

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に 関する報告

平成29年11月



一般社団法人 全国水産技術者協会
沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会

目 次

1. 安心・安全な水産物の供給体制の確立	1
1.1 食用魚介類の自給率の維持向上	1
1.2 沿岸漁業を守る	1
1.3 日本の食文化を後世に伝える	2
2. 沿岸漁業、とくに内湾における問題点	3
3. 「豊かな海」を目指す	5
3.1 豊かな海とは	5
3.2 生態ピラミッドを大きくする	5
3.3 漁業生産と生物生産の場	8
4. 漁業生物と栄養塩	13
4.1 ノリ類	13
4.2 貝類	13
4.3 魚類・甲殻類	14
5. 漁業からみた栄養塩濃度の問題点	15
5.1 用いた水質データ	15
5.2 検討対象とした海域	18
5.3 ノリ類の生産からみた問題点	19
5.3.1 東京湾	19
5.3.2 伊勢湾	22
5.3.3 三河湾	24
5.3.4 播磨灘	26
5.3.5 大阪湾	28
5.3.6 広島湾	30
5.4 カキ類の生産からみた問題点	32
5.4.1 東京湾	32
5.4.2 伊勢湾	33
5.4.3 三河湾	34
5.4.4 播磨灘	35
5.4.5 大阪湾	36
5.4.6 広島湾	37
5.5 魚類・甲殻類等の生産からみた問題点	38
5.5.1 播磨灘	38
5.5.2 大阪湾	39
6. 漁業からみた環境基準の問題点	40
6.1 環境基準と水産用水基準	40
6.1.1 環境基準	40
6.1.2 水産用水基準	45
6.1.3 総量規制と環境基準の達成率	47
6.2 全窒素・全磷濃度の環境基準値との差	50
6.2.1 東京湾	50
6.2.2 伊勢湾	51
6.2.3 三河湾	52
6.2.4 播磨灘	53
6.2.5 大阪湾	54
6.2.6 広島湾	55
6.2.7 まとめ	56
6.3 漁業権と類型指定との関係	57
6.4 富栄養化の度合いの変化	64

6.5 ノリ類の生産からみた環境基準.....	66
6.5.1 東京湾.....	66
6.5.2 伊勢湾.....	68
6.5.3 三河湾.....	70
6.5.4 播磨灘.....	72
6.5.5 大阪湾.....	74
6.5.6 広島湾.....	76
6.5.7 まとめ.....	78
7. 沿岸漁業を維持できる栄養塩.....	79
7.1 「豊かな海」の想定.....	79
7.1.1 東京湾.....	79
7.1.2 伊勢湾、三河湾.....	81
7.1.3 瀬戸内海.....	83
7.2 望ましい栄養塩の濃度.....	85
7.2.1 東京湾.....	85
7.2.2 伊勢湾.....	85
7.2.3 三河湾.....	88
7.2.4 播磨灘.....	88
7.2.5 大阪湾.....	90
7.2.6 広島湾.....	90
7.2.7 まとめ.....	92
8. 「豊かな海」を実現するための施策.....	93
8.1 物質循環の活用.....	93
8.2 陸水の有効利用.....	94
8.3 「豊かな海」を実現するための環境管理.....	96
8.3.1 今後の水質環境基準のあり方.....	96
8.3.2 総量規制からの脱却.....	96
8.3.3 生物を主体とした環境基準.....	98
8.3.4 湾灘の特性を生かしたきめ細かな施策.....	98
8.3.5 省庁間の連携の強化.....	98
9. 調査研究等の強化.....	99
9.1 科学的手法によるモニタリングの充実.....	99
9.1.1 生物（生態ピラミッドの各栄養段階の生物の種と量）.....	101
9.1.2 「生産の場」.....	101
9.1.3 物質循環の視点.....	101
9.2 沿岸環境観測体制の充実.....	101
9.3 今後の研究課題.....	101
9.3.1 科学的なデータの取得および知見の集積.....	101
9.3.2 物質循環および生物生産のメカニズムの定量的な解明.....	102
10. 沿岸域の豊かな漁業生産を維持するための提言.....	104
10.1 沿岸漁業の維持は適正な物質循環の保全に必須である.....	104
10.2 「生産の場」を適切に配置する.....	104
10.3 環境基準の類型指定を見直す.....	104
10.4 栄養塩濃度を基準値程度で管理する.....	105
10.5 必要なモニタリングを行う.....	106
10.6 調査・研究を促進する.....	106
10.6.1 漁業生物に必要な栄養塩.....	106
10.6.2 漁業生物の生産メカニズムの定量的な解明.....	106
10.7 栄養塩管理の枠組みを見直す.....	107

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会

委員名簿および開催経過

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会委員

鈴木 輝明	名城大学大学院総合学術研究科 特任教授
反田 實	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 技術参与
中田喜三郎	名城大学大学院総合学術研究科 特任教授
◎松田 治	広島大学名誉教授
山口 徹夫	兵庫県漁業協同組合連合会 前専務理事
山田 久	一般社団法人 全国水産技術者協会 理事（元中央水産研究所長）
◎：委員長	

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会開催経過

第1回：平成26年12月10日（水）

第2回：平成27年 3月24日（火）

第3回：平成27年 7月 7日（火）

第4回：平成27年10月15日（木）

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言（11月）

平成27年12月14日（月）記者発表

第5回：平成28年 7月 1日（金）

第6回：平成28年12月 7日（水）

第7回：平成29年 6月14日（水）

連絡先

一般社団法人 全国水産技術者協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 1-9-13 三会堂ビル9階

TEL：03-6459-1911、FAX：03-6459-1912

E-mail：zensuigikyo@jfsta.or.jp

は じ め に

わが国の高度成長期以降に始まった沿岸（以下、内湾を含む海域を指す）の水質汚濁に対して、全窒素および全燐について、人の生活環境保全のために維持することが望ましい基準として水質環境基準^{*1}（以下、環境基準という）等が設定された。また、東京湾、伊勢湾および瀬戸内海では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地域全体の排出総量を削減するために水質総量規制^{*2}（以下、総量規制という）を行う等の様々な水質保全の取り組みが功を奏し、水質・底質環境はかなり改善された。しかしながら、依然として一部の海域では、貧酸素化が深刻な問題となっている。このような現状に対して、瀬戸内海では平成 27 年に「豊かな海」の理念を明記した「瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律^{*3}」が成立し、地域の多様な主体による活動を含め、藻場・干潟その他の沿岸域の良好な環境の保全・再生、創出等を行うこと、環境の保全に関する施策は、瀬戸内海の湾、灘その他の海域ごとの実情に応じて行われなければならないこと等が追加された。また、水産庁では、水産資源の回復に向けた効率的かつ効果的な藻場・干潟の保全・創造に向けた基本的な考え方および各県各海域の藻場・干潟ビジョン（個別海域における藻場・干潟の保全・創造に関する総合計画）^{*4}が作成され、環境省では新たな環境基準の設定や、今後の水質総量削減計画の中に藻場・干潟等の造成が盛り込まれる等、沿岸の環境の保全・再生および生物生産を回復させるための取り組みが進められることとなった。

漁業生産において重要な位置を占める沿岸では、近年ノリ養殖における色落ち現象の頻発や漁業生物の漁獲量の減少等として表面化しているように海の豊かさが失われ、漁業・養殖業を維持・発展させる上での大きな障害となり、沿岸漁業が衰退する原因の一つとなっている。窒素および燐の総量規制はその対象海域が限られているが、全国の自治体は環境基準を達成するために負荷量を削減する努力をしてきたという背景がある。その結果として全国の沿岸域において窒素や燐の負荷量は減少したが、同時に沿岸の生物の生産力の低下を招いており、漁獲量が減少した原因となっているとの指摘がある¹⁾。すなわち、水質汚濁の原因物質にもなる窒素および燐は、同時に沿岸の生物の栄養源でもあるため、これらが円滑に供給されることが沿岸漁業にとって最重要課題である。また、漁業は沿岸域に供給された窒素や燐等の栄養塩を含む物質を漁業生物として系外に移出することから、漁業が維持されることにより滑らかな物質循環も維持されるのであり、これ以上負荷量を削減するような施策が実施されると、漁業生物の生産力はさらに低下し、漁業の衰退につながるのではないかと漁業関係者は危惧している。

漁業関係者は現在の漁場を守り、沿岸漁業を維持し発展させる責任を負っている。そのため沿岸域における開発行為に対しては、回避を前提として対応する必要がある。開発行為が容認されるためには、地域の利便性の向上等公益的なものであることが必須であり、容認された場合でも漁業への影響を最小限にとどめるための緩和策とともに実施されなければならない。このような考え方にに基づき、社団法人日本水産資源保護協会、全国漁場環境保全協議会および全国漁業協同組合連合会が、漁業を維持し発展させるとの立場から沿岸の開発行為に対して回避を前提として協議を重ね、公共性等の見地から回避が困難な場合には、その影響を最小限にとどめるための緩和策や漁場環境モニタリング調査の実施等を提言する漁業影響調査指針^{*5}を

すでに発刊しており、伊勢湾・三河湾では漁業者が開発者に対して、科学的な漁業影響評価を実施させ、現在も調査が継続されている事例もある。

沿岸漁業は古来よりわが国の食料供給源として重要な位置を占めてきたことから、漁業生産が低迷することは、食料自給率の低下を招くばかりでなく、「和食」というわが国固有の食文化が衰退する危険性があることを意味している。漁業生物に必要な量の栄養塩が適正に供給されること、かつ、それによる沿岸の豊かな基礎生産を効率的に生物生産に転化する機能を持つ干潟や浅場および藻場等の「生産の場」が保全されること、この両方を確保することが沿岸漁業の持続的発展につながる。

我が国の沿岸漁業が抱える問題や漁場環境の現状および行政の対応を踏まえ、「きれいな海」に加えて、我が国の沿岸漁業を持続的に発展させるとの観点から「豊かな海」を実現することを目的として、2015 年 11 月に「沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言」²⁾を取りまとめ、関係諸機関に配布した。

その後、環境省が第 8 次水質総量削減計画^{*6}を策定し、また、新たに海域の底層溶存酸素量が環境基準化^{*7}された。

本報告は、緊急提言の考え方を基に、漁業や水質にかかる各種のデータや文献を参考に漁業環境の問題点の分析や今後の改善策を検討し、環境行政、港湾や海岸および河川管理行政、あるいは水産行政等の国の諸施策に活用されることを目的として、沿岸域の豊かな漁業生産を維持するための提言として取りまとめたものである。

1. 安心・安全な水産物の供給体制の確立

1.1 食用魚介類の自給率の維持向上

わが国の食用魚介類の自給率は 1964 年度に 113% のピークを迎え、その後は漸減傾向にあり、1999 年度から 3 か年間は 53% にまで低下したが、2012 年度には 58% まで回復した（図 1.1）³⁾。この自給率の上昇は国内供給力が回復したのではなく、高い価格水準の国際市場でわが国が買い負けして輸入量が減少しているためと考えられる。漁業関係者は安心・安全な水産物を国民に提供するとの観点から、国産水産物の地域性、多様性を重視しながら、自給率を高めるための努力をしなければならない。

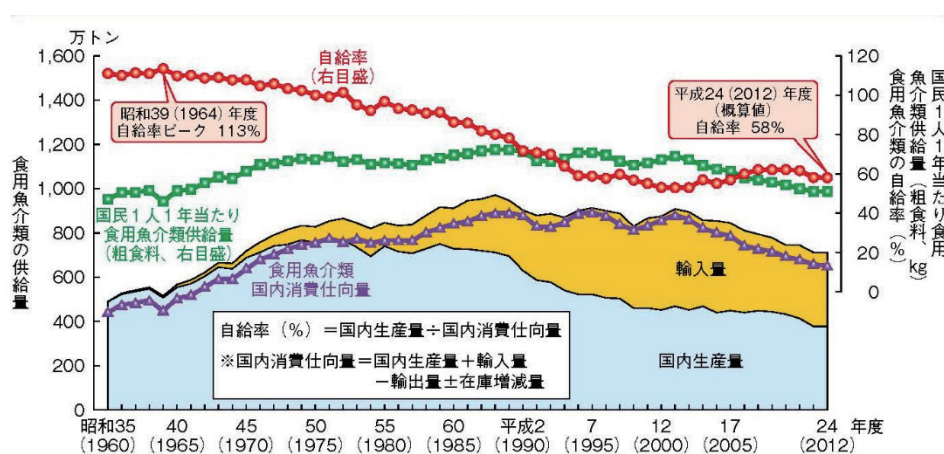


図 1.1 食用魚介類の自給率等の推移³⁾

水産物には、畜産物に比して人の健康に良い DHA および EPA 等の高度不飽和脂肪酸^{*8}ばかりでなくタウリン等も多く含まれているので、魚介類と海藻を組み合わせた日本型食生活（和食）の有用性が科学的にも証明されており、そのため欧米においても和食は急速に普及している。このことから、魚介類の供給量を増やし、価格を安定させて魚介類の消費量を伸ばすことにより国民の健康促進を図るべきである。

わが国の漁業、とくに沿岸漁業は多様な水産物を提供する産業としてその重要性が見直されており、沿岸漁業を持続的に発展させることによって日本型食文化に関する情報を漁業地域から発信することが重要である。

1.2 沿岸漁業を守る

わが国の漁業は縄文時代⁴⁾に、養殖業は江戸時代⁵⁾に始まり、古来から国民への食料供給を担ってきた。漁業・養殖業は、時代の要請や需要の変化に応じて多様に発展してきたが、漁業生産の主力は現在でも沿岸漁業（以下、沿岸域で営まれる漁業と養殖業を含む）であり、全生産量の 4 割以上を占め、全漁業者のうち沿岸漁業に従事する者は 6

割以上³⁾に達する。このように沿岸漁業は国民生活を支える重要な産業となっているが、先述のように国民の需要を充足するに至っていないのが現状である。

沿岸漁業は様々な機能を有しているので、漁業が適切に営まれることは沿岸域の環境を守り、生態系の維持に大きく貢献している。

漁業関係者は豊かな生産力を誇る沿岸漁場を守り、漁業の持続的発展を図りながら、若者に魅力のある漁業を構築して、子々孫々に伝える責任を果たさなければならない。

漁業者は多様な生物を育む藻場、干潟およびサンゴ礁の保全に取り組んでおり、漁場を守るために沿岸環境の美化に努め、また、漁業活動を通じて海難救助や災害救援活動にも貢献し、赤潮や青潮の発見等、海域の監視の役割も担っている。さらに、漁村は漁業を営むだけでなく、海洋レクリエーションによるリフレッシュの場や自然の大切さを学べる交流の場としての沿岸域を国民に提供しているとともに、漁村の人々の営みを通じて、日本独自の伝統文化を育み継承している。

1.3 日本の食文化を後世に伝える

わが国の沿岸漁業で得られる魚介類は、地方色に溢れる郷土料理の食材として古くから用いられており、これらの食材を利用した「和食」は、2013年にユネスコ無形文化遺産^{*9}に登録された。ユネスコ無形文化遺産は、「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」と定義されている。登録は、「和食」が持つ四つの特徴である「多様で新鮮な食材と持ち味の尊重」、「健康的な食生活を支える栄養バランス」、「自然の美しさや季節の移ろいの表現」および「正月等の年中行事との密接な関わり」が、食文化として世界的に優れていることが認められた結果である。沿岸漁業は、地域ごとの漁場環境に応じて独自の漁法や魚介類およびその加工品を生み出しており、その多様性が「和食」の発展に大きく寄与してきたという歴史を忘れてはならない。

2. 沿岸漁業、とくに内湾における問題点

わが国の主要な内湾における漁業上の問題点およびその原因として指摘されている事項は表 2.1 に示すとおりである。

なかでも主要な内湾である東京湾、伊勢湾、三河湾、瀬戸内海および有明海における共通の問題点は以下のように整理できる。

- ・ 魚類、頭足類、二枚貝類および甲殻類の漁獲量の減少
- ・ 養殖ノリの不作、色落ち現象^{*10}の多発
- ・ 養殖カキの不作
- ・ 魚類養殖における大量へい死の発生

これらの原因として指摘されている事項は、海域によって若干の差異はみられるが、以下のように整理できる。

- ・ 二枚貝類等の底生魚介類の生産の場となる干潟や浅場の埋立て等による減少
- ・ 貧酸素水塊の発生による魚介類や餌生物の忌避やへい死
- ・ 底質の変化、劣化による魚介類の再生産等への影響
- ・ 低塩分および高水温等の複合影響による魚介類の再生産への影響
- ・ 窒素、リン等の栄養塩の不足
- ・ エイ類や魚類による対象魚介類の食害
- ・ 有害赤潮^{*11}の発生

これらの事項に対して、その影響が発現するメカニズムや対策について様々な機関が調査研究を進めているが、原因と発現する影響との因果関係の定量的な解明や、実効力がある対策等については今後のさらなる調査研究が必要である。

これらの漁業上の問題点を解決するために、今後必要とされる調査研究課題は以下のとおりである。

- ・ 内湾における浅場および干潟等の生物生産機能の定量化と造成技術の開発
- ・ 貧酸素水塊の解消に実効力のある対策技術の開発
- ・ 栄養塩供給および消費量の定量化および栄養塩管理手法の確立
- ・ 高水温や低塩分等に対応できる養殖技術の開発

表 2.1 内湾における漁業上の問題点とその原因^{6) 7) 8) 9)}

漁業上の問題点	原因として指摘されている事項
・魚類の漁獲量の減少 ・底生魚類（マアナゴ、マコガレイ、イシガレイ等）の漁獲量の減少	・貧酸素水塊の発生による斃死、生息場の縮小、餌生物（ベントス^{*12}）の減少 ・埋立て等に伴う干潟、浅場の減少による成育場の縮小 ・底質変化による産卵場の縮小
魚類養殖での大量へい死の発生	・有害赤潮の発生
頭足類（コウイカ、マダコ等）の漁獲量の減少	・貧酸素水塊の発生による斃死、生息場の縮小、餌生物（ベントス）の減少 ・埋立て等に伴う藻場縮小による産卵場の減少 ・底質変化による産卵場の縮小
二枚貝類（アサリ、トリガイ、ハマグリ、アカガイ、タイラギ、養殖カキ等）の漁獲量の減少	・貧酸素水塊の発生によるへい死、生息場の縮小 ・埋立て等に伴う干潟、浅場の減少による生息・成育場の縮小 ・底質劣化（土砂供給量の減少、地盤硬化等）による生息・成育場の縮小 ・栄養塩不足による餌料環境の悪化 ・エイ類等による食害 ・カイヤドリウミグモ等の寄生による成育障害 ・冬季の水温上昇
甲殻類（クルマエビ、ガザミ類、シャコ等）の漁獲量の減少	・貧酸素水塊の発生によるへい死、生息場の縮小 ・埋立て等に伴う干潟、浅場、藻場の減少による成育場の縮小 ・低塩分および高水温等の複合影響による再生産への影響
養殖ノリの不作、色落ち	・育苗期から生産初期は高水温による成長不良および病害発生 ・冬季は栄養塩（窒素、リン）の不足による成長不良、色落ち（品質低下） ・秋季と春季の高水温による漁期の短縮

3. 「豊かな海」を目指す

3.1 豊かな海とは

水産業が求めているのは「豊かな海」である。「豊かな海」とは、多くの漁業生物が生産され、浅場や干潟等において河川等からの栄養塩の供給を背景として、活発な食物連鎖によって栄養が効率良く滑らかに循環する海であり、同時に食物連鎖の各栄養段階の生物現存量が十分に大きな海を意味しており、多様な漁場環境が形成される。

食物連鎖における各栄養段階の代表的な生物には、低次生産者としては珪藻類等の植物プランクトンがあげられ、これは二枚貝類等の植物プランクトン食の動物の餌料となる。また、ノリやコンブ類等の大型植物も低次生産者であり、これらは重要な漁獲対象になると同時に植物食の動物の餌料とされるほか、これらの植物が形成する藻場は漁業生物の再生産等の場として重要である。

低次生産者としてはカイアシ類等の動物プランクトンもあげられ、これらは、動物プランクトン食の動物の餌料とされるほか、アミ類等の大型種では漁獲対象になっているものがある。低次生産者にはカタクチイワシおよびイカナゴ等の小型魚類も含まれており、これらは肉食性の動物の餌料とされるほか、重要な漁獲対象にもなっている。

高次生産者のうち、ヒラメ、サワラおよびスズキ等の肉食性の大型魚類は、重要な漁獲対象である。

3.2 生態ピラミッドを大きくする

沿岸漁業は、低次生産者から高次生産者までさまざまな栄養段階の水生生物を食用魚介類等として漁獲し、利用している。この食物連鎖の基盤は栄養塩である。総量規制等の水質浄化への取り組みによって栄養塩の供給量が減少した結果、食物連鎖における各栄養段階の生物量が全体的に減少する、すなわち生態ピラミッド^{*13}が小さくなって、その結果漁獲量の減少を招いているという側面がある。水域における物質循環は、供給された栄養塩が一次生産者である植物プランクトンや藻類に利用され、これを低次の生産者である動物プランクトンや底生動物、小型魚類等が餌料として利用し、さらにこれらを大型魚類等の高次生産者が餌料とする食物連鎖により成立している。食物連鎖における各栄養段階の現存量は、植物プランクトン等の一次生産者が最も大きく、高次生産者が最も少ないことから、一次生産者を底辺、高次生産者を頂点とするピラミッド状の構造として一般的に認識されている（図 3.1）。

供給される栄養塩は、植物プランクトンや藻類等の低次生産者に利用され、干潟、浅場および藻場等の生物生産の場の上に成立する捕食・被食等の生物の相互関係を通じて高次生産者に転ずる。漁業は、低次生産者から高次生産者までの各栄養段階にある漁業生物を漁獲することにより多様性が維持される。

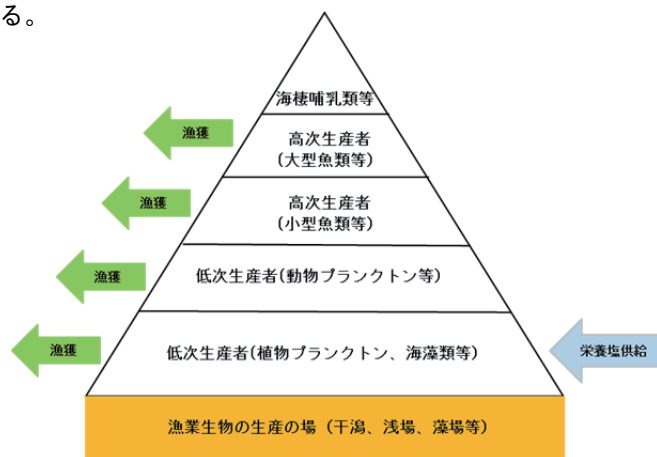
人為的な影響等による栄養塩供給量の減少や、生物の生産の場が縮小することにより、

生態ピラミッドが小さくなると漁獲量は減少する。また、生物の生産の場が減少した場合には、生物が消費しきれない栄養塩が余剰となって赤潮の原因になる等、漁場環境の悪化を招くことになる。

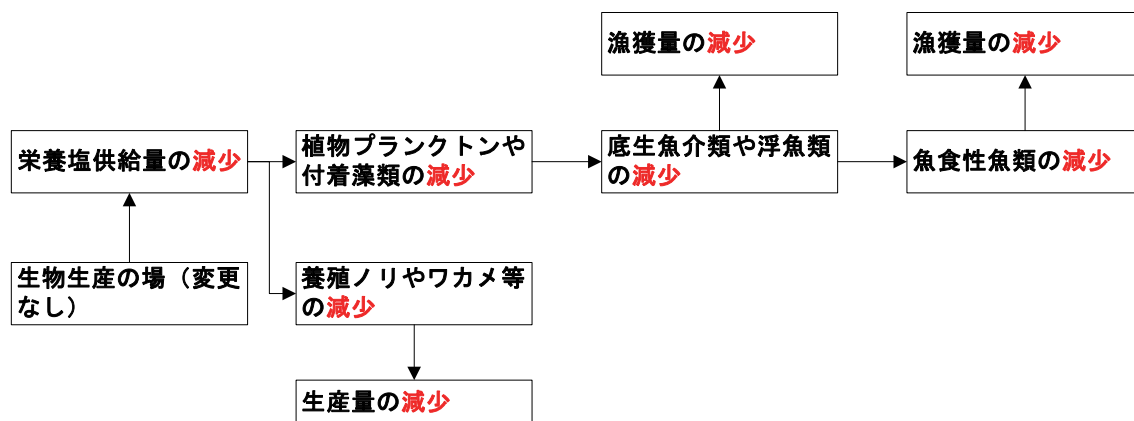
栄養塩の減少は、相対的に赤潮や貧酸素化を縮小させる反面、一次生産者の現存量を低下させるという副作用がある。現在の総量規制は、赤潮や貧酸素化の最大原因が栄養塩の過剰にあるという論理から負荷削減の方向であるが、未だに改善が進まない水域があることをみれば、それらの主たる原因は一次生産者への摂食圧が低下して起こる物質循環の停滞にあり、つまり干潟や藻場の衰退による直接的・間接的な低次および高次生産者の減少と推測されている¹⁰⁾。

水産業が求めているのは、漁業生物の生産力が高い「豊かな海」である。「豊かな海」の実現に向けて、赤潮や貧酸素化を抑制しつつ小さくなった生態ピラミッドを大きくしなければならない。また、「豊かな海」の指標となる生物種数・生物量および漁獲量を対象にモニタリングを定期的を実施し、「豊かな海」の達成度を科学的に評価する必要がある。

(1) 干潟や浅場等の生物生産の場が確保され、ここに栄養塩が供給されることにより生態ピラミッドが成立し、漁業の多様性が維持できる。



(2) 栄養塩供給が減少すると、生態ピラミッドが小型化し、各栄養段階の漁業生物が減少する。



(3) 生物生産の場が縮小すると、生態ピラミッドが小型化して漁獲量が減少するとともに、生物に消費しきれない栄養塩が余剰となり、赤潮等の漁場環境の悪化が生じる。

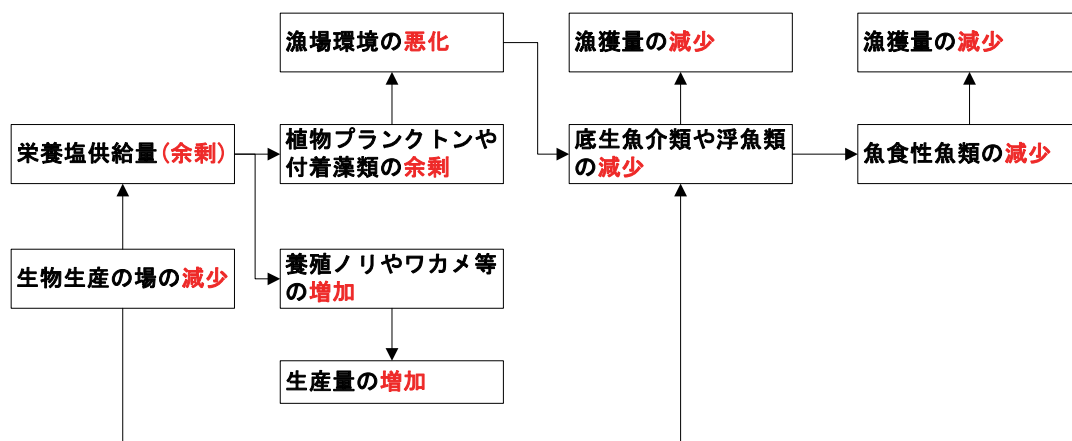


図 3.1 食物連鎖における生態ピラミッド

3.3 漁業生産と生物生産の場

沿岸を「豊かな海」にするためには、生物の栄養源である栄養塩が陸域等から十分に供給されるだけでなく、同時に多様な生物の生産基盤となる干潟、浅場、岩礁および藻場等の環境（以下、「生産の場」という）が確保されなければならない。栄養塩の供給は、「豊かな海」を実現するための必要条件、「生産の場」の整備は十分条件であり、一方が欠けても「豊かな海」は成立し得ない。

栄養塩が十分に供給されない場合には水生生物の成長の停滞を招き、「生産の場」が十分に確保されない場合には水生生物に利用されなかった栄養塩が赤潮や貧酸素水塊の発生の原因となり、海域環境の悪化を招くこととなる。

三河湾では、沿岸の水質浄化や生物生産等の機能を取り戻すために、1999 年度から 2004 年度にかけて、航路浚渫により発生した砂を利用して約 620ha の干潟・浅場造成および覆砂が実施され（図 3.2）¹¹⁾、造成後には愛知県のアサリ漁獲量が急増している（図 3.3）。このように、「生産の場」の確保は「豊かな海」の成立に極めて重要である。



図 3.2 三河湾における干潟・浅場造成および覆砂の実施地点 (1999～2004 年度)¹¹⁾



出典：愛知農林水産統計年報

図 3.3 愛知県のアサリ漁獲量の推移

東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海における干潟および藻場面積の推移は図 3.4 から図 3.6 に示すとおりである。

東京湾の干潟面積は 1945 年には 9,449ha であったが、1978 年から 1979 年にかけて約 10%にまで激減した。藻場面積は 1978 年から 1997 年までの間に大きな変動はなく、概ね 1,400ha を維持している。

伊勢湾（三河湾を除く）の干潟面積は 1955 年には 4,900ha であったが、2000 年には 1,800ha に激減した。藻場面積は 1978 年から 1979 年には 3,056ha であったが、1996 年から 1997 年には 2,278ha と 75%に減少している。

瀬戸内海の干潟面積は 1949 年には 15,200ha であったが、2006 年には 11,943ha に減少している。アマモ場面積は 1960 年には 22,635ha であったが、1989 年から 1990 年には 6,381ha と 28%に激減している。

このように、干潟および藻場のいずれもが経年的に減少しており、「生産の場」が縮小しつつある。

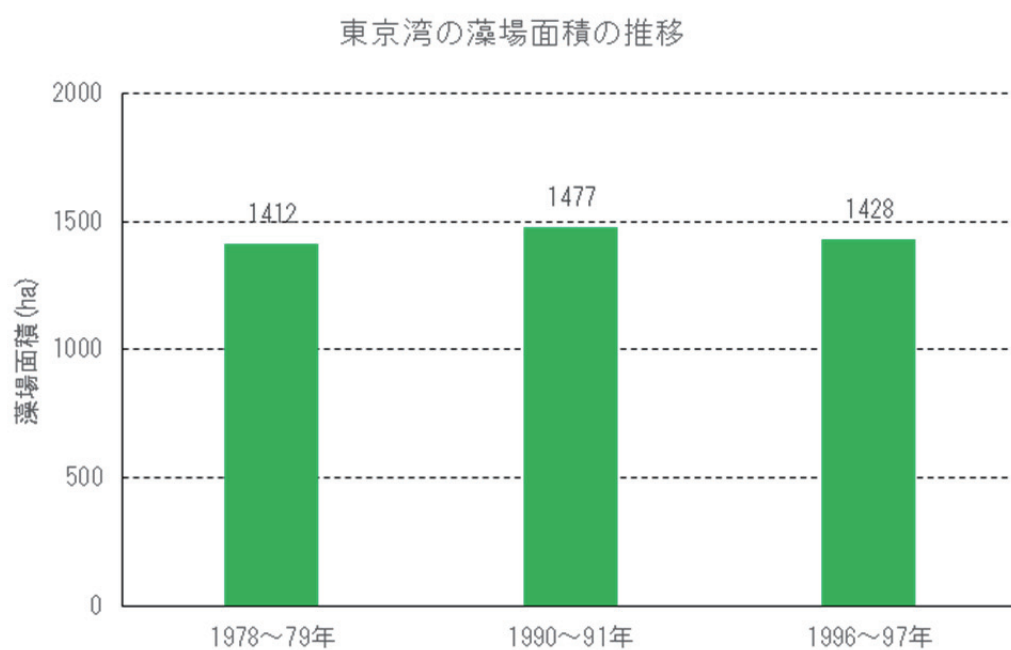
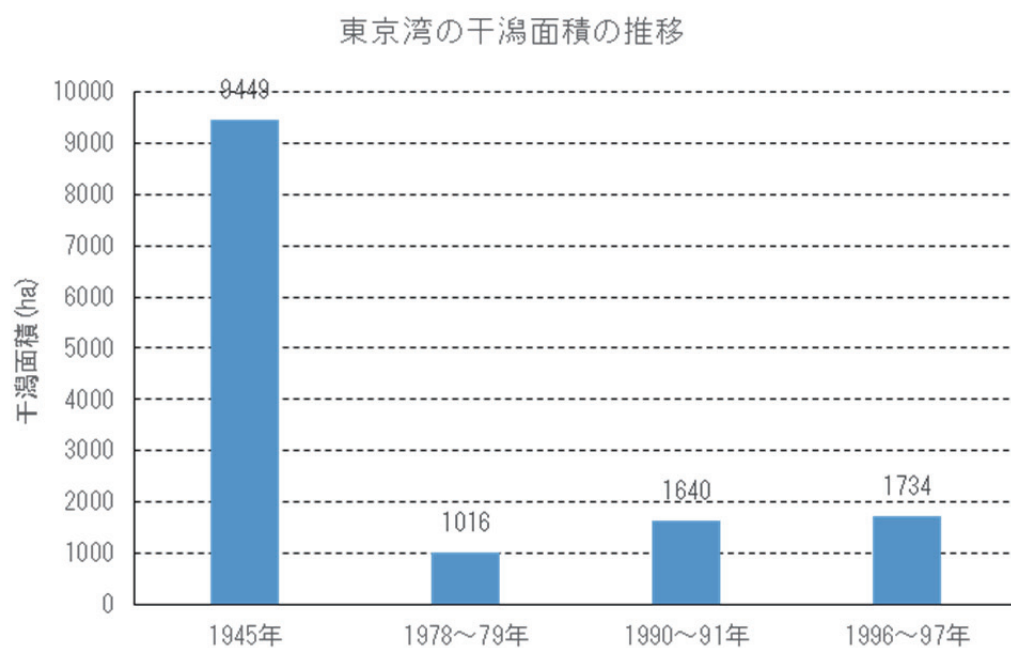


図 3.4 東京湾における干潟および藻場面積の推移¹²⁾

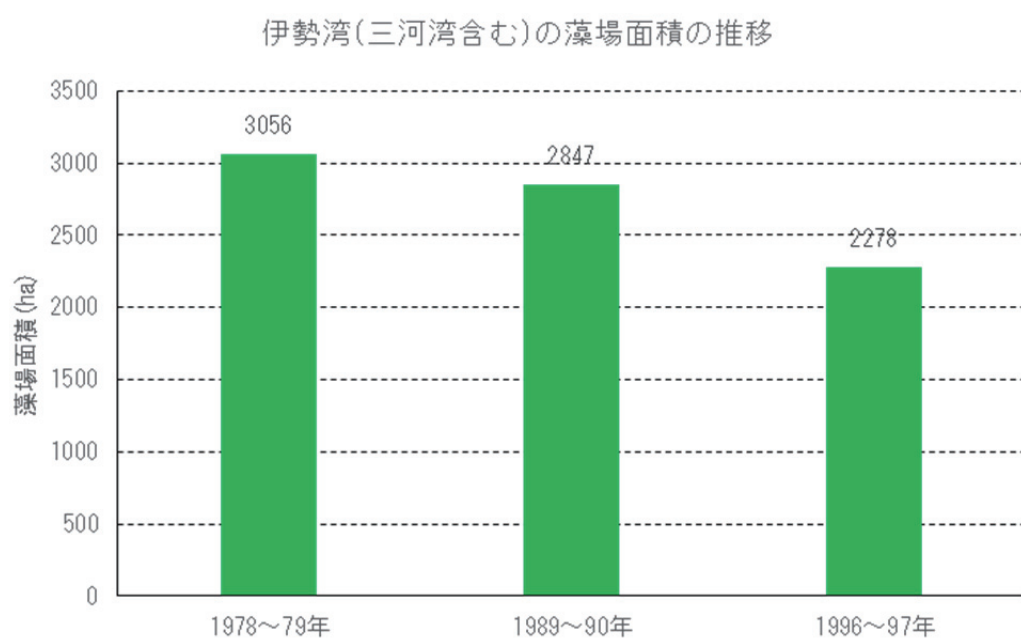
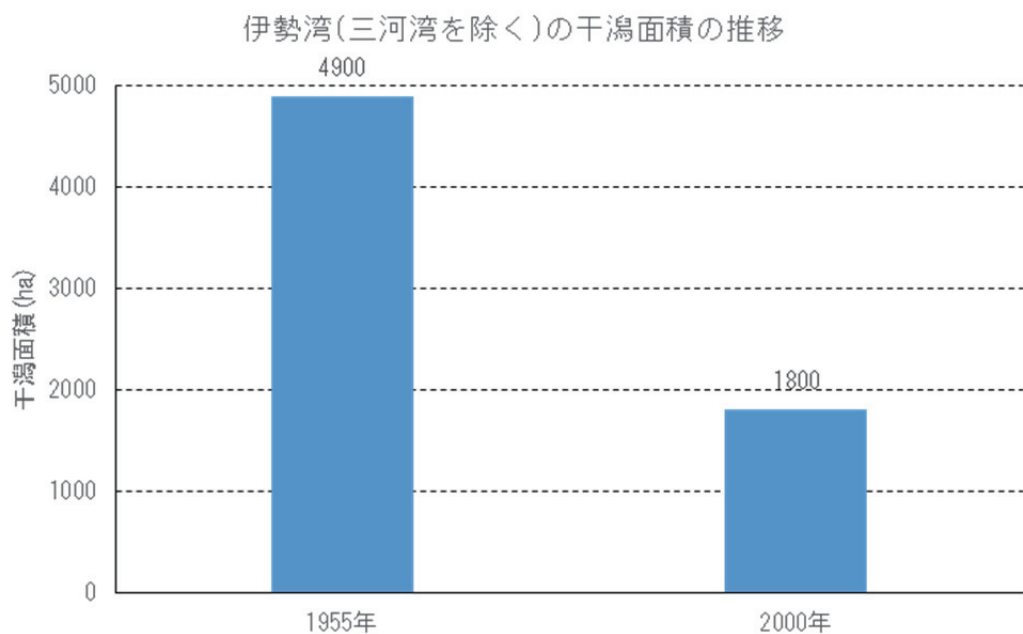


図 3.5 伊勢湾における干潟および藻場面積の推移 ¹²⁾

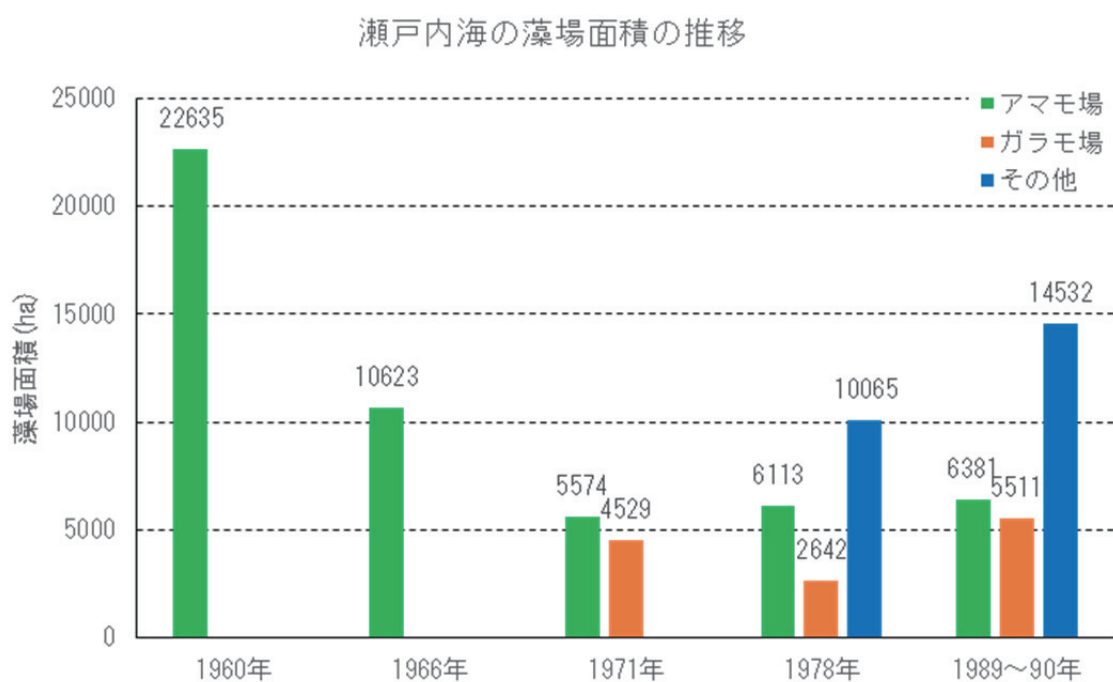
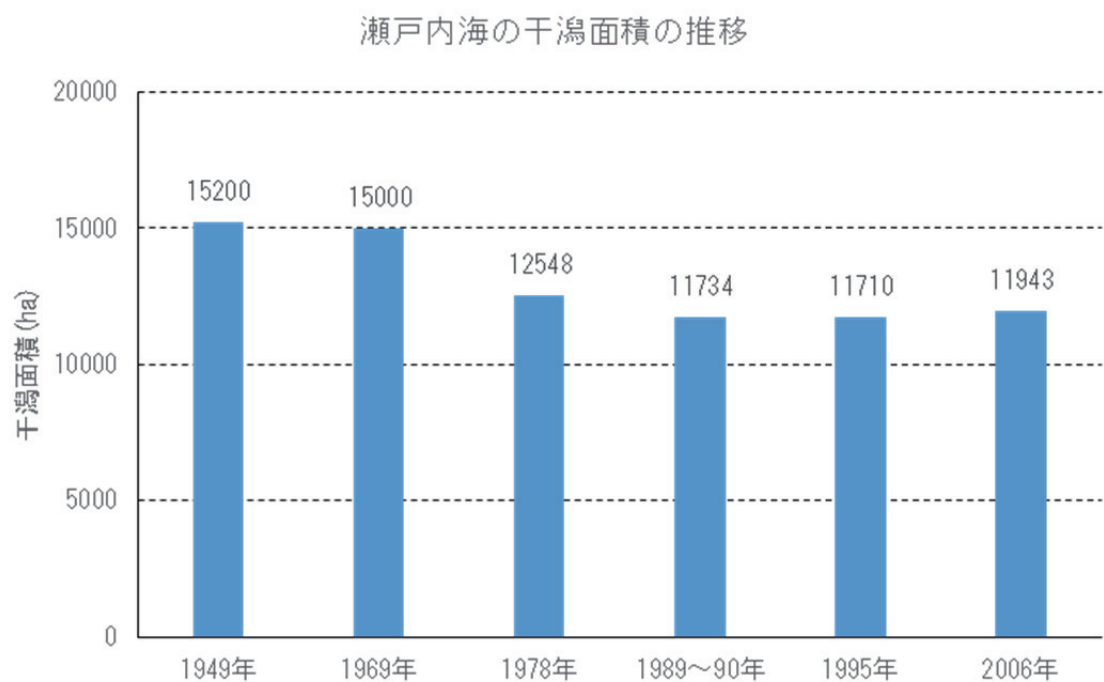


図 3.6 瀬戸内海における干潟および藻場面積の推移¹²⁾

4. 漁業生物と栄養塩

4.1 ノリ類

養殖ノリの主要な漁場において、ノリの色落ちを防ぐために必要とする栄養塩濃度は、海域の流況等の漁場環境や養殖形態（支柱式、浮き流し式等）、面積当たりの養殖生産量等によって差がある。これまでに得られている知見としては、溶存無機態窒素（以下、DIN という）^{*14}の濃度は東京湾で 0.098mg/L¹³⁾、三河湾湾口部で 0.08mg/L¹⁴⁾、播磨灘で 0.042mg/L¹⁵⁾、有明海では 0.098mg/L¹⁶⁾である。溶存無機態磷（以下、DIP という）^{*15}の濃度は東京湾で 0.016mg/L¹³⁾、播磨灘で 0.009mg/L¹⁵⁾である。

また、水産用水基準(2013)¹⁷⁾によれば、良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN 濃度は、平均流速が 1 秒当たり 10～30cm の養殖場では 0.07～0.1mg/L である。さらに、流速 10cm 程度の支柱式漁場では約 0.07mg/L 以下、流速 20～30cm の支柱式または浮き流し漁場では 0.04mg/L 以下になると、ノリの色落ちが始まるとされている。DIP 濃度は 0.007～0.014mg/L が望ましいとされている。

