

豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進する
ための方策（水質の保全及び管理）について

令和元年9月

兵 庫 県 環 境 審 議 会

目 次

豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策（水質の保全及び管理）

1	はじめに	1
2	瀬戸内海の窒素及びりんに係る規制の状況	
(1)	海域の窒素・りん濃度の環境基準の設定	1
(2)	水質総量規制制度の概要	2
(3)	水質総量規制制度の経緯	2
3	兵庫県（瀬戸内海）の状況	
(1)	発生負荷量の推移	2
(2)	全窒素及び全りんの濃度	5
(3)	赤潮	6
(4)	漁獲量	7
4	水質目標値（下限値）の設定	
(1)	水質目標値（下限値）の必要性	9
(2)	水質目標値（下限値）	11
(3)	水質目標値（下限値）を設定した場合の影響の検証	11
5	目標達成の方途	
(1)	栄養塩の供給	14
(2)	モニタリング及び科学的・技術的な知見の蓄積	15
(3)	方針の明確化・進行管理	15
(4)	普及啓発	15
	審議経過等	16

豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策（水質の保全及び管理）

1 はじめに

兵庫県は、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に基づく新たな「瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画」（以下「県計画」という。）を平成28年10月に策定した。

また、平成29年2月に、県計画に掲げる施策を着実かつ効果的に進めるため、県が実施する各種事業に関し、目標値を盛り込んだ「『豊かで美しい瀬戸内海』再生に向けた実施計画」を策定し、沿岸域の環境の保全、再生及び創出や水質の保全及び管理等の取組を進めている。

これらの取組をさらに強化していくため、平成29年8月9日に兵庫県環境審議会は、「豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策」について県から諮問を受けた。

環境審議会水環境部会では、豊かで美しい瀬戸内海の再生のためには、生物生息場の再生・創出と、海域の生態系を維持するための栄養塩管理が必要であることから、生物生息場の再生・創出については「沿岸海域の環境」と題し、また栄養塩の管理については「水質の保全及び管理」と題して検討を行った。

「沿岸海域の環境」については、2018年2月に一次報告を行った（その後、3月29日付けで兵庫県環境審議会一次答申）。

このたび、「水質の保全及び管理」について、二次報告をするものである。

2 瀬戸内海の窒素及びりんに係る規制の状況

瀬戸内海では、昭和40年代に人口及び産業が集中し水質の汚濁が急速に進行したことを背景に、瀬戸内海環境保全特別措置法が制定され、同法に基づく水質保全対策等が進められてきた。

ここでは、瀬戸内海における対策の経緯についてまとめる。

(1) 海域の窒素・りん濃度の環境基準の設定

海域の窒素・りん環境基準は1993年6月中央公害対策審議会答申（以下「中公審答申」という。）を受け、同年8月に環境庁告示が改正され設定された。

中公審答申では、窒素・りん環境基準等の設定の必要性を述べつつ、自然環境保全や水産等、海域の利用目的に応じた望ましい窒素及びりんのレベルが示されている。

(2) 水質総量規制制度の概要

水質総量規制制度は、人口及び産業が集中し汚濁が著しい広域的な閉鎖性海域の水質汚濁を防止するため、当該海域へ排出される汚濁負荷量の総量を目標量以下に削減する制度で、1978年から導入された。

水質総量規制制度では、環境省が「総量削減基本方針」を定め、これに基づき都道府県知事が、削減目標量を達成するための総量削減計画を定めている。

(3) 水質総量規制制度の経緯

① CODの削減（第1次～）

第1次～4次水質総量規制はCODを対象に実施されてきた。

② 窒素及びりんへの削減（第5次～）

第5次水質総量規制では、CODの一層の削減を図るとともに、窒素及びりんを併せた総合的な削減対策を推進することとされた。

③ 大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海との区分（第6次～）

第6次以降の総量削減基本方針では、大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海とが区分され、削減の方途が定められた。

第6次では、大阪湾においてはさらに海域の水環境改善を図ることを目途とし、また、大阪湾を除く瀬戸内海においてはCODに関して海域水質の悪化を防ぐこと、窒素及びりんに関して海域水質の維持を図ることを目途とされた。

第7次では、大阪湾においてはさらに海域の水環境改善を図ることを目途とし、また、大阪湾を除く瀬戸内海においては現在の水質からの悪化を防ぐことを目途とされた。

直近の第8次では、大阪湾においては、窒素及びりんの環境基準の達成状況を勘案しつつ、特に有機汚濁を解消することを目途とし、また、大阪湾を除く瀬戸内海においては、現在の水質から悪化させないことを目途とされた。

④ きめ細やかな水質管理（第8次）

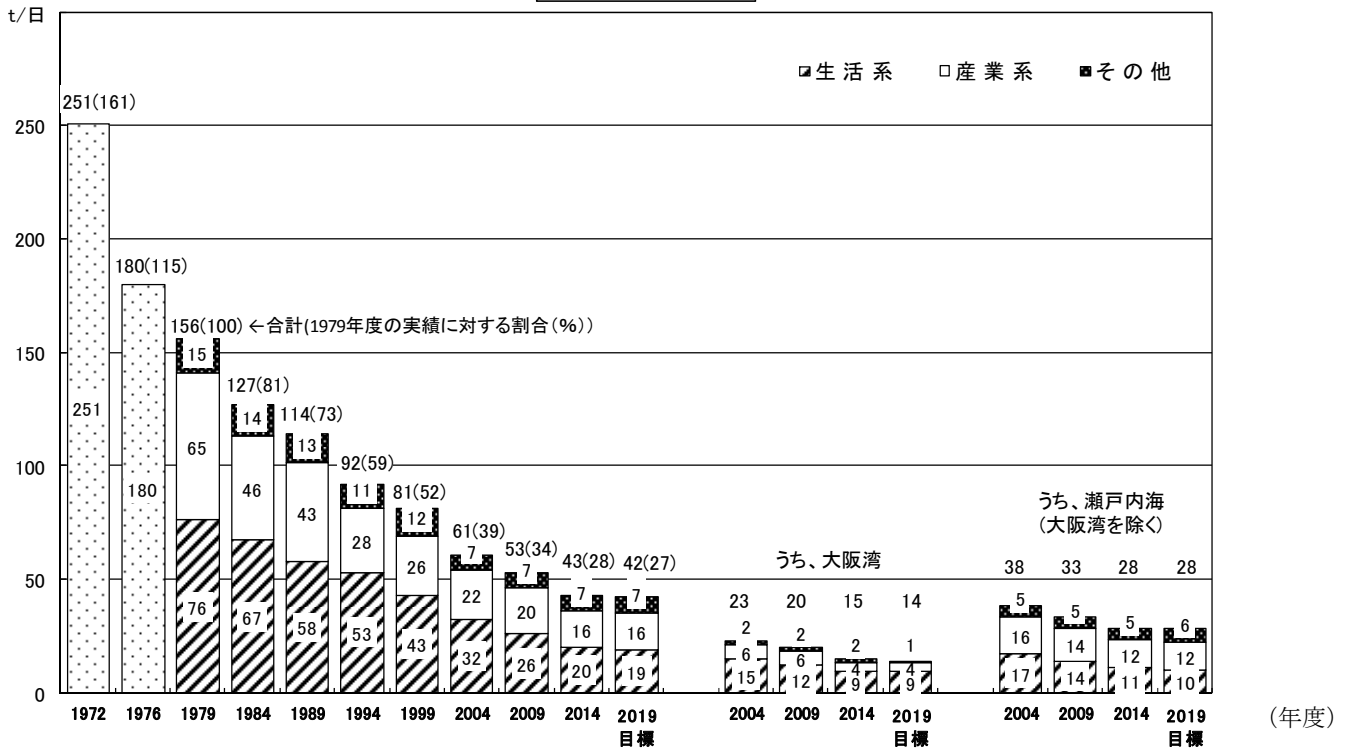
第8次では、汚濁負荷の「削減」に加え、新たに、地域における海域利用の実情を踏まえ、湾・灘ごと、季節ごとの状況に応じたきめ細やかな「水質管理」について、その影響や実行可能性を十分検討しつつ、順応的な取り組みを推進することとされた。

