

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

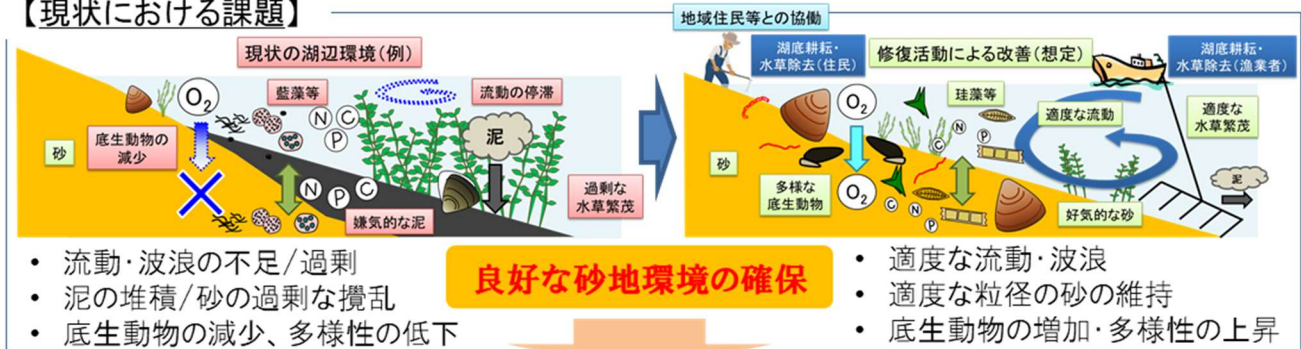
井上 栄壮・藤原 直樹・古田 世子・池田 将平・宮下 康雄・萩原 裕規・大柳 まどか・木村 道徳・石川 可奈子・大久保 賢治¹⁾・岸本 直之²⁾・藤林 恵³⁾・馬場 大哉⁴⁾・武井 直子⁴⁾・竹本 邦子⁵⁾

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

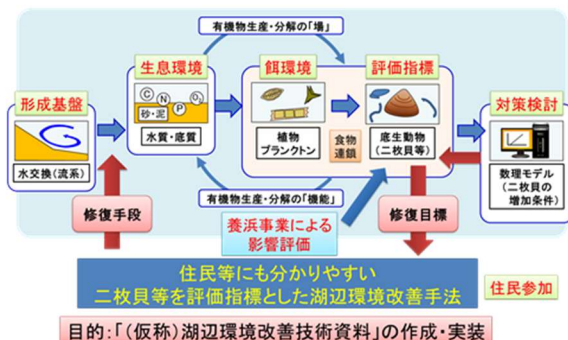
【課題解決に向けた対応】

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

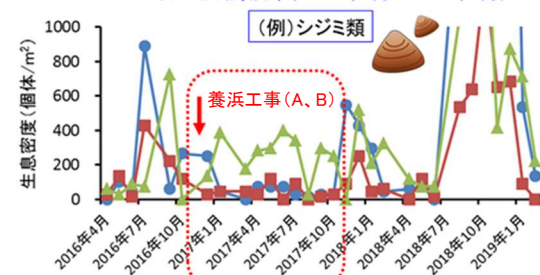
- 底生動物と生息環境(底質粒径等)、餌環境(植物プランクトン等)、形成基盤(流動、波浪等)との対応関係の解析
- 住民参加による環境修復活動の効果検証
- (仮称)湖辺環境改善技術資料の作成・実装

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

琵琶湖北湖の湖辺 4 地点と沖合のシジミ漁場 1 地点、南湖の湖辺 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。シジミ漁場を除く 2018～2021 年度に夏季調査を行った計 6 地点、のべ 19 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。また、シジミ類の好適な生息環境条件は遠浅の砂地で、ビワカマカ（琵琶湖固有種の甲殻類）と類似した（図 1）。

