

7.1.5 水質

7.1.5 水 質

1) 調査の結果

(1) 調査の手法

① 調査すべき情報

調査すべき情報は、水質（水質汚濁に係る環境基準が定められている項目（生活環境項目、健康項目、ダイオキシン類）、クロロフィル a、水温、塩分）、底質（含水率、強熱減量、水素イオン濃度（pH）、硫化物、化学的酸素要求量（COD）、全窒素、全リン、粒度組成）の状況とした。

② 調査の基本的な手法

現地で採水、採泥を行い、現地測定及び室内分析を行った。

調査の方法を表 7.1.5-1 に示す。

表 7.1.5-1 調査の方法

調査項目		調査方法
水質	採水	「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日、環水管第 30 号）に準拠した方法
	水質の分析	「JIS K 0102」（平成 28 年 3 月 22 日改正）もしくは「水質汚濁に係る環境基準について」（昭和 46 年 12 月 28 日、環境庁告示第 59 号）に準拠した方法
	クロロフィル a の分析	「海洋観測指針 6.3.3」（気象庁、1999 年）に準拠した方法
底質	採泥	「水質調査方法」及び「底質調査方法」（平成 24 年 8 月、環境省 水・大気環境局）を参考にした
	分析	底質調査方法」及び「JIS A 1204」に準拠した方法

③ 調査地域・調査地点

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とした。

調査地点の位置を図 7.1.5-1 に示す。

水質及び底質の調査地点は、対象事業実施区域周辺の沿岸部と干潟部の水質及び底質の状況を把握するために、潮流を考慮して地点を選定した。

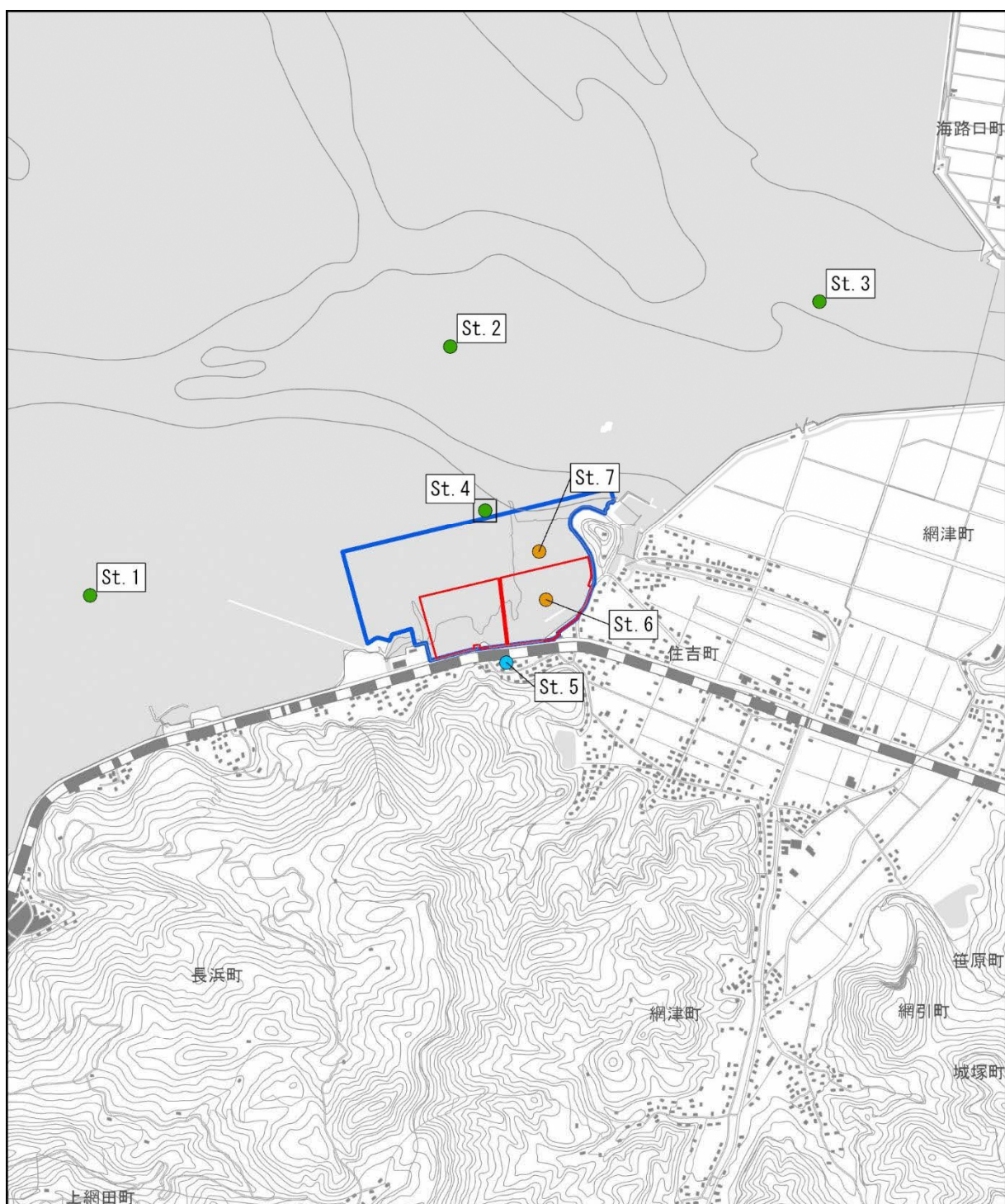


図7.1.5-1 調査地点位置図(水質・底質)

凡例

- 水質(生活環境項目・水温及び塩分)・底質
- 水質(健康項目・ダイオキシン類)
- 水質(生活環境項目)
- 底質(1季)

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



④ 調査期間等

調査時期は、季節による変化を把握するため四季とした。

調査期日は、各季節 1 日として試料採取を行った。小部田排水路は、小部田集落からの排水が生じたタイミングで採水を行った。

調査時期及び調査期日を表 7.1.5-2 に示す。

表 7.1.5-2 調査時期及び調査期日

調査項目	調査時期	調査期日
水質（海域）、底質、 水温及び塩分	冬 季	令和 6 年 2 月 26 日
	春 季	令和 6 年 4 月 23 日
	夏 季	令和 6 年 7 月 22 日
	秋 季	令和 6 年 10 月 2 日
水質（小部田排水路）	冬 季	令和 7 年 1 月 14 日
	春 季	令和 6 年 5 月 25 日
	夏 季	令和 6 年 7 月 22 日
	秋 季	令和 6 年 10 月 21 日

(2) 調査結果

① 水質の状況（水の汚れ、水の濁り）

a. 生活環境項目

水質調査結果を表 7.1.5-3 に、環境基準を表 7.1.5-4 に、環境基準の適合状況を表 7.1.5-5 に示す。

(a) 海域

海域の調査地点は、緑川河口付近の St. 3 のみが B 類型で、その他の St. 1、St. 2、St. 4 は A 類型である（「第 3 章 図 3.2-17」参照）。

調査地点 St. 1～St. 4 では、調査地点間で水質に大きな違いは見られなかった。

化学的酸素要求量（COD）は、全ての地点で生活環境項目の環境基準を超過していた時期があった。

溶存酸素量（DO）は、St. 1、St. 2、St. 4 では夏季と秋季に環境基準を超過していた時期があり、海水温の上昇が要因と考えられる。St. 3 では環境基準を満たしていた。

大腸菌数は St. 4 で環境基準を超過していた時期があった。

全窒素及び全リンは、調査海域がⅢ類型に指定されており、全窒素（T-N）は、St. 3 と St. 4 で環境基準を超過していた時期があった。全リン（T-P）は、St. 1～St. 4 の全地点で環境基準を超過していた時期があった。

一方、全亜鉛、ノニルフェノール、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS）は、全地点で生物特 A 類型の環境基準をすべて満たしていた。

(b) 海域以外

St. 5（小部田排水路）から海域に流入する排水は、調査時期により水質に変化が見られた。四季を通して小部田集落の生活雑排水が流入していると考えられ、大腸菌数、全窒素、全リン、LAS は海域の水質よりも高い濃度であった。

特に冬季は、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）、クロロフィル a の濃度が上昇しており、のり加工場からの排水による影響が考えられる。

表 7.1.5-3(1) 水質調査結果（生活環境項目等）

分析項目		St.1 (海域)				St.2 (海域)			
		冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
		R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	曇
気温	℃	9.6	16.8	29.3	23.7	10.8	17.1	31.7	23.3
水温	℃	11.9	17.8	29.8	27.6	12.2	17.9	29.7	27.2
水素イオン濃度 (pH)	—	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
化学的酸素要求量 (COD)	mg/l	2.6	1.6	3.4	1.7	1.8	2.0	3.8	1.8
浮遊物質 (SS)	mg/l	48	7	6	7	22	13	5	5
溶存酸素量 (DO)	mg/l	8.7	8.0	6.6	6.1	8.7	7.5	7.0	6.2
大腸菌数	CFU/100ml	7	3	1未満	1	20	18	1	4
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満
全窒素 (T-N)	mg/l	0.30	0.25	0.40	0.22	0.29	0.45	0.57	0.37
全リン (T-P)	mg/l	0.071	0.037	0.078	0.057	0.048	0.066	0.091	0.064
全亜鉛	mg/l	0.002	0.007	0.006	0.005	0.002	0.002	0.007	0.003
ノニルフェノール	mg/l	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (LAS)	mg/l	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満
クロロフィル a	μg/l	8.5	2.5	2.0	2.6	5.5	3.4	4.2	1.4
分析項目		St.3 (海域)				St.4 (海域)			
		冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
		R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	雨
気温	℃	11.3	17.0	30.2	23.3	11.3	17.3	29.7	23.3
水温	℃	11.7	18.0	29.5	27.1	11.9	18.1	29.6	27.3
水素イオン濃度 (pH)	—	7.8	8.0	8.1	7.9	8.0	7.9	8.0	7.9
化学的酸素要求量 (COD)	mg/l	2.3	2.0	3.5	2.0	3.2	2.4	2.9	2.0
浮遊物質 (SS)	mg/l	35	16	7	8	41	27	10	7
溶存酸素量 (DO)	mg/l	8.8	7.3	7.6	6.3	8.6	7.4	7.1	6.2
大腸菌数	CFU/100ml	12	35	9	8	26	34	5	6
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満
全窒素 (T-N)	mg/l	0.85	0.54	0.66	0.60	0.43	0.64	0.55	0.54
全リン (T-P)	mg/l	0.092	0.077	0.11	0.088	0.063	0.10	0.098	0.099
全亜鉛	mg/l	0.001	0.007	0.003	0.002	0.001未満	0.003	0.002	0.002
ノニルフェノール	mg/l	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満	0.00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (LAS)	mg/l	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満	0.0006未満
クロロフィル a	μg/l	5.3	4.0	6.7	1.4	4.8	2.6	4.3	1.3

注）赤枠は環境基準不適合を示す。

表 7.1.5-3(2) 水質調査結果（生活環境項目等）

分析項目		St. 21 (小部田排水路)			
		冬季	春季	夏季	秋季
		R7. 1. 14	R6. 5. 25	R6. 7. 22	R6. 10. 21
天候	—	晴	晴	晴	晴
気温	℃	13. 1	30. 1	34. 5	28. 0
水温	℃	12. 8	23. 4	33. 4	24. 4
水素イオン濃度 (pH)	—	7. 2	7. 6	7. 7	7. 5
化学的酸素要求量 (COD)	mg/l	29	3. 5	5. 5	2. 6
浮遊物質 (SS)	mg/l	100	7	13	6
溶存酸素量 (DO)	mg/l	7. 3	7. 6	7. 4	6. 0
大腸菌数	CFU/100ml	2220	530	1700	1300
n-ヘキサン抽出物質 (油分等)	mg/l	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満
全窒素 (T-N)	mg/l	2. 3	3. 0	1. 2	1. 7
全リン (T-P)	mg/l	0. 40	0. 58	0. 51	0. 30
全亜鉛	mg/l	0. 015	0. 002	0. 004	0. 008
ノニルフェノール	mg/l	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (LAS)	mg/l	0. 0041	0. 012	0. 0063	0. 0040
クロロフィル a	μg/l	120	0. 5未満	7. 7	2. 3

表 7.1.5-4 環境基準（生活環境項目等）

分析項目		環境基準	
		A 類型	B 類型
水素イオン濃度 (pH)	—	7. 8 以上 8. 3 以下	
化学的酸素要求量 (COD)	mg/l	2 以下	3 以下
浮遊物質 (SS)	mg/l	—	
溶存酸素量 (DO)	mg/l	7. 5 以上	5 以下
大腸菌数	CFU/100ml	20 以下	—
n-ヘキサン抽出物質 (油分等)	mg/l	0. 6 以下	
全窒素 (T-N)	mg/l	0. 05 以下	
全リン (T-P)	mg/l	0. 01 以下	
全亜鉛	mg/l	0. 0007 以下	
ノニルフェノール	mg/l	0. 006 以下	
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 及びその塩 (LAS)	mg/l	1 以下	

表 7.1.5-5 環境基準（生活環境項目）の適合状況

分析項目	地点	冬季	春季	夏季	秋季
水素イオン濃度（pH）	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○
化学的酸素要求量（COD）	St. 1	×	○	×	○
	St. 2	○	○	×	○
	St. 3	○	○	×	○
	St. 4	×	×	×	○
溶存酸素量（DO）	St. 1	○	○	×	×
	St. 2	○	○	×	×
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	×	×	×
大腸菌数	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	—	—	—	—
	St. 4	×	×	○	○
n-ヘキサン抽出物質（油分等）	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○
全窒素（T-N）	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	×	○	×	○
	St. 4	○	×	○	○
全リン（T-P）	St. 1	×	○	×	×
	St. 2	○	×	×	×
	St. 3	×	×	×	×
	St. 4	×	×	×	×
全亜鉛 ノニルフェノール 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS） クロロフィル a	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○

注) ○：環境基準適合
 ×：環境基準不適合
 —：環境基準なし

b. 健康項目

調査を行った St. 4 では、全ての項目について、人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）を満たしていた。

水質調査結果（健康項目）を表 7. 1. 5-6 に示す。

表 7. 1. 5-6 水質調査結果（健康項目）

分析項目		St. 4（海域）	環境基準
		夏季	
		R6. 7. 22	
カドミウム	mg/l	0. 0003未満	0. 003以下
全シアン	mg/l	0. 1未満	検出されないこと
鉛	mg/l	0. 001未満	0. 01以下
六価クロム	mg/l	0. 005未満	0. 05以下
砒素	mg/l	0. 002	0. 01以下
総水銀	mg/l	0. 0001未満	0. 0005以下
アルキル水銀	mg/l	0. 0005未満	検出されないこと
P C B	mg/l	0. 0005未満	検出されないこと
ジクロロメタン	mg/l	0. 002未満	0. 02以下
四塩化炭素	mg/l	0. 0002未満	0. 002以下
1, 2-ジクロロメタン	mg/l	0. 0004未満	0. 004以下
1, 1-ジクロロエチレン	mg/l	0. 01未満	0. 02以下
シス-1, 2-ジクロロエチレン	mg/l	0. 004未満	0. 04以下
1, 1, 1-トリクロロエタン	mg/l	0. 05未満	1以下
1, 1, 2-トリクロロエタン	mg/l	0. 0006未満	0. 006以下
トリクロロエチレン	mg/l	0. 001未満	0. 03以下
テトラクロロエチレン	mg/l	0. 001未満	0. 01以下
1, 3-ジクロロプロペン	mg/l	0. 0002未満	0. 002以下
チウラム	mg/l	0. 0006未満	0. 006以下
シマジン	mg/l	0. 0003未満	0. 003以下
チオベンカルブ	mg/l	0. 002未満	0. 02以下
ベンゼン	mg/l	0. 001未満	0. 01以下
セレン	mg/l	0. 001未満	0. 01以下
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/l	0. 17	10以下
1, 4-ジオキサン	mg/l	0. 005未満	0. 05以下

c. ダイオキシン類

ダイオキシン類の調査を行った St.4 で、ダイオキシン類による水質汚濁に係る環境基準を満たしていた。

水質調査結果（ダイオキシン類）を表 7.1.5-7 に示す。

表 7.1.5-7 水質調査結果（ダイオキシン類）

分析項目		St.4（海域）	環境基準
		夏季	
		R6.7.22	
ダイオキシン類	pg-TEQ/l	0.26	1 以下

d. 水温・塩分

St.1～St.4 で各季、水温、塩分の鉛直分布を現地測定した。その結果を図 7.1.5-2 及び図 7.1.5-3 に示す。

水温は 12.5～29.9℃ の範囲であった。冬季が最も低く、次に春季、秋季の順で高くなり、夏季が最も高かった。夏季でも、水温躍層（深さによって急に水温が変わる層）ははっきり形成されていなかった。また、季節ごとに地点間の明確な差はみられなかった。

