

物質循環状況の解明調査

本業務では平成 22 年度と 23 年度に播磨灘北東部海域において河川水の広域的拡散状況調査、栄養塩類の形態別動向調査、泊川河口沖水路の水質把握調査を実施してきた。現地調査により明らかになった結果は当海域で今後必要となると考えられる対策の検討材料や、シミュレーションモデルによる計算の再現性の確認に利用している。

平成 23 年度のシミュレーションモデルによる計算結果から、表層の栄養塩類濃度や泊川河口沖水路内の栄養塩類濃度について計算の精度を高める必要があるとみられたため、統括検討委員会にモデルの改良を依頼するとともに、モデルの精度向上に資するための現地調査を実施した。

1 平成 23 年度に実施した調査結果

1.1 現地調査結果

加古川や泊川等の河川から供給される栄養塩類の移流、拡散傾向を解明するための「栄養塩類の形態別動向調査」と、加古川と泊川河口沖水路の河川水を利用した対策を検討するうえで必要となるデータを取得するための「泊川河口沖水路の水質把握調査」について、それぞれ四季調査を実施した。

調査の結果、以下のことが明らかになった。

- ・ 加古川河口からの距離に従って加古川からの影響が小さくなり、St.11、12 では加古川からの影響がほとんどないものと考えられた。
- ・ 河川から海域への流入後に全窒素、全りん濃度が減少するが、減少要因は主に無機態の減少によるものであった。
- ・ 水温、塩分の鉛直分布から、泊川河口沖水路では水深 2m 程度を境として表層と下層で水塊が異なっていた。また、形態別の分析結果から、表層には無機態の窒素、りんが加古川より高い濃度で存在していることが確認された。

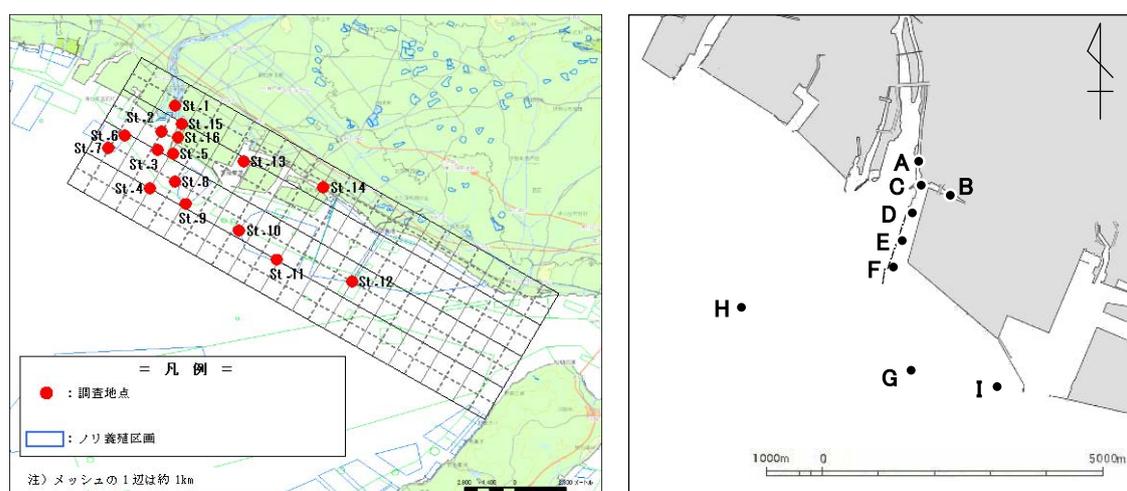


図 1 調査地点図

1.2 課題

加古川下流浄化センターにおける窒素排出量増加運転の効果を把握するために、増加運転実施前（通常運転時）の平成 23 年 11 月 25 日と増加運転実施中の平成 24 年 1 月 10 日に現地調査を実施した。また、シミュレーションにおいても通常運転時と窒素排出量増加運転時の排水の影響について計算を実施した。図 2 に増加運転時と通常運転時の差値を示した。

その結果、現地調査とシミュレーションモデルによる計算の両方において、窒素排出量増加運転の効果が確認された。しかし、シミュレーションモデルによる計算について、泊川河口沖水路内の濃度変化量が現地調査結果と比較して大幅に小さかったことから、シミュレーションモデルの改良の必要性が示唆された。

シミュレーションでの泊川河口沖水路内における濃度が低かった理由は次の二つが考えられた。

- ・ 現地調査の表層の結果は 0.3m 層の値であるが、シミュレーションモデルでは第 1 層（表層）を 0～3m の平均値として算出されるため、実際は濃度の高い表層水が平均化され濃度が低く表現された。
- ・ 泊川河口沖水路奥部の事業場排水口から泊川河口にかけての東西方向の水路について、水深情報が不足しておりシミュレーションモデルには仮の水深データが入力されていた。そのため、現地調査において加古川下流浄化センターの排水の影響が確認されなかった地点まで、シミュレーションモデルによる計算結果では影響が認められ、よって排水の影響面積（容積）が広がったことにより、水路内の全体的な濃度が低くなった。

上記のことからシミュレーションのモデルを改良するとともに泊川河口沖水路の水深情報を取得する必要があると考えられたため、平成 24 年度は泊川河口沖水路内において深淺測量を実施することとした。

