

第 5 回総量削減専門委員会における指摘事項等への対応

第 5 回総量削減専門委員会における指摘事項等を踏まえ、情報収集・整理を行った。

目次

1. 指定水域の水質汚濁メカニズムについて	2
1-1. 複数年度平均値による水質汚濁メカニズムの解析	2
1-2. 単位面積当たりのフラックス	8
1-3. 過去と現在の水質汚濁メカニズムの比較	10
2. 海域における生物の多様性及び生産性に影響を及ぼす要因に関する知見の追加分析 ...	21
2-1. 各自治体における生物モニタリング調査の実施状況の整理	21
2-2. 東京湾における水質等の指標の統合化指標（B Q I）による評価事例	25
3. 指定水域における負荷量及び水質濃度の経年変化	26

1. 指定水域の水質汚濁メカニズムについて

各指定水域における水質汚濁メカニズム解析のため、水域内の物質質量や収支について評価した。第5回総量削減専門委員会での指摘を受け、評価期間や計算方法など水質汚濁メカニズム解析手法を一部変更したため、本資料で記述する解析結果は前回の専門委員会資料とは一部異なっている点について留意する必要がある。異なる点として、評価期間を単年度による評価から複数年度の平均値による評価に修正しており、前回よりも長期平均化した結果を示しているが、定性的な水質汚濁メカニズムに対する考察に大きな差異は見られなかった。

1-1. 複数年度平均値による水質汚濁メカニズムの解析

「陸域負荷」、「内部生産」、「外海水の影響」、「底泥からの溶出」といった主な要因は、相互に作用しながら水質に影響を与える。このため、相互作用の状況を明らかにし、各指定水域における水質汚濁メカニズムの特徴を確認するため、2019年度（令和元年度）を対象年度とした水質シミュレーション結果を用いて、COD、T-N、T-Pの年間収支（フラックス）を見積もった。解析期間は2017年度から2019年度までの3年間とし、フラックス図の見方は図1に示すとおりである。

各指定水域におけるCOD、T-N、T-Pのフラックス図（図2(1)～(3)）をみると、いずれの水域においても、CODは陸域負荷や底泥からの溶出に比べて内部生産による供給が大きく、生産されたCODの多くが底泥に堆積している。また、T-N及びT-Pは、陸域負荷と底泥からの溶出が同程度となっており、陸域及び底泥から供給されたT-N及びT-Pの多くが内部生産を経て底泥に堆積している。

各指定水域における詳細な特徴は、下記に示すとおりである。

【東京湾（図2(1)）】

1. T-N、T-Pの陸域負荷は、湾内の供給源として大きな寄与を占めている。特に湾奥部では、T-N、T-P現存量の1～2%が日毎に陸域からの供給により与えられている。
2. 底泥溶出によるT-N、T-Pフラックスは陸域負荷と同程度であり、湾奥の高い内部生産は、陸域負荷と底泥溶出によるT-N、T-Pの供給により維持されていると考えられる。
3. 全ての水質項目で、観音崎～富津以南の湾口部では、現存量は大きい一方で陸域負荷による供給量は非常に小さい。現存量については水域の平均水深が深いことに起因するもので、湾口部の水質環境は、湾奥からの輸送量と外海との海水交換により決まっていると考えられる。

【伊勢湾（図2(2)）】

1. 伊勢・三河湾のT-N、T-Pは堆積量が大きく、それらは底泥内での分解過程を経て、無機態として水中に回帰するが、その量は陸域負荷の量よりも大きかった。
2. この傾向は、三河湾でさらに顕著で、底泥から水中に回帰する量が、陸域負荷の数倍になっていた。これは、三河湾の方が伊勢湾（狭義）に比べて水深が浅く、内部生産された有機物の多くが底泥に沈降するためと考えられる。

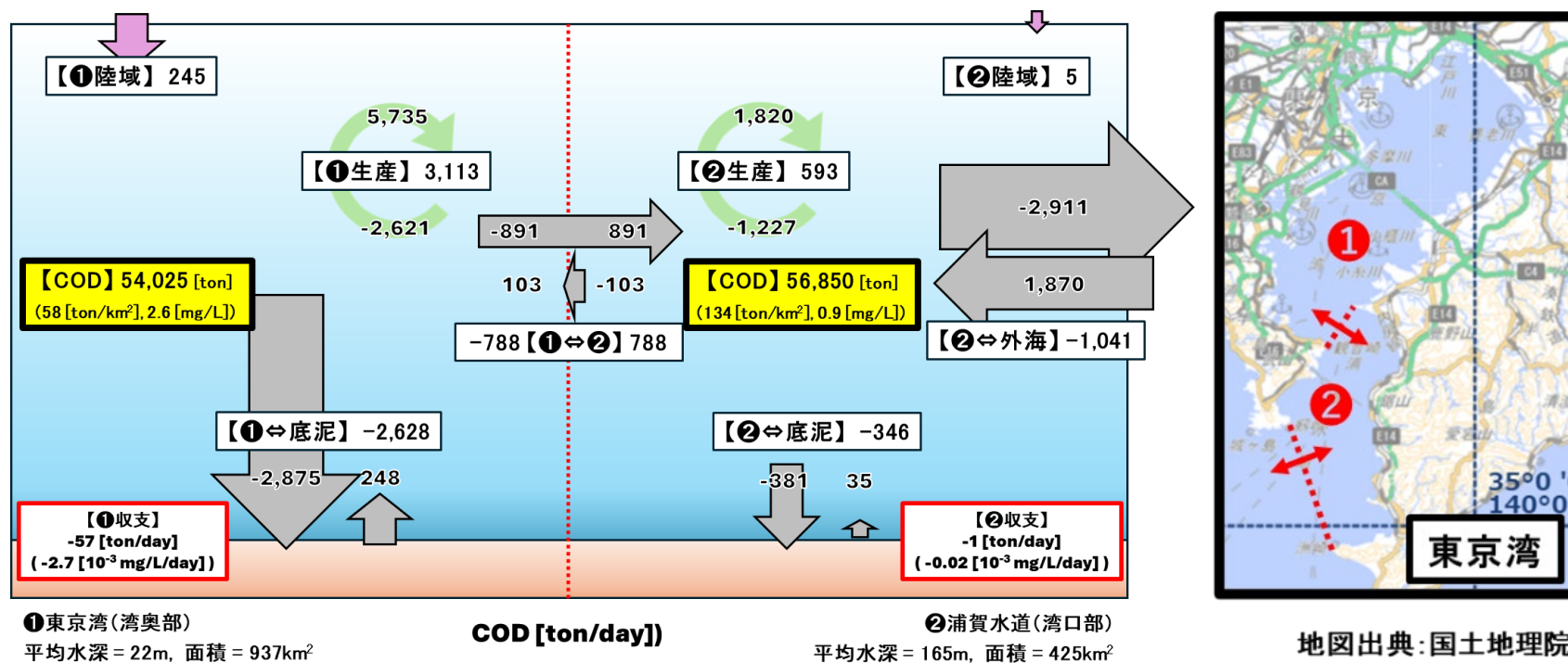
【大阪湾（図 2(3)）】

1. 大阪湾から大阪湾を除く瀬戸内海への移送量は、西側海峡（明石海峡）に比べて南側海峡（紀淡海峡）の方が大きい傾向が見られた。これは、淀川や大和川などから大阪湾奥部に供給されたCOD、T-N、T-Pが東岸恒流帯により南側海峡（紀淡海峡）へ移送されたためと考えられる。
2. また、水平方向の物質の流れは濃度勾配¹によって促進されるため、大阪湾と比較して明石海峡西側の播磨灘における栄養塩濃度が低い点も寄与していると思われる。
3. 播磨灘へのT-N、T-P輸送量は、大阪湾での陸域負荷と同程度の大きさであった。

【瀬戸内海（大阪湾以外）（図 2(3)）】

1. 瀬戸内海は大きな外海水との交換経路として東の紀伊水道と西の豊後水道が存在する。CODに関しては、両水道とも流出傾向である一方で、T-N、T-Pに関しては、豊後水道から流入し、紀伊水道から流出する傾向であった。
2. 瀬戸内海は、面積が大きいためCOD、T-N、T-Pの収支及び現存量が大きくなるが、単位面積当たりで見るとそれぞれの値は小さい。特に陸域負荷や内部生産は、他海域と比べて小さく、これに伴い底泥へのCOD輸送や底泥からの溶出も小さい。即ち瀬戸内海平均としては、物質循環の規模が比較的小さく留まっていると考えられる。

¹ 空間的に物質の濃度が変化する度合い（変化率）のこと。具体的には、ある物質が場所によって濃い部分と薄い部分があり、その濃度の差が距離に応じてどれだけ変化しているかを表す。濃度勾配は、物質が拡散する方向や速度を決定する重要な要素であり、生物の細胞内外での物質移動や環境中の物質循環に大きな影響を与える。



1. 図中の各フラックスは、区分した水域全体を対象に集計した値[ton/day]を示し、対象水域に対して増加するフラックスを正值、減少するフラックスを負値で示す。
2. **黄色枠**は対象水域の水中で積算された現存量（ストック）[ton]と面積で除した単位面積当たりの現存量[ton/km²]及び容積で除した平均水質濃度[mg/L]を示す。
3. **赤枠**は対象水域のフラックスを合計した収支[ton/day]と容積で除した値[mg/L/day]を示す。
4. 底泥に堆積したCOD中の有機物は分解・無機化され溶存無機炭素（DIC）となり、溶出フラックスとして集計されないため、CODとしての溶出フラックスは小さく現れる。
5. シミュレーション結果によるフラックスの具体的な算定方法は、生産、沈降、溶出、脱室については、対象水域の範囲に含まれる全ての計算格子で累積し、2017年4月1日～2020年3月31日までの3年間の平均値として算出した。また、外海等との輸送フラックスは、水域境界に該当する計算格子での輸送フラックスを面的に累積し、同じく3年間の平均値として算出した。

図 1 水域のフラックス図の見方（例：東京湾 COD の 2017-2019 年度平均）

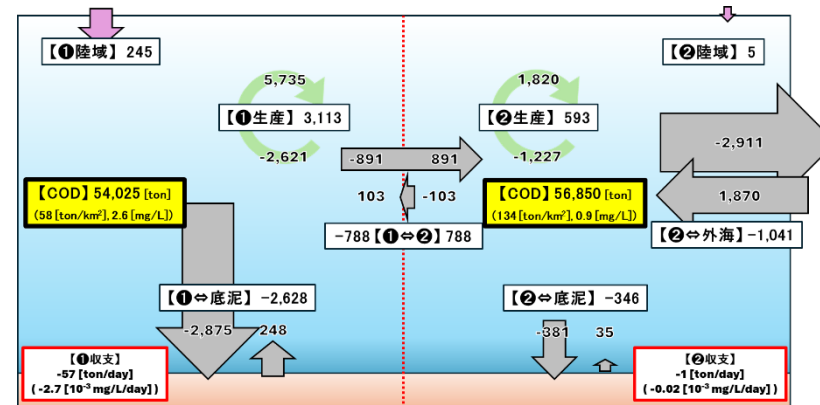
【東京湾】

領域区分	平均水深	面積
①東京湾 (湾奥部)	22 m	937 km ²
②浦賀水道 (湾口部)	165 m	425 km ²

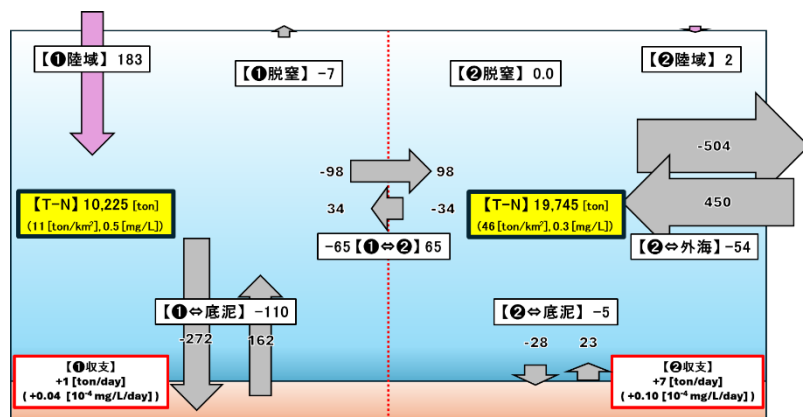


地図出典: 国土地理院

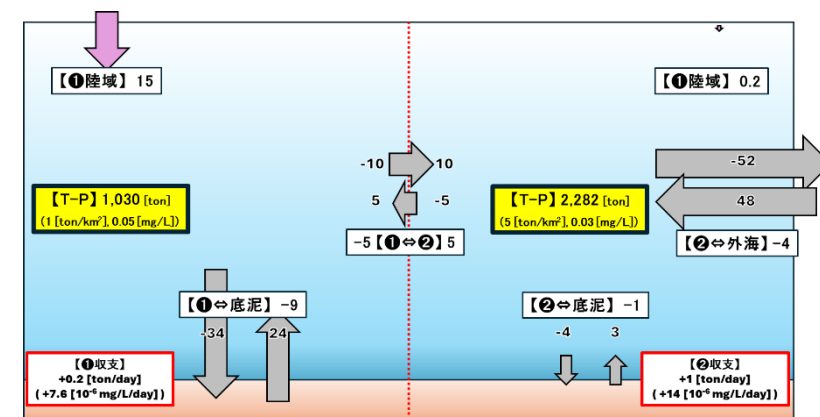
【現況ケース:COD-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース:T-N-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース:T-P-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