塩分は 15.8～31.3 の範囲であった。季節別では、降雨の影響を受けやすい夏季に低下し、降雨量が少ない冬季に高くなる傾向があった。地点間では、湾口に近い St.1 で最も高く、St.2、St.3、St.4 は陸水（川などの淡水）の影響を受けていた。特に緑川河口沖の St.3 は、他の地点より塩分が低い傾向を示した。また、夏季の St.2 や秋季の St.4 では、塩分躍層が明確に観測されたこともあった。

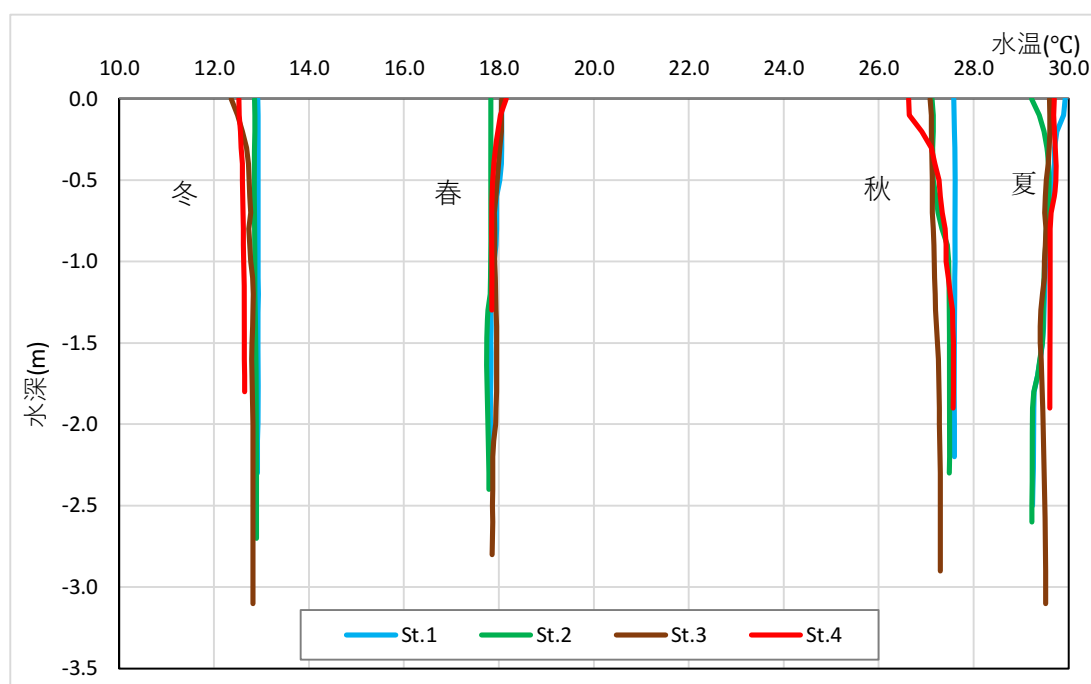


図 7.1.5-2 季別水温鉛直分布

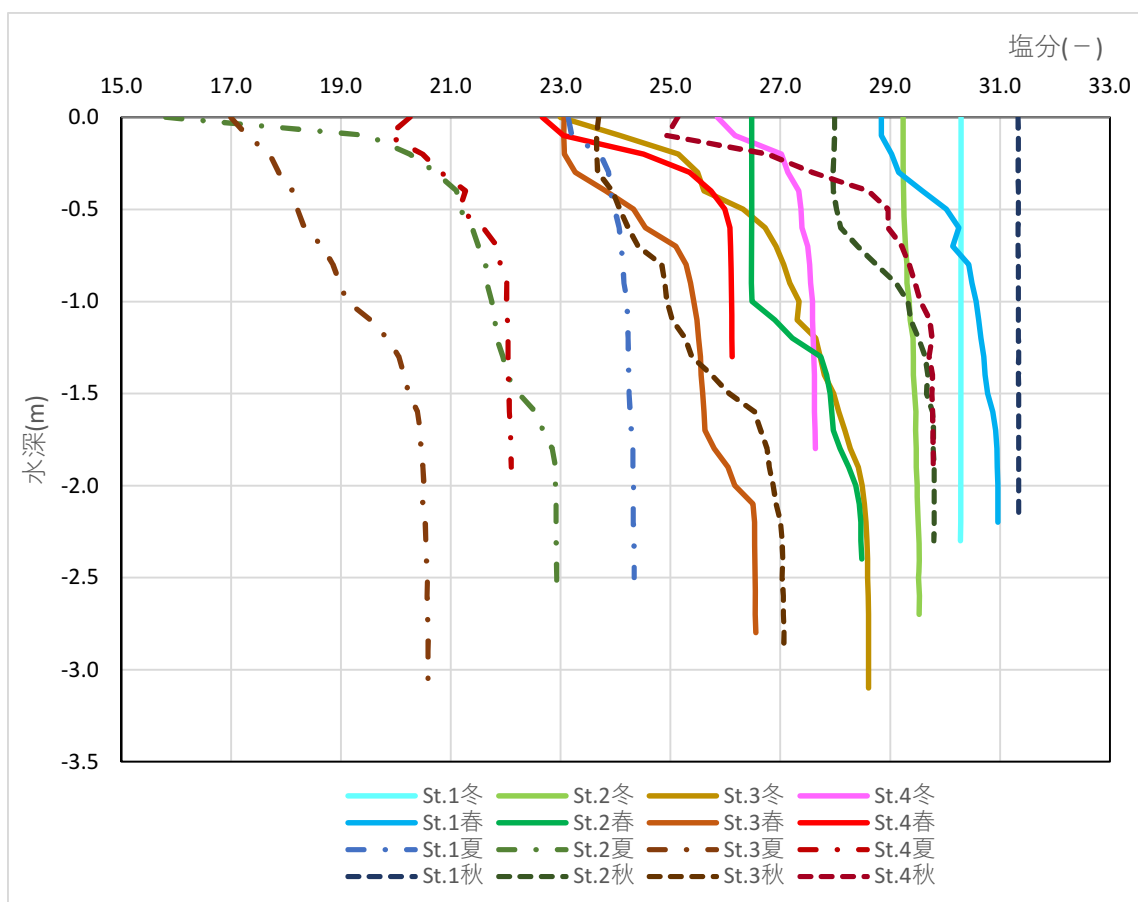


図 7. 1. 5-3 季別塩分鉛直分布

注) 塩分は無単位

② 底質の状況

a. 粒度組成、一般項目

底質調査結果を表 7. 1. 5-8 に示す。

礫分は St. 1 以外ではほとんど含まれておらず、各地点の底質は主に、砂分、シルト分、粘土分で構成されていた。St. 1、St. 4 では、砂分 (0.075mm～2mm) が約 90%を占めていた。次いで、砂分が多い地点は、St. 3 (約 50%～約 71%)、St. 7 (約 51%)、St. 2 (約 20%～約 51%)、St. 6 (約 12%) の順であった。いずれの地点でも砂分の割合が減ると、それに代わってシルト分及び粘土分の割合が増加した。

St. 1、St. 4 に比べ、St. 2、St. 3、St. 6、St. 7 では全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、過マンガン酸カリウムによる酸素要求量 (化学的酸素要求量)、硫化物、強熱減量が高く、底質の栄養塩類や有機物が多い傾向があった。

参考に、底質の水産用水基準を表 7. 1. 5-9 に示す。

水産用水基準と比較すると、St. 2 は化学的酸素要求量(基準値 20mg/g)、硫化物(基準値 0.2mg/g)が冬季、春季に基準を超過していた。St. 3 は、硫化物(基準値 0.2mg/g)が夏季に基準を超過していた。

表 7.1.5-8 底質調査結果

分析項目		St. 1				St. 2			
		冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
		R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	曇
気温	℃	9. 6	16. 8	29. 3	23. 7	10. 8	17. 1	31. 7	23. 3
乾燥減量 (含水率)	%	22. 0	22. 8	22. 9	24. 2	44. 6	43. 2	35. 8	33. 8
強熱減量	%	2. 6	2. 6	2. 6	4. 2	9. 0	9. 7	6. 5	6. 2
水素イオン濃度 (pH)	—	8. 8	8. 4	8. 4	8. 6	7. 1	7. 1	7. 4	8. 1
硫化物	mg/g	0. 04	0. 06	0. 07	0. 03	0. 54	0. 23	0. 18	0. 02
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	2. 3	1. 9	2. 1	4. 5	28	42	11	11
全窒素 (T-N)	mg/g	0. 33	0. 28	0. 25	0. 87	2. 8	3. 8	1. 0	1. 9
全リン (T-P)	mg/g	0. 30	0. 32	0. 31	0. 37	0. 88	0. 99	0. 72	0. 62
礫分 (2mm～75mm)	%	0. 0	0. 7	0. 7	2. 2	0. 0	0. 0	0. 0	0. 4
砂分 (0. 075mm～2mm)	%	93. 7	91. 8	92. 6	79. 9	20. 1	39. 0	47. 0	51. 3
シルト分 (0. 005mm～0. 075mm)	%	2. 1	2. 9	2. 2	5. 5	63. 1	42. 7	38. 6	38. 0
粘土分 (0. 005mm未満)	%	4. 2	4. 6	4. 5	12. 4	16. 8	18. 3	14. 4	10. 3
土粒子の密度	g/cm ³	2. 504	2. 685	2. 599	2. 681	2. 617	2. 592	2. 650	2. 592
分析項目		St. 3				St. 4			
		冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
		R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	雨
気温	℃	11. 3	17. 0	30. 2	23. 3	11. 3	17. 3	29. 7	23. 3
乾燥減量 (含水率)	%	35. 1	26. 4	30. 9	24. 4	25. 5	24. 2	26. 0	22. 4
強熱減量	%	5. 2	3. 5	5. 2	3. 9	1. 8	2. 2	2. 2	2. 0
水素イオン濃度 (pH)	—	8. 0	7. 4	7. 5	7. 8	8. 2	8. 1	8. 1	8. 2
硫化物	mg/g	0. 18	0. 11	0. 28	0. 09	0. 06	0. 06	0. 05	0. 02
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	15	7. 1	6. 9	6. 0	1. 8	1. 8	1. 7	1. 7
全窒素 (T-N)	mg/g	1. 7	0. 74	1. 0	0. 98	0. 29	0. 28	0. 23	0. 38
全リン (T-P)	mg/g	0. 72	0. 48	0. 62	0. 51	0. 30	0. 29	0. 29	0. 31
礫分 (2mm～75mm)	%	0. 0	0. 1	0. 0	0. 1	0. 0	0. 0	0. 1	0. 1
砂分 (0. 075mm～2mm)	%	53. 4	70. 8	50. 4	70. 7	92. 5	92. 7	91. 1	90. 0
シルト分 (0. 005mm～0. 075mm)	%	29. 3	16. 5	33. 3	15. 9	3. 0	3. 2	3. 8	5. 0
粘土分 (0. 005mm未満)	%	17. 3	12. 6	16. 3	13. 3	4. 5	4. 1	5. 0	4. 9
土粒子の密度	g/cm ³	2. 661	2. 656	2. 559	2. 650	2. 647	2. 640	2. 650	2. 641
分析項目		St. 6	St. 7						
		春季	春季						
		R6. 4. 23	R6. 4. 23						
天候	—	曇	曇						
気温	℃	18. 4	20. 4						
乾燥減量 (含水率)	%	32. 2	28. 1						
強熱減量	%	6. 3	4. 9						
水素イオン濃度 (pH)	—	7. 7	7. 9						
硫化物	mg/g	0. 16	0. 13						
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	16	14						
全窒素 (T-N)	mg/g	1. 3	1. 0						
全リン (T-P)	mg/g	0. 70	0. 55						
礫分 (2mm～75mm)	%	0. 0	0. 0						
砂分 (0. 075mm～2mm)	%	11. 7	50. 9						
シルト分 (0. 005mm～0. 075mm)	%	67. 9	32. 8						
粘土分 (0. 005mm未満)	%	20. 4	16. 3						
土粒子の密度	g/cm ³	2. 549	2. 631						

注) 赤枠は水産揚水基準不適合を示す。

表 7.1.5-9 底質の水産用水基準

底質	
1)	河川及び湖沼では、有機物などによる汚泥床、みずわたなどの発生をおこさないこと。
2)	海域では乾泥として COD _{cr} （アルカリ性法）は 20mg/g 乾泥以下、硫化物は 0.2mg/g 乾泥以下、ノルマルヘキサン抽出物質 0.1%以下であること。
3)	微細な懸濁物が岩面、礫、または砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。
4)	海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律に定められた溶出試験（昭和 48 年 2 月 17 日、環境庁告示第 14 号）により得られた検液中の有害物質のうち水産用水基準で基準値が定められている物質については、水産用水基準の基準値の 10 倍を下回ること。ただし、カドミウム、PCB については溶出試験で得られた検液中の濃度がそれぞれの化合物の検出下限値を下回ること。
5)	ダイオキシン類の濃度は 150pgTEQ/g を下回ること。

出典：「水産用水基準第 8 版（2018 年版）」（公益社団法人日本水産資源保護協会、2018 年）

2) 予測の結果

(1) 土地又は工作物の存在（水の汚れ）

① 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在により潮流が変化することによる水質の変化とし、予測対象物質は、化学的酸素要求量(COD)及び全窒素(T-N)、全リン(T-P)とした。

② 予測時期

予測時期は、流況の変化が最大となり、水の汚れに係る環境影響が最大となる、護岸が完成する時期とした。

③ 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域及びその周辺海域とした。

④ 予測方法

調査結果をもとに現況の水質濃度(COD、T-N、T-P)を再現し、その結果と現況値を比較して再現性を確認した。次に、将来（護岸完成時）の水質濃度を予測し、将来濃度から現況濃度を差し引いて差濃度を算出した。

