

ダム貯水池における分画フェンスの流動制御機能が水温構造に及ぼす影響

首都大学東京大学院 正会員 ○新山雅紀 横山勝英 山崎公子
 首都大学東京大学院 フェロー会員 小泉 明
 東京都水道局 非会員 増子 敦 田村聡志 小林康浩

1. はじめに

近年、ダム貯水池では流動制御による水質保全対策が推進され、維持管理が容易な分画フェンスの導入事例が増えている。分画フェンスは濁質や栄養塩を含む河川水を中層に誘導する機能が期待されているが、複雑な水理条件の実貯水池における観測事例は少なく機能の検証が十分に行われていないのが現状である。そこで本研究では、小河内貯水池において湖水の流動及び水温に関する現地観測を行い、分画フェンス周辺の流動と水温特性を明らかにするとともに、三次元流体モデルを用いて分画フェンスの流動制御機能が水温構造に及ぼす影響について考察した。

2. 対象貯水池及び観測方法

研究対象池は多摩川の上流に位置する小河内貯水池である(図-1)。流域面積は262.9km²、総貯水容量は1億9千万m³のわが国最大級の水道専用貯水池である。分画フェンスは不透水シートを水面から垂下させた施設であり、その上流側(St.A)と下流側(St.B)において流速及び水温の連続観測を行った。流速計(RDI社製 WH-ADCP1200kHz, 600kHz)を底層上向きに設置し層厚0.5m, 10分間隔で流速を計測した。また、水温計(Onset社製 Tidbit)を水深20mまで1m毎にロープに取り付け、10分間隔で水温を計測した。観測期間は2008年7月である。

3. 分画フェンス周辺の鉛直水温分布

図-2にSt.A及びSt.Bの等水温線図と鉛直水温分布を示す。St.Bでは水深とともに水温が低下し水深2~5m付近に水温躍層が発達している。一方、St.Aでは水深1~3mと水深12m付近に水温躍層が発達しSt.Bとは異なる鉛直水温分布となる。7月18日の鉛直水温分布をみると、St.Aの水深3mから水深11m付近まで一定水温となり、かつ、表層から5m付近までの水温がSt.B地点に比べ低くなる特性があることがわかった。

