

沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産の
維持に関する報告書

2026 年 8 月

一般社団法人 全国水産技術協会
沿岸域漁場環境管理検討会

はじめに

我が国の沿岸・内湾域における水産生物の生産量は、東京湾、瀬戸内海では四半世紀の間に減少の一途をたどっているが、伊勢・三河湾では 2014 年以降、イカナゴ、アサリやシャコなどの底生性魚介類が激減している。また、養殖業においても、ホタテガイが噴火湾で 2017 年と 2019 年に、陸奥湾では 2024 年に、カキが 2025 年に瀬戸内海で大量へい死している。さらに、ノリでは有明海から仙台湾まで、毎年いずれかの海域で色落ちが発生している。

我が国の沿岸・内湾域で生産される多様な水産物は、豊かな日本の食生活を支えてきたが、このような魚介類の減少やへい死が続くと、将来にわたって国民に安心・安全な食料を安定的に供給する体制の維持が危惧される状況にある。現在、重量ベースで 50%強にとどまる水産物の自給率を回復させるためにも、沿岸・内湾域の漁業・養殖業を発展させなければならない。

このような魚介類の生産量の減少やへい死の原因については、近年の海水温の上昇との関連が指摘されることが多かったが、最近では、栄養塩類の低下による一次生産の減少に始まり、餌料生物の減少が高次の水産生物の生産に影響し、これに水温上昇というストレスが引き金となり生じているとの見解が示されている。地球規模で起きている水温上昇を制御することは現時点では事実上不可能に近いが、栄養塩類の濃度を維持管理することは、唯一人為的な制御が可能な手段である。

沿岸の関係自治体では、栄養塩類の不足を補う対策として、下水処理の緩和運転等を実施するほか、水質汚濁防止法に基づく水域の類型指定の見直しや、海域の窒素・リン濃度の下限値を設けるなどの対応が行われており、現行の水質規制制度そのものの改正を求める声が各地から上がっている。

沿岸・内湾域における漁業生産を回復させるためには、生産基盤である干潟・浅場・藻場等の保全・再生に関する研究に加えて、栄養塩類濃度と水産生物資源の回復との関係を科学的に明らかにするための研究が必要である。それには、沿岸・内湾域において長期的視点から漁場環境の監視が重要であり、その手段として、海と水産生物を熟知し沿岸・内湾域を生業の場としている漁業者が自ら参加する漁業モニタリング調査を実施する体制を構築する必要がある。漁業モニタリング調査の結果を受けて、漁業・養殖業生産を回復するための対策として、必要な量の栄養塩類を周年にわたって供給するほか、水質管理基準等の設定や管理方法を順応的に見直すことが求められている。

近年、地震に伴う津波をはじめとする自然災害が、漁業・養殖業に重大な被害を与える事例が散見されている。漁業者は東日本大震災などの教訓として、被災後の回復には非常な困難を伴うということを思い知らされており、沿岸・内湾域における漁業・養殖業にとっては、自然災害に強い体制の整備が喫緊の課題となっている。

沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産を維持するため、一般社団法人全国水産技術協会では、有識者による「沿岸域漁場環境管理検討会」を組織して、伊勢・三河湾や瀬戸内海などを例に、研究課題を分析・整理するとともに、具体的な対策について検討し、この度、「沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産の維持に関する報告書」としてとりまとめた。

お忙しい中、検討会にご参加いただき、有益な助言をいただいた検討委員の皆様には感謝申し上げますとともに、この報告書が沿岸・内湾域における漁業・養殖業の発展に役立つことを願っている。

2026 年 8 月

一般社団法人全国水産技術協会会長 和田時夫

目 次

1 漁業・養殖業の今と昔を知る	1
1. 1 漁獲量の減少	1
1. 2 沿岸漁業の衰退とその理由	4
1. 2. 1 埋立てによる干潟・浅場・藻場の減少	4
1. 2. 2 栄養塩類の不足	5
1. 2. 2. 1 水質の変化	5
1. 2. 2. 2 水産生物の応答	13
1. 2. 3 温暖化の影響	20
1. 3 養殖業の課題	22
2 栄養塩類濃度の確保	23
2. 1 水質環境基準の動向	23
2. 2 必要な栄養塩類濃度の見積もり	23
2. 3 必要な栄養塩類濃度を確保するための対策	24
2. 4 必要な栄養塩類濃度を確保するための事例	25
2. 4. 1 伊勢・三河湾	25
2. 4. 2 播磨灘	26
2. 5 水産用水基準のこれからの役割	29
3 「栄養塩類の供給」と「生産の場の確保」をともに	30
4 沿岸・内湾域の水産生物生産の研究	32
4. 1 栄養塩類濃度	32
4. 2 成育・再生産機能	32
4. 3 物質循環、生態系の魚種構成	33
4. 4 観測機器の開発	33
5 海をよりよく知るためのモニタリング調査	33
5. 1 漁業者参加型調査	33
5. 2 専門的調査・解析によるフォローアップ	34
6 災害に強い漁業・養殖業	34
6. 1 地殻災害とは	34
6. 2 被害の低減・復興を織り込んだ漁業・養殖業	35
6. 3 復興支援人材・システム・中長期対応策の構築	36
7 豊かな漁業・養殖業生産を維持して国産魚介類の安定的供給を	36
7. 1 日本の食文化を支える魚介類	36
7. 2 国産魚介類の安定的供給	37
沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産の維持に関する緊急提言	39
用語解説	44
参考文献	49

1 漁業・養殖業の今と昔を知る

沿岸・内湾域の漁場環境は、地形や後背地の土地利用、河川の流入や外海との海水交換の状況等の違いから、その海域独自に変化してきた。この変化に応じて漁業・養殖業も様々な変化してきた。したがって、沿岸・内湾域の漁業・養殖業生産の維持・向上を図るには、海域毎にその海域特性を踏まえて、水温・塩分や栄養塩類^{*1}濃度などの環境の変化および漁業・養殖業の変化を把握することが必須である。

特に、生産量が大きく減少している場合には、過去と比べて変化が見られる自然的・社会的な事象と漁業・養殖業生産の変化の関係性について解析し、対応すべき課題を明らかにする必要がある。

以下に、沿岸・内湾域の魚介類・海藻類の生産量および漁場環境の変化を整理して、その関係性を紐解く研究の一部を紹介する。

1. 1 漁獲量の減少

東京湾、瀬戸内海および伊勢・三河湾について、ここ 10 年間の総漁獲量の推移を見ると、東京湾、瀬戸内海では、それ以前からの低下に歯止めがかからず、伊勢・三河湾では 2014 年以降急激に減少した（図 1）。¹⁾ 主に内湾で漁獲される魚介類を見ると、カレイ類、アナゴ類、タコ類、クルマエビ、アサリ類については、東京湾のカレイ類を除き軒並み減少している（図 2）。¹⁾ また、東京湾および瀬戸内海ではガザミ類が、伊勢・三河湾ではシャコが、伊勢・三河湾および瀬戸内海ではイカナゴが大きく減少している。^{1,2)} 特に、伊勢・三河湾のイカナゴは、2018 年以降その姿が見えなくなった。

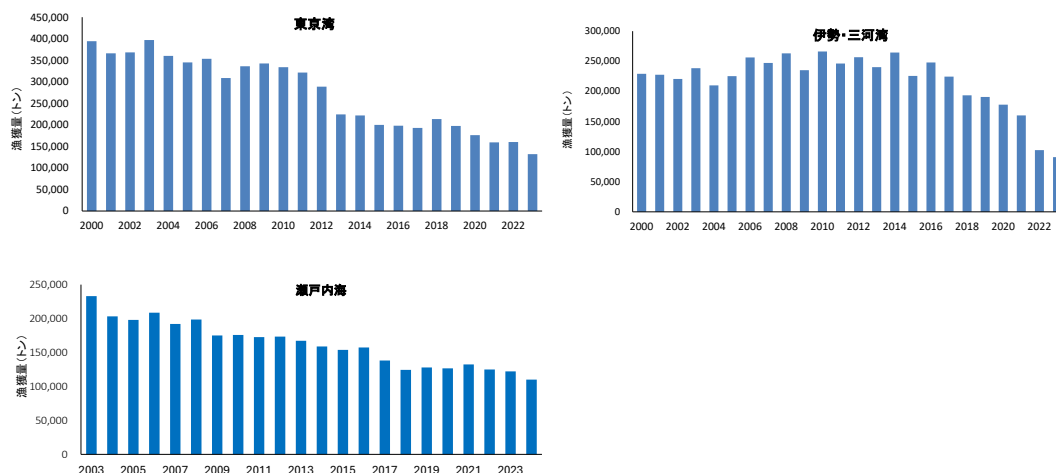


図 1 東京湾（外洋含む）、伊勢・三河湾（外洋含む）および瀬戸内海の総漁獲量の推移

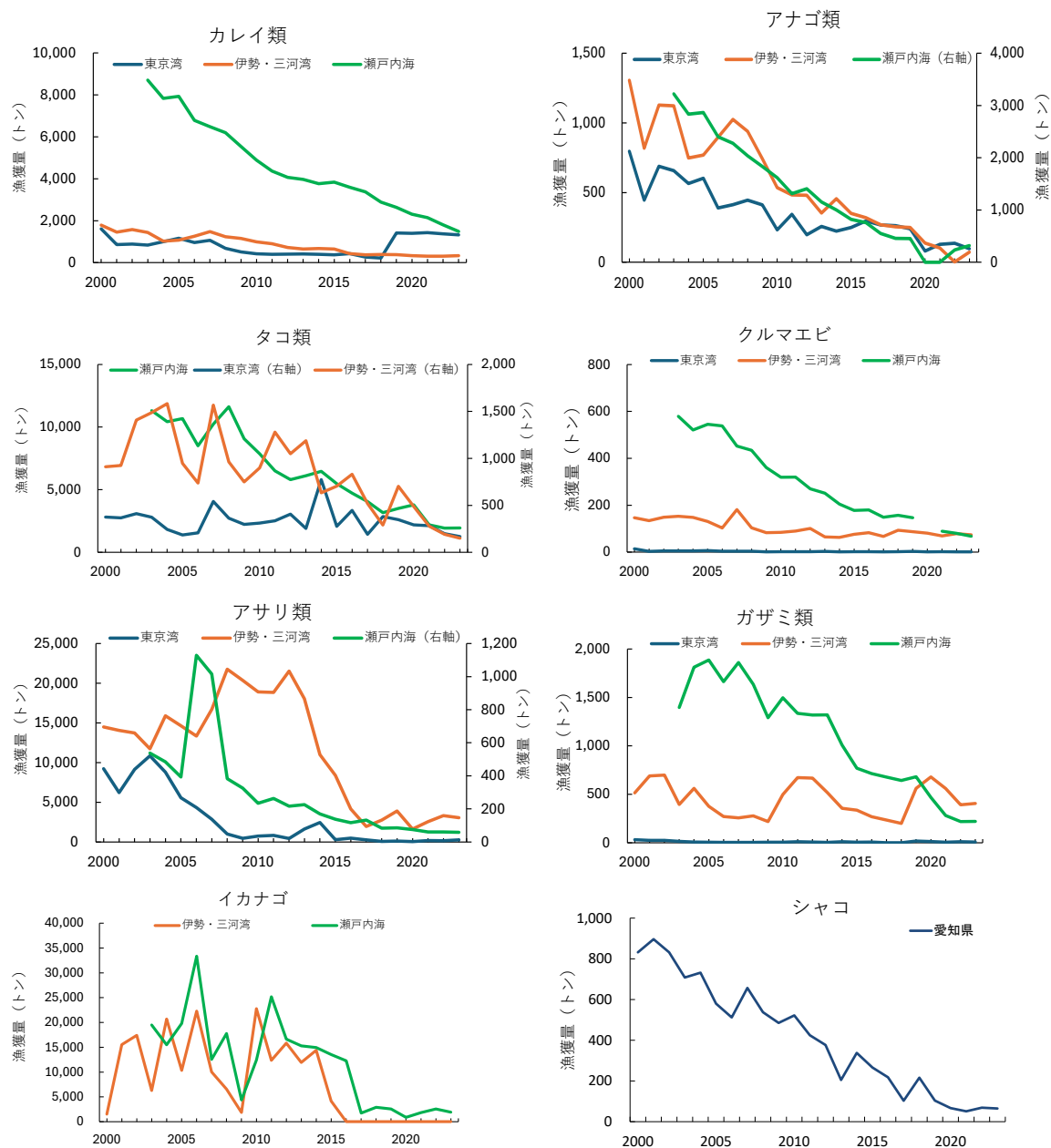


図2 東京湾、伊勢・三河湾および瀬戸内海の魚種別漁獲量（シャコは愛知県漁獲量）

こうしたなかで、伊勢湾の底びき網の漁獲量の事例では、シャコ、マアナゴ、サルエビやアカエビなどの小型クルマエビ類およびカレイ類の比率が減少し、マダイ、サワラ、ハモ、ヒラメなど大型の魚食性魚類の比率が増えている（図3）。^{3）} シャコ、マアナゴ、小型クルマエビ類などは成長速度が早く、単位体重当たりの餌料要求量が高いことから、基礎生産力^{*2}の低下に伴って漁獲量が減少したことが推測される。一方、マダイ等の大型魚類は索餌回遊により広域に餌料資源を利用できることや、シャコ等と比べると相対的に成長速度が遅く、単位重量当たりの餌料要求量が小さいことから、栄養塩類不足が進んでいる現在の伊勢

湾の環境にも適応できていると考えられている。このように、現在の伊勢湾では、栄養塩類濃度の減少に伴い基礎生産力が下がり生物生産が低下するボトムアップ生態系*³の応答が現れているが、³⁾ これは東京湾や瀬戸内海などにも共通している。したがって、沿岸・内湾域では本来の豊かな海域環境を取り戻して、その環境に適した魚介類の生産量を増やすことが課題となっている。

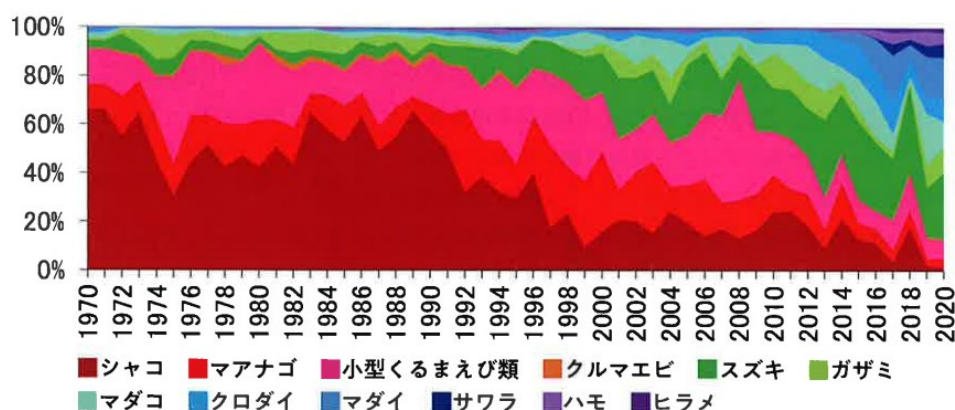


図3 伊勢湾小型底びき網漁業主要港における主要種（12種）の漁獲割合の推移

我が国におけるホタテガイ、カキ類、コンブ類、ノリなどの養殖生産量は、2014年以降減少傾向にある（図4）。¹⁾ こうしたなかで、2017年、2019年には噴火湾のホタテガイが、⁴⁾ 2024年には陸奥湾のホタテガイが、2025年には瀬戸内海のカキが大量にへい死した。また、ノリでは有明海から仙台湾まで、毎年いずれかの海域で栄養塩類不足による色落ちが発生して、品質の低下や漁期の早期終了が起きている。これら養殖業の生産回復も、喫緊の課題となっている。

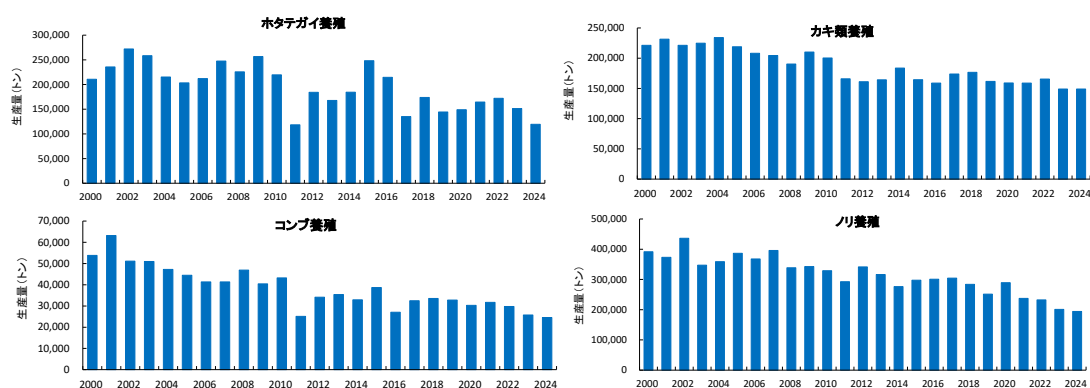


図4 全国の主な養殖生産量の推移

1. 2 沿岸漁業の衰退とその理由

1. 2. 1 埋立てによる干潟・浅場・藻場の減少

東京湾、瀬戸内海および三河湾の埋立て面積の推移を図5に示した。^{5,6,7)} 各海域共に2000年代にかけて急速に埋立てが進行し、干潟・浅場・藻場の面積が減少した。多くの研究が、干潟・浅場・藻場が沿岸・内湾域の水産生物の成育・再生産、水質浄化の場であることを示している。さらに、干潟・浅場・藻場は湾外の水産生物がふ化・成育する場としても機能し、その資源をも支えている。

三河湾の赤潮発生延べ日数は、1955～1973年の高度経済成長期ではなく、湾東部の埋立てと並行して1970年代後半から1980年代前半にかけて増加した。干潟・浅場・藻場の存在が、海域環境の保全にとっていかに重要であることを示している。また、航路・泊地の造成や埋立て用土砂採取のために浚渫された場所（浚渫窪地）は、海面からは見えないが、海底での貧酸素水塊の発生源となっており、環境悪化や水産生物への被害をもたらしている。現在、干潟・浅場・藻場の再生は、漁場再生を主目的に実施されているが、こうした海域環境への悪影響を緩和するためにも、今以上の取り組みが必要である。環境省は2016年に水生生物の生息・再生産に対して直接的な影響を判断できる指標として底層溶存酸素量を新たな環境基準^{*4}として導入することを決定した。⁸⁾ 底層の溶存酸素量が水質環境基準^{*5}になったことから、基準達成の方策としても干潟・浅場・藻場の再生は必須事項である。このため、中央環境審議会は底層溶存酸素量の環境基準達成の方策として、干潟、藻場の造成や浚渫窪地の埋め戻し等の「場の修復」も組み合わせていくことを示している。⁹⁾

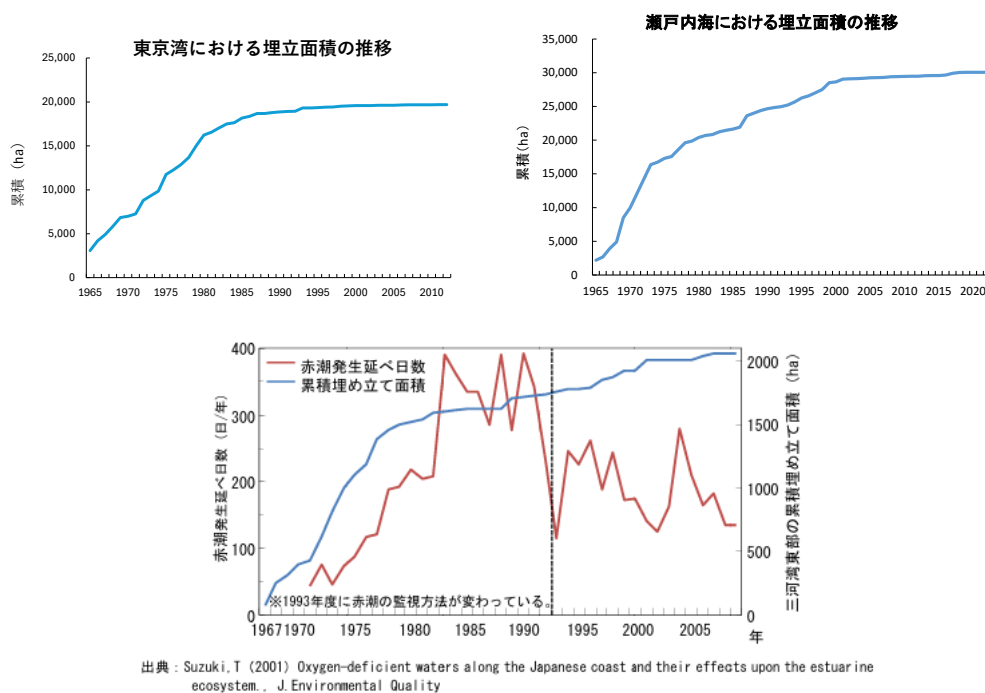


図5 東京湾、瀬戸内海および三河湾の埋立て面積と三河湾の赤潮発生延べ日数の推移

環境省および愛知県においては、沿岸域に広がる干潟・藻場は、水質浄化や生物多様性の維持など多様な機能を有し、^{10,11)} 良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。¹¹⁾ また、干潟・藻場の水質浄化機能は、生物の代謝（摂食、摂餌、呼吸、同化等）により発現されることから、干潟・藻場という基盤に生物が豊かに存在することによりその機能が支えられているとしている。¹¹⁾

