

(1) 平成23年度冬季調査の結果について

1. 冬季調査の概要

(1) 調査項目及び調査地点

調査項目	調査地点	調査項目	調査方法
1. 底質の悪化要因解析のための現地調査			
ベントス調査	St. 2、3、4、5、6	出現種数、優占種、個体数	スミスマッキンタイヤー型採泥器で3回採泥したものを1試料とし、目合い11mmの篩上の残差生物を計測
貧酸素水塊の把握	St. 1～12	下層のDOの状況及び水塊構造の把握	多項目水質計による環境(水温、塩分、Chl.a、DO)の鉛直データを取得する。
2. 基礎生産力の解析のための現地調査			
動・植物プランクトン調査	St. 1、5、6、7	出現種数、優占種、個体数	動物プランクトン:北原式ネットを用いて採集した試料 植物プランクトン:表層、下層で1L採水した試料に含まれるプランクトンを計測した。
3. 物質収支モデル構築に必要な情報の取得			
水質調査	St. 1、5、6、7	DO、Chl.a、フェオフィチン、COD、TOC、窒素・リンの各形態の栄養塩濃度	表層及び下層で採水し、分析 DO:ウインラー法、Chl.a、フェオフィチン:クロロフィル法、 COD:酸性過マンガン酸カリウム法、TOC:燃焼酸化法 T-N、NO ₃ -N:銅・カドミウムカラム還元法、NH ₄ -N:インドフェノール法 NO ₂ -N:ナフチルエチレンジアミン吸光法、 T-P:ペルオキシ二硫酸カリウム分解法、 PO ₄ -P:モリブデン青吸光光度法 (D-PO ₄ -Pは1μmガラスフィルターでろ過後に分析)
流況調査	St. 1、5、6、7	流速、流向(15昼夜連続観測)	表層及び下層に電磁流速計を設置し、データを取得(10分間隔、1秒を60回測定)
セディメントトラップ調査	St. 5、B	沈降水量、T-N、T-P、TOC	約2日間、養殖カキの直下に設置し、沈降粒子を捕集
底質調査 (表層泥の分析)	St. 2、3、4、5、6	粒度組成、含水比、COD、TOC、硫化物、T-N、T-P、硫化水素	表層堆積物2層(0～3cm、3～6cm層)を採取し、分析 粒度組成:篩による測定、COD:底質調査方法 20、 強熱減量:底質調査方法 4、 TOC:沿岸環境調査マニュアル[底質・生物編]5.5.1、 T-N:底質調査方法 18、T-P底質調査方法 19、 硫化物(T-S):底質調査方法 17、硫化水素(H ₂ S):検知管
底質調査 (酸素消費実験、溶出実験、コアの性状)	St. 2、3、4、5、6	底質の酸素消費量、栄養塩の溶出量 コアの性状観察	柱状コア(表層約30cm)を採取し、0、1、2、3、6、12時間後の直上水(海底上5cm)を採水し、DO、T-N、T-Pを分析

(2) 調査日時

調査項目	平成24年1月																平成24年2月		
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	
ベントス調査																			
貧酸素水塊の把握																			
動・植物プランクトン調査																			
水質調査																			
流況調査		
セディメントトラップ調査		...																	
底質の成分分析																			
底質調査																			

:実施日、 :回収日

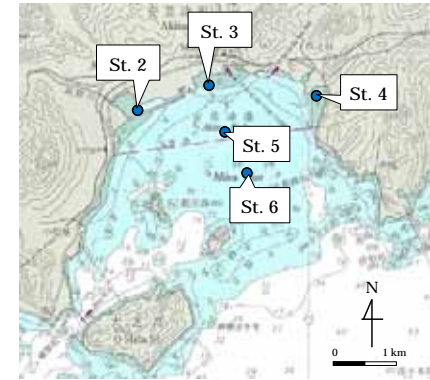
(3) 調査時の状況 (気象、水深等)

地点	開始時間	水深 (m)	透明度 (m)	気温 ()	地点	開始時間	水深 (m)	透明度 (m)	気温 ()
St. 1	11:08	21.1	7.0	10.5	St. 7	10:43	13.6	7.1	9.0
St. 2	11:52	3.7	着底	10.0	St. 8	11:30	24.8	6.9	9.6
St. 3	13:09	5.7	着底	9.5	St. 9	11:45	11.1	7.4	9.9
St. 4	12:49	1.7	着底	8.7	St. 10	12:05	20.9	7.0	9.5
St. 5	9:54	7.9	7.8	7.5	St. 11	12:32	14.3	6.1	9.0
St. 6	10:15	8.9	6.2	8.8	St. 12	12:19	15.4	6.5	8.9

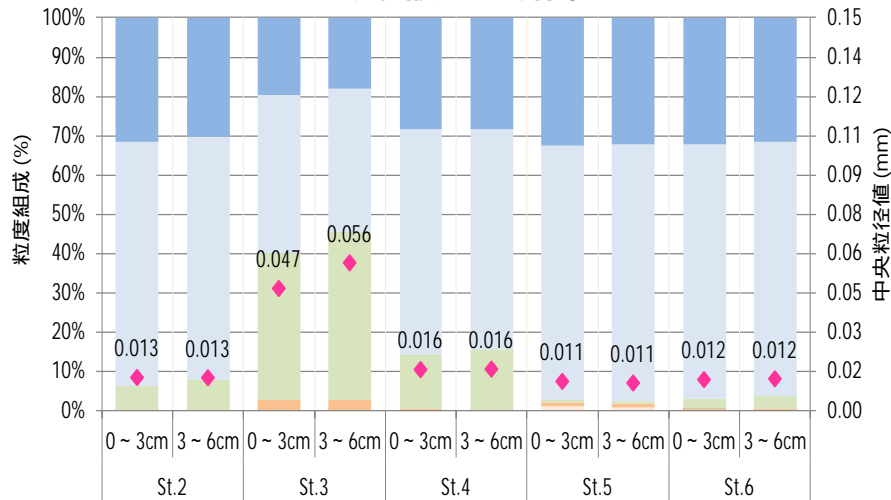
(1) 底質調査 (表層泥の分析)

【底質の粒度組成】

- 0 ~ 3 cm層と3 ~ 6 cm層ではほとんど差異はなかった。
- St. 3においては、秋季に比べて中央粒径値は小さくなったが、泥分率 (シルト・粘土分の割合) が0 ~ 3 cm層で59.8%、3 ~ 6 cm層で54.6%と低かった。
- その他の地点では、泥分率が高かった (84.4 ~ 97.6%)。

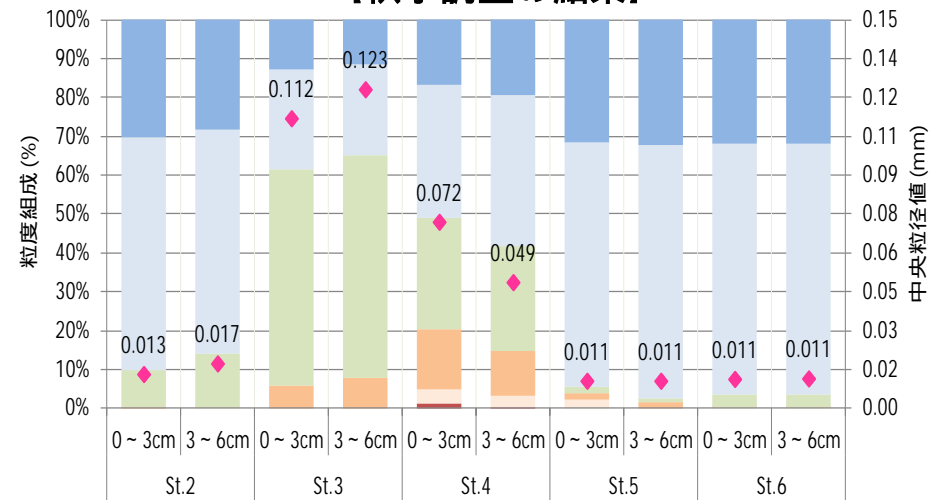


【冬季調査の結果】



調査地点・堆積層

【秋季調査の結果】



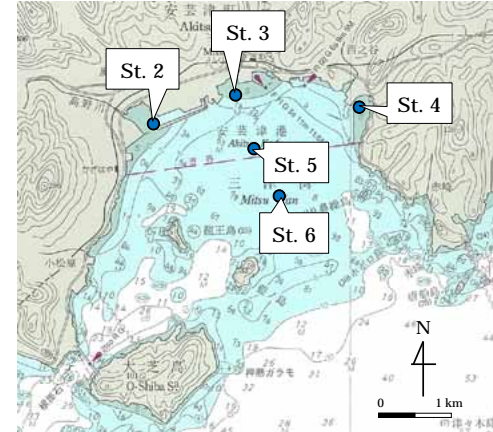
調査地点・堆積層

- 粘土 (0.005mm未満)
- シルト (0.005 ~ 0.075mm)
- 細砂 (0.075 ~ 0.25mm)
- 中砂 (0.25 ~ 0.85mm)
- 粗砂 (0.85 ~ 2mm)
- 礫 (2mm ~)
- ◆ 中央粒径値

(1) 底質調査 (表層泥の分析)

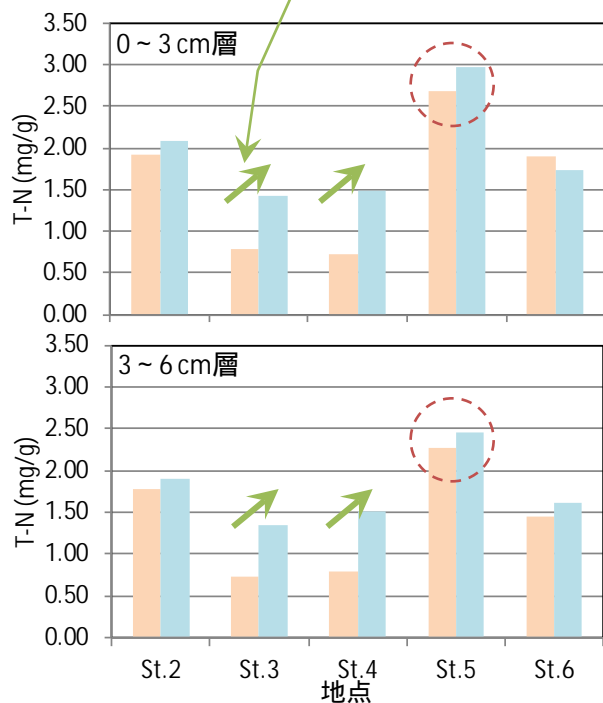
【底質中の栄養塩】

- 冬季も0～3 cm層と3～6 cm層でほとんど差異はなかった。
- St. 5のT-N、T-Pは、秋季、冬季を通じて高い水準であった。
- 秋季より泥分率が高くなったSt. 3、4では、窒素、リンともに秋季に比べて高かった。

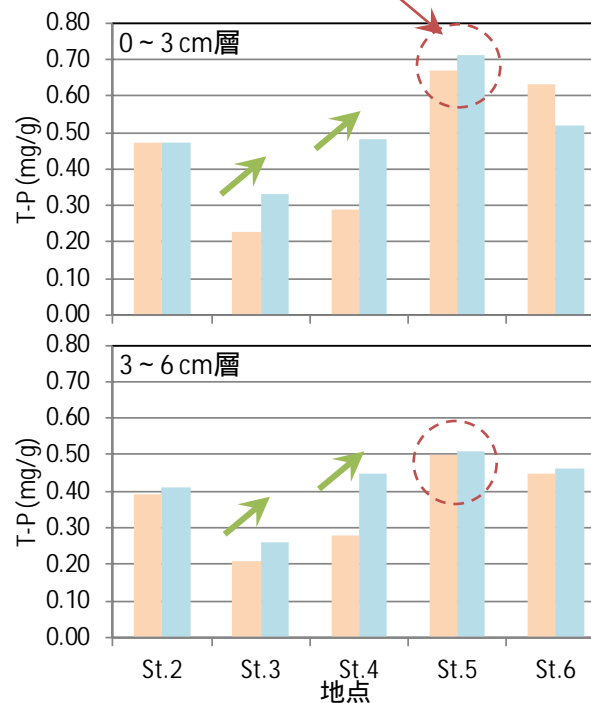


【底質におけるT-NとT-P】

St. 3、4では秋季に比べて、T-N、T-Pとも高くなった。



St. 5で最も高い傾向があった。



0～3 cm層と0～6 cm層では秋季、冬季ともにほとんど差異はなかった。

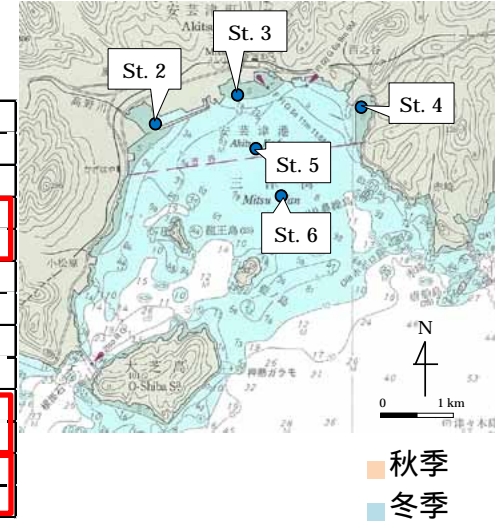
■ 秋季
■ 冬季

(1) 底質調査 (表層泥の分析)

○ 秋季に比べて泥分率が高くなった
St. 3、4ではCOD、TOC、強熱減量が増加する傾向がみられた (St. 3の表層のTOCは変化なし)。
○ 秋季、冬季を通じて、St. 2、5のCODは水産用水基準を上回ったが、同程度の泥分率であったSt. 6では下回った。

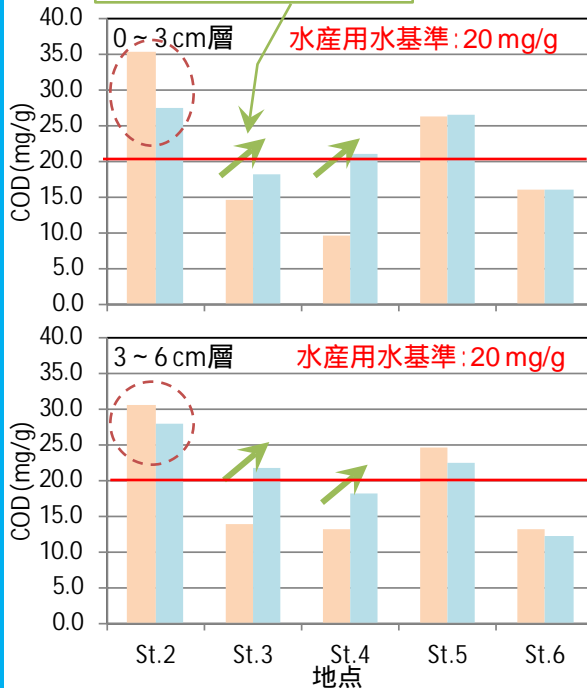
【泥分率】

地点名	層	泥分率		
		%		
		秋季	冬季	
浄化センター周辺	St.2	0~3cm	90.2	93.7
		3~6cm	85.8	92
河口	St.3	0~3cm	38.5	59.8
		3~6cm	34.8	54.6
浅場	St.4	0~3cm	51.1	85.7
		3~6cm	58.3	84.4
カキ養殖場	St.5	0~3cm	94.6	97.2
		3~6cm	97.4	97.6
湾内	St.6	0~3cm	96.4	97
		3~6cm	96.4	96.4



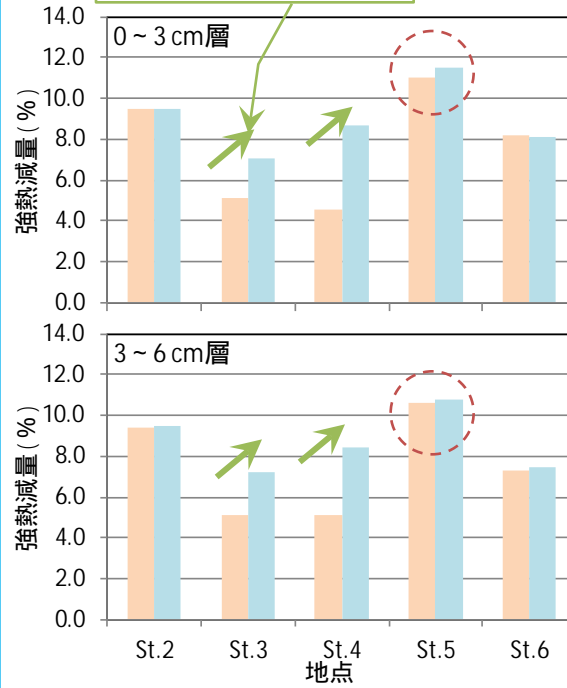
【COD】

St. 3、4では秋季に比べて、高かった。



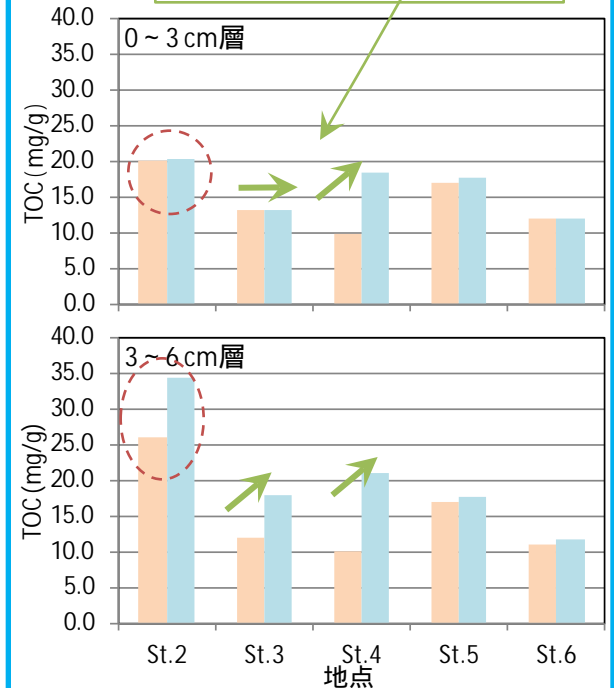
【強熱減量】

St. 3、4では秋季に比べて高かった。



【TOC】

St. 3、4では秋季に比べて同等、もしくは高かった。

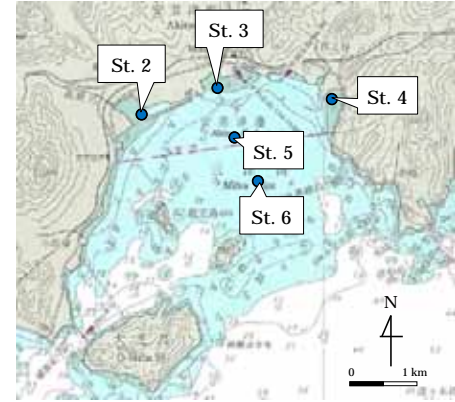


(1) 底質調査 (表層泥の分析)

