

富山湾の海水温度・塩分の季節変動特性 -第4報-

-実習船「さざなみ」による海洋環境計測-

千葉 元*, 金山 恵美**, 河原 俊雄**, 若林 信一***

Seasonal Variations of Sea Water Temperature and Salinity at Toyama Bay IV - Oceanographic Observation by Training Ship "SAZANAMI" -

Hajime CHIBA, Emi KANAYAMA,
Toshio KAWAHARA and Shinichi WAKABAYASHI

Abstract

Water pollution in Toyama Bay has become a big issue. It is mainly caused by the water from big rivers flowing into the bay. Our research was made on board a training ship, SAZANAMI' from May, 2004 to Feb., 2008. In the research water temperature and salinity in the bay were measured at 9 fixed points at intervals of one month. The result, at from April, 2006 to Feb., 2008, shows that the water temperature and the salinity are influenced by seasonal water circulation and the river water. And, some influences by the river water of Jinzu River are recognized. In this paper the data obtained from the research and its result are shown.

1. はじめに

富山湾は本州日本海側のほぼ中央、能登半島の東側に位置し、湾口が北東に開いている外洋性内湾である。湾奥域の海岸線は単調な弓状をなし、大陸棚の発達が乏しく岸深であり、海脚や海底谷が数多く存在する。この湾奥域に流入する河川は、西から小矢部川、庄川、神通川、常願寺川、黒部川の5つの1級河川の他、中小29河川を数える。

このように富山湾奥では陸からの淡水の流入量が多く、これらの河川を通じて、陸域から海域へ栄養塩類が多く供給されていると考えられ、また表層と深層とでは変化があると考えられる。

水温の季節変化は、約100m以浅では気温の季節変化や表層水の影響で大きく、約200m以深で小さい。これまでの若潮丸のCDT観測でも、こうした傾向が確認されている。水深約200~300mでは対馬暖流水の影響が大きく、より深い所は深層水領域となっている。

そこで、湾の表面水温は、平均的に3月はじめの10℃前後の低極から、8月後半の約27~28℃の高極の範囲で変化すると言われる。また、湾の流動は、密度の

水平分布や流入河川水の移動方向から、基本的に反時計回り方向の流動が存在し、春から夏にかけて強まり、秋から冬には弱まると考えられる。

平成16年度より(財)環日本海環境協力センターが行う「富山湾プロジェクト」に当校が参画することになり、本校の実習船「さざなみ」を用いた海洋環境計測を行うこととなった。ここでは海洋汚染の防止のため、富山湾における、海水温度、透明度、塩分等の物理系のデータ、クロロフィル、各種リン等の化学系のデータを海上の広い範囲で取る事を目的としている。前報告^[1,2,3]では、2004~2006年度分の、CDT観測で得た水深約50mまでの海水温度、塩分の季節変動特性についての見解を示した。表1に2004年5月から、2008年2月までの観測航海の実施状況を示す。2008年度においては、5月と1月が天候と機関不調のため、観測が行えなかった。また、10~2月においては、やはり天候等の状況により、全点観測が行えなかった。