- 注 1) 図中の各フラックスは、区分した水域全体を対象に集計した値[ton/day]を示し、対象水域に対して増加するフラックスを正值、減少するフラックスを負値で示す。
 2) 黄色枠は水中で積算された現存量(ストック) [ton]と面積で除した単位面積当たりの現存量[ton/km²]及び容積で除した平均水質濃度[mg/L]を示す。
 3) 赤枠はフラックスを合計した収支[ton/day]と容積で除した値[mg/L/day]を示す。

図 2(1) 東京湾の水質汚濁要因毎のフラックスの関係 (2017-2019 年度平均)

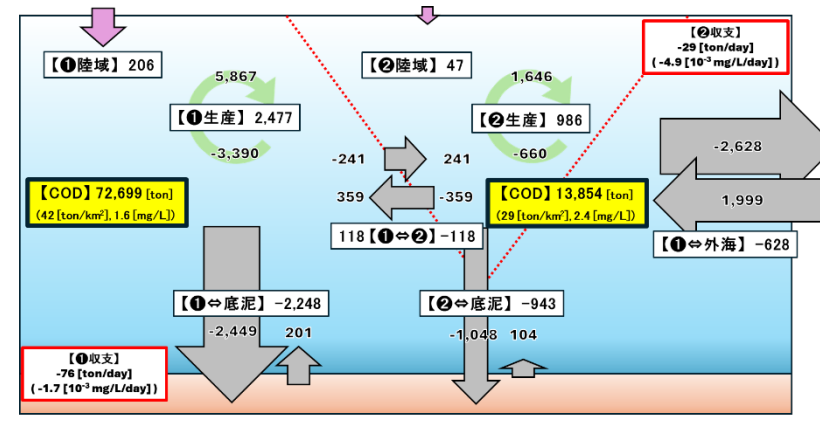
【伊勢湾】

領域区分	平均水深	面積
①伊勢湾	26 m	1750 km ²
②三河湾	12 m	472 km ²

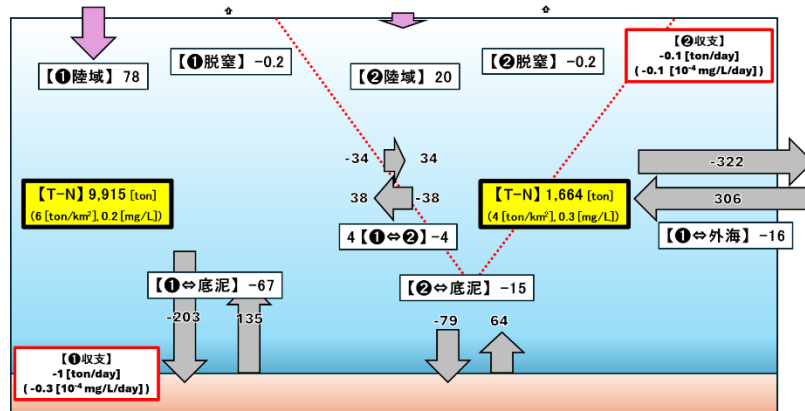


地図出典: 国土地理院

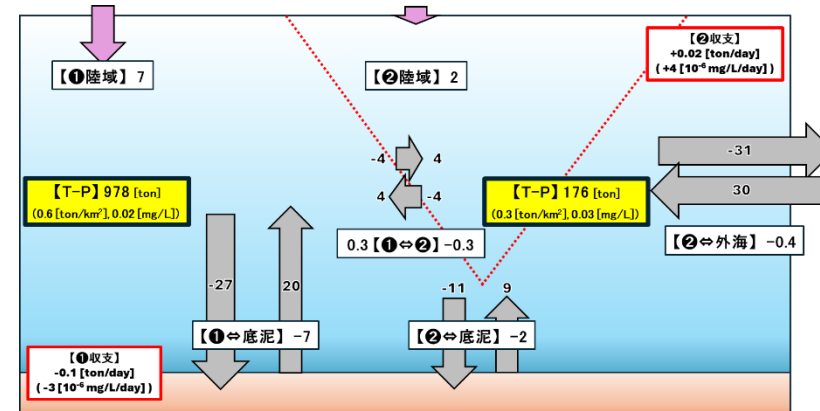
【現況ケース: COD-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース: T-N-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース: T-P-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



- 注 1) 図中の各フラックスは、区分した水域全体を対象に集計した値[ton/day]を示し、対象水域に対して増加するフラックスを正值、減少するフラックスを負値で示す。
- 2) 黄色枠は水中で積算された現存量(ストック)[ton]と面積で除した単位面積当たりの現存量[ton/km²]及び容積で除した平均水質濃度[mg/L]を示す。
- 3) 赤枠はフラックスを合計した収支[ton/day]と容積で除した値[mg/L/day]を示す。

図 2(2) 伊勢湾の水質汚濁要因毎のフラックスの関係 (2017-2019 年度平均)

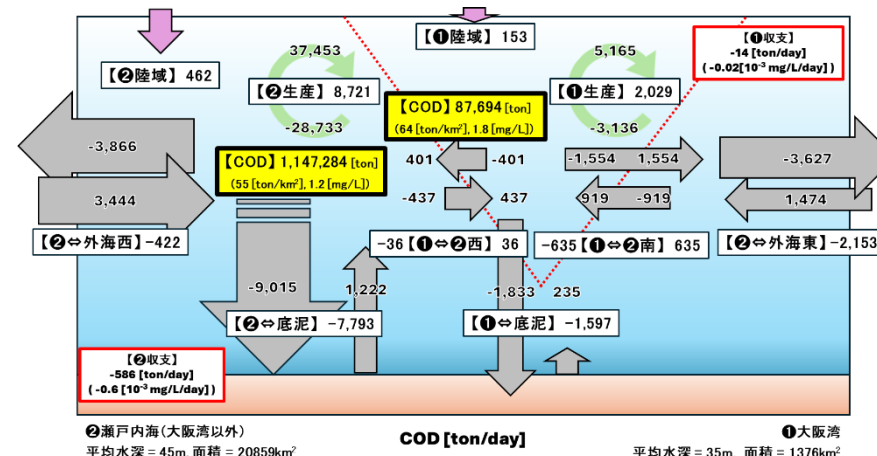
【瀬戸内海】

領域区分	平均水深	面積
①大阪湾	35 m	1376 km ²
②瀬戸内海 (大阪湾以外)	45 m	20859 km ²

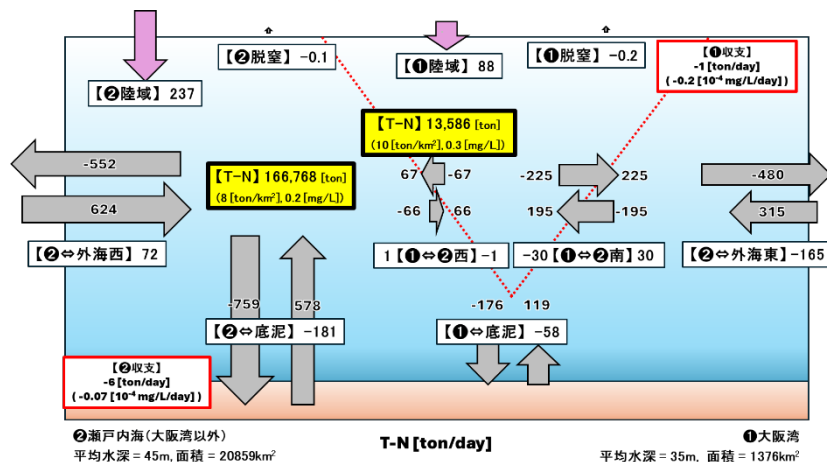


地図出典: 国土地理院

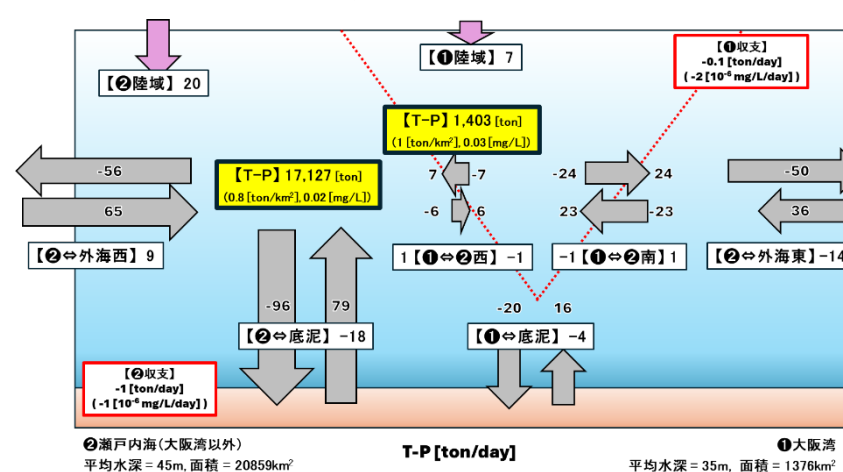
【現況ケース: COD-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース: T-N-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



【現況ケース: T-P-矢印の面積がフラックスの大きさに対応する】



- 注 1) 図中の各フラックスは、区分した水域全体を対象に集計した値[ton/day]を示し、対象水域に対して増加するフラックスを正值、減少するフラックスを負値で示す。
- 2) 黄色枠は水中で積算された現存量(ストック) [ton]と面積で除した単位面積当たりの現存量[ton/km²]及び容積で除した平均水質濃度[mg/L]を示す。
- 3) 赤枠はフラックスを合計した収支[ton/day]と容積で除した値[mg/L/day]を示す。

図 2(3) 瀬戸内海の水質汚濁要因毎のフラックスの関係 (2017-2019 年度平均)

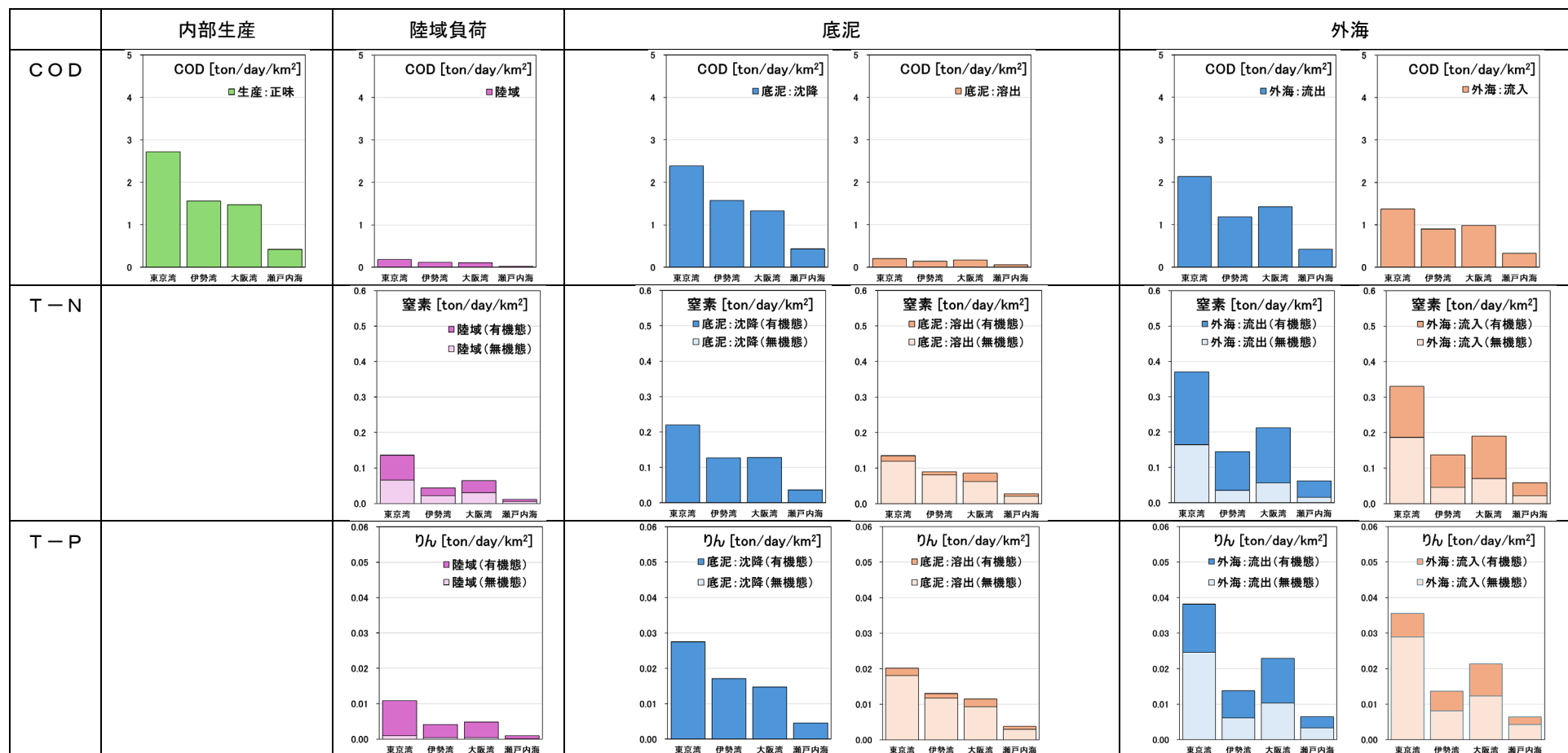
1-2. 単位面積当たりのフラックス

各指定水域におけるフラックスの大きさは指定水域の広さによっても影響を受けることから、指定水域間でのフラックスの大きさを比較するため、水域内の主要なフラックスを指定水域の面積で除した値を算出した（図 3）。窒素とリンのフラックスについては、有機態と無機態の内訳についても算出した。