中央公害対策審議会(1993)¹⁸⁾によれば、ノリは比較的富栄養化した海域で生産され、ノリ生産にとって平均的な水質は環境基準のⅢ類型^{*16}(基準値が全窒素 0.6mg/L 以下、全磷 0.05mg/L 以下)およびⅣ類型(基準値が全窒素^{*17}1.0mg/L 以下、全磷^{*18}0.09mg/L 以下)であるとしている。

4.2 貝類

アサリについて中津干潟（大分県）での知見¹⁹⁾があり、アサリを年間 1 万トン漁獲するにはアサリ漁場での夏季、底層における DIN 濃度は 0.04mg/L、DIP 濃度は 0.008mg/L とされている。

カキについては、中央公害対策審議会(1993)¹⁸⁾および水産用水基準(2013)¹⁷⁾によれば、富栄養化により単位面積当たりの生産量や成長量の低下を招く等の影響があるが、広島湾における生産状況等から判断して、好適な水質としては概ね全窒素濃度 0.2～0.3 mg/L かつ全磷濃度 0.02～0.033 mg/L あるいは全窒素濃度 0.3～0.6mg/L かつ全磷濃度 0.03～0.05mg/L とされている。

4.3 魚類・甲殻類

藤林(2013)²⁰⁾によれば、大阪湾では全燐の1日当たり排出負荷量^{*19}が10ト程度の年にウシノシタ・カレイ類の漁獲量のピークがみられる。また、シャコ類は同じく日当たり排出負荷量が12ト程度でピークがみられ、これらの種については、現状より負荷量の多い方が好漁獲となることが推察されている。この知見では、ウシノシタ・カレイ類の漁獲量のピークは1984年、シャコ類のそれは1986年にみられており、その年の広域総合水質調査結果では、1984年および1986年のDIP濃度の上下層平均値はいずれも0.04mg/Lである。

播磨灘では、1990年代前半は養殖ノリの生産枚数および漁船漁業の漁獲量からみると、漁業にとっては良い時代であったと考えられており、この時代のDINおよびDIP濃度は、播磨灘15地点の表層、10m層の年間平均値では、DINが概ね0.06~0.08mg、DIPは概ね0.012~0.015mgとされている²¹⁾。

5. 漁業からみた栄養塩濃度の問題点

5.1 用いた水質データ

栄養塩等の経年変化等の作図には、広域総合水質調査*²⁰ 結果の水質データを用いた。

広域総合水質調査は環境省が実施している調査である。調査地点を図 5.1 に示すが、ノリ養殖場等からやや遠い沖合いの地点もあるものの、東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海において統一された手法、時期（年 4 回）によって継続的に実施されていることから、このデータを採用した。



図 5.1(1) 広域総合水質調査の調査地点図（東京湾）

5.2 検討対象とした海域

本報告において栄養塩および漁業の現状を分析するにあたっては、窒素および磷の総量規制が行われている東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海を対象とした。また、瀬戸内海は以下の理由から播磨灘、大阪湾および広島湾を検討対象とした。

播磨灘はノリ養殖が盛んであり、また、近年は海域の栄養塩不足が指摘されていることから選定した。

大阪湾は、環境基準のⅡ類型、Ⅲ類型およびⅣ類型が指定されており、水域類型間の比較に適していることから選定した。

広島湾はカキ養殖が盛んであり、栄養塩供給との係わりが深いことから選定した。

5.3 ノリ類の生産からみた問題点

ノリ類の生産との関係を見るため、各海域における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化をグラフ化し、あわせてノリの水産用水基準と各文献から得られたノリの生長に必要な DIN および DIP 濃度を示した（図 5.2～5.7）。また、広域総合水質調査には年当たり 4 個（四季）のデータがあるが、季節変動を平準化するために 4 項移動平均値^{*21}を求めて作図した。

なお、ノリ類の養殖業は検討対象とした 6 海域（東京湾、伊勢湾、三河湾、播磨灘、大阪湾、広島湾）の必ずしも全てにおいて営まれているわけではないが、ノリ類が生長できるか否かを確認するために 6 海域全てにおいて検討した。

5.3.1 東京湾

東京湾における上層（海面）の全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.2 に示すとおりである。

東京湾の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に緩やかに低下する傾向にある。

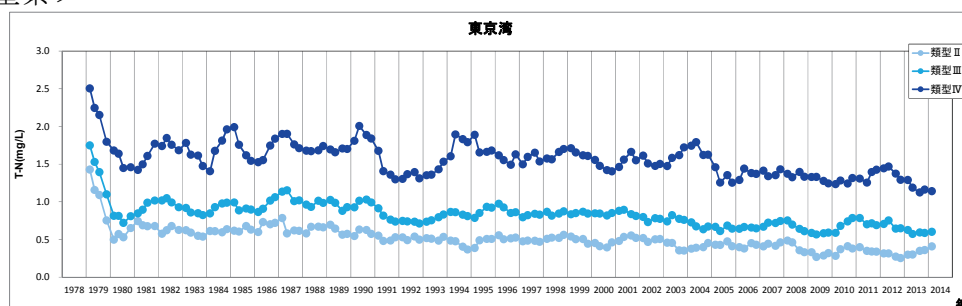
水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 2009 年まではノリ養殖に必要な 0.07～0.1mg/L（水産用水基準）および 0.098mg/L（既往の文献から得られた濃度）を超えていたが、2010 年には 0.11～0.12mg/L となって水産用水基準の下限値に近づき、2011 年には最低値が 0.06mg/L、2011 年以降は 0.05mg/L がみられる等、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値が増加している。DIP は 2003 年まではノリ養殖に必要な 0.007～0.014mg/L（水産用水基準）および 0.016mg/L（既往の文献から得られた濃度）を上回る、あるいはその濃度範囲内にあったが、2004 年には最低値が 0.00mg/L（定量限界値^{*22}未満）がみられるようになり、2005 年以降もノリ養殖に必要な濃度を上回る場合もあるものの、2011 年以降はこれを下回る値が頻発し、DIN よりもノリの生産には厳しい値になっている。

Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を下回ることはない。DIP は 2003 年まではノリ養殖に必要な濃度の範囲内にあったが、2004 年には 0.01mg/L がみられ、ノリ養殖に必要な濃度の下限値付近まで低下しており、DIN よりもノリの生産には厳しい値になっている。

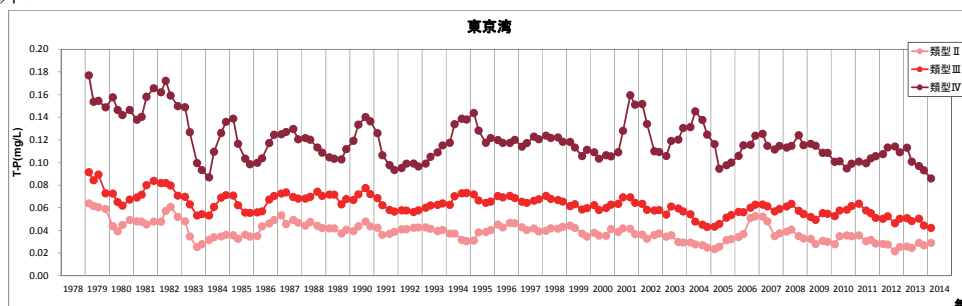
Ⅳ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN は緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を超えている。DIP も緩やかに低下する傾向にあるがノリ養殖に必要な濃度を下回ることはない。

以上のように、ノリの生産からみた東京湾の栄養塩濃度は、DIN はⅡ類型の水域、DIP はⅡ類型およびⅢ類型の水域において 2004 年以降はノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられるようになり、とくに磷不足によってノリの生産には厳しい状況になっているといえる。

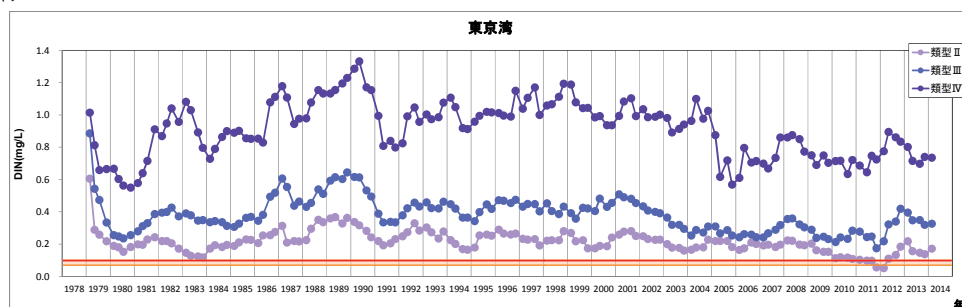
東京湾 ＜全窒素＞



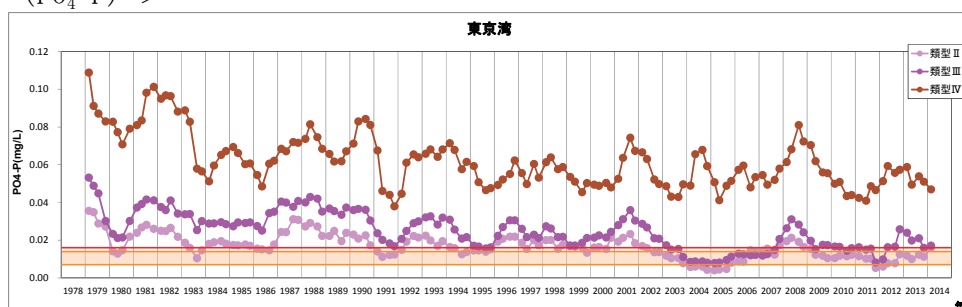
＜全リン＞



＜DIN＞



＜DIP (PO₄-P)＞



(凡例)

○ 水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

- ・ DIN : 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP : 0.007~0.014mg/L

○各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN、DIP 濃度

- ・ 東京湾 (DIN : 0.098mg/L、DIP : 0.016mg/L)

※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図した。

図 5.2 栄養塩濃度の推移 (東京湾・上層平均値)

5.3.2 伊勢湾

伊勢湾における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.3 に示すとおりである。

伊勢湾の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に緩やかに低下する傾向にある。

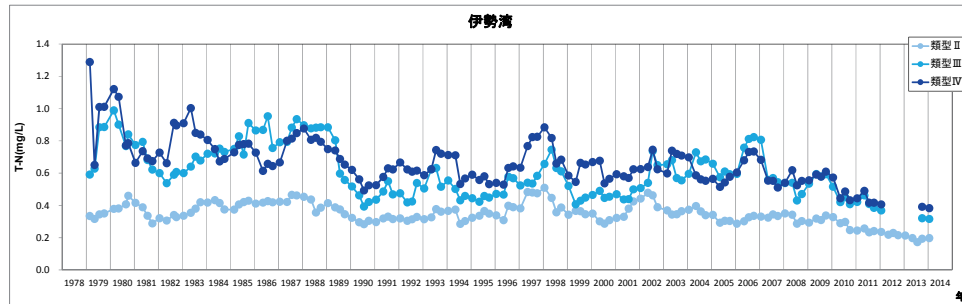
水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 1979 年以降、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられており、1992 年以降は 0.08mg/L でその下限値付近の値が多くなり、2008 年には、最低値が 0.07mg/L となって下限値まで低下し、2009 年以降は最低値が 0.03mg/L という下限値を下回る値が頻発している。DIP は 2009 年まではノリ養殖に必要な濃度を維持していたが、2010 年には最低値が 0.01mg/L となってこの濃度を下回るようになり、2011 年以降は最低値に 0.00mg/L（定量限界値未満）がみられる等、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値が頻発している。

Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を下回ることはない。DIP も緩やかに低下する傾向にあるものの、ノリ養殖に必要な濃度の範囲内にある。

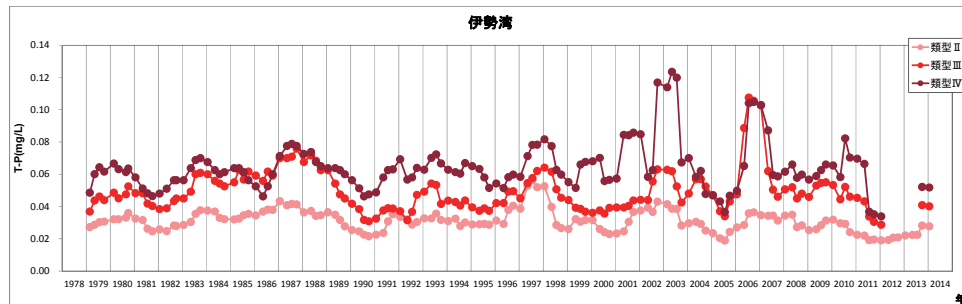
Ⅳ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を超えているか必要な濃度範囲にある。DIP も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を超えているか必要な濃度範囲にある。

以上のように、ノリの生産からみた伊勢湾の栄養塩濃度は、Ⅱ類型の水域で 2009 年以降はノリ養殖に必要な濃度を下回る値が増加し、ノリ養殖には厳しい状況になっている。

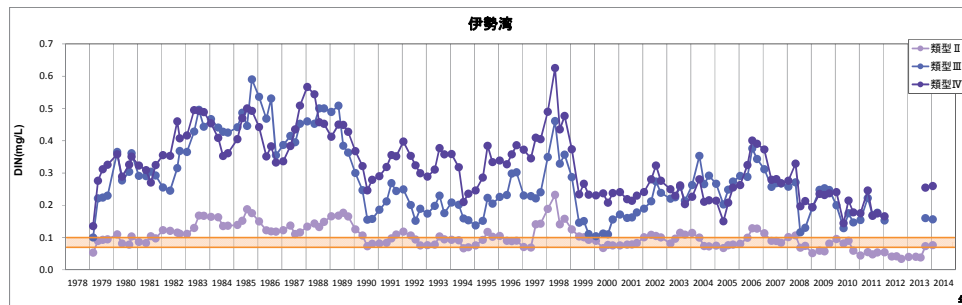
伊勢湾 <全窒素>



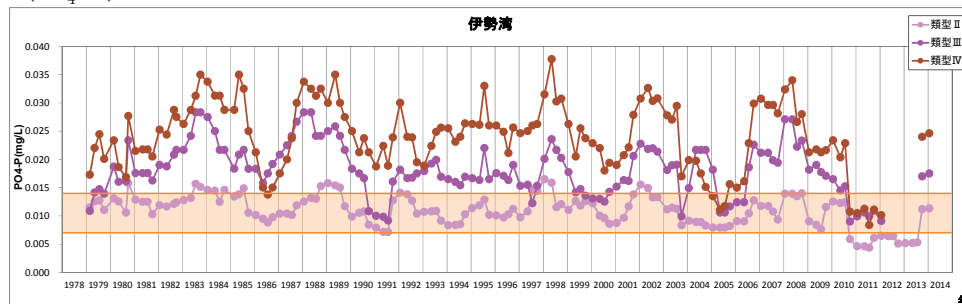
<全リン>



<DIN>



<DIP (PO₄-P) >



(凡例)

- 水産用水基準(2013):良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられるDIN、DIP濃度
- ・ DIN: 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP: 0.007~0.014mg/L

※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。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図した。

図 5.3 栄養塩濃度の推移(伊勢湾・上層平均値)

5.3.3 三河湾

三河湾における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.4 に示すとおりである。

三河湾の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に低下する傾向にある。

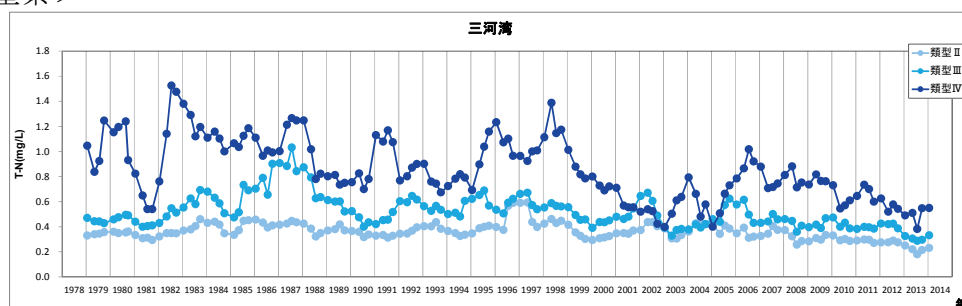
水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 1979 年以降、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値が継続しているが、とくに 2010 年以降は 0.04mg/L 以下の値が増加し、ノリ養殖には厳しい環境となっている。DIP も DIN と同様に 1979 年以降、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられているが、とくに 2010 年以降は最低値が 0.03mg/L となり、ノリの生産には厳しい環境になっている。

Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあり、1979 年以降、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられており、とくに 2010 年以降は最低値が 0.07mg/L 以下の値が頻発し、ノリ養殖には厳しい環境になっている。DIP も DIN と同様に 1979 年以降、ノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられ、とくに 2011 年以降は最低値が 0.01mg/L、あるいは 0.00mg/L（定量限界値未満）となり、ノリの生産には厳しい環境になっている。

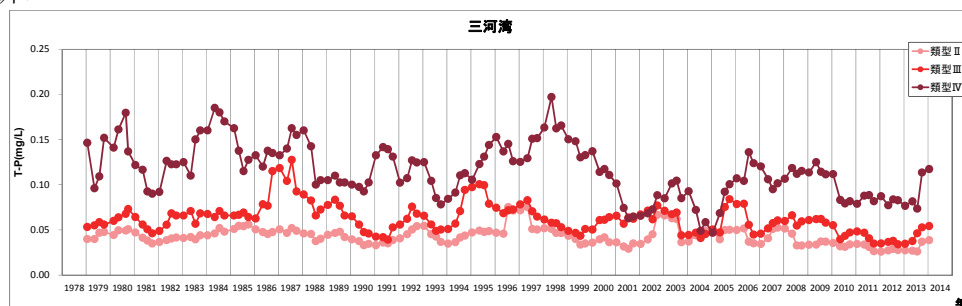
Ⅳ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度は超えている。DIP も緩やかに低下する傾向にあるが、ノリ養殖に必要な濃度を超えているか必要な濃度範囲にある。

以上のように、ノリ養殖からみた三河湾の栄養塩濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域で 2010 年以降はノリ養殖に必要な濃度を下回る値が頻発し、ノリの生産には厳しい状況になっている。

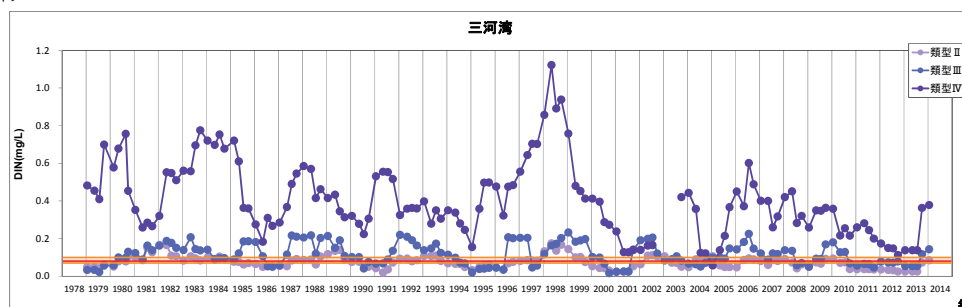
三河湾 <全窒素>



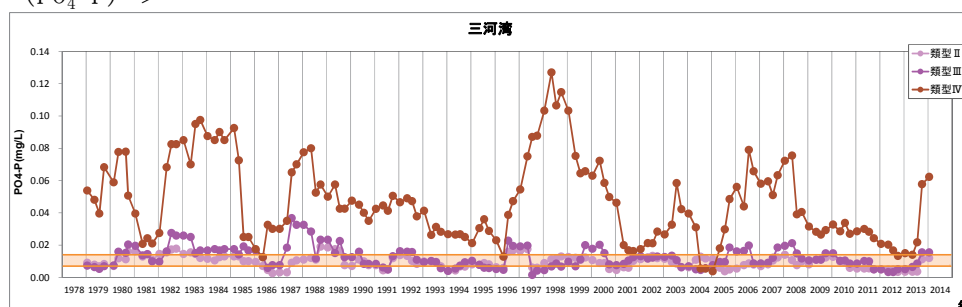
<全磷>



<DIN>



<DIP (PO₄-P) >



(凡例)

-  水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度
 - ・ DIN : 0.07~0.1mg/L
 - ・ DIP : 0.007~0.014mg/L
- 各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN 濃度
 - ・ 三河湾 (DIN : 0.08mg/L)

※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。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図した。

図 5.4 栄養塩濃度の推移 (三河湾・上層平均値)

5.3.4 播磨灘

播磨灘における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.5 に示すとおりである。

播磨灘の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に低下する傾向にある。

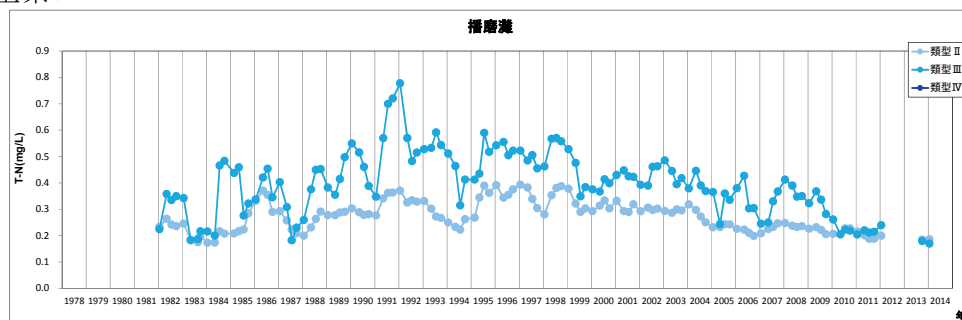
水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 1982 年以降、水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値が多く、とくに 2002 年以降は最低値が 0.07mg/L 以下が頻発してノリの生産には厳しい環境になっている。DIP は 1984 年および 1985 年には水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられたが、その後は上昇し、ノリ養殖に必要な濃度範囲を維持している。

Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に緩やかに低下する傾向にある。DIN も緩やかに低下する傾向にあるが、1982 年以降、水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値が頻発しており、とくに 2007 年以降は 0.07mg/L 以下の値が頻発し、ノリの生産には厳しい環境になっている。DIP は 1982 年から 1987 年には水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値がみられたが、その後は上昇し、ノリ養殖に必要な濃度範囲を維持している。

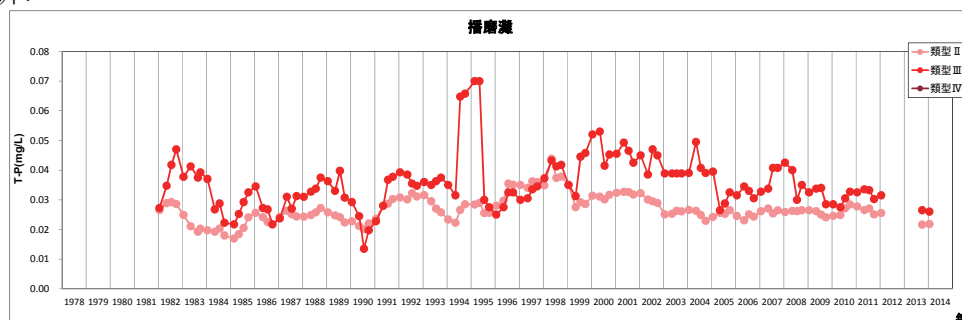
以上のように、ノリ養殖からみた播磨灘の栄養塩濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域で窒素が不足しており、とくに 2002 年以降はノリの生産には厳しい環境にある。

播磨灘

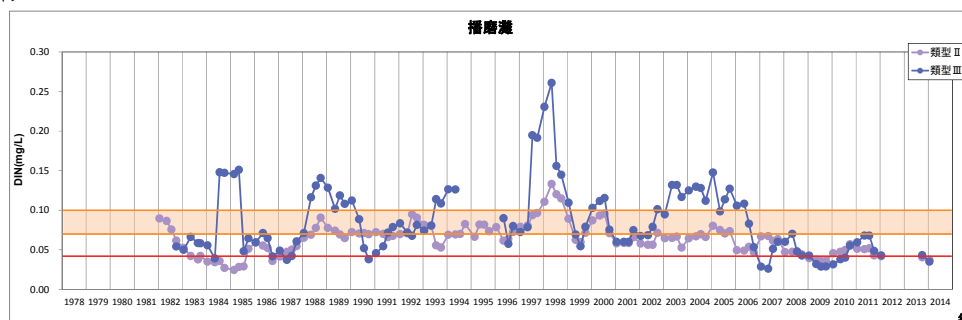
<全窒素>



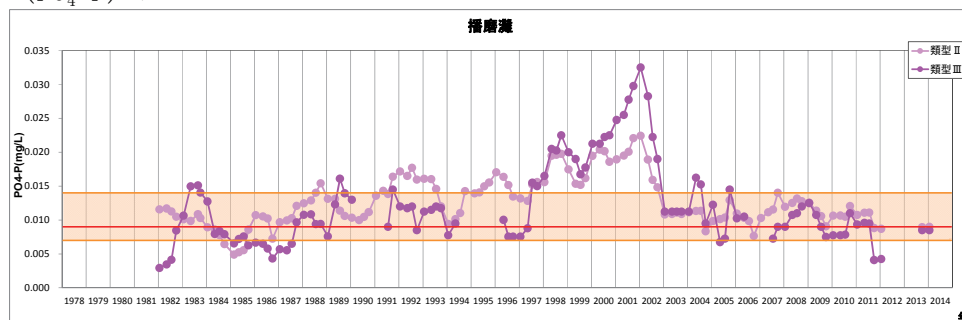
<全リン>



<DIN>



<DIP (PO₄-P)>



(凡例)

○  水産用水基準(2013):良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

・ DIN : 0.07~0.1mg/L

・ DIP : 0.007~0.014mg/L

○各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN、DIP 濃度

・ 播磨灘 (DIN : 0.042mg/L、DIP : 0.009mg/L)

※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。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図した。

図 5.5 栄養塩濃度の推移(播磨灘・上層平均値)

5.3.5 大阪湾

大阪湾における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.6 に示すとおりである。

大阪湾の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に低下する傾向にある。

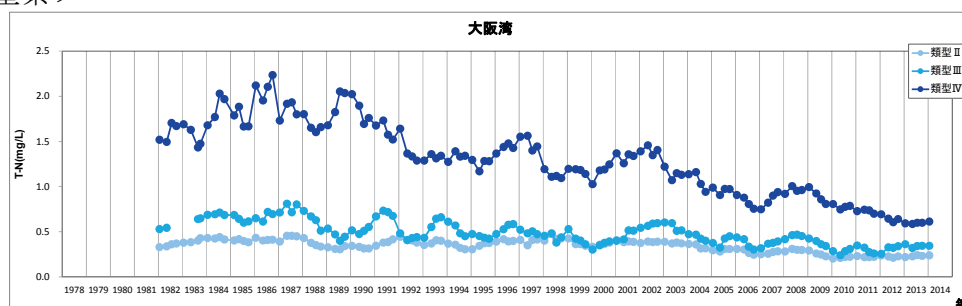
水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 1998 年までは水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値はほとんどみられなかったが、1999 年には最低値が 0.06mg/L とこれを下回る値がみられるようになり、とくに 2010 年以降は最低値が 0.07mg/L 以下となってノリの生産には厳しい環境になっている。DIP はおおむねノリ養殖に必要な濃度を維持している。

Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は 2003 年までは水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値はみられなかったが、2004 年には最低値が 0.06mg/L となり、とくに 2010 年以降は最低値が 0.07mg/L 以下となってノリの生産には厳しい環境になっている。また、2010 年以降はⅡ類型よりもⅢ類型の水域の DIP 濃度が低くなっている。DIP は 1996 年までは水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を超えていたが、1997 年には 0.00mg/L（定量限界値未満）となり、その後も 0.07mg/L 以下の値が頻発してノリの生産には厳しい環境になっている。また、1996 年以降はⅡ類型よりもⅢ類型の水域で DIP 濃度が低くなっている。

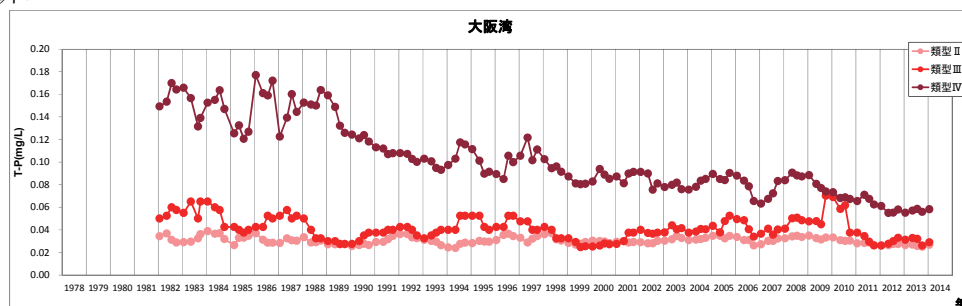
Ⅳ類型の水域では、全窒素、全磷のいずれも経年的に濃度が低下している。DIN および DIP はいずれも経年的に濃度が低下しているが、ノリ養殖に必要な濃度は維持している。

以上のように、ノリ養殖からみた大阪湾の栄養塩濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域で窒素、磷が不足しており、1997 年以降はノリの生産には厳しい環境にある。

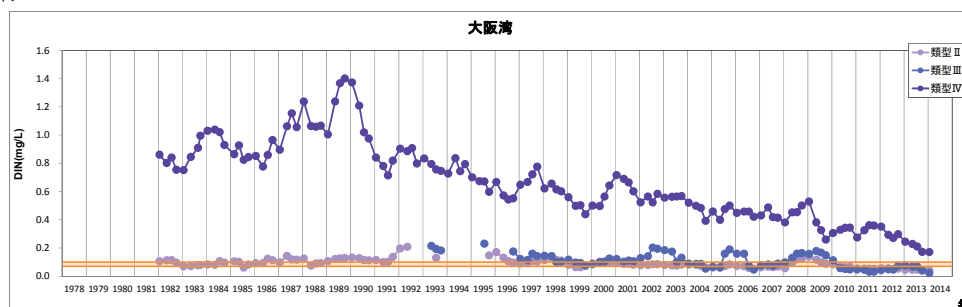
大阪湾 ＜全窒素＞



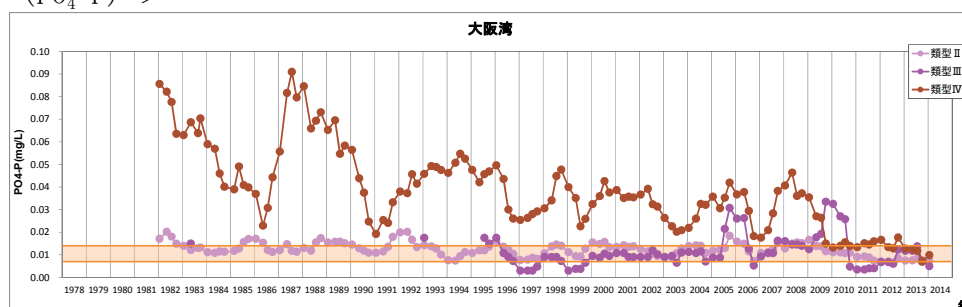
＜全リン＞



＜DIN＞



＜DIP (PO₄-P)＞



(凡例)

- 水産用水基準(2013):良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度
- ・ DIN: 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP: 0.007~0.014mg/L

※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。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図した。

図 5.6 栄養塩濃度の推移(大阪湾・上層平均値)

5.3.6 広島湾

広島湾における全窒素、全磷、DIN および DIP 濃度の経年変化は図 5.7 に示すとおりである。

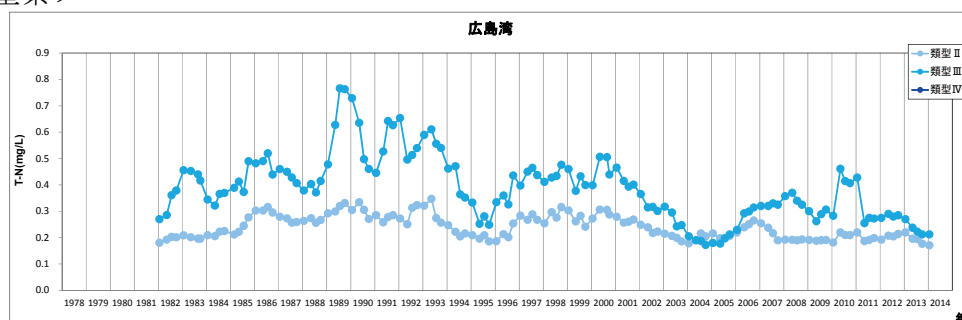
広島湾の全窒素濃度および全磷濃度は経年的に低下する傾向にある。

水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域では全窒素、全磷ともに緩やかに低下する傾向にある。DIN は 1982 年から 1999 年までは水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回っていた。2000 年には必要な濃度範囲に納まるようになったが、2006 年には再び下回るようになり、とくに、2009 年以降は 0.07mg/L 以下の値が継続している。DIP は 1983 年から 1987 年は水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回っていたが、1988 年には必要な濃度範囲に納まるようになり、この傾向が継続している。

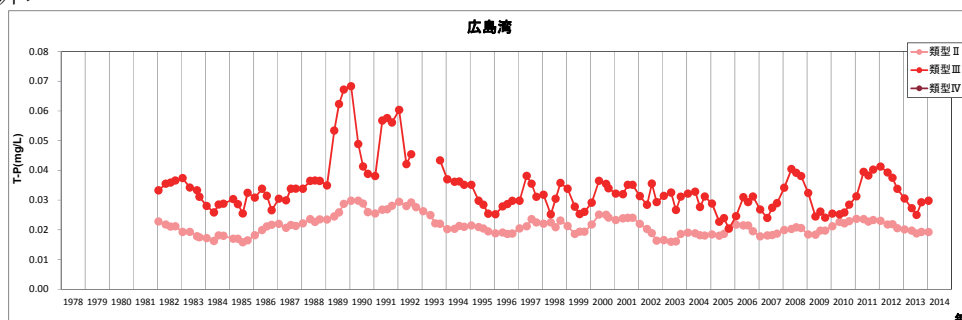
Ⅲ類型の水域では、全窒素、全磷ともに経年的に低下する傾向にある。DIN は変動が大きく、2012 年までは水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回る値はほとんどみられなかったが、2011 年には最低値が 0.05mg/L となり、その後も 0.07mg/L 以下の値が増加している。DIP は 1984 年から 1986 年は水産用水基準に定めるノリ養殖に必要な濃度を下回っていた。1987 年以降は必要な濃度を超えるようになり、2004 年以降はこの濃度範囲におおむね納まるようになっている。

以上のように、ノリの生産からみた広島湾の栄養塩濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域で窒素が不足しており、とくにⅡ類型の水域では著しい。

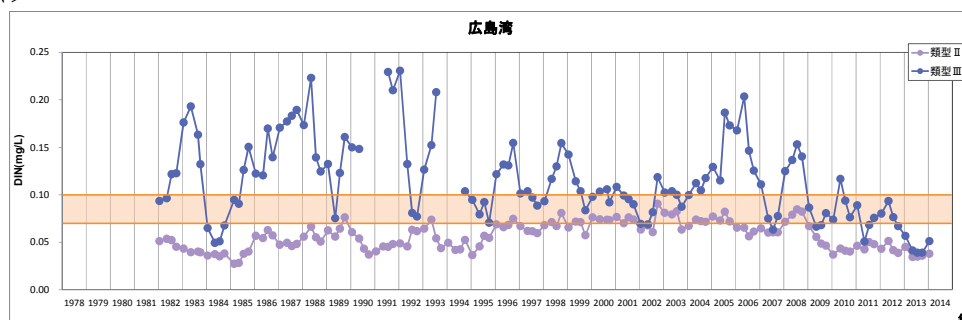
広島湾
＜全窒素＞



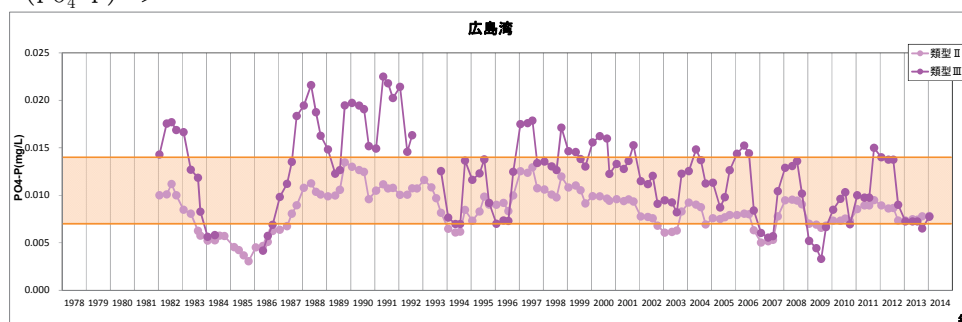
＜全リン＞



＜DIN＞



＜DIP (PO₄-P)＞



(凡例)

○  水産用水基準(2013):良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

・DIN: 0.07~0.1mg/L

・DIP: 0.007~0.014mg/L

※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。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図した。

図 5.7 栄養塩濃度の推移(広島湾・上層平均値)

5.4 カキ類の生産からみた問題点

カキ類の生産との関係を見るため、各海域における全窒素および全リン濃度の経年変化をグラフ化し、あわせて水産用水基準から得られたカキ類に好適とされる全窒素および全リン濃度を示した（図 5.8～5.13）。また、広域総合水質調査には年当たり 4 個（四季）のデータがあるが、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図した。

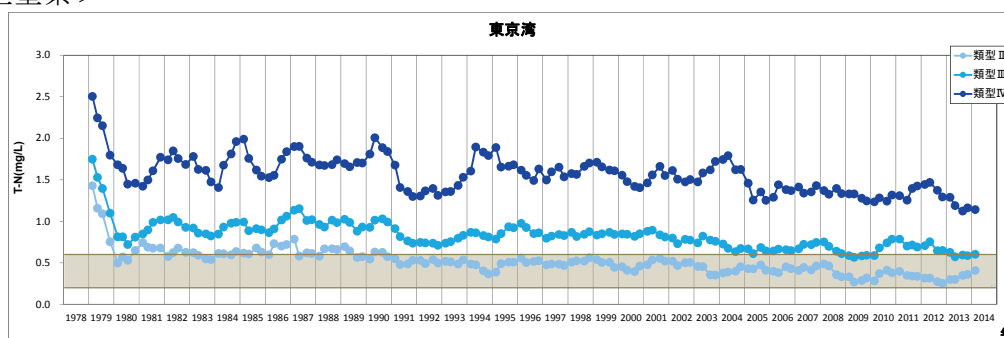
なお、カキ類の養殖業は検討対象とした 6 海域（東京湾、伊勢湾、三河湾、播磨灘、大阪湾、広島湾）の全てにおいて必ずしも営まれているわけではないが、カキ類が成長できるか否かを確認するために 6 海域の全てにおいて検討した。

5.4.1 東京湾

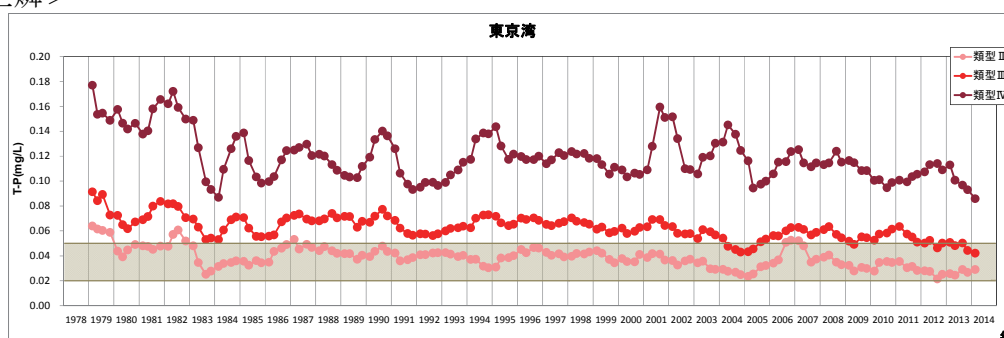
東京湾における全窒素および全リン濃度の経年変化は図 5.8 に示すとおりである。

Ⅱ 類型、Ⅲ 類型およびⅣ 類型の水域のいずれにおいても、全窒素および全リンの濃度は経年的に低下しているが、カキ類に好適な濃度は維持している。

< 全窒素 >



< 全リン >



（凡例）

- ■ 水産用水基準（2013）：カキ類の生産や成長に好適な全窒素、全リン濃度
・ 全窒素：0.2～0.6mg/L、 ・ 全リン：0.02～0.05mg/L

※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。

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図した。

図 5.8 栄養塩濃度の推移（東京湾・上層平均値）

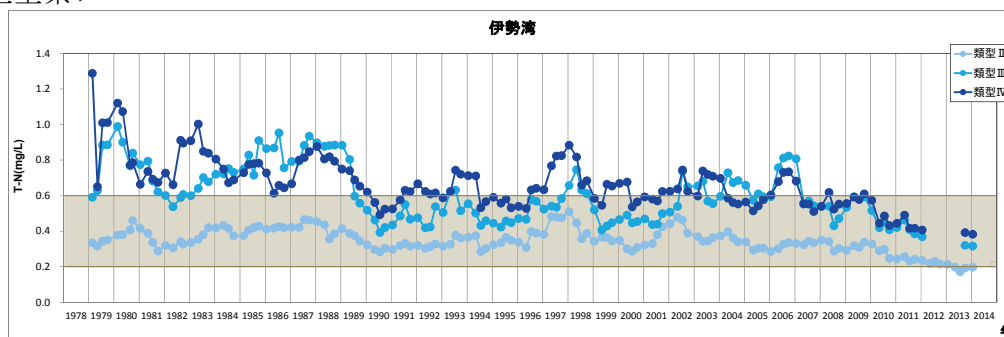
5.4.2 伊勢湾

伊勢湾における全窒素および全リン濃度の経年変化は図 5.9 に示すとおりである。

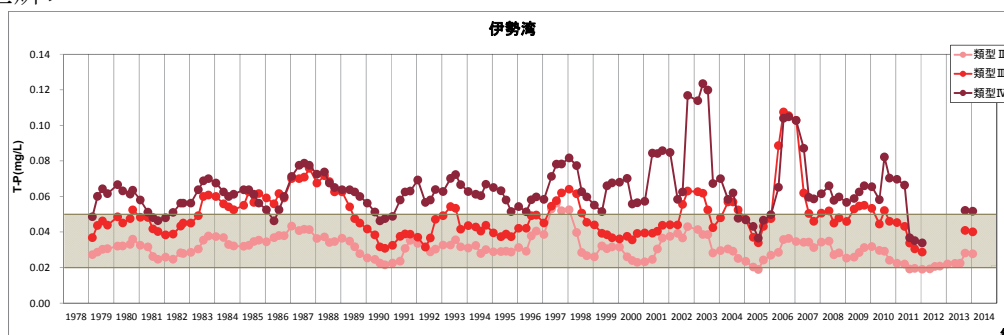
Ⅱ類型、Ⅲ類型およびⅣ類型の水域のいずれにおいても、全窒素および全リンの濃度は経年的に低下している。カキ類に好適な濃度はおおむね維持しているが、Ⅱ類型の水域の全窒素濃度は、2013 年には最低値が 0.17mg/L となってこの濃度を下回っており、その後も下限値付近で推移し、カキの生産には厳しくなっている。

また、Ⅱ類型の水域の全リン濃度は、2011 年以降は 0.02mg/L が継続し、カキに好適な濃度の下限値付近で推移していることから、カキの生産には厳しい状況になってきているといえる。

<全窒素>



<全リン>



(凡例)

- ■ 水産用水基準 (2013) : カキ類の生産や成長に好適な全窒素、全リン濃度
- ・ 全窒素 : 0.2~0.6mg/L
- ・ 全リン : 0.02~0.05mg/L

※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。

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図した。

図 5.9 栄養塩濃度の推移 (伊勢湾・上層平均値)