本論では、CDT観測で得た海水温度及び塩分の2007年度における調査結果について述べる。

2 富山湾の海水温度・塩分の季節変動特性 -第4報- -実習船「さざなみ」による海洋環境計測-

表1 2004年5月~2008年2月の観測概要

	月	日	天候	風向	風速(m/s)	気温	水温	雲量	採水Point	備考
2004年	5月	25日	b~bc	-	-	18.0~19.7	17.5~18.8	-	1~8	2日で全点を観測
	5月	28日	c	-	-	23.3~24.0	20.5~20.8	-	7~9	
	6月	11日	c	NE	1.5~5	21.5~22.6	20.1~22.2	-	1~9	
	7月	23日	b	NW-E	0.5~6	27.0~28.1	25.0~26.7	0	1~9	
	8月	25日	bc~c	N-NE	3~8	24.5~26.3	24.9~25.6	8~3	1~9	
	9月	29日	r	NW-E	1.5~6.5	22.5~24.5	22.0~22.8	10	1~9	
	10月	29日	bc~b	S-E	0~3	15.0~19.0	15.7~18.8	2~1	1~9	
	11月	26日	b~c	E-SW	Calm~4	12.5~18.0	14.5~16.8	0~7	1~9	
	12月	17日	c~b	NW-SE	1~4	7.4~8.8	12.7~15.5	9~1	1~9	
2005年	1月	24日	c	W-S	5~9	4.0~8.8	9.4~13.0	7~8	1~9	
	3月	2日	c~s	N-NE	Calm~6	2.0~3.8	7.3~9.5	0	1~9	2月分と扱う
	3月	28日	r	SE-NE	3~7.5	8.6~10.6	9.2~10.0	0	1~9	
	4月	28日	bc	SE-SW	6~14	17.8~21.5	12.3~13.5	0	1~9	
	5月	31日	c	SW-W	3.5~10	16.1~17.0	16.0~16.9	0	1~9	
	7月	4日	r~c	SW-SE	Calm~7	21.2~22.4	20.9~23.1	0	1~9	6月分と扱う
	7月	28日	b	NE	0.5~5	22.6~28.8	24.5~27.2	1	1~6	
	7月	29日	c	W	4~9	28.4~29.8	21.4~26.2	10	6~9	2日で複数観測を実施
	8月	29日	b~bc	SW-NE	Calm~2.5	24.5~27.8	26.2~27.3	0~4	1~9	
	9月	29日	b	NE-NW	Calm~7	20.8~25.2	22.0~24.0	0	1~9	2日で複数観測を実施
	9月	30日	bc~o	NW-E	Calm~2	22.0~23.2	23.0~27.8	6~10	3~7	
	10月	31日	c~r	NW-NE	Calm~5	11.8~13.8	18.4~19.5	8~10	1~9	
	11月	25日	b~c	SE-SW	5~11	10.3~15.3	14.9~16.4	3~9	1~9	
12月	-								未観測	
2006年	1月	16日	bc	S-W	1~4	3.6~9.6	7.3~11.9	4~6	1~9	
	2月	13日	b	SW-W	2.5~11	1.7~7.2	7.5~9.8	1~2	1~9	
	3月									未観測
	4月	26日	bc	SW-SE	1~15	10.0~12.9	10.0~11.2		1~9	
	5月	31日	bc	SW-W	0.5~7	18.0~22.9	15.9~17.9	8~0		
	6月	28日	bc	NW-SW	2~11	24.9~28.0	22.2~23.0	1~3	1~9	
	7月	31日	c		calm~3.3	24.3~28.0	23.6~26.6	7~8	1~7	2日で複数観測を実施
	8月	1日	bc~c	SE	calm~2	27.6~29.3	24.8~27.7	7~9	6~9	
	8月	28日	bc~o	SW	4.5~7.5	26.2~31.1	27.9~28.6	8~10	1~6	2日で複数観測を実施
	8月	30日	r~o	SW-NE	1~7.5	23.6~25.8	27.0~28.5	10	6~9	
	9月	25日	bc	N-NE	0~7	18.6~22.5	21.0~22.5	3~5	1~9	
	10月	31日	b	S	0~2	14.2~17.7	17.6~20.5	0	1~9	
	12月	6日	c	SW-E	0~6	7.7~8.3	14.7~15.9	9	1~9	11月分と扱う
12月	14日	r~o	SW	1~6	9.3~10.8	14.0~15.7	10	6~9		
2007年	1月	24日	o	SW	1~3	4.0~7.6	9.3~13.2	10	1~9	
	3月	2日	c	SW-NE	0~6	5.5~9.2	8.6~10.7	8~10	1~9	2月分と扱う
	3月	19日	bc~c	N-S	0~1.7	4.1~5.5	9.0~10.2	3~8	1,3,5~9	
	4月	23日	o	NE	3~8	10.9~13.8	12.1~12.8	10	1,3,6~9	
	5月	-								未観測
	6月	13日	bc	N-NNE	1.5~3.5	21.5~24.0	21.5~23.1	0~3	1~9	
	7月	27日	b~bc	E-NE	calm~4	25.7~29.0	24.7~27.1	3~8	1~9	
	8月	29日	r	NE-E-NE	calm~8	26.8~28.9	26.5~28.0	7~10	1~9	
	9月	28日	bc~c	SW	5~10	26.3~28.8	25.9~26.8	3~10	1~9	2日で複数観測を実施
	10月	1日	c	NE	3~4	20.1~22.0	23.1~24.5	10	1~5	
	10月	26日	c~r	NE-W	1.0~5.5	16.8~20.3	20.5~21.0	10	1~9	
	11月	30日	bc	S-SW	2	10.5~14.8	14.7~15.7	1	1,3,6~8	
	12月	27日		S-SW	5~8	6.2~7.3	12.0~15.0	9~10	1,2,3,6~7	
2008年	1月	-								未観測
	2月	27日	s~c	W-SW	calm~7.0	3.0~3.2	6.7~8.7	10	6~8	