3 兵庫県（瀬戸内海）の状況

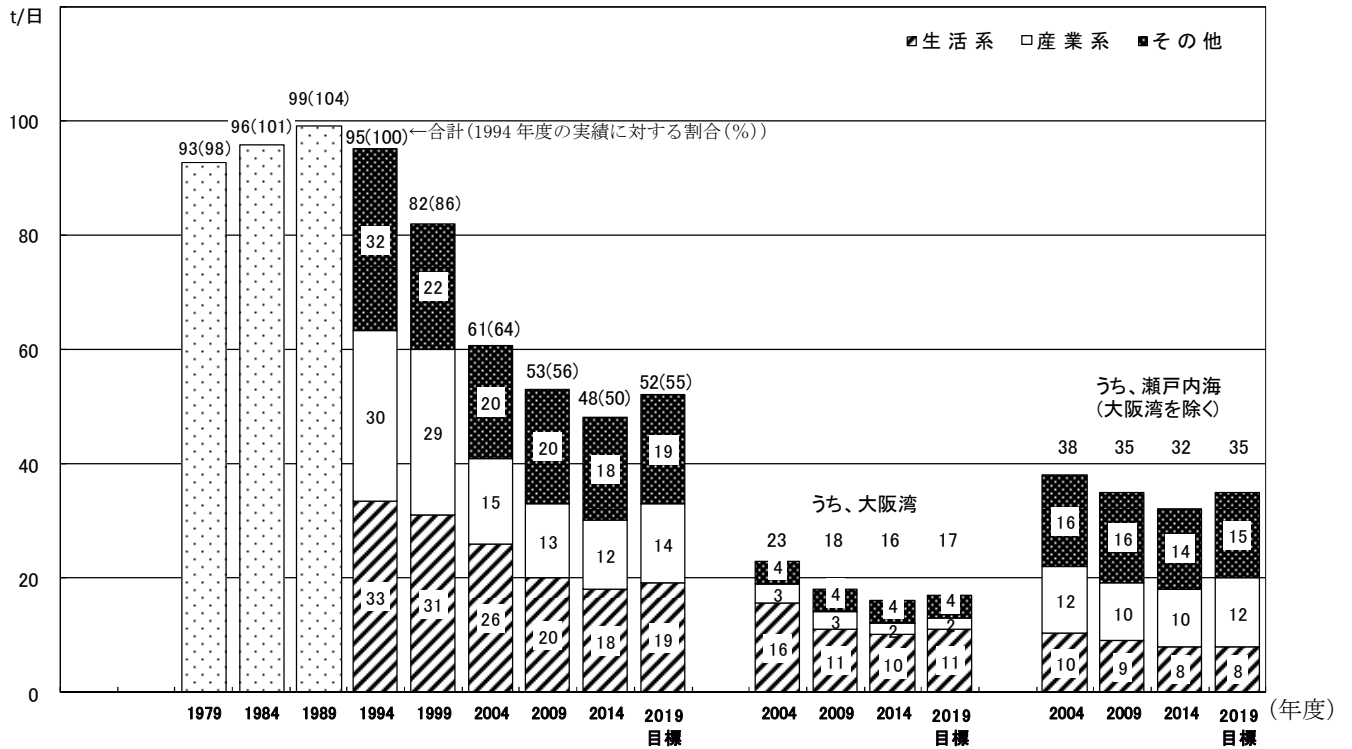
(1) 発生負荷量の推移

陸域からの供給量（発生負荷量）は、これまでの水質総量削減等の取組によって、大幅に削減されており、各物質の規制開始時期と近年を比較すると、CODは1979年度から2014年度で約7割減、窒素は1994年度から2014年度で約5割減、りんは1979年度から2014年度で約8割減となっている。

COD

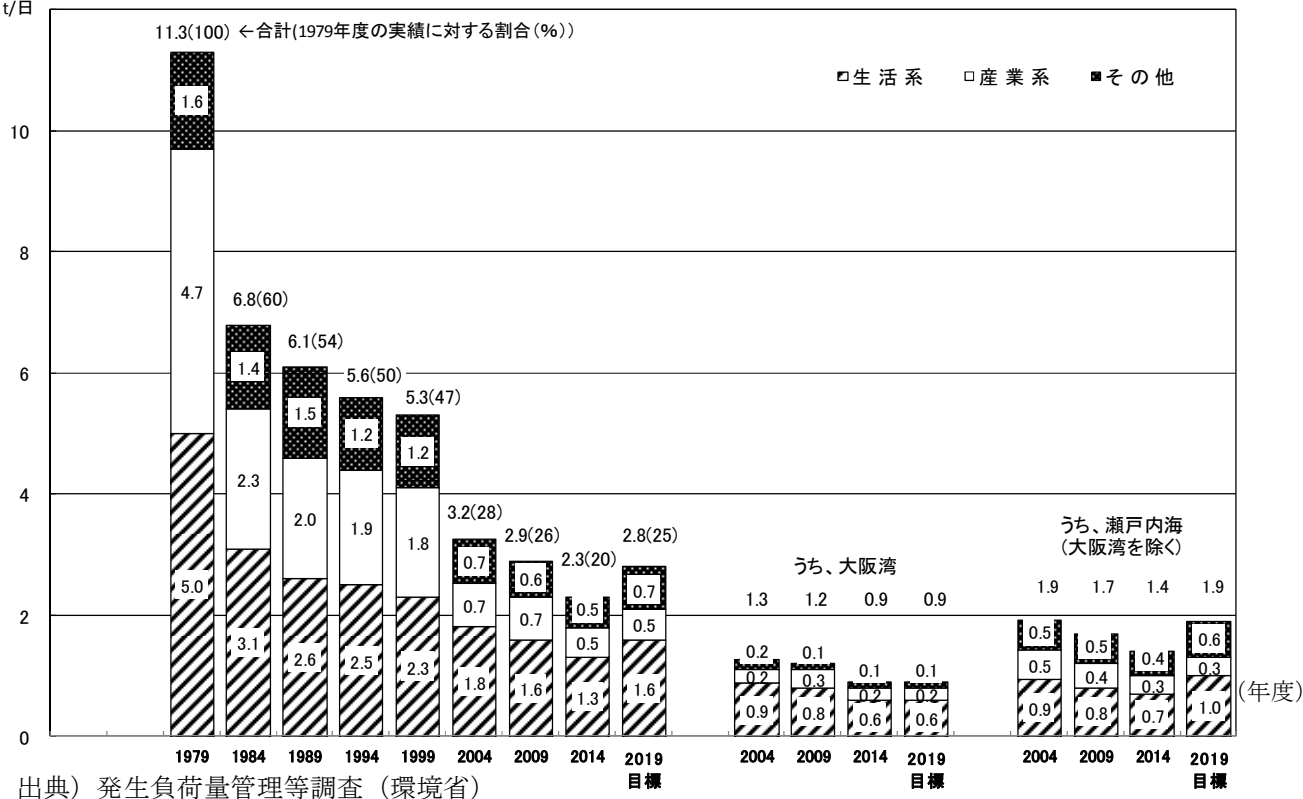


窒素



出典) 発生負荷量管理等調査 (環境省)

