土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 75, No. 2, I_1021-I_1026, 2019.

伊勢湾における下水処理場での栄養塩の管理運転の有効性に関する試算

永尾　謙太郎[1,3]・中村　由行[2]・鶴島　大樹[3]・小山　悠人[3]

[1]正会員　横浜国立大学大学院　都市イノベーション学府（〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-1）
E-mail:ngo20503@ideacon.co.jp
[2]正会員　横浜国立大学大学院教授　都市イノベーション学院（〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-1）
E-mail:nakamura-y@ynu.ac.jp
[3]いであ株式会社　国土環境研究所　水環境解析部（〒224-0025 横浜市都筑区早渕2-2-2）

海域の生物生産性を向上させる施策として着目されている下水処理場における栄養塩の管理運転について，漁獲量の減少が著しい伊勢湾を対象として，その有効性や留意点について数値シミュレーションモデルを用いて検証した．

予測結果として，下水処理場における栄養塩の管理運転により湾内の一次生産・二次生産・二枚貝類資源を増加させることができると試算された．しかしながら伊勢湾では栄養塩の放流先が湾奥や港湾区域内に集中しているため，窒素・リン濃度が低い海域に栄養塩を必ずしも効率的に供給できるわけではないことが明らかとなった．このような状況下において，栄養塩の管理運転に伴う貧酸素水塊の拡大や湾内の栄養塩の偏在化を避けつつ生物生産性の回復を図るためには，放流先の海域において浅場・干潟・藻場等の生息場の維持・保全・再生を併せて検討し，生物の食物連鎖を通じた有機物の無機化機能の強化を図る必要があると考えられた．

Key Words : *nutrient management, productivity, hypoxia, clam resource, ecosystem model, Ise-bay*

1.　はじめに

伊勢湾では二枚貝類・底魚等の漁獲量の衰退が著しい．愛知県では中山水道航路の整備に伴い発生した浚渫土砂を活用した浅場・干潟造成により，2000 年代にはアサリ・ガザミ等の漁獲量が増加し事業の有効性が示された[1]が，2012 年頃を境にこれら漁獲量は減少の一途をたどっている．アサリを例にとると 2000 年代には最大約 2 万トン／年あった漁獲量は 2017 年には約 2,000 トン／年までに減少している．三重県は愛知県よりもさらに深刻な状況にあり，アサリ漁獲量が数百トン／年にまで低迷するなど地元水産業は危機的な状況にある．

これまで二枚貝類・底魚等の底生生物の減少は生息場での貧酸素水塊の発生（苦潮）が主要因と考えられてきた[2]が，近年のアサリの衰退要因としてクロロフィル *a* 不足の可能性が指摘されている点[3][4]や，窒素・リン濃度の低下は一次生産だけでなくそれらの高次生物への転送効率も低下させている点[5]を踏まえると，伊勢湾の漁獲量の衰退の一因を窒素・リン濃度の低下が担っている可能性は否定できない．窒素・リン濃度の低下と漁獲量の減少の因果関係が指摘されている海域は伊勢湾に限ったものではなく，その対応策として水産用水規準 2018 年度版には全窒素・全リン濃度に下限値が設けられた[6]．

これまでに海域の窒素・リン濃度を増加させる取り組みとして，瀬戸内海・有明海を中心に下水処理場での栄養塩の管理運転が行われ，ノリ養殖を対象に一定の効果が確認されている[7]．三河湾においても 2018 年度より浄化センターにおいて放流水のリン濃度を 2 倍とした実証試験が行われており，その有効性について現在，取りまとめが行われているところである[8]．

一方で伊勢湾のような閉鎖性海域においては，栄養塩の管理運転が夏季の貧酸素化を助長しないかなどの懸念もある．今後，生物生産性の回復と貧酸素化の抑制の両立を実現するためには海域での適切な窒素・リン濃度を見出す必要があるが，その濃度は海水交換性などの湾の物理的特性や，動・植物プランクトンを利用する生物の生息基盤の存在量に左右されると考えられる．

