

1975年10月, 舞鶴湾で発生した  
*Hemientreptia antiqua* 赤潮について

田中俊次・藤田真吾・杉山元彦・西岡 純・中西雅幸

On the *Hemientreptia antiqua*, Red Tide Occurred  
in Maizuru Bay, in October, 1975.

Shunji TANAKA,<sup>\*1</sup> Shingo FUJITA,<sup>\*1</sup> Motohiko  
SUGIYAMA,<sup>\*1</sup> Jun NISHIOKA, and Masayuki  
NAKANISHI<sup>\*1</sup>

舞鶴湾では、小規模なものを含めると毎年主に梅雨時期から初秋にかけて、*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp. *Noctiluca* などによる赤潮の発生がみられると古橋<sup>1)</sup>, 上田<sup>2)</sup>, 京都府立海洋センター<sup>3)</sup>, によって報告されているが、これによつての漁業被害の報告はない。然るに、1975年10月に発生した赤潮は、従来、当湾では知られていなかった府下で初めて見られる有色鞭毛藻の一種で、その規模が大きく、かつかなり長時間にわたり、養殖業に多大の被害を与えた。そこで著者らはこの赤潮発生 of 報告を受けると同時に直ちに現場に向かい観察と水質調査を実施したが、これは、予め計画、準備をすすめて取組んだ調査でないために十分な資料は得られなかったが、今後の参考資料として、ここに結果の概要について報告する。

赤潮発生 of 状況について

1975年9月26日頃、東湾奥の念仏の南側の海面に薄い赤褐色の着色を認めた。その後10月2日から4日にかけて浦入、戸島の周囲、佐波賀、東湾の平、西湾の加津良、和田沖などに約2,000,000 m<sup>2</sup>にわたって発生していることがわかった。その厚さは表層からほぼ3 m位におよんだ。赤潮の色調は濃赤褐色を呈し、なかでも佐波賀沖が顕著であった。さらにその後10月8日には長浜から雁又にかけて距岸200~300 m付近にみられ、そのほか、上佐波賀からミヨ崎にかけては淡い水帯であり、ピークを過ぎたものと推定された。翌10月9日には赤潮は消滅した(図1・図2)。10月4日頃から、養殖ハマチのへい死が始まり10月8日頃まで続いた。この間舞鶴湾で養殖中のハマチ7万8千尾中3万尾がへい死した。へい死したハマチの状態は口、鰓蓋を大きく開き、鰓には異常な粘液の分泌がみられ、その一部を検鏡する

---

\*1 Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu City,  
Kyoto Prefecture.

と下述のような赤潮プランクトンの死がいが多く付着していた。体表には暗黒斑がみられ、中  
毒症状を呈していた。さらに養殖中のカキ360kg(剃身)ほどのへい死がみられた(表1)。

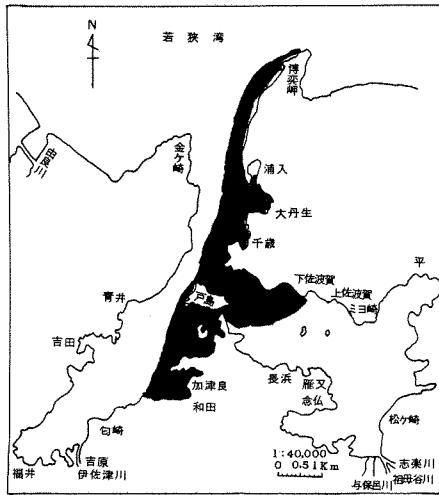


図1 10月4日舞鶴湾における赤潮の  
発生状況(12:00~15:00)  
風向:SSW(漲潮時)



図2 10月8日舞鶴湾における赤潮の  
発生状況(10:30~13:20)  
風向:WNN(落潮時)

表1 *Hemientreptia antiqua* 赤潮による養殖業の被害

| 種類  | 経営体数 | 数量<br>尾数         | 養殖方法                | 備考   |
|-----|------|------------------|---------------------|------|
| ハマチ | 2    | 30,481           | 小割式養殖<br>(8m×8m×4m) |      |
| マルゴ | 2    | 513              | "                   |      |
| ブリ  | 2    | 228              | "                   |      |
| カキ  | 5    | 360 <sup>*</sup> | 筏式<br>(4間×5間)       | 剃身重量 |

\* 単位:kg 舞鶴市調べ

### 赤潮主体種について

10月4日観測の際、湾中央部の赤潮濃密定点で直接採水し、生体のままの標本資料を広島  
県水産試験場、高山晴義氏に送付し、種の同定をしていただいた所、*Hemientreptia antiqua*  
HADAと判明した(図3)。この種は1972年羽田<sup>4)</sup>によって新種ムカシウミミドリムシ  
*Hemientreptia antiqua* HADA(以下*Hemientreptia*と云う)として査定された。木村ら<sup>5)</sup>  
が広島湾で1969年、1970年の8月に出現し、大きな漁業被害を及ぼした種類であると報  
告している。

