

長崎大学工学部 正会員 野口 正人  
同 上 学生員 〇松山 英吉  
同 上 甲斐崎 三次

1. まえがき

ダム貯水池での水質管理を行なうにあたって、池内の水温分布を予測することが是特とも必要となり、これまでも多数の水温予測モデルが提案されている。これらの代表的なものとしてはM.I.T.モデル<sup>1)</sup>やW.R.E.モデル<sup>2)</sup>等が挙げられるが、その適用にあたっては対象貯水池の成層特性を予め把握しておくことが望ましい<sup>3)</sup>。ここでは、放熱期を中心に行なった長崎県荻瀬ダムの観測結果を示すとともに、水温予測シミュレーションを行う上での問題点について若干の検討を行なった。

2. 荻瀬貯水池での観測概要

観測を行なった荻瀬ダムは郡川の上流にある洪水調節・かんがい・上水道の3目的をもつ多目的ダムで、貯水池規模は総容量 $3.03 \times 10^6 m^3$ 、有効容量 $2.63 \times 10^6 m^3$ であり、全国的に見れば小規模のダムである。この貯水池においては、これまでも堤頂部から水温計を降すことによって、堤体付近の水温鉛直分布が測られており、夏季に躍層の発達することが見られる。これは、年間流出量が貯水池総容量に対して占める割合がそれほど大きくなく（昭和46年の資料で $Q/V_t = 12.7$ ）、最深部の水深がかなり大きいためであり、その結果、底層水温は年間を通じてほとんど変化しないことが知られている。今回の観測では、池内の水温分布とともに濁度分布についても測ったが、ここでは先の問題に限って述べる。

観測は7月3日、8月6日、8月28日、9月4日、9月24日、10月23日、11月14日の7回に亘って行なわれたが、図-1には放熱期における水温分布が示されている。この図より明らかなように、本貯水池では成層破壊は水面から徐々に深部に伝わり、表層内での温度はほとんど変化しない。また、貯水池底の水温は従来の観測と同様7~8℃であり、年間を通じてほぼ一定であることが確かめられた。しかし、11月の観測においては僅かながら底での昇温が認められ、さらには、8~10月の観測と異なり深層部での水温も

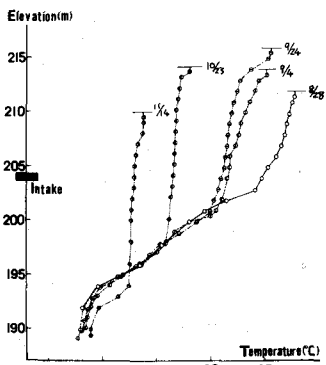


図-1 貯水池内での水温分布

変化しており、池内の大循環が始まったことを示している。一方、図-2には貯水池の流入・流出流量ならびに流入・流出水温が示されており、図-3には池内の水温分布がイソプレットを用いて表わされている。なお、イソプレットの作成にあたっては、上記の観測結果とともに、荻瀬ダム管理事務所が測られたデータを使用した。

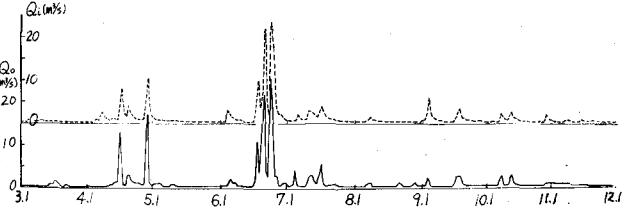
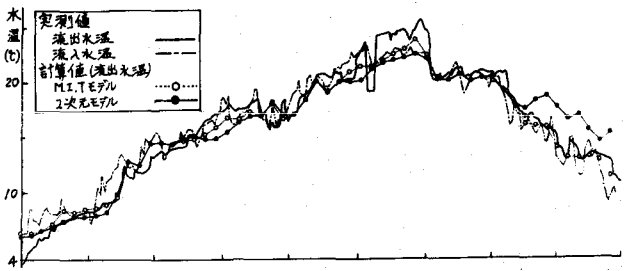


図-2 流入・流出水温と流入・流出流量

3. 貯水池の水温予測計算

つぎに、貯水池での水温予測を行なうためM.I.T.モデルを用いて計算し、観測結果と比較することにより予測精度の検討を行なった。使用したM.I.T.モデルについては、広く紹介されており説明を省くが、要するに、池