このような背景のもと，本研究では伊勢湾を対象に生物生産性の回復を図る施策として下水処理場での栄養塩の管理運転（以降，管理運転とする）に着目し，その有効性・留意点について数値シミュレーションモデルを用いた試算を行った．

2. 伊勢湾における窒素・リン濃度の長期変化

図-1に示すように伊勢湾を伊勢湾奥，伊勢湾央，三河湾の3つのエリアに区分した上で，年4回実施されている広域総合水質調査（環境省）を基に，全窒素（T-N），全リン（T-P）のエリア内の平均濃度の経年変化を整理し**図-2**に示す．T-N濃度は全湾で有意な減少傾向にある[9]．T-P濃度は1980年から2010年までは年変動がありつつも横ばいの傾向にあったが，アサリ漁獲量の著しい衰退がはじまった2012年前後から現在に至る期間は過去に比べ低濃度で推移していることがわかる．T-NとT-Pの長期変化の傾向の違いは，底泥からの窒素とリンの溶出形態の違いに起因するのでないかと推測しているが，今後検討を進めてゆく必要がある．

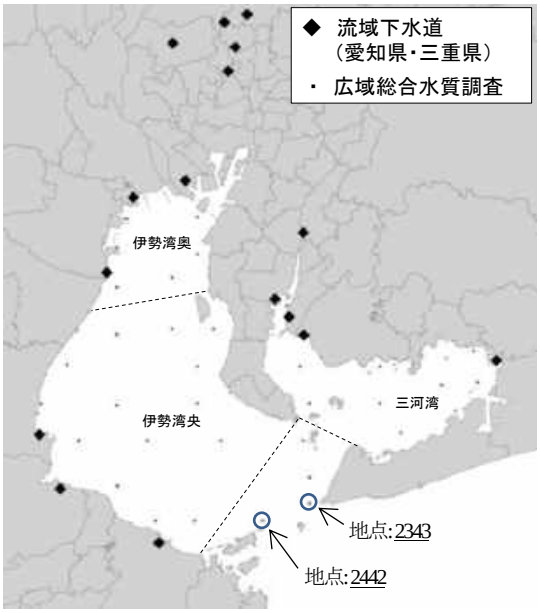


図-1 伊勢湾・三河湾のエリア区分

3. 窒素・リンの供給源別負荷量の算定

伊勢湾への窒素・リンの供給源の主たるものとして，陸域からの負荷，底泥からの負荷，外洋からの負荷が想定される．現状の伊勢湾において，これら負荷量の寄与割合を数値シミュレーションモデルを用いて推定した．

(1) 数値シミュレーションモデルの概要

推定にあたっては，永尾ら[5) 10) 11)]の数値シミュレーションモデルを用いた．計算範囲は三河湾を含む伊勢湾全域とし，海底地形にはM7001 （遠州灘 ver2.0 日本水路協会）を用いた．計算格子として水平方向には1600mの正方格子を用い，鉛直方向には全28層に分割した．入力条件となる河川流量として，一級河川は水文水質データベース（国土交通省）を，中小河川は流域面積・降水量・流出係数から簡易的に算定したものをそれぞれ用いた．また一級河川を介した負荷量はL-Q式（中部地方整備局）を用いて算定し，中小河川を介した負荷量は発生負荷量（環境省）に流達率を乗じて算定した．ここで流達率は**図-3**に示すように湾内のT-N，T-P濃度の整合性が高まるよう任意に調整した．

底泥からの窒素・リンの溶出量の算定には，田中ら[12)]の手法を適用し，式(1)(2)に示すようにモデル内部で計算される分解性別の懸濁態有機窒素・リンの沈降フラックスに応じて溶出量が計算される構造とした．さらにリン酸態リンについては貧酸素化に伴う溶出も考慮されている．

$$j_{NH4} = \sum_k^{NDEC} \alpha_k \cdot -j_{PON_k} \tag{1}$$

$$j_{PO4} = \sum_k^{NDEC} \alpha_k \cdot -j_{POP_k} + j_{Anoixc} \cdot max\left(\frac{DO_{po4flux} - DO}{DO_{po4flux}}, 0\right) \tag{2}$$

