

3.1. 水位変化と流出量 図-3は水位変化を示したものである。この期間は夏期 図-2 流域河川形状制限水位 169.3mを超えないように調整され、水位変化は少ない。9月の終わりの水位の急低下は台風18号に備えるために予備放流のためである。図-4は流出量を示したものである。この期間には大きな出水が3回見られた。図-4から見られるように6月末の梅雨前線、7月末から8月にかけての台風5, 7号, 9月中旬の台風16, 18号である。

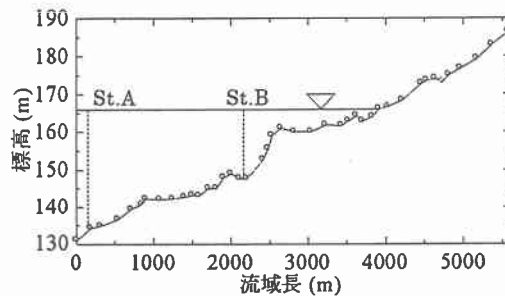


図-1 河床縦断形状

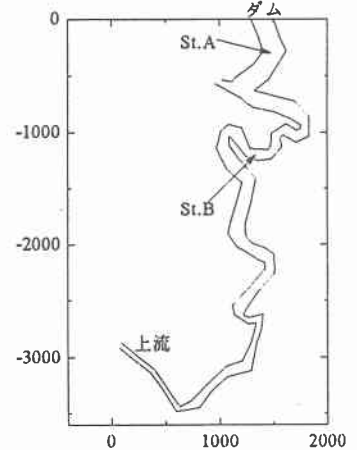


図-2 流域河川形状

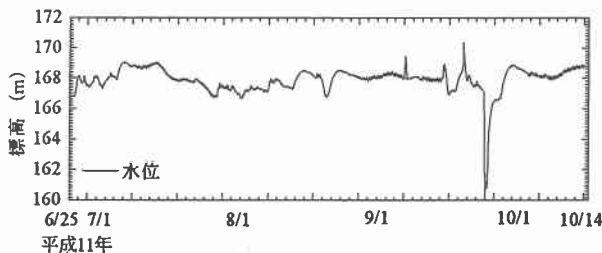


図-3 水位変化

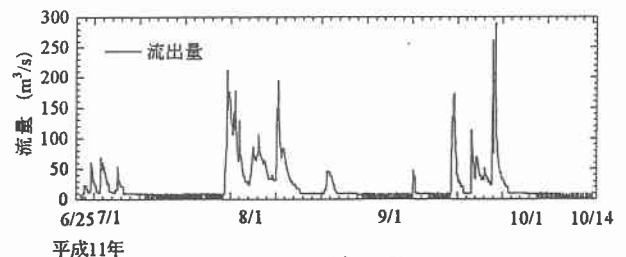


図-4 流出量

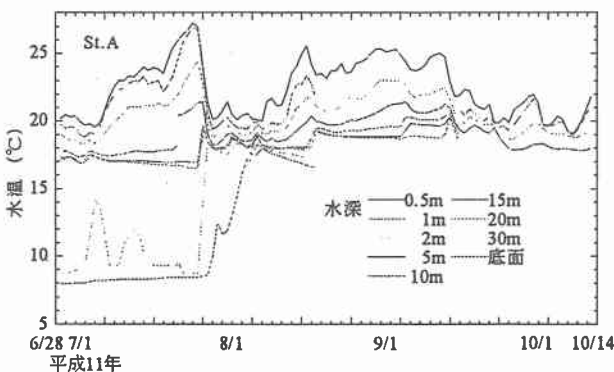


図-5 日平均水温の経日変化 (St.A)

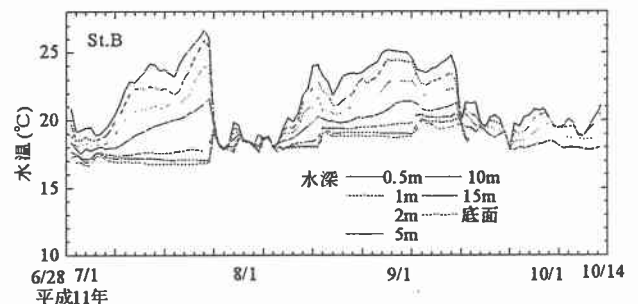


図-6 日平均水温の経日変化 (St.B)

3.2. 日平均水温の経日変化 図-5、図-6 は St.A, St.B の日平均水温の経日変化を示したものである。図-5、図-6 から温度成層の形成とその解消される過程が2回観測された。特に7月は表層の水温が7~8℃上昇し、表層から底面の水温差が最高で約20℃と温度成層の形成された後、出水により温度成層がほぼ完全に解消した。

3.3. 一次元モデル 安芸¹⁾が考案した1次元モデルの基礎式を(1)式に表す。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{B}{A}(u_i T_i - u_o T) - \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial y}(vAT) + \frac{(\alpha + D)}{A} \frac{\partial}{\partial y} \left(A \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{1}{\rho C_w A} \frac{\partial}{\partial y} (\phi_o A) \quad (1)$$

