

平成 19 年度都市再生プロジェクト事業推進費

大都市圏を背後に持つ閉鎖性海域における
効率的・効果的事業実施方策検討調査報告書

(要 約 編)

平成 20 年 3 月

国土交通省都市・地域整備局下水道部

目 次

1 . はじめに -----	1
1-1 . 業務の概要 -----	1
1-2 . 業務の内容および手順 -----	2
2 . 基礎データの収集・整理 -----	4
2-1 . 東京湾流域・海域に関する基礎データの収集・整理 -----	4
2-2 . 汚濁負荷削減率の算定 -----	9
3 . 多様な主体との連携を推進するための課題の整理 -----	16
3-1 . アンケート調査実施方法の概要 -----	16
3-2 . アンケート結果の整理及び考察 -----	19
4 . 陸域における効果的な事業実施方策の検討 -----	21
4-1 . 流域全体の目標・ビジョンの設定・共有に向けた調整プロセス -----	21
4-2 . 陸域対策の効果の明確化手法の検討 -----	24
5 . ケーススタディ -----	26
5-1 . 東京湾解析モデルの概要 -----	26
5-2 . DO再現計算結果 -----	33
5-3 . 東京湾再生のために必要な対策量についての考察 -----	35
【参考】東京湾水質解析モデルの精度向上に必要なデータについて ---	37
6 . 大都市圏の海の再生を効率的・効果的に推進する方策の検討 -----	38
6-1 . 今後の検討課題 -----	38

１．はじめに

１－１．業務の概要

現在、閉鎖性水域である東京湾、伊勢湾、大阪湾の三大湾をはじめ、指定湖沼や河川流域では富栄養化による水質汚濁が深刻な状況にあり、これら流域に位置する関連自治体では、流域別下水道整備総合計画（以下、流総計画）のもと、富栄養化の原因となる窒素・りん等の除去を目的に下水処理場の高度処理施設の導入やノンポイント対策の推進を図っている。しかしながら、これら施策の推進は一朝一夕に達成することは難しく、施策による水質改善効果の評価・確認についても十分に実施されているとは言えず、今後、住民や関連部局への説明責任を果たすためにも的確な評価が喫緊の課題となっている。

また、下水道による水質改善施策の推進はもとより、下水道以外の汚濁負荷対策についても着実に進めなければ閉鎖性水域の水質改善を達成することは難しい状況から、住民・NPO・関係行政機関が連携しつつ、目標を定めて効果的に実施していく推進方策の立案が望まれている。

以上の状況より、本業務は、下水処理の段階的な高度処理導入およびノンポイント対策等の実施時期の違いによる水質改善効果を局所的に把握し、三大湾や指定湖沼、河川流域の水環境を多様な主体が連携しつつ目標を定めて効果的に実施していく方策を立案することを目的とする。

総体的には「高度処理施策の推進のためには、アピールポイントのような住民の環境に対する関心が高いポイントに対し、水質改善効果が顕著に発現するよう下水処理場を選択して（段階的の高度処理を含めた）高度処理を実施し、水質改善状況を住民に体感してもらいPRしながら進めるべき。」という施策推進のためのストーリーを導き出すとともに、その説明等に必要データ収集、解析等を行うことを目的とする。

上記の目的を達成するため、業務に当たっては以下の２点について調査・検討を実施する。

下水高度処理事業等の推進状況の変化に伴う水質変化の調査

陸域における効果的な水環境改善事業実施方策の検討

1 - 2 . 業務の内容および手順

本業務は、高度処理の実施時期の違いにより、水質改善効果にどのように影響してくるか、特に、段階的な高度処理の推進が局所的な水質改善効果の早期発現にどの程度有効であるかを検証する。また、下水道以外の汚濁負荷対策についても、着実に進めなければ改善効果が上がらないことを定量的に把握し、特に、ノンポイント対策等の実施時期の違いにより、水質改善効果にどのように影響してくるかを検証する。

図 - 1 に業務の検討フローを示す。

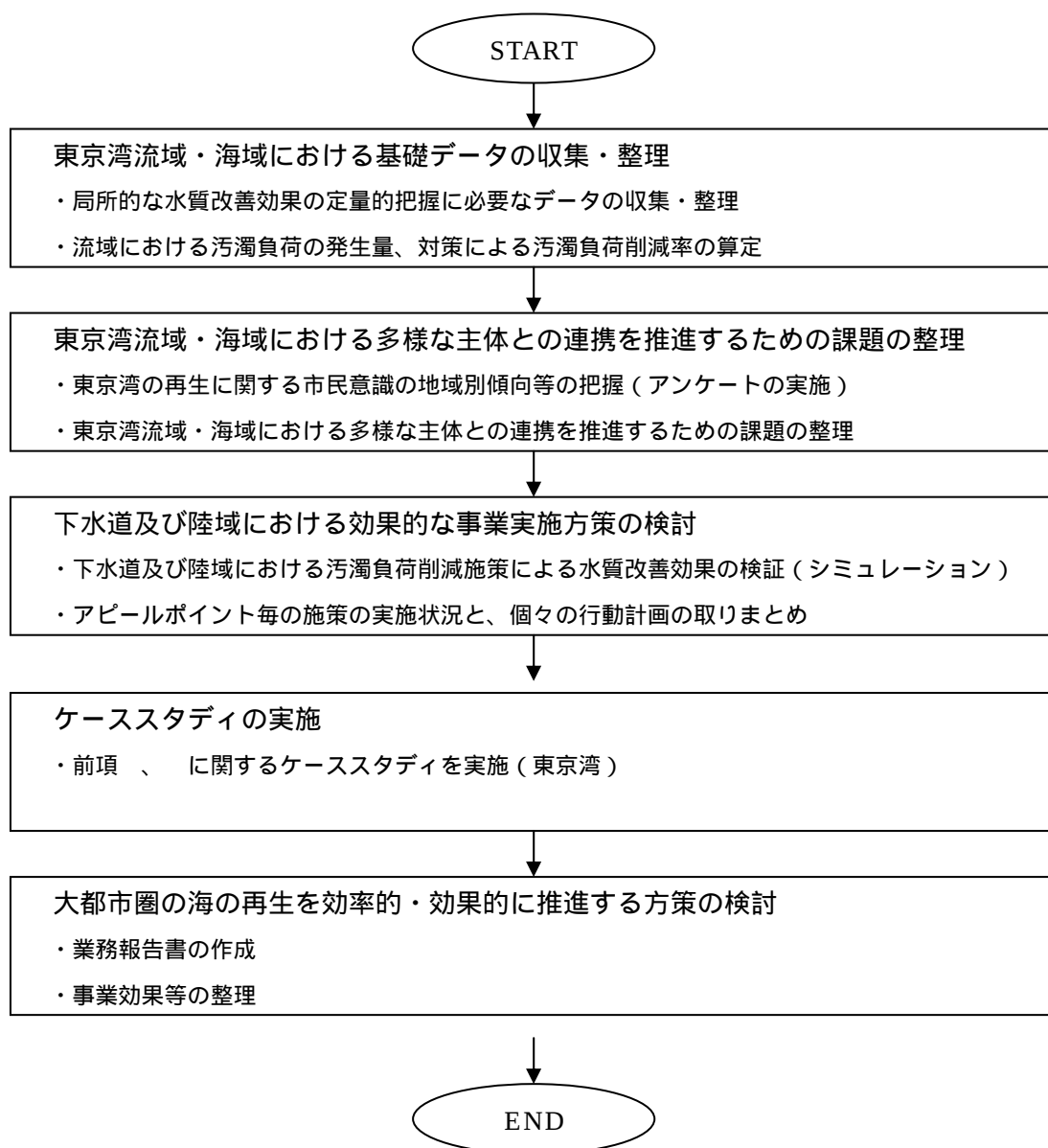


図 1-1 業務・検討フロー

以下に、本業務の概要を整理する。

東京湾流域・海域における基礎データの収集・整理

東京湾について局所的な水質改善効果の定量的把握に必要なデータ（水質、生物、生態系、土地利用、河川流量、汚濁負荷、等）の収集・整理を行う。

また、三大湾、指定湖沼、および清流ルネッサンス で指定された河川を対象に、各流域の流総計画資料を収集して、流域における汚濁負荷の発生量、及び下水処理場による汚濁負荷削減量を算出して「汚濁負荷削減率（％）」を算定する。

東京湾流域・海域における多様な主体との連携を推進するための課題の整理

効果的な施策実施方策検討のための基礎資料として、東京湾の再生に関する水質改善施策に対する市民意識の地域別傾向等をアンケート調査により把握し、東京湾流域・海域における多様な主体との連携を推進するための課題の整理をはじめ、アピールポイントにおける施策の実施状況の把握、及びアピールポイントにおける施策として相応しい事例資料の作成（汚濁負荷削減率の算出結果、等）を行う。

意識調査対象地域は東京湾流域とする。

下水道及び陸域における効果的な事業実施方策の検討

下水道及び陸域における汚濁負荷削減施策による水質改善効果をシミュレーションにより局所的かつ時系列的に把握する。

下水道事業においては、下水処理場の高度処理事業（段階的高度処理の導入を含む）等の進捗状況の差異によるアピールポイントへの水質影響変化の把握を行う。また、陸域における汚濁負荷削減のための各施策（農林系等のノンポイント対策等）においては、施策の実施の有無による水質変化の差異を時系列で把握する。なお、それぞれ底層DOに対するシミュレーションを含む。

また、アピールポイント毎の施策の実施状況を整理・把握し、個々の行動計画の取りまとめ（どのように進めていくべきか等）を検討する。

ケーススタディの実施

前項、に関して、下水道及び陸域における効果的な事業実施方策のケーススタディを実施する。ケーススタディの実施地域は、東京湾とする。

大都市圏の海の再生を効率的・効果的に推進する方策の検討

以上までの検討結果を踏まえ、大都市圏の海の再生を効率的・効果的に推進する方策についてとりまとめる。

2．基礎データの収集・整理

2 - 1．東京湾流域・海域に関する基礎データの収集・整理¹⁾

本節では、東京湾を対象に水質改善効果の定量的把握に必要なデータ等の収集・整理を行った。

1) 東京湾流域の地形

東京湾は、湾面積 1,380km² 容量 62.1km³ を有している²⁾。観音崎～富津岬が狭くなっているため、閉鎖的な内湾が形成されている。また、東京湾(剣崎～洲崎以北)の平均水深は約 45m、内湾(観音崎～富津岬以北)の平均水深は約 15m である。

東京湾の流域面積は約 7,703km² であり、東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県・茨城県から流出する水は各河川を通じて東京湾へ流入している。

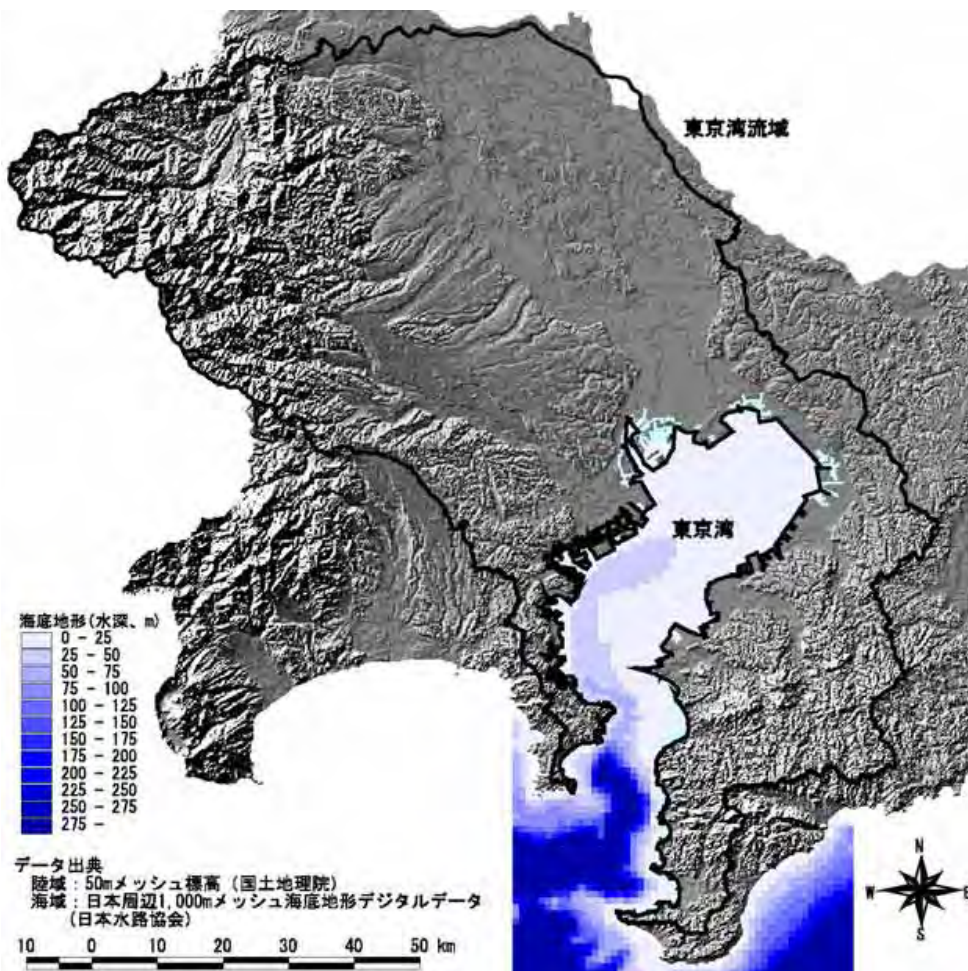


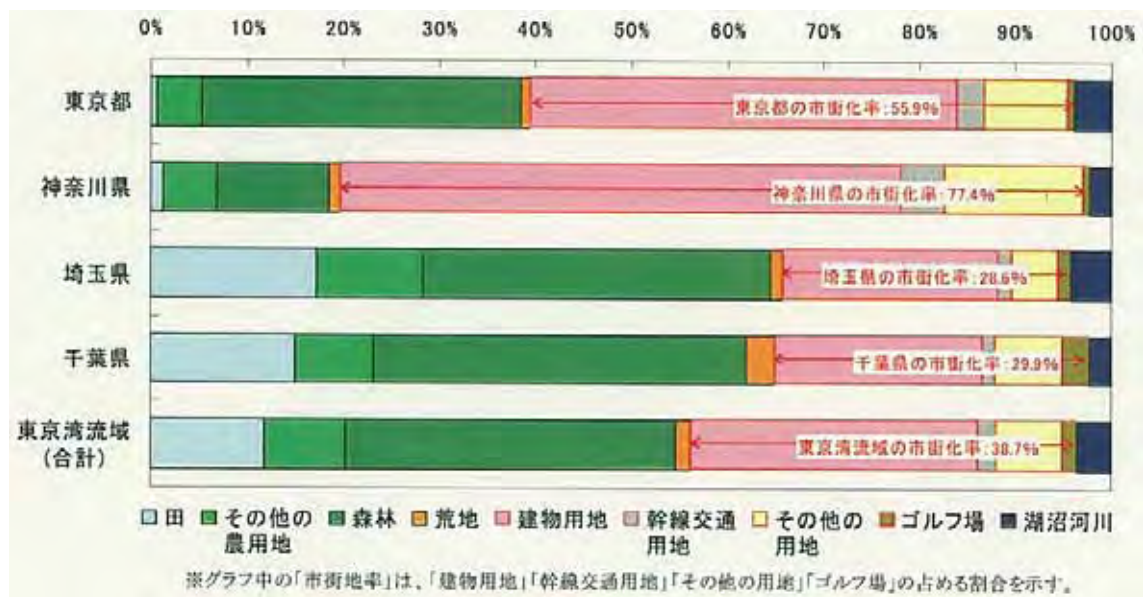
図 2-1-1 東京湾流域の地形(標高・水深)