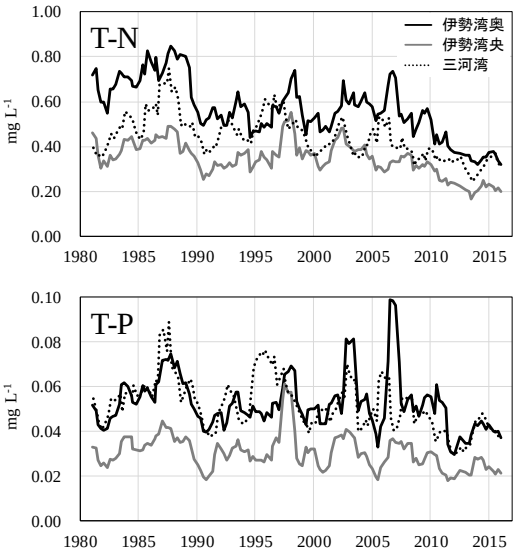


図-2 表層水の T-N，T-P 濃度の長期変化
（移動平均値：区間 4）

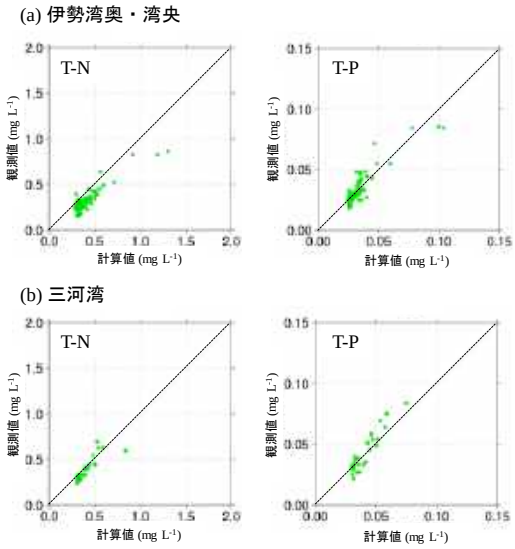


図-3 地点毎の計算値と観測値の関係（年平均値）

ここで上向き方向のフラックスを正として，j_{NH4}はアンモニア態窒素の底泥からの溶出量，j_{po4}はリン酸態リンの底泥からの溶出量，kは有機物分解性（$NDEC$=3で，1から順に易分解性・準易分解・難分解性の3種に区分），α_k は沈降有機物の分解性毎の分解割合で（$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$） = （1.00, 0.05, 0.00）とし，j_{PON}, j_{POP}は植物プランクトンなどの生物態を含む懸濁態有機窒素・リンの沈降量（計算値），j_{Anoxic}は無酸素時の最大リン溶出量で10 mg m^{-2} day^{-1}, DOは底層溶存酸素濃度（計算値），$DO_{po4flux}$は溶出が始まる底層溶存酸素濃度で3.5 mg L^{-1}とした．

湾口境界として主要14分潮の潮汐および潮位偏差（鳥羽検潮所）を与えるとともに，水温・塩分には愛知県沿岸定線調査（地点:A10）を用いた．さらに湾口の窒素・リン濃度には広域総合水質調査で湾口に近い地点（地点番号:2343, 2442の2地点の平均値）の観測値を用いた．気象条件として風向・風速にはメソ数値予報モデルGPV（MSM）を用い，日射量・気温等は名古屋地方気象台や伊勢湾に設置されているモニタリングブイでの観測データを用いた．

二枚貝類による懸濁態有機物の浄化についても田中ら[12]の手法を適用した．本手法は二枚貝類の現存量を境界値（固定値）とし，二枚貝類による有機物の濾水，呼吸による栄養塩類の排泄・酸素消費を再現するものである．愛知県・三重県の漁獲統計（農林水産省）から2014～2015年の市町村別のアサリ漁獲量を収集した上で，中田[13]を参考にアサリ漁獲量の5倍が二枚貝類の資源量に相当し，さらに各市町村で漁獲されたアサリはその近傍の浅場・干潟（水深5m以浅）で漁獲されたという2つの仮定を置き，二枚貝類の現存量を計算格子毎に設定した．計算は2014年4月～2015年3月の1年間を対象に実施した．