りん



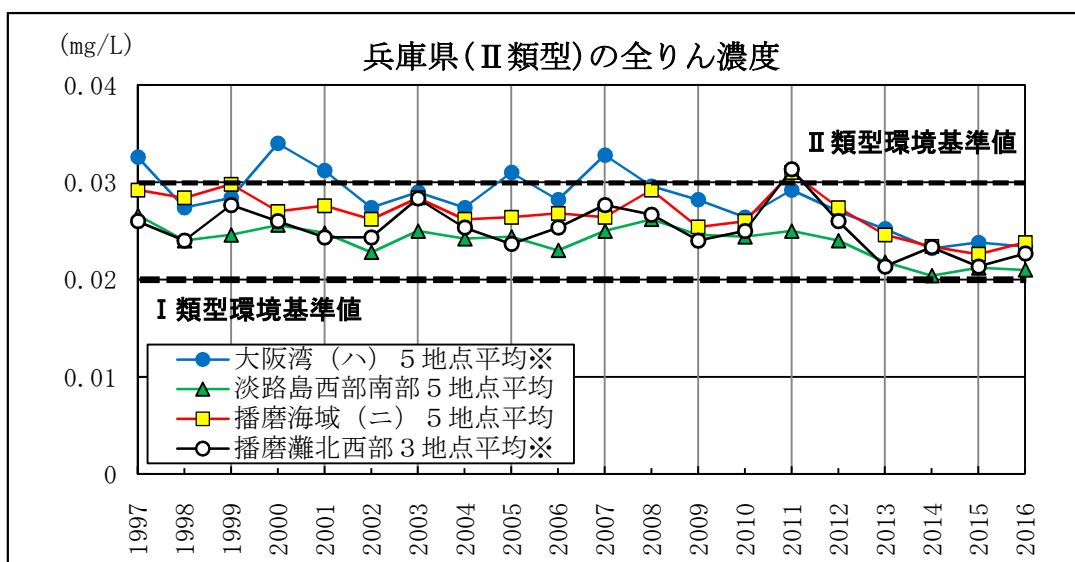
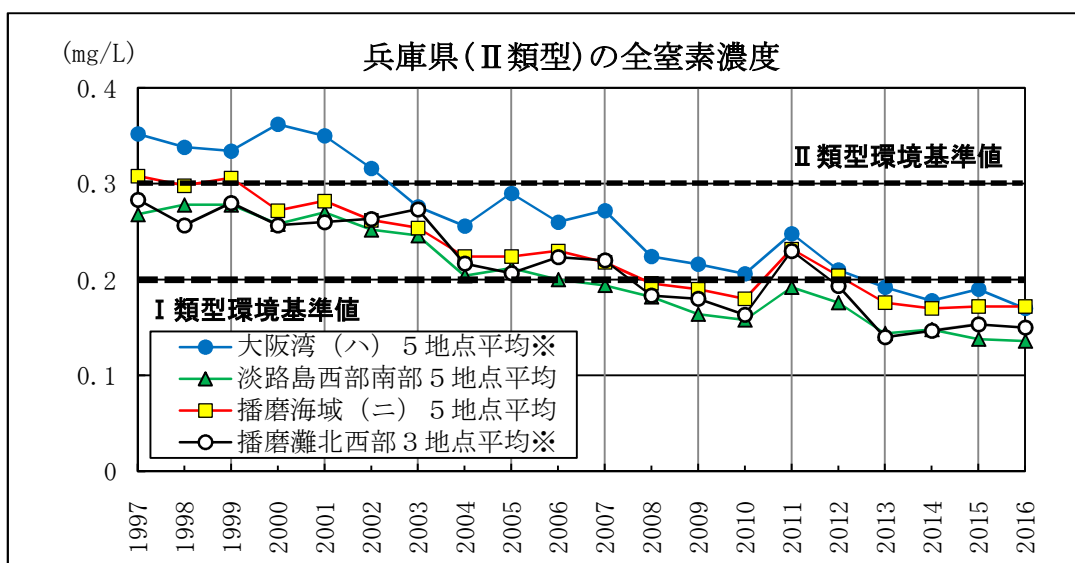
(2) 全窒素及び全りん濃度

全窒素及び全りんの環境基準は、Ⅰ～Ⅳの類型ごとに基準値が定められており、兵庫県（瀬戸内海）の水域は、自然環境保全や水産等、海域の利用目的に応じてⅡ類型～Ⅳ類型に指定されている。

全窒素及び全りん濃度は、濃度規制や総量規制制度により高度成長期から大幅に改善し、全ての水域において環境基準達成率は100%となっている。

中でもⅡ類型指定水域の県内4水域全てで、全窒素濃度は2003年度以降Ⅱ類型の環境基準値（0.3mg/L）を達成し、2013年度以降はⅠ類型の環境基準値（0.2mg/L）未満となっている。

また、全りん濃度はⅠ類型の環境基準値（0.02mg/L）にせまっている。



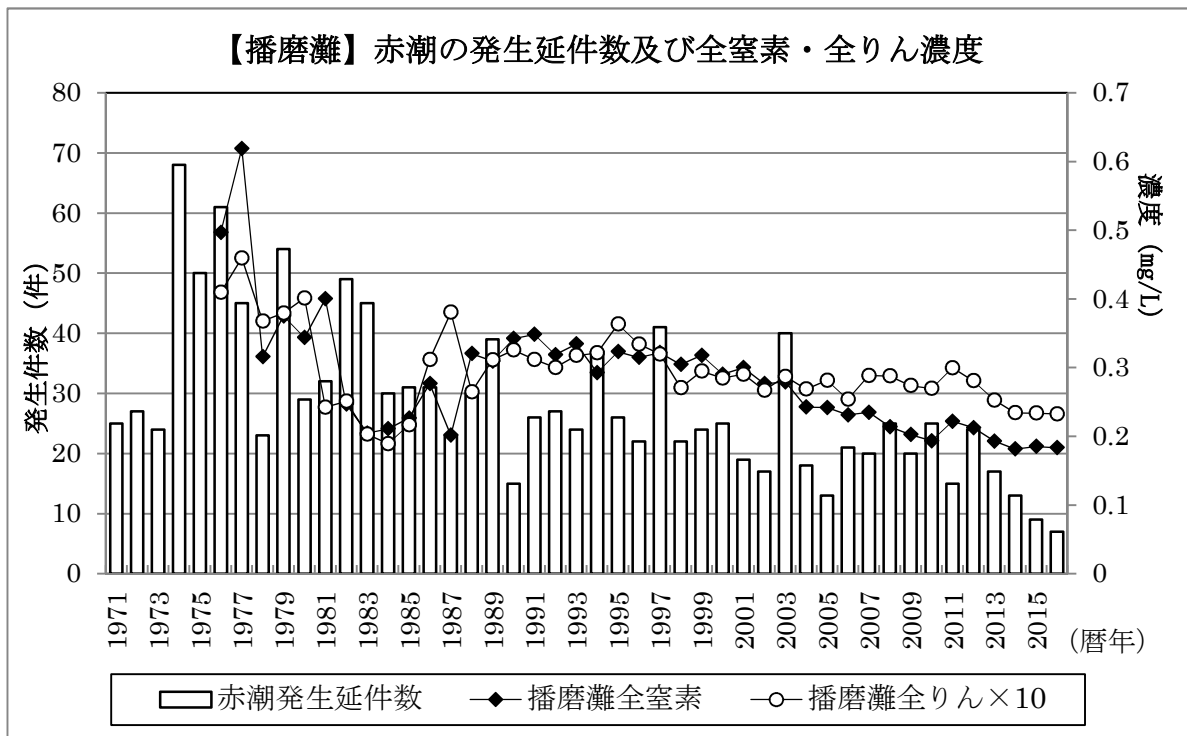
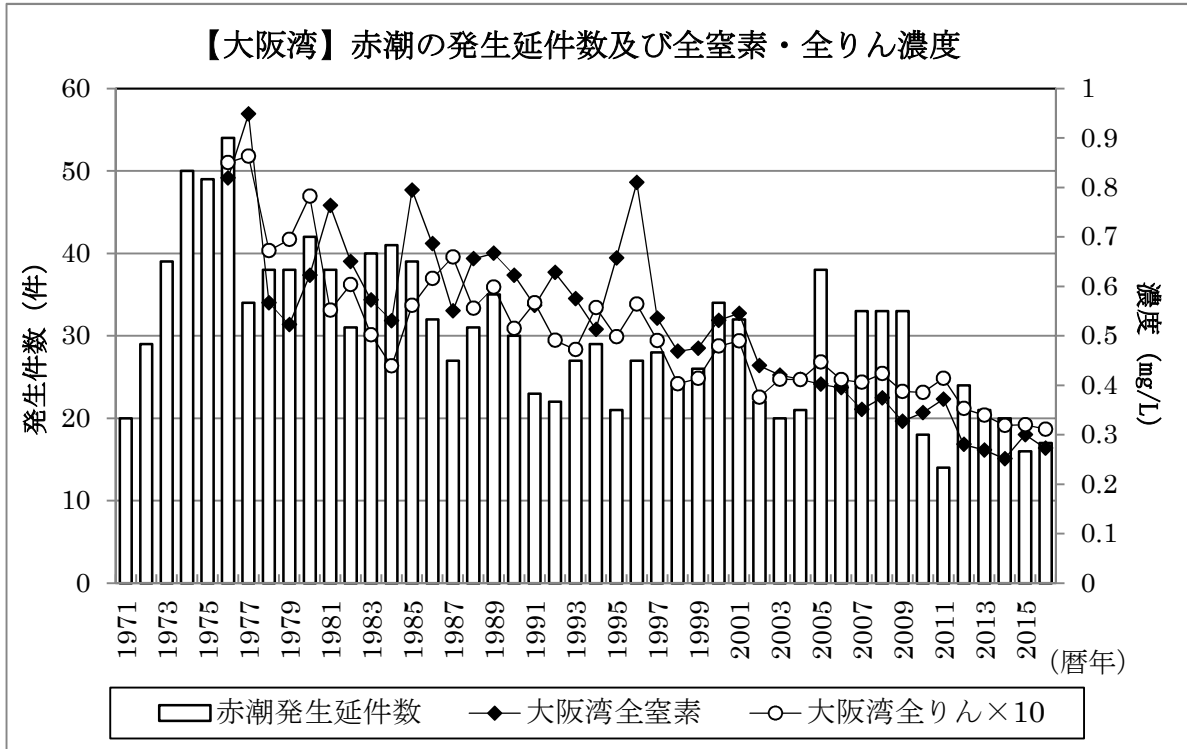
※兵庫県測定の実測値のみの平均値を示した。

