

## 相模湾沿岸の流れの変動について -

### Current variability along the coast of Sagami Bay -

岩田 静夫 細田 昌宏\* 松山 優治\*\*  
Shizuo IWATA Masahiro HOSODA Masaji MATSUYAMA

#### はじめに

相模湾は太平洋に面した開放型の湾で、その沖合には強大な勢力を有する黒潮が流れている。このため相模湾及びその周辺海域の海況は黒潮の変動に強く支配されていると考えられる。小金井(1976)は相模湾及び周辺海域の各地で1日1回定時に測定されている表面水温の変化を追跡し、相模湾及び相模灘の海況変動は各種の沖合水及び沿岸水からなる水塊が玉突現象的に移動した結果であると考えた。沖合の海況変動に伴って湾内に起る現象の特徴的な例として急潮がある。木村(1942)は沖合暖水が多量に沿岸に流入し、沿岸域に強流を生じさせ、沿岸水温を急上昇させる現象を「沿岸大急潮」と定義し、1930~1939年の10年間の相模湾ブリ漁期(12~5月)における沿岸大急潮について詳細に調べた。それによると、沿岸大急潮は黒潮の流れの変化が沿岸に作用し、周辺より2~4 高い暖水が湾内を時計又は反時計回りに進むようである。一方著者等(岩田(1976, 1979), 及び松山・岩田(1977))は流れが強く湾内に設置された定置網が揚網不能の場合を急潮と定義し、湾西部で発生した急潮についてその特徴を調べた。その結果やはり高温な沖合水の流入により急潮が発生する 경우가多いが、沿岸域で水温変化を伴わない急潮や沿岸域に低温水が流入して発生したと考えられる急潮も存在することを指摘した。さらに松山他(1974)は1964~1971年に日本沿岸に起きた異常潮位時における相模湾及び周辺海域の海況変化を調べ、相模湾では異常潮位に関連したバロクリニックな海水運動が認められ、これらの現象は沿岸水と沖合水を含めた系全体が関与して発生したものであろうと推測した。

これらの特異現象とは別に、ほぼ定常的に存在する比較的時スケールの短い現象(数日~14日)も最近注目されてきた。その1つの例として、平(1977)は伊東における1775~1976年の潮位観測記録をスペクトル解析

し、周期3.5日と9.3日にピークが存在することをみつけた。一方当水試では小金井(1976)の考え方にもとづき、沿岸各地の定地水温を中心に海況変化を日単位で追跡し、相模湾及び周辺海域の海況の解析及び予報を行なっている。水温、塩分及び潮位等の観測と解析から相模湾では数日~2週間程度の変動が特徴的であるという結論を得た。このような水温、塩分変化にみられる時間スケールの現象が流速変動に明確にあらわれるかどうか問題があった。そこで、1976年7月と1977年4月の2回、湾西部の小八幡定置網漁場において約1ヶ月間流向・流速・水温の測定を行なった。1977年4月の調査では、流速に顕著な4~5日周期の変動がみられ、その振幅は最大40cm/sec以上にもなった。水温にはこの周波数域の変動はみられなかった。測定現場で水温変化を伴わない流速変動が存在したことは非常に注目される現象で、我々が水温変化を中心に追跡してきた時間スケールの変動よりもっと短い変動であった。ここで改めて、流れの場の変動と水温場の変動の特徴を調べ、それらの関連性を調べる必要があるとなった。そこで、相模湾沿岸で同時に数ヶ所で流向・流速・水温の変化を追跡し、その特性把握を試みた。

#### 観 測

1977年10月18日~11月24日に行なった流速計の設置点を図1に示した。城ヶ島を除いた他の設置点は、係留系の紛失事故を避けるため、毎日監視可能な定置網漁場付近を選んだ。

係留系の設置方式は基本的には図2のとおりであり、城ヶ島では船舶の航行の妨げにならないように系全体を完全に水中に沈めた。他の測点は中間ブイから海面まで口

\* 東京水産大学

\*\* 東京水産大学海洋環境工学科

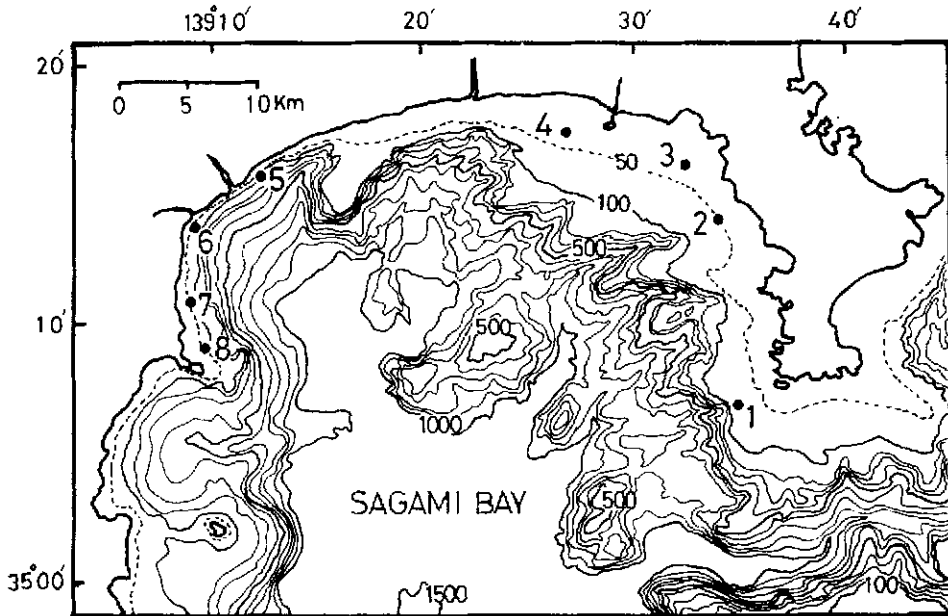


図1 流速計設置点(1.城ヶ島,2.芦名,3.小坪,4.藤沢,5.小八幡,6.道合,7.岩江,8.真鶴)

