

参考資料3 三河湾生物回復調査

1-1 はじめに

三河湾においては、東京湾、大阪湾等、他の内湾と同様、夏季の大規模な赤潮の発生と、それに起因する貧酸素水塊の発達により、生物の多様性が損なわれるだけでなく、底びき網を中心とした漁業生産の減少傾向が続いている。赤潮、貧酸素化の拡大は干潟・浅場の急減と同時期に起こっていることから、その原因は干潟・浅場の多様な底生動物群集による植物プランクトン消費の低減であると考えられている(例えば Suzuki 2004)。そのため、三河湾においては、全国に先駆け、干潟・浅場の大規模修復(造成)が実施されている。一方、埋め立て地周辺に目を向けると、窪地、水路、入り江、泊地等、人為的に改変された水域において、局所的な環境悪化が顕在化している。このような水域においては、物質循環の停滞、周辺浅場生態系の劣化、稚魚の育成機能の喪失などが懸念され、湾全体の水質悪化や漁業生産の低下の要因となっているおそれがある。例えば、土砂採取によって周辺より深くなった浚渫窪地では、夏季に硫化水素を含む貧酸素水が発生し、周辺生態系に大きな劣化がもたらされることが明らかにされ、全国的な問題になっている(武田・石田, 2006; 和久ら, 2011)。しかしながら、このような局所的環境悪化水域については、その存在と内湾生態系に与える悪影響が理解されつつあるものの、既往の科学的知見がほとんどなく、対策もあまり進んでいない。

水産試験場は、①局所的環境悪化水域の分布実態の把握、②これらの湾全体への影響の推定、③これらの改善方策の検討を行った。なお、②、③については(財)シップ・アンド・オーシャン財団との共同研究【三河湾における局所的な環境悪化水域の実態把握並びに同水域の評価に適した「海の健康診断」手法の改良】によりなされた。

2 局所的環境悪化水域の実態把握

2-1 方法

2-1-1 現場観測

三河湾沿岸に88測点を設け、2008年7月25日から9月19日にかけて底生大型動物の採取を行った。底泥を3回採取した後、目合い1mmのふるいにかけて、ふるい上の生物を10%中性ホルマリンで固定して実験室に持ち帰り、種の同定と個体数の計数、湿重量の測定を行った。

2-1-2 重回帰分析

一般に、海水の停滞性の強い水域では、活発な内部生産により、植物プランクトン由来の有機物が大量に沈降、堆積し、それらの分解による酸素消費速度が表層からの酸素供給速度を超えると底層の貧酸素化が進行し、底生大型動物の生息が困難になる。また、海水の停滞に伴い、底生大型動物浮遊幼生の加入が阻害されることによっても生息が制限されていると考えられる。これらの視点から、底生大型動物の生息に影響する因子を見いだすため、以下に示す物理的環境要因を海水の停滞性を表す指標として指数化し、現場観測で

得られた底生大型動物の出現種数との間で重回帰分析を行った。

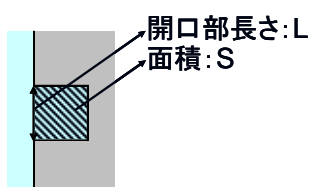
-地形の開放度-

凹んだ形状を有する海岸線に囲まれた図1のような水域では、水平的な海水の流動が制限され、地形による包囲の度合いが、海水停滞の程度に影響していると考えられる。

本研究では、観測を行った測点が、凹んだ形状の海岸線に囲まれた水域に位置し、その水域の開口部を結ぶ線と、海岸線により囲まれる面積が10000m²以上、10000000m²以下である場合、以下に示す開放度指数OI(OpenIndex)を①式により計算し、その測点における地形の開放度を表す指標とした。海岸線の形状は、海図(2004~2008 海上保安庁発行)を参照した。

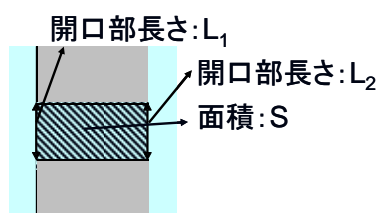
$$OI = LN(L^2/S) \quad \text{①}$$

ここで、L: 開放部の長さ、S: 水域面積である。なお、海岸線の形状が入り組んでおり、一次湾、二次湾と分かれる場合は、水域面積が10000m²未満とならないように分割し、奥の水域のOIに、手前の水域のOIを乗じ、奥の水域のOIとした。



$$\text{開放度指数} = \ln \frac{L^2}{S}$$

図1 開放度指数OIの計算例1



$$\text{開放度指数} = \ln \frac{(L_1^2 + L_2^2)}{S}$$

図2 開放度指数OIの計算例2

開放部が2つある図2のような水路状の水域については②式によりOIを算出した。

$$OI = LN((L_1^2 + L_2^2)/S) \quad \text{②}$$

ここで、L₁: 開放部1の長さ、L₂: 開放部2の長さである。

また、一つの閉鎖的水域の中に、平均水深が周囲よりも2m以上異なる領域があり、その面積が当該閉鎖的水域の面積の20%以上を占め、かつ10000m²以上である場合は、当該領域を独立した水域としてOIを算出した。なお、計算されたOIが0以上であった場合は、一律に0とした。また、CDL(Chart Datum Level, 海図基準面)が0m以上である水域については、地形の開放度によらず潮汐によりほとんどの海水が交換されることが考えられることからOIを0とした。

-潮汐流の強さ-

湾奥部ほど、潮汐流が弱いため、同様な地形を有する水域でも、より湾奥に近い水域の方が、海水交換が制限されていると考えられる。このため、(財)日本水路協会 海洋情報提供部の潮流メッシュ推算データを利用し、各測点に最も近い推算点における2008年8月1日(大潮)と8月9日(小潮)の干潮→満潮→干潮の1潮汐間の1時間ごとの表層流速の

絶対値を平均し、潮汐流の強さを表す指数として採用した。

-水深-

水深の深い水域では、浅い水域に比べ、夏季の成層の発達により、海底付近の海水交換が制限され易いと考えられる。このため、海上保安庁海洋情報部水深データ（50m, 150mメッシュデータ）と、海図（2004～2008 海上保安庁発行）から求めた各測点の水深を指数とした。

重回帰分析は、変数増加法により行った。多重共線性の影響を避けるため、各独立変数については、単相関係数と偏回帰係数の符号の逆転が生じないことを確認した。独立変数の選択にあたっては、重相関係数が5%水準で有意であり、赤池の情報量規準（AIC）が最も小さくなる変数の組み合わせの重回帰式を採用した。

2-1-3 聞き取り調査

三河湾沿岸に漁業権を有する漁業協同組合20箇所（支所含む）表1を対象に、局所的環境悪化水域の分布実態に関する聞き取り調査を行った。調査では、調査員が漁業協同組合に出向き、面談により局所的に環境が悪化していると考えられる水域の場所、原因について質問した。

