

## 温排水影響調査事業

堀 恭子・寺田 雅彦

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夏季と冬季に調査を実施した。なお、令和6年度の夏季及び冬季調査時は3・4号機が稼働しており、1・2号機は廃炉措置のため停止していた。

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り、フル稼働した時には、それぞれ1機あたり37m<sup>3</sup>/s、82m<sup>3</sup>/sの温排水が放出される。

### 方 法

令和6年度の夏季および冬季の調査概要を表1に、調査点を図1に示した。

### 結 果

各調査項目の調査結果の概要は、以下のとおりであった。

また、調査実施時の原子炉出力および取放水口水温等の状況を表2に示した。

#### 1. 拡散調査

夏季（7月18日）および冬季（3月12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2-1～4、鉛直分布を図3-1～4に示した。

水温の測定結果は、夏季は25.7～27.2℃、冬季は12.7～14.2℃の範囲であった。

#### 2. 流動調査

夏季（8月7日）に実施した調査結果を表3、図4に示した。

St.36で主に西～北西及び北東向きの5～60cm/sの流れがみられた。また、その他の調査点では、主に西～北西及び北東～東南東向きの5～40cm/sの流れが確認されたが、過去の変動の範囲内であった。

#### 3. 水質調査

夏季（9月3日）および冬季（2月15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。

各項目の測定範囲は、夏季では、水温が22.1～26.3℃、pHが8.18～8.35、DOが5.87～8.09mg/L、濁度が0.4～1.2mg/L、クロロフィル-aが0.41～3.47μg/Lであった。

冬季では、水温が12.2～13.1℃、pHが8.14～8.36、DOが8.36～8.56mg/L、濁度が0.1～0.4mg/L、クロロフィル-aが0.47～1.20μg/Lであった。

#### 4. 底質・底生生物調査

夏季（8月26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。

底質の中央粒径は0.2～0.6mm、CODは1.2～4.1mg/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た。

#### 5. 付着生物調査

夏季（7月31日、8月1日）および冬季（1月30日、31日、2月1日、15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、動物では、巻貝類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、紅藻類のサンゴモ類が多く、多くの地点で確認された。

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18日 3月12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 ASTD102)	図2-1~4 図3-1~4
流動調査	8月7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	9月3日 2月15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	・ナンセン転倒採水器による採水 ・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 ASTD102) ・pH:卓上測定器による測定 (HORIBA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26日	粒度組成 COD ベントス	10	海底土	・スミス・マッキンタイヤ採泥器による採泥 ・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	7月19日 20日 21日 8月17日 1月30日 31日 2月1日 15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 拡散調査時における出力および環境等の状況

[夏季]			拡散調査	
			下げ潮時	上げ潮時
調査年月日			令和6年7月18日	
調査時間			11:06~12:23	14:21~16:09
出力	1号機	MW	-	-
	2号機	MW	-	-
	3号機	MW	1,206~1,207	1,192~1,193
	4号機	MW	1,205~1,208	1,190~1,192
取水口水温	1、2号機	℃	27.7~27.9	28.2~28.6
	3、4号機	℃	25.4~25.8	24.9~26.0
放水口水温	1、2号機	℃	26.2	26.3~26.5
	3、4号機	℃	32.0~32.3	31.6~32.6
取放水口水温差	1、2号機	℃	-1.5~-1.7	-1.9~-2.3
	3、4号機	℃	6.4~6.6	6.6~6.7
気象 海象等	風向・風速	m/s	SW~SSW・5.4~4.8	SW~SSW・6.3~7.5
	月齢 <sup>※1</sup>	日	12.2	
	潮位 <sup>※2</sup>	m	0.7~0.9	0.6~1.0
	気温	℃	30.4~31.2	30.6~31.2
	塩分 <sup>※3</sup>		30.9~32.0	31.1~32.1

[冬季]			拡散調査	
			下げ潮時	上げ潮時
調査年月日			令和7年3月12日	
調査時間			12:27~13:39	15:42~16:48
出力	1号機	MW	-	-
	2号機	MW	-	-
	3号機	MW	1,207~1,209	1,206~1,207
	4号機	MW	1,195~1,197	1,197
取水口水温	1、2号機	℃	12.8	12.8
	3、4号機	℃	12.7	12.8
放水口水温	1、2号機	℃	12.9~13.0	12.8
	3、4号機	℃	19.5~19.7	19.5~19.8
取放水口水温差	1、2号機	℃	0.1~0.2	0.0
	3、4号機	℃	6.8~7.0	6.7~7.0
気象 海象等	風向・風速	m/s	W・2.4~3.3	WSW~SW・1.6~2.3
	月齢 <sup>※1</sup>	日	12.1	
	潮位 <sup>※2</sup>	m	0.6~1.1	0.7~1.0
	気温	℃	13.3~13.4	13.2~13.5
	塩分 <sup>※3</sup>		34.2~34.6	34.0~34.5

