

対馬海峡における流れ(2)

The Currents of Tsushima Strait, No.2

三井田 恒博*

4. 定置測流からみた流れ

4.1 潮汐と潮流

対馬海峡の流動をみる場合に海流とともに大切なのは潮汐である。東シナ海から対馬海峡にかけては全般的に潮差が大きく、潮流も発達している。潮汐分潮の中で最も大きな成分の M_2 潮(主太陰半日周潮)の同時潮図を示す(図8)。ローマ数字は月が東経135°を経過してから高潮となるまでの平均時間を太陰時で表したものであり、アラビア数字は大潮升(m)で大潮時における高潮の平均高を表している。

潮浪は同時潮線に直角に進むが、九州西方から対馬海峡にかけての潮浪は東シナ海から九州西岸、本州側を進んで日本海に入り、その後韓国側を通過して東シナ海に戻っている。日本海入口の中央には無潮点があって潮浪はこの周囲を反時計回りに12時間で一回転する。なお、日周潮にも日本海入口のほぼ同じところに無潮点がある。したがって、潮流は日本海入口を節として潮時によって東シナ海方面と日本海方面にそれぞれ流れる。この場合、地球自転の偏向力が働くので、対馬海峡の中央線を節に定常波が生じ、海面水位は東シナ海の高潮時頃から低潮時頃までは九州側が高く、韓国側が低い。その逆に低潮時から高潮時

にかけては韓国側が高い。

潮差は東シナ海から日本海に向かって次第に小さくなる。対馬海峡の主な沿岸各地における潮汐の主要四分潮の調和常数と四季の潮汐曲線を示す(表4, 図9)。振幅は日周潮, 半日周潮ともに九州沿岸で大きく壱岐, 対馬, 韓国へ向かうにつれて漸減している。また九州, 韓国各沿岸の振幅はともに西側に移るほど漸増している。潮時は日周潮, 半日周潮ともに韓国から九州へ向かうにつれ

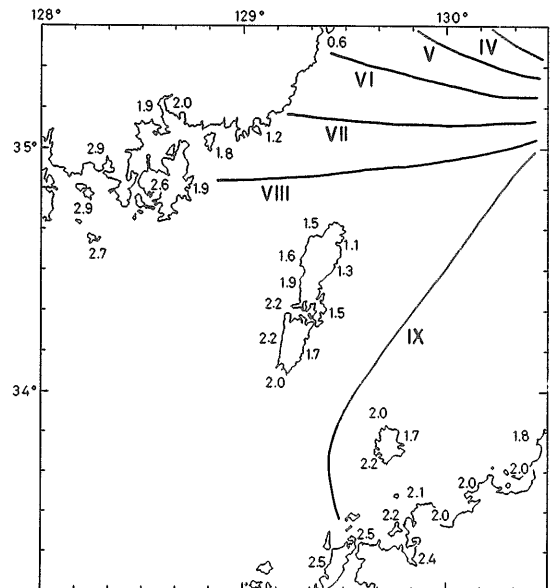


図8 主太陰半日周期(M_2)の同時潮図と大潮升(水路部)

*福岡県水産林務部漁政課

て遅れている。潮型はいずれも半日周潮型を示すが、韓国側の方でその傾向がやや強い。図9の潮汐曲線は四季の朔、望および両弦における潮汐の平均状態を示したものであるが、年によって多少の差がある。春、夏、秋、冬はそれぞれ春分、夏至、秋分、冬至の各前後をさしており、時刻は日本標準時を用い、潮高は基本水準面から測ったものである。各地点の潮汐曲線ともに春、秋の朔、望の頃には毎日規則正しい2回の高、低潮が存在する。春、秋の朔、望を除くほかには日潮不等があるがそれほど著しくない。常に1日2回潮で、一般に相次ぐ2低潮の差はやや大きく、この低低

潮は春と冬では夜間に、夏と秋では昼間に起こる。また相次ぐ2低潮時の間隔は午前と午後とで大差はないが、相次ぐ2高潮時の間隔にはやや著しい差がみられることがある。日潮不等は月が最も赤道から離れている春、秋の両弦の頃と夏、冬の朔、望の頃に最も著しく、月が赤道付近にある春、秋の朔、望の頃と夏、冬の両弦の頃に小さい。

潮流は、東・西両水道の南西部(宍岐、対馬下島沿岸域を含む)で日周潮流が大きい。北東方では逆に半日周潮が大きくなっており、潮型の異なる水域が接合し複雑な流況を呈する。潮流の下げ潮(北東流)と上げ潮(南西流)の最強時の表面流

表4 各地点における主要分潮の潮汐定数(水路部)

分潮 地名	M ₂		S ₂		K ₁		O ₁		潮型 $\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$
	Hcm	K°	Hcm	K°	Hcm	K°	Hcm	K°	
飯屋	66.4	271.0	30.2	296.9	18.2	244.2	15.4	228.1	0.35
芦辺	51.0	268.5	24.4	293.8	11.3	253.9	10.4	241.3	0.29
巖原	53.4	252.2	25.3	279.3	8.2	206.4	5.1	203.8	0.17
佐須奈	45.4	253.8	21.4	280.3	6.2	215.2	4.9	213.4	0.17
釜山	39.4	234.1	18.8	263.1	4.3	137.9	1.6	104.0	0.10

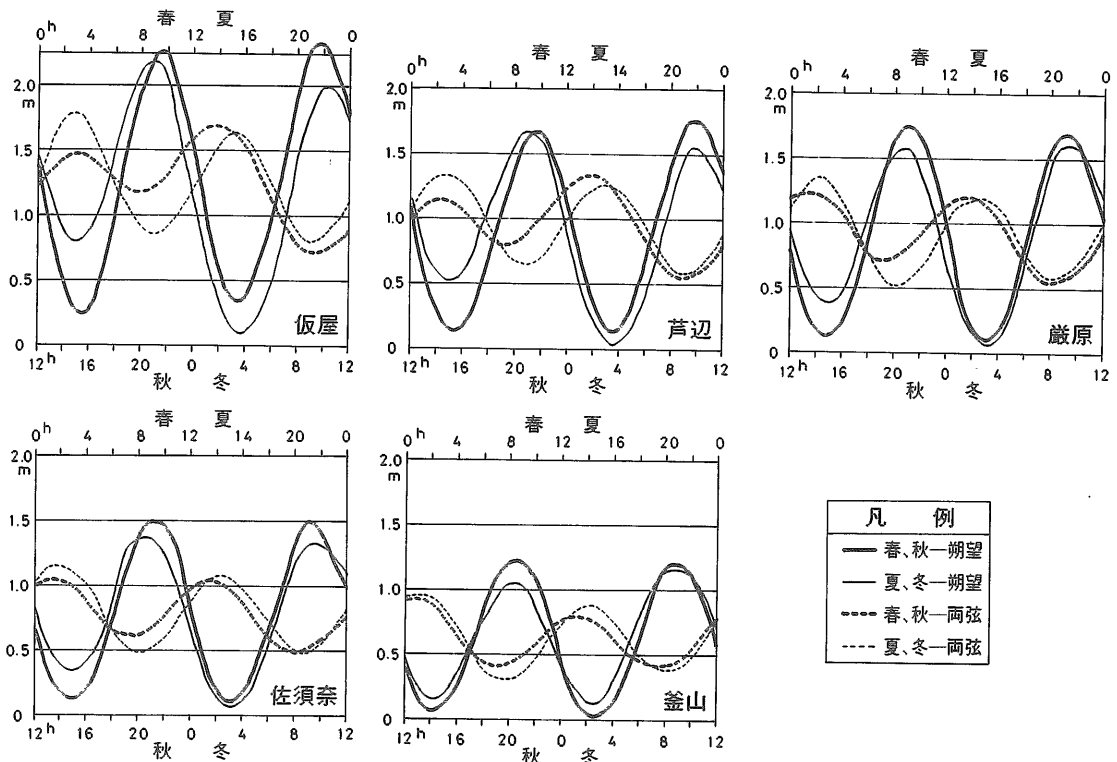


図9 主要地点の潮汐曲線(水路部)

速分布を示す(図10.1, 10.2). 対馬の高潮後1~2時から低潮後1~2時までは下げ潮で日本海に向かって北東へ流れる. その逆の時間帯には上げ潮で東シナ海に向かって南西へ流れる. 最強流速は北東流で高潮後3~4時, 南西流で低潮後3~4時にそれぞれ出現している. 下げ潮時における大潮期の平均最大流速は3ノットに達し, 小潮期のそれは2ノット前後である. 東・西両水道の最狭部で流速が大きいが, ここでの北東流流速は南西流流速より全般的に1ノット前後大きい. この差は北東へ向かって流れる対馬海流の流速にほぼ相当している.

