

寄 稿

「漁海況変動予測のための海洋研究のあり方に関する  
シンポジウム」より

- |                                                   |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 漁場の移動に関わる海況変動研究の構想と試み                          | 水野恵介・黒田隆哉(東北区水産研究所) |
| 2. 観測の位置付けと各手法の組み合わせ                              | 杉本隆成(東京大学海洋研究所)     |
| 3. 短期漁海況変動速報・予報のための調査・監視計画<br>——関東・東海ブロックを中心にして—— | 岩田静夫(神奈川県水産試験場)     |
| 4. 短期漁海況変動速報・予報のための調査・監視計画<br>——主に東北近海について——      | 水野恵介(東北区水産研究所)      |

主 旨

平野敏行・杉本隆成(東京大学海洋研究所)

1983年の1月13, 14日と, 1984年3月9日の2回にわたって漁海況予測のための海洋研究のあり方についての研究集会が開かれた。第1回目には, 海洋観測のあり方, 第2回目には, モデリングおよび, 統計的予報手法に中心を置いて, 講演と討論が行われた。

第1回目の集会の経過と内容については, 本会報第45号に報告したが, 本号ではまず, 頁数の関係で前掲載せられなかった2つの講演を紹介したい。また, 第2回目に行われたモデリングと統計的予報手法に関する講演と討論の成果については, 月刊海洋科学の1984年11月号に掲載されているのであわせて, 読んでいただければ幸いである。

第1回目の集会の総合討論のさい, 大きな課題のひとつ

として, 漁海況の短期変動(数日~1カ月程度の周期の変動)とその予報のための研究と予報事業の必要性が強調された。そこで問題点の指摘を単に議論に終わらせるのではなく, より具体的な提案として, まとめてみてはどうかということになり, 沖合の問題に関して水野氏, 沿岸の問題に関連して岩田氏, 大学等の研究機関の立場から杉本が中心になって, 検討を行った。結果は, 第2回目の集会の中で報告され, さらに, 日本海区水研の長沼光亮氏, 和歌山県水試の竹内淳一氏, 西海区水研の宮地邦明氏, 東京水産大の松山優治氏から, 短期変動の取組みの現状や意見が, 地域特性を考慮して述べられた。ここでは, 岩田, 水野両氏のメモだけにとどめさせて頂く。

## 1. 漁場移動に関わる海況変動研究の構想と試み

水野恵介・黒田隆哉（東北区水産研究所）

### 1. はじめに

漁海況予報事業が1965年に始まって以来約20年を経過し、その間、水研・水試などが中心となって様々な魚種について長期漁海況予報が出されてきた。この事業では海況並びに生物分布をモニタリングするための観測網が設けられ月1回程度の観測が水産試験場によって実施されてきた。これまで得られた資料は海洋観測（水温・塩分など）の分だけでも莫大であり、これを利用して様々な予測手法が試みられている。しかしながら最近の事業予算の縮小ともあいまって予測のあり方、観測網の見直しなど問題点が種々提起されている。そこで今回、著者が手がけてきた海況予測について、その予測手法および適切な観測網はどうあるべきかを少し論じてみる。ただし、対象海域は東北海区に限定している。

### 2. どんな海況予測が求められているか？

東北海区の場合、漁海況予報の対象となる魚種は水産上重要な（生産額の大きい）回遊性の浮魚、すなわちサンマ・マサバ・スルメイカ・カツオ・マイワシである。この海域は前線帯であり、海洋構造は渦や海流の分岐などによって複雑であるが、潮境は明瞭で漁場もこれによく対応することが多い。ただし魚種によって注目すべき潮境と予測すべき変動も異なる。ここでは具体的にサンマの例をあげ漁場との関連から、どんな予測が必要とされるかをのべる。

一般に回遊魚は発育段階（卵・稚仔、未成魚、成魚）によって生息環境が異なり、成魚でも索餌期、越冬期、産卵期など生活周期によっても生息環境をかえ、これらが回遊の現象となってあらわれる。図1に示すようにサ

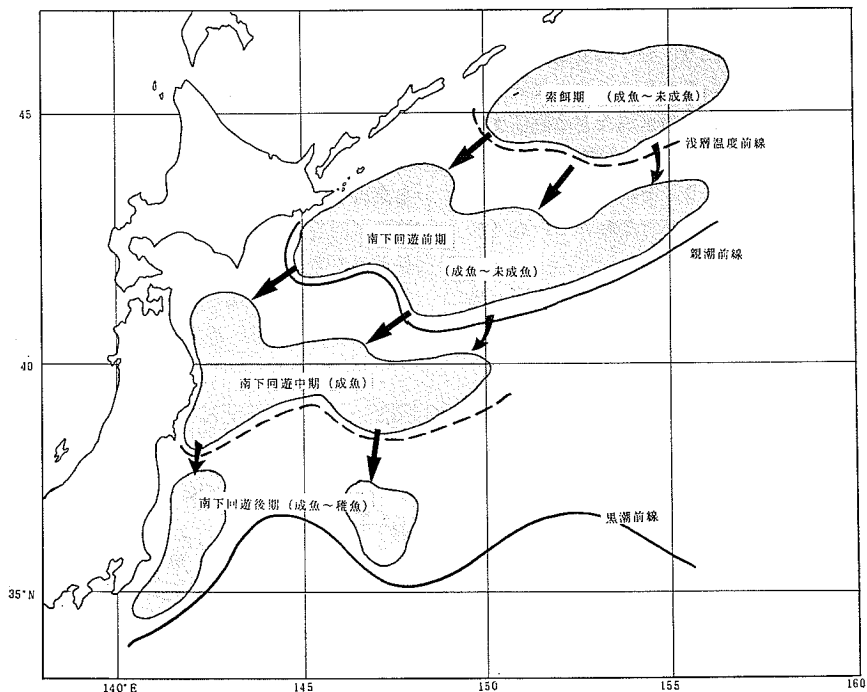


図1 サンマ南下回遊期の分布・移動についての模式図（小坂，未発表）

ソマは索餌回遊期に北上し、中部千島東沖に達し、8月前半までこの海域にとどまる。8月後半には南下を始め、漁場は千島列島沿いから道東沖の親潮前線周辺に形成されるが10月に入ると親潮第1・第2分枝沿いに南下が始まり、11月には主に常磐沖の黒潮前線の北側に漁場が形成され、遅くとも12月半ばには東海方面に離脱して終漁を迎える。漁期は8～12月の5ヶ月余りでおおまかには主漁場は月単位程度で移動している。予報は漁期直前の8月初めに出され、その年の総漁獲量が最も関心を集めるが海況予測では漁期中の平均的な海況パターン、例えば、この秋には親潮第1・第2分枝や暖水塊の水塊配置はどうなるかが重要であり、主漁場の移動に関して月単位程度の変動の予測が求められる。

