

七ヶ宿貯水池における放熱期の水温変動特性に関する現地観測

東京都立大学工学部	学生員	高木康隆
東京都立大学大学院工学研究科	正会員	横山勝英
東京都立大学大学院工学研究科	正会員	新谷哲也

1. はじめに

貯水池では河川から流入する懸濁物質や栄養塩が湖内で移流、沈殿、再浮上といった運動を行うため、その過程で水質に大きな影響をもたらされる。そのため、水質を管理する上では物質自体の性状もさることながら貯水池の水温成層や流れといった水理特性の詳細を把握する必要がある。

ここで、ダム貯水池の湖盆形状は複雑であるため、水理特性は地形の影響により三次元的に分布している可能性がある。そこで本研究は宮城県七ヶ宿貯水池において、多地点で水温鉛直分布を連続自動計測し、水温成層の空間分布を把握すると共に、その三次元的な変動と湖盆形状や気象との関連を調べた。

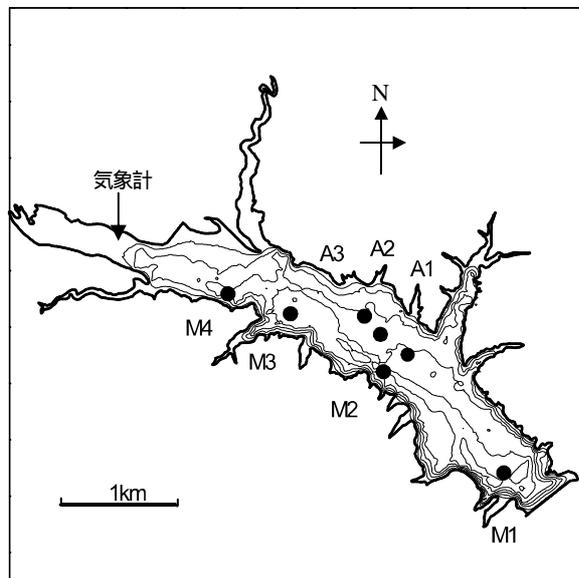


図1 七ヶ宿貯水池の形状と観測地点

2. 観測方法

観測は地形測量と気象計測、水温鉛直分布計測の3つを実施した。地形測量の結果を図1に示す。これより七ヶ宿貯水池は南側が湾筋、北側が河岸段丘となっていて2つの地形から構成されていることが分かる。そこで、サーミスターチェーンを湾筋に4カ所、河岸段丘に3カ所設置した。水温計の設置間隔は基本的に2.5mとした。また気象計測はダム管理所が堤体付近で実施しているが、本研究でも貯水池の上流端において実施した。観測は2003年10月1日から11月30日までの2ヶ月間行い、測定間隔は水温計、気象計ともに5分間隔とした。

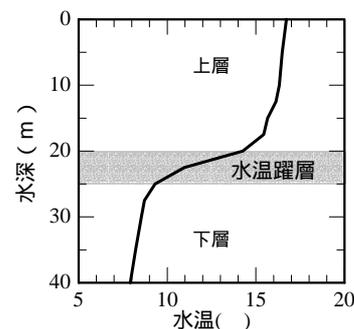


図2 水温鉛直分布

(10月9日午前5時)

3. 観測結果と考察

放熱期の特徴的な水温分布を図2に示す。水深20m付近で水温躍層が非常に発達していて3成層場になっている。次に風向・風速と水温鉛直分布の時系列を図3に示す。図示した期間は内部の変動が大きく見られた10月2日から12日の10日間である。風のデータによれば10月2~4日にかけて最大10m/s程度の強風が吹き、風が弱まってから貯水池の水温の変動が大きくなっている。

そこでまず、3成層のうち上層(水深0~20m)に着目すると、波線PQを参考にすれば水温16の等温線の変動が湾筋の下流側のM1と上流側のM3ではほぼ逆位相になっていることがわかる。これらのスペクトルをとると卓越周期は双方共に25時間であった。ここで上層20mに関して内部セイシュの理論式から周期を計算すると25.9時間となり、スペクトルの卓越周期とほぼ一致する。このことから貯水池の長軸方向に内部セイシュが発生していることがわかった。

次に水温躍層に着目し、中心に位置している水温12の等温線について先程と同様にスペクトルをとった。図4に湾筋中心部のM2と浅瀬のA1の結果を示す。2地点に共通した卓越周期は25時間と3~4時間である。また水温躍層5mにつ

キーワード：水温成層、内部セイシュ、スペクトル解析、補償流、物質輸送

連絡先：〒192-0300 東京都八王子市南大沢1-1 TEL.0426-77-1111(内線4571)

いて内部セイシュを計算すると長軸方向は25.9時間となり、短軸方向は3.4時間となった。従って、これらは、水温躍層内部での内部セイシュと説明される。さらに短軸方向と長軸方向で独立した内部セイシュが存在することが分かった。

以上の様子を空間的に把握するために、図5に貯水池の縦断方向の水温分布、図6に横断方向の水温分布を示す。これから貯水池の水温分布は水平方向に均一ではなく、内部セイシュの影響で三次元的に変動していることが分かる。

こうした内部セイシュによって補償流が発生していると推測され、その速度は上層では10mm/s、躍層部分では3.5mm/sと概算された。春から夏にかけての受熱期には内部セイシュの振幅は増大するため補償流の速度はさらに大きくなると考えられる。ここで洪水時に流入する濁質の沈降速度は粒径10 μ mの場合0.09mm/sであり、補償流の方が1オーダー以上大きい。従って、こうした流れが内部の物質輸送に影響を及ぼしている可能性がある。

