

定地水温を使った海況図解析

岩田 静夫

The Analysis of Oceanic Conditions Chart by the Use of the Sea Surface
Temperature at the Stationary Points

Shizuo IWATA

Abstract

The daily oceanic condition chart having been published in partnership with the Fisheries Experimental Stations of Tokyo, Chiba, Kanagawa and Shizuoka Prefectures since January 1985, is utilized at the time of fishing operations in the coastal and offshore fisheries. This chart is drawn by isothermal lines using the daily sea surface temperature (SST) data at the 24 stationary points in Sagami Bay and peripheral sea areas, the temperature data by ferry boat 'Sutorechia Maru', fishing boats and research vessels of various investigation facilities and the sea level data at the Izu Islands etc..

The SST data at the stationary points is one of the most useful data in case of drawing the daily oceanic condition chart, but it is generally difficult to analyze the oceanic conditions using the SST data because of being affected by the advection and convection of seawater, the solar radiation and noise.

The present paper reports the method of the SST data analysis in case of drawing the daily oceanic condition chart.

1 漁海況速報の目的と一都三県漁海況速報

「いつ、どこで、なにが、どのくらいとれるか」ということは、漁海況の調査研究の主要課題であり、1970年代後半からのマイワシ資源の急増と1990年代からの急減、1980年代からのマサバ資源の減少とここ数年来の急減などの資源の長期変動に関わる課題と魚類の短期の漁場形成に関わる課題に大別される。これら課題に対し、古くから大学、国立、地方などの研究機関では勢力的な調査研究に取り組んできたが、依然として未解決の課題として残されている。

資源の長期変動現象は現象の時間・空間スケールが大きく、一地方の研究機関だけでは解決することは不可能である。身近に沿岸漁業者を抱えている地方の研究機関にとって、短期の漁場形成を予報することが緊急かつ重要な課題の一つである。

元神奈川県水産試験場の小金井(1976)は、日々の漁場形成に対応した海況変動を捉え、漁業者に情報提供し、操業の効率化を図ることを当面の課題とし、1960年代後半から相模湾および周辺域の各地先で毎日測定されている水温を電話で収集し、水温の経日変化を克明に追跡した。その結果、海況の短期変化をリアルタイムで捉えることが可能であることを示した。東京、千葉、静岡の一都三県水産試験場でも1970年代後半から沿岸各地の表面水温、漁船からの漁場水温、定期船による航走水温などを使い、日々の海況変化の追跡と情報提供を試み、漁業者の評価が得られつつあった。

1985年から一都三県水産試験場ではそれぞれの機関が収集している各種データを持ち寄り、共同で「一都三県漁海況速報」を作成し、リアルタイムで漁業者並びに関係機関に提供してきた(一都三県漁海況速報年報: 1985年~1992年度版, 岩田: 1991)。当初、漁海況速報に対し

神奈川県は漁業者および関係者の一部を除いて余り関心を示さなかった。一方、東京、千葉、静岡の一都二県の多数の漁業者および関係者は関心を示し、操業に利用した。それをみて神奈川県の漁業者および関係者の関心も次第に高まり、現在多数の漁船漁業者は操業に利用するようになり、遊漁船や釣り宿までも利用するようになった。

2 海況図作成に使われる資料

「一都三県漁海況速報」は、(1)伊豆諸島および周辺域の24ヶ所で1日1回測定されている表面水温、(2)「すつれちあ丸」により毎日測定されている八丈島～東京湾の航走水温、(3)海上保安庁水路部が測定している伊豆諸島および周辺域の日平均潮位、(4)漁船からの漁場水温、水色、流れ、(5)関係機関からの観測水温と流れ、漁海況情報、(6)漁業情報サービスセンターからの人工衛星情報や漁海況情報、などをリアルタイムで収集し、一都三県漁海況担当者が交代で作成している。速報作成の基軸となっているデータは毎日測定されている(1)～(4)のデータであり、定地水温と潮位のデータは欠測がきわめて少ない。特に、定地水温はいつでも、だれでも、簡単に測定でき、時化でも測定することができるため、日々の海況変動を捉えるための必要不可欠なデータである。しかし、定地水温は陸岸に近接した表面で1日1回測定されているため、測定値は日射や風などの気象や潮汐、陸系水などの影響を受けやすいこと、また、各地の測定器機で統一されていないために正確な水温が得られない可能性があることなどさまざまな問題が含まれている。これら問題点を明らかにし、定地水温の終日変化から日々の海況変動を捉える必要がある。

担当者が交代しても同じデータを使えば、同じような漁海況速報を作成することができるようにすること、すなわち一種の「海況図作成指針」を作る必要がある。その初めに海況図作成に欠かすことのできない定地水温をとりあげ、問題点について議論し、定地水温を使った海況解析手法について述べる。