### 赤潮発生水域の水質環境

1975年10月4日(赤潮発生時)、10月8日(赤潮消滅前)、10月9日(赤潮消滅後)の3回にわたって、図4に示すとりの調査定点で、採水層(0, 1, 2, 3, 5, 10, 15mの各層)毎に、水温、溶存酸素飽和度、比重、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、硫化水素、透明度、クロロフィルa、フエオフィチンの測定し、プランクトン(0, 3mの各層)の分布を調べた。なお、上記3回の観測期間中における潮位、風向、風速は図5に示すとおりであった。採水は総て北

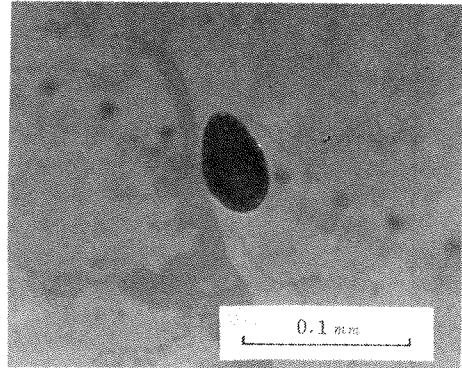


図3 1975年10月4日 舞鶴湾赤潮発生域の佐波賀地先で採集し、顕微鏡で撮影した *Hemieutreptia antiqua*,

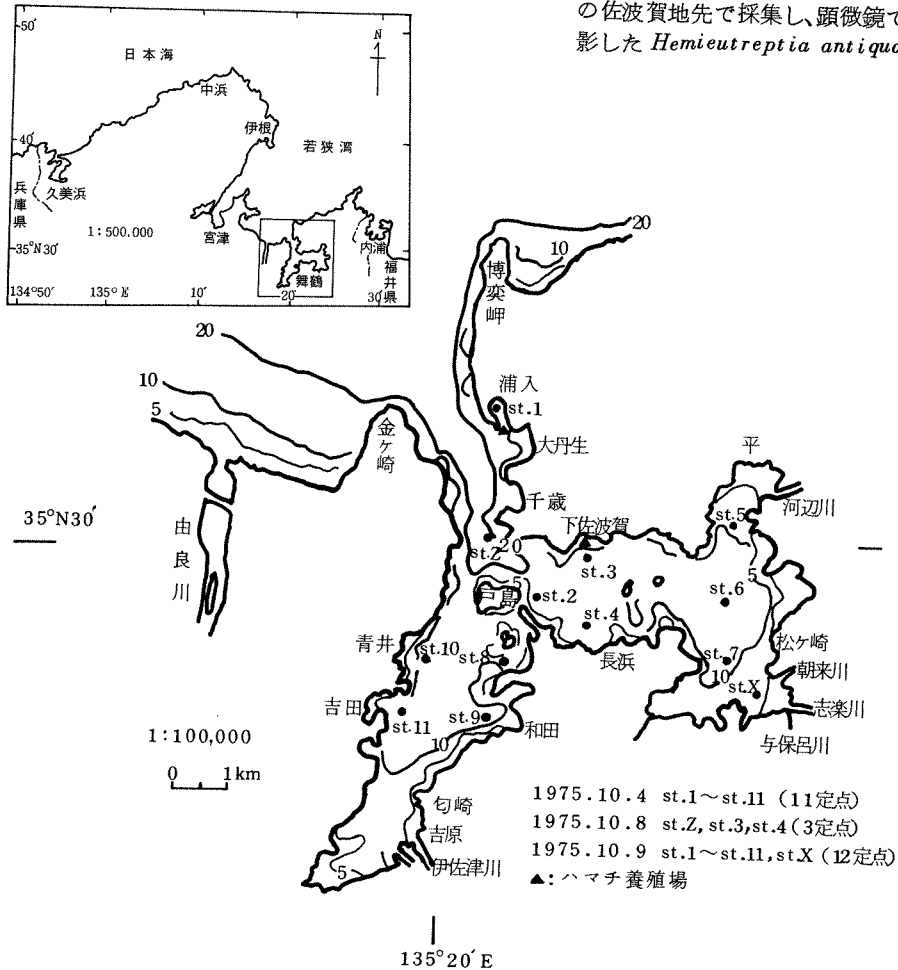


図4 舞鶴湾の水質・プランクトン調査定点

原式中層採水器を使用し、水温、溶存酸素飽和度は DO METER MODEL 15 A (アンドリウス社)、比重は赤沼式比重計 B, C. 亜硝酸態窒素は G.R 試薬による比色法<sup>6)</sup>、アンモニア態窒素はインドフェノール法<sup>6)</sup>、硫化水素はパラジニトロアニリン試薬による比色定量法<sup>7)</sup>、透明度はセッキ板、クロロフィル a、フェオフィチンは、アセトン抽出吸収法<sup>6)</sup>、プランクトンは現場海水を持ち帰り、直ちに検鏡し、*Hemietia-treptia* のみ cc 当りの個体数を記録した。以上の結果はそれぞれ付表 1, 付表 2, 付表 3 に示した。

