

内浦湾表層水温の水平方向の連続観測

原 俊明^{*1} 辻 義人^{*1} 佐竹 博^{*2}

1980年3月27日、静岡県内浦湾で7 tの船の舷側の水面下0.5 mと1.5 mの2箇所にサーミスターセンサーを取付け、表層水温の水平方向の連続観測を行った。船速は4 ktで、上潮時にあらかじめ定めたコースを往復した。

往路では沿岸部で顕著な等温線のうねりが見られ、大瀬崎の北西沖で潮目が観測された。暖水域と冷水域の境界付近の水平温度勾配は、深度0.5 mでは顕著ではなかったが、1.5 mでは約0.5 °C/70mであり、さらにほぼ全測線で水温の逆転がみられ、その鉛直勾配は最大0.8 °C/mであった。

復路では西寄りの風が強く（シーステート3～4）、水温の逆転は緩和され、ほぼ全測線で往路に比べて温度上昇（最大約0.8 °C）が見られた。しかし、大瀬崎付近の深度1.5 mでは0.3 °Cの温度降下を見た。

以上の諸現象と狩野川の河川水の流入との関連付けを行った。

Continuous Horizontal Observations on the Surface Temperature of Uchiura Bay

Toshiaki Hara^{*2}, Yoshito Tsuji^{*2}, Hiroshi Satake^{*2}

Continuous horizontal observations on the surface temperature were made at flood tide in Uchiura Bay, Shizuoka Prefecture on March 27, 1980.

Temperatures were measured by two thermistor sensors fixed at depths of 0.5 m and 1.5 m alongside the ship (7 ton) which moved at the speed of about 4 knots along the measuring track (the first observation) and along the same track inversely (the second observation).

In the first observation: (1) remarkable waving of the isotherms was observed near shore; (2) Shiome whose horizontal temperature gradient was about 0.5 °C per 70 m at a depth of 1.5 m but little at a depth of 0.5 m, was observed in the NW off Ose Saki; and (3) the temperature at a depth of 0.5 m was lower than the temperature at a depth of 1.5 m almost everywhere and the maximum vertical temperature gradient was about 0.8 °C per meter.

In the second observation: (1) the vertical temperature gradients were decreased as west winds blew strongly (SEA STATE 3 – 4); and (2) the observed temperature was higher than that in the first

*1 海洋保全技術部

*2 沖電気工業株式会社（元 海洋保全技術部）

*2 Marine Environment Department

observation except for the 0.3°C drop at a depth of 1.5 m near Ose Saki, and maximum temperature difference between first and second observations was 0.8°C .

The relations between the observed temperature structure and the inflow of the Kano River were discussed.

1. ま え が き

1980年3月25日、静岡県内浦湾で鋼管に2本のサーミスターセンサーを取付け、深度0.5 mと1.5 mの表層水温の水平方向の連続観測を行った。また、この実験以前、1979年11月16日、東京湾で、神奈川県長浦港⇄同県観音崎⇄千葉県八幡の往復コース上記を同様の方法で深度1.5 mの水温の水平方向の連続観測を行った。

これらの両者の観測結果を対比させ、同様の観測結果が得られ、東京湾での観測結果の疑問点が解明できるか、または別の観測結果が得られているかなどの問題点を把握しようとした。これらの観測事項をまとめて述べ、その原因等について考察し、さらに今回の測定方法における短所を補うため、高速多数点連続曳航観測手法の必要性を論じた。

報告をまとめるにあたり、リモートセンサーによる写真を提供して下さるなど、ご協力をいただいた当海洋科学技術センターの宗山敬副主幹および佐々木保徳氏、また、観測にご協力いただいた沖電気工業株式会社の方々に心から感謝いたします。

2. 東京湾における観測と結果の疑問点

1979年11月16日、神奈川県長浦港から観音崎を経て千葉県八幡を結ぶコースを往復した。その間、舷側にサーミスターを取付け、水深1.5 mの水温の水平方向連続観測を行った。

観測時間帯は10時51分～15時25分で、ほぼ上潮時、すなわち、走水で8時28分～14時41分、潮高差84cmであった。

この観測結果、観音崎付近の冷水域と暖水域(両者の水温差は相対的なもので 0.2°C 以上とした)は、往路には境界が1箇所、復路では幅数100 mの冷水域と暖水域とが交互に現われた。

冷水域と暖水域との交互出現現象は、等温線のうねりによる結果か、独立した小さな水塊によるものか、またはそのときの水温の鉛直分布状態に

起因するものか、などは、測定深度が1点で、さらに測線が1本のため把握できなかった。

往路の現場通過時刻は11時30分前後、復路は14時30分前後であり、3時間以内の出来事であった。この間、水平方向の水温分布が複雑に変化したことは間違いのないようである。

この3時間以内に水温分布が変化したと思われる要素を列挙すると、つぎのものがある。

(1) 潮汐

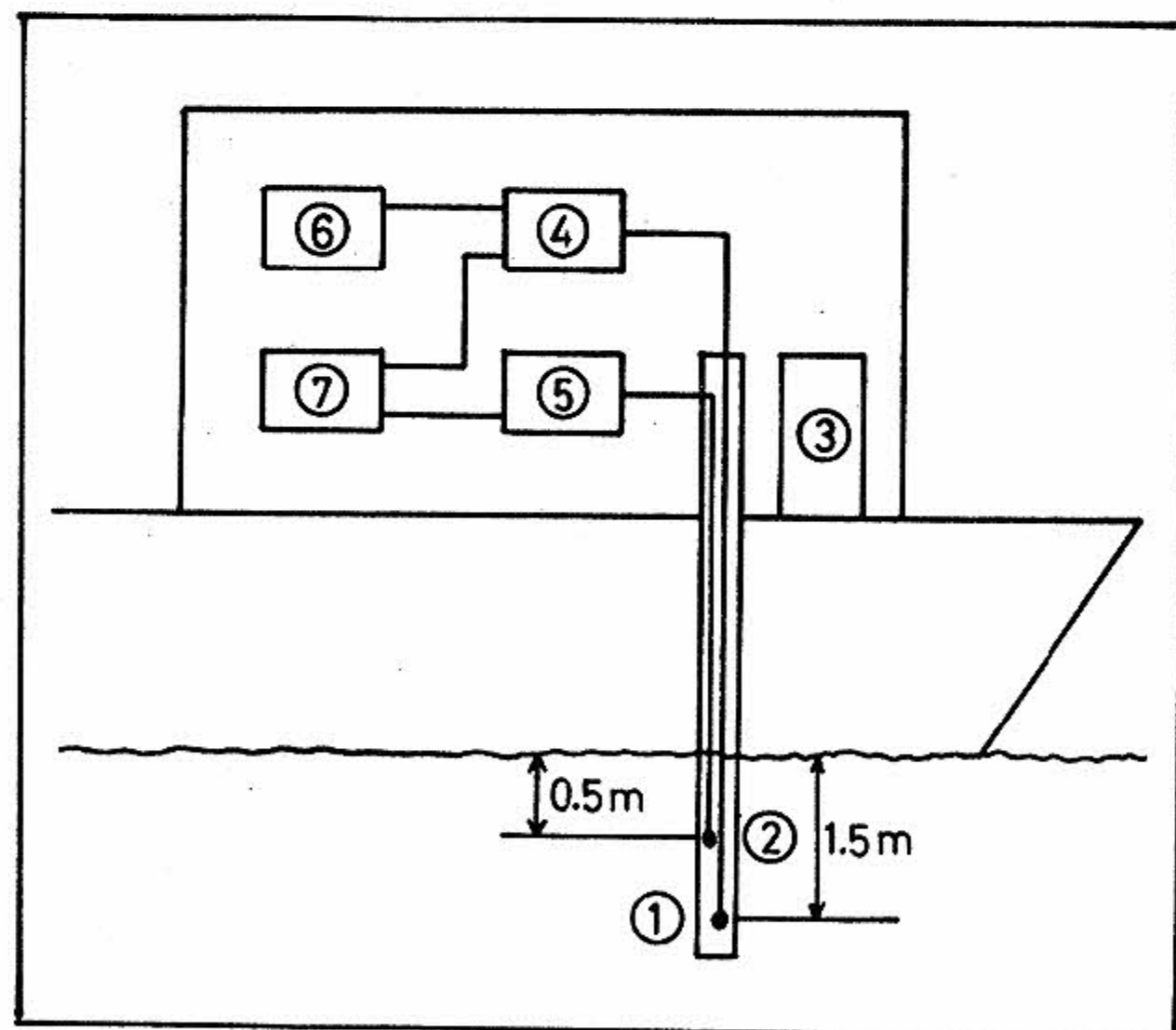
観測時は上潮時であったが、下潮時はどうかであったか。

(2) 風浪

シーステート1～2で、全般的に穏やかであったが、シーステート3以上ならばどうかであったか。

(3) 海岸地形

観音崎付近の海岸の起伏は大きく、複雑であるが、この関連はどうか



1. サーミスターセンサー , thermister sensor
2. サーミスターセンサー , thermister sensor
3. 電波測距儀 , radio range finder
4. リニアライザー , linearizer
5. デジタル温度計 , temperature display
6. カセットデータレコーダー , cassette data recorder
7. 6ペンレコーダー , 6 pen recorder

図1 測定系統概要

Outline of measuring system

3. 測定方法および使用測器類

図1は測定系の概略を示す。

2本のサーミスター（宝工業社製 P Z L -64）を径約 3 cm の鋼管に取付け、沖電気社所有第 3 いこい丸 7 t の右舷に固定した。2本のサーミスターは水面下 0.5 m と 1.5 m の位置になるようにした。これらのサーミスターの公称精度は、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ で、当センターの恒温水槽によるキャリブレーションでは $\pm 0.03^{\circ}\text{C}$ 以内であった。

深度 0.5 m のサーミスターの信号は、デジタル温度計（宝工業社製 D 111）でモニターすると同時に、6 ペンレコーダー（理化電機社製 R -16）に記録した。

また、深度 1.5 m のサーミスターの信号は、リニアライザー（宝工業社製 E 312）を介し、カセットデータレコーダー（TEAC社製 R -70 A）と 6 ペンレコーダーに記録した。

なお、6 ペンレコーダーは、チャート速度 2 cm/min, フルスケール $5^{\circ}\text{C}/25\text{cm}$ とし、読取りは $1/100^{\circ}\text{C}$ まで可能である。

船位は、電波測距儀（島田理化工業社製 A U D I S T E R 8 D 030）を使用し、主局-従局間の距離を 20 sec ごとにプリントアウトし、これをもとに六分儀を併用し、海図（第 82 号 内浦湾 付近 1/3,000）上にプロットした。

以上のようにして、定められたコースを航行しながら水温を記録した。また、途中、5 箇所、S T 計（鶴見精機社製 S T M O D E L 1）を使用し、塩分と水温を測定した。

4. 測 線

当日、三津の上潮時間帯が、9 時 32 分から 14 時 50 分、潮高差 36 cm（図 2 参照）なので、この時間帯に 4 ノットの船速（今回の方式はこれ以上は困難）で、内浦湾を概査的に把握しようと考えた。

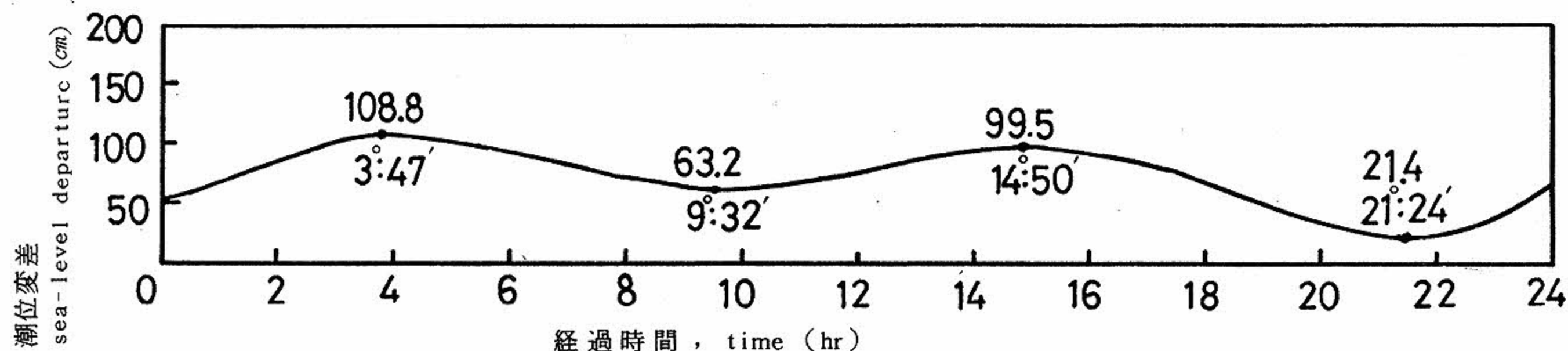


図 2 内浦湾(三津)の潮汐 (昭和 55 年 3 月 27 日)

