

1965年夏期大村湾赤潮時の海況とその被害—Ⅲ.

赤潮発生時の大村湾沖合域の海況

森 勇*・入江 春彦

The Hydrographic Conditions and the Fisheries Damages by
the Red Water Occurred in Omura Bay in Summer 1965-III.

The Oceanographic Conditions in the Offing Region of
Omura Bay during the Term of the Red Water

Isamu MORI* and Haruhiko IRIE

There was observed a distinctive character in the oceanographic conditions of Omura Bay during the term of red water that the dissolved oxygen in the bottom water mass was remarkably lower in summer 1965 than in any past year.

It is not clear how the occurrence of the red water was connected with the distribution of low dissolved oxygen, but the authors assume that the occurrence of low oxygen was caused, as follows.

(1) The water mass lacking in dissolved oxygen occurred owing to the rising of water temperature, to the extension of thermocline by rainfall and to the stagnation of water mass by semiclosure, such being natural status of Omura Bay.

(2) The degree of low dissolved oxygen was intensified by the decay and decomposition of the red water planktons which extraordinarily increased on the bottom layer.

I. 緒 言

1965年夏期大村湾奥部の長与・喜々津地先で、赤潮の発生と海底付近の低酸素が観測され、これと同時に大量の底生魚類の浮上へい死や、全滅に近い赤貝の被害が確認されたが、夏期大村湾の底層付近にこのような低酸素水塊の出現することはかなり以前から注意されており、辻田¹⁾により発生の機構が考察され、森²⁾によりその発生時期や発生水域などが報告されている。

本報は大村湾全域にわたって発生した赤潮についての調査のうち、底生動物に最も大きな被害を与えた8月下旬の赤潮発生に関連した底層付近の低酸素水塊の分布を中心に行なった観測結果を取りまとめたものであるが、細密調査はただ1回に終わったので、赤潮発生時の海況の概要を述べ、若干の考察を加えるにとどめたい。

本文に入るにさきだち、本研究の基礎となった海洋観測の苦勞をともにされた長崎県水

* 長崎水産試験場 (Nagasaki Prefectural Fisheries Experimental Station, Nagasaki City).

産試験場佐々田昭七，立石賢の両技師および調査船かわづる溝上福蔵船長ほか乗組員諸氏に感謝する。

II. 調査の方法

赤潮の発生とともに行なった第1次の調査のうち，湾奥東南部の津水湾を除いたほとんどの水域では，底層の低酸素水塊の分布の概要を知ることには主眼をおき，底層の水温と酸素量との観測にとどまったので，引続いて行なった赤貝漁場の環境調査をかねた第2次の観測結果を中心に取りまとめたが，資料の整理についてはとくに時間的な補正は行っていない。観測は水温・塩素量・酸素量の3項目で，0 m・5 m・海底上5 m・海底上2 m・海底の5層について行なったが，その概要は第1表に一括し，また観測点は第2次のものについて第1図に示した。

III. 調査の結果

1. 大村湾の性状

大村湾は外海との水の交換のほ

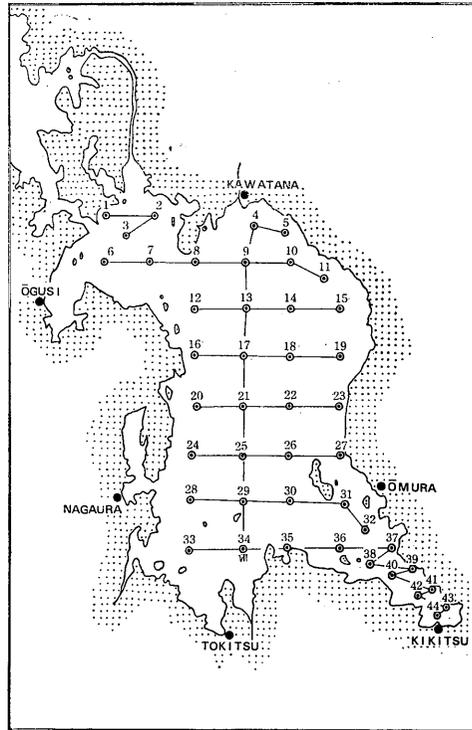


Fig. 1 The distribution of oceanographic stations in Omura Bay, 5~8 Sept., 1965.

Table 1. Summary of the oceanographic surveys in Omura Bay in Sept., 1965.