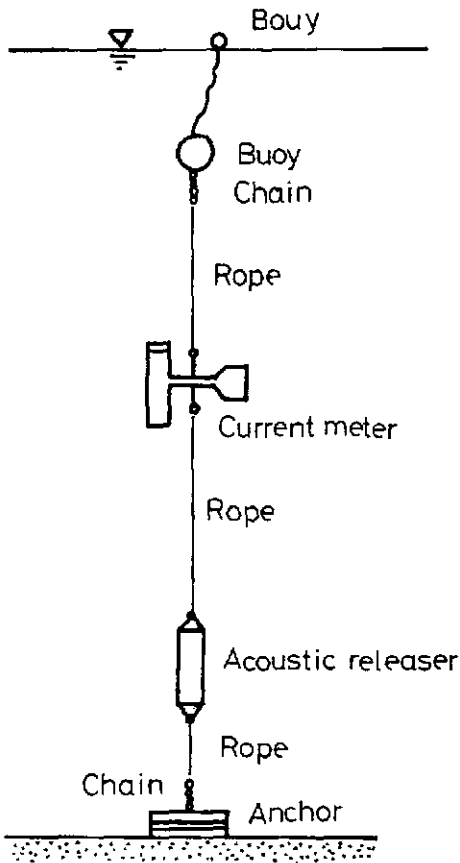


図2 流速計係留図

ープを延ばし、標識用のブイをつけた。

係留系の仕様は次のとおりである。

アンカー：空中重量50kg/1本のレール。中間ブイ：径350M/M、耐圧深度500m、浮力19.3kg/1個のポリ浮子。表面ブイ：径250M/Mのポリ浮子。流速計：MTC M-5型（鶴見精機KK）で水中重量11kg/1台、耐圧深度200m。切離装置：超音波式切離装置M-型（日本油脂KK）で水中重量10kg/1台、耐圧深度1,000m。その他チェーン、シャックル等である。

ロープの両端は磨耗を防ぐため、コースを取付けた。ロープと各機材の結節はシャックルで止め、ロープとアンカー、浮子の結節にはチェーンを用いてロープの磨耗を防いだ。また流速計にペイント（高田3LA/F）を塗布し、生物が付着しないようにした。

係留系の設置は船上で図2のように組立、船をドリフトさせながらアンカーから順次投入した。係留系を投入後、船上の超音波式呼出装置を作動させ、切離装置の設置水深と位置を確認した。

回収は船上から超音波式呼出装置により切離装置に切離信号を発信し、係留系を浮上回収した。

流速計のデータは磁気テープ記録方式で、データのサンプリング間隔は5分にした。流速は5秒間の平均値、流向と水温は瞬間値である。

今回観測した流速計の設置位置、水深、測定深度、観測期間を表1に示した。

流向・流速のヒストグラム

各測点における流向・流速のヒストグラムを図3 - 1, 2 に示した。

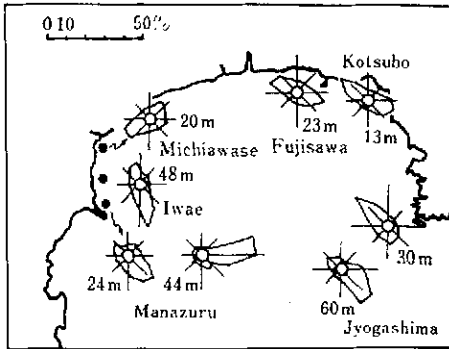


図3 - 1 流速の頻度分布 (1977年10月18日～11月24日)

ている。これらのことは、上層では湾東部海域から流入し、西部から流出する反時計回りの流れが卓越することを示唆しており、宇田 (1937) が示した冬季の流れに似ている。

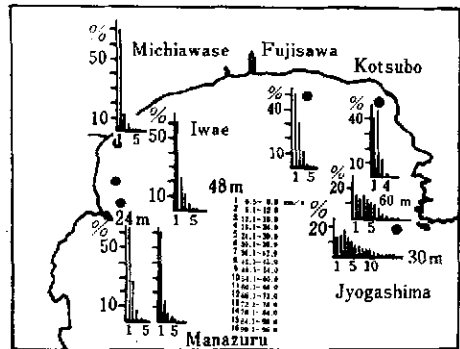


図3 - 2 流向の頻度分布 (1977年10月18日～11月24日)

表1 1977年10月18日～11月24日における測点別の設置水深、位置、測定深度、観測期間およびデータ記録数 (1時間に1回)

Station	Water Depth (M)	Instrument Depth (M)	Observation Period	Record Length (Hr.)	Coordinates
Jyogashima (Upper)	91	30	18, Oct. - 24, Nov.	Velocity-888 Temp. -888	35° 7.4'N 139°35.2'E
Jyogashima (Lower)	91	60	"	Velocity-888 Temp. -888	"
Kotsubo	23	13	"	Velocity-888 Temp. -888	35°13.8'N 139°34.8'E
Fujisawa	43	23	"	Velocity-888 Temp. -888	35°17.4'N 139°26.3'E
Koyawata (Upper)	75	30	"	Velocity- # Temp. - #	35°14.5'N 139°11.2'E
Koyawata (Lower)	75	60	"	Velocity- # Temp. -888	"
Michiawase	40	20	"	Velocity-869 Temp. -869	35°13.1'N 139° 9.2'E
Iwae (Upper)	88	28	"	Velocity- # Temp. - #	35° 8.8'N 139° 9.5'E
Iwae (Lower)	88	48	"	Velocity-864 Temp. -864	"
Manazuru (Upper)	64	24	"	Velocity-856 Temp. -856	35° 8.3'N 139°10.1'E
Manazuru (Lower)	64	44	"	Velocity- # Temp. -864	"