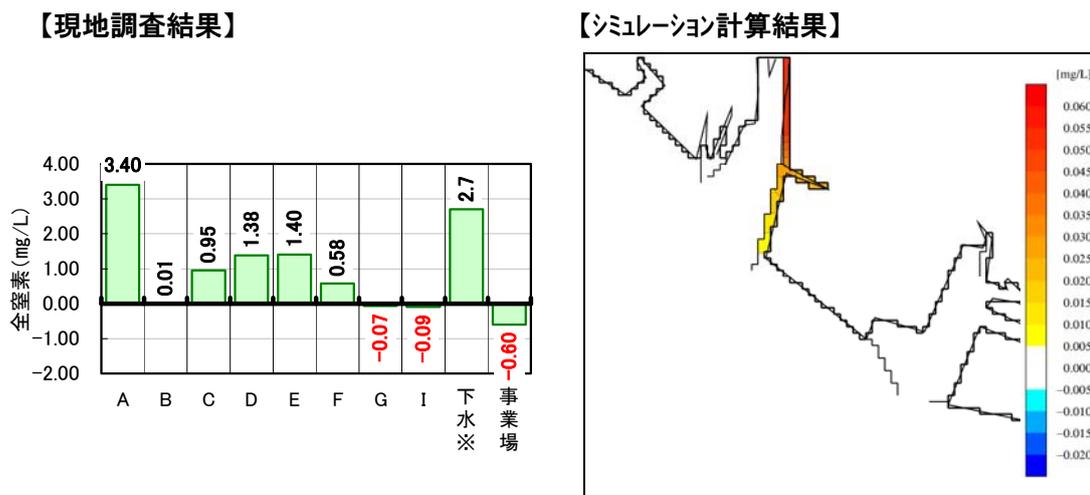


図 2 現地調査結果とシミュレーションモデルによる計算結果の比較（表層）

2 現地調査

2.1 調査内容

物質循環状況の解明調査（現地調査）として、深浅測量調査及び水質の鉛直測定調査を実施した。

2.1.1 深浅測量調査

(1) 目的

シミュレーションモデルにおける現況再現精度を向上するために必要となる泊川河口沖水路の地形を把握することを目的とした。

(2) 調査内容

泊川河口沖水路において簡易的な深浅測量調査を実施した。

現地調査は対象地点の水深を把握するための「水深測定」と、水深測定中の水位変動を把握する「水位連続測定」を行った。

取得した水深データは、最低水面を基準面とした整理を行った。

各調査の調査内容を表 1 に示した。

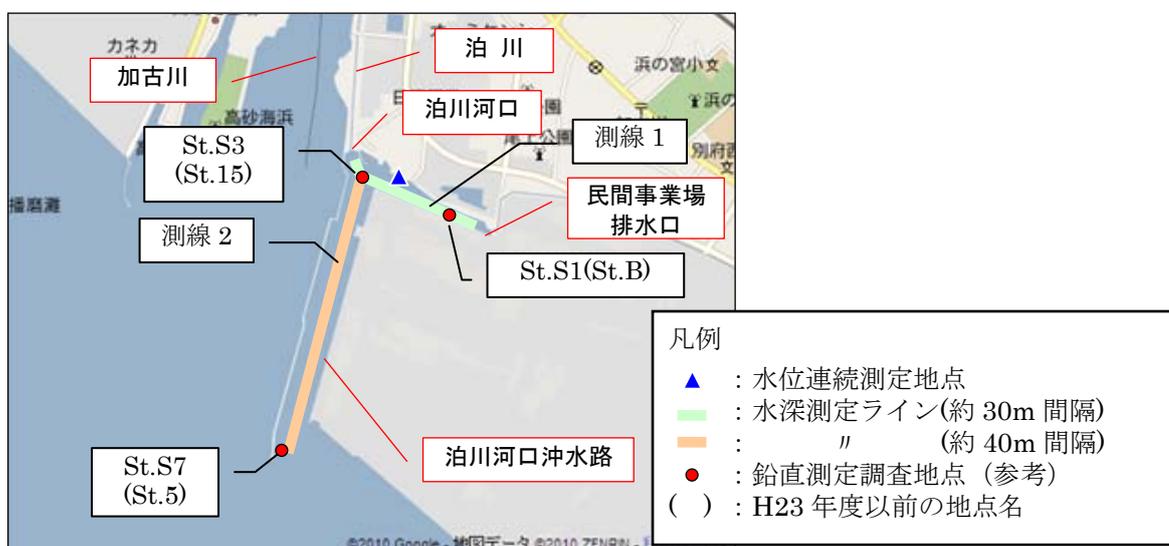
表 1 深浅測量調査の内容

調査内容 (I 水位連続測定 II 水深測定)	
時 期	7月30日（夏季に1回）
地 点	I 泊川河口沖水路近傍（1地点） II 泊川河口沖水路の中央部の測線1、測線2（図3）（合計70地点程度） 測線1（民間事業場の排水口付近～泊川河口付近）：約30m間隔 測線2（泊川河口付近～St.S7付近）：約40m間隔
項 目	I 水位（連続測定）、水位計設置位置の基準面からの高さ II 時刻、水深、位置（緯度経度）
方 法	I 水位計を設置し水位を連続測定。RTK-GPSにより設置位置の基準面からの高さを測定。 II 各地点において音響測深儀により水深を測定

注) 泊川河口沖水路：民間事業場の排水口付近～泊川河口付近～St.S7付近

(3) 調査地点

調査は泊川河口沖水路を対象として図 3 に示す測線で実施した。



注) 図中の St.S1、St.S3、St.S7 は参考として示した(「水温・塩分の鉛直測定調査」における調査点)。

図 3 深浅測量調査測線(加古川・泊川河口周辺を拡大)

(4) 調査方法

測線 1 と測線 2 の 2 測線において、深浅測量を実施した。測定間隔は測線 1 では約 30m¹⁾、測線 2 では約 40m¹⁾とし、各地点で音響測深儀を用いて水深を測定した。

深浅測量では、調査船の誘導及び海上測位に D-GPS を使用し水深測定地点の位置情報を取得した。

また、深浅測量実施中は調査測線の近傍に水位計(HOBO U20 水位・水温ロガー)を設置し、水位の変動を測定した。水位計の設置位置については、RTK-GPS(TOP CON 社製 GRS-1)により基準面からの高さを測定した。



図 4 深浅測量調査作業状況

¹⁾ 測点間隔は、シミュレーションモデルにおけるメッシュサイズが 100m 四方であることを考慮して、各メッシュで 3 地点以上の水深データを取得できるように設定した。また、測線 1 (泊川河口沖水路奥部) はより詳細に地形を把握する必要があることから測定間隔をより細かく設定した。

2.1.2 水質の鉛直測定調査

(1) 目的

シミュレーションモデルにおける現況再現の目標データとして必要となる、泊川河口沖水路の水質の鉛直分布を把握することを目的とした。

(2) 調査内容

各調査の調査内容を次表に示した。

なお、昨年度までの検討において、泊川河口沖水路では事業場排水に起因する高窒素濃度水塊が表層に存在することが確認されていることから、窒素関連項目（全窒素、無機各態窒素）の鉛直分布状況を把握するための採水分析を実施することとした。

表 2 水温・塩分の鉛直測定の内容

調査内容 (I. 水温・塩分の鉛直測定、II. 窒素関連項目の鉛直調査)	
時 期	7月30日（夏季に1回 深淺測量と同時期）
地 点	I. 泊川河口沖水路7地点（図5：St.S1～St.S7） II. 泊川河口沖水路1地点（図5：St.S5）
対 象	I. 海面から海底面上0.5mまで0.5m間隔と表層（海面下0.3m） II. 6層：表層（海面下0.3m）と海面下1m、2m、3m、5m、7m
項 目	I. 水温、塩分 II. 全窒素、溶存無機態窒素（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）
方 法	I. 多項目水質計または水温塩分計を用いて現地で測定 II. 現地採水、分析室内で分析

(3) 調査地点

調査は泊川河口沖水路を対象として図 5 に示す地点で実施した。

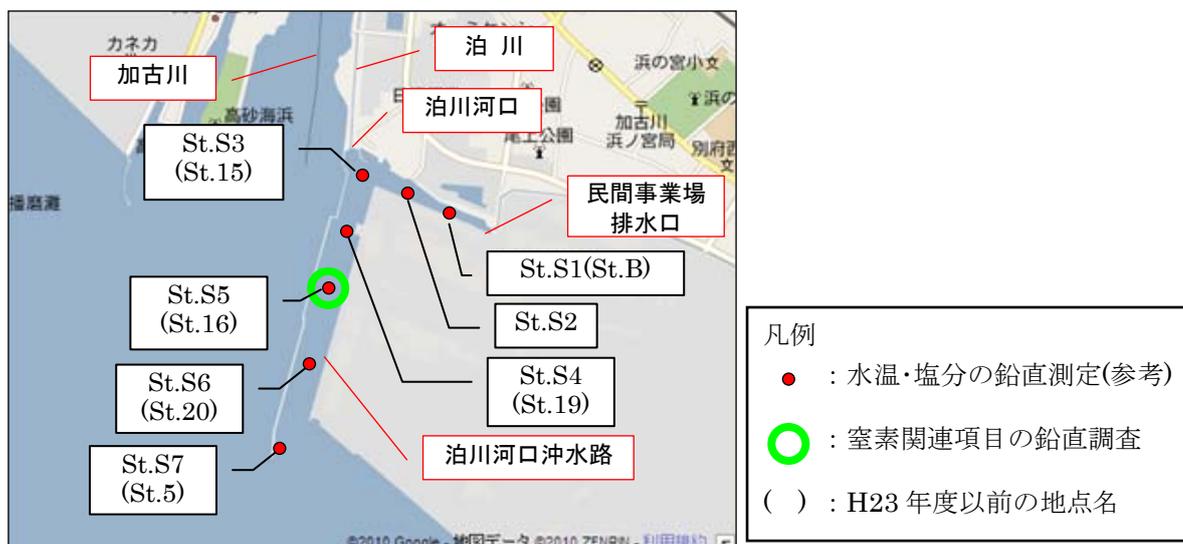


図 5 水質の鉛直測定調査 (加古川・泊川河口周辺を拡大)

(4) 調査方法

① 水温・塩分の鉛直測定

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、塩分の鉛直測定を行った。

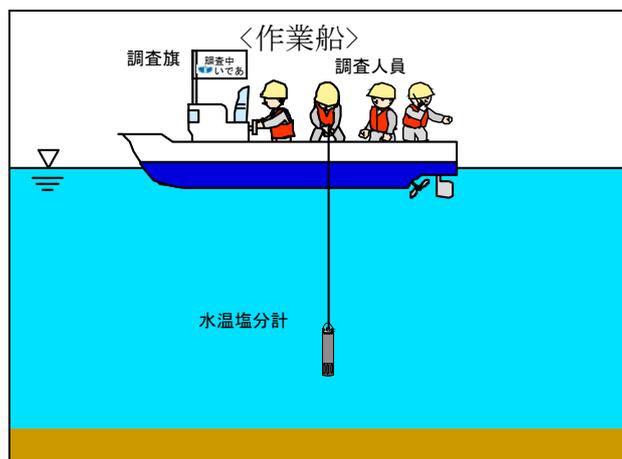


図 6 水温・塩分の鉛直測定調査作業状況

② 窒素関連項目の鉛直調査

「①水温・塩分の鉛直測定」の実施と合わせ、調査地点においてバンドーン型採水器により6層（表層（海面下0.3m）と海面下1m、2m、3m、5m、7m）の試料を採水した。採取した試料は実験室に持ち帰り、速やかに表3に示す方法で分析した。

なお、本調査は窒素濃度の鉛直分布の概況を水温塩分の鉛直の水塊構造から推察するために用いるが、水温、塩分の分布は昨年度までの調査結果から2～3m層以深ではほぼ一定となっていた。このため、採水水深は上記6層に設定した。

