

# 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り組み

### (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いわゆる富栄養化に対し、関係都府県により、窒素及びりんを削減する取り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 m<sup>3</sup>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。

### 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。

### 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。

### 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

##### 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/km<sup>2</sup>。以下同じ）、伊勢湾において307t/日(0.13 t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において1,012t/日(0.04 t/日/km<sup>2</sup>)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/km<sup>2</sup>)、伊勢湾において186t/日(0.08t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において561t/日(0.02t/日/km<sup>2</sup>)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/km<sup>2</sup>)、伊勢湾において143t/日(0.061t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において596t/日(0.025t/日/km<sup>2</sup>)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/km<sup>2</sup>)、伊勢湾において129t/日(0.055t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において476t/日(0.020t/日/km<sup>2</sup>)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/km<sup>2</sup>)、伊勢湾において15.2t/日(0.0065t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において40.4t/日(0.0017t/日/km<sup>2</sup>)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/km<sup>2</sup>)、伊勢湾において10.8t/日(0.0046t/日/km<sup>2</sup>)、瀬戸内海において30.6t/日

(0.0013t/日/km<sup>2</sup>)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)

#### 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/ 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)。

#### 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

### 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おいて、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。

## 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。

## 2)汚濁負荷量削減対策

水質汚濁が著しい海域においては、当面は以下に例示する汚濁負荷削減対策が必要であり、関係者、関係機関の協力を得つつ推進することが求められている。なお、今後は、海域改善の中長期的取組みを検討する中で、海域改善のための様々な方策を組み合わせつつ、最適な管理手法を検討することが必要である。

生活系汚濁負荷量は削減されてきたものの、生活系汚濁負荷量が全体に占める割合が高い、東京湾、伊勢湾、大阪湾では、下水道、浄化槽、農業集落排水施設等の生活排水処理施設の整備を進める必要がある。また、窒素及びりんに係る汚濁負荷量削減のために高度処理化を図る必要がある。また、浄化槽の維持管理の徹底も必要である。

指定地域内事業場に係る汚濁負荷量の削減に関しては、各指定地域内事業場で講じられてきた汚濁負荷削減対策を踏まえつつ、最新の処理技術動向を考慮し、第6次水質総量規制基準を設定する必要がある。

また、総量規制基準の対象とならない小規模事業場及び未規制事業場に関しては、引き続き都府県の上乗せ排水基準の設定等による排水規制、汚濁負荷の削減指導、下水道の整備による処理等の対策を推進する必要がある。

農業については、環境保全型農業を一層推進し、施肥の適正化に向けた取組みを進める必要がある。畜産農業については、家畜排せつ物処理施設の整備の推進等により、「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」に基づく管理基準に従った適正管理を推進する必要がある。

魚類養殖については、「持続的養殖生産確保法」に基づく漁場改善計画を推進するとともに、負荷を低減する配合飼料の開発等を進める必要がある。

合流式下水道については、雨水滞水池の整備、雨水浸透施設の設置、遮集管の能力増強と雨水吐の堰高の改良、スクリーンの設置等の対策を推進する必要がある。

## 3)栄養塩類の管理

T - N及びT - Pの環境基準がほぼ達成された海域についても、赤潮等による漁業被害が発生している海域については、今後とも各種施策を総合的に進める必要がある。また他方で、健全な生態系を維持するためには適切な量の無機栄養塩類が必要であり、今後、各海域での窒素・りんの循環を踏まえた季節毎の栄養塩類の管理という観点で、有機・無機などの形態を考慮したモニタリングのあり方が求められている。

## 4)利用形態を考慮した浅海域の保全と改善

閉鎖性海域については、その生態系の劣化が進行しているという指摘があるなど、生物生息の場の確保が極めて重要な課題となっている。特に浅海域は高い生産性があり漁場として利用されるほか、レクリエーションや散策など様々な利用がなされている。利用形態により求めら

れる海域の状態が異なるが、特に水質浄化機能あるいは生物生息の場として重要な、干潟・藻場・浅場の保全及び再生に取り組むことが求められている。

#### 5) 底質環境の改善

底質が悪化している海域においては、底泥からの栄養塩類の溶出を抑制するため、汚泥の除去や覆砂等の底質改善対策を推進する必要がある。

三大湾や瀬戸内海等では、過去に埋立用材やコンクリート骨材として土砂採取がなされた結果、現在では大規模な深掘り跡等が海底に点在している。その一部は貧酸素水塊の発生や、底生生物の生息環境の悪化の一因となっていることが指摘されている。この問題を解消するために深掘り跡等を埋め戻すことについての地域の要請が高まっていることから、東京湾や三河湾で取り組まれている浚渫土砂を活用した深掘り跡の埋戻し対策を、他の閉鎖性海域においても検討するなど具体的な対策が求められている。

#### 6) 面源対策と総量規制の汚濁負荷量算定の精度向上

都市部や田畑、森林等土地に由来する面源負荷についても、閉鎖性海域への水質に影響を及ぼすと考えられ、特に降雨時の影響が顕著であることが指摘されている。しかし、その流入経路や変動について未解明な点が多く残されているので、この点に注目したモニタリングが必要である。現在、発生活濁負荷量の算定には原単位法が用いられているが、この方法では降雨時の影響のみならず季節変動なども明らかでないため、今後の閉鎖性海域の水環境改善対策を検討する上では、実際に海域に負荷される量として実測値に基づく流入負荷量をより精度良く見積ることが必要である。

#### 7) 効率的な手法の検討

閉鎖性海域の水環境改善対策を検討する際には、負荷削減だけではなく、干潟・藻場・浅場の保全・再生や底質環境の改善など複数の手法を組合せ、費用対効果も含めて効率的な対策の実施が求められている。

### 3. 閉鎖性海域の水環境改善を検討する上での論点整理

#### (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

##### < 要点 >

- ・ 閉鎖性海域の水環境改善に対する国民の合意形成を図るためには、各海域毎の特性や利用形態に応じた、目指すべき海域環境の将来像の提示とロードマップの提示が必要。

閉鎖性海域の持続可能な利用には生態系の保全の観点が不可欠であり、そのための閉鎖性海域の水環境改善には、国民の協力の下、関係者の不断の努力が必要である。しかし、実海域の水環境は、施策の実施後すぐに実感できるほど速やかに改善されるものではないため、今後、更なる閉鎖性海域の改善施策を展開する上では、閉鎖性海域の水環境改善に対する国民の合意形成が必要である。そのためには、各海域の特性に応じた健全な生態系の確保や利水障害の解消に向け、各海域毎に利用形態に応じた中長期的に目指すべき海域環境の将来像を明らかにし、その実現に向けた具体的なロードマップを提示する必要がある。その際、汚濁負荷量については、各海域毎にその将来像を実現する上において許される負荷量（許容負荷量）を設定する必

要がある。

## (2) 目指すべき水環境の目標について

### <要点>

- ・ 目標設定の上での留意事項
  - 海域の地理的特性や利用形態の観点
- ・ 目標を具体的に表すための指標の要件の整理
  - 生物生息環境との関連性の観点
  - 定量的な評価が可能であるとの観点
  - 将来予測が可能であるとの観点
  - 市民への判りやすさの観点
  - 施策のメルクマールとしての観点
- ・ 指標を検討する上での留意事項
  - 過去からの変化とその要因分析が必要

今後、目指すべき海域環境の将来像を実現するため水環境改善施策を展開する上で、地理的特性や利用形態を考慮し、中長期的に目指すべき目標を設定することが必要である。目標については客観的に達成状況が把握できるよう指標化が必要である。

目標を具体的に表すための指標の設定にあたっては、生物生息環境との関連性の観点、定量的な評価が可能であるとの観点、将来予測が可能であるとの観点、市民への判りやすさの観点、施策のメルクマールとしての観点から検討を進める必要がある。

指標の検討に際しては、過去に各種機関で収集されたデータを総合的に検証し、指標としての妥当性を確認するとともに、指標の変動要因について、人為的要因とそれ以外の要因を含めて解析する必要がある。

## 4. 来年度以降引き続き議論が必要な事項

### (1) 水環境の目標の設定

#### <要点>

- ・ 状態指標の設定とその目標値
- ・ 制御指標の設定とその目標値
- ・ 候補の提示（底層DO、透明度、SOD等）

今後、閉鎖性海域の水環境改善の目標を設定する上で、目標となるべき指標については先の論点整理を踏まえ、検討を進める必要がある。

前述したとおり、現在の環境基準であるCOD、T-N及びT-Pについては、汚濁負荷量の抑制により制御可能と考えられている指標であるが、生物生息環境を直接的に表現する指標とは言い難い。そこで、目標とすべき海域の状態となる指標（状態指標）と目標を達成するために制御すべき指標（制御指標）とを分けて検討する必要がある。その際には状態指標と制御指標のリンケージを生態系全体の物質収支を考慮し再検討する必要がある。

生物生息環境を表現する状態指標の候補としては、本懇談会の議論や有識者の意見を踏まえ

ると、広く水生生物（特に底生生物）の生息に影響を与える主要な要素の一つと考えられる底層の溶存酸素量（底層DO）及び水生植物の生育など浅海域における良好な環境条件を示し、景観的な要素も併せて示す透明度を挙げるができる。

なお、底層DOの目標値の設定については、生物生息環境と溶存酸素量との関係及び硫化水素の抑制の観点から検討が必要である。また、気象の変化による擾乱を考慮した上で、貧酸素状態の継続時間や発生規模の観点からも目標設定の可能性を検討する必要がある。さらに、底生生物の存在状況から底層DOを評価する手法の可能性も検討する必要がある。

また、気象等による擾乱が少なく改善に向けた取組みが着実に把握可能であると考えられる、例えばSOD（底質酸素要求量）など底質に着目した指標も候補として考えられる。

また、水質が改善された海域では、T-N、T-Pに加えて、これらの形態の一つであり生物生息環境に直接影響を及ぼす無機栄養塩類レベルについても状態指標となりうるか検討する必要がある。

市民からの判りやすさという視点では、赤潮・青潮（苦潮）の発生状況や、悪臭といった指標についても状態指標となりうるか検討する必要がある。

一方、制御指標については、状態指標との関連性を説明可能な項目を候補として検討する。その上で、制御指標項目の許容負荷量を算定する作業が必要がある。

これらを検討する際には、望ましい生物生息環境の定義を十分に議論する必要がある。また、検討のためのデータ等の制約、外洋のバックグラウンドの考慮、シミュレーションによる将来予測の可能性、継続したモニタリングの可能性等に留意し、これらの指標を水環境の目標とすることが適切か判断する必要がある。またこれらに目標値を設定する場合には、地理的特性や海域の利用目的を踏まえ、海域を適切に区分するとともに、季節別の目標値の設定の可能性についても検討する必要がある。