※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

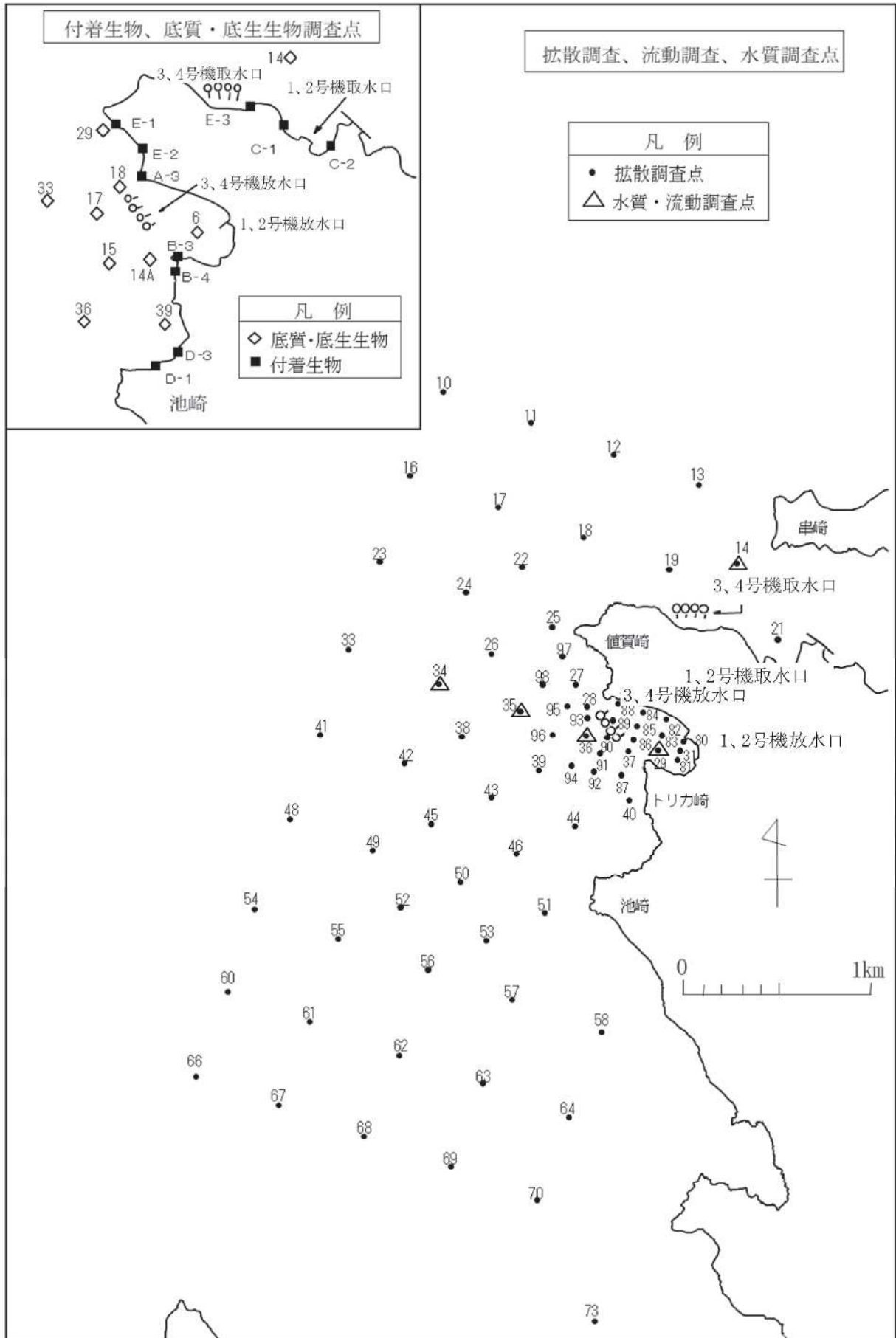
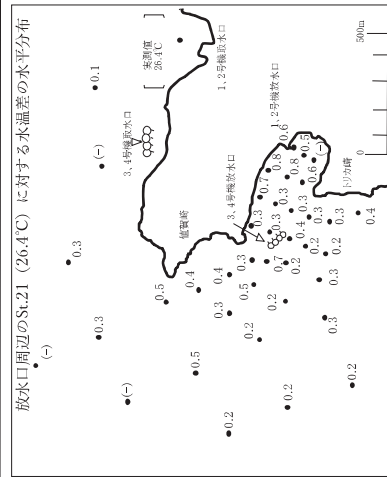
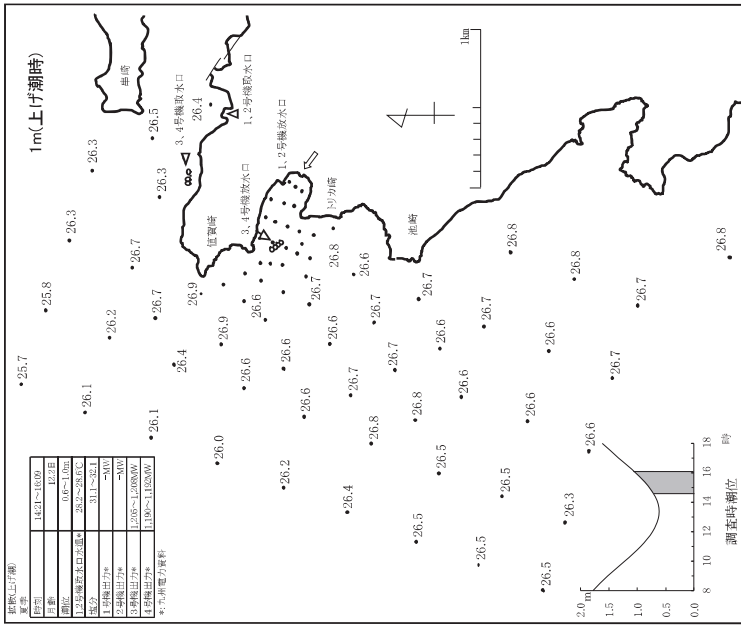
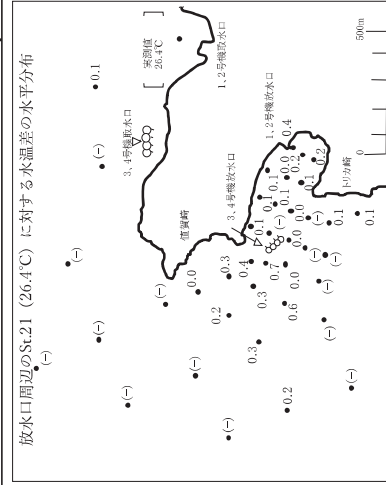
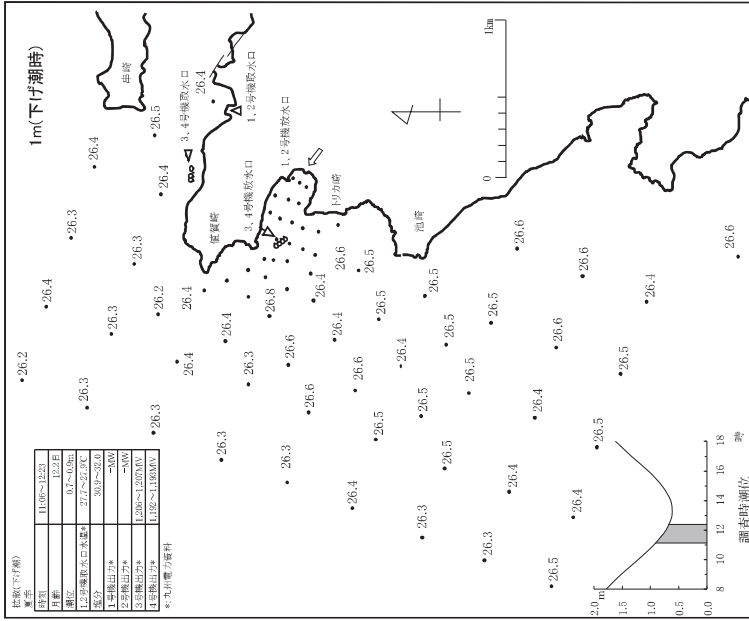


