

土佐湾の海洋構造について I *

土佐湾の潮流

宮田 和夫・坂本 久雄・百田 方子

Oceanographical Structure in the Tosa Bay-1. on the Tidal Current

Kazuo MIYATA, Hisao SAKAMOTO and Masako MOMOTA

In the present paper, discussions were made on analysis of the tidal current surveys at the Tosa Bay in 1976-1978.

The results summarized in the following items.

1. In the Tosa Bay, it was assumed that there were three circulation currents which were formed clockwise in the west-side and east-side, and counter clockwise in the center as the average tidal current in 24 hours.
2. The tidal current were formed a standing wave with a node line paralleled to the coast which progressed to NW from SE, on the continental shelf.

土佐湾は太平洋に向かって弧状に開いた開放性海湾で、海深が10~200 mの間ではゆるやかな勾配の大陸棚を有し、200~600mの間では急激な勾配の大陸棚斜面となっている。その両端は足摺岬と室戸岬で、両岬のそれぞれ約25海裡南沖を黒潮主軸が平均的に位置し、東流している。

土佐湾の水温・塩分その他の項目が示す海洋構造は、海底地形による定常的な変化に対して、黒潮流路変化の影響を強く受けて複雑な変化をしているため、これまで主として黒潮との関連で記述されることが多かった。

しかし、近年になって外洋性海湾における水産資源培養方式の開発可能性の検討、漁海況予測、船舶による油汚染などの問題に関連し、従来より詳細な海洋構造を論議する必要性が生じてきた。

本報告は土佐湾におけるチダイ浮遊期の卵稚仔輸送機構^{**}を明らかにするため、土佐湾の大陸棚上で行なった25時間の表層潮流観測結果についてまとめたもので、より長期の観測結果・鉛直的流動変化などの検討は今後の問題としたい。

この報告をまとめるに当たって、校閲のうえ有益な助言を頂いた南西水研海洋部長服部茂昌氏に深謝します。また、浮標設置などの困難な海上作業に従事して頂いた調査船こたか丸船長日高覺氏ほか乗組員の諸氏に感謝します。

調査の方法

土佐湾の流動に関する実測資料は、表面流について高知県水産試験場の漁況海況予報事業で実施されてい

1979年11月17日受理、南西海区水産研究所業績 第98号

* 本報告の一部は、日本海洋学会・水産海洋研究会の昭和54年度秋季水産海洋シンポジウムで発表した。

** 特別研究「資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究」

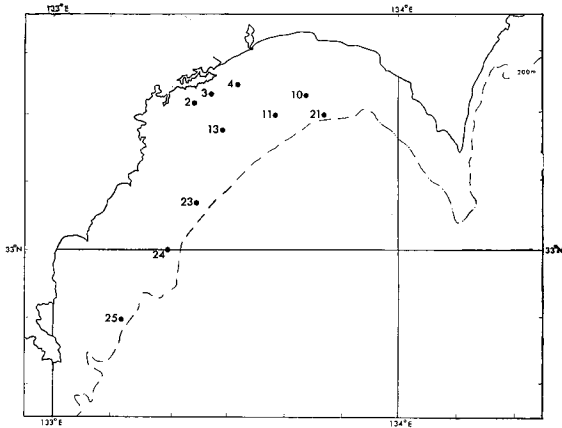


Fig. 1 Location of tidal current measuring stations in 1976.

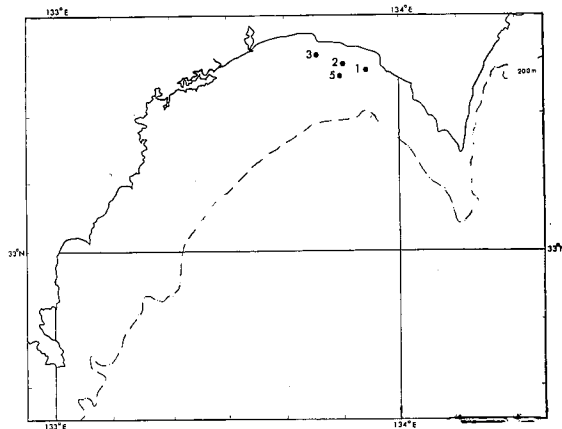


Fig. 2 Location of tidal current measuring stations in 1977.

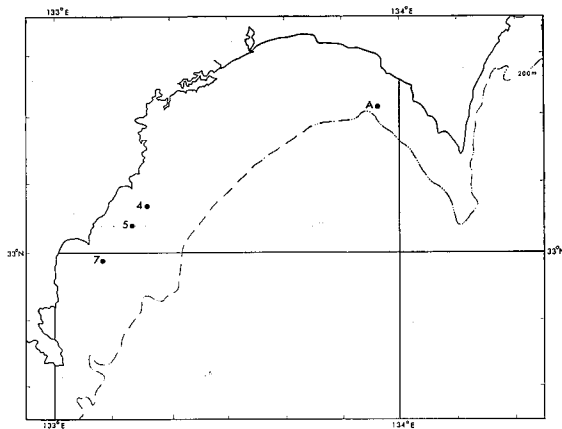


Fig. 3 Location of tidal current measuring stations in 1978.