予測の実施手順を図 7.1.5-4 に示す。

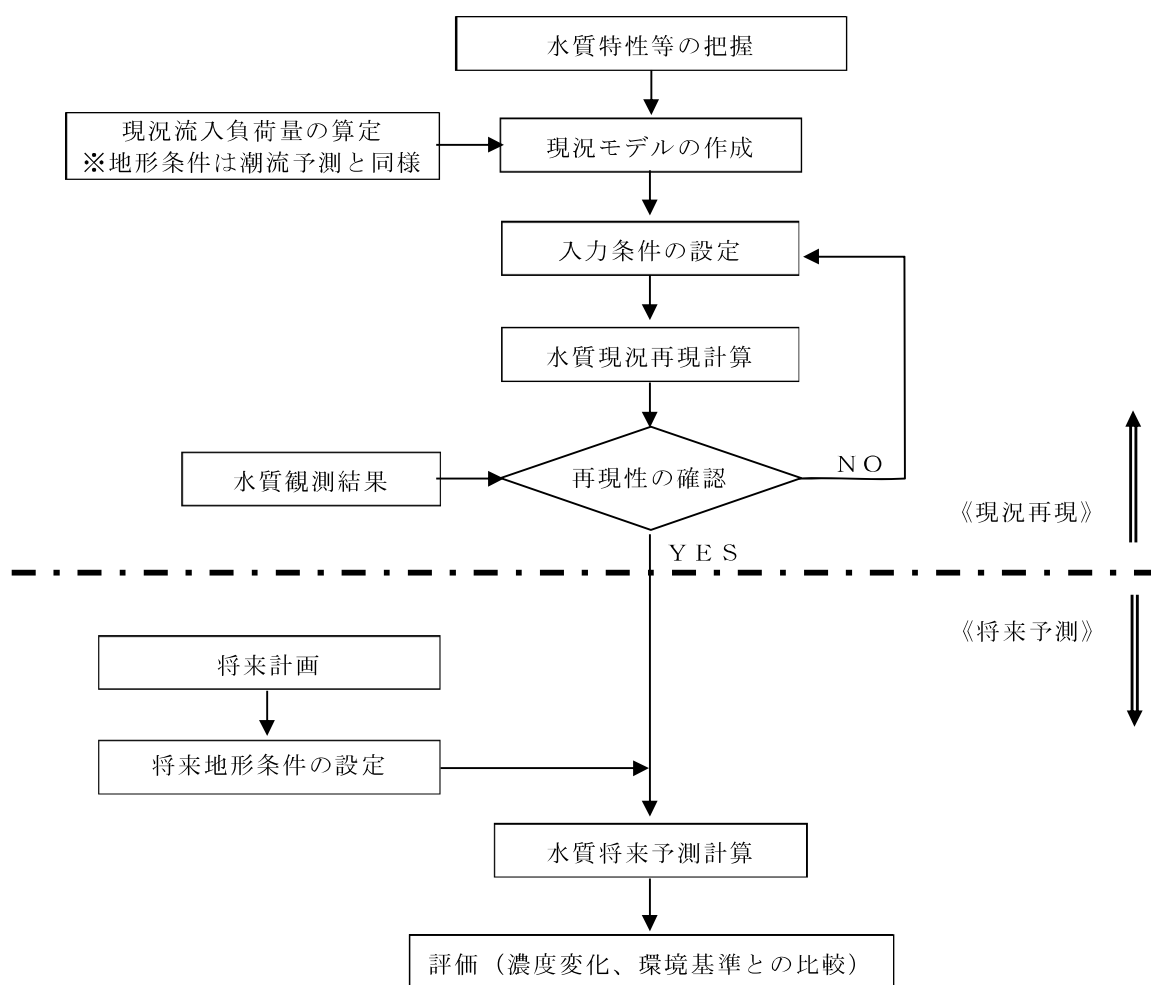
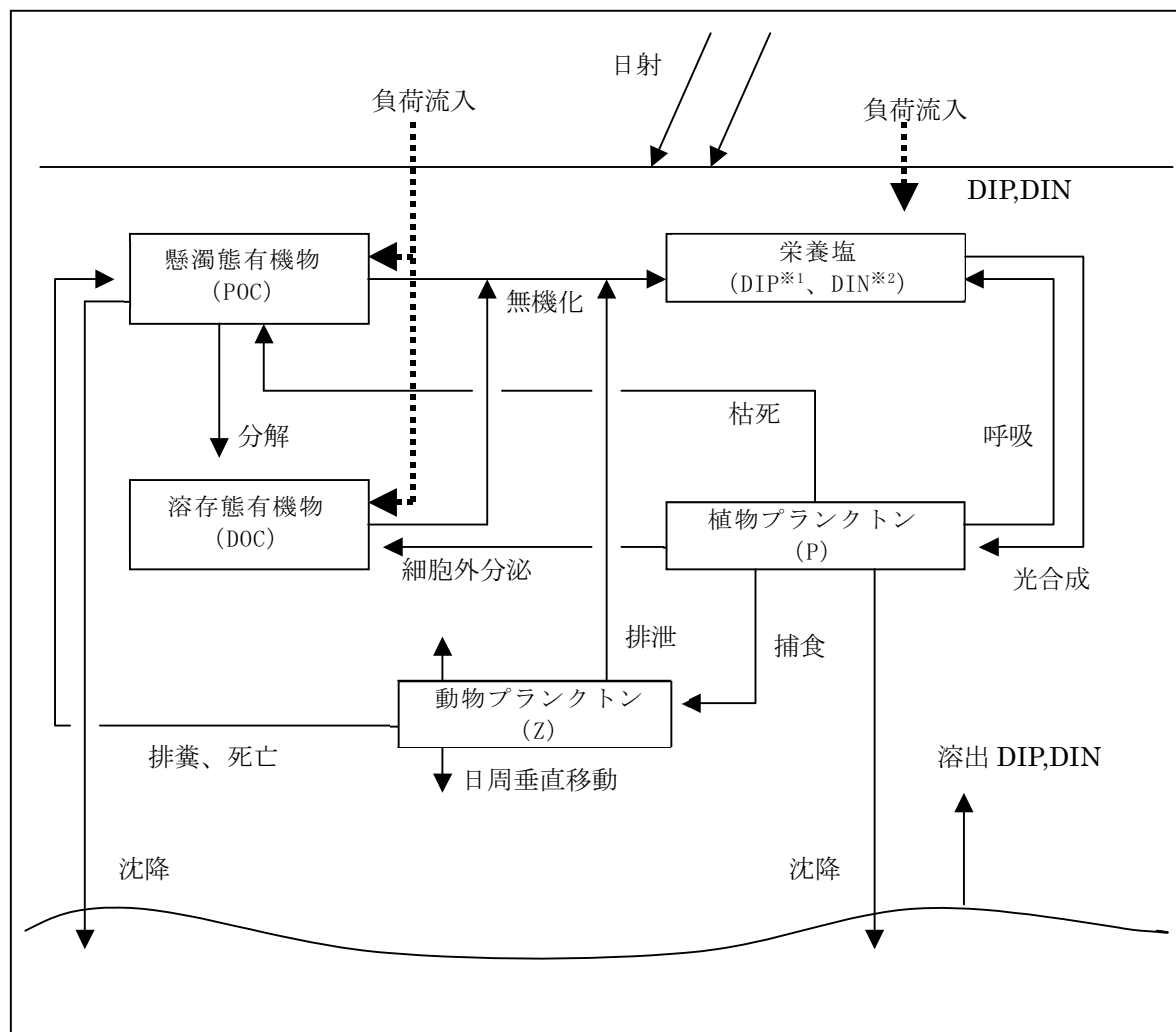


図 7.1.5-4 水の汚れの予測手順

a. 予測モデル

富栄養化モデルの構成模式図を図 7.1.5-5 に示す。

水質計算のモデル式は、Fick の拡散方程式を基礎式とした以下のモデルを採用した。また、本予測モデルは、植物プランクトンの増殖による水質変化（内部生産）や底泥からの栄養塩の溶出を考慮した富栄養化モデル（低次生態系モデル）を用いた。



注) ※1 の DIP は「溶存態無機リン」を、※2 の DIN は「溶存態無機窒素」をそれぞれ示す。
出典：「流体環境汚染」（松梨順三郎編著、1993 年、森北出版）

図 7.1.5-5 富栄養化モデルの構成模式図

【モデル基礎式】

上層 ($i=1$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i B_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i B_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i B_i}{\partial y} + (W_i \cdot B^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial B_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial B_i}{\partial y} \right) - \left(K_z \frac{\partial B}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)^* + Q_i \end{aligned}$$

下層 ($i=2$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i B_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i B_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i B_i}{\partial y} - (W_i \cdot B^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial B_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial B_i}{\partial y} \right) + \left(K_z \frac{\partial B}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)^* \end{aligned}$$

ただし、各レベル内の質量輸送 M 、 N は以下の通りである。

$$M_i = \int_{h_i} U dz \quad , \quad N_i = \int_{h_i} V dz \quad (\text{cm}^2/\text{s})$$

ここで、
 U, V, W : x, y, z 方向の流速成分 (cm/s)
 K_x, K_y, K_z : x, y, z 方向の渦動拡散係数 (cm²/s)
 B : 各セル内の平均濃度 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
 h_i : 各層の厚さ (cm)、 H_i : 海面からの海底までの深さ (cm)
 Q_i : 単位時間・単位面積当たりの水質負荷量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
 B^*_i : $W_i > 0$ のとき $B^*_i = B_{i+1}$ 、 $W_i < 0$ のとき $B^*_i = B_i$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
 $\left(\frac{\partial B}{\partial t} \right)^*$: 生物・化学的变化項

【植物プランクトン (P:mgC/m³)】

$$\frac{dP}{dt} = \text{光合成による増殖}(B_1) - \text{細胞外分泌}(B_2) - \text{呼吸}(B_3)$$

$$- \text{動物プランクトンによる被食}(B_4) - \text{枯死}(B_5) - \text{沈降}(B_6)$$

$$B_1 = v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P$$

$$B_2 = \mu_3(P) \cdot B_1$$

$$B_3 = v_3(T) \cdot P$$

$$B_4 = v_4(T, P) \cdot Z$$

$$B_5 = v_5(T) \cdot P$$

$$B_6 = w_p \frac{\partial P}{\partial Z}$$

●植物プランクトンの最大増殖速度

$$v_1 = v_1(T) = \alpha_1 \exp(\beta_1 T)$$

α_1 : 0℃における最大成長速度[day⁻¹]

β_1 : 温度係数[℃⁻¹]

●光－光合成応答

$$\mu_2(I) = \frac{I}{I_{opt}} \exp \left[1 - \frac{I}{I_{opt}} \right]$$

$$I_z = I_0 \exp(-kz)$$

$$k = k_0 + \gamma[Chl - a : C_p] \cdot P$$

I_{opt} : 最適光量

k : 消散係数($k_0 = 0.1$, $\gamma = 0.0179$)

●栄養塩による成長の制限

$$\mu_1(DIN, DIP) = \min \left\{ \frac{N}{K_N + N}, \frac{P}{K_P + P} \right\}$$

K_N, K_P : 溶存態無機窒素(DIN)、及び溶存態無機リン(DIP)の摂取に関する半飽和定数

●細胞外分泌

$$\mu_3(P) = 0.135 \exp\{-0.00201 \cdot [Chl - a : C_p] \cdot P\}$$

P : 炭素量単位[mgC/m³]の植物プランクトン生物量

$[Chl - a : C_p]$: Chl-a/C 比

●呼吸

$$v_3(T) = \alpha_2 \exp(\beta_2 T)$$

α_2 : 0℃における呼吸速度[day⁻¹]

β_2 : 温度係数[℃⁻¹]

●枯死

$$v_5(T) = \alpha_3 \exp(\beta_3 T)$$

α_3 : 0℃における枯死速度[day⁻¹]

β_3 : 温度係数[℃⁻¹]

●沈降

w_p : 沈降速度[m/day]

【動物プランクトン (Z :mgC/m³)】

$$\frac{dZ}{dt} = \text{摂食}(B_4) - \text{排糞}(B_7) - \text{排泄}(B_8) - \text{自然死亡}(B_9) \pm \text{日周垂直移動}(B_{10})$$

$$B_4 = v_4(T, P) \cdot Z$$

$$B_7 = (1 - e) \cdot B_4$$

$$B_8 = (e - g) \cdot B_4$$

$$B_9 = v_6(T) \cdot Z$$

$$B_{10} = w_z(t) \frac{\partial Z}{\partial z}$$

● 摂食

$$v_4(T, P) = \alpha_4 \exp(\beta_4 T) [1 - \exp\{\lambda(\Pi^* - \Pi)\}]$$

α_4 : 0℃における最大摂食速度[day⁻¹]

β_4 : 温度係数[℃⁻¹]

Π^* : 餌の閾値濃度[mgC/m³]

● 排泄および排糞

g : 総成長効率

e : 消化効率

● 自然死亡

$$v_6(T) = \alpha_5 \exp(\beta_5 T)$$

α_5 : 0℃における死亡速度[day⁻¹]

β_5 : 温度係数[℃⁻¹]

● 日周垂直移動

$$w_z(t) = -w_{down} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{DL} t\right)$$

$$w_z(t) = w_{up} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{1 - DL}(t - DL)\right)$$

w_z : 最大降下または上昇速度

w_{down} : 最大下降速度[m/day]

w_{up} : 最大上昇速度[m/day]

DL : 日長

【懸濁態有機物 (POC:mgC/m³)】

$$\begin{aligned}\frac{dPOC}{dt} = & \text{植物プランクトン枯死}(B_5) + \text{動物プランクトン排糞}(B_7) \\ & + \text{動物プランクトン自然死亡}(B_9) - \text{細菌による分解}(B_{11}) \\ & - \text{分解余剰物生成}(B_{12}) - \text{沈降}(B_{13}) \\ & + \text{系外からの流入}(q_{POC}) \\ B_5 = & v_5(T) \cdot P \\ B_7 = & (1 - e) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\ B_9 = & v_6(T) \cdot Z \\ B_{11} = & v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{12} = & \xi \cdot B_{10} \\ B_{13} = & w_{poc} \frac{\partial POC}{\partial z}\end{aligned}$$

●細菌による分解

$$v_7 = (T, DO) = \alpha_6 \exp(\beta_6 T) \cdot \frac{DO}{K_{DO}^1 + DO}$$

α_6 : 0℃における分解速度[day⁻¹]

β_6 : 温度係数[℃⁻¹]

K_{DO}^1 : 酸素制限の半飽和値[mg/l]

●分解余剰物生成

ξ : デトリタスの直接無機化量に対する余剰物生成割合

●沈降

w_{poc} : 沈降速度[m/day]

【溶存態有機物 (DOC:mgC/m³)】

$$\begin{aligned}\frac{dDOC}{dt} = & \text{植物プランクトン細胞外分泌}(B_2) + \text{POM分解余剰生成}(B_{12}) \\ & - \text{無機化}(B_{14}) + \text{系外からの流入}(q_{DOC}) \\ B_2 = & \mu_3(P) \cdot v(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\ B_{12} = & \kappa \cdot v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{14} = & v_8(T, DO) \cdot DOC\end{aligned}$$

●無機化

$$v_8(T, DO) = \alpha_7 \exp(\beta_7 T) \cdot \frac{DO}{K_{DO}^2 + DO}$$

α_7 : 0℃における DOC の無機化速度[day⁻¹]

β_7 : 温度係数[℃⁻¹]

K_{DO}^2 : 酸素制限の半飽和値[mg/l]

【溶存態無機リン (DIP: $\mu\text{g-atm/l}$)】

$$\frac{dDIP}{dt} = -\text{植物プランクトンによる摂取}([P:C_P]B_1)$$

+植物プランクトンの呼吸($[P:C_P]B_3$)
 +動物プランクトンの排泄($[P:C_Z]B_8$)
 +懸濁態有機物の無機化($[P:C_{POM}]B_{11}$)
 +溶存態有機物の無機化($[P:C_{DOM}]B_{14}$)
 +底泥からの回帰 (溶出) (B_{15})
 +系外から流入(q_{DIP})

$$\begin{aligned} B_1 &= v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\ B_3 &= v_3(T) \cdot P \\ B_8 &= (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\ B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC \\ B_{15} &= v_9(T, DO) / h_b \end{aligned}$$

