

の海水の性状が不連続的に異なるという点で、潮目と潮境とは本質的に似たような現象である。潮目・潮境という言葉は学問上このように使い分けるのがよいと考えている。

なおこのような潮目現象が出現している海面には、伴つて屢々白つぼい帯のような条（ストリーク）が走つていたり、斑（バッチ）が分布していることがある。条や斑の現われかたはいろいろであるが、そこが波の立たない滑らかな水面である場合が多いことからスリック（slicks）と呼ばれる。

- (2) 現状における精度を認識した上で、データを使っている。精度の向上は調査項目の拡大や調査内容の充実につながるので、必要である。
- (3) 例えば一定水域の反覆観測をやつて、その先きの予測をする。
- (4) 調査期間内（40年10月30日～41年3月24日）の我々の調査（水路部海洋速報をも対比して）では、大体この2型が基本型（安定型）で、それ以外のパターンは移行型（不安定型）とみられた。今後更に検討を加えたい。

渡辺信雄；チャーターしている航空機の種類、コストについて

黒田隆哉；○現在使用している飛行機は水産航空K. K. のセスナ182型スカイレーン単発機（JA3235）である。

○契約書によると、期間および回数は昭和41年7月1日から42年3月31日までの間において40回で、1回につき177850円、1回につき450海里（4時間30分）の調査を行なうことになっている。

丸茂隆三；若草色は藍藻プランクトン、赤色は夜光虫と思われる。

黒田隆哉；若草色が潮目にそつて北までのびていた。

宇田道隆；夜間赤外線フィルムでクジラ、魚群も検知できる。

XBT（Expendable BT.）を投入して1000m位までの温度の情報えられる。潮目も気象の寒冷前線、温暖前線、閉塞前線、停滞前線に対応して海洋潮目も目視、写真（波の形、あつまるもの etc）により、又船上の実測、採集と対照に分類研究し、全体の水温等分布パターンのどのような海洋構造に対応する力学的な存在かを明らかにしてほしい。

5 観測法の再検討

寺本 俊彦（東京大学海洋研究所）

1) ま え が き

我々の海洋現象についての理解を深める上で、その測定的研究の質を向上させる事が本質的に重要であることは言うまでもない。この向上の為には、必要にして且十分な量の、良質な資料を提供できる観測方法と、それらの資料を充分よく利用するのに適した解析方法とを持つことが必要である。ここに言う観測方法には、観測（観察および測定）の手段と観測の計画と言う二つの意味が含まれているものとする。従来とられてきたこれらの方法には、改良すべき点が多々あるものと思われる。そこで

(1) 観測手段の改善

(2) 観測計画の改善

(3) 測定資料の解析方法の改善

をはかる事が当面の大切な問題と考えられる。ところでこれらの各々は何れも互いに他と密接に関連し合っている。例えば、測定手段が変更されれば、それに応じて観測計画もまた変更されなければならない、そのような観測から得られる資料の質や量は自ら変わるだろう事が予想され、それに応じて資料の解析方法もまた当然変更されなければならないものと考えられる。このような相互関係を考慮に入れて、観測法の改善が推進されなければならない。次にこれらの事について、もう少し詳しく考えて見たい。

2) 観測手段の改善

観測手段の改善にあつて、測定器械の精度を上げることは、一般的に言つて大切な事柄であるが、必要以上に高い測定精度を与える器械を作り出しても、その観測にとつてはあまり意味がない。もしその為に、測定やその資料の解析に余計な手間が入る場合には、その事は役に立つ所か却つて邪魔になる。また或る時間内の平均量を測りたい場合に、その時間に比べて瞬間的と考えられるような短い時間内の変化にもよく反応するところの、早い応答特性を持つた器械を用いる事は、妥当とは言えない。即ち測器の精度や応答特性を向上させる事が、観測手段の改善にあつて第1義的に重要だとは必ずしも言えない、観測目的に最もよく合つた観測手段——即ち後述するように、要求される空間間隔および時間間隔において、必要な精度を持つた観測資料を、要求される領域において、要求される期間にわたり提供できるような観測手段——を考えだす事、これが観測手段の改善において最も大切な点と考えられる。海洋観測と言うと一般に船による観測が主体と考えられがちであるが、このような偏見は是正されなければならない。船による観測から、海洋現象の探求において極めて有用な、多くの資料が従来得られて来た事は事実であり、また今後も得られるであろう。従つてこの手段は勿論極めて重要ではあるが、決して万能ではあり得ないし、また常に最も能率的と言うわけでもない。探求の対象となる現象の種類によつては、各種のプラットフォーム、海底ケーブル、漂流ブイ、碇泊ブイ、航空機、気球あるいは人工衛星等を単独に、あるいは互いに併行して用いる方が、目的によりよく合う事も多々ありうる。これらの場合、船は全く用いられない事も、また単なる運搬、設置および補給等の手段としてしか用いられない事もあるわけである。観測手段の改善は以上のような見地に立つて行なわれなければならない。

