

Ⅲ 温排水影響調査結果(県実施分)

<平成30年度>

Ⅲ 目 次

1 拡散調査	Ⅲ-1
2 流動調査	Ⅲ-1
3 水質調査	Ⅲ-1
4 底質・底生生物調査	Ⅲ-1
5 付着生物調査	Ⅲ-1

平成 30 年度温排水影響調査結果

玄海原子力発電所から放出される温排水が、周辺の環境及び海洋生物に及ぼす影響を把握するため調査を実施した。調査は夏季および冬季に行い、その調査結果の概要を以下に記載する。

平成 30 年度は、3 月から 3 号機、6 月から 4 号機がそれぞれ稼働を再開した。また、1 号機は平成 27 年 4 月に運転終了後、平成 29 年 7 月より廃止措置を開始、2 号機は第 23 回定期検査中で、平成 31 年 2 月に廃止が決定した。

なお、1、2 号機は表層放水方式、3、4 号機は水中放水方式である。

1. 拡散調査

夏季(7 月 25 日)および冬季(2 月 15 日)の下げ潮時と上げ潮時の水深 1m 層における水温分布を図 2-1, 2, 5, 6、その他水温分布を図 2-3, 4, 7, 8 に、鉛直分布を図 3-1~8 に示した。

調査の結果、表層 1m における夏季水温は 25.5~29.1℃、冬季水温は 13.5~15.8℃の範囲であった。水温鉛直分布図によると、3、4 号機放水口付近の夏季水温は 23.9~26.5℃、冬季水温は 13.9~15.7℃で、どちらも温排水が周囲の海水と速やかに混合していると考えられる。

2. 流動調査

夏季(8 月 28 日)に実施した調査結果を表 3、図 4 に示した。

その結果、St.34 の 2、3 回目調査時に、主として南へ向かう 8~24 cm/s の流れがみられた。一方、それ以外の調査点では、流向の明確な傾向はみられなかった。

3. 水質調査

夏季(8 月 28 日)および冬季(2 月 13 日)に実施した調査結果を表 4-1, 2 に、水質の経年変化を図 5-1, 2 に示した。

その結果、各項目の測定範囲は、夏季では、水温：26.2~28.3℃、pH：8.31~8.39、DO：6.19~6.76 mg/L、濁度：0.1~1.4 mg/L、クロロフィル-a：0.3~2.7 μg/L であった。

冬季では、水温：13.9~14.2℃、pH：8.20~8.26、DO：8.19~8.28 mg/L、濁度：0.1~1.2 mg/L、クロロフィル-a：0.1~1.3 μg/L であった。

4. 底質・底生生物調査

夏季(8 月 29 日)に実施した底質調査結果を表 5 に、COD の経年変化を図 6 に、底生生物調査結果を図 7 に示した。その結果、底質の中央粒径は 0.2~0.7 mm、COD は 1.2~5.9 mg/g 乾泥の範囲であった。

底生生物は環形動物(多毛類)のゴカイ類、節足動物(甲殻類)のソコエビ類やヨコエビ類が多く、多くの地点で確認され、この結果は過去の出現傾向と同様であった。

5. 付着生物調査

夏季(8 月 11 日、12 日)および冬季(2 月 21 日、22 日)に実施した調査結果を表 6-1, 2 に、付着生物の出現頻度の経年変化を図 8-1, 2 に示した。

その結果、夏季・冬季共に、動物では、腹足類(巻き貝)のカサガイ類やタマキビ類、甲殻類のフジツボ類が多く、多くの地点で確認された。また、植物では、褐藻類のヒジキ、紅藻類の無節石灰藻が多く、多くの地点で確認された。これらの結果は過去の出現傾向と同様であった。

6. まとめ

平成 30 年度の調査においては、冬季に 3、4 号機放水口付近で 1 度以上の昇温域が確認されたが、範囲は限定的であり、水質、底質・底生生物、付着生物の調査結果に関しても、過去の変動の範囲内であった。

表1 調査実施状況

項目	調査月日	内容	調査点数	観測層	調査方法および使用機器	摘要
拡散調査	7月 25日 2月 15日	水温 塩分	74	水温：0.3(表層), 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 15, 20m 塩分：0.3(表層) m	・水温、塩分：多項目水質計 による現場測定 (JFEアドバンテック社 ASTD-102)	図2-1~8 図3-1~8
流動調査	8月 28日	流向 流速	5	0.3(表層), 5, 10, B-1(底層) m	・流向・流速計による現場測定 (JFEアドバンテック社 AEM213-D型)	表3 図4
水質調査	8月 28日 2月 13日	水温 pH DO 濁度 クロロフィル-a	5	0.3(表層), 5, 10, B-1(底層) m	・水温、DO、濁度：多項目水質計 による現場測定 (JFEアドバンテック社 ASTD-102) ・pH：卓上測定器による測定 (TOA-DKK社 卓上pH計) ・クロロフィル-a：蛍光法	表4-1, 2 図5-1, 2
底質・底生 生物調査	8月 29日	粒度組成 COD ベントス	10	海底土	・粒度組成：ふるい分け法 ・COD：アルカリ性法 ・ベントス：マクロベントスについ て定量・同定	表5 図6 図7
付着生物 調査	8月 11日 12日 2月 21日 22日	動物 植物	10	潮間帯	・ベルトトランセクト法 岸側各点から海方向にメジャーを伸 ばし、1.5 m毎に50 cm枠の中の種 類、数量(被度)を調査	表6-1, 2 図8-1, 2

表2 拡散調査における出力及び環境等の状況

九州電力資料

[夏季]			拡散調査	
調査年月日			下げ潮時	上げ潮時
調査年月日			平成30年7月25日	
調査時間			12:00~13:25	15:15~16:45
出力	1号機	MW	-	-
	2号機	MW	0	0
	3号機	MW	1,198~1,199	1,201
	4号機	MW	1,190~1,191	1,193~1,194
取水口	1, 2号機	℃	26.5~27.0	26.8~28.0
水温	3, 4号機	℃	25.8~26.1	24.1~25.7
放水口	1, 2号機	℃	26.7~28.0	27.5~27.9
水温	3, 4号機	℃	32.6~32.9	31.1~32.0
取放水口	1, 2号機	℃	0.2~1.0	0.0~0.7
水温差	3, 4号機	℃	6.7~7.0	6.3~7.0
気象 海象等	風向・風速	m/s	W2.4~W2.7	WNW3.4~WNW3.9
	月齢 ^{※1}	日	12	
	潮位 ^{※2}	m	0.6~0.9	0.6~1.0
	気温 ^{※3}	℃	31.0~31.5	31.8
	塩分 ^{※3}		30.1~33.7	28.5~33.9

[冬季]			拡散調査	
調査年月日			下げ潮時	上げ潮時
調査年月日			平成31年2月15日	
調査時間			9:15~10:45	12:15~13:35
出力	1号機	MW	-	-
	2号機	MW	0	0
	3号機	MW	1,205~1,206	1,205
	4号機	MW	1,198	1,198
取水口	1, 2号機	℃	14.0	14.0
水温	3, 4号機	℃	13.9~14.0	13.9
放水口	1, 2号機	℃	14.0	14.0
水温	3, 4号機	℃	20.8~21.0	20.8~20.9
取放水口	1, 2号機	℃	0.0	0.0
水温差	3, 4号機	℃	6.9~7.0	6.9~7.0
気象 海象等	風向・風速	m/s	SSE4.3~4.9	S3.3~3.8
	月齢 ^{※1}	日	10.2	
	潮位 ^{※2}	m	0.9	1
	気温 ^{※3}	℃	6.8~8.6	8.8~8.5
	塩分 ^{※3}		34.6	34.6

