

## 紀伊水道域における海況の短期変動に関する研究

山田 久・坂本久雄・久岡 実

### Short Period Fluctuation of the Oceanographic Condition in the Kii Strait.

Hisashi YAMADA, Hisao SAKAMOTO and Minoru HISAOKA

The marine environment in the strait area is influenced by the strength of oceanographic conditions of the outside water masses of the strait. In the Kii Strait, it is supposed that the oceanographic conditions are also affected by the movements of water mass originating from the Seto Inland Sea, Pacific Ocean and rivers. The Seto Inland Sea is polluted or eutrophicated today, and the occurrence of red tide is occasionally observed at the western part of the Kii Strait where the polluted inland sea water flows in. In this case, it is necessary firstly to clean up the Seto inland sea and secondly to clarify the distribution of water masses and the temporary fluctuating oceanographic conditions by making the surveys at the Kii Strait area. The object of this paper, therefore, is to determine the location of water masses in the Kii Strait area, and to discuss the area influenced by the water flowing in from the Seto Inland Sea. The temporary fluctuation of the oceanographic conditions is also discussed by relating to the tidal current.

The two oceanographic surveys carried out: 11th-16th, Nov., 1973 and 13th-22nd, June, 1974. Four research vessels were engaged in the survey and the observations were repeated six times at high tide in the first survey and three times at low tide in the second at each station. The data obtained in the two surveys are summarized in the five items below.

1. The inland sea water deriving from Harima Nada, Osaka Bay and the rivers were located in the western part of the Kii Strait. On the other hand, the oceanic water occupied the eastern part of the Kii Strait. The inflows of the oceanic water were also observed at the western and the central part in the off of the Kii Strait, and the latter inflow was predominant.

2. The low salinity of 26‰ was observed in the western part of the strait in June, 1974 when the survey was carried out after a rainfall. It was caused by the water which flowed out from the rivers.

3. The transparency was low, and DIN and the content of chlorophyll a were high in the low salinity water mass at the western part mentioned above.

4. The observed salinity and DIN at the low and high tide show that the oceanic

water was distributed more to the northern area at high tide than at low tide. At low tide, the inland sea water was observed at the central part of the strait. It is obvious from the vertical distribution of salinity and DIN at the various vertical sections along the south-north line that the oceanic water flowed into the strait in the bottom layer, and the inland sea water flowed out the upper layer.

5. The distribution of salinity and DIN fluctuated daily even in the short period surveys. Viewing the temporary fluctuation of this distribution pattern, it is concluded that the variation of marine environments in the Kii Strait result mainly from the tidal current.

一般に水道域は異なる水塊が混合し海洋構造が複雑に変化する。海域環境の変化はいくつかの水塊の消長に左右されている。瀬戸内海と太平洋を結ぶ紀伊水道も例外ではない。

紀伊水道の隣接海域の内海（大阪湾、播磨灘）では、汚染、富栄養化が著しく進行しており、その影響は紀伊水道にも波及し、水道域でもしばしば赤潮の発生が観察される。そこで、内海の汚染の浄化機構の解明のためのみならず、水道域の水質汚染の対策のためにも水道域での内海系水の影響範囲、外海系水の流入、混合の実態、さらに、短期的な海洋構造の変化を明らかにすることは重要である。すでに、紀伊水道の海況に関しては詳細な報告があるが<sup>1)2)</sup>本研究では、紀伊水道及び隣接海域での水塊の配置、海況の短期変動を潮汐との関連において考察した。さらに、全無機態チッソ（以下DINと略す）と塩分の分布から内海系水の影響範囲等についても検討したので報告する。

本研究は科学技術庁、特別研究促進調整費による紀伊水道に関する総合研究<sup>3)</sup>の一環として行ったものである。

本研究をまとめるにあたって御指導、校閲していただいた近藤正人海洋部長、内海資源部長、多々良薫博士並びに海洋部、漁場保全研究室長、村上彰男博士に深謝する。また、試料採集に御協力して下さった南西海区水産研究所、和歌山、徳島両県水産試験場の調査員各位、しらふじ丸、こたか丸（南西海区水産研究所所属）、とくしま（徳島県水産試験場所属）、さい（和歌山県水産試験場所属）の各調査船乗組員に感謝する。

## 調査および方法

### 調査

調査は2回行った。第1回は1973年11月11日～16日（月令16.0～21.0）の大潮から小潮に向う時の高潮時を中心に、第2回は1974年6月13日～22日（月令21.3～1.9）の小潮から大潮に向う時の低潮時を中心にそれぞれ Fig. 1. に示す観測点で観測した。水道域の調査は4隻の調査船でD. E. F. G. の各定線を同時に行い、1973年には各定線を1日1回、6日間連続して反復調査した。1日目には各定線の st. 1で、2日目には st. 2で3日目には st. 3で、4日目には st. 4で、5日目には st. 5で、6日目には st. 6でそれぞれ高潮時に観測できるように4隻の調査船を運航した。すなわち、第1回の調査では高潮時の海況の概要が把握できる。1974年には1日1回、3日間連続して反復調査した。毎回の観測で1観測点で低潮時に観測できるように4隻の調査船を運航した。すなわち、第2回の調査では低潮時の海況概要が把握できる。これらの調査の実施概要を Table 1. に示す。表中のアンダーラインは高潮時、低潮時における観測を示す。

試水はナンゼン転倒採水器で表層、10m、20m、30m、50mの各層および底層の基準層より採水した。クロフィル測定用試料は、試水を採水後船上でガラス繊維沓紙（Whatman GF/F）を用いて沓過し、乾燥状態で-20°Cで保存した。

水温は転倒温度計、透明度は直径30cmのセッキ板を用いて測定した。

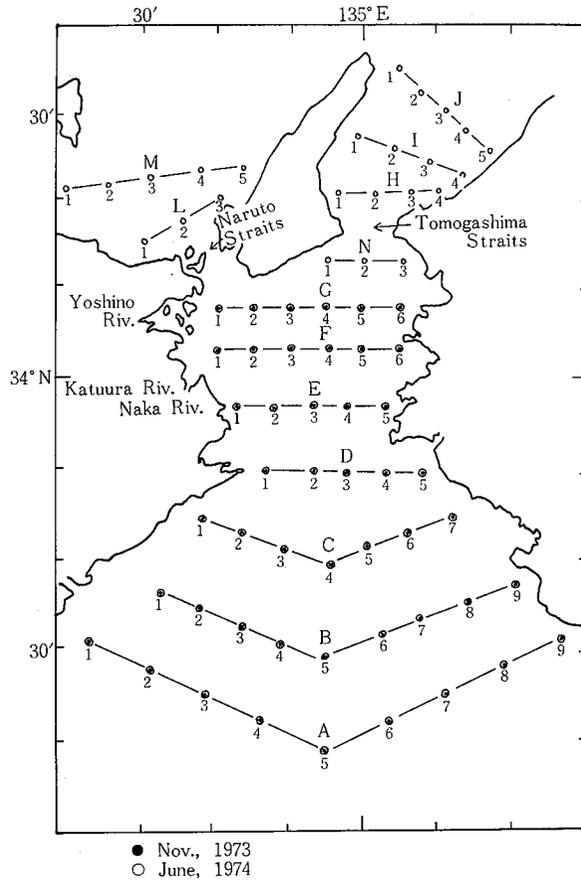


Fig. 1. The location of stations.  
 ●; 11th-16th, Nov., 1973.  
 ○; 13th-22nd, June, 1974.

#### 分析方法

塩分：銀滴定法，サリノメーター

クロロフィル：分光光度法<sup>4)</sup>

栄養塩：採水後直ちに凍結保存した試水を解凍後，*Millipore HA* (pore size 0.45 $\mu$ ) 濾紙で濾過後，次の方法で分析した。

$\text{NH}_4\text{-N}$ は Indophenol 法， $\text{NO}_2\text{-N}$ ， $\text{NO}_3\text{-N}$ ， $\text{PO}_4\text{-P}$ は，STRICKLOND, J. D. H. and T. D. PARSONS<sup>4)</sup> の方法に準拠し，テクニコン社製のオートアナライザーを使用して分析した。

COD：水質汚濁調査指針のチッ化ナトリウムを用いる方法<sup>5)</sup>で測定した。

Table 1. Date and time of oceanographic observations.

Year. Month	Date	Stations																									
		G					F					E					D										
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5			
1973	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nov.	13	08:51	09:45	<u>10:37</u>	11:45	12:33	13:16	08:52	09:55	<u>10:58</u>	11:45	12:37	13:37	09:06	09:42	<u>10:42</u>	11:30	12:07	09:37	10:19	<u>10:50</u>	11:38	12:22	—	—	—	—
	14	08:48	09:30	10:07	<u>11:36</u>	12:31	13:13	08:50	09:39	10:29	<u>11:37</u>	12:21	13:09	09:23	09:58	10:34	<u>11:35</u>	12:23	09:18	09:58	10:45	<u>11:40</u>	12:15	—	—	—	—
	15	09:17	09:58	10:33	11:25	<u>12:15</u>	13:05	09:01	09:50	10:34	11:18	<u>12:20</u>	13:07	09:33	10:06	10:41	11:16	<u>12:17</u>	09:29	10:05	10:42	11:20	<u>12:20</u>	—	—	—	—
	16	09:20	09:58	10:38	11:22	12:02	<u>13:00</u>	09:05	09:59	10:43	11:29	12:22	<u>13:10</u>	09:52	10:25	11:02	11:36	<u>13:09</u>	10:13	10:50	11:34	12:10	<u>13:10</u>	—	—	—	—
1974	19	09:45	10:30	<u>11:19</u>	12:10	12:55	13:38	09:25	10:40	11:38	12:32	13:24	14:22	<u>11:05</u>	11:46	12:27	13:06	13:45	<u>11:10</u>	11:50	12:31	13:15	13:56	—	—	—	—
June	20	09:39	10:18	10:56	<u>11:54</u>	12:48	13:44	08:47	09:44	10:33	<u>12:02</u>	13:04	14:06	10:20	10:50	<u>12:08</u>	12:50	13:30	10:23	11:03	12:10	12:52	13:35	—	—	—	—
	22	09:43	10:22	11:03	11:45	12:30	<u>13:30</u>	08:50	09:40	10:29	11:18	12:07	<u>13:39</u>	10:20	10:52	11:25	12:00	<u>13:36</u>	10:56	11:38	12:19	12:59	<u>13:55</u>	—	—	—	—

The underline means the surveys at low and high tide.

