

三沢沖の潮流の季節変動

小田巻 実*

SEASONAL CHANGE OF TIDAL CURRENT IN THE OFF MISAWA.

Minoru Odamaki*

Abstract

The seasonal changes of tidal current harmonic constants are discussed by the harmonic analysis of one month for each period.

The major axis of tidal current ellipse for diurnal components points to NNW and the current flow along the coast.

Semidiurnal currents are usually very scarce, but occasionally become big in summer. At such times the semidiurnal tidal current turns SW or SSW and normally flows to the bottom contours.

The phase difference is $90-140^\circ$ between current and tide of the semi-diurnal component, and $180-200^\circ$ between water temperature and tide. These facts indicate the development of the local standing internal oscillation system for the semidiurnal tide by the summer thermocline.

1. まえがき

水路部では、1978年から79年にかけて青森県三沢沖（第1図）で夏と冬に2、3ヵ月の測流を実施した。1点1層に限定された観測であったが、いくつかの興味深い現象が見られ、その概要については既に発表し

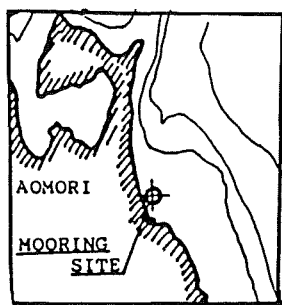


Figure 1 Current observation site. $40^\circ 43' N$, $141^\circ 29' E$. depth 35m.
Observed layer is 5m above the bottom.

* 沿岸調査課 Coastal Surveys and Cartography Div.

た(小田巻1985). その特徴のひとつに「冬には1日周潮流にスペクトルのピークが現われ, 半日周潮流にはほとんど出ない. 夏になると半日周潮流は1日周潮流と同程度のスペクトルピークを持つ。」ことがあった. 1日周潮流では南北成分が東西成分よりも大きいのに対し, 夏の半日周潮流では東西成分が大きい. この季節変動の原因としては, 夏に発達した密度成層による内部潮汐の可能性が考えられた. 以下では, 各季節毎に算出した潮流・水温・潮位の調和常数を手掛りに, 潮流の季節変化について再度検討してみることにした.

2. 観測記録に出現した潮汐周期の例

第2図aは, 冬に1日周潮流が顕在化した頃の記録で, 左は流れ, 中央は八戸の潮位, 右は現場の水温で, 各欄とも1行が1日である. 12月15日から20日頃を見ると, 潮汐には日潮不等はあるものの半日周潮がはっきり出ているのに対し, 流れには半日周潮は見あたらず, 1日周潮が現われている. 第2図bは夏の観測記録で8月25日前後に半日周期の潮流と潮汐がはっきり認められ, 水温にも半日周期に近い変動が見られる. 第2図a, bを見てわかるように, 潮汐周期以外の流れが潮流以上に強くなり, 潮流がおおい穏される時期も多い.

