

大阪大学大学院 学正員 狭間 滋
大阪大学工学部 正 員 室田 明
大阪大学工学部 正 員 道奥康治

1 まえがき； 貯水池や湖沼の水温成層の変遷機構の解明とモデル化を目的として揚水式発電所上部貯水池での水温観測を行なった。対象貯水池は河川流出入量が小さく揚水発電はほとんど受熱期に集中して運転されることから、受熱期では移流効果と水面熱収支による水温成層の変遷が、放熱期では自然湖沼のごとく水面熱収支のみによる鉛直混合が観測されるという二側面を有する。下部貯水池は混合型の貯水池であり、揚水流入水温の評価が容易である。調査は57年8月より58年12月の間行なった。本文はこのうち水温構造の概要と熱収支に関する考察について報告する。

2 水温構造の概要； 観測期間中の最大水深点での等水温線を図-1に示す。放熱期には二次躍層がしだいに低下し、2月頃に水温が一律となる。水温は4℃以下になることはなく、逆列成層が形成されない、年一回循環湖である。その後受熱期に入ると表層付近に水表面での受熱と風攪乱および流入水の作用で、数m程度の厚さの一次躍層が形成される。わずかに遅れて揚水発電や河川流出入に伴う移流効果の影響で、取放水口下端付近に二次躍層が形成される。受熱期後半の9月頃には一次躍層が消滅する。図-2は河川流出入量； Q_i, Q_o (m^3/s)，揚水発電量； Q_p, Q_g (m^3/day)，水面標高； EL (m)を示す。 Q_i, Q_o は Q_p, Q_g に比べてはるかに小さく水温構造に与える影響はほとんどないと考えられる。受熱期では電力需要の増加に対応して Q_p, Q_g が大きくなり、池水交換が活発となるが、放熱期ではほとんど水の出入りが無い。したがって、受熱期では一般の成層型貯水池と同じく、水面熱収支と移流によって水温成層の挙動が支配され、放熱期には、自然湖沼のように水面熱収

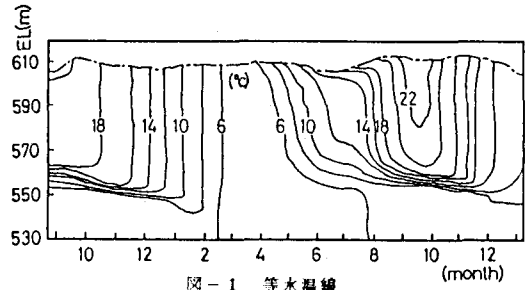


図-1 等水温線

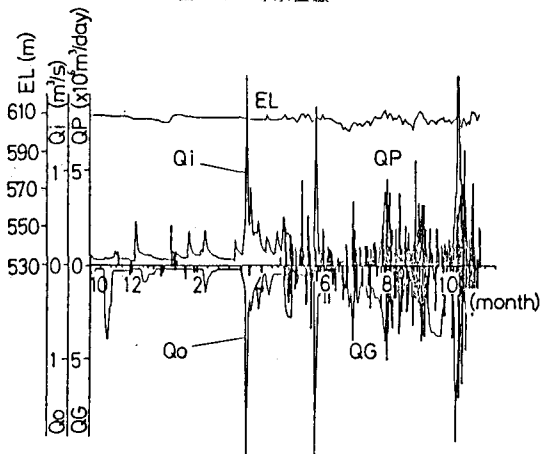


図-2 河川流出入量，揚水発電量，水面標高

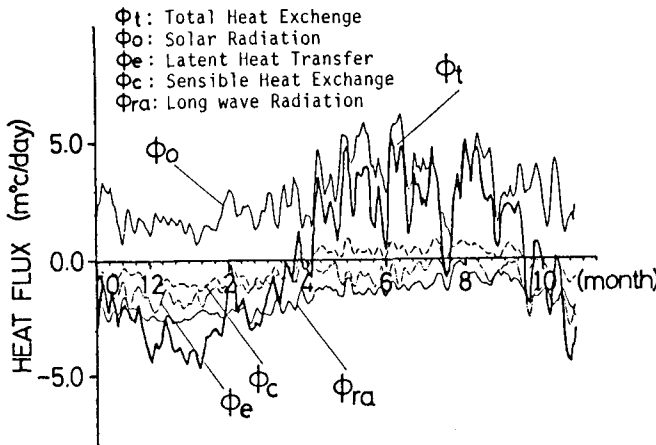
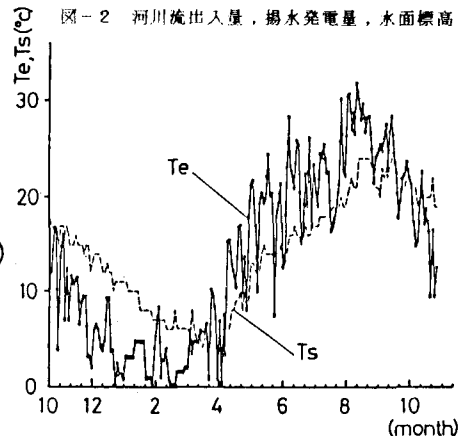