## 結果 および 考察

### 海況の一般概要

1974年（第2回調査）の紀伊水道および隣接海域のT-Sダイアグラムを Fig. 2. に示す。この図より紀伊水道および隣接海域の水塊を次のように大きく区分できる。

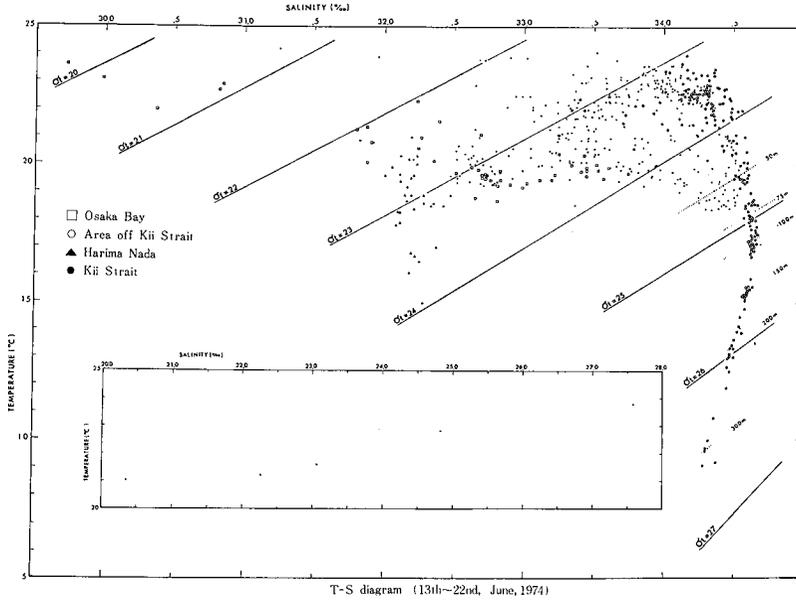


Fig. 2. The T-S diagram in the Kii Strait and adjacent region. (13th-22nd, June, 1974.)

- (1) 内海系水：塩分33.0%以下であり、紀伊水道の徳島県沿岸、大阪湾、播磨灘に分布する。なかでも塩分の著しく低い沿岸河川系水は大阪湾東南部沿岸と徳島県沿岸にみられる。
- (2) 紀伊水道系水：塩分33.0~33.8‰、水温、19.5~23.0°Cで特徴付けられる。紀伊水道の中央より東側、水道沖合の四国沿岸域に分布する。また大阪湾の底層にもみられる。
- (3) 外海系表層水：塩分が33.8~34.6‰、水温18.5~24.0°Cを示し紀伊水道沖合の東部から西部南寄りの水域の50m以浅および紀伊水道内の底層に分布する。
- (4) 黒潮系水：塩分が34.6%以上で特徴付けられる水塊で水道沖合域の水深50m以深に分布する。

対象海域の水温、塩分、透明度、COD、DIN、PO<sub>4</sub>-P、クロロフィルの分布を第1回調査については、それぞれ、Fig. 3., Fig. 4., Fig. 5., Fig. 6. 第2回調査については、それぞれ、Fig. 7., Fig. 8., Fig. 9., Fig. 10. に示す。これらの図より明らかなように、水道西部には内海系水（含河川水）に由来する低塩分、低水温、で透明度の低い水塊が分布し、水道東側には高水温、高塩分で透明度の高い外海系水が分布する。第2回調査では吉野川、那賀川河口域で塩分26‰以下の低塩分の水塊が存在するが、これは調査開始前日まで降り続いた雨による河川水の増加によるものと思われる。紀伊水道域には吉野川、那賀川、勝浦川などの河川が流入する。1960年から1968年の9年間の平均流入量は、吉野川 139 m<sup>3</sup>/sec、那賀川、67 m<sup>3</sup>/sec、勝浦川、21 m<sup>3</sup>/secであり<sup>1)</sup>、水道西部水域への河川水の流入量は平均値として 230 m<sup>3</sup>/secに達する。従って、水道西部に分布する低塩分水塊は内海系水と河川水の両者によって涵養されたものと考えられる。外海系水は水道沖合の四国沿岸と中央部から流入する傾向がみられる。一般に、東京湾口域、豊後水道<sup>6)</sup>、紀伊水道のように背後に閉鎖的な海域を持ち外海に向かって開口している水域では、コリオリの力が作用して、北半球では流入する外海系水は東寄りに卓越することが認められている。<sup>7)</sup> 今回の調査においても、特に第1回調査の水温、塩分、透明度の分布から明らかなように、外海系水は紀伊水道沖合域の中央部を経

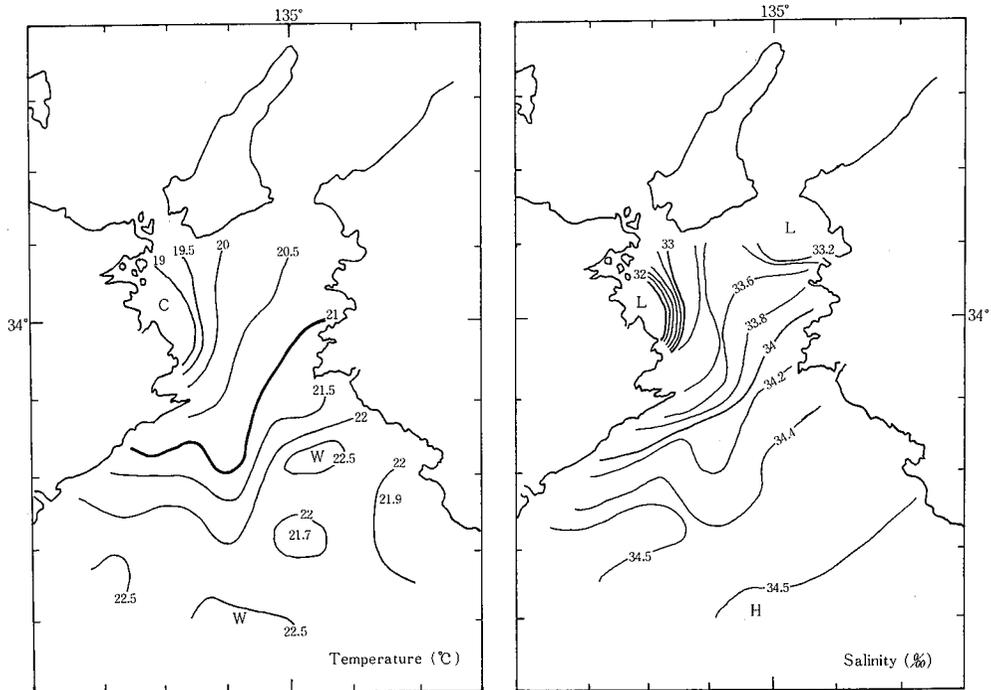


Fig. 3. The distribution of temperature (°C) and salinity (‰) at surface in the Kii Strait and adjacent region. (11th-16th, Nov., 1973.)

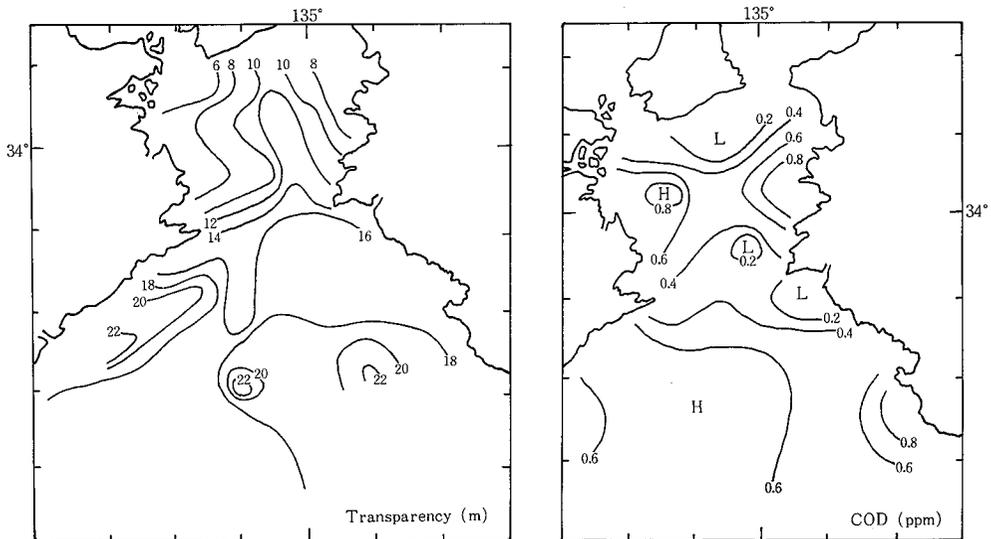


Fig. 4. The distribution of transparency(m) and COD(ppm) in the Kii Strait and adjacent region. (11th-22nd, Nov., 1973.)

