

今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理

平成 19 年 3 月

今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会

はじめに

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海等を始めとする閉鎖性海域においては、水質が改善された水域が一部に見られるものの、全体的には依然として水環境の改善が十分には進んでおらず、海域によっては貧酸素水塊等が発生し、水利用や水生生物等の生育・生息に障害が生じており、生態系の劣化が進行しているという指摘がある。また、失われつつある自然海岸、干潟・藻場等浅海域について、適切な保全及び再生を図り、底質環境の改善に向けた取組みを推進することが課題となっている。

また、「第6次水質総量規制の在り方について」（平成17年5月中央環境審議会答申）においては、第6次水質総量規制の実施に併せて取り組むべき課題として、目標とすべき水質の検討、水質汚濁メカニズムに関する調査研究の推進とより効果的な対策の検討等が挙げられており、今後の閉鎖性海域対策の総合的な推進について、幅広い観点から検討することが必要となっている。

このため、平成18年度に学識経験者及び関係省庁の参加を得て「今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会」（以下、懇談会）を設置し、総量規制対象海域を中心とした閉鎖性海域における水環境の問題点とその要因、これまでの施策の評価、今後の中長期的な施策の在り方等について、総合的な施策の在り方の確立に向けた幅広い見地から議論を行った。

本報告書は懇談会での議論を踏まえ、閉鎖性海域の水環境についての現状認識と今後の対策に向けた論点を整理したものである。

目次

1. 閉鎖性海域環境保全のための現在までの取組み	1
(1) 閉鎖性海域環境保全の経緯	
(2) 汚濁負荷削減に関する取組み	
(3) 海域での環境改善の取組み	
(4) これまでの成果	
2. 閉鎖性海域の水環境の現状	6
(1) 実海域で発生している利水障害等の問題点	
(2) 対策を講じる上での課題	
3. 閉鎖性海域の水環境改善を検討する上での論点整理	10
(1) 閉鎖性海域の水環境改善に向けたロードマップの提示	
(2) 目指すべき水環境の目標について	
4. 来年度以降引き続き議論が必要な事項	11
(1) 水環境の目標の設定	
(2) 水環境改善施策の効果の予測に必要なツールの検討	
(3) 目標を達成するための中長期的なシナリオの設定	
(4) その他検討課題	

1. 閉鎖性海域環境保全のための現在までの取組み

(1) 閉鎖性海域環境保全の経緯

<要点>

- ・ 社会的な背景
- ・ 法令制度の整備

内湾、内海等の閉鎖性海域は、浅海域であることから生産性が高く、生物生息の観点からは貴重な場であり、漁場として、また人々が海と親しむ場として利用されるほか、港湾や海運といった多面的な利用がなされてきた。

一方、高度経済成長期以降、沿岸域の開発が進み、埋立等により多くの浅海域が失われた。また、海水交換が悪いという地形的要因と、人口・産業の集中等により汚濁負荷が集中するという社会的要因から、赤潮や貧酸素水塊が発生し、漁業被害や悪臭、景観の悪化など様々な社会問題が発生した。

そこで、昭和45年に「水質汚濁防止法」が制定され、翌年より事業場等から排出される排水に対しCODを対象項目とした濃度規制を開始した。しかし、瀬戸内海では大規模な赤潮被害が頻発したことから、昭和48年に「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が議員立法で制定され、産業系COD負荷量の1/2カットを実施した。しかし、水質改善が不十分であり、また赤潮被害も続発したことから、昭和53年にCODを対象項目とした水質総量規制が導入され、東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海を対象海域として昭和55年より総量規制基準の適用を開始した。

一方、総量規制対象海域に流入する栄養塩類の増加に伴い、植物プランクトンの増殖が活発化して水質が悪化するといわれる富栄養化に対し、関係都府県により、窒素及びりんを削減する取組みが順次進められてきた。瀬戸内海においては、「瀬戸内海環境保全特別措置法」に基づき、昭和55年度から関係府県が定める指定物質削減指導方針により、りんの削減指導が行われてきた。平成8年度には、窒素が指定物質削減指導方針の対象項目として追加された。また、東京湾及び伊勢湾においては、昭和57年度から関係都府県が策定する富栄養化対策指導方針に基づき、窒素及びりんの削減指導が行われてきた。さらに、平成5年10月からは「水質汚濁防止法」に基づき、全国88の閉鎖性海域を対象とした窒素及びりんの排水濃度規制が実施されると同時に全窒素（以下、T-N）及び全りん（以下、T-P）の環境基準の類型指定の当てはめが開始された。