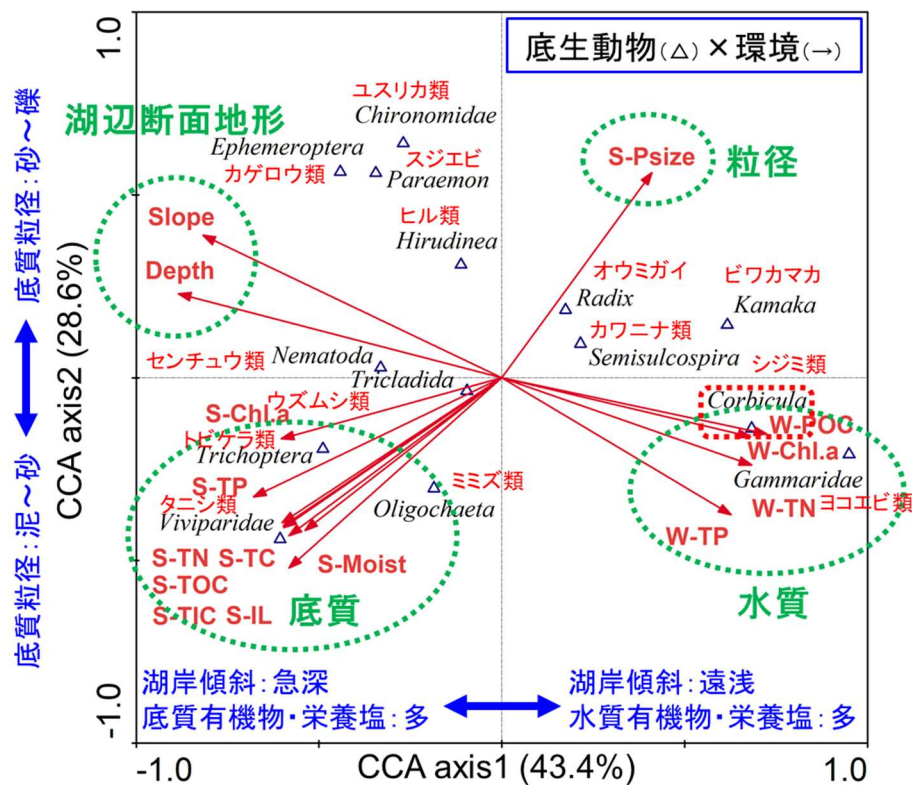


図 1 琵琶湖湖辺 6 地点、のべ 19 地点（2018 年 8 月：5 地点；2019 年 7 月：5 地点；2020 年 7 月：6 地点；2021 年 7 月：3 地点）における、底生動物組成と環境条件の正準対応分析（CCA）に基づく、第 1 軸、第 2 軸による底生動物分類群（△）と環境項目（ベクトル）の座標化結果とその解釈。環境項目のラベルは、W-：水質；S-：底質；Psize：平均粒径；Moist：含水率；IL：強熱減量；Slope：湖岸から 50m 沖までの湖底勾配。第 1 軸・第 2 軸の数値は各軸の分散説明率

植物プランクトン*の珪藻（SK、単独給餌ではシジミ肥満度が増加）に藍藻（MAE または AM、単独給餌ではシジミ肥満度が減少）を混合して 60 日間給餌したシジミ（殻長約 13～17mm）の肥満度の結果から、藍藻はシジミの餌として適さないだけでなく、MAE はシジミの生育を阻害することがわかった（図 2）。

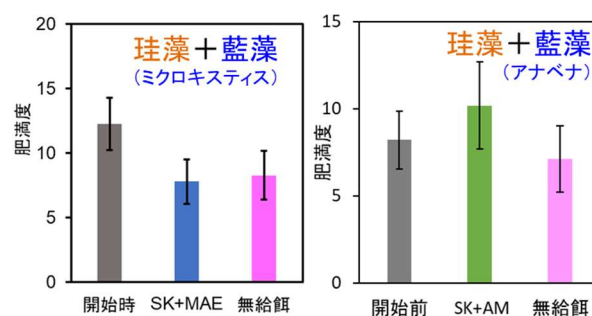


図 2 単離培養した植物プランクトン*を餌として飼育したシジミの肥満度の例

*SK: *Skeletonema potamos*; MAE: *Microcystis aeruginosa*; AM: *Anabaena macrospora*

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経年的に把握した。2021 年は、2020 年より水草繁茂量が減少し、底生動物で優占したミミズ類の生息密度が約 10%増加した（図 3）。