●底泥からの回帰 (溶出)

$$v_9(T, DO) = \alpha_9 \exp(\beta_9 T - \gamma_P DO)$$

α_9 : 0°C における溶出速度 [$\text{mgP}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$]

β_9 : 温度係数 [$^\circ\text{C}^{-1}$]

γ_P : DO 濃度による溶出の抑制効果を表すパラメータ [$(\text{mgO}_2/\text{l})^{-1}$]

h_b : 底層の厚さ [m]

【溶存態無機窒素 (DIN: $\mu\text{g-atm/l}$)】

$$\frac{dDIN}{dt} = -\text{植物プランクトンによる摂取}([N:C_P]B_1)$$

+植物プランクトンの呼吸($[N:C_P]B_3$)
 +動物プランクトンの排泄($[N:C_Z]B_8$)
 +懸濁態有機物の無機化($[N:C_{POM}]B_{11}$)
 +溶存態有機物の無機化($[N:C_{DOM}]B_{14}$)
 +底泥からの回帰 (溶出) (B_{16})
 +系外から流入(q_{DIN})

$$\begin{aligned} B_1 &= v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\ B_3 &= v_3(T) \cdot P \\ B_8 &= (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\ B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC \\ B_{16} &= v_{10}(T, DO) / h_b \end{aligned}$$

●底泥からの回帰

$$v_{10}(T, DO) = \alpha_{10} \exp(\beta_{10} T - \gamma_N DO)$$

α_{10} : 0°C における $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出速度 [$\text{mgN}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$]

β_{10} : 温度係数 [$^\circ\text{C}^{-1}$]

γ_N : DO 濃度による溶出の抑制効果を表すパラメータ [$(\text{mgO}_2/\text{l})^{-1}$]

h_b : 底層の厚さ [m]

【溶存酸素 (DO:mg/l)】

$$\frac{dDO}{dt} = \text{光合成による供給} (D_1 = [TOD:C_P]B_1)$$

ー植物プランクトンの呼吸による消費 ($D_2 = [TOD:C_P]B_3$)

ー動物プランクトンの呼吸による消費 ($D_3 = [TOD:C_Z]B_8$)

ー懸濁態有機物の無機化に伴う消費 ($D_4 = [TOD:C_{POM}]B_{11}$)

ー溶存態有機物の無機化に伴う消費 ($D_5 = [TOD:C_{DOM}]B_{14}$)

ー底泥による酸素消費 (D_6) + 再曝気 (D_7)

$$B_1 = v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P$$

$$B_3 = v_3(T) \cdot P$$

$$B_8 = (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z$$

$$B_{11} = v_7(T, DO) \cdot POC$$

$$B_{14} = v_8(T, DO) \cdot DOC$$

$$D_6 = v_{11}(T) / h_b$$

$$D_7 = k_a(DO_S - DO) / h_s$$

● 底泥による酸素消費

$$v_{11}(T) = \alpha_8 \exp\{\beta_8(T - T_B)\} [mgO_2/m^2 \cdot day]$$

α_8 : 水温 $T = T_B [^\circ C]$ における酸素消費速度

β_8 : 温度係数 [$^\circ C^{-1}$]

h_b : 底層の厚さ [m]

● 再曝気

DO_S : 飽和酸素量

k_a : 再曝気係数

h_s : 表層の厚さ [m]

予測式における使用記号を以下に示す

t	: 時間 (s)
T_i	: 第 i 層の水温 (°C)
P_i	: 第 i 層の植物プランクトン濃度 (mgC/m ³)
Z_i	: 第 i 層の動物プランクトン濃度 (mgC/m ³)
POC_i	: 第 i 層の懸濁態有機炭素 (POC) 濃度 (mgC/m ³)
DOC_i	: 第 i 層の溶存態有機炭素 (DOC) 濃度 (mgC/m ³)
DIN_i	: 第 i 層の無機態窒素 (I-N) 濃度 (μ g-at/l)
DIP_i	: 第 i 層の無機態りん (I-P) 濃度 (μ g-at/l)
DO_i	: 第 i 層の溶存酸素 (DO) 濃度 (mg/l)
W_{poci}	: 第 i 層の POC の沈降速度 (m/s)
q_{POC}	: POC の流入負荷フラックス (mgC/m ² ・s)
q_{DOC}	: DOC の流入負荷フラックス (mgC/m ² ・s)
q_{DIN}	: DIN 流入負荷フラックス (mgN/m ² ・s)
q_{DIP}	: DIP 流入負荷フラックス (mgP/m ² ・s)
$C_p:C_{hl}$	: 植物プランクトン体内の C/Chl. a 比 (-)
$N:C_p$	: 植物プランクトン体内の N/C 比 (-)
$N:C_z$	: 動物プランクトン体内の N/C 比 (-)
$N:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の N/C 比 (-)
$N:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の N/C 比 (-)
$P:C_p$	: 植物プランクトン体内の P/C 比 (-)
$P:C_z$	: 動物プランクトン体内の P/C 比 (-)
$P:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の P/C 比 (-)
$P:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の P/C 比 (-)
$TOD:C_p$	: 植物プランクトン体内の TOD/C 比 (-)
$TOD:C_z$	: 動物プランクトン体内の TOD/C 比 (-)
$TOD:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の TOD/C 比 (-)
$TOD:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の TOD/C 比 (-)

⑤ 予測の前提条件

数値シミュレーションに用いた予測の計算条件を表 7.1.5-10 及び図 7.1.5-6、図 7.1.5-7 に示す。

表 7.1.5-10(1) 予測の前提条件

項目	内容及び設定値	備考
計算領域	対象地付近の地形や流況を考慮して設定	「7.1.4 水象 2) 予測の結果(4) 予測方法」と同じ設定とした。
地形	以下のデータより作成 海底地形デジタルデータ M7024 国土地理院地図（干出域） 埋立護岸平面図 調査地点水深	同上
格子幅	20m	同上
鉛直層分割	第1層：海面～3m 第2層：3m～海底	同上
対象時期	夏季	計算対象時期は植物プランクトン等の内部生産過程の影響が大きい夏季とし、75%値と年平均値への換算は、図 7.1.5-6 に示す公共用水域水質調査結果の相関式を用いた。
流動条件	潮流計算結果（M ₂ +S ₂ 潮）	
水平渦動拡散係数	$1.0 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$	「沿岸海洋学 ^{*1)} 」の p. 97 より水平渦動拡散係数は $1.0 \times 10^1 \sim 10^8 \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定。また、現地調査で得られた水平拡散係数は $10^3 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ のオーダーであった。
鉛直渦動拡散係数	$0.10 \text{ cm}^2/\text{s}$	「港湾工事における濁りの影響予測の手引き ^{*2)} 」の p. 49 より $0.01 \sim 1.00 \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定。
水質濃度境界条件	COD(mg/l) T-N(mg/l) T-P(mg/l) A: 2.00 0.27 0.027 B: 2.00 0.27 0.027 C: 2.00 0.27 0.027 D: 2.00 0.27 0.027	濃度境界条件は現地調査結果（令和 6 年 7 月 22 日測定）と出典 3) より令和元年～令和 5 年の各 7～9 月の観測結果を参考に再現性を考慮して設定した。 境界濃度の設定位置は図 7.1.5-7 に示す。
負荷流入量条件	緑川の負荷流入量を設定 COD: 30,182(kg/日) T-N: 11,791(kg/日) T-P: 880(kg/日)	「水質調査結果 ^{*3)} 」より夏季平均濃度(令和元年～令和 5 年の各 7～9 月)に流量を乗じて設定した。
タイムステップ	1.0s	CFL [*] 条件を満たす値を設定。
計算時間	10 潮汐（120 時間 助走期間含む）	12 時間の周期定常計算を 10 回反復し、結果は計算が安定した最後の 24 時間を使用した。

注) *CFL は、Courant-Friedrichs-Lewy computational stability criterion の略で、CFL 条件はタイムステップの最大を許容する条件。「格子点間隔 / 最大流速 × タイムステップ」を満たす条件をいう。

出典: 1) 「沿岸海洋学」(柳哲雄、1989 年、恒星社厚生閣)

2) 「港湾工事における濁りの影響予測の手引き」(国土交通省港湾局、2004 年)

3) 「令和元年度(2019 年度)～令和 5 年度(2023 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2021 年～2025 年)

表 7.1.5-10(2) 予測条件

項 目	生物過程		単 位	設定値	備 考
植物 プランクトン (P)	光合成	増殖速度	1/day	0.851	1)0.851、2)0.893 を参考に設定
		温度係数	—	0.063	1)0.063、2)0.633 を参考に設定
		光合成最適光量	Cal/cm ² /日	200	1)200、2)200 を参考に設定
		リン半飽和濃度	μg-at/l	0.1	1)0.1、2)0.1 を参考に設定
		窒素半飽和濃度	μg-at/l	3.0	1)3.0、2)3.0 を参考に設定
	枯死	枯死速度	1/day	0.01	1)0.01 を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0639 を参考に設定
	呼吸	呼吸速度	1/day	0.01	1)0.03、2)0.01 を参考に設定
		温度係数	—	0.0524	1)0.0519、2)0.0524 を参考に設定
	沈降	沈降速度	m/day	0.10	1)0.173、2)0.1 を参考に設定
	組成比	Chl. a/C	(mg/mg)	0.021	2)0.021 を参考に設定
		P/C	(mg/mg)	0.8	2)0.8 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	11.71	2)11.71 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.41	1)3.47、2)3.410 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.511	1)1.51、2)1.511 を参考に設定
動物 プランクトン (Z)	摂食	最大摂食速度	1/day	0.18	1)0.18、2)0.81 を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0693、2)0.0693 を参考に設定
	死亡	死亡速度	1/day	0.054	1)0.054、2)0.054 を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0693、2)0.0693 を参考に設定
	排糞・排出	同化効率	—	0.7	1)0.7、2)0.7 を参考に設定
		成長効率	—	0.3	1)0.3、2)0.3 を参考に設定
	組成比	P/C	(mg/mg)	0.704	2)0.704 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	13.20	2)13.20 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.51	2)3.51 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.55	2)1.55 を参考に設定
		分解速度	1/day	0.20	1)0.1、2)0.2 を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0693、2)0.07 を参考に設定
		DO 制限の 半飽和値	(mg/l)	1.0	1)1.0、2)1.0 を参考に設定
		沈降速度	m/day	0.432	1)0.432、2)0.432 を参考に設定
		P/C	(mg/mg)	0.5048	2)0.5048 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	9.921	2)9.921 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.30	2)3.30 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.46	2)1.46 を参考に設定

注) 備考欄の 1)、2) は、出典 1)、2) を示す。

出典：1)「流体環境汚染」(松梨順三郎編著、1993 年、森北出版)

2)「水理公式集 2018 年版」(土木学会、2019 年)

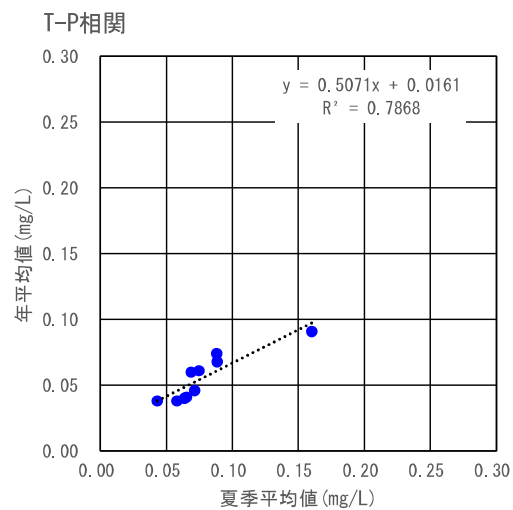
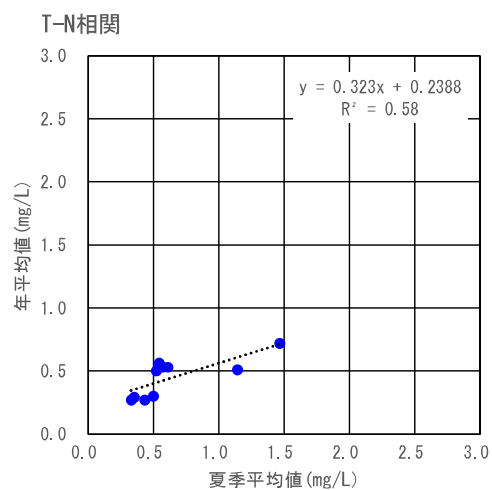
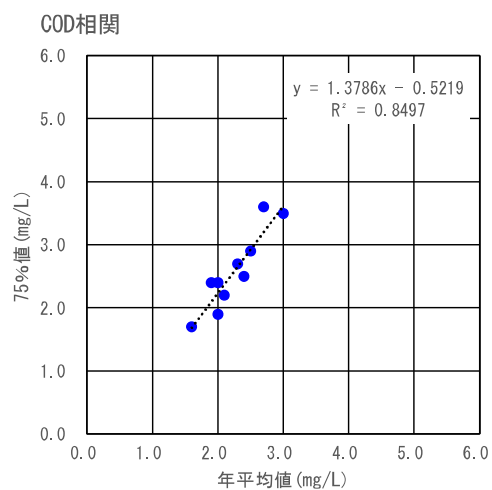
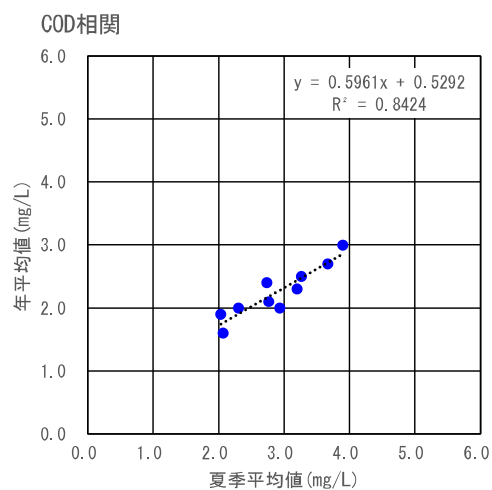
表 7.1.5-10(3) 予測条件

項 目	生物過程		単 位	設定値	備 考
溶存有機物 (DOC)	無機化	分解速度	1/day	0.02	1)0.02、2)0.02を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0693、2)0.0693を参考に設定
		DO制限の 半飽和値	(mg/l)	1.0	1)1.0、2)1.0を参考に設定
	組成比	P/C	(mg/mg)	0.2581	2)0.2581を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	7.143	2)7.143を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.12	2)3.12を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.38	2)1.38を参考に設定
溶存態無機リン (DIP)	溶出	溶出速度	(mg/m ² ・day)	2.45	1)2.45、2)2.45を参考に設定
溶存態無機窒素 (DIN)	溶出	溶出速度	(mg/m ² ・day)	24.5	1)24.5、2)24.5を参考に設定
溶存酸素 (DO)	消費	酸素消費速度	(mg/m ² ・day)	1500.0	1)1500、2)1500を参考に設定

注) 備考欄の1)、2)は、出典1)、2)を示す。

出典：1)「流体環境汚染」(松梨順三郎編著、1993年、森北出版)

2)「水理公式集 2018年版」(土木学会、2019年)



(左上：COD 年平均、右上：COD75%値、左下：T-N、右下：T-P)

