

## Ⅳ 東京湾・相模湾・駿河湾の水産海洋調査研究に関する 研究座談会

主 催 水 産 海 洋 研 究 会

日時：昭和47年11月27日（月） 13：00～17：00

場所：東 海 区 水 産 研 究 所

コンビーナー：上 原 進（東海区水産研究所）

話題および話題提供者

### 1. 相模湾の海洋調査報告（Ⅰ）

—大島周辺海域における水系分布とその特徴—

岩 田 静 夫 （神奈川県水産試験場）

### 2. 駿河湾の海洋構造

—1970年早春季の特性—

中 村 保 昭 （静岡県水産試験場）

### 3. 東京湾の汚濁の現状

江 角 比出郎 （東京都公害研究所）

### 4. 伊豆近海における黒潮分枝流の動態

—1972年夏の観測結果および館山湾急潮を中心として—

石 野 誠, 大 塚 一 志（東京水産大学）

## 1 相模湾の海洋調査報告（Ⅰ）

—大島周辺海域における水系分布とその特徴—

岩 田 静 夫 （神奈川県水産試験場）

### 1. はじめに

相模湾は伊豆海嶺の後方に位置し、大島西水道は海深550m以浅であるが、東水道は房総沖合から湾奥西部にかけて1000m以深の海谷が連なり、黒潮のみならず親潮の影響を受けやすい地形を有している。前記の海谷によって相模湾は東西に分割され、西部海域は陸岸より急激に深くなって定置網の好漁場を形成しているのに対し、東部海域は200m以浅の海域が広がり、底魚の好漁場として知られる沖ノ山等の浅瀬が点在しているために湾内の海況を複雑にしている。

これまで行なわれた諸研究（1）—（10）によれば、中層以浅の相模湾内水は前記の黒潮系水と

親潮系水の他に相模・酒匂川を中心とした河川系水および東京湾系水によって構成されており、黒潮系水は大島西水道から流入する場合が一般的であるとされているが、東水道から流入する場合も相当頻度起り得ることが報告されている。親潮系水は中層水として相模湾の400～600mを中心に分布しているが、房総を南下する沿岸系水として大島東水道から流入する場合もある。河川系水は主として相模川以西の沿岸域に分布し、伊豆半島に沿って西水道から流出する場合もある。また、東京湾系水は城ヶ島を迂回して三浦半島沿岸域に分布する場合が多いが、房総半島に沿って南下することもあるとされている。したがって相模湾の海況を論ずる場合、前記の海底地形の他に4系水を考えなければならない。

筆者は相模湾の海況について研究を進めてゆく手順として、沿岸定線観測（1958年以降、大島以北の海域の200m層までの月例観測、1971年1月以降は600m層まで）、相模灘観測（1971～72年の四季にわたって同海域の1200m層までの観測）および相模湾定点観測（1972年9月8～13日湾央で1200m層まで観測）など一連の調査を実施しており、相模湾の水系分布や構造の季節および年変動の平均値的な検討がほぼ完了した。これらより、大島東西水道からの黒潮系水の流出入が相模湾の水系分布や構造を強く支配していることが明らかとなったが、4水系の時間・空間的変動スケールが具体的な目標となってきた。

今回、淡青丸（東大、海洋研究所）の共同利用の機会が得られたので、同船により大島周辺海域の密度場の調査を実施するとともに、これを中心として、次表に掲げた各県水産試験場の協力のもとに和歌山～茨城に至る海域のほぼ同時観測を実施した。本報では黒潮の離接岸に伴う大島周辺海域の諸特性分布（水温・塩分・溶在酸素量）から4系水の特徴などを中心に検討したので報告する。

なお、報告に先だって淡青丸共同利用の機会を与えられた関係者ならびに本調査に惜しみない協力を頂いた淡青丸船長以下乗組員の方々、また淡青丸を中心とした調査体制に積極的に参加された次表に掲げる各県水産試験場の方々に対し厚くお礼申上げる。

#### 調査の概要

調査は淡青丸によって1971年10月21～27日に大島を中心としたA～C、D～F、G～Iの三つの観測区を設定し（第1図）、各観測区は時間変動を小さくするために連続観測を行った。

|      |                                                                                   |                                  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 観測期間 | 10月21～22日                                                                         | A～C区                             |
|      | 10月24～25日                                                                         | T101～T105、G～I区                   |
|      | 10月25～26日                                                                         | D～F区                             |
|      | 10月27日                                                                            | A1～13の各層観測点および<br>T106～T113でBT観測 |
| 観測層  | 0, 10, 25, 75, 100, 130, 160, 200, 250, 300<br>400, 500, 600, 700, 800, 1000mの17層 |                                  |

観測項目

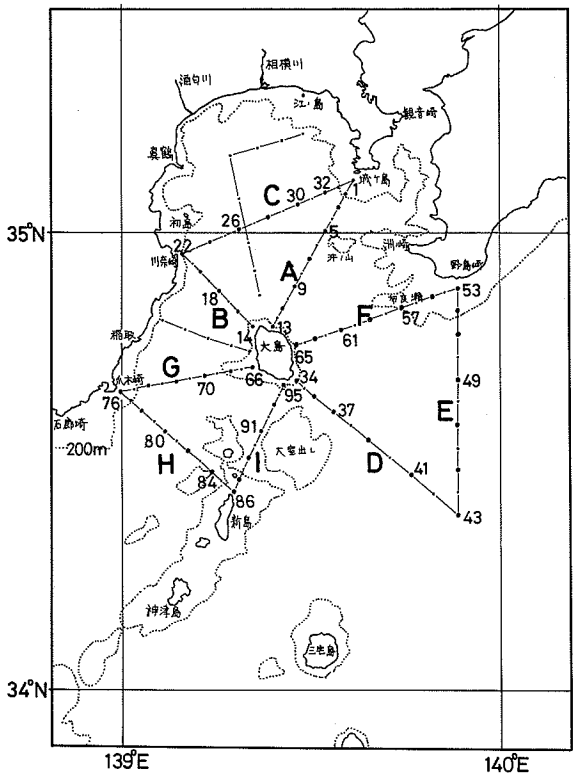
水温，塩分，溶在酸素量

(溶在酸素量については

A, B, C, E, F,

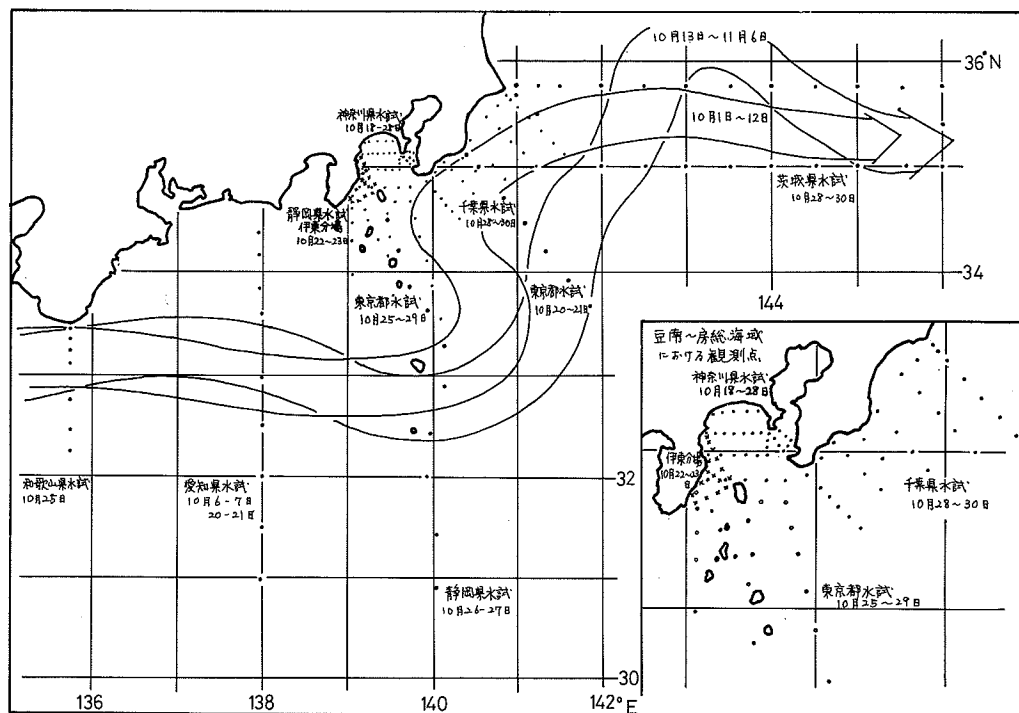
G線について採水)

これの関連調査として，黒潮から沿岸域までの諸特性分布を明らかにすることを目的とし，本調査とほぼ同時期に行なわれた各県水産試験場の調査概要は次のとおりであり，観測点を第2図に示した。



第1図 淡青丸観測点 ●各層観測 ●B T観測

| 協力機関   | 船名    | 調査月日      | 調査海域   | 水深   | 調査項目         |
|--------|-------|-----------|--------|------|--------------|
| 和歌山県水試 | きい    | 10月25日    | 潮岬沖    | 300m | 水温・塩分・プランクトン |
| 愛知県水試  | 海幸丸   | 10月26~29日 | 御前崎沖   | 1000 | 〃            |
| 静岡県水試  | 駿河丸   | 10月26~29日 | 豆南海域   | 800  | 〃            |
|        | 福島丸   | 10月22~23日 | 相模湾西部  | 200  | 〃            |
| 東京都水試  | あづま   | 10月21~22日 | 勝浦沖    | 300  | 〃            |
|        |       | 25~29日    | 伊豆諸島海域 | 800  | 〃            |
| 千葉県水試  | 第2ちば丸 | 10月28~30日 | 房総沿岸   | 300  | 〃            |
| 茨城県水試  | 水戸丸   | 10月28~30日 | 犬吠崎沖   | 300  | 〃            |
| 神奈川県水試 | うしお   | 10月18~19日 | 相模湾    | 600  | 〃            |
|        | しおかぜ  | 10月21~22日 |        |      |              |
|        |       | 28日       |        |      |              |



第2図 各県水試の観測点図および黒潮流軸（10月）

淡青丸調査前後の海況変動について検討するために10月18日と28日に三宅島～相模湾海域の表面水温観測（航空機）、10月21日と27日に城ヶ島～大島間におけるBT観測（淡青丸）、10月21日と28日に城ヶ島～真鶴半島を結ぶ線以北の海域の600m層までの観測（うしお・しおかぜ）を実施した。

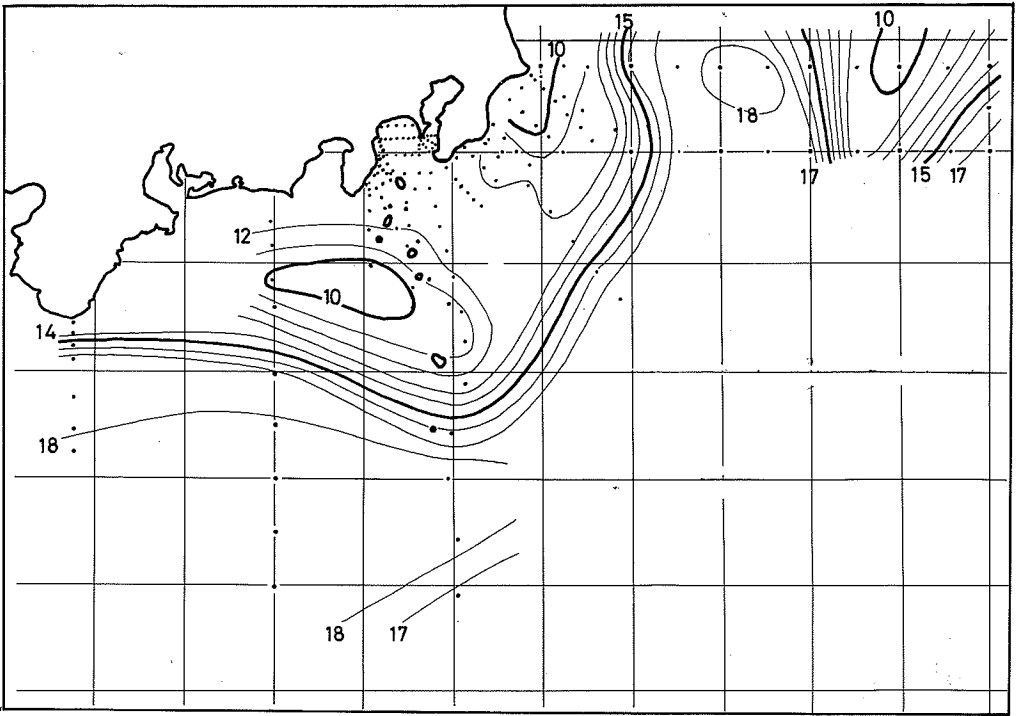
## 2. 調査結果

### 1) 10月下旬の相模湾の海況変化の特徴

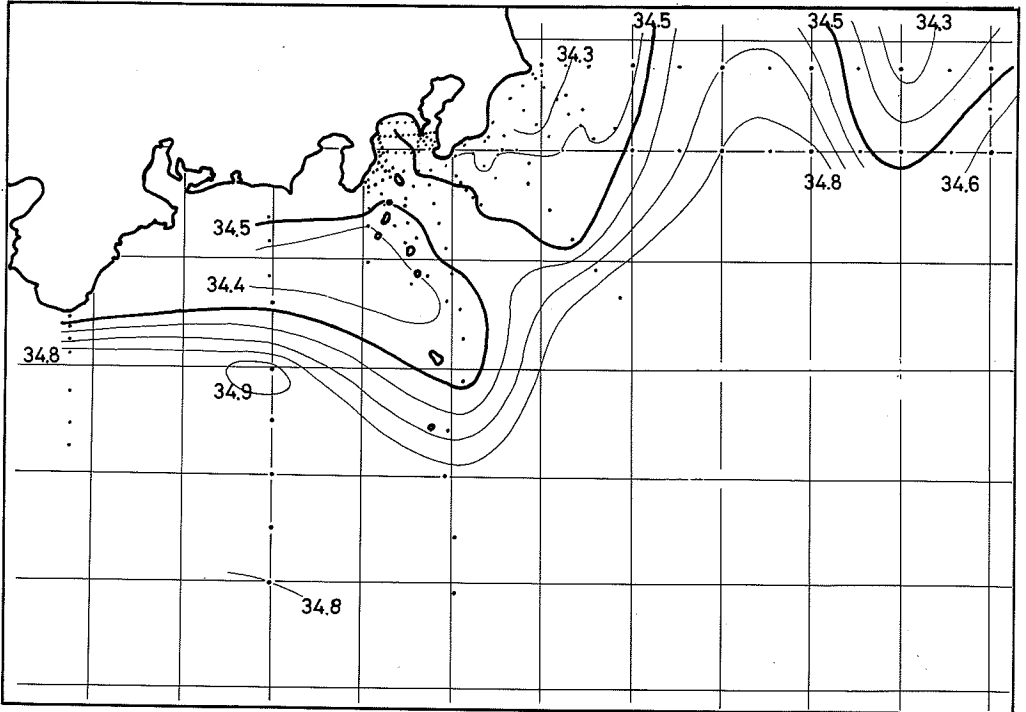
和歌山県～茨城に至る各県水産試験場の資料から200m深の水温・塩分を第3図に示した、これによると、冷水塊が伊豆海嶺西側に達しているために黒潮は八丈島の南側を迂回し、房総沖合で北東に流れ大きく離岸した。しかしながら、この図は10月21～30日に得られた水温・塩分を同時に示したものであるために、この間の大島周辺海域における海況変化を航空機、各沿岸定線観測、淡青丸調査から推測した。