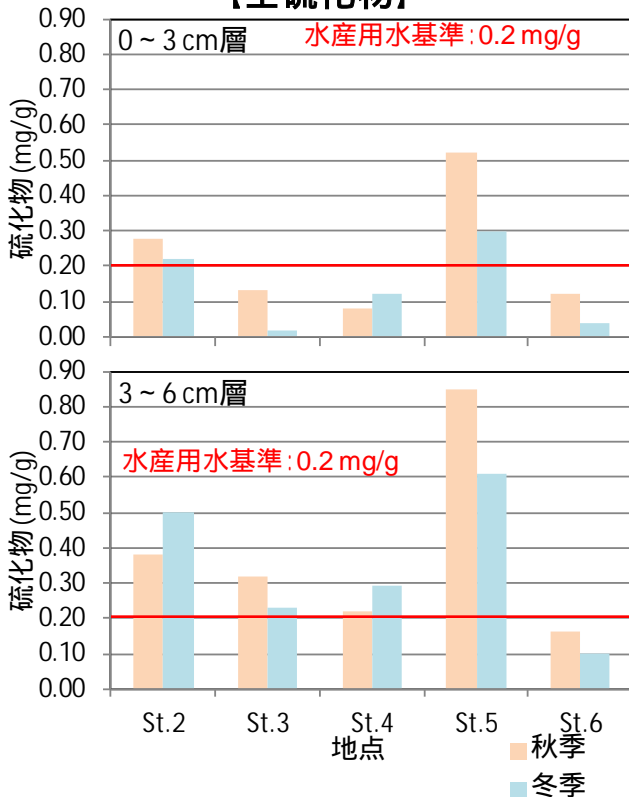
○水産用水基準と比較すると、0～3 cm層は、St. 2、5で秋季、冬季を通じて基準を超えていた。
 ○間隙水の硫化水素に関しては、検出されなかった。



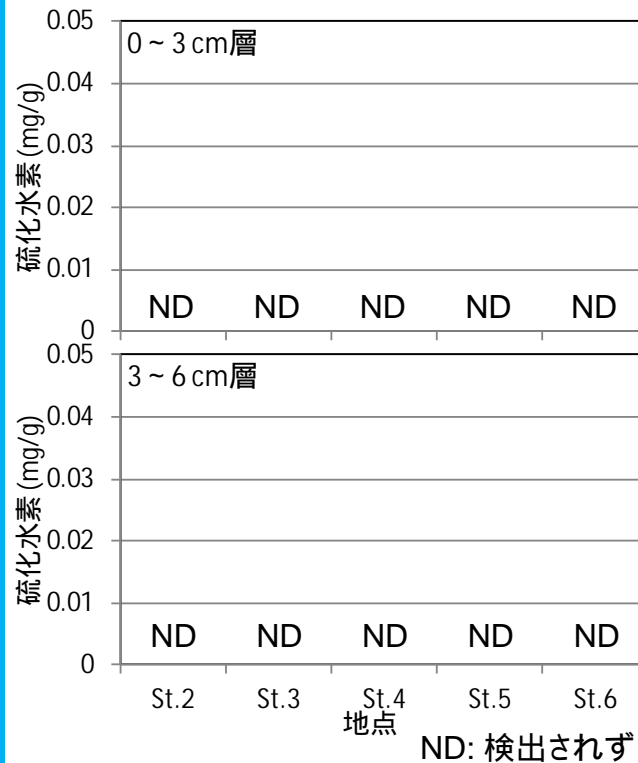
○St. 2、5では、他地点に比べて、硫化物が多くなっていた。
 硫化水素が発生しやすい夏季に測定する必要がある。



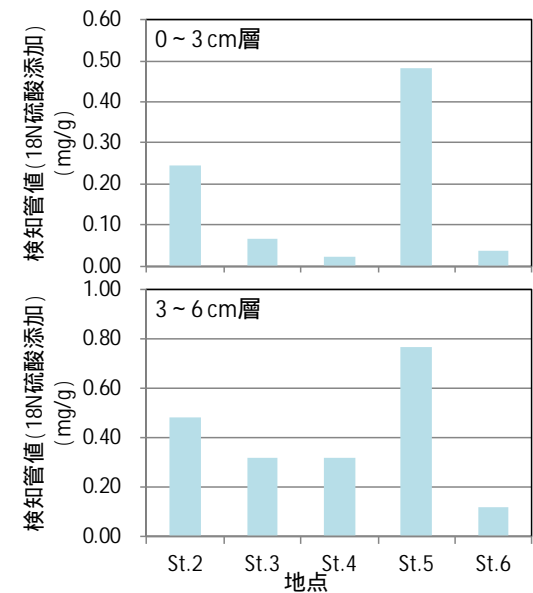
【全硫化物】



【硫化水素】

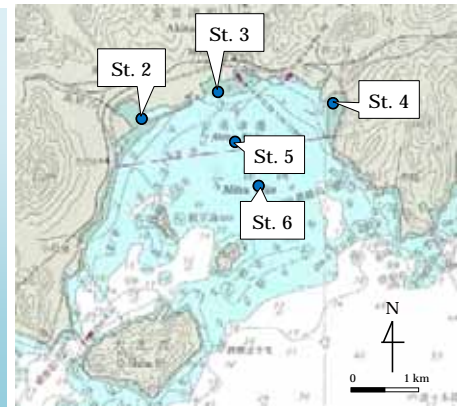


【硫化物 (検知管: 18N硫酸)】

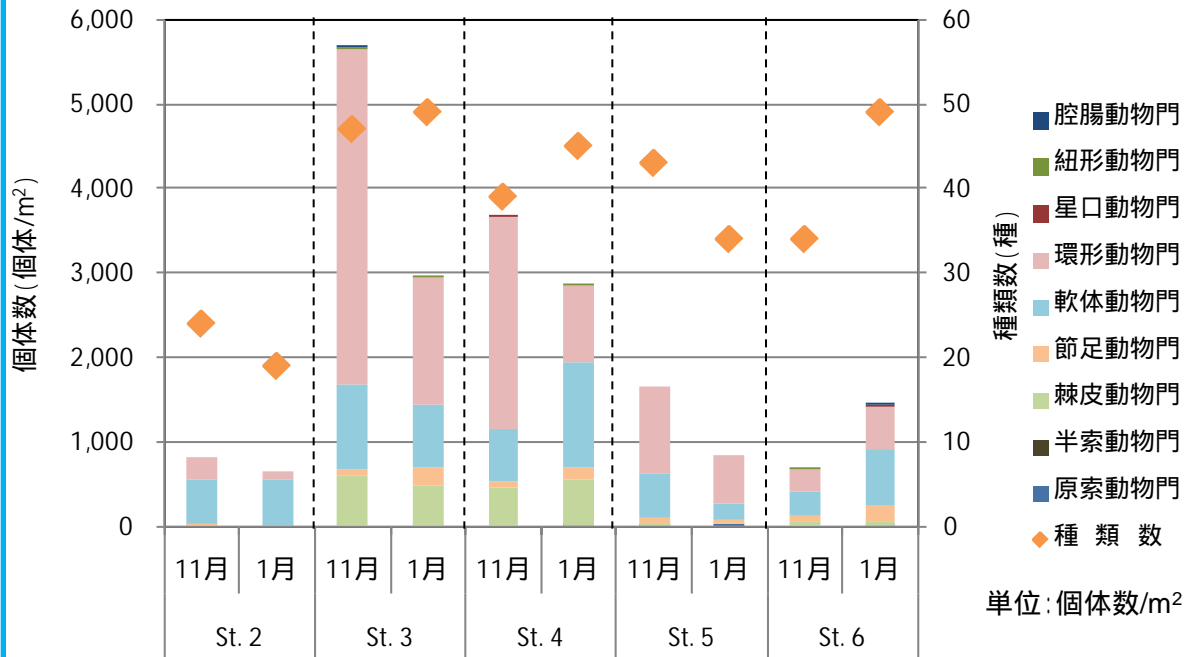


(2) ベントス調査 (出現種、個体数)

- 冬季の出現種数 (119種) は秋季 (103種) に比べて若干増加し、個体数は秋季と同様、St. 2で他地点に比べて少なかった。
- 秋季に比べて、冬季の個体数はSt. 3で減少し、主にタケフシゴカイ科やカタマガリギボシイソメ等の環形動物門が減少した。
- St. 4では秋季に比べて個体数は減少したが、軟体動物門、特にマルヘノジガイが増加した。
- St. 3、4で *Ophiopeltis* sp.が多かったため、秋季、冬季ともに他地点に比べて棘皮動物門が多く出現した。



【各地点におけるベントス】



タケフシゴカイ科
(環形動物門)



カタマガリギボシイソメ
(環形動物門)



マルヘノジガイ
(軟体動物門)



Ophiopeltis sp.
(棘皮動物門)



エドガワミズゴマツボ
(軟体動物門)

単位: 個体数/㎡

(2) ベントス調査 (多様度指数、汚濁指標種、食性)

【優占種の食性】

St. 2	
秋季	冬季
エドガワミズゴマツボ	マツシマコメツブガイ
カタマガリギボシイソメ	シズクガイ
ムシロガイ	エドガワミズゴマツボ
	カタマガリギボシイソメ

St. 3	
秋季	冬季
タケフシゴカイ科	<i>Ophiopeltis</i> sp.
カタマガリギボシイソメ	カタマガリギボシイソメ
<i>Ophiopeltis</i> sp.	ナガオタケフシゴカイ
ニホンヒメエラゴカイ	マルヘノジガイ
	<i>Glycinde</i> sp.
	<i>Polydora</i> sp.

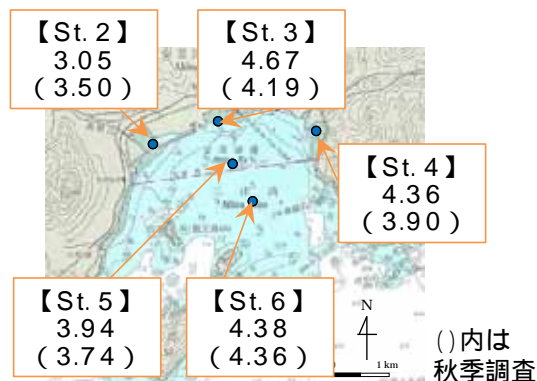
St. 4	
秋季	冬季
<i>Heteromastus</i> sp.	<i>Ophiopeltis</i> sp.
カタマガリギボシイソメ	マルヘノジガイ
タケフシゴカイ科	<i>Heteromastus</i> sp.
<i>Notomastus</i> sp.	カタマガリギボシイソメ
<i>Ophiopeltis</i> sp.	マツシマコメツブガイ

St. 5	
秋季	冬季
カタマガリギボシイソメ	<i>Heteromastus</i> sp.
ムシロガイ	カタマガリギボシイソメ
<i>Heteromastus</i> sp.	ムシロガイ
ニホンヒメエラゴカイ	<i>Marphysa</i> sp.
キヌボラ	<i>Glycinde</i> sp.

St. 6	
秋季	冬季
カタマガリギボシイソメ	カタマガリギボシイソメ
シズクガイ	シズクガイ
ヒメカノコアサリ	ヒメカノコアサリ
<i>Amphipolus</i> sp.	

- 多様度指数は、秋季とほとんど変わらず、瀬戸内海の他海域に比べて、St. 2は低く、それ以外の地点ではほとんど差異はない。
- 汚濁指標種の中では、カタマガリギボシイソメが全地点で優占種となった。その他にシズクガイ、*Polydora*属、ヒメカノコアサリ、エドガワミズゴマツボ等が優占種となった。
- 汚濁指標種の割合は、St. 2、5、6で高かった。
- 優占種の中にSt. 5のみ秋季、冬季を通じて肉食者が出現した。

【本調査における多様度指数 (Shannon weaver)】



Sea Area	D.I.
Kii Channel	3.86 ave.
Osaka Bay	2.86 ave.
the sea of Harima	3.21 ave.
the sea of Bisan-Seto	2.93 ave.
the sea of Bingo	3.71 ave.
the sea of Hiuchi	3.11 ave.
the sea of Aki	4.27 ave.
Hiroshima Bay	3.92 ave.
the sea of Iyo	4.29 ave.
the sea of Subo	3.18 ave.
Bungo Channel	4.15 ave.
Beppu Bay	2.41 ave.
the sea of Hibiki	3.63 ave.

引用：村上ら (1998)

【冬季調査における汚濁指標種】

種名	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
ルドルフィン		7(0.2)		7(0.8)	
カタマガリギボシイソメ	33(5.0)	220(7.4)	200(7.0)	160(19.0)	267(18.4)
<i>Heteromastus</i> sp.	20(3.1)	40(1.3)	213(7.5)	187(22.2)	
ミスヒキゴカイ				13(1.5)	
モロテゴカイ					7(0.5)
<i>Polydora</i> sp.		160(5.4)	7(0.2)		
エーレルシスビオ					33(2.3)
マクスビオ					13(0.9)
コオニスビオ		27(0.9)	13(0.5)		
<i>Pseudopolydora</i> sp.	13(2.0)		47(1.6)		
エドガワミズゴマツボ	40(6.1)	7(0.2)	80(2.8)		
ホトギスガイ	27(4.1)	40(1.3)	53(1.9)		
モヨノハナガイ					7(0.5)
シズクガイ	193(29.5)	13(0.4)	127(4.4)		260(17.9)
ヒメカノコアサリ					187(12.9)



シズクガイ
(軟体動物門)

汚濁指標種は『沿岸の環境圏』、村上ら (1998, 1999) を参考

数字は個体数 (個体/m²)、()内は各地点における割合 (%)、黄色ラベルは各地点の優占種 (上位5種かつ割合5%以上) を示す。

- 橙 : 堆積物食者
- 緑 : 懸濁物捕食者
- 青 : 肉食者
- 黒 : 不明

(3) ベントスと底質との関係

【St. 2】

本調査結果

- ・泥分率が**高かった**。
- ・表層堆積物の有機物、硫化物が**高い水準**であった。
- ・ベントスの個体数、種類数が**低い水準**で、多様度指数が**最も低かった**。
- ・汚濁指標種が**優占種(3種)**となり、その割合(40.6%)が**高かった**。

地形的特徴

- ・近くに河川(高野川)がある。

- 他地点に比べてCOD、硫化物は高い。ベントスの多様度指数は低く、特徴的な種が多くみられる。

【St. 3】

本調査結果

- ・泥分率が**低かった**。
- ・表層堆積物の有機物は冬季に高くなったが、**他地点より低く、硫化物も低かった**。
- ・ベントスの個体数、種類数、多様度指数が**高い水準**であった。
- ・汚濁指標種が**優占種(2種)**となったが、その割合(12.8%)は**低かった**。

地形的特徴

- ・近くに河川(三津大川)がある。

- 他地点に比べてCOD、硫化物は低い。ベントスの多様度指数は高く、生息環境としては好適

【St. 4】

本調査結果

- ・秋季の泥分率は**低かった**が、冬季は**高かった**。
- ・表層堆積物の有機物は冬季に高くなったが、**他地点より低く、硫化物も低かった**。
- ・ベントスの個体数、種類数、多様度指数が**高い水準**であった。
- ・汚濁指標種が**優占種(2種)**となったが、その割合(14.5%)は**低かった**。

地形的特徴

- ・近くに河川(木谷川)があるが、他の2河川に比べて流量は少ない。
- ・水深は最も浅い。

- 他地点に比べてCODや硫化物は低い。ベントスの生息環境として好適

【St. 5】

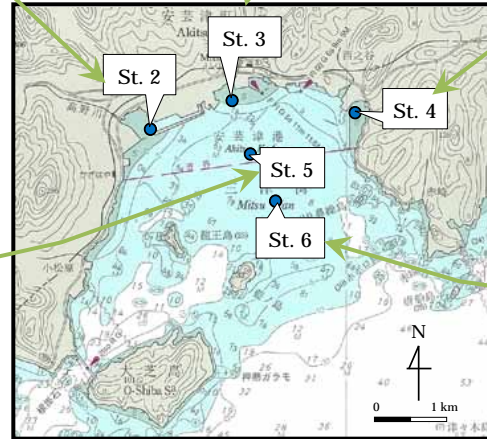
本調査結果

- ・泥分率が**高かった**。
- ・表層堆積物の有機物が**高い水準**で、硫化物が**最も高かった**。
- ・ベントスの個体数のみ**低い水準**であり、多様度指数は広島湾と同程度であった。
- ・汚濁指標種が**優占種(2種)**となり、その割合(41.2%)は**高かった**。

地形的特徴

- ・カキ養殖場が存在する。

- 泥分率が高く、有機物が溜まりやすい。硫化物は最も高く、夏季に底質環境が悪化する可能性あり。



【St. 6】

本調査結果

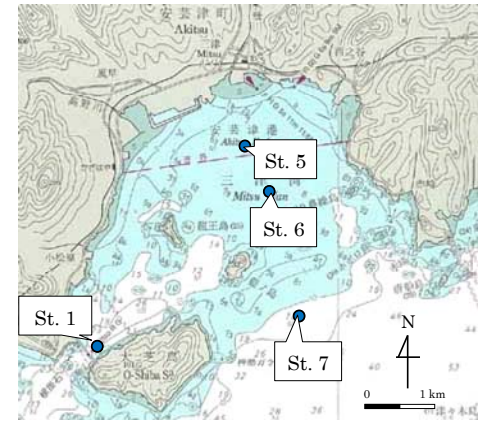
- ・泥分率が**高かった**。
- ・表層の有機物が**低い水準**で、硫化物は**最も低かった**。
- ・ベントスの個体数が**低い水準**だが、種類数、多様度指数ともに**高かった**。
- ・汚濁指標種が**優占種(3種)**となり、その割合(49.2%)と**最も高かった**。

