

催事への参加・参観レポート

令和 4 年 10 月 19 日

- 催事名 公開講座「豊かな海の栄養源～きれいな海は豊かな海か?～」
 報告者 事務局 野田賢司 (1)

項目	内 容
日時	令和 4 年 8 月 20 日 (土) 15:00～17:00
場所	Zoom によるオンライン開催
主催	矢作川流域圏懇談会
内容	<p>1. はじめに</p> <p>矢作川流域圏懇談会は、山部会・川部会・海部会・市民部会で構成され、河川管理者だけでは解決できない課題に対して、流域一体となって取り組み、互いに連携し、いい川づくりと調和のとれた流域圏全体の発展につなげることを目的に設立された組織である。“流域は一つ、運命共同体”という共通認識のもと、治水、利水、環境、総合土砂管理、維持管理などの課題に対し、民・学・官の連携・協働で取り組みを行っている¹⁾。公開講座は、昨年度から、矢作川流域圏全体の共通課題を多くの人に知ってもらうことを趣旨として企画推進され、流域圏に住む人達だけでなく、多種多様な人の参加を期待している。第 3 回目の今回は「海部会」が主体となって企画されたもので、海の栄養不足がもたらす魚介類への影響について、流域の問題として皆さんと一緒に考えたいという思いから公開講座が開催された¹⁾。</p> <p>2. プログラム</p> <p>第一部 (15:00～15:15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開会あいさつ 海部会座長 青木伸一 氏 (大阪大学大学院工学研究科教授) ・趣旨説明 海部会副座長 鈴木輝明 氏 (名城大学大学院総合学術研究科特任教授) <p>第二部 (15:15～16:15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基調講演「潮干狩りができる「きれいで豊かな海」の再生に向けて」 講師 藤原建紀 氏 (京都大学名誉教授) <p>第三部 (16:15～16:55)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パネルディスカッション (指定討論者 2 名による意見情報) 蒲原 聡 氏 (愛知県水産試験場 場長) 千葉 賢 氏 (四日市大学環境情報学部 教授) <p>第四部 (16:55～17:00)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・閉会あいさつ 事務局・国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所 山路 哲 氏 (事業対策官) <p>3. 基調講演の概要</p> <p>(1) 海の栄養 (肥料: 窒素 N、リン P)</p> <p>(2) 海に入る N・P が減っている (大阪湾、浜名湖、三河湾、矢作川における経年変化)</p> <p>2021 年 6 月 9 日、改正瀬戸内海環境保全特別措置法 (通称、瀬戸法) 公布。環境省は、東京湾など 3 海域について一定の汚れを容認する方針を固めた (新聞報道 2021.4.26)。</p>

項目	内容
内容	<p>関係都府県は、国の新たな基本方針を踏まえ、排出削減計画を再検討する。</p> <p>(3) アサリと生物附着板を用いた現地調査を基に内湾海域の生物に必要な水質を定量化 植物プランクトン生産量（一次生産量）は、TN=0.2mg/L、TP=0.029mg/Lが栄養状態が高い内海型と栄養状態が低い外海型に切り替わるスイッチ点（生態系の維持に最低限必要な塩類濃度）である。アサリの栄養状態はTN<0.3mg/Lの海域で低く、気象擾乱状態<small>じょうらん</small>で減耗が起きやすい。ゴカイ類、ヨコエビ類・エビ類など魚餌料生物を含む二次生産のスイッチ点は、0.3mg/Lである。この結果から「水産用水基準」が改正された（2018）²⁾。</p> <p>(4) N・Pの削減が生物生産に及ぼす影響 卓越した優占種がなくなり、どの種も少数になっていた（栄養塩管理計画策定の大阪湾生態系調査データ）。 一目でわかる「豊かな海」と「痩せた海」の海岸、「賑わい」のある海岸。</p> <p>(5) テレビで見る豊かな海の栄養塩の濃度レベル</p> <p>(6) 豊かな海の再生とN・P 海の色は植物プランクトンの色である（カラス管の色彩見本）。海域にもよるが、2000～2010年代は、豊かさと綺麗さ<small>きれい</small>がある程度両立できていた。</p> <p>(7) まとめ</p> <p>① 栄養塩管理に必要なのは、N・Pがもたらす利点と欠点の両方を評価すること。現在の栄養水準を見極める（富栄養～貧栄養レベル）。化学的酸素要求量COD（有機物汚濁指標・湖沼・海域の環境基準項目）の値が下がらず、貧酸素水塊（形成・発達）が解消されない逆の変化、有機物生産が減らず栄養価の低い有機物に置き換わり、水産生物・海岸生物が著しく減って生食食物連鎖に乗らないことへの対策が必要である。</p> <p>② 陸域と海域を含めた流域の物質循環を扱う環科学（知見・データ）が不足している。</p> <p>③ 不十分な科学ながら今後どう対応していくか。経験則を参考に、現場をモニタリングしながら順応的管理の手法で対応することである。確からしい方向へ歩き出そう。</p> <p>4. 討論の概要</p> <p>(1) 蒲原場長：栄養塩に関する三河湾の現状（特徴と要因、対応への意見）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・愛知県の海・沿岸海域は、栄養塩低下により、アサリ漁獲量が減少し、ノリも生産期間の縮小等が起きている。 ・三河湾の全窒素TN・全リンTP濃度、およびクロロフィルa濃度（ろ過食者・二枚貝の餌料となる植物プランクトン量の指標）は、1978年以降低下してきている。 ・1979年以降、陸域からの負荷量が低下したが、三河湾の貧酸素水塊の面積は横ばい。 ・アサリの肥満度は1998年以降低下している。2007年以降は、クロロフィルa濃度の低下に伴い、アサリの軟体部重量が生存限界重量を下回る（生残閾値を超える）試算となった（いわゆる餌不足・活力不足による減耗を示唆する）。 ・クロロフィルa濃度は、リンが環境基準を達成するようになった頃から10μg/L（0.01mg/L）を下回るようになり、愛知県のアサリ漁獲量は1/10の1,600tに低下した。 ・TPを増加する下水道管理運転*により、TPを放流する先で植物プランクトンの増殖が観測された。（*：矢作川・豊川流域下水道浄化センター2箇所の栄養塩管理運転³⁾） ・栄養塩管理運転後、浄化センター処理排水放流口に近い海域では、離れている海域よりクロロフィルa濃度が高く、アサリ資源量が多かった。 ・アサリ漁場の水質は、環境基準（海域）IV類型（TN 1mg/L以下、TP 0.09mg/L以下）に近いIII類型（TN 0.6mg/L以下、TP 0.05mg/L以下）が適しており、海域の類型指定

