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

(小委員会二次報告)

令和元年6月

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

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	la	はじめ	かに	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
2	涑	戸	内海	の	窒	素	及	び	IJ	ん	に	係	る	規	制	の	状	況																	
(1)		海均	或の	窒	素	•	IJ	ん	濃	度	の	環	境	基	準	の	設	定	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
(2)		水質	复総	量	規	制	制	度	の	概	要	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	2
(3)		水質	复総	量	規	制	制	度	の	経	緯	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
3	È	庫県	具 (大	阪	湾	及	ぴ	播	磨	灘)	の	状	況	l •																			
(1)		発生	E負	荷	量	の	推	移	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
(2)		水質	复 (概	況)			•																										5
(3)		赤濱																																	6
(4)		漁獲					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
4	水	〈質目	目標	値	の	設	定																												
(1)		水質	复目	標	値	の	必	要	性																										9
(2)		目札																																	11
(3)		目相							場	合	の	影	響	の	検	証	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11
5	E	標道	主成	. の	方	途																													
(1)		栄養	§ 塩	の	供	給	•	•				•	•	•							•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			14
(2)		Ŧ:	ニタ	IJ	ン	グ	及	び	科	学	的		技	術	的	は	:知	見	の	蓄	積														15
(3)		方針								-																									15
(4)		普及	-			•		•	•	•	•		•	•	•	•			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			15
審議	終	医過等	车•																																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

瀬戸内海の生物の多様性及び生産性の確保のためには、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。

この2つの観点から、兵庫県環境審議会が諮問を受けた「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、水環境部会では、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た。

(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が、特に留意すべき事項として、「窒素及び燐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の維持に必要であり、極端に濃度を低くする必要はない」とされている。

(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)

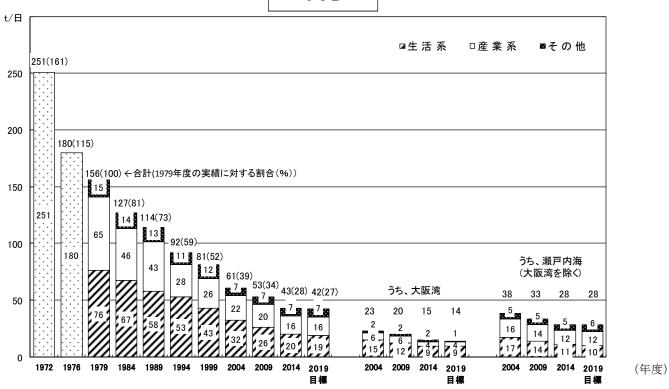
第8次では、汚濁負荷の「削減」に加え、新たに、地域における海域利用の実情を踏まえ、湾・灘ごと、季節ごとの状況に応じたきめ細やかな「水質管理」について、その影響や実行可能性を十分検討しつつ、順応的な取り組みを推進することとされた。

3 兵庫県 (大阪湾及び播磨灘) の状況

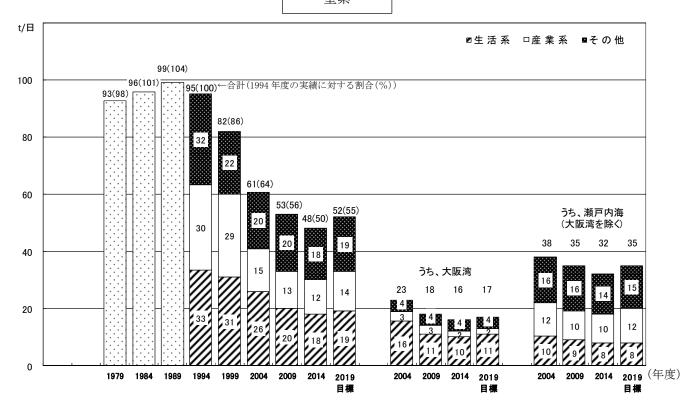
兵庫県(大阪湾及び播磨灘)における発生負荷量の推移、窒素及びりんの濃度、赤潮の発生件数等についてまとめた。

