

流況が複雑な海域における海難事故 防止のための調査研究 その2

平成21年3月

財団法人 日本水路協会

この調査研究は、競艇公益資金による日本財団の事業助成金を受けて実施したものである。

目 次

第1章 研究の概要	- 1 -
1. 1 研究の目的	- 1 -
1. 2 研究の概要	- 1 -
1. 3 委員会等	2
1.3.1 委員会の構成	2
1.3.2 審議経過	2
第2章 研究内容	3
2. 1 モデル海域の現況把握	3
2.1.1 モデル海域の設定	3
2.1.2 モデル海域の現況把握	4
2. 2 現地調査による流況特性把握	14
2.2.1 浜名湖今切口の現地調査結果	14
2.2.2 サロマ湖第一湖口の現地調査結果	40
2. 3 数値シミュレーションによる流況特性把握	68
2.3.1 潮流シミュレーション	68
2.3.2 波浪変形計算	82
2. 4 とりまとめ	91
2.4.1 浜名湖今切口の流況特性	91
2.4.2 サロマ湖第一湖口の流況特性	94
第3章 広報活動	97
3. 1 漂流実験	97
3. 2 講演会の開催	100
3. 3 啓発資料の作成・配布	101

第1章 研究の概要

1. 1 研究の目的

海跡湖の開口部（インレット）周辺及び河口域周辺の汽水域と呼ばれる海域は重要な水路やマリレジャーの場となっている。これらの海域は、地形、波及び流れが複雑であり、小型船舶の転覆事故、遊泳者・水上バイク等愛好者の行方不明・死亡事故が多発する海域でもある。このような事故は、汽水域の調査が困難なため、流況特性の把握が十分に行われておらずユーザーに情報が発信されていないために生じているものと思われる。これらのことから汽水域における流況調査手法を検討し、その手法に基づく調査を実施し、汽水域における流れ等のメカニズムの解明を行い、その結果をユーザーに提供することにより、小型船舶やマリレジャー愛好者の事故を軽減させることを目的とする。

インレット（海跡湖の湖口）における海洋情報の収集に関する研究

インレットでの海難事故の発生要因

ケース1：インレットは、潮汐に伴う湖内外の流れが集中するため流速が速く、湖から海域へ向かう流れと沖合からの波がぶつかり合うことで複雑な波と流れが生じ、その海域を利用する船舶が転覆する事故が発生する。

ケース2：インレットの周辺では、潮汐の影響による複雑な流れにより、海水浴などの利用者が沖合に流される事故が発生する。

湖内からの流れと波浪がぶつかり合い流況が複雑 → 小型船舶の海難事故

湖内に漁港が点在

潮汐に伴う強い流れ

浅瀬

オホーツク海

サロマ湖

波浪

湖口周辺の利用者が沖に流される事故が発生

波浪

太平洋

強い潮汐流

海水浴場

浜名湖

Image NASA
© 2008 TerraMetrics
Google

本研究において、インレット周辺海域における

- ・流況等の特性を解明
- ・結果をユーザー等に提供することにより、

- ◆「海洋の安全の確保」「海洋に関する国民の理解の増進」に貢献
- ◆小型船舶やマリレジャー愛好者等の事故を減少させる

図 1-1 調査目的

1. 2 研究の概要

本研究では、以下の（１）～（４）による検討を行った。

- （１）モデル海域の現況把握（資料収集・整理及び現地踏査）
- （２）現地調査による流況特性把握
- （３）数値シミュレーションによる流況特性把握
- （４）とりまとめ・啓蒙資料作成

1. 3 委員会等

1. 3. 1 委員会の構成

(委員長)

間瀬 肇 京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門沿岸災害研究分野 教授

(委員)

青木 伸一 豊橋技術科学大学建設工学系 教授

西 隆一郎 鹿児島大学水産学部 教授

小峯 力 流通経済大学准教授／日本ライフセービング協会理事長

橋川 隆 社団法人日本マリーナビーチ境界理事長

岩本 孝二 第一管区海上保安部海洋情報部長

神原 康次 第三管区海上保安部海洋情報部長

雪松 隆雄 第八管区海上保安部海洋情報部長

(関係官庁)

佐藤 敏 海上保安庁海洋情報部環境調査課長

須藤 幹男 海上保安庁海洋情報部環境調査課主任環境調査官

山尾 理 海上保安庁海洋情報部技術・国際課研究官

原田 敬司 海上保安庁警備救難部救難課海浜事故対策官

(作業部会)

事務局：

陶 正史：財団法人 日本水路協会 専務理事

熊坂 文雄 財団法人 日本水路協会 調査研究部長

鈴木 直子 財団法人 日本水路協会 調査研究部

委託先：

株式会社 エコー

1. 3. 2 審議経過

平成 21 年 5 月 21 日 第 1 回研究委員会 事業計画の了承、実施計画書の審議・承認

平成 21 年 10 月 28 日 第 2 回研究委員会 事業の中間報告の審議・承認

平成 22 年 1 月 25 日 第 3 回研究委員会 事業の最終報告及び総括

この他、平成 21 年 5 月 18 日、平成 21 年 10 月 23 日、平成 22 年 1 月 15 日に作業部会を開催し、細目の整理・検討を行った。

第2章 研究内容

2. 1 モデル海域の現況把握

2. 1. 1 モデル海域の設定

インレットのモデル海域として、小型船舶等による海難事故の多い以下の2海域を設定した。

①浜名湖今切口（静岡県）

②サロマ湖第一湖口（北海道）

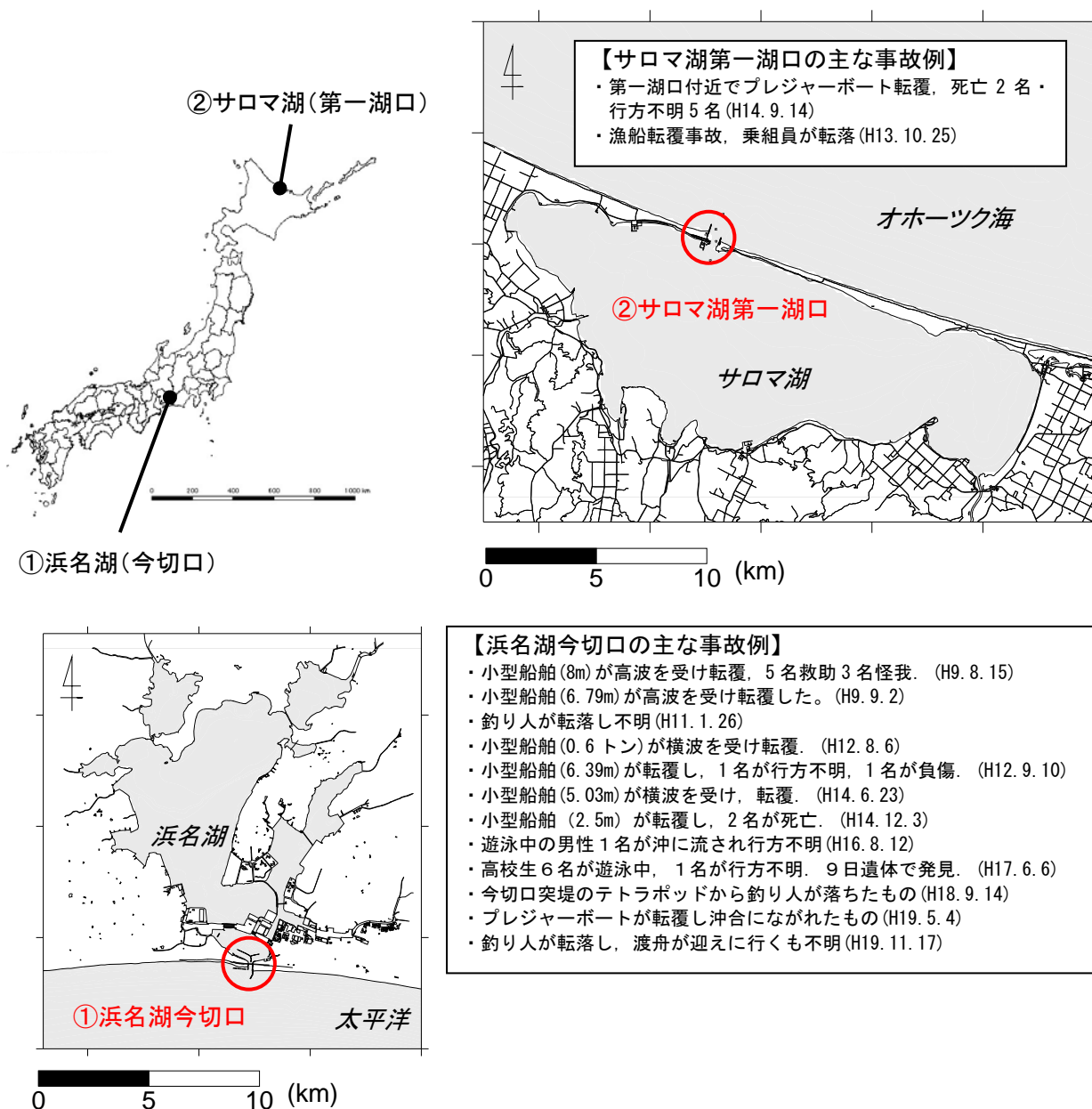


図 2-1 インレットのモデル海域及び主な海難事故

2.1.2 モデル海域の現況把握

(1) 浜名湖今切口

1) 浜名湖今切口の概要

浜名湖の湖沼情報概略と空中写真を以下に示す。

表 2-1 浜名湖の湖沼情報

所在地	静岡県
面積	65.0 km ²
周囲長	114 km
最大水深	16.6 m
平均水深	4.8 m
貯水量	0.35 km ³
水面の標高	0 m
成因	海跡湖
淡水・汽水	汽水
湖沼型	中栄養湖
透明度	1.3 m



2) 地形条件

i) 空中写真

浜名湖今切口周辺の空中写真(2005年1月)を図 2-2 に示す。

今切口の両岸には導流堤が整備されており、舞阪町の海岸は砂浜幅が広いのに対し、新居町側の砂浜幅は狭く離岸堤が3基整備されている。湖内側には、舞阪漁港、海水浴場、海釣り公園がある。

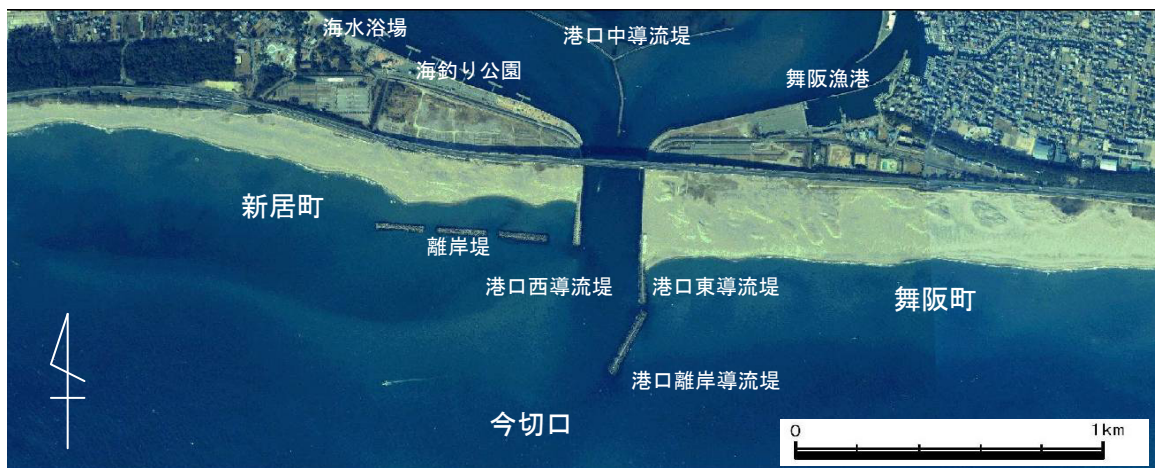


図 2-2 浜名湖今切口の空中写真 (2005年1月)

ii) 湖口部の現状確認

現地踏査(2009年5月11日実施)と情報収集を行い、以下の湖口部の現状確認を行った。

<今切口全般について>

- ・今切口の開口部は、幅 200m 程度である。
- ・今切口には、海側の東西に導流堤が設置されており、湖内側中央にも導流堤がある。
- ・現地踏査実施日の夕方 4 時過ぎは、船舶通航はほとんど無かった。
- ・浜名漁協へのヒアリングの結果、今切口沖合ではシラス漁が行われており、午前 4 時～午後 1 時の間、今切口では船舶の通航が非常に多い状態であることを確認した。

<浜名湖側>

- ・新居側の湖岸は、海釣り公園 (T 型の突堤状) や海水浴場がある。
- ・舞阪側の湖岸には、漁港施設がある。
- ・現地踏査時は、今切口 (新居町) の湖内側で、上げ潮時の流れ (1m/s 程度) が目視で確認できた。

<海側>

- ・舞阪側の海岸は砂浜幅が広く、サーフィン等のマリンスポーツ客が見られた。
- ・新居側の海岸には、離岸堤 3 基が設置されている。
- ・今切口の両側の導流堤には、釣り人が数名見られた。

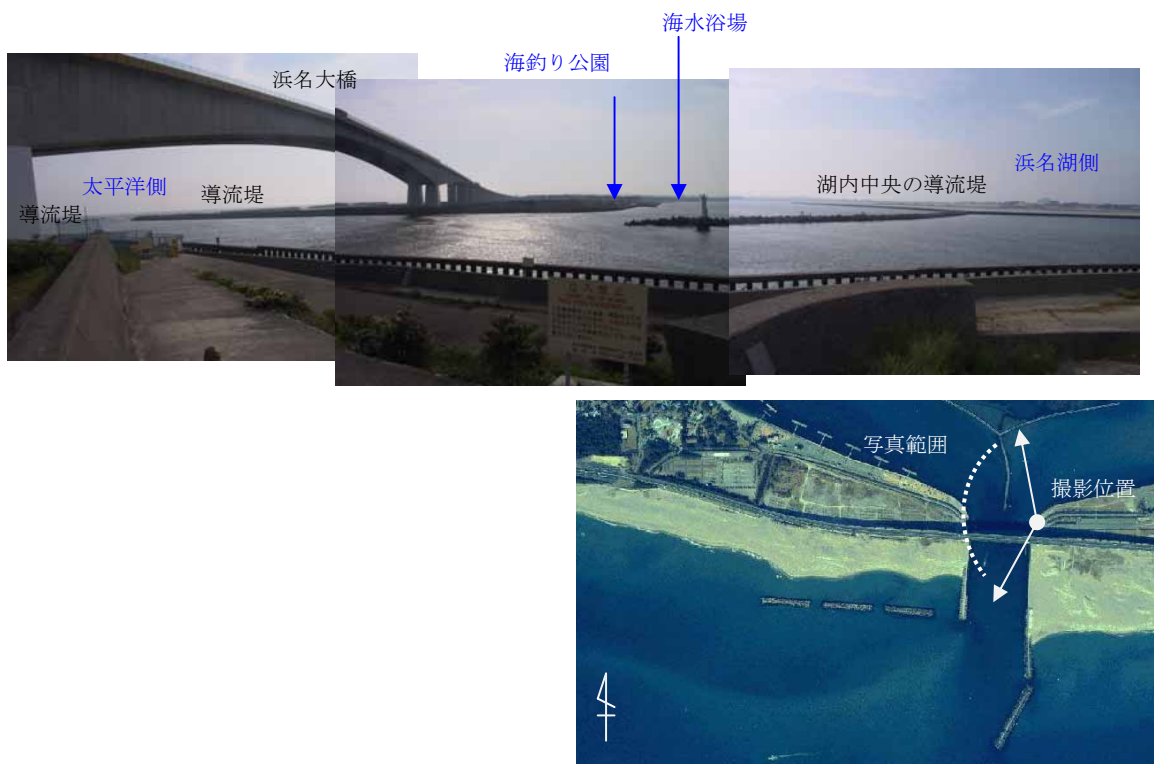


図 2-3 浜名湖今切口現地踏査時 (2009年5月11日)

iii) 地形データの収集結果

浜名湖及び今切口周辺海域の深浅データを収集し、地形データを整理した。図 2-4 に浜名湖今切口周辺海域の水深図 (20m メッシュデータ) を示す。

地形データの収集結果より以下が確認された。

- ・今切口の海域西側には浅瀬が形成されている。
- ・今切口の開口部は、水深 4~8m 程度である。
- ・今切口の湖内西側が水深 3~5m 程度の水路が形成されている。これらの箇所を除けば、湖内側の今切口周辺海域のほとんどが、水深 3m 未満の浅い水域である。

<地形資料>

海域 (海岸): 2008 年 12 月測量 (浜松土木事務所)

海域 (沖合): 海底地形デジタルデータ (M7002 遠州灘)

浜名湖: 湖沼図 (国土地理院)

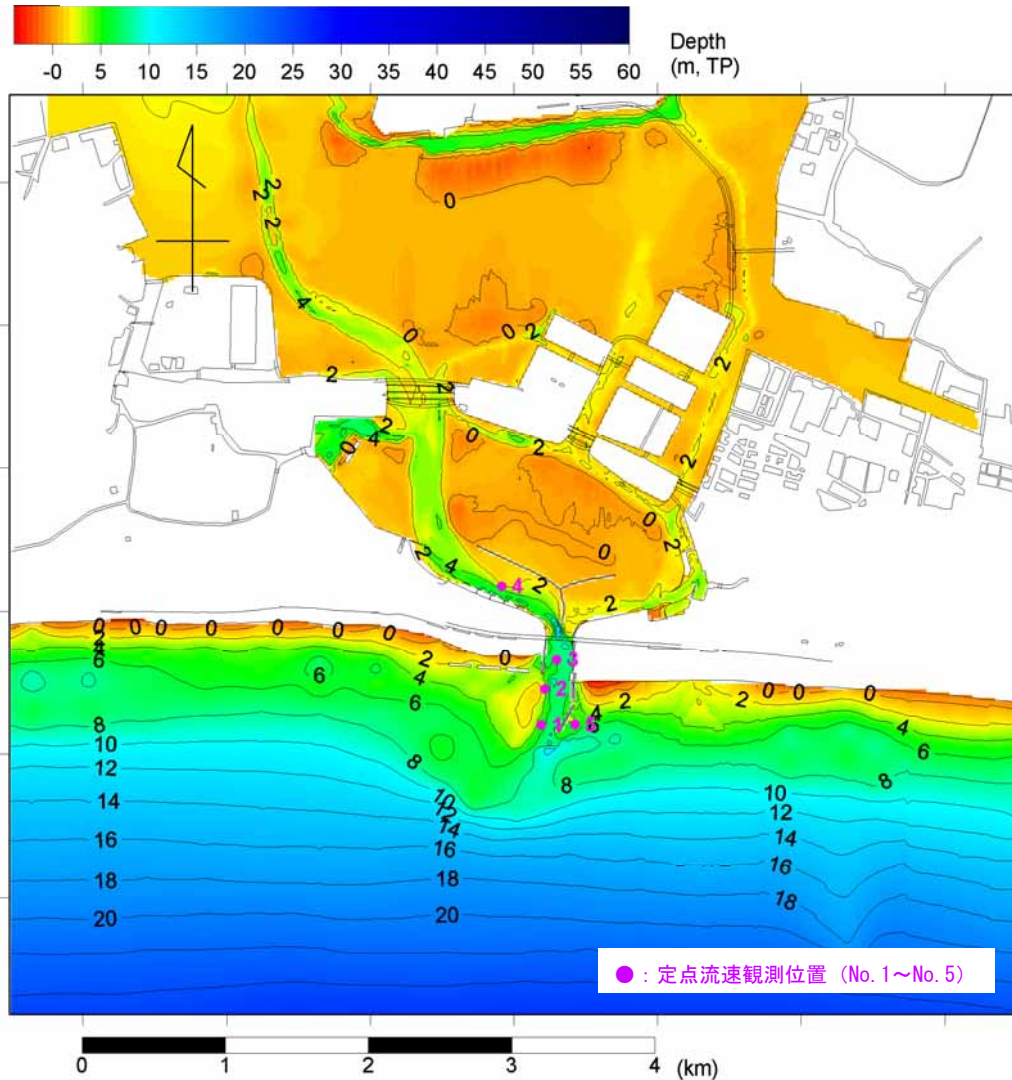


図 2-4 浜名湖今切口周辺海域の水深図

3) 気象・海象条件

図 2-5 に、調査位置（浜名湖今切口）と周辺の主な気象・海象観測位置を示す。



図 2-5 調査位置（浜名湖今切口）と周辺の主な気象・海象観測位置

i) 風条件

浜松（アメダス）での 1976 年から 2006 年までの風配図を以下に示す。

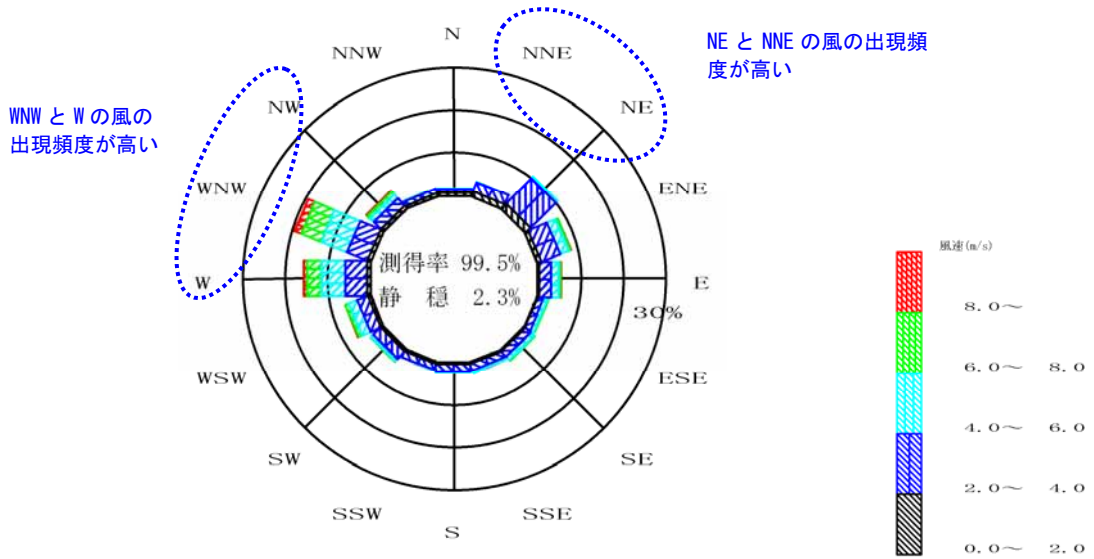


図 2-6 風配図(1976 年 1 月～2006 年 12 月, 浜松)

ii) 潮位条件

浜名湖周辺での潮位関係図を以下に示す。

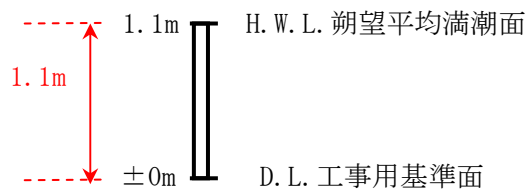


図 2-7 潮位関係図

iii) 波浪条件

御前崎（ナウファス）での 1998 年から 2006 年までの波高・周期出現頻度表と波高・波向頻度分布を以下に示す。

表 2-2 波高・周期出現頻度(御前崎, 1998 年 1 月～2006 年 12 月)

波 向：全波向
 季 節：通 年
 期 間：1998 年 1 月～2006 年 12 月
 地点名：御前崎

波 向：16 方位
 波 高：c m
 周 期：s e c

波高	周期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	-	total
		-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-		
0- 50				1	349	1203	1837	1150	403	48	1		1								4993
				0.0	0.9	3.1	4.7	2.9	1.0	0.1	0.0		0.0								12.8
50- 100				4	1337	4985	6550	5237	2732	1085	334	100	13	3	2						22382
				0.0	3.4	12.7	16.7	13.4	7.0	2.8	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0						57.2
100- 150				6	1138	1909	1709	1283	757	430	284	101	26	15	9	2					7669
				0.0	2.9	4.9	4.4	3.3	1.9	1.1	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0						19.6
150- 200					93	600	373	378	295	270	143	110	58	28	11	6					2365
					0.2	1.5	1.0	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0						6.0
200- 250					91	154	135	117	144	101	58	22	12	2	1						895
					0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0						2.3
250- 300					5	26	55	59	81	67	27	28	29	9	4						390
					0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0						1.0
300- 350						9	12	34	22	40	28	13	25	2	3						188
						0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0						0.5
350- 400							2	9	18	28	11	15	2	2	2						115
							0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0						0.3
400- 450								3	7	19	14	7	16	4							70
								0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							0.2
450- 500							1	4	6	2	5	3	9	2							33
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							0.1
500- 550							1				6	6	2								22
							0.0				0.0	0.0	0.0	0.0							0.1
550- 600											3	4	2	1	1						11
											0.0	0.0	0.0	0.0							0.0
600- 650											2	4	2	3	2	2					15
											0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						0.0
650- 700													2	1	1						4
													0.0	0.0							0.0
700- 750														1	1						2
														0.0	0.0						0.0
750- 800																				1	1
																				0.0	0.0
800- 850												1	1								2
												0.0	0.0								0.0
850- 900													1								1
													0.0								0.0
900- 950																					
-950																					
total				5	1692	7419	10992	8660	5000	2408	1311	797	397	219	162	68	26	2			39158
				0.0	4.3	18.9	28.1	22.1	12.8	6.1	3.3	2.0	1.0	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0			100.0

測得率：99.3 (%)，欠測回数：286

上段：出現回数，下段：出現頻度 (%)

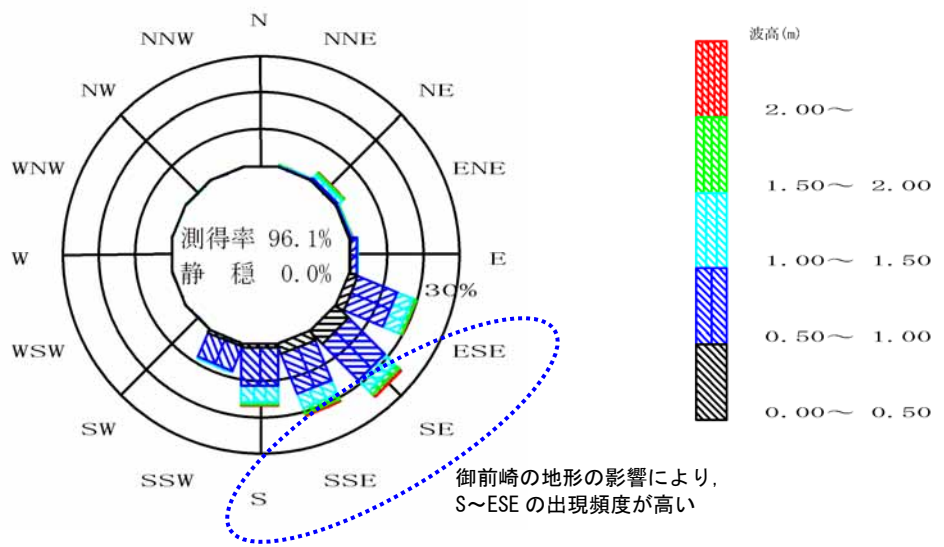


図 2-8 波向頻度分布(御前崎, 1998 年 1 月～2006 年 12 月)

(2) サロマ湖第一湖口

1) サロマ湖第一湖口の概要

サロマ湖の湖沼情報概略と空中写真を以下に示す。

表 2-3 サロマ湖の湖沼情報

所在地	北海道(網走支庁)
面積	151.82km ²
周囲長	87 km
最大水深	19.6 m
平均水深	8.7 m
貯水量	1.3 km ³
水面の標高	0 m
成因	海跡湖
淡水・汽水	汽水
湖沼型	富栄養湖
透明度	9.4 m



図 2-9 サロマ湖の概要

2) 地形条件

i) 空中写真

サロマ湖第一湖口周辺の空中写真(2005年1月)を図 2-10 に示す。

第一湖口の両岸の海側には、導流堤(西外防波堤、東防波堤)が整備されている。また、湖内には流水流入対策施設(アイスブーム)の固定杭が14基設置されている。

湖口の海側中央では、波が碎けて白波が立っている状況が確認できる。

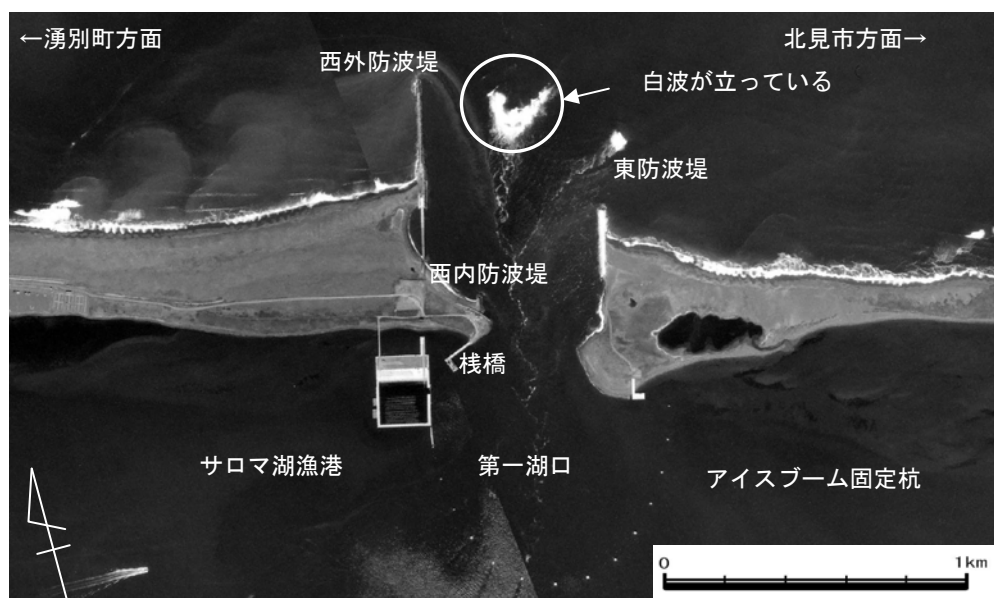


図 2-10 サロマ湖第一湖口の空中写真(2005年9月)

ii) 湖口部の現状確認

現地踏査(2009年5月15日実施)と情報収集を行い、以下の湖口部の現状確認を行った。

<湖口中央>

- ・湖口の最も狭い部分は、幅 250m~300m 程度であった。
- ・現地踏査時は、登栄床漁港やサロマ湖漁港に向かう小型船舶(漁船)が通航し、プレジャーボートの通航は無かった。

<サロマ湖側>

- ・湖内側の波浪は静穏であった。
- ・湖内側の栈橋下では湖口へ向かう流れが生じていた。ゴミ(藻)の移動速度から 0.8~1m/s 程度の流速と推定される。
- ・サロマ湖流氷流入対策施設(アイスブーム)の固定杭が、14 基設置されている。

<海側>

- ・湖口の東西で、防波堤(導流堤)が整備中である。
- ・湧別側の海岸では、1.5~2m の波が砕波しながら海岸に打ち寄せていた。周期は 7~8 秒程度であった。汀線付近の底質は 1mm 程度の粗砂であり、後浜も同程度の粒径であった。前浜勾配は比較的急であった。
- ・インレット湖口では、導流堤先端の少し沖で波はほとんど砕け、湖内には波は侵入してこない。砕波位置付近では、時折波がぶつかりあって波が立ち、しぶきが生じるといったような砕け方をしていた。
- ・西外防波堤と西内防波堤の間は小さなポケットビーチが形成されていた。そのビーチの汀線付近の粒径は 3mm 程度であった。
- ・網走港湾事務所へのヒアリングの結果、第一湖口ではプレジャーボートはほとんど通らず、漁船がほとんどである状況が確認された。



図 2-11 サロマ湖第一湖口現地踏査時(2009年5月15日)

iii) 地形データの収集結果

サロマ湖及び第一湖口周辺海域の深浅データを収集し、地形データを整理した。図 2-12 にサロマ湖第一湖口周辺海域の水深図（20m メッシュデータ）を示す。

地形データの収集結果より以下が確認された。

- ・ 第一湖口の海域側中央には浅瀬が形成されている。
- ・ 第一湖口の開口部の狭隘部は、水深が 10m 以上あり、周辺より水深が顕著に深い場所である。

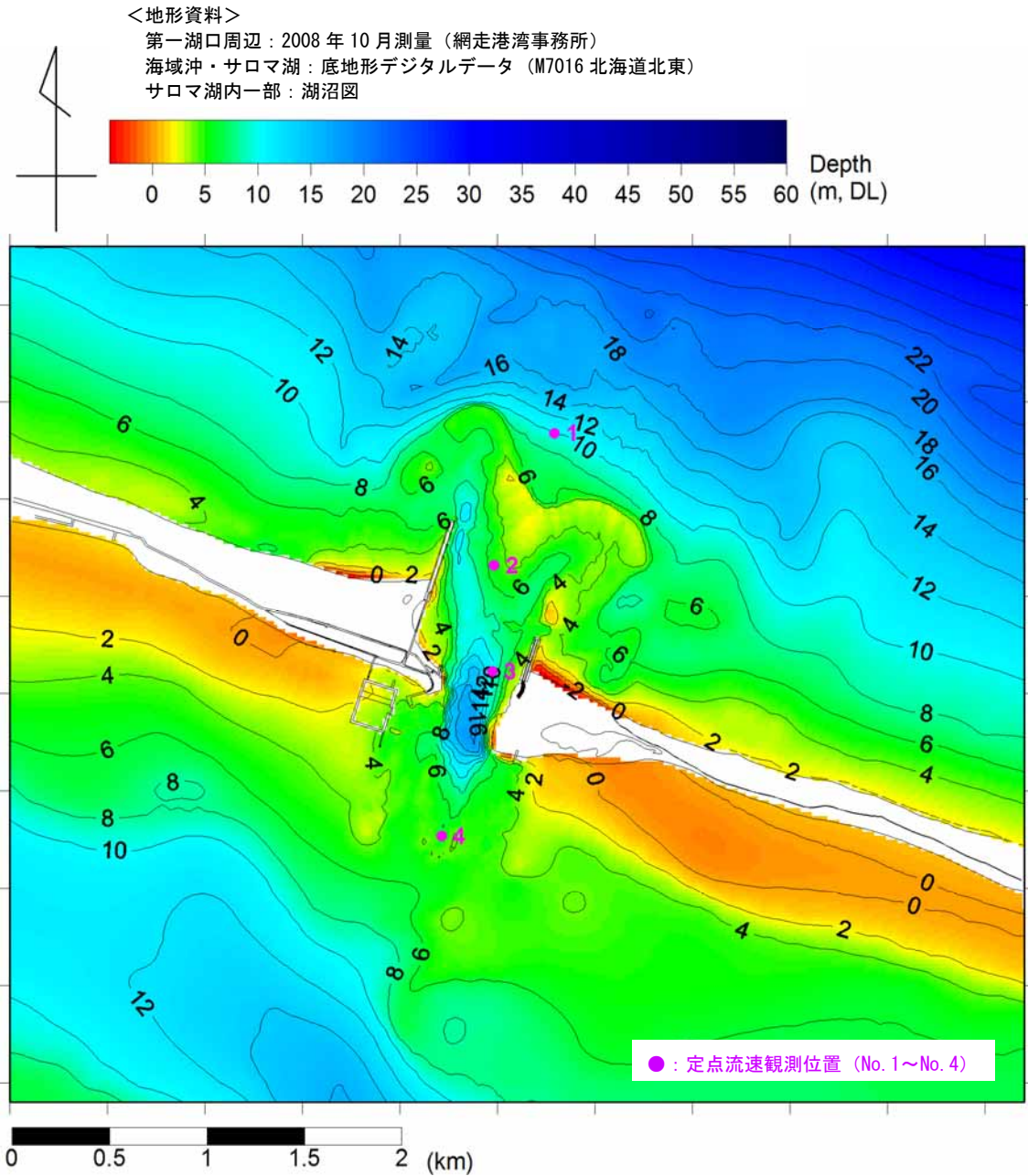


図 2-12 サロマ湖第一湖口の地形条件・観測位置

3) 気象・海象条件

調査位置（サロマ湖第一湖口）と周辺の主な気象・海象観測位置を図 2-13 に示す。



図 2-13 調査位置（サロマ湖第一湖口）と周辺の主な気象・海象観測位置

i) 風条件

湧別（アメダス）での 1978 年から 2006 年までの風配図を以下に示す。

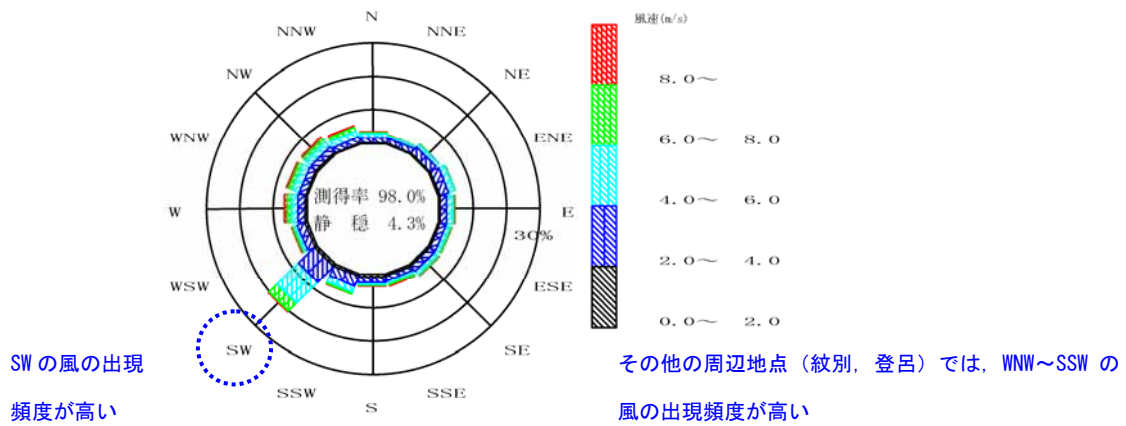


図 2-14 風配図(1978年1月～2008年12月, 湧別)

ii) 潮位条件

サロマ湖周辺での潮位関係図を以下に示す。

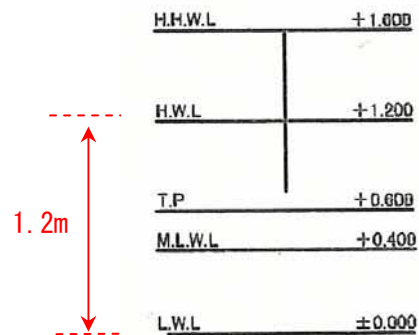


図 2-15 潮位関係図（サロマ湖漁港（第一湖口地区））

iii) 波浪条件

紋別南（ナウファス）での 2001 年から 2006 年までの波高・周期出現頻度表と波高・波向頻度分布を以下に示す。

表 2-4 波高・周期出現頻度（紋別南, 2001 年 1 月～2006 年 12 月）

波高	周期	波 向 : 16 方位																	total	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
0- 50				246	2979	3582	2090	946	365	182	84	34	18	8	2	2				10538
				1.0	12.1	14.5	8.5	3.8	1.5	0.7	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0				42.7
50- 100				5	838	1869	1726	1236	738	437	290	82	40	20	4	5				7290
				0.0	3.4	7.6	7.0	5.0	3.0	1.8	1.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0				29.5
100- 150					46	526	818	756	481	342	244	92	54	11	5	1				3376
					0.2	2.1	3.3	3.1	1.9	1.4	1.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0				13.7
150- 200						39	291	444	356	309	140	84	40	11	3					1717
						0.2	1.2	1.8	1.4	1.3	0.6	0.3	0.2	0.0	0.0					7.0
200- 250							1	56	250	202	173	118	68	30	10	13		1		922
							0.0	0.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.1		0.0		3.7
250- 300								60	92	95	62	35	27	14	5	1				391
								0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0				1.6
300- 350								11	54	53	37	18	5	4	6	1				189
								0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0				0.8
350- 400								1	24	34	32	14	6	3						114
								0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0						0.5
400- 450									6	21	16	16	7							66
									0.0	0.1	0.1	0.1	0.0							0.3
450- 500									7	7	11	6								31
									0.0	0.0	0.0	0.0								0.1
500- 550									2	6	6	7	2	1						24
									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						0.1
550- 600										5	6	7								18
										0.0	0.0	0.0								0.1
600- 650										1	4	4	1							10
										0.0	0.0	0.0	0.0							0.0
650- 700											5	1								6
											0.0	0.0								0.0
700- 750											1	3	1							5
											0.0	0.0	0.0							0.0
750- 800																				
800- 850																				
850- 900																				
900- 950																				
-950																				
total				251	3863	6017	4981	3704	2318	1655	1042	476	255	85	39	10	1			24697
				1.0	15.6	24.4	20.2	15.0	9.4	6.7	4.2	1.9	1.0	0.3	0.2	0.0	0.0			100.0

測得率: 93.9 (%) , 欠測回数: 1595

上段: 出現回数, 下段: 出現頻度 (%)

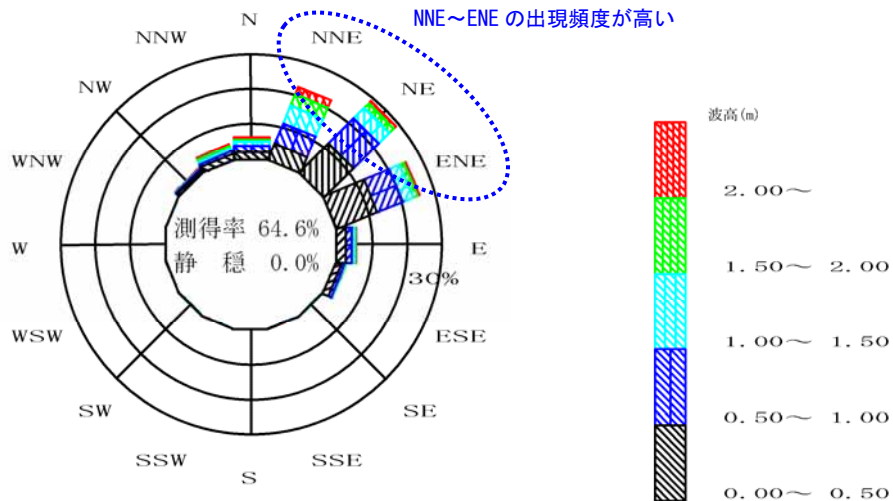


図 2-16 波向頻度分布（紋別南, 1998 年 1 月～2006 年 12 月）

2. 2 現地調査による流況特性把握
 2.2.1 浜名湖今切口の現地調査結果

(1) 現地調査実施状況

1) 現地観測実施時期

浜名湖今切口の流況観測を以下の日程で実施した。

- 1) 流況観測（定点観測） : 2009年6月30日～ 8月1日
- 2) 移動流況観測・水温塩分観測 : 2009年7月4日（上げ潮）
: 2009年7月12日（下げ潮）
- 3) 流況可視化実験 : 2009年7月13日（予行演習）
2009年7月27日（公開実験）
- 4) 高波浪時流況観測 : 2009年7月22日

2) 調査位置（定点観測）

浜名湖今切口の定点観測調査位置を以下に示す。

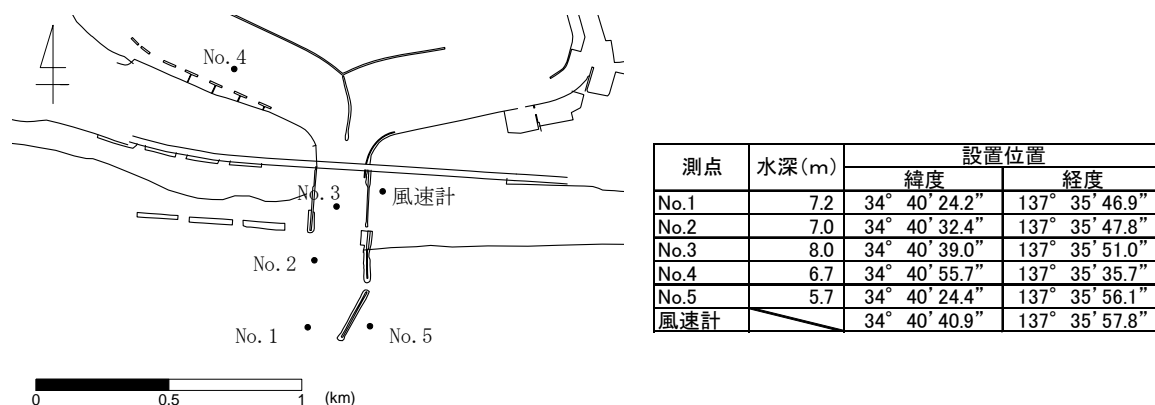


図 2-17 浜名湖今切口の調査位置図

3) 観測機器と測定項目

表 2-5 観測機器と観測項目

地点	観測機器	観測項目	サンプリング間隔	観測頻度
No. 1	ドップラー式海象計	波浪, 多層流向流速	波浪 : 0.5 s 流況 : 1.0 s	波浪 : 60 分毎/17 分 流況 : 60 分毎/1 分
No. 2	電磁流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
No. 3	ドップラー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
No. 4	ドップラー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
No. 5	ドップラー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
St. A	風向・風速計	風向風速		10 分毎

4) 各定点観測データの経時変化

各定点観測記録(波浪、風、多層流速、単層流速)の時系列を以下に示す。図中のハッチング(黄色)は曳航式流況調査日を示す。

i) 波浪観測記録

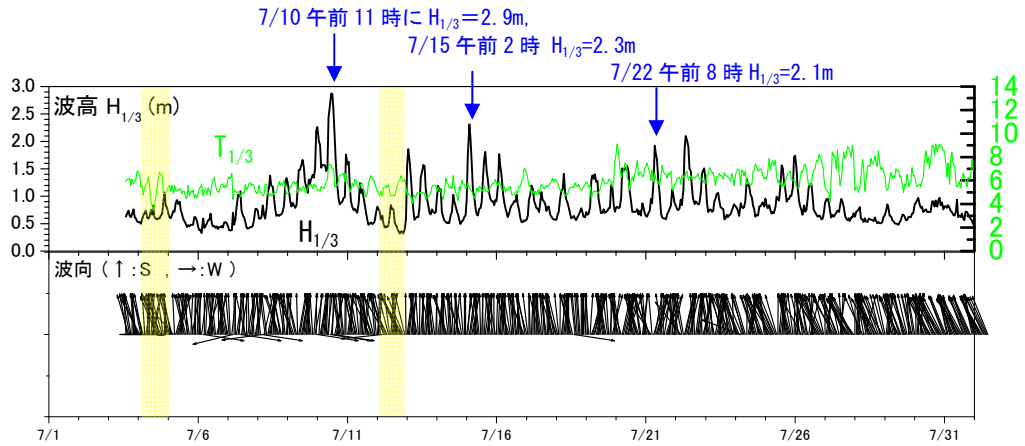
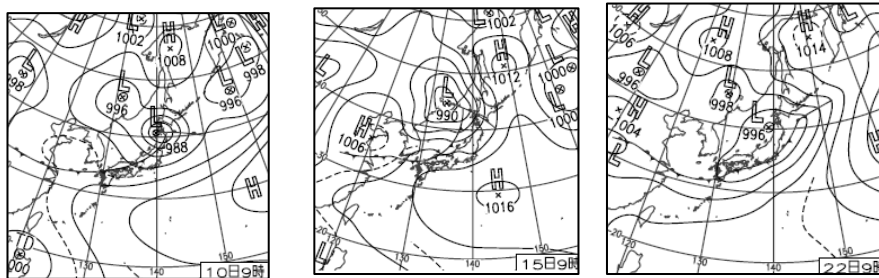