2. 観測航海概要

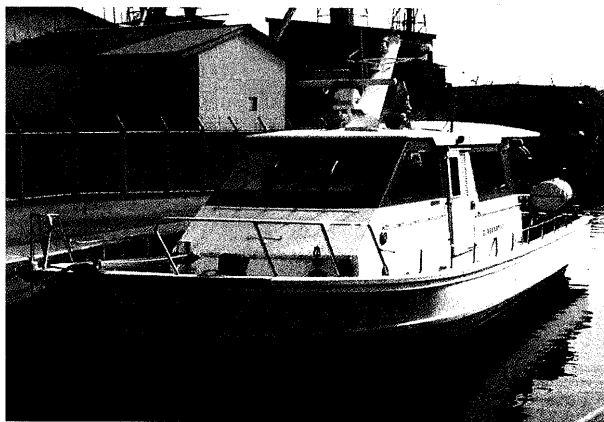
観測ポイントとして図2の9個所を設定した。各ポイントまでの船の誘導は船上のGPSを用いて、緯度、経度共に0.1'以内の範囲で行えた。

観測内容は、天候・雲量は目視、気温・風向風速は船内機器で、表面水温は棒状温度計、透明度は透明度板で、海色は水色計により観測した。またポンプにより水深0.5及び2mから海水試料を採り、溶存酸素濃度、各形態別リン濃度、栄養塩類分等の分析を行っている。表2に観測野帳を示す。

そして水中での下向き分光照度と上向き分光照度の鉛直分布を測定するために水中分光放射計

(Biospherical社PRR600)により水深30mまでの観測を行った。そして、CDT(アレック電子製AAQ1180)により海水温度、塩分濃度、濁度、クロロフィルa濃度の水深50mまでの観測を行った。ここで停船時に風が強い場合には船が横流れし、センサーを吊るすケーブルも横に流され、100mを有するケーブルが水深約30m程度にしか到達しない場合があった。

また、衛星データとの比較が望まれるため、各回とも2~3日の候補日を設けて、その内の気象・海象条件がマッチする日を選定した。観測船として使用した「さざなみ」の外観及び仕様を図2に示す。



主要寸法	全長:11.99m, 幅:3.69m, 深さ:1.25m
総屯数	15屯
常用速力	19.5ノット
最大搭載人員	職員・教官:5名, 学生:20名 合計25名
竣工年月日	平成3年3月3日

図1 観測船「さざなみ」の外観及び仕様

表2 2007年10月の観測航海における観測野帳(観測項目一覧)

