

二枚貝を評価指標とした湖辺環境改善手法の検討・実装に関する研究

井上 栄壮・古田 世子・池田 将平・萩原 裕規・大柳 まどか・木村 道徳・
大久保 賢治¹⁾・岸本 直之²⁾・藤林 恵³⁾・馬場 大哉⁴⁾・武井 直子⁴⁾・竹本 邦子⁵⁾

1. 目的

二枚貝を指標とした湖辺環境評価・改善の実践結果に基づき、その手法をまとめた「(仮称)湖辺環境改善技術資料」を作成し、「技術資料」に則して琵琶湖湖辺の複数地点で現状の評価・解析を行い、湖辺環境の改善目標と対策について提言する。また、住民等による持続的・効果的な活動の構築手法を確立・実装する。

2. 研究内容と結果

【現状における課題】



湖辺環境改善手法の確立・実装

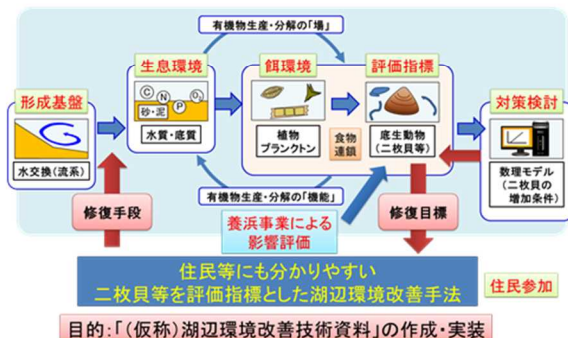
【課題解決に向けた対応】

① 湖辺の健全な生態的機能を回復させる手順の確立と社会実装

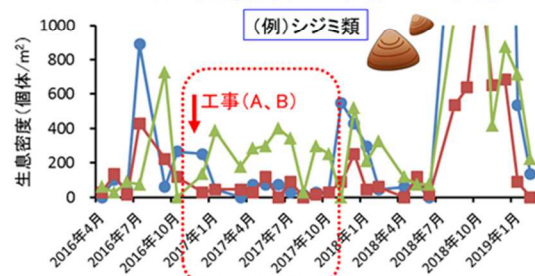
- 底生動物と生息環境(底質粒径等)、餌環境(植物プランクトン等)、形成基盤(流動、波浪等)との対応関係の解析
- 住民参加による環境修復活動の効果検証
- (仮称)湖辺環境改善技術資料の作成・実装

② 砂地の造成が底生動物と生息環境に及ぼす長期的な影響の評価

- 10年程度前の養浜事業実施の有無による底生動物、底質、植物プランクトン等の動態の比較
- 砂地化による長期的な生息環境・餌環境への影響評価



マイアミ浜(野洲市、2016年4月～2019年2月)



【サブテーマ① 二枚貝等を指標とした環境改善手法の検討・実装（環境省琵琶湖保全再生等推進費）】

(1) 湖辺の底生動物と生息環境・餌環境の関係評価

琵琶湖北湖湖辺 4 地点とシジミ漁場 1 地点、南湖湖辺 2 地点において、夏季・秋季における底生動物とその生息環境・餌環境等の分布概況を把握した。中間検討として、2018～2020 年度に夏季調査を行った計 6 地点、のべ 16 地点の調査結果について、底生動物組成と環境条件の対応関係を解析した。その結果、底生動物組成を規定する主な環境因子は、餌環境と関連する水質・底質中の有機物・栄養塩、生息環境としての底質粒径、湖水の流動・波浪と関連する湖岸傾斜と考えられた（図 1）。