また、昨年度まで実施した現地調査における採水では下層を海面下5mとしていたため、これに合わせて5m層を採水水深の対象とした。

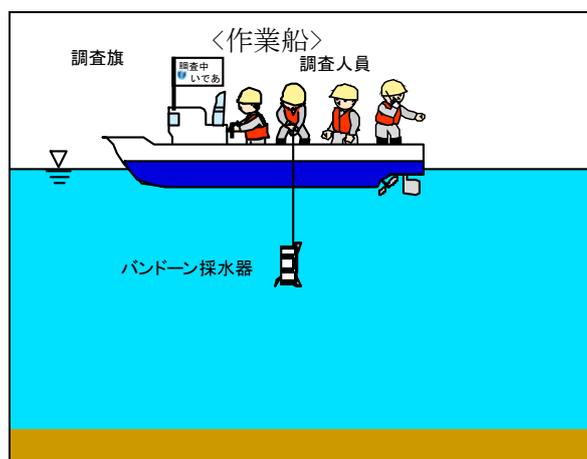


図7 採水作業状況

(5) 分析方法

分析方法は、平成23年度までの検討における分析方法と同様、表3に示す方法とした。

表3 分析方法

項目	分析方法
全窒素	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

※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

2.2 調査結果

2.2.1 深浅測量調査

(1) 水位連続測定

水位計の設置位置における RTK-GPS による標高の測定結果を表 4 に、測定状況の写真を巻末に示した。

なお、水位の連続測定結果は、標高の測定結果とともに現地における水深測定結果から最低水面を基準面とする値の算定に用いた。

表 4 水位計設置位置の標高測定結果

調査日：平成 24 年 7 月 12 日

データ	時刻	標高 (T. P. m)	標高 (最低水面※ m)
1	11:44	1.597	2.457
2	11:45	1.612	2.472
3	11:46	1.620	2.480
平均		1.610	2.470

各測定データは 10 回測定の平均値。

※最低水面は、TP 下 0.86m

(2) 水深測定

深浅測量調査で確認した現地の水深を表 5、図 8 に示した。なお、水深は現地における水深測定結果から RTK-GPS による標高測定結果と水位の連続測定結果を用いて最低水面を基準面とする値を算定して示した。

測線 1 における水深測定結果は 1.0～4.3m、平均 2.3m であった。水路内では測線東端の①から西側の③④にかけて深くなり、④から泊川河口の⑤にかけて再び水深が浅くなっていた。

測線 2 における水深測定結果は 4.0～11.1m、平均 9.0m であった。水路内では全体としては測線北端の④から測線南端の⑤にかけて徐々に深くなっていた。

表 5(1) 深浅測量結果

【測線1 : 30mピッチ】

調査日: 平成 24年 7月 30日

測線上の基準点	地点名	度分表示		水深(m)
		北緯	東経	
①	1-1	34° 43.747'	134° 49.153'	1.0
	1-2	34° 43.754'	134° 49.135'	1.2
	1-3	34° 43.760'	134° 49.116'	1.1
	1-4	34° 43.767'	134° 49.098'	1.0
	1-5	34° 43.773'	134° 49.080'	1.1
	1-6	34° 43.780'	134° 49.061'	1.1
②	1-7	34° 43.786'	134° 49.043'	1.2
	1-8	34° 43.794'	134° 49.025'	1.3
	1-9	34° 43.801'	134° 49.006'	1.5
	1-10	34° 43.809'	134° 48.988'	1.7
	1-11	34° 43.817'	134° 48.970'	1.6
	1-12	34° 43.824'	134° 48.951'	1.7
	1-13	34° 43.832'	134° 48.933'	2.0
	1-14	34° 43.840'	134° 48.915'	2.6
	1-15	34° 43.847'	134° 48.896'	2.1
	1-16	34° 43.855'	134° 48.878'	2.3
	1-17	34° 43.863'	134° 48.860'	4.3
	1-18	34° 43.870'	134° 48.841'	4.0
③	1-19	34° 43.878'	134° 48.823'	4.1
	1-20	34° 43.879'	134° 48.804'	3.9
	1-21	34° 43.880'	134° 48.785'	3.3
	1-22	34° 43.881'	134° 48.765'	3.6
	1-23	34° 43.882'	134° 48.746'	3.6
④	1-24	34° 43.883'	134° 48.727'	4.0
	1-25	34° 43.898'	134° 48.721'	2.9
⑤	1-26	34° 43.913'	134° 48.716'	2.3
	1-27	34° 43.927'	134° 48.710'	1.8
	1-28	34° 43.942'	134° 48.705'	2.1
⑤	1-29	34° 43.957'	134° 48.699'	2.2

表 5(2) 深浅測量結果

【測線2 : 40mピッチ】

調査日: 平成 24年 7月 30日

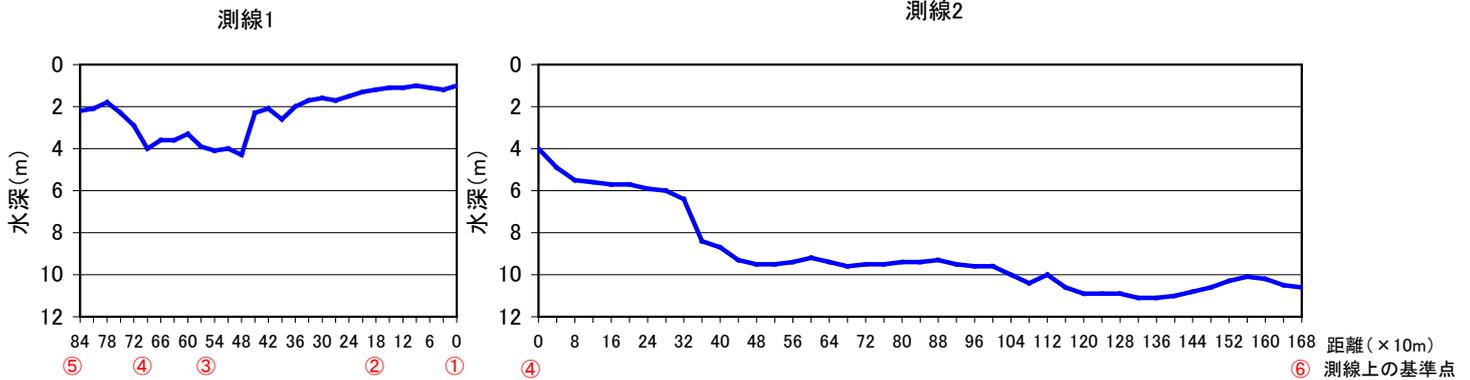
測線上の基準点	地点名	度分表示		水深(m)
		北緯	東経	
④	2-1	34° 43.883'	134° 48.727'	4.0
	2-2	34° 43.862'	134° 48.721'	4.9
	2-3	34° 43.841'	134° 48.715'	5.5
	2-4	34° 43.820'	134° 48.709'	5.6
	2-5	34° 43.799'	134° 48.703'	5.7
	2-6	34° 43.778'	134° 48.697'	5.7
	2-7	34° 43.757'	134° 48.691'	5.9
	2-8	34° 43.736'	134° 48.685'	6.0
	2-9	34° 43.715'	134° 48.679'	6.4
	2-10	34° 43.694'	134° 48.673'	8.4
	2-11	34° 43.673'	134° 48.667'	8.7
	2-12	34° 43.651'	134° 48.661'	9.3
	2-13	34° 43.630'	134° 48.655'	9.5
	2-14	34° 43.609'	134° 48.649'	9.5
	2-15	34° 43.588'	134° 48.643'	9.4
	2-16	34° 43.567'	134° 48.637'	9.2
	2-17	34° 43.546'	134° 48.631'	9.4
	2-18	34° 43.525'	134° 48.625'	9.6
	2-19	34° 43.504'	134° 48.619'	9.5
	2-20	34° 43.483'	134° 48.613'	9.5
	2-21	34° 43.462'	134° 48.607'	9.4
	2-22	34° 43.441'	134° 48.601'	9.4
	2-23	34° 43.420'	134° 48.595'	9.3
	2-24	34° 43.399'	134° 48.589'	9.5
	2-25	34° 43.378'	134° 48.583'	9.6

表 5(3) 深浅測量結果

【測線2 : 40mピッチ】

調査日: 平成 24年 7月 30日

測線上の基準点	地点名	度分表示		水深(m)
		北緯	東経	
	2-26	34° 43.357'	134° 48.577'	9.6
	2-27	34° 43.336'	134° 48.571'	10.0
	2-28	34° 43.315'	134° 48.565'	10.4
	2-29	34° 43.294'	134° 48.559'	10.0
	2-30	34° 43.273'	134° 48.553'	10.6
	2-31	34° 43.252'	134° 48.547'	10.9
	2-32	34° 43.231'	134° 48.541'	10.9
	2-33	34° 43.209'	134° 48.535'	10.9
	2-34	34° 43.188'	134° 48.529'	11.1
	2-35	34° 43.167'	134° 48.523'	11.1
	2-36	34° 43.146'	134° 48.517'	11.0
	2-37	34° 43.125'	134° 48.511'	10.8
	2-38	34° 43.104'	134° 48.505'	10.6
	2-39	34° 43.083'	134° 48.499'	10.3
	2-40	34° 43.062'	134° 48.493'	10.1
	2-41	34° 43.041'	134° 48.487'	10.2
	2-42	34° 43.020'	134° 48.481'	10.5
⑥	2-43	34° 42.999'	134° 48.475'	10.6



※水深の基準面は最低水面 (TP 下 0.86m)

