

干潟・浅場造成と栄養塩の管理運転による再生施策展開について

CASE03(T-N:20、T-P:2 mg/L)での管理運転の実施時に、併せて図-13の口の10個所に水深3mの浅場を造成する施策について予測計算を実施した。造成面積は640(ha)である。予測結果としてこの浅場造成によって、アサリ資源量はCASE03の結果から、さらに7,380ton W.W.増加すると予測された。この資源量の増加の寄与率を場所別にみると、三河湾での増加が顕著であった。

これは餌料環境の回復程度が主要因であると考えられ、T-N・T-Pが一定量回復していない水域に干潟・浅場を造成しても効果が乏しいという重要な示唆が得られた。

予測結果とモニタリングデータの整合性

図-14に広域総合水質調査のクロロフィル-aとT-N・T-Pの相関を示す。T-N・T-Pはクロロフィルaと正の相関があり、図-7～図-9で示した結果と傾向が一致する。また、図-15に示すようにT-Nの濃度が一定の値以上になったところから漁獲量が増加する傾向が確認された。この濃度の閾値はT-Nで0.3mg/L、T-Pで0.03mg/Lであり、この値を超えるように管理運転を実施することが、生物資源の回復に繋がることが示唆された。

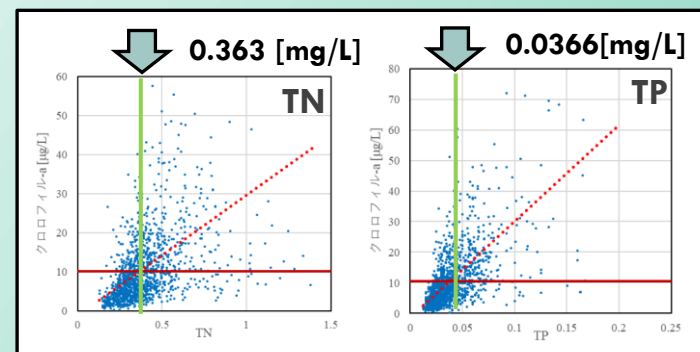


図-14 広域総合水質調査（1980-2020）のクロロフィル-aとT-N及びT-Pの年平均値の相関

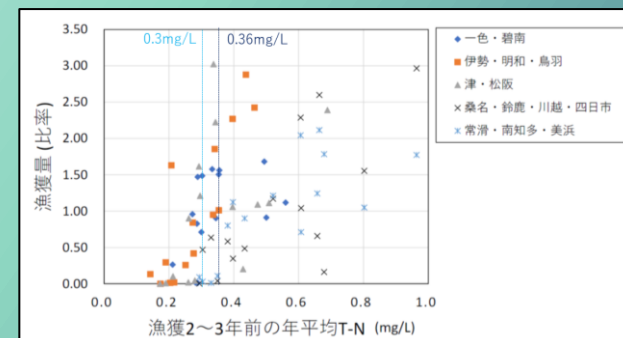


図-15 アサリ漁獲量と年平均T-N濃度の関係

4. 検討成果のまとめ

伊勢湾・三河湾沿岸における管理運転を想定した予測計算を実施し、生物資源の回復について確認を行った。以下に検討内容のまとめを示す。

- 下水処理場の放流水の管理に当たっては規制値未満で管理がなされる所であるが、仮に“一定の濃度を年間を通じて放流させてみたら”という条件として、放流水濃度を常時T-Nを20mg/L、T-Pを2mg/Lで予測したところ、アサリ資源や動物プラントン量（魚類資源に繋がる）が明瞭に回復する状況が予測された。
- この資源量の回復は三河湾と伊勢湾湾奥を中心に生じると予測された。一方で、伊勢湾南部では管理運転だけではT-N・T-P濃度が上記のエリアほど増加せず資源量の増加も一定程度にとどまる可能性が示唆された。
- 生物資源の維持・拡大には海域のT-Nを0.3mg/L以上、T-Pを0.03mg/L以上に維持することが重要である。
- これら管理運転による貧酸素水塊の増加は、管理運転後の窒素・リンの増加に伴うマクロベントスの増加があれば、生じることはないと推測された。そのために栄養塩の管理運転に加えて生物生息場の再生・保全も重要な施策として位置づけられる。なお、有機汚濁物質の沈降による影響も懸念されることから、モニタリングを含めた適切な実施方法の検討が別途必要である。
- これらの伊勢湾シミュレーターによる予測・評価技術は、今後も干潟・浅場造成および下水処理場での栄養塩の管理運転などの再生施策の推進に向け、より具体的な施策展開時の支援に貢献できると考えられる。