Tide of Uchiura Bay (at Mito), (27 Mar., 1980)

図 3 に示すように、あらかじめ 6 点 (A ~ F 点) を定めておき、この間を往復する (東西方向 3 本, 南北方向 2 本の測線) 予定であった。しかし、往路、11 時 9 分から 11 時 45 分までは、船の故障で、西寄りの風によるドリフト (実際はコース上に乗っていた) と低速航行が続き、時間を浪費し、E 点をやや過ぎた地点で、引返さざるをえず、当初予定の東西方向の測線の 1 本の測定を中止した。

図 4 は実際の往路の測線 (航跡) を示す。

A 点を 9 時 50 分に出発し、12 時 15 分まで測定を続けた。

図 5 は復路の測線を示す。

12 時 15 分から 12 時 57 分までの破線は、電波測距儀の受信事故のため、推定した測線であることを示す。この頃から西寄りの風が強くなり、往路に比べて蛇行が続いた。14 時 33 分前後の旋回は、他船避航のためである。14 時 40 分から 14 時 52 分の破線は、電波測距儀の事故のため、推定した測線である。14 時 52 分から A 点までは往路とほぼ同様のコースに通過した。

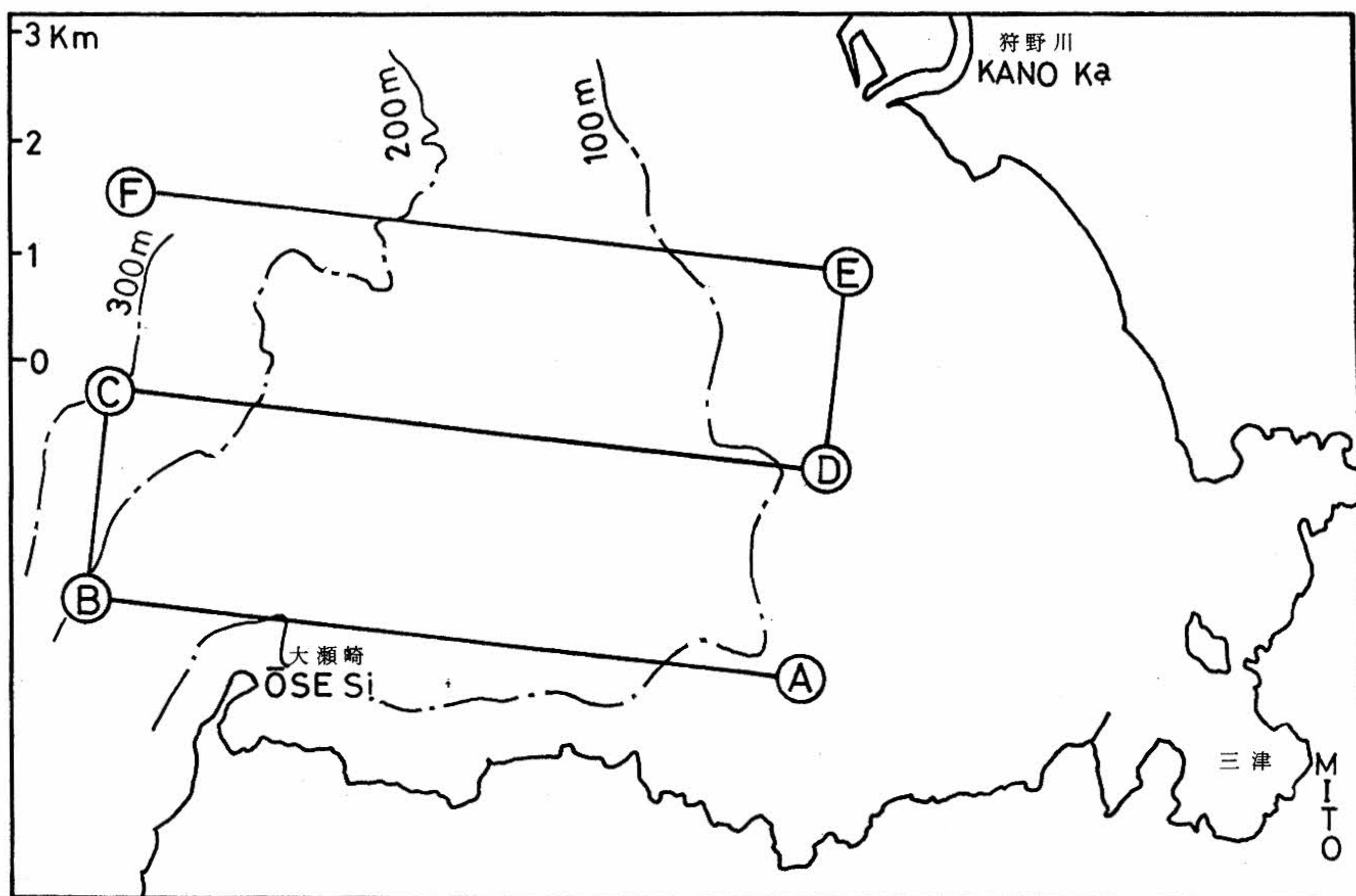
5. 結果と考察

5.1 等温線のうねり

図 6 は測定結果の一部を示す。

このデータは、カセットデータレコーダーに記録した深度 1.5 m の水温信号を、0.1 Hz のカットオフができるローパスフィルターを通したのち、6 ペンレコーダーにチャート速度 12 cm/hr で記録したものである。9 時 50 分から 10 時 40 分までのものである。

全体の傾向として、出発点から 2 ~ 3 min 間はやや上昇し、その後、下降し、10 時頃を谷とし、再び上昇する。10 時 34 分ごろ、急激に下降している。この下降の部分が、後述の潮目によるものである。



A	N 35° 01' 36"	E 138° 50' 56"
B	N 35° 02' 00"	E 138° 46' 27"
C	N 35° 03' 04"	E 138° 46' 36"
D	N 35° 02' 40"	E 138° 51' 04"
E	N 35° 03' 40"	E 138° 51' 13"
F	N 35° 04' 01"	E 138° 46' 42"

図3 予定コース
Planned course

全般的には、小さな空間スケールの温度の増減を繰り返している。この増減は、特に出発点付近と10時8分前後および10時20分前後に、振幅の大きい(0.2℃以上)波長が数100 mのものが現われている。これらの時間帯には、ほぼ直線で航行しており、相対的な暖水域と冷水域の異水域の通過を表わし、東京湾での観測例と同様の現象が起っていた。この水温変動を簡易に把握するため、1 min ごとの変動幅(ΔT_n)を求めてみた。図7はその結果を示す。

この図に示す水温は、その時刻の測定値と1 min 前の測定値の差で示し、差の絶対値が0.2℃以下の場合には○印、0.2℃以上の場合には□印で表わしている。なお、このときのシーステートは1であった。□印のものは、出発点付近で、+側 1本、-側 1本、10時8分前後では+側 2本、-側

1本、10時20分前後では+側 3本、-側 1本であった。これらの3箇所は、図4によれば、いずれも南側の海岸地形の起伏の大きいところである。

写真1は東京湾のリモートセンサーによる熱赤外写真¹⁾を示す。この写真は地図の四角で囲った部分を縦方向に約1/5に縮めたもので、上方が千葉県、下方が神奈川県である。

撮影は1979年12月14日、11時30分ごろ、上潮(走水 6時28分~12時56分)、シーステート 1であった。白い部分は黒い部分よりも相対的に暖いことを示す。右側の沿岸の黒い部分と沖の白い部分の境界が所々うねっている。実際には縦方向に1/5に縮まっているので、うねりは実際よりも横方向に強調されている。このうねりの形状は夏島から観音崎付近の海岸の地形とよく対応し、特に観音崎付