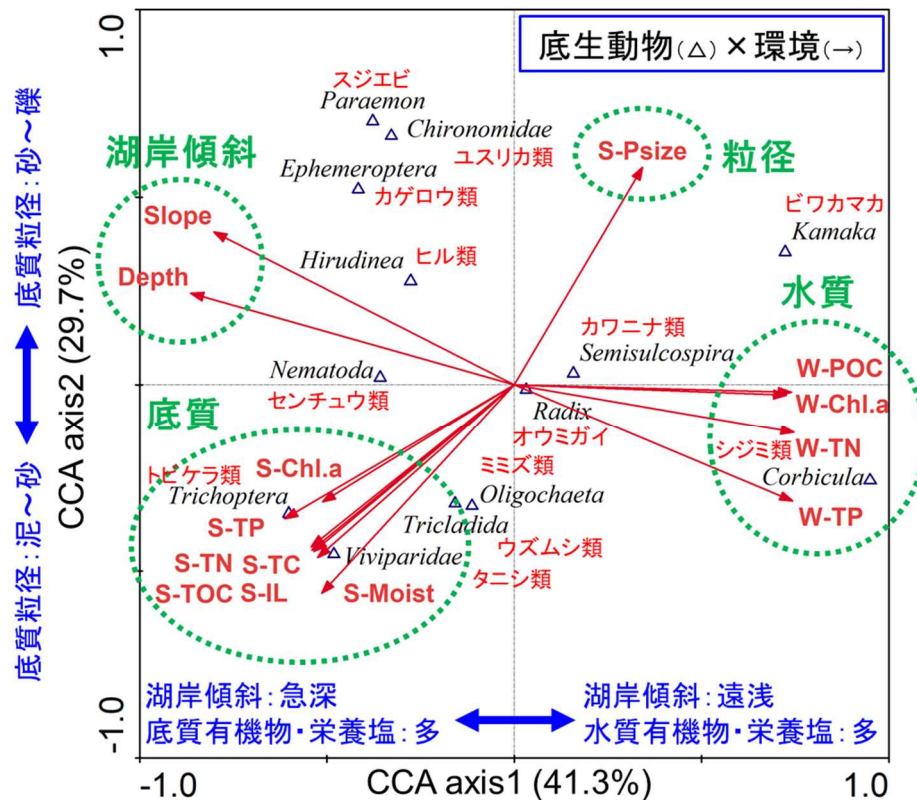


図 1 琵琶湖沿岸 6 地点、のべ 16 地点（2018 年 8 月：5 地点；2019 年 7 月：5 地点；2020 年 7 月：6 地点）における、底生動物組成と環境条件の正準対応分析（CCA）に基づく、第 1 軸、第 2 軸による底生動物分類群（△）と環境項目（ベクトル）の座標化結果とその解釈。環境項目のラベルは、W：水質；S：底質；Psize：平均粒径；Moist：含水率；IL：強熱減量；Slope：湖岸から 50m 沖までの湖底勾配。第 1 軸・第 2 軸の数値は各軸の分散説明率。

単離培養した植物プランクトン*を餌としてシジミ（殻長約 13～17mm）を飼育した結果、大型緑藻（MH）、藍藻（PTG）を給餌したシジミの生残率（90 日間）が低かった。また、珪藻（SK、単独給餌ではシジミ肥満度が増加）に藍藻（MAE、単独給餌ではシジミ肥満度が減少）を混合して給餌したシジミの肥満度（60 日間）が低かったことから、少なくとも一部の藍藻はシジミの生育を阻害することがわかった（図 2）。