Number of survey	Date	Region and oceanographic station	Name of research vessel	Participating organization
1	Sept. 2	Tsumizu Inlet 13		NUF SFRL NFES
		Kushima~Kanoshima 6		OBPL
	Sept. 4	All over Omura Bay 17	Wakazuru	NFES
2	Sept. 5~8	All over Omura Bay 44	Wakazuru	NFES

(Remark) Explanation of abbreviations of participating organizations

NUF Faculty of Fisheries, Nagasaki University
 SFRL Seikai Regional Fisheries Research Laboratory
 NFES Nagasaki Prefectural Fisheries Experimental Station
 OBPL Omura Branch of the National Pearl Research Laboratory

とんどが狭小な伊ノ浦瀬戸を経て行なわれている半閉鎖的な内湾（潮位差佐世保湾のほぼ $\frac{1}{3}$ ）で、伊ノ浦瀬戸に近い湾口を除くと潮汐流は弱く、また水深は浅く（湾のほとんどが20m以浅）、河川水の流入は比較的少ない。

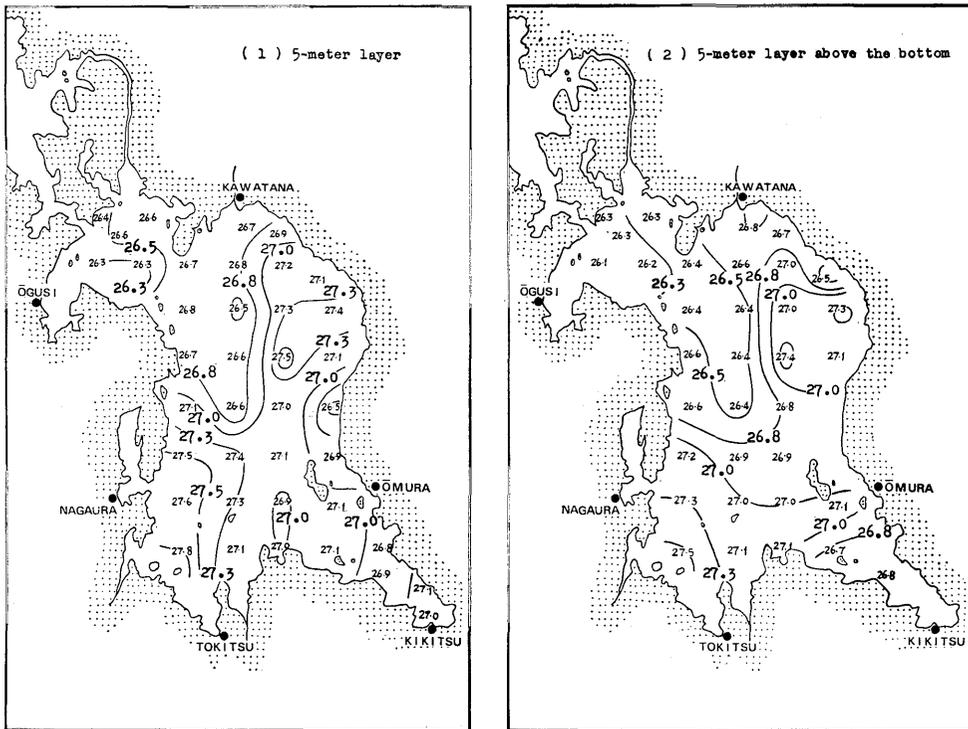
伊ノ浦瀬戸を経て流入する外海水および湾奥東部の津水湾から東岸沿いに発達する低かんな湾内水の消長により、海況が変動しており、外海域に較べるとかなり激しい年変化を示しているが、河川の影響が比較的少ないため、全般的にみると地形によって考えられるほどの強い内湾性を示さない。

既往の諸調査の結果を総合すると、外海系の水（冬高温、高かんて夏低温、高かん）は湾口から西岸沿いに南下し、湾内水（冬低温、低かんて夏高温、低かん）との潮境が二島～箕島付近に見られ、東岸沿いに発達した湾内水は岸沿いに北に移動し、東岸北部の大崎鼻付近で一部は流入した外海系水と混合し再び湾奥に向う（梅雨後顕著にみられる）が、大崎鼻付近に堆積した湾内の余剰水は落潮時に湾外に流出するものと考えられる。湾中部付近には二水系に余り影響されない反時計回りの環流域が存在するが、この水塊の底層付近は夏期成層の発達による酸素の欠乏およびバクテリアの繁殖による腐敗分解等により、魚類の生存に不適当な環境水塊を生じる。夏期を除くと水深が浅いため風などによる混合が行なわれ、水温・塩素量の鉛直差は勿論、地域差も比較的小さい。