- 泥分率が高いが、CODや硫化物は低い。個体数は少ないが、多様度指数は高い。

春、夏までの底質の変化を把握し、ベントスの生息環境として評価する必要がある。

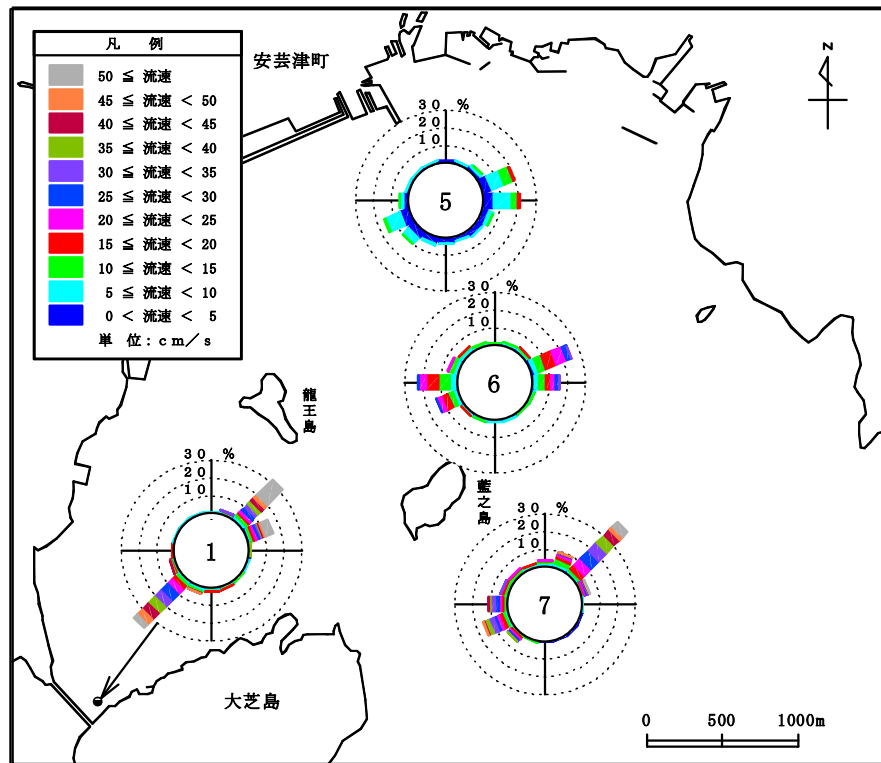
(4) 流況調査 (流速、流向)

- 表層、下層ともに、St. 5、6に比べてSt. 1、7の流速が速かった。
- St. 1では地形に対応して、南西 (表層：37.0%、下層：35.3%) 及び北東 (表層：31.9%、下層：28.3%) の流れがほとんどであった。
- St. 7は北東の流れが卓越 (表層：40.4%、下層：39.2%) し、対角方向の西南西の流れは少なかった (表層：15.4%、下層：17.5%)。

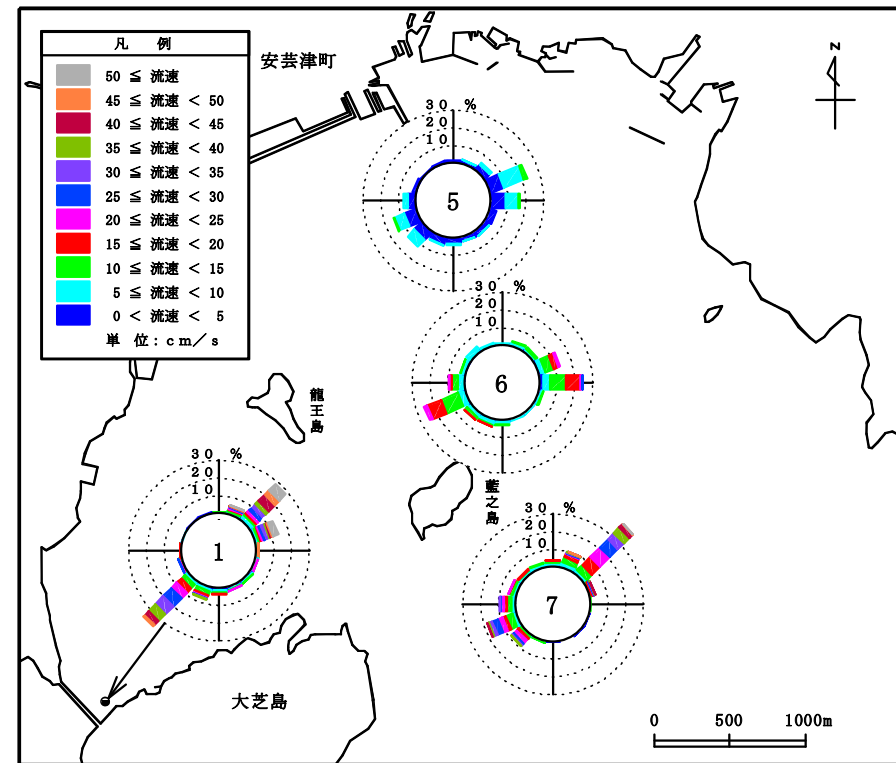


【各地点の流向・流速出現頻度】

解析期間：平成24年1月18日 0時00分～平成24年2月2日 0時00分



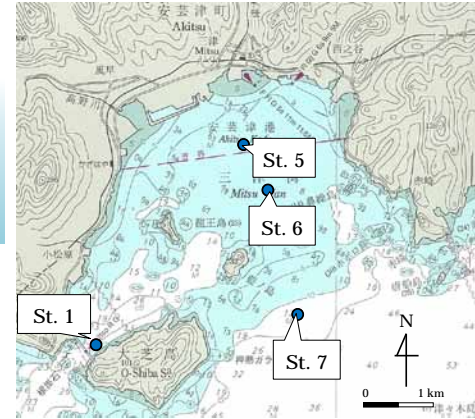
表層 (海面下1.0 m)



下層 (海底上1.0 m)

(4) 流況調査 (調和分解による潮流の把握)

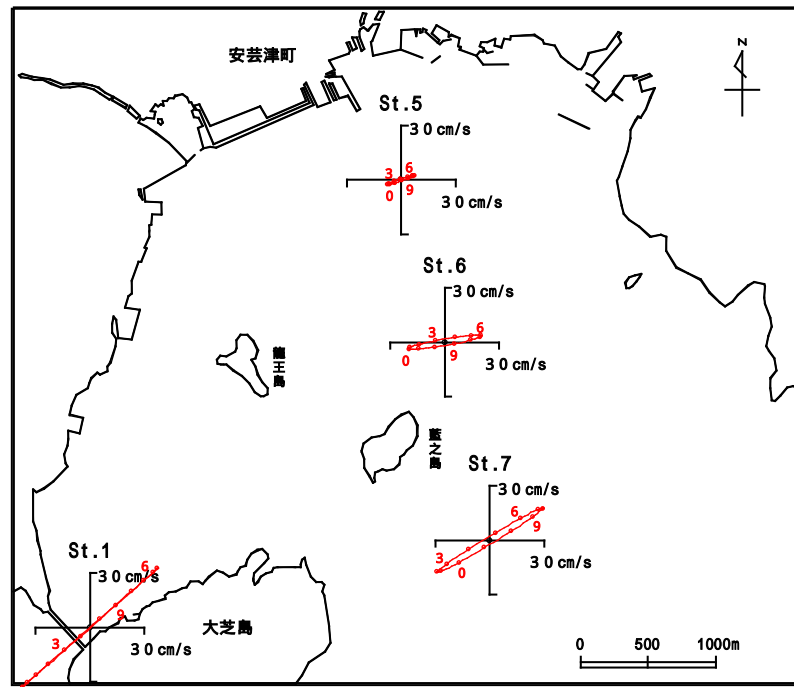
○M₂分潮 について各地点でみると、表層、下層ともにSt. 1で最も大きく、次いでSt. 7が大きかった。
 ○湾奥のSt. 5で最も小さかった。



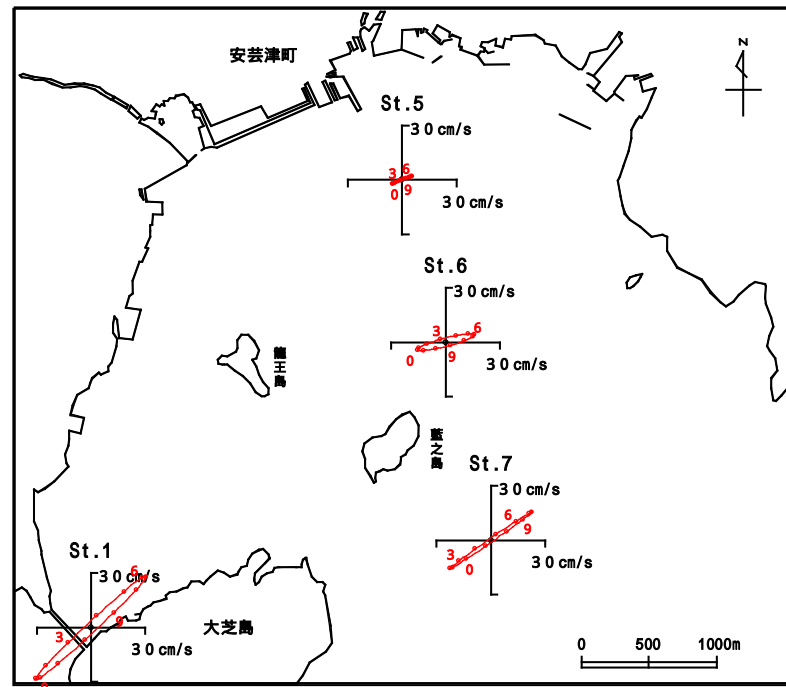
M₂分潮とは...
 月の影響で生じる半日周期 (約12.5時間) の潮流

【各地点のM₂分潮】

解析期間：平成24年1月18日 0時00分～平成24年2月2日 0時00分



表層 (海面下1.0 m)

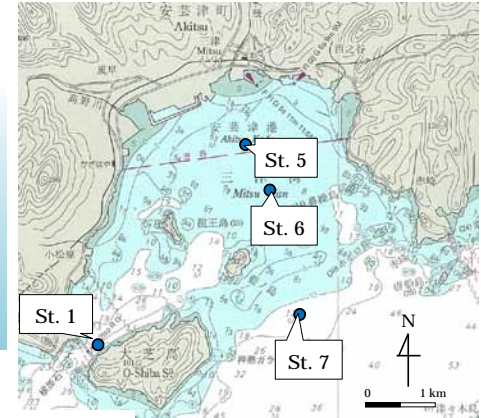


注：付記した数字は、仮想天体の子午線上経過後の時間を示す。

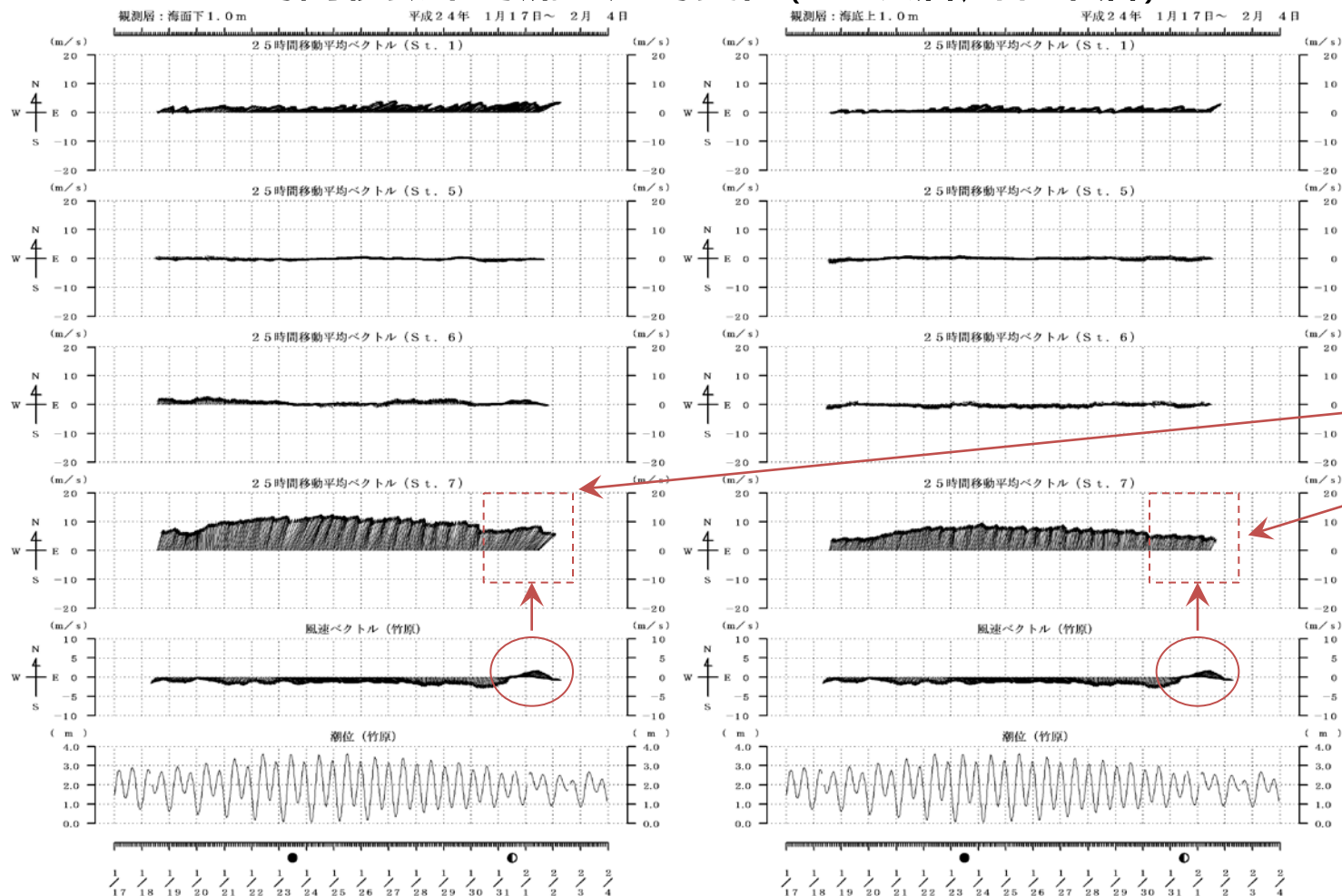
下層 (海底上1.0 m)

(4) 流況調査 (25時間移動平均流と風との関係)

- St. 7では期間を通じて、北北東の25時間移動平均流が継続し、他地点に比べて速い流速を示した。
- St. 1、5、6では、St. 7に比べて流速が小さく、顕著な傾向は見られなかった。
- 各地点とも風との関連は認められなかった。



【25時間移動平均流の経時変化(左:表層、右:下層)】

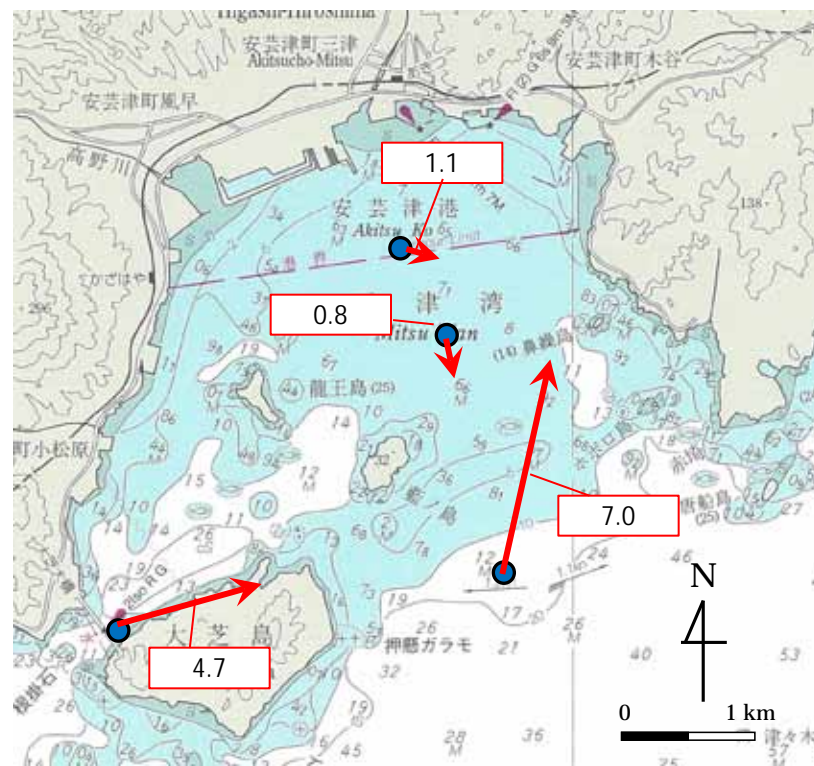
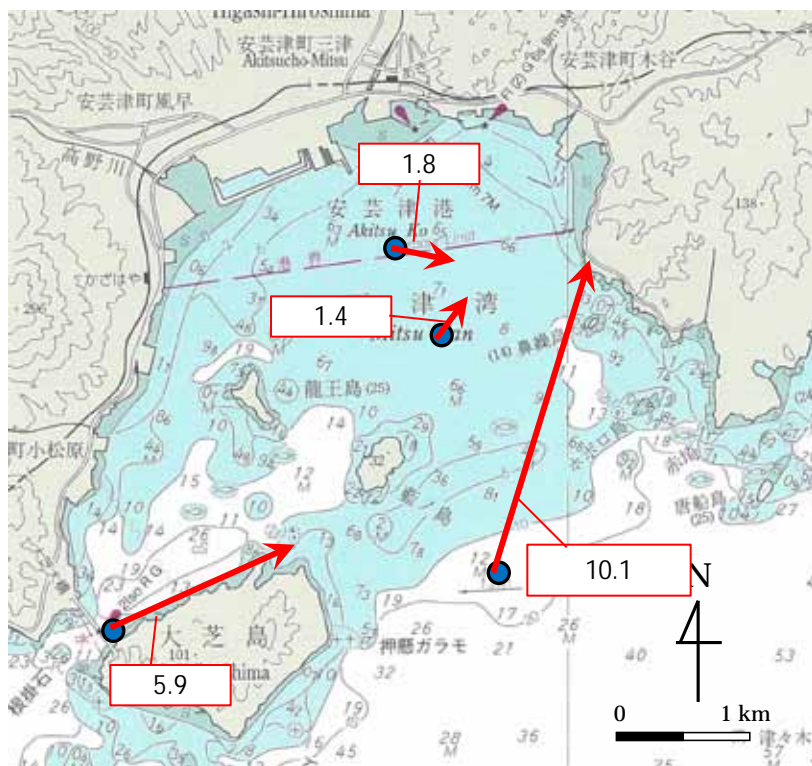


