

## 対馬東水道における水温の長期変動について

渡邊 大輔・安藤 朗彦  
(研究部・豊前海研究所)

About the secular fluctuation of the water temperature that kicks the Tsushima east water service

Daisuke WATANABE and Akihiko ANDO  
(Reserch Department・Buzenkai Laboratory)

福岡県水産海洋技術センターでは、1913年から調査船による海洋観測を行い、データの蓄積を行ってきた。過去に三井田<sup>1)</sup>が'19年1月から'65年12月までの期間における対馬東水道中央部の観測結果をまとめた報告によると、長期変動の傾向は'19-'36年の低温期、'37-'44年の平衡期、'48-'61年の高温期、'62年以降の低温期に大別している。

三井田の報告から40数年が経過した現在、この間の水温の長期的な解析はなされていない。

そこで本研究では、対馬東水道における'49年から'04年までの55年間の水温長期変動を気象との関連、季節別の変化、沖合と沿岸の比較という観点から解析を行ったので、その結果を報告する。

### 方 法

福岡県水産海洋技術センターで'49年から毎月実施している海洋観測結果のうち、図1に示す2定点のデータを解析に用いた。

水温測定は、'49年から'94年までは転倒採水器で採水後、水銀温度計を用いて測定を行い、'95年からはクロロテック（アレック電子）により、水温測定を行っている。'52年1月から'53年3月と'59年1月から'62年8月までは、調査点が変更されていたので解析の対象から外した。

また、各月における測定日が一定でないので、線形補正により、各月1日の値に換算した。

解析は、対馬海峡中央部における長期変動の特徴、変動の周期性、水深別（10m、50m、100m層）の比較、対馬海峡中央部と沿岸域である福岡湾沖との比較、気温

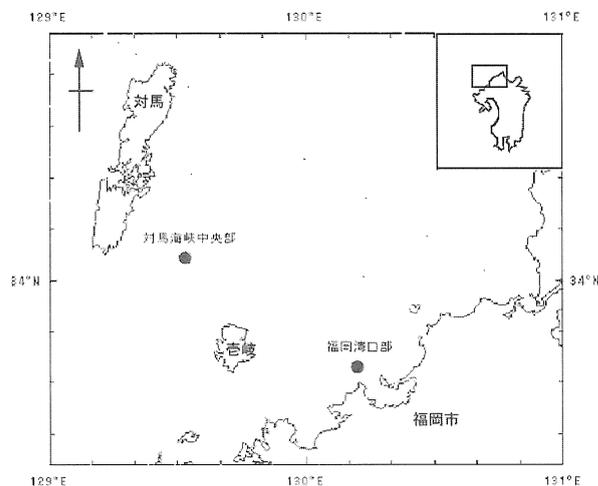


図1 調査点図

と水温変動の関連、季節毎の変動、季節間の比較について解析を試みた。

対馬海峡中央部における水温変動では、55年間の各月の平均値を求め、各月の水温値からこの平均値を引いて得られる偏差の累積値で解析を求めた。

各年データを1月から3月を冬季、4月から6月を春季、7月から9月を夏季、10月から12月を秋季とする4つの期間に区分し、それぞれの期間の水温の平均値から、'49年~'04年における期間ごとの平均値を差引いて求めた偏差を用いて季節別の解析を行った。