図 2-18 波浪の時系列 (No. 1, AWAC)



< 高波浪時の天気図 (左から 7/10, 7/15, 7/22) >

ii) 風観測記録

St. A (陸上の地点) での風観測記録の時系列を以下に示す。

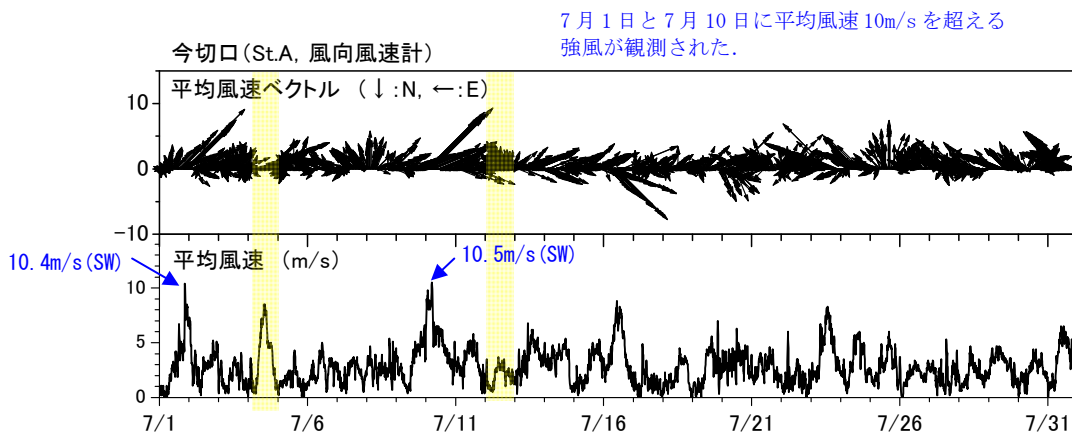


図 2-19 風況の時系列 (風向・風速, 陸上部 St. A)

iii) 多層流速観測記録

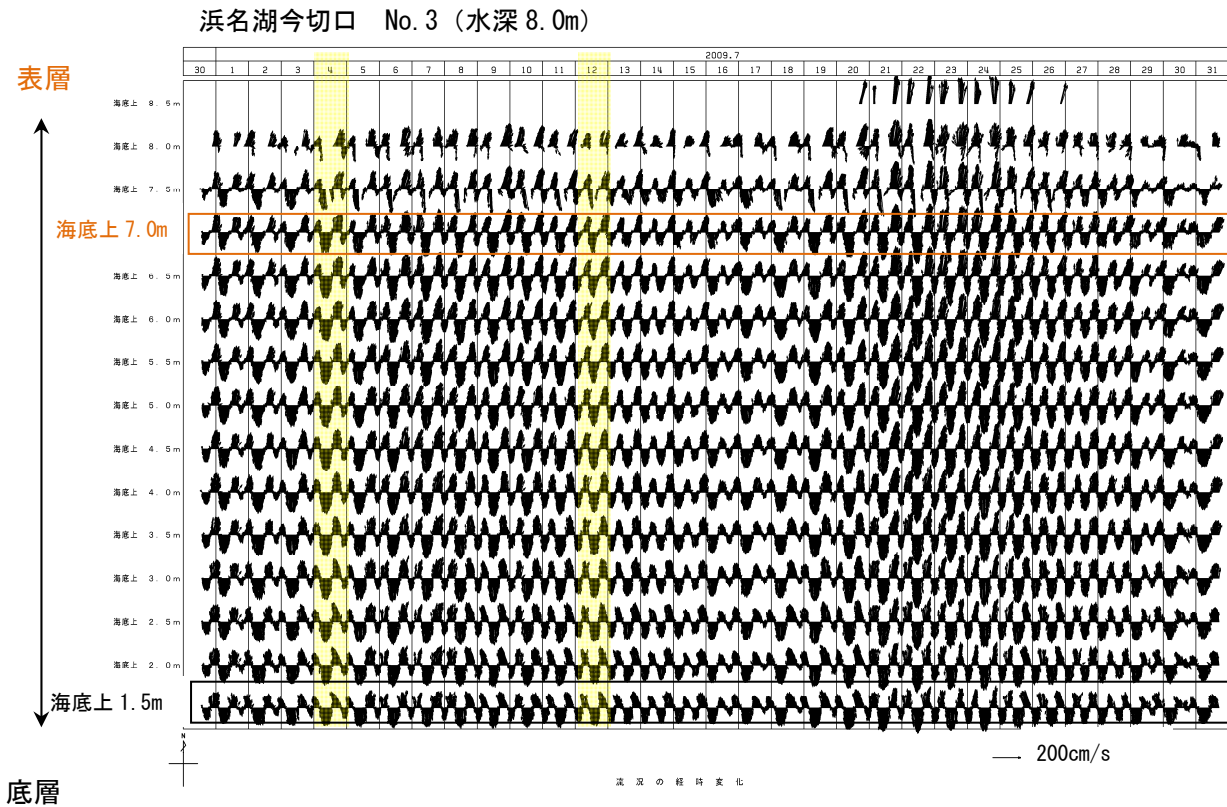
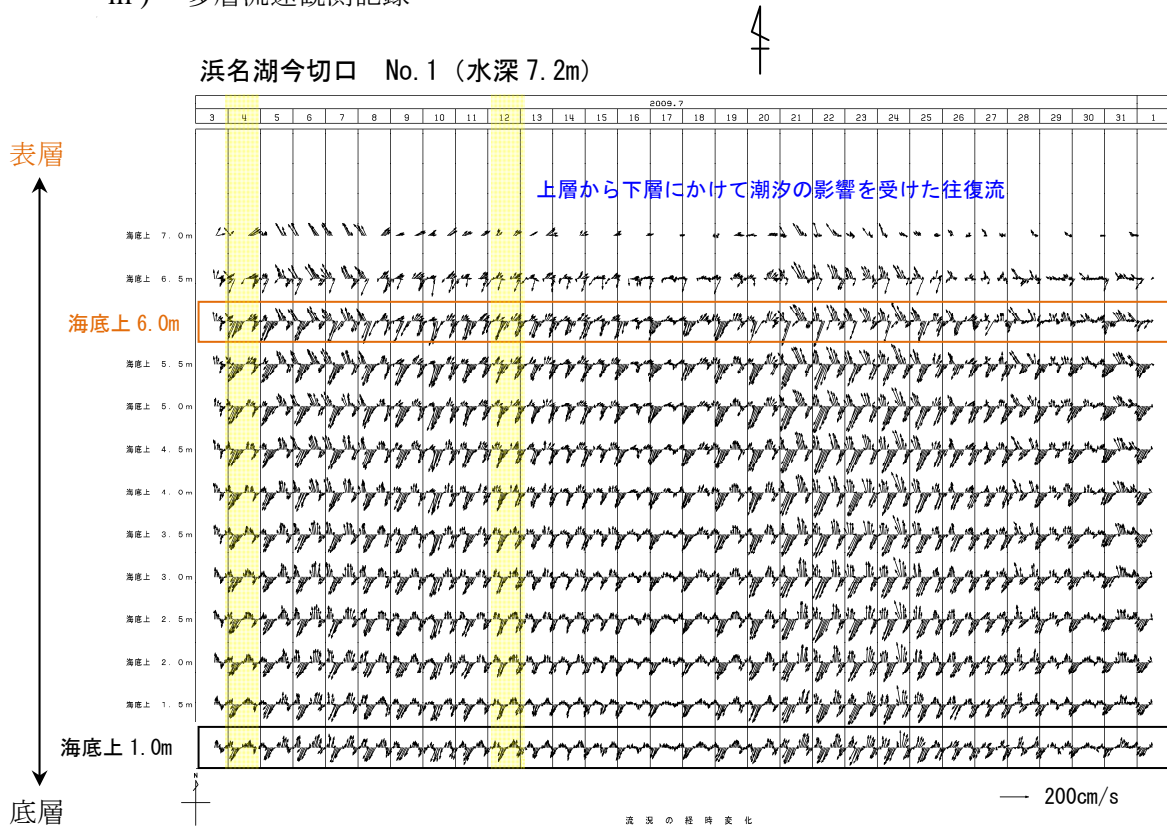


図 2-20 多層流速の時系列変化 (上 ; No. 1、下 ; No. 3)

浜名湖今切口 No. 4 (水深 6.7m)

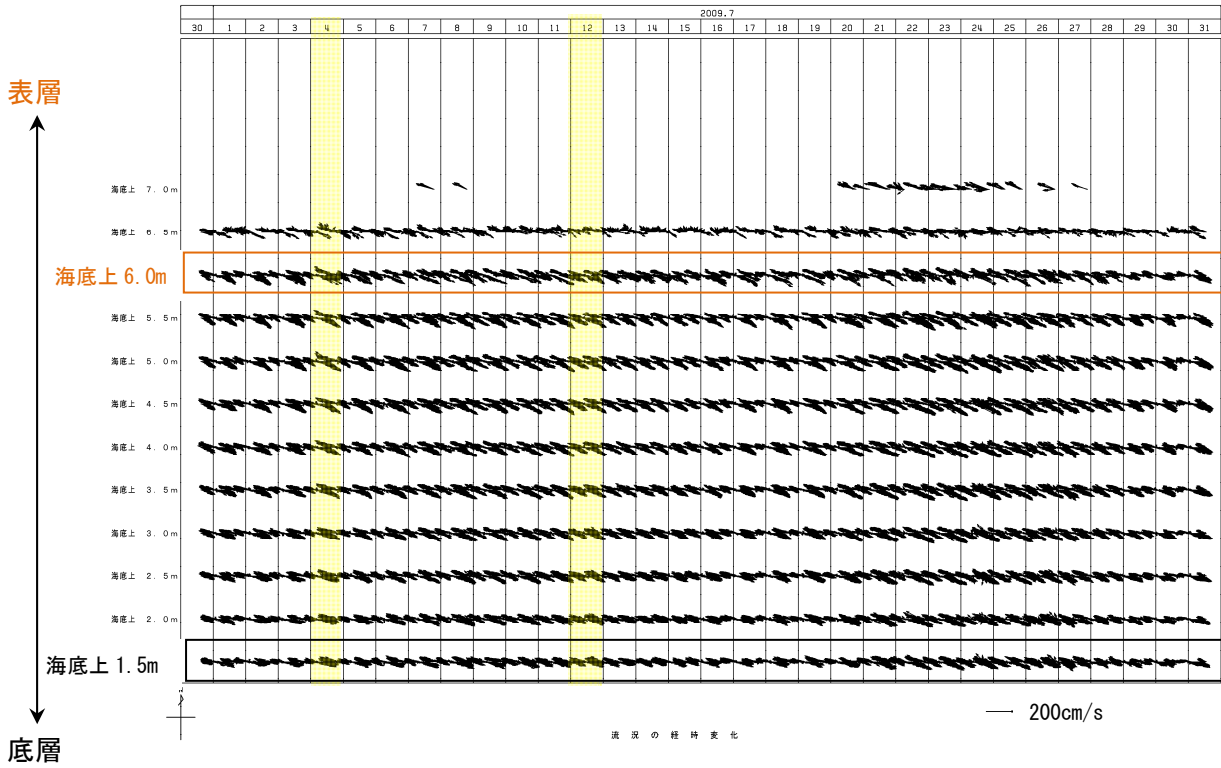


図 2-21 多層流速の時系列変化 (No. 4)

iv) 単層流速観測記録

浜名湖今切口 No. 5 (海底上 0.5m, 水深 5.7m)

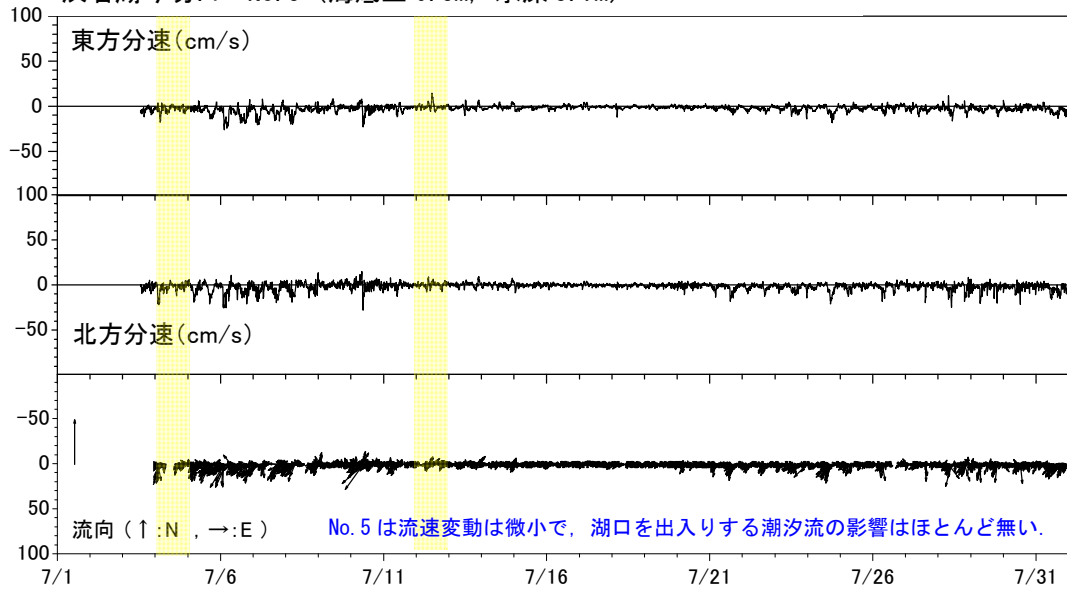


図 2-22 単層流速の時系列変化 (No. 5)

(2) 現地観測期間中の気象・海象条件

調査対象海域の気象・海象観測記録として、舞浜の潮位とアメダス（浜松）の風・降水量データを収集し、以下の時系列的な整理を行った。

(以降、曳航式調査実施日を図中の黄色のハッチングで示す。)

- ・舞浜の潮位変動は、大潮時は1~1.2m程度、小潮時は0.5m程度であった。
- ・浜松の風観測（アメダス）は、7月13日14時に8.2m/s (WSW)、7月16日13時に8.2m/s (W)の強風（平均風速）が観測された。

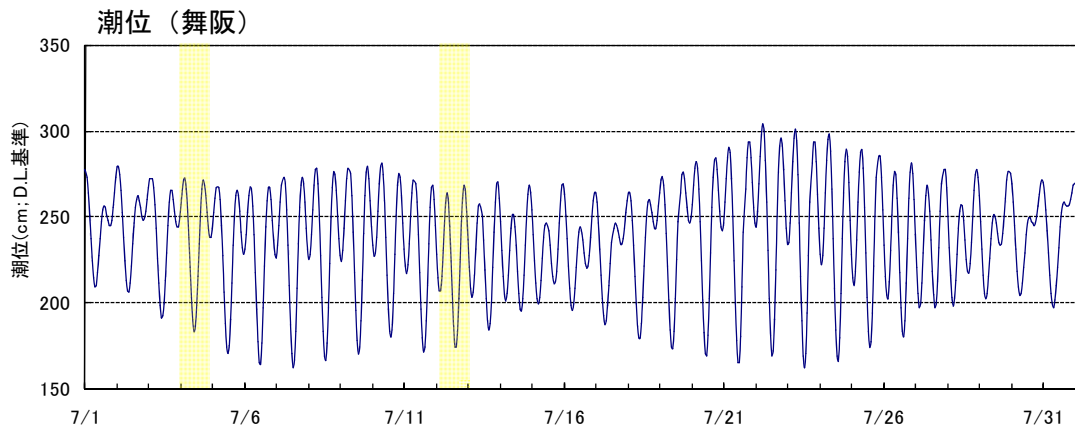


図 2-23 観測期間中の潮位（舞浜）

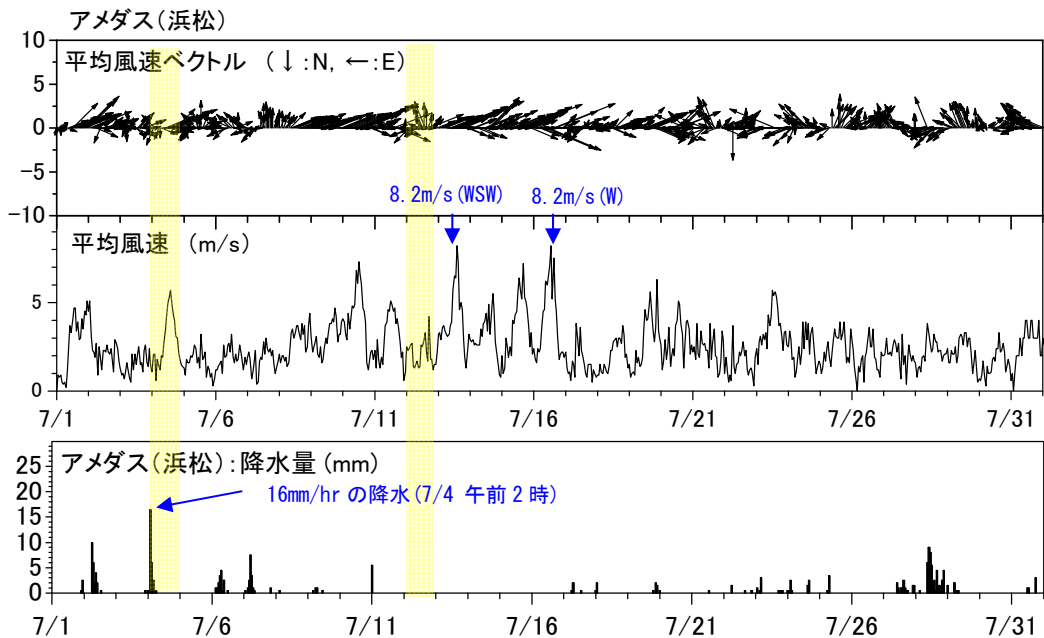
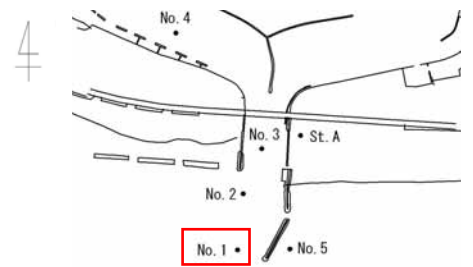


図 2-24 観測期間中のアメダス（浜松）の風・降水量

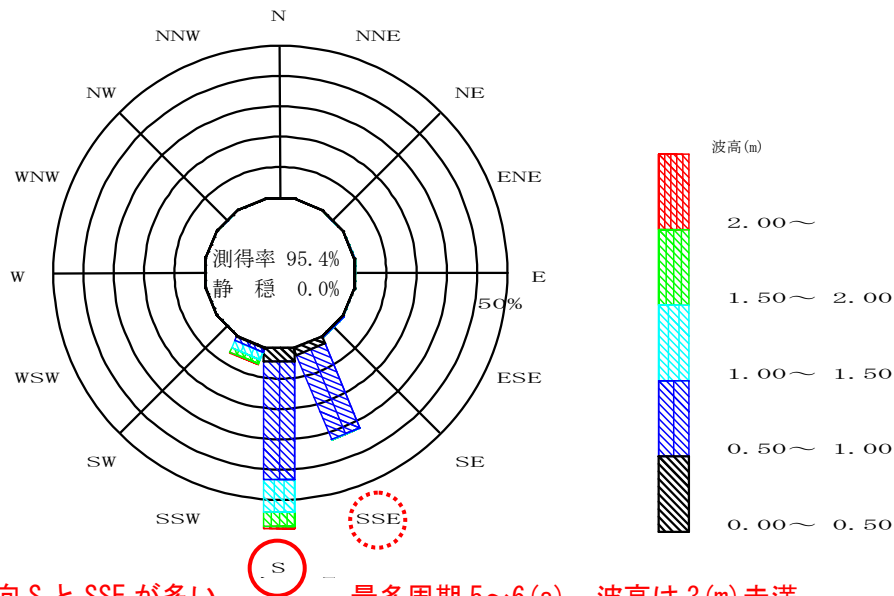


(3) 波浪出現頻度

浜名湖今切りの海域沖側(No. 1)での観測期間中(2009年6月30日~8月1日)の波浪データ整理結果を以下に示す。

海域沖側の観測点であるNo. 1での波浪出現頻度の特性は以下のとおりである。

- ・波向きは、SとSSEからの波浪が最も多く、最多周期は5~6秒の波浪であった。
- ・期間中の波高は3m未満であり、そのうち92.2%は1.5m未満の波浪であった。

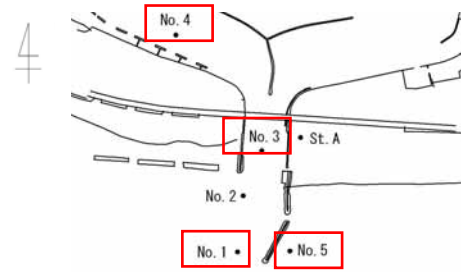


波向 S と SSE が多い 最多周期 5~6(s), 波高は 3(m) 未満

波高	周期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	total
		-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-	
0- 50						3 0.4	34 4.9	13 1.9						50 7.2
50- 100				3 0.4	57 8.2	192 27.7	149 21.5	62 8.9	26 3.7	6 0.9				495 71.3
100- 150					20 2.9	62 8.9	13 1.9							95 13.7
150- 200					4 0.6	25 3.6	11 1.6	2 0.3						42 6.1
200- 250						5 0.7	2 0.3	1 0.1						8 1.2
250- 300								4 0.6						4 0.6
300- 350														
350- 400														
400- 450														
450- 500														
-500														
total					3 0.4	84 12.1	318 45.8	188 27.1	69 9.9	26 3.7	6 0.9			694 100.0

測得率: 96.4 (%) , 欠測回数: 26 上段: 出現回数, 下段: 出現頻度 (%)

図 2-25 調査期間中の波浪出現頻度



(4) 流況出現頻度

観測期間中の各観測地点の底層における流況出現頻度図を以下に示す。

流況出現頻度の特性は以下のとおりである。

- ・潮汐の作用により各観測地点は、No. 5を除き、概ね同一方向の往復流である。
- ・No. 1はSSWとNNE、No. 3はSとN、No. 4はWNWとESEが卓越している。
- ・No. 5（今切口の離岸導流堤東側（舞阪側）に位置する海岸前面の観測地点）であり、WSWとSWの流向が多いものの、流速値は25cm/s未満であり微小である。

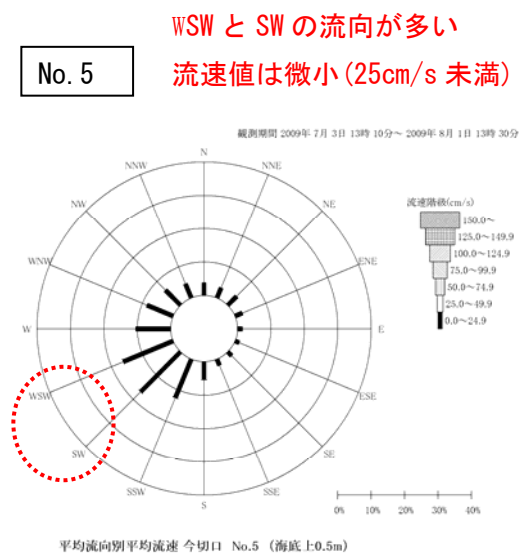
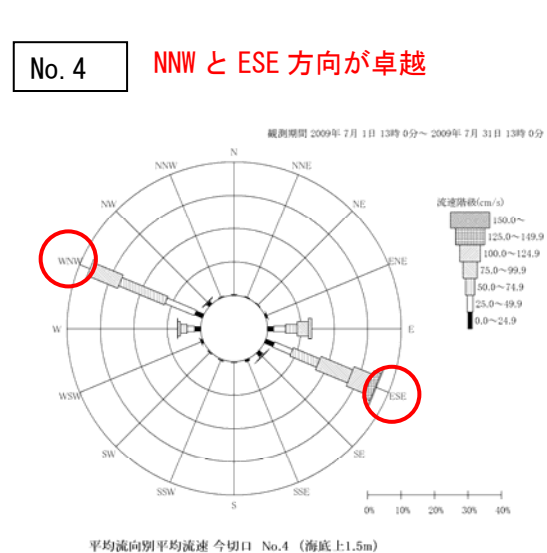
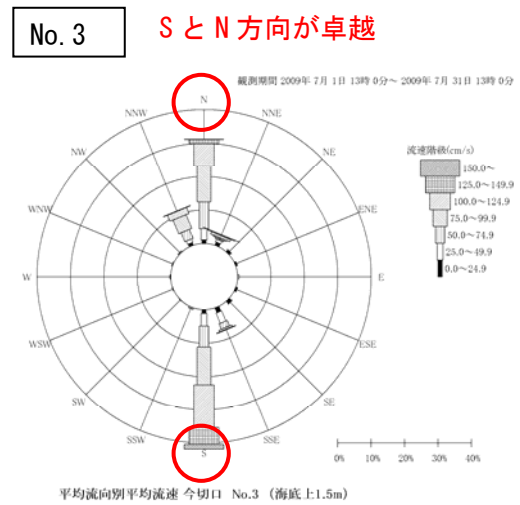
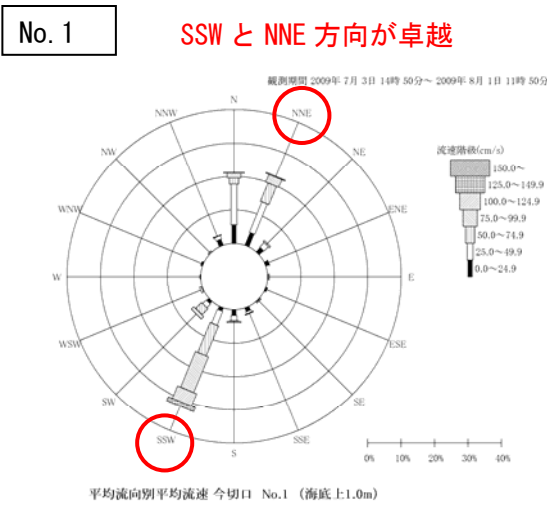


図 2-26 調査期間中の流向・流速出現頻度

(5) 潮流調和分解

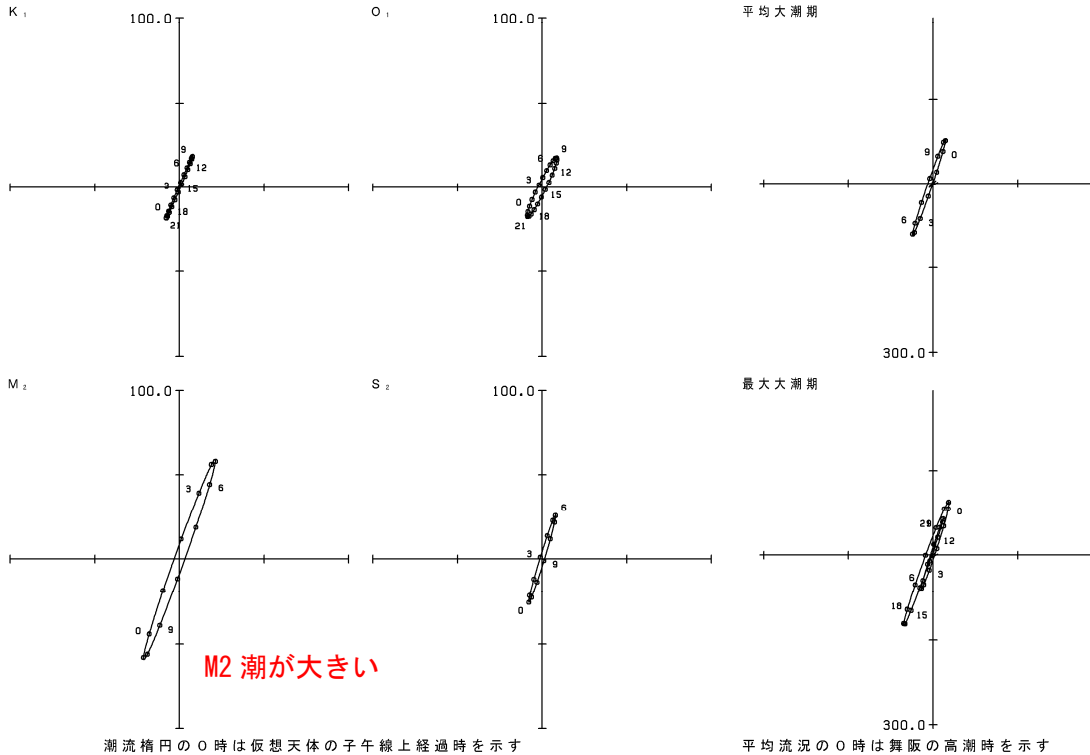
浜名湖今切口の観測地点 (No. 1, No. 3, No. 4, No. 5) の底層における調和分解結果 (潮流橢円図・潮流調和定数) を図 2-27(1)～(4)に示す。

これらの結果より以下を確認した。

- ・各観測地点の潮流橢円の振幅は、日周期系列の K1 と O1 と比べると、半日周期系列の M2 潮が大きく、流況出現頻度とほぼ同じ方向に変動する。
- ・観測地点 No. 1 と No. 3、No. 4 の各分潮流は、4 分潮とも同一方向の往復流である。
- ・各地点の残差流 (恒流) は 10cm/s 未満である。

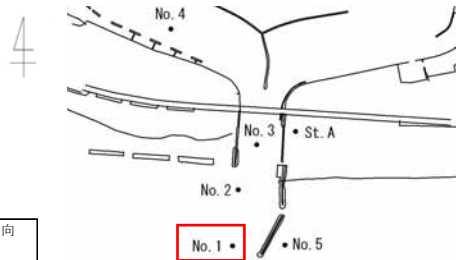
観測場所：今切口 No. 1
 観測層：底層

観測期間：2009年 7月 3日 ~ 8月 1日
 単位：cm/s



潮流楕円図

測点：No. 1
 位置：北緯 34° 40' 24"
 東経 137° 35' 47"
 観測層：底層
 観測年月日：2009年7月3日 ~ 2009年8月1日

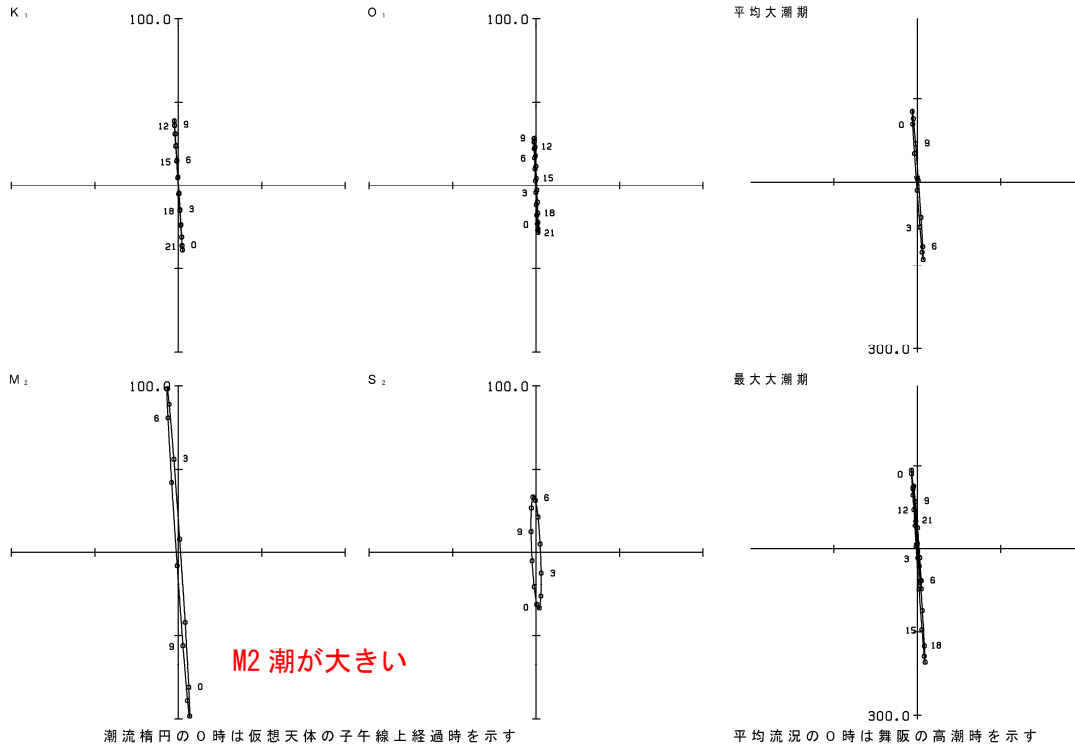


分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	長軸		短軸		20.5°			
					方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)
K ₁	18.4	140.4	7.8	145.0	22.9	20.0	141.1	112.9	0.6	231.1	20.0	141.1
O ₁	17.6	130.1	8.8	147.4	26.0	19.5	133.5	116.0	2.4	223.5	19.4	132.8
P ₁	6.1	140.4	2.6	145.0	22.9	6.7	141.1	112.9	0.2	231.1	6.7	141.1
Q ₁	4.3	115.3	1.8	104.9	22.2	4.6	113.8	112.2	0.3	23.8	4.6	113.9
M ₂	59.1	138.5	21.3	147.1	19.7	62.7	139.5	109.7	3.0	229.5	62.7	139.6
S ₂	25.7	177.6	8.0	187.7	17.0	26.9	178.5	107.0	1.3	268.5	26.8	178.7
K ₂	7.0	177.6	2.2	187.7	17.0	7.3	178.5	107.0	0.4	268.5	7.3	178.7
N ₂	9.5	129.5	3.3	125.2	19.0	10.0	129.0	109.0	0.2	39.0	10.0	129.0
L ₂	3.3	116.2	2.5	64.8	32.7	3.7	100.0	122.7	1.7	10.0	3.6	105.6
γ ₂	1.8	129.5	0.6	125.2	19.0	1.9	129.0	109.0	0.0	39.0	1.9	129.0
μ ₂	7.0	197.0	2.1	182.7	16.2	7.3	195.9	106.2	0.5	105.9	7.3	195.6
M ₄	1.1	39.0	2.9	97.7	77.1	3.0	93.5	167.1	1.0	183.5	1.8	67.5
MS ₄	2.7	134.3	2.9	194.9	47.7	3.4	167.0	137.7	2.0	257.0	3.2	150.3
V ₀	-7.0		-7.1			9.9			225.4		-9.0	

図 2-27(1) 潮流楕円・潮流調和定数 (今切口 No. 1, 底層; 海底上 1.0m)

観測場所：今切口 No. 3
観測層：底層

観測期間：2009年 7月 1日 ~ 7月 31日
単位：cm/s

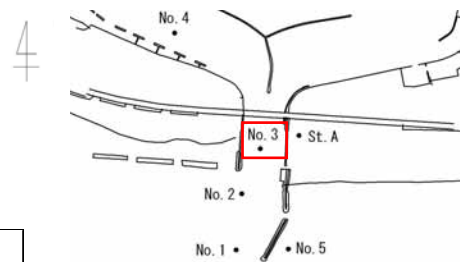


潮流楕円の0時は仮想天体の子午線上経過時を示す

平均流況の0時は舞阪の高潮時を示す

潮流楕円図

場所：今切口
測点：No. 3
位置：北緯 34° 40' 39"
東経 137° 35' 51"
観測層：底層
観測年月日：2009年7月1日 ~ 2009年7月31日

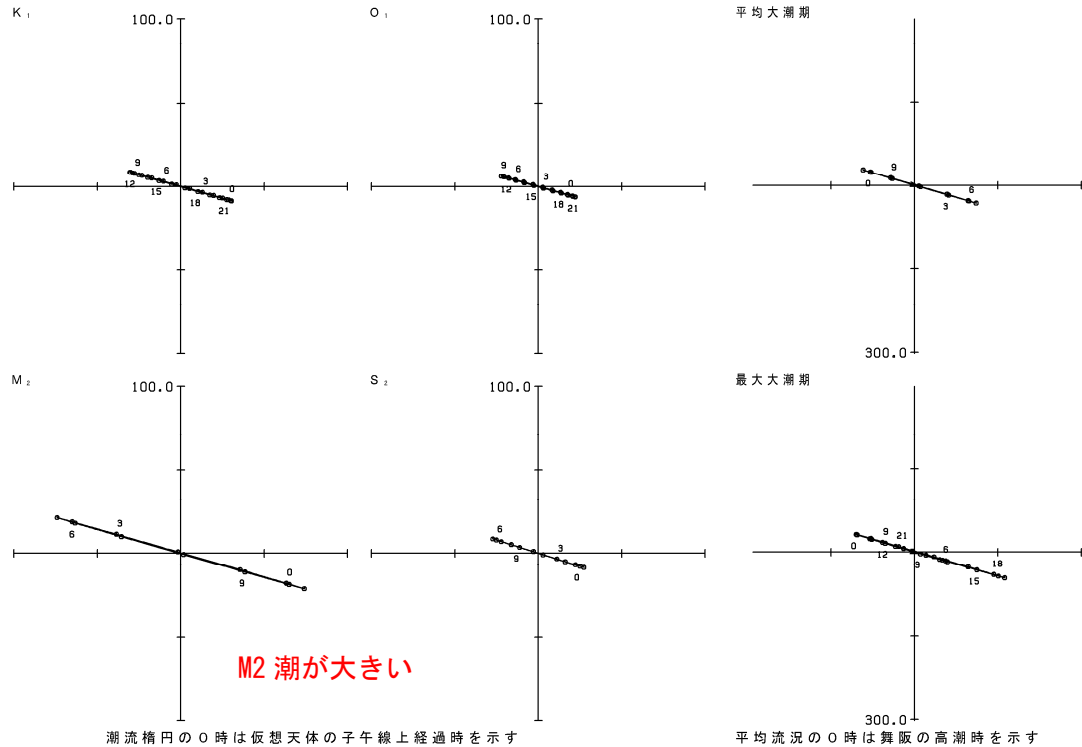


分潮	北方分速		東方分速		楕円要素								主流向	
					長軸				短軸				356.6°	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)
K ₁	38.8	157.2	2.5	339.3	356.4	38.9	157.2	86.4	0.1	67.2	38.9	157.2		
O ₁	28.4	144.0	1.2	307.7	357.7	28.4	144.0	87.7	0.3	234.0	28.4	144.0		
P ₁	12.9	157.2	0.8	339.3	356.4	13.0	157.2	86.4	0.0	67.2	13.0	157.2		
Q ₁	6.5	121.1	0.8	327.3	353.3	6.5	121.5	83.3	0.4	31.5	6.5	121.3		
M ₂	98.6	145.4	6.8	336.3	356.1	98.8	145.5	86.1	1.3	55.5	98.8	145.5		
S ₂	34.0	201.5	3.1	81.4	357.4	34.0	201.7	87.4	2.6	111.7	34.0	201.7		
K ₂	9.2	201.5	0.8	81.4	357.4	9.3	201.7	87.4	0.7	111.7	9.3	201.7		
N ₂	17.9	139.5	1.4	12.6	357.4	17.9	139.7	87.4	1.1	49.7	17.9	139.7		
L ₂	4.7	162.5	1.7	347.5	339.8	5.0	163.1	69.8	0.1	73.1	4.7	162.6		
v ₂	3.5	139.5	0.3	12.6	357.4	3.5	139.7	87.4	0.2	49.7	3.5	139.7		
μ ₃	6.0	255.4	2.7	129.2	343.1	6.3	261.3	73.1	2.1	171.3	6.1	256.6		
M ₄	7.8	284.2	1.4	72.0	351.4	7.9	283.4	81.4	0.7	13.4	7.9	283.9		
MS ₄	0.5	232.9	1.1	276.3	70.1	1.2	270.6	160.1	0.3	0.6	0.5	227.3		
V ₀	-6.4		0.7			6.5		174.2			-6.5			

図 2-27(2) 潮流楕円・潮流調和定数 (今切口 No. 3, 底層;海底上 1.5m)

観測場所：今切口 No. 4
 観測層：底層

観測期間：2009年 7月 1日 ~ 7月 31日
 単 位：cm/s



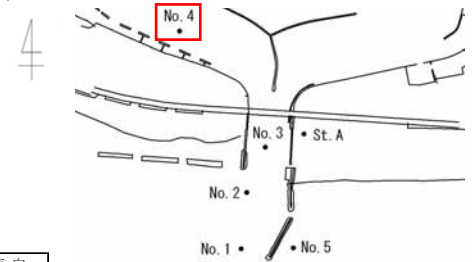
M2 潮が大きい

潮流楕円の0時は仮想天体の子午線上経過時を示す

平均流況の0時は舞阪の高潮時を示す

潮 流 楕 円 図

場 所： 今切口
 測 点： No. 4
 位 置： 北緯 34° 40' 56"
 東経 137° 35' 36"
 観 測 層： 底層
 観 測 年 月 日： 2009年7月1日 ~ 2009年7月31日

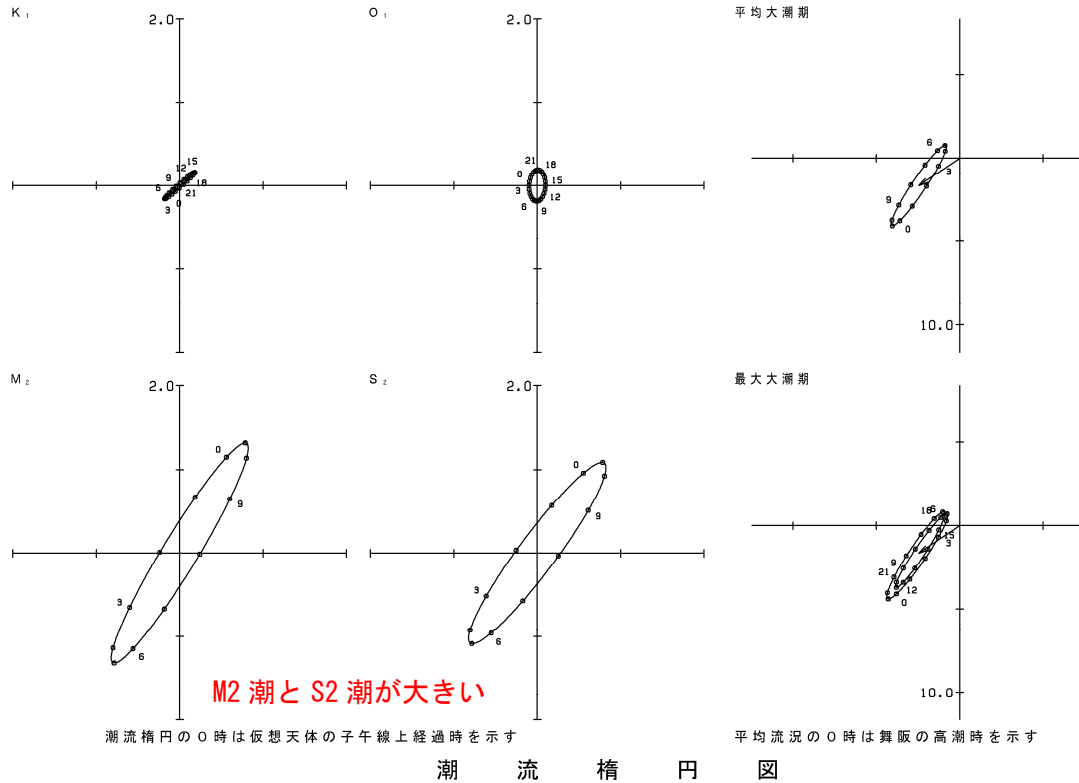


分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向		
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	長 軸			短 軸			286.3°		
					方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	
K ₁	8.7	158.6	30.5	340.2	285.9	31.7	160.1	15.9	0.2	70.1	31.7	160.1	
O ₁	6.3	139.8	22.3	321.8	285.8	23.2	141.7	15.8	0.2	51.7	23.2	141.7	
P ₁	2.9	158.6	10.2	340.2	285.9	10.6	160.1	15.9	0.1	70.1	10.6	160.1	
Q ₁	1.4	107.1	4.5	300.1	286.9	4.7	119.1	16.9	0.3	29.1	4.7	119.1	
M ₂	21.3	147.8	74.1	328.7	286.0	77.1	148.7	16.0	0.3	58.7	77.1	148.7	
S ₂	8.7	203.5	27.5	24.0	287.5	28.8	203.9	17.5	0.1	113.9	28.8	203.9	
K ₂	2.4	203.5	7.5	24.0	287.5	7.8	203.9	17.5	0.0	113.9	7.8	203.9	
N ₂	4.2	132.6	13.0	324.4	287.7	13.6	143.3	17.7	0.8	53.3	13.6	143.4	
L ₂	0.6	130.9	3.7	353.1	277.1	3.7	172.3	7.1	0.4	82.3	3.6	171.3	
v ₂	0.8	132.6	2.5	324.4	287.7	2.6	143.3	17.7	0.2	53.3	2.6	143.4	
μ ₂	0.8	202.2	2.2	67.5	285.2	2.3	243.8	15.2	0.6	153.8	2.3	243.5	
M ₄	2.8	328.7	4.6	123.2	300.2	5.3	309.8	30.2	1.0	39.8	5.1	307.0	
MS ₄	1.0	139.5	0.6	329.6	327.7	1.2	142.4	57.7	0.1	52.4	0.9	146.4	
V ₀	-2.1		9.5		9.7			102.6			-9.7		

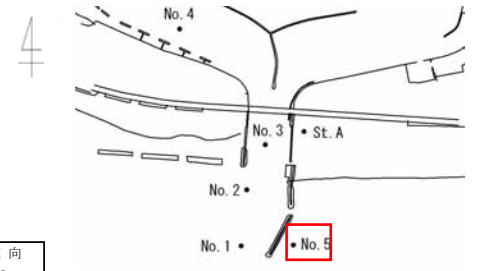
図 2-27(3) 潮流楕円・潮流調和定数 (今切口 No. 4, 底層; 海底上 1.5m)

観測場所：今切口 No. 5
 観測層：底層

観測期間：2009年 7月 3日 ~ 8月 1日
 単 位：cm/s



場 所： 今切口
 測 点： No. 5
 位 置： 北緯 34° 40' 24"
 東経 137° 35' 56"
 観 測 層： 海底上0.5m
 観 測 年 月 日： 2009年7月3日 ~ 2009年8月1日