図1 調査点図



\* 1.2号機取水口付近 St.21 (1m層) の水温26.4℃に対し、それより低い水温が観測された地点と、その温度差を示す。

図2-2 夏季拡散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)

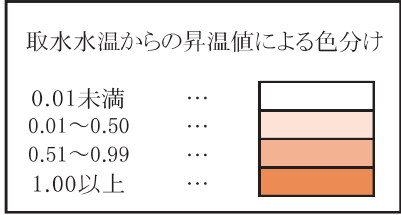
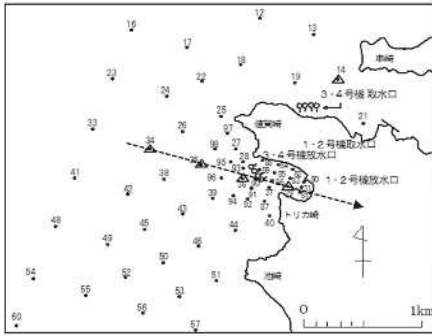


\* 1.2号機取水口付近St.21 (1m層) の水温26.4℃に対し、それより低い水温が観測された地点と、その温度差を示す。

図2-1 夏季拡散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)



水温鉛直分布調査ライン



- : 取水水温に対し、低い水温が観測された地点

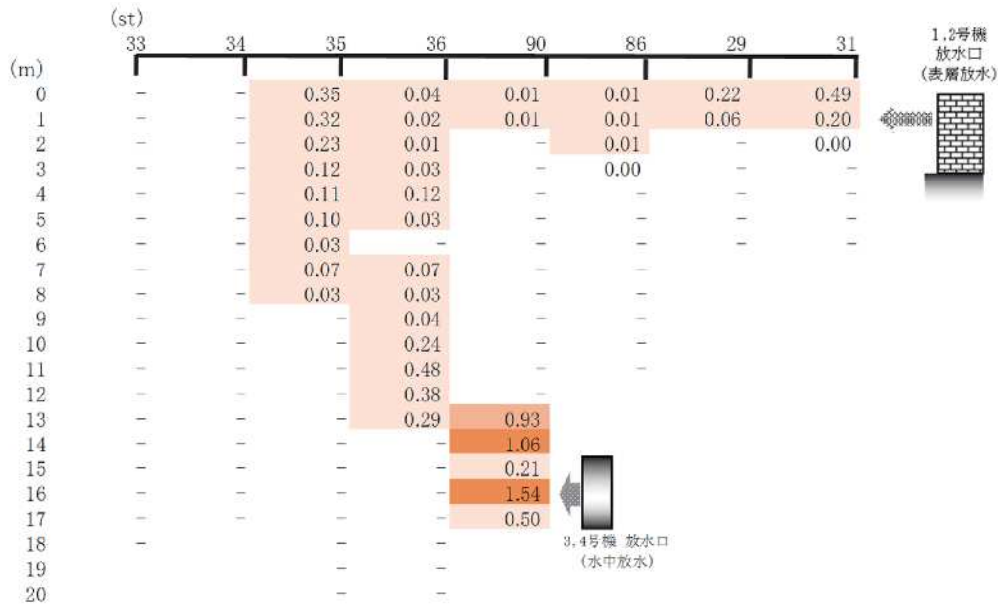


図3-1 夏季下げ潮時における水温鉛直分布

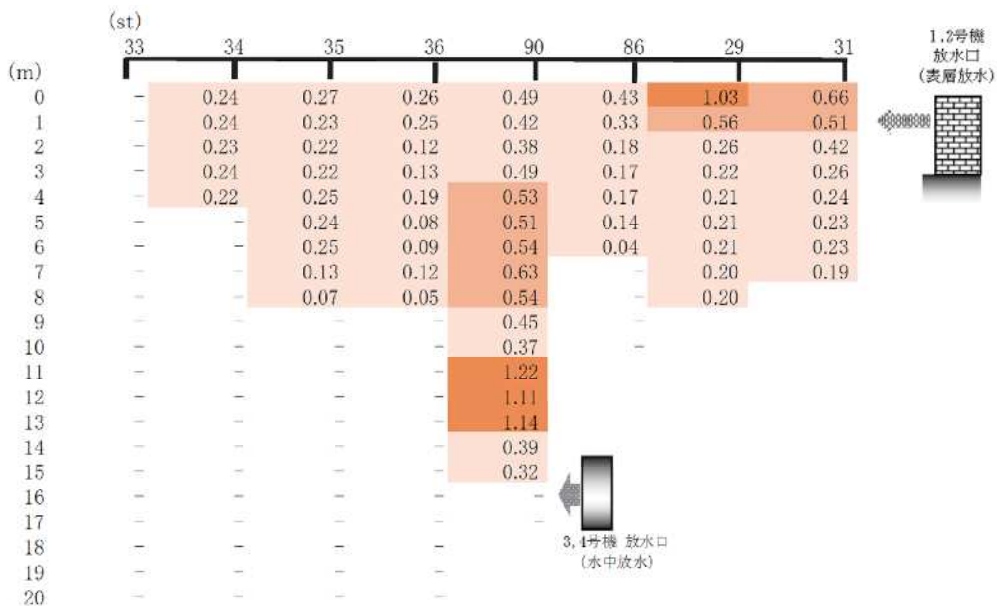
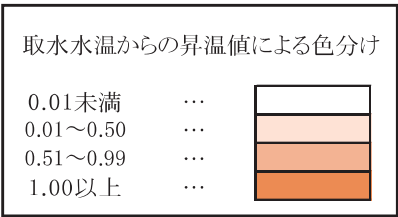