2. 赤潮発生時の海況の概要

1) 水温

外海水の影響する湾口域は水温が低く、気象諸因子の影響の大きい湾奥域は水温が高



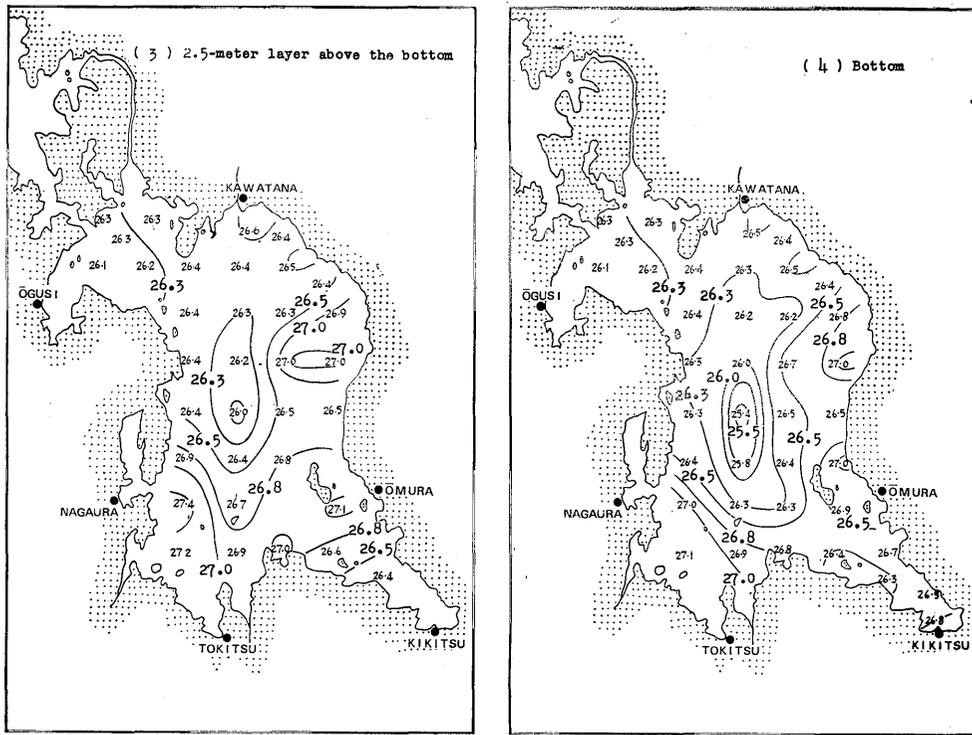


Fig. 2 Horizontal distribution of water temperature ($^{\circ}\text{C}$) in Ōmura Bay, 5~8 Sept., 1965.

く、水平的には典型的な夏型の水温分布の傾向を示したが、鉛直的にみると上層ではすでに混合が始まり、10m以浅では鉛直差はほとんどみられず、水温躍層は底層近くに分布していた。このため表層から海底上5m層までは水温分布に大きな変化はなく、湾内は $27.0 \sim 26.8^{\circ}\text{C}$ の等温線で4ブロックに分けられる。

すなわち上層を5m層で代表させると、湾口から亀岳一大崎鼻間を経て西岸寄りに湾内に延びる水温 26.8°C 以下の比較的低温な水、松原沖および長浦一村松沖に分布する 27.3°C 余の暖かい水、湾奥の津水湾から箕島付近に分布する 27.0°C 前後の中間の値を示す水がそれぞれあり、海底上5m層でも水温は幾分低くなるが、その分布傾向はほとんど変化がなかった。海底上2.5m層と底層の水温分布も海底上5m層の分布傾向がかなり保たれているが、湾口から湾内に延びていた低温水は亀岳一大崎鼻間で切断され、底層では湾中央部付近に水温 26°C 以下の湾内で最も低温な水が分布していた。この湾中部の低温水は前述したように、他の水の影響をあまり受けけない「大村湾固有水」と呼ばれる水であり、水温の低いことは移動の少ないことを暗示するものと考えられる。

2) 塩素量

外海水の影響する湾口から西岸寄りが高く、東岸沿いから湾奥の津水湾にかけての水域が低かんであり、外海系水および湾内水の影響範囲の概要がうかがわれる。水平分布図が

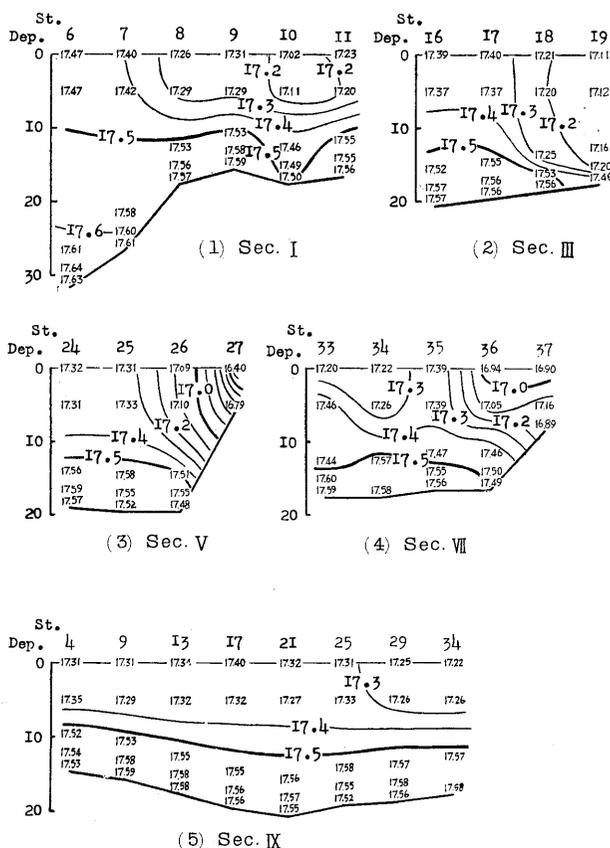


Fig. 3 Vertical distribution of water temperature (°C) in 5 sections in Omura Bay, 5~8 Sept., 1965.