# : Instrument was not operated.

各測点の流向は測点に近い海岸に平行な成分が卓越している。城ヶ島では30m深と60m深の流向頻度分布が正反対となっており、上層ではNW流、下層ではSE流が卓越している。小坪と藤沢では海岸に平行な流れが同じ位の頻度で示されている。道合ではSW流が他の流向に比べて僅かに多く、岩江と真鶴ではS～SE流が卓越し

流速は0.5～6.0cm/secの大きさが卓越しているが、城ヶ島と小坪では6.0～18.0cm/secの流速がもっとも多い。城ヶ島では上、下層ともに流速が大きく、上層では最大90cm以上の値がみられた。他の測点では最大流速が42cm/secを越えなかった。

流速の変動特性

各測点における流速の卓越する方向の変動とその関連性を検討するため、流速を海岸に平行な成分 (U-Comp)

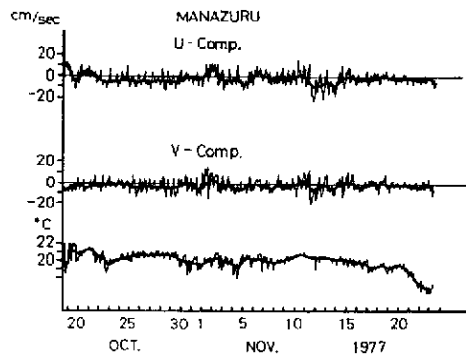
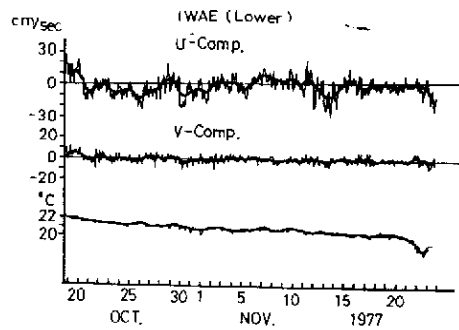
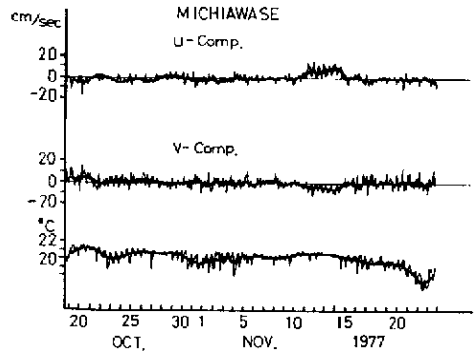
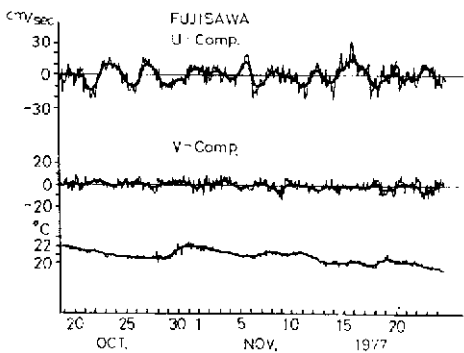
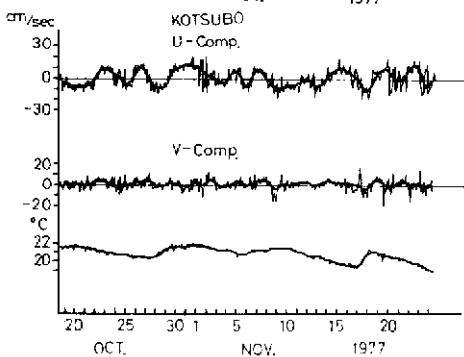
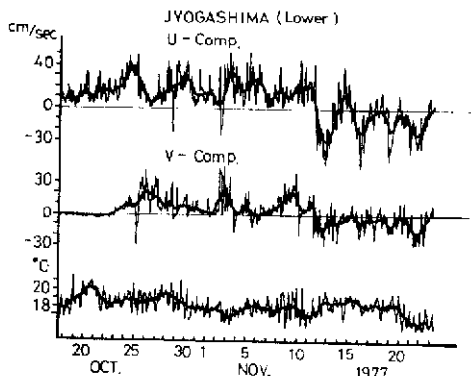
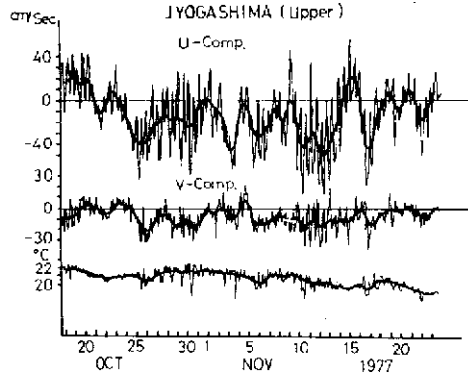


図4 各測点におけるU-Comp., V-Comp.および水温の変化 (太線は25時間の移動平均) 海岸に平行成分 (時計回り正) - U-Comp.

海岸に直角成分 (海岸方向を正) - V-Comp.

ment : 時計回りを正)と海岸に直角な成分 (V-Component : 海岸方向を正)に分けた。各測点における観測結果を時間毎のデータに25時間の移動平均値を重ね、図4に示した。25時間の移動平均を施せば、日周潮以下の周期の短い変動は除かれ、それより長い周期の変動について検討しやすいと考えられる。

図4によれば、U-Componentは湾東部の城ヶ島、小坪、藤沢の測点で大きく、湾西部の道合、岩江、真鶴の測点では小さい。潮汐周期の変動は全測点で見られ、城ヶ島の上層の流速は潮汐周期の変動が特に顕著となっている。道合、真鶴ではU-ComponentとV-Componentの変動の大きさがほぼ等しく、流速変動の卓越する方向が海岸に対