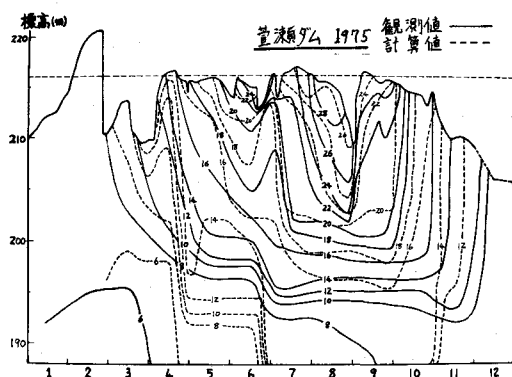


図-3 水温イソプレット

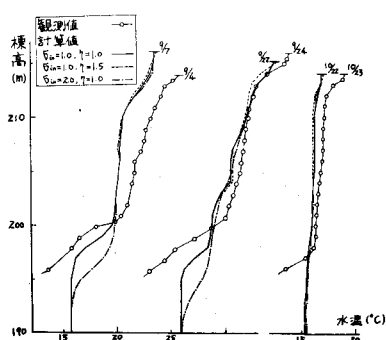


図-4 観測値と計算値の比較(水温分布)

内への熱収支を水文・気象要因による熱量と移流熱量との統計として求め、貯水池内部での熱エネルギー式を解くものである。計算より求められた流出水温ならびに池内の水温イソプレットは、それぞれ図-2、図-3に示されている。図-3から明らかなように、池内の水温分布は後述の問題を除けば全般的に良く予測されている。すなわち、6月下旬に大流量の流入・流出があるが、この際に計算では実測値と異なり底の水温が16℃近くまで上がっている。これは、運動方程式の代りに用いた選択取水公式が適当でなく、計算における分離取水層の厚さが過大に見積られたためである。図みに、ここで用いられたKaoの式： $\delta/z = 2.4 (q^2/\rho g)$  ならびにCrayaの式： $\delta/z = \{Q/2.55\sqrt{Eg}\}^{2/3}$  を使って取水口(E.L.204m)から取水層下端までの厚さを求めると、それぞれ14.7m、5.1mとなる。また、これと同様の理由から、4月の段階においては、実測値よりも計算値の方が水温成層の形成が早いピッチで行なわれている。以上のように、貯水池内での水温予測については若干問題があるが、図-2を見れば流出水温については、かなり精度よく計算されていることがわかる。これは、流出量全体の平均量として求める流出水温が、主に取水口位置での貯水池水温に近い値として求められ、そこでの予測精度に直接に関係してくるためである。

つぎに、シミュレーション・モデルに用いられた仮定の妥当性について検討するため、パラメーターを変化させて計算を行なった(図-4参照)。すなわち、標準の計算では流入層厚( $\delta_{in}$ )1mに、日射量の水中での吸収係数( $\kappa$ )を1.0としているが、これらをそれぞれ2m、1.5と変化させて計算した。これより、先に述べた流出の場合と同様、流入状態は予測精度に大きく影響してくるが、 $\kappa$ については、オーダーさえ合えば計算結果はほとんど変わらない。このことは、厳密には $\kappa$ の値が貯水池内での浮遊物質の状態によって場所的、時間的に変化する場合でも、通常はその影響を無視して濁度と関係なく水温の計算ができることを示唆している。もちろん、洪水時に濁度が著しく高くなるような時はこの限りでなく、Parkerら<sup>4)</sup>も指摘しているように、水温分布は大きく異なってくる。

#### 4. あとがき

葦瀬貯水池での水温観測値を前述のモデルにより予測することを試みたが、この結果、3で指摘した問題さえ解消するならば、非常に高い精度で水温予測のなされることがわかる。これはモデルの仮定が本貯水池の場合によく合致したためであり、放熱期における表層混合の仮定<sup>5)</sup>はミクロな現象を説明しなくとも、予測計算にはかなり有効なことがわかる。以上のことより、貯水池の成層特性を予め把握して、それに合ったモデルを選べばかなり良好な水温予測が行なわれることがわかる。最後に、本研究を行うにあたり種々御配慮戴いた長崎県ならびに長崎大学の職員諸氏に厚く感謝の意を表します。

○参考文献 1) Ryan & Harleman: M.I.T. Report No137, 1971, 2) Water Resources Engineers' Water Pollution Control Research Series, 1969,

3) 岩佐・野口・児島, 京大防災研年報, 18号B, 昭50, 4) F.L.Parker, et al.: U.S.-Japan. Seminar, Tokyo, 1974, 5) Duke & Harleman, M.I.T. Report, 1966.