4.2 恒流

恒流は, 1昼夜間における測定流の平均流であ

り潮流成分を一応除去してあるので海流の推定に使われる. しかし, この中には風や気圧の変化, 陸水の流入などに影響されるほかに長周期の潮流成分も含んでいるので厳密には海流そのものを表示しないが, 海流の概況を把握するには差し支えないと考えられる.

表層(0~10m深)と底層(海底面上10m以内)における恒流ベクトルの分布を四季別に示す(図11.1, 11.2, 11.3, 11.4). 冬は資料数が少ないので詳細についてはわからないが, 対馬海峡付近に限ってみれば, 全般的に表層で0.5~1.0ノット, 底層で0.5ノット以下の東~北東へ向かう対馬海流らしい流れが認められる(図11.1). 春は冬よりも資料が多いので, 対馬海流の存在がより把握しやすい. 春の流速は冬のそれよりもやや大きく

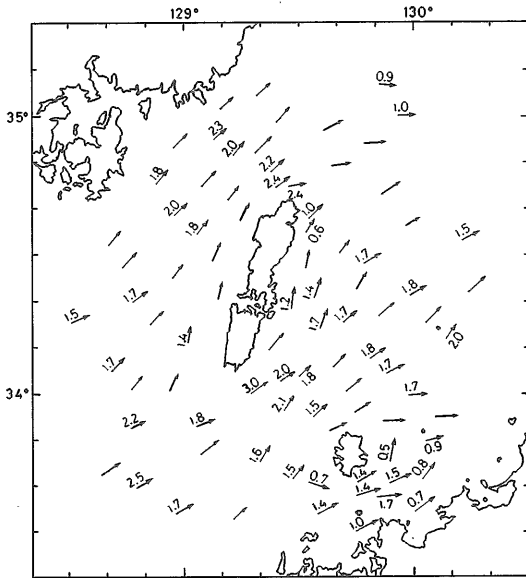


図10.1 下げ潮(北東流)最強時のベクトル(ノット)分布(水路部)

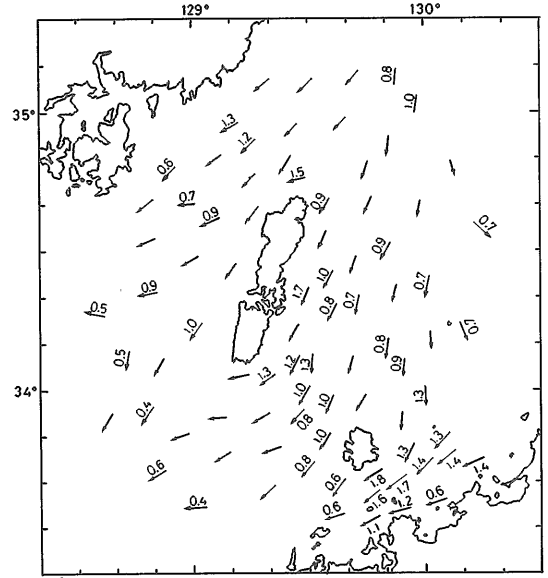


図10.2 上げ潮(南西流)最強時のベクトル(ノット)分布(水路部)

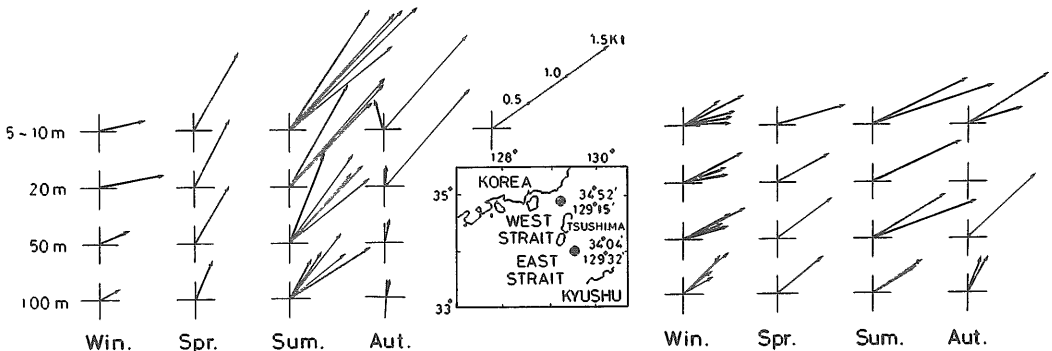


図12 恒流の季節変化

なっており、西水道最狭部の出口では1.0ノット以上のところも認められる(図11.2)。資料の最も多い夏では系統的な流れの存在がかなり明確になってくる。沿岸を除くと大勢としては北東へ流れ、表層流速は全般的に0.5ノット以上を示している。南部の五島大瀬崎と済州島間では0.5ノット

前後、五島北西で0.5~1.0ノット、幅狭くなっている東水道入口と西水道出口では1ノット以上を示している。底層流速は全般的に小さく、0.5ノット以下の出現が多くなっているが、済州島から対馬にかけての海峡中央部、東水道入口、西水道出口では0.5~1.0ノットのところが多い(図

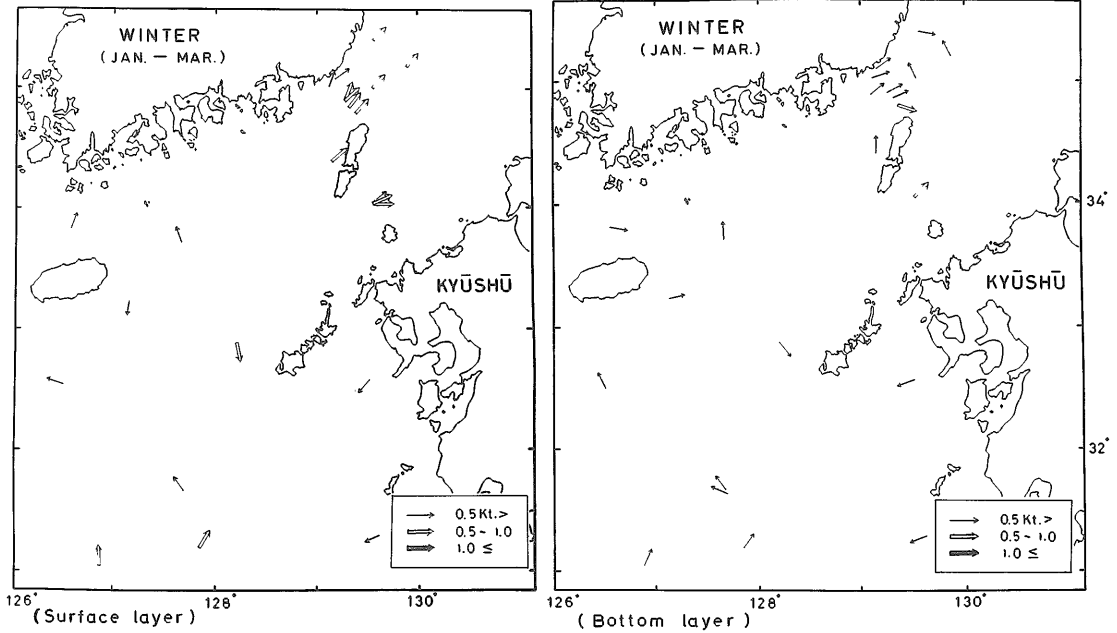


図11.1 恒流ベクトル分布、冬、表層(左)、底層(右)