※1: 国立天文台天文情報センター

※2: 気象庁

※3: 玄海水産振興センター

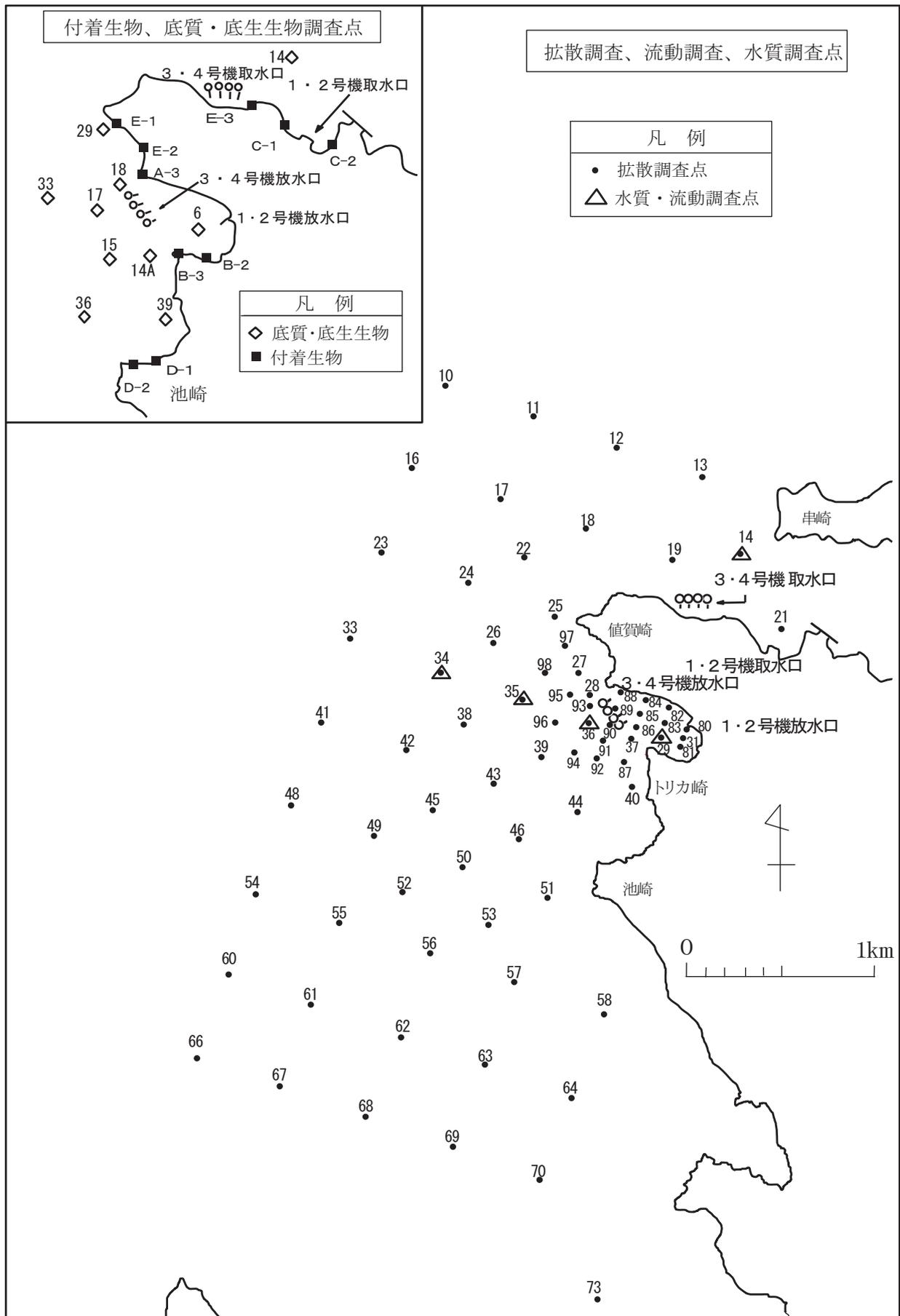


図1 調査点図

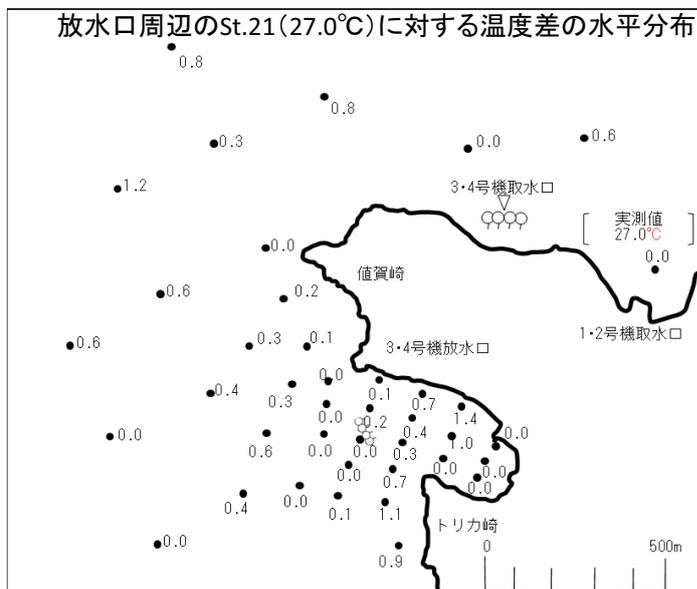
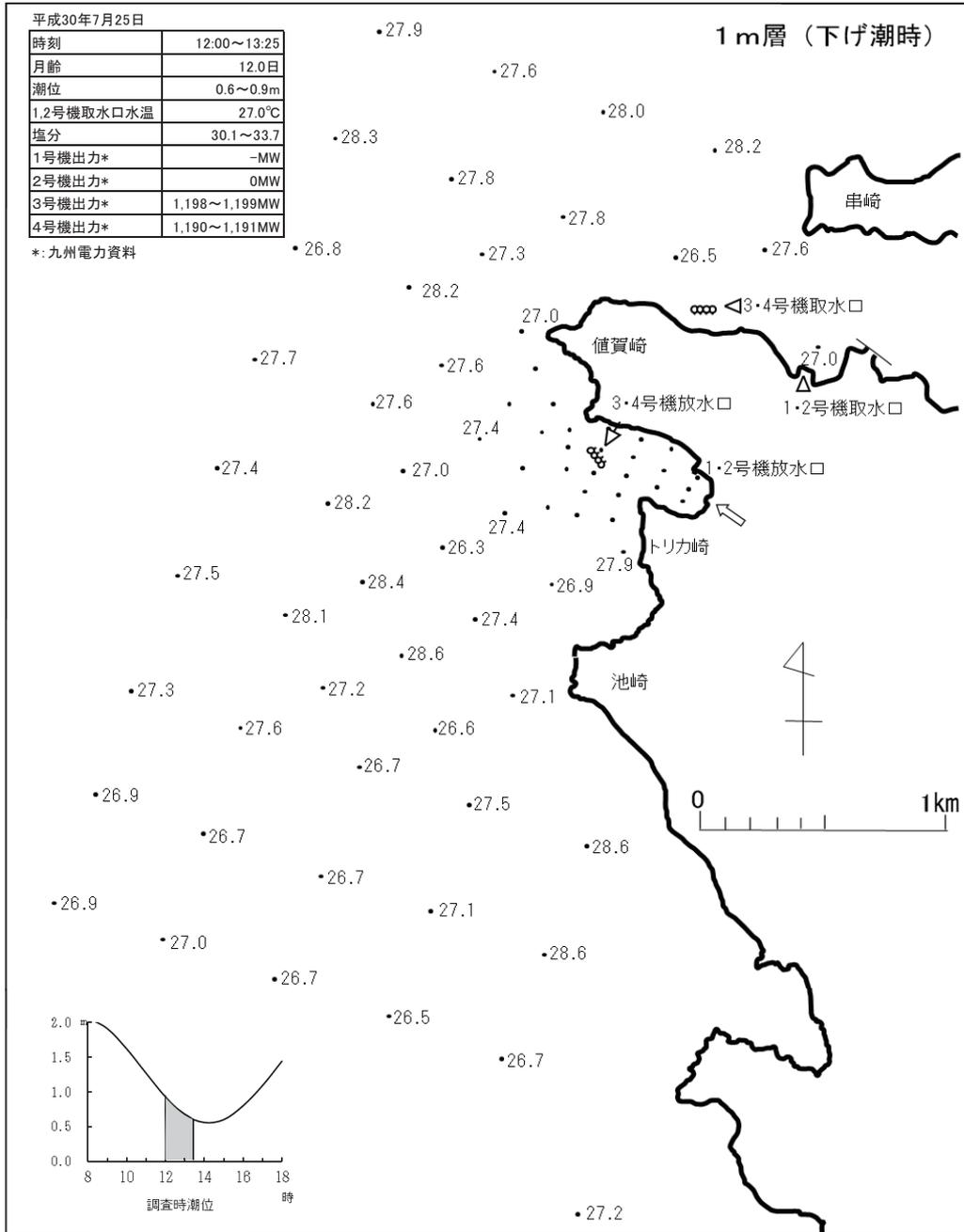


図2-1 夏季調査の下げ潮時における水温の分布(上段)および放水口周辺の水温差の分布(下段)

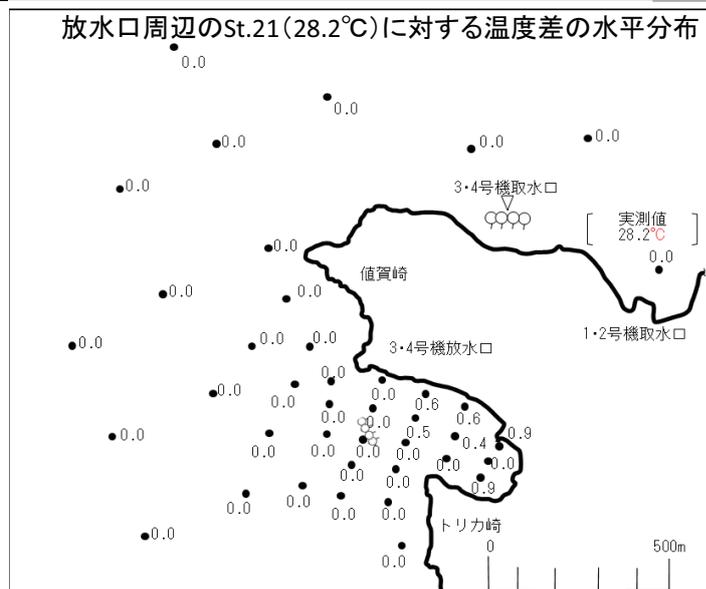
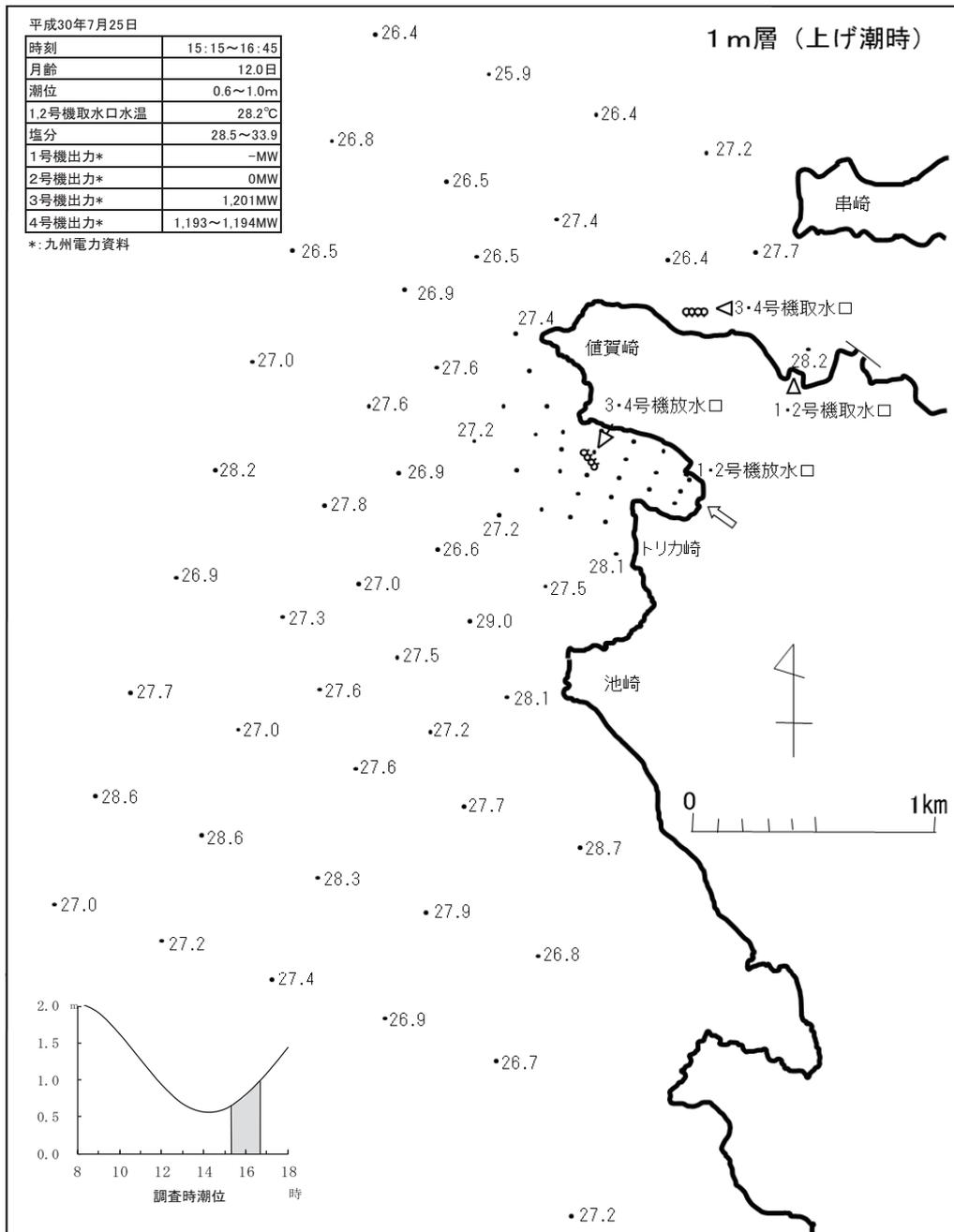


図2-2 夏季調査の上げ潮時における水温の分布(上段)および放水口周辺の水温差の分布(下段)