分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向	
					長 軸			短 軸			33.8°	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)
K ₁	0.2	228.7	0.2	238.8	48.6	0.2	234.4	138.6	0.0	324.4	0.2	233.1
O ₁	0.2	299.9	0.1	214.2	3.1	0.2	298.4	93.1	0.1	208.4	0.2	281.0
P ₁	0.1	228.7	0.1	238.8	48.6	0.1	234.4	138.6	0.0	324.4	0.1	233.1
Q ₁	0.3	189.4	0.4	219.0	56.6	0.5	209.8	146.6	0.1	299.8	0.5	203.9
M ₂	1.3	330.5	0.8	313.0	31.3	1.5	325.7	121.3	0.2	235.7	1.5	325.4
S ₂	1.1	331.8	0.8	312.1	36.7	1.3	324.7	126.7	0.2	234.7	1.3	325.2
K ₂	0.3	331.8	0.2	312.1	36.7	0.4	324.7	126.7	0.1	234.7	0.4	325.2
N ₂	1.0	226.2	0.9	217.7	42.7	1.3	222.3	132.7	0.1	132.3	1.3	223.0
L ₂	0.2	55.8	0.4	269.0	293.5	0.4	83.4	23.5	0.1	353.4	0.1	314.6
v ₂	0.2	226.2	0.2	217.7	42.7	0.3	222.3	132.7	0.0	132.3	0.3	223.0
μ ₂	0.5	43.9	0.6	17.9	46.7	0.8	30.2	136.7	0.2	300.2	0.8	33.2
M ₄	0.3	126.0	0.6	170.9	69.3	0.6	164.4	159.3	0.2	254.4	0.5	152.3
MS ₄	0.7	133.5	0.5	161.8	32.4	0.9	141.9	122.4	0.2	231.9	0.9	142.2
V ₀	-1.7		-2.5		3.0			236.2			-2.7	

図 2-27(4) 潮流楕円・潮流調和定数 (今切口 No. 5, 底層; 海底上 0.5m)

(6) 時間的な流況特性

1) 表層と底層の流速変動

浜名湖今切口での各観測地点での表層と底層の時系列変化（東方分速，北方分速，流速ベクトル）を以下のとおり整理した。

各観測地点の観測結果の特徴は、以下のとおりである。

<No. 1：海域沖側>

- ・ No. 1 は、導流堤の先端付近の湖口から離れた場所であるが、潮汐の影響を受けた往復流（湖口を出入りする潮汐流）の変動を示している。
- ・ 北方分速は、表層と底層で同様な時間変動を示し、下げ潮最大時の表層流速が底層よりも大きい。また、上げ潮最大時よりも下げ潮最大時の方が大きく、最大で 1～1.5m/s 程度に達する。下げ潮時に流速値が大きくなるのは、潮位が低くなると、浅瀬地形の影響を受けた流れになるためであると考えられる。
- ・ 東方分速は、表層と底層で向きが違う時期があり、海域の流れの影響を受けているものと考えられる。

<No. 3：湖口>

- ・ No. 3 は、湖口中央部の流路が狭い場所であり、地形の影響を受けた湖口を出入りする南北方向の往復流となっている。
- ・ 北方分速は、表層と底層で同様な時間変動を示し、表層流速は上げ潮時と下げ潮時の最大でともに 1.5～2.0m/s 程度に達する。底層流速の最大は表層より若干小さく 1～1.5m/s 程度に達する。

<No. 4：湖内>

- ・ No. 4 は、湖内側中央の導流堤と海釣公園付近の護岸地形に従い、湖口を出入りする潮汐流の影響を受けた東西方向の往復流となっている。
- ・ 北方分速と東方分速は、表層と底層で同様な時間変動を示し、流速値は上げ潮最大時と下げ潮最大時の流速はともに 1m/s 程度に達する。

これらの結果より、表層と底層の流速変動に関する主な結果を以下にまとめる。

- ・ No. 1 と No. 3、No. 4 の表層と底層の流速変動については、位相差はほとんど無い。
- ・ 表層流速と底層流速の大きさは、表層の方が若干大きいものの同程度の流速値を示している。
- ・ No. 3 は、上げ潮時・下げ潮時ともに最大流速は 1.0～2.0m/s の強い流れが発生する。
- ・ No. 1、No. 4 における往復流も 1m/s 程度またはそれ以上に達する。

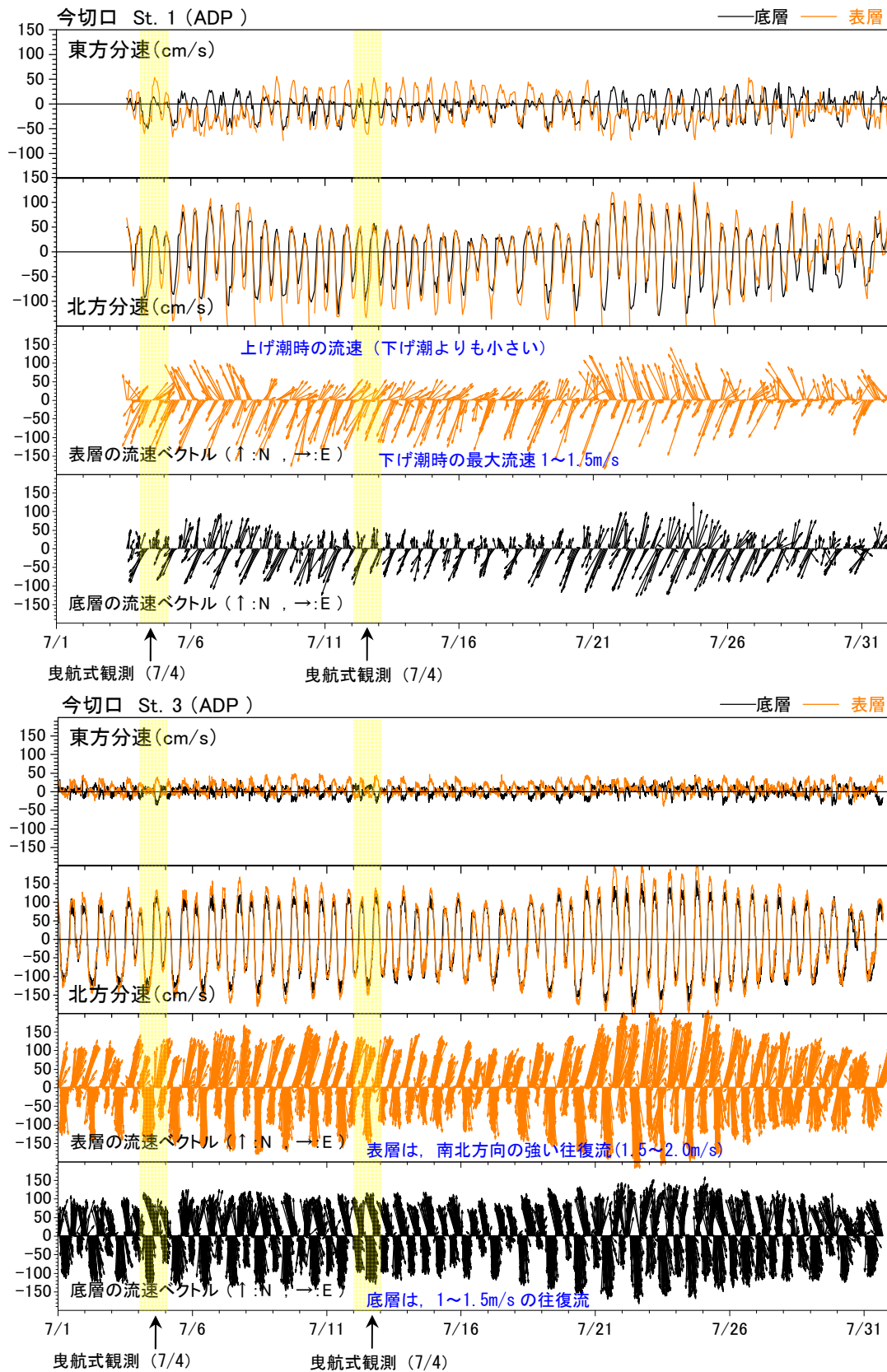
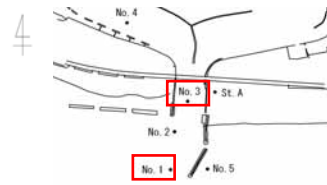


図 2-28 表層流速と底層流速の時系列変化 (上図 ; No. 1, 下図 ; No. 3;)

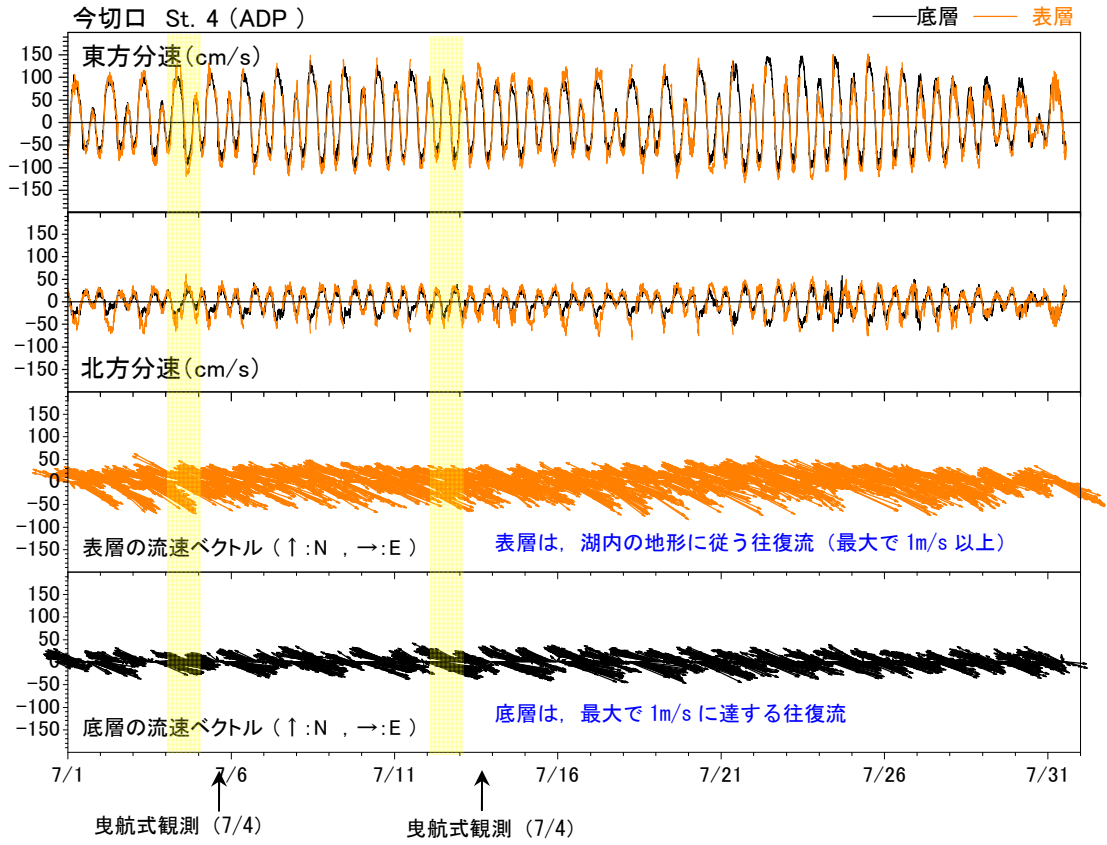
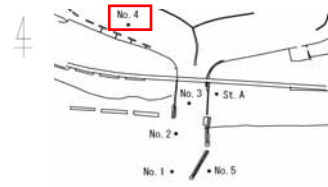
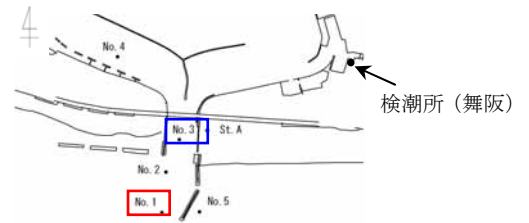


図 2-29 表層流速と底層流速の時系列変化 (No. 4)



2) 潮位と平均流速の変動特性

以下の図に潮位（舞阪，気象庁）と No. 1 の水位変動、No. 3 の北方分速（断面平均流速）の時系列を示す。また、大潮期（2009年7月21日～23日）の潮位（舞阪）と今切口の流速（No. 3）の時系列を示す。

- 舞阪の潮位変動は、基本的に1日2回潮（半日周期）の成分が支配的である。
- 舞阪の潮位変動と今切口海域側 No. 1 の潮位変動の位相差はほとんど無い。
- 今切口の流速（No. 3）が最強となる時間は、舞阪の潮位予測の満潮時・干潮時の1～2時間前である。

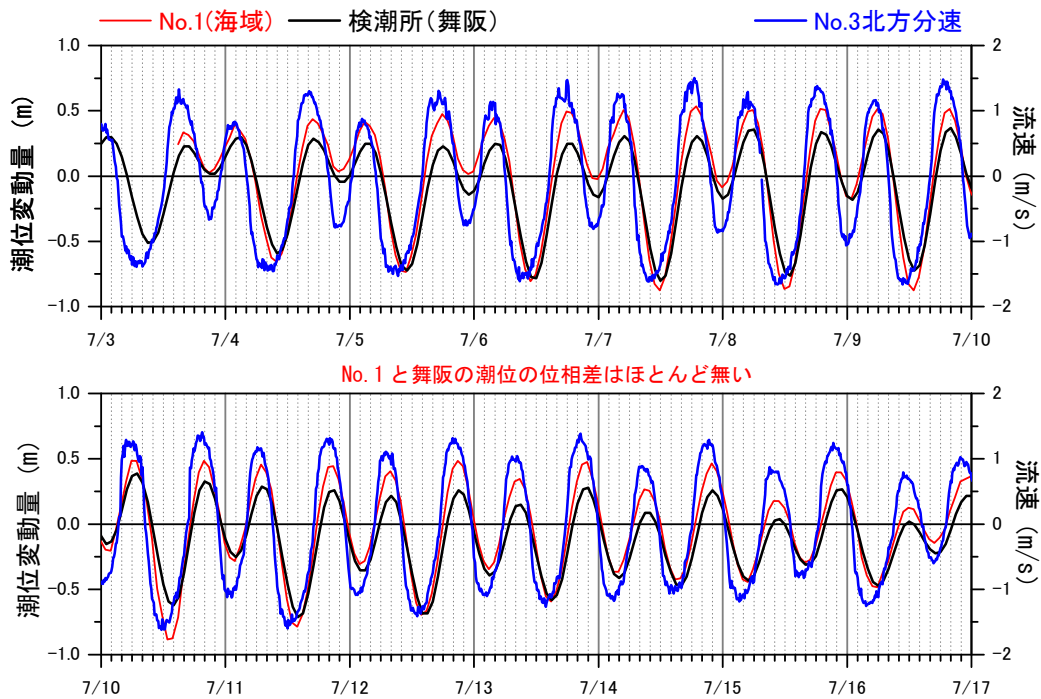
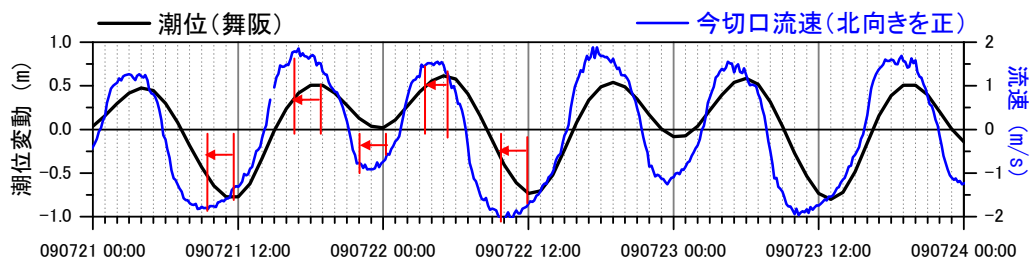


図 2-30 潮位（舞阪）と No. 1 の潮位変動，今切口 No. 3 の流速変動



今切口での流速が最大となるのは、満潮時・干潮時の1～2時間前

図 2-31 大潮期の潮位（舞阪）と今切口の流速（No. 3）

3) 潮位と流れ, 波浪の変動特性

観測地点 No. 1 は、今切口の海域沖の地点であり、今切口を出入りする往復流の影響を強く受ける場所である。

以下の図に No. 1 での波浪と潮位（舞阪検潮所）の時系列を示し、以下を確認した。

- No. 1 の波高は、潮位の下げ止まりの約 2 時間前に波高が増大している。
- 潮位の下げ止まりの 2 時間前は、今切口での下げ潮時の流速が最強となる時間である。
- 下げ潮最強時に No. 1 付近では、波高が増大する。

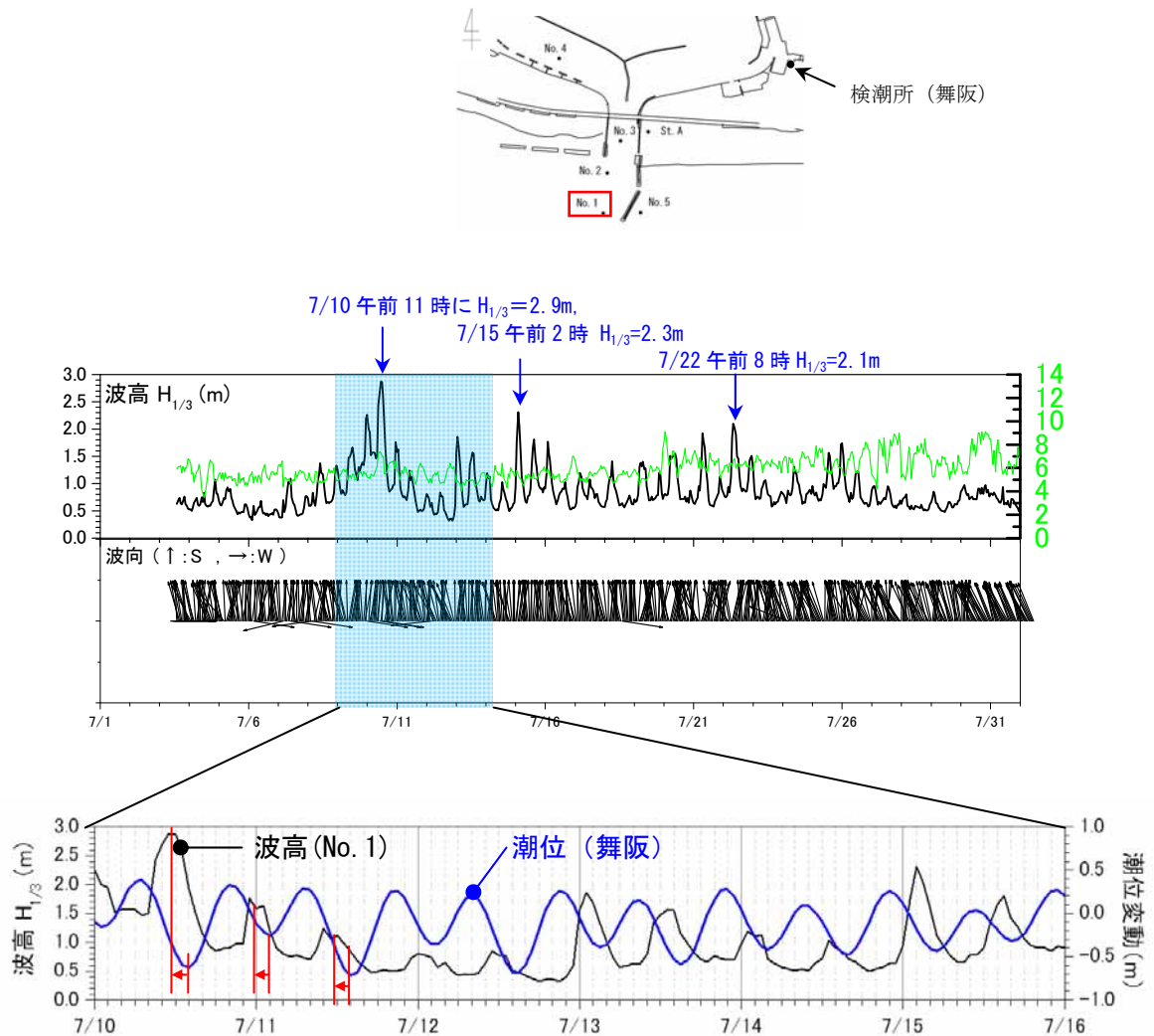


図 2-32 No. 1 の波高と舞阪の潮位

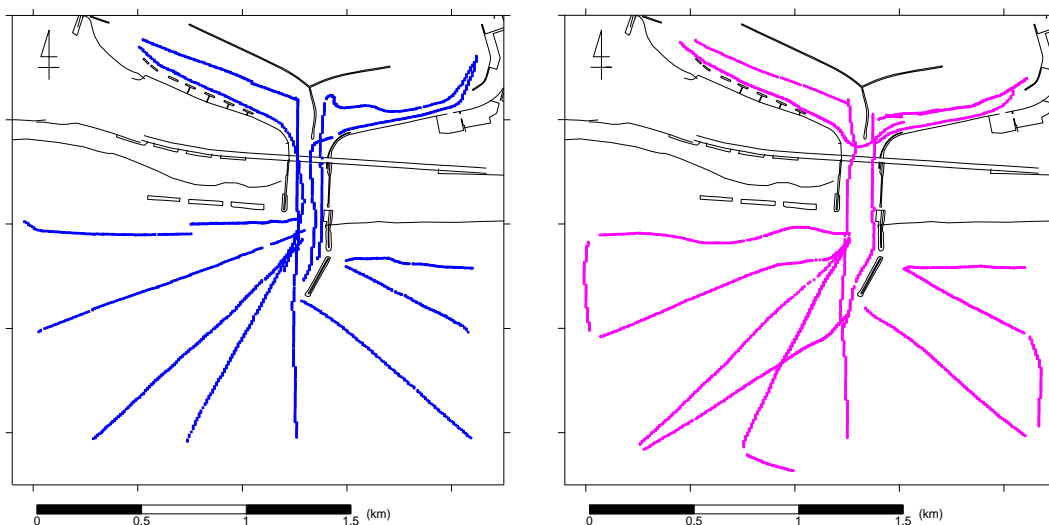
(7) 平面的な流況特性

曳航式流況観測は、湖口から放射状に測線を配置した。以下の図に航跡図を示す。

曳航式流況観測は、1km×2km 程度の範囲に対し観測に 3 時間程度を要するが、調査対象域は非常に多くのシラス漁の漁船が今切口を頻繁に航行する状況である。

本調査では、漁協との調整結果に従い、2009 年 7 月 4 日と 7 月 12 日の 13 時以降に実施した。2009 年 7 月 4 日に上げ潮時調査、7 月 12 日に下げ潮時調査を実施した。

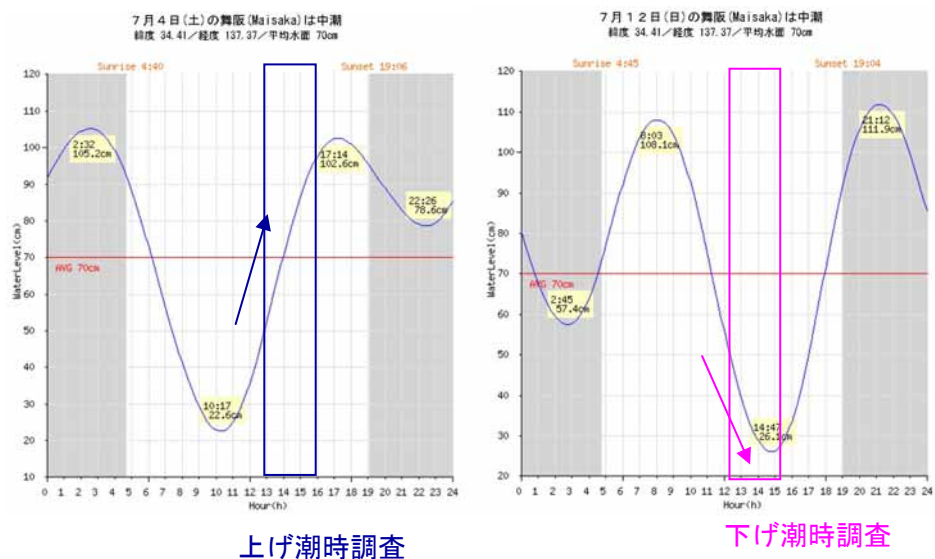
1) 曳航式流況観測の測線配置・観測時間帯



2009 年 7 月 4 日（上げ潮）

2009 年 7 月 12 日（下げ潮）

図 2-33 曳航式流況観測の測線配置図



上げ潮時調査

下げ潮時調査

図 2-34 曳航式流況観測時間帯

2) 曳航式調査結果

上げ潮時, 下げ潮時の曳航式流況観測結果 (表層, 水面下 1m) を以下に示す.

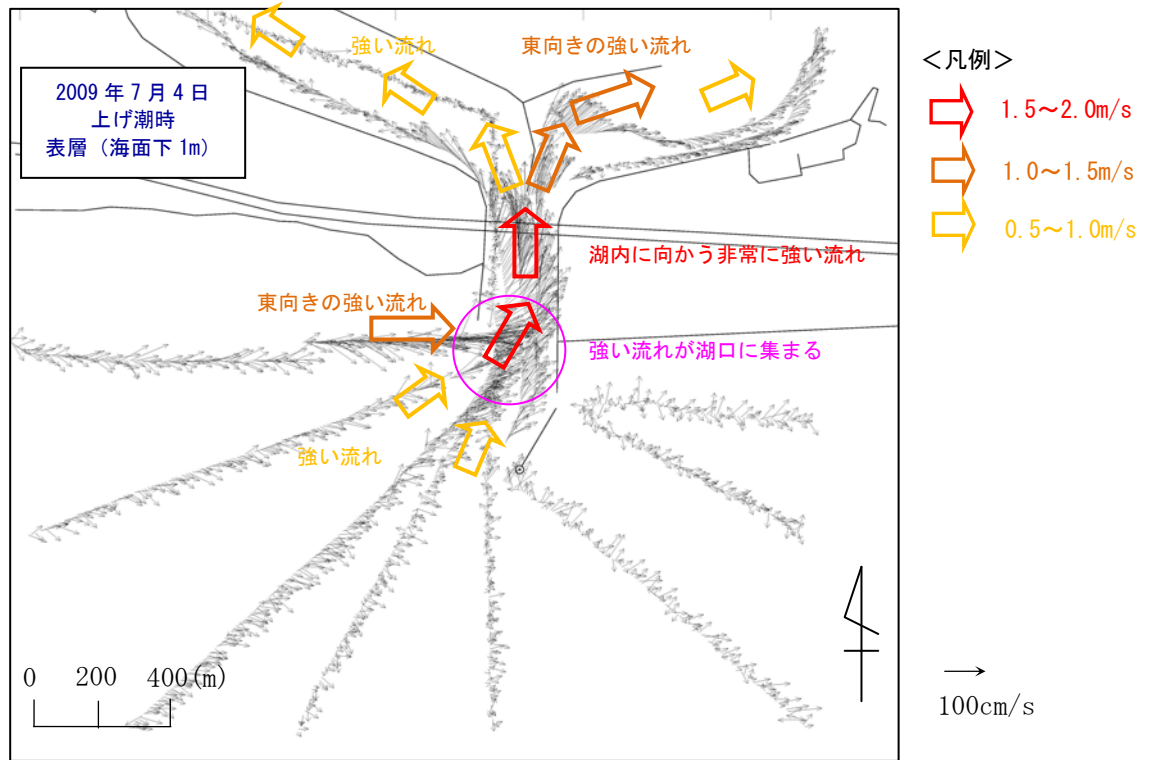


図 2-35 上げ潮時流況 (表層, 水面下 1m)

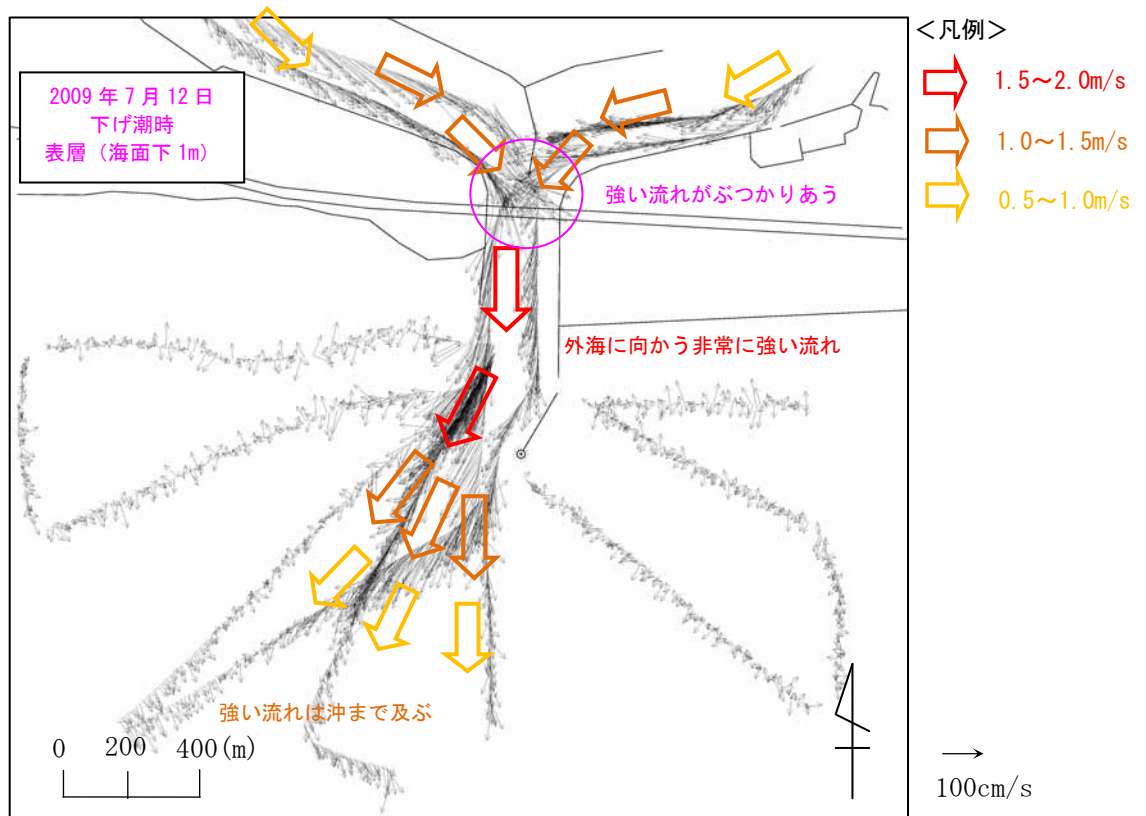


図 2-36 下げ潮時流況 (表層, 水面下 1m)

3) 流況平面分布

曳航式流況調査により取得した多層流況データを基に、各地点での断面平均流速を算定し、平面的な補間を行い流況の平面分布を整理した。

今切口周辺での上げ潮時と下げ潮時流況の平面分布を図 2-37 と図 2-38 に示す。

これらの曳航式調査による流況平面分布把握結果を、以下にまとめた。

i) 7月4日上げ潮時

- ・湖口近傍の西側の海域は、浅瀬となっており、湖口に向かう東向きの強い流れ（1m/s 程度）がある。導流堤東側の海域は、湖口に向かう特徴的な流れはない。
- ・湖口海側では、0.5～1m/s の強い流れが湖口に集まる分布を示す。
- ・湖口中央部では、湖内に向かう強い流れ（1.0～1.5m/s 程度）がある。
- ・湖内側では、湖内中央の導流堤により流れは東西に分断され、導流堤に沿って湖の奥へと向かう流況パターンとなる。
- ・新居側の湖内陸側の端部付近では、1.0m/s 以上の非常に強い流速が生じる。
- ・舞阪側の湖内中央の導流堤付近では、0.5～1m/s 程度の強い流れが生じている。

ii) 7月12日下げ潮時

- ・湖内の新居側では、0.5～1m/s 程度の湖口に向かう強い流れが分布している。
- ・湖内の舞阪側では、湖口に向かう流れはあるものの、新居側に比べ流速は弱い。
- ・湖内側の湖口付近には、東西両方向からの強い流れがぶつかる箇所がある。
- ・湖口中央付近では、湖外に向かう強い流れ（1.5m/s 程度）がある。
- ・導流堤より西側の海域では、湖口から流出する強い流れは、浅瀬を避けるように航路に沿って、導流堤先端より沖 500m 程度まで分布する。

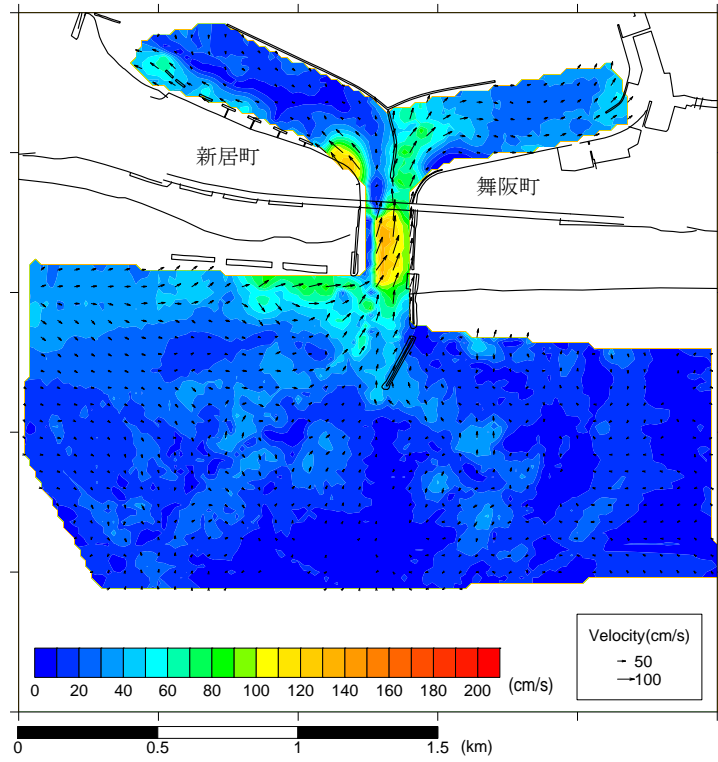


図 2-37 曳航式流況調査結果（上げ潮時，2009年7月4日）

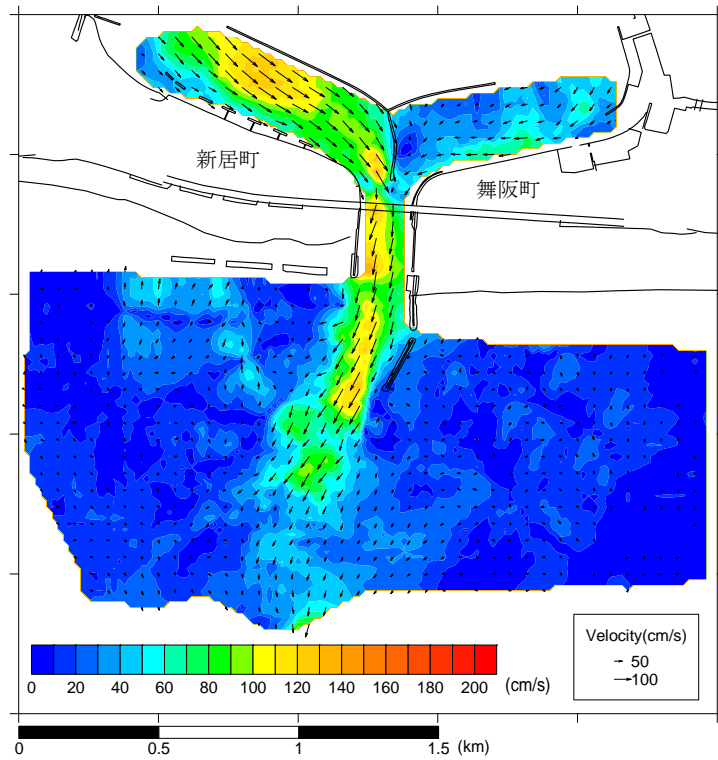


図 2-38 曳航式流況調査結果（下げ潮時，2009年7月12日）

4) 水温・塩分濃度観測

曳航式観測調査実施時（2009年7月4日上げ潮，7月12日下げ潮）に浜名湖今切口周辺海域で以下に示す16地点で水温・塩分調査を実施した。

水温・塩分の測定には、ACL1183-PDKを用いて、各地点の鉛直分布を測定した。本資料では、表層と底層の測定値より平面的な補間処理を行った上で、水温と塩分の平面分布を整理する。

なお、観測結果は、上げ潮時調査の約1週間後に、下げ潮時調査を実施していることに注意を要する。

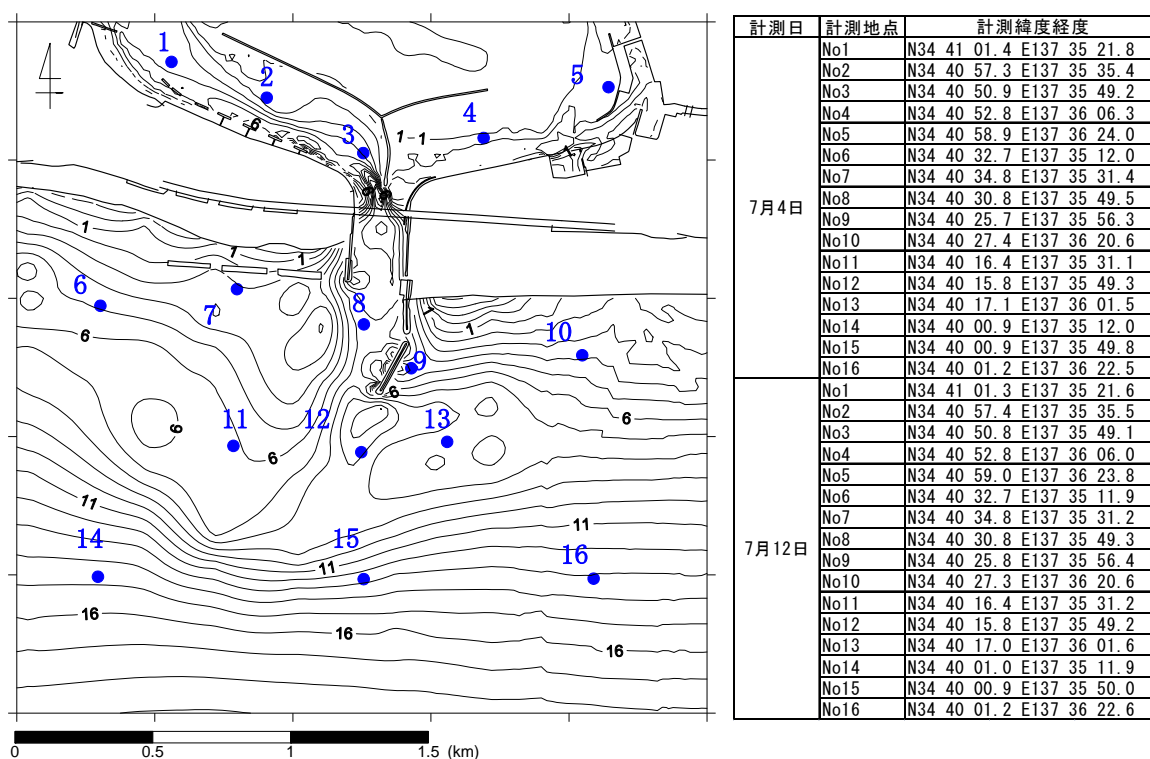


図 2-39 水温・塩分調査位置（浜名湖今切口）と表層・底層の模式図

i) 水温観測結果

今切口周辺での上げ潮時（2009年7月4日）と下げ潮時（7月12日）の水温観測を行い、表層と底層の水温平面分布を調べた結果、以下が確認された。

- ・表層は、上げ潮時に海域西側で広く分布していた 23～25℃の分布域が下げ潮時には小さくなり、海域側の 25℃未満の分布は今切口の湖内側から海域沖にかけて帯状に分布する。
- ・底層は、湖内側が高く、海域側が低い結果を示す。
- ・上げ潮時は、今切口付近の底層水温は 20～23℃であり、海域側底層の比較的低めの水温の海水が今切口の湖内側に流入した分布を示す。
- ・下げ潮時は、今切口付近の底層水温は 22～24℃であり、湖内側底層の比較的高めの水温の海水が海域側へ流出した分布を示す。

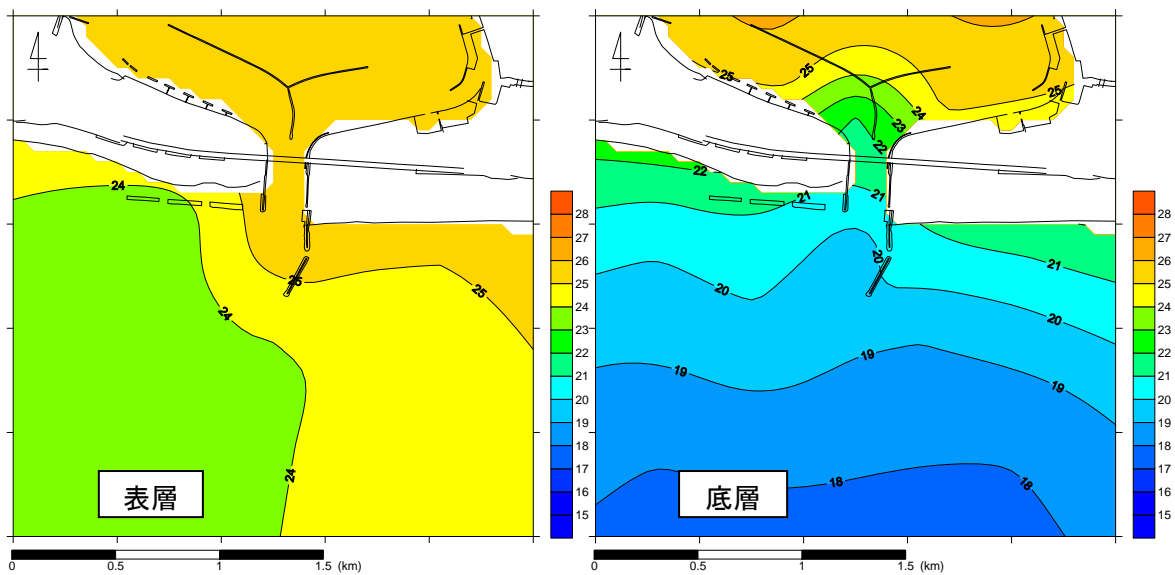


図 2-40(1) 上げ潮時水温観測（2009年7月4日）

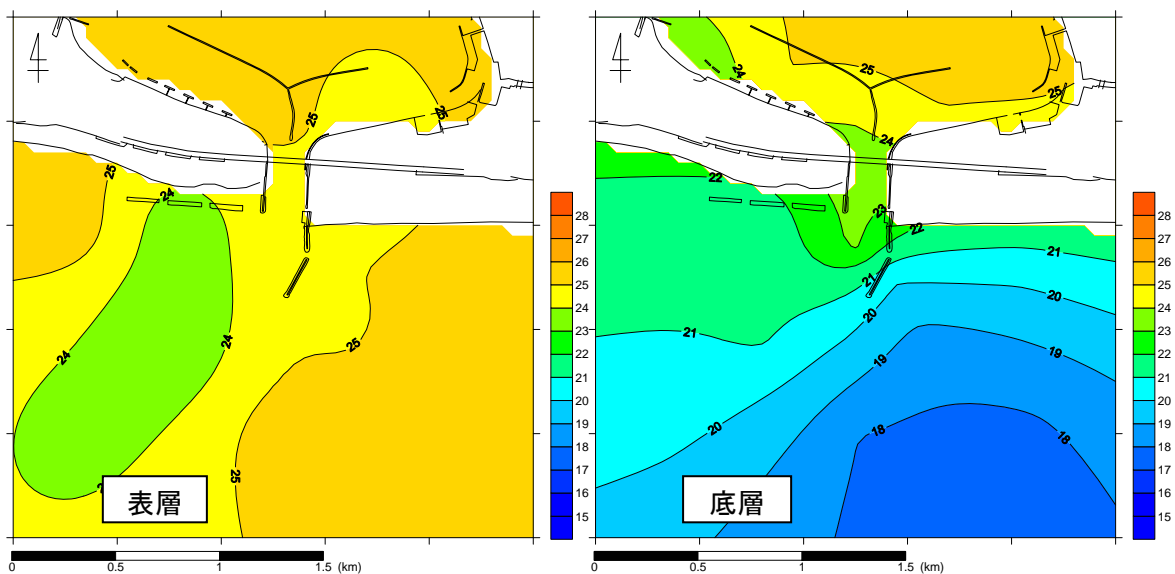


図 2-40(2) 下げ潮時水温観測（2009年7月12日）

ii) 塩分観測結果

今切口周辺での上げ潮時と下げ潮時の塩分観測を行い、表層と底層の塩分平面分布を調べた結果、以下が確認された。

- ・上げ潮時の表層は、海域側には 23 前後の塩分が広く分布し、湖内側には 25 前後が広く分布している。海域側表層の塩分が全体的に低い要因は、観測日未明の降水 (16mm/hr, 浜松) によるものと考えられるが、詳細は不明である。
- ・下げ潮時の表層は、海域側には 30 前後の塩分が広く分布し、湖内側には 26~29 が分布している。
- ・上げ潮時の底層は、海域側底層の高めの塩分の海水が今切口の湖内側に流入した分布を示す。
- ・下げ潮時の底層は、湖内側の低めの塩分の海水が海域側へ流出した分布を示す。

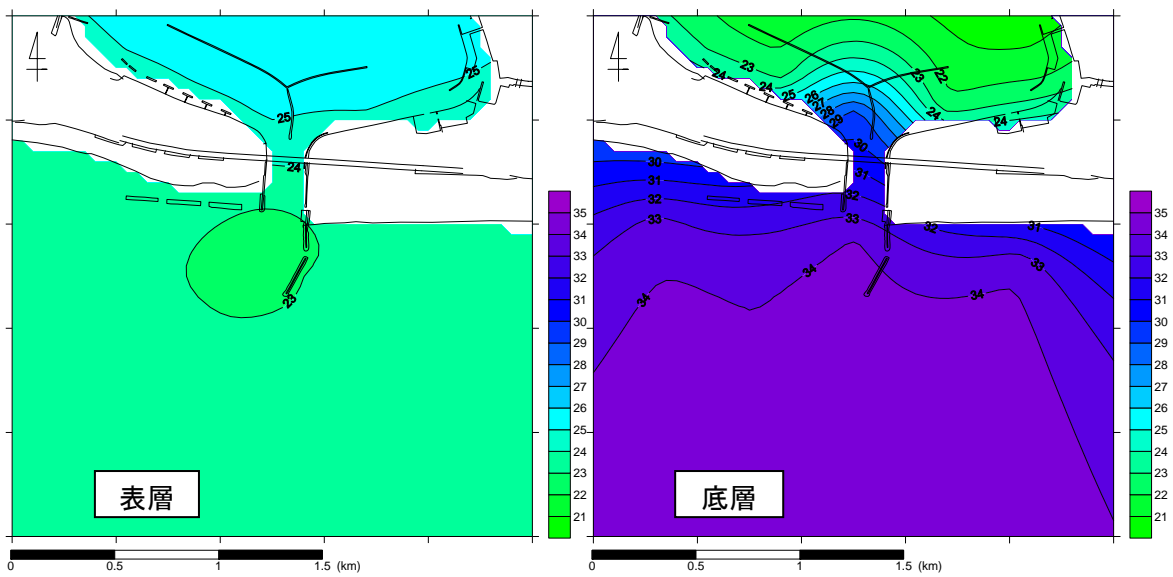


図 2-41(1) 上げ潮時塩分観測 (2009 年 7 月 4 日)