しある角度をもっていることを示唆している。

次に卓越成分であるU - Componentについて25時間移動平均したものを図5に示し、長周期変動(潮汐周期より

速計設置点付近の水温の鉛直分布が上述したような変化をしたとすれば、10月18日~11月12日には30 m深と60 m深の間に水温躍層が存在し、12日以降は躍層が60 m以深

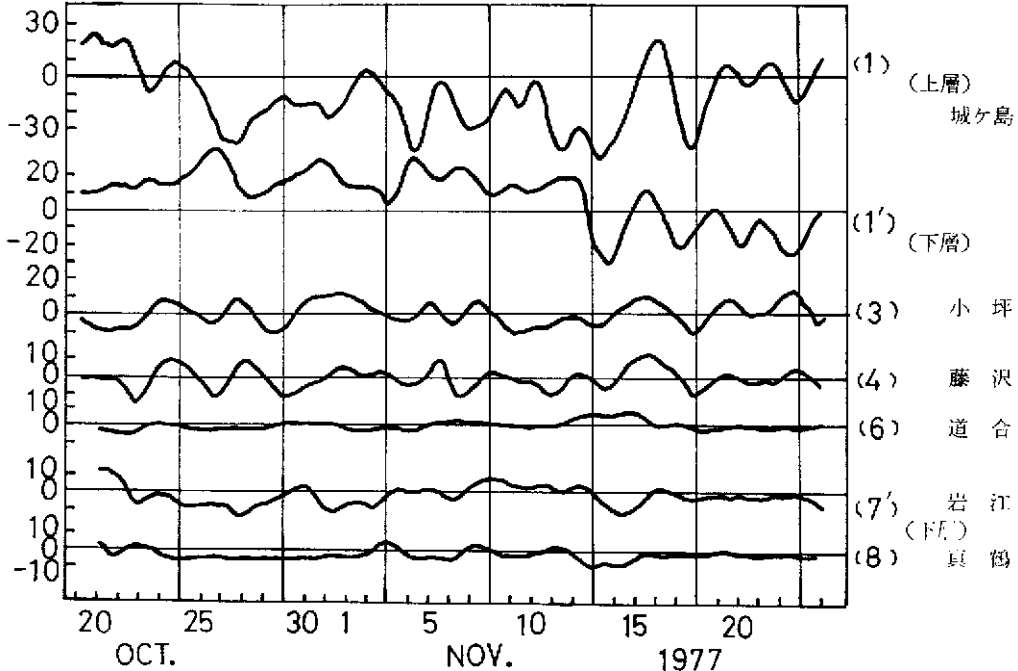


図5 各測点におけるU-Comp, の25時間移動平均の変化(1977年10月18日~11月24日)

長い周期)について検討した。城ヶ島、小坪、藤沢および岩江では数日周期の変動がみられる。変動の振幅は城ヶ島がもっとも大きく、次に小坪と藤沢で同程度の大きさを示し、湾西部ではさらに小さくなっている。変動のパターンは城ヶ島上層、小坪、藤沢では各測点間に多少の時間のずれはあるがよく似ている。特に小坪と藤沢では変動パターンが酷似しており、両測点の流速変動が深く関り合っていることを示唆している。道合、岩江、真鶴では変動の振幅が小さく、変動パターンの類似性ははっきりしない。

城ヶ島では10月18日~11月12日頃まで上層は湾内へ流入、下層では湾外へ流出と流れの向きが正反対となっていた。11月12日以降になると上層と下層の流れの向きがよい対応を示している。当水試では相模湾の定点観測を行っており、城ヶ島の西沖約14km(35°08.0N, 139°27.5E)における10, 11, 12月の水温鉛直分布を図6に示した。10月7日の観測では水温躍層20~75mの深さに存在したが、11月4日になると、50~100m深と前月に比べて深くなっている。12月5日には水温躍層は75~150m深に存在し、躍層も弱まっている。城ヶ島の流

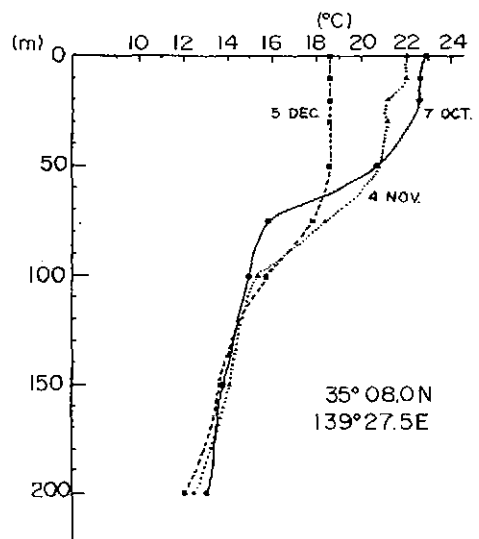


図6 城ヶ島西沖における10, 11, 12月の水温の鉛直分布

に達したと考えられる。このような現象が11月12日を境いとした30 m深と60 m深の流向変化に結びついていると

考えられる。

流れと同時に測定した水温を三崎瀬戸の連続観測を含めて図7に示した。城ヶ島、小八幡、道合、岩江、真鶴では潮汐周期の変動が卓越している。城ヶ島と小八幡では最大約4℃の振幅で変化しており、この変動は海洋前線の水平移動というよりは内部潮汐波によるものと予測される。測点間の水温変動の関連性についてみると、日単位以上の変動は湾東部の城ヶ島から藤沢ではよく似た変化をしている。昇温時間は松山・岩田(1977)が示した急潮の例と同様に城ヶ島から藤沢に向けて遅れている。湾西部の小八幡以西では湾東部の水温変動と関連性は認