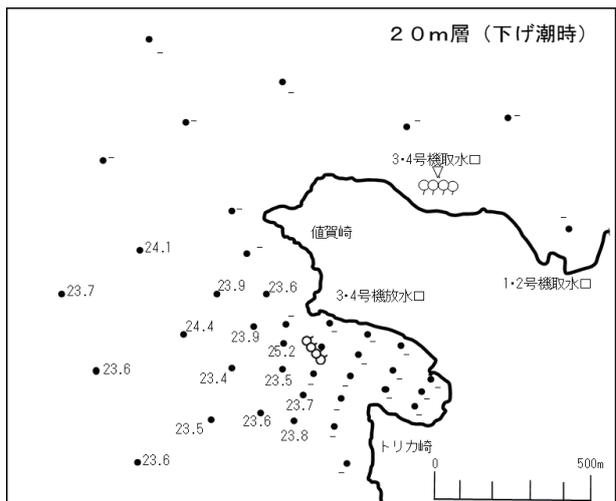
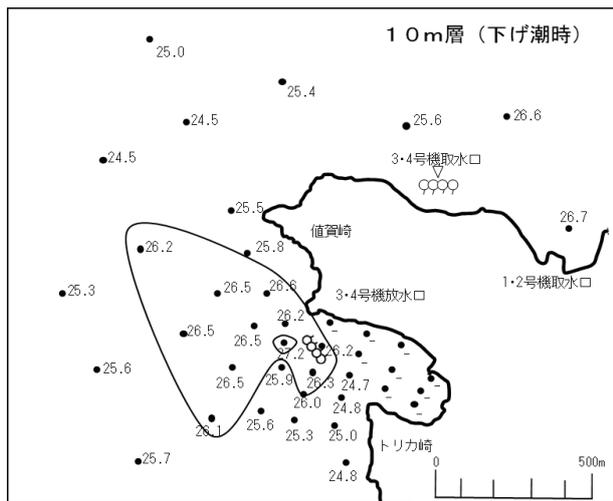
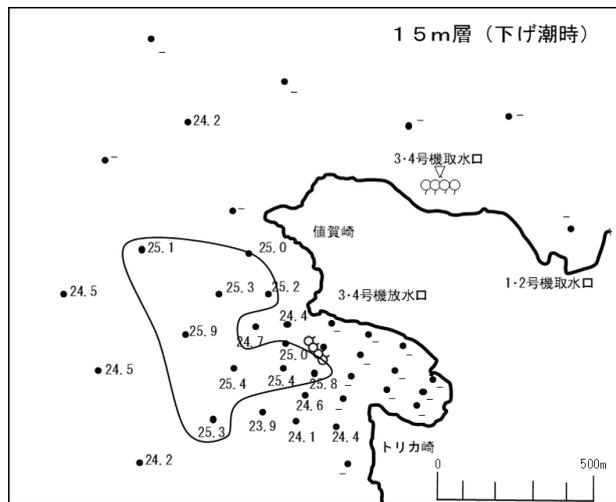
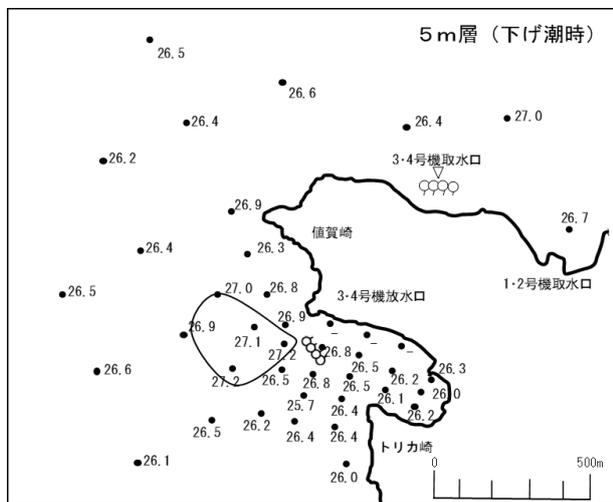
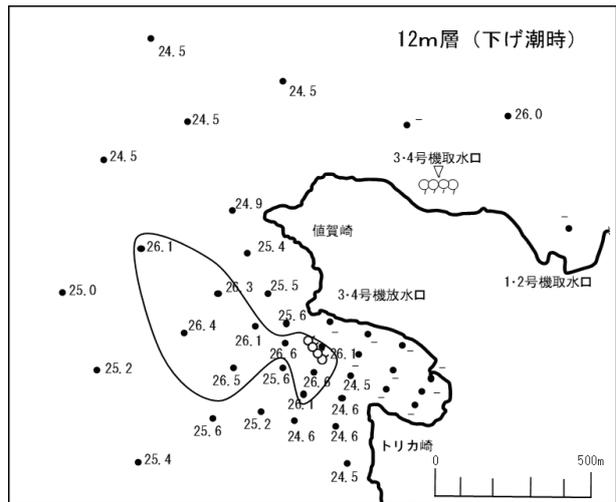
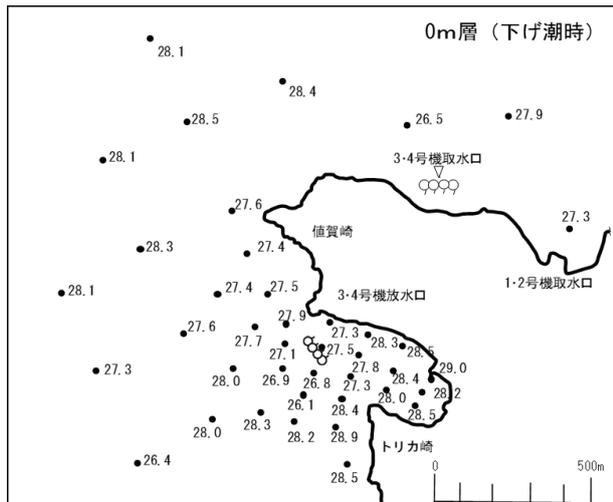


図2-3 夏季調査の下げ潮時における、放水口周辺の水深別水温水平分布

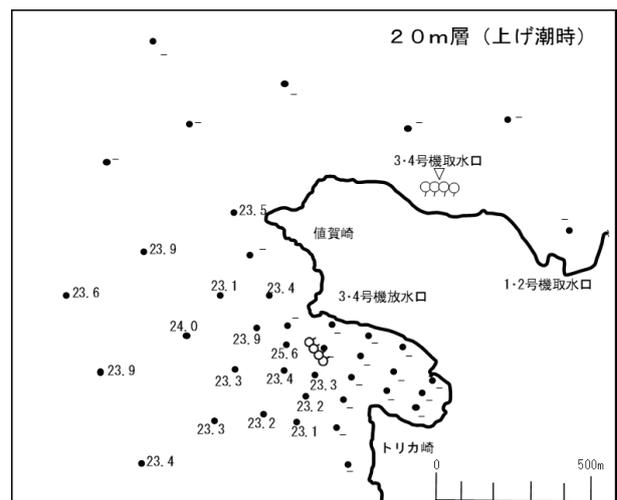
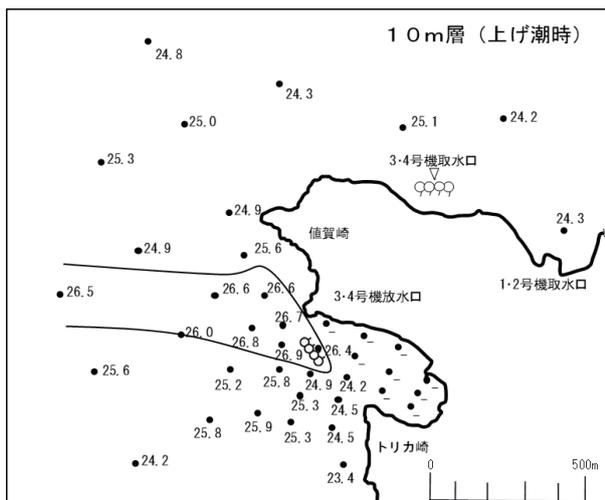
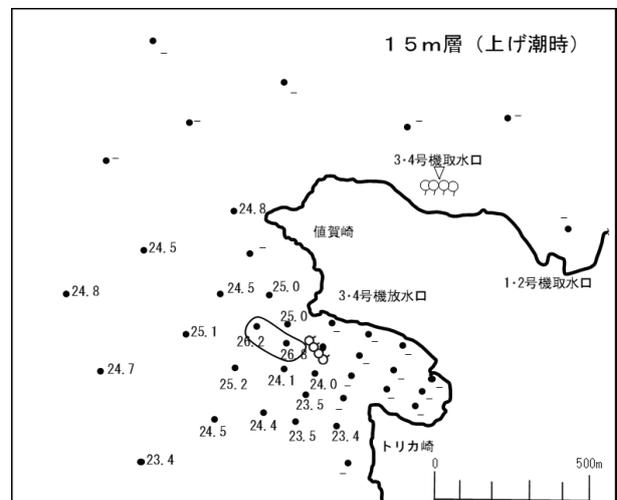
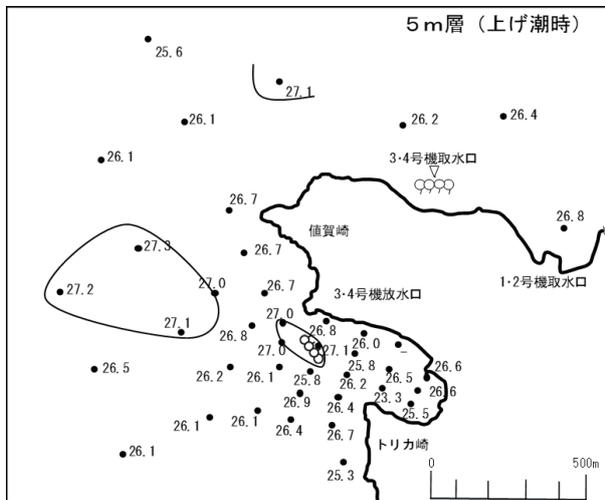
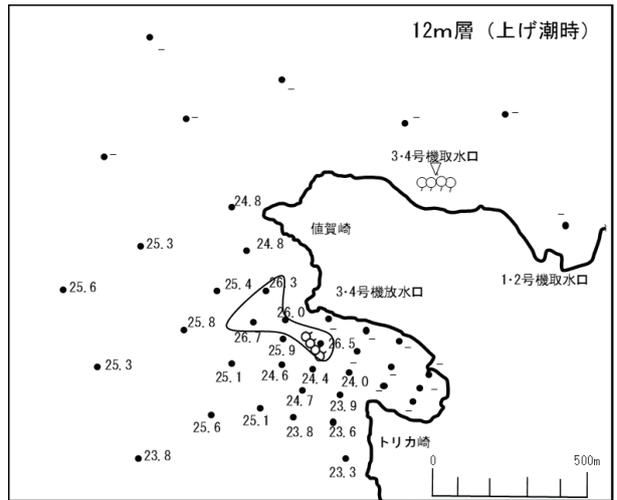
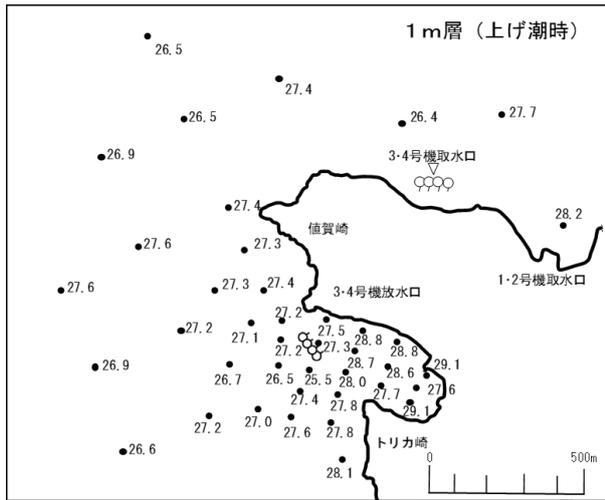


図2-4 夏季調査の上げ潮時における、放水口周辺の水深別水温水平分布

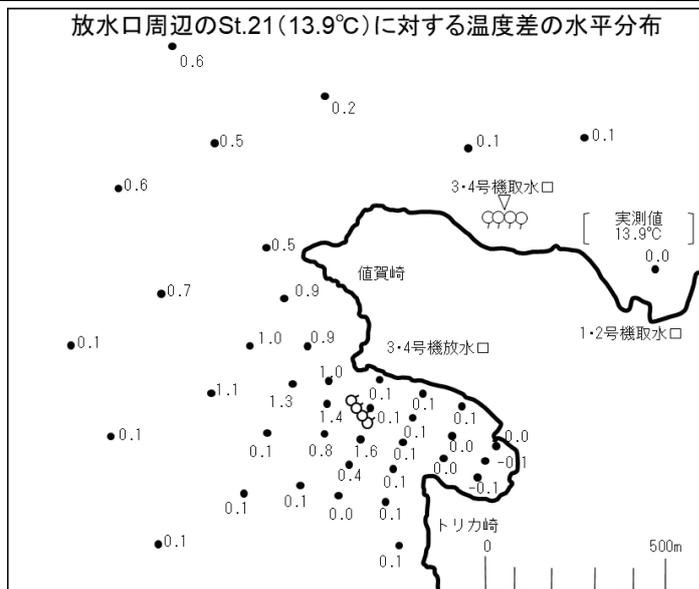
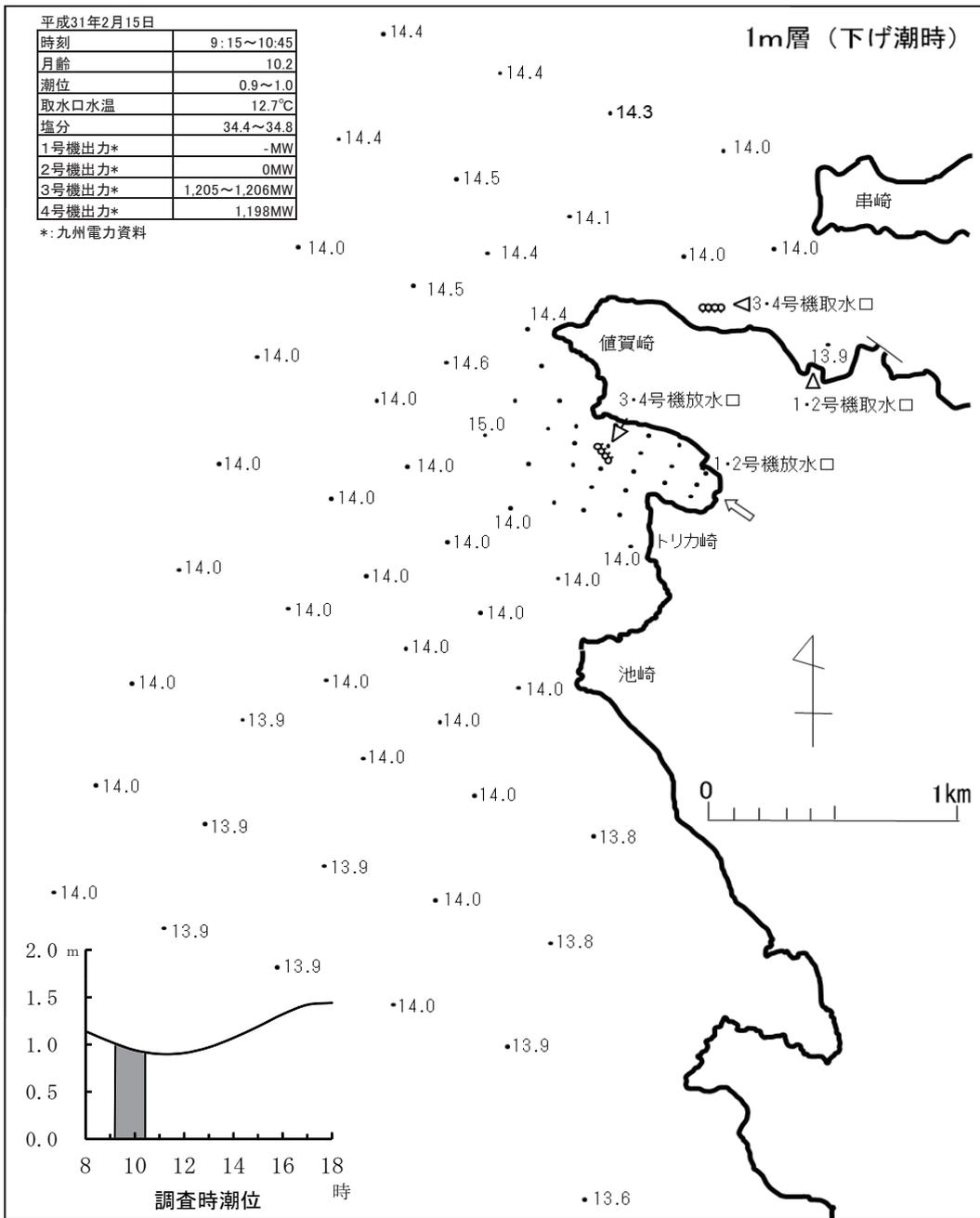


