

川 内 原 子 力 発 電 所 温排水影響調査結果報告書

令和 2 年度 冬季調査（水温・塩分・流況）
主要魚類及び漁業実態調査

令和 3 年 8 月



鹿 児 島 県

目 次

I 調査の概要 (ページ)

1	調査の目的	1
2	調査の体制	1
3	調査内容および実施時期	1
4	調査地点	2
5	調査期間中の原子力発電所 1, 2 号機の運転状況	3
6	調査結果のまとめ	4

II 調査資料編

1	令和 2 年度冬季調査結果	
(1)	水温・塩分	5
(2)	流 況	17
2	令和 2 年主要魚類及び漁業実態調査結果	24

I 調査の概要

1 調査の目的

安全協定書に基づき川内原子力発電所から排出される温排水が周辺海域に与える影響を的確に把握する。

2 調査の体制

調査は「鹿児島県海域モニタリング技術委員会」の指導，助言のもとに県水産技術開発センターで実施した。

3 調査内容および実施時期

表 1 令和 2 年度冬季調査・主要魚類及び漁業実態調査一覧

調査項目	調 査 の 内 容	調 査 実 施 時 期
1 水温・塩分	(1) 水平分布 (2) 鉛直分布 (水温のみ)	令和 3 年 2 月 25 日 令和 3 年 2 月 25 日
2 流 況	(1) 25 時間調査 (2) 15 日間調査	令和 3 年 2 月 25 日～2 月 26 日 令和 3 年 2 月 25 日～3 月 12 日
3 主 要 魚 類 及 び 漁 業 実 態	(1) イワシ類 (シラス) バッチ網 (2) マダイ・チダイ ごち網	令和 2 年 1 月～令和 2 年 12 月 (周年) 令和 2 年 4 月～令和 2 年 12 月

4 調査地点

冬季調査の調査地点及び調査定線は図 1 のとおりである。

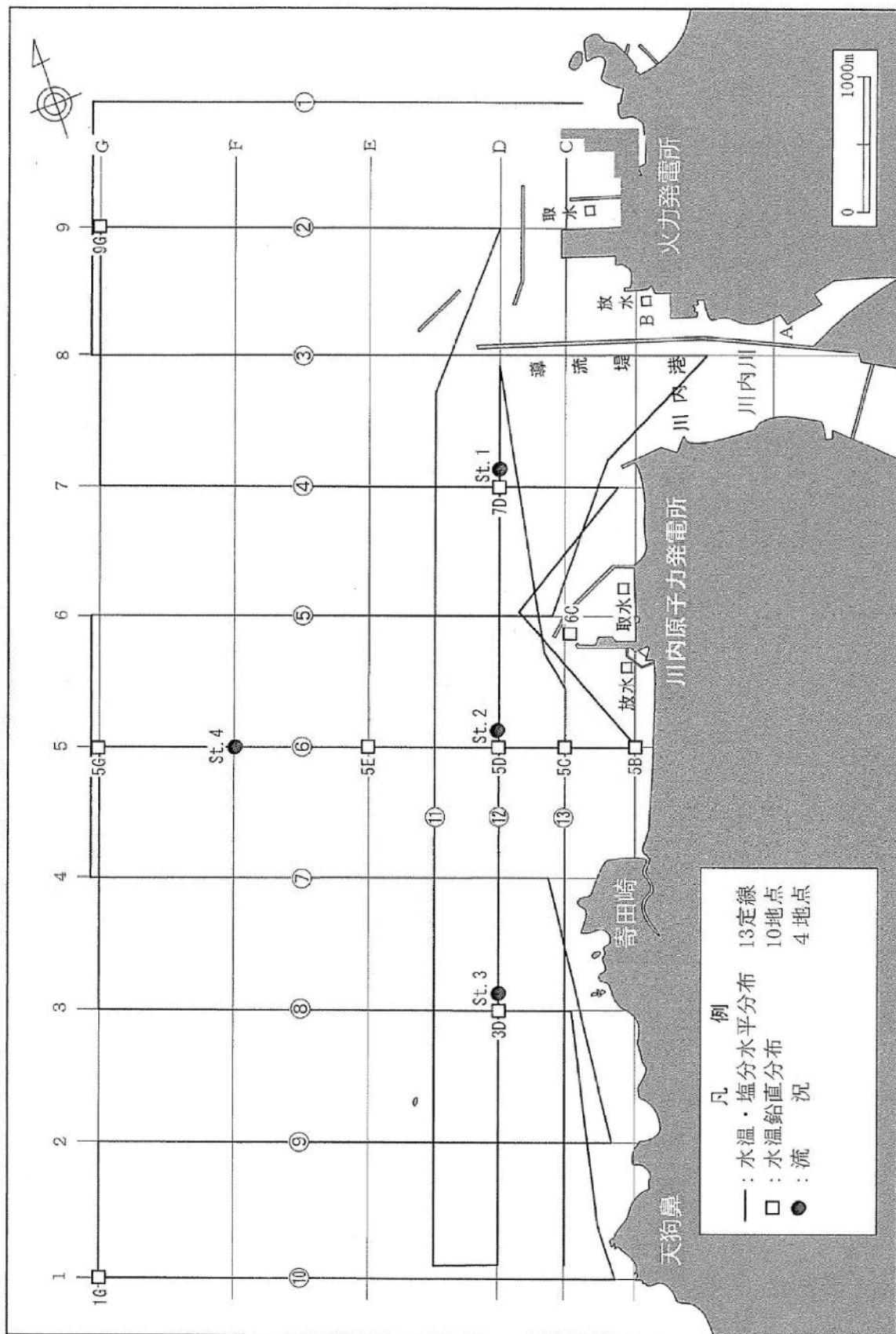


図 1 調査地点図

5 調査期間中の原子力発電所1, 2号機の運転状況(表2)

(九州電力資料)

年	月	日	調査期間	出 力		放 水 量	放水口最高時水温				定時観測(15時)		
				1号機	2号機		放水口 水温	取水口 水温	水温差	時 刻	放水口	取水口	水温差
				MW	MW	t/秒	℃	℃	℃	時 分	℃	℃	℃
3	2	24	冬	962	960	124.7	24.2	17.8	6.4	23:50	24.0	19.0	5.0
		25		959	960	124.7	24.7	19.8	4.9	14:40	24.6	19.6	5.0
		26		960	960	124.7	24.6	18.4	6.2	2:20	24.0	17.5	6.5
		27		959	960	124.7	24.3	18.5	5.8	3:15	24.0	18.0	6.0
		28		960	960	124.7	24.5	18.8	5.7	15:55	24.1	18.6	5.5
	3	1	季	961	958	124.7	25.0	19.7	5.3	16:00	24.5	19.3	5.2
		2		961	959	124.7	26.8	20.5	6.3	5:20	24.2	17.5	6.7
		3		961	893	124.7	24.7	19.1	5.6	17:00	23.8	17.8	6.0
		4		960	960	124.7	24.6	18.6	6.0	19:50	24.0	17.5	6.5
		5		960	959	124.7	25.0	18.5	6.5	15:20	24.9	18.6	6.3
		6		961	959	124.7	24.5	18.0	6.5	19:00	23.9	17.3	6.6
		7		961	960	124.7	24.2	17.3	6.9	20:05	23.7	17.1	6.6
		8		961	959	124.7	24.3	18.0	6.3	23:45	24.0	17.7	6.3
		9		961	959	124.7	24.5	18.4	6.1	23:30	24.4	18.5	5.9
		10		959	959	124.7	24.7	18.9	5.8	1:00	24.6	18.5	6.1
		11		959	959	124.7	25.2	20.1	5.1	15:15	25.0	19.7	5.3
		12		960	958	124.7	25.7	19.7	6.0	3:45	25.4	19.8	5.6

※ 3月3日10:00～15:00 2号タービン各弁システムフリーテスト

6 調査結果のまとめ

(1) 令和2年度冬季水温・塩分・流況調査結果

① 水温・塩分

環境水温より1℃以上高い温排水の拡散範囲は、下げ潮時（18.0℃以上の分布域）では表層で寄田崎の沖合約0.5km（放水口から南西に約2.1km）まで、上げ潮時（18.0℃以上の分布域）では表層で寄田崎南の沖合約1.7km（放水口から西南西に約3.4km）までみられた。

表層塩分は下げ潮時では低濃度の分布はみられず、上げ潮時は川内川河口から西側沖合にかけて低濃度の分布がみられた。

② 流況

25時間調査では、St. 1～4全ての地点において南北方向に半日周期の変動がみられた。流向別の平均流速は、St. 1では西、St. 2, 3では南西、St. 4では北北東が大きく、平均流速は18.6～22.6cm/秒の範囲であった。

15日間調査では、表層（1m深）はおおむね全期間で南北方向に半日周期の変動がみられ、3月2日、3月5日～10日におおむね南方向の流れが卓越していた。底層（14m深）は、2月25日～3月4日に南北方向に半日周期の変動がみられたが、卓越した流れはみられなかった。

流向別の平均流速は表層（1m深）では南南西、底層（14m深）では北北西が大きく、全観測期間中の平均流速は表層（1m深）では19.4cm/秒、底層（14m深）では4.7cm/秒であった。

(2) 令和2年主要魚類及び漁業実態調査結果

川内市漁協バッチ網漁業標本船1統における漁獲量は84.2トンで、過去5年平均の漁獲量（86.5トン）を下回った。

川内市漁協ごち網漁業標本船2隻におけるマダイ・チダイの漁獲量はマダイを主体に9,148kgで、過去5年平均の漁獲量（10,375kg）を下回った。

(3) 調査結果のまとめ

温排水の拡散範囲は放水口の周辺に限られており、過去の調査結果「昭和58年度（発電所稼働開始後）～令和元（平成31）年度」の変動の範囲内であった。

主要魚類及び漁業実態について、バッチ網、ごち網ともに過去の調査結果「昭和58年度（発電所稼働開始後）～令和元（平成31）年度」の変動の範囲内であった。

Ⅱ 調査資料編

1 令和2年度冬季調査結果

(1) 水温・塩分

① 調査時期

令和3年2月25日
(7:48~17:14)

② 調査地点

図1に示す13定線

③ 調査方法

図1に示す定線において小型メモリー水温計を曳航して表層(0.3m深), 1m深, 2m深, 3m深の4層の水温を測定した(図2)。水温測定と同時に同定線上で3~4分間隔(距離にして0.5~0.8km)で表層海水を採水し, 塩分の測定を行った。船位の決定はGPS(人工衛星を利用した測位システム)により行った。航跡図を図4に示す。

④ 調査日の潮汐, 気象

(潮汐) 2月25日 大潮(月齢) 13.3

(気象) 天気: 晴れのち曇り

気温: 7.0~18.6℃

最多風向: WNW

平均風速: 2.6m/秒

最大風速: 4.0m/秒

資料: 鹿児島地方気象台阿久根特別地域気象観測所

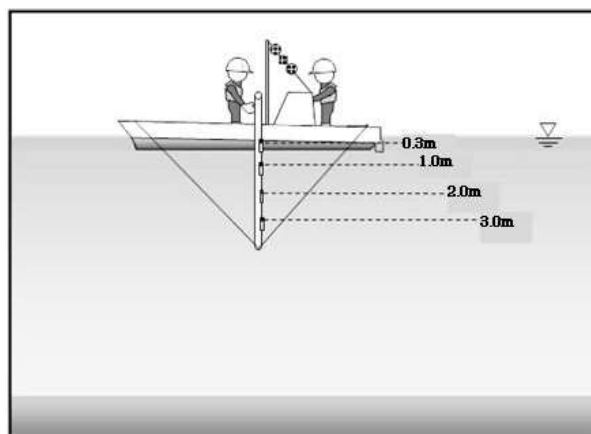


図2 水温水平分布調査概略図

潮位(cm: 潮位表基準面)

