

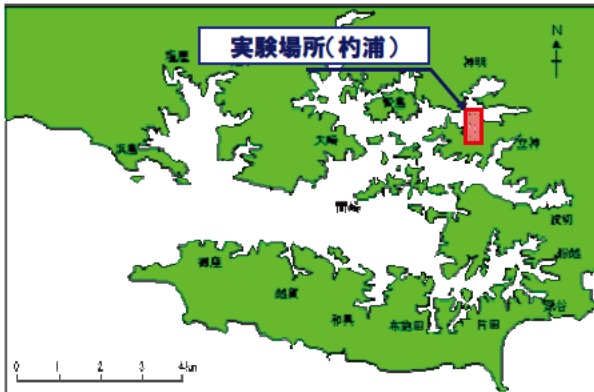
干潟・藻場の回復再生技術開発事業

沿岸遊休地の干潟・藻場・再生・回復手法の開発

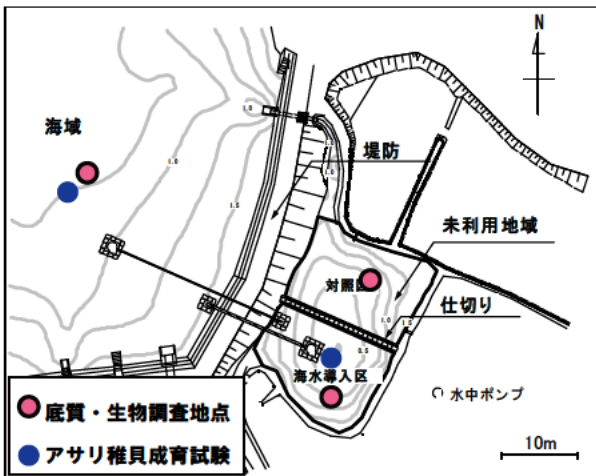
国分秀樹・清水康弘・山田浩且

目的

真珠養殖の発祥の地として知られる英虞湾では、近年毎年のように赤潮や貧酸素水塊が発生し、環境悪化が問題となっている。その原因の一つとして、湾内の干潟域の減少があげられる。江戸時代以降、リアス式海岸の湾奥部で水田干拓のために、約70%以上の干潟が消失した。しかし、現在干拓された農地は休耕地と化している。このような沿岸休耕地が湾奥部随所に約500カ所存在している。このような干潟域の消失は、英虞湾浅海域の生物生産性を低下させている。沿岸休耕地を再び干潟に戻すためには、科学的知見に基づく再生効果を評価し、管轄する行政部局や地元住民の理解を得る必要がある。そこで本研究では、沿岸休耕地の再生技術開発の第一歩として、かつて干潟であった潮受け堤防後背地の休耕地に



a) 英虞湾内堤防後背地の調査地点



b) 実験区と調査地点図

図1. 堤防後背地への海水導入実験の概要(杣浦)

ポンプにより海水導入を行う実験を実施した。本研究では、実験開始から約3年間の追跡調査結果をとりまとめ、底質の変化と底生生物の定着状況を解析し、海水導入前後の底質と底生生物の変化について整理した。さらに実験データを元に流動・水質・底質シミュレーションを実施し、海水導入による干潟再生効果を検討した。

方法

1. 海水導入による生物生息機能の変化

現地実験場と計画図を図1に示す。潮受け堤防後背地の対象水域を中央で2区画に仕切り、一方はポンプによる海水導入区とし、他方は対照区として現状が維持される条件とした。海水導入区の水位は、海側側の潮位に追従して変化するようにポンプ流量を設定した。海水導入実験開始前の2005年6月より、図1に示す海水導入区と対照区及び堤防前面の海域(干潟)の測点において地盤高毎(DL:0m, +0.5m, 1m)に底質、マクロベントス(種類数、個体数、湿重量)について同様に年に4回、定期的に調査を行った。

