

3.1 水環境及び海底環境

(1) 水環境

① 項目

水環境として、第 3.1-1 表の項目を把握した。

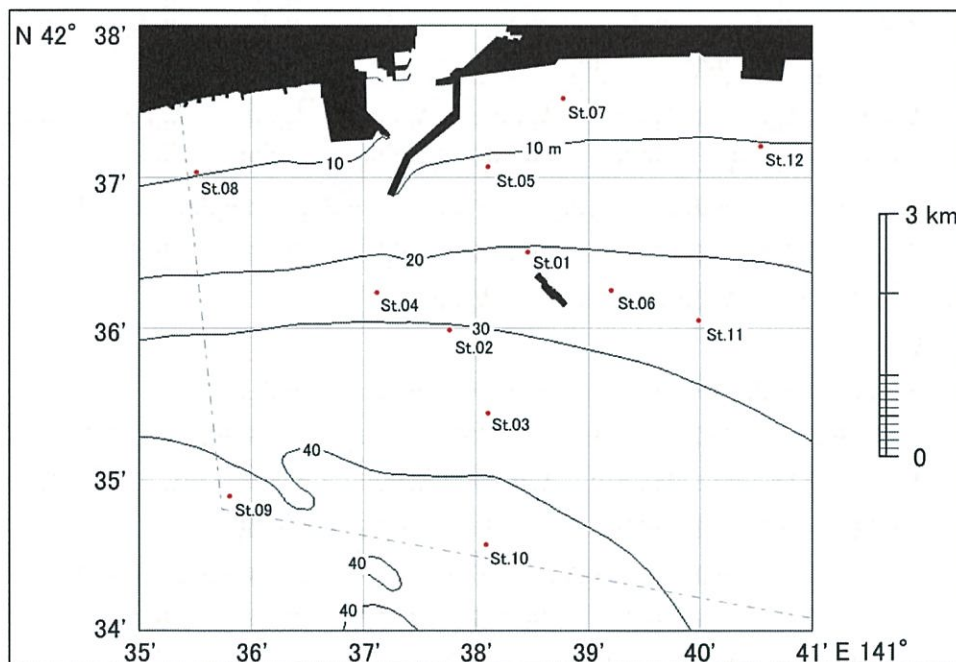
第 3.1-1 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（水環境）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法	
水環境	水質	水温	現地調査により把握した。
		塩分	
		溶存酸素 (DO)	
		水素イオン濃度指数 (pH)	
		全炭酸	
		アルカリ度	
		硫化水素	
		pCO ₂	
流況	流速・流向	既存資料の整理，現地調査により把握した。	

② 調査方法

7) 調査測点

水環境に係る現地調査は、第 3.1-1 図に示した St.01～St.12 の全 12 測点で実施した。また、各測点の緯度経度を第 3.1-2 表に示す。



第 3.1-1 図 調査海域および測点位置図

第 3.1-2 表 水質調査測点の緯度経度表

調査測点	緯度	経度
St. 01	北緯 42° 36' 30"	東経 141° 38' 28"
St. 02	北緯 42° 35' 59"	東経 141° 37' 46"
St. 03	北緯 42° 35' 26"	東経 141° 38' 07"
St. 04	北緯 42° 36' 14"	東経 141° 37' 07"
St. 05	北緯 42° 37' 04"	東経 141° 38' 07"
St. 06	北緯 42° 36' 15"	東経 141° 39' 13"
St. 07	北緯 42° 37' 31"	東経 141° 38' 47"
St. 08	北緯 42° 37' 02"	東経 141° 35' 31"
St. 09	北緯 42° 34' 53"	東経 141° 35' 49"
St. 10	北緯 42° 34' 34"	東経 141° 38' 06"
St. 11	北緯 42° 36' 03"	東経 141° 40' 00"
St. 12	北緯 42° 37' 12"	東経 141° 40' 33"

注：緯度経度は世界測地系（WGS84）

イ) 調査実施日

夏季調査を平成 25 年 8 月 26 日、秋季調査を平成 25 年 11 月 6 日、冬季調査を平成 26 年 2 月 20 日、春季調査を平成 26 年 5 月 19 日に実施した。

ウ) 調査方法

a. 水温

水温は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、温度計を用いて現地にて測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより水温を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

b. 塩分

塩分は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、塩検瓶に分取し、ゴム栓で密栓して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより塩分を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

c. 溶存酸素 (DO)

DO は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、100mL の DO ガラス瓶に気泡の混入が無いように十分注意して分取した。分取に際しては共洗いを行わず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に硫酸マンガン (II) 溶液、アルカリ性ヨウ化カリウム-アジ化ナトリウム溶液の順に各 1mL を添加し、気泡が入らないように栓をして、転倒混和し、瓶の口を水封し、分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより DO を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

d. 水素イオン濃度指数 (pH)

pH は、採水調査および多項目センサー調査により把握した。

採水調査においては、ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、250mL 中栓付き広口ポリ瓶に分取して分析試料とした。また、pH 分析は帰港後、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

多項目センサー調査においては、JFE アドバンテック社製の多項目センサー AAQ-RINKO を用いて測定した。毎秒 0.1m の速度で多項目水質センサーを垂下させることにより pH を 0.5m ピッチで同時計測し鉛直分布を把握した。

e. 全炭酸

全炭酸濃度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、120mL ガラスバイアルに気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 50 μ L 添加し、プチルゴム栓により密栓した。その後、アルミキャップで封じ、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

f. アルカリ度

アルカリ度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、250mL 中栓付き広口ポリ瓶に気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 100 μ L (50 μ L \times 2 回) 添加し、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。

g. 硫化水素

硫化水素濃度は、採水調査により把握した。

ニスキン採水器およびバンドーン採水器を用いて、温度躍層の上下各 2 層、計 4 層にて採水し、120mL ガラスバイアルに気泡の混入が無いように十分注意して分取した。共洗

いはせず、オーバーフローにより置換を行った。分取した試料に飽和塩化第二水銀溶液を 50 μ L 添加し、プチルゴム栓により密栓した。その後、アルミキャップで封じ、冷蔵保存して分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-3 表に示す方法で測定した。なお、硫化水素の測定は、St. 01, 02 および St. 03 の 3 測点のみで実施した。

h. pCO₂

pCO₂ は、水温、塩分、全炭酸濃度およびアルカリ度の値を用い計算して求めた。

i. 流速・流向

文献により把握した流況が妥当であることを確認するために、現地調査を行った。

現地調査は水質多項目センサー等調査時に、各測点から潮上に 50m 程度離れた位置において流況(流速・流向)観測を実施した。海表面下 2m 層と海底直上 2m 層の 2 層に電磁流向流速計を取り付けた係留系を用いて行った。各測点での係留系設置時間は、多項目センサー観測および採水作業などの調査作業を実施している間の約 1 時間とし、30 秒ごとに記録した値の平均流速を求めた。

第 3.1-3 表 分析方法 (水質)

項目	分析法	参考文献
水温	温度計による計測 (現地測定)	—
塩分	海洋観測指針 5.3.4.2	海洋観測指針 (気象庁: 1999)
水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	海洋観測指針 (気象庁: 1999)
溶存酸素 (DO)	ウインクラーク法 海洋観測指針 5.4	海洋観測指針 (気象庁: 1999)
全炭酸	リン酸添加、電量滴定法 ・参照物質 (Reference material for oceanic CO ₂ measurements) による分析精度管理	Dickson AG, Sabine CL and Christian JR (eds.) (2007). Guide to best practices for ocean CO ₂ measurements. PICES Special Publication 3, 191 pp.
アルカリ度	改良グランプロット法 ・参照物質 (Reference material for oceanic CO ₂ measurements) による分析精度管理	Dickson AG and Goyet C (1994). DOE Handbook of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water; version 2, ORNL/CDIAC-74, Dep. Of Energy, Washington, D.C.
硫化物イオン濃度	ガスクロマトグラフによる GC-FPD 法	環境省告示第 9 号別表第 2 第 3 (昭和 47 年)
pCO ₂	全炭酸とアルカリ度から CO2SYS による炭酸平衡の関係式により算出	Lewis E, Wallace DWR (1998). Program developed for CO ₂ system calculations, ORNL/CDIAC-105. Oak Ridge: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy.