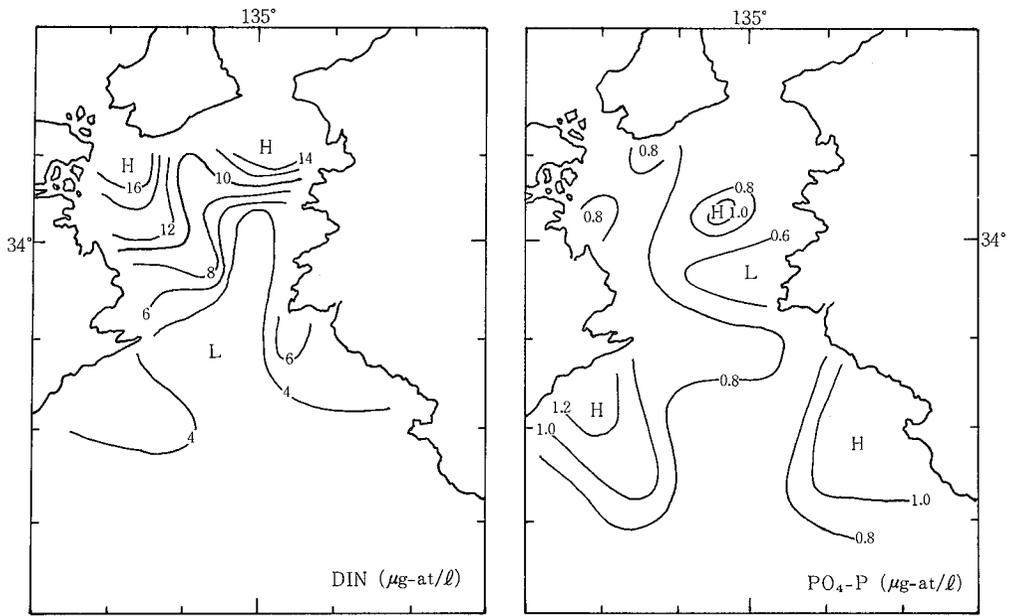


Fig. 5. The distribution of the mean value of DIN and  $PO_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the Kii Strait and adjacent region. (11th-22nd, Nov., 1973.)

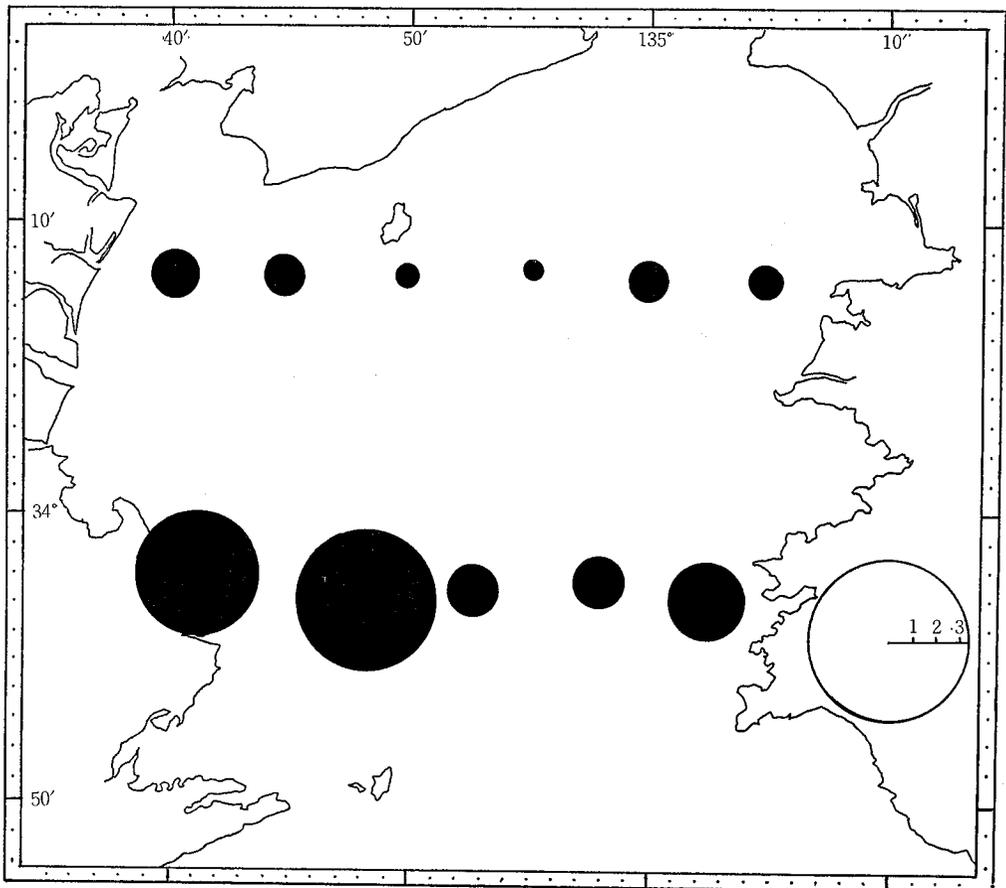


Fig. 6. The distribution of chlorophyll a ( $\text{mg/m}^3$ ) at surface in the Kii Strait. (11th-22nd, Nov., 1973.)

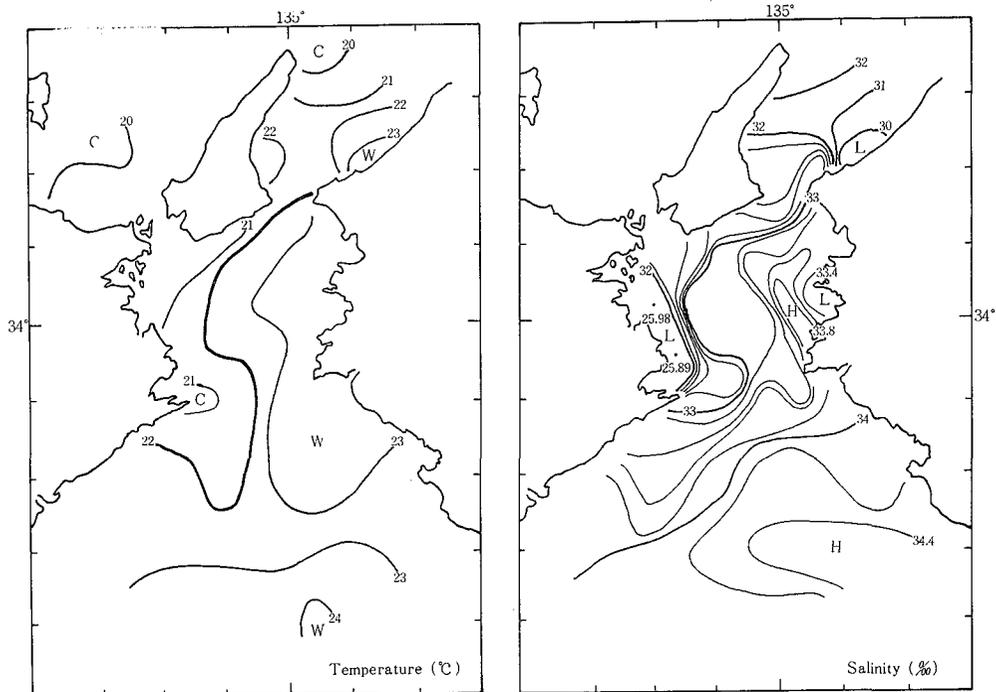


Fig. 7. The distribution of temperature(°C) and salinity(‰) at surface in the Kii Strait and adjacent region. (13th-22nd, June, 1974.)

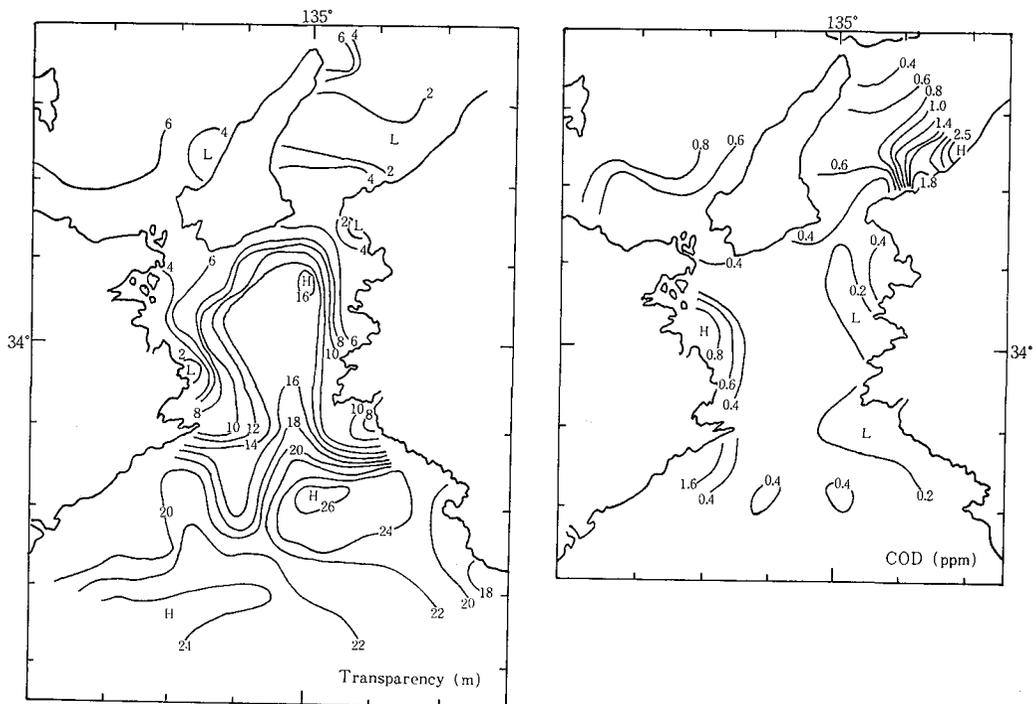


Fig. 8. The distribution of transparency(m) and the mean value of COD(ppm) in the Kii Strait and adjacent region. (13th-22nd, June, 1974.)