18日の航空機による表面水温分布は、野島崎～三宅島間に於いて24℃以上の高温域が、大島周辺海域では22.5℃以上の高温が観測されたが、29日には野島崎～三宅島間では22.0～22.5℃、大島周辺海域は21℃以下を示し、全般に1～2℃の降温が見られた。

また、22日の「うしお」と22～23日の「初島丸」による大島周辺海域の観測によれば、



第3図a 200m深における水温分布(°C)



第3図b 200m深における塩分分布(‰)

200 m 深で 14℃ 以上、3.45～3.46 ‰ の高温、高塩分水が観測された。

このことは、200 m 深で 13～17℃ が黒潮の指標と考えられるので、この時期まで大島周辺海域に黒潮系水が流入していたものと考えてよい。

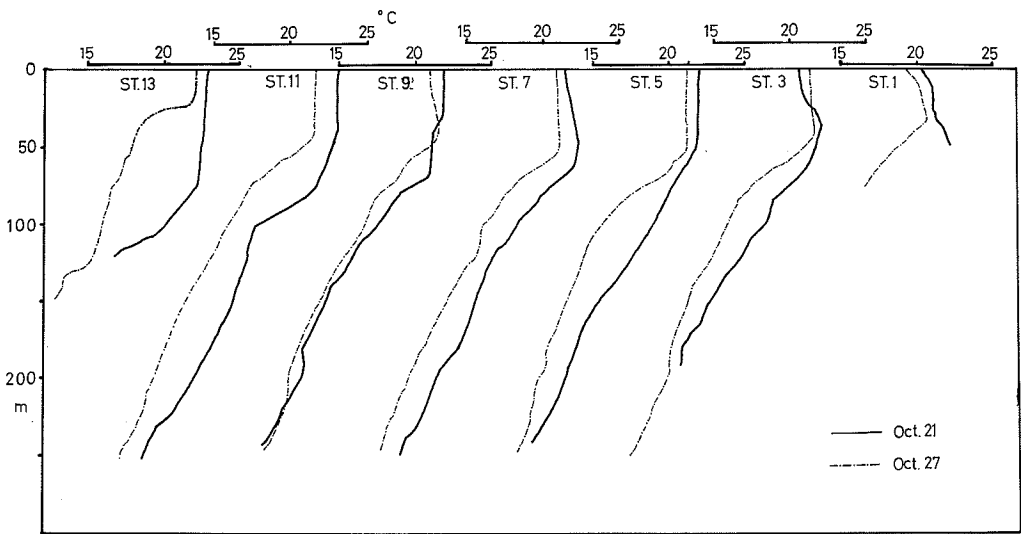
しかし、25 日以降の淡青丸および東京都水試、千葉県水試による房総海域～伊豆諸島海域の調査によれば、前記の黒潮系水（200 m 深で 14℃ 以上、3.45 ‰ 以上）は大島東水道には観測されず、房総沿岸から大島東水道にかけて低温・低塩分水（200 m 深で 11℃、3.44 ‰）が分布していた。一方同一海域における反復観測の結果は次のとおりであった。

大島～野島崎の観測が行なわれた 22 日（神水試）と 26 日（淡青丸）の調査結果を比較すると次表のとおりである。

| 調査日  | 0 m       |           | 100 m     |           | 200 m     |        |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
|      | 水温 (℃)    | 塩分 (‰)    | 水温 (℃)    | 塩分 (‰)    | 水温 (℃)    | 塩分 (‰) |
| 22 日 | 23.5～24.0 | 34.1～34.5 | 19.0～20.0 | 34.5～34.6 | 12.5～13.5 | 34.4   |
| 26 日 | 21.0～22.5 | 33.5～34.3 | 16.0～17.0 | 34.6～34.7 | 10.5～11.5 | 34.4   |

表面から 200 m まで 26 日は 22 日より低温を示し、躍層が 22 日は 75～100 m に対し、26 日は 50～75 m 付近に形成されていた。また、塩分は表面から 50 m まで 22 日は 26 日より高く、50～100 m で低く、それ以深では高かった。

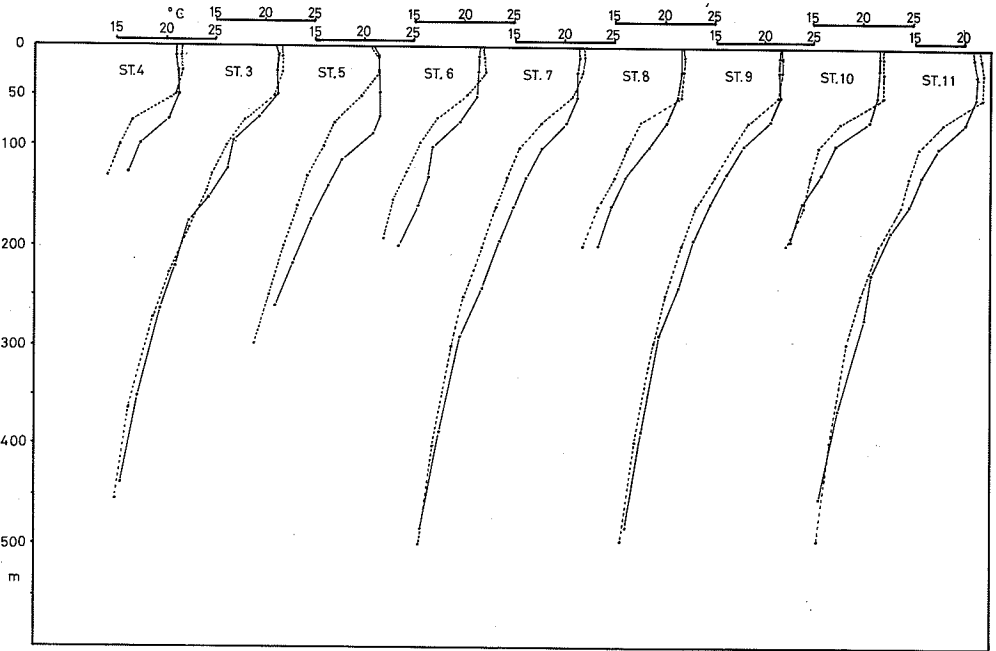
10 月 21 日と 27 日の淡青丸による城ヶ島から大島間の B T 観測を第 4 図に示した。



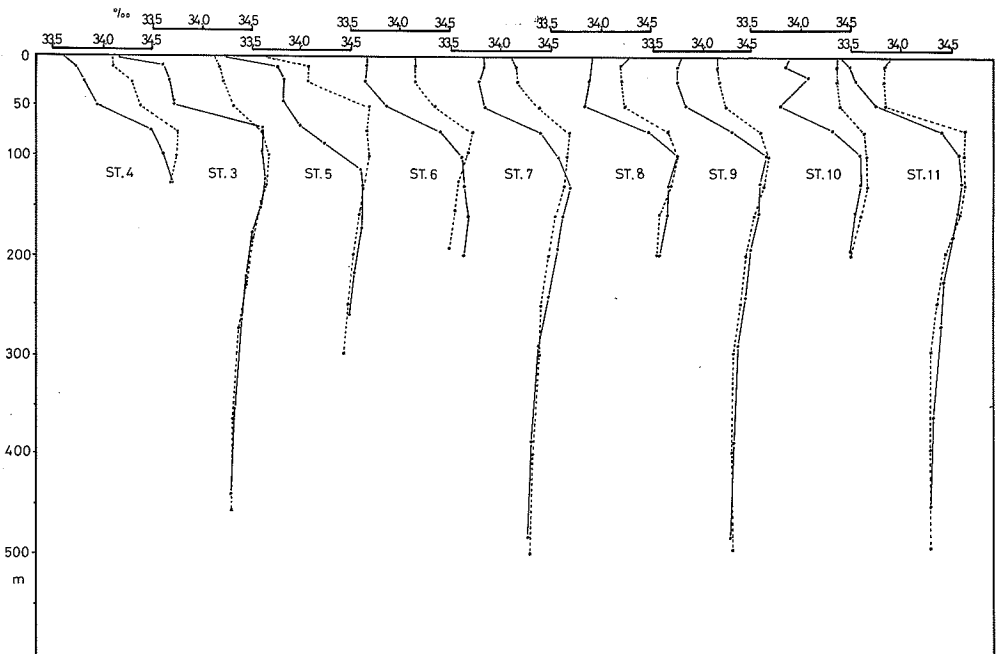
第 4 図 St. A-1～13 における 10 月 21 日と 27 日の水温の鉛直分布（淡青丸）

図から明らかなように、St. 3 では表面から 20 m 深まで 27 日は 21 日より高温であったが、他の観測点はいずれも表面から 250 m 深まで低温を示し、75～100 m の水温差が大きく、St. 13 では約 5℃ 低かった。

10月21日と28日の「うしお、しおかぜ」(神水試)による城ヶ島～真鶴を結ぶ以北の海域の水温・塩分の鉛直分布によれば(第5図), 水温は表面から50mまで28日は21日よりやや高かったが, 50～400mでは低く, 75～100mでその差が極大となっていた。



第5図a 城ヶ島～真鶴を結ぶ以北の海域における10月21日と28日の水温の鉛直分布



第5図b 城ヶ島～真鶴を結ぶ以北の海域における10月21日と28日の塩分の鉛直分布

また、塩分は表面から100 m付近まで高く、それ以深になるとやや低く、400 m以深ではその差が殆んど認められなかった。

第4図、第5図から明らかなように、21日の調査では水温躍層がいずれも75~100 mに形成されているのに対し、27日と28日は50~75 m層にあり、塩分躍層も水温躍層とまったく一致していた。

油壺の日平均潮位偏差によれば、22日は+2.4 cmに対し、24日は+6 cmを示し、2日間で潮位が1.8 cm下がっていた。

以上のことから、今回の海況変化は相模湾全域に及んでおり、23日前後を境いに300~400 m以浅で急激に変化したと考えられる。このような現象を起した機構として、隣接海域の水と湾内水が300~400 mの厚さで僅か1~2日間で交換したと結論づけるには疑問が残る。すなわち、今回は後半(23日以降)になって水温・塩分躍層が20~30 mほど浅くなり、表層から300~400 m層まで低温であったこと、100 m以深で塩分は低くなったこと、22~24日にかけて潮位が1.8 cm下がったことなどから黒潮の離岸に伴って相模湾の上層水が沖合に流出したために潮位を平均的な場に戻すような運動があったとも考えられる。このような現象の解釈は今後の相模湾の海況を検討する上に重要な課題となるであろう。

## 2) 大島周辺海域のT-S, T-O<sub>2</sub> 曲線の特徴

淡青丸調査および東京、千葉、神奈川の各県水産試験場による水温・塩分・溶在酸素量をT-S, T-O<sub>2</sub> ダイアグラム上にプロットした(第6図)。第6図より大島周辺海域の水系を判別するためにCore Layer法を採用し、両水系が一樣に混合していると仮定して混合比が50%のところを両水系の境界とした。

この結果、調査全海域は低温・低塩分の沿岸系水、表層混合水、黒潮系水、亜熱帯系中層水に大別することができる。

### i) 沿岸系水

分布する深さは50 m以浅、水温21~22℃、塩分3.40‰以下、 $\delta T$  4.20 cl/T以上、溶在酸素量4.5 ml/l以上の特性を有し、この水の起源から次の3水系に分けることができる。

#### a) 相模・酒匂川を中心とした河川系水

相模川~伊豆半島沿岸域を中心に分布し、河口付近では10 m以浅、伊豆半島~大島付近では50 m以浅に分布。

#### b) 東京湾系水

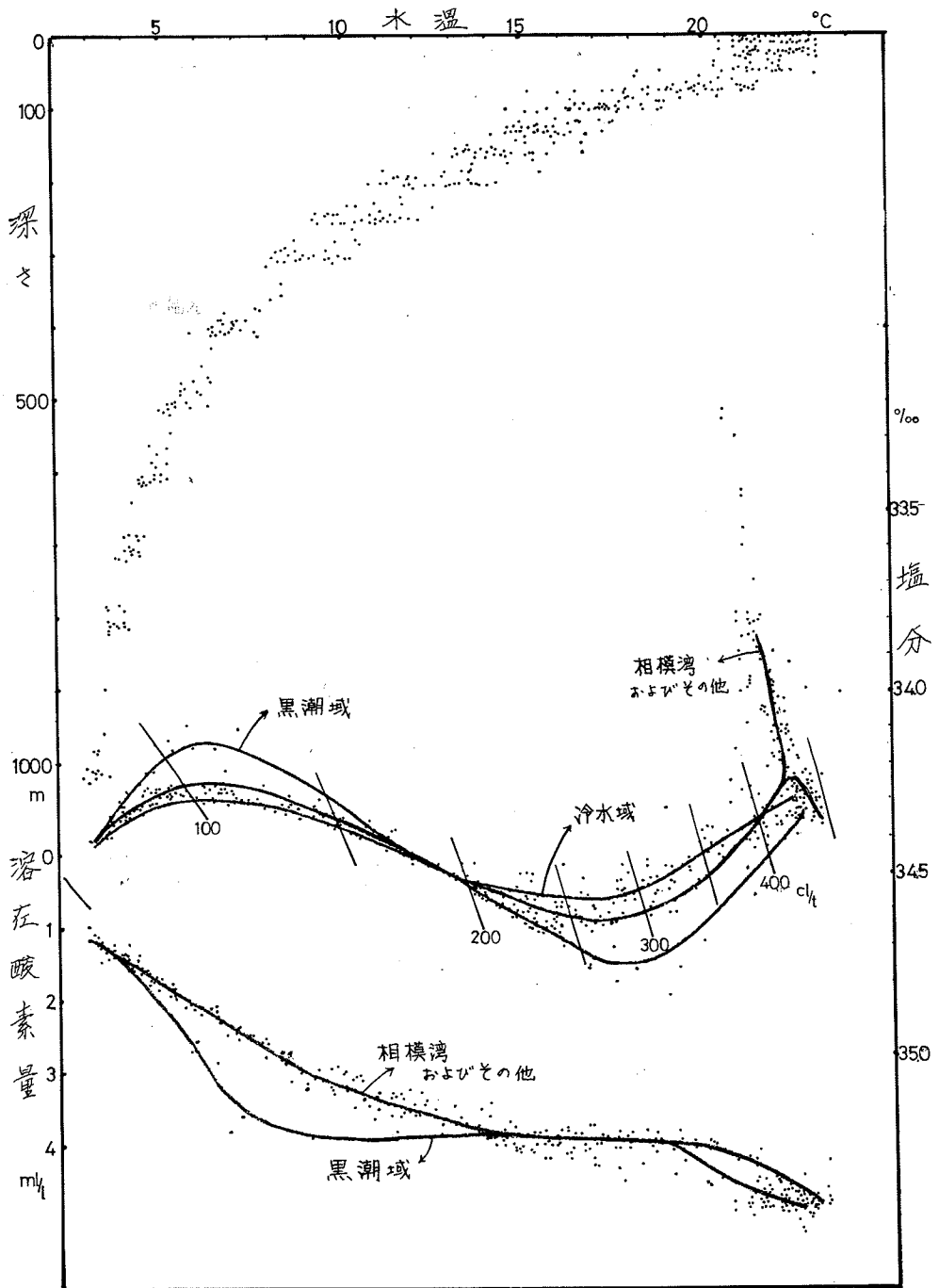
東京湾口から城ヶ島周辺海域の20 m以浅に分布。

#### c) 房総沿岸系水

房総沿岸域の50 m以浅に分布。

### ii) 表層混合水

水温20~23℃、塩分3.40~3.44‰、 $\delta T$  3.70 cl/T以上、溶在酸素量4.0



第6図 大島周辺海域の T-S, T-O<sub>2</sub> 曲線

ml/l 以上の特性を有し、75 m以浅に分布。

### iii) 黒潮系沖合水

概ね厚さは75~250 m, 水温11~20 °C, 塩分3.44 ‰ 以上,  $\delta T$  170~370 °C/T, 溶在酸素量3.5~4.0 ml/l の特性を有し, 塩分極大に特徴づけられる。

coreは水温16~17 °C, 塩分3.46 ‰ 以上,  $\delta T$  250~260 °C/T, 溶在酸素量3.8 ml/l前後, 深さ, 120~140 mに分布。