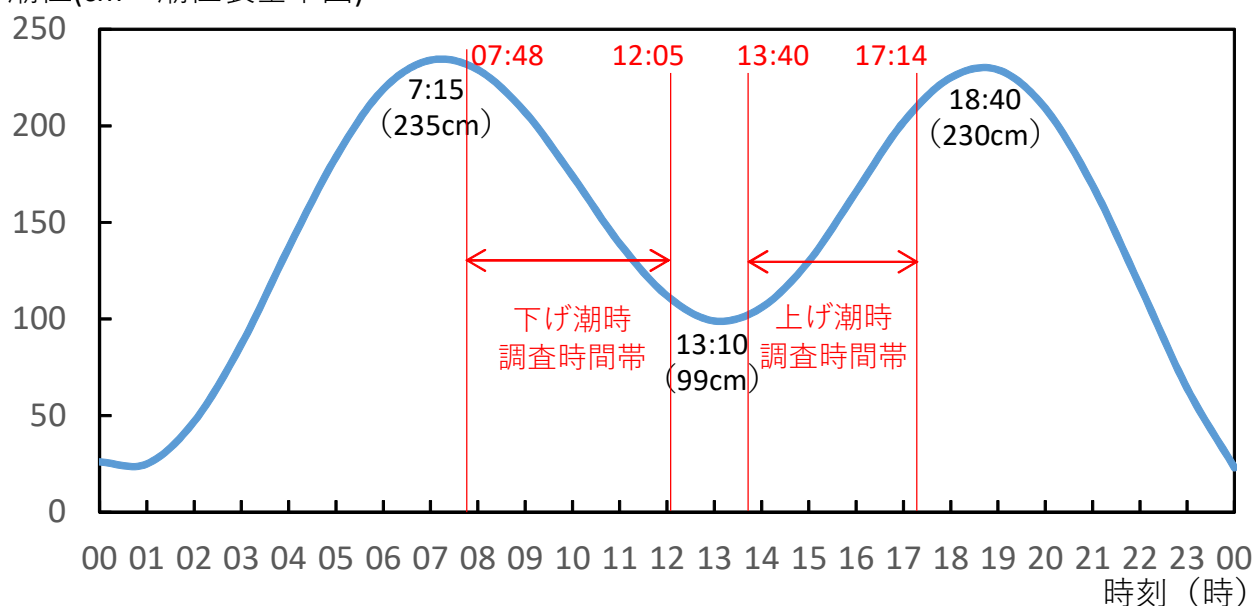


図3 水温・塩分水平分布調査日(令和3年2月25日)の潮汐(阿久根験潮場)と調査時間

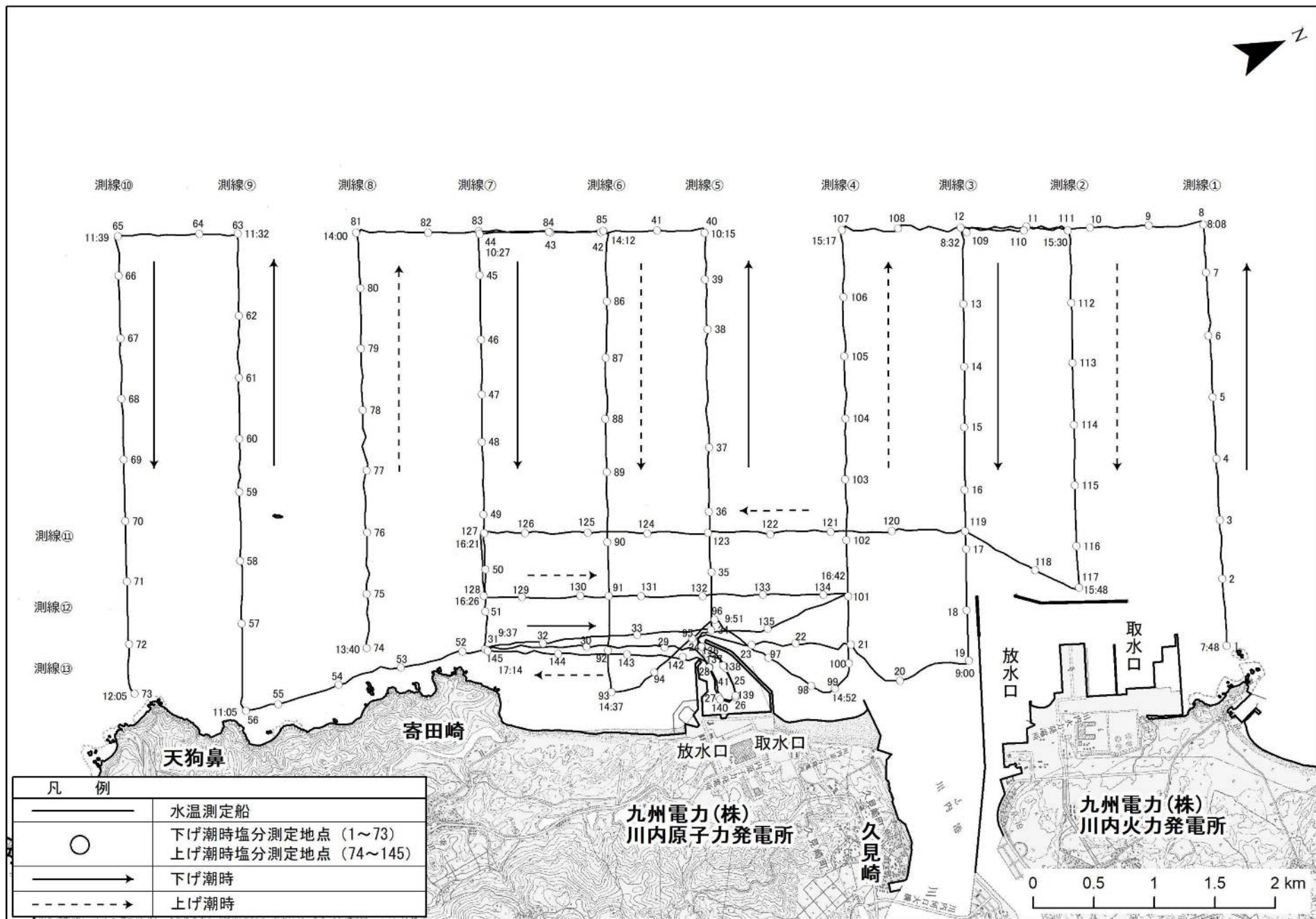


図 4 水温・塩分水平分布調査地点位置図

⑤ 調査結果

ア 水温の水平分布（2月25日 7:48～12:05 下げ潮時）

(ア) 表層（0.3m深）水温水平分布

環境水温より1℃以上高い温排水の拡散範囲（18.0℃以上）は、寄田崎の沖合約0.5km（放水口から南西に約2.1km）までみられた。

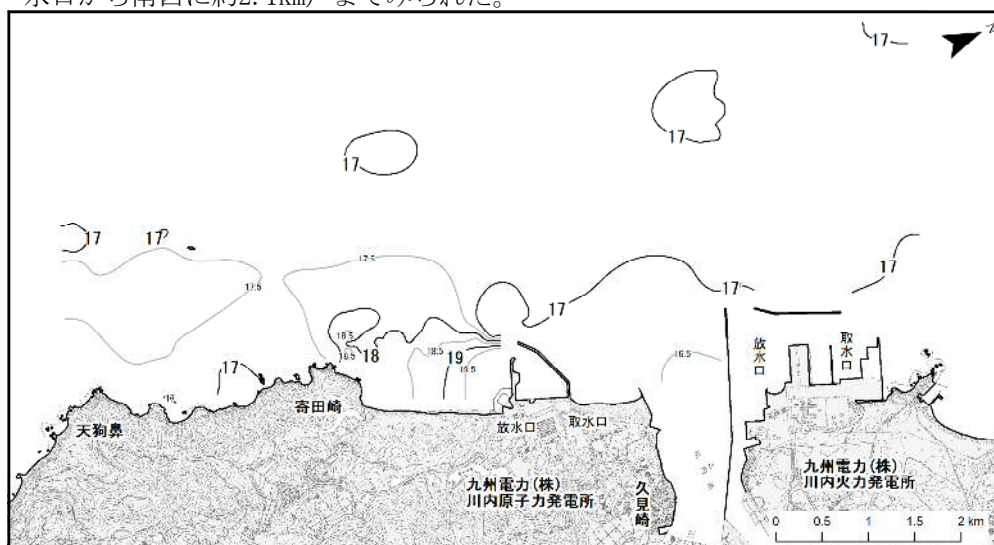


図5-1 表層（0.3m深）水温水平分布（下げ潮時） 単位：℃

(イ) 1 m層水温水平分布

18.0℃以上の分布域は寄田崎の沖合約0.5km（放水口から南西に約2.1km）までみられた。

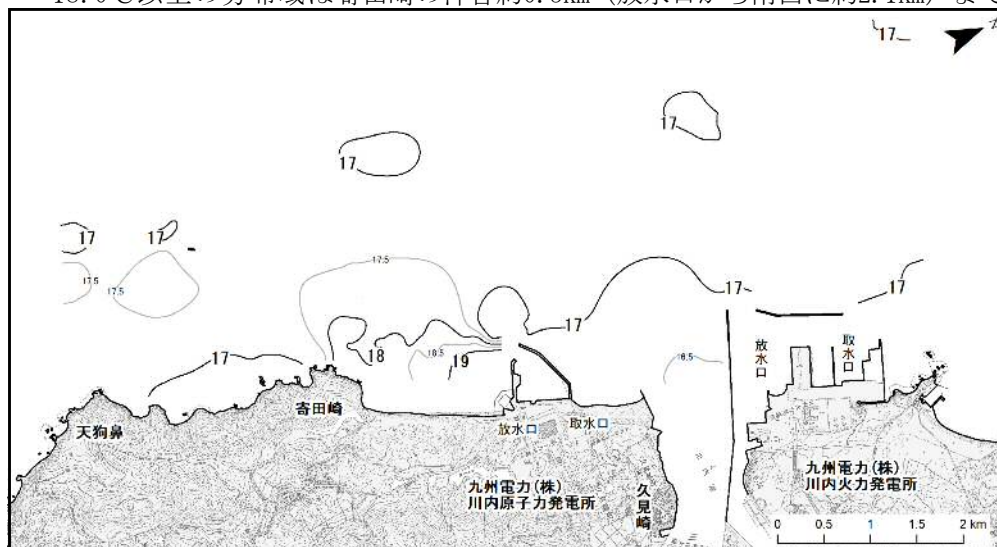
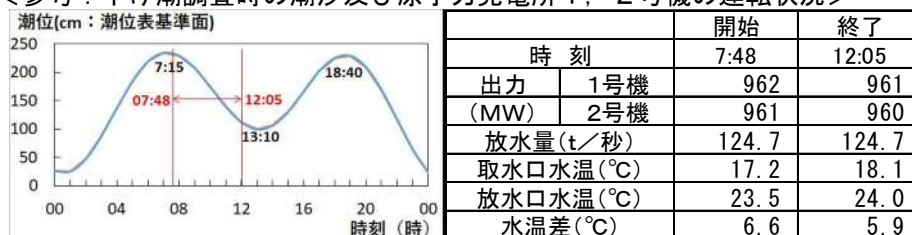


図5-2 1 m層水温水平分布（下げ潮時） 単位：℃

<参考：下げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所1，2号機の運転状況>



(㍻) 2 m層水温水平分布

18.0℃以上の分布域は寄田崎北の沖合約0.8km（放水口から西南西に約1.5km）までみられた。

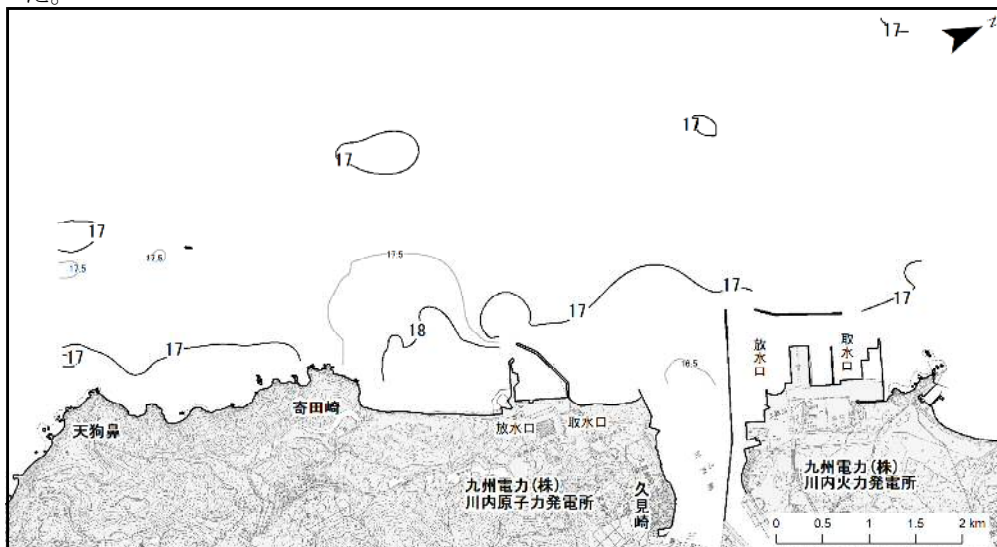


図5-3 2 m層水温水平分布（下げ潮時） 単位：℃

(㍼) 3 m層水温水平分布

明瞭な温排水の拡散域はみられなかった。

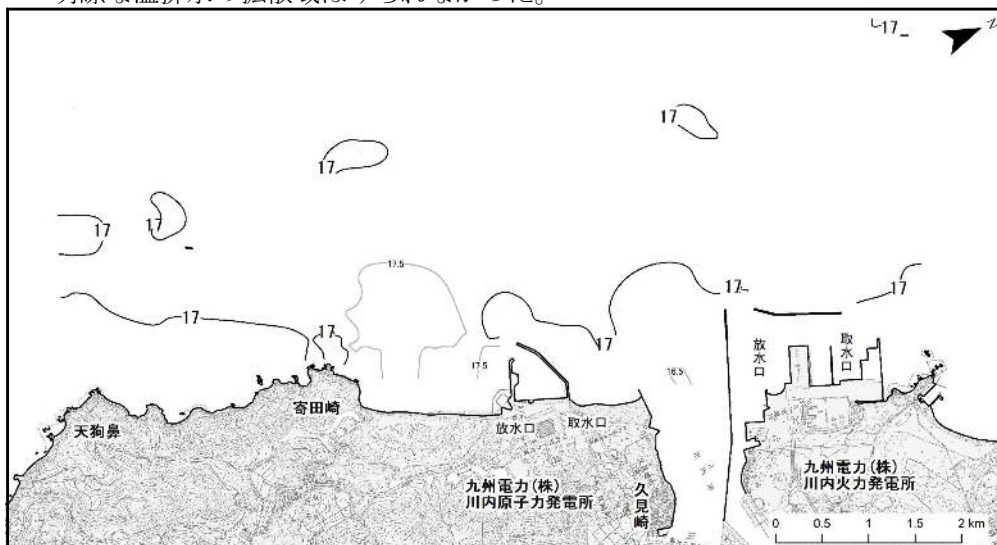
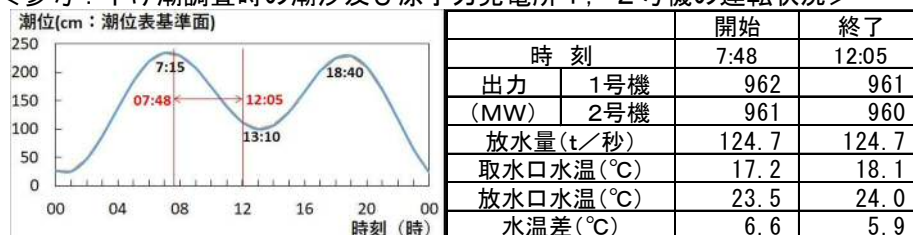