指定水域間で各単位面積あたりのフラックスを比較すると、東京湾は、陸域負荷・内部生産・底泥・外海のいずれのフラックスも他の指定水域と比較して大きい。また、伊勢湾は、大阪湾よりも単位面積当たりの陸域負荷のフラックスが小さいものの、水中・底泥間のフラックス及び内部生産のフラックスは同程度であり、外海への正味の流出は小さい。そのため、大阪湾に比較して伊勢湾では、底泥が分解して溶出するメカニズムが、海域中の窒素及びリンの現存量（ストック）に比較的大きく寄与していると考えられる。瀬戸内海は、他の指定水域と比べて陸域負荷量が小さく、フラックスが全体として小さい。また、いずれの水域においても、窒素とリンの底泥への沈降フラックスの殆どは有機態であり、逆に溶出フラックスの多くは無機態である。CODフラックスのうち内部生産フラックスと沈降フラックスが同レベルであることから、有機物沈降フラックスの多くは内部生産を起源としており、これらの植物プランクトン等に由来する懸濁態有機物や懸濁態の有機態窒素・リンが底泥へ沈降し、底泥で微生物等によって分解された後、溶存態無機窒素・リンとなって放出される一連の流れと一致している。

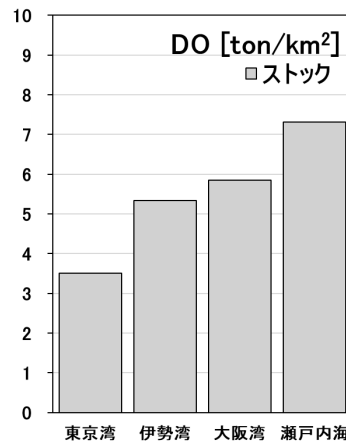
更に、底層（底泥直上～1m）の溶存酸素量（DO）の現存量（ストック）に関する評価を追加した。沿岸の生物生息環境にとって底層付近のDOは重要であるが、底泥内の有機物の分解による酸素消費に伴いしばしば貧酸素水塊が生じる。底泥中の微生物によるCODの無機化に伴い、底泥中の酸素が大きく消費されるため、各水域の底層DO濃度もこのプロセスの影響を大きく受けていると考えられる。底層DOのストック（7月平均値）を数値シミュレーションで算出したところ、東京湾では他の指定水域と比較して底層DOのストックが少なく、瀬戸内海などでは多い傾向であることが確認された（図 4）。これは、各指定水域における有機物の沈降フラックスの大きさと対応した結果となっており、底泥中の有機物の分解に伴うDO消費が、底層DOのストックに寄与していると考えられる。

また、外海とのやり取りについて窒素とリンの有機態比率を流出フラックスと流入フラックスで比較したところ、その比率は窒素・リンともに流入に比べて流出の方が有機態比率は高かった。この結果から、各水域は陸域負荷及び地形条件により外海と比較して内部生産が起こりやすい状況にあり、湾内で生産されたCODや有機態窒素・リンが濃度勾配によって外海へ流出していることが示唆された。



注1) 各水域の単位面積当たりのフラックス[ton/day/km²]を示し、濃色が有機態、淡色が無機態を示す。
 2) 底泥及び外海とのフラックスについては系外への流入出双方向を算出し、その他は正味としての輸送量を算出した。
 3) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図3 各水域の要因別フラックス[2017-2019年度平均]



※底層DOのストックは底泥直上1mの現存量（ストック）として算出した。

図 4 各水域の底層DOのストック[2017-2019 年度平均(7 月時)]

1-3. 過去と現在の水質汚濁メカニズムの比較

過去と現在の物質収支の変化を、各水域の単位面積当たりのストック及び主要フラックスを比較することにより確認した（図 5）。2019 年度（令和元年度）を現在、総量削減制度を開始した 1979 年度（昭和 54 年度）及び排出規制対象に窒素とりんが加わった第 5 次総量削減前である 1999 年度（平成 11 年度）を過去としてそれぞれ当時の陸域負荷を設定し、指定水域における物質収支の変化を確認した。なお、陸域負荷以外の外海環境・気象条件・水質及び底質の初期条件などは、2019 年度ケースと同一とした。いずれの年代においても、COD、窒素及びりんについては過去 3 年度の平均（1979 年度であれば 1977-1979 年度平均）を示した。DO については前節と同じく同期間の 7 月平均の底層環境を算定した。

いずれの指定水域においても、1979 年度～2019 年度の 40 年間で陸域負荷が約 40～60%減少しており、これに伴い内部生産が約 10～20%、底泥への沈降フラックスが約 20～40%減少している。窒素とりんが指定項目に定められたのは第 5 次総量削減（2001 年）以降であるが、それ以前に関係都府県では窒素及びりんを削減する取組が順次進められたため、東京湾・伊勢湾ではほぼ線形に COD、窒素及びりんの陸域負荷の削減が見られたと考えられる。一方、大阪湾・瀬戸内海では、1999 年以降の減少幅が大きく、例えば大阪湾における窒素の陸域負荷は 1979 年～1999 年で 7 %減少したのに対し、1999 年～2019 年では 37%減少した。COD の供給フラックスは内部生産が最も大きく、内部生産の要因となる物質は窒素及びりんであることから、瀬戸内海・大阪湾における COD ストックや内部生産の減少幅も 1999 年以前よりも以降の方が大きい。これは第 5 次総量削減に伴う窒素とりんの削減目標量の設定によって 2001 年以降に窒素及びりんの陸域負荷が減少したことによるものと考えられる。また、陸域負荷の減少量に対応する形で各水域の水質環境の改善（ストックの減少）、内部生産及び底泥への沈降量の減少が見られる一方で、底泥からの溶出や外海からの流入フラックスには大きな変動は見られない。これは底泥の溶出や外海からの流入にはそれぞれ底泥・外海という水域外への物質の輸送や分解というプロセスが間に入るためと考えられる。これらの底泥での分解プロセスまでを含んだ変動を解析するためには、長期変動を見込んだ予測計算が必要になると考えられる。（図 5(1)～(3)）

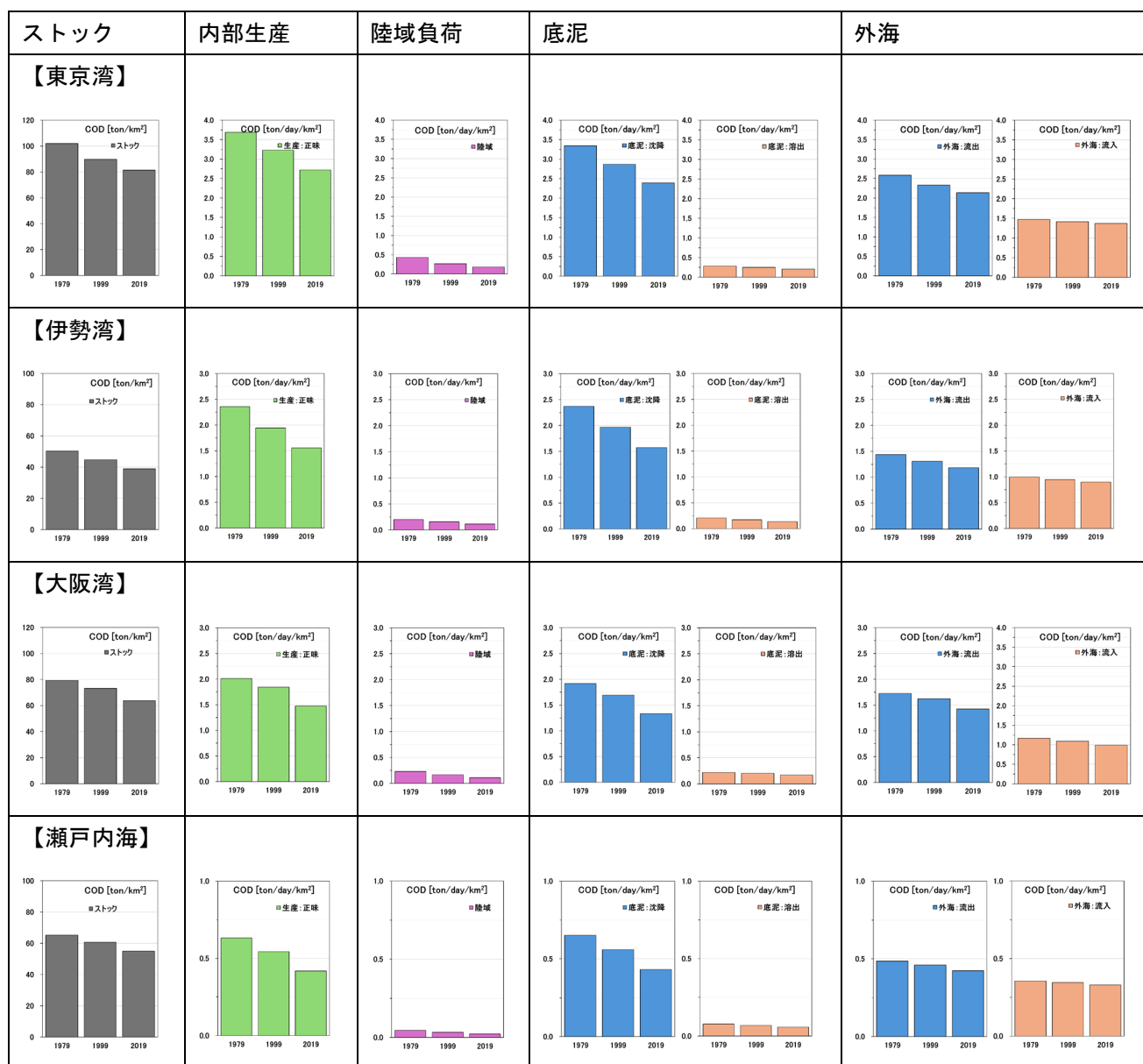
シミュレーション結果による底層 DO 濃度について、過去からの変化に注目すると、各指定水域で底層 DO 濃度の上昇が見られた。これは内部生産の減少により COD の沈降フラックスが減少し、底層 D

Oの改善に繋がっている可能性を示すものと考えられる。また、各水域の底層DO濃度は平均して約10～30%上昇しており、特に東京湾のように沈降フラックスの大きい水域程大きく改善する傾向が示された。さらに、水中から底泥に移行するDOフラックスに着目すると、過去に比べて現在はフラックスが減少しており、底泥に移動する酸素量が少なくなっている。これは、水域平均としては酸素を消費する底泥中の有機物が減少する等で底泥環境が改善されている可能性が考えられるが、実際のモニタリング調査では、東京湾や伊勢湾において底泥環境の改善が見られていないため、局所的に状況が異なることが考えられる。(図 5(4)～(5))

また、陸域や底泥、外海から供給された栄養塩類のうち、無機態の栄養塩類(I-N, I-P)が内部生産を介してCOD生成に利用されるため、これら無機態の栄養塩の陸域負荷と内部生産フラックスの関係を水域と年代別に整理した(図 6)。各水域ともに窒素、リンの陸域負荷の減少に伴い、陸域負荷の内部生産への寄与率が大きく減少しており、特にりんでは概ね半減している可能性が示された。なお、大阪湾・瀬戸内海では窒素の陸域負荷の内部生産への寄与率が1999年に一時的に高まる結果がみられるが、底泥からの溶出するフラックスが減少したこと等で陸域由来の窒素負荷量が一時的かつ相対的に高くなった可能性が考えられる。