4. 分画フェンスの流動制御機能

図-3にSt.Aにおける流速の時系列変化と鉛直流速分布を示す。表層付近では風向変動に伴う流れが発生するため流向の変化が大きいことがわかる。ま

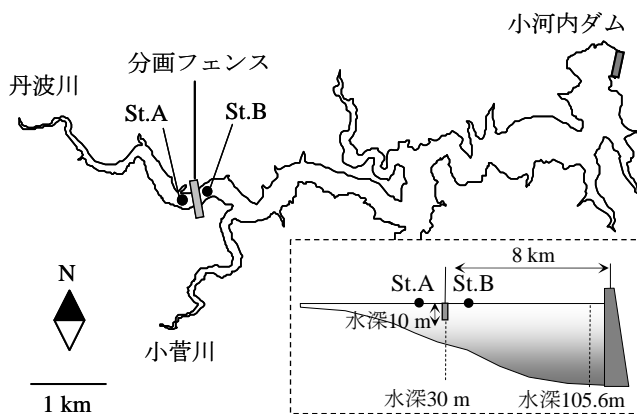


図-1 対象貯水池

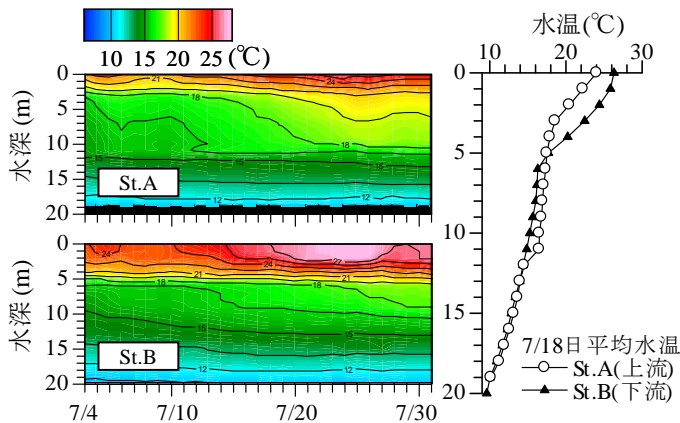


図-2 鉛直水温分布

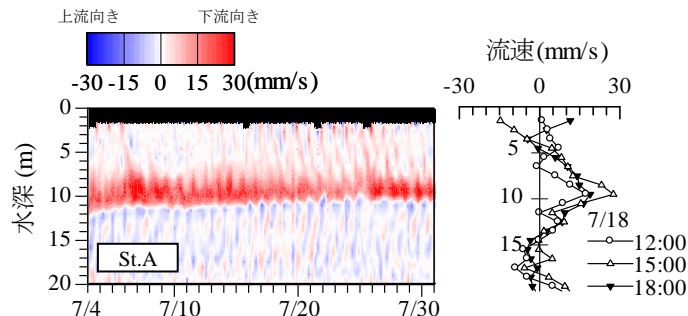


図-3 分画フェンス上流側の流速変動

キーワード 貯水池, 流動制御, 分画フェンス, 三次元流体モデル, 数値解析

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 TEL 042-677-1111

た、フェンス下端の水深 10m 付近には下流へ向かう 20~30mm/s 程度の定常流が発生している。これは流入河川水温と同水温層であるため、分画フェンスが河川水を中層に誘導している状況だと考えられる。水深 8m から 10m の流れは分画フェンスに衝突すると考えられ、そのため上流側では水塊の混合が促進されていると推測される。

5. 分画フェンスの流動制御及び水温変化の検証

三次元流体モデル *Fantom3D*¹⁾²⁾を用いて、分画フェンス周辺の流動シミュレーションを実施した。2008年7月18日の St.B の水温分布を領域全体に初期設定し、その後の水温変化を調べた。その他の境界条件は観測データから設定した。

図-5 に鉛直水温分布の変化を示す。計算初期に水深 5m にあった 17°C の層が水深 10m 付近まで徐々に広がる様子がわかる。これは河川水が同水温層(水深 5m 付近)を流下する過程でフェンスの影響により混合し水温が変化した結果であると考えられる。

図-6 に 45 時間後のフェンス周辺の流動と水温分布を示す。フェンス上流側の水温が変化し、ほぼ実測値と同様な鉛直水温分布となっている。また、水深 10m 付近に下流向きの流れが発生するとともに、その上部にフェンスから 100m までの範囲で反転流が発生している。一方、フェンス下流側では、フェンスを通過した流れが水深 6m 層に浮上し流下することがわかった。図-7 に水平流速分布を示す。水深 10.5m では一様に下流向きの流れとなるが、水深 8.5m では分画フェンス上流側で反時計回りの循環流が発生しており、鉛直的な循環とともに水平的な流れの構造を持っていることがわかった。したがって分画フェンスで遮られることで鉛直及び水平の循環流が発生し、水塊の混合が促進され水深 3m から 10m 付近の同水温層が形成されたと考えられる。

6. まとめ

分画フェンス上流側では下流向きの流れが定常的に発生し、分画フェンスを境に鉛直水温分布が異なることを明らかにした。また、三次元流動シミュレーションにより、河川水の流れが分画フェンスで遮られると上流側に鉛直及び水平的な循環流が発生し水塊の混合が促進されることを示した。さらにフェンス上流側の水深 3m~8m で水塊が混合されることで、比較的水温の低い河川水が中層へ誘導されることを示した。

1)新谷哲也, 中山恵介: 環境流体解析を目的としたオブジェクト指向型流体モデルの開発と検証, 水工学論文集, 第 53 巻, pp.1267-1272, 2009, 2)http://www.comp.tmu.ac.jp/shintani/

