

## 対馬海峡における対馬暖流の水位差の変動

大村 浩一  
(筑前海研究所)

### Variation of Sea Level Difference of the Tsushima Warm Current in the Tsushima Strait

Kouichi OMURA  
(Chikuzenkai Laboratory)

対馬暖流は魚群の移動・分布、卵・仔魚の移動・拡散に大きな影響を与えており、その流動を明らかにすることは水産上の重要な課題である。対馬暖流の流速断面構造を捉える方法は、これまで力学計算による方法が行われていたが、近年の測流技術の発達に伴ってADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) による方法に変わりつつある。この方法は、ある観測断面を航行しながら複数の深度を連続的に測流でき、さらに力学計算よりも流動を正確に測定できる利点がある。反面、この方法は船舶を使用するため、長期間にわたって連続して観測することが困難である。このため、数日スケールで変化する漁況の変動を流動面から十分に検討することができない。

そこで、対馬海峡を横切る方向の水位差から暖流の流動を間接的に推定する方法を用いた。水位差が暖流の流速の指標となることを利用したもので、この方法を用いると日々の流動が長期間にわたって推定できる。しかし、海峡内の流れが順圧的地衡流の場合には、水位差が海峡断面の流量の指標となるが、傾圧的地衡流の場合には表層流量の指標にしかならないという問題もある。<sup>1)</sup> 対馬海峡は九州北岸に面する対馬東水道と韓国側の対馬西水道とからなるが、東水道の流動構造については磯辺、大村<sup>2)</sup>が周年にわたって順圧的構造であることを指摘している。一方、西水道では9～12月に傾圧性の強い流動構造になることが河野<sup>3)</sup>によって明らかにされている。

水位差と漁況との関係については、例えばブリの春季の漁獲量と水位差とに相関が認められており<sup>4)</sup>、対象とする魚種の分布深度あるいは分布する期間を検討することで、水位差を漁況の変動要因として有効に利用できる

と考えられる。

東水道の水位差については、大村<sup>5)</sup>が1971～'87年の水位差の資料から数日～数年の時間スケールの変動を解析している。そこで、今回は大村<sup>5)</sup>の結果に加えて西水道の水位差についても検討した。本報では、まず東水道と西水道の水位差の季節変動、経年変動について解析した後、両水道での水位差の変動傾向の相関性を検討した。さらに東水道に限定して水位差と水温積算値(含熱量)との相関性についても検討した。

#### 資料および方法

対馬海峡を横切る方向の水位差の指標値として、東水道ではMIZUNO et al.<sup>6)</sup>に準じて門司、博多、佐世保の日平均水位の平均値と巖原の日平均水位との偏差を用いた。一方、西水道ではKAWABE<sup>7)</sup>に準じて巖原～釜山間の日平均水位差を指標値とした。

資料は'71～'90年の海上保安庁水路部の門司、博多、佐世保、巖原、釜山の日平均潮位を用いた(図1)。これらの日平均潮位から日平均水位差を算出し、各水道の水位差の季節変化、経年変化さらには両水道間の月、季節単位での変動傾向の相関性を検討した。ただし、日平均水位差のデータが月の半分以下しか得られない場合には、その月は欠測月として解析から削除した。

対馬暖流の勢力を表す指標値は、水位差のほかに海峡断面の水温積算値(含熱量)を用いたものがある。東水道では毎月定期海洋観測を実施しているため、この観測資料を用いて毎月の含熱量を算出し、東水道を対象に水温上昇期の3～8月の含熱量の偏差と水位差との変動の相関を検討した。含熱量の算出方法は三井田<sup>8)</sup>に準じた。

