

水草管理による生態系再生に向けた研究

酒井 陽一郎・石川 可奈子・佐藤 祐一・井上 栄壮・芳賀 裕樹
 (*琵琶湖博物館)

1. 目的

1994年以降、南湖では水草が大量に繁茂するようになり、流れ藻による悪臭被害や漁業操業障害、漁獲量の減少、景観の悪化といった複合的な環境問題が発生している。このため、滋賀県では2011年から表層刈取りや根こそぎ除去などの水草対策を実施しているが、対策事業の長期化によりこれまでの水草対策の評価と今後の長期的な見通しを立てることが必要とされている。本研究課題では、湖底泥を中心とした南湖の物質収支を明らかにし、底泥中の栄養塩から予測される水草生育ポテンシャルをモデル等により予測する。また、多地点での生物群集や環境要因の比較や室内培養実験による生物の特性を把握することで、これまでの水草対策事業が生物や生態系に与えた影響を評価する。

【現状における課題】

南湖における水草の大量繁茂

- 周辺住民への悪臭被害
- 漁業操業障害
- 航行障害
- 漁獲量の減少
- 景観悪化 etc...



対策事業の実施 表層刈取り・根こそぎ除去



<課題>

- 除去事業の長期化と長期的ビジョンの不足
- 事業実施による、生物や生態系への影響

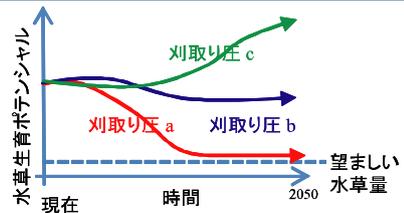
【課題解決に向けた対応】

① 水草と湖底泥間の物質収支の把握および将来予測

- 南湖底泥中の栄養塩量や水草の流出量の推定
- 水草消長モデルを用いた水草と湖底泥間の物質収支の把握
- 底泥中の栄養塩から見た水草生育ポテンシャルの予測

② 水草刈取り・除去が生物・生態系に与えた影響の評価

- 各生物の生態特性に関する情報の収集
- 水草消長モデルを用いた水草刈取り効果の評価



湖沼の一部地域で繁茂している糸状藻類

2. 研究内容と結果

【①水草と湖底泥間の物質収支の把握および将来予測】

南湖底質に含まれる栄養塩量から水草の生長を予測するため、2017年に採集した底泥の栄養塩を測定したところ、地点間で大きな違いがあることが明らかとなった(図1)。

また、水草の制限栄養素を検討するための基礎情報として 2017～2018 年に採取した水草の CNP 比を測定したところ、地点間のばらつきはあるものの、過去の文献値と比較して概ね同等の値であることを確認した。

次年度では、引き続き、間隙水の栄養塩量などの分析を行い、南湖における水草を中心とした栄養塩の分布を明らかにする。また、これらの栄養塩分布のデータを用いて、水草の生長の将来予測ができないか、検討する。