ら判るように、0~5 m層では塩素量17.2~17.3%の等かん線で大きく二分されるが、5 m層の水平分布について水温と関連させて見ると、低温な湾口域は塩素量17.3%余で最も高かんであり、やや高温な湾奥の津水湾から箕島にかけての水域は塩素量17.1%以下で最も低く、松原沖および長浦一村松沖の高温域の塩素量は前二者の中間の値を示した(長浦沖の低かん水は形上湾から流出したものと考えられる)。海底上5 m層以深になるとその分布も単純で、箕島から松原沖にかけて不連続面が延び、大村市沿岸から津水湾の低かん域を除くと、湾のほとんどの水域が18.5%余の同じ値の水で占められていた。

3) 酸素量

0~5 m層の酸素量はほぼ4~5cc/L 前後を示し、彼杵沖・村松沖および形上~箕島間など局部的に多いところが見られたが、その値は例年と較べとくに大きな違いは見られない。海底上5 m層の分布は上層の分布とかなり異り、川棚から彼杵にかけての沿岸部、伊木力の鹿ノ島から箕島の西沖および琵琶ノ首~郡川間の湾中部には 2cc/L 以下の貧酸素水塊が分布し、湾口域・村松~長浦沖および松原から箕島にかけての沿岸域は上層と大差なく 4cc/L 余を示していた。この分布傾向は底層まで大差なく、海底上2.5m層では 1cc/L 以下の無酸素に近い水域は川棚~彼杵の沿岸域から蛇行して舌状に湾中央部に延び、湾奥の津水湾も 1cc/L 以下を示していたが、底層になると 1cc/L 以下の無酸素に近い水塊の範囲はさらに拡大し、底層で最も低温な湾中央部と伊木力の鹿ノ島付近には無酸素水塊が見られた。

底層で湾口域の酸素量が多いのは、外海水との交換や流動によるものであり、郡川河口沖付近で多いのは、海底が岩礁帯であり底質の腐敗分解が少ないことによると推定しているが、長浦一村松沖が湾中部より多い原因は明らかでない。

無酸素に近い水域における酸素量の鉛直分布は、水温の鉛直分布とかなり一致し、低温部が酸素量も少ない傾向が見られ、その躍層は水温と同様海底付近に存在し、1cc/L 以下