1. 2. 2 栄養塩類の不足

1. 2. 2. 1 水質の変化

東京湾、伊勢・三河湾、大阪湾、播磨灘、広島湾を対象に、1980 年前後以降の栄養塩類（全窒素（TN）、溶存態無機窒素（DIN）、全リン（TP）、リン酸態リン（PO₄-P））^{*6}濃度と植物色素量の変化を示した（図 6～10）。¹²⁾ 栄養塩類濃度は、1978 年以降ほとんどの海域で低下傾向にあり、TN および TP の濃度は水質環境基準の類型指定^{*7}において、ほぼ下位の基準値かそれ未満となっている。また、TN に占める DIN の割合および TP に占める PO₄-P の割合は、各海域とも低下傾向にあり、植物プランクトンや海藻・海草類が直接利用できる栄養塩類の割合が低下している。クロロフィル *a* およびフェオ色素^{*8}も播磨灘（図 9）を除いて低下傾向にあり、いずれのⅡ類型海域においても基礎生産力の低下を示している。また、各湾・灘の漁場の大部分を占めている類型指定海域における N/P 比は東京湾、大阪湾、播磨灘、広島湾では低下傾向にあり、リンより窒素の減少割合が大きい。一方、伊勢・三河湾では横ばいであり（図 11）、窒素とリンは同じ比率で減少している。海域における植物プランクトンの N、P の比率であるレッドフィールド比^{*9}16 と比較すると、東京湾および伊勢・三河湾は 16 よりも高くリン律速の状態にある。

このような栄養塩類の低下傾向の中で、魚介類の胃内容物の減少や肥満度^{*10}の低下が報告されており、^{13,14,15)} 栄養塩類の不足（いわゆる貧栄養化）の影響が水産生物に及んでいることが示されている。

また、ノリの色落ちについては、生ノリ葉体についての元素分析や、鉄および浮泥の添加実験結果から、窒素やリンだけでなく鉄等の微量元素の減少が直接関連していることが示されている。¹⁶⁾ 海水中の鉄不足については、水質浄化センターで使用されている凝集剤^{*11}による鉄等の微量元素の除去の影響が疑われており、早急に調査を行う必要がある。

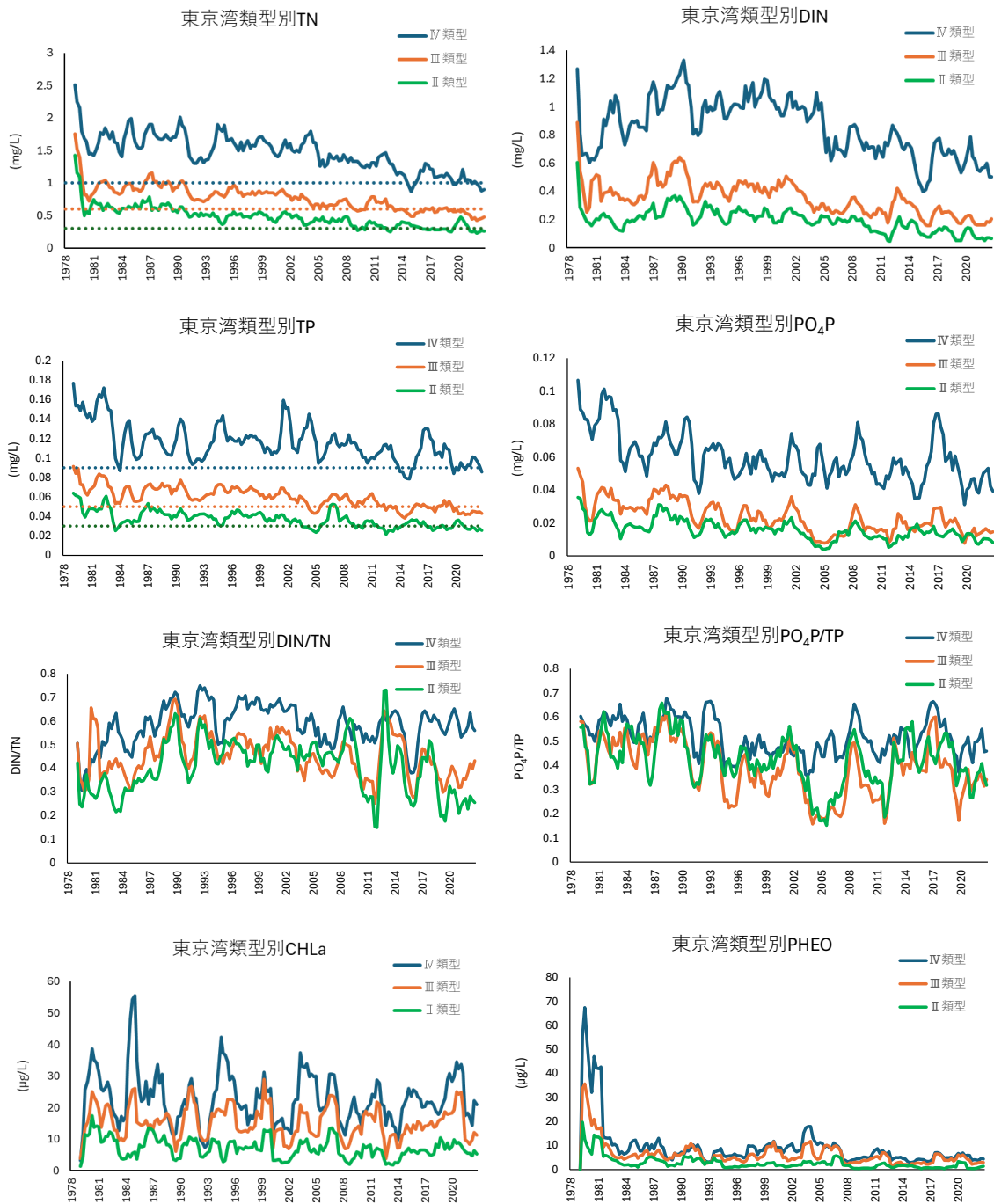


図6 栄養塩類および植物色素量の濃度の推移（東京湾・上層平均値）

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために4項移動平均値を求めて作成した。TN、TPの破線はII～IV類型の環境基準値を示す。

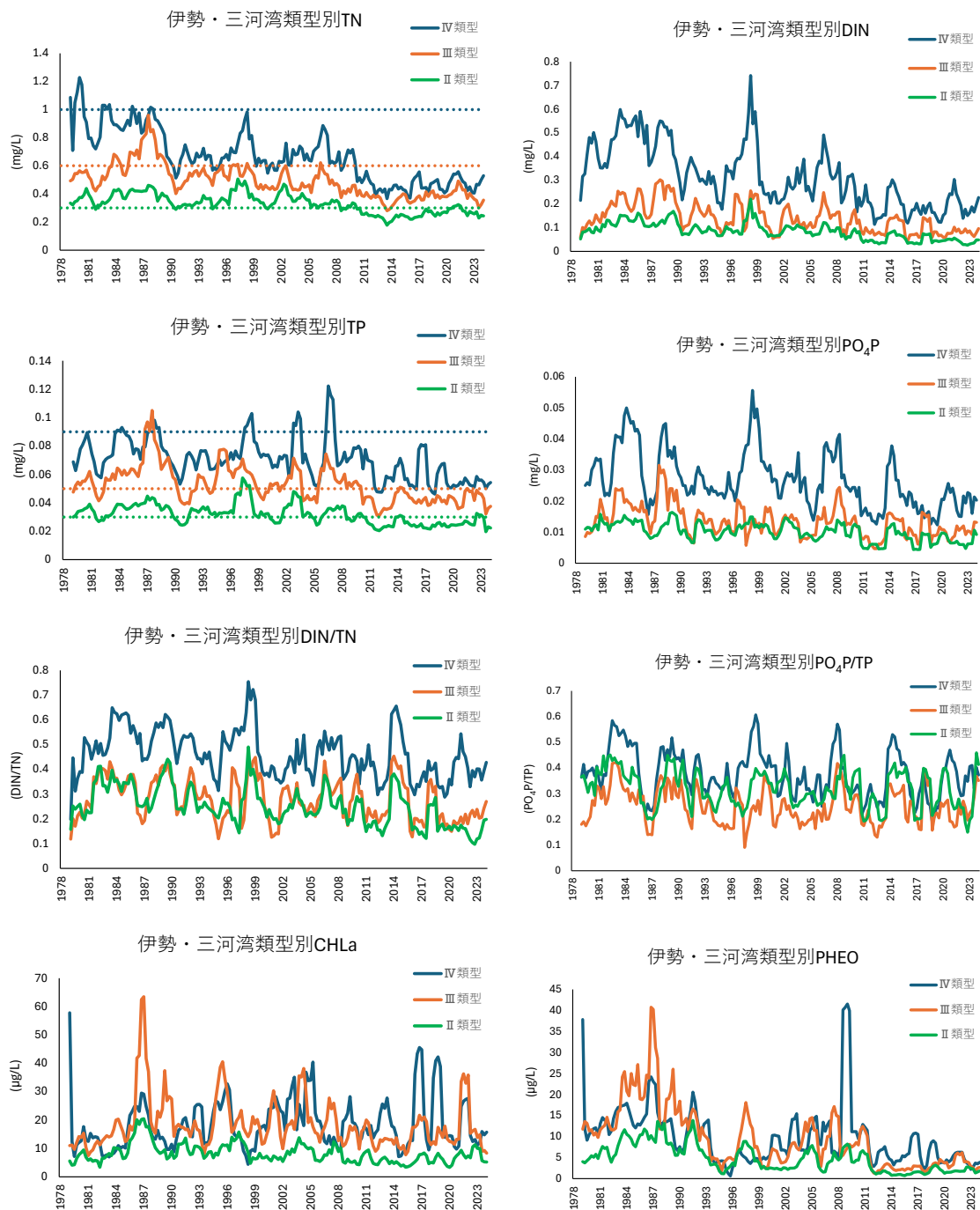


図7 栄養塩類および植物色素量の濃度の推移（伊勢・三河湾・上層平均値）

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために4項移動平均値を求めて作成した。TN、TPの破線はII～IV類型の環境基準値を示す。

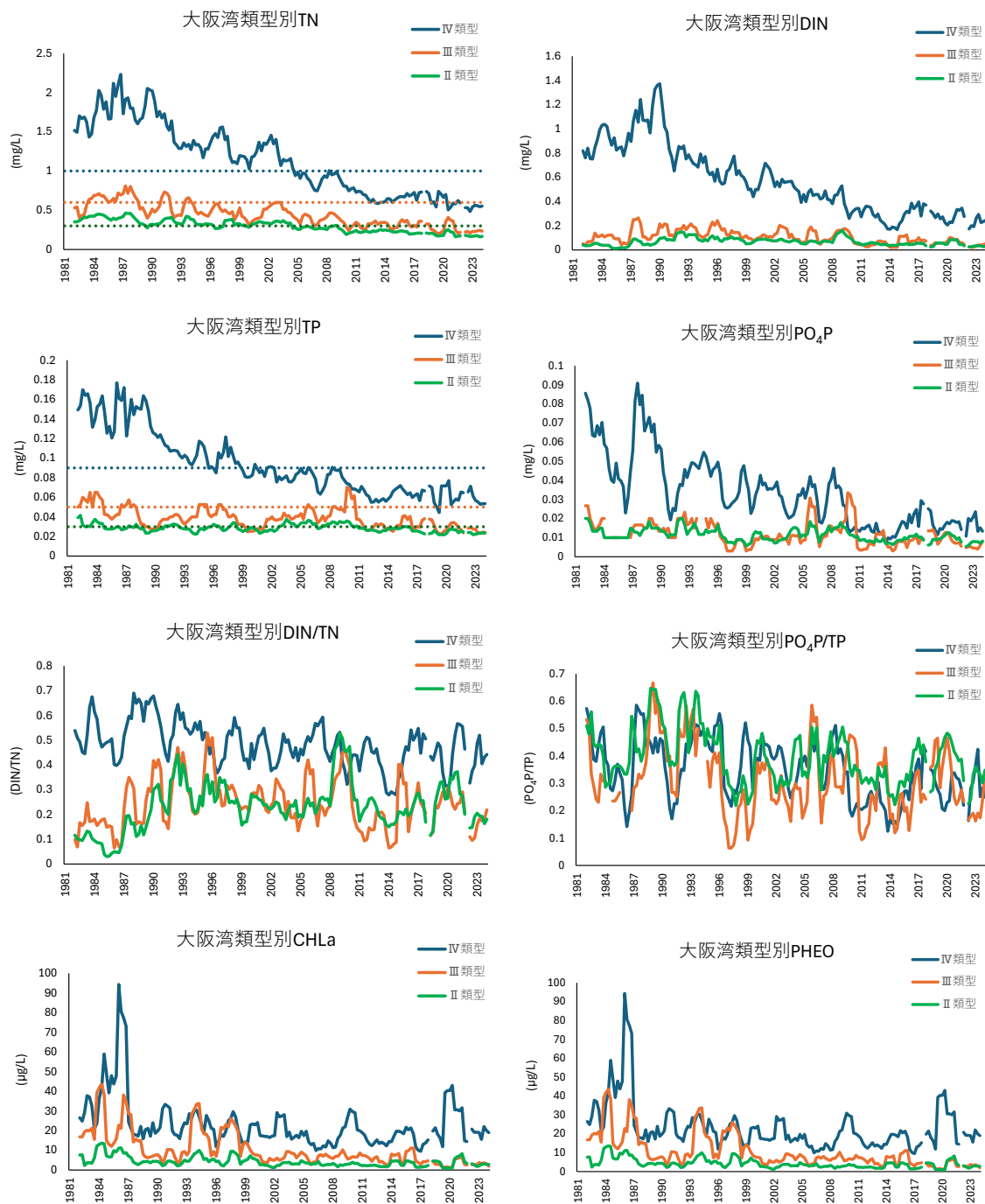


図8 栄養塩類および植物色素量の濃度の推移（大阪湾・上層平均値）

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために4項移動平均値を求めて作成した。TN、TPの破線はⅡ～Ⅳ類型の環境基準値を示す。

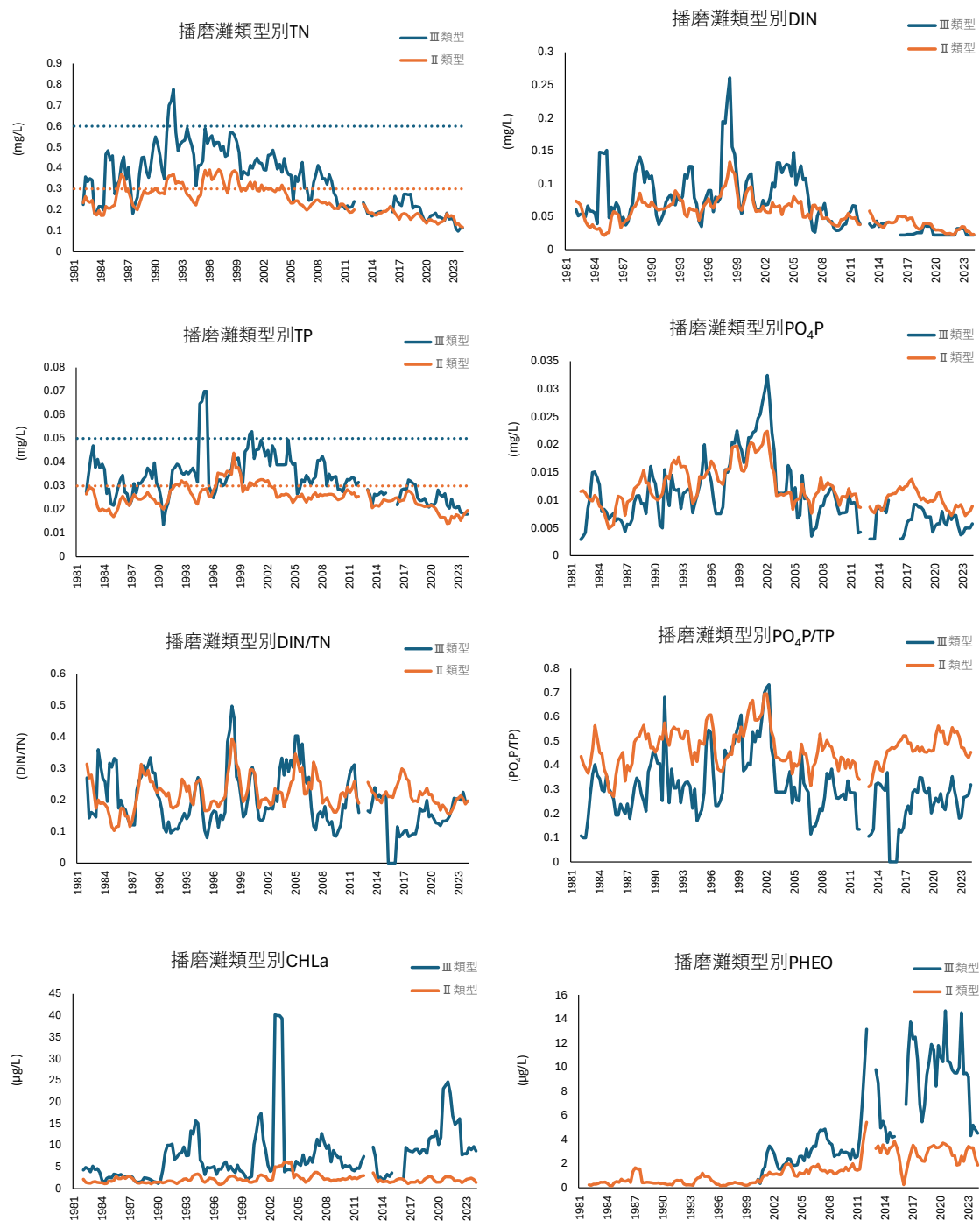


図9 栄養塩類および植物色素量の濃度の推移（播磨灘・上層平均値）

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために4項移動平均値を求めて作成した。TN、TPの破線はⅡ～Ⅲ類型の環境基準値を示す。

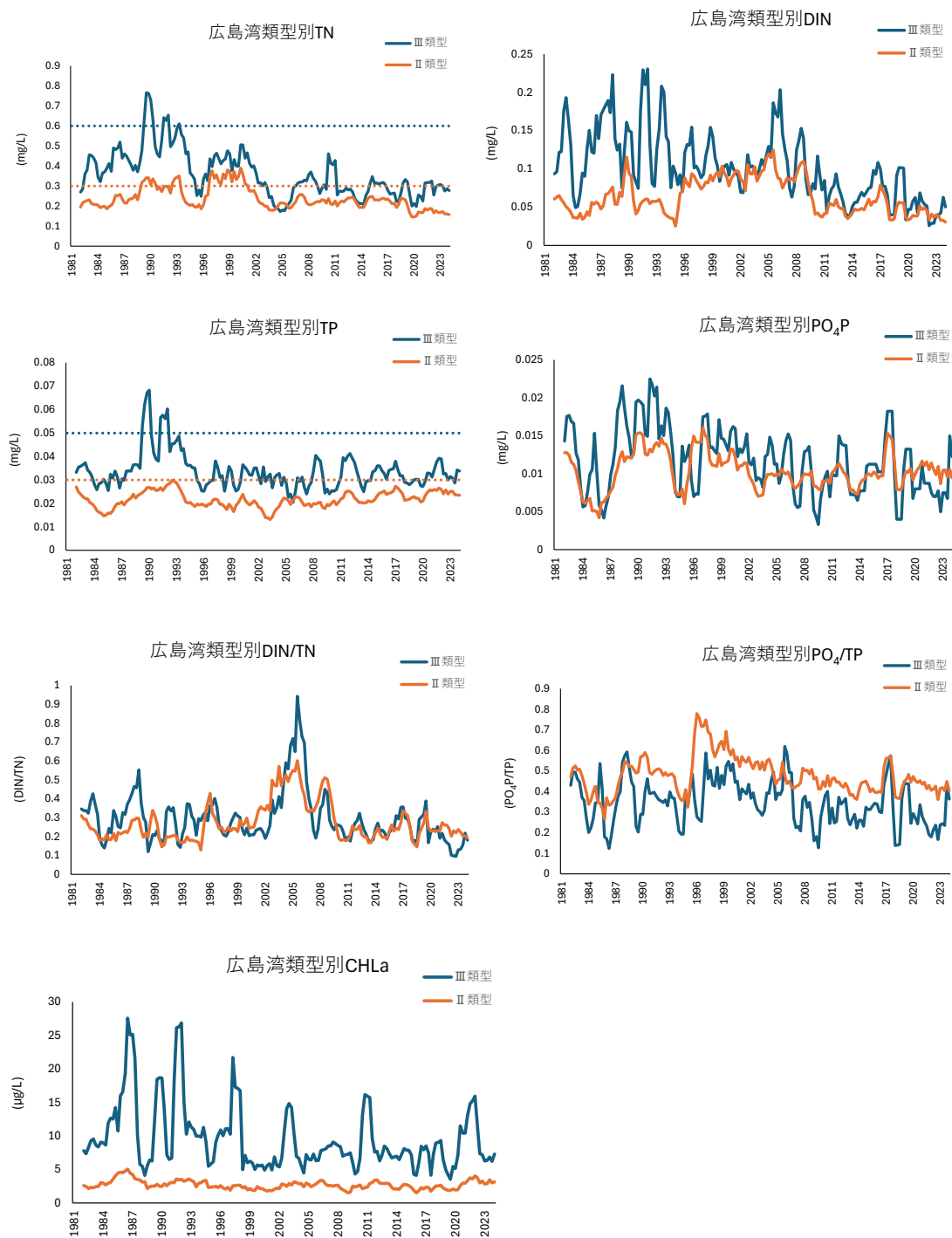


図 10 栄養塩類および植物色素量の濃度の推移（広島湾・上層平均値）

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために 4 項移動平均値を求めて作成した。TN、TP の破線は II～III 類型の環境基準値を示す。フェオ色素のデータはない。