調査名	富山湾プロジェクト		調査参加者	10月26日 NPEC:-		富大:2名		商船:千葉他3名		
								NES:砂田、西、園		
採水年月日	H19.10.26									
採水地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
緯度(N)	36° 46.652'	36° 49.893'	36° 47.651'	36° 49.927'	36° 51.893'	36° 47.577'	36° 49.997'	36° 49.914'	36° 52.374'	
経度(E)	137° 19.919'	137° 19.996'	137° 15.2'	137° 15.112'	137° 16.299'	137° 09.3'	137° 09.283'	137° 05.407'	137° 02.497'	
採水時間	9:35	9:50	9:15	10:20	10:05	8:50	10:40	11:25	11:10	
天候	前日	bc(晴)								
	当日	c(曇り)	c(曇り)	c(曇り)	c(曇り)	c(曇り)	c(曇り)	r(雨)	r(雨)	r(雨)
風向風速	NE 1.0	N 2.0	NE 1.0	NE 2.0	N 4.0	N 3.0	WNW 5.5	W 1.5	W 3.5	
波・うねり	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	
雲量	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
気温(℃)	18.0	17.8	17.8	20.3	20.0	16.8	18.8	19.0	18.0	
透明度(m)	12.0	13.0	11.0	14.0	17.0	9.0	12.0	10.0	13.0	
水温(℃)	19.5	20.0	18.9	21.2	21.0	19.2	21.2	21.0	20.8	
塩分	31.32	31.95	23.05	32.77	32.84	27.89	32.7	32.43	32.84	
水温(℃) (富山大)	20.5	21.0	20.5	21.0	21.2	20.5	20.9	21.0	21.0	
pH (富山大)	8.20	8.22	8.21	8.20	8.21	8.17	8.22	8.16	8.14	
水色 (富山大)	4	5	4	4	4	5	4	5	4	
SS	0	0.06	0.6	0.04	0	0.44	0.24	0	0.02	
クロロフィルa	0.941	0.79	1.535	0.79	0.327	2.532	0.941	1.283	0.468	
DO	7.565	7.765	8.35	7.665	7.4	8.265	7.96	7.92	7.705	
CDOM	0.00537	0.00362	0.00793	0.00949	0.00531	0.01793	0.00583	0.0088	0.00667	
クロロフィルa (富大サンプル)	0.951	0.921	1.364	0.649	0.317	2.794	0.861	1.344	0.448	
CDOM(2週間後)	0.27968	0.08487	0.18699	0.11017	0.10143	0.20631	0.08487	0.14329	0.10557	
CDOM(4週間後)	0.1846	0.07613	0.16238	0.09545	0.07475	0.19964	0.06992	0.07199	0.09752	
備考 (CTD及びPRRファイル番号、その他特記事項)	P071 026C	P071 026D	P071 026B	P071 026F	P071 026E	P071 026A	P071 026G	P071 026I	P071 026H	

3. 海水温度の季節変動特性(2007年度)

海水の一般的特性として、太陽放射の加熱による水温影響が直接的に及ぶ範囲は水深約10m程度と言われている^[4]。富山湾の表面水温は、平均的に3月はじめの10℃前後の低極から、8月後半の約27~28℃の高極の範囲で変化するとされる。また、湾の流動は、密度の水平分布や河川流入水の移動方向から、基本的に反時計回り方向の流動が存在し、春から夏にかけて強まり、秋から冬には弱まると考えられる。また、冬季においては、表層海水が冷やされ、これが沈降する事により対流現象が起こり、結果として表層からある深度までは水温がほぼ一定になるという鉛直循環現象が起こる^[5]。

図3には2007年3月から2008年2月までの、一年分の各月のデータを、各観測点毎に示している。図4には、同様に透明度を示している。ここで海水温度データを見ると、表層の温度が20℃を下回り十数度以下となる11から4月までは、冬季の鉛直循環により海水温度が一定となる傾向が見えている。しかし、6月においては、表層温度が20~25℃の間となり、鉛直循環は見られない。また、10月においては、表層はやはり20~25℃の間であるが、鉛直循環の傾向を示している。この初夏と初秋においては、海水温度の鉛直分布特性が大きく変化する。

ここで、9月におけるSt.1, 2では、水深が約10mまでは、海水温度が数℃程度低くなる傾向が見られる。これがSt.3では、2~3℃の低下となる。一方、沖合いのSt.4, 5では、この温度現象が水深約5mまでの範囲で成されている。そして、他のSt.6, 7, 8, 9では、表層から水深約20mまでの温度に大きな変化は見られない。こうした現象は、陸から海へ流入する河川水の影響であると思える。特に、この場合においては、神通川からの河川水が、東側に多く流れているためであると思える。11月、12月においても同様の傾向を見ることが出来る。

4. 海水塩分の季節変動特性(2007年度)

外洋の表面塩分は大部分が33~37%の間にあり、全海洋の平均塩分は34.7%である。そして、沿岸海域では流入河川水の量の増減に伴って表面塩分が変化していく。この密度の小さい河川水は表面に広がり、また海潮流により影響される^[4]。

図5には、図3と同様に一年分の各月のデータを示している。ここで塩分は特に、表層においては全体的の平均塩分濃度より低めであり、水深が深く成るにつれて上がってくる傾向がある。これより、この観測範