風の向きが変わっても流向などに大きな変化は見られなかった。

(4) 流況調査 (平均流)

○ St. 6以外で、表層と下層で同じ方向の平均流がみられた。
○ St. 1、St. 7の両地点で三津湾に流入する平均流であった。

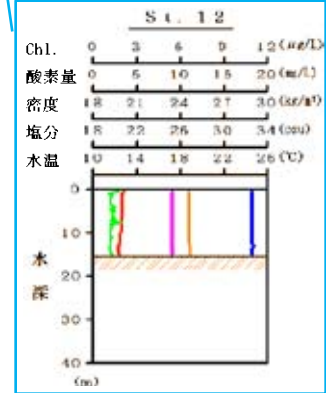
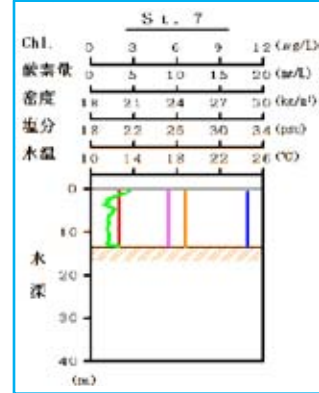
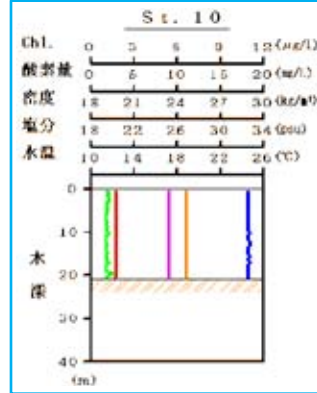
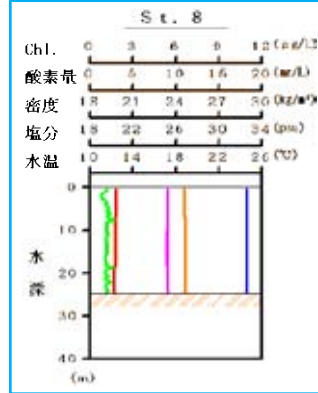
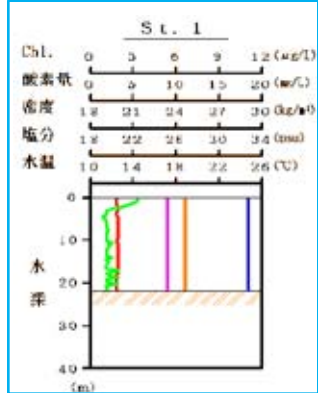
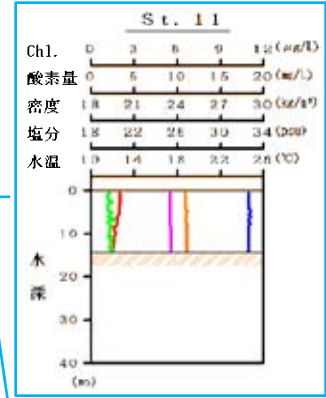
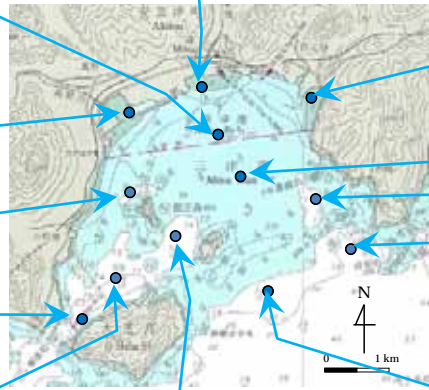
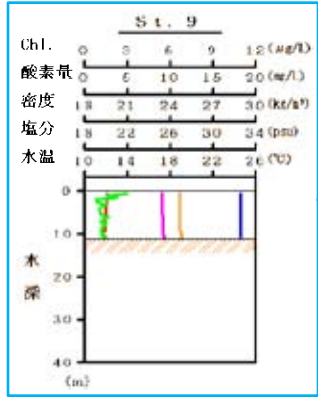
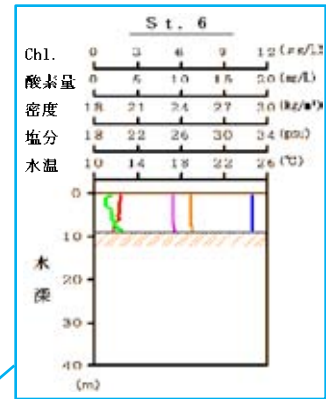
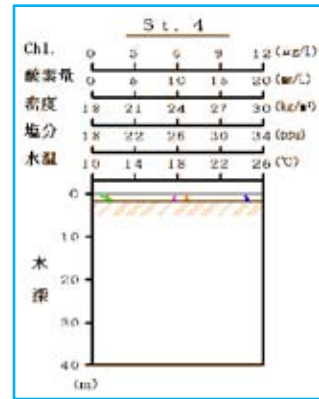
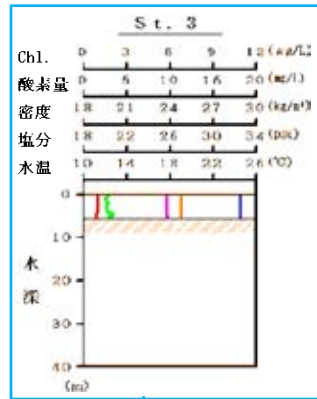
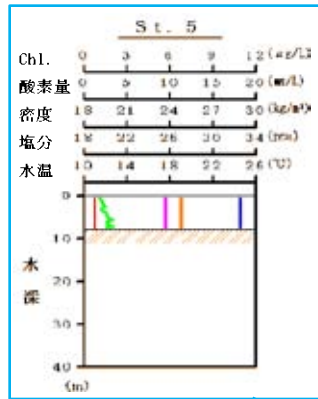
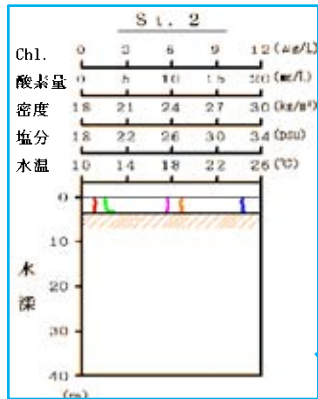
【各地点の15日平均流(左:表層、右:下層)】



単位: cm/s

(5) 水質調査 (多項目水質計による鉛直分布)

○表層から下層まで混合していた。
 ○下層のDOは表層とほとんど差異がなかった。

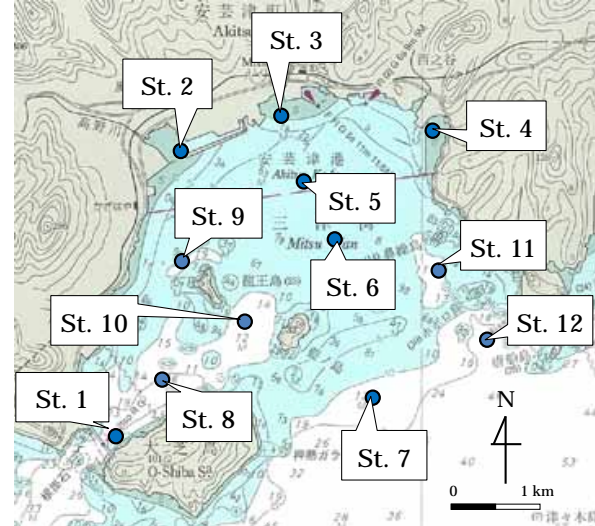


(5) 貧酸素水塊の把握 (多項目水質計による)

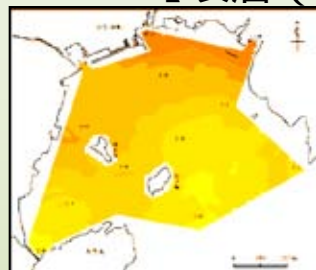
【下層のDO】

○表層 (9.0 ~ 9.6 mg/L) と比較して、下層は9.0 ~ 9.7 (mg/L) とほとんど差異はなかった。

○秋季、冬季ともに湾奥で若干高くなる傾向があった。

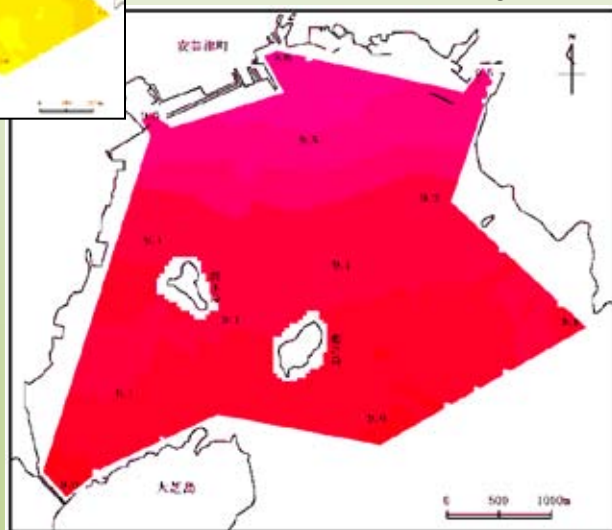


【表層 (海面下1.0 m)】

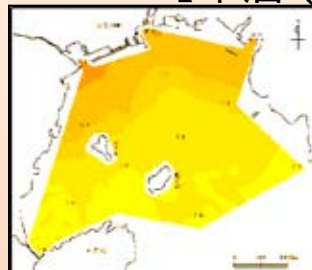


(冬季調査)
9.0 ~ 9.6
(mg/L)

(秋季調査)
7.6 ~ 8.2
(mg/L)

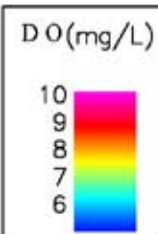
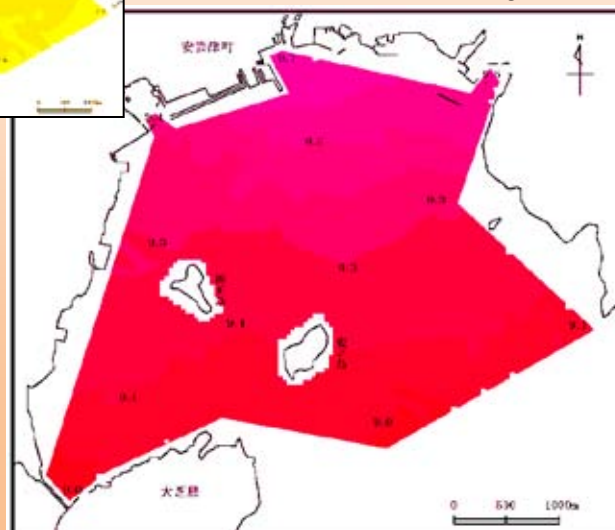


【下層 (海底上0.5m)】



(冬季調査)
9 ~ 9.7
(mg/L)

(秋季調査)
7.6 ~ 8.1
(mg/L)



(6) 水質調査 (DOの分析結果)

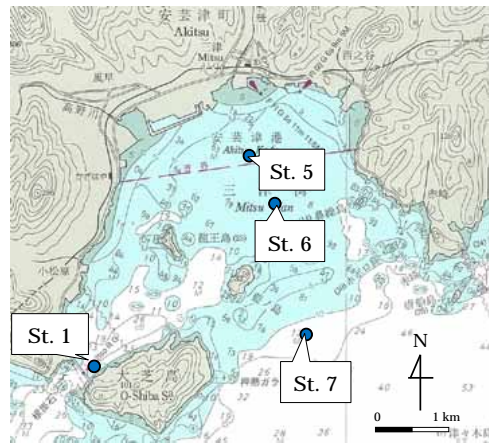
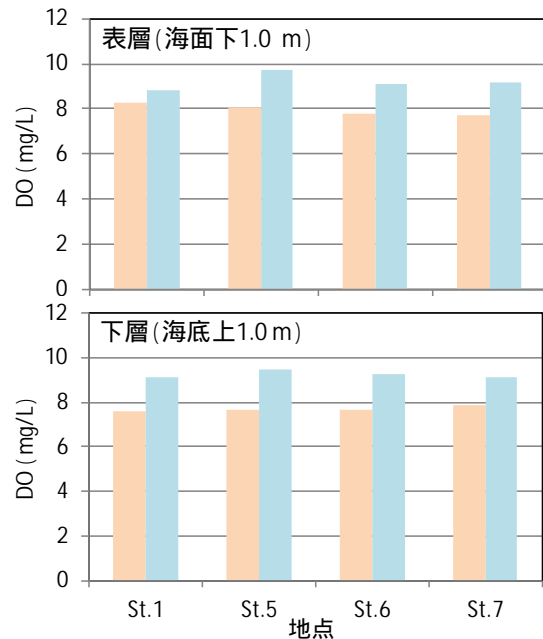
【DO】

- DOは8.8 ~ 9.7 (mg/L)と高い水準であった。
- 冬季調査では、表層及び下層ともにSt. 5で最も高くなった。
- 秋季調査に比べて、冬季は若干高くなった。



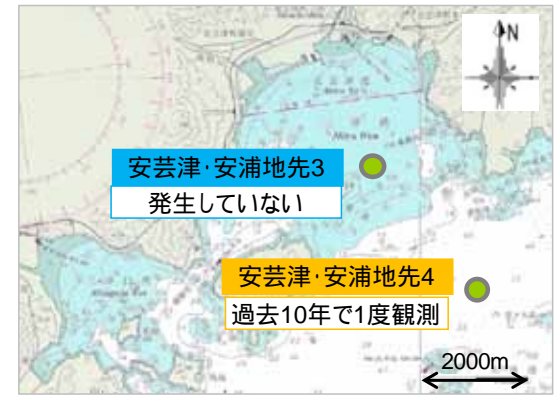
○ 秋季、冬季は水塊が鉛直混合されており、現在まで貧酸素水塊が三津湾で確認されていない。
 貧酸素水塊が発生しやすい夏季の状況を把握する。

【本調査結果】

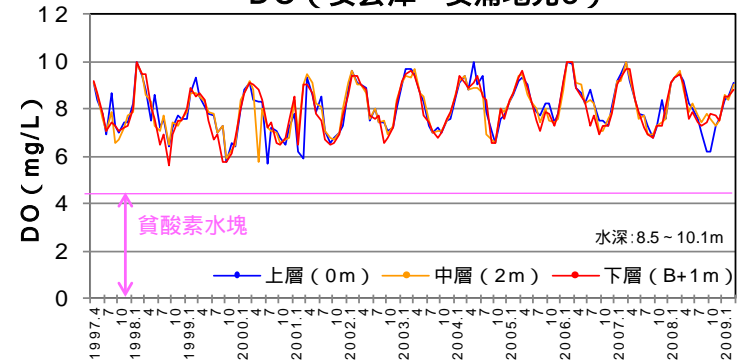


■ 秋季
 ■ 冬季

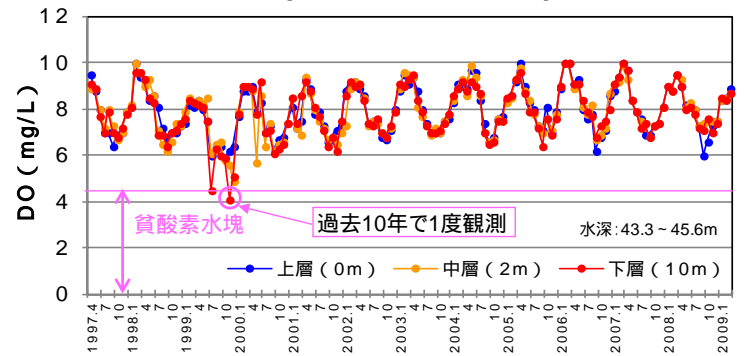
【貧酸素水塊の発生】



DO (安芸津・安浦地先3)



DO (安芸津・安浦地先4)



資料：公共用水域水質測定結果

(6) 水質調査 (CODとTOC)

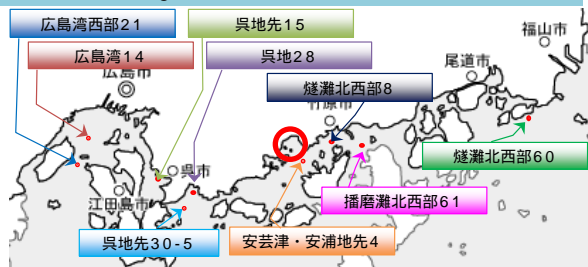
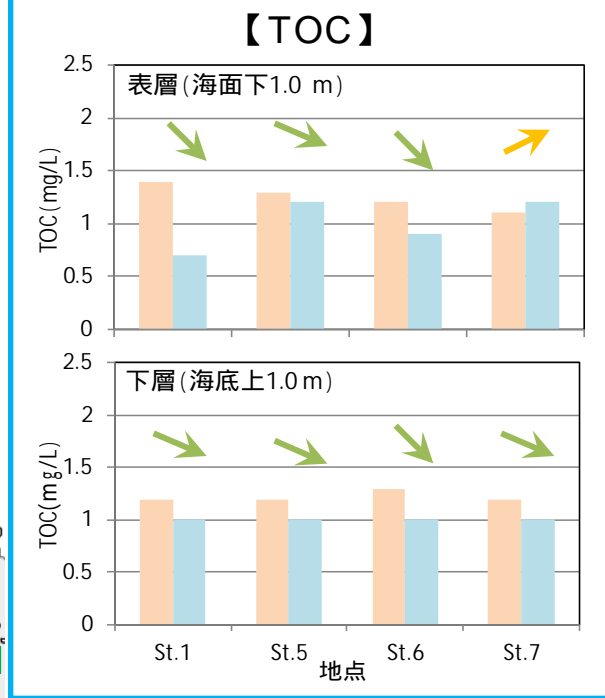
【COD】

- 全試料で環境基準を満足していた。
- 表層と下層でほとんど差異がなかった。
- St. 7の表層を除いて、秋季に比べて冬季は低くなったが、他海域と同程度であった。

