

現地調査結果の概要

■ 記載内容 ■

1.	現地調査の構成	1
2.	調査内容	1
2.1	栄養塩類の形態別動向調査	1
2.1.1	目的	1
2.1.2	調査内容	1
2.1.3	調査地点	2
2.1.4	調査方法	3
2.2	泊川河口沖水路の水質把握調査	4
2.2.1	目的	4
2.2.2	調査内容	4
2.2.3	調査地点	4
2.2.4	調査方法	5
3.	分析方法	6
4.	調査結果	7
4.1	栄養塩類の形態別動向調査	7
4.1.1	春季調査	7
4.1.2	栄養塩類の挙動に関する整理	19
4.2	泊川河口沖水路の水質把握調査	22
4.2.1	調査実施時の状況	22
4.2.2	泊川河口沖水路の水質調査結果	22
5.	調査の工程	28

■ 写真集

1. 現地調査の構成

本検討における現地調査の構成を表 1-1 に示す。

春季はこのうちの「物質循環状況の解明調査」を実施し、調査結果の整理を行った。

表 1-1 現地調査の構成

大分類	中分類	実施時期	備考
物質循環状況の解明調査	栄養塩類の形態別動向調査	①春季(梅雨期またはその直後)	H22 年度 3 季実施済の春季調査分
	泊川河口沖水路の水質把握調査	①春季(梅雨期またはその直後) ②夏季	H22 年度秋・冬実施済の追加調査
対策効果の実証試験 (今後実施予定)	事業場排水の窒素排出量増加運転の実証試験	①管理運転開始直前 ②管理運転中	H23 年度新規調査

2. 調査内容

2.1 栄養塩類の形態別動向調査

2.1.1 目的

平成 22 年度検討において夏季・秋季・冬季に実施した「栄養塩類の形態別動向調査」と「水質の鉛直分布調査」を春季に実施することで、陸域から流入する栄養塩類の海域流入後の形態別動向について年間を通じて把握することを目的とする。

2.1.2 調査内容

現地調査は、陸域から流入する栄養塩類の流入後の平面的な拡散状況及び形態変化を把握するための「Ⅰ 栄養塩類の形態別動向調査」と、平面分布に加え各地点における淡水及び海水の鉛直方向の分布状況を把握するための「Ⅱ 水質の鉛直分布調査」を合わせて実施する。

各調査の調査内容を次表に示す。

表 2-1 栄養塩類の形態別動向調査（春季）の内容

項目	内容
時期	春季（梅雨期またはその直後）に 1 回
地点数	加古川順流部（1 地点）河口（1 地点）及びその周辺（12 地点）の合計 14 地点 [図 2-1 : St.0~10、12~14 (St.0 は加古川橋)] 注) 平成 22 年度検討時の地点配置をベースに、加古川順流部の 1 地点を追加し、海域の St.11 を削除
対象	Ⅰ 表層・下層の 2 層 表層（海面下 0.3m） 下層（海面下 5m[水深 5m 未満は海底上 1m]） Ⅱ 水面から海底上 0.5m まで 0.5m 間隔と表層（海面下 0.3m）

項目	◇平成 22 年度と同じ下記項目 I 水温、塩分、pH、DO、クロフィル a、フェオフィチン、COD、溶解性 COD、TOC、DOC、窒素（全窒素、溶存無機態（アンモニア態、亜硝酸、硝酸態）窒素、溶解性有機態窒素、粒子状有機窒素）、りん（全りん、溶存無機態りん、溶解性有機態りん、粒子状無機態りん、粒子状有機態りん）、SS、VSS II 水温、塩分、クロロフィル a
方法	I 現地採水、分析室内で分析 II 多項目水質計を用いて現地で測定（St.0 は、機器測定が適さない場合、調査 I の水質分析結果を利用）

I：栄養塩類の形態別動向調査
II：水質の鉛直分布調査

2.1.3 調査地点

各調査地点の考え方を表 2-2 に示し、地点図を図 2-1 に示した。

表 2-2 各調査地点における把握事項

地点	把握すべき事項
St.0	加古川本川流入状況（加古川橋：順流部）
St.1	加古川本川からの流入直後の水質把握（感潮域）
St.2-4	沖方向への拡散状況
St.5	導流堤で本川と隔てられた排水の流入状況
St.6・7	西方向への拡散状況
St.8・9・10・12	東方向への拡散状況（加古川河口の近傍は地点間隔を密に設定）
St.13・14	滞留部の水質把握

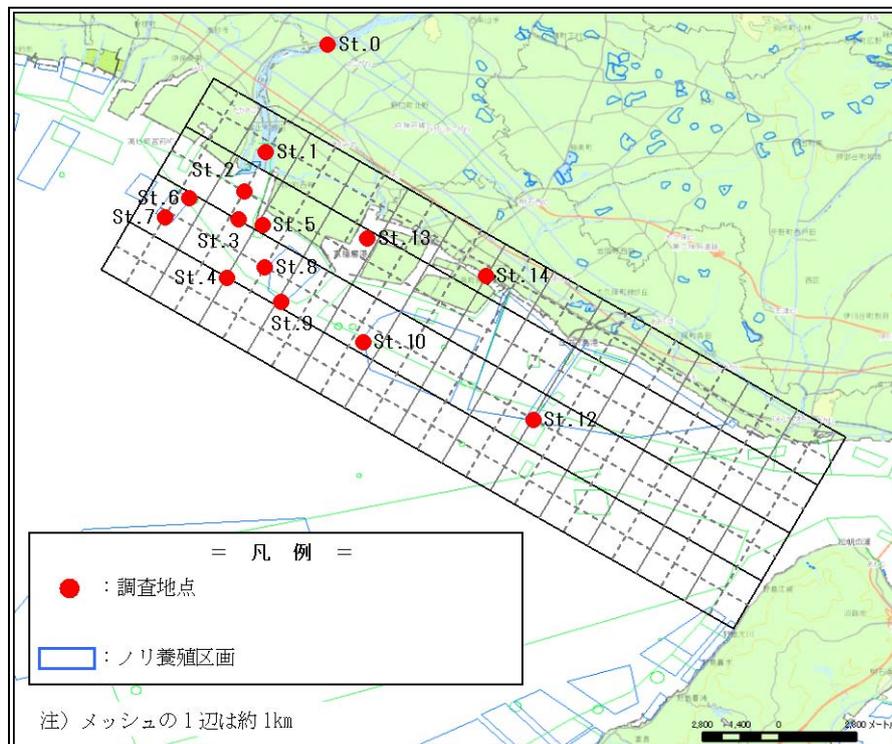


図 2-1 栄養塩類の形態別動向調査対象地点

2.1.4 調査方法

(1) 栄養塩類の形態別動向調査

各調査地点において、北原式採水器・バンドーン型採水器により試料を採水する。採取した試料は実験室に持ち帰り、速やかに表 3-1 に示す方法で分析する。

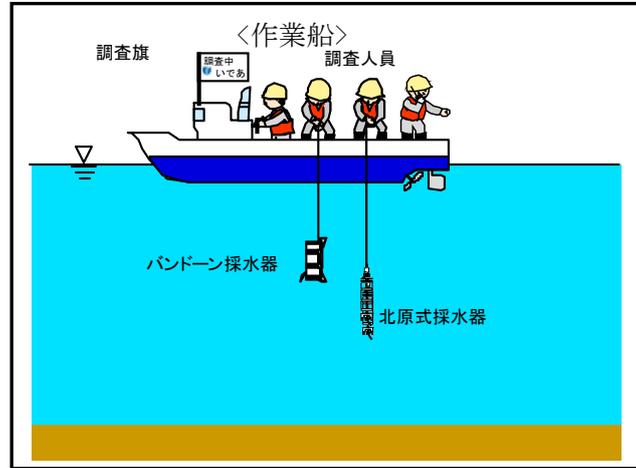


図 2-2 採水作業状況図

(2) 水質の鉛直分布調査

「(1) 栄養塩類の形態別動向調査」の実施と合わせ各調査地点で多項目水質計 (AAQ1183PT : JFE アドバンテック社製) を使用し海面から海底上 0.5m まで 0.5m 間隔と表層 (海面下 0.3m) で水温・塩分・クロロフィル a の鉛直測定を行う。なお、St.0 は河川順流部のため、多項目水質計による測定が適さない場合は、「栄養塩類の形態別動向調査」で実施する採水分析結果を利用する。

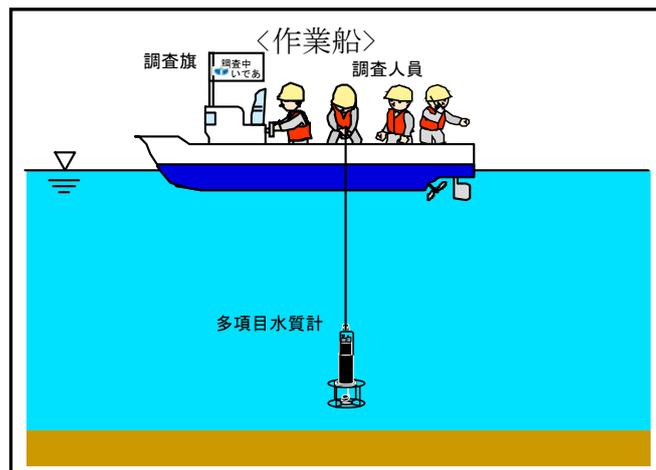


図 2-3 鉛直分布調査作業状況

2.2 泊川河口沖水路の水質把握調査

2.2.1 目的

平成 22 年度検討では、秋季・冬季の現地調査結果により、泊川河口沖水路に栄養塩類濃度の高い水が滞留していることが確認されたことを受け、この水塊を沖合域へ拡散させるための海水交換の促進が対策の一つとして挙げられた。対策の効果をシミュレーションモデルにより把握するためには、栄養塩類濃度の高い泊川河口沖水路由来の水と海水の鉛直分布を精度良く把握することが重要である。

このため、本調査を春季、夏季に実施することで、泊川河口沖水路の栄養塩類濃度分布及び泊川河口沖水路内での淡水と海水の層構造について年間を通じて把握することを目的とする。

2.2.2 調査内容

現地調査は、泊川河口沖水路の水質を詳細に把握するための「Ⅰ 泊川河口沖水路の水質把握調査」と、平面分布に加え各地点における淡水及び海水の鉛直方向の分布状況を把握するための「Ⅱ 泊川河口沖水路の水質鉛直分布調査」を合わせて実施する。調査内容を次表に示す。

表 2-3 泊川河口沖水路の水質把握調査（春季・夏季）の内容

項目	内容
時期	春季（梅雨中またはその直後）・夏季に各 1 回 注）春季は「栄養塩類の形態別動向を把握するための現地調査」時に実施
地点数	Ⅰ 泊川河口沖水路 2 地点（図 2-4：St.15・16） Ⅱ 泊川河口沖水路 4 地点（夏季は 5 地点）[図 2-4：St.5(夏季のみ実施)・15・16・19・20]
対象	Ⅰ 表層・下層の 2 層 Ⅱ 海面から海底上 0.5m まで 0.5m 間隔と表層（海面下 0.3m）
項目	◇H22 年度の秋季・冬季調査時と同じ下記項目 Ⅰ 水温、塩分、pH、DO、クロロフィル a、フェオフィチン、COD、溶解性 COD、TOC、DOC、窒素（全窒素、溶存無機態（アンモニア態、亜硝酸態、硝酸態）窒素、溶解性有機態窒素、粒子状有機態窒素）、りん（全りん、溶存無機態りん、溶解性有機態りん、粒子状無機態りん、粒子状有機態りん）、SS、VSS Ⅱ 水温、塩分
方法	Ⅰ 現地採水、分析室内で分析 Ⅱ 多項目水質計または水温塩分計を用いて現地で測定

Ⅰ：泊川河口沖水路の水質把握調査

Ⅱ：泊川河口沖水路の水質鉛直分布調査

2.2.3 調査地点

調査は、泊川河口沖水路を対象として、図 2-4 に示す地点で実施する。



図 2-4 泊川河口沖水路調査対象地点（加古川・泊川河口周辺を拡大）

2.2.4 調査方法

(1) 泊川河口沖水路の水質把握調査

各調査地点において、北原式採水器・バンドーン型採水器により試料を採水する。採取した試料は実験室に持ち帰り、速やかに表 3-1 に示す方法で分析する。

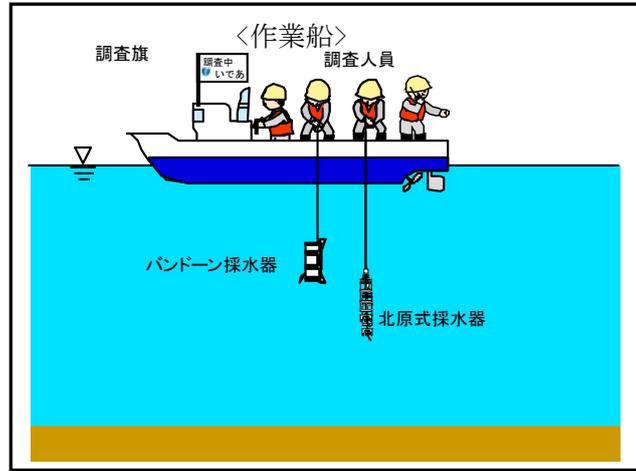


図 2-5 採水作業状況

(2) 泊川河口沖水路の水質鉛直分布調査

「(1)泊川河口沖水路の水質把握調査」の実施と合わせ各調査地点で多項目水質計または水温塩分計 (compactCT : JFE アドバンテック社製) を使用し海面から海底上 0.5m まで 0.5m 間隔と表層 (海面下 0.3m) で水温、塩分の鉛直測定を行う。