項目	内容
内容	<p>の見直しおよび陸域からの負荷量の検討が必要である。(注) () および下線：野田加筆。</p> <p>(2) 千葉教授：伊勢湾の現状</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湧くように魚がいた豊饒の伊勢湾の 1950 年代の窒素・リンの陸域からの負荷量は現在よりも少なかった可能性が高い。 ・伊勢湾の貧酸素水塊について、面積は地形の関係で上げ止まり、水塊内の酸素濃度は低下し続けている。 ・伊勢湾のクロロフィル濃度は、2002 年以降大きな変化なく、むしろ僅かな増加傾向にある。伊勢湾の内部生産には外海・海底からの N・P と再生産の N・P の寄与が大きい。再生産栄養塩とは、植物プランクトンが動物プランクトンなどに捕食されたり、内部生産有機物が微生物等により分解されたりして再生産される栄養塩のこと。 ・浮魚の漁獲量の変化から、近年になり伊勢湾の基礎生産量が大幅に低下しているとは考えにくい（相当量の栄養塩が外海から流入し、基礎生産を支えている）。底魚の生産量の減少は明確で、その主たる原因は貧酸素水塊の長期化と悪化ではないだろうか。 ・伊勢湾の水質・生態系変化は、浅い湖沼生態系の非線形的な遷移パターンに類似している。(図 1 参照) <div data-bbox="443 958 1390 1758" style="text-align: center;"> </div> <p>(M.Scheffer et al. (2001) ⁴⁾ に千葉加筆、野田補筆)</p> <p>図 1 外的条件が摂動に対する多重安定な生態系の回復力に影響する</p> <p>1950 年代以前の豊穡の伊勢湾・・・水草が繁茂し、透明度の高い状態 (中栄養) 1980 年代頃の伊勢湾・・・植物プランクトンが増殖し、透明度の低い状態 (富栄養) 現在の伊勢湾・・・<u>貧酸素が壁になって豊かな海に戻れない。</u> (やや中栄養)</p>

項目	内容
	<ul style="list-style-type: none"> ・伊勢湾のマクロベントスについて、2016年夏から環形動物も大きく減少した（悪化し続ける貧酸素水塊が、環形動物までも減らし始めた）。 ・伊勢湾表層では、栄養塩濃度およびN・P比の低下とともに植物プランクトンの小型化が進んでいる。優占種に大きな変化はないが、生態ピラミッドの最下部に変化が生じており、上位動物群への影響が必至と考えられる。（1980年代～2010年代の推移） ・環境省は東京湾、伊勢湾、瀬戸内海（大阪湾含む）の3海域について、現状以上の水質改善を求めず、水質汚濁防止法に基づく基本方針を改定し、新しい考え方を反映させる（水質改善で藻が減少、漁業不振、一定の汚れ容認、新聞報道 2021.4.26）。改正瀬戸法の新しい考え方は伊勢湾・三河湾、東京湾にも適用される。 <p style="text-align: right;">（注）（ ）および下線：筆者加筆。</p> <p>(3) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・参加者から質問や意見が5件ほど提出されたが、時間に余裕がなくなり、主催者・講師からの言及はなかった。 <p>5. 参加を終えて</p> <p>今回の講座は、沿岸海洋物理・生物、漁場環境保全、水産工学などが複合する分野であった。素養がないと、短時間で講演内容を咀嚼することは難しいと思われた。先端的な知見や調査研究中の成果も扱われていたので、大局からの判断も容易ではない。筆者は、事後、当日のメモをたよりに講座の内容を振り返り、咀嚼^{そしやく}できた事項も多かった。今回の講座で国内・世界の内湾内海で、若干の時間差はあるが似た状況が起きていること、その中で伊勢湾や三河湾に固有の症状があることも分かった。</p> <p>今回は栄養塩に焦点が当てられたが、海の環境・漁場の問題はそれだけで構成されているわけではない。他にも、第1回（海ゴミ・マイクロプラスチック汚染）、第2回（農薬の生態系汚染）の公開講座で話されたように、流域圏は多くの課題を抱えている。今回の講座で気になった点、加えて、紹介いただいた知見を更に少し深掘りした点を以下に記した。</p> <p>(1) 新聞報道の記事について</p> <p>3. (2) 及び 4. (2) で、「環境省は、一定の汚れを容認」の新聞記事を紹介いただいたが、誤解しないようにしたい。環境省が2022年1月24日策定した第9次「化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針（東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海）」にはそのようには書かれていない。</p> <p>確かに、海の生物の栄養塩になる窒素・リンの汚濁負荷の削減目標量は、「豊かな海」の実現のため、水質浄化及び生物多様性・生物生産性の確保等の重要性に鑑み、地域の実情を踏まえ、以前に比べて少なく設定されている。しかし加えて、「東京湾・伊勢湾は、窒素及びりんの環境基準の達成状況を維持しつつ、生物多様性・生物生産性の視点においても望ましい水質を目指すとともに、貧酸素水塊の発生抑制等の観点から水環境改善を図り」とし、さらに必要な事項として「藻場・干潟の再生・創出、底質改善対策、窪地対策、環境配慮型構造物の採用等の取組を推進することで、総合的に水環境の改善を図ること」としている。（後掲〈参考〉参照）</p> <p>つまり、環境省は、第9次にあたり、陸域の汚濁負荷量を今以上の削減を慎重に制御していくとともに、同時に、海生生物の生息環境を再生・修復する対策などを並行して推進し、総合的に水環境の改善を図るとする方針を打ち出している。今回の方針には、国が水質規制を緩め</p>