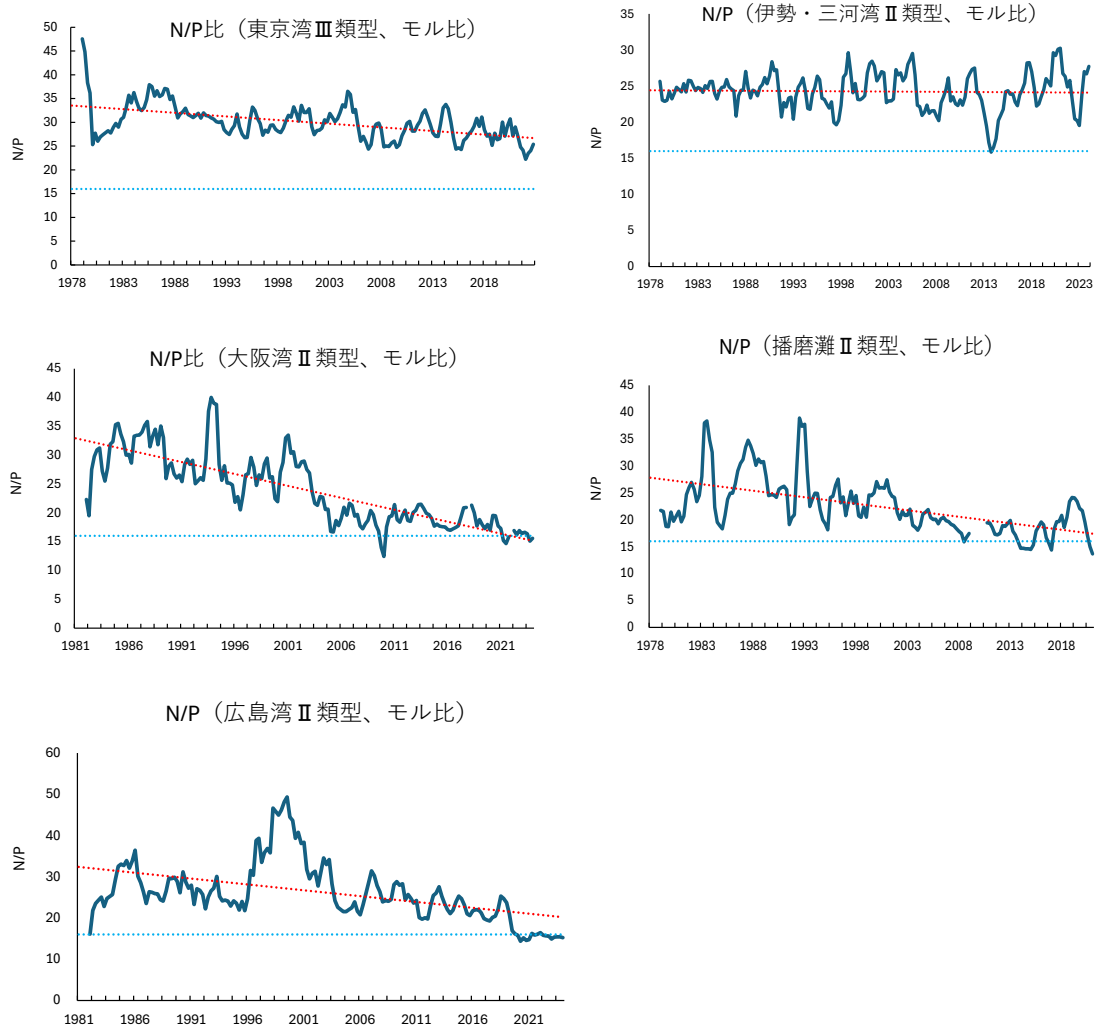


図 11 栄養塩類 N/P 比の推移

* 水質データは、広域総合水質調査結果の上層データから作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出した。グラフは、季節変動を平準化するために 4 項移動平均値を求めて作成した（青点線はレッドフィールド比 16、赤点線は近似線）。

2010 年以降、日本の年降水量の偏差*¹² はプラスに転じており（図 12）、¹⁷ 全国の水使用量は 2000 年以降低下を続けている（図 13）。¹⁸ ここ 10 年で陸域から供給される淡水量は相対的に多くなっているにもかかわらず、海域の栄養塩類濃度は低下している。

全国の下水処理における年間汚泥発生量約 230 万トン中には約 5 万トンのリンが含まれている。¹⁹ これまで下水汚泥の多くが焼却されており、肥料としての利用が 1 割にとどまっていることから、政府は令和 4 年 12 月 27 日の食料安全保障強化政策大綱により 2030 年までに 4 割に増加させる目標を設定している。²⁰ 沿岸・内湾域の水産資源を維持するために、海域ばかりでなく、陸域も含めて窒素、リンの適切な循環を検討すべき段階に入っている。

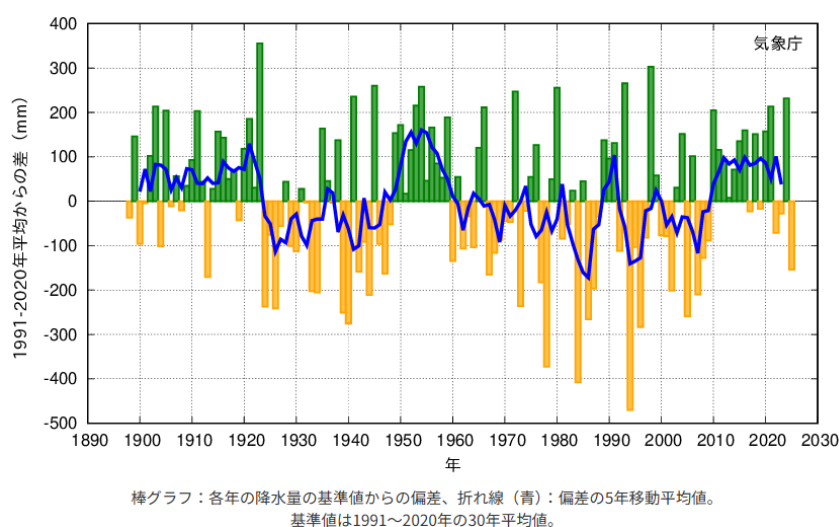


図 12 日本の年降水量偏差の経年変化（気象庁）

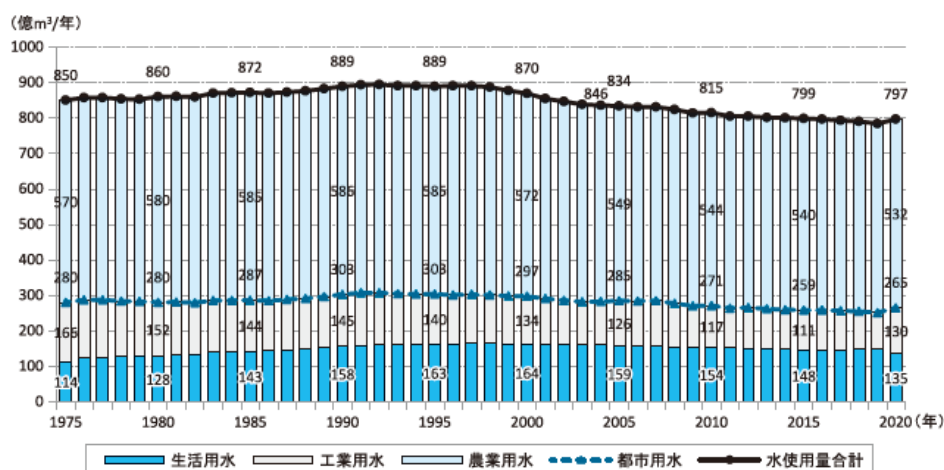


図 13 全国の水使用量（国土交通省、水管理・国土保全局）

1. 2. 2. 2 水産生物の応答

伊勢・三河湾を例に、貧栄養化に対する水産生物の応答について紹介する。ノリ養殖では色落ち、漁期の早期終了、魚介類には肥満度の低下、分布域の偏在が起きている。

(1) ノリ

ノリ養殖は、秋季に水温が23℃以下になると、種網を養殖場に張り込んで開始され、通常は11月末から3月末まで収穫が行われる。近年では、秋季の水温降下の遅延により生産開始が遅れるようになっている。また、知多湾におけるノリの生長に必要な $\text{PO}_4\text{-P}$ とDINの平均濃度の変化を図14に示した。²¹⁾ $\text{PO}_4\text{-P}$ およびDINの濃度はいずれも夏季は低く、秋季に上昇してそれ以降は徐々に低下している。2013～2017年度の $\text{PO}_4\text{-P}$ およびDINの月平均濃度は、1997～2012年度と比較して秋季のピーク濃度が低く、品質の良いノリの生産の目安となる $\text{PO}_4\text{-P}$: 10 $\mu\text{g/L}$ およびDIN : 100 $\mu\text{g/L}$ を下回る時期が早くなっている。このように、 $\text{PO}_4\text{-P}$ およびDINの栄養塩類濃度が早期に低下することにより、色落ちによる単価の低下や生産の早期終了などの漁業被害が生じている。毎年10回程度開催される共同販売における最終出荷回次数は、1999～2002年で平均9.8回であったが、近年では8.3回と生産終了期が早まっている（図15）。²¹⁾ 通常、秋雨前線等による降雨で河川から栄養塩類が供給されること、および夏季の成層期に下層に蓄積された栄養塩類が秋季の鉛直混合期に供給されることにより、秋季に表層の栄養塩類濃度が高くなる。このようなリン、窒素の季節的な挙動自体は変化していないが、濃度の低下は明らかであり、陸域からの供給量が低下していることが主要因であると考えられる。温暖化によりノリの生産開始時期が遅れる現状にある中で、ノリの品質向上および生産量の増加を図るためには、生産期において陸域から供給される栄養塩類の増加が必須である。

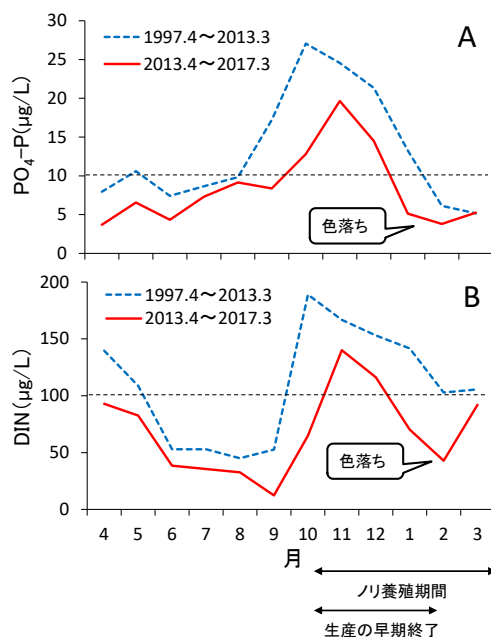


図14 知多湾表層（4測点平均）における $\text{PO}_4\text{-P}$ （A）およびDIN（B）の期間平均濃度の変化、破線は品質の良いノリに必要な濃度（ $\text{PO}_4\text{-P}$: 10 $\mu\text{g/L}$ 、DIN : 100 $\mu\text{g/L}$ ）

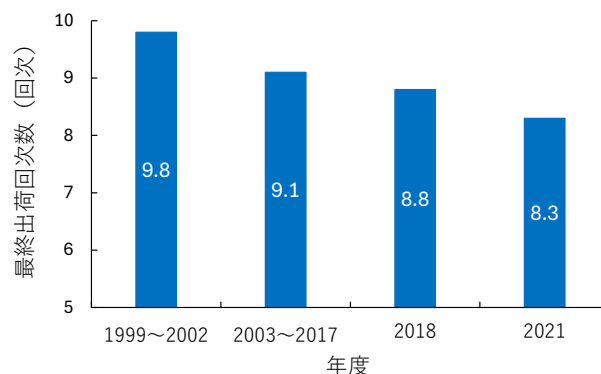


図 15 愛知県漁連海苔共同販売への最終出荷回次数（知多・西三河地区平均）

(2) アサリ

愛知県におけるアサリ漁業は、伊勢・三河湾の沿岸部で盛んに行われ、年間の漁獲量は、2013年までは1万t前後と減少が著しい他海域に比べ安定して推移してきた。しかし、2014年以降に急減し2017年には1,635tと、直近のピークである2008年の19,278tのわずか8.5%となり、その後も漁獲量の低迷が続いている（図16）。²²⁾ アサリ漁獲量の低迷は、愛知県の漁業の中で最大の問題となっている。アサリ資源の減少は他海域でも見られ、その減少要因は、乱獲、貧酸素水塊、食害等のほか、近年では豪雨等による短期出水や急速に発達する低気圧に伴う強い風波による海底の土砂の擾乱など気象に関するイベント等の関与が指摘されてきた。^{23,24)} 一方、伊勢・三河湾では、秋冬期にアサリ資源が大きく減少すること（秋冬期減耗）から、成長モデルを用いて餌不足が主要因であることを明らかにした。²⁵⁾ この秋冬期減耗は、餌となる植物プランクトンの減少（図17）²⁶⁾ によって長期的な肥満度の低下が生じている中（図18）、¹⁴⁾ 夏季から秋季にかけてのさらなる餌不足、産卵によるエネルギー消費やその後の回復不調、風波による攪乱等が影響して生じていると考えられている。^{27,28)}

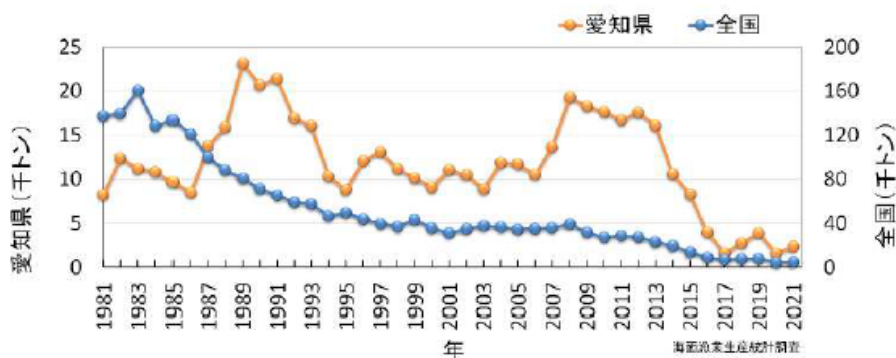


図 16 全国および愛知県のアサリ漁獲量の推移

（2025 年愛知県栄養塩管理検討会議報告書「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」から）

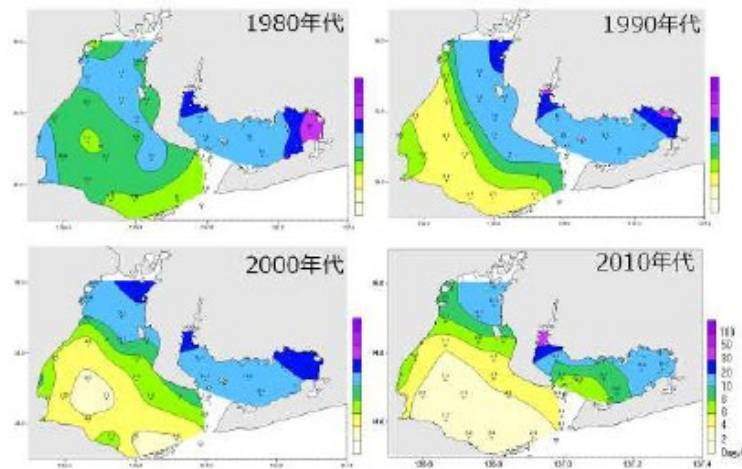


図 17 クロロフィル *a* 濃度の年代別の水平分布

(2025 年愛知県栄養塩管理検討会議報告書「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」から)

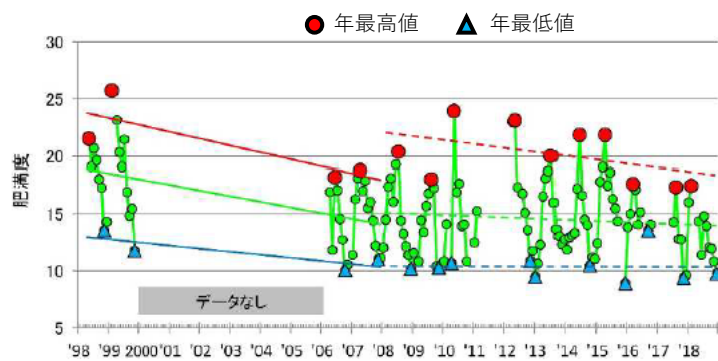


図 18 愛知県一色干潟漁場におけるアサリ肥満度の長期変動

(2025 年愛知県栄養塩管理検討会議報告書「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」から)

(3) シャコ、マアナゴ

シャコ、マアナゴは、この 2 種類で愛知県の伊勢湾小型底びき網漁業の全漁獲金額の 30% (1970~2020 年平均) を占める重要な魚種である。これらの漁獲量は 1990 年代後半から継続して減少している (図 2)。これら魚種の肥満度は 2010 年以降低下する (図 19) と共に、主要分布域が 2002~2020 年にかけて伊勢湾中央を含む海域から北部漁場のみに狭まっている (図 20)。^{29,30)} シャコは伊勢湾南部における 1 歳時の春季から夏季にかけての減耗により、分布域の縮小と大型個体の減少が見られる。シャコの餌となるゴカイや二枚貝類などのマクロベントス個体数は年々減少しており (図 19)、マアナゴの餌になるシャコ、イカナゴなども減少している (図 2)。植物プランクトンの指標となるクロロフィル *a* 濃度は、経年的に低下するとともに (図 19)、高い濃度域は湾奥部に収束している (図 17)。夏季を中心とした基礎生産力の低下と餌料生物の減少との関連が指摘されている。

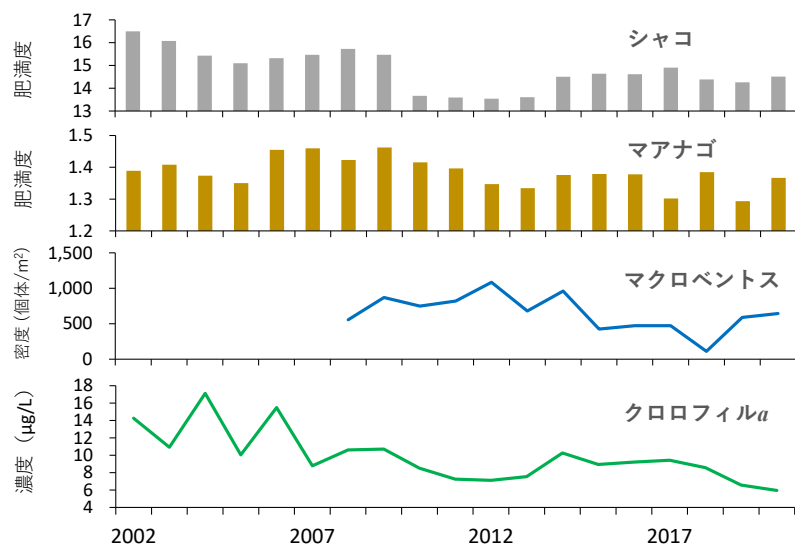


図 19 シャコ、マアナゴの肥満度、マクロベントス夏冬平均密度（環境省広域総合水質調査）、クロロフィル *a* 年平均濃度（水質監視調査Ⅱ類型水域）の推移

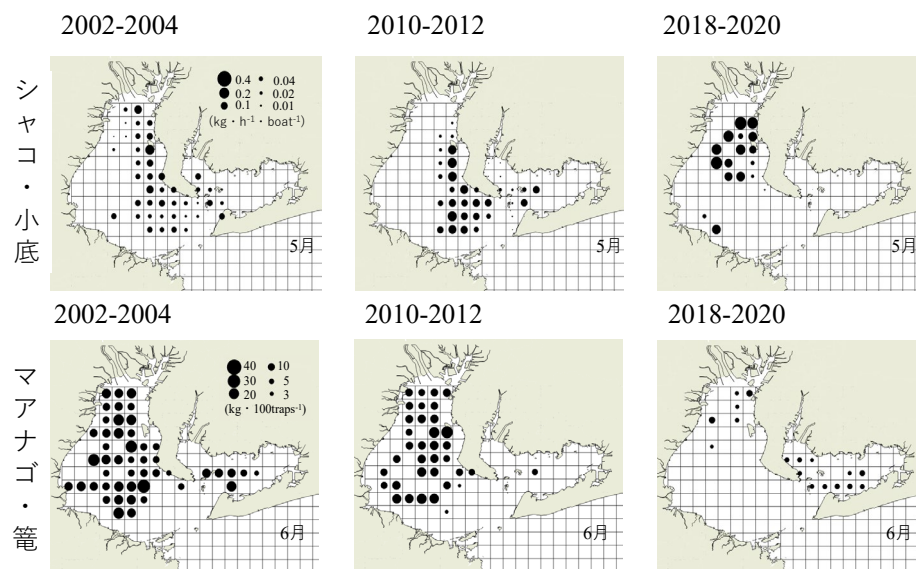


図 20 標本船調査によるシャコ、マアナゴの分布の推移

(4) トラフグ

伊勢・三河湾のトラフグの肥満度は長期的に有意な低下傾向（図21）にあり、大型のものがほど低下が顕著であった。重回帰分析^{*13}から、肥満度の変動には夏季のTPとトラフグ加入量が関与していると推定された。伊勢・三河湾の基礎生産がリン律速にある（1.2.2.1）なかで、TPは長期的に減少しており、夏季の基礎生産の低下に伴う餌生物の減少が、肥満度の低下と関連することが示唆されている。³¹⁾