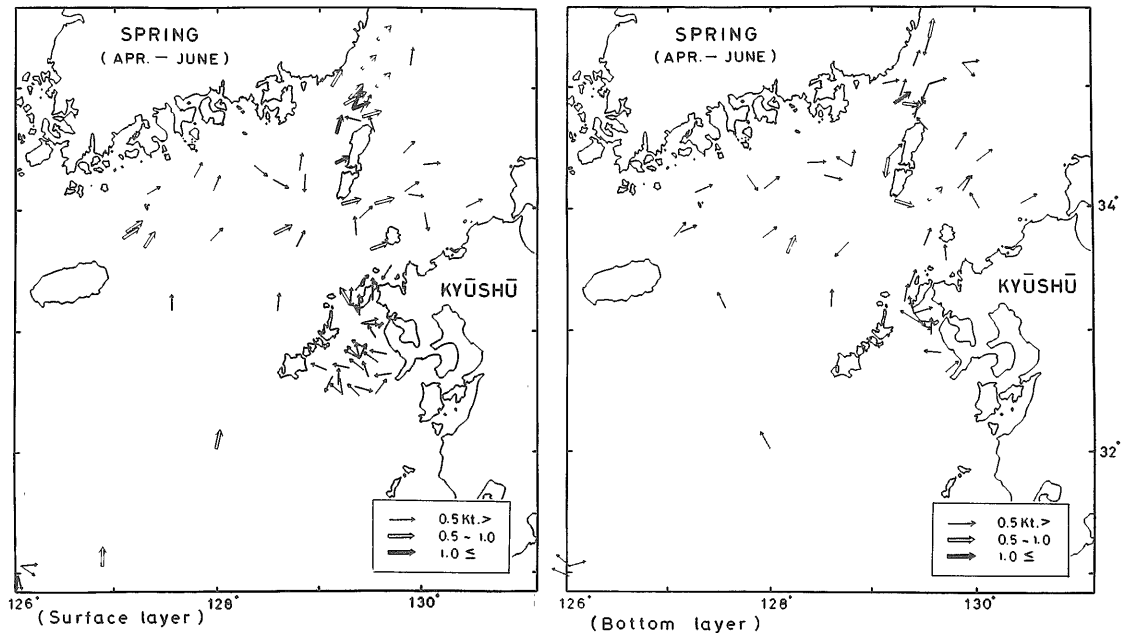


図11.2 恒流ベクトル分布、春、表層(左)、底層(右)

11.3). 秋は最も資料が少ないが、壱岐水道、東水道入口、西水道出口で恒流ベクトルが僅かながらも分布する。これから北東方へ向かう対馬海流の存在がうかがわれる。秋の流速は夏のそれよりも小さくなっている(図11.4)。

対馬海流の季節的消長をみるために東・西両水

道の四季別、深度別の恒流ベクトルを示す(図12)。流向はいずれも周年にわたって北東～北北東である。流速は夏に最大、冬に最小で、春と秋は両者の中間の値で、明らかな季節変化がみられる。東水道では、10m 深の流速は夏に1.0～1.3ノット、冬に0.5～0.7ノットで、夏の値が冬のそれの約2

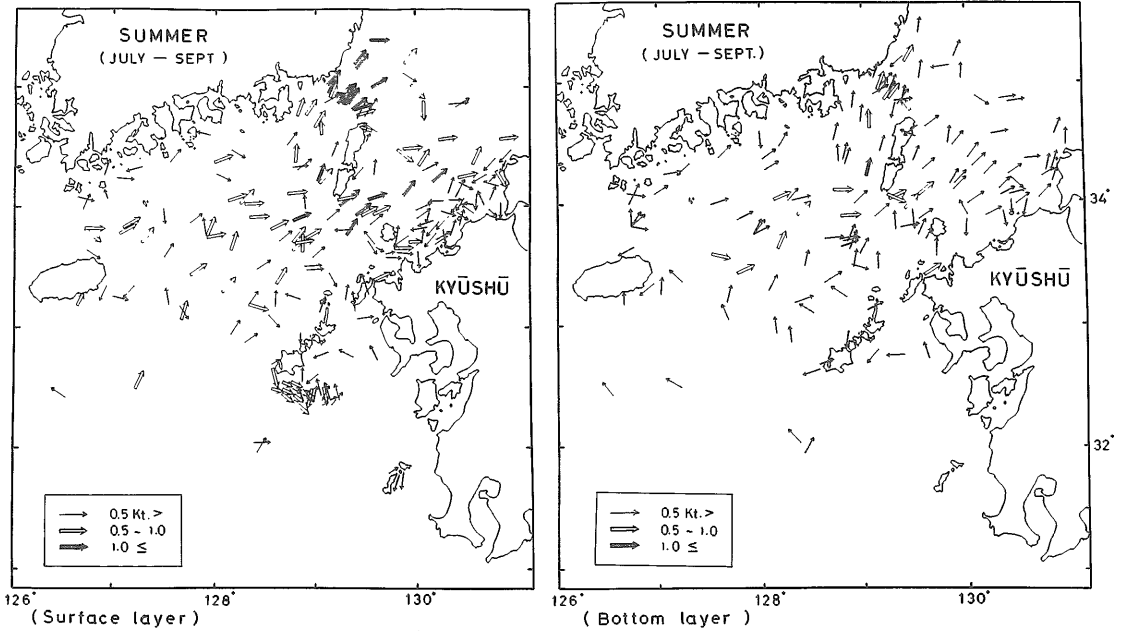


図11.3 恒流ベクトル分布、夏、表層(左)、底層(右)

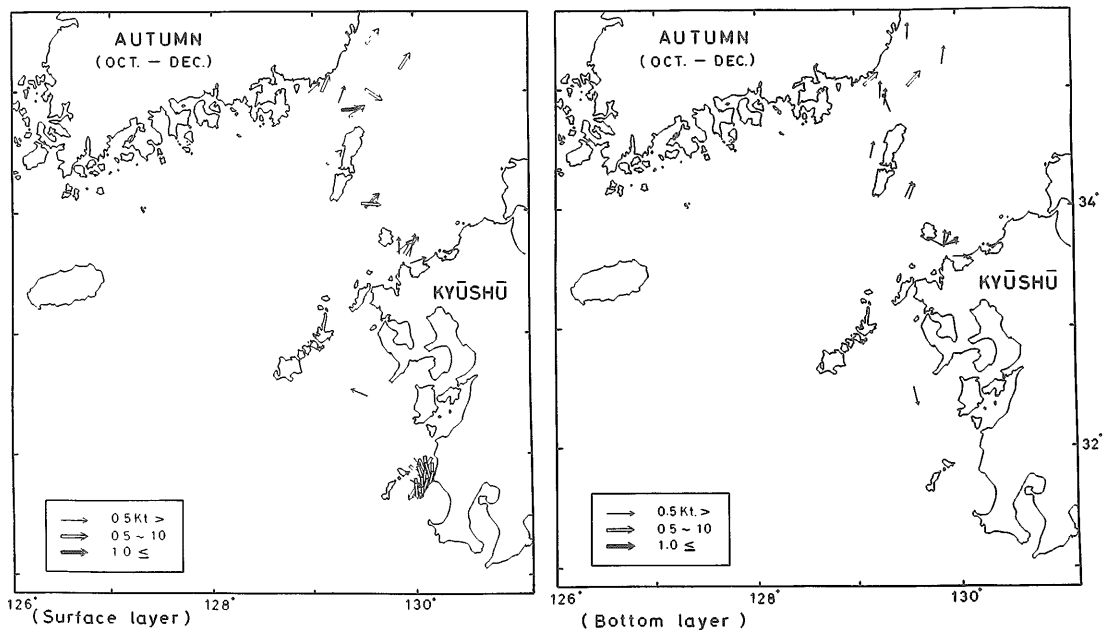


図11.4 恒流ベクトル分布、秋、表層(左)、底層(右)

倍である。100m 深の流速は年間を通して0.4～0.6ノット程度で有意な季節変化は認められない。西水道では、10m 深の流速は夏に1.5～1.8ノット、冬に0.5～0.7ノットを示し、100m 深の流速は夏に0.5～1.0ノット、冬に0.3～0.5ノットを示している。

さらに対馬海流の流動構造を検討するために、すでに図3で示す13断面について夏の流速分布図が作成されているが、この中から東・西両水道の各3横断面について示しておく(図13.1, 13.2)。これら図中の各断面の下段に示すTは断面を通過する流量、 \bar{V} は断面平均流速を表している。

