

I 論 文

「日平均水面の変動からみた相模灘への黒潮分枝流の流入について」
“On the influx of offshore water from the Kuroshio
in the Sagami Bay based on the fluctuations of the
daily mean sea level”

大塚 一 志 (東京水産大学)
Kazuyuki OTSUKA
(Tokyo University of Fisheries)

1. ま え が き

相模灘・湾へ黒潮分枝流（または黒潮系沖合水）が流入し、沿岸漁況に大きく影響すること、時として定置網に大きな被害を引き起こし、あるいは揚網不能をもたらす急潮現象があることについては宇田（1937, 1953）、木村（1940）、宮本（1954）、石野他（1967, 1969）等によって部分的に明らかにされて来ている。

一方、相模灘周辺は東京に近いことから、様々な海洋研究の場とされているが、たまたま行なわれた測定・採集が、黒潮系水あるいは沿岸系水がどのような配置・分布構造をしているときになされたものかについて不問にされていることが多い。

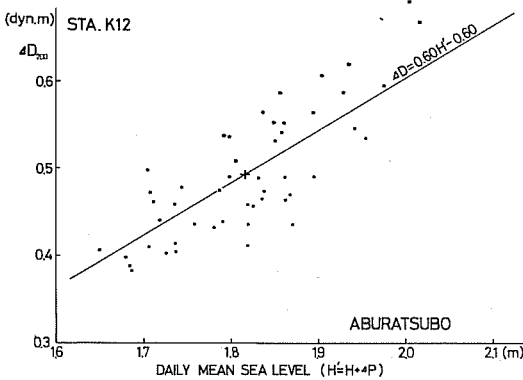
またし尿の海洋投棄についても野島埼～川奈埼を結ぶ線より沖合なら良いという現在のやり方の妥当性について、十分に検討されているとは思われない。

さらに、1971年9月上旬東京湾から瀬戸内海にかけて起こった異常潮位も、黒潮の異常接岸が第一原因だと言われている。

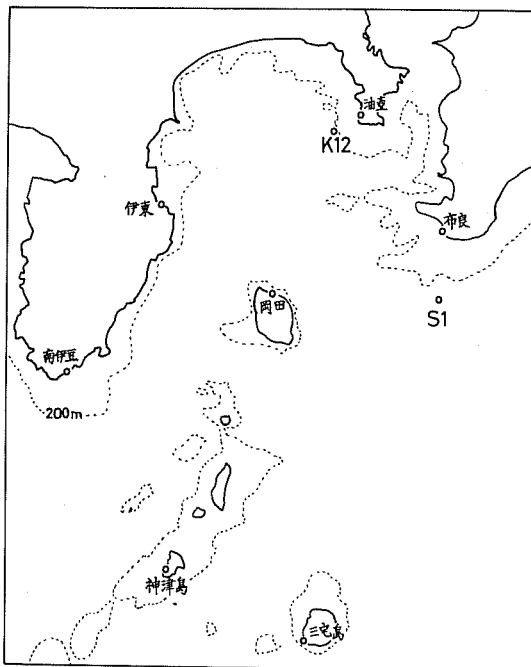
そこで、相模灘へ流入する分枝流の動態を黒潮本流との関連において解明することを試みた。

まず、近年の充実して来た水路部を中心とする毎月2回の黒潮観測及び漁海況予報事業として行なわれている各都県水産試験場の毎月1回の定線観測の1965年1月から1970年8月にわたる資料を用い、2～3日間のGEK・BT・各層観測に基づく黒潮本流及び分枝流の動態をmesoscaleの現象として把握するための海況図を作成した。しかし、このような比較的短期間の資料をもとにした海況図は、たまたま数隻で観測されていて申し分ない測点密度の場合もあるが、極めて不十分なものが多い。それ故に、分枝流のみならず黒潮の動態に関する我々の知見が、乏しい段階に留まっていると言えよう。