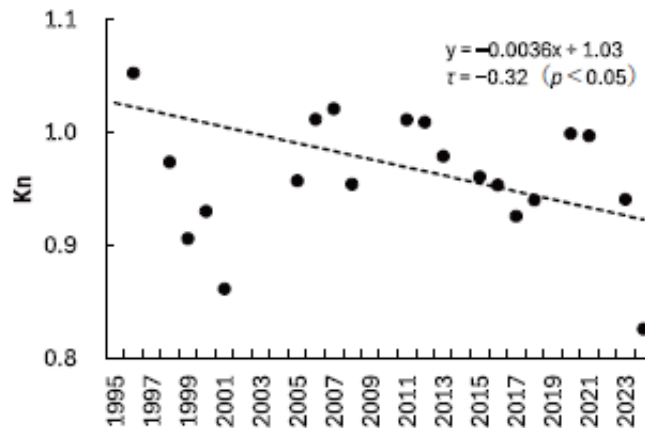


図 21 伊勢・三河湾で 1995 年から 2023 年に採集されたトラフグの相対肥満度 (Kn) の年変化。図中の r 値および p 値はマン・ケンドール検定の結果を示す。破線は回帰直線を表す。

(5) イカナゴ

イカナゴは、高水温期になると砂に潜って活動を休止する「夏眠」という特徴的な生態を有しており、その間に生殖腺を発達させて夏眠から覚めると間もなく産卵する。夏眠中は摂餌をしない本種にとって、夏眠に入る際の栄養状態は再生産の成否を左右する重要な要因と考えられている。³²⁾ 夏眠場は、伊勢湾口の神島南東部に位置する水深 20m 付近（出山海域および鯛ノ島海域）、産卵場は出山海域北部から神島北部にかけての湾口部付近と言われている（図 22）。³³⁾ 伊勢湾のいかなご船びき網漁業では、1992 年から漁獲後の残存尾数 10 億尾、2007 年からはさらに制限を強化して 20 億尾以上の残存尾数を目標とした資源管理を、愛知県、三重県の漁業者が協力して行ってきた。³⁴⁾ しかし、イカナゴの漁獲量は、大きな変動を伴うものの、2010 年を境に急激に減少し、2016 年には禁漁に追い込まれ、2018 年以降では夏眠個体も確認されず、その後も資源の回復はみられてない（図 23）。図 24 に、(a) 蛸集期（4-5 月）から夏眠前期（6-7 月）、(b) 夏眠前期から夏眠後期（10-12 月）の肥満度および肥満度の低下量の経年変化を示した。³⁵⁾ 蛸集期から夏眠前期の肥満度の低下は、2011 年以前は明瞭な傾向が認められなかったものの、2012～2017 年では 0.3～0.6（平均：0.51）と毎年確認された。一方、夏眠前期から夏眠後期（10-12 月）では、毎年例外なく肥満度は低下するが、2011 年以前の肥満度の低下量は平均すると 0.56 であったのに対し、2012 年以降では平均で 0.69 と、2012 年以降ではそれ以前よりも夏眠中に痩せが進行する傾向が確認されている（図 24(b)）。図 23 に示した 2014 年から 2017 年にかけての極端に低い生残率は、夏眠場に蛸集してから夏眠を開始するまでに栄養状態が悪化し、肥満度が低下したことが大きな要因³⁵⁾と考えられる。このことは、蛸集期を過ごす湾中央部、湾口部海域の動物プランクトン量が 2012 年以降大きく低下している³⁶⁾ことに起因すると考えられる。動物プランクトンのうち浮魚類の餌料として代表的なカイアシ類の炭素重量は、クロロフィル *a* 濃度と正の相関関係が認められ、クロロフィル *a* 濃度の低下とともに減少している。³⁶⁾こ

のように、栄養塩類濃度の低下による植物プランクトン量の低下が動物プランクトン量の低下をもたらし、肥満度の低下を通じてイカナゴの再生産の不調と資源量の減少につながったものと考えられる。

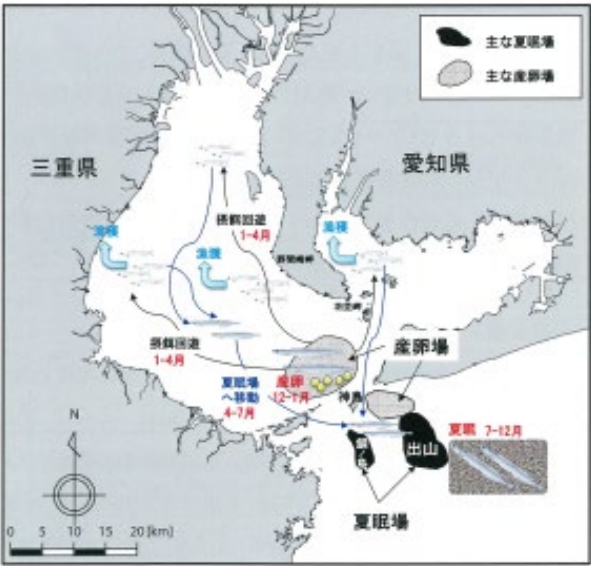


図 22 イ勢湾のイカナゴの生活史

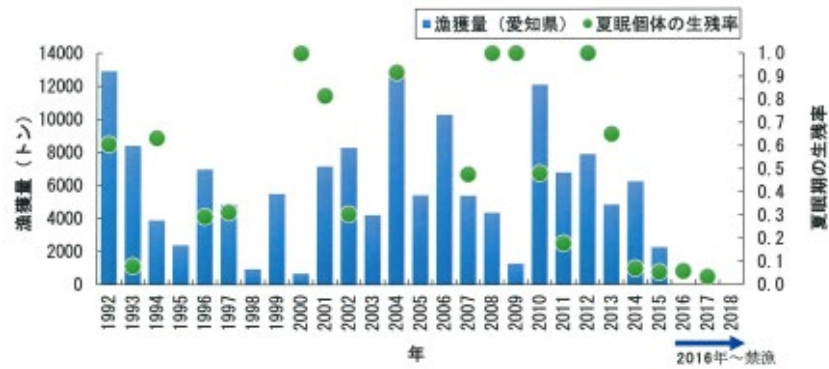


図 23 愛知県のイカナゴ漁獲量の推移と出山海域にける夏眠期の生残率

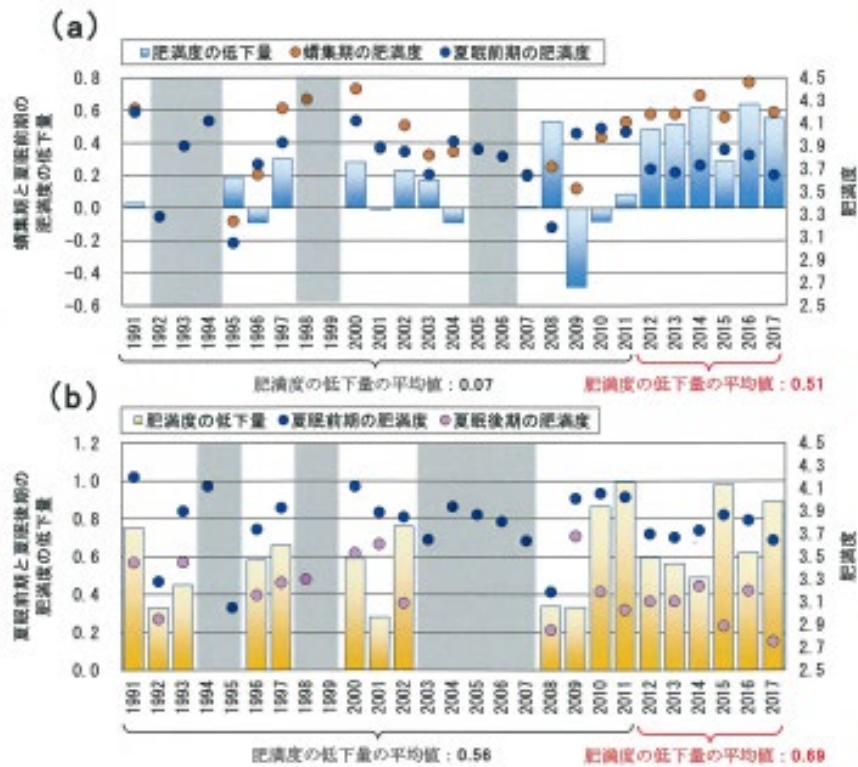


図24 伊勢湾イカナゴの肥満度（蛹集期および夏眠前期(a)、夏眠前期および夏眠後期(b)）の推移

(6) カタクチイワシ

伊勢湾のカタクチイワシの漁場は、1995～2020年にかけて経年的に湾口部から湾中部、湾奥部と変化している（図25、26）。³⁷⁾ この間のクロロフィル a 濃度の分布が北偏していることから（図17）、伊勢湾の基礎生産力は低下傾向にあるものの、湾中部、湾口部に比べて湾奥部で高いため、カタクチイワシが餌を求めて湾奥部に集まったことにより、北部に漁場が形成されやすくなったと考えられている。³⁷⁾

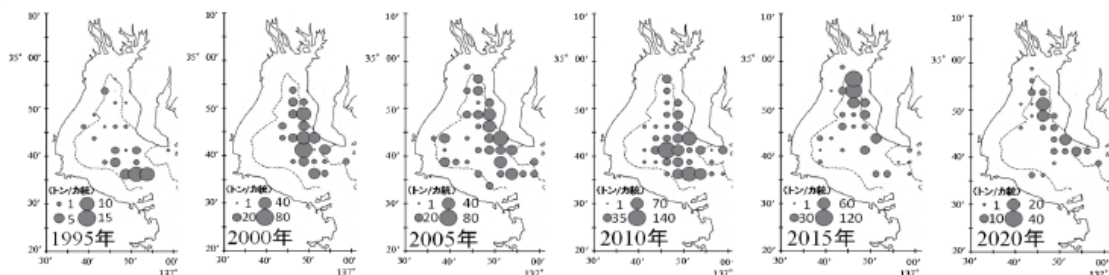


図25 伊勢湾における6～12月のカタクチイワシ CPUE 空間分布の推移

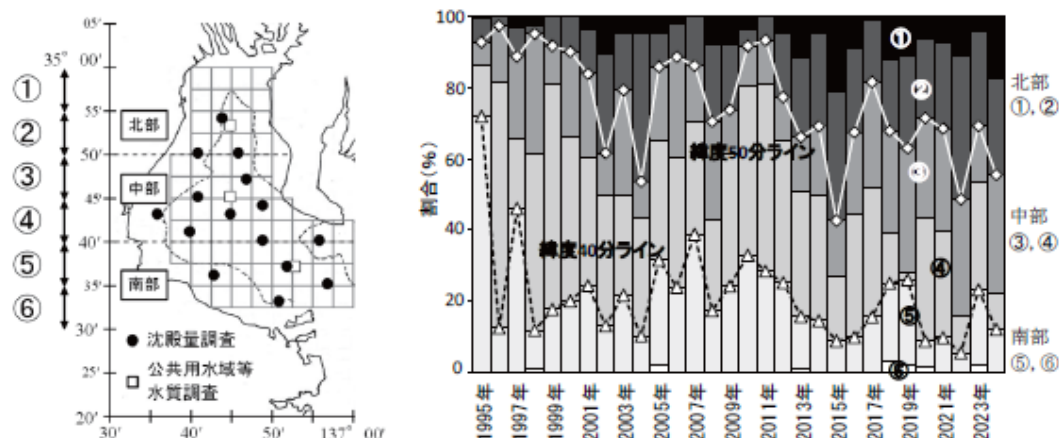


図 26 標本船調査の調査対象区域および海域区分（左）、漁場毎のカクチイワシ漁獲量の割合の経年変化（右）

1. 2. 3 温暖化の影響

日本近海における 2025 年までの海域平均海面水温（年平均）の上昇率は、100 年あたり $+1.36^{\circ}\text{C}$ となっている（図 27）。³⁸⁾この上昇率は、世界全体で平均した海面水温の上昇率（100 年あたり $+0.63^{\circ}\text{C}$ ）よりも大きく、日本の気温の上昇率（100 年あたり $+1.44^{\circ}\text{C}$ ）と同程度の値である。³⁸⁾一方、日本近海の海面水温には十年規模の変動がみられる。全海域平均水温では、近年は 2000 年ごろに極大、2010 年ごろに極小となった後、上昇している。³⁸⁾東海・関西・四国の沖合である四国・東海沖の海域の 100 年当たりの上昇率は $+1.39^{\circ}\text{C}$ となっている（図 27）。³⁸⁾これら海面水温の上昇は、海洋表層の成層化を通じて、深層に蓄積された栄養塩類を一次生産が行われる表層まで送り届ける海水の鉛直混合にも影響を与えるものと推測されている。³⁹⁾

水産生物には生育に適した水温がある。秋季の海水温の上昇により、ノリ養殖の開始時期は過去と比較すると 1 ヶ月近く遅れている。ブリ、サンマなど回遊性魚類は適水温域において分布・回遊する特性があり、海水温の上昇により適水温帯が北に移動・拡大し、分布域に変化が起きている。沿岸近くに生息するイセエビ、トラフグなども分布域が北上している。今後は長期的な視点から、温暖化に対応した養殖対象種の選定や養殖手法、漁獲対象種や漁法の検討が求められる。

また、最近の研究では、温暖化の主要因（大気中の二酸化炭素の増加）と同じ原因により、大気中の二酸化炭素が海水に吸収されることによる海洋酸性化^{*14}が世界的に進行しつつある。³⁹⁾酸性度を示す水素イオン濃度指数（pH）は、世界の海洋の平均で 10 年当たり約 0.02 の速度で低下していることが明らかになっている。日本近海の pH は、平成 10（1998）年から令和 6（2024）年までの期間で 10 年当たり 0.022 の速度で低下しており、世界平均と同程度の速度で酸性化が進んでいる。³⁹⁾以上の結果として、①水温上昇、②海洋酸性化、③表層水温の上昇による成層強化に伴う底層貧酸素化の 3 者が同時進行する状況が明らかに

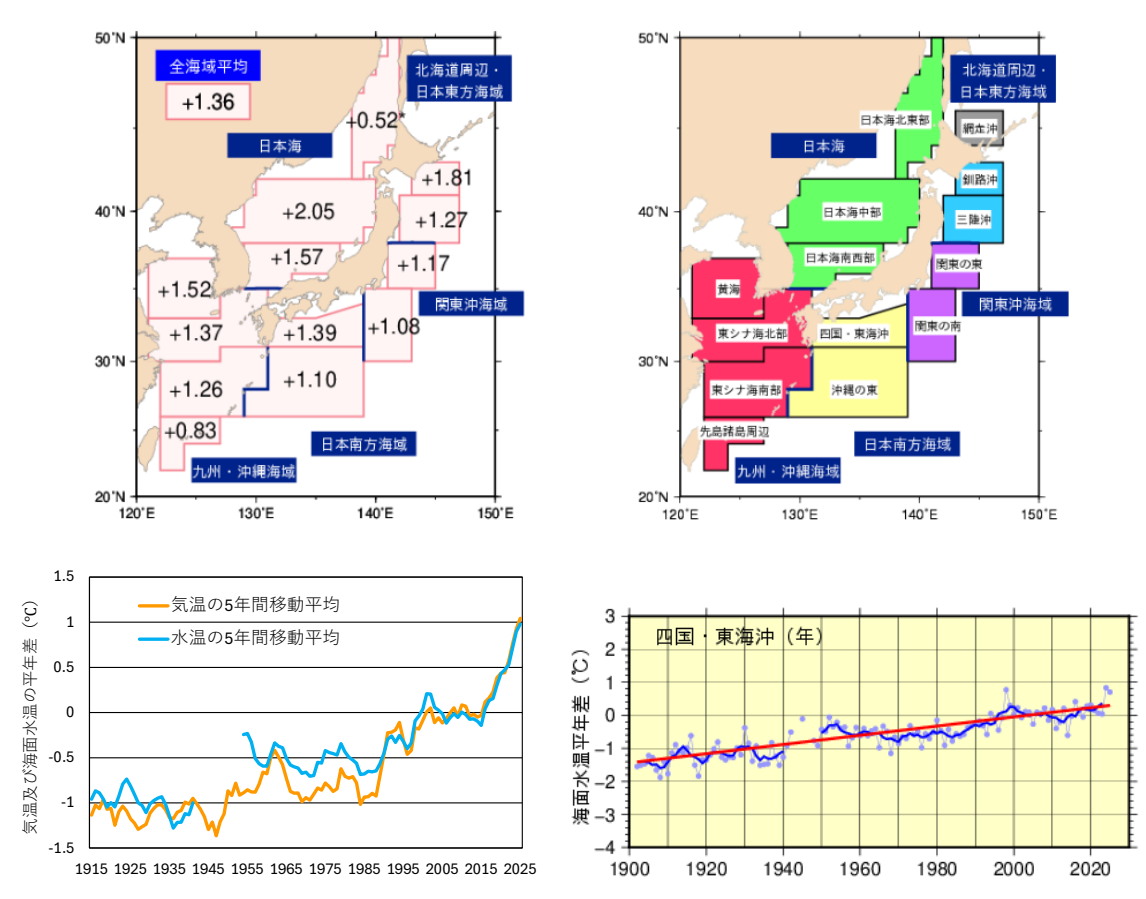


図 27 日本近海の海域平均海面水温の上昇率と海域区分図、日本の年平均気温および日本近海の年平均海面水温の年差（気象庁データ^{38、40）}から作図）および四国・東海沖の海域平均海面水温（青丸：各年の年差、青太実線：5 年間移動平均、赤太実線：長期変化傾向）の推移

注：気温平年差：観測された 15 測点の月平均気温から、平年値を差し引いたもの。海面水温平年差：網走沖を除く 13 海域の海域平均値を各海域の面積に応じて重み付けて平均した値から、平年値を差し引いたもの。平年値：1991 年～2020 年の 30 年間の平均値。

1. 3 養殖業の課題

海域における養殖は、給餌を必要とする魚類等の給餌養殖と、給餌を必要としないノリ、コンブなどの海藻類やカキ、ホタテガイなどの二枚貝類の無給餌養殖^{*15}に大別される。給餌養殖では、給餌を人為的に管理することができるが、無給餌養殖の生産は気象を含む環境条件に依存する。このため、無給餌養殖では生産量の維持を目的に、施設数を過剰に持つことが起こりがちである。一旦横並びで増やした施設数は減らすことが難しく、結果として過密養殖を引き起こし、むしろ生産性向上の妨げとなることもある。海面養殖では、それぞれの環境条件等から適正な養殖密度が設定されることが望ましい。適正な養殖密度は、それぞれの養殖場の条件を踏まえた最大生産量に基づくだけでなく、生産物の高品質化、漁場環境の変化への適応、コスト削減等を満たす養殖方法の考え方に基づいて決定されるべきである。これらの取り組みは、試行錯誤的に進める必要があり、個人より団体や地域で一体的に進めることが望ましい。ノリ養殖では、水質浄化センターによる栄養塩類管理運転など、近年人為的に栄養塩類濃度を高める試みがなされている。

宮城県漁業協同組合志津川支所戸倉出張所のカキ部会は、被災直後から復興に向けて動き始め、震災前まで行われていたカキ養殖方法が限界に近づいていたことから「養殖施設を震災前の3分の1に削減する」決断をした。⁴¹⁾「質」を追求しそれを実現したにもかかわらず、結果的に生産量が震災前の約2倍に増えた。成長速度が大幅に向上して、震災前には3年を要していた養殖期間が1年に短縮された。養殖施設数を減らしたことで、海水の循環が促進され、カキに栄養が十分いきわたるようになったと推測されている。品質が良くなり、生産額も震災前の1.5倍になった。施設費、燃料費が減り、労働時間も短くなった。

養殖密度の調整で貝の質、生産量、生産金額が向上し労働時間が短縮できた事例であるが、カキ養殖の場合は、栄養塩類濃度、植物プランクトン濃度、カキの肥満度や成長率などの調査から、栄養塩類濃度と養殖規模との関係を導き、現状で適切な養殖規模とするか、養殖規模に見合った栄養塩類濃度を確保する必要がある。限られた湾内漁場を利用するノリ、ホタテガイ等の養殖についても同様である。

また、カキ養殖は、生産が行われる海域全体を通してマクロ的に見れば摂餌により水中懸濁物を除去する環境浄化型の事業である。しかし、個々の養殖いかだの周辺に限ってみると、付着物が多く付きそれらが落下した場合や養殖密度が高くカキ自体の糞や偽糞が多い場合は、養殖いかだから底質への負荷が大きくなり、それらが分解される過程で底層の溶存酸素が消費される。周辺海域から酸素の供給が少ない場合はゴカイ類などの底生生物が生息できなくなり、海域環境を維持する上では課題となる。

陸奥湾のホタテガイ養殖では、マダイによるとみられる食害が発生している。⁴²⁾各地のノリ養殖では、クロダイ等による食害が確認されている。^{43,44)}これらの食害は、以前は被害が出るほどではなかったことから、湾内の栄養塩類不足によりこれら魚類の餌料生物が減少し、食害の発生・増加につながっている可能性がある。また、秋季における海水温の低下の遅れが魚類の摂餌期間を長くしていることも影響している。本来は、水温の上昇は餌料生物の増殖を促進するはずであるが、栄養塩類の不足があると餌料生物の増殖が制限されると推測される。

2 栄養塩類濃度の確保

2. 1 水質環境基準の動向

環境省は、人の生活環境の保全に関する環境基準の項目の1つとして1971年にCOD^{*16}を水質環境基準に制定し、1978年には海域の水質汚濁の改善を目的として総量規制制度^{*17}を導入した。これにより海域へのCODの排出抑制を図ったものの、CODの改善は顕著には認められなかったことから、1993年に植物プランクトンの増殖の原因となるTN、TPの濃度を水質環境基準に導入した。しかし、2025年に豊かな海の再生に向けた地域のニーズや実情に応じた柔軟な運用を可能とするため、利水上の支障が生じていない場合、A、B類型におけるCODの環境基準の達成状況の評価は必ずしも行わなくて良いとし、参考値としての位置付けに変更された。「第10次水質総量削減の在り方について—総量削減から総量管理への転換—（報告）」が取りまとめられ、2026年5月に中央環境審議会会長から環境大臣へ答申された。本答申を踏まえ、環境省では総量削減基本方針の策定にかかる検討を進める予定としており、水質管理制度の見直しの検討がこれから始まる。総量削減を実施して、ほぼ環境基準を達成してきたにもかかわらず、今日まで貧酸素水塊面積が高止まりしてきたことからすると、新たに設定された底層溶存酸素量の基準値達成のために引き続きTN、TPを削減することは、効果を生まないだけでなく、漁業・養殖業の生産量を低下させることにもつながりかねないことから注意が必要である。干潟・浅場の喪失により沿岸・内湾域の底層環境が悪化してきた経緯を踏まえると、水中の酸素環境の改善には、その再生が重要な役割を果たす。