図2-5 冬季調査の下げ潮時における水温の分布(上段)および放水口周辺の水温差の分布(下段)

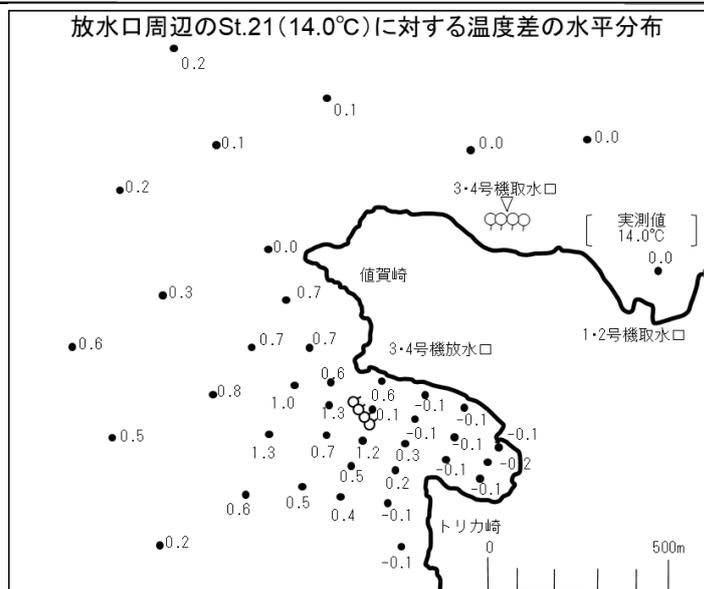
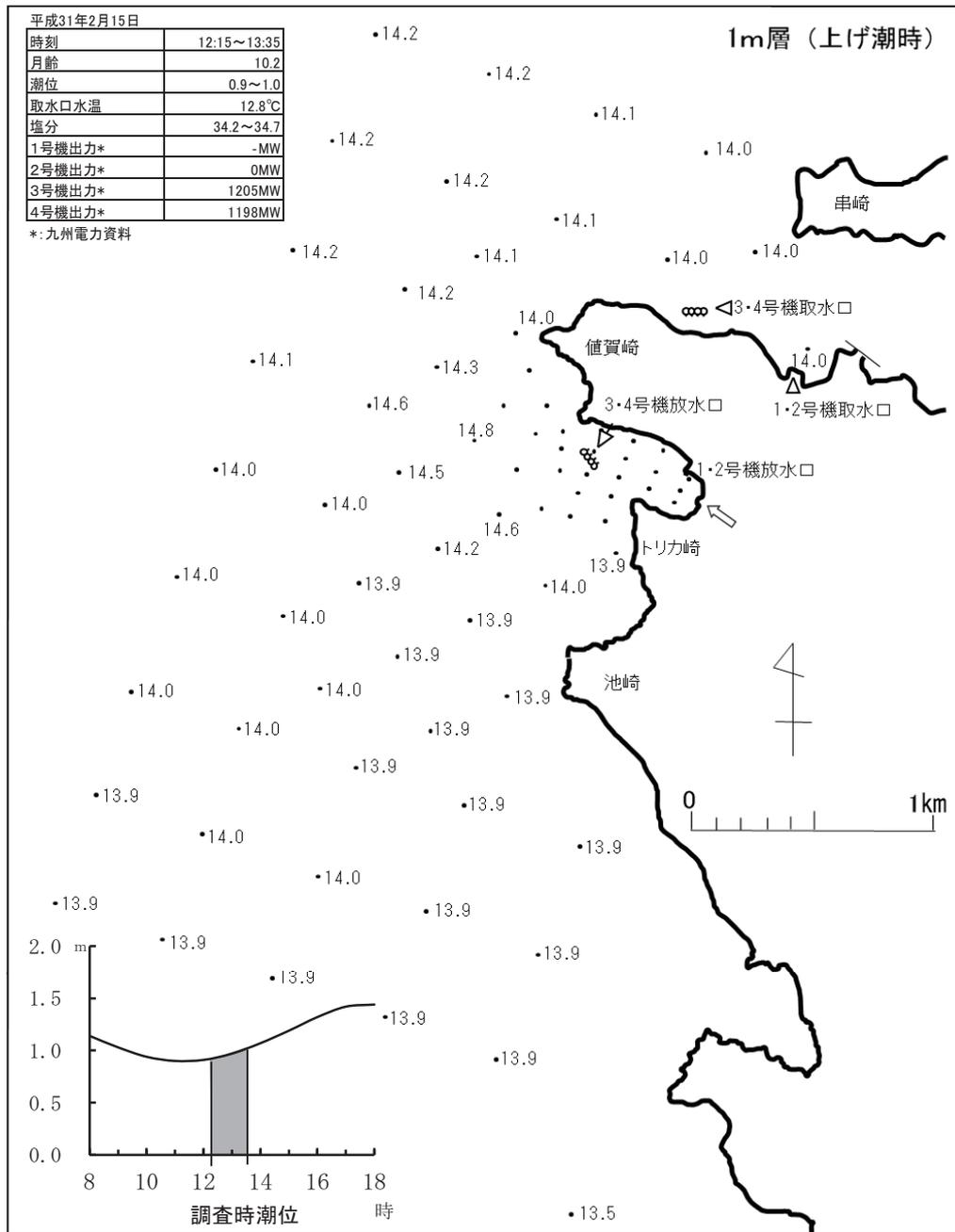


図2-6 冬季調査の上げ潮時における水温の分布(上段)および放水口周辺の水温差の分布(下段)