3 海況図解析に定地水温を利用する場合の課題

(1) 1日1回水温を測定する場合の最適時刻

各地の定地水温は午前9時または10時に表面で測定されている、ある時刻の水温は移流、気象(日射、風など)、ノイズなどによって変化する。1日1回の水温であっても、日射による変化、ノイズを除去することができれば、移流による水温変化するすなわち日々の海況変化を

追跡することが可能である。

図1の三崎瀬戸の海面下2.0mで1966年から水温の連続観測を継続してきた。この記録の中から1年間欠測な

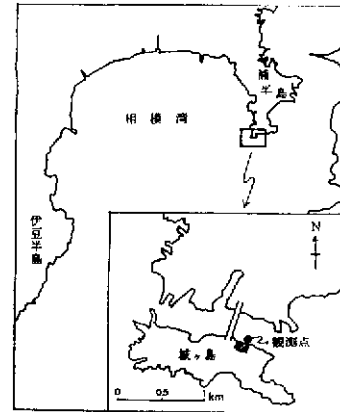


図1

Fig1 Observation point of the SST

く得られた1971年のデータを使い、午前9時または10時の水温がその日を代表しているかについて、次の方法により検討した(岩田 1981)。

「平均水温による方法」

毎時の水温データから1年間の毎時の平均水温を求め、図2に示す。

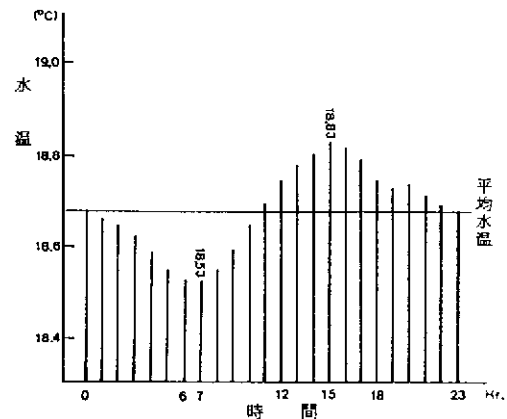


図2

Fig2 The change of timely averaged SST at the Misaki channel in 1971

07時の日最低水温と15時の日最高水温をピークに顕著な日周変化がみられる。最高水温18.83と最低水温18.53の差は0.3であり、この値が日射による変化量で

あると考えられる。日平均水温は18.68 で、この値にほぼ一致する水温は10~11時と23時である。1日1回測定する場合、日平均に近い10時~11時または23時が最適時刻であると考えられるが、各時刻の年変動幅は10数にもなる。したがって、日平均水温がある時刻の平均に一致するからといってその時刻を1日1回測温する場合の最適時刻であるとは言い難い。

「相関関係による方法」

ある時刻の水温と同日の日平均水温との相関係数を求める。海洋表層の水温は顕著な季節変化を示し、ある時刻と同日の日平均はともに季節変化の影響を強く受けるため、ある日のある時刻に関係なく、相関係数は0.98以上の高い値を示す。したがって、これらの値から最適時刻を求めることは容易でない。

一般に水温の季節変化は、正確な正弦波形をなさずに多少ひずみ、鋸歯関数形になる。フーリエ解析により求めた振幅の大きい1年（振幅：約5.9）、半年（振幅：1.3）、1/3年（振幅：1.0）周期成分を生データから差し引いた。このような方法で得たデータをもとに、日平均水温と各時の相関を推算したのが図3の破線である。09時から12時の相関が高く0.9以上、極大値は10時と11時の約0.94である。極小値は0時と1時の約0.86である。

「日平均水温との差の分散」

各時刻の水温から毎時の年平均水温を差し引いた偏差と、ある日の毎時の水温から同日の平均水温を差し引いた偏差から分散を求めたのが図3の実線である。

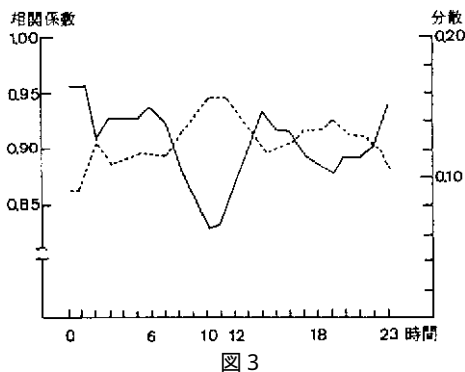


Fig 3 Correlation coefficient and variance between daily mean SST and timely mean SST

分散は9時から12時の間で小さく0.10以下、最小値は10時、次いで11時である。23時から1時の間で大きくなっている。

単純に各時刻毎の年平均水温と年平均水温を対比すると、23時と0時が年平均水温にもっとも近い値を示すが、両時刻と日平均との相関は低く、かつ日平均値との差の分散は大きい。一方、相関係数が高く、かつ分散の小さい値をとる10時または11時の水温は、第1の方法で示した年平均水温にも比較的近い値をもっている。

