

浅い汽水湖である青森県十三湖における塩分・DO変動解析

東北大学大学院 学生員 ○小西 絵里子
 東北大学大学院 正会員 梅田 信
 東北大学大学院 フェロー 田中 仁
 八戸工業大学 正会員 佐々木 幹夫

1. はじめに

汽水域は海水と淡水の複雑な混合により形成されるため、海水と淡水の微妙なバランスの上に成り立つ特殊な環境を持ち、その生態系もその環境独特なものとなる。そのため、汽水湖内における水の流動変化は生物・生態環境形成に大きな影響を及ぼす。

汽水域の生態を特徴付ける生物としてヤマトシジミが挙げられるが、近年は環境の変化により、ヤマトシジミの生息域が狭まり、その漁獲量は激減してきている¹⁾。そこで、本研究においては、ヤマトシジミの生態を水理的アプローチにより理解するため、十三湖における水理環境調査を実施した。また、解析として数値シミュレーションにより、シジミの繁殖期である7月~9月を含めた6月~10月の期間において湖内の塩分、DOの解析を行った。さらに、湖内の数点で行われた連続観測のデータとの比較を行い、湖の流動の特徴を考察した。なお、本研究は、岩木川における河川生態学術研究会の総合的な調査研究の一環として実施されたものである。

2. 調査対象

本研究における対象領域は青森県西部の津軽半島内に位置する十三湖である。十三湖は日本有数のヤマトシジミの産地であるが、他の汽水湖と同様にヤマトシジミの生息領域の減少が見られる。十三湖の湖沼面積は20.6km²、最大水深は約2mの浅い汽水湖であり、平均滞留時間は3日である。十三湖への主な流入河川は、一級河川である岩木川であり、全集水面積の約78%をしめる。また、十三湖内を通過した後は、ただ一つの流出口である水戸口を通過して日本海へと流出する。

3. 現地調査

十三湖における水理環境の把握のため、長期の連続観測を実施した。調査時期はヤマトシジミの産卵期である7~9月を含めて、2007年の6月から10月までの夏季期間に行った。測定位置は水深、流入口、流出口を考慮し、図-1に示したA~Eの湖内5地点において、水温と塩分を観測した。測定機器は小型メモリー水温塩分計Compact-CTI(アレック電子株式会社製)を使用した。測定結果は、次章で解析結果と合わせて示す。

4. 数値シミュレーションによる塩分変動予測

4.1. 計算手法

数値シミュレーションにより、湖内の塩分等の変動を解析した。解析には鉛直1次元モデルを使用した。湖内

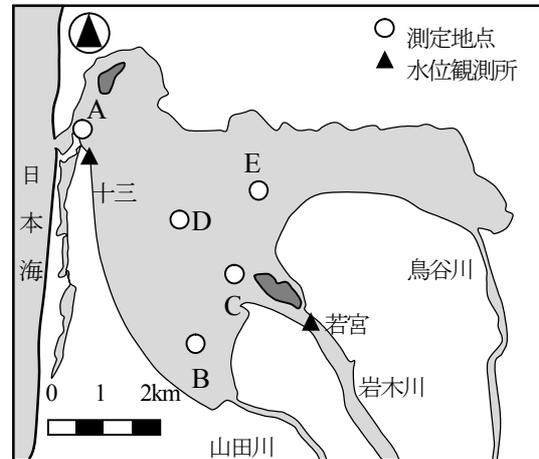


図-1 十三湖の平面図および測定地点

の鉛直方向の拡散は以下の式で表される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = K \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + S \quad (1)$$

ここで、 c : 塩分、水温またはDOを示し、 K : 鉛直拡散係数である。 S は生成項であり、水温については、気象条件による水面を通じた熱収支を考慮している。DOの生成項 S_{DO} には、底泥による酸素消費と水面での再曝気を次式で考慮した。

$$S_{DO} = -\frac{a\theta^{(T-T_b)}}{\Delta z} + \frac{k_a(DO_{sat} - DO)}{A_s} \quad (2)$$