項目	内容
	<p>たわけではなく、公共用水域の水質管理に陸域（流域）の施策と海づくりとが一体になって進める必要があることが分かる。</p> <p>(2) 内湾・内海の食物連鎖について^{5~10)}</p> <p>3. (3) および (7) で生食連鎖、腐食連鎖について分かり易い説明が無かったので、講師の論文¹⁰⁾から付録の図（補足資料図 S1）を、図 2 に紹介する。</p> <div data-bbox="662 526 1117 952" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: right;">(藤原ほか (2022) 原図)</p> <p style="text-align: center;">図 2 海域における窒素 (N) の流れ概念図¹⁰⁾</p> <p>(3) 摂動に対する多重安定な生態系の回復力に影響を与える外的条件</p> <p>4. (2) 図 1 の補足: 全ての生態系は、気候、栄養塩負荷、生息地分断、または捕食などの漸進的変化に晒されている。通常、自然は漸進的変化にスムーズに対応すると考えられている。しかし、湖、サンゴ礁、海洋、森林、乾燥地などの研究から、スムーズな変化は、突然、対照的状态へ劇的に変化し中断されることが明らかになっている。このような変化引き金となる事象は様々であるが、最近の研究で、回復力が無くなると別の状態に切り替わる道が開かれる場合が多く示された。このような生態系の持続可能な管理のための戦略には、回復力の維持に焦点を当てるべきことを示唆している。(M. Scheffer et al. (2001) ⁴⁾)</p> <p>千葉教授は、このモデルの摂動（主要な力の寄与による運動が、他の副次的な力の寄与によって乱される現象）に夏季成層下で悪化し続ける貧酸素水塊をあてはめ、この壁が豊かな海への回復を妨げていると指摘する。</p> <p>(4) 沿岸海域の生態系のメカニズム、「豊かな海」づくりについて</p> <p>「水産用水基準 第 8 版 (2018 年版)」²⁾ の引用文献 (p.15, 25) から、B. Riemann et al. (2016) ¹¹⁾ の報告 (河口・沿岸の総合的生態系アプローチによる環境負荷低減後のデンマーク沿岸生態系の回復に関する研究成果) に注目させられた。今回の講座や上記の冊子では示されなかった。沿岸海域の生態系メカニズムの見方と「豊かな海」づくりの参考に 2 つの図を選んで、図 3、図 4 に示した。</p> <p>(5) 三河湾への河川水流入 (流域からの物質流入)、と内湾の潮流について</p> <p>過去の衛星写真 (赤外線画像、2000 年頃か年代不詳) による、矢作川等の出水による河川水の内湾移動・拡散状況が紹介されたが、一般市民に誤解やリン放出策との矛盾がないように考えたい。その点、鈴木輝明先生 (矢環研や愛知県水産試験場での講演等) や千葉先生 (公開講座第 1 回等) が紹介されたような伊勢・三河湾のアサリ幼生や海ゴミの移動・拡散・収束のシミュレーション図なども参考になる。</p> <p>矢作川など河川水の三河湾への流入・移動・拡散、潮流は、海岸・海底の地形・地物 (自然・</p>