図5-4 3 m層水温水平分布（下げ潮時） 単位：℃

<参考：下げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所1，2号機の運転状況>



イ 水温の水平分布（2月25日 13:40～17:14 上げ潮時）

(ア) 表層（0.3m深）水温水平分布

環境水温より1℃以上高い温排水の拡散範囲（18.0℃以上）は、寄田崎南の沖合約1.7km（放水口から西南西に約3.4km）までみられた。

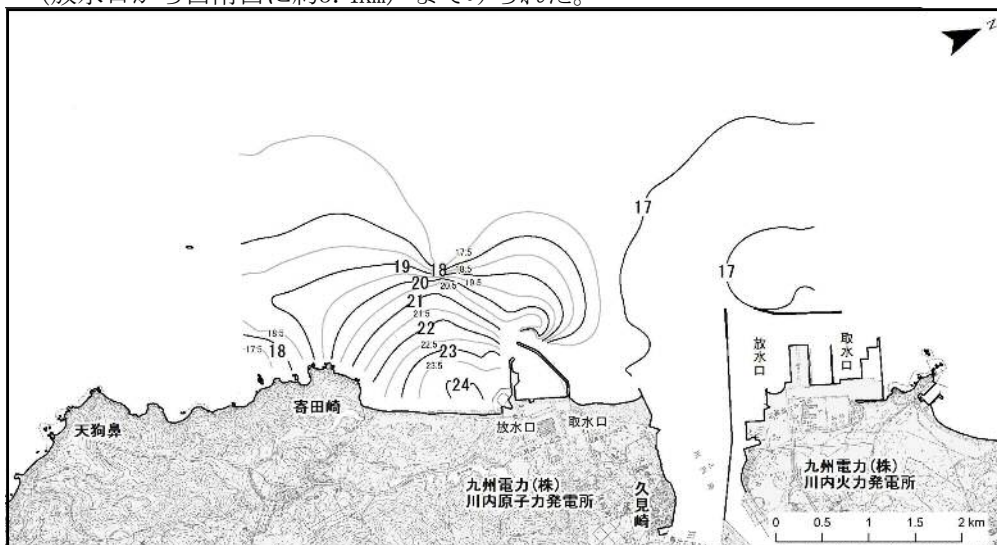


図6-1 表層（0.3m深）水温水平分布（上げ潮時） 単位：℃

(イ) 1m層水温水平分布

18.0℃以上の分布域は寄田崎南の沖合約1.6km（放水口から西南西に約3.2km）までみられた。

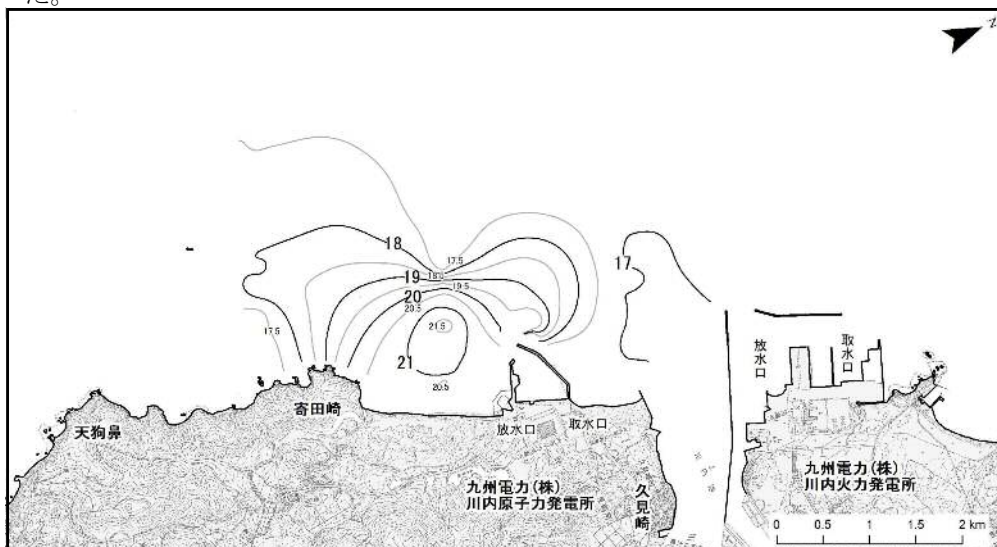
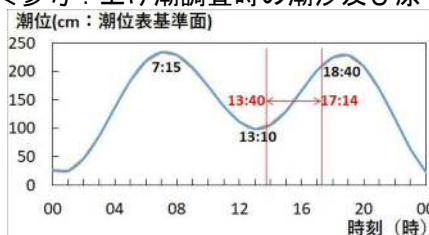


図6-2 1m層水温水平分布（上げ潮時） 単位：℃

<参考：上げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所1，2号機の運転状況>



時刻		開始	終了
出力	1号機	960	959
(MW)	2号機	959	961
放水量	(t/秒)	124.7	124.7
取水口水温	(℃)	18.2	17.5
放水口水温	(℃)	24.5	24.1
水温差	(℃)	6.3	6.6

(㍻) 2 m層水温水平分布

18.0℃以上の分布域は原子力発電所の沖合約0.9km（放水口から西北西に約0.8km）までみられた。

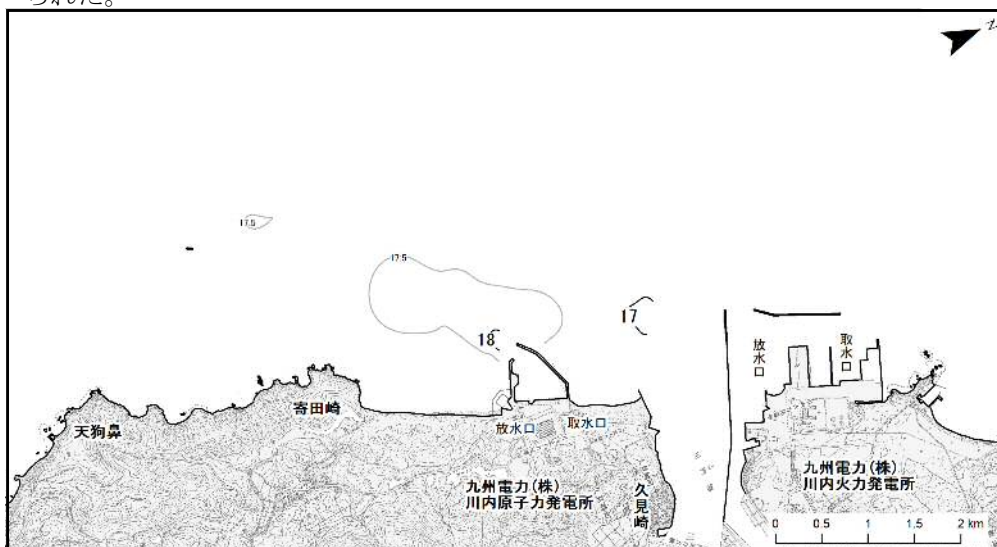


図6-3 2 m層水温水平分布（上げ潮時） 単位：℃

(㍼) 3 m層水温水平分布

明瞭な温排水の拡散域はみられなかった。

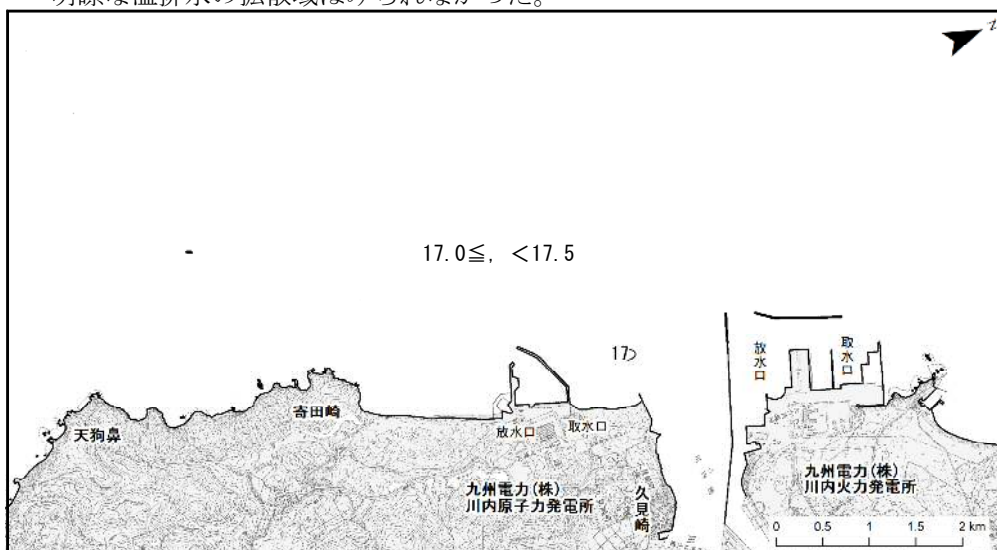
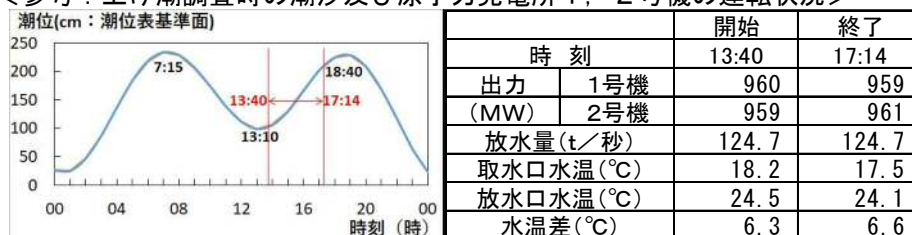


図6-4 3 m層水温水平分布（上げ潮時） 単位：℃

<参考：上げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所1，2号機の運転状況>



ウ 表層（0.3m深）塩分の水平分布

(ア) 下げ潮時（2月25日 7:48～12:05 下げ潮時）

低濃度の分布はみられなかった。

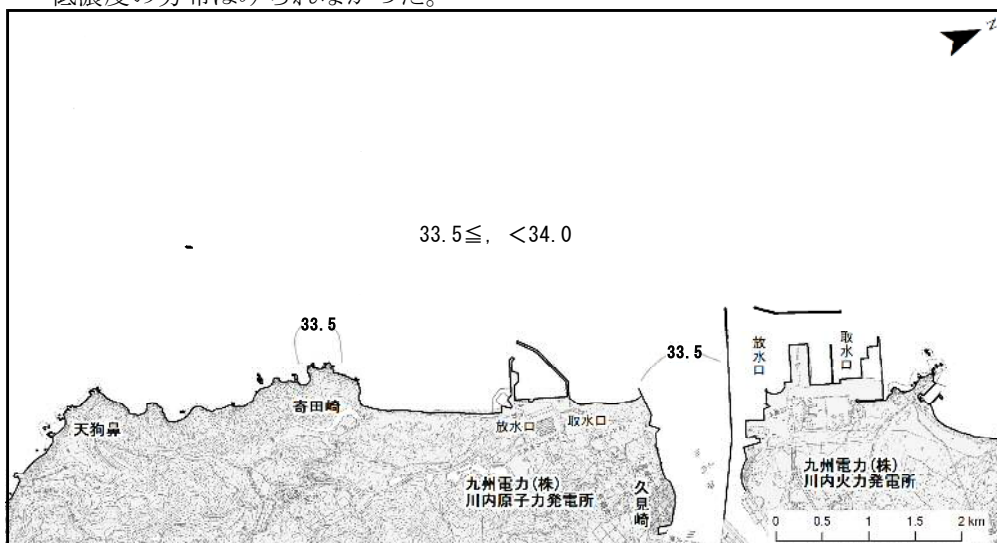


図7-1 表層（0.3m深）塩分水平分布（下げ潮時）

(イ) 上げ潮時（2月25日 13:40～17:14 上げ潮時）

川内川河口から西側沖合にかけて低濃度の分布がみられた。

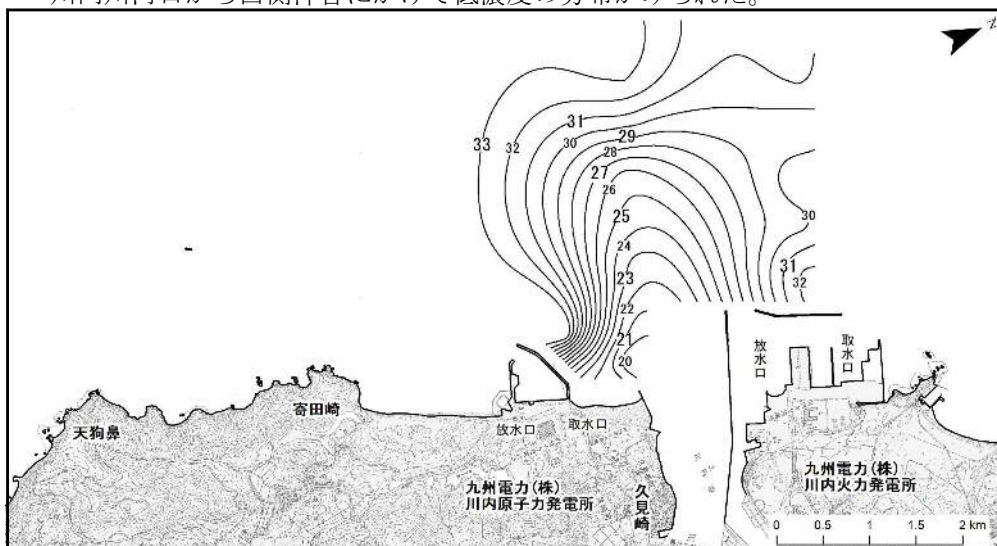
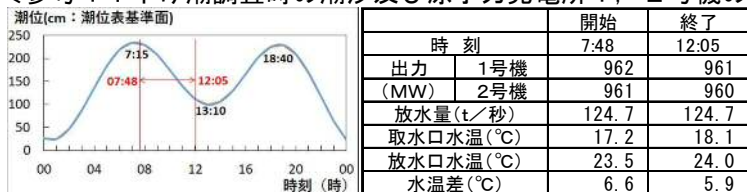
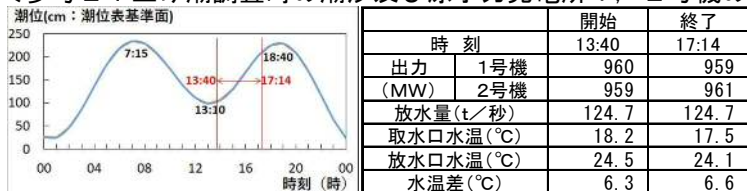