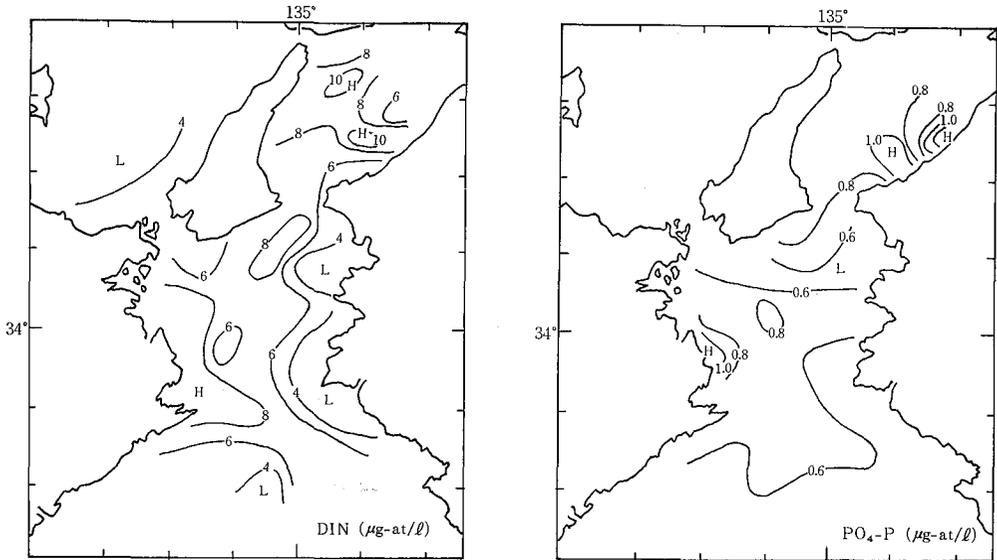


Fig. 9. The distribution of the mean value of DIN and  $\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the Kii Strait and adjacent region. (13th-22nd, June, 1974.)

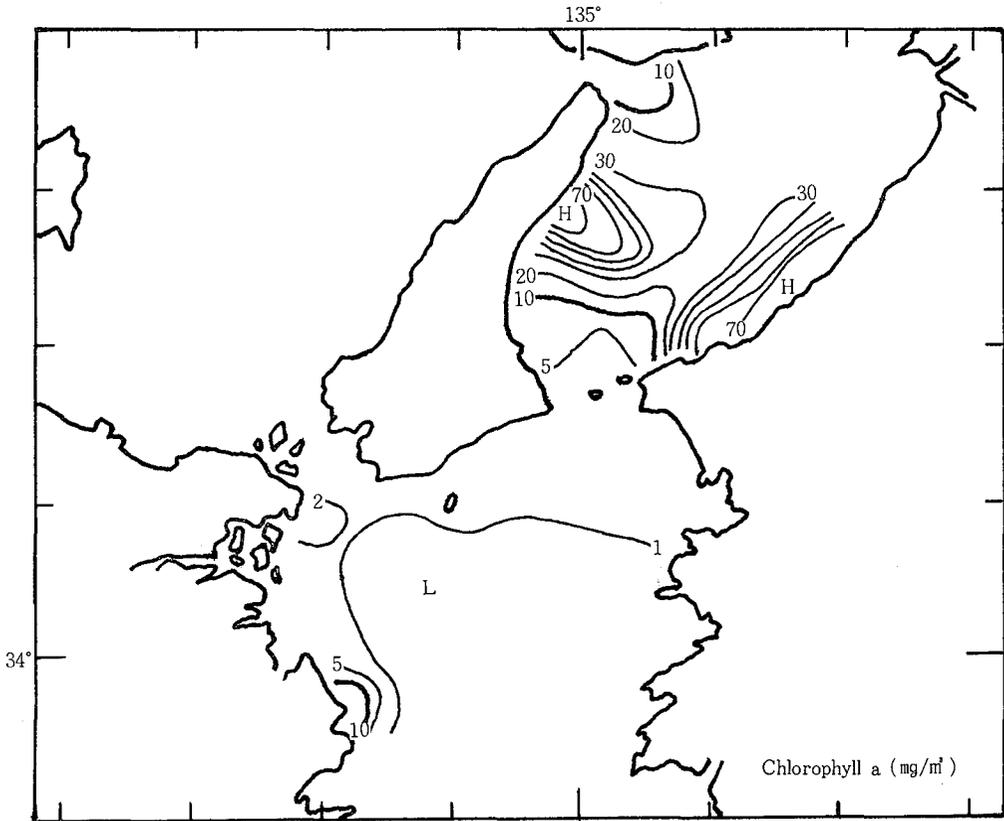


Fig. 10. The distribution of chlorophyll a ( $\text{mg/m}^3$ ) at surface in the Kii Strait and adjacent region. (13th-22nd, June, 1974.)

て紀伊水道域の東寄りを北上していることが知られる。

CODの等量線の分布は複雑であるが、第1回調査では水道域の北部と南部では0.4ppm以下を示し、中部と水道沖合で0.6~0.8ppmという比較的高い値を示す。一方、第2回調査では、水道域の中央部と沖合域では、0.2~0.4ppmが観測されるのに対し、徳島県沿岸域では、0.8ppm以上である。大阪湾では0.6ppm以上であり、特に泉州沖には1.0ppm以上の値が得られ、しかも最高値は2.5ppmで、海域における水産環境水質基準<sup>8)</sup>を超える。この海域では汚染が著しく進行していると言えよう。

DINはおおむね水温、塩分からみた水塊配置と一致した分布型を示す。すなわち、低塩分の徳島県沿岸水域では $16\mu\text{g-at/l}$ と高く、水道中央部および沖合域では $4.0\mu\text{g-at/l}$ 以下である。また、第2回調査では全体的にDIN濃度は小さくなり水道内では $10\mu\text{g-at/l}$ 以上の値はみられない。大阪湾では全般的に紀伊水道に比較して高く、 $10\mu\text{g-at/l}$ 以上の水域がみられる。

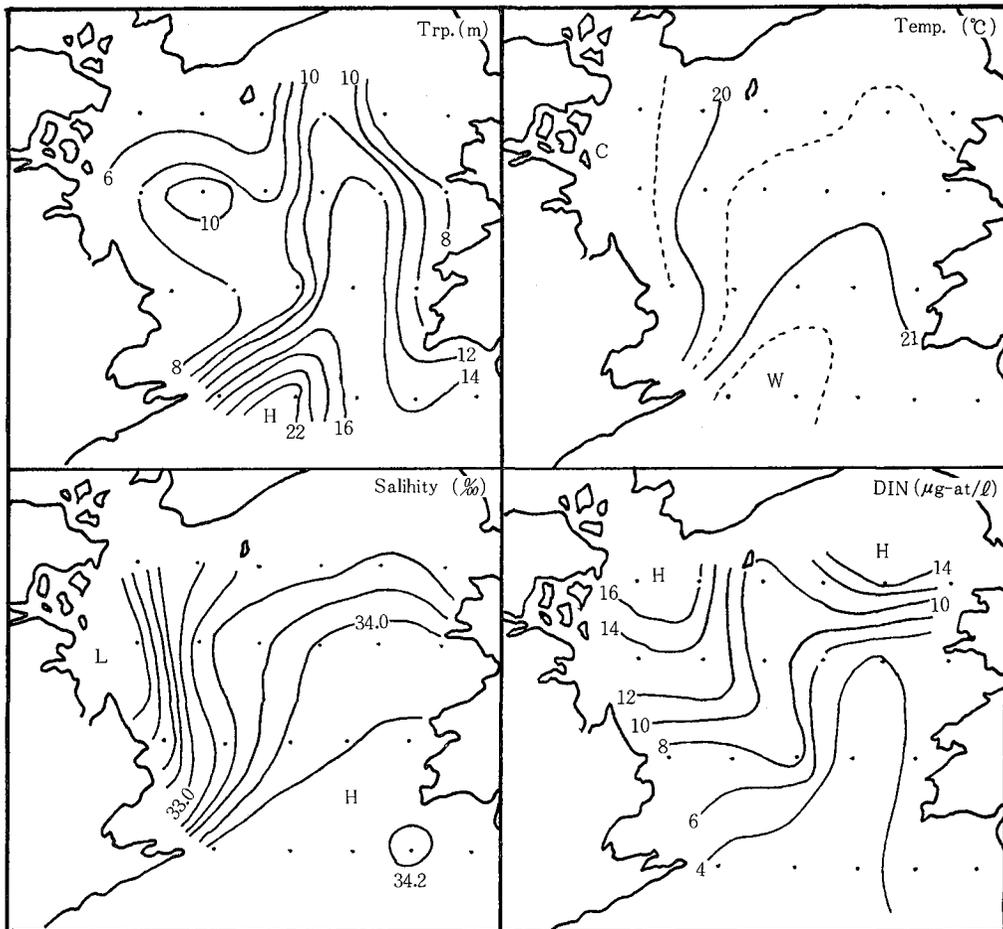


Fig. 11. The distribution of transparency(m) and the mean value of temperature( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity( $\text{‰}$ ) and DIN( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the Kii Strait at high tide. (11th-16th, Nov.,1973)