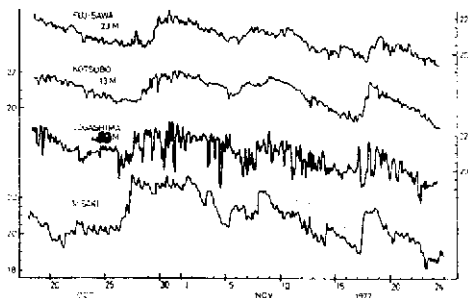
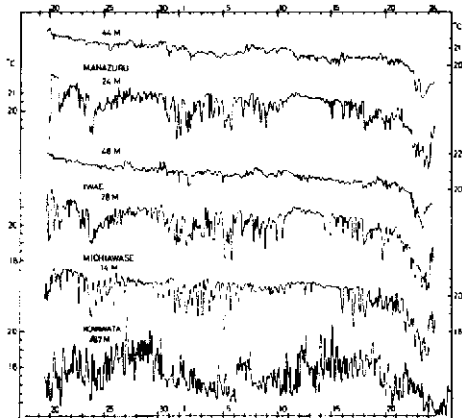


図7 各測点における水温の時間変化(1977年) 10月18日～11月24日)

められない。また湾西部では測点間の水温変動の関連性ははっきりしないが、11月23～24日には小八幡を除いた各測点で水温が大きく下がっている。

水温には流速変動にみられた顕著な数日周期の変動は各測点ともに認められない。流速の数日周期の変動が顕著な小坪、藤沢にもこのような変動に対応する水温変化は存在しない。水温躍層が存在する時期に水温変化を伴わない流速変動がみられたことは、今後この変動の力学的構造を明らかにする際重要なことであろう。

### 長周期変動について

1. 長周期変動の分散流速変動の大きさを分散で代表し全変動に対する長周期変動の割合を求めた。測得した流速の時系列は、

$$u = \bar{u} + \bar{u}' + u'$$

と表わすことができる。ここで $\bar{u} = u(u, \quad)$ は海岸に平行成分、 $U$ は直角成分である。 $\bar{u}$ は時間平均、 $\bar{u}$ は25時間の移動平均、 $u'$ は25時間以下の変動成分である。

$u$ の分散(全分散Total variance:  $TV$ )、 $\bar{u}$ の分散(長周期変動の分散Low-passed variance:  $LPV$ )および $u$ の分散(High-passed variance:  $HPV$ )を求めた。従って $LPV$ は長周期変動の運動エネルギー、 $HPV$ は25時間以下の運動エネルギーを代表し、日周潮、半日潮の成分は $HPV$ に含まれる。 $LPV/TV$ は全変動エネルギーに対する長周期変動エネルギーの割合を表わす。各測点における計算結果を表2に示した。但し、 $LPV$ 、 $HPV$ 、 $TV$ はU-Componentについてのみ求めた。

U-Componentの平均流速は、城ヶ島下層と小坪以外は負であり、沿岸の流れが反時計回りであることを示している。城ヶ島上層では平均約12cm/secの流速で相模湾に流入している。

各測点の $TV$ は城ヶ島、小坪、藤沢と湾東部で大きく、城ヶ島では他の測点に比べて1桁大きい値を示している。相模湾と灘における流れは、大島西水道から沖合系水が流入、東水道から流出し、沖合系水の一部が東京湾口から三浦半島西岸に流入するパターンが一般的である。城ヶ島の $TV$ が他の測点に比べて大きいのは沖合の流れの影響を強く受け、変動が大きくなるためと考えられる。

U-Componentの $LPV$ は $TV$ と同様に城ヶ島がもっとも大きく、次に小坪、藤沢となり、長周期変動は湾東部が湾西部に比べて大きい。しかしながら、全分散も湾東部が湾西部に比べて大きいので、 $LPV/TV$ を比較することにより長周期変動の卓越性について検討した。 $LPV/TV$ は

表2 各測点における平均水温・流速, HPV, LPV, TV, LPV/TV

Station	Mean Temp. ( )	Mean U Comp. (cm/sec)	Mean V Comp. (cm/sec)	HPV* (cm/sec) <sup>2</sup>	LPV* (cm/sec) <sup>2</sup>	TV* (cm/sec) <sup>2</sup>	LPV/TV	LPV/TV**
Jyogashima (Upper)	20.90	- 11.97	- 6.47	340.5	327.8	728.5	0.450	0.373
Jyogashima (Lower)	18.39	8.96	3.30	117.0	241.6	383.9	0.629	0.524
Kotsubo	20.88	0.20	0.96	31.0	43.4	82.8	0.524	0.171
Fujisawa	20.88	- 0.25	0.44	25.1	39.1	77.2	0.507	0.243
Michiawase	20.18	- 0.36	0.51	7.1	6.6	14.2	0.462	0.248
Iwae (Lower)	20.77	- 2.35	0.02	31.5	29.0	66.3	0.438	0.194
Manazuru (Upper)	20.15	- 2.24	- 1.12	23.6	8.1	33.7	0.239	0.146
Manazuru (Lower)	20.74	-	-	-	-	-	-	-

\* HPV : Variance of 25 Hr. high-passed records of U comp.

\* LPV : Variance of 25 hr. high-passed records of U comp.

\* TV: Total Variance of U comp.

\*\* LPV/TV : Rate of LPV and TV of V comp.