るG E K測流があるが、200m以浅の大陸棚であることから、海底磁場の影響をうけており、流動を論議するには問題がある。土佐湾における潮流観測は神戸海洋気象台により数回実施されているが、24時間以上の連続観測¹²⁾は1測点(1976年2月海面下30m・80mの2層)の1例のみで、土佐湾としての潮流資料はほとんど皆無の状態といえよう。

このため、全体的な潮流特性を明らかにする必要上、土佐湾を5つの小ブロックに分け、1975—1978年の4カ年間に大潮期を選んで合計32地点の潮流観測を実施したが、波浪等の影響の少ない良好な資料が得られたのは、Fig. 1—3に示したとおり1976—1978年の合計18点であった。

潮流観測は、Fig. 4に示すとおり、主錨と副錨で海底に固定し、係留索が鉛直になるよう副浮子と主ブイを用い、また波浪やウネリの影響をなるべく少なくするため、自記流速計を海面下10mになるよう係留索に固定した。設置し観測した期間はそれぞれ48時間前後であり、その期間の正午における設置場所附近の海上風をTable 1.に示した。また、Table 1には現場附近の海上風の状態に良く近似している室戸岬測候所における日平均風速と瞬間最大風向風速³⁾を示している。

Table 1から、1976年1月の観測では平均10m/sec程度のNW系の風が示されているが、土佐湾の波浪は1m以下の波高である。また、1977年6月1日から2日朝にかけては、低気圧が通過し、風浪とウネリはかなり大きなものであった。その他の観測期間では海上は静穏であった。

流速計は、小野式自記流速計またはGeneral Oceanics社製フィルム記録流速計モデル2010型を使用した。前者の記録は毎20分前後の10分間について読取り基礎資料とし、後者は3.75分毎の記録を毎20分間隔の前後5個をとって北分速と東分速の平均値を求め基礎資料とした。それらの毎20分間隔の資料について、2次回帰補間法で平滑化⁴⁾し、24個の毎太陰時の分速値により調和分解を行ない、Table 2.の調和常数

を得た。

$$\begin{aligned} \text{東分 } Ut &= U_0 + U_1 \cos(\sigma t - \mu_1) \\ &\quad + U_2 \cos(2\sigma t - \mu_2) + U_4 \cos(4\sigma t - \mu_4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{北分 } Vt &= V_0 + V_1 \cos(\sigma t - \nu_1) \\ &\quad + V_2 \cos(2\sigma t - \nu_2) + V_4 \cos(4\sigma t - \nu_4) \end{aligned}$$

ここで、 $U \cdot V$ は流速、 $\sigma = 360^\circ/25$ 時とした。また、 $\mu \cdot \nu$ は遅角で、それぞれの観測日における月の 133° E子午線上経過時を海上保安庁発行の潮汐表によって求め、それを紀元時として示した。添数字0は25時間の平均流（恒流成分）であり、添数字1・2・4はそれぞれ日周潮流・半日周潮流・ $1/4$ 日周潮流の各成分を示している。

結 果

各点における潮流楕円要素を Table 3. に示した。表中の流向は、真方位で北から時計回りにとり、遅角は月の南中時刻からの位相角を示した。

1. 恒流成分

本報告で使用した資料は、Table 2. に示されているとおり、観測年月の異なった断片的なものであり、各点1～2昼夜の短時間の観測値である。すなわち、ここでは25時間の平均流を恒流として取扱うことにする。

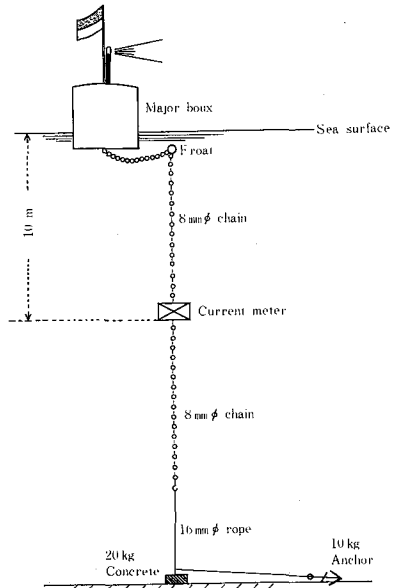


Fig. 4 Installation diagram

Table 1. The wind data in the observations.