対馬海峡中央部と福岡湾沖の比較では、偏差の値の36区間移動平均値を算出し解析を行った。

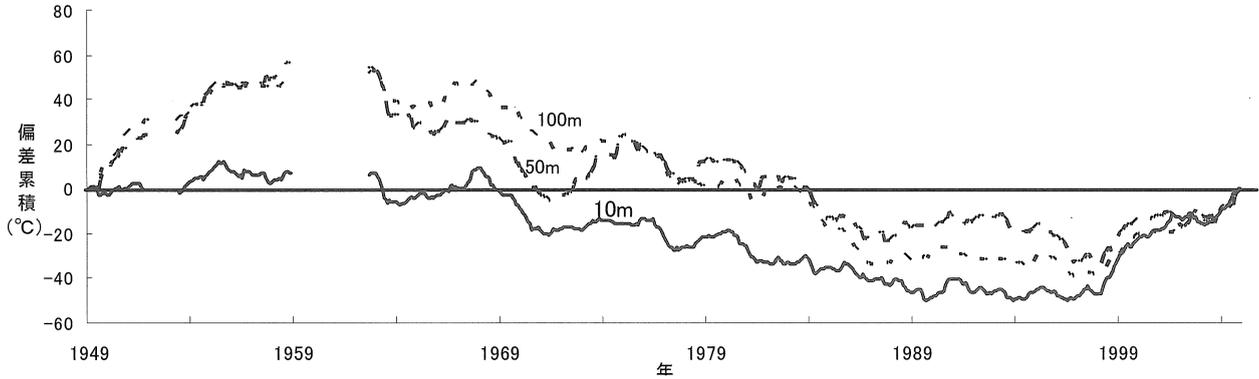


図2 対馬海峡中央部における平均偏差累積

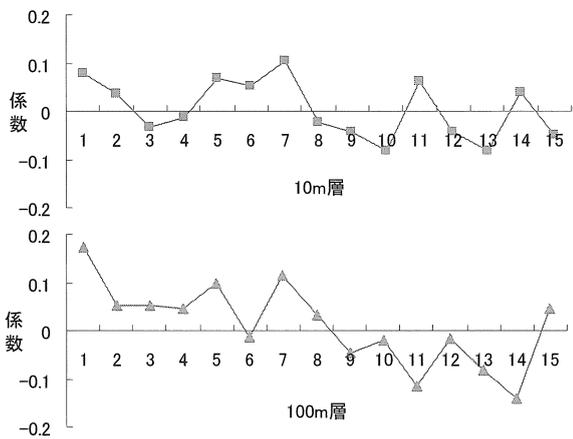


図3 対馬海峡中央部における年毎の同月を比較した自己相関係数(横軸は年のずれを表す)

1となり、水温変動は10m層と50m層に比較して50m層と100m層の方が類似した傾向を示していた。

(3) 周期性の検討

図3に自己相関係数の結果を示す。周期性を検討するために、10m層と100m層の月ごとの偏差の値を1年ごとに15年目までずらして自己相関係数を求めると10m層、100m層とも6年から10年毎に大きい値を示した。

(4) 季節別長期変動

図4に季節別の水温の長期変動の推移を示した。

1) 冬季(1月～3月)

10m層と100m層はほぼ同じ変動が見られ、10m層と100m層の相関係数は、0.96であり高い相関が見られた。他の季節と異なるのは、負偏差と正偏差の期間が長いこと、明瞭な変動が見える。'67年から'87年までは負偏差の期間、'87年以降は正偏差の期間といえる。

2) 春季(4月～6月)

10m層と100m層はほぼ同じ変動が見られ、10m層と100m層の相関係数は、0.81と高い値であった。'57年以前、'88年から'92年及び'98年以降に正偏差を示すが、これ以外の期間は平年並み及び負の偏差で推移していた。

3) 夏季(7月～9月)

10m層と100m層は正偏差、負偏差を繰り返す変動がみられるが、他の季に比較して顕著に異なる変動が見られた。10m層と100m層の相関は0.06と低い結果であった。

4) 秋季(10月～12月)

夏季と同様に10m層、100m層で一部に異なる変動がみられ、10m層と100m層の相関係数は、0.42と低い相関であった。

(5) 季節別の比較

図5に対馬海峡中央部10m層の季節毎における水温偏差の3区間移動平均値の推移図を示す。季節毎に変動

結 果

1. 対馬海峡中央部における水温変動

(1) 長期変動の特徴(各月の平均偏差累積)

図2に対馬海峡中央部における10m層、50m層、100m層の平均偏差累積値を示した。

10m層、50m層、100m層の水温は解析期間をとおして同じ変動傾向を示した。その傾向は、'49年から'58年までは曲線勾配が上向きの上昇期、'62年から'97年までは勾配が下向きの下降期、'98年からの上昇期に大別され、10m、50m、100mとも水温は10年をこえる長期変動を示している。

(2) 水深別の比較

水温変動を詳細に見ると50m層と100m層は、ほぼ同様の変動幅がみられるが、10m層では'58年までの高温期の振幅が低めであり、水深帯間によって傾向が異なった。このため、水深帯間の関連性をみると10m層と50m層の相関係数は0.43、50m層と100m層の相関係数は0.6