(1) 発生負荷量の推移

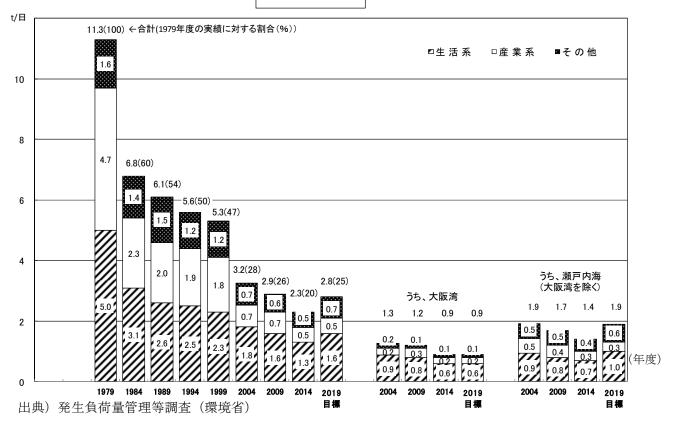
陸域からの供給量(発生負荷量)は、7次にわたる水質総量削減等の取組によって、 大幅に削減されており、各物質の規制開始時期と近年を比較すると、COD は 1979 年度 から 2014 年度で約7割減、窒素は 1994 年度から 2014 年度で約5割減、りんは 1979 年度から 2014 年度で約8割減となっている。 COD



窒素



出典) 発生負荷量管理等調查 (環境省)



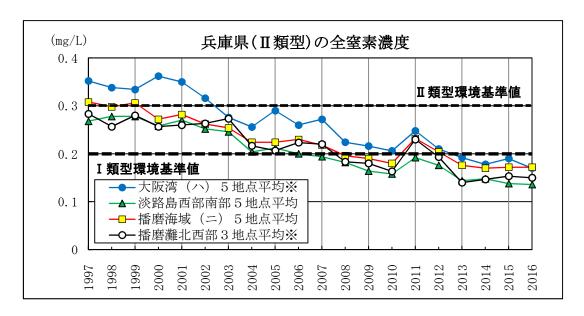
(2) 全窒素及び全りんの濃度

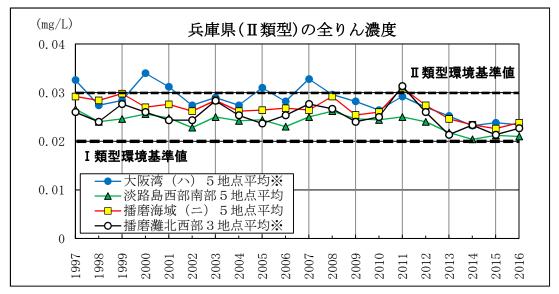
瀬戸内海の全窒素及び全りんの環境基準は、水域ごとにⅡ類型、Ⅲ類型及びⅣ類型に類型指定されている。

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類型の環境基準値を達成し、2013年度以降はⅠ類型の環境基準値以下となっている。