Year	Date	Above on the ship in the observations			On the Muroto meteorological observatory		
		Direct	Scal	Velocity (m/sec)	Average velocity (m/sec)	Maximum	
					Velocity (m/sec)	Direct	
1976	Jan. 19	W	5	8.0-10.7	10.7	15.3	W
	Jan. 20	NW	3	3.4- 5.4	10.8	18.8	W
	Jan. 21	NW	5	8.0-10.7	10.4	19.2	W
	Jan. 22	NW	4	5.5- 7.9	13.1	21.9	W
	Jan. 23	NW	6	10.8-13.8	10.6	16.1	WNW
1976	May 31	S	2	1.6- 3.3	3.2	5.4	W
	Jun. 1	SW	2	1.6- 3.3	5.8	8.8	WSW
	Jun. 2	N	2	1.6- 3.3	5.0	8.6	WNW
1977	Jun. 1	SE	3	3.4- 5.4	12.6	16.1	ESE
	Jun. 2	—	2	1.6- 3.3	9.0	21.1	SSE
	Jun. 3	SE	2	1.6- 3.3	3.4	7.9	NW
1978	May 21	—	2	1.6- 3.3	4.0	10.1	WNW
	May 22	SE	2	1.6- 3.3	5.8	12.7	ENE
	May 23	S	1	0.3- 1.5	5.9	12.1	ENE
	May 24	NE	3	3.4- 5.4	4.1	6.9	NE

Table 2. The results of harmonic analysis of tidal current.

Year	Station	Lat. (N)		Date		Layer of Obs. (m)		Instrument	Component	Average Current (cm/sec)	Diurnal Current		Semi-Diurnal Current		Quarter Diurnal Current	
		Long. (E)	Long. (E)	Month	Age	Depth	Depth				Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)
1976	2	33°-21.8'	133-24.6	Jan. 19	19.5	10	10	O	E	13.2	4.9	120	4.0	80	0.8	121
				17.5	17.5	50	50		N	-5.3	6.5	69	0.9	129	2.2	220
	3	33-23.0	133-28.4	Jan. 19	17.5	10	10	O	E	1.9	7.5	59	1.6	87	1.4	88
				17.5	17.5	52	52		N	5.2	6.8	235	4.4	91	4.6	225
	4	33-24.3	133-32.2	Jan. 19	17.5	10	10	O	E	2.6	5.9	36	3.3	189	1.3	191
				17.5	17.5	50	50		N	-7.5	1.3	131	10.2	354	1.3	52
	10	33-22.7	133-44.0	Jan. 21	19.5	10	10	O	E	-4.8	7.8	32	8.2	74	2.2	305
				19.5	19.5	105	105		N	10.8	5.5	246	6.4	304	3.4	82
	11	33-20.5	133-38.4	Jan. 22	20.5	10	10	O	E	5.6	4.7	325	15.9	76	4.3	351
				20.5	20.5	100	100		N	-6.3	13.0	174	11.5	277	5.2	152
	13	33-17.6	133-29.5	Jan. 22	20.5	10	10	O	E	14.9	1.3	344	6.8	149	1.6	63
				20.5	20.5	95	95		N	7.9	1.9	266	6.9	117	1.8	40
21	33-20.0	133-47.0	May. 31	2.1	10	10	O	E	-5.5	12.2	27	9.8	20	2.3	29	
			2.1	2.1	135	135		N	11.0	4.1	262	1.4	28	0.2	211	
23	33-07.0	133-25.0	Jun. 01	3.1	10	10	G	E	-0.7	3.7	198	7.6	21	2.5	272	
			3.1	3.1	150	150		N	-2.5	12.5	269	3.2	221	2.6	330	
24	33-00.0	133-20.0	May. 31	2.1	10	10	O	E	-14.0	3.5	103	7.7	181	2.2	315	
			2.1	2.1	145	145		N	11.0	3.3	341	9.0	25	2.6	137	
25	32-50.0	133-12.0	Jun. 01	3.1	10	10	O	E	1.8	14.7	351	35.2	148	2.3	75	
			3.1	3.1	155	155		N	-5.6	14.1	225	24.5	55	2.5	20	
1977	1	33-27.1	133-54.3	Jun. 02	15.0	10	10	O	E	-7.0	3.2	2	1.6	115	0.0	317
				15.0	15.0	32	32		N	7.5	2.4	188	1.7	351	0.5	198
	2	33-28.1	133-50.2	Jun. 01	14.0	10	10	O	E	-5.1	4.2	282	2.9	297	0.2	207
				14.0	14.0	37	37		N	2.4	3.5	161	2.3	227	3.2	162
	3	33-29.2	133-45.6	Jun. 01	14.0	10	10	G	E	-22.0	0.9	8	2.1	347	4.6	331
			14.0	14.0	33	33		N	-12.7	8.4	250	6.7	110	2.8	9	
5	33-26.0	133-49.6	Jun. 02	15.0	10	10	O	E	-18.9	2.1	35	2.0	188	1.0	157	
			15.0	15.0	61	61		N	0.1	14.1	37	1.7	63	2.2	348	
1978	4	33-07.0	133-16.4	May. 22	14.9	10	10	G	E	29.1	8.5	274	12.3	248	4.9	156
				14.9	14.9	97	97		N	18.9	12.5	140	2.7	228	2.5	63
	5	33-04.0	133-13.5	May. 22	14.9	10	10	O	E	24.0	9.1	325	1.5	142	0.5	309
			14.9	14.9	95	95		N	21.1	7.1	7	1.5	258	2.8	102	

(Instrument) O : Propellar current meter G : General oceanics, inc. current meter model 2010

Table 3. The elements of tidal current ellipses.

