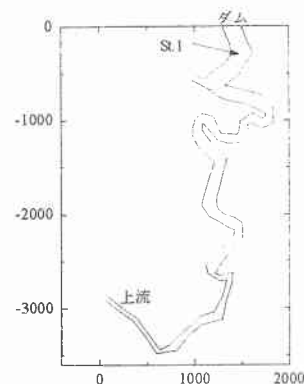


Ⅱ－32 勝浦川正木ダム貯水池における夏季の水温変動

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

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、水温変動計算を行った。

2. 調査の概要 2000年6月～11月の約160日間、徳島県勝浦町の勝浦川正木ダム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に示すようにダム堤体面から約200mの位置に水温計を設置した。水温計の設置深さはをSt.1で水面より0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 17, 24, 及び底面である。また、2週間に一度の頻度で水質測定も行った。測定した水質データはDO, BOD, クロロフィルa, EC, pH, NO_2^- -N(亜硝酸性窒素), NH_4^+ -N(アンモニア性窒素), PO_4^{3-} (オルトリン酸)である。



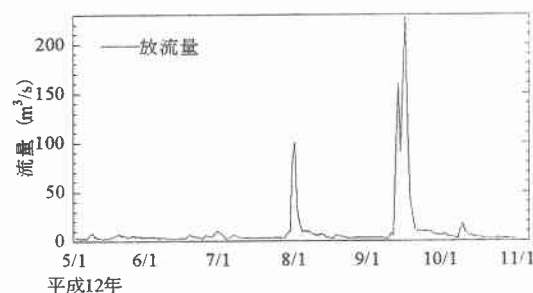
図－1 流域河川

3. 調査結果

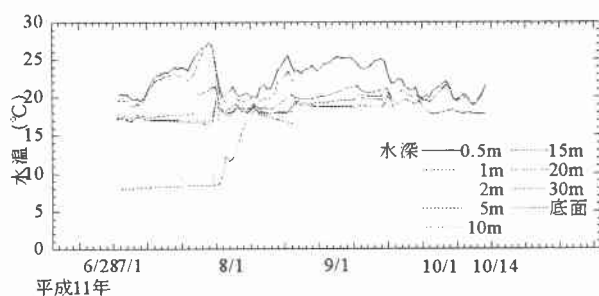
3.1 流入、流出量及び降雨量 図－2は流出量を示したものである。この期間には大きな出水が2回見られた。出水は7月末の台風6号、9月中旬の秋雨前線である。

3.2 日平均水温の経日変化 図－3(平成12年)、図－4(平成11年)の日平均水温の経日変化を示したものである。図－3、図－4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℃の温度成層が形成された後、出水により温度成層がほぼ完全に解消した。このような現象は平成11年、平成12年の両年でみられた。

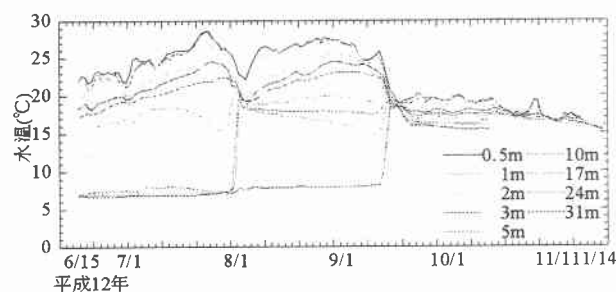
3.3 温度成層の破壊過程 9月下旬の水温変化を図－5に示す。水温成層の破壊進行状況を混合層の容量と放流量の関係から検討した。ここで、観測時の貯水容量を $V=5293 \times 10^3 \text{ m}^3$ (降水換算量 56mm)、放流開始からの流出量の合計を Q_t 、水温成層が破壊され一様化した混合層の容量を V_m とする。図－6に放流開始からの貯水容量に対する総流入(放流)量の比 Q_t/V と混合層と貯水容量の比 V/V_m 関係を示す。この図は水温の一様化がどの程度の出水で生じるかを考える上での目安になると思われるが、正木ダム全体の水温成層が解消するためには、総貯水容量の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。平成12年と同程度の放流があった平成11年と同様である。



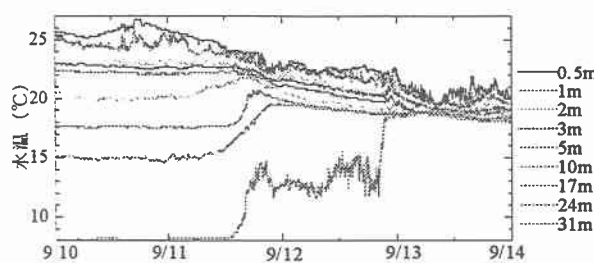
図－2 流出量



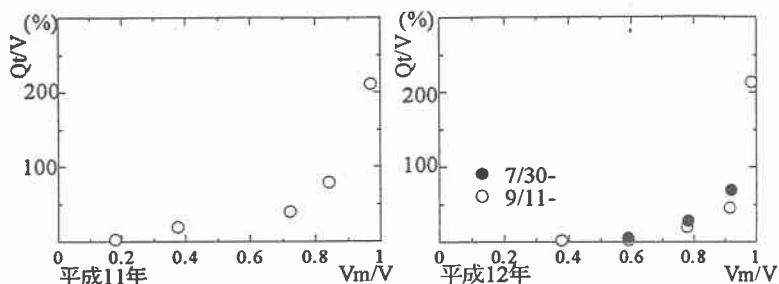
図－3 水温の経日変化(平成11年)