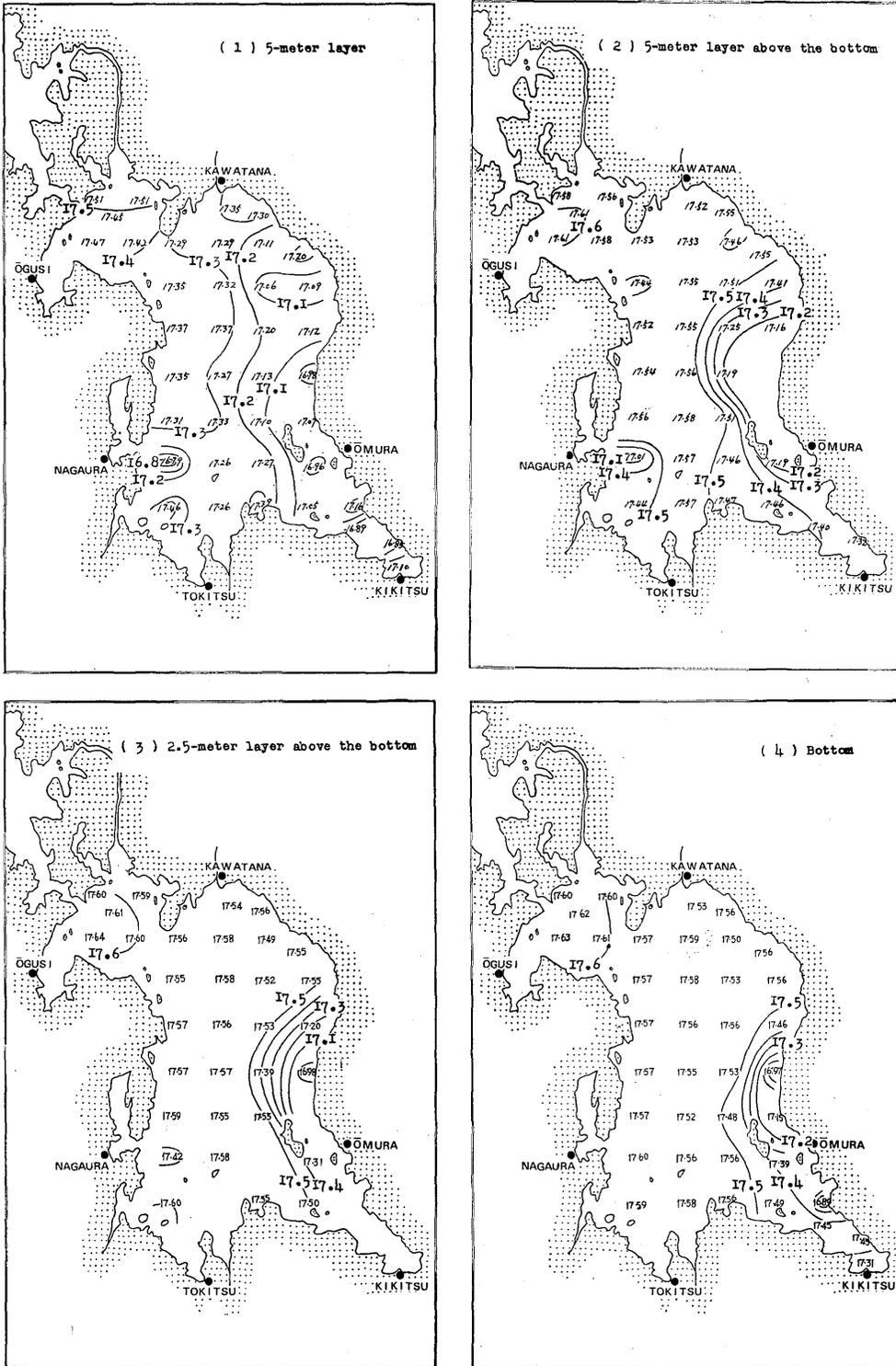


Fig. 4 Horizontal distribution of chlorinity (%) in Ōmura Bay, 5~8 Sept., 1965.

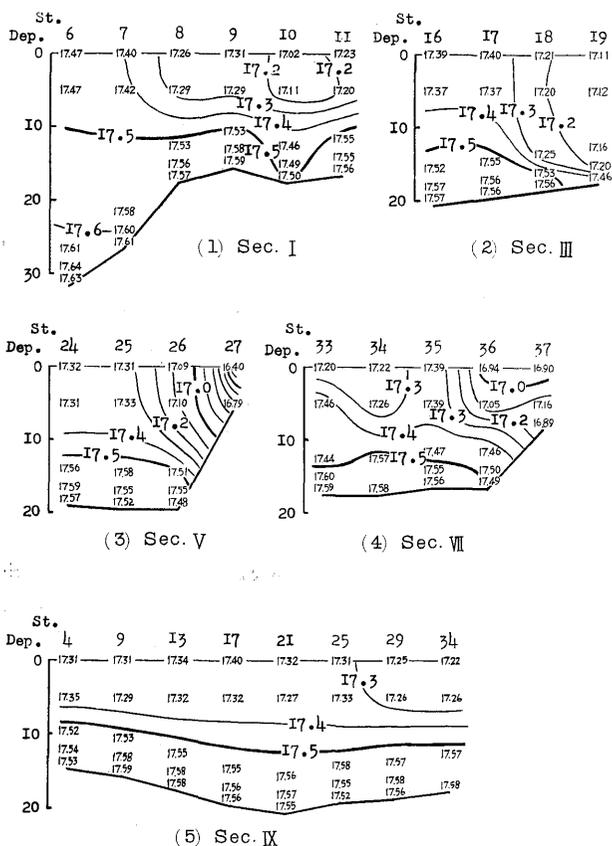


Fig. 5 Vertical distribution of chlorinity (%) in 5 sections in Ōmura Bay, 5~8 Sept., 1965.

くである。村松〜長与沖のやや高かんな水域は19.8~20.0の範囲にあり、外海水と湾内低かん水との中間の値を示したが、長浦沖に見られる現場密度の低い水は形上湾より流出したものと考えられ、海底近くまでその影響が認められた。

底層の現場密度は上層より大きく、その分布は上層と同様20.6の等密度線で湾を二分し、湾口が高く大村沿岸側が低いが、湾中部には湾内で最も高密度水が分布している。流線方向は西岸では南に、また東岸では北にそれぞれ向っており、無酸素水塊の分布する湾中央部には反時計回りの渦動域が存在し、水平拡散の小さいことを示している。

5) 鉛直安定度

5 m層から海底までの鉛直安定度を求めて第9図に示したが、外海水の流入する湾口域は2,000以下を示し、その影響範囲は4,000以下とみられ、この範囲までは海底の酸素量も1cc/L 余を示した。この湾口域を除くと湾内のほとんどの水域が4,000余を示し、川棚〜干綿の沿岸域と津水湾とは6,000余で高いが、とくに湾奥の津水湾では最高50,000余を示し、湾内で最高であった。この4,000余を示す水域の海底の酸素量は1cc/L 以下を示していたが、鉛直安定度と酸素量との関係はとくにみられない。

の無酸素に近い水は海底から海底上5 m層付近まで分布していた。

4) 現場密度

上層と海底とにおける渦動と流線の分布を見るために、5 m層と海底との2層について現場密度を求めたが、5 m層について見ると、その分布は塩素量の分布とよく似ており、19.8~20.0の等密度線で湾を大きく二分している。すなわち、外海水の流入する湾口域は20.2余で、その影響範囲は20.0余を示すものとみられ、西岸寄りに琵琶ノ首沖に達していた。低かんな東岸側から湾奥の津水湾にかけての水域はやや小さく19.8以下を示し、水温分布から見ると、水深が増すと干綿沖の時計回り渦動域は幾分南に移動するものの如