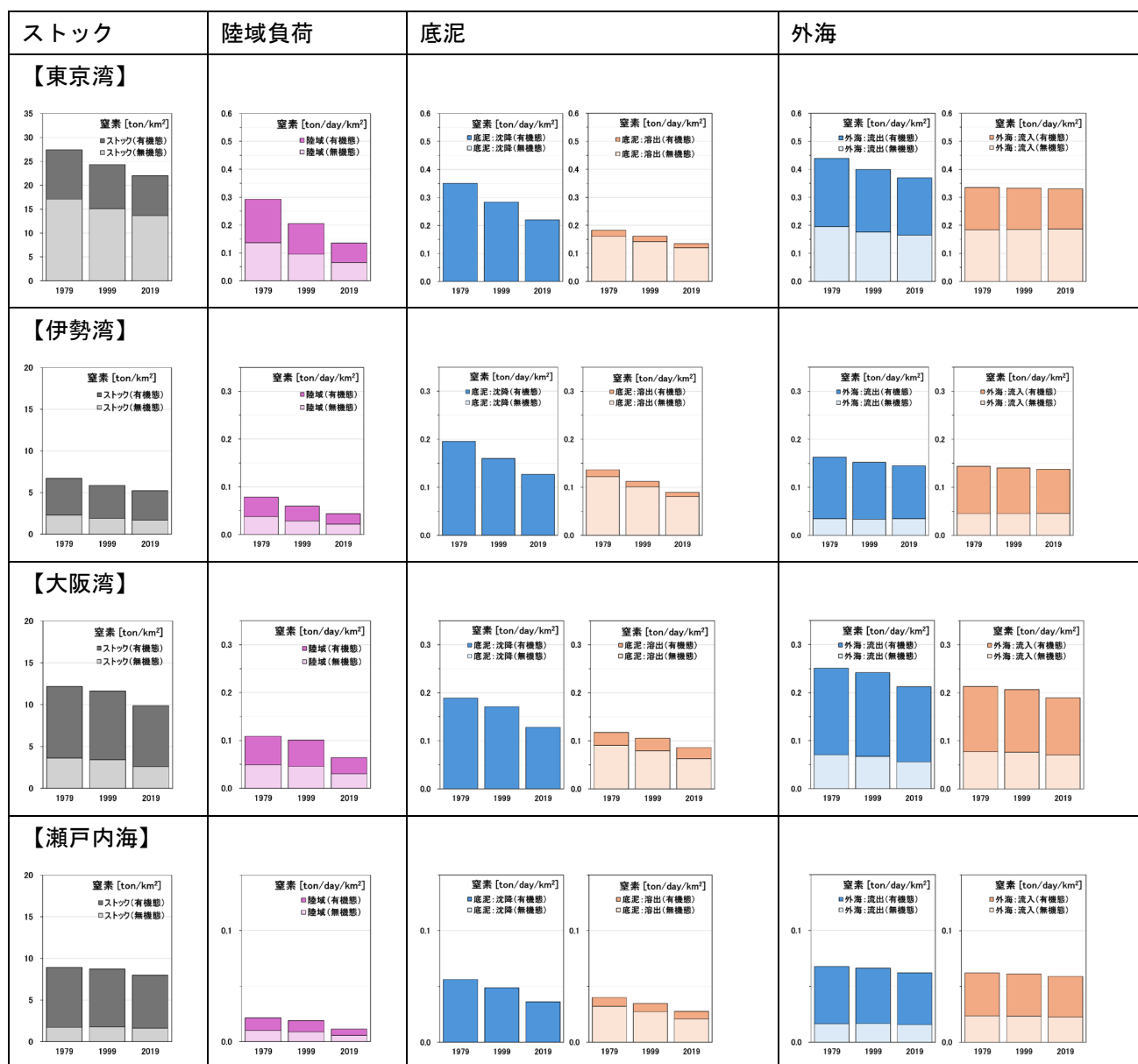
※ 本シミュレーションによる解析結果は、実際の過去の水域環境と異なる可能性がある点について留意が必要である。具体的には、陸域負荷を一次的に利用する内部生産や底泥への沈降フラックスについては、ある程度の再現性が担保されていると考えられるものの、底泥からの溶出や外海への流出など、底泥や水域内の滞留を含むフラックスについては誤差を含んでいる可能性がある。例えば、シミュレーション上は2019年度の比較的汚濁の少ない底泥を初期条件としているため、過去ケースの底泥からの溶出のフラックスは過小評価となっている可能性に留意が必要である。加えて先に述べたように、過去の期間の計算は負荷条件のみを変更した計算であり、気象・海象や地形条件などは過去の期間の環境を設定したものではない点にも留意が必要である。そのため、過去の陸域負荷環境を考慮した底泥状況などのようなプロセス(履歴効果)については考慮されていないため、底泥環境条件には特に留意が必要である。

なお、ここで示したシミュレーション結果による水中の現存量の値(水域平均濃度)は、簡易な物質収支式(定常状態かつ水域での完全混合を仮定し、各フラックスを水域平均濃度の簡易な関数等として考慮)により試算された水域平均濃度と大きな差異がないことを確認している。また、現在ケースのシミュレーションでは、底泥フラックスはCOD・窒素・りんともに沈降が溶出を上回る結果になっている。しかし、瀬戸内海環境情報基本調査の結果では、底質のT-N濃度は減少傾向にあることから、瀬戸内海における窒素は、現状では溶出が沈降を上回っていることが想定され、その点がシミュレーション上で十分に表現できていないといった課題がある。



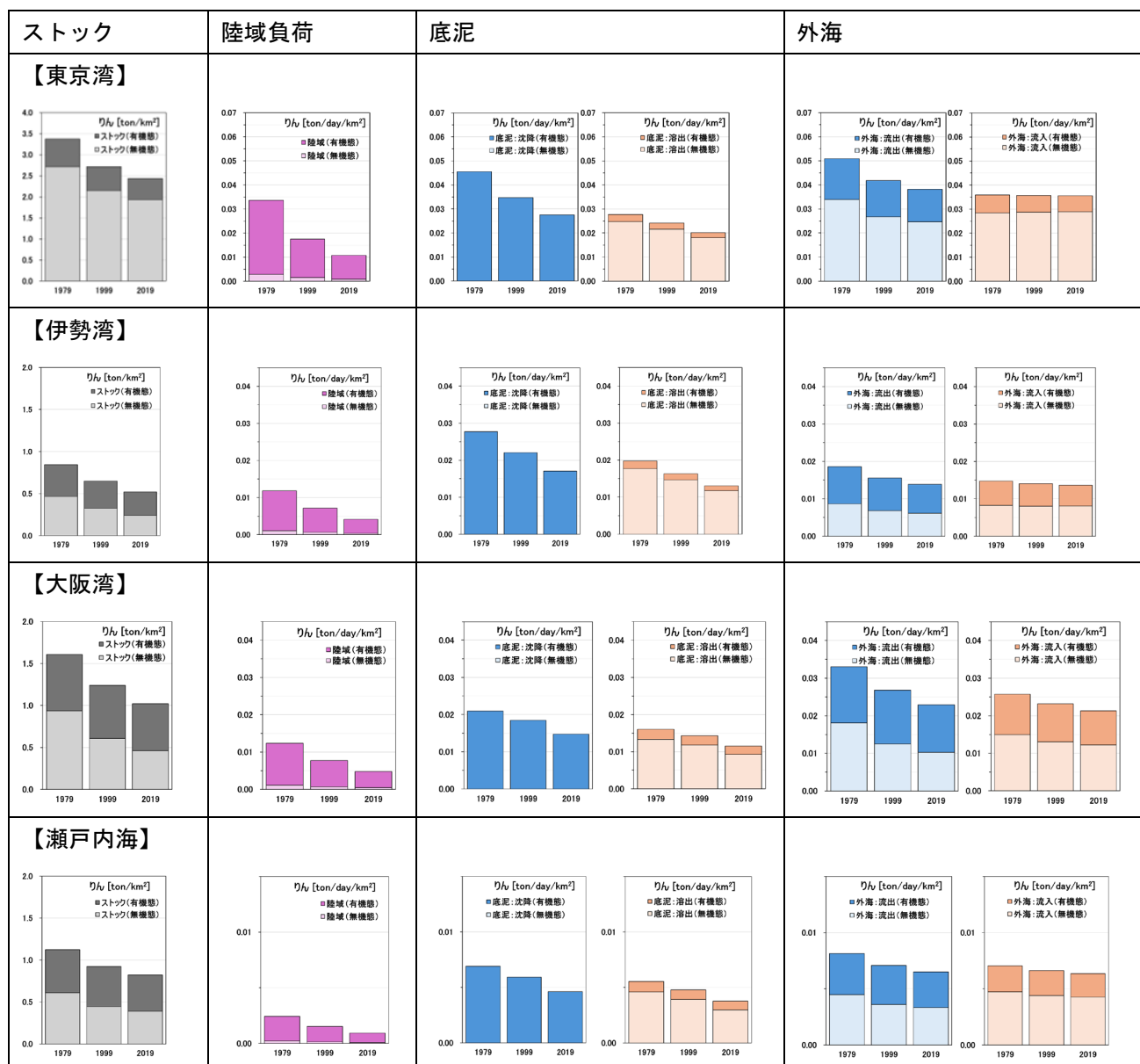
- 注1) 各水域における1979年度、1999年度、2019年度の単位面積当たりのストック[ton/km²]及びフラックス[ton/day/km²]を示し、濃色が有機態、淡色が無機態を示す。
- 2) 各年度の計算は、陸域負荷条件のみ変化させており、底泥、気象及び外海の計算条件は2019年度計算と同一としている。
- 3) 底泥及び外海とのフラックスについては系外への流入出の双方向を算出し、その他は正味としての輸送量を算出した。
- 4) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図 5(1) 過去～現在の各水域のCODのストック及び要因別フラックス



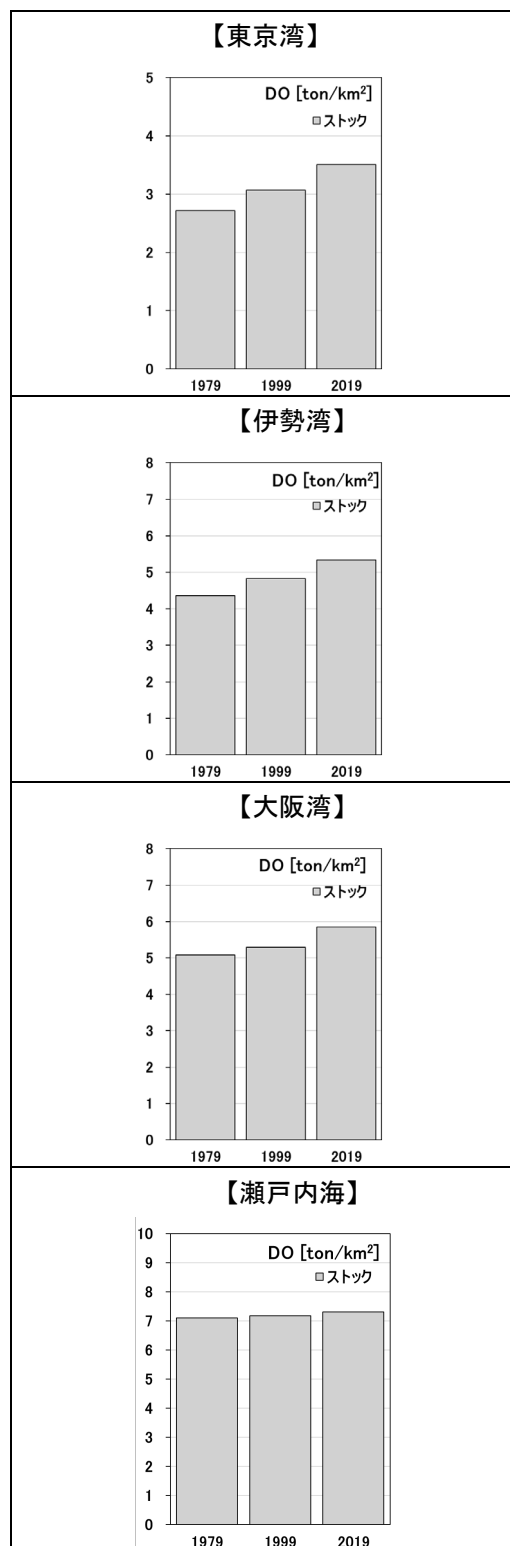
- 注1) 各水域における1979年度、1999年度、2019年度の単位面積当たりのストック[ton/km²]及びフラックス[ton/day/km²]を示し、濃色が有機態、淡色が無機態を示す。
- 2) 各年度の計算は、陸域負荷条件のみ変化させており、底泥、気象及び外海の計算条件は2019年度計算と同一としている。
- 3) 底泥及び外海とのフラックスについては系外への流入出の双方向を算出し、その他は正味としての輸送量を算出した。
- 4) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図 5(2) 過去～現在の各水域の窒素のストック及び要因別フラックス