13断面の流速分布をみると、ほとんど北東流によって占められている。しかも各断面の表層付近には強流部が形成されている。各断面の流れの強い部分を順につなぐと細長い連続した強流帯となる。

東シナ海大陸棚外縁付近に沿って北上してきた対馬海流は五島・済州間では福江島から50～60海里西方沖合に流軸が通っている。しかも、五島西方海域ですでに2つの流軸が形成されている。この分離した流軸は東・西両水道へそれぞれに連なっている。東側の流軸はほぼ直線的に東北東へ進み、東水道中央付近から川尻岬沖へとびている。西側の流軸は五島西方を北北東に進み、対馬列島西岸沿いに向かって北上する。流軸付近の流速は、五島西方海域の表層30～40cm/s^{*}、中層25～30cm/s、底層約20cm/sである。対馬に近づくにつれて流速は増大するが、対馬海峡に入ると急激に速くなる。これは地形の影響によるもので流れが収束するためとみられる。東側の流軸の流速は西側のそれほど強くないが、東水道入口で最も大きくなっている。表層で50～60cm/s、中層で40～50cm/s、底層で25～35cm/sである。東水道出口から川尻岬沖にかけては北上するにしたがって流速は小さくなる。これも地形に由来しているとみられ、東水道から日本海に向かって海峡の幅が扇状に広がっているため、東水道入口で収束された流れが東水道出口で発散するためではないかと考えられる。一方、西側の流軸は西水道入口では全層にわたって50cm/sを上回っている。そして西水道出口付近ではさらに狭くなるため表層付近の流れはさらに強化され60～85cm/sに達してい

*10cm/s=0.19ノット=4.56マイル/日

る。しかし、中、底層では流速が減衰し、中層で50～55cm/s、底層で25～30cm/sである。

等深線分布(図1)からわかるように、西水道出口を中心にして220m 深以上の最深部をもつ舟状海盆が対馬列島とほぼ並行に走っているが、この底層には常に冷水が存在する。この底層冷水の動きについても触れておく。この冷水塊の動態について、Chang・宇田(1968)は日本海の底層水の拡張によるものであろうと推定した。さらに、Lim・Chang(1969)はこの冷水塊の性状や消長について論じているが、それを要約すると次のようになる。この冷水は日本海に起源をもつものであり、1カ月間に海水の更新がなされるほどの流動性をもっている。この冷水は韓国沿岸に近づくほど上昇傾向を示し、沿岸沿いで上昇流となるし、また西水道の深みでは中層水との間には鉛直的な渦動混合が行われていると予想される。それにもかかわらず、ある程度安定した値を示す底層水温を涵養するためにはこの冷水は底層流として南へ流れているに違いない。以上のことは、水温、塩分、密度などの分布からみて容認できるが、この実際の流れを定置測流により確認した例はきわめて少ない。福岡水産試験場はこの舟状海盆の凹部地点(34°49.5' N, 129°20.4' E)において、1969年7月28～29日に1昼夜定置測流を行っている。その結果によれば、恒流は10m 深の表層水(23～26℃, 32.0～32.5‰)でN 56° E, 0.99ノット、100m 深の中層水(約15℃, 34.4～34.5‰)でN 22° E, 0.39ノットとそれぞれ北東へ流れているのに対して200m 深の底層水(約8℃, 約34.3‰)ではS 18° W, 0.33ノットと逆方向へ流れている。それぞれ逆方向に流れる冷水とそれ以浅の対馬海流水との間には、BT 観測結果や魚探反応記録から顕著な躍層が発達していることがわかる。また、定線海洋観測結果によればこの冷水は夏に最も発達し冬に衰退することが明らかである。おそらく、この冷水は、上層を北東進する対馬海流の補流的性格を有し、対馬海流の季節的消長に対応して変動しているものと予想される。

4.3 対馬海流の流量

対馬海峡における流量については、これまでに多くの力学計算結果がある。対象にした海域や時期および基準面のとり方の相違から流量の値その

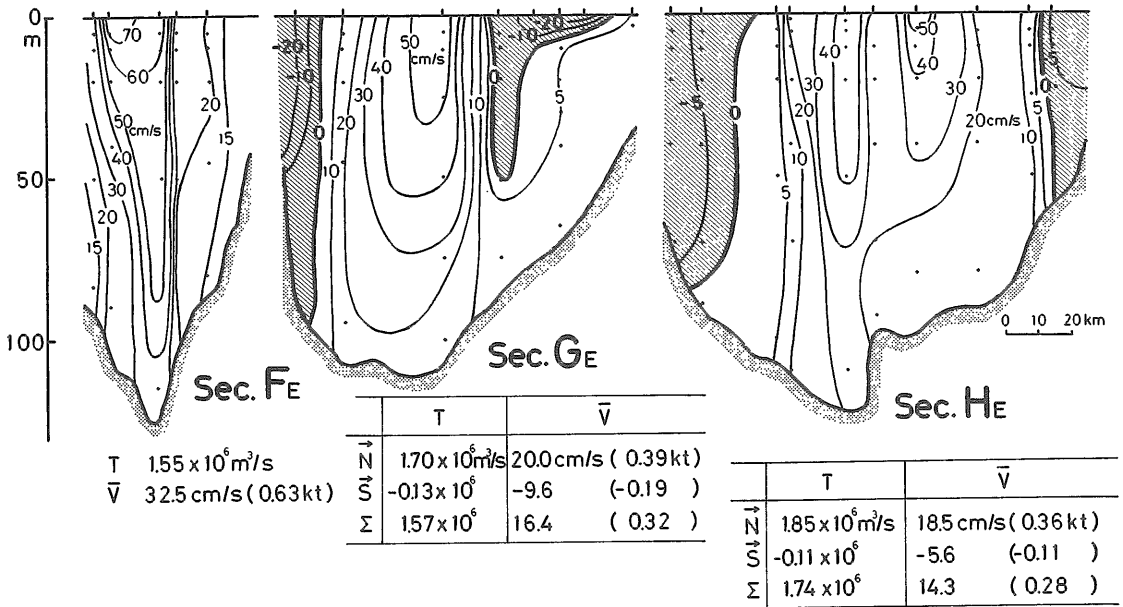


図13.1 横断面における夏の恒流流速分布、東水道

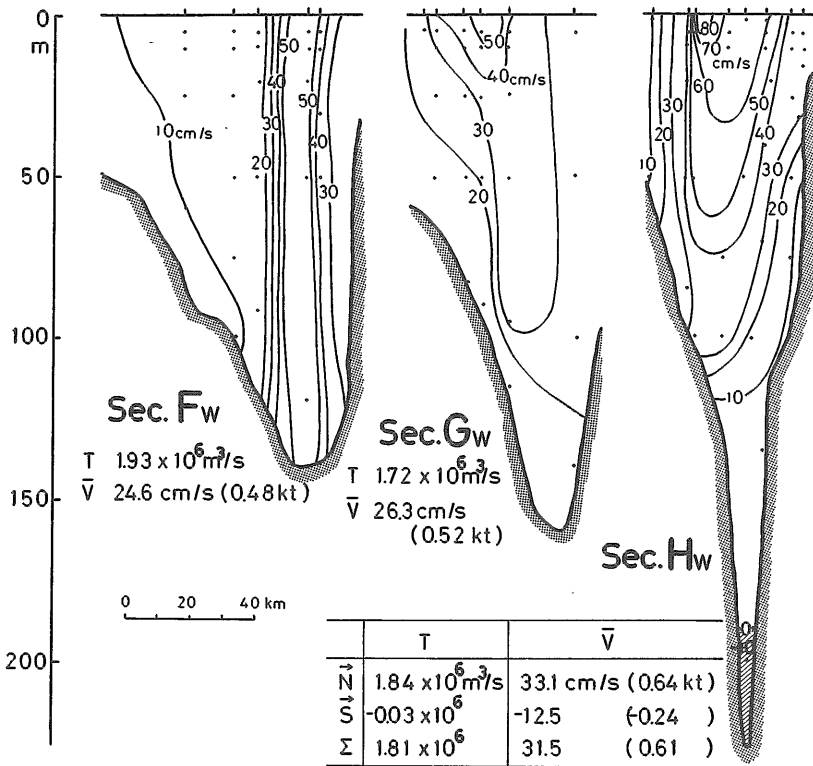


図13.2 横断面における夏の恒流流速分布、西水道

ものは、かなり散らばっているが大きさとしては $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Sv) オーダである。