2. 2 必要な栄養塩類濃度の見積もり

漁業・養殖業が対象とする水産生物には、それぞれ安定的で持続的な生産のために必要となる栄養塩類濃度がある。必要な栄養塩類濃度については、試験研究機関による連続的な水域濃度のモニタリングと、漁獲量の長期的な増減、漁場形成、成長、繁殖等から、過去の漁業生産と環境要因の関連を精査し、科学的に見積もることが必要である。見積もりに際しては、現時点では再現性に部分的な課題はあるものの、沿岸・内湾域の生物生産をモデル化し、数値シミュレーションを実施することが有効な手段となる。

漁場毎の環境特性を踏まえて見積もられた必要な栄養塩類濃度は、漁業・養殖業生産に必要な目標値として設定することになる。目標値の設定にあたっては地域や漁業種間での調整が必要であるが、対象生物の成長や成熟にとって十分なものになるとともに、対象種以外の生物を含む海域の生物種の構成等生態系全体の保全にも配慮するように設定することが望ましい。世界的な流れとしては、農業や漁業・養殖業においても、ネイチャーポジティブ（自然再興：自然生態系の損失を食い止め、回復させていくこと）な取り組みを進めることが、生物多様性の考えとして重視されている。さらに、漁場毎の栄養塩類管理計画の作成や水質環境管理への反映についても検討・実施が必要である。

2. 3 必要な栄養塩類濃度を確保するための対策

漁業・養殖業生産にとって必要な栄養塩類濃度を確保するためには、「沿岸・内湾域の水質管理」の考え方を確立する必要がある。沿岸・内湾域における水質管理は、これまで水質汚濁防止法に基づいて実施されてきた。この枠組みは、修正を加えつつ今後も継続されると予想される。しかし、豊かな漁業・養殖業生産のために求められる水質と水質汚濁防止法における望ましい水質との間には乖離が生じていることから、今後バランスの取れたものに改善していく必要がある。豊かな漁業・養殖業生産を実現するためには、海域ごとにその海域の漁業・養殖業生産に適した栄養塩類濃度を具体的に提示する必要がある。そのため、沿岸・内湾域であっても、陸域から供給される栄養塩類に加えて、外洋から供給される栄養塩類の挙動を把握することも、栄養塩類の確保にとっては重要である。

また、海域の窒素、リンに関する水質環境基準については、TN、TP に関して 5 つの利用目的^{*18}を整理して 4 類型（Ⅰ～Ⅳ）に分けて基準値が定められている。このうちⅡ～Ⅳ類型については、水産としての利用の観点から各類型の海域で主に漁獲される水産生物に依じて水産 1～3 種が適用されている。1995 年刊行の水産用水基準（第 4 版、社団法人日本水産資源保護協会）⁴⁵⁾ ^{*19}では、水産 1～3 種が適用されるⅡ～Ⅳ類型の水質の海域で漁獲される具体的な魚種名について、「海域の窒素およびリンに係る環境基準等の設定について（答申）」（中央公害対策審議会、平成 5 年 6 月）の記述をそのまま転載している。同答申においては、例示された魚種は、既往知見並びに東京湾、大阪湾および広島湾における主な魚介類の漁獲量と水質の関係に関する検討結果等から抽出されたものであることが明示されており、水産用水基準（第 4 版）においてもそのまま転載されている。しかし、直近の 2018 年版（第 8 版）⁴⁶⁾では、魚種名の例示にあたって検討した水域名が省略され記載されていないことから、例示された魚種が海況の異なる他の海域にも一般的に適応され得るものとの誤解が生じている。また、2018 年版（第 8 版）では、上記答申を基に水産 2 種に関する説明において、「エビ類、カニ類等の夏季底層の貧酸素化の影響を受けやすい底生魚介類の漁獲量は少ない場合がある」と記載されている。ここでは生息そのものを否定していないにもかかわらず、エビ類、カニ類等は、貧酸素化の有無に関係なく、より TN、TP 基準濃度が低い水産 1 種の水質にのみ生息可能との誤った解釈もなされている。このような誤解に基づく解釈により、栄養塩類の管理施策が海域の実態と乖離したものになることを防ぐためにも、TN、TP 環境基準の類型のあてはめや見直しの作業にあたっては、水産用水基準（第 4 版）に例示されている東京湾、大阪湾および広島湾における魚種に囚われることなく、対象とする海域における環境、生態系や漁業の実態を十分に解析した結果に基づき実施することが重要である。そのためには、5. 1 で示す海と水産生物を熟知している漁業者が参加して実施するモニタリングが有効である。

伊勢・三河湾の例では、時系列的に貧酸素水塊の面積が高止まりしている状況は、干潟・浅場の減少に加えて TN、TP の流入負荷量を削減したことにより、水質浄化を担う生物の激減が招いた結果であると言える。このため、干潟・浅場の再生とともに漁業・養殖業生産を維持するために必要な栄養塩類の試算、および、その確保のための対策が、赤潮および貧酸素水塊の対策など海域における環境保全の方向性を導く上で重要である。将来的には、海

域毎にそれぞれの特性に応じた漁業・養殖業生産が必要とする TN、TP 濃度を水質の目標値とする栄養塩類管理計画の策定が求められる。

2. 4 必要な栄養塩類濃度を確保するための事例

2. 4. 1 伊勢・三河湾

伊勢・三河湾では、栄養塩類濃度の低下により、ノリの色落ちやアサリ漁獲量の減少など生物生産性が低下しているが、栄養塩類濃度、クロロフィル a 濃度等の長期変化に対するアサリの成長の応答から、アサリの生産に必要な栄養塩類濃度が求められている（表1）。²²⁾ 成長モデルを用いてアサリ軟体部重量の経年変化を再現した結果、生存に必要な軟体部重量を確保するためには1998～2006年当時のTN、TP濃度が必要であるとしてその濃度が求められた。²⁵⁾ また、全国のアサリ漁場におけるCPUE（単位面積当たり漁獲量）と周辺海域のTN濃度との関係から、アサリ漁業に必要なTN濃度水準についての検討が行われた。⁴⁷⁾ さらに、TN、TP濃度とCPUEとの関係を求め、統計モデルによりTN、TP濃度に応じてアサリ漁業が成立する確率が推定された。⁴⁸⁾ これらの知見を基に、愛知県栄養塩管理検討会議では、アサリが豊かな資源量を維持していた時期にはアサリ以外の主要な水産生物も豊かであったことから、伊勢・三河湾の漁業生産に必要な栄養塩類濃度基準として、全窒素（TN）：0.4mg/L、全リン（TP）：0.04mg/Lを提示している（2025年愛知県栄養塩管理検討会議報告書「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」）。²²⁾ また、ノリで見積もった品質の良いノリの生産に必要な栄養塩類濃度（1.2.2.2）は、アサリに必要な栄養塩類濃度より低いので、アサリに必要な濃度を満たせばノリに必要な栄養塩類濃度を確保できる。

表 1 アサリ資源にとって必要な栄養塩類濃度

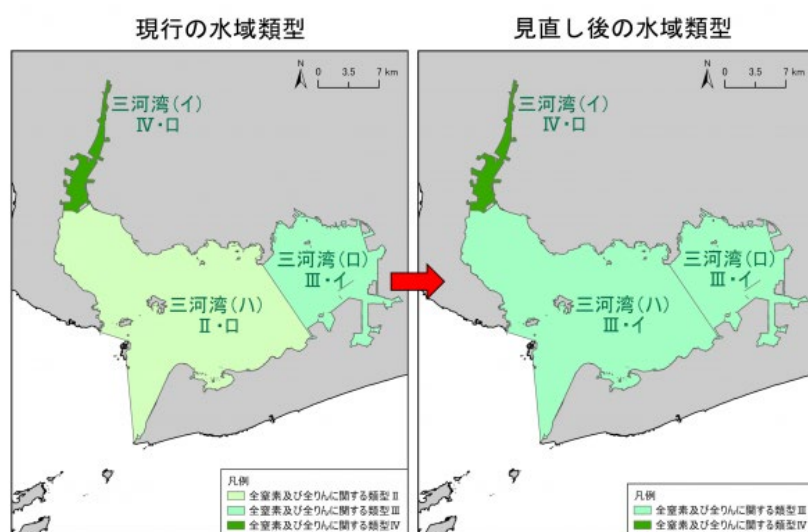
文献	考え方	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	備考
水産用水基準 ⁴⁶⁾	漁獲が多い	0.60< ≤1.00	0.05< ≤0.09	
蒲原ほか ²⁵⁾	肥満度(個体の生死)	0.39	0.046	水質データは知多湾環境基準点(K4, 5, 6, 8)の平均値
Uchida <i>et al.</i> ⁴⁷⁾	漁業の成立	好不漁の境目	0.38	*1: TP は知多湾年代別 TN/TP より換算 ¹³⁾
		愛知県の水準 ^{*2}	0.47	
日比野ほか ⁴⁸⁾	資源崩壊水準(西三河地区)	0.37	0.039	水質データは一色干潟沖の環境基準点(K7)
	漁業成立確率 95%(西三河地区)	0.46	0.054	
範囲(水産用水基準除く)		0.37～ 0.47	0.038～ 0.054	

*2: 漁獲量減少前の西三河地区の漁獲を達成する水準(2010～2014年平均値)

水質環境基準における水域の類型指定の基準濃度の達成に対応して漁業生産力が低下する場合は、海域における漁業・養殖業生産を維持するために必要な栄養塩類濃度を確保するため、類型指定の見直しが必要となる。伊勢・三河湾では、水域Ⅱ類型を達成し始めるに伴って漁業生産量が低下した。特に、アサリ、イカナゴの生産量の減少が著しいが（図2）、シヤコ、マアナゴ、小型のエビ類など他の水産生物や養殖ノリの生産量も低下しており、早急

に低下に歯止めをかけることが必要となっている。また、曾根・日比野³⁾は1970年代から2010年代までの伊勢湾内と湾外の魚種別漁獲量の類似性をクラスター解析^{*20}および Bray-Curtis 指数（非計量多次元尺度法）で解析した結果、年代とともに伊勢湾内の漁獲物組成が伊勢湾外（渥美外海）に近づき、豊かな栄養塩類によって育まれた内湾の生態系の特徴が年々薄れ、栄養塩類濃度の低い外海の状態に類似してきていることを明らかにした。また、湾内の漁場生産力も近年低下しており、これらの変化には特に栄養塩類（特に TP）の減少が大きく関わっていることが示唆されている。貧栄養化に伴うこのような変化は、内湾が持つ豊かな漁業生産や漁業の多様性を喪失させているとも言える。漁業生産の維持や多様性の確保の点で、伊勢・三河湾の漁業生産に必要な栄養塩類濃度基準を満たすため、愛知県は2026年3月、三河湾におけるⅡ類型の指定を基準値の高いⅢ類型に見直すこととした（図28）。⁴⁹⁾伊勢湾においても、中央環境審議会 水環境・土壌農薬部会 生活環境の保全に関する水環境小委員会（第3回：2026年6月）では、伊勢湾のⅡ類型をⅢ類型に見直すことが適当であるとする見解を取りまとめている。

海域の栄養塩類濃度等は、気候、海洋環境の変化、人間活動の変化などにより変わることから、漁業・養殖業生産のための基準の設定については、定期的にあるいは変化の出現時に見直しを行う「適応的管理」⁵⁰⁾が望ましい。



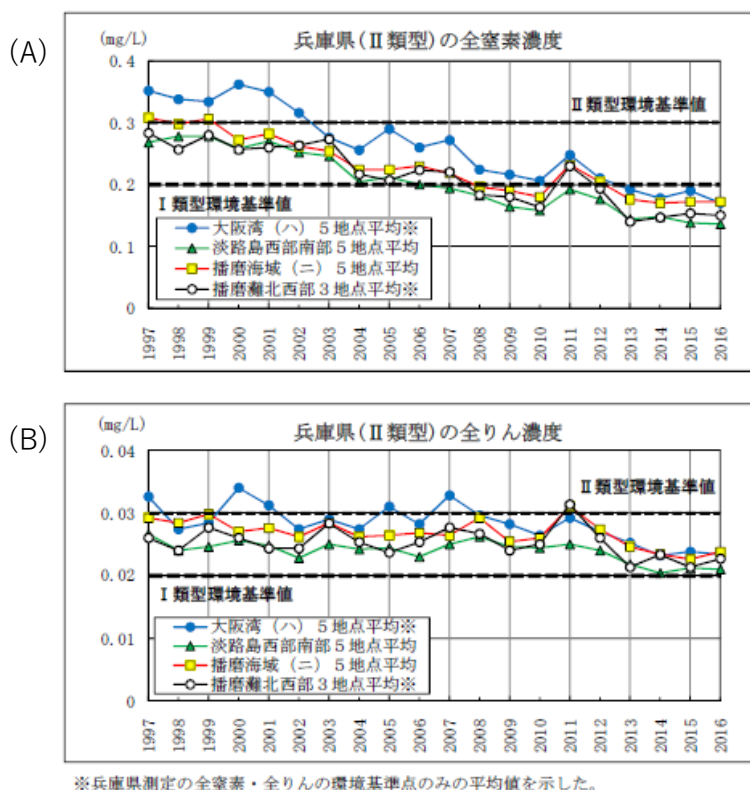
注：各水域名（緑字）の後の記号は、類型（Ⅱ～Ⅳ）および達成期間（イ：直ちに達成、□：5年以内で可及的速やかに達成）を示す。

図28 三河湾の類型指定見直し

2. 4. 2 播磨灘

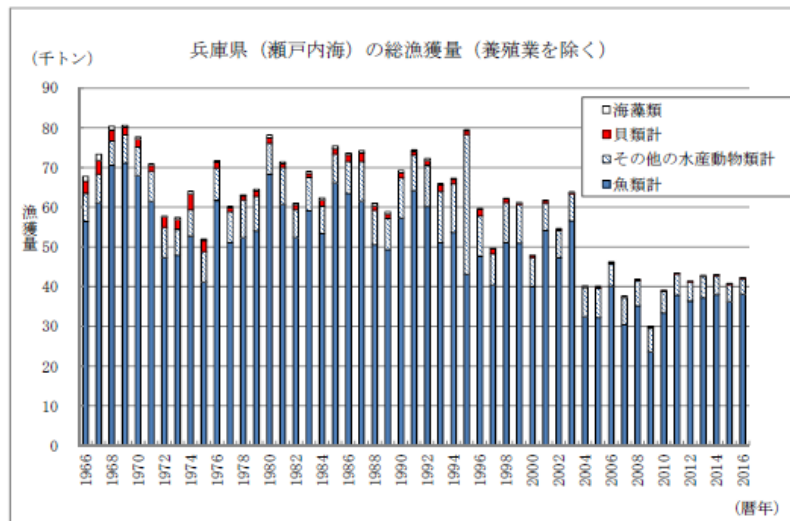
兵庫県は、播磨灘の漁獲量および生物多様性が低下していることから、次の「2. 5 水産用水基準のこれからの役割」で提示した、生物生産に必要な栄養塩類濃度の下限値を設ける考え方を取り入れ、漁業生産に必要な海域の TN、TP 濃度について下限値を設定した。

51) TN および TP 濃度は、濃度規制や総量規制制度により高度経済成長期から大幅に低下し、環境基準達成率は全ての水域で 100% となっている。中でもⅡ類型指定海域の県内 4 水域全てで、TN 濃度は 2003 年度以降Ⅱ類型の環境基準値 (0.3mg/L) を達成し、2013 年度以降はⅠ類型の環境基準値 (0.2mg/L) 未滿となっている。また、TP 濃度はⅠ類型の環境基準値 (0.02mg/L) にせまっている (図 29)。一方、総漁獲量は、1966～1995 年までは 50 千～80 千トン程度、1996～2003 年までは 50 千～60 千トン程度、2004～2014 年までは 30～45 千トン程度で推移しており、1995 年以降急激に減少している (図 30)。中でも瀬戸内海の代表的な魚種であるイカナゴを対象にした調査研究によれば、栄養塩類 (DIN) 濃度の低下とイカナゴの漁獲量の減少は同調しており (図 31)、漁獲量急減の要因は、窒素・リン濃度の低下および水温の変動等としている。兵庫県は、「窒素およびリンは一次生産者である植物プランクトンの栄養として海域の生態系に必要な元素であることから、適切な濃度の維持を図る」としている。さらに、水産資源の持続的な利用の確保に関する目標として、「地域の実情に応じた適正な栄養塩管理等の取組により、貴重な漁業資源の宝庫として、餌生物が豊富に存在し、多様な魚介類が豊富に持続して獲れるなど、生物の多様性および生産性が確保されていること」を挙げている。これら海域の TN および TP に関し、兵庫県としての水質目標値 (下限値) が必要であるとしている。



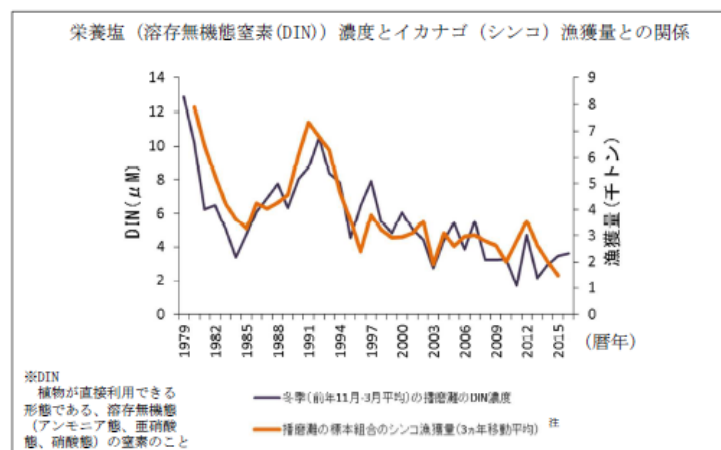
出典) 兵庫県公共用水域水質常時監視結果

図 29 兵庫県Ⅱ類型海域の TN (A)、TP (B) 濃度の推移



出典) 漁業・養殖業生産統計 (農林水産省)

図 30 兵庫県（瀬戸内海）の総漁獲量の推移



出典) 兵庫県水産技術センター

注：一般的に、他の要因（例：水温、気象等）の影響を大きく受ける自然現象を解析する際には、複数年度の移動平均を用いる

図 31 栄養塩（溶存無機態窒素(DIN)）濃度とイカナゴ（シンコ）漁獲量との関係

2021 年 6 月に環境省は、「瀬戸内海環境保全特別措置法」を一部改正して、栄養塩類管理制度を創設した。これを受けて兵庫県は、2022 年 10 月に漁業利用があり全窒素濃度が県条例に基づく下限値を下回るおそれのある水域（Ⅱ類型指定海域およびⅢ類型指定海域）を兵庫県栄養塩類管理計画の対象海域とした(図 32)。⁵²⁾ 水質の目標値は、県条例の下限値から環境基準値とした。具体的には、TN はⅡ類型水域が 0.2～0.3mg/L、Ⅲ類型水域が 0.2～0.6mg/L、また、TP はⅡ類型水域が 0.02～0.03mg/L、Ⅲ類型水域が 0.02～0.05mg/L である。対象海域の全窒素濃度は、2023 年、2024 年は県条例の下限値である 0.2mg/L を下回っており、さらなる栄養塩類増加措置実施者の拡大や下水処理場の栄養塩類管理運転の強化が必要であるとしている。