対馬東水道の水溫長期変動

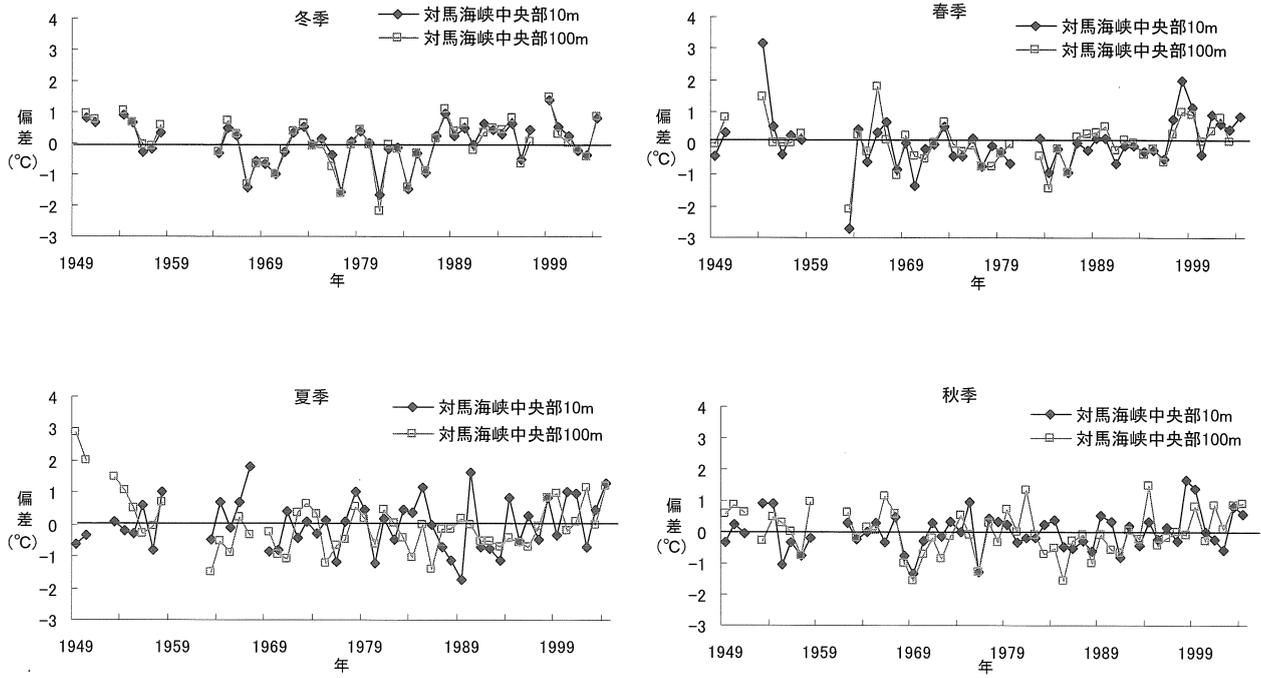


図4 季節別長期変動の推移

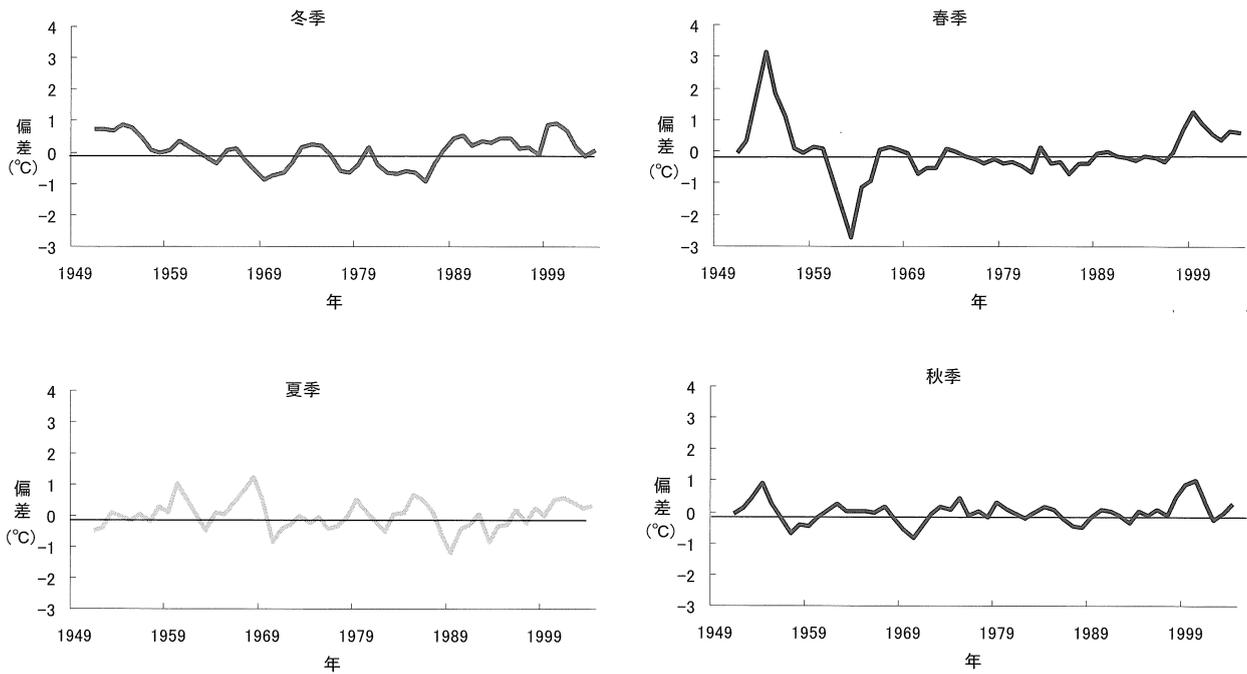


図5 対馬海峡中央部10m層における季節別長期変動の推移（3区間移動平均）

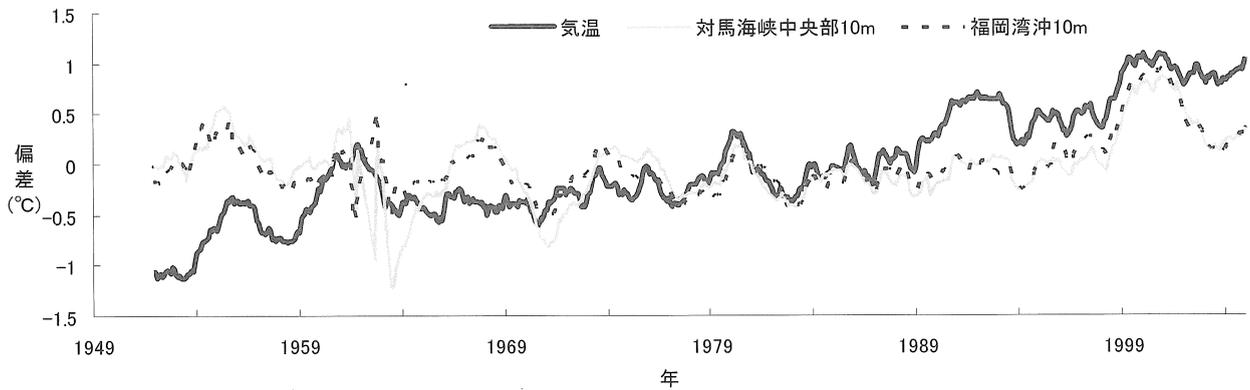


図6 対馬海峡中央部と福岡湾口部および気温との関係（36区間移動平均）

傾向は異なり，比較的高い相関を示した組み合わせは，冬季と春季の0.48，夏季と秋季の0.40，春季と秋季の0.38であった。'87年以降，冬季のみ正偏差の傾向がみられ，他の季節はその傾向がみられなかった。しかし，'98年から'00年においては季節を通して正偏差が示された。

## 2. 対馬海峡中央部と福岡湾口部の比較

### (1) 長期変動の特徴（各月の平均偏差）

図6に各月の平均偏差から求めた36区間移動平均値の推移を示した。

気温（福岡市の月平均気温），対馬海峡中央部と福岡湾沖の水溫変動は，5年以上の長期的な上昇期，下降期を繰り返す変動を示す。この変動は，対馬海峡中央部と福岡湾沖は，'59年から'66年のデータ欠測により変動が異なるが，暖流域の対馬海峡中央部と沿岸域の福岡湾沖で類似した変動が見られた。さらに図3から6～10年の周期性があることがわかり，三井田が報告した約7年の周期性とほぼ一致した。