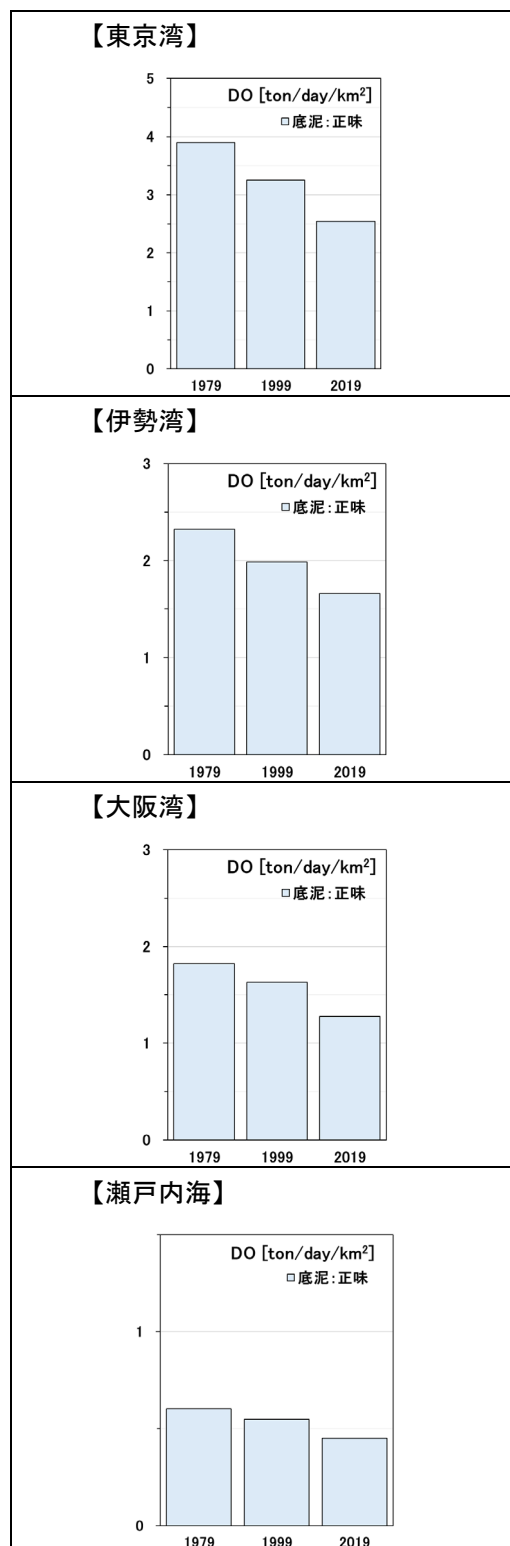
- 注1) 各水域における1979年度、1999年度、2019年度の単位面積当たりのストック[ton/km²]及びフラックス[ton/day/km²]を示し、濃色が有機態、淡色が無機態を示す。
- 2) 各年度の計算は、陸域負荷条件のみ変化させており、底泥、気象及び外海の計算条件は2019年度計算と同一としている。
- 3) 底泥及び外海とのフラックスについては系外への流入出の双方向を算出し、その他は正味としての輸送量を算出した。
- 4) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図 5(3) 過去～現在の各水域のリンのストック及び要因別フラックス



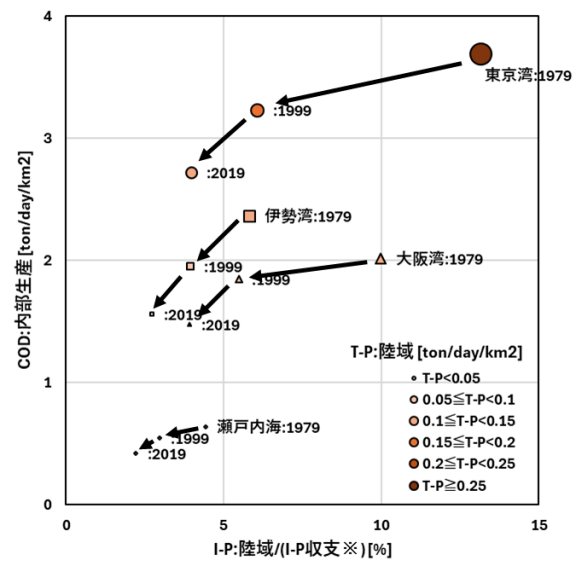
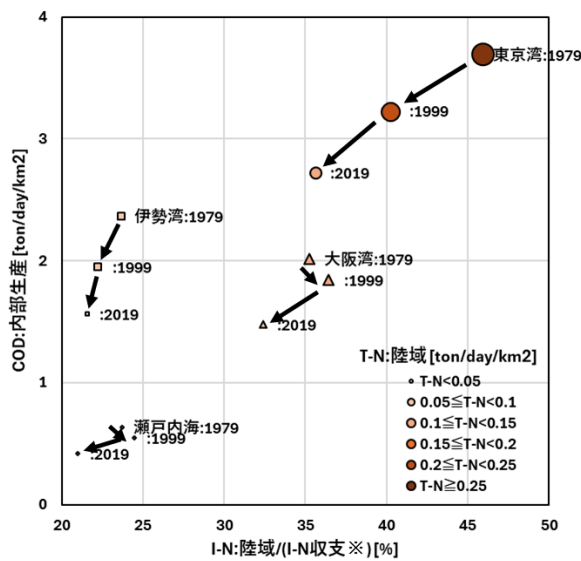
- 注1) 各水域における1979年、1999年、2019年の単位面積当たりのストック $[\text{ton/km}^2]$ を示す。
 注2) 各年度の計算は、陸域負荷条件のみ変化させており、底泥、気象及び外海の計算条件は2019年度計算と同一としている。
 注3) 底層DOのストックは底泥直上1mの現存量として算出した。
 注4) 積算層厚が1mであるため、 $1[\text{ton/km}^2] = 1[\text{g/m}^2] = 1[\text{mg/L}]$ として変換できる。
 注5) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図 5(4) 過去～現在の各水域のDOのストック



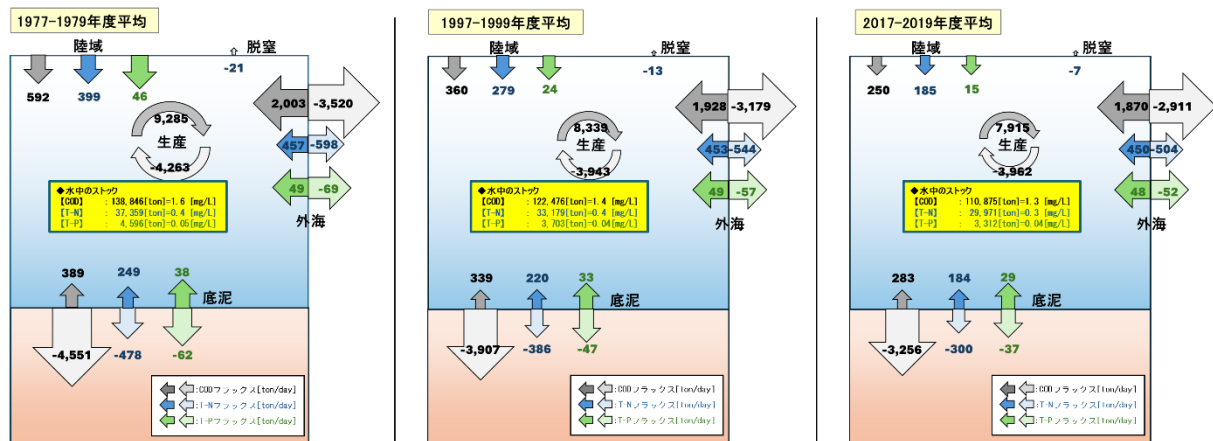
- 注 1) 各水域における 1979 年度、1999 年度、2019 年度の単位面積当たりのフラックス[ton/day/km²]を示す。
 2) 各年度の計算は、陸域負荷条件のみ変化させており、底泥、気象及び外海の計算条件は 2019 年度計算と同一としている。
 3) 積算層厚が 1m であるため、1[ton/day/km²]=1[g/day/m³]として変換できる。
 4) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

図 5(5) 過去～現在の各水域の DO のフラックス

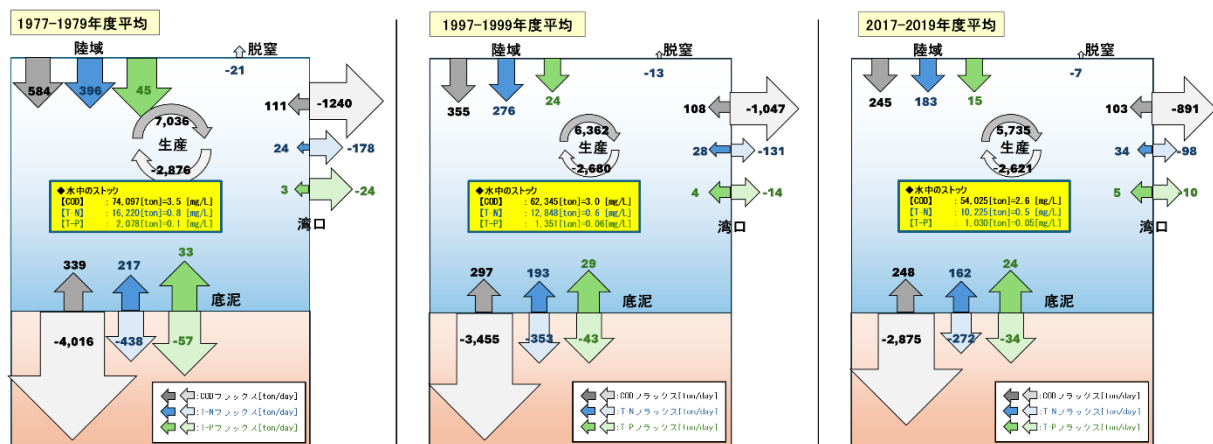


- 注 1) 横軸は、外部（陸域、底泥、外海）から供給される無機態の栄養塩類に対して、陸域から供給される無機態の栄養塩類の比率を示す。
- 2) 内部生産フラックスについては経験則に基づく固定比を用いて炭素量から酸素量へ変換している。
- 3) 図中シンボルのサイズ及び色の濃淡は総栄養塩類（T-N，T-P）の陸域負荷フラックスの大きさを示しており、サイズが大きく色が濃い場合、陸域負荷のフラックスが大きいことを表す。
- 4) 各年代の変化は陸域負荷のみ再現し、底泥環境及び気象・外海の変化は考慮せず 2019 年実験と同様の条件を与えている。
- 5) 瀬戸内海水域は大阪湾を除いたものとして算出した。

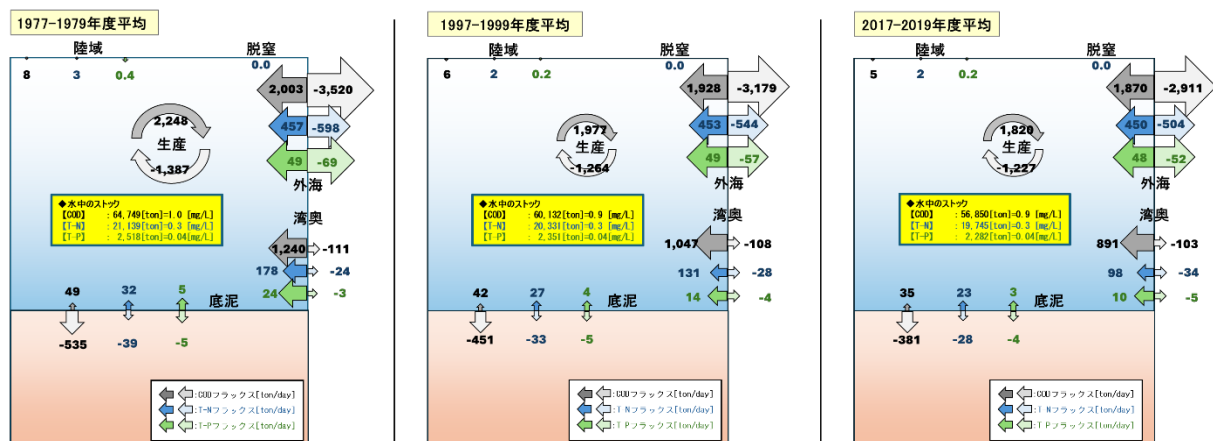
図 6 各水域における陸域負荷が内部生産に与える影響 [3 年平均]