先に述べた夏の恒流流速分布から求められた五島西沖から日本海入口までの各断面における流量を表す(図14)。一番北側の川尻岬・蔚山間の流量を除くと、各断面の流量は3.3~3.7 Svの範囲できわめて近似した値を示している。この海域では他の海域からの海水の流出入は考えられないので、流れの連続性が成立しているといえる。一方、川尻岬・蔚山間の全流量は4.5 Svで他の断面流量よりもかなり大きく、それまでの断面における流量とつながりがつかないが、これは海域の特性かまたは変動性のある恒流から求めた流量であるのでこの程度の差が生じてもそれほど問題はない。この川尻岬・蔚山間の間を通過する流量については宮崎(1952)や李(1966)などの力学計算結果がある。李によればその北方流量は0.33~2.21 Svであり、宮崎の結果もほぼ同じ値である。さらに、TOBA *et al* (1982)が東シナ海と津軽東方海

域の水位差に着目して算出した流量の年平均は2 Svで、年間変動幅は1.6 Svである。以上のように力学計算で間接的に推算された流量は、恒流から求められた流量よりも相対的に少ない。この相違は力学計算では地衡流のパロクリニックな成分しか含まれていないので、バロトロピック成分が大きければ、計算上では実際の流量よりも必然的に小さい値が得られる。また浅い大陸上では基準面のとり方にも問題があって、従来から求められているそれらの流量はおそらく少なめに見積られていたと思われる。

東水道と西水道の流量割合について若干触れておく。力学計算では、いずれも西水道の流量がかなり上回っている。李によれば年平均流量の比率は西水道で73%、東水道で27%で、西水道の方がはるかに大きい。宮崎は西水道の流量は東水道の約3倍であると述べている。これに対して恒流から求められた流量は、対馬を境にしてのF, G, Hの3断面の平均流量は西水道1.80 Sv(52%)、東水道1.63 Sv(48%)であり、また川尻岬・蔚山間では西側2.75 Sv(61.5%)、東側1.72 Sv(38.5%)でいずれも西水道の流量が大きいが、力学計算結果のような大差はない。

次に、恒流資料に基づいて推算された四季の流量を示しておく(表5)。これは両水道中央部(図12)の季節別の恒流流速から求めた季節間の流量比率と夏の両水道の平均流量(F, G, H断面)から算出されたものである。それによれば対馬海峡を通過する対馬海流の総流量は、夏3.43 Sv、秋3.12 Sv、冬1.82 Sv、春2.69 Svとなり、年平均値では2.77 Svである。

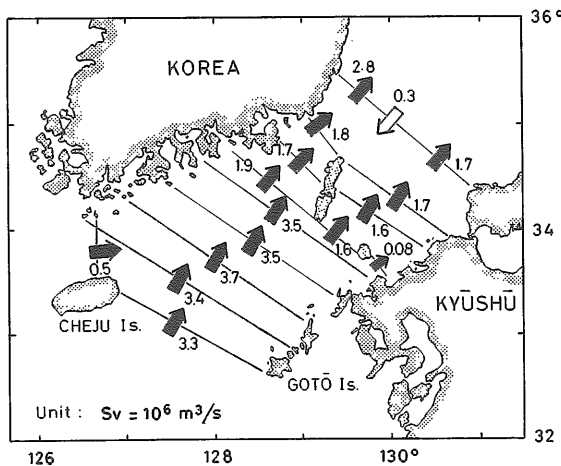


図14 恒流分布から求められた夏の対馬海流流量

4.4 主要点における測定流

海洋構築物の設計・施行上あるいは物質の海洋

表5 恒流資料を基に推算した対馬暖流の流量

北方流量 季節	西分岐流 (西水道)		東分岐流 (東水道)		総流量
	指標値*1	流量	指標値*2	流量	
夏	1.00	1.80Sv	1.00	1.63Sv	3.43Sv
秋	0.93	1.67	0.89	1.45	3.12
冬	0.51	0.92	0.55	0.90	1.82
春	0.87	1.57	0.69	1.12	2.69
平均	—	1.49	—	1.28	2.77

*1 西水道の指標値: 34°52'N, 129°14'Eにおける0~150mの恒流流速鉛直積分値の比率

*2 東水道の指標値: 34°04'N, 129°32'Eにおける0~100mの恒流流速鉛直積分値の比率

での分散等を検討する場合には、いろいろな素過程が合わさった実際の流れの変動特性、最大流速とその流向および全体の流向・流速別出現頻度などの情報が必要となろう。しかし、これらを得るには長期間の連続した定置測流が必要であるが、対馬海峡において流れの諸特性を十分に明らかにできるほどの長期連続測流は実施されていないようである。現段階では、既存資料の中から数日間の測流がなされているものを選び出し、それらを整理することによってその一端を明らかにしたい。

対馬海峡の中で、数日間の測流観測が実施されておりしかも流れをとらえる立場からみて重要と思われる地点、壱岐水道中央部 (Stn. A)、東水道入口中央部 (Stn. B, C)、西水道入口中央部 (Stn. D)、西水道出口中央部 (Stn. E, F) の6定点を選定した(図15)。各定点における観測時の諸条件を示す(表6)。測流資料は Stn. A, B, C, D, E, F ではエクマン・メルツ流速計によって1時間間隔で、Stn. C ではアーンデラ流速計によって15分間隔で計測されているので解析には、Stn. A, B, D, E, F においては測定値そのものを、Stn. C においては4個の平均値を用いた。これら1時間ごとの測定流を流向・流速別頻度に整理した。

壱岐水道中央部 (Stn. A) : 観測は対馬海流の衰退期に当たる10月で、潮時が大潮期から小潮期に

至る時期に行われている。流向・流速頻度分布を同時に表現するために、測定流ベクトルの先端を N=E 平面上にプロットしたスキュアットリングで示す(図16.1, 16.2)。5 m 深における流向の主な出現頻度は北東方向では ENE (67.5° ± 11.25°) 26.4%, NE 17.6% で合わせて44% であり、南西方向では WSW 17.6%, W 8.0% で合わせて25.6% を占める。流速は頻度の高い流向のところ

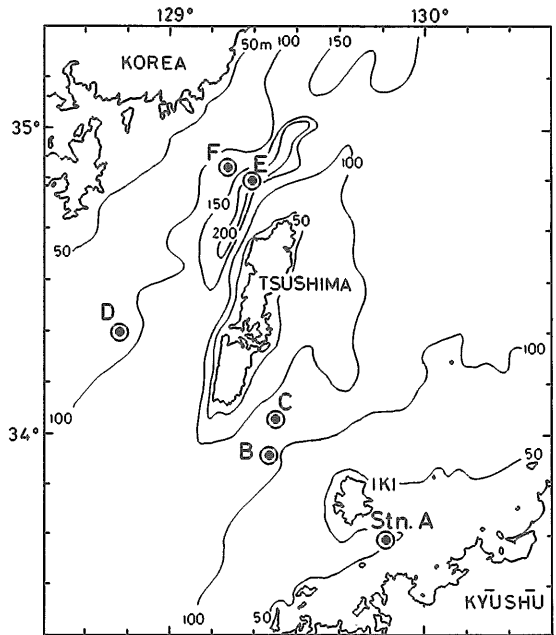


図15 測定流資料の整理を行った定点図

図16.1 測定流のスキュアットリング、壱岐中央部 Stn. A 5m 深(下左)

図16.2 測定流のスキュアットリング、壱岐中央部 Stn. A 50m 深(下右)

