

島根県下沿岸定地水温の解析

村山達朗

(島根県水産試験場)

I まえがき

観測船を使用した海洋観測は空間的には広範囲な部分を覆うものの、測点間のタイム・ラグや、観測間隔の問題がある。たとえば、漁海況予報事業における定線観測でも環境変動を年単位か季節単位でとらえることしかできない。これに対し、日帰り操業を主としている沿岸漁業の場合、1日から数日のスケールでの海況予測が求められる。しかし、このような時間スケールの海況情報はきわめて少ないのが実状である。唯一、各地測候所、水産試験場で行なっている定地水温観測資料があるにすぎない。これら定地水温については、平野・房州(1957)、上原・友定(1975)らいくつかの研究報告があるが、その多くは海況の年単位での長期変動を対象としたものである。また、定地水温の測定層はほとんど表面水温であり、気象の影響や海面での熱収支など多くの問題点が、渡辺(1969)、小長(1973)らにより指摘されている。そのため、島根県水産試験場では、解析上多くの問題点をかかえている表面水温に代えて、水深30~50mの県下沿岸域にメモリー水温・塩分計を設置し、水深10m層における、水温・塩分の連続観測を行なっている。今回の報告ではそれらの資料のうち、1982年6月から7月にかけての浜田・大社・野井の主に水温資料を用い、自己相関と移動平均による時系列解析を行なった。

II 資料と方法

観測は、図1に示す3点、すなわち、浜田・大社・野井で行なった。観測期間および水深は表1のとおりである。観測器にはユニオンエンジニアリング製、メモリー水温・塩分計CT-2,000を用い、測定間隔は60分とした。係留模式図を図2に示す。野井は吊下げ式、他の2点は吊り上げ式である。得られた観測資料は島崎(1982)の時系列解析の手法を参考として、移動平均とコレログラム分析を用いて、原系列を各周期成分に分解した。この計算過程で問題となるのが原系列から長期傾向を移動平均によって求める際の項数 K の値である。今回は全データ数の $\frac{1}{10}$ 程度の長さを目安とした。しかし、その値には特別な意味はない。以下、コレログラム分析により周期成分を求め、それを項数 K として移動平均した。最終的には各周期成分を消去したものを長期傾向とした。

また、コレログラム分析において最長の長期傾向を除いた時系列を定常時系列であるとして、自己相関関数 $C(\tau)$ 、および、自己相関係数 $R(\tau)$ を求めた。つまり、 $C(\tau)$ および $R(\tau)$

の次式のように表わされる。

$$C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) x(t+\tau) dt$$

$$\doteq \lim_{h \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n x_i \cdot x_{i+\tau} \dots \dots \dots (1)$$

$$R(\tau) = R(\tau) / R(0) \dots \dots \dots (2)$$

ここで、解析に用いたデータ数は900から1,600であり、十分大きなものと仮定し、

$$C(\tau) \doteq \sum_{i=1}^N x_i \cdot x_{i+\tau}$$

N : データ数

表1 観測点と観測期間

Place	Depth (m)	Period	Sampling interval (min.)
Hamada	37	May 26 - Aug.10, 1982	60
Taisha	24	May 25 - July 22, 1982	60
Noi	30	May 25 - July 15, 1982	60

として計算した。また得られた相関係数は t 検定により、有意水準を 5% として検定を行なった。考察で用いた、気温、表面水温の資料は、浜田測候所の気象観測月報および、松江地方気象台の島根県農業月報によった。

また、観測点近くには定置網が敷設されており、それらの定置網の浜帳から魚種別・日別漁獲量を調べた。

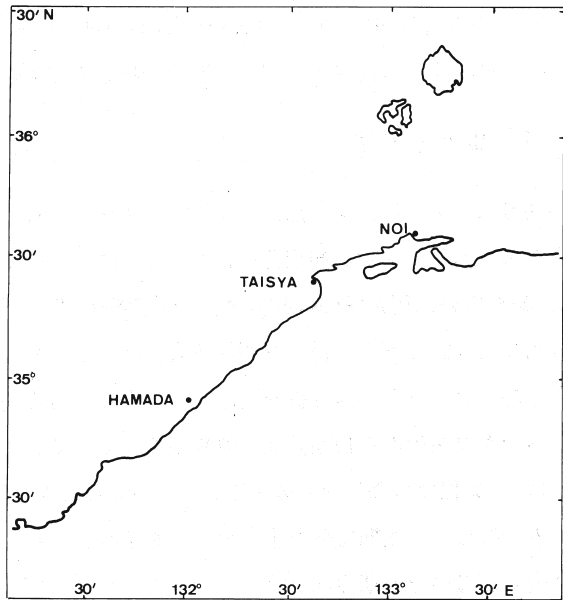


図1 観測点図

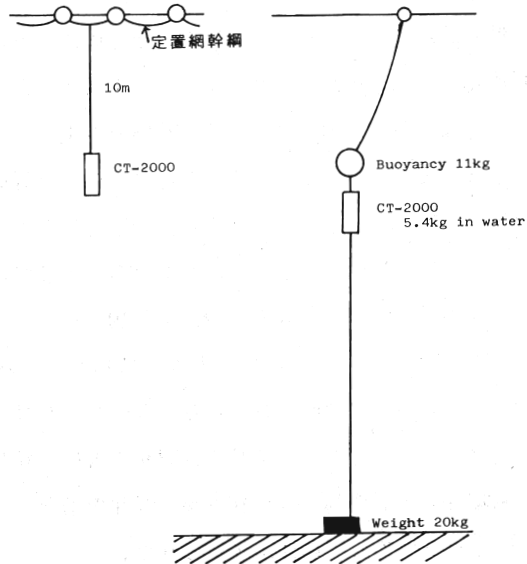


図2 観測器係留模式図

Ⅲ 結 果

浜田の水溫資料のうち、6月1日00時から8月9日23時までの1,680データを解析に用いた。原系列を図3-1に示す。移動平均の項数を K とすると、 $K=193$ （約8日間）の移動平均をとると図3-2に示すような時系列が得られる。これを長期傾向として、原系列からの残差を求めた。さらにこの残差にはジグザグの細かい周期が認められるので、 $K=3$ の移動平均をとってみた。これが図3-3である。図3-3には日周期のようなものが見られるため、 $K=23$ の移動平均をとったものが図3-4であり、図3-3との残差が図3-5である。ここで、 $K=23$ としたのは、原系列の一部の2次回帰曲線を求め、それを長期傾向として原系列からの残差を計算し、さらに残差のコレログラムを求めた際23~25時間の周期が認められたためである。図3-4および図3-5の系列のコレログラムを図4-1と図4-2に示した。 $K=3$ の移動平均の系列には持続性のある有意な周期は認められなかったが、 $K=3$ の移動平均の系列と日周期をとり除いた系列との残差系列には24時間周期が認められた。