一方，気温と水溫との関係については類似した変動を示す期間と異なる期間があった。'70年代から'80年代は類似した傾向が見られるが'59年以前，'66年から'72年の間，'89年以降の間では長期にわたり明らかに異なる変動が見られた。

### (2) 気温と水溫変動の比較

気温と対馬海峡中央部の相関関係は，0.37，気温と福岡湾沖の相関関係は，0.35，対馬海峡中央部と福岡湾沖の相関係数は，0.68であった。このことから沿岸域の水溫は気温の影響よりも対馬暖流の影響の方が大きと考えられた。

## 考 察

### 1. 対馬海峡中央部における長期の水溫変動

三井田<sup>1)</sup>は'19年1月から'65年12月までの水溫変動を解析し，'19-'36年の低温期，'37-'44年の平衡期，'48-'61年の高温期，'62年以降の低温期を明らかにした。図2に示した解析の結果，'49-'63年の高温期'64-'95年までの低温期，'96年以降の高温期に区分できた。この結果をみると水溫の長期的な変動の存在が示唆される。

図5における季節別の長期変動は，冬季や春季において比較的長い期間明瞭な変動が見られた。さらに冬季の'87年以降に正偏差の期間が見られるが，夏季，秋季ではみられない。

これは，鉛直混合が活発になる冬季，春季は明瞭な変動がみられたが，季節的な水溫躍層の発達する夏季，秋季においては，水溫躍層の形成が影響し変動が少なかったと考えられた。さらに，'98年以降の正偏差傾向は，全季節とも共通していた。

千手<sup>2)</sup>によると，日本海において顕著な水溫上昇は，'80年以降2回生じており，1回目は'88/'89年頃で冬季において顕著であり，2回目は'97/'98年頃，冬季だけでなく他の季節においても明瞭であると報告されている。特に'88/'89年の変化はレジームシフトと呼ばれ，'97/'98もその可能性があるといわれている。

'88/'89年の上昇は，アリューシャン高気圧の影響が述べられており，冬季の水溫上昇からみて，その可能性が強いと考えられる。しかし図5から'97/'98年の上昇は，全ての季節において上昇しており，長期的水溫変動の原因が示唆された。この原因の究明には，詳細な変動周期と関連する環境要因についてさらなる検証が必要と考えられ，先に三井田によって報告された期間を含め，より長期にわたる観測結果の解析を今後試みてみたい。

## 2. 地点間の水温変動

一方、対馬海峡中央部の定点から60km離れた福岡湾口部の水温については、沿岸水の影響や気温の影響をより強く受けるものと予想したが、沿岸域と対馬暖流域の相関は極めて高いことがわかった。

このことは、西岸境界流の黒潮域では黒潮と陸岸とに挟まれた沿岸域にフロントが形成されるが、沿岸境界流の対馬暖流域では、ごく沿岸域でも対馬暖流の影響を強く受けているものと考えられた。よって本海域の沿岸から沖合は、長期観測結果の解析から類似した変動傾向が得られたことから、対馬暖流の影響は、沖合のみならず海域全体に広がり、かつ変動しているものと推測された。

### 要 約

- 1) 対馬東水道における'49年から'04年までの55年間の水温長期変動を気象との関連、季節との関連、沖合と沿岸という観点から解析を行った。

- 2) '49-'63年の高温期、'64-'95年までの低温期、96-'04年の高温期に区分できた、ことが明らかとなった。
- 3) 対馬海峡中央部において6~10年の周期変動がある。
- 4) 対馬東水道においても'80年以降、顕著な水温上昇があることが確認された。
- 5) 福岡湾口部のようなごく沿岸においても、対馬暖流の影響を受けていることが明らかとなった。

### 文 献

- 1) 三井田恒博：対馬東水道中央部における水温の周年変化と長期変動について.福岡県福岡水試研報,第13号, 1-8(1967)
- 2) 千手智晴, 渡辺俊輝, 繁永裕司：日本海山陰沿岸水温にみられる十年スケール変動. 月間海洋, 35, 59-64(2003)