③ 結果

7) 水温

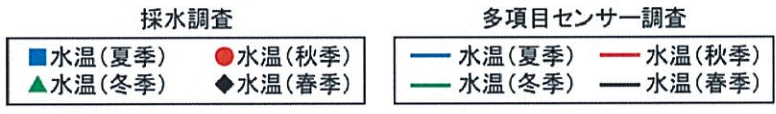
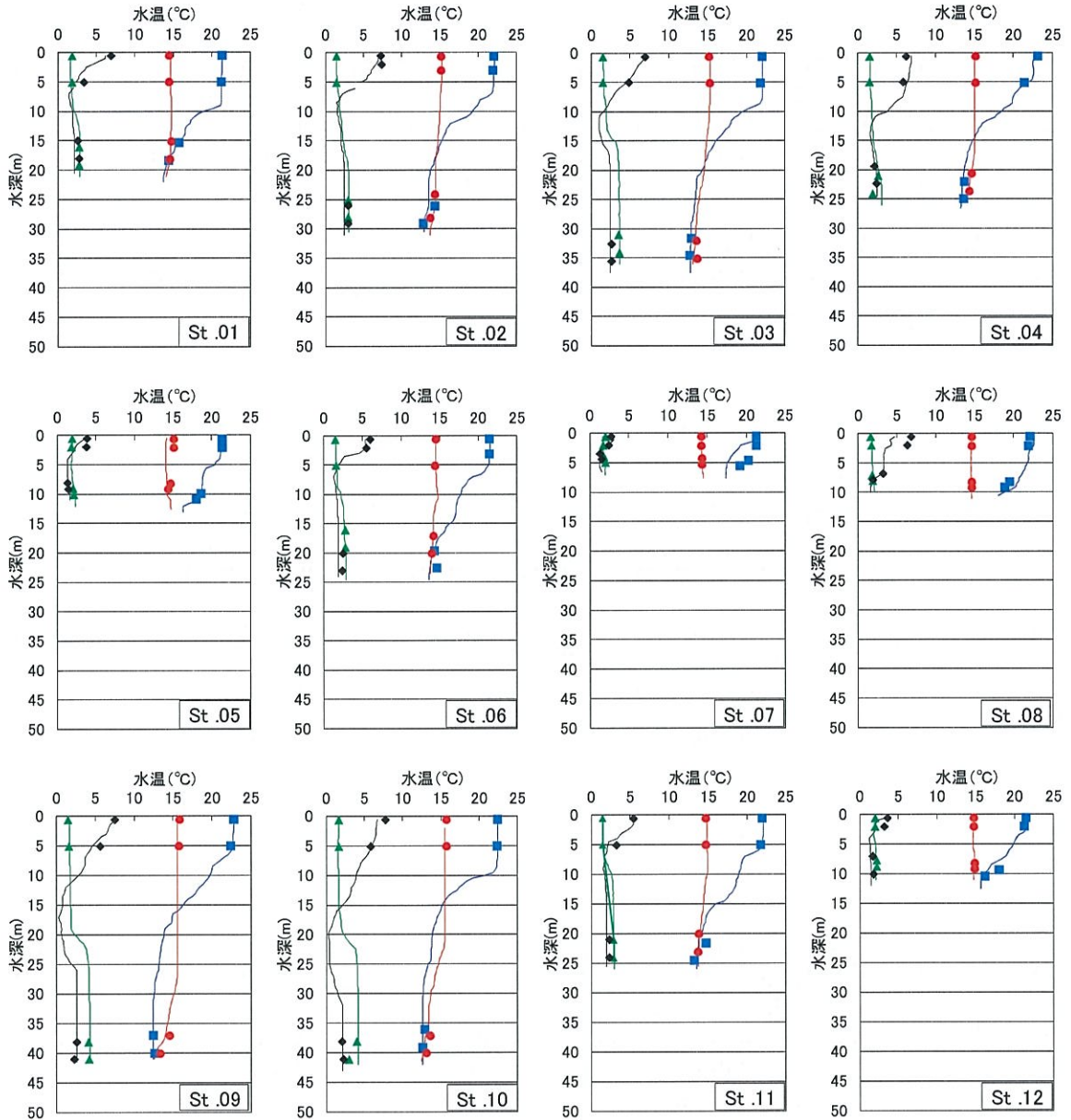
水温の調査結果を、第 3.1-2 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 12.4～23.0℃，秋季は 13.1～15.8℃，冬季は 1.5～4.2℃，春季は 1.4～7.7℃
の範囲にあった。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 12.4～22.9℃，秋季は 12.5～15.6℃，冬季は 1.4～4.3℃，春季は 0.3～7.7℃
の範囲にあった。



第 3.1-2 図 水質調査結果鉛直分布 (水温)