項目	内容
	<p>各要素の相対的応答値</p> <p>a</p> <p>Stratification 成層化</p> <p>Secchi depth セッキ深度</p> <p>Oxygen 酸素量 DO</p> <p>TN input 全窒素負荷</p> <p>TN conc 全窒素濃度</p> <p>TP conc 全リン濃度</p> <p>TP input 全リン負荷</p> <p>1990 1995 2000 2005 2010 2015</p> <p>Relative response in different components</p> <p>b</p> <p>Benthic deposit feeders 底生堆積物食動物</p> <p>Macroalgae total cover 大型藻類の総被覆</p> <p>Eelgrass main depth アマモの主要深度</p> <p>総底生大型動物</p> <p>Total benthic macrofauna 総底生大型動物</p> <p>Chlorophyll クロロフィル</p> <p>Benthic filter feeders 底生ろ過食動物 (二枚貝)</p> <p>1990 1995 2000 2005 2010 2015</p> <p>Relative response in different components</p>
	<p>図3 沿岸海域(干潟・浅場)における各要素の相対的応答値の経年変化 (a: 栄養塩・物理的要素、b: 沿岸生態系)</p>
	<p>(B. Riemann et al. (2016) に野田加筆)</p> <p>1st recovery pathway 第1の回復経路</p> <p>nutrient load 栄養塩負荷</p> <p>nutrient conc 栄養塩濃度</p> <p>2nd recovery pathway 第2の回復経路</p> <p>chlorophyll (microalgae) クロロフィル (微細藻類)</p> <p>stratification 成層化</p> <p>3rd recovery pathway 第3の回復経路</p> <p>Secchi depth (light) セッキ深度 (光)</p> <p>アマモ eelgrass</p> <p>大型藻類 macroalgae</p> <p>堆積物食動物 deposit feeders</p> <p>ろ過食動物 (二枚貝) filter feeders</p> <p>栄養塩 nutrients</p> <p>有機物粒子 detritus</p> <p>堆積物 sediment</p> <p>水柱 water column</p> <p>遺体・排泄等 detritus</p>
	<p>図4 栄養塩削減後、沿岸生態系を回復させる概念的枠組み</p> <p>(B. Riemann et al. (2016) に野田加筆)</p>

項目	内容																																										
	<p>人工)、季節、塩分・水温躍層、風向・風速によって3次的に流動している。三河湾独特のエスチュアリー循環・流動(表層(淡水・低塩水・高温水)が沖に、下層(外海水、貧酸素水塊)が河口・岸辺に動く)も働いている。三河湾の秋季・冬季・春季の状態、赤潮時、苦潮時の潮流などパターン化して考えていく必要がある。^{12~21)}</p> <p>(6) 海の温暖化、内海と内湾、三河湾の水温について</p> <p>公開講座では、大阪湾を中心にある調査時期における内海・内湾の海況と栄養塩の状況が述べられ、海水温について変化がないという説明もあった。しかし、海域の温暖化や三河湾等の海水温上昇など、既存の研究成果やこれまで当流域圏懇談会・海部会を中心に話されてきた内容と違うので、一般市民に誤解が無いように考えたい。</p> <p>近年の三河湾の海水温は、季節変動するが、秋季などは上昇傾向にある^{22~27)}。(4)と密接に関連するが、外海水の流入、成層構造が無くなる秋季～春季、台風など強風・波浪が強い時、表層から底層に温度が伝わる。昇温・海況によって貝類など底生生物は、冬季も代謝が促進され、冬越しに蓄えたエネルギーが消費されることで、衰弱し、アサリ稚貝等の減耗率が上がるというスパイラルに陥っていると言われている(本田ほか,2015)³¹⁾。</p> <p>本田ほか(2015)³¹⁾は、三河湾の海水温変化の要因には、名古屋の気温が影響していると考えている。参考に、近年41年間における名古屋の月平均気温から推移される気温上昇を、図5および後掲の参考図1に示した。各月の平均気温は上昇傾向で、中でも晩冬・早春と中秋の上昇幅が目立つ。</p> <p>なお、筆者は、中電碧南火力の建設・増設・稼働(温排水)、矢作川流域下水道浄化センターの供用開始・増設・運転(処理水放流)の時期と、神戸(2020)²⁶⁾が報告した三河湾の海水温の推移とを比較して調べてみたが、関係性はみられなかった。</p> <div data-bbox="478 1187 1308 1456" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>名古屋の月平均気温一次回帰式係数から推定した41年間の気温上昇</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>回帰直線係数</th> <th>41年間の気温上昇(°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>0.055</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>2月</td><td>0.085</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>3月</td><td>0.075</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>4月</td><td>0.020</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>5月</td><td>0.060</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>6月</td><td>0.050</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>7月</td><td>0.060</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>8月</td><td>0.055</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>9月</td><td>0.060</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>10月</td><td>0.085</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>11月</td><td>0.055</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>12月</td><td>0.030</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>年</td><td>0.055</td><td>1.5</td></tr> </tbody> </table> </div> <p>図5 名古屋の月平均気温一次回帰式係数から推定した41年間の気温上昇</p> <p>(7) 海生生物の生息環境を再生・修復する対策について</p> <p>既に、本田ほか(2015)³¹⁾が、「三河湾の環境を修復するためには『干潟(浅場)・藻場等の減少』による水質悪化のスパイラルから脱し、生物的機能による自律的な回復軌道に復帰させることが重要となる。そのためには、残された干潟・浅場を保全するとともに新たな干潟・浅場を造成し水質浄化機能を向上させることが最も優先すべき課題と考えられる。」と論じていることに注目させられた。ただし、筆者は、干潟・浅場の再生に修復・回復する措置はよいと思うが、現況を潰し新たに創出する人工造成や代償対策を行う場合は、長期的にみてダメージ(環境負荷)にならないよう慎重な検討が必要と思う。^{28~35)}</p> <p>(8) これからの水環境の保全と再生、閉鎖性海域の栄養塩管理への取り組み</p> <p>閉鎖性海域は、接続海域との水の交換が限定的で、地形や気象の物理的条件から潮流・生態系構造が個性的である。流域から流入した汚濁物質や栄養塩類、ゴミも内部に蓄積しやすい。流域からの濁水・有害物質・有機物等による水質汚濁、富栄養化に脆弱である^{36~40)}。講師の</p>	月	回帰直線係数	41年間の気温上昇(°C)	1月	0.055	1.5	2月	0.085	2.5	3月	0.075	2.0	4月	0.020	0.5	5月	0.060	1.5	6月	0.050	1.0	7月	0.060	1.5	8月	0.055	1.5	9月	0.060	1.5	10月	0.085	2.5	11月	0.055	1.5	12月	0.030	1.0	年	0.055	1.5
月	回帰直線係数	41年間の気温上昇(°C)																																									
1月	0.055	1.5																																									
2月	0.085	2.5																																									
3月	0.075	2.0																																									
4月	0.020	0.5																																									
5月	0.060	1.5																																									
6月	0.050	1.0																																									
7月	0.060	1.5																																									
8月	0.055	1.5																																									
9月	0.060	1.5																																									
10月	0.085	2.5																																									
11月	0.055	1.5																																									
12月	0.030	1.0																																									
年	0.055	1.5																																									