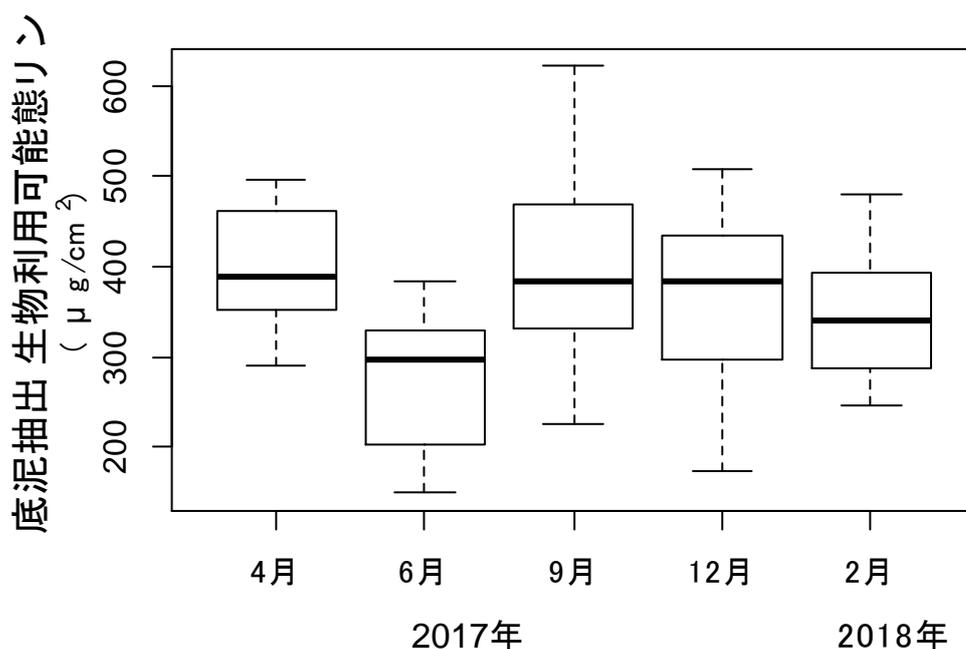


図1 南湖底泥中の水草が利用可能なリン量の季節変化 (μg/cm²)

【②水草刈取り・除去による生物・生態系への影響評価】

2017年に行われた南湖52地点における水草調査によると、南湖全体で湖底の糸状藻類 *Mictoseira wollei* (Syn. *Lyngbya wollei*) は1,161tであり、水草(沈水植物)が3,000tと繁茂が多くない年は、湖底が底生糸状藻類にほぼ覆われた地点が目立つようになってきた(芳賀ほか 2018)。湖底の糸状藻類は、2012年の調査頃から藻類の塊が見られるようになり、2014年、2017年共に多い年が続いている。

平面分布は南北方向の航路付近と旧草津川沖、大津港等の水草を頻繁に除去したエリアで多かった(図2)。滋賀県では増えすぎた水草を刈取り除去後にたい肥化しているが、この底生糸状藻類は強固なシーズに包まれているため分解されにくく、たい肥の質を悪くする。また、湖底にマット状に広がるため底泥中の底生生物(水生ミミズ類)の生息環境を悪化させているようである。

同種の糸状藻類は、海外の報告では神経・皮膚毒を有することやカビ臭の原因となる事例が報告されていること等から、今後の底生糸状藻類の拡大による悪影響が懸念され、糸状藻類の室内培養実験を行って性状調査を進めている。