PO<sub>4</sub>-Pの分布は、DINの分布とは異って、水温、塩分からみた水塊配置とは必ずしも一致しない。第1回調査では水道沖合域の四国沿岸に1.2μg-at/l以上、和歌山県沿岸に1.0μg-at/l以上という比較的高濃度水域がみられる。これらの海域は南西水研<sup>3)</sup>が指摘する下層水の湧昇域にあたる。このような水域では生産性が高く、幼稚子の好適生育場として評価されよう。第2回調査では、DINと同様に、PO<sub>4</sub>-P濃度は全般的に減少する。水道内の那賀川河口域では1.0μg-at/l以上の水域がみられる。大阪湾では全体的に紀伊水道域より高く、0.8μg-at/l以上で、泉州沖合では1.0μg-at/l以上である。このように、PO<sub>4</sub>-Pでは紀伊水道と大阪湾との水平差がDINにくらべると大きくない。

栄養塩類は非保存性成分であり、その分布は必ずしも水温、塩分によって区分される水塊の分布と一致するとは限らない。今回の調査では、DINの分布はPO<sub>4</sub>-Pに比較して水塊の分布とよく一致する。このような分布の相違は、リンがチッソに比べ代謝速度の速いことによるものと考えられる。

クロロフィルの分布は水道の西部沿岸で高く東部で低い。特に第1回調査では那賀川河口域で4mg/m<sup>3</sup>以上である。第2回目調査では那賀川河口域で10mg/m<sup>3</sup>以上である。一方、大阪湾では調査時に赤潮が発生し

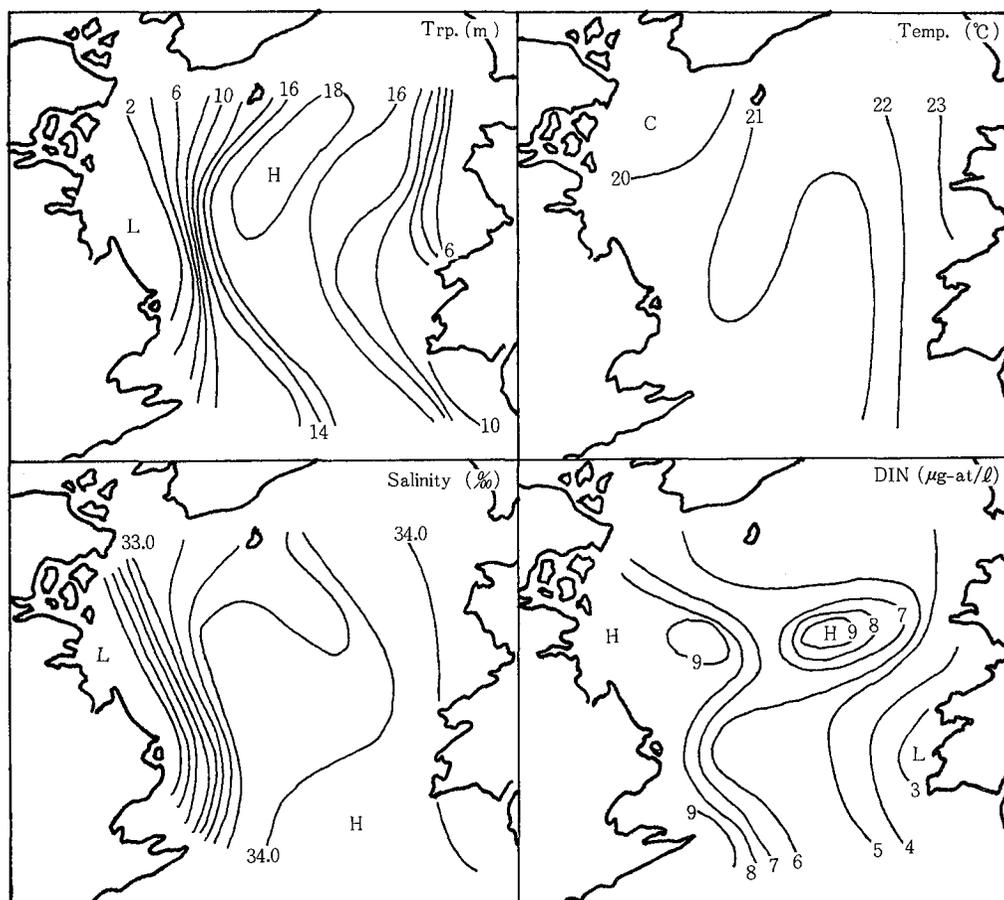


Fig. 12. The distribution of transparency(m) and the mean value of temperature(°C), salinity(‰) and DIN(μg-at/l) in the Kii Strait at low tide. (13th-22nd, June, 1974.)

ており、 $70\text{mg}/\text{m}^3$  以上の水域もみられた。季節的には第1回より第2回が高く、春から初夏のプランクトン増殖期に入っていることを示すものと思われる。DINは一般に春から夏にかけて低下し、秋から冬に増大するが、今回の調査でも、DINは第1回に比較して第2回が低く、植物プランクトンの増殖に利用されていることが推察される。

#### 海況諸要素の潮時別分布

高潮時（1973年11月）、低潮時（1974年6月）の透明度、水温、塩分、DINの分布をそれぞれ Fig. 11., Fig. 12. に示す。海況の概要の項で述べたように、紀伊水道の西部に内海系水及び沿岸水が、東部に外海系水が分布するという水塊配置には変化がない。低潮時には高潮時に比較して両水塊の潮境は明瞭になり、内海系水は主として水道西部の四国沿岸を南下することが明らかである。低潮時の塩分、DINの分布をみると、塩分 $33.8\text{‰}$ 、DIN  $6\mu\text{g-at}/\text{l}$  の等量線が水道中央部まで舌状に延び、内海系水が一部水道中央部に流出していることが推察される。また、高潮時DINの分布からもうかがわれるように、友ヶ島水道を經由する大阪湾からの海水はそのまま南下せずに、淡路島南岸沿いに南西方向に指向しており、このために定線G付近を中心にはほぼ東西に走る顕著な不連続帯が形成されている。すでに村上<sup>1)</sup>が指摘しているように、水道東部を北上する外海系水の影響を受け、友ヶ島水道に由来する内海系水も水道西部に移動し、徳島県沿岸水と混合しながら、徳島県沿岸域を南下し、外海域へ流出するといった海水の流動が考えられる。

Fig. 13. には高潮時の各定線での水温、塩分、DINの鉛直分布を示す。定線Gでは、st. 1., st. 2. の観測は欠けているが、水道東部水域の表層には大阪湾に由来する低塩分でDINの高い内海系水の張出しがみられる。一方、st. 5., st. 6. の底層には塩分 $34\text{‰}$ 以上の水塊（外海系水）の流入も観察される。定線Fで

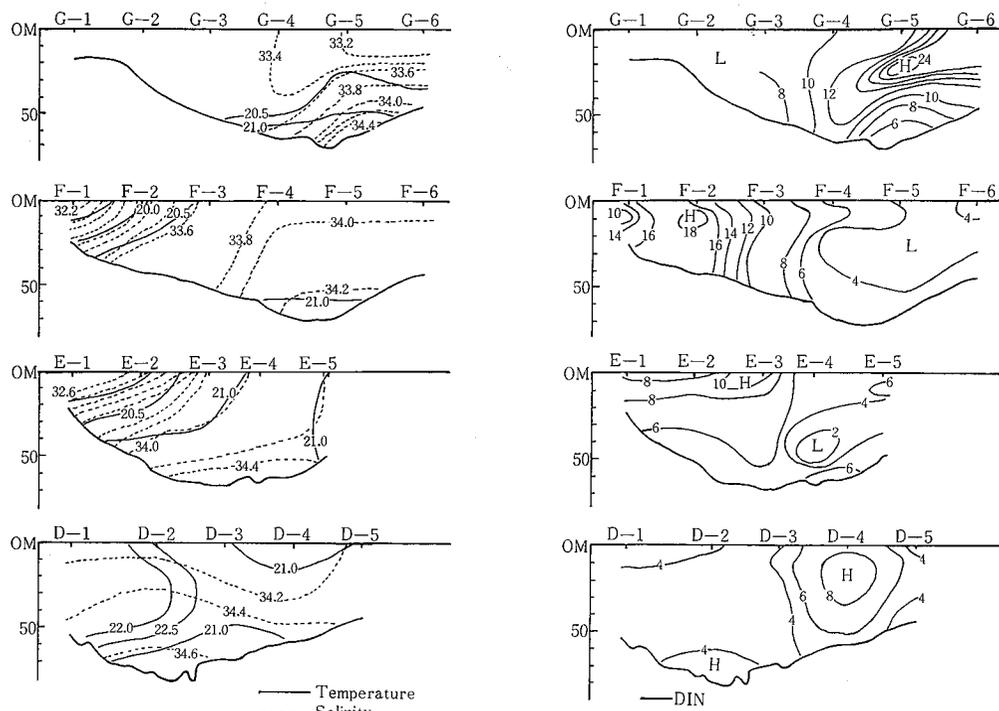


Fig. 13. The vertical distribution of temperature( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity( $\text{‰}$ ) and DIN( $\mu\text{g-at}/\text{l}$ ) in the G, F, E and D vertical section at high tide. (11th-16th, Nov., 1973.)