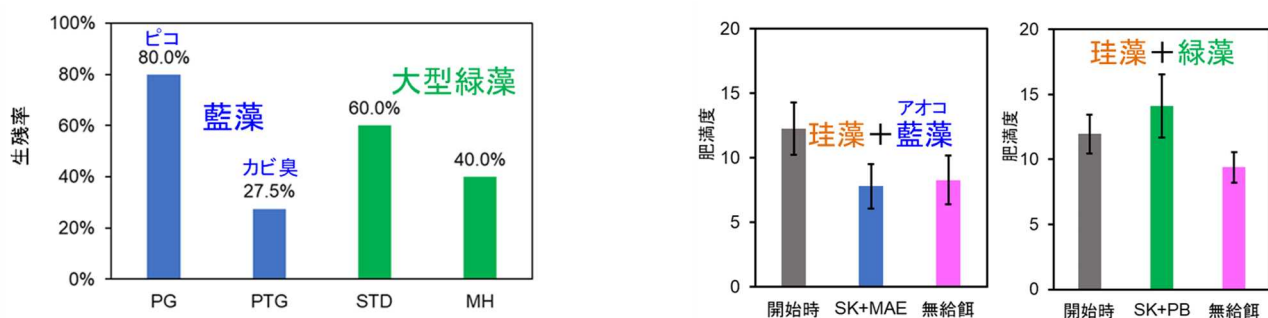
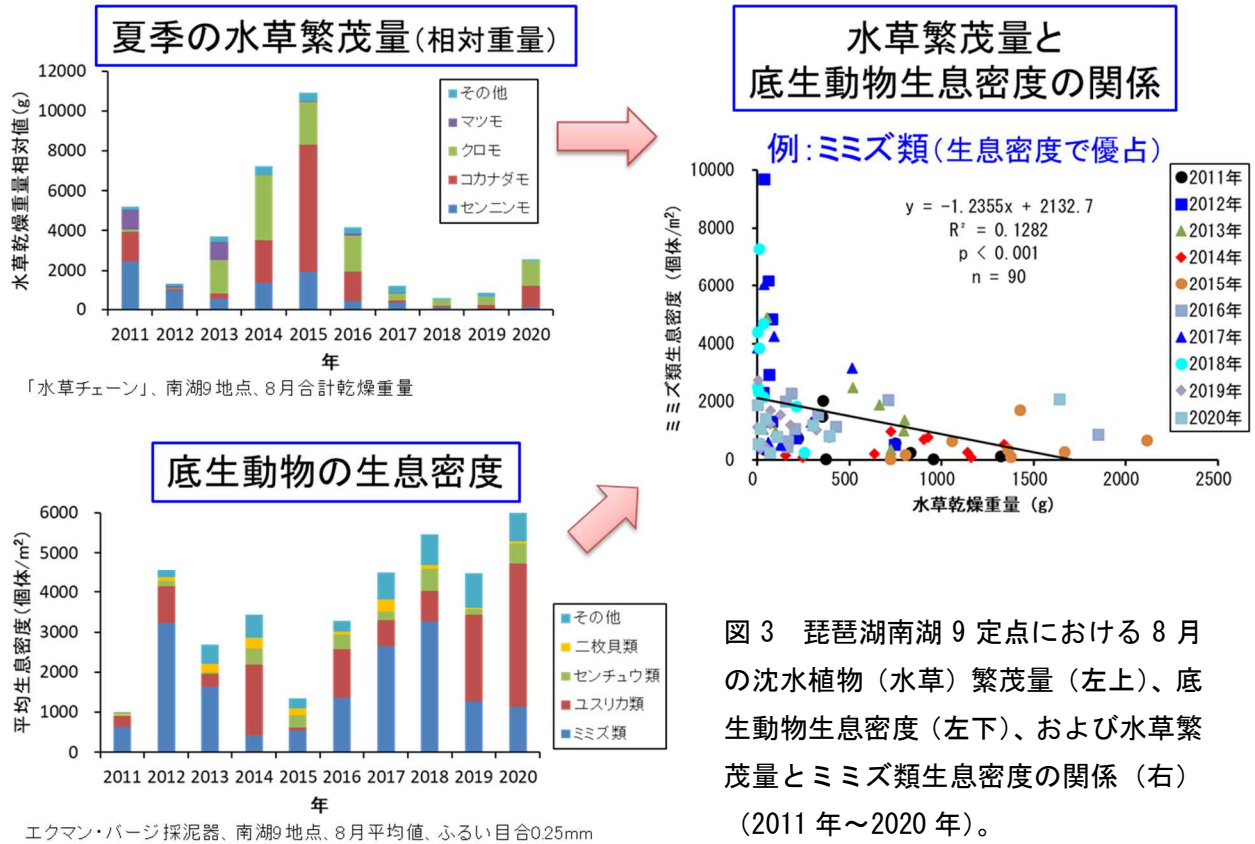