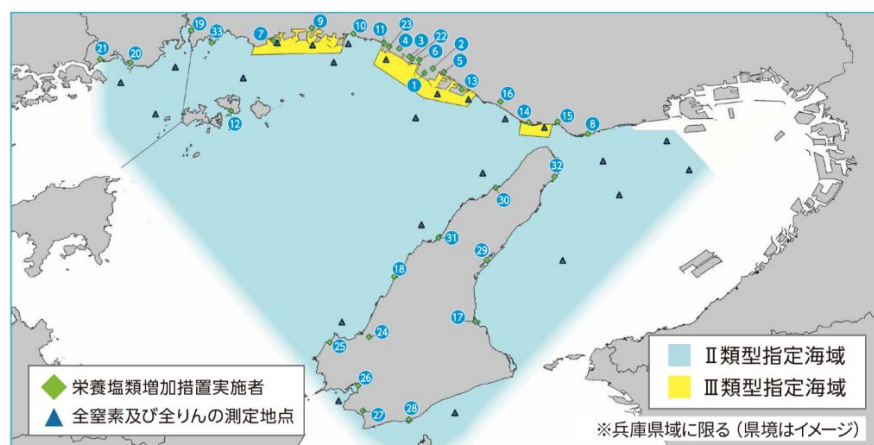


図 32 兵庫県栄養塩類管理計画の対象海域

2. 5 水産用水基準のこれからの役割

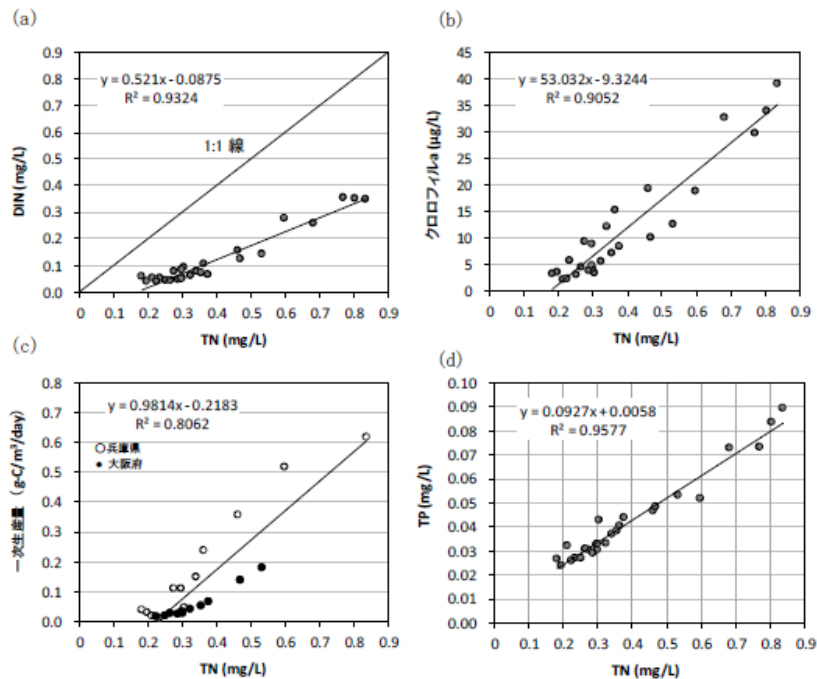
水産用水基準は、日本水産資源保護協会から 1965 年に初版が刊行された。当時、産業から排出される汚染物質による漁業被害が多発していたことから、水産資源保護の立場から水産生物への影響限界濃度を推定して許容限界濃度として基準が設定された。その後、「水生生物の生息環境として維持することが望ましい基準」としてより厳しい基準に見直された。さらに、1995 年の改定では環境庁（当時）による環境基準の大幅改定を受け、富栄養化対策として新たに取り入れられた全窒素および全リンにかかる環境基準が水産用水基準にも転載された。その後も新しい知見や状況に合わせて内容が見直され、最新の 2018 年の第 8 版⁴⁶⁾では、排水規制の徹底などによって栄養状態がそれまでの富栄養化ではなく貧栄養化へと反転している海域が現れたことに鑑み、海域の栄養状態に関する項目に限定して検討を加えた。ここでは、「陸域からの栄養塩類供給に依存する閉鎖性内湾であって、全窒素 0.2mg/L 以下、全リン 0.02mg/L 以下の海域は生物生産性が低い海域であり、一般的には漁船漁業には適さない」とされており、その根拠は図 33 のとおりである。^{46,51)} 今後も逐次新しい知見を収集しながら、社会ニーズを考慮した、次なる改定に向けてさらに検討を加えるとしている。このように、水産用水基準は公害が社会問題となっていた高度成長期の時代から、貧栄養化問題が顕在化してきた現在に至るまで、変化する水域環境や社会状況に応じて、漁業・養殖業が支障なく行われるための基盤となる水域の水質基準としての役割を担ってきたが、今後も変化する自然・社会状況の中、「適応的管理」によって継続される沿岸・内湾域の漁業・養殖業を支えていく基準であってほしい。

下図は、全窒素・全りん濃度の高い大阪湾北東部から、低い西部までの測点における年平均全窒素濃度と、溶存無機態窒素(DIN)濃度、クロロフィル a 濃度及び一次生産量^{※2}等の関係である。

全窒素濃度と DIN 濃度及びクロロフィル a 濃度の間には高い正の相関があり、全窒素 0.2mg/L では、DIN 濃度もクロロフィル濃度もゼロに近くなっている。

このため、一次生産量も、全窒素 0.2mg/L では $0\text{gC}/\text{m}^3/\text{day}$ に近くなっている。(下図(a)～(c))

全窒素 0.2mg/L のときの全りんは概ね 0.02mg/L である (下図(d))



大阪湾における年平均の(a) TN と DIN、(b) TN とクロロフィル a、(c) TN と一次生産量、(d) TN と TP の関係

(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)より作成

図 33 大阪湾における年平均の(a) TN と DIN、(b) TN とクロロフィル a、(c) TN と一次生産量、(d) TN と TP の関係

3 「栄養塩類の供給」と「生産の場の確保」をともに

漁場では魚介類の繁殖が広く行われているが、干潟・浅場・藻場(岩礁の藻場を含む)は、幼稚魚にとって餌が豊富で、外敵から保護されるなどの条件がそろっており、とりわけ再生産機能が高い場所である。そのため、沿岸・内湾域の漁業生産力の回復には、既存の生産の場(以下、干潟・浅場・藻場等を生産の場とする)の再生産機能を十分に発揮させることと合わせて、これまでに失われた生産の場の再生が必要である。再生産機能の発揮には「栄養塩類の供給」が、生産の場の再生には干潟・浅場等の造成が必要である。「栄養塩類の供給」と「生産の場の確保(保全・再生)」は、どちらが欠けても「沿岸・内湾域における豊かな漁業・養殖業生産」は成立しない。赤潮の多発や貧酸素水塊の拡大は、栄養塩類から高次の栄養段階の生物に至る物質循環^{*21}が、臨海部の埋立て、浚渫窪地などの地形改変により、滑らかに進行していないことが主要な原因であると指摘されている。そのため、流入負荷の

管理と生産の場の確保が一体として展開されることが、沿岸・内湾域における漁業・養殖業生産の維持・向上には不可欠である。これらの施策を推進するためには、引き続き生産の場の生物生産構造の解明とモニタリング調査が必要である。

河川によって運ばれる栄養塩類を含む有機物は、河口部周辺の干潟域で生物により利用・分解されて、生物の成育に使われる。このように、栄養塩類の供給先には、滑らかな物質循環を担う「生産の場」が必要である。しかし、湾奥部は昔から物流の拠点になってきたことから、深く浚渫された港湾施設になっていることが多い。そのため、運ばれてきた有機物や、栄養塩類を元に発生した植物プランクトンは、生物に利用されることなく浚渫により深くなった海底に堆積することにより物質循環を滞らせる。物質循環の滞りは、酸素の供給が不十分な底層において有機物の分解による酸素消費を促進させて貧酸素水塊を発生させる。伊勢・三河湾を例にとると、湾奥部を中心に発生する貧酸素水塊の面積は、その対策として水質総量削減を実施してきたにもかかわらず、高止まりの状況にある（図 34）。^{21）} 水温の上昇による海域の上下層の密度差の高まりにより成層化が強化されることや最近の夏季の気象傾向である海上風の弱まり等が貧酸素水塊を発生・滞留しやすくしている面もある。しかしながら、根本は人工的な地形改変を原因とする物質循環の停滞にある。滑らかな物質循環を生むためには、湾奥部にこそ生産の場が必要である。また、貧栄養化の対策として、水質浄化センターによる栄養塩類管理運転が試験的に行われ、今後、企業による栄養塩類の供給も行われようとしているが、供給された栄養塩類を湾・灘の魚介類の生産に結び付けるためにも、栄養塩類の供給と生産の場の配置との関係は重要である。

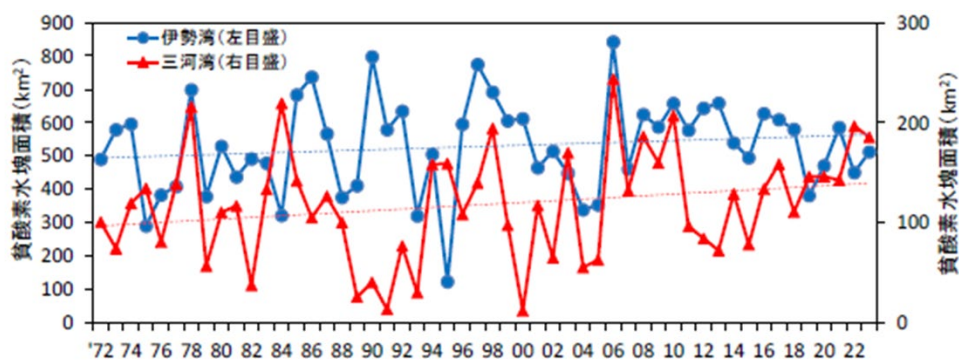


図 34 伊勢・三河湾における貧酸素水塊面積の推移

(1972～2023 年夏季 (7～9 月) の年平均値、貧酸素は溶存酸素量 30%以下)

2020 年 3 月の「瀬戸内海における今後の環境保全の方策の在り方について」(中央環境審議会答申)においては、藻場・干潟・浅場等の保全・再生・創出を進めるため、基本計画や府県計画において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する必要があるとしている。また、生物の生息・生育環境を維持・回復するため、海岸保全施設の整備に当たっては自然環境に配慮するとともに、砂浜の保全・回復を推進する必要があるとしている。

水産生物の再生産にとって重要であり、水質浄化が特に求められる湾奥部にはほぼ全てに港湾設備が存在し、港湾管理者等が海岸線・水域を管理している。このため、水産部門のみによる生産の場の再生には限界がある。今後は、水産部門と港湾管理者が連携して、海岸線・水域の生物生産、水質浄化などの機能を上手に利用する取り組みが求められる。また、生産の場の再生が物理的に困難な護岸周辺では、貯木場など利用頻度が低下している旧港湾施設を干潟・浅場に生まれ変わらせることや、緩傾斜護岸等の環境配慮型護岸を整備する取り組みも、水産生物の生息場を増やすための後押しとなる。藻場の再生は、海藻・海草類の着底基質である干潟・浅場や岩礁・藻礁が確保されていることが大前提であるが、里海づくりとして、漁業者による種まき、種苗の移植、食害防止などの活動により、再生・維持に成功している事例もある。⁵³⁾

4 沿岸・内湾域の水産生物生産の研究

我が国では、各都道府県に水産試験場等の水産研究機関が配備されている。水産試験場等は、水産生物の生息環境・資源量を把握・管理する手法や養殖手法の開発などを通じて、これまで水産業の発展に貢献してきた。水産生物の生産実態を捉えるためには、地域の水産業と水産生物、漁場環境に関することを熟知している水産試験場等が中心となって、重要度の高い干潟・浅場・藻場・岩礁やその周辺海域のモニタリングが十分に展開できるような予算措置が必要である。

水温などを対象とする簡易センサーの配布による漁業者参加型のモニタリングも想定される。漁業者に海の異変を報告してもらうことにより、漁期中に取りあえぬの処置を講じるなど素早く対応できるメリットがある。また、モニタリングを通じて漁業者自身が昨今の水温上昇などの環境変化を実感することは、養殖技術の高度化、対象種を高温耐性のあるものに変えるなど、対応の選択肢の幅を広げることにもつながる。

国の補助事業等において、栄養塩類をモニタリングする測器（観測ブイ等）の開発・導入を図ることにより、モニタリングの強化が期待される。

4. 1 栄養塩類濃度

水産庁が実施している浅海定線調査、環境省が実施している広域総合調査、自治体を実施している公共用水域水質測定調査では、沿岸・内湾域の水質が定期的かつ長期に渡ってモニタリングされており（広域総合調査は一部の地点で植物プランクトン、動物プランクトン、底生生物の分析を実施）、栄養塩類の時空間分布を把握する上で貴重なデータである。

4. 2 成育・再生産機能

干潟・浅場・藻場の変遷やそこに生息している水産生物を定期的に把握することは、水産、環境の両面から欠かすことができない。水産生物に関する調査は各自治体に任されているが、予算や体制などの制約から長期的なデータを蓄積することが困難で、水域環境の変化が水産生物にどう影響を及ぼしているのかを把握することが難しい場合が多い。生物の生息状況を把握してこそ、真の水域環境の把握が可能になると考えられる。対象となる水産生物は、

植物プランクトン、動物プランクトン、海藻・海草類、底生生物、卵・稚仔、魚類、貝類、甲殻類などが想定される。水産生物資源の拡大・縮小、個体の成長、仔稚魚期の成育、繁殖等については、標本船調査^{*22}、成育場における採取調査等が必要であり、これらの情報を長期的に収集する必要がある。また、成育場の水温・塩分、栄養塩類等についても、長期的な基盤調査が必要である。さらに、貝類の肥満度や成長率、海藻・海草類の成長率を指標化してモニタリングすることも大切である。また、干潟・浅場・藻場の機能と合わせて、その面積の推移を定期的に把握することは「生産の場」の状態を評価する上で大切である。

4. 3 物質循環、生態系の魚種構成

水質と水産生物の分布や生物の肥満度、成長量、生活史段階ごとの生息量を、海洋流動モデル、成長モデル、生態系モデルを用いて、物質循環の視点から評価することは重要である。また、魚介類の分布調査を通じて漁獲物を構成している魚種の変遷を把握することは、生態系の構造を評価する上で重要である。魚介類の分布調査の手法には、操業状況を把握する標本船調査、試験びき（試験操業調査）あるいは操業の一網買取りなどがある。

4. 4 観測機器の開発

水温、塩分、pH、植物色素量、溶存酸素量、濁度、流向・流速などの測定機器、人工衛星、ドローン、観測ブイ、ROV^{*23}などの観測装置や設備が海洋環境を把握するために開発されて来た。一般に栄養塩類の測定機器は複雑かつ高価であるため、使用しやすく入手が容易な機器の開発が望まれる。

5 海をよりよく知るためのモニタリング調査

漁場において干潟・浅場・藻場の造成や栄養塩類供給など海域環境の改善や貧栄養化対策を実施する場合は、その効果を把握するためのモニタリング調査が必要である。

漁場環境、漁業・養殖業生産の変化については、「海のこと」をよく知っている地元の漁業者の気付きがきっかけとなり、注目されることが多い。魚や貝が痩せている、養殖貝の身入りが良くない、漁期や旬、漁獲場所の変化、産卵量や産卵期の変化、漁獲される魚種の変化など、漁業者と地域の試験研究機関が連携して調査・分析を行い、変化を捉えることが対策への近道となる。

5. 1 漁業者参加型調査

漁業・養殖業生産に必要な栄養塩類濃度の基準値の設定やその効果の確認には、公的研究機関等によるモニタリング調査が必須である。一方、漁業者は、世代を通じて蓄積された漁場環境や水産生物についての知見を持ち、自主的にあるいは研究機関とともに資源管理を実践してきた。海と水産生物を熟知している漁業者が参加して、研究機関とともにモニタリング調査を実施し、その結果を漁業・養殖業生産に必要な栄養塩類濃度の基準値の修正や漁業・養殖業の実施手法の改善に反映させることにより、豊かな漁業・養殖業生産を実現する道筋が見えてくる。

漁場環境のモニタリングについては自動観測ブイによる連続観測データや気象庁からの沿岸域の気象・海象情報など、公的に入手可能な情報が活用できる。また、これらとともに、最近の漁業・養殖業のスマート化^{*24}の流れのなかで、漁業者自らが漁場環境を把握、管理するために漁具や養殖施設に装着した簡易センサー等からのリアルタイム情報を併せて活用することが効果的である。さらに、既存や新設した漁場の生産状況や生産効率は、標本船調査や試験びき（試験操業調査）、操業の一網買取り、出荷量調査などで把握することができる。これらを各地先ごとに定期的実施する「海の国勢調査（仮称）」に発展させて、漁場で起きる変化を捉えて課題解決につなげることも期待される。

藻場が長期的に衰退・消失する磯焼けについては、水温だけでなく栄養塩類濃度の低下との関連性についても調査が必要である。養殖生産においては、過密養殖も生産力低下の原因の一つであることから、流況や地形など物理的な条件や栄養塩類濃度の分布、一次生産の状況などを基に適切な養殖密度を導くことが重要である。

日本の長い海岸線、その先の広い水域を対象に、研究者・漁業者のみでは全てを調査することは不可能である。そのため、「市民科学」の考え方に立って体制を整備し、携帯電話のカメラ、GPSなどを利用した市民参加型の調査により補完することも有効である。

5. 2 専門的調査・解析によるフォローアップ

モニタリング結果について、水産試験研究機関等を含めた関係者間で共有・解析・評価して、漁場管理計画に利用することが重要である。そこで課題が生じた場合は、水産試験研究機関等による専門的調査・解析によりフォローアップしていくことが求められる。データを蓄積することにより、将来の温暖化の進行など漁場環境の変化に対応した漁業のあり方や養殖対象種の適地適作の検討に繋げていくことも重要である。温暖化は貧栄養化をはじめとする様々な現象の背景で進行しており、これらの現象に上乗せされた、あるいはこれらと複合した形で様々な影響が生じている可能性が強い。このため、継続して動向を追跡すべき課題である。

6 災害に強い漁業・養殖業

水産業は、自然の中で行われる産業であり、常に地震、津波や台風などの災害に備えることが必要である。「天災は忘れた頃にやってくる」と昔から言われているが、水産業が盛んな東北地方では三陸沖地震の発生、西日本では東南海地震の発生に対する備えを怠ってはならない。2011年の東日本大震災の津波をはじめ、その後も各地で発生している災害による被害を忘れることなく、命を守ることを第一に、水産業を守るために必要な対策について日頃から議論し、取り組むことが必要である。

6. 1 地殻災害とは

日本列島は、地殻を構成するプレートのうち、ユーラシアプレート、北米プレート、太平洋プレート、フィリピン海プレートの境界上にあり、常に地殻災害のリスクにさらされている。千島海溝、日本海溝および南海トラフにおいては、大津波をともしうプレート境界型の

大地震（M8～9）が数百年の間隔で周期的に発生しており、現在は近い将来の南海トラフ地震・津波の発生が懸念されている。また、陸上および沿岸域の海底に存在する多数の活断層の活動にともなう M7 級の直下型地震の発生リスクも全国的に常時存在する。さらに、現在は全国で 51 の火山が常時監視の対象となっており、火山噴火のリスクも日常的なものである。加えて、環太平洋諸国で発生した津波が、わが国に到達し被害を与えた事例（チリ地震津波、1960）もあるほか、大規模な火山噴火にともない成層圏に達した火山灰により、世界的に気温が低下する事例（ピナツボ火山噴火、1991）もある。

地殻災害は、一旦発生すると、発生地域の社会経済に大きな影響を及ぼし、人命に危険が及ぶことも多い。復旧・復興に多大なコストと時間を要する場合が多く、水産業に対する被害や影響も大きい。特に津波は、漁船や養殖施設を含む水産関連施設の損壊・流出や後背地域の道路・鉄道をはじめとする社会インフラの損壊を招く（東日本大震災、2011）。また、地震により、海岸や海底の隆起・沈降が生じ、漁港や防波堤の構造や機能が変化し、漁場環境や生態系にも影響が及ぶ（令和 6 年能登半島地震、2024）。これらにより、水産業が一定期間中断を余儀なくされるとともに、再開にあたっては、被災前とは異なった規模や構造への再編・転換が必要となる場合も多い。火山噴火も噴出した軽石により養殖業に支障が出たり、漁船の航行が妨げられたりする場合がある（福徳岡ノ場の噴火、2021）。

地殻災害の発生を事前に予測することは、現時点では事実上不可能であり、事前の防災・減災対策が重要である。人命を守ることを最優先に、避難場所と避難経路を確保するとともに、災害に対する関連施設の脆弱性を把握した上で、具体的な防災・減災策を検討し、確実に実施することが必要である。また、人口減少にともなう地方の過疎化の進行は、大規模な地殻災害からの被災地域の復興・再生にも影響を及ぼす。水産業の復興・再生においても、地域の実情を踏まえた実現可能な計画となるよう、地元自治体等と連携した取り組みが重要である。

6. 2 被害の低減・復興を織り込んだ漁業・養殖業

漁業・養殖業は、一旦津波などの自然災害が起きれば、漁具や施設の損壊・流出など大きな被害を受け、事業の継続が困難になるなど大きな影響を受ける。水産業は、漁獲から水揚げ、加工および販売までの各段階が連携して機能しなければ成立しない産業である。災害に強い水産業作りは、沿海地域の災害への耐性の強化につながるとともに、被災後の水産業のいち早い復旧・再開を支え、地域社会の復興にも大きな役割を果たす。このため、過去の災害時の被害状況を踏まえて、漁場や水産関連施設に特化したハザードマップを作り、日頃からの防災・減災対策を進める一方、水産業の早期の機能回復へ向けて、地元自治体とも連携しつつ被災後の各段階の復旧・再開の順序にも配慮した地域の水産業の事業継続計画（BCP）の策定が必要である。^{54）} BCP は、事業主が自然災害および大火災等の緊急事態に遭遇した場合において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能にするために、平常時におこなうべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段等を事前に取り決める計画のことである。水産業の BCP 策定にあたっては、自治体による地域の BCP 策定に組込むことが一つの方法として考えられる。独自に策定する

場合は、専門家による支援が必要となり費用もかかることから、助成金等行政による支援が必要である。また、定期的に BCP の実施訓練を行い、課題を見つけて見直すことも大切である。

6. 3 復興支援人材・システム・中長期対応策の構築

いざ被災した場合、新しい復興だと言われても現場としては戸惑うことが多いと想定される。そのためにも、BCP の策定、人口が減少する中での復興支援人材の応援体制の確立と合わせて、地域水産業の望ましいあり方（漁業権等の制度、漁業協同組合等経営の単位、漁船・補助機械や資金調達等の支援制度、物質循環から見た漁場の栄養塩類管理方法、漁場・資源の管理方法、最新技術の導入）について、今できること、できないことを整理した上で日頃からまとめておくことが、計画的な復興にも役立つと考えられる。

なお、防災・減災のために設置される防潮堤や耐震性護岸等の建設においては、規模や施工方法によっては、漁業活動を損ない、栄養塩類を海域に供給する地下水脈を遮断することも想定される。防災の第一目的である人命の確保が十分保障されるなかで、施工・設置後の漁業への影響を最小限にとどめるためには、予め漁業影響評価指針に基づいた影響評価を実施することが望ましい。また、干潟・浅場・藻場の造成にあたっては、災害予防のための防潮堤等の構造物とバランスが取れた配置にすることが大切である。