水質改善を目的とした施策については、上記のような指標に対してシミュレーションでその効果を予測・評価することが可能と考えられる。一方、生物生息の場の保全・再生を目的とした施策については同様の手法でその効果を説明することは困難であり、目標とすべき指標及び予測・評価手法を別途検討する必要がある。

## (2) 水環境改善施策の効果の予測に必要なツールの検討

### < 要点 >

- ・ 水環境改善施策の効果予測のためのシミュレーションモデルに必要な要件を整理
  - 現存するデータで駆動可能であること
  - 実海域での事後検証が可能であること
  - 時間的に改善効果が再現可能であること
  - 技術的に長期間の将来予測計算に耐えうる構造を有すること
  - 長期的な気候変動・人口変動等のシナリオが入力可能であること
  - 想定しうる施策の効果が評価可能であること
  - 過去の水環境の変化について現況再現を実施し妥当性が説明可能であること

施策を展開する上で、国民に対して施策への理解を求めめるために、水環境改善施策の効果と目標の達成可能性を示すことが必要である。このためには、各種施策を展開した場合、設定した目標に対し海域が将来どのように改善するか、その過程と最終的な姿を、シミュレーションモデルを用いて示す必要がある。

このシミュレーションモデルには、現存するデータで駆動可能であること、実海域での事後検証が可能であること、時間的に改善効果が再現可能であること、長期間の将来予測計算に耐えうる構造を有すること、長期的な気候変動・人口変動等のシナリオが入力可能であること、フラッシュ対策など想定しうる施策の効果が評価可能であることなどの要件を満たす必要がある。

また、このシミュレーションモデルには過去からの長期間の水環境の変化について現状再現を行い、その妥当性を証明することが求められる。これまでの各種シミュレーションモデルの実績を踏まえつつ、これらの要件を満たすシミュレーションモデルを開発する必要がある。

### (3) 目標を達成するための中長期的なシナリオの設定

#### <要点>

- ・ シミュレーションのシナリオで考慮すべき事項の整理
  - 社会経済動態、人口動態、地球温暖化、各海域の利用形態
- ・ シナリオの設定の際に検討すべき事項の整理
  - 汚濁負荷が著しい海域：効率的な汚濁負荷削減手法、海域での環境改善
  - 水質が改善された海域：汚濁負荷量の管理、海域での環境改善
  - 面源負荷や外洋由来の負荷等の算定精度向上
- ・ 費用対効果の提示

シミュレーションモデルを用いた将来予測を実施する上で、適切なシナリオの設定が必要である。

シナリオの設定の際には、社会経済動態及び人口動態、地球温暖化の影響、各海域の利用形態も考慮する必要がある。

汚濁負荷が著しい海域では、効率的な汚濁負荷量削減手法のほか、海域での環境改善など、実施可能な手法を検討の上、シナリオとして設定する必要がある。

また、水質が改善された海域においては、汚濁負荷量の管理や海域での環境改善などの、実施可能な手法を、これらの組合せも含め検討の上、シナリオとして設定する必要がある。

更に、シミュレーションモデルを駆動させる上で、面源負荷の算定精度向上や、外洋の影響及び地下水経路による負荷、生物生息の場の保全効果を可能な範囲で把握する必要がある。

なお、シミュレーション結果の評価にあたっては、それぞれのシナリオ毎の費用対効果を提示する必要がある。

### (4) その他検討課題

#### <要点>

- ・ その他検討課題の明示
  - モニタリング体制の在り方
  - シミュレーションの検証体制の構築

- 物質循環のメカニズムの解明
- 総合的指標としての生物指標の導入についての検討

上記の検討のほか、長期的に取り組むべき検討課題は以下の通りである。

#### モニタリング体制の在り方

モニタリングについては、生物生息環境を含めた実海域の状況の適切な把握や、水質汚濁メカニズムの解明、シミュレーションモデルの駆動、シミュレーション結果の検証、シミュレーションモデルの改良など、その実施目的を明確にした上で必要な観測項目や地点・頻度及び国や自治体等の関係機関や民間との連携による効果的な実施体制について検討を進める必要がある。さらに、データについては、これまでに得られたものも含め、関係機関や研究者等に広く十分活用される必要があり、データ共有方法について検討する必要がある。

#### シミュレーションの検証体制の構築

シミュレーション結果の不確実性を認識し、モニタリングとシミュレーションモデルとを有機的にリンクさせた検証体制の構築が必要である。さらに、モニタリングによるデータの充実や水質汚濁メカニズムの解明を踏まえ、シミュレーションモデルを順応的に改良していくことも検討する必要がある。

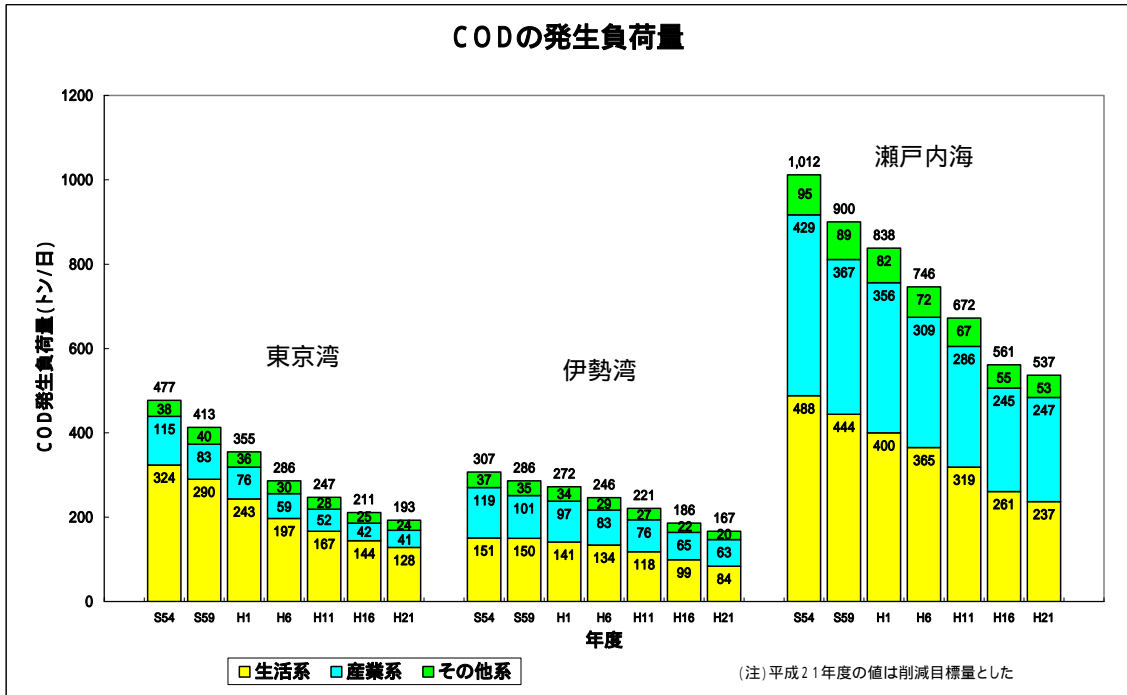
#### 物質循環のメカニズムの解明

物質循環のメカニズムは未解明な点が多く、陸域や外洋から沿岸海域に流入する物質が、沿岸海域の水質や生物生産に与える影響等に関して、知見の充実を図る必要がある。

#### 総合的指標としての生物指標の導入についての検討

長期的には、生態系の健全性を適切に評価し、それに基づいて生態系の保全・再生を目標とした施策の展開を目指す必要がある。このため、施策の評価のための総合的指標として、生物指標の導入の可能性を検討する必要がある。





出展) 発生負荷量管理等調査(環境省)及び関係都府県による推計結果。

備考) 平成21年度の値は削減目標量

図1 COD 汚濁負荷量の推移

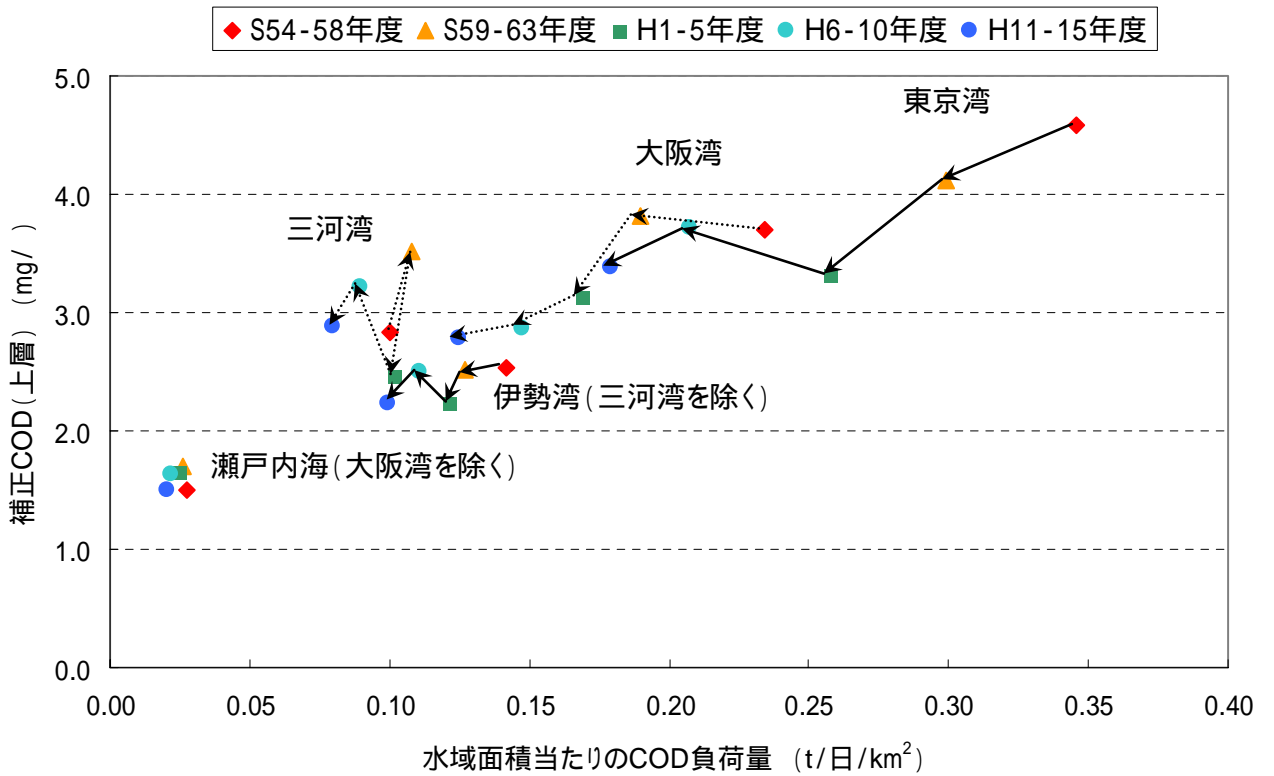
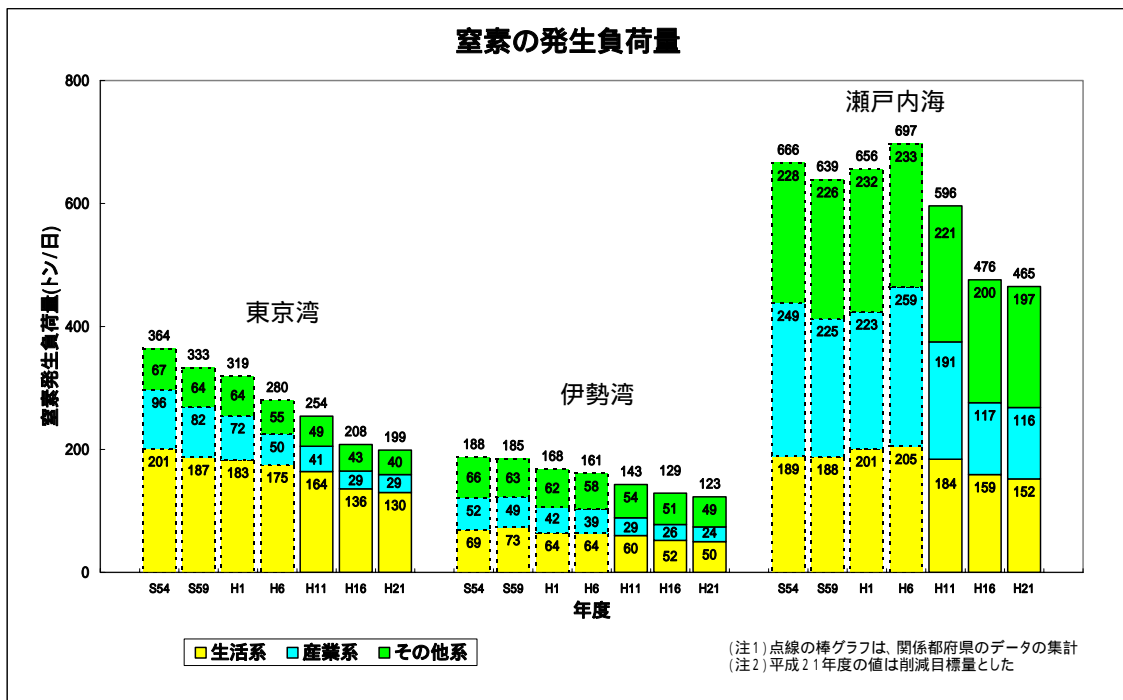