以上のような対策が講じられた結果、CODの改善が認められた海域があったものの、CODの環境基準達成率は満足できる状況になく、また、赤潮、貧酸素水塊といった富栄養化に伴う環境保全上の問題が発生する状況であった。このため、平成16年度を目標年度とした第5次水質総量規制からは、海域のCODの一層の改善と富栄養化の防止を図るため、CODのみならず、内部生産（当該水域内での植物プランクトンの増殖による有機汚濁）の原因物質であるT-N及びT-Pが指定項目に加えられた。

この結果、大阪湾を除く瀬戸内海ではT-N及びT-Pについては環境基準がほぼ達成されたことから、平成21年度を目標年度とする第6次水質総量規制では現状の水質を維持することが適当とされた。一方、環境基準の達成率が不十分であり、大規模な貧酸素水塊が発生している東京湾、伊勢湾及び大阪湾では引き続き汚濁負荷量の削減を図ることとなっている。

(2) 汚濁負荷削減に関する取組み

<要点>

- ・ 生活系汚濁負荷量の削減対策
 - 下水道・浄化槽、農業集落排水施設等の整備
 - 下水道の高度処理の推進
- ・ 産業系汚濁負荷量の削減対策
 - 工場・事業場等に対する総量規制基準、排水基準の遵守、削減指導等
- ・ その他系汚濁負荷量の削減対策
 - 農業における施肥の適正化
 - 畜産農業における家畜排せつ物の管理の適正化
 - 養殖漁業における給餌の適正化

水質総量規制制度においては、環境大臣が、総量規制対象海域ごとに目標年度、発生源別及び都府県別の削減目標量に関する総量削減基本方針を定め、これに基づき、関係都府県知事が、削減目標量を達成するための総量削減計画を定めることとされている。削減目標量を達成するための具体的な方途としては、下水道の整備等の生活系排水対策、指定地域内事業場（日平均排水量が50 m³以上の特定事業場）の排水に対する総量規制基準の適用、小規模事業場・農業・畜産農業等に対する削減指導等がある。

① 生活系汚濁負荷量の削減対策

昭和54年度から平成16年度までの指定地域における人口推移を見ると、東京湾では19%、伊勢湾では14%、瀬戸内海では5%増加しており、平成16年度における人口は、それぞれ2,732万人、約1,068万人、約3,016万人となっている。指定地域の面積が全国の20%に満たない一方で、指定地域内の人口は全人口の50%を超えている。

このように人口が増加している指定地域において、生活系汚濁負荷量を削減するため、下水道、浄化槽、農業集落排水施設等の生活排水処理施設が整備されている。その結果、指定地域内の生活排水処理率が向上しており、昭和54年度から平成16年度までに、東京湾では48%から90.5%、伊勢湾では30%から68.6%、瀬戸内海では35%から76.3%まで増加している。

また、指定地域における下水道の高度処理（CODに係るものを含む。）も進展しており、平成11年度から平成15年度までに、高度処理人口普及率は、東京湾では4.5%から8.5%まで、伊勢湾では9.9%から22.2%まで、瀬戸内海では14.1%から24.2%まで向上している。さらに、合流式下水道から排出される汚濁負荷量を分流式下水道と同程度以下に削減すること等を当面の目標として、雨水吐口の構造基準及び合流式下水道を対象とした雨天時放流水質基準を定める等、合流式下水道の改善が進められている。

その他、各家庭における生活排水対策に関する住民意識の啓発等が進められている。

② 産業系汚濁負荷量の削減対策

産業系汚濁負荷量の削減は、今までの水質総量規制に加えて、T-N及びT-Pに係る排水基準の設定、都府県・政令市による削減指導、さらには工場・事業場における自主的取組みにより行われてきた。