また、全りん濃度は I 類型の環境基準値にせまっている。





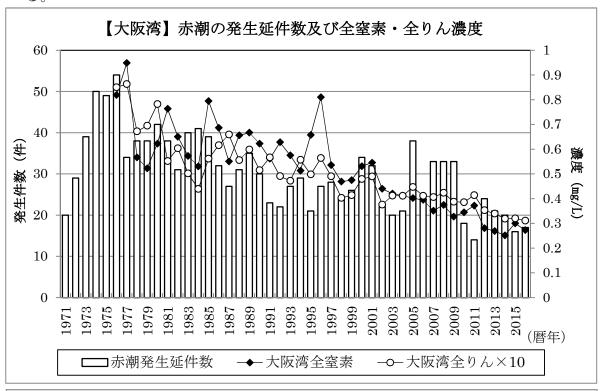
※兵庫県測定の全窒素・全りんの環境基準点のみの平均値を示した。

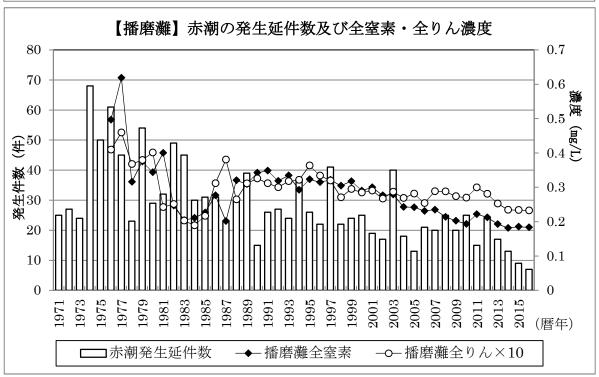
出典)兵庫県公共用水域水質常時監視結果

(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

前述のように、水質は改善がみられ、1975~1984年頃と比較して赤潮の発生件数が減少した一方で、次のとおり近年では漁獲量の減少がみられる。

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。

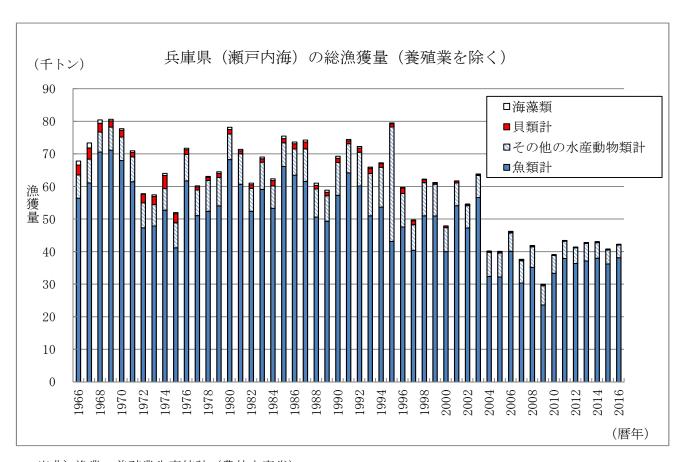
(イ) 分類別漁獲量

魚類は、 $1966\sim1971$ 年までは概ね 60 千トン以上、 $1972\sim2003$ 年までは 40 千~65 千トン程度、 $2004\sim2014$ 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、 $1966\sim1975$ 年までは年変動が大きく、 $1976\sim1998$ 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。

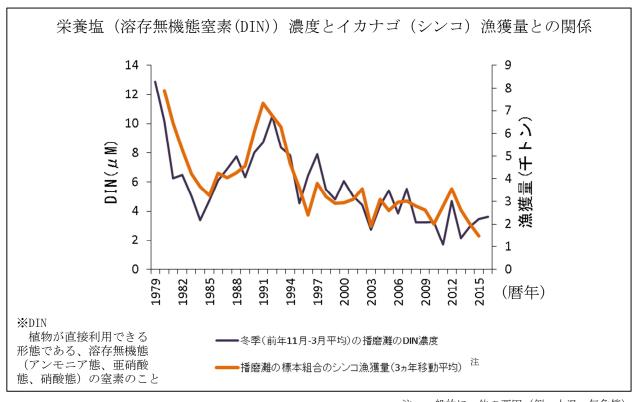


出典) 漁業·養殖業生産統計(農林水産省)

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 水質目標値の設定

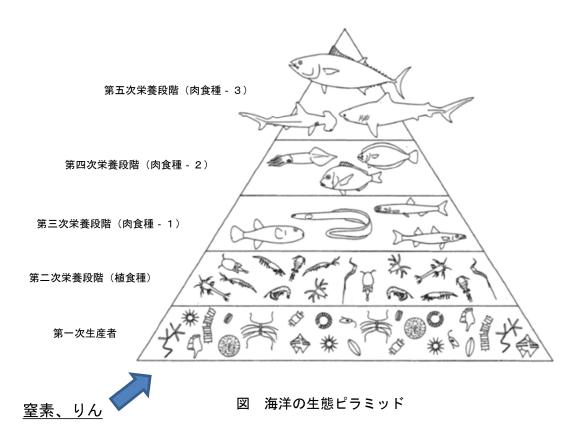
瀬戸内海(兵庫県)における水質は高度成長期から大幅に改善された一方で、漁獲量の減少がみられる。