出典) 兵庫県公共用水域水質常時監視結果

(3) 赤潮

過去、瀬戸内海では大規模な赤潮が発生し、1975～1984年頃に大阪湾及び播磨灘では年間40～50件程度の赤潮の発生が確認されていた。

近年、大阪湾、播磨灘のいずれも下図のとおり全窒素・全りん濃度の低下に概ね対応する形で赤潮発生延件数が減少しているが、いまだに赤潮は年間十件程度発生している。



注1) 延件数は、複数の灘にまたがるものを各々計上した値

注2) 全窒素、全りんは兵庫県測定地点の環境基準点の平均値
1997年度以前は測定地点数が異なるので、参考値

出典) 赤潮：瀬戸内海の環境保全資料集（瀬戸内海環境保全協会）
全窒素・全りん：兵庫県公共用水域水質常時監視結果（兵庫県）

(4) 漁獲量

ア 漁獲量の推移

(ア) 総漁獲量

総漁獲量は、1966～1995年までは50千～80千トン程度、1996～2003年までは50千～60千トン程度、2004～2014年までは30～45千トン程度で推移しており、1995年以降、急激に減少している。

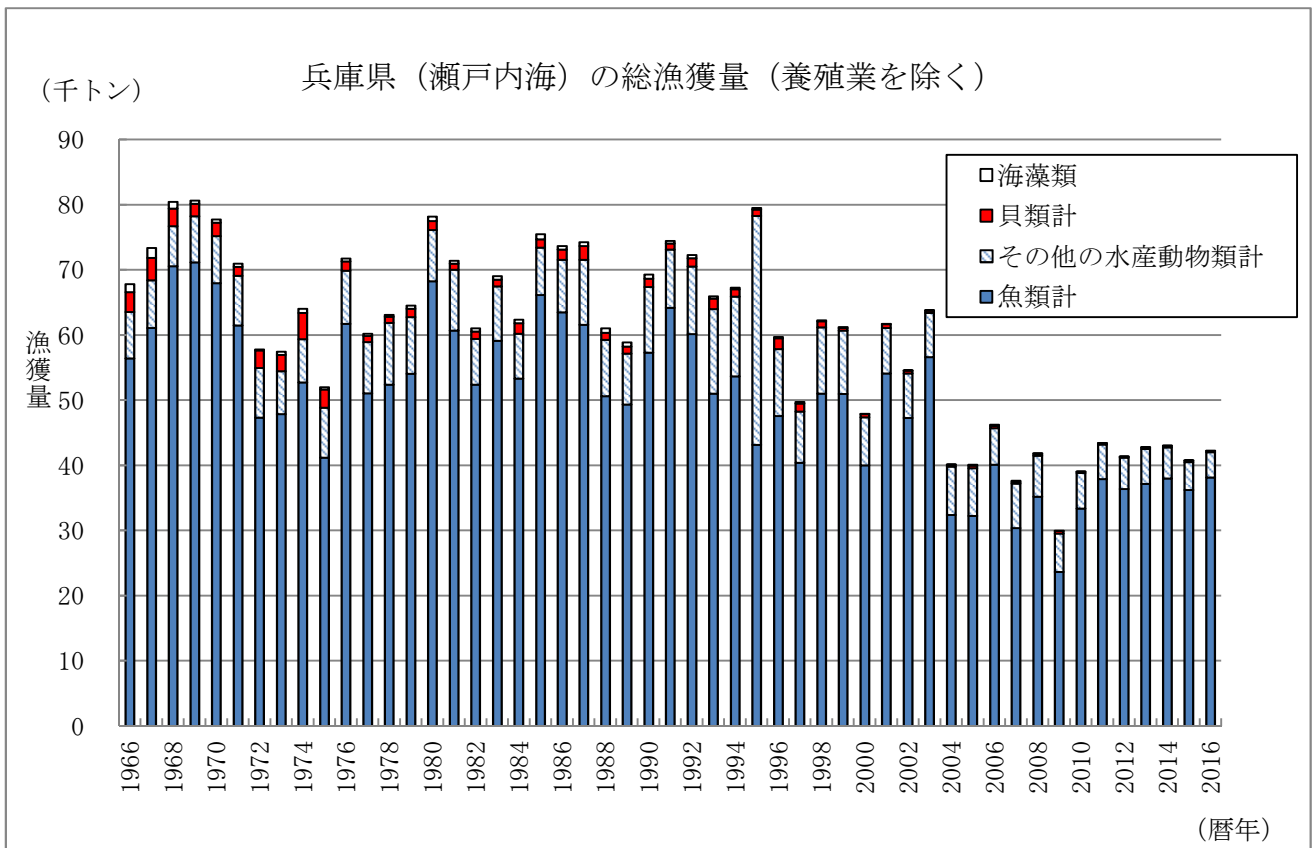
(イ) 分類別漁獲量

魚類は、1966～1971年までは概ね60千トン以上、1972～2003年までは40千～65千トン程度、2004～2014年までは40千トン以下で推移しており、段階的に漁獲量が減少している。

貝類は、1966～1975年までは年変動が大きく、1976～1998年までは1千～2千トン程度で推移し、1999年以降は概ね0.5千トン以下で推移しており、段階的に貝類の漁獲量が減少している。

海藻類は、1966～1968年までは1千トン以上の漁獲があったものの、1969～1997年までは概ね0.2千～0.8千トン程度、1998～2014年までは0.2千トン以下で推移しており、段階的に海藻類の漁獲量が減少している。