表1 聞き取りを実施した漁業協同組合等

漁協名
美浜町
片名
大井
大井：豊浜支所
大浜
西三河：西尾支所
西三河：栄生支所
西三河：味沢支所
西三河：一色支所
西三河：吉良支所
衣崎
吉田
幡豆
東幡豆
蒲郡：西浦支所
蒲郡：形原支所
蒲郡：竹島支所
三谷
田原
福江

2-2 結果と考察

2-2-1 現場観測

出現種数が5未満であった測点における出現種を表2に示す。出現頻度はシノブハネエラスピオが18回と、とりわけ多く、その他上位にはウミゴマツボ、ヒメシラトリ等の汚濁指標種が含まれていた。

表2 5未満であった測点における出現種

種名	項目	頻度
<i>Paraprionospio patiens</i>	シノブハネエラスピオ	18
<i>Stenothyra edogawensis</i>	ウミゴマツボ	5
<i>Macoma incongrua</i>	ヒメシラトリ	5
<i>Actiniaria</i>	イソギンチャク目	4
<i>Sigambra hanaokai</i>	ハナオカカギゴカイ	4
<i>Reticunassa festiva</i>	アラムシロ	4
<i>Theora fragilis</i>	シズクガイ	2
<i>Hesionidae</i>	オトヒメゴカイ科	1
<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	コケゴカイ	1
<i>Neanthes succinea</i>	アシナガゴカイ	1
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	ツルヒゲゴカイ	1
<i>Scoletoma longifolia</i>	カタマガリギボシイソメ	1
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	(ツバサゴカイ科)	1
<i>Owenia sp.</i>	(チマキゴカイ科)	1
<i>Alaba picta</i>	シマハマツボ	1
<i>Mitrella bicincta</i>	ムギガイ	1
<i>Ostreidae</i>	イタボガキ科	1
<i>Petricola sp. cf. lithophaga</i>	ウスカラシオツガイ	1
<i>Macoma tokyoensis</i>	ゴイサギ	1
<i>Nebalia japonensis</i>	コノハエビ	1

2-2-2 重回帰分析

重回帰分析で得られた、重回帰式を以下に示す(式③)。

$$Y=47.93X1-0.9995X2+2.071X3+8.719 \quad \text{③}$$

ここで、Y：種類数、X1：流速、X2：水深、X3：開放度指数(OI)である。

OI値、流速、水深のすべての独立変数が採用された。各独立変数の符号についてはOI値と流速が正、流速が負となった。自由度調整済み相関係数は、0.5862であった。

2-2-3 聞き取り調査

聞き取り調査の結果、局所的に環境が悪化していると考えられる水域の場所、原因としては、閉鎖的環境が最も多く、次いで窪地状地形が挙げられ、両者の合計は58%と過半数を占めた(図3)。

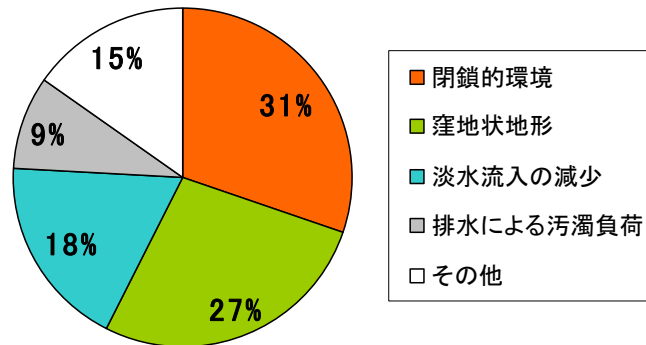


図3 聞き取り調査で回答のあった、局所的に環境が悪化していると考えられる水域の場所、原因

聞き取り調査の結果を踏まえ、閉鎖的水域と、窪地状水域を以下に示すようにそれぞれ定義して、これら水域を三河湾における「局所的環境悪化が疑われる水域」として拾い出した。

-閉鎖的水域-

海図（2004～2008 海上保安庁発行）を基に、上述の方法に従い三河湾沿岸を対象に OI を計算し、OI が 0 以下になる水域を閉鎖的水域と定義した。

-窪地状水域-

水深が周囲に比べて、勾配 1/10 以上で 1m 以上深くなっており、面積が 10000m² 以上である水域を窪地状水域と定義した。また、一つの窪地状水域の中に、平均水深が周囲よりも 2m 以上異なる領域があり、その面積が当該窪地状水域の面積の 20% 以上を占め、かつ 10000m² 以上である場合は、当該領域を独立した窪地状水域としてカウントした。

上記作業の結果、206 水域が「局所的環境悪化が疑われる水域」として拾い出された。

2-2-4 「局所的環境悪化水域」の判定

前出の重回帰式（式③）を用い、「局所的環境悪化が疑われる水域」として拾い出された 206 水域における夏季の底生大型動物の出現種類数を推定した。その結果、73 水域において出現種類予測数が 5 種未満であると推定された。現場観測の結果から、出現種数が 5 未満である水域では、汚濁指標生物が僅かに生息しているのみと考えられるので、出現種類予測数が 5 種未満根ある水域を局所的環境悪化水域＝デッドゾーンとして判定した。

3 環境悪化の要因解明

3-1 方法

デッドゾーンと判定された、73 水域を、地形と利用形態から、デッドゾーンと判定された 73 水域を、地形と利用形態から、①入江（14 水域、計 121ha）、②小規模泊地（16 水域、

計 77ha), ③窪地 (7 水域, 計 127ha), ④大規模泊地 (36 水域, 計 2,077ha) の 4 つに類型化し (図 4, 5, 6), それぞれから抽出した代表水域において, 夏季に水質, 底質, 底生大型動物を経時的に調査した。併せて愛知県水産試験場自動観測 1 号ブイの設置点を測点 0 と設定し, 代表水域と同様の項目を調査した。