3) 資料解析方法と観測計画

観測手段の改善とならぶ、最も肝要なことは、我々が知りたいと思つている情報を観測資料から引き出すのに最も適した解析方法を考え出す事、およびその様な解析を行なうのに好都合な資料を提供しうるような観測計画をつくる事である。

さて海洋における種々の現象、殊に物理現象を理解するのに必要な諸量——今これを φ で表わす——は時間も、および位置(x, y, z)の函数として観測されるのが常である。即ち $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ と考えられる。このような量の変化をスペクトル解析すると、そのスペクトルは、一般に、空間的スケール及び時間的スケールの双方について、広い周波数帯域にわたつてゐることが知られてゐる。海洋における或物理量の実際の変化は、非線型な作用が主動的な役割を演じて居る場合を除き、第一近似として、各種の空間的及び時間的スケールを持つた多くの変化成分の直線的な重ね合せから成立つてゐると考えられる。

ところで我々の海洋現象に関する知識は、ある量についての色々な長さの時間にわたる時間平均の、いろいろな広さの海域における空間平均の寄せ集めに基いてゐると言える。例えば、ある量についての Synoptic feature は、かなり長い時間にわたるその量の平均値の、空間分布 Pattern のようなものと考え事が出来る。一般に時間の函数である或量の値を、ある時間にわたつて平均すると、その時間よりも短い周期をもつ変化成分は消されてしまつて、それよりも長い周期をもつ変化成分だけが残る。同様の事が、位置の函数である量の空間平均についても言える。ある量に加えられるこのような(平均をとるといふような)操作は、一種の数値的濾波作用をもつものと考えられる。我々は測定 of 段階においては平滑化のよゝな、解析の段階においては、平均化のよゝな、ある種の濾波操作を観測資料に施し、それらの作用をうけた物理量を通して、色々な現象を理解しようとしているわけである。このような方法を用いてゐる以上、資料から引き出される事が期待される、ある物理量の変化の空間的スケールおよび時間的スケールが、それぞれ或範囲内にしぼられてしまふのはやむを得ない。この場合、我々が当面する重要な問題は、我々が目的とする空間的および時間的スケールを持つ変化成分を、観測資料から引き出すのによりよく適するよゝ、観測手段や解析法の濾波特性を改善することであり、またそれを実現させるのに最も適した空間間隔および時間間隔をもつて、資料がとられるよゝ、観測計画をつくることである。その際、解析結果が充分高い信頼度を持つに必要で且つ充分な広さの領域および長さの期間にわたつて、観測が行なわれるよゝ計画が作られなければならない。

以上の事を、時間の函数としてとられる観測資料をスペクトル解析によつてしらべよゝとする場合に例をとつて、もう少し考へて見たい。

一定の時間間隔 Δt でとられた総数 N ケの観測資料を、log number m でスペクトル解析する場合、その周波数分解能 f_r は

$$f_r = \frac{1}{2m\Delta t}$$

で与えられる。即ちエネルギー密度等の諸量は

$$0, f_r, 2f_r, \dots, m f_r \equiv f_N$$

において与えられる。ここに f_N は Nyquist frequency と呼ばれる量で

$$f_N = \frac{1}{2\Delta t}$$

このような解析を行なつた結果の信頼度は、第1表に示される通り自由度 (degree of freedom) ν の函数である。ここに

$$\nu \approx \frac{2N}{m}$$

第1表 自由度と信頼度との関係

自由度	90%信頼限界 (下限)	90%信頼限界 (上限)
1	0.016	2.71
2	0.10	2.30
3	0.19	2.08
4	0.26	1.94
5	0.32	1.85
10	0.49	1.60
20	0.62	1.42
30	0.69	1.34
40	0.73	1.30
50	0.75	1.26
100	0.82	1.18
200	0.873	1.130
500	0.920	1.081
1000	0.943	1.057