その他，計算パラメーター等の計算条件，およびモデルの再現性の詳細は永尾ら[5) 10) 11)]を，モデル仕様の詳細は田中ら[12]をそれぞれ参照されたい．

(2) 伊勢湾における窒素・リンの供給源別負荷量

2014年4月～2015年3月の1年間の平均値として，計算結果から得られた窒素・リンの供給源別の負荷量を**表-1** に示す．水質総量削減が継続されている現状においても陸域からの流入負荷が伊勢湾の主要な負荷源となっていることがわかる．さらに**図-4** に示すように環境省公表の伊勢湾流域の T-N・T-P の発生負荷量 [14]と本研究で推定した流入負荷量は概ね一致していた．窒素・リンの負荷量として，現在でも陸域からの負荷量の寄与が高い点，発生負荷量は 1980 年代以降着実に減少している点を踏まえると，**図-2** に示した伊勢湾の窒素・リン濃度の長期的な低下をもたらしている主要因は陸域での発生負荷量の減少であると推測される．

表-1 供給源別の全窒素・全リンの年間負荷量

(ton year^{-1})	T-N	T-P
陸域からの流入	+35,600	+3,100
底泥からの溶出	+17,100	+2,900
湾口からの流入	−15,700	−2,400

※年平均値として，プラス(+)は伊勢湾への流入，マイナス(−)は伊勢湾から流出することを表す．整理期間は2014年4月～2015年3月である．

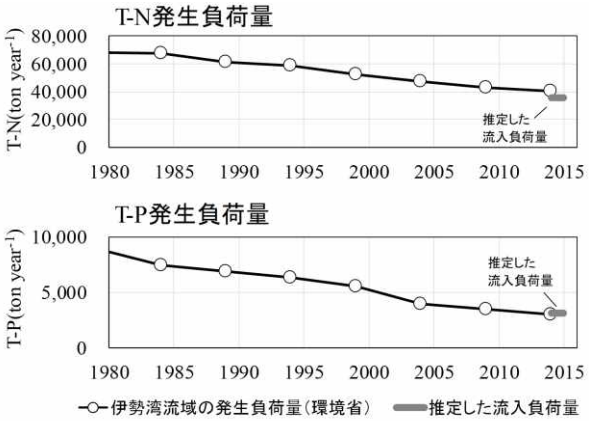


図-4 伊勢湾流域での発生負荷量の推移（環境省）と推定した流入負荷量の関係

4. 下水処理場における栄養塩の管理運転の有効性の評価

窒素・リンの海域供給による生物生産性の回復をねらった下水処理場での栄養塩の管理運転の有効性について，前述の数値シミュレーションモデルを用いて評価を行った．国土交通省による栄養塩の管理運転の手順書[15]では，栄養塩の管理運転は水質環境基準の達成・維持が担保できること，地先の周辺水質等への大きな影響が想定されないことを確認した上で，必要に応じて下水処理水の放流先での養殖等に配慮し，不足する栄養塩を供給することで地域のニーズに応じた豊かな海の実現を目指すものとされている．本研究では伊勢湾流域での栄養塩の管理運転によって，生物生産性の向上がどの程度図れるかのか，それに伴い貧酸素水塊は拡大するのかを把握することに主眼を置き，**図-1**に示した愛知県・三重県の全流域下水道での栄養塩の管理運転を想定した予測計算を実施した．なお本研究では水平方向の計算格子サイズを1600mとしたため，マクロな視点で湾内の生態系の応答性を評価することは可能であるが，放流先となる地先スケールで密な評価を行うには，より細分化された計算格子を用いる必要がある．

(1) 予測条件

表-2に示すように予測ケースでは放流される栄養塩濃

表-2　栄養塩の管理運転を想定した予測ケース

ケース	計算条件
現況	実際の 2014 年 4 月～2015 年 3 月
常時管理運転	常時　　：DIP・DIN 濃度を 2 倍
期間管理運転	10～3 月：DIP・DIN 濃度を 2 倍

表-3　管理運転前後の年平均 T-P 濃度の増加率

ケース		現況の T-P 濃度と増加率		
		伊勢湾奥	伊勢湾央	三河湾
現況濃度 (mg L^{-1})		0.055	0.031	0.048
増加率 (%)	常時	2.2	1.6	4.6
	期間	1.0	0.7	2.3

※表層濃度を用いて算定した.