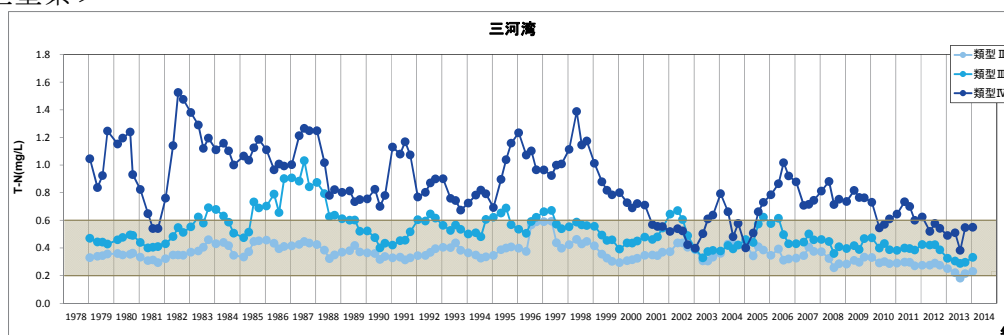
5.4.3 三河湾

三河湾における全窒素および全磷濃度の経年変化は図 5.10 に示すとおりである。

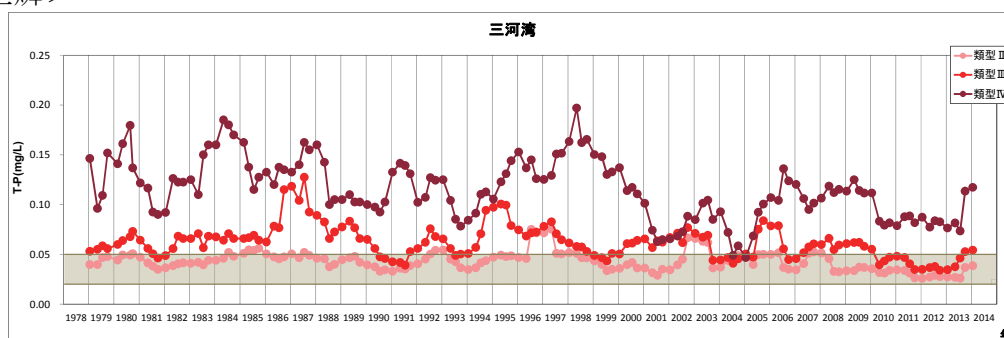
Ⅱ類型、Ⅲ類型およびⅣ類型の水域のいずれにおいても、全窒素および全磷の濃度は経年的に低下している。カキ類に好適な濃度はおおむね維持しているが、Ⅱ類型の水域の全窒素濃度は、2013 年には最低値が 0.18mg/L となってこの濃度を下回っており、その後も下限値付近で推移し、カキ類の生産には厳しい状況になってきている。

また、Ⅱ類型の水域の全磷濃度はカキ類に好適な濃度を維持しているが、2011 年以降は下限値付近で推移していることから、カキ類の生産には厳しい状況になってきているといえる。

<全窒素>



<全磷>



(凡例)

- ■ 水産用水基準 (2013) : カキの生産や成長に好適な全窒素、全磷濃度
- ・ 全窒素 : 0.2~0.6mg/L
- ・ 全磷 : 0.02~0.05mg/L

※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。

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図した。

図 5.10 栄養塩濃度の推移 (三河湾・上層平均値)

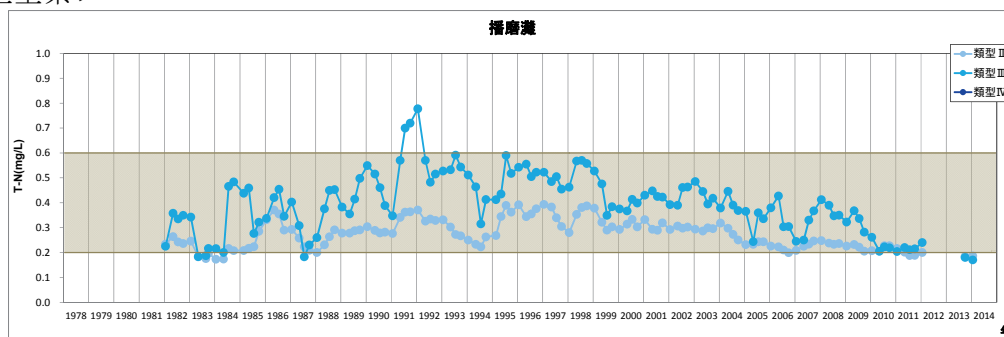
5.4.4 播磨灘

播磨灘における全窒素および全リン濃度の経年変化は図 5.11 に示すとおりである。

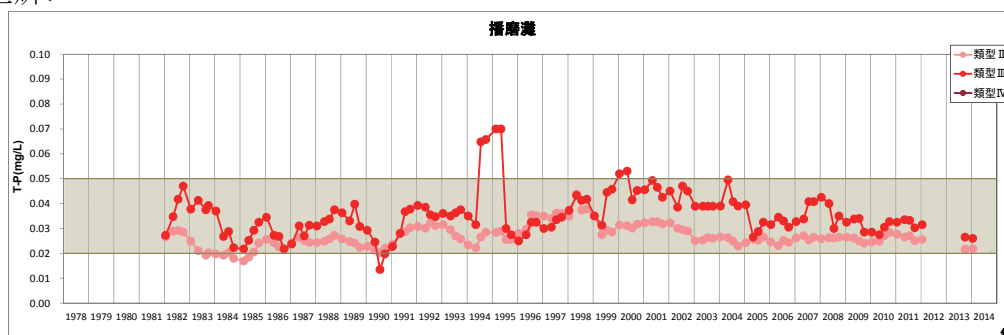
Ⅱ類型およびⅢ類型の水域のいずれにおいても、全窒素および全リンの濃度は経年的に低下している。カキ類に好適とされる濃度はおおむね維持しているが、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の全窒素濃度は、2011 年には最低値が 0.19mg/L となってこの濃度を下回っており、その後も下限値付近で推移し、カキ類の生産には厳しい状況になってきている。

また、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の全リン濃度はカキ類に好適な濃度を維持しているが、2012 年には最低値が 0.03mg/L と下限値付近まで低下し、その後も下限値付近で推移していることから、カキ類の生産には厳しい状況になってきているといえる。

<全窒素>



<全リン>



(凡例)

- 水産用水基準 (2013) : カキの生産や成長に好適な全窒素、全リン濃度
- ・ 全窒素 : 0.2~0.6mg/L、 ・ 全リン : 0.02~0.05mg/L

※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。

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図した。

図 5.11 栄養塩濃度の推移 (播磨灘・上層平均値)

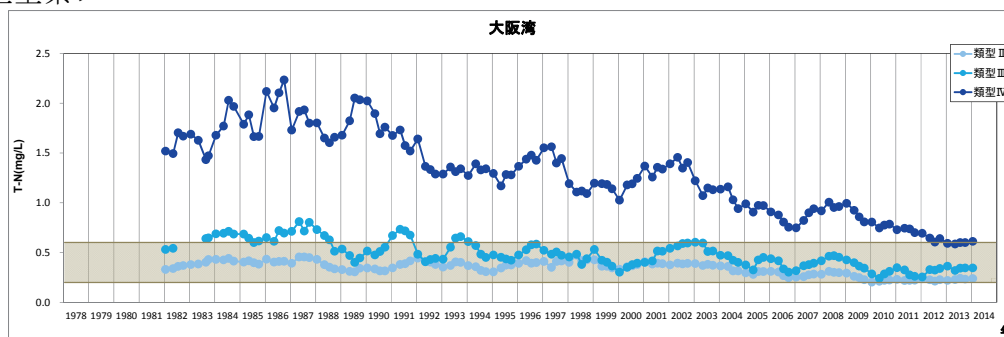
5.4.5 大阪湾

大阪湾における全窒素および全燐濃度の経年変化は図 5.12 に示すとおりである。

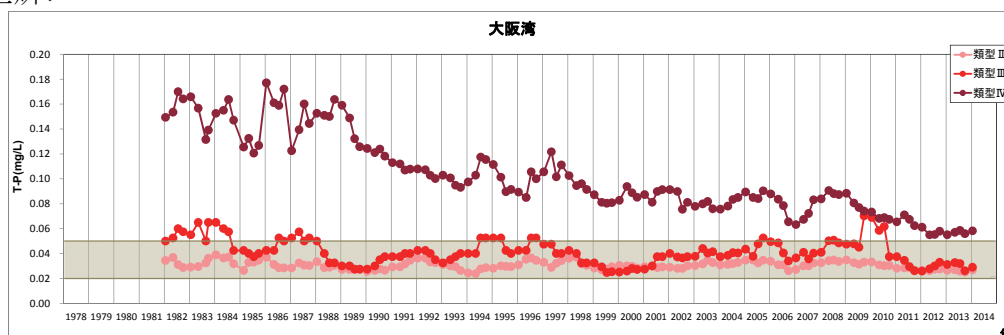
Ⅱ類型、Ⅲ類型およびⅣ類型の水域のいずれにおいても、全窒素および全燐の濃度は経年的に低下している。カキ類に好適とされる濃度はおおむね維持しているが、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の全窒素濃度は、2010 年には最低値が 0.2mg/L となって下限値となり、その後も下限値付近で推移している。

また、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の全燐濃度はカキ類に好適な濃度を維持しているが、2011 年には最低値が 0.03mg/L と下限値付近まで低下し、その後も下限値付近で推移している。

<全窒素>



<全燐>



(凡例)

- 水産用水基準 (2013) : カキの生産や成長に好適な全窒素、全燐濃度
- ・ 全窒素 : 0.2~0.6mg/L、
- ・ 全燐 : 0.02~0.05mg/L

※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。

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図した。

図 5.12 栄養塩濃度の推移 (大阪湾・上層平均値)

5.4.6 広島湾

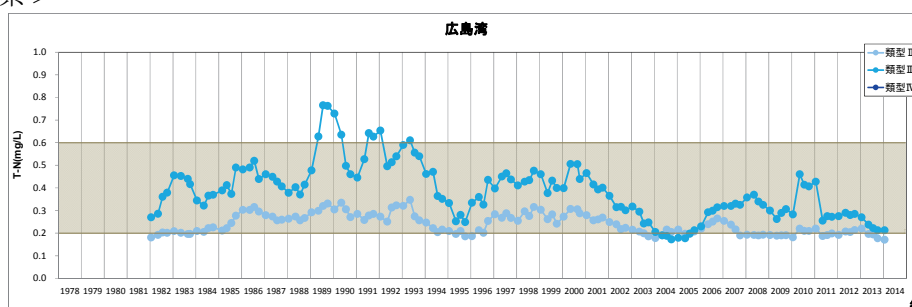
広島湾における全窒素および全リン濃度の経年変化は図 5.13 に示すとおりである。

水域類型別にみると、Ⅱ類型の水域の全窒素濃度は 1982 年から 1983 年はカキ類に好適とされる濃度を下回っていた。1984 年以降はこの濃度範囲に納まっていたが、1994 年には最低値が 0.2mg/L と好適な濃度の下限値となり、2003 年には最低値が 0.19mg/L となって下回るようになり、2004 年以降も最低値が 0.2mg/L を下回る値が頻発し、カキ類の生産には厳しい環境にある。全リン濃度は 1983 年から 1985 年はカキ類に好適とされる濃度を下回っていた。1986 年以降はこの濃度範囲に納まっていたが、1996 年には最低値が 0.019mg/L と下回り、2002 年には最低値が 0.016mg/L となり、2004 年以降も最低値が 0.2mg/L を下回る値が頻発し、カキ類の生産には厳しい環境にある。

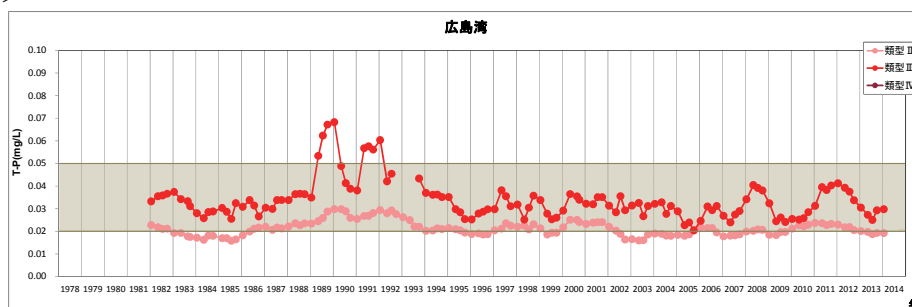
Ⅲ類型の水域の全窒素濃度は、おおむねカキ類に好適な濃度を維持しているが、2004 年には最低値が 0.17mg/L と下回り、その後は上昇したが 2013 年には下限値付近となり、カキ類の生産には厳しい状況になってきている。全リン濃度はカキ類に好適な濃度を維持している。

以上のように、広島湾の全窒素、全リン濃度は経年的に低下しており、2004 年以降はカキ類の生産に厳しい環境になりつつあるといえる。

<全窒素>



<全リン>



(凡例)

水産用水基準 (2013) : カキの生産や成長に好適な全窒素、全リン濃度

・全窒素 : 0.2~0.6mg/L、　・全リン : 0.02~0.05mg/L

※水質データは、広域総合水質調査結果から作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出。

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図した。

図 5.13 栄養塩濃度の推移 (広島湾・上層平均値)

5.5 魚類・甲殻類等の生産からみた問題点

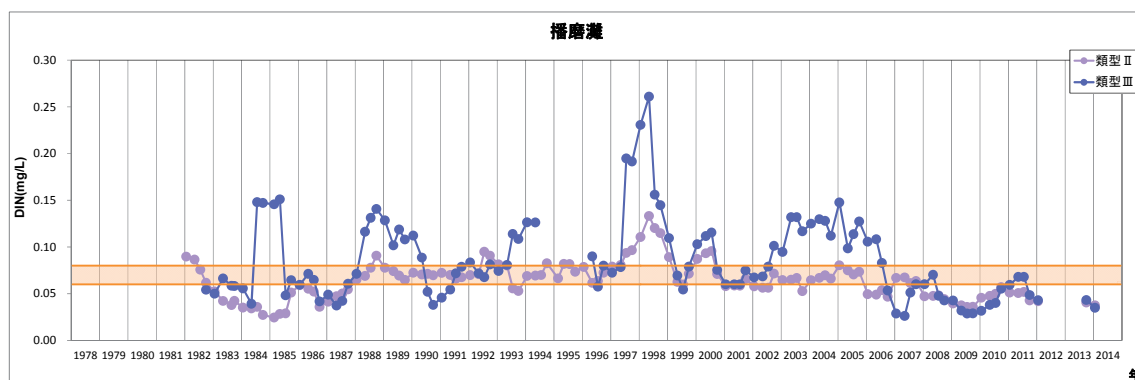
5.5.1 播磨灘

反田・原田(2013)²¹⁾によれば、播磨灘では1990年代前半は養殖ノリの生産枚数および漁船漁業の漁獲量からみると、漁業にとっては良い時代であったと考えられており、この時代のDIN濃度が概ね0.06~0.08mg、DIPは概ね0.012~0.015mgであったとされている。

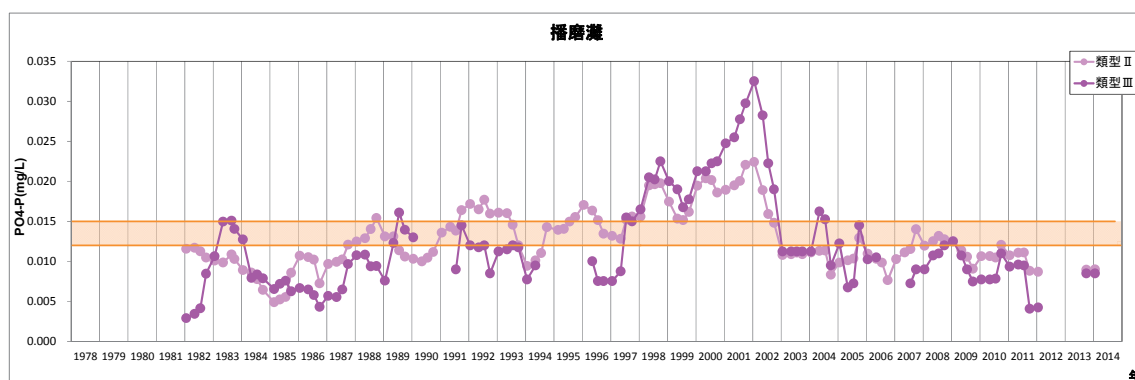
播磨灘におけるDINおよびDIP濃度の推移は図5.14に示すとおりであるが、上記の値と比較すると、DIN濃度は2006年まではこの値を超えたり、下回ったりを繰り返していたが、2007年以降は常に下回るようになってきている。DIP濃度は、2003年以降はこの値を下回る頻度が上昇し、2009年以降はこの値に達していない。

このように、播磨灘では、DINおよびDIP濃度は漁業生産が良かったとされる年代の値を下回るようになってきている。

<DIN>



<DIP>



(凡例) 反田・原田(2013)による漁業生産に適したDIN、DIP濃度

・DIN: 0.06~0.08mg/L、・DIP: 0.012~0.015mg/L

※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。

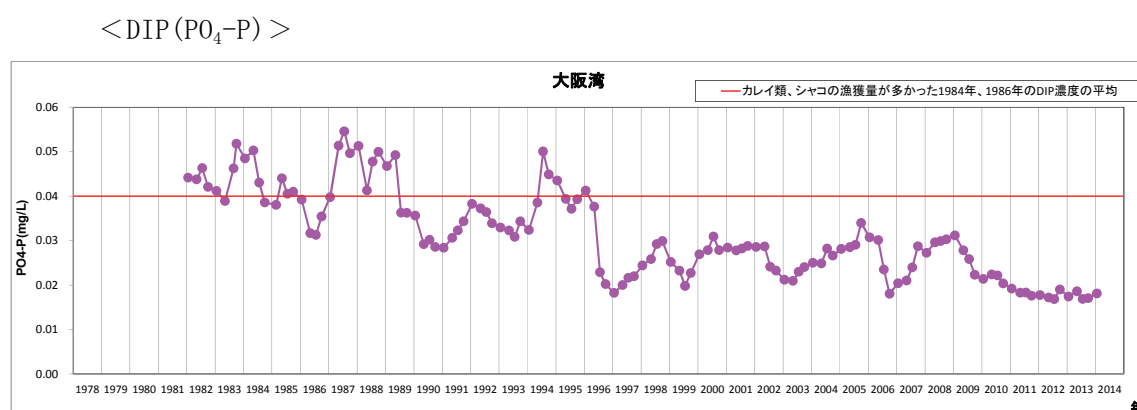
図 5.14 DIN 及び DIP 濃度の推移 (播磨灘・上層平均値)

5.5.2 大阪湾

藤林(2013)²⁰⁾によれば、大阪湾では全燐の日当たり排出負荷量が 10 トンあるいは 12 トンの年にシャコ類、ウシノシタ・カレイ類の漁獲量のピークがみられるとしており、ウシノシタ・カレイ類の漁獲量のピークは 1984 年、シャコ類のそれは 1986 年である。その年の広域総合水質調査結果では、1984 年および 1986 年の DIP 濃度の平均値（上下層平均値）はいずれも 0.04mg/L である。

大阪湾における DIP 濃度の上下層平均値の推移は図 5.15 に示すとおりであるが、上記の 0.04mg/L を基準にみると、1995 年まではこの値を超えていたが、1996 年からは大きく下回るようになり、2014 年には約 0.02mg/L となって半減している。

このように、大阪湾では底魚類の漁獲量のピークがみられた年に比べて、現状では DIP 濃度が大きく低下している。



(凡例) — 藤林(2013)によるカレイ類、シャコが多く漁獲された 1984 年、1986 年の DIP 濃度の平均値 0.04mg/L を示す。

※水質データは、広域総合水質調査結果上下層のデータを用いて作成。定量下限値未満の値は、定量下限値を用いて算出。

図 5.15 DIP 濃度の推移（大阪湾・上下層平均値）

6. 漁業からみた環境基準の問題点

6.1 環境基準と水産用水基準

6.1.1 環境基準

海域の窒素および磷に係る環境基準は、窒素および磷等の栄養塩が海域に流入することにより、「藻類の大増殖」（赤潮）、「 DO^{*23} の低下」、「貧酸素水塊の発生」および「透明度の低下」を招き、これらは「魚介類のへい死」、「悪臭の発生」および「景観の悪化」等の様々な利水障害を引き起こすおそれがあるとして、これを防ぐ目的で 1993 年に設定された²²⁾。

全窒素および全磷の基準値は表 6.1 に示すとおりである。

海域の類型はⅠからⅣに区分されており、基準値はⅠ類型が最も厳しく、全窒素は 0.2mg/L 以下、全磷は 0.02mg/L 以下であり、利用目的^{*24}は自然環境保全である。Ⅱ類型は全窒素 0.3mg/L 以下、全磷 0.03mg/L 以下であり、利用目的には水産 1 種（底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される）が含まれている。Ⅲ類型は全窒素 0.6mg/L 以下、全磷 0.05mg/L 以下であり、利用目的には水産 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）が含まれている。Ⅳ類型は全窒素 1mg/L 以下、全磷 0.09mg/L 以下であり、利用目的には水産 3 種（汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される）が含まれている。

また、中央公害対策審議会(1993)¹⁸⁾によれば、「Ⅰ類型およびⅡ類型等の上位の類型に該当する魚種は、ハモ、ガザミ、イカ類、ハマグリ、アカガイ、クロダイおよびタコ類等の底生魚介類である。」としている。また、「カキ養殖には窒素、磷等の栄養塩が必要であり、類型としてはⅡおよびⅢが適切であり、ノリの生産には、同様にⅢおよびⅣが平均的な水質である。」としている。

また、海域に係る窒素・りん等水質目標検討会(1992)²²⁾は、「窒素および磷は植物プランクトンの栄養として海域の生態系の維持に必要なものであるもので、濃度が下がると漁業に支障が生じる場合がある。」こと、また、このことから「海域における濃度が低ければ低いほど良いというものではない。」ことを述べており、環境基準の目的には生物生産の維持という考えが含まれていると考えられる。

中央環境審議会(2015)²³⁾は底層溶存酸素量を環境基準化した背景として、「生活環境項目環境基準は、利水目的（又は利水障害^{*25}）に対応した水質のレベルを目標値としてこれまで定められてきたが、これに加え、地域の視点を踏まえた望ましい水環境を実現させるため、それぞれの地域特性に応じた目標についても検討を進める必要がある。その際には、水環境の構成要素である水質、水量、水生生物、水辺地の視点を含めた目標の導入について検討していく必要がある。」と述べている。海域における漁業や富栄養化等の実態が変化している現状から、全窒素および全磷の環境基準についても設定当初の利用目的のみではなく、新たな視点を加えて基準のあり方を見直すべきである。

表 6.1 水質環境基準値（海域）¹⁸⁾

類型	利用目的の適応性	基 準 値	
		全窒素	全磷
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
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、工業用水及び生物生息環境保全	1.0 mg/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、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良く、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

東京湾、伊勢湾および瀬戸内海における類型指定（全窒素、全磷）は図 6.1 から図 6.3 に示すとおりである。

水域名	全窒素・全燐	水域区分
千葉港	IV	海域
東京湾（イ）	IV	海域
東京湾（ロ）	IV	海域
東京湾（ハ）	IV	海域
東京湾（ニ）	III	海域
東京湾（ホ）	II	海域

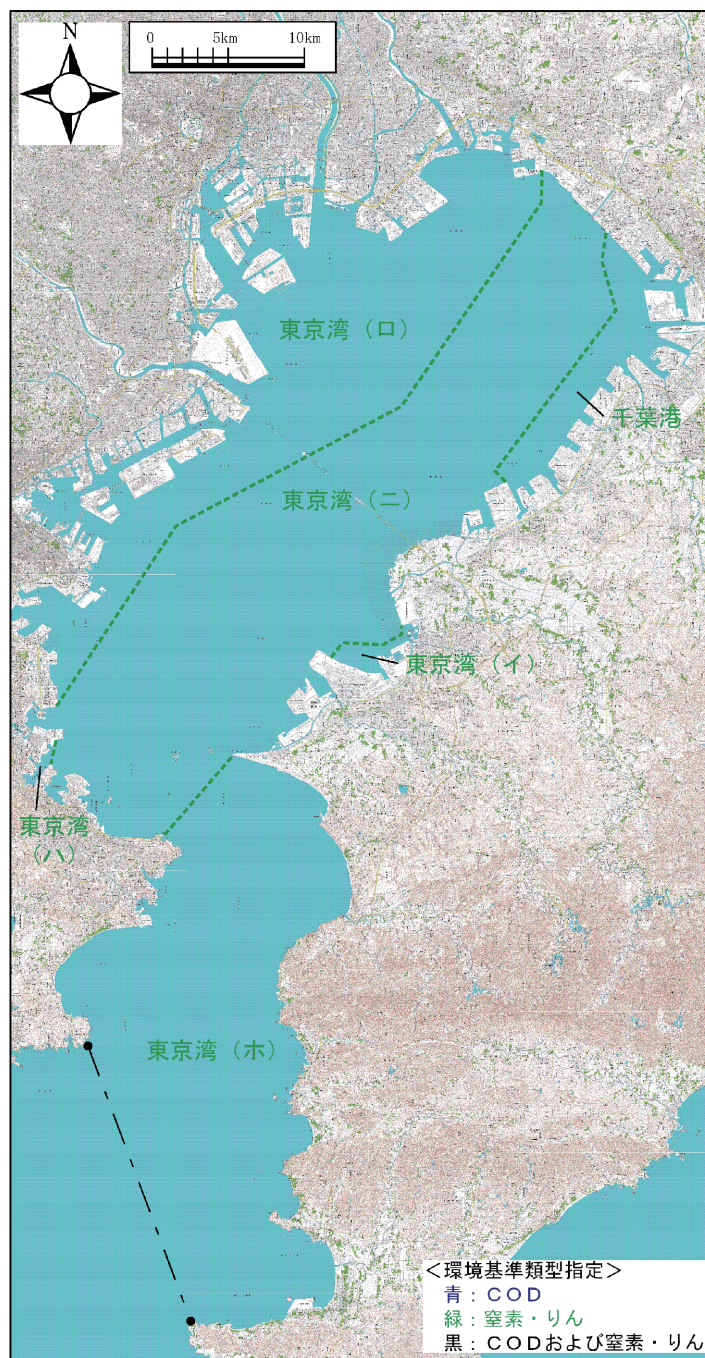


図 6.1 東京湾の環境基準の類型指定（生活環境項目）

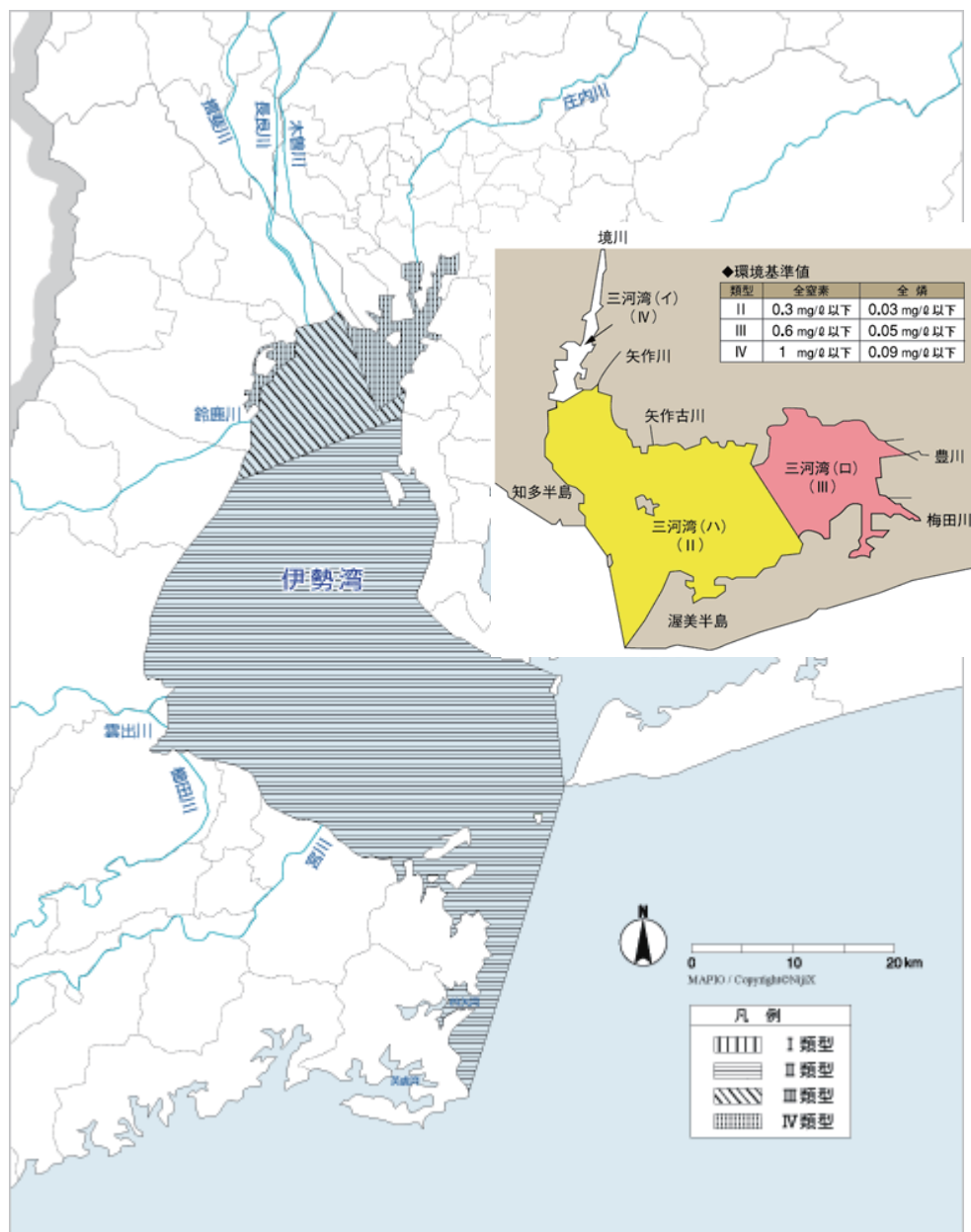


図 6.2 伊勢湾の環境基準の類型指定（生活環境項目）

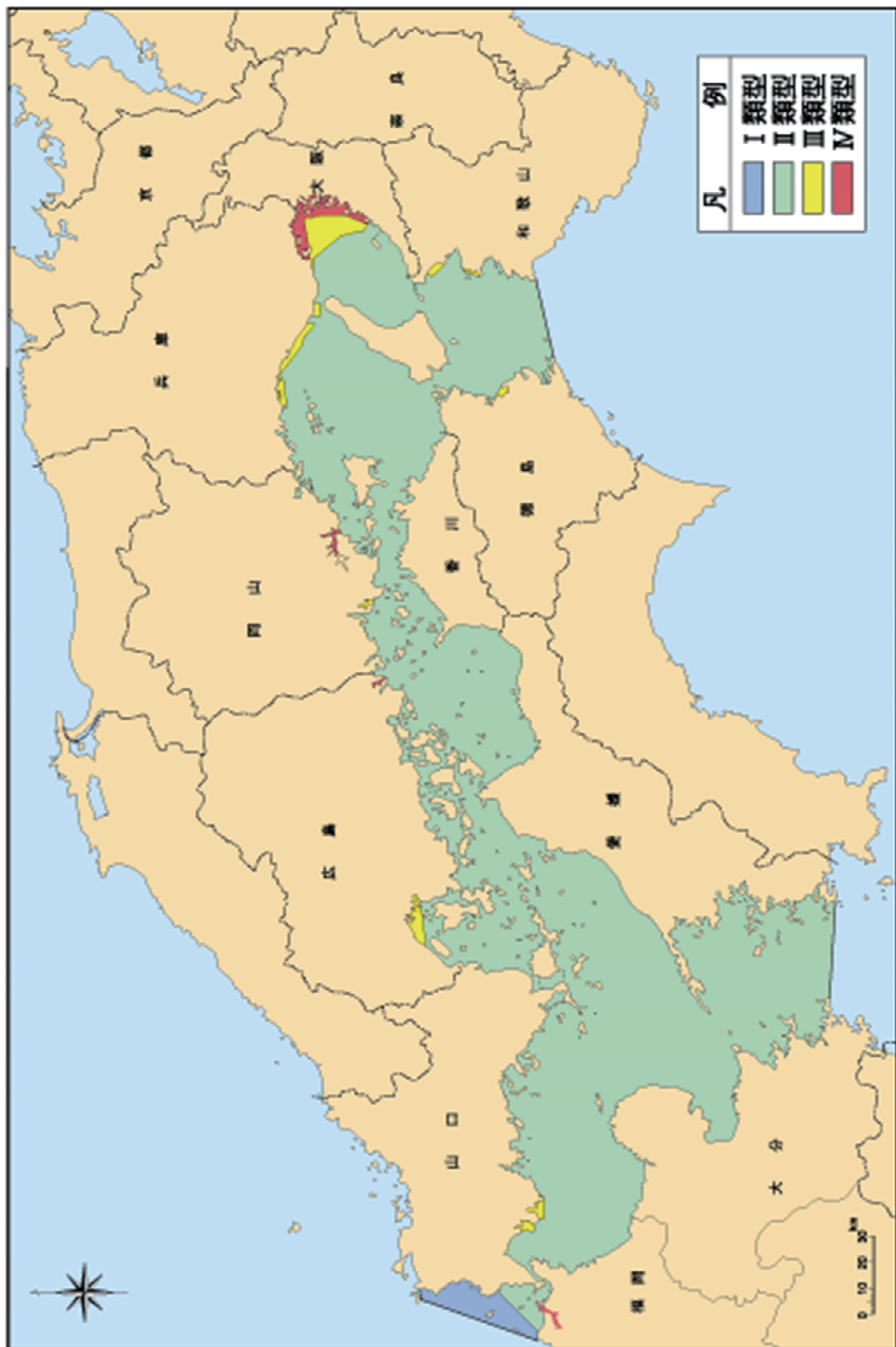


図 6.3 瀬戸内海の環境基準の類型指定（生活環境項目）

6.1.2 水産用水基準

水産用水基準¹⁷⁾は、水産資源の保護を目的とした、維持されることが望ましい環境の水質基準である。法的基準ではない。

水産用水基準(2013)における全窒素および全磷の基準値は以下に示すとおりである。

水産用水基準（海域の全窒素・全磷）	
・環境基準が定める水産1種	全窒素 0.3 mg/L 以下 全 磷 0.03 mg/L 以下
水産2種	全窒素 0.6 mg/L 以下 全 磷 0.05 mg/L 以下
水産3種	全窒素 1.0 mg/L 以下 全 磷 0.09 mg/L 以下
・ノリ養殖に最低限必要な栄養塩濃度	無機態窒素 0.07 - 0.1 mg/L 無機態磷 0.007 - 0.014 mg/L

以上にもとづき、環境基準と水産用水基準を対比させると表 6.2 および 6.3 に示すとおりとなる。

表 6.2 環境基準と水産用水基準の対比（全窒素）

水質環境基準			水産用水基準	
項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値	利用目的の適応性	基 準 値
		全窒素		全窒素
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	—	—
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	環境基準が定める水産1種	0.3mg/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	環境基準が定める水産2種	0.6mg/L 以下
IV	水産3種、工業用水、生物生息環境保全	1 mg/L 以下	環境基準が定める水産3種	1 mg/L 以下
—	—	—	ノリ養殖に最低限必要な栄養塩濃度	無 機 態 窒 素 : 0.07-0.1mg/L

注：本表は中央公害対策審議会(1993)¹⁸⁾および水産用水基準(2013)¹⁷⁾の記述にもとづき、基準値の表を改変したものである。

表 6.3 環境基準と水産用水基準の対比（全磷）

水質環境基準			水産用水基準	
項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値	利用目的の適応性	基 準 値
		全磷		全磷
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。）	0.02mg/L 以下	—	—
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。）	0.03mg/L 以下	環境基準が定める水産 1 種	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。）	0.05mg/L 以下	環境基準が定める水産 2 種	0.05mg/L 以下
IV	水産 3 種、工業用水、生物生態環境保全	0.09mg/L 以下	環境基準が定める水産 3 種	0.09mg/L 以下
—	—	—	ノリ養殖に最低限必要な栄養塩濃度	無 機 態 リ ン : 0.007-0.014mg/L

注：本表は中央公害対策審議会(1993)¹⁸⁾および水産用水基準(2013)¹⁷⁾の記述にもとづき、基準値の表を改変したものである。

環境基準と水産用水基準の異なる点は、水産用水基準にはノリ養殖に必要な最低限の栄養塩濃度が設定されていることである。

6.1.3 総量規制と環境基準の達成率

総量規制は、汚濁の著しい閉鎖性海域について当該海域における環境基準を達成するために、当該海域へ排出される有機汚濁物質の総量を基準値以下に削減する制度であり、1978 年に「水質汚濁防止法」および「瀬戸内環境保全臨時措置法」を改正し、第 1 次水質総量規制が導入された。

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、当該海域およびここへ流入している河川に排水している事業所が規制の対象とされる。ただし、下水へと排出している事業所は対象外となる。また規制は順次改定されて 2001 年には第 5 次となり、新たに「全窒素・全リン」が規制の対象物質として指定された。

現状では、陸域からの栄養塩の多くは生活排水が負荷源である（図 6.4）。

東京湾、伊勢湾および瀬戸内海における窒素およびリンの負荷量は経年的に減少しているが（図 6.4）、曾根ら(2016)²⁴⁾によれば、「伊勢湾における貧酸素水塊の面積は、長期的にみれば増加傾向にあり、三河湾においてもほぼ横ばいから微増傾向にあるとされており、依然として漁業障害が発生している。」と述べており、栄養塩の負荷量が減少しているにも係らず、貧酸素水塊の発生が低減されていないとしている。

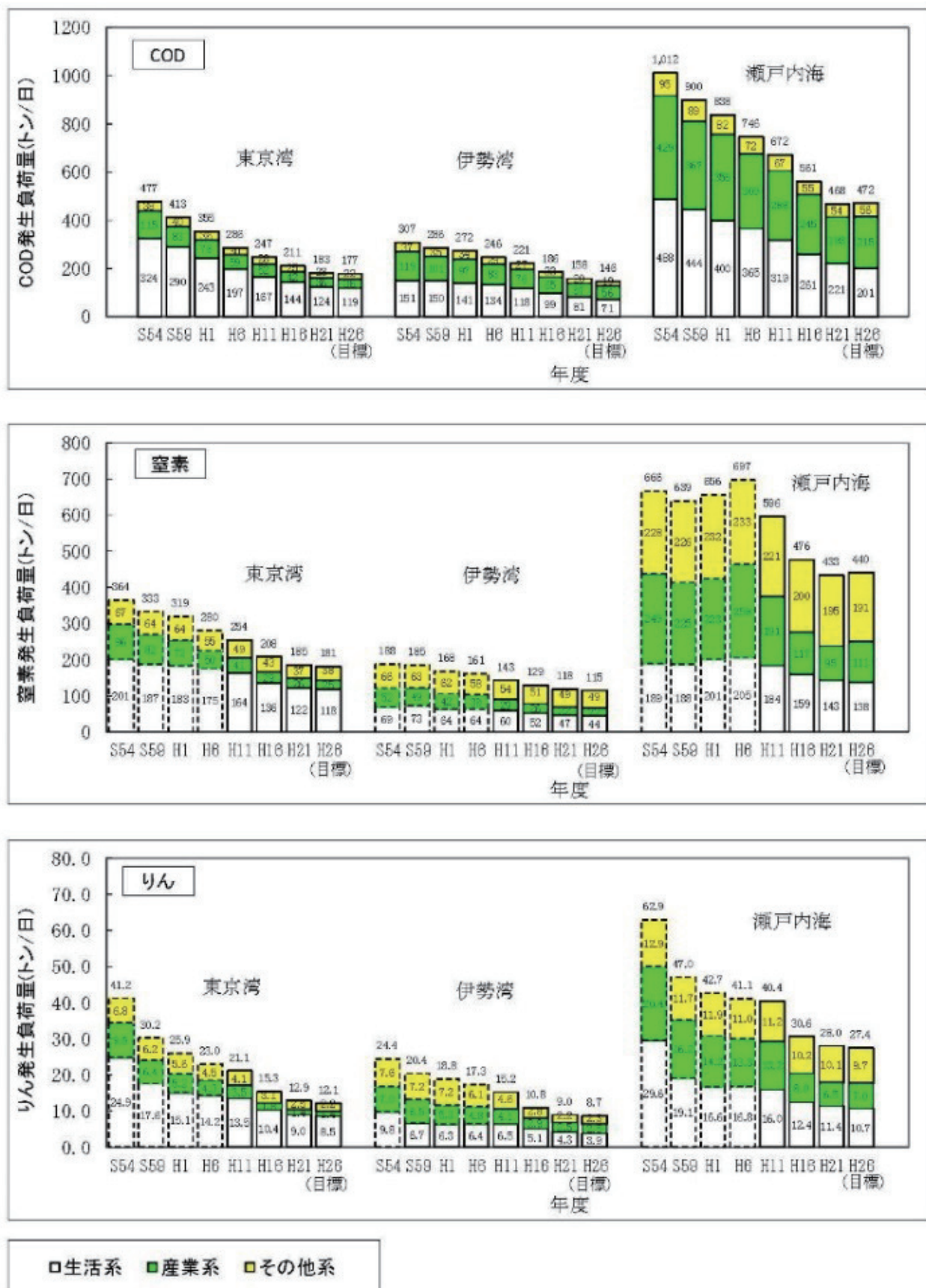
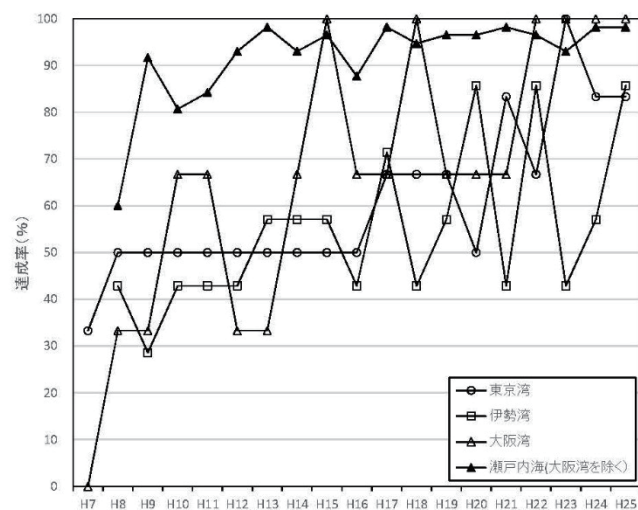


図 6.4 発生源別負荷量の推移²⁵⁾

環境基準は定期的にモニタリングが実施されており、水域別に基準値の達成率として評価されている。東京湾、伊勢湾および瀬戸内海では総量規制等の取り組みにより、全窒素および全燐の達成率は経年的に上昇しているが(図 6.5)、化学的酸素要求量(COD)については横ばいとなっている(図 6.6)²⁵⁾。