図 2 単離培養した植物プランクトン*を餌として飼育したシジミの生残率・肥満度の例。

* PG: *Synechococcus* spp.; PTG: *Phormidium tenue*; STD: *Staurostrum dorsidentiferum* var. *ornatum*; MH: *Micrasterias hardyi*; MAE: *Microcystis aeruginosa*

琵琶湖南湖における夏季の沈水植物（水草）と底生動物の分布概況を把握した。2020 年は、2019 年より水草繁茂量が増加し、底生動物で優占したミミズ類の生息密度が約 10%低下した（図 3）。



(2) 住民等との協働による湖辺環境改善・維持手法の検証

琵琶湖南湖の湖辺に設定した試験地において、住民・漁業者との協働による環境改善活動として人力・マンガン曳航による湖底耕耘・水草除去を 2017 年 7 月から継続した（図 4）。2020 年度の環境改善活動は、水草伸長期の 7 月～9 月は毎月 2 回、その他の月は毎月 1 回、計 15 回実施した。



図 4 湖辺環境改善活動試験地の位置（左）（大津市柳が崎：耕耘区・対照区；画像 ©2017 Google、地図データ ©2017 Google、ZENRIN）および活動実施の様子（右）。

環境改善活動を実施した耕耘区、および隣接する対照区において、底質の状態と底生動物の生息状況を3か月毎に比較した。その結果、耕耘区では泥質の堆積が抑制され、採集されたシジミ類は対照区より満1～2歳と推定される個体が多かった（図5）ことから、耕耘区では稚貝の生残が改善したことが示唆された。また、記述式アンケートによる活動参加住民の意識調査の結果、共通認識の形成が認められ（図6）、積極的な参加につながったと考えられた。