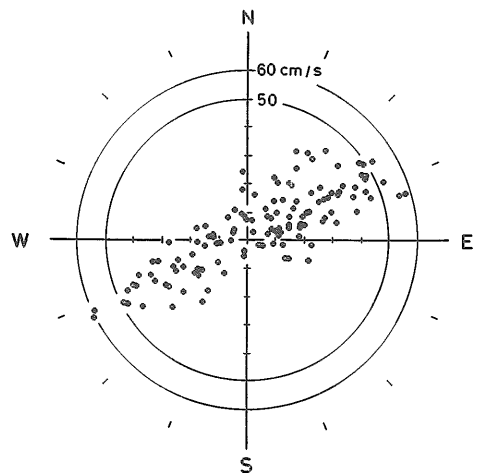
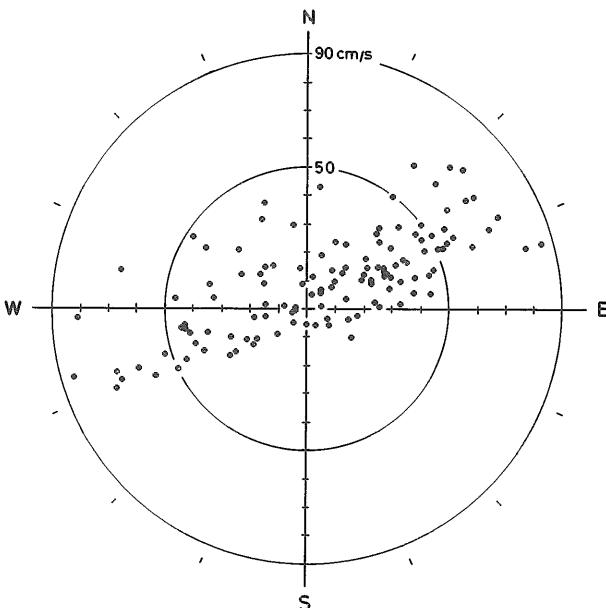


表6 測定流資料の観測位置・期間・深度

位置	緯度・経度	観測機関	月令・赤緯	観測深度(m)	観測機関
宍道水道 中央部 (Stn. A)	33°39.0'N 129°51.5'E	1941年10月7～8日	月 16.0～17.0 赤 N 9°20'～N12°22'	* * 5, 10, 35, 50	旧海軍水 水路部
	33°39.0'N 129°51.5'E	1941年10月10～11日	月 18.9～19.9 赤 N16°44'～N17°54'	* * 5, 10, 35, 50,	
	33°39.0'N 129°51.5'E	1941年10月11～12日	月 19.9～20.9 赤 N17°54'～N18°16'	* * 5, 10, 35, 50,	
	33°39.0'N 129°51.5'E	1941年10月13～14日	月 21.9～22.9 赤 N17°49'～N16°31'	* * 5, 10, 35, 50	
	33°39.0'N 129°51.5'E	1941年10月19～20日	月 27.9～28.9 赤 S 0°55'～S 5°30'	* * 5, 10, 35, 50	
東水道入口 中央部 (Stn. B)	33°56.0'N 129°24.0'E	1942年6月24～25日	月 10.2～11.2 赤 S 9°6'～S13°2'	* * 5, 10, 20, 50, 90	旧海軍水 水路部
	33°56.0'N 129°24.0'E	1942年7月1～2日	月 17.0～18.0 赤 S15°3'～S11°39'	* * 5, 10, 20, 50, 108	
	33°56.0'N 129°24.0'E	1942年7月5～6日	月 20.7～21.7 赤 S 0°50'～N 3°17'	* * 5, 10, 20, 50, 116	
	33°56.0'N 129°24.0'E	1942年7月14～15日	月 0.3～1.3 赤 N17°54'～N16°4'	* * 5, 10, 20, 50, 117	
	33°56.0'N 129°24.0'E	1942年7月28～29日	月 14.2～15.2 赤 S16°18'～S13°19'	* * 5, 10, 20, 50, 100	
東水道入口中央部 (Stn. C)	34°03.0'N 129°25.0'E	1983年7月27日～8月10日	月 18.0～2.0 赤	* 50, 75, 100	九大応力研 福岡水試
西水道入口 中央部 (Stn. D)	34°17.6'N 128°51.8'E	1943年6月14～15日	月 11.5～12.6 赤 S 7°43'～S11°49'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	旧海軍水 水路部
	34°19.8'N 128°48.3'E	1943年6月20～21日	月 17.5～18.6 赤 S18°42'～S16°7'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	
	34°21.0'N 128°48.0'E	1943年7月6～7日	月 3.3～4.3 赤 N15°25'～N12°25'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	
	34°19.8'N 128°46.6'E	1943年8月4～5日	月 2.8～3.8 赤 N 9°31'～N 5°38'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	
	34°21.1'N 128°47.4'E	1943年8月24～25日	月 22.7～23.7 赤 N17°49'～N19°21'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	
	34°18.9'N 128°45.8'E	1943年9月4～5日	月 4.5～5.4 赤 S 7°17'～S11°3'	* * * 5, 10, 25, 50, 75	
西水道出口中央部 (Stn. E)	34°49.5'N 129°20.4'E	1969年7月28～29日	月 15.0～16.0 赤 S26°17'～S22°22'	* * * 10, 100, 200	福岡水試
西水道出口 中央部 (Stn. F)	34°52.0'N 129°13.8'E	1942年6月25～26日	月 11.1～12.1 赤 S11°23.9'～S14°56.5'	* * * 5, 10, 20, 50, 70, 100	旧海軍水 水路部
	34°52.3'N 129°17.0'E	1942年6月28～29日	月 14.2～15.2 赤 S18°40.9'～S18°40.8'	* * * 5, 10, 20, 50, 100	
	34°54.0'N 129°14.0'E	1942年7月10～11日	月 26.0～27.0 赤 N16°42.6'～N18°6.2'	* * * 5, 10, 20, 50, 75, 100	
	34°52.6'N 129°13.5'E	1942年7月22～23日	月 8.5～9.5 赤 S13°12.3'～S13°39.4'	* * * 5, 10, 20, 50, 75, 100	
	34°52.2'N 129°12.4'E	1942年7月28～29日	月 14.6～15.6 赤 S15°52'～S12°45'	* * * 5, 10, 20, 50, 70, 100	
	34°51.9'N 129°14.8'E	1942年7月9～10日	月 6.9～7.9 赤 N 2°30'～S 1°39'	* * * 5, 10, 25, 50, 75, 100	

* 本報で資料整理を行なった深度

で大きい。流速別頻度は、50cm/s 以下76.0%，50～90cm/s 24.0%である。50m 深(底層)の流向別出現頻度は5m 深のそれとほぼ同様で、北東方向では NEN 30.4%，NE 14.4% で合わせて44.8%，南西方向では WSW 19.2%，W 7.2% で合わせて26.4%を占める。流速は5m 深の場合よりも小さくなり、その出現頻度は50cm/s 以下95.2%，50～60cm/s 4.8%である。

東水道入口中央部(Stn.B, C)：Stn. Bにおいては、6～7月に5昼夜の観測が行われており、この中には大潮、小潮の潮時条件のものが含まれている。Stn. Bの5m 深では、北東方向への出現頻度がきわめて高く、そこでの流速も全般に大きく、対馬海流の影響が顕著に現れている(図17.1)、主な流向別出現頻度はENE 33.6%，NE 20.0%，E 12.8%で合わせて66.4%を占める。流速別出現頻度は、大別して50cm/s 以下36.0%，50～100cm/s 50.4%，100～140cm/s 13.6%である。50m 深の主な流向別出現頻度はNE 36.8%，ENE 31.2%で合わせて68.0%を占め、5m 深に比べて流向別出現はばらつきが小さくなり、最多流向がやや北偏している(図17.2)。流速は5m 深のそれよりも小さくなり、その出現頻度は50cm/s 以下37.6%，50～100cm/s 49.6%，100～140cm/s 12.8%である。100m 深についてはStn. Cの観測結果を用いた。流向別出現状況を見ると、50m 深の場合よりもさらにばらつきが小さくなり、その主な出現方向はほぼNE-SW 軸でやや左偏している(図17.3)。流速別出現頻度は50cm/s 以下84.1%，50～80cm/s 15.9%である。

西水道入口中央部(Stn.D)：ここでは、6～9月間に6回の1昼夜観測が大潮、小潮の潮時条件で行われている。Stn. Dは対馬海流流軸からはずれているため、流向・流速別出現頻度分布には相対的に潮流の影響が強くと現れている。5m 深の流向別出現頻度にはかなりのばらつきがありきわだったピークは認められないが、比較的高頻度のところはN 8.0%，NNE 14.0%，NE 12.0%，ENE 10.0%，E 9.3%，W 6.7%，WNW 7.3%である(図18.1)。流速別出現頻度は50cm/s 以下78.7%，50～90cm/s 21.3%である。50m 深では、流向は5m 深よりもばらつきが小さくなり、その主な出現頻度は北東方向ではNNE 16.7%，NE 22.6%，ENE 12.7%で合わせて52.0%，南西方