これはサンマの例であるが他魚種、例えば東北海区を広範囲に北上・南下するカツオなどでは黒潮統流やこれから分岐する二次前線の変動が注目され、サンマよりは大きい空間スケールの変動が海況予報の対象となる。

### 3. 海況予測の現状

現在、海況パターンの予測手法としては次のような方法がとられている。まず海況パターンをある程度代表するもの例えば黒潮統流蛇行の近海（～146°E）の北限位置、親潮第1分枝の南限位置やある区画を限って親潮域の面積などの経時の変化を調べる。それらの季節的変動、経年的変動傾向を見出し、各々の変動である月とよい相関がある月を見出す。これらの手法によって大まかな水塊配置を予測する。また暖水塊などは直前までの観測によって、その立体的大きさをつかみ既往の観測例から経験的に寿命を推定したり、それまでの移動方向を外挿して将来の位置の推定などが行なわれている（水産庁・研究部 1981）。

これらの予測手法は現象から何らかの相関・周期・持続性を見出そうとする経験的なものである。

### 4. 海況変動研究について

海況変動には様々な時空間スケールの変動が包含されているため、このままでは予測に応用できるような一貫した変動の性質を抽出することは容易ではないと思われる。漁海況予測のためには様々なスケールの変動についての予測が必要であるが、数理的なモデルが十分に完成していない現時点では、各レベルでの時空間変動の統計的な特性を抽出していくことが先ず必要と考えられ、得られた知見は実用的に予報に役立つであろうし、数理的なモデルの作成にも有益な情報を提供するであろう。また各時空間スケールの変動はそれを支配する力学的過程が異なるから、変動をスケール別に分けて考えた方が、その変動特性の説明もより明瞭なものになるであろう。

以下に上記の考えに基づいて我々が行ってきた海況変動の研究を紹介する。

#### a. 大規模スケール（～1,000 km）の変動

ここでは黒潮系の季節経年変動の例をあげておく。MIZUNO and WHITE (1983) は九州の南沖 130°E から天皇海山の東 175°W までの黒潮系の変動を、季節毎の300 m 深水温分布から解析し、経験的直交関数によって、変動様式を調べた（図2）。この変動パターンの説明率は全変動の30%とやや低く、対象期間も4年と短いが、変動の時間スケール（約1年）が得られ、海底地形と流路との関係、黒潮大蛇行域と黒潮統流域の変動に相関があることなど興味ある結果が得られている。彼らは二次黒潮前線の変動にもふれ（図3）、分岐点が経年的に大きく変化すること、分枝流はほぼ40°N 付近を蛇行しながら東流することなどを見出している。これらの結果は広範囲に回遊するカツオなどの海況予測に基礎的な知見を与えるであろう。一方、サンマの漁場予測に関して福島（1979）は初期主漁場の経年的な離接岸の根源は黒潮統流の南北振動であり、黒潮統流の北偏は親潮第1分枝の南

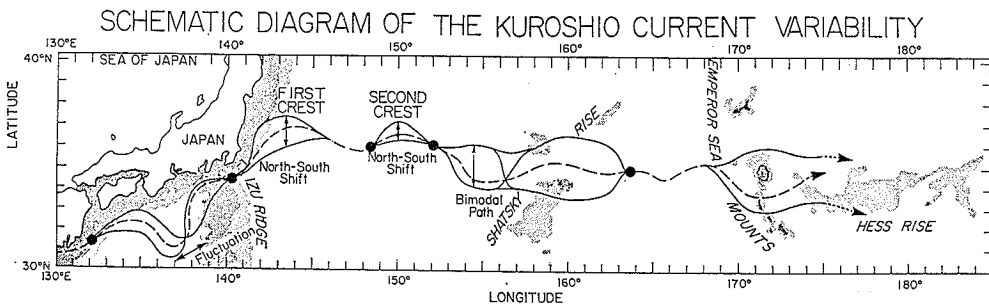


図2 黒潮海流系の変動模式図 (MIZUNO and WHITE 1983)

# SEASONAL BIFURCATION POINTS AND NORTHERN BRANCH OF THE KUROSHIO EXTENSION

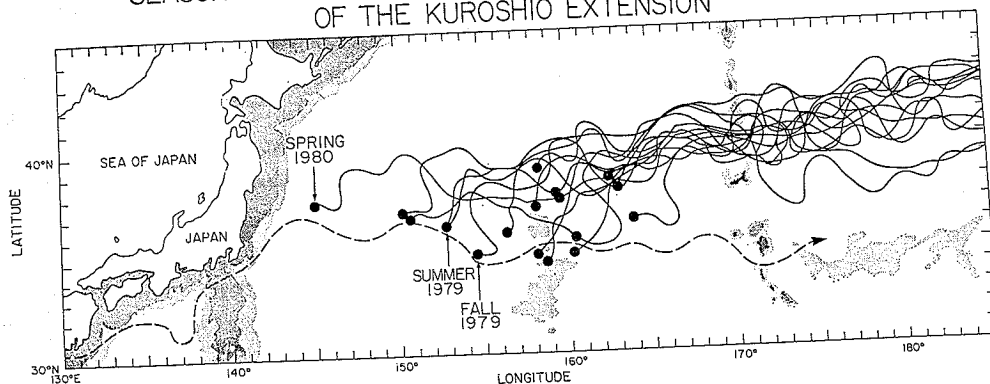


図 3 黒潮統流の分枝流と分岐点の変化 (MIZUNO and WHITE 1983)

下・接岸をもたらし、これによって沿岸に漁場が形成され、南偏は道東沖暖水塊の発達に伴ない親潮第1分枝の三陸・常磐海域への接岸を阻み、漁場の沖合化をうながすと述べている。サンマのように比較的近海に漁場が形成されるものについても黒潮統流の経年的変動の研究も大切で、さきにも述べた黒潮系の大規模な変動も必要であろう。

