

琵琶湖南湖の物理環境の変化が生態系に与える影響の把握

焦 春萌・石川可奈子・酒井陽一郎

1. 目的

琵琶湖南湖では、種々の水質改善努力により、富栄養化は抑制されたが、琵琶湖の水環境は必ずしも健全な状態にあるとは言えない。また、平成 6 年の大湖水以降、南湖の水草の増加が著しく、水草が水面まで生育する年もある。このため、水草の異常繁茂による環境悪化、湖流の停滞、湖底の泥化の進行により、湖底の溶存酸素濃度（以下、「D0 濃度」という。）が低下する。このような貧酸素や無酸素状態は、湖底の環境悪化や生態系に与える影響が危惧される。

南湖は、西側が深く東側が浅い湖盆形態を有し、平均水深が 4m 程度の浅い湖である。瀬田川・疏水からの放流による湖水の滞留時間は、3 日～1 か月であり、南湖の生態系は、物理環境の変化に影響されやすいと考えられる。また、猛暑や強い台風などの異常気象は、琵琶湖南湖の物理環境および生態系に大きな影響を与えていると推測される。南湖の生態系の評価と管理・再生のためには物理環境の変化の影響を解明していくことが求められる。

このような南湖の物理環境の変化を捉えるためには、流れ分布の特徴（流況）を把握することが大変重要である。従来の調査・研究の結果によれば、南湖は、浅く小さい湖であるため、北湖における地衡流の素質を持つ安定な「環流」や「内部波」による流れ等のような時間規模の大きい流動は存在せず、流況は一般に複雑な変動状態を持つ弱流の場合が多い。しかし、これまで実施されてきた定点における連続測流および漂流版による測流は、機器の精度の制限により、南湖の流れ分布の特徴を十分把握できなかった。

そこで本研究では、最先端の超音波流速計（ADCP）による流れの空間分布調査により、南湖の流れの分布の特徴を把握するとともに、南北断面に自動連続観測機器での調査および数値モデルの高度化を行う。本研究の成果に基づき、国立環境研究所の研究成果と合わせて、南湖生態系の管理と再生、在来魚の回復に向け、適切なモニタリング内容や体制等を提案することを目的とする。

2. 研究内容と結果

●方法

本研究では、2018 年夏に、南湖を南北方向に縦断する線上（S1～S5）および山ノ下湾 S0（図 1 参照）で水温・D0 濃度の自動連続観測を行った。湖底直上の水温・D0 濃度の時間・空間変化の詳しい構造を把握するために、S0～S5 のそれぞれ湖底直上 0.5 m において測定精度±0.002℃の水温計（RBR 社製の高精度水温計）、測定精度±1%の D0 計各 1 台を設置した。また、船を走らせながら流れを計測できる超音波流速計（ADCP）（測定精度±5mm/s）を使って、広域で流れを測定した。また、本研究では、以前に北湖の研究で開発したメッシュ分割型の流動・生態系モデル（焦ら, 2018）を流用して、南湖への適用を進めている。南湖の鉛直成層特徴を表すため、メッシュ構造を鉛直方向に 1m 毎に分割し、水平方向に 500 m×500mとした。瀬田川洗堰より放流を行ったモデルの試験的計算では計算結果は良好であり、今後、生態系モデルのパラメータの値について、観測結果を用いて試行錯誤によりキャリブレーションを行う予定である。よって、本報告ではモデルについての詳細報告は行わない。

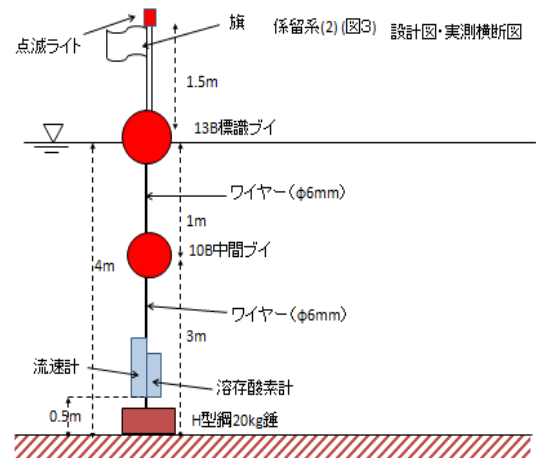


図1 琵琶湖南湖における調査地点（左）および観測機器配置図（右）

（国土地理院の地理院地図に調査地点を追記して掲載）

●結果

南湖を南北方向に縦断する線上（S0～S5）での湖底直上 0.5m において、2018 年 8 月下旬～9 月中旬に一時的に貧酸素状態（溶存酸素が 2mg/l より低い状態）になったことが分かった。その中でも、山ノ下湾における S0 の水温・DO 濃度の時系列変化は、典型的であった（図 2）。山ノ下湾は、比較的風の影響を受けにくく、波や船の通過の影響も少ないため、水温・DO 濃度の日変動をよく識別できた。昼には、水温の上昇に伴い、植物プランクトンや水草の光合成により DO 濃度が高くなり、夜には、湖底有機物の酸素消費により DO 濃度が低くなる。これによる DO 濃度の日変動の幅は、6mg/l にも上る。この観測結果は、物理環境の変化を単純化（風・波・船の影響が少ない場合）した場合の DO 濃度の日変動と位置付けられる。