Year	Station	Average Current		Axis	Diurnal Current			Semi-Diurnal Current			Quarter Diurnal Current					
		Dir. (°)	Vel. (cm/sec)		Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation	Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation	Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation
1976	2	111	14.2	L S	33	7.4	85	81	4.1	81	356	2.3	139	356	2.3	139
					123	3.3	355	171	0.6	171	86	0.8	229	86	0.8	229
	3	20	5.5	L S	312	10.2	123	20	4.7	91	346	4.7	132	346	4.7	132
					42	0.3	213	110	0.1	181	76	0.9	222	76	0.9	222
	4	160	7.9	L S	271	5.9	144	343	10.7	5	314	1.8	31	314	1.8	31
					1	1.3	234	73	0.8	95	44	0.6	301	44	0.6	301
	10	335	11.8	L S	303	9.3	138	304	9.6	89	331	3.9	93	331	3.9	93
					33	2.6	48	34	4.2	359	61	1.3	183	61	1.3	183
	11	138	8.4	L S	342	13.7	171	305	19.4	97	320	6.8	160	320	6.8	160
					72	2.1	81	35	3.4	7	50	1.1	250	50	1.1	250
13	62	16.9	L S	15	1.9	84	44	9.4	132	42	2.4	50	42	2.4	50	
				105	1.2	354	134	2.6	42	132	0.4	320	132	0.4	320	
21	333	12.3	L S	282	12.4	150	82	9.9	21	277	2.4	151	277	2.4	151	
				12	3.3	60	172	0.1	111	7	0.0	61	7	0.0	61	
23	195	2.6	L S	6	12.6	93	292	8.2	156	42	3.2	56	42	3.2	56	
				96	3.5	183	22	1.0	66	132	1.7	146	132	1.7	146	
24	308	17.8	L S	312	4.2	50	320	11.6	16	320	3.4	136	320	3.4	136	
				42	2.3	320	50	2.4	286	50	0.0	46	50	0.0	46	
25	161	5.9	L S	313	18.2	163	274	35.3	29	41	3.1	45	41	3.1	45	
				43	9.3	73	4	24.4	299	131	1.5	315	131	1.5	315	
1977	1	317	10.3	L S	307	4.1	175	317	2.1	35	358	0.5	162	358	0.5	162
					37	0.2	85	47	1.1	305	88	0.0	72	88	0.0	72
	2	295	5.7	L S	305	4.8	123	63	3.2	81	2	3.3	162	2	3.3	162
					35	2.6	33	153	2.0	351	92	0.1	72	92	0.1	72
	3	240	25.4	L S	357	8.4	110	349	6.9	113	61	5.2	19	61	5.2	19
				87	0.8	20	79	1.7	203	151	1.5	109	151	1.5	109	
5	270	18.9	L S	9	14.3	38	307	2.4	30	336	2.5	14	336	2.5	14	
				99	0.0	128	37	1.2	300	66	0.1	284	66	0.1	284	
1978	4	57	34.7	L S	330	14.2	128	78	12.6	113	273	4.9	21	273	4.9	21
					60	5.4	38	168	0.9	23	3	2.5	291	3	2.5	291
	5	48	32.0	L S	54	10.9	19	314	1.9	69	349	2.9	104	349	2.9	104
				144	3.9	109	44	1.1	159	79	0.2	194	79	0.2	194	