水温は 0 m 層で 10 月 4 日は 25.2 ~ 26.7 °C (平均値 26.0 °C)、10 月 9 日は 22.2 ~ 24.0 °C (平均値 23.2 °C) を示し、赤潮発生時である 10 月 4 日が 10 月 9 日 (赤潮消滅後) の値に比べて平均値で約 2.8 °C ほど高い。3 m 層では平均値で 10 月 4 日の方が 1.7 °C ほど高いことを示している。その他 5 m、10 m 各層は平均値で 10 月 4 日の方がほぼ 1 °C 高く示している。舞鶴湾の湾口部 (St. 1) 東湾 (St. 6) 西湾 (St. 9) の 10 月 4 日と 10 月 9 日それぞれの水温の垂直分布をみれば判然としている (図 6)。

これらは飯塚ら<sup>8)</sup>が北海道噴火湾で赤潮が発生した *Dinoflagellata* の一種 *Prorocentrum micans* の場合の発生域がほぼ 2 °C 高値を示したと報告しているのとよく似ている。このことは赤潮の濃密化と関連が深いように思われるが原因は明らかでない。また、上下層の水温較差 (即ち 0 m 層水温と 5 m 層水温との差) は赤潮が発生している 10 月 4 日は全層を通じてその差は小さく、殆ど 1 °C 以下を示し、赤潮が消滅した 10 月 9 日は全層を通じてその差は大きく 2 °C 以上を示し、10 月 4 日は水塊の成層化が弱かったことが伺われる。また、今回と同時期の 1962 年の舞鶴湾 St. 6, St. 11, の水温資料<sup>10)</sup> をみても、その水温較差は '75 年 10 月 4 日が 0.15 °C (平均値) で '75 年 10 月 9 日が 1.65 °C (平均値) を示し、'62 年 10 月 9 日は 1.0 °C (平均値) で、10 月 4 日の水塊の成層化の弱かったことを示

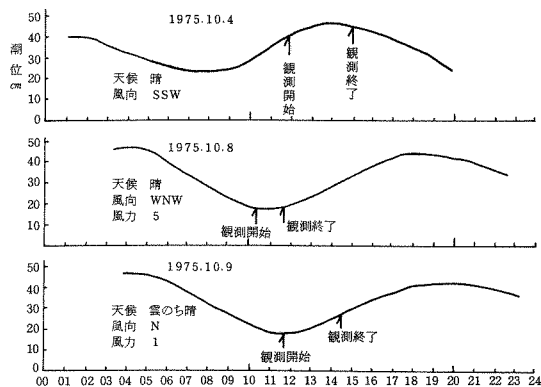


図 5 舞鶴湾の水質調査時の潮位・風向・風力 (潮位: 昭和 50 年潮位表、舞鶴海洋気象台)

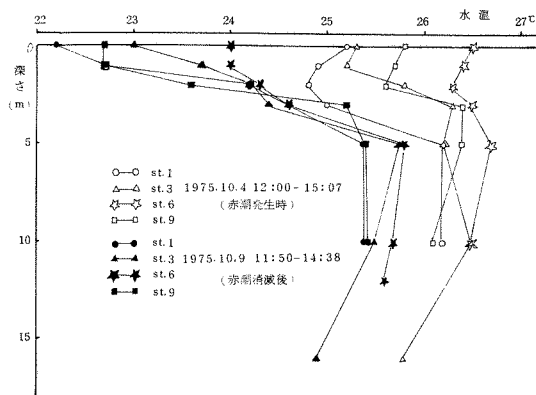


図 6 舞鶴湾の水温の垂直分布

している(表2)。

水産庁<sup>9)</sup>は広島湾での赤潮発生件数と水塊の成層化との関係から成層化の弱かった年は赤潮発生件数が多いが、むしろ漁業被害をもたらした赤潮が少なかったと報告している。これらは赤潮発生に何らかの関係があるように思われるが、水温だけでなく他のいろいろな要素が複雑にからみあっているように考えられ、よくわからない。

比重は、10月4日上層(0m層)で $\sigma_{15}$  18.6~21.9(平均値 $\sigma_{15}$  20.3)、10月9日 $\sigma_{15}$  14.5~18.0(平均値 $\sigma_{15}$  16.1)が観測された。10月9日がやゝ低かんではあるが、これは、前日8日、10mm近くの降雨があり、河川水の流入により表面に停滞したためと思われる。観測期間中全定点を通じて上層は低かん水で被われていた(図7)。10月4日の赤潮

発生濃密域(St. 2, St. 3, St. 8, St. 9)は $\sigma_{15}$  19.6(平均値)で、希薄域(St. 4~St. 11) $\sigma_{15}$  20.7(平均値)より低かんの傾向を示している。

溶存酸素飽和度は、観測期間中、全定点を通じて上層が高く、下層にいくにつれて低くなっていく傾向がみられる。10月4日の赤潮濃密域は上層で168~200%以上を示し希薄域で88.5~179.5%が観測され、とくに溶存酸素飽和度20%<のようにDO。メーターのスケールアウト