同様な操作を大社（6月11日00時~7月21日23時、データ数984）と野井（6月1日00時~7月14日23時、データ数1,055）の資料についても行ない、結果を図5-1~5、6-1~2、7-1~5、8-1~2に示す。ただし、原系列から長期傾向を求めるための項数 K は97項（約4日）とした。得られたコレログラムからは、大社・野井とも24時間周期が認められ、野井で

は、さらに4日間の有意な周期が認められた。

3測点とも24時間周期が認められたためこれを原系列から除き、それを水温の長期傾向とするため、原系列の24時間移動平均を求め、図9-1~9-3に示した。

3測点の長期傾向をみてみると、浜田では、6月20日頃まで上昇を続けた水温は、その後10日間ほど徐々に低下、7月に入って再び上昇する。7月後半には上昇傾向は鈍り、やや下降気味となった後、8月に入って再び上昇している。また、低下時、および停滞期には、はっきりとした周期性はないものの、数日単位での変動を示している。大社では、6月の中、下旬は停滞から下降気味で、7月に入ると急激に上昇するが、7月10日をピークとして、その後10日間ほどは停滞し、観測終了後間際の20日頃から再び上昇をはじめている。大社においても、浜田同様、水温の停滞時には数日単位の変動がみられる。野井では6月12日頃まで上昇を続けた水温は、その後、約20日にわたって停滞し、7月5日頃から再び上昇している。また、浜田・大社と同様に停滞時に短期間の水温変動がみられるが、野井の場合ではコレログラム分析の結果、97時間(約4日間)という明瞭な周期性が認められた。