図2 水域面積当たりの発生負荷量とCOD及び補正CODの推移



出展) 発生負荷量管理等調査(環境省)及び関係都府県による推計結果。

備考) 点線の棒グラフは、関係と府県による推計値。平成21年度の値は削減目標量

図3 窒素発生負荷量の推移

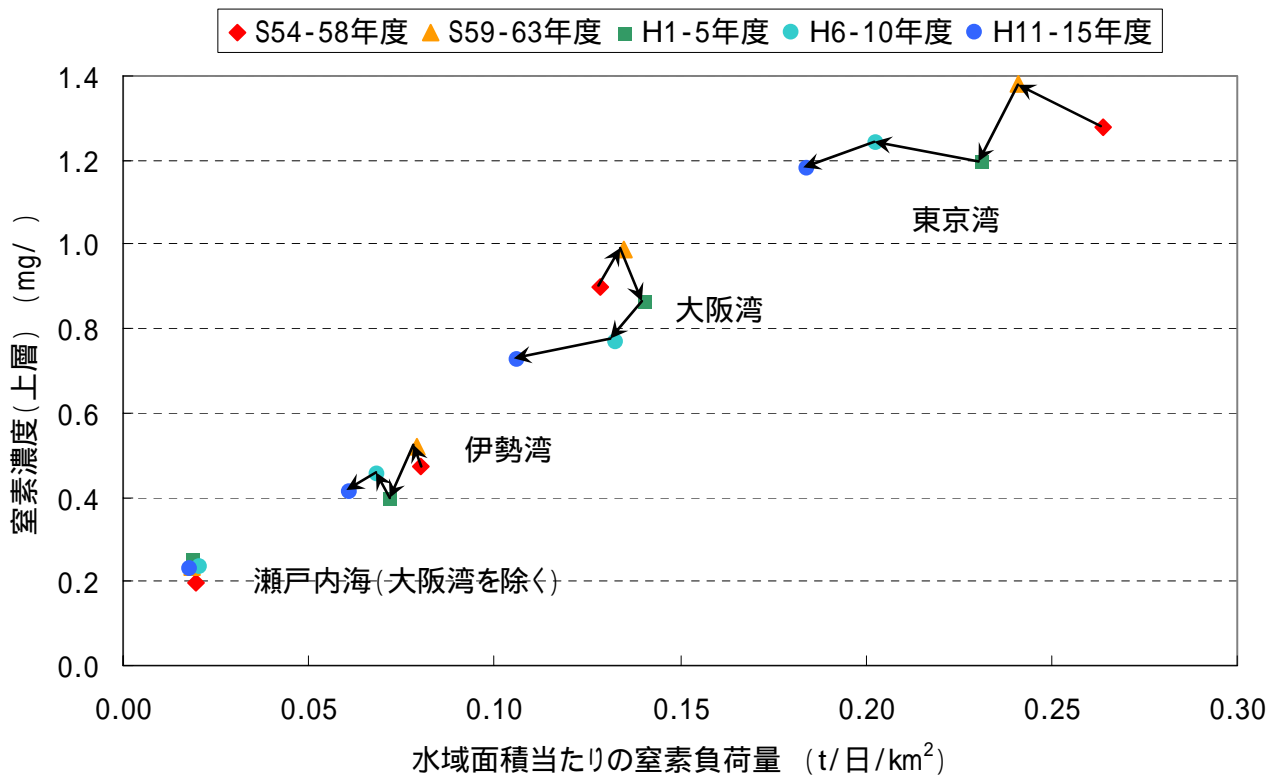
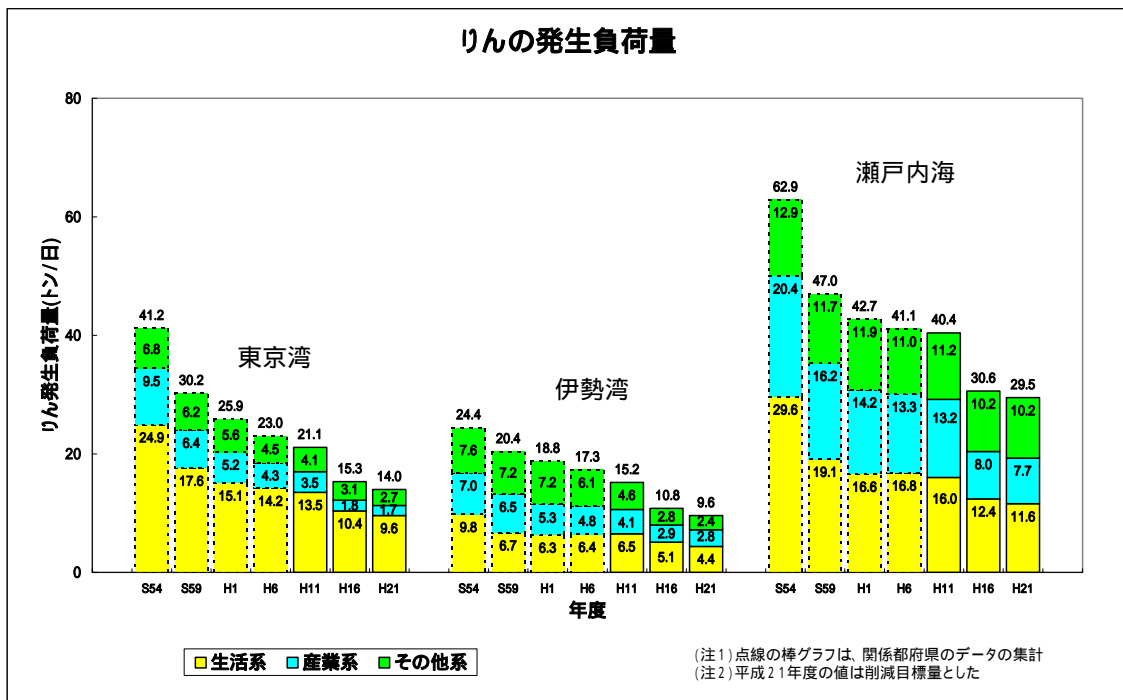


