

7 環境再生の基本的方向性の検討

7.1 栄養塩管理のための目標設定と施策メニューの考え方

7.1.1 目標像

- 三河湾における現状と仮説を踏まえて、三河湾の再生の目標像を以下のように設定した。

三河湾(伊勢湾)ブランドの確立、親水性の向上を通じて、流域の人々がその豊かさを誇り、経済・健康の面で持続的に享受できる場、すなわち【豊かであつ貧酸素が顕在化しない海】を再生・維持する。

豊かとは、豊富な水産資源に裏付けられた海からの恵みを享受できること、人々が親水性に富む海域を身近に利用できることである。

「水産資源の豊かさ」：イカナゴ、コノシロ、スズキなどの浮魚類が、これまでと同様に豊富であり、貧酸素の顕在化等により漁獲量が大きく減少したハマグリ、アカガイ、ナマコ、タコなどの底棲性魚介類とともに、アサリの漁獲高の増加など、多種・多様かつ多量を確保することによってブランドを確立する。

「人々の豊かさ」：一般住民による代表的な海域利用方法としては、海水浴、潮干狩り等が挙げられ、人の感覚による水質評価の指標である透明度の向上、潮干狩りの対象となる二枚貝類の増加及び干潟等の場の確保を通して人々の豊かさを具現化する。

豊かであつ貧酸素が顕在化しない海とは、

健全な物質循環

健全な物質循環とは、ここでは例えばフェーズ2の昭和40年代のように、流入負荷量は比較的高いものの、干潟・浅場面積はそれほど大きく減少しておらず、赤潮や貧酸素水塊の発生は少ないという状況を指すものとする。

- ① 流域・河川からの**適度な栄養塩類等の供給**、及び**外海との海水交換量が適度にバランスしたエスチャリー循環**のもとで、
- ② 内部生産が好ましい生物活動のサイクルに主に振り向けられると同時に、過剰では好ましくない**低次生態系(プランクトン)**が**適切な量で制御**されることにより貧酸素水塊の発生が抑制され、

多種・多様かつ多量な生物生育の場

- ③ 以上をもって生物の多様性が確保され、**浮魚・底魚などの魚類および二枚貝類の漁獲高、底生生物、海藻草類が継続的に確保**され、漁獲全体が②に正のフィードバックとして働き、
- ④ ③を通じて **1)三河湾(伊勢湾)ブランドの確立、2)親水性の向上**に伴って流域の人々がその豊かさを誇り、経済・健康の面で持続的に享受できる状態を目指す。
- ⑤ また、栄養塩の供給と消費のバランスがとれ、物質がよどみなく循環することによる懸濁態有機物量の減少が従来からの**環境基準等の数値目標の達成に寄与**することについても視野に入れる。

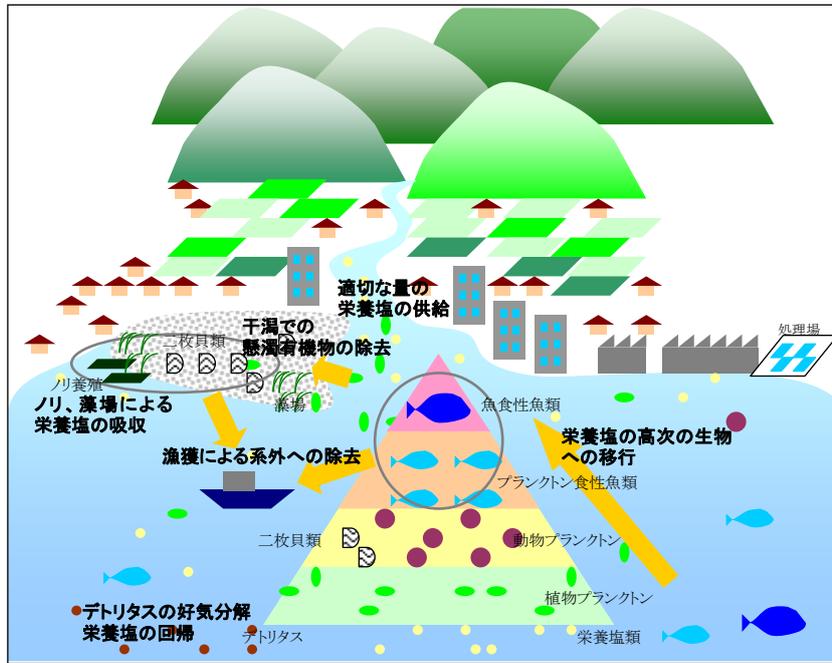
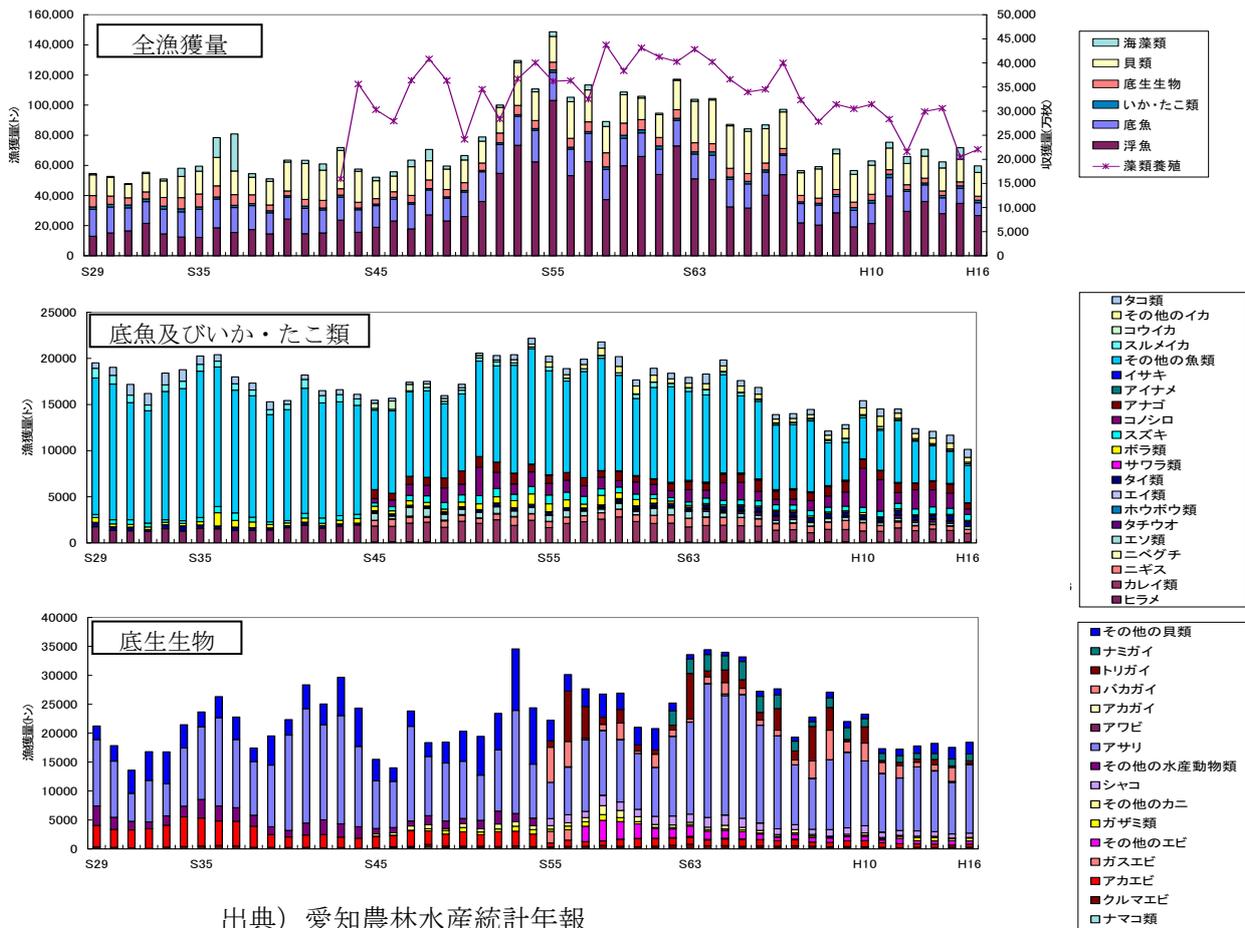