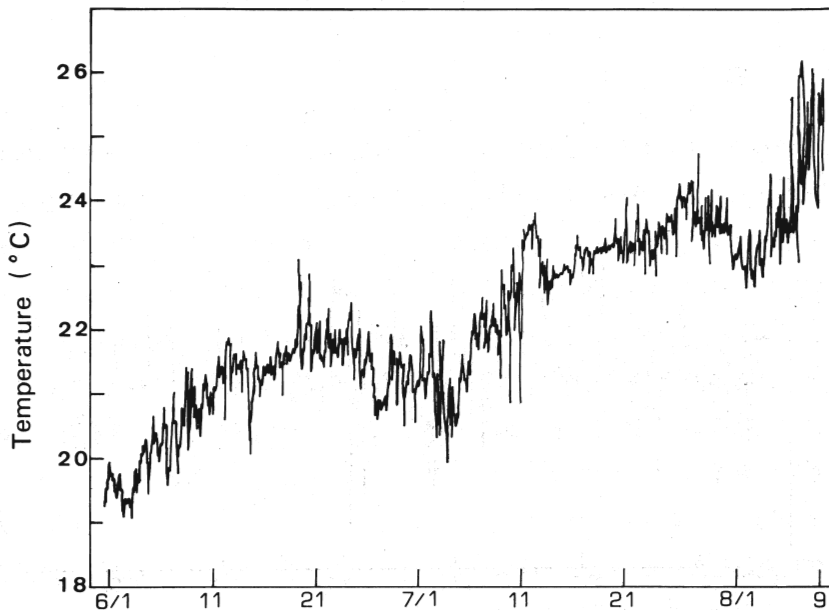


図3-1 浜田10m層水温変化の原系列

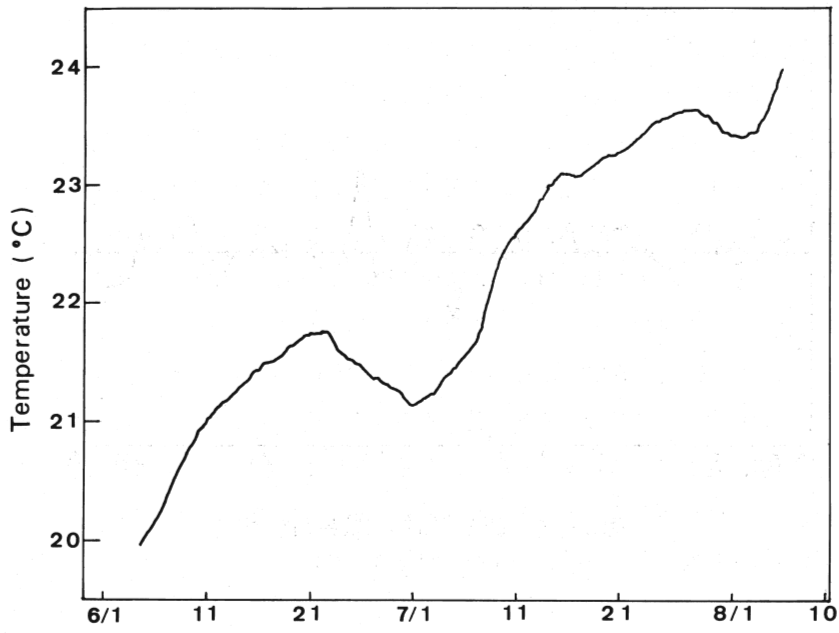


図 3 - 2 浜田10m層水温変化の193項移動平均

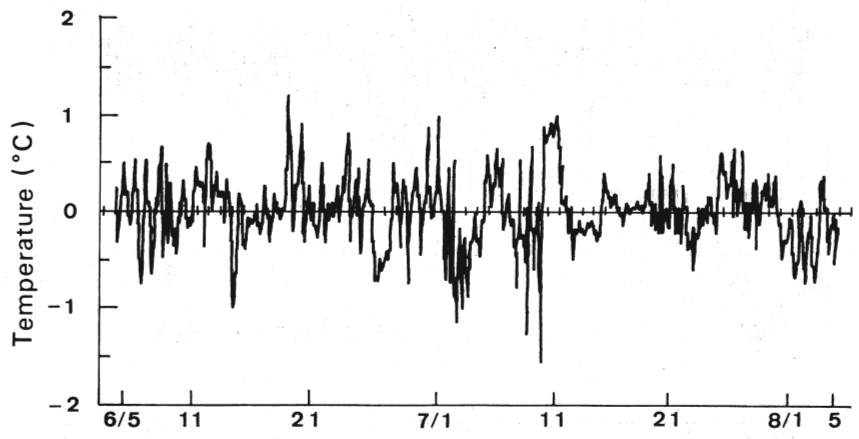


図 3 - 3 浜田10m層水温の193項移動平均からの残差の3項移動平均

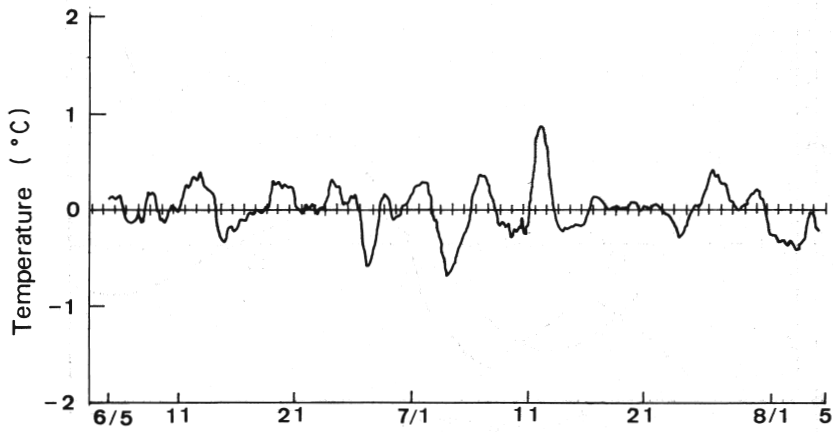


図3-4 図3-3の23項移動平均

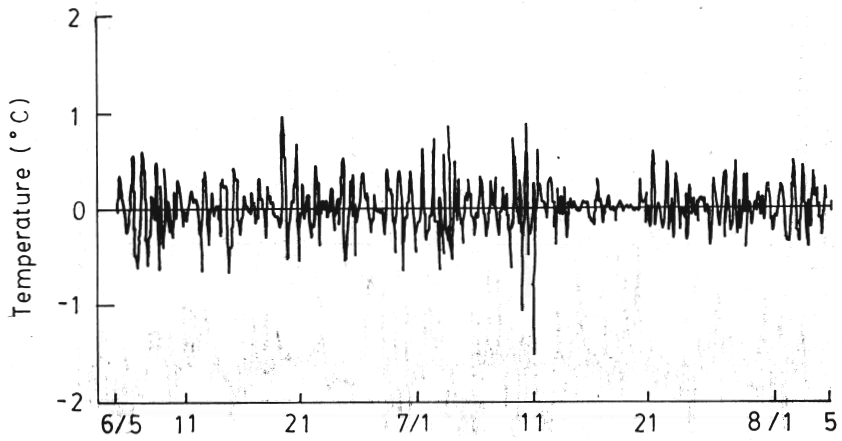


図3-5 図3-3から図3-4の移動平均を除いた残差

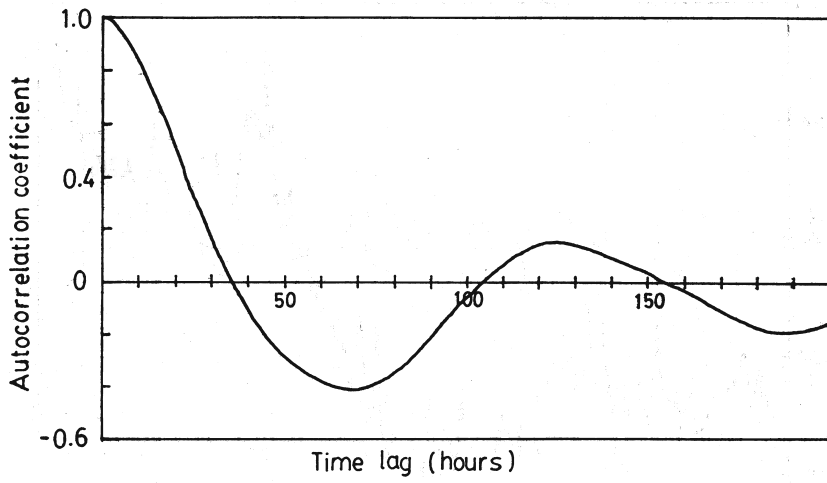


図 4 - 1 図 3 - 4 の自己相関

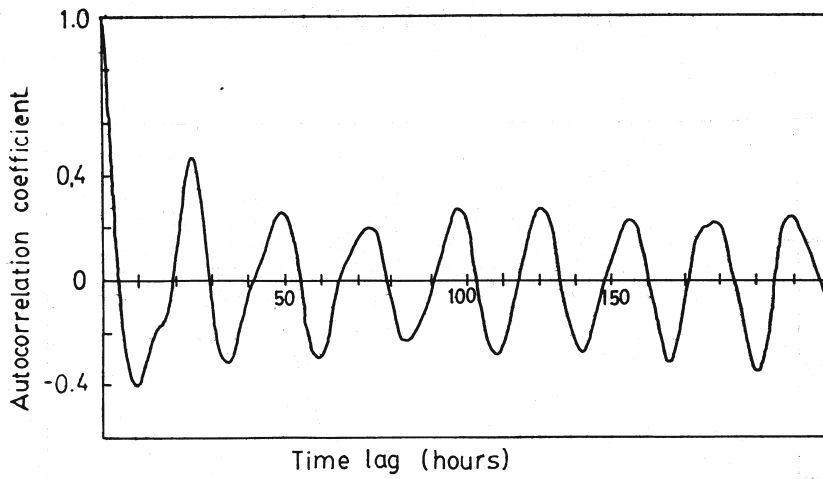


図 4 - 2 図 3 - 5 の自己相関

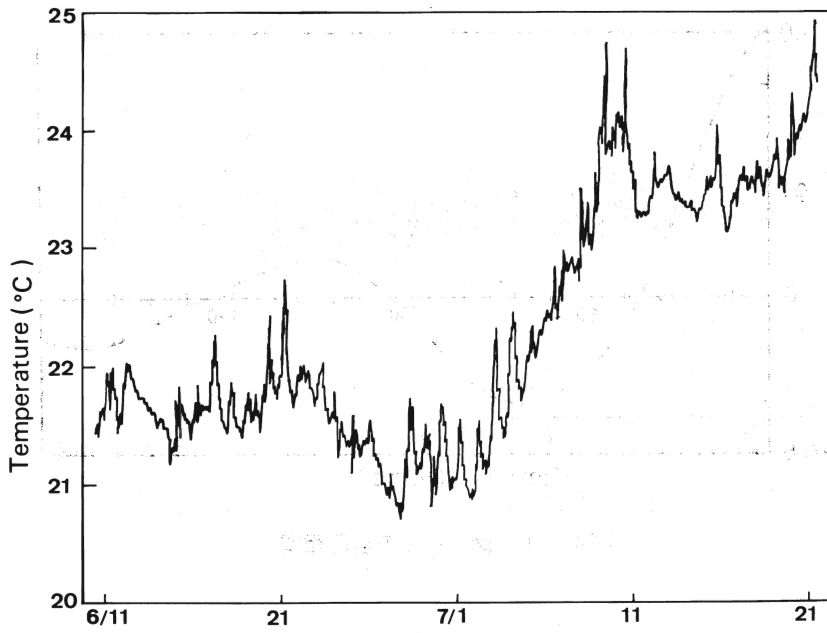