その他の水産動物類は、1966～1995年まではやや増加傾向、1996～2016年はやや減少傾向がみられる。

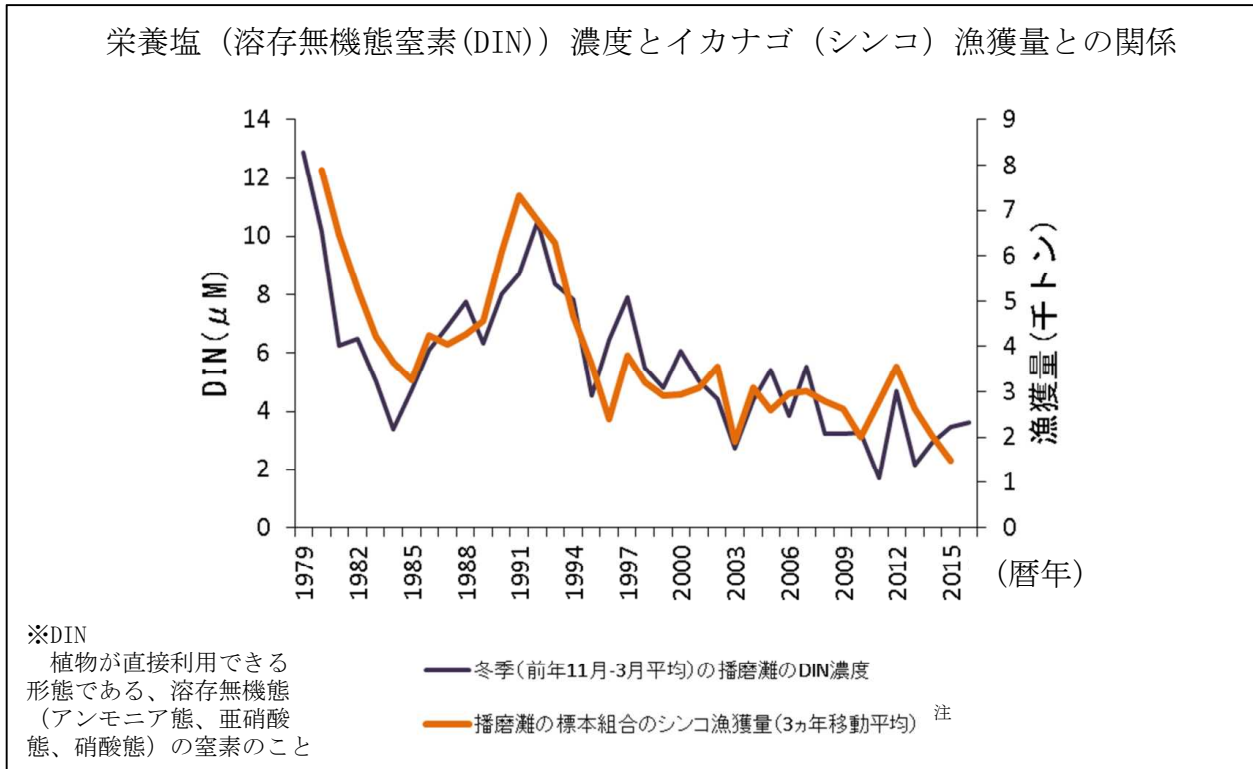


出典) 漁業・養殖業生産統計（農林水産省）

イ イカナゴの漁獲量と栄養塩濃度の関係性

前述のとおり、本県の瀬戸内海での漁獲量は1995年以降急激に減少しており、その要因として、窒素・りん濃度の低下、水温の変動等が指摘されている。

中でも瀬戸内海の代表的な魚種であるイカナゴを対象にした兵庫県水産技術センターの調査研究によれば、下図のとおり、イカナゴの漁獲量と栄養塩濃度は同調して減少しているとされている。



出典) 兵庫県水産技術センター

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

4 水質目標値（下限値）の設定

(1) 水質目標値（下限値）の必要性

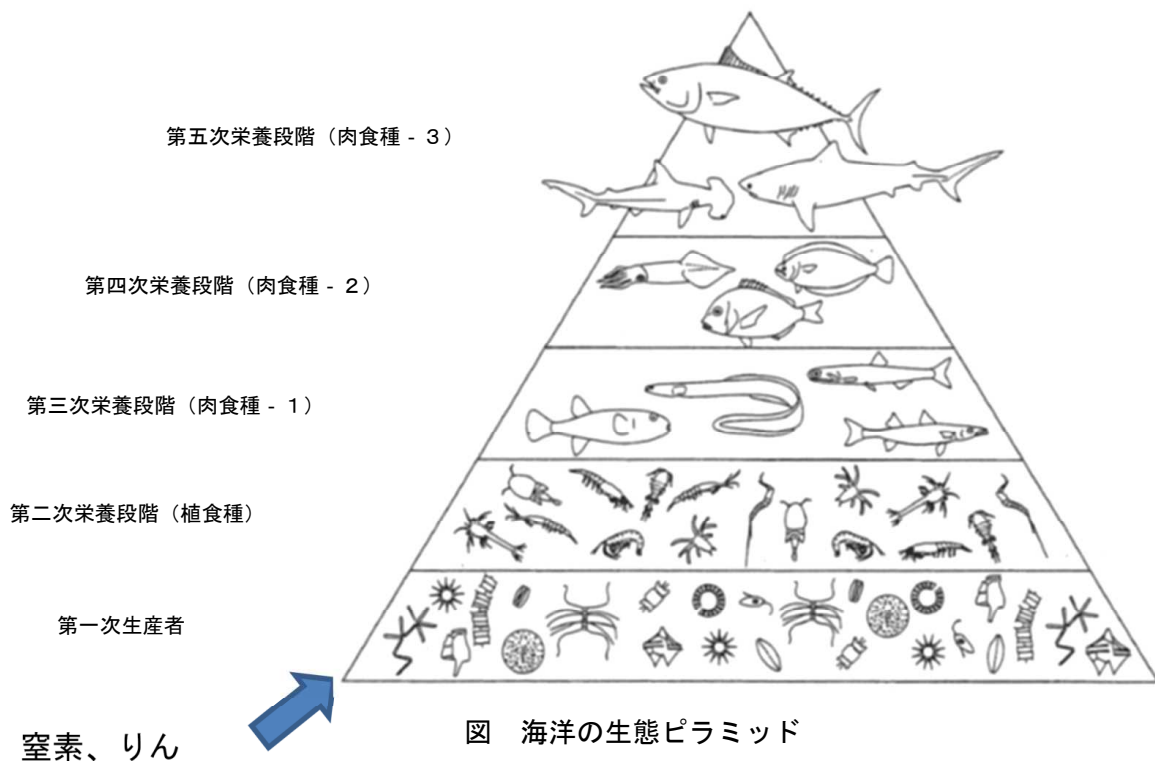
3 兵庫県（瀬戸内海）の状況で述べたとおり、兵庫県（瀬戸内海）における水質は高度成長期から大幅に改善された一方で、近年では漁獲量の減少がみられる。

窒素やりんは、食物連鎖の底辺を支える植物プランクトンの栄養として、海域の生態系の維持に不可欠である。

県計画では、水質の保全及び管理の推進に関する目標として、「窒素及びりんは一次生産者である植物プランクトンの栄養として海域の生態系に必要な元素であり、その適切な濃度の維持が図られていること」を挙げている。

また、水産資源の持続的な利用の確保に関する目標として、「地域の実情に応じた適正な栄養塩管理等の取組により、貴重な漁業資源の宝庫として、餌生物が豊富に存在し、多様な魚介類が豊富に持続して獲れるなど、生物の多様性及び生産性が確保されていること」を挙げている。

以上のことから、兵庫県（瀬戸内海）での一定の窒素・りん濃度を保つための仕組みとして、海域の全窒素及び全りんに関し、兵庫県としての水質目標値（下限値）が必要である。