図3-2 夏季上げ潮時における水温鉛直分布

水温鉛直分布調査ライン



- : 取水水温に対し、低い水温が観測された地点

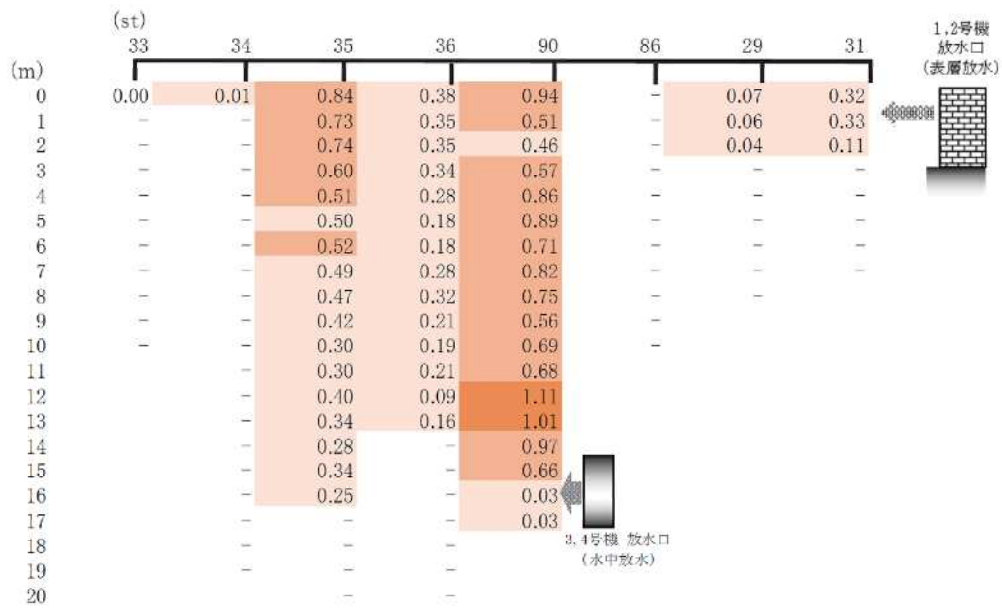


図3-3 冬季下げ潮時における水温鉛直分布

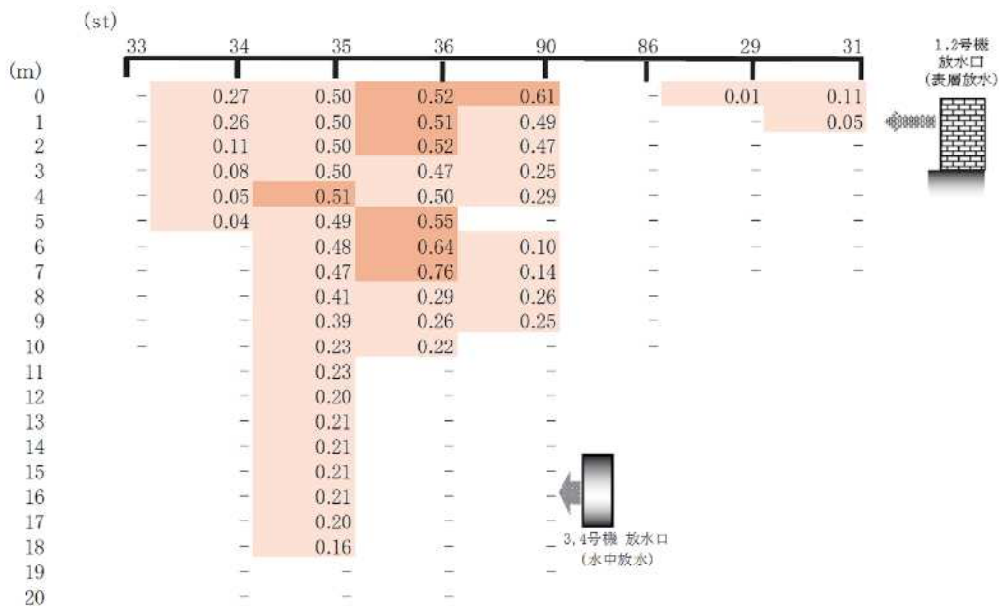


図3-4 冬季上げ潮時における水温鉛直分布

表3 夏季流動（流向・流速）調査結果

令和6年8月7日(月齢2.7日)

調査回次		1回目		2回目		3回目		4回目	
調査時間		10:51~11:30		12:21~13:00		13:51~14:30		15:21~15:56	
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	10	140	5	280	25	160	20	330
	5m	15	110	20	280	10	340	20	300
	10m	20	80	25	290	15	150	25	290
	底層	5	240	10	90	20	310	15	110
St.34	表層	15	80	10	260	15	10	10	330
	5m	25	350	30	350	15	140	20	280
	10m	40	330	40	330	25	320	30	180
	底層	25	330	20	30	15	170	10	330
St.35	表層	10	150	30	290	15	290	30	50
	5m	20	280	25	290	35	40	35	40
	10m	25	300	25	330	35	20	35	70
	底層	15	320	15	50	30	70	25	50
St.36	表層	60	260	15	270	15	160	5	60
	5m	40	290	10	50	15	120	15	150
	10m	20	320	5	280	15	280	5	310
	底層	10	350	10	310	25	110	15	330
St.29	表層	15	130	10	280	15	140	25	20
	5m	5	210	15	130	10	40	15	110
	10m	10	20	5	160	10	310	15	320
	底層	5	290	10	300	5	290	10	130

九州電力資料	1回目	2回目	3回目	4回目
風向・風速(m/s)	NE~NNE・3.3~3.5	N・3.4	NNE・4.3~5.5	NNE・5.1
出力 (MW)	1号機	-	-	-
	2号機	-	-	-
	3号機	1,203~1,204	1,203	1,203~1,204
	4号機	1,187~1,188	1,189	1,190~1,191
1~4号機の合計放水量(1時間あたり平均値)		165.4 m <sup>3</sup> /s		