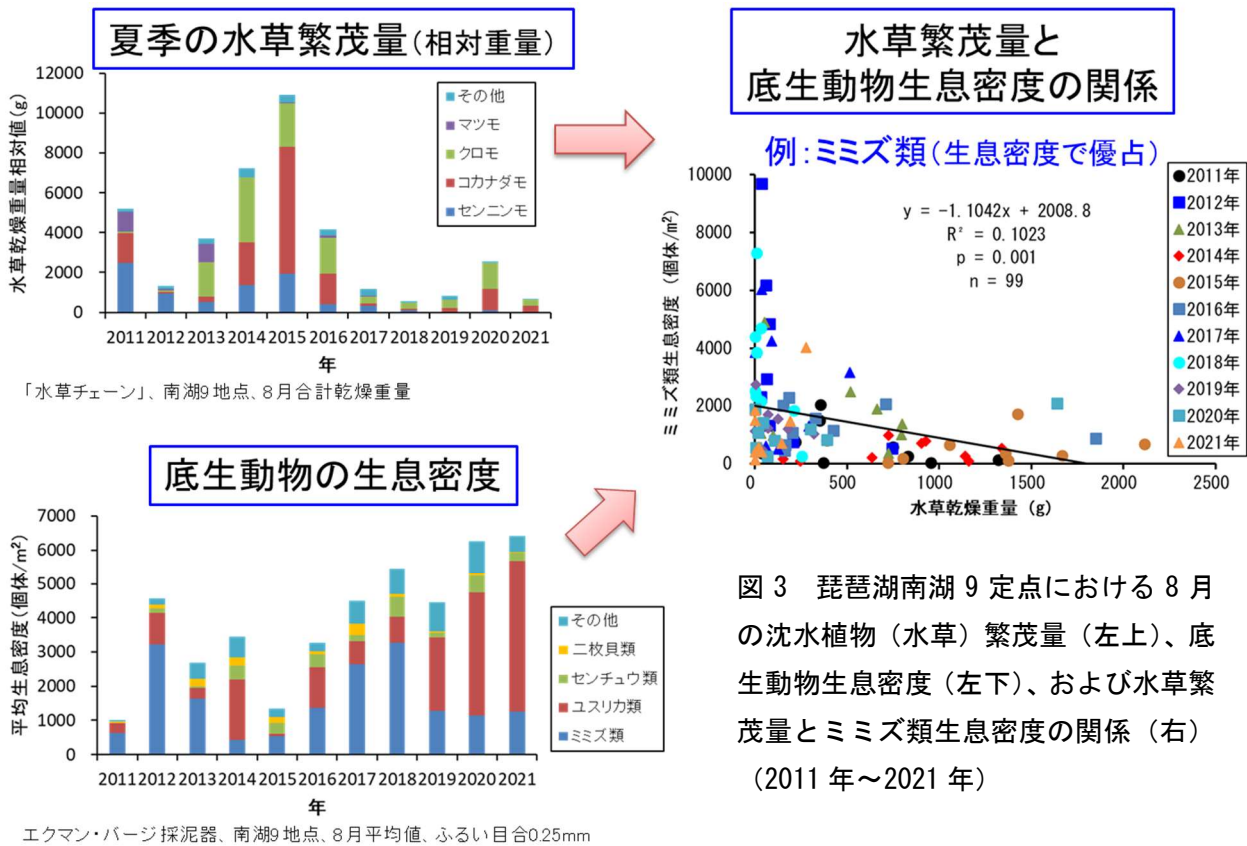


図3 琵琶湖南湖9定点における8月の沈水植物（水草）繁茂量（左上）、底生動物生息密度（左下）、および水草繁茂量とミミズ類生息密度の関係（右）（2011年～2021年）

(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）。2021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と、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、シジミなどの生物が生息できる湖辺環境に改善するという共通認識の形成が認められ(図6)、住民の積極的な参加につながったと考えられた。