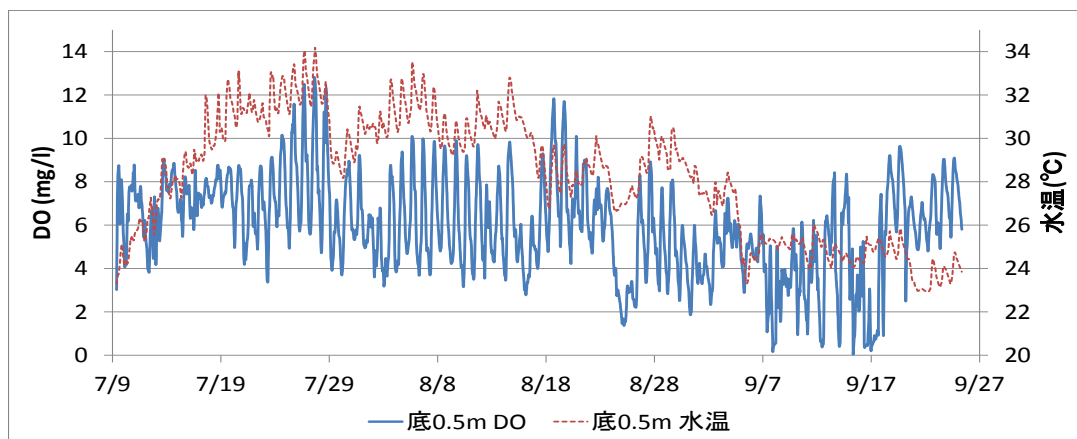


図2 2018 年 7 月～9 月、山ノ下湾 S0（水深 2.7m）における湖底直上 0.5m の水温および DO 濃度

また、超音波流速計（ADCP）で船を走らせながら流れを測り、今までよく分からなかった南湖の流れの水平分布に関する詳しい構造を明らかにした（図 3）。なお、この南湖の流れの水平分布は、数ある分布の一つのパターンであり、常にこのように分布しているわけではない。数値モデルでの数値実験によると、南湖の流れの水平分布は、主に水深・地形の影響、風の状況、水草繁茂状況および南湖洗堰の放流量などで決まると考えられるが、さらに精査が必要である。

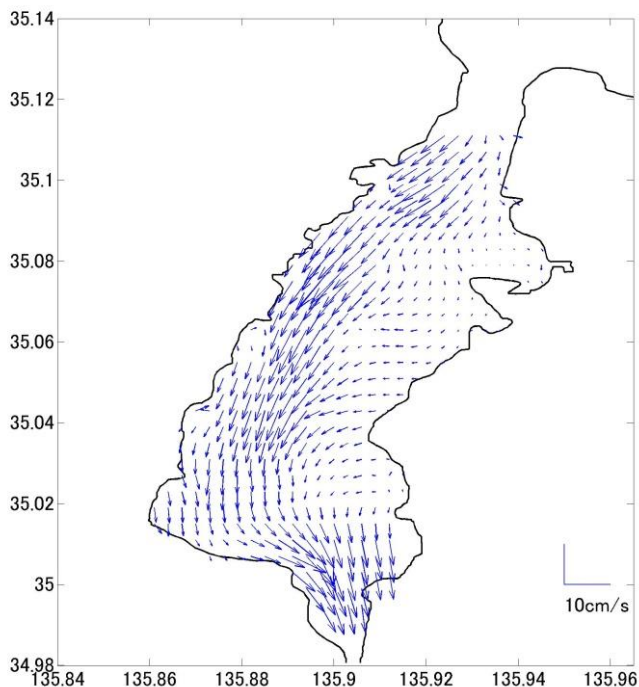


図 3 2018 年 9 月 10 日、超音波流速計（ADCP）で測った南湖表層の流れの空間分布

3. まとめ

- 物理環境の空間分布調査を行い、夏に南湖湖底では、時々一時的に貧酸素状態になることを再確認した。
- 山ノ下湾における水温・D0 濃度の時系列変化から、物理環境の変化を単純化（風・波・船の影響が少ない場合）した場合の D0 濃度の日変動が分かった。
- 南湖の流れは、北湖よりかなり弱い。超音波流速計（ADCP）で流れを測ったところ、今までよく分からなかった南湖の流れの水平分布に関して、一つのパターンが分かった。
- 南湖の流れの水平分布は、主に水深・地形の影響、風の状況、水草繁茂状況および南湖洗堰の放流量などで決まると考えられるが、今後、数値モデルでの数値実験で精査が必要である。

4. 引用文献

焦 春萌・早川和秀・石川可奈子・古田世子・桐山徳也・奥居紳也・井上栄壮・永田貴丸・廣瀬佳則・七里将一・岡本高弘・田中 稔・山本春樹（2018），北湖深水層と湖底環境の総合評価，滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書 No. 13，94-121