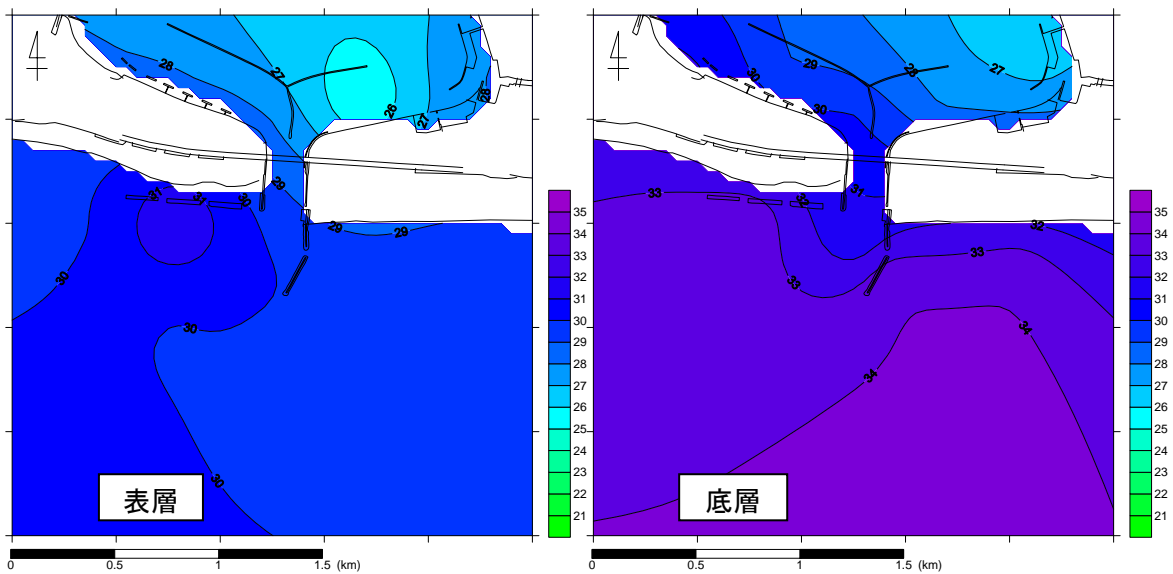


図 2-41(2) 下げ潮時塩分観測 (2009 年 7 月 12 日)

5) 高波浪時流況パターン観測

簡易 GPS ブイを用いて、高波浪時の表層の流れを観測した。簡易 GPS ブイのフロートは通常、漁具に用いられるフロートで寸法 274×228×42mm、浮力 8500g の規格のものを使用し、GPS は多機能ハンディ型のものを使用した。以下に観測時の状況写真を示す。

7月22日の高波浪時に流況パターンの観測を行った。ブイは、陸上の岸（護岸）の上から投入した。実施時間は以下に示すとおりである。

図 2-43 にブイ追跡による高波浪時流況パターン確認結果を示す。

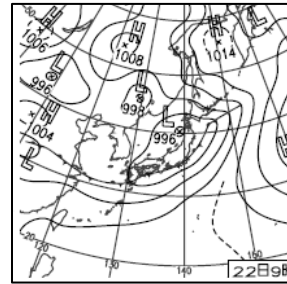
<実施日時>

調査実施日：2009年7月22日

午前（下げ潮時）調査：8:00～11:00

午後（上げ潮時）調査：15:00～18:00

※No. 1 の波高（7月22日8時）： $H_{1/3}=2.1(m)$



- ・湖内側は、波浪の影響はほとんど無く、平常時の湖口を出入りする潮汐流と同様な結果となった。
- ・湖口中央（水路付近）では、岸からブイを投入すると、湖口の流れに乗らず、岸に寄る結果となった。
- ・海域側は、砂浜でのブイ追跡を行ったが、波によってすぐに打ち上げられる結果となった。

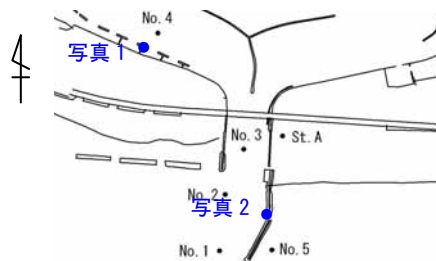


写真1（湖内側）



写真2（導流堤先端）

図 2-42 簡易 GPS ブイによる流況パターン確認状況（浜名湖今切口，2008/7/22）

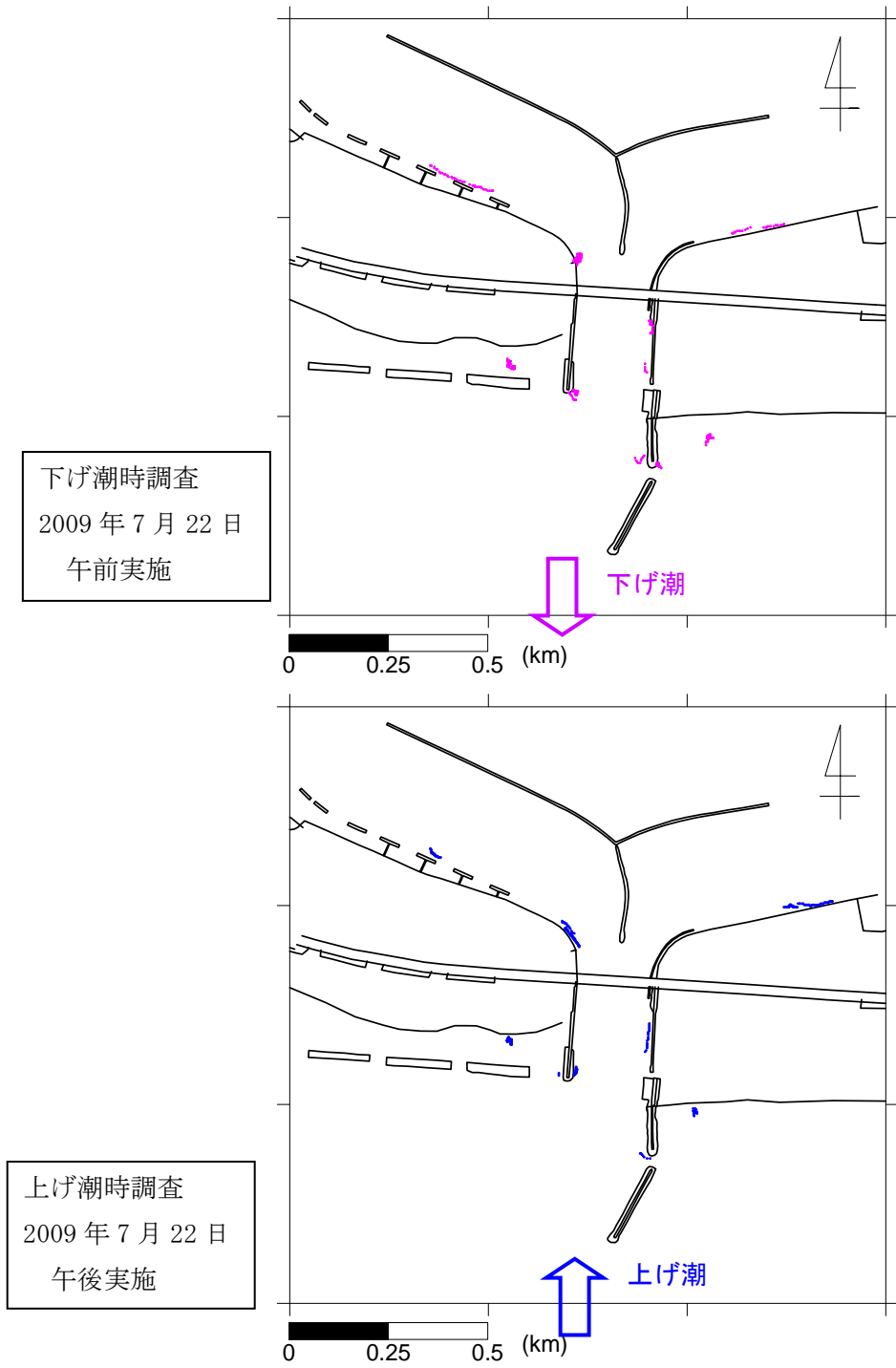


図 2-43 ブイ追跡による高波浪時の流況パターン確認結果

2.2.2 サロマ湖第一湖口の現地調査結果

(1) 現地調査実施状況

1) 現地調査実施時期

サロマ湖第一湖口の流況観測を以下の日程で実施した。

流況観測（定点観測）： 2009年8月10日 ～ 9月11日（約1カ月間）

曳航式流況観測・水温塩分観測： 2009年8月19日
2009年8月20日

高波浪時流況観測： 2009年8月21日

2) 調査位置（定点観測）

サロマ湖第一湖口の定点観測調査位置を以下に示す。

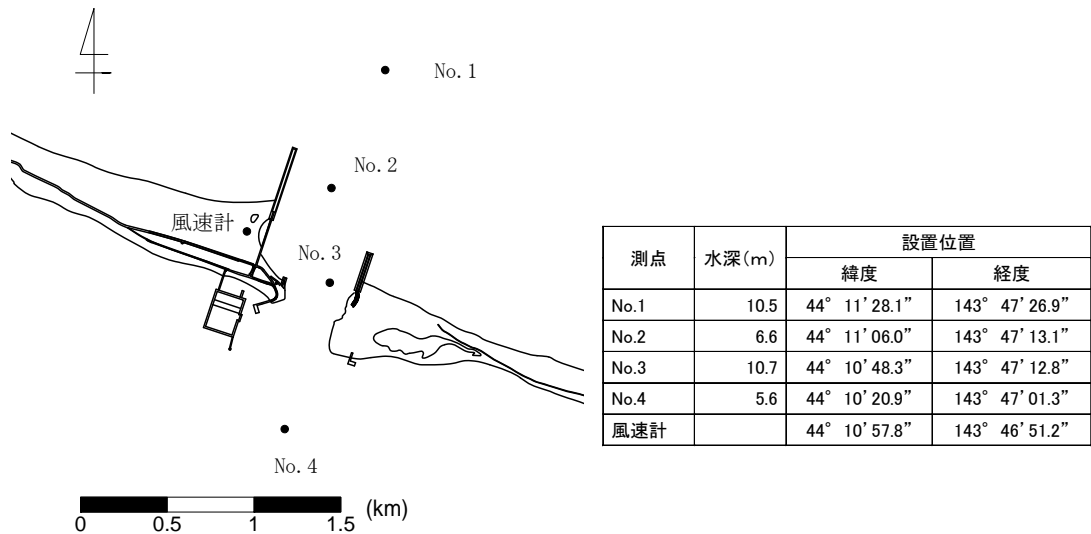


図 2-44 浜名湖今切口の調査位置図

3) 観測機器と測定項目

表 2-6 観測機器と観測項目

地点	観測機器	観測項目	サンプリング間隔	観測頻度
No. 1	トッパー式海象計	波浪, 多層流向流速	波浪：0.5 s 流況：1.0 s	波浪：60 分毎/17 分 流況：60 分毎/1 分
No. 2	トッパー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
No. 3	トッパー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
No. 4	トッパー式流速計	多層流向流速	1.0s	10 分毎/1 分
St. A	風向・風速計	風向風速		10 分毎

4) 各定点観測データの経時変化

各定点観測記録(波浪、風、多層流速、単層流速)の時系列を以下に示す。図中のハッチング(黄色)は曳航式流況調査日を示す。

i) 波浪観測記録

No. 1 (AWAC) で取得した波浪時系列変化(有義波高, 周期, 波向)を以下に示す。

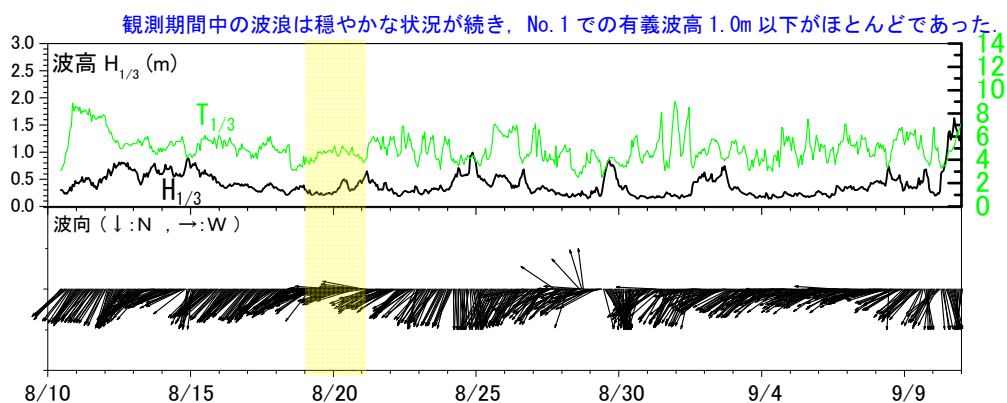


図 2-45 波浪の時系列 (No. 1, AWAC)

ii) 風観測記録

St. A (陸上の地点) での風観測記録の時系列を以下に示す。

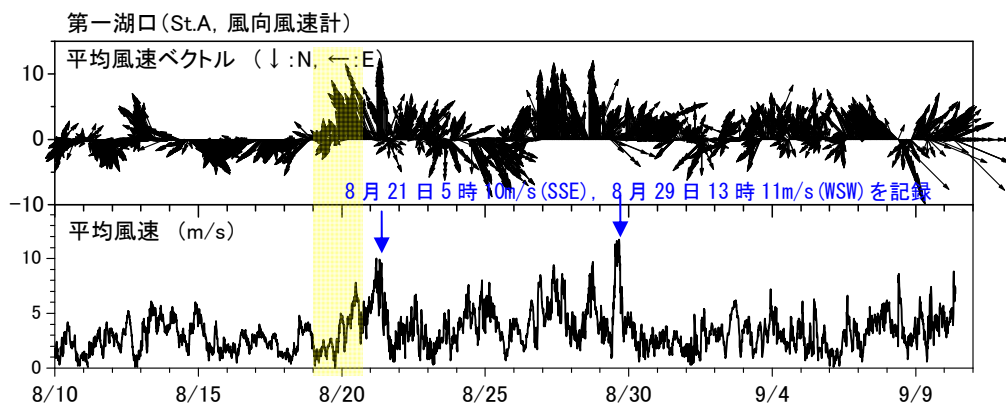
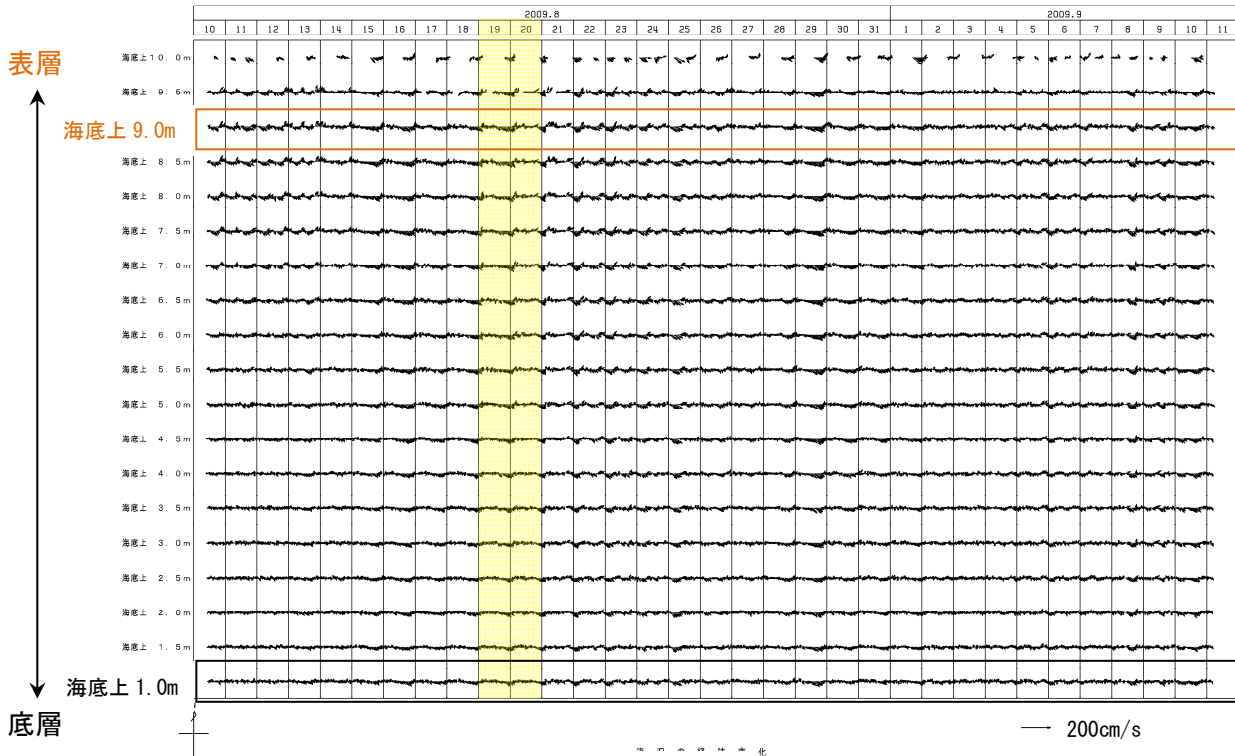


図 2-46 風況の時系列 (風向・風速, 陸上部 St. A)

iii) 多層流況観測記録

第一湖口 No. 1 (水深 6.6m)

風や潮流等の影響を含む複雑な流速変動



第一湖口 No. 2 (水深 6.6m)

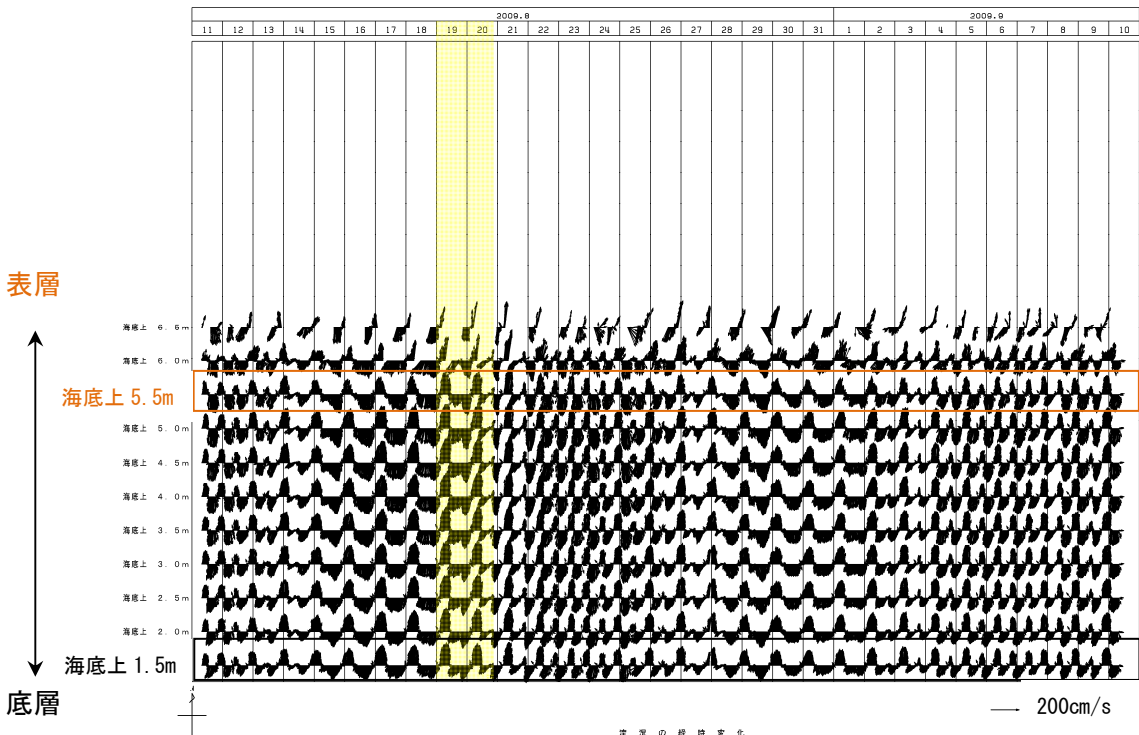
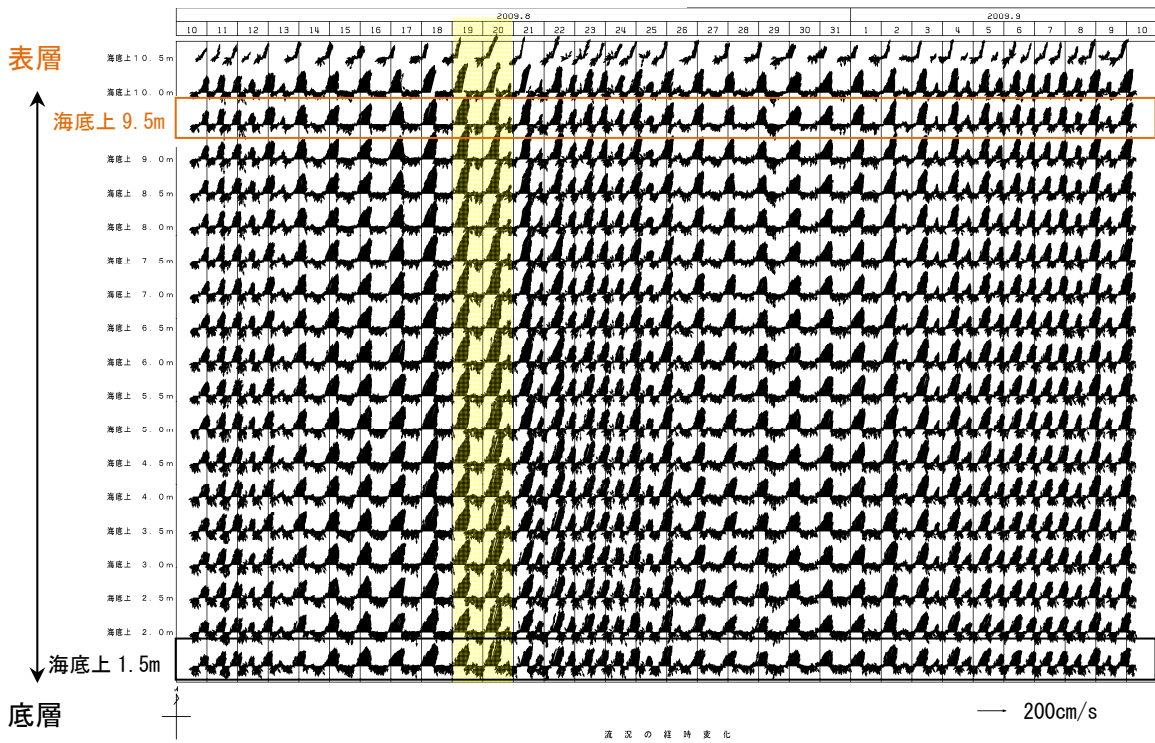


図 2-47 多層流況観測記録 (上 ; No. 1、下 ; No. 2)

第一湖口 No. 3 (水深 10.7m)



第一湖口 No. 4 (水深 5.6m)

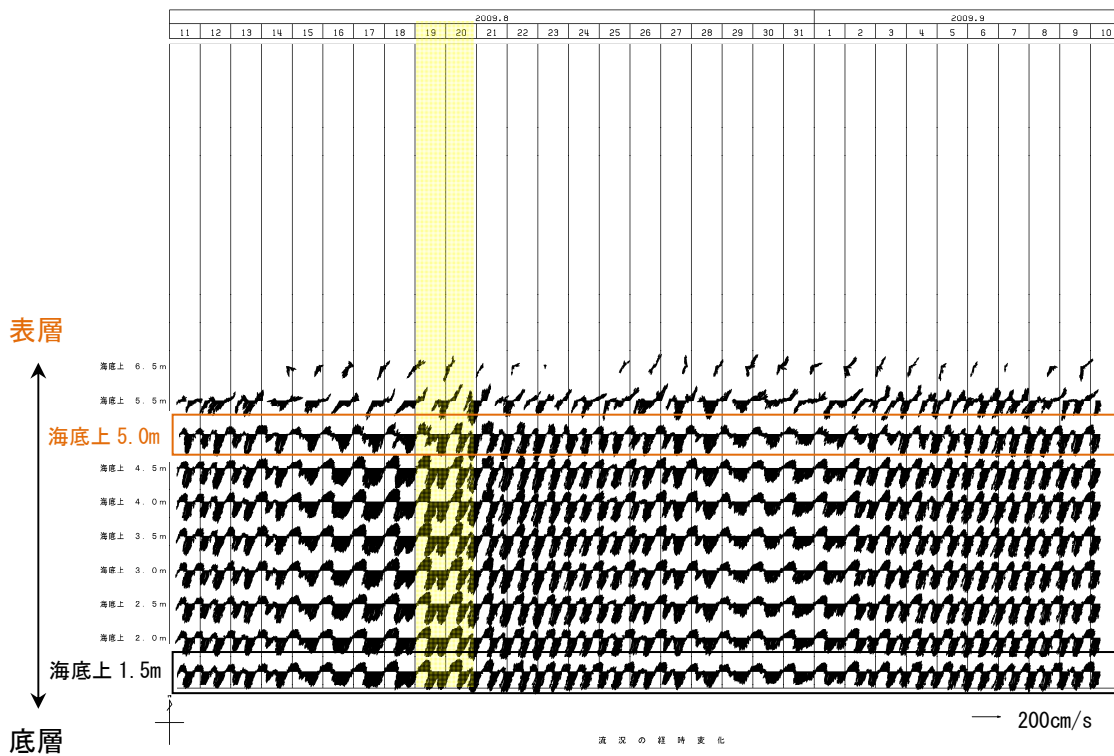


図 2-48 多層流況観測記録 (上 ; No. 3、下 ; No. 4)

(2) 現地観測期間中の気象・海象条件

調査対象海域の気象・海象観測記録として、網走験潮所の観測潮位とアメダス（湧別）の風・降水量データを収集し、以下の時系列的な整理を行った。
 (以降、曳航式調査実施日を図中の黄色のハッチングで示す.)

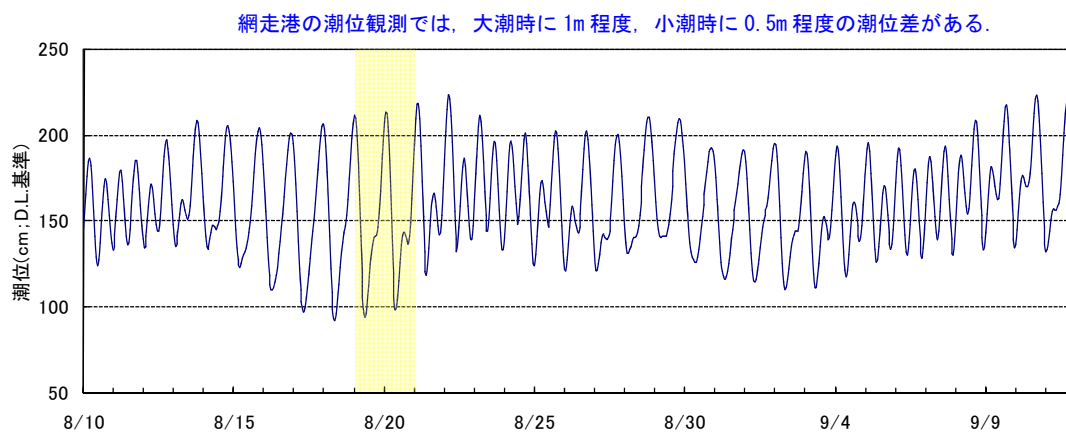


図 2-49 観測期間中の潮位（網走）

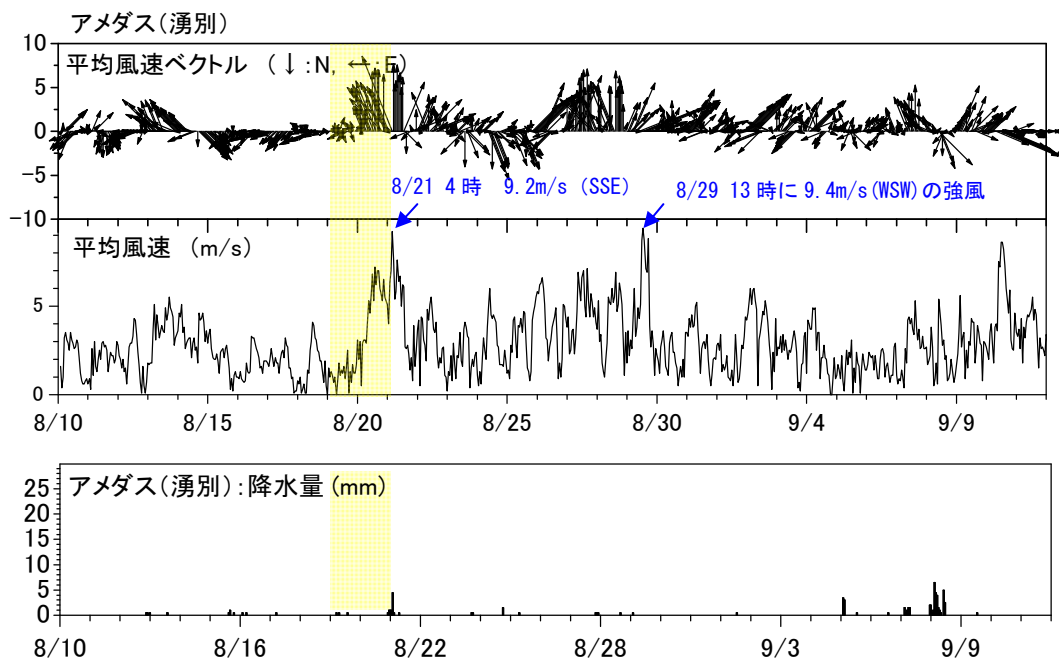
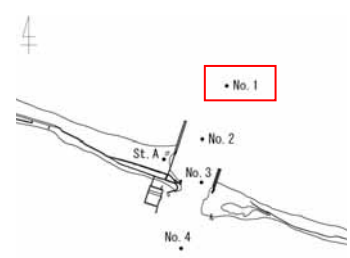


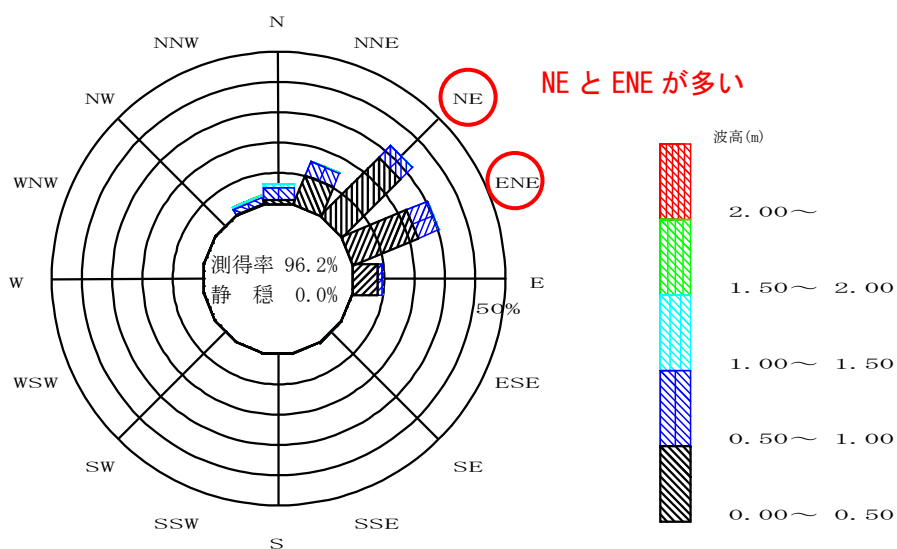
図 2-50 アメダス（湧別）の風・降水量



(3) 波浪出現頻度

サロマ湖第一湖口の海域沖 (No.1) での観測期間中 (2009年8月10日~9月11日) の波浪データ整理結果を以下に示す。海域沖側の観測点であるNo.1の出現頻度特性は以下のとおりである。

- 波向は、NE と ENE からの波浪が最も多く、最多周期は4~5秒の波浪であった。
- 期間中の波高は2m未満であり、そのうち97.7%が1.0m未満の波浪であった。



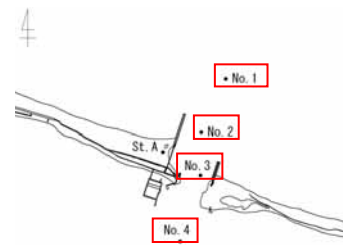
最多周期 4~5 (s), 波高は 2m 未満

波高	周期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	total
		-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-	
0- 50				0.9	12.1	25.6	21.7	7.5	2.5	1.8	0.1			72.2
				7	33	61	69	57	19	14	1			195
				92	195	165	165	57	19	14	1			550
50- 100					4.3	8.0	9.1	2.8	0.9	0.5				25.6
						5	2	6	7	4				16
						0.7	0.3	0.8	0.4					2.1
100- 150							1							1
							0.1							0.1
150- 200														
200- 250														
250- 300														
300- 350														
350- 400														
400- 450														
450- 500														
-500														
total				7	125	261	237	84	29	18	1			762
				0.9	16.4	34.3	31.1	11.0	3.8	2.4	0.1			100.0

測得率: 96.2 (%), 欠測回数: 30

上段: 出現回数, 下段: 出現頻度 (%)

図 2-51 調査期間中の波浪出現頻度



(4) 流況出現頻度

観測期間中の流況出現頻度の特性は以下のとおりである。

- No. 1 は流向 SE の流れが最も多い。
- No. 2 は N と SSW の往復流、No. 3 は NNE の流向が最も多く、No. 4 は NNE と SSW の往復流が卓越している。

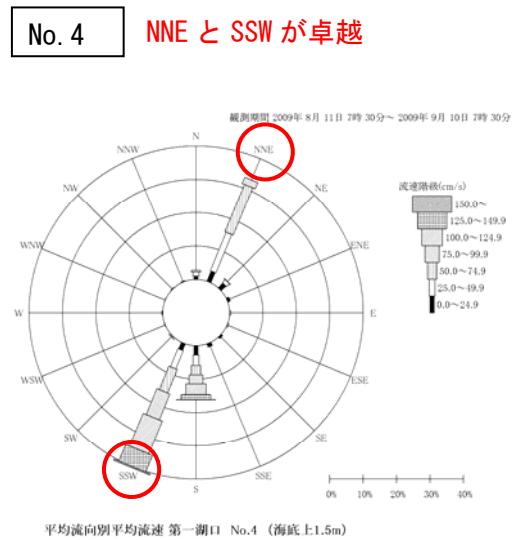
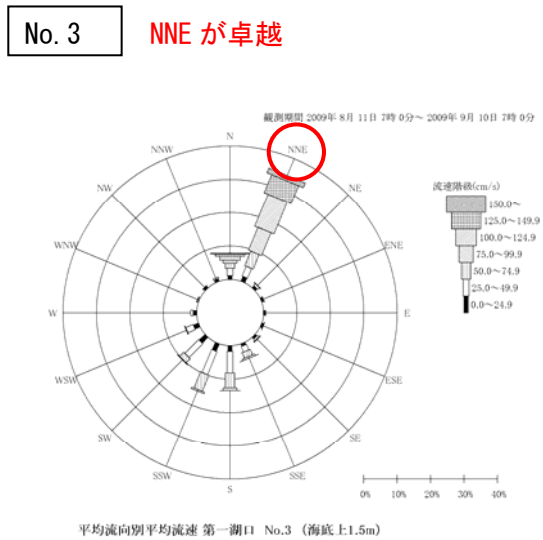
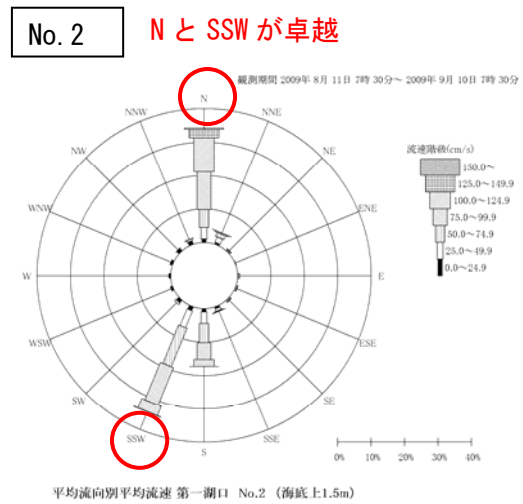
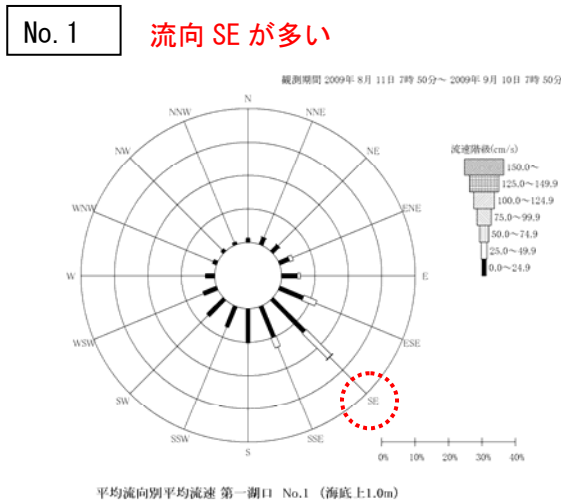


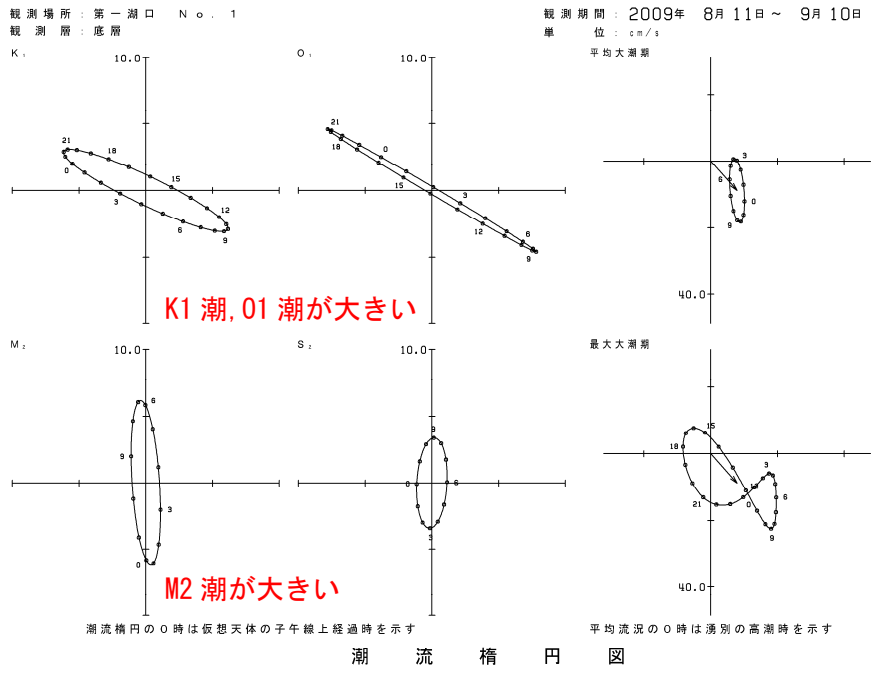
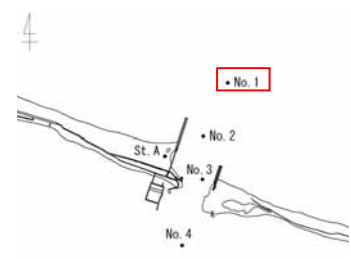
図 2-52 調査期間中の流向・流速出現頻度

(5) 潮流調和分解

以下の図 2-53 (1)～(4)にサロマ湖第一湖口の観測地点 (No. 1、No. 2、No. 3、No. 4) の底層における調和分解結果 (潮流楕円図・潮流調和定数) を示す。

これらの結果より以下を確認した。

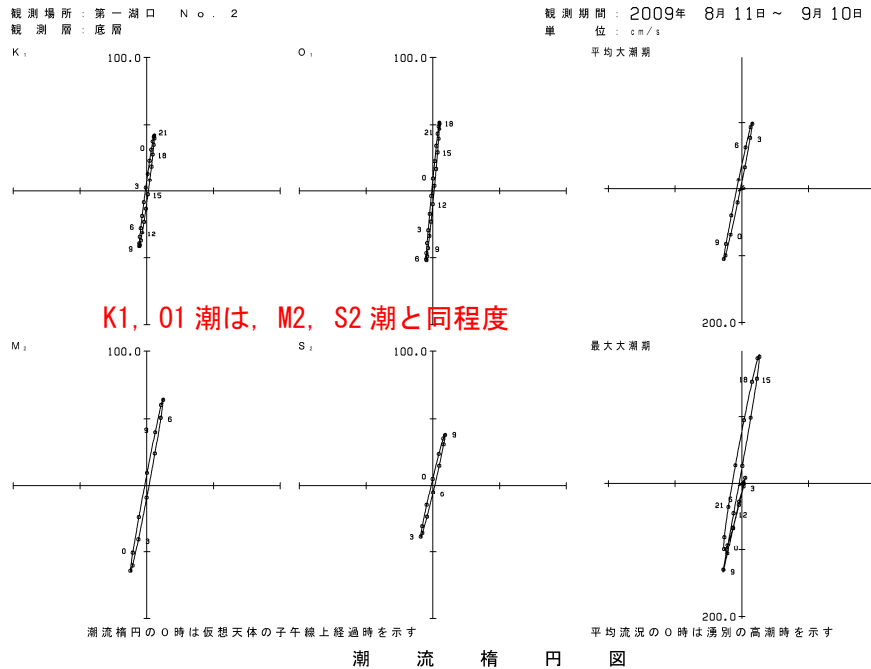
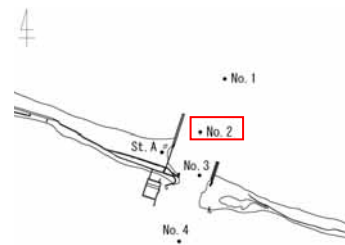
- ・各観測地点の潮流楕円の振幅は、海域の No. 1 は日周期系列の K1 潮と O1 潮、半日周期系列の M2 潮が大きい。また、No. 2 と No. 3、No. 4 も日周期系列の K1 潮と O1 潮が半日周期系列の M2 潮、S2 潮と同程度の振幅である。流向・流速出現頻度とほぼ同じ方向に変動する。
- ・観測地点 No. 2 と No. 3、No. 4 の主要 4 分潮の各分潮流は、ほぼ同一方向の往復流である。
- ・各地点の残差流 (恒流) は、No. 1 と No. 2 がともに 10cm/s 未満であるのに対し、No. 3 は NNE 方向に 19.7cm/s、No. 4 は S 方向に 28.5cm/s である。



場 所： 第一湖口
測 点： No. 1
位 置： 北緯 44° 11' 28"
東経 143° 47' 27"
観 測 層： 底層
観 測 年 月 日： 2009年8月11日 ~ 2009年9月10日

分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向	
					長軸			短軸			320.4°	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)
K ₁	3.1	310.5	6.2	153.1	295.4	6.8	328.8	25.4	1.1	238.8	6.2	324.6
O ₁	4.6	303.0	7.8	119.2	300.4	9.1	300.2	30.4	0.3	30.2	8.5	300.8
P ₁	1.0	310.5	2.1	153.1	295.4	2.3	328.8	25.4	0.4	238.8	2.1	324.6
Q ₁	1.1	237.3	2.9	76.0	289.9	3.1	253.8	19.9	0.3	163.8	2.6	250.2
M ₂	6.2	198.9	1.1	88.2	356.3	6.2	199.5	86.3	1.0	109.5	5.0	206.4
S ₂	3.4	268.8	1.1	187.3	3.2	3.4	267.7	93.2	1.1	177.7	2.6	284.9
K ₂	0.9	268.8	0.3	187.3	3.2	0.9	267.7	93.2	0.3	177.7	0.7	284.9
N ₂	0.6	78.7	1.5	40.7	70.5	1.6	45.5	160.5	0.4	315.5	0.6	193.1
L ₂	0.6	244.7	0.8	150.6	274.9	0.9	327.3	4.9	0.6	237.3	0.7	293.3
ν ₂	0.1	78.7	0.3	40.7	70.5	0.3	45.5	160.5	0.1	315.5	0.1	193.1
μ ₂	2.1	187.4	0.9	13.6	337.9	2.3	188.3	67.9	0.1	98.3	2.2	189.0
M ₄	0.9	278.9	1.3	246.6	56.9	1.6	256.6	146.9	0.4	166.6	0.5	9.6
MS ₄	0.2	357.7	1.3	346.1	80.6	1.3	346.5	170.6	0.0	256.5	0.7	163.2
V ₀	-8.8		7.9				11.8			137.9		-11.8

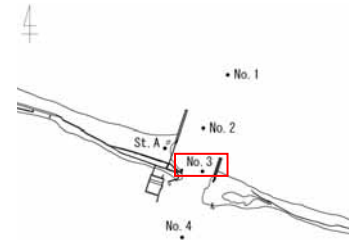
図 2-53(1) 潮流楕円・潮流調和定数 (第一湖口 No. 1, 底層;海底上 1.0m)



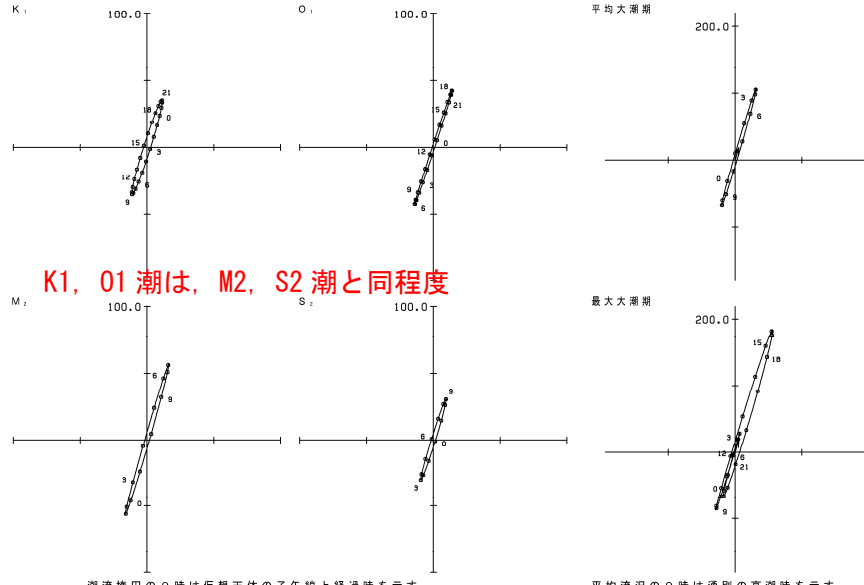
場所：第一湖口
 測点：No. 2
 位置：北緯 44° 11' 6"
 東経 143° 47' 13"
 観測層：底層
 観測年月日：2009年8月11日 ～ 2009年9月10日