図 7.1.1.1 内湾域における水産業との共生に係る適切な物質循環のイメージ



出典) 愛知農林水産統計年報

図 7.1.1.2 愛知県における漁獲量の推移¹

¹ データは、全县での漁獲高であるが、底魚及びいか、たこ類については、昭和40年代後半から魚種が変わっており、愛知県水産試験場へのヒアリングによれば内湾で底魚が獲れなくなったため外海での操業に移っていることを意味している。

7.1.2 目標設定

- 健全な物質循環が形成され、【豊かかつ貧酸素が顕在化しない海】を目指して様々な施策を実施する上では、具体的な目標を設定することが重要である。
- 浮魚から底棲性に至るまでの多種・多様な魚介類の回復に加えて、海藻草類の回復、水質を含む透明度の回復など様々な指標による具体的な目標が考えられるが、ここでは、三河湾の沿岸生態系における最大の課題である貧酸素水塊の発生を把握できる底層 DO 濃度を具体的な目標の指標とする。
- 貝類や底生生物魚類が生息しうる DO の確保(最低 2mg/L)を目標(生態系保全目標)とし、その目標達成のために必要な施策量にも目標(管理目標)を設け、管理することを目指す。
 - ・ 生態系保全目標値→DO(夏季底層) 2mg/L 以上※

※DO (夏季底層) 2mg/L以上の設定根拠

- ・ 「現在、沿岸域の生態系に直接影響を及ぼしている主要因は貧酸素水塊である」という知見が得られている。
- ・ 三河湾では渥美湾を中心として 7 月～9 月の夏季を中心とした時期に底層において貧酸素水塊が生じている。
- ・ 愛知県水産試験場によると、生物が生息する上で必要な酸素濃度として、「魚類・甲殻類にとっては、通常溶存酸素濃度は 4mg/L 以上であることが望ましい」、「貝類や底生魚類は底層溶存酸素濃度が 2mg/L 以上であることが望ましい」としている。また、貧酸素の定義を「溶存酸素飽和度 30%以下 (DO 約 2mg/L 以下)」としており、この濃度は貝類・底生魚類の生存に困難な濃度であるといえる。
- ・ 干潟上の二枚貝類等懸濁物食者は、貧酸素水塊の発生要因のひとつである水中の懸濁態有機物の海底への沈降・堆積を抑制していると考えられる。

以上のことから、貧酸素水塊発生の目安であり、かつ、水中の懸濁態有機物の海底への沈降・堆積を抑制する二枚貝類等が生存可能なDO濃度の観点から、夏季の底層のDOが 2mg/L以上を生態系保全目標と設定した。

- 生態系保全目標値は、夏季底層 2mg/L 以上を「多種・多様かつ多量な生物の確保」のために貝類や底生生物魚類の必須条件と設定したが、達成に長期間を要することも考えられる。施策の効果発現の実感・把握には、夏季底層 DO に替わる指標・管理目標値をモニタリング項目(例： 有機物沈降量 (O-N 沈降量) や透明度、底棲魚類を含めた高次生物などの生態系指標)に加え施策効果との連関についてデータ蓄積を図るとともに、その評価を行うことも重要である。

7.1.3 流入負荷削減についての検討

- 流入負荷削減は、水質の環境基準の達成にも寄与するものであり、以下の施策が推進されているところである。
 - ・ 第6次水質総量規制〔水質汚濁防止法〕(中央環境審議会(2006))
伊勢湾においては環境基準達成率が低く、しかも大規模な貧酸素水塊が発生しているので、さらなる水質改善を進める必要があるとした上で、効率的にCOD、窒素及び磷に係る汚濁負荷量の削減が図られるよう各発生源に係る対策を検討すべきであるとしている。
 - ・ 流域別下水道整備総合計画〔下水道法〕(愛知県(2002))
公共用水域(河川、湖沼、海域)の水質環境基準を達成維持するために必要な下水道の整備を最も効率的に実施するための総合的計画である。
 - ・ 伊勢湾再生行動計画(伊勢湾再生推進会議(2007))
伊勢湾への流入汚濁負荷の削減とともに、窒素及びリンの削減も対象とした水質改善施策のさらなる推進を図る必要がある(総量規制)が、各種生活排水処理施設の整備(下水道、集落排水施設、浄化槽等)とともに、窒素及びリンの総量を削減のため下水道の高度処理のさらなる推進と市街地や農地等から流出する面源負荷についても削減対策の検討が必要であるとした上で、自然の浄化機能を担う場を維持、増加させるために、干潟、浅場、藻場等の保全・再生・創出を推進するとしている。
- 一方、播磨灘(兵庫県)でみられるように、窒素・リンの環境基準が達成されても(兵庫県(2007))冬季のノリの色落ちが継続して発生(二羽(2007))すれば、「豊かな海」とならないことから、施策の実施には留意を要する。また、愛知県内においても、以下の調査結果が提示されている。
 - ・ 残存干潟の保全、干潟・浅場造成という海域環境の修復無しに、対策が流入負荷削減のみに偏ることは、貧酸素化の軽減に効果的でないばかりでなく、漁業生産を低下させる可能性もある(鈴木(2005))。なお、魚種によって適正負荷レベルは異なる。
 - ・ ただし、浮魚類だけを考えれば、漁場環境としてはかなり栄養化したレベルで良い。
 - ・ また、底魚生産量は負荷とともに多くなるが、一定負荷を超えると貧酸素水塊の影響で、生産量は、低下する。大阪湾ではリン負荷量が8t/日まで増加するとエビ・カニ類の漁獲量が急激に低下した(城久1991))。
 - ・ 愛知県のノリ生産額は、平成10年度から平成18年度にかけて半減したが、生産低下の要因の一つとして栄養塩(無機態の窒素・リン)の低下が考えられている。ノリの色落ちは無機態窒素が $3\mu\text{M/L}$ (0.042mg/L)以下となったり、無機態リンが無機態窒素の1/10量以下となると発生するといわれている。三河湾では近年、ノリ漁期に無機態栄養塩の低下が確認されている(水産海洋地域研究集会(2007))。

7.1.4 環境改善機構からみた貧酸素水塊発生抑制効果

- 環境改善機構についての考察を表 7.1.4.1 に示した。
- この結果から、貧酸素水塊の直接的要因となっている新生堆積物の沈降量を抑制する上で重要な施策である「流入負荷削減」と、新生堆積物の抑制に加えて二枚貝類等を含めたより高次の水生生物の回復による健全な物質循環形成を目指した「干潟・浅場の再生・維持」の2つを施策メニューとして抽出した。
- なお、貧酸素水塊の発生抑制により既存の干潟・浅場の浄化機能回復（二枚貝・付着藻類・海草、藻類の現存量）も見込まれる（正のスパイラル効果）。

表 7.1.4.1 環境改善機構からみた貧酸素水塊発生抑制効果の考察

環境改善機構	内容	貧酸素水塊発生抑制効果	本研究での取り扱い	
DO の直接的な上昇	外海からの豊富な DO を含む海水の取り込みによる貧酸素化の抑制	夏季に淡水供給量を増大させることでエスチュアリー循環を促進させ外海からの DO 供給を増やす。	本研究での3層モデルでは、淡水供給 20%の増加が外海からの DO を 5%増加させた。(渥美湾) [感度分析]	河口付近では、流量変動、護岸形状や干潟造成形状により、好ましいエスチュアリー循環を再生・維持できる可能性もあり考慮する。
貧酸素化に至る酸素消費の抑制	赤潮発生に伴う新生堆積物沈降量の減少	流入負荷を削減することで内部生産量、赤潮の発生、新生堆積物沈降量を抑制する。	新生堆積物量の抑制は底層での酸素消費を抑制する。	各種の負荷削減対策があることから、本研究の対象とした。
		干潟・浅場の再生・維持により二枚貝類やより高次の水生生物の稚仔魚の生息場を確保する。	二枚貝類が新生堆積物を含む懸濁態有機物のろ過摂餌により、赤潮の発生、新生堆積物沈降量、底層での酸素消費を抑制する。また、より高次の水生生物の回復も期待できる。	「人々の豊かさ」に直接的に結びつき、効果の発現を確認しやすく実施の自由度が比較的高いことから本研究の対象とした。
	酸素消費する底質性状の改善	覆砂 ^{注1)} 等の底質改善で底泥からの栄養塩の溶出を抑制する。	溶出量が、流入負荷量に対して少ない傾向が見られ、内部生産量を大きく抑制することは難しい。また、新たな有機物の堆積によって持続効果が低くなることも指摘されている。	これまで実施された既往施策 ^{注2)} で重要性は高く、局所的な効果の発現に実績がある。(福岡市港湾局(2005), 堀江ら(1996))
	無機態栄養塩の固定	海藻草類の藻場を造成することで、夏季に栄養塩を吸収させる。	水質計算(S30年代)で効果が期待できるが、現状は透明度が低く、藻場の生育は限られる。	本研究では、正のスパイラル効果のひとつとして、考慮する。
貧酸素水による悪影響の抑制	貧酸素水の湧昇を抑制	深堀の埋め戻して、深堀の貧酸素水の湧昇 ^{注3)} を抑制する。	湾全体には及ばないが、苦潮の発生抑制に有効である。	三河湾では、現在一部の深堀の埋め戻しが進められている ^{注4)} 。