即ち、 Δt をきめると解析において扱われる周波数範囲 ($0 \sim f_N$) がきまり、さらに m をきめると周波数分解能 f_r がきまり、さらにその上に N をきめると統計的な信頼度がきまる。言いかえると、我々が必要とする信頼度、周波数分解能 f_r 、周波数範囲 ($0 \sim f_N$) が得られるよう Δt 、 m および N の値がきめられ、それに基づいて観測計画がたてられねばならない。この場合、Aliasing 等により見かけ上おこる所の、

$$f = 2f_N \pm f_1, \quad 4f_N \pm f_1,$$

$$6f_N \pm f_1, \dots\dots\dots$$

(ここに f_1 は $0 \leq f_1 \leq f_N$ の範囲にある任意の周波数)

における計算値の異常な増大等により、解析結果の誤解釈を起さぬよう、解析方法に十分な注意が払われなければならない。

上述のような単純な解析が十分な効果をあげうるのは、現象を支配する作用が直線性を持つており、しかも空間的に見

てその構造が homogeneous な場合である。実際の海洋現象にはそれからかけ離れたものも少なくないと考えられる。しかし上述の事は、考えを進める上のもとなるものと思われる。

海洋現象の研究の目ざすものは、一般にその機構を知る事である。この目的は唯一つの物理量を知るだけでは果されない。必要且十分な数の、互に独立な物理量を同時に観測する事が必要で、観測計画はそれを満足するよう作られなければならない。その場合にも前述の考え方が、もとなるだろうことは言うまでもない。

質疑 宇田道隆；地震波による Geophysical Prospecting 法のように、超音波発振、反射屈折を記録するに多数ブイ station を利用して、東北海区の海況（水塊構造）

のようなものを求め得られないか。

西村実：海洋観測機器の設計には経済性と精度とが問題になる。しかし、海洋研究者と話をすると精度の高いものを要求される。勿論、多額の金額をかけなければ、よい機械が得られない。しかし、これは経済的に不可能な場合が多い。そこである観測なり調査において調査度数（観測点数）—観測精度—経済性を示す formula が得られていれば便利であるが。

平野徹行：海洋の諸現象を周期的変動の解析、把握という形で、とらえようとす過ぎるきらいがあるのではなからうか。観測方法について、計画性をもつことは必要だと思うが、現在の観測網によつて知り得る海洋の物理構造をさらにより正確に、素直に把握し、整理していく方向も、一方において重要ではなからうか。観測技術の改善は、海洋の物理構造をより明らかにしていこうという研究の実体、研究の進められている段階に応じて、進められるべきであることを忘れてはならないと思う。

6 観測実施分担者としての意見

渡辺 福松（千葉県水産試験場）

はじめに、吾々地方水試職員が、現在実施している海洋観測業務の内容について述べると、その事業名は、海況予報事業に属する沖合定線調査と沿岸地先定線調査を主とするもので、前者は黒潮前線附近の海況と共に、カツオ・サンマ等の沖合性魚族の漁場環境の実態把握等を目的として隔月1回づつ、後者は、管内沿岸水域の漁場環境としての海況の推移・生物分布の資料蒐集を目的として、毎月1回づつ、それぞれ定線を分担して実施されている。

調査の項目は、水理関係（測温、採水、透明度、水色、水深、海潮、流、波浪、ウネリ、および一般的気象観測等）、生物関係（プランクトン、卵、稚魚等の採集）、および特異現象（魚群その他による海面現象）等であつて、観測層は、0、10、20、30、50、75、100、150、200、300、400、500、600mの13層が原則とされているが、本県地先定線に限つて、300m層迄の10層に亘つて、採水、測温が為されている。

生物調査については、㊦B網による150m垂直曳網が行なわれ、亦沖合定線調査では、以上のほかに、㊦A網による5分間の水平曳網で、表層部の卵稚魚の採集が行なわれている。

次の特異現象調査のなかでは、魚群探知機による中・下層魚群の存在状況のほか、目視による魚群、潮目等の現象についての探索調査がなされている。

これらの観測業務に充当される船舶として、本県の場合、木造85トン速力約8ノットの漁業指導船1隻と、鋼製38トン、速力約10ノットの漁業取締船1隻とが、あげられるが、前者は、県下のサンマ、カツオ等の生産に従事する漁船団への先駆的な漁場探索ないしは、誘導等を主たる任務として周年にわたり、かなり繁劇な調査航海を行なうものであり、後者は、沿岸における漁業取締を主任務とする小型船で、航海性能のほか、人員施設の機能も観測船としてはやゝ適合性を欠くものとなつていることなどから、両船を以て前記の観測業務を遂行しようとする場合、かなりの困難を伴うところとなつている。