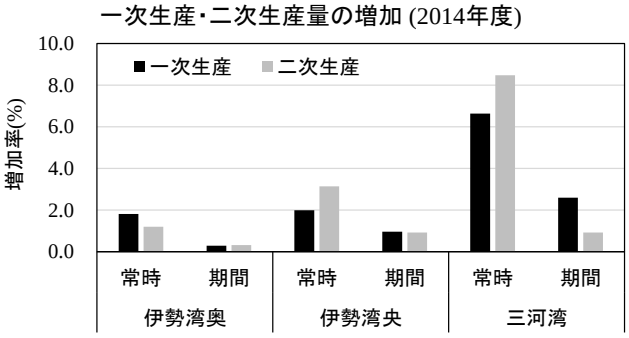


図-5　管理運転による一次生産量・二次生産量の増加率

度（DIN, DIP）を三河湾で実施中の実証試験を参考に現状の2倍とした．実施されている実証試験ではDIPのみ濃度を2倍に管理されているが，計算結果として窒素制限下にあるエリアでは管理運転の有効性を評価できない．本研究では栄養塩の管理運転の有効性のポテンシャルを評価することを目的とし，DIPに加えDINも増加させた管理運転を想定した．なお図には示していないが，伊勢湾のDIN/DIP比とレッドフィールド比を比較すると，窒素制限もしくはリン制限の一方に偏っているわけではなく，年によって制限因子が変動している状況にあった．さらに管理運転の時期としては，”常時管理運転”（通年）と”期間管理運転”（10～3月）の2ケースを設けた．この管理運転による流入負荷量の増分は，**表-1**に示した陸域からの全流入負荷量に対して，常時管理運転で5%程度，期間管理運転で2%程度に相当する．この2ケースと現況ケースを比較することにより，下水処理場における栄養塩の管理運転の有効性の評価を行った．

(2)　窒素・リン濃度の増加域（予測結果）

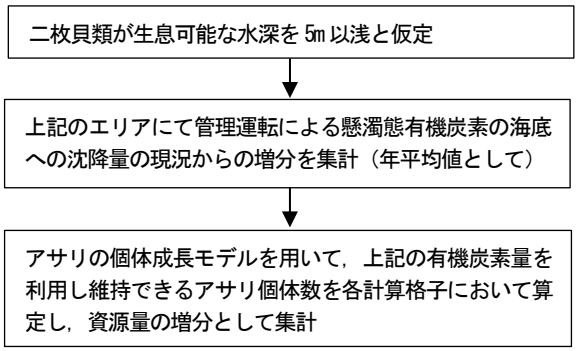


図-6　アサリ資源量の増分の推定手法

永尾ら[5]はT-N濃度が約0.30 mg L^{-1}，およびT-P濃度が約0.03 mg L^{-1}（環境基準II類型）を下回る時点から，小型の植物プランクトンが優位に増殖し始め，食物連鎖に占めるmicorbial-food-webの寄与が高くなることにより，一次生産から二次生産への転送効率が低下し始めることを示している．予測結果で得られた管理運転による上記濃度を上回る面積の増加率は常時管理運転で2%程度，期間管理運転で1%程度，面積にすると約3,200～6,400haの増加であった．

表-3にはT-Pを例にとり，管理運転前後でのエリア内の平均濃度の増加率を示すが，現在濃度が低い湾央よりも，湾奥のように元来濃度が高い海域で増加率が高くなる傾向が強かった．これは伊勢湾では下水処理水の放流先が，T-N・T-P濃度が高い伊勢湾奥や港湾区域内（名古屋港，衣浦港など）に集中しているためと考えられる．