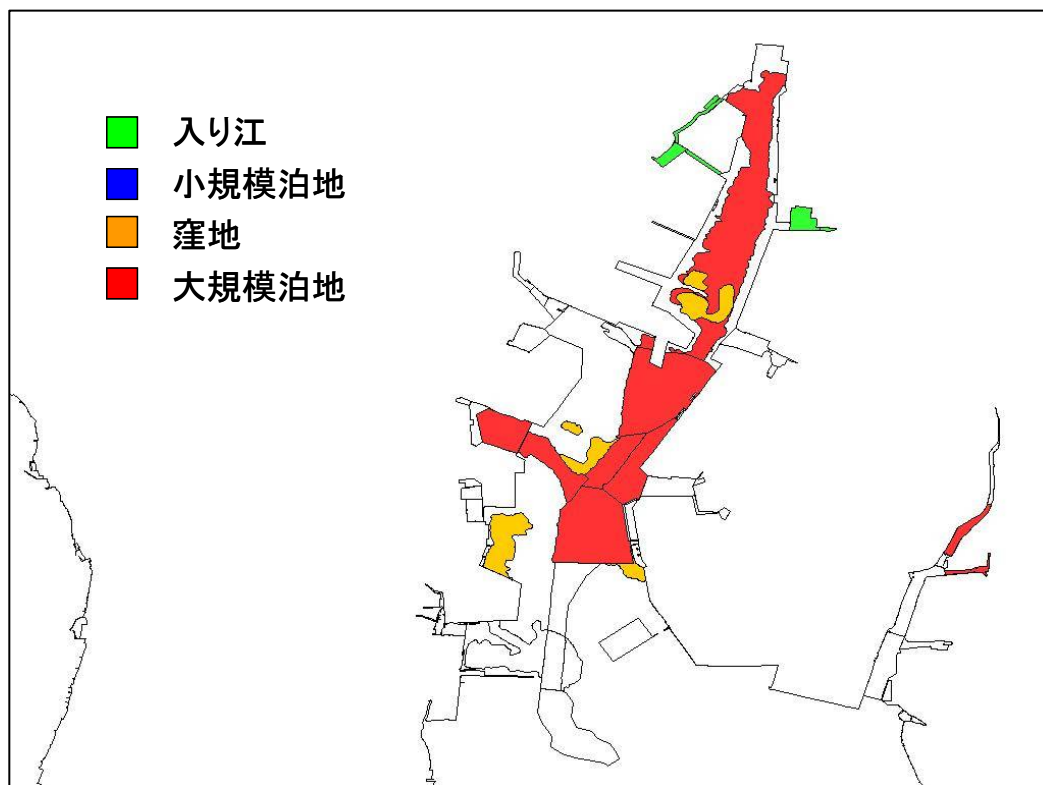


図 4 類型化されたデッドゾーンの分布 (知多湾北部)

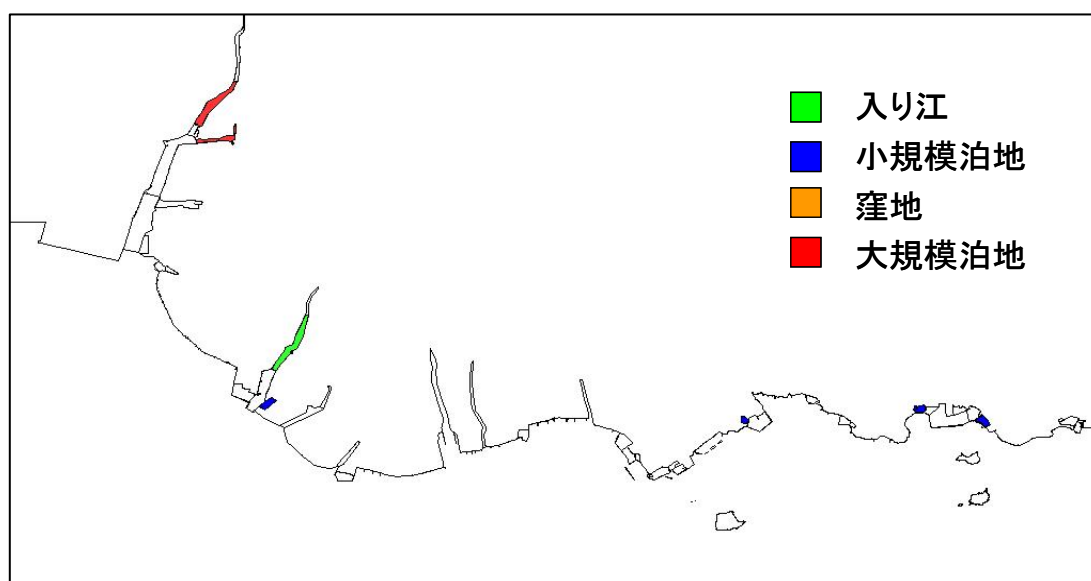


図 5 類型化されたデッドゾーンの分布 (三河湾北部)