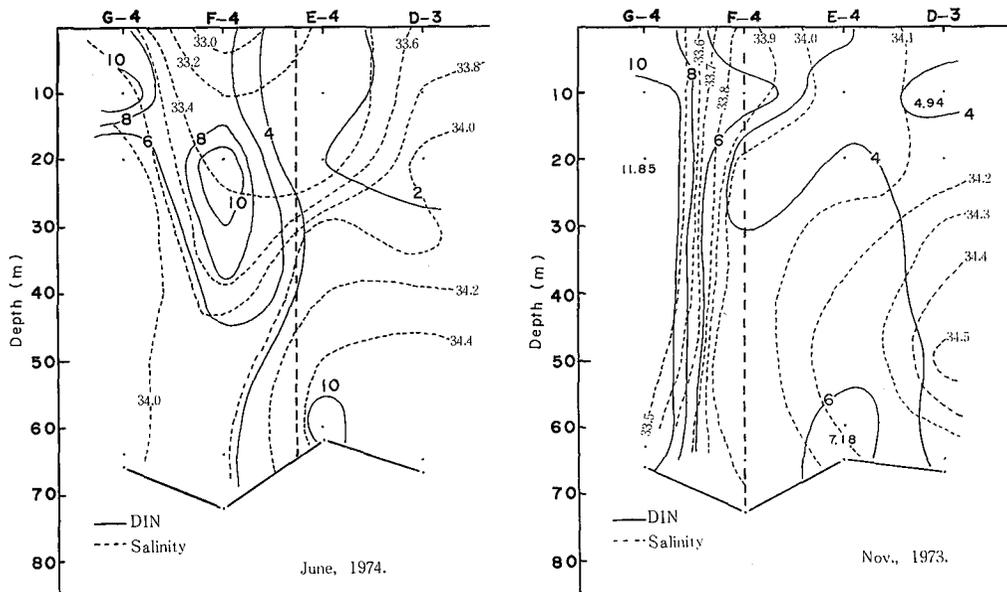


Fig. 14. The vertical distribution of salinity(‰) and DIN( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the vertical section along St. G-4, St. F-4, St. E-4 and St. D-3 at low and high tide.

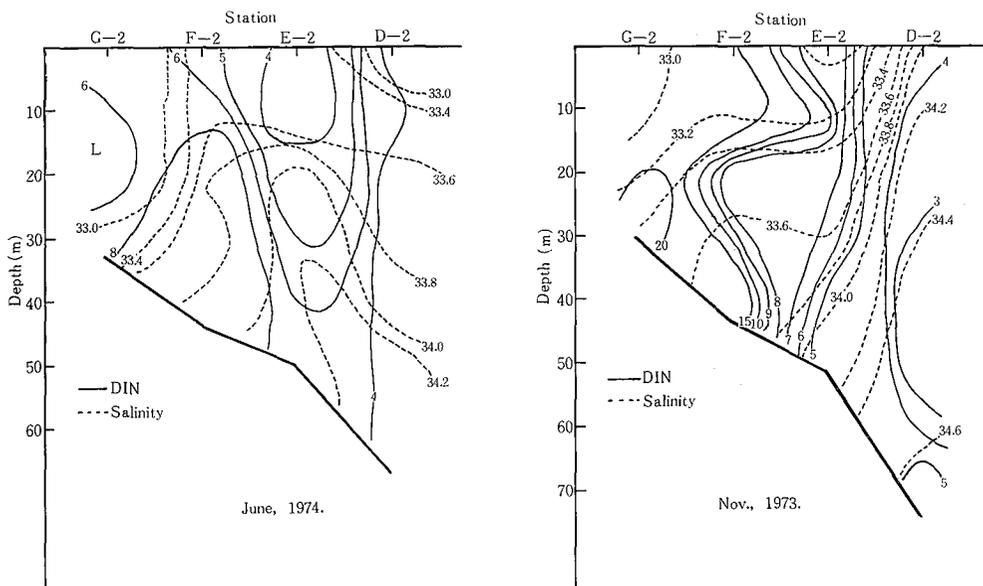


Fig. 15. The vertical distribution of salinity(‰) and DIN( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the vertical section along St. G-2, St. F-2, St. E-2 and St. D-2 at low and high tide.

は大阪湾に由来するような内海系水の分布はみられず、水道の西部に向かうにしたがって塩分が低くなり、しかもDINも高い。塩分34%の水塊は st. 4., st. 5., st. 6. の10m層まで上昇しており、外海系水の分布範囲が拡大していることが明らかである。定線Gで観察された大阪湾に由来するような内海系水の分布はみられず、既に述べたように、大阪湾から流出する水塊は直接南下せず、水道西部に移動する。定線Eではおおむね定線Fと同様な傾向の分布を示すが、外海系水の影響範囲が広がっていることが理解できる。さらに定線Dでは全域で塩分が34%以上となり、外海系水が主に分布すると言えよう。DINは定線F、Eとは異った分布を示す。

水道の中央部 (st. G-4, st. F-4, st. E-4, st. D-3) と西部 (st. G-2, st. F-2, st. E-2, st. D-2) の南北断面での高潮時、低潮時の塩分、DINの分布を Fig. 14., Fig. 15. に示す。いずれの南北断面においても、外海系水は底層を水道内に潜入し、内海系水は表層より外海へ移動する状態がわかる。さらに、表層を南下する内海系水の一部は低潮時には、中層まで分布することが明らかである。潮時別の水平分布より明白であるが、水道中央部の南北断面では、西部の南北断面に比較して外海系水がより水道の北部にまで、逆に内海系水は水道の西部の方でより南部にまで分布することが認められる。

#### 海況の短期変動

1973年11月に行われた1回目調査の水温、塩分、透明度、DINの水平分布を Fig. 16. に示す。大局的には、海況の概要で述べたように水道西部に内海系水、東部に外海系水が分布することに変わりはない。しかし、詳細に観察すると分布は日一日と変化しており、前述の2つの水塊の消長により分布が支配されている

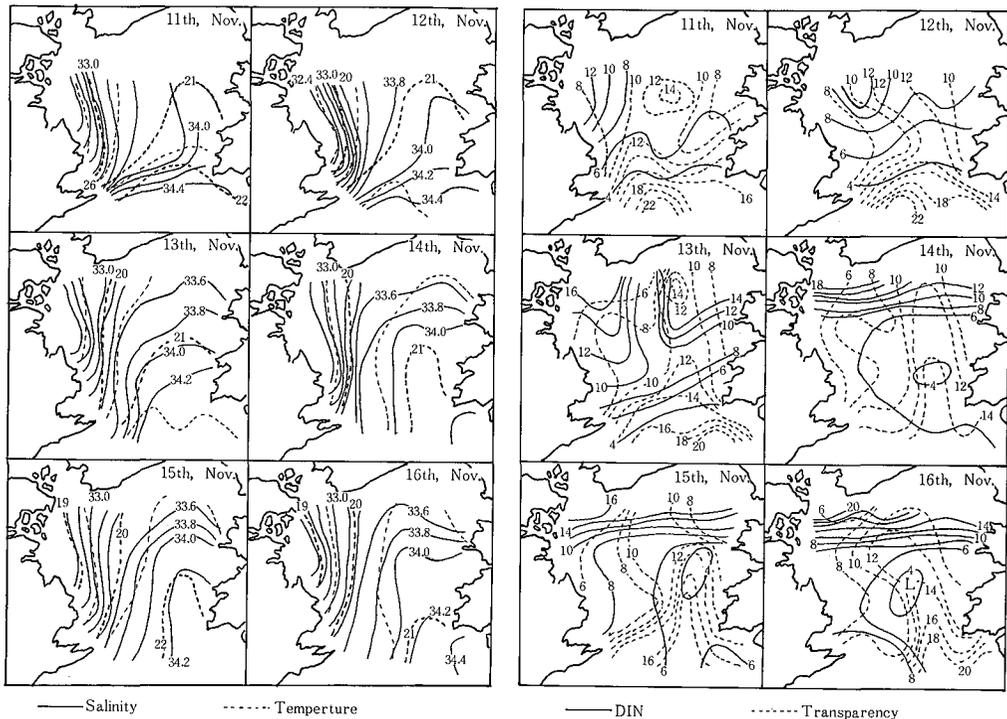


Fig. 16. Fluctuation of temperature( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity(%), DIN( $\mu\text{g-at}/\ell$ ) and transparency(m) during six repeated cruises which were made in a short period of time. (11th-16th, Nov., 1973.)