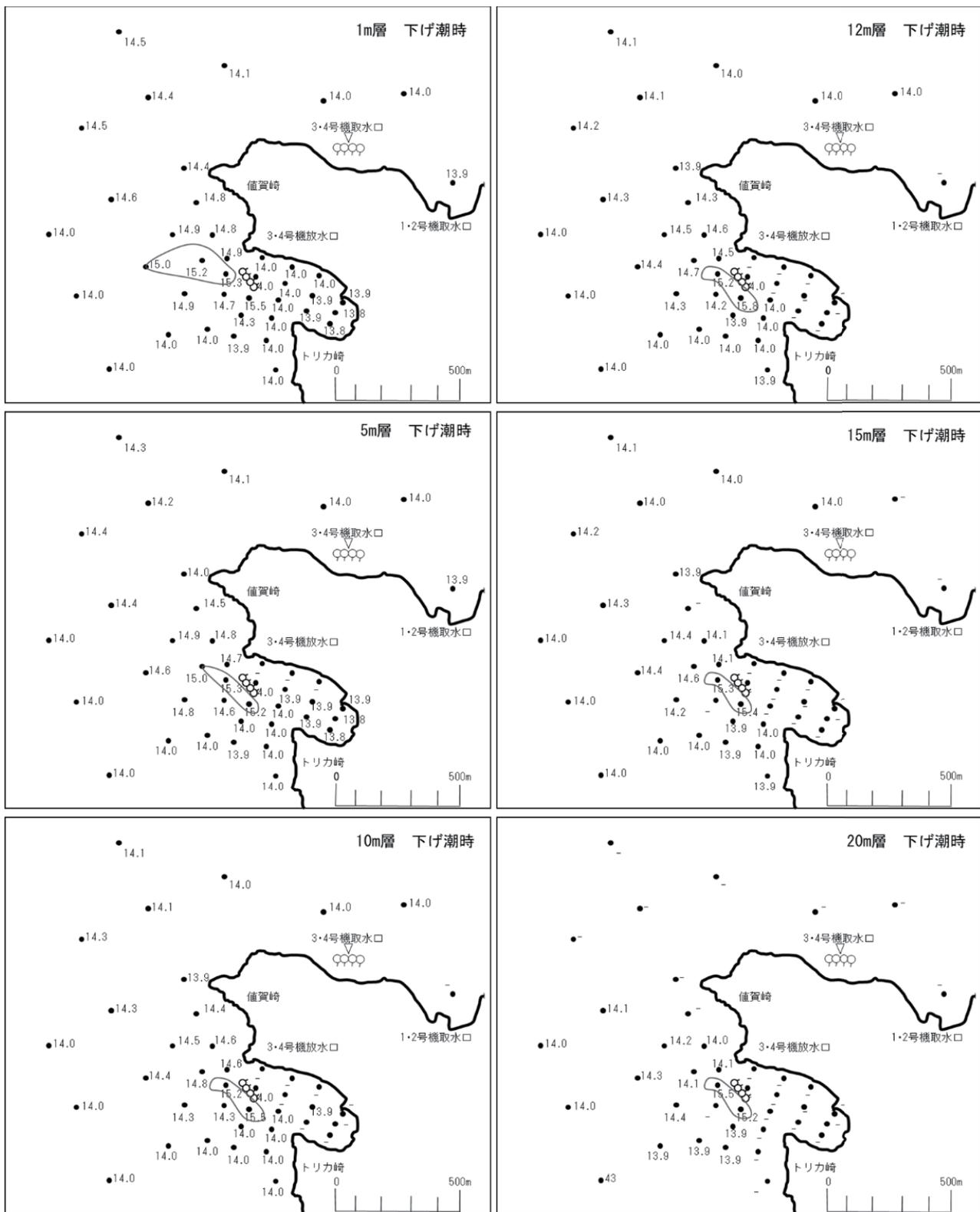


図2-7 冬季調査の下げ潮時における、放水口周辺の水深別水温水平

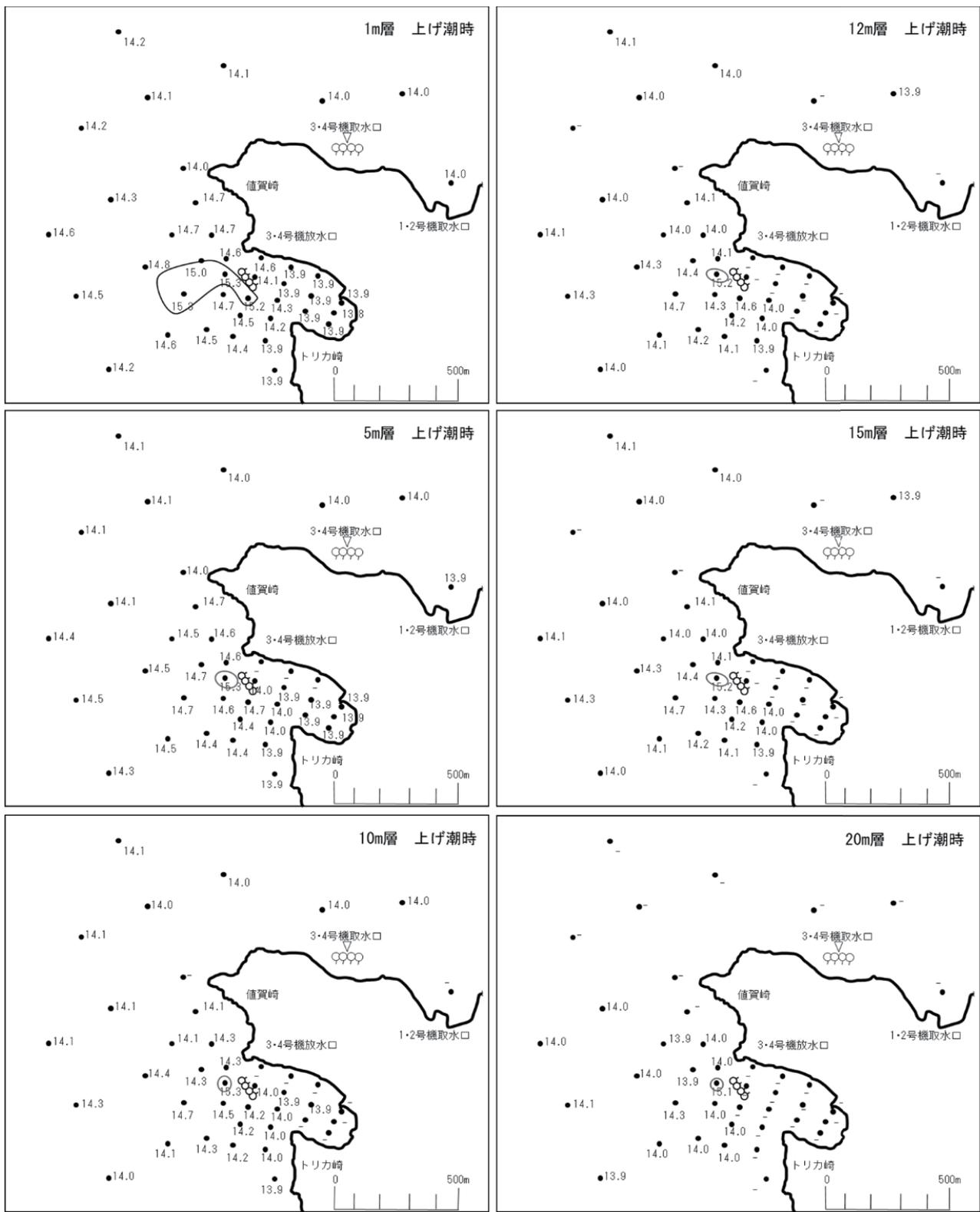


図2-8 冬季調査の上げ潮時における、放水口周辺の水深別水温水平

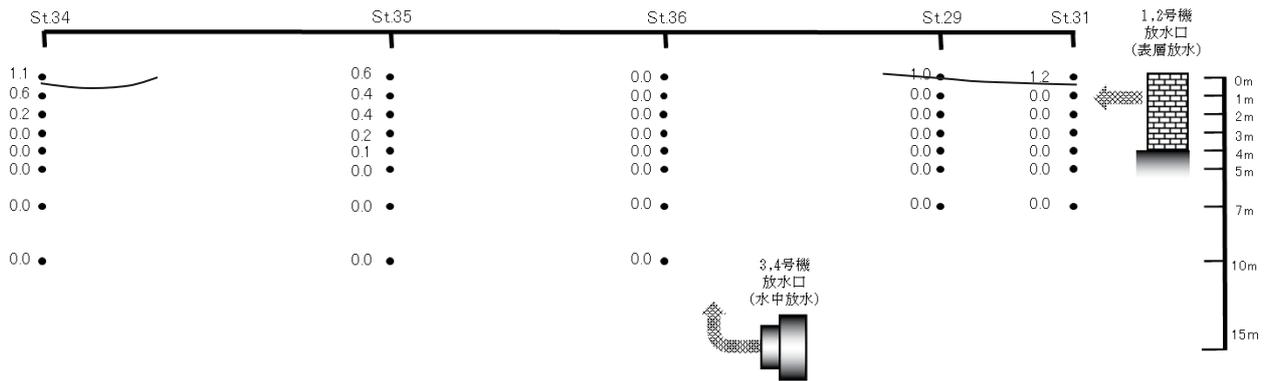


図3-1 夏季下げ潮時における1、2号機取水口付近 (St.21) の1m層水温 (27.0°C) に対する温度差の鉛直分布

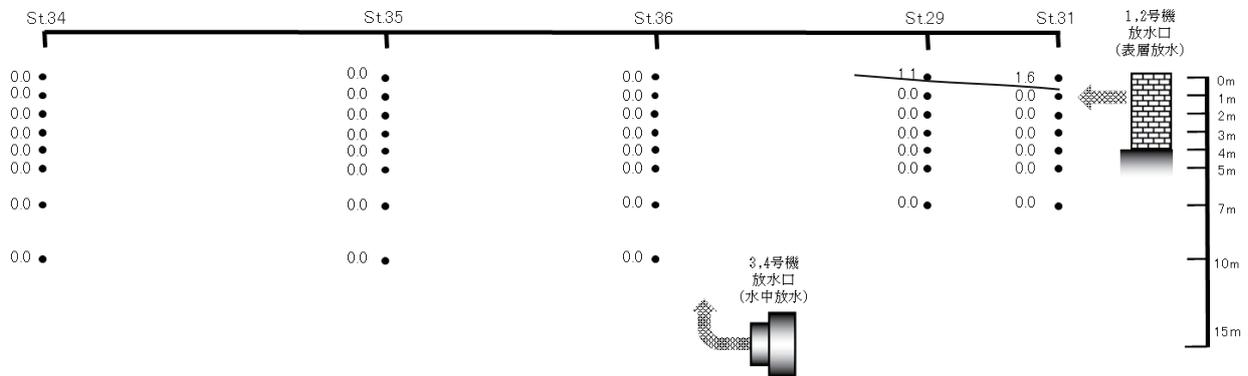


図3-2 夏季上げ潮時における1、2号機取水口付近 (St.21) の1m層水温 (28.2°C) に対する温度差の鉛直分布

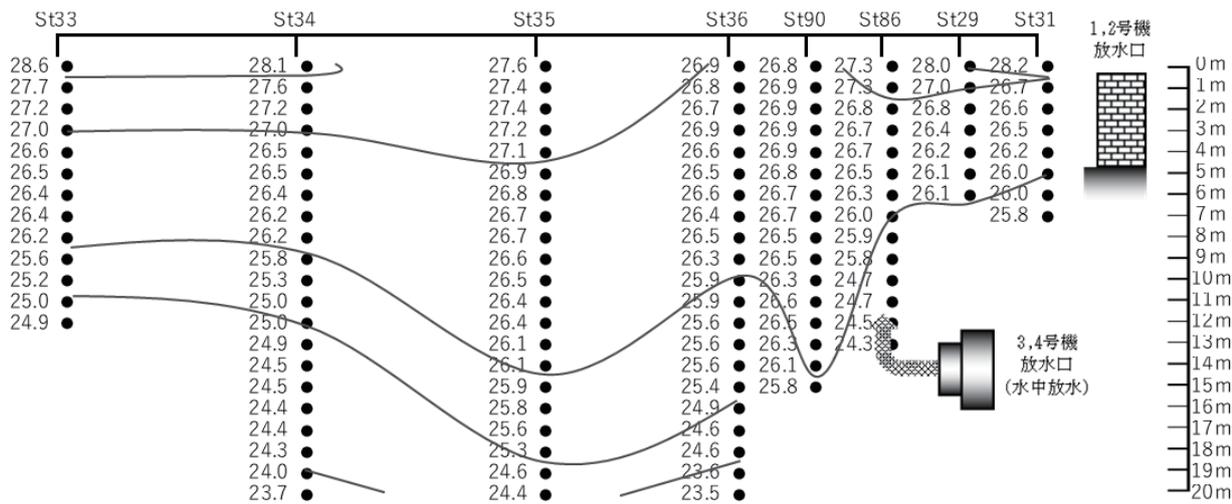


図3-3 夏季下げ潮時における水温鉛直分布

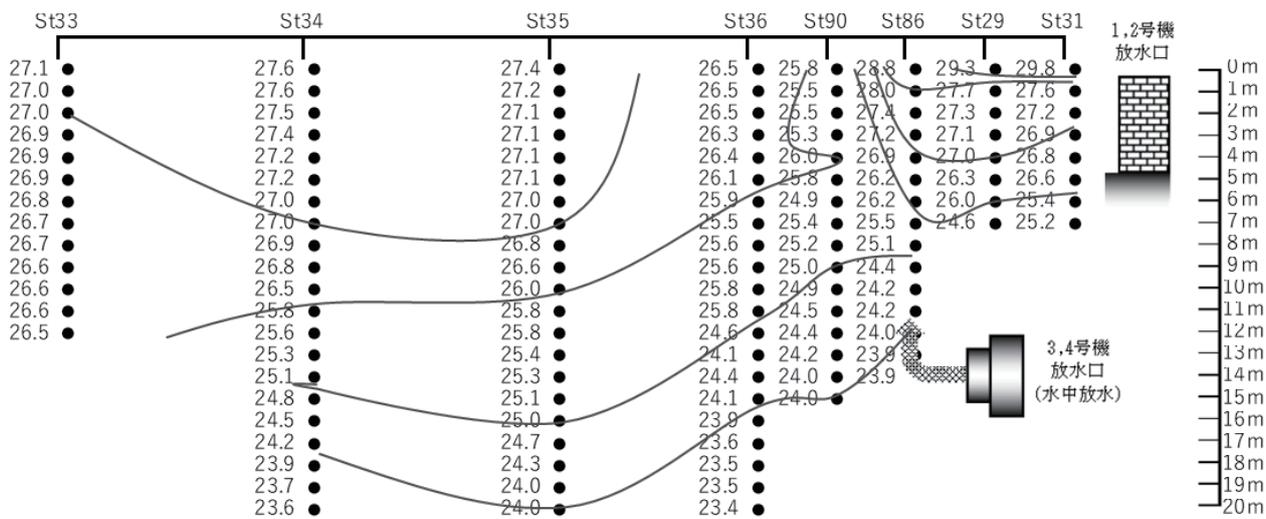


図3-4 夏季上げ潮時における水温鉛直分布

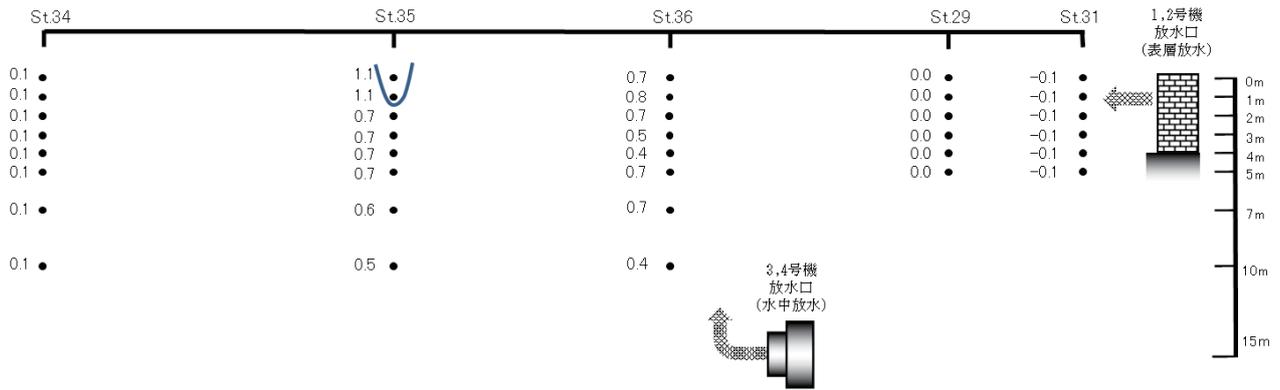


図3-5 冬季下げ潮時における1、2号機取水口付近(St.21)の1m層水温(14.0°C)に対する温度差の鉛直分布

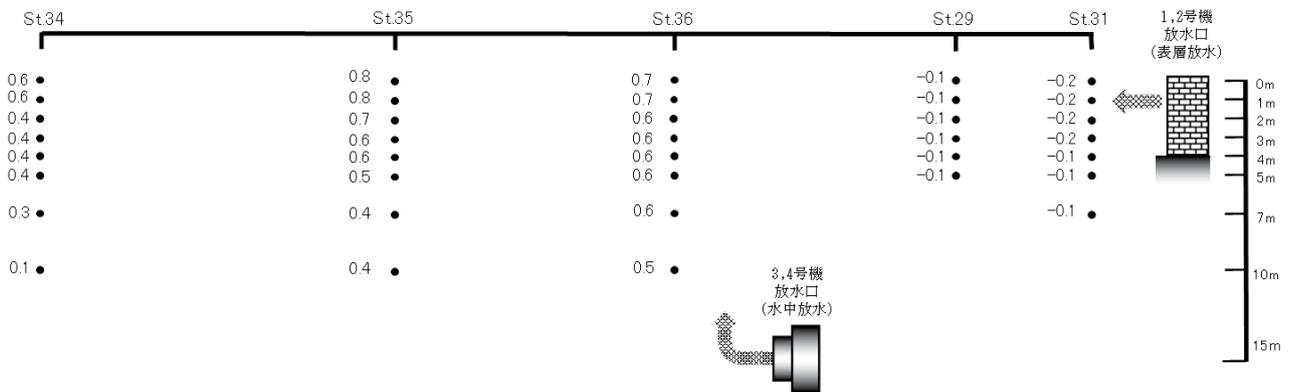


図3-6 冬季上げ潮時における1、2号機取水口付近(St.21)の1m層水温(13.9°C)に対する温度差の鉛直分布

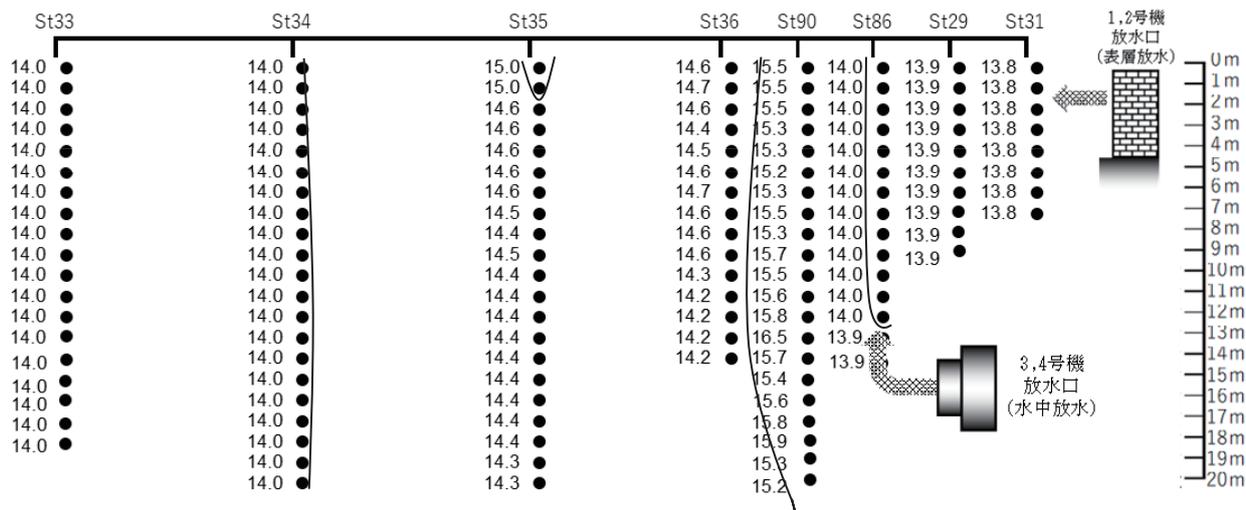


図3-7 冬季下げ潮時における水温鉛直分布

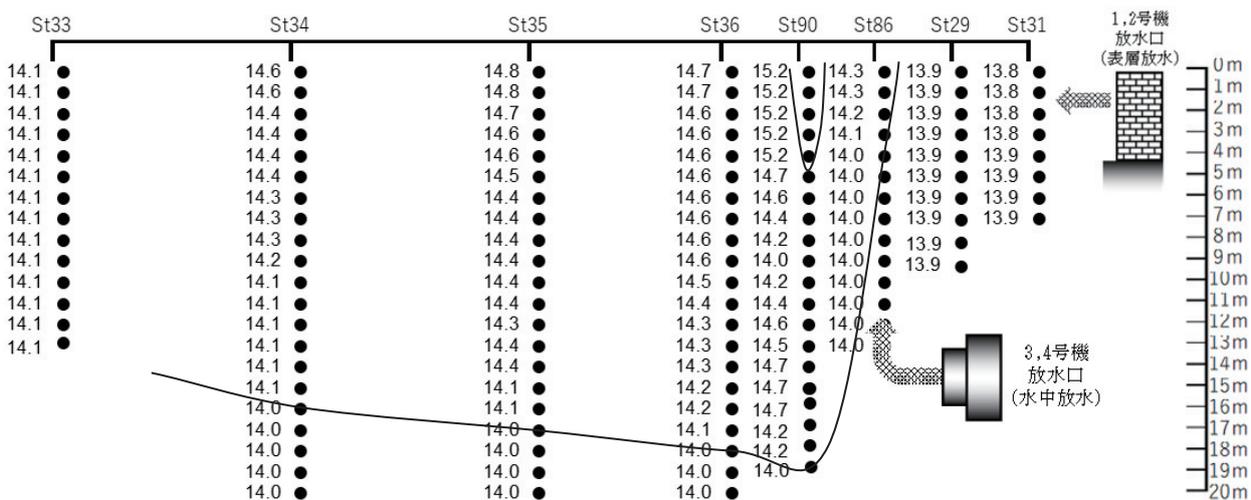


図3-8 冬季上げ潮時における水温鉛直分布

表3 夏季流動(流向・流速)調査結果

平成30年 8月28 日(月齢16.7日)

調査回次		1回目		2回目		3回目		4回目	
調査時間		10:00~10:55		11:30~12:20		13:00~13:45		14:50~15:50	
調査点	観測層	流速 (cm/s)	流向 (度)	流速 (cm/s)	流向 (度)	流速 (cm/s)	流向 (度)	流速 (cm/s)	流向 (度)
St.14	表層	3	257	18	48	6	82	5	258
	5m	4	195	7	66	20	223	1	293
	10m	5	222	15	203	10	199	2	313
	底層	3	44	14	245	16	75	6	134
St.34	表層	4	78	9	226	8	175	5	59