城ヶ島下層で0.629, 小坪で0.524, 藤沢で0.507の順になっており, 湾東部は湾西部に比べて全分散に占める長周期変動の割合が大きいことを示唆している。V-ComponentのLPV/TVはU-Componentに比べて小さく, V-Componentは25時間以下の変動(主に潮汐周期と考えられる)が卓越していることを示している。

## 2. 流速のパワースペクトル

前述したように湾内の流れはV-Componentが卓越するので, U-Componentについてパワースペクトルを求め, 流速の周期性について検討した。観測期間は37日間で, 図5に示したように数日周期の変動が10波も含まれていないので, 低周波域で解析能のよいMEM (Manimum Entropy Method) を用いてスペクトルを求め, 図8に示した。

城ヶ島上層, 小坪, 道合, 岩江下層, 真鶴上層では半日周期に顕著なピークがみられた。城ヶ島上層と岩江下層では日周期にもピークがみられ, 両測点では潮汐周期の変動が卓越していることを示す。

長周期変動は城ヶ島下層で81時間(3.4日), 藤沢で99時間(4.1日), 真鶴上層で53時間(2.2日)にかなり顕著なピークがみられる。他の測点では城ヶ島上層で99時間(4.1日), 小坪80~148時間(3.3~6.2日), 道合で62時間(2.6日), 岩江下層で72時間(3.0日)に帯状にエネルギーが集中している。全測点で長周期域にピークが存在し・湾東部では3.3~6.2日)に対し, 西部では2.2~3.0日と卓越長周期がやや短くなっている。

## 3. 測点間の相関

これまで述べたように, 長周期変動は海岸に平行な向き成分が卓越していた。そこで, 長周期変動がどのように伝播しているか, 相互相関関数を求め, 検討した。

$$R\bar{u}_1\bar{u}_2(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T \bar{u}_1(t) \cdot \bar{u}_2(t + \tau) dt$$

: Time lag (hr.),  $u_1, u_2$ : U-Componentの25時間移動平均値, T: 観測期間。

相互相関関数が最初にピークをとるTime lag  $\tau_m$ と測点間の距離 $\lambda$ から $\lambda/\tau_m$ を計算することにより, 伝播速度を概算することができる。ここでは25時間の移動平均した流速から相互相関関数を求めているので, 変動成分の周期はわからないが, 長周期成分の伝播速度とみなすことができる。相互相関関数は小坪と藤沢以外では明確なピークがみられなかった。小坪と藤沢間の相互相関関数は図9に示したように最初のピークをとるTime lagは約9時間である。両測点間の直線距離は約10kmであるから, 伝播速度は約31cm/secになる。

次に両測点のU-Componentは酷似した変動を示していたことから, コヒーレンスと位相差を求め, 図10に示した。コヒーレンスは約86時間(3.6日)を中心とした長周期域で0.6以上となっている。長周期域での位相差は約40°で藤沢が遅れている。これは約86時間の周期をもった変動が約30cm/secの速さで岸を右手にみて小坪から藤沢に伝わっていることを示している。また, この値は相互相関関数から求めた伝播速度とほぼ等しい。