注1) 覆砂：汚濁の進行した底泥の上に30～50cm程度の良質な砂質系の土砂で覆うことにより底質改善を図り、底泥からの栄養塩の溶出、酸素消費を抑制するとともに、底生生物の生息場を確保する。

注2) 平成10～16年度に実施された三河湾のシーブルー事業(国土交通省、愛知県)では、中山水道航路の整備で発生した良質な浚渫土砂を用いて、湾全域で240haの覆砂が実施された(国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所)

注3) 三河湾の渥美湾奥部の御津地区では、水深5m程度の海域に水深8m程度の深堀(約800m×500m四方)があり、湾奥浅場に比べて慢性的に貧酸素が形成され、平成13年と14年の苦潮発生要因のひとつとして指摘されている(武田ら(2006))。

注4) 現在三河湾では、渥美湾奥部の御津地区と大塚地区で深堀の埋め戻しが行われている(石田ら(2006))。

7.1.5 目標設定と施策メニューの関係

- 図 7.1.5.1は、【豊かであつ貧酸素が顕在化しない海】を具現化するための指標、目標を絞り込んだ過程と施策メニューの展開を示したものである。
- 流域・河川・海域での健全な物質循環の達成は、よどみなく物質が循環することによって懸濁態有機物の減少をもたらし、結果としてCODやDOなどに関する環境基準の達成にも寄与することも視野に入れたものである。
- 貧酸素が顕在化しない海の具現化とともに、流域の人々が、「三河湾ブランドの確立」や貧酸素化の顕在化しない海の「豊かさ」を実感するため、「生物量（の増大）」や生物の生息生育の場としての「干潟・浅場（の造成・維持）」も重要な施策メニューである。

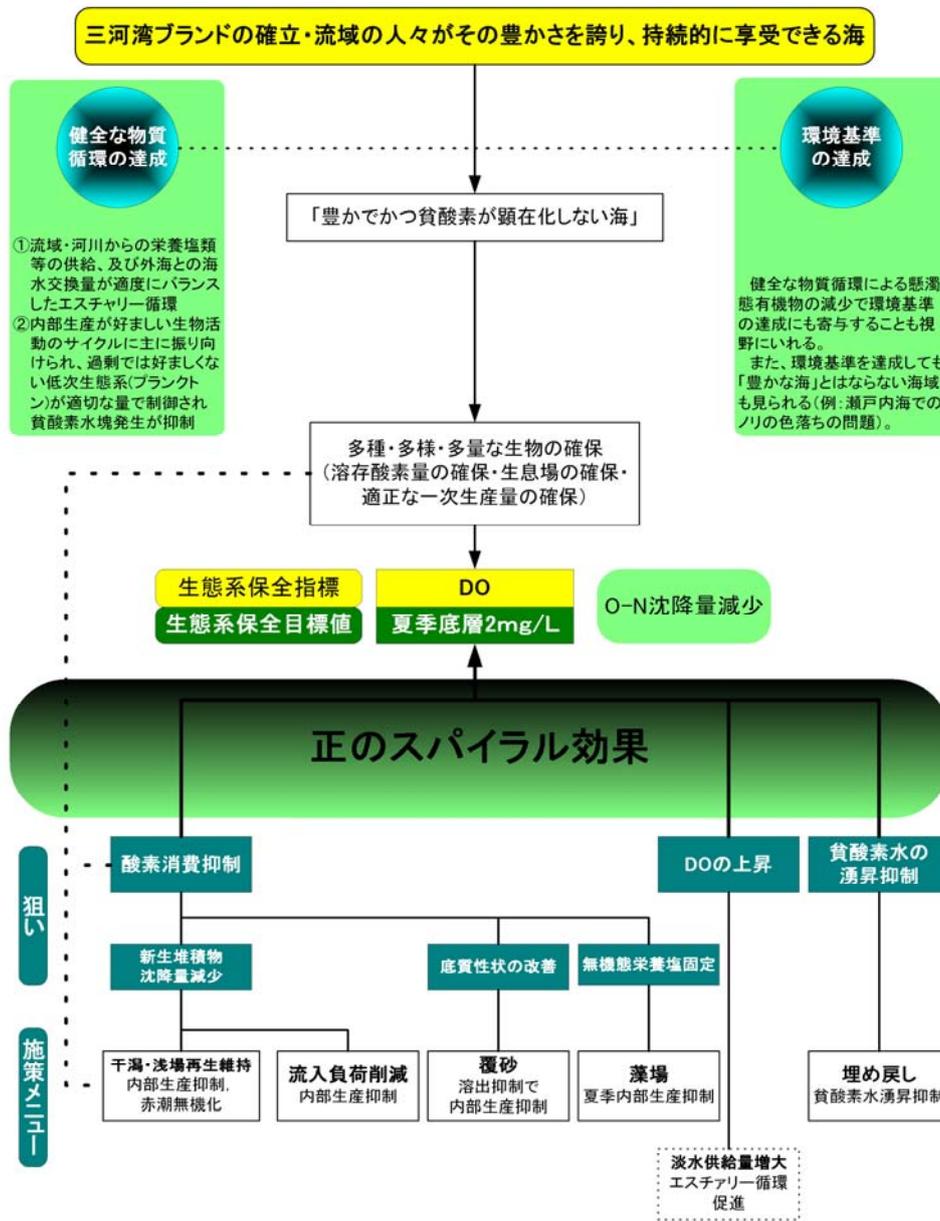


図 7.1.5.1 【豊かであつ貧酸素が顕在化しない海】を目指すための目標値と施策メニューの展開

7.2 施策メニューの効果

7.2.1 施策メニューの効果

- 施策メニューとして抽出した「流入負荷策削減」と「干潟・浅場造成」について、その効果を多角的に整理した。

表 7.2.1.1 施策メニューの効果

施策メニュー		貧酸素水塊の発生抑制	生物の多様性	親水性
流入負荷削減	流入負荷の削減は、住環境の改善及び河川水質の向上を通じて、海域における内部生産の制限を促し底層に堆積する有機物が分解される際の酸素消費を抑制	負荷削減は、内部生産を制限し有機物沈降量を抑制する。	健全な物質循環の形成が可能な適度な流入負荷により多種・多様かつ多量な生物が確保される。	海水浴、潮干狩りなどの水域利用では、透明度の向上などに資する。しかし、豊かな海でなければ、「人々が豊かさを誇り持続的に享受できる海」と乖離する恐れもある。
干潟・浅場造成	底生生物の生息・生育の場の確保、T-Nシンク、有機物の無機化ポンプ	生産された有機物の除去効果により、有機物沈降量を減少させるとともに、内部生産を抑える効果も期待される。	底生生物、鳥類など多種・多様な生物の採餌場、生息・生育場となり生物の多様性の醸造に大きく資する。	一般住民の代表的な海域利用は、海水浴、潮干狩りがあり、干潟・浅場造成は親水性を向上するものである。

近年の施策を参考に、施策メニュー効果の定量的評価を実施するため、下記に示す各施策を考慮した水質計算の感度分析を実施した。

(1) 流入負荷対策

- 負荷削減10%、20%、40%

(2) 干潟・浅場造成

- 干潟・浅場造成 500ha、1000ha

(3) 追加施策

- 干潟・浅場造成 500ha+負荷削減10%、20%
- 干潟・浅場造成 1000ha+負荷削減10%、20%

7.2.2 施策メニューによる貧酸素水塊の発生抑制効果の定量的評価

各施策を考慮した水質計算結果から図 7.2.2.1に示した湾全域、渥美湾、湾奥部の各エリアの物質循環図より、有機態窒素 (O-N) の沈降量に着目した。

※詳細については、参考資料 2 を参照されたい。

DO 消費増大の主な要因は、新生堆積物が分解される際の酸素消費であり、貧酸素水塊の増加は、新生堆積物の増加に直接的に関係している。そこで、各施策の実施による沿岸域における新生堆積物が 5m 以深の海域に沈降する「悪い沈降」量を指標として、各エリアでの変化を評価した。ここでいう「悪い沈降」とは、生物生息量が豊かな干潟・浅場域以外 (5m 以深) に沈降する有機物を指している。