### iv) 亜寒帯系中層水

水温3~11 °C, 塩分3.40~3.44 ‰,  $\delta T$  60~170 °C/T, 溶在酸素量1.0~3.5 ml/l の特性を有し 250~1000 mに分布。coreは概ね水温6~7 °C, 塩分3.42~3.43 ‰,  $\delta T$  110~120 °C/T, 溶在酸素量2.0~2.5 ml/l, 400~600 mに分布。

以上大島周辺海域の全測点のT-S, T-O<sub>2</sub> 曲線から水系の概要について述べたが, 第5図から明らかなように, 海域によって塩分極値にかなりの差が認められ, 黒潮域, 冷水塊域, 相模湾およびその他の海域に大別された。それぞれの海域の黒潮系水, 中層水の core の特徴は次表のとおりである。

|                  | 黒 潮 系 水                                                                           | 亜 寒 帯 系 中 層 水                                                                            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 黒 潮 域            | 水温16~17 °C, 塩分3.47 ‰ 以上<br>$\delta T$ 260~270 °C/T 溶在酸素量4.0~4.5 ml/l, 水深120~150 m | 水温5~6 °C, 塩分3.40~3.42 ‰, $\delta T$ 110~120 °C/T, 溶在酸素量2.0~3.0 ml/l, 水深500~600 m         |
| 冷 水 塊 域          | 水温16 °C, 塩分3.45 ‰, $\delta T$ 250 °C/T 前後, 水深100 m 前後                             | 観測点が少ないので正確に把握できないが, 概ね水温5.5~6.5 °C, 塩分3.41~3.42 ‰, $\delta T$ 100~120 °C/T, 水深400~500 m |
| 相模湾および<br>その他の海域 | 水温16~17 °C, 塩分3.46 ‰ 以上<br>$\delta T$ 250~260 °C/T, 溶在酸素量4.0 ml/l 前後, 水深120~130 m | 水温6~7 °C, 塩分3.42~3.43 ‰, $\delta T$ 110~120 °C/T, 溶在酸素量2.0~2.5 ml/l, 水深400~500 m         |

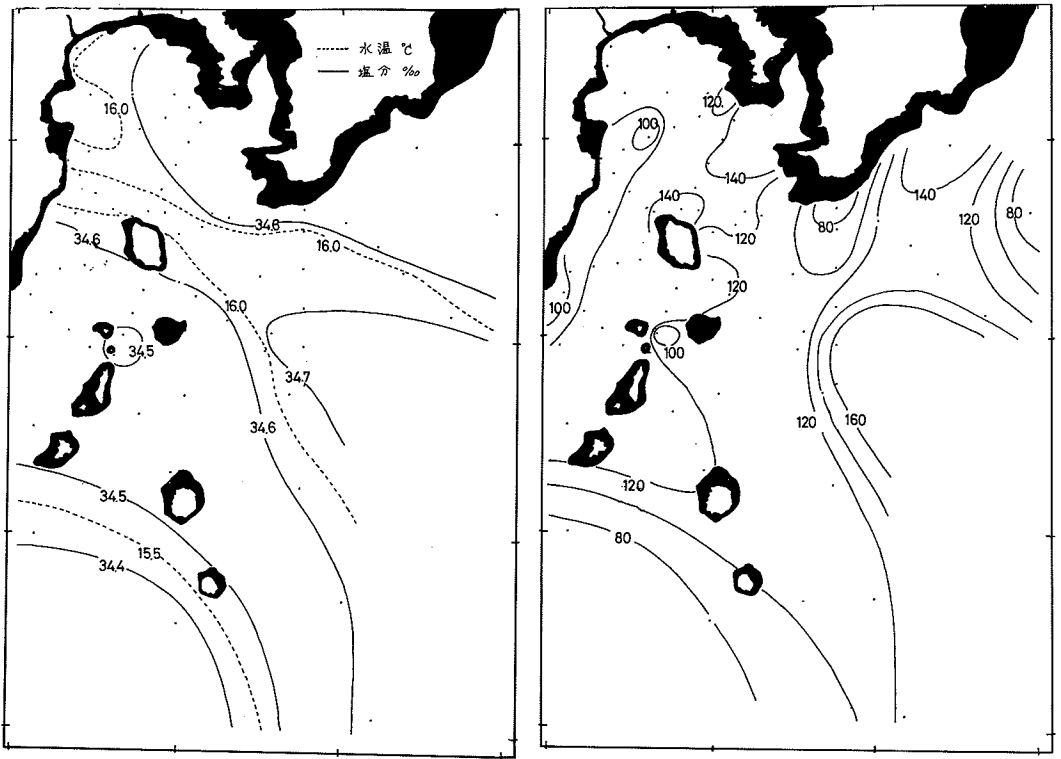
以上述べたように, 黒潮域における黒潮系水の core は水温・塩分・溶在酸素量ともに他の海域より高い。中層水の水温・塩分は他の海域より低く, 溶在酸素量が高い値を示し, 親潮の特性を有していた。両系水とも分布する深さが他の海域より深かった。また, 冷水塊域における黒潮系水の core は他の海域より水温・塩分ともに低く, 分布深度も浅かった。中層水の core は低温・低塩分を示し, 黒潮域に分布する中層水の特性に近い値を示した。相模湾およびその他の海域における両系水は黒潮域と冷水塊域の中間的な特性を示していた。

### 3) 黒潮系水の大島周辺における特徴

T-S曲線の項で述べたように, 大島周辺海域の黒潮系水 (塩分極大) の coreは $\delta T$ 250

～260 c/T ( $\delta T$  25.39～25.49) の範囲にあり、250 c/T 面の水温・塩分・深さの分布から相模湾への黒潮系水の影響度合について、その概要を知ることができると考えた。

250 c/T 面の水温・塩分・深さの分布によれば(第7図)、伊豆海嶺東側には16℃以上、34.7‰以上の水が160m以深に分布し、この海域から16℃、34.6‰の水温・塩分のやや低い水が相模湾海谷に沿って大島東水道に達し、100～120mに分布していた。



第7図 a  $\delta T$  250 c/T面における水温、塩分の分布 第7図 b  $\delta T$  250 c/T面の深さ (m)

この海谷の東西には16℃以下、34.5‰の水温・塩分の低い水が分布し、特に御蔵島～神津島以南の冷水塊域には15.5℃以下、34.3～34.4‰の黒潮系水の特性を失なった水が80m以浅に分布していた。

相模湾内では大島東水道から湾奥西部沿岸域に16℃、34.6‰の水が120～140mに分布していたが、St.C-26(川奈崎沖)から伊豆沿岸域はやや浅く100～120mであった。また、湾東部海域には16℃以下、34.5‰の水が120～140mに分布して

いた。

相模湾の海況は黒潮分枝流の湾内への消長によって支配されていると言われているが、分枝流ということから黒潮の特性を有した高温・高塩分水が相模湾内で観測されてもよいと考える。しかし、そのような水が相模湾で観測された例は殆んどない。したがって、湾内へ流入する黒潮系水はその過程において混合により特性を失なった分枝流であるか、あるいは黒潮の接岸によってその内側の水が押されて流入するという、2つの場合が考えられる。

ここで、相模湾への黒潮系水の消長の指標を考察してみたい。これまで一般的に述べられているように200 m深の水温13～17℃の他に塩分極大値とその厚さが考えられる。塩分極大値の分布する深さには季節変化があり、これまで行なわれた調査によれば、対流盛期の1～3月には50 m以浅に見られるが、その他の期間は概ね75～100 mである。しかし、黒潮の塩分は周年通して3.48‰以上の値を示しているから、相模湾における塩分極大値の変動は黒潮系水の消長の一指標であると考えられる。

1962年以降の沿岸定線資料によれば、黒潮に近い特性を有した水(3.47‰以上)が相模湾内で観測されたのは、96例中僅かに5例を数えるのみであり、3.45～3.46‰が平均的な値であることから分枝流として流入するとすれば、その頻度が極めて少ないか、あるいは流入過程において混合により特性を失うかである。

今回の調査によれば、調査前半は黒潮が伊豆海嶺東側を北上して房総海域に接岸していた。このために黒潮系水は大島東水道から流入し、相模湾はその影響下にあったことが前述の250 c<sub>L</sub>T面の水温・塩分の分布およびそれ等の値が平均値より高いこと、200 m深で13℃以上の水温が観測されたことなどから想定された。

調査後半は黒潮が房総海域で短期間の離岸したにも拘わらず、前述したように房総沖合の160 m以深から大島東水道の100～120 mに16℃以上、3.47‰以上の黒潮の特性を有した水が舌状に分布していた。これは藤森の報告(11)による房総沿岸域における黒潮系水のオーバーハングの一例と考えられ、この原因として黒潮は伊豆海嶺を越えると流速は減少することからこの海域(房総)における等温・等塩分線の間隔が広がり、このような状態の時に黒潮の離岸に伴って黒潮系水が取残されて、オーバーハングが形成されると言われている。今回も同様な現象が認められたが、黒潮の流速が房総海域で弱くなっていたか不明である。

また大島東水道における250 c<sub>L</sub>T面の深さは相模湾を調査した前半は後半より20～30 m深く、前項(1)で述べたように躍層の変化と一致していた。

以上述べたように、黒潮の接岸していた前半には黒潮の特性を有した水(3.47‰以上)が相模湾で観測されなかったこと、既往のデータにもそのような水が観測された例が少なかったことなどから黒潮分枝流として相模湾に流入することは少なく、むしろ黒潮の接岸に伴って内側域の水が押されて相模湾に流入する場合が多いと考えられる。また、黒潮が接岸から急激に離岸すると内側域の水(沿岸水)は沖合に広がるとともに黒潮系水のオーバーハングが形成されることもあると考えられるが、このような場合は相模湾への黒潮系水の影響は弱まるで

あろう。

#### 4) 亜寒帯系中層水

今回の調査期間中の海況変化は300~400m以浅であったということから、400~600mに core を有する中層水は、同時観測としてこの間のデータを取扱ってもよいと考えられる。中層水の core はT-S曲線の項で述べたように110~120 cl/T に相当していたので、110 cl/T 面の水温・塩分・深さの分布(第8図)から大島周辺海域の中層水について検討した。



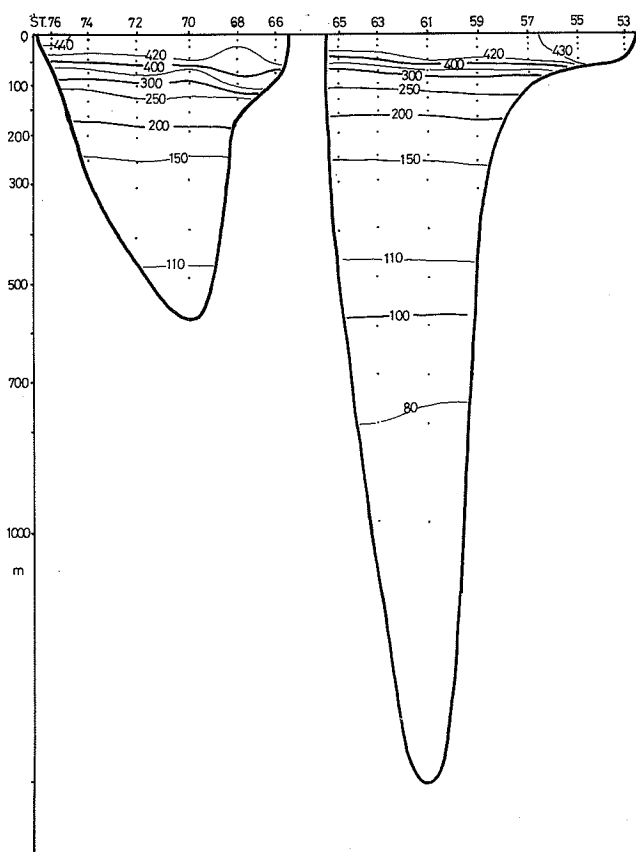
第8図 a  $\delta T_{110 \text{ cl/T}}$ 面における水温、塩分の分布      第8図 b  $\delta T_{110 \text{ cl/T}}$ 面の深さ (m)

第7図によれば、房総沖合から御蔵島以南にかけて5.5℃以下、34.15‰以下をcoreとして5.5~6.0℃、34.20‰以下の低温・低塩分水が460m以深に分布していた。この海域から大島東水道にかけて6.0~6.5℃、34.20~34.25‰の水が舌状に分布し、東水道では420m前後であった。相模湾から西水道にかけては6.5~7.0℃、34.25~34.30‰の様な特性を有する水が観測され、相模湾では450m前後、西水道では400~420mに分布し、大島東西水道は湾内および大島以南に比べて浅くなっていた。