注 1) 出典：「東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書」をもとに作成

注 2) 出典：(財)国際エメックスセンターWEB ページ：

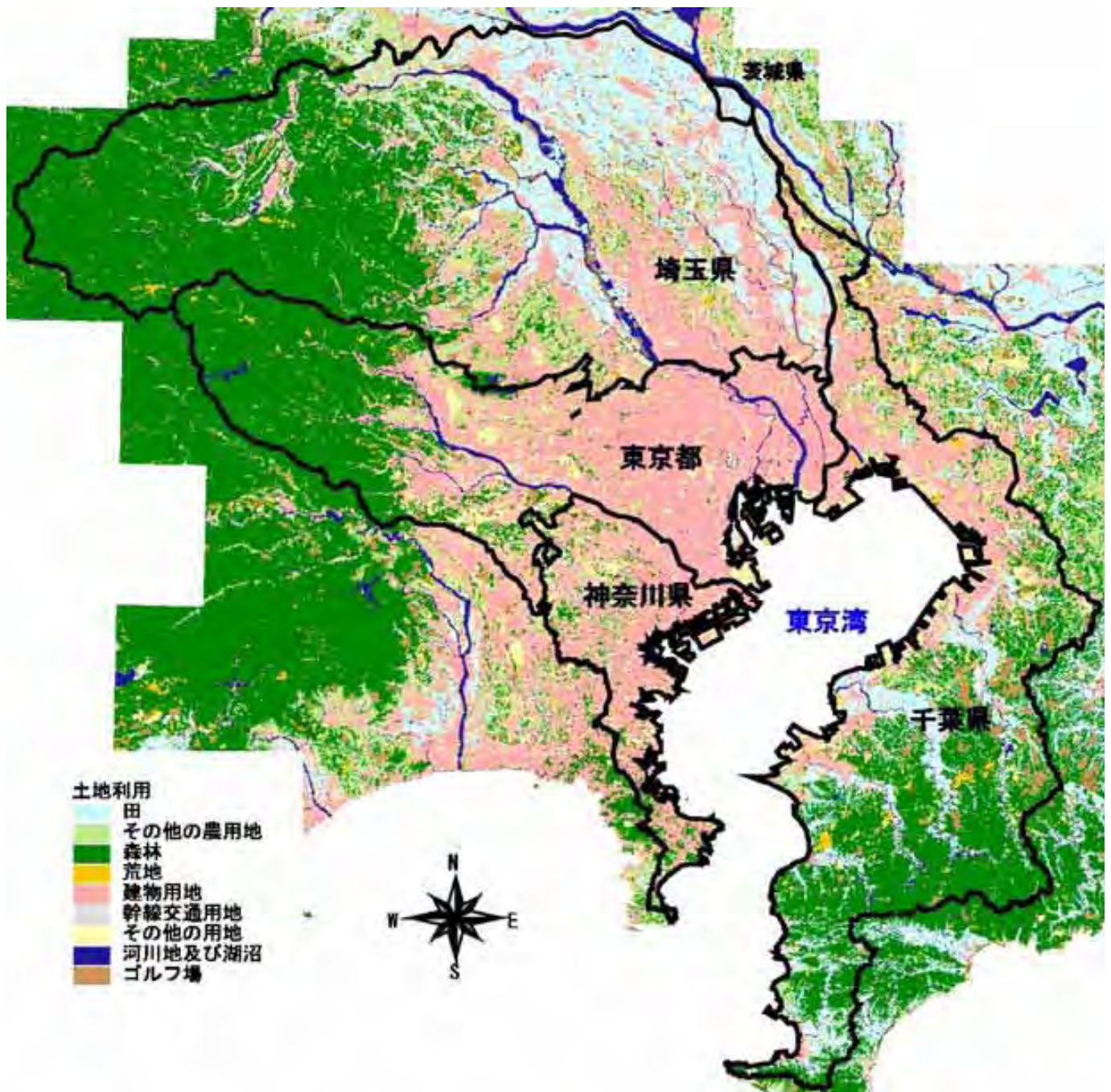
2) 土地利用状況

関連4 都県の土地利用状況を図に示す。東京湾を囲むように市街化が進んでおり、市街地率(東京湾流域内)は神奈川県・東京都・千葉県・埼玉県の順に大きい。東京湾流域の市街化率は約39%である。



(1997(H9)年、1/10 細分区画土地利用：国土地理院)

図 2-1-2 土地利用状況



(1997(H9)年、1/10 細分区画土地利用：国土地理院、100mメッシュ)

図 2-1-3 土地利用

3) 河川流量等の概況

東京湾へ流入する主な河川の年平均流量は大きく変動している。河川水質（BOD）はやや改善傾向にある。

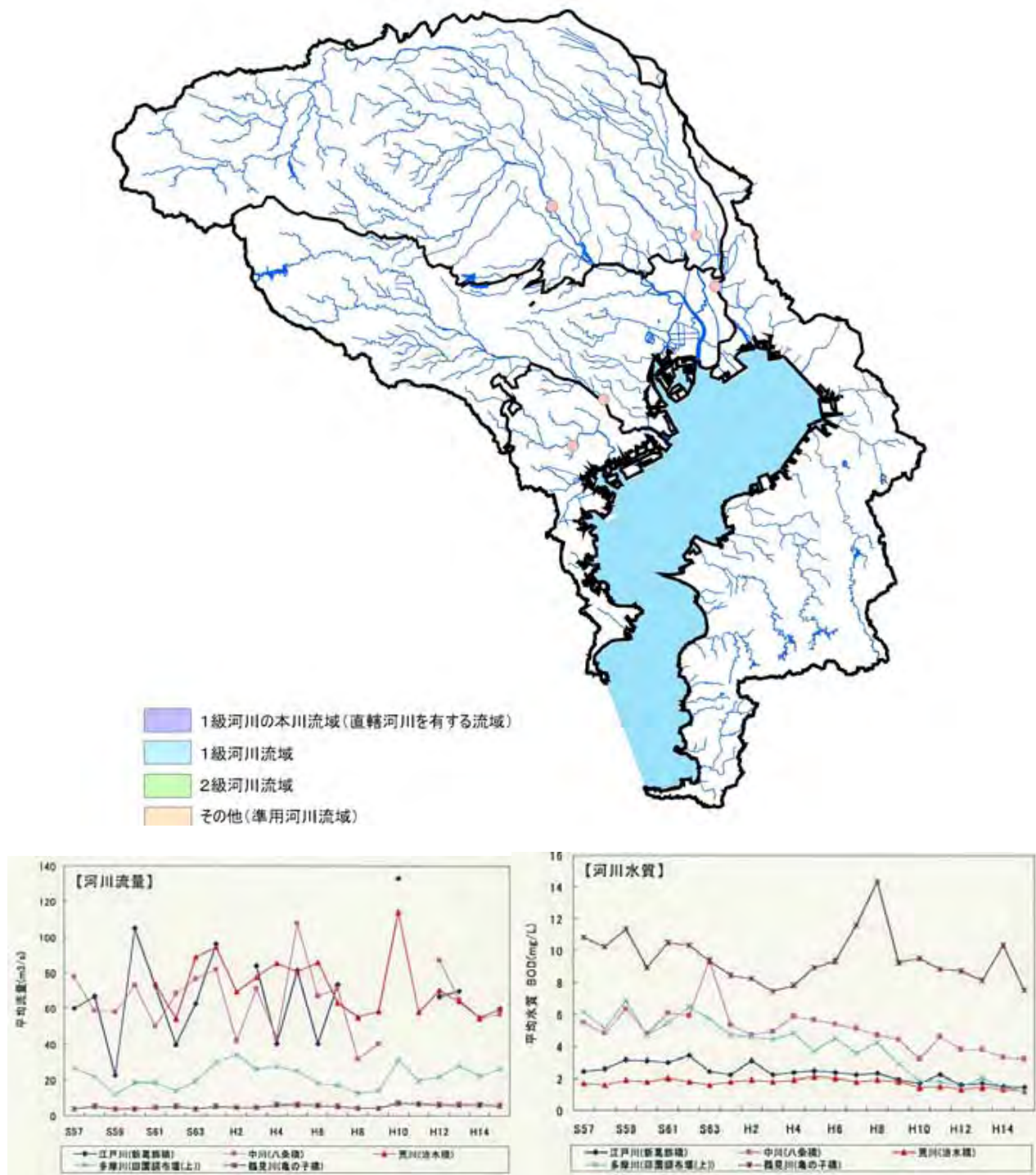


図 2-1-4

河川流量・水質

東京湾に流入する河川(BOD75%値)における環境基準の達成状況を示す。達成率は増加傾向にある。

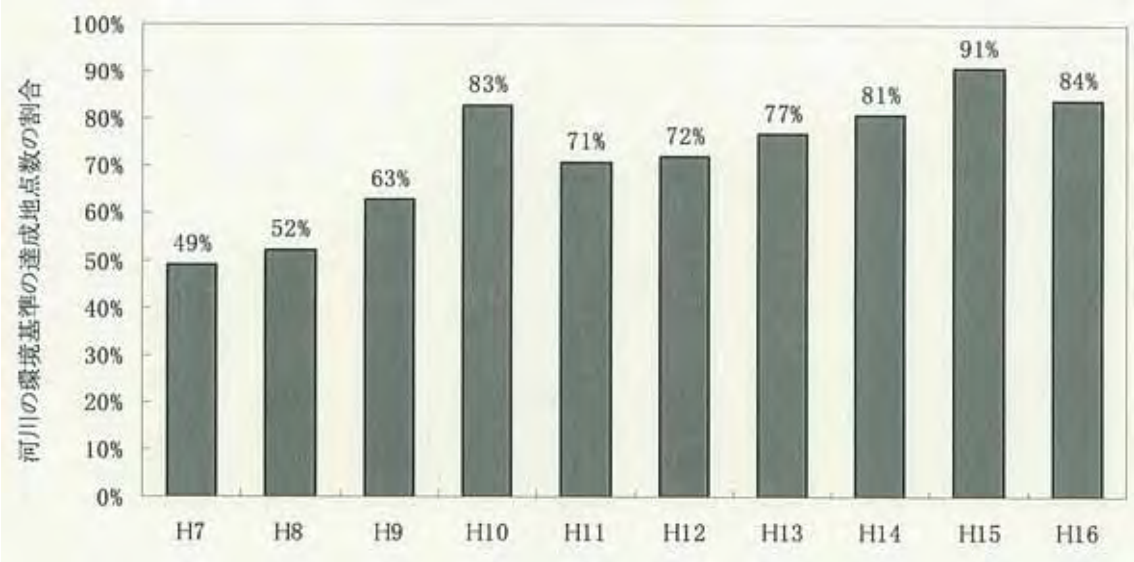


図 2-1-5 河川の環境基準の達成状況

表 2-1-1 河川の環境基準の達成状況

水系名 (河川名)	H7年		H8年		H9年		H10年		H11年		H12年		H13年		H14年		H15年		H16年		環境基準 地点数 (H16)
	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	達成 地点 数	%	
江戸川(利根川水系)	3	33	2	22	4	44	6	67	4	44	5	56	8	89	8	89	8	89	7	78	9
中川(利根川水系)	2	22	2	22	3	27	10	91	5	45	5	45	7	64	9	82	10	91	7	64	11
荒川水系	26	58	30	67	42	78	48	89	43	81	43	81	43	81	43	81	50	94	48	91	53
多摩川水系	9	56	8	50	13	52	18	72	17	68	17	68	17	68	19	76	22	88	23	82	28
鶴見川水系	1	25	1	25	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	5
水系全体	41	49	43	52	66	63	86	83	73	71	74	72	79	77	83	81	94	91	89	84	106

データ出典：関東地方水質汚濁対策連絡協議会資料、H17.8.2

2 - 2 . 汚濁負荷削減率の算定

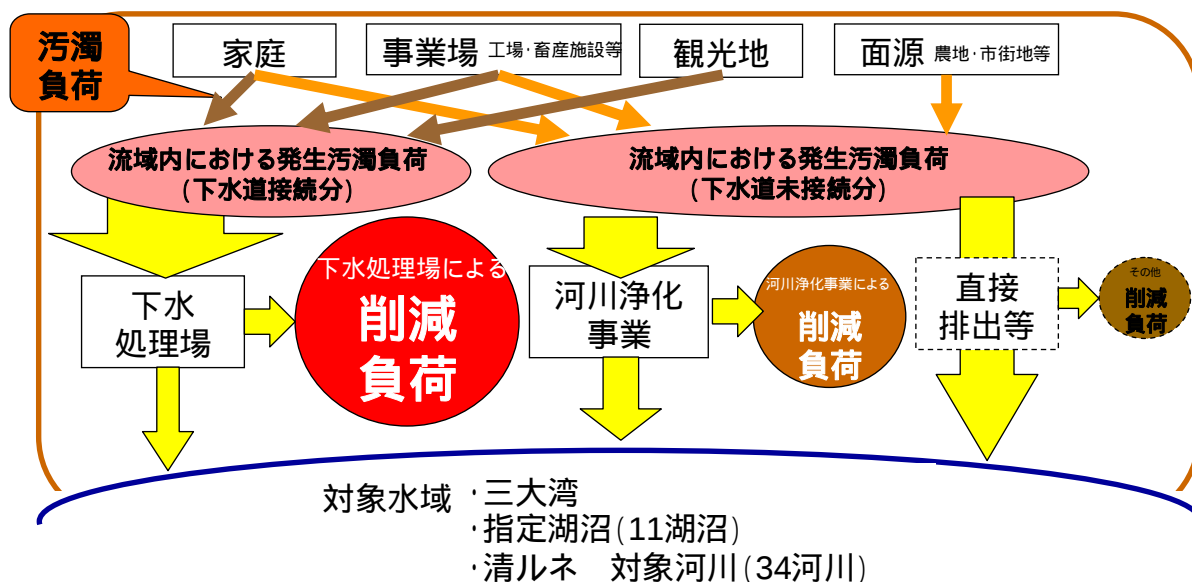
本節では，東京湾に限らず，汚濁の著しい河川・湖沼及び三大湾を対象として汚濁負荷削減率を定義し，その値を算定した。