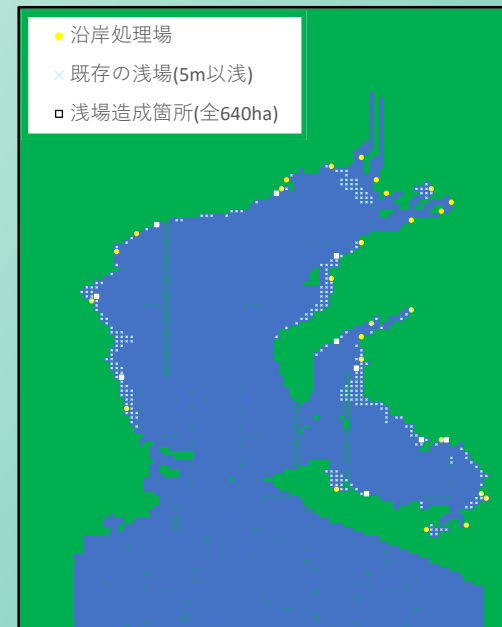


図-13 管理運転の実施を想定した下水処理場と浅場造成の位置

2021年度 伊勢湾再生 海域検討会

研究WG 検討項目一覧

- 1 背景・目的
- 2 アサリ資源量の予測
- 3 沿岸処理場における栄養塩の管理運転の予測・評価
- 4 検討成果のまとめ

①近年の窒素・リンの減少状況の再現

伊勢湾・三河湾では近年、海域の窒素・リン濃度が減少している。伊勢湾シミュレーターにより図-1・図-2に示すように、2008年から2018年に至るT-N・T-Pの長期変化を再現した。再現にあたっては、陸域からの負荷量・底泥からの負荷量・外洋からの負荷量を伊勢湾シミュレーターで解析している。このように湾内の水質環境を伊勢湾シミュレーターは非常によく再現できるのが特徴である。

この再現結果からは、近年の伊勢湾・三河湾の窒素・リン濃度の減少に最も寄与しているのは、陸域からの負荷量の減少であることが明らかとなった。

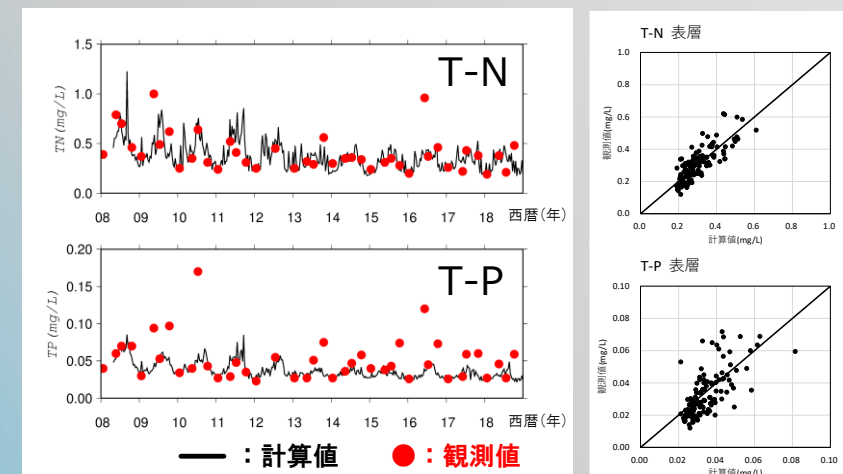


図-1 伊勢湾内のT-N、T-Pの再現

図-2 計算値と観測値の整合性

②アサリ資源量の現況再現計算

伊勢湾シミュレーターでアサリの資源量は図-3に示すように、稚貝から成貝に成長して成貝が産卵し、次世代の稚貝となるといったサイクルが計算される。この計算では成長・産卵に対してアサリの餌となる植物プランクトンが足りているかが判断されるのが特徴である。