図4 水域面積あたりの発生負荷量と窒素濃度の推移



出展) 発生負荷量管理等調査(環境省)及び関係都府県による推計結果。

備考) 点線の棒グラフは、関係と府県による推計値。平成21年度の値は削減目標量

図5 りん発生負荷量の推移

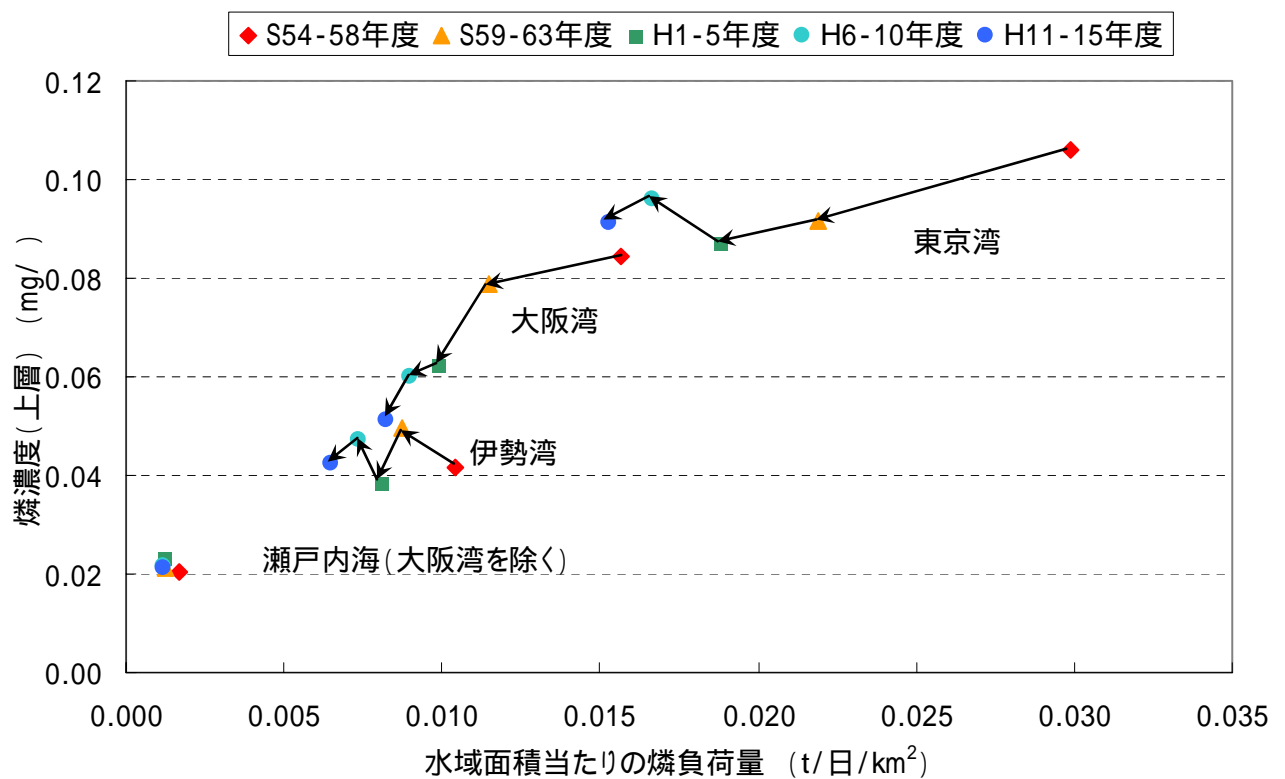
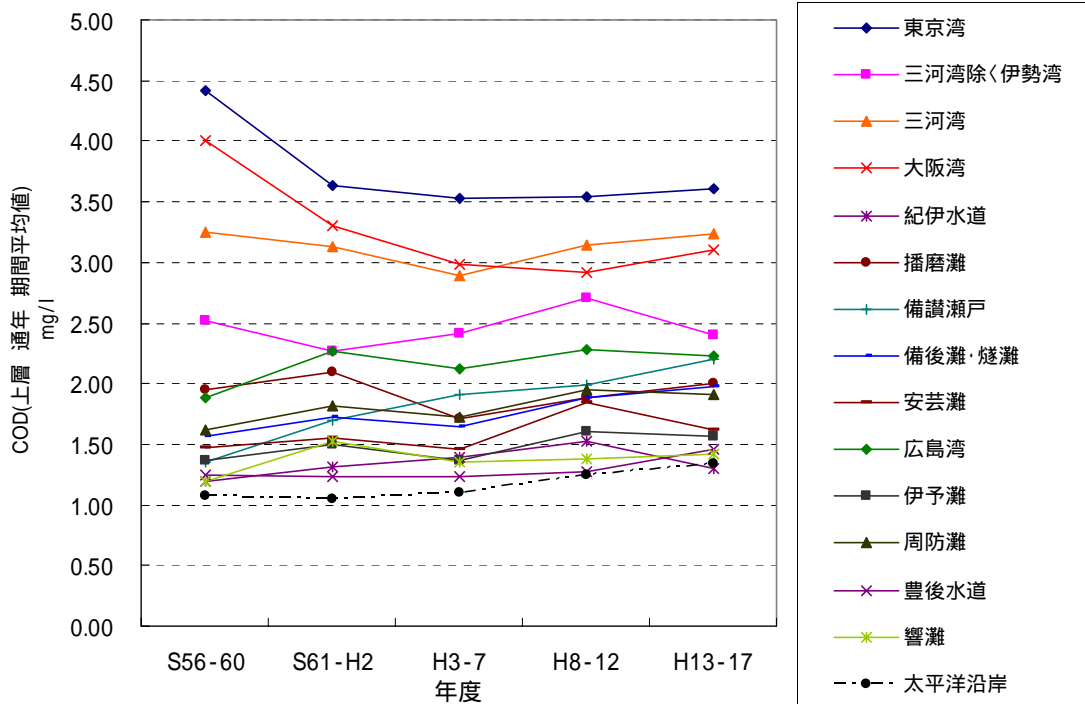


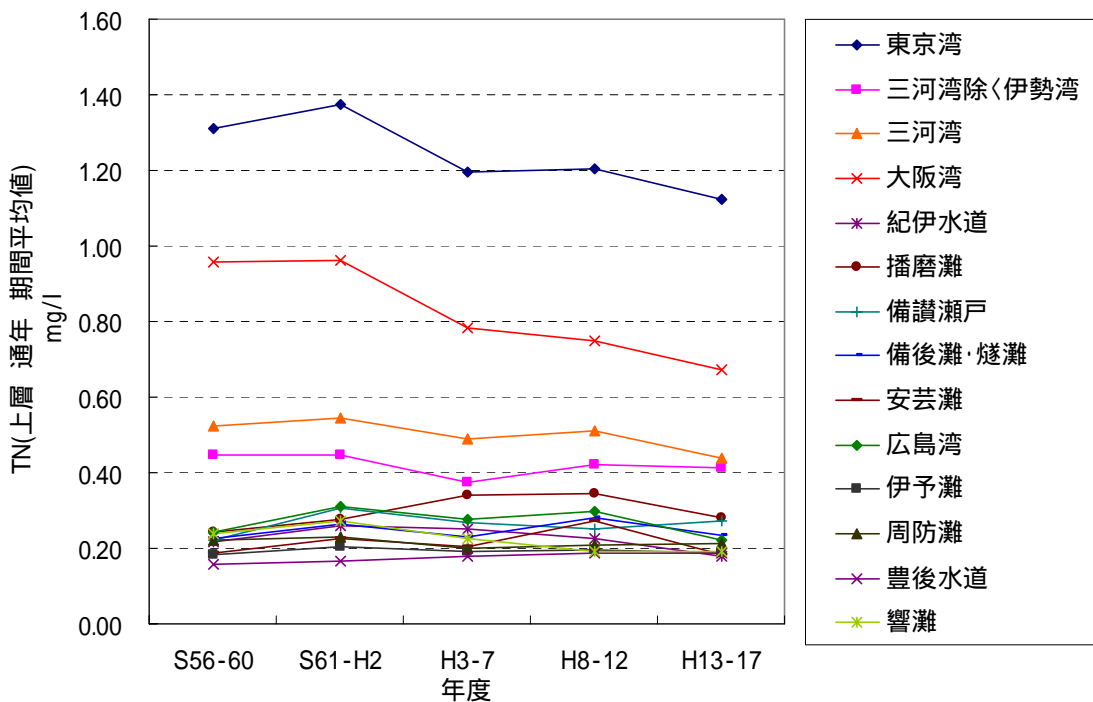
図6 水域面積あたりの発生負荷量と濃度の推移



出典) 広域総合水質調査 (環境省)

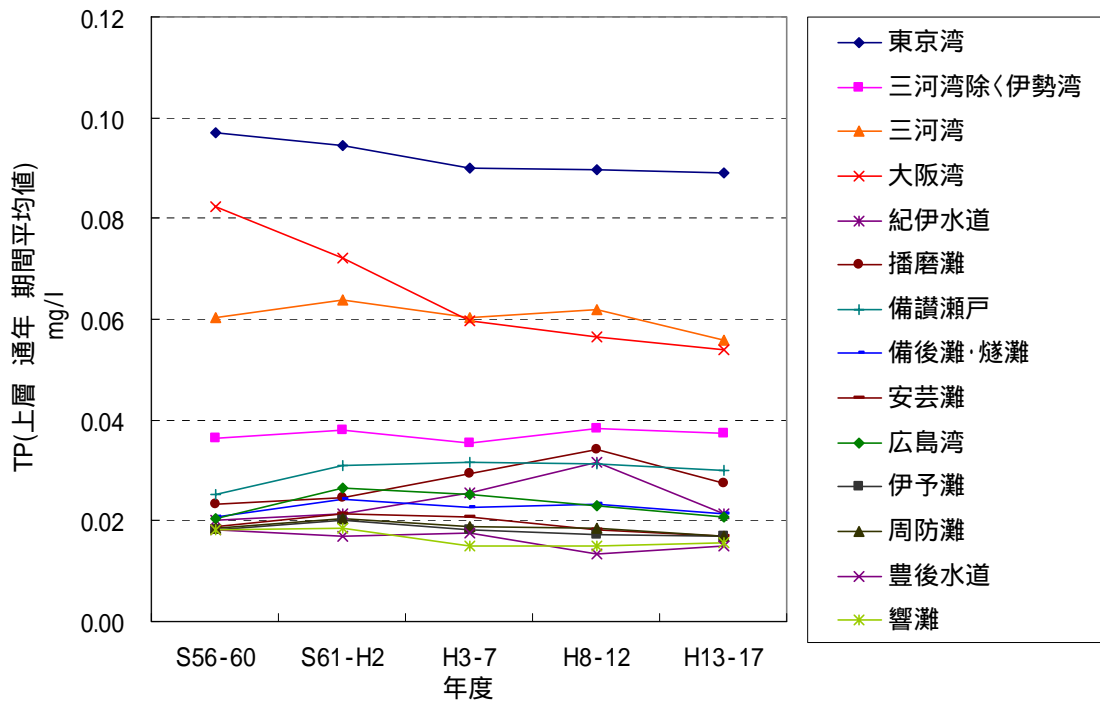
備考) 黒潮の流路に近接する太平洋沿岸県の環境基準点のうち、閉鎖性海域、港湾及び漁港等の陸域の影響を受けやすいと考えられる環境基準点を除外した 62 地点の平均値。

図7 湾灘別のCODの推移



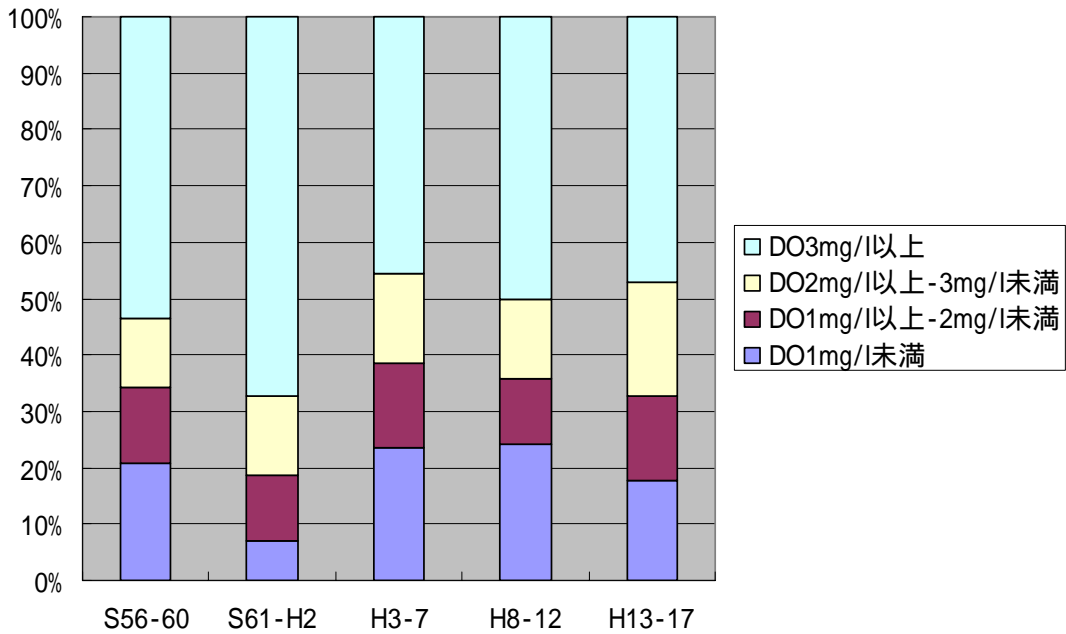
出典) 広域総合水質調査 (環境省)