図7-2 表層（0.3m深）塩分水平分布（上げ潮時）

<参考 1：下げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所 1，2号機の運転状況>



<参考 2：上げ潮調査時の潮汐及び原子力発電所 1，2号機の運転状況>



⑥ 冬季表層（0.3m深）温排水拡散範囲の過去の調査結果との比較
ア 昭和58年度～62年度

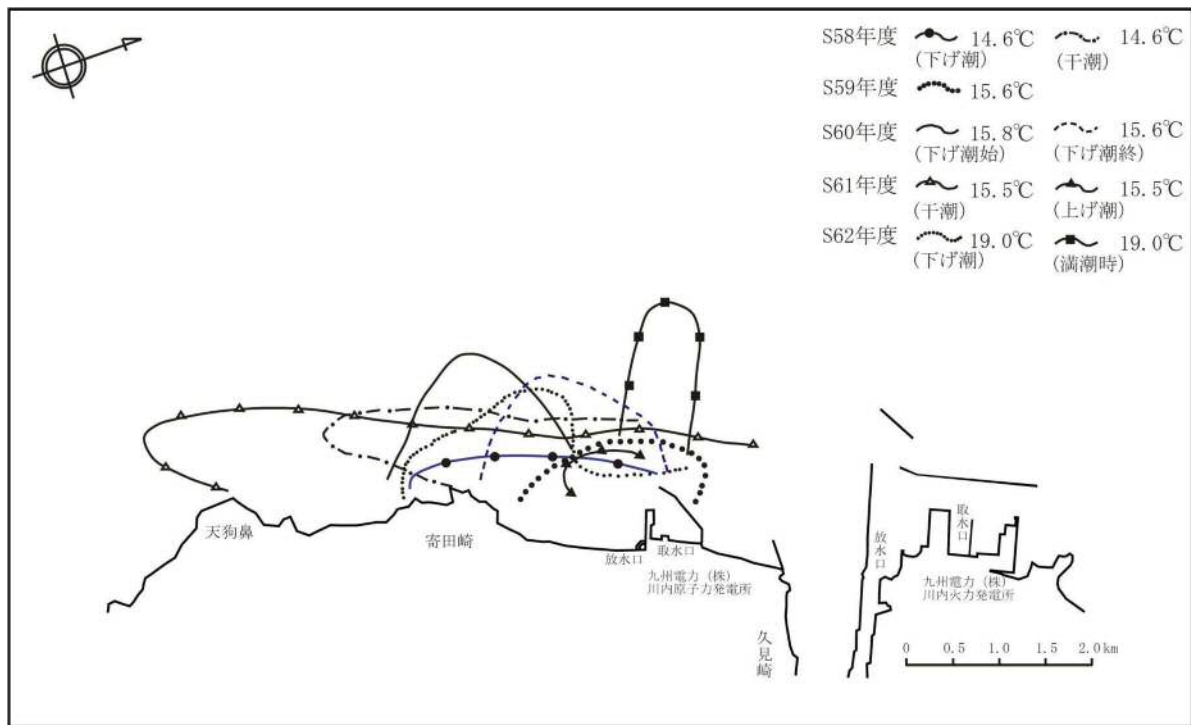


図8-1 昭和58年度～62年度冬季表層（0.3m深）温排水拡散範囲

イ 昭和63年度～平成3年度

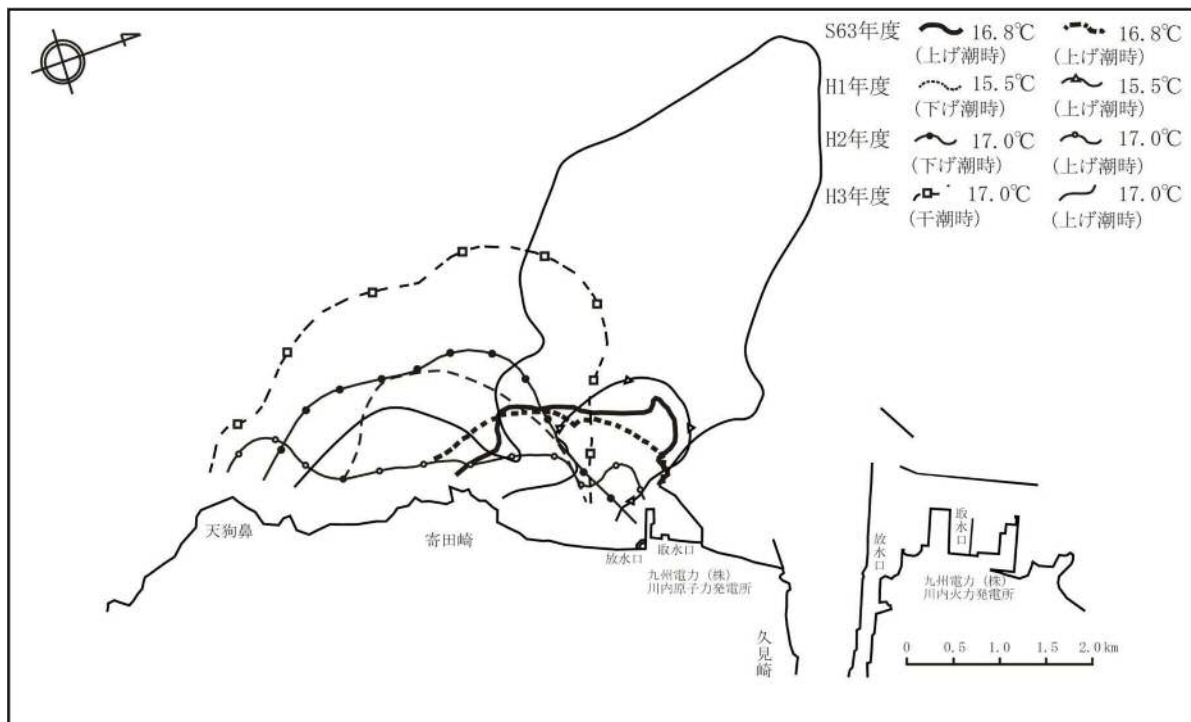


図8-2 昭和63年度～平成3年度冬季表層（0.3m深）温排水拡散範囲

ウ 平成4年度～7年度

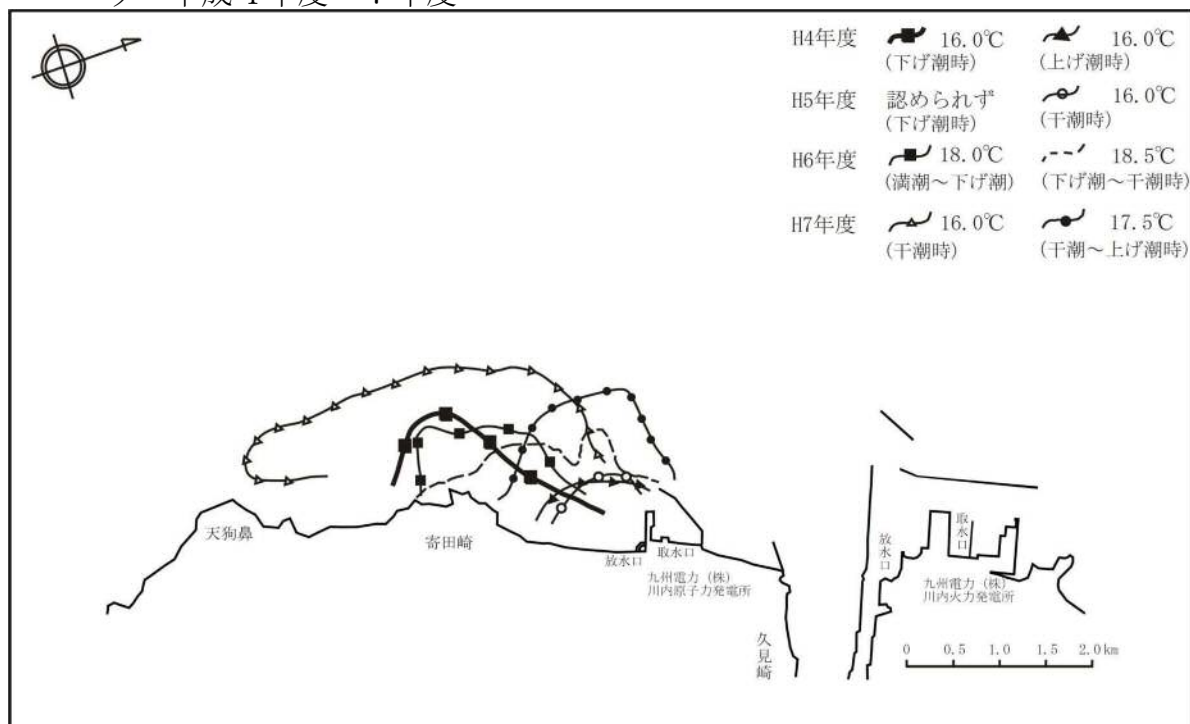


図8-3 平成4年度～7年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

エ 平成8年度～11年度

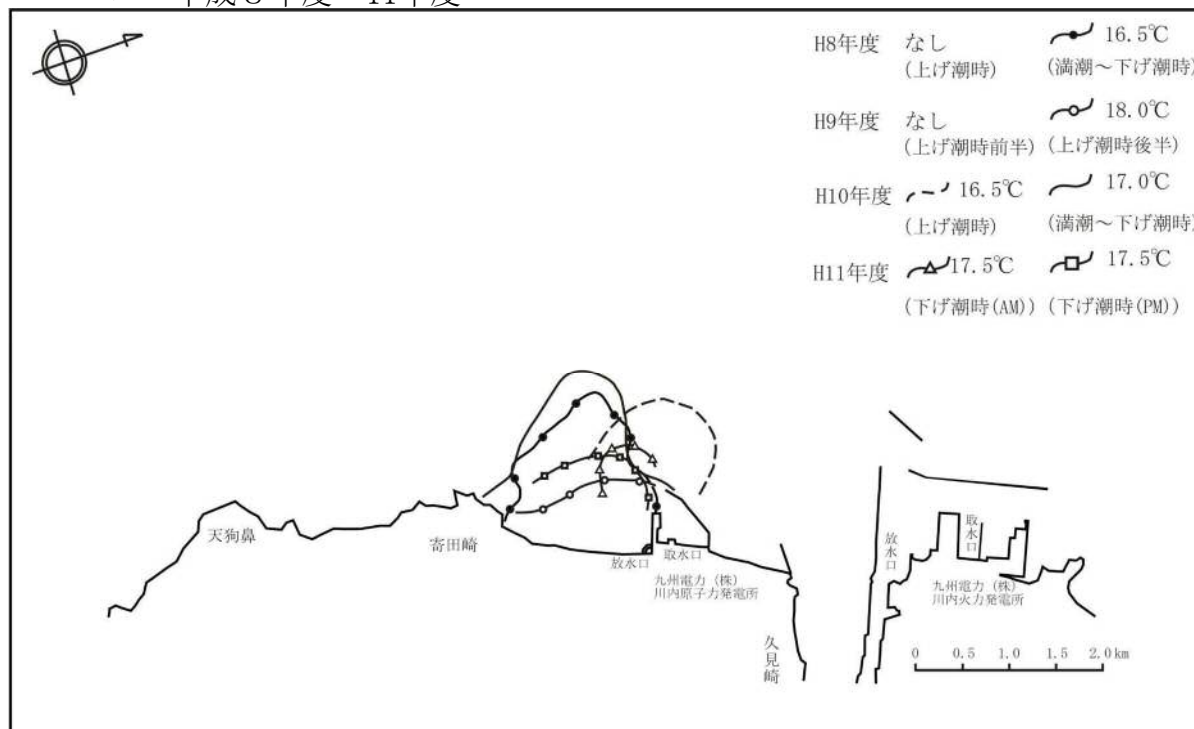


図8-4 平成8年度～11年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

才 平成12年度～15年度



図8-5 平成12年度～15年度冬季表層（0.3m深）温排水拡散範囲

力 平成16年度～19年度

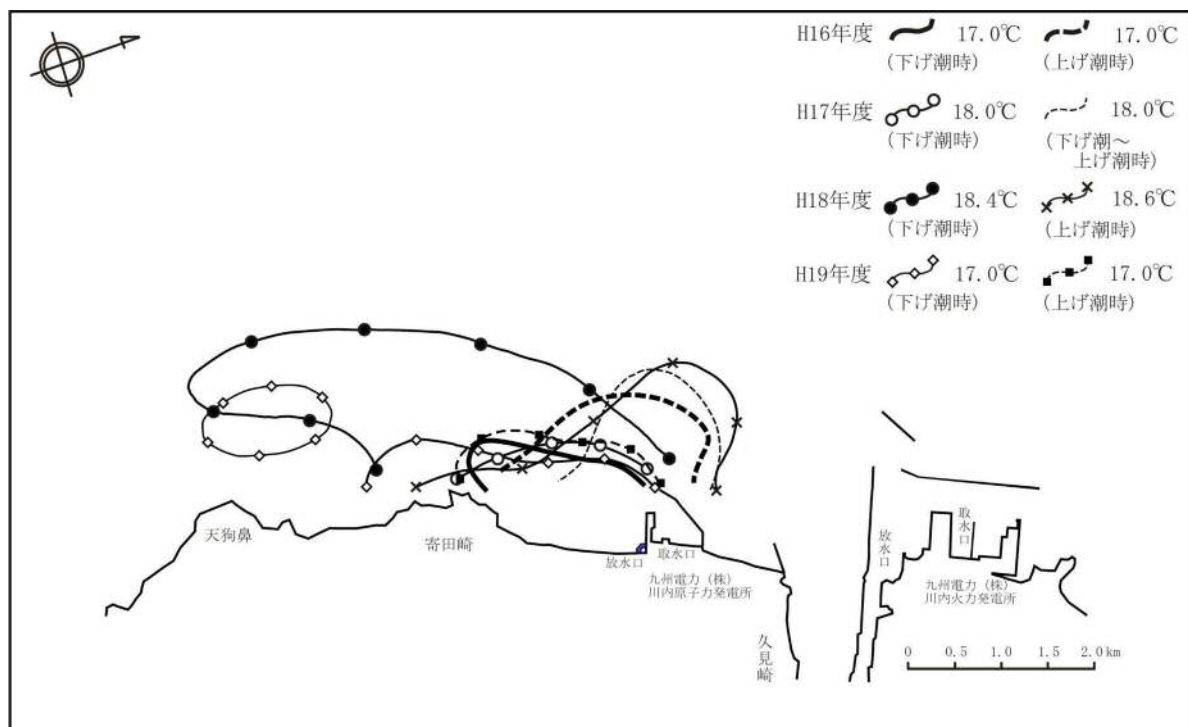


図8-6 平成16年度～19年度冬季表層（0.3m深）温排水拡散範囲

キ 平成20年度～23年度

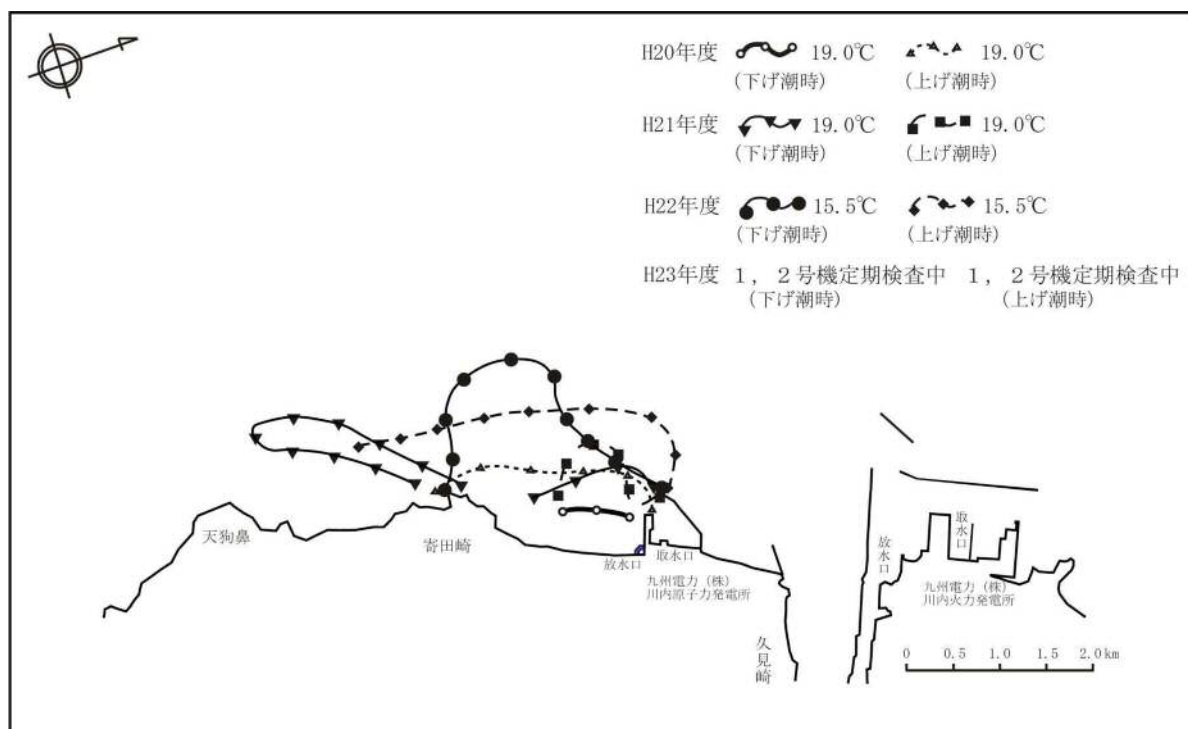


