

十三湖における塩水流動解析

東北大学工学部建築・社会環境工学科 学生会員 ○田中 美香
 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 正会員 梅田 信
 首都大学東京都市基盤環境学科 正会員 新谷 哲也

1. 目的

河川の最下流部に位置する感潮域および汽水湖は、潮汐や河川流量などの要因によって、それぞれ特有な水環境を持つ上に塩分条件の時空間変動も大きいという特徴を持つ水域である。また自然的なものだけではなく、その河川の集水域に存在する都市や農地で営まれている人為的活動などから排出される有機物や栄養塩類も豊富であるため、生物生産も活発であることが多い。しかしこのような反面、水質の汚染や貧酸素水貧の発生により、環境が悪化した事例も多く知られている。このような汽水湖の水環境の変化については、淡水と塩水の流動特性が大きく影響するため、適切な管理や環境の保全に、水理学的な知見を蓄積することが重要であると考えられる。そこで本研究では、浅い汽水湖である岩木川水系の十三湖を対象とした流動解析について検討した。

2. 研究対象と方法

本研究では青森県北西部に位置する十三湖を研究対象地域(図 1)とする。岩木川下流部にある流域面積 18.06 km²の汽水湖であり、最大水深が約 2m と浅く塩分変動が大きいことが特徴である。

流動解析は、新谷ら(2009)などにより開発された環境流体シミュレーター Fantom3D を用いる。支配方程式は、三次元の連続式と運動方程式、およびスカラー(水温、塩分、乱流特性量)の輸送方程式であるが、運動方程式は静水圧近似およびブジネスク近似を施したものとなっている。また乱流モデルとしては、GLS(Generic Length Scale)モデルを適用している。離散化に関しては、流速および水温と塩分の移流には、3次精度の ULTIMATE-QUICKEST 法を用いて、精度を確保している。計算格子間隔は、水平方向を 200m とし、鉛直方向を 0.1m とし、時間間隔は 10 秒とした。湖底地形は、国土交通省が 2012 年に実施した深淺測量結果を用いて作成した。

計算対象の水文・気象条件は、2008 年の夏季とした。これは、既往研究(小西ら, 2009)により、十三湖内において、塩分と水温の詳細な現地観測が行われており、その成果を活用することができるためである。

3. おもな解析結果

各地点の塩分の計算結果と、2008 年夏季の塩分の観測結果を図 2 に比較した。比較した地点は塩分の観測が小西ら(2009)で行われた地点であり、図 1 に示した。それぞれ A 地点(標高-2.2m)、B 地点(標高-1.5m)、C 地点(標高-0.5m)である。また、各地点での計算結果および観測結果の湖底からの高さはそれぞれ 2.0m、0.4m、0.2m である。

塩分が流入する水戸口に最も近い地点 A では計算値は潮汐に対応して変動する塩分の様子をよく示し、観測値とも近い変動を示した。その一方で水戸口からは離れている他の 2 地点の計算結果については、塩分が上下する挙動を示すことが出来たものの、計算期間が進むにつれて塩分濃度の絶対値が観測値と比較しても大幅に小さくなった。