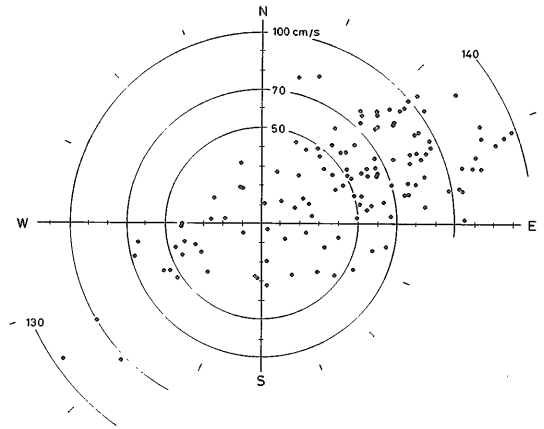


図17.1 測定流のスカッターリング、東水道入口中央部 Stn.B 5m 深

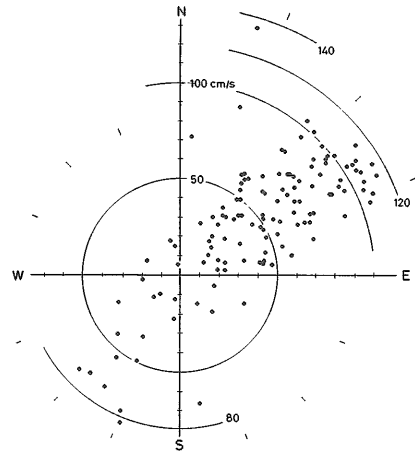


図17.2 測定流のスカッターリング、東水道入口中央部 Stn.B 50m 深

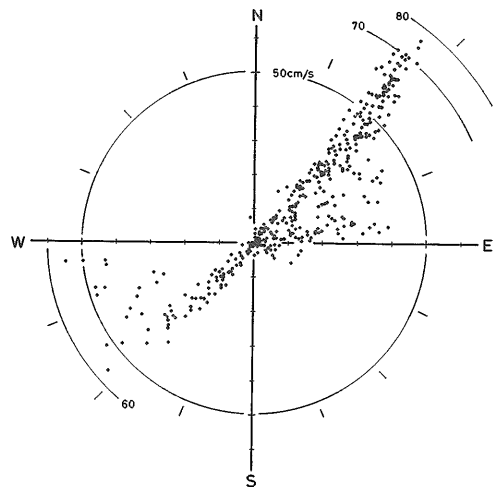


図17.3 測定流のスカッターリング、東水道入口中央部 Stn.C 100m 深

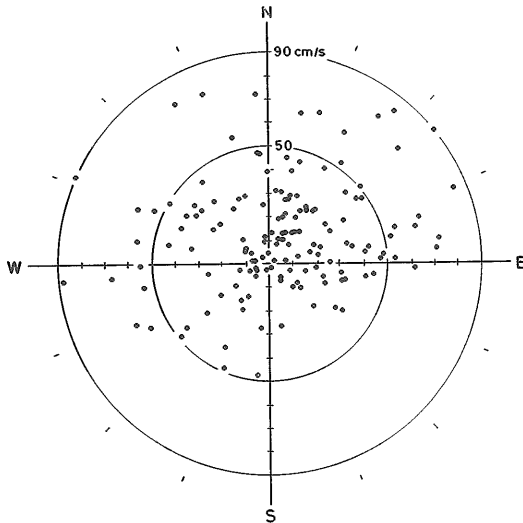


図18.1 測定流のスキヤッターリング、西水道入口中央部
Stn.D 5m 深

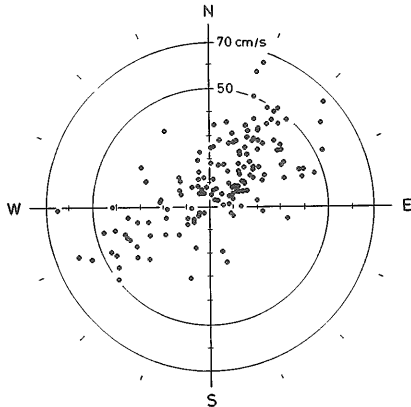


図18.2 測定流のスキヤッターリング、西水道入口中央部
Stn.D 50m 深

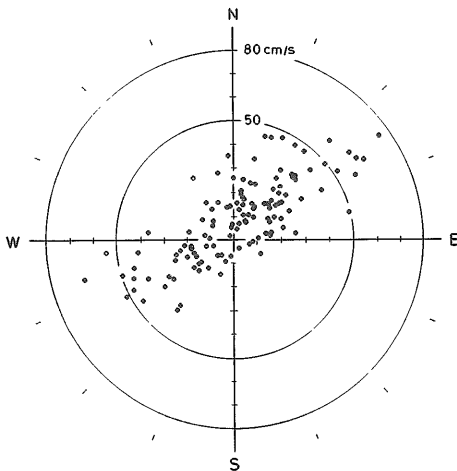


図18.3 測定流のスキヤッターリング、西水道入口中央部
Stn.D 75m 深

向ではSW 6.0%, WSW 12.0%, W 4.7%で合わせて22.7%となっている(図18.2)。流速は5m 深のそれよりもさらに小さくなり、その出現頻度は50cm/s 以下93.3%, 50~70cm/s 6.7%である。75m 深の流向・流速別出現状況は50m 深の場合とほぼ同様である。主な流向別出現頻度は、北東方向ではN 9.6%, NNE 12.8%, NE 20.8%, ENE 10.4%で合わせて53.6%, 南西方向ではSW 8.8%, WSW 14.4%, W 6.4%で合わせて29.6%となっている(図18.3)。流速別出現頻度は50cm/s 以下91.2%, 50~80cm/s 8.8%である。

西水道出口中央部(Stn. E, F) : Stn. E では1 昼夜観測資料しかないが、ここに存在する舟状海盆の底層付近(200m 深)の測定流が得られているので、10m 深, 100m 深, 200m 深の流向・流速別出現状況を対比するために同一図面上に示す(図19.1)。10m 深では対馬海流の影響が強く現れており、流向・流速別出現頻度は主にNE~ENE, 70~120cm/s のところにある。100m 深では対馬海流の影響が強くなり、流向は北東, 南西の両方向に散らばり、流速も70cm/s 以下である。200m 深では明らかにSSW 方向に強い流れがあり、その最大流速は約120cm/s で10m 深の最大流速に匹敵する。この動態についてはすでに述べてきたところである。Stn. F では6~7月に6回の1 昼夜観測が行われており、潮時条件は大潮, 小潮ともに含まれている。ここは対馬海流流軸に位置しているので全般的に北東方向への出現頻度が高く、