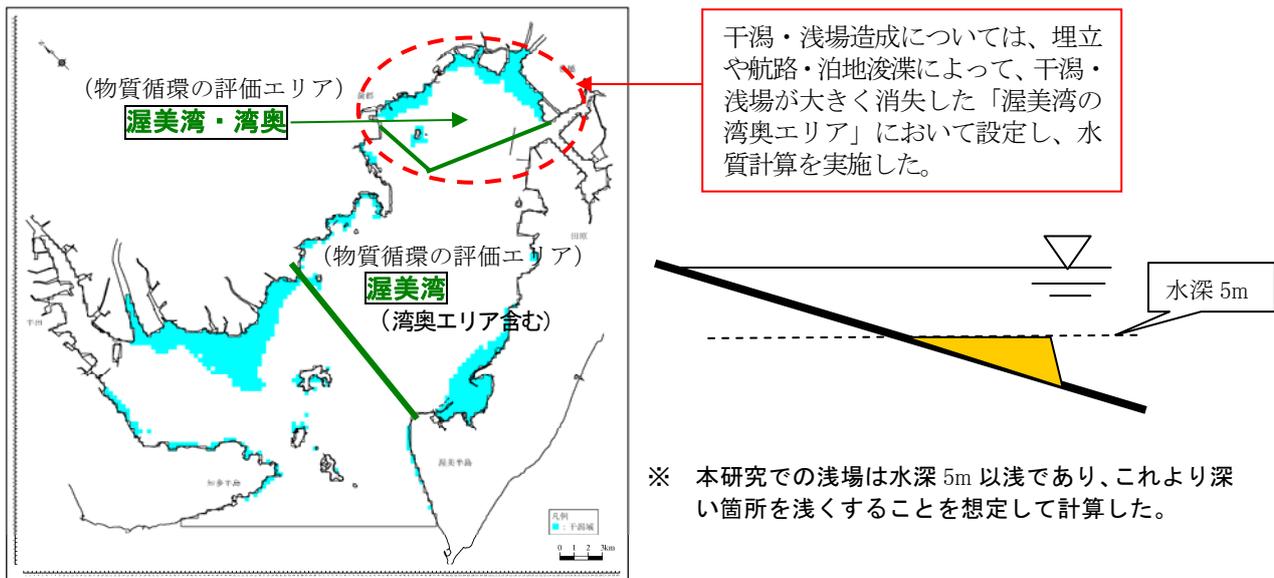


図 7.2.2.1 物質循環の評価エリア及び干潟・浅場造成箇所

各施策ケースにおける 5m 以深の沈降量の比較を図 7.2.2.2 に示す。湾全域でみると、施策の効果は干潟・浅場造成よりも負荷削減のケースの方が沈降量の減少が大きい。しかし、渥美湾、渥美湾の湾奥部というエリアでみると、負荷削減よりも干潟・浅場造成のケースの方が沈降量の減少が効果的に現れている。

湾奥部のエリアでみれば、負荷削減 40% と干潟・浅場造成 1000ha が同程度の O-N 沈降量となっている。これは沈降量を評価した沖合領域 (干潟・浅場よりも深い領域) が造成により狭くなった効果も含まれている。

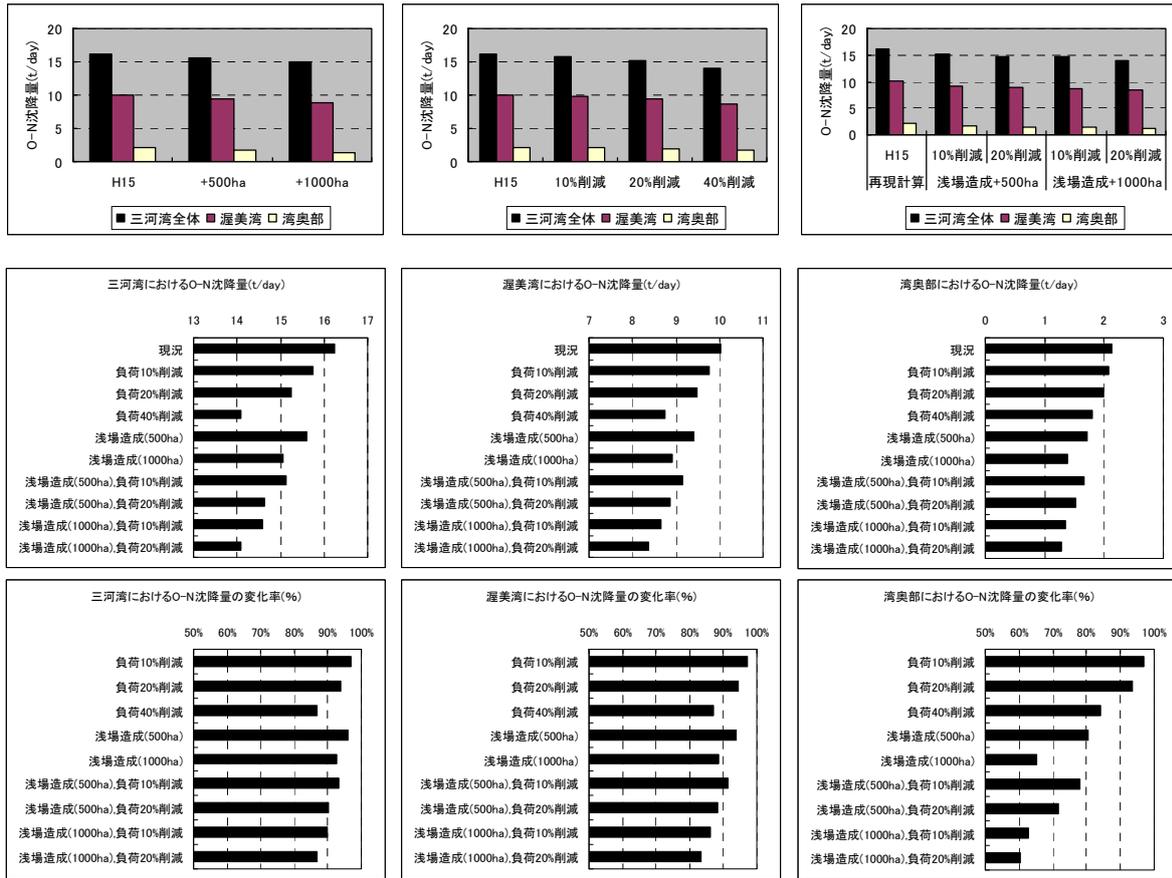
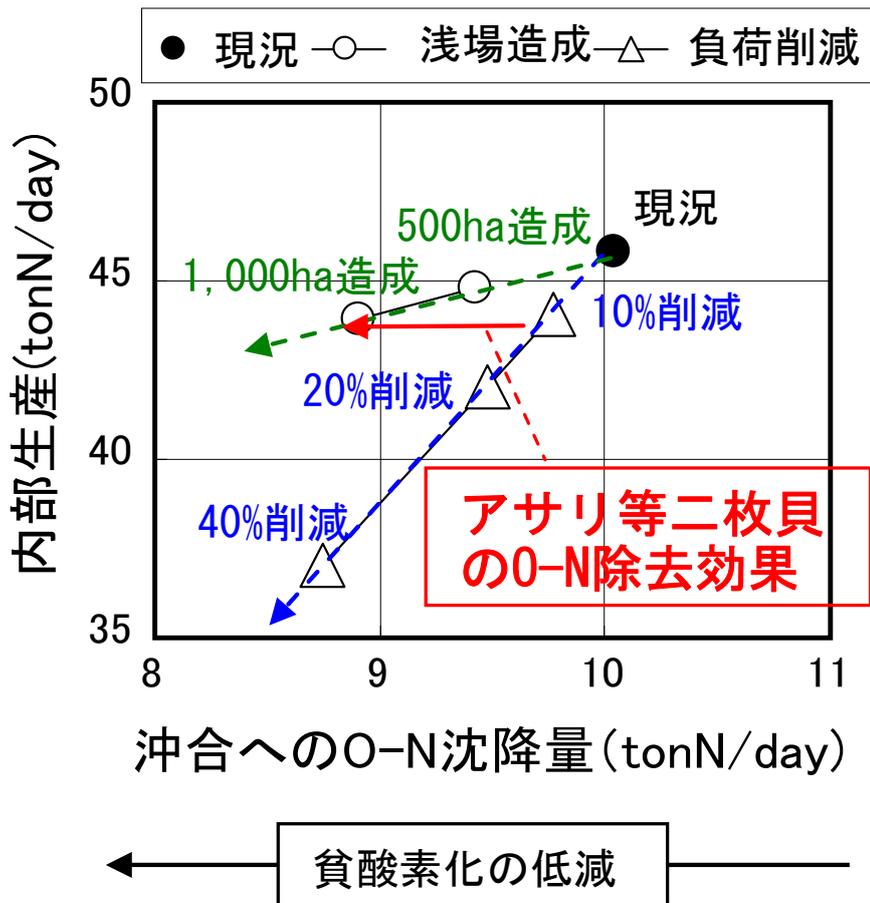