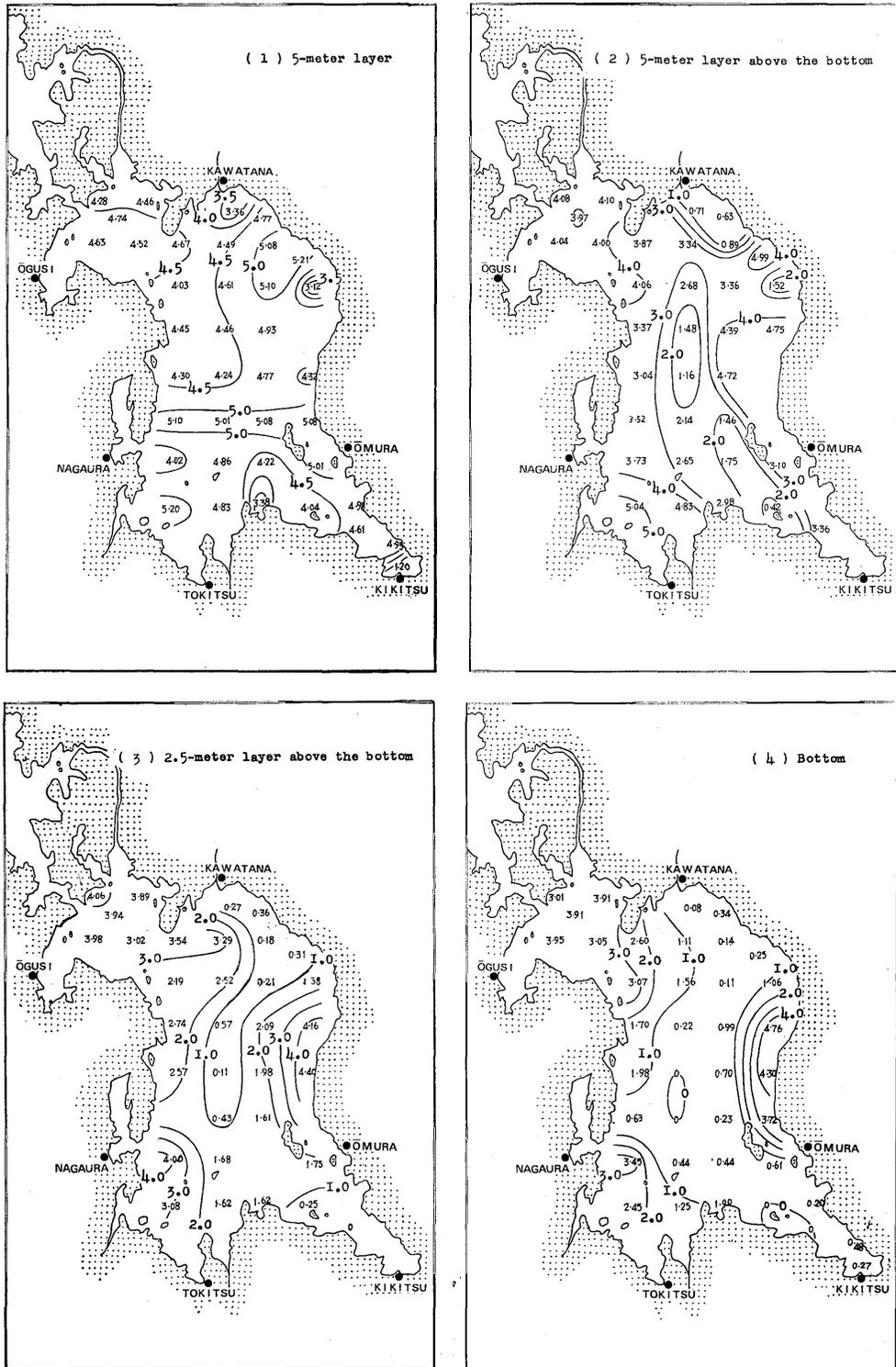


Fig. 6 Horizontal distribution of oxygen (%) in Ōmura Bay, 5~8 Sept., 1965.