イ) 塩分

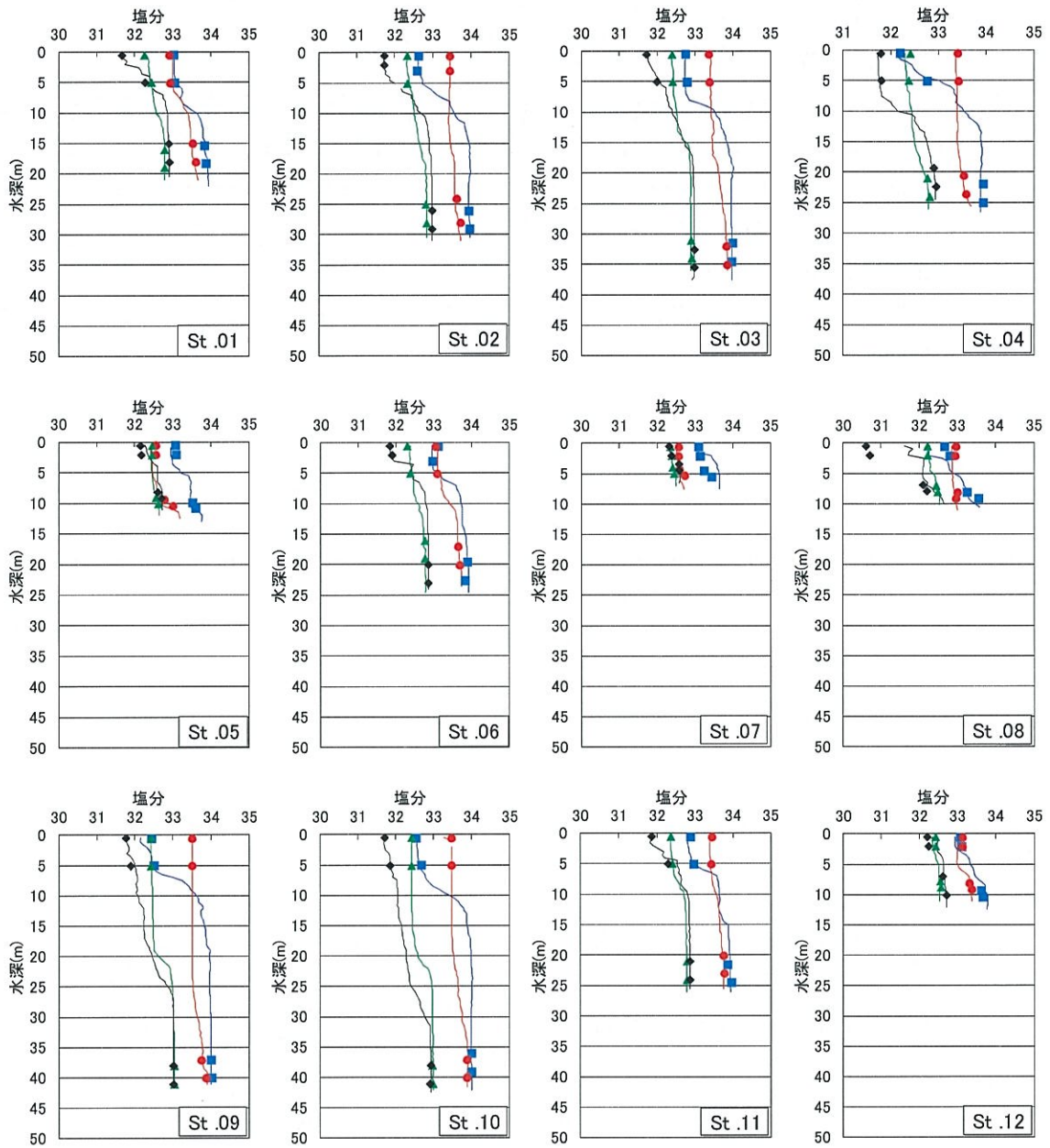
塩分の調査結果を、第 3.1-3 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 32.19～34.00, 秋季は 32.55～33.89, 冬季は 32.22～33.03, 春季は 30.60～33.02 の範囲にあった。また、いずれの季節においても、表層から底層にかけて僅かに塩分が高くなる傾向がみられた。春季には、全測点で表層の塩分が他の季節に比べて低かった。特に、St. 08 の表層の塩分は 30.60 と最も低い値を示した。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 32.13～34.02, 秋季は 32.44～33.90, 冬季は 32.19～33.03, 春季は 31.61～33.02 の範囲にあった。



第 3.1-3 図 水質調査結果鉛直分布 (塩分)

ウ) 溶存酸素 (DO)

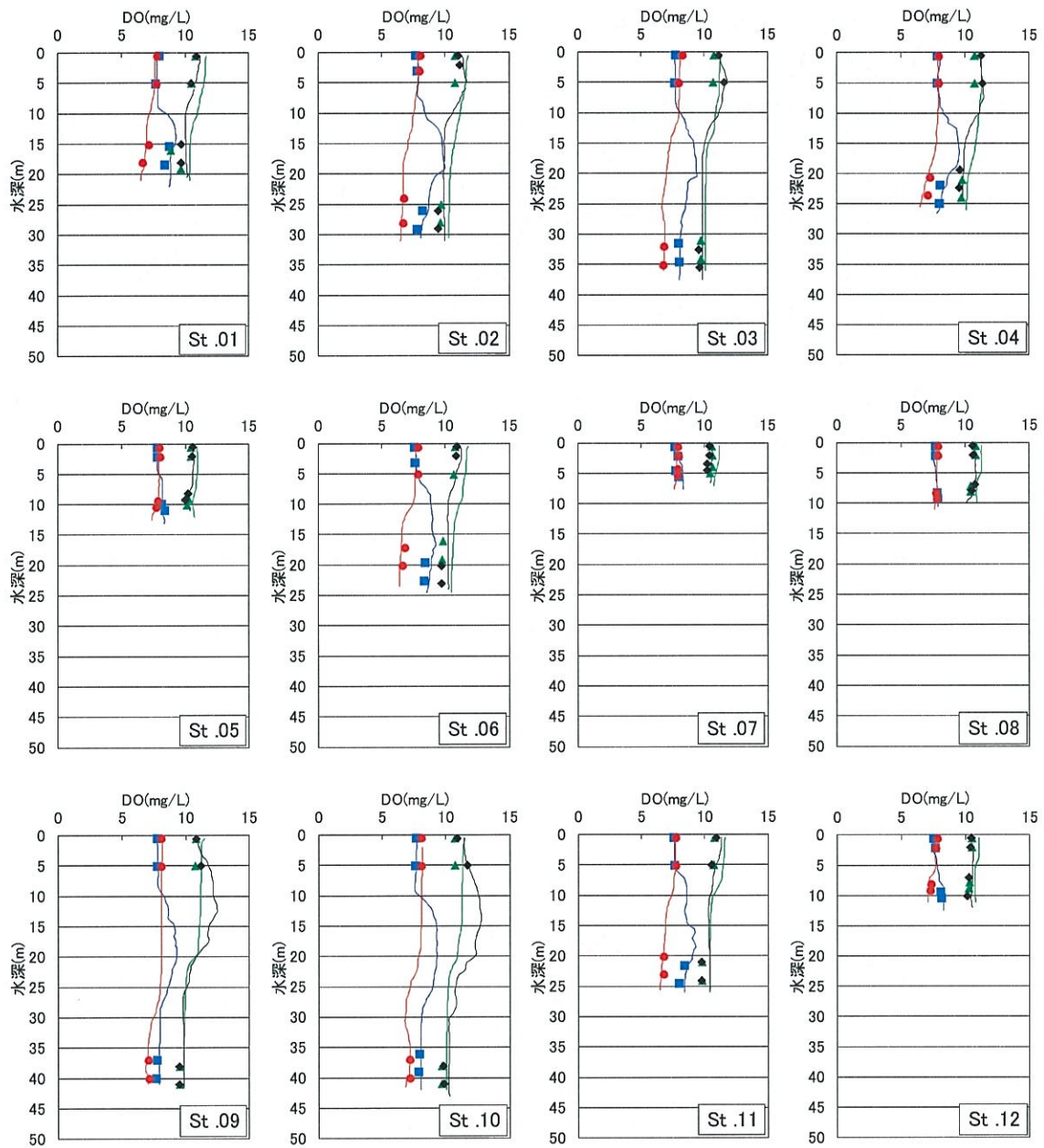
DO の調査結果を、第 3.1-4 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 7.48～8.73mg/L, 秋季は 6.59～8.22mg/L, 冬季は 8.89～10.81mg/L, 春季は 9.44～11.71mg/L の範囲にあった。海岸に近い St.05, St.07, St.08, St.12 では、夏季と秋季, 冬季と春季が、それぞれほぼ同様な値を示した。海岸から離れた地点では、夏季に底層の DO が表層よりも高くなる傾向がみられ、その他の季節では、逆に底層の DO が表層より低くなる傾向がみられた。また、季節ごとの DO をみると、夏季や秋季に比べて、冬季や春季のほうが DO が高かった。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は 7.50～9.96mg/L, 秋季は 6.36～8.18mg/L, 冬季は 9.84～11.82mg/L, 春季は 9.76～12.78mg/L の範囲にあった。



第 3.1-4 図 水質調査結果鉛直分布 (DO)