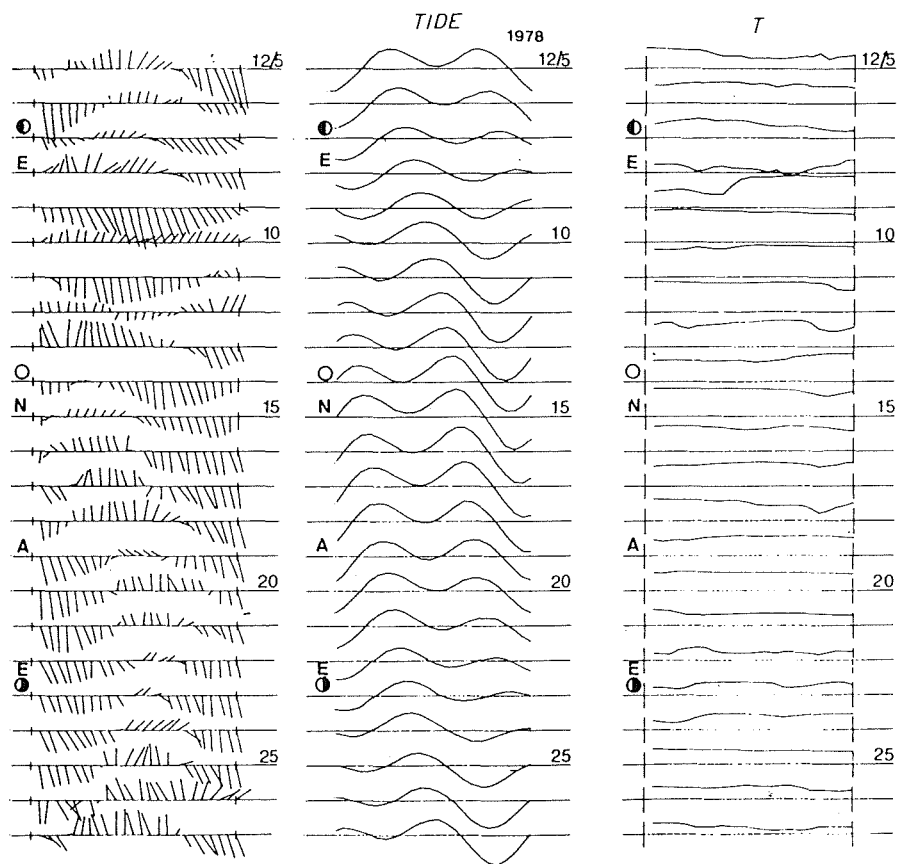


Figure 2 (a) Observed data in winter(1978-12·5~27). Left ; hourly current vector, Center ; water height in Hatinohe, Right ; water temperature.

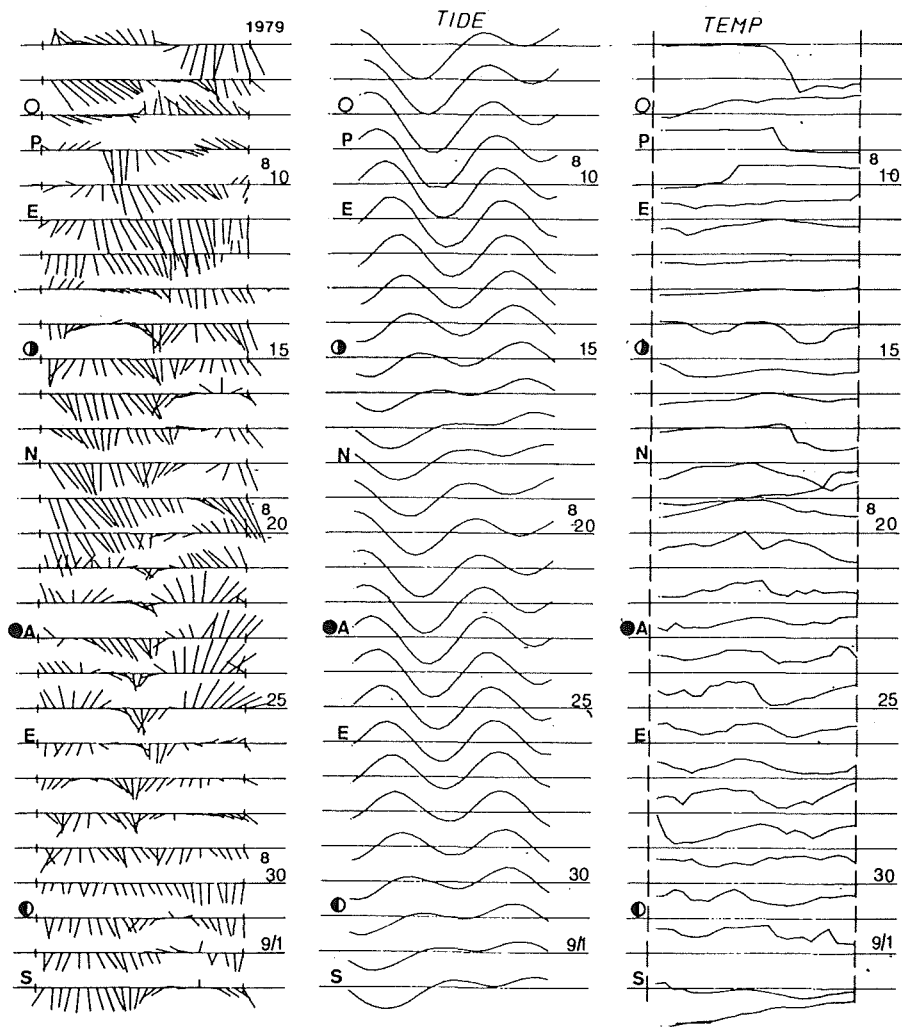


Figure 2 (b) Observed data in summer (1979.8.6~9.2). Left ; hourly current vector, Center ; water height in Hatinohe, Right ; water temperature.