注) 達成率は、窒素及びりんともに環境基準を達成している場合に達成水域とした。

図 6.5 全窒素および全燐の環境基準達成率の推移²⁵⁾

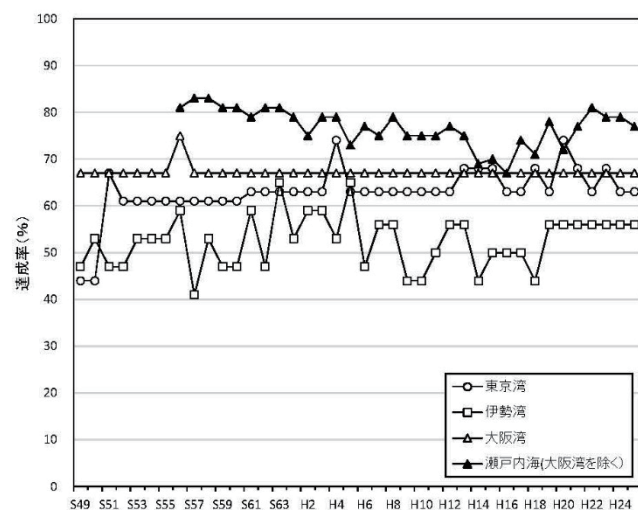


図 6.6 COD の環境基準達成率の推移²⁵⁾

6.2 全窒素・全燐濃度の環境基準値との差

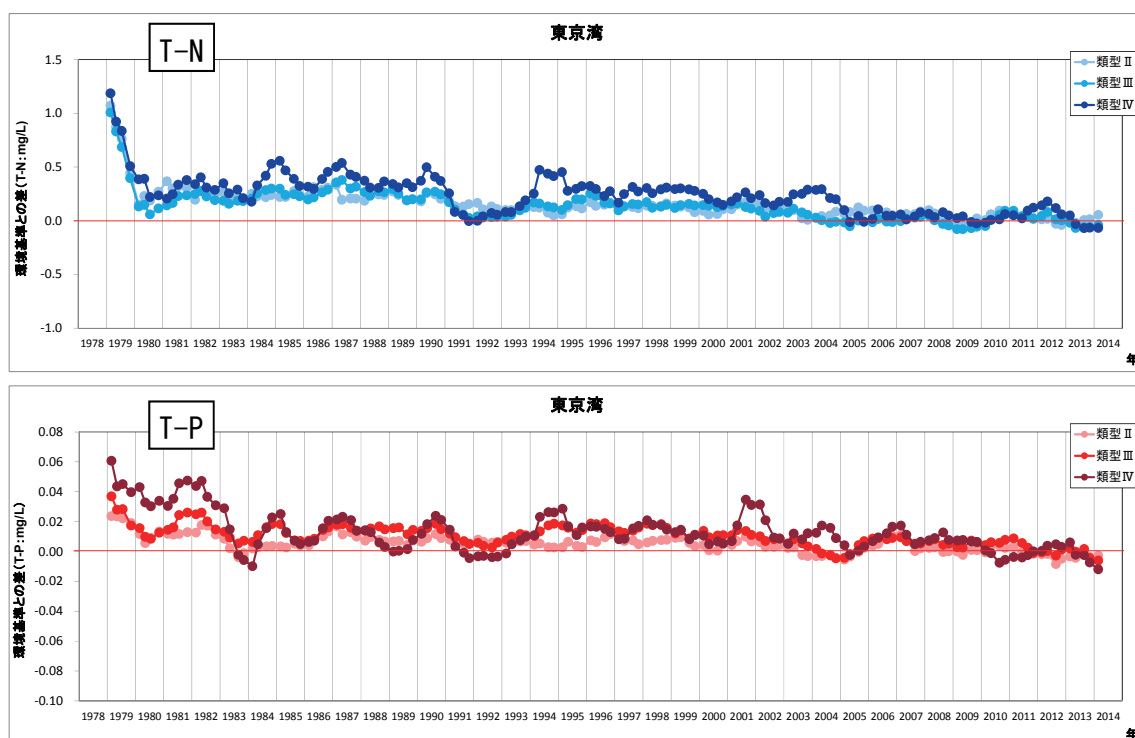
各海域における全窒素および全燐濃度の環境基準値（以下、基準値という。）との差を検討した。作図にあたっては、広域総合水質調査の上下層の平均値を算出し、各類型の基準値からの差を求めた。また、季節変動を平準化するために4項移動平均値を求めて作図した。

6.2.1 東京湾

東京湾における全窒素および全燐濃度の基準値との差の推移は図 6.7 に示すとおりである。

東京湾では、全窒素および全燐のいずれも 2005 年までは基準値よりも高い濃度であったが、2006 年以降は差がなくなり、ほぼ基準値程度で推移している。

<東京湾>



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.7 東京湾の全窒素・全燐濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

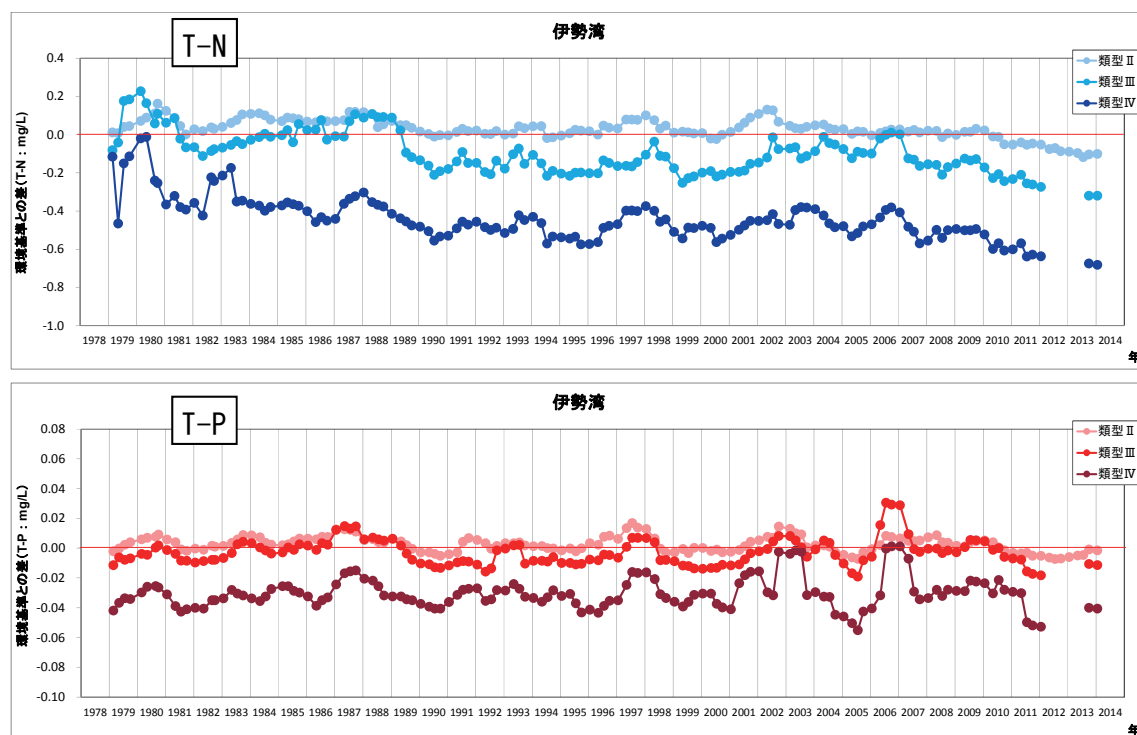
6.2.2 伊勢湾

伊勢湾における全窒素および全燐濃度の基準値との差の推移は図 6.8 に示すとおりである。

伊勢湾の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域では 2009 年までは基準値程度あるいは基準値よりもやや高く推移していたが、2010 年以降下回るようになり、現状では基準値を約 0.1mg/L 下回っている。Ⅲ類型およびⅣ類型の水域では、全窒素および全燐が環境基準化された 1993 年の前から基準値を下回っており、経年的にこの差は拡大して現状ではⅢ類型の水域では約 0.2mg/L、Ⅳ類型では約 0.6mg/L にまで拡大している。

伊勢湾の全燐濃度は、Ⅱ類型の水域では基準値と同程度で推移する現状にある。Ⅲ類型およびⅣ類型での水域では 1993 年の前から基準値を下回っており、経年的にこの差は拡大して 2011 年以降はかなり下回るようになり、現状ではⅢ類型の水域では約 0.01mg/L、Ⅳ類型の水域では約 0.04mg/L にまで差が拡大している。

<伊勢湾>



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.8 伊勢湾の全窒素・全燐濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

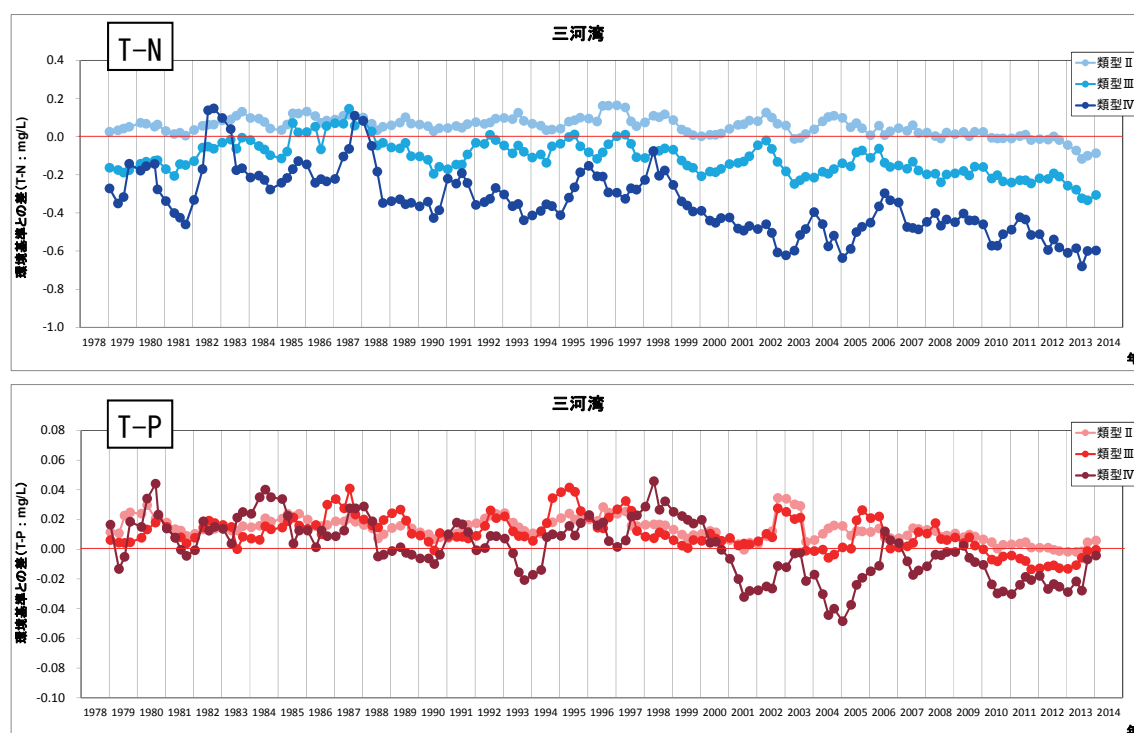
6.2.3 三河湾

三河湾における全窒素および全燐濃度の基準値との差の推移は図 6.9 に示すとおりである。

三河湾の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域では 2012 年までは基準値程度あるいはそれよりもやや高く推移していたが、2013 年以降は下回るようになり、現状では基準値を約 0.1mg/L 下回っている。Ⅲ類型およびⅣ類型の水域では、1993 年の前から基準値を下回っており、経年的にこの差は拡大して現状ではⅢ類型の水域では約 0.3mg/L、Ⅳ類型の水域では約 0.6mg/L にまで拡大している。

三河湾の全燐濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域では基準値よりも高い値で推移しており、Ⅲ類型の水域では 2010 年から 2013 年は基準値を下回ったが、現状では基準値と同程度の現状にある。Ⅳ類型の水域では 2001 年から 2013 年は基準値を下回っているが、現状では基準値と同程度である。

<三河湾>



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.9 三河湾の全窒素・全燐濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

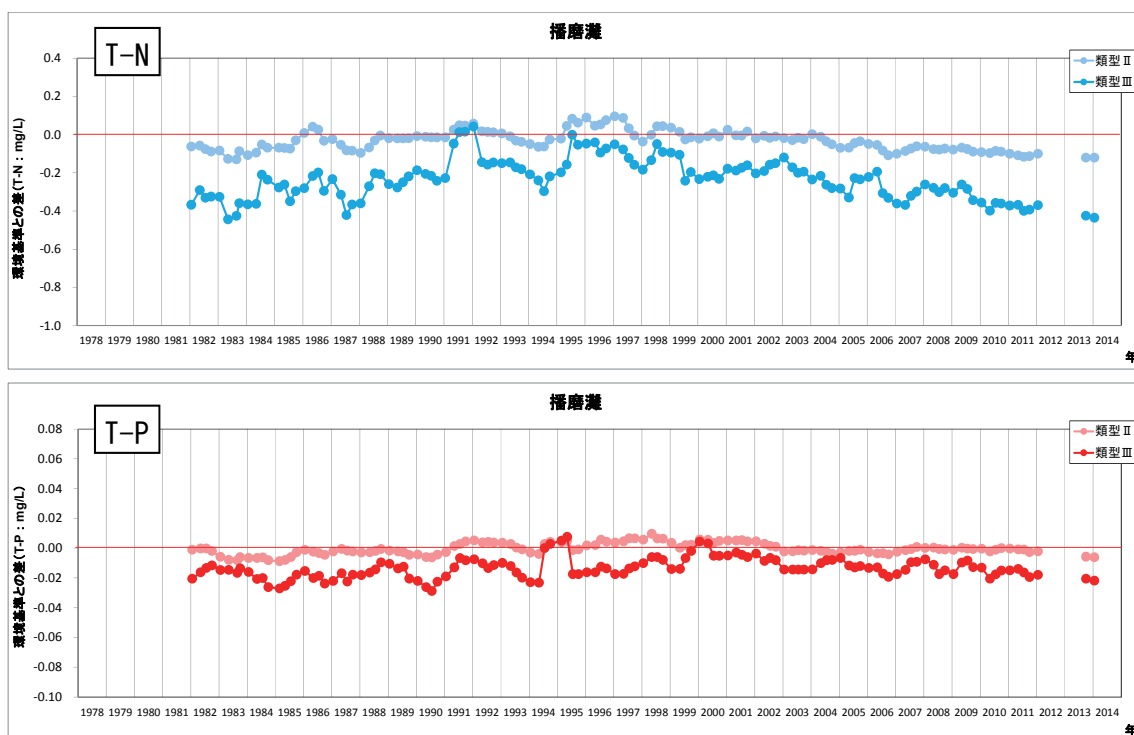
6.2.4 播磨灘

播磨灘における全窒素および全リン濃度の基準値との差の推移は図 6.10 に示すとおりである。

播磨灘の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域は 2003 年までは基準値と同程度で推移しているが、2004 年以降はこれを下回るようになり、現状ではその差は約 0.1mg/L まで拡大している。Ⅲ類型の水域では、1993 年の前から基準値を下回っており、2005 年以降はその差が拡大して現状では約 0.4mg/L にまで拡大している。

播磨灘の全リン濃度は、Ⅱ類型の水域ではおおむね基準値程度で推移している。Ⅲ類型の水域では 1993 年の前から基準値を下回っており、その差は現状では約 0.02mg/L である。

< 播磨灘 >



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.10 播磨灘の全窒素・全リン濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

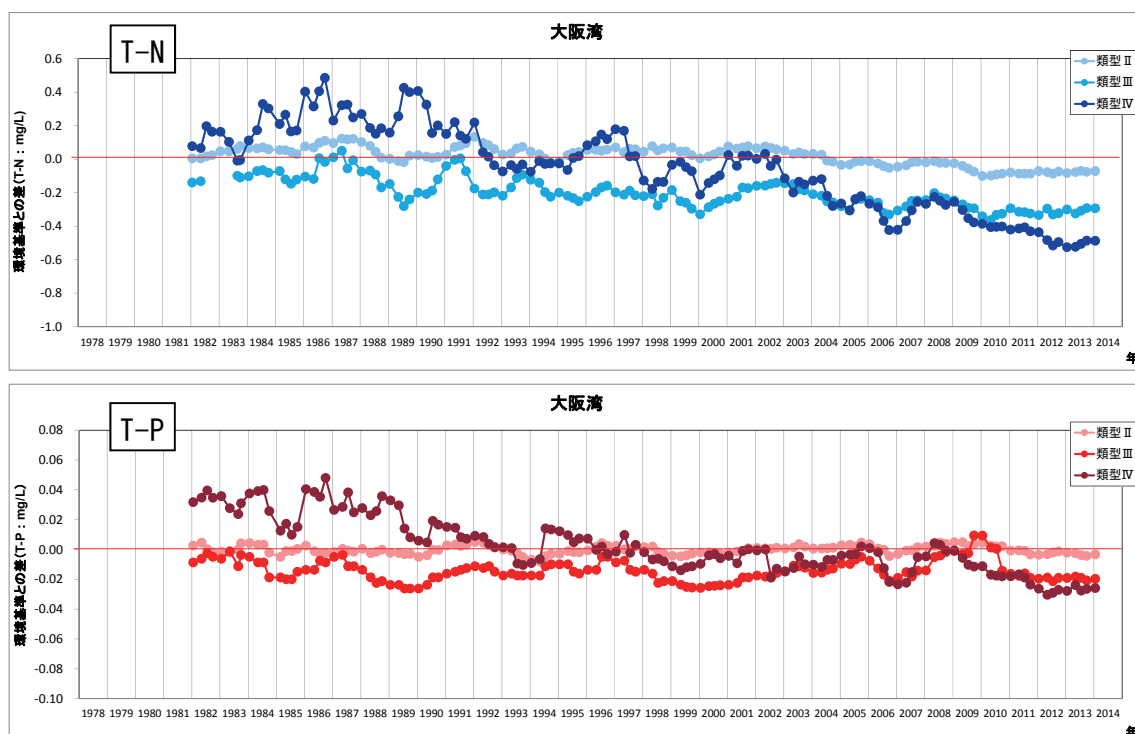
6.2.5 大阪湾

大阪湾における全窒素および全燐濃度の基準値との差の推移は図 6.11 に示すとおりである。

大阪湾の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域では 2003 年までは基準値程度あるいはそれよりもやや高く推移していたが、2004 年以降は下回るようになり、現状では基準値を約 0.1mg/L 下回っている。Ⅲ類型の水域では、1993 年の前から基準値を下回っており、経年的にこの差は拡大して、現状では約 0.3mg/L に達している。Ⅳ類型の水域では、1997 年までは基準値を超えていたが、1998 年以降は下回るようになり、経年的にこの差は拡大して現状では約 0.5mg/L にまで拡大している。

大阪湾の全燐濃度は、Ⅱ類型の水域では基準値程度で推移している。Ⅲ類型の水域では 2009 年および 2010 年には基準値を一時的に超えていたが、現状ではその差は約 0.02mg/L に達している。Ⅳ類型の水域では、1997 年までは基準値を超えていたが、1998 年以降は下回るようになり、経年的にこの差は拡大して現状では約 0.02mg/L にまで拡大している。

<大阪湾>



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.11 大阪湾の全窒素・全燐濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

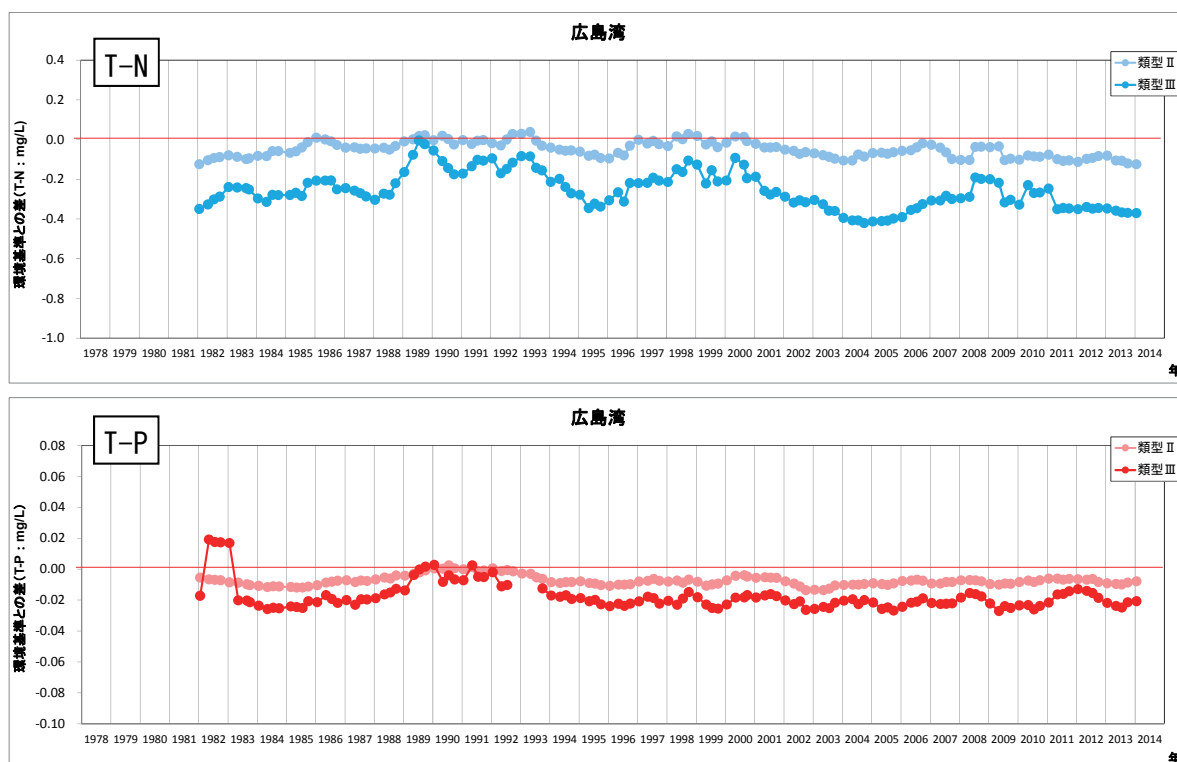
6.2.6 広島湾

広島湾における全窒素および全リン濃度の基準値との差の推移は図 6.12 に示すとおりである。

広島湾の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域では 2007 年までは基準値程度あるいはそれよりもやや高く推移していたが、2008 年以降下回るようになり、現状では基準値を約 0.1mg/L 下回っている。Ⅲ類型の水域では、1993 年の前から基準値を下回っており、経年的にこの差は拡大して現状では約 0.4mg/L に達している。

広島湾の全リン濃度は、Ⅱ類型およびⅢ類型のいずれの水域においても基準値を下回っており、現状ではその差はⅡ類型の水域で約 0.01mg/L、Ⅲ類型の水域で約 0.02mg/L となっている。

< 広島湾 >



※水質データは、広域総合水質調査（上下層）のデータから作成。

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図した。

図 6.12 広島湾の全窒素・全リン濃度の基準値との差の推移（上下層平均値）

6.2.7 まとめ

海域に係る窒素・りん等水質目標検討会(1992)²²⁾は、窒素および磷は植物プランクトンの栄養として海域の生態系の維持に必要なものであるので、濃度が下がりすぎると漁業に支障が生じる場合があること、また、このことから海域における濃度が低ければ低いほど良いというものではないことを述べている。

東京湾では全窒素および全磷のいずれも基準値程度で推移しているが、伊勢湾および三河湾ではⅣ類型の水域の全窒素濃度は基準値を約 0.6mg/L 下回っており、これは、Ⅳ類型の水域でありながらⅢ類型あるいはⅡ類型の基準値程度で推移していることとなる。同様に播磨灘や大阪湾においてもより上位の基準値程度で推移している現状にある。このことは、現行の類型指定制度の限界を示している。

また、環境基準の各類型には基準値に応じた利用目的が設定されているが、栄養塩濃度がその水域の類型の基準値よりも下回り過ぎ、より上位の類型の基準値程度で推移している水域では、それぞれの利用目的を達成できない可能性もあることから、各類型の栄養塩濃度はその基準値程度で管理すべきである。

6.3 漁業権と類型指定との関係

東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海における類型指定別の漁業権^{*26}の面積は表 6.4 に示すとおりである。また、各海域における環境基準の類型指定と漁業権の分布は図 6.13 に示すとおりである。なお、定置漁業権については、漁獲対象が広範囲を回遊する魚類が主体なため、検討の対象にはしなかった。

共同漁業権が環境基準の各類型の水域に設定されている割合は、Ⅱ類型は東京湾で約 60%、伊勢湾および三河湾で約 90%、瀬戸内海で約 95%である。同じくⅢ類型が東京湾で約 34%、伊勢湾で約 9%、三河湾で約 10%、瀬戸内海で約 1%であり、Ⅳ類型では東京湾が約 6%、伊勢湾が約 1%、瀬戸内海が 0.4%である。東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海の共同漁業権の合計面積 742,307 ヘクタールのうち、約 94%がⅡ類型の水域に設定されている。

区画漁業権（海藻類）が環境基準の各類型の水域に設定されている割合は、Ⅱ類型は東京湾で約 40%、伊勢湾で約 86%、三河湾で約 99%、瀬戸内海で約 96%である。同じくⅢ類型が東京湾で約 47%、伊勢湾で約 12%、三河湾で 0.6%、瀬戸内海で約 4%、Ⅳ類型では東京湾が約 13%、伊勢湾が約 1%、瀬戸内海が 0.4%である。東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海の区画漁業権（海藻類）の合計面積 84,587 ヘクタールのうち、約 88%がⅡ類型の水域に設定されている。

区画漁業権（海藻以外）が環境基準の各類型の水域に設定されている割合は、東京湾、伊勢湾ではⅡ類型のみ、瀬戸内海はⅡ類型で約 97%、Ⅲ類型で約 3%、Ⅳ類型で 0.1%であり、東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海の区画漁業権（藻類を除く）の合計面積 24,944 ヘクタールのうち、約 97%がⅡ類型の水域に設定されている。

中央公害対策審議会¹⁸⁾は「カキ養殖には窒素・磷等の栄養塩が必要であり、水域類型のⅡおよびⅢ、ノリの生産には同様にⅢおよびⅣが平均的な水質である。」と述べている。しかし東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海では、Ⅱ類型の水域が広いために共同漁業権および区画漁業権のほとんどがⅡ類型の水域に設定されているのが実態である。このように、漁業権漁場と水域類型が一致しておらず、漁場利用の実態を考慮して環境基準の類型指定を見直すべきである。

表 6.4 東京湾、伊勢湾、三河湾、瀬戸内海における類型指定別の漁業権の面積

海域	環境基準 における 水域類型	共同漁業権		区画漁業権 (海藻類)		区画漁業権 (海藻以外)		定置漁業権		漁業権計	
		面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)
東京湾	I 類型	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	II 類型	14,205	59.8	3,959	39.7	32	100.0	405	100.0	18,601	54.4
	III 類型	8,131	34.2	4,707	47.2	0	0.0	0	0.0	12,839	37.6
	IV 類型	1,417	6.0	1,311	13.1	0	0.0	0	0.0	2,727	8.0
	計	23,753	100.0	9,977	100.0	32	100.0	405	100.0	34,167	100.0
伊勢湾	I 類型	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	II 類型	54,815	90.0	11,101	86.4	438	100.0	117	100.0	66,471	89.4
	III 類型	5,611	9.2	1,566	12.2	0	0.0	0	0.0	7,176	9.7
	IV 類型	497	0.8	179	1.4	0	0.0	0	0.0	676	0.9
	計	60,923	100.0	12,846	100.0	438	100.0	117	100.0	74,324	100.0
三河湾	I 類型	0	0.0	0	0.0	0	-	0	-	0	0.0
	II 類型	12,885	89.9	5,316	99.4	0	-	0	-	18,201	92.5
	III 類型	1,444	10.1	34	0.6	0	-	0	-	1,478	7.5
	IV 類型	0	0.0	0	0.0	0	-	0	-	0	0.0
	計	14,328	100.0	5,350	100.0	0	-	0	-	19,678	100.0
瀬戸内海	I 類型	17,963	2.8	0	0.0	14	0.1	18	3.6	17,995	2.5
	II 類型	613,782	95.4	53,883	95.5	23,764	97.1	484	96.4	691,913	95.5
	III 類型	9,206	1.4	2,282	4.0	676	2.8	0	0.0	12,165	1.7
	IV 類型	2,351	0.4	248	0.4	20	0.1	0	0.0	2,620	0.4
	計	643,302	100.0	56,414	100.0	24,474	100.0	502	100.0	724,692	100.0
合計	I 類型	17,963	2.4	0	0.0	14	0.1	18	1.8	17,995	2.1
	II 類型	695,687	93.7	74,259	87.8	24,234	97.2	1,006	98.2	795,186	93.2
	III 類型	24,392	3.3	8,590	10.2	676	2.7	0	0.0	33,658	3.9
	IV 類型	4,265	0.6	1,738	2.1	20	0.1	0	0.0	6,023	0.7
	計	742,307	100.0	84,587	100.0	24,944	100.0	1,024	100.0	852,862	100.0

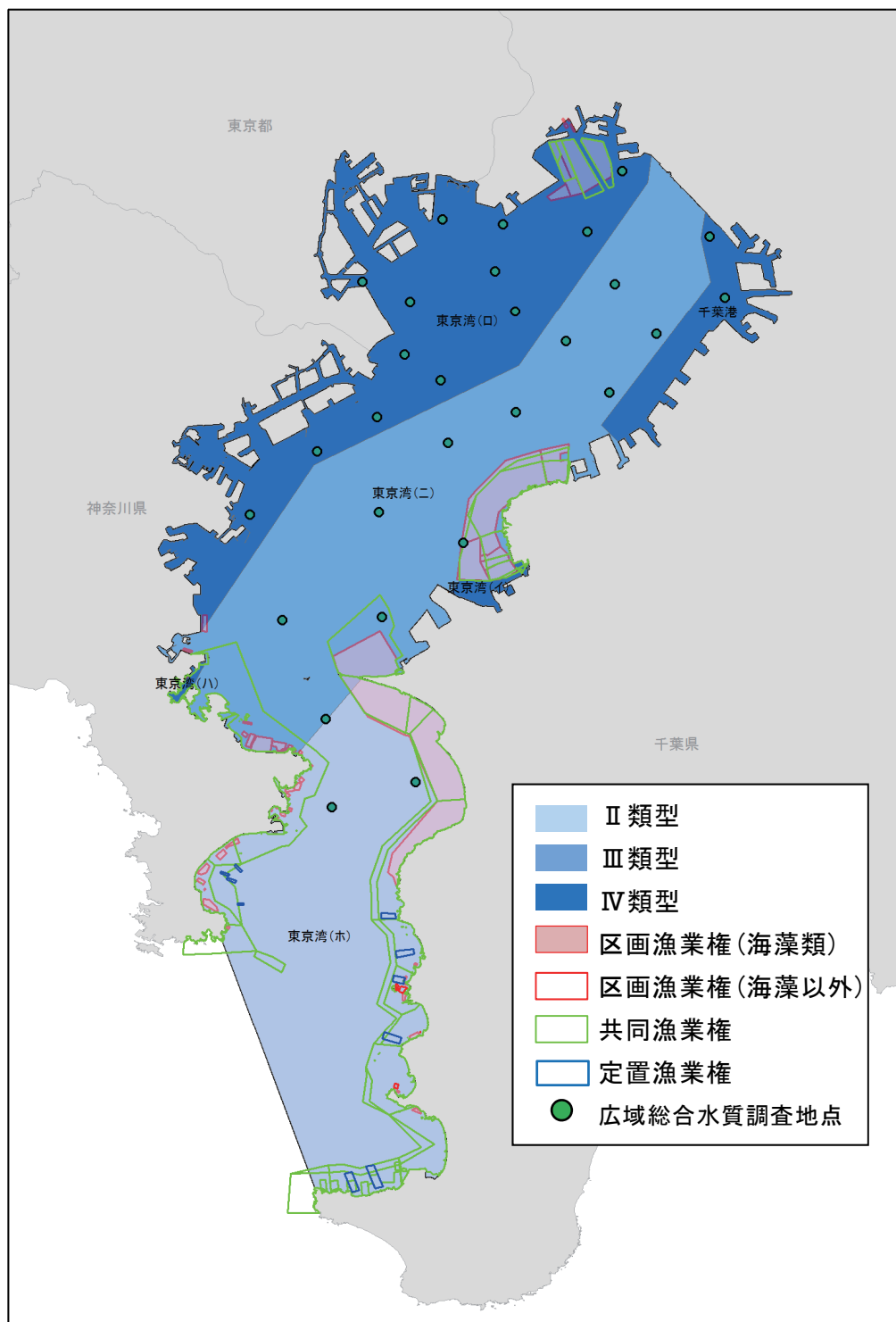


図 6.13(1) 東京湾の環境基準の類型指定と漁業権の分布図

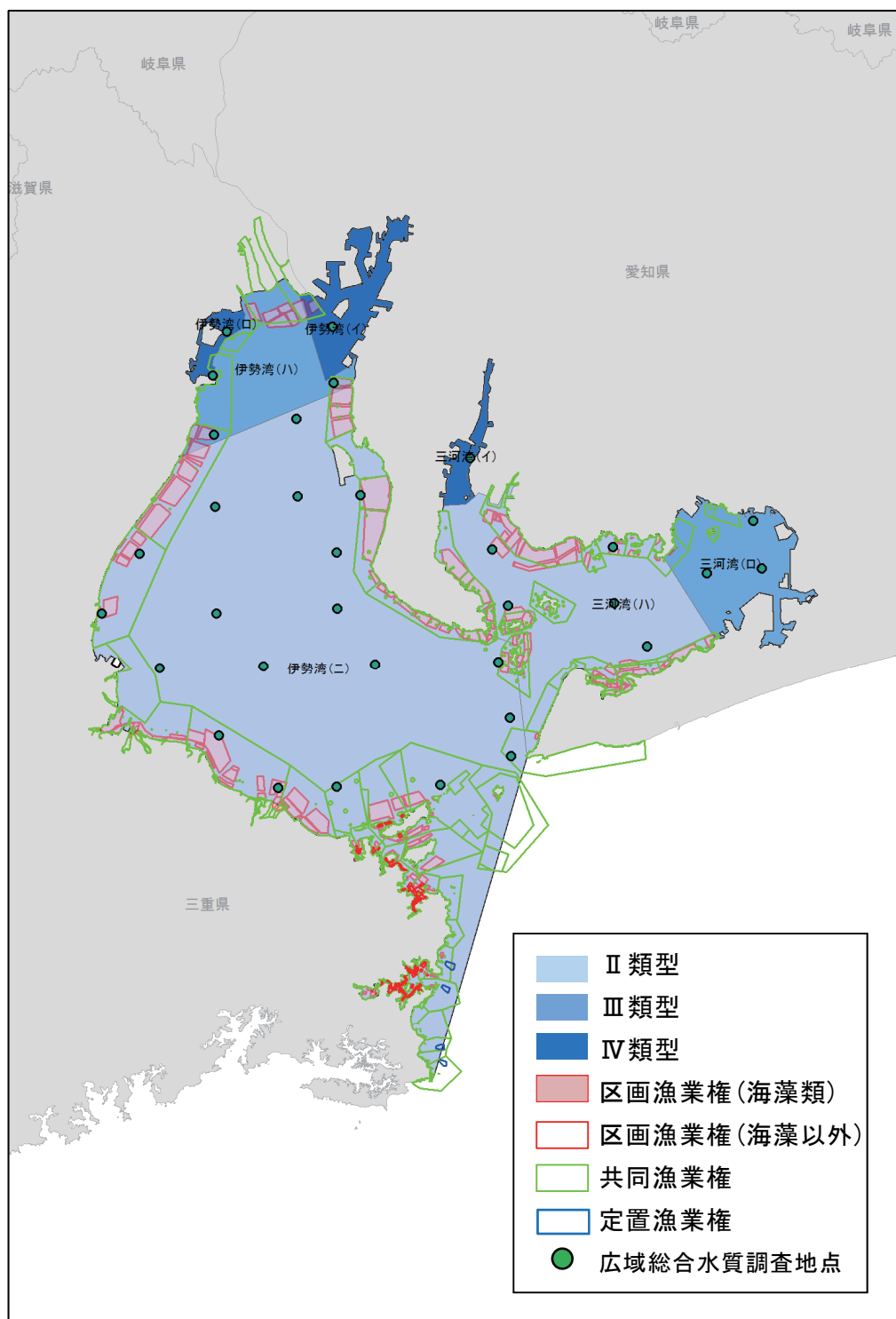


図 6.13 (2) 伊勢湾、三河湾の環境基準の類型指定と漁業権の分布図

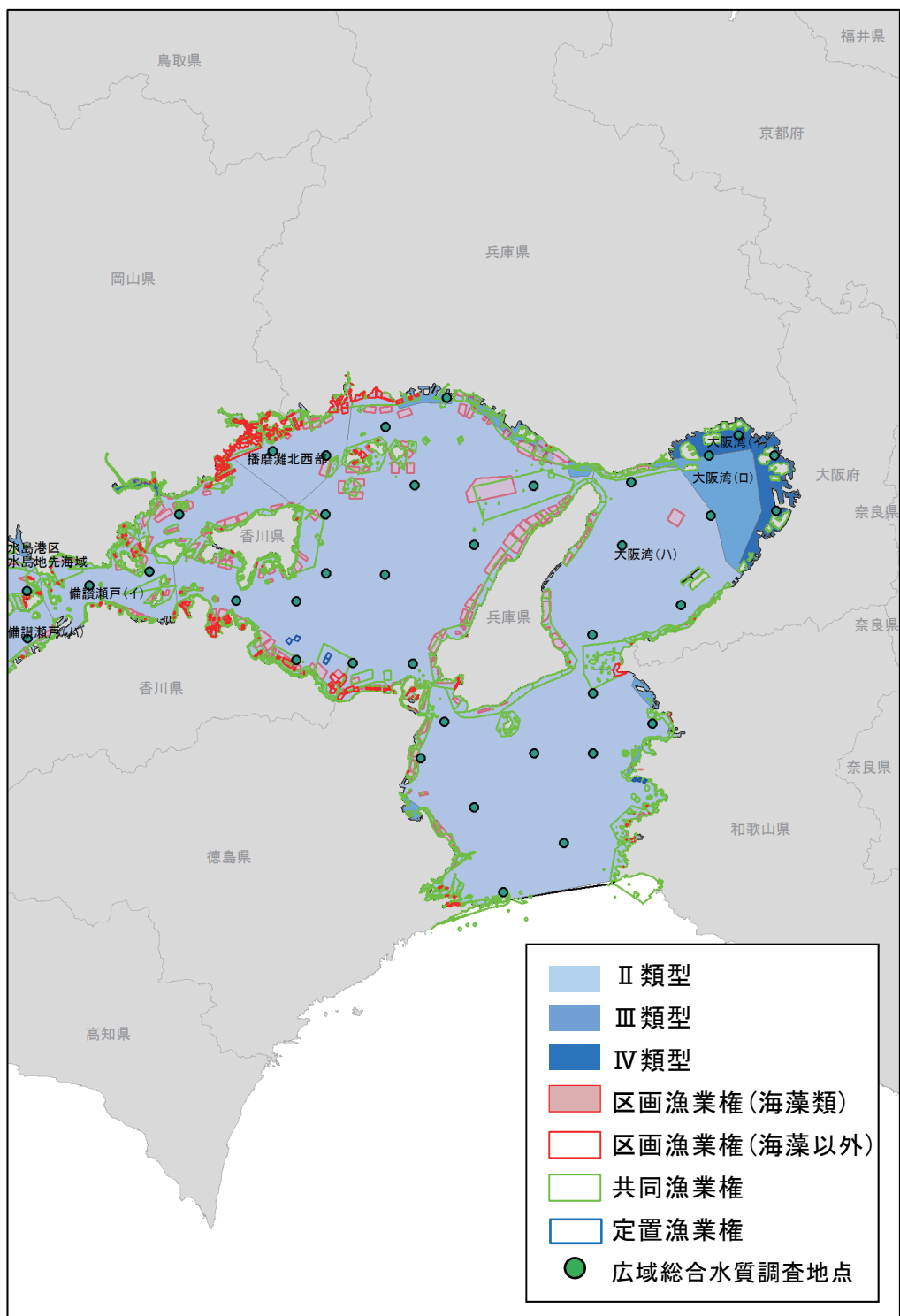


図 6.13 (3) 瀬戸内海の環境基準の類型指定と漁業権の分布図 (1)

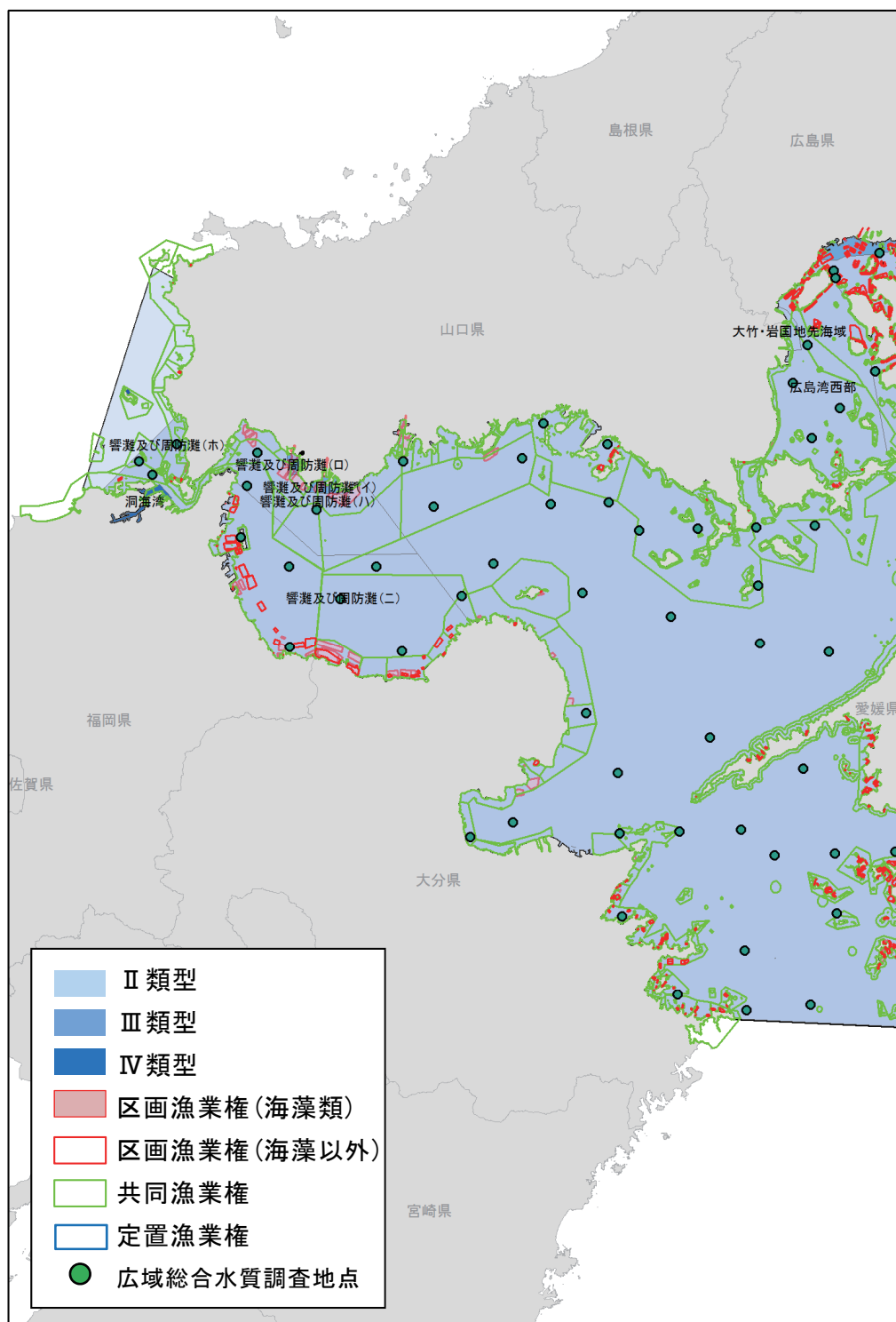


図 6.13(5) 瀬戸内海の環境基準の類型指定と漁業権の分布図 (3)

6.4 富栄養化の度合いの変化

瀬戸内海における赤潮発生件数は図 6.14 に示すとおりである。

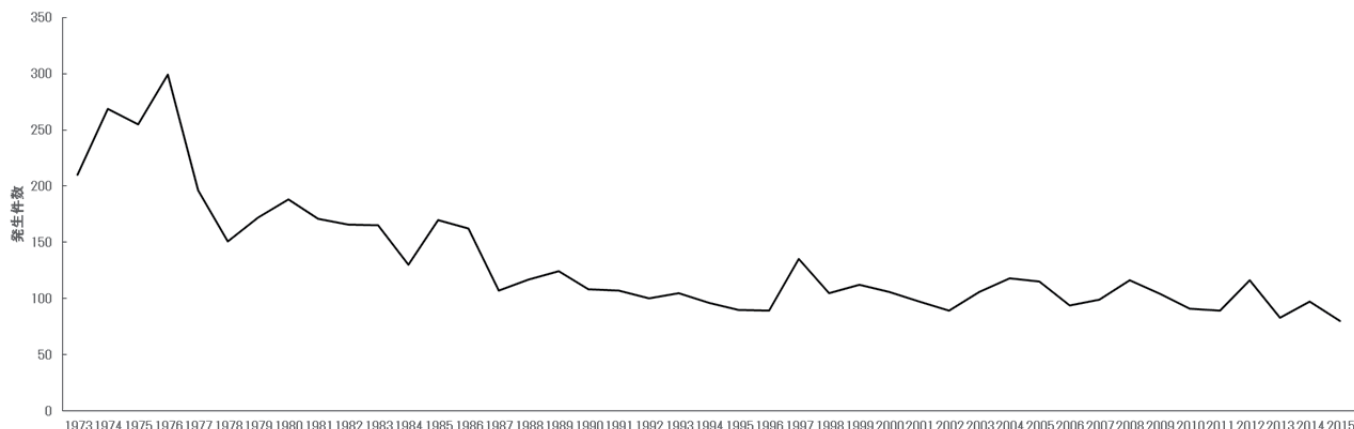


図 6.14 瀬戸内海における赤潮発生件数の推移²⁶⁾

全窒素および全リンが環境基準化されたのは 1993 年である。この前後を比較すると、1973 年から 1992 年までの赤潮発生件数は最小 100 から最大 299 件（平均値 168 件）であり、赤潮による漁業被害の発生件数は最小 5 から最大 29 件（平均値 13 件）である。一方、1993 年から 2015 年の赤潮発生件数は最小 80 から最大 135 件（平均値 101 件）で約 4 割減であり、赤潮による漁業被害の発生件数は最小 2 から最大 19 件（平均値 10 件）と減少している。