表2 舞鶴湾の水温例

| 観測月日          | 調査定点 | 表面水温(A) | 5m層水温(B) | (A)-(B) |
|---------------|------|---------|----------|---------|
| 1975<br>10.4  | 1    | 25.2 °C | 26.2 °C  | 1.0 °C  |
|               | 2    | 26.0    | 26.8     | 0.8     |
|               | 3    | 25.3    | 26.2     | 0.9     |
|               | 4    | 25.4    | 26.9     | 1.5     |
|               | 5    | 26.3    | 26.6     | 0.3     |
|               | 6    | 26.5    | 26.7     | 0.2     |
|               | 7    | 26.7    | 26.8     | 0.1     |
|               | 8    | 25.8    | 26.3     | 0.5     |
|               | 9    | 25.8    | 26.4     | 0.6     |
|               | 10   | 26.7    | 26.5     | 0.2     |
|               | 11   | 26.4    | 26.5     | 0.1     |
|               | 平均値  | 26.0    | 26.5     | 0.6     |
| 1975<br>10.9  | 1    | 22.2 °C | 25.4 °C  | 3.2 °C  |
|               | 2    | 23.1    | 25.6     | 2.5     |
|               | 3    | 23.0    | 25.8     | 2.8     |
|               | 4    | 22.9    | 25.5     | 2.6     |
|               | 5    | 23.5    | 25.6     | 2.1     |
|               | 6    | 24.0    | 25.8     | 1.8     |
|               | 7    | 23.4    | 25.7     | 2.3     |
|               | X    | 23.2    | 25.9     | 2.7     |
|               | 8    | 23.2    | 25.4     | 2.2     |
|               | 9    | 22.7    | 25.4     | 2.7     |
|               | 10   | 23.5    | 25.5     | 2.0     |
| 11            | 24.0 | 25.5    | 1.5      |         |
|               | 平均値  | 23.2    | 25.5     | 2.4     |
| 1962*<br>10.9 | 6    | 22.8 °C | 24.0 °C  | 1.2 °C  |
|               | 11   | 22.9    | 23.7     | 0.8     |
|               | 平均値  | 22.9    | 23.9     | 1.0     |

\* 気象庁海洋気象観測資料 No.32 (1964)。

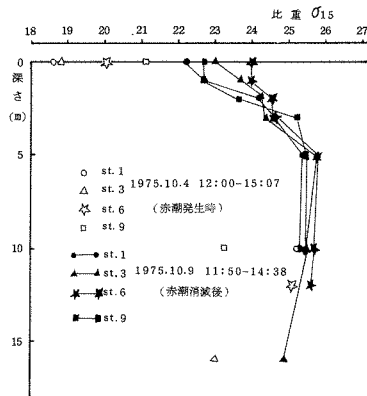


図7 舞鶴湾の比重の垂直分布

になっていた。つまり過飽和状態を示しているのはあきらかに本赤潮種の代謝の結果であろうと思われる(図8)。

飯塚ら<sup>8)</sup>が1973年北海道噴火湾で発生した赤潮 *Prorocentrum micans* の報告した結果と同じ傾向を示している。

透明度は、第八管区海上保安本部水路部\*によれば舞鶴湾口付近で5 m前後で、東、西の両湾は4 m以下であり、東湾が低い傾向を示すと報告している。10月4日の観測結果では、赤潮濃密域で2.3 m、希薄域で3.6 mを示し、はっきりと差がみられた。

栄養塩の亜硝酸態窒素は10月4日の観測では上層が殆ど $0.1 \mu\text{g-at./L}$ 以下であるが、下層は $0.7 \sim 1.6 \mu\text{g-at./L}$ を示している。赤潮消滅後の10月9日の観測では上層は痕跡的で、下層は $0.7 \sim 2.8 \mu\text{g-at./L}$ を示し、両観測(10月4日、10月9日)時とも東湾の方が高い傾向を示し、10月9日は本赤潮種の死殻などの蓄積のためと考えられる。また、アンモニア態窒素も上述と同じような傾向がみられた。

硫化水素は、全定点、全層(上・下層)共検出されなかった。

クロロフィル a フェオフィチンは、舞鶴海洋气象台<sup>11)</sup>の報告によると、一般に外洋ではクロロフィル a は最高で $2 \sim 3 \mu\text{g/L}$ 、フェオフィチンは $3 \sim 4 \mu\text{g/L}$ 程度と言われている。舞鶴湾<sup>11)</sup>の1974年5月15~16日の調査でクロロフィル a、最高 $14.75 \mu\text{g/L}$ 、フェオフィチン $9.03 \mu\text{g/L}$ と報告しているが、今回10月4日の調査ではSt.2, St.3でクロロフィル a はそれぞれ、 $172.45 \mu\text{g/L}$ 、 $156.17 \mu\text{g/L}$ を示し10~15倍となっている。古橋ら<sup>12)</sup>が1975年10月2日東湾でクロロフィル a  $910.2 \mu\text{g/L}$ の異常値で、前年同時期の最高値の約60倍を記録している。フェオフィチンはSt.1で $182.99 \mu\text{g/L}$ で1974年同時期の約20倍の高値を示した。