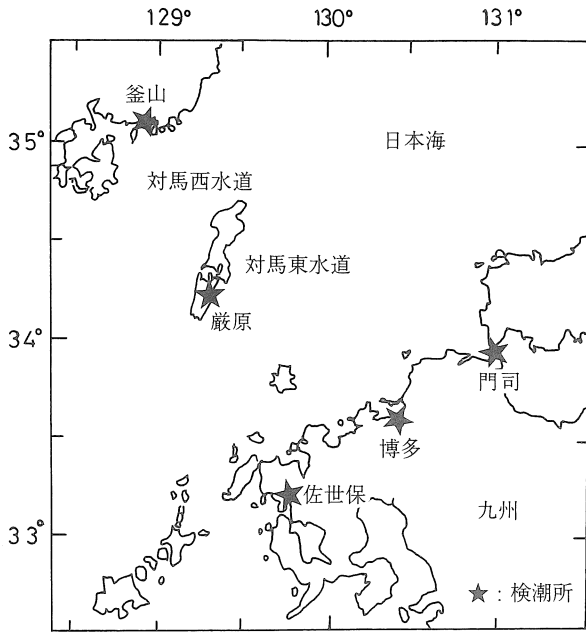


図1 調査海域

結果および考察

1. 対馬海峡における水位差の季節変化及び経年変化

対馬東水道及び西水道における水位差の月平均値を図2に示す。水位差は両水道とも夏季に大きく、冬季に小さくなる季節変化をする。しかし、この図を詳細にみると両水道の季節変化は二つの点で異なった様相を示している。水位差は東水道では1月に最低、7月に最大となるのに対して、西水道では2～3月に最低、8月に最大となる。つまり、水位差が最小、最大となる月は東水道が1月程度早くなっている。

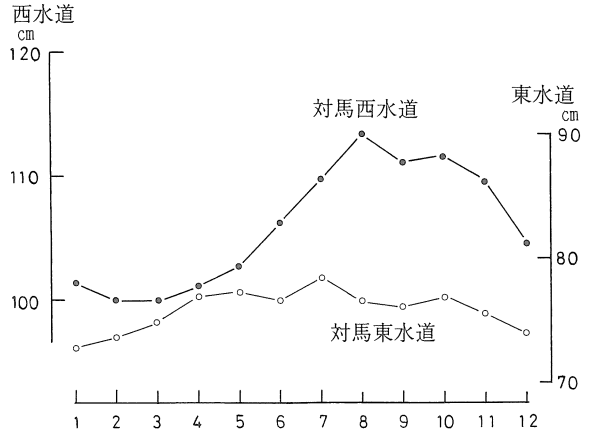


図2 月別平均水位差の経月変化

また、水位差の年間較差は東水道では6 cm程度であるのに対して西水道では13cm程度であるため、水位差の季節変化は西水道でより顕著である。このような両水道での水位差の違いは、水位差を年別の時系列にすることで季節変化の違いがより明瞭になってくる。'81～'83年の水位差の時系列は図3に示したとおり、西水道では季節変化が毎年認められるのに対して東水道では季節変化が小さく、しかも必ずしも認められない場合がある。KAWABE<sup>1)</sup>が'66～'76年の博多～厳原間、厳原～釜山間の日平均水位差を解析した結果も水位差は同じ変動傾向を示している。

次に水位差の長期変動傾向をみるため、'71～'90年の月別平均偏差の累積値を図4に示した。東水道での水位差の変動傾向は'73～'76年の低下期、'77～'81年の増加期、82年以降の低下期に分けられる。一方、西水道では'75年までの増加期、'77～'78年の資料が欠測しているが、