1) 汚濁負荷削減率の定義

汚濁負荷削減率は，汚濁の著しい河川・湖沼及び三大湾を対象とする流域内の総発生汚濁負荷量に対する下水処理場等における汚濁負荷削減量の割合とする。

$$\text{汚濁負荷削減率(\%)} = \frac{\text{流域内の下水道等における汚濁負荷削減量}}{\text{流域内の総発生汚濁負荷量}} \times 100$$

汚濁負荷削減率 イメージ図



$$\text{汚濁負荷削減率} = \frac{\text{下水道施設による削減負荷} + \text{河川浄化事業による削減負荷}}{\text{流域内における発生汚濁負荷}}$$

注．11 番目の指定湖沼として，八郎湖が H19.12 に指定された。清ルネ 対象 34 河川の内，事業完了している松江堀川等 5 河川については汚濁負荷削減率の算定対象から除いた。

図 2-2-1 汚濁負荷削減率のイメージ

対象水域と汚濁負荷を示す水質指標は次表のとおりとする。

表 2-2-1 対象水域と汚濁負荷を示す水質指標

対象水域		水質指標
海域	三大湾（東京湾，伊勢湾，大阪湾）	COD
湖沼	11 指定湖沼	COD
河川	34 清流ルネッサンス 対象河川	BOD



图 2-2-2 11 指定湖沼

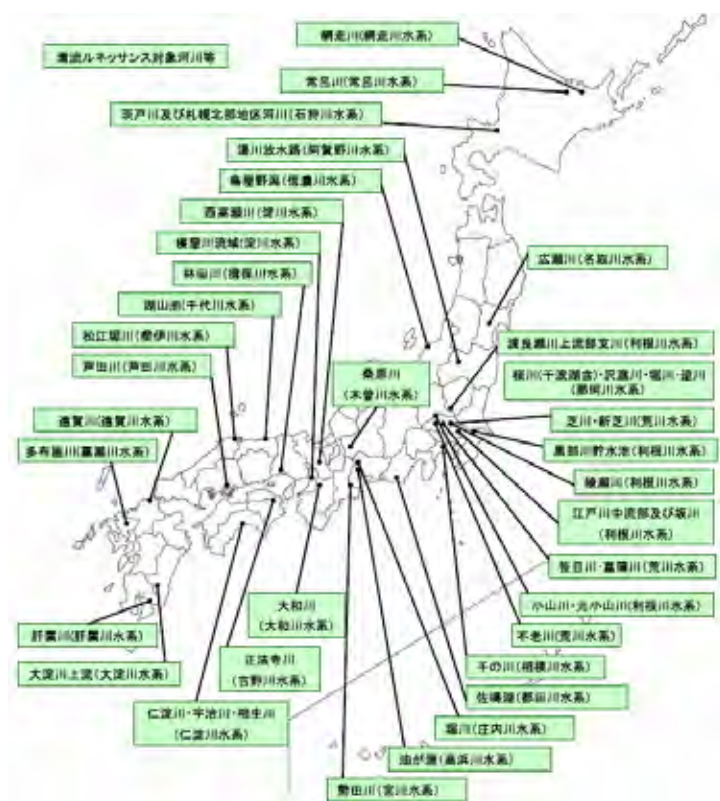


図 2-2-3 34 清流ルネッサンス 対象河川

3) 負荷量の算定

a. 発生負荷量

生活系汚濁負荷量 (t/日) = 行政人口 (人) × 原単位 (t/人日)

畜産系汚濁負荷量 (t/日) = 家畜数 (頭) × 原単位 (t/頭日) × 流達率

観光系汚濁負荷量 (t/日) = 観光人口 (人) × 原単位 (t/人日)

面原系汚濁負荷量 (t/日) = 用途別面積 (km²) × 原単位 (t/km²日)

工場系汚濁負荷量 (t/日) の下水道接続分は、処理場流入水量に計画流入水質を乗じて算定した流入負荷量から生活系、観光系を引いた残りを工場系として算出する。下水道未接続分は、上乗せ基準値を上回らないようにして、実績データ又は流総計画値を採用する。

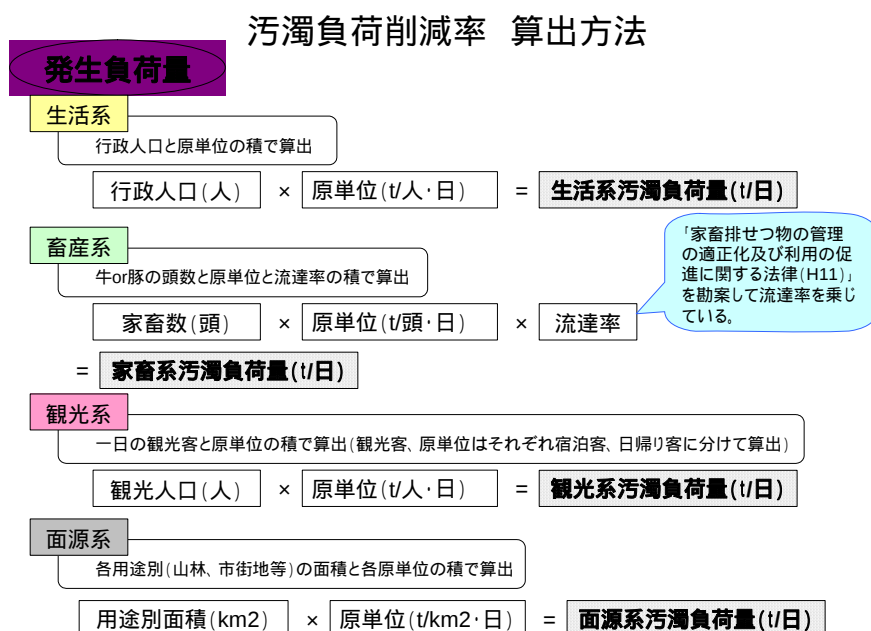


図 2-2-4 発生負荷量の算定

汚濁負荷削減率 算出方法

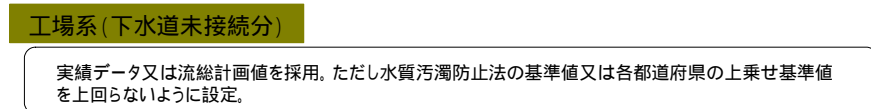
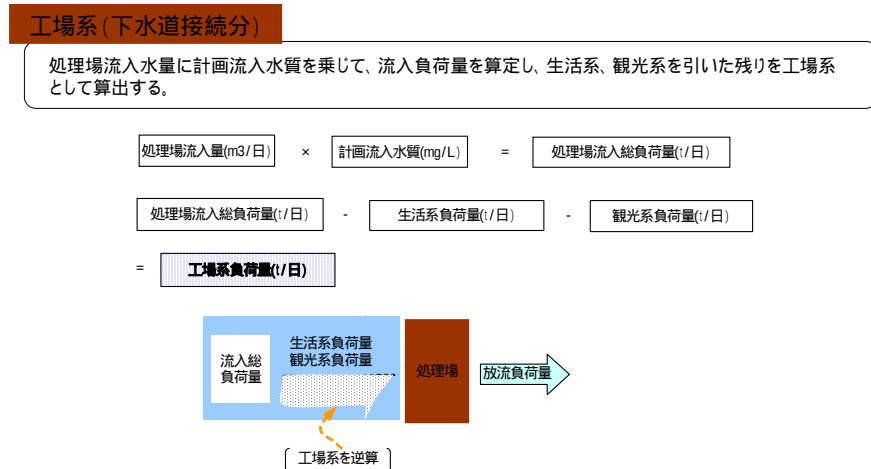


図 2-2-5 発生負荷量の算定 (工場系)

b. 削減負荷量

下水処理場における削減負荷量は、各処理場への流入負荷量と放流負荷量の差で算出する。流入負荷量、放流負荷量はそれぞれ流入水質、放流水質に処理水量を乗じて算出する。

河川浄化事業等による削減負荷量は、投資額当りの汚濁負荷削減能力に各年事業費を乗じる。

汚濁負荷削減率 算出方法

削減負荷量

下水処理場における削減負荷量

各処理場への流入負荷量と放流負荷量の差で算出

流入負荷量、放流負荷量はそれぞれ流入水質、放流水質に処理水量を乗じて算出

$$\begin{aligned} \text{流入負荷量 (t/日)} &- \text{放流負荷量 (t/日)} = \text{下水処理場による削減負荷量 (t/日)} \\ \text{流入負荷量 (t/日)} &= \text{流入水質 (mg/L)} \times \text{流入水量 (m3)} \\ \text{放流負荷量 (t/日)} &= \text{放流水質 (mg/L)} \times \text{流入水量 (m3)} \end{aligned}$$

流入水量は下水処理人口と原単位の積から算定

河川浄化事業等における削減負荷量

投資額あたりの河川浄化能力に各年の事業費を乗じて算出

$$\text{汚濁負荷削減能力 原単位 (kg/億円・日)} \times \text{事業費 (億円)} = \text{河川浄化事業による削減負荷量 (t/日)}$$

図 2-2-6

削減負荷量の算定

4) 算定結果

算定結果を次表に示す。なお、削減負荷量、削減率は下水道分についてのみの値を示している。

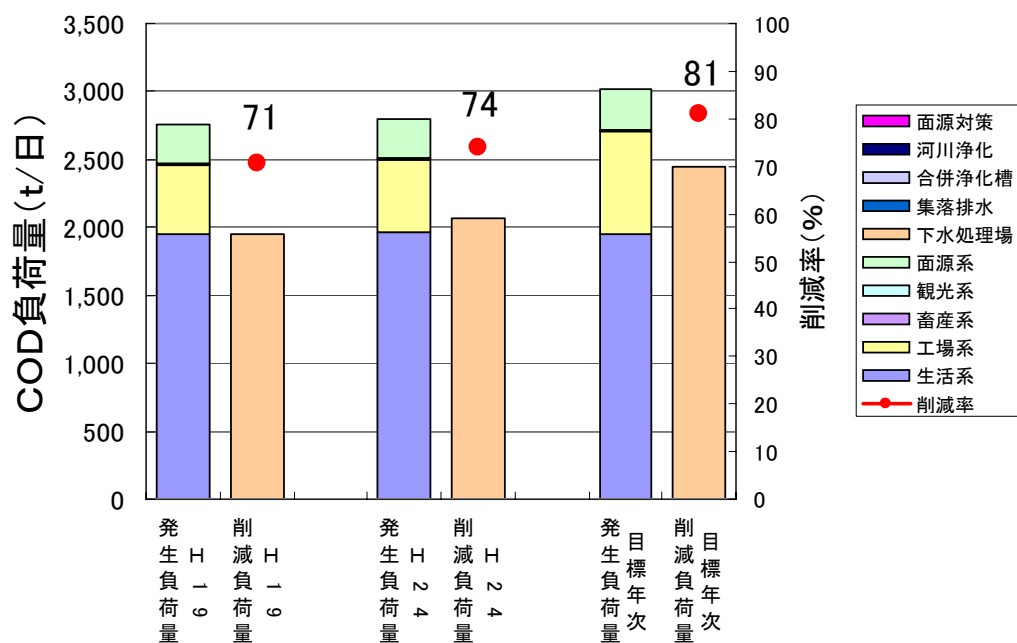


図 2-2-7 汚濁負荷削減率(三大湾)

表 2-2-2 汚濁負荷削減率(三大湾)

項 目		三大湾計		
		H19	H24	目標年次
COD 発 生 負 荷 量 (t/日)	生活系	1,957	1,963	1,951
	工場系	502	534	753
	畜産系	10	10	10
	観光系	6	6	7
	面源系	286	288	291
	計	2,762	2,801	3,013
COD 削 減 負 荷 量 (t/日)	下水処理場	1,951	2,068	2,444
	集落排水			
	合併浄化槽			
	河川浄化			
	面源対策			
	計	1,951	2,068	2,444
COD 削減率 (%)	下水処理場	71	74	81
	集落排水	0	0	0
	合併浄化槽	0	0	0
	河川浄化	0	0	0
	面源対策	0	0	0
	計	71	74	81

注. 削減負荷量、削減率は下水道分

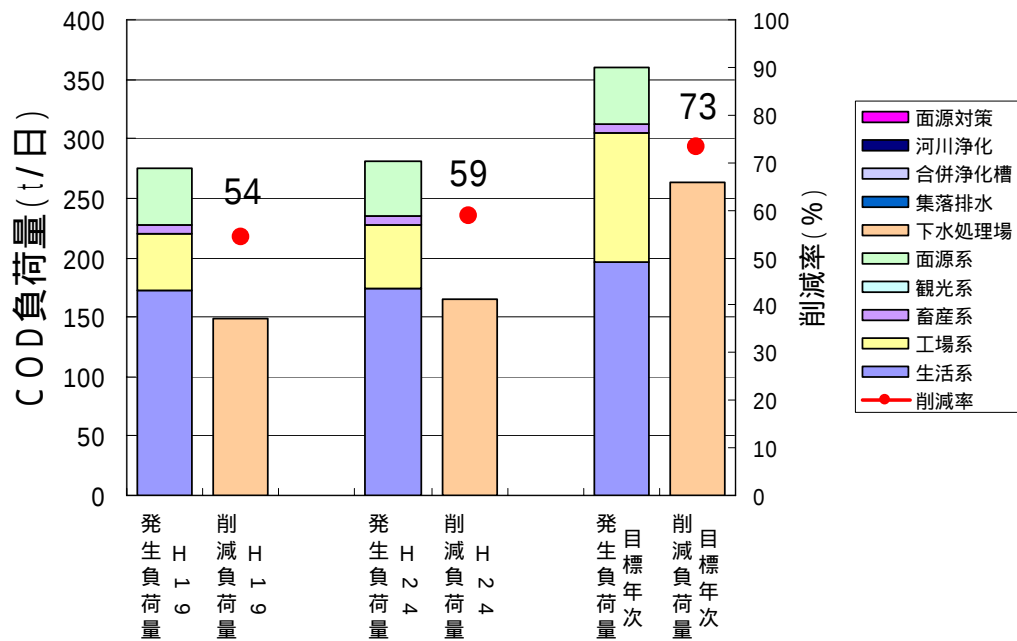


図 2-2-8 汚濁負荷削減率(指定湖沼)

表 2-2-3 汚濁負荷削減率(指定湖沼)