2. 日平均水面と海況変動



第1図 油壺における日平均海面とSta. K12における ΔD の相関



第2図 検潮所および関連海洋観測点の位置

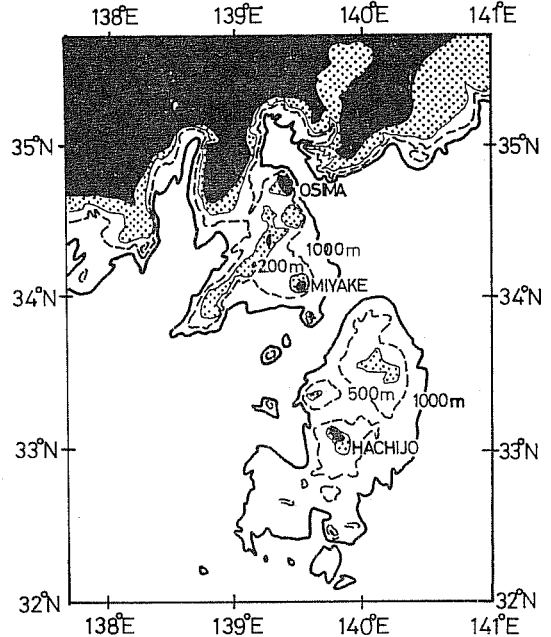
短期の平均水面（平均潮位）の変動は強風連吹や流れに伴なり海面傾斜、大雨・河川水流入による上昇も考えられるが主に気圧・密度の変化によると言える。気圧補正を行なった平均水面が、その近くの観測点におけるdynamic depthに良く対応して変化することは、Montgomery (1938)、LaFond (1939)、森安 (1960)、庄司 (1954, 1955)、吉田 (1961) などによって指摘されている。吉田によると、布良の水面とそこより南5海里沖のSta.S1の18回の観測その他による800 dbまでのdynamic depthとが1:1で対応することを示している。

ここでは、神奈川水試のSta. K12（油壺の西南西3.7海里沖、第2図参照）における200mまでの毎月1回の49回の観測資料を用いて ΔD を算出した。油壺の気圧補正（1mbについて1cm）した日平均水面 H' (m)と ΔD (dyn.m)との相関は $r=0.81$ とかなり高く両者は $\Delta D_{200} = 0.60 H' - 0.60$ (dyn.m)で表わされる（第1図）。このことは、主な密度変化が200m以浅で起こっていることを示す。

これより、油壺の日平均水面の変動から、その近辺の海況変動をある程度推察し得ることが確認された。

幸いにも、相模湾・伊豆諸島周辺には先の国土地理院による油壺の他、気象庁で布良・岡田・伊東（1967年春以降休止中）、水路部で南伊豆・三宅島・神津島・八丈島の各検潮所が第2図に示すように適当に配置され、貴重な検潮記録が

得られている。そこで、これらの地点における日平均水面の値に最寄りの気象官署の日平均海面気圧による気圧補正を行なった値を用い、年毎の時系列変化図を作成した。(その一部を第9図に示す)



第3図 伊豆海域周辺の海底地形

3. 黒潮の流軸パターンの類型化

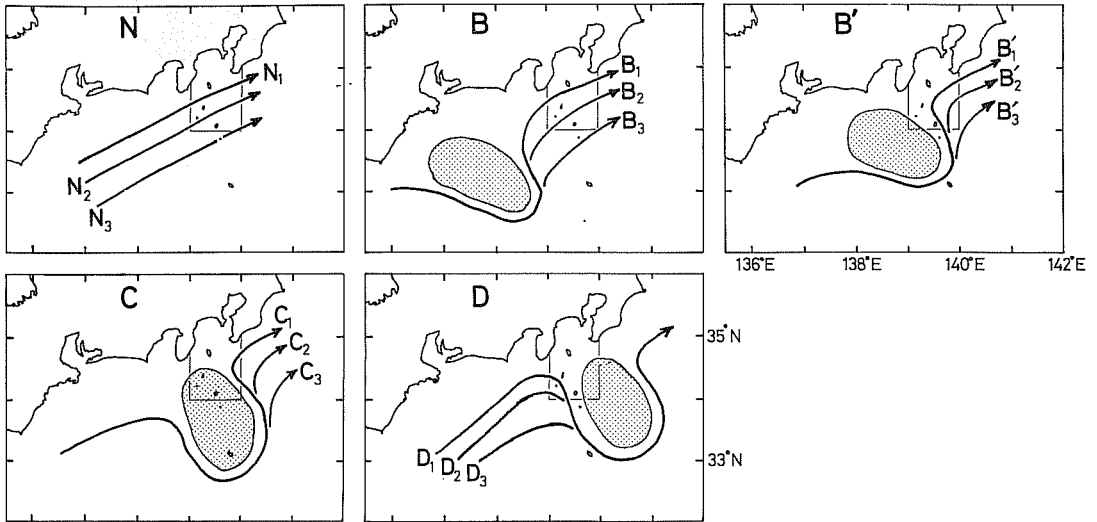
対象海域の海底地形・海岸線は第3図にみるとおり複雑であり、銭洲～神津島～新島～大室出しと連なる ridge が、黒潮接岸の場合の流路を大きく規制していると考えられる。また大島の西水道は最深部が400～500mであるのに対して、東水道は1000mより深く幅も広い。