出典) 多田邦尚ら. 海洋科学入門-海の低次生物生産過程-. 恒星社厚生閣, 2014, 9p. の図に加筆

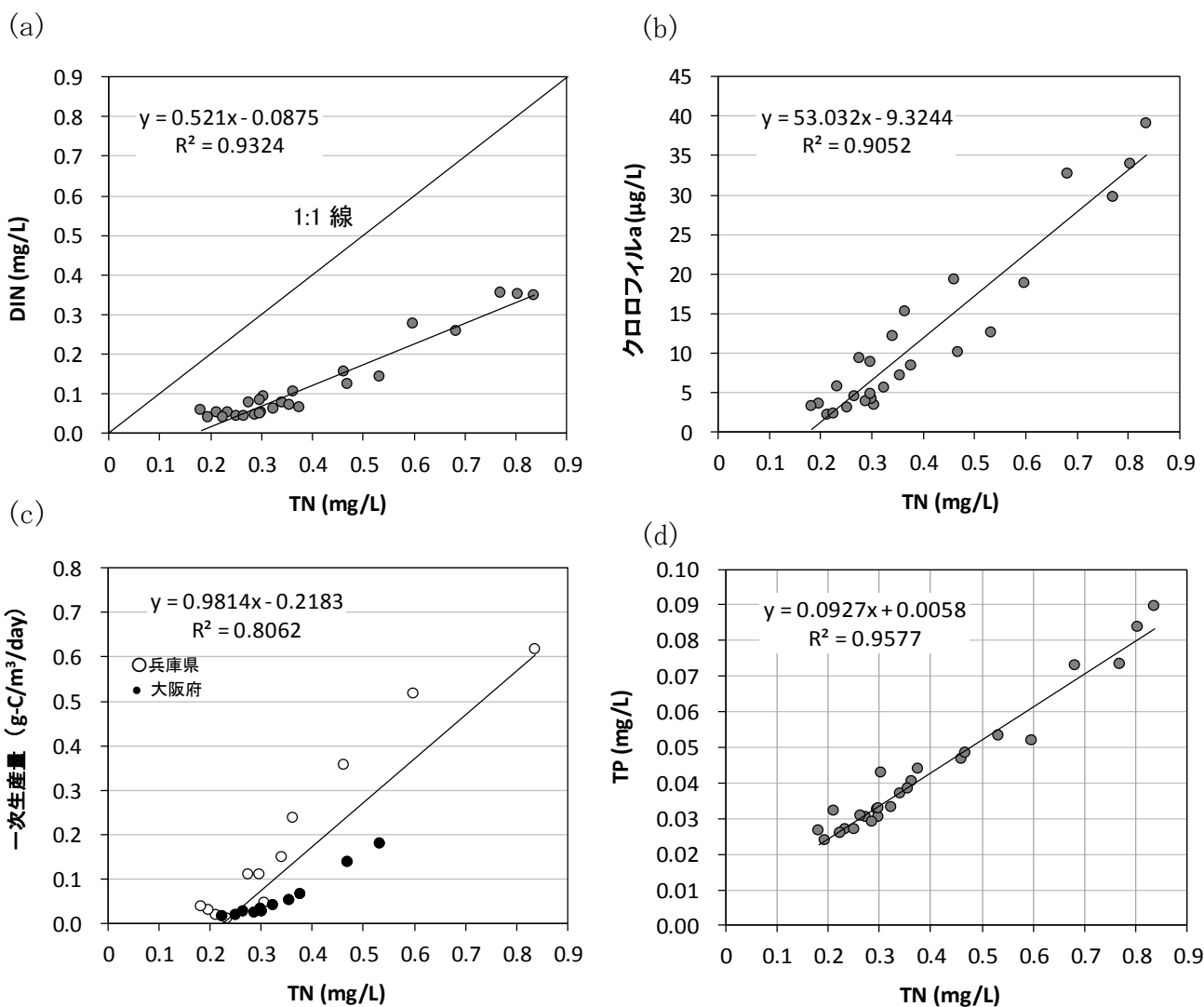
平成 30 年 8 月に改訂された「水産用水基準^{注1}」では、「陸域からの栄養塩類供給に依存する閉鎖性内湾であって、全窒素 0.2mg/L 以下、全リン 0.02mg/L 以下の海域は生物生産性が低い海域であり、一般的には漁船漁業には適さない」とされており、その根拠は以下のとおりである。

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

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

このため、一次生産量も、全窒素 0.2mg/L では 0gC/m³/day に近くなっている。(下図(a)~(c))

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



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

(公社)日本水産資源保護協会(2018)：水産用水基準第8版(2018年版)より作成

注1 水産用水基準

水産庁からの要請を受け、日本水産資源保護協会が昭和40年に設定した水質基準。環境アセスメント等で、水生生物に影響がない水質であることの根拠等として使われている。新しい知見を収集しながら、社会ニーズを考慮して逐次改訂されており、最新の第8版(2018版)は、排水規制の徹底などによって栄養状態がそれまでの富栄養化ではなく貧栄養化へと反転している海域が現れたことに鑑み、海域の栄養状態に関する項目に限定して検討が加えられた。

注2 一次生産

植物プランクトンが光合成を行って有機物を作り出すこと。海域の生態系の維持に必要。

(2) 水質目標値(下限値)

県としての水質目標値(下限値)は、現時点の知見としては全窒素は0.2mg/Lが適当と考え、全りんは0.02mg/Lが適当と考える。

(3) 水質目標値(下限値)を設定した場合の影響の検証

中公審答申(1993年6月)では、「海域の窒素・リン濃度が高くなると、クロロフィル-a濃度及びCODが増加し、透明度及び夏季底層の溶存酸素量が低下するというように、窒素・リンの濃度と海域の水質指標との間に一定の量的関係があることが過去の調査結果から認められる。」と示されている。

ここで、海域の全窒素が0.2mg/L、全りんが0.02mg/Lとなった場合の透明度及び夏季底層D0に対する影響を、次のとおり検証した。

【検証にあたっての前提条件】

○対象とする海域は、全窒素濃度がI類型基準値(全窒素0.2mg/L、全りん0.02mg/L)以下となっているII類型指定水域(4水域:大阪湾(ハ)、播磨海域(ニ)、播磨灘北西部、淡路島西部南部)とする。

(「3(2)全窒素及び全りんの濃度」で示したとおり。)

○整理した項目は次のとおり。

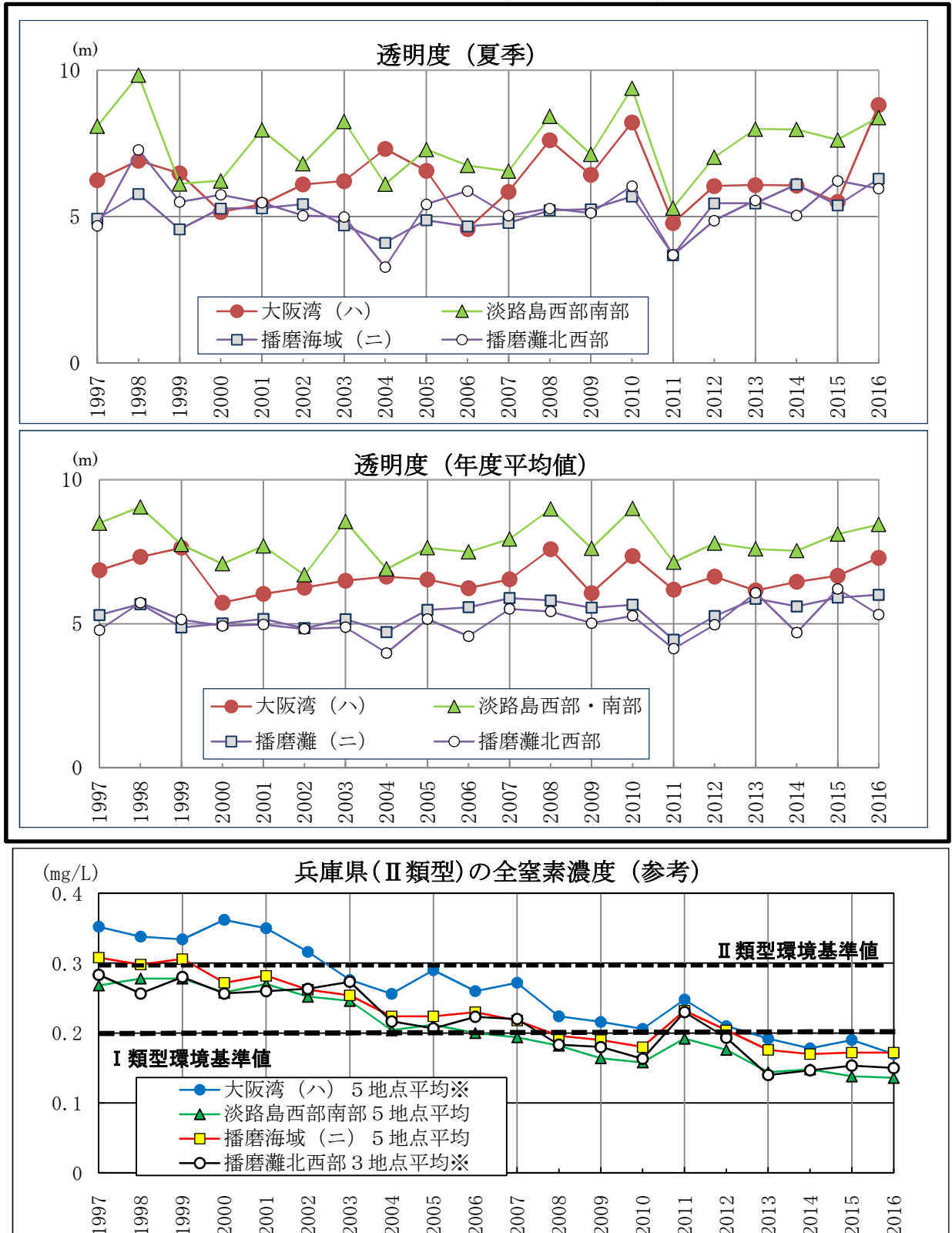
- ①透明度(夏季(7~9月)及び年度平均値)
- ②底層D0及び底層D0飽和度(夏季(7~9月))