	5m	3	32	15	151	17	168	6	49
	10m	3	163	13	190	17	196	12	148
	底層	22	252	20	169	24	149	16	52
St.35	表層	9	219	5	256	27	300	3	128
	5m	7	82	5	258	16	47	5	143
	10m	4	150	16	104	16	327	13	2
	底層	8	143	16	211	18	334	22	299
St.36	表層	14	86	8	248	3	254	12	36
	5m	12	79	9	268	13	255	9	79
	10m	10	98	2	106	7	67	4	104
	底層	23	331	10	197	3	10	4	111
St.29	表層	5	92	20	225	12	201	4	34
	5m	4	156	13	44	5	265	10	216
	底層	5	164	10	46	6	213	9	216

九州電力資料		1回目	2回目	3回目	4回目
風向・風速(m/s)		W3.1	W4.0	WNW3.5	WNW2.4
出力 (MW)	1号機	-	-	-	-
	2号機	0	0	0	0
	3号機	1,197	1,197	1,197	1,196
	4号機	1,188	1,189	1,189	1,187
1~4号機の合計放水量(1時間あたり平均値)			183.2 m ³ /s		

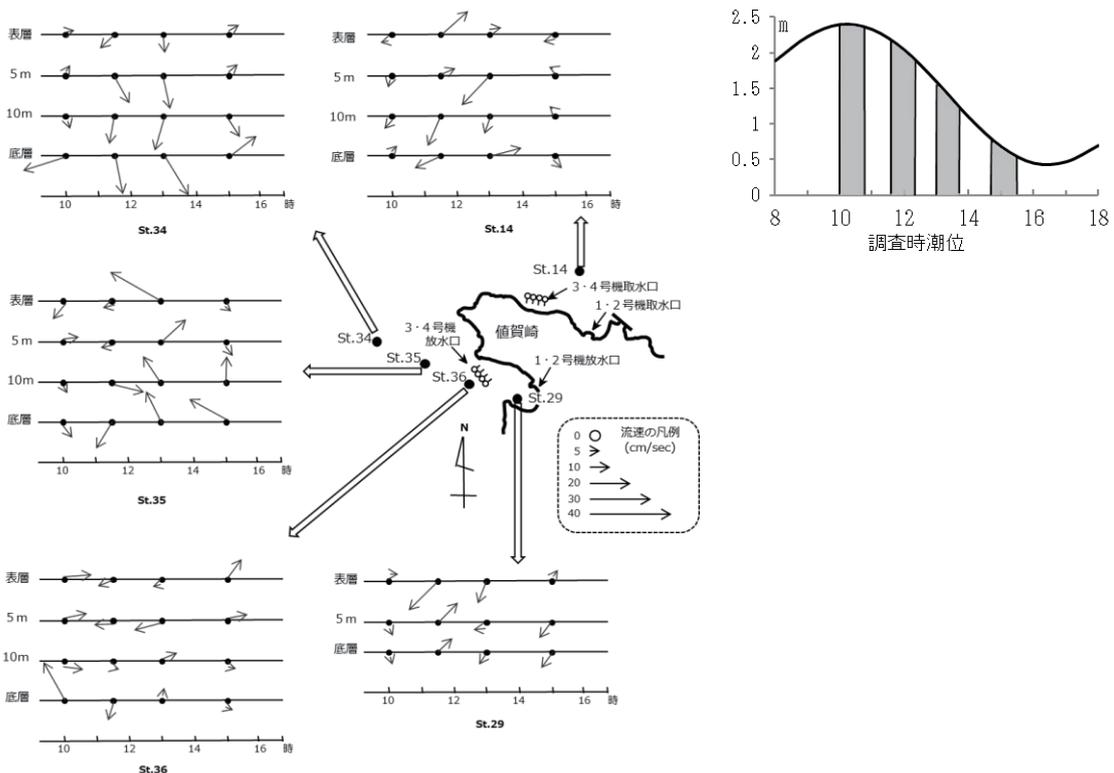


図4 夏季流動(流向・流速)調査結果

表4-1 夏季水質調査結果

(平成30年8月28日)

項目	調査点 St.14 (1,2号機 取水口付近)	放水口側			
		St.29 (1,2号機 放水口付近)	St.36 (3,4号機 放水口付近)	St.35 (3,4号機 放水口沖)	St.34 (3,4号機 放水口沖)
水温 (°C)	26.6 ~ 27.8	27.5 ~ 28.3	26.5 ~ 28.2	26.4 ~ 28.2	26.2 ~ 28.0
pH	8.32 ~ 8.35	8.31 ~ 8.33	8.35 ~ 8.39	8.35 ~ 8.38	8.34 ~ 8.36
DO (mg/L)	6.19 ~ 6.60	6.54 ~ 6.66	6.47 ~ 6.76	6.44 ~ 6.61	6.40 ~ 6.76
濁度 (mg/L)	0.2 ~ 0.6	0.1 ~ 0.6	0.3 ~ 0.4	0.3 ~ 0.7	0.3 ~ 1.4
クロロフィル-a ($\mu\text{g/L}$)	0.3 ~ 1.7	0.7 ~ 1.6	0.3 ~ 2.7	0.3 ~ 2.2	0.7 ~ 1.3
水深(m)	22	9	22	30	41