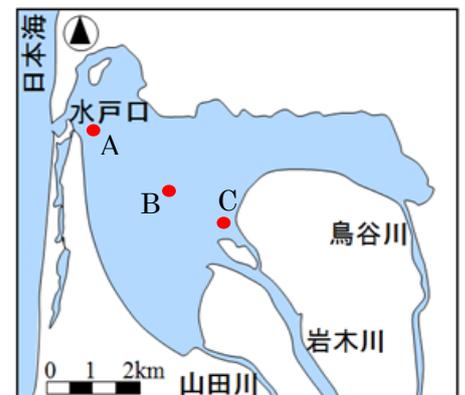


図 1 十三湖の平面図と観測地点

キーワード 汽水湖, 潮汐, 流動解析, 塩分濃度

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 TEL 022-795-7453

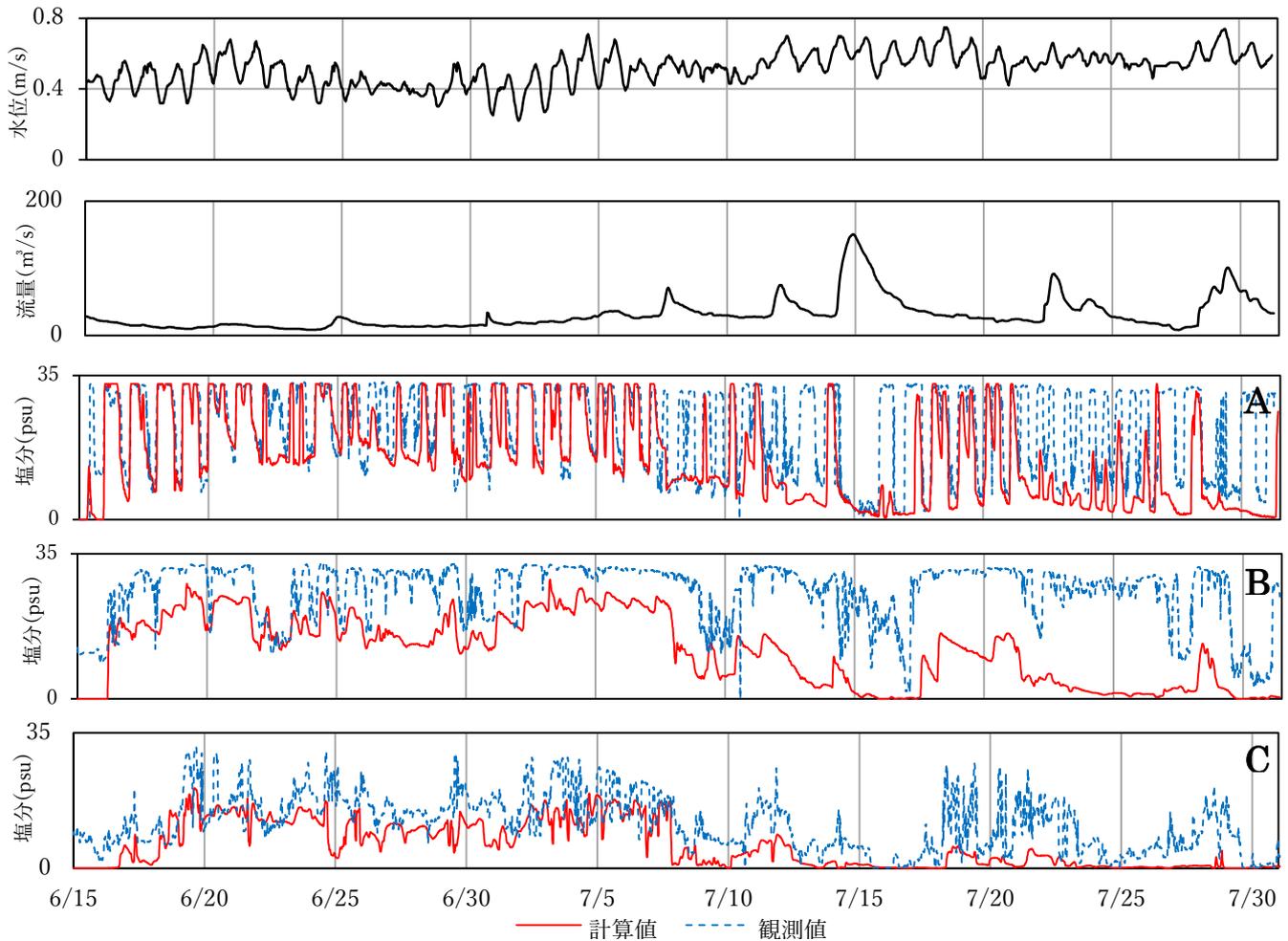


図2 流量・水位の観測値および各地点における塩分変動

4. おわりに

本研究では十三湖内の詳細な流動解析を行うため、Fantom3D を用いて数値シミュレーションを行い、既往研究で行われた観測結果との比較を行い、塩分変動による潮汐が湖内流動に与える影響を考察した。その結果、潮汐によって細かく時間変動する特徴を捉えることが出来た。しかしながら観測値と計算値の絶対値がずれてしまったという課題が残った。このことに関して、本計算方法では、水戸口からの海水流入の境界条件として連続式の補正により、塩水フラックスを与える方法を採用している。そのため海水流入時の運動量や水戸口で生じている淡水層と塩水層の交差流が十分に表現されていない。その結果、十三湖内への塩分流入量が不足する計算結果になってしまったと考えられる。この点については、塩水が運動量を持つように水戸口において与える境界条件を検討しなおす必要がある。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 16H02363（代表：風間総）、17H04585（代表：峠嘉哉）の助成を受けて実施された。記して謝意を表す。

参考文献

- 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，2009年2月。
- 梅田信，田中仁，小西絵里子，佐々木幹夫：十三湖における塩分と溶存酸素の変動に関する観測と分析，海岸工学論文集，第55巻，2008年。