古橋ら<sup>12)</sup>が1975年10月2日、フェオフィチン $6,960 \mu\text{g/L}$ で約770倍を記録している。木村ら<sup>5)</sup>は $569 \text{ mg/m}^3$ の異常値を報告している。

プランクトンは、*Hemietreptia* が主に出現しているが、その他の種類としては、*Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Peridinium* sp., *Polykrinos* sp., *Gymnodinium nelsoni* (?) などが混在した。これらの計数結果は非常に少なかった。10月4日の計数結果では上層で $2.4 \times 10^3 \text{ cells/cc}$ (濃密分布域での平均値)で最高はSt.2, St.3で $3.7 \times 10^3 \text{ cells/cc}$ , 3.1

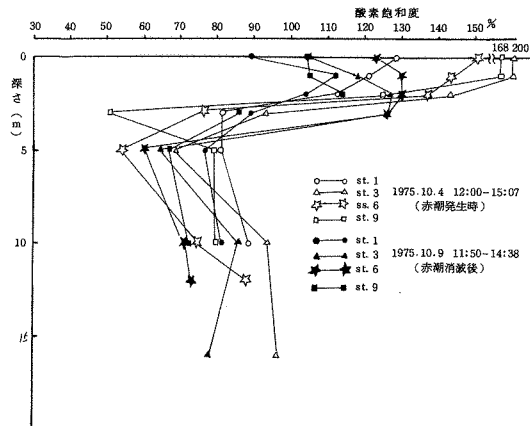


図8 舞鶴湾の溶存酸素飽和度の垂直分布

\* 管内海域における海水透明度調査結果について(1976)

$\times 10^3$  cells/cc を示した。それ以外の希薄域では  $2.2 \times 10^2$  cells/cc で少なかった。  
 3 m 層では  $6.6 \times 10^1$  cells/cc を示した。

10月9日の赤潮消滅後の  
 プラクトンの計数結果は上層(0 m 層)で  $1.4 \times 10^2$  cells/cc、3 m 層で 9 cells/cc であった。以上  
 プラクトンは上層に多く、  
 下層にいくにつれて少なくなり、その垂直分布範囲はほぼ 3 m までであることがわかった(図9)。木村ら<sup>5)</sup>は広島湾で海水中 1,000 cells/cc 以上分布するとハマチがへい死したと報告しているが、今度の計数結果の数10倍を記録し、異常的な分布をなしたことが伺える。

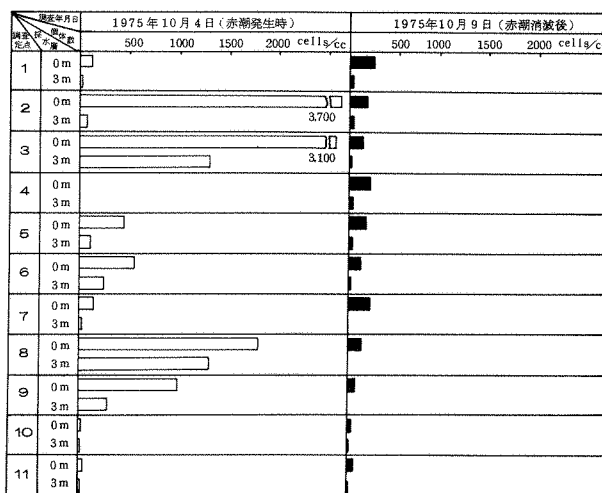


図9 舞鶴湾のHemieutreptia antiqua の分布状況

### 舞鶴湾の気象について\*

秋季における風向は、過去10年間(1967~'76年)を通じ、N-NN E方向が最多で

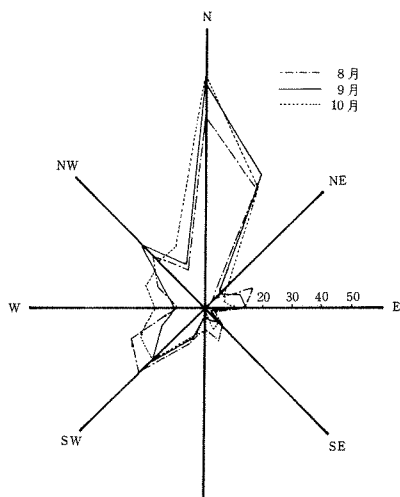


図10 月別風向出現頻度  
 (自1967 - 1976年)