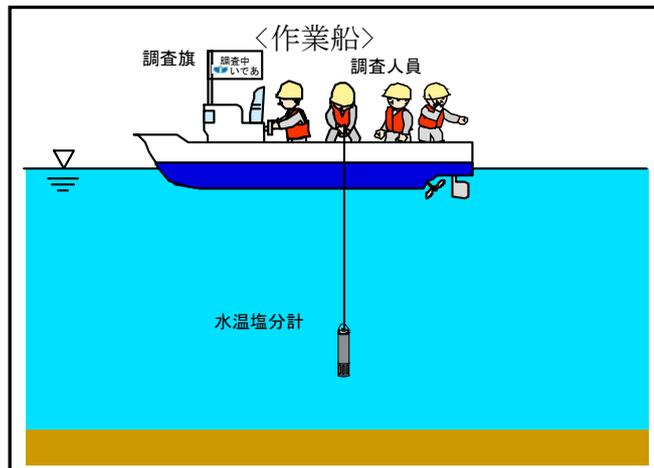


図 2-6 鉛直分布調査作業状況

3. 分析方法

表 3-1 分析方法

項目	分析方法
水温	JIS K0102(2008) 7.2
塩分	海洋観測指針(1999年版) 5.3
水素イオン濃度(pH)	JIS K0102(2008) 12.1
溶存酸素量(DO)	JIS K0102(2008) 32.1
クロロフィル a	海洋観測指針(1999年版) 6.3.3.1
フェオフィチン	海洋観測指針(1999年版) 6.3.3.1
COD _{Mn} (酸性法)	JIS K0102(2008) 17
溶解性COD _{Mn}	ろ過後、JIS K0102(2008) 17
TOC	JIS K0102(2008) 22
DOC	ろ過後、JIS K0102(2008) 22
全窒素(TN)	JIS K0102(2008) 45.4
溶存無機態 アンモニア性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 42.2
溶存無機態 亜硝酸性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 43.1.1
溶存無機態 硝酸性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 43.2.3
溶存性有機態窒素(DON)	DTN-DIN から算定 [DTNは、ろ過後JIS K0102(2008) 45.4] (DINは、溶存無機態窒素の合計値)
粒子状有機態窒素(PON)	TN-DTN から算定 (但し、粒子に無機態窒素は存在しないという前提)
全りん(TP)	JIS K0102(2008) 46.3.1
溶存無機態りん(DIP)	ろ過後、JIS K0102(2008) 46.1
溶存有機態りん(DOP)	DTP-DIP から算定 [DTPは、ろ過後、JIS K0102(2008) 46.3.1]
粒子状無機態りん(PIP)	TIP-DIP から算定 [TIP(りん酸性りん)は、JIS K0102(2008) 46.1.1]
粒子状有機態りん(POP)	TP-DTP-PIP から算定
浮遊物質(S S)	昭和46年環境庁告示第59号 付表8
懸濁物質の強熱減量(V S S)	JIS K0102(2008) 14.5

※ろ過：予め450℃、1時間加熱前処理したワットマンGF/Cを用いてろ過（広域総合水質調査と同じ方法）
下線太字は、該当項目の値を算定するために実施する分析項目。

4. 調査結果

4.1 栄養塩類の形態別動向調査

4.1.1 春季調査

(1) 調査実施時の状況

調査実施日：平成23年7月12日（火）

調査時間：9:00~12:20（下げ潮時）

調査時の天候：曇 一時 雨

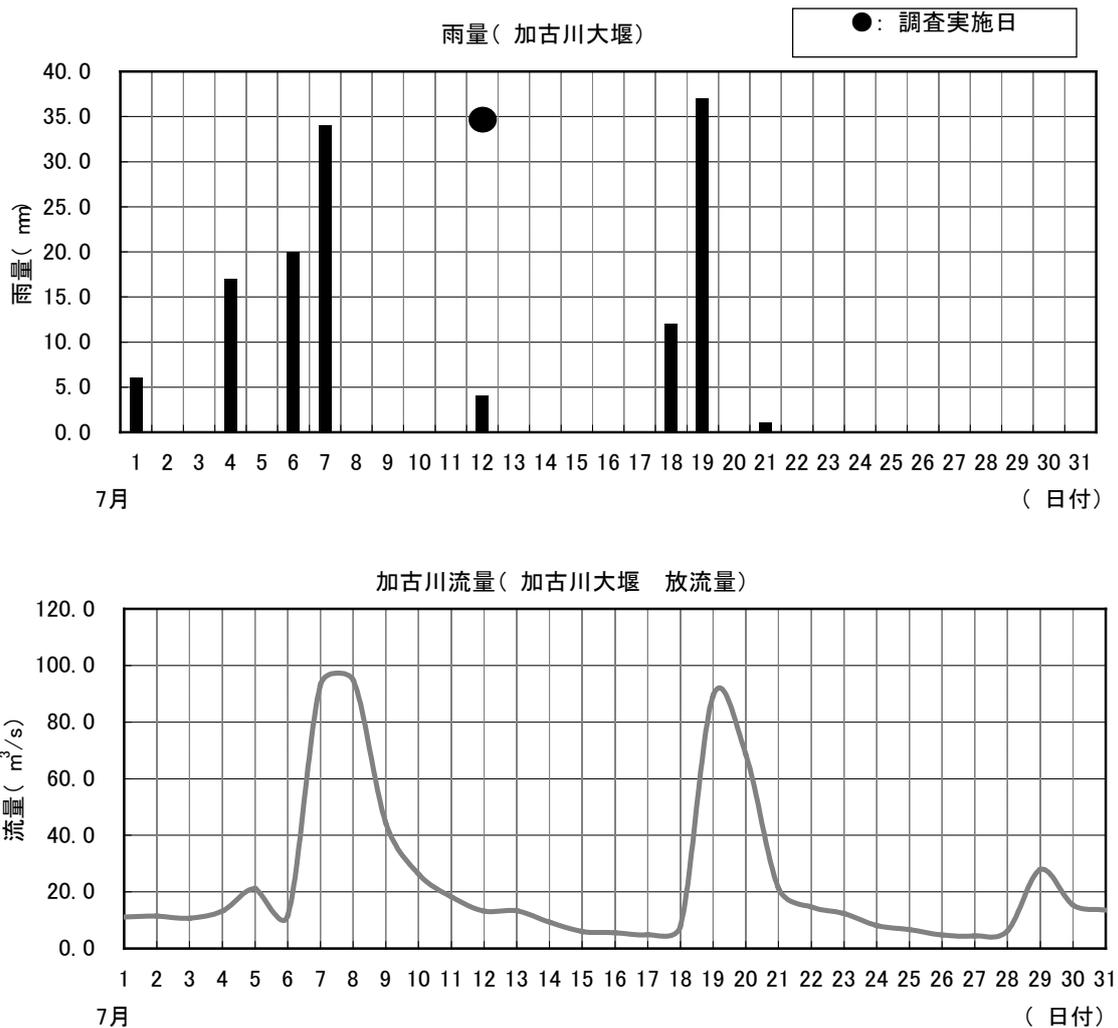


図 4-1 調査日前後の日雨量及び加古川流量(加古川大堰 放流量)

(2) 河川水拡散状況の鉛直分布調査

現地における機器測定結果を次に示す。

水温の平面分布を見ると、加古川からの高水温の河川水の流入を受け、海域では加古川河口域周辺で高く東部にかけて低くなる傾向がみられた。

平面分布及び鉛直分布を見ると、水温、塩分、クロロフィル a とも、河川順流部の St.0 の表層・下層はほぼ同じ値を示し、十分混合されていた。加古川感潮部の St.1 及び河口域周辺の海域、泊川河口沖水路では、鉛直方向の値に差がみられ層構造が生じており、高水温、低塩分を示す上層部分は、加古川河口から遠くなるに従い層厚が薄くなる傾向がみられた。河口域から離れた東部の St.12 は、鉛直方向でほぼ同じ値を示しており、表層・下層で十分混合されているものと考えられた。

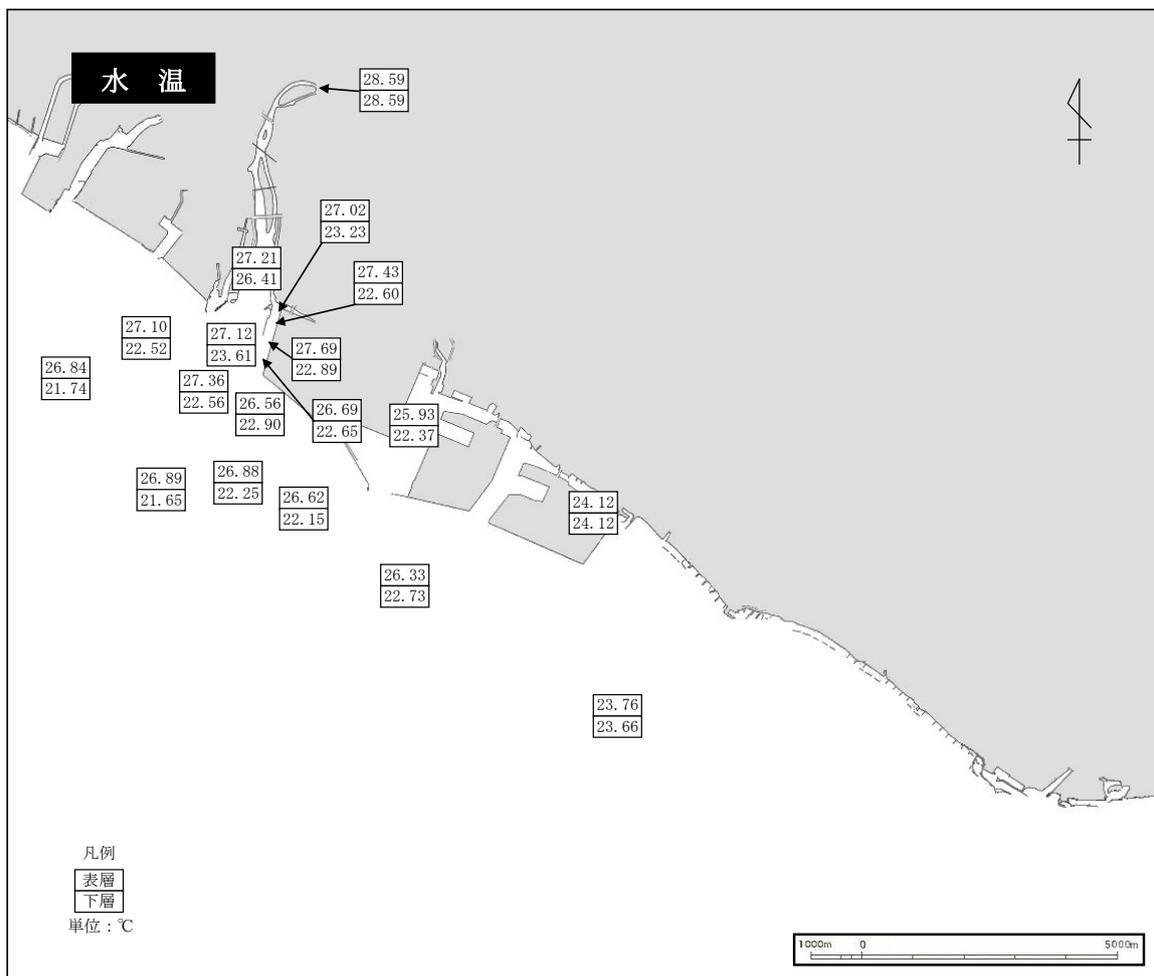


図 4-2 水平分布 (春季_水温)