また、瀬戸内海における赤潮の発生水域は図 6.15 に示すとおりである。

赤潮が発生した水域は、全窒素および全リンが環境基準化される前の 1980 年では、大阪湾の全域、紀伊水道、播磨灘沿岸部、広島湾および周防灘の沿岸部等の広範囲にわたっているが、2007 年では大阪湾や播磨灘の沿岸部にほぼ限定されており、紀伊水道や周防灘ではほぼ消失している。

以上のように、現状では赤潮の発生件数が大きく減少し、さらに赤潮の発生水域も縮小していることから、海域の富栄養化の度合いが大きく変化していることが明らかである。環境基準の水域類型指定は植物プランクトンの著しい増殖を生じるおそれがある海域で行う（表 6.1 参照）とのことであるが、このような海域が縮小していることから類型指定を見直す時期にきている。

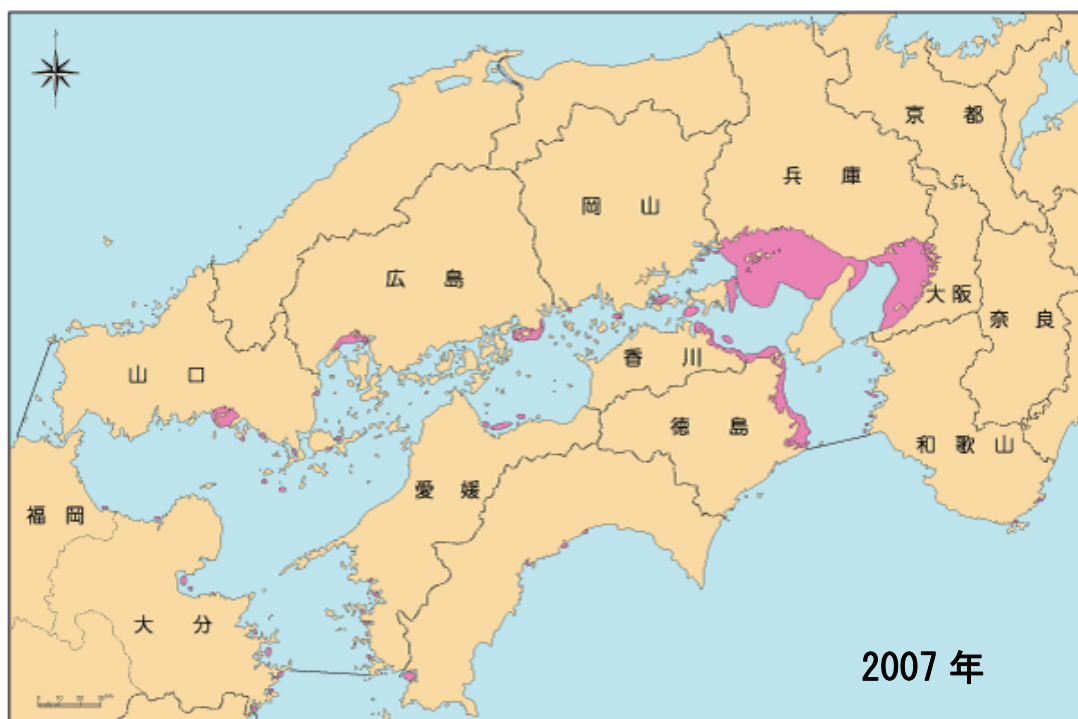
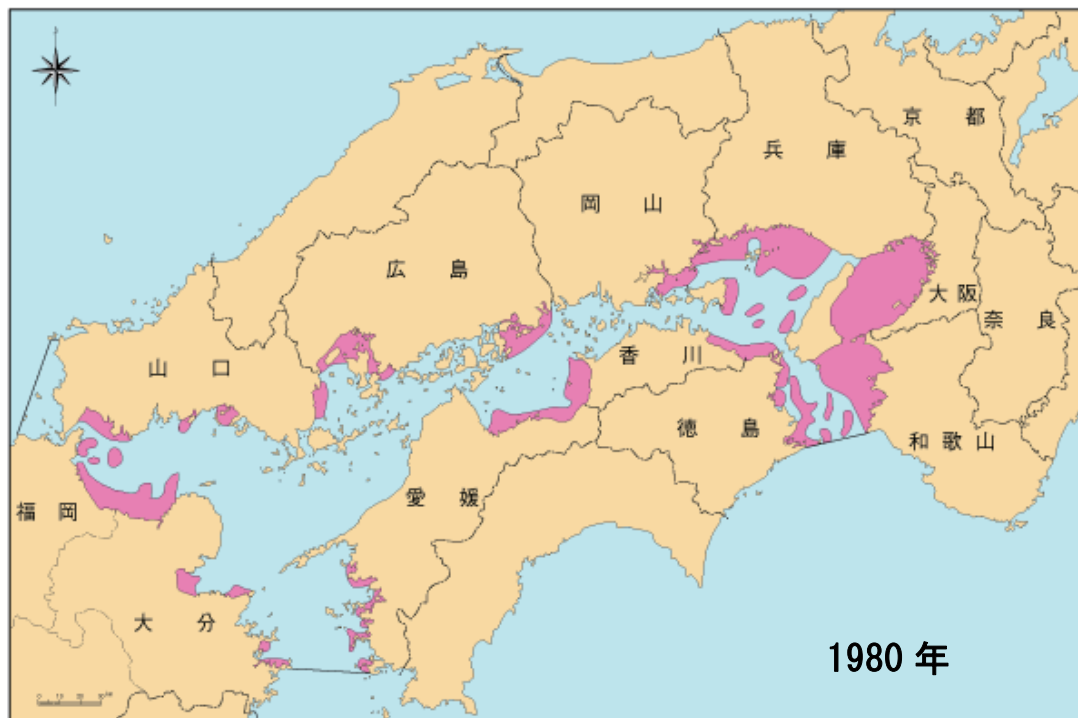


図 6.15 瀬戸内海における赤潮の発生水域²⁷⁾

6.5 ノリ類の生産からみた環境基準

ノリ類が直接利用する DIN、DIP 濃度と環境基準として設定されている全窒素濃度および全リン濃度との関係を見るため、各海域の全窒素濃度と DIN 濃度、全リン濃度と DIP 濃度との関係を調べた。なお、作図には、広域総合水質調査結果を用い、上層の湾灘別および類型指定別の平均値を算出した。また、ノリ養殖は秋季から早春に行われることから、冬季（1 月あるいは 2 月）の調査結果を用いて作図した。

なお、ノリ類の養殖業は検討対象とした 6 海域（東京湾、伊勢湾、三河湾、播磨灘、大阪湾、広島湾）の全てにおいて必ずしも営まれているわけではないが、ノリ類が生長できるか否かを確認するために 6 海域の全てにおいて検討した。

6.5.1 東京湾

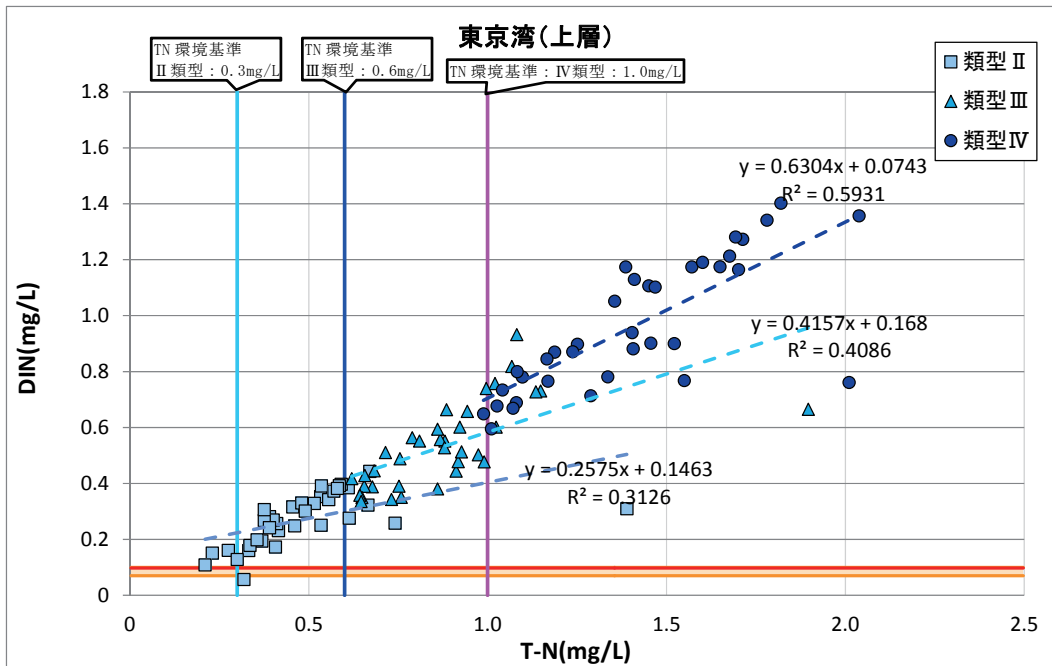
東京湾における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.16 に示すとおりである。

東京湾の全窒素濃度は各類型でその基準値程度にあり、これに応じた DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を超えていることから、各類型の水域ともにノリ養殖に不足は生じていないと考えられる。

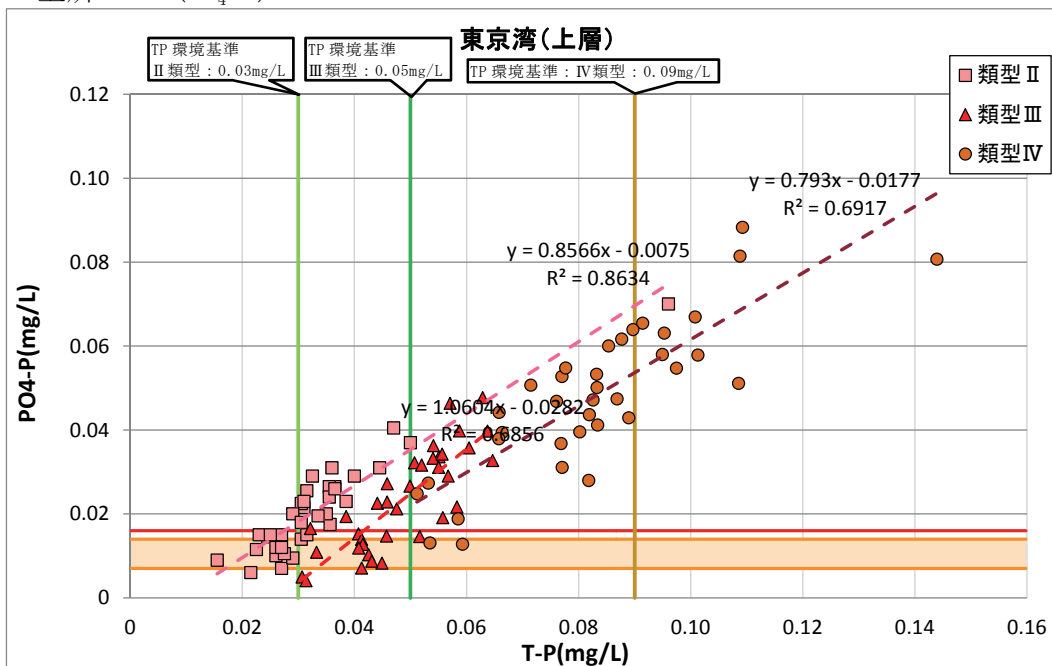
全リン濃度は、Ⅳ類型の水域の値がⅢ類型の基準値程度、また、Ⅲ類型の水域の値がⅡ類型の基準値程度まで下がっている地点があり、このような地点では、DIP がノリ養殖に必要な濃度に達しておらず、また、Ⅱ類型の水域では基準値をかなり下回るため、ノリ養殖に必要な DIP 濃度を維持できていない。

ただし、全リン濃度が基準値程度であれば DIP 濃度がノリ養殖に必要な値を下回るのはほとんどないことから、ノリ養殖業を維持するためには基準値程度での濃度管理が必要である。

< 全窒素 : DIN >



< 全磷 : DIP (PO₄-P) >



(凡例)

水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

・ DIN : 0.07~0.1mg/L

・ DIP : 0.007~0.014mg/L

各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN 濃度

・ 東京湾 (DIN : 0.098mg/L、DIP : 0.016mg/L)

※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.16 東京湾の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.2 伊勢湾

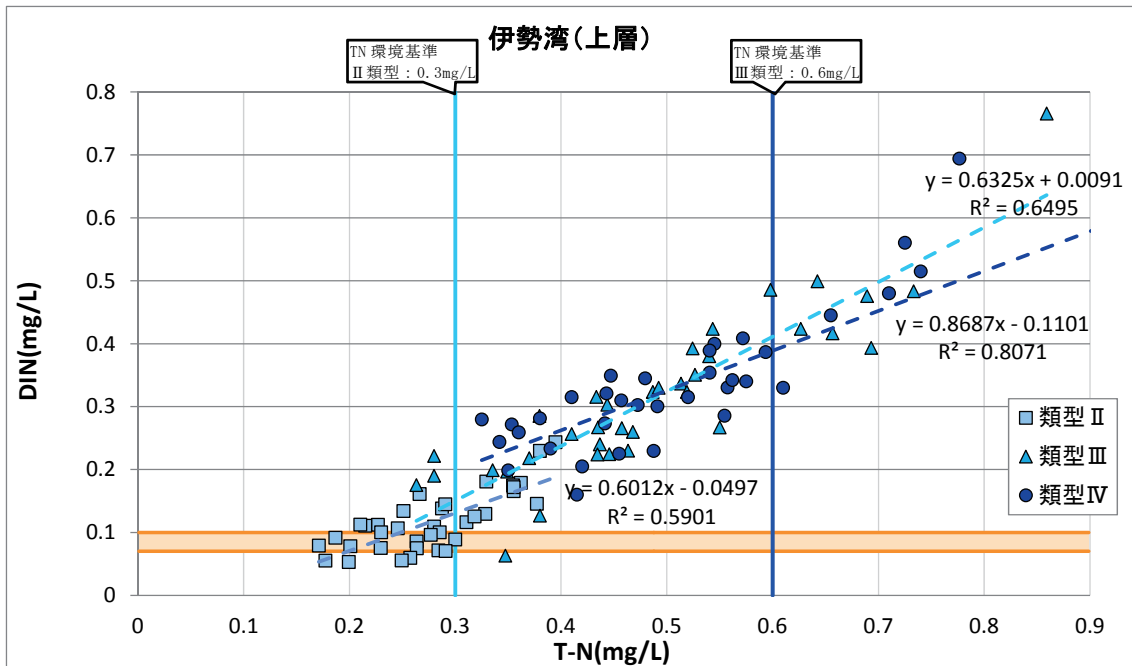
伊勢湾における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.17 に示すとおりである。

伊勢湾の全窒素濃度はⅡ類型の水域では基準値をかなり下回る地点が多く、これに応じて DIN 濃度も下回っている地点が多い。Ⅲ類型の水域ではⅡ類型の基準値程度にまで下がっている地点があるものの、DIN 濃度はノリ養殖には不足していない。Ⅳ類型の水域ではⅡ類型の基準値程度にまで下がっている地点があるものの、DIN 濃度はノリ養殖には不足していない。

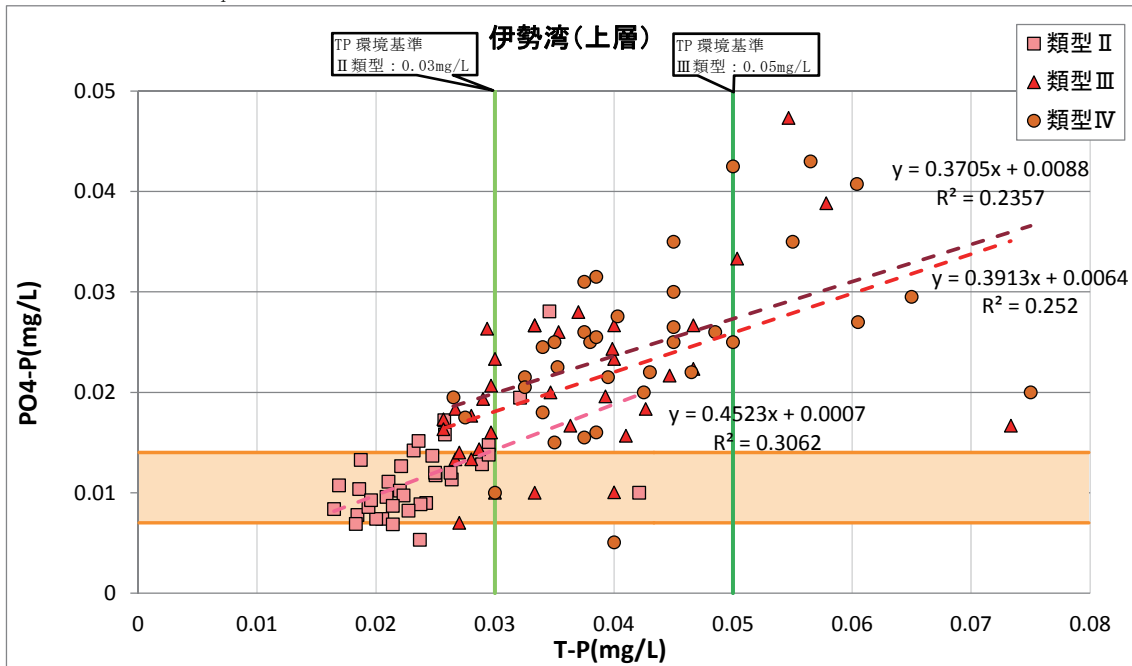
全リン濃度は、Ⅳ類型の水域の値がⅡ類型の基準値を下回る、また、Ⅲ類型の水域の値がⅡ類型の基準値を下回っている地点があり、このような地点では DIP 濃度が低く、ノリ養殖には厳しい現状にある。また、Ⅱ類型の水域では大半の地点で基準値をかなり下回ることによって DIP 濃度が下がり、やはりノリ養殖にはかなり厳しい現状にある。

ただし、Ⅲ類型およびⅡ類型の水域では、全窒素および全リン濃度が基準値程度であれば DIN および DIP 濃度がノリ養殖に必要な値を下回ることがほとんどないことから、ノリ養殖業を維持するためには基準値程度での濃度管理が必要である。

<全窒素：DIN>



<全磷：DIP (PO₄-P)>



(凡例)

水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

- ・ DIN : 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP : 0.007~0.014mg/L

各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN 濃度
※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.17 伊勢湾の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.3 三河湾

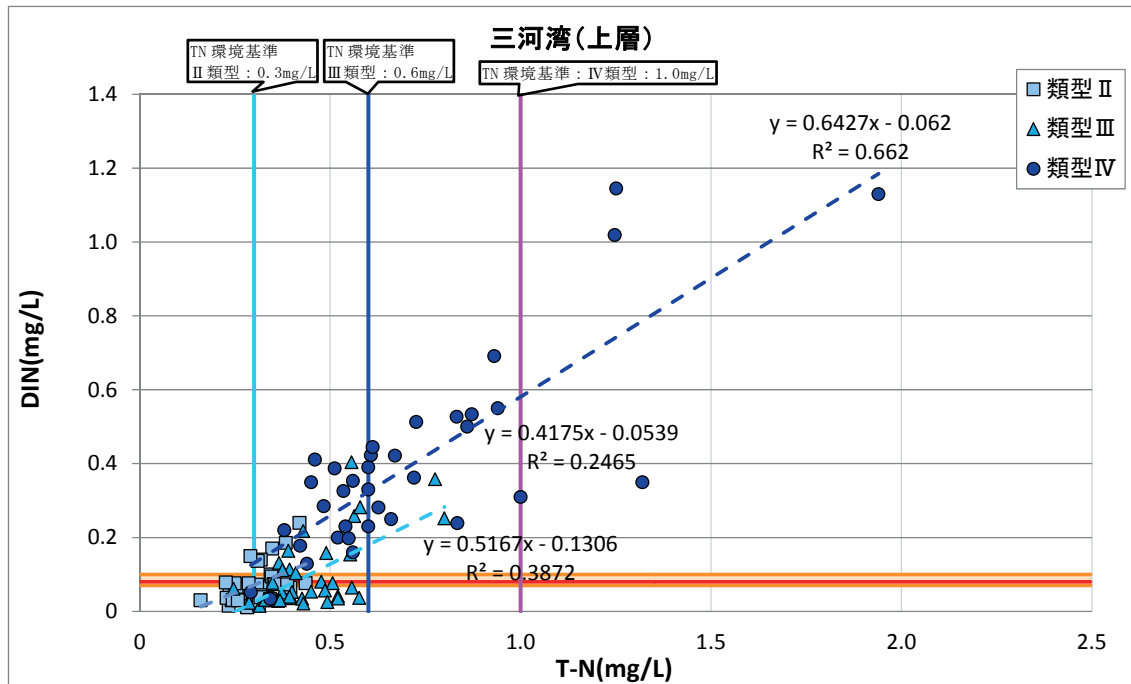
三河湾における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.18 に示すとおりである。

三河湾の全窒素濃度はⅡ類型の水域では基準値をかなり下回る地点が多く、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点が多い。Ⅲ類型の水域ではⅡ類型の基準値程度に下がっている地点があり、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点が多い。また、Ⅳ類型の水域においてもⅡ類型の基準値を下回る地点があり、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点がある。

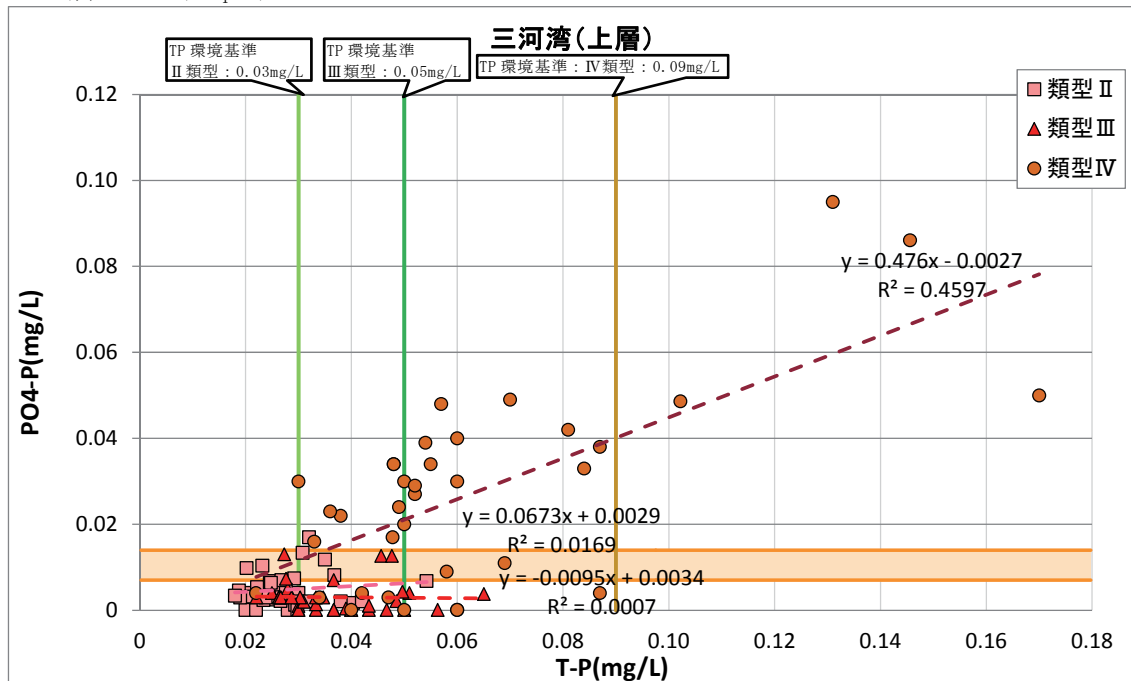
全リン濃度は、Ⅳ類型の水域の値がⅡ類型の基準値を下回る、また、Ⅲ類型の水域の値がⅡ類型の基準値を下回っている地点があり、このような地点では、DIP 濃度がノリ養殖に必要な値に達していない。また、Ⅱ類型の水域では大半の地点で基準値をかなり下回ることによって DIP 濃度も下がり、ノリ養殖にはかなり不足している現状にある。

ただし、Ⅲ類型およびⅡ類型の水域では、全窒素および全リン濃度が基準値程度であれば DIN および DIP 濃度がノリ養殖に必要な値を下回ることがほとんどないことから、ノリ養殖業を維持するためには基準値程度での濃度管理が必要である。

<全窒素：DIN>



<全磷：DIP (PO₄-P) >



(凡例)

水産用水基準 (2013)：良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

・ DIN：0.07～0.1mg/L、DIP：0.007～0.014mg/L

各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN 濃度

・ 三河湾 (DIN：0.08mg/L)

※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.18 三河湾の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.4 播磨灘

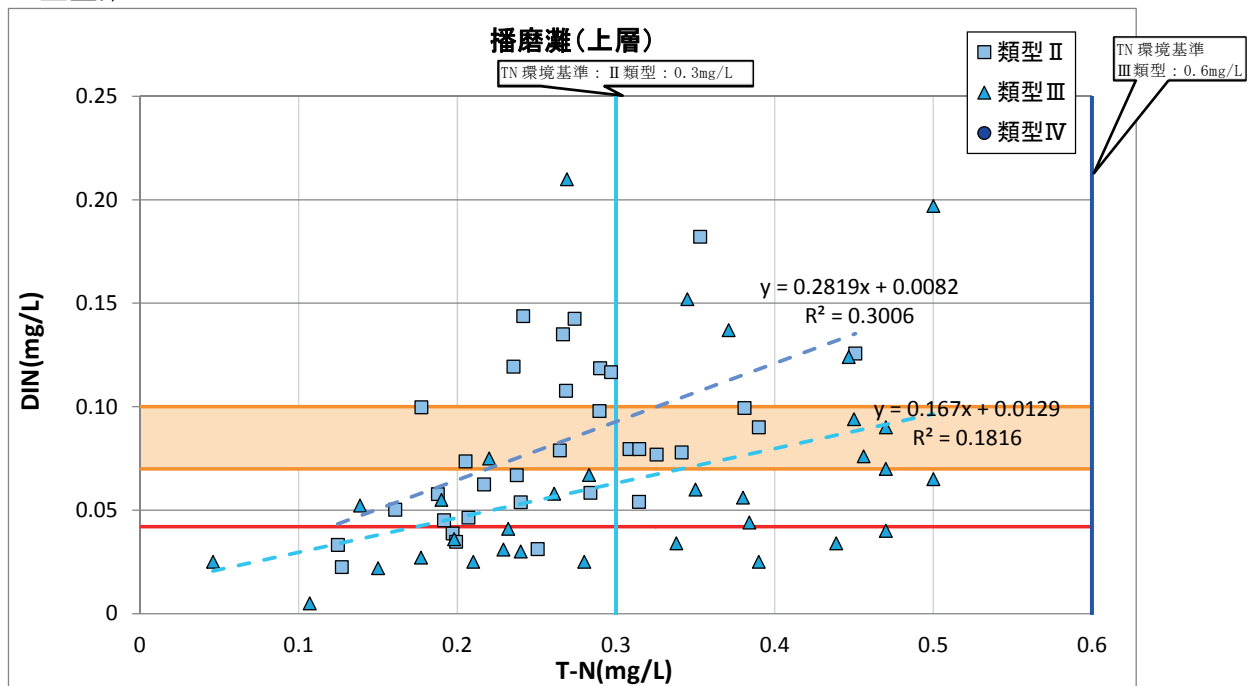
播磨灘における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.19 に示すとおりである。

全窒素濃度はⅡ類型の水域では基準値をかなり下回る地点が多く、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点が多い。Ⅲ類型の水域はⅡ類型の基準値を下回る地点が多く、これに応じて DIN 濃度も下がりノリ養殖に必要な値に達していない。

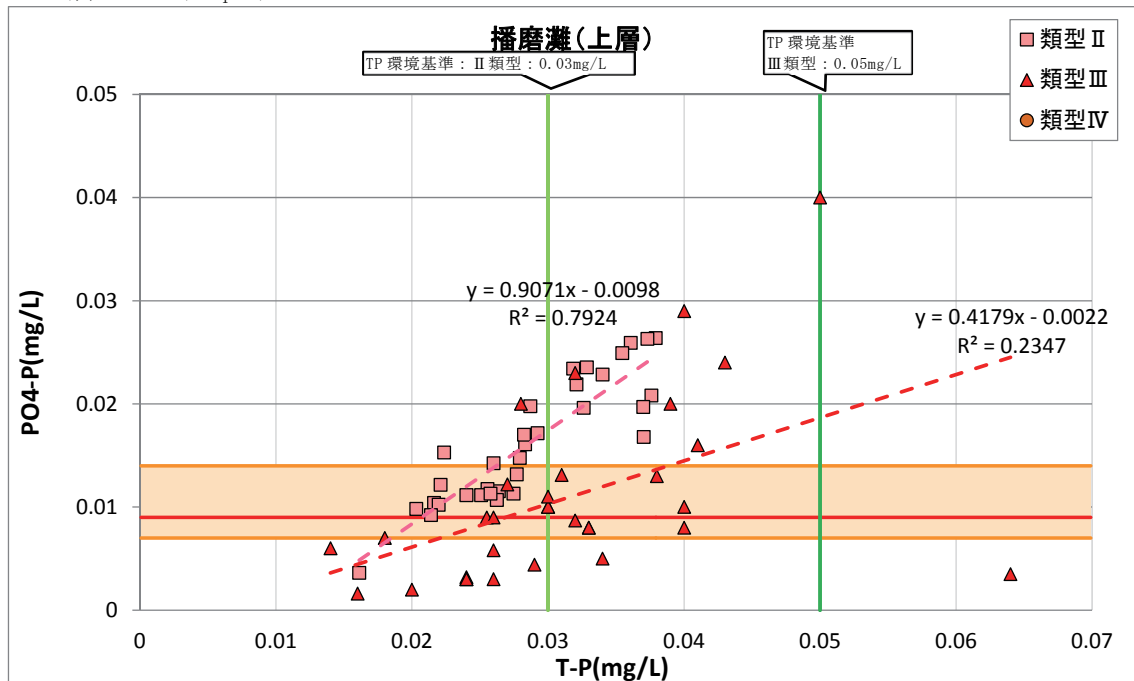
全リン濃度は、Ⅲ類型の水域の値がⅡ類型の基準値を下回っている地点があり、このような地点では、DIP 濃度が低くノリ養殖には厳しい現状にある。また、Ⅱ類型の水域では大半の地点で基準値をかなり下回り DIP 濃度が下がっているため、ノリ養殖には厳しい現状にある。

ただし、Ⅱ類型の水域では、全窒素および全リン濃度が基準値程度であれば DIN および DIP 濃度がノリ養殖に必要な値を下回ることがほとんどないことから、ノリ養殖業を維持するためには基準値程度での濃度管理が必要である。

<全窒素：DIN>



<全磷：DIP (PO₄-P)>



(凡例)

水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

・ DIN : 0.07~0.1mg/L、DIP : 0.007~0.014mg/L

各湾における既往文献から得られたノリ養殖に最低限必要な DIN 濃度

・ 播磨灘 (DIN : 0.042mg/L、DIP : 0.009mg/L)

※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.19 播磨灘の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.5 大阪湾

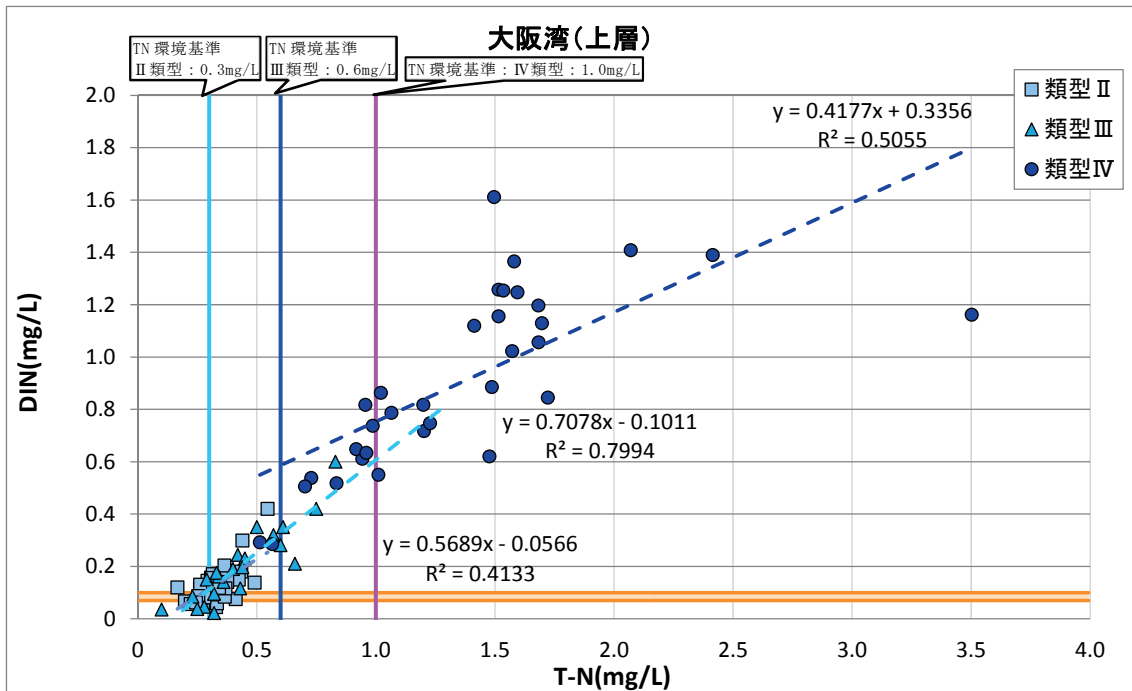
大阪湾における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.20 に示すとおりである。

大阪湾の全窒素は、Ⅳ類型の水域の濃度がⅢ類型の基準値を下回る地点がかなり多いが、DIN 濃度はノリの養殖に必要な値は超えている。Ⅲ類型の水域では基準値をかなり下回る地点が多く、Ⅱ類型の基準値を下回る地点も多いが、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点が多い。Ⅱ類型の水域では基準値程度の濃度を示す地点が多いが、DIN 濃度はノリ養殖に必要な値に達していない地点が多い。

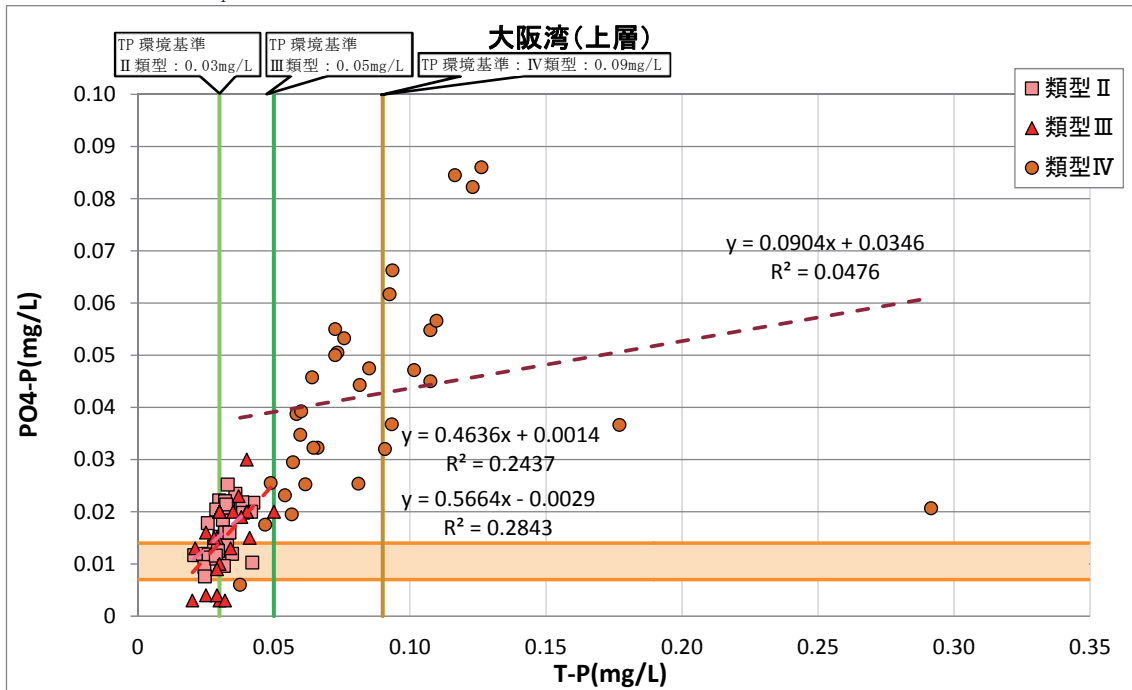
全リン濃度は、Ⅳ類型の水域の濃度がⅢ類型の基準値を下回る地点が多く、基準値をかなり下回っているが、DIP 濃度はノリの生産に必要な値は超えている。Ⅲ類型の水域では基準値をかなり下回る地点が多く、Ⅱ類型の基準値を下回る地点もかなり多いが、これに応じて DIP 濃度もノリ養殖に必要な値を下回っている地点がある。Ⅱ類型の水域では基準値程度の濃度を示す地点が多いが、DIN 濃度はノリ養殖に必要な値に達していない地点がある。

ただし、Ⅲ類型の水域では全窒素濃度が基準値程度にある地点では DIN 濃度がノリ養殖に必要な値を上回っていることから、ノリ養殖業を維持するためには基準値程度の濃度管理が必要である。また、Ⅱ類型の水域では全窒素濃度が基準値程度であっても DIN 濃度がノリ養殖に必要な値に達しない地点があり、このような水域では、全窒素濃度を基準値程度で管理してもノリ養殖には不適となる。全リン濃度と DIP 濃度との関係をみると、窒素と同様に、Ⅱ類型の水域では全リン濃度が基準値程度であっても DIP 濃度がノリ養殖に必要な値に達しない地点がみられ、このような水域では、全リン濃度を基準値程度で管理してもノリ養殖には不適となる。

< 全窒素 : DIN >



< 全磷 : DIP (PO₄-P) >



(凡例)

水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

- ・ DIN : 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP : 0.007~0.014mg/L

※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.20 大阪湾の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.6 広島湾

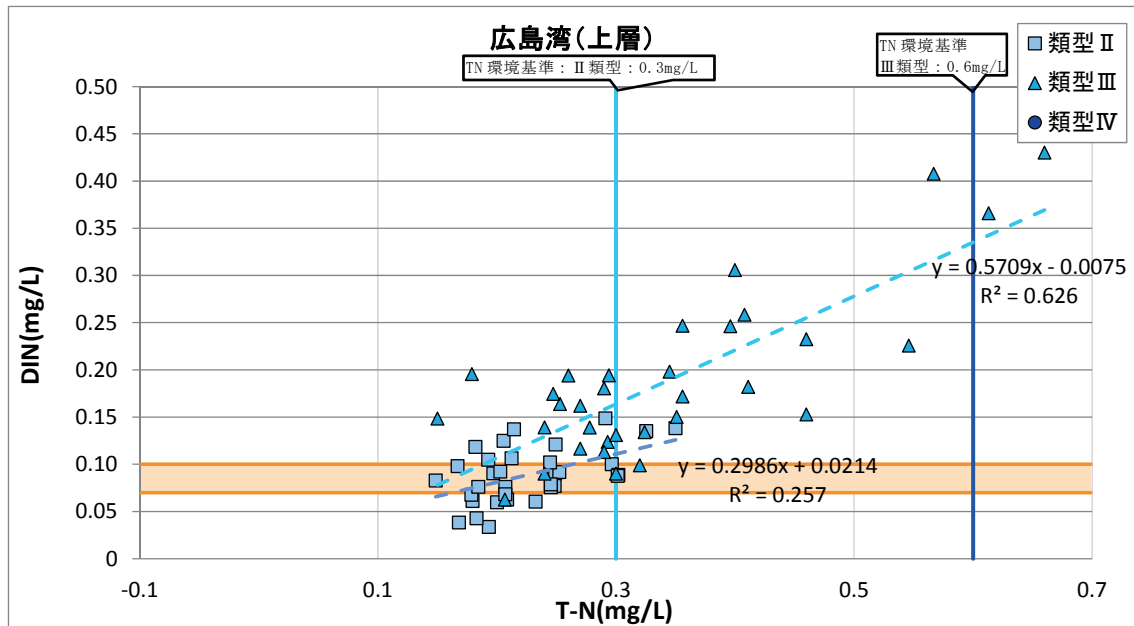
広島湾における全窒素濃度と DIN 濃度および全リン濃度と DIP 濃度との関係は図 6.21 に示すとおりである。

広島湾の全窒素濃度は、Ⅱ類型の水域では基準値をかなり下回る地点があり、これに応じて DIN 濃度もノリ養殖に必要な濃度を下回っている地点がある。Ⅲ類型はⅡ類型の基準値をかなり下回る地点があるが、DIN 濃度は不足していない。

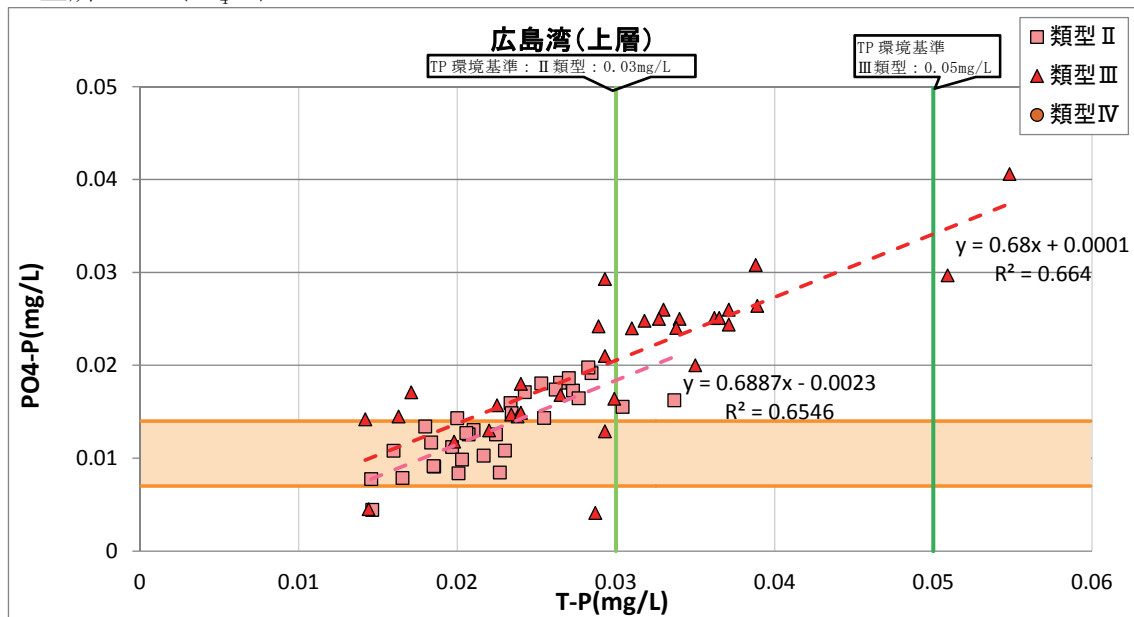
全リン濃度は、Ⅲ類型の水域の濃度がⅡ類型の基準値をかなり下回っている地点があり、Ⅱ類型の水域では大半の地点で基準値を下回っているが、DIP 濃度は不足していない。

ただし、Ⅱ類型の水域では、全窒素および全リン濃度が基準値程度であれば DIN および DIP 濃度がそれを下回ることがほとんどないことから、ノリ養殖業を行うとすれば基準値程度での濃度管理が必要である。

<全窒素：DIN>



<全磷：DIP (PO₄-P)>



(凡例)

水産用水基準 (2013) : 良好なノリの成長と品質を保つための最低基準と考えられる DIN、DIP 濃度

- ・ DIN : 0.07~0.1mg/L
- ・ DIP : 0.007~0.014mg/L

※広域総合水質調査結果の冬季 (1 月、2 月) の結果を用いて作成。

図 6.21 広島湾の全窒素と DIN 濃度、全磷と DIP 濃度との関係 (冬季・上層)