7 豊かな漁業・養殖業生産を維持して国産魚介類の安定的供給を

7. 1 日本の食文化を支える魚介類

「和食」は、2013 年にユネスコ無形文化遺産^{*25}に登録された。わが国の沿岸漁業で得られる漁獲物およびその加工品は、地方色に溢れる郷土料理として「和食」の多様性の発展に大きく貢献してきた。水産生物の漁獲、養殖、加工、流通のプロセスを大切にして、日本の食文化を後世に伝えなければならない。南北に長い多様な海域環境に根差した日本の食文化を守り後世に伝えることは、地先海域ごとの種々の水産資源を保全し、それらに対応した様々な漁業を維持することにつながり、世界的に天然水産物の需給関係が伸び悩む中、沿岸・内湾域資源の持続的利用、国産魚介類の安定的供給の面からも重要である。そのためにも、身近な、しかも生産力が高い沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産の維持・発展が引き続き大切となる。

全国の水産物直売所等の交流施設数は年々増えており（図 35）、^{55,56)} 新鮮でおいしく安い魚介類が求められていることが伺える。

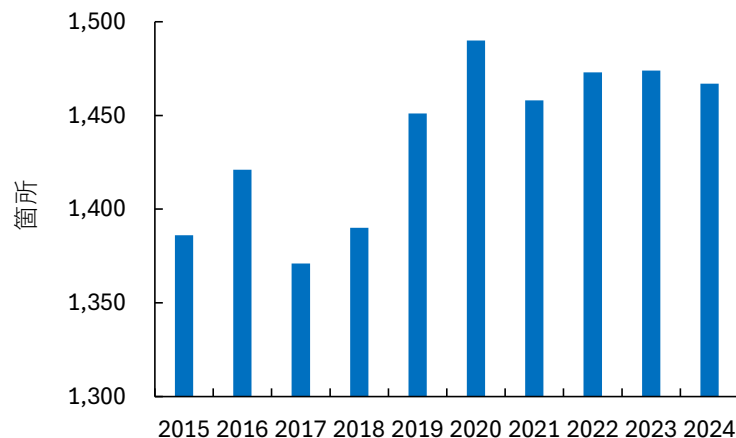


図 35 全国の水産物直売所等交流施設数

7. 2 国産魚介類の安定的供給

世界の海面と内水面の漁業生産量は 1980 年代後半以降横ばい傾向となっているが、2013 年以降養殖業の合計が漁業を上回るようになった（図 36）。⁵⁷⁾ このような中、世界で水産物を漁獲している主な国のうち、日本の漁獲量は 1980 年代後半以降減少し続けている（図 37）。⁵⁷⁾

日本の食用魚介類の自給率は、1970 年代後半までは 100%を超えていたが、1980 年代以降の国内生産量の低下および輸入量の増加と共に低下して、2015 年以降は 60%を超えていない（図 38）。⁵⁸⁾ 2023 年度における我が国の食用魚介類の自給率（概算値）は前年度から 2 ポイント低下し 54%となった。これは、国内消費仕向量が減少したものの、国内生産量がそれ以上に減少したことによる。

魚介類の消費動向は流通の影響を受けるが、沿岸・内湾域の漁業・養殖業生産の維持により、結果として国産魚介類の安定的供給につながることを期待される。

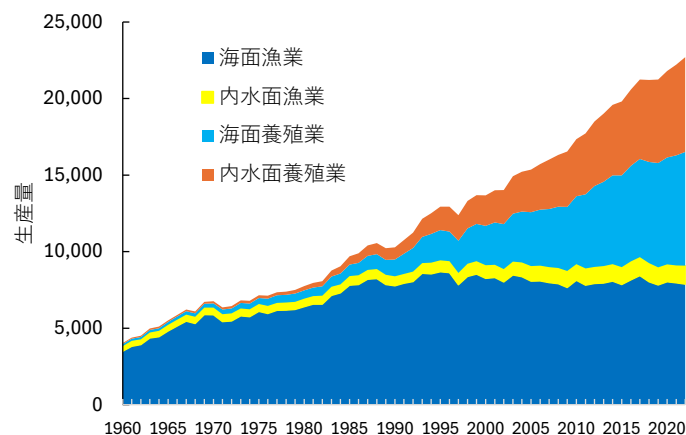


図 36 世界の漁業・養殖業生産量の推移

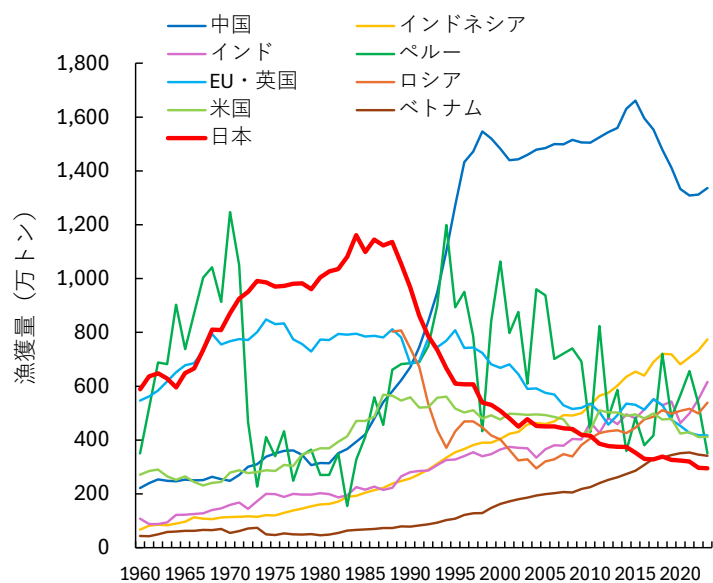
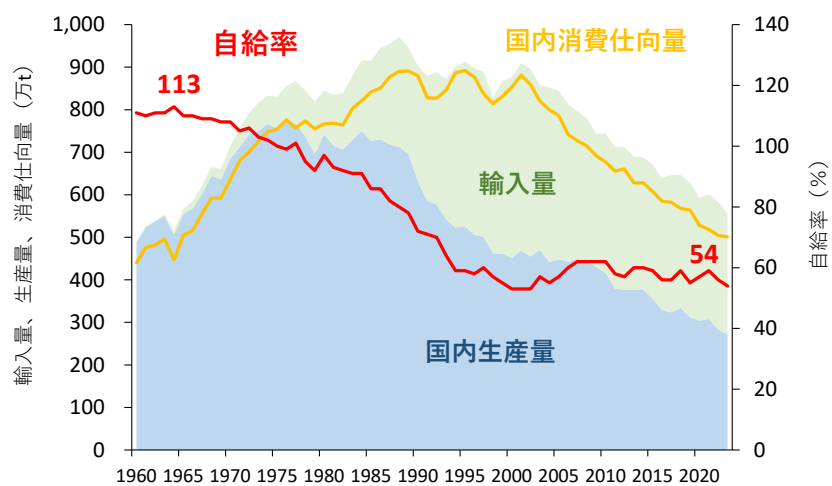


図 37 世界の主な国の漁獲量推移



資料：農林水産省「食料需給表」

注：自給率（％）＝（国内生産量÷国内消費仕向量）×100。

国内消費仕向量＝国内生産量＋輸入量－輸出量±在庫の増減量。

図 38 日本の食用魚介類の自給率の推移

沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産の 維持に関する緊急提言

2026 年 8 月

一般社団法人 全国水産技術協会
沿岸域漁場環境管理検討会

はじめに

我が国の沿岸・内湾域における水産生物の生産量は、東京湾、瀬戸内海では四半世紀の間に減少の一途をたどっているが、伊勢・三河湾では 2014 年以降、イカナゴ、アサリやシャコなどの底生性魚介類が激減している。また、養殖業においても、ホタテガイが噴火湾で 2017 年と 2019 年に、陸奥湾では 2024 年に、カキが 2025 年に瀬戸内海で大量へい死している。さらに、ノリでは有明海から仙台湾まで、毎年いずれかの海域で色落ちが発生している。

我が国の沿岸・内湾域で生産される多様な水産物は、豊かな日本の食生活を支えてきたが、このような魚介類の減少やへい死が続くと、将来にわたって国民に安心、安全な食料を安定的に供給する体制の維持が危惧される状況にある。現在、重量ベースで 50%強にとどまる水産物の自給率を回復させるためにも、沿岸・内湾域の漁業・養殖業を発展させなければならない。

このような魚介類の生産量の減少やへい死の原因については、近年の海水温の上昇との関連が指摘されることが多かったが、最近では、栄養塩類の低下による一次生産の減少に始まり、餌料生物の減少が高次の水産生物の生産に影響し、これに水温上昇というストレスが引き金となり生じているとの見解が示されている。地球規模で起きている水温上昇を制御することは現時点では事実上不可能に近いが、栄養塩類の濃度を維持管理することは、唯一人為的な制御が可能な手段である。

沿岸の関係自治体では、栄養塩類の不足を補う対策として、下水処理の緩和運転等を実施するほか、水質汚濁防止法に基づく水域の類型指定の見直しや、海域の窒素・リン濃度下限値を設けるなどの対応が行われており、現行の水質規制制度そのものの改正を求める声が各地から上がっている。

沿岸・内湾域における漁業生産を回復させるためには、生産基盤である干潟・浅場・藻場等の保全・再生に関する研究に加えて、栄養塩類濃度と水産生物資源の回復との関係を科学的に明らかにするための研究が必要である。それには、沿岸・内湾域において長期的視点から漁場環境の監視が重要であり、その手段として、海と水産生物を熟知し沿岸・内湾域を生業の場としている漁業者が自ら参加する漁業モニタリング調査を実施する体制を構築する必要がある。漁業モニタリング調査の結果を受けて、漁業・養殖業生産を回復するための対策として、必要な量の栄養塩類を周年にわたって供給するほか、水質管理基準等の設定や管理方法を順応的に見直すことが求められている。

近年、地震に伴う津波をはじめとする自然災害が、漁業・養殖業に重大な被害を与える事例が散見されている。漁業者は東日本大震災などの教訓として、被災後の回復には非常に困難が伴うということを思い知らされており、沿岸・内湾域における漁業・養殖業にとっては、

自然災害に強い体制の整備が喫緊の課題となっている。

沿岸・内湾域の豊かな漁業・養殖業生産を維持するため、一般社団法人全国水産技術協会では、有識者による「沿岸域漁場環境管理検討会」を組織して、伊勢・三河湾や瀬戸内海などを例に、研究課題を分析・整理するとともに、具体的な対策について検討した。その上で、以下に掲げる 6 項目を、急いで取り組むべき課題として提言する。

提言 1 漁場と漁業・養殖業の今と昔を知ろう

沿岸・内湾域の漁場環境は、地形や後背地の土地利用、河川の流入や外海との海水交換の状況等の違いから、その海域独自に変化してきた。この変化に応じて漁業・養殖業も様々に変化してきた。沿岸・内湾域の安定的な漁業・養殖業生産を図るには、海域毎にその特性を踏まえて、環境条件の変化および漁業の変化を把握することが基本となる。

特に、生産量が大きく減少している場合には、過去から変化が見られる事象と、それに応じた漁業・養殖業生産の変化の関係性についての把握・解析が対応すべき課題を明らかにする。

また、過去の津波や高潮、台風などの災害において、どこで、どのような被害があったかについて整理しておくことも、今後発生する災害への対応に役立つ。

提言 2 必要な栄養塩類濃度を見積もろう

漁業生産が維持されるためには、水産生物にとって適切な濃度で栄養塩類が保たれていることが大切である。適切な栄養塩類濃度は、公的機関による水質濃度のモニタリングと、主要魚種の漁獲量（種構成、漁獲物のサイズ、肥満度、胃内容物等）から、科学的に見積もることが必要である。

愛知県では、アサリが豊かな資源量を維持していた時期にはアサリ以外の主要な水産生物も豊かであったことから、長期に渡る栄養塩類に対するアサリの応答に関する知見を基に、伊勢・三河湾の漁業生産に必要な栄養塩類濃度として、全窒素（TN）：0.4mg/L、全リン（TP）：0.04mg/L を提示している（2025 年愛知県栄養塩管理検討会議報告書「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」）。

漁場毎の環境特性を踏まえて見積もられた栄養塩類濃度は、各海域における栄養塩類管理計画において漁業・養殖業生産に必要な目標値として設定することが大切である。目標値の設定にあたっては地域や漁業種間での調整が必要であるが、対象生物の肥満度や成熟度などが生産性の維持にとって十分なものになるとともに、対象種以外の生物を含む海域の生態系保全にも配慮して設定することが望ましい。

提言 3 栄養塩類濃度を確保するための対策を講じよう

漁業生産に必要な栄養塩類濃度を確保するためには、「沿岸・内湾域の水質管理」の考え方を確立する必要がある。環境省は、人の生活環境を保全する項目の 1 つとして 1971 年に COD を水質環境基準に制定し、1978 年には海域の水質汚濁の改善を目的として総量規制制度を導入した。海域への COD の排出抑制が推進されたものの、COD の改善は顕著に認められなかったことから、1993 年に植物プランクトンの増殖の原因となる TN、TP を水質

環境基準に導入した。しかし、2025 年に豊かな海の再生に向けた地域のニーズや実情に応じた柔軟な運用を可能とするため、利水上の支障が生じていない場合、A、B 類型における COD の環境基準の達成状況の評価は必ずしも行わなくて良いとし、参考値としての位置付けに変更された。現在、水質汚濁防止により達成される海域の TN、TP 濃度と漁業・養殖業生産で必要とする TN、TP 濃度の間には乖離があり、今後バランスの取れたものに改善していく必要がある。両者の調整には、まず、過去の漁業生産と環境要因の観測結果を精査し、再現性には部分的に課題があるものの生態系モデルによる数値シミュレーションを利用することも効率的な手段である。伊勢・三河湾の例では、時系列的に貧酸素水塊の面積が高止まりしている状況は、干潟・浅場の減少および TN、TP の流入負荷量を削減したことによる、水質浄化を担う生物の激減が招いていると指摘されている。このため、干潟・浅場等の再生とともに漁業・養殖業生産を維持するために必要な栄養塩類濃度の目標値化が、海域環境保全の方向性を導く施策となる。

海域の TN・TP 環境基準は、海域の利用目的により 4 類型（Ⅰ～Ⅳ）に分けて基準値が定められている。このうちⅡ～Ⅳ類型については、水産としての利用の観点から各類型の海域で主に漁獲される水産生物によって水産 1～3 種が適応されている。水産用水基準（第 8 版、公益社団法人日本水産資源保護協会）では、「海域の窒素および磷に係る環境基準等の設定について（答申）」（中央公害対策審議会、平成 5 年 6 月）を転載して、水産 1～3 種が適応されるⅡ～Ⅳ類型の水質の海域で漁獲される具体的な魚種名を例示している。しかし、ここに例示された魚種は、既往知見並びに東京湾、大阪湾および広島湾の漁獲量と水質の関係の検討結果等から抽出されたものであり、他の海況が異なる海域において、TN・TP 環境基準の類型あてはめや見直しの作業にあたっては、例示されている魚種に囚われることなく、対象とする海域における環境、漁業の実態や生態系を十分に解析した結果に基づき決定することが重要である。

さらに、外海との水交換が比較的良好な閉鎖性の弱い沿岸・内湾域においても、バランスの取れた栄養塩類濃度を保ち漁業・養殖業生産を維持する考え方を適用する必要がある。これらの沿岸・内湾域では、陸域から供給される栄養塩類に加えて、外洋から供給される栄養塩類の挙動を把握することも、栄養塩類の確保にとっては重要である。

提言 4 「栄養塩類の供給」と「生産の場の確保」をともに進めよう

沿岸・内湾域においては、現段階では漁業・養殖業生産に不足している栄養塩類の供給が先決であるが、今後、減少する以前の生産量を確保するためには、これまでに失われた干潟・浅場・藻場等の生産の場の再生がこれまで以上に必要である。「栄養塩類の供給」と「生産の場の確保」は、どちらが欠けても「沿岸・内湾域における豊かな漁業・養殖業生産」は成立しない。赤潮の多発や貧酸素水塊の拡大は、臨海部の埋立て、浚渫窪地などの地形改変により、その海域における水質浄化を含む物質循環が円滑に働かなくなったことが主要な原因であるとする見方がある。人為的な排出量の管理と、生物生産かつ水質浄化の場である干潟・浅場・藻場の保全・再生が一体として展開されることが、漁業・養殖業生産の維持と水環境管理を両立させる上で不可欠である。このための施策を推進するには、漁業生産域の生

物生産構造の解明と次にあがるモニタリング調査でのフォローアップが必要である。

提言5 漁業者参加型のモニタリングを行い漁業・養殖業に活かそう

漁業・養殖業生産に必要な栄養塩類濃度の基準値の設定やその効果の確認には、公的研究機関等によるモニタリング調査が必須である。一方、漁業者は、世代を通じて蓄積された漁場環境や漁業生物についての知見を持ち、自主的にあるいは研究機関とともに資源管理を実践してきた。海と漁業生物を熟知している漁業者が参加して、研究機関とともにモニタリング調査を実施することで、漁業・養殖業生産に必要な栄養塩類の基準値の修正や漁業・養殖業の実施手法の改善に反映され、豊かな漁業・養殖業生産を実現する道筋ができる。

モニタリング調査にあたっては、自動観測ブイによる連続観測データや気象庁からの沿岸域の気象・海象情報など、公的に入手可能な情報が活用できるが、これらとともに、最近では漁業・養殖業のスマート化で、漁業者自らが漁場環境を把握、管理するために漁具や施設に装着した簡易センサー等からのリアルタイム情報を併せて活用することができる。さらに、各種のモニタリング結果を関係者間で共有・評価して、漁場管理に活用するとともに、将来の温暖化の進行など漁場環境の変化に対応した漁業のあり方や養殖対象種の適地適作の検討に繋げていくことも大切である。温暖化は栄養塩類の不足を含めて様々な現象の上乗せあるいはこれらと複合的な形で影響をもたらす可能性が高い。そのため、モニタリング調査では水温をはじめとする種々の要因について監視を継続していく必要がある。また、藻場が長期的に衰退・消失する磯焼けについては、水温だけでなく栄養塩類の減少との関連性について調査が必要である。養殖生産においては、過密養殖も生産力低下の原因の一つであることから、流況や地形など物理的な条件や栄養塩類の分布、一次生産の状況などを基に、海域の漁場環境に応じた適切な養殖密度を導くことが重要である。

提言6 災害に強い漁業・養殖業を目指そう

津波などの自然災害に対しては、命を守ることが最優先であり、避難経路や避難場所について、漁業者自らが主体となって、地元自治体とも連携しつつ、日頃からの準備と情報の共有化が必要である。漁業・養殖業は、津波等が発生すると、漁具や施設の損壊・流出などの被害が大きく、事業の継続が困難になることも多い。また、水産業は、漁獲から水揚げ、加工および販売までの経路がなければ成立しない産業である。災害に強い水産業作りは、被災後の地域社会の復興にも大きな役割を果たす。過去の災害時の被害状況を踏まえて、漁場や水産関連施設に特化したハザードマップを作り、地元自治体とも連携した行動計画や事業継続計画（BCP）等の策定が必要である。

なお、防災・減災のために設置される防潮堤や耐震性護岸等の建設においては、規模や施工方法によっては、漁業活動を損ない、栄養塩類を海域に供給する地下水脈を遮断することも想定される。防災の第一目的である人命の確保が十分保障されるなかで、施工・設置後の漁業への影響を最小限にとどめるためには、予め漁業影響評価指針に基づいた影響評価を実施することが望ましい。

沿岸域漁場環境管理検討会委員

鈴木 輝明 学校法人名城大学大学院総合学術研究科 特任教授

關 哲夫 一般社団法人 全国水産技術協会理事

松田 治 広島大学名誉教授（委員長）

連絡先

一般社団法人 全国水産技術協会

〒107-0052 東京都港区西新橋 2-15-7 MSC西新橋ビル 5階

TEL：03-6459-1911、FAX：03-6459-1912

E-mail：zensuigikyo@jfsta.or.jp

用語解説

* 1 栄養塩類

海や湖などの水域で植物プランクトンなどの生物が生きていくために必要な窒素・リン・ケイ素など無機栄養塩の総称で、水質や生態系の状態を評価する重要な指標となる。

* 2 基礎生産力

植物プランクトンなどの独立栄養生物が、光合成や化学合成によって、水中に溶け込んだ二酸化炭素など無機物から有機物を生み出す能力のこと。通常「単位時間、単位面積あたりに固定される炭素量（ $\text{gC}/\text{m}^2/\text{日}$ ）」で表される。生態系における全ての生物の活動を支えるエネルギーの出発点となる。

* 3 ボトムアップ生態系

植物プランクトンなど生態系ピラミッドの基底に位置する基礎生産者の量や質が上位の食物段階の生物や生態系全体の動態を決定づけるような生態系である。生態系とは、ある地域に暮らすあらゆる生き物と、水・空気・土などの環境が、物質やエネルギーの循環を通じて互いに関わり合いながら成り立っている一つの仕組み（システム）を指す。

* 4 底層溶存酸素量の環境基準化

環境基本法第 16 条に基づき定められている水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準は、12 項目が定められている。2016 年 3 月の環境省告示において、水域の底層を生息域とする魚介類等の水生生物や、その餌生物が生存できることはもとより、それらの再生産が適切に行われることにより、底層を利用する水生生物の個体群が維持できる場を保全・再生することを目的に、維持することが望ましい環境上の条件として、底層溶存酸素量を生活環境項目環境基準として追加設定した。2021 年 12 月に東京湾および琵琶湖、2022 年 12 月に伊勢湾および大阪湾（湾奥部）、2024 年 6 月に霞ヶ浦の類型指定を実施した。今後 5 年程度の情報収集を行い、そこで得た情報を基に目標とする達成率およびその達成期間を設定することとしている。