囲では河川流入水の影響が大きい事が伺える。そして、これらの値は水深が約200~300mに存在する対馬暖流水の値に収束していくものと推測できる。神通側河口から沖合いに離れる、St.3, 4, 5においては、沖合いに行くにつれて、河川水の影響が減っていく全体傾向が見られる。St.7, 8, St.9では、この傾向がさらに弱くなる。これは、湾内の半時計廻りの海流の影響と思える。

5. おわりに

今年度の観測においても、沿岸に近い海域ほど、河川水の影響を受けることが分かった。また、この観測海域では半時計回りの大きな流れが存在する時期があり、この時には河川水が多く滞留する地域で、透明度が低くなり、塩分濃度も低く、また海水温度の鉛直循環が弱くなることが推測された。特に、今年度の観測においては、神通川からの流入水による影響が顕著に確認された。

今後、同プロジェクト参加諸氏の成果^[6]との連携を検討しつつ、観測航海を続けていきたい。

本稿のデータ整理及び図表作成には、商船学科5学年の岩本悠佳学生にご尽力を頂きました。観測航海でお世話になった皆様に併せて、ここに謝意を表させていただきます。

文献

- (1) 千葉 他：「富山湾の海水温度・塩分濃度の季節変動特性」一実習船「さざなみ」による海洋環境計測一、富山商船高等専門学校研究集録第38号、平成17年7月
- (2) 千葉 他：「富山湾の海水温度・塩分の季節変動特性一第2報一」一実習船「さざなみ」による海洋環境計測一、富山商船高等専門学校研究集録第39号、平成18年7月
- (3) 千葉 他：「富山湾の海水温度・塩分の季節変動特性一第3報一」一実習船「さざなみ」による海洋環境計測一、富山商船高等専門学校研究集録第40号、平成19年7月
- (4) 能沢源右衛門：「新しい海洋科学」、成山堂、平成11年12月
- (5) 松永勝彦、久万健志、鈴木祥広：「海と海洋汚染」、三共出版、平成14年10月
- (6) 財団法人環日本海環境協力センター：「平成18年度環境省委託業務 北西太平洋地域海行動計画活動推進事業報告書」、平成19年3月