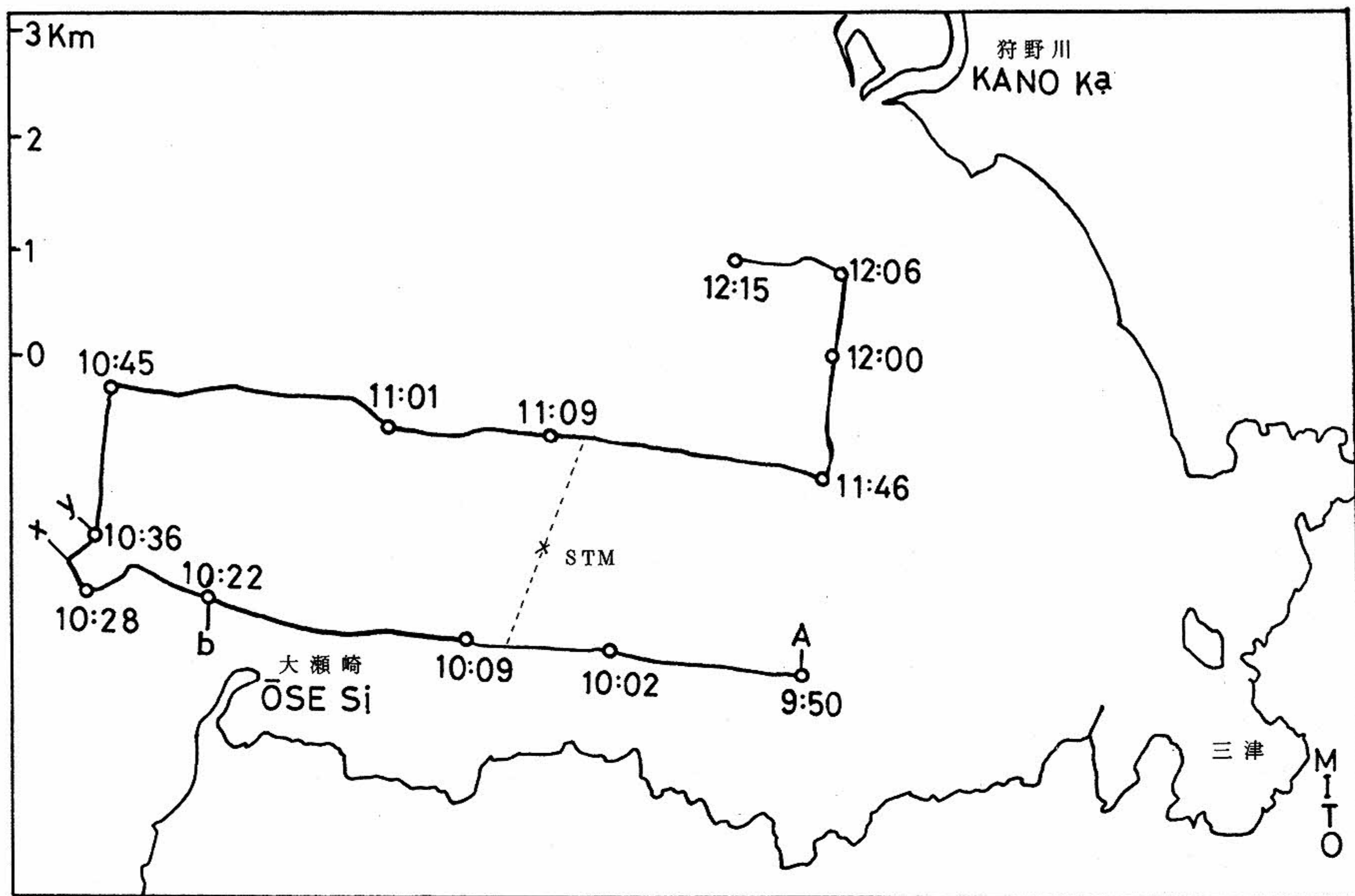


図4 往路の測線 (9°:50'~12°:15')
Measuring track

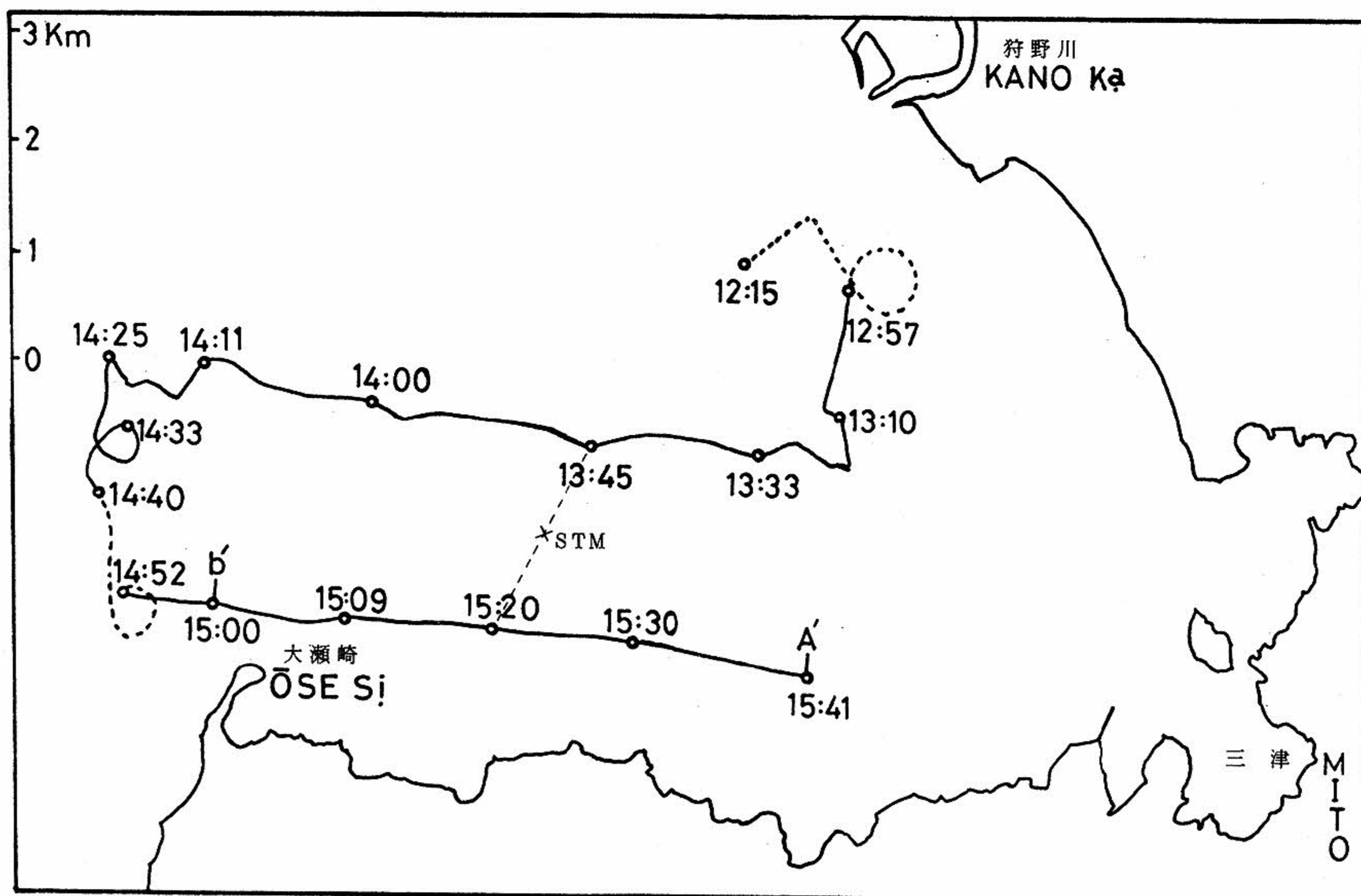


図5 復路の測線 (12°:57'~15°:41')
Measuring track

近が顕著である。このうねり付近を測定すれば、水温の増減を繰返す記録がとれるはずである。

この東京湾の例からも、上記内浦湾の3箇所付近には、等温線の顕著なうねりが存在していたと考えられる。

図8は図7で示した同様の測線を復路で測定した ΔT_n の状況を示す。

この図では温度差の絶対値 0.2°C 以上は、どこにも現われず、水平方向の温度勾配はきわめて小さくなっている。時間帯は、15時1分から15時40分、高潮時の14時50分を通過して1時間以内の転流時近辺で、潮流による変化はほとんどなかったものと考えられる。この時間帯はシーステート3であった。

これらの結果、海岸地形の起伏の大きい沿岸では、少なくとも、シーステート 1~2 程度で、冷水と暖水の明確な境界があれば、等温線は顕著なうねりが生じることがあると考えられる。

東京湾の観測では、上潮時の後半でうねりが生じたが、内浦湾では低潮時直後でも生じていた。

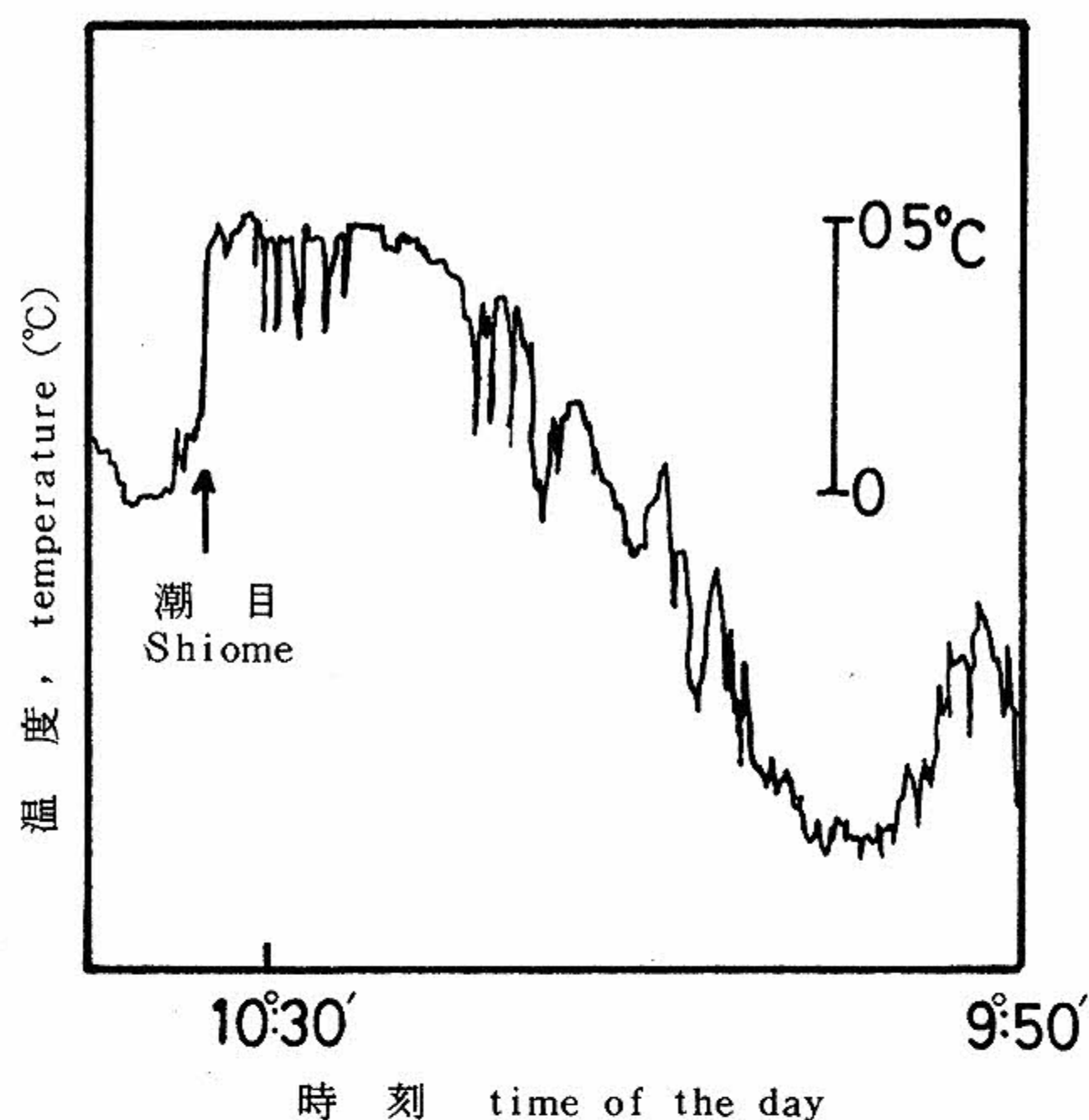


図6 測線上の水温分布
($9^\circ:50' \sim 10^\circ:40'$, 深度 1.5 m)
Temperature profile along
the measuring track
($9^\circ:50' - 10^\circ:40'$, 1.5 m depth)

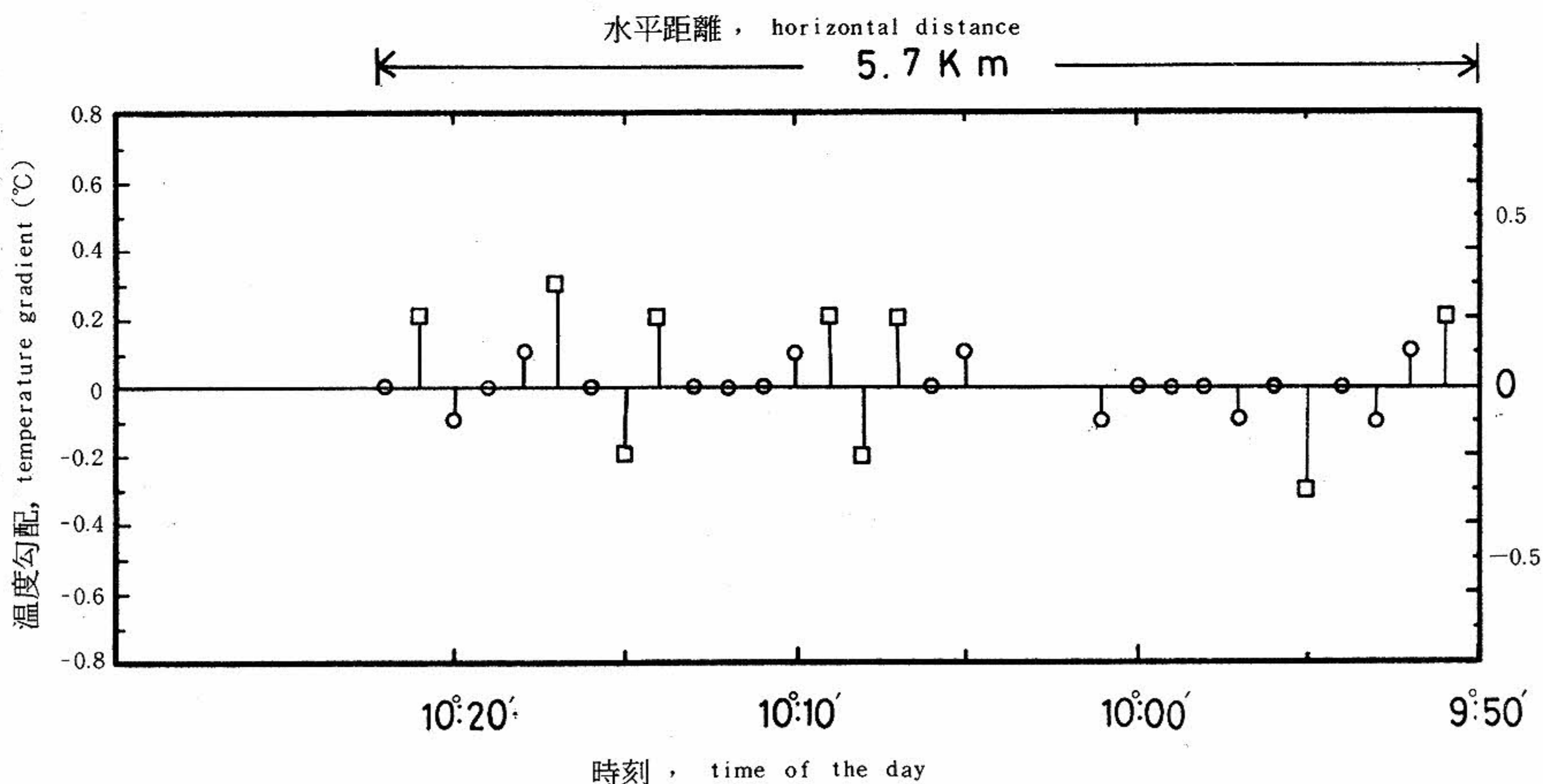


図7 深度 1.5 m における 1 min ごとの温度勾配($9^\circ:50' \sim 10^\circ:22'$)
Temperature gradient at 1.5 m depth