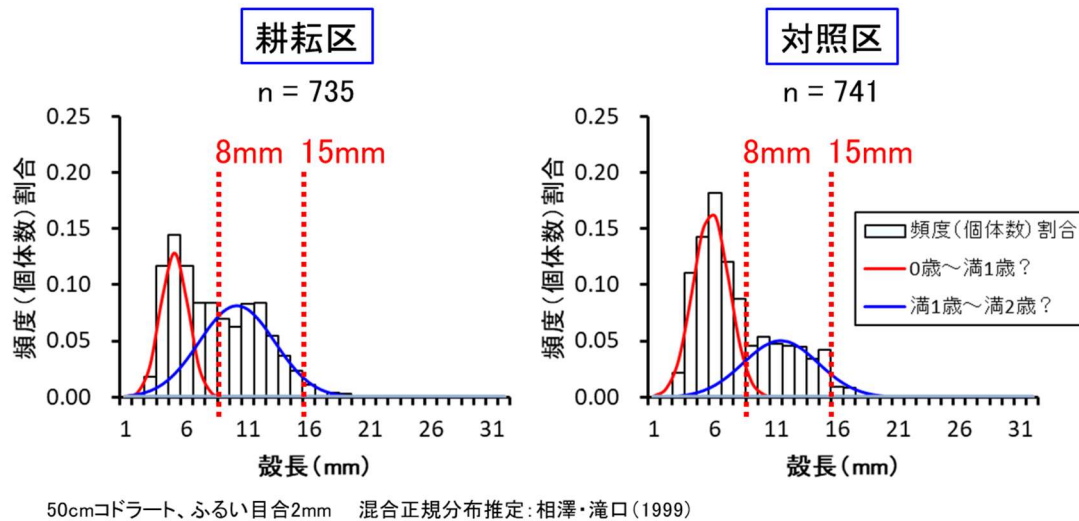


図5 湖辺環境改善活動試験地(大津市柳が崎)の耕耘区(左)・対照区(右)におけるシジミ類の殻長分布(2017年7月～2022年1月累計)

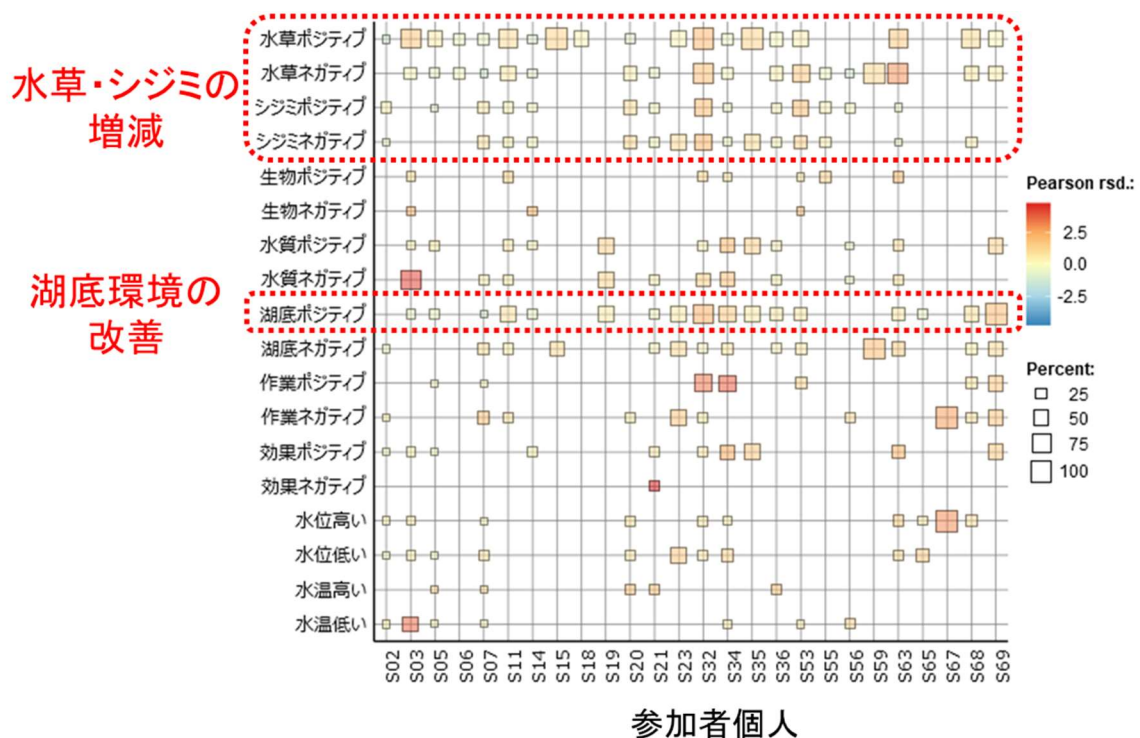


図6 湖辺環境改善活動および調査活動後の自由記述式アンケートにおける「琵琶湖の様子」記述内容に基づくトピックの参加者共通認識形成状況(2021年度)