図 8 深浅測量調結果

2.2.2 水質の鉛直測定調査

(1) 調査時の状況

調査実施時の現地の状況を表 6 に示し、調査日近傍の日降水量を図 9 に示した。

現地調査実施前については、7 月 20 日に 10.5mm/日の降水があり、その後調査日まで降水は確認されていない。

表 6 現地観測項目

調査年月日:平成 24年 7月 30日

地点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	
調査時刻 時:分	11:14	11:10	11:05	10:57	10:43	10:36	10:28	
天候	-	晴	晴	晴	晴	晴	晴	
雲量	-	2	2	3	3	4	5	
気温 °C	30.7	30.7	30.6	30.6	30.5	30.4	30.4	
風向	-	S	S	S	S	S	S	
風速 m/sec	0.8	0.7	1.2	0.5	0.4	0.3	0.3	
水深 m	1.7	3.3	4.6	10.6	10.2	11.5	11.7	
透明度	-	>1.7	1.9	2.1	2.0	2.2	2.5	
水色	-	5GY5/8	5GY5/8	5GY3/3	5GY3/3	5GY3/3	10GY4.5/7	10GY4.5/7
	-	deep yellow green	deep yellow green	grayish olive green	grayish olive green	grayish olive green	strong yellowish green	strong yellowish green

(mm/日)

日降水量

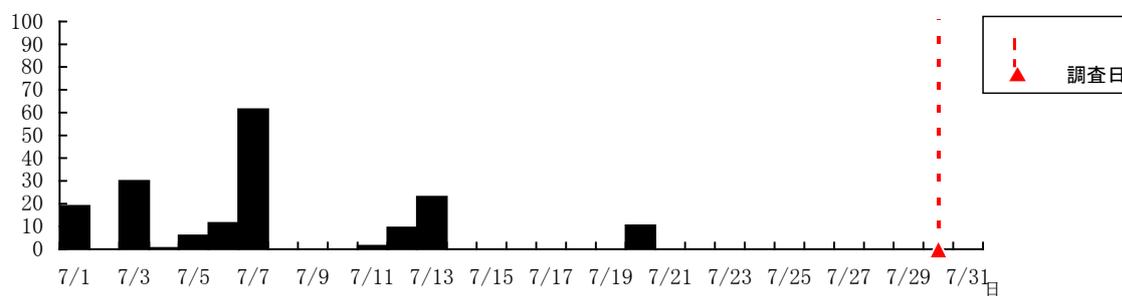


図 9 調査日近傍の日降水量 (明石地点アメダス)

出典: 気象庁ホームページ 地上気象観測資料

(2) 水温・塩分の鉛直測定結果

水温・塩分の鉛直測定結果を表 7、図 10 に示した。

水温は水面下 0.3m が 29.38～31.32℃、底上 0.5m が 24.56～30.90℃、塩分は表層が 12.60～24.84、底上 0.5m が 28.23～30.45 であった。

鉛直分布図（図 10）では、海面から 2m 程度までの表層と下層で傾向が異なり、表層は高水温、低塩分の傾向がみられ、昨年度までの現地調査で確認された傾向と同様であった。

鉛直分布の重ね合わせ図（図 11）をみると、St.S1、St.S2 の水温が他の地点に比べて高いことと、St.S3 の水温を St.S4 と比べると表層は低いですが 0.5m 以深は高くなっていることから、民間事業場側 (St.S1、S2) からの水塊は表層よりも 0.5m 以深への影響が大きいと考えられた。

泊川河口沖水路の調査点のうち最南端に位置する St.S7 の水面下 0.3m の塩分は 24.84 であり、平成 22～23 年度に合計 6 回実施した「泊川河口沖水路の水質把握調査」（図 12）における同一地点 (St.5) での最低値 27.52（第 5 回 H23 年 7 月 12 日）よりも低い値であった。他の地点についても、今回の調査では過年度調査に比べて全体的に塩分が低い傾向であった。

表 7(1) 水温・塩分の鉛直測定結果

調査年月日：平成24年7月30日

水深 (m)	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4	
	水深 (m)	1.7	水深 (m)	3.3	水深 (m)	4.6	水深 (m)	10.6
	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分
	(℃)	(-)	(℃)	(-)	(℃)	(-)	(℃)	(-)
0.3	31.32	21.96	30.76	21.93	29.38	12.60	29.79	19.46
0.5	31.20	25.49	30.43	23.27	30.15	25.63	29.88	24.23
1.0	30.94	27.95	30.79	27.88	30.28	28.19	28.90	28.39
1.5			30.33	28.27	29.96	28.22	27.33	28.75
2.0			28.65	28.48	27.81	28.83	26.42	29.34
2.5			26.99	29.26	26.75	29.41	25.89	29.71
3.0					26.15	29.69	25.69	29.81
3.5					25.99	29.78	25.60	29.97
4.0					25.73	29.89	25.59	29.99
4.5							25.49	30.06
5.0							25.38	30.11
5.5							25.32	30.13
6.0							25.24	30.14
6.5							25.15	30.16
7.0							25.05	30.19
7.5							24.97	30.23
8.0							24.94	30.22
8.5							24.89	30.25
9.0							24.84	30.27
9.5							24.79	30.27
10.0							24.73	30.26
10.5								
11.0								
11.5								
12.0								
12.5								
13.0								
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
B-0.5m	30.90	28.23	25.57	30.05	25.64	29.98	24.65	30.33

表 7(2) 水温・塩分の鉛直測定結果

調査年月日：平成24年7月30日

水深 (m)	St. 5		St. 6		St. 7			
	水深 (m)	10. 2	水深 (m)	11. 5	水深 (m)	11. 7		
	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分		
	(℃)	(-)	(℃)	(-)	(℃)	(-)		
0. 3	29. 68	21. 21	29. 68	23. 44	29. 93	24. 84		
0. 5	29. 78	26. 11	29. 89	27. 01	29. 76	26. 47		
1. 0	29. 28	28. 27	29. 02	27. 92	28. 27	28. 17		
1. 5	28. 18	28. 35	27. 13	29. 05	26. 99	29. 12		
2. 0	26. 74	29. 19	26. 07	29. 59	26. 43	29. 43		
2. 5	25. 93	29. 70	25. 55	29. 89	25. 87	29. 79		
3. 0	25. 64	29. 99	25. 35	30. 07	25. 66	29. 89		
3. 5	25. 48	30. 07	25. 28	30. 11	25. 43	29. 95		
4. 0	25. 40	30. 16	25. 23	30. 18	25. 17	30. 11		
4. 5	25. 35	30. 18	25. 19	30. 13	25. 05	30. 18		
5. 0	25. 27	30. 16	25. 06	30. 20	24. 99	30. 20		
5. 5	25. 17	30. 18	25. 01	30. 21	24. 94	30. 22		
6. 0	25. 10	30. 21	24. 99	30. 19	24. 82	30. 28		
6. 5	25. 07	30. 21	24. 87	30. 27	24. 77	30. 33		
7. 0	25. 01	30. 21	24. 80	30. 32	24. 76	30. 35		
7. 5	24. 92	30. 22	24. 77	30. 34	24. 77	30. 36		
8. 0	24. 82	30. 26	24. 76	30. 32	24. 78	30. 38		
8. 5	24. 77	30. 29	24. 74	30. 33	24. 79	30. 39		
9. 0	24. 74	30. 30	24. 74	30. 33	24. 81	30. 38		
9. 5	24. 70	30. 31	24. 73	30. 34	24. 80	30. 37		
10. 0			24. 72	30. 33	24. 77	30. 36		
10. 5			24. 69	30. 36	24. 74	30. 37		
11. 0					24. 72	30. 35		
11. 5								
12. 0								
12. 5								
13. 0								
13. 5								
14. 0								
14. 5								
15. 0								
B-0. 5m	24. 66	30. 33	24. 65	30. 36	24. 56	30. 45		