図8-7 平成20年度～23年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

ク 平成24年度～27年度

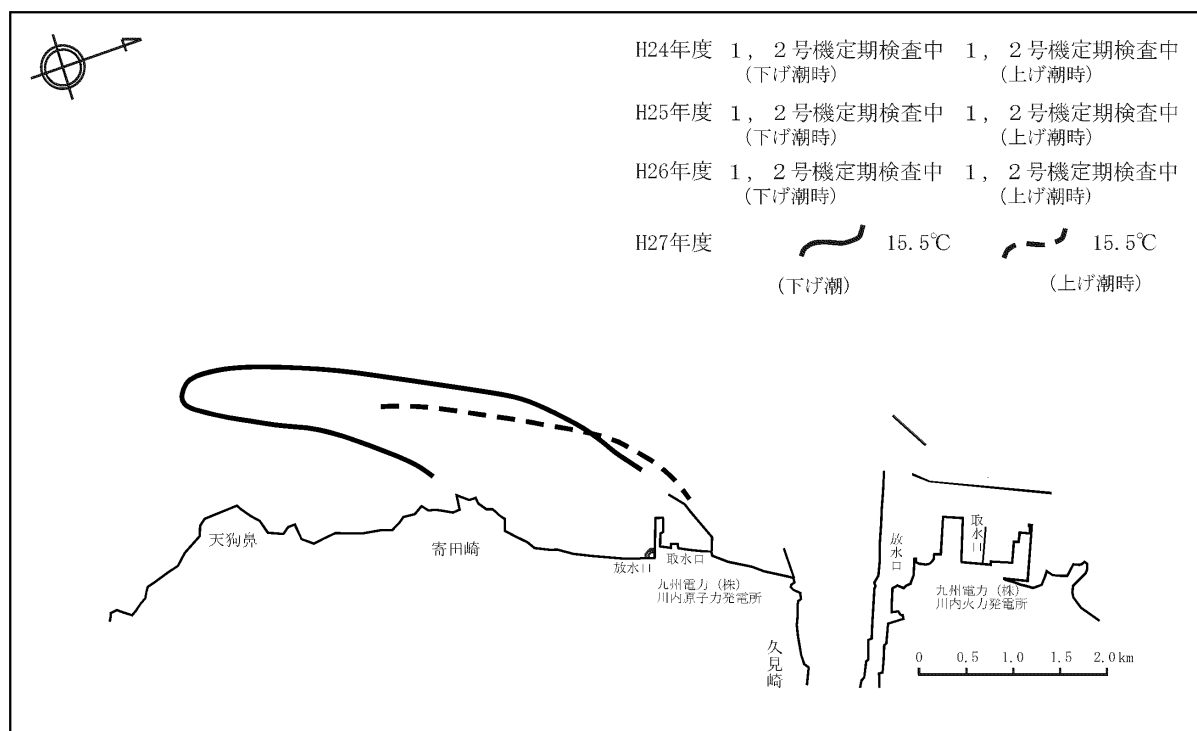


図8-8 平成24年度～27年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

ケ 平成28～令和元(平成31)年度

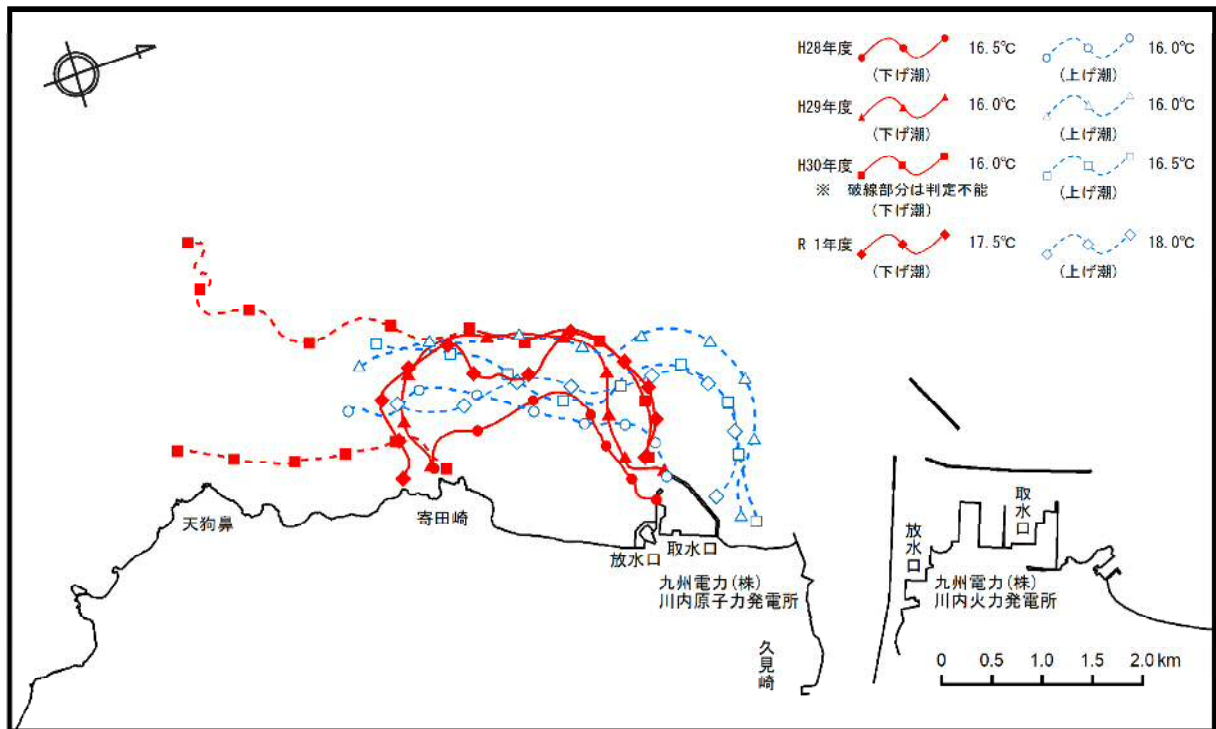


図8-9 平成28年度～令和元(平成31)年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

コ 令和2年度～

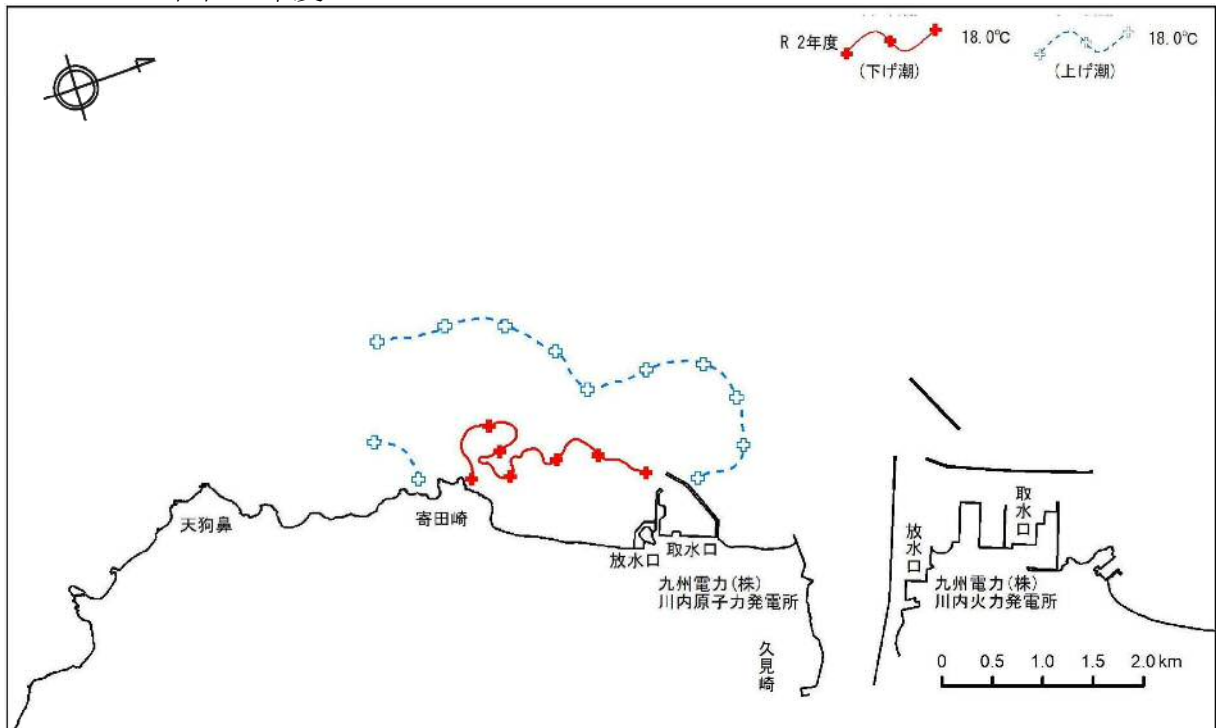


図8-10 令和2年度冬季表層(0.3m深)温排水拡散範囲

(2) 流 況

① 調査時期

ア 25時間調査

令和3年2月25日～2月26日（月 齢13.3～14.3）

イ 15日間調査

令和3年2月25日～3月12日

② 調査地点

図1に示すSt. 1～4の計4地点

③ 調査方法

ア 25時間調査

図1に示すSt. 1～4の計4地点において、表層（1 m深）に電磁流速計を係留し、流況を25時間連続測定した。

（図9）

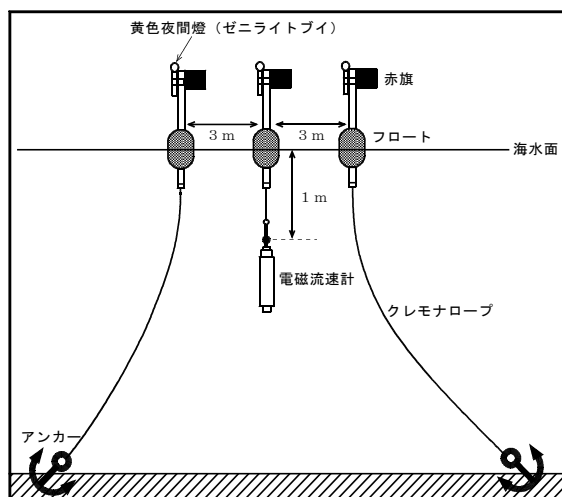


図9 25時間調査概略図

イ 15日間調査

図1に示すSt. 2の表層（1 m深）、底層（14m深）に電磁流速計を係留し、流況を15日間連続測定した。（図10）

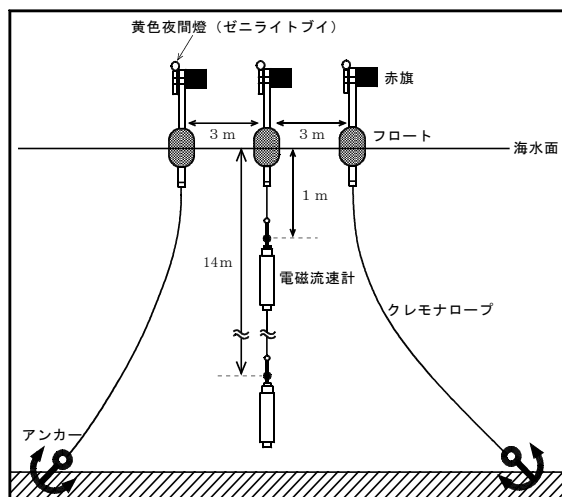


図10 15日間調査概略図

④ 調査結果

ア 25時間調査（令和3年2月25日～2月26日，St. 1～4）

(イ) 毎時流ベクトル経時変化(表層：1 m深)