一般的に産業系の汚水の処理は、生物処理、凝集処理、ろ過処理及びこれらの組合せにより行われている。大規模な指定地域内事業場では、これらの処理に加え、COD対策として濃厚廃液の焼却処理、酸素ばっ気活性汚泥処理、化学酸化処理が、窒素対策として濃厚廃液の焼却処理、生物脱窒処理、アンモニアストリッピング、膜による硝酸回収が実施されている例がある。なお、りん対策としては凝集処理が一般的に行われてきた。また、処理水の再利用等が行われる例もあり、これは排水濃度の改善にはつながらないが、排水量の減少に伴って汚濁負荷量が削減される。

総量規制基準以外の対策として、工場・事業場に対しては、都府県による上乘せ排水基準の設定、その他の条例による排水規制に加えて、都府県・政令市により汚濁負荷量の削減に関する指導が行われている。

③ その他系汚濁負荷量の削減対策

農業については、平成4年から環境保全型農業が全国的に展開されている。平成11年には「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」が制定され、たい肥等による土づくりと化学肥料等の使用低減に取り組む農業者（エコファーマー）を認定・支援する制度が設けられた。また、施肥の適正化を図るため、都府県において施肥基準の見直しが行われ、施肥量の低減に資する技術の導入も行われている。

畜産農業については、平成11年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が制定され、一定規模以上の畜産農家が家畜排せつ物を管理する上で遵守すべき基準（管理基準）が定められた。平成16年11月には同法が本格施行され、管理基準に従った適正管理が義務付けられるとともに、たい肥舎及び汚水処理施設等、家畜排せつ物の管理の適正化に必要な施設の整備や汚水処理の効率化に関する技術開発等が進められている。

養殖漁業については、平成11年に「持続的養殖生産確保法」が制定され、漁協等が「養殖漁場の改善に関する計画」を作成し、都府県知事が計画を認定する制度が設けられた。また、水系への汚濁負荷を極力抑える配合飼料の開発・普及のための規格の策定、残餌を最小限化する効率的な給餌システムの開発等の事業も進められている。

(3) 海域での環境改善の取組み

<要点>

- ・ 干潟、藻場等の保全・再生
- ・ 底質の改善
- ・ 海砂利採取の抑制
- ・ 土砂採取跡の埋戻し
- ・ 関係機関の連携した取組みの実施

総量規制対象海域の沿岸域では、高度経済成長期を中心として、産業用地及び物流機能等を確保するための埋立が行われたことにより、干潟や藻場が急速に消失してきた。このような沿岸域においては、残された貴重な干潟・藻場等を保全するとともに、失われた干潟・藻場等の再生に向け、自然再生法に基づく自然再生事業や、浚渫土砂等を活用した干潟、浅場等の再生や深堀り跡の埋戻しが推進されている。

また、底質の悪化が著しい海域においては、生物生息環境の改善や底泥からの栄養塩類等の溶出抑制を図るため、覆砂を実施している。

さらに、瀬戸内海の海域生態系に影響が懸念される海砂利採取については、現在は各府県により採取禁止や採取量の抑制など適切な対応がなされている。

また、東京湾、大阪湾では都市再生プロジェクトの一環として再生行動計画が策定されており、伊勢湾、広島湾においても平成18年度末に再生行動計画の策定が予定されているなど、国や自治体等の関係機関が連携して水環境の保全・再生に向けた取組みが進められている。

(4) これまでの成果

<要点>

- ・ 汚濁負荷の削減量の推移
- ・ 水質の推移
- ・ 赤潮及び青潮（苦潮）の発生状況

① 汚濁負荷の削減量の推移

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海については5次にわたる水質総量規制により、汚濁負荷量の大幅な削減が図られてきた。