図-3 水面熱収支量



支に起因する鉛直混合によってのみ水温成層が変化する。以上のように異なった支配要因を有する貯水池であり、機械的攪乱、熱的攪乱による混合過程をともに観測できるという特徴がある。

3 水面熱収支； 水面熱収支は純日射量、潜熱交換量、顕熱交換量、輻射・逆輻射量の4つの要因からなる。本報告では汎用的な経験式として潜熱・顕熱交換量にRohwerの式、輻射・逆輻射量にSwinbankの式を用いる。図-3に水面熱収支量を示す。図中の熱量はすべて比熱と密度の積で除し、単位面積、単位時間当りの熱フラックスの形で表示している。全水面熱収支量； Φ_t に占める割合は、純日射量； Φ_o 、輻射・逆輻射量； Φ_{ra} 、潜熱交換量； Φ_e 、顕熱交換量； Φ_c の順に大きい。図-4は平衡水温； T_e （全水面熱収支量が0となる時の水面水温）と水表面水温； T_s との関係を示す。 $T_e > T_s$ の時が受熱期、 $T_e < T_s$ の時が放熱期に対応する。図-5に全水面熱収支量； Φ_t と（ $T_e - T_s$ ）との相関を示す。両者は高い線形相関を示しており、平衡水温を一年周期の周期関数と仮定し、図-5の

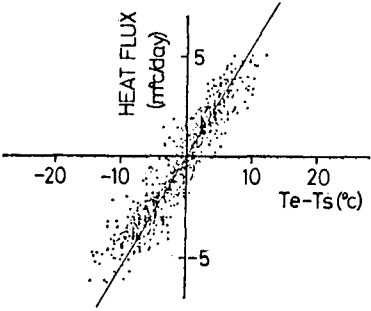


図-5 Φ_t と（ $T_e - T_s$ ）の関係

4 移流による熱収支量； 移流による熱収支量は揚水発電および河川水の流入に伴うものからなる。まず図-6に河川流入水温と平衡水温の関係を示す。この貯水池では流域面積が小さく、気象量の変化が直接河川水温に作用するため両者の相関は比較的高い。図-6の

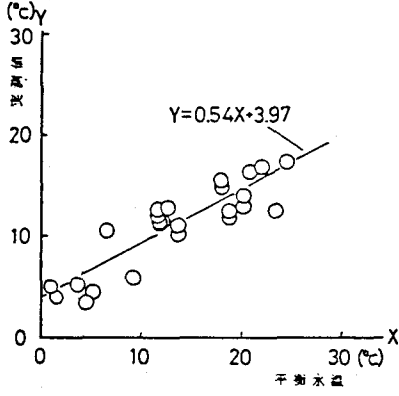


図-6 流入水温と平衡水温の関係

5 貯熱量と全熱収支量の比較； 以上の各熱収支量を時間積分して得られる貯熱量の計算値と水温観測から得られる貯熱量との比較を図-8に示す。(a)は前述のごとく潜熱・顕熱交換量にRohwerの式、輻射・逆輻射量にSwinbankの式を用いたものである。(b)は比較のためそれぞれにTVAの式を用いたものである。

後者は水表面での熱損失を過小評価しているが、前者は観測値と良く一致している。年間を通してみると、放熱期では主として水面熱収支量によって、受熱期では揚水発電量と水面熱収支量によって熱収支量が決定される。（参考文献）1）電中研報告書、1979；2）TVA Rep No.0-6803

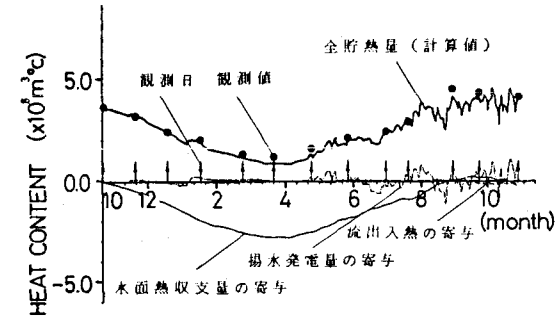


図-8(a) Rohwer, Swinbank の式を用いた場合

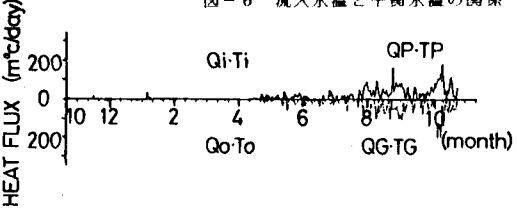
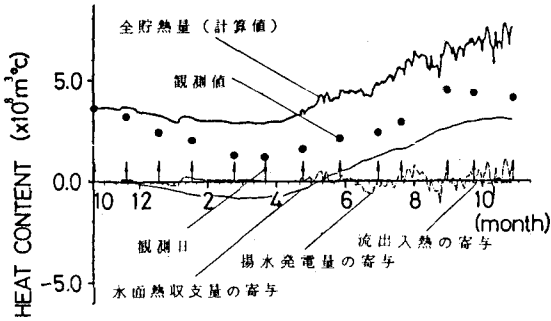


図-7 移流による熱収支量



(b) TVA の式を用いた場合