ここで、 T : 水温、 T_b : 基準水温、 a : $T=T_b$ における酸素消費速度、 θ : 温度影響係数、 DO_{sat} : 飽和溶存酸素濃度、 Δz : 格子間隔、 A_s : 各水深における湖水表面積、 k_a : 再曝気係数を示す。本検討では $T_b=20$ [°C]、 $a=0.50$ [g/m²/day]、 $\theta=1.06$ 、 $k_a=1.0$ [m/day]、 $\Delta z=0.05$ [m]とした。湖内への流入水(河川水および水戸口を経由する海水)は湖内の等密度層へと流入するとした。一方、水戸口から海への流出は湖底から水面まで、全層一様に流出すると仮定した。水温については、気象条件による水面を通じた熱収支を考慮している。流入水の密度は、UNESCO(1981)の状態方程式を用いて決定した。

4.2. 計算期間とデータセット

計算期間は十三湖で夏季水質調査を実施した2007年6月10日~10月12日とした。河川流入量は、主な流入河川である岩木川の十三湖から約30km上流側に位置する五所川原地点の流量より、流域面積を考慮して推定した。河川水温は津軽大橋地点(十三湖から約3km上流)で測定された水温と気温の相関関係から求めた。また、水戸口

キーワード 汽水湖、塩分、DO、鉛直1次元モデル

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻環境水理学研究室 TEL 022-795-7453

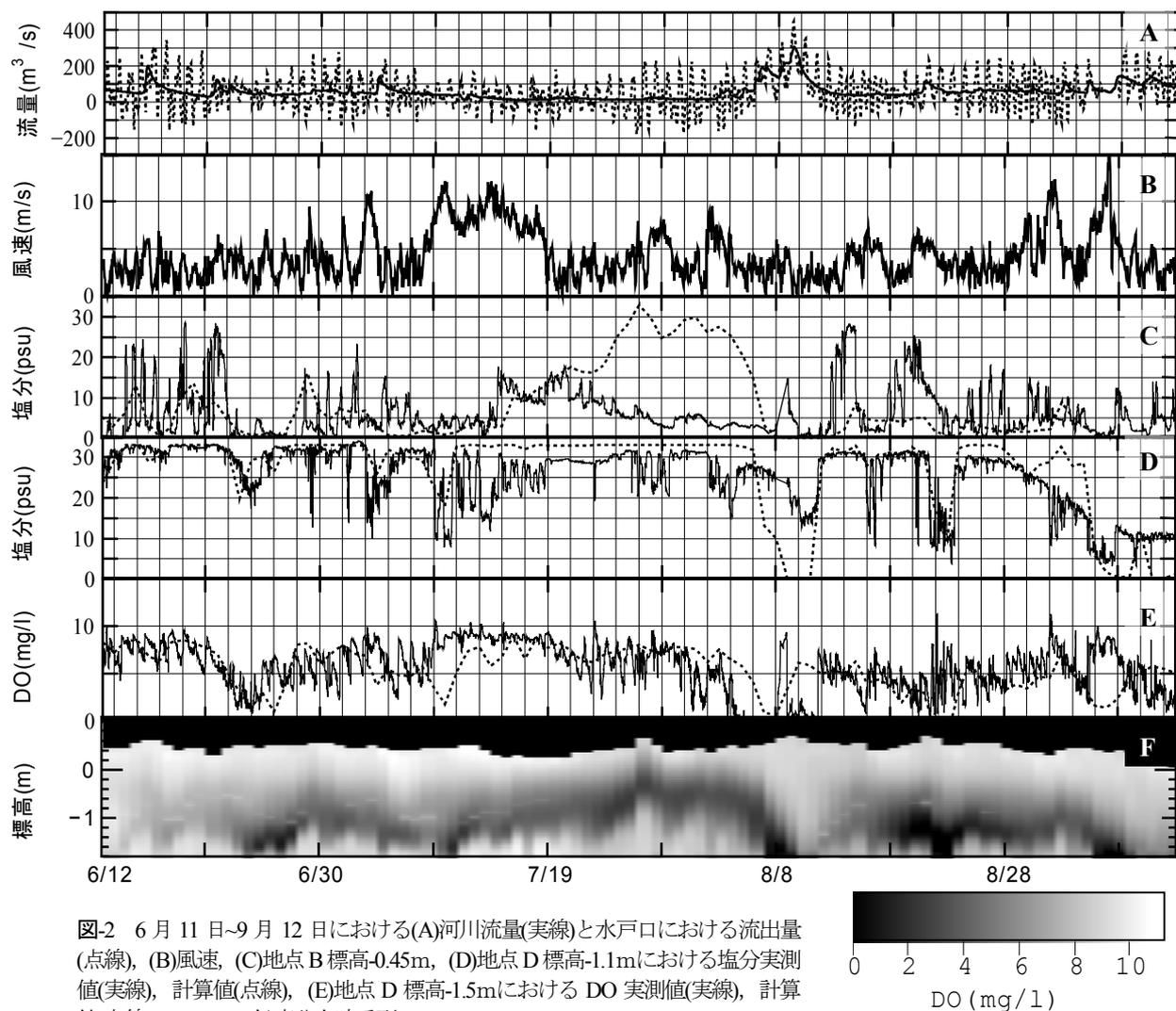


図-2 6月11日~9月12日における(A)河川流量(実線)と水戸口における流出量(点線), (B)風速, (C)地点B 標高-0.45m, (D)地点D 標高-1.1mにおける塩分実測値(実線), 計算値(点線), (E)地点D 標高-1.5mにおける DO 実測値(実線), 計算値(点線), (F)DOの鉛直分布時系列

の通過流量は十三地点における水位変動と湖面積および河川流量の関係から推定した²⁾。海水温は水戸口の近傍である地点Aの実測値から与え、海水塩分は33psuとした。気象データは十三湖近傍の気象庁による測定値であり、河川流量、風速、十三湖測量データは国土交通省より提供されたものを用いた。

4.3. 結果と考察