水質総量規制が開始された昭和54年度におけるCOD負荷量は、東京湾において477t/日（単位水域面積当たりの負荷量0.35t/日/km²。以下同じ）、伊勢湾において307t/日（0.13t/日/km²）、瀬戸内海において1,012t/日（0.04t/日/km²）であったが、汚濁負荷の削減対策の推進により、第5次総量削減基本方針の目標年度である平成16年度には、東京湾において211t/日（0.15t/日/km²）、伊勢湾において186t/日（0.08t/日/km²）、瀬戸内海において561t/日（0.02t/日/km²）まで削減されている。昭和54年度から平成16年度までの削減率は、東京湾において56%、伊勢湾において39%、瀬戸内海において45%である。（図1、図2）

平成11年度におけるT-N負荷量は、東京湾において254t/日（0.184t/日/km²）、伊勢湾において143t/日（0.061t/日/km²）、瀬戸内海において596t/日（0.025t/日/km²）であったが、第5次総量削減基本方針の目標年度である平成16年度までに、東京湾において208t/日（0.151t/日/km²）、伊勢湾において129t/日（0.055t/日/km²）、瀬戸内海において476t/日（0.020t/日/km²）まで削減されている。平成11年度から平成16年度までのT-N負荷量の削減率は、東京湾において18%、伊勢湾において10%、瀬戸内海において20%である。（図3、図4）

平成11年度におけるT-P負荷量は、東京湾において21.1t/日（0.0153t/日/km²）、伊勢湾において15.2t/日（0.0065t/日/km²）、瀬戸内海において40.4t/日（0.0017t/日/km²）であったが、第5次総量削減基本方針の目標年度である平成16年度までに、東京湾において15.3t/日（0.0111t/日/km²）、伊勢湾において10.8t/日（0.0046t/日/km²）、瀬戸内海において30.6t/日

(0.0013t/日/km²)まで削減されている。平成11年度から平成16年度までのT-P負荷量の削減率は、東京湾において27%、伊勢湾において29%、瀬戸内海において24%である。(図5、図6)

② 水質の推移について

総量規制対象海域における表層のCODの濃度レベルは、東京湾が最も高く、続いて三河湾、大阪湾、三河湾を除く伊勢湾、その他瀬戸内海の順となっている。昭和56年から平成17年度までのCODの推移を見ると、東京湾、大阪湾においては低下傾向が見られる。それ以外の海域では長期的に横ばいであるが、備讃瀬戸については上昇傾向にある。また、近年CODが上昇傾向にある海域も存在するが、これについては太平洋沿岸におけるCODの上昇が影響を与えている可能性も指摘されている。(図7)

総量規制対象海域におけるT-N及びT-Pの表層の濃度レベルは、東京湾が最も高く、続いて大阪湾、三河湾、三河湾を除く伊勢湾、その他瀬戸内海の順となっている。昭和56年度から平成17年度までのT-N及びT-Pの濃度の推移を見ると、東京湾、大阪湾においては低下傾向が見られる。それ以外の海域では、長期的には横ばいに推移している。(図8、図9)

東京湾等では、夏期の底層溶存酸素量(底層DO)が3mg/lを下回る状況が環境省の広域総合水質調査の多くの調査地点で継続して確認されている。(図10参照)さらに、関係都府県等の調査によって、現在でも大規模な貧酸素水塊が数ヶ月にわたって存在していることが明らかになっている(図11、図12参照)。

③ 赤潮及び青潮(苦潮)の発生状況について

赤潮の発生件数は、東京湾においては、昭和54年から平成15年までの間、年間50件前後で横ばいに推移している。伊勢湾においては、昭和54年から平成5年までの間、年間159件から50件程度にまで減少し、近年は横ばいに推移している。瀬戸内海については、昭和50年前後に年間200~300件程度の赤潮が発生していたが、長期的には減少傾向にあり、近年においては年間100件程度で横ばいに推移している。(図13、図14)

養殖漁業が盛んな瀬戸内海においては、赤潮の発生に伴う養殖魚類のへい死といった漁業被害が発生している。このような赤潮による漁業被害の件数は、ピーク時には年間39件であったが、近年では年間10件程度となっている。

東京湾、伊勢湾及び大阪湾においては貧酸素水塊が気象条件により沿岸域に湧昇する青潮(苦潮)と呼ばれる現象が観測されているが、東京湾及び伊勢湾での青潮(苦潮)の発生件数は、昭和60年前後と比較すると減少傾向にある。(図15)