図5-1 大社10m層水温変化の原系列

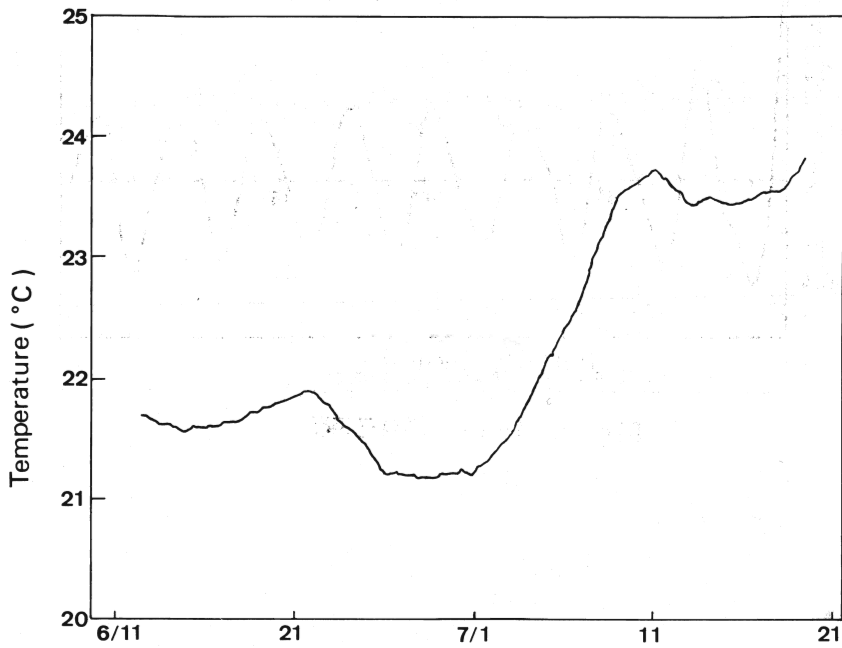


図5-2 大社10m層水温変化の97項移動平均

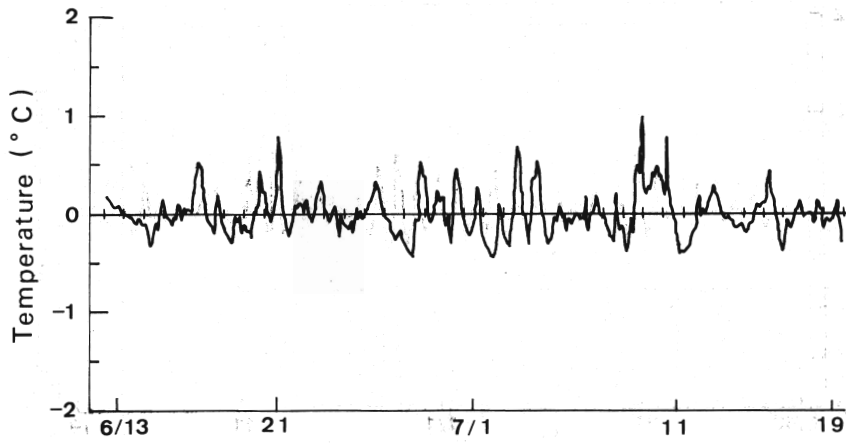


図5-3 大社10m層水温の97項移動平均からの残差の3項移動平均

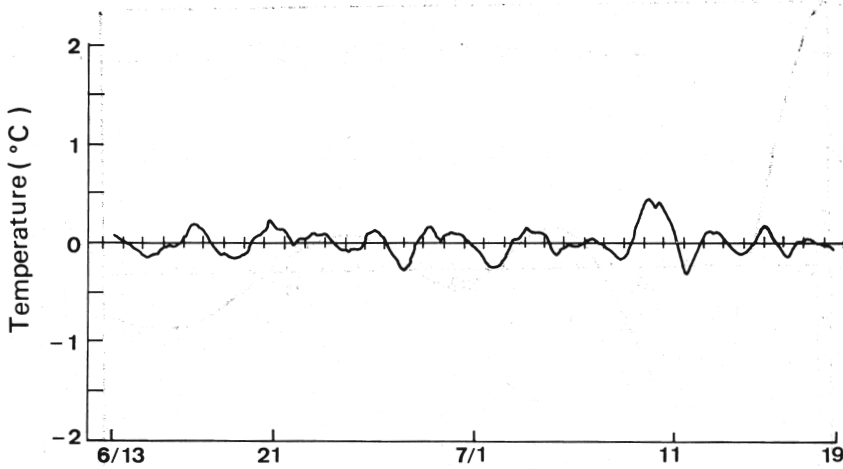


図5-4 図5-3の23項移動平均

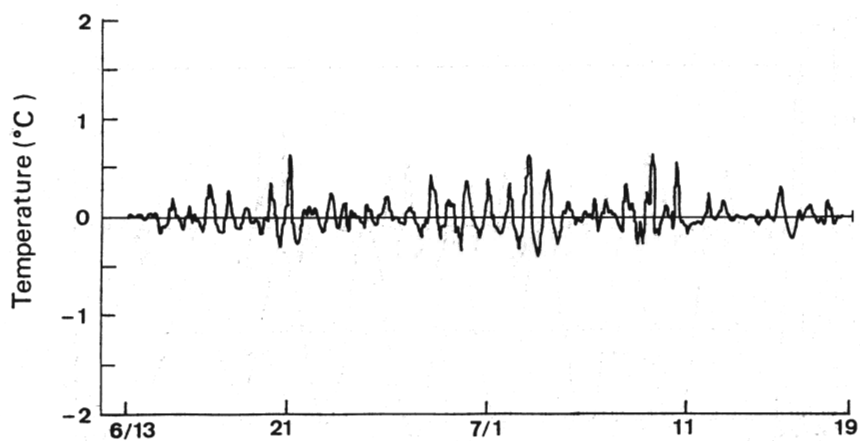


図 5 - 5 図 5 - 3 から図 3 - 4 の移動平均を除いた残差

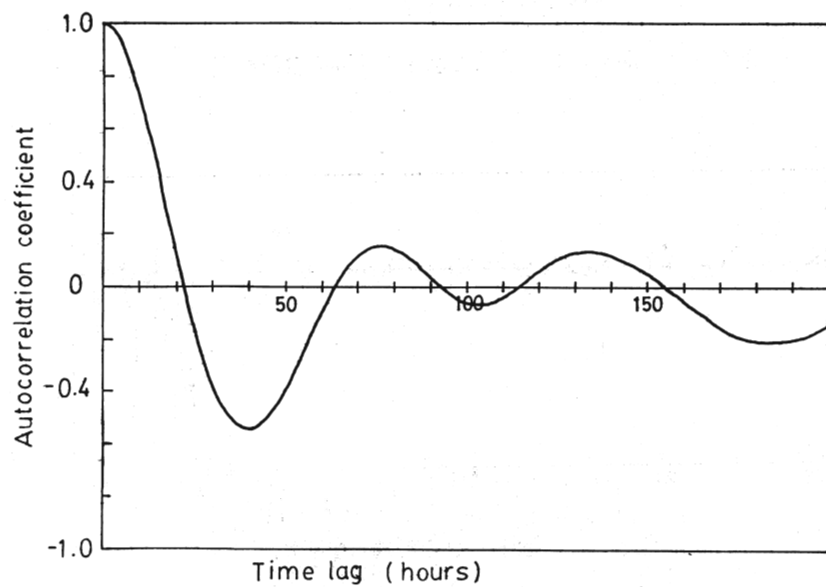


図 6 - 1 図 5 - 4 に示した大社水温時系列の自己相関

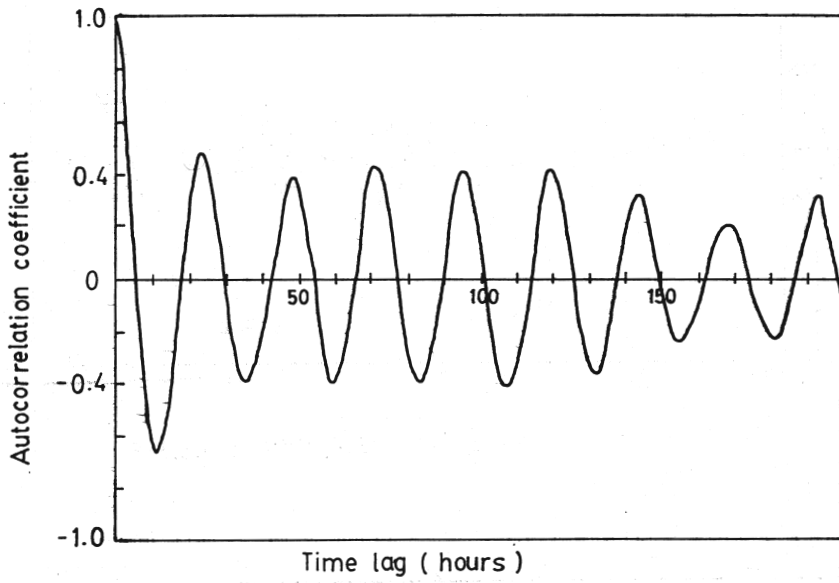


図 6 - 2 図 5 - 5 に示した水温時系列の自己相関

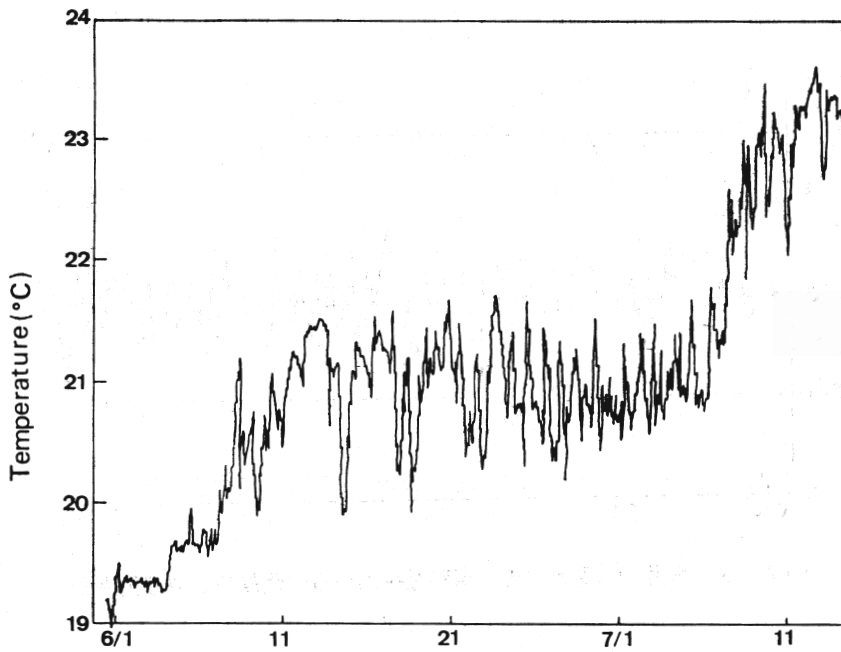


図 7 - 1 野井10m層水温変化の原系列