小泉・増沢等による相模湾奥部の調査<sup>12)</sup>によれば(城ヶ島～真鶴を結ぶ以北の海域を1951～52年にわたって8回の調査を実施), 中層水の core は水温  $7^{\circ}\text{C}$ , 塩素量  $18.95 \sim 19.00\text{‰}$  (塩分  $34.24 \sim 34.33\text{‰}$ ),  $\delta T 2.6.8$  ( $\delta T 12.6\text{cl}/T$ ) の特性を有し,  $400 \sim 500\text{m}$  に分布し, 北西太平洋に広く分布する中層水とその特性が一致しているとしている。また, 当场で行なった相模湾の3回の調査によれば(1971年8月, 1972年2～3月, 5月に  $1200\text{m}$  まで観測, 未発表), 中層水の core は3回ともに水温  $6 \sim 7^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $34.25 \sim 34.30\text{‰}$ ,  $\delta T 1.10 \sim 1.20\text{cl}/T$  の特性を有し,  $400 \sim 500\text{m}$  に分布していた。これ等の値は本調査結果と一致しており, 相模湾の中層水の特性は周年通して殆んど変わらないことを示している。また, 駿河湾における秋季(1969年10月)の調査<sup>13)</sup>によれば, core は水温  $7^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $34.25 \sim 34.33\text{‰}$ ,  $\delta T 1.20\text{cl}/T$  で  $400 \sim 500\text{m}$  に分布したとしており, 相模湾の中層水の特性と一致していた。

$\delta T$  の断面によれば(第9図 西水道は海深  $550\text{m}$ , 東水道は  $1500\text{m}$ ), 西水道は  $100\text{cl}/T$  以上の水が観測されたのに対し, 東水道は  $60\text{cl}/T$  以下の水が分布し, 中層水は前述したように  $60 \sim 170\text{cl}/T$  の特性を有し,  $250 \sim 1000\text{m}$  に分布することから相模湾の中層水は東水道を中心に交換していると考えられる。

相模湾と房総沖合の中層水はその特性にかなりの差が認められ, 大島東西水道では相模湾内外より分布する深さが浅かった。しかしながら 相模湾と房総沖合の中層水の間的な特性を有する  $6.0 \sim 6.5^{\circ}\text{C}$ ,  $34.20 \sim 34.25\text{‰}$  の水が



第9図 野島～大島～爪木崎における  $\delta T$  の断面 ( $\text{cl}/T$ )

房総海域から大島東水道に向かって舌状に分布しており、房総海域を南下する過程で混合により変質しながらその一部が相模湾に流入し、湾内では様な特性を示したと考えられる。

房総沖合の中層水は相模湾および北西太平洋に分布する中層水とはその特性に差がある。

親潮系水については2つの説がある。すなわち親潮潜流の一部<sup>14)</sup>であるか、または親潮は三陸沖合で大部分が黒潮に沿って東流し、一部分が沿岸に沿って南下<sup>15)</sup>するということであるが、この問題は別として特性値からみてこれが親潮系水であることは明らかであり、房総海域におけるこの水の消長は、相模湾の中層水の交換について検討する場合の重要な問題となる。

相模湾への親潮系水の流入については生物関係からも多くの示唆がなされている。例えば、丸茂<sup>16)</sup>による*Sagitta elegans*、大森・田中<sup>17)</sup>、木立・木幡<sup>18)</sup>による*Calanus cristatus*, *C. plumchrus*等親潮系指標種が相模湾で採集されたという報告もあり、親潮系水が南下する過程で変質しながら相模湾に流入していることを示す情報も多い。

また、西水道では岡崎等(1972)によって水深540m層における底層流の測定(1972年7月17日~19日, 34°40.9' N, 139°14.0' E)がなされており、これによれば南東流が卓越し、相模湾への流入は認められなかったと報告されており、本調査結果を裏付けている。

今後、相模湾における中層水の交換について検討する場合、大島東西水道における中・底層流の長時間にわたる測定と房総海域~大島東水道における親潮系水の動向を調査する必要がある。

以上、大島周辺海域を中心とした淡青丸およびその他の機関による広い海域の調査から2~3の注目すべき現象を認め、これ等について考察した結果を報告した。

今後既往のデータから大島周辺海域の海況についてどのような事が言えるのか、まず整理するつもりである。

#### 参 考 文 献

- 1 宇田道隆(1937): ブリ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, 第8号。
- 2 宇田道隆(1953): 相模湾の急潮とその予知について。日本海洋学会誌, 9(1)。
- 3 木村喜之助(1939): 相模湾の海況と「ブリ漁況」。水試報告, 第10号。
- 4 吉田昭三(1961): 黒潮短期変動調査報告。水路要報, 65。
- 5 上原 進(1965): 相模湾の海況について。水産海洋研究会報, 6。
- 6 平野敏行(1970), 上原 進(1971): 河川取水に伴う沿岸漁業調査報告。神奈川県。
- 7 岡部 勝, 木幡 孜(1971): 相模湾奥部の海況。神水試相模湾支所報告書。
- 8 岩田静夫(1972): 相模湾の海況(I), 季節変化について。水産海洋研究会報,

20.

- 9 静岡水試伊東分場 (1971) : 相模湾における海流瓶放流結果.
- 10 大塚一志 (1972) : 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. 水産海洋研究会報, 20.
- 11 藤森 完 (1969) : 房総沖に現われる黒潮系水のオーバーハングの若干例. 漁場海況概報.
- 12 小泉正美, 増沢謙太郎 (1952) : 相模湾定線観測報告. 海洋報告, 2 (4).
- 13 中村保昭 (1971) : 駿河湾の海況学的研究-1. 秋季における海洋構造の一特性. 水産海洋研究会報, 18.
- 14 Uda, M. (1949) : On the correlated fluctuation of the Kuroshio Current and the cold water mass. Oceanogr. Mag., 1.
- 15 Hirano T. (1957) : The oceanographic study on the subarctic region of the north western Pacific Ocean-I. Bull. Tokai Regional Fish. Res. Lab., 15.
- 16 Marumo R. (1966) : Sagitta elegans in the Oyashio Undercurrent. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 22 (4).
- 17 Omori, M. and O. Tanaka (1967) : Distribution of some cold-water species of copepods in the Pacific water off East-Central Honshu, Japan. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 23(2).
- 18 木立 孝, 木幡 孜 (1971) : 相模湾, 小八幡定置網漁場における連日採集のプランクトンについて. 小八幡漁場環境調査資料, 2.

## 2 駿河湾の海洋構造

——1970年 早春季の特性——

中 村 保 昭 (静岡県水産試験場)

### 1. は し が き

駿河湾は日本で一番海深の深い湾で (最深部 2445 m), 1000 m 以深の海底峡谷が, 湾口より湾奥部まではほぼ南北に連なり, これに伴って容積も他の湾に比べて大きい (1969 km<sup>3</sup>). さらに, 形状は開口性 (御前崎~石廊崎, 56 km) のため, 沖合水 (黒潮系水) の影響を受けやすい形状を示している. 形状は単調なものではなく, 湾口中央部付近には石花海と呼ばれる大天然漁礁が存在し, アジ, サバ, スルメイカ, イワシ類などの好漁場を形成し, 古くから漁業に利用されている. また, この礁は湾内の流動をより複雑なものとしている.

現在, 駿河湾の主として海況を把握する調査としては, 当該において毎月実施している地先定線観測 (遠州灘を含む) があるが, 湾内の海洋構造を知る手がかりとしては, 特に空間的に問題

となろう（湾内測点数13点）。

一方、駿河湾の比較的短期の海況変動としては、“季節変化”および“黒潮の離接岸”に伴う（湾沖での黒潮の流向を含む）変化が大きいものと考えられる。これら沖合系水の湾内流入変質過程を解明する一環として、湾内海洋特別調査を実施してきた（春季2回，夏季1回，秋季2回，冬季1回）。すでに，著者はこれらのうち，秋季の海洋構造および実測を主とする流動<sup>1)</sup>については報告した。

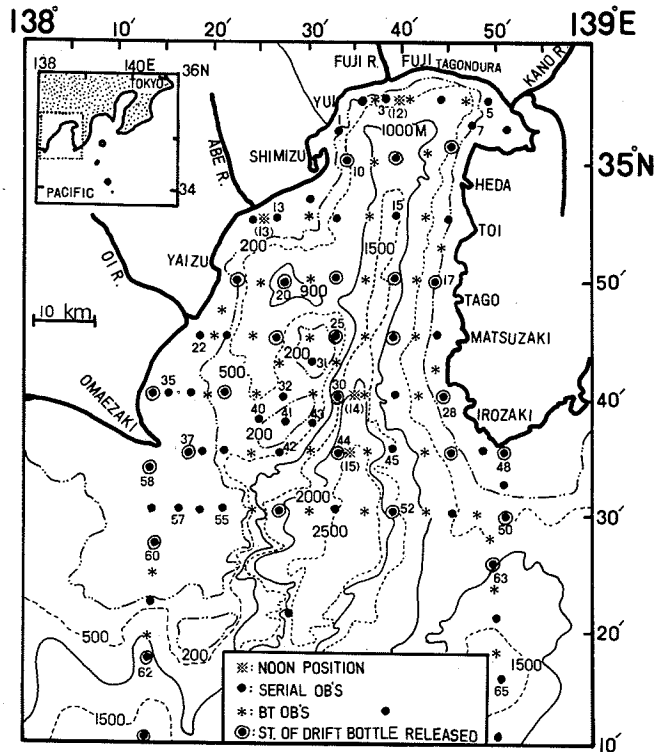
ここでは1970年5月12～15日に実施した調査（各層観測65点，0～1400m，BT観測42点）を主にその概要を報告する。（部分的にはすでに報告した秋季と対比検討されよう）。なお，詳細な考察は，その後の春季（1972年5月）の資料をつけ加えて別途報告する予定である。

## 2. 水平分布

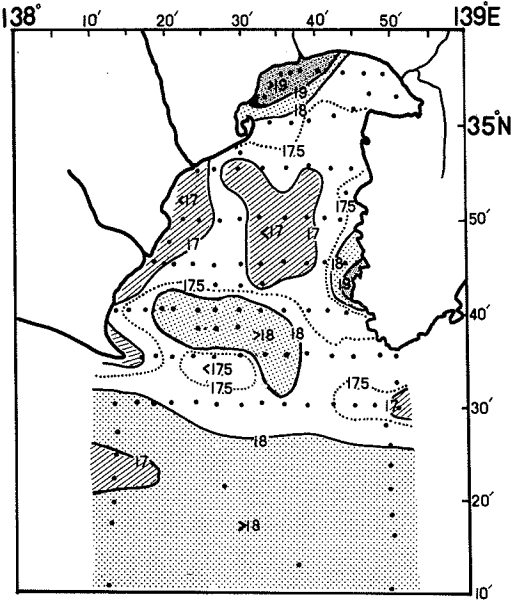
駿河湾の比較的短期（1週間程度）の海況変動の実例はすでに報告した<sup>2)</sup>。しかしながら，湾内の海況変動の導火線とも考えられる，沖合系水の湾内への流入変動は，これよりさらに時間的に小さいものも当然であろう。ここでは5月12～15日の約4日間で実施された調査（空間的にはかなり密に実施したが，時間変動については，今後さらに検討を要す）について概要を述べる（第1図）。

表面水温（第2図）および表面塩分（第3図）を対比検討すると石花海周辺（200m以浅の礁）では比較的高温（18～19℃），高鹹（ $>34.5\text{‰}$ ）石花海北側（ほぼ湾中央部）および湾西部沿岸は低温（ $<17^{\circ}\text{C}$ ）低鹹（ $<34.3\text{‰}$ ）を示している。これとは別に，

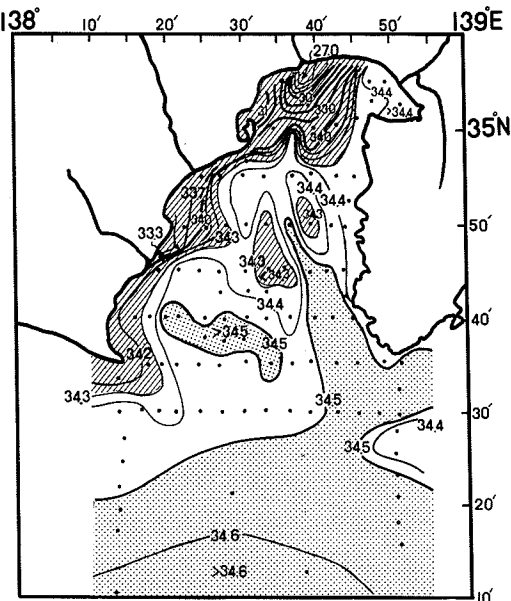
湾奥部由比沖に



第1図 測点図（駿河湾，1970年5月12～15日）および等深線図



第2図 表面水温分布図(°C)



第3図 表面塩分分布図(‰)

おいては、 $19^{\circ}\text{C}$ 以上の高温低鹹域がみられる。この $18^{\circ}\text{C}$ 以上の高温域の層は $10\text{ m}$ 以浅にみられるのみで、 $10\text{ m}$ 深になると、他の湾奥部周囲とほぼ同様の $17^{\circ}\text{C}$ 台を示す(第6図参照)。この局所的な暖水の滞留は日射の効果以外に特異な流動に起因するものと考えられるが詳細については不明である。湾中央部にみられる、高温域は $10\text{ m}$ 以浅に(第4図参照)さらにその北側の低温、低鹹域もまた浅層( $10\text{ m}$ 以浅)にみられる(第6図、第7図参照)。これらは後述する沖合黒潮系水と沿岸河川系水の延長部と考えられる。これら海域の諸特性は渦流部などの存在を示唆するものか、あるいはこの期間に海況変動があったものかどうか判定しがたい。これら両図のうち、特に塩分分布について流動を概観すれば、沖合系水の流入は主として湾中央～湾東にかけてみられ、 $34.5\text{‰}$ 以上の高鹹域で示唆され、さらに変質した $34.4\text{‰}$ 台の沖合系水(後述)は $35^{\circ}\text{N}$ 付近まで追跡できる。一方、流出はほぼ反時計まわりに湾奥～湾西部沿岸に識別されるが、その過程は単調なものではなく、場所によっては複雑な流動を示している。すなわち、湾奥部、焼津南東域、御前崎周辺部などには流出水の卓越がうかがえる。これらのうち特に湾奥部海域の表層には、田子の浦港( $4.3 \times 10^6\text{ m}^3/\text{日}$ )および富士川( $1.5 \times 10^6\text{ m}^3/\text{日}$ )よりの淡水系水に起因する低鹹水の、南～南西方向への流出が顕著に認められる(透明度 $<5\text{ m}$ )。沖合系水の流入状況は $50\text{ m}$ 深においても、表面分布にほぼ対応する。石花海南側海域の $50\text{ m}$ 深においては秋季の特性においても報告<sup>1)</sup>したように低温( $<14^{\circ}\text{C}$ )、高鹹( $>34.6\text{‰}$ )な湧昇性の渦流の存在が示唆された(図略、 $0\text{ m}<17.5^{\circ}\text{C}$ が対応)。