項 目		指定湖沼計		
		H 19	H 24	目標年次
C O D 発 生 負 荷 量 (t / 日)	生活系	172	174	197
	工場系	48	53	109
	畜産系	7	7	8
	観光系	0	0	0
	面源系	47	47	47
	計	275	282	360
C O D 削 減 負 荷 量 (t / 日)	下水処理場	149	165	264
	集落排水			
	合併浄化槽			
	河川浄化			
	面源対策			
	計	149	165	264
C O D 削減率 (%)	下水処理場	54	59	73
	集落排水	0	0	0
	合併浄化槽	0	0	0
	河川浄化	0	0	0
	面源対策	0	0	0
	計	54	59	73

注．削減負荷量，削減率は下水道分

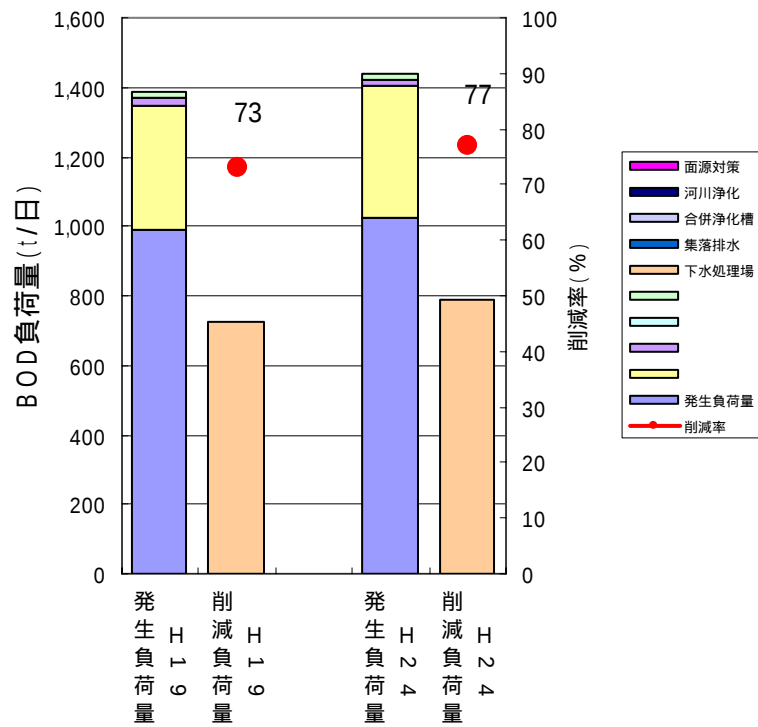


図 2-2-9 汚濁負荷削減率(清ルネ 対象河川)

表 2-2-3 汚濁負荷削減率(清ルネ 対象河川)

項 目		清流ルネッサンス 河川計	
		H 19	H 24
B O D 発 生 負 荷 量 (t / 日)	生活系	596	611
	工場系	354	376
	畜産系	24	20
	観光系	0	0
	面源系	19	19
	計	992	1,026
B O D 削 減 負 荷 量 (t / 日)	下水処理場	725	790
	集落排水		
	合併浄化槽		
	河川浄化		
	面源対策		
	計	725	790
B O D 削減率 (%)	下水処理場	73	77
	集落排水	0	0
	合併浄化槽	0	0
	河川浄化	0	0
	面源対策	0	0
	計	73	77

注．対象流域が湖沼の場合はC O Dとし，単純に合計した。

注．削減負荷量，削減率は下水道分

3．多様な主体との連携を推進するための課題の整理

東京湾再生を効果的・効率的に推進するため、第1回中間評価においては、「多様な主体との連携・協働による東京湾再生の推進」を新たに「東京湾再生のための行動計画」に位置づけている。すなわち、東京湾再生の取組を東京湾湾岸住民だけではなく、東京湾流域住民にまで幅広く周知し、行政のみならず、大学、NPO、民間事業者といった多様な主体による東京湾再生を推進していくことが重要であるという評価である。

そのための第1歩として、今回は地域住民やNPOが東京湾再生に関してどのような認識を持っており、地域住民や市民団体との連携を推進するための課題を抽出するため、東京湾流域の地域住民およびNPO等の市民団体を対象としたアンケートを実施した。

アンケートの目的は、東京湾の再生に関して下記の視点からの基礎的情報を得ることである。

- ・ NPO等の市民団体と行政の連携が進まない理由
- ・ 地域住民の関心が東京湾に集まらない理由
- ・ 下水道整備による東京湾再生の効果について

上記の理由を整理したうえで、多様な主体との連携を推進するための課題を整理する。

なお、アンケートの分析に当たっては、陸域と海域での意識の違いがあるのかを中心に分析する。また、下水道施策に関する評価結果についてまとめる。

3 - 1．アンケート調査実施方法の概要

1) アンケートの対象

東京湾流域住民アンケート

- ・ 対象地域：東京湾流域全体
- ・ 実施期間：平成20年2月～3月
- ・ サンプルング方法：

東京湾流域を20ブロックに分割し（図3.1.1）、ブロックごとに選挙人名簿等により20才以上69才未満の方を無作為に175名、合計3,500名を抽出。

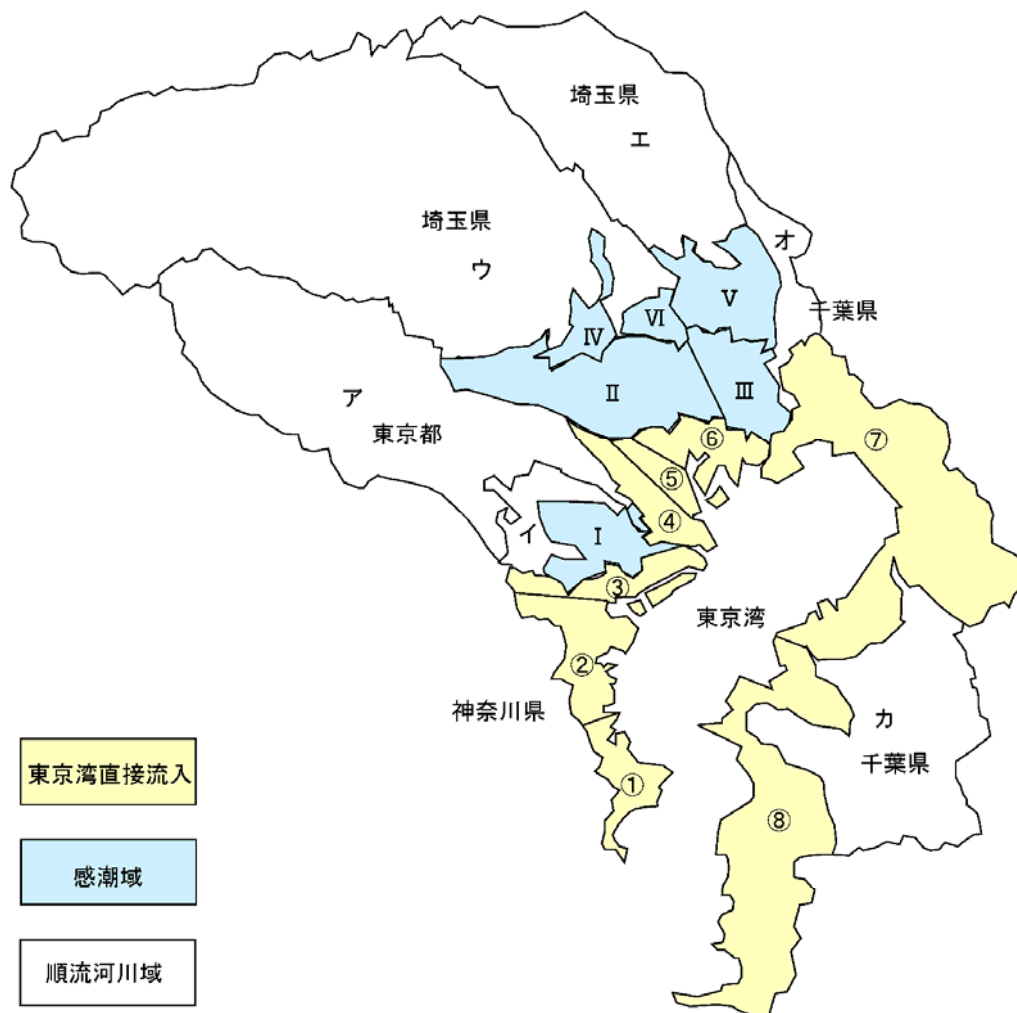
- ・ アンケート方法：郵送法
- ・ 回収数：672（回収率19.2%）

東京湾 NPO アンケート

- ・ 対象地域：東京湾流域全体
- ・ 実施期間：平成20年1月
- ・ サンプルング方法

東京都、千葉県、埼玉県及び神奈川県に登録しているNPOのうち、定款等から東京湾に関係した活動を行っていると思われるNPOを171団体抽出。

- ・ アンケート方法：郵送法
- ・ 回収数：46（回収率26.9%）



東京湾直接流入		感潮域		順流河川域	
①神奈川外湾	32万人	I 多摩川・鶴見川系	107万人	ア多摩川系	174万人
②神奈川内湾	117万人	II 荒川系	231万人	イ鶴見川系	40万人
③多摩川・鶴見川系	33万人	III 中川・綾瀬川・江戸川系	146万人	ウ荒川系	195万人
④東京単独系①	107万人	IV 荒川系1	77万人	エ中川・綾瀬川系	107万人
⑤東京単独系②	72万人	V 中川・綾瀬川系	60万人	オ江戸川系	82万人
⑥荒川・中川・綾瀬川・隅田川・江戸川系	116万人	VI 荒川系2	46万人	カ千葉単独系	47万人
⑦千葉内湾	200万人				
⑧千葉外湾	8万人				
計	644万人	計	667万人	計	645万人

図 3-1-1 サンプルングブロック分割

2) アンケート調査の内容

アンケート項目を以下に示す。

【住民アンケート】

- Q 1 : 回答者の性別、職業、年齢、居住年数、東京湾への訪問回数 等
- Q 2 : 東京湾の印象、環境問題への関心 等
- Q 3 : 東京湾との関わり
- Q 4 : 東京湾の将来像
- Q 5 : 東京湾再生への行政の取り組み
- Q 6 : 東京湾再生への行政の取り組みへの参加
- Q 7 : 東京湾の港湾整備
- Q 8 : 東京湾の下水道整備

【NPOアンケート】

- Q 1 : NPO法人属性、活動分野、イベント・勉強会等の内容、活動内容等
- Q 2 : 東京湾の環境問題への関心 等
- Q 3 : 望ましい東京湾の将来像
- Q 4 : 東京湾再生への行政の取り組み
- Q 5 : 行政との連携について
- Q 6 : 東京湾における港湾整備について
- Q 7 : 東京湾流域における下水道整備について

3 - 4 . アンケート調査結果のまとめ

1) N P O 等の市民団体と行政の連携が進まない理由

NPO 等の市民団体と行政との連携に関しては、約 7 割の NPO が行政と連携した活動を経験している結果となった。連携した場合のデメリットとしては、下記のような点の指摘があった。

- ・ 手続や予算措置等の制約が多く、時間がかかる。
- ・ 行政主導となり、行政の思惑を強制される場合もある。
- ・ 予算の削除など、行政の都合で活動を中断せざるを得ない状況がある。
- ・ 一般の人が活動できる日祭日や時間外の活動に参加できない。

上記への対応策としては、下記のようなものがあげられる。

- ・ 行政として連絡窓口(部署)を設置し、市民団体との連携が図りやすい体制とする。
- ・ 単年ではなく複数年にわたる行動計画(概略予算を含めて)を市民団体を含めて策定し計画的な対応が可能となるように対処する。
- ・ イベント開催に当たっては、行政担当者は極力休日や時間外においても協力できる体制とする。

2) 地域住民の関心が東京湾に集まらない理由

地域住民へのアンケートの回答から、地域住民の関心が東京湾に集まらない理由は、以下のとおりと推察される。

- ・ 東京湾直接流入域に居住している人の大半は東京湾に関心を持っているが、感潮域、順流河川域に居住している人の関心度は低くなっている。すなわち、東京湾への関心度に影響する要因のひとつとして地理的な距離と日常的な接触機会の少なさが影響していると考えられる。
- ・ なお、東京湾の環境問題に関する関心度はエリアによらず高い傾向になっており、シンボルとしての東京湾の環境改善を望む声は高いと判断できる。
- ・ 東京湾の嫌いなところとしては、「水が汚い」という回答が最も多い。また、「自然が少ない」、「砂浜や干潟が少ない」、「都市化されている」との回答も多い。したがって、水がきれいになり、自然の豊かな砂浜等が出現すれば、東京湾が好きになり、関心度も高まることが予想される。

以上のような状況を考慮すると、地域住民の関心を東京湾に集めるための方策としては、下記のようなことをあげることができる。

- ・ 東京湾への関心を高めるためには、まずは東京湾とのふれあいの機会を増やすことが肝要である。そのため、アピールポイントを中心とした地域においてイベントを企画し、特に東京湾から地理的に離れた地域に居住している住民に対しても参加を促す等の対応を図る。
- ・ 東京湾での水質改善の取組及びその実施効果に関して、広く東京湾流域全体の住民に対して広報し、東京湾への興味・関心を高めていく必要がある。

3) 下水道整備による東京湾再生の効果について

住民アンケートならびにNPO等の市民団体へのアンケートの双方において、下水道による河川や東京湾の水質改善効果に大きく寄与しているとの回答結果となった。特に高度処理の推進の効果が大きいという回答結果となっており、今後とも着実に下水の高度処理化を進展していく必要があることが示された。

4．陸域における効果的な事業実施方策の検討

4 - 1．流域全体の目標・ビジョンの設定・共有に向けた調整プロセス

閉鎖性水域の水質改善には、河川、港湾、環境、農林、下水道などの多くの関係機関が関わっているため、水質改善を進めるためには、これらの多様な関係者が連携して、汚濁負荷削減の役割分担を明確にし、責任を持ってその対策を遂行することが重要である。

以下、東京湾を対象に陸域における効果的な事業実施方策のあり方について述べる。

東京湾再生推進会議（以下、「推進会議」という。）は、東京湾の再生に関連する多くの関係機関から構成され、東京湾再生に向けた実質的な取り組みを進める上で大変重要な役割が期待されており、推進会議において平成 15 年に「東京湾再生のための行動計画」（以下、「行動計画」という。）が策定されている。

しかしながら、行動計画は、汚濁負荷削減の役割分担や目標とそれに対する施策の関係が必ずしも明確でなく、行動計画の第 1 回中間評価において、東京湾再生に向けた新たな取組として、適切な役割分担の下、多様な主体との連携・協働による取り組みを積極的に進めていくことが求められている。