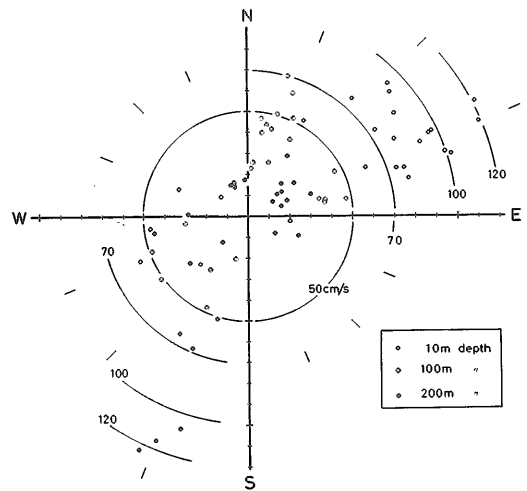


図19.1 測定流のスキヤッターリング、西水道出口中央部
Stn.E

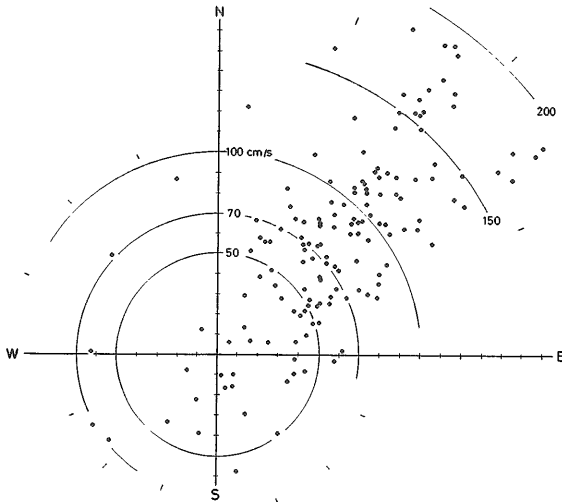


図19.2 測定流のスキヤッターリング、西水道出口中央部
Stn.F 5m 深

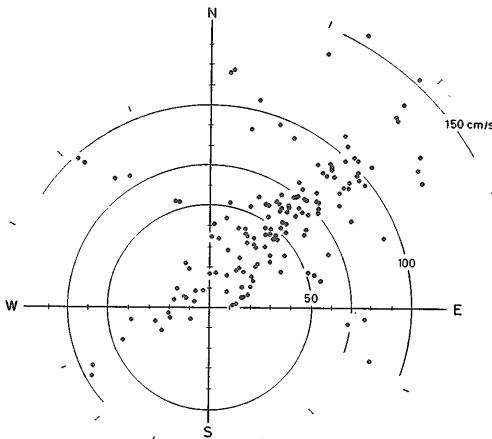


図19.3 測定流のスキヤッターリング、西水道出口中央部
Stn.F 50m 深

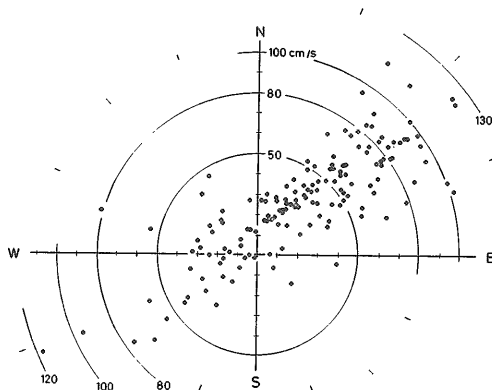


図19.4 測定流のスキヤッターリング、西水道出口中央部
Stn.F 100m 深

流速も大きい。5m 深の流向別出現頻度は主に N 12.0%, NE 50.7%, ENE 20.7% で合わせて 83.4% に達し、その他ではきわめて低い(図19.2)。流速別出現頻度は 50cm/s 以下 19.4%, 50~100cm/s 43.3%, 100~150cm/s 24.6%, 150~200cm/s 12.7% である。50m 深の流向別出現頻度は主に北東方向にあり、NNE 15.3%, NE 49.3%, ENE 10.0% で合わせて 74.6% となっている(図19.3)。流速別出現頻度は 50cm/s 以下 40.1%, 50~100cm/s 48.6%, 100~160cm/s 12.3% である。100m 深の流向別出現頻度は北東方向では NNE 16.0%, NE 38.8%, ENE 13.3% で合わせて 68.1% に達し、南西方向では SW 5.3%, WSW 6.7% で合わせて 12.0% にすぎない(図19.4)。流速別出現頻度は 50cm/s 以下 54.8%, 50~100cm/s 40.6%, 100~130cm/s 4.6% である。

おわりに

本報では、既存の観測資料に基づいて、流動について述べてきたが、実現象の一断面をとらえたにすぎない。我々が沿岸海域を眺めていて、海流や潮流以外にも風波による流動、風による吹送流、河口における河川水流出による密度流などの存在が感覚的に把握されるし、そのほか我々の感覚では把握しにくい長周期のものも存在し、実際には多種多様な流動が混在している。そしてこれらの流動は定常的に同じ方向に同じ強さで流れているわけではなく、いずれも時々刻々変動してその変動の特徴的な時間・空間スケールを持っている。変動を時間スケールから区分して、①経年変動、②季節変動、③数日程度の変動、④潮流周期の変動、⑤潮流以下の短周期変動がおおまかに考えられる。そのほか、他の素過程とは異なった大潮や津波のような予知し難く、著しく間欠的な変動現象も現れる。

日韓トンネルにかかわる海洋構造物の建設計画がより具体化された段階で、どの地点におけるどのような時間・空間スケールの海洋現象を把握すべきかが明確になってくるであろう。その段階で、目的を絞った特定調査が計画され実施されることになるだろうが、その際、本報が多少なりともお役に立てば幸いである。

最後に、ご多忙にもかかわらず過去の資料を探

し、提供して戴いた海洋データセンター斉喜国雄氏ならびに図表の作成や原稿の浄書にご苦勞をかけた津田美代子さん、石橋かち子さんに対して厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 宮崎道夫(1952)：日本海の熱経済(海況予想の研究)。北水研研報, 4, 1-45.
- 2) 第七管区海上保安本部水路部(1965)：九州北岸壱岐水道の潮流(プリント)。
- 3) YI, S. U. (1966)：Seasonal and Secular variation of the water volume transport across the Korea Strait. J. Oceanogr. Soc. Korea, 1, 7-13.
- 4) LIM, D. B. and D. CHANG (1969)：On the Cold Water Mass in the Korea Strait. J. Oceanogr. Soc. Korea, 4, 71-41.
- 5) 海上保安庁水路部(1971)：海洋循環および前線海域の変動機構の研究, 昭和44年度特別研究促進調整費日本海に関する総合研究報告書。科学技術庁, 11-27.
- 6) 川合英夫(1972)：黒潮と親潮の海況学。海洋科学基礎講座, 海洋物理Ⅱ, 東海大学出版会, 227-230.
- 7) 三井田恒博(1973)：過去の研究結果からみた対馬海峡における対馬暖流の流況と消長, 第17回西海区ブロック漁海況予報会議におけるシンポジウム報告書, 63-86.
- 8) LEE, C. K. (1974)：A Study on the Current in the Western Channel of the Korea Strait. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 12, 37-105.
- 9) 三井田恒博(1976)：定置測流からみた流れ。水産海洋研究会昭和50年秋期シンポジウム「九州西方海域における卵・稚仔の輸送」, 水産海洋研究会報, 28, 38-58.
- 10) OGAWA, Y., T. MIITA, A. ICHIHARA, Y. HASEGAWA and N. INOUE (1978)：Fluctuations of Tsushima Current Measured with the Current Drogue. Seikai Bull. Reg. Fish. Res. Lab., 51, 13-44.
- 11) 市原厚・与猶梅雄(1979)：壱岐水道の流況, カタクチイワシ共同調査報告書。西海区水研・長崎水試・佐賀水試, 87-95.
- 12) 第七管区海上保安本部水路部(1980)：九州北岸唐津湾及び付近の流況(プリント)。
- 13) 井上尚文(1981)：東シナ海および対馬暖流域における海況特性。五島の生物-壱岐・対馬との対比-, 長崎県生物学会, 29-72.
- 14) TOBA, Y., K. TOMIZAWA, Y. KUROSAWA and K. HANAWA (1982)：Seasonal Year-to-Year Variability of the Tsushima-Tsugaru Warm Current System With its Possible Cause. Lamer, 29, 41-51.
- 15) 柳哲雄(1983)：3. 沿岸海潮流の測定および解析手法, 文部省科学研究費補助金総合研究(B), 物質輸送機能としての沿岸海潮流の研究。平野敏行編, 26-34.
- 16) 中田英昭(1985)：Ⅱ. 測流とその解析手法と検討, 2. 漂流系による測流, 文部省科学研究費補助金総合研究(A), 物質輸送機能としての沿岸海潮流の研究。平野敏行編, 90-91.
- 17) 長沼光亮・市橋正子(1985)：日本海における水温の平均値-1953~1980年の平均水温とその標準偏差-。日本海ブロック試験研究集録第5号, 77-88.
- 18) 水野信二郎・川建和雄・三井田恒博(1984)：対馬東水道と周辺海域における海洋観測-海洋環境の計測シミュレーションに関する開発研究(第2報)-。九州大学応用力学研究所所報, 60, 445-454.
- 19) 井上尚文・三井田恒博・俵悟(1985)対馬海峡・物理, 日本全国沿岸海洋誌。東海大学出版会, 914-933.