イ) 水素イオン濃度指数 (pH)

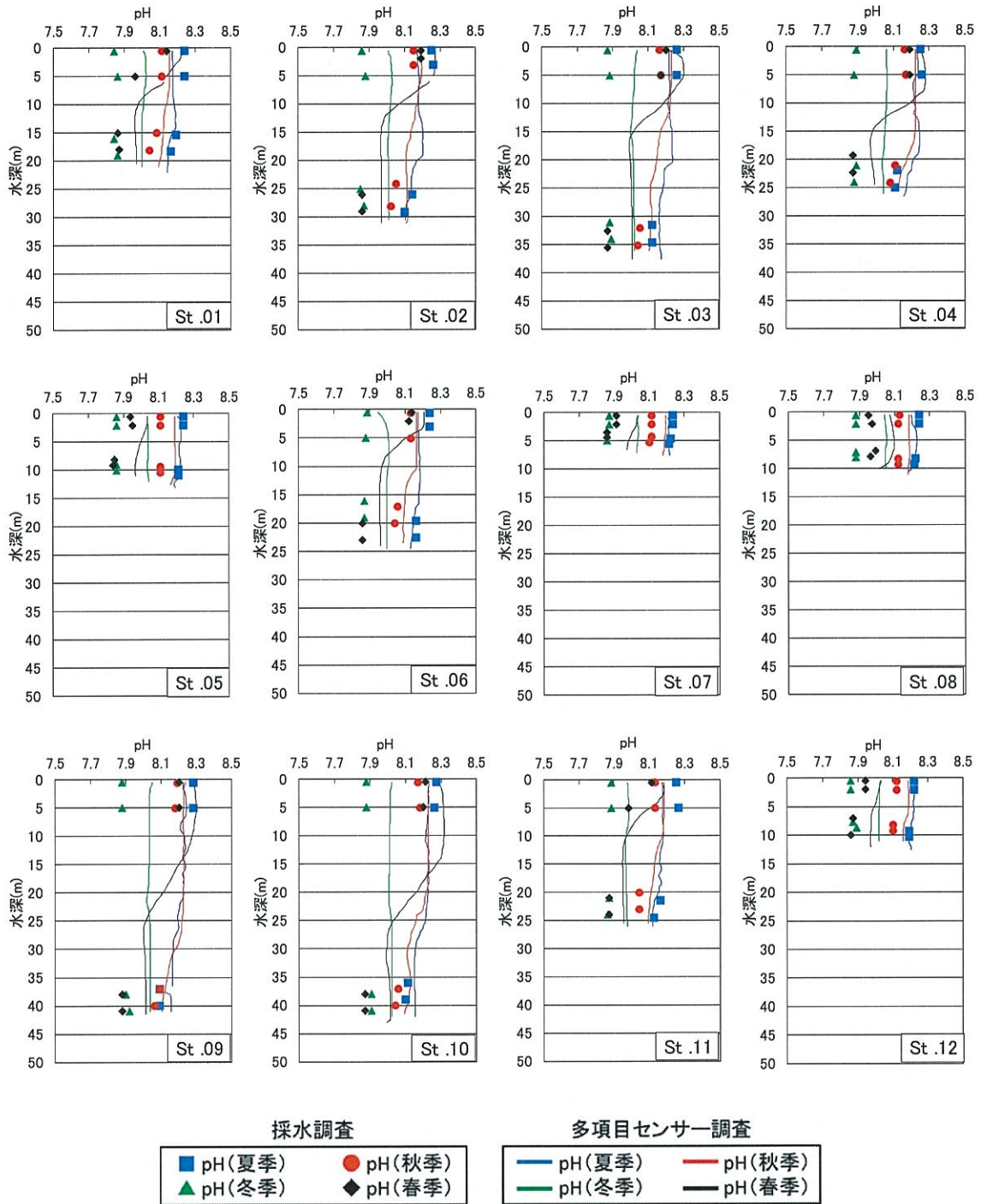
pHの調査結果を、第3.1-5図に示す。なおpH(NBSスケール)は、採水調査では室温下で測定した値を、多項目センサー調査では現場水温で測定した値を記載している。

a. 採水調査結果

夏季は8.09～8.28、秋季は8.02～8.19、冬季は7.84～7.92、春季は7.84～8.21の範囲にあり、いずれの層でも夏季が最も高い値を示した。また、春季では沖合の調査測点のpHは表層と下層の差が大きく、表層で高い値を示す傾向がみられた。

b. 多項目センサー調査結果

夏季は8.10～8.25、秋季は8.09～8.23、冬季は7.95～8.06、春季は7.94～8.32の範囲にあった。



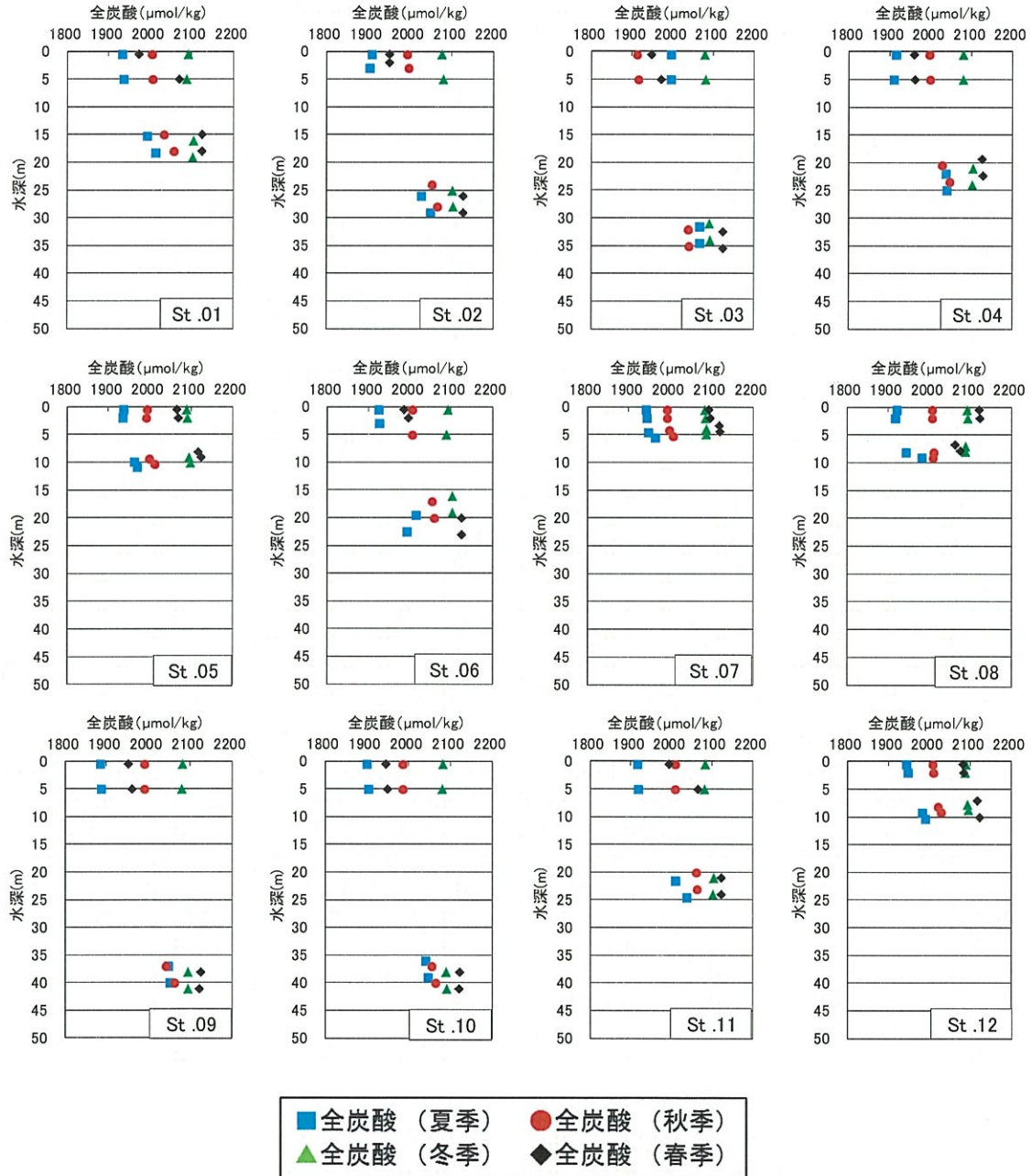
第 3.1-5 図 水質調査結果鉛直分布 (pH)