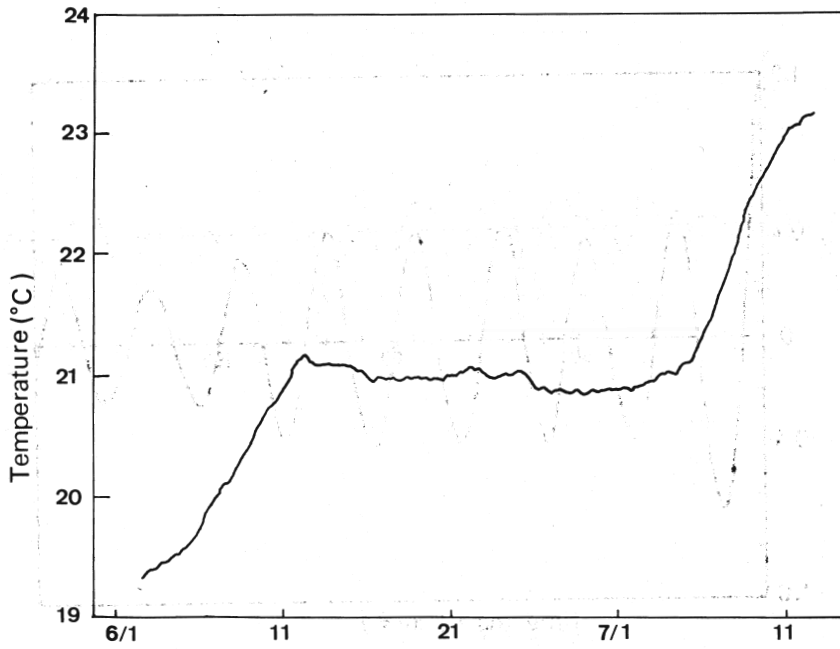


図7-2 野井10m層水温変化の97項移動平均

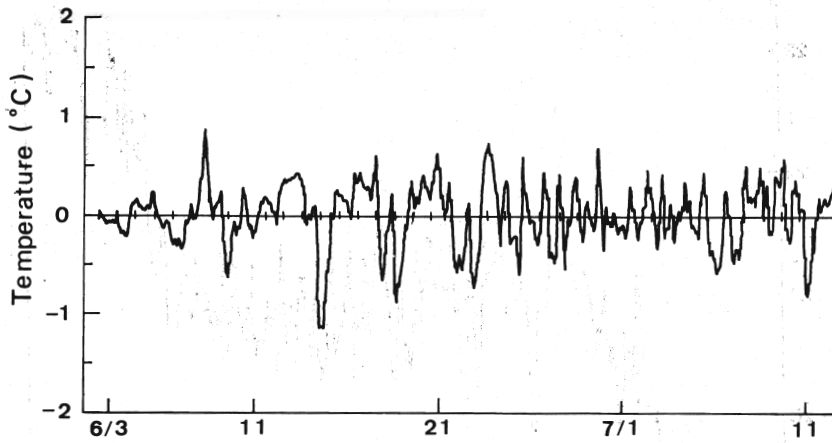


図7-3 野井10m層水温の97項移動平均からの残差の3項移動平均

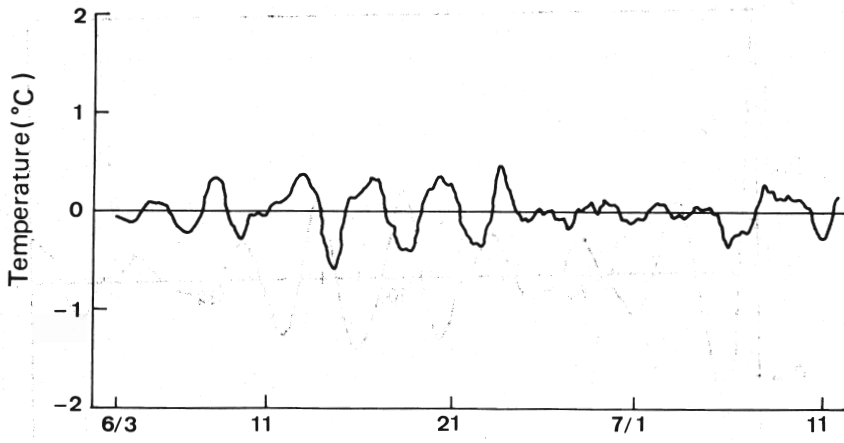


図7-4 図7-3の23項移動平均

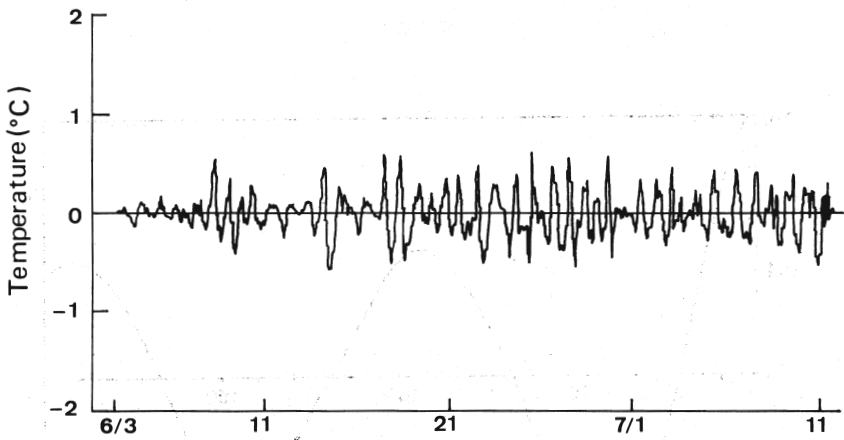


図7-5 図7-3から図7-4の移動平均を除いた残差

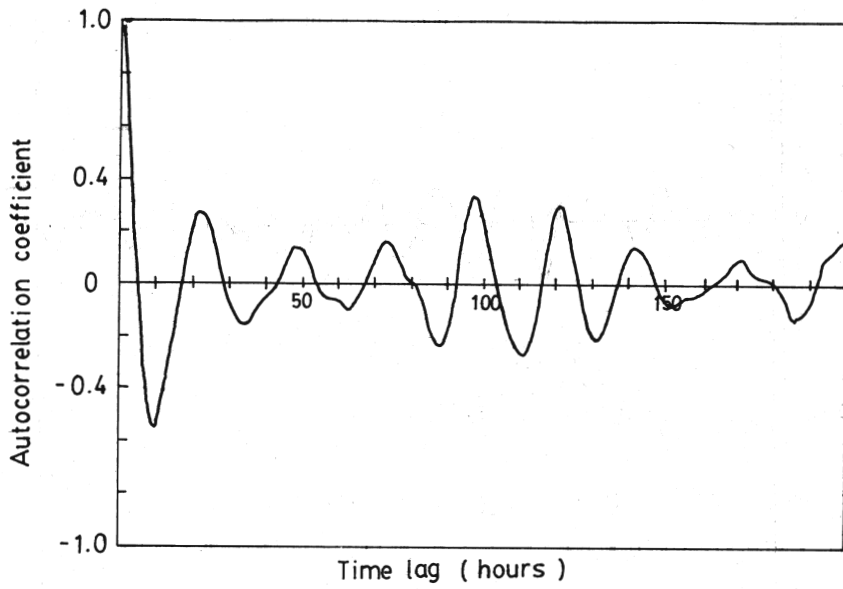


図 8 - 1 図 7 - 4 に示した水温時系列の移動平均

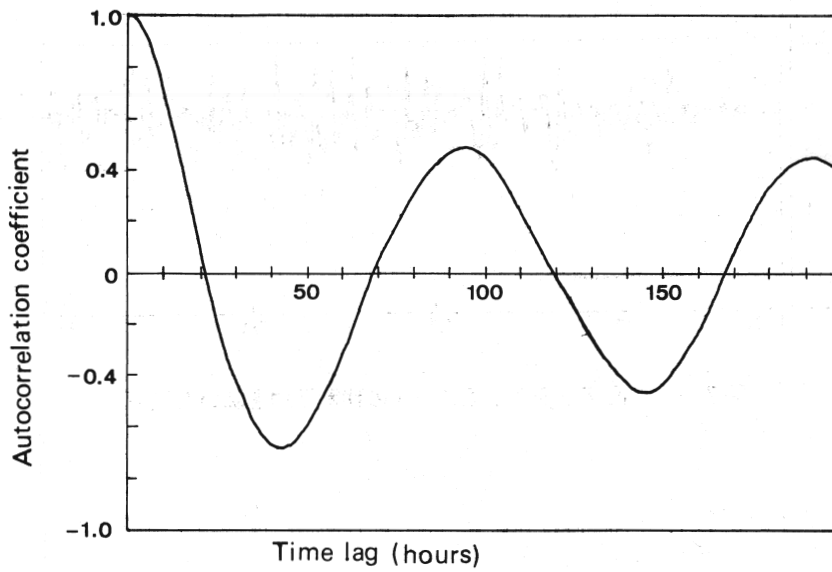


図 8 - 2 図 7 - 5 に示した水温時系列の自己相関

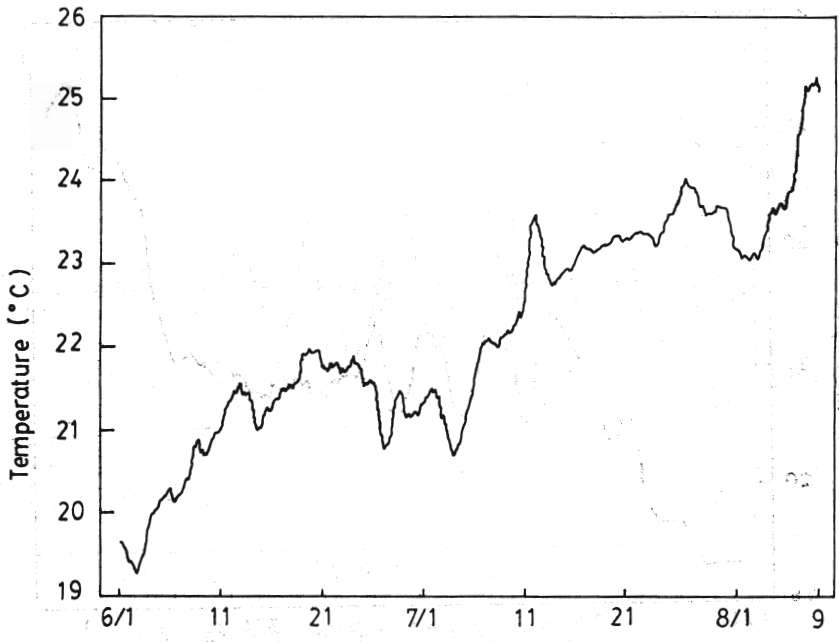


図9-1 浜田10m層水温変化の24時間移動平均

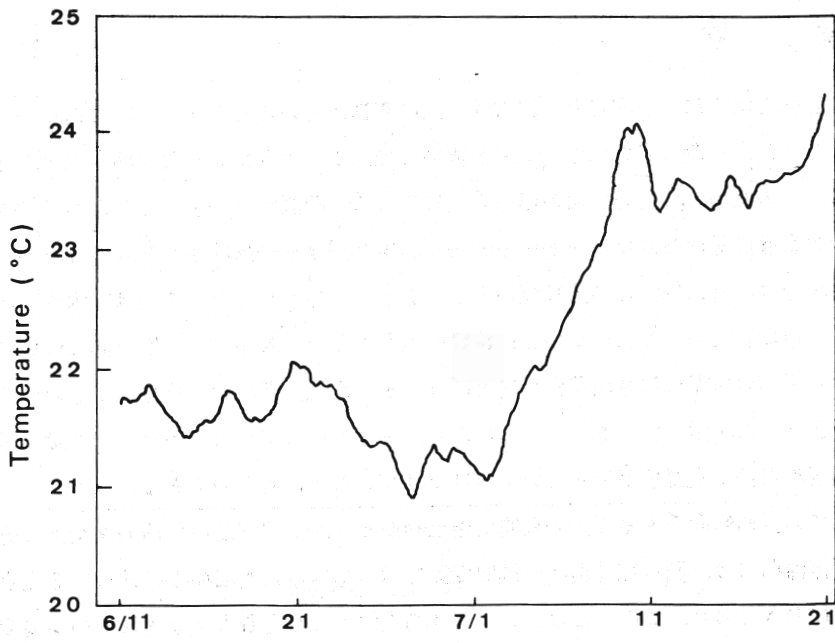