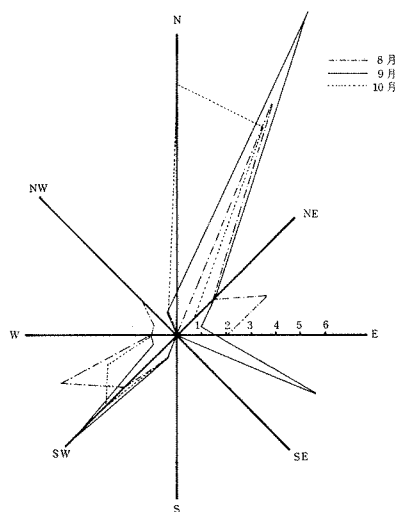


図11 1975年月別風向出現頻度

\* 京都地方気象台資料(1967年~1976年)による。

40～42%、ついでSW-W方向が14～16%、NW-NNW 15～16%、風速は日平均風速2.0 m/sec以上で9月は40%で最も少なく、10月が多く90%近くもある。また、1975年の秋季風向出現頻度はN-NNE方向が最多で57～61%、ついでSW-WSW方向が22.5～23%で上述のよう  
なほぼ同じ傾向を示している(図10、図11)。

降水量は過去10年間を通じて、9月が最多で41.9%(年平均1,390 mm)、ついで10月が31.5%(年平均1,047 mm)、8月が最も少なく21.6%(年平均877 mm)を占めている。年別(8月～9月)では1971年(6,175 mm)、'72年(6,785 mm)が最多で、'75年(516 mm)は最少を示している(図12)。

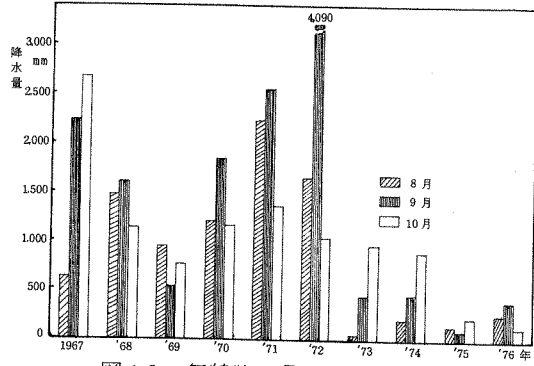


図12 舞鶴湾の月別降水量  
(自1967年～1976年)

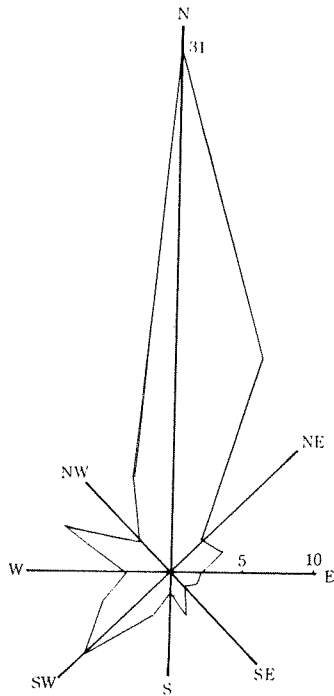


図13 10月上旬における  
風向出現頻度  
(自1967年～1976年)

さらに観測期間中の舞鶴湾の気象(10月上旬1～10日)は風向はN方向が最多で、ついでSW～WNW方向

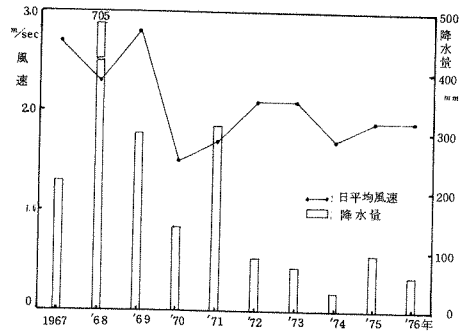


図14 10月上旬における日平均  
風速、降水量

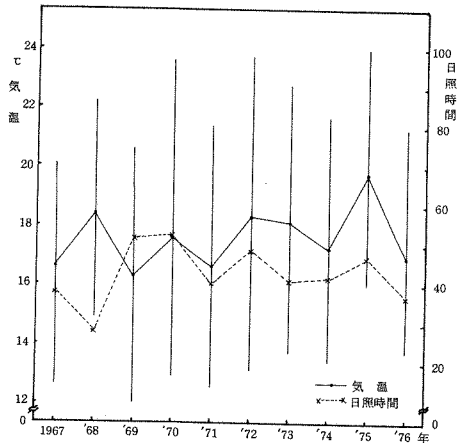


図15 10月上旬における気温、  
日照時間



がその次になっている。風速は日平均風速は1967年、'69年が $3.0\text{ m/sec}$  近くあり、1972～76年は $2.0\text{ m/sec}$ 前後と横ばい状態を示している。降水量は1968年が卓越して多いが、1972～'76年では $70\sim 100\text{ mm}$ を示している。気温は例年で $17\sim 18^\circ\text{C}$  (旬別平均値)を示しているが、過去10年間(1967～'76年)を通じて1975年が最も高く $20^\circ\text{C}$  (旬別平均値)を示しているのが目立っている(図13・図14・図15)。