分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向		
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	長軸			短軸			9.3°		
					方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	
K ₁	41.5	318.5	5.6	306.8	7.6	41.8	318.3	97.6	1.1	228.3	41.8	318.2	
O ₁	51.8	280.9	5.0	270.8	5.5	52.0	280.8	95.5	0.9	190.8	51.9	280.7	
P ₁	13.8	318.5	1.9	306.8	7.6	13.9	318.3	97.6	0.4	228.3	13.9	318.2	
Q ₁	11.1	255.5	1.3	285.7	5.9	11.2	255.9	95.9	0.7	345.9	11.2	256.1	
M ₂	64.7	218.4	12.3	210.8	10.7	65.8	218.1	100.7	1.6	128.1	65.8	218.2	
S ₂	38.4	277.5	9.1	269.1	13.2	39.5	277.1	103.2	1.3	187.1	39.4	277.2	
K ₂	10.5	277.5	2.5	269.1	13.2	10.7	277.1	103.2	0.4	187.1	10.7	277.2	
N ₂	7.8	191.6	1.5	183.7	10.9	8.0	191.4	100.9	0.2	101.4	8.0	191.4	
L ₂	6.4	259.0	1.2	242.8	10.0	6.5	258.5	100.0	0.3	168.5	6.5	258.6	
V ₂	1.5	191.6	0.3	183.7	10.9	1.5	191.4	100.9	0.0	101.4	1.5	191.4	
μ ₂	5.6	193.5	0.8	198.8	8.4	5.7	193.6	98.4	0.1	283.6	5.7	193.6	
M ₄	1.8	267.3	1.7	243.0	43.4	2.5	255.8	133.4	0.5	165.8	2.1	264.1	
MS ₄	2.7	95.5	1.6	350.0	346.8	2.8	102.9	76.8	1.5	12.9	2.6	90.0	
V ₀	cm/sec		cm/sec		cm/sec						cm/sec		
	-3.1		-5.8		6.6				241.4				-4.0

図 2-53(2) 潮流楕円・潮流調和定数 (第一湖口 No. 2, 底層; 海底上 1.5m)



観測場所：第一湖口 No. 3
 観測層：底層
 観測期間：2009年 8月 11日 ~ 9月 10日
 単位：cm/s

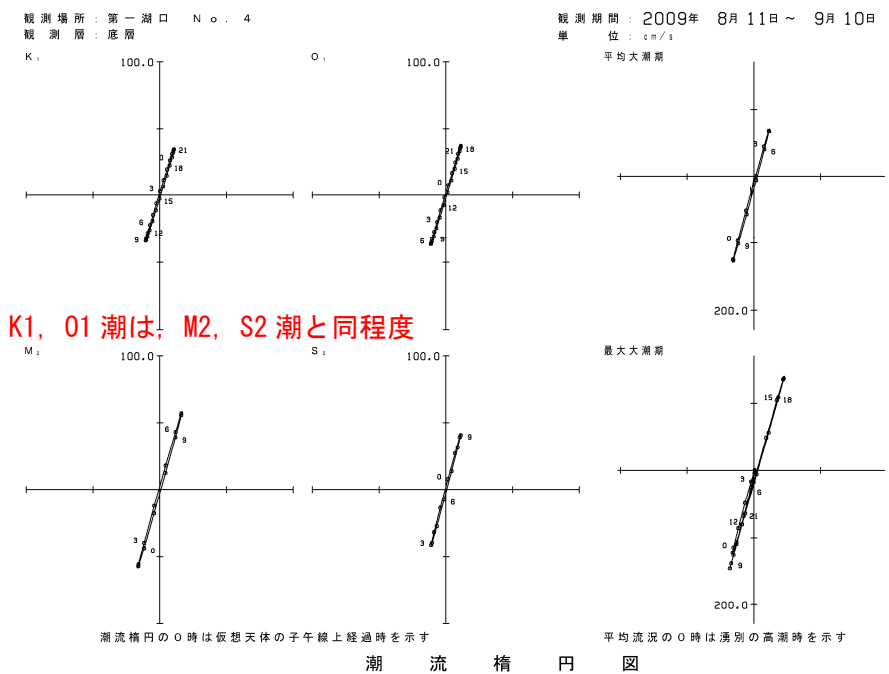
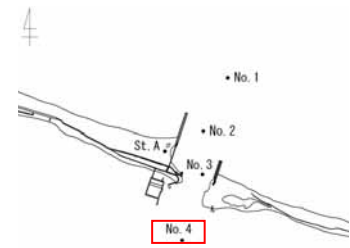


潮流楕円図

場所：第一湖口
 測点：No. 3
 位置：北緯 44° 10' 48"
 東経 143° 47' 13"
 観測層：底層
 観測年月日：2009年8月11日 ~ 2009年9月10日

分潮	北方分速		東方分速		楕円要素						主流向	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	長軸			短軸			流速 (cm/sec)	遅角 (°)
					方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)		
K ₁	35.2	312.8	11.4	326.4	17.6	36.9	314.1	107.6	2.6	44.1	36.9	314.0
O ₁	42.8	277.0	14.1	281.0	18.1	45.0	277.4	108.1	0.9	7.4	45.0	277.4
P ₁	11.7	312.8	3.8	326.4	17.6	12.3	314.1	107.6	0.9	44.1	12.3	314.0
Q ₁	7.6	263.9	2.6	243.0	17.6	8.0	261.9	107.6	0.9	171.9	8.0	261.9
M ₂	56.3	214.7	16.2	220.9	15.9	58.6	215.2	105.9	1.7	305.2	58.6	215.2
S ₂	30.5	268.4	9.5	278.2	17.1	31.9	269.3	107.1	1.6	359.3	31.9	269.2
K ₂	8.3	268.4	2.6	278.2	17.1	8.7	269.3	107.1	0.4	359.3	8.7	269.2
N ₂	7.7	190.5	2.0	215.5	13.3	7.9	191.9	103.3	0.8	281.9	7.9	192.3
L ₂	6.2	248.1	1.9	263.2	16.9	6.5	249.4	106.9	0.5	339.4	6.5	249.4
ν ₂	1.5	190.5	0.4	215.5	13.3	1.5	191.9	103.3	0.2	281.9	1.5	192.3
μ ₂	2.1	221.8	2.4	220.2	48.4	3.2	220.9	138.4	0.0	130.9	2.8	221.4
M ₄	0.8	174.8	0.5	280.6	344.1	0.8	165.1	74.1	0.5	255.1	0.7	186.3
MS ₄	3.1	99.4	1.2	100.7	21.5	3.3	99.6	111.5	0.0	189.6	3.3	99.5
V ₀	18.9 cm/sec		5.6 cm/sec		19.7 cm/sec			16.5			19.7	

図 2-53(3) 潮流楕円・潮流調和定数 (第一湖口 No. 3, 底層)



場 所： 第一湖口
 測 点： No. 4
 位 置： 北緯 44° 10' 21"
 東経 143° 47' 1"
 観 測 層： 底層
 観 測 年 月 日： 2009年8月11日 ~ 2009年9月10日

分潮	北方分速		東方分速		楕 円 要 素								主流向	
	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	長 軸				短 軸				16.2°	
					方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	方向 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)	流速 (cm/sec)	遅角 (°)		
K ₁	34.3	319.5	10.6	316.2	17.1	35.9	319.3	107.1	0.6	229.3	35.9	319.3		
O ₁	36.8	282.0	11.3	279.3	17.1	38.5	281.8	107.1	0.5	191.8	38.5	281.7		
P ₁	11.4	319.5	3.5	316.2	17.1	12.0	319.3	107.1	0.2	229.3	12.0	319.3		
Q ₁	8.3	263.9	2.3	259.3	15.8	8.6	263.6	105.8	0.2	173.6	8.6	263.6		
M ₂	58.3	222.2	16.6	224.8	15.9	60.7	222.4	105.9	0.7	312.4	60.7	222.4		
S ₂	41.5	280.7	11.2	277.7	15.0	43.0	280.5	105.0	0.6	190.5	43.0	280.5		
K ₂	11.3	280.7	3.0	277.7	15.0	11.7	280.5	105.0	0.2	190.5	11.7	280.5		
N ₂	5.6	201.4	1.9	204.2	18.4	5.9	201.7	108.4	0.1	291.7	5.9	201.6		
L ₂	6.5	264.3	2.2	262.1	18.6	6.9	264.1	108.6	0.1	174.1	6.8	264.1		
v ₂	1.1	201.4	0.4	204.2	18.4	1.1	201.7	108.4	0.0	291.7	1.1	201.6		
μ ₂	5.9	195.6	0.9	207.3	8.7	6.0	195.9	98.7	0.2	285.9	6.0	196.1		
M ₄	6.5	261.4	1.3	236.2	10.6	6.7	260.5	100.6	0.6	170.5	6.6	260.0		
MS ₄	5.6	352.6	0.4	346.9	4.2	5.6	352.6	94.2	0.0	262.6	5.5	352.5		
V _a	cm/sec		cm/sec		cm/sec				"				cm/sec	
	-28.5		-4.2			28.8				188.5			-28.5	

図 2-53(4) 潮流楕円・潮流調和定数 (第一湖口 No. 4, 底層;海底上 1.5m)

(6) 時間的な流況特性

1) 表層と底層の流速変動特性

サロマ湖第一湖口での各観測地点での表層と底層の時系列変化（東方分速、北方分速、流速ベクトル）を以下のとおり整理した。

各観測地点の観測結果の特徴は以下のとおりである。

<No. 1：海域沖側>

- ・ No. 1 は、海域沖の流況観測地点であり、湖口から離れた距離に位置していることから湖口を出入りする潮汐流の影響は少なく、風や潮流等の影響を含む複雑な流速変動を示している。
- ・ 観測期間中の No. 1 の流速変動は 0.5m/s 未満であり、No. 2～No. 4 の時系列変化と比べると小さい変動である。

<No. 2～4：湖口周辺>

No. 2～No. 4 の 3 地点は湖口周辺の観測地点であり、湖口を出入りする潮汐流の影響を強く受ける地点である。これらの地点の表層と底層の最大流速値は、底層の方が若干小さいものの時間的な変動特性はほとんど同じである。

<No. 2：湖口海側>

- ・ No. 2 は、海域の西側導流堤の湖口に近い観測地点であり、南北方向の往復流が卓越している。また、湖口外側の中央には浅瀬があり、浅瀬と西側導流堤の間は水深が深く船舶が航行する水路として利用されている。
- ・ 表層と底層は同様な時間変動を示し、表層の流速値は上げ潮時と下げ潮時の最大流速はともに 1.0～1.5m/s 程度に達する。底層は表層より最大流速が若干小さく 0.8～1.2m/s 程度に達する。
- ・ 下げ潮時は、一方向の強い流れとなる傾向があるのに対し、上げ潮時は東西方向の成分が時間的に変化する流れとなる。

<No. 3：湖口中央>

- ・ No. 3 は、湖口中央部の観測地点であり、観測地点の中では最も狭隘な場所である。
- ・ 表層と底層は同様な時間変動を示し、底層の最大流速値は表層より若干小さな値を示している。
- ・ 表層の下げ潮時最大流速は 1.0～2.0m/s 程度に達するのに対し、上げ潮時最大流速は 0.5m/s～1.0m/s であり、下げ潮よりも弱い流速値を示している。この要因として、湖口の内側と外側の地形的な要因（導流堤の有無や東西の非対称性等）が考えられる。

<No. 4 : 湖口湖内側>

- No. 4 は、湖内側の観測地点であり、表層と底層は同様な時間変動を示し、底層の最大流速値は表層より若干小さな値を示している。
- 表層の上げ潮時最大流速は 1.0~1.5m/s 程度に達するのに対し、下げ潮時最大流速は 0.5m/s~1.0m/s 程度であり、上げ潮よりも弱い流速値を示している。この理由としては、この地点での上げ潮時と下げ潮時、すなわち流入時と流出時では流速の増大域の平面的な範囲が異なることが考えられる。

これらの結果より、表層と底層の流速変動に関する主な結果は、以下のとおりである。

- No. 2~No. 4 の表層と底層の流速変動の位相差はほとんど無い。
- 表層流速と底層流速の大きさは、表層の方が若干大きいものの同程度の流速値を示している。

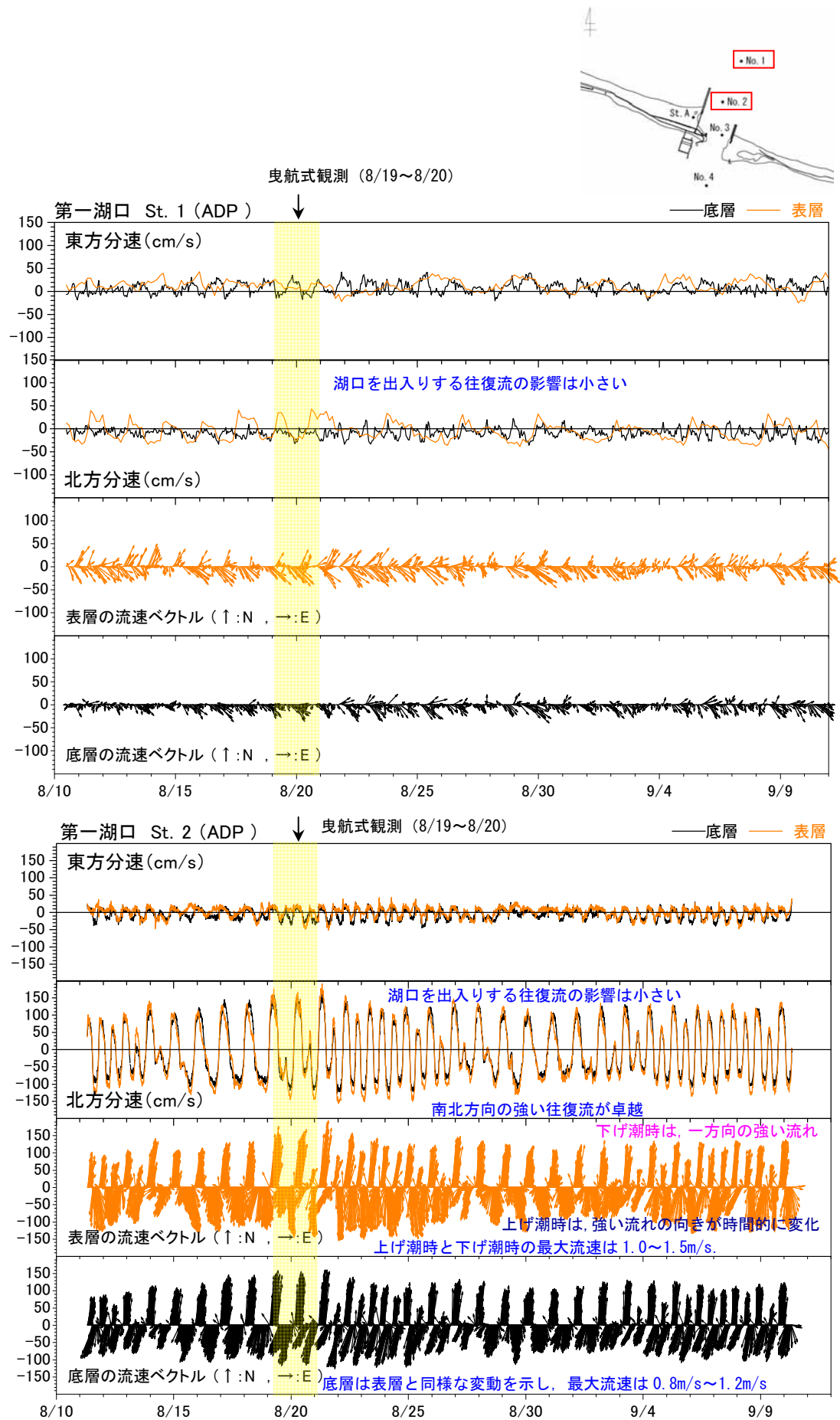


図 2-54 表層流速と底層流速の時系列変化 (上図 ; No. 1, 下図 ; No. 2)

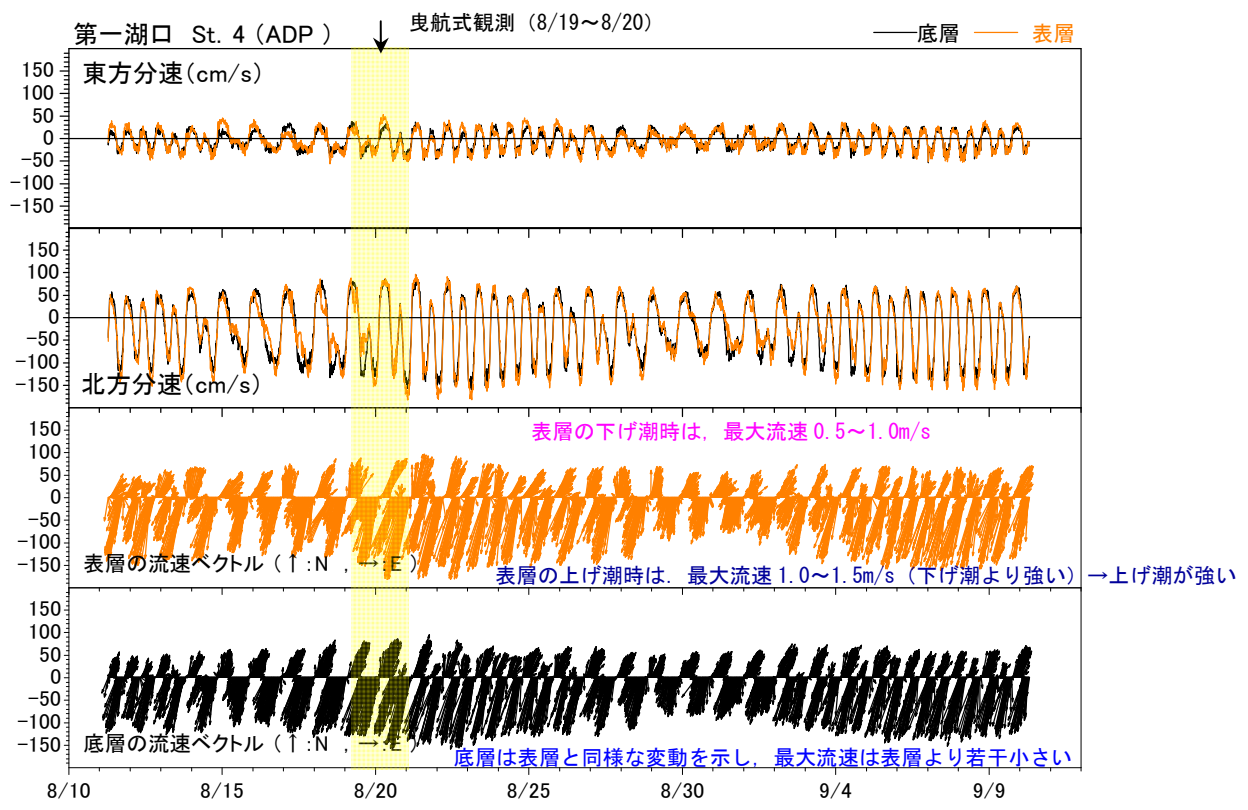
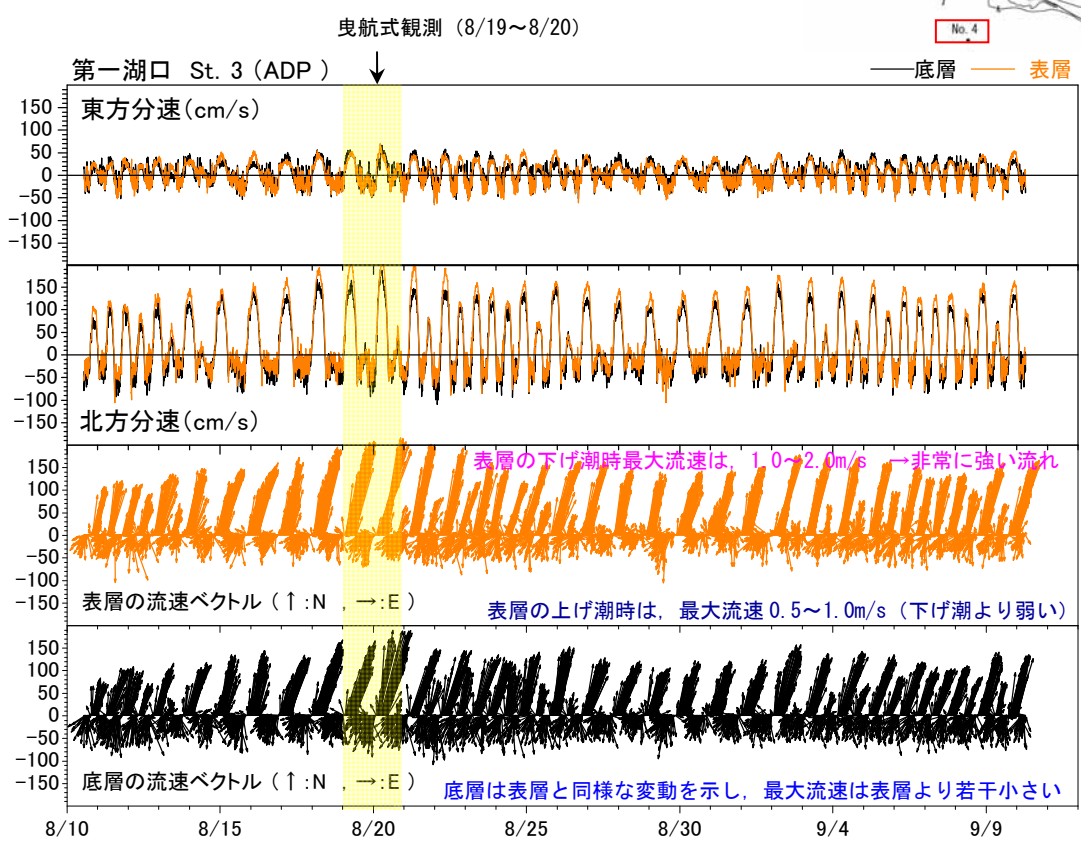
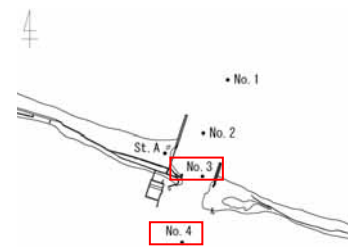


図 2-55 表層流速と底層流速の時系列変化 (上図 ; No. 3, 下図 ; No. 4)

2) 潮位と平均流速の流速変動特性

i) サロマ湖周辺海域の潮位

サロマ湖第一湖口の潮位資料として網走（気象庁）と常呂、富武士（サロマ湖養殖漁業組合）の潮位を収集した。網走と常呂、富武士の潮位変動量の時系列を図 2-56 に示し、No. 1 と No. 4、富武士の潮位変動量の時系列を図 2-57 に示す。

これらの潮位変化の時系列特性を以下にまとめた。

- ・サロマ湖周辺の潮位変動は、1日1回潮の期間と1日2回潮の期間を繰り返し変化する。
- ・網走と常呂での潮位変動の位相差はほとんどなく、同程度の潮位となる。
- ・富武士と常呂を比較すると、富武士の潮位は常呂より約2時間程度遅れている。
- ・No. 1（海域）と No. 4（湖口湖内側）を比較すると、No. 4 は No. 1 より約2時間程度遅れている。また、No. 4 と富武士では、1日1回潮で潮位差が大きい時期の前後では、富武士が No. 4 よりさらに約2時間程度遅れる時期があるものの、その時期を除けば位相差はほとんど無い。

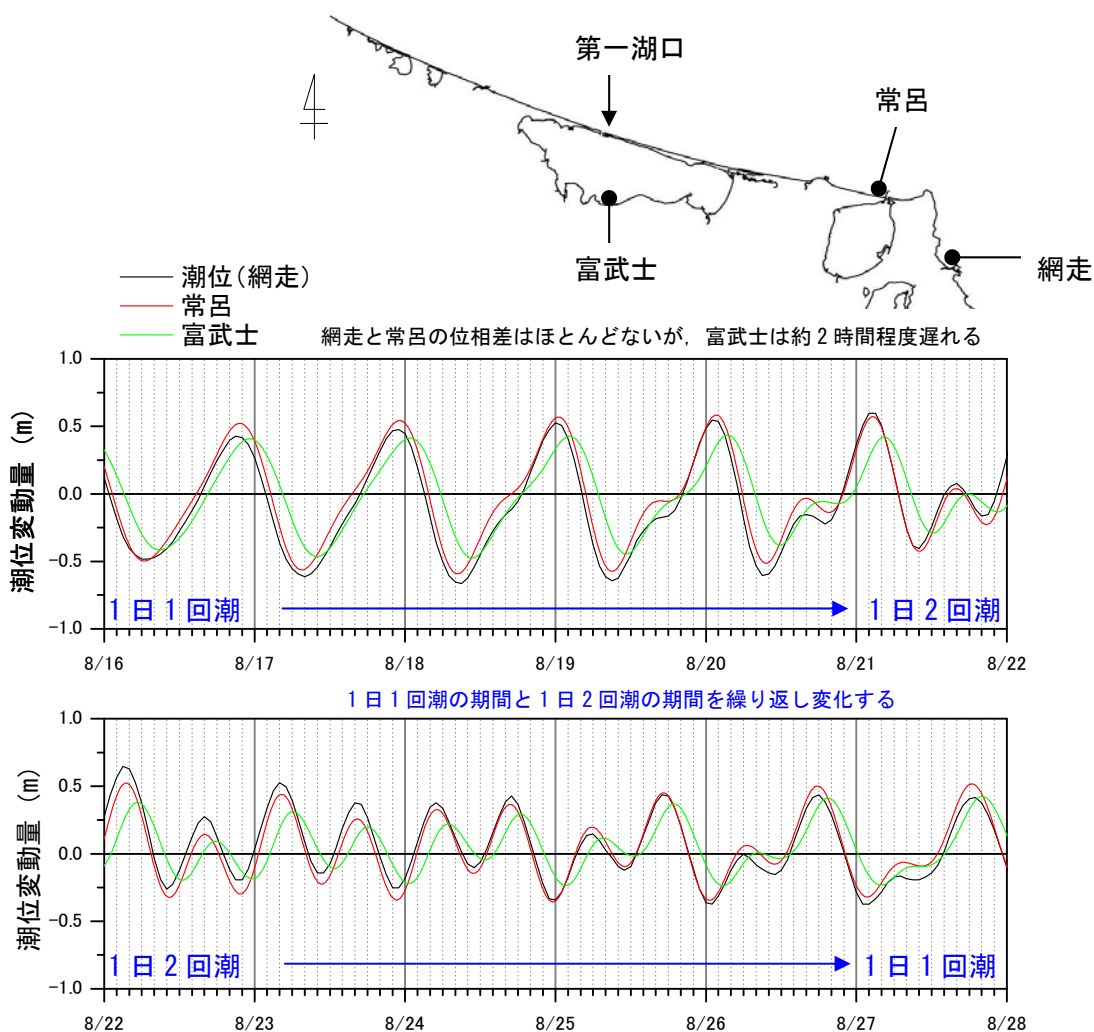


図 2-56 網走と常呂、富武士の潮位変化

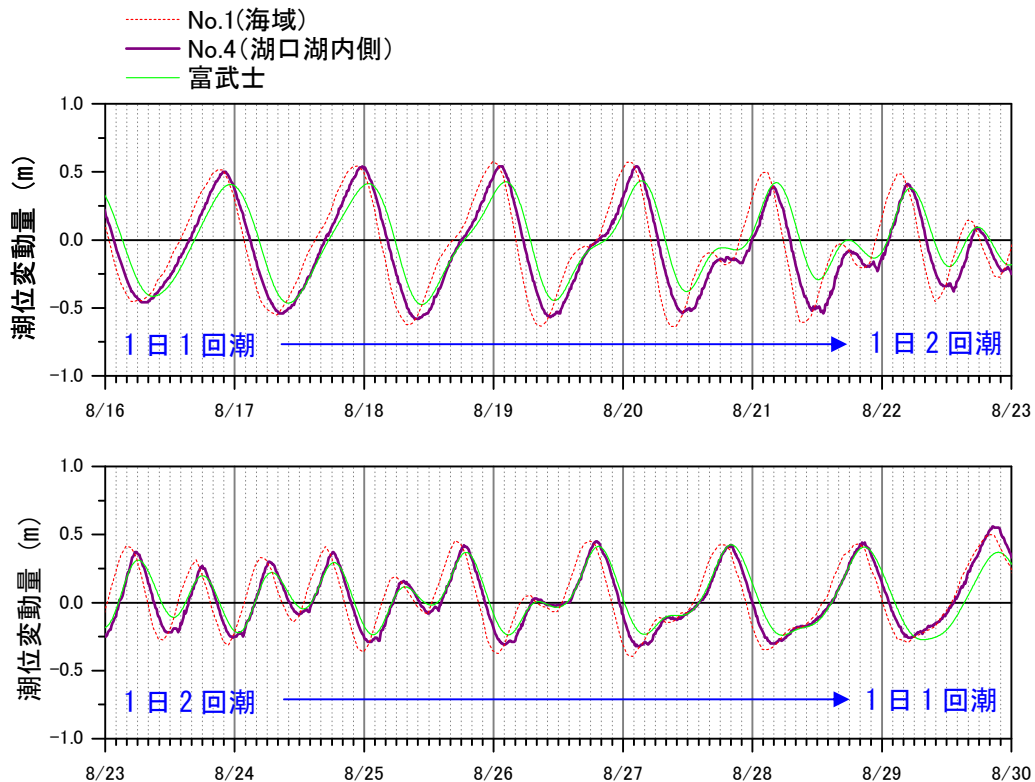


図 2-57 No. 1 と No. 4、富士の潮位変化

ii) 湖内と外海の潮位差と湖口での流速

図 2-58 に網走の潮位と観測地点 No. 1 での潮位、湖内と外海の潮位差（富士と常呂の潮位差）の時系列と、No. 2、No. 3、No. 4 の北方分速の時系列を示す。

湖内と外海の潮位差の時系列に着目し、図 2-58 と図 2-59 に示すような各観測記録との時系列的な比較を行った結果、以下の事項が確認された。

- ・ 網走と No. 1 の潮位変動の位相差はほとんどなく、潮位の差も小さい。
- ・ 外海に面した網走と常呂、No. 1 の潮位は同様な変動を示す。
- ・ 湖内と外海の潮位差は大きくなる時間帯は、湖口付近で強い流れが発生する。
- ・ 湖内の潮位が外海よりも低い場合は、湖口付近の流速は強い南向き流れ（サロマ湖へ流入する流れ）となり、湖内の潮位が外海よりも高い場合は強い北向き流れ（オホーツク海へ流出する流れ）となる。
- ・ 湖内と外海の潮位差がごく小さい時間帯は、湖口付近では流速が弱まる。
- ・ 湖口の流れが強くなる時間帯、弱くなる時間帯は、網走の潮位変動からの時間差で推定するよりも、湖内と外海の潮位差の有無により容易に推定することができる。

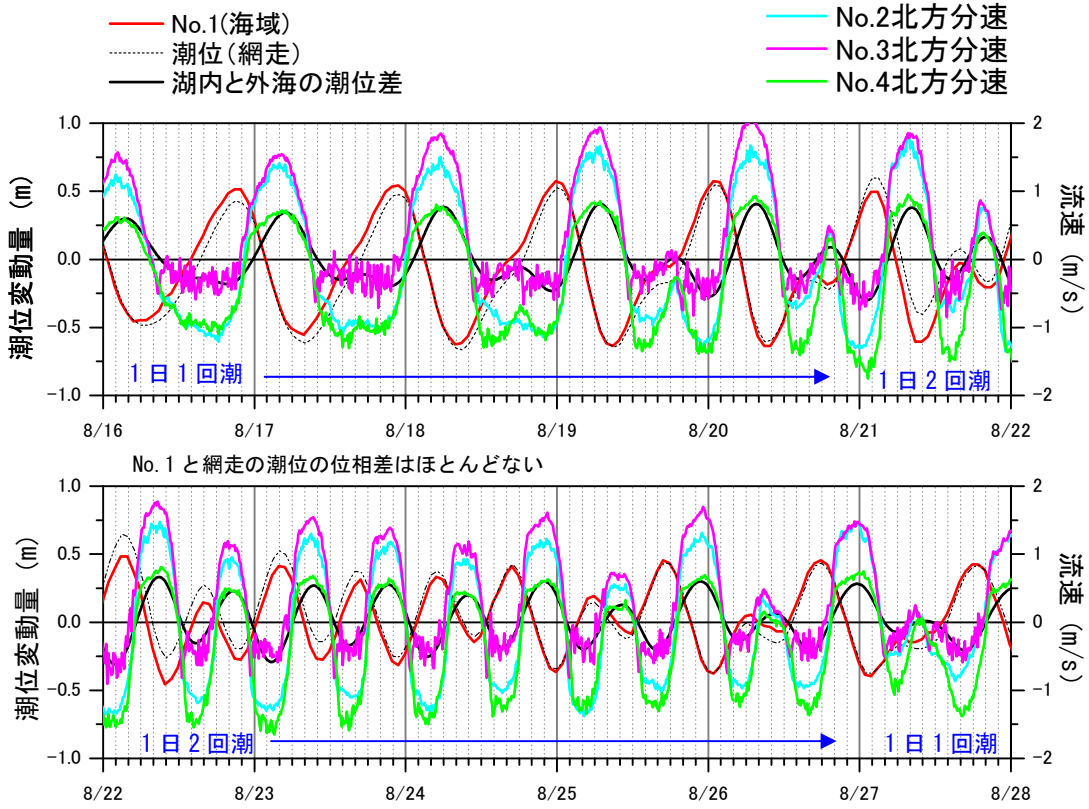
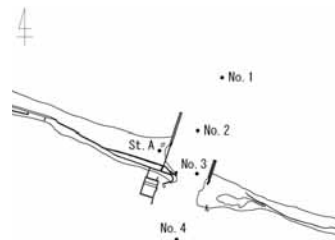
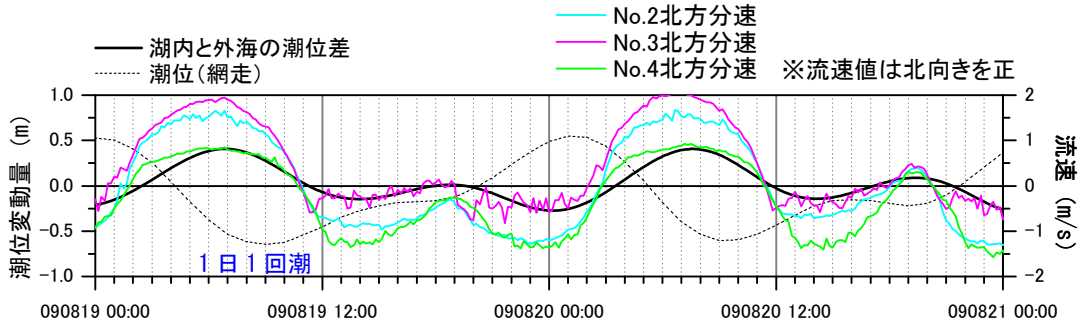


図 2-58 潮位 (No. 1, 網走) と潮位差 (外海と湖内), 湖口付近の流速 (実測)



1日1回潮から2回潮へと変化する等、網走の潮位からの時間差で流速の強い時間帯を推定しにくい。
湖内と外海の潮位差が大きくなる時間帯は、湖口の流速が強くなる。

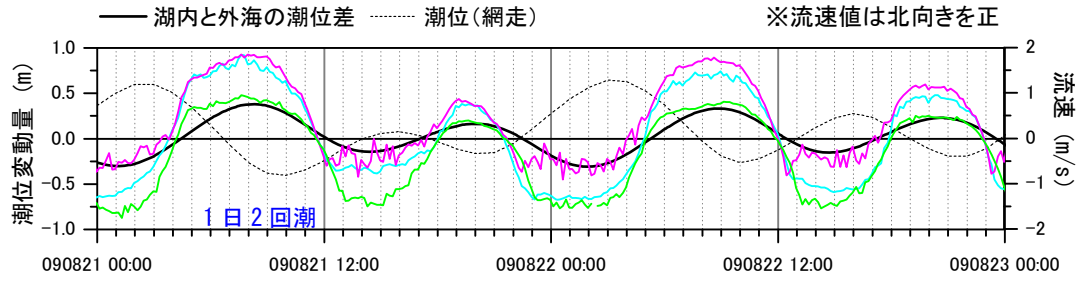


図 2-59 潮位 (網走) と潮位差 (外海と湖内), 湖口付近の流速 (実測)

(7) 平面的な流況特性

1) 曳航式流況観測の測線配置・観測時間帯

曳航式流況観測は、湖口から放射状に測線を配置した。以下に航跡図を示す。

曳航式流況観測は、1km×2km 程度の範囲に対し 3 時間程かかることから、第一湖口の調査範囲を海域側と湖内側に分け、下げ潮時と上げ潮時の調査を実施した。

2009 年 8 月 19 日に海域側と湖口中央部を観測し、8 月 20 日に湖内側を観測した。

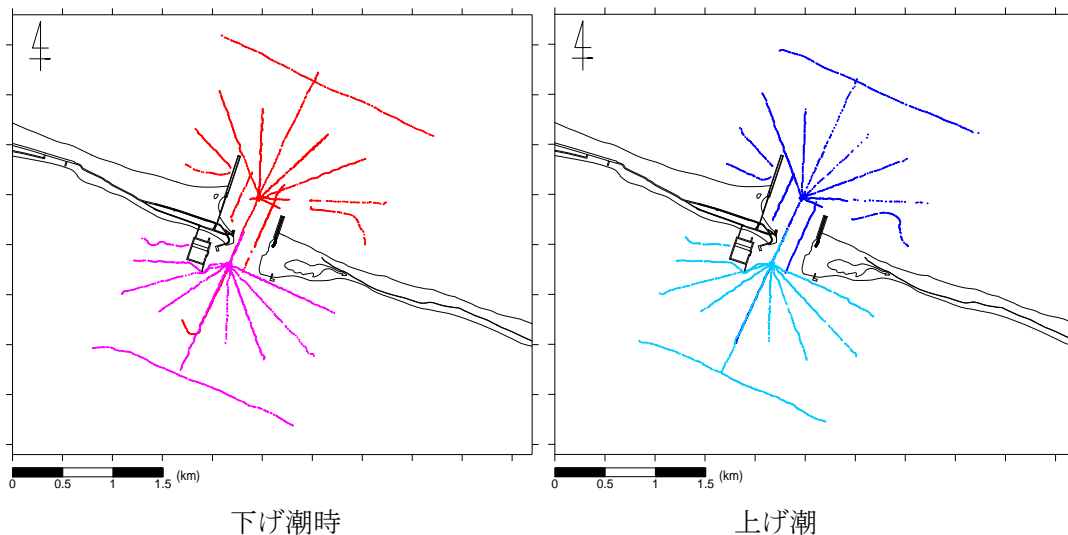


図 2-60 曳航式流況観測の航跡図

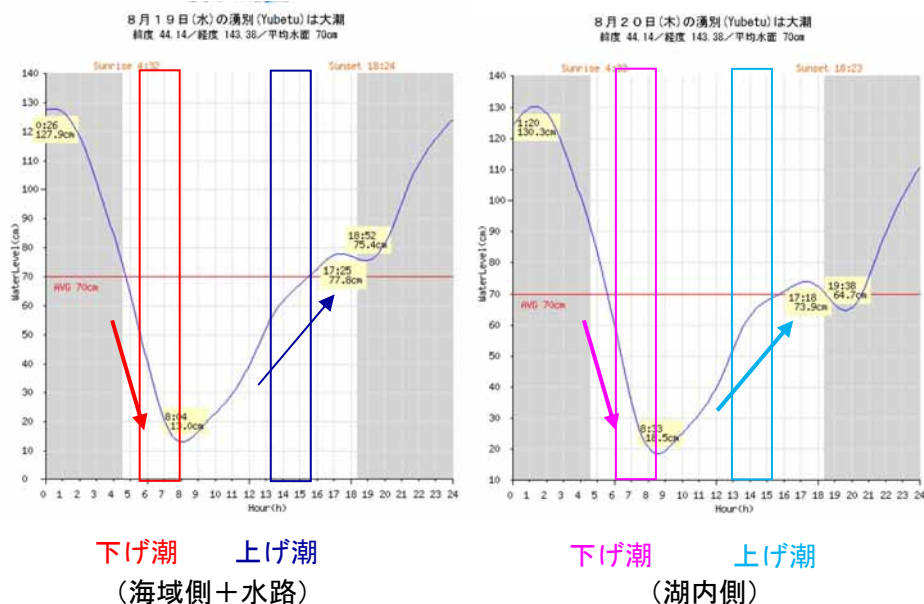


図 2-61 曳航式流況観測時間帯

2) 曳航式調査結果

上げ潮時、下げ潮時の曳航式流況観測結果（表層，水面下 1m）を以下に示す。

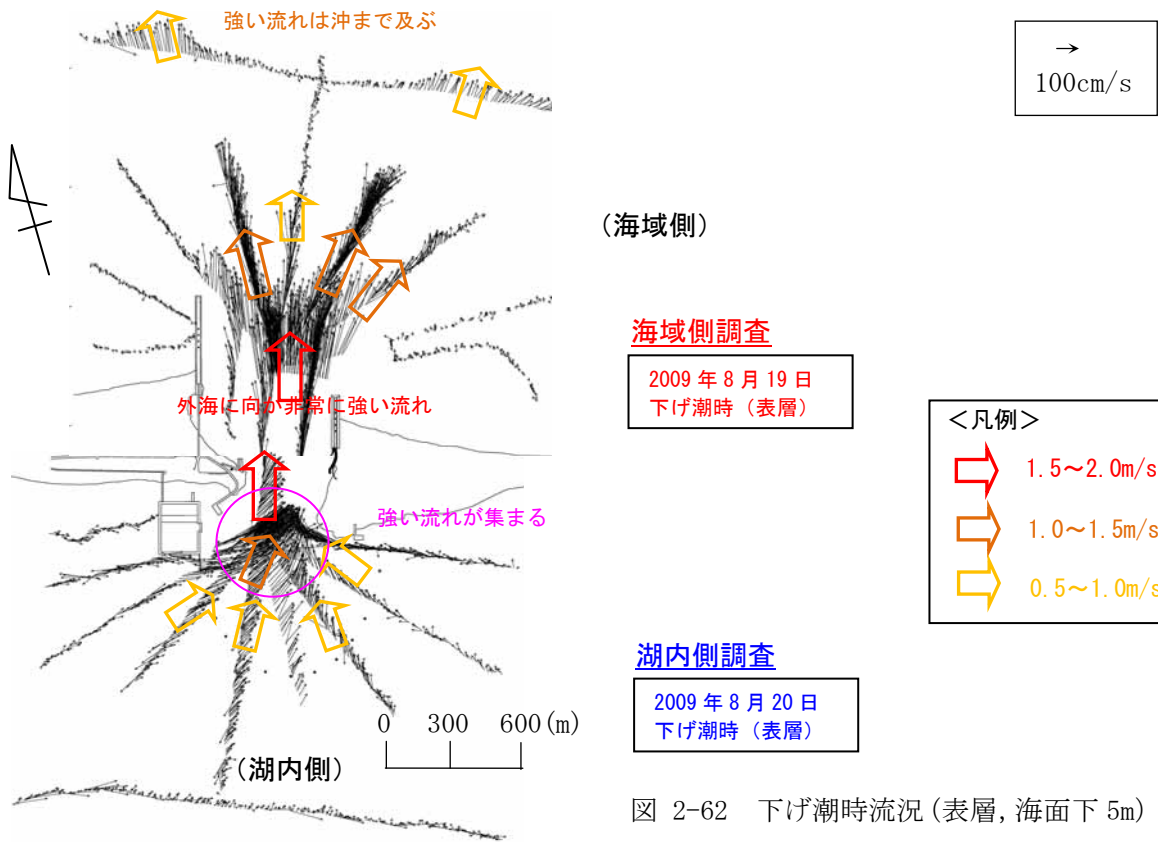


図 2-62 下げ潮時流況（表層，海面下 5m）

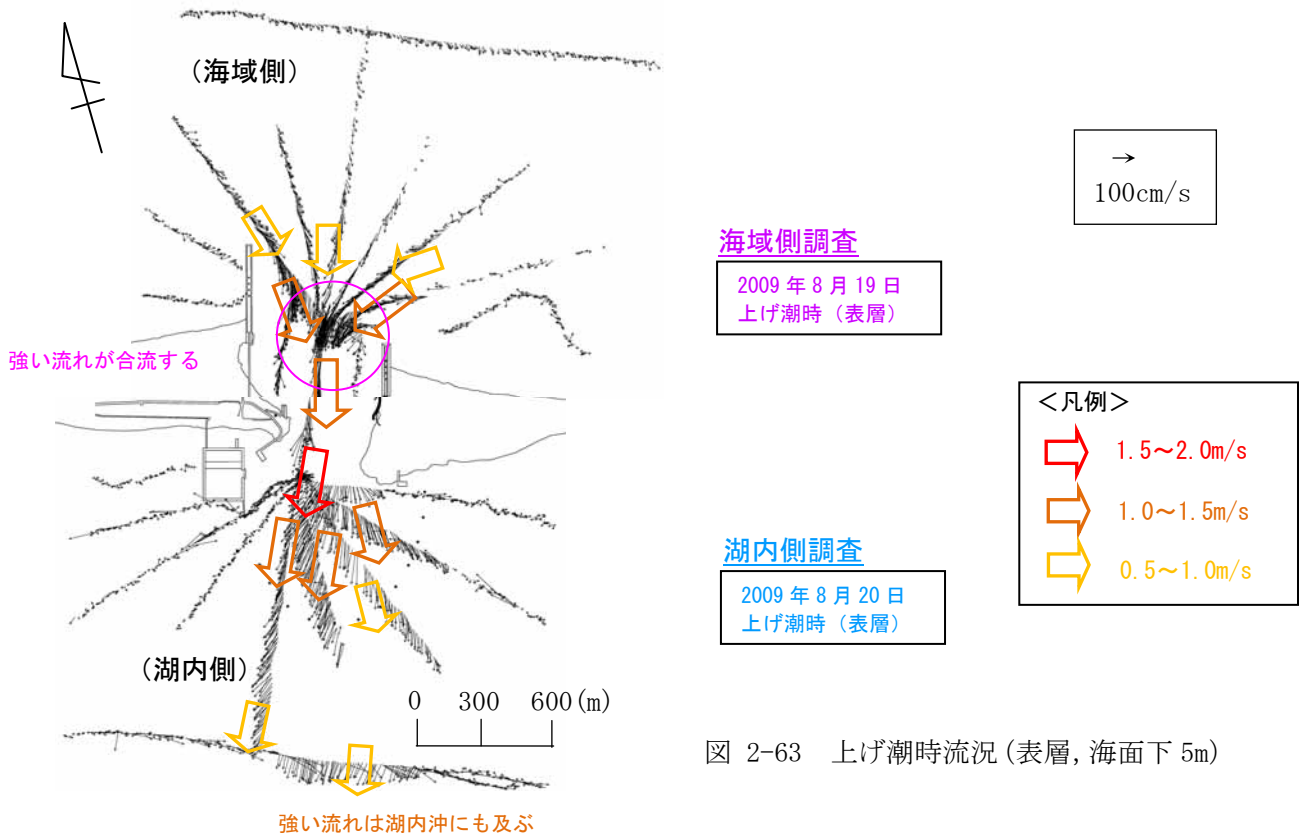


図 2-63 上げ潮時流況（表層，海面下 5m）

3) 流況平面分布

曳航式流況調査により取得した多層流況データをもとに、各地点での断面平均流速を算定し、平面的な補間を行い流況の平面分布を整理した。

サロマ湖第一湖口周辺での上げ潮時と下げ潮時流況の平面分布は以下のとおりとなる。

曳航式調査による流況平面分布の把握結果を以下にまとめた。

i) 下げ潮時 (8月19日午前・海域側, 8月20日午前・湖内側)