## b. 中規模スケール (～100 km) の変動

現在、東北海区での海洋観測網は漁海況予報事業で各水産試験場が実施する月1回程度の沿岸・沖合定線観測がかなりの部分を占めている。よって、これまで蓄積された資料はほぼ月単位の変動が押えられるものであるがこれは上述の主漁場の移動と同程度の時間スケールである。一般には中規模スケールの変動予測は極めて困難であるが、実際、例えば漁海況予測上重要な問題となる暖水塊の動向は、過去の多くの観測例を統計的に検討しても一貫した傾向を見出すのは困難なようである(水産庁・研究部 1982)。

最近、水野 (1983) は月毎の17年間の100 m 深水温分布から季節変動とそれ以外の変動を分離して、それらの変動の特性を検討した。その結果、津軽暖水の張り出しには強い(全変動の80%)季節変動があること、親潮第1分枝の南への張り出しには弱い(全変動の40%)季節変動はあるものの季節変動のみでは予報根拠として実用的でないこと、海況パターンの持続性は海域で異なり、三陸北部沖で短かく(4ヶ月)常磐沖では比較的長い(6～12ヶ月)ことなどの知見を得た。これに基づいて近海域の変動模式図(図4)を作成した。このような結果は現在の海況パターンが(空間的には緯経度30分の平均像

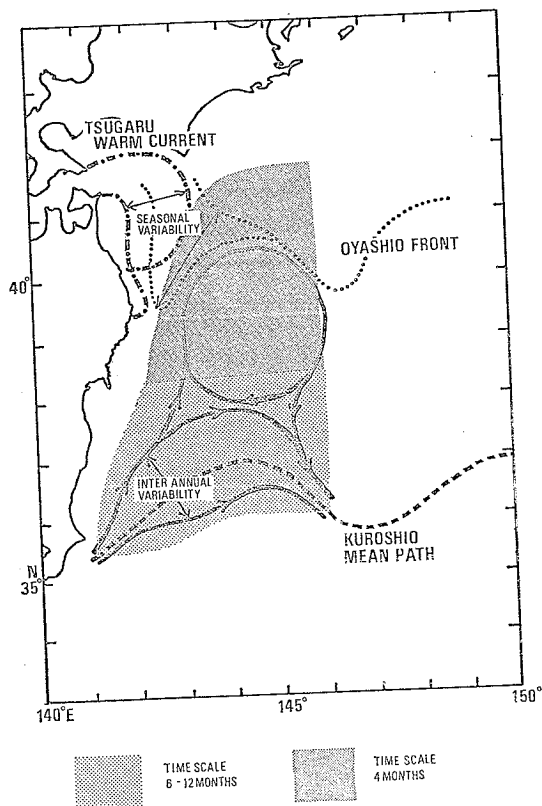


図 4 東北海区近海の時況変動模式図 (水野 1983)

として)どの程度持続するかを目安を与え、予測上役立つ情報であると思われる。

## c. 小規模スケール (～10 km) の変動

一般に、このスケールの変動は変化が速く現在これを

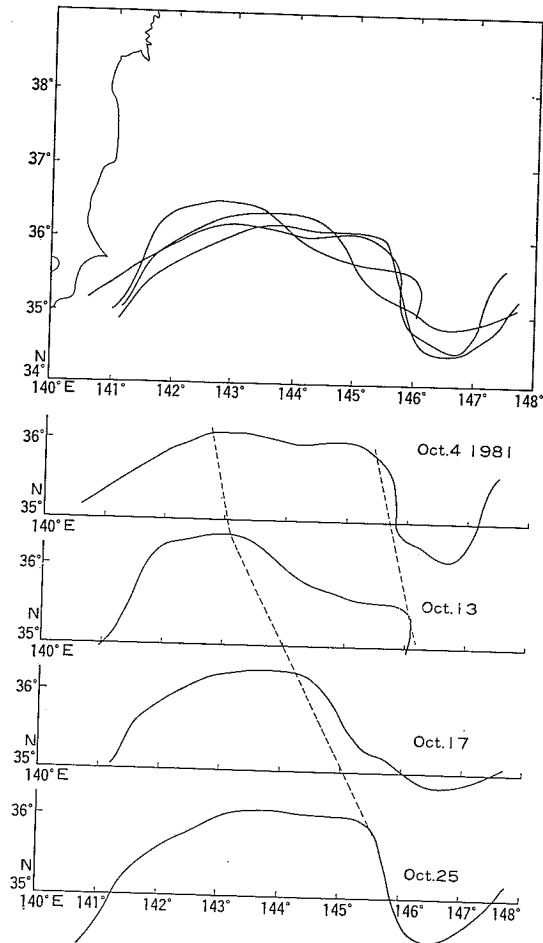


図 5 黒潮前線の短期変化，赤外画像から前線を判断したもの

とらえる観測網は持たない。しかし人工衛星の赤外画像は雲がなければある程度その変動を把握できる。また赤外画像でみられる小規模な海洋構造と漁場とがよく対応する例が、最近、数多く報告されている（漁業情報サー

ビスセンター 1983）。図 5 は小規模スケールとは言えないが黒潮前線の変化を数日毎の間隔でみたもので 144°E 付近に峰をもつ大規模な蛇行の上に小蛇行があって 15 cm/sec で東進しているように見える。赤外画像からは更に詳細な海況がわかるので多くの画像から規則的な変動を見出す努力が当面必要であり、これを見出せばある程度小規模で短期的な変動の予測にも役立つだろう。

### 5. むすび

これまでのべた海況変動研究は統計的手法に基づくが、この種の研究は十分な資料の上に成り立つものである。すでに北太平洋全域の大規模な海況変動を対象として商船を利用した観測網が米国によって設けられ、TRANSPAC 計画 (WHITE and BERNSTEIN 1979) として進行中であり多くの変動に関する結果が得られている。東北海区の場合、東経 150°E 付近までの月 1 回程度の観測が、黒潮・親潮前線や暖水塊などの基本的な水塊配置をとらえるのに必要であるが現状では極めて不十分である。近年の漁海況予報事業予算縮小傾向からみて従来の官公庁調査船の観測網の維持が精一杯であるように思われるので将来は漁船・商船に委託を行なって、TRANSPAC 型の観測によって補強する必要があるだろう。

### 文 献

- 福島信一 (1979) 北西太平洋系サンマの回遊機構の総観的解析. 東北水研研報, (20), 1-70.
- 漁業情報サービスセンター (1983) 昭和47年度漁業情報利用システム開発事業報告書. 134 pp.
- 水野恵介 (1983) 東北海区の海況変動について. 東北水研研報, (46), 61-79.
- MIZUNO, K. and W.B. WHITE (1983) Annual and inter annual variability in the Kuroshio Current System. J. Phys. Oceanogr., **13**, 1847-1867.
- 水産庁・研究部 (1981) 漁海況予測の方法と検証. 167 pp.
- WHITE, W.B. and R.L. BERNSTEIN (1979) Design of an oceanographic network in the midlatitude north Pacific. J. Phys. Oceanogr., **9**, 592-606.