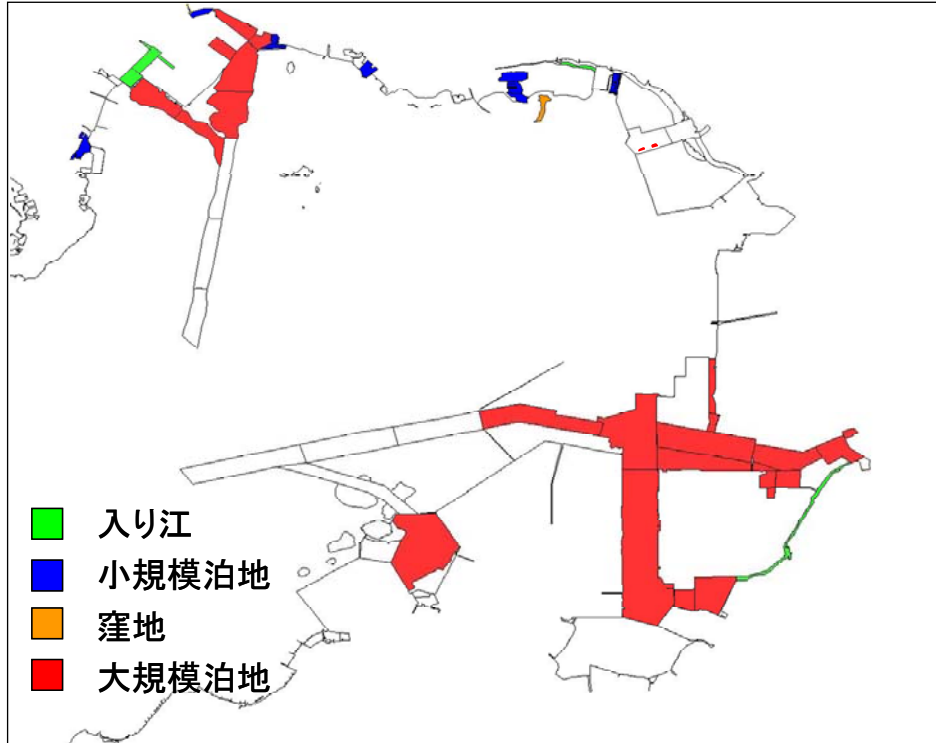


図6 類型化されたデッドゾーンの分布（三河湾奥部）

3-2 結果と考察

下記に各代表水域における観測結果を、愛知県水産試験場自動観測 1 号ブイの設置点である測点 0 の結果とともに示す。

-入り江-

観測結果を図 7 に示す。

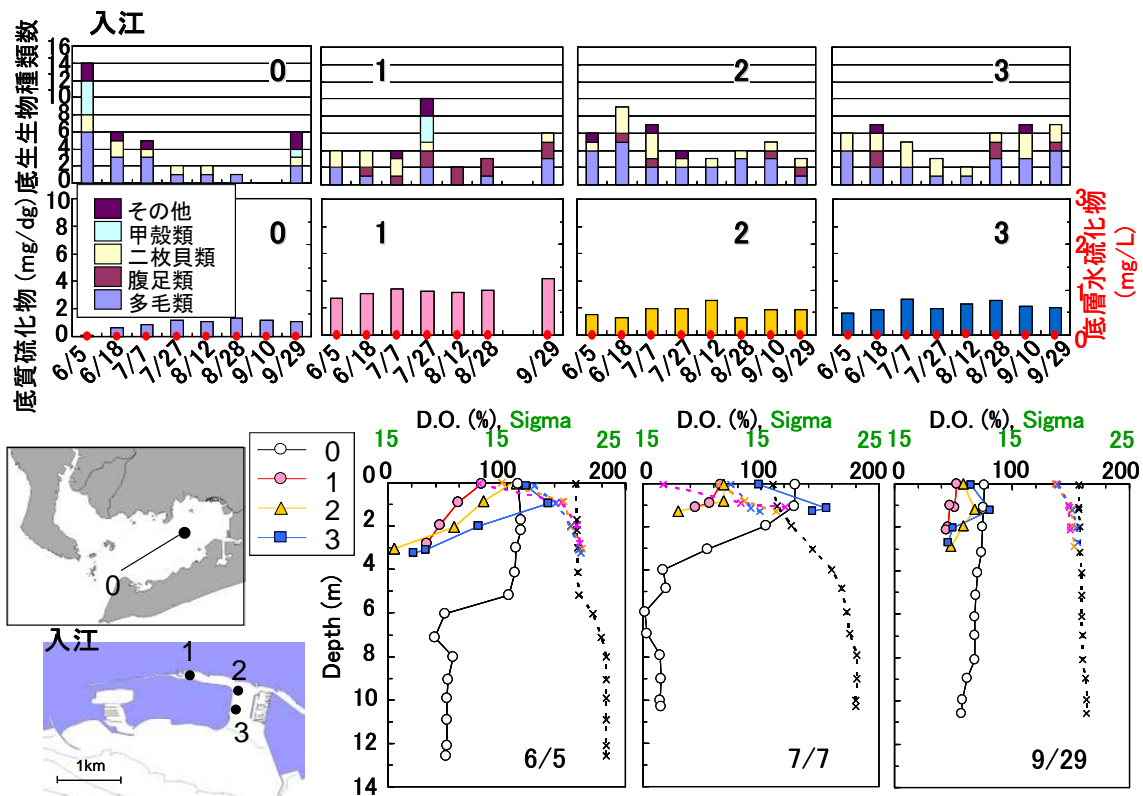


図7 観測結果 (入江)

測点 1 を埋立地の裏側にある狭隘な水路の奥に、測点 2 を水路の出口に、測点 3 を沖側の地点に設けた。

底生大型動物種類数はいずれの測点でも 0 にはならなかったが、測点 7 では、6 月 5 日の時点で 5 未満つまり、デッドゾーンになっており、他の測点についても 7 月から 8 月にかけてデッドゾーンとなっていることが明らかとなった。

底質の硫化物濃度はいずれの測点でも、湾央の測点 0 よりも高く推移したが、中でも入り江奥部の測点 7 の値が高かった。

6 月 5 日には測点 1, 2, 3 の海底付近の DO はいずれも湾央の測点 0 の底層よりも低くなっており、浅いにも関わらず、貧酸素化の進行が早いことが明らかとなった。

-小規模泊地-

観測結果を図 8 に示す。

測点 4 を港奥部に、測点 5 が港の中央部に、測点 6 を港の出口に設定した。なお、測点 4 の水深は港中央部の測点 5 に比べて 2m 程度浅い。

底生大型動物は測点 5 では期間中全く認められなかったのに対し、浅い測点 4 では 6 月に比較的多くの種類の生息が認められ、その後減少するものの 0 になることはなかった。

底質の硫化物濃度についてみても、港中央の測点 5 では湾央の測点よりも高く推移してい

るのに対し、浅い測点4では、湾央と同程度で推移した。

D0の鉛直分布をみると、港中央の測点5では、底層の貧酸素化が湾央に先んじて進行していた。浅い測点4では、港の奥部に位置しているが、貧酸素化の進行は港中央の測点5と比べるとそれほど顕著ではなく、酸素環境はそれほど悪くなかった。