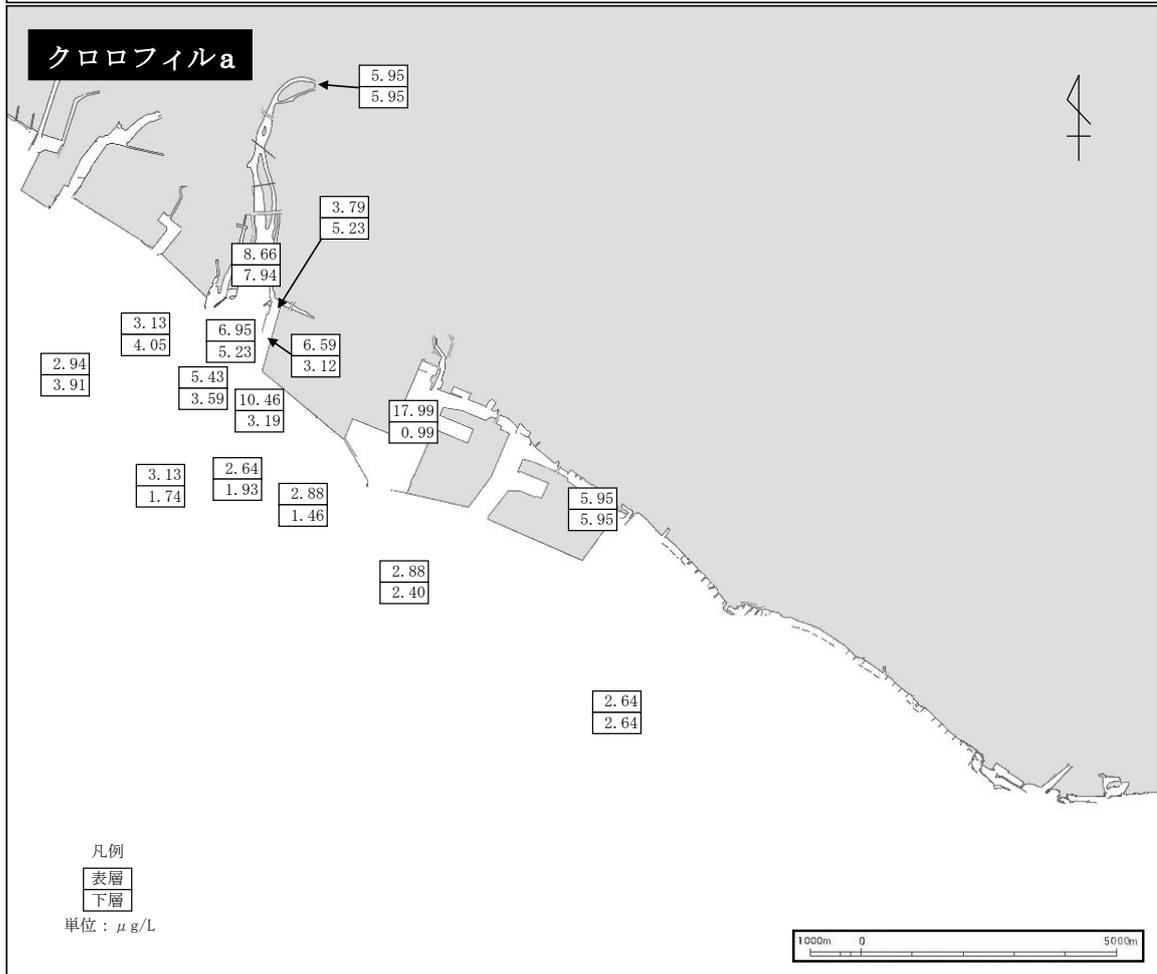
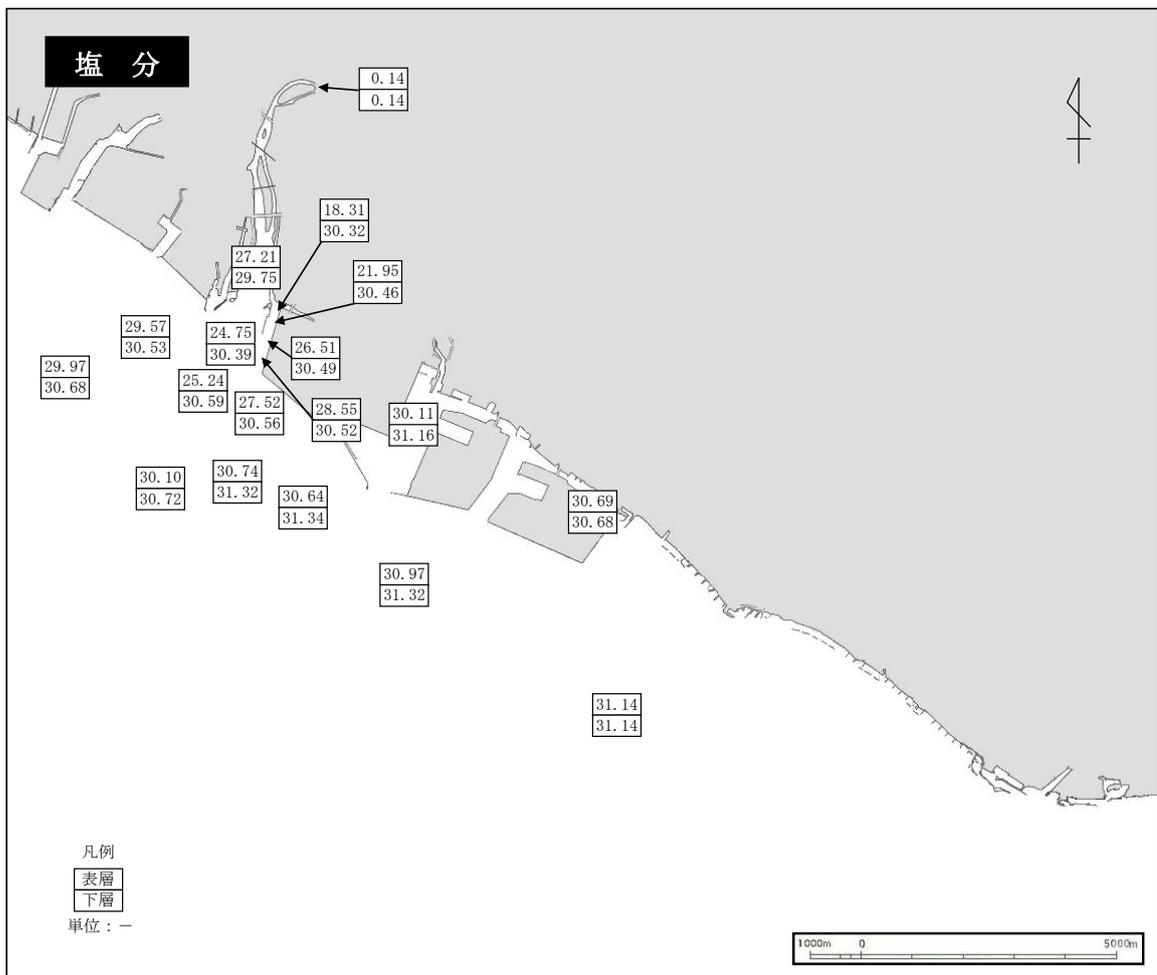


図 4-3 水平分布 (春季_上: 塩分、下: クロロフィル a)

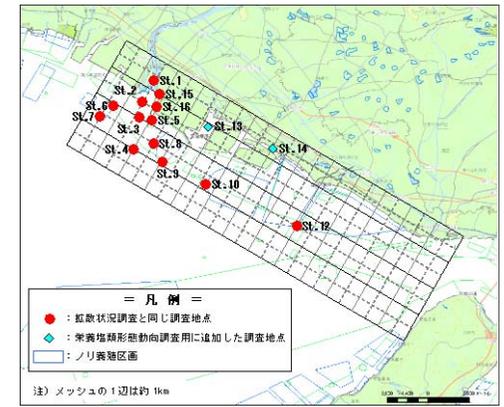
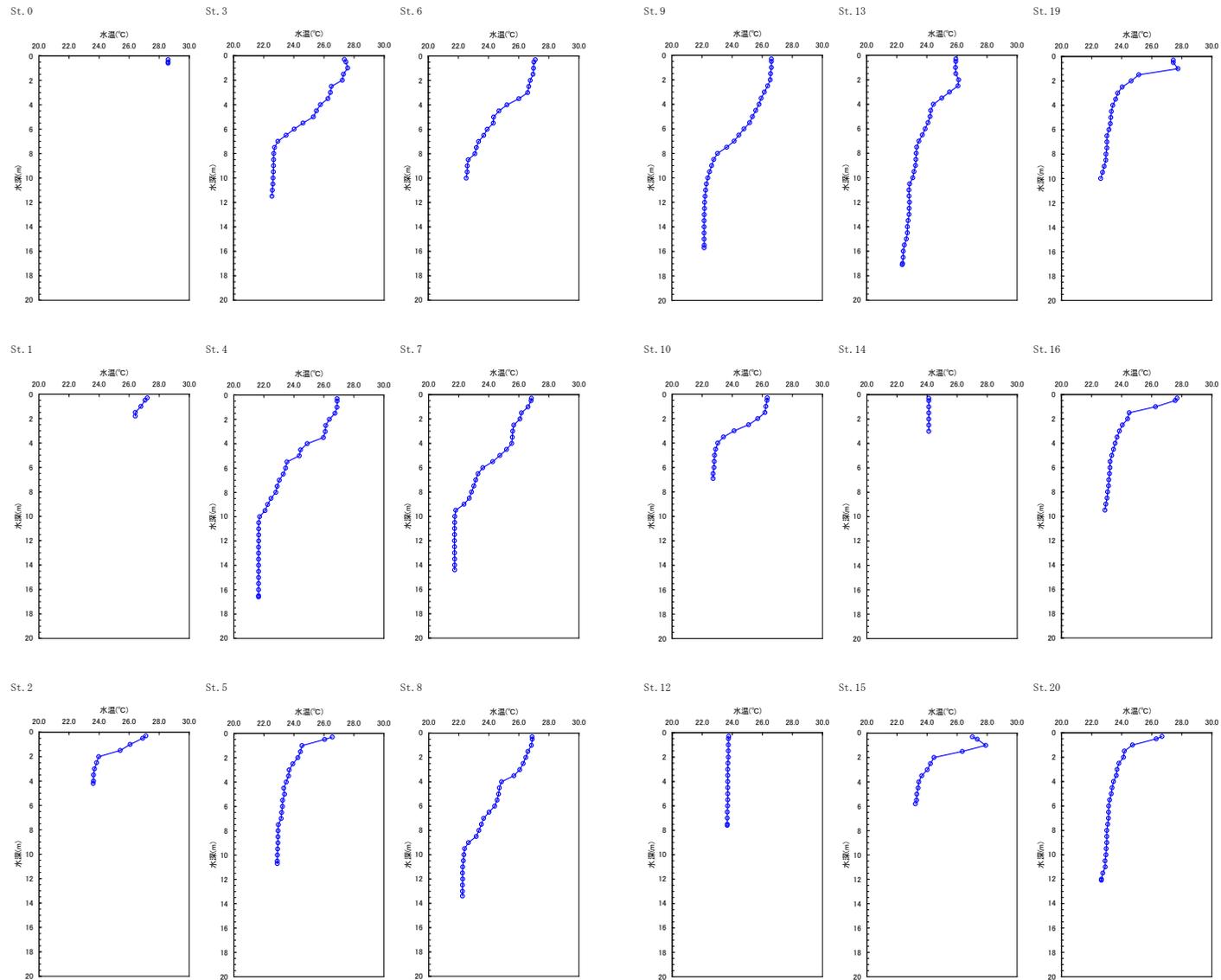


図 4-4 鉛直分布 (春季_水温) ※No.19・20 は泊川河口沖水路における調査結果を参考として掲載

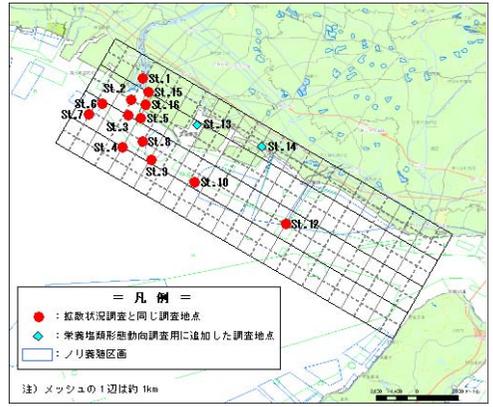
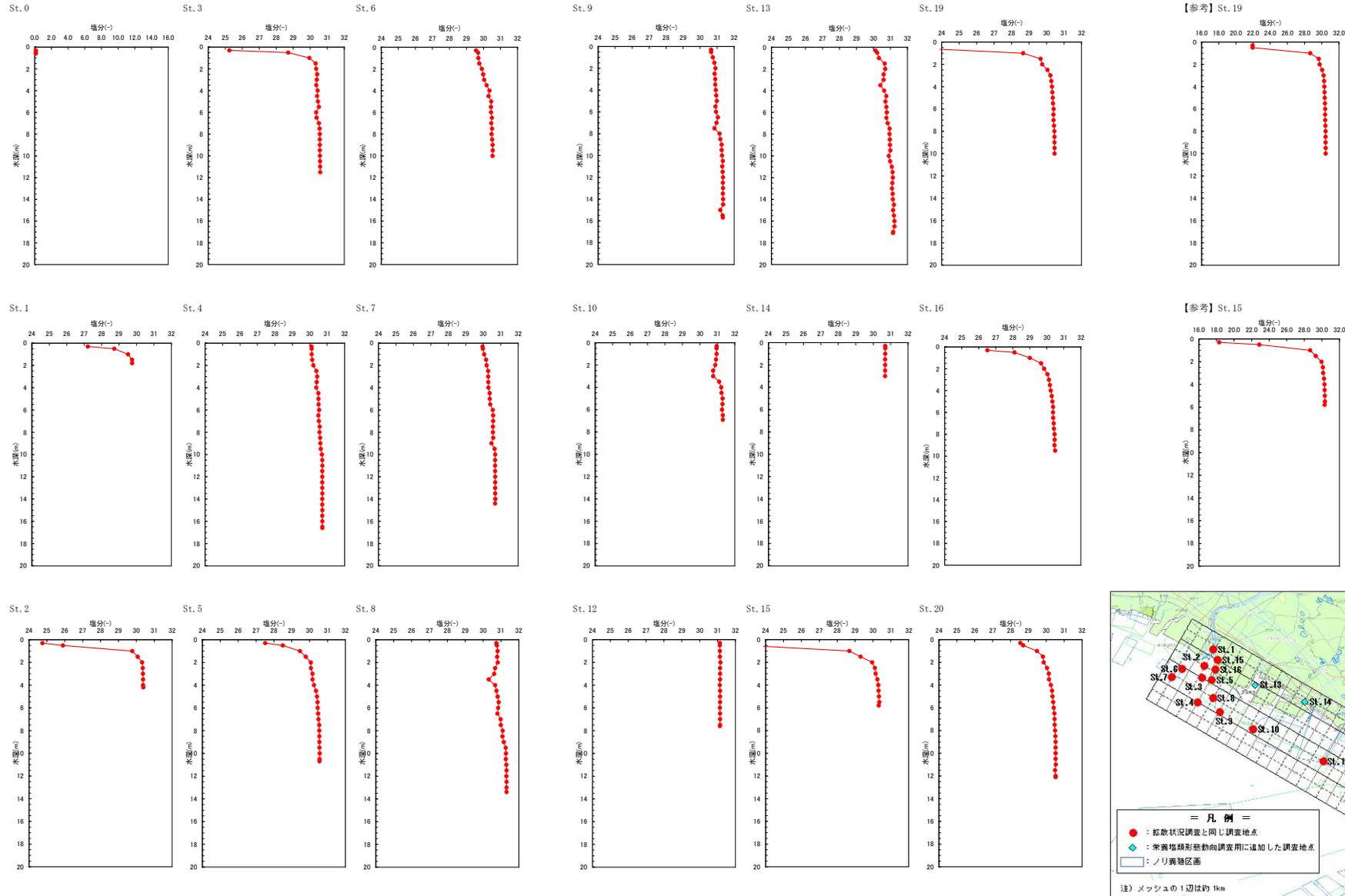