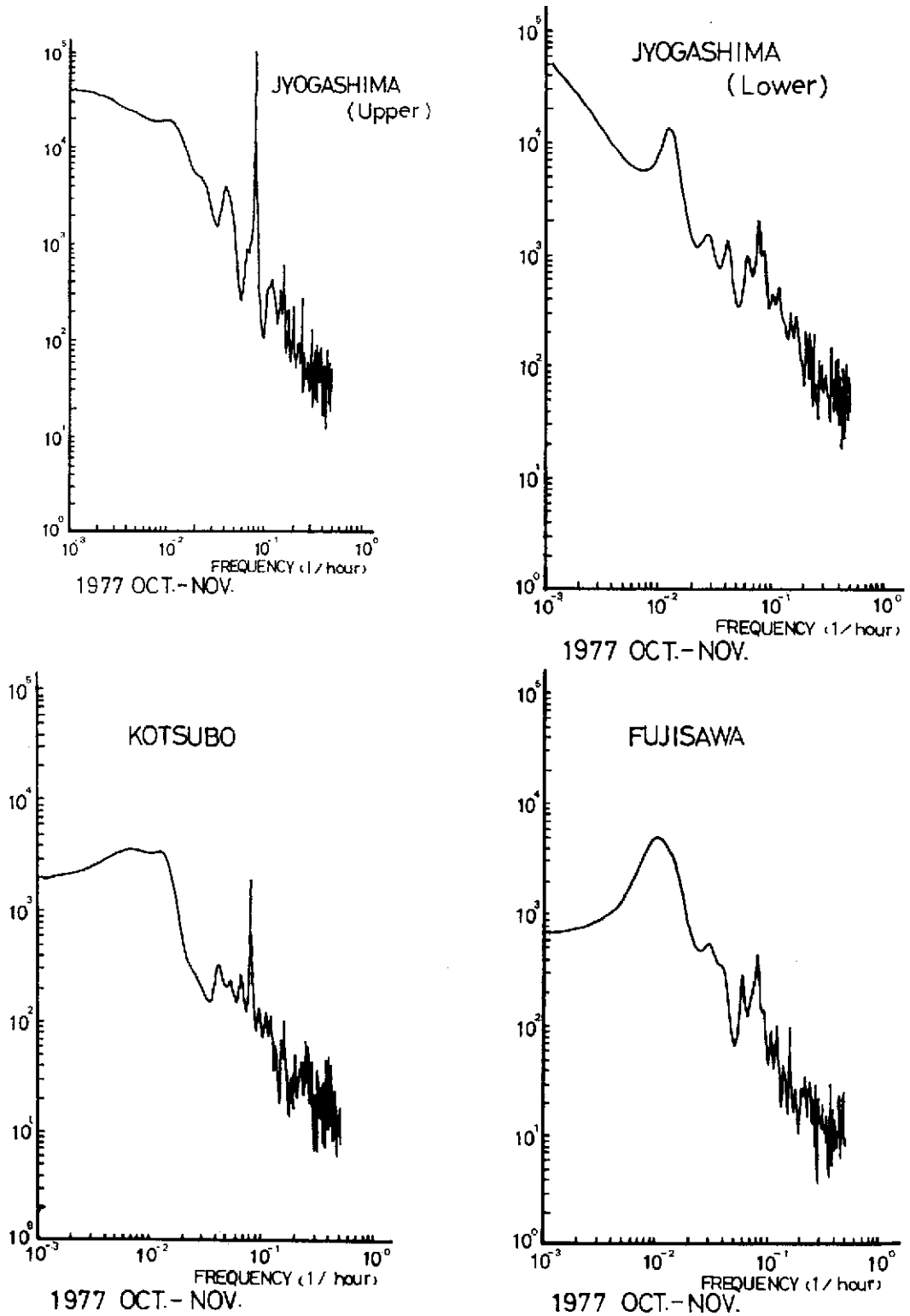
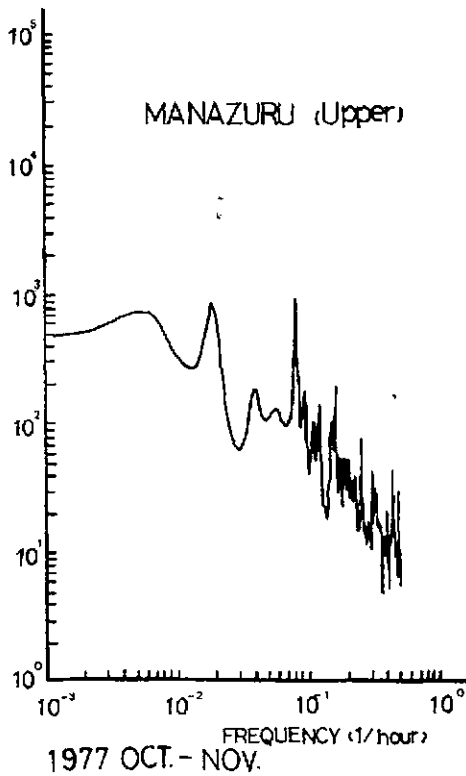
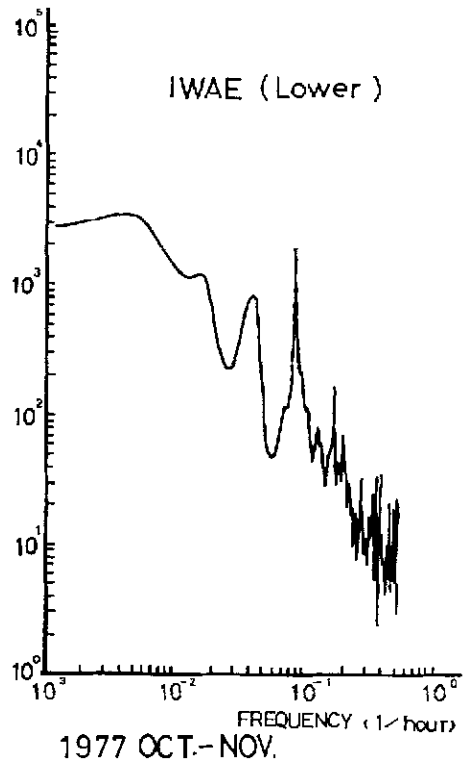
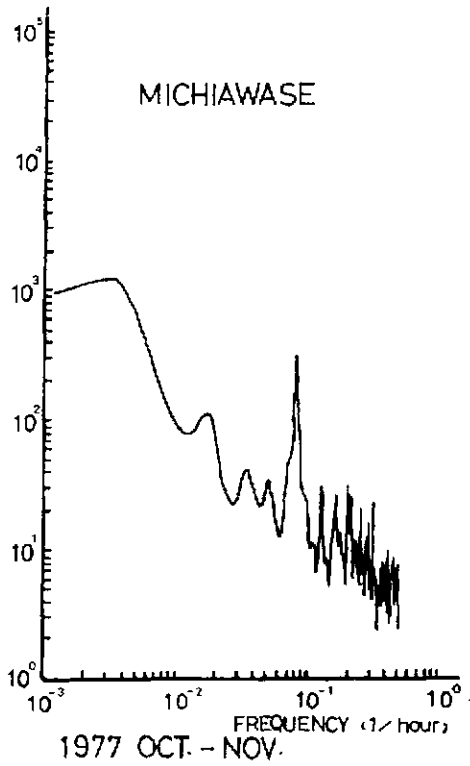


図8 各測点におけるU-Comp.のスペクトラム(1977年11月18日~11月24日)





まとめと考察

- 1977年10月18日～11月24日に行なった相模湾沿岸の流動調査から得られた結果をまとめると次のようになる。
- (i) 流れは岸に平行な成分が卓越する。平均流は相模湾を反時計回りに流れる向きで、その大きさは最も大きい城ヶ島沖で10cm/sec程度である。
  - (ii) 流速変動に水温変化を伴わない150～150時間の長周期の変動が卓越する。この長周期変動に潮汐周期

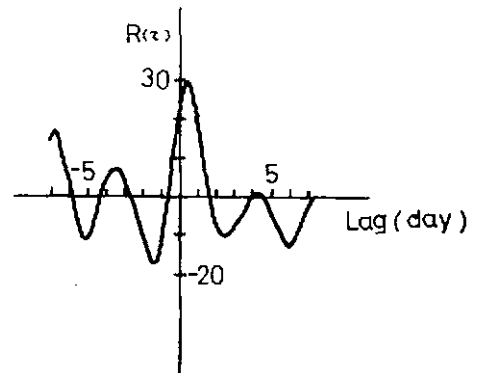


図9 小坪と藤沢における相互相関関数

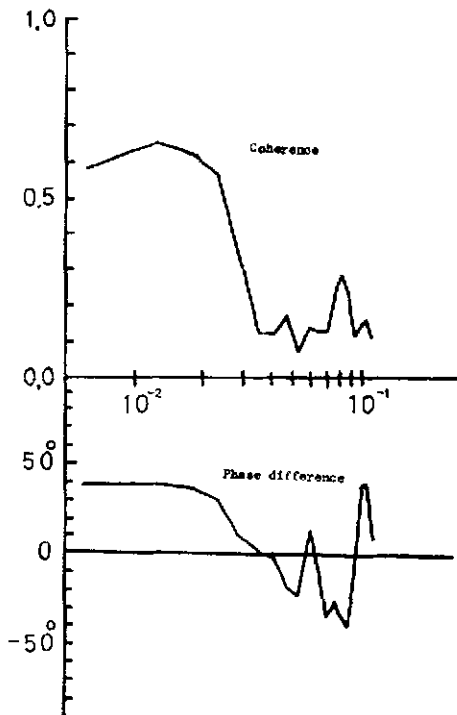


図10 小坪と藤沢間のコヒーレンスと相位差 (1977年11月18日~11月24日)

