

ダム貯水池の水温予測モデルの適用について

京都大学工学部 正員 岩佐 義訓  
 京都大学工学部 正員 松尾 直規  
 京都大学工学部 学生員 遠藤 正昭  
 中部電力K.K. 林 好克

1. はじめに

近年、貯水池の濁水現象がとみに関心を集め、それともない河川の水質管理、水量制御が大きな課題となつてきている。本研究では、これらの問題に影響を及ぼす貯水池内の水温変化を二次元の数値解析モデル<sup>1)</sup>により究明し、実測値、及び従来の鉛直一次元モデル<sup>2,3)</sup>による結果との比較、検討からモデルの妥当性を考察するとともに、よりの確な水温予測を行なうための基礎的な知見を得んとしたものである。

2. 数値解析モデル

図-1に示すように貯水池の分割を行ない、ブロックの各標高 $y$ において $x_i \leq x \leq x_{i+1}$  ( $0 \leq i \leq n$ )で、水温 $T$ は水平方向に一様であるとす。そして各エレメント、ブロックおよび貯水池全体に連続式が成立するとし、又、各エレメントに肉する熱量保存則を次のように表わした。

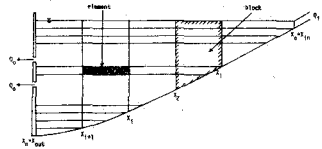


図-1

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{E_y}{A} \frac{\partial}{\partial y} (A \frac{\partial T}{\partial y}) - \frac{V}{A} \frac{\partial}{\partial y} (A \cdot T) - \frac{1}{\rho \omega A} \frac{\partial}{\partial y} (A \cdot \phi_y) + \frac{1}{A} |E_x \cdot B \frac{\partial T}{\partial x}|_{x_i}^{x_{i+1}} - \frac{1}{A} |U \cdot B \cdot T|_{x_i}^{x_{i+1}} \dots (1)$$

なお $A$ は標高 $y$ における $x_i \leq x \leq x_{i+1}$ 区間の貯水池面積、 $B$ は標高 $y$ における貯水池幅、 $U, V$ は水平、鉛直方向流速、 $E_x, E_y$ は水平、鉛直方向の熱分散係数、 $\rho$ は水の密度、 $\omega$ は水の比熱、 $\phi_y$ は気象要因による単位時間、単位面積当りの熱交換量である。

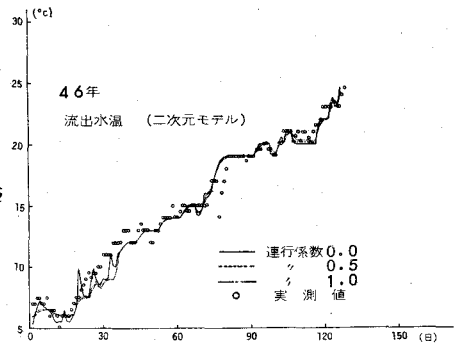


図-2

3. 数値解析モデルの適用と結果

(1)式を *explicit* 法により差分化し、貯水池内の水温分布を求めるが、その際、流速分布は非対称な正規分布形で与え、貯水池内で流体は常に安定状態になるように位置するものとした。また、水平方向の熱分散は無視した。計算対象は天ヶ瀬貯水池とし、昭和41年から49年(48年を除く)の3月~8月までを対象とした。初期条件として、計算開始日、3月1日の水温を与え $\Delta y = 2m, \Delta x = 1000m, \Delta t = 1日$ を原則としたが、差分の安定条件から $\Delta t$ はさらに細分化されて計算されるようにした。水温分布を支配する要因とその