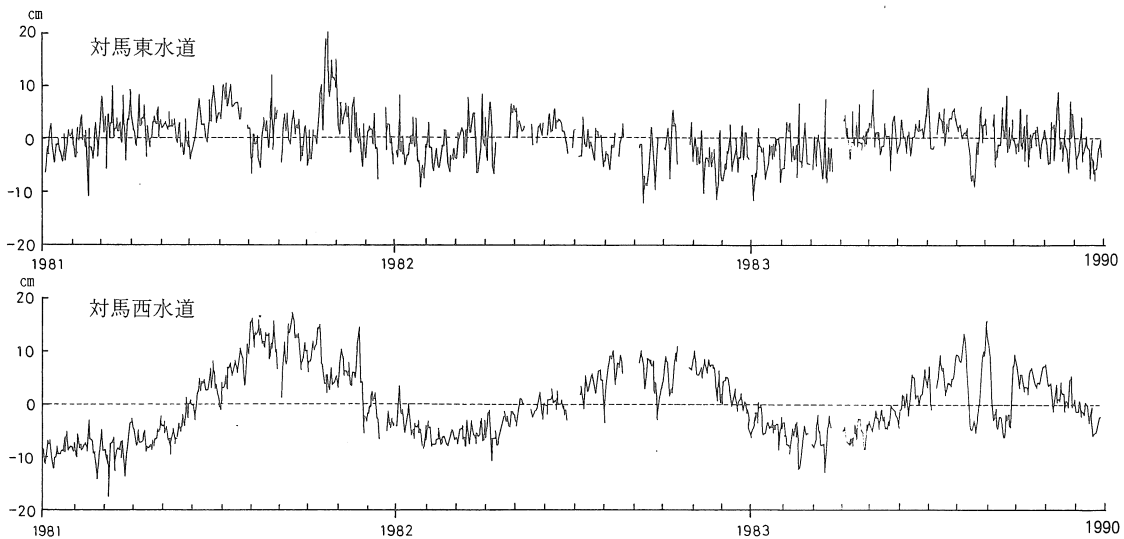


図3 日平均水位差の時系列

対馬海峡における対馬暖流の水位差の変動

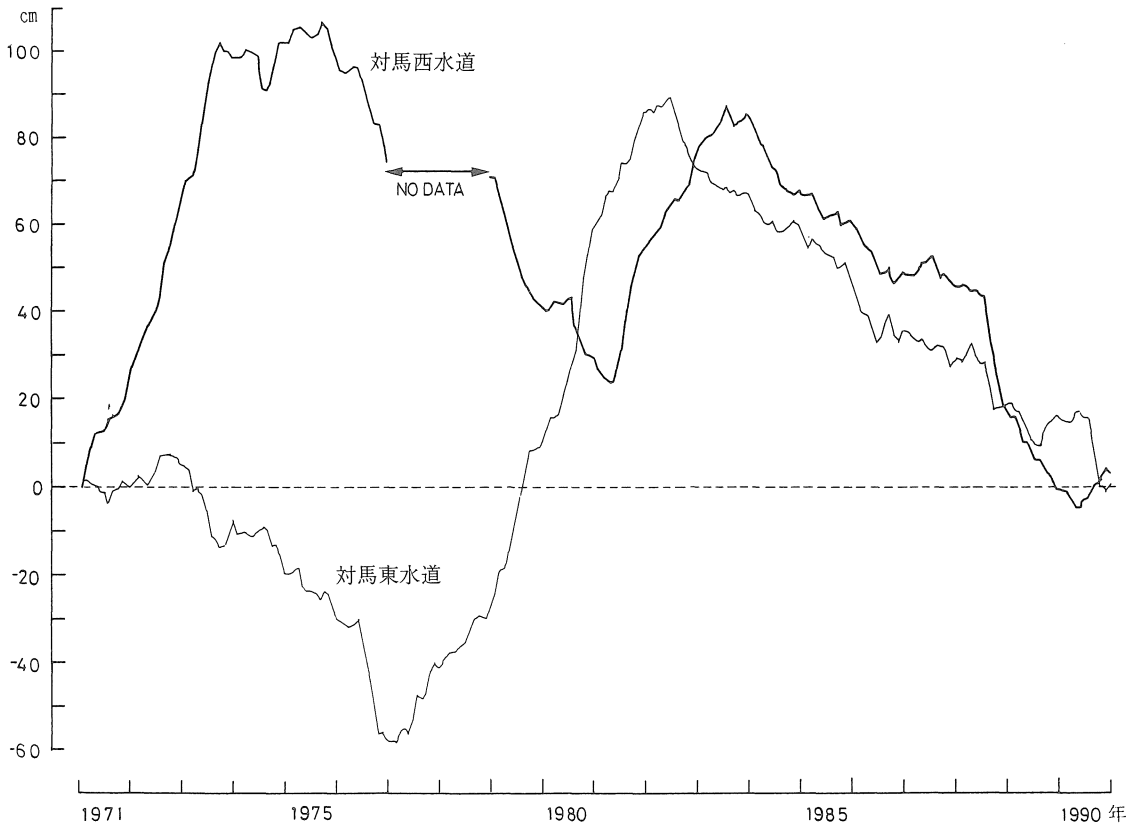


図4 水位差の月別平均偏差の累積値

'76~'80年の低下期, '81~'83年の増加期, '84年以降の低下期に分けられる。両水道での水位差の変動傾向を比較すると, '73~'75年には東水道が低下期であるのに対して西水道では増加期, '77~'80年には東水道が増加期で, 西水道は低下期である。'84年以降は両水道とも低下期で一致している。つまり, '81~'82年頃を境として'80年以前では水位差の変動は東西両水道で逆の変動, '84年以降は同じ変動になっている。

このように水位差が同じ変動, 逆の変動を示すことが周期的に起こることなのか, あるいはどちらかの変動が卓越していて一時的に違う変動がこの期間に現れたのか, 今後資料年数を長くして検討する必要がある。