図 7.1.5-6 水質相関図

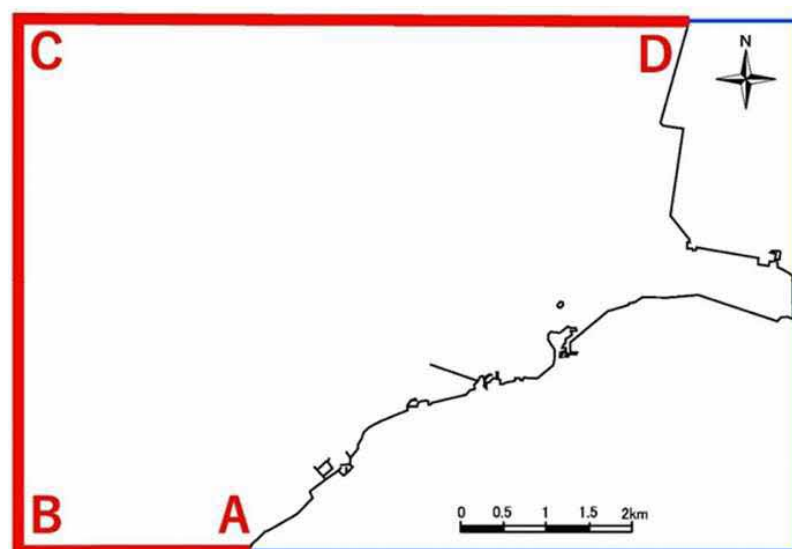


図 7.1.5-7 水質濃度境界条件設定位置図

⑥ 予測結果

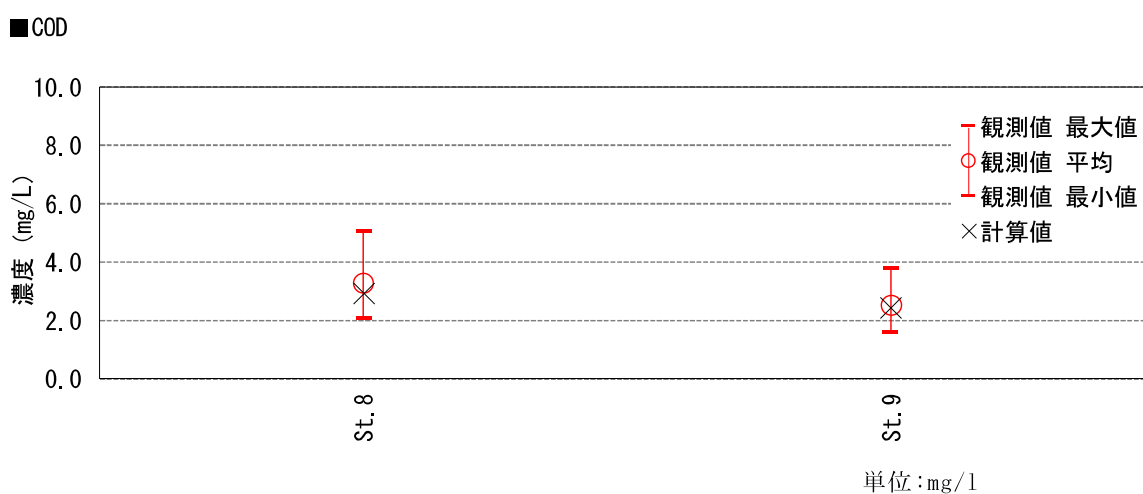
a. 再現検証

計算結果の濃度と観測結果の濃度との比較を図 7.1.5-8～図 7.1.5-10 に示す。

再現検証では、計算結果の濃度と令和元年度～令和 5 年度の公共用水域水質調査結果（熊本県）の 7 月～9 月観測結果の濃度を比較した。

比較地点は、熊本県の観測地点の St.8 緑川河口及び St.9 緑川地先とした（「第 3 章 図 3.1-14」参照）。

計算結果は、全ての項目において熊本県の観測結果の最大最小の範囲内に分布しており、本検討で設定した計算条件、計算モデルは対象海域の水質を良好に再現できていると判断した。

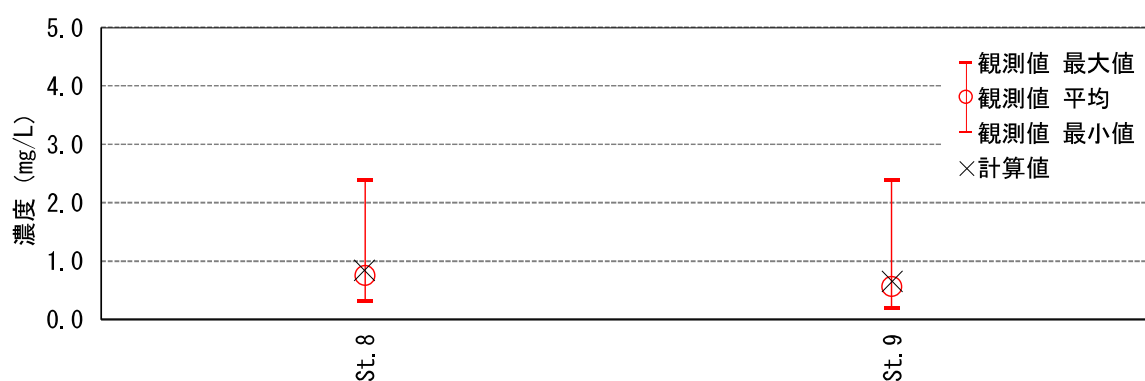


地点 No.	地点名	計算値	観測値（7 月～9 月）※		
		平均	平均	最大値	最小値
St.8	緑川河口	2.9	3.3	5.1	2.1
St.9	緑川地先	2.4	2.5	3.8	1.6

出典）※「令和元年度（2019 年度）～令和 5 年度（2023 年度）水質調査結果
（公共用水域及び地下水）」（熊本県、2019 年～2025 年）

図 7.1.5-8 化学的酸素要求量（COD）濃度比較図

■ T-N



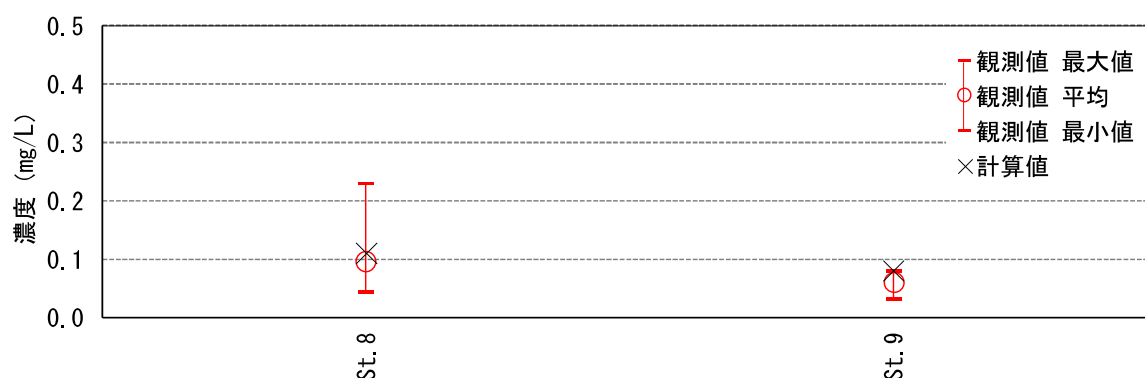
単位:mg/l

地点 No.	地点名	計算結果	観測値 (7月～9月) ※		
		平均	平均	最大値	最小値
St. 8	緑川河口	0.84	0.74	2.40	0.33
St. 9	緑川地先	0.64	0.55	2.40	0.20

出典) ※「令和元年度(2019年度)～令和5年度(2023年度)水質調査結果
(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2019年～2025年)

図 7.1.5-9 全窒素 (T-N) 濃度比較図

■ T-P



単位:mg/l

地点 No.	地点名	計算結果	観測値 (7月～9月) ※		
		平均	平均	最大値	最小値
St. 8	緑川河口	0.109	0.096	0.230	0.044
St. 9	緑川地先	0.080	0.060	0.081	0.034

出典) ※「令和元年度(2019年度)～令和5年度(2023年度)水質調査結果
(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2019年～2025年)

図 7.1.5-10 全リン (T-P) 濃度比較図

b. 予測結果

現況の濃度分布及び予測した濃度分布図と差濃度図を図 7.1.5-11～図 7.1.5-22 に示す。

現況の濃度分布図の化学的酸素要求量 (COD) については、夏季平均値及び 75% 値、全窒素 (T-N) 及び全リン (T-P) については、夏季平均値及び年平均値を示している。

また、予測した濃度分布図と差濃度図は、化学的酸素要求量 (COD) について 75% 値、全窒素 (T-N) 及び全リン (T-P) について年平均値を示している。

すべての項目で、対象事業実施区域及び周辺において将来濃度の上昇が予測された。濃度の最大上昇量は、化学的酸素要求量 (COD) が 0.13mg/L、全窒素 (T-N) が 0.0086mg/L、全リン (T-P) が 0.0016mg/L と予測された。

化学的酸素要求量 (COD) 及び全窒素 (T-N) の濃度が上昇する範囲は、対象事業実施区域及び近傍の極めて狭い範囲に限られる。全リン (T-P) は対象事業実施区域とその隣接海域で濃度上昇が認められ、化学的酸素要求量 (COD) 及び全窒素 (T-N) に比べると比較的広い範囲に及んでいる。