St. 1～4 全ての地点で南北方向に半日周期の変動がみられた。

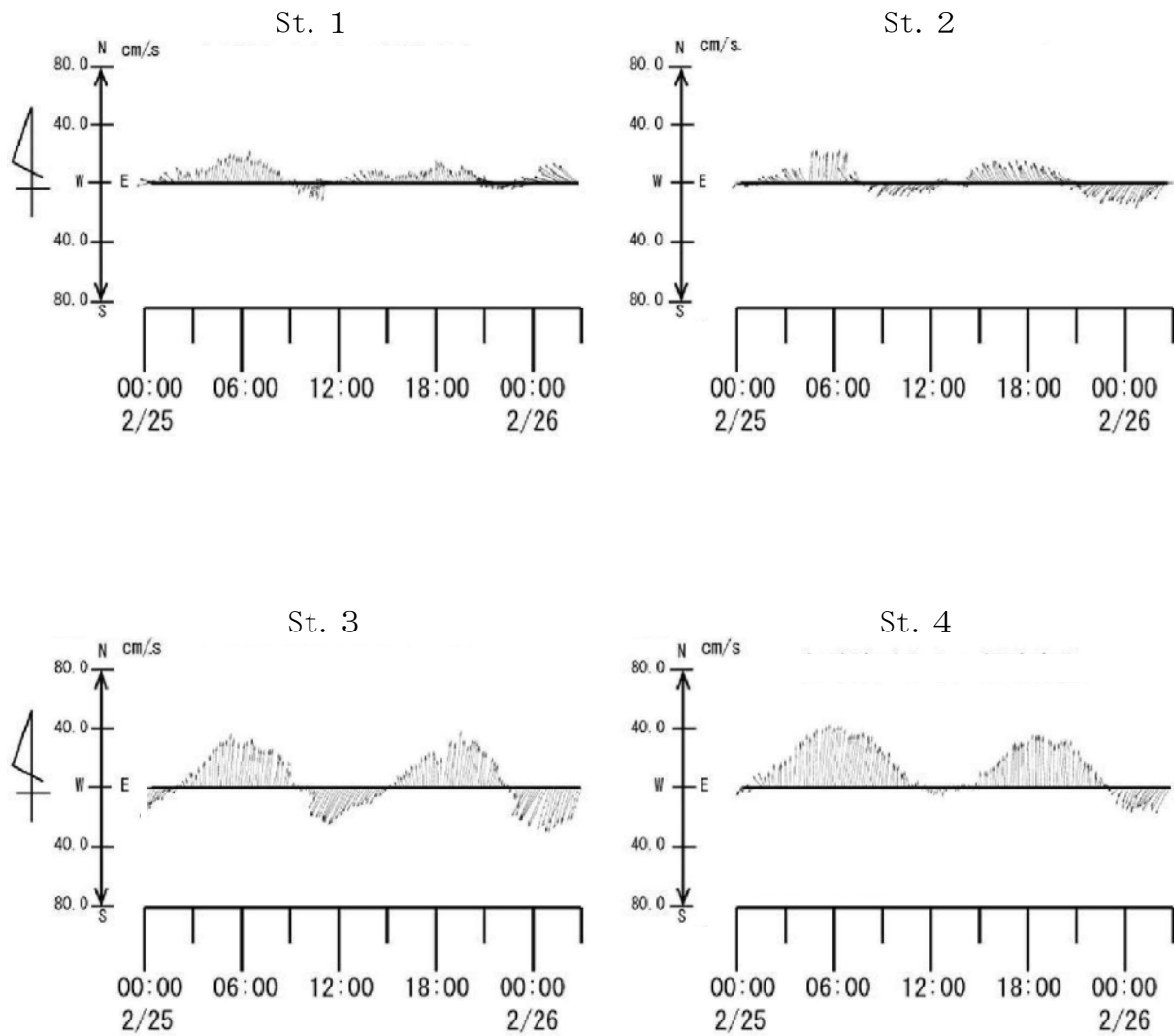
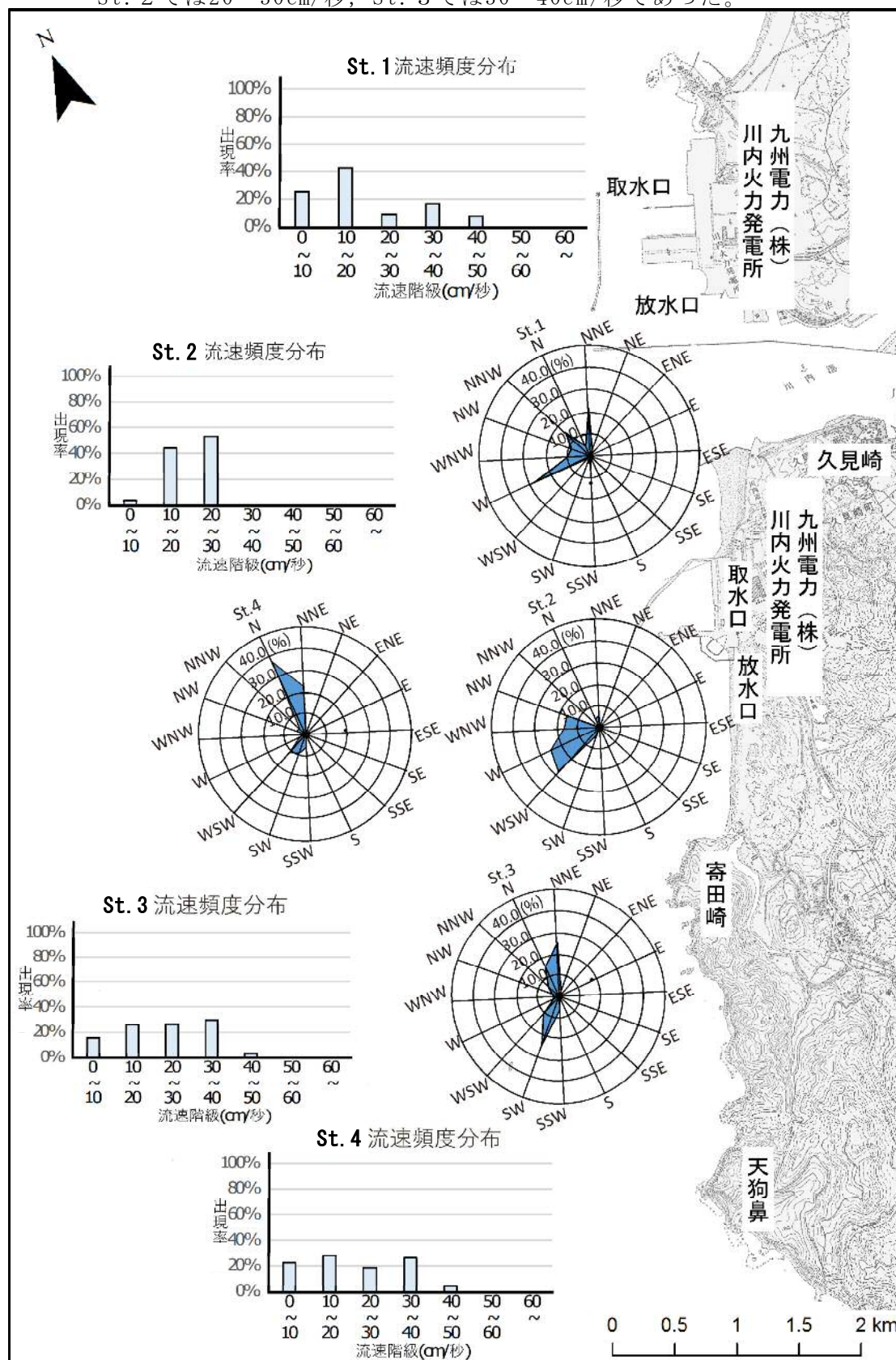


図11-1 25時間調査結果（毎時流ベクトル経時変化）

(イ) 表層(1 m深)流向・流速別頻度分布

最多出現流向はSt. 1 では西, St. 2 では西南西, St. 3 では北北東, St. 4 では北であり, 最多出現流速分布はSt. 1, 4 では10~20cm/秒, St. 2 では20~30cm/秒, St. 3 では30~40cm/秒であった。



※S57~R1までの最多出現流速分布範囲 St1: 0~40cm/秒, St2: 0~70cm/秒, St3: 0~60cm/秒, St4: 0~80cm/秒

図11-2 25時間調査結果(流向・流速別頻度分布)