ナ) 全炭酸

全炭酸の調査結果を、第 3.1-6 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 1,883.9~2,050.7 $\mu\text{mol/kg}$ 、秋季は 1,985.2~2,067.3 $\mu\text{mol/kg}$ 、冬季は 2,077.4~2,104.5 $\mu\text{mol/kg}$ 、春季は 1,945.9~2,128.8 $\mu\text{mol/kg}$ の範囲にあった。全炭酸濃度は表層で低く、下層で高い傾向を示した。季節的にみると、表層の全炭酸濃度は冬季に高く、夏季に低い傾向を示した。特に、春季は、表層と下層の鉛直差が大きい傾向がみられた。



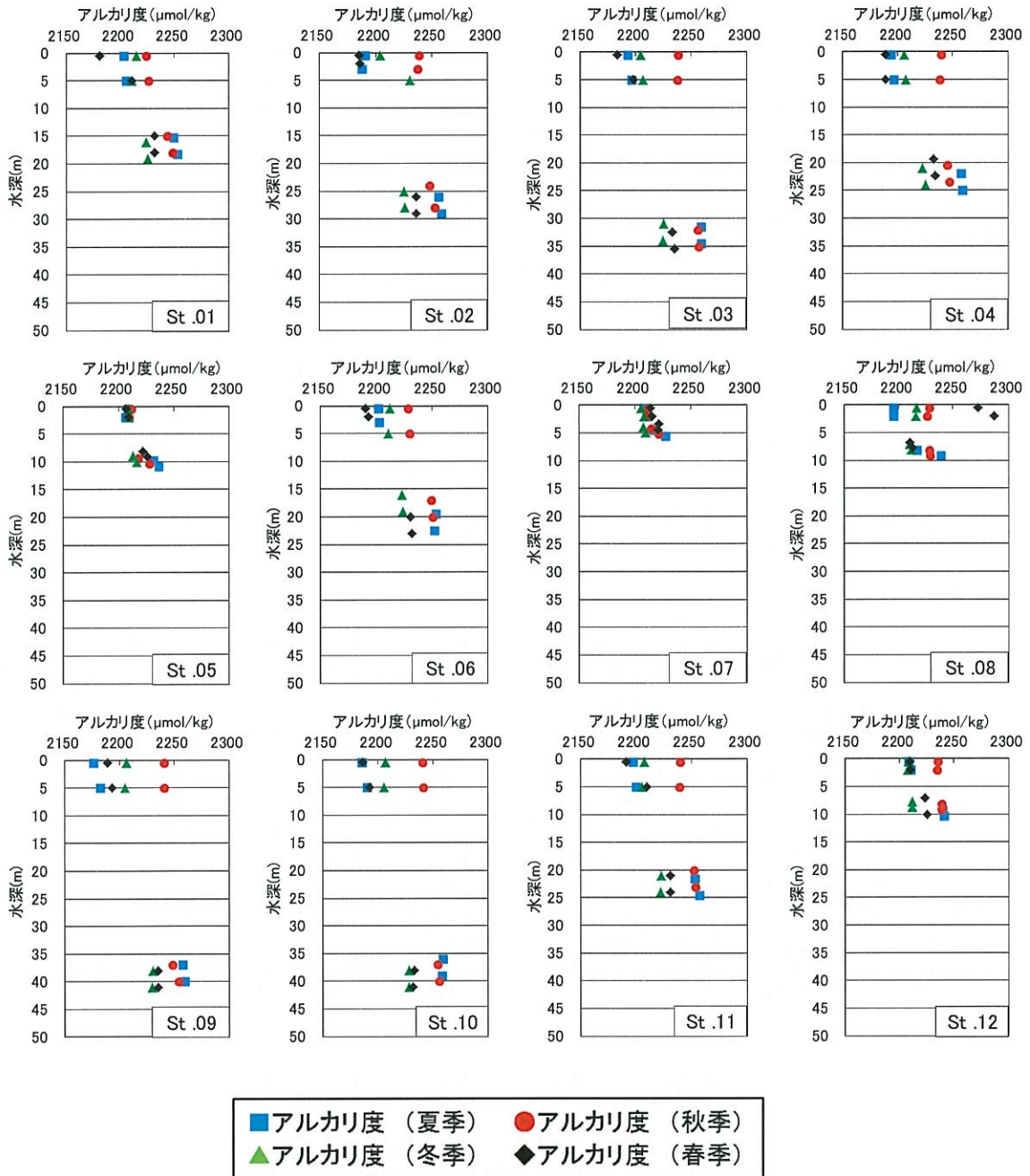
第 3.1-6 図 採水調査結果鉛直分布 (全炭酸)

か) アルカリ度

アルカリ度の調査結果を、第 3.1-7 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 2,175.9~2,259.4 $\mu\text{mol/kg}$ 、秋季は 2,210.0~2,257.1 $\mu\text{mol/kg}$ 、冬季は 2,204.5~2,230.7 $\mu\text{mol/kg}$ 、春季は 2,180.9~2,286.9 $\mu\text{mol/kg}$ の範囲にあった。アルカリ度は、表層で低く下層で高い傾向を示した。季節的には、秋季に表層のアルカリ度が高い傾向がみられた。



第 3.1-7 図 採水調査結果鉛直分布 (アルカリ度)