ア 目標値設定に伴う透明度(夏季(7~9月)及び年度平均値)への影響の検証

II類型指定水域(4水域)の透明度の夏季(7~9月)及び年度平均値を整理した。

全窒素濃度がII類型の環境基準値を達成後、さらに低下傾向が続きI類型の環境基準値以下となっている中においても、II類型指定水域の透明度(夏季(7~9月)及び年度平均値)は概ね横ばいで推移している。

透明度（夏季及び年度平均値）の経年変化



※兵庫県測定 of 全窒素・全りん の環境基準点のみの平均値を示した。

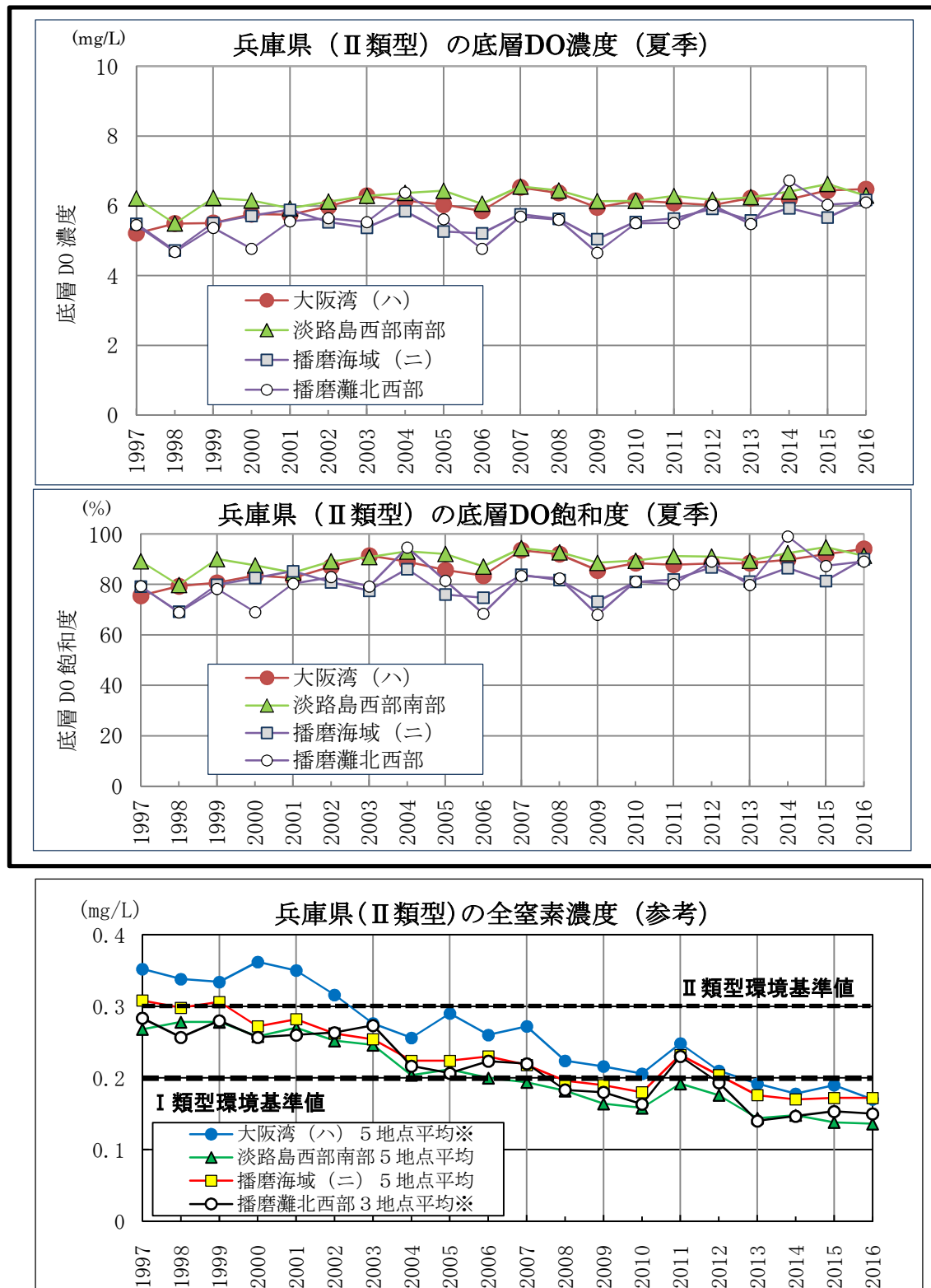
これにより、県として水質目標値（下限値）を設定し、播磨灘全域の全窒素及び全りん濃度が同目標値（下限値）を達成した場合においても、透明度への影響は軽微であると考えられる。

イ 目標値設定に伴う底層 D0 (夏季) 及び底層 D0 飽和度 (夏季) への影響の検証

Ⅱ類型指定水域(4水域)での夏季(7~9月)の底層 D0 濃度及び同時期の底層 D0 飽和度の平均値を整理した。

全窒素濃度がⅡ類型の環境基準値を達成後、さらに低下傾向が続きⅠ類型の環境基準値以下となっている中においても、Ⅱ類型指定水域の夏季(7~9月)底層 D0 濃度(平均値)及び同時期の底層 D0 飽和度(平均値)は概ね横ばいで推移している。

底層 D0 濃度(夏季)及び底層 D0 飽和度(夏季)の経年変化



※兵庫県測定 of 全窒素・全りん の環境基準点のみの平均値を示した。

これにより、県として水質目標値（下限値）を設定し、播磨灘全域の全窒素濃度及び全りん濃度が同目標値を達成した場合においても、底層 DO（夏季）及び底層 DO 飽和度（夏季）への影響は軽微であると考えられる。