(ウ) 表層（1 m深）流向別平均流速分布

平均流速は、St. 1 では西，St. 2，3 では南西，St. 4 では北北東が大きく，18.6～22.6cm/秒の範囲であった。

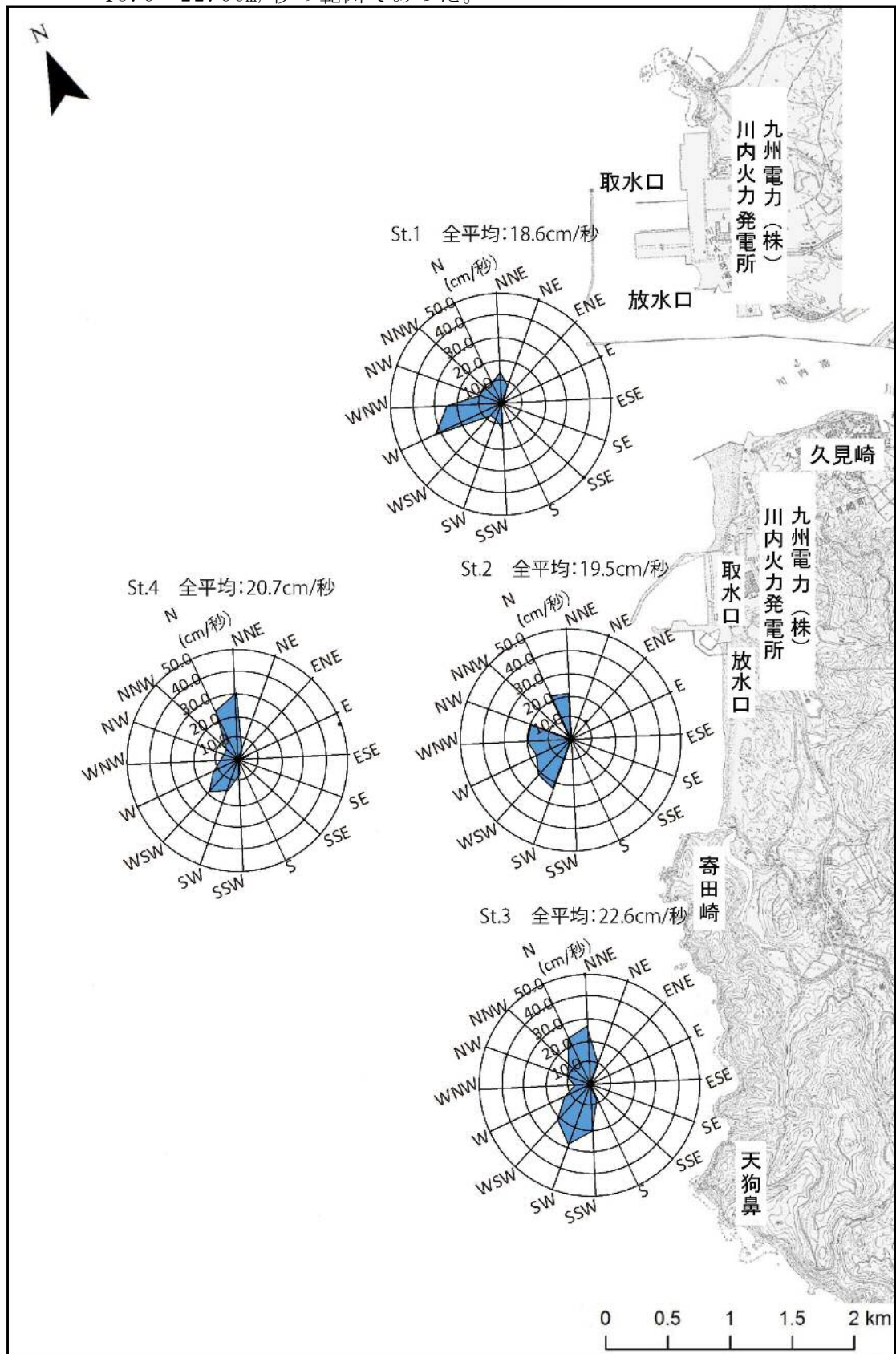


図11-3 25時間調査結果（流向別平均流速分布）

イ 15日間調査（令和3年2月25日～3月12日，St.2）

（ア）毎時流ベクトル経時変化（表層：1 m深）

おおむね全期間で南北方向に半日周期の変動がみられた。25時間移動平均ベクトルから，3月2日，3月5日～10日におおむね南方向の流れが卓越していた。

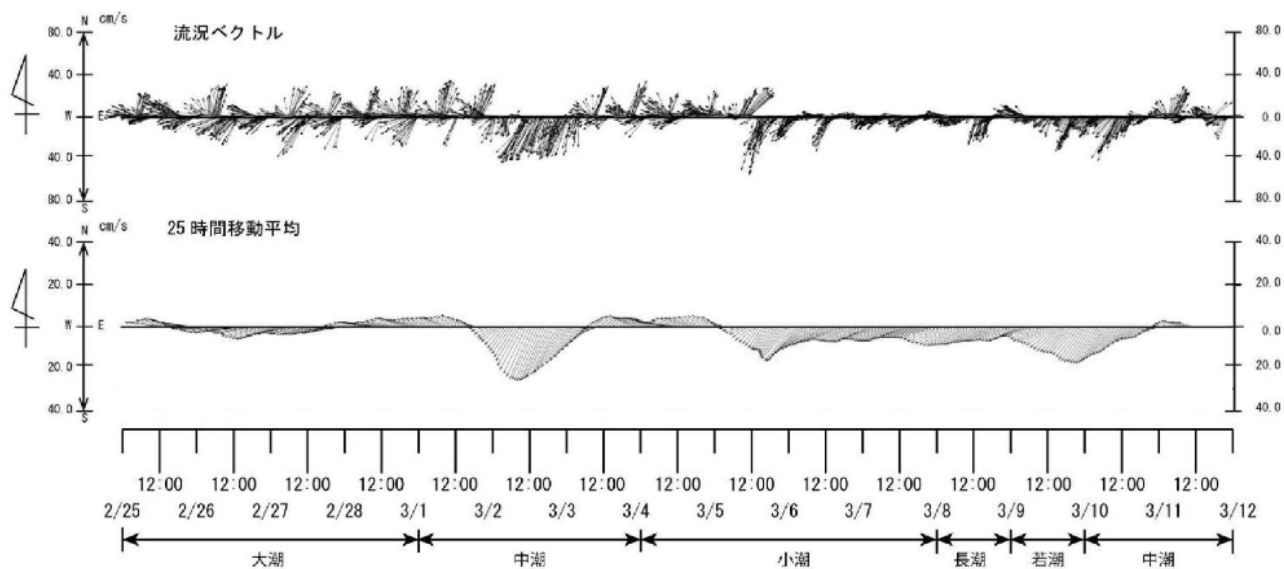


図12-1 15日間調査結果（表層：1 m深）（毎時流ベクトル経時変化）

（イ）毎時流ベクトル経時変化（底層：14m深）

2月25日～3月4日に南北方向に半日周期の変動がみられた。25時間移動平均ベクトルから，卓越した流れはみられなかった。

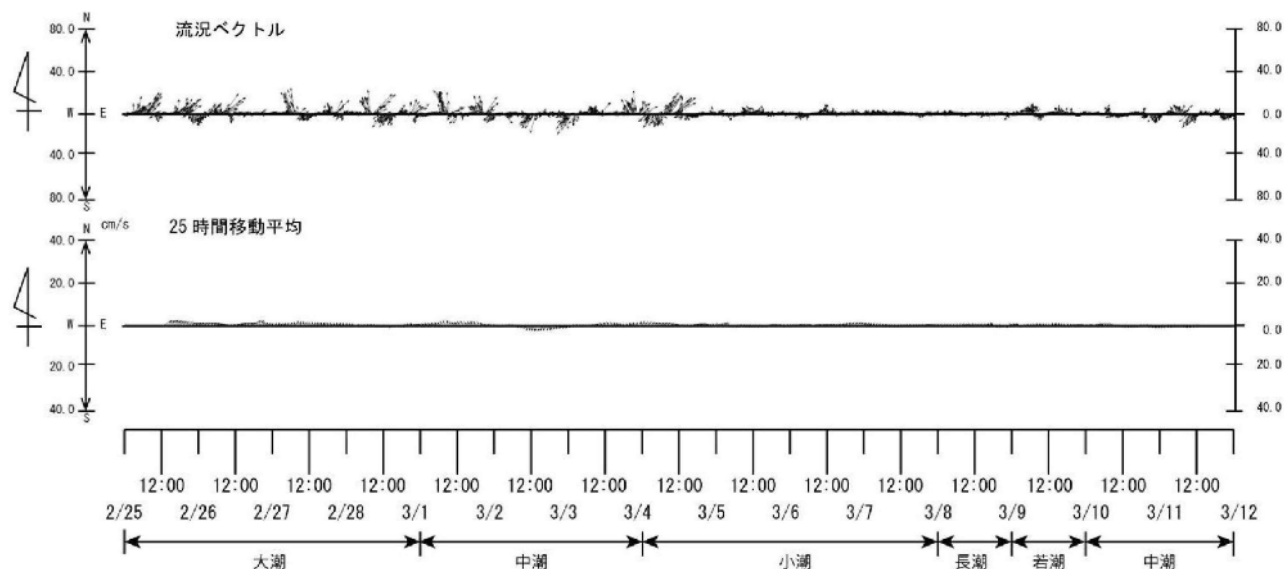
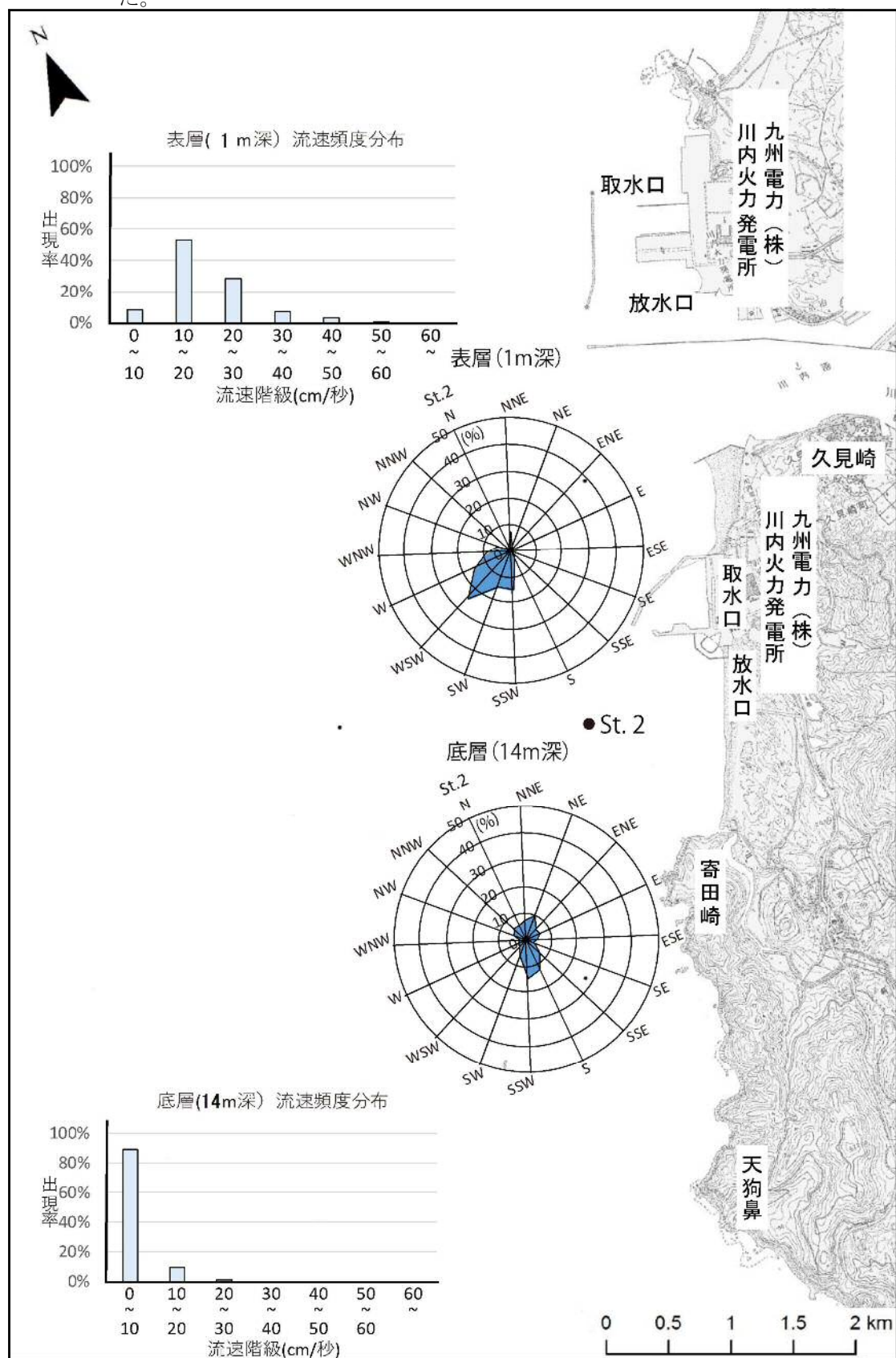


図12-2 15日間調査結果（底層：14m深）（毎時流ベクトル経時変化）

(ウ) 流向・流速別頻度分布

最多出現流向は表層（1 m 深）では西南西，底層（14m 深）では南南西であり，最多出現流速は表層（1 m 深）では10～20cm/秒，底層（14m 深）では0～10cm/秒であった。



※S57～R1までの最多出現流速分布範囲 表層(1m深): 0～40cm/秒, 底層(14m深): 0～30cm/秒

図12-3 15日間調査結果(流向・流速別頻度分布)

(エ) 流向別平均流速分布

平均流速は表層（1 m深）では南南西，底層（14m深）では北北西が大きく，表層（1 m深）では19.4cm/秒，底層（14m深）では4.7cm/秒であった。

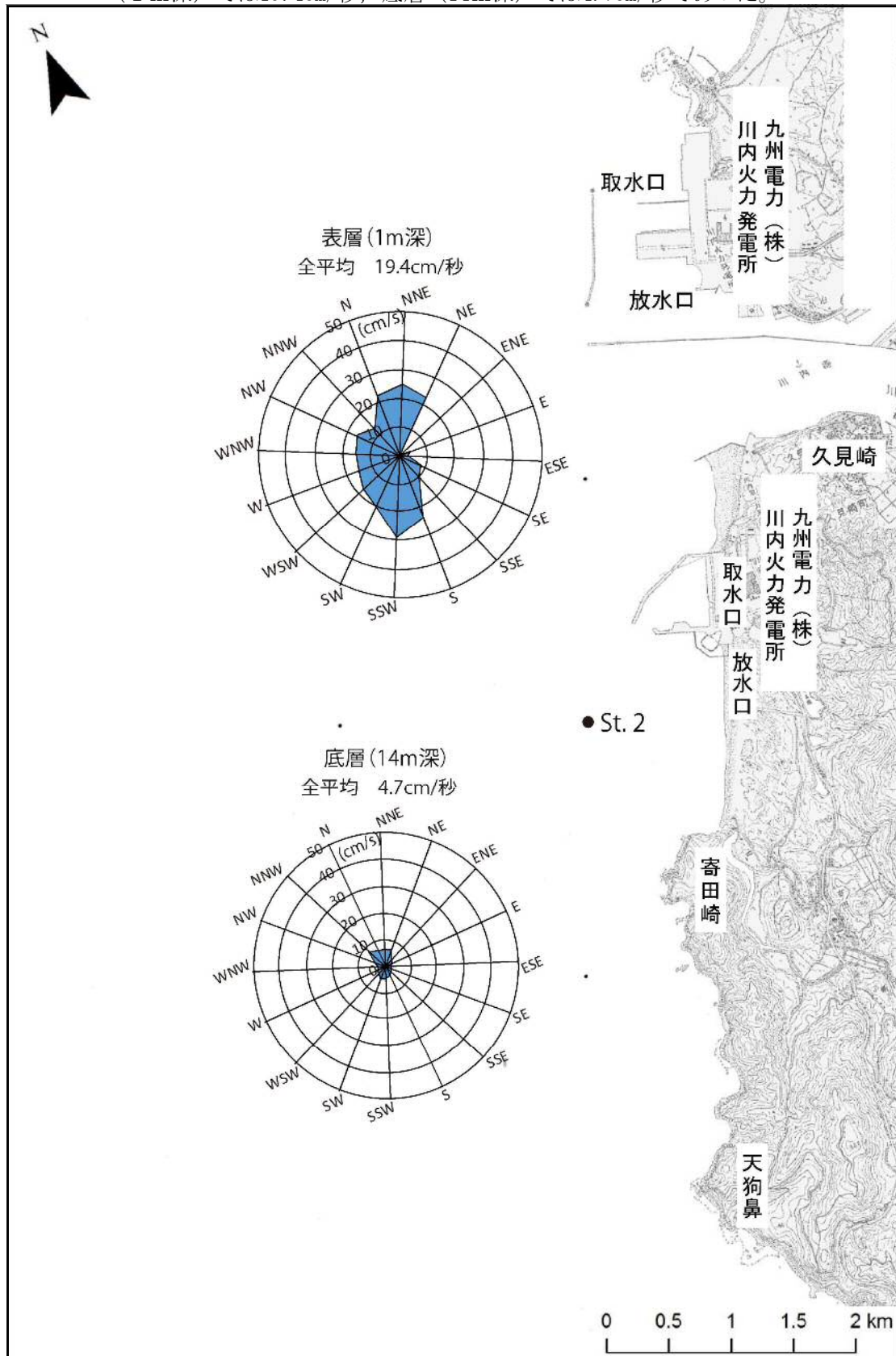


図12-4 15日間調査結果（流向別平均流速分布）

2 令和2年主要魚類及び漁業実態調査結果

(1) 調査の方法

① イワシ類（シラス）調査

川内市漁協におけるバッチ網漁業の年間の漁獲量を把握するとともに、同漁協に所属するバッチ網漁船5統のうち1統を標本船として、銘柄別漁獲量、イワシ類の魚種割合、漁場、操業回数などの日別漁獲状況を操業日誌の記帳により調査した。
(バッチ網の操業許可期間 1～12月 周年)

② マダイ・チダイ調査

川内市漁協におけるごち網漁業の年間の漁獲量を把握するとともに、同漁協に所属するごち網船7隻のうち2隻を標本船として魚種別漁獲量などの日別漁獲状況を調査した。
(ごち網の操業許可期間 4～12月)