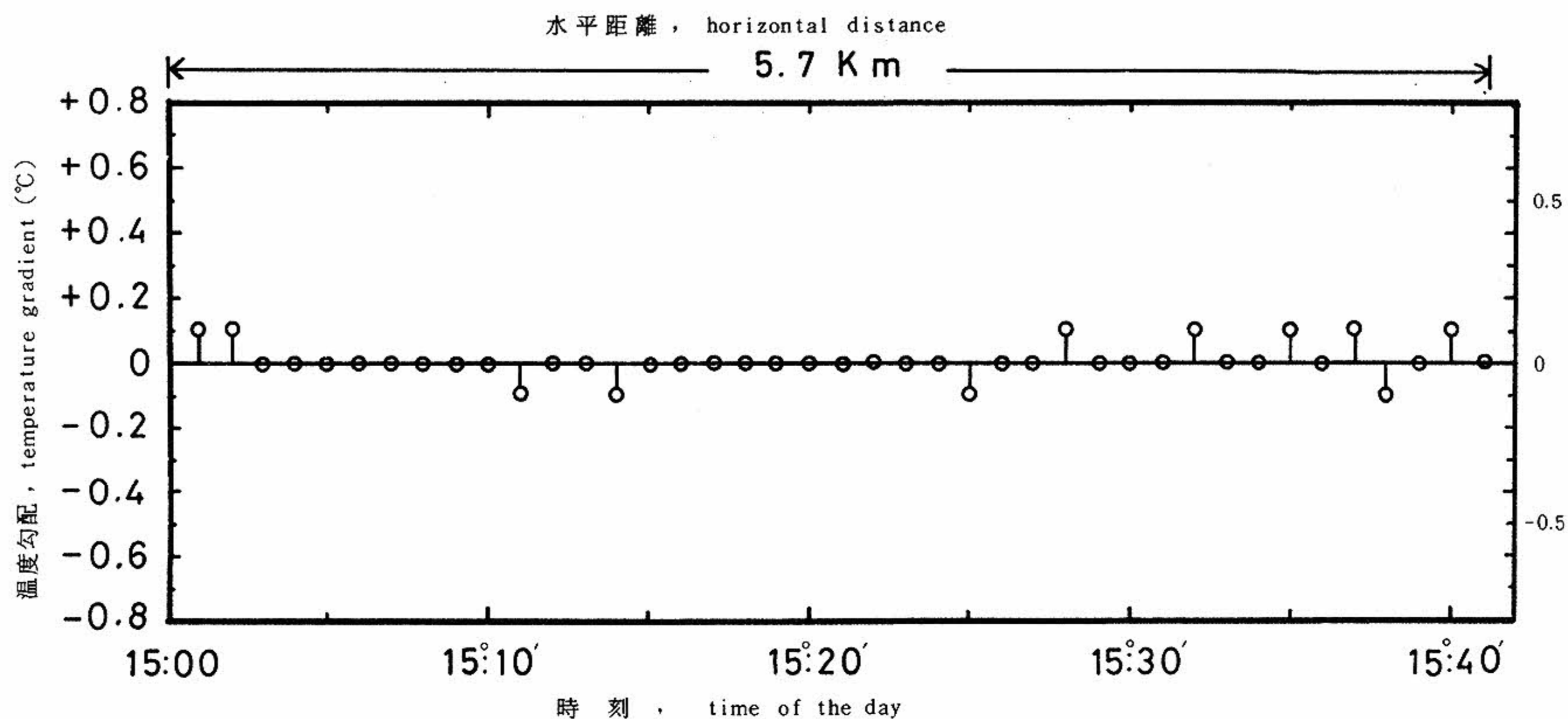
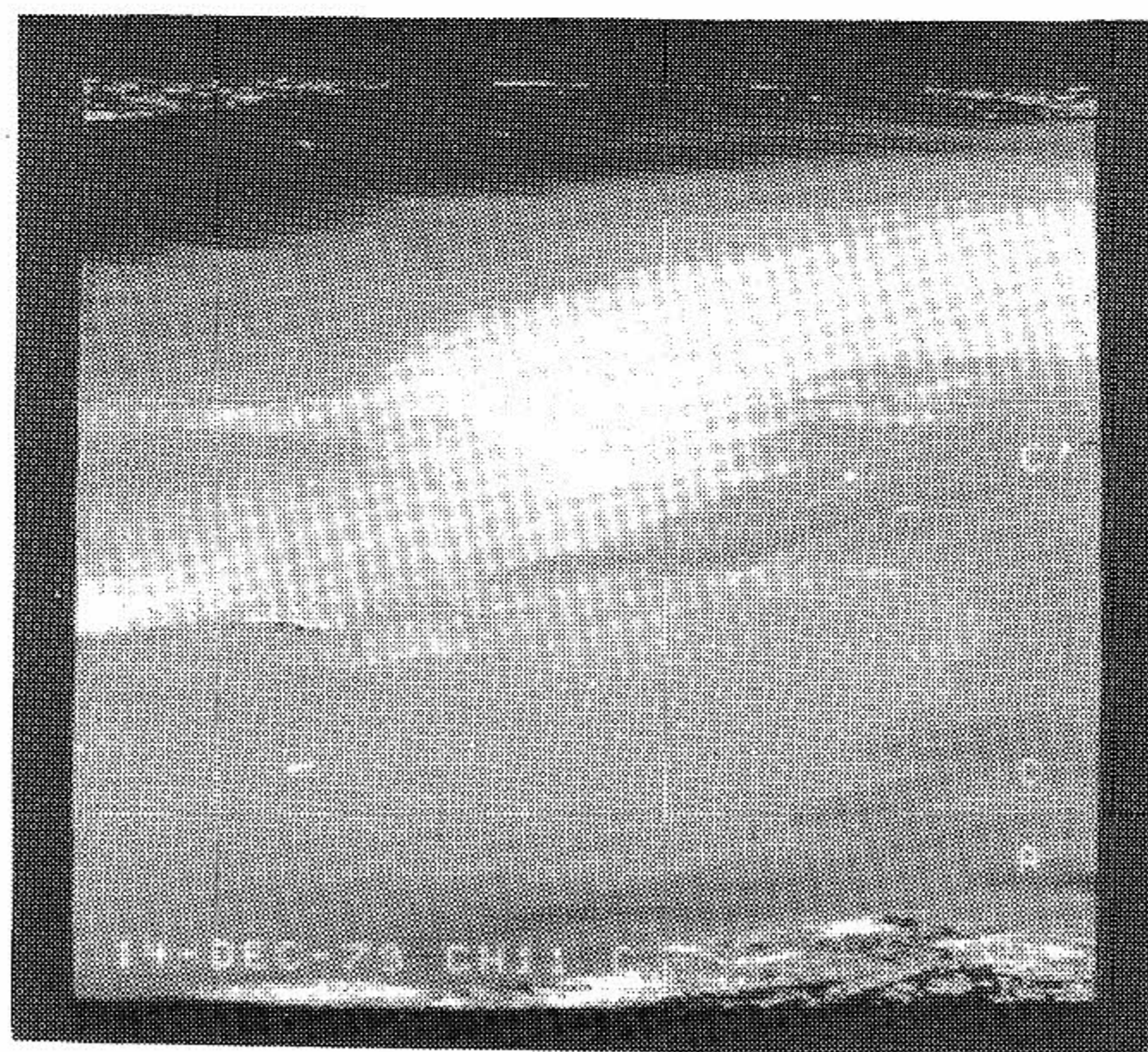
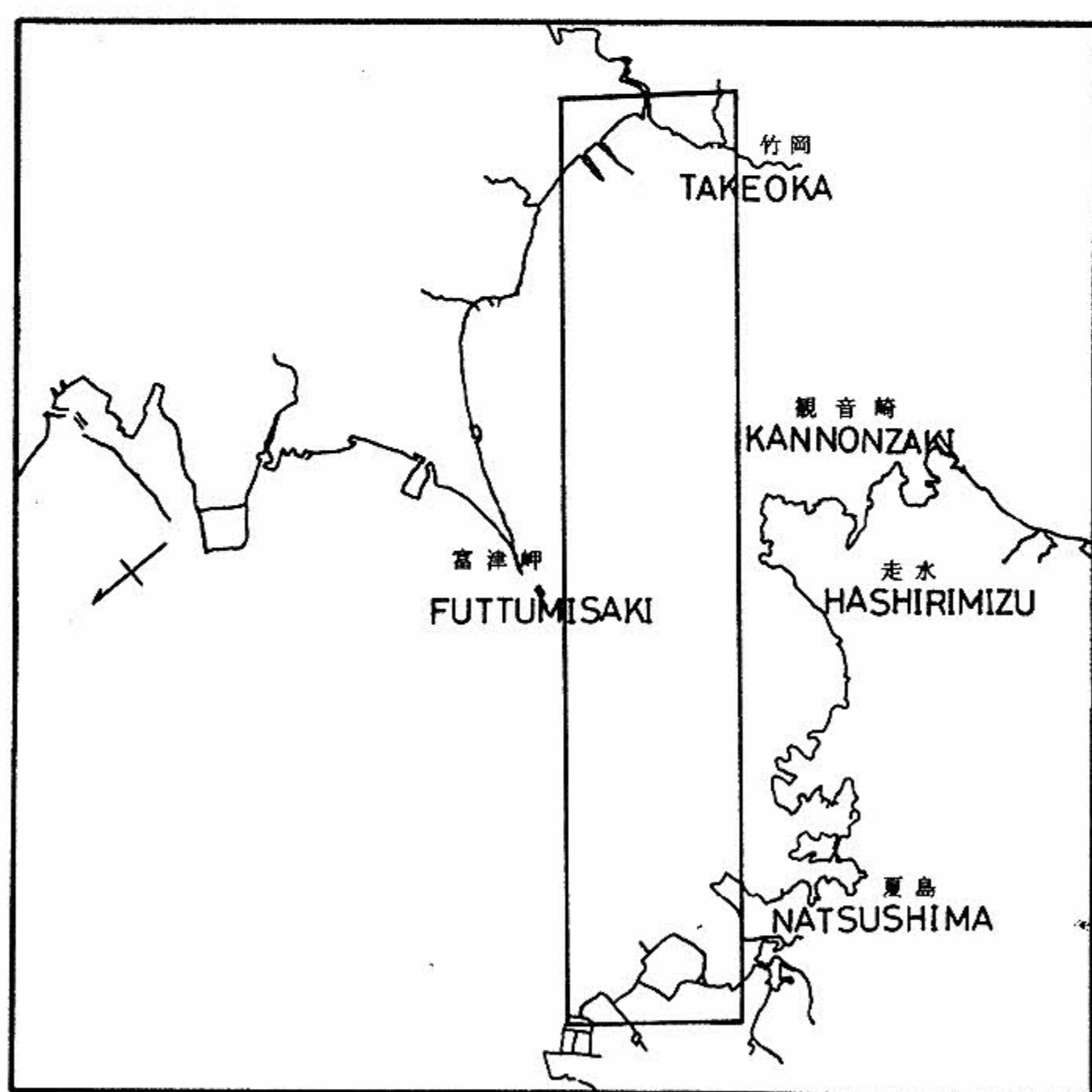