このような地形の場に黒潮分枝流が流入する際、黒潮本流が比較的直線状に流れているか(直行しているか)、または冷水塊が存在して蛇行しているかといった黒潮の流軸パターン、あるいは黒潮の流量・流速の如何によって、さらに黒潮本流の本州南岸とくに石廊崎又は野島崎への接岸状況によって、分枝流の相模湾への影響の仕方が決まってくるものと考えられる。

ここでは二谷(1969)が区分したB、C、D型冷水域とN型に加えて、B型で冷水域が伊豆海嶺に近い場合をB'型として、冷水域の位置よりも冷水域の存在に伴う黒潮自体の流軸に主眼を置いて、それぞれの黒潮流軸パターンとした。

さらに、新島及び三宅島の北端を境界とし、あるいは野島崎又は石廊崎からの離岸距離20、40海里を境界として、黒潮本流の接岸程度を3段階に区分した(第4図)。ここで対象海域における黒潮流軸の指標としては宇田(1964)、川合(1969)による200m層の15°C等温線を用いた。例えば、B型で15°C線が新島の北端以北を通るときには、黒潮の流軸パターンはB₁となる。

観測資料が少ないことと、観測精度の点から言って、厳密には黒潮のパターンを分け難い場合もあるが、従来の大雑把な黒潮流軸に関する表現に比べると改善された一つの表現方法であると考えられる。



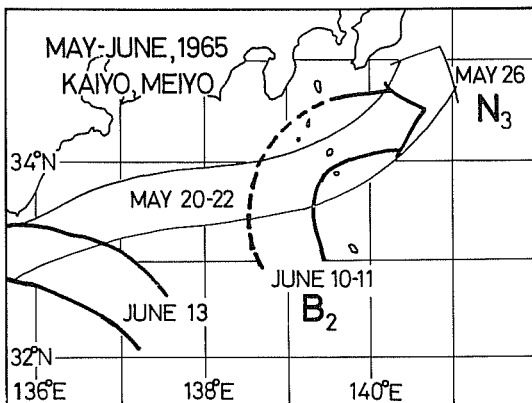
第4図 黒潮の流軸パターン

4. 黒潮の流軸変動と日平均水面変動

水路部「海洋」の1965年5月20～22日及び26日にかけての観測によると、第5図のように黒潮の流軸パターンはN3型（冷水域はなく、黒潮が沖合に離れている型）であった。それが「明洋」の6月10～11日の観測ではB2型（B型冷水塊が存在し、黒潮は蛇行してやや接岸）

に変わっている。水路部「海洋速報」をみる限りでは、黒潮流軸の観測日は分らず、一般には前者が5月後半の状態、後者は6月前半の状態とされ引用されている。

しかし、都水試大島分場「あずま」の5月31日の観測によると、利島の西2海里の定点T5の200m層水温が16.65℃、また静岡水試験丸が6月2日石廊崎南10海里の定点S3の200m層で16.14℃を測得しており、この頃黒潮がかなり接岸したB1型であったことが判る。さらに「あずま」の6月9～11日観測資料を先の「明洋」資料に複合させると、この時もB1型であった。



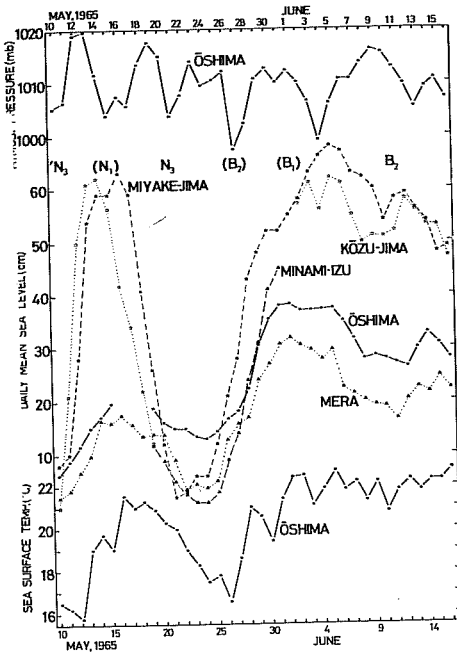
第5図 1965年5～6月の黒潮流軸

この期間の三宅島・神津島・南伊豆・大島・布良の日平均水面、大島の日平均気圧、波浮の沿岸水温の変化などを第6図に示す。特徴的なことは5月23日～25日の谷と、その後5月30日～