図9-2 大社10m層水温変化の24時間移動平均

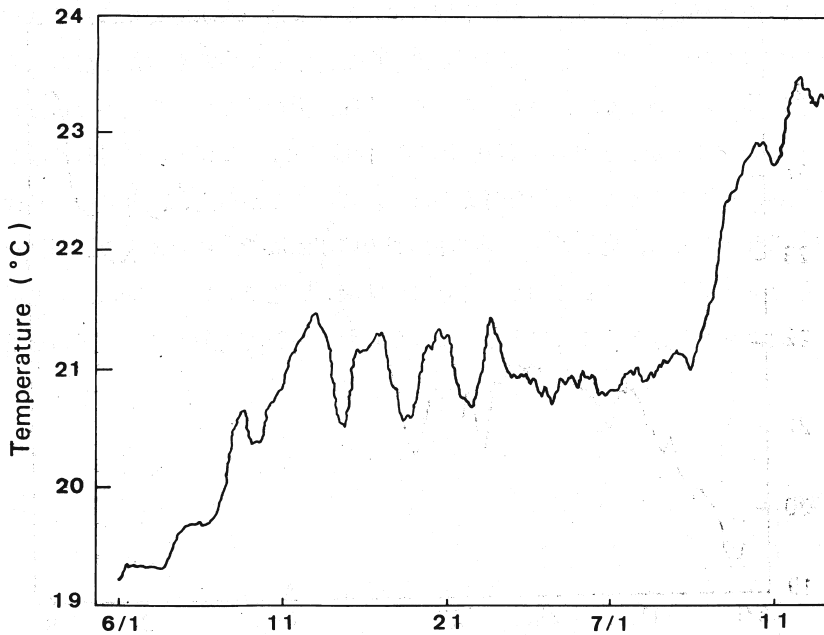


図9-3 野井10m層水温変化の24時間移動平均

IV 考 察

結果で述べたように、3測点とも24時間周期の変動が認められたが、これは何を表わしているのであろうか。一般に表面水温は気温と連動して、このような24時間周期を示すことが知られている。このため、直接の気温の影響を避けるために観測層を10m深としたわけであるが、ある程度の影響は避けられないのかもしれない。また、夏期に形成される水温躍層が10m以深に出来た場合は、特に気温との連動性が大きくなると予想されるが、今回は、水温の鉛直分布を観測していないため、これについては推察の域を出ない。しかし、長期傾向については、図10に示した浜田の気温の24時間移動平均と図9-1の水温長期傾向を比較してもわかるように、一見似たような形を示している。しかしながら、細かくみればかなり異なった変動を示しており、気温変動だけで水温値が変わっていくわけではないことは明らかである。