3. 調和常数に現われた季節変化

第1表は、A. T. Doodsonの方法による1カ月の調和分解を行って、調和常数の変化を見たものである。潮汐の調和常数では、振幅は約1割、位相遅れは約1度の変化しか示さないのに対し、潮流の調和常数では振幅と位相遅れの両方ともに大きく変動していることがわかる。第1表の主要四分潮の変動および相互の関係について、次のような特徴が認められた。

(1) 1日周潮流の楕円の長軸は、ほぼ北北西を示し、岸線に沿って北北西流と南南東流を1日に1回くり返す(第3図)。1日周期の潮汐と潮流では、ほとんどの時期は約20~40°の位相差であり、岸に沿って北上する進行波の形となっている。

(2) 半日周潮流が有意な大きさを持つのは、夏の一時期(7月28日から1ヵ月間)だけである。この時期

Table 1 Harmonic constants of current, temperature and tide for each month.

期間		M2		S2		K1		O1					
		方向	振幅	位相	方向	振幅	位相	方向	振幅	位相			
78年12月 5日	楕円長軸	24	1.2	114	304	0.7	28	346	4.9	188	347	3.7	109
	水温		3.0	128		0.5	40		3.3	184		1.3	6
	潮位		30.8	105		13.5	145		23.6	162		18.0	146
78年12月21日	楕円長軸	28	1.3	220	287	0.7	345	349	3.9	242	346	5.3	229
	水温		2.3	129		0.6	252		2.2	76		4.5	243
	潮位		31.1	105		14.0	146		24.2	164		19.1	146
79年 7月28日	楕円長軸	54	2.2	193	81	2.5	286	310	4.3	155	331	8.0	81
	水温		4.5	284		13.7	353		22.5	2		29.2	350
	潮位		30.5	106		14.5	144		21.8	164		17.2	147
79年 8月29日	楕円長軸	12	1.7	216	279	0.9	50	338	6.6	139	341	5.0	114
	水温		4.1	162		3.6	347		5.1	101		5.2	322
	潮位		30.4	104		14.2	142		20.6	161		16.3	148
79年 9月30日	楕円長軸	11	1.6	220	19	0.7	176	348	5.0	116	348	0.4	89
	水温		0.7	65		0.4	193		0.6	249		2.7	211
	潮位		30.2	105		14.0	144		21.4	163		16.8	147

楕円 : cm/s, 水温 : 1/100deg, 潮位 : cm.