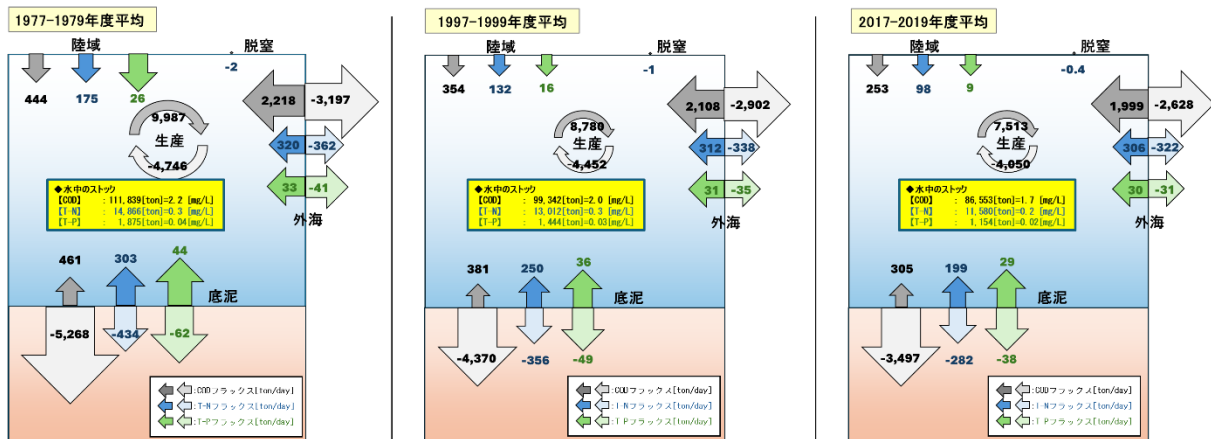
参考図 (1) 各年代におけるフラックスの違い (東京湾全域)



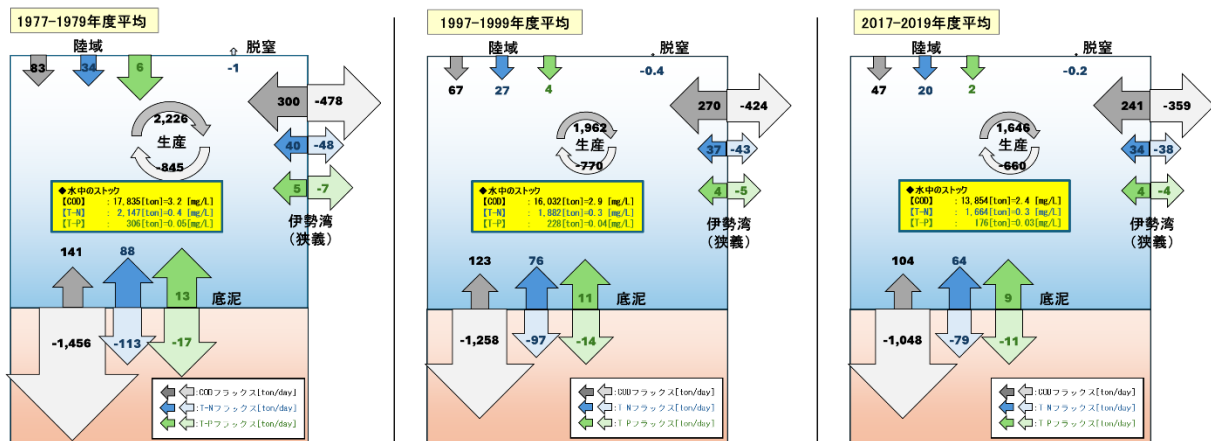
参考図 (2) 各年代におけるフラックスの違い (東京湾湾奥部)



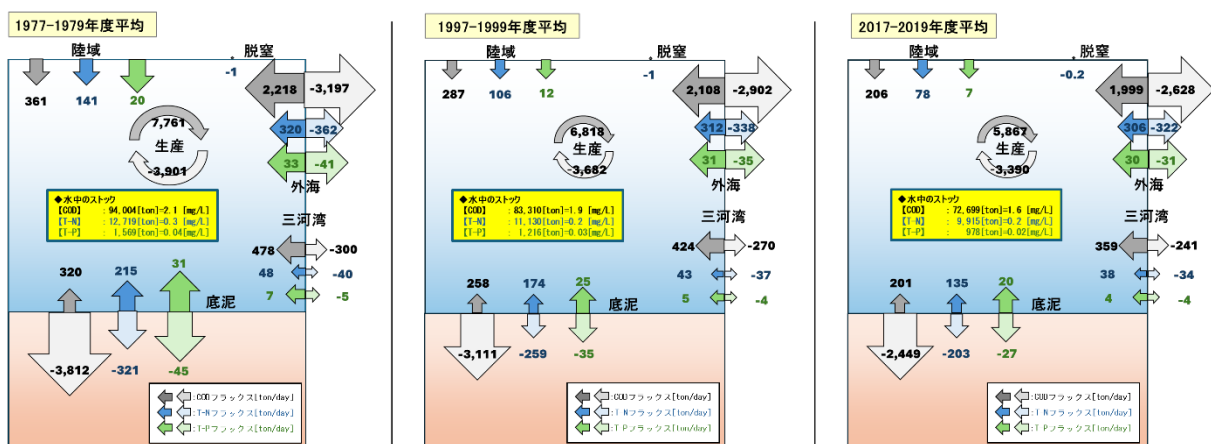
参考図 (3) 各年代におけるフラックスの違い (東京湾湾口部)



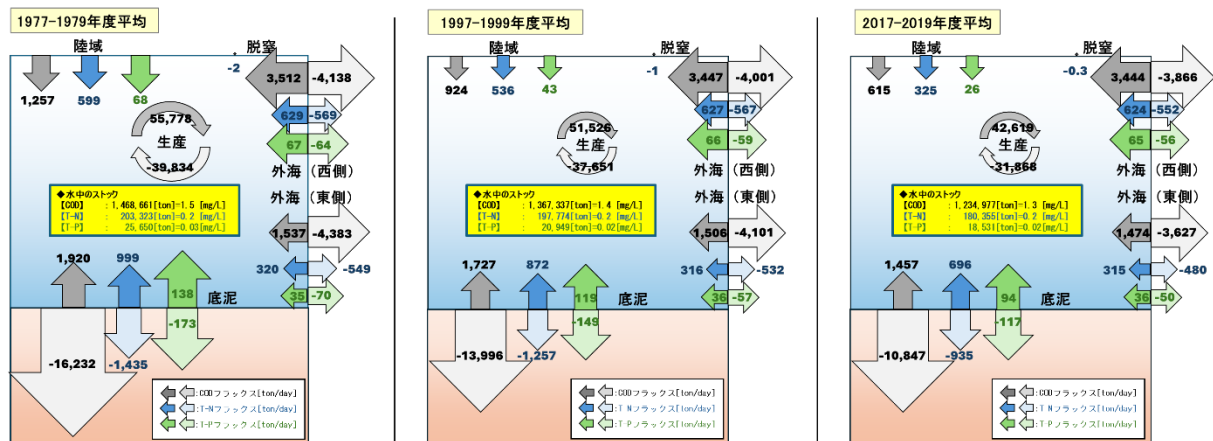
参考図 (4) 各年代におけるフラックスの違い (伊勢湾全域)



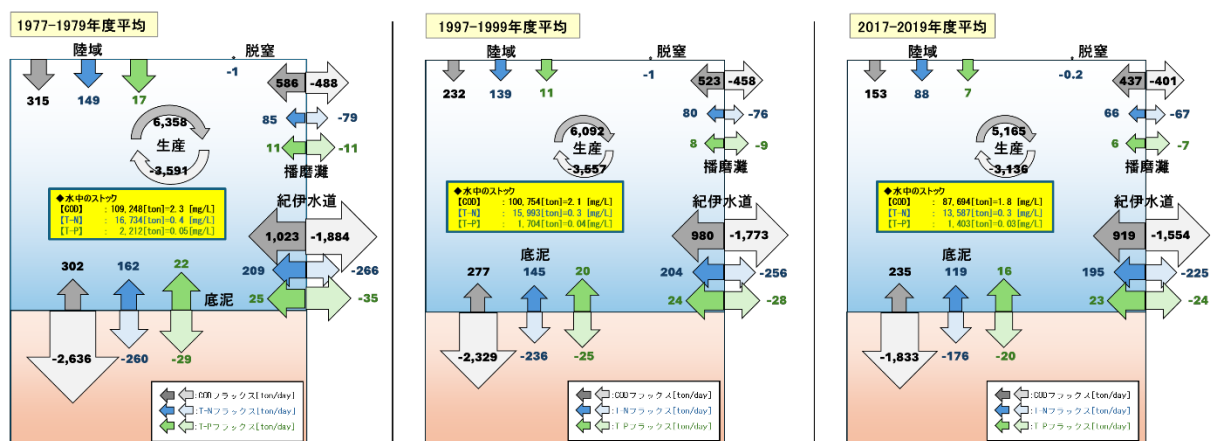
参考図 (5) 各年代におけるフラックスの違い (三河湾)



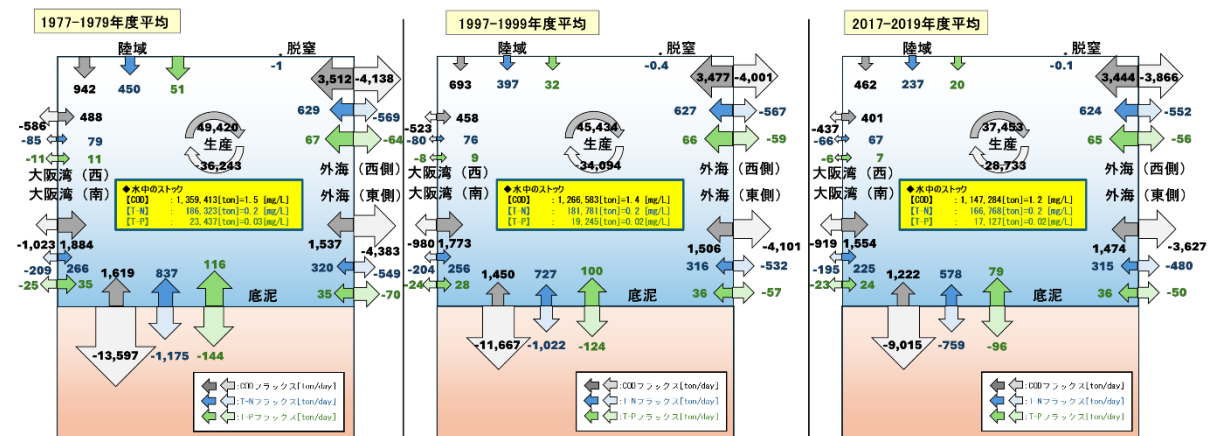
参考図 (6) 各年代におけるフラックスの違い (伊勢湾 (狭義))



参考図 (7) 各年代におけるフラックスの違い (瀬戸内海全域)



参考図 (8) 各年代におけるフラックスの違い (大阪湾)



参考図 (9) 各年代におけるフラックスの違い (瀬戸内海 (大阪湾以外))

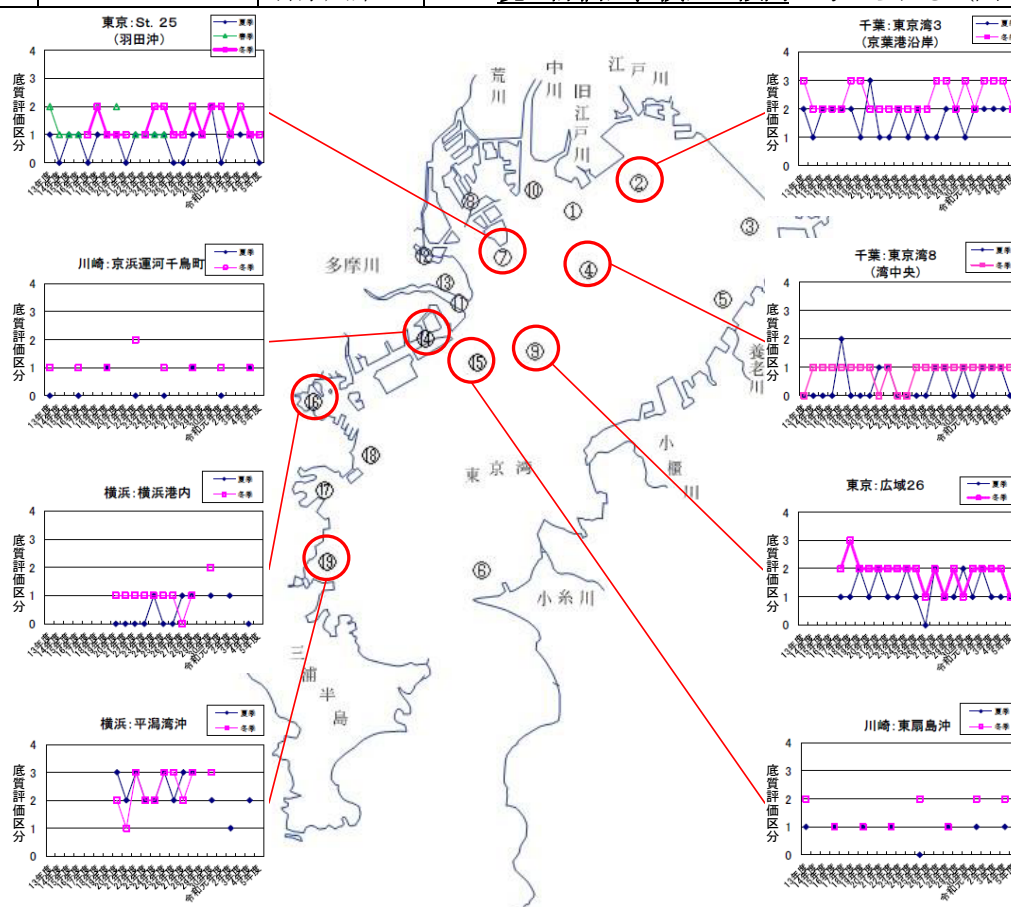
2. 海域における生物の多様性及び生産性に影響を及ぼす要因に関する知見の追加分析