項目	内容
	<p>藤原京大名誉教授がまとめて言及されたことであるが、同様に、西嶋広島大教授は、現状では瀬戸内海や他の閉鎖性海域への栄養負荷が、健全かつ高い生物生産を有する生態系の維持に必要な負荷を下回ったと判断するための科学的なエビデンスが十分あるとはいえないとして、栄養塩管理には、それぞれの海域の生態系の理解を基礎とした多くの科学的な知見が要求されると展望している（西嶋,2021）³⁸⁾。</p> <p>第9次総量規制のあり方等を検討・諮問する環境省中央環境審議会水環境部会生活環境項目環境基準専門委員会委員長の岡田広島大学名誉教授は、より広い視野から、水環境の一面目の評価には限界があるとして、水環境の保全と再生には、地域性・季節性にあつた水質管理、生物多様性の観点や環境との調和（健全な水循環の確保、人と水との触れ合いの場の確保など）、水産資源の持続的利用の確保などに多面的な評価が必要であり、新たな水環境基準の検討が期待されると展望している（岡田,2019）³⁹⁾。</p>
<p>摘要</p>	<p>参加視聴者：140人（主催者調べ、定員500名）</p> <p>【引用文献・資料】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 矢作川流域圏懇談会（2022）：公開講座 豊かな海の栄養源（案内チラシ）、国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所。（URL：https://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/ryuiki-kondan/pdf/r040820koukaikouza.pdf） 2) （公社）日本水産資源保護協会（2018）：水産用水基準 第8版（2018年版）。 3) 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（2019）：2017年から2018年の三河湾における2ヶ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、愛知県水産試験場研究報告、No.24、1-13。 4) M. Scheffer et al.（2001）：Catastrophic shifts in ecosystems、Nature、Vol.413、11 October、591-596。 5) 中嶋昌紀・松本弘史・矢持 進（2012）：大阪湾および淀川・大和川における難分解性有機物の動態について、土木学会論文集 B2（海岸工学）、Vol.68、No.2、I_1036-I_1040。 6) 小林志保・松村圭高・河村耕史・中嶋昌紀・山本圭吾・秋山 諭・上田幸男（2017）：大阪湾における溶存有機物の起源推定および栄養塩の形態変化、水環境学会誌、Vol.40、No.2、97-105。 7) 藤原建紀（2020）：海産生物の生育に必要な水質（全窒素・全リン濃度の下限値）の定量化：アサリおよび生物付着板を用いた現地調査、水環境学会誌、Vol.43、No.6、175-182。 8) 藤原建紀・鈴木元治・大久保慧・永尾謙太郎（2021）：窒素・リン削減が海域の有機物量（CODおよびTOC）におよぼす影響、水環境学会誌、Vol.44、No.5、135-148。 9) 藤原建紀・鈴木元治・大久保慧（2021）：窒素・リン削減が海域の有機物量（CODおよびTOC）におよぼす影響：削減の効果とその作用機構、Vol.44、No.6、185-193。 10) 藤原建紀・鈴木健太郎・木村奈保子・鈴木元治・中嶋昌紀・田所和明・阿保勝之（2022）：栄養塩類変動が内湾の生態系・生物生産に及ぼす影響：大阪湾、水環境学会誌、Vol.45、No.3、145-158。 11) B. Riemann et al.（2016）：Recovery of Danish coastal ecosystems after reductions in nutrient loading：a holistic ecosystem approach、Estuaries and Coasts、Vol.39、No.1、82-97。 12) 宇野木早苗（1983）：三河湾の恒流とその成因、海岸工学講演会論文集、Vol.30、510-514。 13) 和田 清・中村俊六（1983）：知多湾における海水流動機構に関する実験的研究、Vol.30、