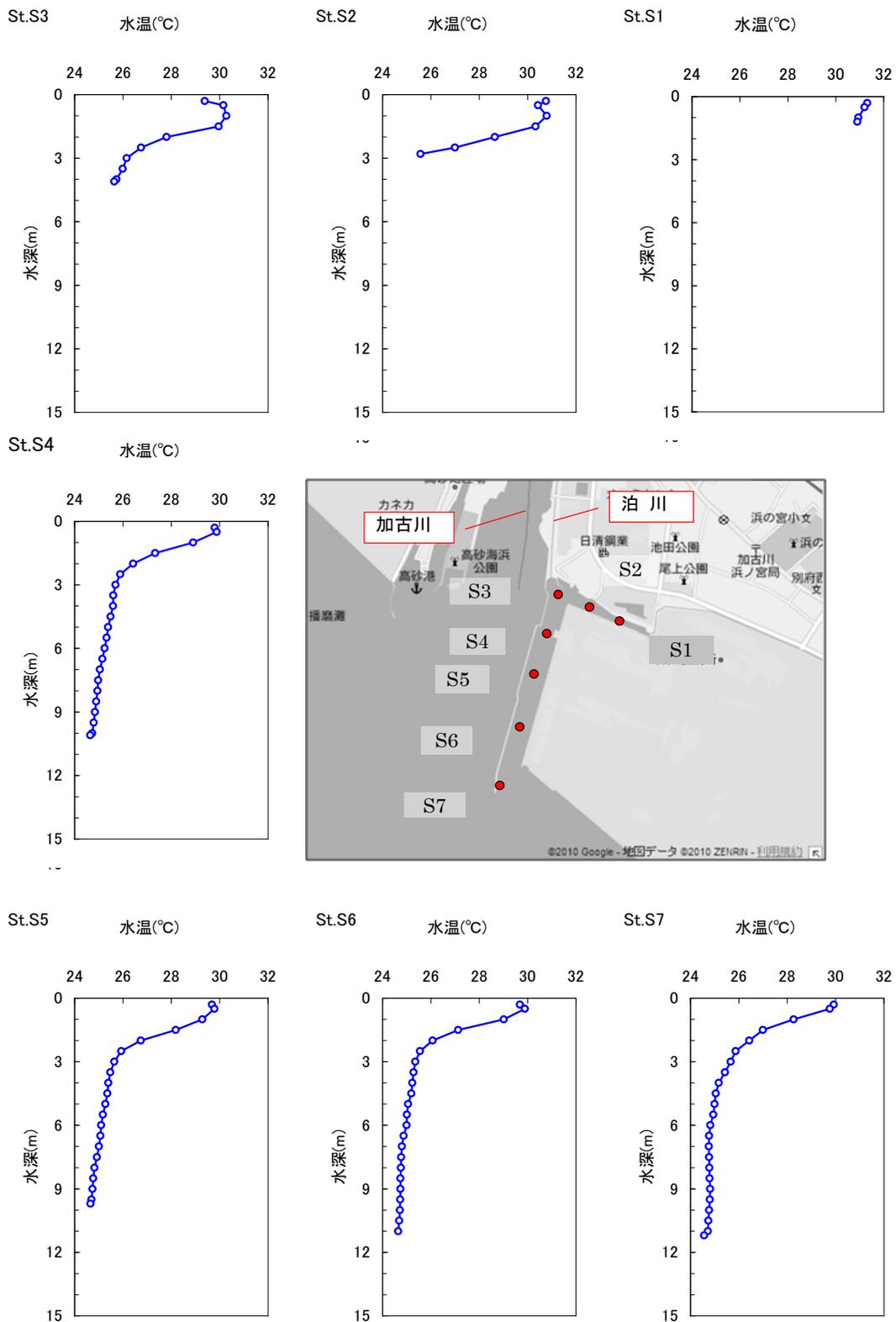


図 10(1) 水質の鉛直分布[水温] (平成 24 年 7 月 30 日)

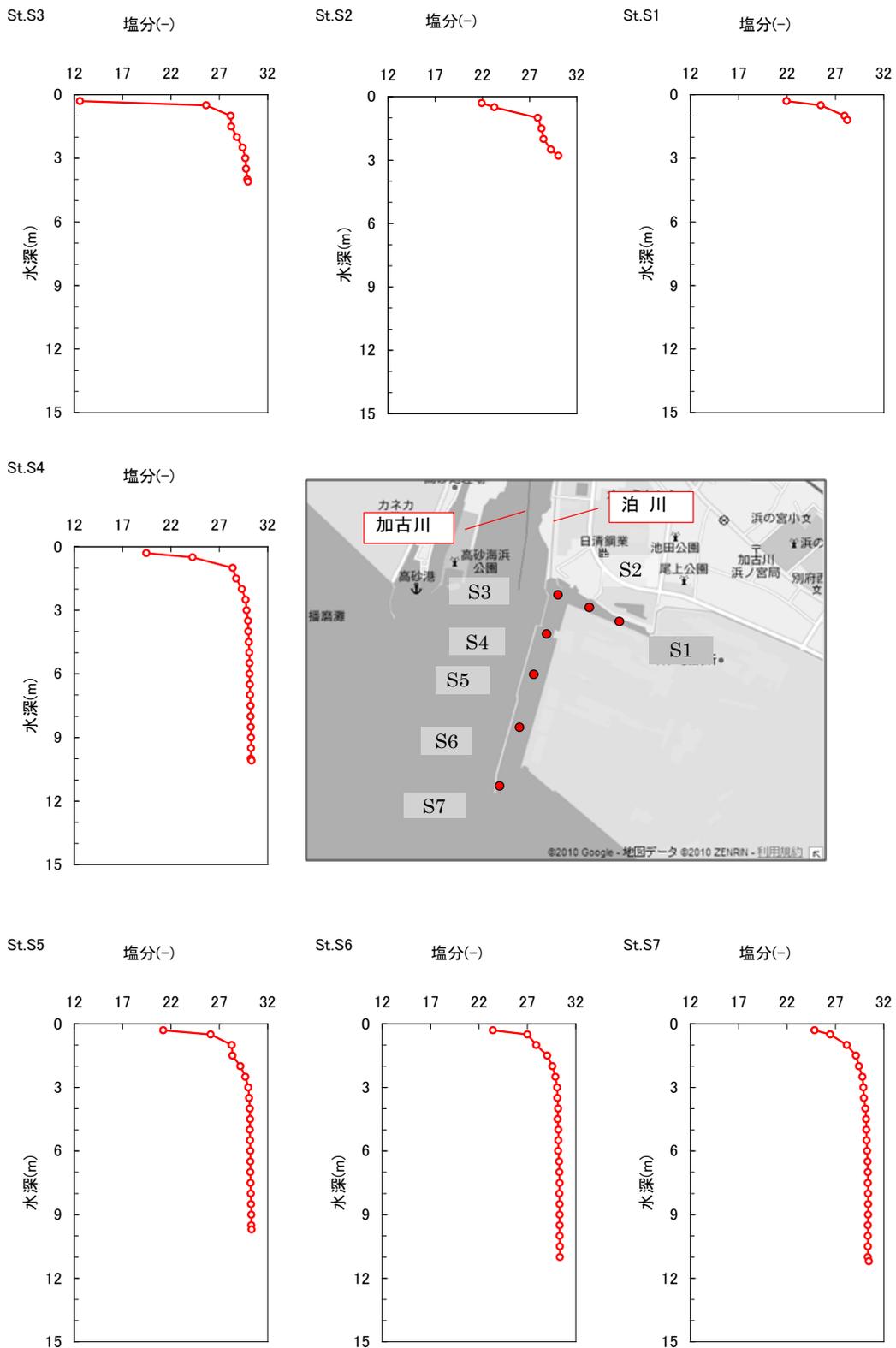


図 10(2) 水質の鉛直分布[塩分] (平成 24 年 7 月 30 日)

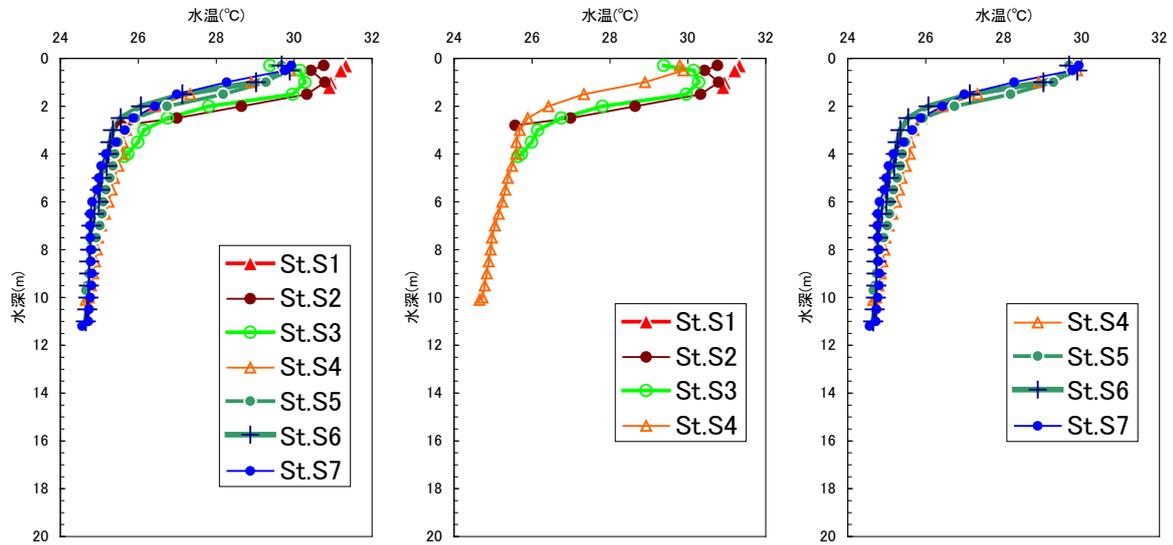


図 11(1) 水質の鉛直分布[水温] (平成 24 年 7 月 30 日)