6.5.7 まとめ

東京湾の全燐や伊勢湾、三河湾、播磨灘および広島湾の全窒素、全燐では、Ⅳ類型の水域の地点の濃度がⅡ類型の基準値を下回る、あるいはⅢ類型の水域の地点の濃度がⅡ類型の基準値を下回る地点がみられ、これに応じて DIN あるいは DIP がノリ養殖にかなり厳しい濃度にまで低下している現状にある。このことは、濃度が下がりすぎると漁業に支障が生じる場合があることを具体的に表すものである。

ただし、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の地点の全窒素および全燐の濃度が基準値程度である場合には、DIN および DIP 濃度がノリ養殖に必要な値を超える地点が多いことから、ノリ養殖業を維持するためには、全窒素および全燐濃度は少なくとも基準値程度で管理すべきである。ただし、大阪湾のⅡ類型の水域にみられるように、全窒素および全燐濃度が基準値程度であっても DIN および DIP 濃度がノリ養殖に必要な値に達しない場合があることから、基準値程度での管理では不足する可能性があることに留意すべきである。

7. 沿岸漁業を維持できる栄養塩

7.1 「豊かな海」の想定

東京湾（東京都、千葉県、神奈川県合計で示す）、伊勢湾、三河湾（愛知県、三重県合計で示す）および瀬戸内海における漁獲量、経営体数^{*27}（あるいは漁労体数^{*28}）および経営体当たり漁獲量（あるいは漁労体当たり漁獲量）の推移をそれぞれ図 7.1 から図 7.3 に示す。

「豊かな海」とは、漁業の多様性が維持され、漁獲量が豊富であることを意味する。すなわち、漁獲量が豊富であっても、特定の魚種の漁獲量が極端に多い等、偏った漁業生産であっては「豊かな海」と呼ぶことができない。このことから、漁獲量が豊富であり、かつ、魚種組成のバランスが良く（特定の魚種に偏っていない）、また、漁業経営体数が安定している（あるいは漁労体数が安定している）ことに注目して、各海域の経緯をみた。

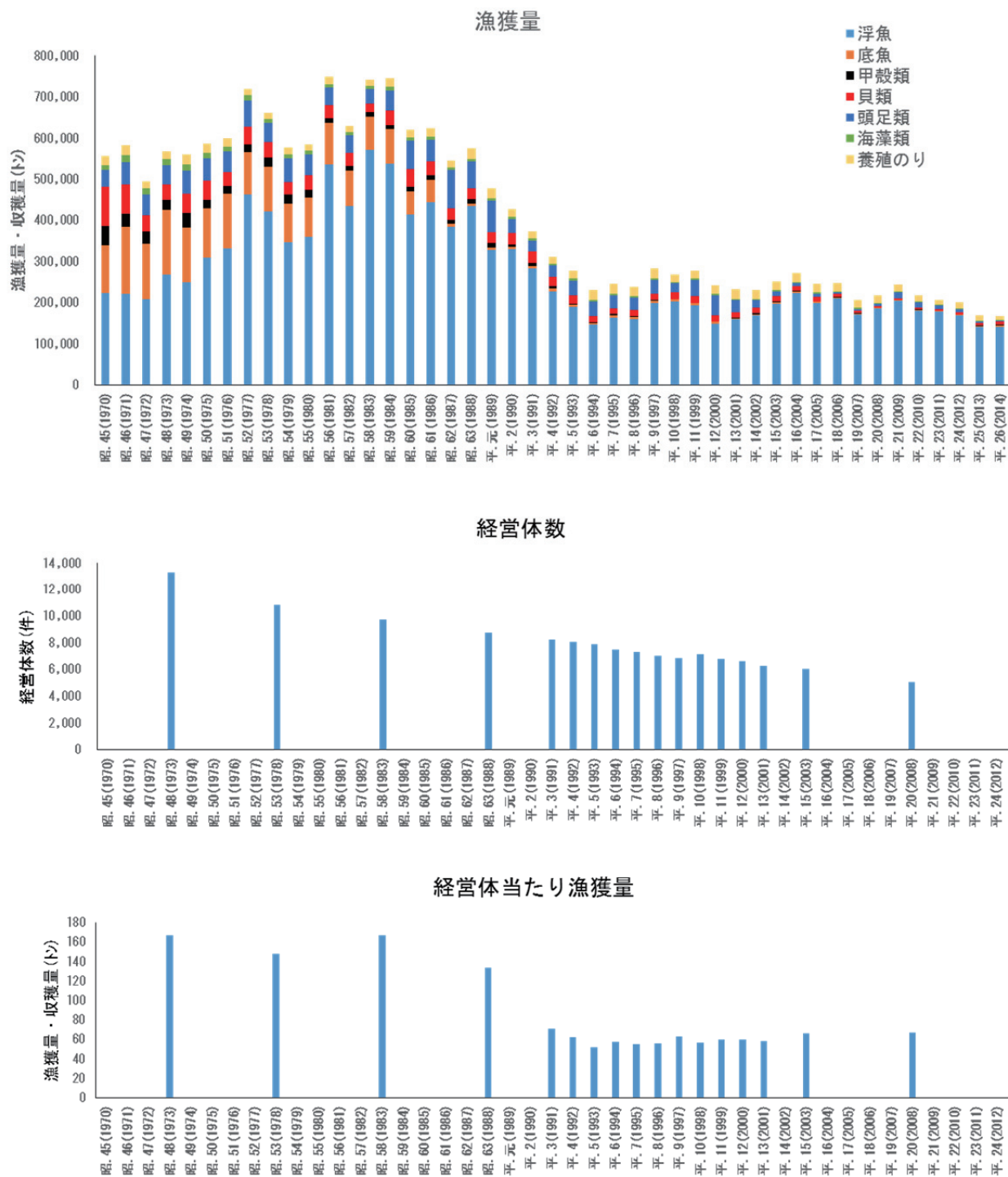
7.1.1 東京湾

東京湾では、1973 年から 1983 年は漁獲量が比較的豊富である。1987 年以降は底魚類、甲殻類および貝類の減少が著しいが、1973 年から 1983 年は底魚類の漁獲量が比較的多く、貝類および甲殻類の漁獲もある程度維持されている。また、養殖ノリの収穫量も一定以上の水準にある。このように、1973 年から 1983 年は総漁獲量が多く、漁業の多様性が維持されていたものと推察される。

1973 年から 1983 年の経営体数は、減少傾向にはあるもののそれ以降の年代よりも多く、比較的安定している。

1973 年から 1983 年の経営体当たり漁獲量は比較的安定しており、高い水準を維持している。

以上に示すとおり、1973 年から 1983 年は漁獲量が豊富であるとともに魚種の多様性が維持されており、かつ、漁業経営も比較的安定していたと推察されることから、この期間を東京湾が豊かな海であった年代であると仮定した。



出典：漁業・養殖業生産統計、漁業センサス

* 魚種別漁獲量については、内湾漁業では漁獲される機会が少ないまぐろ類、かじき類、かつお類、さめ類、さけ・ます類、たら類、ほっけ、めぬけ類、きちじ、はたはた、にぎす類、しいら類、とびうお類、その他の魚類、おさあみ類、うに類、なまこ類、海産ほ乳類、その他の水産動物類は除いた。

図 7.1 東京湾の魚種別漁獲量（収穫量を含む）・漁業経営体数・経営体当たり漁獲量（収穫量を含む）の推移（東京都、千葉県、神奈川県合計）

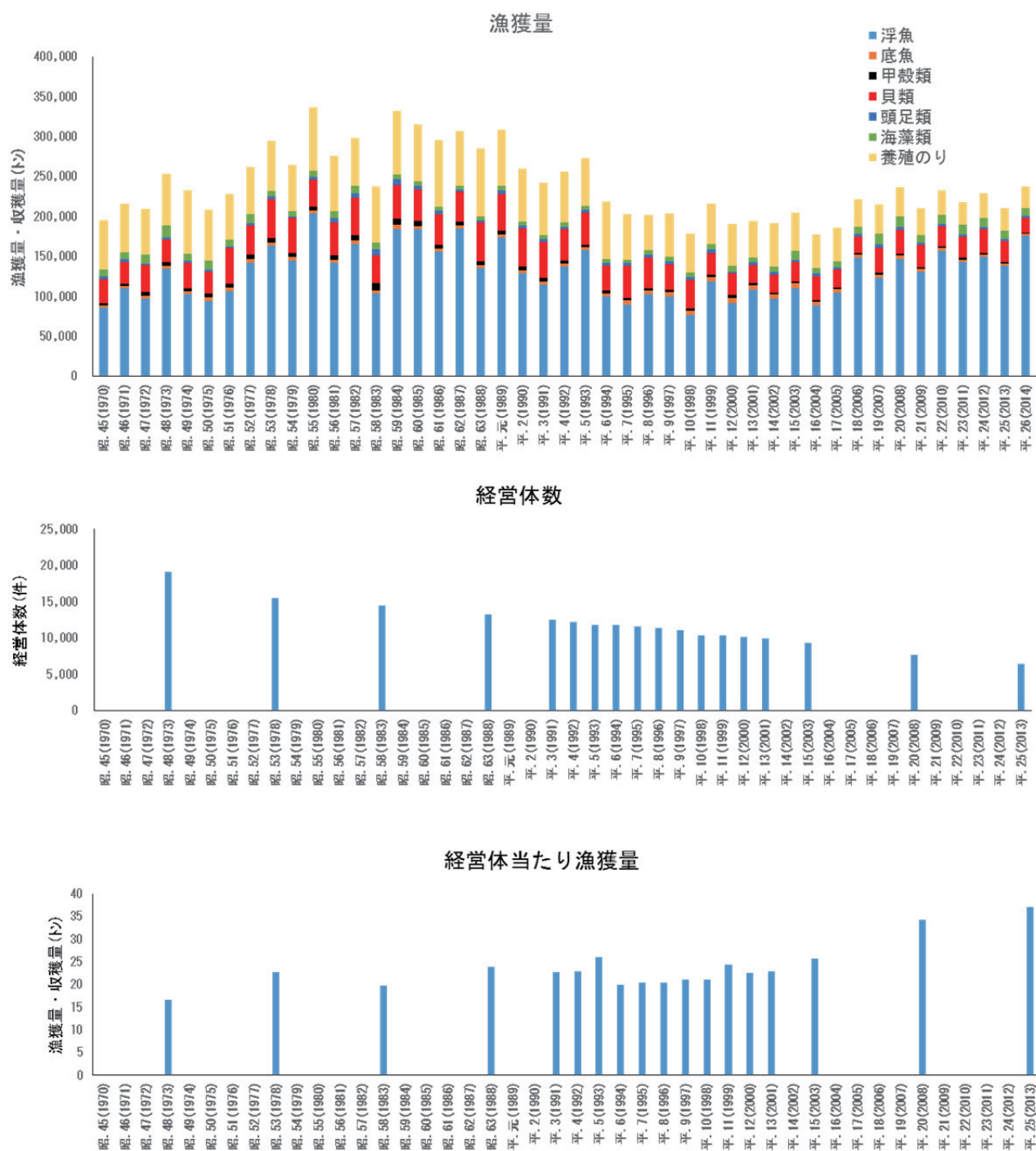
7.1.2 伊勢湾、三河湾

伊勢湾、三河湾では、1978年から1988年は、総漁獲量が最も豊富で、魚種も比較的豊富であった年代である。また、当該期間は底魚、甲殻類および貝類の漁獲が維持されており、養殖ノリの収穫量も多い時代である。すなわち、1978年から1988年は漁獲量が豊富で漁業の多様性も維持されていたものと推察される。

1978年から1988年の経営体数は、減少傾向にはあるもののそれ以降の年代よりも経営体数が多く比較的安定している。

1978年から1988年の経営体当たり漁獲量は比較的安定している。

以上に示すとおり、1978年から1988年は漁獲量が豊富であるとともに魚種の多様性が維持されており、かつ、漁業経営も比較的安定していたと推察されることから、この期間を伊勢湾、三河湾が豊かな海であった年代であると仮定した。



出典：漁業・養殖業生産統計、漁業センサス

* 魚種別漁獲量については、内湾漁業では漁獲される機会が少ないまぐろ類、かじき類、かつお類、さめ類、さけ・ます類、たら類、ほっけ、めぬけ類、きちじ、はたはた、にぎす類、しいら類、とびうお類、その他の魚類、おさあみ類、うに類、なまこ類、海産ほ乳類、その他の水産動物類は除いた。

図 7.2 伊勢湾、三河湾の魚種別漁獲量（収穫量を含む）・漁業経営体数・経営体当たり漁獲量（収穫量を含む）の推移（愛知県、三重県の合計）

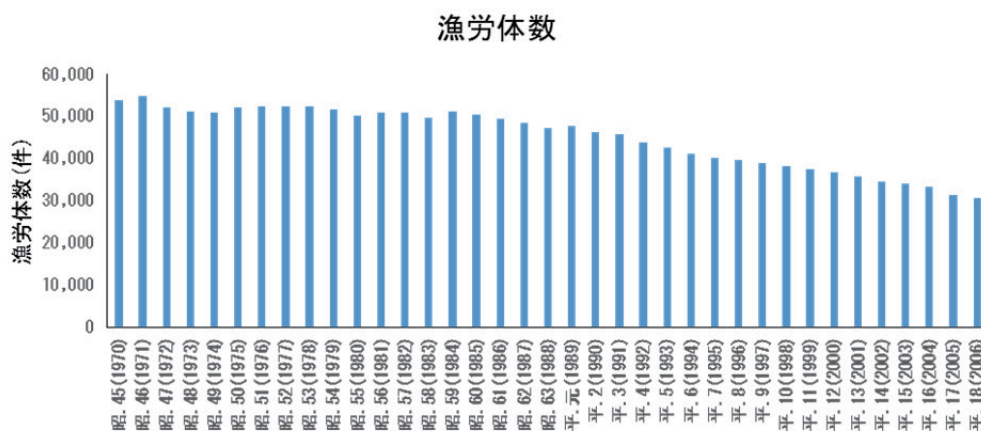
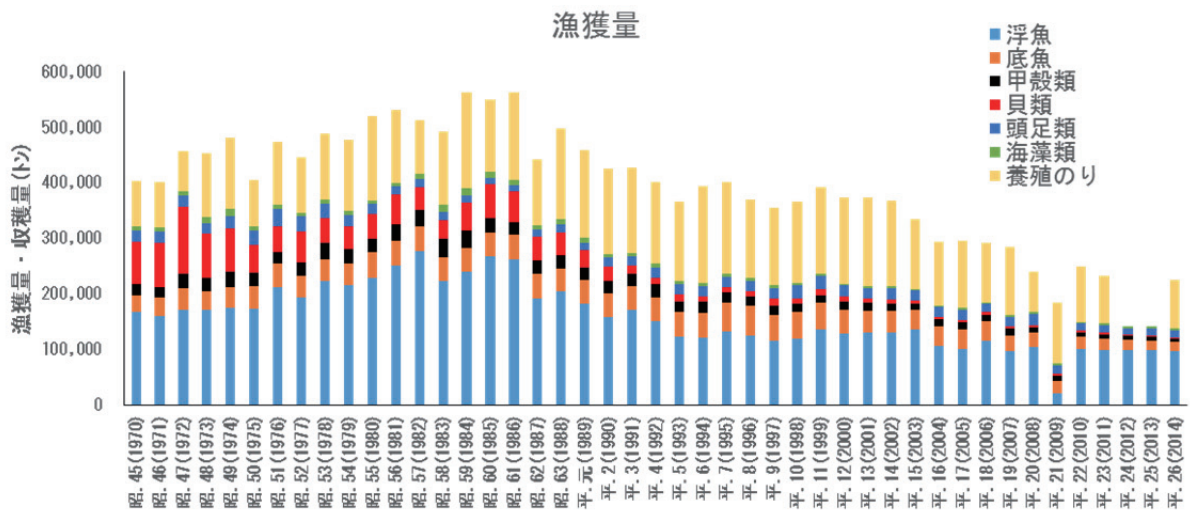
7.1.3 瀬戸内海

瀬戸内海では、1982年から1992年は漁獲量が最も豊富で、魚種も比較的豊富な年代である。1993年以降は甲殻類および貝類の減少が著しいが、1982年から1992年は甲殻類および貝類の漁獲が維持されており、底魚の漁獲量も比較的多い。また、養殖ノリの収穫量も一定以上の水準にある。すなわち、1982年から1992年は漁獲量が多く、また、漁業の多様性が維持されていたものと推察される。

1982年から1992年の漁労体数は、減少傾向にはあるものの多く、比較的安定している。

1982年から1992年の漁労体当たり漁獲量は比較的安定しており、高い水準を維持している。

以上に示すとおり、1982年から1992年は漁獲量が豊富であるとともに魚種の多様性が維持されており、かつ、漁業経営も比較的安定していたと推察されることから、この期間を瀬戸内海が豊かな海であった年代であると仮定した。



出典：漁業・養殖業生産統計、漁業センサス

＊魚種別漁獲量については、内湾漁業では漁獲される機会が少ないまぐろ類、かじき類、かつお類、さめ類、さけ・ます類、たら類、ほっけ、めめけ類、きちじ、はたはた、にぎす類、しいら類、とびうお類、その他の魚類、おさあみ類、うに類、なまこ類、海産ほ乳類、その他の水産動物類は除いた。

図 7.3 瀬戸内海の魚種別漁獲量（収穫量を含む）・漁労体数・漁労体当たり漁獲量（収穫量を含む）の推移

7.2 望ましい栄養塩の濃度

「豊かな海」を成立させるために必要とする栄養塩供給量を算定するためには、負荷量の実態に基づく物質循環を数値モデルによって定量化する必要があると考えられるが、そのような解析を行うだけの知見が得られていないため、ここでは前述の「豊かな海」であったと考えられる期間と現状の全窒素、全リン、DIN、DIP 濃度を比較した。

東京湾が 1973 年から 1983 年、伊勢湾および三河湾が 1978 年から 1988 年、瀬戸内海（播磨灘、大阪湾、広島湾）が 1982 年から 1992 年が「豊かな海」であったと考えられる年代ある。

栄養塩のデータは、広域総合水質調査の開始年が 1978 年であることから 1978 年からのものを用いた。また、漁業権漁場の大半が分布するⅡ類型の地点の上層平均値を用いた。なお、現状とした 2002 年以降の数値とは、2002 年から 2014 年の平均値である。なお、漁獲量の変動は漁業経営体数の影響を強く受けるため、主に経営体当たり漁獲量に注目して検討した。

7.2.1 東京湾

東京湾の「豊かな海」であったと考えられる期間は 1973 年から 1983 年である。この期間と現状の栄養塩濃度を比較したものが図 7.4 である。

全窒素濃度は、1978 年から 1983 年の季節別平均値が 0.55～0.94mg/L（年間平均値 0.71mg/L）であり、現状の 0.38～0.41mg/L（年間平均値 0.4mg/L）の約 1.7 倍である。

全リン濃度は、1978 年から 1983 年の季節別平均値が 0.04～0.05mg/L（年間平均値 0.05mg/L）であり、現状の 0.03～0.04mg/L（年間平均値 0.03mg/L）の約 1.6 倍である。

DIN 濃度は、1978 年から 1983 年の季節別平均値が 0.12～0.45mg/L（年間平均値 0.26mg/L）であり、現状の 0.1～0.26mg/L（年間平均値 0.18mg/L）の約 1.4 倍である。

DIP 濃度は、1978 年から 1983 年の季節別平均値が 0.01～0.031mg/L（年間平均値 0.021mg/L）であり、現状の 0.006～0.019mg/L（年間平均値 0.012mg/L）の約 1.7 倍である。

7.2.2 伊勢湾

伊勢湾の「豊かな海」であったと考えられる年代は 1978 年から 1988 年である。この期間と総量規制開始後の 2002 年以降の栄養塩濃度を比較したものが図 7.4 である。

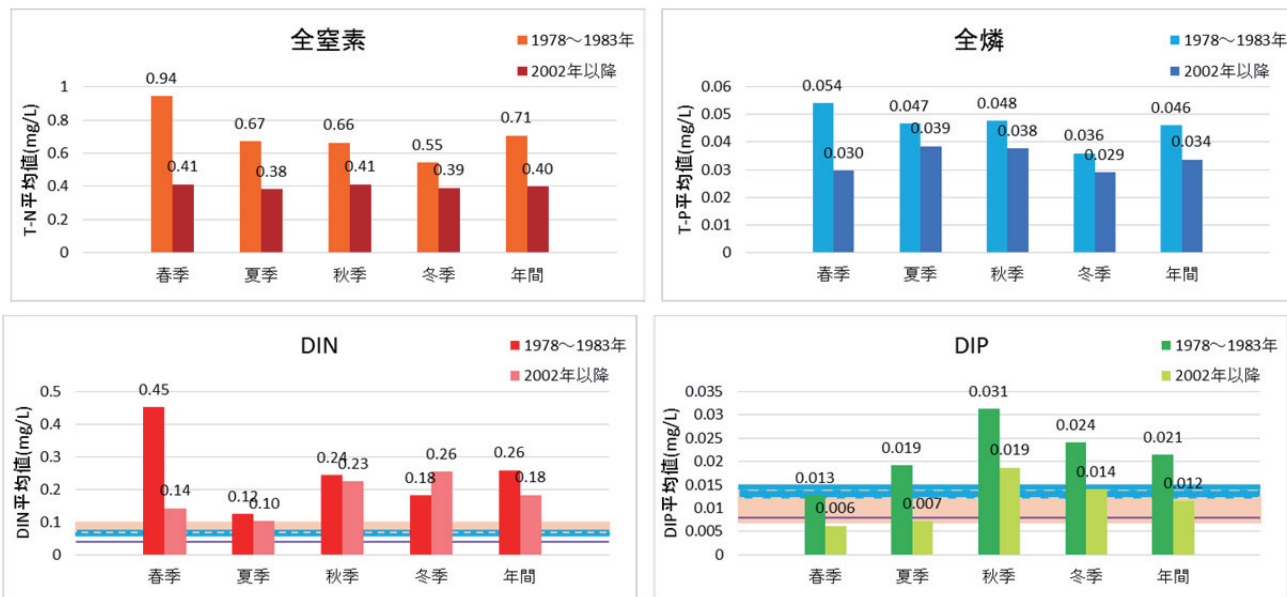
全窒素濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.31～0.48mg/L（年間平均値 0.39mg/L）であり、現状の 0.25～0.34mg/L（年間平均値 0.3mg/L）の約 1.3 倍である。

全リン濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.03～0.04mg/L（年間平均値 0.03mg/L）であり、現状の 0.02～0.04mg/L（年間平均値 0.03mg/L）よりも若干高いだけである。

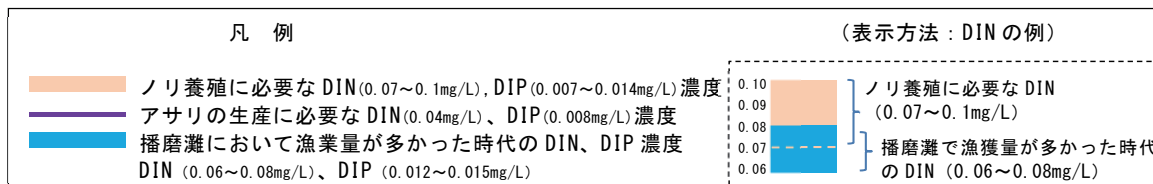
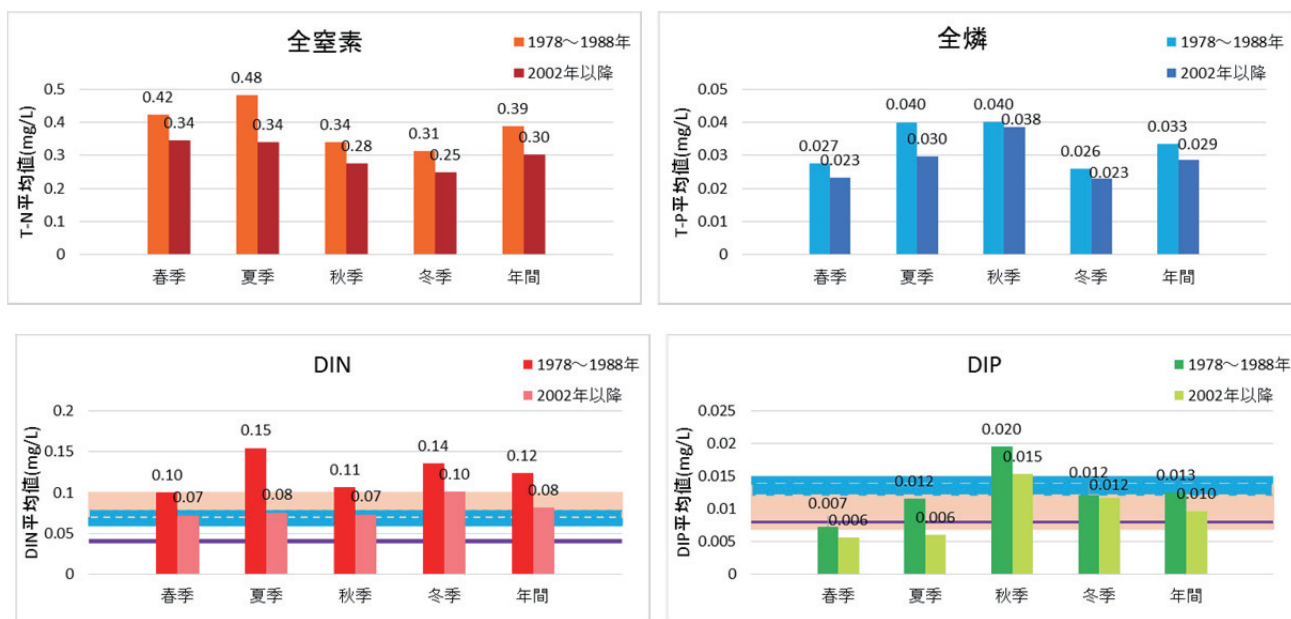
DIN 濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.1～0.15mg/L（年間平均値 0.12mg/L）であり、現状の 0.07～0.1mg/L（年間平均値 0.08mg/L）の約 1.5 倍である。

DIP 濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.007～0.02mg/L（年間平均値 0.013mg/L）であり、現状の 0.006～0.015mg/L（年間平均値 0.01mg/L）の約 1.3 倍である。

＜東京湾＞



＜伊勢湾＞



注) 広域総合水質調査結果から湾灘別に全地点の上層のみの値を平均
ノリ養殖に必要な DIN、DIP 濃度は水産用水基準 (2013) より引用、アサリの生産に必要な DIN、DIP 濃度の値は浜口 (2011) より引用、播磨灘において漁獲量が多かった時代の DIN・DIP 濃度は反田ら (2013) より引用

図 7.4 東京湾と伊勢湾の「豊かな海」の期間と総量規制後 (2002 年～2014 年) の栄養塩濃度の比較 (II 類型・上層平均値)

7.2.3 三河湾

三河湾の「豊かな海」であったと考えられる期間は 1978 年から 1988 年である。この年代と総量規制開始後の 2002 年以降の栄養塩濃度を比較したものが図 7.5 である。

全窒素濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.32～0.44mg/L（年間平均値 0.38mg/L）であり、現状の 0.27～0.36mg/L（年間平均値 0.32mg/L）の約 1.1 倍である。

全リン濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.03～0.06mg/L（年間平均値 0.04mg/L）であり、現状の 0.02～0.05mg/L（年間平均値 0.04mg/L）と若干高いだけである。

DIN 濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.07～0.12mg/L（年間平均値 0.09mg/L）であり、現状の 0.05～0.09mg/L（年間平均値 0.07mg/L）の約 1.2 倍である。

DIP 濃度は、1978 年から 1988 年の季節別平均値が 0.004～0.022mg/L（年間平均値 0.012mg/L）であり、現状の 0.005～0.014mg/L（年間平均値 0.008mg/L）の約 1.5 倍である。

7.2.4 播磨灘

播磨灘の「豊かな海」であったと考えられる年代は 1982 年から 1992 年である。この年代と総量規制開始後の 2002 年以降の栄養塩濃度を比較したものが図 7.5 である。

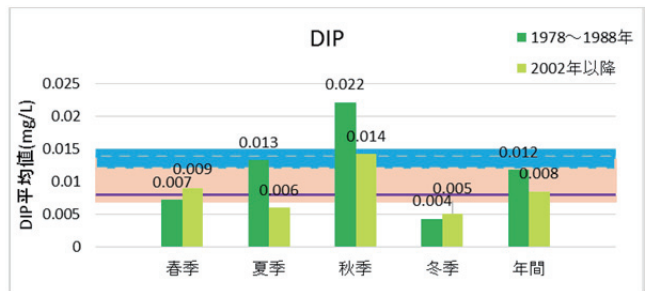
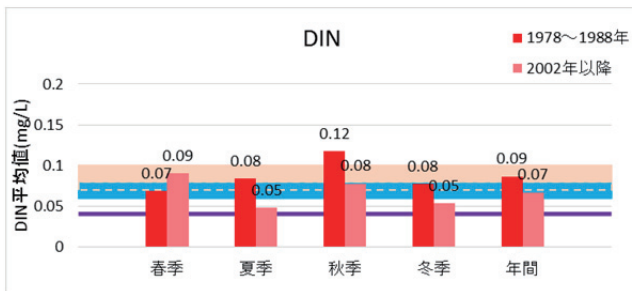
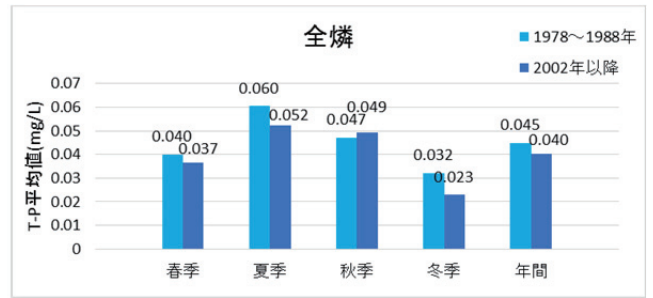
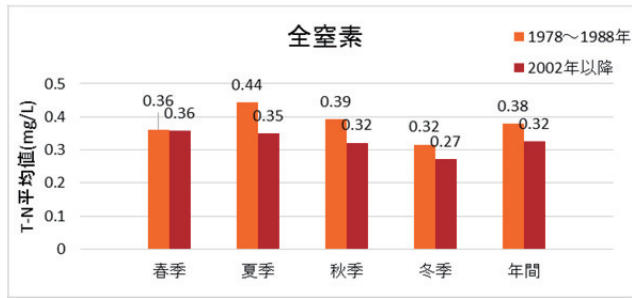
全窒素濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.24～0.3mg/L（年間平均値 0.27mg/L）であり、現状の 0.2～0.26mg/L（年間平均値 0.23mg/L）の約 1.1 倍である。

全リン濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.02～0.03mg/L（年間平均値 0.02mg/L）であり、現状も 0.02～0.03mg/L（年間平均値 0.03mg/L）であった。

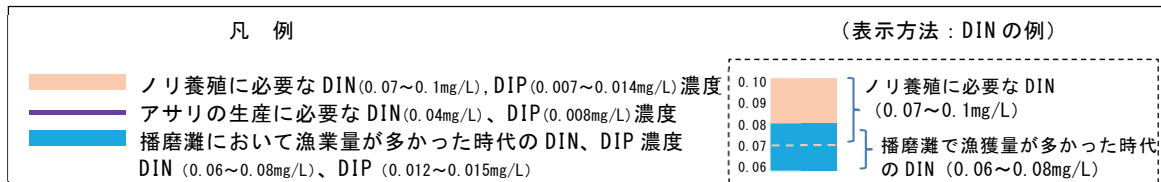
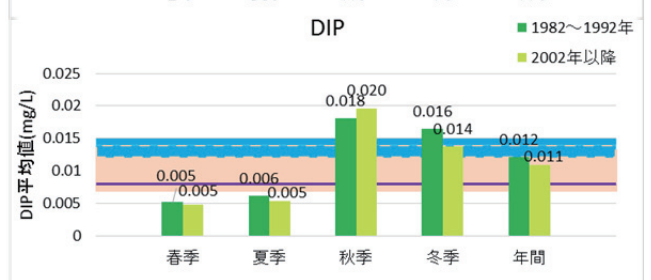
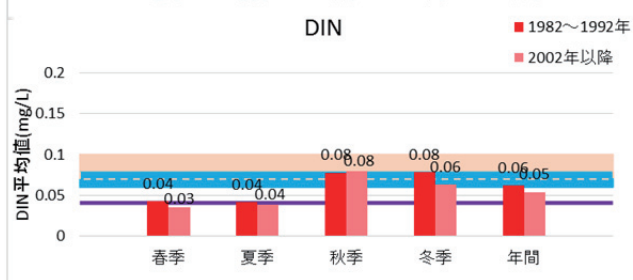
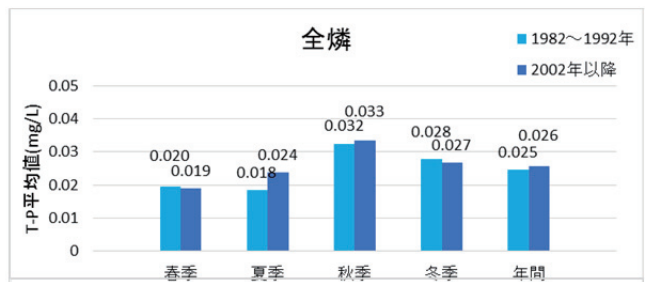
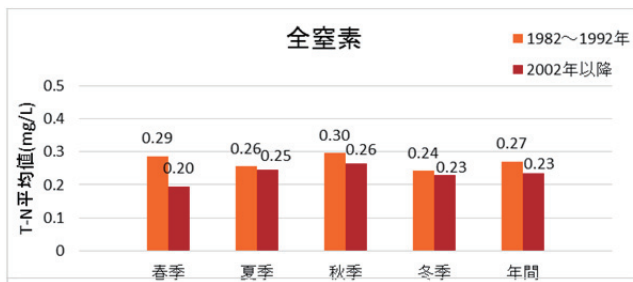
DIN 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.04～0.08mg/L（年間平均値 0.06mg/L）であり、現状の 0.03～0.08mg/L（年間平均値 0.05mg/L）の約 1.2 倍である。

DIP 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.005～0.018mg/L（年間平均値 0.012mg/L）であり、現状の 0.005～0.02mg/L（年間平均値 0.011mg/L）の約 1.1 倍である。

＜三河湾＞



＜播磨灘＞



注) 広域総合水質調査結果から湾灘別に全地点の上層のみの値を平均
ノリ養殖に必要な DIN、DIP 濃度は水産用水基準 (2013) より引用、アサリの生産に必要な DIN、DIP 濃度の値は浜口 (2011) より引用、播磨灘において漁獲量が多かった時代の DIN・DIP 濃度は反田ら (2013) より引用

図 7.5 三河湾と播磨灘の「豊かな海」の期間と総量規制後 (2002 年～2014 年) の栄養塩濃度の比較 (Ⅱ 類型・上層平均値)

7.2.5 大阪湾

大阪湾の「豊かな海」であったと考えられる年代は 1982 年から 1992 年である。この年代と総量規制開始後の 2002 年以降の栄養塩濃度を比較したものが図 7.6 である。

全窒素濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.34～0.45mg/L（年間平均値 0.39mg/L）であり、現状の 0.27～0.31mg/L（年間平均値 0.28mg/L）の約 1.3 倍である。

全リン濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.03mg/L 前後（年間平均値 0.03mg/L）、現状も 0.03mg/L 前後（年間平均値 0.03mg/L）である。

DIN 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.07～0.17mg/L（年間平均値 0.12mg/L）であり、現状の 0.05～0.1mg/L（年間平均値 0.07mg/L）の約 1.7 倍である。

DIP 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.012～0.016mg/L（年間平均値 0.015mg/L）であり、現状の 0.005～0.016mg/L（年間平均値 0.011mg/L）の約 1.3 倍である。

7.2.6 広島湾

広島湾の「豊かな海」であったと考えられる年代は 1982 年から 1992 年である。この年代と総量規制開始後の 2002 年以降の栄養塩濃度を比較したものが図 7.6 である。

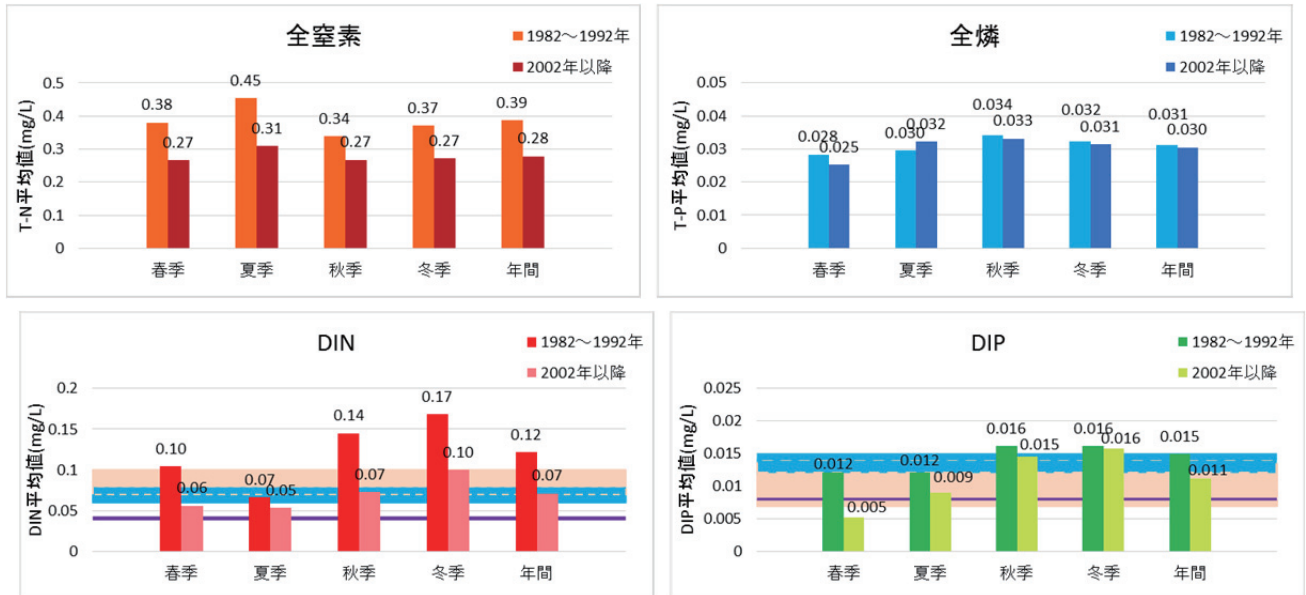
全窒素濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.25～0.31mg/L（年間平均値 0.27mg/L）であり、現状の 0.19～0.23mg/L（年間平均値 0.2mg/L）の約 1.3 倍である。

全リン濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.017～0.031mg/L（年間平均値 0.023mg/L）であり、現状の 0.015～0.026mg/L（年間平均値 0.02mg/L）の約 1.1 倍である。

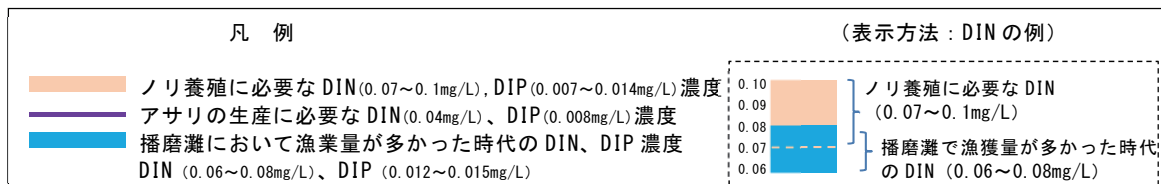
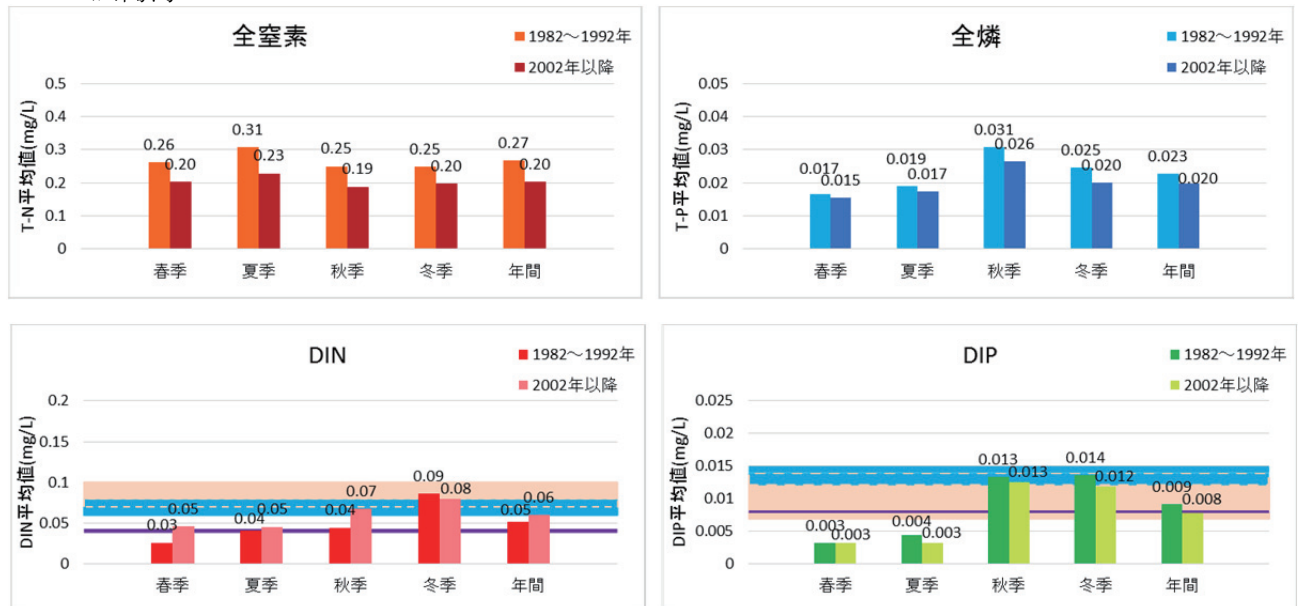
DIN 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.03～0.09mg/L（年間平均値 0.05mg/L）であり、現状の 0.05～0.08mg/L（年間平均値 0.06mg/L）の約 0.8 倍である。

DIP 濃度は、1982 年から 1992 年の季節別平均値が 0.003～0.014mg/L（年間平均値 0.009mg/L）であり、現状の 0.003～0.013mg/L（年間平均値 0.008mg/L）の約 1.1 倍である。

＜大阪湾＞



＜広島湾＞



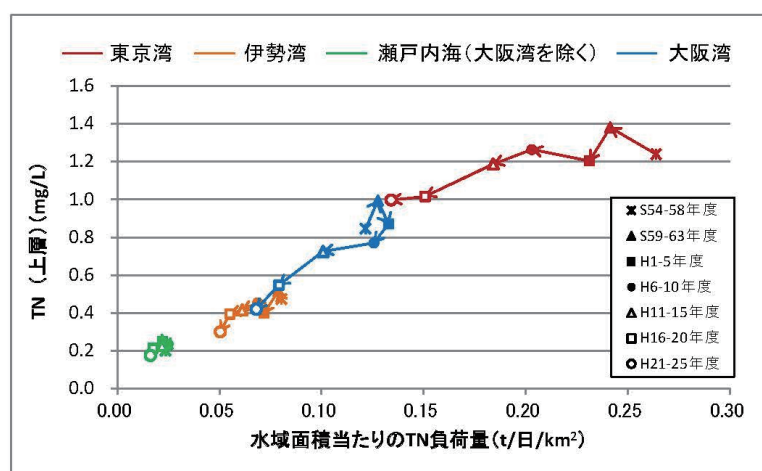
注) 広域総合水質調査結果から湾灘別に全地点の上層のみの値を平均
 ノリ養殖に必要な DIN、DIP 濃度は水産用水基準 (2013) より引用、アサリの生産に必要な DIN、DIP 濃度の値は浜口 (2011) より引用、播磨灘において漁獲量が多かった時代の DIN・DIP 濃度は反田ら (2013) より引用

図 7.6 大阪湾と広島湾の「豊かな海」の年代と総量規制後 (2002 年～2014 年) の栄養塩濃度の比較 (Ⅱ 類型・上層平均値)