項目	内 容
	<p>521-525.</p> <p>14) 三戸勇吾・山田佳・山本敏哉・中島沙知・白金晶子・堤 裕昭・多田邦尚 (2007) : 知多湾における堆積物中の有機物の起源、日本水産学会誌、Vol.73、No.1、1-7.</p> <p>15) 陸 眞姫・青木伸一・井上隆信・杉山佳幸 (2010) : エスチュアリー循環による河口浅海域への物質輸送に関する研究、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、Vol.66、No.1、361-365.</p> <p>16) 石田俊朗・曾根亮太・和久光晴・山田 智・蒲原 聡 (2021) : 三河湾六条潟におけるアサリ <i>Ruditapes philippinarum</i> 浮遊幼生の出現と流況、愛知県水産試験場研究報告、No.26、31-44.</p> <p>17) 柿野 純・松村皐月・佐藤善徳・加瀬信明 (1987) : 風による流れと青潮との関係、日本水産学会誌、Vol.53、No.8、1475-1481.</p> <p>18) 鶴寄直文・甲斐正信 (2001) : 三河湾における苦潮発生時の海洋構造と硫化水素及び硫黄粒子の鉛直分布、愛知県水産試験場研究報告、No.8、7-13.</p> <p>19) 青山裕晃・石田基雄・木村仁美 (2002) : 海況自動観測ブイ 10 ヶ年観測結果 (1991~2000年) からみられる三河湾の赤潮と貧酸素、愛知県水産試験場研究報告、No.9、1-9.</p> <p>20) 鶴寄直文 (2002) : 三河湾における 1989 年から 2000 年にかけての苦潮発生状況、愛知県水産試験場研究報告、No.9、11-18.</p> <p>21) 中村由行 (2021) : 沿岸域の問題、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、124-125.</p> <p>22) 八木 宏・石田大暁・山口 肇・木内 豪・樋田史郎・石井光廣 (2004) : 東京湾及び周辺水域の長期水温変動特性、海岸工学論文集、Vol.51、土木学会、1236-1240.</p> <p>23) 近藤明希子・磯辺篤彦・篠原満寿美 (2005) : 福岡湾における水温長期変動とその要因、海の研究、Vol.14、No.3、399-109.</p> <p>24) 和西昭仁 (2008) : 山口県秋穂湾における水温の長期変動と気温の影響、山口県水産研究センター研究報告、No.6、11-18.</p> <p>25) ニノ方圭介・高須雄二・湯口真実・天野禎也 (2017) : 海況自動観測ブイデータを利用した三河湾東部 (渥美湾) における水温、塩分、溶存酸素の変動の解析、愛知県水産試験場研究報告、No.22、22-28.</p> <p>26) 神戸浩仲 (2020) : 愛知県内の海域、河川及び湖沼の水温変動傾向と水質データの解析～地球温暖化の影響に関する考察～、愛知県環境調査センター所報、No.48、37-44.</p> <p>27) 脇岡靖明 (2021) : 気候変動適応法と水環境、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、</p> <p>28) 鈴木輝明 (2002) : 内湾干潟の浄化能と貝類の生物生産、松田治・古谷研・谷口和也・日野明憲編「水産業における水圏環境保全と修復機能」、恒星社厚生閣、86-105.</p> <p>29) 今尾和正・鈴木輝明 (2004) : 貧酸素化海域の浅場の造成法、水産工学、Vol.40、No.3、185-190.</p> <p>30) 長谷川雅弘 (2006) : 三河湾シーブルー事業 浚渫土砂を活用した環境改善、土木技術、Vol.61、No.3、21-27.</p> <p>31) 本田是人・戸田有泉・ニノ方圭介・中嶋康生・鈴木輝明 (2015) : 三河湾における水質環境と貧酸素水塊の変動、水産海洋研究、Vol.79、No.1、19-30.</p> <p>32) 風呂田利夫 (1996) : 生態系修復としての人工海浜造成の問題点、沿岸海洋研究、Vol.33、No.2、163-167.</p> <p>33) 李 正奎・西嶋 渉・岡田光正 (1999) : 干潟造成における立地選定と土壌構造を決定する</p>

項目	内容
	<p>因子に関する研究、水環境学会誌、Vol.22、No.7、595-599.</p> <p>34) 西嶋 渉 (2021)：干潟の機能、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、126-127.</p> <p>35) 西嶋 渉 (2021)：人工干潟による沿岸域の保全、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、306-307.</p> <p>36) 高津文人・土屋健司 (2021) 河川における環境問題の変遷、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、82-83.</p> <p>37) 今井一郎 (2021)：地球環境問題としての海洋汚染、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、90-91.</p> <p>38) 西嶋 渉 (2021)：閉鎖性海域の栄養塩管理、水環境学会誌、Vol.44 (A)、No.5、131.</p> <p>39) 岡田光正 (2019)：水環境の現状と課題、水環境学会誌、Vol.42 (A)、No.9、327-328.</p> <p>40) 牧 秀明 (2021)：内湾における環境問題の変遷、(公社) 日本水環境学会編「水環境の事典」、朝倉書店、86-87.</p> <p>【討論：三河湾の富栄養化と漁業生産、栄養塩低下に係る主な参考文献】</p> <p>41) 石田基雄・原 保 (1996)：伊勢・三河湾における水質変動と富栄養化について、愛知県水産試験場研究報告、No.3、29-41.</p> <p>42) 船越茂雄 (2008)：伊勢・三河湾における漁業生産による窒素、リンの回収、愛知県水産試験場研究報告、No.14、1-6.</p> <p>43) 中嶋康生・山田 智・戸田有泉・二ノ方圭介 (2014)：2006 年以降の三河湾における赤潮発生状況の急激な変化、愛知県水産試験場研究報告、No.19、10-15.</p> <p>44) 蒲原 聡・高須雄二・湯口真実・美馬紀子・天野禎也 (2018)：三河湾における栄養塩の低下、愛知県水産試験場研究報告、No.23、30-32.</p> <p>45) 森 将人・今尾和正・古賀あかね・橋口晴穂・中田喜三郎 (2020)：三河湾六条潟周辺海域におけるアサリ <i>Ruditapes philippinarum</i> 稚貝の餌料環境、Journal of Advanced Marine Science and Technology Society, Vol. 26, No. 1, pp. 11-23.</p> <p>46) 服部宏勇・松村貴晴・長谷川拓也・鈴木智博・黒田拓男・和久光晴・田中健太郎・岩田康宏・日比野学 (2021)：愛知県内アサリ漁場における秋冬季のアサリ肥満度の変動と減耗、愛知県水産試験場研究報告、No.26、1-16.</p> <p>47) 青山裕晃・蒲原 聡 (2022)：伊勢・三河湾の年代別栄養物質濃度の水平分布について、愛知県水産試験場研究報告、No.27、37-40.</p>