表示は、0.3(表層),5,10,B-1(底層)mの測定値の範囲[最低~最高]を示す。

取水口側 St.14

放水口側 St.29

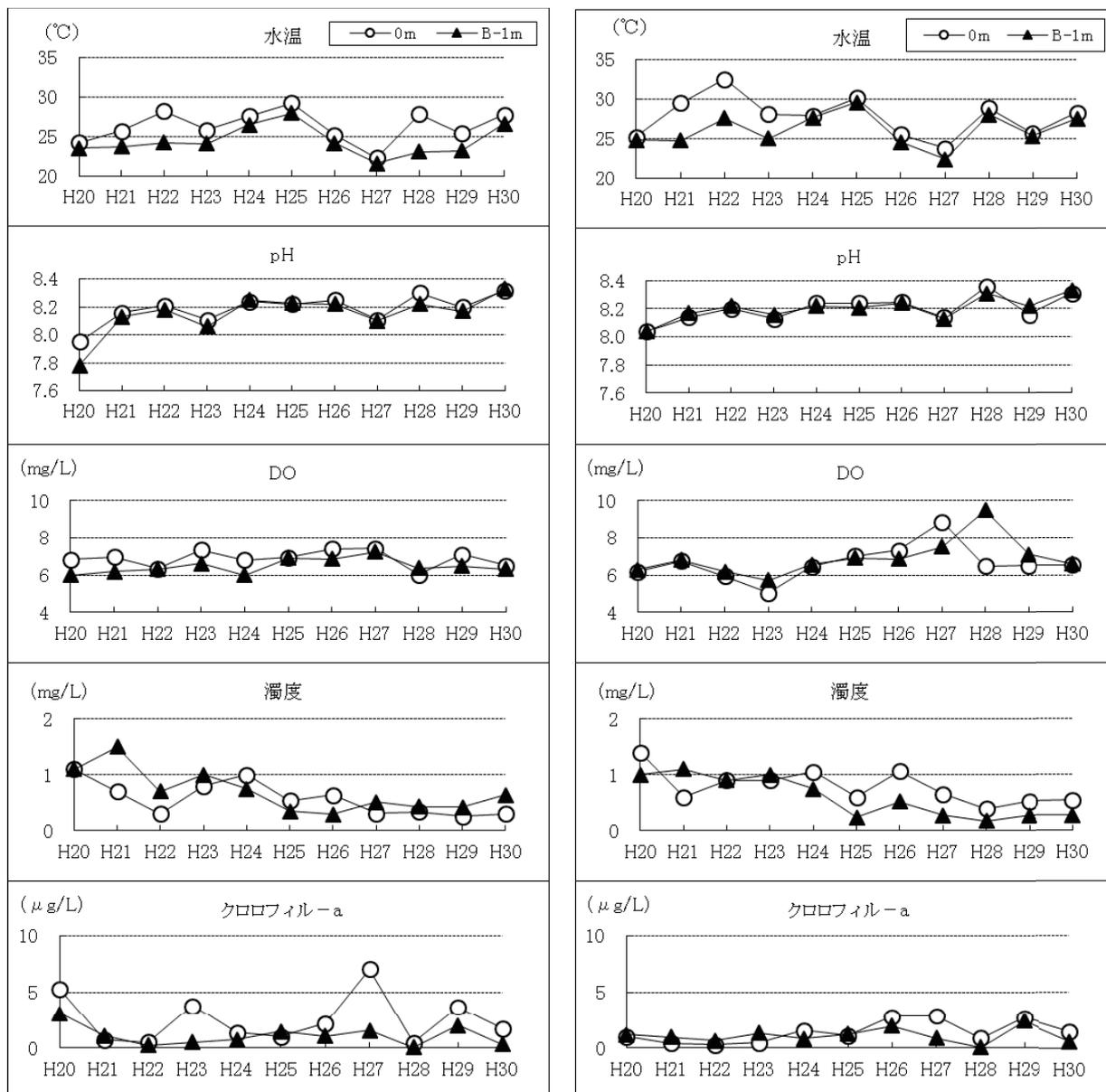


図5-1 夏季水質調査の経年変化

表4-2 冬季水質調査結果

(平成31年2月13日)

項目	調査点 取水口側 St.14 (1,2号機 取水口付近)	放水口側			
		St.29 (1,2号機 放水口付近)	St.36 (3,4号機 放水口付近)	St.35 (3,4号機 放水口沖)	St.34 (3,4号機 放水口沖)
水温 (°C)	13.9 ~ 14.2	14.1 ~ 14.2	13.9 ~ 14.0	14.0 ~ 14.1	14.2
pH	8.2 ~ 8.3	8.2 ~ 8.3	8.2 ~ 8.3	8.2	8.2
DO (mg/L)	8.3	8.3	8.2 ~ 8.3	8.2	8.2
濁度 (mg/L)	0.1 ~ 0.4	0.2 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5	0.2 ~ 0.9	0.1 ~ 1.2
クロロフィル-a ($\mu\text{g/L}$)	0.7 ~ 1.1	0.1 ~ 0.3	0.7 ~ 1.1	0.9 ~ 1.1	0.6 ~ 1.3
水深(m)	21.5	7.0	22.5	32.5	40.5

表示は、0.3(表層),5,10,B-1(底層)mの測定値の範囲[最低~最高]を示す。

取水口側St.14

放水口側St.29

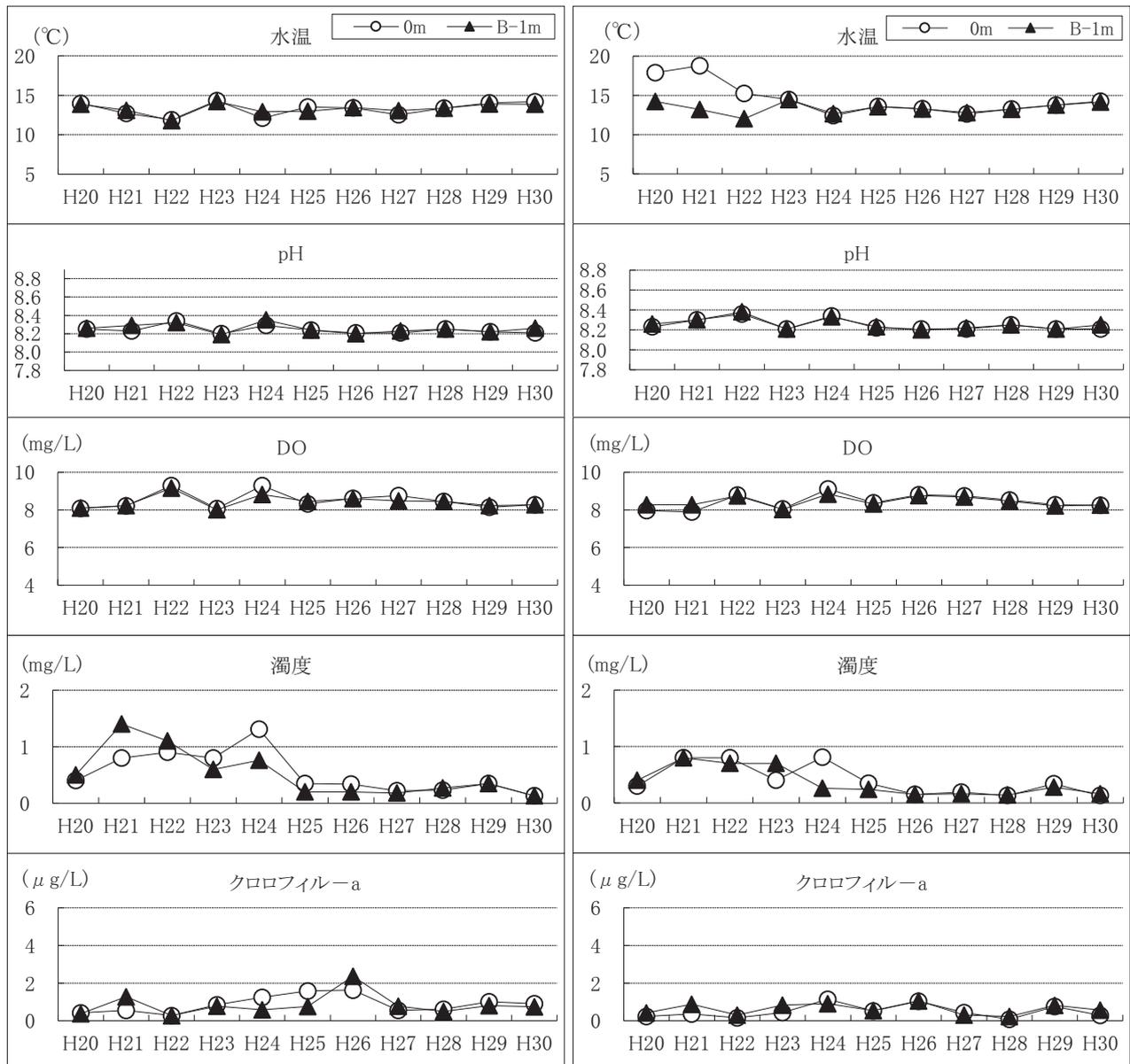


図5-2 冬季水質調査の経年変化

表5 夏季底質調査結果

(平成30年8月29日)

調査点(St.)		取水口側	放水口側								
		14	6	14A	15	17	18	29	33	36	39
COD (mg/g乾泥)		1.9	1.7	1.4	5.9	3.9	1.4	2.3	1.2	1.6	1.5
粒度組成 (%)	礫 (2mm以上)	8	0	0	6	0	1	5	10	6	0
	粗砂 (2~0.425mm)	67	6	3	30	15	18	40	51	22	8
	細砂 (0.425~0.075mm)	17	80	81	31	64	66	34	25	47	63
	シルト・粘土 (0.075mm以下)	8	14	16	33	21	15	21	14	25	29
中央粒径 (mm)		0.7	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2