## 2. 観測の位置付けと各手法の組み合わせ

杉 本 隆 成 (東京大学海洋研究所)

### 1. 各種観測手法の長所、短所とそれらの組み合わせについて

海洋構造と海況変化把握のための海洋観測の主な手段と対象スケールを表1に示す。調査船の他には、沿岸での海洋観測塔、係留系、漂流ブイ、陸岸や人工衛星・航空機からの電磁波等による遠隔計測などがある。これらの個々についての議論は別に詳細になされているのでここでは、各手法の組み合わせの必要性について意見を述べたい。

#### (1) 船とリモートセンシングによる表面水温と表面流速の測定

表面水温の観測に関しては、操業漁船を含む各種船舶による定時観測データーが無線で漁業情報サービスセンターに集められており、最近ではリモートセンシングも活用されている。衛星による高分解能の熱赤外画像は、広範囲の詳細な水温分布を面的にほぼ同時に測定したものである点において、極めて有効な手段となっている。ただし、雲のために良質の画像の得られる日が少ないことと、夏季には表層が強く成層し、表面水温は鉛直方向の代表性を失うことが難点である。フェリーによる定線の繰返し観測は、航路によっては、海洋前線などの旬日スケールの変動を知るためには有効である。操業漁船に

よる観測は漁期、漁場に限定されるが、漁場の日々の水温が平面的に得られる点に意義がある。将来は、これらの長所を活用し、漁場周辺に観測点を補う形でチャーター機、チャーター船による機動的、相補的な観測を行なうことが必要ではないかと思われる。

表層の流況の観測についてみると、200 m 以深の近海域では、水路部によって黒潮流路の把握を主目的として、もっぱら GEK が用いられてきている。しかし、最近、ロランCによる船位の精度が著しく向上したので、今後は船による偏流も再び使われるようになるものと思われる。また、波浪による電波の反射強度で波高を測定する CODAR と呼ばれる波浪計で、反射電波の周波数ドリフトドップラー効果を利用して表面流速を測定する方法が米国で用いられ始めている (BARRICK *et al.*, 1977)。これは現在陸岸から 50 km 以内でのみ有効であるが、将来その到達範囲が広げられようとしている。陸棚上の表面流や海峡周辺のような時間的・空間的変化の著しい海域の表面流速分布の把握には極めて有効になるものと考えられる。

#### (2) 調査船による水温、塩分等の鉛直分布の測定

次に海洋内部の水温や塩分等の鉛直分布の観測について考えよう。調査船は、水や生物など「もの」を採集で

表 1 海洋観測の手法と対象のスケール

| 観測手段と測定項目                                                                                                                                                                                                                            |                              | 空間スケール                                      | 時間スケール                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| 船 船                                                                                                                                                                                                                                  | ・調査船                         | [沿岸・沖合定線(沿岸20マイル、黒潮横断他)特別観測(任意スケール)~100 km] | 1 カ月毎, 季節毎<br>任意スケール<br>1 時間毎, 数日 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | ・フェリー<br>・操業漁船               |                                             | 漁期                                |
| 定 置 系                                                                                                                                                                                                                                | ・沿岸海洋観測塔                     | 点での鉛直分布<br>横断面内数点, 数層<br>沖合1~数点             | 任意連続<br>1 時間毎半年程度の反復              |
|                                                                                                                                                                                                                                      | ・係留系<br>・海底設置系<br>・定置網海岸での観測 |                                             | 1 日毎継続                            |
| リ モ ー ト ・ セ ン シ ン グ                                                                                                                                                                                                                  | ・CODAR                       | [~50 km<br>~100 km<br>~global]              | 任意連続<br>間 欠 的<br>数時間毎             |
|                                                                                                                                                                                                                                      | ・航空機<br>・人工衛星                |                                             |                                   |
| 採水器付CTD, XBT, バット・フィッシュ, 科学魚探, ドップラーソナー, レーダーブイ<br>T, S, V (偏流)<br>T, ドップラーソナー, 魚探<br>潮位計, 波浪計, T, S, V, 気象要素<br>T, S, V, 他<br>潮位, IES, ソナー他<br>T, 透明度, 比重他<br>波浪, 表面流速<br>IRT, T<br>IRT 他, T<br>マイクロ波計, 水位, 波, 風速<br>サテライトブイ (T, V) |                              |                                             |                                   |

きるという強さがあることはいうまでもないが、航走に時間がかかり、水平的に同時広域の測定をすることが難しい点で、人工衛星からのリモートセンシングによる観測とは対照的である。また、調査船の数と使用可能日数は極めて限られており、増やすことは容易ではない。今後は簡単なバット・フィッシュのようなものや、魚探やドップラー・ソナー流速計などの音響機器等を利用することにより観測線に沿って諸量の詳細な鉛直分布を連続的に得るように活用の仕方を検討する必要がある。

### (3) 係留系

潮流や旬日スケール等の変動を含む現象の観測においては、連続的で長期的にわたる係留系による観測がどうしても必要である。係留系による流速や水温、塩分の観測では、流速計や水中切離装置等の測器が高価なために測点の数は著しく制約されている。しかし、船の建造費や油代・人件費等のことを考えると決して高いものではない。係留系を日本全国で110セット程度備えることは、船やリモートセンシングの有効利用という点からも適当であろう。

### (4) 漂流ブイ

物質を追跡し、輸送、変質を調査する場合には、漂流ブイによるラグランジュ的な観測が直接的であって有効である。また、定常な循環流や局所的な流れの把握にも効果的である。ブイの拡がり方が1km程度の小規模の場合にはリフレクターだけつけたレーダーブイ、10kmで数日程度の規模の現象では信号に応答するレーダーブイが用いられる。それより大きな規模の現象ではサテライトブイが用いられている。サテライトブイは船で追跡しなくても良い点で極めて便利であるがブイのコストが高い。最近、米国ではロランCを積み込んだ漂流ブイが陸棚の流動の研究に使われ始めているようである。日本でも、例えば黒潮とその隣接域程度の中間規模の流況把握にはロランCとラジオブイを組み合わせた安価な漂流ブイを開発することが必要であろう。この場合、サンプリング間隔は1時間程度に短かくし寿命は1週間ないし、1ヶ月程度で良い。