(参考) 化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針（東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海）の策定について（抜粋）

環境省では、水質汚濁防止法等に基づき、汚濁負荷量の削減目標、目標年度等の基本的な事項を総量削減基本方針に定め、昭和 54 年以来、8 次にわたり関係都府県と連携して、東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海で汚濁負荷量の削減に取り組んでいます。今般、第 9 次となる化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針を策定しました。

1. 背景と経緯

(中略) 第9次となる今回は、令和2年2月に中央環境審議会にその在り方について諮問し、令和3年3月に答申がなされました。この中央環境審議会答申を踏まえて内容を検討し、関係都府県知事に対する意見聴取及び公害対策会議の議を経て、新たな総量削減基本方針を定めました。

2. 総量削減基本方針の概要

(1) 目標年度

令和6年度

(2) 削減目標量

各指定水域において、以下の観点から汚濁負荷の削減に係る施策を推進することにより、削減目標量の達成を図ることとしています。

東京湾・伊勢湾は、窒素及びりん的环境基準の達成状況を維持しつつ、生物多様性・生物生産性の視点においても望ましい水質を目指すとともに、貧酸素水塊の発生抑制等の観点から水環境改善を図ります。

瀬戸内海のうち、大阪湾においては、湾全体としては現在の水質を維持するための取組を継続しつつ、湾奥部における赤潮や貧酸素水塊など、問題が発生している特定の海域において、局所ごとの課題に対応することとし、大阪湾を除く瀬戸内海においては、現在の水質を悪化させないこととします。

(表略)

(3) 汚濁負荷量の総量の削減及び水環境の改善に関し必要な事項

生活排水処理施設の整備、適切な総量規制基準の設定等の対策により、陸域からの汚濁負荷量を削減するとともに、「豊かな海」の実現のため、水質浄化及び生物多様性・生物生産性の確保等の重要性に鑑み、地域の実情を踏まえた、藻場・干潟の再生・創出、底質改善対策、窪地対策、環境配慮型構造物の採用等の取組を推進することで、総合的に水環境の改善を図ることとしています。

3. 今後の予定

(略)

添付資料 (資料2)

化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針 (伊勢湾)

この総量削減基本方針は、水質汚濁防止法(昭和45年法律第138号)第4条の2の規定に基づき、水質汚濁防止法施行令(昭和46年政令第188号)別表第2第2号に掲げる区域について、化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量で表示した汚濁負荷量の総量の削減に関し基本的な事項を定めるものである。

ただし、この総量削減基本方針に基づく総量削減計画が定められるまでの間においては、平成28年9月30日付け化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針(伊勢湾)は、なおその効力を有する。

1. 削減の目標(略)

2. 目標年度(略)

3. 汚濁負荷量の削減の方途(略)

4. その他汚濁負荷量の総量の削減及び水環境の改善に関し必要な事項

これまでの汚濁負荷削減の取組により、陸域からの汚濁負荷量は着実に減少しているものの、環境基準の達成状況や、貧酸素水塊等の発生、「豊かな海」を目指すうえでの課題等は指定水域内でも場所により異なることから、今後は、よりきめ細かに海域の状況に応じた取組が重要となる。

藻場・干潟の保全・再生等を通じた水質浄化及び生物多様性・生物生産性の確保等の重要性に鑑み、地域の実情を踏まえた総合的な取組を確実に推進していくことが必要であり、特に、湾奥部における栄養塩類の偏在等の局所的な問題に対しては、地域ごとの特性も考慮した局所的な対策を講ずることが有効であることから、次に掲げる各種対策から実施可能な取組を検討し、関係者の連携のもと複層的に実施することにより、総合的な水環境の改善を図る。

- (1) 水質浄化や生物多様性の維持等の機能を有する藻場・干潟について、残された藻場・干潟を保全するとともに、失われた藻場・干潟の再生・創出の推進を図るため、行政計画に具体的な目標や実施計画（ロードマップ）を盛り込むことを検討し、定期的に藻場・干潟の分布状況及び機能等に関する調査を行うこと。その際、OECM¹⁾のような国際的な潮流も意識し、価値観を共有して取り組むことが望ましい。（注 1）Other Effective area-based Conservation Measures：生物多様性の損失を止め、回復させることを意図した、保護地域以外の重要地域をベースとする効果的な保全手段のこと。）
- (2) 栄養塩類の偏在や底質からの窒素及びりん溶出、貧酸素水塊の発生を抑制するため、湾奥部等における流況改善対策及び浚渫・覆砂等の底質改善対策について、周辺海域の水環境の改善効果を把握・影響評価しつつ推進を図ること。
- (3) 貧酸素水塊が発生する原因の一つとなっている窪地について、周辺海域の水環境の現状や改善効果を把握・影響評価しつつ埋戻し等の対策に努めること。
- (4) 新たな護岸等の整備や既存の護岸等の補修・更新時には、施工性及び経済性等も考慮しつつ、原則として、生物共生型護岸等の環境配慮型構造物を採用すること。
- (5) 環境負荷の少ない持続的な養殖業の確立のため、自然にある栄養塩類や餌を利用して行う藻類養殖、貝類養殖等を推進するとともに、漁場改善計画に基づく適正養殖可能数量を遵守し、沿岸水域における赤潮監視、漁場清掃等の保全活動による漁場環境の改善を一層推進すること。
- (6) このような対策の実施に当たっては、行政機関、NPO、漁業者、民間企業等の多様な主体が有機的に連携して取り組むことが重要であり、地域の実情に応じて、そのための仕組みづくり等の推進を図ること。
- (7) その他汚濁負荷量の総量の削減及び水環境の改善に関し必要な諸施策を講ずること。