濃度の変化が小さく、かつ濃度上昇範囲が対象事業実施区域及び近傍に限られることから、本事業による周辺海域への影響は極めて小さいと予測される。

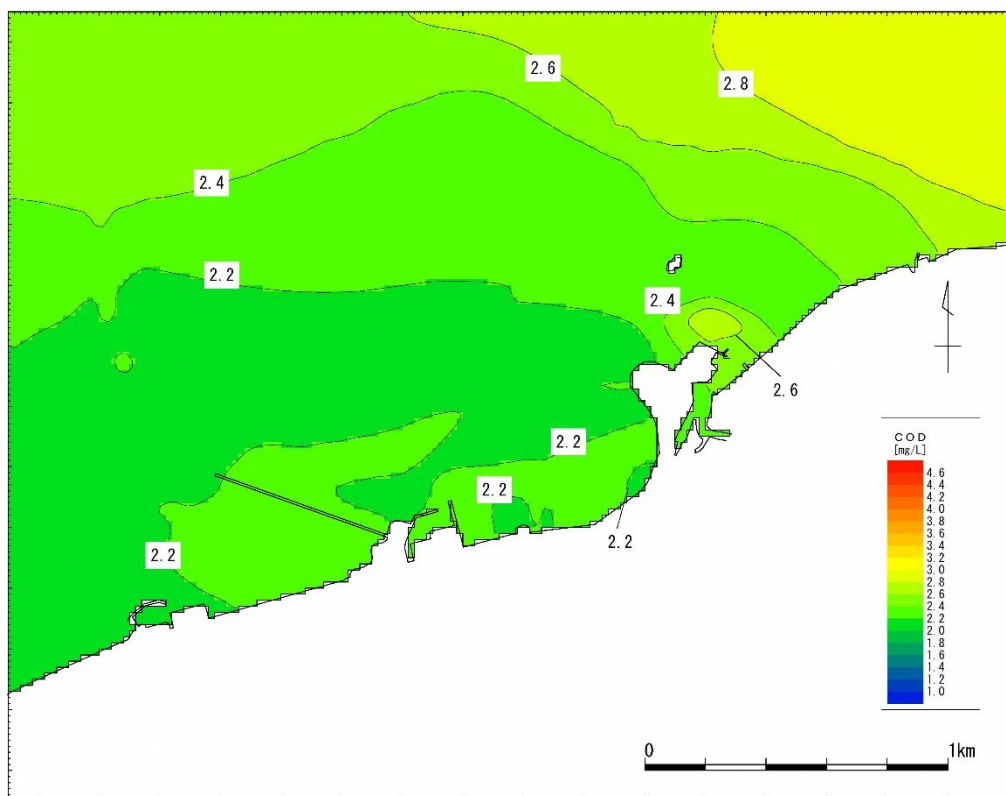


図 7.1.5-11 現況の COD 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

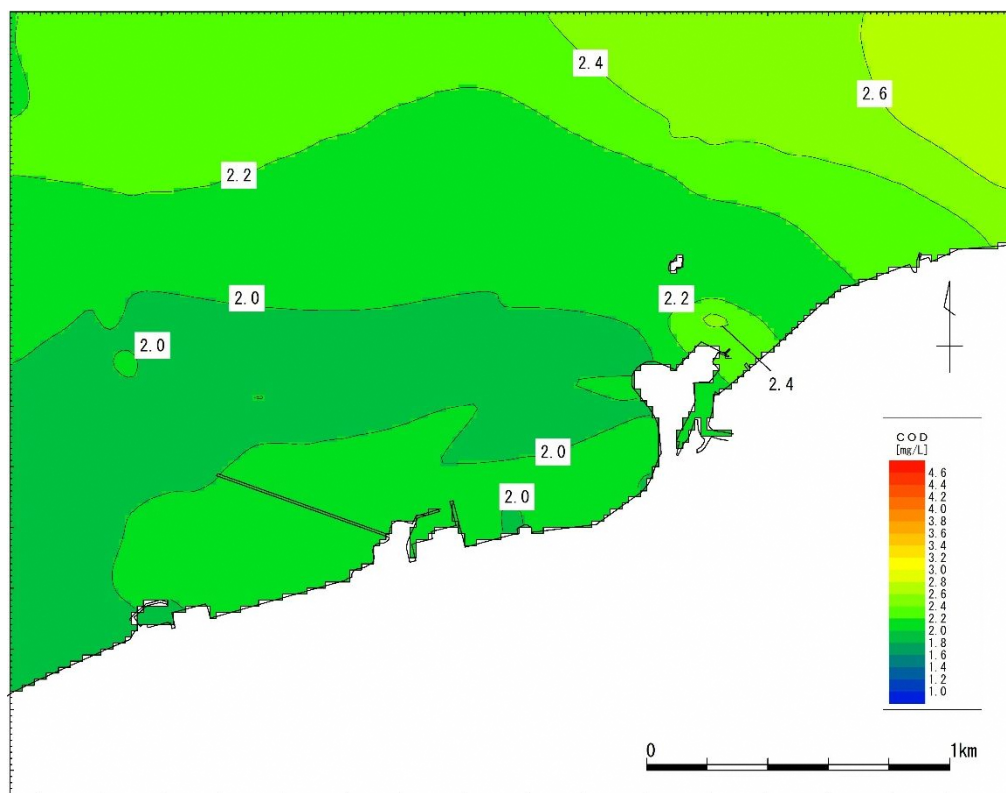


図 7.1.5-12 現況の COD 濃度分布図（75%値 第 1 層）

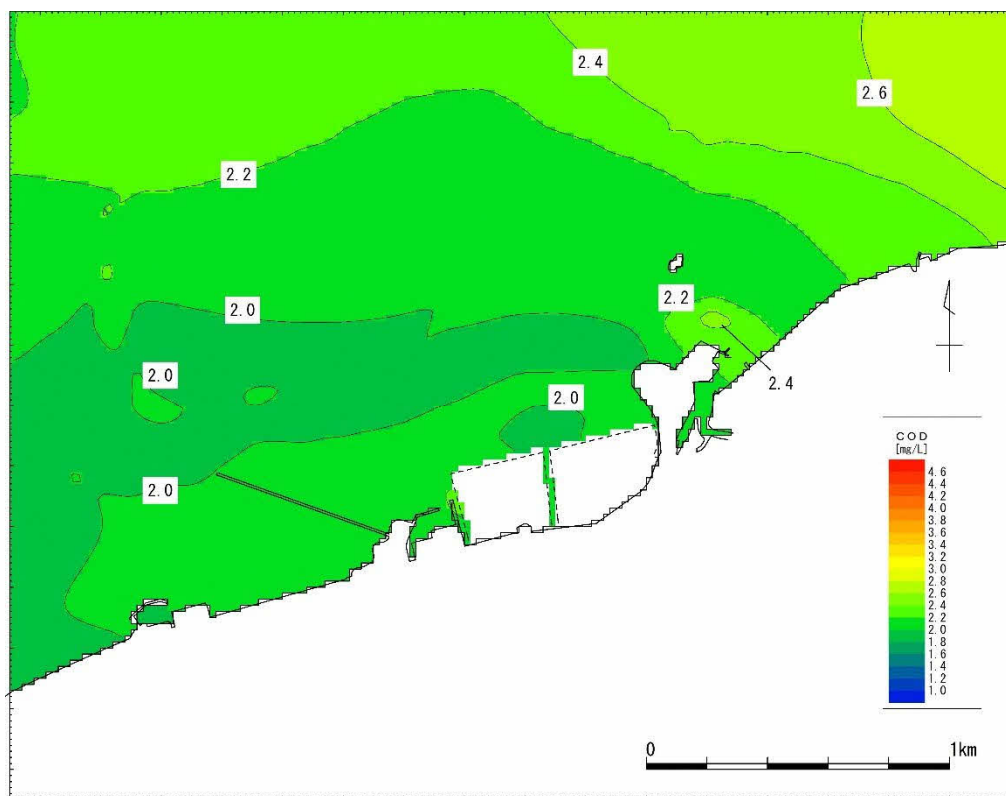
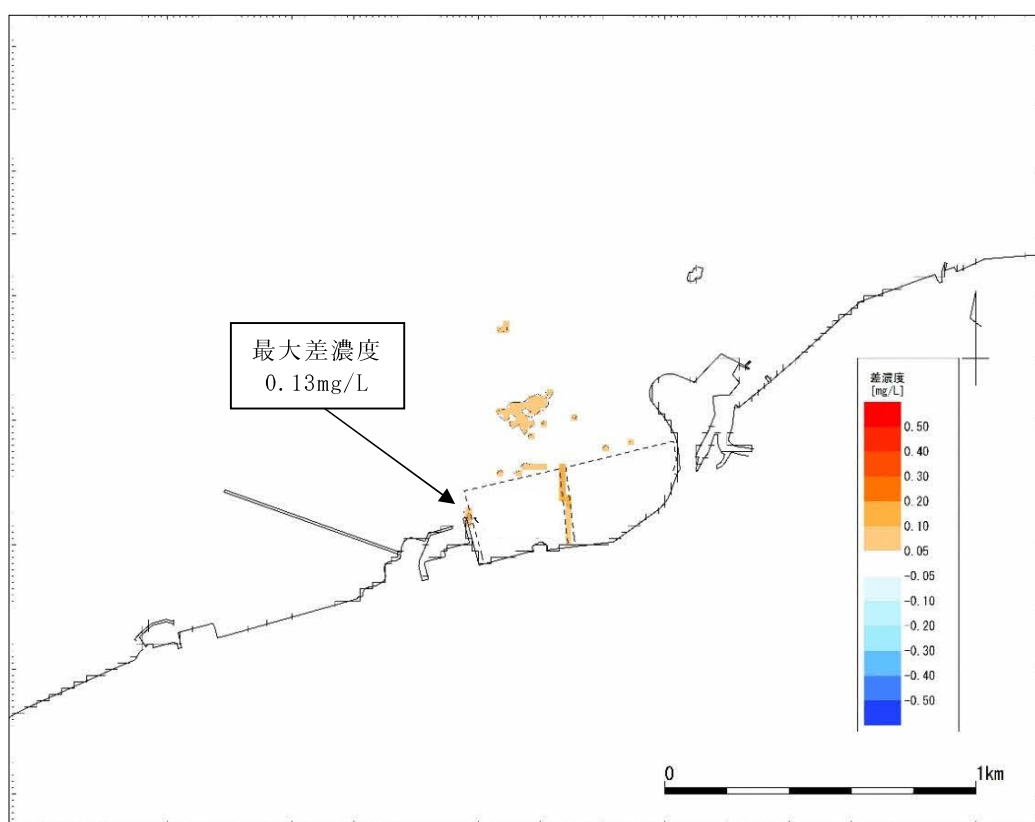


図 7.1.5-13 将来の COD 濃度分布図（75%値 第 1 層）



注)「差濃度値＝将来濃度－現況濃度」で算出した。
 値が+の場合は将来濃度が高く、-の場合は現況濃度が高い事を示す。

図 7.1.5-14 COD 差濃度図（75%値 第 1 層）

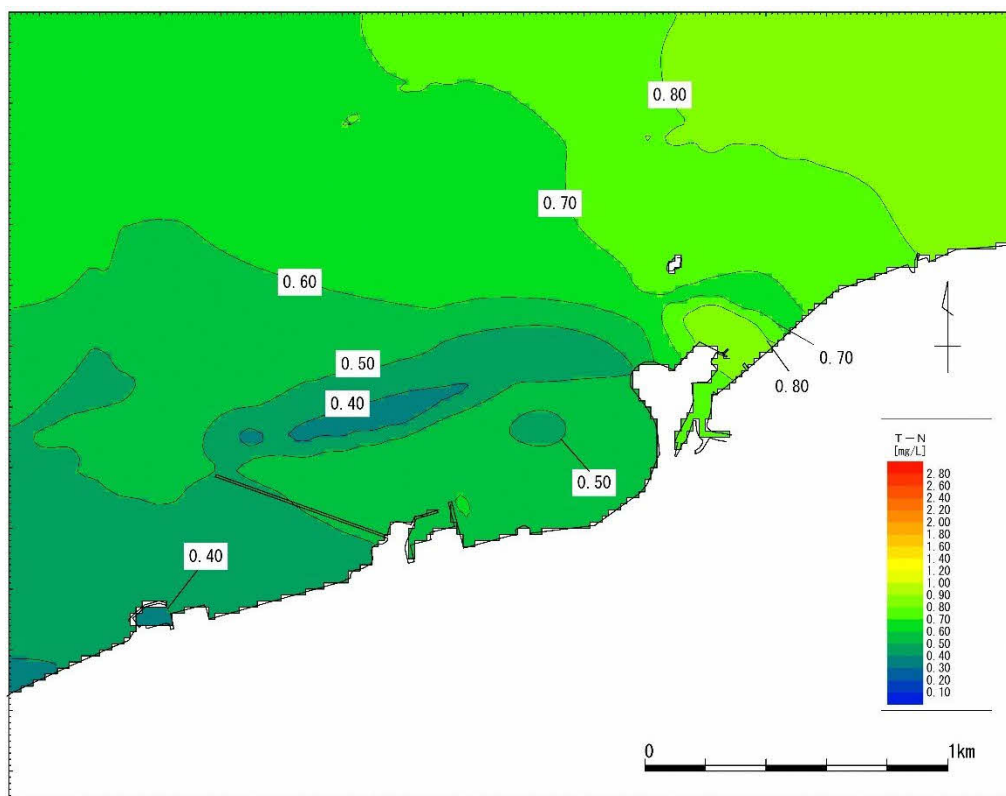


図 7.1.5-15 現況の T-N 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

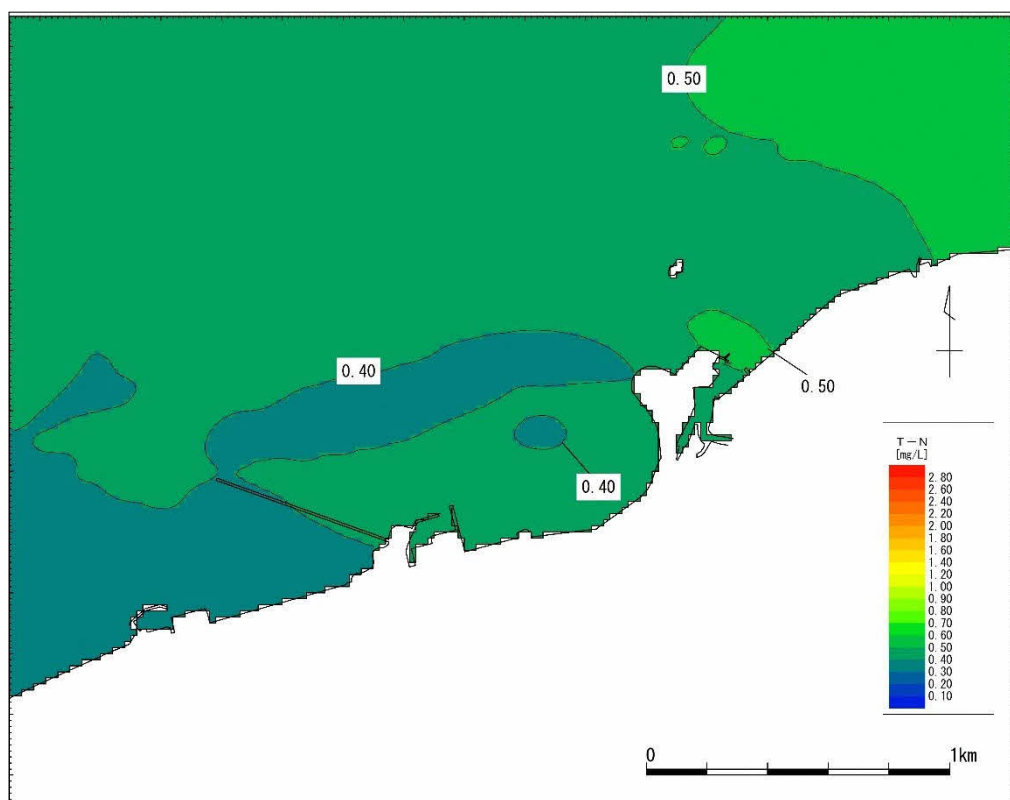


図 7.1.5-16 現況の T-N 濃度分布図（年平均値 第 1 層）

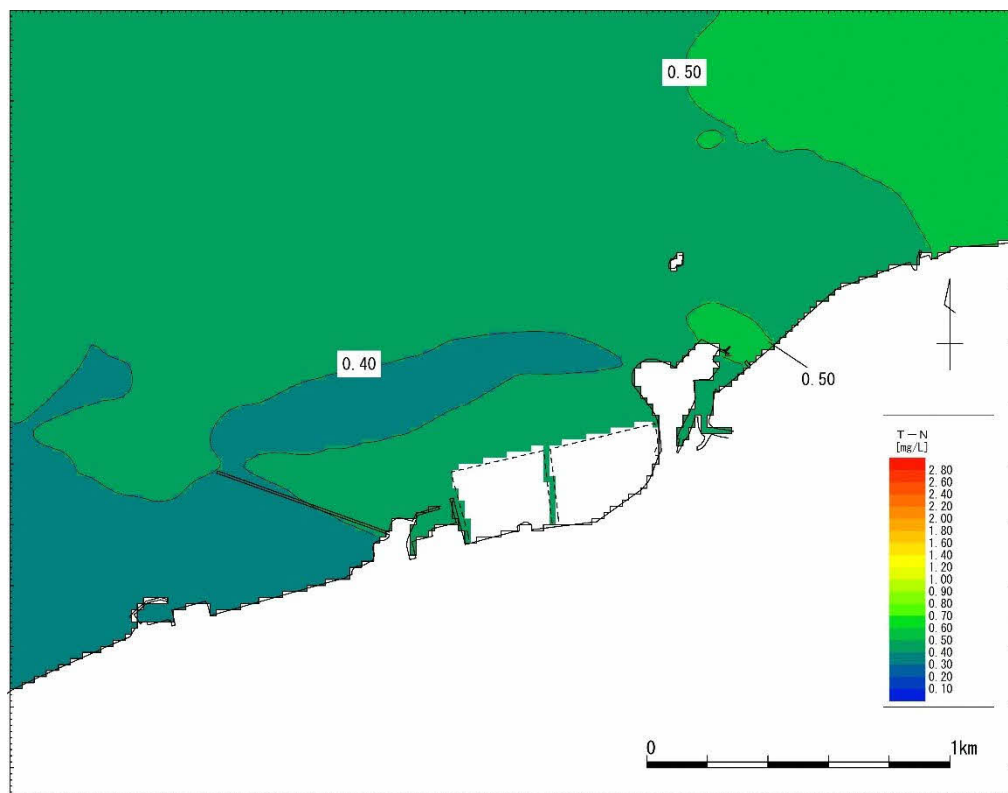
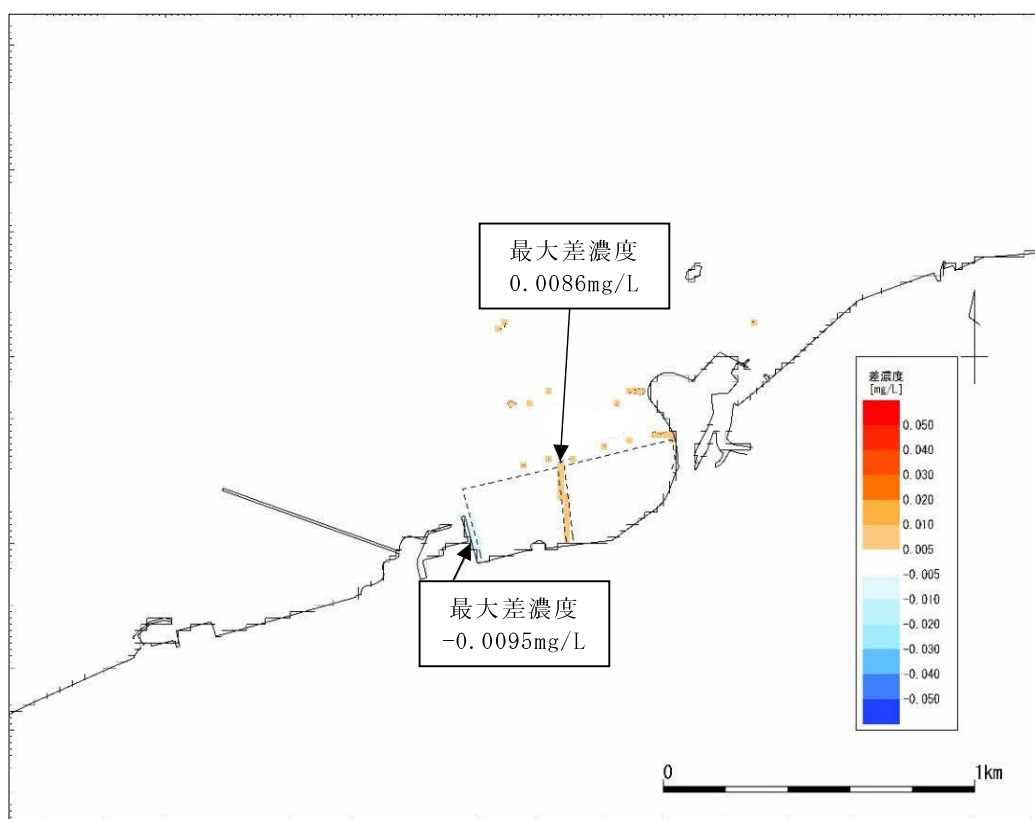