3測点での長期傾向をみると、10日間位の上昇期と、20日間程度の停滞期を交互に繰り返しており、停滞期には、測点毎に別々の短期変動を示している。水温の上昇期は、3測点ともほぼ同時期におきており、このことは、これら3測点すべてを含む大きな海域での環境変化を示しているものと思われる。特に7月の水温上昇期以降、図11-1~3に示すように、漁獲量が一齐に減少し、いわゆる“夏枯れ期”に入ったことからみても、かなり大きな空間規模で環境

の変動が起きたことが考えられる。また停滞期における、短期的な水温変動は、それぞれの測点附近の海域で起きたかなり狭い範囲での環境の変動を、示しているものと思われる。これには潮汐、渦流等、いろいろな要因が考えられる。実際、大社湾では数日間隔で恒流の流向、流速が変化していることが報告されており（山崎・伊藤1982）、これらの短期間の環境変化が水温変化に現われたであろうことは十分考えられる。このことから逆に、野井に4日間の明瞭な周期が認められたことは、島根半島、隠岐諸島間の陸棚海域で、このような周期性をもった環境変動が起きているということを示し、非常に興味深い問題である。今後は、流速計等を設置し、流れの要因も取り入れることにより、これら短期間の環境変動のメカニズムを解明してゆきたい。