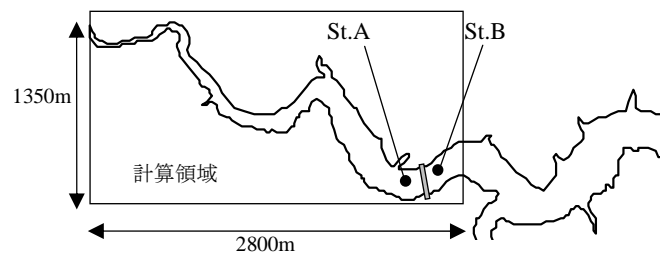


図-4 計算領域図

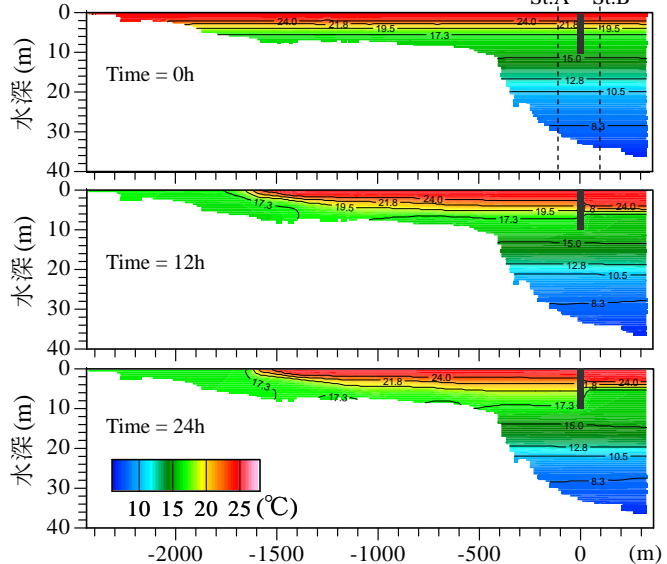


図-5 鉛直水温分布の変化

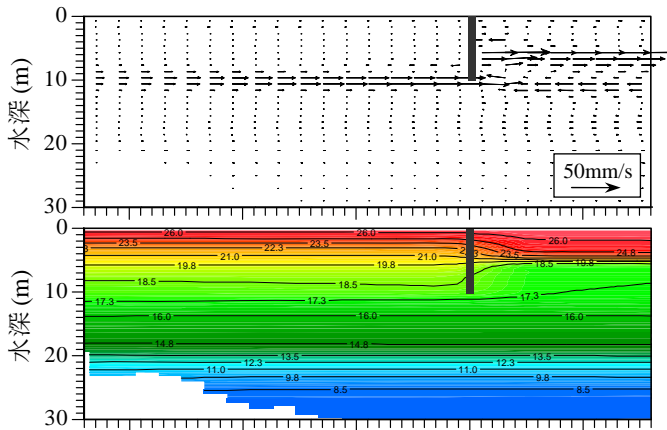


図-6 分画フェンス周辺の流動制御機能と鉛直水温分布

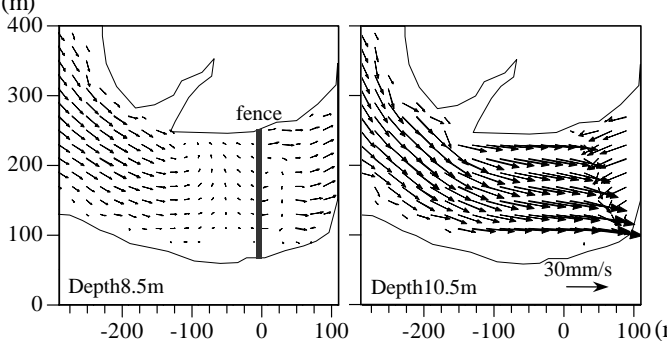


図-7 分画フェンス上流側の水平流動(水深 8.5m, 10.5m)