3. 鉛直分布

湾口部横断面の水温分布および塩分分布を第4図、第5図に、縦断面のそれらを第6図、第7

図にそれぞれ示す。

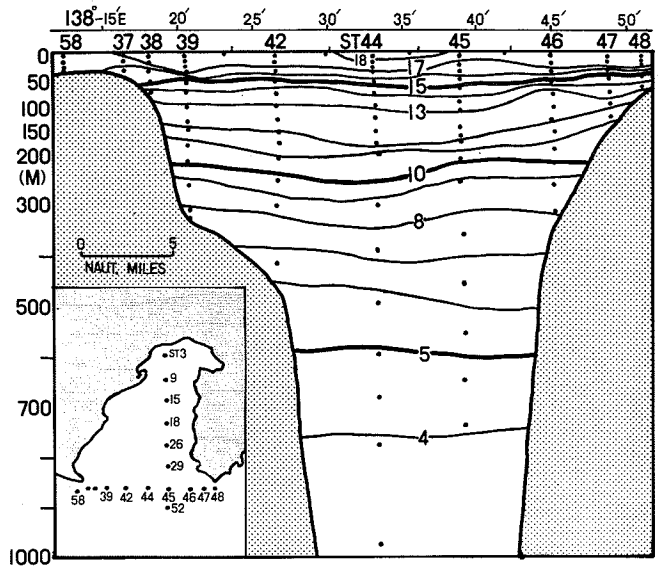
横断面における水温分布（第4図）を概観すると季節躍層はおおむね50 m深前後に形成され、10℃以下

（約250 m深）の等温線の分布は秋季の分布とほぼ同様なパターンを示す。沖合系水の流入層と思われる250 m以浅においては、St. 42～St. 45のほぼ湾中央部付近の等温線がやや下に凸の形状を示している。今後さらに

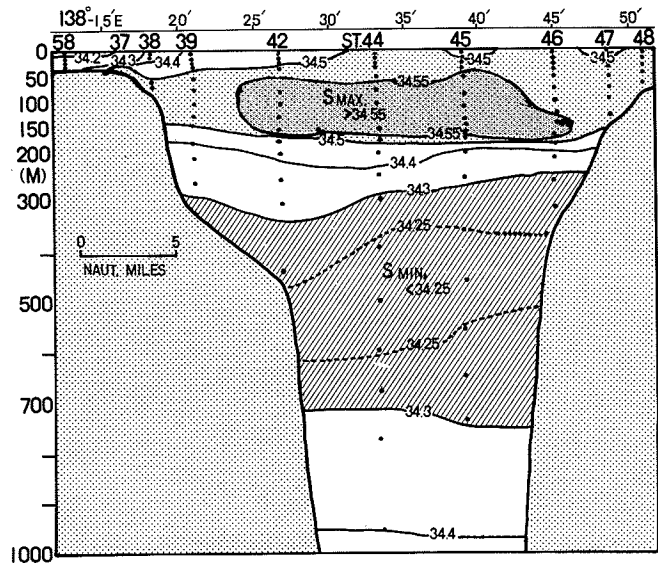
詳細に検討するが地衡流<sup>1)</sup>推定で湾口部の流入出を推定するとSt. 42～St. 45間では流入傾向の卓越が示唆される。

第5図の塩分分布を概観すると、34.5‰以上の沖合系水主流部を示す塩分極大が前記の水温分布と対応してSt. 42～St. 45付近を中心に50～150 m深までに顕著に認められる。特に34.5‰以上の高鹹帯は湾中央部を中心に

かなりの幅で東西方向に分布している。春季の特徴は特に表層より150 m深までに34.5‰以上の高鹹帯が形成されている（秋季の場合<sup>1)</sup>、100～150 m深）。塩分極小（34.25‰以下）はおおむね350～550 m深にみられ、秋季の場合とほぼ同様に分布しているが、その



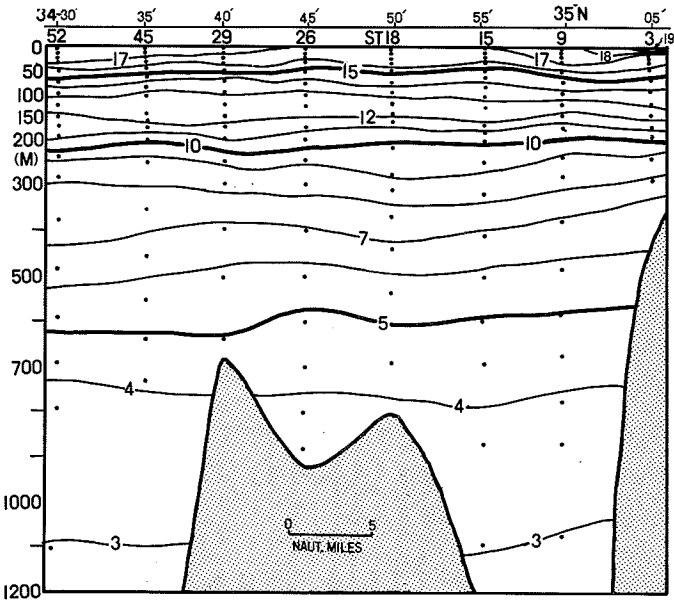
第4図 水温鉛直分布図（℃，1970年5月15日）



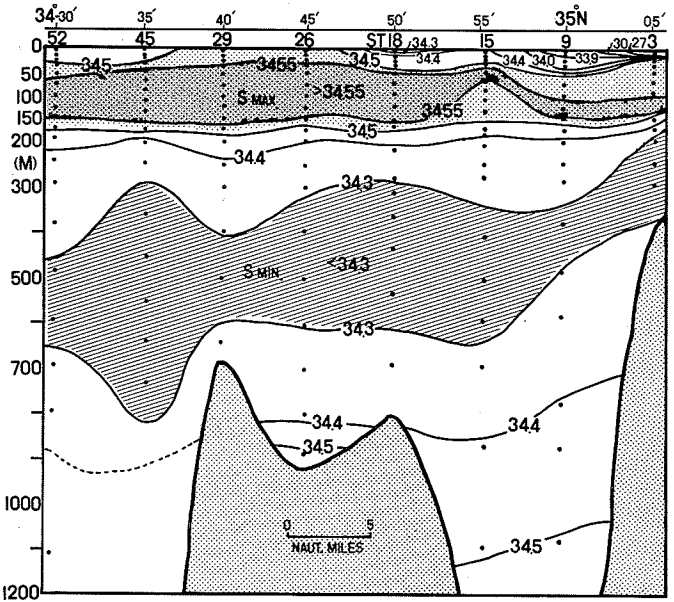
第5図 塩分鉛直分布図（‰，1970年5月15日）

値は秋季に比べてやや低い傾向がうかがわれる。これら両図を対比検討した結果、沖合系水はおおむねSt.42~St.45 を中心に流入しているものと考えられる (St.44において、北向き0.7 kt 偏流した)。

一方、第6図、第7図に示した水温、塩分の縦断面についてみると、500 m以浅の各等温線



第6図 水温鉛直分布図 (°C, 1970年5月12~15日)

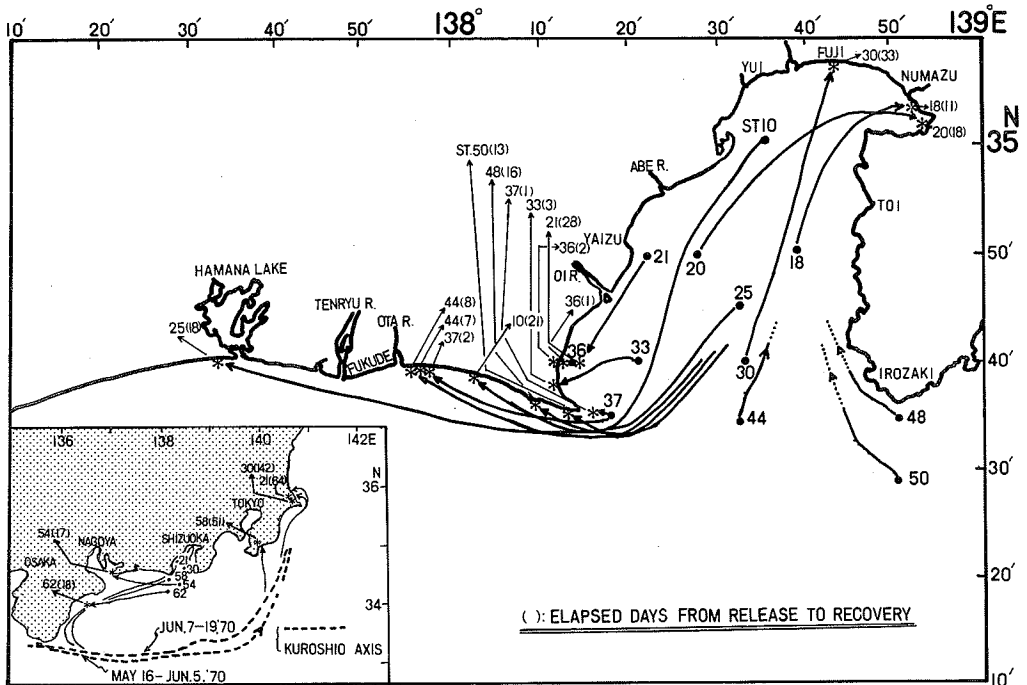


第7図 塩分鉛直分布図 (‰, 1970年5月12~15日)

の深度は湾口部より湾奥部に向かうにつれて、若干その深度は浅くなっている。これとは別に表面水温（第2図）で述べたように湾奥部St.3において、10m以浅に19℃以上の高温水帯がみられる。次に第7図の塩分分布について概観する。第5図の横断面で述べたように、200m以浅にみられる3.45‰以上の高鹹帯は湾口部より湾奥部まで連続して認められ、沖合系水主流部の流入状況を明示している。St.15付近を中心に、その南側と北側で塩分極大（ $> 3.455\text{‰}$ ）および塩分極小（ $< 3.43\text{‰}$ ）の厚さおよび走向に変化がみられ、この付近で流動の特異性がうかがわれる。すなわち、水温分布と同様にSt.15~St.3の湾奥部においては3.43‰以下の塩分極小を中心に、等塩分線の深度は浅くなり、湾奥部において発散を示唆する。

#### 4. 海流瓶による推定表層流

第8図に湾内外27測点（1測点5本、第1図）において投入した海流瓶の漂着状況を静岡県沿岸と県外に分けて示す。投入本数は135本、拾得数は24本（15測点分）、拾得率は17.8%で過去著者が駿河湾で実施した<sup>2)</sup>海流瓶の拾得率に比べてかなりの高率であった。



第8図 海流瓶漂着結果（1970年5月~7月）

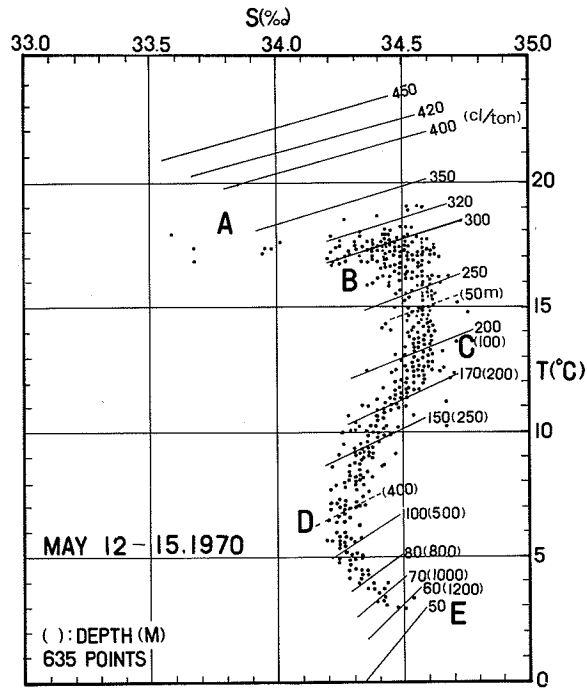
最初に、静岡県沿岸に漂着したものについて概観すると、St.20, St.30およびSt.18はいずれも湾奥部で拾得されている。経過日数は11~33日とかなりの幅がみられるが、これは漂着までの複雑な流動によるものか、あるいは漂流後の経過によるものか不明である。この漂着状況は海況の時間的変動も当然考えられるが、巨視的にみれば木村<sup>4)</sup>も述べているように湾奥

付近まで沖合系水の流入を示す実例となろう。湾奥部での拾得以外は総て湾西部、御前崎周辺および遠州灘沿岸で拾得され、すでに述べたように、湾西部沿岸では流出の卓越の支持、遠州灘沿岸での西向流の存在をそれぞれ明示している。しかしながら遠州灘沿岸に漂着したもののうち、St.44, St.48 および St.50 の湾中央部から石廊崎沖で投入したものについては湾口部周辺での漂流状況は不明である。これらのうち、St.44 のものは漂流期間が比較的短かい(7~8日)。前述のことと一見矛盾するが、これらが湾奥部まで達したかどうか不明である。

一方、県下以外の地で拾得されたものについて調べてみると、渥美半島 (St.54, 経過日数17日)、熊野灘 (St.62, 18日)、千葉県勝浦 (St.58, 51日)、および鹿島灘 (St.30, 142日, St.21, 64日) がある。これらは、駿河湾の東西で拾得され、西方で拾得されたものが東方のそれらより経過日数がいずれも短かい(1/3以下)。当時の黒潮主流軸(200m深, 15℃)は潮岬南10マイル、大王崎南65マイル、御前崎南75~85マイル、石廊崎南70~85マイル、野島崎東南東30~70マイル(5月16~6月19日、水路部海洋速報第11, 12号による、第8図)付近を流れ、豆南海域はいわゆるC型流路を示していた。これらのことより表層流を推定すると、遠州灘沿岸の西向流で熊野灘まで漂流し、潮岬付近より接岸した黒潮に輸送されて房総沿岸~鹿島灘沿岸に漂着したものと考えられる。これら黒潮流路と海流瓶との関係はHirano, T. and M. Fujimotoが詳しく報告しているが、今回の漂流状況も部分的には彼らの報告と一致している。漂流速度は、海上で拾得された資料が少ないので詳細については不明であるが、St.62で投入したものが約18日間で90マイル海上を漂流した(5マイル/日)。

5. 水塊の層重

第9図は湾内全域の水塊構成を知るために、全観測値をを記入(635点, 33.5%以下の4点は省く)して求めたT-S diagramを示している。さらに、同図には等 $\sigma_T$ 曲線およびその特性を有する概略深度(200m以浅においては地理的に若干その深度は異なる)をそれぞれ示している。このT-S diagramより湾内の水塊をcore layer methodによって区分すると、以下に述べるように5水塊に大別することができる。なお、