豊かで美しい瀬戸内海の再生をさらに推進するため、一次生産者である植物の生長に不可欠である窒素・りんの適切な供給と円滑な循環を行う栄養塩の管理の必要性についてまとめた。

(1) 水質目標値の必要性

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必要なものである。

このため、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。



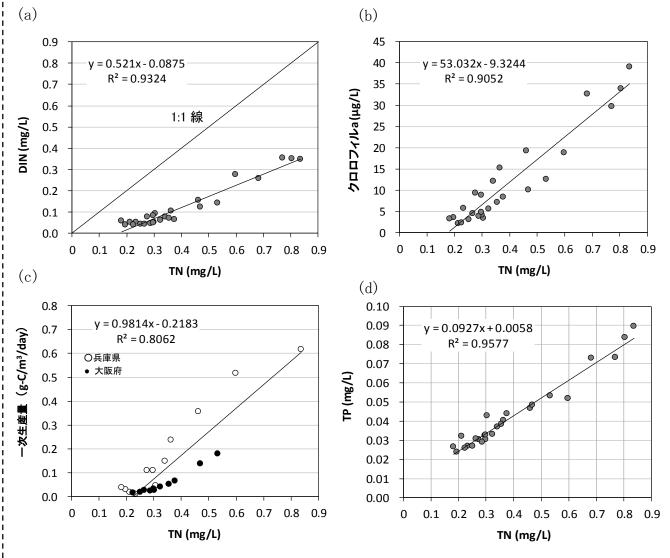
出典)多田邦尚ら. 海洋科学入門-海の低次生物生産過程-. 恒星社厚生閣, 2014, 9p. の図に加筆

平成30年8月に改訂された「水産用水基準^{生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。

全室素濃度と 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 0.2 mg/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 0.2 mg/L では $0 gC/m^3/day$ に近くなっている。(下図(a) \sim (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 水產用水基準

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) 目標値

(1)を踏まえ、<u>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</u>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) 目標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・燐濃度が高くなると、クロロフィルー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・燐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 0.2 mg/L、全りんが 0.02 mg/L となった場合の透明度及び夏季底層 DO 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。

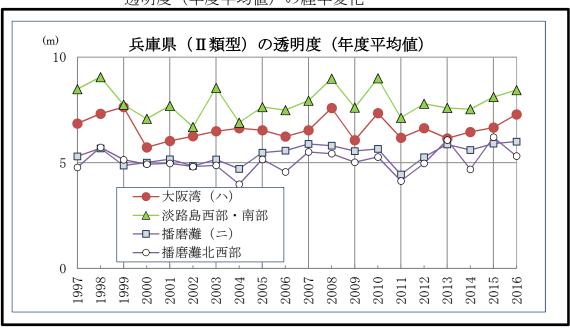
(「3(2)全窒素及び全りんの濃度」で示したとおり。)

- ○整理した項目は次のとおり。
 - ①透明度(年度平均值)
 - ②夏季 (7~9月) の底層 DO 及び夏季底層 DO 飽和度

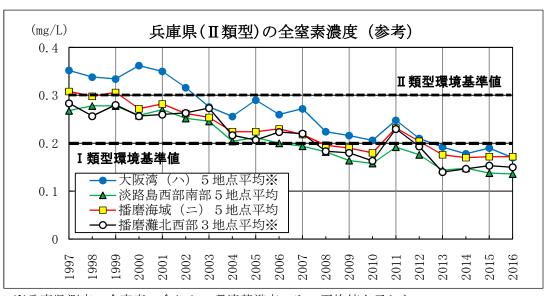
ア 目標値設定に伴う透明度への影響の検証

Ⅱ類型指定水域(4水域)の透明度の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(年度平均値)は 概ね横ばいで推移している。