- ・湖口の中央から海域にかけて広範囲に1.0m/s～2.0m/s程度の沖に向かう強い流速が放射状に分布していることがわかる。また、強い流れの影響域は湖口から沖1.5km程度まで及んでいる。導流堤の背後域は、遮蔽域となるため、強い流れはほとんど無い。
- ・湖口の海域沖中央には浅瀬があり、浅瀬よりさらに沖側での流速値は小さい。
- ・海域沖の沿岸方向の測線の結果より、この測線の湖口中央からの延長線上にあたる付近では流速値は小さく、東西側に流速値が大きくなる領域がある。これらより、湖口から流出した流れは、浅瀬を避けるように東西に分断して沖に達しているものと考えられる。
- ・湖口の中央付近では、1.5～2.0m/s程度の沖に向かう強い流れが生じている。
- ・湖内側の湖口付近では、1.5m/s～2.0m/s程度の湖口に向かう強い流れがぶつかり合う地点となる。

ii) 上げ潮時 (8月19日午後・海域側, 8月20日午後・湖内側)

- ・海側の湖口付近は、1.0m/s程度の湖口に向かう強い流れがぶつかりあう地点となる。
- ・湖口の中央付近では、1.5～2.0m/s程度の湖口へ向かう強い流れが生じている。
- ・湖内側の湖口付近では、1.0m/s～1.5m/s程度の湖内へ向かう強い流れが湖内中央から湖内東側にかけて放射状に分布している。湖内西側は整備中のサロマ湖漁港があり遮蔽されるため、強い流れはほとんど無い。
- ・湖内沖の沿岸方向の測線の結果より、この測線の湖口中央からの延長線上にあたる付近では流速値が大きく、湖口から湖内沖にかけて強い流速の影響域が及んでいる。

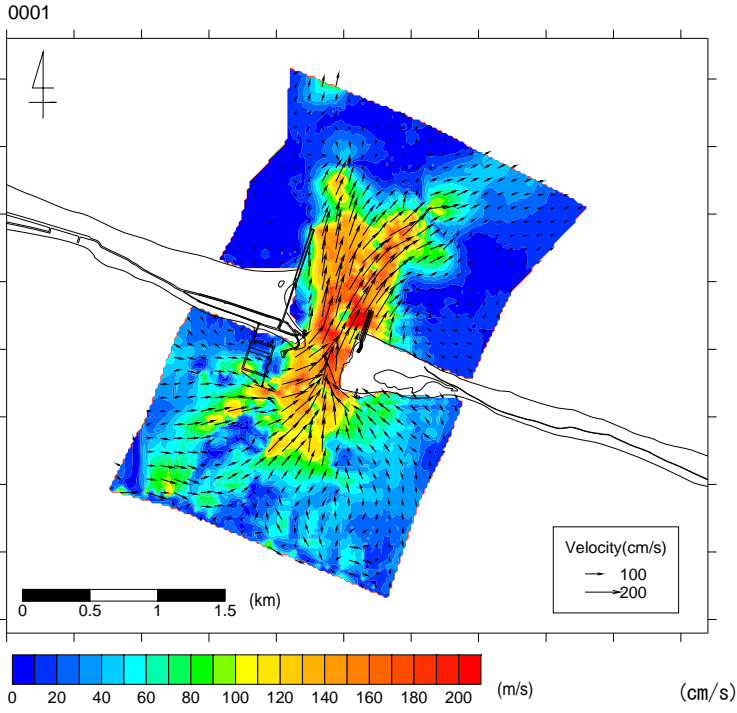


図 2-64 曳航式調査結果 (下げ潮時, 2009年8月19日~20日)

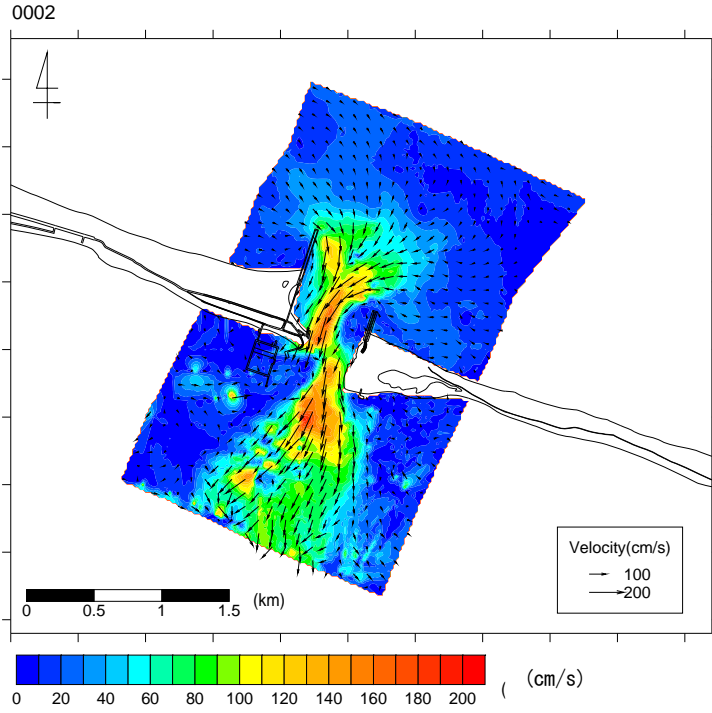


図 2-65 曳航式調査結果 (上げ潮時, 2009年8月19日~20日)

4) 水温・塩分濃度観測

曳航式観測調査実施時（2009年8月19日，8月20日）の上げ潮時と下げ潮時にサロマ湖第一湖口周辺海域で以下に示す22地点で水温・塩分調査を実施した。

水温・塩分の測定は、ACL1183-PDKを用いて、各地点の鉛直分布を測定した。本資料では、表層と底層の測定値より、平面的な補間処理を行った上で水温と塩分の平面分布を整理する。

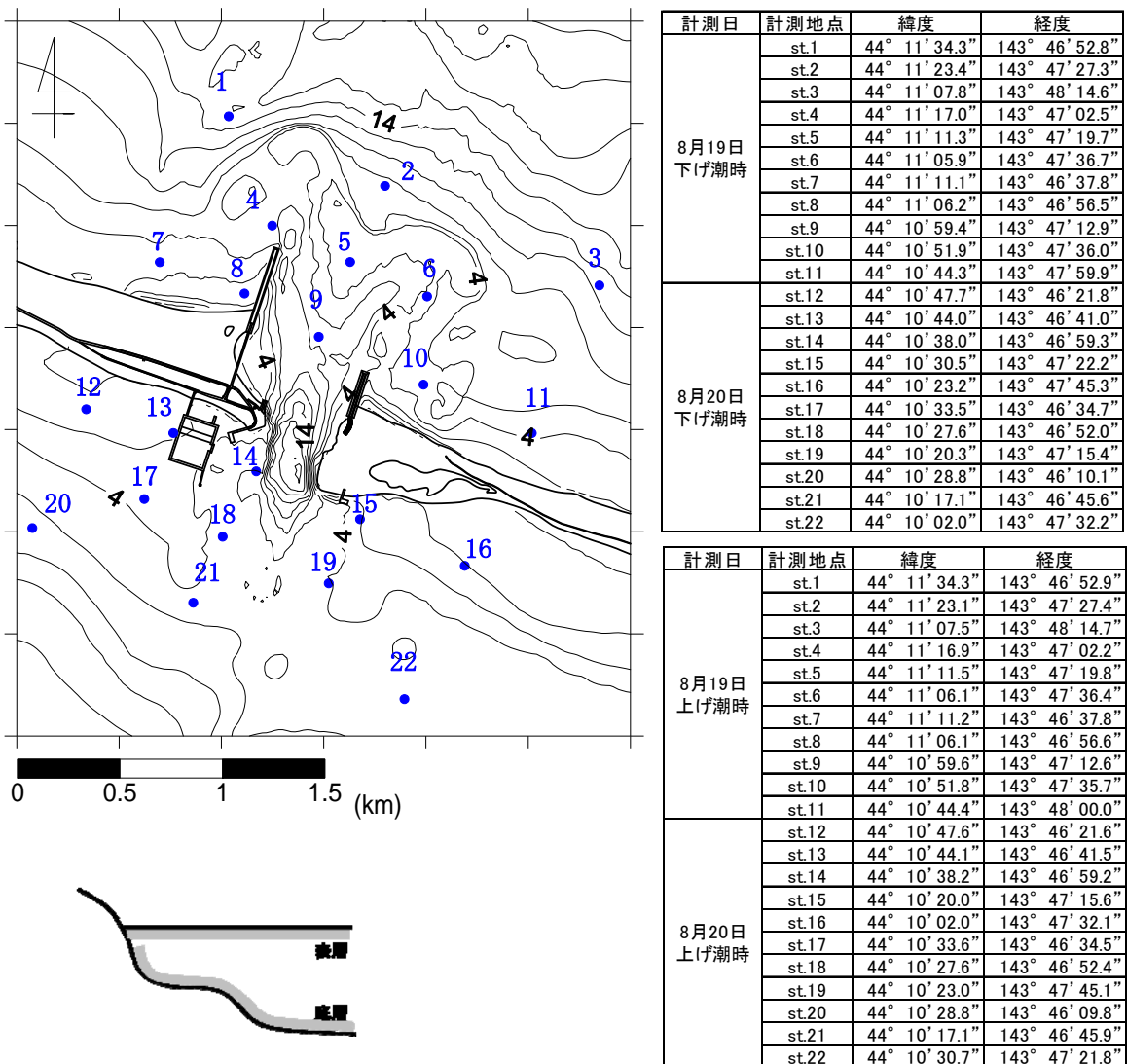


図 2-66 水温・塩分調査位置（サロマ湖第一湖口）と表層・底層の模式図

水温観測結果

第一湖口周辺での8月19日～20日に実施した下げ潮時と上げ潮時の水温観測結果をより、表層と底層の水温平面分布を調べた結果、以下が確認された。

- 下げ潮時の表層は、湖口付近の湖内側に19～20℃の水温が分布している。
- 下げ潮時の底層は、18～19℃の分布域が湖内から海域にかけて分布している。
- 上げ潮時の表層は、湖内側の19～20℃の水温が広く分布している。
- 上げ潮時の海域側の底層は、16～18℃の比較的低い水温が分布している。

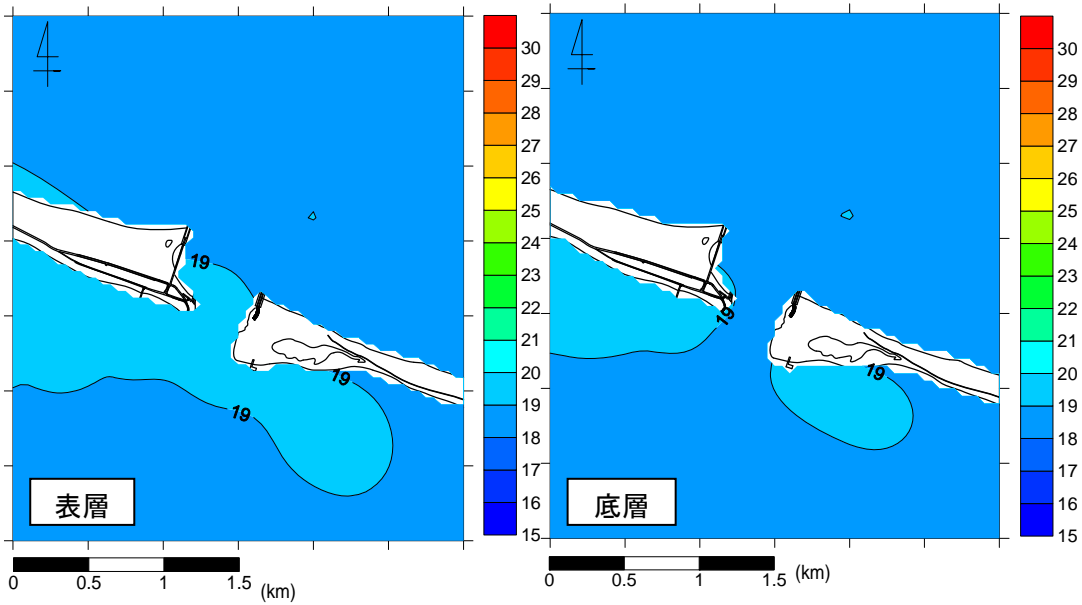


図 2-67(1) 下げ潮時水温 (2009年8月19日, 20日)

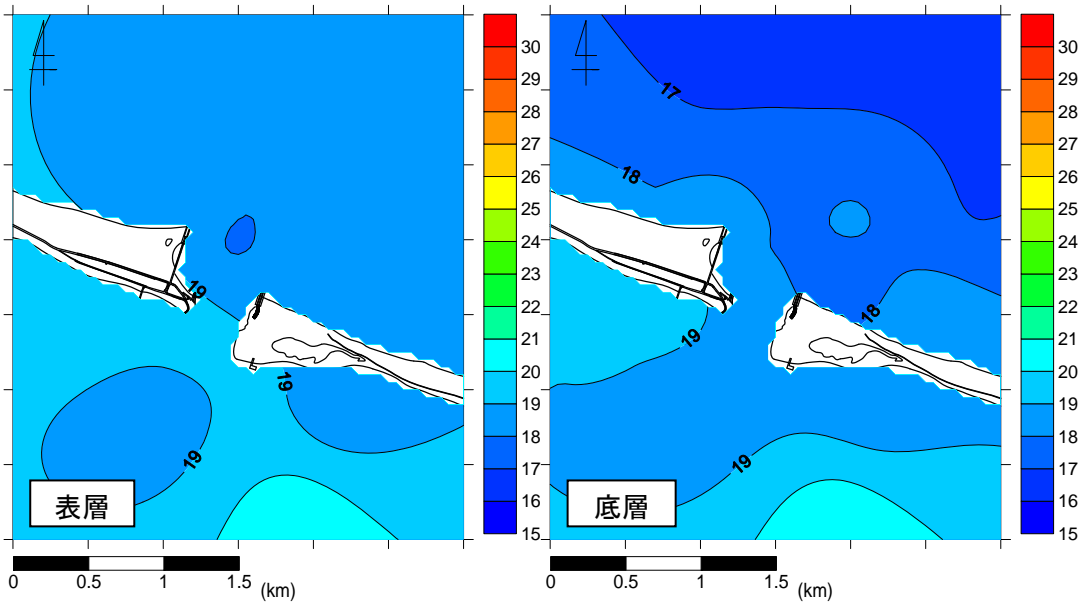


図 2-67(2) 上げ潮時水温 (2009年8月19日, 20日)

iii) 塩分観測結果

第一湖口周辺での8月19日～20日に実施した下げ潮時と上げ潮時の塩分観測結果をより、表層と底層の塩分平面分布を調べた結果、以下が確認された。

- ・下げ潮時の表層は、湖内から海域にかけて32～33の塩分が分布している。
- ・下げ潮時の底層は、湖口付近に32～33の塩分が分布している。
- ・上げ潮時の表層及び底層は、33～34未満の塩分が海域から湖内まで分布している。

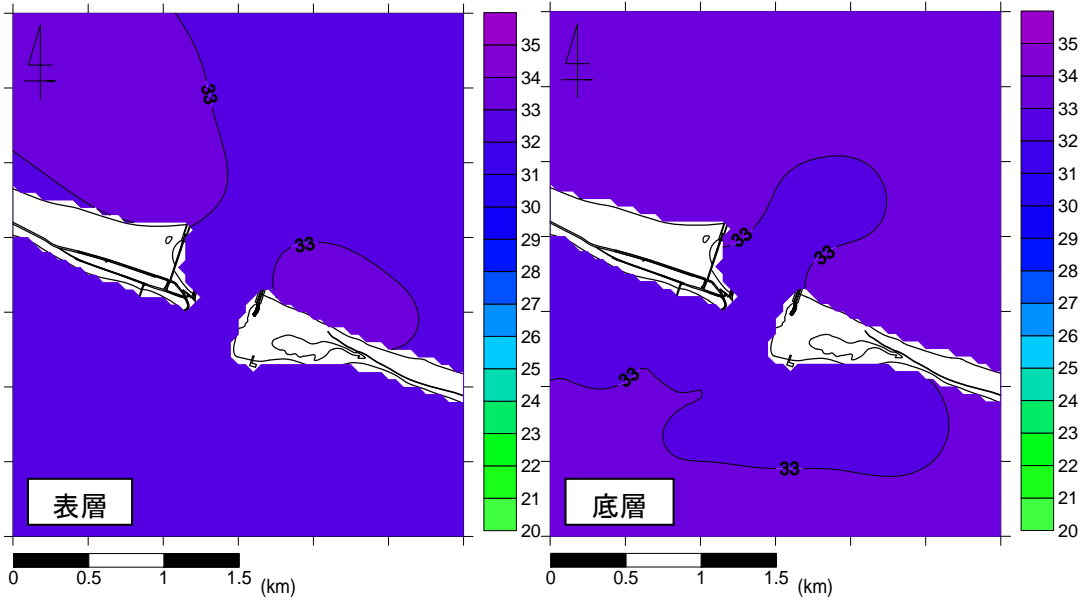


図 2-68(1) 下げ潮時塩分 (2009年8月19日, 20日)

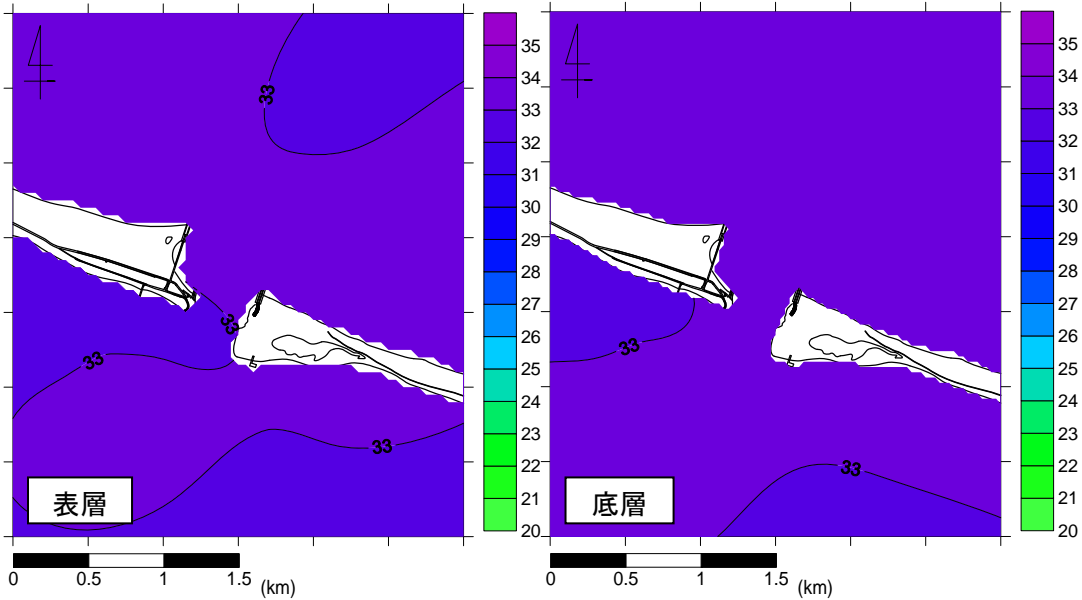


図 2-68(2) 上げ潮時塩分 (2009年8月19日, 20日)

5) 高波浪時流況パターン観測

簡易 GPS ブイを用いて、高波浪時の表層の流れを観測した。簡易 GPS ブイのフロートは通常、漁具に用いられるフロートで寸法 274×228×42mm、浮力 8500g の規格のものを使用し、GPS は多機能ハンディ型のものを使用した。以下に観測時の状況写真を示す。

<平常時（船上から実施）>

8月19日午前（下げ潮時）調査：6:00～8:00

8月19日午後（上げ潮時）調査：15:00～17:00

8月20日午前（下げ潮時）調査：7:30～9:00

8月20日午前（上げ潮時）調査：14:30～15:30

<高波浪時（陸上から実施）>

8月21日午前（下げ潮時）調査：6:00～8:00

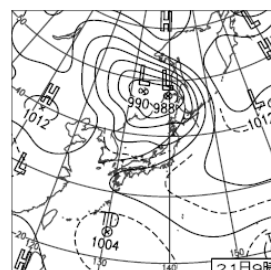
ブイは、陸上の海岸や護岸から投入するものとし、

8月21日の高波浪時に流況パターンの観測を行った

※8月21日は、低気圧通過に伴い強い南風が来襲し、サロマ湖内で発生する風波で湖内側が時化ている状態であった。

図 2-70 に平常時、図 2-71 に高波浪時のブイ追跡による流況確認結果を示す。

- ・湖内側は、強い南風による湾内発生波のため、水面が波立っている状態であった。岸からブイを投入すると岸に戻ってくる状況であった。また、湖口を出入りする潮汐流の流れに乗った場合は、ロープが短時間で湖口に向かい流れてしまう状況であった。
- ・湖口中央部は、安全を確保しながらブイの追跡観測が可能なポイントがほとんど無く実施が不可能であった。
- ・海側は、オホーツク海側の波浪は穏やかであり、特徴的な流れは無かった。



21日(金)寒冷前線通過
北海道は低気圧、西日本～東北の日本海側は寒冷前線通過時に雨。南西諸島は熱帯低気圧の影響で、所々にわか雨。最低気温はほぼ全国的に平年より高めで蒸し暑い朝。

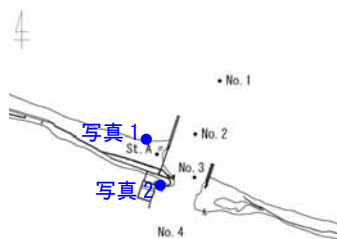


写真1（海側，海浜部）



写真2（湖内側，湖口近く）

図 2-69 簡易 GPS ブイによる流況パターン確認状況（サロマ湖第一湖口周辺，2009/8/21）

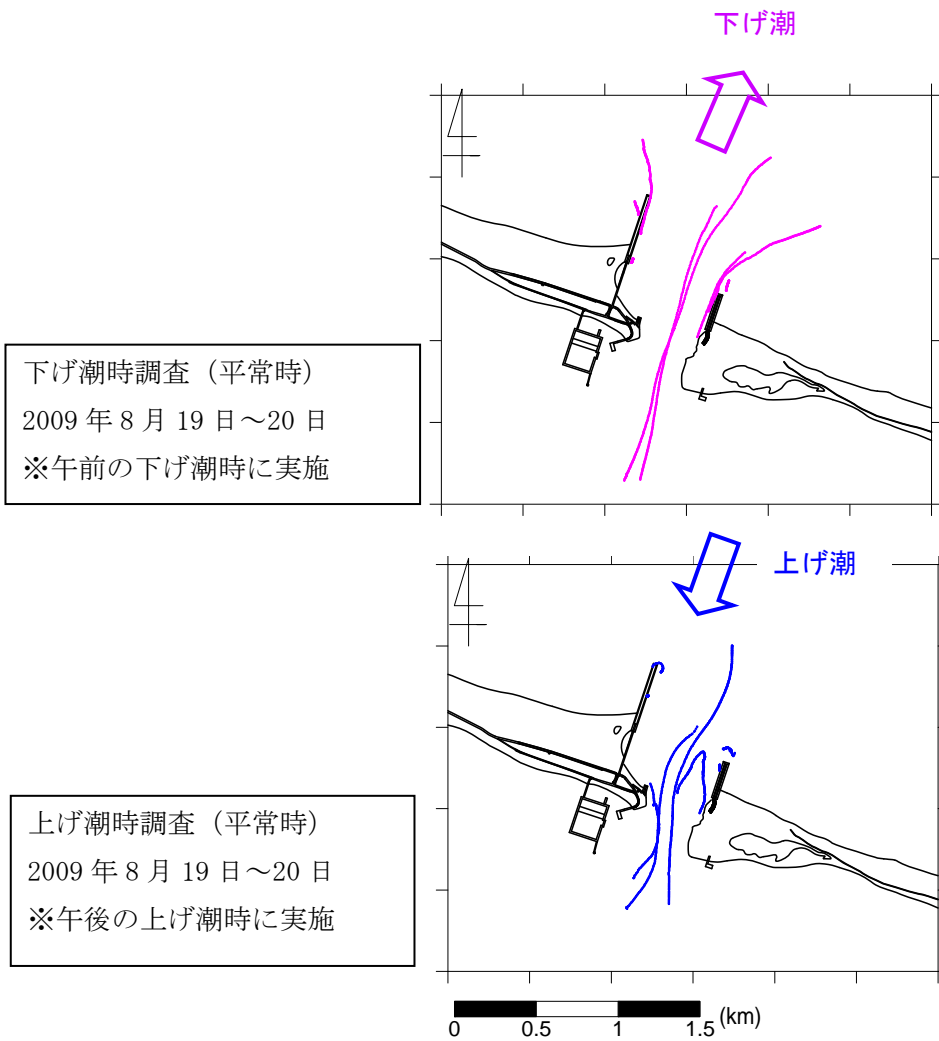


図 2-70 平常時の流況パターン確認状況（2009年8月19日，20日）

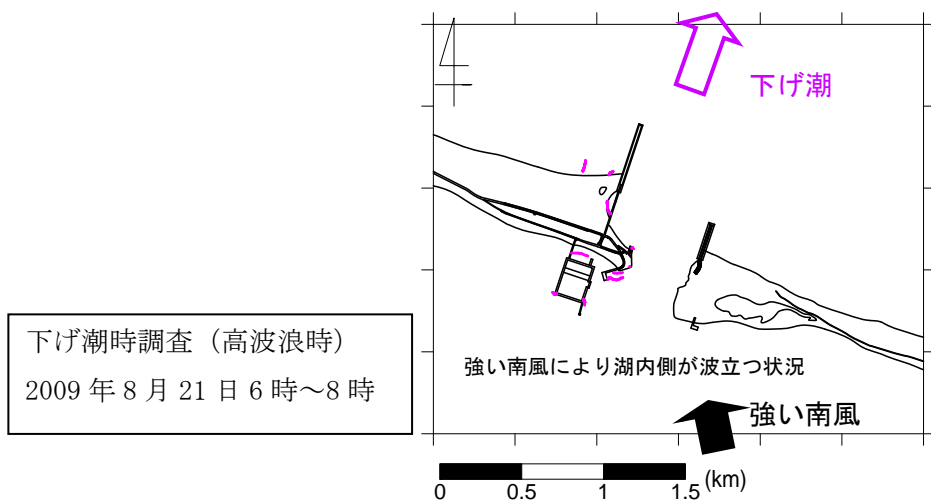


図 2-71 ブイ追跡による高波浪時の流況パターン確認結果（2009年8月21日）

2. 3 数値シミュレーションによる流況特性把握

潮位変動に伴う海跡湖口(インレット)周辺の流況の空間分布の特性を把握することを目的として、数値シミュレーションを実施した。現地調査結果にみられるように、インレット周辺の流況は潮位変動にともなう海水の出入りに影響される。そこで、まず、潮位変動に伴う流況シミュレーションをおこなってインレット周辺の流況特性を検討する。さらに、インレット周辺の代表的な流況パターンについて流れを考慮した波浪変形計算をおこない、波・流れ場の特徴を整理する。

2.3.1 潮流シミュレーション

(1) シミュレーション方法

1) シミュレーションモデルの概要

潮流の計算は、水深積分型の連続式と運動方程式を基礎式とする流動モデルを用い、以下の手順でシミュレーションを実施する。

- 計算地形として、大領域格子と小領域格子の2種類を作成する。
- 大領域格子は、海跡湖全体を含むように作成し、海側の開境界で潮位条件を与えて潮流計算をおこない、小領域格子の開境界位置における潮位変動を出力する。
- 小領域格子では、大領域格子の計算結果を境界条件として与え、潮流計算をおこなう。

2) 計算条件の設定

i) 地形データ

シミュレーションには、図 2-72 と図 2-73 に示す浜名湖の海底地形データ及び図 2-75 と図 2-76 に示すサロマ湖の海底地形データを用いる。

図 2-72 は浜名湖全体を含む大領域格子、図 2-73 は今切口周辺の小領域格子、図 2-75 はサロマ湖全体を含む大領域格子、図 2-76 は第一湖口周辺の小領域格子である。

ii) 境界条件

潮流計算をおこなうための境界条件は、大領域格子を計算する場合は海側の開境界における潮位変動であり、小領域を計算する場合は、大領域と小領域の接続境界における潮位変動を与える。

図 2-74 と図 2-77 は、それぞれ浜名湖及びサロマ湖の大領域格子に与える潮位変動データである。潮位変動データは浜名湖では舞阪、サロマ湖では網走の潮位変動(潮汐調和定数を用いた推算潮位)を与え、計算期間は本調査での観測期間内に入る5日間とした。また、計算開始後6時間は計算の助走区間とし初期水位の状態から境界条件として与える潮位に緩やかに接続させた。

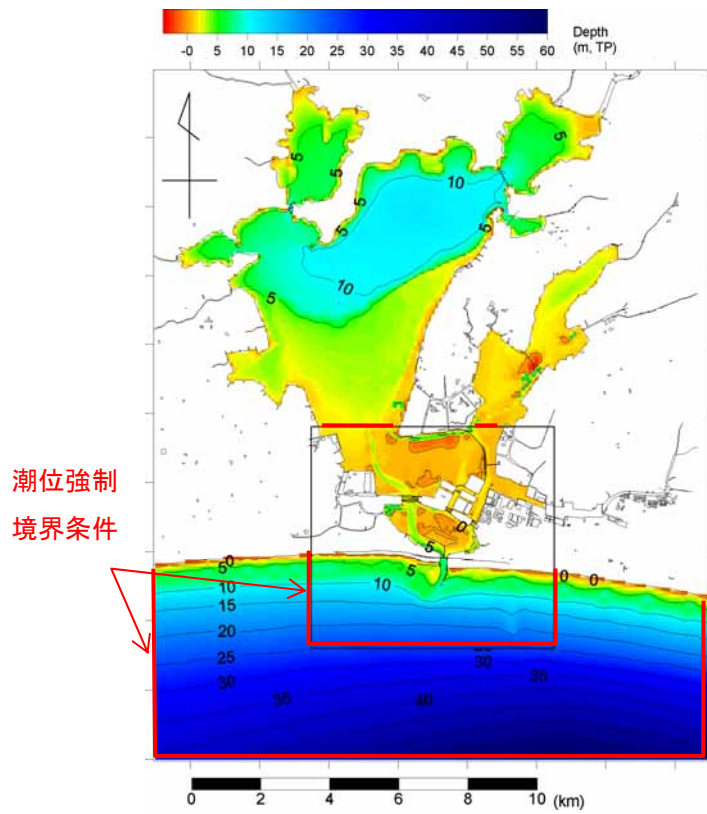


図 2-72 大領域計算地形（浜名湖今切口，100m メッシュ）

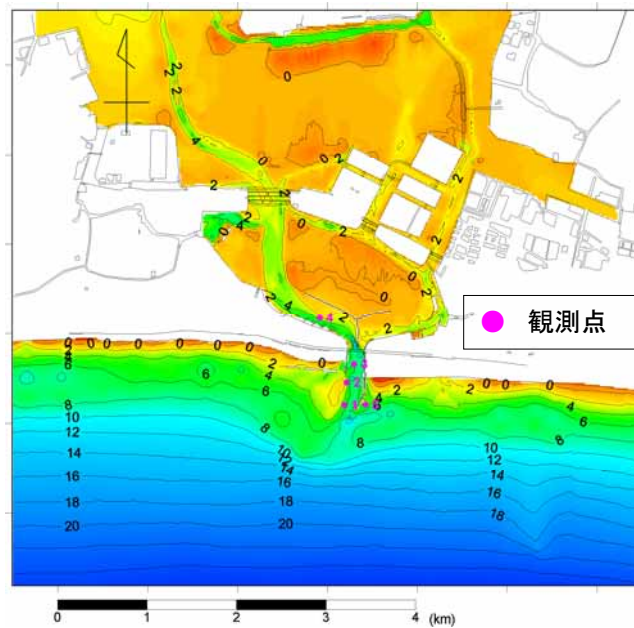


図 2-73 小領域計算地形（浜名湖今切口，20m メッシュ）

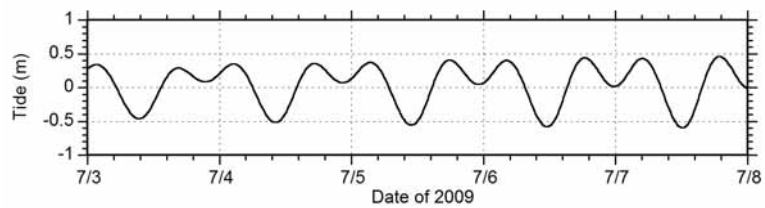


図 2-74 境界条件として与える潮位変動（浜名湖，M. W. L. 基準）

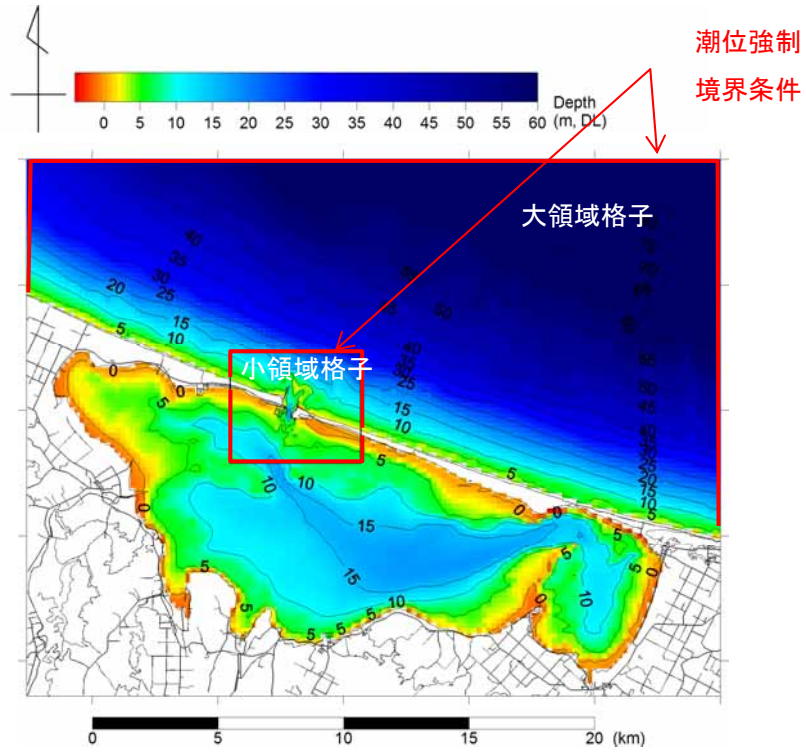


図 2-75 大領域計算地形（サロマ湖第一湖口，200m メッシュ）

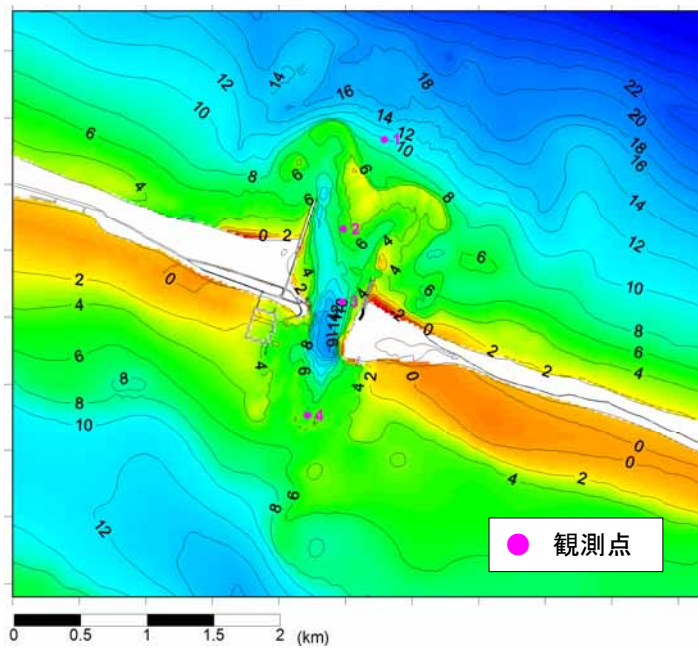


図 2-76 小領域計算地形（サロマ湖第一湖口，20m メッシュ）

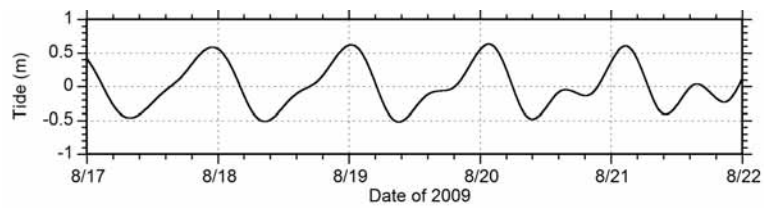


図 2-77 境界条件として与える潮位変動（サロマ湖，M. W. L. 基準）

(2) 計算結果（浜名湖今切口）

1) 定点観測データとの比較

現地調査で実施した流速観測データと潮流シミュレーション結果との比較をおこない、再現性を検証した。

図 2-78～図 2-80 に、St. 1（海側）、St. 3（湖口中央）、及び St. 4（湖内）の位置における比較結果を示す。各図は上段から潮位（平均水面からの水位）、東方成分流速 U 、北方成分流速 V 及び流速の絶対値 $(= (U^2+V^2)^{1/2})$ である。ここで、実測の流速データは多層の観測データを鉛直方向に平均した断面平均流速である。

実測値と計算結果を比較すると、次のような特徴が得られた。

- St. 1 と St. 3 では、潮位変動は計算と実測でよく一致しているが、流速については北方成分 V が計算で過小評価となっている。
- St. 4 では、潮位、流速の東方成分、北方成分ともよく一致している。
- 流速の絶対値については、流れの強度は海域と湖口で過小となっているものの、潮位変動に応じた流速の増減については概ね一致している。

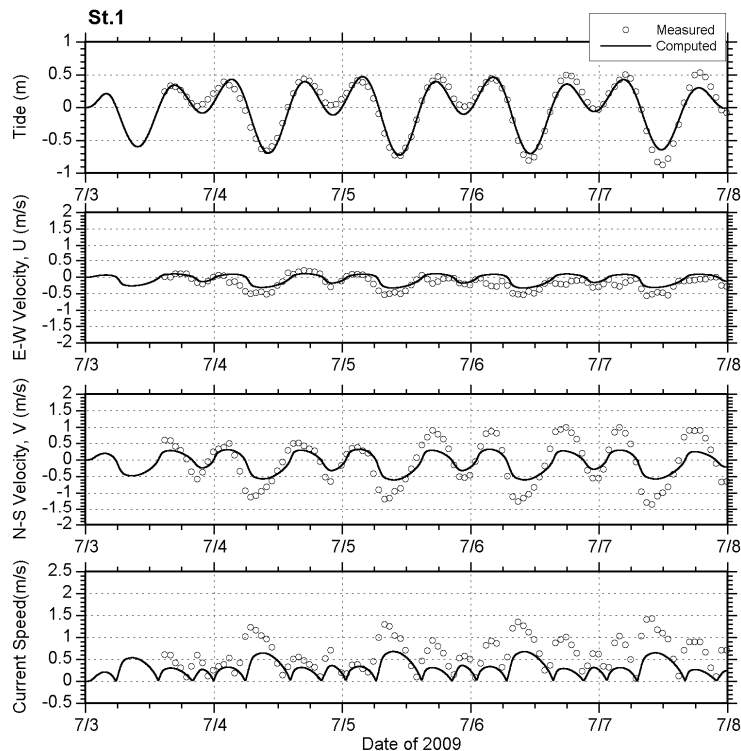


図 2-78 観測データとの比較（浜名湖今切口，St. 1）

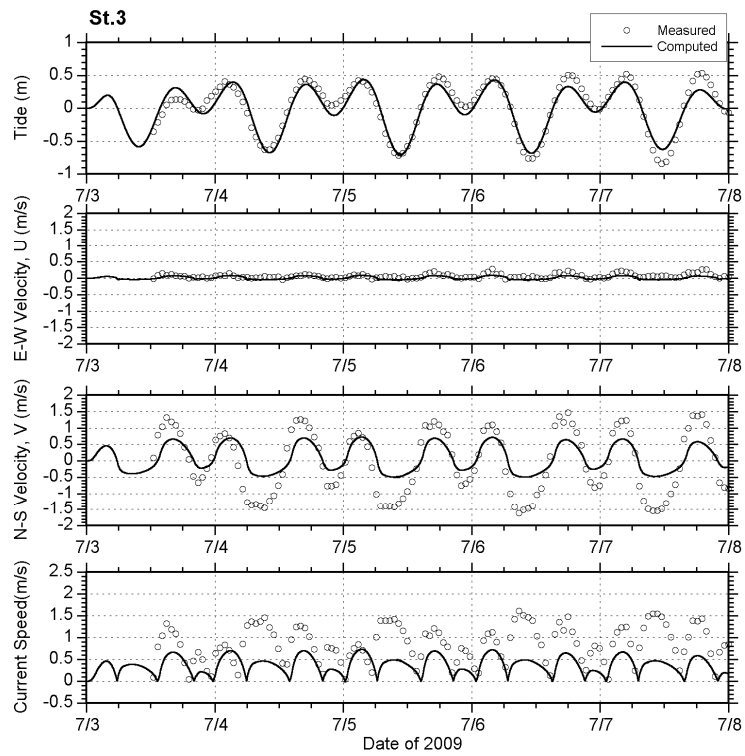


図 2-79 観測データとの比較 (浜名湖今切口, St. 3)

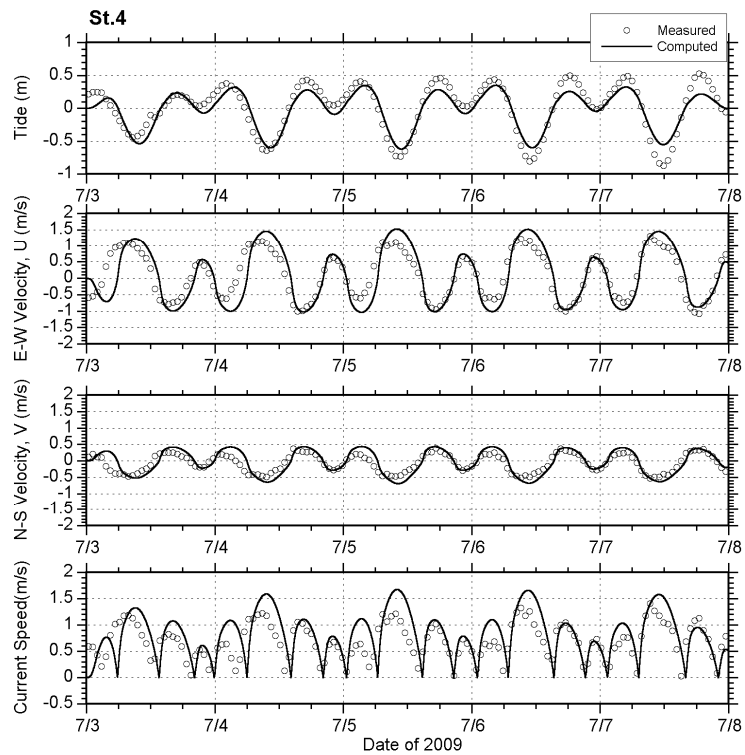


図 2-80 観測データとの比較 (浜名湖今切口, St. 4)

2) 流況パターン

インレット周辺の平面的な流況パターンについて、2009年7月4日の計算結果を以下に示す。この日は上げ潮時の曳航式流速観測が実施された日である。潮位変動と流速変動は図 2-81 に示す通りであり、図 2-82 に下げ潮時の流況、図 2-83 に上げ潮時の流況パターンを示す。

時間的変動の特徴は以下の通りである。

- 上げ潮の最大流速は満潮の約 0.5～1 時間前であり、下げ潮の最大流速は干潮の約 1～2 時間前である。
- 潮どまりの時刻は満潮の 2～2.5 時間後、干潮の 2～3 時間後である。

平面的な流況パターンの特徴は以下の通りである。

- 下げ潮時の湖内の流況は、導流堤に沿って湖口に向かう強い流れが特徴的である。
- 下げ潮時の海域の流況は、湖口より出た流れが南西向きに沖合まで達している。
- 上げ潮時の湖内の流況は、導流堤に沿って湖内奥へと向かう流れが生じる。
- 上げ潮時の海域の流況は、導流堤の西側より流れが引き込まれる傾向が見られる。

