

3 次元非静水圧モデルによる宍道湖・中海連結での年間流動シミュレーション

東京都市大学大学院 学生会員 ○池田香澄

東京都市大学 正会員 田中陽二

1. 序論

宍道湖は中海とともに連結系汽水湖と呼ばれ、塩分の溯上が起こる希少な環境下にある湖沼である。宍道湖では湖水に成層状態が現れる事があり、底層水が貧酸素化する事例がしばしば報告されている。貧酸素化対策として様々な施策が取られてきたが、依然として水質改善の効果はもたらされていない。

一方で、これまでに宍道湖・中海に関する研究は数多くなされており、数値計算は流動場の把握に対して有効である点から注目されてきた¹⁾²⁾。溝山ら¹⁾は数値計算を用いて流況再現を行い、水質変化を考慮したモデルを構築することが課題である事を挙げた。そこで本研究では、宍道湖・中海連結モデルを用いて長期的な流動シミュレーションを行い、その精度を検証するとともに、特に塩分溯上の再現性に与える影響について検討することを目的とした。

2. 研究方法

(1) 計算条件

数値モデルには非静水圧三次元モデルであるSTOC-LT (別称: 伊勢湾シミュレーター)³⁾⁴⁾を使用した。計算期間は2012年1月から2013年12月までとし、初期値は全水域一様に水温4.5℃、塩分18とした。解析に用いる計算期間は2013年1月1日からの1年間とした。時

間刻みは 30秒とした。水平方向では直行格子で200mと400mの2種のメッシュを設定した(図-1)。鉛直方向はレベル座標系を用いて水深10mまで0.2m間隔で、水深10m以上の深さを0.5m間隔で全67層に分割した。

(2) 境界条件

河川流入は斐伊川のみとし、流量および水温を1時間毎に入力値として計算に与えた。灘分における水位・流量曲線、松江での気温と大津での水温の関係式を導き、流量および水温推定した。塩分は全期間で0と設定し、斐伊川本川の河口より流下させた。

外洋水は、潮位、水温、塩分を1時間毎に与えた。潮位は美保関の観測値を与えた。水温は泊村沖の観測値を季節変動の正弦波で近似させ、推定したものを鉛直方向一様に与えた。塩分は全期間で一定値33を設定し、鉛直方向一様に与えた。

気象場は松江気象台における観測値を元に、1時間ごとに全領域で一様に与えた。

3. 結果

(1) 季節変動の再現性の検証

国土交通省の水文水質データベースの値を用いて観測値との比較を行い、モデルの季節的な再現性について検証を行った(図-2)。水位・水温は全地点で良好な再現性が見られた。宍道湖の塩分計算値は観測値よりやや高くなる傾向が見られ、200mメッシュでは1psu程度、400mメッシュでは5psu程度の過大評価となった。塩分ではメッシュの細分化により再現性の向上が見込まれる結果となった。

(2) 塩分溯上の再現性の検証

出雲河川事務所による大橋川の自動観測データを用いて宍道湖への塩分溯上の再現性について検証を行った(図-3)。計算値では塩分変化の振動のタイミングは一致していたが、振幅は小さくなっていた。特に上流側では、塩分侵入の再現について課題が残る結果であり、メッシュサイズによる計算精度の向上は見られなかった。

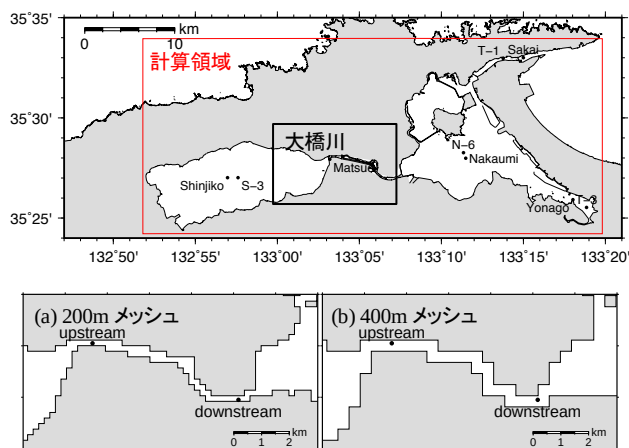


図-1 計算範囲と大橋川付近のメッシュ細分化

キーワード：宍道湖，中海，連結モデル，塩分溯上

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 E-mail: g1581702@tcu.ac.jp

4. 考察

大橋川では表層で塩分が高く、底層で塩分が低く計算されていた(図-4)。また、上流側の観測で水深 1.5m 前後に塩分の躍層が現れているが、計算はそれより深い場所で躍層が見られた。より躍層の深さが観測値に近いのは 400m メッシュであった。計算モデルは弱成層の状態になりやすく、鉛直混合が発生しやすくなっていると考えられた。よって、メッシュの細分化による成層状態の再現には限界があることが示唆された。

一方で、大橋川における流量や流向をよく再現しているのは、200m メッシュであった。400m メッシュでは、流量が 200m メッシュの 2 倍程度となっており、メッシュサイズによる影響が現れていた。よって、宍道湖への塩分侵入を再現するには、大橋川の再現精度の向上が重要となることが示された。

5. 結論

本研究は、宍道湖・中海連結モデルを用いて長期的な流況再現を行う事を目的とし、塩分遡上の再現性を与える影響について検討した。本研究で得られた知見は以下の通りである。(1) 本モデルでは水位および水