図8 深度 1.5 m における 1 min ごとの温度勾配 (15°: 00' ~ 15°: 40')

Temperature gradient at 1.5m depth



熱赤外写真の範囲

Scope of thermal infrared photograph

写真1 熱赤外写真 (東京湾, 夏島 - 竹岡)

Thermal infrared photograph

(Tokyo Bay, Natsushima - Takeoka)

これは結果的には観測場所の特性の差異にあったものと考えられる。

内浦湾沿岸部の測線A-B付近の北側は、狩野川の河川水の流入による冷水域が上潮、下潮時にかかわらず存在し、A-B測線付近は冷水域と暖水域の境界付近であったものと考えられる。

狩野川河川水と駿河湾水との水温が、全く同程度ならば、この等温線のうねりは存在しないであろう。東京湾の観音崎沖では満潮時に外洋系水が流入し、観音崎付近で神奈川県側が冷水域と境界を生じている岡崎²⁾の例があり、昭和54年11月16日のわれわれの東京湾での観測時にも同様の現象が起こったものと考えられる。

5.2 潮 目

往路に潮目を横断する機会を得た。時刻は10時34分から35分で、図4中X-Yの区間であった。

図9は横断前後の水温の鉛直断面を示す。

潮目観測では、つぎのようなことが観察された。

- (1) 潮目前後の温度勾配は、深度0.5 mでは顕著ではないが、1.5 mでは水平距離約70 mに対して、 $0.4 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ となった。

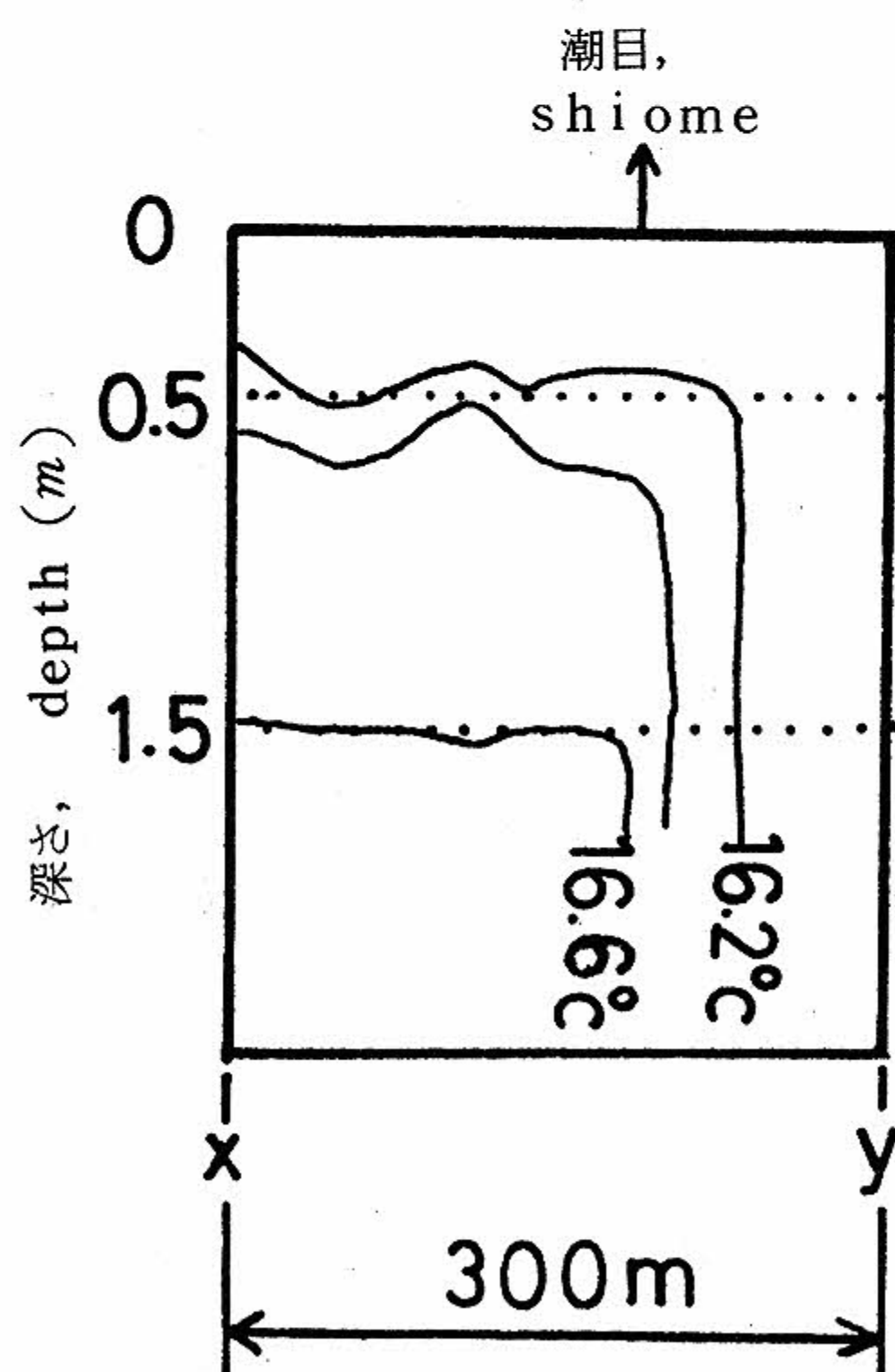


図9 潮目の横断面温度構造
Temperature structure
of SHIOME cross section

- (2) 16.2°C 以下を冷水、 16.4°C 以上を暖水と便宜上定めると、図4中のX-Y区間でY側に冷水域が存在する。

- (3) 冷水域と暖水域との境界は、ほぼ垂直で、0.5 ~ 1.5 m深度から存在していた。

- (4) 潮目から図4中のX-Y区間のX側は、ほぼ0.5 m深度を境に上層が冷水域、下層が暖水域となり、水温の逆転が生じていた。

(1)で示した温度勾配 $0.4 \sim 0.5^{\circ}\text{C}/\text{約}70\text{m}$ は、岡崎が冬期東京湾のフロントで $3^{\circ}\text{C}/500\text{m}$ を報告²⁾している例に匹敵する。

5.3 水温の逆転

往路では、ほぼ全測線にわたって水温の逆転を生じていた。

図10は9時50分から10時22分まで測定した深度1.5 mの水温変動と、同時測定した0.5 mと1.5 mの深度での水温差を1 minごとに記録したものである。

深度0.5 mと1.5 mとの差は、ほとんど負であり、その平均値 -0.16°C 、最大値 -0.5°C （全測線では10時46分の -0.8°C ）であった。なお、沖合の11時5分から11時35分までの測定結果は、すべて負であり、平均値 -0.15°C 、最大値 -0.4°C であった。

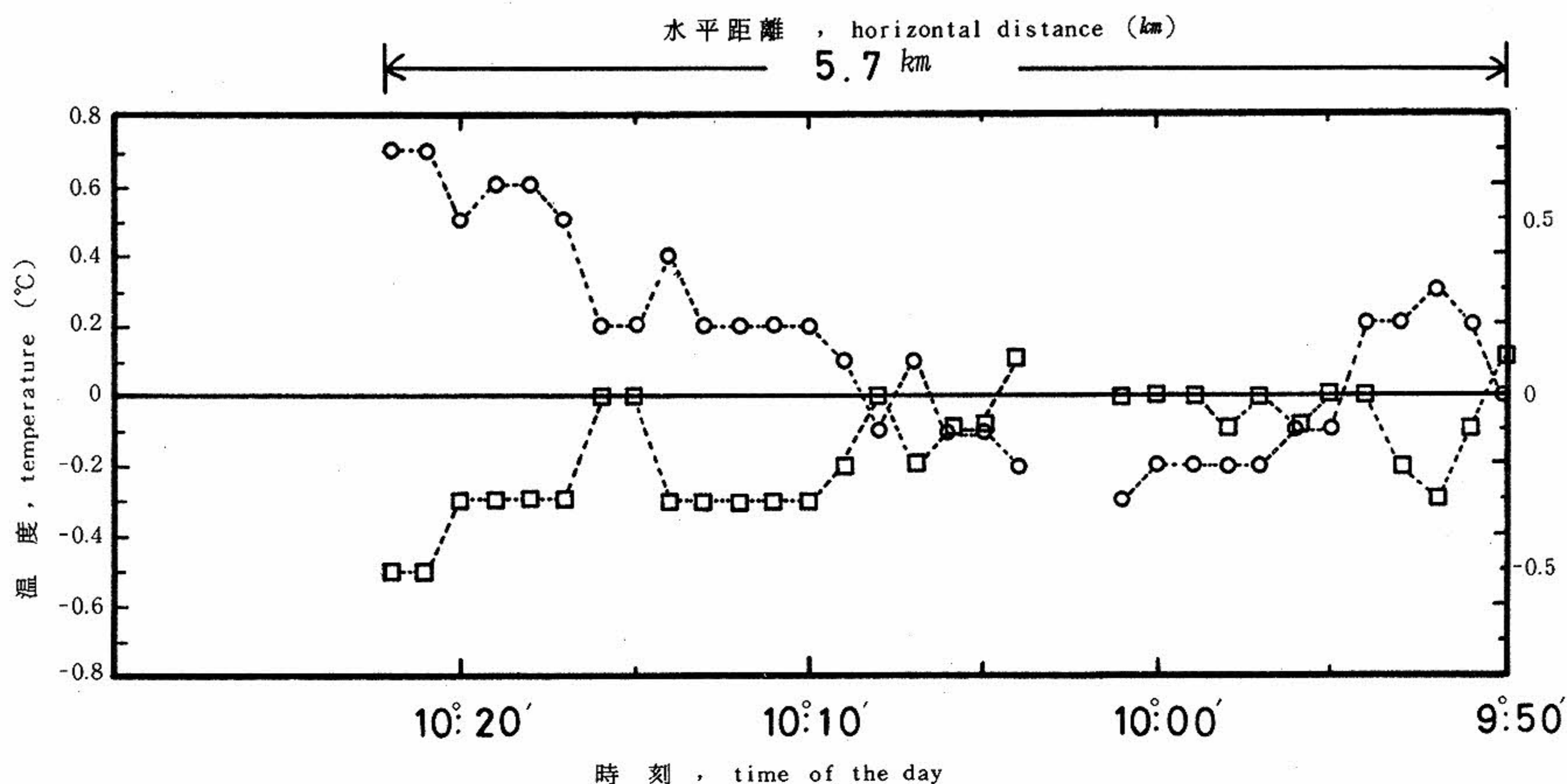
図11は9時50分から10時22分の間の鉛直分布を示す。

このような水温の逆転の原因は、狩野川の河川水の流入が考えられる。今回、11時45分、12時15分、13時15分、14時18分、14時43分の5箇所で塩分と水温の測定を行った。

図12は12時15分の測定結果を示す。

この図によると、表面層の塩分は 32.9 ± 0.1 ‰の低かん水で、しかも不均質であり、測定器のメーターの針がふらつき、安定せず、いわゆるソルトウェッジによるものかもしれない。しかし、深度1 mでは34.8 ‰で高かん水であった。測定器のメーターの針は一定位置を示し、安定していた。

また、水温は表面層 16.2°C 、深度1 mで 16.3°C 、深度5 mで 16.4°C と逆転している。しかし、現場密度の計算では、すべての層で逆転はみられなか



- …深度 1.5m の水温 (基準値; 9:50' に測定した水温)
 Temperature at 1.5m depth (reference; measured temperature at 9:50')
- …深度 0.5m と 1.5m の温度勾配
 Temperature gradient between 0.5m and 1.5m depth
- 負の値は水温の逆転を意味する
 Negative values show the temperature inversion