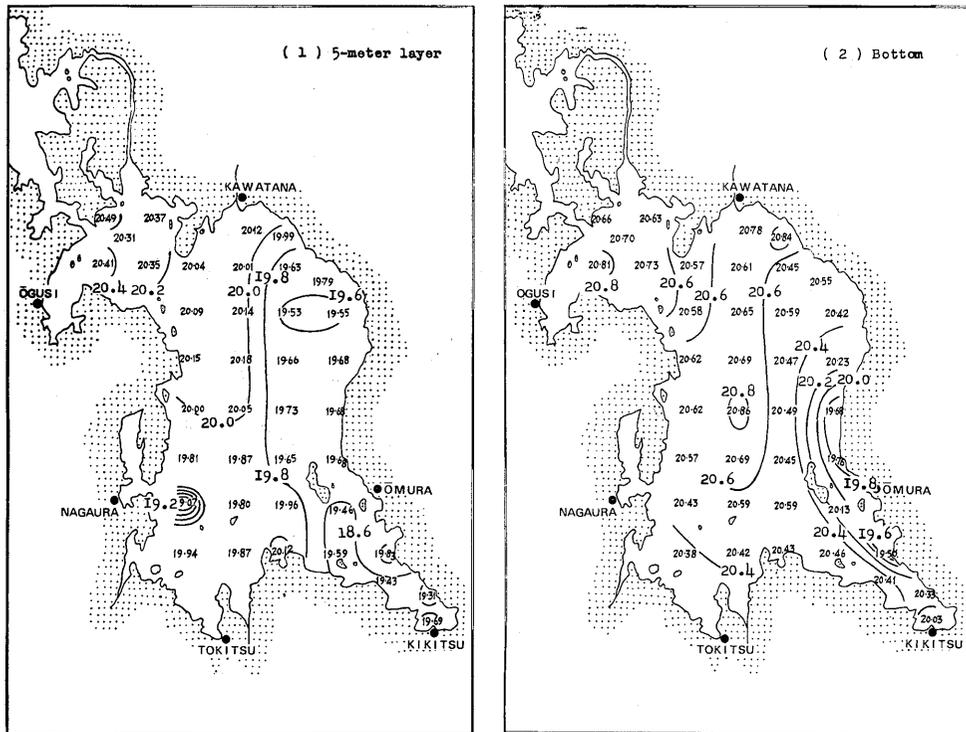


Fig. 8 Horizontal distribution of density in situ in Ōmura Bay, 5~8 Sept., 1966.

IV. 検討と考察

1965年夏期赤潮発生時の海況は、水平的には夏型であったが、鉛直的には上層では混合が始まり海況の転換期にあったこと、および川棚～彼杵沿岸から湾中部を経て津水湾にわたる水域の底層付近は酸素量が著しく少なく、とくに湾中部に分布する無酸素水塊の位置が低温水塊および反時計回り渦動の位置と一致したことなどを述べたが、これらの海況の特長のうち、例年と著しく異っていることとして底層付近の低酸素水塊の規模がきわめて大きかったことがあげられる。

このように夏期底層付近に無酸素に近い水塊の出現することは、その規模に多少の違いはあっても大村湾では例年みられる現象であり、1965年夏期の大規模な無酸素に近い水塊の分布が赤潮の発生とどのように結びつか明らかでないが、夏期大村湾の底層付近にこのような無酸素に近い水塊の出現することについて、辻田¹⁾は水塊の停滞による成層の発達および異常繁殖後急速に死亡したプランクトンが底層で腐敗分解するという二つを発生の要因と考えている。このような辻田の考えは今回の無酸素に近い水塊の分布と赤潮の発生にもあてはまるように思われ、8月下旬に湾奥部で大規模な赤潮の発生と底層付近の無酸素とが観測されたが、森²⁾によると大村湾における底層付近の酸素量は、成層の発達する6~7月に急減するので、赤潮の発生に先行して底層付近の酸素量が減少したように考えられる。このことは湾中央部の無酸素水塊が水の移動の少ないことを示す低温水塊および

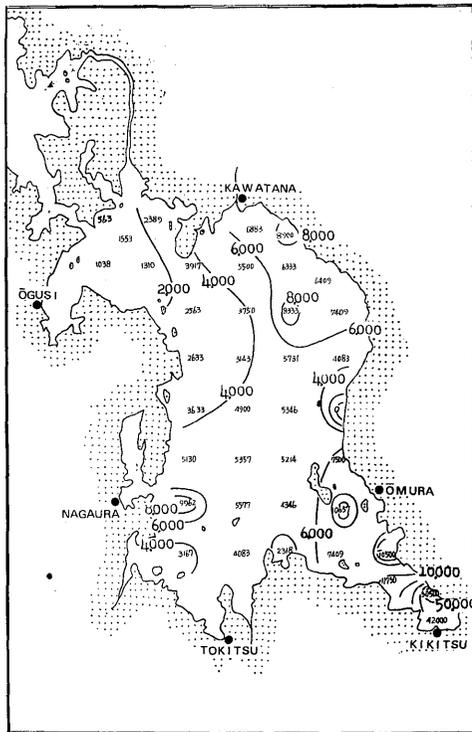


Fig. 9 Horizontal distribution of vertical stability between 5-meter layer and the bottom in Omura Bay, 5~8 Sept., 1965.

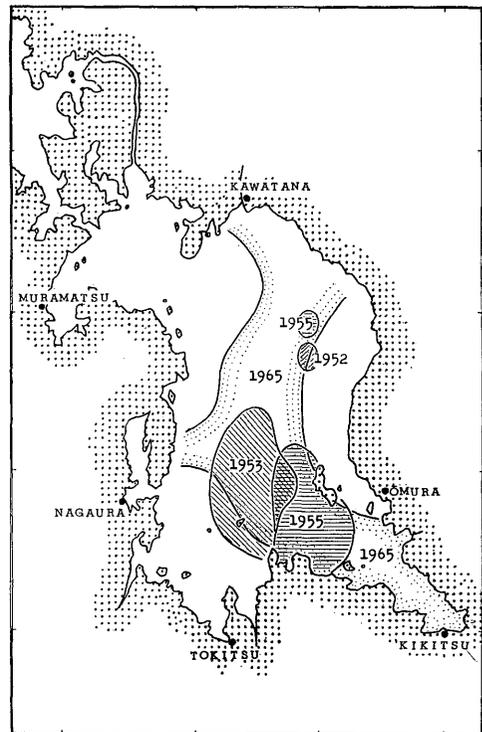


Fig. 10 Distribution of the bottom water mass lacking in dissolved oxygen in 1965 and '52~'55. Figures in the chart show the year in which lack in dissolved oxygen appeared.