ことが示唆される。水道の西部沿岸域の定点では北流時に、中央から東部の定点では南流時（11日，12日）に、内海系水が水道中央部付近まで張出して定線F付近にまで分布し、外海系水の勢力は弱い。特にDINの分布も友ヶ島水道を経由する内海系水も水道中央部へ張出している傾向がみられる。水道の西部半分の定点では北流時に、東部の定点では南流時（13日，14日）には、外海系水の勢力が次第に強くなる傾向がみられる。水道全域の定点が北流となる時（15日，16日）には、外海系水の勢力が一段と強くなり、定線F付近にまで34%の水塊がみられ、外海系水が水道北部にまで流入していることを示している。一方、DINの分布では定線G，F付近で東西に著しく明りょうな潮境を示し、DIN濃度の傾度が大きい。以上のように、水質成分の分布は外海系水，内海系水等の水塊配置とよく対応しており、その経日変化は両水塊の勢力の消長と深い関係がある。

1974年6月に行われた低潮時を中心とした調査で得られた3日間の塩分，DINの分布を Fig. 17. に示す。この場合も分布が日一日と変化し、水道西部域が南流の時（19日）には、水道東部に外海系水の分布が認められるが、水道全域が南流になる時（22日）には外海系水の水道内への流入は非常に弱くなることが認められる。一方、内海系水は、外海域へ流出する傾向を示し、水道西部沖合域にまで塩分33.6%の水塊が分布している。このように、海況諸要素の分布の変動と紀伊水道内での潮流との間には深い関係がみられ、紀伊水道における海況の短期変動は潮汐による影響が大きくきいているものと思われる。

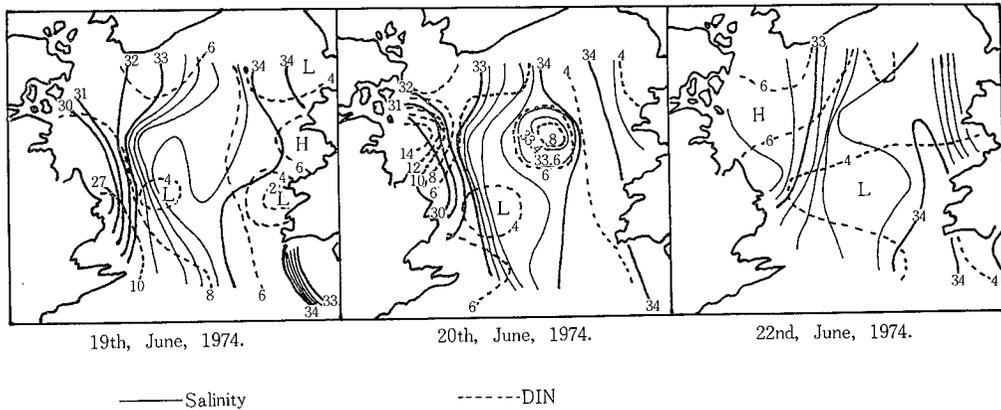


Fig. 17. Fluctuation of salinity(‰) and DIN( $\mu\text{g-at}/\ell$ ) during three repeated cruises which were made in a short period of time. (19th-22nd, June, 1974.)

外海系水の流入方向の南北断面 (st. G-4, st. F-4, st. E-4, st. D-3) の塩分，DINの鉛直分布を Fig. 18. に示す。

11月13日は南流時に、14日は高潮時に、15日は北流末期に、16日は北流最強時に観測した。塩分の鉛直分布で34%の等塩分線をみると、14日では一番北に、次いで15日，16日，13日の順に南下する。すなわち外海系水は高潮時に最も北まで分布し、北流時には次第に外海系水の影響範囲が北部に拡大し、南流時には最も南にまで外海系水が押し出されることがわかる。

DINの  $10\mu\text{g-at}/\ell$  の等量線をみると、13日は最も南部 (st. F-4, と st. E-4 の中間) にまで分布し、14の高潮時には、st. G-4, 付近にみられる。一方、北流時（15日，16日）には13日と14日の中間、すなわち st. G-4 と st. E-4, の中間に分布する。従ってDINの分布も塩分分布と類似した変動を示す。

鳴門海峡に対応させた水道中央部の南北断面 (st. G-4, st. F-4, st. E-4, st. D-3) における塩分とDINの変化を Fig. 19. に示す。縦軸にはDINと塩分の絶対値を、横軸には、鳴門海峡における北流から南

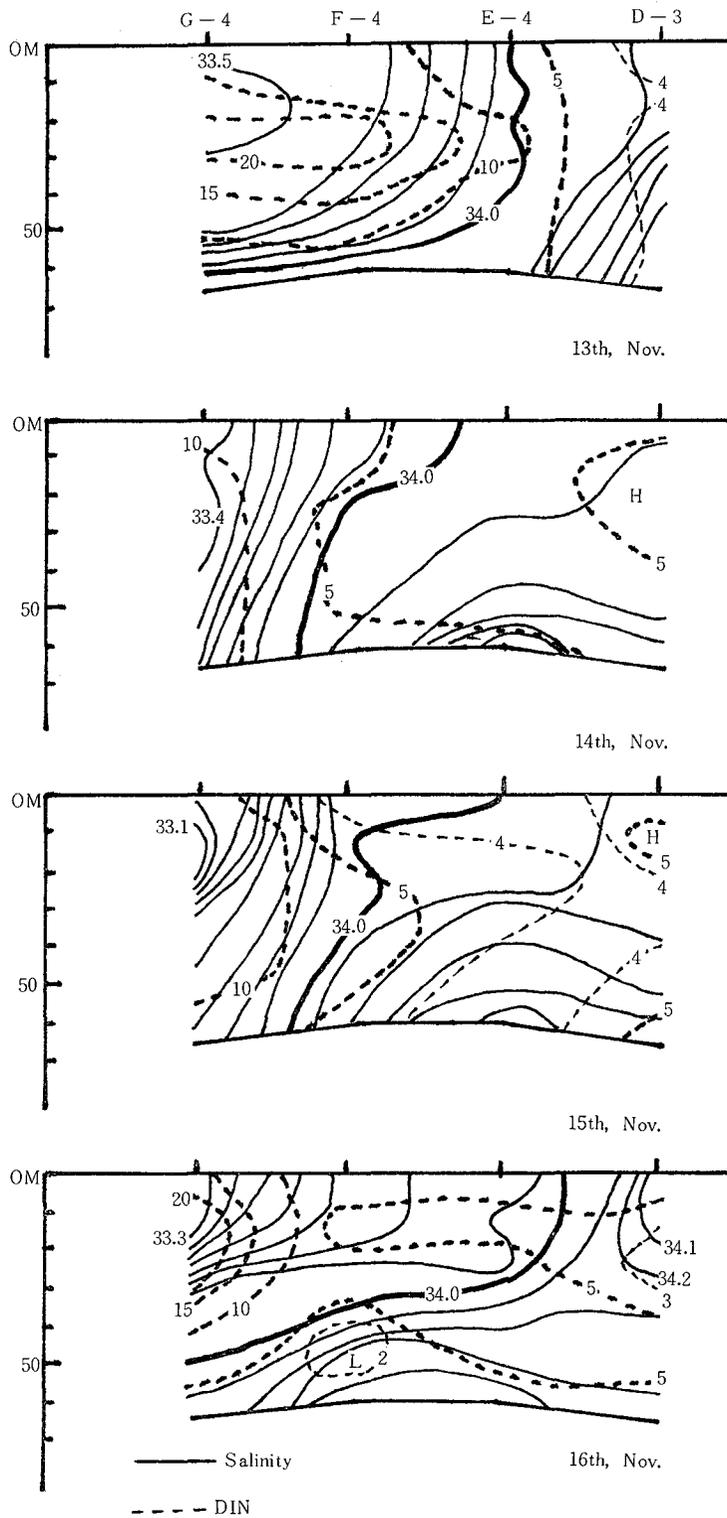


Fig. 18. Fluctuation of salinity (‰) and DIN ( $\mu\text{g-at/l}$ ) in the vertical section along St. G-4, St. F-4, St. E-4 and St. D-3 during short period of time. (13th-16th, Nov., 1973.)

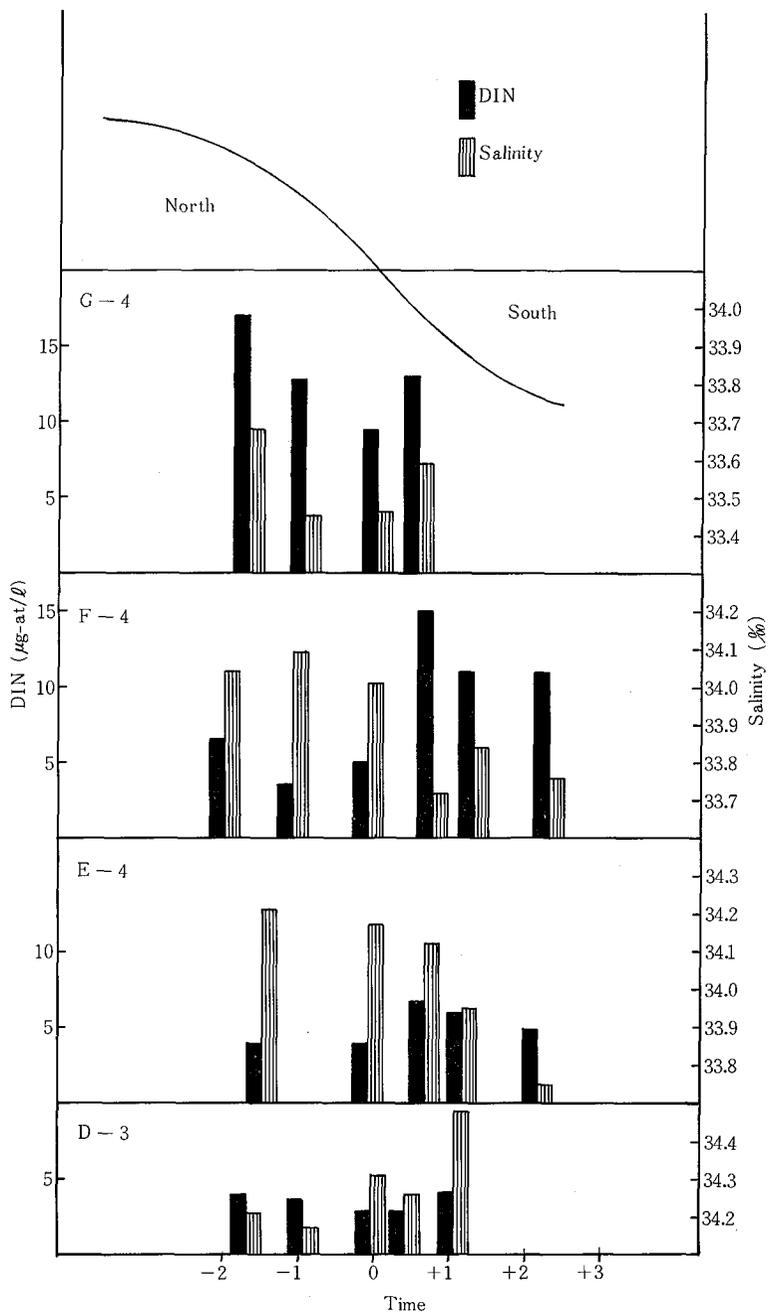


Fig. 19. The variation of salinity(‰) and DIN( $\mu\text{g-at}/\ell$ ) at St. G-4, St. F-4, St. E-4 and St. D-3 and the direction of tidal current at the Naruto Strait. (11th-16th, Nov., 1973.)