7.2.7 まとめ

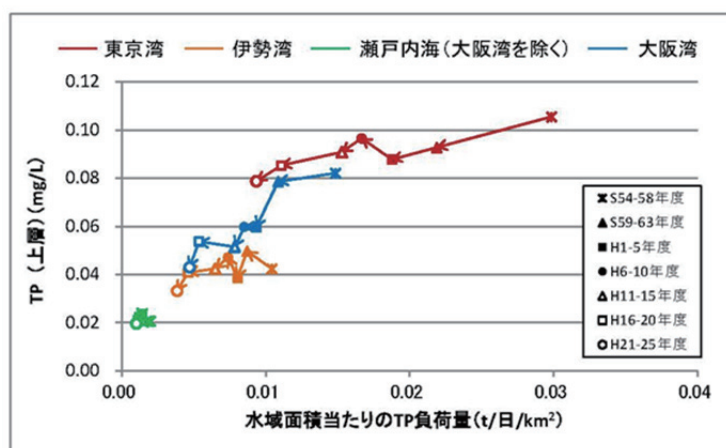
海域や季節によって栄養塩の減少率には差があるが、「豊かな海」であったと考えられる期間の全窒素および全磷濃度は、現状の概ね 1.1 倍から 1.7 倍程度であったとみることができる。

栄養塩の負荷量と海域における濃度には一定の正の相関関係がみられることから（図 7.7、7.8）、総量規制における全窒素および全磷の負荷量を現状の 1.1 倍から 1.7 倍程度に増やすことにより「豊かな海」の期間を実現できる可能性がある。ただし、栄養塩濃度の低下率が海域や季節によって異なることから、各海域の漁場環境や生物生産の構造を十分に把握しながら季節ごとに見直す必要がある。



注) 窒素負荷量については第 1 次～第 7 次総量削減開始年度の値を、水質については各総量削減期間中の平均水質を用いた。

図 7.7 水域面積当たりの窒素負荷量と全窒素濃度の推移 ²⁵⁾



注) リン負荷量については第 1 次～第 7 次総量削減開始年度の値を、水質については各総量削減期間中の平均水質を用いた。

図 7.8 水域面積当たりの磷負荷量と全磷濃度の推移 ²⁵⁾

8.1 物質循環の活用

沿岸に供給された栄養塩は一次生産を通して水生生物の生産に使われ、そのうち漁業生物が漁獲されて陸域に取り上げられることによって系外へ移出(水質浄化)される(図 8. 1)。これを物質循環という側面からみると、漁業は水質浄化と陸域を含めた栄養塩の循環に大きな役割を果たしているので、この役割を十分に活用すべきである。

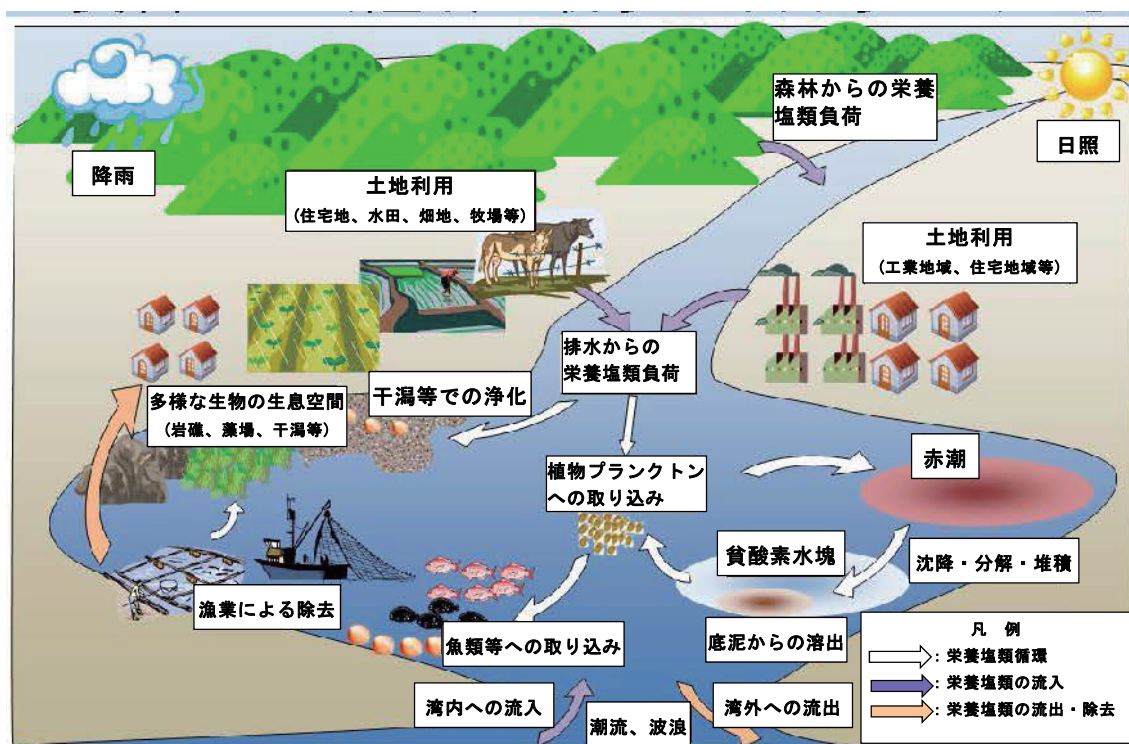


図 8.1 栄養塩の循環における漁業の役割²⁷⁾

8.2 陸水の有効利用

生活排水は下水処理施設において処理されてから沿岸へ流入するが、海域の富栄養化を防ぐ目的から現状では高度処理^{*29}が行われており、排水中の窒素および磷を極力削減する方向で運転されているので、これを見直す必要がある。標準的な下水処理方法は有機物の除去には効果があるものの、栄養塩である窒素や磷が十分に除去できないが、高度処理では、酸素条件を変えた反応槽を通すことで、窒素と磷を効率よく除去することができる。しかし、過剰な高度処理は沿岸の生物生産を低下させる。

高度処理施設の能力として、窒素および磷の削減の程度を適宜制御して排水することが可能である。瀬戸内海および有明海沿岸部の下水処理施設では、主に養殖ノリの収穫量の安定化あるいは品質の保持（色落ち対策）を目的として、12 施設（2012 年度末時点）で処理水中の窒素と磷を冬季に増加、夏季に減少させて排水する栄養塩管理運転^{*30}が行われている²⁸⁾。栄養塩管理運転とは、下水処理施設において放流先水域（主に海域）での利用を踏まえ、季節別または通年で栄養塩の放流を増減させるために行う処理施設（主に水処理施設）の運転方法を指す。

栄養塩管理運転は、沿岸の栄養塩を増加できることから、漁業生産に寄与する。しかし、ノリの色落ちの防止等の効果が実証された事例はあるが、現状では科学的に効果が裏付けられているとはいえない。今後は栄養塩管理運転の効果を明らかにするためのモニタリング調査を実施し、データを蓄積して管理手法に資することが重要であるとともに、全国で栄養塩管理運転を制度化することが必要である。

また、下水処理施設からの排水については、排水と海水との塩分差や水温差によって、沿岸部の養殖ノリに障害が発生する場合がある。そのため処理水は事前に海水と混合してから排水する等の対策も必要である。

生活排水以外に栄養塩の供給源として取水施設（ダムや堰等）からの放流がある。これまでに、有明海沿岸部において養殖ノリの色落ちを軽減させるために筑後大堰（筑後川）から不特定用水として緊急放流が行われ、これが効果を上げ、ノリの色落ちが改善された事例がある²⁹⁾。また、播磨灘においても同じ目的で加古川大堰（加古川）から放流³⁰⁾が行われた事例もある。

このほかにため池の水は全窒素の濃度が高いことから、農業用の「ため池干し」も有効である。兵庫県は農業用のため池の数が全国一であることから、ノリ漁場への栄養塩供給を目的に、漁業者が農業者に協力を呼びかけてため池干しが行われている。2011 年時点でこのようなため池干しが行われているのは淡路島と明石市であり、次第に拡大しつつある³⁰⁾。

また、農業で行われている施肥は、肥料が降雨等によって河川等を通じて海域へ流入し、これに含まれる窒素や磷等が生物生産に利用されることから、栄養塩の供給源として有効である。

化学肥料の国内需要量、稲作の 10a 当たり施肥量および農作物の作付け（栽培）延べ

面積の推移は図 8.2 に示すとおりである。

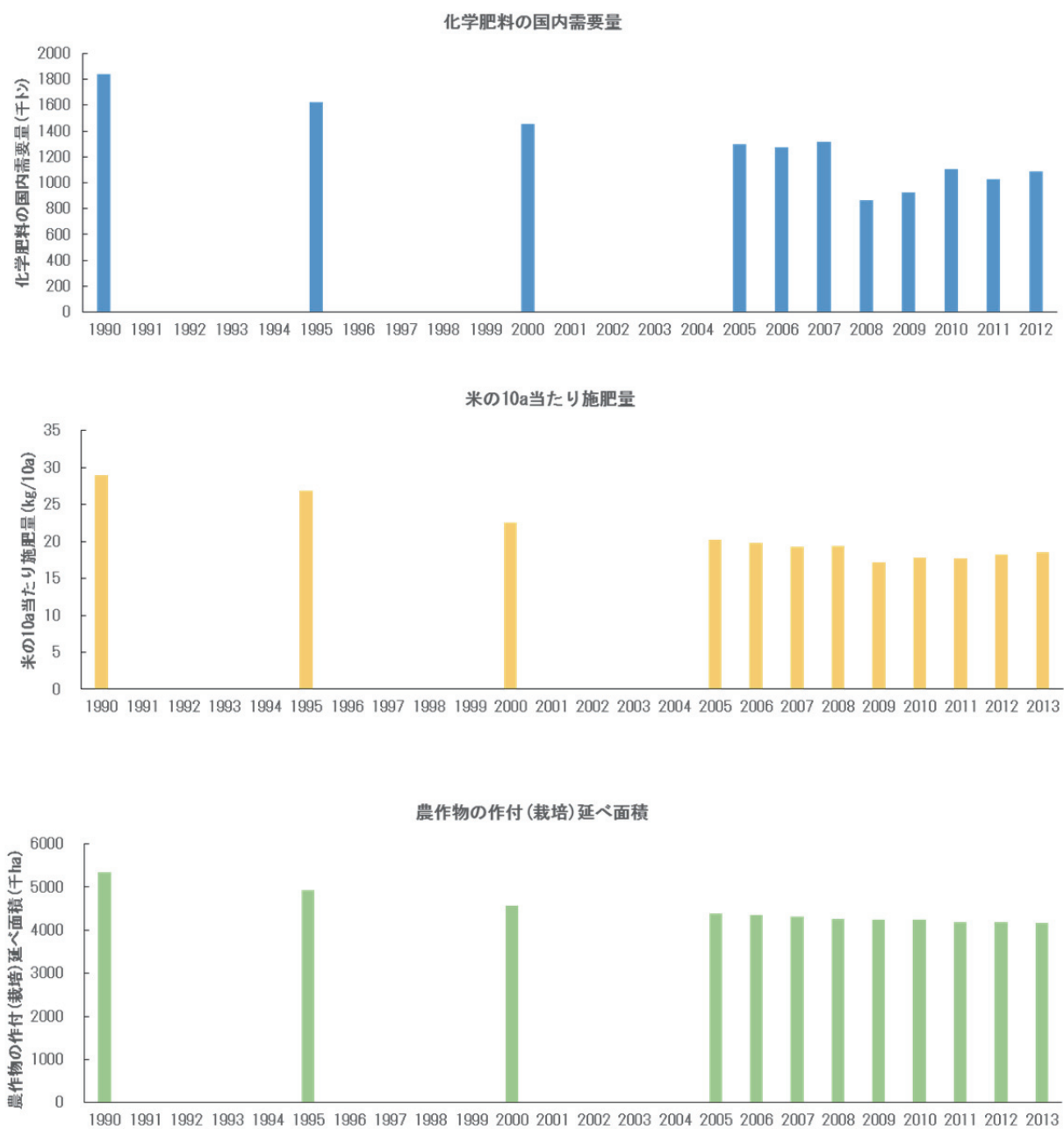


図 8.2 化学肥料の国内需要量・稲作の施肥量・農作物の作付け（栽培）延べ面積の推移³¹⁾

化学肥料の国内需要量は、資材費低減を目的とする施肥量削減の取り組みや農作物の作付面積の減少等により減少傾向にある。とくに 2008 年は、世界的な肥料原料価格の高騰により国内需要量が大幅に減少している。このように、農業における施肥量は減少傾向にあることから、海域への栄養塩供給量も減少していると推察される。

陸水を有効に利用すれば沿岸への供給源となるので、関係者等と調整を図りながら農業排水の利用を積極的に推進すべきである。

8.3 「豊かな海」を実現するための環境管理

8.3.1 今後の水質環境基準のあり方

前述のように、東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海のいずれにおいても、全窒素あるいは全リンの濃度が環境基準に定める各類型の基準値を下回る地点が多く、とくに漁業権漁場の大半が設定されているⅡ類型の水域では DIN あるいは DIP 濃度がノリ養殖にとってかなり不足している現状にある。

これまで、東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海では環境基準を達成するために総量規制が進められ、環境基準の達成率が向上したが、一方では栄養塩が不足し、漁獲量が減少している現状がある。また、東京湾、伊勢湾および瀬戸内海において「豊かな海」であったと考えられる期間の全窒素および全リン濃度は、総量規制開始後（2002 年～2014 年の平均値）の概ね 1.1～1.7 倍であったことから、漁獲量減少の原因はこれらの栄養塩の減少にもあると推察される。

これまでに述べてきたように、「豊かな海」実現するためには、総量規制における削減目標量を見直し、それとともに環境基準の類型指定を再検討すること等が必要である。栄養塩濃度からみると、Ⅱ類型の水域では少なくともノリ養殖業を営むことが厳しくなっている現状にある。漁業やノリ養殖業を維持するためには、少なくともⅡ類型の栄養塩濃度を上げて生物生産力を維持、向上せざるを得ない。このためには、類型指定を見直し、同時に海域での濃度が基準値程度となるように全窒素および全リンの負荷量を増やす等の対策が必要である。

ただし、栄養塩不足の度合いが海域によって異なることから、各海域の漁場環境や生物生産の構造を十分に把握し、海域単位で類型指定を見直すことが重要である。

8.3.2 総量規制からの脱却

汚濁負荷量が削減され水質の改善がみられた海域でも、赤潮による漁業被害が引き続き発生していること、漁獲量が減少傾向にあること等、海域の生物生息環境には依然として異変が続いているとの指摘がある¹⁰⁾。つまり、現状の環境基準の達成率の向上は必ずしも漁場環境の改善には結びついていないとの認識である。現状の環境基準では、全窒素および全リンが基準化されている。植物プランクトン等の一次生産者に吸収されやす

いのは無機態窒素および無機態リンであることから、窒素およびリンの全濃度で管理するのではなく、無機態の濃度を基準とし、モニタリングを実施すべきである。また、現状の環境基準は水質汚濁の防止を目的としていることから、基準値以下の濃度であれば達成とみなして運用されているところが問題である。漁業生産を維持する立場からは栄養塩が必須であるため、赤潮や貧酸素水塊の発生を抑えつつ、生物生産に適正な指標と濃度で管理するという考え方に転換する必要がある。

総量規制によって全窒素および全リンの環境基準達成率は向上したが、海域によっては貧栄養状態に陥っている。前述のように、東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海において「豊かな海」であったと考えられる期間の全窒素および全リン濃度は、現状の1.1～1.7倍程度であったことから、このまま総量削減施策を推進すると、沿岸の生産力はさらに低下するおそれがある。

周防灘では、夏季に25℃になるのに加えて、強く成層化することで、上層では陸水の供給がないと栄養塩は枯渇し、植物プランクトンの増殖が抑えられ、アサリの餌料が不足することがアサリの障害輪の形成やへい死の原因と推定されている¹⁹⁾。このような例からも、これまでの総量規制を見直し、沿岸の物質循環機能を向上させる方向に転換すべき時期にきていると考えている。

環境省では底層溶存酸素量を環境基準化し、瀬戸内海における湾灘ごと、季節ごとの状況を把握した上での栄養塩の濃度レベルの管理等の検討を進めている。栄養塩の循環を適切に管理するために海域および周辺地域（集水域）において実施すべき方策は、海域の地理的・地形的条件、海域の利用状況、周辺地域の経済・社会活動の状況等によって大きく異なる。そのため、それぞれの海域ごとに海域・陸域一体となった効率的かつ効果的な栄養塩の円滑な循環を可能とする管理方策を明らかにし、これに基づき、行政、地域住民、NGO・NPO、漁業者、事業者および研究者等が連携^{*31}して生物多様性に富んだ豊かで健全な海域の構築に向けた総合的な取組を実施する必要がある。これらの取組を計画的に実施するためには、関係者の理解を得た上で、海域ごとに栄養塩の円滑な循環を維持・達成するための具体的なプランを策定し、これに基づき関係者が共同で対策に取り組む必要がある。

具体的な目標は場所によって異なるが、藻場・干潟・浅場の保全と再生および造成を行った上で、適切な管理にもとづく栄養塩の適切な供給等がなされれば物質循環機能が向上し、水質の保全を図ることが可能となる。

新たに環境基準化された底層溶存酸素量についても、基準値を達成するためには流入負荷削減の管理だけではなく、藻場・干潟・浅場の造成等を行い生態ピラミッド全体を増大させることによって、植物プランクトン等の一次生産者に対する摂食圧を増やして赤潮の発生を抑える方向に主眼を移すべきであり、水産業では一般的に行われている二枚貝養殖や種苗放流もこれに貢献するので同時に強化すべきである。

8.3.3 生物を主体とした環境基準

環境基準および総量規制は、海域の富栄養化による赤潮および貧酸素水塊の発生やこれに伴う漁業被害、レクリエーションおよび景観への影響等が生じていることを背景として、栄養塩を減少させて富栄養化を防ぐ目的で進められてきた。しかし、良好な海域環境とは、多様な生物が様々な「生産の場」を利用して豊富に生息し、陸域等から供給された栄養塩がこれらに吸収された後、漁業によって系外へ移出するという物質循環、すなわち「豊かな海」が成立することである。このことから、これまでのように窒素および磷の環境基準を達成するために画一的に負荷量を削減するのではなく、今後は栄養塩を資源として捉え、「豊かな海」を創出できるように適切に供給し、管理するという考え方に改めるべきである。

8.3.4 湾灘の特性を生かしたきめ細かな施策

今後の沿岸の管理においては、「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備に基づく「豊かな海」の創出を目標とするとの観点から、海域の特性によって施策の優先順位を検討する必要がある。

例えば、海洋政策研究財団(2009)³²⁾によれば、東京湾や大阪湾では供給された栄養塩が滞留しやすいとされていることから、これを生物生産に転換するためには「生産の場」の確保を優先するべきであるということが出来る。一方、宮古湾、山田湾（岩手県）、橘湾（長崎県）等のような供給された栄養塩が流失しやすい海域では、「栄養塩の供給」を優先すべきであると考えられる。

このように漁業生産を維持し発展させる観点からは、海域の特性を生かしたきめ細かな施策が実施されることが重要である。また、港湾法では港湾の開発においては環境保全のための基本計画を定めることとされているため、港湾施設等も生物生産の妨げにならないよう、港湾計画を策定する段階から水産界からの要望、意見を取り入れ、港内の閉鎖性を緩和できるような環境配慮型施設等の整備を積極的に推進し、栄養塩を港内に滞留させることなく広い範囲に行き渡らせて、生物生産に活かすべきである。

8.3.5 省庁間の連携の強化

栄養塩の供給源は、河川水、生活排水、農業用水、工業用水等多岐にわたることから、それぞれの管理を所掌する省庁等が協議・連携して栄養塩の管理計画を定め、栄養塩の供給を事業化すべきである。事業の実施計画を策定するにあたっては、実施主体、目的、栄養塩の管理計画、管理手法、環境監視・モニタリング計画、評価手法等を定める必要があるが、これには赤潮や貧酸素水塊等の発生を抑制し、かつ、十分な漁業生産が得られることを目標にしなければならない。

省庁間の協議・連携により策定された計画に沿って栄養塩の管理を行い、その効果をモニタリングするときには、水質にとどまることなく漁業生産を指標とする調査を行い、

その結果を評価してより適正な管理計画の見直しに結び付ける必要がある。このような「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備を効果的に達成するためには、それぞれを所管する省庁や地方自治体の横断的な施策の実施が必須である。

また、「生産の場」の保全・造成も、実施や許認可を行う省庁等が連携して事業化すべきである。

事業の実施に際しては、各省庁等の所掌に応じて内容を分担して予算化し、関係する地方自治体への支援も行うことが必要である。

環境監視およびモニタリングは、生物生産力が評価できるような指標、すなわち生物種数や生物量および漁業生産量を定量化して調査を定期的に行う必要がある。また、環境監視およびモニタリングには可能な限り広い海域を設定し、関係する地方自治体や漁業者等の協力も得ながら実施して、結果を評価し、その評価に基づき事業計画を見直して改善するような順応的管理を行う必要がある。

9. 調査研究等の強化

9.1 科学的手法によるモニタリングの充実

海域の特性に適合した「豊かな海」を達成するための施策を検討するにあたっては、対象とする海域における障害（漁獲量の減少等）の原因を科学的手法によりの確に分析するとともに、その海域の特性や現状を把握した上で施策の目標を定め、その優先順位を決めるべきである。

「生産の場」の整備は「豊かな海」の実現に必須であることから、「生産の場」の質や量を定量的に把握できるモニタリングを定期的の実施し、「豊かな海」の達成度を評価する指標を定める必要がある。

現状で実施されている沿岸域における水質モニタリングは表 9.1 に示すとおりである。なお、沖合定線調査および沿岸定線調査は内湾では実施されていないため表から除いた。

浅海定線調査は、水産庁が府県に委託して 1972 年から実施してきたが、2011 年度以降は水産庁と連携して府県の主導のもとに実施している。この調査の技術的課題等については、国立研究開発法人水産研究・教育機構の水産研究所が府県と協議・調整している。水温、塩分、pH、SS、D0 および COD の基本項目は毎月実施しているが、窒素三態、無機態リン、総リン、植物プランクトン優占種とその細胞数、クロロフィル a およびフェオフィチン等の特殊項目は春夏秋冬の年 4 回実施している。

広域総合水質調査は、環境省がモニタリングを実施しており、年 4 回の測定を行っている。測定項目は浅海定線調査の項目に加えて、有機汚濁の指標として DOC（溶存有機炭素）、TOC（総有機炭素）、POC（懸濁有機炭素）、シリカが測定されている。

公共用水域水質測定調査は、環境省や都道府県がモニタリングを実施しており、毎月

1回の測定を行っている。測定項目は浅海定線調査の項目に加えて、水質環境基準（水生生物の保全）としての全亜鉛、ノニルフェノールおよびアルキルベンゼンスルホン酸およびその塩、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物質（油分等）および健康項目が測定されている。

表 9.1 現行の沿岸域における水質モニタリング

調査名	湾瀬名 (一部の事例)	調査頻度	水温	水質分析項目							
				pH	塩分	SS	COD	ろ過COD	DO	T-N	T-P
浅海定線調査	伊勢湾(三重県側)	1回/月	○	○	○		○		○		
	大阪湾		○	○	○		○		○		○
	周防瀬(山口県側)		○		○	○	○		○		
	安芸瀬(広島県側)		○		○				○		
	広島湾		○		○				○		
	備後瀬(広島県側)		○		○				○		
広域総合水質調査(※2)		4回/年	○	○	○		○	○	○	○	○
公共用水域水質測定調査		1回/月	○	○		○	○		○	○	○

調査名	湾瀬名 (一部の事例)	調査頻度	水質分析項目								
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	DOC	TOC	POC	全亜鉛	クロフィルa
浅海定線調査	伊勢湾(三重県側)	1回/月	○	○	○	○					○
	大阪湾		○	○	○	○					○
	周防瀬(山口県側)		○	○	○	○					○
	安芸瀬(広島県側)		○	○	○	○					○
	広島湾		○	○	○	○					○
	備後瀬(広島県側)		○	○	○	○					○
広域総合水質調査(※2)		4回/年	○	○	○	○	○	○	○		○
公共用水域水質測定調査		1回/月	△	○	○	△				○	△

調査名	湾瀬名 (一部の事例)	調査頻度	水質分析項目						
			フェオフィチン	イオン状シリカ (SiO ₂ -Si)	大腸菌群数	ノルマルヘキサン 抽出物質	ノニルフェノール	直鎖アルキルベンゼンス ルホン酸及びその塩	健康項目 (※1)
浅海定線調査	伊勢湾(三重県側)	1回/月							
	大阪湾		○						
	周防瀬(山口県側)								
	安芸瀬(広島県側)		○						
	広島湾		○						
	備後瀬(広島県側)		○						
広域総合水質調査(※2)		4回/年		△					
公共用水域水質測定調査		1回/月			○	○	○	○	○

※：○は共通の実施項目、△は一部の地点や海域で実施されている項目を示す。

浅海定線調査は、赤潮対策、増養殖漁場の環境把握のために実施している調査。広域総合水質調査、公共用水域水質測定調査は、水質汚濁防止法等に基づき実施している調査を示す。

※1：健康項目は、「人の健康の保護に関する環境基準」でカドミウム、全シアン、鉛、六価クロムなど27項目を示す。

※2：広域総合水質調査は上記水質調査以外に、一部の地点では植物プランクトン、動物プランクトン、底生生物の分析も実施している。

「豊かな海」を創出し、これを維持するとの観点から、上記に示した海域モニタリングに加えるべき項目は以下に示すとおりである。

9.1.1 生物（生態ピラミッドの各栄養段階の生物の種と量）

植物・動物プランクトン、海藻・海草類、底生動物、卵・仔稚、魚類、貝類、甲殻類等

9.1.2 「生産の場」

干潟、浅場、藻場の面積と質（底質および海藻・海草類の種組成）

9.1.3 物質循環の視点

栄養塩の流入負荷量

9.2 沿岸環境観測体制の充実

わが国沿岸では、これまで国、地方自治体等による沿岸定線、浅海定線調査等の定期的観測により、栄養塩や水温、生物資源をはじめとする水産に関する物理、化学および生物学的データの蓄積が行われてきた。これらのデータは、開発行為による地域的な海洋環境の変化や、地球温暖化のような地球規模での海洋環境の変化が水産資源に及ぼす影響を反映し、漁業生産を維持するための方策を模索する上で重要な基盤的資料となっている。近年海洋環境の変化が顕在化する中で、特に開発行為の影響を受けやすい内湾や閉鎖性水域では観測体制が十分とはいえない状況である。また、沿岸・沖合域では一応の観測体制が整備されているものの、最近では国の予算削減等の影響を受けてその規模を縮小せざるを得ない状況にあり、憂慮される事態が生じている。

したがって、「豊かな海」の実現を図り、沿岸域でも漁業生産を維持・発展させるためには、海洋環境観測の予算、機器、調査・研究に従事する者の充実と調査地点の拡充を図るとともに、漁業生物に関するデータベースを構築し、その利・活用体制を確立することが不可欠である。

9.3 今後の研究課題

9.3.1 科学的なデータの取得および知見の集積

ノリの色落ち問題や生物の生産力の低下等、栄養塩不足による様々な障害に対しては、地域により下水処理場の管理運転等の対応がなされている。部分的に改善が認められるものもあるが、その効果は地域によって様々で、継続性についても十分検討されていない状況である。これは障害の原因解明とそれに基づく対策手法の確立において、未だに科学的に十分解明されていないことが問題である。したがって、今後、「豊かな海」を実現するためには、栄養塩の供給量の管理だけではなく、物質循環の動態や干潟、藻場

等の「生産の場」が減少することでどのような影響があるかについて、科学的手法に基づいた研究やきめ細かなモニタリングを強化する必要がある。

ノリおよびアサリについては、限定的ではあるもののその生産を維持するための栄養塩濃度に関する知見がある。しかし、魚類や甲殻類へは餌料を通して間接的に影響を与えることから、必要な栄養塩濃度に関する知見が不足している。また、アサリ以外の二枚貝類やノリ以外の海藻海草類についても同様である。このことから、多様な漁業生物の生産を維持できる栄養塩濃度を明らかにするような研究を積極的に行うべきである。

9.3.2 物質循環および生物生産のメカニズムの定量的な解明

沿岸における多様な漁業の維持は、我が国の食料確保のために必要不可欠である。しかし、漁業生産を維持するために必要な「生産の場」の確保や栄養塩の供給については、その必要量を定量的に示すだけの科学的知見が十分には得られていないのが現状である。このことは沿岸における水産業を維持・発展させるためには反省しなければならない点であり、今後は沿岸における生物生産のメカニズムを定量的に解明する調査、研究を鋭意進める努力が必要である。

これまで述べてきたように、「豊かな海」の成立には「栄養塩の供給」と「生産の場」が必須であり、これらに基づく滑らかな物質循環に漁業が寄与することが必要である。今後、栄養塩の供給および「生産の場」を確保し、「豊かな海」の創出を事業化するために必要な研究課題を表 9.2 に示す。

栄養塩供給については、現在、物質循環モデルおよび生物生産モデル等の開発が進められており、これは、栄養塩の供給、生物による消費および漁獲による系外への移出等をモデル化し、物質循環の実態（一次生産から高次消費者、漁獲による系外への移出等、また、漁業と養殖業の配分等）を定量化するものである。しかし、今後は全湾レベルのような漁業が実際に操業される範囲を対象とする大型のモデルを開発し、土砂供給等といった「生産の場」の成立過程も含めて定量的に解析し、「豊かな海」の成立に必要とする栄養塩供給量や生産の場の規模等を数値化することが必要である。

これには、全湾レベルでの地形、栄養塩供給量、土砂供給量、水質、生物量および漁獲量等を正確に把握してモデル開発を行う必要があり、表 9.2 に示すような省庁系の調査研究機関はもとより、大学等を含めた広範な連携が必要である。

表 9.2 「豊かな海」を創出するために必要な研究課題

研究課題	連携すべき調査研究機関の候補
・生物生産モデル開発 ・生物量・漁獲量等の把握等	国立研究開発法人水産研究・教育機構 他
・物質循環モデル開発 ・水域環境の把握等	・国立研究開発法人国立環境研究所 ・国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 他
栄養塩流入量や土砂供給量の実態把握等	・国立研究開発法人土木研究所 ・国土交通省国土技術政策総合研究所 他

10. 沿岸域の豊かな漁業生産を維持するための提言

10.1 沿岸漁業の維持は適正な物質循環の保全に必須である

「豊かな海」とは、河川等からの栄養塩の供給を背景として、多様な漁場環境を形成している浅場や干潟等において多くの漁業生物が生産され、活発な食物連鎖によって栄養が効率良く滑らかに循環する海であり、同時に生態ピラミッドの各栄養段階の現存量が十分に大きな海を指す。

沿岸に供給された栄養塩は一次生産を通して水生生物の生産に使われ、そのうち漁業生物は漁獲されて陸域に取り上げられることによって系外へ移出（水質浄化）される。これを物質循環という側面からみると、漁業は水質浄化と陸域を含めた栄養塩の循環に大きな役割を果たしているので、沿岸漁業の維持は滑らかな物質循環の保全に必須である。

10.2 「生産の場」を適切に配置する

沿岸を「豊かな海」にするためには、栄養塩が十分に供給されるだけでなく、同時に多様な生物の生産基盤となる干潟、浅場、岩礁および藻場等の「生産の場」が確保されなければならない。栄養塩の供給は、「豊かな海」を実現するための必要条件、「生産の場」の整備は十分条件であり、一方が欠けても「豊かな海」は成立し得ない。

栄養塩が十分に供給されない場合には水生生物の成長の停滞を招き、「生産の場」が十分に確保されない場合には水生生物に利用されなかった栄養塩が赤潮や貧酸素水塊の発生の原因となり、海域環境の悪化を招くこととなる。

東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海といった主要な内湾では、干潟および藻場のいずれもが減少する傾向にあるが、三河湾では人工的に浅場や干潟を造成することによりアサリの漁獲量が増加した事例もある。このことから、河川からの土砂供給を適切に維持することも含め、干潟および浅場等といった「生産の場」を適切に配置、維持することが必須であり、これと適切な栄養塩供給を組み合わせることによって初めて「豊かな海」が達成できる。

10.3 環境基準の類型指定を見直す

環境基本法では、第三節第十六条 3 に「第一項の基準（環境基準を指す）については、常に適切な科学的判断が加えられ、必要な改定がなされなければならない。」とある。また、「水質汚濁に係る環境基準の取扱いについて（昭和 45 年 7 月 23 日 経企水公 77 号）」の「4 環境基準の見直し」には、「環境基準は、固定したものではなく、今後、科学的な判断の向上、水質汚濁源の状況の変化、水域利用の態様の変化等に伴い、適宜見直しを行い、基準値の変更、項目の追加、各水域類型の該当水域の変更等所要の改定を

行うものとされた」とある。

環境基準の類型指定は、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こととされているが、現状では赤潮の発生件数が減少し、発生する水域も縮小しており、海域の富栄養化の度合いが変化している。このように植物プランクトンの著しい増殖が生じるおそれのある海域が縮小しており、海域の富栄養化の状態や漁場利用の実態に合わせて類型指定を見直すべき時期にきている。

総量規制の結果、栄養塩濃度が低下したため、とくにⅡ類型の水域においてノリ養殖や漁業生物の生産が厳しい状況にある。環境基準では、カキ養殖には窒素・リン等の栄養塩が必要であり、Ⅱ類型およびⅢ類型、ノリの生産には同様にⅢ類型およびⅣ類型が平均的な水質であるとしている。しかし東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海では、Ⅱ類型の水域が広いために共同漁業権および区画漁業権のほとんどがⅡ類型の水域に設定されているのが実態であり、漁場と類型指定が一致していない。「水質汚濁に係る環境基準について」（告示・S46.12.28 環告 59）では、「第1の2(2)」において類型指定を行う際の基本的な考え方が示されており、「ウ 当該水域の利用目的及び将来の利用目的に配慮すること。」とある。漁業は主要な利用目的の一つであり、また、主要な内湾ではⅡ類型の水域に大半の漁業権が設定されていることから、適切な漁場利用計画の面からもⅡ類型の水域をⅢ類型に変更する等、現状の水域利用に合った類型指定に見直すべきである。

10.4 栄養塩濃度を基準値程度で管理する

東京湾の全リンや伊勢湾、三河湾、播磨灘および広島湾の全窒素、全リンは経年的に濃度が低下し、Ⅳ類型の水域の地点の濃度がⅢ類型の基準値を下回る、あるいはⅢ類型の水域の地点の濃度がⅡ類型の基準値を下回る地点がみられ、これに応じて DIN あるいは DIP がノリ養殖にかなり厳しい濃度にまで低下している現状にある。このことは、栄養塩の濃度が低ければ低いほど良いというものではないとする環境基準の考え方に反しており、また、濃度が下がりすぎると漁業に支障が生じる場合があることを具体的に表すものである。ただし、Ⅱ類型およびⅢ類型の水域の全窒素および全リンの濃度が基準値程度であれば、DIN および DIP の濃度がノリ養殖に必要な濃度を満足する地点が多いことから、海域の栄養塩濃度は、基準値を下回り過ぎることのない基準値程度で管理すべきである。つまり、類型指定を見直すと同時に、全窒素および全リンの濃度が基準値程度となるように、環境基準の達成率を低下させない範囲で負荷量を増やすべきである。

また、現状の総量規制は、海域の富栄養化を防止することを目的として栄養塩負荷量を削減する方針であるが、栄養塩は生物生産および生態系の維持に必須の資源であることから、今後は総量規制を資源の管理手法と位置づけ、栄養塩を適切に供給して利用するという考え方に改めるべきである。

10.5 必要なモニタリングを行う

干潟や藻場等の「生産の場」の整備は「豊かな海」の実現に必須であることから、「生産の場」の質や量を定量的に把握できるモニタリングを定期的を実施し、「豊かな海」の達成度を評価する指標を定める必要がある。

「豊かな海」を創出し、これを維持するためには、現行で実施されている海域モニタリングに「生物」（植物動物プランクトン、海藻・海草類、底生動物、卵・仔稚、魚類、貝類、甲殻類等）、「生産の場」（干潟、浅場、藻場の面積と質（底質および海藻・海草類の種組成））および「物質循環の視点」（栄養塩の流入負荷量）を加えるべきである。

10.6 調査・研究を促進する

10.6.1 漁業生物に必要な栄養塩

ノリの色落ち問題や生物の生産力の低下等、栄養塩不足による様々な障害に対しては、障害の原因解明とそれに基づく対策手法の確立において、未だに科学的に十分解明されていないことが問題である。したがって、今後、沿岸域の豊かな漁業生産を担保する「豊かな海」を実現するためには、栄養塩の供給量の管理だけではなく、物質循環の動態や干潟、藻場等の「生産の場」が減少することでどのような影響があるかについて、科学的手法に基づいた研究やきめ細かなモニタリングを強化する必要がある。

ノリやアサリ等の限られた漁業生物については、その生産を維持するための栄養塩濃度に関する知見がある。しかし、魚類や甲殻類へは餌料を通して間接的に影響を与えることから、必要な栄養塩濃度に関する知見が不足している。また、アサリ以外の二枚貝類やノリ以外の海草海藻類についても同様である。このことから、多様な漁業生物の生産を維持できる栄養塩濃度を明らかにするような研究を積極的に行うべきである。

10.6.2 漁業生物の生産メカニズムの定量的な解明

沿岸における多様な漁業の維持は、我が国の食料確保のために必要不可欠である。しかし、漁業生産を維持するために必要な「生産の場」の確保や栄養塩の供給については、その必要量を定量的に示すだけの科学的知見が十分には得られていないのが現状である。このことは沿岸における水産業を維持・発展させるためには反省しなければならない点であり、今後は沿岸における生物生産のメカニズムを定量的に解明する調査、研究を鋭意進める努力が必要である。

「栄養塩供給」については、現在、物質循環モデルおよび生物生産モデル等の開発が進められており、これは、栄養塩の供給、生物による消費および漁獲による系外への移出等をモデル化し、物質循環の実態（一次生産から高次消費者、漁獲による系外への移出等、また、漁業と養殖業の配分等）を定量化するものである。しかし、今後は全湾レ

ベルのような漁業が実際に操業される範囲を対象とする大型のモデルを開発し、土砂供給等といった「生産の場」の成立過程も含めて定量的に解析し、「豊かな海」の成立に必要な栄養塩供給量や生産の場の規模等を数値化することが必要である。これには、全湾レベルでの地形、栄養塩供給量、土砂供給量、水質、生物量および漁獲量等を正確に把握してモデル開発を行う必要がある。

10.7 栄養塩管理の枠組みを見直す

これまで、環境基準や総量規制は、海域の富栄養化による赤潮および貧酸素水塊やこれに伴う漁業被害、レクリエーション、景観への影響にみられるような海域環境の悪化を未然に防止するために、陸域から流入する窒素や磷を減少させることを目的に進められてきた。しかし、これからは従来の化学的視点だけで基準値を決めるのではなく、生物生産を主体とした海の生産力を最大限に利用するように生物学的視点を取り入れることも重要であると考えている。

安心で安全な食材を国民に提供している沿岸漁業を単に食料を供給する産業としてだけではなく、わが国の食文化を将来に継承するという観点からもとらえる必要がある。我が国の沿岸の生物生産力は、環境基準や総量規制への取り組みが各地で強化され「きれいな海」が実現したのに伴って、減少の一途を辿っており、この状態が恒常化すれば沿岸漁業は存続の危機に立たされることになる。

生物生産を主体とした環境基準や総量規制の導入にあたっては、海域を一律に規制するのではなく、個々の湾や灘の海洋学的特徴を生かしつつ、そこで営まれている漁業の実態を踏まえ、物質循環に基づいたきめの細かい規制が必要であると考えている。

しかしながら、海域は漁業の「生産の場」となっているばかりでなく、海運業や観光業等が利用している。「きれいな海」が実現した今日において、沿岸漁業を維持し発展させるために生物生産主体の栄養塩管理を行って「豊かな海」を実現することは、他の産業の利用に対して不利益にならない。

今後の栄養塩管理においては、生物生産を制御している栄養塩を資源としてとらえ、「豊かな海」を創出できるように適切に管理・運営する枠組みを構築するにあたっては、漁業生産を所管する省庁が関係省庁と連携し、主導的に管理を進めるべきであると考えている。

用 語 解 説

＊ 1 水質環境基準

環境基本法第 16 条に基づき、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基準として定められたものである。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）に分けて定められている。人の健康の保護に関する環境基準、水質（河川）の生活環境に関する環境基準、水質（湖沼）の生活環境に関する環境基準、水質（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別表で定められている。

＊ 2 水質総量規制

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ついて工場・事業場等が集合し、汚濁物質の発生施設ごとの排出規制では水質環境基準の確保が困難である場合に、地域全体の排出総量を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、個々の発生施設ごとの排出基準よりも厳しい基準が設けられている。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。また規制は順次改定される。

＊ 3 瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律

瀬戸内海環境保全特別措置法の一部が 2015 年に改正された。この改正により、地域の多様な主体による活動を含め、藻場・干潟その他の沿岸域の良好な環境の保全・再生、創出等を行うこと、環境の保全に関する施策は、瀬戸内海の湾、灘その他の海域ごとの実情に応じて行われなければならないこと、府県計画の策定時における協議会の意見聴取、貧酸素水塊の発生機構の解明およびその防除技術の開発等、生物の多様性および生産性の確保に支障を及ぼすおそれがある動植物の駆除等、水産動植物の繁殖地の保護および整備等並びに瀬戸内海の環境の調査等が追加された。

＊ 4 藻場・干潟ビジョン

水産庁漁港漁場整備部長が召集する検討会である。沿岸域に存在する藻場・干潟は、水産動植物にとっての産卵や育成の場等となっているが、昨今の海水温上昇等による植食性魚類の北上や藻の大量流出などにより、整備実績を上回る速度で沿岸域の藻場・干潟面積が減少しているほか、ホトトギスガイなどの有害生物による干潟機能の低下が報告されるなど、実効性のある整備・保全を行う必要がある。このような状況を踏まえ、水産資源の回復に向けた効率的かつ効果的な藻場・干潟の保全・創造に向けた基本的な考え方および各県各海域の藻場・干潟ビジョン（個別海域における藻場・干潟の保全・創造に関する総合計画）作成にあたっての視点について検討を行い、国の藻場・干潟ビジョンとしてとりまとめている。

＊ 5 漁業影響調査指針

現行の環境影響評価制度では漁業（養殖業を含む）は評価の対象とされていないが、漁業は国民に安心・安全な食料を提供する重要な産業である。漁業を維持し発展させるとの立場から沿岸の開発行為に対して、回避を前提として協議を重ね、公共性等の見地から回避が困

難な場合には、その影響を最小限にとどめるための緩和策や漁場環境モニタリング調査の実施等を提言している。このように沿岸漁業を維持し、漁場となる海や水産資源を守り、海の恵みが次世代に受け継がれるよう漁業関係者および開発事業者の双方に対して、漁業影響調査に関する基本的な考え方を示したものである。社団法人日本水産資源保護協会・全国漁場環境保全協議会・全国漁業協同組合連合会によって取りまとめられ、平成 17 年 3 月に公開されている。

＊ 6 第 8 次水質総量削減計画

昭和 54 年から東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海で水質総量削減を実施しており、削減対象として、第 1 次から化学的酸素要求量（COD）を指定し、第 5 次からは窒素およびリンを追加している。東京湾および伊勢湾では、今後も水環境の改善を進めることとし、大阪湾では、窒素およびリンの環境基準の達成状況を勘案しつつ、とくに有機汚濁の観点から水環境改善を進めることとし、大阪湾を除く瀬戸内海では、現在の水質が悪化しないように必要な対策を講じることとして、平成 28 年 9 月に環境大臣により第 8 次となる「総量削減基本方針」が策定された。

＊ 7 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。平成 25 年 8 月 30 日に、環境大臣が中央環境審議会に対して諮問した「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について」（諮問第 358 号）について、同年 12 月より、中央環境審議会水環境部会に設置された生活環境項目環境基準専門委員会において検討がなされ、平成 27 年 10 月に報告が取りまとめられた。この報告は、平成 27 年 12 月 4 日に開催された中央環境審議会水環境部会（第 40 回）において審議・取りまとめがなされ、12 月 7 日付けで中央環境審議会会長から環境大臣へ答申がなされた。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、底層溶存酸素量を新たに生活環境項目環境基準に追加された。