図8 湾灘別の全窒素濃度の推移



出典) 広域総合水質調査 (環境省)

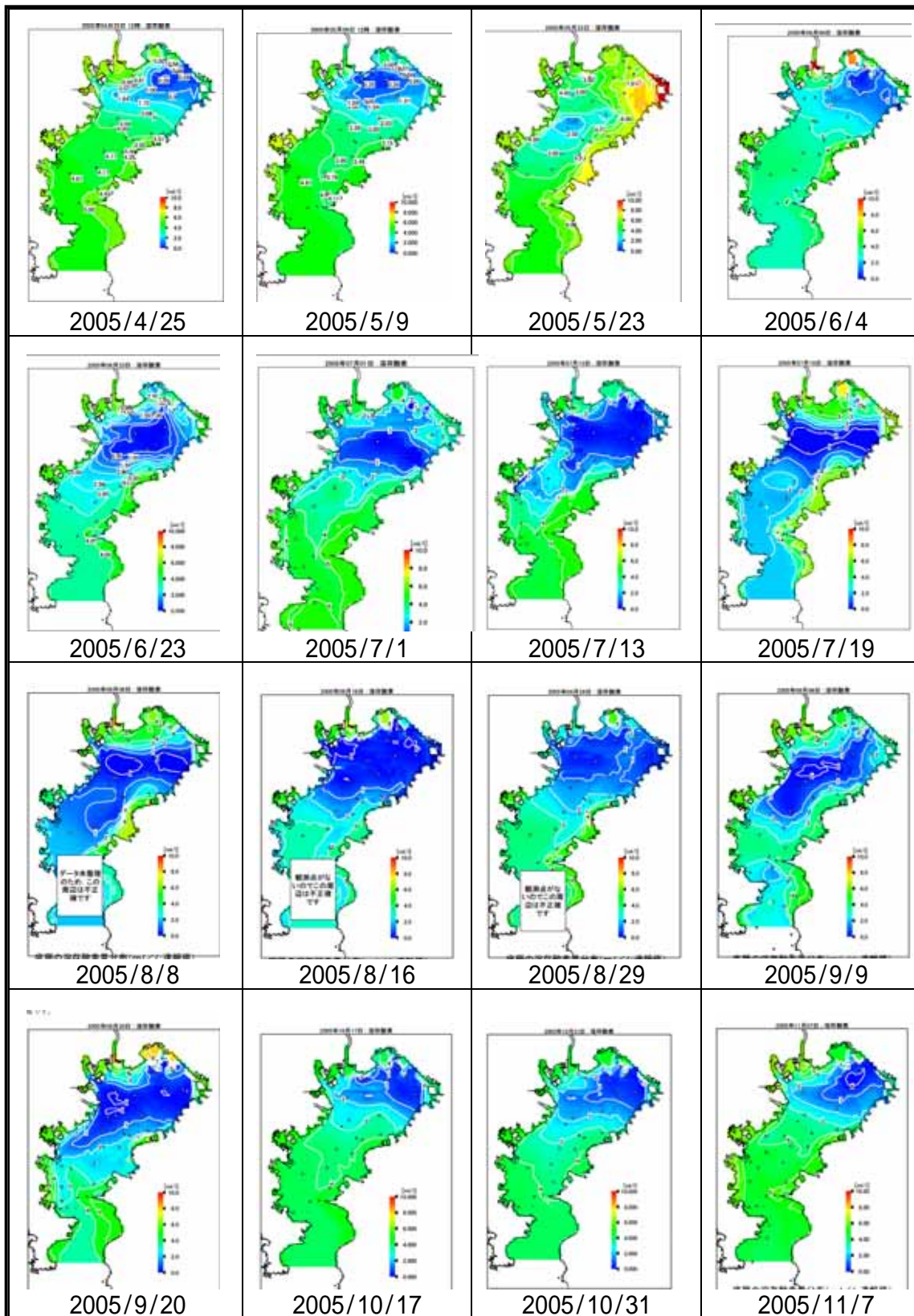
図9 湾灘別の全りん濃度の推移



出典) 広域総合水質調査 (環境省)

備考) 東京湾における広域総合水質調査地点数: 28 地点

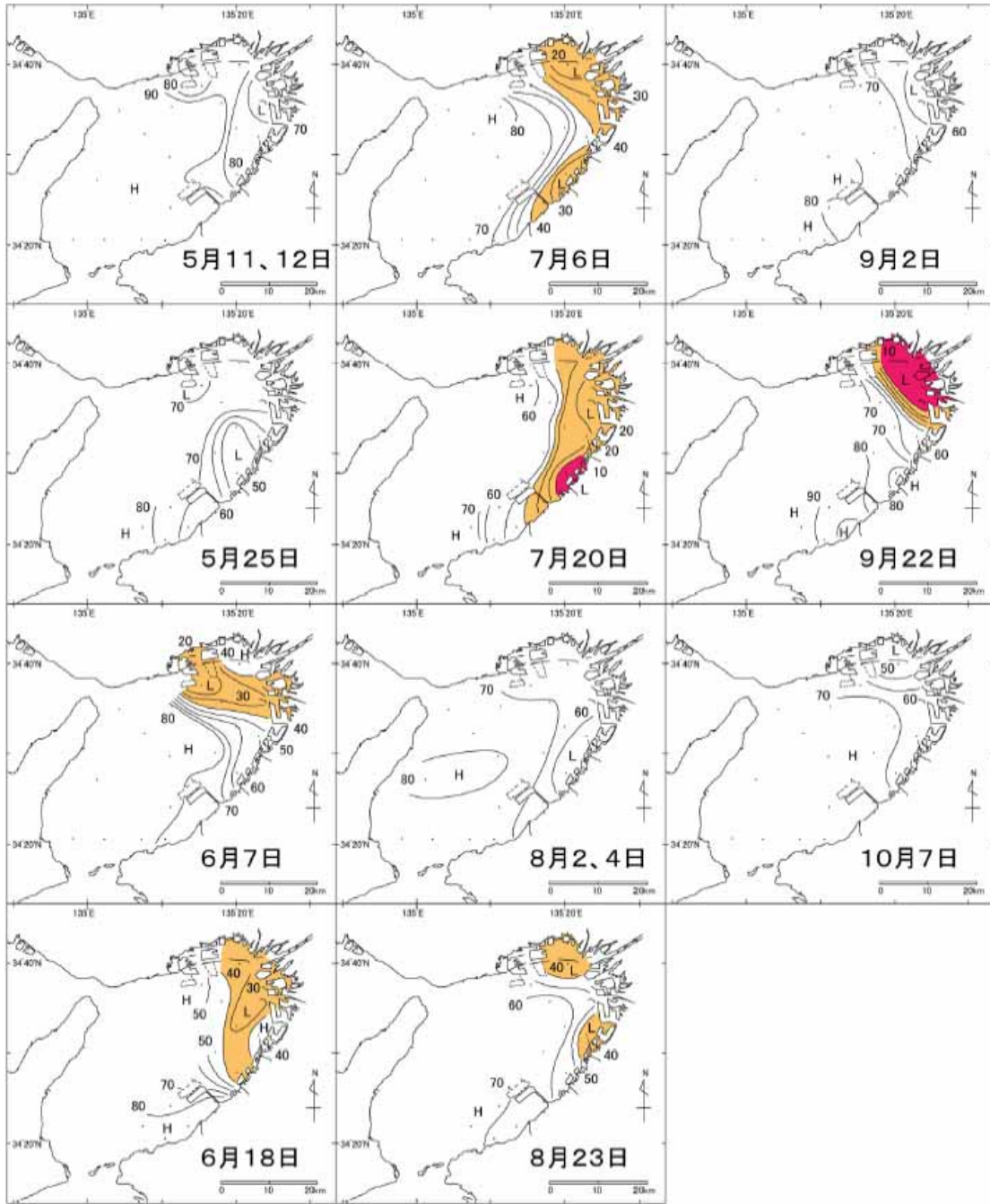
図10 東京湾における夏期底層 DO 濃度別調査地点数の割合の推移



出展) 千葉県水産研究センター

備考) DO は底上 1m の値

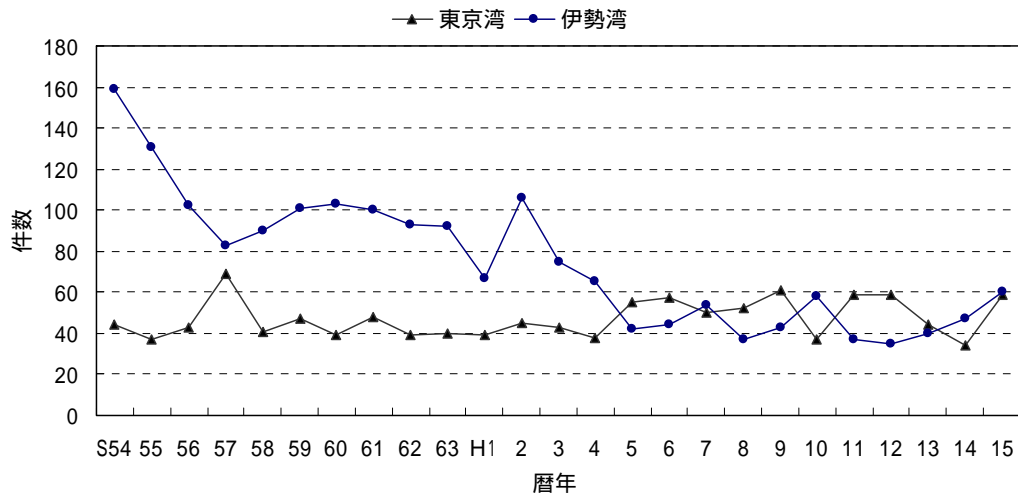
図 11 東京湾における底層 DO(ml/l)の分布(平成 17 年度)