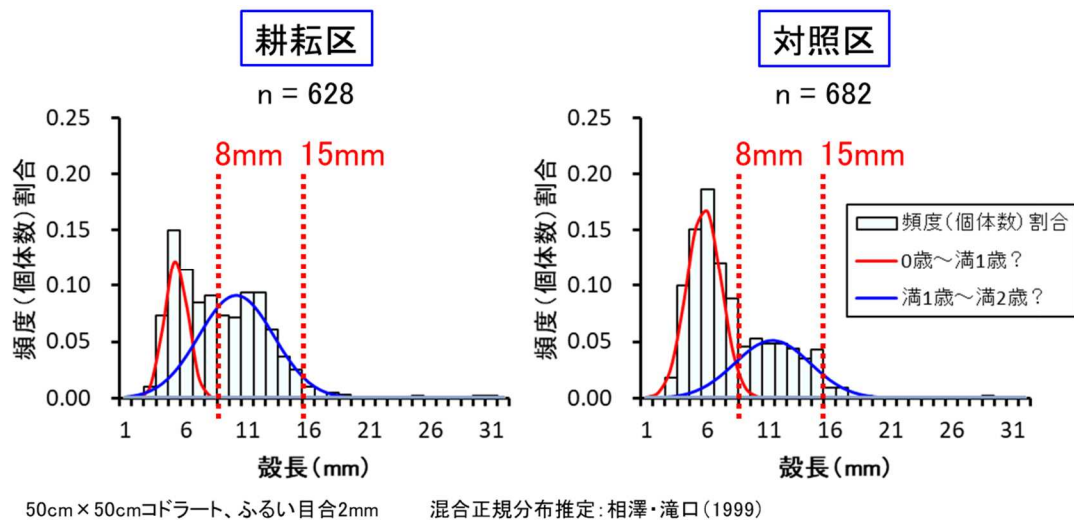


図5 湖辺環境改善活動試験地（大津市柳が崎）の耕耘区（左）・対照区（右）におけるシジミ類の殻長分布（2017年7月～2021年1月累計）。

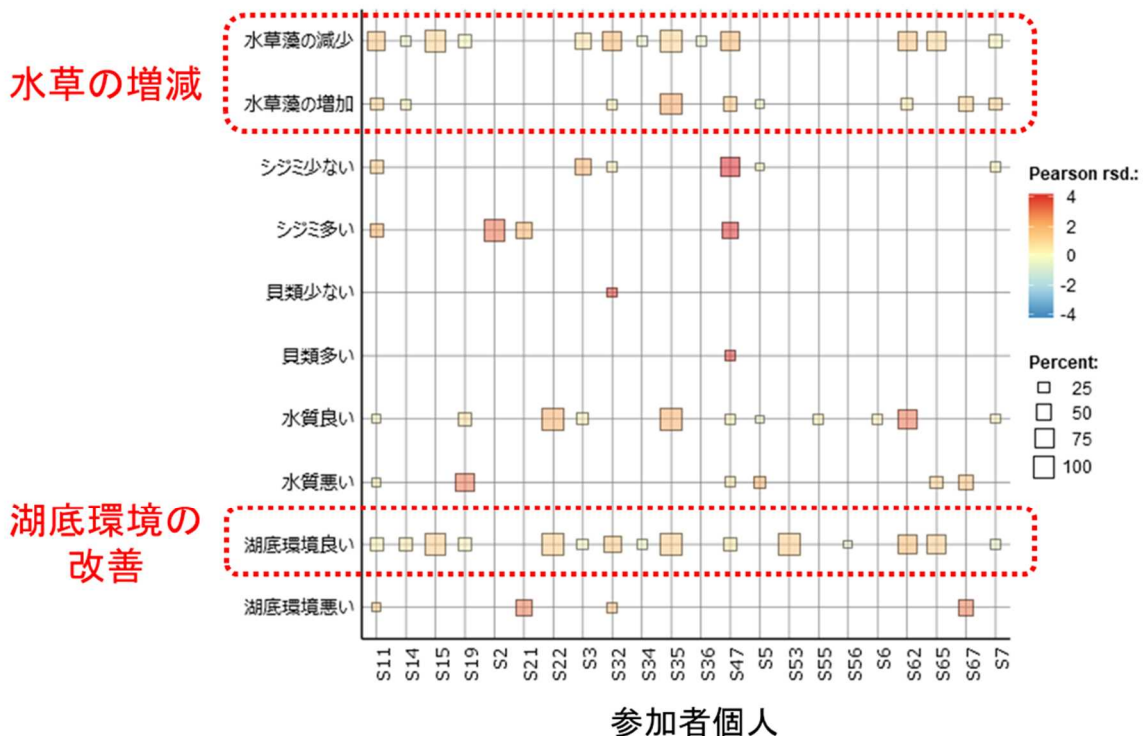


図6 湖辺環境改善活動および調査活動後の自由記述式アンケートにおける「琵琶湖の様子」記述内容に基づくトピックスの参加者共通認識形成状況（2020年度）。

【サブテーマ② 砂地環境改善に向けた現状比較（地方創生推進交付金）】

琵琶湖北湖湖辺で5～20年程度前に養浜工事が施工された3地点（野洲市マイアミ浜、高島市萩の浜、彦根市新海浜）、および施工されていない3地点（大津市木戸、大津市近江舞子、彦根市石寺）において、底質、底生動物の生息状況等の現状を比較した。底生動物の生息密度は、過去の養浜施工の有無にかかわらず、東岸の3地点で低かった。琵琶湖では西風が卓越し、東岸で強い波浪が生じやすいことから、底質攪乱の程度との関連が示唆された。冗長性分析（RDA）による各地点スコアの分布は、過去の養浜施工の有無より東岸/西岸で大きく分かれ、地点間距離が遠いほど離れる傾向を示した（図7）。養浜施工により、1年間程度の短期的にはシジミ類等が減少する（第5期：2017～2019年度の成果）が、長期的には各地域の環境特性を反映した底生動物組成に回復すると考えられた。