2-1. 各自治体における生物モニタリング調査の実施状況の整理

指定水域における水環境等の状況を把握するため、各自治体が行っている生物モニタリング調査について、以下のとおり情報を収集・整理した。なお、これらの各自治体の調査結果は、第1回専門委員会ですでに整理している内容と概ね一致していた。

表 1(1) 東京湾において自治体が行った生物モニタリング調査結果の概要

湾灘区分	調査名	実施都府県	調査結果（概要）
東京湾	東京湾底質調査	千葉県、東京都、神奈川県	● 底生生物等から底質環境の評価を行った事例を確認すると、平成13年度から令和5年度までの底質環境の評価は、横ばい傾向と考えられる（図7）。



注) 各グラフは、平成13年～令和5年度の底質評価区分の値を示す。底質評価区分は、「①底生生物の出現種類数」、「②出現種類数に占める甲殻類の比率」、「③底質の強熱減量」、「④底生生物の優占種」から算出され、数字が高いほど底質環境が良好であることを示し、各評価区分の概要は以下のとおりである。

評価区分4：環境が良好に保全されている。多様な底生生物が生息しており、底質は砂質で好氣的である。

評価区分3：環境はおおむね良好に保全されているが、夏季に底層水の溶存酸素が減少するなど、生息環境が一時的に悪化する場合もある。

評価区分2：底質の有機汚濁が進んでおり、貧酸素水域になる場合がある。底生生物は汚濁に耐える種が優占する。

評価区分1：一時的に無酸素水域になり、底質の多くは黒色のヘドロ状である。底生生物は汚濁に耐える種が中心で種数、個体数ともに少ない。

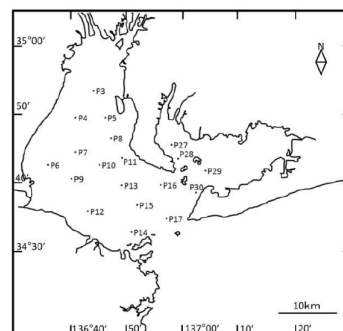
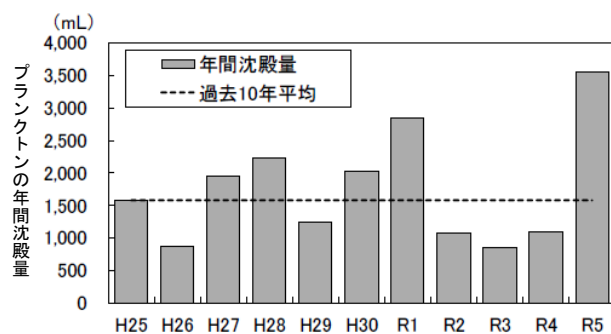
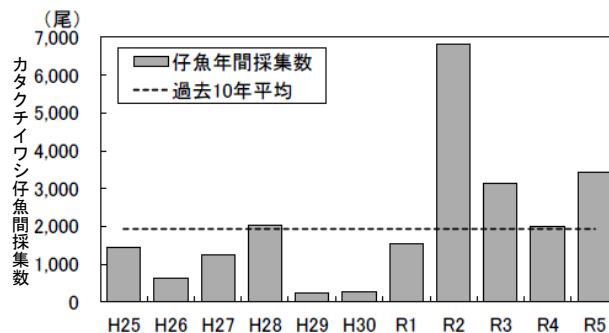
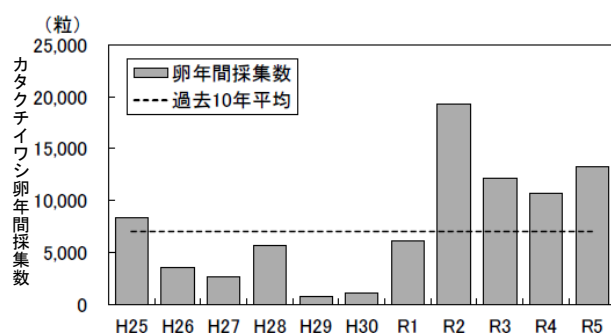
評価区分0：溶存酸素はほとんどなく、生物は生息していない。底質は黒色でヘドロ状である。

出典)「東京湾の底質調査結果（令和5年度）」（九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会）

図7 東京湾における底生生物等を用いた底質環境の評価

表 1(2) 伊勢湾において自治体が実施した生物モニタリング調査結果の概要

湾灘区分	調査名	実施都府県	調査結果（概要）
伊勢湾	内湾再生産機構 基礎調査	愛知県	● 平成25年～令和5年までのカタクチイワシの卵・仔魚の年間採集数を見ると、<u>近年（令和2年～5年）は高水準となっている</u>（図8）。 ● 餌環境の指標となるプランクトン年間沈殿量をみると、<u>令和2年～令和4年は過去10年平均に比べて少ないが、令和5年は過去10年で最も多い年となっている</u>（図8）。



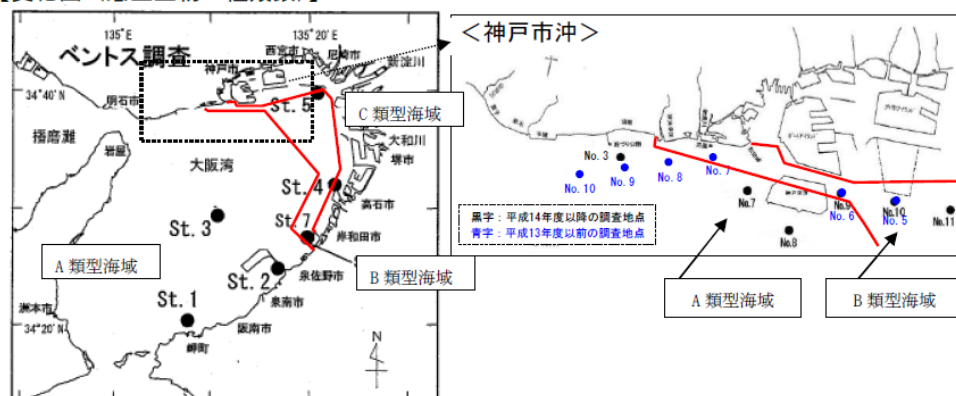
出典)「令和5年度 水産試験場業務報告」(愛知県水産試験場、令和7年)

図8 伊勢湾におけるカタクチイワシ仔魚・卵の採集数等

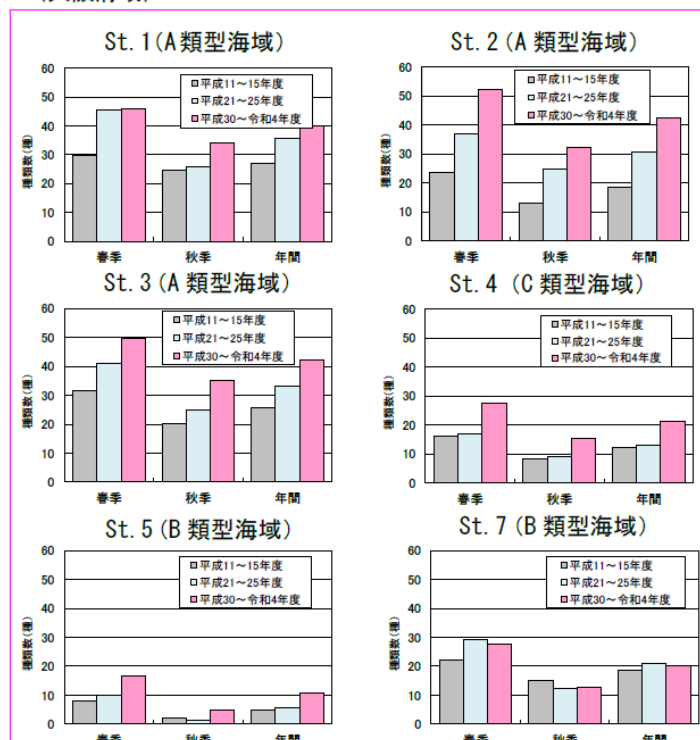
表 1 (3) 瀬戸内海において自治体が実施した生物モニタリング調査結果の概要

湾灘区分	調査名	実施都府県	調査結果（概要）
瀬戸内海	生物モニタリング調査 ^注	大阪府 兵庫県	● 底生生物の種類数については、<u>湾奥部（B・C類型海域）</u>では、<u>春季にやや増加傾向が見られる地点</u>があり、<u>湾央～湾口部（A類型海域）</u>では<u>種類数の増加</u>が見られる（図9）。 ● 底生生物の個体数については、<u>湾奥部（B・C類型海域）</u>では<u>横ばいまたは減少傾向が見られ</u>、<u>湾央～湾口部（A類型海域）</u>では<u>横ばいまたはやや増加傾向</u>が見られる（図10）。

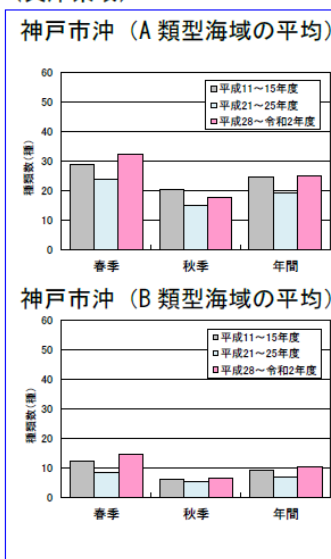
【変化図（底生生物・種類数）】



（大阪府域）



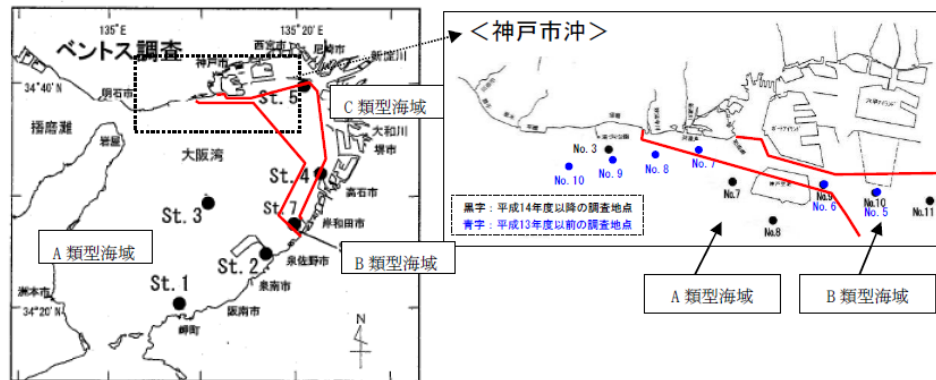
（兵庫県域）



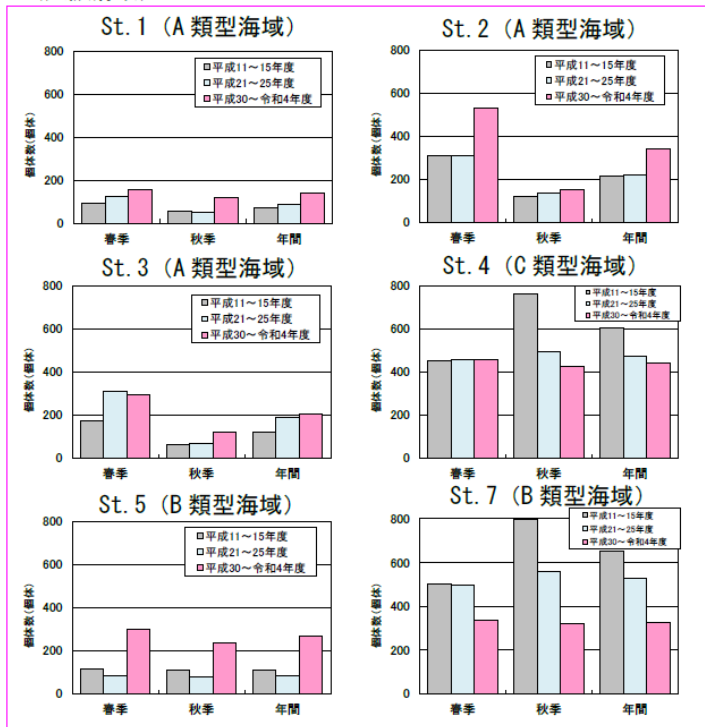
注 1) 神戸市沖：約 0.1～0.13m² (H21、H25、H27～H28、H30、R2 は約 0.15m²) 当たりの種類数、
大阪府域：0.1m² 当たりの種類数
2) 兵庫県域では平成 29 年度、令和元年度に底生生物調査を実施していない。令和 2 年度に調査を終了した。
出典 「大阪湾再生行動計画（第二期）令和 5 年度の取り組み成果」（大阪湾再生推進会議、令和 6 年）