左辺は水温の時間的変化、右辺第1、2項は水平、鉛直方向の移流項、第3項は鉛直拡散項、第4項は日射や気温が影響する輻射項である。

3.4. 温度成層の形成過程 晴天時で流出量が小さくと過程した。右辺の第1、2項が無視できると仮定して(1)式に基づき、水温変化を解析した。7月上旬のSt.Aの水温変化を図-8、1次元モデルの数値計算結果を図-9に示す。図-8から気温の上昇、下降に対応して温度上昇していることが観測された。図-9の計算結果は日中に水温が上昇し、夜から朝にかけて水温が下降する状況が定性的には一致している。今後拡散係数の評価方法などで検討が必要である。

3.5. 温度成層の破壊過程 7月下旬のSt.A, St.Bの水温変化を図-10、図-11に示す。水温成層の破壊進行状況を混合層の容量と放流量の関係から検討した。ここで、観測時の貯水容量を $V=5293 \times 10^3 \text{ m}^3$ (降水換算量56mm)、放流開始からの流出量の合計を Q_t 、水温成層が破壊され一様化した混合層の容量を V_m とする。図-12に放流開始からの貯水容量に対する総流入(放流)量の比 Q_t/V と混合層と貯水容量の比 V/V_m 関係を示す。この図は水温の一様化がどの程度の出水で生じるかを考える上での目安になると思われるが、正木ダム全体の水温成層が解消するためにはSt.Aのデータから、総貯水容量の200% (降水換算量112mm) 程度の流入があると混合することがわかる。

4. まとめ 温度成層破壊時の温度は流入水温に一致する事が確認できた。温度成層の破壊要因として貯水容量と放流量の関係を把握する事ができた。温度成層の形成に大きな要因を持つ水面からの輻射熱について計算を試み、日変化特性を調べる事ができた。

参考文献 森北佳昭, 天野邦彦: 土木研究所報告, 第182号-1, pp33-42, 1991.

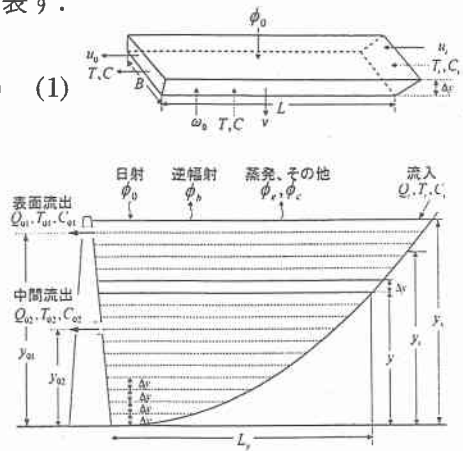


図-7 1次元モデルの概要

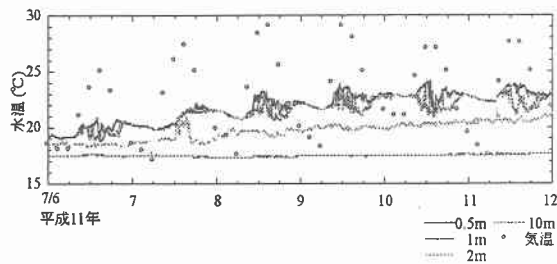


図-8 7/6~7/12の水温変化(St.A)

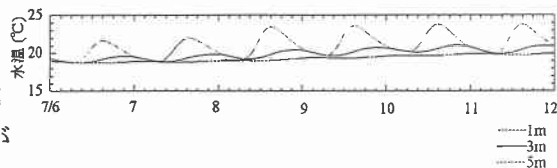


図-9 数値計算結果

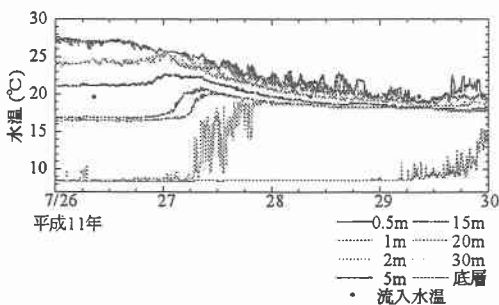


図-10 7/26~7/30の水温変化(St.A)

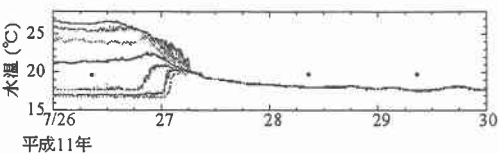


図-11 7/26~7/30の水温変化(St.B)

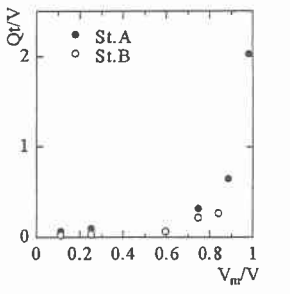


図-12 水温成層の解消と総流入(放流)量の関係