2. 東西両水道における水位差変動の相関性

水位差の月別平均偏差の時系列を図5に示す。この図を見ると, 各月の偏差の時系列は両水道で常に同じ変動

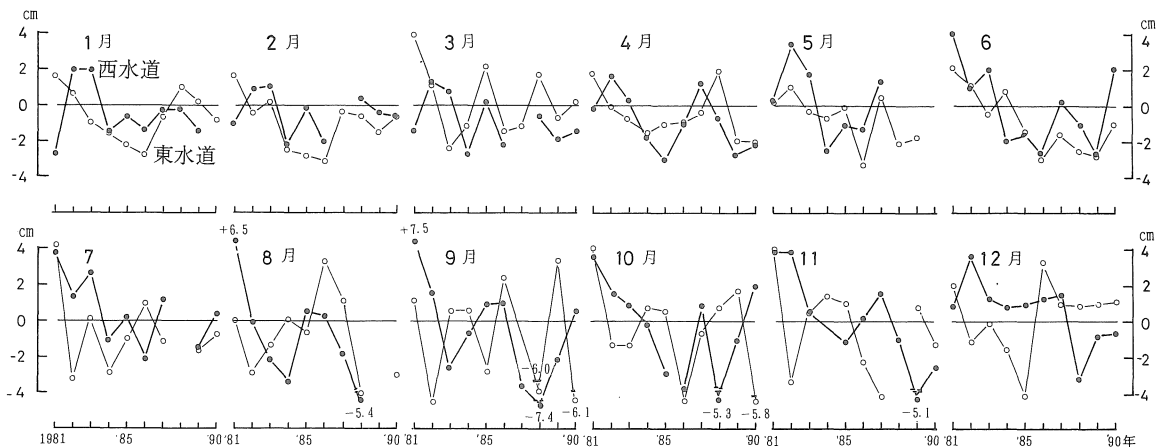


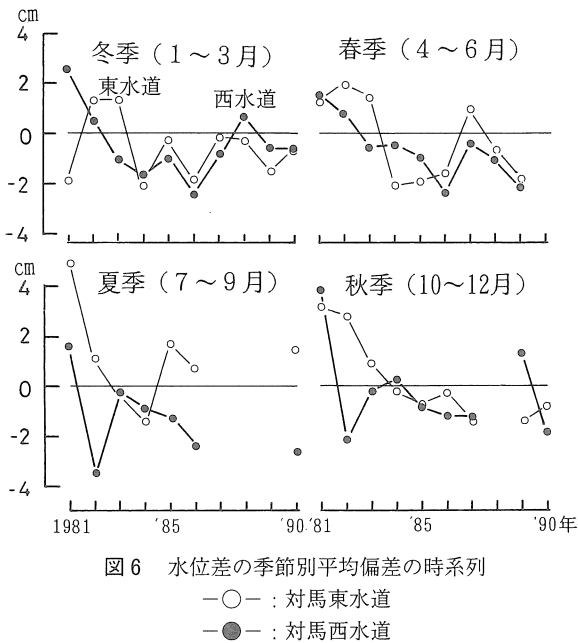
図5 水位差の月別平均偏差の時系列

○—: 対馬東水道  
●—: 対馬西水道

傾向を示しているわけではなく、月によってその傾向は大きく異なる場合が認められる。そこで、月別に東水道と西水道の偏差の相関係数を算出した。この図のなかで、例えば6月の'84~'90年あるいは11月の'82~'87年のように解析期間を限定すると、両水道間の水位差の変動には正あるいは負の相関関係が認められる場合もあった。しかし、期間を'71~'90年の20年間にした場合には、両水道間の偏差の変動は全ての月で有意な相関関係が認められなかった。

一方、原<sup>4)</sup>は3~5月の水位差を平均化して東水道と西水道の水位差の変動を検討した結果、その変動パターンが両水道で大きく異なることを指摘している。つまり、両水道の水位差の変動は負の相関関係にある。しかし、川合<sup>1)</sup>は両水道間の相関係数が周年にわたって検討されていないこと、また解析した期間が12年間で短く長年の資料に基づく相関の有意性の確認が必要であることを指摘している。

そこで、解析期間を20年間にして季節別に水位差の変動傾向を検討した。季節の分け方は1~3月、4~6月、7~9月、10~12月とした。両水道における季節別偏差の一例として'81~'90年の偏差の時系列を図6に示した。



この図を見ると偏差の変動傾向は図5と同様に解析期間を限定すると、両水道間の偏差の変動には相関関係が認められる。しかし、20年間の資料を基にして両水道の偏差の相関係数を算出すると、すべての季節で有意な相関関係が認められなかった。

以上のように月単位から季節単位の時間スケールでは、

東水道と西水道の水位差の変動には有意な相関関係は認められなかった。このことは、例えば水位差が東水道で上昇した際に、西水道では水位差が上昇する場合と低下する場合がみられるということである。

### 3. 東水道での水位差と含熱量との関係

東水道の水位差と含熱量との関係を水温上昇期の3~8月について検討した。まず、1カ月間の時間スケールでの含熱量の偏差と水位差との関係を見るため、例えば3月と4月の含熱量の偏差とこの期間中の平均水位差との相関係数を算出した。これを4月と5月、5月と6月、6月と7月、7月と8月について行った。そして順次2~5カ月間と時間スケールを長くして相関係数を求めた。

1カ月間の時間スケールの場合には各月間の含熱量の偏差と各々の期間に対応する平均水位差には有意な相関関係は認められなかった。2カ月間の時間スケール(3月と5月、4月と6月、5月と7月、6月と8月の含熱量の偏差とその期間の平均水位差)、3カ月間の時間スケール(3月と6月、4月と7月、5月と8月の含熱量の偏差とその期間の平均水位差)、4カ月の時間スケール(3月と7月、4月と8月の含熱量の偏差とその期間の平均水位差)の場合も同様に相関関係は認められなかった。