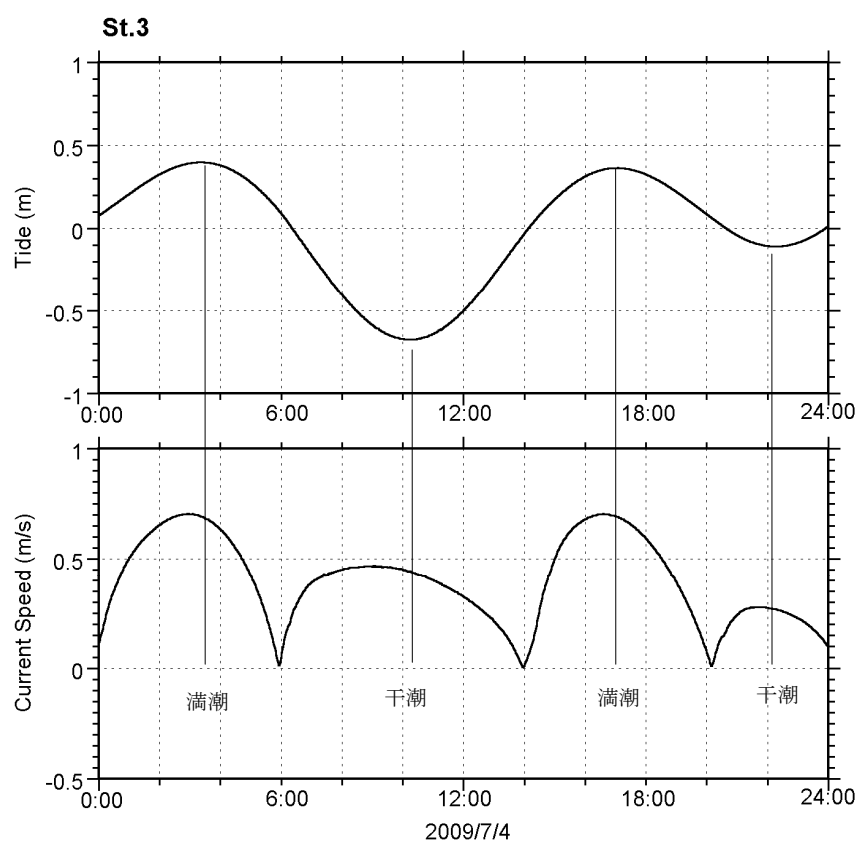


図 2-81 2009年7月4日の潮位変動と流速変動（浜名湖，St. 3 の計算値）

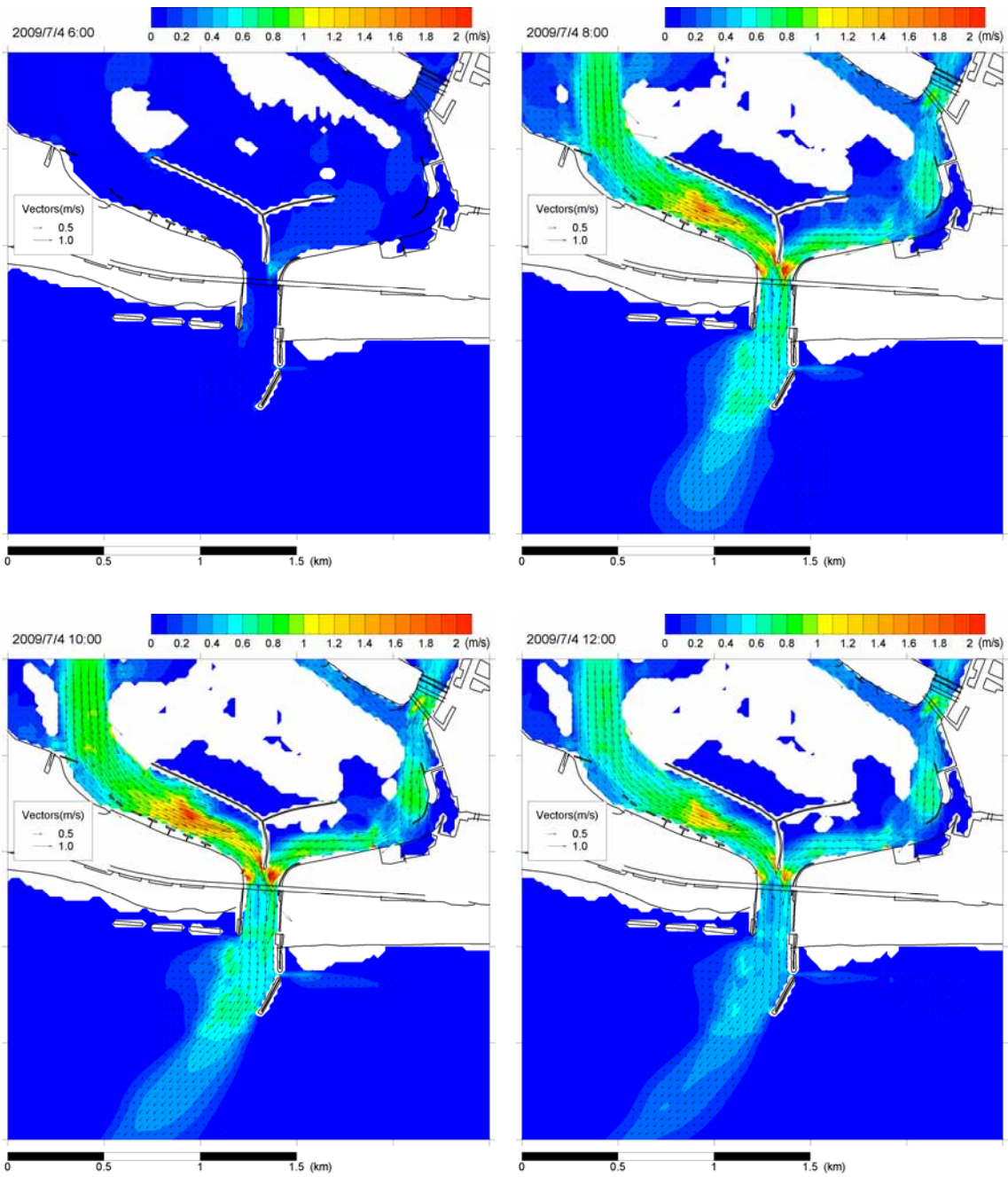
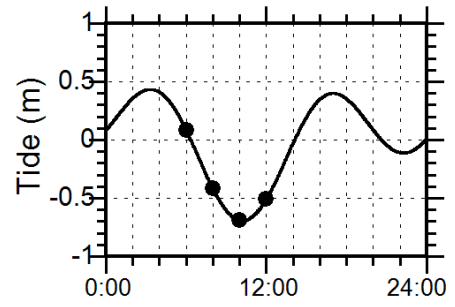


図 2-82 下げ潮時の流況 (浜名湖, 7/4 6:00 - 12:00)

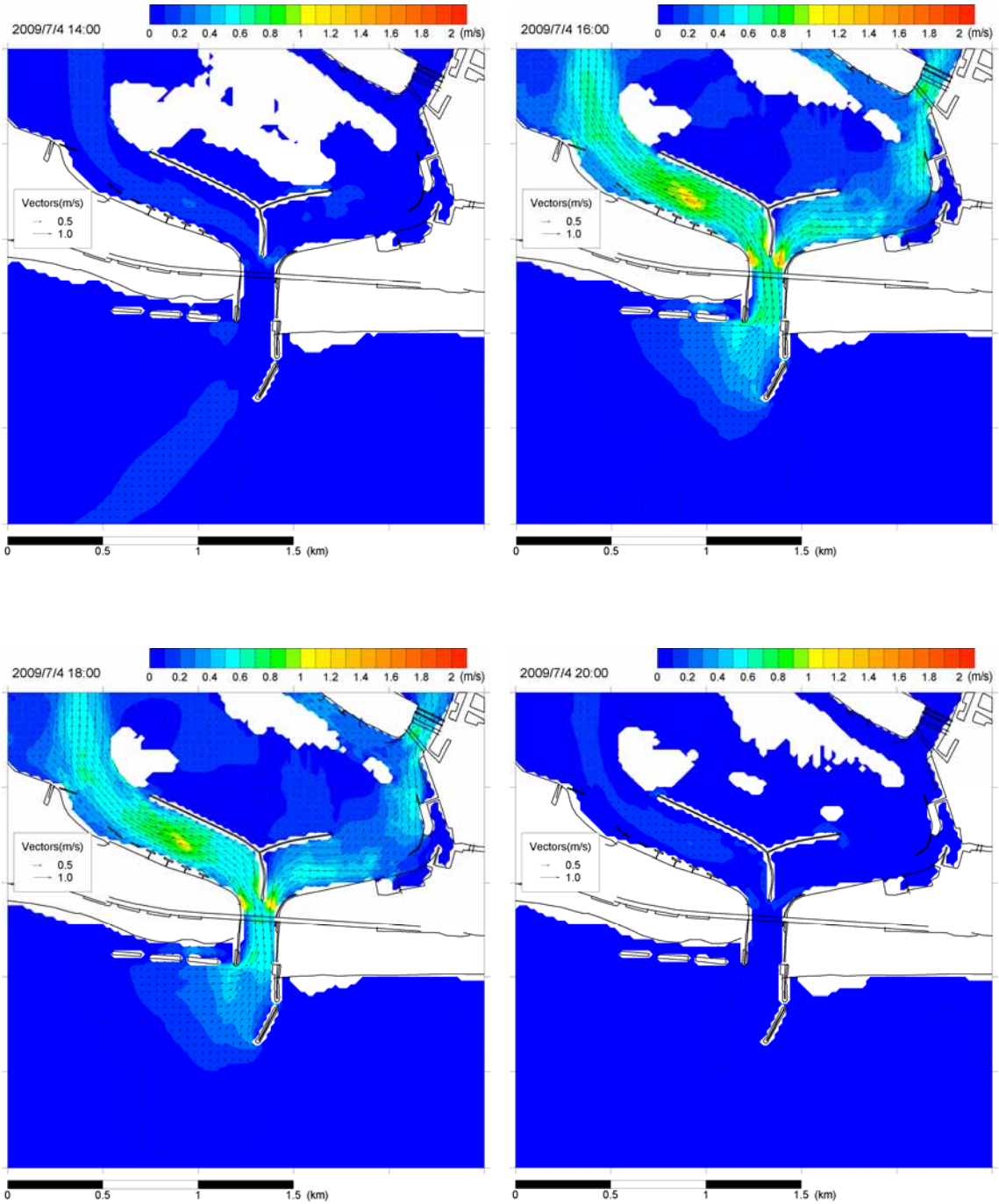
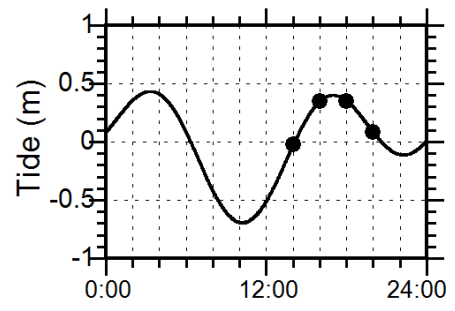


図 2-83 上げ潮時の流況（浜名湖，7/4 14:00 - 20:00）

(3) 計算結果（サロマ湖第一湖口）

1) 定点観測データとの比較

現地調査で実施した流速観測データと潮流シミュレーション結果との比較をおこない、再現性を検証した。

図 2-84～図 2-87 に、St.1（海域沖）、St.2（湖外）、St.3（湖口中央）、及び St.4（湖内）の位置における比較結果を示す。各図は上段から潮位（平均水面からの水位）、東方成分流速 U 、北方成分流速 V 及び流速の絶対値（ $= (U^2+V^2)^{1/2}$ ）である。ここで、実測の流速データは多層の観測データを鉛直方向に平均した断面平均流速である。

実測値と計算結果を比較すると、次のような特徴が得られた。

- St.1 では、潮位変動は計算と実測でよく一致しているが、流速については流速の強度はほぼ一致しているが流速がピークとなる位相がずれている。
- St.2、3、4 では、潮位、流速とも非常によく一致している。

浜名湖とサロマ湖の2つの海域で定点観測結果とシミュレーション結果を比較した結果、浜名湖の計算結果はサロマ湖に比べ一致度が低かった。この理由の一つとして、2つの海域の地形の違いがあげられる。サロマ湖は海と湖が近接しているのに対し、浜名湖は湖口から湖側にかけての地形が複雑であり、滯筋のような水路を通して奥の湖と繋がっている。このような地形の複雑さが浜名湖の計算結果の精度が落ちる理由と考えられ、精度を上げるためにはより詳細な地形データの作成が必要と考えられる。

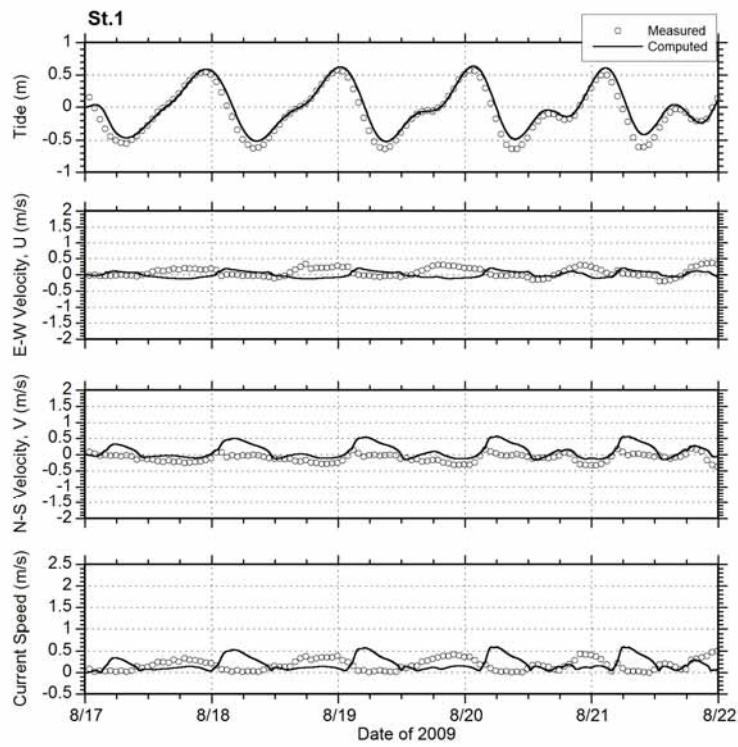


図 2-84 観測データとの比較 (サロマ湖第一湖口, St.1)

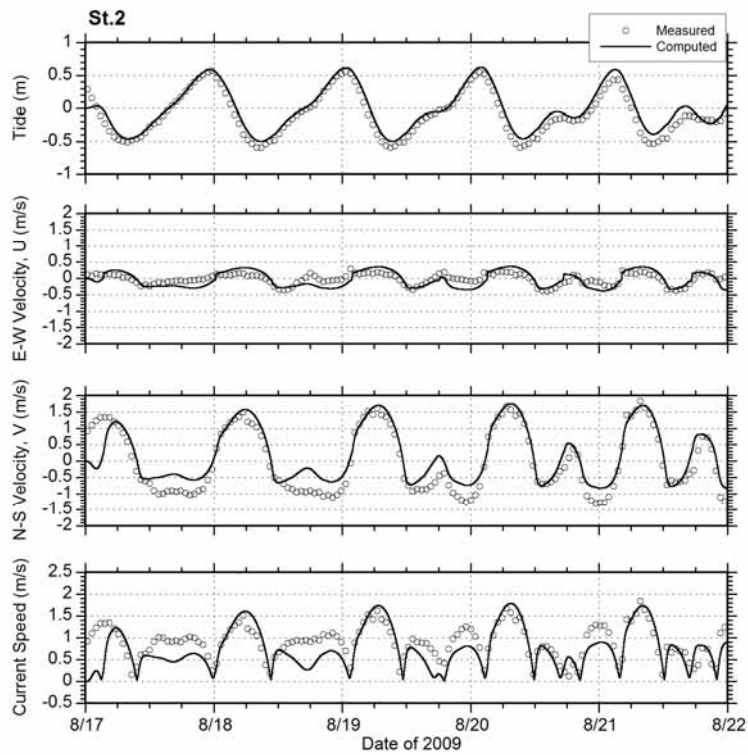


図 2-85 観測データとの比較 (サロマ湖第一湖口, St.2)

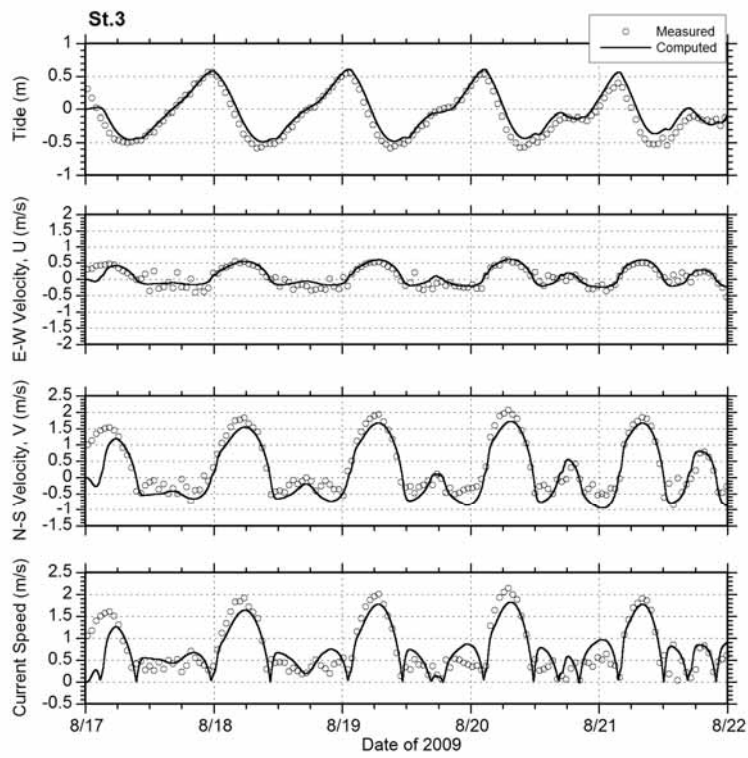


図 2-86 観測データとの比較 (サロマ湖第一湖口, St. 3)

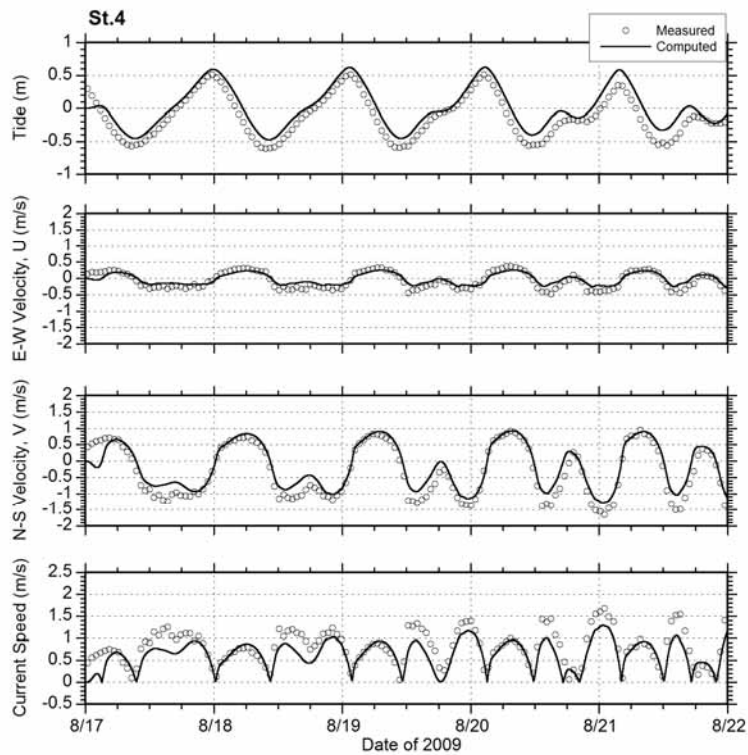


図 2-87 観測データとの比較 (サロマ湖第一湖口, St. 4)

2) 流況パターン

インレット周辺の平面的な流況パターンについて、2009年8月19日の計算結果を以下に示す。この日は曳航式流速観測が実施された日である。潮位変動と流速変動は図 2-88 に示す通りであり、図 2-89 に下げ潮時の流況、図 2-90 に上げ潮時の流況パターンを示す。

時間的な流況パターンの特徴は以下の通りである。

- 高潮位の潮止まりの時刻は満潮時とほぼ一致する。
- 低潮位の潮止まりの時刻は干潮時から約2時間遅れる。
- 干潮から満潮になるまでの中間の時刻には一旦潮が止まる。

平面的な流況パターンの特徴は以下の通りである。

- 下げ潮時の湖内の流況は、湖側湖口から同心円状に湖口に向かう流れが生じる。
- 下げ潮時の湖口から導流堤先端から約500m 沖合付近までは強い流れ(1m/s以上)が生じる。
- 下げ潮時の海域の流況は、湖口より出た流れが2手に分かれる様相を示す。これは湖口沖に存在する浅瀬(砂州)の影響と考えられる。
- 下げ潮時の海域沖では、湖口より出た流れが沖まで到達している。
- 上げ潮時の海域の流況は、湖口へ引き込まれる流れが生じる。特に東側導流堤先端付近で流れが強い。
- 上げ潮時の湖内の流況は、湖口から湖内へ引き込まれる流れが湖内奥へと広がっている。

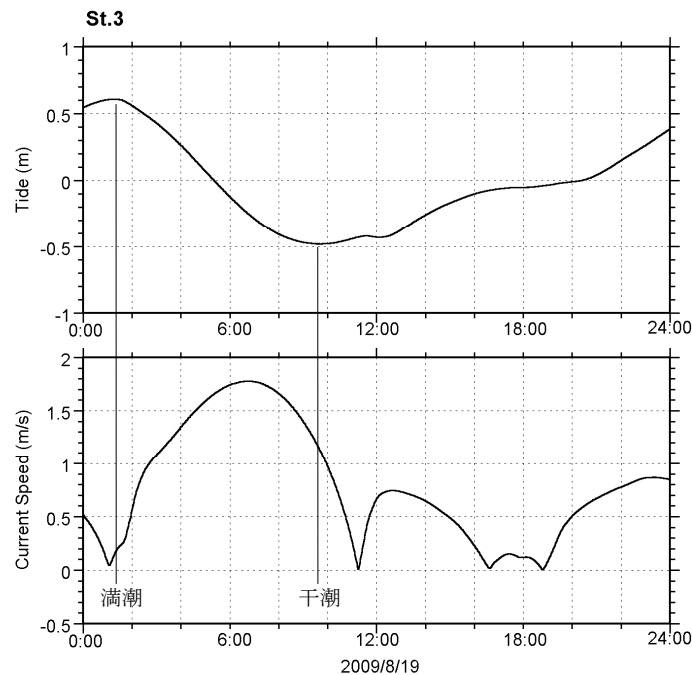


図 2-88 2009年8月19日の潮位変動と流速変動(サロマ湖, St. 3の計算値)

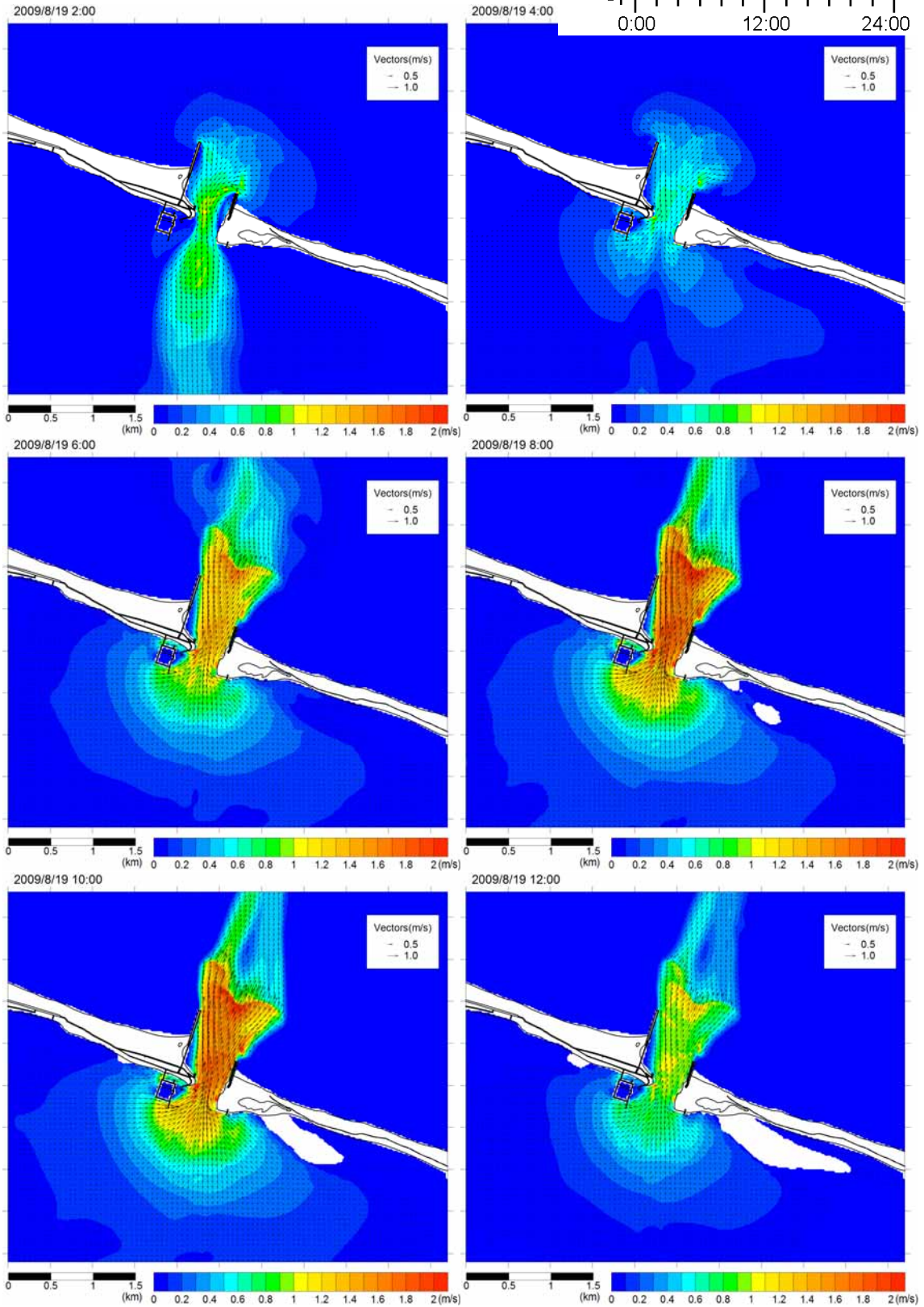
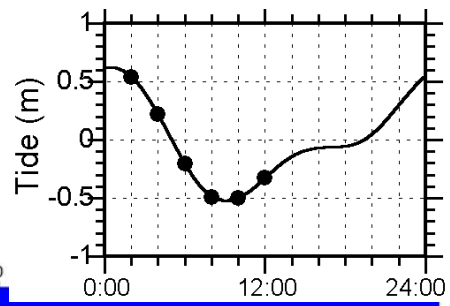


図 2-89 下げ潮時の流況 (サラマ湖, 8/19 2:00 - 12:00)

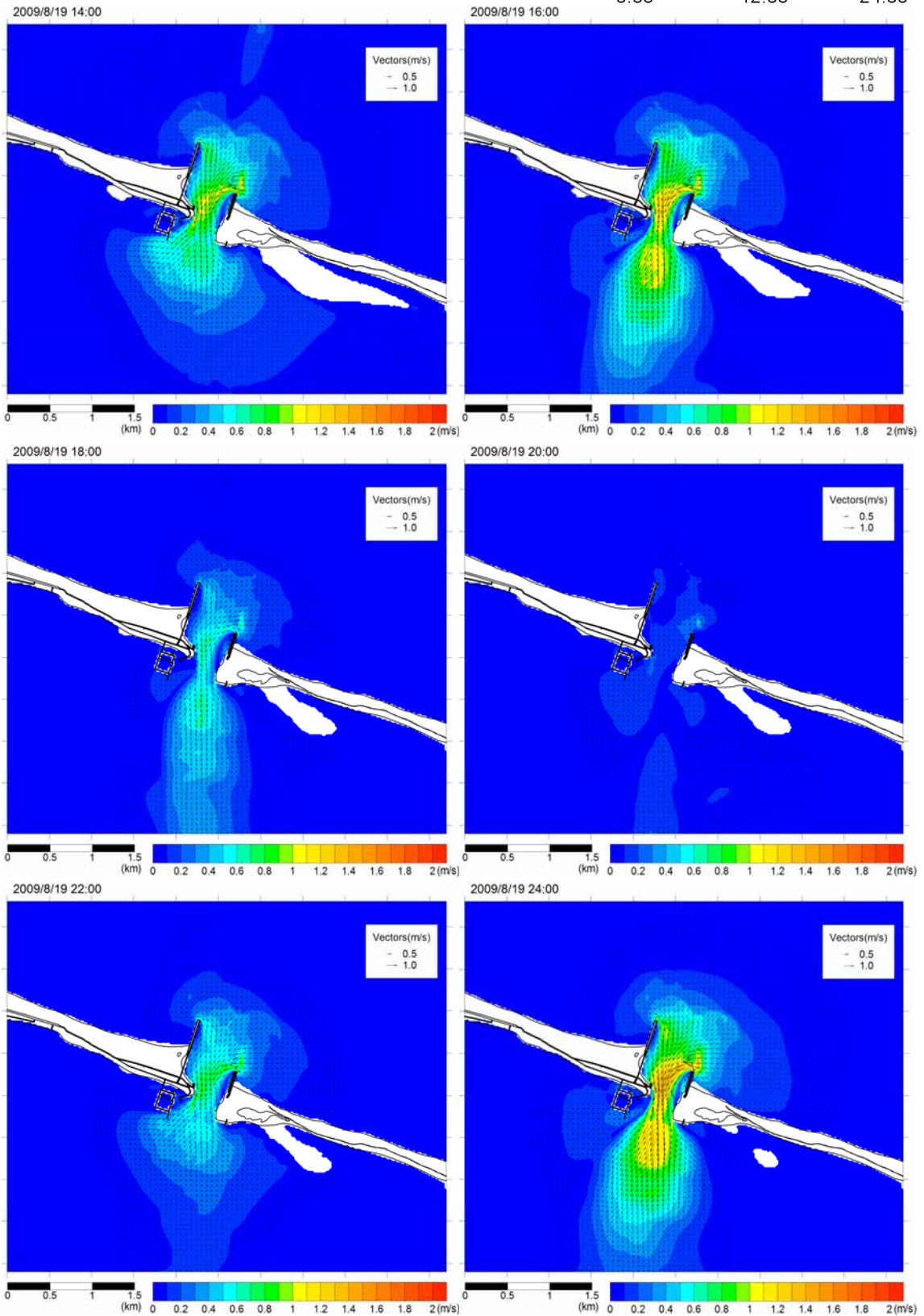
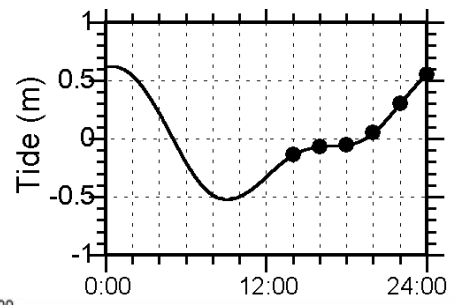


図 2-90 上げ潮時の流況 (サロマ湖, 8/19 14:00 - 24:00)

2.3.2 波浪変形計算

インレット付近は、強い流れと外界からの波が共存する領域である。インレット周辺の強い流れにより、波の特性が変化すると考えられるため、インレット特有の流れが存在する条件での波の場の計算をおこなう。

(1) シミュレーション方法

1) 計算方法

波浪変形の計算には、波作用量平衡方程式に基づく波浪変形モデル(WABED; 間瀬ら, 1999)を用いた。波作用量平衡方程式は、波の進行方向に逆流する流れがあるときの波高の増大及び順流時の波高の低減といった流れの影響による波の変形を考慮することができる。

本調査では、浜名湖今切口とサロマ湖第一湖口のそれぞれについて、潮止まり（流れなし）、下げ潮時及び上げ潮時及びの3ケースの流況条件下での波浪変形計算をおこない、波の場の特徴を整理する。

2) 入射波条件の設定

i) 浜名湖

浜名湖今切口における波浪変形計算の入射波条件は、表 2-7 に示す 5 ケースとした。入射波高は 0.5m~3.0m の間で段階的に変化させ、周期は図 2-91 の右図に示すように、御前崎の Nowphas データから得られる波高と周期の関係より与えた。波向は、図 2-95 に示すように御前崎の波向は ESE~S の出現頻度が高いが、浜名湖今切口は導流堤により S~SW 方向に開いているため、波向を S とした。

ii) サロマ湖

サロマ湖第一湖口における波浪変形計算の入射波条件は、表 2-8 に示す 5 ケースとした。入射波高は 0.5m~3.0m の間で段階的に変化させ、周期は図 2-93 の右図に示すように、紋別南の Nowphas データから得られる波高と周期の関係より与えた。波向は、図 2-94 に示すように NNE~ENE 方向の頻度が高く、第一湖口もその方向に開いているため最多頻度の NE とした。

表 2-7 波浪変形計算の入射波条件 (浜名湖)

ケース	波高(m)	周期(s)	波向	未超過出現率(%)
1	0.5	5.6	S	23.1
2	1.0	6.5	S	72.3
3	1.5	7.1	S	90.4
4	2.0	7.6	S	96.2
5	3.0	8.3	S	99.2

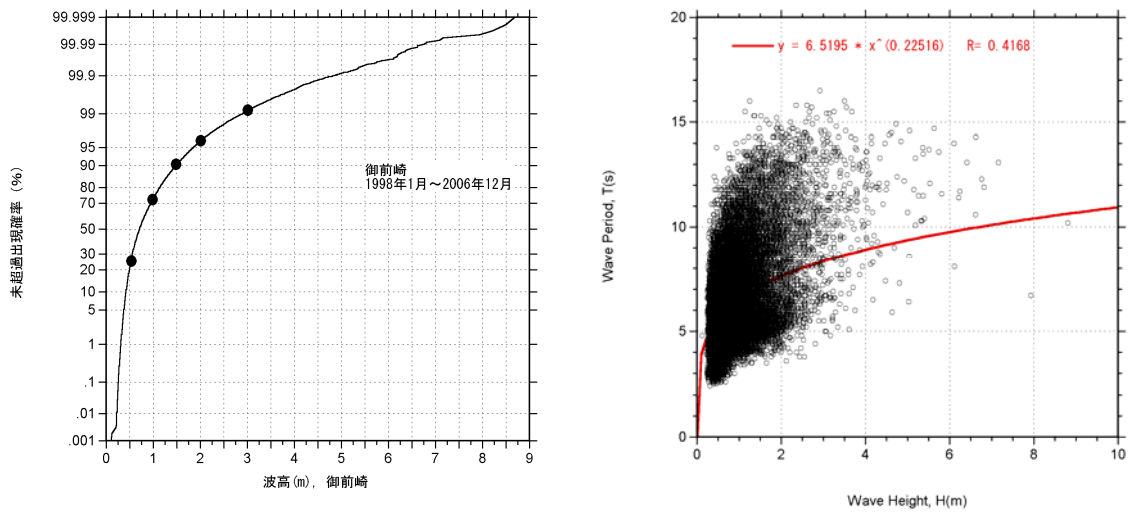


図 2-91 波高の未超過出現率 (左) と波高と周期の関係 (右)
(御前崎 Nowphas データより作成)

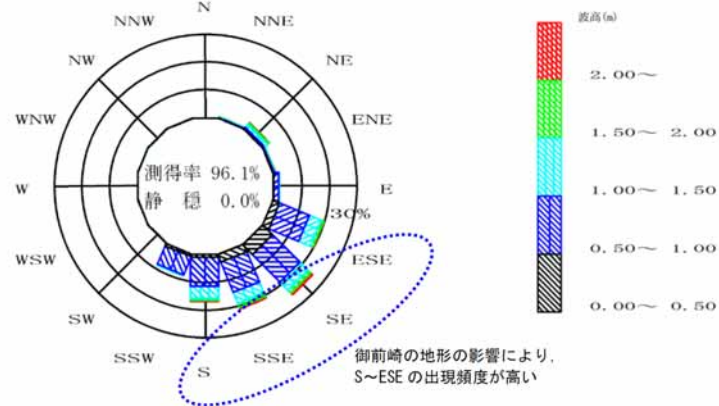


図 2-92 波向頻度分布 (御前崎 Nowphas データより作成)

表 2-8 波浪変形計算の入射波条件 (サロマ湖)

ケース	波高 (m)	周期 (s)	波向	未超過出現率 (%)
1	0.5	5.3	NE	40.6
2	1.0	6.2	NE	70.7
3	1.5	6.8	NE	85.2
4	2.0	7.3	NE	92.6
5	3.0	8.0	NE	98.0

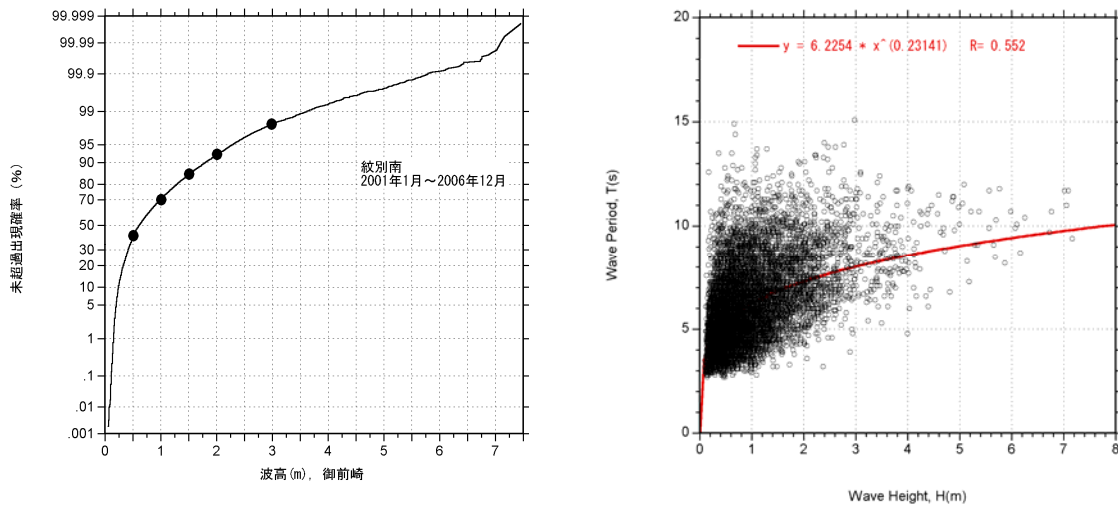


図 2-93 波高の未超過出現率 (左) と波高と周期の関係 (右)
(紋別南 Nowphas データより作成)

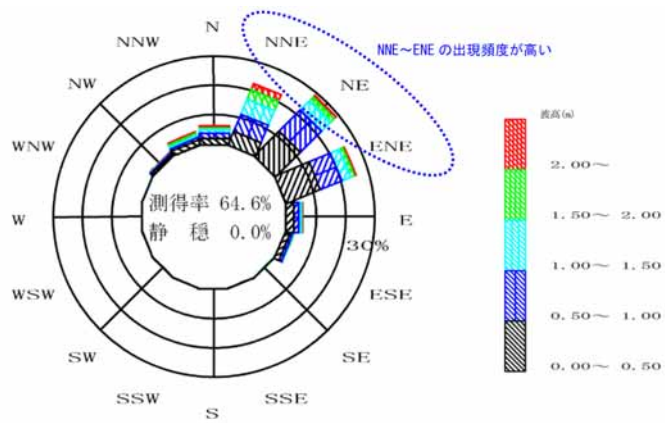


図 2-94 波向頻度分布 (紋別南 Nowphas データより作成)

(2) 波浪変形計算結果（浜名湖今切口）

浜名湖今切口での波浪変形計算結果の一例として、ケース3（入射波高=1.5m、周期=7.1s、波向=S）の計算結果を図2-95に示す。全ケースの計算結果は、参考資料に付した。図2-95の左側は上から海底地形、下げ潮時の流況分布、上げ潮時の流況分布であり、右側は上から流れなし、下げ潮時、上げ潮時の波高・波向を示す。図より、波浪場の特徴は以下の通りである。

- 流れなしの計算結果にみられるように、今切口導流堤の西側に波高が高まる領域がみられる。これは、浅瀬に波が集中することによる。
- 下げ潮時には、湖口から沖に向かう流れに沿って波高の増大領域が広がっている。
- 上げ潮時には、導流堤の西側の浅瀬付近は湖口に向かう流れにより、波高は低減している。
- 湖口内は、南西方向に延びる導流堤による遮蔽効果と導流堤西側の浅瀬により波が砕波するため、波高は外海側に比べ小さくなる。ただし、湖口内においても、流れの有無により、上げ潮時に波高が大きく下げ潮時に小さくなるという傾向が現れている。
- 湖内へは波はほとんど伝達しない。

浜名湖口における流況の計算結果は、実測値と比較して流向の特徴は一致しているものの、湖口から沖にかけての流速が約1/2程度であったため、流況計算結果の流速を2倍とした条件での波浪変形計算をおこなった結果を図2-96に示す。この場合も、波浪場の特徴は上記と同様であるが、下げ潮時の波高増大と下げ潮時の波高低減の程度が図2-95の場合に比べて大きくなる。

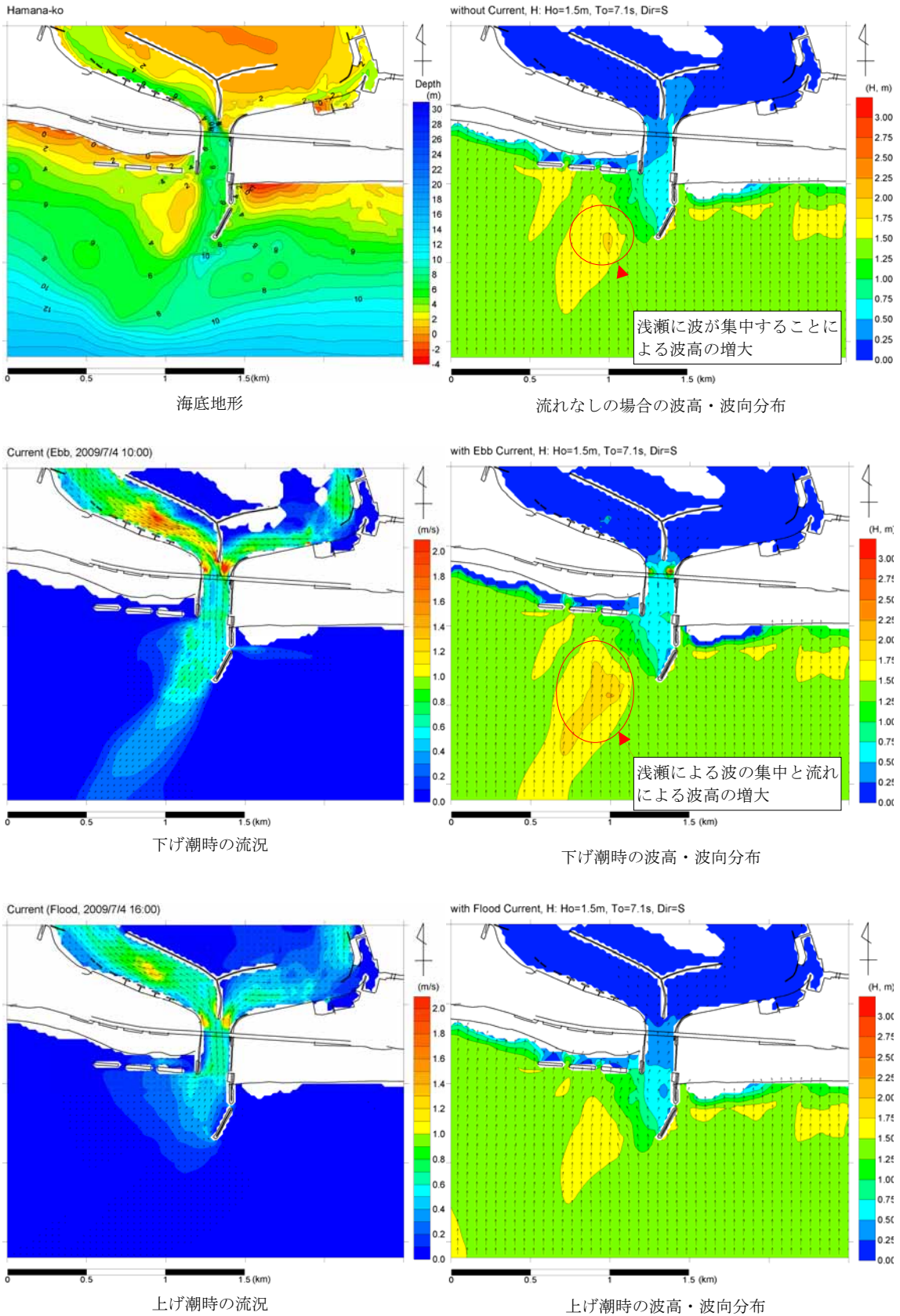


図 2-95 浜名湖今切りの海底地形・流況（左）と波高・波向分布（右、ケース 3）

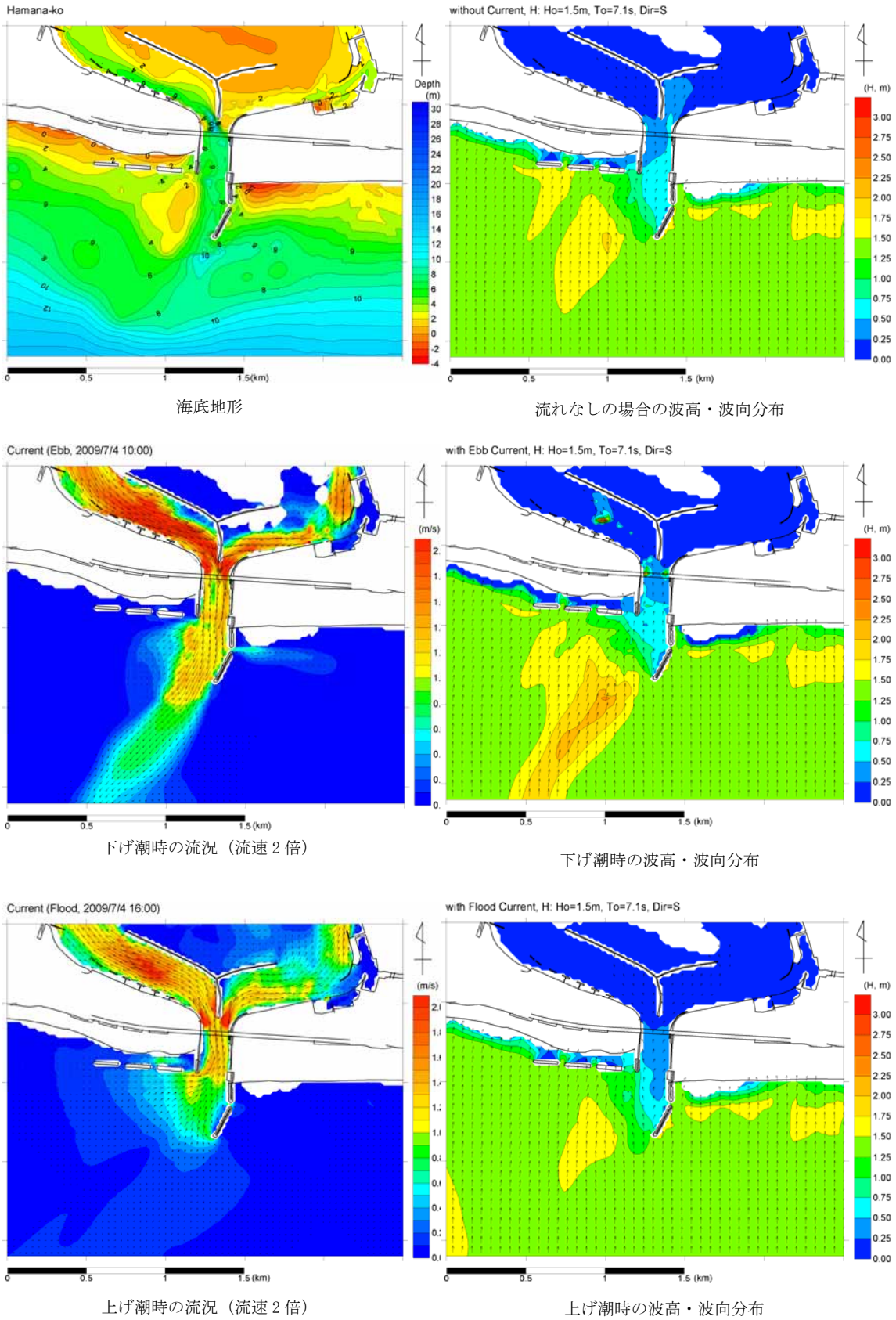


図 2-96 浜名湖今切口の海底地形・流況 (左) と波高・波向分布(右, ケース 3, 2 倍流速)