愛知県の知多半島沿岸と三重県の北部海岸を例に、アサリの現存量の計算結果を図-4に示す。2013年頃から急速にアサリが減少している状況など、実際の愛知県・三重県のアサリの漁獲量の変遷を概ね再現することができた。

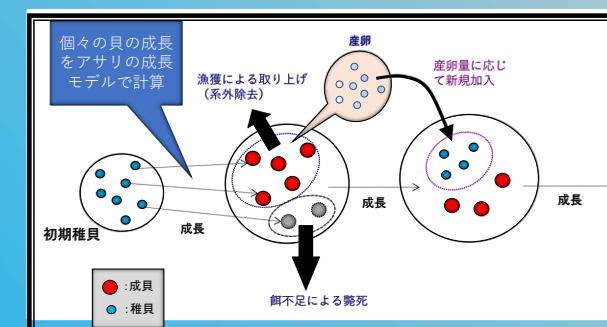


図-3 アサリ資源量モデルの概念

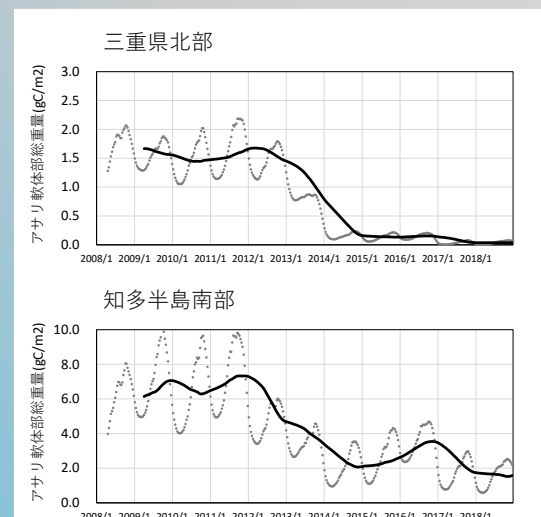


図-4 アサリの現存量の再現

栄養塩管理によるアサリ資源量の回復に関する検討

伊勢湾では、窒素・リンが減少しアサリ等の生物の減少が課題として浮き彫りとなっている。栄養塩管理運転によるアサリ資源量の回復の可能性について、海洋環境予測モデル「伊勢湾シミュレーター」で解析を行った。

1. 背景・目的

伊勢湾では水質総量削減により湾内のT-N・T-Pは減少傾向を示し、環境基準の達成状況は向上している。しかしながら、貧酸素水塊の発生規模は1980年以降の縮小傾向はみられず、アサリやゴカイなどの底生生物が近年著しく減少している点が喫緊の課題となっている。本業務は、伊勢湾再生の実現に向け、生物資源の回復を目的とした栄養塩管理方策と湾内環境への影響について検討を行ったものである。

2. 伊勢湾シミュレーターによる海洋環境の再現

伊勢湾シミュレーターは、流れや水質・底質の予測だけでなく、アサリの成長を予測するモデルが組み込まれており、各地先ごとのアサリ資源量の推定が可能となっている。モデル内では着底・成長・産卵・幼生の拡散などアサリの生活サイクルが再現されている。アサリは移動能力が低いため、生活史（アサリの一生）が伊勢湾内で完結しており、資源量は伊勢湾内の環境変化の影響を強く受けていると考えられ、生物資源の代表としてアサリにて再現検討を行う。

3. 沿岸処理場における栄養塩の管理運転の予測・評価事例

栄養塩管理の一事例として、伊勢湾シミュレーターにより図-5に示す沿岸処理場からの放流水の窒素・リン濃度、実施個所や運転期間でケース分け(表-1)し、現実的にはあり得ないものの、計算条件として一定量で負荷を与え続けるとし、6年先まで将来予測を実施した。なお、常時管理運転を実施した場合の沿岸処理場からの負荷量は表-2のようになり、2019年の負荷量を現状とした場合、Case03では2006年頃の負荷量になる。また、CASE01のC値の設定については、下に示す値として検討を行った。※設定濃度は検討上の仮定であり、実施の実現性については別途検討が必要である。