### (5) 各観測手法の組合わせ

黒潮、親潮、対馬、津軽、宗谷暖流などの海流とその変動に伴う沿岸の海況変動の実態を明らかにするような場合には、船による鉛直軸方向の観測と、リモートセンシングによる水平面的な観測と係留系による時間軸方向に高分解能の観測の3者は相補的なものであり、3者の有機的な組合わせが有効であり、不可欠である。有効な組み合わせ方は、問題の種類・現象のスケール・現象理

解の程度などによって異なるので、次にひとつの具体例の中で示すことにしたい。あわせて、海洋力学に基礎を置いた海況予報の道筋について述べたい。

### 2. 海況予報研究と観測の位置づけ

ここでは、津軽暖水渦の変動を例にとってその予測のための研究の進め方、観測のあり方について論じてみたい。

津軽暖水は、日本海からの高温、高塩分水が津軽海峡から太平洋に流出するものであり流出流のパターンは季節によって著しく異なる(杉本・川崎, 1984)。津軽暖水は冬春季には三陸沿岸の陸棚上を南下するが、夏から秋にかけて津軽暖水の流量が増え密度が小さくなると時計廻りの暖水渦(直径150km程度)を形成し、これが襟裳以西の道南海域を占めるようになる。この時期、親潮は北方に後退して三陸沖は黒潮系水と親潮系水との混合水の場合となるが、黒潮統流の蛇行の最初の山から切離された孤立暖水渦が現われることも稀ではない。

図1は津軽暖水渦(全幅)またはループ流(半幅)がで

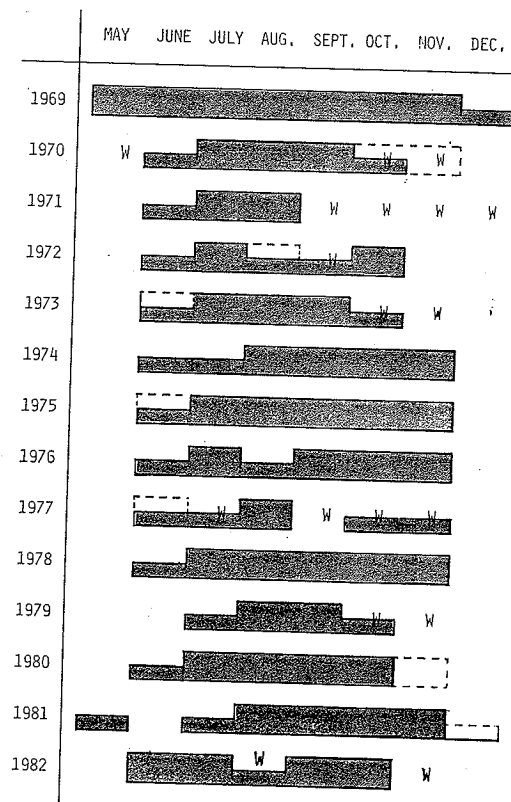


図1 津軽暖水の渦流(全幅で示す)とループ流(半幅で示す)の存在する月の季節経年変化

きている月を示す。東北海区の技術連絡会議の月毎の海況情報と漁業情報サービスセンターの漁海況速報から決めたものである。平年的には、津軽暖水渦は7月に生成され11月に消滅する。図中、Wは黒潮主流から分離され、このとき津軽暖水渦の東方への張り出しはこの暖水塊によって抑制される傾向がある。しかし、津軽暖水渦の生成、消滅の季節変化は基本的には流出水の流量、厚さ、流出水と環境水との密度差などの内的要因の変化の影響が支配的であるように思われる。

さて、この津軽暖水渦の季節変化の中で、個々の年の暖水渦の生成、消滅の時期を少くとも一週間以上前に予測するには、どのような方法が考えられるであろうか。現象論的には周期法、類似法や、現象を支配する外力変数の関数として表わす多変量解析の方法等がある。しかし時間はかかっても一方では力学的機構の解明が必要である。

このために、まず、暖水渦の生成・消滅に関係する因子を列挙することから始めよう。それらを内因と外因に分けて示すと表2のようである。津軽暖水渦の力学的な機構を解明し、予報するための作業を工程別に整理して図2に示す。まず、現場の既往資料の解析とパラメータ一解析的な模型実験によって基本的な力学的な機構を解明する (KAWASAKI and SUGIMOTO, 1984)。メカニズムがある程度明らかになったところで、現場検証を行う。そして最後に現場監視型の観測にもってゆくというのが順序であると考えられる。津軽暖水渦の季節変動過程を研究し予測するための観測と実験の組み合わせ方が図中に示される。

ここで、津軽暖水渦の生成、消滅機構の枠組について、もう少し立入って説明しておきたい。表3にあげるような複数の作業仮説を立てれば、I~IIの各機構の諸パラメーターへの依存性や海底地形の拘束条件等を調べるための水理模型実験 (KAWASAKI and SUGIMOTO, 1984) および現場での底層流の測定が作業として設定される。I または II の機構を念頭に置いた時、現象に関与する因子は表2に示すように、上層水と下層水との密度差  $\Delta\rho/\rho$ 、上層水の最大厚さ  $h_{10}$  と幅  $x_b$ 、流量  $Q$ 、重力加速度  $g$ 、コリオリパラメーター  $f$ 、水深  $H$ 、海峡の幅  $B$ 、流下方向に向って右側の海岸の曲率半径  $R_g$ 、流出流の入射角  $\theta$  である。 $g' \equiv (\Delta\rho/\rho)g$  と書くと、上流で上層の

表2 津軽暖水渦の生成・消滅に関与すると考えられる因子

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| 内 因         |                   |
| 津軽海峡からの流入水の |                   |
| 下層水との密度差    | $\Delta\rho/\rho$ |
| 上層水としての厚さ、幅 | $h_{10}, x_b$     |
| 流 量         | $Q$               |
| 鉛直渦動粘性係数    | $K_z$             |
| 場の物理定数      |                   |
| 重力加速度       | $g$               |
| コリオリパラメーター  | $f$               |
| 地形的条件       |                   |
| 陸棚の水深       | $H$               |
| 海峡の幅        | $B$               |
| 右岸の曲率半径     | $R_g$             |
| 流出流の入射角     | $\theta$          |
| 外 因         |                   |
| 攪 乱         |                   |
| 低気圧による吹き寄せ  |                   |
| 黒潮系暖水塊の接岸   |                   |
| 親潮第1分枝の接岸   |                   |