図 9 大阪湾における底生生物の変化（種類数）

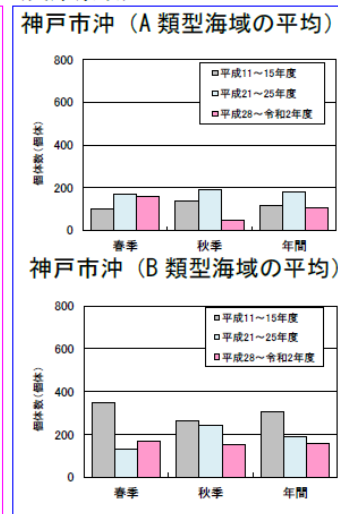
【変化図（底生生物・個体数）】



(大阪府域)



(兵庫県域)



注 1) 神戸市沖：約 0.1～0.13m² (H21、H25、H27～H28、H30、R2 は約 0.15m²) 当たりの種類数、
大阪府域：0.1m² 当たりの種類数
2) 兵庫県域では平成 29 年度、令和元年度に底生生物調査を実施していない。令和 2 年度に調査を終了した。
出典)「大阪湾再生行動計画（第二期）令和 5 年度の取り組み成果」（大阪湾再生推進会議、令和 6 年）

図 10 大阪湾における底生生物の変化（個体数）

2-2. 東京湾における水質等の指標の統合化指標（BQI）による評価事例

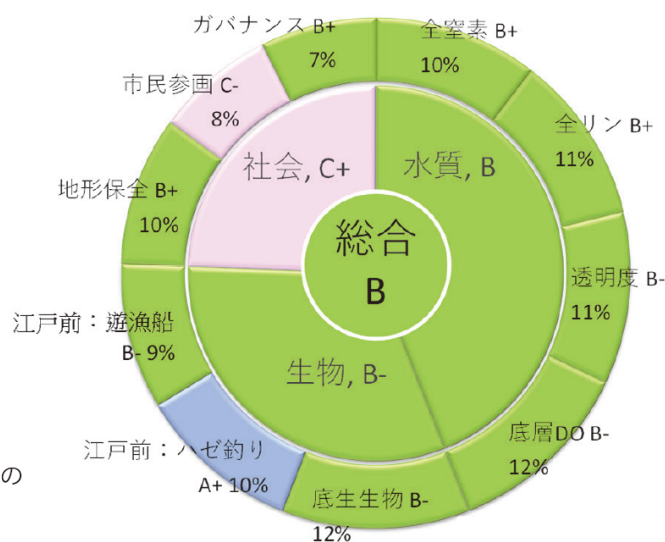
湾における水質等の指標の統合化指標（BQI：Bay Quality Indicators）とは、環境を評価するための各指標の絶対値を相対値に変換後、関係者等で決定する重みづけを行い計算される評価値である。評価値を統合することで、指標群の増加に伴って評価の全体像が見えにくくなるといった問題を解消し、包括的な評価を考えることが可能である。

昨年度、東京湾再生官民連携フォーラムのモニタリングPTは、2022年度を評価の対象年度として水質関係4項目（全窒素・全リン・透明度・底層DO）、生物関係3項目（底生生物・江戸前（ハゼ釣り・遊漁船））、社会関係3項目（地形保全・市民参画・ガバナンス）を指標として選定し、これらの項目を数値で評価して（0が理想の状態、100が標準値）、試行的にBQIを算出した。その結果、水質はB評価、生物はB⁻評価、社会はC⁺評価となり、全体としてはB評価となった。

2022年度の東京湾におけるBQIによる評価の結果、東京湾の再生の努力の成果が表れており、総合的に見れば概ね良好な状態にあると評価された。一方で、評価の変化傾向は横ばいとなっており、東京湾の再生を推進するための方策が必要であると考えられている。

評価項目のまとめ		
評価項目(後述)	得点	重み
全窒素	74.9	0.094
全リン	81.1	0.097
透明度	96.8	0.099
底層DO	77.2	0.108
底生生物	90.2	0.108
江戸前：ハゼ釣り	14.5	0.094
江戸前：遊漁船	98.0	0.084
地形保全※	91.1	0.086
市民参画	173.8	0.068
ガバナンス	94.9	0.067
全体	78.2	1

※ 地形保全についての重みは、類似指標の回答を準用



注1) 評価項目の得点と評価結果の対応は以下のとおりである。

- ・得点 0-50 : A評価 (優良)
- ・得点 50-100 : B評価 (良)
- ・得点 100-200 : C評価 (不良)
- ・得点 200-300 : D評価 (劣悪)
- ・得点 300以上 : E評価 (不適)

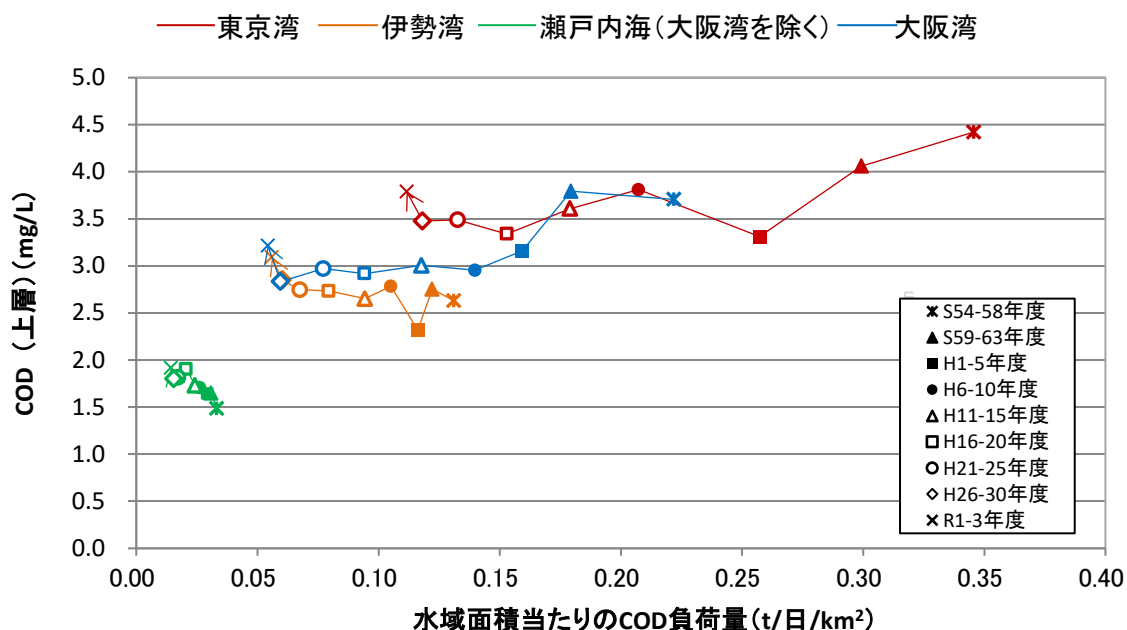
2) 評価の「+」及び「-」は、2018年度～2022年度の5年間での変化傾向であり、「+」は改善傾向、「-」は悪化傾向を示している。

出典)「東京湾環境マップ Vol.19」(国土技術政策総合研究所)

図 11 2022 年度における東京湾の総合評価結果

3. 指定水域における負荷量及び水質濃度の経年変化

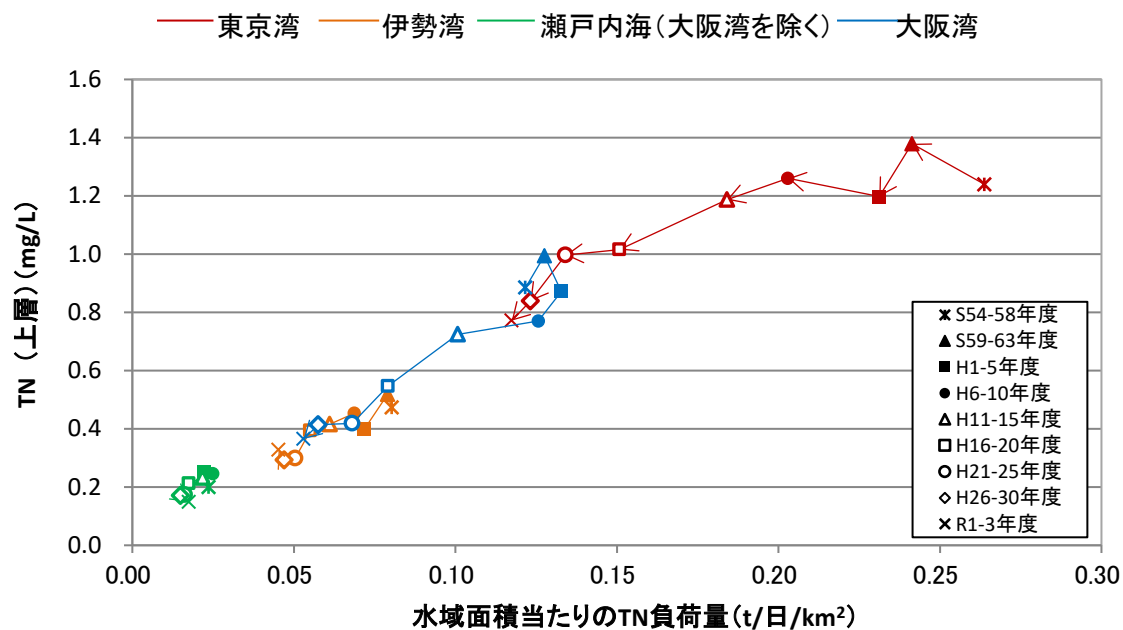
指定水域における水域面積当たりの汚濁負荷量と水質濃度の関係を見ると、COD、窒素及びりんのうち、水域面積当たりの汚濁負荷量が大きい指定水域ほど、水質濃度が高くなっている。また、CODについては、汚濁負荷量が大きかった昭和54～58年から平成元年～5年（東京湾）、昭和54～58年から平成6～10年（大阪湾）にかけて水質濃度の低下が見られたが、近年の水質濃度が低い状況においては、汚濁負荷量が減少しているものの、水質濃度は低下せず、横ばいあるいは増加傾向が見られている。窒素及びりんについては、汚濁負荷量の削減に伴い、水質濃度の低下が見られた（図12～図14）。



注) COD負荷量については第1次～第9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。

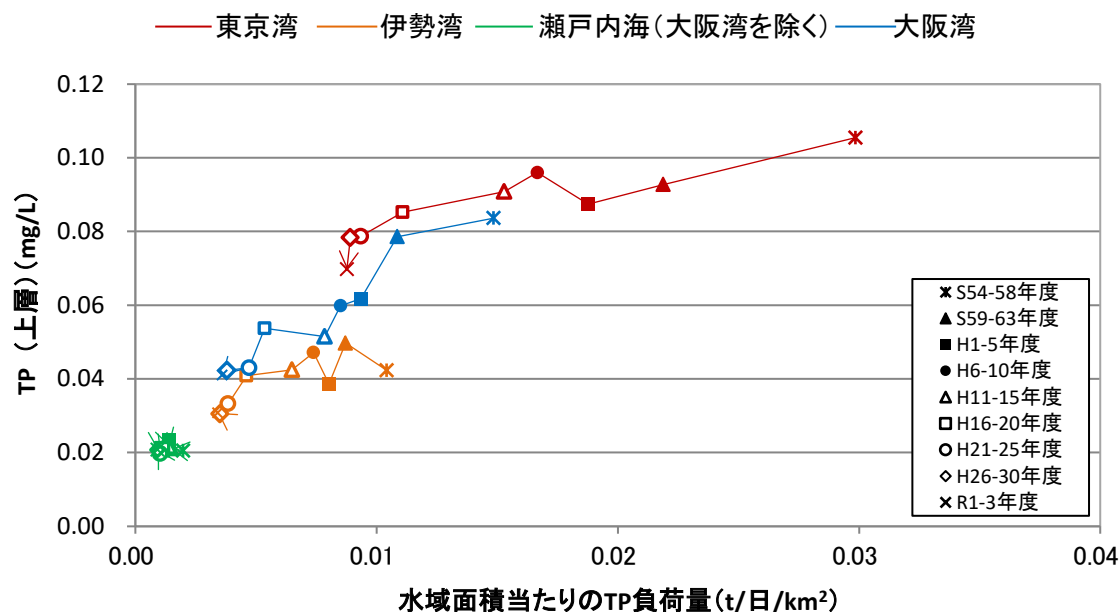
出典)「広域総合水質調査」(環境省)、「発生負荷量等算定調査」(環境省)

図12 水域面積当たりのCOD負荷量とCOD濃度の推移



注) 窒素負荷量については第1次～第9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。
出典) 「広域総合水質調査」(環境省)、「発生負荷量等算定調査」(環境省)

図 13 水域面積当たりの窒素負荷量と窒素濃度の推移



注) リン負荷量については第1次～第9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。
出典) 「広域総合水質調査」(環境省)、「発生負荷量等算定調査」(環境省)

図 14 水域面積当たりのりん負荷量とりん濃度の推移