出展) 大阪府水産試験場資料

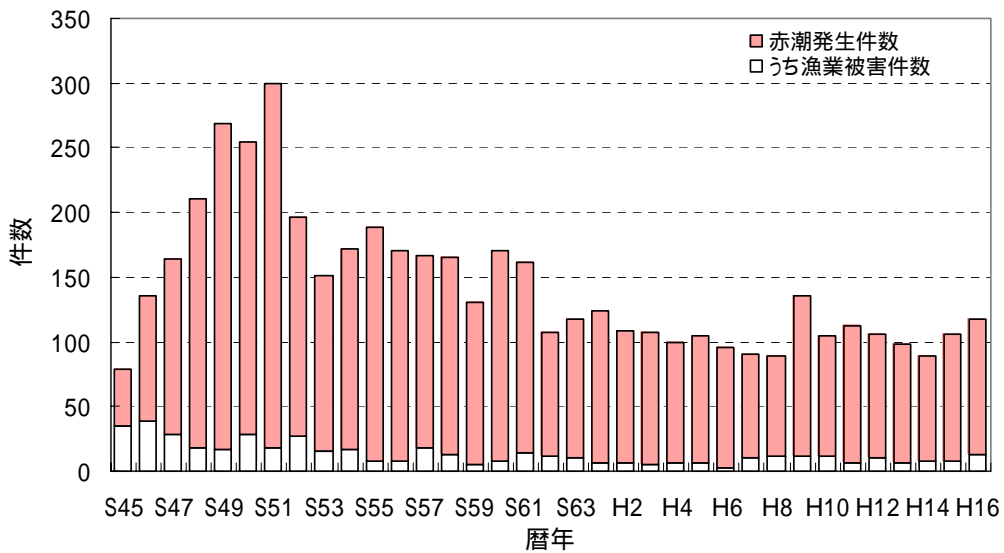
備考) DOは底上1mの値。薄いハッチはDO40%以下、赤いハッチは10%以下。

図 12 大阪湾における底層の溶存飽和度(%)の分布(平成 16 年度)



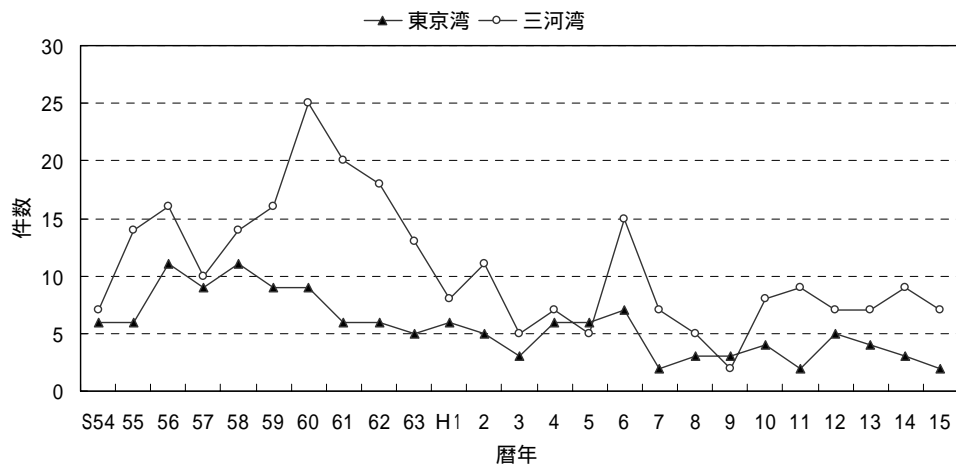
出典) 関係都県調べ

図 13 東京湾及び伊勢湾における赤潮の発生状況



出典) 「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)

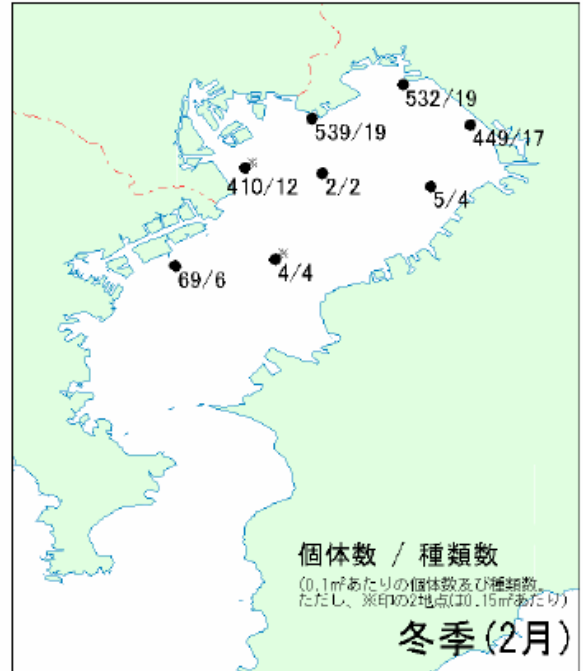
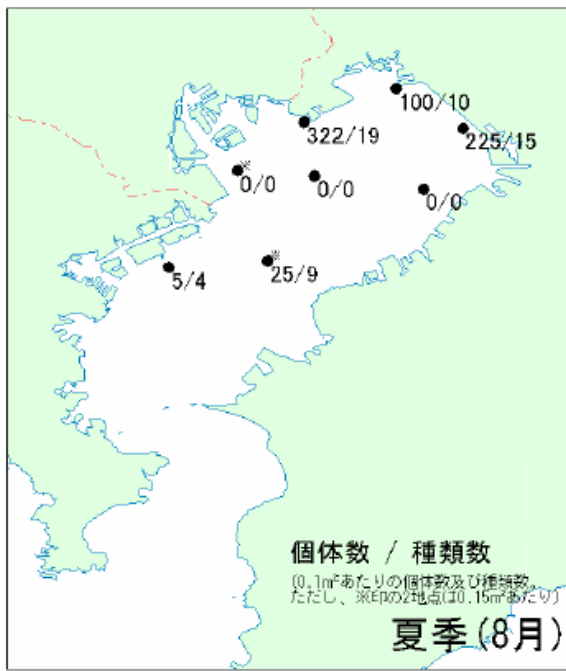
図 14 瀬戸内海における赤潮発生件数の推移



出典) 関係都県調べ

図 15 東京湾及び三河湾における青潮(苦潮)の発生状況

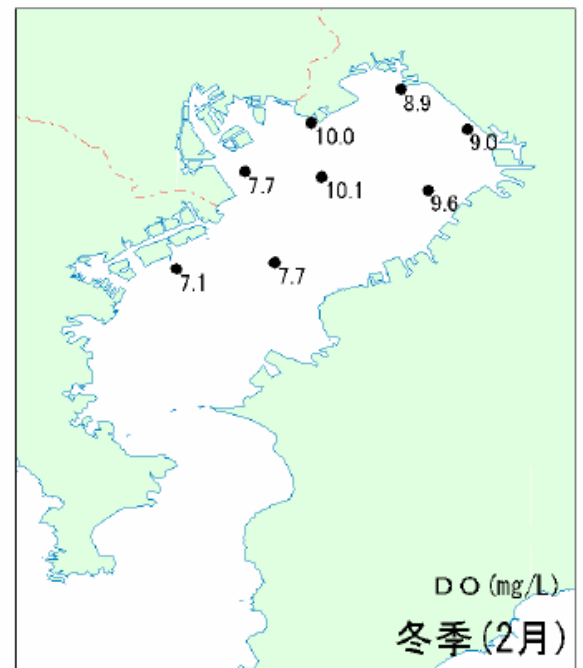
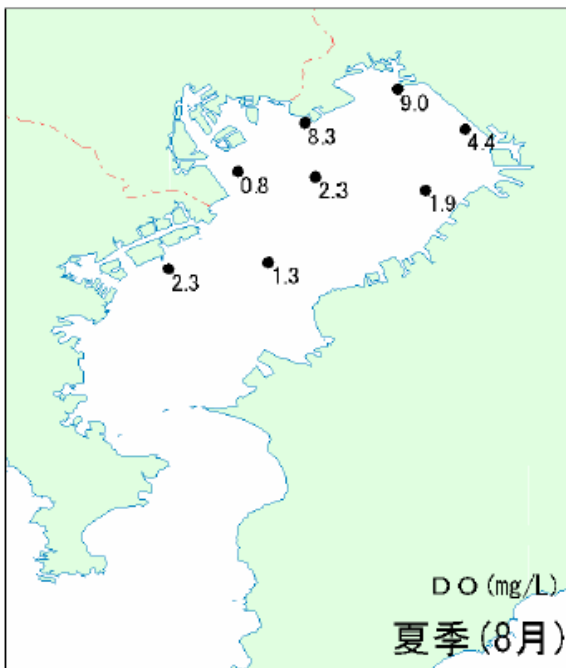




出典) 広域総合水質調査(環境省)

備考) 底生生物の個体数及び種類数は、0.1m<sup>2</sup> 当たりの数。ただし、印の地点は 0.15m<sup>2</sup> 当たりの数。

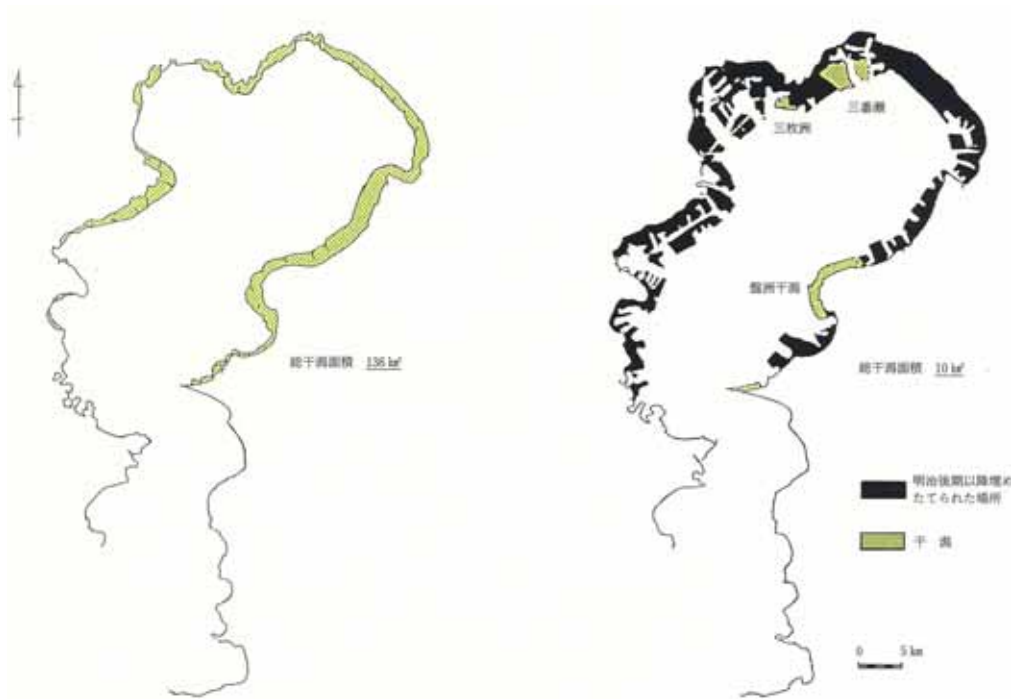
図 16 東京湾における底生生物の個体数及び種類数の分布(平成 15 年度)