キ) 硫化物イオン濃度

a. 採水調査結果

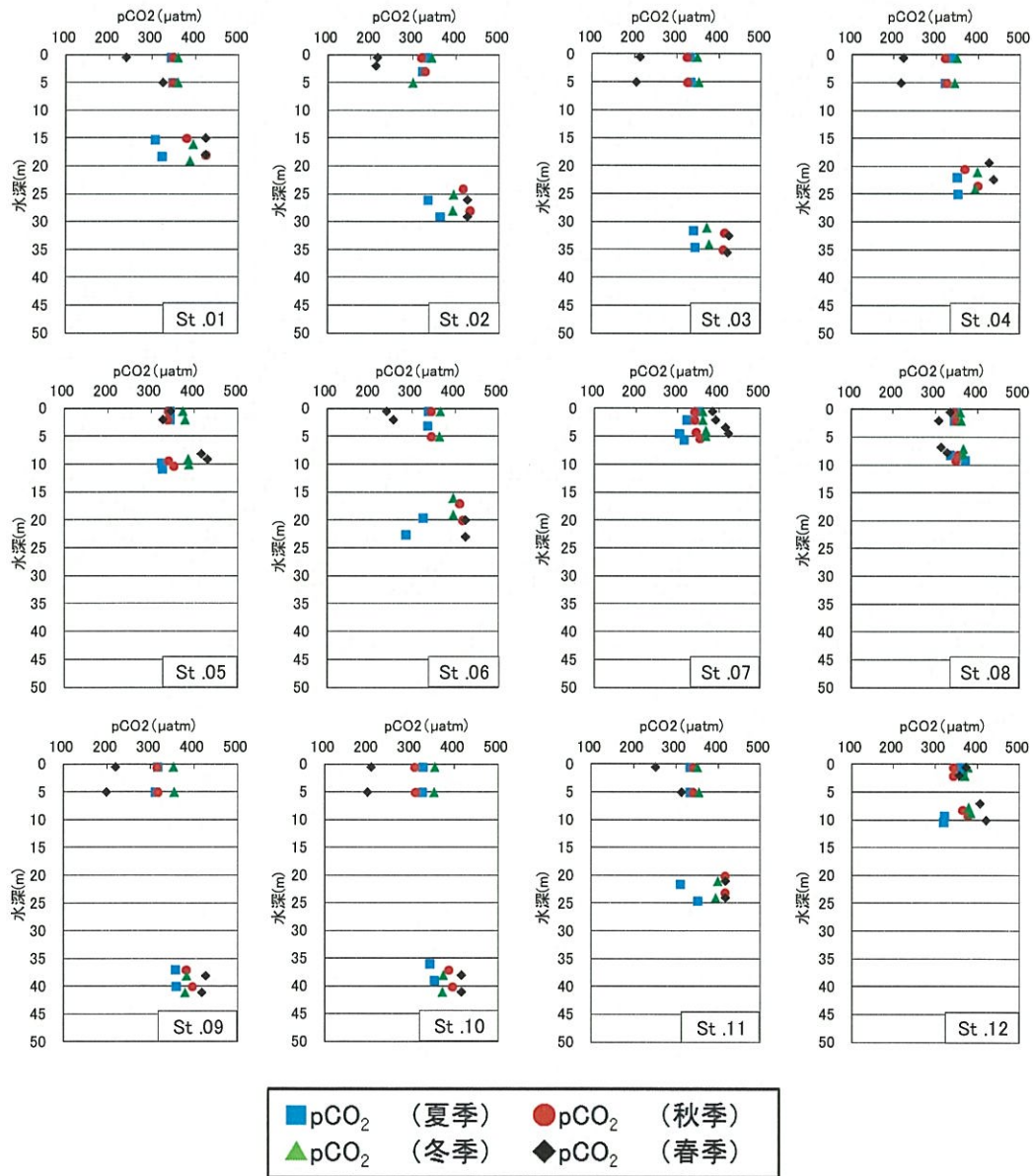
分析対象とした全測点 (St. 01, St. 02, St. 03), 全季節で検出下限値 (0.0005mg/L) 未満であった。

ク) pCO₂

pCO₂ の調査結果を, 第 3.1-8 図に示す。

a. 採水調査結果

夏季は 283.4~370.3 μ atm, 秋季は 307.3~432.2 μ atm, 冬季は 300.2~399.2 μ atm, 春季は 198.1~435.8 μ atm の範囲にあった。沖合の測点では, 春季に表層の pCO₂ が低かった。また, 春季で表層と下層の差が大きい傾向を示した。



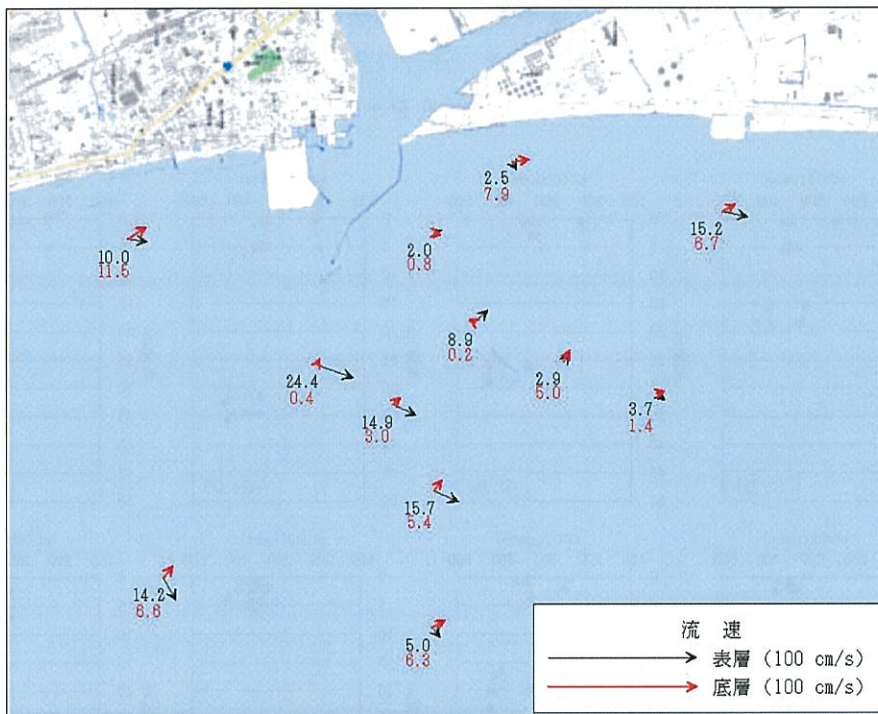
第 3.1-8 図 採水調査結果鉛直分布 (pCO₂)

ケ) 流速・流向

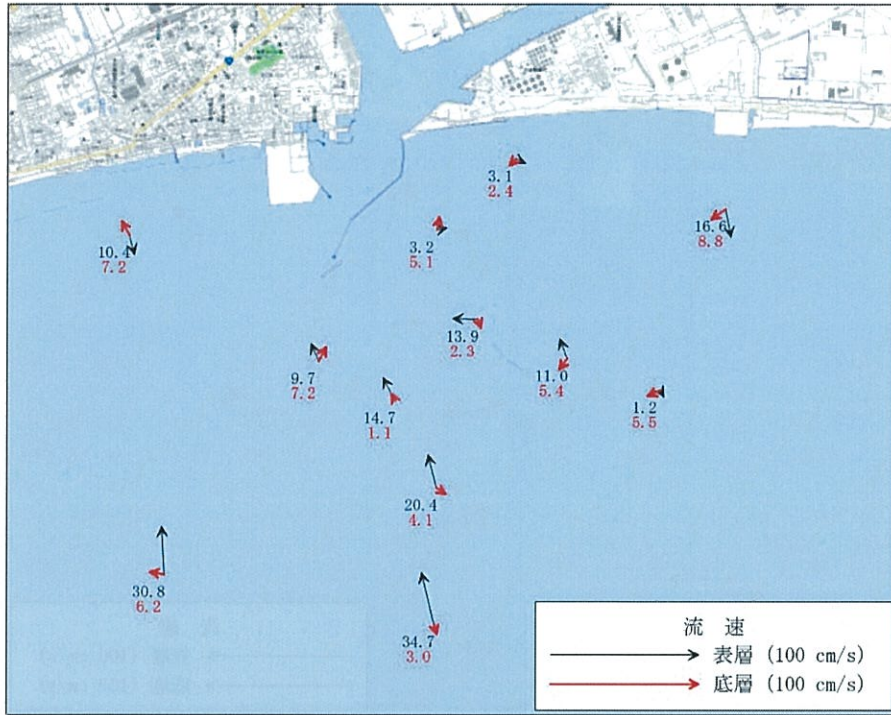
調査海域における流況をみると、流速は、表層（海面下 2.0m）で 1.2～43.9cm/s、底層（海底上 2.0m）で 0.2～11.5cm/s が観測され、底層に比べ表層の流速が速い傾向がみられた。また、表層流速は、岸に近い調査測点で遅く、沖合で速い傾向がみられた。