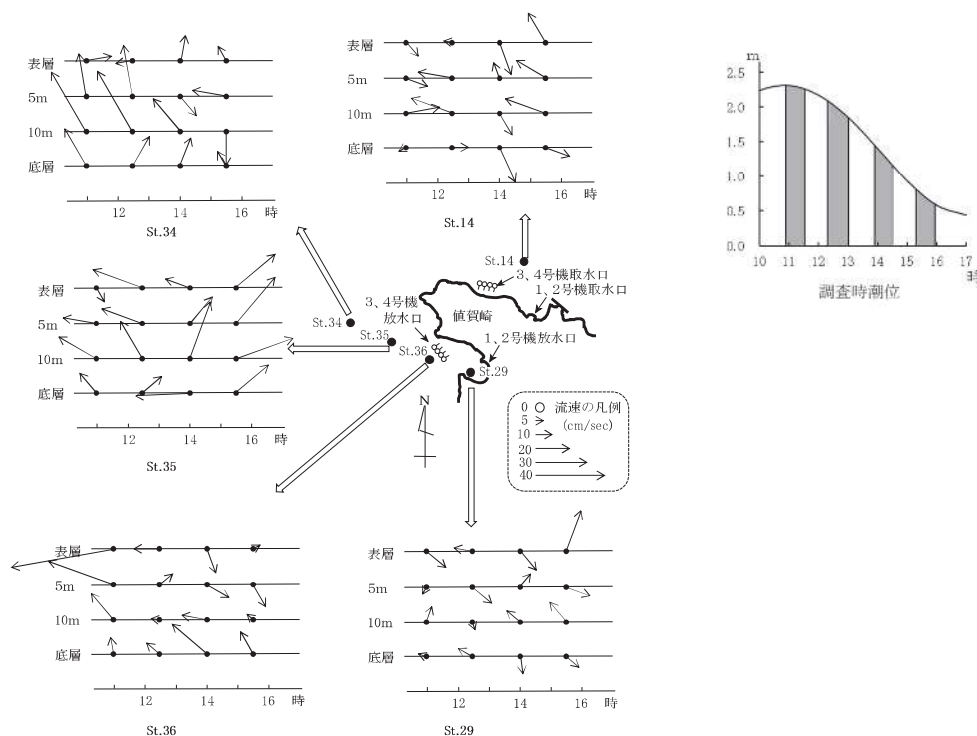


図4 夏季流動（流向・流速）調査結果

表4-2 冬季水質調査結果

項目	取水口側				放水口側			
	St.14 (1,2号機 取水口付近)	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)	12.2 ~ 12.4	12.4 ~ 12.4	12.3 ~ 12.6	12.2 ~ 12.4	12.3 ~ 13.1			
pH	8.14 ~ 8.20	8.22 ~ 8.24	8.18 ~ 8.32	8.14 ~ 8.19	8.17 ~ 8.36			
DO (mg/L)	8.39 ~ 8.50	8.46 ~ 8.56	8.37 ~ 8.42	8.36 ~ 8.41	8.38 ~ 8.42			
濁度 (mg/L)	0.2 ~ 0.2	0.1 ~ 0.3	0.2 ~ 0.4	0.2 ~ 0.2	0.2 ~ 0.2			
クロロフィル-a (μg/L)	0.73 ~ 0.85	0.51 ~ 0.73	0.85 ~ 0.97	0.73 ~ 1.20	0.47 ~ 1.17			
水深(m)	22	9	24	31	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。  
 ※R3のpHについては、機器に不具合があったことが判明したため、冬季の値は採用しない。

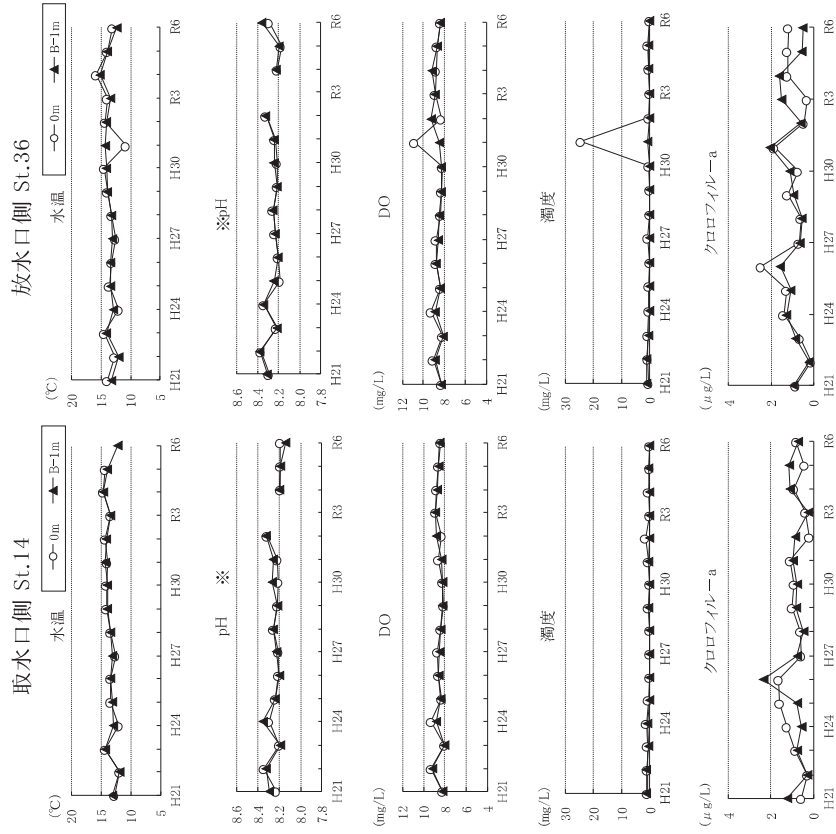


図5-2 冬季水質調査の経年変化

表4-1 夏季水質調査結果

項目	取水口側				放水口側			
	St.14 (1,2号機 取水口付近)	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)	23.1 ~ 25.3	23.8 ~ 26.1	22.8 ~ 25.8	22.4 ~ 25.7	22.1 ~ 26.3			
pH	8.22 ~ 8.24	8.25 ~ 8.30	8.20 ~ 8.26	8.18 ~ 8.28	8.18 ~ 8.35			
DO (mg/L)	6.06 ~ 7.11	6.37 ~ 7.92	6.11 ~ 7.44	5.87 ~ 7.70	5.96 ~ 8.09			
濁度 (mg/L)	0.4 ~ 0.8	0.5 ~ 0.9	0.5 ~ 0.7	0.5 ~ 0.8	0.5 ~ 1.2			
クロロフィル-a (μg/L)	0.41 ~ 1.94	1.70 ~ 2.43	0.95 ~ 3.14	0.44 ~ 3.47	1.25 ~ 2.52			
水深(m)	22	19	27	31	42			