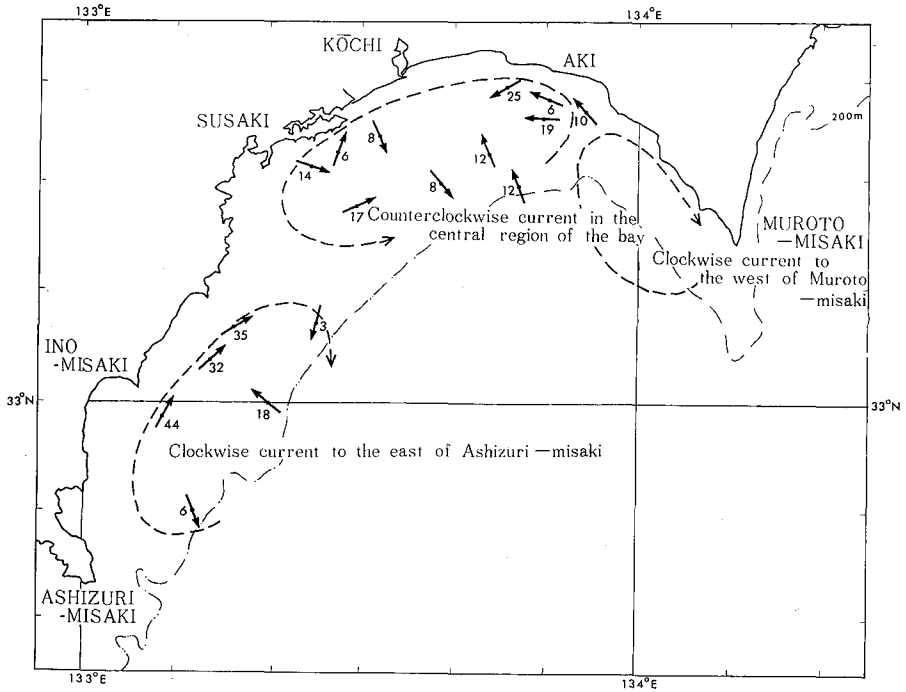


Fig. 5 Average tidal current (cm/sec) and its schematic circulation.

Table 3. から土佐湾の恒流向は一定でなく、恒流速は2.6~34.7cm/sec の範囲であり、豊後水道の8~15 cm/sec ならびに紀伊水道の3~16cm/secと比較すると⁵⁾、やや大きい値を示しているとみられる。

土佐湾の恒流向は場所により大きく相違しているので、その状況を Fig. 5. に示した。Fig. 5. から、流向が系列的であり比較的強い流れとして認められるものは、土佐湾西部沿岸の北東流・安芸沿岸の西流・

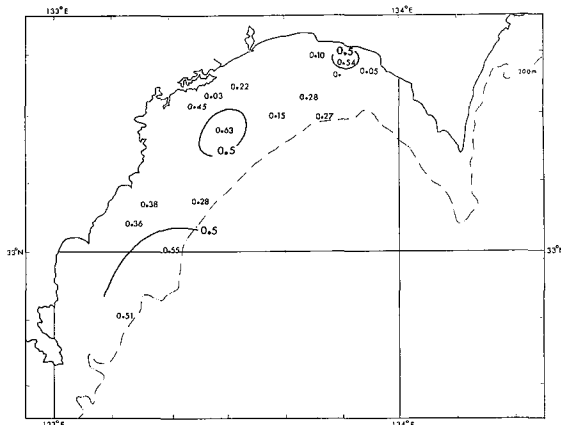


Fig. 6 Velocity ratio of minor to major axis on the diurnal tidal current.

安芸南方10海里附近の北々西流が指摘できる。西部沿岸の北東流は距岸3海里附近において32~44 cm/sec を示し、湾内ではもっとも顕著なものであるが、その沖合の海深200m附近の恒流は流速3~18 cm/secで、沿岸域よりも弱流を示し、流向は複雑で系列的でない。すなわち、沿岸の北東流の流速には足摺岬東側沿岸沿いに流入する黒潮分枝流の影響があったとみられる。

安芸沿岸の西流は、流向は陸岸に並行で、6~25 cm/sec の流速を示しているが、観測期間の前半にSE系の強風が連吹していることから、風の影響が考えられる。安芸南方10海里附近の北々西流は、観測時期が異なるが流向流速

とも近似した恒流 (12cm/sec) を示した。その西側の高知南方の各点における恒流の流向は系列的でないが、前記北々西流の反流のような形で 6~17 cm/sec の流れが認められる。

2. 潮流成分

(1) 潮流楕円の形状

潮流楕円要素について、短軸の長軸に対する流速比率を求めると潮流楕円の形状を表わすことができる。すなわち、比率0は直線であり、1は円を示す。

日周潮流と半日周潮流のそれぞれについて、その流速比率を Fig. 6. 7. に示した。日周潮流は Fig. 6. に示すとおり、往復潮に近い形状が中央部沿岸近くにみられるが、全体に22~55%の比をもつ楕円である。半日周潮流 (Fig. 7) は安芸沿岸と伊ノ岬沖の2海域で往復潮流に近くなっているが、16~53%の比を示し、日周潮流よりはやや短軸が短く細長い形状となっている。土佐湾の半日周潮流の楕円形状を紀伊水道や豊後水道と比較すると⁵⁾、両水道よりも比率が大きい。

(2) 潮流形態の地域的特徴

長軸の日周潮流と半日周潮流の流速比を Fig. 8. に示しているが、沿岸では日周潮流優勢、沖合特に中央附近では半日潮流が優勢となっている。

(3) 潮流の最大流速

Fig. 9. 10. は、日周潮流と半日周潮流のそれぞれについて、最大流速値と長軸向を示した。日周潮流最大流速値は 2~18 cm/sec、半日周潮流では 2~35 cm/sec の範囲内であり、とくに足摺岬東方の1976年の st. 25 で最高値を示したが、複雑な様相を示し地域的な特徴は認められない。