図2 津軽暖水渦の季節変動予測のための作業工程

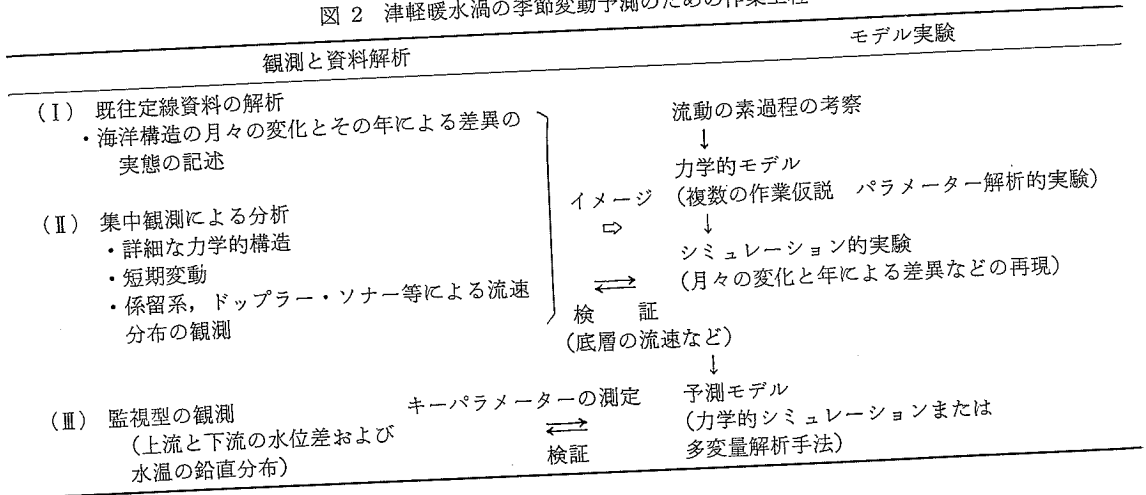


表 3 津軽暖水渦の生成消滅機構に関する作業仮説

| 渦流発達消滅の<br>力学的機構(複数の作業仮説)                                                                      |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| I. $R_0 = \sqrt{2g'h_1}/fB > R_{0\text{crit.}}$<br>$E_k = \sqrt{K_z}/f/h_1 \ll 1$<br>が満たされると発達 | ・各機構のパラメータ<br>一依存性のモデル実験による分析 |
| II. I. の条件が満たされても<br>$T_0 = h_1/H > 1$ だと発達<br>しない。(地形効果)                                      | ・係留系等による底層<br>の流速の測定          |
| III. tidal<br>excursion $\gg \sqrt{2g'h_1}/f$                                                  |                               |

厚さが十分厚く、水平シアがないような場合の実験では、流量は  $Q = g'h_1^2/2f$ 、流れの幅  $x_b$  は、 $x_b = \sqrt{2g'h_1}/f$  で表わされるので、陸岸地形の効果  $x_b/R_0$  と  $\theta$  を別にすれば本質的な無次元パラメーターは次のようになる。

$$R_0 = x_b/B = (4g'Q/f^3)^{1/4}/B$$

$$T_0 = h_1/H = (2fQ/g')^{1/2}/H$$

$$E_k = (K_z/f)^{1/2}/h_1 = (g'K_z/2f^2Q)^{1/2}$$

ここで現場の値を用いると、 $R_0 = 0.5$  (冬春季)  $\sim 1.2$  (夏秋季)、 $T_0 = 0.75$  (夏秋季)  $\sim 1.5$  (冬春季)、 $E_k \sim 0.01$  の程度になる。従って、力のバランスとしては  $R_0$  数と  $T_0$  数が重要であり、夏季には  $R_0$  数が(従って慣性項が)、冬季には  $T_0$  数(海底地形の捕捉効果)が相対的に重要となることがわかる。

かくして、室内実験とモデルの現場検証を通して予測モデルができあがれば、これを支配している無次元数またはその中に含まれる外部変数、ここでは流量(または海峡の東口と西口との水位差)と密度差(または上層水の厚さ)の変動を監視することによって、津軽暖水渦の生成消滅過程を支配する内部要因の変化を知る事ができ

る。このために必要なことは、津軽海峡の西口と東口の潮位観測(すでに行われている)と西口、東口の青森県側でのサーミスターチェーン等による水温の鉛直分布の観測である。一方、外部要因としては黒潮から分離した暖水塊の接近の度合であるが、その監視には人工衛星からのリモートセンシングが有効であろう。

以上述べたように、津軽暖水渦の生成消滅の予測の問題に関しては、力学的モデルにおよその見通しがつき、予報のための海洋研究はシミュレーションの実験とその検証段階にあるといえよう。

以上に述べた局所的な海流の変動研究の例の中で、沿岸での潮位観測、係留系による測流、ドップラーソナーによる流速の横断面分布の観測、調査船による定線観測(月々の水温、塩分、密度の分布と流量の把握)、人工衛星からの熱赤外画像による流出流のフロントの詳細な構造の観測等が、必要に応じて有機的に組み合わせられている。また、モデル実験や理論的考察と組み合わせることによってより効果的なものになっていることを強調した積りである。

## 文 献

- BARRICK, D.E., M.W. EVANS and B.L. WEBER (1977) Ocean surface currents mapped by radar. *Science*, **198**, 138-144.
- KAWASAKI, Y. and T. SUGIMOTO (1984) Experimental studies on the formation and degeneration processes of the Tsugaru Warm Gyre. In *Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Seas*, ed. by T. ICHIYE, Elsevier Oceanography Series, **39**, 225-238.
- 杉本隆成・川崎康寛(1984) 津軽暖流の季節、経年変動とその力学的解釈。沿岸海洋研究ノート, **22**(1), 1-11.