## 考 察

過去に行われた舞鶴湾のプランクトン調査によると、古橋<sup>1)</sup>が1950年代は*Chaetoceros*の増殖による赤潮、上田<sup>2)</sup>によれば1970年代に入ってこの湾のプランクトン群集が*Chaetoceros*群集から*Skeletonema*群集に変化しつつあること、その後京都府立海洋センター<sup>3)</sup>が、*Skeletonema*群集と*Chaetoceros*群集とがこの湾の主な構成であると報告しているが、今回の*Hemietreptia*のように漁業被害をもたらした種はこの湾では初めてである。また、この湾の水質環境について上田<sup>13)</sup>が1973年舞鶴湾が富栄養化の傾向にあることを(とくに東湾)、また鬼頭<sup>14)</sup>が1974年湾の化学成分の日変化を調べ潮位が量的変動に大きな影響を与えることがわかり、その後、著者<sup>15)</sup>が1976年湾の水質とプランクトン相からとくに東湾が富栄養化が進行していること、*Hemietreptia*が8～10月に存在することがわかったと報告している。以上のことから舞鶴湾は富栄養化の傾向にあることがわかった。木村<sup>5)</sup>が広島湾で1969年、1970年の8月におきた*Hemietreptia*赤潮の発生要因は6月～7月の窒素補給量と梅雨明け時期に高温、静穏の日数が多いことによると報告しているが、著者らも舞鶴湾についてこれらの関係を調べたが、わからなかった。ただ、赤潮発生している期間中(10月上旬)の平均気温は過去10年間(1967～'76年)を通じて1975年が最も高いことがわかり、その後の調査<sup>15)</sup>からも周年を通じて湾内のリン酸態リンが、 $2\mu\text{g-st./L}$ 以上の値を示すことがあり、現象的には赤潮発生に何らかの役割を果たしたのではないかとと思われる。

今度の赤潮を古橋<sup>12)</sup>が発生の直接の動機について赤潮発生する数日前の全天日射量と日降水量とに関係があり、発生要因として、リンの増加をあげ、湾の現状は過栄養に近づいていると報告している。以上のことから、いずれにしても、今後、舞鶴湾の富栄養化がすすみ、漁業被害をもたらす*Hemietreptia antiqua*の赤潮発生が、十分起り得るものと推定される。

## 要 約

1. 1975年9月26日から10月9日にかけて舞鶴湾東湾奥～中央部に厚さほぼ $3\text{ m}$ の濃赤褐色の赤潮が発生した。
2. この赤潮は、有色鞭毛藻の一種で*Hemietreptia*のほぼ単一種構成によるものであった。
3. 本種による赤潮は、京都府(舞鶴湾)として初めてで、漁業被害(ハマチ・カキ)をもたらす種であり、注目すべきことである。
4. 水温は、赤潮発生時には上層で $25.2\sim 26.7^\circ\text{C}$  (平均値 $26.0^\circ\text{C}$ )、赤潮消滅後には $22.2$

- ～24.0℃（平均値23.2℃）を示し、発生時が平均値2.8℃ほど高めであった。
5. 上下層の水溫較差（0m層と5m層との差）は赤潮発生時は1℃以下、消滅後は2℃以上を示している。10月4日の赤潮発生時は水塊の成層化が弱かったことを示した。
  6. 比重は赤潮発生中は全域低かん傾向を示した。
  7. 溶存酸素飽和度は、赤潮によって超過飽和（168～200%以上）を示し、これは赤潮種の代謝結果であろうと思われる。
  8. 透明度は舞鶴湾口部で5m前後であるがそれより東西両湾は低く、とくに東湾が低く今回は2.8mを示した。
  9. 栄養塩（亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素）は上層は0.1 $\mu\text{g-at./L}$ 以下で下層は0.7～1.6 $\mu\text{g-at./L}$ で上層より高めを示した。また、アンモニア態窒素も同様の傾向を示した。
  10. クロロフィルa、フェオフィチンはそれぞれ156.17 $\mu\text{g/L}$ ～172.45 $\mu\text{g/L}$ 、182.99 $\mu\text{g/L}$ の異常値を示した。（通常、舞鶴湾ではクロロフィルa、14.75 $\mu\text{g/L}$ 、フェオフィチン9.03 $\mu\text{g/L}$ ）。
  11. 舞鶴湾の風向（8月～10月）はN～NNE方向が最多で40～42%、ついでSW～WSW方向、NW～NNW方向の順である。降水量は過去10年間（1967～1976年）を通じて9月が最多で10月、8月の順であった。

本文を取りまとめるに当り、御助言と御校閲を賜った府立海洋センター畑中正吉所長ならびにいろいろの示唆と発表の機会を与えて下さった同センター栗田実部長に厚くお礼申しあげます。本赤潮種の同定をしていただいた広島県水産試験場 高山晴義氏、クロロフィル、フェオフィチンの分析にご協力いただいた舞鶴海洋気象台 榎原資嗣氏に厚くお礼申しあげます。また、調査の実施に際し、ご協力いただいた府立海洋センター小味山太一部長、同センター松岡祐輔氏、清野精次氏、舞鶴市役所中瀬作一係長、水産課分室 関正信改良普及員、らくよう乗組員各位、みさき丸乗組員各位に厚くお礼申しあげます。