2. 閉鎖性海域の水環境の現状

(1) 実海域で発生している利水障害等の問題点

<要点>

- ・ 生物の生息にとって好ましくない状態の継続
 - 東京湾、伊勢湾、大阪湾：貧酸素水塊の発生、生物の大量斃死、生物生息の場の喪失等
 - 大阪湾以外の瀬戸内海：生物生息環境の変化、生物生息の場の喪失等

上述のように、様々な施策が展開されてきているが、それにもかかわらず生態系の劣化が進んでいるとの指摘がある。

東京湾、伊勢湾及び大阪湾等の水質汚濁が著しい海域においては、成層化する夏期を中心として貧酸素水塊が発生するなど生物の生息にとって好ましくない状態が継続している。有明海においても近年、貧酸素水塊の発生が問題化している。

貧酸素水塊は、酸素欠乏により直接生物の生息に悪影響を及ぼし、さらに、海底で嫌気性菌である硫酸還元菌により無酸素状態で有機物の分解が進行すると有毒な硫化水素を発生させ、底生生物の大量斃死の原因となる。(図 16、図 17) 特に海水の停滞性が高い土砂採取跡等で、その発生が顕著であるとの指摘がある。また、貧酸素水塊は底泥からの栄養塩類の溶出や、斃死した生物の分解に伴う更なる酸素消費及び分解された遺骸からの栄養塩類の放出を引き起こし、富栄養化を促進するため、再び貧酸素水塊の発生の要因となるとの指摘がある。また、貧酸素水塊が気象条件により沿岸域に湧昇すると青潮(苦潮)が発生し、干潟や浅海域で貝類の死滅などの被害が発生することがある。

これらの海域では、沿岸埋立等によって干潟・藻場・浅場等が喪失し、生物の生息や再生産、また水質浄化にとって重要な場が減少してきたことも大きな問題である。(図 18) ただし、東京湾では近年大規模な埋立事業は行われていないにもかかわらず、引き続き干潟生態系の劣化が進んでいるとの指摘がなされている。

これらの結果、漁獲量の大幅な減少や魚種の変化という形で影響が現れているとの指摘がある。(図 19)

一方、汚濁負荷量が削減され水質の改善が見られる海域でも、赤潮による漁業被害が引き続き発生する海域が存在するほか、過去に比べ漁獲量が減少するなど、海域の生物生息環境に異変が起きているとの指摘がある。これらの要因として、漁獲圧以外にも干潟・藻場・浅場等の喪失や過去に瀬戸内海で大規模に実施されていた海砂利の採取による生息地の減少など、場の変化が影響を及ぼしているとの指摘がある。また、栄養塩類のバランスの変化により生物相が変化した可能性が指摘されている。(図 20、図 21、図 22、図 23)

しかし、これらの海域の環境変化を定量的に把握するためのデータは不十分である。特に底質、底層DO、有用魚種以外の生物、干潟・藻場・浅場等の生物の生息にとって重要な場に関するデータの充実が求められている。

また、環境変化を的確に把握するために時間的、空間的に連続したデータを取得し整理することが求められている。

(2) 対策を講じる上での課題

① 目指すべき水環境の目標設定について

<要点>

- ・ 定量的な評価を実施する上での課題
 - 水環境の改善に長い時間が必要
 - 生物生息環境と環境基準の関連性について説明が困難
 - CODの評価方法の再検証
- ・ 市民の理解を得る上での課題
 - 市民にわかりやすい説明が必要
 - 中長期的、短期的な目標が必要

1) 定量的な評価を実施する上での課題

我が国では有機性排水による公害が大きな社会問題となった歴史的経緯を踏まえ、排水規制はCOD及びBODも対象項目としており、水質汚濁が極めて著しい海域の改善や河川水質の改善、悪臭等の改善に一定の成果を挙げている。(図 24)

しかし、水質汚濁が著しい海域においては、過去から膨大な量の汚濁物質が底質に蓄積されている。このような海域では汚濁負荷量削減の効果がすぐには現れにくく、底質を含む水環境全体の改善には長い時間を要することが考えられる。