(4) 潮流々向の特徴

長軸向は日周潮および半日周潮の両潮流成分間で非常に類似し、地域の特徴としては、全般的に陸岸近くではその軸向が陸岸に並行しているとみられる。また、沖合域では土佐湾中央より東側では陸岸に並行しているが、西側では直角方向に近いといえる。すなわち、潮浪の進行方向は南東から北西へ向っているものと考えら

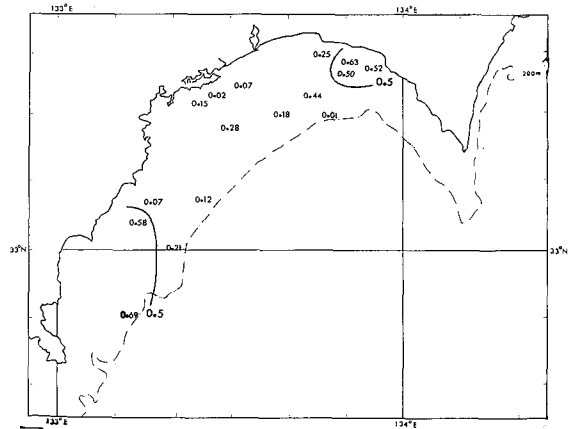


Fig. 7 Velocity ratio of minor to major axis on the semi-diurnal tidal current.

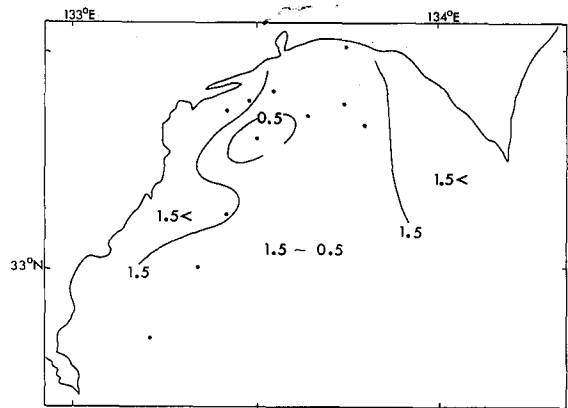


Fig. 8 Velocity ratio of diurnal to semi-diurnal tidal current.

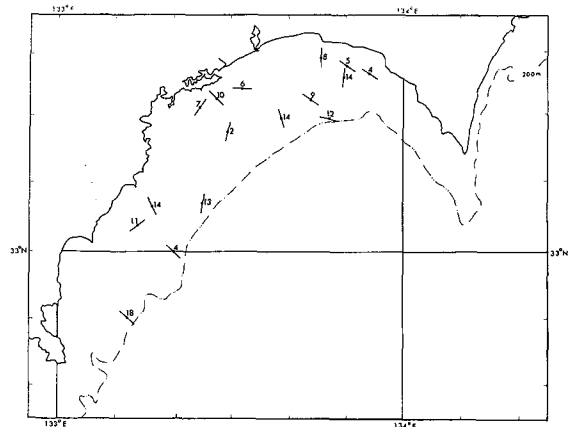


Fig. 9 Direction of the axis and maximum velocity on the diurnal tidal current.

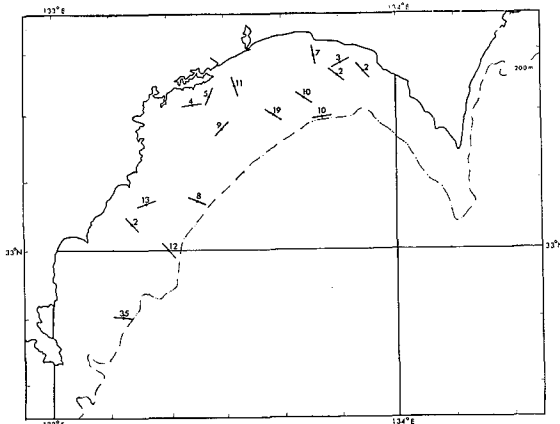


Fig. 10 Direction of the axis and maximum velocity on the semi-diurnal tidal current.

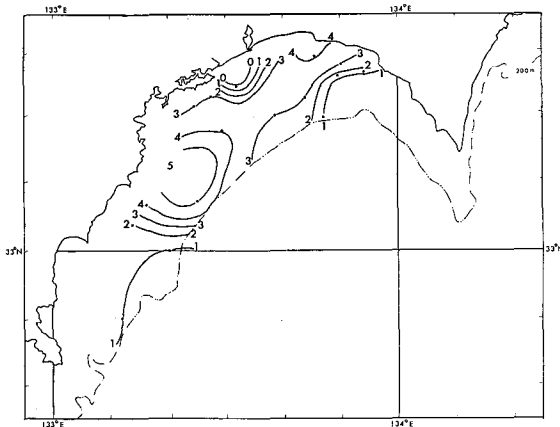


Fig. 11 Co-tidal lines for semi-diurnal current.