(2) 調査の結果

① イワシ類（シラス）調査

ア 漁獲量

(ア) 川内市漁協の平成13年から令和元(平成31)年までの漁獲量は、15トンから1,118トンの間で推移し、令和2年は228トンであった。

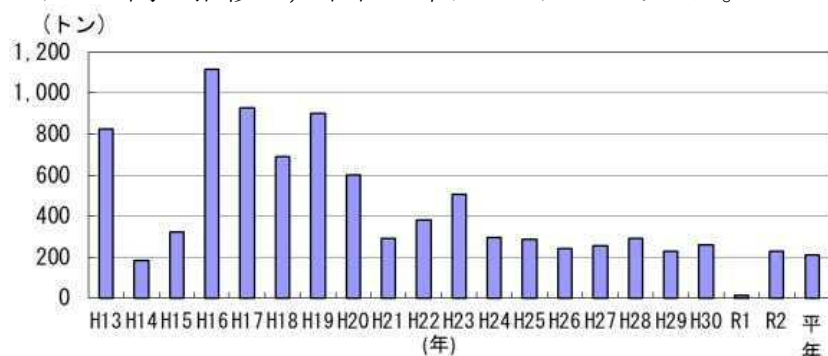


図13-1 川内市漁協バッチ網漁業の年別漁獲量

※平均値は過去5年平均値 ※S60～R1までの範囲：15～2,272トン

(イ) バッチ網標本船における平成13年から令和元(平成31)年までの漁獲量は7.9トンから332.2トンの間で推移し、令和2年は84.2トンであった。

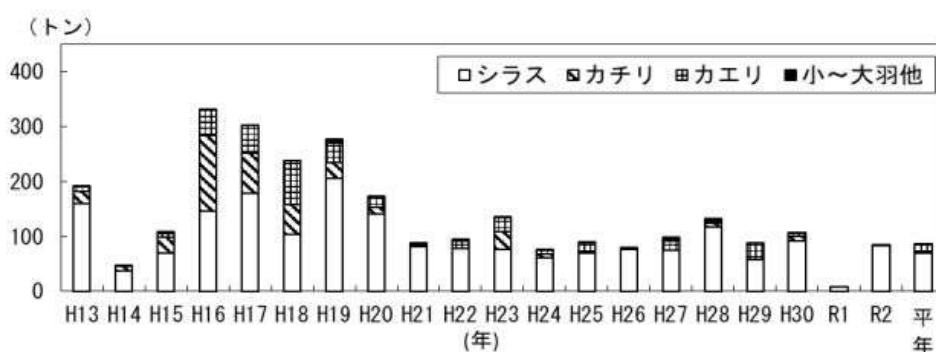


図13-2 バッチ網標本船の年別漁獲量

※平均値は過去5年平均値 ※S60～R1までの範囲：7.9～600.8トン

イ 銘柄別組成

バッチ網標本船における令和2年の漁獲物の銘柄別組成では、シラスが97.6%、カチリが2.4%であった。

表3 令和2年バッチ網標本船の月別銘柄別漁獲量

(単位 漁獲量：トン、漁獲割合：%)

月	操業 日数	操業 回数	漁獲量					漁獲割合			
			シラス	カチリ	カエリ	小～大羽他	合計	シラス	カチリ	カエリ	小～大羽他
1	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
2	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
3	12	45	53.5	0.0	0.0	0.0	53.5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	9	22	21.5	1.5	0.0	0.0	23.0	93.5	6.5	0.0	0.0
5	5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
6	5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
7	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
8	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
9	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
10	4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
11	6	3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	100.0	0.0	0.0	0.0
12	8	18	6.6	0.5	0.0	0.0	7.1	93.3	6.7	0.0	0.0
計	69	88	82.2	2.0	0.0	0.0	84.2	97.6	2.4	0.0	0.0

ウ 月別漁獲量

バッチ網標本船における令和2年の月別漁獲量は、3月が53.5トンと最も多く、次いで4月が23.0トンで多かった。

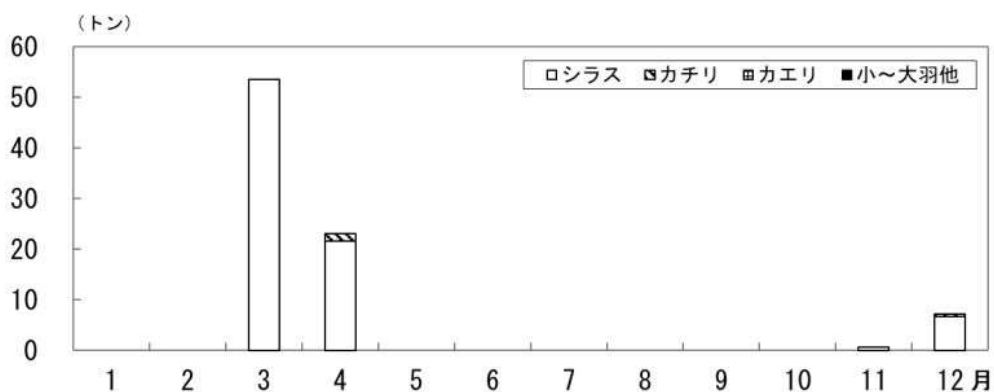


図13-3 令和2年バッチ網標本船月別銘柄別の漁獲量

エ 魚種別組成

バッチ網標本船における令和2年のイワシ類の魚種別組成は、カタクチイワシが83.4%、ウルメイワシが16.6%であり、カタクチイワシの割合が最も高かった。

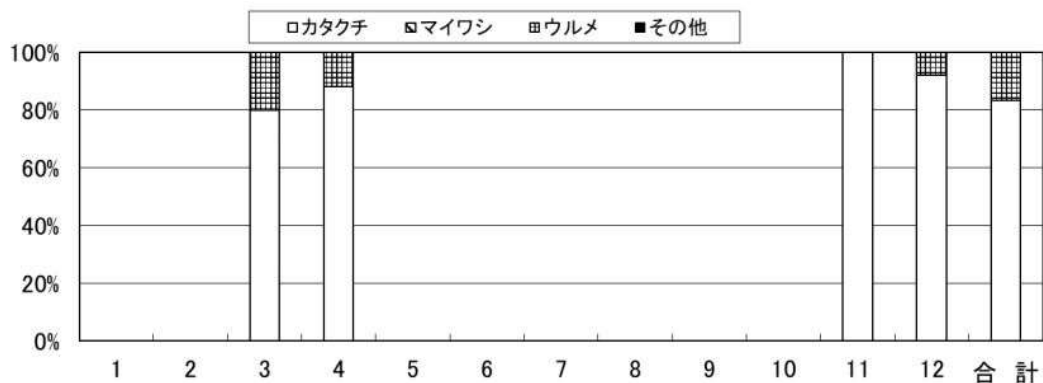


図13-4 令和2年バッチ網標本船の月別魚種別組成

② マダイ・チダイ調査

ア 漁獲量

(ア) 川内市漁協における平成13年から令和元(平成31)年までのごち網の漁獲量は、26トンから106トンの間で推移し、令和2年は31トンであった。

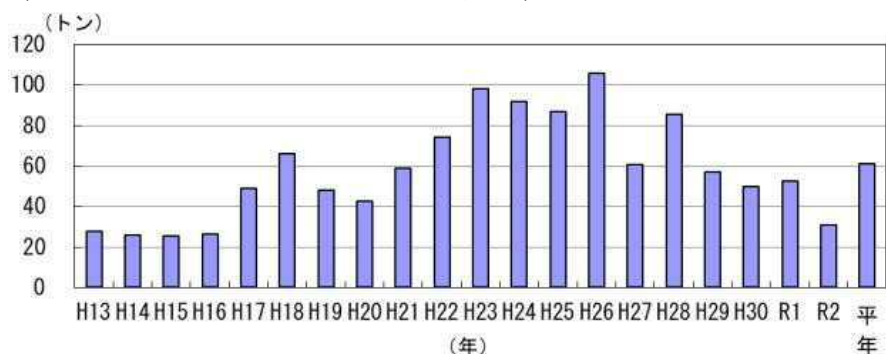


図14-1 川内市漁協ごち網漁業の年別漁獲量

※平均値は過去5年平均値 ※S60～R1までの範囲：26～127トン

(イ) ごち網標本船2隻における平成13年から令和元(平成31)年までのタイ類漁獲量は、3,983kgから14,495kgの間(平成16年は1隻分の漁獲量のため除く)で推移し、令和2年は9,148kgであった。

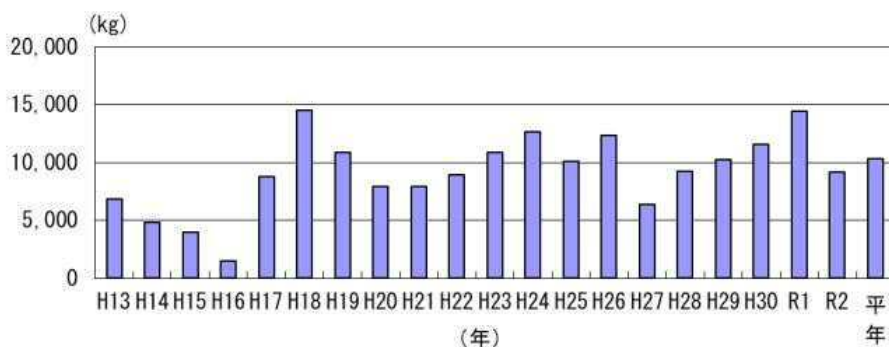


図14-2 ごち網標本船タイ類漁獲量の推移

※平成16年は1隻分の漁獲量 ※平均値は過去5年平均値 ※S60～R1までの範囲：3,772～14,495kg

イ マダイ・チダイ別漁獲量

ごち網標本船2隻における令和2年のマダイとチダイの漁獲量を比較すると、マダイが8,431kg、チダイ717kgで、例年どおりマダイの割合が高かった。

表4 令和2年ごち網標本船月別魚種別漁獲量 (単位：kg)

月	操業日数	マダイ	チダイ	タイ類小計	その他	合計
4	18	1,850	42	1,892	88	1,980
5	24	1,109	165	1,274	64	1,338
6	18	940	55	995	24	1,019
7	17	838	168	1,005	40	1,045
8	19	667	115	782	89	871
9	7	789	82	871	21	893
10	12	643	58	701	46	747
11	6	463	7	469	30	499
12	19	1,131	26	1,157	98	1,255
合計	140	8,431	717	9,148	499	9,647

※その他の魚種：コショウダイ、ヘダイ、フエフキダイ類 等

ウ タイ類の月別漁獲量

ごち網標本船2隻における令和2年のタイ類の月別漁獲量は、4月と5月が多く、3,166kgで全体(9,148kg)の35%を占めた。

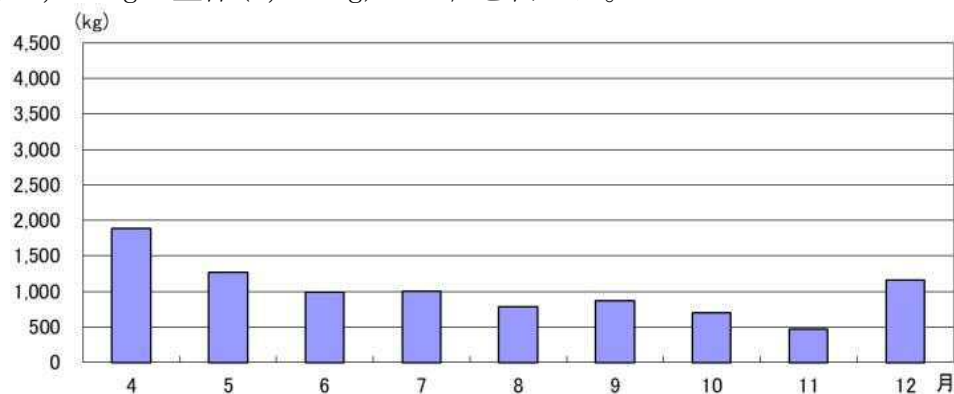
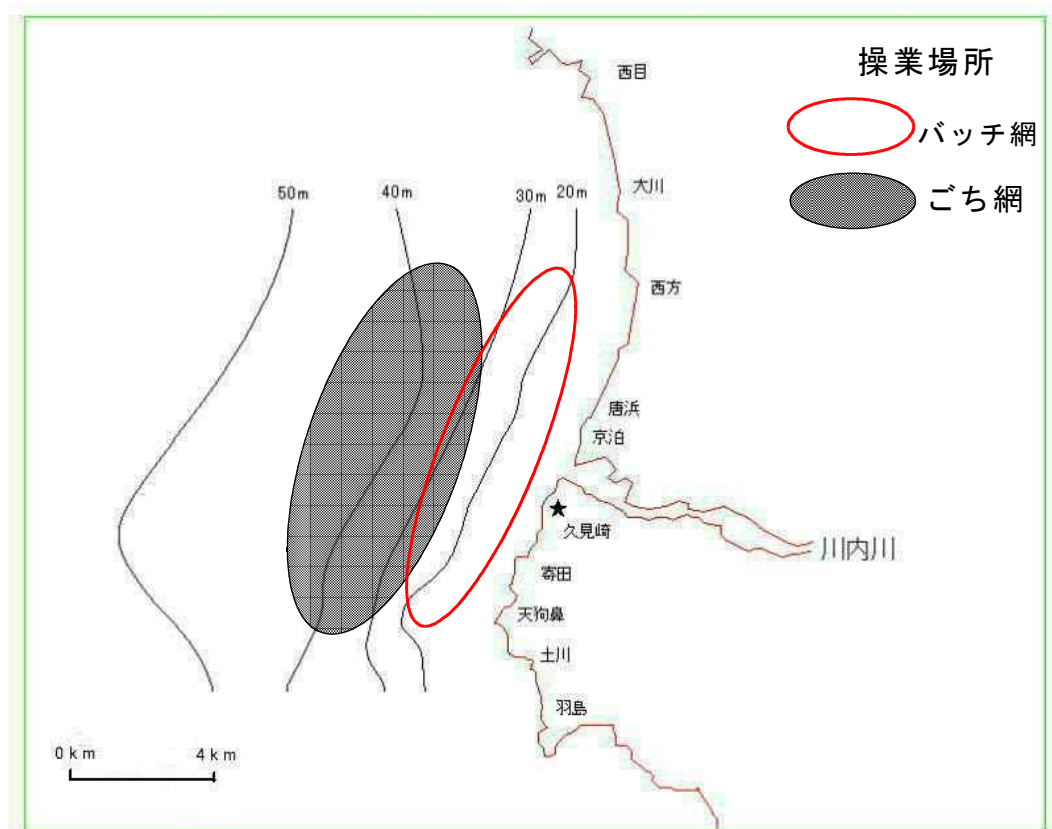


図14-3 令和2年ごち網標本船月別タイ類漁獲量

(参考)

バッチ網・ごち網漁場



鹿児島県商工労働水産部水産振興課

〒890-8577 鹿児島市鴨池新町10番1号 電話 099-286-3426

鹿児島県水産技術開発センター

〒891-0315 指宿市岩本字高田上160番10号 電話 0993-27-9200