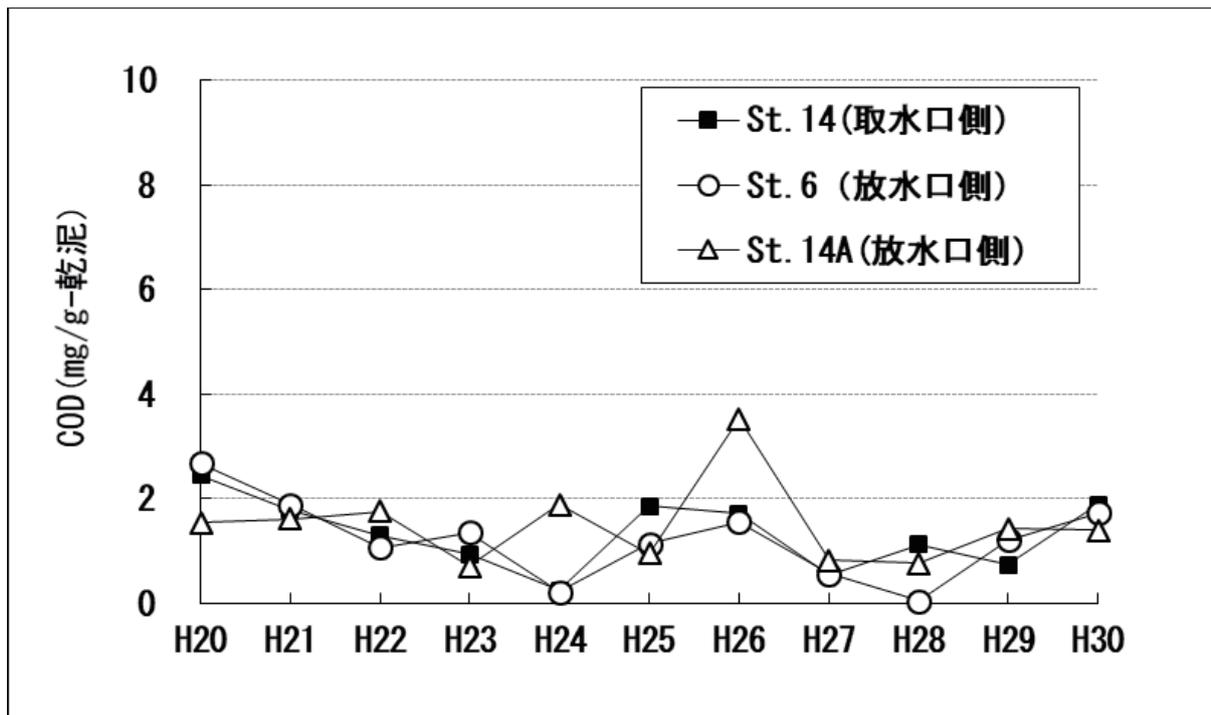
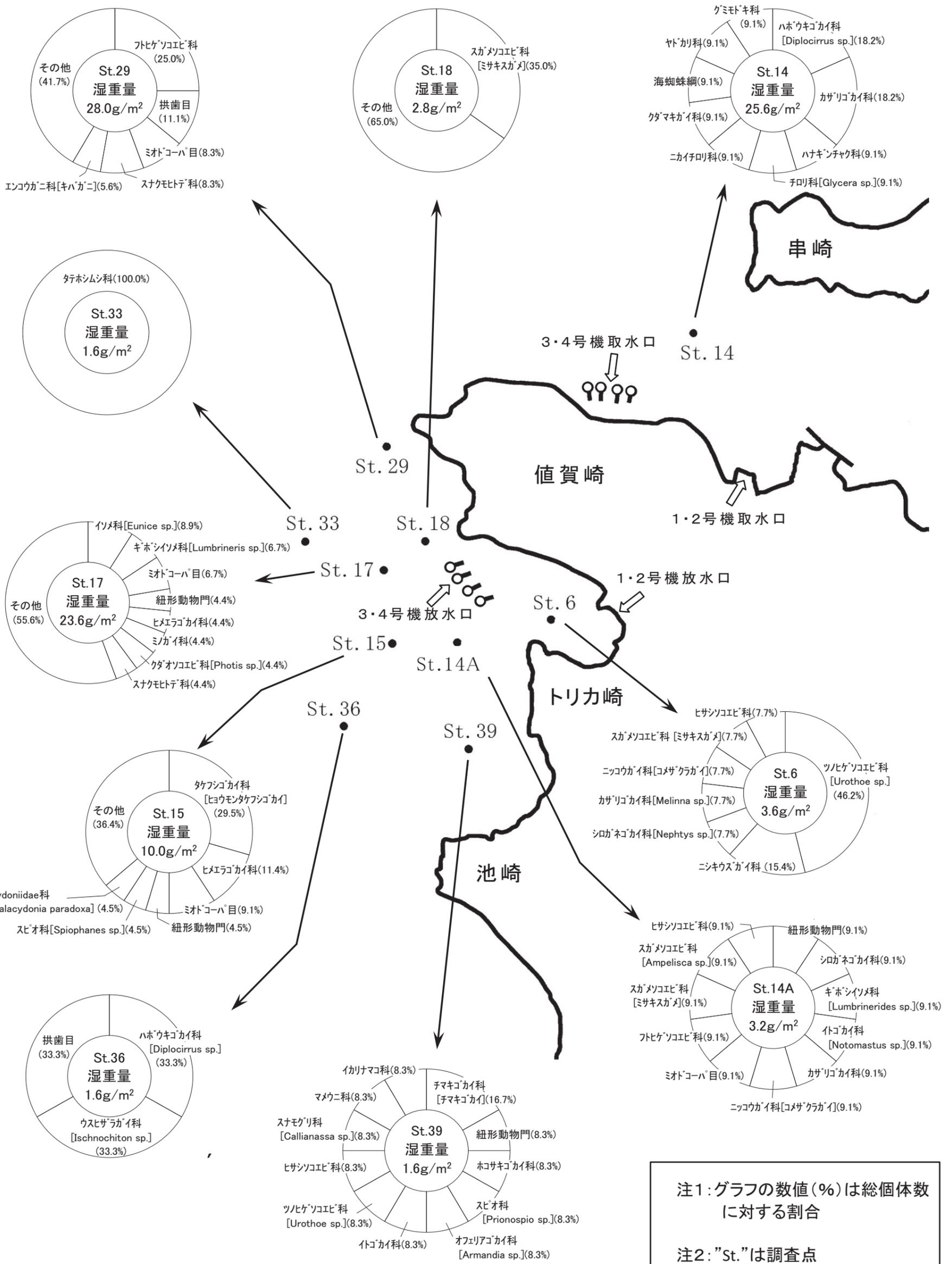


図6 夏季底質CODの経年変化



注1: グラフの数値 (%) は総個体数に対する割合
 注2: "St." は調査点

図7 夏季底生生物調査(平成30年8月29日)

表6-1 夏季付着生物調査結果

平成30年8月11日,12日

潮間帯付近の動物

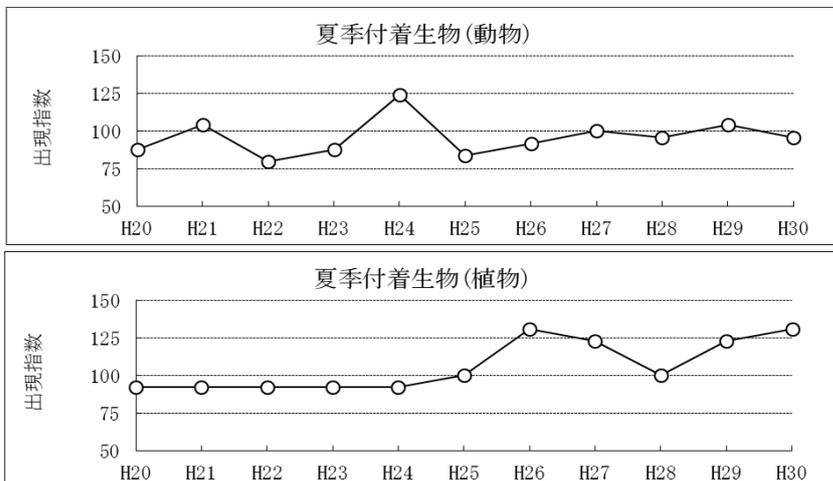
種 類			調 査 測 線									
			A-3	B-2	B-3	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2	E-3
軟体動物門	腹足綱	カサガイ類	r	c	c	c	c	c	c	c	r	c
		クロズケガイ		r		r			r			
		クマノコガイ						r	r			
		イシダタミ		c		r		r	r	r		r
		コシダカガンガラ	r					r				
		クボガイ		r				r	r	r		
		パテイラ				r		r				
		スガイ								r	c	
		アマガイ類		r				r		r	c	
		タマキビ類	cc	cc	cc	cc	c	c	c	c	cc	c
		オオヘビガイ	r					r				
		イボニシ	c	r	c	r	c	r		r	r	r
	レイシガイ類	r	r	r	r				r			
	イソニナ						r					
	二枚貝綱	ムラサキインコ	r	r	c	cc	r	r	r		r	r
イワホリガイ類					r				r	r		
ケガキ		r			c	cc					r	
多板綱	ヒザラガイ類	c	r	c	c	c	r		c	r	r	
刺胞動物門	花虫綱	イソギンチャク類	c			r		r		r	r	
環形動物門	多毛綱	ヤッコカンザシ	r	cc	r	r	r	r	r	r	r	
節足動物門	甲殻綱	カメノテ	r	r	r	c	r	r	r	r	r	
		イワフジツボ	cc	r	c	r	r	r		r	r	
		クロフジツボ	c		cc		r	r	r	c		
棘皮動物門	ウニ綱	ムラサキウニ	r		c	r		r				

潮間帯付近の植物

平成30年8月11日,12日

種 類			調 査 測 線									
			A-3	B-2	B-3	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2	E-3
緑藻植物門	緑藻綱	アオサ類	r			r						
褐藻植物門	同形世代綱	アミジグサ類	r		r	r		r		r		
		ウミウチワ類						r				
	異形世代綱	イシゲ	r		c	c	r	r		c	r	c
		イワヒゲ	r					r				
		フクロノリ			r							
		コンブ類						r				
	円孢子綱	ヒジキ	r		r	c	cc	c	c	cc		r
		ウミトラノオ	c		r	c				c	r	c
		イソモク			r			r				
		ホンダワラ類	r									
紅藻植物門	真正紅藻綱	ヒメテングサ	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		テングサ類	r	r		r		c	r	r		r
		マクサ				r						
		無節石灰藻	cc	cc	c	cc	cc	cc	c	cc	r	cc
		有節石灰藻	r	r	c	cc	r	c	c	r	r	
ソゾ類	r	r				r	r	r		r		

(注)r:極少量見られる c:少量見られる cc:普通に見られる ccc:多く見られる



出現指数は平成10年度の総出現種類数(動物;25種、植物;13種)を100としている

図8-1 夏季付着生物の出現指数の経年変化

表6-2 冬季付着生物調査結果

平成31年2月21,22日

潮間帯付近の動物

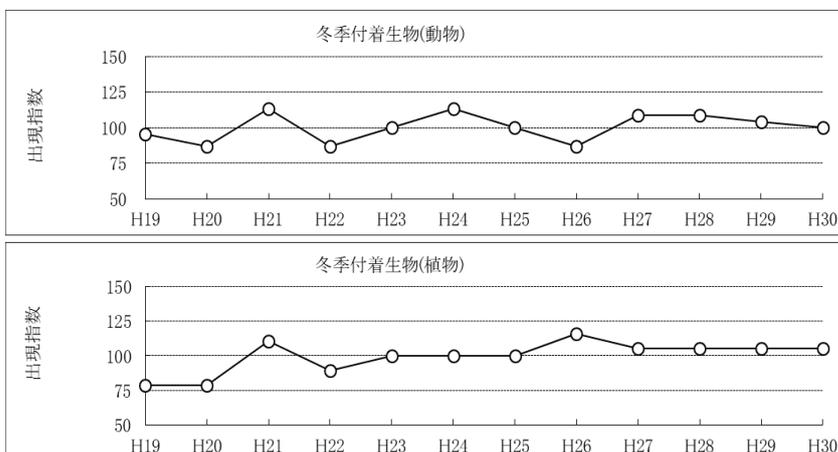
種 類			調 査 測 線									
			A-3	B-2	B-3	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2	E-3
軟体動物門	腹足綱	カサガイ類	c	c	c	c	c	c	c	c	r	c
		クロズケガイ		c				c	c			
		クマノコガイ		r		r				r		c
		イシダミ		r	r	r				r	r	r
		コシダカガンガラ	r			r						
		クボガイ		r		r				r		r
		スガイ									r	
		アマガイ類		c							c	
		タマキビ類	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	c	cc	cc
		オオヘビガイ	r					r				
		イボニシ	c	r	c	r		r		r	r	c
		レイシガイ類								r		
		イソニナ		r				r		r		
	二枚貝綱	ムラサキインコ	r	r	c	c	r	r		r	r	r
		ケガキ				c	cc		r			c
イワホリガイ類		r	r		c				r			
ヒザラガイ類		c		c	c	c			c	r	c	
刺胞動物門	花虫綱	イソギンチャク類	c		c	c	c	c		r	r	
環形動物門	多毛綱	ヤッコカンザシ	r	cc	r	r	r	r	r	r	r	
節足動物門	甲殻綱	カメノテ	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
	甲殻綱	イワフジツボ	cc	r	r		r		r	r	r	
	甲殻綱	クロフジツボ	r		c		r		r	r	r	
棘皮動物門	ウニ綱	ムラサキウニ	r		cc							

潮間帯付近の植物

平成31年2月21,22日

種 類			調 査 測 線									
			A-3	B-2	B-3	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2	E-3
緑藻植物門	緑藻綱	アオサ類	r			r					r	r
		ミル類		r				r		r		
褐藻植物門	同形世代綱	アミヅグサ類	r		r	r		r	r	r		
		ウミウチワ類						r				
	異形世代綱	シワノカワ	r	r	r	r	r					r
		イシゲ	r		c	r	r	r	r	c	r	r
		イワヒゲ	r				r					
		フクロノリ		r				r				
		ハバノリ	r	r	r	r			r	r	r	r
		ワカメ			r							
	円孢子綱	ヒジキ	c	r	r	c	cc	c	r	cc		c
		ウミトラノオ	c	r		r				c		r
イソモク				c			r					
ホンダワラ類				r	r							
紅藻植物門	真正紅藻綱	ヒメテングサ	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
		テングサ類	r	c		c		r	r	r	r	r
		無節石灰藻	c	cc	c	ccc	cc	cc	cc	cc	r	cc
		有節石灰藻	c	r	c	c	cc	c	c	r		r
		フクロフノリ							r	r	r	
ソゾ類		r					r		r			

(注)r:極少量見られる c:少量見られる cc:普通に見られる ccc:多く見られる



出現指数は平成10年度の総出現種類数(動物;23種、植物;19種)を100としている

図8-2 冬季付着生物の出現指数の経年変化