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。

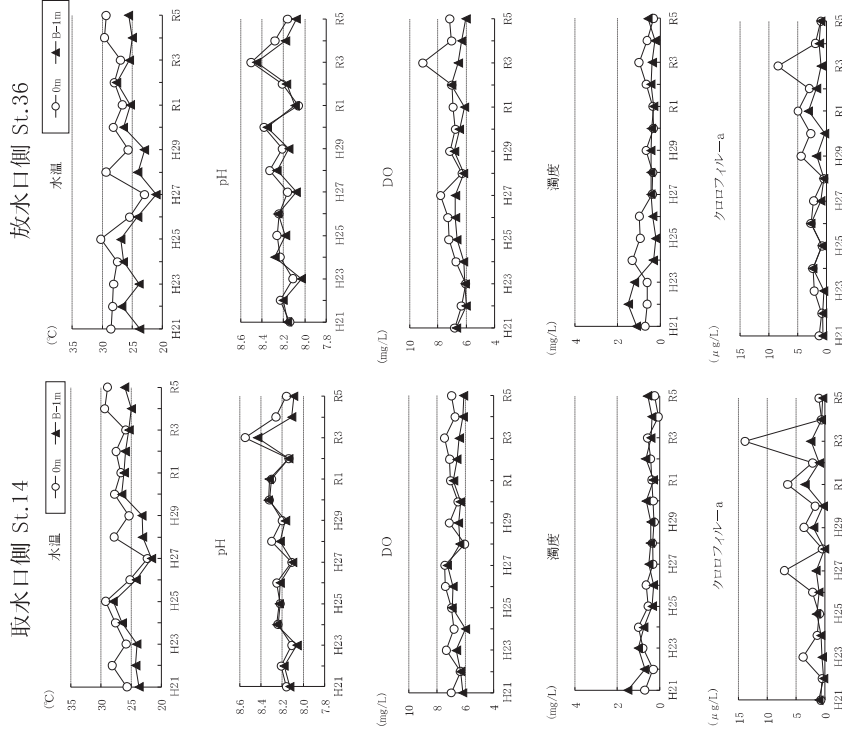


図5-1 夏季水質調査の経年変化

表5 夏季底質調査結果

(令和6年8月26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)		2.5	1.2	1.4	4.1	3.3	1.8	2.2	3.0	4.1	1.6
粒度組成 (%)	礫 (2mm以上)	5	0	0	2	4	1	6	3	2	5
	粗砂 (2~0.425mm)	27	4	5	26	20	17	48	25	15	56
	細砂 (0.425~0.075mm)	49	80	80	50	54	67	30	53	57	23
	シルト・粘土 (0.075mm以下)	19	16	15	22	22	15	16	19	26	16
中央粒径(mm)		0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.6

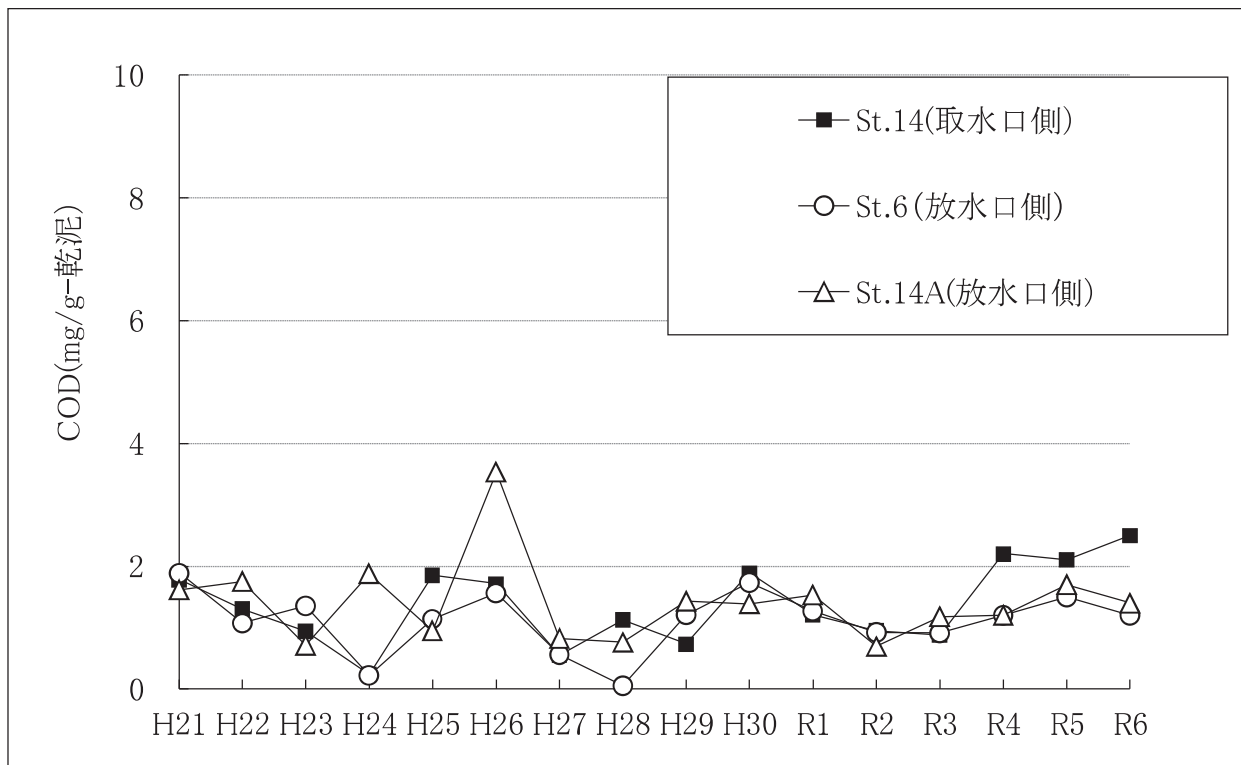
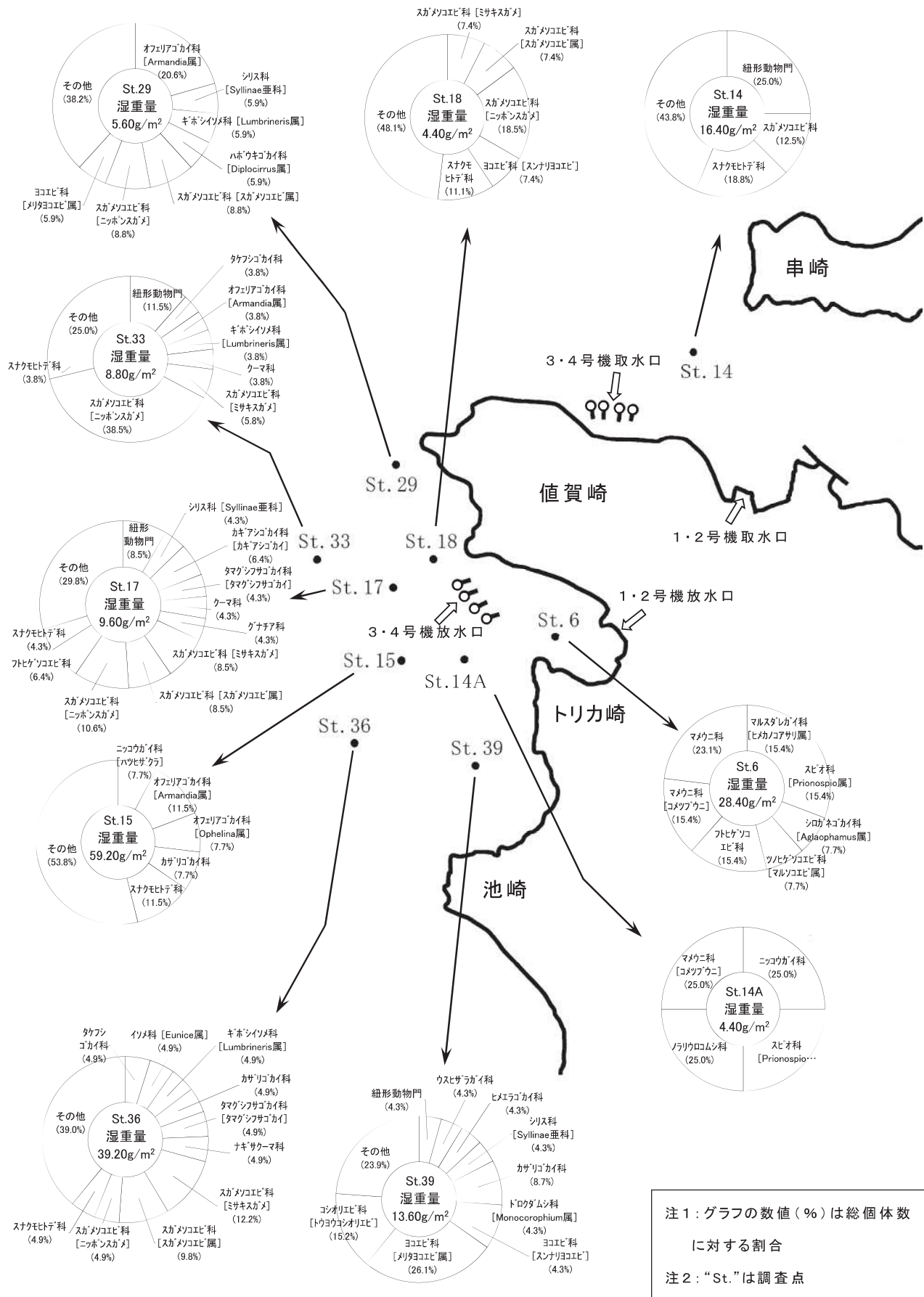