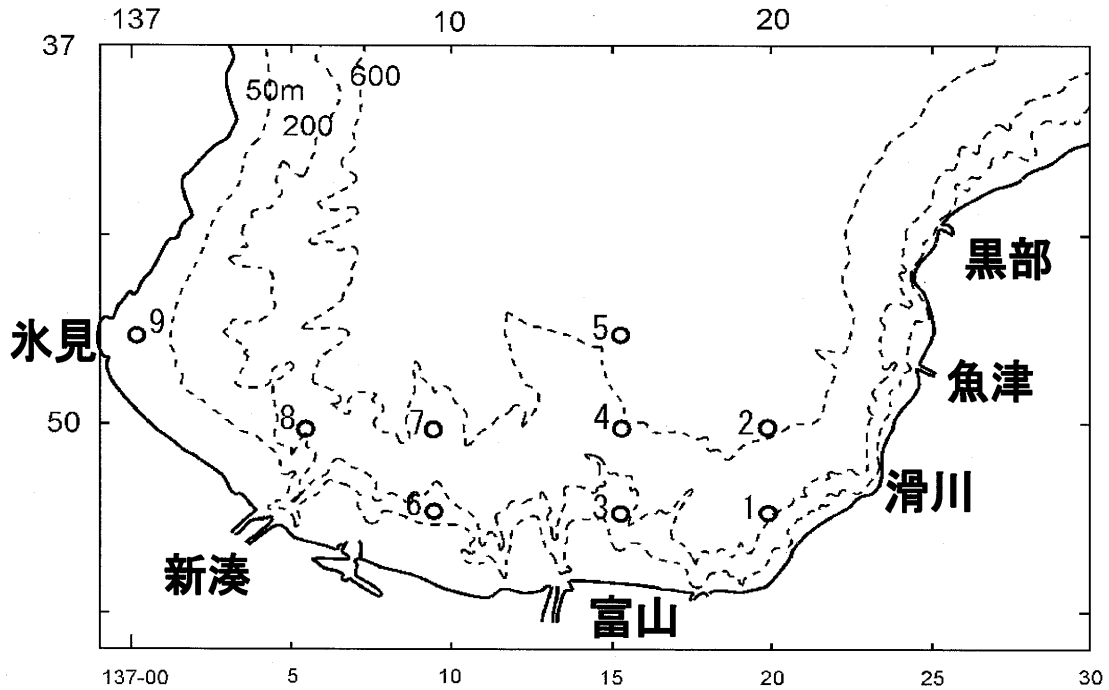


図2 計測ポイント St.1 ~ St.9

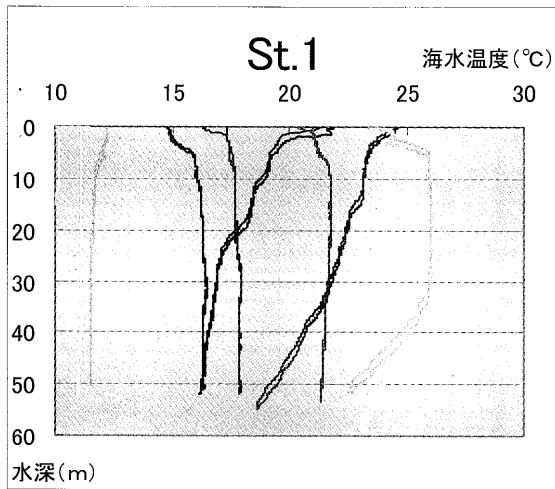
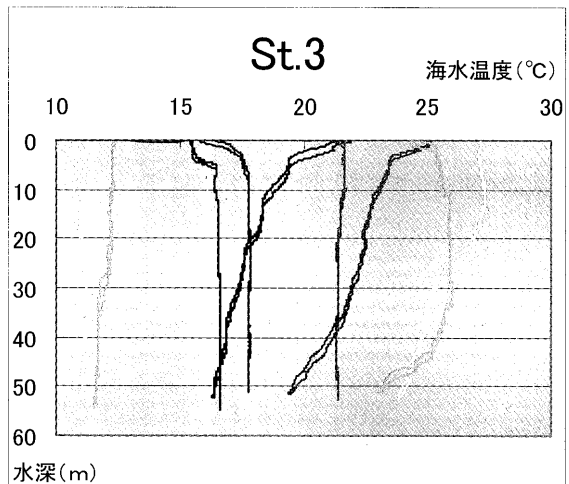
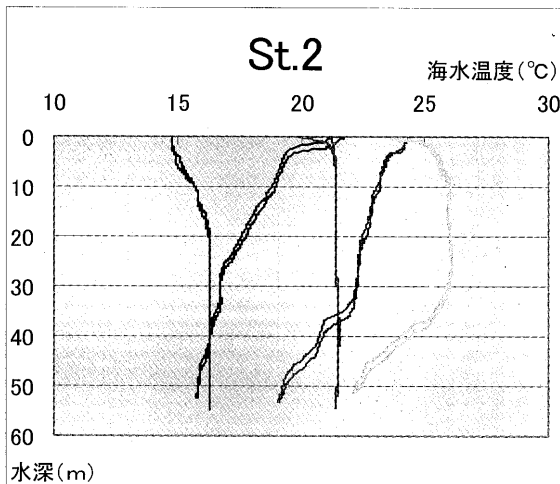
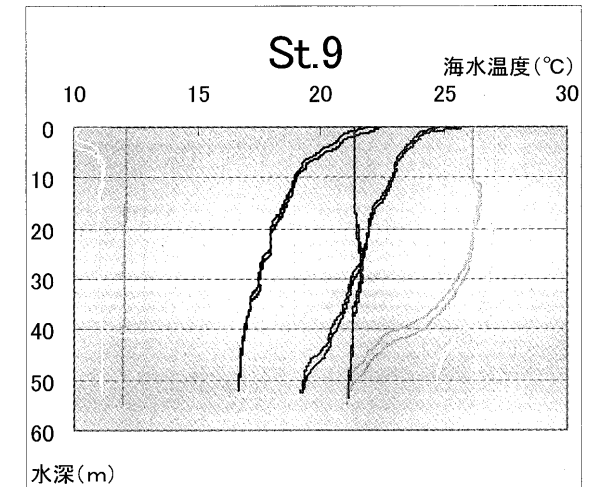