(3)　一次生産・二次生産の増加量（予測結果）

図-1 に示したエリア区分に基づき，管理運転による伊勢湾奥・伊勢湾央・三河湾での一次生産量・二次生産量の現況からの増分を**図-5** に示す．ここで一次生産量は植物プランクトンの純生産量（全光合成量から細胞外分泌量・呼吸量を差し引いたもの），二次生産量は動物プランクトンの総捕食量と定義した．

管理運転により一次生産・二次生産ともに増加し，当然ながら期間管理運転より常時管理運転のほうが増加率が高い結果であった．また三河湾（知多湾側）では他に比べ湾の規模に対して流域下水道からの放流水量が多く，常時管理運転時には 5%以上の生産量の増加率が見積もられた．

(4)　アサリ資源の増加量の試算

図-5 に示した一次生産・二次生産量の増加は管理運転前後で二枚貝類の資源量は変わらないと仮定した上での予測結果であるが，一次生産量の増加に伴い二枚貝類資源の増加が見込まれる．そこで**図-6** に示すように管理運転前後での水深 5m 以浅における海底への植物プラ

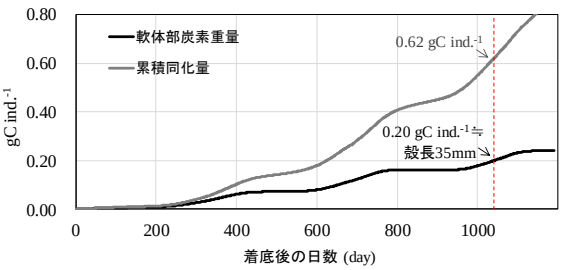


図-7　アサリ個体の成長過程の計算結果

表-4　管理運転によるアサリ資源の増加量の結果

	期待される二枚貝類資源増加量 (ton W.W.)	左記に占める港湾区域内での増加割合 (%)
常時	24,500	61
期間	6,800	41

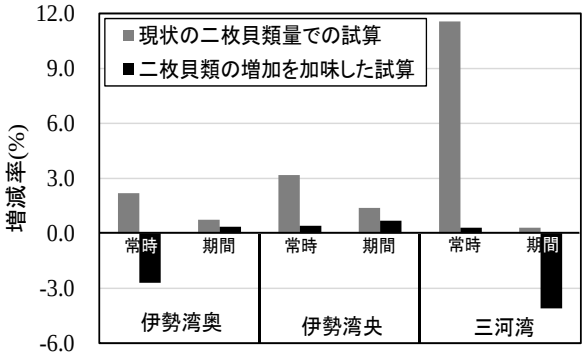
ンクトンを含む懸濁態有機炭素の沈降量の増分は，すべて二枚貝類の成長に利用されるとの仮定を置き，花町ら[16]のアサリの個体成長モデルを用いて資源量の増分を試算した．

花町ら[16]の個体成長モデルにおいてアサリ個体の成長速度 G は式(3)で表される．

$$G = Ass - Res \tag{3}$$

ここで Ass は同化量 (gC day^{-1} ind.$^{-1}$)，Res は異化量 (gC day^{-1} ind.$^{-1}$)である．モデルの詳細は花町ら[16]を参照されたい．このモデルに伊勢湾の水温を入力し，餌料は常に豊富であるという条件の下，アサリ個体の成長過程を計算すると，**図-7** に示す結果が得られる．長谷川ら[17]の知見を参考に，アサリの漁獲サイズを殻長 35mm（≒軟体部炭素重量として 0.20 gC ind.$^{-1}$）と仮定すると，**図-7** から漁獲サイズになるまでに必要な餌料が約 1050 日間で 0.62gC ind.$^{-1}$ と推定できる．この結果からアサリ 1 個体が必要な平均有機炭素量を 0.22gC ind^{-1} year^{-1} と定義した．この値で水深 5m 以浅の計算格子における懸濁態有機炭素の沈降量の増分を除した結果を管理運転前後でのアサリ個体数の増分とした．