図6 平成21～令和6年度夏季CODの推移



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

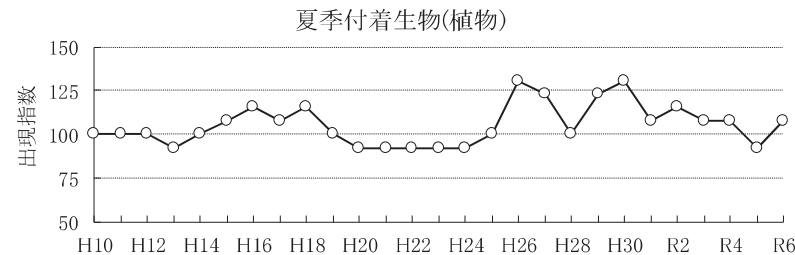
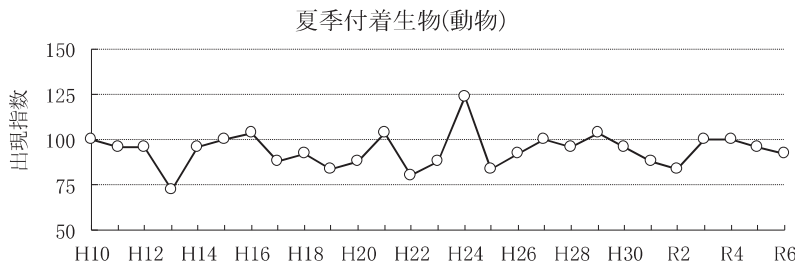
図7 夏季底生生物調査 (令和6年8月26日)

表6-1 夏季付着生物調査結果

潮間帯付近の動物				調査年月日: 令和6年7月19日、20日、21日、8月17日														
種類				調査側線														
				A-3	B-3	B-4	C-1	C-2	D-1	D-3	E-1	E-2	E-3					
刺胞動物門	花虫綱	イソキンチャク目	イソキンチャク目	c		r	r											
軟体動物門	ヒザラガイ綱	ヒザラガイ目	ヒザラガイ科	ヒザラガイ	r	r	r	c	r	r					r	r		
			ケハダヒザラガイ科	ケハダヒザラガイ				r		r					r			
	マキガイ綱	オキナエビス目	ツタノハ科	ベッコウサラ		r									c			
				マツバガイ		r	r	r		r	c	c						
				ヨメカカサ		r		e	r	r		cc						
			ユキノカサ科	ウノアシ	r	r			c		r					r		
				シロガイ属							r	r	c	r	r			
				アオガイ属							c	c						
			ニシキウス科	イシタタミ							r	r	c					
				クビレクワケ							r							
				クボガイ												c		
				クマノコガイ										r				
			リュウテン科	ササユ	r			r							r			
				スガイ				r							c	r		
			アマオアネ科	アマガイ										c		c		
ニナ目	タマキビガイ科	アラレタマキビ		cc	cc	cc	c	c	c	c	cc	cc	cc	cc	r			
		コビノラウス													r			
		タマキビガイ科	r			e					c			c				
ムカデガイ科	オオヘビガイ		r					r	r									
	アキガイ科	レイシガイ	r	r		r				r	r	c						
バイ目	アキガイ科	イボニシ	c	r	c	r	r	r	r	r	c					r		
		エゾバイ科	イノナ				r		r	r	c							
ニマイガイ綱	イガイ目	イガイ科	ムラサキイノコ (被度%)	r	cc	cc	cc	r	r	r	r			r	r			
		ウグイスガイ目	イタボガキ科	ケガキ	r			cc	cc					c	c	r		
		ハマクリ目	イワホリガイ科	イワホリガイ										c				
環形動物門	ゴカイ綱	ケヤリ目	カンザシゴカイ科	キッコカンザシ (被度%)	r	r		r		r	r	r	r	r	r			
節足動物門	甲殻綱	フジツボ目	ミウガガイ科	カモノテ (被度%)		c	c	r	r	r	r	r	r	e	r			
			イワフジツボ科	イワフジツボ (被度%)	cc	r	r			r		r	r	r	r			
			フジツボ科	クロフジツボ (被度%)	cc	cc	cc	r	r					cc	r	r		
棘皮動物門	ウニ綱	ホンウニ目	ナガウニ科	ムラサキウニ	r	c	r	c		r			c					