図 7.2.2.2 5 m以深のO-N沈降量(施策の比較)

水質計算で得られた干潟・浅場造成と流入負荷削減の効果について、渥美湾に着目して内部生産量と平均水深5m以深へのO-N沈降量を図7.2.2.3に示した。それによると、

- 貧酸素化に至る酸素消費の抑制に繋がる流入負荷の削減及び干潟・浅場の造成に伴う内部生産量の変化と沖合いへのO-N沈降量の関係を図7.2.2.3に示した。
- 流入負荷削減は内部生産を制限し、有機物沈降量(O-N沈降量)を減少させる効果がある。
- 干潟・浅場造成は内部生産を制限するとともに、生産された有機物をアサリ等二枚貝が除去することにより、有機物沈降量を減少させる効果がある。



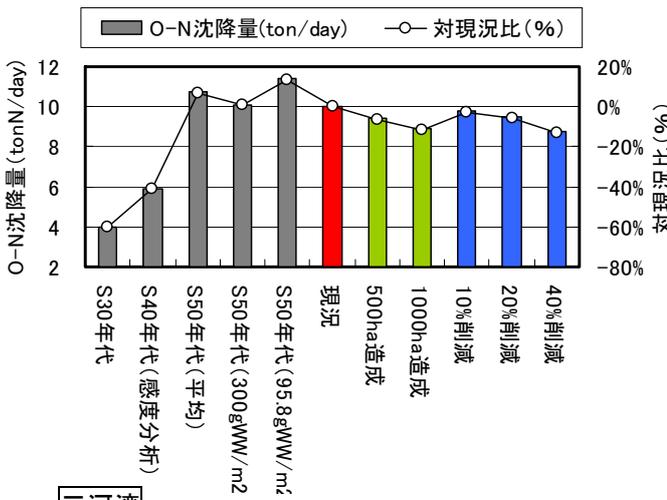
注) 沖合いへのO-N沈降量：干潟・浅場より沖領域（水深5m以深）への有機物の沈降量
 図7.2.2.3 施策メニューの効果（渥美湾：夏季の水質計算結果）

(1) 有機物沈降量の削減効果

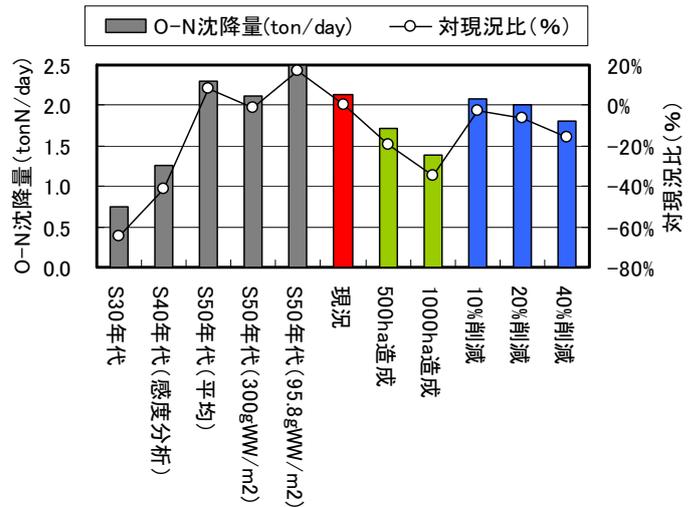
- 渥美湾での評価では、干潟・浅場造成 1,000ha 対現況比-11%、流入負荷 20%削減対現況比-6%の有機物沈降量(O-N 沈降量)の削減効果が見込まれる。
- 干潟・浅場を造成した渥美湾・湾奥での評価では、干潟・浅場造成 1,000ha対現況比-35%、流入負荷 20%削減対現況比-6%の削減効果が見込まれる。干潟・浅場造成の効果が大きくなっているが、これは沈降量を評価した沖合領域（干潟・浅場よりも深い領域）が造成により狭くなった効果も含まれる（図 7.2.2.4参照）。

*渥美湾・湾奥現況：評価エリア 5,976ha、干潟浅場 1,548ha、沖合 4,428ha（O-N 沈降量は沖合で評価）。

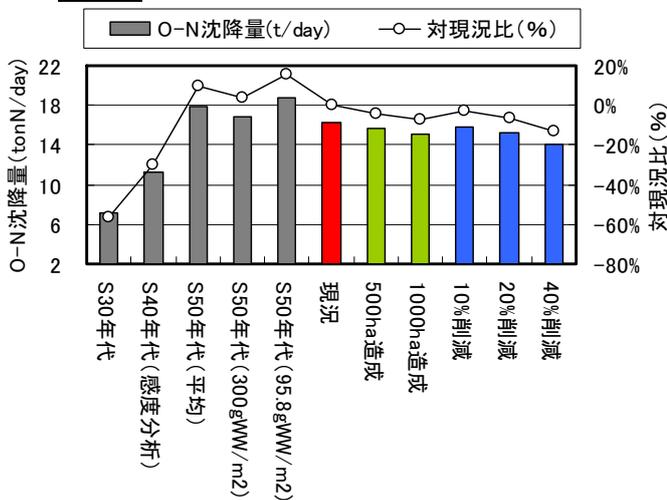
渥美湾



渥美湾・湾奥



三河湾



注 1)O-N 沈降量：干潟・浅場より沖領域（水深 5m 以深）への有機物の沈降量
 注 2)S40 年代（感度分析）：干潟・浅場は S30 年代、負荷量と藻場は S50 年代による計算
 注 3)S50 年代（平均）：アサリの現存量 95.8gWW/m²と 300gWW/m²（貧酸素化しなければ、現況の 3 倍程度）の計算結果の平均値
 注 4)施策メニューは、現況流入負荷の 10%,20%,40%削減、干潟・浅場を現況に加え 500ha,1000ha 造成である。

図 7.2.2.4 施策メニューによる O-N 沈降量の削減効果（夏季の水質計算結果）

表 7.2.2.1 施策メニューによる O-N 沈降量の削減効果（夏季の水質計算結果）

計算ケース	渥美湾		渥美湾・湾奥	
	O-N 沈降量 (tonN/day)	O-N 沈降量の対現況比	O-N 沈降量 (tonN/day)	O-N 沈降量の対現況比
現況	10.04	—	2.14	—
干潟・浅場造成	500ha	-6%	1.72	-19%
	1,000ha	-11%	1.39	-35%
流入負荷削減	10%	-3%	2.07	-3%
	20%	-6%	2.00	-6%
	40%	-13%	1.80	-16%

注)O-N 沈降量：干潟・浅場より沖合（水深 5m 以深）への有機物の沈降量

(2) 底層DO改善効果

- 本研究で用いた水質モデルは3層モデル（上層：0～平均水面下5m、中層：5～10m、下層：10m以深）であること、底泥での酸素消費速度は一定値で与えていることから、施策による底層DO改善効果は評価できない。
- 渥美湾での5m以深のO-N沈降量（10tonN/日）が底泥で好氣的に分解される際に酸素は約770mgO₂/m²/日となる（レッドフィールド比から推算）。