図 7.1.5-17 将来の T-N 濃度分布図（年平均値 第 1 層）



注)「差濃度値＝将来濃度－現況濃度」で算出した。
 値が＋の場合は将来濃度が高く、－の場合は現況濃度が高い事を示す。

図 7.1.5-18 T-N 差濃度図（年平均値 第 1 層）

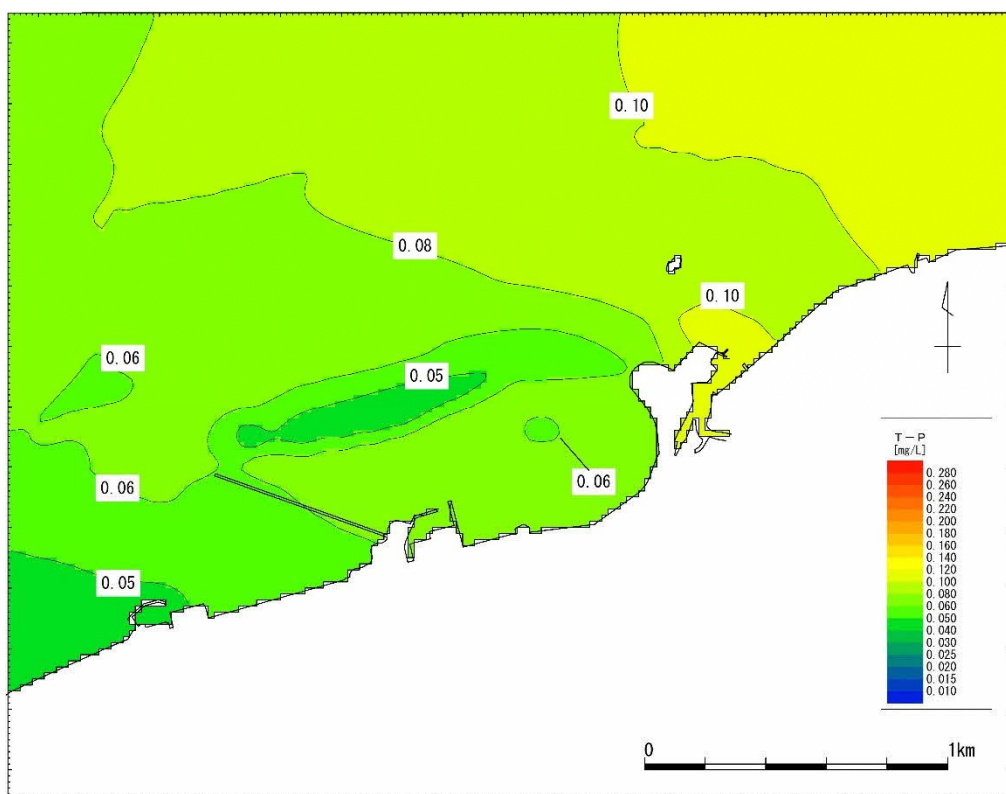


図 7.1.5-19 現況の T-P 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

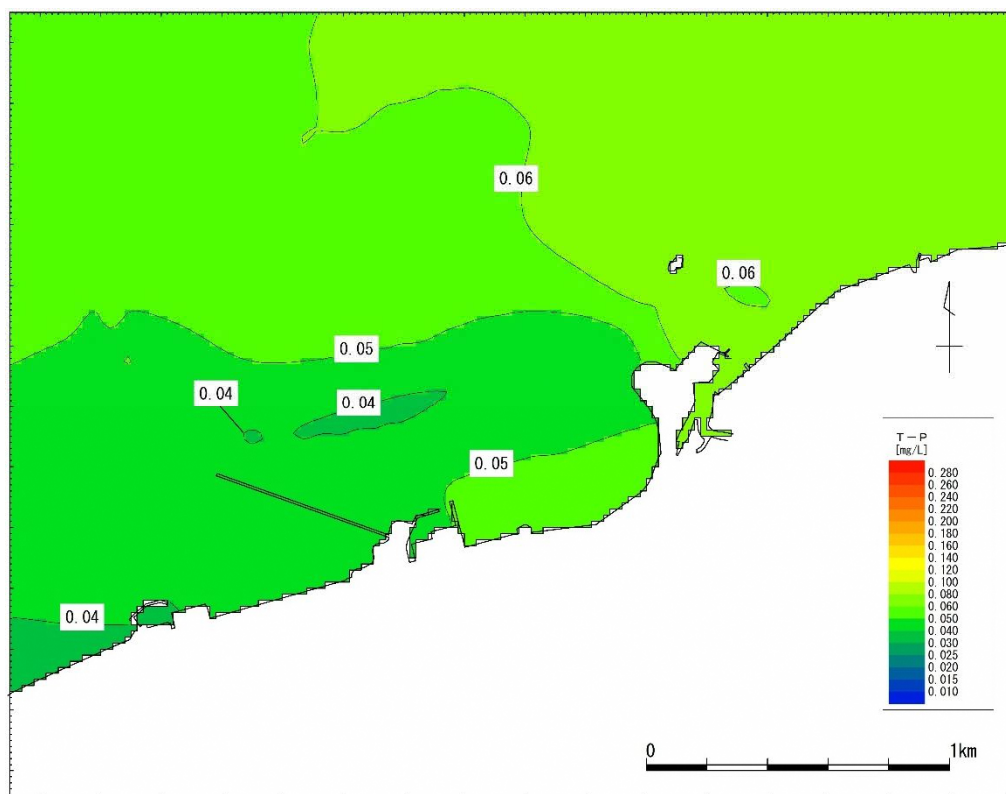


図 7.1.5-20 現況の T-P 濃度分布図（年平均値 第 1 層）

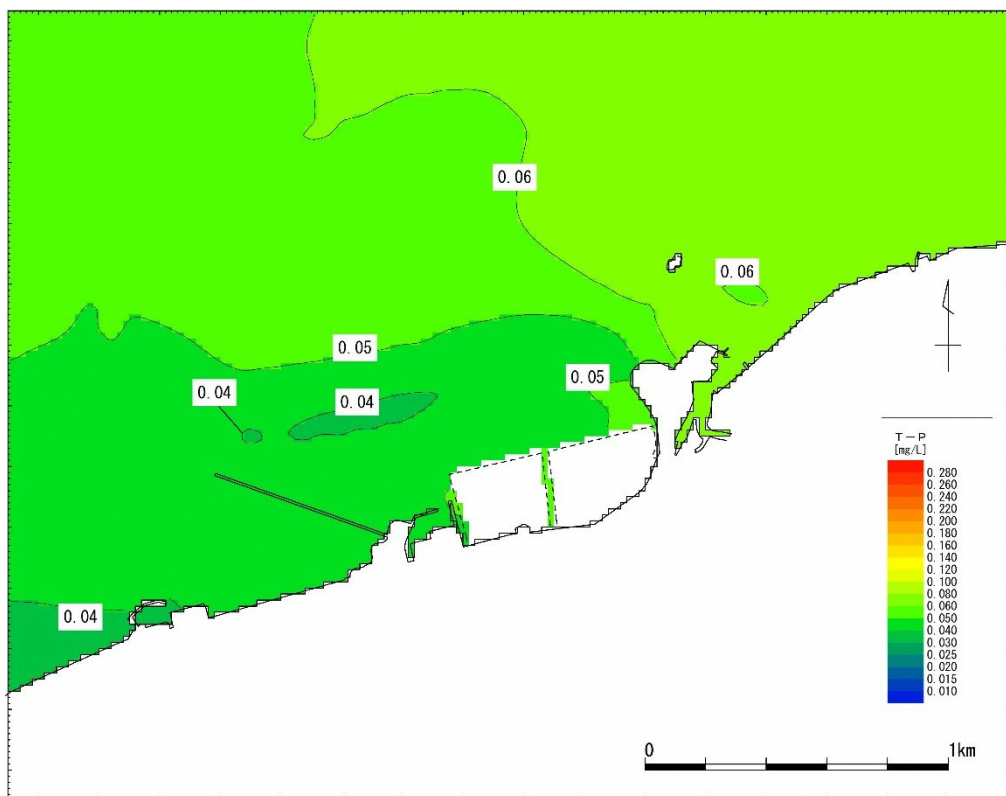
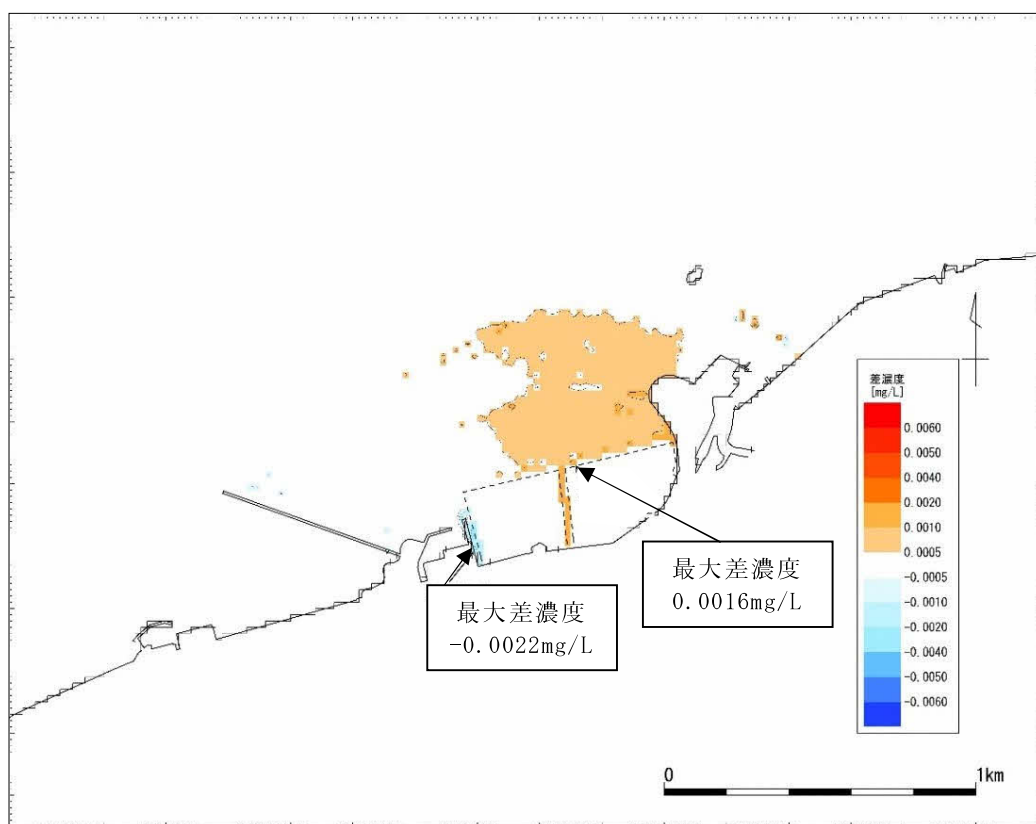


図 7.1.5-21 将来の T-P 濃度分布図（年平均値 第 1 層）



注)「差濃度値＝将来濃度－現況濃度」で算出した。
 値が+の場合は将来濃度が高く、-の場合は現況濃度が高い事を示す。

図 7.1.5-22 T-P 差濃度図（年平均値 第 1 層）

(2) 工事の実施（有害物質）

① 予測項目

予測項目は、浚渫土砂の埋立区域への投入に伴い発生する有害物質とした。

② 予測時期

予測時期は、有害物質に係る影響が最大となる、浚渫土砂の埋立区域への投入時とした。

③ 予測位置

予測位置は対象事業実施区域の周辺海域とした。

④ 予測方法

水質への有害物質の影響を、事例に基づき定性的に予測した。

⑤ 予測結果

埋立に用いる浚渫土砂の有害物質の濃度が水底土砂に係る判定基準に適合している（「第2章 表 2.2-1」参照）こと、また、埋立時の区域外への排水はないことから、有害物質による周辺海域への影響は極めて小さいと考えられる。

(3) 工事の実施（水の濁り）

① 予測項目

予測項目は、工事の実施に伴い発生する水の濁りとした。

② 予測時期

予測時期は、水の濁りに係る環境影響が最大となる護岸設置の工事中とした。

③ 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域及びその周辺海域とした。

④ 予測方法

水の濁りへの影響について、事例の引用又は解析により予測を行った。

⑤ 予測結果

護岸工事は陸側から船舶を使用せずに行われることから、工事のために浚渫を行うことはなく、干出時の作業が多くなる。また、護岸の設置に際しては設置した護岸上からクレーンなどを使用しての捨て石の投入となるため、作業規模が小さくなる。さらに、必要に応じて汚濁拡散防止膜を設置する計画である。以上のことから水の濁りはほとんど発生せず、周辺海域に与える影響は極めて小さいと考えられる。

(4) 土地又は工作物の存在（水底の底質）

① 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在により流況が変化することによる水底の底質とした。

② 予測時期

予測時期は、流況に係る環境影響が最大となる、護岸が完成する時期とした。

③ 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域の周辺海域とした。

④ 予測方法

土地又は工作物の存在による水底の底質への影響については、事例の引用又は解析により予測を行った。

⑤ 予測結果

埋立区域の護岸による水の流れの変化は、埋立区域の近傍で発生する（「7.1.4 水象」参照）。流速が最大 6cm/s 低下する埋立区域西北部で底泥の堆積、及び粒度組成でのシルト分の増加が予測されるが、その範囲は極めて限定的であることから、事業の実施による対象事業実施区域の周辺海域の水底の底質への影響は極めて小さいと予測される。

なお、水質の有機汚濁に係る物質の化学的酸素要求量（COD）、全窒素（T-N）及び全リン（T-P）のいずれも、わずかな濃度の上昇であること、濃度が上昇する範囲が対象事業実施区域近傍の限られた範囲であることから、有機汚濁が進んで、汚濁物質の堆積による水底の底質の悪化につながることはないと考えられる。

浚渫土の埋立区域への投入にあたっては、浚渫土は水底土砂の判定基準を適合しており、投入時にも埋立区域外への排水はないことから、埋立区域周辺の水底の底質へ影響を及ぼすことはないと考えられる。

3) 環境の保全のための措置

環境の保全のための措置の検討は、環境影響がない又は極めて小さいと判断される場合以外に行う。

(1) 工事の実施及び土地又は工作物の存在

事業の実施による水の汚れ、水の濁り、水底の底質への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置の検討は行わない。

4) 事後調査

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合、又は知見が不十分でその効果が予測できない環境保全措置を講ずる場合に、その不確実性に係る環境影響の程度を勘案して実施する。

(1) 工事の実施及び土地又は工作物の存在

予測手法として用いた数値シミュレーション（富栄養化モデル）は、科学的知見に基づいて設定されたものであり、合理的に十分対応できる手法であることから、予測の不確実性はないものと考えられる。また、事業の実施による水の濁り、水の汚れ、水底の底質への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置は講じない。

よって、事後調査は実施しない。

5) 評価の結果

(1) 評価の手法

予測結果を踏まえ、事業の実施による流況への影響が、事業者により実行可能な範囲でできる限り回避、又は低減されており、環境保全への配慮が適正になされているかどうかを検討した。

(2) 評価の結果

予測の結果、事業の実施による水の汚れ、水の濁りの変化は、対象事業実施区域の近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。

事業の実施に伴い流況が変化することによる水底の底質への影響についても、流況の変化は対象事業実施区域の近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。

よって、事業の実施による水の汚れ、水の濁り、水底の底質への影響は、事業者の実施可能な範囲で低減されていると評価する。

7.1.6 地形及び地質

7.1.6 地形及び地質

1) 調査の結果

(1) 調査の手法

① 調査すべき情報

調査すべき情報は、地形及び地質の概況、重要な地形及び地質の分布、状態及びその特性、流向・流速の状況とした。

② 調査の基本的な手法

調査は既存資料による情報の収集及び現地調査による情報を収集し、当該情報の整理及び解析を行った。

調査の方法を表 7.1.6-1 に示す。

表 7.1.6-1 現地調査の方法

調査項目	調査方法
地形及び地質の概況	既存資料調査
重要な地形及び地質の分布、状態及び特性	既存資料調査及びドローンにより空中写真撮影
流向・流速	「7.1.4 水象」と同様