* 5 水質環境基準

環境基本法第 16 条に基づき定められた、河川や湖沼、海域などの公共用水域において、人の健康保護と生活環境保全のために維持することが望ましい水質の目標基準である。この環境基準では、人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）と、生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目）に分けられ、人の健康の保護に関する環境基準、水質（河川、湖沼、海域）の生活環境に関する環境基準、地下水の水質汚濁に係る環境基準が定められている。

* 6 TN、DIN、TP、 $\text{PO}_4\text{-P}$

TN（全窒素）：無機態窒素と有機態窒素の合計量を指し、総窒素ともいう。DIN（無機態窒素）：アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の合計を指し、植物に直接的に利用される。TP（全リン）：無機態リンと有機態リンの合計量を指し、総リンともいう。 $\text{PO}_4\text{-P}$ （リン酸態リン）：リンイオンとして存在するリンで、植物に直接的に利用される。

* 7 類型指定

水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境項目については水域の利用目的に応じた類型ごとに基準値が定められている。現在、海域の COD は 3 つの類型、TN および TP は 4 つの類型、底層 DO は 3 つの類型に区分されている。このため、ある水域がどの類型に該当するかを個別に、内閣総理大臣または都道府県知事が利水目的に応じて区分する必要がある、これを類型指定という。

*8 クロロフィル *a* およびフェオ色素

クロロフィル *a* は、植物や藻類、シアノバクテリアに共通して存在する「光合成の主役となる緑色色素」である。光を吸収して化学エネルギーに変える反応の中心として働き、多くの水域では「植物プランクトン量の指標」として濃度が測定される。フェオ色素は、クロロフィルが分解・変質してできた「クロロフィル誘導体」の総称である。クロロフィル *a* からできたものを特にフェオフィチン *a* やフェオフォルバイド *a* などと呼び、これらをまとめてフェオ色素と呼ぶことがある。

*9 レッドフィールド比

海洋の植物プランクトンの生物体や深海全体で確認される炭素、窒素、リンの元素組成比でアメリカの海洋学者アルフレッド・レッドフィールドが C:N:P=106:16:1 (モル比) でほぼ一定とみなせることを観測結果から経験的に発見した。海域の栄養塩バランスやどの元素が不足して植物プランクトンの増殖を制限しているかを判断する際などに指標として用いられる。

*10 肥満度

水産資源学において、体長と体重を用いて次の式で計算される魚類や貝類などの栄養状態の指標であり、餌環境や性成熟と関係していると考えられている。

$$\text{肥満度(魚類)} = \text{体重(g)} / (\text{尾叉長(cm)})^3 \times 1,000$$

$$\text{肥満度(貝類)} = \text{軟体部湿重量(g)} / \text{殻長(mm)} \times \text{殻高(mm)} \times \text{殻幅(mm)} \times 100,000$$

*11 凝集剤

凝集剤とは、水中に含まれる細かな汚れ(SS:浮遊物質)、油分、有機物などを集めて(凝集させて)塊(フロック)にして沈めて分離するための薬品である。処理後の水は汚濁物質や栄養塩類が取り除かれ、環境基準に適合した排水や再利用を可能にする。凝集剤にはいくつかのタイプがあり、それぞれ役割が異なる。PAC(ポリ塩化アルミニウム)や硫酸アルミニウムのアルミニウム系、塩化第二鉄やポリ硫酸第二鉄の鉄系は、水中の汚れを電気的に中和して小さな塊を作り凝集しやすい状態にし、凝集のきっかけをつくる「無機系凝集剤」である。高分子凝集剤は、無機凝集剤によりできたフロック(汚れの塊)をさらに大きくまとめ、沈みやすくする「補助的な凝集剤」である。一般的な処理では、これらを組み合わせて使うことが多い。

*12 偏差

各データの値から平均値(などの基準値)を引いた「ずれ」の量を表す統計量であり、これを基に分散や標準偏差、偏差値などが計算される。

*13 重回帰分析

1つの目的変数を複数の説明変数で同時に説明するための回帰分析の手法である。最小二乗法などで各説明変数の回帰係数を推定し、各要因の影響度や予測式を求める。

*14 海洋酸性化

海水は本来弱アルカリ性であるが、大気中の二酸化炭素分圧の上昇にともない海水に吸収される二酸化炭素量が増加し、より酸性側に近づく現象のこと。海水のpHが低下し、サンゴや貝類など炭酸カルシウムの骨格や殻を持つ生物の発生や成長に影響を与える。主な対策は、二酸化炭素の排出削減とされている。

*15 無給餌養殖

人為的に配合飼料などの餌を与えず、海水中のプランクトンや有機物など自然の餌および海水中の栄養塩類だけで二枚貝類や海藻などを育てる養殖方式である。我が国では、主にホタテガイ、カキ類、ワカメ、ノリ類、コンブ類などを対象に養殖が行われている。

*16 COD（化学的酸素要求量）

水中の有機物などを酸化剤で化学的に分解したときに消費される酸素量を mg/L で表したもので、水の汚れ（有機物汚濁）の代表的な指標の1つである。

*17 総量規制制度

水質汚濁の防止を図るため、水質汚濁防止法施行令に基づき汚濁の著しい閉鎖性海域において工場・事業場等が集合し、通常の濃度規制では水質環境基準の達成が困難である場合に、地域全体の排出総量を一定量以下に削減するために用いられる規制手法である。総量削減計画に基づいて、個々の発生施設（事業所）ごとに一日あたりに排出できる物質の総量（負荷量）の基準（許容限度）が設けられている。対象となる閉鎖性海域には東京湾、伊勢湾および瀬戸内海の3海域が指定され、当該海域と、ここへ流入している河川に排水している事業所等が規制の対象とされる。また規制は状況に応じて改定される。

*18 利用目的

水の利用は、自然環境保全、水浴、水産、工業用水、生物生息環境保全の5つに分類され、それぞれに水質（TN、TP）の濃度レベルが設定されている（水質汚濁に係る環境基準）。

項目 類型	利用目的の適応性	基準値		該当水域
		全窒素	全磷（りん）	
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの（水産2種及び3種を除く。）	0.2mg/L以下	0.02mg/L以下	水域類型ごとに指定する水域
II	水産1種 水浴及びIII以下の欄に掲げるもの（水産2種及び3種を除く。）	0.3mg/L以下	0.03mg/L以下	
III	水産2種及びIVの欄に掲げるもの（水産3種を除く。）	0.6mg/L以下	0.05mg/L以下	
IV	水産3種 工業用水 生物生息環境保全	1mg/L以下	0.09mg/L以下	
備考 1 基準値は、年間平均値とする。 2 水域類型の指定は、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものとする。				

（注）

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランスよく、かつ、安定して漁獲される
水産2種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心とした水産生物が多獲される
水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
- 3 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

なお、2025 年 2 月 14 日に告示された「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直し（告示・事務処理基準の改正）において、「水浴」は削除された。

*19 水産用水基準

水産用水基準は、水産生物保護のための環境の水質基準として策定された。条件としては、水産動植物の正常な生息および繁殖を維持し、その水域（河川、湖沼、海洋）において漁業を支障なく行うことができ、かつ、その漁獲物の経済価値が低下しないこととしている。策定の背景には、戦後、わが国の飛躍的な経済発展に伴い、産業から排出される汚濁物質によって、水質汚濁による漁業被害が多発し、水俣病、油臭魚、製紙工場排水などの社会問題が生じたことがあげられる。そうした中、環境省が設立される 6 年前の昭和 40 年に水産資源保護の立場から水質基準を設けた初版が刊行された。その後、富栄養化や原子力発電所の放射性物質漏れ事故に対応するための改定が重ねられた。平成 30 年には、排水規制の徹底などにより、栄養状態がそれまでの富栄養化ではなく貧栄養化へと反転している海域が現れたことに鑑み、今までの海域の窒素・リン濃度の上限値に加え、下限値についても明示する第 8 版が刊行された。なお、水産用水基準の趣旨には、同基準は現時点での研究成果から得られた諸情報を基礎として策定されたものであり、将来得られる各種の水域調査や生物試験の結果を定期的に補足して改定する必要がある旨が述べられている。また、基準の適用にあたっては、日本の多様な水域環境を踏まえ海流の影響や水域の停滞性などそれぞれの水域の特性をよく考慮する必要がある旨が述べられている。

*20 クラスター解析

異なるものが混ざりあっている集団の中から互いに似たものを集めて集落（クラスター）を作り、対象を分類する方法である。

*21 物質循環

生態系の中で、炭素や窒素などの物質が、生物と無機環境の間で繰り返し移動・再利用されていること。

*22 標本船調査

ある海域で操業している漁船の「一部の船」を代表として選び、その船に日々の漁獲量や操業状況などを詳しく記録してもらい、海域全体や漁業全体の実態を推定する調査である。

*23 ROV

ROV とは、「Remotely Operated Vehicle」の略称であり、遠隔操作によって、水中を潜航する無人の小型潜水艇である。ケーブルによりカメラや各種センサーを搭載した機体とコントローラーが繋がっているため、水中の映像や情報を操縦者に即時に伝達できる。また、機体に装着したマニピュレーターにより試料の採集等の作業も可能である。

*24 漁業・養殖業のスマート化

情報通信技術の活用が進む中で、水産分野でも新技術の導入が進められている。例えば、漁業者のスマートフォンに漁場予測情報を提供するサービスや、操業に関する情報を漁業者間で簡単に共有できるサービスが提供され始めている。このような、漁業・養殖業に最新の情報通信技術等を取り入れる取組は「スマート水産業」と呼ばれ、漁業・養殖業の生産性

向上や、操業にかかる負担の軽減、あるいは地域の資源管理等に役立っており、我が国の漁業政策の一翼を担うものとなっている。

*25 ユネスコ無形文化遺産

無形文化遺産（Intangible Cultural Heritage）は、ユネスコの事業の一つである。同じくユネスコの事業である世界遺産が建築物等の有形の文化財の保護と継承を目的としているのに対し、民族文化財、口承伝統等の無形のもの（無形文化財）を保護対象とすることを目指したものである。2003年の第32回ユネスコ総会で採択された「無形文化遺産の保護に関する条約」の第2条では、「無形文化遺産とは、慣習、描写、表現、知識および技術並びにそれらに関連する器具、物品、加工品および文化的空間であって、社会、集団および場合によっては個人が自己の文化遺産の一部として認めるものをいう」と定義している。

参考文献

- 1) 農林水産省ホームページ 海面漁業生産統計調査
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/ (2026 年 7 月 27 日)
- 2) 愛知県ホームページ 魚種別漁獲量の推移
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/suisan/0000003831.html> (2026 年 7 月 27 日)
- 3) 曾根亮太・日比野学 (2025) : 伊勢湾における生態系構造と生物生産力の変化. 水産海洋研究, 89(4), 227-239
- 4) 金森誠・夏池真史・瀬戸啓介・白井睦実・河井渉・吉田聡 (2022) : 稚貝調査と出荷貝調査により明らかとなった噴火湾養殖ホタテガイへい死の実態. 北水試研報, 102, 13-22
- 5) 小荒井衛・中埜貴元 (2013) : 面積調でみる東京湾の埋め立ての変遷と埋立地の問題点. 国土地理院時報, No.124, 105-115
- 6) 環境省ホームページ セとうちネット 埋立ての現況
https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/g2/g2cat02/umetate/index.html (2026 年 7 月 27 日)
- 7) Suzuki, T.(2001) : Oxygen-deficient waters along the Japanese coast and their effects upon the estuarine ecosystem. J. Environmental Quality, 30, 291-302
- 8) 「水質汚濁に係る環境基準についての一部を改正する件の施行について」平成 28 年 3 月 30 日. 環境省 <https://www.env.go.jp/hourei/add/e051.pdf> (2026 年 7 月 30 日)
- 9) 「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて (答申)」平成 27 年 12 月 7 日. 中央環境審議会 <https://www.env.go.jp/press/101764/28679.pdf> (2026 年 7 月 30 日)
- 10) 愛知県ホームページ 干潟・浅場・藻場のはたらき～三河湾の環境再生に向けて～
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/327085.pdf> (2026 年 7 月 30 日)
- 11) 環境省ホームページ 干潟・藻場の機能
<https://www.env.go.jp/council/09water/y0917-06/900429545.pdf> (2026 年 7 月 30 日)
- 12) 環境省ホームページ 水環境総合情報サイト
<https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/index.asp> (2026 年 7 月 27 日)
- 13) 橋口晴穂・西川哲也・魚住香織・古澤一思・森敦史・今尾和正・反田實 (2021) : 播磨灘におけるイカナゴ当歳魚の胃内容物重量指数の経年的低下とその要因. 水産海洋研究, 85(1), 24-32
- 14) 服部宏勇・松村貴晴・長谷川拓也・鈴木智博・黒田拓男・和久光靖・田中健太郎・岩田靖宏・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. 愛知水試研報, 26, 1-16
- 15) 藤原建紀・樋口和宏・藤井智康 (2020) : 海産生物の生育に必要な水質 (全窒素・全リン濃度の下限值) 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
- 16) 張経華・佐藤友規・丸山亮馬・高尾雄二・畝中佑・藤田雄二・山崎素直 (2009) : 有明

- 海のノリの色落ちと微量元素欠乏—特に鉄欠乏について—, 日本海水学会誌, 63, 3, 158-166
- 17) 気象庁ホームページ 日本の年降水量
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn_r.html (2026年7月27日)
- 18) 国土交通省水管理・国土保全局「令和6年版 日本の水資源の現況」について, 建設マネジメント技術, 2025年5月号, 33-39
- 19) 下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会 資料2 下水汚泥資源の肥料利用に関する現状について, 国土交通省, 令和4年10月17日
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001517796.pdf> (2026年7月27日)
- 20) 食料安全保障強化政策大綱, 農林水産省, 令和4年12月27日
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/attach/pdf/anteikyokyukiban-4.pdf> (2026年7月27日)
- 21) 蒲原聡 (2023) : アサリ湧く豊かな伊勢湾・三河湾に, 愛知水試研報, 28, 47-60
- 22) 愛知県栄養塩管理検討会議報告書 (2025) : 「漁業生産に必要な望ましい栄養塩管理のあり方」
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/550095.pdf> (2026年7月27日)
- 23) 松川康夫・張成年・片山知史・神尾光一郎 (2008) : 我が国のアサリ漁獲量激減の要因について, 日本水産学会誌, 74, 37-143
- 24) 鳥羽光晴 (2017) : アサリ資源の減少に関する議論への再訪, 日本水産学会誌, 83, 914-941
- 25) 蒲原聡・芝修一・鶴島大樹・鈴木輝明 (2021) 三河湾のアサリ *Ruditapes philippinarum* の成育と全窒素・全リン濃度の経年変化との関連, 水産海洋研究, 85, 69-78
- 26) 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, 愛知水試研報, 27, 37-40
- 27) 曾根亮太・和久光靖・石田俊朗・宮脇大・山田智 (2019) 六条潟におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の秋季減耗要因について, 水産海洋研究, 83, 252-259
- 28) 日比野学・松村貴晴・服部宏勇・長谷川拓也・阿知波英明・石樋由香・三輪正毅 (2021) : 三河湾におけるアサリの漁場造成手段としての碎石覆砂の効果と環境要因との関連, 愛知水試研報, 26, 17-30
- 29) 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴嶋直文・澤山周平 (2022a) : 伊勢・三河湾におけるシャコの資源動態と肥満度の変化および加入・生残過程, 愛知水試研報, 27, 22-30
- 30) 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴嶋直文・横内一樹 (2022b) : 伊勢・三河湾におけるマアナゴの資源動態と肥満度 胃内容物組成および餌料環境の変化, 愛知水試研報, 27, 1-9
- 31) 荒木克哉・中島廉太郎・阿知波英明・日比野学 (2026) : 伊勢・三河湾のトラフグにみられる肥満度の低下とその要因, 愛知水試研報, 31, 1-10
- 32) 山田浩且・西村昭史・土橋靖史・久野正博 (1999) : 伊勢湾産イカナゴ親魚の栄養状態と再生産力, 水産海洋研究, 63(3), 22-29
- 33) 山田浩且 (2011) : 伊勢湾におけるイカナゴの新規加入量決定機構に関する研究, 三重水研報, 19, 1-77

- 34) 中村元彦・上村宗彦・林茂幸・山田大貴・山本敏博 (2017) : 伊勢湾におけるイカナゴの生態と漁業資源. 黒潮の資源海洋研究, 24, 51-57
- 35) 名城大学・中部電力産学連携活動資料 (2024) : 貧栄養化問題の解決に向けた意見交換会IV～豊かな伊勢湾、三河湾の再生に向けて～. Vol.4
- 36) 山田智・鈴木輝明 (2026) : 伊勢湾における1999年から2023年の動物プランクトン炭素重量の長期変動. 水産海洋研究, 90(3), 1-14
- 37) 今泉哲・下村友季 (2026) : 伊勢湾におけるカタクチイワシの漁場位置の変化について. 愛知水試研報, 31, 90-92
- 38) 気象庁ホームページ 海面水温の長期変化傾向 (日本近海)
https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
 (2026 年 7 月 27 日)
- 39) 水産庁ホームページ 特集 海洋環境の変化による水産業への影響と対応 (令和 6 年度 水産白書) https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r06_h/trend/1/t1_f.html
 (2026 年 7 月 27 日)
- 40) 気象庁ホームページ 日本の年平均気温
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html (2026 年 7 月 27 日)
- 41) 朝日新聞 SDGs ACTION! カキ養殖棚を震災前の 3 分の 1 にした理由 宮城・南三陸が育む海の未来 WWF と考える～SDGs の実践～【1】2022 年 1 月 19 日
- 42) 水と漁 (2025) : マダイの耳吊りホタテガイ食害実証試験について. 青森県水産研究情報, 50, 6-7
- 43) 手塚尚明・梶原直人・小栗一将・喜安宏能・渡部祐志・塩田浩二 (2023) : 撮影手法を用いたノリ・アオノリ養殖場における食害種の出現記録. 日本水産学会誌, 89(1), 34-48
- 44) 高倉良太・谷田圭亮・梶原慧太郎・五利江重昭 (2024) : 兵庫県のノリ養殖における食害実態. 水産増殖, 72(2), 139-149
- 45) 社団法人 日本水産資源保護協会 (1995) : 水産用水基準 第 4 版 (1995 年版)
- 46) 公益社団法人 日本水産資源保護協会 (2018) : 水産用水基準 第 8 版 (2018 年版)
- 47) Uchida M, Ishihi Y, Watanabe S, Tsujino M, Tezuka N, Takada Y, Niwa K (2023) : Trophic state-dependent distribution of asari clam *Ruditapes philippinarum* in Japanese coastal waters: possible utilization of asari stable isotope ratios as a production indicator. Fisheries Science, 89, 203-214
- 48) 日比野学・進藤蒼・曾根亮太・柘植朝太郎・平井玲 (2025) 三河湾におけるアサリ漁業が成り立つために必要な栄養塩類と餌料の濃度水準の検討. 水産海洋研究, 89(1), 28-40
- 49) 愛知県環境局ホームページ「生活環境の保全に関する水質環境基準の水域類型の指定を見直します」<https://www.pref.aichi.jp/press-release/ruikeisitei202603.html> (2026 年 7 月 27 日)
- 50) 鈴木輝明 (2026) 窒素、リン濃度類型指定海域の現状と今後の課題－伊勢湾・三河湾を

例として－. 環境管理, Vol.62, No.4-5, 38-47

- 51) 兵庫県環境審議会 豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策（水質の保全および管理）について. 令和元年 9 月
<https://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/application/files/6115/7178/9903/03.pdf>(2026 年 7 月 27 日)
- 52) 名城大学・中部電力産学連携活動資料（2026）：貧栄養化問題の解決に向けた意見交換会VI～豊かな伊勢湾、三河湾の再生に向けて～. Vol.6
- 53) 水産庁ホームページ 里海づくり
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/tamenteki/panhuretto/pdf/1_satoumi.pdf (2026 年 7 月 27 日)
- 54) 一般社団法人 楽水会（2015）：東日本大震災に伴う水産業の復旧・復興に関する提言（検証および補遺）【将来の災害に備えて】
- 55) 水産庁ホームページ 漁村の活性化（令和 3 年度水産白書）
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r03_h/trend/1/t1_5_4.html (2026 年 7 月 27 日)
- 56) 水産庁ホームページ 漁村の活性化をめぐる動き
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R7/attach/pdf/260605_1-10.pdf (2026 年 7 月 27 日)
- 57) 水産庁ホームページ 世界の漁業・養殖業生産（令和 6 年度水産白書）
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r06_h/trend/1/t1_4_1.html (2026 年 7 月 27 日)
- 58) 水産庁ホームページ 水産物需給の動向（令和 6 年度水産白書）
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r06_h/trend/1/t1_1_1.html (2026 年 7 月 27 日)

沿岸域漁場環境管理検討会 委員名簿および開催経過

沿岸域漁場環境管理検討会委員

鈴木 輝明 学校法人名城大学大学院総合学術研究科 特任教授

關 哲夫 一般社団法人 全国水産技術協会理事

◎松田 治 広島大学名誉教授

◎：委員長

沿岸域漁場環境管理検討会開催経過

第1回：2026年1月30日（金）

第2回：2026年3月23日（月）

第3回：2026年6月11日（木）

連絡先

一般社団法人 全国水産技術協会

〒107-0052 東京都港区西新橋2-15-7 MSC西新橋ビル5階

TEL：03-6459-1911、FAX：03-6459-1912

E-mail：zensuigikyo@jfsta.or.jp

沿岸域漁場環境管理検討委員会事務局

統括本部長 原 武史

研究開発部長 新井義昭

東海・北陸支部長 蒲原 聡

シニア技術専門員 石田基雄

シニア技術専門員 山田 智