第9図 T-S Relation

各水塊の境界は混合が一様に行なわれているという仮定のもとに、各 core を中心に混合比が50%以上のものを、その core の特性を有する水塊としてとり扱った。第9図より明らかに10 m以浅の(A)湾奥部では高温、湾西部ではやや低温の、いずれも低鹹性の水塊、50 m以浅にみられる(B)高温やや低鹹、75 m深付近を中心とする(海域によっては表層よりみられる)(C)塩分極大、400~500 m深付近を中心とする(D)塩分極小、1200 m以深にみられる(E)塩分増加、の各特性を有する各水塊が認められる。この結果、著者は前述の水塊区分方法により下記の呼称<sup>1)</sup>で水塊を区分したのでここで吟味する。なお、各水塊の特性は当然のことながら地理的位置および深度によって多少の相違は認められる。

#### i) 沿岸河川系水

厚さは表面よりおおむね10 m、湾奥~湾西部に分布、水温は湾奥部17.5~19.5℃、湾西部<17℃、塩分<3.42‰、thermosteric anomaly ( $\delta_T$ )>320 cl/ton。

塩分は河川の影響を受けて地理的に相当な開きがある。その分布状況はほとんど塩分のみによって決まる。また透明度は5 m以下、T-S diagram と  $\delta_T$  曲線から安定度の小さいことは容易にうかがわれる。

#### ii) 表層水

##### a) 表層混合系水

約30 m以浅で、湾中央部および湾西部海域、塩分3.42~3.44‰、水温>16℃、 $\delta_T$ >270 cl/ton が対応する。

この水は前記の沿岸河川系水と後述する沖合黒潮系表層水との混合による変質水と解釈される。

##### b) 沖合黒潮系表層水

厚さは表面よりおおむね50 m以浅で、湾中央部を中心分布する。水温>16℃、塩分3.44~3.45‰、 $\delta_T$  270 cl/ton が対応する。

#### iii) 沖合黒潮系水主流部

おおむね50~150 m深にみられるが、湾東部海域では表面よりその分布が顕著にみられ、さらに、これは湾口部より湾奥部まで連続的に認められる。水温12~18℃、塩分>3.45‰、 $\delta_T$  170~300 cl/ton、塩分極大(>3.455‰)で特徴づけられ、黒潮系水の性質を多分に有する。core はおおむね75 m付近、水温14℃、塩分3.455‰以上、 $\delta_T$  210 cl/ton にみられる。上記の表層水に対応するT-S diagram と  $\delta_T$  曲線は、約100 m付近までは、ほぼ直角に交わって安定度の大きいことを示しているが、この下層300 m付近までは上層に比べて安定度はやや小さい。

#### iv) 亜寒帯系中層水

おおむね200~1200 mと厚く分布し、水温3~11℃、塩分3.42~3.44‰、 $\delta_T$  66~170 cl/ton、塩分極小(<3.425‰)で特徴づけられる。core はおおむね400~500 m付近、水温7℃、塩分3.42~3.43‰、 $\delta_T$  120 cl/ton にみられ

る。

V) 南極起源深層水との混合水

1200 m以深に分布し、水温 $< 3^{\circ}\text{C}$ 、塩分 $> 34.5\%$ 、 $\delta_T < 60\text{cl/ton}$ で定義づける。

6. むすび

駿河湾内外で各層観測(65点)、BT测温(42点)および海流瓶投入などを実施した。

沖合系水は湾東部より流入するが、沿岸河川系水との混合によって、その流動は複雑なものとなる。流入層は大部分の海域で約50~200 m深付近までみられ(一部海域では表面よりみられる)、これらは湾口部より湾奥部まで追跡が可能である。これらのことは海流瓶の漂流状況よりも部分的には支持された。この他に、水塊層重など含めて、春季の一海洋構造の概要を述べた。

終りに、これら一連の調査にあたって種々ご助言を賜った東海大学宇田道隆教授、調査に惜しみないご協力をいただいた、当场沢田貴義主任研究員(現、静岡水試伊東分場)、並びに調査船駿河丸杉山有司船長(現、静岡県立漁業高等学園)をはじめ乗組員の方々に、厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1 中村保昭(1972): 駿河湾の海況学的研究—I 秋季における海洋構造の一特性。静岡水試研報, 5, 1~20.
- 2 中村保昭(1972): 駿河湾の海況学的研究—II 湾奥部表層における流動。沿岸海洋研究ノート, 9(2), 44~53.
- 3 静岡県(1972): 奥駿河湾水域の概況, 昭和46年度, 32~33.
- 4 木村喜之助(1950): 海流瓶による海流調査(第1報) 駿河湾の海流(特に湾口の循環流について)。日本海洋学会誌, 5(2~4), 70~83.
- 5 Hirano, T. and M. Fujimoto (1970): Preliminary results of investigation of the Kuroshio functioning as a means of transportation and diffusion of fish eggs and larvae. The Kuroshio (edited by J.C. Marr), East-West Center Press, Honolulu, 405~416.

3 東京湾の汚濁の現状 (一都二県共同調査報告)

江 角 比 出 郎 (東京都公害研究所)

東京湾の汚濁は近年ひどくなり、浄化対策の策定が急がれている。東京湾の調査は、各機関で断片的に行なわれてきているが、総合的な調査は行なわれたことがなかった。昭和46年一都二県で、季節変化を含めた総合調査を行ったので、その調査結果を中心として、その実態を述べる。

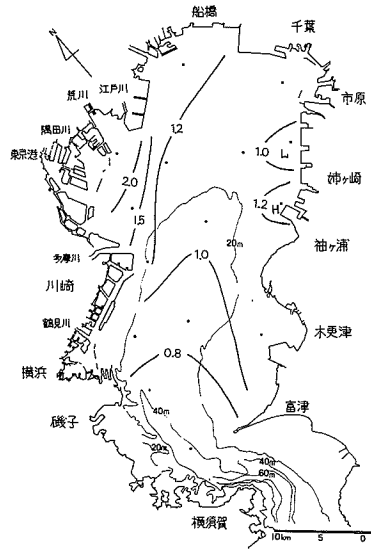
近年の東京湾の汚濁はその色が示すように、プランクトンの増大、即ち栄養塩量の増加による富栄養化によるものが主体である。

## 1. 水 質

イ) 透明度 透明度の低下は、富栄養化の進行を良く表現する指標のひとつである。東京湾沖は年間を通じて悪く、5月には1 m以下まで悪化していた。季節的にも5月は全域にわたって悪いが、5月、8月は2 m以下であった。2月の循環期には、大体3 m以上であるが、一番高い地点で5.3 mであって、これが年間最高値であった。昭和30年からの5月における湾全域の経年変化の報告<sup>1)</sup>によると、昭和40年頃からは現状とあまり変化がない。

ii) 溶存酸素 10月の表層について酸素飽和度でみると、湾口から中の類にかけて、100%以上であるが、奥に入るにしたがって低くなり、東京港沖では50%近くになる。一方底層の溶存酸素は、2月の循環期にはほぼ全域80~95%であるが、8月の成層期には、湾の北半分は大体20%以下になり、また10月には北半分は75%以下、川崎一船橋以西は50%以下と水域的な特性が顕著であった。

iii) 栄養塩 無機栄養塩の増減は、植物プランクトンの消長と密接な関係にあるので、生物体も含めた全窒素量についてみる。2月の循環期表層について図示すると、第1図のようになり、横浜—富津以北が0.8 ppm以上とすでに富栄養化されていることが明らかとなっている。一方、リン酸塩の分布を同じく2月表層についても全窒素と同様な分布を示し、0.03 ppm以上の水域が半分以上占めている。なお宝月の報告によると、全リン酸は湾奥部で0.1 ppm以上あると述べている。その他栄養塩類の分布からみて、東京湾の富栄養化を進めている大きな流入源は、高濃度の水塊が地先海域にみられる、東京都区部の周辺及び流入5河川と推定される。



第1図 東京湾の表層全窒素濃度

(昭和47年2月) 単位 ppm

iv) 過マンガン酸カリ消費量COD 季節により大きく変動し、アルカリ法によると循環期には1~3 ppmであるが成層期には10 ppm近くまで上り大体西高東低型である。一方、酸性法による分析を10月表層について行ったが、その基準達成率をみると、65%であり、1/3が

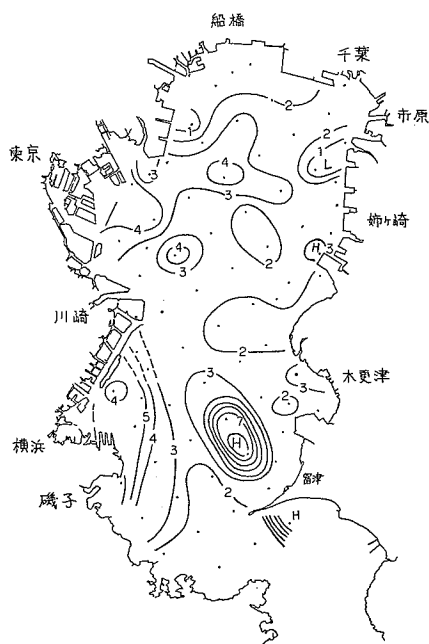
東京湾に流入する汚濁物質をCODとして、拡散計算を行ってみても（後出），45日後でも沖合部まで拡散が認められていないことから，沖合部で高濃度水域が出現することは，光合成による有機物がかかなり多いことを裏付けている。また宝月<sup>2)</sup>の報告によると，懸濁態の炭化水素，たん白，および脂肪中の炭素の和はクロロフィル量と直線的な関係にあり，全有機炭素の占める割合は15～50%であって外洋より低いとのべている。以上のように東京港は，栄

養塩の流入により過栄養状態になって生物生産量が多いことと、生物とは直接関係のない有機物の流入も多いことが明らかにされている。

V) その他 環境基準の健康 8 項目について、  
10月6日8地点表層水について分析したが、  
いずれも検出されなかった。

## 2. 灣口収支

湾口部における収支を横須賀—富津崎の間の4点で12時間観測した結果をまとめたものが第1表である。流量の量的収支をみると、その差は10%前後であるが、その信頼性は確かでない。各成分の流入流出の傾向は類似し、富津崎側から流入し、横須賀側から流出している。



第2図 COD (酸性法) 表層  
(昭和46年10月) 単位 ppm

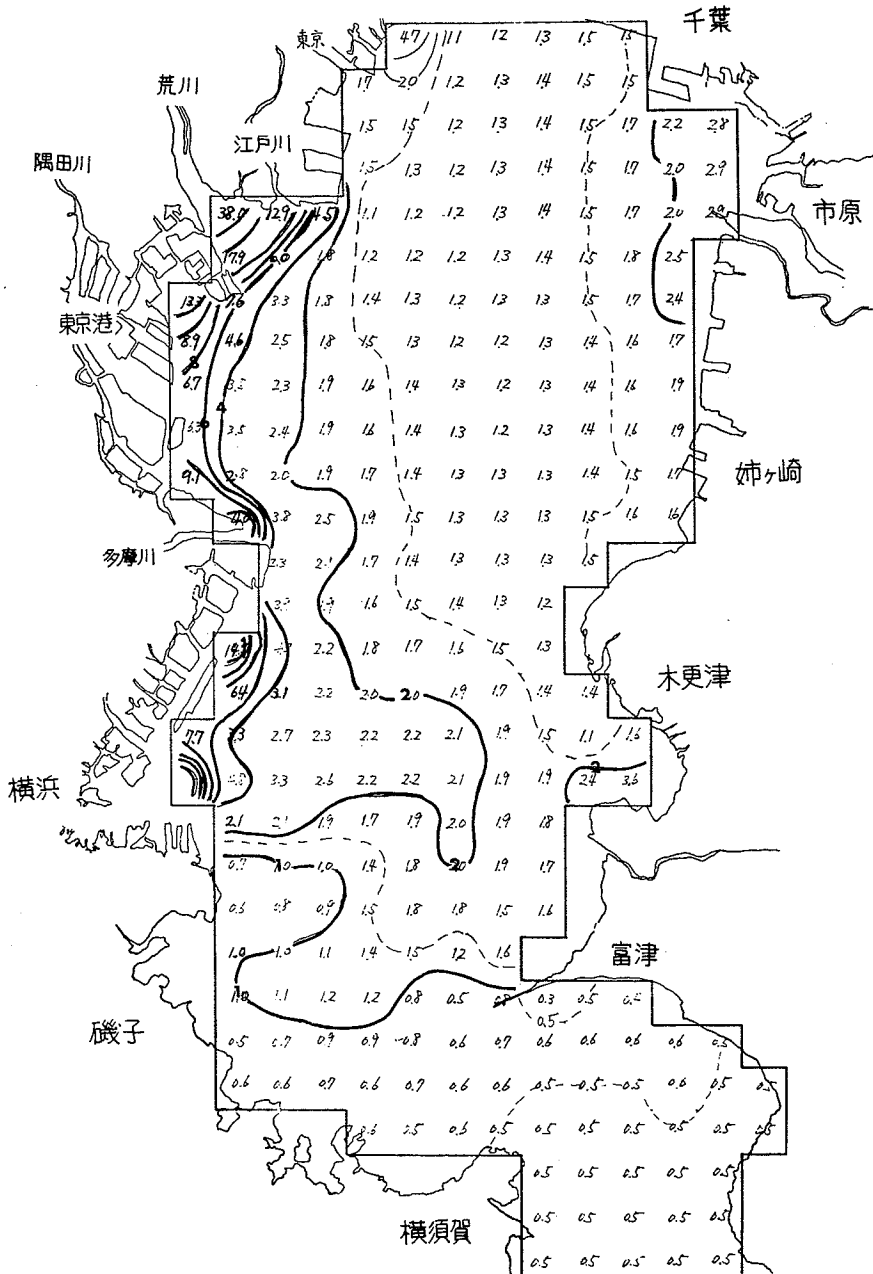
第1表 東京湾湾口における負荷収支（12時間あたり）

|         | 流 出                             | 流 入                             |
|---------|---------------------------------|---------------------------------|
| 流 量     | $1.356 \times 10^8 \text{ m}^3$ | $1.209 \times 10^8 \text{ m}^3$ |
| 陸 水 流 量 | $8.65 \times 10^7 \text{ m}^3$  | $7.79 \times 10^7 \text{ m}^3$  |
| BOD負荷   | 1,284 ton                       | 1,038 ton                       |
| COD負荷   | 1,190 ton                       | 931 ton                         |
| アルカリ法   |                                 |                                 |
| 酸 性 法   | 2,236 ton                       | 2,236 ton                       |

### 3. 水質汚濁の数値解析

流入汚濁負荷の推計は東京湾周辺を16ブロックに分け、COD（酸性法）として集計した。その結果千葉県から106 ton/日、東京都から475 ton/日、神奈川県から558 ton/日、計1100余 ton/日となった。計算モデルは東京湾を2Km間隔の格子に切り、湾内潮流と河川流入水を合わせて湾内の流動を求め、これに汚濁負荷を与えて求めるものである。

潮汐計算で横浜沖に漲潮時に時計回りの渦が形成されたが、これに汚濁負荷を与えて拡散計算を行った結果が第3図のようになり、西高東低型で横浜沖に高い値の水域の張り出しができ、湾央の値より高くなった。