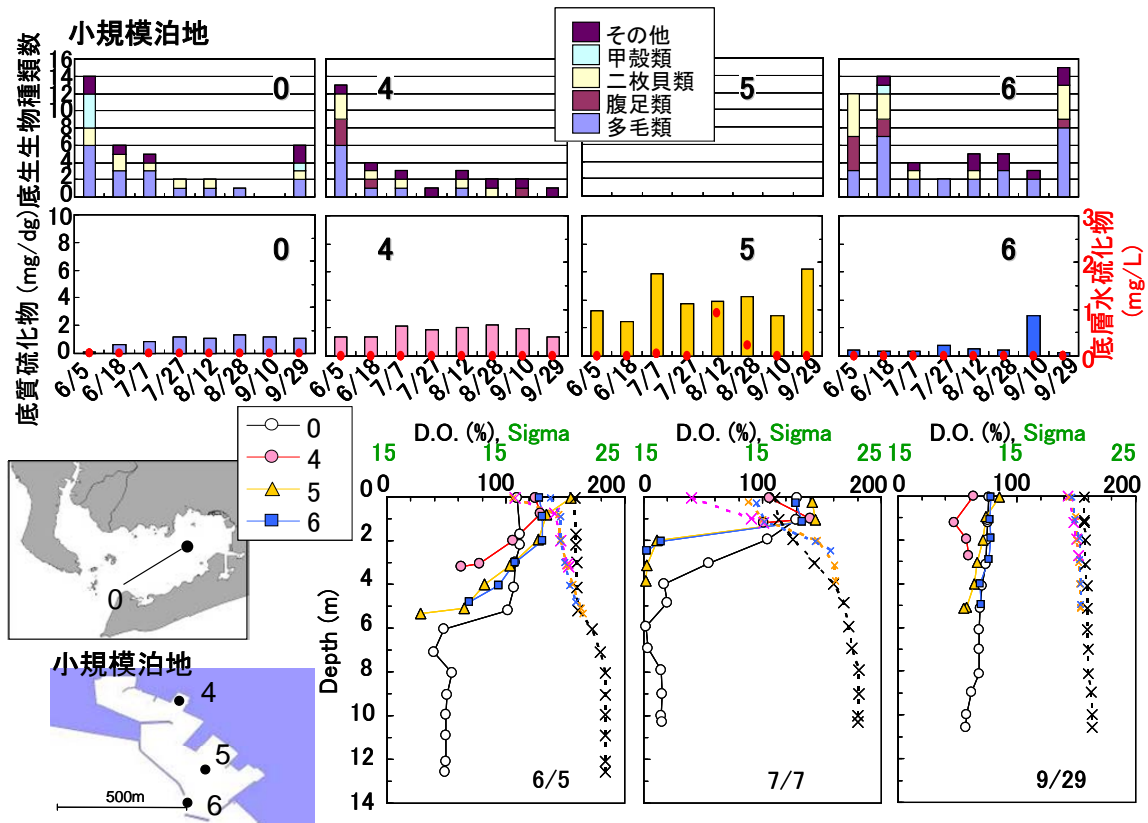


図8 観測結果（小規模泊地）

-窪地-

観測結果を図9に示す。

測点7, 8は窪地の中に位置しており、測点9は窪地の外の浅い場所に位置している。窪地の測点7, 8では、観測期間を通じ底層生物はほとんど出現しなかった。一方、窪地の外の測点9では、数多くの底生大型動物が生息していた。底層の硫化物濃度については測点7, 8では湾央の測点よりも総じて高く、海底直上水に硫化水素が検出された。D0の鉛直分布をみると、窪地の測点7, 8では、底層の貧酸素化が湾央に先んじて進行しており、その貧酸素化は湾央よりも長期に持続していた。従って、窪地底層では、大量に負荷された有機物による酸素消費速度が供給速度よりもはるかに高く、貧酸素状態が長期に持続し、底生大型動物の生息を阻害していると考えられる。

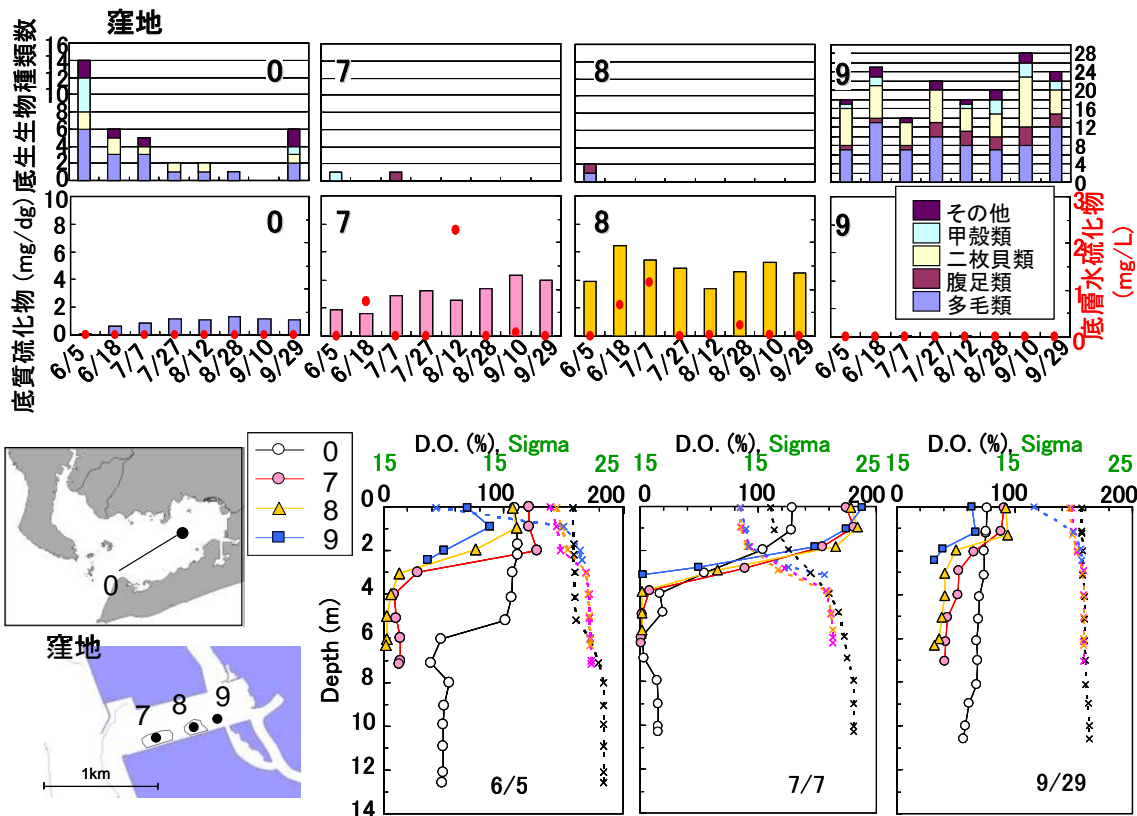


図9 観測結果 (窪地)

-大規模泊地-

観測結果を図10に示す。

泊地の中央に測点10, それに続く航路上に測点11, その近傍の浅海域に測点12を配置した。

底生大型動物は, 測点10, 11では, 先ほどの窪地と同様に, 観測期間を通じほとんど認められなかった。また, 航路近傍の浅海域の測点12においては, 7月7日にはそれ以前に認められていた底生大型動物の生息が認められなくなった。

底質硫化物濃度は泊地航路の測点1, 2では, 観測期間を通じ湾央の測点0よりも圧倒的に高く, 6月後半から8月にかけて底層水に硫化物が検出された。

DOの鉛直分布を見ると, 先ほどの窪地同様, 湾央に先んじて底層の貧酸素化が進行し, その貧酸素化は湾央よりも長期に持続していた。また, 7月7日には, 浅海域の測点12においても, 海底直上で急激にDOが低下し, 湾央底層よりも低くなっていた。これは, 泊地航路に滞留していた貧酸素水塊が, あふれるように近傍の測点12の海底付近を被ったものと考えられる。この貧酸素水の流出により測点12の底生生物が斃死したものと考えられる。つまり, 航路泊地では圧倒的に高い底層酸素消費により, 貧酸素状態が長期に持続するだけでなく, 貧酸素水の流出により, 周辺浅場の底生大型動物をへい死させる危険性を有していることが明らかとなった。