また、貧酸素水塊の発生等を直接表現できる環境基準項目が評価されておらず、特に底層の生物生息環境と環境基準の関連性について説明が困難となっている。

このような状況下にあつて、目標となる環境基準自体についても課題が指摘されている。現在、閉鎖性海域における生活環境項目の環境基準達成の判断はCODとT-N及びT-P濃度により行われている。しかし公共用水域水質測定等に使用されている酸性法でのCODは、海中での酸素消費への影響が少ないと考えられている難分解性有機物も検出する傾向がある。一方、近年生物処理を中心とした排水処理技術が発展したことに伴い、事業場等からの排水に含まれる有機物がより難分解化している可能性がある。この結果、同じ手法でのCODの値でも過去と現在ではその酸素消費ポテンシャル(BOD)の値が違ってきている可能性が指摘され、これが実海域で進行している貧酸素化とCODが直接結びつかない原因の一つであるとの指摘がある。従って、各水域でのCODとBODの関係などをさらに検証した上で、より適切な目標を設定することについて検討する必要がある。

また、将来の望ましい水環境像を検討する上では水質汚濁メカニズムの解明が必要であり、海域の特性に応じて、物質循環の議論をさらに精緻に行う必要があるとの指摘があるが、現在最もデータが蓄積されている環境基準項目データによっても、精緻な物質循環の議論に活用していくことには限界がある。

2) 市民の理解を得る上での課題

CODは、一般市民にとって直感的に理解が難しい指標である。水質保全行政は一般市民の理解と協力なしではその推進が困難であり、CODに加え、海域毎に特徴的な生物等、一般市民に判りやすい水環境の指標が求められている。また、水環境の改善には長い時間がかかると考えられており、施策の継続のために中長期的な目標が必要である。また、比較的短期間で効果が実感できるような指標も必要である。

② 目標達成のための手法について

<要点>

- ・ モニタリングの維持・充実及びデータの活用
 - ▶ 時間的、空間的に連続したデータの充実
 - ▶ 生物生息環境に関するデータの充実
 - ▶ モニタリングデータの活用
- ・ 汚濁負荷削減対策
- ・ 栄養塩類の管理
- ・ 利用形態を考慮した浅海域の保全と改善
- ・ 底質環境の改善
- ・ 面源対策と総量規制の汚濁負荷量算定の精度向上
- ・ 効率的な手法の検討

1) モニタリングの維持・充実及びデータの活用

目標達成に向けた様々な施策を講じる上で、実際の海域の状況を定量的に把握することは不可欠であり、モニタリングはそのためのベースとなる。

環境基準が設定されている項目については、水質汚濁防止法第15条に基づく公共用水域水質測定が地方公共団体の環境部局等により実施されており、この中でCOD、T-N及びT-Pの達成状況についても調査されている。また、総量規制対象海域では総量規制の効果を把握するために広域総合水質調査が環境省により実施されている。

水産部局では、地域の漁業資源の管理に必要不可欠な海洋環境の実態把握のため、浅海定線調査が都道府県により実施されている。また、赤潮被害の軽減のための調査も水産庁により実施されている。

また、国土交通省や海上保安庁等でも閉鎖性海域の水質等の調査が実施されている。(表1)

しかし、生物生息環境に直結すると考えられる底層DOや透明度に関するデータや生物の生息状況に関するデータ、陸域からの降雨時の流入負荷データや外海からの流入負荷データ等を含む物質循環の検討に必要なデータはその蓄積が不十分であり、これらのデータの更なる充実が求められている。また、環境負荷と社会経済活動等との関連を定量的に評価するためのデータの蓄積も望まれる。

このように、モニタリングについてはその内容の一層の充実・発展が求められているが、現実には、特に地方自治体によって長年担われてきている、公共用水域水質測定や浅海定線調査などのモニタリングにおいて、最近の人員・予算削減の影響により、その規模や内容を維持していくことが困難となることが危惧される。

また、過去からの水環境の変化には様々な要因が存在しており、モニタリングデータを活用した検証が必要である。その際には、物質循環の面からの検討や社会経済活動等の人為的要因と外海水の流入等のそれ以外の要因の双方を検討することが求められる。