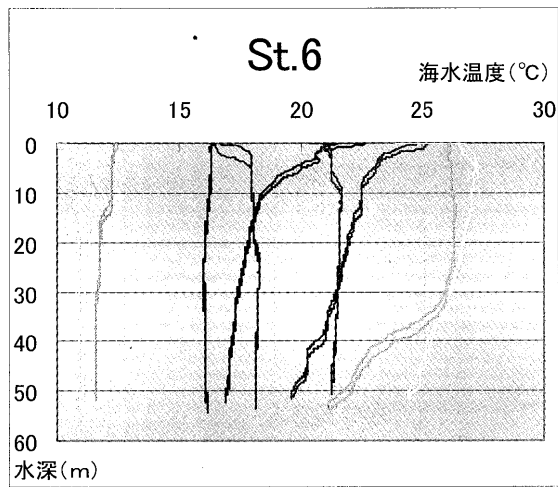
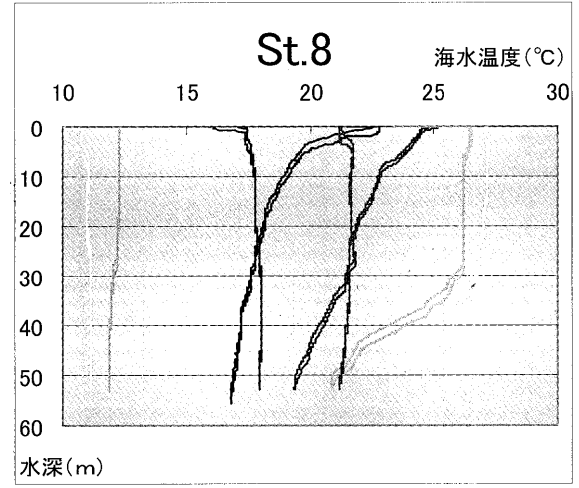
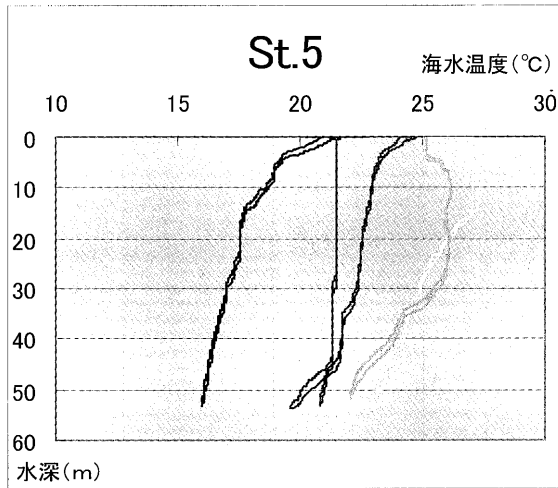
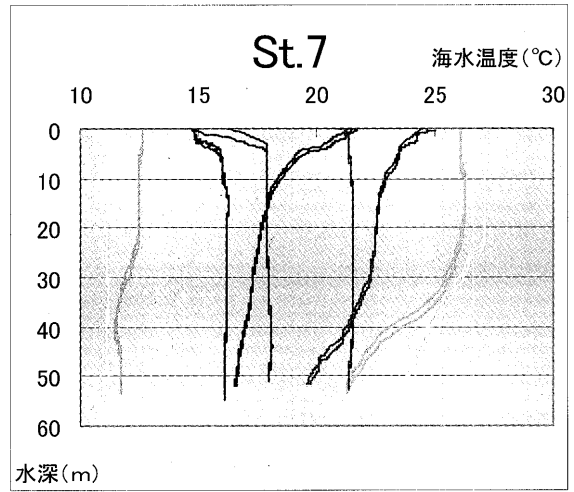
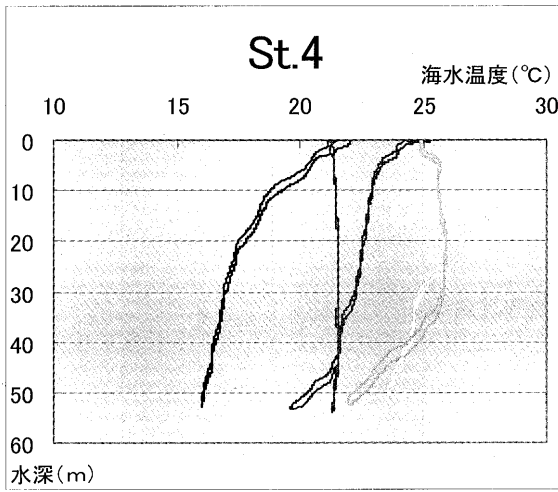