2. 海水導入による環境再生効果の検討

海水導入による環境再生効果を検討するため、実験データを元に流動・水質・底質シミュレーションを行った。計算プログラムはデルフト水理研究所で開発されたDelft3D-FLOWおよびDelft3D-WAQを使用し(Delft Hydraulics, 2005a, 2005b)、水質と底質の相互作用を考慮した平面2次元シミュレーションを実施した。計算モデルを図4に示す。計算モデルは、海水導入実験を対象とし、計算領域は、海域は岸沖60m×沿岸75m、堤防後背地は岸沖15m×沿岸15m、グリッド間隔2.5m、水深1.4m(1層)と設定した。海水導入は、海側境界の潮汐周期、振幅に合わせて海域と堤防後背地の中央にそれぞれ設定した取放水口を通じて行われるものとし、上げ潮時は堤防後背地内に流入、下げ潮時は海域に流出する。堤防後背地では、この海水交換により後背地水量の約35%が1日2回外海水と交換される条件である。海側境界は潮汐(M2潮、振幅0.5m)であり海域の物質濃度を与えた。堤防後背地には、流域からの流入負荷を陸側の中央から与えた。流入負荷と海域境界の物質濃度は海水導入実験の調査結果を参考に設定した(表1)。海側境界濃度は、植物プランクトン、デトリタス、溶存態有機物の濃度をそ

それぞれ表1のとおり設定した。流入負荷の値は、降雨時に堤防後背地に流れ込む流量および流入物質濃度を実測した結果を用い、流域からの流量Qは0.0005m³/s、物質濃度は表2に示す。

結果および考察

1. 海水導入による生物生息機能の変化

1) 底質の変化

海水導入区、対照区および堤防前面海域の地盤高DL+0.5mの測点におけるTOCとAVSの海水導入後1年半の変化を図2に示した。事前調査および海水導入直後では、TOC、AVS共に高く嫌氣的な状態であった。しかし、実験開始後約6ヶ月で海水導入区でTOC、AVSが減少し、1年半後には対照区と明確な差がみられた。一方、堤防前面の干潟底質については、特に変化は見られなかった。これは、海水導入を行うことにより、海水交換が促進され、徐々に海水導入区が好氣的な状態に変化していることを示す。その結果底質中の有機物が分解され、還元物質の量が減少していることが考えられた。

2) マクロベントスの変化

海水導入区、対照区および堤防前面海域の潮間帯（地盤高DL+0.5m）の測点で出現した底生生物について、事前調査より造成後1年半の変化を図3に示した。実験開始後、海水導入区では塩分が29-32‰に上昇したため、マクロベントスは前述の汽水性のものから、ミズヒキゴカイ (*Cirriiformia tentaculata*) やホトトギスガイ (*Musculus senhousia*) のような海水性かつ富栄養化した場所に生息する生物相に変化した。さらに1年半後では、種類数も29種類まで増加し、ウメノハナガイ (*Pillucina pisidium*) ような二枚貝類に加え、

表1. 流入負荷および海側境界の物質濃度

項目	海域	流入負荷
植物プランクトン (gC/m ³)	0.0015	0.0
デトリタス (gC/m ³)	0.02	2.0
溶存態有機物 (gC/m ³)	1.5	1.0
栄養塩 (NH ₄ , gN/m ³)	1.0	1.0
栄養塩 (NO ₃ , gN/m ³)	1.0	1.0
栄養塩 (PO ₄ , gP/m ³)	0.2	0.2

表2. 底質上の物質収支の設定条件

項目	海域	堤防背後地			
	全ケース	ケース1,2	ケース3	ケース4	
溶出速度NH ₄ (gN/m ² /day)	0.040	-0.014	-0.035	0.048	
溶出速度PO ₄ (gP/m ² /day)	0.014	-0.005	-0.010	0.008	
酸素消費速度 (gO ₂ /m ² /day)	-0.46	-4.61	-2.84	-3.69	
POCフラックス (gC/m ² /day)	-0.087	-0.019	-0.030	-0.307	
PONフラックス (gN/m ² /day)	-0.010	-0.002	-0.004	-0.037	
POPフラックス (gP/m ² /day)	-0.0017	-0.0004	-0.0006	-0.0061	

やマメコブシガニ (*Philyra pisum*) のような甲殻類の増加が確認できた。また堤防前面のマクロベントスが増加した可能性が考えられた。しかし、現段階のデータは不十分であり、今後継続した調査が必要である。

2. 海水導入による環境再生効果の検討

現地実験を再現した流動、水質、底質の相互作用を考慮した平面2次元シミュレーションを図4に示す3種の計算ケース（1：現況、2：海水導入、3：海水導入+干潟効果）で実施し、海水導入が水質・底質変化に与える効果を検討した（図5）。