愛知県： T-N：10mg/L、T-P：1mg/L（高度処理施設でのC値を参考）
三重県： 現状の管理排水濃度の上限值

表-1 実施した計算の一覧				
思想	ケース名	運転場所	実施期間	設定値・濃度の増加量
現状	現状維持	—	—	2018年または2019年の負荷量
	CASE00	—	—	矢作川・豊川浄化センターを管理運転実施前の2016年の負荷とする
常時 管理運転	CASE01	全27か所	全期間	現状のC値
	CASE02	全27か所	全期間	T-N: 15 / T-P: 1.5
	CASE03	全27か所	全期間	T-N: 20 / T-P: 2.0 (現状の規制値で上限)
	CASE04	全27か所	全期間	T-N: 30 / T-P: 3.0
季節・場所 を限定した 管理運転	CASE05	伊勢湾：17か所 三河湾：10か所	全期間	伊勢湾 T-N: 40 / T-P: 4.0 三河湾 T-N: 30 / T-P: 3.0
	CASE06	エリアAを除く 19か所	全期間	※結果の表れ方の特徴を把握する目的で、 管理濃度は高めを設定した。
	CASE07	全27か所	10～3月	
	CASE08	エリアA 上記除く19か所	10～3月	
	CASE09	全27か所	10～3月	



図-5 管理運転の実施を想定した下水処理場

表-2 沿岸処理場からの負荷量変化			
	TN(tn/day)	TP(tn/day)	TP負荷量の増分から推測される想定年代
現状	11.5	0.7	2018年
case01	13.6	1.3	2013年
case02	18.6	1.9	2009年
case03	24.5	2.4	2006年
case04	36.6	3.7	2004年

① 常時管理運転の効果

図-6に示すように管理運転実施後のアサリ資源量(殻長30mm以上)について、三河湾ではCASE03(T-N=20mg/L,T-P=2.0mg/L)で管理運転後に2008～2012年頃の資源量にまで回復する可能性が示唆された。また、伊勢湾ではCASE04で2013～2015年頃の資源量に回復するが、三河湾と比較して増加量が小さかった。

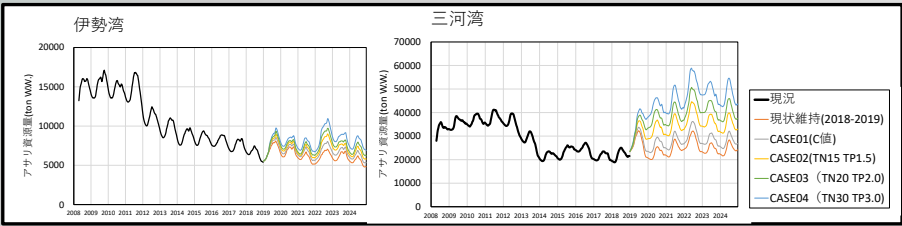


図-6 管理運転後のアサリ資源量の変化の予測結果

クロロフィル-aとT-N・T-Pの濃度分布の変化

現状のC値で放水した場合(CASE01)、T-N・T-P濃度は現状(CASE00)から大きく変化しないが、現状の規制値上限濃度で放水を実施した場合(CASE03)は、三河湾と伊勢湾湾奥部で濃度が増加したが、伊勢湾西部で限定的な増加が確認された(図-7、図-8)。また、クロロフィルa濃度についてもCASE01では現状から大きな変化は見られず、C値の上限で放水を実施した場合に三河湾及び伊勢湾湾奥部で増加し、伊勢湾南部の津・松阪周辺では限定的に増加した(図-9)。このように管理運転を実施した場合に海域のT-N、T-Pが増加することでクロロフィルa濃度が増加し、図-6で示したようなアサリ資源量の増加につながるプロセスが確認できた。