れる。大局的にみれば湾内を反時計回りに流れ、その流速は 2~35 cm/sec でやや強いとみられる。

考 察

1. 恒流から推定される環流系

前述したとおり、本報で取扱った資料は同時期のものでないから、その定常性に問題があると思われるので、観測年月は相違しているが、近接した測流点の恒流成分を比較検討することにする。本報における1976年1月22—23日観測のst. 11の南1.7海里附近では、1976年2月13—14日神戸海洋気象台による潮流観測(北緯33° 15.9′, 東経133° 39.6′)¹⁾²⁾が実施されている。その観測結果から25時間の平均流を求めると、30m層の恒流向152°・恒流速1.8cm/secを示している。本報のst. 11の結果は、Table 3.に示すように138° 8.4 cm/secで流速が4倍程度速いが、流向では近似している。また、両者の観測期間中は海上で北西10m/sec前後の季節風が吹連していたことを考慮すると、その恒流成分には風による吹送流が多分に含まれていたことになるが、同時期に観測されている隣接観測点の恒流の状態からみると、風による吹送流の影響としては充分な説明ができない。すなわち、Fig. 5.に示される恒流は湾形や海底地形によって生じる恒常的な性格が強いものと言えよう。その恒常性については今後なお検討しなければならないが、高知県水産試

れる。

(5) 最大流速の出現時間

月の133°E子午線上経過時刻から日周潮流および半日周潮流の最大流速値に達するまでの時間をみると、日周潮流では地域の特徴はなく等時線を描くことはできない。半日周潮流の等時線はFig. 11.のとおりであり、大陸棚縁から陸地に向かって月の子午線上経過後1時間から4時間の位相の遅れがみられる。しかし中央沿岸域では沖から岸に向かって月の子午線上経過後3時間から1時間へと位相差が少なくなる傾向がある。このように、位相差が逆進していることは潮浪の進行が陸岸で回折している現象を示すものと考えられる。

(6) 合成潮流の流況

Table 2.の月令に示すとおり、潮流観測は朔あるいは望の大潮期において実施されている。月の133°E子午線上経過時(高知港では最干潮時に相当する)を00時として3時間毎の潮流々況をFig. 12.に示した。すなわち、高知港を基準にすると、Fig. 12.の03時は上げ潮時の最大流速を示し、09時は下げ潮時の最大流速を示している。

高知港の上げ潮最大時の土佐湾の潮流は、局部的に整一でないが、全般的に湾内を時計回りに流れ、その流速は4~25 cm/secの範囲である。一方、下げ潮最大時の土佐湾の潮流は上げ潮時よりも流向がさらに整一でなく局所的な乱

験場が実施された漁況海況予報事業沿岸定線調査の各観測点における月別10年塩分平均値からの高偏差域が、須崎港南方と安芸南方の2線附近に集中する傾向があること⁶⁾から、土佐湾の表層における恒流は Fig. 5. に示したように足摺岬東方右旋環流・中央部左旋環流・室戸岬西部右旋環流の3つの環流により模式的に表現できよう。

2. 土佐湾にみられる進行性潮波浪

土佐湾の海底地形は陸岸近くから海深 200 m 線までの勾配はゆるやかで、その沖では急勾配の大陸棚傾斜となっている。SVERUDRUP *et al* (1942)⁷⁾、齊藤 (1959)⁸⁾ によると、大陸棚上で海岸に直角な進行性定常波にとまらう潮流の最大速度は、潮汐の振幅を一定とすると、大陸棚縁の近傍で潮流がもっとも強くなることを指摘している。

Fig. 9. 10. の両図に示されているように、土佐湾中央の陸棚縁近傍では沿岸域よりも流速が強くなっている。また、潮流楕円の形状を表わす長短軸流速比は Fig. 6. 7. に示すように中央で小さく、西側で大きい特徴がみられる。このことから土佐湾へは北西へ向かう進行性の潮浪による回折波の影響が土佐湾西部海域にあるのではないかと考えられる。

結 び

本報では、1976年から1978年の間に実施した土佐湾内の測流結果を解析し、(1)恒流成分から3つの環流系によって構成され、それらの環流系内の潮流特性は地域の特徴を示しているらしいこと、(2)土佐湾特有の大陸棚上には北西へ向かう進行性の潮浪が認められることを明らかにした。