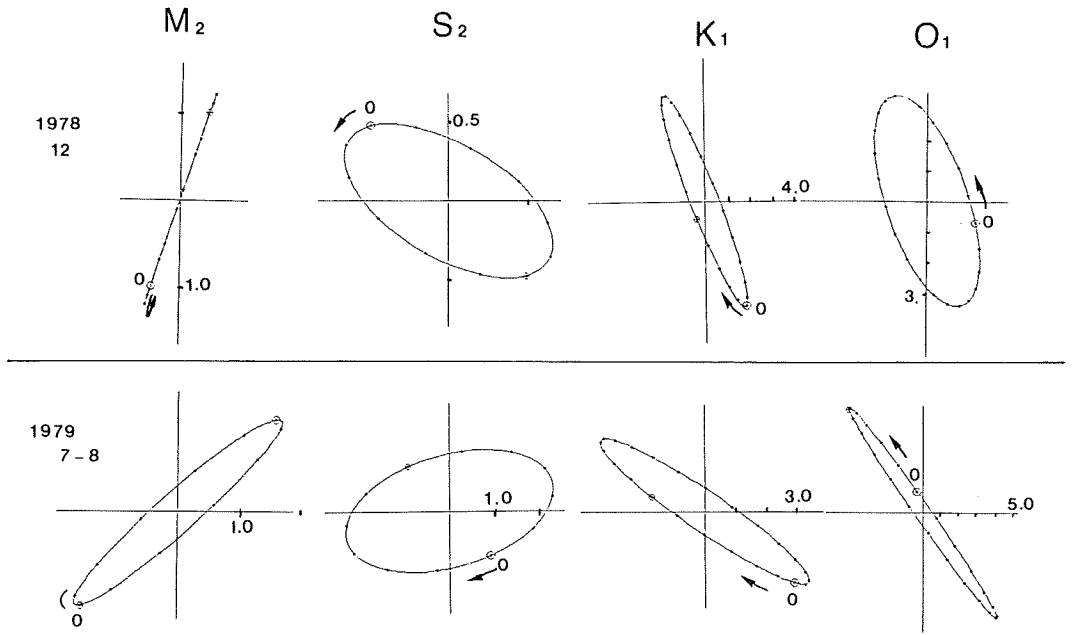


Figure 3 Tidal current ellipses of M_2 , S_2 , K_1 , O_1 component.

Above : winter, Below : summer. Velocity scales are not consistent.

の半日周潮流の長軸の方向は、南西から西南西の方向で、岸線に直交する傾向にある。半日周期の潮汐とは $90^\circ \sim 140^\circ$ の位相のずれがあり、定常波もしくは岸に何かって進む傾向が見られる。

(3), (2)の時期には水温の変化にも潮汐周期のものが顕在化する。特に M_2 を除く S_2 , K_1 , O_1 の分潮成分が大きい。海面の潮汐とは $180^\circ \sim 210^\circ$ の位相差があり、高潮の頃に現場水温が低くなり低潮の頃に高温となることを示している。水温変化を水温躍層の動きに置き換えてみると、海面と水温躍層はほぼ同時か $1 \sim 2$ 時

間遅れで、同位相の昇降をしている。水温の半日周期成分と半日周潮流の位相差は $70\sim 90^\circ$ で定常波的な関係であり、岸に向かう流れが強くなってから約2時間後に水温が極大となる。1日周期の水温と流れの関係では、K1周期は北流最強後約一時間で水温極大となり、O1では水温が極大となった後約6時間後に北流最強となる。

(4) 半日周期の潮汐の振幅は夏と冬で約1 cmの違いしか見られないが、1日周潮の振幅は夏が冬よりも3 cmほど小さい。

表には示さなかったがQ1, N2などの副次的な分潮を見ると、潮汐では主要四分潮の1/10以下と振幅が小さいのに対し、潮流では表の値以上になることがあり、天文潮汐以外の外部要因が効いていることを示唆している。

4. まとめ

小倉(1933)、西田(1980)の同時潮図では、本州北東岸の1日周潮は岸で振幅が大きく岸を右に見て進む捕捉モード(trapped mode)の波となっている。従って、1日周潮流についても岸に平行する潮流が岸近くで大きくなる可能性がある。半日周潮では、本州北東岸に平行に入射する形となっており漏出モード(Leaky mode)の定常波となっていると見られる。従って、沿岸部には強い半日周潮流は現われてこない。逆に夏に半日周潮流が増幅するのは、水温躍層の働きによって、かなり狭い領域においても振動系を作ることができるようになるためと思われる。前述の調和常数の関係は、この推論を裏付けている。ただし、半日周潮の傾向は上述の同時潮図とほぼ合うものの、1日周潮では北向き進行波となっていて合わない。この矛盾の原因は、この測点が沿岸の反流域に位置していた可能性や、津軽海峡の潮流の影響を受けている可能性が考えられるが、今後、陸棚縁辺域にまで観測を行えばはっきりすることができよう。

なお、内部潮汐の傾向が、79年7～8月以外の夏の時期に見られないのは、8月は津軽暖水の勢力が強く水温躍層が強かったものの、9月以降は津軽暖水の張り出しが弱く水温躍層の位置が変化したためと思われる。

参 考 文 献

- 小田巻実 1985: 三沢沖の沿岸流について, 水路部研究報告第20号, 117-137ページ
 小倉伸吉 1933: 日本近海の潮汐, 水路部報告第7巻.
 Nishida, H. 1980: Improved tidal charts for the western part of the North Pacific Ocean. Rep. Hydrogr. Res. No15, p.p. 55-70.
 杉本隆成・川崎康寛 1984: 津軽暖流の季節・経年変動とその力学的解釈, 沿岸海洋研究ノート第22巻, 第1号, 1-11ページ