図10 1.5m 深度の水温変動と水温の鉛直勾配
 Temperature difference at 1.5m depth
 and vertical gradient of temperature

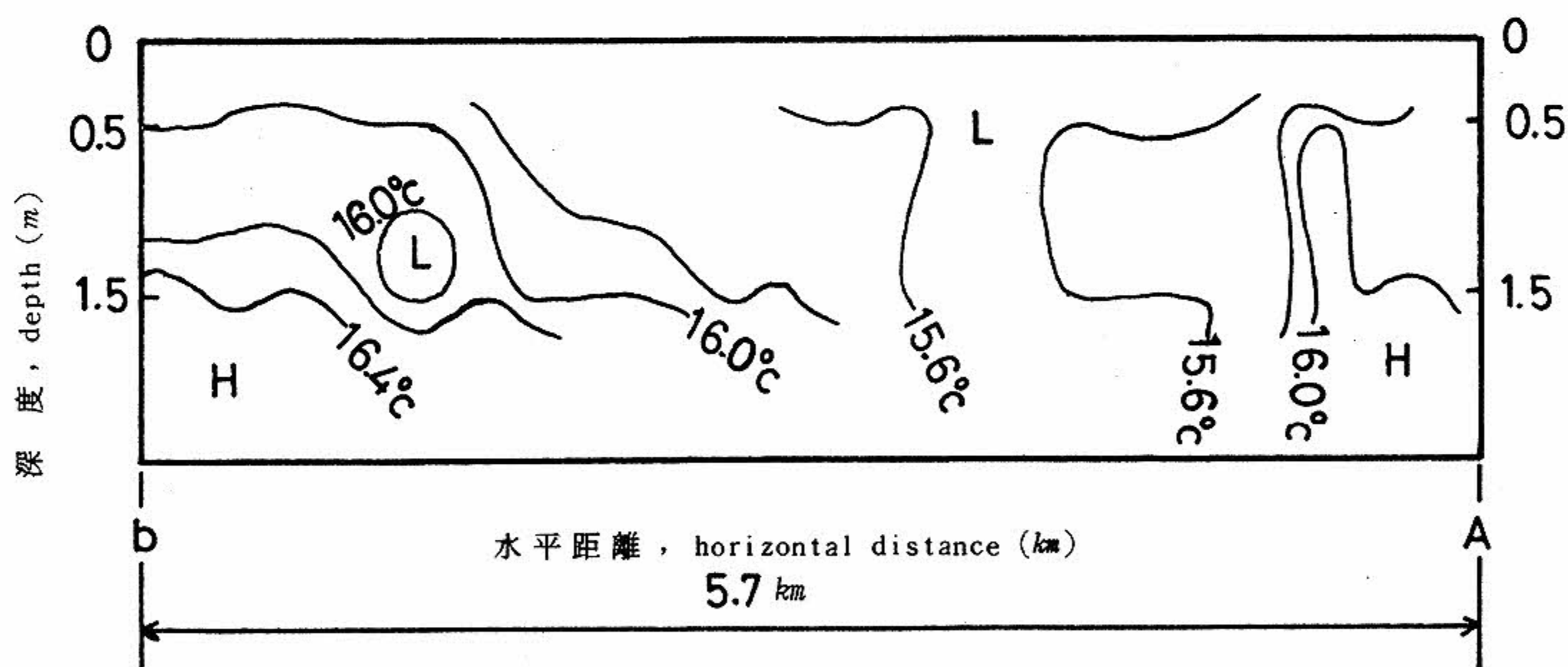


図11 沿岸部の水温鉛直分布 (図4の測点A~b)

Temperature cross section (form St. A to St. B in Fig. 4)

った。現場密度の逆転は5箇所の測定ともに見られなかった。

11時45分の測定では、表面層の塩分は $32.75 \pm 0.1\text{‰}$ 、水温 16.0°C で、さらに低かん水、低水温であった。実験開始の3月25日以来、雨が降っていないので、このような低かん水は内浦湾の唯一

の一級河川の狩野川の河川水の影響と考えられる。ただし、狩野川河口から測定箇所までの直線距離は、11時45分の方が12時15分よりも約2 km長いにもかかわらず、後者の測定箇所の方が低かん水であった。

その原因について、つぎのように考える。

(1) 松山ら³⁾は、狩野川北西沖では潮流の主軸はほぼNW-S Eの方向で、STM (10時5分と11時10分ごろの測定位置を結んだ線の間付近) での平均流は西(沖)向きであると述べている。

(2) 岡本ら⁴⁾は、“10時ごろの測定箇所での流れと水温の変動はE-W方向に転流する半日周潮流とかなり強い相関がある(水深約30mまでは上潮時に東向き、下潮時は西向き)”と述べている。

以上のことから、狩野川の河川水は海に流入したのち、河口に続く岸にはほぼ平行に南下し、その後、西寄りに向きを変え、大瀬崎方面に向い、また、上潮時、下潮時共に、この河川水の存在位置の傾向はあまり変わらないものと考えられる。

今回の11時45分の測定箇所は12時15分よりも、河川水の流動位置から近かったものと考えられる。また、河川水の水温がこの時期には駿河湾の湾水よりも密度逆転しない程度に低かったのであろう。

復路では往路に比べ、深度0.5 mと1.5 mの温度差がきわめて小さく、たとえば、往路の9時50分-10時22分に対応する、15時-15時41分の時間帯では最大-0.1℃であった。

図13はこの時間帯の鉛直分布を示す。

この図は図11に比べ、明らかに鉛直勾配が小さいが、暖水域と冷水域との相対的な分布パターンは変わっていない。

5.4 水平分布

以上、等温線のうねり、潮目、水温の逆転などについて述べてきた。

これらの現象、傾向を加味し、全データをもとに、測線の少なさを補いながら、水平分布図作成のアプローチを試みた。

5.4.1 往路の水平分布

往路は低潮時(9時32分)から2時間以内に約80%の観測を完了し、シーステート 1で風が弱かった。この時間内の分布はほぼ同時性を持つものと考えられる。したがって、往路のデータ間の比較は可能である。

往路にみられる等温線のうねりの存在の場合、船の進行方向(測線AB)に対して左右いずれが暖水域、冷水域かの問題がある。

これについて、つぎのように考える。

図4のX-Y間(10時34分~35分)の測定箇所に潮目があり、深度1.5 mの水温は10時36分-10時45分では10時40分ごろを低温の谷となった。さらにSTM測定箇所では平均流は西向であり、狩野川の低かん、低温の河川水は西方に流動していたと考えられる。

上記1.5 m深度の低温の谷は、図3中のAB、CDの両測線間を東西に走っていたと考えられる。つまり、測線ABの右側は冷水域と考えられる。したがって、等温線が側線AB、CDをほぼ垂直(南北)に横切る可能性は、少なくともSTMから西方では少ない。

等温線の存在傾向は海岸線にはほぼ平行(東西方向)に走っていると考えられる。また、明確な等温線の傾向として、沿岸部は、図6に示すように、10時ごろの測定位置には、最低温部として、東側は西側よりも高温域になっている。沖合部は、図14に示すように、西側が東側よりも低温域となっている。STMよりも東方では、狩野川河川水が南下し、西方に転向していると思われるため、狩野川に近い測線付近、特にDE付近では等温線は狩野川河口につづく海岸線にはほぼ平行(南北方向)に走っているようである。

以上を考慮して、水平分布図を作成した。

図15および図16は深度0.5 mと1.5 mの水平温度分布図を示す。

便宜上、16.2℃以下を冷水域、16.4℃以上を暖水域とすれば、つぎのようになる。

深度0.5 mでは沿岸部の大瀬崎の北西沖の一部を除き、全測線が冷水域に入る。

深度1.5 mでは沿岸部の大瀬崎付近一帯および沖合部の11時前後の測定位置に暖水域がみられる。

冷水域の中心軸は、深度1.5 mでは図3のBCの中間付近(10時40分ごろの測定位置)にあり、0.5 mではB方向とC方向(10時30分と10時45分ごろの測定位置)の2箇所に分岐しているようである。

この両者の差異は測流を含めた観測事例を積重ねて考察する必要がある。また、出発点付近の

現場密度 $\sigma_{stp}(x)$	24	25	26	27
水 温 ($^{\circ}C$) $T(O)$	15	16	17	18
塩 分 (‰) $S(\bullet)$	32	33	34	35

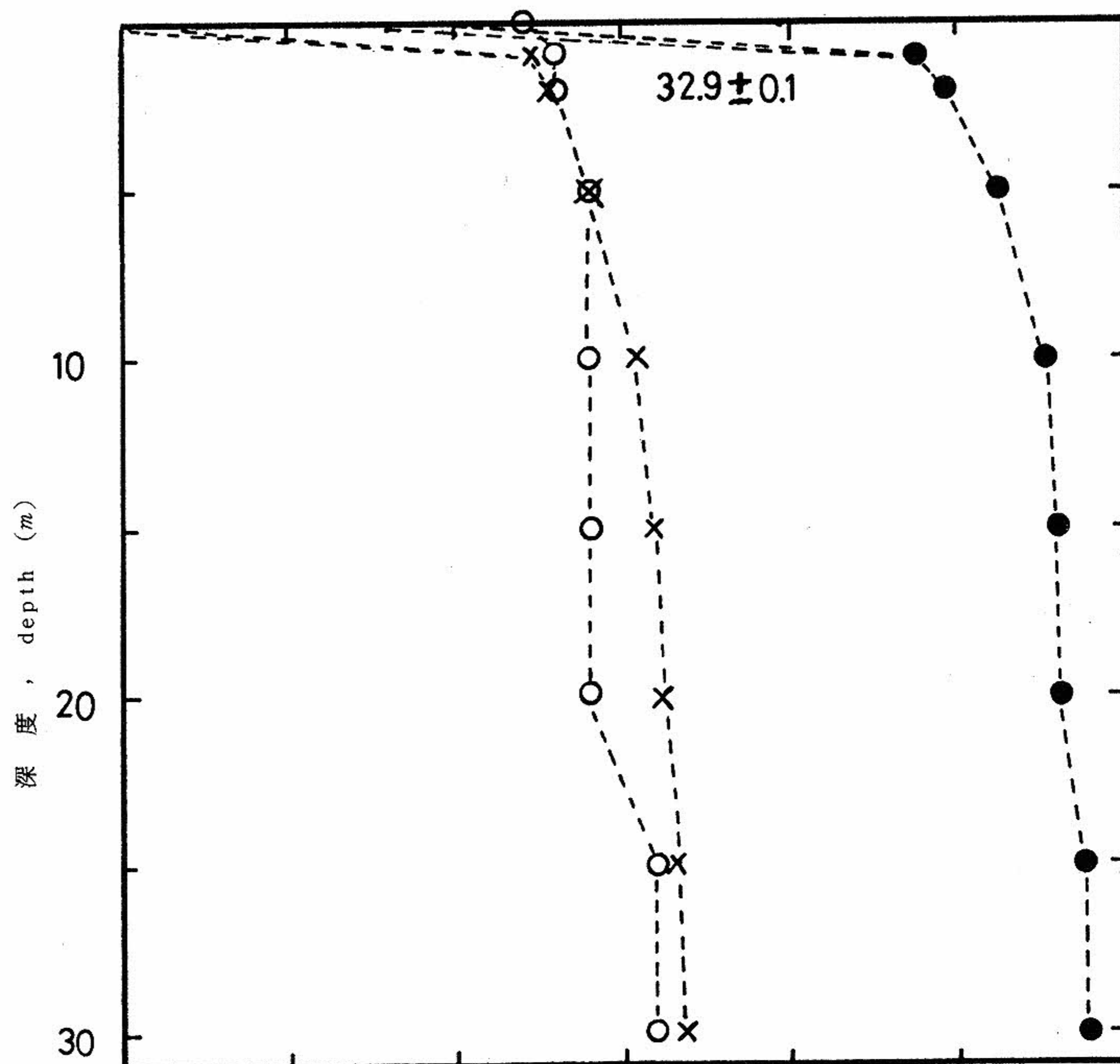


図12 塩分，水温，現場密度の鉛直分布 (12°: 15')

Vertical profile of salinity, temperature and density in situ.