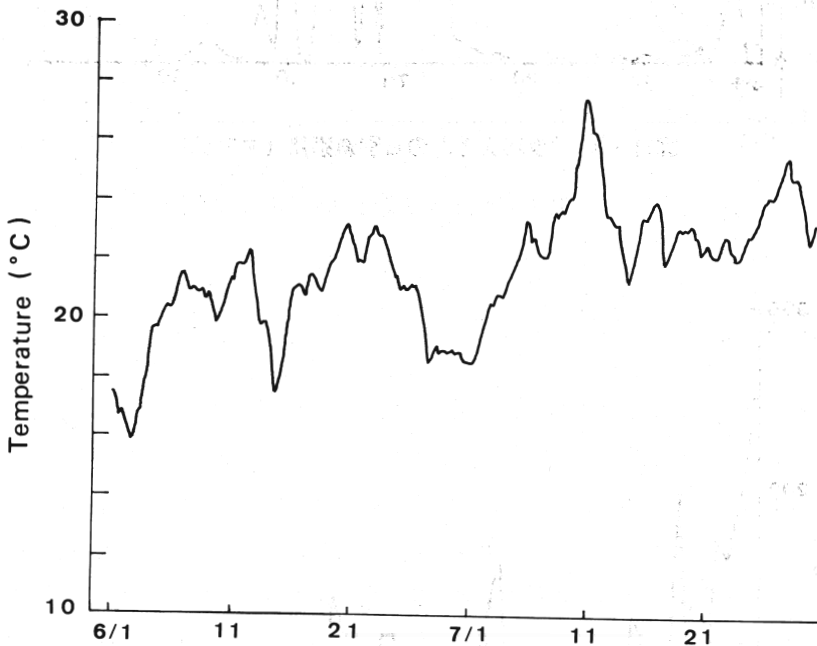


図10 浜田の気温変化の24時間移動平均

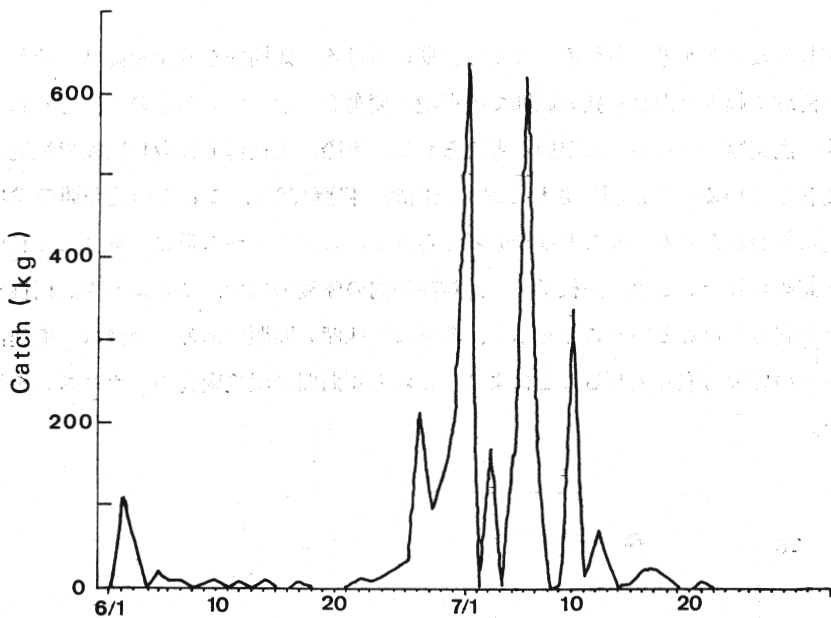


図11-1 “浜田大敷” の日別漁獲量 (マアジ)

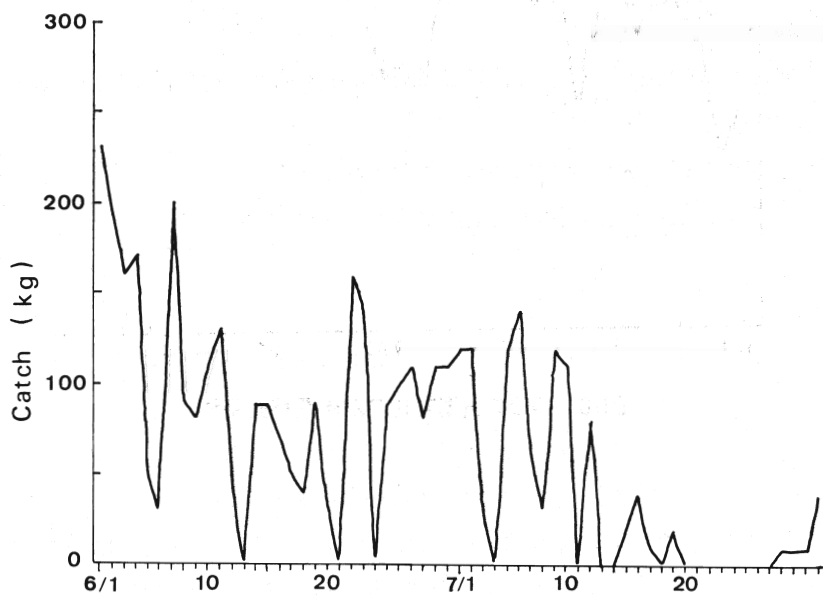


図11-2 “野井大敷” の日別漁獲量 (ケンサキイカ)

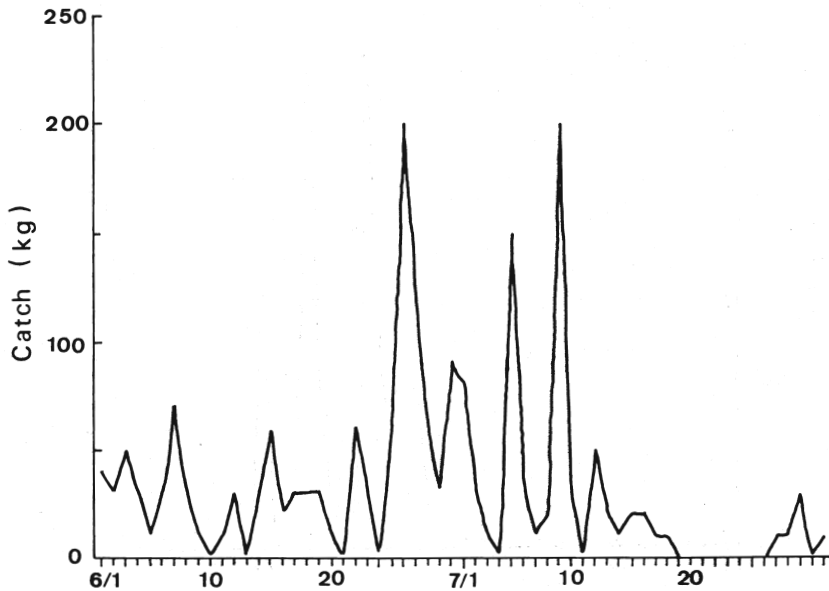


図11-3 “野井大敷”の日別漁獲量(トビウオ)

V 結 論

- 1) 調査期間における10m深の水温は、10日間程度の上昇期と、20日程度の停滞期をくり返して昇温している。
- 2) 島根県沿岸の10m層水温には24時間の日周期がみられる。
- 3) 島根半島沿岸では96時間周期の水温変動が認められた。

文 献

平野敏行・房州チエ子 (1957). 太平洋沿岸定地水温の持続性について I. 東海水研報告 (41): 23-38.

小長俊二・神戸正雄・堀 王佑 (1973). 表面水温について (X). 海と空49 (3) : 17-93.

島崎昭典 (1982). 応用統計ハンドブック. 432-465. 東京・養賢堂.

上原 進・友定 彰 (1975). 近年における海況の変動. 水産海洋研究会報, (25) : 138-145.

渡辺貫太郎 (1969). 表面水温における問題点. 海と空, 45(2) : 53-122.

山崎 繁・伊藤靖彦 (1982). 大社湾海域総合開発事業予備調査報告書. 島根県水試 : 1-63.