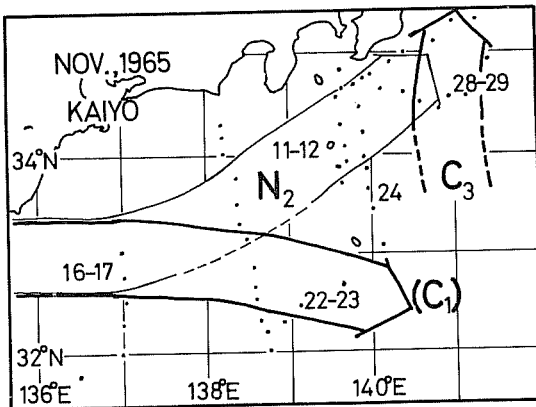
6月5日の峰であり、この間、三宅島で66cm、南伊豆で43cmという大きな変化が生じた。先の200m層水温分布に基く流軸変化と、この日平均水面変化はきれいな対応をみせており、両者を併用することによって豆南海域における黒潮流軸の離接岸を meso scale の現象としてある程度追跡することが可能となった。この間と言えば、 $N_3 \rightarrow N_1 \rightarrow N_3 \rightarrow B_1$ と変化したことが判るが、さらに詳しい移行の状況については不明である。黒潮の接岸に伴って布良・岡田・油壺・伊東・南伊豆などの水位が上昇しており、黒潮系水が相模灘へ流入したことは確実である。

次に、水路部「海洋」の1965年11月11～12日の観測に基づく11月前半の海洋速報では、第7図にみるように N_2 型（蛇行せず、やや接岸）と思われたが、都水試「あずま」及び静岡水試駿河丸の観測によると、石廊崎南から新島の西方にかけて200m層に14～15℃の高温域が存在し、 B_1 型（蛇行して接岸）のようである。その後11月22～23日には遠州灘では黒潮はかなり離れ、 C_3 型のように見えるが、11月24日の野島崎南の観測では北の方に高温域が存在し、黒潮が蛇行して野島崎に接岸した B_1 又は C_1 となっていたのではないと思われる。しかしあまりにも資料が少なく推察の域を出ない。

この時期の三宅島・南伊豆・岡田・布良の日平均水面変化をみると第8図のように



第6図 大島の日平均気圧、三宅島・神津島・南伊豆大島・岡田・布良の日平均水面と大島波浮の沿岸水温変化(1965年5月10日～6月16日)



第7図 1965年11月の黒潮流軸

なる。11月22～24日三宅島（図には示していないが八丈島も）の水面がかなり低いのかかわらず、沿岸ではピークが現われ、平年より16～20cm高くなっている。とくに布良が高く、南伊豆が比較的低いことから、八丈島の南を迂回した黒潮が野島崎に接岸し、一部は相模灘に流入したと思われる。水温分布及び日平均水面変化を総合すると、 $N_2 \rightarrow B_1 \rightarrow C_1$ のように変化した模様である。

なお、八丈島では1965年11月6日の27.5cmから11月20日の12.4cmへと半月後にかけて急降を続け、その差は15.1cmに達した。このような大きな水面変動は5年半の調査期間にはなく、特に顕著な気象擾乱もないことから、この時期に黒潮の流軸が八丈島の北から南へ動いただけでなく、流量・流速にも大きな変動が起ったことを示唆する。

5. 黒潮の流軸パターンと分枝流の流入

一般的には、黒潮分枝流は大島の西水道から相模灘へ流入するとされている（宇田，1937；木村，1940；他）。しかし、上原（1965）、静岡水試伊東分場（1971）は大島の東水道から流入する場合があることを示唆している。

この点を確かめるため、流軸パターンと日平均水面の平年偏差との関係の解析を試みた。ここで用いた平均水面の平年値は油壺における1950～1964年の15年間の気圧補正を行なった月平均水面の月別平均値を各月の中央値としたものである。この平年値には地盤変動の影響が含まれていると考えられるが、油壺における長期変動をみると年毎に約4mm沈下している程度（海岸昇降検知センター（1968））なので無視した。

この結果、黒潮が大きく迂回する C_3 型ときには大きな負の偏差を示し、一方 B_1^1 型ときには顕著な正の偏差をみせている。この B_1^1 型の場合には、黒潮は三宅島の東側より野島崎に向けて流れ、分枝流が前述のように大島の東水道から流入しやすいパターンであると言える。この B_1^1 型ときには神津島・三宅島・南伊豆の日平均水面が相対的に低くて、布良においては高いという特徴を示す。このような事例を1965年以降についてみると18回認められる。