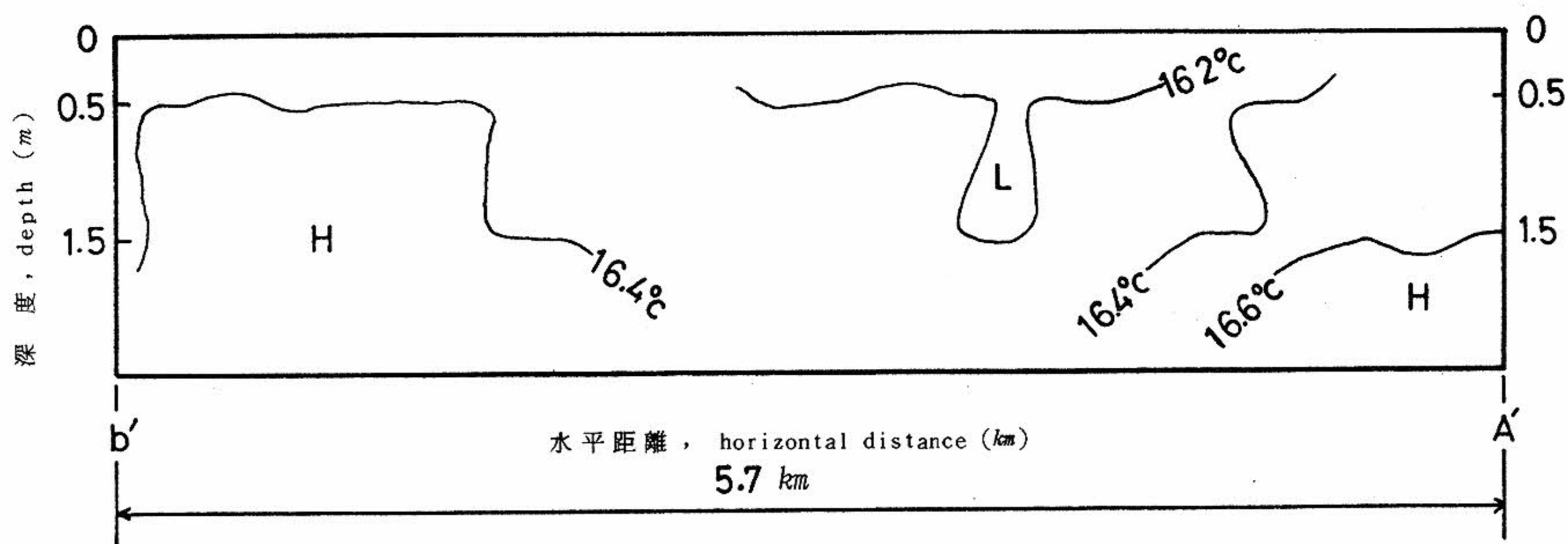
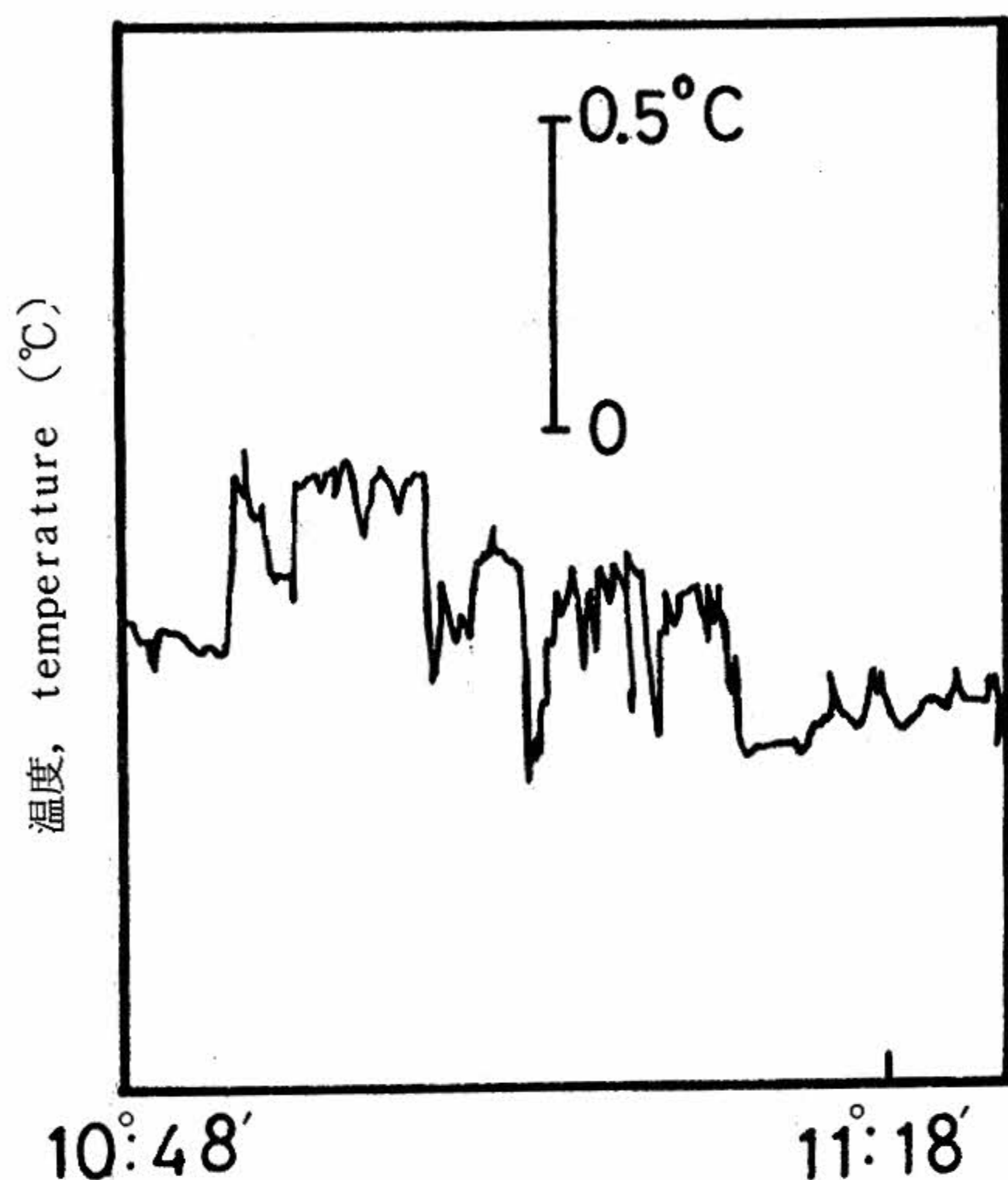


図13 沿岸部の鉛直分布 (図5の測点 b' ~ A')

Temperature cross section (from St. b' to St. A' in Fig. 5)



時刻, time of the day
 図14 測線上の水溫分布
 (10:48'~11:23', 1.5 m深度)
 Temperature profile along
 the measuring track
 (1.5 m depth)

等温線が岸から離れていく傾向にあり, また, 図3に示す100 mの等深線も同様である。これらの両者の関係は今後の考察の対象となろう。

5.4.2 復路の水溫の水平分布

復路では高潮時(14時50分)前後, 約1時間以内に70~80%の観測を完了した。この時間帯には往路よりも強潮流が存在した可能性があり, シーステート 3~4で強い風もあり, 水溫の水平分布の同時性は往路に比べて弱いものと思われる。

しかし, 風は西寄り, 潮流の流向は東西方向であり, 冷暖水域の分布傾向は大きく変わっていないと考えられる。

図17は深度1.5 mの水溫の水平分布を示す。

深度0.5 mは1.5 mの水溫との差が全測線で約0.1°C以下のため省略した。復路では全測線の半分以上が暖水域に入った。特にA測定点付近では往路と比べると, 0.7~0.8°C上昇した。また, C点付近でも深度0.5 mで同等の温度上昇をした。

しかし, 大瀬崎の北西沖14時58分前後の測定位置では, 0.3°C温度降下をしていた。これは, 往路に見られた深度0.5 mの冷水域のB方向の軸が

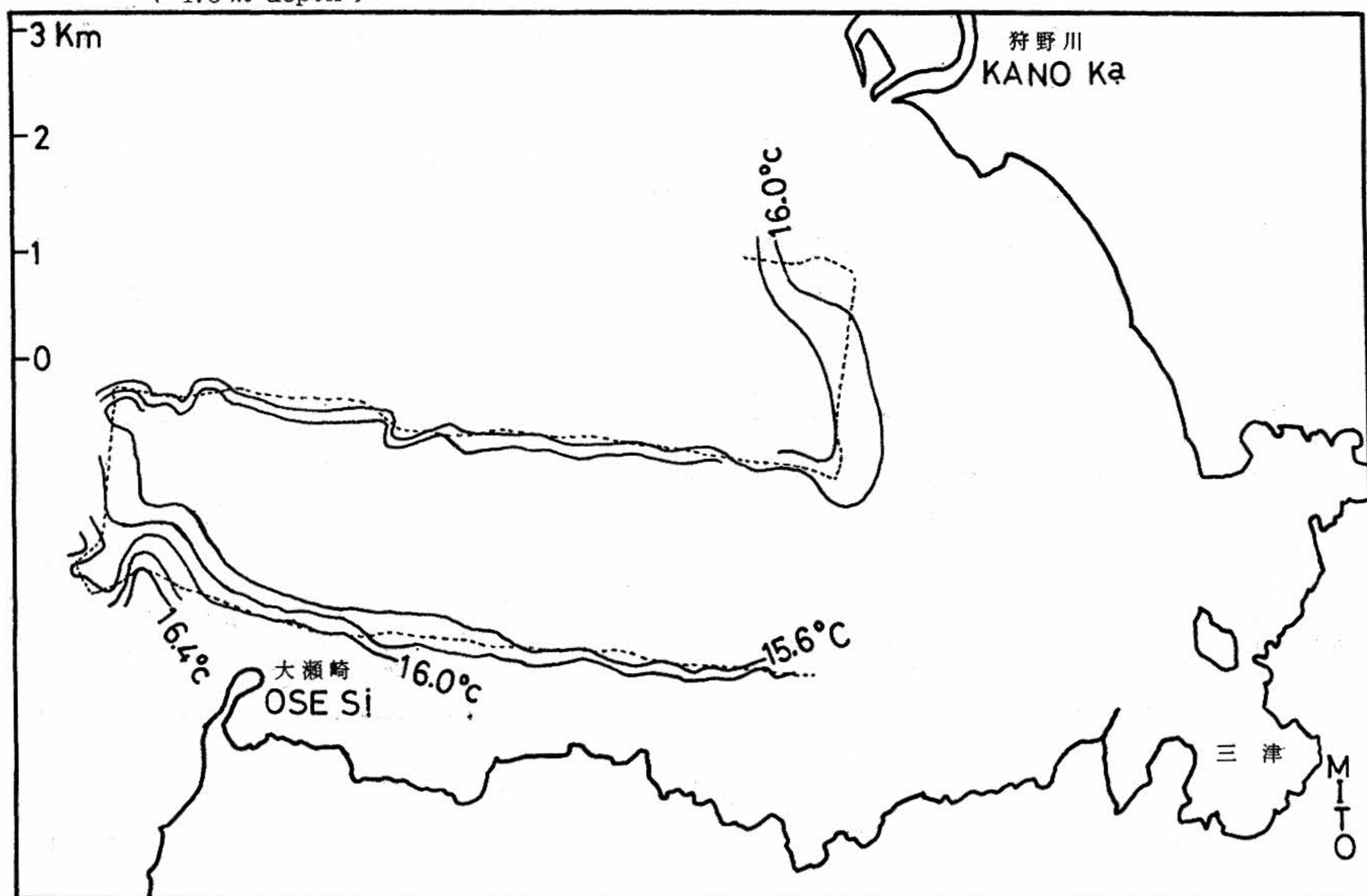


図15 0.5 m深度の水溫の水平分布 (9:50'~12:15')
 Horizontal distribution of temperature at 0.5 m depth