図3 海水温度の鉛直分布の季節変動特性 [2007年3月~2008年2月]

(本ページに St. 1~3, 次ページに St. 4~9 のデータを示す。)

07'3月	07'4月	07'6月
07'7月	07'8月	07'9月
07'10月	07'11月	07'12月
08'2月		





透明度(m)	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
07' 3月	4.5		4.5			4.5	4.5	4.5	5.5
07' 4月	8.0		10.0			12.0	9.0	9.0	10.0
07' 6月	2.5	3.0	2.5	3.0	19.0	3.0	19.0	5	11.0
07' 7月	2.5	18.2	2.5	17.5	19.8	3	8.5	8.1	4.2
07' 8月	18.0	12.0	13.0	12.0	13.0	12.0	13.0	17.0	17.0
07' 9月	8.0	7.0	9.0	11.0	8.0	9.0	22.0	10.0	10.0
07' 10月	12.0	13.0	11.0	14.0	17.0	9.0	12.0	10.0	13.0
07' 11月	11.5		10.0			10.0	13.5	7.5	
07' 12月	10.0	10.0	11.0			9.0	8.0		
08' 2月	1.0	1.0	2.0			3.0	2.0	10.0	

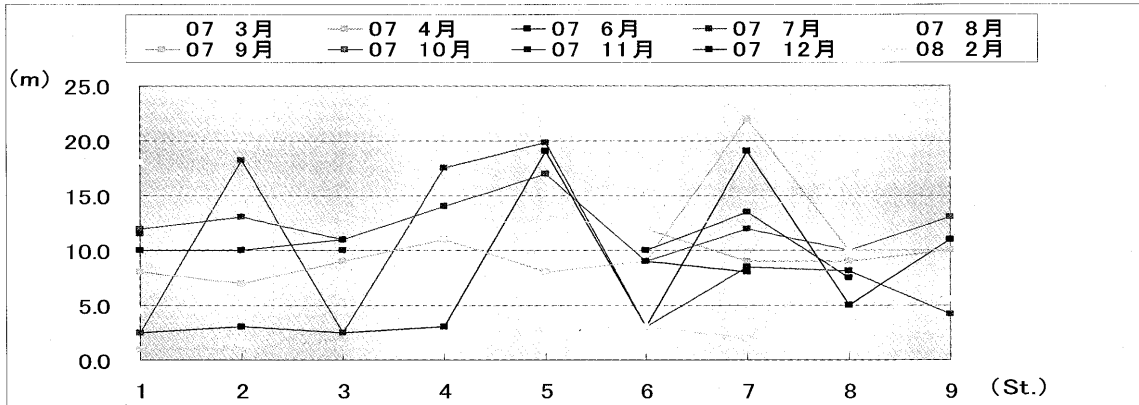
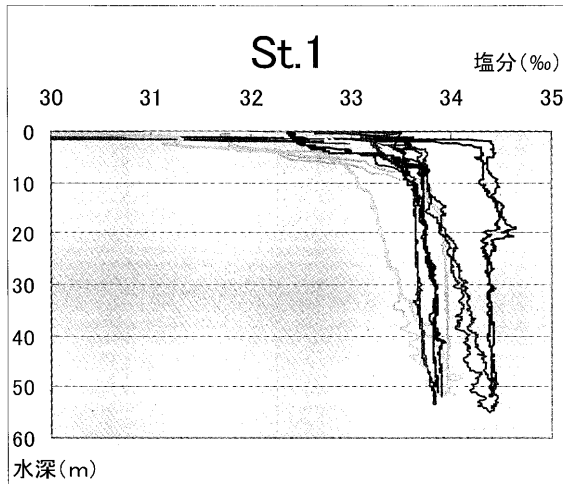


図4 各St.における透明度の観測値の変化



07' 3月	07' 4月	07' 6月
07' 7月	07' 8月	07' 9月
07' 10月	07' 11月	07' 12月
08' 2月		

図5 塩分濃度の鉛直分布の季節変動特性図
[2007年3月~2008年2月]
(本ページにSt.1~3, 次ページにSt.4~9
のデータを示す。)