図-2に、6月11日~9月12日の期間における流入量、流出量、風速、塩分・DO変動の計算結果と実測値、DOの鉛直分布時系列を示す。図-2は(A)河川流入量と流出量、(B)風速を示している。また、(C)、(D)は塩分変動、(E)はDO変動であり、それぞれ、(C)標高-0.45m、(D)標高-1.1m、(E)標高-1.5m、の標高に対応する値を示している。なお、現地観測による測定地点の高さの算定には誤差があると考えられるため、計算結果との比較は概ね対応する高さに対して行った。また、(F)は計算によるDOの鉛直分布時系列を示している。

塩分・DOの計算値と実測値を比較すると、底層の標高-1.1m地点における塩分と標高-1.5m地点におけるDOは、計算値が実測値の変動傾向をよく表現できていると考えられる。しかしながら、上層の標高-0.45m地点における塩分は7月中旬~8月中旬に実測値と計算値が大きく

違ってきている。センサーへの付着物による実測値への影響が考えられるが、より詳細な検討が課題である。それ以外の期間においては、塩分をやや過小評価する傾向が見られる。

DOの鉛直分布(F)より、7月の温水時に中層が低酸素化していることがわかる。8月に出水がおり、河川水が上層へと流入すると、中層で滞留していた低酸素水は押し下げられて下層へと移り、下層が貧酸素化していることが分かる。

本研究の解析により、鉛直1次元解析により十三湖における塩分・DO変動の傾向を概ね予測することが分かった。しかしながら、十三湖では、夏季期間も湖上流部まで塩水が遡上している。そのため、海水の流入、流出についてより詳細な検討を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1)中村幹雄: 宍道湖におけるヤマトシジミと環境の相互関係に関する生理生態学的研究, 北海道大学博士論文, 1997.
- 2)Sasaki, M. and Sato, M: Characteristic of favorable current and backflow in Iwaki river mouth, Journal of water resources and environmental engineering & proceedings of Japan-Vietnam Estuary Workshop, pp.109-114, 2007.