透明度(年度平均値)の経年変化



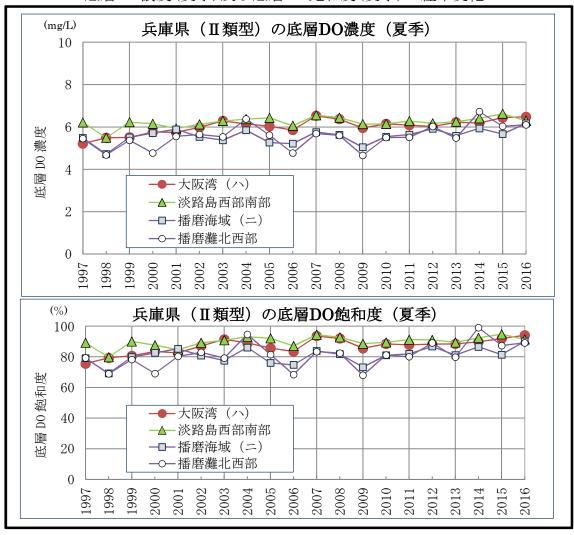
※兵庫県測定の全窒素・全りんの環境基準点のみの平均値を示した。

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。

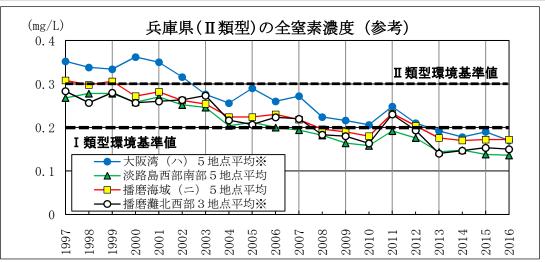
イ 目標値設定に伴う底層 DO (夏季) 及び底層 DO 飽和度 (夏季) への影響の検証

Ⅱ類型指定水域(4水域)での夏季(7~9月)の底層 DO 濃度及び同時期の底層 DO 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 DO 濃度 (平均値) 及び同時期の底層 DO 飽和度 (平均値) は概ね横ばいで推移している。



底層 DO 濃度(夏季)及び底層 DO 飽和度(夏季)の経年変化



※兵庫県測定の全窒素・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。

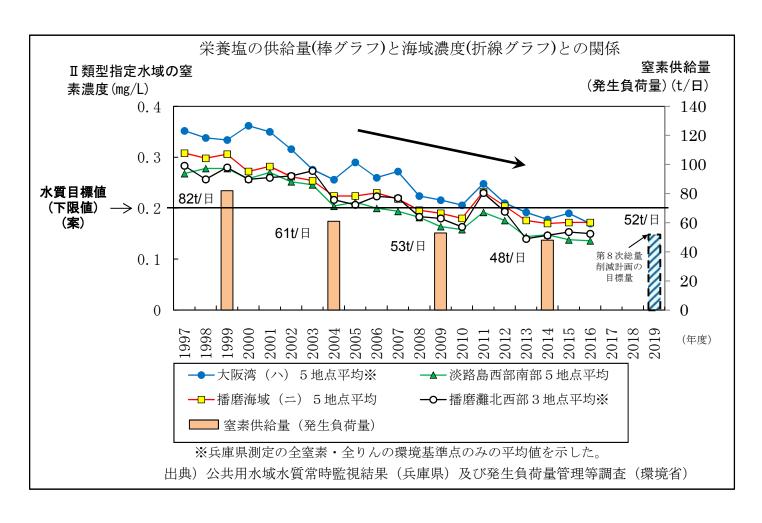
5 目標達成の方途

(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。
- 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、蓄積を進めるべきである。

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することが望ましい。

(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 目標値の位置付け

県としての目標値(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目標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、県としての目標値は、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。

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))

(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