流への転流時を中心にして経過時間を示す。最上段の曲線は鳴門海峡での潮流の方向を表わす。図から明らかなように、st. F-4, st. E-4 では、北流時にはD I N濃度が低いのに対し、南流時には次第に増加する。一方、塩分はD I Nとは逆に北流時に高く、南流時に低くなる。一番南の st. D-3 では、D I N、塩分の値は潮時に関係なくほぼ一様な値を示す。st. G-4 ではD I N、塩分共に北流時には次第に減少し、北流から南流への転流時に増加する傾向を示す。従って、この傾向と Fig. 16, Fig. 18. に示すD I N、塩分の短期変動とから考えると st. G-4 では南流時に流出した内海系水が北流時に再度北流するという内海系水の往復移動のあることが推察される。

Fig. 14. に示される高潮時、低潮時のD I N、塩分の鉛直分布からも明らかなように、内海系水、外海系水の潮境は st. F-4, と st. E-4 の間に認められる。従って、この両定点 (st. F-4, st. E-4) においては潮時による内海系水と外海系水の消長によりD I N、塩分が著しく変動することが明らかである。逆に、st. G-4 では主として内海系水、また st. D-3 では外海系水の分布範囲内であり、つまり、同一水系内では Table 3. に示す標準偏差が小さいことから潮時による海況の変化の小さいことが知られる。

Table 2. The mean value (M) and standard deviation (S) of salinity and DIN.

	section	Station											
		1		2		3		4		5		6	
		M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
Salinity (‰)	G	32.71	0.06	33.08	0.07	33.50	0.04	33.55	0.12	33.61	0.02	33.49	0.05
	F	32.41	0.10	33.08	0.19	33.64	0.06	33.72	0.23	33.97	0.04	33.95	0.07
	E	32.62	0.23	33.59	0.13	33.86	0.09	34.03	0.16	34.16	0.06	—	—
	D	33.77	0.24	34.15	0.23	34.28	0.10	34.33	0.10	34.39	0.05	—	—
D I N ( $\mu\text{g-at}/\ell$ )	G	18.40	1.60	16.36	1.78	14.26	3.66	13.90	1.35	13.68	1.88	13.79	2.07
	F	9.44	2.56	9.90	2.94	7.73	1.32	7.41	3.66	6.51	2.38	6.17	1.90
	E	7.65	1.35	6.99	1.99	5.89	1.58	5.14	1.53	4.78	0.53	—	—
	D	5.43	1.86	5.21	2.12	4.18	0.92	4.91	1.82	3.22	0.93	—	—

The surveys were repeated six times at F, E and D section from 11th to 16th, Nov 1973. At G section the surveys were carried out four times from 13th to 16th, Nov., 1973.

Fig. 20. に塩分とD I Nとの相関を示す。この図より、1973年11月の紀伊水道では塩分が高くなるとD I Nは低く、逆に、低くなるとD I Nは高くなるといった逆相関関係が得られ、D I Nの分布は、塩分の分布、水塊配置と関連することが認められる。しかしながら、この相関は必ずしもよいとは言えない。これはD I Nは非保存成分であって一次生産における植物プランクトンによる取込み、有機物の分解による溶存化、底泥からの溶出等の種々の要因が、D I Nの分布を支配することによるものであろう。

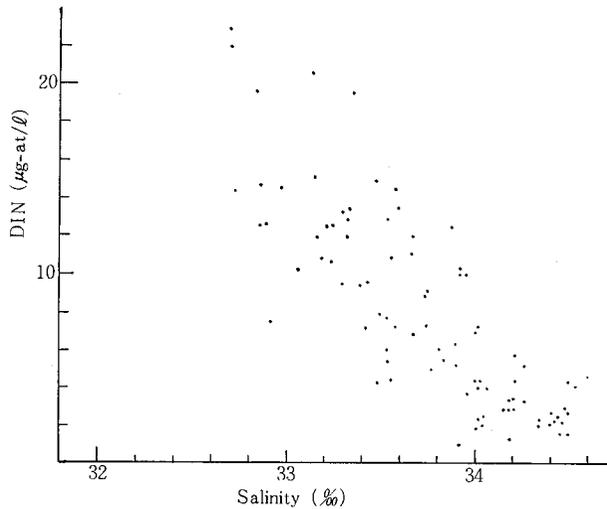


Fig. 20. The relation between salinity(‰) and DIN( $\mu\text{g-at}/\ell$ ) in the Kii Strait.

### 摘 要

1973年11月と1974年6月の2回の調査から次のことが要約される。

1) 紀伊水道域及び隣接海域において、低塩分の水塊が水道西部に、高塩分の水塊が水道の中央ないし東部に存在する。外海系水の流入は水道沖合域の四国沿岸と水道中央部においてみられるが、一般に後者の方が卓越する。

2) 水道西部の水塊の塩分は、降雨の後の1974年6月の調査では26‰まで低下した。従って、この水道西部の水塊の形成には吉野川等に由来する河川水が大きく寄与している。

3) 塩分からみた水塊の配置と、透明度、DIN、クロロフィルの分布は大約一致する。すなわち、低塩分の水域では透明度が低く、DIN、クロロフィルが高い。赤潮の発生が水道西部でしばしば観察されるなど紀伊水道内の環境変化の現象は水塊配置と関連性が強い。

4) 高潮時、低潮時の海況諸要素の分布をみると、高潮時には外海系水は水道北部にまで流入し、低潮時には内海系水の一部は舌状に水道中央部に張出している。各定線の東西断面における塩分の鉛直分布、水道西部(st. G-2, st. F-2, st. E-2, st. D-2)と中央部(st. G-4, st. F-4, st. E-4, st. D-4)の南北断面における塩分、DINの鉛直分布より、外海系水は底層より潜入し、内海系水は表層を南下するといった二層構造が認められる。

5) 高・低潮時の塩分、DINの分布の変化は紀伊水道内での潮汐と非常に関連があり、主として、水道域が南流時には外海系水が沖合に分布するのに対し、北流に転ずると、外海系水は北部にまで分布し、水道北部で塩分、DINの傾度が大きくなる。従って、水道内の海況の短期変動は潮汐による水塊配置の変化によるものと考えられる。こういった変化を詳細にとらえるためには今回の調査のように、各定線を横断反復観測することが効果的であると考えられる。

## 文 献

- 1) 日本水産資源保護協会, 1974: 徳島県新長期総合開発計画の水産資源および, 漁業, 養殖業に及ぼす影響に関する調査報告書 8—22.
- 2) 市栄誉, 1952: 紀伊水道の海況(1951年) 海洋報告, 2, 253—278.
- 3) 南西海区水産研究所他, 1975: 内外水交換機構の生物生産力に与える影響解析, 紀伊水道に関する総合研究報告書, 207—340, 科学技術庁.
- 4) STRICKLAND, J. D. H. and J. D. PARSONS, 1968: A Practical Handbook of Sea Water Analysis. J. Eish. Res. BD. CANADA, 167.
- 5) 松江吉行編, 1961: 水質汚濁調査指針, pp. 384.
- 6) 南西海区水産研究所他, 1975: 豊後水道域における海洋環境と海洋生物生産機構に関する研究, 豊後水道海域における精密海洋観測総合研究報告書, 115—196, 科学技術庁.
- 7) 宇田道隆, 1969: 海, pp. 221, 岩波書店.
- 8) 日本水産資源保護協会, 1972: 水産環境水質基準, pp. 85.

正 誤 表

頁	行	誤	正
26—28	Fig. 6. a)~d)	$\bigcirc > 6/0.1m^2$	$\bigcirc \geq 6/0.1m^2$
33	7	Seto inland sea	Seto Inland Sea
50	Table 2.	surveys	surveys
52	文献4)	Eish	Fish
54	5	regions	regions
58	20	fromthe	from the
63	34	Mishima and kawano	Mishima and Kawano
66	30	“world Ocean System Co”	“World Ocean System Co”
73	1	makig	making
73	19	small	smaller
81	Table 5.	Other	Others
84	3	底生動物の	底生動物群集の
85	文献4)	東海・東海	東海・黄海
87	18	be results	be the results
96	5	8月2日. 6日	8月2日・6日
123	14	三木 <sup>6)</sup>	Miki <sup>6)</sup>
126	Fig. 4.	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera marina</i>
130	1	三木 <sup>6)</sup>	Miki <sup>6)</sup>