「東京湾再生のための行動計画」の第 1 回中間評価(平成 19 年 3 月)によれば、陸域負荷削減対策の評価は、下記のとおりとなっている。

陸域負荷削減対策については、行動計画に位置づけられた水質総量規制、下水道、集落排水、浄化槽、森林、河川などにおける各施策については着実な実施がされているものの、その進捗度にはばらつきがある。特に、東京湾における下水道の高度処理の普及率は低い状況であるが、東京湾に流入する窒素・リンの栄養塩のうち、下水処理場由来の割合は大きく、下水道の高度処理の推進は流域からの負荷削減に大きな効果があること等も踏まえ、引き続き、陸域負荷削減対策の更なる推進を図っていく。

上記のように東京湾では、下水処理場経由の負荷量の割合が多いが、下水道の高度処理だけでは、東京湾の環境基準は達成できないことが予測されている。図 4.1.1 は、東京湾流域別下水道総合計画において予測された東京湾での水質環境基準を達成するための許容流入負荷量を示したものである。これによると下水道で技術的および実績データから達成可能と考えられる汚濁負荷の削減を行っても環境基準の達成は困難であり、下水道以外の負荷量に関しても 2 割から 3 割弱の削減を図る必要がある。また、下水道の施策のみでは、東京湾の水質改善が進まないため、水質改善を目的とした下水道の整備に対するインセンティブが働きにくいともいえる。

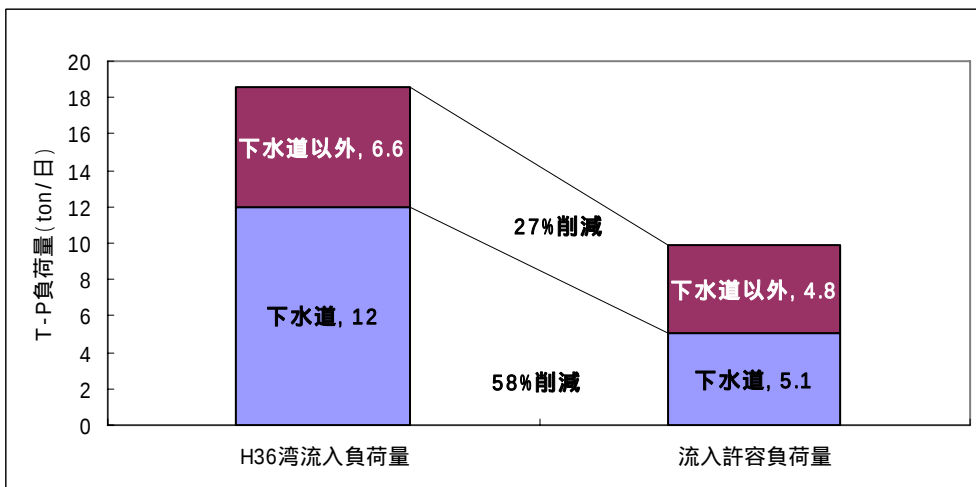
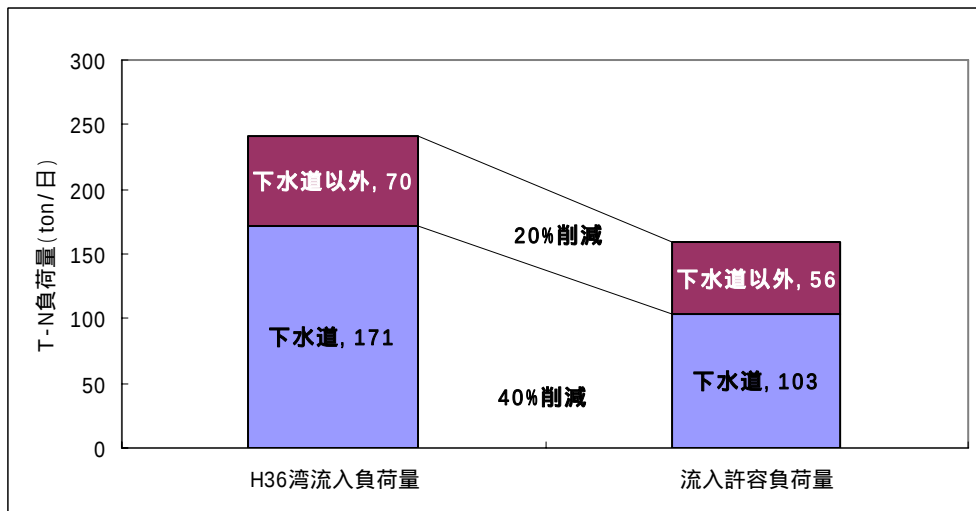
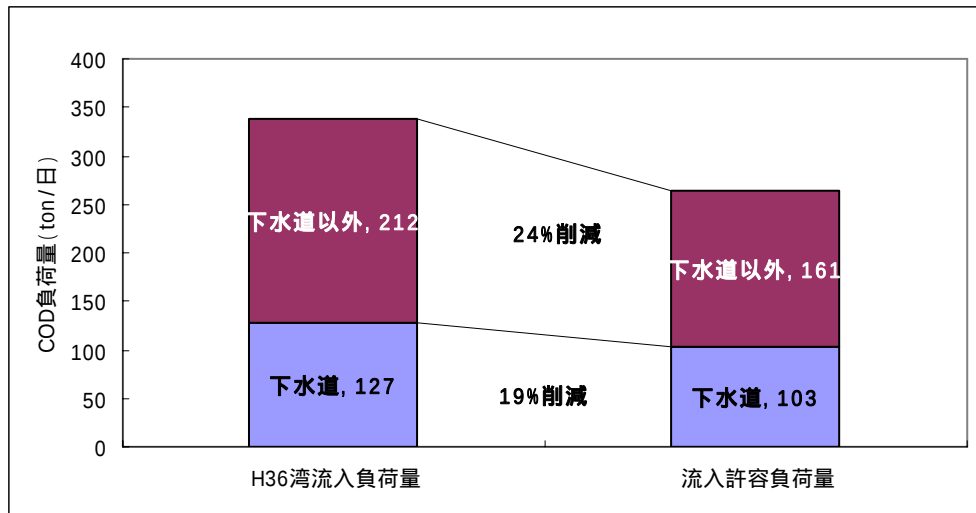


図 4-1-1 H36 湾流入負荷量と環境基準を達成するための許容流入負荷量

したがって、市街地・農地等の面源対策など、下水道以外の水質改善に関わる施策も着実に進める必要があるといえる。

以上の状況を踏まえ、東京湾流域から発生する汚濁負荷削減の具体的な役割分担の明確化に向け、実質的な議論を進めるための「場」を設定し、遂行していくことが有効である。「陸域汚濁負荷削減検討ワーキンググループ」は、陸域対策分科会の下部組織として設置し、下記の項目について検討することを目的とする。(図 4.1.2)。ワーキンググループのメンバー表を表 4.1.1 に示す。

検討事項

- ・ 陸域対策の実施による水質改善効果の検証
- ・ 行動計画の目標達成に必要な各陸域対策の役割分担の検討

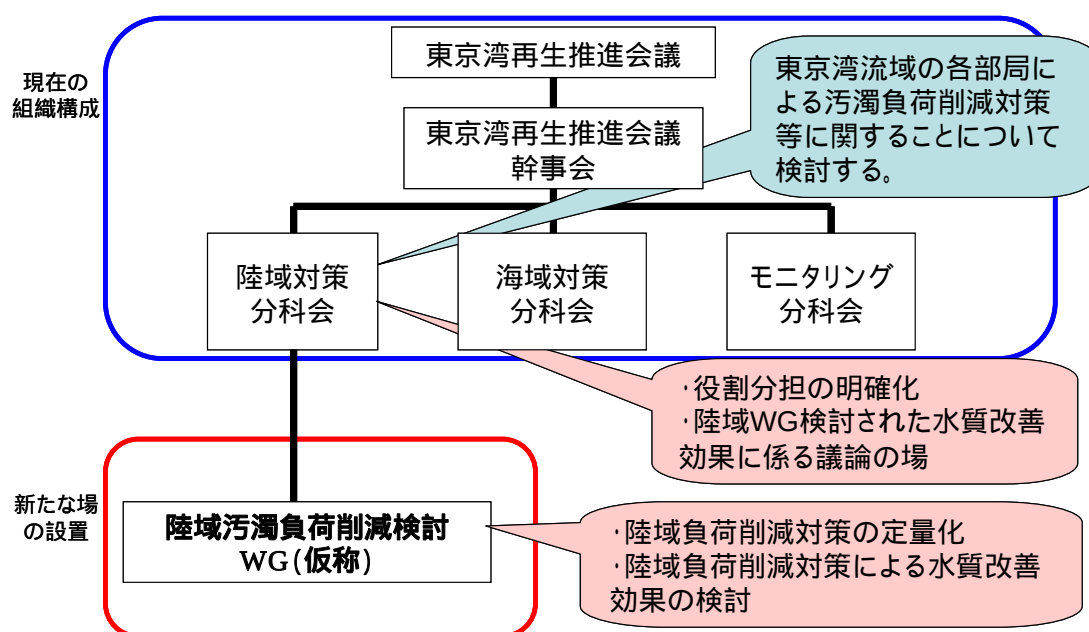


図 4-1-2 陸域汚濁負荷削減検討ワーキンググループ

4 - 2 . 陸域対策の効果の明確化手法の検討

東京湾再生計画における目標設定は、下記のとおり設定されている。

生態系を回復し多くの生物が棲みやすい水環境となるよう環境の保全・再生・創造を図り、自然と共生した首都圏にふさわしい東京湾を目指すため次の目標を設定した。

**快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく
美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい「東京湾」を創出する。**

この目標の達成状況を判断するため、底層のDO（溶存酸素量）を指標とし、具体的な目標を「年間を通して底生生物が生息できる限度」とした。

この目標達成のために必要となる施策必要量を定量的に算出するための手順を図 4-2-1 に示す。

東京湾の底層 DO 解析モデルの構築

まず、東京湾の底層の DO 環境を解析できるモデルを構築する。解析モデルとしては、東京湾流域別下水道整備総合計画で採用されたモデルをベースとする。組み込まれた DO モデルについては、DO の実測調査結果に対する再現計算を行って、適切なモデルパラメータを設定する。

目標である底層の DO 環境を満足できる汚濁負荷削減レベルの算出

DO モデルの再現性が確認された後に、目標である底層の DO 環境（東京湾全域で DO が 2mg/L を下回らない）を満足できる汚濁負荷削減レベルを検討する。具体的には、東京湾流総計画における許容負荷量の検討と同様の手順で検討する。

陸域からの流入負荷量削減に関するシナリオの検討

次いで、その汚濁負荷削減レベルの目標に対して、各部局の対策メニューと対策量にもとづいて陸域からの流入負荷量削減に関するシナリオを作成・検討する。このシナリオを作成するため、「資料 4 - 3」に示す内容により関連部局の対策予定量を集約する。

陸域負荷量削減シナリオにおける目標年次の水質改善効果の検証

上記の で設定したシナリオのもとで、目標年次の水質改善効果について解析する。この段階で目標達成していない場合には、 の流入負荷量削減シナリオの見直しを行う、あるいは、必要に応じ、目標の達成年次の見直しを行う。

各部局の目標施策量

以上の検討結果から、目標とする DO 環境を満足するための各部局の目標施策量を設定する。

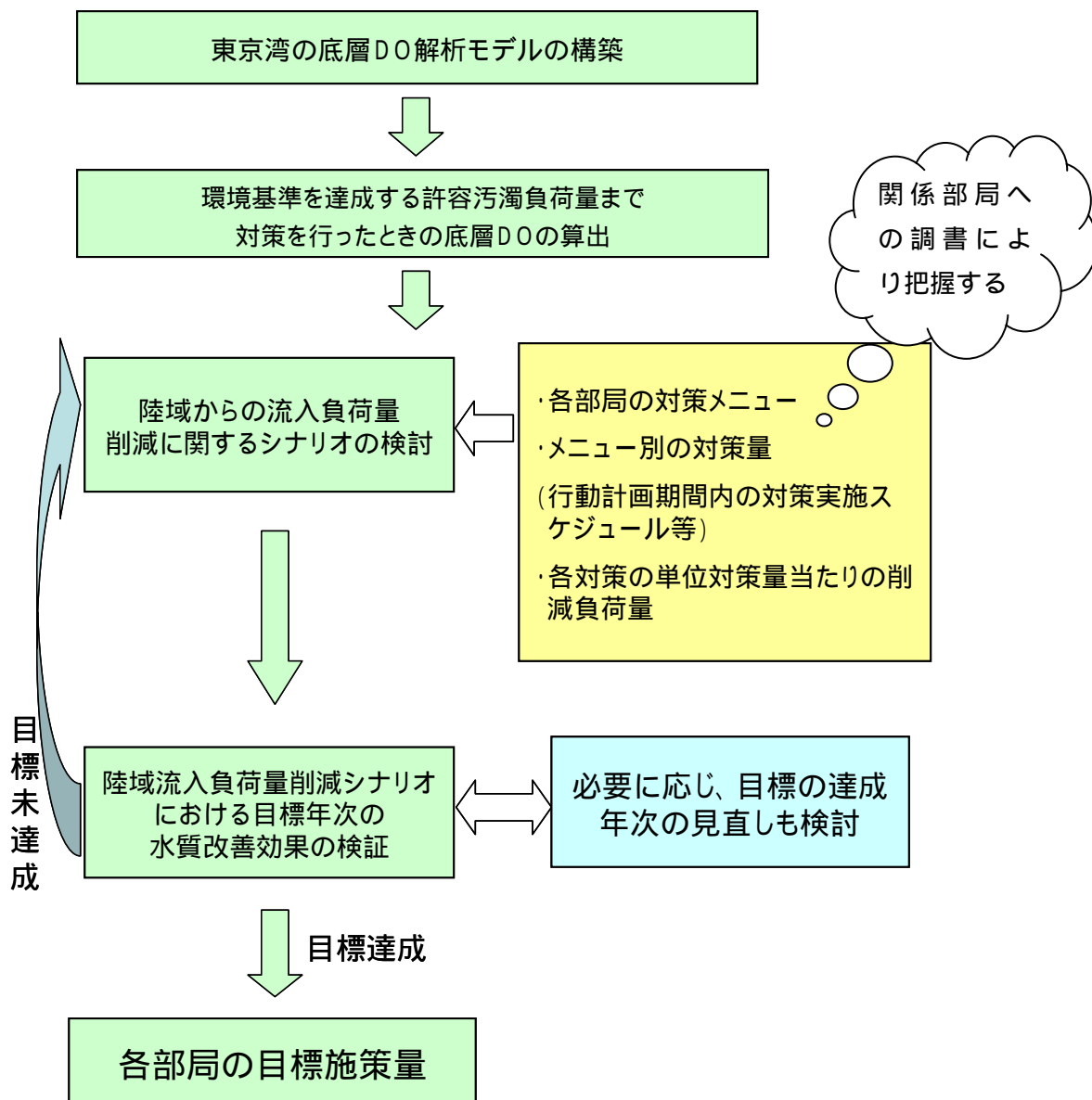


図 4-2-1 目標底層 DO 環境確保のための施策量検討のための手順

5．ケーススタディ

5 - 1．東京湾解析モデルの概要

1) 湾域水質解析モデルの概要

本検討で用いる東京湾解析モデルは、平成 19 年 9 月に策定された東京湾流域別下水道整備総合計画基本方針策定調査で構築したモデルをベースに DO 評価機能を追加したモデルである。東京湾流域別下水道整備総合計画基本方針策定調査では、学識経験者から構成される懇談会を 4 回開催し、モデルについても議論をいただいている。