## 3. 短期漁海況変動速報・予報のための調査・監視計画

——関東・東海ブロックを中心にして——

岩 田 静 夫 (神奈川県水産試験場)

### 1. 短期の漁海況変動とは?

神奈川水試では相模湾および周辺海域の地先海面で1日1回測定されている水温を集め、それらの経日変化から海況変動の実態を追跡してきた。この追跡法は小金井

(1976)が考えたもので、海況変動の時間・空間スケールを推定するのに有効である。

漁況については、相模湾沿岸に設置されている定置網による漁獲量を日単位で収集し、魚種別漁獲量の経日変

化から漁況は波状的であるとしている(木幡, 1978)。

各定地水温を用いた海況変動や定置網における漁況変動の追跡は、10数年続けられている。その結果、短期の漁海況変動とは、数日から10数日で相模湾および周辺海域の海況や漁況がかわってしまう現象であると考えられる。

## 2. 短期の漁海況速報の作成から伝達に関わる問題

短期の漁海況速報を作成し、ユーザー(漁業者)に伝達する場合、次のようなことを考える必要がある。

(1) ユーザーが必要とする短期の漁海況情報の内容を把握すること。

神奈川水試では、ユーザーが必要とする情報は何かを知るために漁業種類ごとに整理した。その結果(神奈川県, 1983)、必要としている情報は、非公開のものと公開のものに分けられた。われわれが対応すべき情報は公開してもよいものである。その中から実現可能な情報を選択すると、日単位の海況実況になる。具体的には表面水温をもとにした海況図である。一本釣漁業者は流れや下層水温、各漁場における漁況などの情報に対する要望が強いが、現状ではリアルタイムでデータが入手できないために要望に応じられない。

(2) データの種類と収集方法、データベース化と処理の問題点

現在、神奈川水試で収集しているデータと収集方法は次のとおりである。

20地点の定地水温: TEL で収集。久里浜～金谷間の航走水温: 通勤時に収集。ストレッチャ丸航走水温: TEL FAX で収集。調査船からの航走水温: 漁業無線局から TEL FAX で収集。他県船からの水温: TEL FAX で収集。

これらのデータを白図にプロットし、等温線をえがき、これをもとに海況の説明文を書く。現在定地水温以外のデータは水温水平分布図を作成した後、閉じ込めているだけである。これら大量のデータはデータベース化を図らないと、「海況速報」の内容の向上をはかるために統計処理をしようとしても大変な手間がかかってしまう。データの収集から処理まで出来るだけ省力化を図り、とり出しやすい形で保管する必要がある。

(3) 海況速報の内容の向上

今のところユーザーに伝達する速報は、たった一枚の表面水温分布と説明文のみである。水温分布図をつくるためのデータは、測定間隔が粗いことや測定時間にずれがあるため、水温分布はゆがんだものになる。この点を少しでも解消し、速報の内容を向上させるためには次のようなことを考えるべきである。

a. 定期船による航走水温の整備  
大島～伊東間、下田～伊豆諸島間の定期船に航走水温計を設置し、そのデータを収集する。

b. 漁船による漁場、航走水温および漁況情報の収集  
現在、静岡水試、千葉水試では相当数の漁船から海面水温、漁況などの情報を漁業無線局を通じて収集している。神奈川水試、東京都水試でも漁船からの情報収集に努める必要があろう。

c. 人工衛星による海面水温、海況情報の収集  
人工衛星による海面水温分布は、われわれがつくる水温分布に比べると時間のゆがみが少ない。また、船舶が航行しない海域のデータも得られる。人工衛星による海面情報と水温分布を組合せ、より正確な海況図を作成する。

d. 他県水試、他機関との情報交換と共同調査、監視体制の強化

データ数が増えること、データの空白海域が少なくなることにより、短期の海況変動現象の空間の大きさや海域間の海況変動のつながりが判るようになるであろう。

e. データの統計的な処理を進めること

既存のデータから平均水温、海域間の水温の相関、周期性の検討など統計的な処理を行い、その結果を速報に活用し、実況を中心に海況の見通しまでを含めるように努力する。

(4) 漁海況速報の伝達

内容のある速報が毎日作成されたとしても、それをユーザーに伝達するのに郵送にたよっているのは速報としての価値がない。ユーザーは一枚の水温分布図のみでもリアルタイムで入手できると、その情報を漁場の選定などに利用している(静岡水試の海洋速報)。

現在、TEL FAX を利用して速報をリアルタイムで伝達しているが、伝達するのに時間がかかるためユーザー全体に水試から伝達することは不可能である。ユーザーとの情報交換をリアルタイムで出来る機関は漁業無線局のみであり、無線局とのタイアップを強化し、ユーザーからのデータの収集と速報の伝達をリアルタイムで行うべきである。将来的には新聞、テレビを利用する方法もあるが、これには速報の内容の充実と毎日速報を発行できる体制を確立する必要がある。また、ユーザーも漁業者のみならず海水浴客やその他にも利用できるような内容も含める必要があろう。

(5) ユーザーの速報の利用状況と要望の把握

速報はユーザーに利用されないと存在価値を失なう。速報をユーザーに伝達した後、その利用状況と要望を常時把握する必要がある。要望の内容が妥当なものであれ

ば、それに応じて速報作成のためのデータの量とか質もかわり、速報の内容もかわることになる。(1)から(5)の項目はそれぞれ独立したものでなく、それぞれが密接な関わり合いをもっており、1つの系として扱う必要がある。

### 3. 一都三県水試（東京，千葉，神奈川，静岡）における海況速報の共同発行について

静岡水試では、1978年以降豆南海域から駿河湾，相模湾における表面水温分布を中心とした「漁海況速報」を日単位で発行している。東京都水試，千葉水試でも豆南海域と房総海域における表面水温分布に漁況を加え「漁海況速報」を週報として発行している。また，神奈川水試では豆南海域から相模湾内における表面水温分布に定置網漁況を加え「漁海況情報」として20日に1回発行し，最近豆南海域から相模湾の海況速報も日単位で発行しはじめた。

一都三県の海況速報の内容は重なっている部分が多い。そこで，1983年以降，一都三県水試の海況担当者間で「漁海況速報」の共同発行について検討されはじめた。

共同発行の理由として (1) 各水試の速報作成に同一のデータが使われていること（定地水温，ストレッチャ丸航走水温など）。(2) 一都三県の一本釣，サバたも掬網漁業など漁場が同一であること。(3) これまでデータがスムーズに交換されていること。(4) 各水試が収集しているデータをまとめて速報を作成すれば，広範囲に精度の高い速報が得られる。(5) 速報の作成を輪番制にすることにより，省力化される。省力化された時間，労力などを