＊ 8 高度不飽和脂肪酸

魚介類（鯨類を含む）は良質なたんぱく質や健康に良いと考えられる EPA、DHA 等の高度不飽和脂肪酸をその他の食品に比べ一般に多く含み、また、微量栄養素の摂取源である等、健康的な食生活にとって不可欠で優れた栄養特性を有しているとされている。

＊ 9 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。

＊10 ノリの色落ち現象

ノリ葉体に含まれる色素含有量が減少し、葉体の色が黄褐色化する現象を指す。一般にノリ養殖においては水中の栄養塩、とくに窒素の不足によって生じるとされている。

＊11 有害赤潮

赤潮とは、海水中で微小な生物（主に植物プランクトン）が異常に増殖し、そのために海水の色が変わる現象である。原因は水中の栄養塩が多くなり、プランクトンが大量発生するためとされており、赤潮の原因プランクトンは珪藻、ラフィド藻、渦鞭毛藻、繊毛虫などがある。赤潮が発生すると水中の酸素をプランクトンが大量に消費する、魚介類の鰓などの呼吸器官にプランクトンが詰まる、藻類が発生する毒素による影響などで、魚介類に多大な影響を及ぼす。

＊12 ベントス

河川・湖沼・海洋など水域で生活する生物の生活形による分類であり、水底を生活圏としている生物群の総称である。底生生物ともいう。砂泥中に潜入生活している生物として、環形動物のゴカイ、軟体動物のアサリ・ハマグリなどがある。岩礁や砂泥上を這い回る生物として、節足動物のエビ・カニ類、軟体動物のタコ・サザエ、棘皮動物のヒトデ・ウニ・ナマコ類などがある。

＊13 食物連鎖における生態ピラミッド

水域における物質循環は、供給された栄養塩が一次生産者である植物プランクトンや藻類に吸収され、これを低次の消費者である動物プランクトンや底生動物、小型魚類等が餌料として利用し、さらにこれらを大型魚類等の高次消費者が餌料とする食物連鎖により成立している。また、食物連鎖における各栄養段階の現存量は植物プランクトン等の一次消費者が最も大きく、高次消費者が最も少ない。すなわち一次消費者を底辺、高次消費者を頂点とするピラミッド状の構造として一般的に認識されている。本委員会報告では、これらのうち水産生物を最終的に食するのは人間であるという観点から、人間以外の「消費者」を「生産者」として表現した。

＊14 無機態窒素(DIN)

水質分野では、窒素とは無機態窒素または有機態窒素のことで、無機態窒素はアンモニウム性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素に分けられる。無機態窒素は植物に直接的に利用される。

＊15 無機態リン(DIP)

全リンはリン化合物全体のことで、無機態リンと有機態リンに分けられる。無機態リンは植物に直接的に利用される。

＊16 環境基準の類型

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、海域は3類型（全窒素および全リンについては4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、利水目的に応じて数個の水域類型（ランク付け）指定する必要があり、これを類型指定という。

＊17 全窒素

無機態窒素と有機態窒素の合計量を指す。総窒素ともいう。水の富栄養化の程度を表す指標の一つである。富栄養化のおそれのある湖沼および海域について、環境基準および排水基準が定められている。

＊18 全燐

水中に溶解している無機態リンと有機態リンの総量を指す。水の富栄養化の程度を表す指標の一つである。富栄養化のおそれのある湖沼および海域について、環境基準および排水基準が定められている。

＊19 排出負荷量

水環境に流入する陸域から排出される有機物や窒素、リン等の汚濁物質量を指し、総量規制や廃水処理設備の設計の際に用いられる。一般的には、汚濁物質の時間あるいは日排出量で表わし、「排出負荷量＝濃度×排水量」で計算する。工場や事業場などからの排水については、濃度による規制が多いが、たとえ濃度が小さくても排出量が大きければ環境に与える影響は大きくなるため、通常環境への影響を推定する場合は排出負荷量を用いる。

＊20 広域総合水質調査

広域総合水質調査は、海域の水質の実態を毎年、同時期・同一地点で統一的な手法で調査することにより、総合的な水質汚濁防止対策の効果を把握し、また水質汚濁メカニズムの解明に必要な基礎資料を得ることを目的としている。環境省の委託により、昭和47年度（1979年度）から東京湾、伊勢湾、三河湾および瀬戸内海で実施されている。

＊21 4項移動平均値

移動平均は、時系列に並ぶデータがあるときに1項ずつ項をずらしながら平均を求める方法である。4項移動平均値とは、原データの第1項から第4項までの平均値、第2項から第5項までの平均値、第3項から第6項までの平均値といったように求める。

＊22 定量限界値

定量限界値は、その分析法で正確に定量できる最低濃度を指す。

＊23 DO

溶存酸素量とは、水中に溶存する酸素の量を指す。水質の指標として用いられる。DOはDissolved Oxygenの略である。

＊24 利用目的

水質環境基準における利用目的は、各類型の基準値を達成することによって類型毎に達成すべき目的を指す。例えば、全窒素（海域）の類型Ⅱの利用目的の一つは、水産1級（底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される）である。これは、

類型Ⅱの基準値を達成することにより、底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される水域を達成することを目的としている。

＊25 利水障害

利水とは、水を生活用水、農業用水および工業用水などとして利用するほか、舟運および海面をレクリエーションの場として利用することや魚介類が健全に生息できることなどを指す。利水障害とは、何らかの原因によりこれらの利用に障害が生じることを指し、例えば、アオコの発生によって生活用水が取水できなくなることや貧酸素水塊や赤潮の発生によって魚介類が減少することなども利水障害である。

＊26 漁業権

漁業権とは、一定の水面において、特定の漁業を一定の期間、排他的に営む権利を指す。都道府県知事（一部は農林水産大臣）の免許によって設定される。みなし物権（物権的請求権（妨害排除、妨害予防）を有する。譲渡が制限されており、貸付けは禁止である。漁業権には、ぶり定置網、さけ定置網などの定置漁業権（存続期間：5年）、かき養殖、魚類小割り式養殖および真珠養殖など、一定の区域において養殖業を営む権利である区画漁業権（存続期間：5年又は10年）およびあわび、さざえ、うに漁業などを行う共同漁業権（存続期間10年）の3種類がある。

＊27 経営体数

ここでは漁業経営体数を指す。過去1年間に利潤または生活の資を得るために、生産物を販売することを目的として、海面において水産動植物の採捕または養殖の事業を行った世帯または事業所の数を指す。ただし、過去1年間ににおける漁業の海上作業従事日数が30日未満の個人経営体は除く。

＊28 漁労体数

漁業経営体が海面漁業を営むための漁労の単位を指す。漁船漁業における単船操業の場合は1隻を1漁労体、複船操業の場合は1組を1漁労体とし、大型定置網は定置漁業権1件ごとに1漁労体とする。漁労体数の単位は「統」である。

＊29 高度処理

富栄養化対策として、窒素やリンを除去する排水処理方法を指す。標準的な下水処理方法は有機物の除去には効果があるものの、栄養塩である窒素やリンが十分に除去できない。高度処理では、酸素条件を変えた反応槽を通すことで、窒素とリンを効率よく除去することができる。下水中のアンモニア性窒素は好気性条件で硝化細菌によって硝酸化され、その後無酸素槽で脱窒細菌の呼吸によって窒素ガスとして大気中に放出される。一方、リンは好気条件で微生物体内に蓄積され、沈殿汚泥と一緒に取り除かれる。

＊30 栄養塩管理運転

下水処理施設において、放流先水域（主に海域）の利用を踏まえ、季節別または通年で栄養塩の放流を増加させるために行う処理施設（主に水処理施設）の運転を指す。

＊31 行政・地域住民・NGO・NPO・漁業者・事業者・研究者等が連携する湾灘協議会の例
名称：播磨灘等環境保全協議会

主旨：兵庫県では、瀬戸内海を豊かで美しい「里海」として再生するため、平成 27 年 10 月に改正された瀬戸内海環境保全特別措置法第 4 条第 1 項の規定に基づき、「瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画」の策定中です。このたび、同県計画推進のため、標記協議会を設立することとしました。

日時：平成 28 年 5 月 9 日（月曜日）14 時 00 分～15 時 30 分

会場：ホテル日航姫路 3 階「藤の間」（姫路市南駅前町 100 番）

議題：(1)播磨灘等環境保全協議会について、(2)瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画（案）について

講演：栄養塩管理の方向性について 藤原 建紀 京都大学名誉教授

構成員：京都大学名誉教授 藤原 建紀、環境省近畿地方環境事務所、水産庁瀬戸内海漁業調整事務所、国土交通省近畿地方整備局、海上保安庁第五管区海上保安本部、姫路市、明石市、洲本市、相生市、加古川市、赤穂市、高砂市、南あわじ市、淡路市、たつの市、播磨町、兵庫県漁業協同組合連合会、兵庫県環境保全管理者協会、兵庫県

参考文献

- 1) 山本民次 (2015) : 瀬戸内海の栄養塩管理～持続的な海藻養殖に向けて～, 海洋と生物, 37 (3), 生物研究社, 207-208
- 2) 一般社団法人 全国水産技術者協会・沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会 (2015) : 沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言
- 3) 水産庁 (2014) : 平成 25 年度水産白書
- 4) 全国漁業協同組合連合会ホームページ
- 5) 水産庁ホームページ
- 6) 中央ブロック水産業関係研究開発推進会議・東京湾研究会 (2013) : 江戸前の復活！東京湾の再生をめざして
- 7) 鈴木輝明 (2013) : 伊勢・三河湾の水産資源と環境. 知多半島の歴史と現在 (17 号). 日本福祉大学
- 8) 農林水産省 (2011) : 農林水産省における瀬戸内海環境保全の取組
- 9) 環境省有明海・八代海等総合調査評価委員会 (2017) : 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告
- 10) 鈴木輝明 (2006) : 干潟域の物質循環と水質浄化機能. 地球環境, 11 (2), 161-171
- 11) 国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所 (2007) : 「三河湾データブック 2007」
- 12) 環境省 : 環境総合データベース
- 13) 石井光廣・長谷川健一・松山幸彦 (2008) : 東京湾のノリ生産に影響を及ぼす環境要因 : 栄養塩の長期変動および最近の珪藻赤潮発生. 水産海洋研究 72 (1), 22-29
- 14) 伏屋 満 (2003) : ジョイントシンポジウム「ノリ養殖と沿岸環境」, 3. 近年の生産動向・問題点 3-3 伊勢湾・三河湾 (愛知県海域). 日水誌 69 (3), 426-427
- 15) 永田誠一・名角辰郎・中谷昭泰 (2001) : 近年の播磨灘主要ノリ漁場の環境調査結果. 兵庫水研報 (36), 59-73
- 16) 渡辺康憲・川村嘉応・半田亮司 (2004) : ノリ養殖と栄養塩ダイナミクス. 沿岸海洋研究 42 (1), 47-54
- 17) 社団法人 日本水産資源保護協会 (2013) : 水産用水基準 第 7 版 (2012 年版)
- 18) 中央公害対策審議会 (1993) : 海域の窒素及び磷に係る環境基準等の設定について (答申)
- 19) 浜口昌巳 (2011) : 一次生産の変化と有用種の関係 (二枚貝). 水研センター研報, 第 34 号, 33-47
- 20) 藤林 (2013) : 大阪湾の環境と水産資源について、第 6 回大阪湾 53pickup! 水辺を守る釣り人ミーティング講演資料
- 21) 反田 實・原田和弘 (2013) : 瀬戸内海東部海域の栄養塩環境の現状および改善に向けた取り組みと課題. 海洋と生物, 35 (2)
- 22) 海域に係る窒素・りん等水質目標検討会 (1992) : 海域に係る窒素・りん等水質目標検討調査 結果報告書
- 23) 中央環境審議会 (2015) : 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)
- 24) 曾根亮太・蒲原 聡・鈴木輝明 (2016) : 内湾環境の現状とより豊かな海とするための課題-海から見た下水道整備のあり方-. 月間下水道, 39 (8), 22-28
- 25) 中央環境審議会 (2015) : 第 8 次水質総量削減の在り方について (答申)
- 26) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所ホームページ : 瀬戸内海の赤潮
- 27) 環境省 (2015) : 「海域のヘルシープラン (海域の物質循環健全化計画) 策定の手引き
- 28) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 (2014) : 栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集
- 29) 井山 聡 (2007) : 筑後川・有明海の環境保全に向けた河川水量の確保について. 日本水産学会誌, 73 (1), 108-111
- 30) 反田 實・原田和弘 (2012) : 瀬戸内海東部 (播磨灘) の栄養塩環境と漁業. 海洋と生

物, 34(2), 132-141

31) 農林水産省 (2015) : 肥料をめぐる事情

32) 海洋政策研究財団 (2009) : 平成 20 年度全国閉鎖性海湾の海の健康診断調査報告書
全国 71 閉鎖性海湾の海の健康診断 一次診断カルテ

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に 関する緊急提言

平成 27 年 11 月

一般社団法人 全国水産技術者協会
沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会

委 員 名 簿

鈴木 輝明	名城大学大学院総合学術研究科 特任教授
反田 實	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 技術参与
中田喜三郎	名城大学大学院総合学術研究科 特任教授
◎松田 治	広島大学 名誉教授
山口 徹夫	兵庫県漁業協同組合連合会 専務理事
山田 久	一般社団法人 全国水産技術者協会 理事(元中央水産研究所長)

◎：委員長

「沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会」

開催経過

第1回 平成26年12月10日(水)
第2回 平成27年 3月24日(火)
第3回 平成27年 7月 7日(火)
第4回 平成27年10月15日(木)

連絡先

一般社団法人 全国水産技術者協会

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル9階

TEL：03-6459-1911 FAX：03-6459-1912

E-mail：zensuigikyo@jfsta.or.jp

は じ め に

わが国の高度成長期以降に始まった沿岸（以下、内湾を含む海域を指す）の水質汚濁に対して、全窒素および全リンに対する水質環境基準¹等の設定や東京湾、伊勢湾および瀬戸内海を対象に総量規制²を行うなどの様々な水質保全の取り組みが功を奏し、水質・底質環境はかなり改善された。しかしながら、依然として一部の海域では、貧酸素化が深刻な問題となっている。このような現状に対して、瀬戸内海では「瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律」³が成立し、水産庁においては「藻場・干潟ビジョン検討会」⁴が、環境省では新たな水質環境基準の検討や、今後の水質総量削減計画の中に藻場・干潟等の造成が盛り込まれる等、沿岸の環境の保全・再生および生物生産を回復させるための取り組みが進められることとなった。

漁業生産において重要な位置を占める沿岸では、近年ノリ養殖における色落ち現象の頻発や魚介類の漁獲量の減少等海の豊かさが失われ、漁業・養殖業を維持・発展させる上での大きな障害となり、沿岸漁業が衰退する原因の一つとなっている。総量規制はその対象海域が限られているが、全国の自治体は水質環境基準を達成するために負荷量を削減する努力をしてきたという背景がある。その結果として全国の沿岸域において窒素やリンの負荷量は減少したが、同時に水生生物の生産力の低下を招いており、生産力が減少した原因となっているとの指摘がある¹⁾。すなわち、水質汚濁の原因物質にもなる窒素およびリンは、同時に漁業生物の栄養源でもあるため、これらが円滑に供給されることが沿岸漁業にとって最重要課題であり、これ以上負荷量を削減するような施策が実施されると、漁業生物の生産力をさらに低下させるの

ではないかと漁業関係者は危惧している。

漁業関係者は現在の漁場を守り、沿岸漁業を維持し発展させる責任を負っている。そのため沿岸域における開発行為に対しては、回避を前提として対応する必要がある。開発行為が容認されるためには、地域の利便性の向上等公益的なものであることが必須であり、容認された場合でも漁業への影響を最小限にとどめるための緩和策とともに実施されなければならない。このような考え方を取りまとめた漁業影響調査指針⁵がすでに発刊されており、伊勢湾・三河湾では漁業者が開発者に対して、科学的な漁業影響評価を実現させ、現在も調査が継続されている事例もある。

沿岸漁業は古来よりわが国の食料供給源として重要な位置を占めてきたことから、漁業生産が低迷することは、食料自給率の低下を招くばかりでなく、「和食」というわが国固有の食文化が衰退する危険性があることを意味している。水生生物に必要な量の栄養塩が適正に供給されること、かつ、それによる豊かな基礎生産を効率的に生物生産に転化する機能を持つ干潟や浅場および藻場等の「生産の場」が保全されること、この両方を確保することが沿岸漁業の持続的発展につながる。

本提言は、中央環境審議会において第8次水質総量削減の在り方が検討されていること、新たな水質環境基準が検討されていることから、「きれいな海」の実現に加えて、わが国の沿岸漁業を持続的に発展させるとの観点から、「豊かな海」⁶を実現することを目的として、環境行政、港湾や海岸および河川管理行政、あるいは水産行政等の国の諸施策に対する意見を発信するものである。

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する緊急提言

一般社団法人 全国水産技術者協会

沿岸域の豊かな漁業生産の維持に関する研究推進委員会

提言1 安心・安全な水産物の供給体制の確立

食用魚介類の自給率の維持向上

沿岸漁業を守る

日本の食文化を後世に伝える

提言2 栄養塩循環管理による漁業生産の維持・向上

食物連鎖における生態ピラミッドを大きくする

物質循環を活用する

「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備は車の両輪

陸水の有効利用

提言3 「豊かな海」を実現するための水質基準

総量規制からの脱却

生物を主体とした水質環境基準

提言4 「豊かな海」を実現するための施策

湾灘の特性を生かしたきめ細かな施策

科学的手法によるモニタリングの充実

省庁間の連携を強化する

提言5 調査研究等の強化

沿岸環境観測体制の充実

科学的なデータの取得

提言1 安心・安全な水産物の供給体制の確立

食用魚介類の自給率の維持向上

わが国の食用魚介類の自給率は昭和39年度に113%のピークを迎え、その後は漸減傾向にあり、平成11年から3か年間は53%にまで低下したが、平成21年度には62%まで回復した²⁾。この自給率の上昇は国内供給力が回復したのではなく、高い価格水準の国際市場でわが国が買い負けて輸入が減少しているためと考えられる。漁業関係者は安心・安全な水産物を国民に提供するとの観点から、国産水産物の地域性、多様性を重視しながら、自給率を高めるための努力をしなければならない。

水産物は、畜産物に比してDHA、EPA等の高度不飽和脂肪酸⁷⁾ばかりでなくタウリン等も多く含まれているので、魚介類と海藻を組み合わせた日本型食生活の有用性が科学的にも証明されており、そのため欧米においても和食は急速に普及している。

わが国の漁業、特に沿岸漁業は多様な水産物を提供する産業としてその重要性が見直されており、日本型食文化に関する情報を漁業地域から発信することが重要である。

沿岸漁業を守る

わが国の漁業は縄文時代³⁾、養殖業は江戸時代⁴⁾に始まり、古来から国民への食料供給を担ってきた。漁業・養殖業は、時代の要請や需要の変化に応じて多様に発展してきたが、

漁業生産の主力は現在でも沿岸漁業（以下、沿岸域で営まれる漁業と養殖業を含む）であり、全生産量の4割以上を占め、全漁業者のうち沿岸漁業に従事する者は6割以上³⁾に達する。このように沿岸漁業は国民生活を支える重要な産業となっているが、国民の需要を充足するに至っていないのが現状である。

漁業関係者は豊かな生産性を誇る沿岸漁場を守り、漁業の持続的発展を図りながら、若者に魅力のある漁業を構築して、子々孫々に伝える責任を果たさなければならない。

日本の食文化を後世に伝える

わが国の沿岸漁業で得られる漁獲物は、地方色に溢れる郷土料理の素材として古くから用いられており、これらの食材を利用した「和食」は、平成25年にユネスコ無形文化遺産⁸⁾に登録された。これは、「和食」が持つ四つの特徴である「多様で新鮮な食材と持ち味の尊重」、「健康的な食生活を支える栄養バランス」、「自然の美しさや季節の移ろいの表現」および「正月等の年中行事との密接な関わり」が、食文化として世界的に優れていることが認められた結果である。沿岸漁業は、地域ごとに漁場環境に応じた独自の漁法や漁獲物およびその加工品を生み出しており、その多様性が「和食」の発展に大きく寄与してきたという歴史を忘れてはならない。

提言2 栄養塩循環管理による漁業生産の維持・向上

食物連鎖における生態ピラミッドを大きくする

沿岸漁業は、ノリをはじめ低次から高次生産者までさまざまな栄養段階の水生生物を食用魚介類等として漁獲し、利用している。この食物連鎖の基盤は栄養塩である。総量規制等の水質浄化への取り組みによって栄養塩の供給量が減少した結果、食物連鎖における各栄養段階の生物量が全体的に減少する、すなわち生態ピラミッド⁹が小さくなって、その結果漁獲量の減少を招いているという側面がある。生態ピラミッドの縮小は、相対的に赤潮や貧酸素化を縮小させる反面、一次生産者の生物量を低下させるという副作用がある。現在の水質環境基準や総量規制は、赤潮や貧酸素化の最大原因が栄養塩の過剰にあるという論理から負荷削減が進められてきたが、未だに改善が進まない水域があることをみれば、それらの主たる原因は一次生産者への摂食圧が低下して起こる物質循環の停滞にあり、その原因の一つが干潟や藻場の衰退による直接・間接的な低次および高次生産者の減少と推測される⁵⁾。

水産業が求めているのは、漁業生物の生産力が高い「豊かな海」である。「豊かな海」の実現に向けて、赤潮や貧酸素化を抑制しつつ小さくなった生態ピラミッドを大きくしなければならない。また、「豊かな海」の指標となる生物種数・生物量および漁業生産量を対象にモニタリングを定期的に実施し、「豊かな海」の達成度を科学的に評価する必要がある。

物質循環を活用する

沿岸の漁場を形成する水は、主に陸域から供給される河川水（地下水等を含む）および外洋水で構成されている。河川水は山や森に端を

発し、その一部は生活用水、農業用水、工業用水等として利用された後沿岸へ流入する。河川水に含まれる栄養塩は、途中で農業生産あるいは河川内の生物生産等によって消費されるばかりでなく、農業における施肥、工業排水あるいは生活排水として添加されて沿岸へ供給される。沿岸の地形等により流入した河川水の滞留時間や外洋水の影響の程度に差があることから、主たる栄養塩の供給源は地先ごとに異なり、漁業生物の生産過程には沿岸ごとに固有の特性がある。

沿岸に供給された栄養塩は一次生産をとおり水生生物の生産に使われ、そのうち漁業生物は漁獲されて陸域に取り上げられることによって系外へ移出（水質浄化）される。これを物質循環という側面からみると、漁業は水質浄化と陸域を含めた栄養塩の循環に大きな役割を果たしているので、この役割を十分に活用すべきである。

「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備は車の両輪

沿岸を「豊かな海」にするためには、水生生物の栄養源である栄養塩が十分に供給されるだけでなく、同時に多様な生物の生産基盤となる干潟、浅場、岩礁、藻場等の「生産の場」が確保されなければならない。

「栄養塩の供給」は、「豊かな海」を実現するための必要条件、「生産の場」の整備は十分条件であり、一方が欠けても「豊かな海」は成立し得ない。

栄養塩が十分に供給されない場合には水生生物の成長の停滞を招き、「生産の場」が十分に確保されない場合には水生生物に利用されなかった栄養塩が赤潮や貧酸素水塊の発生の原因となり、海域環境の悪化を招くこととなる。

現状では、陸域からの栄養塩の多くは生活排水が負荷源であり、平成 21 年度における発生源別の負荷量⁶⁾をみると、全負荷量に対する下水道（生活排水）の割合は、全窒素で 53.9%、全磷で 50.9%に達している。

生活排水は下水処理施設において処理されてから沿岸へ流入するが、海域の富栄養化を防ぐ目的から現状では高度処理¹⁰⁾が行われており、排水中の窒素および磷を極力削減する方向で運転されているので、これを見直す必要がある。

陸水の有効利用

高度処理施設的能力として窒素および磷の削減の程度を適宜制御して排水することが可能である。瀬戸内海および有明海沿岸部の下水処理施設では、主に養殖ノリの生産量の安定化あるいは品質の保持（色落ち対策）を目的として、12 施設（平成 24 年度末時点）で処理水中の窒素と磷を冬季に増加させ、夏季に削減して排水する栄養塩管理運転¹¹⁾が行われている⁷⁾。

栄養塩管理運転は、沿岸の栄養塩を増加させることから、漁業生産に寄与するものである。しかし、ノリの色落ちの防止などの効果が実証された事例はあるが、現状では科学的に効果が裏付けられているとはいえない。今後は管理運転の効果を明らかにするためのモニタリングを実施し、データを蓄積して管理手法に資するこ

とが重要であるとともに、全国で管理運転を制度化することも必要である。

また、下水処理施設からの放流については、放流水と海水との塩分差や水温差によって、沿岸部の養殖ノリに障害が発生する場合がある。そのため処理水は事前に海水と混合してから放流する等の対策も必要である。

生活排水以外に栄養塩の供給源として取水施設（ダムや堰等）からの放流がある。これまでに、有明海沿岸部において養殖ノリの色落ちを軽減させるために筑後大堰（筑後川）から不特定用水として緊急放流が行われ、これが効果を上げノリの色落ちが改善された⁸⁾。また、播磨灘においても同じ目的で加古川大堰（加古川）から放流⁹⁾が行われた事例もある。

このほかに栄養塩を確保するためには、ため池の水は全窒素の濃度が高いことから、農業用の「ため池干し」も有効である。ノリ漁場への栄養塩供給を目的に、漁業者が農業者に協力を呼びかけてため池干しが行われている。兵庫県は農業用のため池の数が全国一であることから、平成 23 年時点でこのような池干しが行われているのは淡路島と明石市であり、次第に拡大しつつある⁹⁾。

以上のように、陸水を有効に利用することは、沿岸への栄養塩の供給源となるので、関係者等と調整を図りながら積極的に推進すべきである。

提言3 「豊かな海」を実現するための水質基準

総量規制からの脱却

現状の水質環境基準における全窒素および全リンは、定期的にモニタリングが実施され、水域別に水質環境基準の達成率として評価されている。東京湾、伊勢湾および瀬戸内海では総量規制等の取り組みにより、全窒素および全リンについてはおおむね達成率は経年的に上昇しているが⁶⁾、化学的酸素要求量については横ばいとなっている。

しかし、汚濁負荷量が削減され水質の改善がみられた海域でも、赤潮による漁業被害が引き続き発生していること、漁獲量が減少傾向にあること等、海域の生物生息環境には依然として異変が続いているとの指摘があることから¹⁰⁾、現状の水質環境基準の達成率は必ずしも漁場環境の改善には結びついていないとの認識である。現状の水質環境基準においては、全窒素および全リンが基準化されている。植物プランクトン等の一次生産者に吸収されやすいのは無機態窒素および無機態リンであることから、窒素およびリンの全濃度で管理するのではなく、無機態の濃度を基準とし、モニタリングを実施すべきである。また、現状の水質環境基準は水質汚濁の防止を目的としていることから、基準値以下の濃度であれば達成とみなし、低い値ほど良いとの考え方により運用されているところが問題である。漁業生産を維持する立場からは栄養塩が必須であるため、赤潮や貧酸素水塊の発生を抑えつつ、生物生産に適正な指標と濃度で管理するという考え方に転換する必要がある。

総量規制によって全窒素および全リンの環境基準達成率は向上したが、海域によっては貧栄養状態に至っている。このまま総量削減施策を進めれば、沿岸の生産力はさらに低下するおそれがある。

浜口によれば¹¹⁾、周防灘では夏季には25℃以上の水温に加えて、強く成層化することによっ

て、上層では陸水の供給がないと栄養塩は枯渇し、植物プランクトンの増殖が抑えられ、結果としてアサリの餌料が不足することが、アサリの障害輪の形成やへい死の原因として推定されている。

したがって、これまでの総量削減施策を見直し、沿岸の物質循環機能を向上させる方向に転換すべき時期にきていると考えている。具体的な目標は場所によって異なるが、藻場・干潟・浅場の保全と再生および創出や栄養塩の適切な供給等がなされれば物質循環機能が向上し、水質の保全を図ることが可能となる。

新たな環境基準化が検討されている底層溶存酸素量についても、それを達成するためには流入負荷の削減ではなく、藻場・干潟・浅場の造成などを行い生態ピラミッド全体を増大させることによって、一次生産者に対する摂食圧の回復に主眼を移すべきであり、水産業では一般的に行われている二枚貝養殖や種苗放流もこれに貢献すると考えられる。

生物を主体とした水質環境基準

これまで、水域の環境保全を目的として栄養塩の総量規制等の施策や水質環境基準が設定されてきた。これらは、水域の汚濁を防ぐ目的から、栄養塩は負荷量や濃度が低いほど良いという考え方で進められてきた。しかし、良好な海域環境とは、多様な生物が様々な「生産の場」を利用して豊富に生息し、陸域等から供給された栄養塩がこれらに吸収された後、漁業によって系外へ移出するという物質循環、すなわち「豊かな海」が成立することである。このことから、窒素およびリンの水質環境基準を達成するために、画一的に負荷量を削減するのではなく、今後の水質管理の考え方として、豊富な生物生産の維持を目的とした新たな視点を加えて見直すべきである。

提言4 「豊かな海」を実現するための施策

湾灘の特性を生かしたきめ細かな施策

今後の沿岸の管理においては、「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備に基づく「豊かな海」の創出を目標とするとの観点から、海域の特性によって施策の優先順位を検討する必要がある。

例えば、海の健康診断¹²⁾によれば、東京湾や大阪湾では供給された栄養塩が滞留しやすいことから、これを生物生産に転換するためには「生産の場」の確保を優先するべきであるといえることができる。一方、宮古湾、山田湾（岩手県）、橘湾（長崎県）等のような供給された栄養塩が流失しやすい水域では、「栄養塩の供給」を優先すべきであると考えられる。

このように漁業生産を維持し発展させる観点からは、湾灘の特性を生かしたきめ細かな施策が実施されることが重要である。また、重要港湾等において港湾整備等が進んでいる海域では、港内の閉鎖性を緩和できるような環境配慮型施設等の整備を積極的に推進し、栄養塩を港内に滞留させることなく広い範囲に行き渡らせて、生物生産に活かすべきである。

科学的手法によるモニタリングの充実

海域の特性に適合した施策の検討においては、対象とする海域における障害（漁獲量の減少等）の原因を科学的手法により的確に分析するとともに、その海域の特性や現状を把握した上で施策の目標を定め、さらに、施策の優先順位を決めるべきである。

「生産の場」の整備は「豊かな海」の実現に必須であることから、「生産の場」の質や量を定量的に把握できるモニタリングを定期的を実施し、「豊かな海」の達成度を評価する指標を定める必要がある。

省庁間の連携を強化する

栄養塩の供給源は、河川水、生活排水、農業用水、工業用水等多岐にわたることから、それぞれの管理を所掌する省庁等が協議・連携して栄養塩の管理計画を定め、事業化すべきである。事業の実施計画を策定するにあたっては、実施主体、目的、栄養塩の管理計画、管理手法、環境監視・モニタリング計画、評価手法等を定める必要があるが、これには赤潮や貧酸素水塊等の発生を抑制し、かつ、十分な漁業生産が得られることを目標にしなければならない。

省庁間の協議・連携により策定された計画に沿って栄養塩の管理を行い、その効果をモニタリングするときには、水質にとどまることなく漁業生産を指標とする調査を行い、その結果を評価してより適正な管理計画の見直しに結び付ける必要がある。このような「栄養塩の供給」と「生産の場」の整備を効果的に達成するためには、それぞれを所管する省庁や地方自治体の横断的な施策の実施が必須である。

また、「生産の場」の保全・造成も、実施や許認可を行う省庁等が連携して事業化すべきである。

事業の実施に際しては、各省庁等の所掌にに応じて内容を分担して予算化し、関係する地方自治体への支援も行うことが必要である。

環境監視およびモニタリングは、生物生産力が評価できるような指標、すなわち生物種数や生物量および漁業生産量を定量化して調査を定期的に行う必要がある。また、環境監視およびモニタリングには可能な限り広い海域を設定し、関係する地方自治体や漁業者等の協力も得ながら実施して、結果を評価し、その評価に基づき事業計画を見直して改善するような順応的管理を行う必要がある。

提言5 調査研究等の強化

沿岸環境観測体制の充実

わが国沿岸の海洋データに関するものとしては、これまで国、地方自治体等による沿岸定線、浅海定線調査等の定期的観測により、栄養塩や水温、生物資源をはじめとする水産に関する物理、化学および生物学的データの蓄積が行われてきた。これらのデータは、開発行為による地域的な海洋環境の変化や、地球温暖化のような地球規模での海洋環境の変化が水産資源に及ぼす影響を反映し、漁業生産を維持するための方策を模索する上で重要な基盤的資料となっている。近年このような海洋環境の変化が顕在化する中で、特に開発行為の影響を受けやすい全国の内湾や閉鎖性水域では観測体制が十分とはいえない状況である。また、沿岸・沖合域では一応の観測体制が整備されているものの、最近では国の予算削減等の影響を受けてその規模を縮小せざるを得ない状況にあり、憂慮される事態が生じている。

したがって、「豊かな海」の実現を図り、沿岸域でも豊かな漁業生産を維持・発展させるためには、海洋環境観測の予算、機器、調査・研究

に従事する者の充実と調査地点の拡充を図るとともに、漁業生物に関するデータベースを構築し、その利・活用体制を確立することが不可欠である。

科学的なデータの取得

これまで述べてきたようなノリの色落ち問題や漁業生物の生産力の低下に関する様々な障害に対しては地域により一定の対応がなされている。その中には部分的に改善が認められるものもあるが、その効果は地域によって様々で、継続性についても十分検討されていない状況である。この状況について振り返ってみると、障害の原因解明とそれに基づく対策手法の確立において、未だに科学的に十分解明されていないことが問題である。したがって、今後、沿岸域の豊かな漁業生産を担保する「豊かな海」を実現するためには、沿岸域の漁業生産力を低下させている栄養塩の低下や干潟、藻場等の「生産の場」の減少の影響について、科学的手法に基づいた原因解明のための研究やきめ細かなモニタリングを継続して強化する必要がある。

提 言 要 旨

1. わが国の高度成長期以降に始まった沿岸の水質汚濁に対して、全窒素および全燐に対する水質環境基準等の設定や総量規制を行うなどの様々な水質保全の取り組みが功を奏し、水質・底質環境はかなり改善され「きれいな海」は実現されたが、依然として一部の海域では、貧酸素化が深刻な問題となっている。
2. 中央環境審議会において第8次水質総量削減の在り方が検討されていること、新たな水質環境基準が検討されていることから、「きれいな海」の実現に加えて、わが国の沿岸漁業を持続的に発展させるとの観点から、「豊かな海」を実現することを目的として、環境行政、港湾や海岸および河川管理行政、あるいは水産行政等の国の諸施策に対する意見を発信するものである。
3. わが国の食用魚介類の自給率は昭和39年度に113%のピークを迎えたが、その後は漸減傾向にあり、この自給率を高めることが、安心・安全な水産物を国民に提供する水産業の使命であると考えている。漁業生産の主力は現在でも沿岸漁業であり、地域ごとに漁場環境に応じた独自の漁法や漁獲物およびその加工品を生み出しており、その多様性が日本の食文化の発展、継承に大きく寄与してきたという歴史を忘れてはならない。
4. 沿岸では、近年窒素および燐の量が不足した結果、ノリ養殖における色落ち現象の頻発や魚介類の漁獲量の減少等海の豊かさが失われ、その原因の一つとして、水質環境基準の設定や総量規制に基づく漁業生物の生産力の低下であるとの指摘がある。

水質汚濁の原因物質にもなる窒素および燐は、同時に漁業生物の餌料となる植物プランクトンの栄養源でもあるため、これ以上負荷量を削減するような施策が実施されると、漁業生物の生産力をさらに低下させるのではないかと漁業関係者は危惧している。
5. 漁業生物に必要な量の「栄養塩の供給」が適正に行われ、かつ、それによる豊かな基礎生産を効率的に生物生産に転化する機能を持つ干潟や浅場および藻場等の「生産の場」が保全されること、これが車の両輪であり、この両方を確保することが沿岸漁業の持続的発展につながる。沿岸漁業が持続的に発展するためには、栄養塩の供給低下によって小さくなった食物連鎖における生態ピラミッドを大きくするべきであり、そのためには、漁業が持つ重要な機能である漁獲により陸域に取り上げられることによって水質浄化に役立っているという、物質循環を活用しなければならない。
6. 沿岸の食物連鎖における生態ピラミッドを大きくするためには、画一的に窒素および燐の総量を削減するのではなく、漁業生産力等を指標とする新たな生物を主体とした水質環境基準を加え、この基準を達成するための施策を実施するべきである。
7. 「豊かな海」を実現するためには、沿岸個々の漁場環境を生かしたきめ細かな施策の実施が必要であり、その施策の効果を適切に評価するためには科学的手法によるモニタリングを充実させることも重要であるが、その実施にあたっては、省庁間の連携を強化しなければならない。
8. 「豊かな海」を実現するためには、沿岸環境観測体制の充実や科学的なデータの取得するための調査研究体制を確立することが必要である。

用 語 解 説

*1 水質環境基準

環境基本法第16条に基づき、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基準として定められたものである。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）が別々に定められている。人の健康の保護に関する環境基準、水質（河川）の生活環境に関する環境基準、水質（湖沼）の生活環境に関する環境基準、水質（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等が別表で定められている。

*2 総量規制

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海域について工場・事業場等が集合し、汚濁物質の発生施設ごとの排出規制では水質環境基準の確保が困難である場合に、地域全体の排出総量を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、個々の発生施設ごとの排出基準よりも厳しい基準が設けられている。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。また規制は順次改定され、2002年には第5次となり新たに、「全窒素・全磷」が指定され、現在は第7次となっている。

*3 瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律

瀬戸内海環境保全特別措置法の一部が2015年に改正された。この改正により、地域の多様な主体による活動を含め、藻場・干潟その他の沿岸域の良好な環境の保全・再生、創出等を行うこと、環境の保全に関する施策は、瀬戸内海の湾、灘その他の海域ごとの実情に応じて行われなければならないこと、府県計画の策定時における協議会の意見聴取、貧酸素水塊の発生機構の解明およびその防除技術の開発等、生物の多様性および生産性の確保に支障を及ぼすおそれがある動植物の駆除等、水産動植物の繁殖地の保護および整備等並びに瀬戸内海の環境の調査等が追加された。

*4 藻場・干潟ビジョン検討会

水産庁漁港漁場整備部長が召集する検討会である。沿岸域に存在する藻場・干潟は、水産動植物にとっての産卵や育成の場等となっているが、昨今の海水温上昇等による植食性魚類の北上や藻の大量流出などにより、整備実績を上回る速度で沿岸域の藻場・干潟面積が減少しているほか、ホトギスガイなどの有害生物による干潟機能の低下が報告されるなど、実効性のある整備・保全を行う必要がある。このような状況を踏まえ、水産資源の回復に向けた効率的かつ効果的な藻場・干潟の保全・創造に向けた基本的な考え方および各県各海域の藻場・干潟ビジョン（個別海域における藻場・干潟の保全・創造に関する総合計画）作成にあたっての視点について検討を行い、国の藻場・干潟ビジョンとしてとりまとめる検討会である。

***5 漁業影響調査指針**

現行の環境影響評価制度では漁業（養殖業を含む）は評価の対象とされていないが、漁業は国民に安心・安全な食料を提供する重要な産業である。漁業を維持し発展させるとの立場から沿岸の開発行為に対して、回避を前提として協議を重ね、公共性等の見地から回避が困難な場合には、その影響を最小限にとどめるための緩和策や漁場環境モニタリング調査の実施等を提言している。このように沿岸漁業を維持し、漁場となる海や水産資源を守り、海の恵みが次世代に受け継がれるよう漁業関係者および開発事業者の双方に対して、漁業影響調査に関する基本的な考え方を示したものである。社団法人日本水産資源保護協会・全国漁場環境保全協議会・全国漁業協同組合連合会によって取りまとめられ、平成 17 年 3 月に公刊されている。

***6 豊かな海**

「豊かな海」とは、河川等からの栄養塩の供給を背景として、多様な漁場環境を形成している浅場や干潟等において多くの漁業生物が生産され、活発な食物連鎖によって栄養が滑らかに循環する海であり、同時に食物連鎖の各栄養段階の生物現存量が十分に大きな海を意味している。

***7 高度不飽和脂肪酸**

魚介類（鯨類を含む）は良質なたんぱく質や健康に良いと考えられるEPA、DHA等の高度不飽和脂肪酸をその他の食品に比べ一般に多く含み、また、微量栄養素の摂取源である等、健康的な食生活にとって不可欠で優れた栄養特性を有しているとされている。

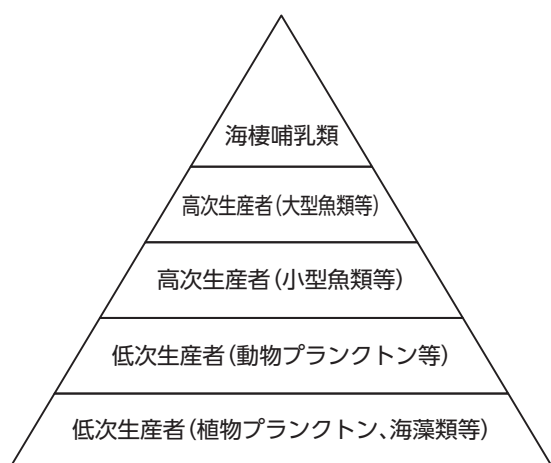
***8 ユネスコ無形文化遺産**

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。

*9 食物連鎖における生態ピラミッド

水域における物質循環は、供給された栄養塩が一次生産者である植物プランクトンや藻類に吸収され、これを低次の消費者である動物プランクトンや底生動物、小型魚類等が餌料として利用し、さらにこれらを大型魚類等の高次消費者が餌料とする食物連鎖により成立している。また、食物連鎖における各栄養段階の現存量は植物プランクトン等の一次消費者が最も大きく、高次消費者が最も少ない。すなわち一次消費者を底辺、高次消費者を頂点とするピラミッド状の構造として一般的に認識されている。

本提言では、これらのうち水産生物を最終的に食するのは人間であるという観点から、人間以外の「消費者」を「生産者」として表現した。



食物連鎖における生態ピラミッド

* 10 高度処理

富栄養化対策として、窒素やリンを除去する排水処理方法を指す。標準的な下水処理方法は有機物の除去には効果があるものの、栄養塩である窒素やリンが十分に除去できない。高度処理では、酸素条件を変えた反応槽を通すことで、窒素とリンを効率よく除去することができる。下水中のアンモニア性窒素は好気性条件で硝化細菌によって硝酸化され、その後無酸素槽で脱窒細菌の呼吸によって窒素ガスとして大気中に放出される。一方、リンは好気条件で微生物体内に蓄積され、沈殿汚泥と一緒に取り除かれる。

* 11 栄養塩管理運転

下水処理施設において、放流先水域（主に海域）の利用を踏まえ、季節別または通年で栄養塩の放流を増加させるために行う処理施設（主に水処理施設）の運転を指す。

参 考 文 献

- 1) 山本民次 (2015) : 瀬戸内海の栄養塩管理～持続的な海藻養殖に向けて～, 海洋と生物, 37 (3), 生物研究社, 207-208
- 2) <http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h22/index.html>
- 3) 全国漁業協同組合連合会ホームページ
- 4) 水産庁ホームページ
- 5) 鈴木輝明 (2006) : 干潟域の物質循環と水質浄化機能, 地球環境, 11 (2), 161-171
- 6) 環境省 (2015) : 第8次総量削減の在り方について (総量削減専門委員会報告案)
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 (2014) : 栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集
- 8) 井山 聡 (2007) : 筑後川・有明海の環境保全に向けた河川水量の確保について, 日本水産学会誌, 73 (1), 108-111
- 9) 反田 實・原田和弘 (2012) : 瀬戸内海東部 (播磨灘) の栄養塩環境と漁業, 海洋と生物, 34 (2), 132-141
- 10) 環境省 今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会 (2007) : 今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理
- 11) 浜口 昌巳 (2011) : 一次生産の変化と有用種の関係 (二枚貝), 水研センター研報, 第 34 号, 33-47
- 12) 海洋政策研究財団 (2009) : 平成 20 年度全国閉鎖性海湾の海健康診断調査報告書 全国 71 閉鎖性海湾の海健康診断 一次診断カルテ