出典) 広域総合水質調査(環境省)

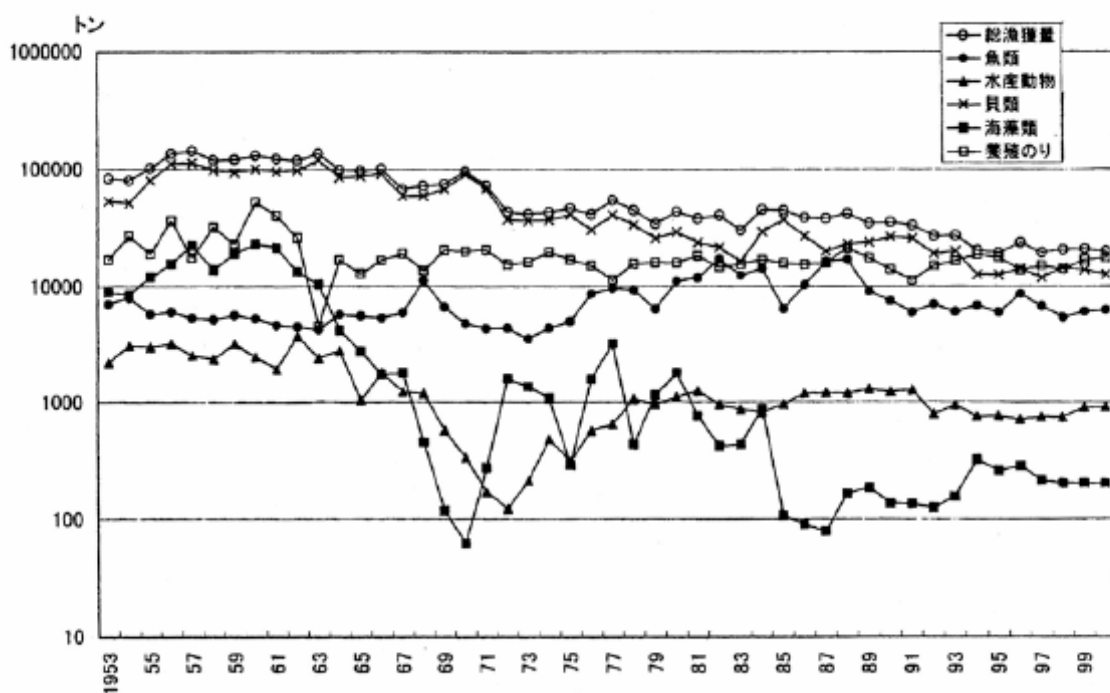
備考) DOは底上 0.5 ~ 1m の値。

図 17 東京湾における底層DO(mg/ )の分布(平成 15 年度)



出典) 環境省資料

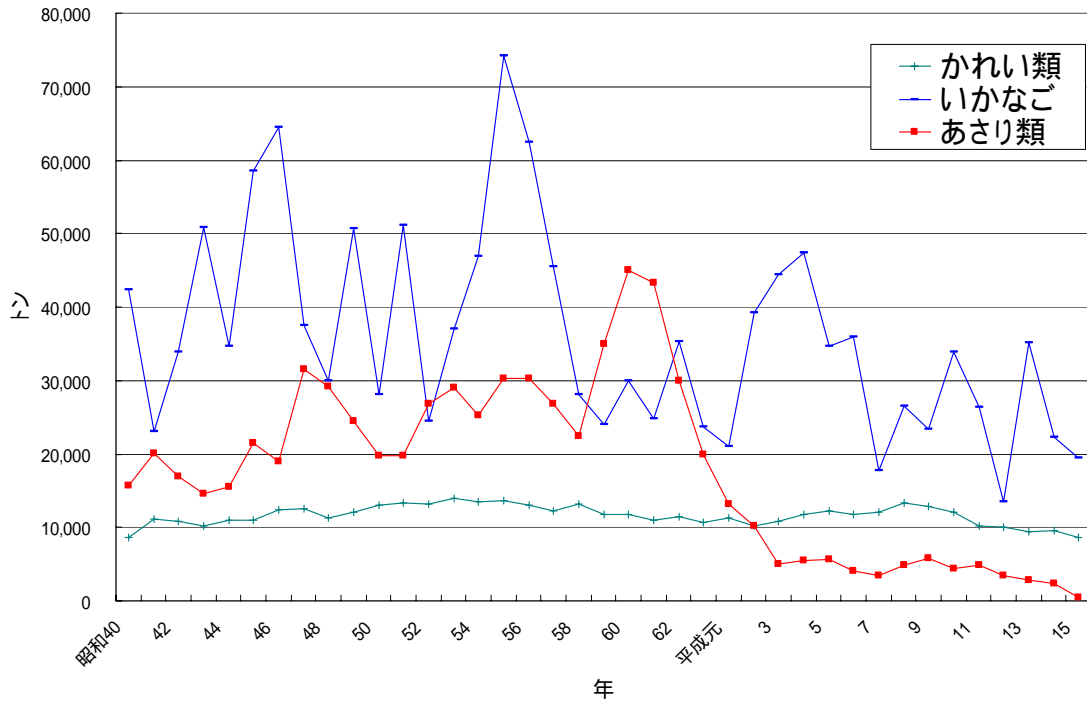
図 18 東京湾における干潟・藻場の変化



出典) 漁業資源から見た回復目標 (清水 誠、月間海洋 第 35 巻 7 号、pp.476-482、2003)

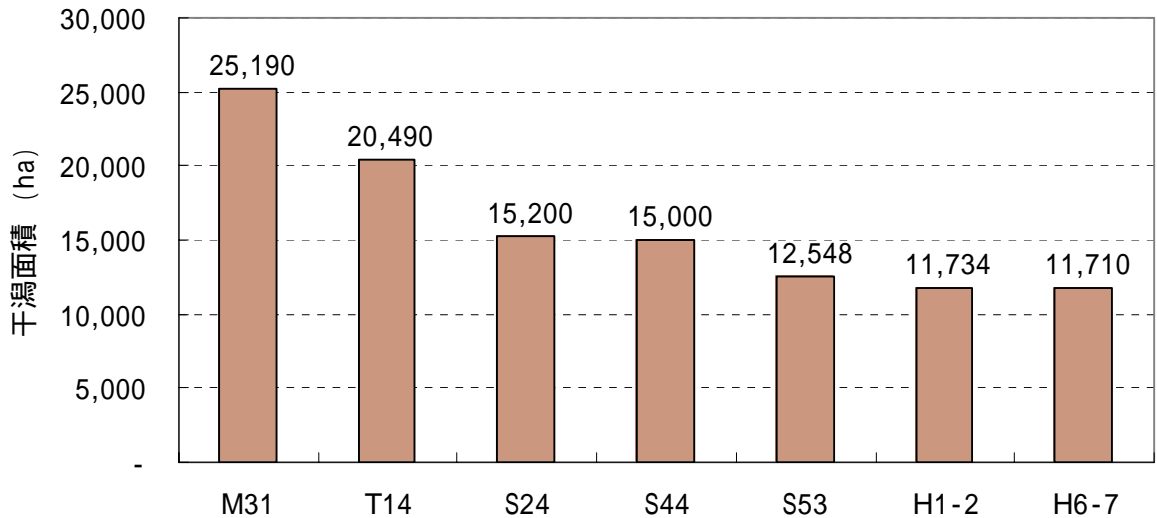
図 19 戦後の東京内湾における漁獲量の変遷

### 瀬戸内海における魚種別生産量の推移



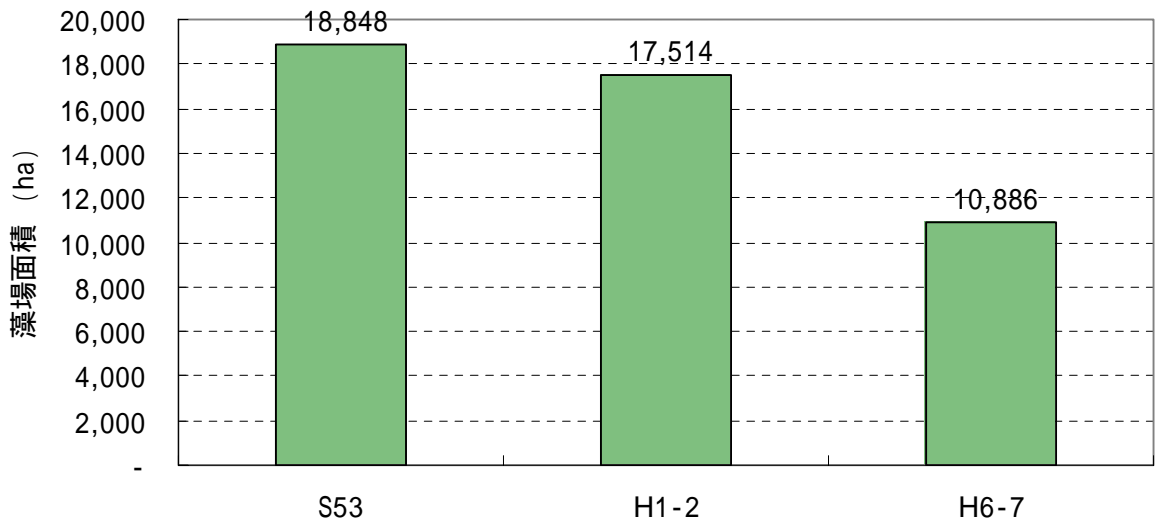
出典) 瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向 (中国四国地方農政局統計情報部)