試算結果を**表-4** に示す．ここでアサリ 1 個体の平均重量を 7.4 gW.W.と仮定して資源量（湿重量）を算定した．アサリ資源量は常時管理運転で 24,500 トン，期間管理運転で 6,800 トンが増加すると試算された．伊勢湾の港湾区域内はアサリの主要な母貝場として機能していることがわかっている[18]が，試算結果でもアサリが増加するエリアの半数近くが名古屋港と衣浦港の港湾区域内であるという特徴があった．海底に沈降する懸濁態有機物が効率的に二枚貝類に利用されることが前提にはなるが，現状の伊勢湾のアサリ漁獲量が数千トンであることを踏



※プラスは現況より増加，マイナスは現況より減少を表す．

図-8　貧酸素水塊の面積の増減率の予測結果

まえると，二枚貝類の資源量に与える管理運転の効果は大きいと推測される．

(5)　貧酸素水塊の変化（予測結果）

管理運転によって負荷量を増加させた場合，貧酸素水塊を助長させる可能性が懸念される．そこで貧酸素水塊の増加の有無について，底層溶存酸素 2mg L^{-1}以下の年間累積面積を指標とした現況からの増減率を**図-8**に示す．栄養塩の管理運転に伴い，仮に窒素・リンを利用する高次生物（ここでは二枚貝類：アサリを対象）が現状から増加しない場合は，貧酸素水塊は増加すると予測された．夏場において管理運転を実施しない期間管理運転においても貧酸素水塊が1%程度は現状より増加すると予測された．一方で，前節で試算したアサリの資源量の増加を予測条件に加味した場合，湾内の生物浄化力が高まることで，結果として貧酸素水塊の拡大は大幅に軽減されると予測された．言い換えれば，生物生産性の向上と貧酸素化の抑制の両立には，管理運転により海域に供給される窒素・リンを効率的に高次生物に転換させる必要があり，そのためには放流先において生物の生息基盤となる貧酸素化しない浅海域（干潟・浅場など）を維持・保全・再生していくことを併せて検討することが不可欠であると考えられる．

5.　おわりに

海域の生物生産性を回復させる施策として着目されている下水処理場における栄養塩の管理運転について，漁獲量の減少が著しい伊勢湾を対象として，数値シミュレーションモデルを用いて，その有効性や留意点を検証した．主要な結論を下記に示す．

・近年の伊勢湾の窒素・リン濃度の低下は，陸域での発生負荷量の削減が主要因である．
・下水処理場における栄養塩の管理運転により，湾内

の一次生産・二次生産を増加させることができるが，栄養塩の放流先が湾奥や港湾区域に集中しているため，伊勢湾央などの窒素・リン濃度が低い海域に必ずしも効率的に栄養塩を供給できるわけではない．大阪湾では湾内での栄養塩の偏在化が問題となっている[19]が，伊勢湾でも管理運転によって栄養塩の偏在化を助長しないよう配慮する必要がある．

・栄養塩の偏在化を避けるためには，放流先の海域，とくに放流先が集中する湾奥において，浅場・干潟・藻場等の生息場の維持・保全・再生を併せて検討し，生物の食物連鎖を通じた有機物の無機化機能を高める必要がある．それは貧酸素水塊の抑制にもつながり，環境省が推進する「きれいで豊かな海」の実現を可能にするものと考えられる．

・伊勢湾では特に伊勢湾南部の既存の浅場・干潟において生物が年々減少する状況にあり，単に浅場・干潟を造成すれば生物資源が増加する状況とは考えにくく，今後は窒素・リン濃度を適切に管理することも重要な再生方策として位置付けれられるだろう．

謝辞：研究を進めるにあたり，名城大学大学院総合学術研究科 中田喜三郎特任教授，鈴木輝明特任教授ならびに（国研）港湾空港技術研究所 井上徹教グループ長には貴重な御助言を頂いた．ここに感謝の意を表す．