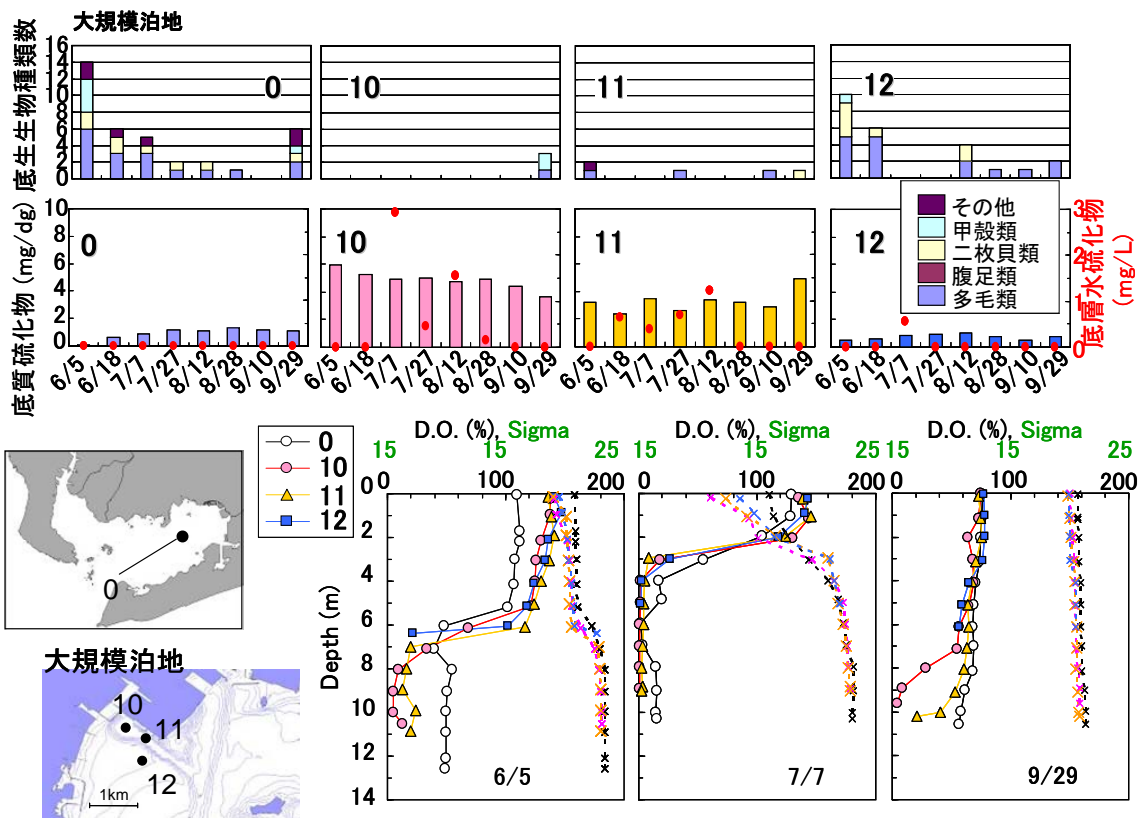


図 10 観測結果（窪地）

4 デッドゾーンによる全湾への影響評価と環境改善効果検討

4-1 方法

デッドゾーンの影響評価と、環境改善効果の検討にあたっては、上述の現場観測で得られた詳細な情報を基にデッドゾーンの物質循環を再現するモデルを構築し、使用した。当モデルは海水流動、水温、塩分、溶存酸素濃度を再現、予測するモデル（以下、物理化学モデルと称する）と、現場環境の変動から底生大型動物の応答を再現、予測するモデル（以下、生物モデルと称する）から構成される。

-物理化学モデル-

水質及び底質の予測を行う当モデルは、図 11 に示す物質循環を再現するモデルである。このモデルは以下のような特徴を有している。

- ・貧酸素水塊の予測計算に必要不可欠な硫化水素等の酸素消費物質を解析項目としている。
- ・水質の変化に加え、底質の変化も予測が可能である。

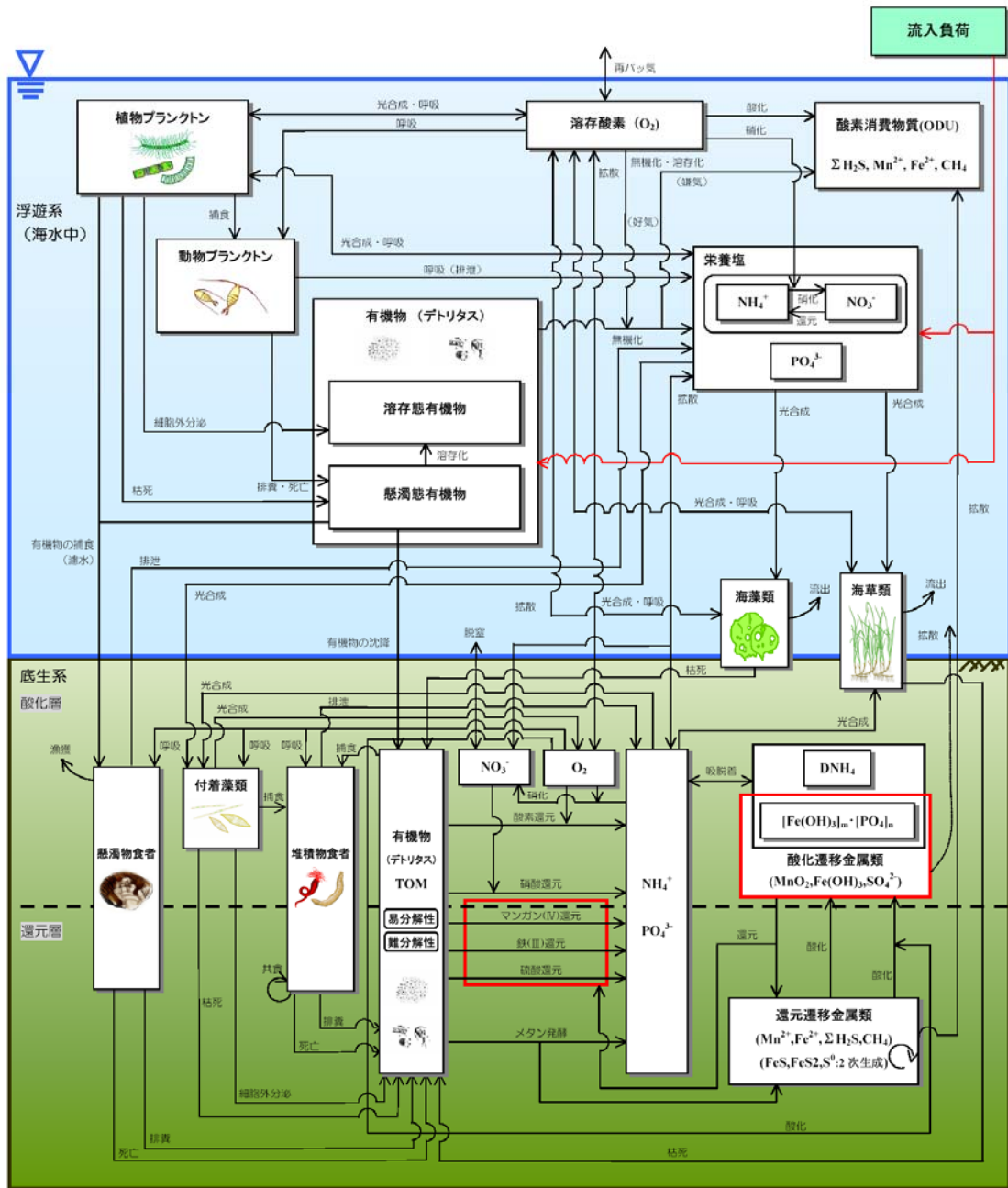


図 11 物理化学モデルで表現する物質循環

-生物モデル-

底生大型動物は、水質浄化機能や生物生産機能など生態系の中で非常に重要な役割を担っており、環境を修復する際には、あらかじめその効果を定量的に予測することが求められている。これまでも、ある特定の非生物要因から底生大型動物の現存量を定量的に予測する手法の開発が試みられている（例えば、HIS モデルや生態系モデルなど）が、これらの手法は、群集構造や水質浄化機能および生物多様性といった生物の構造的変化を評価するには不十分であり、新たな予測手法が必要である。本研究では、高頻度の調査結果と