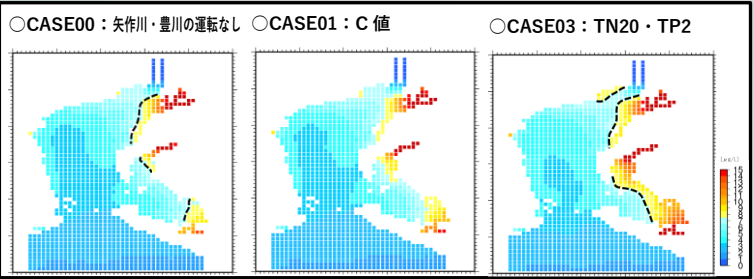


図-9 クロロフィルaの常時管理運転開始から4年目の年平均値

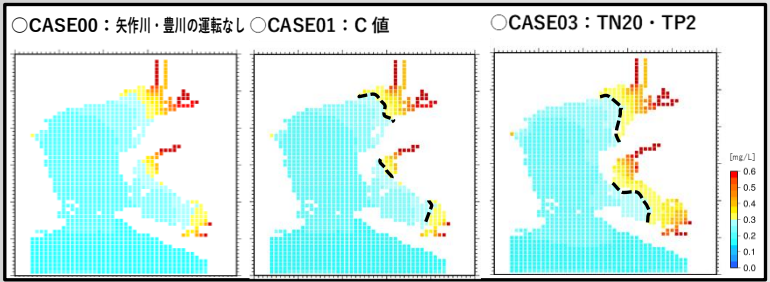


図-7 T-Nの常時管理運転開始から4年目の年平均値

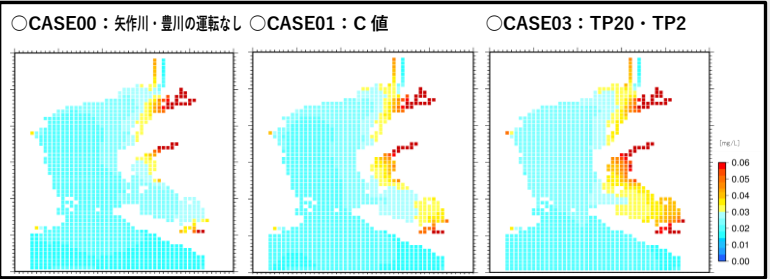


図-8 T-Pの常時管理運転開始から4年目の年平均値

② 季節・場所別の管理運転の効果

図-10に季別または場所別に管理運転を行った場合のアサリ資源量の変化を示す。常時運転を行うCASE05と比較して、「季節別管理運転(CASE06)」及び「エリアAでの運転なし(CASE07)」はアサリ資源量の増加の効果がおおよそ半分となった。

季節別管理運転は常時管理運転に比べ、アサリのように春から秋にかけて栄養を必要とする生物の資源量が十分に増加できない。さらに放水した窒素・リンを生物資源に転換できれば貧酸素水塊の拡大にもつながる可能性が少なくと考えられたため(後述)、栄養塩の管理運転方法としては常時管理運転がもっとも有効な施策と考えられた。

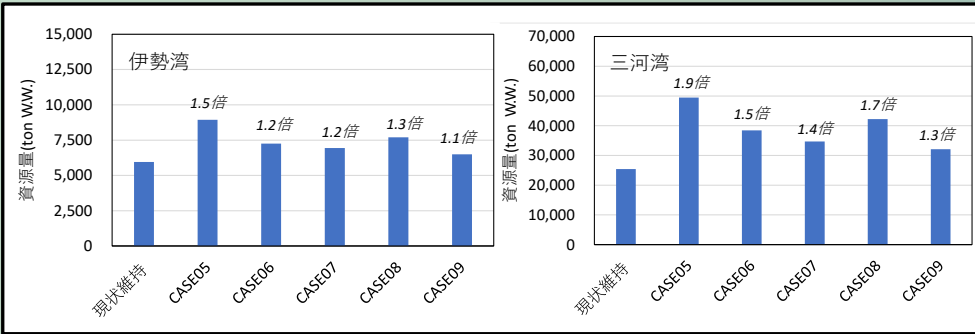


図-10 アサリ資源量の変化

③ 魚類資源および貧酸素水塊の変化

管理運転前(CASE00)、常時管理運転(CASE03)、及び季別管理運転(CASE09)の効果について比較検討した。

動物プランクトンの変化

図-11に動物プランクトンの2022年の年平均値の平面分布の比較を示す。管理運転による窒素・リンの増加域を中心に、動物プランクトン現存量も増加することが確認された。シミュレーターでは直接解析できないが、これらは魚類生産の増加にも寄与するものである。