参考文献

1) 鈴木輝明: 三河湾から考える沿岸域環境管理―藻場・干潟ビジョン成功を願って―, 漁港漁場漁村研報, Vol.39, pp.4-9, 2016.
2) 武田和也，石田基雄: 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, Vol.12, No.2, pp.51-58, 2006.
3) 鈴木輝明: 浚渫土砂を利用した大規模干潟・浅場造成と今後の栄養塩管理の必要性－三河湾を例として―, 水環境学会誌, Vol.41(A), pp.256-261, 2018.
4) 鶴島大樹，永尾謙太郎，中田喜三郎: 数値シミュレーションを用いた伊勢湾におけるアサリの餌料不足に関する一考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2019.（印刷中）
5) 永尾謙太郎，中村由行: 伊勢湾における窒素・リン濃度に対する微生物ループの応答, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 74(2), pp.I_1243-I_1248, 2018.
6) 公益社団法人 日本水産資源保護協会: 水産用水基準 第8版(2018年度版), 2018.
7) 環境省: 栄養塩類の管理に係る順応的な取組の検討:中央環境審議会 水環境部会 瀬戸内海環境保全小委員会(第10回)資料 9, URL:https://www.env.go.jp/press/y0915-10/mat09.pdf, 2018.
8) 蒲原聡，高須雄二，湯口真実，美馬紀子，天野禎也，石田俊朗，宮脇大，鈴木智博: 2017年から2018年の三河湾における 2 ケ所の広域流域下水道の冬季リン管理運転が湾奥部の水質に与えた影響, 愛知水試研報, 24, pp.1-13, 2019.
9) 谷村譲紀，奥山幸俊，国分秀樹，佐藤弘之，小林利行，千葉賢，大八木麻希: 伊勢湾の水質変化とその傾向についての考察, 三重保環研年報, 第19号, pp50-54, 2017.
10) 永尾謙太郎，田中陽二，中田喜三郎，恩田充: 伊勢湾での詳細な観測データに基づく微生物を含めた物質循環解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 71(2), pp.I_1411-I_14116, 2015.
11) 永尾謙太郎，中村由行: 伊勢湾における微生物ループの実態把握とそのモデル化, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 73(2), pp.I_1327-I_1332, 2017.
12) 田中陽二，中村由行，鈴木高二朗，井上徹教，西村洋子: 微生物ループを考慮した浮遊生態系モデルの構築，港湾空港技術研究所報告, 第 50 巻, 第 2 号, pp.3-68, 2011.
13) 中田喜三郎: 三河湾における貧酸素水塊形成過程の数値解析, 日本水産工学会誌, 46(2), pp.147-154, 2009.
14) 環境省ホームページ: 閉鎖性海域対策関連 水質総量削減，http://www.env.go.jp/water/heisa/tplc.html
15) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部: 下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的管理のための運転方法に係る手順書（案）, 2015.
16) 花町優次，東博紀，樋渡武彦，水野知巳，村上正吾，木幡邦男: 成長モデルを用いた伊勢湾伊勢地区におけるアサリ資源量の変動要因の推定, 水工学論文集, 第 54 巻, pp.1603-1608, 2010.
17) 長谷川夏樹，日向野純也: 伊勢湾におけるアサリの殻長―重量換算式, 水産増殖, 58(1), pp.155-158, 2010.
18) 国分秀樹，羽生和弘: アサリの生活史における伊勢湾奥部港湾区域の重要性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 74(2), pp.I_1249-I_1254, 2018.
19) 国土交通省近畿地方整備局: 大阪湾環境データーベース: http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankyo-db/intro/detail/kankyou/detail_p05-2.aspx

(2019. 3. 13 受付)

EFFECTIVENESS ASSESMENT OF NUTRIENT MANAGEMENT OPERATION AT SEWAGE TREATMENT PLANTS IN ISE-BAY

Kentaro NAGAO, Yoshiyuki NAKAMURA, Daiki TSURUSHIMA, Yuto KOYAMA

This study focuses on nutrient management operation at sewage treatment plants as a measure to improve biological productivity in the sea area. The effectiveness of the nutrient managements was evaluated using a numerical simulation model in Ise-bay where the amount of catch has decreased particularly in recent years. As a results, it was estimated that nutrient management operation could increase primary production, secondary production and clam resource. In order to reduce hypoxia and to regenerate of biological productivity simultaneously, it is necessary to implement conservation and restoration of habitats such as tidal-flats and seaweed-beds in conjunction with nutrient management operation.