潮間帯付近の植物				調査年月日: 令和6年7月19日、20日、21日、8月17日													
種類				調査側線													
				A-3	B-3	B-4	C-1	C-2	D-1	D-3	E-1	E-2	E-3				
緑藻植物門	緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属	r										r	r	
褐藻植物門	同形世代綱	アミシクサ目	アミシクサ科	ウツチワ属						r							
				アミシクサ科				r		r			r		r		
	異形世代綱	ナガマツモ目	インゲ科	インゲ	r				r	r			c	r	r		
			ハバモトキ目	コモンブクロ科	イワヒゲ	r									r		
	円胞子綱	ヒバマタ目	ホンダワラ科	フクロリ	フクロリ							r					
				ヒシキ	ヒシキ	r	c		cc	cc	r			c		r	
ウミトラノオ				ウミトラノオ	c	r	r	r					r	r	c		
イソモク				イソモク							r						
紅藻植物門	真正紅藻綱	テングサ目	テングサ科	ヒメテングサ	r	r	r	r	r	r	r	r		r	r		
				テングサ科	r			r	r	c	r	r				c	
		カクレイト目	サンゴモ科	サビ亜科	c	c	c	cc	cc	cc	cc	c	cc	r	cc		
			サンゴモ亜科	c	c	r	r	c	r			r		r			

注1: 「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  
 注2: 上表の動物のうち個体数として計測することが困難な種類は被度(%)で測定し、種類の欄に「(被度%)」と記載



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

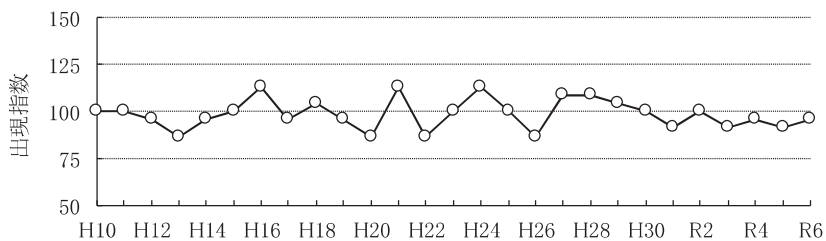
表6-2 冬季付着生物調査結果

潮間帯付近の動物				調査年月日: 令和7年1月30日、31日、2月1日、15日											
種類				調査側線											
				A-3	B-3	B-4	C-1	C-2	D-1	D-3	E-1	E-2	E-3		
刺胞動物門	花虫綱	イソギンチャク目	イソギンチャク目	c	r	r	r		r			r	r		
軟体動物門	ヒサラガイ綱	ヒサラガイ目	ヒサラガイ科	ヒサラガイ	r	r		r				c	r		
			ケハダヒサラガイ科	ケハダヒサラガイ			r	r				r			
	マキガイ綱	オキナエビス目	ツタノハ科	ベッコウガラ		r									
				マツバガイ		r		r	c	r	c	r	r	r	
				ヨメガサ	r	r		c	c	c	r	c	r	c	
			ユキナガサ科	ウノシ		r	r	r				r	r	r	
				シロガイ属			r	r	c			r		r	
				アオガイ属				r	r	c		cc	c		r
			ニシキウス科	インダミ			r	r			r	r	r		
				クロツケガイ									r		
				クボガイ									r		
				クマノコガイ				r			r		r		
				リュウテン科	スガイ		r							r	r
			アマオブネ科	アマガイ								c		r	
			ニナ目	タマキヒガイ科	タマキヒ				r	r	r	c	r	c	r
					アラレタマキヒ	ccc	c	cc	c	cc	c	c	r	cc	c
					タマキヒガイ科				c						r
ムカデガイ科	オオヘビガイ				r				r						
バイ目	アキガイ科	レイシガイ	r												
	アキガイ科	イボニシ	c	r	r	r			r	r	r	r			
	エゾバイ科	イソナ						r							
ニマイガイ綱	イガイ目	イガイ科	ムラサキイコ (被度%)	r	c	cc	cc	r	r	c		r	c		
		ウグイスガイ目	ケガキ				cc	cc			r	r			
		ハマクリ目	イソカリガイ科	イソカリガイ科				r				r	r		
環形動物門	ゴカイ綱	ケヤリ目	カンザシゴカイ科	キッコカンザシ (被度%)	r	r		r	r	r	r	r			
節足動物門	甲殻綱	フシツボ目	ミウカガイ科	カメノテ (被度%)	r	c	c	c	r	r	r	r	c		
			イワフシツボ科	イワフシツボ (被度%)	ccc	r	r			r		r	r		
			フシツボ科	カマフシツボ (被度%)	cc	c	cc	r	r			cc	r	r	
			フシツボ科	ムラサキウニ	r	r						r	r		

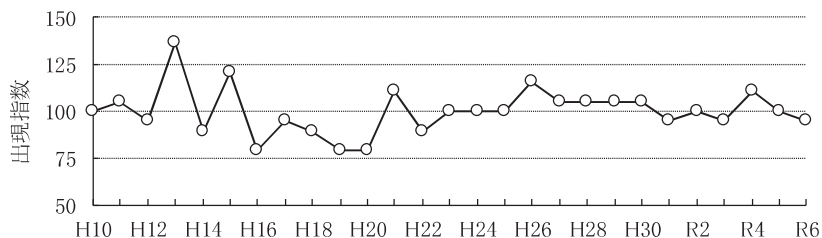
潮間帯付近の植物				調査年月日: 令和7年1月30日、31日、2月1日、15日										
種類				調査側線										
				A-3	B-3	B-4	C-1	C-2	D-1	D-3	E-1	E-2	E-3	
緑藻植物門	緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属	r	r		r					r	
褐藻植物門	同形世代綱	アミシグサ目	アミシグサ科	ウツチワ		r							r	
				アミシグサ科								r		
	異形世代綱	ナガマツ目	ネバトモ科	シロカワ		r	r	r	r				r	
				イシゲ科	イシゲ	r	r		r	r		c	r	r
			ハバモトキ目	コモンブクロ科	イビゲ	r	r				r	r		
				カヤモリ科	フクロリ						r	r		
	円胞子綱	ヒバマタ目	ホシタワラ科	ハバノリ類				r				r	r	
				ヒシキ	r	r		c	r	r		r	r	
紅藻植物門	真正紅藻綱	テングサ目	テングサ科	ヒメテングサ	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
				テングサ科	r		r	r	c	r	c	r	c	
		カクレイト目	サンゴモ科	サビ亜科	c	c	c	cc	cc	cc	c	cc	r	cc
				サンゴモ亜科	c	c	r	r	cc	c		c	r	r
				フクロフナ	r			r		r	r	r	r	r
				フシマツモ科	フシマツモ属						r	r	r	

注1:「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  
 注2:上表の動物のうち個体数として計測することが困難な種類は被度(%)で測定し、種類の欄に「(被度%)」と記載

冬季付着生物(動物)



冬季付着生物(植物)



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8-2 冬季付着生物の出現指数の経年変化