既往の知見を参考に、水温と溶存酸素量から求められる新たな指標（Oxygen-deficient sensitivity index：OSI）を導入した（図 12）。この指標を用い、底生大型動物群集の構造と機能を定量的に予測するモデルを構築し、底生大型動物の消長を再現・予測した。

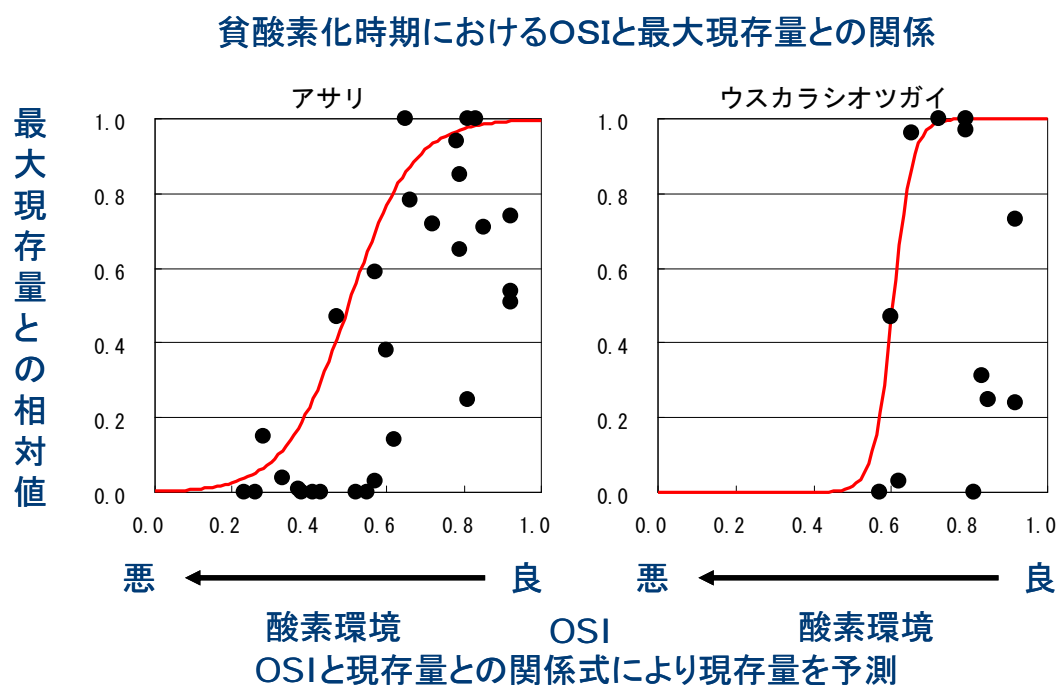


図 12 OSI(環境指標)と底生大型動物生息量の関係の例

上記の 2 つのモデルを複合して行った現状解析において、各水域のデッドゾーンとしてのメカニズムの解析を行い、物質循環の円滑さや生物生息機能が損なわれている状況を把握した。

4-2 環境悪化による全湾への影響評価

4-2-1 入江

3 章で述べたとおり、代表水域における観測により、入江では行き詰まりの地形が海水交換を阻害する結果、夏季に貧酸素化が進行し底生大型動物の生息が困難になることが明らかとなった。デッドゾーンとなった入江では、本来沿岸域が有する、底生大型動物による懸濁有機物の除去能力が消失し、全湾の環境悪化要因となっていると考えられる。

上記モデルを用いて、代表水域における 6 月から 9 月までの懸濁態有機物量の収支を計算すると、当入江は懸濁態有機物の供給源となっており、この間、この入江からは 311kgN の懸濁態有機窒素が供給されると推算された。この値を入江の面積(11.4ha)で除し、単位面積あたりの供給量を、3 章で入江の区分に類型化されたデッドゾーン 14 水域の合計面積(121ha)に乗じて、6 月から 9 月までの間、これらの水域から供給される懸濁態有機物の総量を試算すると、3.3tonN となった。

4-2-2 小規模泊地

入江で用いたものと同様の方法により、3章で設定した代表水域において、6月から9月までの懸濁態有機物量の収支を計算すると、当小規模泊地は懸濁態有機物の供給源となっており、この間の小規模泊地からの懸濁態有機窒素の供給量は、1132kgNと計算された。この値を小規模泊地の面積(16.2ha)で除し、単位面積あたりの供給量を3章で小規模泊地の区分に類型化されたデッドゾーン 16 水域の合計面積(77ha)に乗じて、6月から9月の間、これらの水域から供給される懸濁態有機物の総量を試算すると、5.4tonNとなった。

4-2-3 窪地

窪地では、3章で述べたように、極度の貧酸素化の進行により、底層水に高濃度の硫化水素が蓄積され、これの湧昇により、周辺浅場生態系へ大きな打撃が与えられる。上記モデルを用いて、6月から9月までの期間を対象に、代表水域の窪地内に蓄積される、硫化水素をはじめとする ODU (潜在的酸素消費物質) を計算すると、ODU が 0.1mg/L 以上である海水の体積は最大で 47,000m³と計算された。ODU の蓄積量は、窪地の面積に比例すると仮定し、窪地の単位面積あたりの ODU 最大蓄積体積を算出し、3章で窪地の区分に類型化されたデッドゾーン 7 水域の合計面積に乗じて、これらの水域に蓄積される ODU が 0.1mg/L 以上である海水の体積の最大値を計算すると、合計で 1,422,000m³に上ると見積もられた。

4-2-4 大規模泊地

入江で用いたものと同様の方法により、3章で設定した代表水域において、6月から9月までの期間を対象に、代表水域内に蓄積される、ODU が 0.1mg/L 以上である海水の体積を計算すると、その体積は最大で 2,296,000m³と計算された。3章で大規模泊地の区分に類型化されたデッドゾーン 36 水域に蓄積される ODU の最大値を窪地で用いた方法と同様に計算すると、合計で 65,108,000m³に上ると見積もられた。