唯一、3月と8月の含熱量の偏差とこの期間中の平均水位差との間に有意な相関関係が認められた。この時の含熱量の偏差と水位差との関係を図7に示した。この図

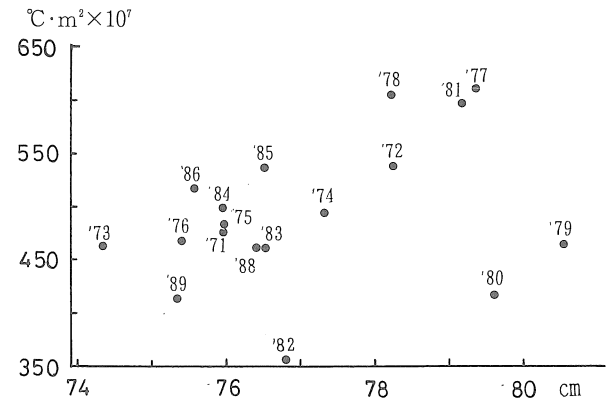


図7 水位差と含熱量の偏差との関係

をみると'79, '80, '82年が大きくはずれている。'79, '82年は水温上昇期にもかかわらず前月よりも含熱量が低下した月(前月より水温が下がった月)を含んでおり、また'80年は夏季の水温が平年に比べてかなり低めで経過しているためである。'79, '80, '82年の特異年として計

算から除外すると相関係数は0.84になる。

水温上昇期における対馬暖流域での水温上昇は、大気・海洋相互作用による加熱よりも南方からの暖水移流による効果が強いと考えられている<sup>1)</sup>。このことは水位差が大きいほど多くの熱量を運ぶことになる。水位差と含熱量の偏差との関係は、数カ月程度の時間スケールでは、何らかの変動要因が働いて相関が認められないが、対象とする期間を5カ月間と長くすることによって相関が認められるようになる。

以上のように東西両水道での水位差の変動傾向、両水道での変動の相関性、さらには東水道での水位差と含熱量の相関性を解析した。水位差を漁況の変動要因として有効に利用するためには、今後は水位差と漁況との関係、例えば浮魚類の漁獲量に水位差がどの程度影響しているのか等を検討しなければならない。

### 要 約

'71~'90年の水位差の資料を用いて対馬東水道及び西水道の水位差の変動を検討した。

- 1) 水位差は両水道とも夏季に大きく、冬季に小さくなる季節変化をする。しかし、水位差の年間較差は東水道では6 cm程度であるのに対して西水道では13cm程度であるため、水位差の季節変化は西水道でより顕著である。
- 2) 水位差の長期変動傾向は、東水道では'73~'76年の低下期、'77~'81年の増加期、'82年以降の低下期に分けられる。西水道では'75年までの増加期、'76~'80年の低下期、'81~'83年の増加期、'84年以降の低下期に分けられる。
- 3) 両水道の水位差の変動傾向を比較した結果、月単位から季節単位の時間スケールでは、東水道と西水道の水位差の変動には有意な相関関係が認められなかった。

- 4) 東水道を対象に水温上昇期の含熱量の偏差と水位差との変動の相関を検討した結果、3月と8月の含熱量の偏差とこの期間中の平均水位差との間に有意な相関が認められた。

### 文 献

- 1) 川合英夫：浮魚類の環境としての対馬暖流系の捉え方，水産海洋研究，第56巻，pp. 78-85 (1992).
- 2) 磯辺篤彦・大村浩一：対馬海峡東水道における対馬暖流，沿岸海洋研究ノート，第32巻，pp. 91-100 (1994).
- 3) 河野光久：対馬海峡における流速および流量の経月変動，水産海洋研究，第57巻，pp. 219-230 (1993).
- 4) 原哲之：日本海へ来遊するブリ成魚の来遊量指数とその年変動，日本水産学会誌，第56巻，pp. 19-24 (1991).
- 5) 大村浩一：対馬東水道における水位差の変動について，福岡水産試験場研究報告，第17号，pp. 1-4 (1991).
- 6) S. Mizuno, K. Kawatate, T. Nagahama and T. Miita: Measurements of East Tushima Current in Winter and Estimation of its Seasonal Variability, Journal of the Oceanographical Society of Japan, No. 45, pp. 375-384 (1989).
- 7) M. Kawabe: Branching of the Tsushima Current in the Japan Sea, Part I. Data analysis, Journal of the Oceanographical Society of Japan, No. 38, pp. 95-107 (1982).
- 8) 三井田恒博：西海区ブロック漁況海況連絡会議資料 (1975).