反時計回り渦動の位置と一致すること、さらにまた例年無酸素に近い水塊が箕島の西水域および東岸松原沖に出現することなどからもうかがわれることであり、底層付近の低酸素が赤潮と独立して出現する可能性のあることを暗示しており、無酸素に近い水塊の形成が大村湾の半閉鎖的な地形による水塊の停滞と水温の上昇および降雨による成層の発達に起因したことは明かであるが、今回のような大規模な無酸素に近い水塊の出現について適確な説明をつけることは不可能である。

V. 結 語

以上は4日間におよぶ観測資料を時間的な考慮を無視して考察したので、上層部の日変化の問題および潮汐流による海水流動に起因する問題等幾つかの未解決の問題が残るので、今後の調査により是正していかねばならないが、調査結果をふりかえてみて、流線分布が西岸沿いは南下、また東岸沿いは北上のそれぞれ湾内流がみられ、上層では干綿沖に時計回りの渦動域が、また底層では湾の中央部に反時計回りのそれぞれ渦動域が存在し、後者の位置と無酸素水塊の分布とがほぼ一致したことは興味がある。沿岸調査の困難さにとまなう方法論的不備があるにもかかわらず、このような結果を得たことは、大村湾

中央部に発生する夏期恒常的な底層無酸素化現象の一要素として将来も注目していかねばならぬと考える。

文 献

- 1) 辻田時美 1953: 大村湾の海洋生態学的一考察. 日海誌, 9 (1), 23~32.
- 2) 森 勇 1961: 大村湾の苦潮について. 日水誌, 27 (5), 389~394.

場	所	誤	正
52頁	上から 4行目	1955~1956	1955~1956年
"	" 6 "	1月1隻	1日1隻
"	下から 6 "	<i>Goniaulax polygramma</i>	<i>Goniaulax polygramma</i>
55	" 4 "	" "	" "
57	上から 2 "	" "	" "
63	Table 1 英文説明	Katagami-inlet	Katagami Inlet
"	下から 9行目	なかった*8	なかった
"	欄外	*8 降水量に関する……	この欄全部消去
64	上から 2行目	貧酸素水*9	貧酸素水*8
"	欄外	*9	*8
68	Fig. 1 英文説明上から 5行目	fed water	red water
74	下から 5行目	週間降雨量	週降雨量
80	上から 17 "	南微風	南微風
"	下から 10 "	2.0 cc/l	2.0 cc/l
82	本文上課題名	1765年	1965年
83	上から 12行目	東部水域で速く	東部水域で早く
85	Fig. 10 英文説明下から 1行目	(×940)	(×600)
88	上から 2行目	赤潮消滅後	赤潮消滅後
"	" 9 "	"	"
"	下から 10 "	~2.1cc	~4.1cc
"	" 4 "	生息状況から	生息状況からも
90	上から 3 "	生物学的消滅	生物学的消滅
"	Fig. 12 英文説明上から 1行目	speciesc	species
"	" 2 "	Katagam	Katagami
98	上から 9行目	この点大村湾	この点大村湾
100	下から 20 "	あることは	あることを
101	文献上から 20行目	○~○.	45~58.
104	Table 1 英文説明	in Ōmura	in Ōmura
109	上から 23行目	干綿沖	干綿沖
"	下から 3 "	干綿	干綿

場	所	誤	正
111頁	Fig. 8 英文説明	density insitu in	density in situ in
115	表題	その被害—VI.	その被害—IV
"	下から 1行目	<i>Anadrana broughtoi</i>	<i>Anadara broughtonii</i>
116	" 4 "	東岸干綿	東岸千綿
"	" 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
117	上から 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
119	" 6 "	曳網距離 95 cm	曳網距離 95 m
125	下から 6 "	残存率 0 %	残存率 *9 0 %
140	上から 1行目	材料の方法	材料と方法
144	文献下から 2行目	ISHIDA	ISHIDA
150	右下	余白部	Fig. 10 欠 (本誌22号で補遺致します—著者)
181	和文上から 2行目	Holthus	Holthuis
194	文献上から 1 "	"	"
"	" 下から 1 "	56~82	195~221
196	上から 6行目	Holthus	Holthuis
197	" 5 "	"	"
218	文献下から 1行目	42~55	181~194
"	Plate II Fig. 3 英文説明	<i>I. novemdentatus</i>	<i>I. novemdentatus</i>
235	上から 3行目	Table 2	Table 1
237	下から 7 "	大豆に	大豆ステロイド中に
254	Fig. 3	Ristology of Preservation	histology of preservation
265	英文表題	Studies no……	Studies on……
270	Fig. 10	30と90°の間の余白	60を入れる
274	上から 5行目	sesults	results
"	" 8 "	dissolved	dissolved
"	" 18 "	Table. 5.	Table 5.