1年間の数値シミュレーションの結果、海水導入することにより海域への負荷を増加させることなく、堤防背後地の水中TOC濃度を低下させることができることが示された。また、底質については、現地観測データと同様、海水導入が進むにつれ、TOC濃度が減少した。また、底生生物の増大にともない干潟の浄化効果が大きくなれば、さらに底質TOC濃度の低下が期待できることも示された。これらは、前述した現地観測結果とも同様の傾向を示しており、沿岸休耕地に再び海水を導入しても徐々に干潟生物生息環境に戻っていくことを示している。ここでは示していないが、長期間の数値計算の結果、本研究のようなポンプを用いた海水交換では、干潟環境が再生されるまで、約5年以上は必要であることが推測された。

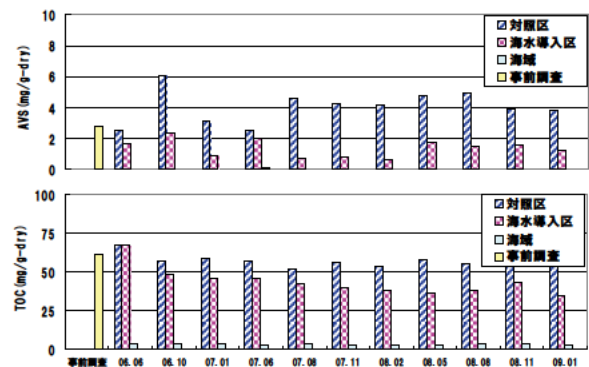


図2. 海水導入後の底質（上：AVS，下：TOC）の変化

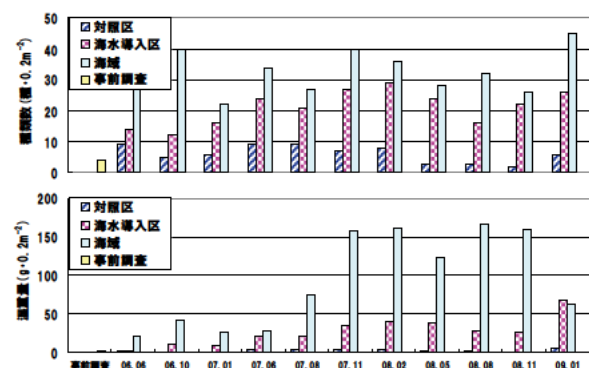


図3. 海水導入後のマクロベントス（上段：種類数，下段：湿重量）の変化

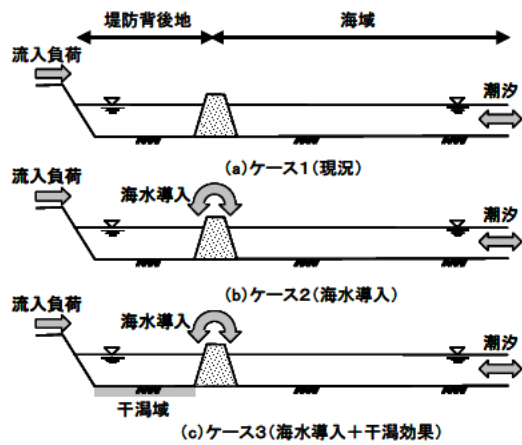


図4. 計算ケース

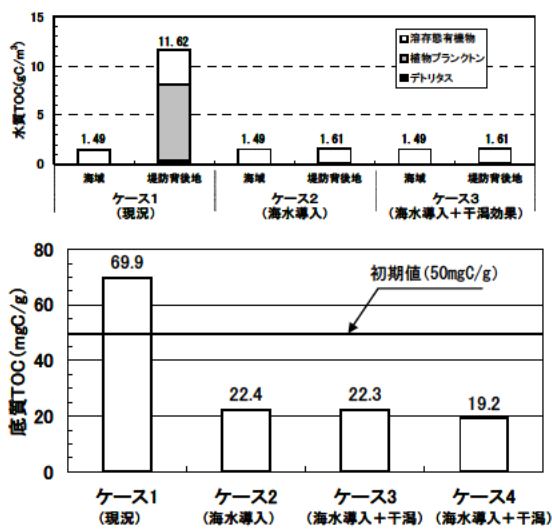


図5. 各計算ケースにおける TOC 濃度（上段：水質，下段：底質）の比較

まとめ

以上の結果，海水導入により，沿岸休耕地の生物生産性を向上できる可能性が示唆された。この成果を受け，2010年4月より，同湾内石淵において，かつて干潟であり現在は潮受け堤防により海域と分断され淡水の調整池となっている約2haの水域に，再び海水を導入する実海域レベルの干潟再生実証事業を開始した。今後は，以上の科学的データを元に，管轄行政部局と問題点や課題の整理を行い，同湾内の他の沿岸休耕地の干潟再生へ向けた検討を進めていく予定である。