(3) 貧酸素水塊面積の縮小効果

- 有機物沈降量（O-N沈降量）と年最大貧酸素水塊面積（三河湾）の関係は、不確実性が大きいですが、O-N沈降量の減少に比例し年最大貧酸素水塊面積が縮小すると仮定すると縮小効果は以下のように見積もれる。

表 7.2.2.2 貧酸素水塊面積の縮小効果の見積もり

年 代	年最大貧酸素面積	沖合へのO-N沈降量 (水質計算結果:三河湾)	貧酸素水塊面積の 縮小効果
S30年代	0km ² と仮定	7.08Nton/day	-21.8km ² /Nton/day * O-N沈降量が現況（約16tonN/day）に対して10%削減すれば、貧酸素水塊面積は約35km ² 減少する。
現 況	平均で概ね200km ²	16.24Nton/day	

(4) 正のスパイラル効果

- 三河湾の浅場では貧酸素水塊の影響により、アサリ等二枚貝現存量が減少していることが確認されている（前出）。
- S50年代の計算においてアサリ現存量の感度分析を行ったところ、現況現存量がS30年代の現存量と同じになれば、O-N沈降量を約10%削減でき、正のスパイラル効果は有意なものであると考えられる。

表 7.2.2.3 S50年代の感度分析結果（渥美湾、夏季）

アサリ現存量	内部生産量(tonN/day)	沖合へのO-N沈降量 (tonN/day)
95.8gWW/m ²	53.03(100%)	11.38(100%)
300gWW/m ²	48.76(92%)	10.12(89%)

注1)アサリ現存量95.8gWW/m²は現況計算での条件であり、300gWW/m²はS30年代の計算である。

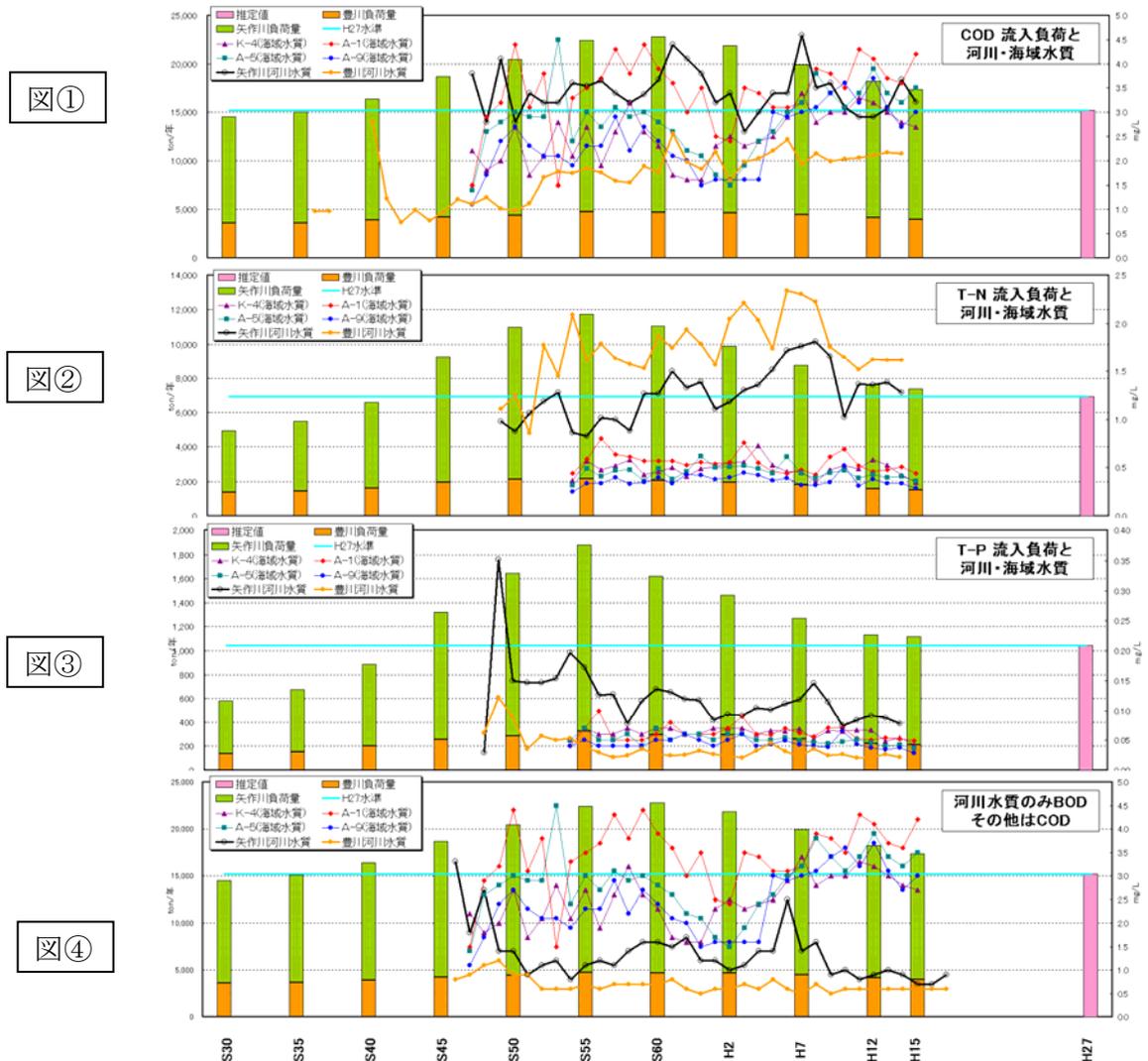
注2)アサリ現存量の調査結果として一色干潟で平均557gWW/m²((財)港湾空間高度化環境研究センター(2005))、豊川河口干潟で平均150gWW/m²(青山ら(1997))という値が得られている。

- 以上の検討から、異なる効果の施策を統一的な指標（「悪い沈降」の量）によって評価・比較できる手法の可能性が示唆された。

7.3 既存計画と対策事業の実施状況

7.3.1 流入負荷量と河川・海域水質の推移

- 豊川・矢作川からの流入負荷量及び河川・海域水質の経年変化を図 7.3.1.1に示す。負荷量は、2河川の順流域と感潮域での負荷量を原単位法による積上げで算定したものであり、現況では三河湾全域の流入負荷量の半分程度であるが、S50年代も同様と考えられる。



資料：

- 財団法人 河川環境管理財団（平成 18 年 3 月）：流域から沿岸海域までの栄養塩等の物質供給変化に関する調査検討業務報告書
 負荷量：順流部と感潮部の排出負荷量の積上げによる結果
 平成 27 年度負荷量予測値：図 7.3.2.2に示す将来に見込まれる負荷量の削減割合を現況（平成 15 年度）に乘じ算定した。
- 公共用水域水質調査結果
 河川水質：矢作川（米津大橋）、豊川（当古橋）の各年度平均値。
 海域水質：測定地点を右図に示す。