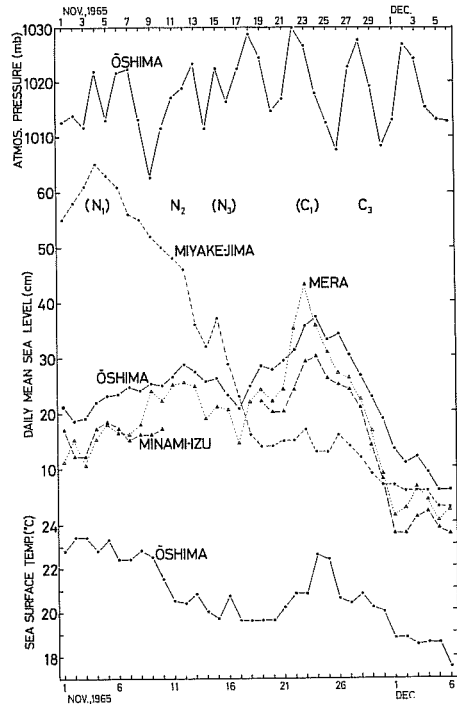
次に大島の西水道から分枝流の流入がみられる場合の黒潮流軸パターンは B_1 型の場合が多い。このときは黒潮が冷水塊を迂回して銭州～神津島～新島～大室出しのridgeに沿って流れ、北向きの成分が大きいと、一部が相模灘へ流入しやすいものと考えられる。

相模灘へ大島の東西両水道から分枝流が流入しやすい B_1^1 型・ B_1 型とも安定した流軸パターンではなく、例えば $B_2^1 \rightarrow B_1^1 \rightarrow C_1$ 、 $B_2 \rightarrow B_1 \rightarrow B_2$ のような移行型であり、持続日数は2～3日のことが多いように思われる。

冷水塊が存在せず、黒潮が接岸して流れる N_1 型ときには南伊豆・油壺・布良などでは潮位はあまり高くなり、分枝流の流入は少ない模様である。

1969年1年間の神津島・三宅島（潮位の基準は年間の最低値にとった）と油壺・南伊豆（T.P.基準）の日平均水面の変化を第9図に示す。図中の上部の曲線は油壺における平均水面の平年変

第 8 図 大島の日平均気圧、三宅島・南伊豆・大島岡田・布良の日平均水面と大島波浮の沿岸水温変化 (1965年11月1日～12月6日)



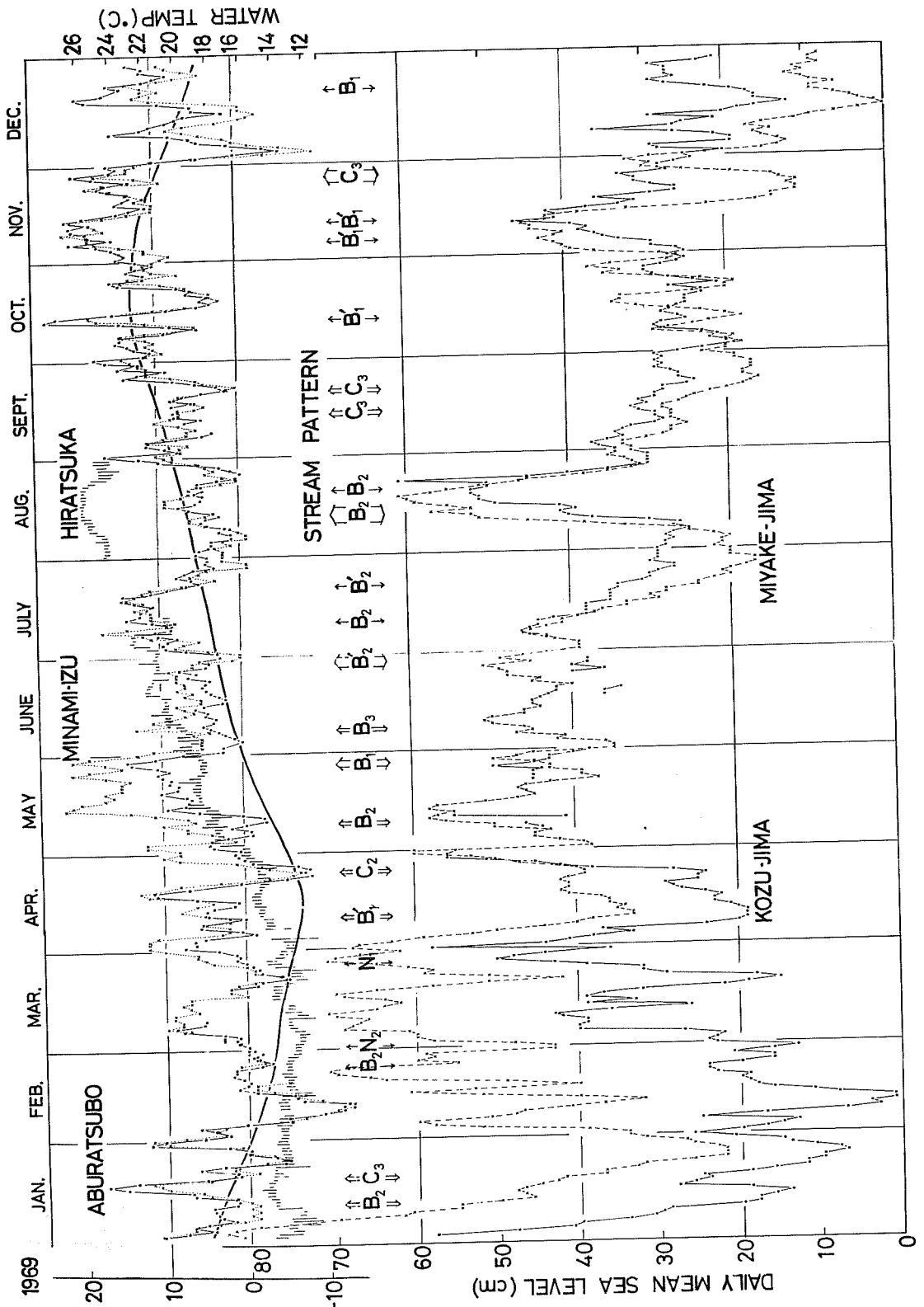
化を示すものであり、また黒潮の流軸パターンは水路部の「海洋速報」から判断したものである。なお、国立防災科学技術センター平塚タワーの6 m層水温（日較差を棒線で示す）も同時に図示した。