しかし、取扱った資料が25時間という短時間の調和解の結果であり、潮流の精細な姿ではなく概要的なもので、上記の結論は仮設的な事項といえる。

本報にとりまとめることができなかったが、現在土佐湾西部の大陸棚上で一年間の長期測流を実施中であり、また東部では毎年4月定点

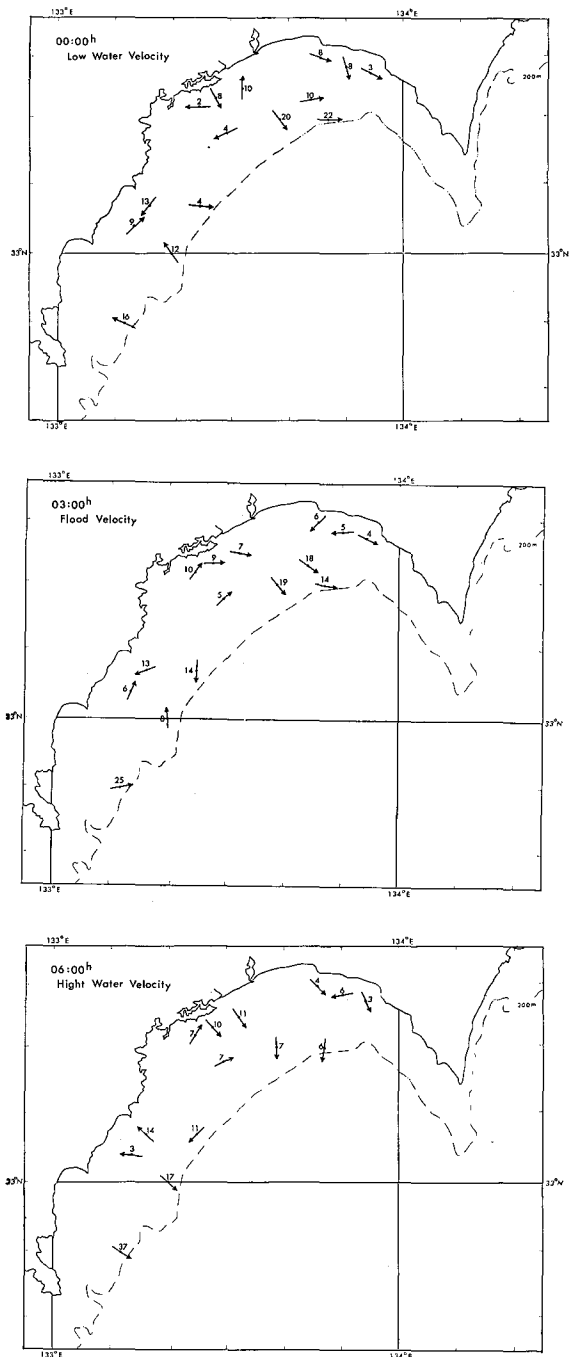


Fig. 12-1 Flow patterns obtained every three hour from the moon's transit on the meridian of 133°E.

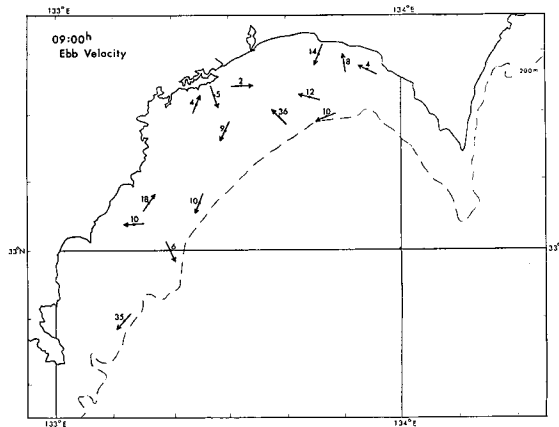


Fig. 12-2 Flow patterns obtained every three hour from the moon's transit on the meridian of 133° E.

Fig. 3 の A における測流観測を行なっている。それらのとりまとめに当っては、本報で触れなかった M_2 系以外の各分潮の詳細ならびに土佐湾の恒流変化と黒潮との関係などを含めて論ずることにしたい。

文 献

- 1) 別所進一. 1976: 土佐湾定点測流観測. 神戸海洋気象台海洋速報, 73, 4—22.
- 2) 南 秀人. 1976: 土佐湾定点測流 (MT式) 観測報告. 同誌, 74, 49—50.
- 3) 高知地方気象台. 1976—1978: 高知縣気象月報.
- 4) 中野猿人. 1939: 潮汐学. 528pp., 古今書院, (東京).
- 5) 早川典生・肥後竹彦・高杉由夫・藤原建紀. 1976: 紀伊水道・豊後水道・関門海峡の3水域における同時潮流観測について. 中国工業技術試験所報告, 1.
- 6) 宮田和夫・坂本久雄・百田方子. 1979: 土佐湾の海洋構造と流動. 土佐湾浮遊油の漁業への影響調査報告書 (印刷中).
- 7) SVERDRUP *et al.* 1942: The Ocean. 1087pp., (New York)
- 8) 齊藤行正. 1959: 海水・海流・潮汐. 254pp. 海文堂 (東京).