図 4-5 鉛直分布 (春季_塩分) ※※No.19・20 は泊川河口沖水路における調査結果を参考として掲載

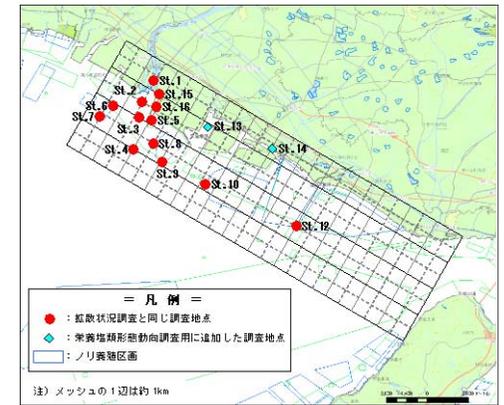
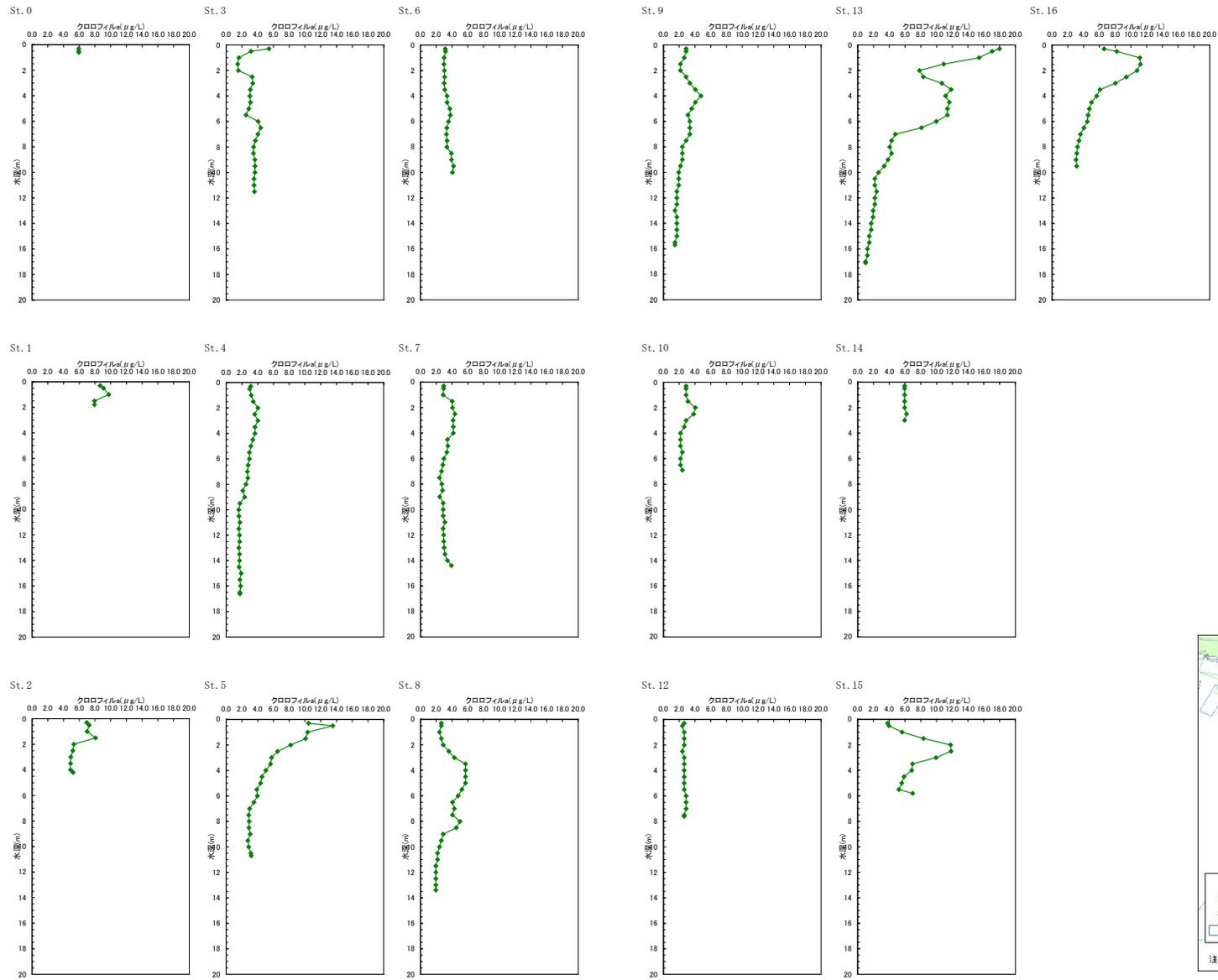


図 4-6 鉛直分布 (春季_クロロフィル a)

(3) 栄養塩類の形態別動向調査 (春季)

① 窒素 (図 4-7・図 4-9)

- ・河川水の影響がみられる表層に着目すると、流入については、全窒素・無機態窒素とも泊川河口沖水路出口の St.5 が最も高かった。泊川河口沖水路は特にアンモニア性窒素が高い割合を占めているのが特徴的であった。一方、加古川の順流部 (St.0)、感潮部 (St.1) では、硝酸性窒素の占める割合が大きかった。
- ・河川水の海域への流入に伴う無機態の変化は、河川部から沖合に向かうにしたがい (St.0 →1→2→3→4) 硝酸性窒素が減少し、St.4 ではほぼゼロとなっていた。
- ・河川からの流入後の拡散等に伴う濃度変化について、西方向、沖方向は全窒素・無機態窒素とも河口からの距離とともに減少する傾向がみられた。東方向については、St.5 で河口近傍の St.3 よりもアンモニア性窒素が若干高くなる傾向がみられ、泊川河口沖水路からの流入の影響によると考えられたが、それ以外は河口からの距離とともに減少する傾向がみられた。
- ・全窒素濃度の減少は主に無機態が減少することによるものであり、特に硝酸態窒素の減少による影響が大きかった。
- ・滞留部 (St.13・14) は、沖合 (St.8~11) に比べて高い全窒素濃度が観測された。特に、St.13 は粒子状有機態窒素が高いことが特徴的であった。
- ・溶存有機態窒素について、泊川河口沖水路からの流入地点 (St.5) とその近傍の St.8 で他地点に比べて高い値を示した以外は、その他の項目に比べて地点間の差が少なく、滞留部の St.13・14 も含めて 0.2mg/L 程度であった。

② りん (図 4-8・図 4-10)

- ・河川水の影響がみられる表層に着目すると、流入については、全りん・無機態りんとも泊川河口沖水路出口の St.5 より、加古川 (St.0・St.1) のほうが高い値を示した。なお、泊川及び泊川河口沖水路内については、後述 (図 4-16) するように、加古川よりも高い値を示していた。
- ・河川からの流入後の拡散等に伴う濃度変化について、全りん・無機態りんの西方向・沖方向・東方向の変化は、全りん・無機態りんとも河口からの距離とともに減少する傾向がみられた。
- ・滞留部 (St.13・14) は、沖合 (St.8~11) に比べて、全りん、粒子状有機態りんの値が高い傾向が見られた。
- ・溶存有機態りんは地点間の差が少なく、0.02mg/L 程度であった。

③ COD (図 4-11)

- ・河川水の影響がみられる表層に着目すると、流入については加古川 (St.0・St.1) で最も高い値を示した。
- ・河川からの流入後の拡散等に伴う濃度変化について、表層は西・東・沖方向とも河口からの距離とともに減少する傾向がみられた。
- ・滞留部 (St.13・14) のうち、St.13 は、沖合 (St.8~11) に比べ高い COD が観測された。内訳を見ると、D-COD は地点間の差が少ないが、P-COD は St.13 で高い値を示した。

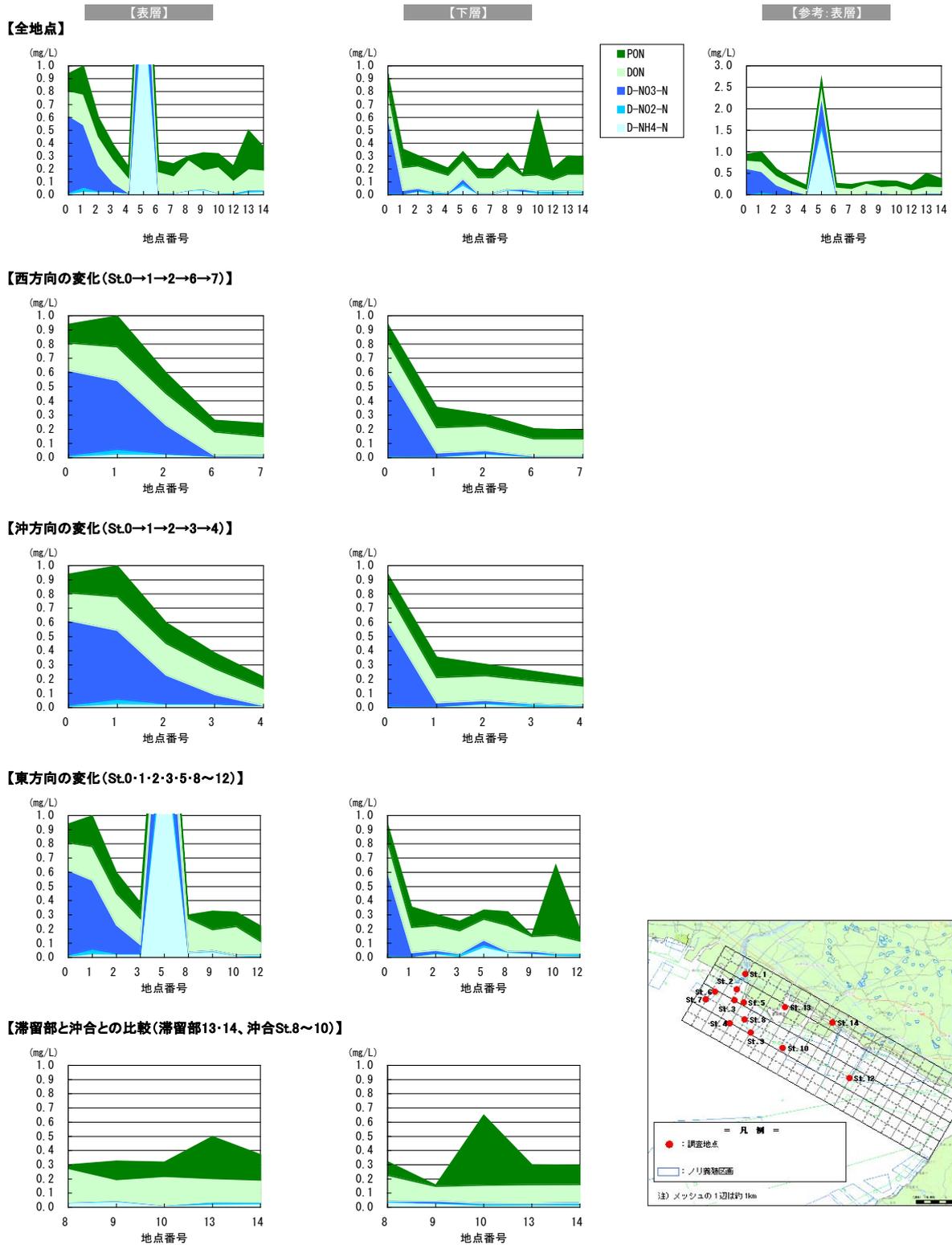


図 4-7 対象海域における窒素の形態変化 (春季)