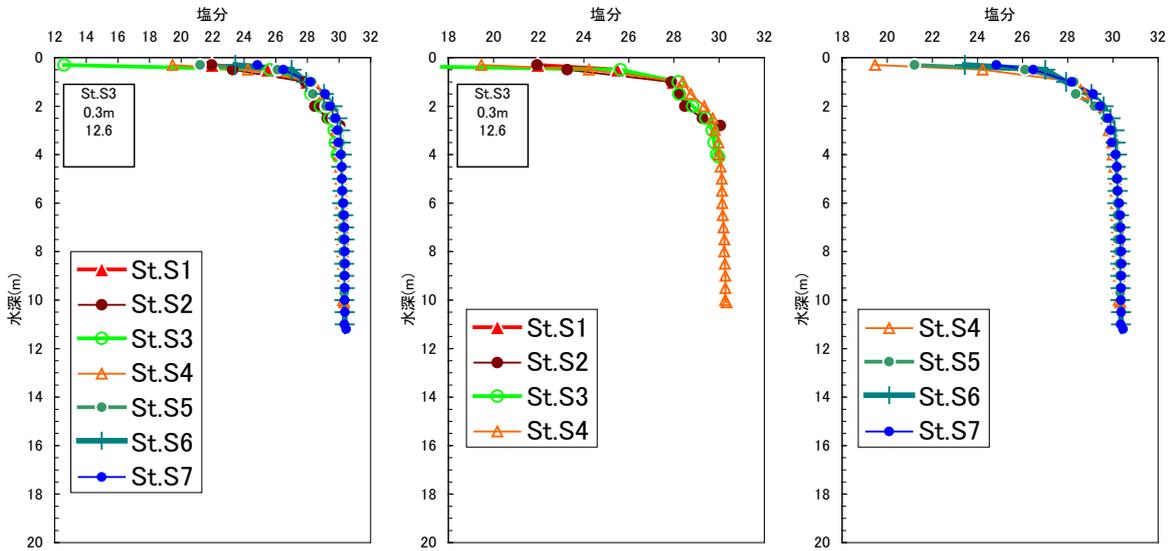
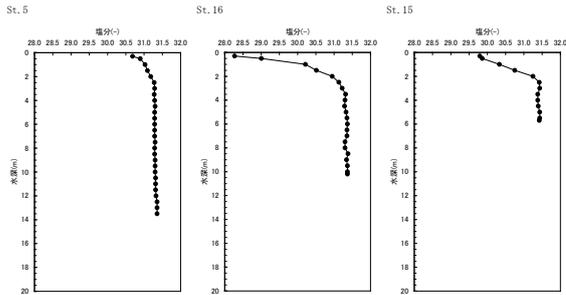
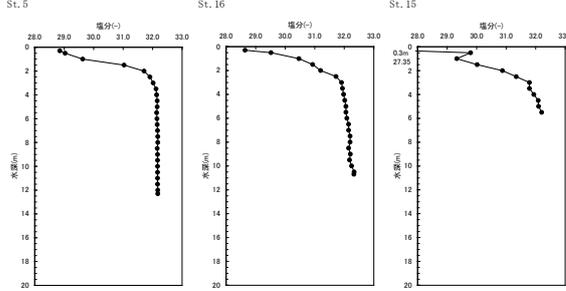


図 11(2) 水質の鉛直分布[塩分] (平成 24 年 7 月 30 日)

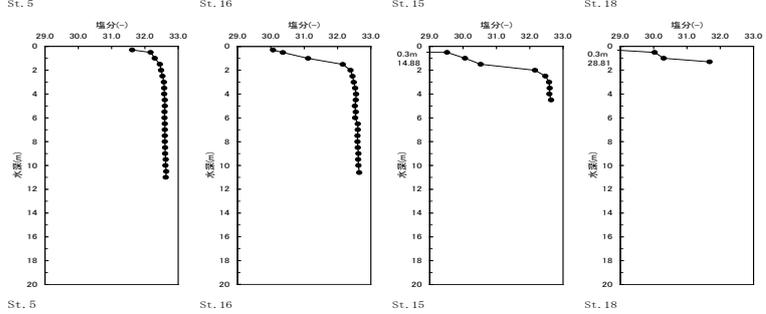
第1回(H22.11.19)



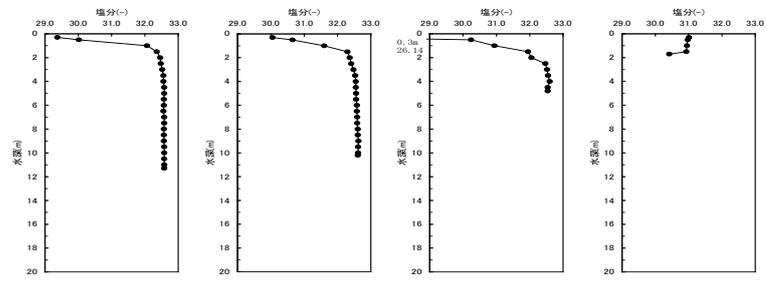
第2回(H23.1.28)



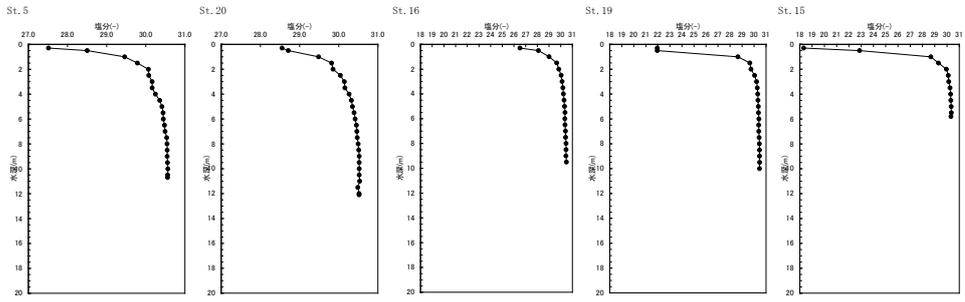
第3回(H23.2.12)



第4回(H23.2.16)



第5回(H23.7.12)



第6回(H23.9.9)

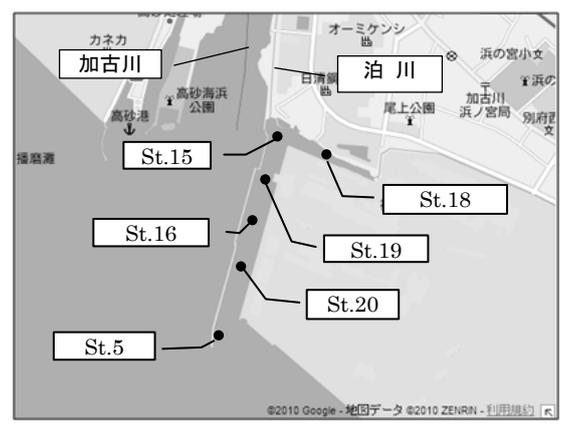
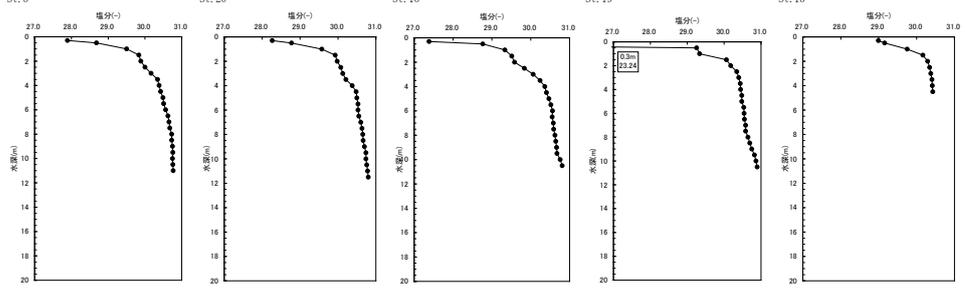


図 12 鉛直分布 (塩分) [参考：平成 23 年度報告書から転載]

(3) 窒素関連項目の鉛直測定結果

窒素関連項目の鉛直測定結果を表 8、図 13 に示した。

全窒素濃度は 0.44~2.26 mg/L であり、表層で最も高く水深が深くなるにしたがって低下する傾向が見られた。

各態の濃度に着目すると、各層とも硝酸性窒素の占める割合が高く、全窒素の鉛直方向の濃度変化は主に硝酸性窒素の濃度変化に起因していた。硝酸性窒素濃度は表層から水深 2m にかけて水深が深くなるにしたがって急激に低下し、2m 以深では徐々に低下していた。アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素濃度も同様に水深が深くなるに従って低下する傾向であった。

有機態窒素は表層で 0.62 mg/L であるが海面下 1m 以深では 0.4 mg/L 程度であり水深による変化はほとんど無くほぼ一定の値であった。

表 8 窒素関連項目分析結果(St. S5 : 平成 24 年 7 月 30 日)

調査年月日:平成 24年 7月 30日

項目	層					
	表層	海面下1m	海面下2m	海面下3m	海面下5m	海面下7m
水温 ^{※1} (°C)	29.68	29.28	26.74	25.64	25.27	25.01
塩分 ^{※1} (—)	21.21	28.27	29.19	29.99	30.16	30.21
全窒素 [TN] (mg/L)	2.2557	1.1820	0.5818	0.4834	0.4366	0.4981
有機態窒素 [O-N] ^{※2} (mg/L)	0.6223	0.4458	0.4082	0.3896	0.3645	0.4473
溶存無機態 アンモニア性窒素 [NH ₄ -N] (mg/L)	0.0331	0.0221	0.0086	0.0058	0.0200	0.0267
溶存無機態 亜硝酸性窒素 [NO ₂ -N] (mg/L)	0.0162	0.0191	0.0083	0.0057	0.0047	0.0034
溶存無機態 硝酸性窒素 [NO ₃ -N] (mg/L)	1.5841	0.6949	0.1566	0.0823	0.0474	0.0207