温の季節変動を概ね良く再現できており、塩分では 200m メッシュで整合性のある計算結果が得られた。

(2) 塩水侵入のタイミングは良好に再現していたが、塩分の振幅は過小評価となっていた。計算モデルでは弱成層の状態になりやすい事が考えられた。宍道湖への塩分侵入を再現するには、大橋川の再現精度の向上が重要となることが示された。

参考文献

- 1) 溝山勇, 大屋敬之, 福岡捷二: 連結系汽水湖における流動気候と長期流動シミュレーション, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.67, No.3, pp.101-120, 2011.
- 2) Nakata, Kisaburo, Fumio Horiguchi, Masumi Yamamuro: Model study of Lakes Shinji and Nakaumi - a coupled coastal lagoon system, Journal of Marine Systems, 26, pp.145-169, 2000.
- 3) 田中陽二, 鈴木高二朗: 密度流・湧昇流の計算を目的とした三次元沿岸域流動モデルの開発について, 港湾空港技術研究所報告, 第 49 巻, 第 1 号, pp.3-25, 2010.
- 4) 田中陽二, 中村由行, 鈴木高二朗, 井上徹教, 西村洋子: 微生物ループを考慮した浮遊生態系モデルの構築, 港湾空港技術研究所報告, 第 50 号, 第 2 号, pp.3-68, 2011.

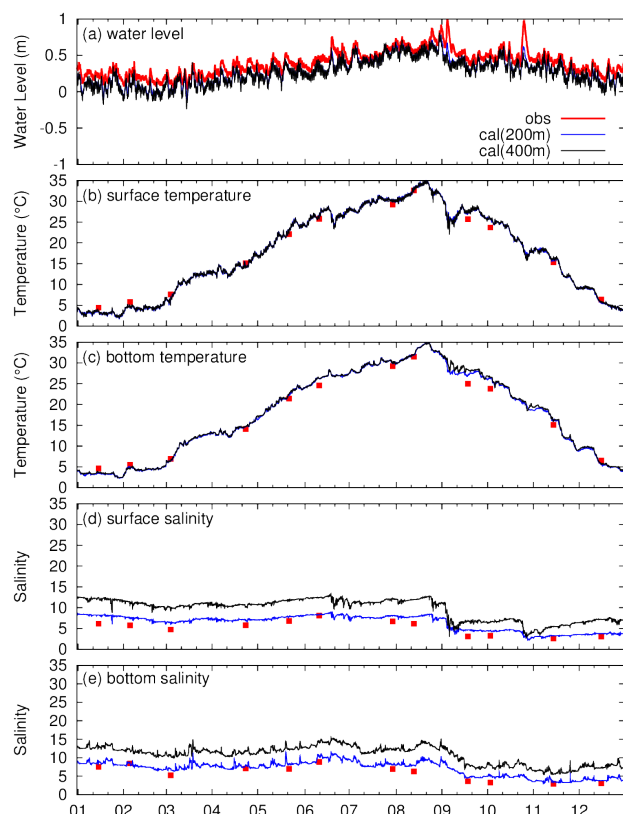


図-2 宍道湖の季節変動の再現性 ((a)水位, (b)表層水温, (c)底層水温, (d)表層塩分, (e)底層塩分)

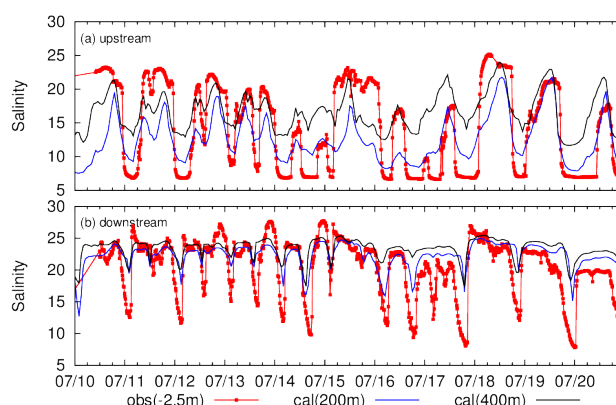


図-3 大橋川水深 2.5m での塩分の時系列変化 ((a)上流側, (b)下流側)

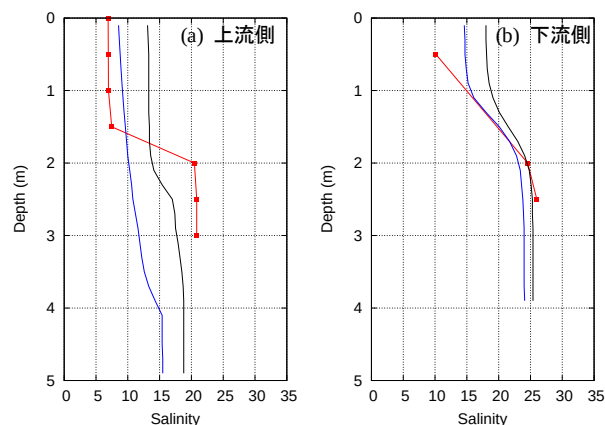


図-4 大橋川における塩分プロファイルのスナップショット ((a)上流側, (b)下流側, 2013/7/15 5:00)