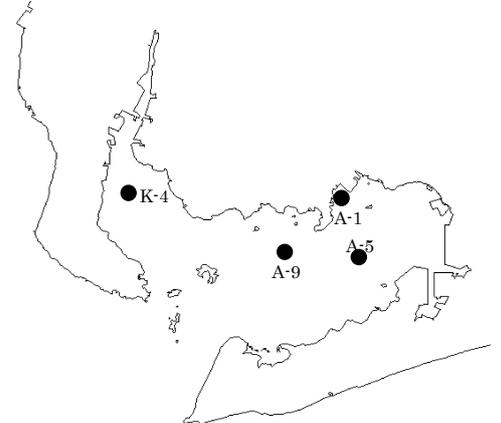
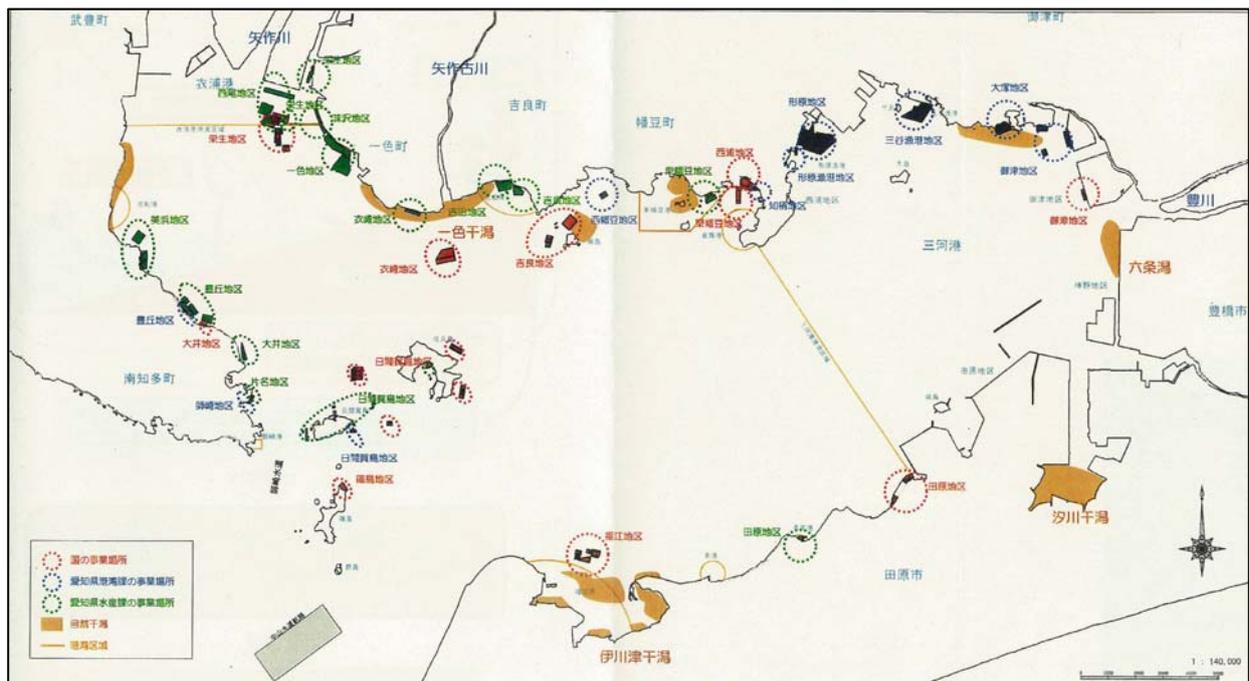


図 7.3.1.1 総量規制による負荷量の推移と将来推定

- 算定した流入負荷量は、COD (図①)、T-N (図②)、T-P (図③) のいずれも昭和 50 年代後半をピークとして現況まで減少傾向にある。T-P については、S55 年以降河川水質及び海域の水質の緩やかな減少が認められ、河川水質から推定される実際の T-P 負荷量も減少していると考えられる。
- しかし、COD については矢作川で変動が大きい横ばい傾向にあり、豊川では S45～S60 年にかけて緩やかな上昇傾向、S60 年以降は横ばいにある。しかし、BOD については 2 河川ともに減少する傾向にあることから (図④)、有機物の中身、たとえば懸濁態の易分解性有機物は減少しているが、溶存態の難分解性有機物が増加しているなどの可能性が考えられる。海域の COD は変動は大きい、やや増加する傾向にあり、海域では内部生産による寄与分も含まれると考えられる。
- T-N については、河川の水質の変動が大きい 2 河川とも横ばいかわずかに増加する傾向が見られる。海域の水質は S55 年以降横ばい傾向にある。
- COD と T-N における流入負荷量の推移と河川、海域水質の推移の乖離の要因として、COD では面源系負荷の原単位の不確実性、T-N では事業所系の負荷が全体に占める割合が大きい原単位を S45 以降 1/3～1/4 程度に減少させており、三河湾への流入負荷を過少評価した可能性が考えられる。
- 流入負荷量の推移と河川・海域水質の推移の乖離は、モニタリングを通じた検証データのさらなる取得によって負荷量削減傾向を検証することの重要性を示唆するものといえる。
- なお、その他の負荷 (生活系、畜産系、し尿処理場) は、算定の諸元データ (処理形態別人口、家畜頭数、し尿処理場からの放流水質) の推移から減少傾向にあると考えられる。
- 負荷の算定には不確実な要素が大きいものの、既定計画である「あいち下水道整備 中長期計画 (平成 19 年 3 月改訂版)」(以下、愛知県下水道整備計画という) によれば、普及・拡張によって平成 27 年度には、現況に比べて COD は 12%、T-N は 6%、T-P は 7% 改善される試算結果も得られた。面源の原単位の設定方法によっては、同様の試算を行った場合で、COD は 19%、T-N は 7%、T-P は 8% 改善される結果となる。
- この結果から、単純な比較はできないが、H27 年度負荷量は COD で S30 とほぼ同等、T-N、T-P も S40 頃の水準に拮抗するレベルにある。
- なお、N と P の負荷の形態変化については、流入負荷量全体に占める割合は小さいが、生活系負荷が下水道の整備に伴って無機態の比率が大きく増加している

7.3.2 干潟・浅場の造成

- 三河湾における干潟・浅場造成については、国土交通省や愛知県（港湾課、水産課）が平成10年度から16年度にかけて、中山水道航路の整備で発生した良質な浚渫土砂を活用して、約620haの干潟・浅場造成および覆砂を実施している（図7.3.2.1参照）
- これらの施策効果は、公共用水域水質データや愛知県水産試験場の貧酸素水塊モニタリングでは明確には現れていないものの、干潟・浅場造成区域では、夏季の底層DO濃度は大きく改善されており、造成区域では自然の干潟と同等のレベルの稚仔魚も確認されている。また、湾全域ではガザミなどの漁獲量も増えていると指摘されている。
- また、苦潮（青潮）の発生によって、豊川河口域での大規模なアサリ稚貝のへい死を契機にして、港湾で発生した浚渫土砂を活用した、湾奥部の御津地区の北側にある深堀部の埋め戻しが推進されている。
- 将来を見据えて、これまでにダム堆砂、浚渫土砂、スラグなどを用いた干潟実証試験が実施されてきた。



出典) (財) 港湾空間高度化環境研究センター 港湾・海域環境研究所 (平成17年3月): 平成16年度 三河湾覆砂等総合検討調査報告書

図 7.3.2.1 三河湾における干潟・浅場造成および覆砂 (事業地区マップ)