の変動が重なっているのが特徴的なパターンである。振幅は湾東部が大きく、湾西部で小さい。これは湾の海底地形と深い係りを持っている。長周期変動は湾東部の小坪と藤沢では東から西に向かって移動し、その移動速度は約30cm/secである。

本研究を進めるに際し、次の三点について特に注目し、それを明らかにすべく取組んだ。1つは相模湾の平均流はどの向きにどの位の大きさをもって流れているか、宇田(1937)が指摘したような反時計回りのパターンが本当に顕著なのかということ、次に急潮が果してどの程度の流れなのか、湾全域で測定するとどのような姿で観測されるのかである。最後に水温、塩分変化からみられる数日~2週間の時間スケールの変動が流速変動でも卓越するのであった。最初の問題は非常に弱いながら、反時計回りの循環系が認められた。

次に急潮は1977年4月に小八幡で40cm/sec以上の流れを観測した時と違って今回は、城ヶ島を除く湾内の測点ではそれほど強い流れはみられなかった。最後の長周期の変動は水温、塩分変化とは全く時間スケールの異なる現象が流速測定でみつけられた。さらにこの現象は、流速変動で最も卓越するものであった。

観測された長周期変動に対応する現象は、日本沿岸だけでなく各国における流動調査等からも明らかにされている(Hamon(1962, 1966), Lee(1975, 1977), 中川・久保田・中村(1979))。

特に約15年前にHamon(1962)の観測によりみつけられた長周期変動をRobinson(1964)が理論的に説明し、陸棚波(Continental Shelf Waves)と名付けた。陸棚波は大陸棚付近にとじ込められる一種の大きな渦で、北半球では陸岸を右にみながら進む性質を持っている。福島沖で測定した長周期変動を中田等(1979)は陸棚波として扱っている。相模湾での長周期変動の移動速度は陸棚波の1/5~1/10のオーダーで、陸棚波とは性質の異なるものであろう。

大島西水道を北上し、迂回しながら再び太平洋に抜ける黒潮分派流の勢力は非常に強い(平・寺本(1979))。現在のところ、大島西水道の流れの観測では対応する長周期変動はみられない。この流れが、三浦半島に部分的にぶつかった場合、どのように振舞かは興味深い問題として残される。

気象擾乱との関係も調べてみたが、時間スケールは気象擾乱の方が長い。

今後、長周期変動の構造、性質を把握するとともに、外的要因との関連性を明らかにすることが望まれる。

謝辞：本研究をまとめるに際し、相模湾全域にわたる同時流動調査の機会を与えて下さった神奈川県環境部の中村水質課長以下職員各位、設置にご協力下さった本水産試験場の中村、中田、池田各氏、松崎船長以下「うしお」乗組員および設置に便宜を計って下さった小坪、藤沢、小八幡、岩江、真鶴の各定置網漁業者に対し深謝いたします。

また、本研究遂行にあたり、終始適切な助言をいただいた東京大学海洋研究所寺本俊彦教授、平啓介助手及び東京水産大学金成誠一助教授に感謝致します。

#### 参 考 文 献

- Hamon, B. V. (1962): The Spectrums of Mean Sea Level at Sydney, Coffs Harbor and Lord Howe Island, J. Geophys. Res. Vol. 67 5147~5155.
- Hamon, B. V. (1966): Continental Shelf Waves and the Effects of Atmospheric Pressure and Wind Stress on Sea Level, J. Geophys. Res. Vol. 71 2883~2893.

岩田静夫 (1976) : 相模湾をモデルとした海洋調査の考え方 - 相模湾における海況の短期変動現象例 - , 水産海洋研究会報29, 86 ~ 90 .

岩田静夫 (1979) : 相模湾の急潮について一定地水温の変動からみたパターン分け - , 相模湾資源環境調査報告書 , 35 ~ 40 , 神奈川県水産試験場・同相模湾支所 .

木村喜之助 (1942) : 沿岸の大急潮について , 中央気象台彙報

小金井正一 (1976) : 海の見方考え方 - 地方水域の周辺 - , 公害原論自主講座9 学期 .

Lee, T. N (1975) : Florida Current Spin-off eddies, Deep Sea Res, Vol. 22, 753 ~ 765

Lee, T. N. (1977) : Low-frequency Current Variability and Spin-off eddies along the Shelf off Southeast Florida, J. Mar. Res., Vol 35, 193 ~ 220.

松山優治・寺本俊彦・前田明夫 (1974) : 相模湾沿岸における異常高潮位と湾の温度場及び塩分場との関係 , 日仏海洋学会誌Vol. 12, No.2, 86 ~ 94.

松山優治・岩田静夫 (1977) : 相模湾の急潮について , 水産海洋研究会報, 30, 1 ~ 7.

中田喜三郎・久保田雅也・中村義治 (1979) : 陸棚波に関する研究 , 昭和53年度通産省立地公害局委託報告書 .

Robinson, A. R (1964) : Continental Shelf Waves and the Response of Sea Level to Weather System, J. Geophy. Res., Vol.69, 367 ~ 368.

平 啓介 (1977) : 私信

平 啓介・寺本俊彦 (1979) : 大島西水道の流速の長周期変動 , 1979年日本海洋学会秋季大会講演要旨集 .

宇田道隆 (1937) : 「ぶり」漁期における相模湾の海況及び気象と漁況との関係 , 水産試験場報告 8 号