※1 水温・塩分は現地における鉛直測定結果

※2 有機態窒素(O-N) : T-Nから無機態 (NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N) を差し引いて算定

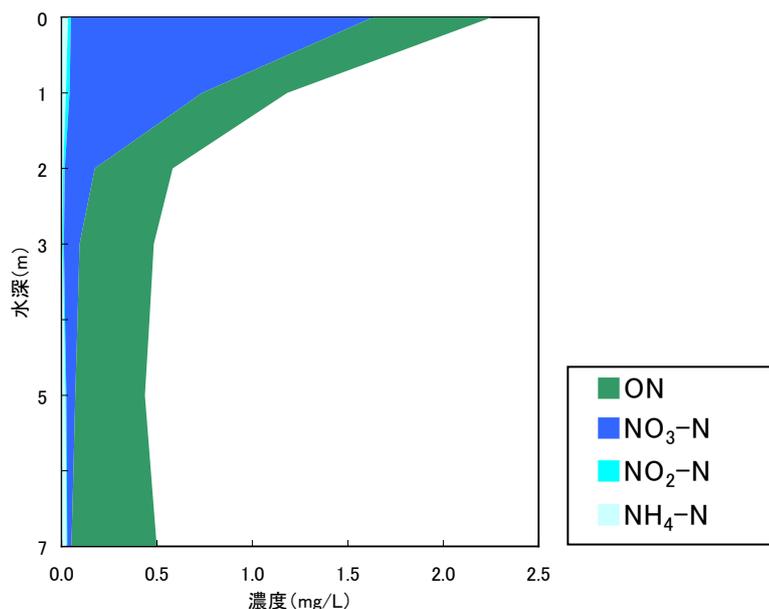


図 13 水質の鉛直分布(平成 24 年 7 月 30 日)

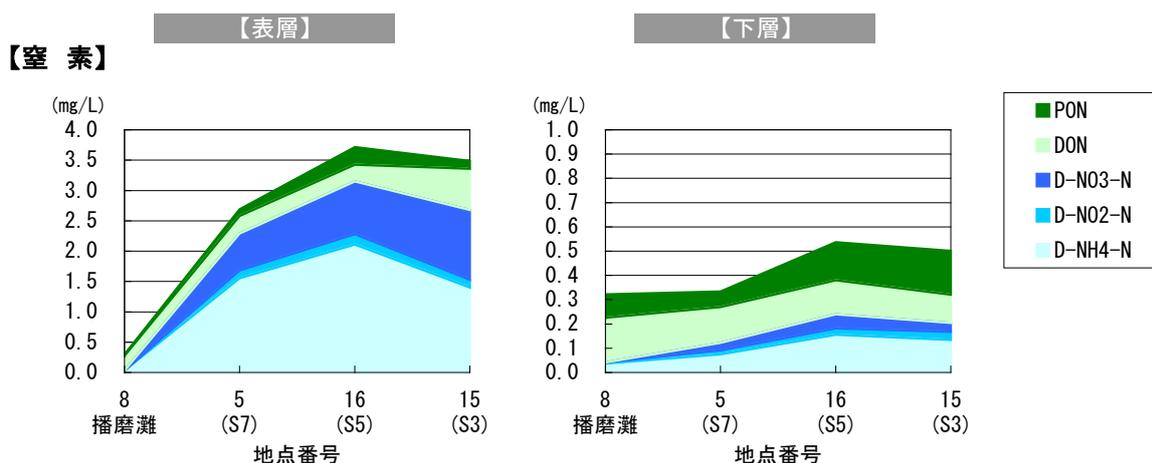
2.3 現地調査結果の整理

2.3.1 窒素関連項目の無機態組成についての過年度との比較

本検討における現地調査結果では、無機態窒素のうち硝酸性窒素が占める割合が大きかった。一方、過年度調査では、図 14 に示すとおり表層（0.3m）、下層（5m）とも無機態のうちアンモニア性窒素の占める割合が大きく、無機態窒素の組成が異なっていたため、違いについて整理を行った。

図 14 に示すように播磨灘（St.8）の窒素濃度は泊川河口沖水路内に比べて表層で大幅に低い値、下層では若干低い値を示していることから、泊川河口沖水路の表層への窒素の供給源は主に陸域からの流入であると考えられる。

泊川河口沖水路における主な流入水に着目し、その特徴を表 9 に示した。それぞれの流入の特徴は、民間事業場は塩分が高く、アンモニア性窒素が高いのに対して、下水処理場は塩分が低く、硝酸性窒素が高い傾向であった。このことと、今回調査では過年度調査に比べ表層及び鉛直方向の塩分が全体的に低い傾向であったことから、下水処理場からの流入水の影響が大きかったものと考えられた。



※（ ）内は今年度調査地点の地点番号

図 14 泊川河口沖水路における既存調査結果（平成 23 年 7 月 21 日）（表層：0.3m、下層 5m）

表 9 主な流入水の特徴

流入水	塩分	全窒素※ (mg/L)	アンモニア 性窒素※ (mg/L)	亜硝酸性 窒素※ (mg/L)	硝酸性窒素※ (mg/L)
民間事業場	高い (海水+淡水)	4.851	2.975	0.447	0.828
下水処理場	低い (淡水)	6.2	<0.1	<0.1	5.6

■ 網掛けは高い傾向を示した項目。

※窒素関連項目の値は、平成 23 年度調査結果（H23.11.25）を参考として示した。

注）下水処理場については下水処理場における分析値のため、平成 23 年度の本検討で分析を行った民間事業場とは下限値の扱いが異なる。

2.3.2 塩分、水温との関係

水質の鉛直測定結果から窒素関連項目について塩分及び水温との関係を図 15、図 16 に示し相関係数の一覧を表 10 に示した。

硝酸性窒素の全窒素に占める割合が大きいため、全窒素、無機態窒素、硝酸性窒素の相関係数はほぼ同じ値であった。

塩分と相関の高い項目は、全窒素、無機態窒素、硝酸性窒素と有機態窒素であった。

水温との相関は、亜硝酸性窒素が最も高く、次いで全窒素、無機態窒素、硝酸性窒素であった。

硝酸性窒素の主な陸域からの供給源は下水処理場であり、排水は表 9 に示すとおり塩分が低いという特徴がある。この排水が海水によって希釈されることにより、硝酸性窒素濃度が下がるとともに塩分が上昇するため、塩分との負の相関が高くなったものと考えられた。

アンモニア性窒素の陸域からの主な供給源は民間事業場であり、排水の塩分、水温ともに高いという特徴がある。このため、水温については正の相関が高くなることが考えられるが、今回の調査結果では水温との相関係数が低い結果となった。アンモニア性窒素濃度は昨年度調査の 2.11 mg/L に比べ本調査が 0.033 mg/L と大幅に低く、陸域からの流入水が希釈されることによる変化とは別の要因による影響が大きかったと考えられた。

表 10 窒素関連項目と塩分・水温との相関係数（平成 24 年 7 月 30 日）

項目	全窒素	有機態窒素	無機態窒素	硝酸性窒素	亜硝酸性窒素	アンモニア性窒素
塩分	-0.98	-0.95	-0.97	-0.97	-0.66	-0.63
水温	0.88	0.74	0.90	0.90	0.98	0.45