沿岸定地水温の変化から分枝流の動態を推測することが、前述の波浮の例のように可能なこともあるが、この平塚タワーの水温変化と日平均水面との対応はあまり明瞭でない。

6. 黒潮分枝流の変動

油壺の気圧補正した日平均水面は第9図にみられるように、数日～十数日周期の変動が認められる。この平均水面には、先に述べた密度変化によるものの他に、流れに伴う傾斜、強風による傾斜、降水の影響、長周期の天文潮などが加わるため、数cm以下の凹凸は問題である。しかし大雨・強風の前後に特に目立った変化は認められず、その影響は小さいものと思われる。

周期分析の簡便法として、日平均水面変化の峰から峰、谷から谷の期間から周期の推定を行なった。全対象期間は1965年1月～1970年8月の2059日間である。この結果は、第10図に示すとおり3cm以上の振幅についてみると7日、12日、16日周期が卓越し、5～9日周期が26%の期間、10～14日周期が36%の期間を占めている。また5cm以上の振幅をとると、同様に7日、12日、16日周期が卓越し、10～17日の周期が全体の51%の期間を占めている。さらに7cm以上の振幅をみると16日周期が卓越し、12～20日周期が45%の期間を占めている（第10図）。



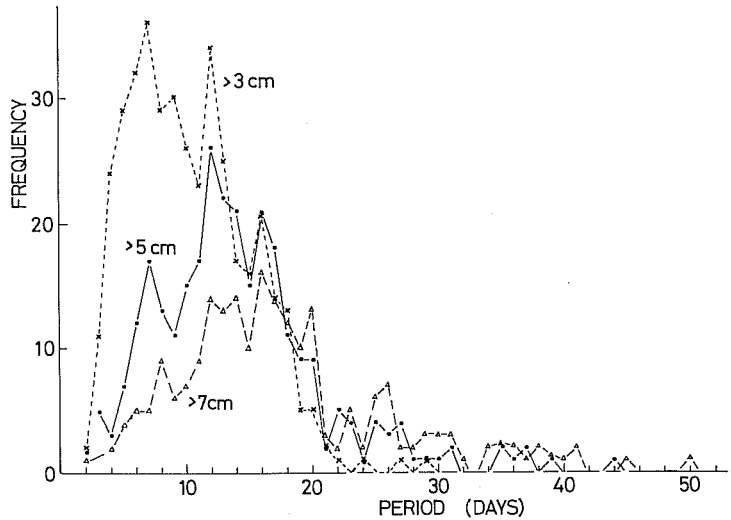
第9図 油壺・南伊豆・神津島・三宅島における日平均水面変化と黒潮パターン、平塚タワー6m層水温(1969年)