(参考)

伊勢湾に流入する水の汚濁負荷量

- (1) 化学的酸素要求量について

令和元年度における総量 119 トン／日、目標年度における総量 116 トン／日

- (2) 窒素含有量について

令和元年度における総量 100 トン／日、目標年度における総量 100 トン／日

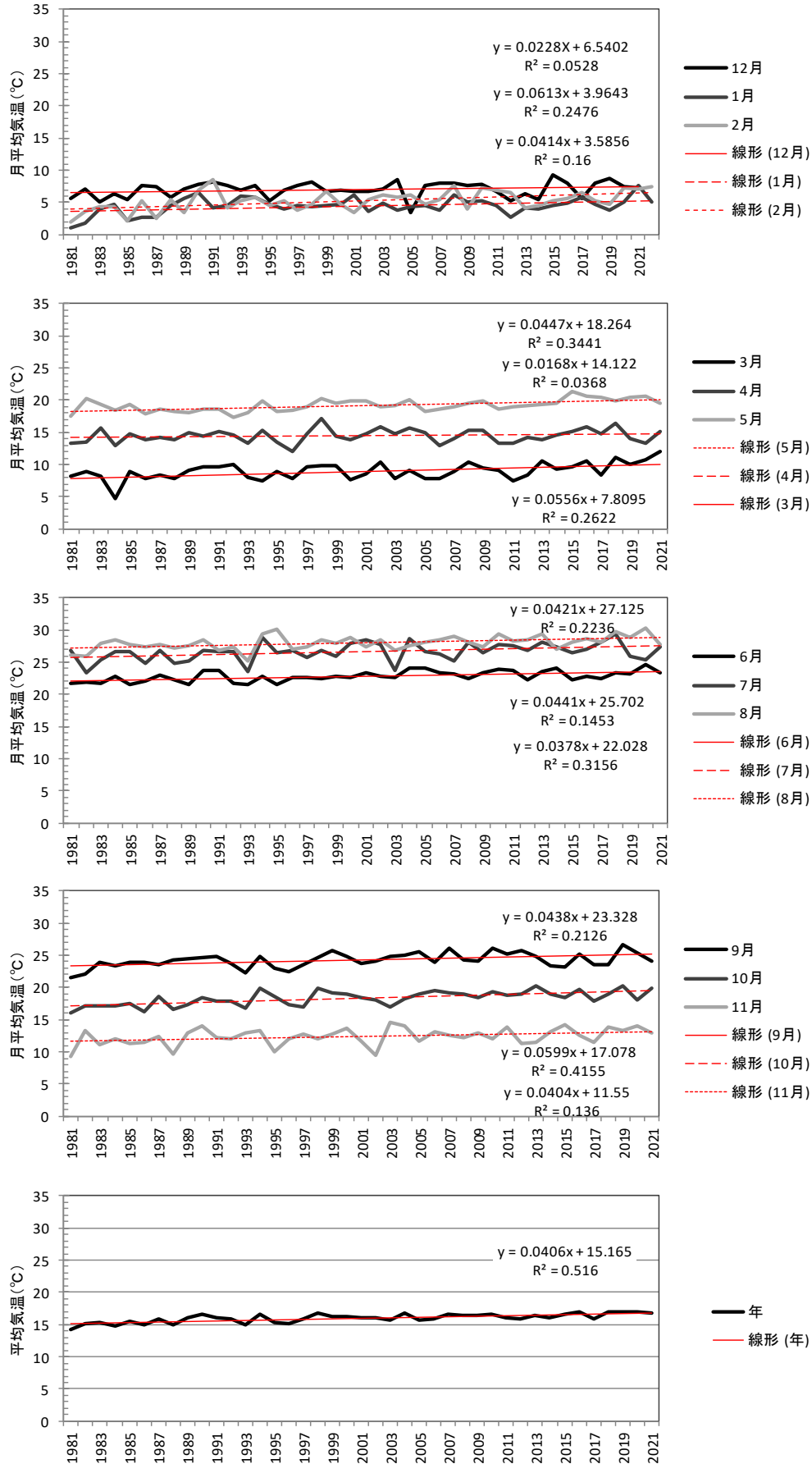
- (3) りん含有量について

令和元年度における総量 7.1 トン／日、目標年度における総量 6.9 トン／日

出典 環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室：化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針（東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海）の策定について、2022.1.24.

(URL : <https://www.env.go.jp/press/110425.html>)

(URL : <https://www.env.go.jp/content/900518422.pdf>)



参考図1 名古屋の月平均気温（1981～2021）の推移（気象庁観測データから野田作成）