流向は、秋季に沖合の調査測点で岸に向かう北向きの流れを示したほかは、海岸線に平行な東向きの流れを示す傾向が多かった。

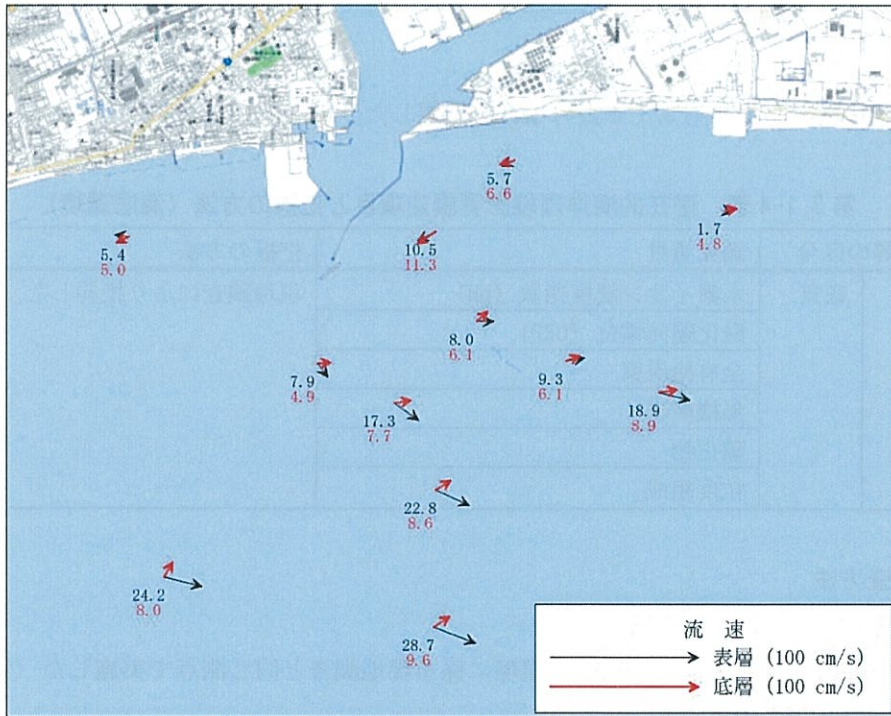
この結果は、既存資料の整理で把握した内容に沿ったものであった。



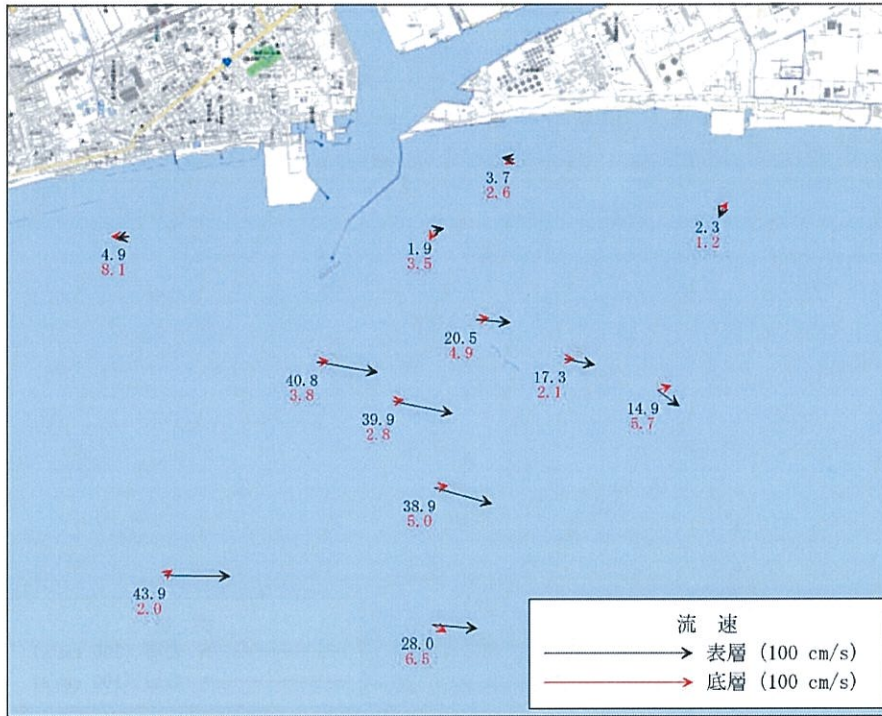
第 3.1-13 図 流況観測結果（夏季）



第 3.1-14 図 流況観測結果 (秋季)



第 3.1-15 図 流況観測結果 (冬季)



第 3.1-16 図 流況観測結果（春季）

(2) 海底環境

① 項目

海底環境として、第 3.1-4 表の項目を把握した。

第 3.1-4 表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（海底環境）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法
海底環境	底質	現地調査により把握した。
	水素イオン濃度指数 (pH)	
	酸化還元電位 (ORP)	
	全有機炭素	
	無機炭素	
	硫化物	
粒度組成		

② 調査方法

7) 調査測点

海底環境に係る現地調査は、水環境に係る現地調査と同じ測点で実施した（第 3.1-1 図および第 3.1-2 表）。

1) 調査実施日

夏季調査を平成 25 年 8 月 28 日、秋季調査を平成 25 年 11 月 7 日、冬季調査を平成 26 年 2 月 20 日、21 日、春季調査を平成 26 年 5 月 20 日に実施した。

ウ) 調査方法

a. 水素イオン濃度指数 (pH)

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。

pH は採泥後、直ぐにハンディセンサーを用いて測定した。

b. 酸化還元電位 (ORP)

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。

ORP は採泥後、直ぐにハンディセンサーを用いて測定した。

c. 全有機炭素

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

d. 無機炭素

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

e. 硫化物

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

f. 粒度組成

スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取した。採取試料高を計測し、6cm 以上のものを分析試料とした。分析試料を分析室に持ち帰り、第 3.1-5 表に示す方法で測定した。

第 3.1-5 表 分析方法 (底質)

項目	分析法	参考文献
水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	—
酸化還元電位 (ORP)	ガラス電極センサーによる計測 (現地測定)	—
全有機炭素	塩酸による前処理後, 全有機炭素を CHN 元素分析で測定	底質調査方法 (H24.8) II 4.10
無機炭素	全炭素量 (TC) - 全有機炭素量 (TOC)	底質調査方法 (H24.8) II 4.10
硫化物	亜鉛アンミン溶液で現地固定後, よう素滴定法	底質調査方法 (H24.8) II 4.6
粒度組成	ふるい法および沈降法	JIS A 1204

③ 結果

ア) 水素イオン濃度指数 (pH)

夏季は 6.8～8.0, 秋季は 7.4～8.1, 冬季は 6.7～7.9, 春季は 7.1～7.9 の範囲にあった。なお, 冬季の St. 03 で 5.8 と低い pH が測定されたが, 現場計測で 3 回測定した値 (5.3, 5.9, 6.2) に変動が大きく, 現況データとしては不採用として取り扱った。