第3図 COD計算濃度分布 単位 ppm

B case 1080 時間 7.9 潮時

## 4. 底 質

i) 一般項目 東京湾の土質は、沿岸部は砂質、沖合部は泥質である。強熱減量は、千葉から川崎方面にかけての湾奥部は10%以上の地帯となり、船橋沖を除いて8%以上の多有機質地帯となっていた。過マンガン酸カリ消費量CODは、やはり船橋沖を除いて10 mg O<sub>2</sub>/g (乾泥)以上となっている。一方硫化物は、東京沖が2 mg S/g (乾泥)と多く、水質の傾向と一致していた。また、船橋から千葉と姉ヶ崎から富津にかけての底質は、砂質で遠浅のため生物酸化が盛んで、これらの値は正常値に近いが、それ以外の地域は悪化していると言える。なお、神奈川県側は測点数が少なく、地域的傾向は不明であるが、底生生物の分布からして横浜、川崎沖はかなり悪化していると考えられる。

ii) 特殊項目 底質中の健康8項目のうち、総水銀、鉛、カドミウムおよびクロムの分布を示したのが第4図である。総体的にみると、一つの共通した濃度分布が現われている。すなわち、東京港付近からの大きな張出しと、それに引き続く湾西部沿いに湾口まで、湾東部、湾奥部に比し濃度の高い地帯のあることである。このような分布は、湾東部から湾奥部にかけての千葉県側の開発が比較的近年に行なわれはじめたのに対し、東京という大都市と、明治以来発展し続けてきた京浜工業地帯とが存在するためと考えられる。

iii) コアサンプル 底質の歴史を探るために、湾内の5地点で深度3~4 mのコアをとり、1 mおきに長さ20 cm分の泥を分析した。2, 3の例を除いて、重金属類は表層で高い値を示したが、深くなるにつれて低くなり、深層はクラーク数に近い値であった。

## 5. 生 物

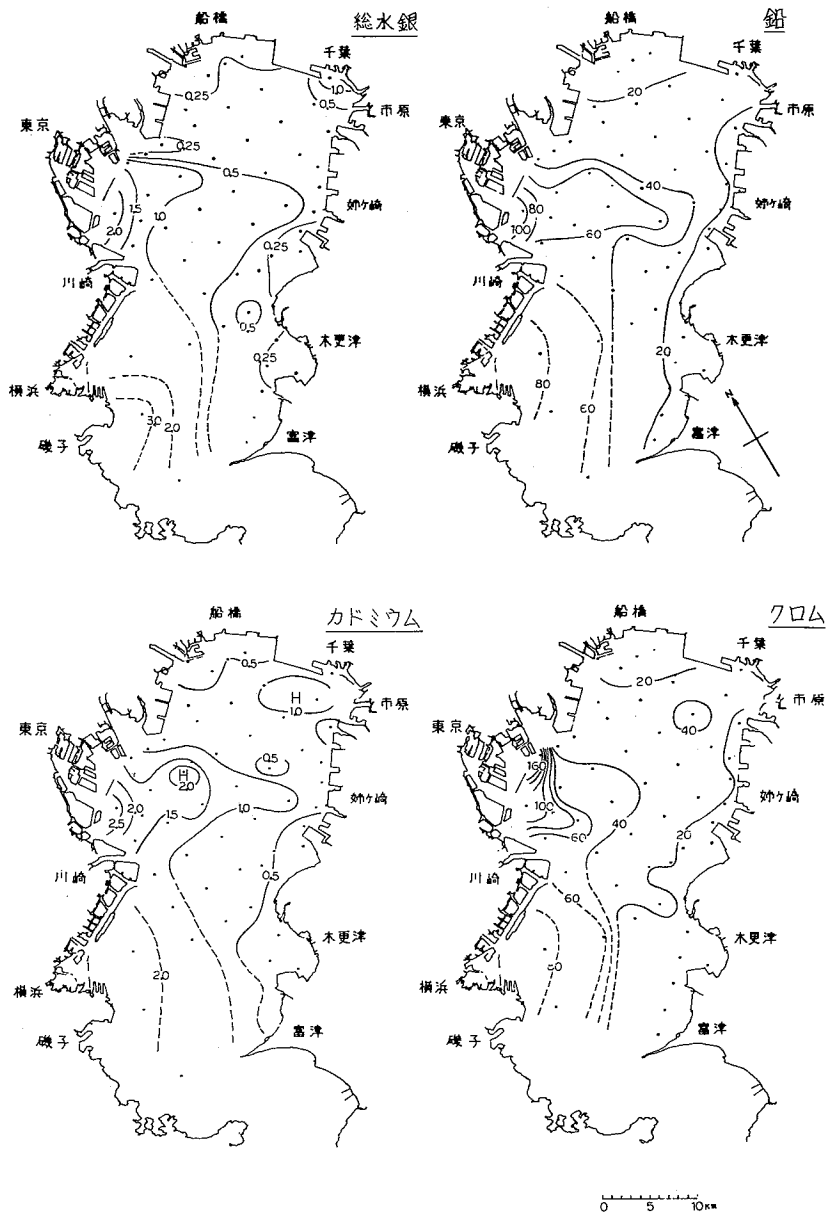
i) 植物プランクトン 海水をそのままホルマリン固定し、静沈させた総プランクトン量を海水10 lについてみると、第2表になる。この表に示されるように、年間を通じて5月が最も多く、又層別には大体上層が多い。

第2表 東京湾の総プランクトン容量 (ml/海水 10 l)

|     | 表 層<br>(0.5 m) | 中 層<br>(5 m) | 底 層<br>(海底上1 m) |
|-----|----------------|--------------|-----------------|
| 5 月 | 2.0~14.0       | 1.1~4.8      | 0.2~6.0         |
| 8 月 | 0.6~ 6.0       | 0.2~2.0      | 0.3~1.5         |
| 10月 | 0.4~17.4       | 0.4~13.8     | 0.1~9.2         |
| 2 月 | 0.9~ 4.6       | 1.2~4.2      | 0.5~6.6         |

この沈澱物中の優占種を季節的にまとめてみると、夏から秋にかけて *Thalassiosira mala* が最も優勢であり、秋には *Chlamydomonas* sp. さらに *Skeletonema costatum* が最も優占し、*Chaetoceros* が続く。春も *Skeletonema costatum* が優勢で、*Exuviaella marina*, *Chaetoceros* sp. が続く。夏季、千葉港沖で *Euglena* sp. も優占種として出現した。

総固体数をみると、5月には川崎沖に、8月には中の瀬付近を中心として南北に、10月に



第4図 底質（金属類）分布（昭和46年10月） 単位 ppm

はパッチ的に鶴見—木更津、袖ヶ浦沖あるいは姉ヶ崎沖に多数出現した。2月は大体均一で、中の瀬付近が比較的多かった。

- ii) 動物プランクトン 海底上1mから表層までネットによる垂直曳きの試料の沈澱量をみると、2月が最も多く、*Chaetoceros* sp.等の植物プランクトンが主体をなし、他の季節の2～40倍となっていた。なお、沈澱物の色は、2月緑色を、他は概して淡褐色を呈していた。

優占する動物プランクトンを季節的にみると、5月は単純で最も少ないが、川崎、横浜沖でTintinnidaが、東京沖、千葉県側では、Cyclopoidaが優占していた。8月はやや複雑で、千葉一姉ヶ崎沖でNoctilucaが他の地点ではCyclopoidaが優占的に出現していた。湾口から湾中央にかけて神奈川県よりMicrosetellaの出現が目立った。10月には、ほとんどの地点でCyclopoidaが優占的に出現し、これに次いでMicrosetellaも多かった。2月も全体にCyclopoidaが優占するが、姉ヶ崎沖ではMicrosetellaが優占していた。磯子沖と湾口部ではCalanoidaが比較的多く出現したが、湾中央部のプランクトン相は単純である。

iii) 底生生物 底泥中に生息する生物の季節変化をまとめると第3表のようになる。また10月における種類数の分布を図示すると第5図になる。

第3表 東京湾の底生生物

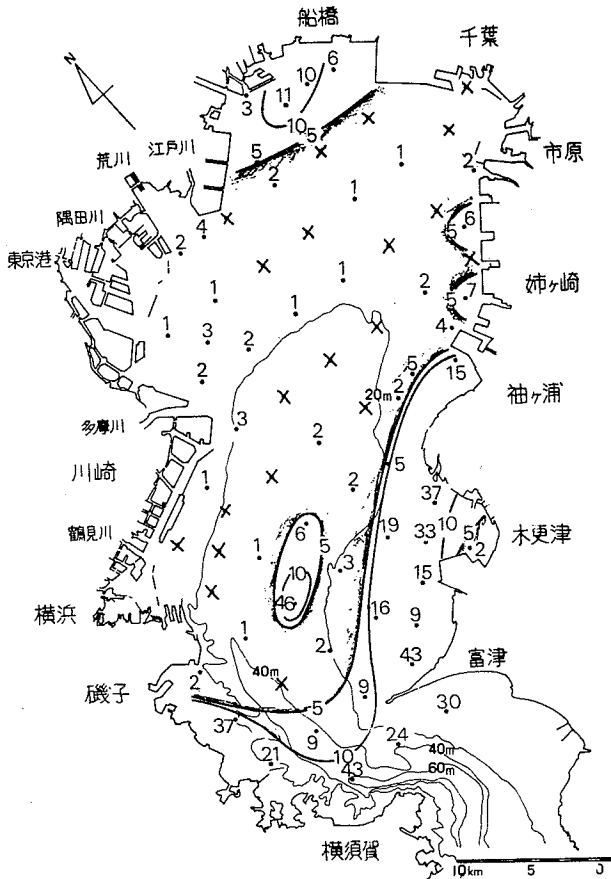
|            | 無生物<br>地 点 | 5種以下<br>の地点 | 出 現 し た 種 類 数 |     |     |     | 種 類 数<br>合 計 |
|------------|------------|-------------|---------------|-----|-----|-----|--------------|
|            |            |             | 多毛類           | 軟体類 | 甲殻類 | その他 |              |
| 5月(15地点)   | 1          | 6           | 42            | 10  | 5   | 7   | 64           |
| 8月(15地点)   | 7          | 3           | 45            | 2   | 4   | 6   | 57           |
| 10月(72地点)  | 20         | 18          | 63            | 16  | 5   | 7   | 91           |
| 2月(15地点)   | 1          | 10          | 47            | 12  | 8   | 9   | 76           |
| 年間計(117地点) | 24         | 37          | 71            | 19  | 11  | 11  | 112          |

無生物地点が1/4近く、また多毛類が総種類数の2/3以上占めていることからして、湾内の汚濁は著しいといえる。生物相の季節変化をみると、成層期が最も貧弱であるが循環期には豊かである。地域的には、千葉一市原から川崎―横浜にかけて無生物地帯あるいはそれに近い状態になっているが、袖ヶ浦から富津崎、船橋沿岸及び中の瀬付近は生物数は比較的多い。この分布は、強熱減量あるいはCODとある程度対応している。10月の総個体数と比較すると、強熱減量が10%以上の地区は10個体以下となっている。又CODとの相関は

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 20 mg O <sub>2</sub> /g 以上 | 総個体数10以下   |
| 10～20 mg O <sub>2</sub> /g | 総個体数10～100 |
| 10 mg O <sub>2</sub> /g 以下 | 総個体数200以上  |

のように一応の線がひける。

東京湾の大部分の地域は無生物環境に近くなっていることが明らかになったが、昭和42年10月に北森<sup>3)</sup>が61地点の調査を行っているので、その結果と比較してみると、次のように多数個体出現地域の減少が明らかとなっている。東京港付近、川崎沖、横浜港沖合は80個体以上生息していたが、4年間で10個体以下となっている。又姉ヶ崎、袖ヶ浦、あるいは富津の沿岸では80個体以上いたものが80個体以下に、10個体以上の地域も減少している。なお、船橋沖合、木更津沖合と中の瀬海域では、ほとんど変化が認められない。



第5図 底生生物種類数 (昭和46年10月)

### まとめ

以上のように東京湾の汚濁は、その地形が湾口がせまい袋状をしていることと、人口の集中と生活環境の変化、産業活動の発展にともなう都市排水、工場排水の流入量の増大によってもたらされたものである。以前のように澄んだ海に返すには、従来のCOD、BODの規制と共に繁殖しすぎているプランクトンを減少させるための対策をとる必要がある。後者の富栄養化の問題に対して、何をどれだけカットし、栄養塩濃度をいくらに設定したら良いかということは、未だ研究が十分進んでおらず、またその正解は簡単に求まりそうなものではない。したがって、修正することを前提

とした暫定目標水質を設定し、暫定水質にするための施策を行うと共に、最終的目標水質を達成するための栄養塩濃度を究明することに全力を投入する必要がある。

この調査は、一都三県公害防止協議会の東京湾部会として行なったものである。なお、生物については、植物プランクトンを横浜市立大学の福島博博士、動物プランクトンを都立衛生研究所の松本浩一博士、底生生物を立正女子大の井出嘉雄博士に調査検討をお願いした。

### 参考文献

- 1 千葉県内湾水産試験場報告。
- 2 宝月欣二(1972): 水質汚濁シンポジウム講演集。
- 3 北森良之助(1967): 海水汚濁防止技術。

## 4 伊豆近海における黒潮分枝流の動態

—1972年夏の観測および同時期発生 of 沿岸急潮を中心として—

石野 誠・大塚一志 (東京水産大学)

## 1. はじめに

黒潮分枝流 (黒潮系沖合水) の相模湾・東京湾・館山湾などへの急激な流入は、時として沿岸に敷設されてある定置網を流失させたり、破損させたりして、急潮災害を引きおこすことがある。軽度な場合でも、流水抵抗増大のため、「網揚げ不能」の原因となっていることも少なくない。また、1971年9月始め、主として太平洋岸にみられた異常潮位の一要因は、黒潮の接岸に伴うものと指摘されている。さらに本海域の漁況が、沖合水の流入によって強い影響をうけていることは、いまさらのべるまでもないことであるし、海洋汚染特に油污染域は、黒潮主軸の流路パターンと、分枝流の動態とに密接に関連していると指摘されている。

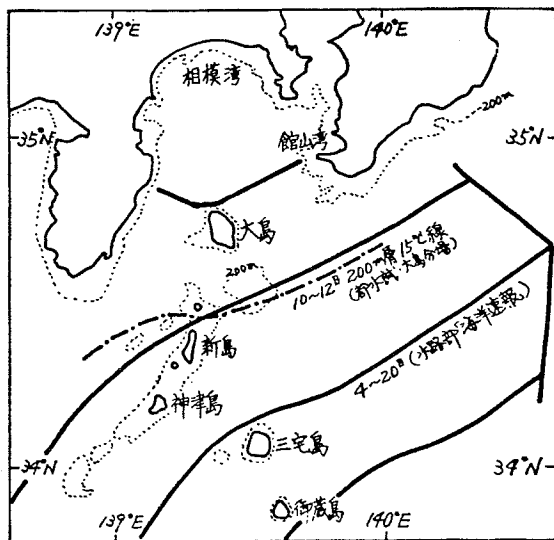
筆者らは、沿岸での諸現象に重大な影響をもつ黒潮分枝流の動態について、とくに短期変動の実体を把握する目的で、東京大学海洋研究所の淡青丸により、1972年7月14日～19日にかけて、GEK・BT観測を主体とした調査を実施した。調査対象海域は、第1図に示すとおりである。この結果に加えて、ほとんど同時期に実施された神奈川県水産試験場、および東京都水産試験場大島分場の沿岸域定線観測、ならびに各地の沿岸定地水温の記録など、関係資料を解析した結果を報告し、今後の問題点についても言及した。