※グラフの凡例は、緑系が有機態、青系が無機態を表す。

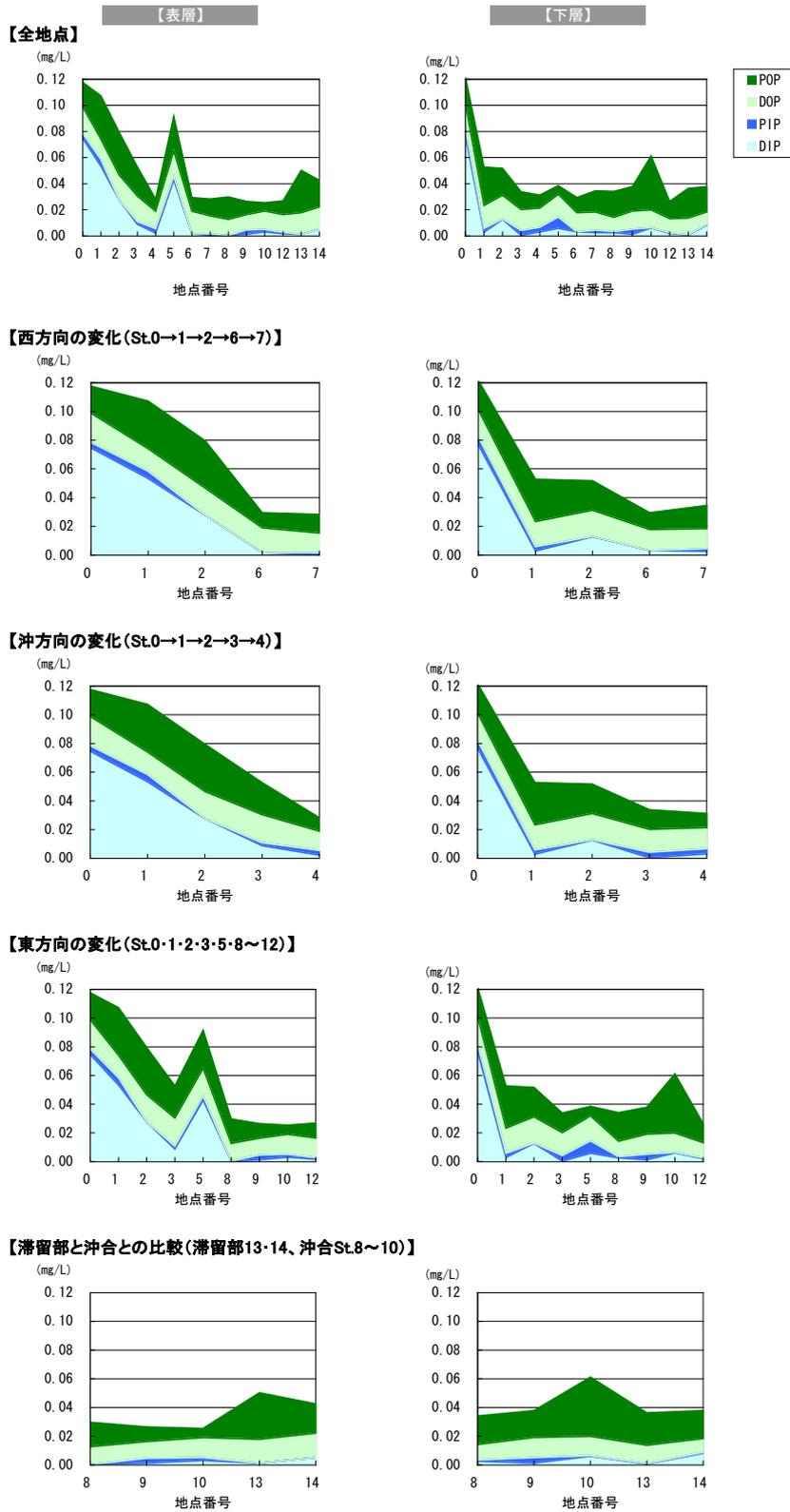


図 4-8 対象海域におけるりんの形態変化 (春季)

※グラフの凡例は、緑系が有機態、青系が無機態を表す。

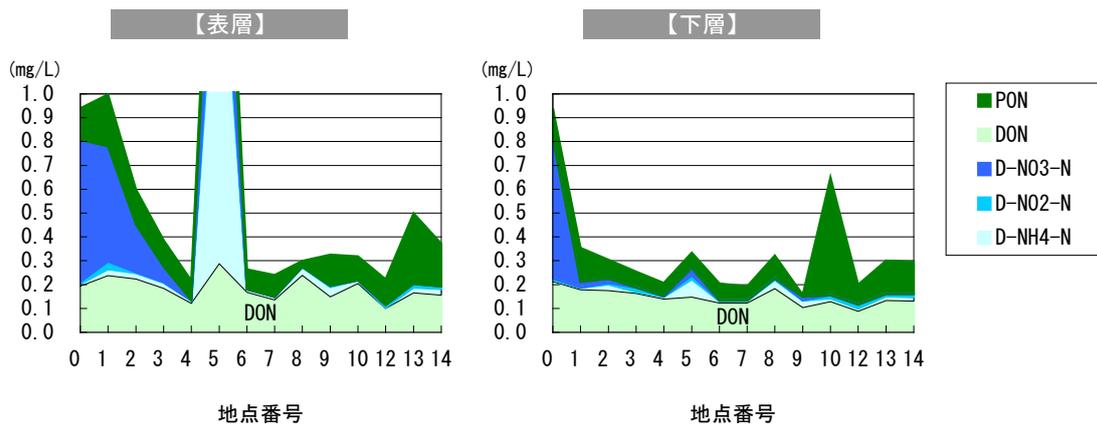


図 4-9 対象海域における窒素の形態変化（春季）（図 4-7 を溶存有機態に着目して並び替え）

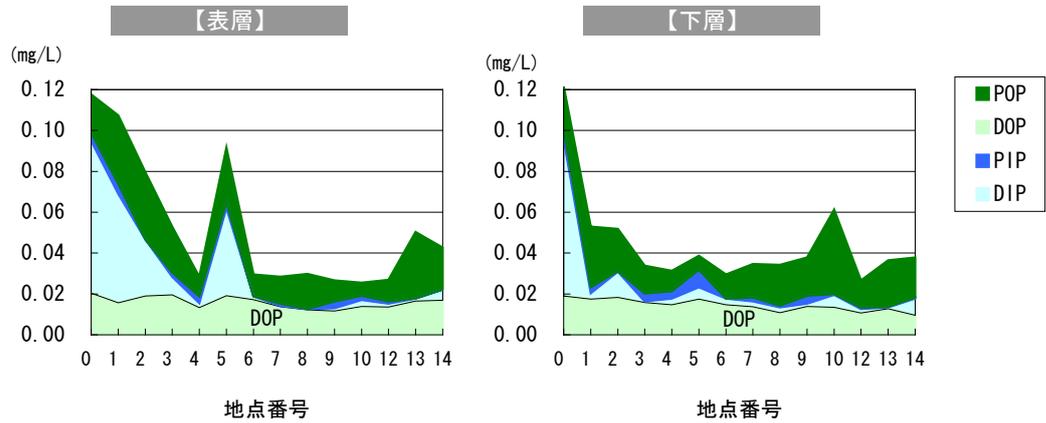


図 4-10 対象海域におけるリンの形態変化（春季）（図 4-8 を溶存有機態に着目して並び替え）

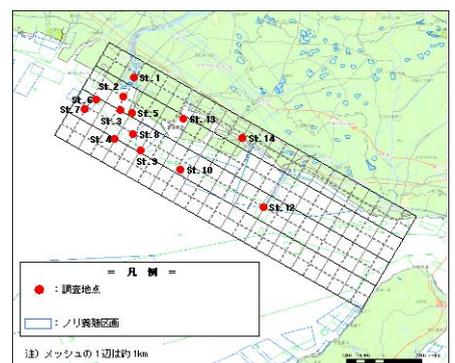
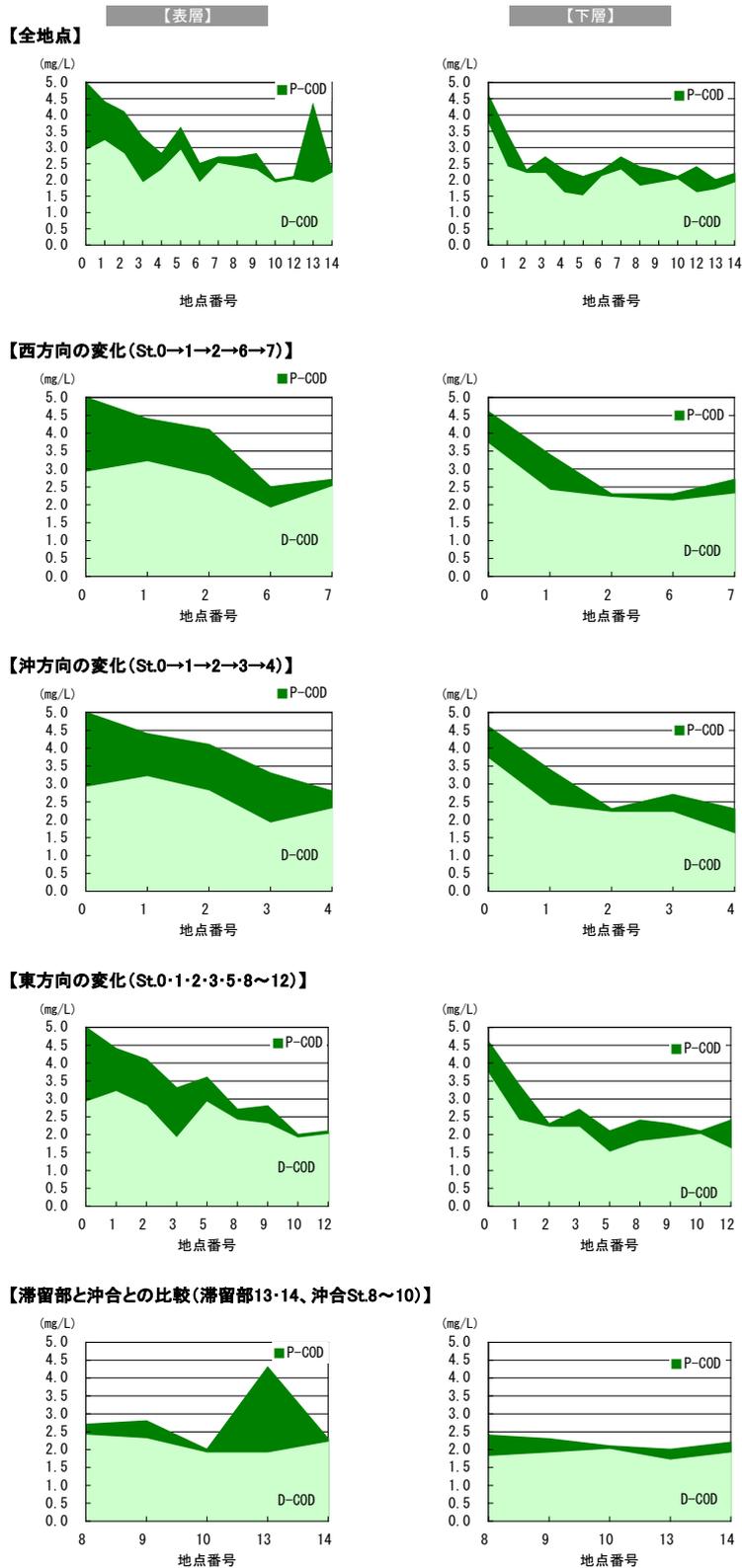


図 4-11 対象海域における COD の形態変化 (春季)

表 4-1 栄養塩類分析結果 (春季)