イ) 酸化還元電位 (ORP)

夏季は-106～220mV, 秋季は-93～216 mV, 冬季は-27～263 mV, 春季は-64～227 mV の範囲にあった。岸側の測点では好氣的環境を示す場合が多かった。一方, 沖合の測点の変動が大きかった。

ロ) 全有機炭素

夏季は 1.1～10.3mg/g, 秋季は 0.6～10.4mg/g, 冬季は 1.1～8.7mg/g, 春季は 1.2～8.2mg/g の範囲にあった。岸側の測点で低く, 沖合の測点で高い傾向がみられた。

リ) 無機炭素

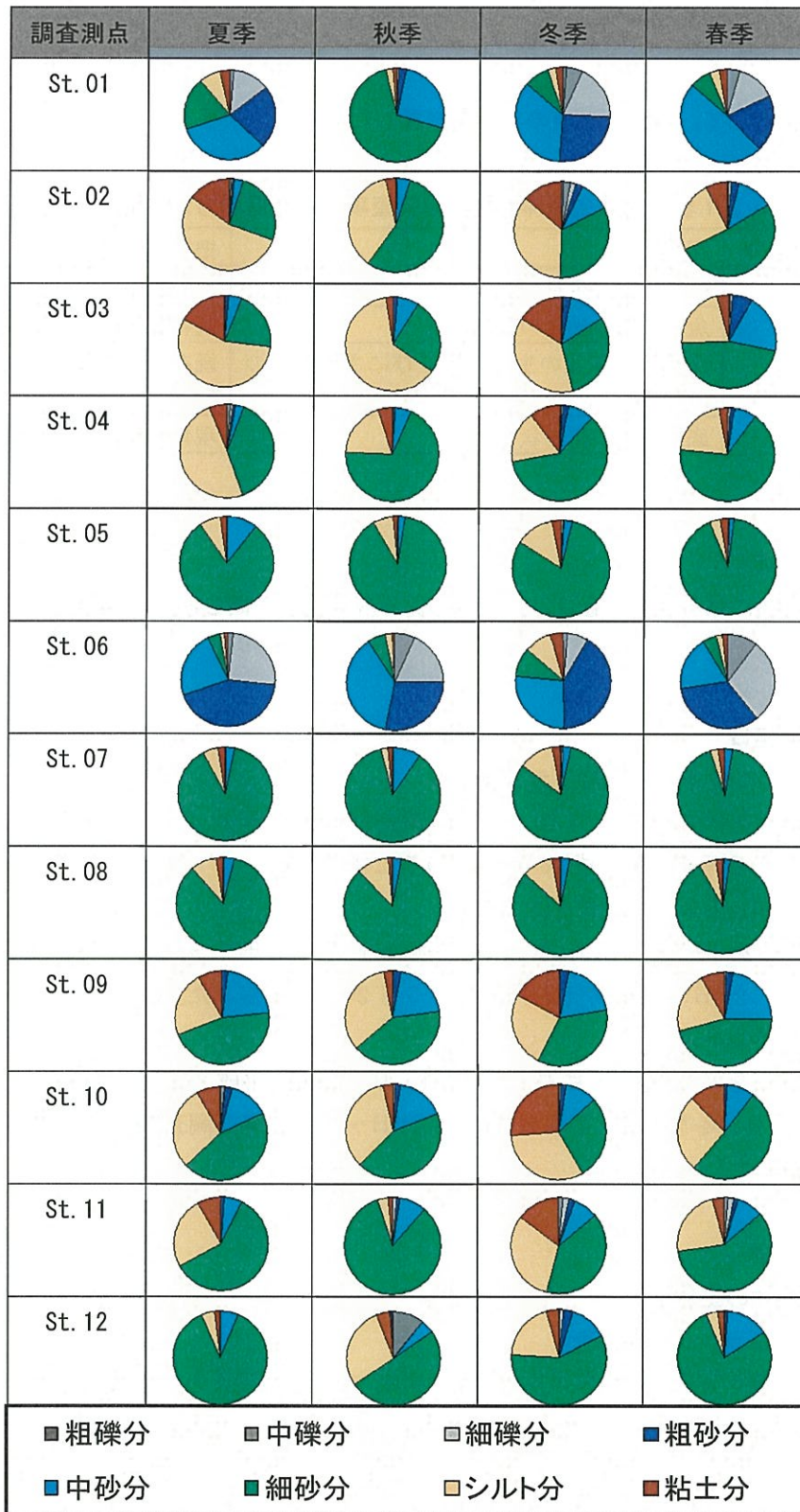
夏季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.6mg/g, 秋季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g, 冬季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g, 春季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.5mg/g の範囲にあった。調査測点別にみると, 岸側の調査測点で低く, 沖合の調査測点で高い傾向がみられた。

ル) 硫化物

夏季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g, 秋季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.2mg/g, 冬季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.2mg/g, 春季は報告下限値 (0.1mg/g) 未満～0.4mg/g の範囲にあった。調査測点別にみると, 岸側の調査測点はいずれも報告下限値 (0.1mg/g) 未満であった。

レ) 粒度組成

粒度組成の結果は, 第 3.1-17 図に示すとおりである。岸側の調査測点で細砂分を中心とした組成を示した。また, St. 02, St. 03, St. 04 を含む沖合の測点では, 岸側の測点に比べてシルト分が多い組成を示した。



第 3. 1-17 図 底質調査結果 (粒度組成)

3.2 海洋生物

(1) 項目

海洋生物として、第3.2-1表の項目を把握した。

第3.2-1表 潜在的海洋環境影響調査項目と把握の方法（海洋生物）

環境要素等の区分	調査項目	把握の方法
海洋生物	浮遊生物の生息状況	現地調査により把握した。
	魚類等遊泳動物の生息状況	既存資料の整理により把握した。
	海草及び藻類の生育状況並びにさんご類の生息状況	既存資料の整理により把握した。
	底生生物の生息状況	現地調査により把握した。

(2) 調査方法

① 調査測点

海洋生物に係る現地調査は、水環境に係る現地調査と同じ測点で実施した（第3.1-1図および第3.1-2表）。

② 調査実施日

ア) 植物プランクトン、動物プランクトン

夏季調査を平成25年8月26日、秋季調査を平成25年11月6日、冬季調査を平成26年2月20日、春季調査を平成26年5月19日に実施した。

イ) メイオベントス、マクロベントス

夏季調査を平成25年8月28日、秋季調査を平成25年11月7日、冬季調査を平成26年2月20日、21日、春季調査を平成26年5月20日に実施した。

ウ) メガロベントス

夏季調査を平成25年8月10日～14日、秋季調査を平成25年11月9日、12日、13日、22日、23日、冬季調査を平成26年2月24日～27日、春季調査を平成26年5月11日～14日に実施した。

③ 調査方法

ア) 浮遊生物の生息状況

a. 植物プランクトン調査

水質調査実施時に水質の採水層に合わせて、1地点当たり4層で採取を行った。採取層は、1層（海面下0.5m）、2層（海面下5m）、3層（海底上5m）、4層（海底上2m）を基本とし、温度躍層が認められた場合には、2層と3層の採取水深を調整して躍層の上下で採取した。

採取はバンドーン採水器を使用して、1層当たり2Lを試料とした。採取した試料はホルマリン固定して持ち帰り、沈殿量の計測、種の同定および細胞数の計数を行い、1L当たりの細胞数に換算した。