5 目標達成の方途

(1) 栄養塩の供給

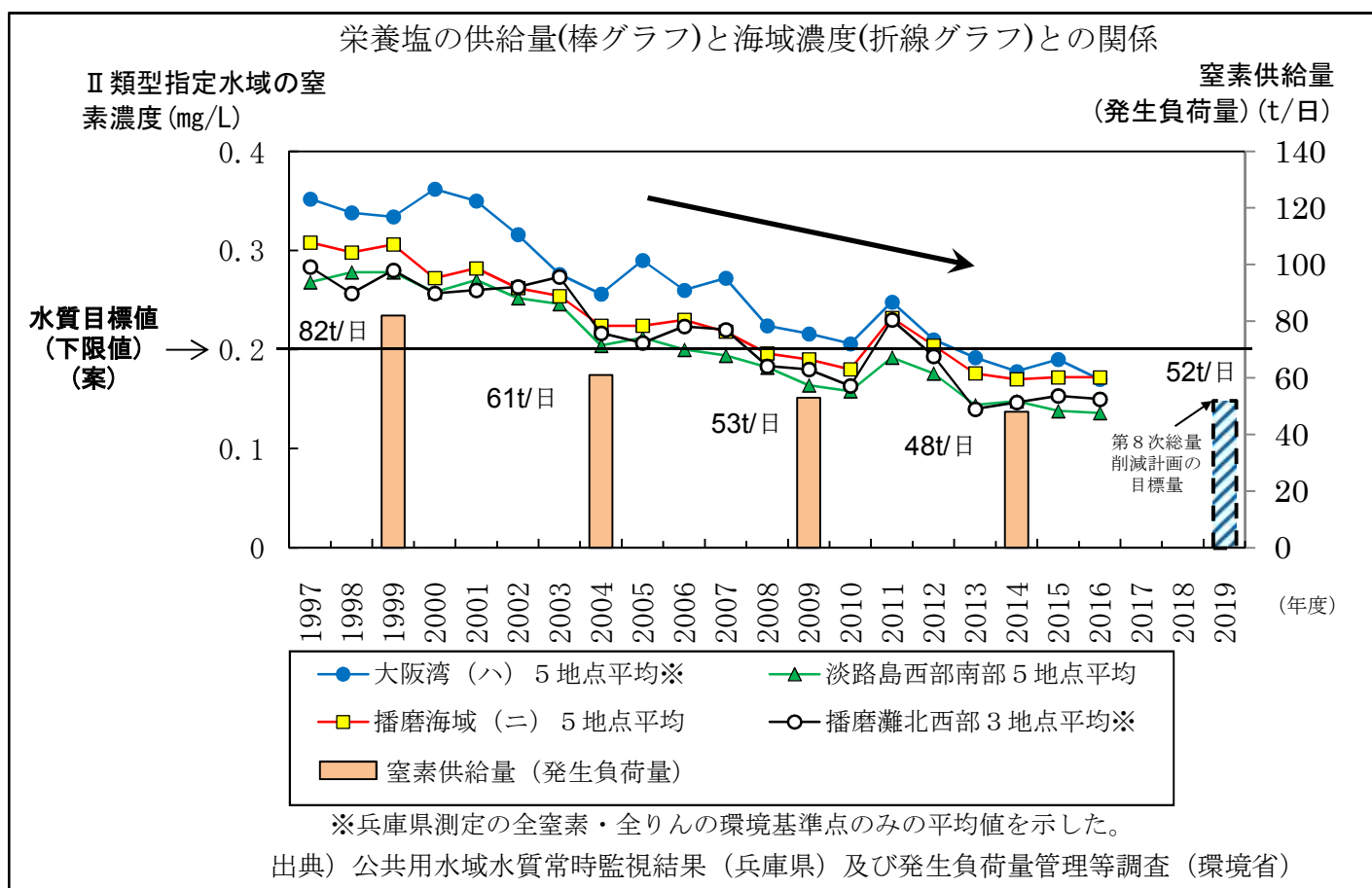
全窒素及び全りんの海域濃度と供給量には一定の傾向があることから、次のとおり目標達成に向けた取組みを行うことが適当である。

- ① 下水道終末処理施設において、放流先海域の利用の実情を踏まえ、湾・灘ごと、季節ごとの状況に応じたきめ細かい水質管理を行う栄養塩管理運転を順応的に実施する。

既に栄養塩管理運転を実施している下水道終末処理施設については、更なる工夫も加えながら、引き続き豊かな海の実現に向けた運転管理を行う。

- ② 工場・事業場においても、下水道終末処理施設と同様に、栄養塩管理運転を導入するよう県は指導・助言を行う。
- ③ 県が定めている排水基準や総量規制基準の基準値等について、必要に応じて見直しを行う。

供給した栄養塩が、港湾内等に偏在することなく適切に拡散するために、湾・灘ごと、季節ごとの状況に応じた方策を実施する必要があることに留意すべきである。



(2) モニタリング及び科学的・技術的な知見の蓄積

目標達成のために栄養塩の供給その他施策を実施する場合は、供給する栄養塩が生物の多様性・生産性に寄与するよう必要な海域に適切に到達し利用されるかを確認する必要がある。同様に、海域の全窒素・全りん濃度の変化が生物の多様性・生産性に与える影響を把握する必要がある。

しかし、海域での栄養塩の循環プロセス、全窒素・全りん濃度と生物の多様性・生産性の関係は複雑であることから、物質循環・生態系管理に関するモニタリングを継続的に行うとともに、科学的・技術的な知見を収集し、蓄積を進められたい。

また、特に沿岸海域においては、海底の生物の生息に重要である直立護岸、傾斜護岸、自然海岸等の沿岸の状況、魚介類の産卵・成育場である藻場等への影響、季節変動も考慮に入れ、沿岸海域での生物の多様性及び生産性が確保されていることを十分に把握されたい。

(3) 方針の明確化・進行管理

① 方針の明確化

豊かで美しい瀬戸内海を実現させるために、県としての水質目標値（下限値）を定める旨を環境の保全と創造に関する条例に規定することが望ましい。

② 水質目標値（下限値）の位置付け

県としての水質目標値（下限値）を、「瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画」に基づく『豊かで美しい瀬戸内海』再生に向けた実施計画」のもとで取組を進めることとし、水質の保全及び管理に関する指標とすることが望ましい。

③ 進行管理

県が測定した大阪湾及び播磨灘の全窒素・全りん濃度が、環境基準値と県としての水質目標値（下限値）との間で適切な濃度となるよう、毎年度目標管理を行うことが望ましい。

県としての水質目標値（下限値）の設定は、新たな提案として注目すべき内容であるが、確実な知見のもとにされたものではなく、豊かな海を目指しての第一歩とすべきものである。

したがって、県としての水質目標値（下限値）は、今後の科学的・技術的な知見をふまえ、必要に応じ見直すことが望ましい。

目標達成のための施策は、物質循環・生態系管理に関するモニタリング結果や科学的知見をふまえて検証を行い、順応的に実施することが重要である。

この検証は短期、中期、長期にかけて行い、目標達成を確実なものとなされたい。

(4) 普及啓発

海への栄養塩供給を推進するためには県民の理解が必要であることから、広く県民に対して普及啓発を行うことが望ましい。

また、農林漁業者、民間企業等の事業者に対しては、それぞれの事業活動が豊かで美しい瀬戸内海の再生につながることを認識してもらうよう普及啓発を行うことが望ましい。

審議経過等

(1) 諮問

2017年8月9日 (諮問第45号)

(2) 全体会

2017年8月9日

内容：現状及び問題点

(3) 水環境部会

2017年8月25日

内容：瀬戸内海再生推進方策検討小委員会設置

2018年1月15日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(沿岸海域の環境(小委員会報告案))、(水質の保全及び管理)

2018年2月15日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(沿岸海域の環境(小委員会報告案))

2019年6月12日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(水質の保全及び管理)(小委員会二次報告)

2019年9月11日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(水質の保全及び管理)(部会報告書案)

(4) 瀬戸内海再生推進方策検討小委員会

2017年10月25日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(沿岸海域の環境(小委員会報告骨子))

2017年12月15日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(沿岸海域の環境(小委員会報告素案))

2018年3月16日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(沿岸海域の環境(小委員会報告案))、(水質の保全及び管理)

2019年6月3日

内容：豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するための方策
(水質の保全及び管理)

兵庫県環境審議会水環境部会瀬戸内海再生推進方策検討小委員会 構成委員

氏名	職業又は役職名	備考
藤原 建紀 (委員長)	京都大学 名誉教授	
川井 浩史	神戸大学 教授	
小林 悦夫	(公財)ひょうご環境創造協会 顧問	
反田 實	兵庫県農林水産技術総合センター 水産技術センター 技術参与	
突々 淳	兵庫県漁業協同組合連合会 専務理事	
藤田 正憲	大阪大学 名誉教授	
吉武 邦彦	神戸商工会議所環境対策専門委員会 委員長	2018 年 6 月 14 日 退任
泥 俊和	神戸商工会議所環境対策専門委員会 委員長	2018 年 6 月 15 日 就任