これらのことから、1日1回表層で水温を測定する場合、10時に測定するのがもっとも日平均に近く、次いで11時である。各地の定地水温は09時または10時に測定されており、日々の海況変化の追跡に使える時刻に測定してきたといえよう。

(2) 水温の前日差の活用

ある場所における*i*日*j*時の表面水温を T_{ij} とすると、 $T_{ij} = T_{ia}$ （移流による変化）+ T_{ir} （日射による変化）+ T_{in} （ノイズ）として表わされる。定地水温から海況変化を捉えるためには、 T_{ij} から T_{ir} と T_{in} を除去した T_{ia} が問題になる。この問題は水温の前日差を求めることにより、かなり解決できると考えている。

水温前日差は、*i*日*j*時の水温 T_{ij} と(*i*-1)日*j*時の水温 $T_{(i-1)j}$ との差であり、移流、日射、ノイズなどの前日からの変化量として表わされる。一般に、ノイズ(T_{in})は移流による変化(T_{ia})と日射による変化(T_{ir})に比べて小さい。したがって、前日差に占めるノイズによる変化量は極めて小さく、無視することができる。

前日の水温が曇天時に、当日の水温が快晴時に測定された場合には、日射の影響を無視することができない。前述したように、日射による表面水温の変化量は約0.3と見積られた。曇天と快晴を考慮し、求められた前日差から0.3を差し引いた値は移流による変化量として考えることができる。近藤他(1972)は相模湾の平塚沖の観測塔で測定された日射量の多い成層期の表面水温記録から、日射による変化量を0.4と見積っている。海況変化の目安として、これまで得られた日射量による変化量よりも大きい0.5を前日差から差し引いた値を使っているため、小規模な海況変化を見落とす可能性はあっても沿岸域の海況が変わるような規模の現象を見落とすことはきわめて少ないと考えている。

さらに、前日差は水温の変化量を表わしているために地域性や測定機器による測点間の差も除去されるという利点も持ち合わせている。

(3) 空間の代表性

定地水温の測定場所は、海況変化の時間・空間スケールを考慮して選定されず、測定者の都合による場合が多い。前日差をもとに海況変化を追跡するときに時間・空間スケールの小さい局地的な海況変化を拾うこともある。例えば、海洋の成層期に南寄りの風が数時間以上強吹したときに、房総半島の千倉や伊豆半島東岸の稲取の表面水温が数 度下降したり、大島水道から相模灘に暖水が流入したときに大島東側の波浮口で測定している表面水温が数 度下降することがしばしばみられる。このような時間・空間スケールの小さい現象を捉えるためには、定地水温はあまり有効なデータであるとは云えないかも知れない。

定地水温で捉えられる海況変化は、時間スケールが数日以上、空間スケールが数10km以上の中規模以上の現象であると考えられる。定地水温の測定点は測定者の都合により選定されているとは云え、中規模以上のスケール

の海況変化が起こると、2 測点以上で水温変化が起こる場合が多い。

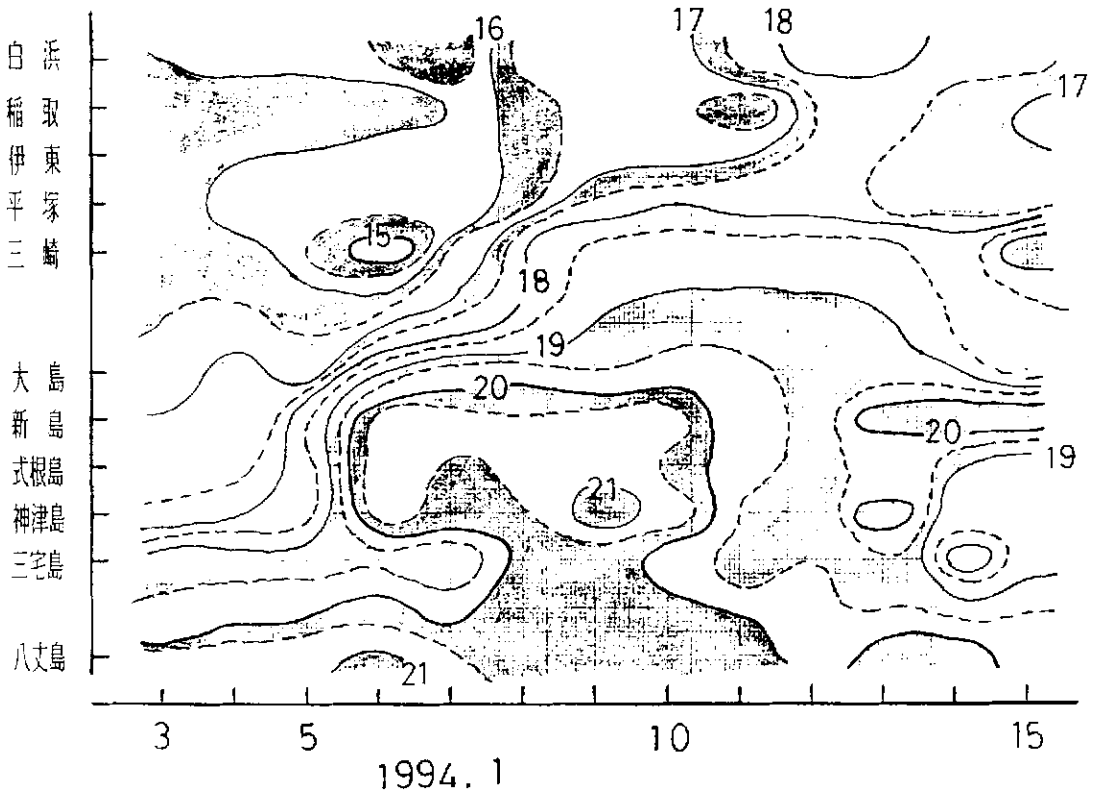
相模湾および周辺域の表層水は、黒潮系水、房総沿岸水、冷水塊、表層混合層水河川系水など水温、塩分などの特性値の異なる各種水塊により構成されている。水塊は混合し難いため形成されたときの性質を長く保存する。これら水塊の分布は、主として黒潮変動に強く支配される。黒潮には中規模スケールの変動すなわち数日から数10日の変動がしばしば起こり、この変動にともない各種水塊分布が変わり、その結果が各地の定地水温変化に現われることになる。具体的な例として、次項で述べる。