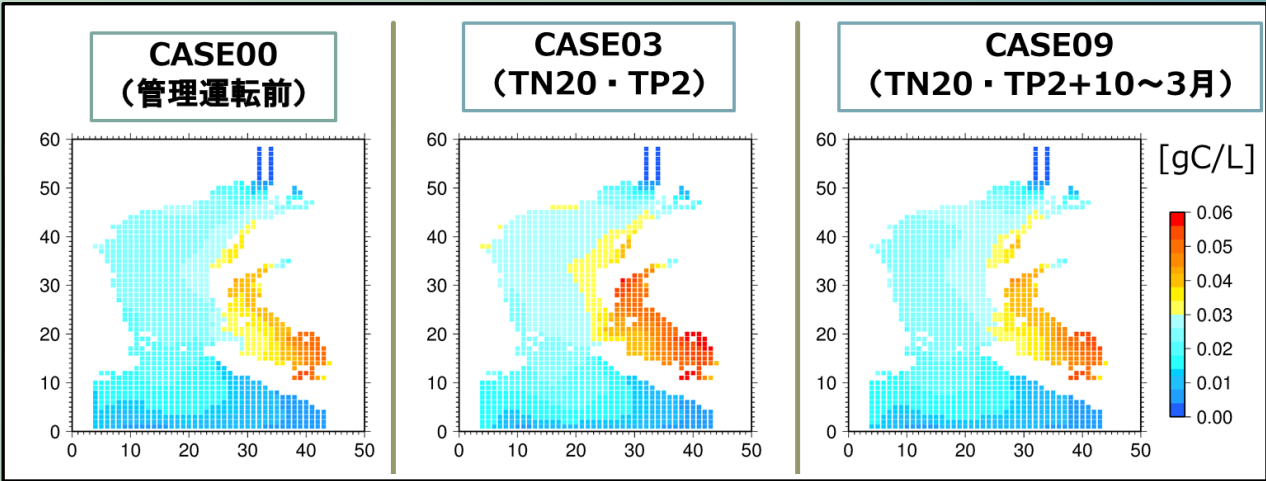


図-11 表層動物プランクトン量の変化

貧酸素水塊への影響

図-12に示すようにモニタリング結果によると貧酸素水塊の面積は伊勢湾で増加、三河湾で微増傾向にある一方で、T-N・T-Pは各海域で直線的な減少傾向にあり、両者に関係性はみられない。この点について、これまでの研究成果を踏まえると、窒素・リンの減少にともなって海域の有機物は減少しているものの、同時に有機物を利用する生物も減少しているため、正味の有機物量は減少せず貧酸素水塊も減少しないためと考えられる。すなわち管理運転によって増加した有機物が生物資源に転換できれば、貧酸素水塊の拡大は生じないと考ええる。

CASE03を例にすると、この管理運転によってアサリ以外にもマクロベントス量が25g wet/m²程度増加すれば、貧酸素水塊の拡大は生じることはないと予測された。このことは管理運転と並行して生物の生息場となる浅場・干潟の再生・保全が重要であることを示すものである。

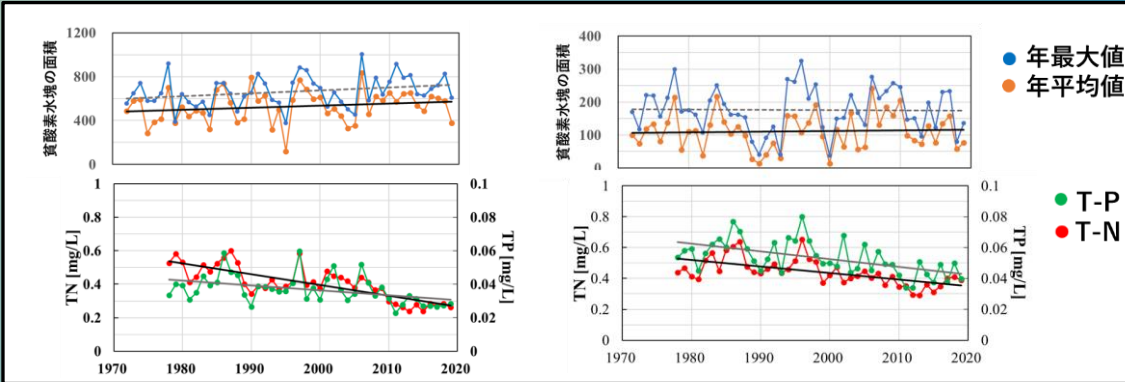


図-12 伊勢湾(左図)と三河湾(右図)における貧酸素水塊とT-N、T-Pの推移