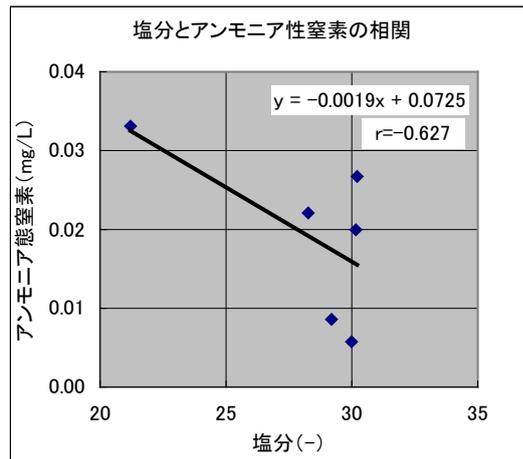
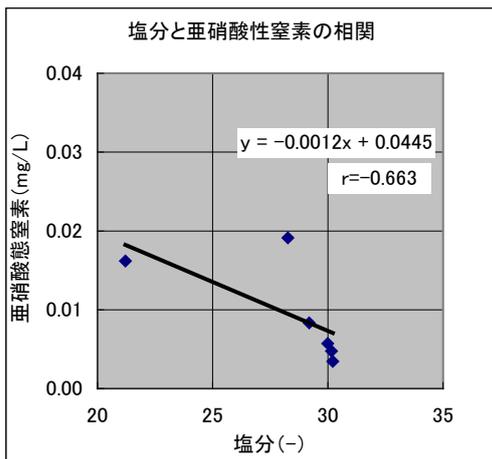
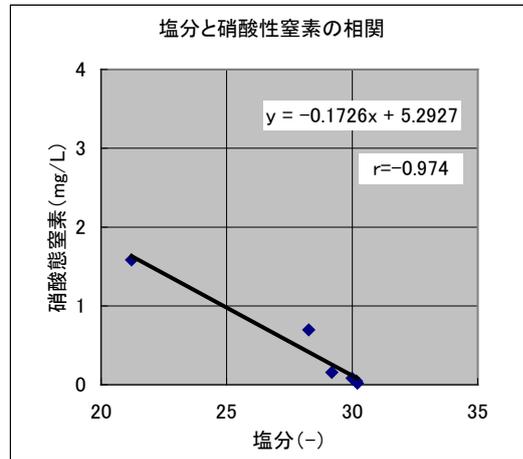
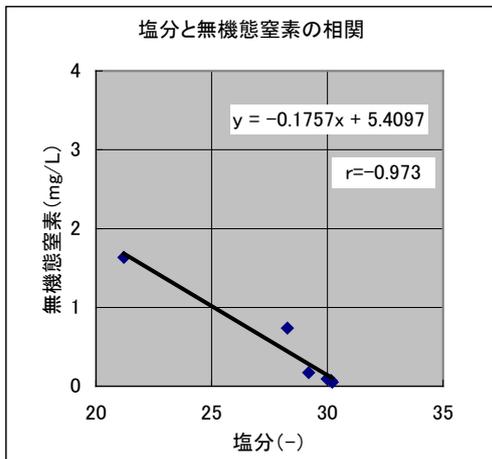
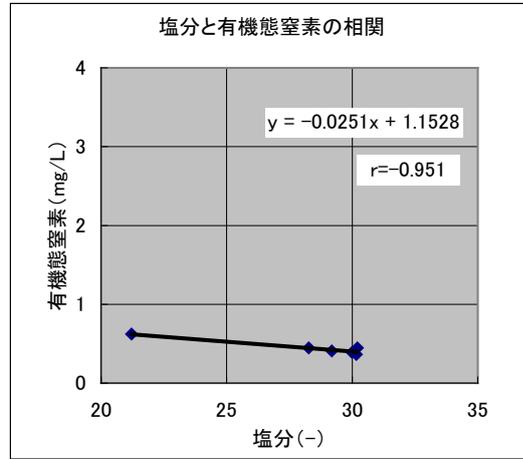
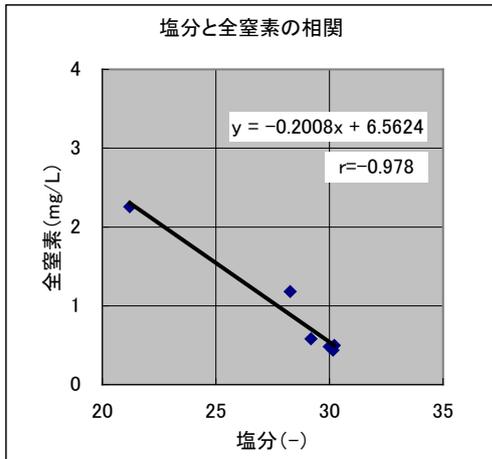


図 15 塩分と窒素関連項目の関係

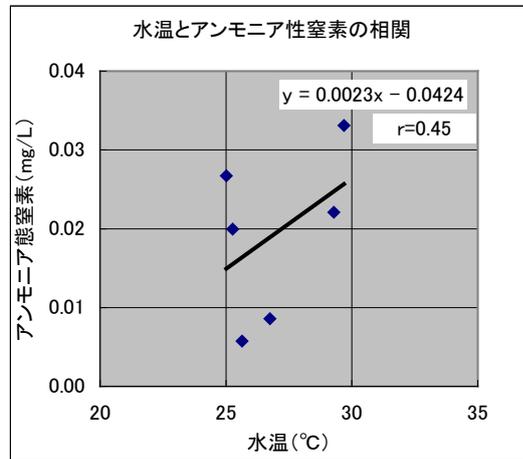
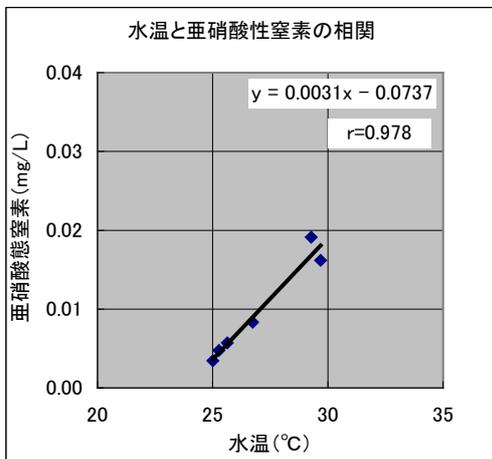
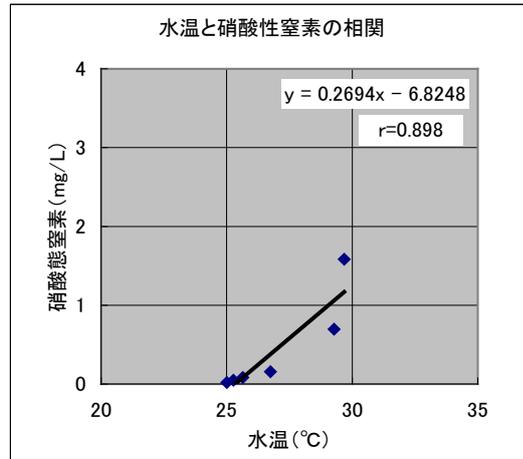
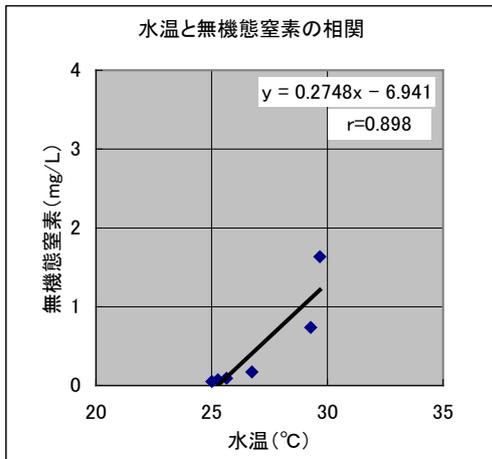
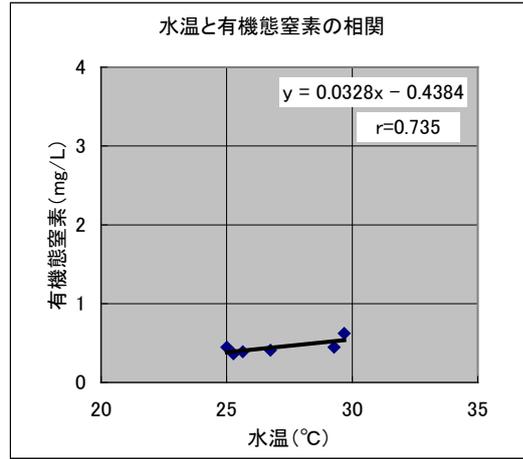
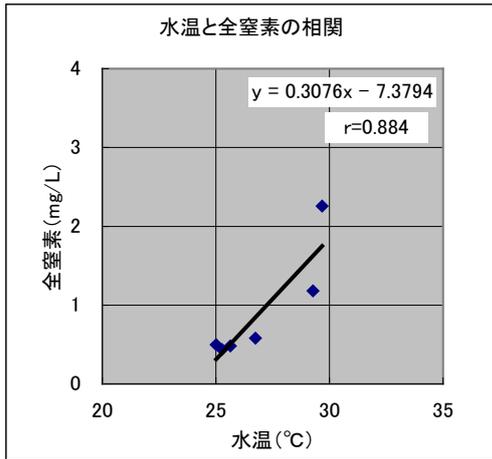


図 16 水温と窒素関連項目の関係

2.4 まとめ

2.4.1 深浅測量調査

- ・シミュレーションモデルの精度向上に必要となる泊川河口沖水路の水深情報を把握した。

2.4.2 水質の鉛直測定調査

- ・海面から 2m 程度までの層は 2m 以深と傾向が異なり、高濃度の窒素栄養塩類を含むことが確認された。
- ・海面から 2m 程度までと 2m 以深で水塊が異なる点は昨年度までの現地調査で確認された傾向と同様であったが、無機態窒素の組成が大きく異なり、昨年度までは表層、下層ともアンモニア性窒素の割合が大きかったが、今年度調査では硝酸性窒素の割合が大きかった。
- ・無機態窒素の組成の違いは、泊川河口沖水路への主な陸域からの流入源である民間事業場と下水処理場の水質の違いを反映したものと考えられた。



海域の物質循環健全化検討

深浅測量調査

RTK-GPSによる標高測定

測定状況

平成24年7月12日



海域の物質循環健全化検討

深浅測量調査

RTK-GPSによる標高測定

指示部

平成24年7月12日



海域の物質循環健全化検討

深浅測量調査

RTK-GPSによる標高測定

アンテナ

平成24年7月12日

写真 RTK-GPS による標高測定状況