これとは別に、1972年7月初旬および7月下旬の二度にわたって発生した、館山湾を中心とした東京湾口東部沿岸急潮について、聞きとり調査を実施したので、その結果についても報告する。

なお本研究の一部は、東京大学海洋研究所「共同利用研究淡青丸KT-72-9次航海」により、一部は文部省科学研究費によった。記して謝意を表するものである。また、東大海洋研究所の前田明夫氏および神奈川県水試の岩田静夫氏との共同研究の一部でもあることを記しておく。

## 2. 黒潮本流の流況と分枝流の動態

水路部刊行の「海洋速報」によれば、1972年7月前半の黒潮の流路は、



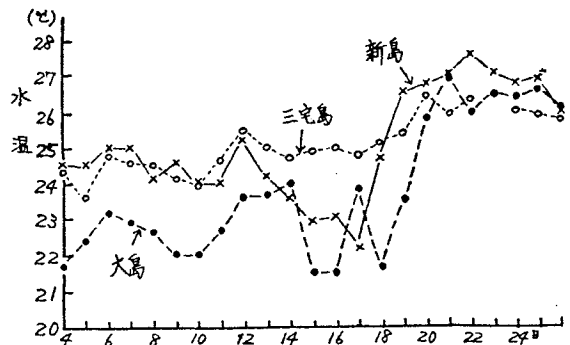
第1図 反復観測線および黒潮の流況  
(1972年7月)

その主流部が三宅島付近をとおり、流れのパターンは弱いB型と考えられた(第1図)。一方、東京都水産試験場の7月10日～12日にわたる観測結果によれば、200 m層における15℃線(第1図の鎖線)は、新島北方を通っており、黒潮の軸は非常に本土に接近していた模様である。いいかえれば、この時期黒潮の軸の位置は、短期間に南北へ遷移していたのであろうとの推察がなされる。新島で観測された沿岸水温の記録上(第2図)には、7月12日に一つの極大(25.2℃)がみられ、その後7月17日にかけて急激な降温現象(22.2℃)が認められている。黒潮の軸の接岸と、南方への転移に対応した沿岸水温の変動と解される。

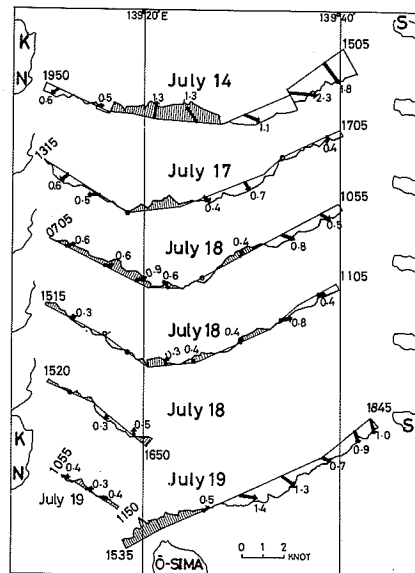
第3図は、房総半島南端部の洲ノ崎と大島北端部を結ぶ観測線、および大島北端と伊豆半島日蓮崎とを結ぶ観測線上で、GEKによって測得した流れの場の、時空間変動を示したものである。観測線は第1図に実線で示されている。第3図では船の針路と直角方向の流れの成分のうち、北向きの成分域を斜線で陰影を付し、南流成分域を白色で示してある。なお、太い実線でえがいた矢印は測得流を示している。

図に示されているように、淡青丸調査期間中、7月14日に流れは最も強く、逆に黒潮流軸の南下が示唆された7月17日・18日には、流速の減衰がうかがえ、大島や新島での沿岸水温の記録にみられる変動傾向との対応がみられる。これらの水温記録をみると、淡青丸調査終了直後、再び急昇傾向(5℃以上の昇温)を示していて、黒潮軸の本土沿岸への接近があったものと推定される。何れにしても、この時期の黒潮の主流(および分枝流)は、流路・流速ともに激しく変動していたものと考えられる。

また、この流れの場の変動状況を見ると、大島西水道を大島より相模湾へ流入し、東水道の洲ノ崎寄りから東



第2図 沿岸定置水温の変化  
(1972年7月4日～7月26日)

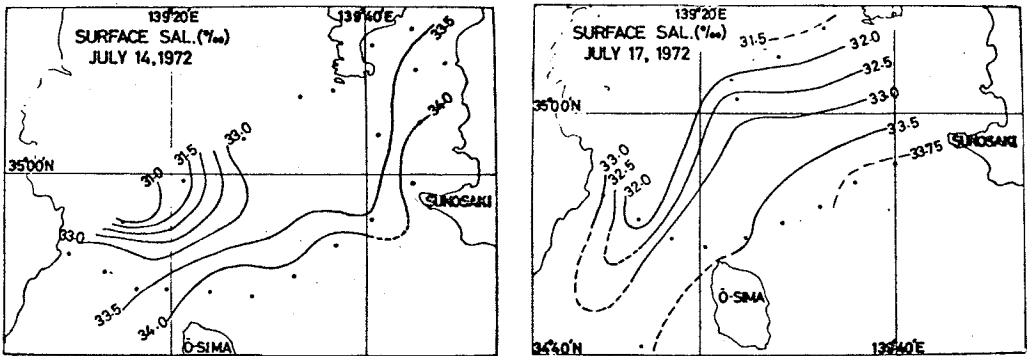


第3図 GEKによる表面流および進路に対する流速の直角成分(1972年7月)に  
K:川奈崎、M:日蓮崎、S:州崎

南方へと流出している一般的な流動傾向がみられ、これはあきらかに分枝流と認められるものである。なおこの流れは、流入が強勢な場合には流出も強勢であるし、逆の場合には流出も弱勢なようにみうけられる。流量もおそらく同じような傾向をもつものであろう。7月14日および17日の観測では、伊豆半島沿いの南下流が顕著であるが、黒潮本流が南退したと思われる18日には、西水道中央部には弱い南下流が、東水道には弱い北上流が認められて、この海域全般が不安定な流れの場を示していたと思われる。

### 3. 温度場と塩分場の変動

第4図は、7月14日および7月17日の両日の、表面塩分の分布図を対比させて示したものである。図にみられるように、当時の相模湾奥部には、極めて低鹹な表層水が拡がっていたことがうかがえる。調査に先だつ7月12日、神奈川県北西部の山間域には大量の集中豪雨があり、その排出水が湾内に流入し、湾奥表層水の塩分を低下させ、北西部寄りから南に張り出してきたものである。この低塩分水域は、分枝流の動きに対応して、7月14日には湾中央付近を南東向きに、また17日には西水道を伊豆半島沿いに、南西方向に拡張している。何れの場合もその舌状先端部では、大きな塩分傾度がみられる。



第4図 表面塩分の分布（上の図には神奈川県水試のデータを含む）

第5図は、BTの反復観測の結果から得た250m層以浅表層水の、時間的变化（14日から17日までの）を示したものである。この断面は第3図の観測線に沿うもので、 $(\theta_{17}-\theta_{14})$ で示してある。この図から、大島北方域50m層を中心とする降温現象と、洲ノ崎沖合の海面近傍、および西水道100m層の幾分かの昇温現象がみられる。とはいえ、一部を除き±1℃以内の変動であった。これらについての物理的な説明は充分にはなし得ないが、水平混合や鉛直混合が複雑に作用した結果であろう。流動・塩分などの短期変動調査を反復実施して、今後の研究課題の一つとしたい。



| 漁場名       | 発生月日                     | 発生状況                                                                                                                             |
|-----------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 波佐間       | 1972年7月1日<br>午前1～2時頃と推定  | 東向きの流れて沖網ほとんど全損。<br>垣網も東方に流された。網の一部は付近で発見されない。錨網まで東に流されて、網と共に丸まっていた。<br>大型イカリが折損。大型鉄製ブイが沈み、水圧で偏平となった。前日も潮早し。<br>沿岸の小網、潮は早いが異常なし。 |
| 見物        | 1972年6月30日<br>～7月1日      | 漁具に被害なし（小規模で沿岸よりに敷設）。<br>前日夕網（4時頃）以後潮が早まった。<br>波佐間定置の西の台がやや沈んでいたのを目撃した。                                                          |
| 鉞切<br>(香) | 1972年7月1日<br>早朝          | 東側の箱網その他を切損。込み潮に続く払い出し潮（船形方向に向う）による。<br>前日夕網時には流速は特に大きくなかった。波佐間からの情報で急潮発生を知った。                                                   |
| 洲ノ崎       | 1972年7月25～<br>26日<br>早朝? | 中層網。全体的に錨が移動した。東側上りのところのワイヤーが切断。道網の裾が切断した以外網地に被害なし。<br>払い出し潮（三崎方向からさし込んで岸に当たって出ていく潮）によって被害がでた。7月中旬の異常潮位以来、一般に潮が早いように思える。         |
| 富山        | 1972年7月26日<br>早朝         | 25日、潮は早かったが夕網をあげた。<br>26日朝網（4時頃出漁）に出て網の流出を知った。北側の端口の部分を約4分の1流失、行方はわからない。<br>錨、土俵には異常なし。逆潮（南下流）によるものと思うが不明。台風72-13号以降潮位は高い。       |

| 漁場名 | 発生月日                      | 発生状況                                                                                                                 |
|-----|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 勝山  | 1972年7月25日～<br>26日<br>夜～朝 | この頃、上げ潮（上り潮）下り潮（逆潮）共に強かった。25日の夕方、下り潮で張られて北側のロープが2本切断。26日朝、別のロープが切断した。<br><br>（他船の情報）イサギ釣漁船が2倍の重りをつけたが着底しなかった程潮が早かった。 |

急潮の発生は2回にわたっているが、地域的にも2つに分けられ、その一つは館山湾内漁場群、他の一つは館山湾口・富山・勝山漁場群となる。前者においては館山湾口を東進した後、鉾切漁場付近から北東へ払い出す強流によって、わずかな時間内に惹起されており、後者においては、東京湾東部に卓越した南北流に起因していることが知れる。

筆者らが調べた過去の館山湾急潮（1966年8月15日の例）では、1972年7月1日未明発生のもと全く同様の流れを伴うものであった。これに反して、7月26日急潮はいささかその様相を異にしていることが注目される。一般に、沿岸急潮の発生は、大潮時を中心とした日で、激しい向岸風したがって向岸流に伴って起ることが多く、この場合沖合流が接岸傾向にあって、それからの分枝流が向岸傾向にあることが、第一義的要因であると考えられてきている。すでに前節までにのべてきたように、1972年夏の豆南房総海域では、黒潮の離接岸が頻繁にくり返されていて、接岸時には相当量の沖合系水が沿岸域に輸送されていたものと考えてよい。

当時の気象状況を見ると、およそ次のようであった。

6月29日：東海上の低気圧からのびる前線が西にのび、現地では南南東の風5，30日：低気圧が日本海に入り東進、前線は北から南へ通過中、7月1日：前線は南岸にぬけ南よりの風の連吹があった。また、7月24日：日本海西部に台風9号があり、沖縄付近に台風7号があり、現地付近南南東の風5，25・26日にかけて台風はそれぞれ北上、南東の強風が連吹していた。一方、7月25日は月令14.3で大潮にあたっていたが6月27日が満月であったため、7月1日の急潮発生時には中潮にあたっていた。これらの諸条件に加えて、7月中旬には異常潮位が続いていた。

上述したような諸条件のもとで、1972年7月には、初旬・下旬の2回の急潮が、それぞれ別の水域に、異った日におきている。しかもそのうち一回は従来とは異った起り方で急潮発生がみられたことは、極めて興味深いことである。発生の機構については、必ずしも満足のいく説明をなし得ないが、少なくとも7月初旬の急潮には南風の連吹が、下旬のものには南風の連吹と大潮とが、向岸傾向にあった黒潮分枝流の挙動に大きな効果を与えた結果と考えてよさそうである。現在、関連資料の収集を得、解析を進めている。

##### 5. 今後の課題

本海域での黒潮分枝流の発達について、筆者の一人大塚は、沿岸での日平均潮位の変動を用い

て研究した結果、遠州灘沖に冷水塊をもつような黒潮流路（B型）に対応して、分枝流が最も発達することを報告している。このような発達には、A型冷水塊をもつ場合、その東方を迂回して後北上する黒潮流型からも、同じように期待されよう。黒潮が本州南岸沿いに流れている場合、すなわちN型の場合には、前述した日平均潮位解析からは、分枝流の発達は比較的少ないとも大塚は推論している。とはいえ、N型の場合に、分枝流の発達が全くなかったということ意味するものではない。黒潮本流が伊豆海嶺を横切る場合、流れに発散がみられることが多く、この場合北よりの分派が、ここで取り扱った意味での分枝流としての動態を示す可能性は強い。したがって、今後はこのような観点からの分析も試みたい。なおこの場合、分枝流の実体の把握が問題となるであろう。現在までのところ、黒潮分枝流に対する概念規定は、必ずしも充分とはいえない。その特性、例えば温度・塩分・流動などに関して、定量的な取り扱いが可能な程に、詳細な解析はなされていない。今後これらの問題を整理した上で、時空間的変動の問題を取り扱っていきたいものである。

黒潮本流からの分岐、相模湾系水・東京湾系水・駿河湾系水などのかかわり合い、或いは下方の中層水との混合、特性の変質の過程とその度合いの量的な把握は可能なかどうか。またどのような因子を用いれば把握可能なのかということも重要な問題である。分枝流の持続性、あるいは安定性を究明することは、沿岸漁海況への影響予測の上では重要な研究課題である。調査方法や手段、調査の時空間的配置は、特に重要である。測定しようとする現象の、時空間スケールに応じた方法がとられるべきであることはいうまでもない。特にモニターリング・ブイの開発設置が切望される。

#### 参 考 文 献

- 石野 誠・大塚一志他（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）．
- 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）．
- Ishino, M. and K. Otsuka (1969) : On the coastal "Kyuchō", a catastrophic influx of offshore water from the Kuroshio. The Kuroshio, East-West Center Press.
- 二谷頼男（1969）： 最近数年の黒潮の変動について．水産海洋研究会報，14．
- 上原 進（1965）： 相模湾の海況について．水産海洋研究会報，6．
- 吉田昭三（1961）： 黒潮短期変動調査報告．水路要報，65．
- 大塚一志（1972）： 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．水産海洋研究会報，20．