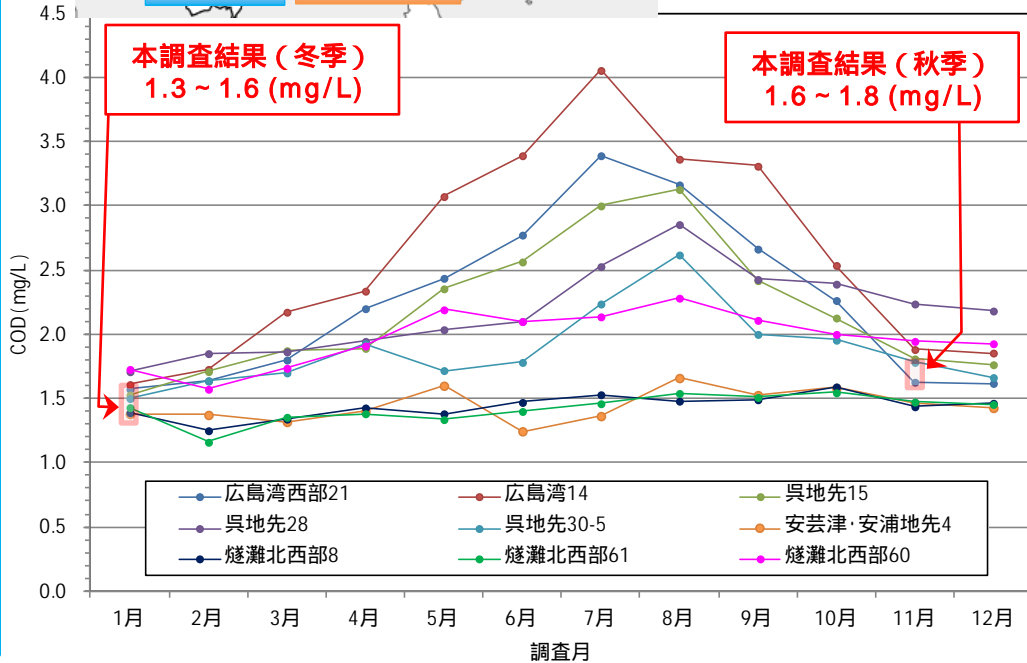
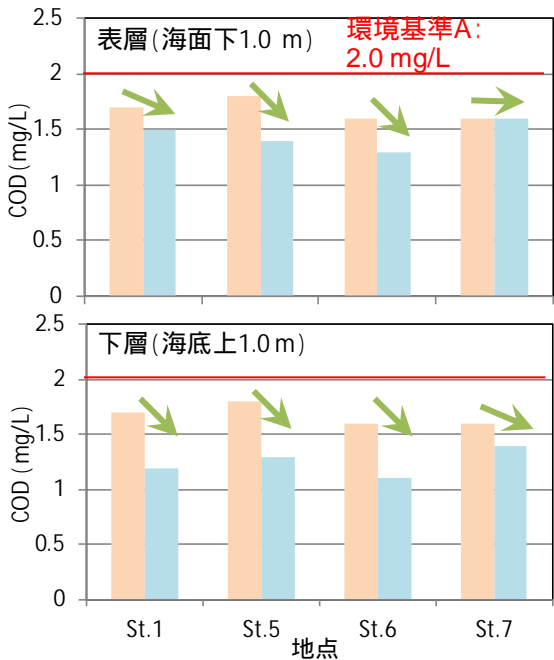
【TOC】

- St. 7の表層を除いて、秋季に比べて冬季は低くなった。
- 表層と下層でほとんど差異がなかった。

■ 秋季
■ 冬季



【COD】



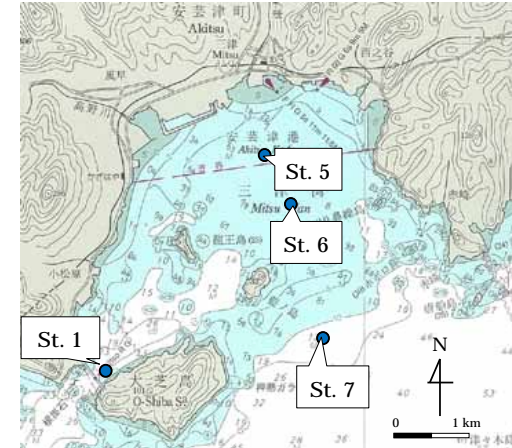
■ 秋季
■ 冬季

出典:
公共用水域水質
測定結果
(2000 ~ 2010年)

(6) 水質調査 (窒素)

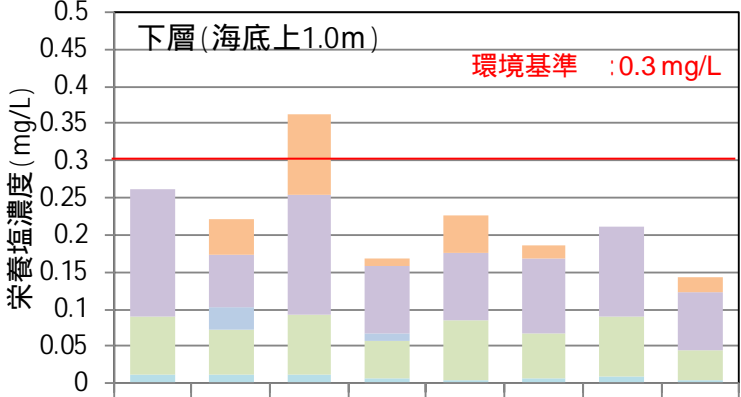
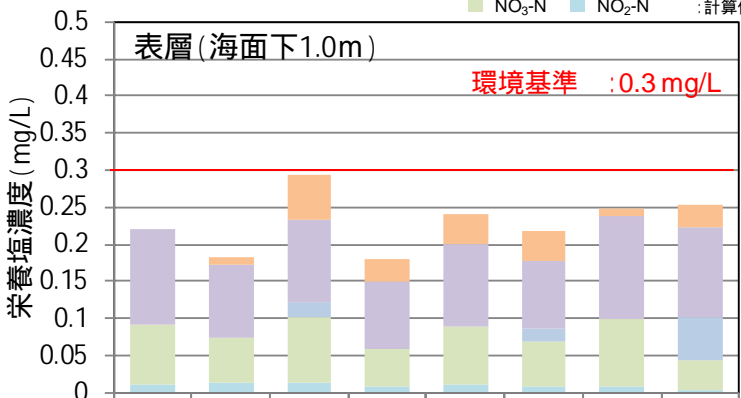
【窒素の形態】

- ∅ 冬季においては、全地点において環境基準未満であった。
- ∅ T-NはSt. 5の表層と下層で低くなった。
- ∅ 全地点において、DONが他の形態よりも高い水準であった。
- ∅ 他海域と比較すると、植物プランクトンが利用できるDINは、少し高い、もしくはほとんど差異がなかった。



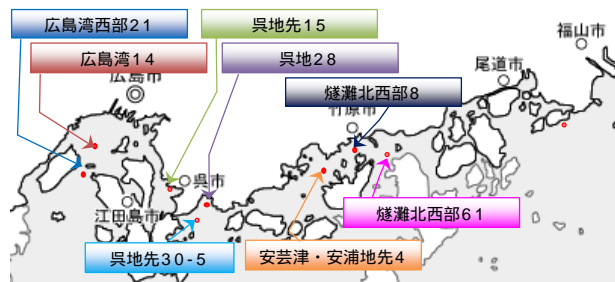
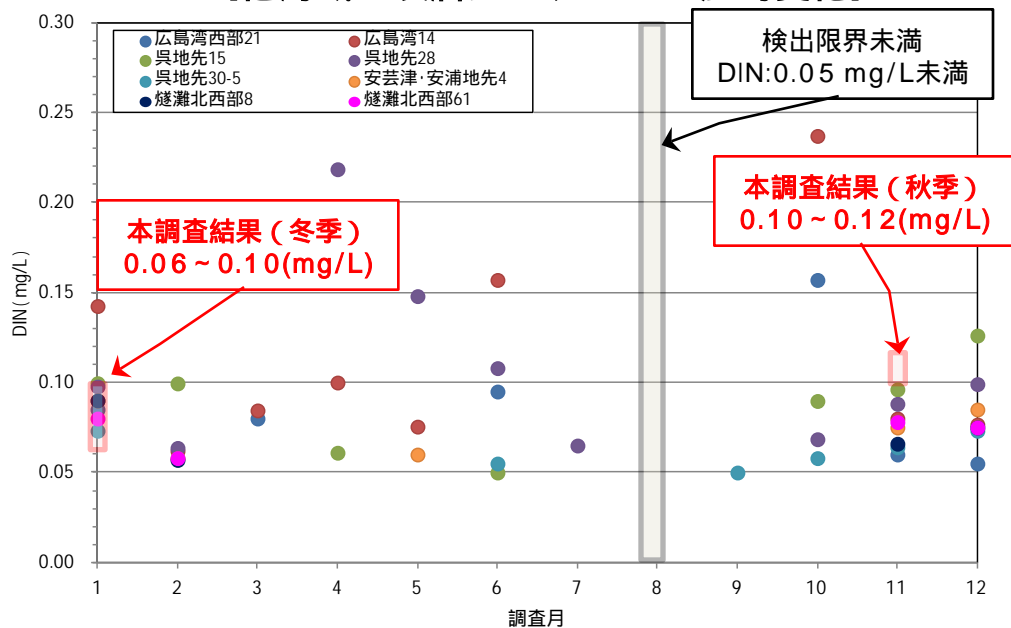
【本調査の結果】

■ PON ■ DON ■ NH₄-N
■ NO₃-N ■ NO₂-N : 計算値



地点

【他海域の表層におけるDINの経時変化】

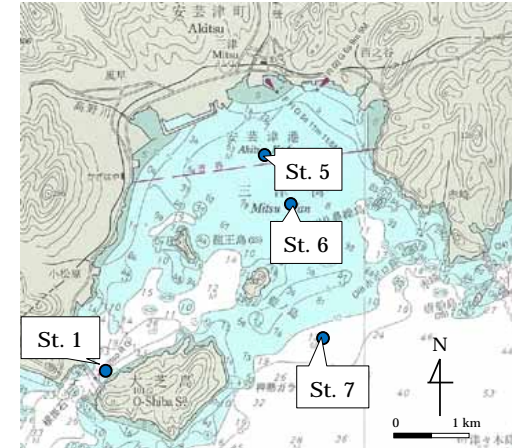


出典:
 公共用水域水質測定結果
 (2000~2010年に測定した
 結果を用いた)

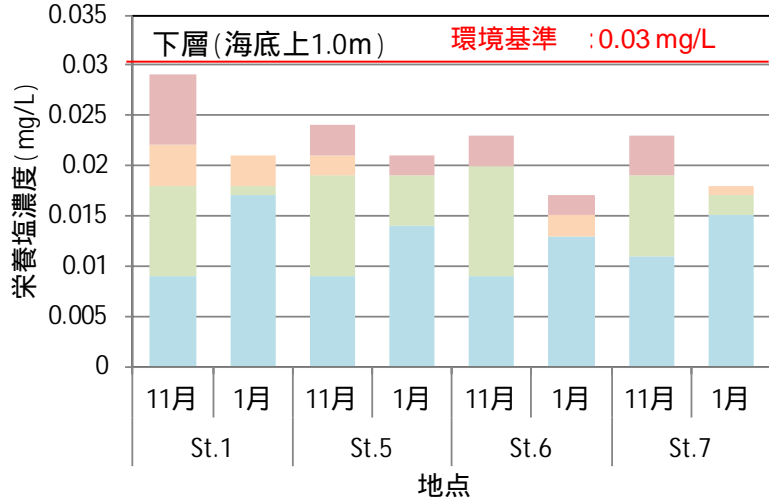
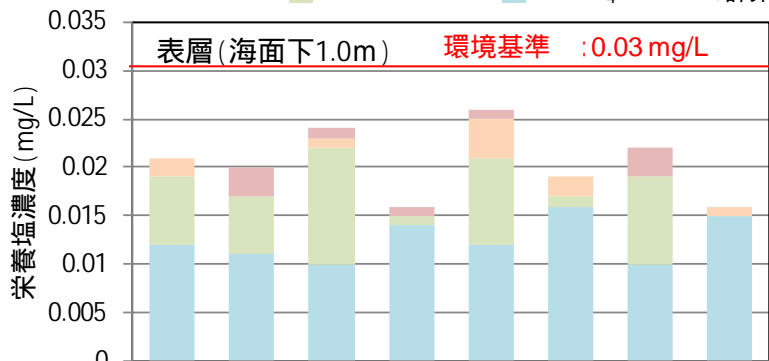
(6) 水質調査 (リン)

【リンの形態】

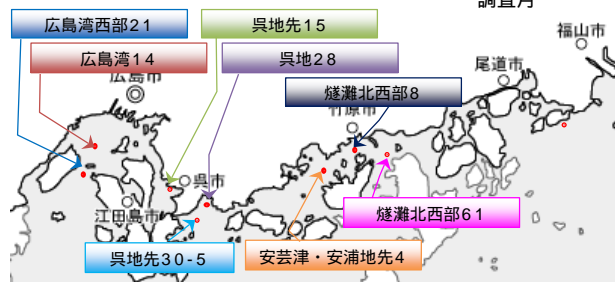
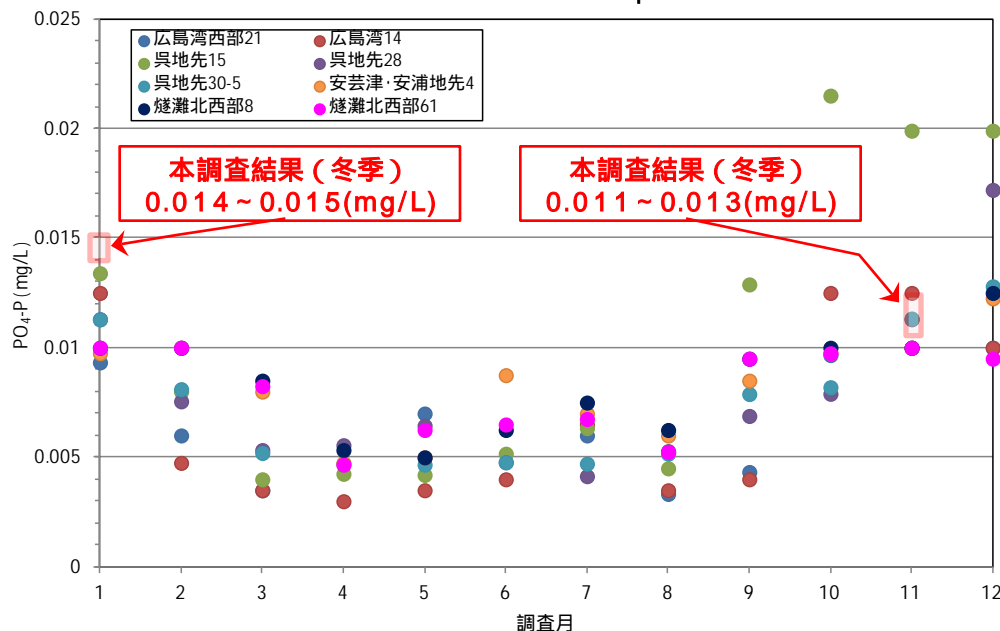
- 全地点で環境基準未満であった。
- 植物プランクトンが利用できるD-PO₄-Pが他の形態よりも高い水準であった。
- 他海域に比べて、PO₄-Pは少し高い、もしくはほとんど差異がなかった。



【本調査の結果】



【他海域の表層におけるPO₄-Pの経時変化】



出典:
公共用水域水質測定結果
(2000 ~ 2010年に測定した
結果を用いた)

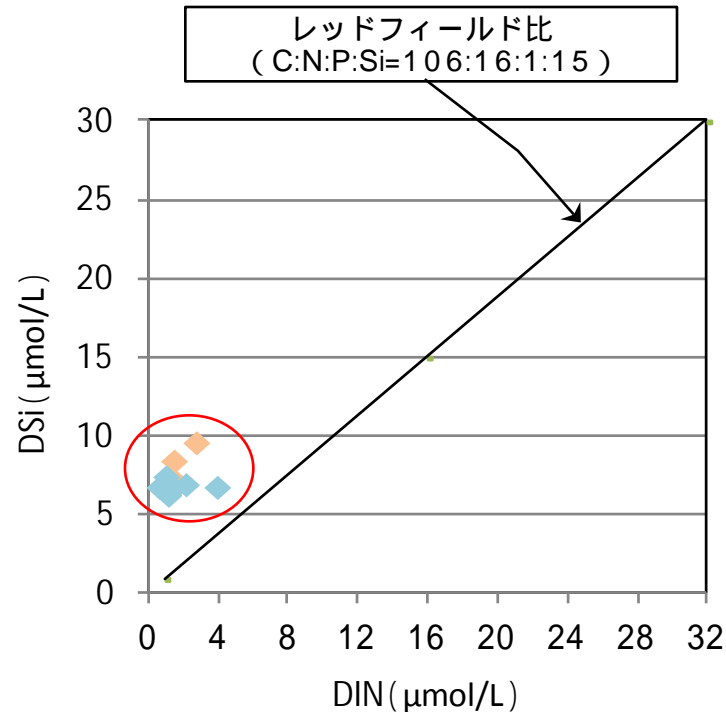
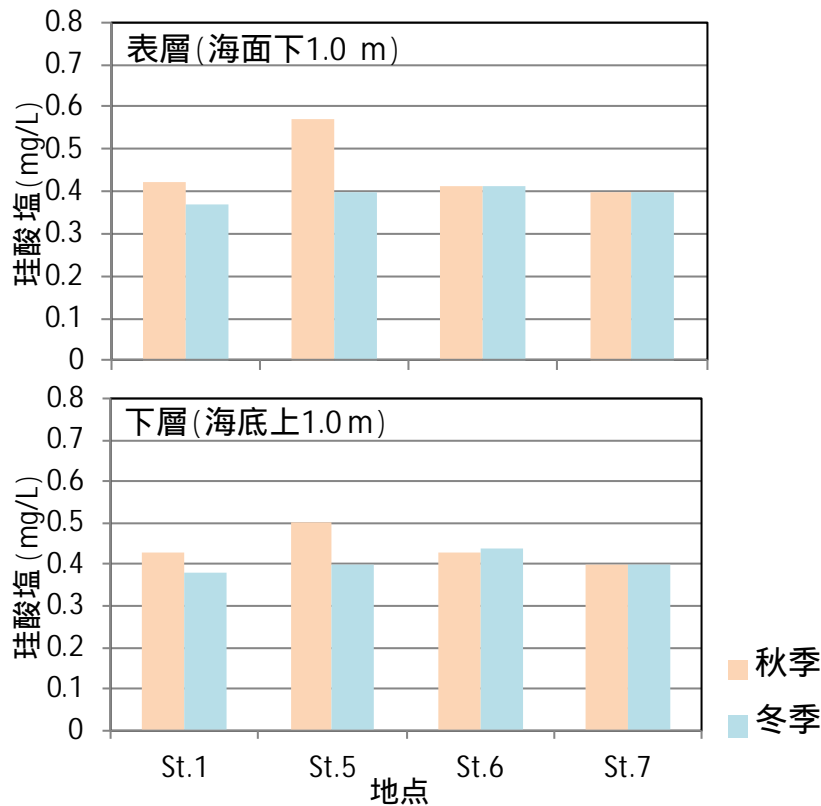
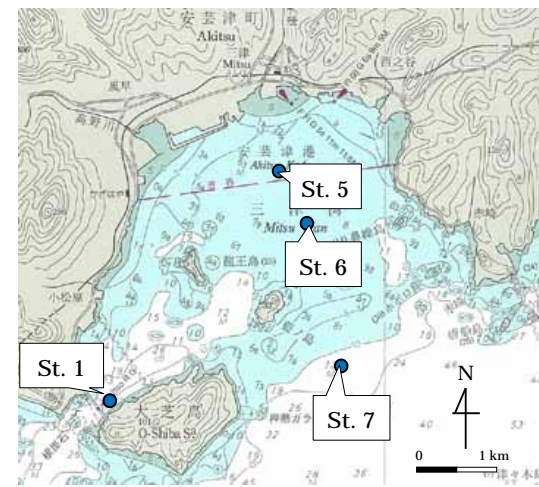
(6) 水質調査 (珪酸塩)