(1) 東京湾流総モデルの概要

< 解析の目的 >

- ・ 陸域からの湾流入負荷量の変化に伴う東京湾の水質予測
- ・ 評価対象は湾内環境基準点の水質(COD：年間 75%値、T-N・T-P：年平均値)

< 対象期間 >

平成 14 年から 16 年の夏季(7～9 月)の平均場を対象とした計算を行う。環境基準達成状況の評価については、観測値から夏季平均値と年平均値、夏季平均値と年間 75%値の関係式を作成しておき、モデルによる夏季平均値の計算結果から関係式を用いて年平均値、年間 75%値に変換を行い、基準値の達成度を評価する。

< 対象範囲と領域区分 >

本調査においては、東京湾の環境基準を達成するための東京湾流域からの許容負荷量を把握する必要があるので、解析範囲は東京湾沿岸の全てを含む剣崎と洲崎を結ぶ線以北とする。

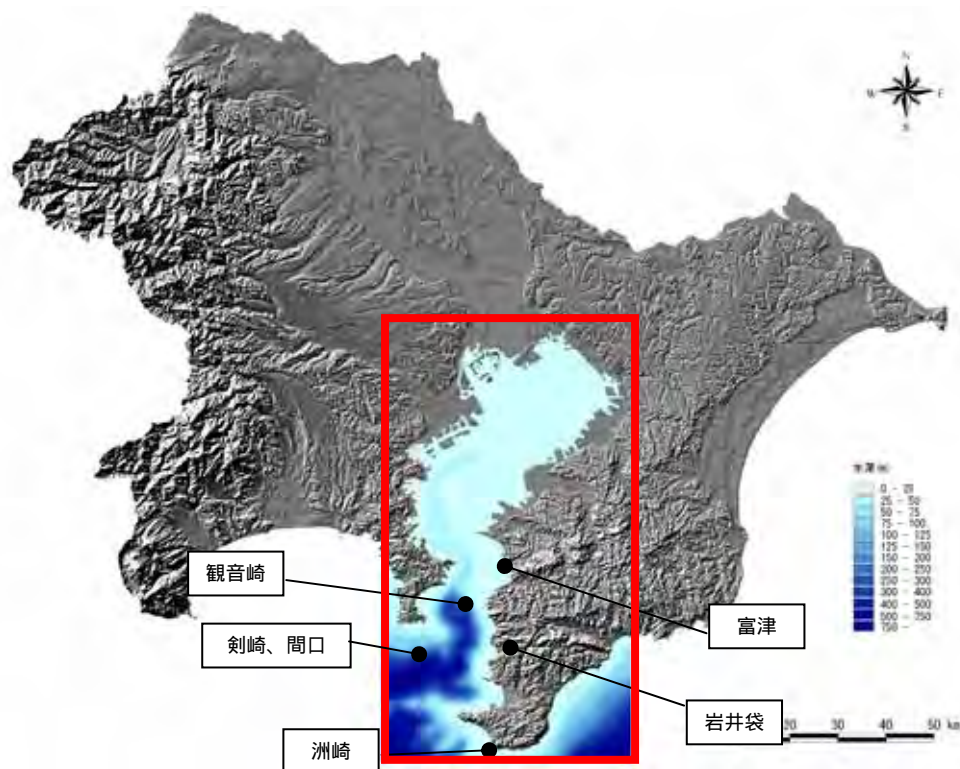


図 5-1-1 解析対象範囲

東京湾（空間）のモデル化は、水平方向は1辺1kmの正方格子に分割し、鉛直方向は8層に分割した。理由は下記のとおりである。

項目	設定結果	理由
鉛直方向分割	8層 第1層：2m 第2層：3m 第3層：5m 第4～8層：10m	水質観測値から、10m以深では鉛直方向の濃度変化が小さいので層厚を大きくした。10m以浅については、水中照度がほとんど0になる水深がほぼ5mであること、各水質項目の鉛直分布の変化が表層ほど著しいことを考慮して分割した。
水平方向分割	1辺1kmの正方格子	東京湾において各環境基準点の水質評価、比較的精度の良い地形のモデル化および流況・水質変動を再現できるメッシュのサイズ。

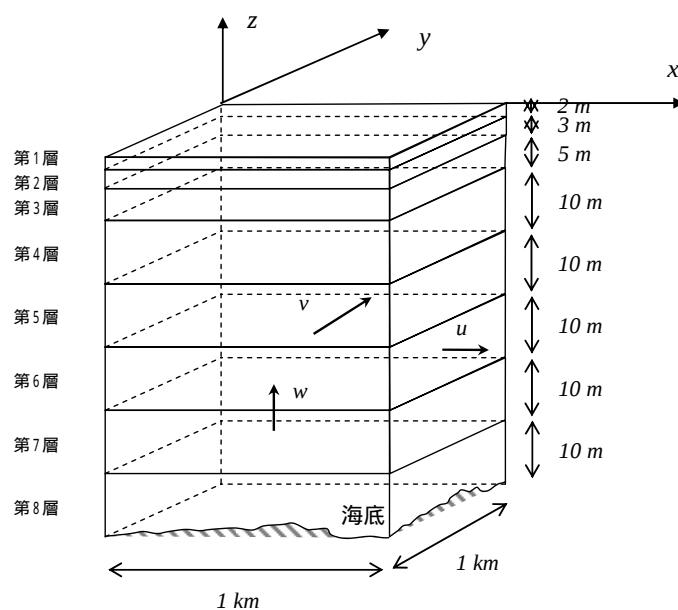


図 5-1-2 鉛直方向分割

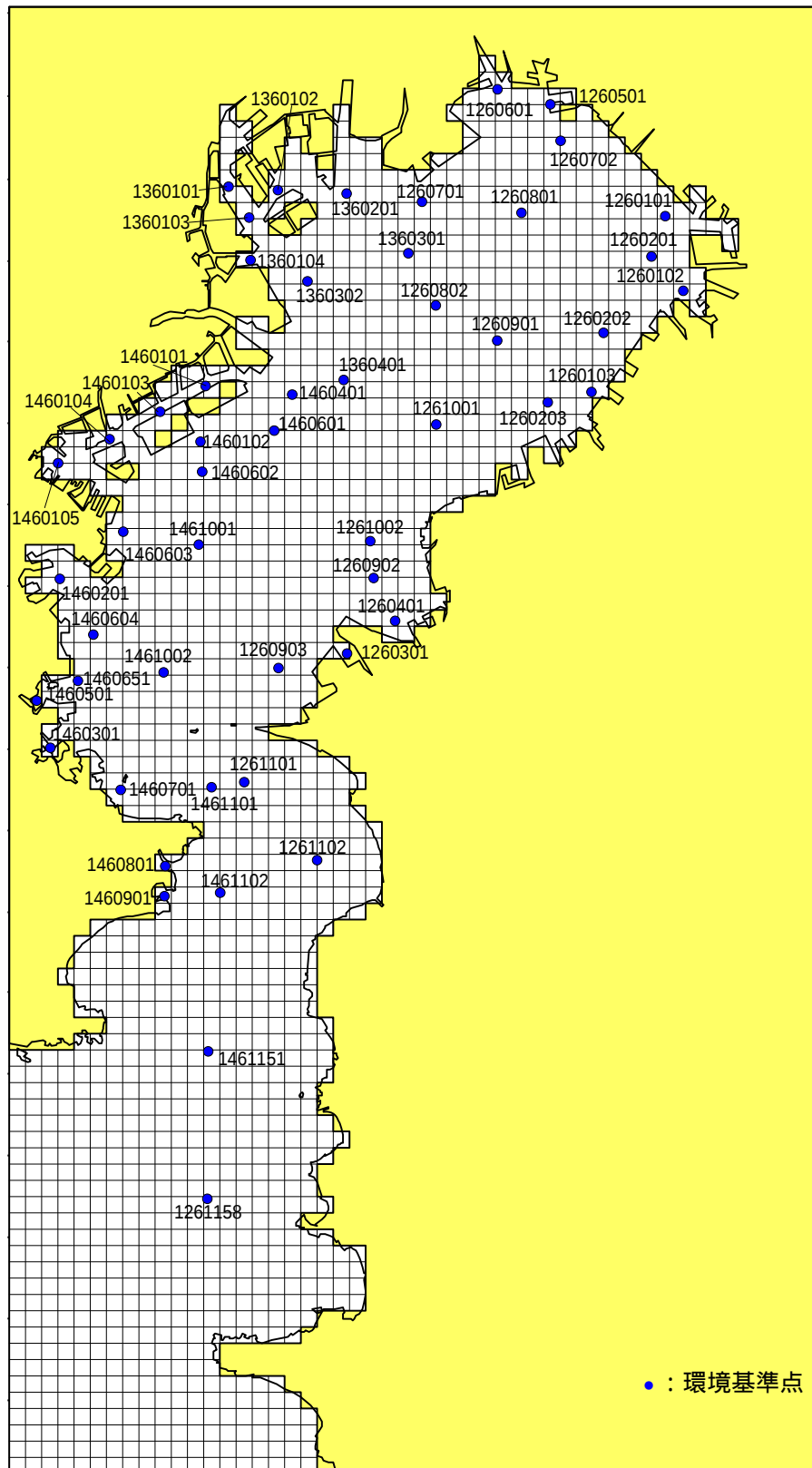


图 5-1-3 水平方向分割

(2)DO 評価手法(本検討における追加事項)

評価対象

本検討の評価対象は以下である。

高度処理の導入をはじめとする流域からの流入負荷量(COD、T-N、T-P)を削減した場合の東京湾底層の DO 改善効果

流域からの流入負荷量削減と底層の DO 改善の関係は図 5-1-1 のように整理できる。

- ・ 底層の DO 改善効果は、「水中の COD 分解による DO 消費量減少」と「底層の DO 消費量減少」によって生じる。
- ・ 湾解析モデルでは前者は評価できるが、後者については底層のモデル化を行っていないため評価はできない(底層のモデル化を行っていたとしても、流入負荷量を削減した状態で長期間の連続計算を行わなければ、底層の DO 消費量は変化しない)。
- ・ よって、流域からの流入負荷量削減量から底層の DO 消費量を設定する手法を検討する必要がある。

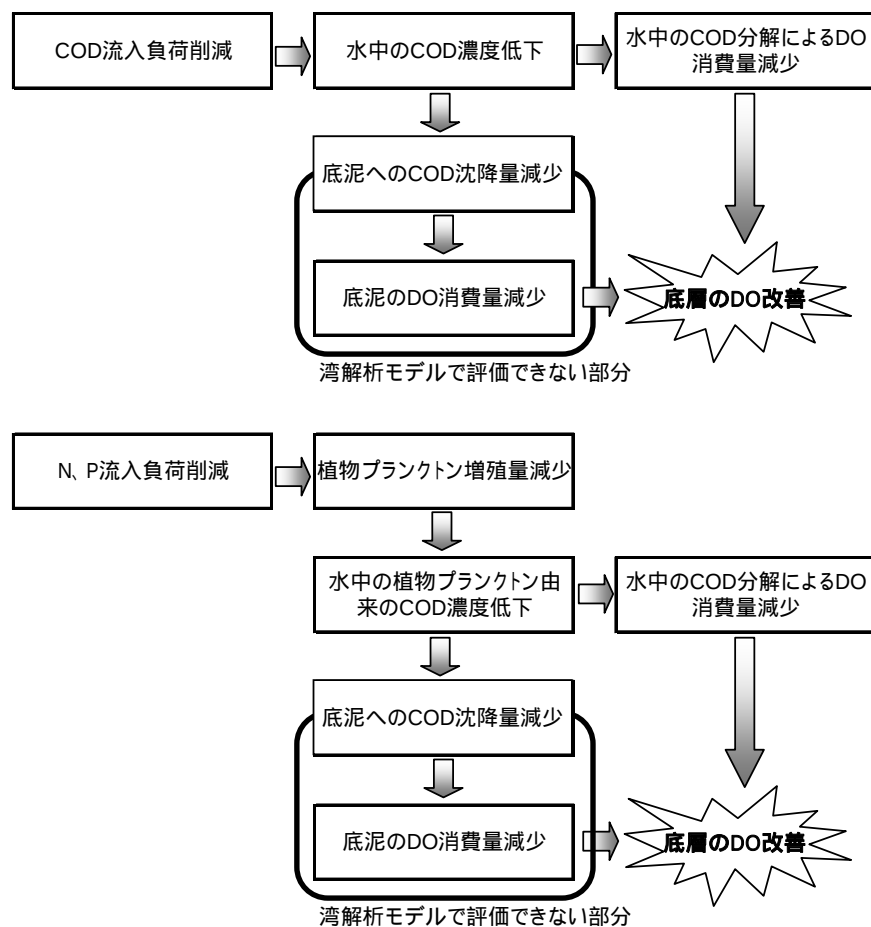


図 5-1-4 流域からの流入負荷量削減と底層の DO 改善の関係

評価指標及び評価手法

また、本検討における水質改善効果の評価指標は以下とする。

底層における年間 DO 最低値

東京湾流総で用いた東京湾解析モデルは、夏季平均場を対象としたモデルであり、モデルから得られる結果は、夏季平均 DO である。

夏季平均 DO から年間 DO 最低値への変換は、図 5-1-5 に示すように両者に相関が見られることから、観測値から求めた相関式によって行う。年間 DO 最低値の評価方法の概要を図 5-1-6 に示す。