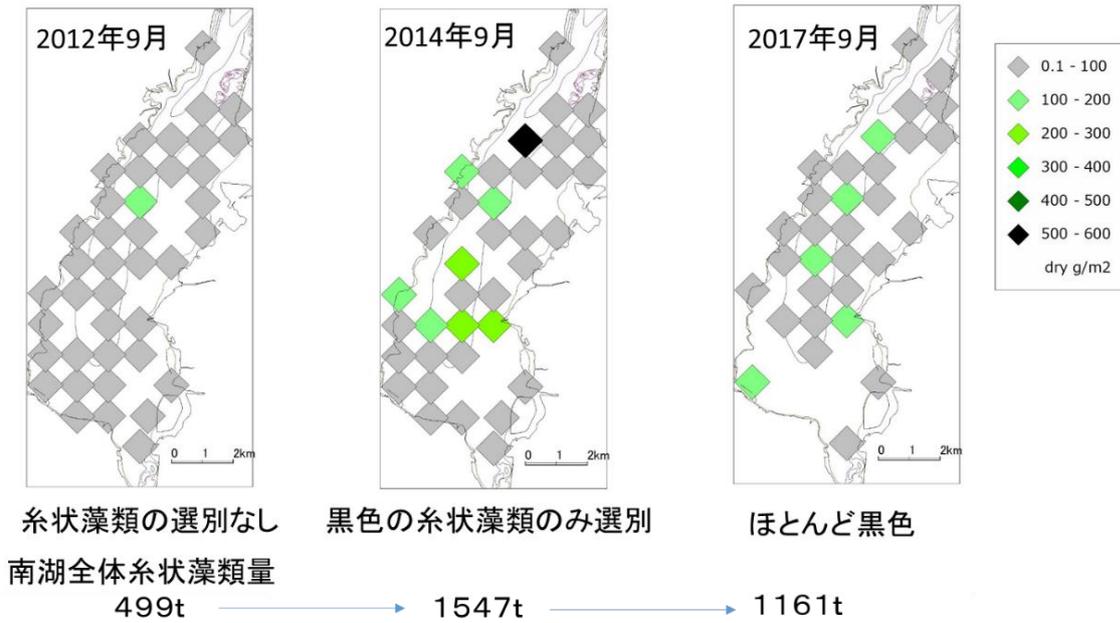


図 2：湖底の糸状藻類分布変化（2012年、2017年は芳賀・石川 2014, 芳賀ほか 2018 のデータより作図した）

琵琶湖南湖から採取した底生糸状藻類をよく洗浄し、藻類 1g（湿重量）をラン藻類培養用の CT 培地を 20ml とともに 50ml の三角フラスコに入れ、通気性フィルムを被せ、培養器内の光量を $100 \mu E/m^2/sec$ に調節し、温度勾配実験を行った。底生糸状藻類は、20-25°C 付近で最大増殖量を示し、水温が 30°C 近い環境下では増殖量は低下することがわかった（図 3）。そして、温度が 5°C ではほとんど増殖しなかった。すなわち、温度の視点からみると、南湖の湖底では春期と秋期に増殖しやすいと示唆された。2017 年度に実施した底生糸状藻類現存量の季節変化（図 4）においても、4 月～6 月の間と 9 月～12 月の間に水草除去をしてない地点（除去なし）で増加しており、培養実験の結果が野外調査の結果と矛盾しないことが確認できた。

近年、5 月、11 月に水草除去を行っており、底生糸状藻類も除去した際の現存量の減少はみられるが、再び増殖して除去効果が長く続かないのは問題である。次年度は底生糸状藻類の光強度勾配実験を行い、増殖特性について更なる知見を収集する予定である。

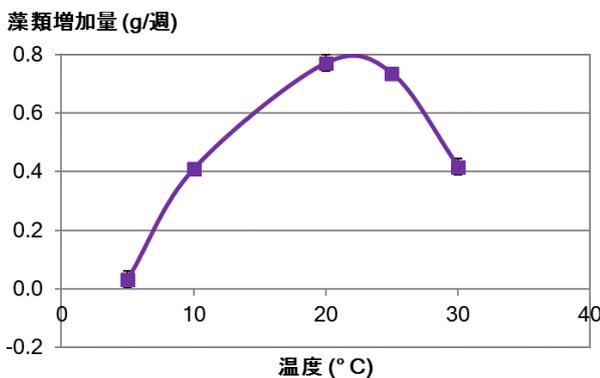


図 3 底生糸状藻類の成長量と温度の関係

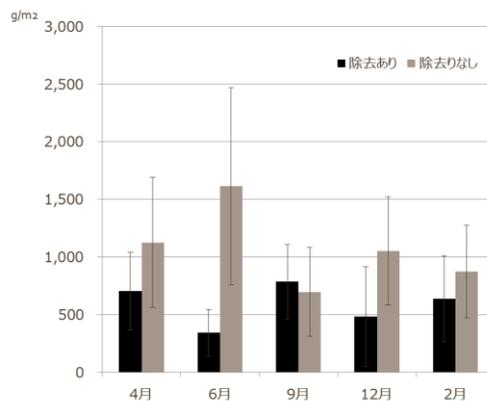


図 4 南湖 15 地点での底生糸状藻類の現存量季節変化（2017 年 4 月～2018 年 2 月）

水草繁茂の要因や物質循環への影響を解析することを目的として、近年における水草の季節的、経年的な消長を再現できるモデル（水草消長モデル）を構築した。本モデルでは、水草量の変化を、成長、呼吸、枯死、刈取の収支式で計算する。概況把握のために単一種モデルとし、2011～2017 年度における水草現存量の計算を行ったところ、各年度の現存量の消長を精度良く再現することができるようになった（相関係数：0.85）（図 5 上図）。

また同モデルを用いて 1980 年代の繁茂状況の再現を試みた。パラメータを 1980 年代に観測データのある水質項目に限定するなどの変更を行った上で再現計算を行ったところ、水深 1m および 2m では 1980 年代も 2010 年代と同程度の繁茂が予測され、3m 以深ではほとんど繁茂しないという結果になった（図 5 下図）。これは、1980 年代の水質が近年に比べて悪く、光環境が悪かったためと推測され、浅い沿岸域のみ繁茂した当時の状況と合致した。



図 5 水草消長モデルを用いた水草量の現況・過去再現計算結果

3. まとめ

平成 29 年度に引き続き、平成 30 年度は南湖の底質、糸状藻類の採集・分析および、水草消長モデルの改良と数値実験を行うことで、水草をとりまく過去と現状を示すデータの収集・整理を行った。次年度は、得られたデータを取りまとめると共に、政策決定に資する成果のアウトプットを検討することが重要だと考えられる。