【珪酸塩】

- 冬季は、全地点・全層でほとんど差異がなかった。
- 秋季に比べてSt. 5の表層で低くなったが、他地点はほとんど変化していなかった。



ü DIN/DSiをレッドフィールド比と比較すると、珪酸塩は充分であることが考えられる。



レッドフィールド比とは・・・
植物プランクトンは効率よくこれらの
栄養塩類を利用して増殖できる比率

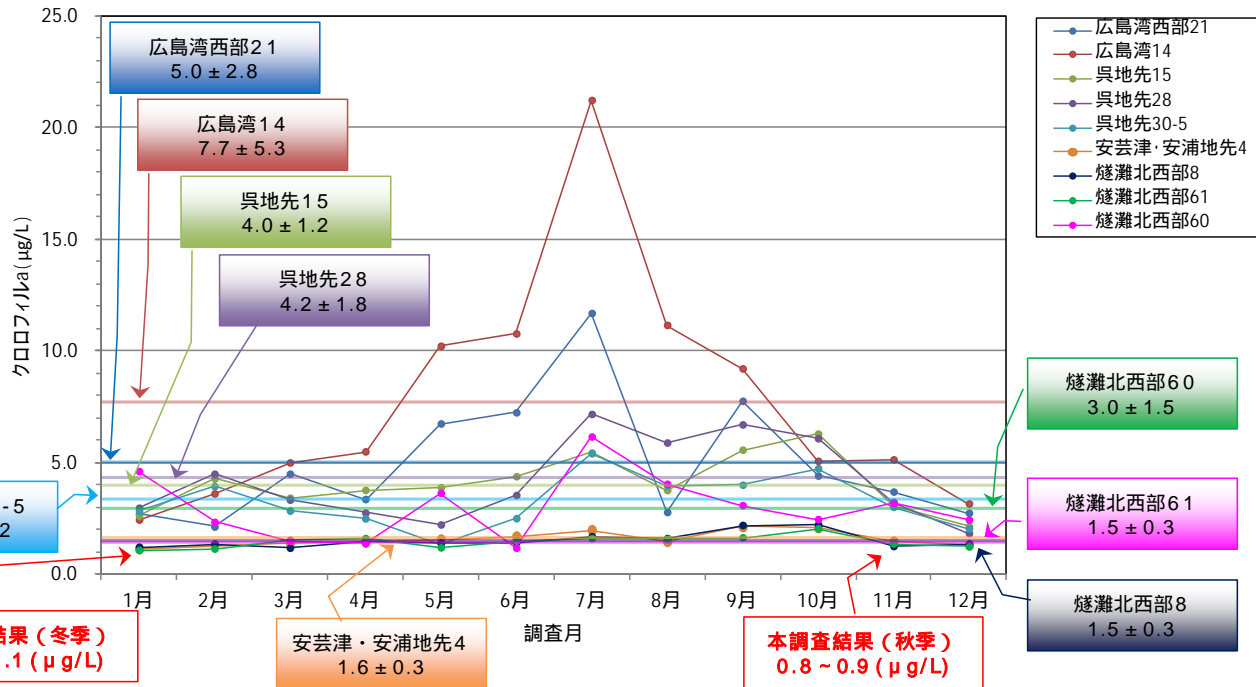
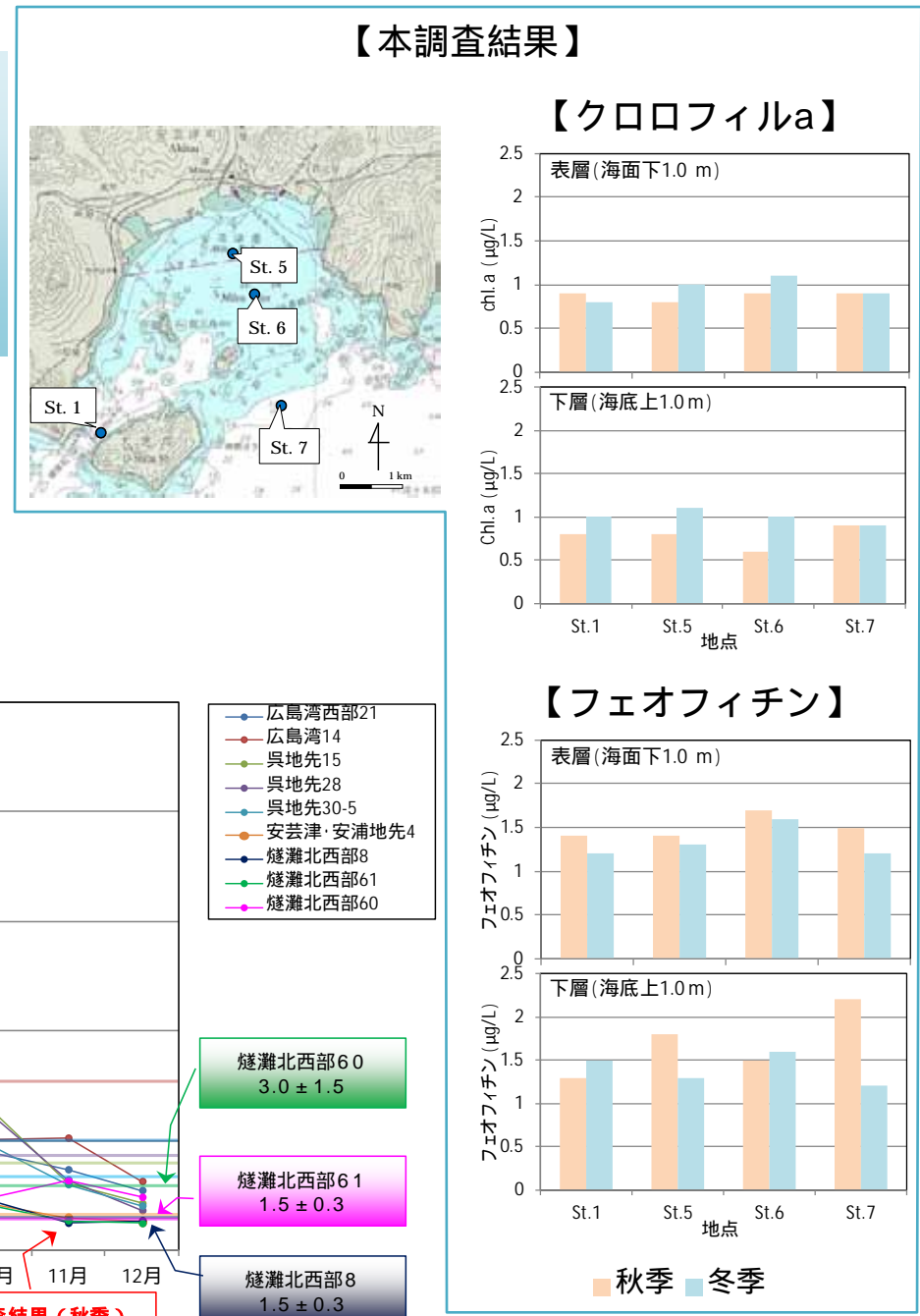
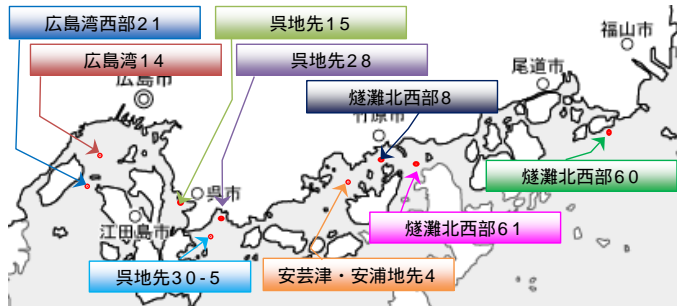
(6) 水質調査 (クロロフィルa)

【クロロフィルa】

○秋、冬を通して、地点間、層で差異はない。
 ○他海域に比べて、低い水準であった。

【フェオフィチン】

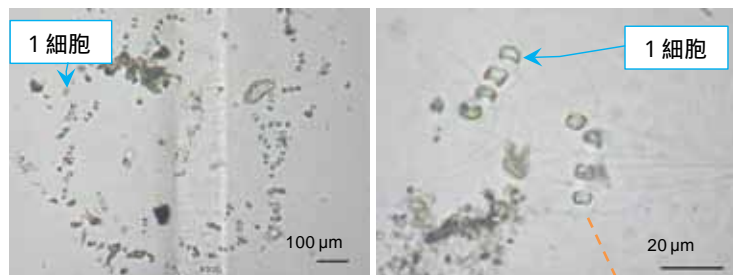
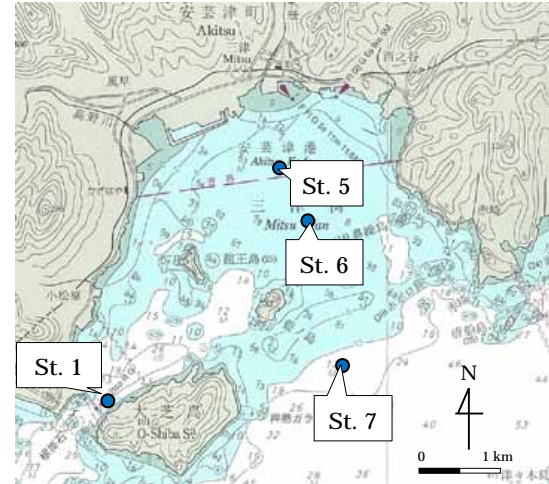
○クロロフィルaに比べて全地点で若干高かった。



(7) 動物・植物プランクトン調査

1) 植物プランクトン分析の結果

- 第1～3優占種は、秋季と同様、全て珪藻綱であり87～97%を占めていた。
- 全体の最優占種は、*Chaetoceros sociale*であり、特にSt. 5（表層）とSt. 6（下層）で大きな連鎖を形成していた。
- 細胞密度は、St. 5（表層）とSt. 6（下層）で他地点に比べて多くなったが、秋季と同様、全体的には低い水準であった。



Chaetoceros sociale (珪藻綱)
左：大きな連鎖、右：連鎖の一部

【各試料の優占種】

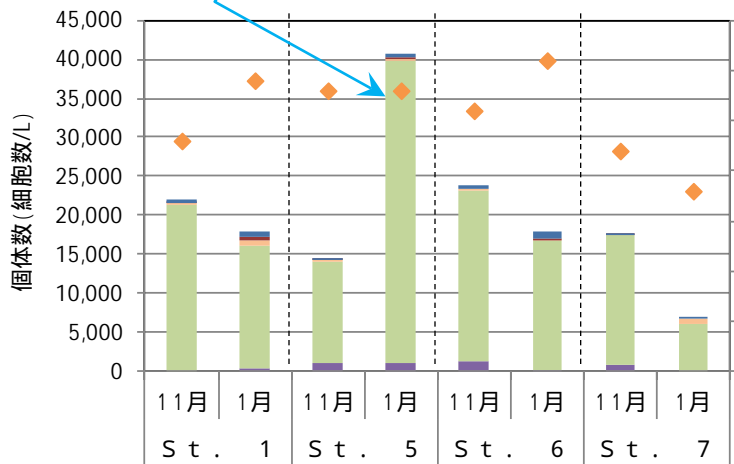
表層	St. 1	St. 5	St. 6	St. 7
第1優占種	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
第2優占種	<i>Nitzschia</i> spp.	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Bacillaria paxillifer</i>
第3優占種	<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Nitzschia</i> spp.	<i>Nitzschia</i> spp.

下層	St. 1	St. 5	St. 6	St. 7
第1優占種	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Chaetoceros sociale</i>
第2優占種	<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
第3優占種	<i>Thalassiosira</i> spp.	<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Chaetoceros curvisetum</i>

【*C. sociale*の生態情報】
温帯域の冷水期によく出現する。

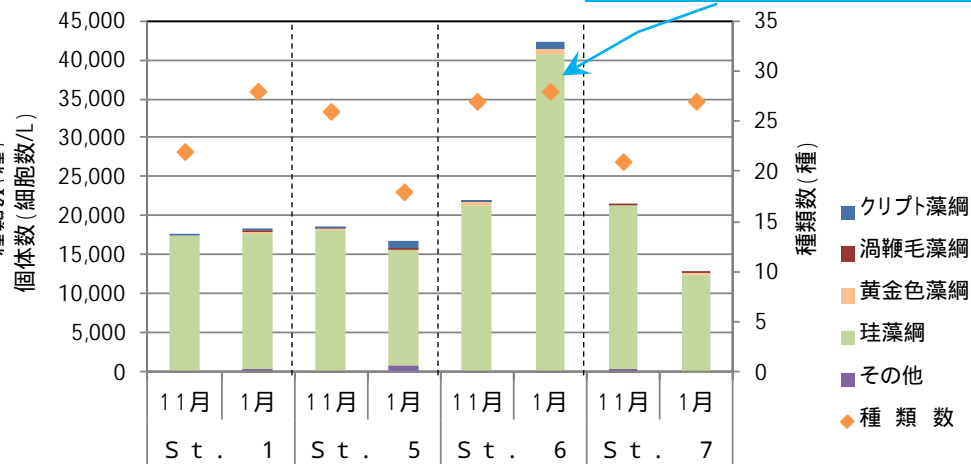
全て珪藻綱

*C. sociale*の大きな連鎖 表層



調査地点・時期

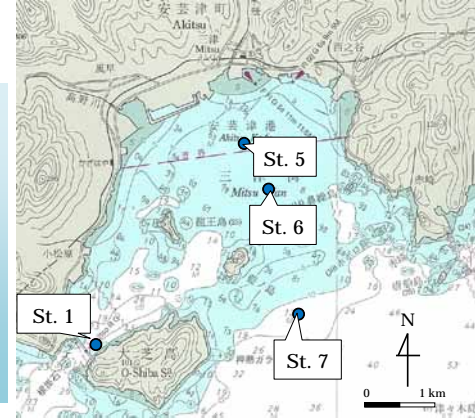
下層 *C. sociale*の大きな連鎖



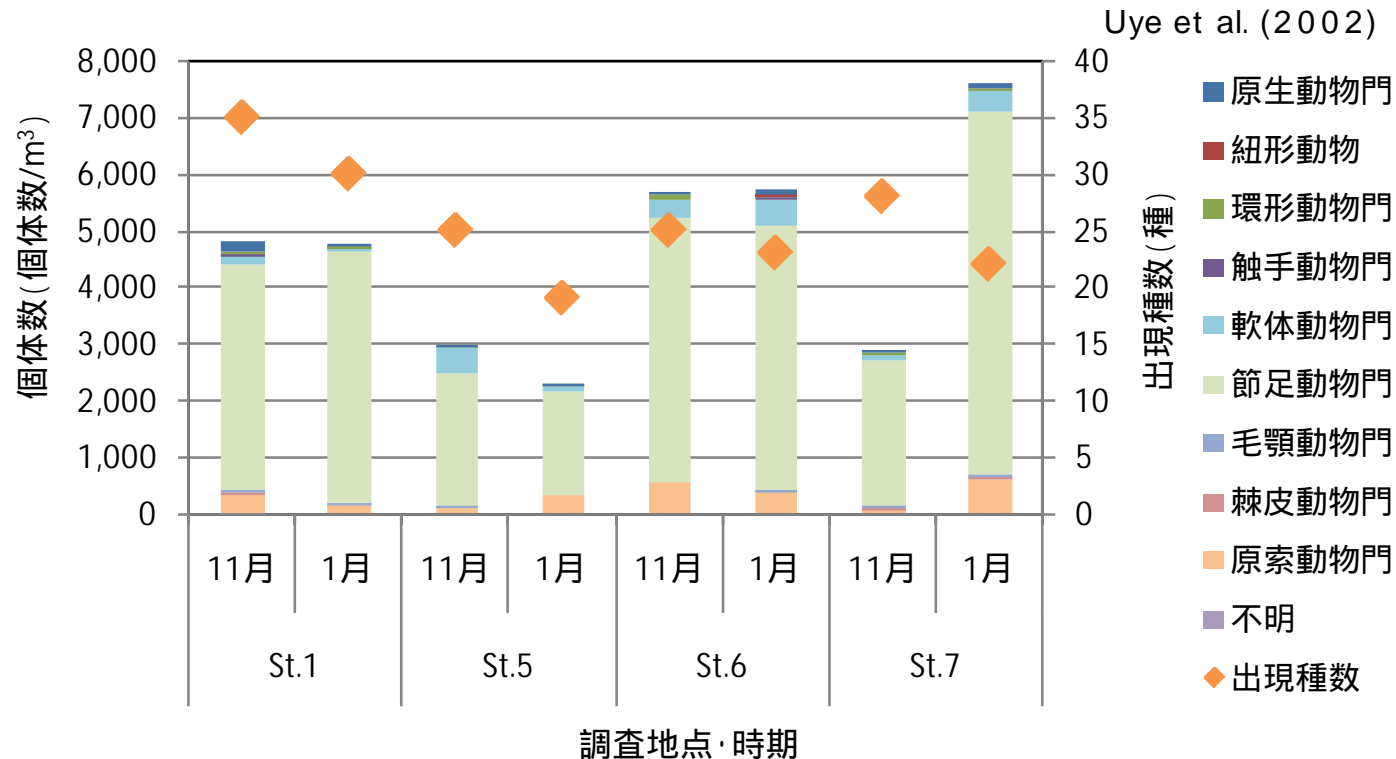
調査地点・時期

2) 動物プランクトン分析の結果

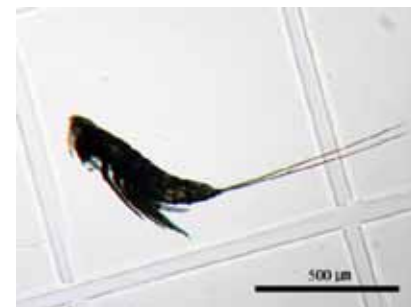
- 冬季の出現種数は、19 ~ 30種であり、全地点で秋季に比べて少なくなった。
- 秋季、冬季ともにSt. 5の個体数は他地点に比べて低い水準であった。
- 秋季、冬季ともに節足動物門が最も多かった。
- 冬季の主な優占種は、*Paracalanus*属のコペポダイト幼生や *Microsetella norvegica*であった。