また、3章で述べたとおり、航路泊地では圧倒的に高い底層酸素消費により、貧酸素状態が長期に持続するだけでなく、周辺浅場の貧酸素化を惹起し、底生大型動物をへい死させる危険性を有していることが明らかとなった。ここでは、航路泊地から水深 5m 以浅の海域に向けて流出する ODU の量を、周辺浅場が被る貧酸素化の影響を表す指標として算出した。その結果、6月から9月までの間、航路西側の水深 5m 以浅の浅場に流出する ODU の合計は 1081kg と推算された。

4-2-5 デッドゾーン全体が全湾の水質環境悪化に与える影響

入江、小規模泊地に分類されたデッドゾーンから6月から9月までの間に供給される懸濁態有機窒素の総量は、上記の試算から、8.7tonNと推算される。鈴木ら(1997)は、夏季の三河湾の一色干潟において、干潟外から供給される懸濁態有機窒素が 156mgN/m²/d の速度で除去されていると報告しており、6月から9月の間、懸濁態有機窒素の消費速度は一

定と仮定すると、6月から9月の間に一色干潟において除去される懸濁態有機窒素は、190kgN/haと推算される。従って、6月から9月の間、一色干潟46haにおいて除去される懸濁態有機窒素に相当する懸濁態有機窒素が、入江、小規模泊地に分類されたデッドゾーンから供給されると試算される。

窪地と大規模泊地に分類されたデッドゾーンに蓄積されるODUが0.1mg/L以上である海水の体積の最大値を合計すると、66,530,000m³と莫大な量となった。これは、修復が進められた御津沖及び大塚沖浚渫窪地の容量の21倍に相当する。つまり、これらの場合は、底生動物が生息できないだけでなく、周辺浅場への潜在的な脅威であることが強く示された。

4-3 改善方策の検討

4-3-1 入江

3章で示したとおり、入江における生物生息の促進には、海水交換の促進が最も有効と考えられる。

海水交換を促進する方策については、種々の方式が考えられるが、ここでは環境改善策として、代表水域の入江奥部の開削、導水、入江の水深の1m嵩上げ、加えて貧酸素耐性が高いとされるサルボウの密度1kg/m²での投入を設定し、上記モデルによりその効果を計算した。その結果、酸素環境の改善によりサルボウの生息が可能になり、これに伴う懸濁物除去能力が向上した。6月から9月の間、この入江から供給される懸濁態有機窒素は、環境改善策実施前に比べ、98%低減し、5kgNとなると計算された。

4-3-2 小規模泊地

小規模泊地では、海水の停滞に伴う貧酸素化と、浮遊幼生の進入阻害が底生大型動物の生息を制限し、水質浄化能力が抑制されていると考えられる。しかしながら、水域の静穏性を維持しつつ、海水交換を促進するのは困難である。3章で示したとおり、泊地内でも水深の浅い場所では、溶存酸素濃度が比較的高かった。小規模泊地内の生物生息量を増やし、懸濁物除去能力を向上させる方策の一つとして泊地内浅所へのろ過食者の投入が考えられる。環境改善策として、代表水域において、水深2m以浅の場所3カ所（合計面積1.8ha）に、貧酸素耐性が高いサルボウを密度5kg/m²で投入することを想定し、前述のモデルを用いて、6月から9月の間、この小規模泊地から供給される懸濁態有機窒素を計算すると、環境改善策実施前に比べ、23%低減し、872kgNとなると計算された。

4-3-3 窪地

窪地内部の貧酸素化を抑制する方法としては、窪地の埋め戻しが最も効果的と考えられる。窪地の代表水域において、窪地の埋め戻しを行った場合、蓄積されるODUが0.1mg/L以上である海水の体積を計算すると、その最大値は9,778m³となり、埋め戻し前の47,000m³の21%に激減すると計算された。

4-3-4 大規模泊地

大規模泊地の代表水域の西側には、造成干潟の土留めを目的にした潜堤（高さ約 1m）が存在している。環境改善策としては、この潜堤の南東方向への延伸を想定し、これによる泊地から西側浅場への貧酸素水の流出防除の効果を計算した(図 13)。代表水域におけるモデル計算では、潜堤修復等により航路泊地から航路西側の水深 5m以浅の浅場に流出する ODU が構築前に比べ 28%減少し、773kg となることが示された。

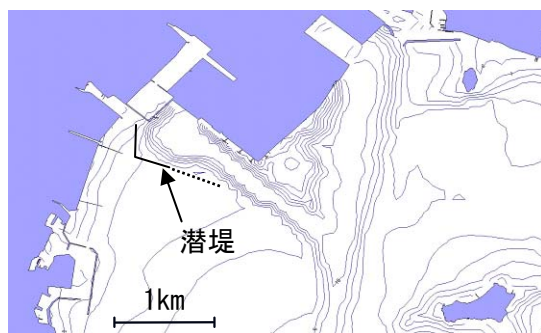


図 13 代表水域における既存の潜堤（実線）と延伸想定潜堤（点線）

4-3-5 全湾の水質環境悪化に対する環境改善策の寄与

4-3-1, 4-3-2 で試算された、入江、小規模泊地からの懸濁態有機窒素の供給量削減効果を入江、小規模泊地に区分されたすべてのデッドゾーンに演繹すると、入江、小規模泊地に分類されたデッドゾーンから、6 月から 9 月までの間に供給される懸濁態有機窒素の総量 8.7tonN は、52%低減し、4.2tonN となると推算された。

また、窪地、大規模泊地に蓄積される ODU が 0.1mg/L 以上である海水の体積の最大値の合計 66,530,000m³ は、窪地の埋め戻しにより、65,403,000m³ となり、削減率は 1.7%にとどまる。このため、4-3-4 で述べたように、貧酸素水の遮蔽に配慮した構造物の配置等、周辺浅場への貧酸素水流出防除対策が必要であると考えられる。

引用文献

- Suzuki T., (2004): Large-scale restoration of tidal flats and shallows to suppress the development of oxygen deficient water masses in Mikawa Bay. Bull. Fish. Res. Agen., **1**, 111-121.
- 鈴木 輝明, 青山 裕晃, 甲斐 正信, 畑 恭子: 貧酸素化の進行による底生生物群集構造の変化が底泥-海水間の窒素収支に与える影響. 海洋理工学会誌, **4**, 65-80.
- 武田和也, 石田基雄 (2006): 三河湾における苦潮によるアサリ大量死と浚渫窪地内部の貧酸素化の状況. 海洋理工学会誌, **12**, 51-58.
- 和久 光靖, 橋口 晴穂, 栗田 貴代, 金子 健司, 宮向 智興, 青山 裕晃, 向井 良吉, 石田 基雄, 鈴木 輝明 (2011): 三河湾の浚渫窪地における粒子状物質の特異的な集積機構. 海の研究, **20**, 1-17.