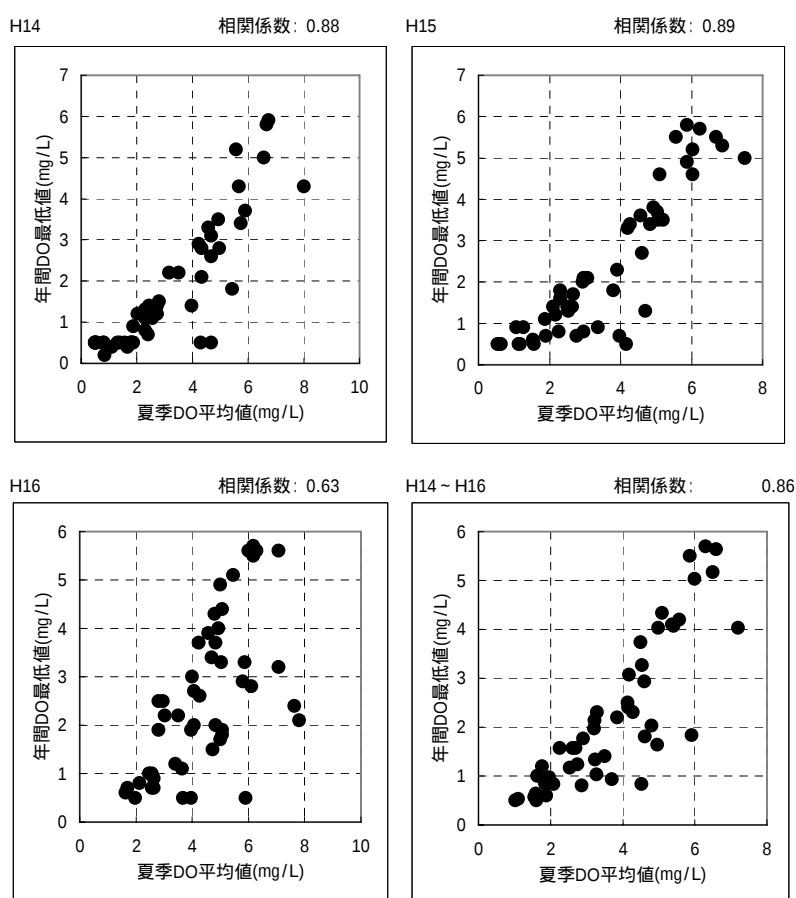


図 5-1-5 夏季 DO 平均値と年間 DO 最低値の相関
(H14 ~ H16 夏季[7 月 ~ 9 月]、東京湾環境基準点)

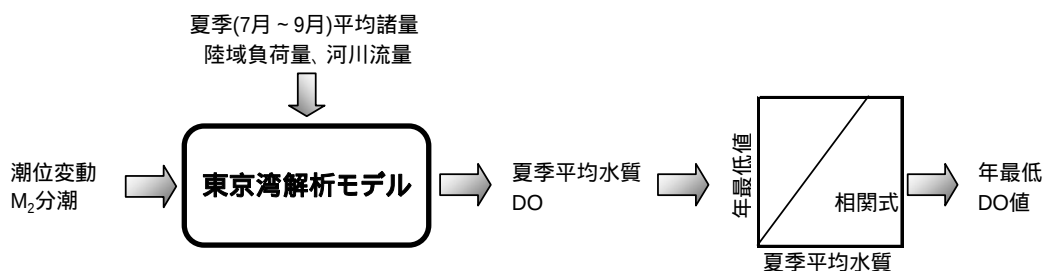


図 5-1-6 年間 DO 最低値評価方法の概要

DO モデルの概要

溶存酸素 DO の変化は、水塊にすでに含まれている溶存酸素と飽和酸素との差を推進力とする水面からの再曝気、植物プランクトンの光合成作用に伴う溶存酸素の生成、また、有機物分解に伴う消費、底泥における消費などより表わすことができる。

植物プランクトンによる光合成作用が活発な場合には、過飽和となる状況がみられ、また、水塊中に有機物が多量に含まれている場合には、低濃度となる富栄養化の影響側面を考える上で重要な水質項目である。

モデル式を以下に、モデルの概要を図 5-1-7 に示す。

$$S_{DO} = ((\text{植物プランクトンによる生産}) - (\text{植物プランクトン呼吸})) - (\text{非生物体有機物のバクテリアによる分解}) + (\text{再曝気}) - (\text{底泥による消費})$$

$$= \gamma_{PO}(\mu_P - R_P\theta_P^{T-20})P - k_C\theta_C^{T-20}C_{COD} + k_{Os}(C_{DOs} - C_{DO})\frac{A_s}{V_s} - SOD\theta_{SOD}^{T-20}\frac{A_b}{V_b}$$

ここで、

C_{DO}	: 溶存酸素濃度 (mgO_2 / ℓ)
γ_{PO}	: 光合成による溶存酸素生産速度または植物プランクトンの DO への換算係数 ($mgO_2 / \mu g - chl a$)
SOD	: Sediment Oxygen Demand — 底泥による溶存酸素消費速度 ($gO_2 / m^2 \cdot day$) ; 底面のみ
θ_{SOD}	: 底泥による溶存酸素消費速度温度補正係数
k_{Os}	: 再曝気係数 (m/day)
C_{DOs}	: 飽和溶存酸素濃度 (mgO_2 / ℓ) $C_{DOs} = (10.291 - 0.2809T + 0.006009T^2 - 0.000063T^3) \times 32.0 / 22.4$
A_s, V_s	: 表層 element の表面積・体積
A_b, V_b	: 底層 element の表面積・体積

である。

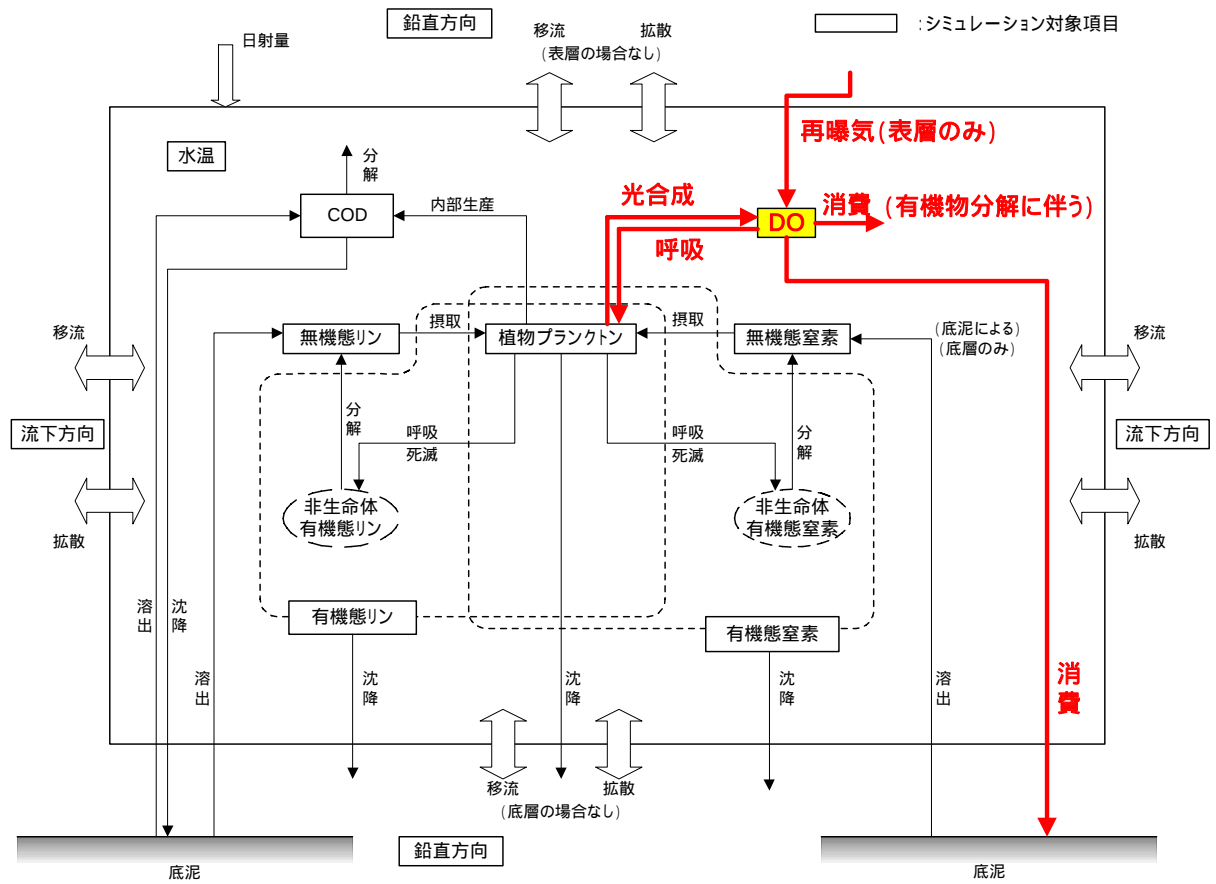


図 5-1-7 DO を組み込んだ低次生態系モデル

5 - 2 . DO再現計算結果

環境基準点における DO の観測値と計算値の比較を図 5-2-1 に示す。

- ・ 表層は観測値の地点別の変動を計算値では再現できていない部分もあるが、表層の DO の値は、日変動が激しく、平均場の計算結果で一致させることは困難である。
- ・ 下層については、全体的に計算値は観測値をよく再現できている。

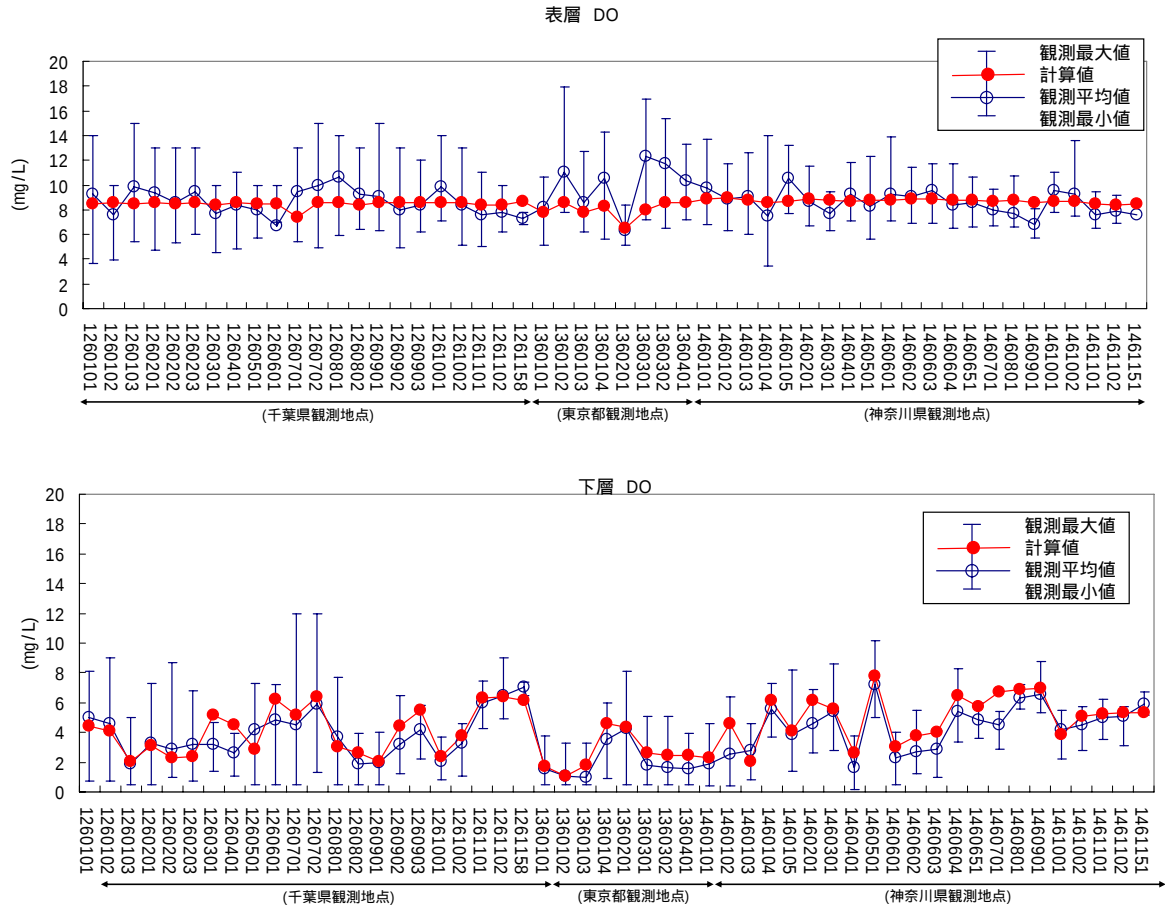


図 5-2-1 計算値と観測値の比較

現況再現計算における底層の DO 平面分布(年間最低値)を図 5-2-2 に示す。

- ・ 内湾の湾奥部全体に DO2mg/L 以下のエリアが広がっている。

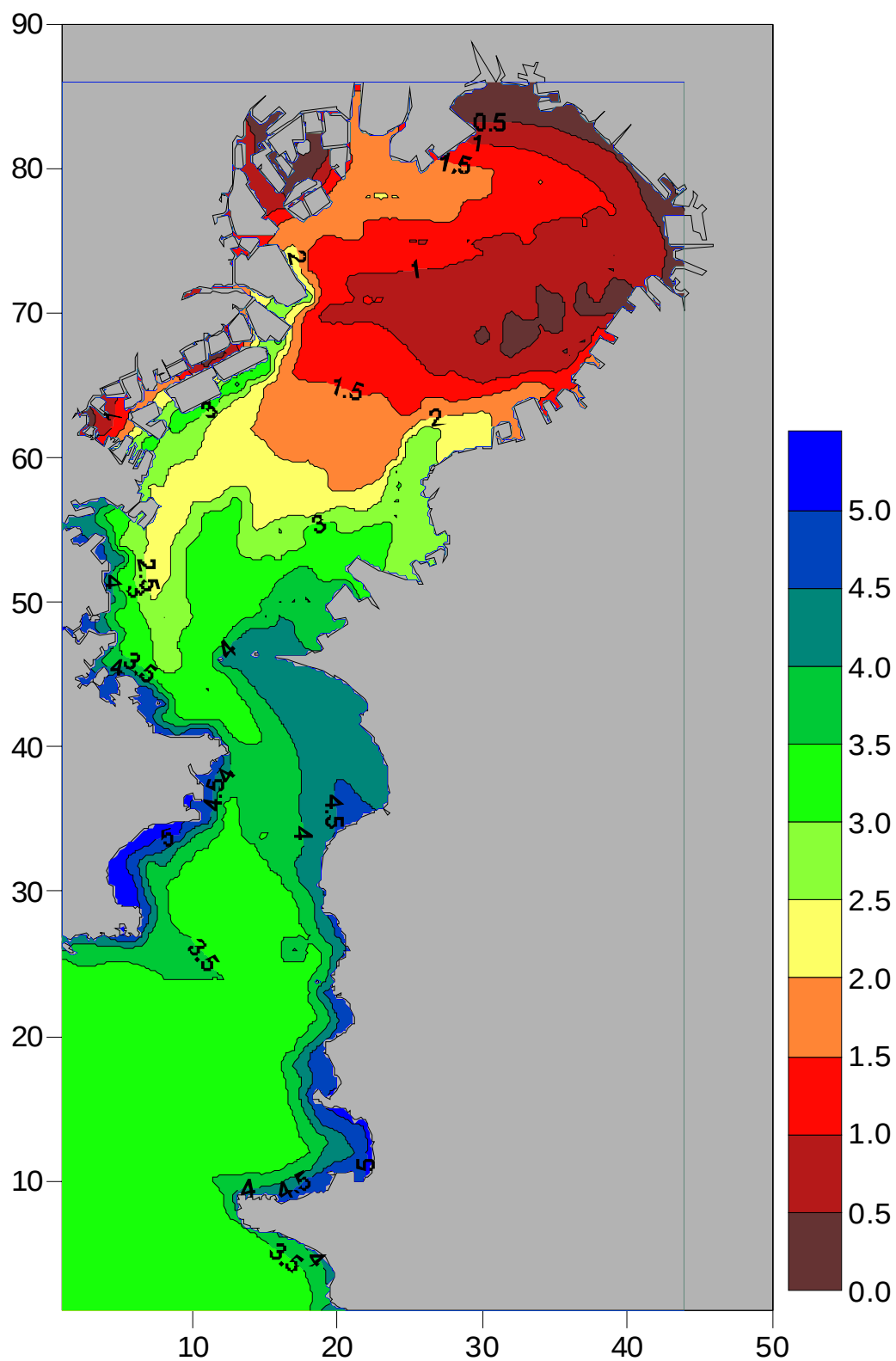


図 5-2-2 底層における DO 分布(現況再現計算、年間最低値)