- 周年出現する *Paracalanus* 属や *Microsetella norvegica* が多かった。
- *Microsetella norvegica* の個体群の増大は、2 ~ 20 μm のサイズの餌を摂取する報告があり、本調査でも餌生物となる植物プランクトンの中で、サイズが小さい *Chaetoceros sociale* が多かった。



Copepodite of *Paracalanus*



Microsetella norvegica

(8) セディメントトラップ調査

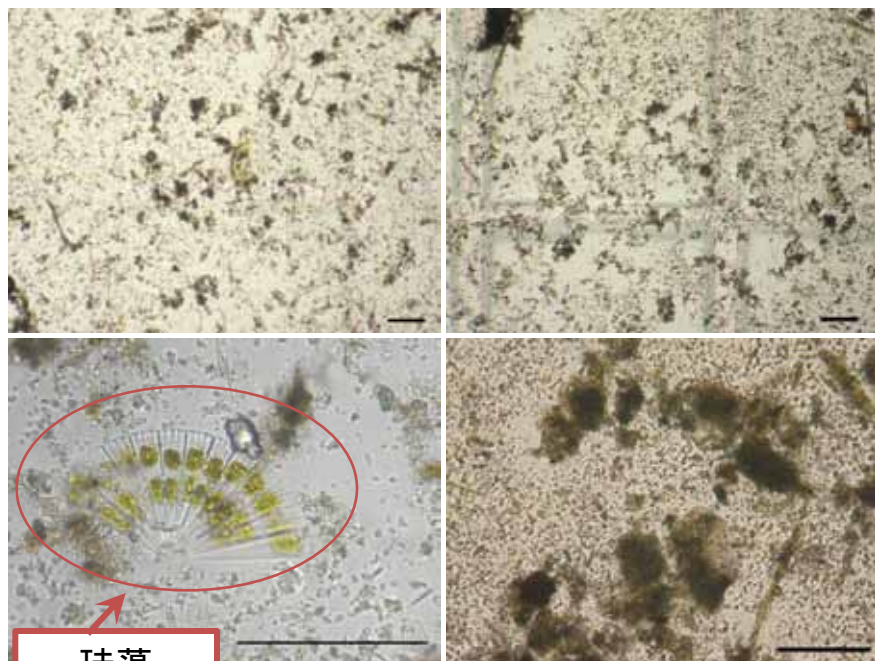
- 全項目でSt. BよりもSt. 5の方が2倍以上高かった。
- トラップで回収した沈降物を観察すると、細かい粒子が多かった。



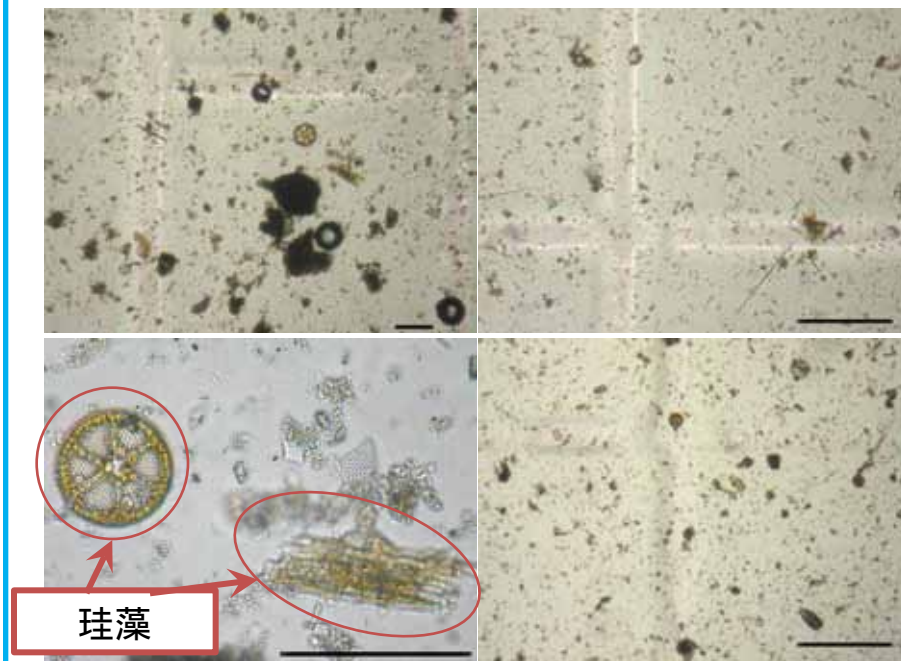
○水塊が成層しやすい夏季にも同様の調査を実施し、カキ養殖の状況の違いを把握する必要がある。

地点名		浮泥量 g/m ² /d	IOC g/m ² /d	T-N g/m ² /d	T-P g/m ² /d	強熱減量(参考) g/m ² /d
カキ養殖場	St.5	20.8	1.0	0.14	0.016	10.3
カキ養殖場	St.B	8.1	0.3	0.07	0.007	4.2

【St. 5(ノコシ(3年養殖))】
沈降粒子が多い



【St. B(イキス・ヨクセイ(1, 2年養殖))】
沈降粒子が少ない



(9) 酸素消費実験

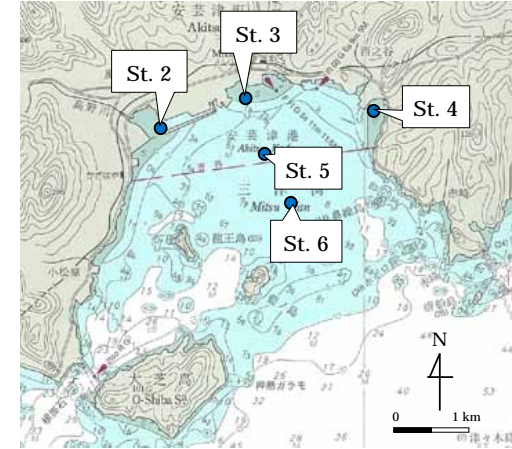
【酸素消費実験の傾向】

○酸素消費速度は0.30 ~ 1.79 (g/m²/day)であった。

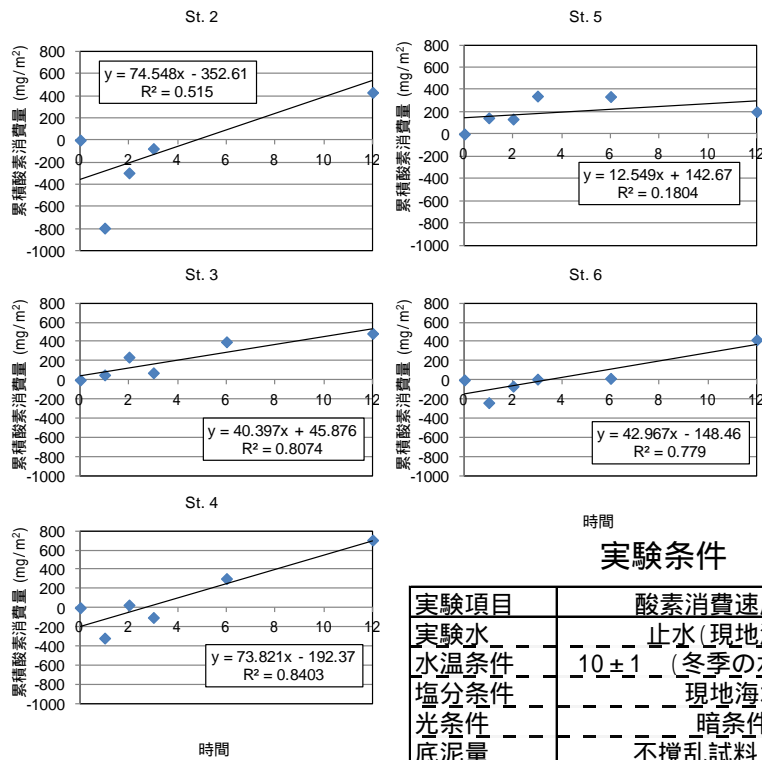


○堆積物の少なくとも表層2 cmは、褐色であり、酸化層であった。

夏季調査では、表層堆積物の性状変化と酸素消費速度との関係に着目する。



【各地点の酸素消費速度】



	DO消費速度 (g/m ² /day)
St. 2	1.79
St. 3	0.97
St. 4	1.77
St. 5	0.30
St. 6	1.03
平均	1.17

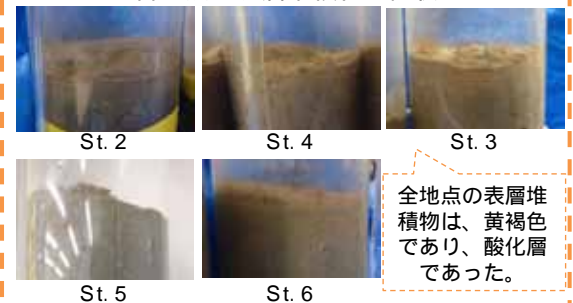
(測定方法は異なるが)
概ね広島湾(冬季)と
同程度

表-1 底泥と直上水が消費する酸素量の文献^{13),14),22)}と ADO2000 により測定結果(全体量のみ)。単位は g/m²/d。ただし、括弧内の値は全体を100とした場合の割合を示す。

	底泥	直上水	全体
大阪湾(1988年10月) ¹³⁾	1.15(89)	0.14(11)	1.29(100)
大阪湾(1989年12月) ¹³⁾	0.79(86)	0.13(14)	0.92(100)
ギンザケ養殖場 ¹⁴⁾	0.8(87)	0.12(13)	0.92(100)
カキ養殖場 ¹⁴⁾	1.2(43)	1.6(57)	2.8(100)
夏季の広島湾 ²²⁾ (#1)	-(-)	-(-)	0.49(-)
冬季の広島湾 ²²⁾ (#2)	-(-)	-(-)	0.24(-)
広島湾(1998冬季)	-(-)	-(-)	1.31(-)
海田湾(1999夏季)	-(-)	-(-)	1.61(-)

*1: 文献²²⁾のTable 2より、夏季におけるSt. 1, St. 2でのベルジャー観測結果を平均した。*2: 文献²²⁾のTable 2より、冬季におけるSt. 2でのベルジャー観測結果を平均した。長尾ら(2000)

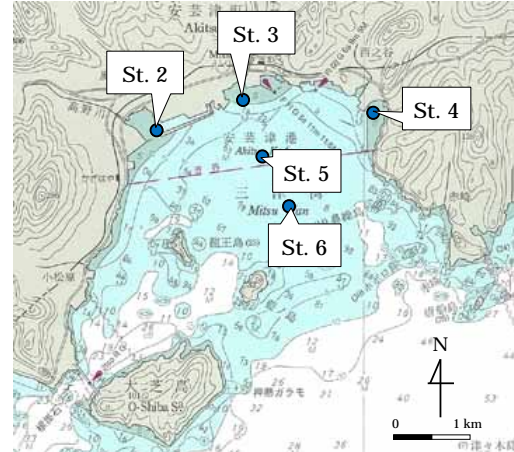
【各地点の表層堆積物の性状】



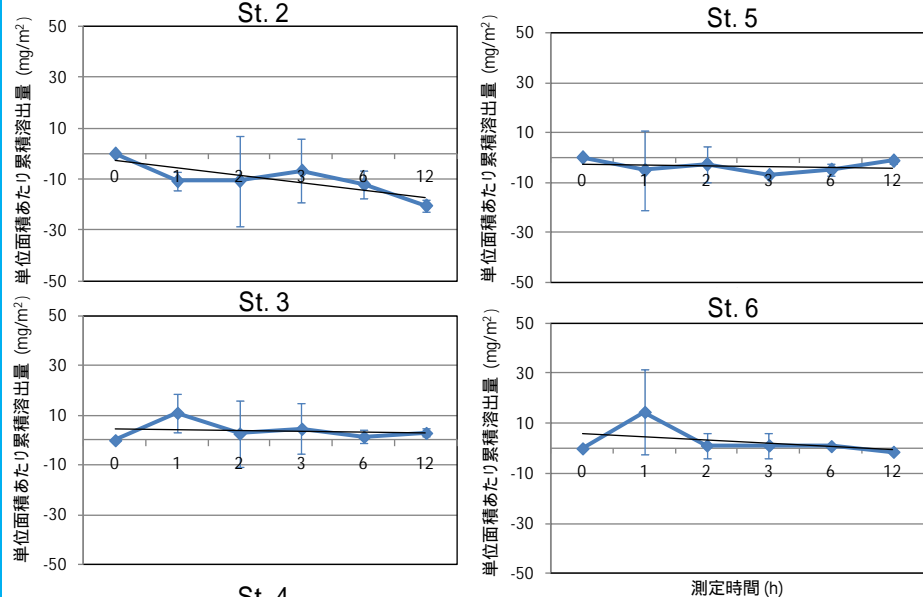
全地点の表層堆積物は、黄褐色であり、酸化層であった。

(10) 栄養塩の溶出実験 (窒素)

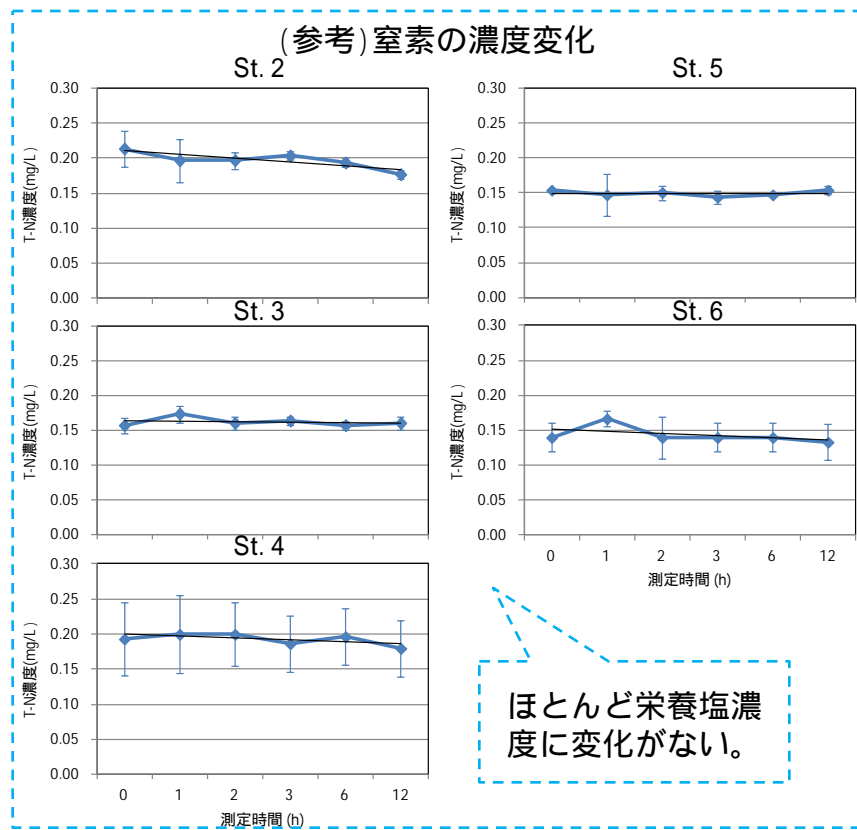
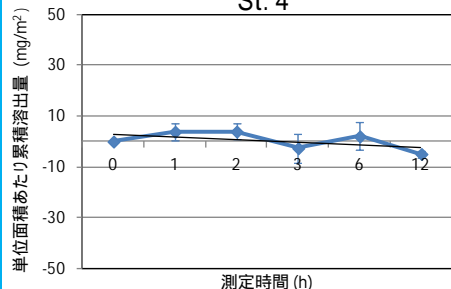
○窒素の溶出速度は、 $-1.30 \sim 0.08$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)であった。
 (窒素の栄養塩濃度をみてもほとんど変化がなかった)



【窒素の溶出量の変化】



	窒素の溶出速度 ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)
St. 2	-1.30
St. 3	-0.17
St. 4	-0.53
St. 5	0.08
St. 6	-0.57



ほとんど栄養塩濃度に変化がない。



溶出実験の作業状況

実験項目	栄養塩溶出速度測定
実験水	循環 (現地海水)
水温条件	10 ± 1 (冬季の水温を想定)
塩分条件	現地海水
光条件	暗条件
底泥量	不攪乱試料 30 cm
採水時間	0、1、2、3、6、12時間後の計6回
測定方法	採水による分析

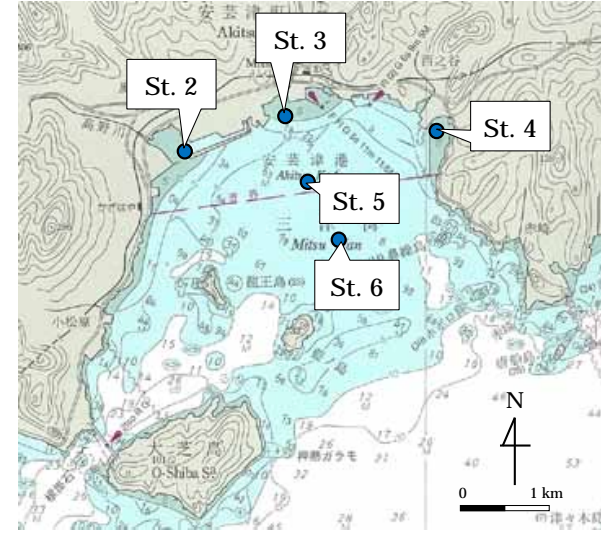
実験条件

(10) 栄養塩の溶出実験 (リン)