(3) 波浪変形計算結果（サロマ湖第一湖口）

サロマ湖第一湖口での波浪変形計算結果の一例として、ケース3（入射波高=1.5m、周期=6.8s、波向=NE）の計算結果を図2-97に示す。図2-97の左側は上から海底地形、下げ潮時の流況分布、上げ潮時の流況分布であり、右側は上から流れなし、下げ潮時、上げ潮時の波高・波向を示す。図より、波浪場の特徴は以下の通りである。

- 流れなしの計算結果にみられるように、外海側の導流堤沖に波高が高まる領域がみられる。これは、湖口沖に張り出した浅瀬地形の位置と対応している。
- 下げ潮時には、湖口から沖に向かう流れに沿って波高の増大領域が広がっている。特に浅瀬より沖側で流れの強い場所での波高の増大が顕著である。
- 上げ潮時には、浅瀬付近の波高が低減している。
- 湖口内は、外海側から湖内側へ向かうにつれて波高が小さくなっている。ただし、湖口内においても、流れの有無により、上げ潮時に波高が大きく下げ潮時に小さくなるという傾向が現れている。
- 湖内側の湖口の波高は概ね50cm以下となっている。

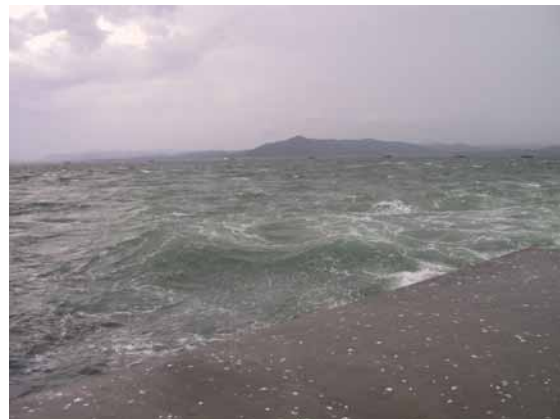
サロマ湖では、現地調査時に湖内側の湖口付近で波が立つ状況が見られた。その際には風速10m/sの南風が吹いており、湖内で発生する風波に対しても注意が必要と感じられた。

そこで、湾内発生波に対する波浪変形計算をおこなった結果を図2-98に示す。この場合の入射波条件は、SMB法により湖口付近での波高と周期を推算し、波高=0.6m、周期=2.7s、波向=S（南風9.8m/s、吹送距離8.8km）を与えた。

図より、湾内発生波の場合は上げ潮時に湖内側の湖口付近での波高の増大が顕著であり、0.6mの波が2倍以上に増幅している箇所もある。湾内発生波は周期が短いため、切り立った波形の波となりやすいので、注意が必要と考えられる。



海側の導流堤先端付近で波が碎ける様子



湖内側の風波

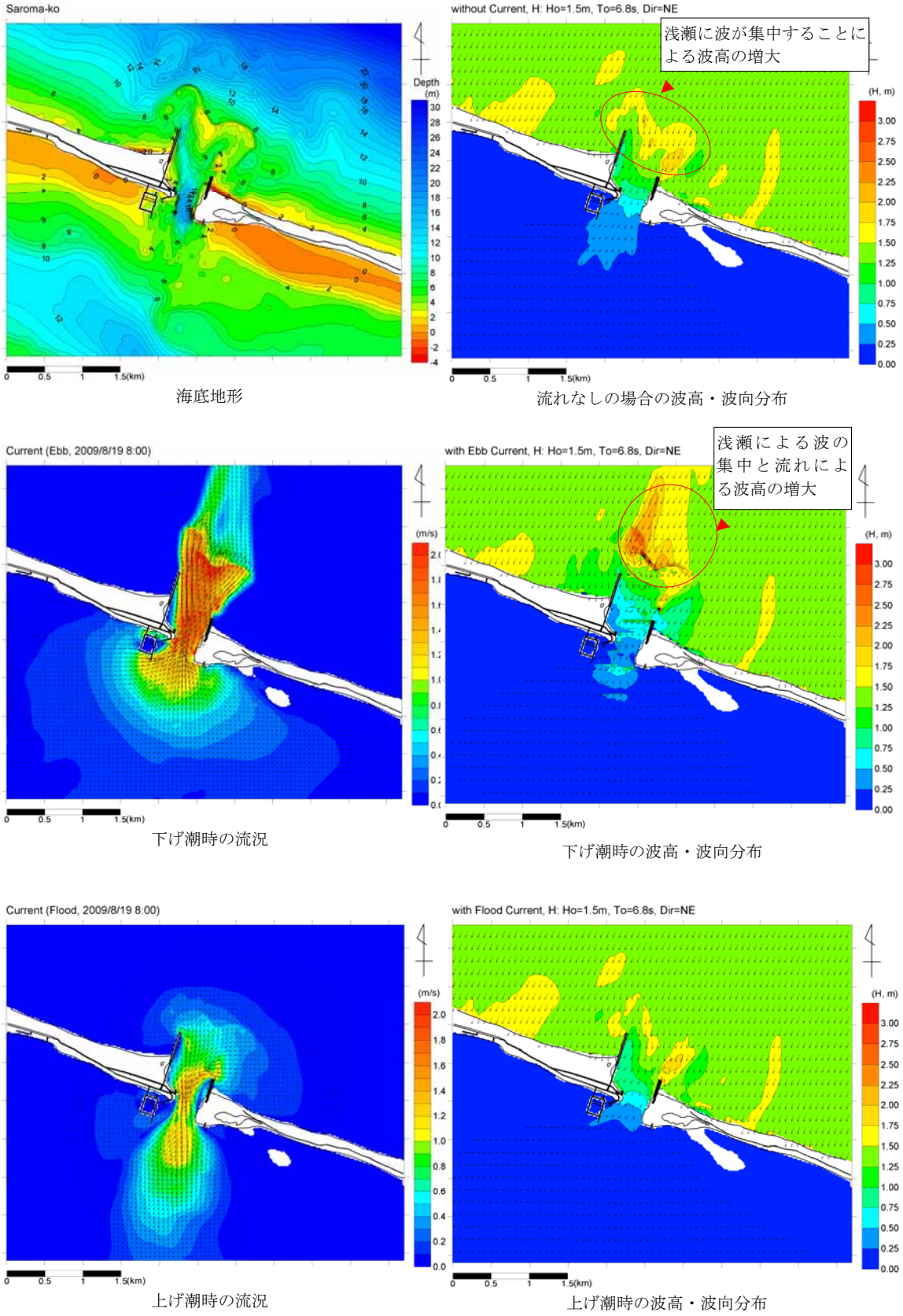


図 2-97 サロマ湖第一湖口の海底地形・流況（左）と波高・波向分布（右，ケース 3）

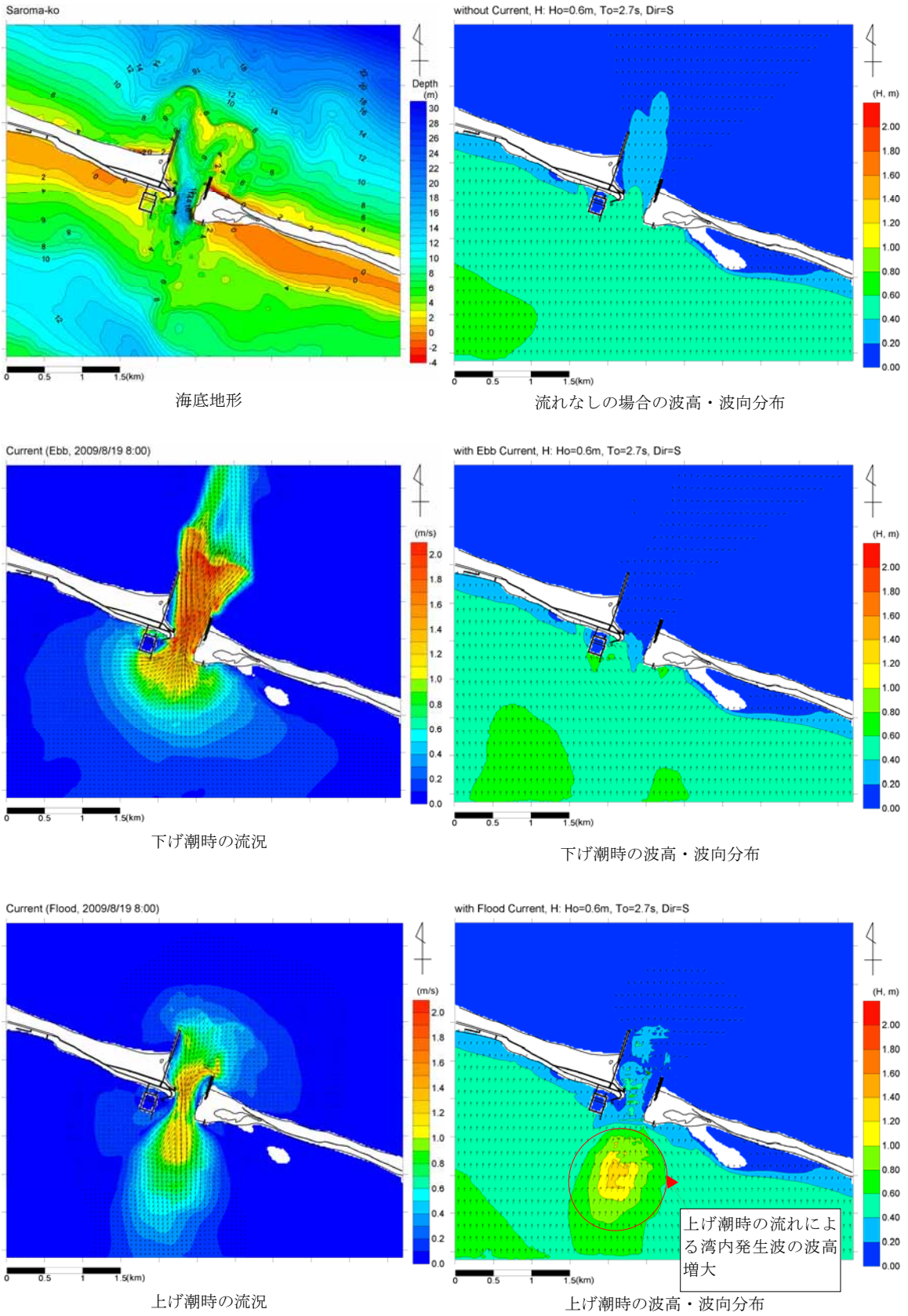


図 2-98 サロマ湖第一湖口の海底地形・流況（左）と波高・波向分布（右、湾内発生波）

2. 4 とりまとめ

2. 4. 1 浜名湖今切口の流況特性

本研究により得られた浜名湖今切口流況特性に関する知見を以下に整理する。

(1) 時間的な流況特性 (図 2-99)

定点流速観測結果より、以下の時間的な流況特性が確認された。

- ・外海の潮位変化とともに流速も時間的に変化し、上げ潮時には外海から湖内へ向かう流れ、下げ潮時には湖内から外海へ向かう流れが生じる。
- ・浜名湖今切口周辺海域の潮位変化は、基本的に1日2回潮(半日周期)の成分が強く、潮位と流速の変動は半日周期のほぼ規則的な変動を繰り返すため、潮位と流速の時間差の変動は小さい。
- ・今切口の湖口中央部の流速は、上げ潮と下げ潮の最強時で1.5m/s~2.0m/s程度に達する。
- ・今切口の流速が最強となる時間は、舞阪(気象庁)における潮位予測の満潮時・干潮時の1~2時間前である。
- ・舞阪での潮位と今切口海側での潮位の位相差はごく小さい。
- ・湖口の海域側では、下げ潮時の流れが最強となる時間帯(潮位の下げ止まりの約2時間前の時間帯)に波高が増大する。

(2) 平面的な流況特性 (図 2-100)

曳航式流況観測と流況シミュレーションの結果より、以下の平面的な流況特性が確認された。

1) 上げ潮時

- ・湖口中央部で1.4m/s程度の湖内に向かう強い流れが発生する。
- ・湖口の海域の東側の浅瀬付近では、1.0m/s程度の東向きの流れが発生する。
- ・湖口の新居側の曲がり角付近で強い流れがある。
- ・湖口からの強い流れは湖内東側(舞阪側)にも及ぶ。

2) 下げ潮時

- ・湖口中央部で1.2m/s程度の外海に向かう強い流れが発生する。
- ・湖内西側の海釣り公園前では、1.2m/sの湖口へ向かう強い流れがある。
- ・湖口東側に位置する導流堤の西側では、1.0~1.2m/sの強い流れが導流堤先端から500m程度沖へ分布する。
- ・下げ潮時に湖口の海域側では、浅瀬による波の集中と波と流れにより波浪が増大する。

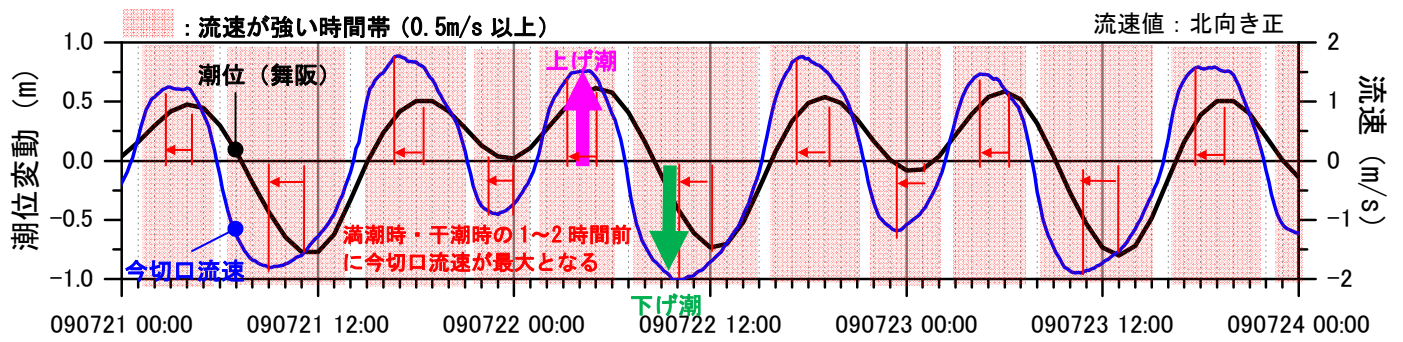


図 2-99 今切口の時間的な流況特性

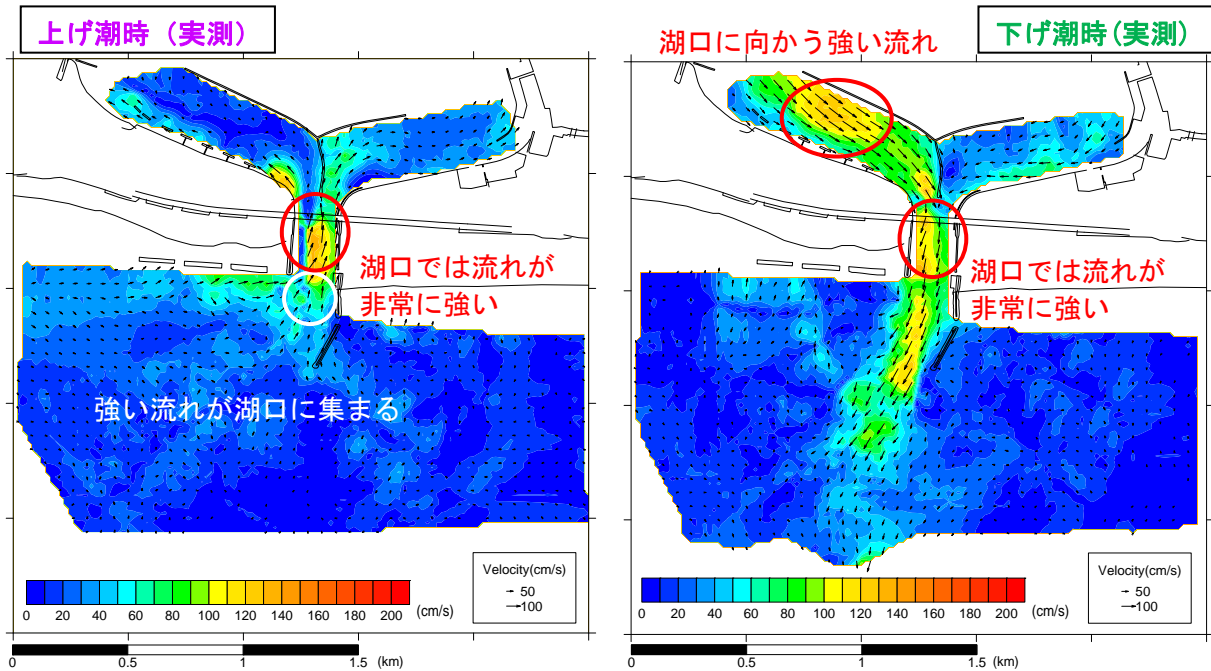


図 2-100 今切口の平面的流況特性 (曳航式流況調査)

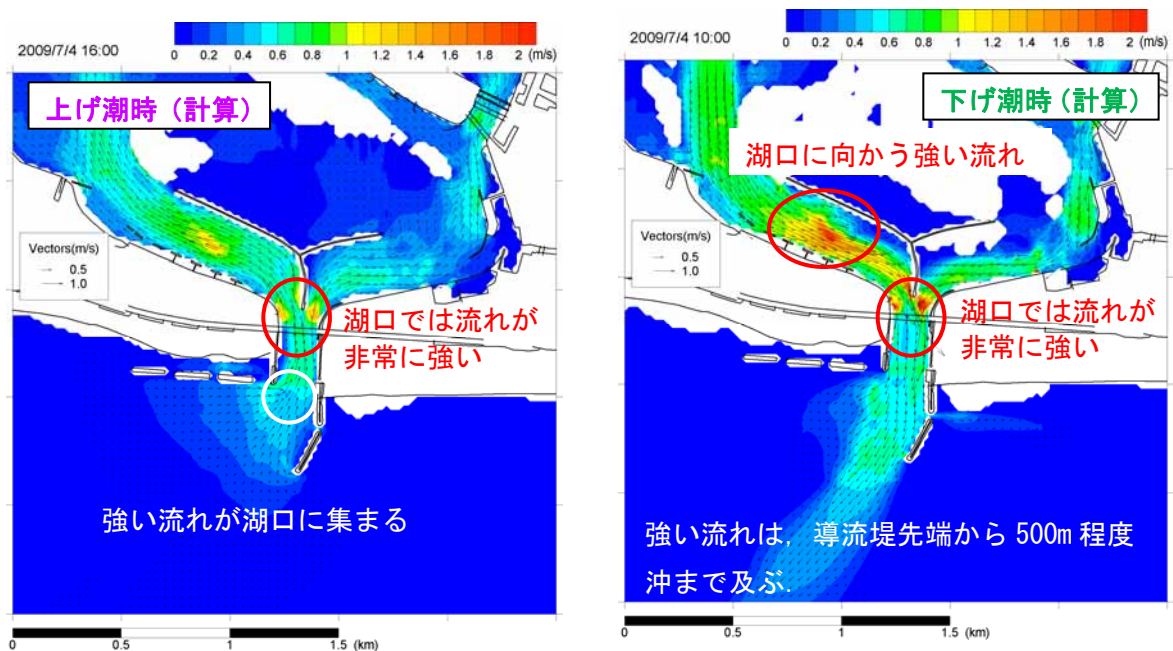


図 2-101 今切口の平面的流況特性 (シミュレーション)

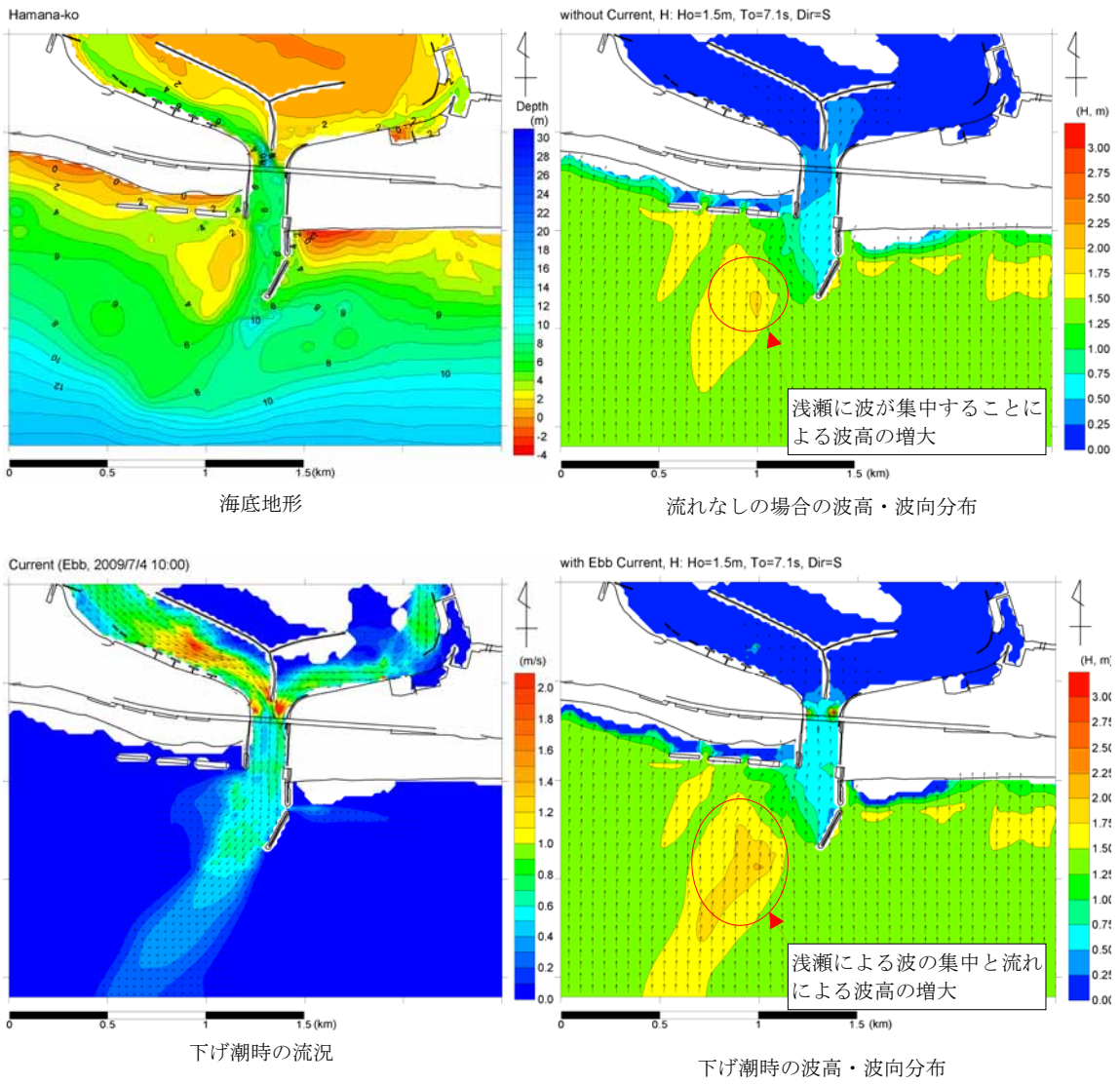


図 2-102 今切口の波浪変形計算結果（下げ潮時）

2.4.2 サロマ湖第一湖口の流況特性

本研究により得られたサロマ湖第一湖口流況特性に関する知見を以下に整理する。

(1) 時間的な流況特性

定点流速観測結果より、以下の時間的な流況特性が確認された。

- ・外海の潮位変化とともに流速も時間的に変化し、上げ潮時には外海から湖内へ向かう流れ、下げ潮時には湖内から外海へ向かう流れが生じる。
- ・第一湖口の湖口中央部の流速は、上げ潮時と下げ潮時の最強時で 1.5m/s～2.0m/s 程度に達する。
- ・サロマ湖第一湖口周辺の潮位変化は、1日1回潮の期間と1日2回潮の期間を繰り返し変化し、潮位と流速の時間差が変化し複雑であるので、外海の潮位のみで湖口の流速変動を推定するのは難しい。
- ・湖内と外海の潮位差が大きくなる時間帯は、湖口付近では強い流れが発生する。
- ・湖内と外海の潮位差は小さくなる時間帯は、湖口付近での流れは弱くなる。

(2) 平面的な流況特性

曳航式流況観測と流況シミュレーションの結果より、以下の平面的な流況特性が確認された

1) 下げ潮時

- ・湖口の湖内側と湖外側では、1.5m/s～2.0m/s の強い流れが湖口周辺に広く分布する。
- ・湖口の海域側は、西側導流堤の先端から沖 500m 程度(湖口から 1.5km 程度)まで強い流れの分布域が及ぶ。
- ・湖口の海域側中央には浅瀬があり、強い流れは東西に分断する。
- ・湖口の湖内側のアイスブームの湖口側には、湖口へ向かう強い流れの分布域がある。
- ・下げ潮時に湖口の海域側では、浅瀬による波の集中と流れにより波浪が増大する。

2) 上げ潮時

- ・湖口中央部で 1.5～2.0m/s 程度の湖内に向かう強い流れがある。
- ・湖口海域側の両岸の導流堤付近では、湖口に向かう流れになる。
- ・湖口から湖内へ向かう強い流れは、湖口から 1.5km 程度まで及ぶ。
- ・湖口の海域側では、両岸の導流堤先端付近より湖口に向かう強い流れの分布域となり、導流堤付近では流れの向きが急変する。
- ・上げ潮時に湖口の湖内側で、強い南風による湾内発生波が、上げ潮時の流れにより波高が増大する。

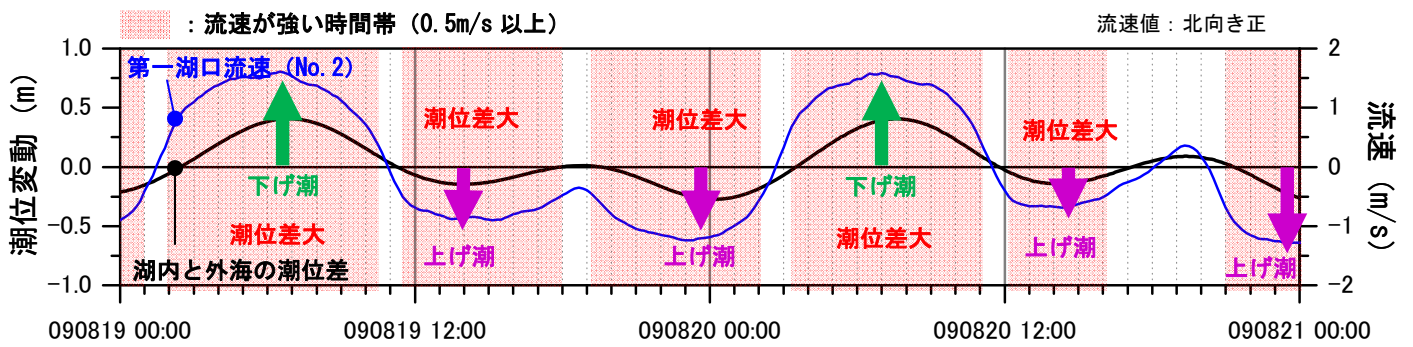


図 2-103 第一湖口の時間的な流況特性

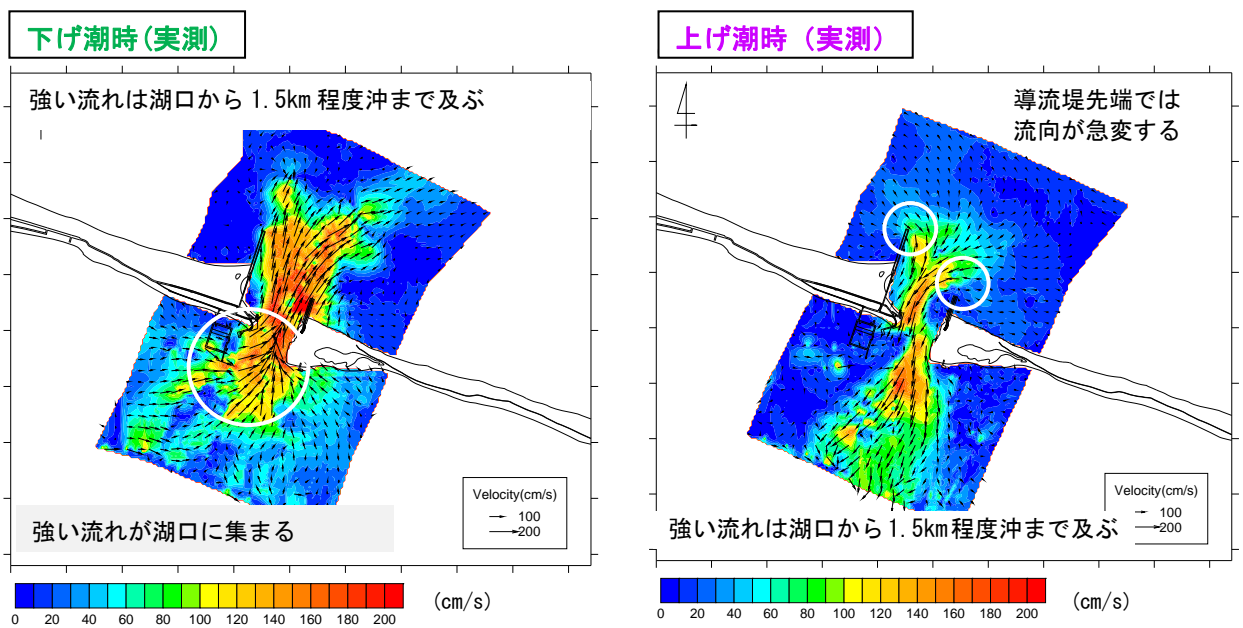


図 2-104 第一湖口の平面的流況特性 (曳航式流況調査)

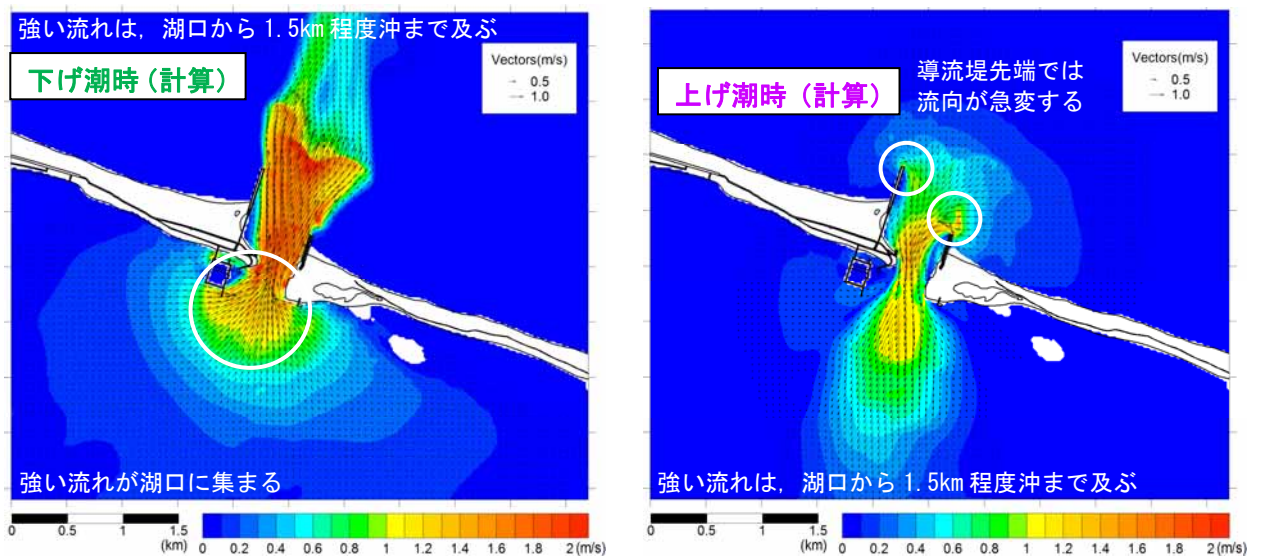


図 2-105 第一湖口の平面的流況特性 (シミュレーション)

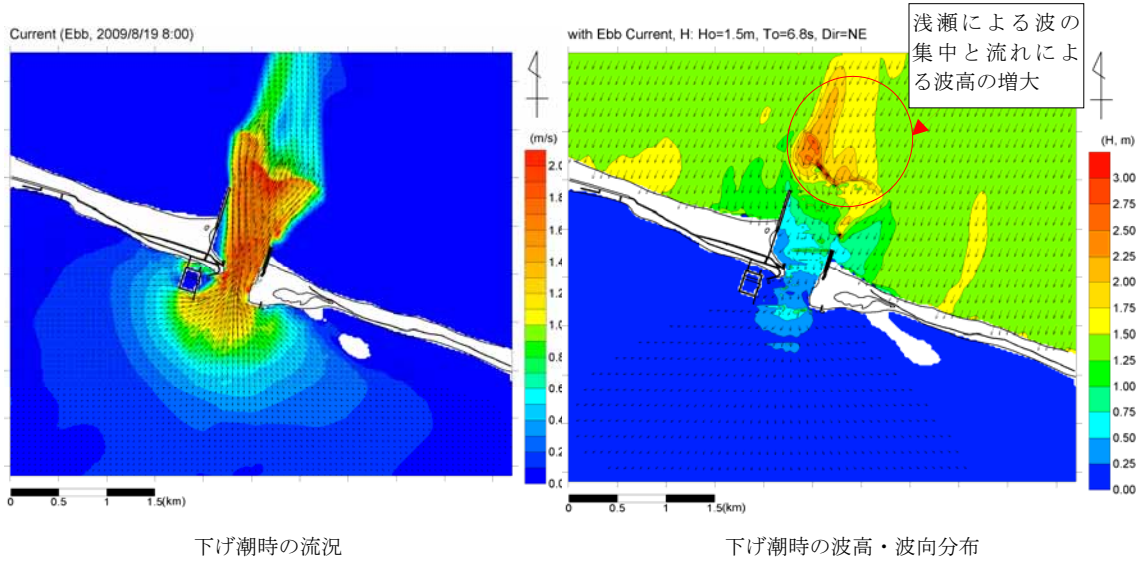
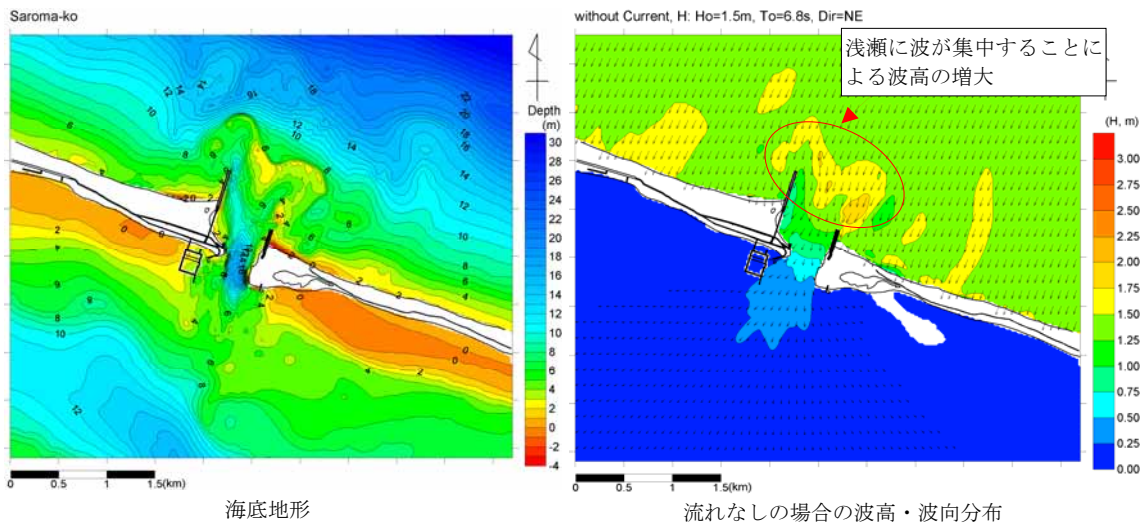


図 2-106 第一湖口の波浪変形計算結果（下げ潮時）

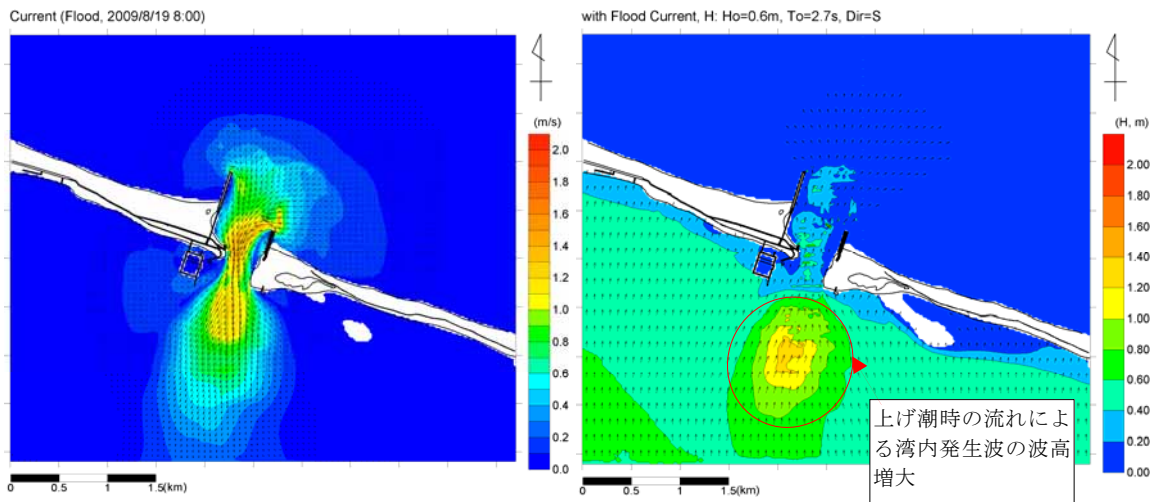



図 2-107 第一湖口の波浪変形計算結果（上げ潮時，湾内発生波）

第3章 広報活動

3. 1 漂流実験

(1) 漂流実験の概要

以下の資料のとおり漂流実験（公開）を実施した。



日本財団
The Nippon Foundation

漂流実験実施のお知らせ

1. 目的

浜名湖の開口部周辺海域の複雑な流れを可視化して体験してもらうことで、危険性を認識してもらい、小型船舶の転覆事故、水上バイク等愛好者の行方不明、死亡事故を減少させることを目的としています。

2. 実施日

平成21年7月27日（月） 14時～16時 （予備日：7月28日 同時間）


3. 実施場所

浜名湖今切口周辺

4. 実施要領

- (1) No.3釣り桟橋付近で、人とダミー人形を作業船より投入し、漂流させる
- (2) 流れにまかせて今切口南端まで漂流させる（約20分）
- (3) 高所作業車上及び陸上から漂流体をビデオ撮影する


5. 実験ルート



6. その他

作業中止基準は以下のとおりとし、これらに該当する場合、漂流実験実施日を延期します。

・風速 10 m/s 以上	・視界 500 m 以下
・波高 1.5 m 以上	・津波注意報（警報）発令時



財団法人 日本水路協会
東京都大田区羽田空港1-6-6
TEL： 03-5708-7076

図 3-1 漂流実験のお知らせ資料

(2) 漂流実験の実施状況

浜名湖今切口において、以下のとおり漂流実験を実施した。

- 平成 21 年 7 月 27 日 16 時～18 時の下げ潮時に行った。
- 湖内側の海釣り公園の突堤 No. 3 付近にシーマーカーを投入した。投入から 7 分後、今切口湖内側中央の導流堤付近（東西の合流地点）付近でシーマーカーは消えた。
- 同地点にダミー人形を投入し、16 分後に今切口海側で揚収した。
- 同地点にヒト（ダイバー）を流し、19 分後に今切口海側で揚収した。



シーマーカー投入状況（14:14 開始，14:21 終了）



ダミー人形投入状況（14:31 開始，14:47 終了）



ヒト（ダイバー）が流れる状況（14:56 開始，15:15 終了）

図 3-2 流況可視化実験（公開実験）の状況写真

(3) その他

本実験を公開で行った結果、以下の新聞社・TV局により報道された。

また、この公開実験の様子を日本財団が動画化し「Youtube」で公開した。

<マスコミ>

- ・静岡第一テレビ
- ・中日新聞
- ・静岡新聞
- ・毎日新聞

<Youtube>

「危険水域で人を実際に流しました！」

潮流が強く、水難事故の多い浜名湖開口部での漂流実験映像」

<http://www.youtube.com/watch?v=bmqAXA2xmDg>



図 3-3 漂流実験の報道等 (左 ; 静岡新聞, 右 ; YouTube 動画)

3. 2 講演会の開催

本業務の委員会委員である鹿児島大学水産学部西教授に、沿岸域の複雑な流れの啓発の一環として、北海道小樽市において以下の講演を行って頂いた。

- (1) 題目 : 沿岸域の複雑な流れ～「海跡湖口周辺の流れ」～
- (2) 講師 : 鹿児島大学水産学部 西 隆一郎 教授
- (3) 日時 : 平成21年8月10日(月) 午後3時00分～午後4時30分
- (4) 場所 : 第一管区海上保安本部6階大会議室
- (5) 参加者 : 34名

(内訳)

第一管区海上保安本部海洋情報部	11名
同 総務部	2名
同 経理補給部	2名
同 船舶技術部	2名
同 警備救難部	4名
同 交通部	5名
同 情報通信管理センター	4名
小樽海上保安部	4名

(6) その他


- 1) 聴講者には、(財)日本水路協会作成の「河口流に注意!」と「離岸流に注意!」のパンフレットを併せて配布した。
- 2) 聴講者からは、海上保安庁業務に役立つと好評であった。
- 3) 講演会終了後、小樽海上保安部から石狩市の海岸で離岸流によると思われる事故が頻発していることから相談があり、助言していただいた。
- 4) 小樽海上保安部所属の各巡視船に講演会の様子を撮影したビデオを配布した。



講演会の様子

3. 3 啓発資料の作成・配布

本研究の調査結果から得られた知見をもとに、インレット周辺での海難事故を防止するための啓発資料として以下のリーフレットを作成し、海上保安庁等から関係者に配布した。




助成 **日本財団**
The Nippon Foundation

浜名湖今切口付近の強い流れに注意！

流れが一時的に止まっても、すぐに強い流れになります！

上げ潮時




浅瀬
強い流れが湖口に集まる
キケン！
流れの合流地点は船舶の接触に注意！

太平洋

<凡例>
非常に強い流れ (1.0~2.0m/s) →
強い流れ (0.5~1.0m/s) →

下げ潮時



浅瀬
キケン！
危険な波が発生します！
流れの合流地点は船舶の接触に注意！
赤灯台
強い流れは、赤灯台から500m程度沖まで及ぶ

太平洋


空中写真：海上保安庁提供

浜名湖今切口付近の強い流れで、過去10年間に5件の小型船舶の転覆事故が発生し、2名が死亡、1名が行方不明になっています。

浜名湖今切口の流れの情報を知るには・・・
(財)浜名湖総合環境財団 Web (<http://www.hamanako-zaidan.or.jp/>)

海の「もしも」は、118番

救命胴衣は必ず着用しましょう！

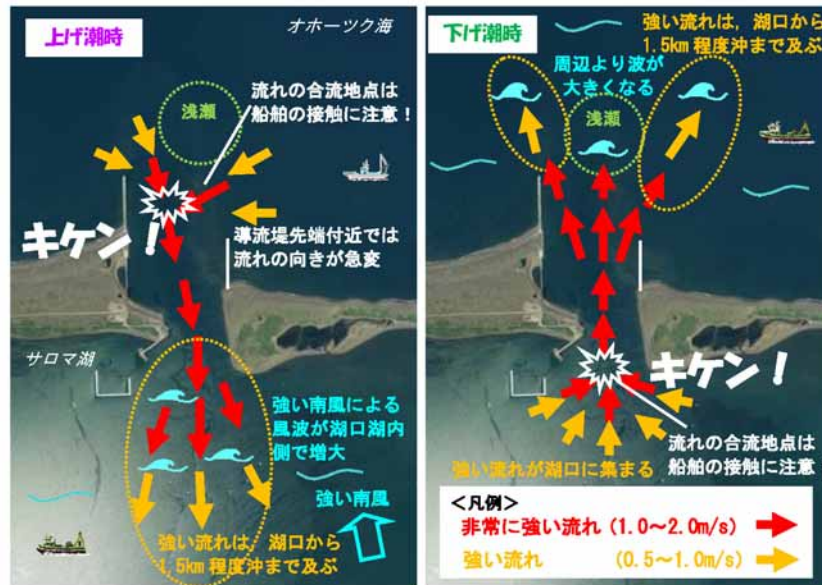


(財)日本水路協会 〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-6
TEL 03-5708-7135 FAX 03-5708-7138 <http://www.jha.or.jp>

図 3-4 リーフレット（浜名湖今切口）

サロマ湖第一湖口の強い流れに注意！

流れが一時的に止まっても、すぐに強い流れになります！



空中写真：海上保安庁提供

第一湖口付近の強い流れで、平成14年にプレジャーボートが転覆し、7名が亡くなっています。



サロマ湖第一湖口の流れの情報を 知るには・・・
 第一管区海上保安本部海洋情報部のWeb (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANI/index.html>)

海の「もしも」は、118番

救命胴衣は必ず着用しましょう！



(財) 日本水路協会 〒144-0041 東京都大田区羽田空港 1-6-6
 TEL 03-5708-7135 FAX 03-5708-7138 <http://www.jha.or.jp>

図 3-5 リーフレット (サロマ湖第一湖口)

この報告書の内容に関するお問い合わせは、下記宛にお願いします。

財団法人 日本水路協会 調査研究部

〒144-0041 東京都大田区羽田空港 1-6-6

Tel 03 (5708) 7135 Fax 03 (5708) 7138

E-mail cho-sa@jha.jp

財団法人 日本水路協会 発行