図 20 漁獲量の推移



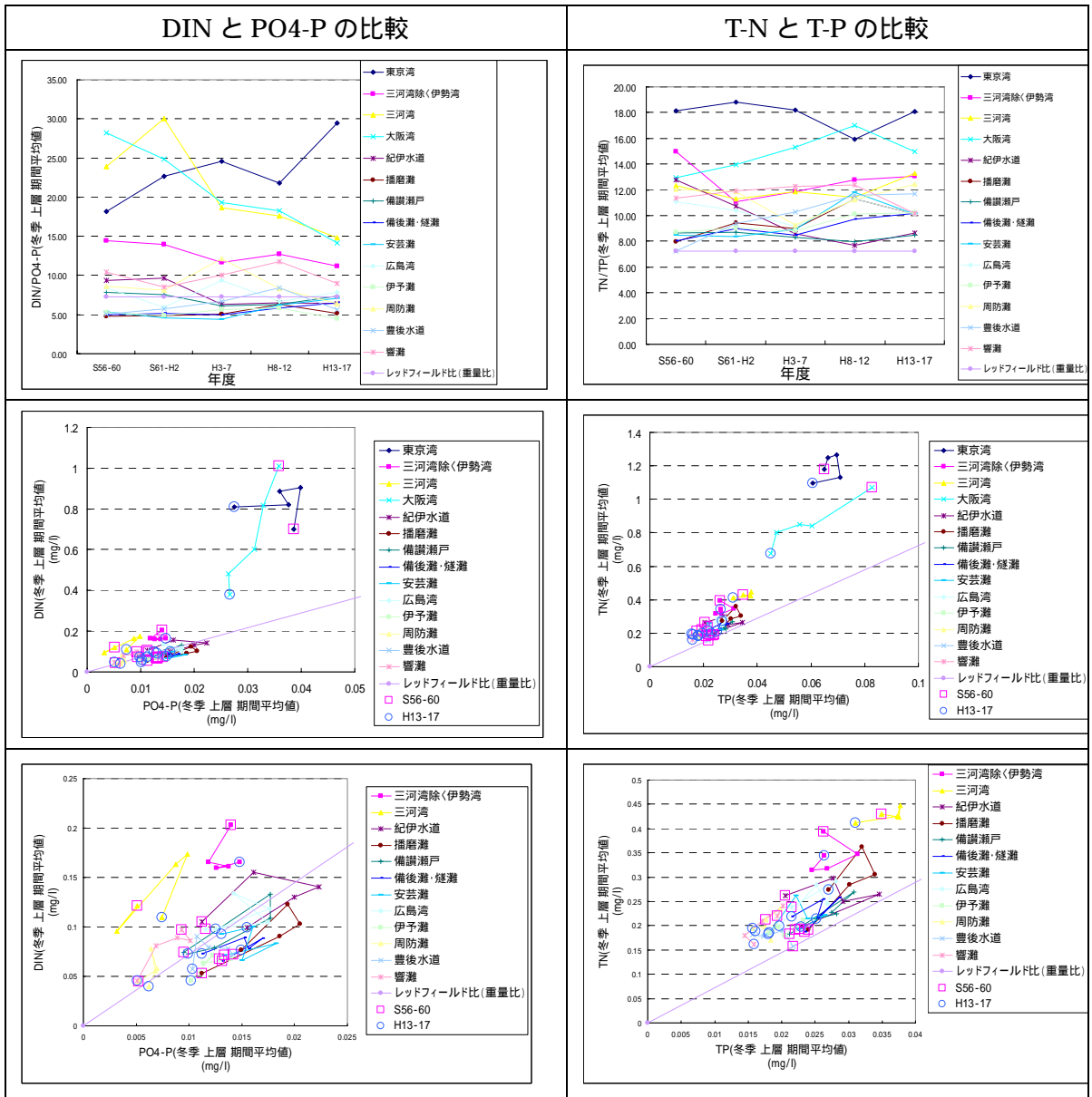
出典) M31年、T14年、S24年、S44年：「瀬戸内海要覧」(建設省中国地方建設局)  
 S53年、H1～2年：第4回自然環境保全基礎調査(環境庁)  
 H6～7年：第5回自然環境保全基礎調査(環境庁)  
 備考) H6～7年においては、兵庫県及び徳島県のデータが含まれていない。  
 出典により、面積測定方法に違いがある。

図 21 瀬戸内海における干潟面積の推移



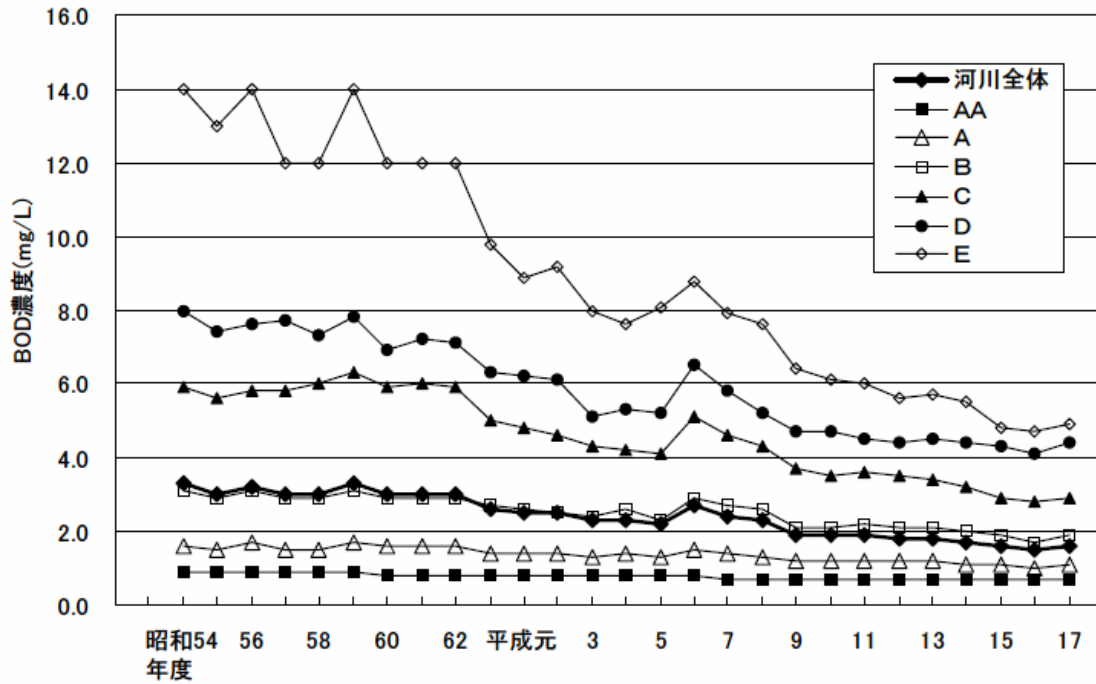
出典) S53年、H1～2年：第4回自然環境保全基礎調査(環境庁)  
 H6～7年：第5回自然環境保全基礎調査(環境庁)  
 備考) H6～7年においては、兵庫県及び徳島県のデータが含まれていない。  
 出典により、面積測定方法に違いがある。

図 22 瀬戸内海における藻場面積の推移



出展：広域総合水質調査（環境省）

図 23 N - P比(DIN / DIP および T - N , T - P)の推移



出展) 平成17年度公共用水域水質測定結果(環境省)

図24 河川における類型別水質の推移

表1 閉鎖性海域に関するモニタリング調査等一覧

調査名	調査主体	対象海域	モニタリング項目															
			水質	底質	生物	赤潮	漁獲量	しじみ	油	干潟・藻場	海岸線形状	潮位	波浪	潮流	気象	流入負荷量	河川流量	その他項目
浅海定線調査	都道府県(水産庁)	閉鎖性海域を含む各都道府県沿岸海域	○	○	○													
赤潮等被害防止対策事業によるモニタリング	水産庁(佐賀県)	主な閉鎖性海域	○															
漁場環境保全推進事業	都道府県(水産庁)	都道府県沿岸海域(湖沼・河川を含む)	○	○														
全国一級河川の水質現況調査	国土交通省	主に全国109の一級水系の直轄区間の河川を対象	○															
河川水辺の国勢調査	国土交通省	主に全国109の一級水系の直轄区間の河川を対象				○												○
水位・流量観測	国土交通省	主に全国109の一級水系の直轄区間の河川を対象																○
ナウファス	国土交通省	全国																
環境整備船等によるモニタリング	国土交通省	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、有明海・八代海	○	○	○					○								
瀬戸内海総合水質調査	国土交通省	瀬戸内海	○	○														
瀬戸内海水質連続観測	国土交通省	瀬戸内海及び外海海峡部	○															
海洋短波レーダーによる表層流観測	国土交通省	東京湾、伊勢湾、三河湾、有明海																○
沿岸防災気象業務	気象庁	日本沿岸												○	○			
東京湾モニタリングポスト	海上保安庁	東京湾	○															
海上監視衛星	海上保安庁	東京湾	○			○												○
閉鎖性水域の環境保全対応調査	海上保安庁	瀬戸内海	○															
海洋汚染の科学的調査	海上保安庁	日本周辺海域	○								○							○
駿潮	海上保安庁	29箇所																
潮流観測	海上保安庁	2箇所																
海流観測	海上保安庁	日本周辺海域																○
公共用水域水質測定	地方自治体(環境省)	全国公共用水域	○	○	○													
広域総合水質調査	環境省	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	○	○	○													
瀬戸内海環境情報基本調査	環境省	瀬戸内海			○													
発生負荷量等管理調査	環境省	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海																○
重要生態系監視地域モニタリング事業(モニタリングサイト1000)(サンゴ礁調査)	環境省	本州以南																○
自然環境保全基礎調査生態系多様性調査(藻場・干潟調査)	環境省	全国																○
海洋環境モニタリング調査(測線)(特定海域)	環境省	日本周辺海域	○	○	○					○								

# 今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会 構成員名簿

(平成 19 年 3 月時点)

(有識者:五十音順、敬称略)

氏名	所属
磯部 雅彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科長
大塚 直	早稲田大学教授
岡田 光正	広島大学副学長
小池 勲夫	東京大学海洋研究所教授
木幡 邦男	国立環境研究所水圏環境研究領域長
清水 誠	東京大学名誉教授
灘岡 和夫	東京工業大学大学院教授
藤原 建紀	京都大学大学院教授
風呂田 利夫	東邦大学教授
山本 民次	広島大学大学院教授
渡辺 正孝	慶応義塾大学教授

(行政関係者:建制順、敬称略)

氏名	役職
末松 広行	農林水産省 大臣官房 環境政策課長
小田巻 実	水産庁 増殖推進部 漁場資源課長
山本 哲也	経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境指導室長
清水 亨	国土交通省 都市・地域整備局 下水道部 流域管理官
森岡 泰裕	国土交通省 河川局 河川環境課 流域治水室長
岸田 弘之	国土交通省 河川局 砂防部 保全課 海岸室長
八尋 明彦	国土交通省 港湾局 環境整備計画室長
栗田 悟	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
奥野 勝	海上保安庁 海洋情報部 環境調査課長
松原 徳和	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 浄化槽推進室長
徳田 博保	環境省 地球環境局 環境保全対策課長
望月 達也	環境省 水・大気環境局 水環境課長
高橋 康夫	環境省 水・大気環境局 閉鎖性海域対策室長(事務局)
渡邊 綱男	環境省 自然環境局 自然環境計画課長