調査日:平成23年7月12日

項目	層	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
水温 (°C)	表	28.4	28.3	27.4	27.3	26.8	26.4	27.1	26.8	26.5	26.6	26.5	24.2	25.9	24.2
	下	28.4	26.9	24.3	25.8	24.6	23.6	25.6	25.6	25.2	25.6	23.3	23.9	24.1	24.2
塩分	表	0.19	4.28	17.38	23.80	30.58	26.09	29.89	30.42	30.87	30.79	30.97	31.09	30.01	30.68
	下	0.09	28.51	29.68	29.29	31.06	30.77	30.84	30.86	30.80	31.01	31.25	31.10	30.59	30.68
水素イオン濃度 (pH)	表	7.5	7.8	8.3	8.3	8.3	7.9	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8.3	8.1
	下	7.6	8.2	8.1	8.3	8.3	8.1	8.2	8.3	8.2	8.3	8.1	8.2	8.2	8.1
水素イオン濃度 (pH)	表	7.50	7.84	8.32	8.37	8.38	7.98	8.36	8.38	8.38	8.34	8.34	8.23	8.31	8.11
	下	7.65	8.29	8.18	8.33	8.30	8.11	8.29	8.32	8.26	8.33	8.18	8.20	8.20	8.12
溶存酸素量 (DO)	表	7.9	8.2	8.9	9.2	9.1	6.7	9.1	9.1	8.9	9.1	8.9	7.6	9.5	6.7
	下	7.9	9.0	7.0	9.2	8.9	6.7	8.4	9.3	8.2	9.3	7.4	7.5	7.6	6.8
クロロフィル a (μg/L)	表	7.0	5.7	8.0	6.5	3.4	8.6	3.9	3.4	3.7	3.3	2.6	2.8	18	5.2
	下	8.0	8.3	4.4	3.8	2.3	4.4	2.7	2.5	4.5	3.0	1.7	2.6	12	5.3
フェオフィチン (μg/L)	表	8.7	4.1	3.8	2.1	1.2	4.6	1.1	1.1	1.3	1.0	1.1	1.3	5.6	2.4
	下	10	3.6	2.0	1.5	0.8	1.6	1.2	0.9	1.6	1.0	1.2	1.3	4.3	2.1
COD _{Mn} (酸性法) (mg/L)	表	5.0	4.4	4.1	3.3	2.8	3.6	2.5	2.7	2.7	2.8	2.0	2.1	4.3	2.3
	下	4.6	3.4	2.3	2.7	2.3	2.1	2.3	2.7	2.4	2.3	2.1	2.4	2.0	2.2
溶解性COD _{Mn} (mg/L)	表	2.9	3.2	2.8	1.9	2.3	2.9	1.9	2.5	2.4	2.3	1.9	2.0	1.9	2.2
	下	3.7	2.4	2.2	2.2	1.6	1.5	2.1	2.3	1.8	1.9	2.0	1.6	1.7	1.9
TOC (mg/L)	表	2.3	2.4	2.0	1.7	1.4	2.0	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.8	1.5
	下	2.3	1.7	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.2	1.5	1.4
DOC (mg/L)	表	2.0	2.1	1.7	1.4	1.1	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2
	下	2.0	1.5	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.2	1.3	1.1
全窒素 (TN) (mg/L)	表	0.940	0.998	0.599	0.386	0.216	2.689	0.263	0.240	0.299	0.325	0.318	0.222	0.499	0.371
	下	0.939	0.354	0.304	0.254	0.207	0.333	0.204	0.192	0.321	0.157	0.649	0.199	0.300	0.296
溶存態 全窒素 (DTN) (mg/L)	表	0.808	0.781	0.453	0.275	0.135	2.578	0.181	0.149	0.274	0.195	0.218	0.114	0.203	0.192
	下	0.814	0.211	0.224	0.188	0.152	0.269	0.133	0.133	0.225	0.148	0.156	0.116	0.160	0.161
溶存無機態 アンモニア性窒素 (mg/L)	表	0.010	0.027	0.024	0.024	0.013	1.553	0.011	0.013	0.034	0.042	0.013	0.003	0.023	0.026
	下	0.006	0.008	0.026	0.008	0.010	0.074	0.008	0.010	0.037	0.029	0.014	0.011	0.018	0.016
溶存無機態 亜硝酸性窒素 (mg/L)	表	0.0077	0.0320	0.0043	0.0027	0.0011	0.1293	0.0011	0.0008	0.0014	0.0049	0.0011	0.0106	0.0150	0.0106
	下	0.0068	0.0020	0.0058	0.0175	0.0014	0.0166	0.0024	0.0008	0.0049	0.0014	0.0131	0.0162	0.0096	0.0137
溶存無機態 硝酸性窒素 (mg/L)	表	0.5965	0.4837	0.2006	0.0643	0.0000	0.6083	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	下	0.5879	0.0231	0.0180	0.0000	0.0027	0.0307	0.0000	0.0000	0.0000	0.0136	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
溶存性有機態窒素 (DON) (mg/L)	表	0.1938	0.2373	0.2235	0.1837	0.1206	0.2875	0.1677	0.1353	0.2389	0.1481	0.2041	0.1001	0.1655	0.1556
	下	0.2126	0.1779	0.1747	0.1623	0.1386	0.1474	0.1225	0.1225	0.1830	0.1039	0.1283	0.0883	0.1326	0.1311
粒子状有機態窒素 (PON) (mg/L)	表	0.132	0.218	0.1465	0.1106	0.0810	0.1112	0.0822	0.0912	0.0251	0.1303	0.1003	0.1083	0.2958	0.1795
	下	0.125	0.143	0.0799	0.0664	0.0548	0.0642	0.0712	0.0592	0.0963	0.0090	0.4933	0.0832	0.1404	0.1354
全リン (TP) (mg/L)	表	0.1176	0.1074	0.0796	0.0529	0.0284	0.0916	0.0295	0.0284	0.0298	0.0265	0.0254	0.0269	0.0503	0.0426
	下	0.1216	0.0529	0.0518	0.0339	0.0313	0.0386	0.0295	0.0346	0.0342	0.0379	0.0613	0.0265	0.0364	0.0379
溶存態 全リン (DTP) (mg/L)	表	0.0949	0.0690	0.0467	0.0284	0.0156	0.0620	0.0189	0.0141	0.0126	0.0130	0.0170	0.0152	0.0178	0.0222
	下	0.0957	0.0203	0.0309	0.0163	0.0178	0.0233	0.0178	0.0163	0.0134	0.0152	0.0196	0.0126	0.0134	0.0178
リン酸性リン (TIP) (mg/L)	表	0.0785	0.0584	0.0276	0.0109	0.0055	0.0459	0.0016	0.0016	0.0004	0.0046	0.0052	0.0028	0.0013	0.0052
	下	0.0821	0.0058	0.0130	0.0043	0.0067	0.0145	0.0031	0.0046	0.0034	0.0052	0.0064	0.0025	0.0010	0.0088
溶存無機態リン (DIP) (mg/L)	表	0.0746	0.0534	0.0276	0.0088	0.0022	0.0429	0.0016	0.0004	0.0004	0.0013	0.0031	0.0016	0.0013	0.0052
	下	0.0767	0.0028	0.0127	0.0004	0.0031	0.0058	0.0031	0.0025	0.0025	0.0013	0.0061	0.0019	0.0007	0.0082
溶存有機態リン (DOP) (mg/L)	表	0.020	0.016	0.0190	0.0196	0.0133	0.0191	0.0172	0.0137	0.0122	0.0117	0.0139	0.0136	0.0165	0.0169
	下	0.019	0.017	0.0182	0.0159	0.0146	0.0174	0.0146	0.0138	0.0108	0.0139	0.0135	0.0107	0.0127	0.0096
粒子状無機態リン (PIP) (mg/L)	表	0.004	0.005	0.0000	0.0021	0.0033	0.0030	0.0000	0.0012	0.0000	0.0033	0.0021	0.0012	0.0000	0.0000
	下	0.005	0.003	0.0003	0.0039	0.0036	0.0086	0.0000	0.0021	0.0009	0.0039	0.0003	0.0006	0.0003	0.0006
粒子状有機態リン (POP) (mg/L)	表	0.019	0.033	0.0329	0.0224	0.0095	0.0266	0.0106	0.0131	0.0172	0.0102	0.0064	0.0105	0.0325	0.0205
	下	0.021	0.030	0.0205	0.0137	0.0099	0.0067	0.0117	0.0162	0.0199	0.0188	0.0414	0.0133	0.0227	0.0196
浮遊物質量 (SS) (mg/L)	表	4.8	5.0	6.6	5.5	3.5	4.6	4.3	5.1	4.5	3.6	5.6	4.0	9.6	6.1
	下	4.5	10.0	6.6	3.6	3.5	5.8	4.5	5.1	6.0	6.3	6.8	5.1	6.6	7.6
懸濁物質の強熱減量 (VSS) (mg/L)	表	2.5	2.9	4.0	3.2	2.4	2.8	2.7	4.3	3.2	3.0	4.5	2.4	6.5	2.2
	下	2.1	3.7	3.3	1.8	2.2	2.2	1.7	3.5	3.4	4.0	4.2	3.2	3.8	3.7

※ろ過: 予め450℃、1時間加熱前処理したワットマンGF/Cを用いてろ過 (広域総合水質調査と同じ方法)

太字は、該当項目の値を算定するために必要となる分析項目。

窒素及びリン、塩分については、定量下限値未満の値についても、桁処理せずに分析結果をそのまま掲載したため【参考値】として取り扱う。

4.1.2 栄養塩類の挙動に関する整理

窒素の栄養塩類については、既存文献によると塩分と溶存無機態窒素との関係から、河川から供給された溶存無機態窒素が、夏季には植物プランクトンなどにより速やかに消費されるのに対し、冬季は消費されずに海水で希釈されながら保存的に海域に供給されることが示されている¹。

ここでは、塩分と栄養塩類濃度との関係から海域流入後の栄養塩類の挙動について整理を行った。

水質分析結果から整理した各地点の塩分と栄養塩類濃度との関係を図 4-12 に示した。図 4-12 では左列に全地点を採用したグラフを示し、右列に傾向の異なる一部の地点を除き、近似直線を追加したグラフを示した。

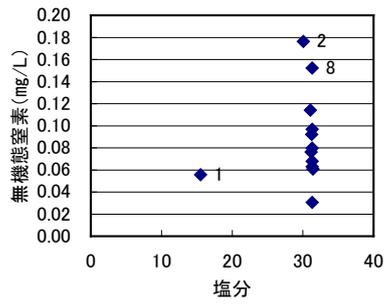
近似直線は、ほぼ、加古川からの流入地点 (St.0・1 または St.2) の溶存無機態窒素と海水 (St.12) の溶存無機態窒素を結ぶ線となっており、溶存無機態窒素が加古川から流入した後に、消費、生成や他から供給されることなく、海水により希釈された時の値と考えられる。

右列に着目すると、全体の傾向は塩分の低下に伴い溶存無機態窒素濃度が減少する傾向がみられている。しかし、一部では、近似線よりも高い値を示す地点もあり、特に St.8 は全ての調査回でその傾向がみられている。この点について、全ての地点を掲載した左列をみると、泊川河口沖水路からの流入を示す St.15・16・5 は加古川からの流入より濃度が高くなっていることから、海域ではこの影響により近似曲線よりも高い値を示しているものと考えられた。また、St.8 は泊川河口沖水路に近いことから、この影響が特に強かったものと考えられた。

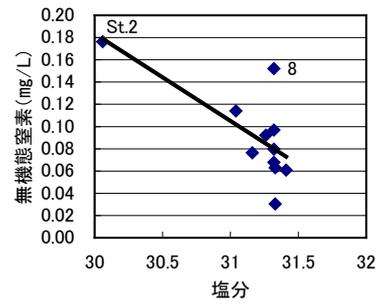
春季調査の結果を用いて泊川河口沖水路からの流入水に着目して整理した図 4-13 を見ると、泊川河口沖水路近傍の St.8・9 は、上記の近似曲線よりも高い値を示し、泊川河口沖水路 (St.15・16・5) の影響が大きい傾向が見られる。

¹藤原建紀：備讃瀬戸のノリ養殖の現状と河川からの栄養塩供給。海洋と生物， vol.31, No. 2, 118-122, 2011.

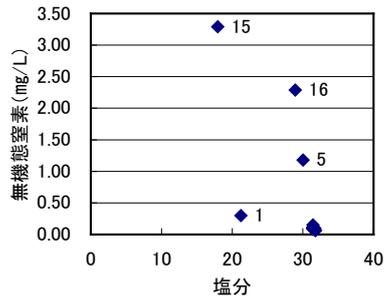
【夏季】 = 測定結果 全地点 =
塩分と無機態窒素の関係



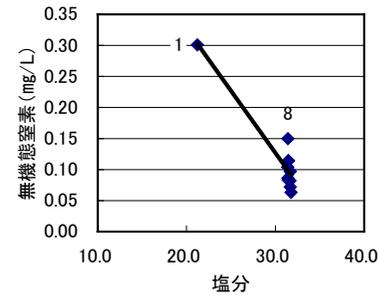
= 地点一部抜粋 =
塩分と無機態窒素の関係(St.1削除)



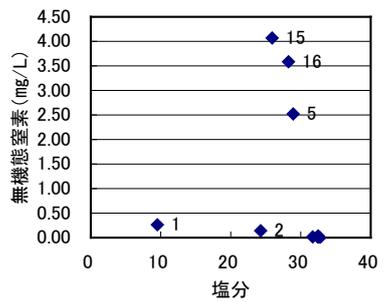
【秋季】 塩分と無機態窒素の関係



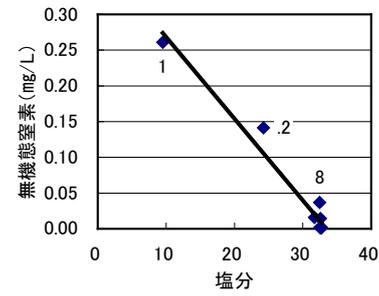
塩分と無機態窒素の関係
(5・15・16削除)



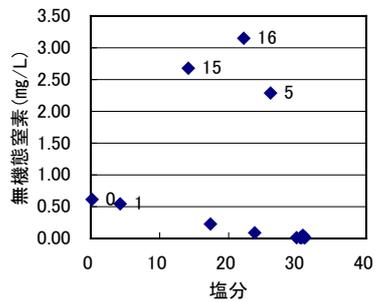
【冬季】 塩分と無機態窒素の関係



塩分と無機態窒素の関係
(5・15・16削除)



【春季】 塩分と無機態窒素の関係



塩分と無機態窒素の関係
(5・15・16削除)

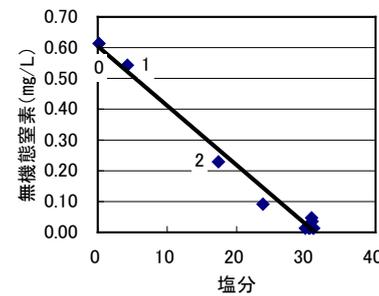


図 4-12 塩分と溶存無機態窒素の関係 (表層)