上潮で東向きの潮流と西寄りの風による影響で、東寄りに移動したためと考えられる。

5.5 高速多数点連続曳航観測手法の必要性

等温線のうねり、潮目、水温の逆転等の諸現象について述べてきた。今回の観測で把握できなかった事項もいくつかあり、高速多数点連続曳航観測手法の必要性がある。

以下、その必要性の根拠を述べる。

(1) 水平方向のうねり幅および鉛直構造の把握

今回は海岸に沿った測線は、A B, C Dの各長さ約7 kmで2本あり、うねりは測線A B間で顕著であった。狩野川の河川水がA BとC D間、距離 約2 kmに浸入し、うねりはC Dまでに及んでいなかった。そのため、A Bの左右近距離に測線2本以上設ける必要があった。

測線間の距離を500 mとし、この3本の測線を観測すれば、片道 22kmとなり、4ktの速度で航行すれば 3時間かかり、よほどの好条件でなければ分布の同時性は望めない。

(2) 潮目付近の鉛直構造の把握

従来の現場で、測器を下ろす方法でも可能であるが、次の二つの理由によって困難さを伴う。

(a) 潮目の移動

たとえば、永田⁵⁾の観測した潮目は一昼夜に約20km移動した。そのため、船舶と潮目とを一緒に移動させながら測定する必要がある。

(b) 潮目の水平的微細構造

黒田ら⁶⁾は潮目の水平的微細構造がかなり早い時間的なスケールで変化していると述べている。したがって、迅速に測定しなければならないが、測定時間内に上層部から下層部に至る構造変化がないという保証が何も得られてない。

水平方向のうねり幅と鉛直構造の把握では、特に高速性が必要である。たとえば、約1時間で観測を終えてしまわねばならないならば、約12 ktの速度が必要である。潮目付近の鉛直構造の把握では、特に鉛直方向同時性が必要である。

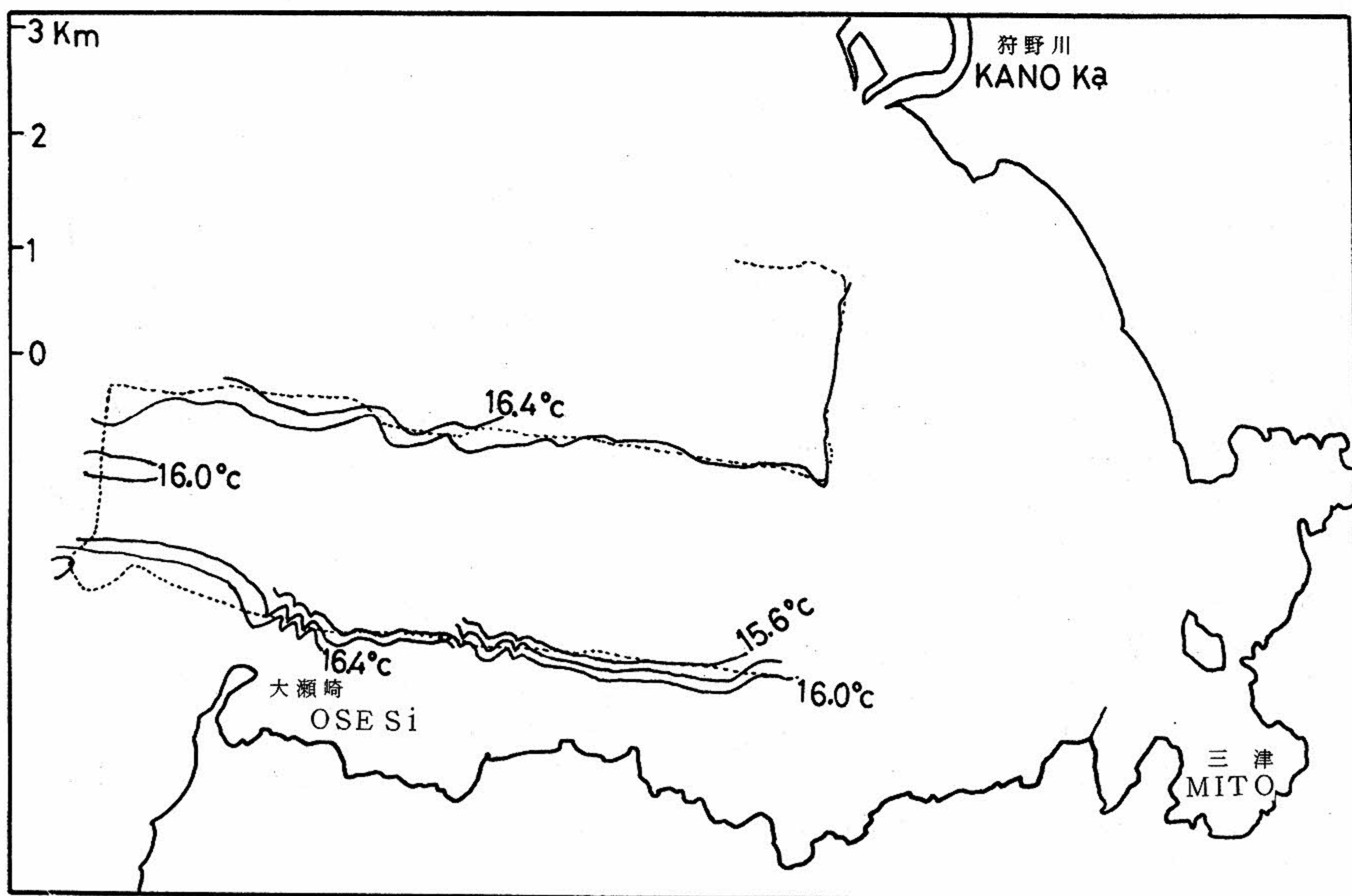


図16 1.5 m深度の水温の水平分布 (9°:50'~12°:15')
Horizontal distribution of temperature at 1.5m depth

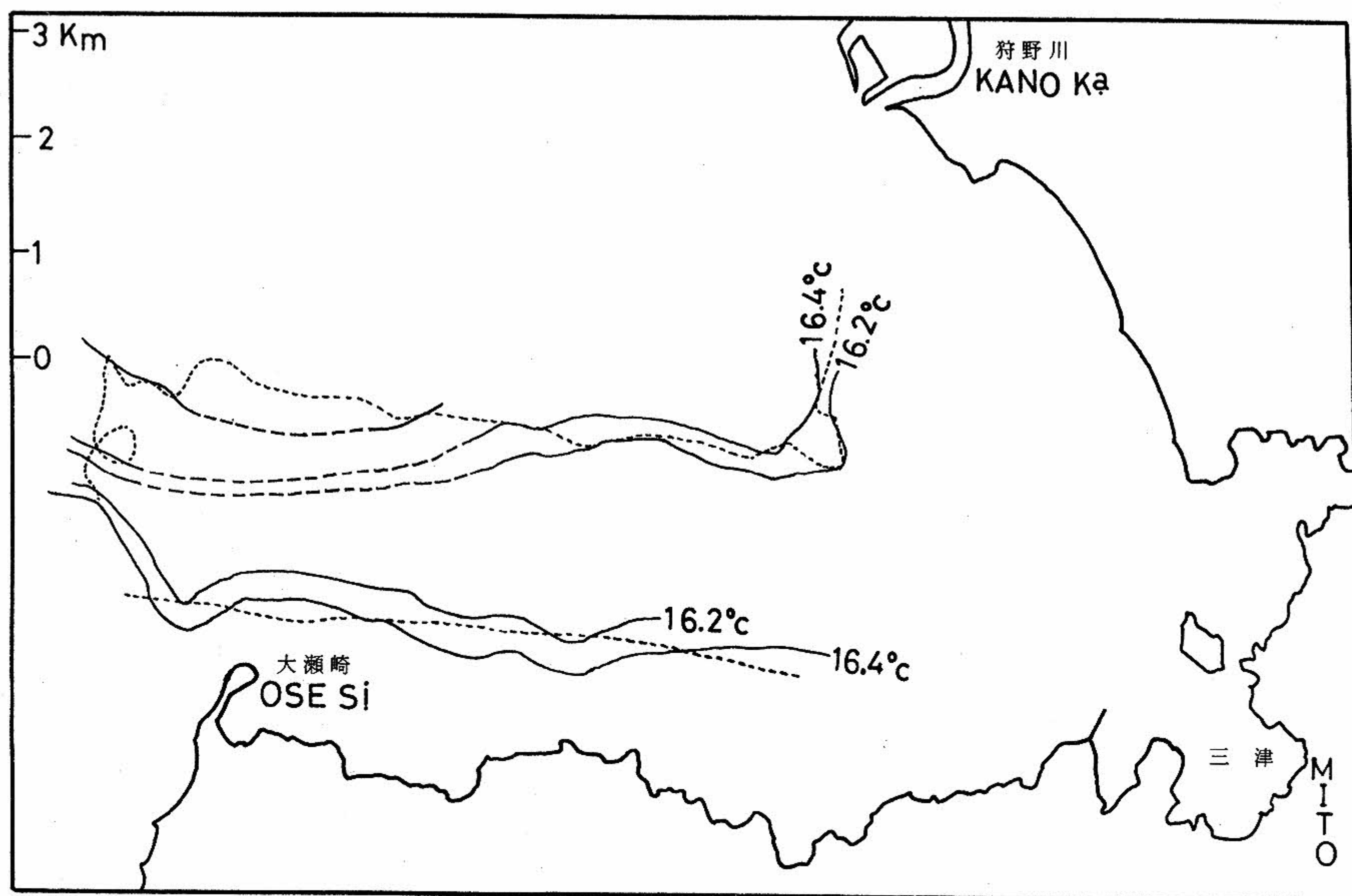


図17 1.5 m深度の水温の水平分布 ($12^{\circ}:57' \sim 15^{\circ}:41'$)
Horizontal distribution of temperature at 1.5m depth

上記、両者の必要性を満たすものとして、高速多数点連続曳航観測手法が取上げられる。具体的には、曳航式センサーチェーンが当海洋科学技術センターで、その概念設計までが行われている。その問題点は、あらかじめ定められた深度でしか測定できない（現状では浅深度）ので、特異現象が測定可能深度を上回って存在する場合には限界がある。したがって、浅深度の内湾観測手段として、有力となるものと考えられ、その開発が急がれている。

6. あとがき

今回の観測結果、つぎのような主な知見が得られた。

- (1) 等温線のうねりは、冷水域と暖水域の境界付近で、シーステート 1～2 以内および海岸線の起伏が大きいところに顕著になるようである。
- (2) 潮目の水平温度勾配は、今回の測定では、深度 0.5 m では小さいが、1.5 m では約 0.5

℃/70mであり、冬の東京湾フロントに匹敵するものであった。

- (3) 水温の逆転傾向は全測線でみられた。
- (4) 河川水は、狩野川では河口から内浦湾で南下したのち、西方に転向しているようであり、これが潮目、水温の逆転等の諸現象に関連付けられる。

このほか、表面付近の塩分の不均質層などが見られ、これらを三次元的にほぼ同時に観測を行うにはC D T曳航式センサーチェーンによる迅速観測が必要と考えられた。

文 献

- 1) “海洋遠隔探査技術の開発研究” (1979), 昭和54年度報告書, 科学技術庁
- 2) 岡崎守良, 1979, “冬季の東京湾口における観測から”, 海洋科学 11(3), 196～207
- 3) 松山優治, ほか, “内浦湾の内部潮汐について” (1973), 昭和48年度日本海洋学会秋季大会要旨集

- 4) 岡本峰雄, ほか, “ 静岡県内浦湾の 秋期の海況について 一流れと水温の変動 —”(1976), 昭和51年度日本海洋学会秋季大会要旨集
- 5) 永田三和, 1976, “ 曳航式水温計による潮目観

- 測について”, 海と空 51(2), 65～70
- 6) 黒田隆哉, ほか, “ 潮目付近の水温の微細構造”, (1977), 昭和52年度日本海洋学会春季大会要集