5 - 3 . 東京湾再生のために必要な対策量についての考察

汚濁負荷削減レベルを許容負荷量より下げた場合(シナリオ 1)の底層 DO の評価を実施した。削減量は、現況に対する許容負荷量の削減量を削減率 100%とし、削減量が 1/3、2/3 になる負荷量をそれぞれシナリオ 1-、シナリオ 1- の負荷量と設定した(表 5-3-1、図 5-3-1)。

表 5-3-1 湾流入負荷量の設定

湾流入負荷量(t/日)				
	COD	T-N	T-P	備考
現況	397	250	19.8	
許容負荷量	264	159	9.9	
削減量	133	91	9.9	
シナリオ1-	353	220	17	削減量は許容負荷量の1/3
シナリオ1-	308	189	13	削減量は許容負荷量の2/3

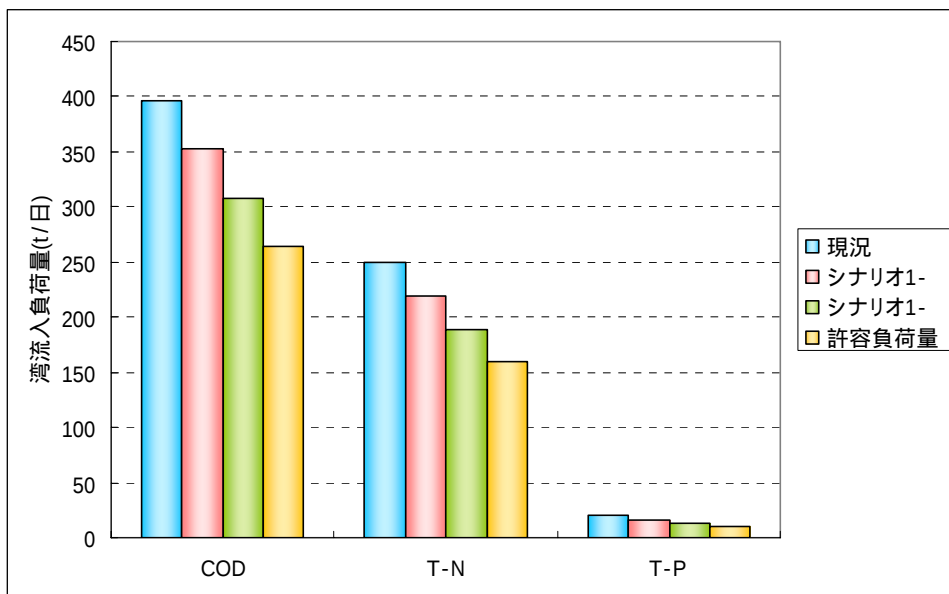


図 5-3-1 各ケース湾流入負荷量の比較

底層における DO 年最低値の比較を図 5-3-2 に示す。

- ・ 図から湾流入負荷量の減少に応じて底層の DO は改善されることが分かる。
- ・ シナリオ 1- の場合では、環境基準のみで見ても、千葉県、東京都の観測地点で DO2mg/L 未満の地点が多く残る結果となる。

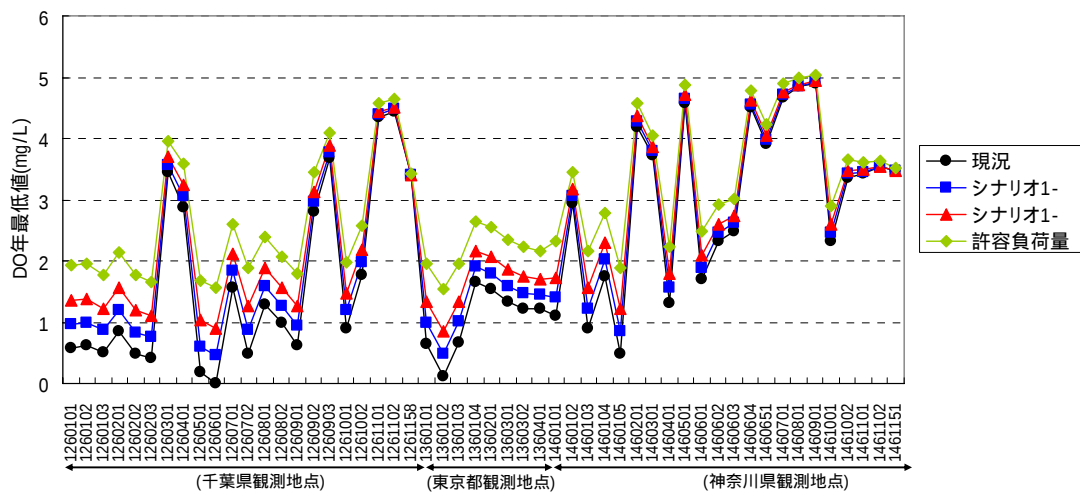
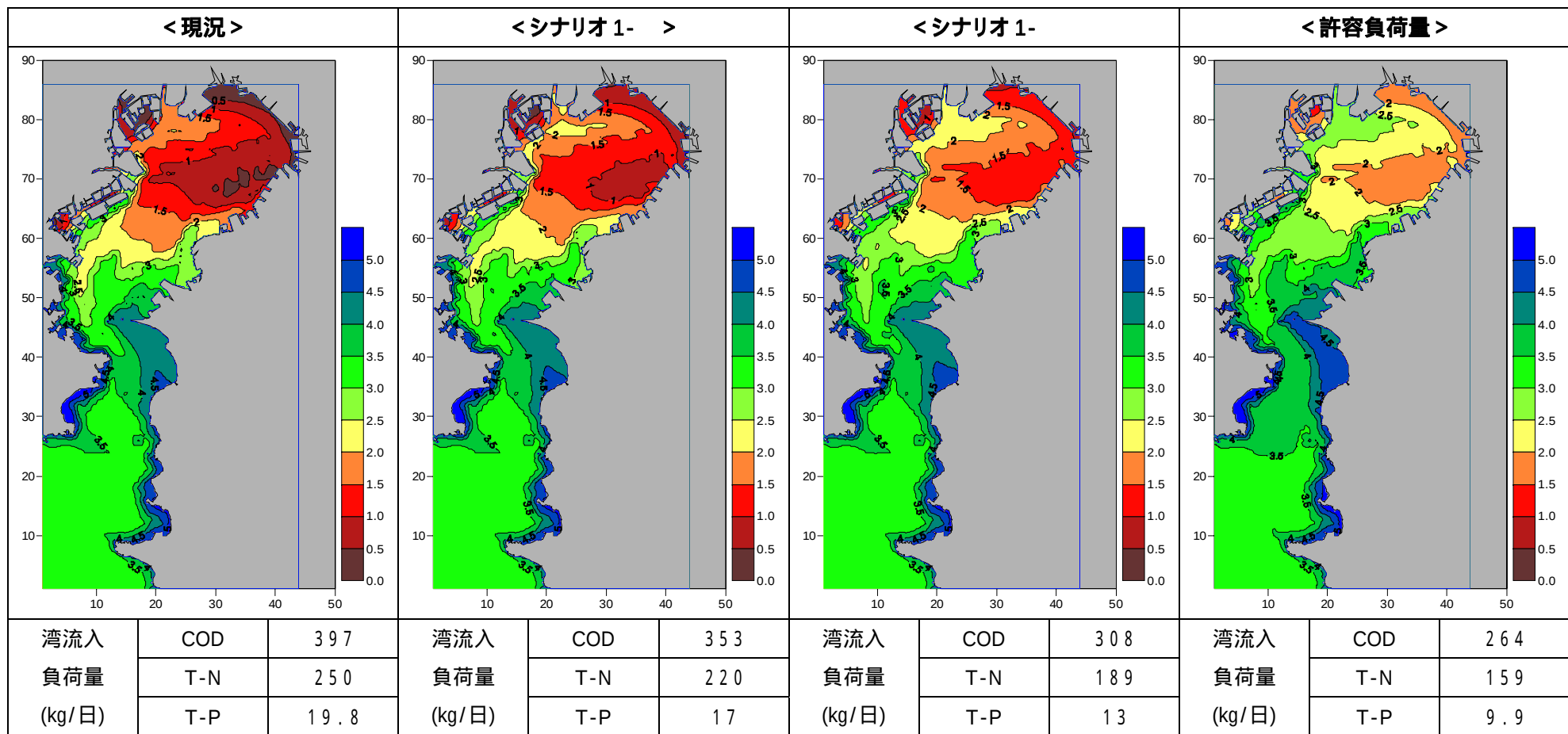


図 5-3-2 底層の DO 年最低値の比較(計算結果)

以上の検討結果から、環境基準を達成するために必要となる許容負荷量まで汚濁負荷量を削減した場合に、底層の DO が概ね 2mg/L を上回るといえる。

【参考】各ケースの底層 DO コンター図の比較



6．大都市圏の海の再生を効率的・効果的に推進する方策の検討

6 - 1．今後の検討課題

本調査では、閉鎖性水域における水質改善を着実に進めるため、下水道における高度処理の推進などのポイント対策のみではなく、流域全体におけるノンポイント対策の実施の重要性について認識し、流域一体となった取組が必要であることを念頭に置いた。

実行のある汚濁負荷削減対策の推進を図るため、東京湾流域から発生する汚濁負荷削減の具体的な役割分担の明確化に向け、実質的な議論を進めるための「場」の設定し、遂行していくことが有効であることを示した。その議論の「場」として、東京湾再生推進会議の下部組織として「陸域汚濁負荷削減検討ワーキンググループ」を立ち上げたところであり、今後実質的な議論・活動を進めていく予定である。今後は、ワーキンググループにおいて、

分野ごとの対策分担量の設定

陸域対策実施による水質改善効果の検証

東京湾再生に向けての事業実施のスケジュール調整

等について実質的な議論を進めていく予定である。

以下に、具体的な検討内容ならびに方針について述べる。

1) 分野ごとの対策分担量の設定

上記で述べたように、閉鎖性水域での水質改善を着実に進めるためには、下水道における高度処理の推進などのポイント負荷対策のみではなく、流域全体におけるノンポイント負荷対策も着実に進める必要がある。ノンポイント負荷対策は、対策手法が多くの種類があり、個別の対策毎の効果をどのように設定するかが大きな課題である。例えば、水田における水管理の変更や水田・畑地での施肥量の変更などによる汚濁負荷削減対策に関しては、対策の実施方法によって効果も大きく異なることが指摘されており、実施箇所での実測調査等による対策効果評価手法の検討が必要である。また、森林の適正管理による流出負荷量の軽減などについても、試験林における実測調査結果は散見されるものの、一般的な知見となっているとはいえない。

しかしながら、閉鎖性水域での水質環境の改善に当たっては、当該水域に流入する負荷量を関係部局が互いに連携しながら協働して削減していく必要があり、削減効果の不明確なものはその効果を定量的に示し、実施する対策の有効性を地域住民に明確に説明していくべき責任がある。そうした説明責任を果たすことにより、地域住民、市民団体、行政等の多様な主体が参加した取組が可能となる。陸域からの負荷削減対策の効果に関しては、今後、定量的に検討していき、削減効果に応じた適切な対策分担量の設定を図っていくべきである。

2) 陸域対策実施による水質改善効果の検証

分野ごとの対策分担量を設定した後は、その汚濁負荷削減量の実施により閉鎖性水域の水質改善がどこまで進むのかを定量的に示すことが必要である。すなわち、負荷削減の

効果を定量的に示し、目標とする水質環境を達成できる可能性を示すことにより、汚濁負荷削減のための活動がより活性化することになる。今までの取組においては、汚濁負荷削減の実施主体としては、汚濁負荷削減の努力はしているが、その効果については明確な達成年次を認識しておらず、いつかは目標に到達する程度の認識しか持たれていないことが多い。

しかしながら、対策実施量とその効果による水質改善の目標達成が明確に示されることにより、各主体の汚濁負荷削減に対する活動がさらに推進されてくると考えられるのである。そのため、陸域対策実施による水質改善効果を定量的に示し、広く各主体の対策実施を促進するように努力すべきである。なお、対策実施による水質改善効果はシミュレーションにより解析することになるため、シミュレーションモデルの精度向上についても今後とも取り組んでいくべき課題である。

３）東京湾再生に向けての事業実施のスケジュール調整

東京湾の再生に向けては、その達成時期を明確に示すべきである。達成時期を関係主体が明確に意識することにより、着実な事業実施が図られるためである。そのためには、関係各主体で実行可能性の高い対策実施予定を示し、相互に調整した上で、陸域対策実施計画を設定すべきである。各年の対策実施目標を設定することにより、各主体の対策実施の進行管理を行うことができ、対策の着実な推進を図ることができる。

東京湾の再生を達成するためには、関係行政機関や市民団体ならびに地域住民と相互に連携を図りながら、陸域負荷対策の着実な進展を図ることが必要である。そのため、陸域対策の実質的な議論をする場であるワーキンググループでの議論を深め、適切な陸域対策の実施に向けて今後とも検討・協議・調整していくべきである。