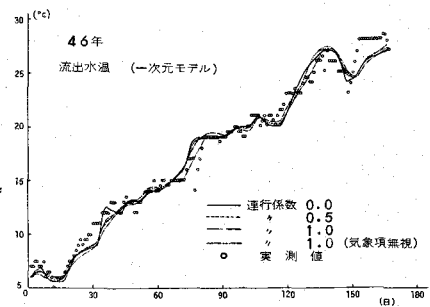


図-3

影響を明らかにするため、次のような Case について計算を行ない、比較検討した。流出流速分布を表わすパラメータである取水層厚の算定にあたって Koh の式と Kao の式を用い、それぞれについて、貯水池流入部における混合効果と流入水の流入位置を支配するパラメータである流入混合率（連行係数）の値を 0.0, 0.5, 1.0 と変化させた。また、すでに指摘されているように、天ヶ瀬貯水池は流出入要因による成層型貯水池であるから、気象要因による熱交換を無視して考えた。図-2 は流出水温の計算結果と実測値と比較した一例である。図-3 は、一次元モデル<sup>2)</sup>による計算結果を参考にしてある。この結果から両モデルとも流出水温予測においては同様の精度であるといえる。図-4, 5 には水温分布の結果と実測値の比較例を示した。これから各パラメータの値とともに、貯水池形状の影響が無視できないことがわかる。熱分散係数の影響を調べた結果が図-6 である。貯水池内での分散(拡散)係数の評価は難しい問題であるが、その影響は比較的小さいことがわかる。図-7 は水温成層の形成過程と、放水時の成層破壊の過程について、計算結果から、その時の躍層における内部フルード数と、一日の総流出量と貯水量の比の変化を示したものである。前者においては、徐々に  $F_0$  の値が小さくなり、安定な躍層を形成してゆくが、後者では、 $Q_0/q_0$  の値の増加とともに  $F_0$  が大きくなり、ついには躍層は消滅する。しかしながら  $Q_0/q_0$  が 1 以下の小規模の増水では躍層の低下が見られるだけで、逆に新たな躍層での  $F_0$  の値が小さくなり、増水期間中、躍層の消滅は認められない。その他の結果と詳細については当日、発表する。

#### 4. おわりに

二次元モデルによる解析により成層形成過程や放水時の成層破壊過程の貯水池内全体の水温分布の把握が可能になったと言えるが、反面、計算時間の問題等から、流出水温などの長期の水温予測においては、実用上、一次元モデルに一步譲るところがある。また、水温分布とその変化については、(1) 式の移流項の影響が、他に比べて大きく、水温分布と相互に関連する貯水池内の流動を正確に把握することが肝要であり、今後、水温分布、流速分布の観測を進めると同時に、運動方程式を導入したモデルの開発が課題である。最後に資料収集に便宜を回って戴いた建設省淀川ダム統合管理事務所長の諸氏に感謝の意を表します。

参考文献: 1) 岩佐野口・他, 土木学会年報第 16 号 B, 昭 44. 2) R.J. Ryan & R.R.F. Harkman, MIT Report, Oct. 1968, 3) 岩佐野口・早野, 第 28 回年報, 昭 46. 10

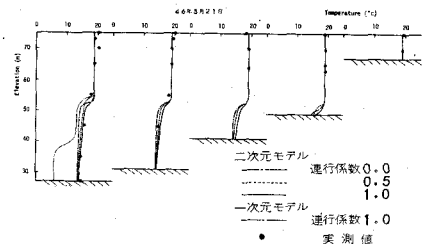


図-4

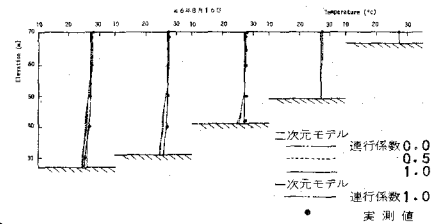


図-5

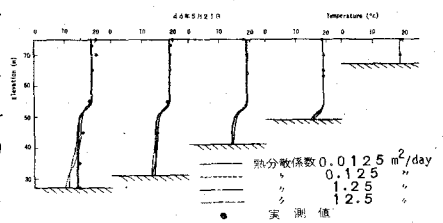


図-6

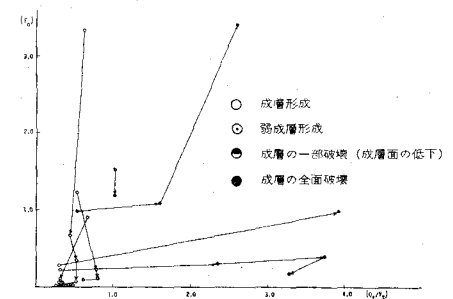


図-7