(3) 工作物の設置による湖辺環境改善手法の検証

琵琶湖北湖の湖辺に設定した試験地において、底生動物の生息環境改善手法の 1 つとして、過度な波浪を緩衝し砂地の攪乱を抑制するための簡易な工作物を 2021 年 7 月に設置した（図 7）。

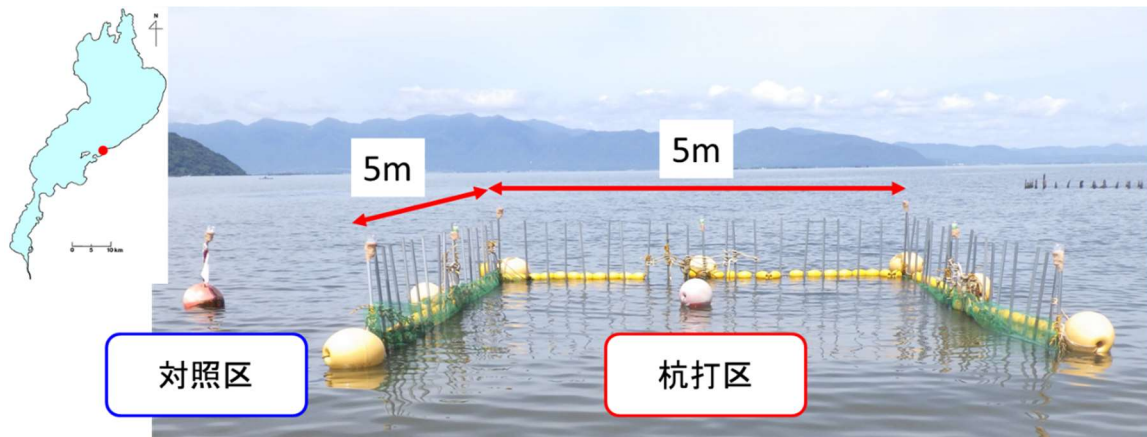


図 7 工作物設置場所の位置（左）（東近江市栗見出在家町）および設置の様子（右）

工作物の内側（杭打区）と外側（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、2022 年 1 月時点では、底質の状態は杭打区と対照区で同様であったが、シジミ類とミミズ類の生息密度は対照区より杭打区で高かった（図 8）。令和 4 年度も調査および工作物の効果検証を継続する。

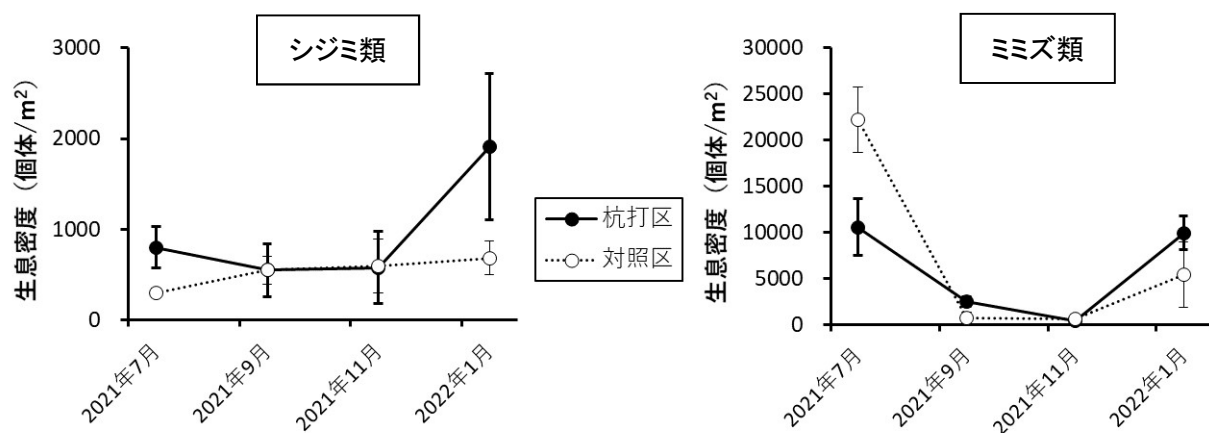


図 8 湖辺に設置した工作物（東近江市栗見出在家町）の内側（杭打区）・外側（対照区）におけるシジミ類（左）・ミミズ類（右）の生息密度（2021 年 7 月～2022 年 1 月）

【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おおむね東岸の 3 地点で低く、西岸では特に萩の浜でミミズ類とセンチュウ類の生息密度が高かった。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