次にA2の湖底付近で間欠的に見える水温15の等温線は最大で0.8m/hで上昇、下降している。A2付近は緩斜面であり、斜面方向の移動速度は8mm/sとなる。これも上述のように受熱期には増大すると推測される。このような斜面を遡上する流れが底泥の巻き上げや移流を引き起こしている可能性が考えられる。

4. おわりに

本研究では放熱期の水温空間分布を計測し、3成層場の各層で内部セイシュが存在することを示し、それによる補償流斜面を遡上する流れが発生している可能性を指摘した。今後は補償流が物質輸送に及ぼす影響を調べてゆく予定である。

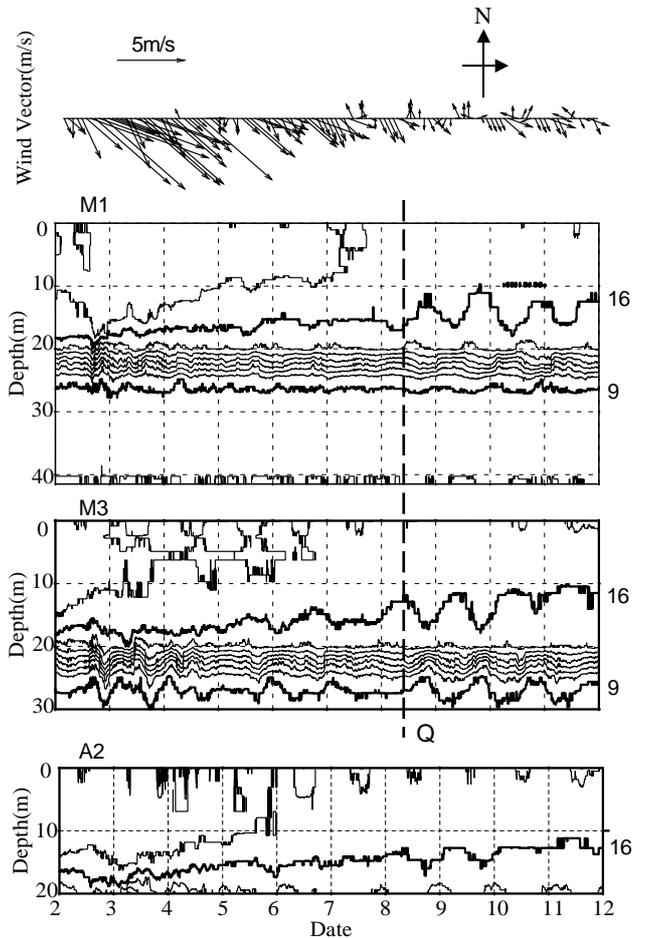


図3 10月の気象、水温の時系列データ

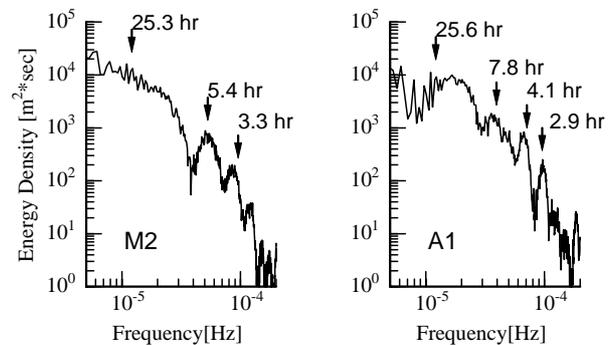


図4 12 等温線スペクトル

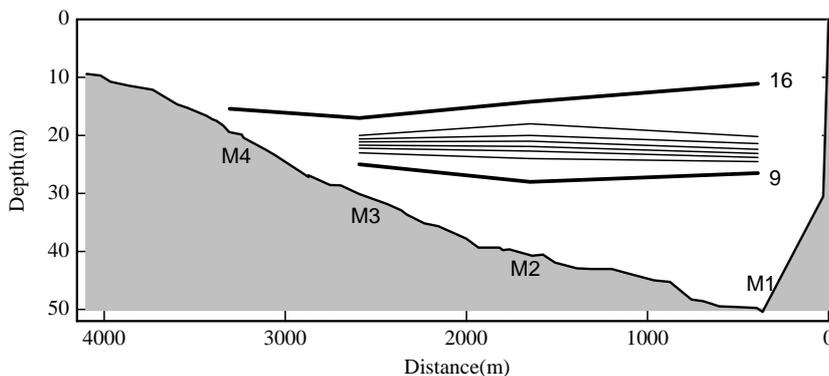


図5 縦断方向の水温分布

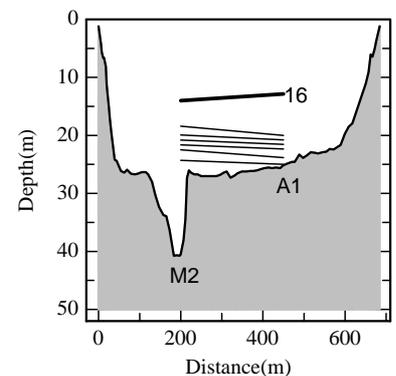


図6 横断方向の水温分布