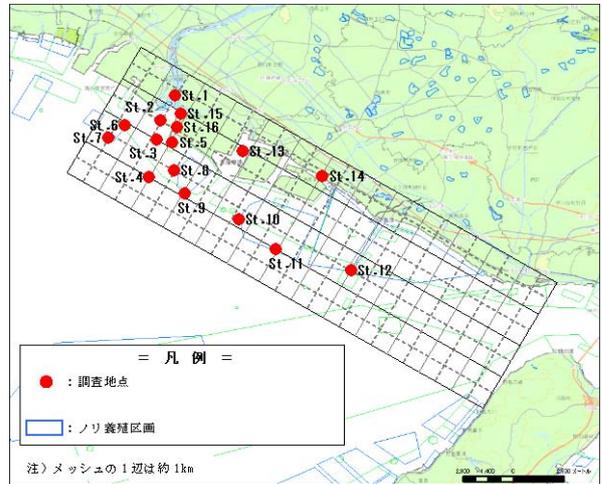
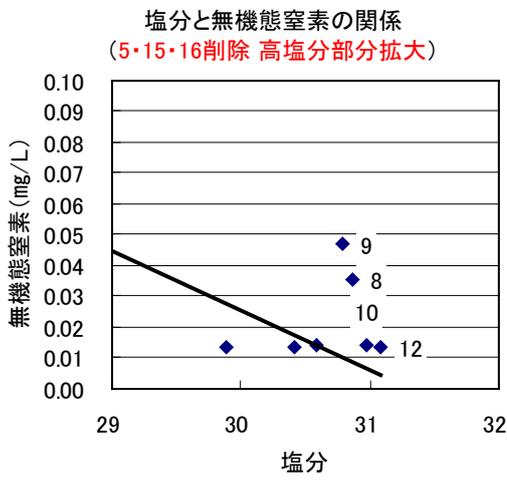
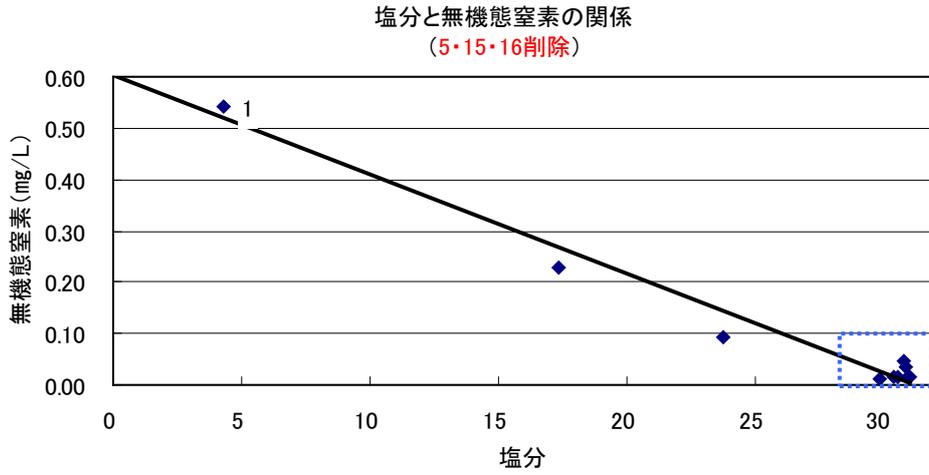


図 4-13 塩分と無機態窒素の関係における泊川河口沖水路の影響
(表層 春季:図 4-12 の一部を拡大)

4.2 泊川河口沖水路の水質把握調査

4.2.1 調査実施時の状況

各調査の実施日と調査時の潮汐は、表 4-2 に示すとおりである。

表 4-2 調査実施日

調査回	実施日	潮汐
第 5 回	平成 23 年 7 月 12 日*	下げ潮

※第 5 回調査は、「栄養塩類の形態別動向調査」時に合わせて実施

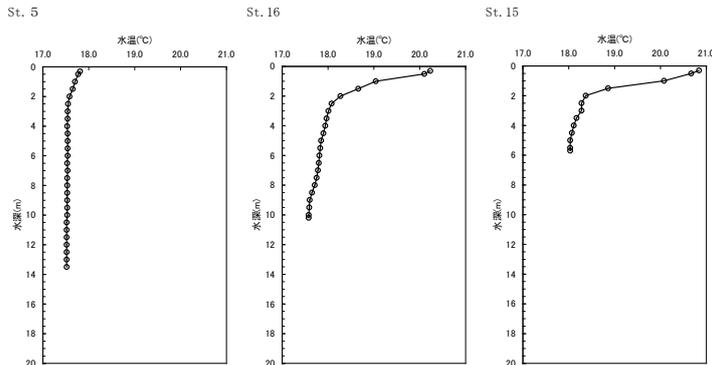
4.2.2 泊川河口沖水路の水質調査結果

(1) 鉛直分布状況

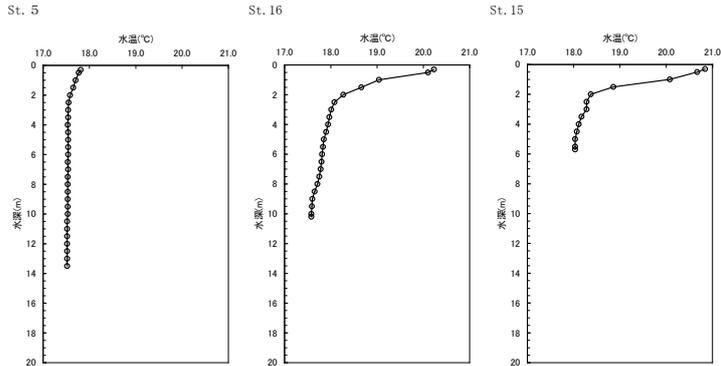
泊川河口沖水路の水質鉛直分布について、昨年度の調査結果と合わせて図 4-14、図 4-15 に示した。調査の実施時期により変動があるものの、淡水層は港内で海面から 2m 程度であり、泊川河口沖水路出口に近づくにしたがって、下層との混合により層厚が薄くなる傾向がみられた。

このことから、泊川河口沖水路の栄養塩類濃度の高い水塊を拡散させるためには、水面下 2m 程度までの層を対象とすることが必要と考えられた。

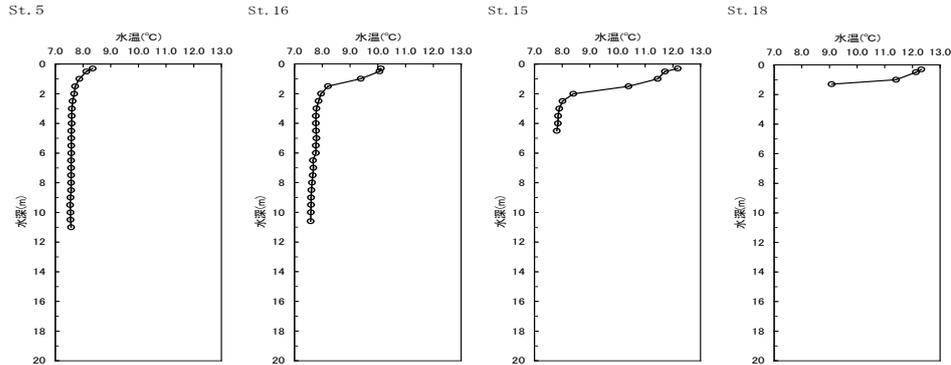
第 1 回



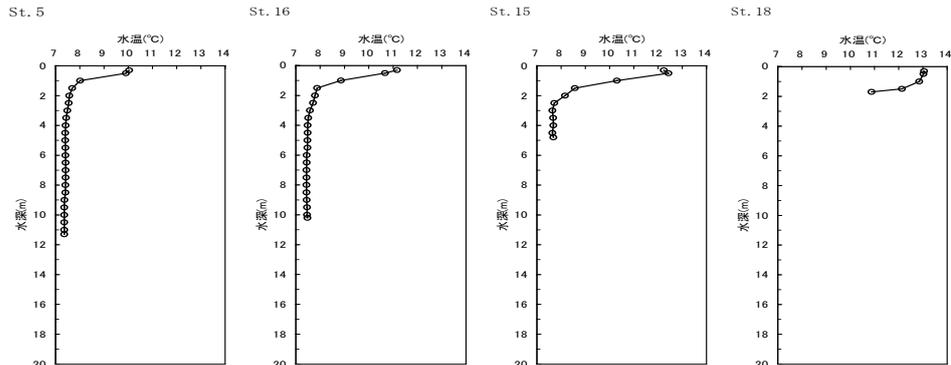
第 2 回



第 3 回



第 4 回



第 5 回

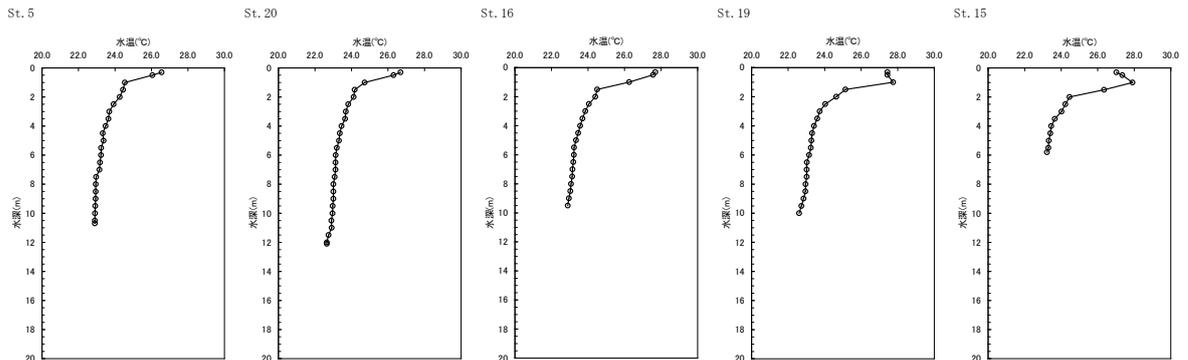
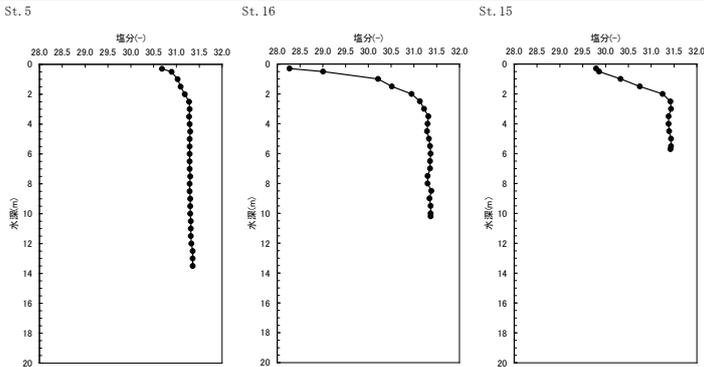
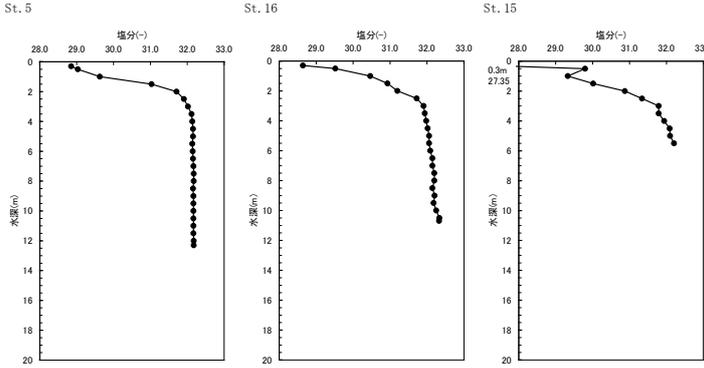


図 4-14 鉛直分布 (水温)

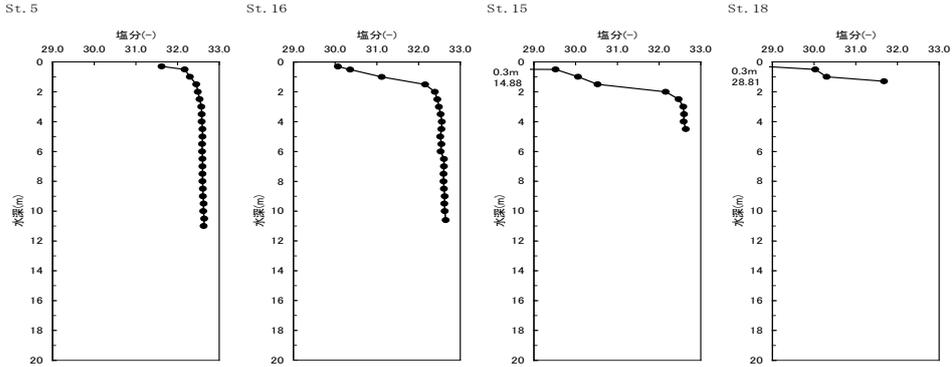
第1回



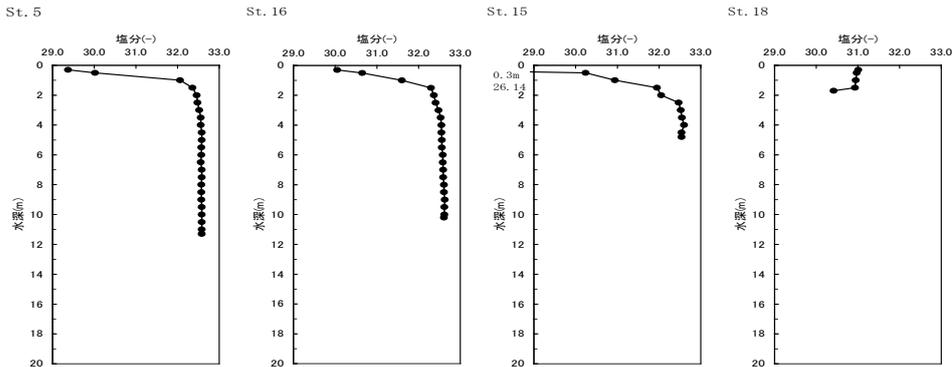
第2回



第3回



第4回



第5回

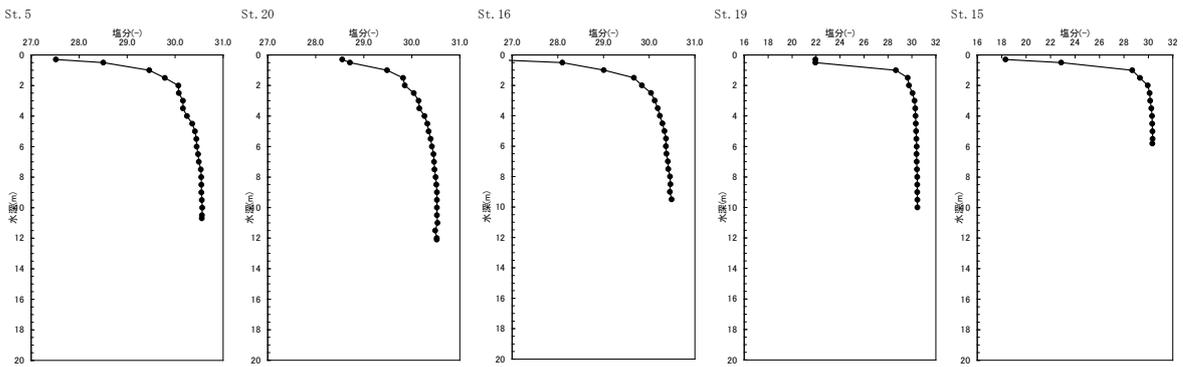


図 4-15 鉛直分布 (塩分)