図－4 水温の経日変化(平成12年)



図—5 9/10～14 の水温変化



図—6 水温成層の解消と放流量の関係 (平成 11 年, 平成 12 年)

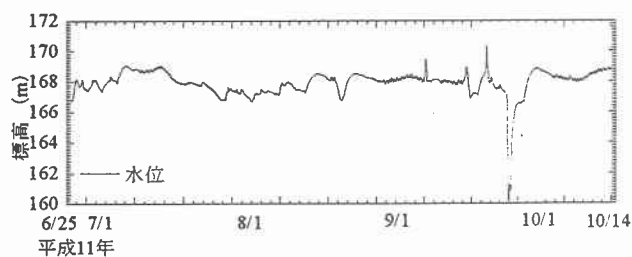
4. 1 次元モデル 安芸¹⁾が考案した 1 次元モデルの基礎式を(1)式に表す。

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

左辺は水温の時間的变化, 右边第 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, 気温が影響する輻射項である. 第 4 項はバルク式を用いた. また, 計算の層は最低標高 134m から 1 つの層は 2m として水位までの層を生成した. その時の 1 番上の層は 2m 以下となる. 平成 11 年の水位変化を図—8 に示す.

4.1 計算結果 上記の式を用いて, 図—7 に示すようなモデルの計算を行った. 計算時間は 1 時間に設定して, 平成 11 年 7 月上旬の水温変化を図—9, 1 次元モデルの数値計算結果を図—10 に示す. 水位変化が大きく, 計算の層が変わると水温が上下するような結果になった. 日流量 200m³/s のような流出があった時, 移流のエネルギーが非常に大きくなることで中層の水温が急激に上昇し, 表層の水温を超えるような結果となった. 今後の課題として, 移流項が 1 次元では流れの表現が難しいことから, 移流項を 2 次元的に考えるように計算を拡張していく予定である.

図—7 1 次元モデルの概要



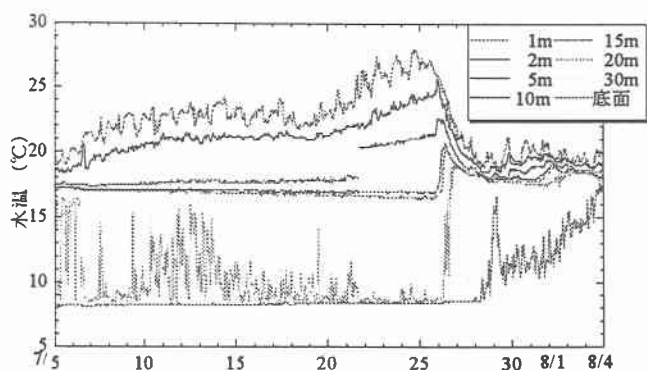
図—8 水位変化 (平成 11 年)

5. まとめ 夏季の温度成層は表層から底層の水温差が 20℃になり 2 年連続同じような現象が観測された.

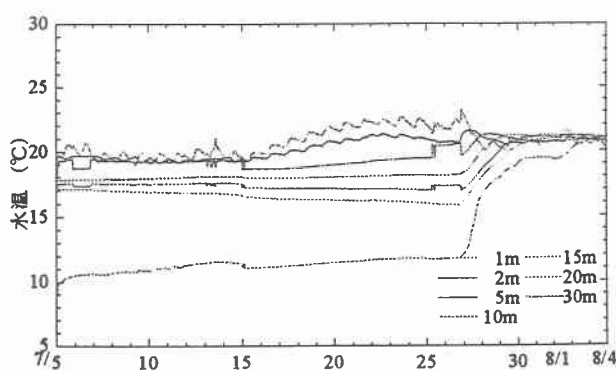
貯水容量の約 2 倍の水を放流すると温度成層が解消することが確認できた. 1 次元モデルでは出水の時に移流のエネルギーが非常に大きくなり過ぎるので, 2 次元的な移流を考えていかなければならない.

参考文献 森北佳昭, 天野邦彦: 貯水池水質の予測・評価モデルに関する研究, 土木研究所報告, 第 182 号-1, pp.33 - 42, 1991.

本研究は徳島県から土木学会に委託された勝浦川の河川環境調査の一環として実施された.



図—9 7/5～8/4 の水温変化



図—10 数値計算結果