4 定地水温のイソプレットによる海況解析

沿岸に沿って測点が多いという利点を利用して、先ず図4に示すようにX軸に日、Y軸に観測点を取り、等温線を描く。このような図を水温イソプレットと呼ぶ。

図4

Fig 4 Isopleth of SST at the daily stationary points in the Sagami Bay and peripheral sea area



相模湾および周辺域の表層に分布する各種水塊は、短時間に混合しにくいために各種水塊間に顕著な水温フロントが形成される。したがって、イソプレットからフロントがどこに形成され、どの位の時間でどの方向へ移動したかを読みとることが可能である。

イソプレットには、日射量や地域性が含まれているので、イソプレットのみには依存せず、前日差を考慮して図を観るか、または前日差のイソプレットを作成し、解析する必要がある。

一例として、1994年1月前半のイソプレットを図4示す。等温線は日射による影響を考慮し、0.5 間隔で描いた。

高温水が伊豆諸島域から相模湾に流入し、湾東部から西部に向かって進み、伊豆半島まで達したことが一見して読みとれる。4日以前は八丈島と三宅島で19 以上の高温水がみられたが、5日には新島まで水温が急上昇し、6日には大島まで及んだ。さらに、8日に三浦半島先端の三崎、9日には湾奥の平塚、11日に伊豆半島先端の白浜、1日後れて伊豆半島中央の稲取の水温が急上昇した。

このような水温の変化は、沖合いの黒潮流路の急接近にともない黒潮系水が相模灘に流入し、湾東部から西部を経て伊豆半島まで及んだことを示している。パッチ状に高温域がみられたり、稲取の水温がその南の白浜よりも後れて上昇している。これらのことはイソプレットによる海況解析の積み重ねるとともに、どのようなスケールの現象を捉えようとしているかを考慮した見方をすることにより、イソプレットに対する理解が進むと考

ている。

5 ま と め

「一都三県漁海況速報」の作成するときに、リアルタイムで収集できる日毎の定地水温データは必要不可欠である。定地水温は地先の表面で1日1回測定しているため、地域特性、気象の影響、測定機器の違いなど使いにくいこともある。しかし、日射による表面水温の変化量を0.5 以下と見積られること、前日差を求めることにより地域特性と測定機器による誤差を除去することが可能であること、さらに水塊の分布・移動を考慮すること、などから限界はあるものの海況変化の追跡に定地水温が使えることを示した。

定地水温に、各地の潮位データ、漁船からの漁場水温、観測船からの海況情報、人工衛星情報、定期船からの航走水温などを加えることにより、精度の高い海況図の作成が可能であると考えている。

文 献

- 岩田静夫(1991):沿岸・沖合域における漁海況情報・海と空, 66(特別号), 61-74.
- 小金井正一(1976):海の見方, 考え方一地方水域の周辺. 公害原論第9学期, 1-55.
- 近藤純正・内藤玄一・藤縄幸雄(1972):海水温度の平日周期変化. 海と空, 48(2), 53-59.
- 東京都・千葉県・神奈川県・静岡県水産試験場(1985~1992):一都三県漁海況速報