の底生動物群集スコアの分布は、萩の浜を除き、過去の養浜施工の有無より東岸/西岸で離れる傾向を示した（図 9）。養浜施工後、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、長期的にはおおむね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。

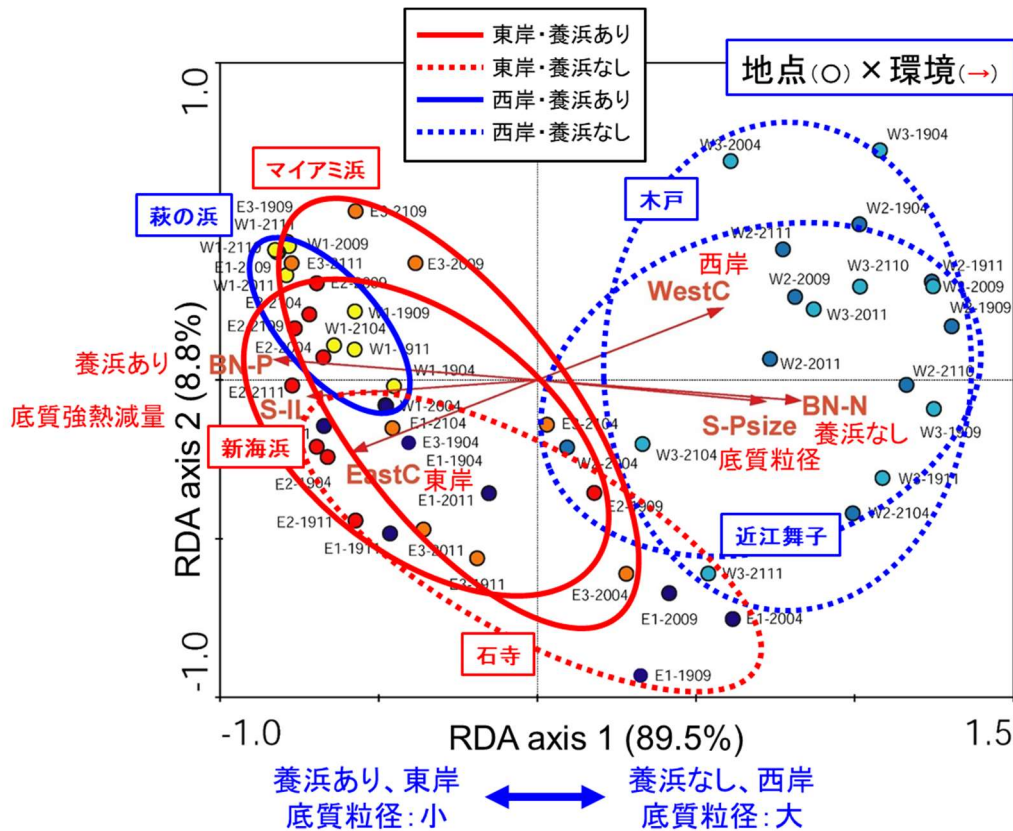


図 9 琵琶湖湖辺の過去に養浜工事が施工された 3 地点および施工されていない 3 地点における、底生動物の組成・生息密度と環境条件等（ベクトル）に基づく冗長性分析（RDA）第 1・第 2 軸による地点スコア（○）の座標化結果とその解釈（2019 年～2021 年の 4 月、9 月、11 月）。第 1 軸・第 2 軸の数値は各軸の分散説明率

また、2021 年度に上記地点の魚類相について環境 DNA 分析による網羅的調査を行った結果、計 25 種が検出された。種数は、季節別では 2021 年 11 月、4 月、9 月、2022 年 1 月の順に多く、地点別では 2022 年 1 月を除き過去の養浜工事が施行された地点で多かった。魚種別では、砂質に潜る底生動物を捕食するカマツカは、過去に養浜施行された 3 地点で検出され、施工されていない 3 地点では検出されない等の違いがみられた。

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湖辺における環境改善として、住民参加による湖底耕耘・水草除去を実践した。また、流動や波浪が強く底質が攪乱されやすい湖辺における環境改善として、2021 年度から波浪等を緩衝する工作物の効果検証を進めた。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した。これらの成果に基づき、湖辺の健全な生態的機能の回復に向けた手順として、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等をまとめた「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」を、全国湖沼での活用を念頭に 2022 年 3 月に作成した。