(2) 栄養塩類の状況

分析結果を表 4-3 に示し、泊川河口沖水路及びその周辺水域との比較を図 4-16 に示した。

① 加古川との比較

図 4-16 の表層をみると、泊川河口沖水路 (St.15) は全窒素・全りん及びそれぞれの無機態も加古川 (St.0、St.1) より高い値を示しており、加古川よりも高濃度の栄養塩類が水中に存在することが確認された。

また、窒素について無機態に着目すると、加古川に比べ泊川河口沖水路では、全窒素のうちの無機態の占める割合が大きい傾向がみられた。無機態の構成について、加古川では硝酸態窒素の割合が多いのに対し、泊川河口沖水路はアンモニア性窒素の割合が大きい傾向であった。

② 泊川河口沖水路水質の傾向

図 4-16 の表層をみると、全窒素・全りんともに泊川河口沖水路流下に伴い、全体の濃度が低くなっているが、減少要因は無機態の減少によるものであり、減少割合が異なるもののこの傾向は加古川と同様であった。

図 4-16 において表層と下層を比較すると、表層は下層に比べ窒素・りんとも、遙かに高い濃度を示しており、塩分の鉛直分布からも明らかなように、泊川河口沖水路は表層と下層で水塊が異なり、窒素・りんの高濃度水塊は主に表層を形成していることが確認された。

表 4-3 泊川河口沖水路水質分析結果 (春季)

調査日:平成23年7月12日

項目	層	0 (再掲)	1 (再掲)	2 (再掲)	3 (再掲)	5 (再掲)	8 (再掲)	15	16
水温 (°C)	表	28.4	28.3	27.4	27.3	26.4	26.5	26.7	27.0
	下	28.4	26.9	24.3	25.8	23.6	25.2	23.8	23.8
塩分	表	0.19	4.28	17.38	23.80	26.09	30.87	14.18	22.20
	下	0.09	28.51	29.68	29.29	30.77	30.80	30.63	30.58
水素イオン濃度 (pH)	表	7.5	7.8	8.3	8.3	7.9	8.3	7.5	7.7
	下	7.6	8.2	8.1	8.3	8.1	8.2	8.0	8.1
水素イオン濃度 (pH)	表	7.50	7.84	8.32	8.37	7.98	8.38	7.51	7.77
	下	7.65	8.29	8.18	8.33	8.11	8.26	8.09	8.12
溶存酸素量 (DO)	表	7.9	8.2	8.9	9.2	6.7	8.9	5.8	6.1
	下	7.9	9.0	7.0	9.2	6.7	8.2	6.5	6.6
クロロフィル a (μg/L)	表	7.0	5.7	8.0	6.5	8.6	3.7	2.5	5.3
	下	8.0	8.3	4.4	3.8	4.4	4.5	6.3	5.1
フェオフィチン (μg/L)	表	8.7	4.1	3.8	2.1	4.6	1.3	4.0	2.3
	下	10	3.6	2.0	1.5	1.6	1.6	2.5	2.2
COD _{Mn} (酸性法) (mg/L)	表	5.0	4.4	4.1	3.3	3.6	2.7	3.8	2.5
	下	4.6	3.4	2.3	2.7	2.1	2.4	2.0	2.6
溶解性COD _{Mn} (mg/L)	表	2.9	3.2	2.8	1.9	2.9	2.4	3.5	2.3
	下	3.7	2.4	2.2	2.2	1.5	1.8	1.9	2.1
TOC (mg/L)	表	2.3	2.4	2.0	1.7	2.0	1.5	2.8	2.2
	下	2.3	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
DOC (mg/L)	表	2.0	2.1	1.7	1.4	1.5	1.2	2.8	2.1
	下	2.0	1.5	1.2	1.2	1.1	1.1	1.4	1.2
全窒素 (TN) (mg/L)	表	0.940	0.998	0.599	0.386	2.689	0.299	3.487	3.717
	下	0.939	0.354	0.304	0.254	0.333	0.321	0.501	0.537
溶存態全窒素 (DTN) (mg/L)	表	0.808	0.781	0.453	0.275	2.578	0.274	3.360	3.427
	下	0.814	0.211	0.224	0.188	0.269	0.225	0.320	0.380
溶存無機態アンモニア性窒素 (mg/L)	表	0.010	0.027	0.024	0.024	1.553	0.034	1.402	2.108
	下	0.006	0.008	0.026	0.008	0.074	0.037	0.134	0.156
溶存無機態亜硝酸性窒素 (mg/L)	表	0.0077	0.0320	0.0043	0.0027	0.1293	0.0014	0.1280	0.1710
	下	0.0068	0.0020	0.0058	0.0175	0.0166	0.0049	0.0330	0.0257
溶存無機態硝酸性窒素 (mg/L)	表	0.5965	0.4837	0.2006	0.0643	0.6083	0.0000	1.1484	0.8714
	下	0.5879	0.0231	0.0180	0.0000	0.0307	0.0000	0.0368	0.0590
溶存性有機態窒素 (DON) (mg/L)	表	0.1938	0.2373	0.2235	0.1837	0.2875	0.2389	0.6817	0.2773
	下	0.2126	0.1779	0.1747	0.1623	0.1474	0.1830	0.1161	0.1402
粒子状有機態窒素 (PON) (mg/L)	表	0.132	0.218	0.1465	0.1106	0.1112	0.0251	0.1262	0.2899
	下	0.125	0.143	0.0799	0.0664	0.0642	0.0963	0.1805	0.1564
全リン (TP) (mg/L)	表	0.1176	0.1074	0.0796	0.0529	0.0916	0.0298	0.2534	0.1518
	下	0.1216	0.0529	0.0518	0.0339	0.0386	0.0342	0.0551	0.0401
溶存態全リン (DTP) (mg/L)	表	0.0949	0.0690	0.0467	0.0284	0.0620	0.0126	0.2443	0.1189
	下	0.0957	0.0203	0.0309	0.0163	0.0233	0.0134	0.0302	0.0258
リン酸性リン (TIP) (mg/L)	表	0.0785	0.0584	0.0276	0.0109	0.0459	0.0004	0.2058	0.0958
	下	0.0821	0.0058	0.0130	0.0043	0.0145	0.0034	0.0213	0.0098
溶存無機態リン (DIP) (mg/L)	表	0.0746	0.0534	0.0276	0.0088	0.0429	0.0004	0.1969	0.0868
	下	0.0767	0.0028	0.0127	0.0004	0.0058	0.0025	0.0157	0.0097
溶存有機態リン (DOP) (mg/L)	表	0.020	0.016	0.0190	0.0196	0.0191	0.0122	0.0474	0.0321
	下	0.019	0.017	0.0182	0.0159	0.0174	0.0108	0.0145	0.0161
粒子状無機態リン (PIP) (mg/L)	表	0.004	0.005	0.0000	0.0021	0.0030	0.0000	0.0090	0.0090
	下	0.005	0.003	0.0003	0.0039	0.0086	0.0009	0.0056	0.0002
粒子状有機態リン (POP) (mg/L)	表	0.019	0.033	0.0329	0.0224	0.0266	0.0172	0.0002	0.0239
	下	0.021	0.030	0.0205	0.0137	0.0067	0.0199	0.0192	0.0141
浮遊物質 (SS) (mg/L)	表	4.8	5.0	6.6	5.5	4.6	4.5	4.5	5.8
	下	4.5	10.0	6.6	3.6	5.8	6.0	7.8	8.0
懸濁物質の強熱減量 (VSS) (mg/L)	表	2.5	2.9	4.0	3.2	2.8	3.2	3.1	4.5
	下	2.1	3.7	3.3	1.8	2.2	3.4	4.5	5.5

※ろ過: 予め450°C、1時間加熱前処理したワットマンGF/Cを用いてろ過 (広域総合水質調査と同じ方法)

太字は、該当項目の値を算定するために必要となる分析項目。

窒素及びリン、塩分については、定量下限値未満の値についても、桁処理せずに分析結果をそのまま掲載したため【参考値】と St.0~8は参考のため再掲

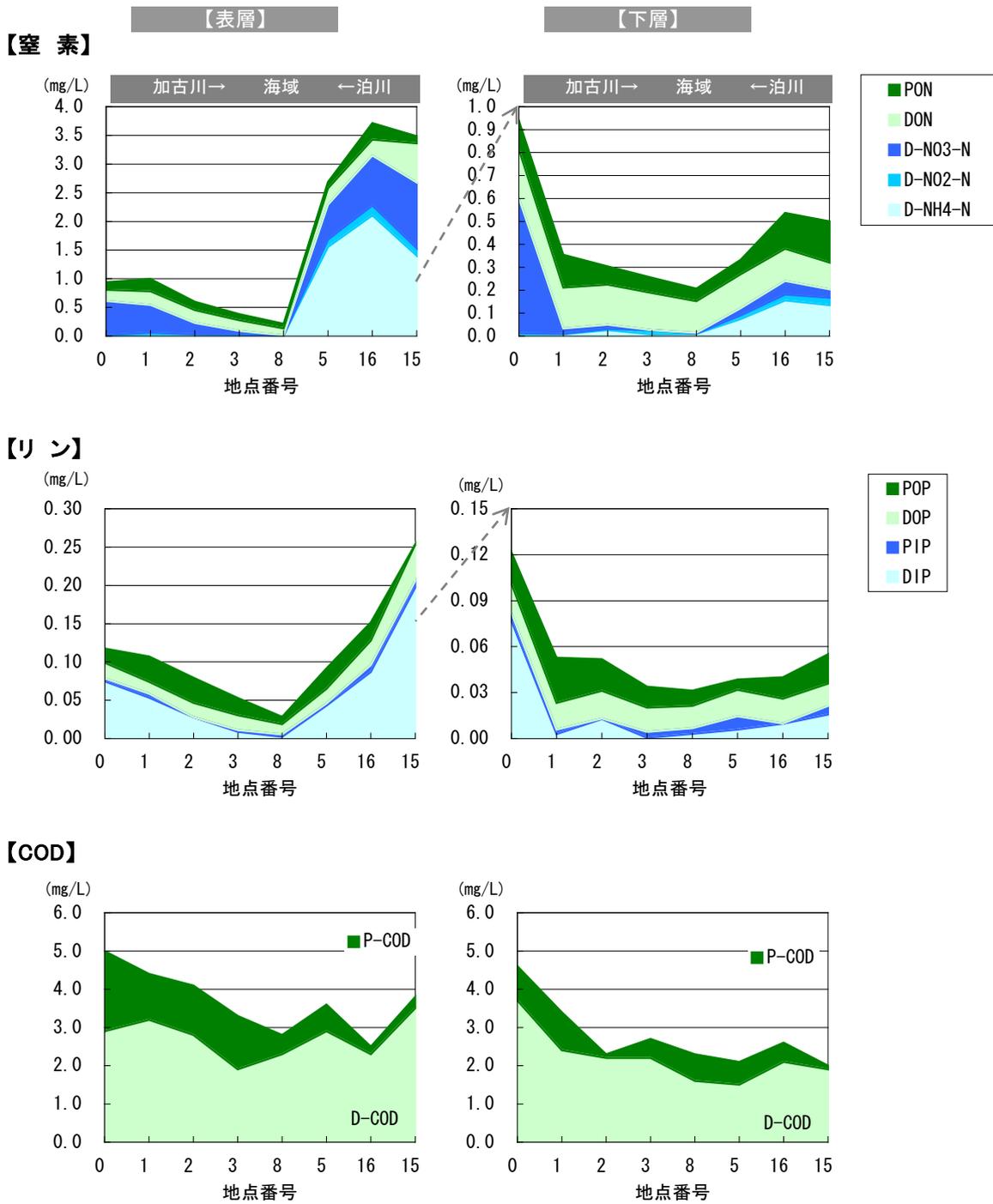


図 4-16 泊川河口沖水路と加古川・播磨灘との水質比較 (春季)

5. 調査の工程

項目	年 月	平成23年							平成24年		
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
◆物質循環状況の解明調査											
(1) 栄養塩類の形態別動向調査			●								
(2) 泊川河口沖水路の水質把握調査			●		●						
◆対策効果の実証試験											
・通常運転時								●			
・窒素成分増加管理運転時									●		

写 真 集



水質調査

調査地点

St.0

上流側

平成23年7月12日



水質調査

調査地点

St.0

下流側

平成23年7月12日



水質調査

調査地点

St.0

水面

平成23年7月12日



水質調査

調査地点

St. 1

平成23年7月12日



水質調査

調査地点

St. 2

平成23年7月12日



水質調査

調査地点

St. 3

平成23年7月12日