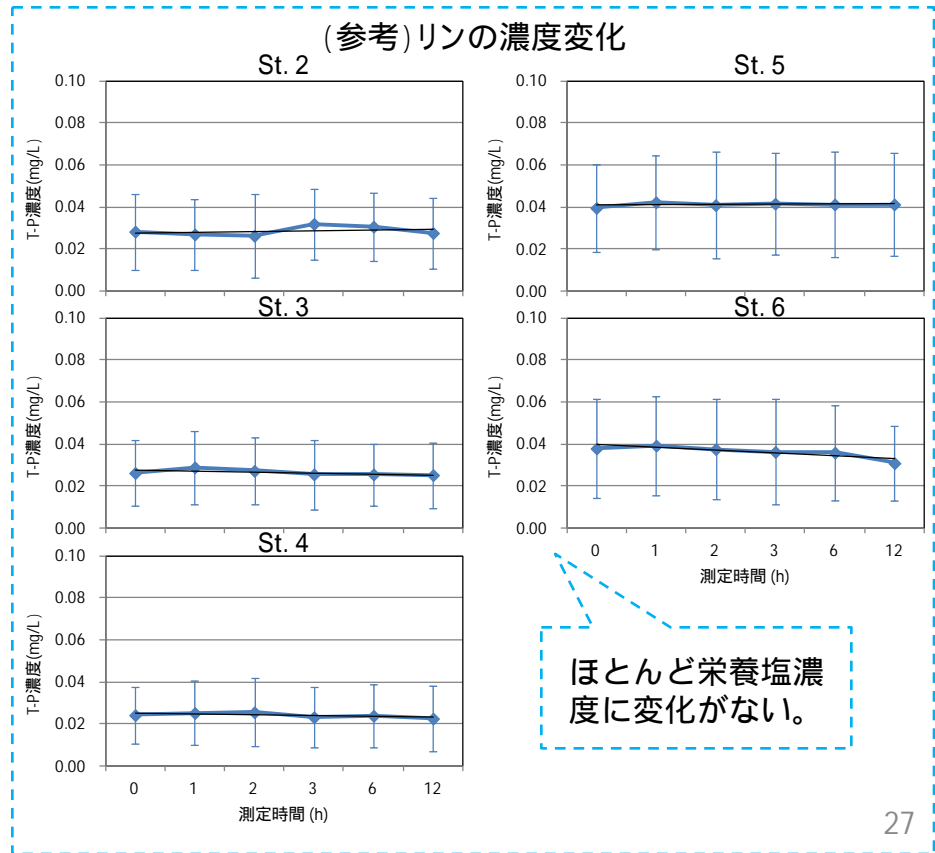
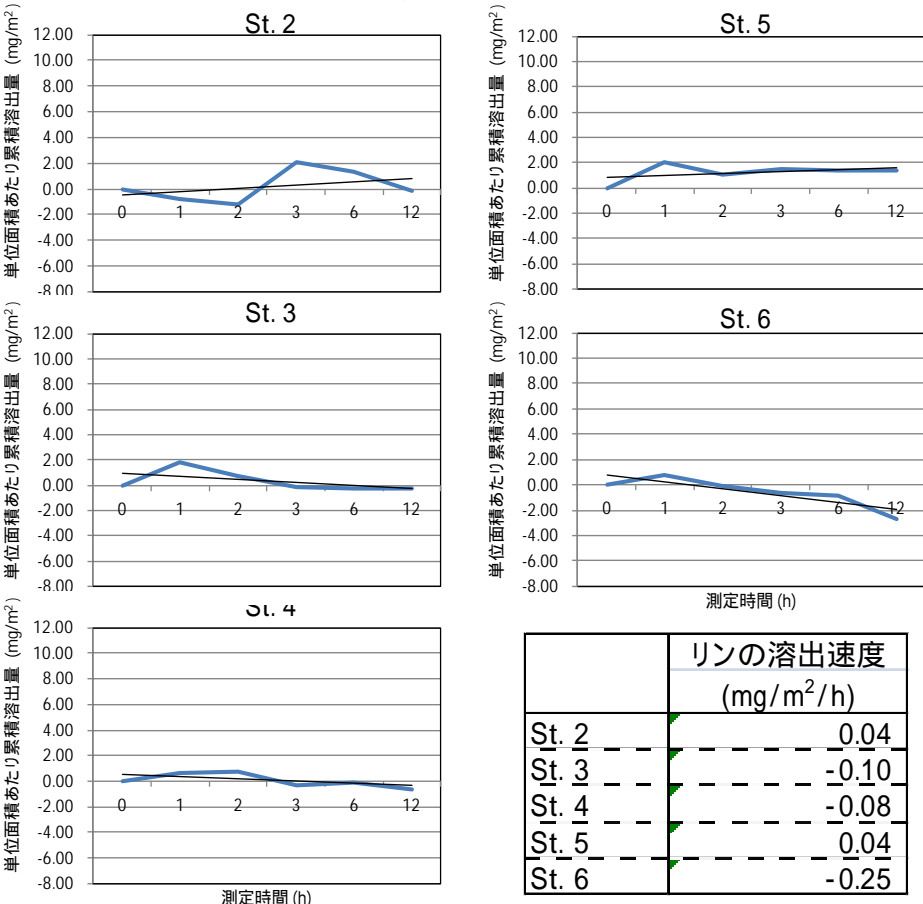
○リンの溶出速度は、 $-0.25 \sim 0.04$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)であった。
 (リンの栄養塩濃度をみてもほとんど変化がなかった)



○表層 2 cm の酸化層により底質からの栄養塩の溶出が抑制されていると考えられる。
 夏季調査では、表層堆積物の性状変化と栄養塩の溶出との関係に着目する。

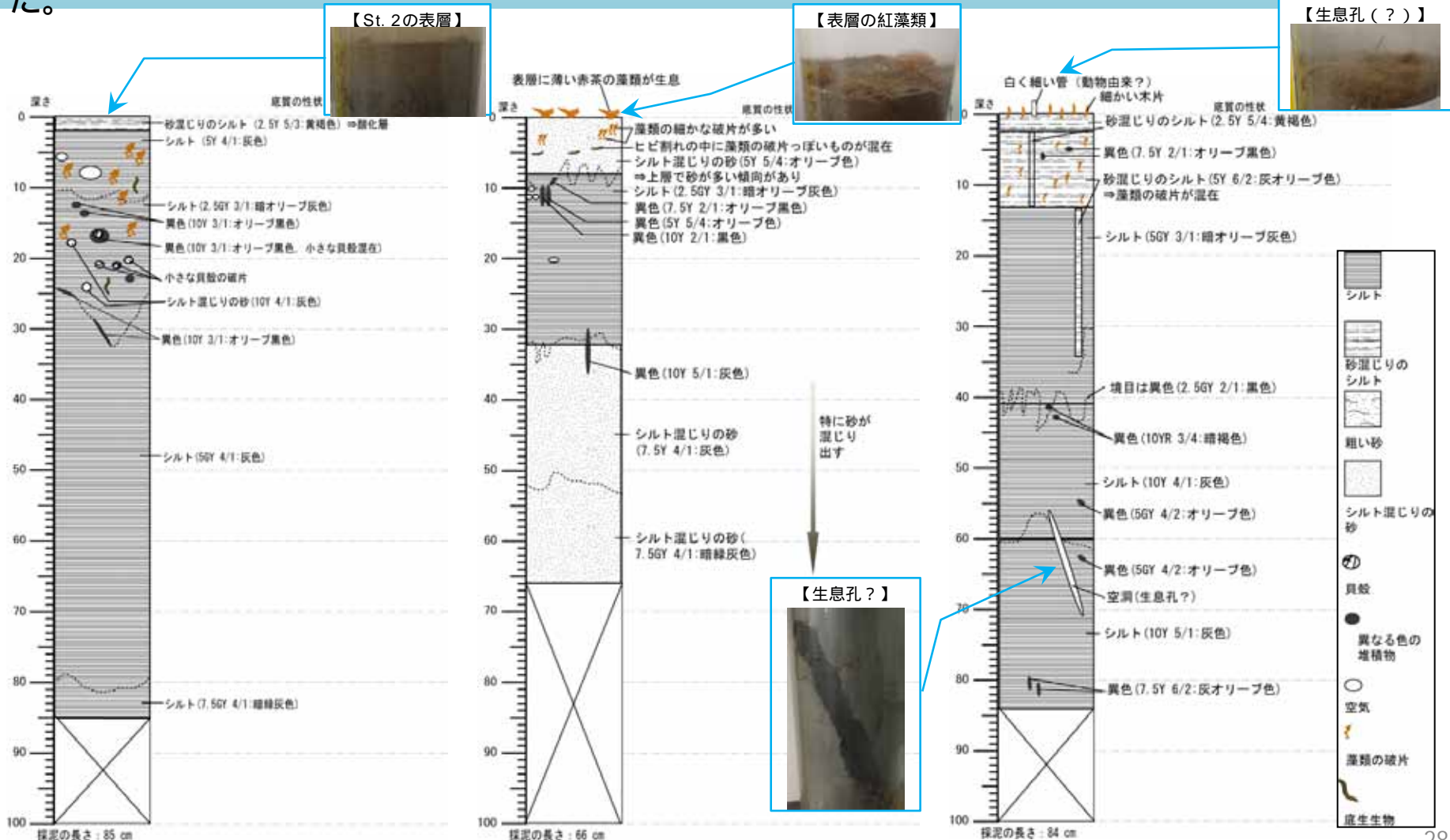


【リンの溶出量の変化】



(11) 柱状堆積物試料の性状

- 全地点において、表層は褐色系の堆積層であった。
- St. 3の表層堆積物（約8cm程度）はシルト混じりの砂層であり、紅藻類が生息していた。
- St. 3の約32cm層で「シルト混じりの砂」から「シルト」への、約8cm層で「シルト」から「シルト混じりの砂」への境界が見られた。
- St. 4の表層堆積物には多毛類の生息孔の様な管があり、下層には大きな生息孔の跡があった。



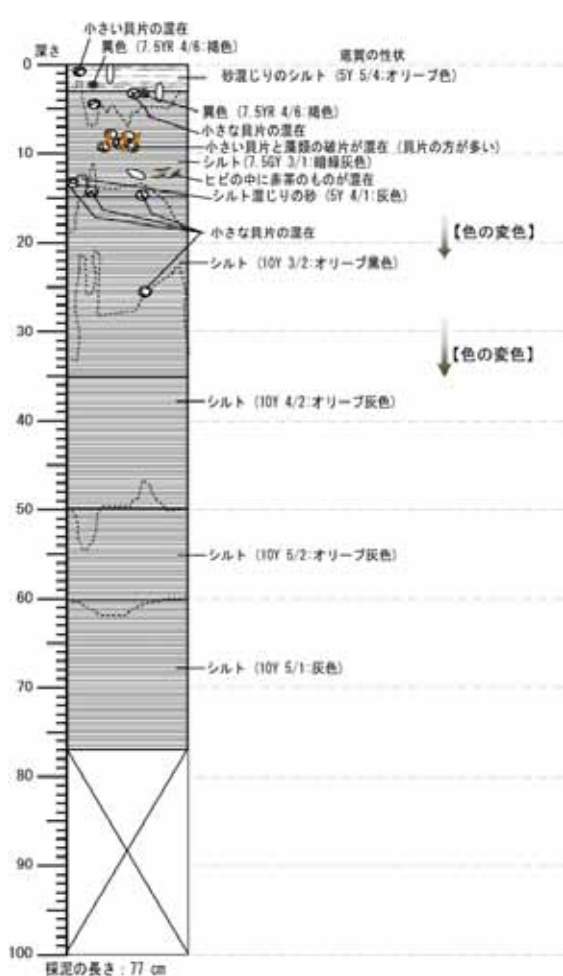
【St. 2】

【St. 3】

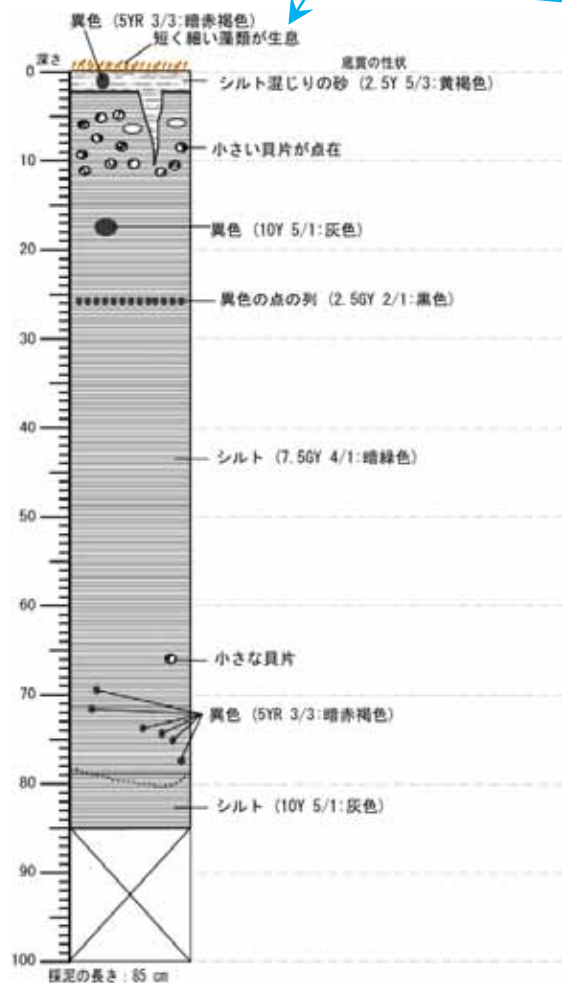
【St. 4】

(11) 柱状堆積物試料の性状

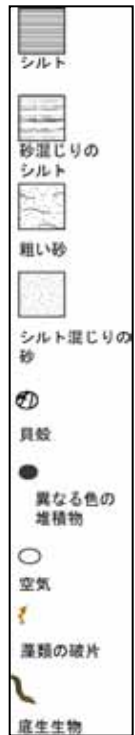
- 全地点において、表層は褐色系の堆積層であった。
- St. 6の表層に細い海藻類が生息していた。



【St. 5】



【St. 6】



【まとめ（秋季、冬季の現地調査を通じて）】

【底質の酸素消費】

表層に酸化層があったが、広島湾（冬季）と同程度の酸素消費量
 酸素消費速度：0.30～1.79 (g/m²/d)

【貧酸素水塊の把握】

水塊は鉛直混合していた。貧酸素水塊は確認されなかった。

【植物プランクトンの種組成】

珪藻の割合が高い。

秋季：90～98%

冬季：87～97%

【DSi/DIN】

レッドフィールド比 (DSi:DIN=15:16) と比べると、珪酸塩は充分にあると考えられた。

秋季：3.3～5.3

冬季：1.7～9.1

【ベントスの状況】

St. 2で個体数、出現種数、多様性指数が低い水準で、St. 5では個体数が少ない傾向であった。

【表層のクロロフィルa】

他海域よりも低い水準であった。

秋季：0.8～0.9 μg/L (低い水準)

冬季：0.8～1.1 μg/L (低い水準)

【栄養塩類】

他海域よりも同程度もしくは少し高かった。

DIN

秋季：0.10～0.12 mg/L (少し高い)

冬季：0.06～0.10 mg/L (同程度)

PO₄-P

秋季：0.011～0.013 mg/L (同程度)

冬季：0.014～0.015 mg/L (少し高い)

【底質の栄養塩の溶出】

表層に酸化層があり、ほとんど栄養塩を溶出していなかった。

窒素：-1.30～0.08(mg/m²/h)

リン：-0.25～0.04(mg/m²/h)

【表層堆積物の成分】

St. 2、5で粒径が細かく、COD、強熱減量、硫化物が高かった。

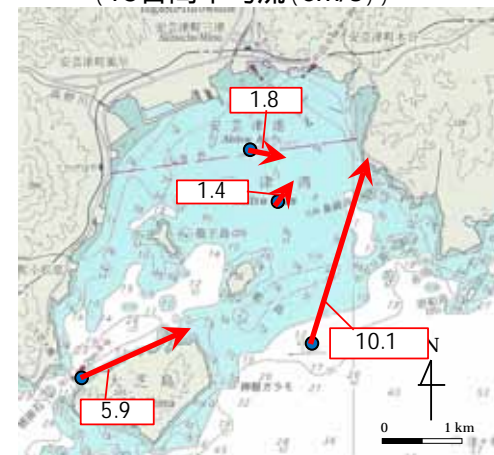
【底質の細粒化】

St. 3では近年に細粒化が起こった可能性がある。

その他は、柱状堆積物を観察した限りでは、底質変化は小さい。

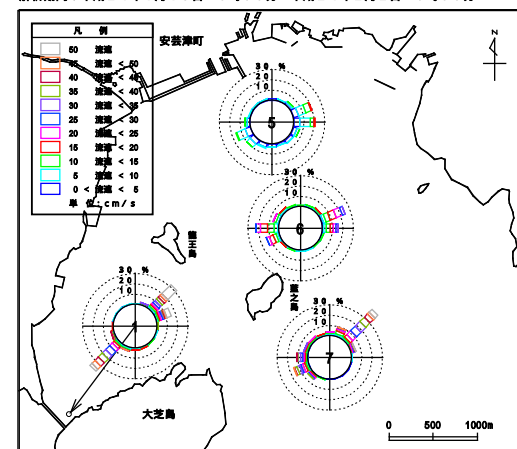
【三津湾の流れ(表層)】

(15日間平均流 (cm/s))



(流向・流速出現頻度)

解析期間：平成24年1月18日 0時00分～平成24年2月2日 0時00分



【セディメントトラップ調査】

St. B (主に1～2年もの) よりも St. 5 (主に3年もの) の方が、沈降量、有機物の沈降量が多かった。(ただし、水塊が鉛直混合)

【食害の可能性】

食害魚を確認した。