「漁海況速報」の精度向上のための共同調査，データ解析に向けられるべきである。

「漁海況速報」は，1985年4月1日以降に共同で発行する予定であるが，データの交換，解析結果の伝達の方法，速報作成の分担などにまだ諸々の問題がある。今年中に「漁海況速報」の実施要領を定め，1985年4月以前に試行し，4月1日から本格的に実施ということになりそうである。

### 4. おわりに

最近地方水試でも地先の海域で水温や流れの連続観測が実施されるようになり，短期の海況変動の時間スケールがこれまで以上に明らかになりつつある。しかし，この現象は一地方水試のみで対応できるような空間スケールではない。一都三県水試の「短期の漁海況速報」の共同発行は，他の地方水試間の速報の共同発行や速報の内容向上のための共同調査および海況の監視体制の強化などの先駆的な役割を果たす可能性があり，相互に協力し合って内容のある「漁海況速報」を作成したいものである。

### 文 献

- 神奈川県 (1983) 漁海況情報収集伝達のシステム化に関する研究，昭和56・57年度組織的調査研究活動推進事業報告書，6-47.
- 木幡 孜 (1979) 定置網漁況からみた相模湾の生産性に関する考察—I の 1，相模湾資源環境調査報告書—II. 神奈川水試，神奈川水試相模湾支所，261-267.
- 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.

## 4. 短期漁海況変動速報・予報のための調査・監視計画

——主に東北近海について——

水 野 恵 介（東北区水産研究所）

### A. 長期予報のために

#### 1. 現在の漁海況定線（沿岸，沖合定線）の評価

##### 1) 観測網の現状

現在の観測網では，その時空間分解能（1ヶ月，5～30マイル）から，経年・季節変動および総観の変動の一部がとらえられ，主に数10km以上の海洋構造（親潮・黒潮前線，暖・冷水塊，津軽暖流など）の沿岸寄りの一部が監視できる。

#### 2) 問題点

東北海区においては，30海里平均の海洋像の変動の時間スケールは統計的に3ヶ月以上と考えられ（水野，1984），従来の行なわれて来た長期予報（数ヶ月先までの）のための観測網としては，ある程度の役割を果たして来た。しかし，観測海域が，長期予報を行なうにしては狭すぎる。また，測点の配置については，測線の間隔が数10マイル離れているにもかかわらず1測線の測点

間隔が不必要に密であったり、月1回の割りで行なわれるにすれば観測網が粗な海域や必要以上に密な所があったりして、時空間的配置の整合性がないことなどの欠点が見られる。これは、この観測網が海況のモニタリングのみでなく様々な目的をもって行なわれている所にも原因があろう。

## 2. 試案

東北海区では長期予報のためにはおおまかな水塊配置を30マイル間隔程度で150°E程度まで月1回の観測を続ければ海流の変動の性質や渦の振る舞いに関する知見が極めて豊富になり、予報もしやすくなり、監視計画としても実用的と思われる。現在の漁海況定線および他機関の観測によって144°Eまではおおそカバーできる。その沖側の150°EまではTRANSPAC計画などの資料の入手が可能であるが、これでも30マイル間隔の観測網を完成するためには1/4程度しか満たさない。一方、かなりの数の漁船がこの海域で操業しているので、これらの船に委託して、下層水温の観測を強化することが必要と思われる。これを実現するためには、目的にあった測器の開発が必要であろう。

### B. 短期予報のために

#### 1. 予報の必要性

常磐・鹿島灘においては暖水舌の消長が漁場に影響を与えることが知られているし(友定・久保 1976)、遠州灘・相模湾では短期的海況変化が漁況におよぼす影響が指摘され(中村 1982)ており、試験場では、海況図を1日～1週間の間隔で刊行する所もある。また、最近人工衛星の赤外画像によって比較的短期変動が容易に把握できるようになり、数日～1ヶ月以内の短期的変動の研究が盛んになっている。

#### 2. 短期変動の監視計画

以上のような背景をもって、東北・道東海域において1983年から3年間短期的海況変動に焦点をあてたプロジェクト(東北・道東海域における暖水漁場の短期的予測技術に関する研究:農林水産技術会議特別研究;北海道,東北,東海各水研および東大,東北大参加;以下“暖水漁場”と呼ぶ)が始まることになったのでこの例を紹介し、短期的海況変動を研究する上でのいくつかの

問題点を考えてみる。

#### 1) “暖水漁場”の研究計画

##### a. 目的

東北・道東海域においては複雑な潮境が出現するが、マサバ・マイワンなどの漁場は潮境の暖水側(黒潮または暖水塊や津軽暖流から派生)に漁場が形成されることが多い。この研究は、これらの暖水の短期的変動を多数観測し、変動の統計的・総観的特性を把握し、この結果をもとに理論的なモデルを作成し、もって漁場の移動・消滅の予測の基礎を得ようとするものである。注目する変動の時空間スケールは、数10km/数日～10日程度である。

##### b. 方法

主に対象とするものは、暖水塊や津軽暖流の潮境付近にできる“ヒゲ”状の暖水やフロンタルウエーブ、および津軽暖流・暖水塊自体の短期的変化である。これらの短期的変動は人工衛星の赤外画像によって監視される。また、調査船・航空機の観測も組み合わせ、表面水温分布のみでなく立体的構造も併せて観測し、さらに、巻き網船を多数(20隻程度)委託して簡易型のBTによって漁場付近の水温分布をかなり細かく観測する。いまのところ対象海域の200km×200kmの範囲を20km間隔程度で2・3日以内にカバーできるようにするため、1隻1日あたり2～3回の観測を実施する計画である。

#### 2) 短期変動研究のために

対象とするものをはっきりさせ、ある程度変動の性質がわかっているものでないと、監視計画は立たない。また、短期変動の対象は比較的小スケールなものとなるので観測網は時空間的に密にならざるを得ない。人工衛星の赤外画像は非常に有効であるが、海洋の立体的な構造の把握は、変動を力学的に理解するために不可欠である。現在のところ下層水温の測定は船舶の観測に依存せざるを得ない。しかし、これに要する費用と労力は多大である。このため、官庁の調査船のみではまかないきれず、漁船などを利用することが実用的と思われる。また、解析すべき資料は短時間で莫大なものとなるので、データの扱いが容易でかつ高速処理できるデータベースを事前に確立しておく必要があろう。