庄司(1954)は八丈島・布良・油壺で14日周期の卓越を指摘しているが、大体似た周期が現われていることは興味深い。

黒潮の流軸パターンが N_2 型、 N_3 型るとき、三宅島・神津島の日平均水面に20~40cmの顕著な周期変動が認めら

れることから、この周期が現われる理由は黒潮の流軸が南北に偏位・振動するためと考えられるが、さらに検討を要する問題である。

現在の水路部の黒潮観測は半月毎に、また水試関係の観測は1カ月毎に実施されているが、観測の空白期間に観測時とはかなり違った状態が現われている可能性が高い。



第10図 油壺における日平均水面の変動周期

7. むすび

最近、黒潮の観測がかなり強化されて来ているのは事実であるが、黒潮の時空間的変動を把握するためには極めて不十分なことが多く、まして黒潮分枝流の詳細な動態を知ることは現状では不可能である。

ここではそれを補間するものとして、気圧補正を行なった日平均水面の資料を用い、黒潮流軸のパターン分類を行ない、どのようなパターンのときどのような日平均水面の変化が現われるかについて解析を行なった。

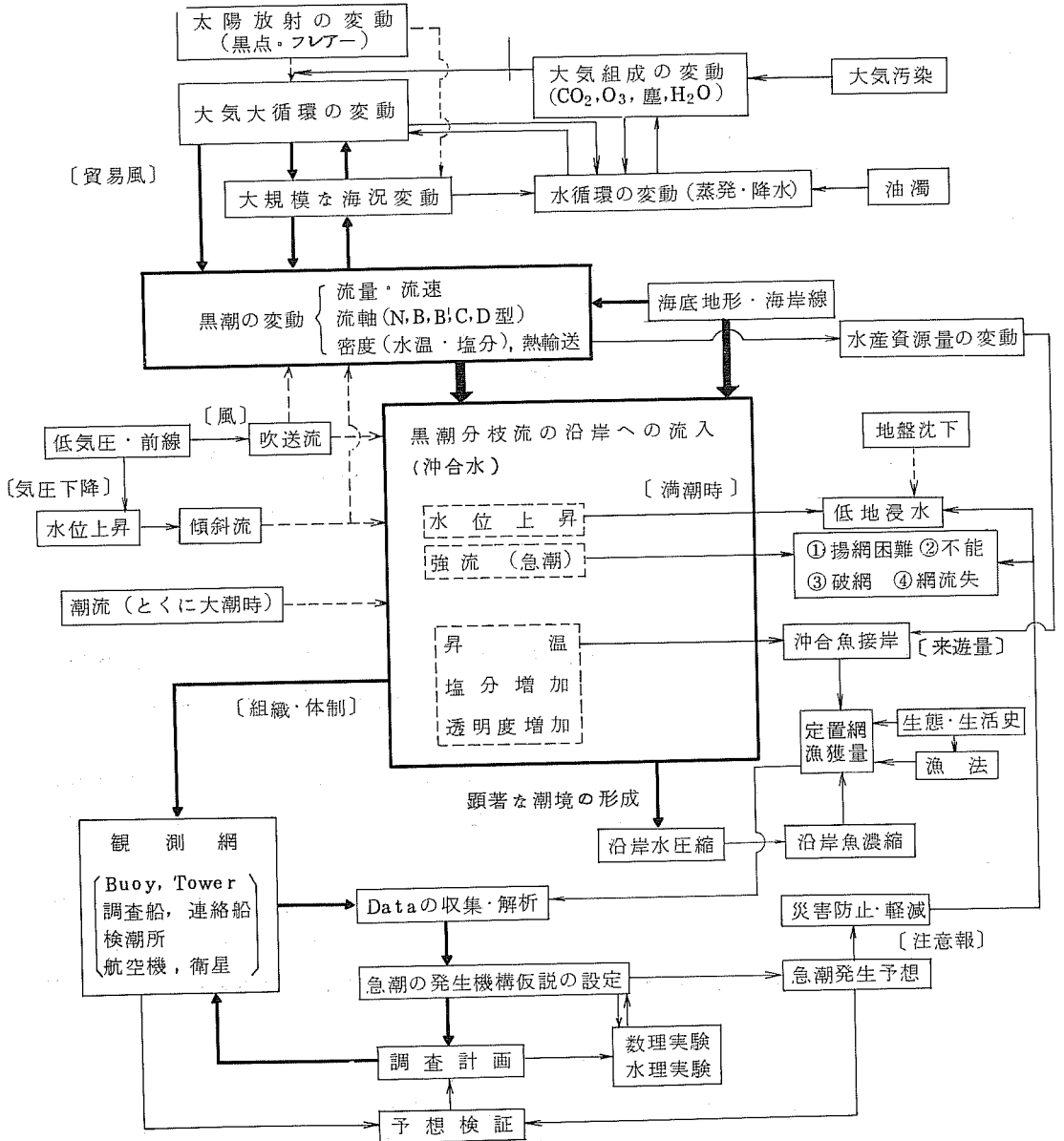
その結果、黒潮分枝流が相模灘へ流入するのが顕著に認められるときは、黒潮が冷水塊を迂回して伊豆海嶺付近で北向きの成分が大きく、大島の西水道から分枝流が流入する B_1 型と、東水道から流入する B_1' 型であることが分った。いずれの場合にも布良・油壺の日平均水面は平年値より10~20cm程度の正偏差を示す。