参 考

●既存計画等の状況(推定を含む)は、以下のとおりである。

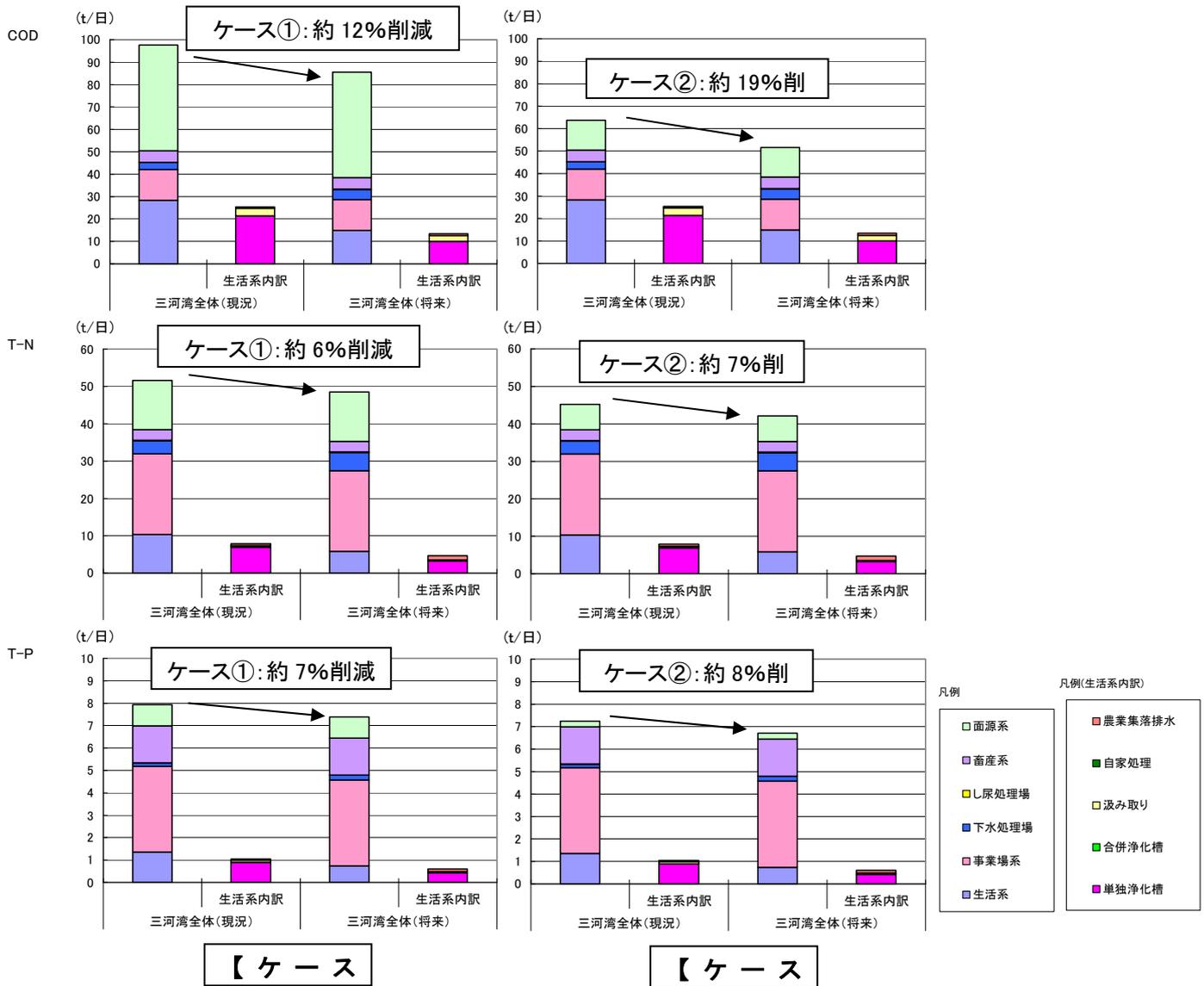
- 将来の負荷削減に関連する施策としては、愛知県の「あいち下水道整備 中長期計画（平成19年3月改訂版）」（以下、愛知県下水道整備計画という）をはじめとして、伊勢湾・三河湾を対象にした、伊勢湾再生行動計画、伊勢湾の総合的な利用と保全に係る指針等多くの計画や指針がとりまとめられている。
- この中で、効果を見込むことのできる実現可能性の高い既存計画としては、具体的な施策量まで提示されているものとしては、愛知県下水道計画が挙げられる。
- 愛知県下水道計画において、下水道整備率の上昇、集落排水処理の増加等により生活系負荷、一部事業場系負荷(下水道接続分)の低下が見込まれる。よって、既存計画が遂行されることで、現況（平成15年度）に比べて将来(平成27年度)負荷はCODが約12%、T-Nが約6%、T-Pが約7%と、全体で8%程度削減されると推算できた(図7.3.2.2：ケース①)。なお、用いる面源の原単位によっては、CODは19%、T-Nは7%、T-Pは8%改善される結果となる。(図7.3.2.2：ケース②) 参照)

注) 現況は平成15年度、将来は平成27年度を想定している。

表 7.3.2.1 将来の負荷削減に関連する施策の効果と将来の見込み

施策内容		効果	三河湾に関連する計画等	将来の負荷量
下水道整備の進展	下水道普及率の向上	負荷削減	「あいち下水道整備 中長期計画」(愛知県)※	下水及びし尿処理方式の改善(浄化槽や汲み取り式の使用から下水道使用への移行)により、負荷の削減が見込まれる 窒素、リンの負荷削減が見込まれる
	高度処理化	負荷削減		
合流式下水道の改善		負荷削減	〃	具体的な施策量が提示されていないことから、将来負荷量の算定には見込んでいない。
集落排水処理施設の整備		負荷削減	〃	農村集落等における下水道類似処理システムとして機能し、負荷の削減が見込まれる。
家畜排せつ物処理施設の整備		負荷削減	「愛知県家畜排せつ物処理利用計画」(平成12年6月 愛知県)※	施策による負荷量の削減効果が見込めない
排水規制強化		負荷削減	第6次「化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減基本方針(伊勢湾)」※	個別の施策メニューを遂行した結果として負荷削減に結びつくものであり、平成21年度が目標年度とされている。
河川清掃活動		河川環境改善 負荷削減	「川と海のクリーンアップ大作戦」(国土交通省)※	具体的な施策量が提示されていないことから、将来負荷量の算定には見込んでいない。
面源対策	・路面清掃	負荷削減	—	〃
	・雨水浸透枘の設置		「あいち下水道整備 中長期計画」(愛知県)※	
	・溪畔林保全等		森林整備事業等※	
	・循環灌漑		—	
・農地への施肥指導	「農作物の施肥基準」(平成18年2月 愛知県)による施肥指導※			
・用水路の管理	水環境整備事業等(愛知県)			
質河道内の水	・礫間接触酸化	河川環境改善 負荷削減	—	〃
	・植生浄化		自然再生事業等(国土交通省)、「清流ルネッサンス」による油ヶ淵の環境改善※	〃
	・遊水池	—	〃	

注) ※印は「伊勢湾再生行動計画」のなかで施策として位置づけられている。一印は、施策内容は、一般的なものを掲載し、「三河湾に関連する計画等」で明らかになっているものを記述し、「特になし」とは該当するものが見当たらない趣旨で記載。



注) 現況は平成 15 年度、将来は平成 27 年度を想定した算定結果である。順流部及び感潮部の発生負荷量に加え、渥美湾及び知多湾の湾直接流入分を含む。

<算定の考え方>

生活系

単独浄化槽：現況から将来の使用人口変化率に乗じて算定（5年間で6%減少）

合併浄化槽：現況から将来の使用人口変化率に乗じて算定（5年間で6%減少）

自家処理・汲み取り：下水道人口の増加分、農業集落排水人口の増加分と単独・合併浄化槽使用人口の減少分と整合をとる形で設定（現状維持もしくは減少へ）

事業場系：現況の負荷とほぼ変わらないものとして、将来は現況と同じ値を算定した。

下水処理場：現況の負荷に現況から将来にかけての下水道人口の伸び率を乗じて算定

し尿処理場：現況の負荷に将来の汲み取り人口の変化率を乗じて算定

畜産系：牛・豚の頭数は現況とほぼ変わらないものとして、将来は現況と同じ値を設定

面源系：土地利用の状況は現況とほぼ変わらないものとして、将来は現況と同じ値を設定。ただし、原単位については、流総指針の値を用いたケース（ケース①）と渥美湾流総計画、知多湾流総計画で採用されている原単位を用いたケース（ケース②）の2ケースについて算出した。

図 7.3.2.2 現況及び将来の負荷量

7.4 施策実施についての論点整理

今回、評価基準として貧酸素水塊の発生に着目した施策検討の枠組みを提案した。これは、複雑な現象に対する包括的な検討を可能にし、また、代表的生態系サービスの1つである水産資源の提供に直接関係するため、施策効果を見えやすくするという利点もある。そして、性質、フィールドの異なる様々な施策を同じ土俵で具体的かつ統合的に議論することが可能になると期待される。

本研究で用いた水質モデルは3層モデルであること、底泥での酸素消費速度は年代毎に一定値で与えていることから、施策による底層 DO 改善効果そのものの評価には至っていないが、貧酸素水塊の発生に直接的に影響する有機物沈降量(悪い沈降)及び内部生産量に着目することによって、各年代の物質循環量のバランスを把握し、施策の違いがもたらす物質循環形態の違いを感度分析したことは、今後の再生方策の議論に資するものと考えている。

施策効果の感度分析により、「流入負荷削減」「干潟・浅場造成」の2つの施策について、異なる効果を持っていることを確認した。これまでは、高次の生物によって消費される量を大きく上回る栄養塩類が供給されており、流入負荷削減が中心に行われていた。現状でも供給量は多い状態であり、今後も当然その必要性は高い。その上で、ただ供給量を減らせば減らす程いいかというとはそうではなく、さらに豊かな環境を目指すためには、一定の栄養塩の供給は必要であるという見方もある。(冬季に発生する赤潮によって栄養塩が低下し、ノリ養殖に影響しているという指摘がある(服部ら(2007),児玉ら(2007))。

したがって、それらの対策はどちらか一方のみを進めるのではなく、両者の効果による相乗効果を最大限に発揮できるように、バランス良く進めることが重要である。また、複数の施策の実施にあたっては、効果の発現時期・場所・内容を加味し、実施の時間的なタイミングについても検討を行っていく必要がある。

今後は機構のもつ不確実性をより確かなものにし、具体的な政策提言や政策実践に関わる意志決定に資することに重点を置きつつ、機構解明および施策効果把握のための、モニタリングの実施と評価を行い、さらに戦略的に、統合的な検討を進めていくことが重要である。