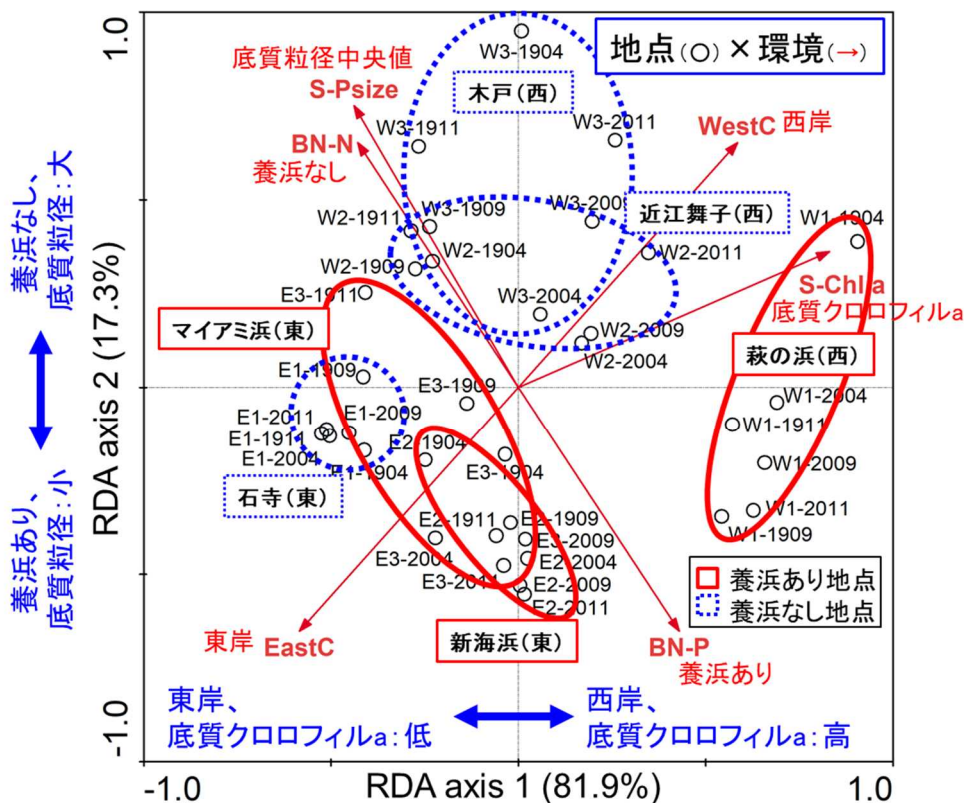


図7 琵琶湖湖辺の過去に養浜工事が施工された3地点および施工されていない3地点における、底生動物の組成・生息密度と環境条件等（ベクトル）に基づく冗長性分析（RDA）第1・第2軸による地点スコア（○）の座標化結果とその解釈（2019年～2020年の4月、9月、11月）。第1軸・第2軸の数値は各軸の分散説明率。

3. まとめ

本研究では、流動や波浪が弱く、水草が増加しやすい場所における湖辺環境改善手法として、住民参加による湖底耕耘・水草除去を実践した。他方、例えば、流動や波浪が強く、底質が攪乱されやすい場所では、同様の手法による湖辺環境改善は期待できない。場所ごとに異なる湖辺の環境条件に合わせて改善手法を検討するためのツールとして、湖辺の底生動物とその生息環境・餌環境の分布状況にかかる調査結果等に基づき、シジミ類が増加する環境条件の評価を目的とした数理モデルを構築中である。また、他の場所における湖辺環境改善手法の実践として、2021年度は流動や波浪が強い場所に消波柵を設置し、底質、底生動物の生息状況等に及ぼす効果を検証する予定である。

これらの成果に基づき、湖辺の健全な生態的機能を回復させる手順として、現状・課題把握の調査方法、目標の設定・達成に向けた施策の効果予測方法を、「湖辺環境改善に向けた考え方と実践：琵琶湖における二枚貝を指標とした事例集」の題目で、全国湖沼での活用を念頭に2021年度に取りまとめる。