気圧補正した日平均水面の変化は密度変化が主体をなすが、他の原因による変化も内包されているため、これだけで分枝流の動態を云々できる程の信頼度を持つわけではない。しかし現在の不十分な間歇的の海洋観測を補間し、あるいは観測期間中に黒潮が安定していたかどうかを知るかなり有効な資料であることは確かである。

この日平均水面の資料を一カ所に集中して遠隔記録できるような体制を確立すれば、漁海況予

報事業における海況変動の実況を把握する点で、大きな貢献を期待できよう。

最後に、急潮現象あるいは黒潮分枝流究明に関連する事項のシステムを第11図に示し、参考に供したい。



第11図 急潮現象究明の関連システム

引用文献

- 石野 誠・大塚一志・瀬戸口明宏・本橋敬之助 (1967): 日本近海海流系に関する水産海洋学的研究 I. 黒潮沿岸分枝流の接岸流入とそれに伴う漁業災害の一例. *うみ*, 5 (4), 244~250.
- 石野 誠・大塚一志 (1967): 同上 II. 1967年夏における豆南房総海域の黒潮分枝流の動態について. *うみ*, 5 (4), 251~260.
- Ishino, M. and K. Otsuka (1969): On the coastal "kyucho", a catastrophic influx of offshore water from the Kuroshio. *The Kuroshio*, East-West Center Press, 61-67.
- 海岸昇降検知センター (1968): 日本列島沿岸の年平均潮位とそのグラフ.
- Kawai, H. (1969): Statistical estimation of isotherms indicative of the Kuroshio axis. *Deep-Sea Res.*, 16, supplement, 109-115.
- 木村喜之助 (1940): 相模湾の海況と「ぶり」漁況. *水試報告*, 10, 38~230.
- LaFond, E. O. (1939): Variations of sea level on the Pacific coast of the United States. *Jour. Mar. Res.*, 2, 17-29.
- 宮本秀明 (1954): 昭和27年3月26, 27両日に亘って相模湾を襲った急潮と、それに依る定置網の被害について. *ていち*, 1, 33~38.
- Montgomery, R. B. (1938): Fluctuations in monthly sea level on eastern U.S. Coast as related to dynamics of western North Atlantic Ocean. *Jour. Mar. Res.*, 1, 165-185.
- Moriyasu, S (1960): On the monthly sea level on the south coast of Japan. *Mem. Kobe Mar. Obs.*, 14, 19-31.
- 二谷颯男 (1969): 最近数年の黒潮の変動について. *水産海洋研究会報*, 14, 13~17.
- 静岡県水産試験場伊東分場 (1971): 相模湾における海流ビン放流結果. PP. 25.
- 庄司大太郎 (1954): 日平均水位と海況の変動について (第1報). *水路要報 増刊号* 14, 17~25.
- Shoji, D. (1955): On the variations of daily mean sea levels and the Kuroshio from 1954 to 1955. *Proc. Unesco Sympo.*, 130-136.
- 宇田道隆 (1937): 「ぶり」漁期における相模湾の海況及び気象と漁況との関係. *水試報告*, 8, 1~50.
- 宇田道隆 (1953): 相模湾の急潮とその予知について (第1報). *日本海洋学会誌*, 9 (1), 15~22.
- Uda, M. (1964): On the nature of the Kuroshio, its origin and meanders. *Studies on Oceanogr.* Univ. Tokyo Press, 89-107.

上原 進 (1965) : 相模湾の海況について. 水産海洋研究会報, 6, 94~100.

吉田昭三 (1961) : 黒潮短期変動調査報告. 水路要報, 65, 1~18.