③ 調査地域・調査地点

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とした。

調査地域を図 7.1.6-1 に示す。

④ 調査期間等

調査時期は、干満差が大きく、かつ、日中に干潮となる夏季(9月)と冬季(1月)の大潮期の干潮時とした。

調査時期及び調査期日を表 7.1.6-2 に示す。

表 7.1.6-2 調査時期及び調査期日

調査項目	調査時期	調査期日
重要な地形及び地質の分布、状態及び特性	夏季	令和6年9月17日
	冬季	令和7年1月30日

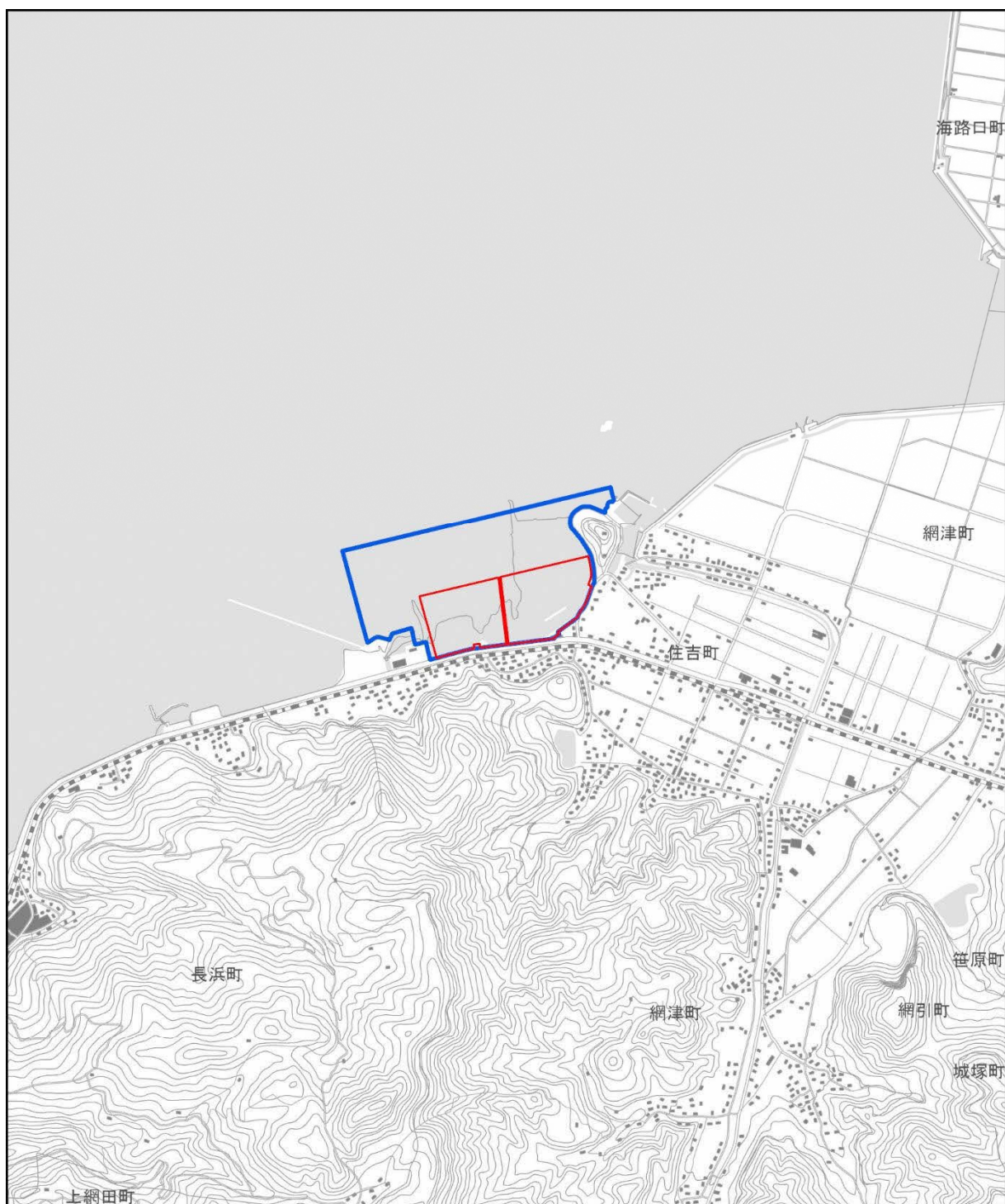


図7.1.6-1 調査地点位置図(地形及び地質)

凡例

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



(2) 調査結果

① 地形・地質の概況

対象事業実施区域及びその周辺の状況を図 7.1.6-2 に示す。

対象事業実施区域は、干満差が大きい有明海の湾口部に近い中央部、宇土半島北東部の地先に位置する。有明海は湾奥部と、湾中央部の西岸に広大な干潟が存在し、対象事業実施区域及びその周辺も広く干潟が存在する。

埋立区域が接する海岸部は護岸が整備されており、護岸陸側には一般国道 57 号と JR 三角線が並行して存在する。

なお、埋立区域の南東部は、砂が堆積した小規模な半自然海岸が存在するが、それ以外は人工海岸となっており、自然海岸は存在しない。



図 7.1.6-2 対象事業実施区域及びその周辺の状況

② 重要な地形の状況

a. 重要な地形の選定基準

対象事業実施区域及びその周辺の重要な地形を、以下の文献に基づいて選定した。

- ・「第 1 回自然環境保全調査」(環境庁、1986 年)に係るすぐれた自然図に掲載されている「地形・地質・自然現象」
- ・「熊本県環境特性情報データベース」(熊本県環境生活部環境保全課、2015 年)に掲載されている「地形・地質・自然現象」
- ・「第 4 回自然環境保全基礎調査 熊本県自然環境情報図」(環境庁、1994 年)に掲載されている「自然海岸」
- ・「第 5 回自然環境保全基礎調査(海辺調査)」(環境省生物多様性センターHP)に掲載されている「干潟」
- ・「文化財保護法」(昭和 25 年法律第 214 号)に定める史跡、名勝、天然記念物のうち地形・地質に関するもの
- ・「日本の地形レッドデータブック 第 1 集 新装版 -危機にある地形-」(小泉武栄・青木賢人編、2000 年、古今書院)に掲載されている地形

b. 重要な地形の選定結果

対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形を表 7.1.6-3 に、その位置を図 7.1.6-3 に示す。

対象事業実施区域及びその周辺には「第 5 回 自然環境保全基礎調査(海辺調査)」(環境省生物多様性センターHP)に掲載されている干潟及び湿地が分布している。対象事業実施区域及びその周辺には、網津干潟、住吉干潟などが分布し、対象事業実施区域は長浜干潟に含まれる。

表 7.1.6-3 対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形

No.	種別	名称	面積全体(ha)	タイプ	底質区分
1	干潟	畠口	49.2	河口	砂泥
2	干潟	海路口	438.0	前浜	泥
3	干潟	海路口	108.6	前浜	砂泥
4	干潟	学科	74.1	河口	砂泥
5	干潟	学科	364.4	河口	砂泥
6	干潟	網津	447.9	河口	砂泥
7	干潟	住吉	155.9	河口	砂泥
8	干潟	長浜	898.6	前浜	砂泥
9	湿地	緑川河口の湿地	118.0	湿地	-

注) 表中の番号は図 7.1.6-3 に対応している。

出典:「第 5 回自然環境保全基礎調査干潟調査、湿地調査」(環境省自然環境局生物多様性センター)
(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>)

c. 重要な地形の現状

対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形の状況を確認するため、ドローンによる空中写真撮影を行った。

対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況を図 7.1.6-4 に示す。対象事業実施区域からさらに沖合へ干潟が広がっており、また、対象事業実施区域の北東に位置する緑川河口から西側にかけても干潟が広がっている。

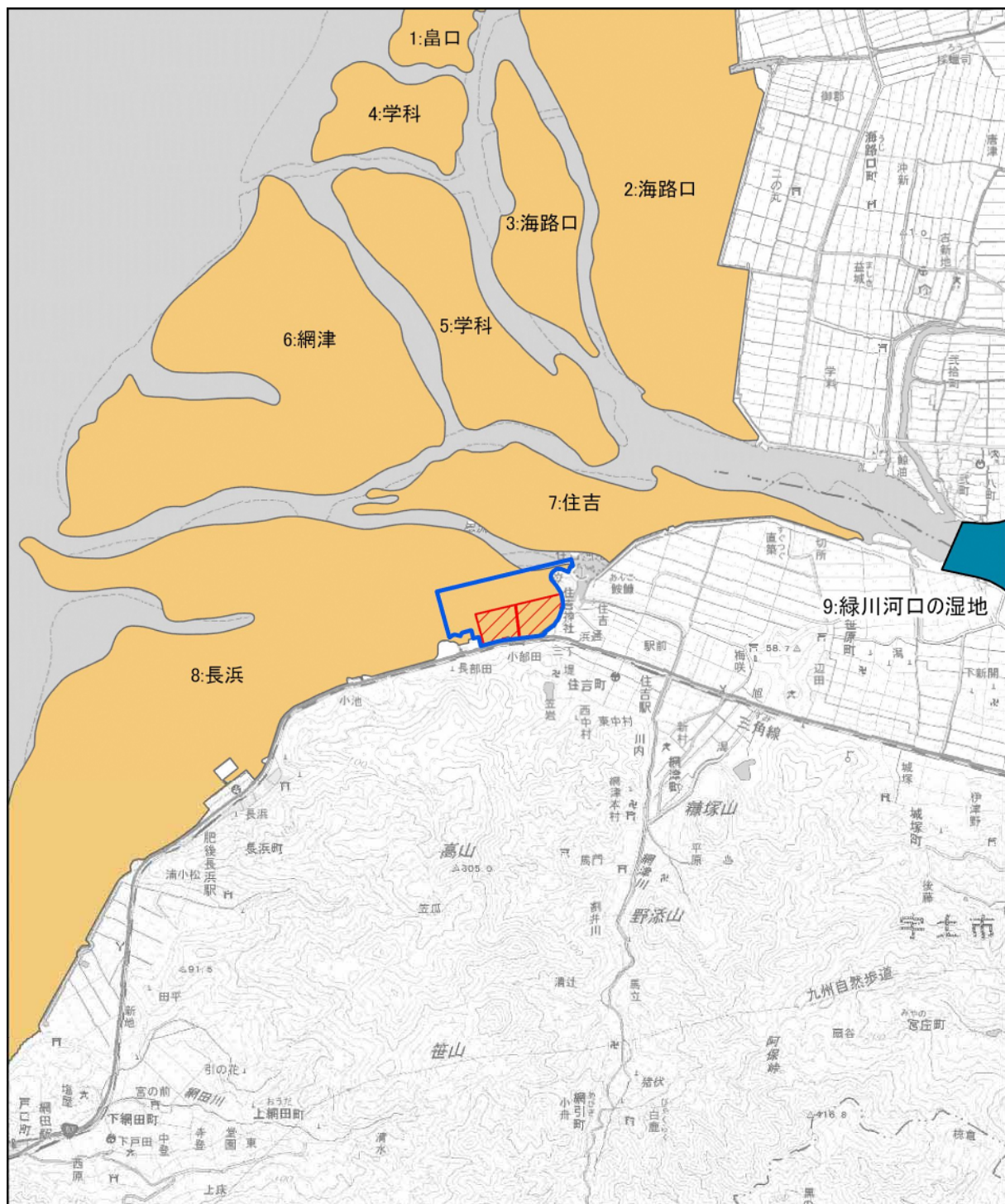


図7.1.6-3 対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形の位置

凡例

干潟
湿地

埋立区域

対象事業実施区域

出典:「第5回 自然環境保全基礎調査 干潟調査、湿地調査」
(環境省生物多様性センター)
(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>)
※電子地形図50000(国土地理院)を加工して作成





図 7.1.6-4(1) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（夏季）



図 7.1.6-4(2) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（夏季）



図 7.1.6-4(3) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（冬季）



図 7.1.6-4(4) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（冬季）

2) 予測の結果

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

① 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在が重要な地形に与える影響の有無及びその程度とした。

② 予測時期

予測時期は、重要な地形に係る影響を的確に把握できる時期とし、埋立工事完了後とした。

③ 予測位置

予測位置は、重要な地形に影響を及ぼすおそれがある地域とし、対象事業実施区域及びその周辺とした。

④ 予測方法

予測方法は、対象事業実施区域と重要な地形の重ね合わせ、改変の有無やその程度を踏まえて事例を引用又は解析する方法とした。

また、埋立地による水の流れの変化に伴う重要な地形（干潟）への影響について、「7.1.4 水象」の結果を用いて定性的な予測を行った。

⑤ 予測結果

a. 重要な地形の改変の有無及びその程度

重要な地形と改変区域の面積の比較を表 7.1.6-4 及び表 7.1.6-5 に示す。

対象事業の実施により消失する干潟面積は埋立区域の約 16.4ha である。対象事業実施区域全域が含まれる長浜干潟の約 1.8%に相当し、対象事業実施区域及びその周辺に存在する干潟の 0.6%に相当する。

よって、埋立地の存在による重要な地形への影響は極めて小さいと予測される。

表 7.1.6-4 長浜干潟と改変区域の面積の比較

名称	面積全体 (ha)		面積割合 (%)	
	改変前	改変後	改変前	改変後
長浜	898.6	882.2	100.0	98.2
改変区域	－	16.4	－	1.8

表 7.1.6-5 周辺の重要な地形（干潟）と改変区域の面積の比較

No.	名称	面積全体 (ha)		面積割合 (%)	
		改変前	改変後	改変前	改変後
1	畠口	49.2	49.2	1.9	1.9
2	海路口	438.0	438.0	17.3	17.3
3	海路口	108.6	108.6	4.3	4.3
4	学料	74.1	74.1	2.9	2.9
5	学料	364.4	364.4	14.4	14.4
6	網津	447.9	447.9	17.7	17.7
7	住吉	155.9	155.9	6.1	6.1
8	長浜	898.6	882.2	35.4	34.8
上記合計		2,536.7	2,520.3	100.0	99.4
－	改変区域	－	16.4	－	0.6

b. 埋立地の存在による重要な地形への影響

埋立地による水の流れの変化は、埋立区域近傍の局所的な範囲で最大潮流 6cm/s 程度、平均流 3cm/s 程度減少となるが、対象事業実施区域周辺の水の流れは、ほぼ現況と同じ程度である（「7.1.4 水象」参照）。

よって、重要な地形への影響は極めて小さいと予測される。

3) 環境の保全のための措置

環境の保全のための措置の検討は、環境影響がない又は極めて小さいと判断される場合以外に行う。

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

土地又は工作物の存在（埋立地の存在）による重要な地形である干潟への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置の検討は行わない。

4) 事後調査

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合、又は知見が不十分でその効果が予測できない環境保全措置を講ずる場合に、その不確実性に係る環境影響の程度を勘案して実施する。

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

予測手法は、対象事業実施区域と重要な地形の重ね合わせ及び「7.1.4 水象」の予測結果の引用であることから、予測の不確実性はないと考えられる。

よって、事後調査は実施しない。

5) 評価の結果

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

① 評価の手法

予測結果を踏まえ、事業の実施による重要な地形である干潟への影響が、事業者により実行可能な範囲でできる限り回避、又は低減されており、環境保全への配慮が適正になされているかどうかを検討した。

② 評価の結果

予測の結果、重要な地形である干潟のへの影響は極めて小さいと考えられる。

よって、土地又は工作物に係る重要な地形に関する影響は、事業者の実行可能な範囲で低減されていると評価する。