### 参 考 文 献

- 1) 古橋賢造：舞鶴湾における動物プランクトンの季節変化。海と空，33（1,2），14～23（1957）。
- 2) 上田拓史：舞鶴湾におけるプランクトン相の季節変化について。昭和49年度京都大学農学部研究科大学院論文，1975年2月（1975）。
- 3) 京都府立海洋センター：舞鶴湾プランクトン調査、海洋センター月報，昭和52年5月1～7（1975）。
- 4) 羽田良禾：公害と原生動物、II、赤潮公害と赤潮プランクトン。広島商大論文集，12（2），27～57（1972）。
- 5) 木村知博・溝上昭男・橋本俊将：漁業被害をもたらした広島湾の赤潮：その発生状況と発

- 生環境。日本プランクトン学会報，19（2），82-112（1973）。
- 6) 気象庁編：海洋観測指針，日本海洋学会（1972）。
  - 7) 新良宏一郎・舟阪 渡：水分析（分析化学講座60） 共立出版，東京 P.25（1956）。
  - 8) 飯塚 篤・駒木 成：1973年9月、噴火湾豊浦沿岸で発生した *Prorocentrum* 赤潮について。北水研報，40，60-66（1974）。
  - 9) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務局：瀬戸内海の赤潮。昭和46年，1-13（1972）。
  - 10) 気象庁：気象庁海洋気象観測資料。32（1964）。
  - 11) 舞鶴海洋気象台海洋課：1974年5月若狭湾および舞鶴湾海洋観測報告，舞鶴海洋気象台海洋速報，268。別冊（1974）。
  - 12) 古橋賢造・榎原資嗣：1975年秋季舞鶴湾に出現した赤潮について。海と空，51（2），31-37（1976）。
  - 13) 上田彬博・長沢修子・岡 高明：富栄養化に関する研究（その1）-舞鶴湾の海水中の無機態窒素とリン酸態リン及びクロロフィルaについて。京都府公害研年報，3，138-143（1974）。
  - 14) 鬼頭正隆・江口一平：舞鶴湾における化学成分の日変化について。海と空，51（1），41-48（1975）。
  - 15) 西岡 純・中西雅幸・杉山元彦・田中俊次：舞鶴湾の水質とプランクトンについて。本誌投稿中（1977）。

付表1 舞鶴湾の赤潮発生時の水質調査結果

1975.10.4 (12:00~15:07)

| 調査<br>定点 | 水深<br>m | 採水<br>層<br>m | 水温<br>℃ | 比重<br>$\sigma_{15}$ | 溶存酸素<br>飽和度<br>% | 透明度<br>m | 亜硝酸態窒素<br>$\mu\text{g-at./L}$ | 硫化水素<br>$\mu\text{g-at./L}$ | クロロフィルa<br>$\mu\text{g/L}$ | フエオフィチン<br>$\mu\text{g/L}$ | 1cc 当たり<br>プランクトン<br>個体数 |                   |
|----------|---------|--------------|---------|---------------------|------------------|----------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
|          |         |              |         |                     |                  |          |                               |                             |                            |                            | 0m層                      | 3m層               |
| 1        | 12      | 0            | 25.2    | 18.6                | 128.5            | 4        | ND                            | ND                          | 7.94                       | 182.99                     | $1.1 \times 10^2$        | $4.0 \times 10^0$ |
|          |         | 1            | 24.9    |                     | 121.0            |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 2            | 24.8    |                     | 113.0            |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 3            | 25.0    |                     | 81.7             |          |                               |                             | 3.15                       | 55.02                      |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.2    |                     | 80.3             |          |                               |                             | 2.56                       | 1.90                       |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.2    | 25.2                | 88.6             |          | 1.0                           | ND                          |                            |                            |                          |                   |
| 2        | 19      | 0            | 26.0    |                     | 110.5            | 2        |                               |                             | 172.45                     | 12.82                      | $3.7 \times 10^3$        | $7.0 \times 10^1$ |
|          |         | 1            | 25.8    |                     | 136.0            |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 2            | 25.8    |                     | 67.0             |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 3            | 26.6    |                     | 59.3             |          |                               |                             | 5.91                       | 0.53                       |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.8    |                     | 56.8             |          |                               |                             | 4.54                       | 0.66                       |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.6    |                     | 81.3             |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          | 18      | 25.4         |         | 86.6                |                  |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
| 3        | 17      | 0            | 25.3    | 18.8                | <200             | 2        | ND                            | ND                          | 156.17                     | 13.55                      | $3.1 \times 10^3$        | $1.3 \times 10^3$ |
|          |         | 1            | 25.2    |                     | <200             |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 2            | 25.8    |                     | 143              |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 3            | 26.3    |                     | 93.3             |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.2    |                     | 68.7             |          |                               |                             | 14.10                      | 2.33                       |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.5    |                     | 93.1             |          |                               |                             | 4.19                       | 1.15                       |                          |                   |
|          | 16      | 25.8         | 23.0    | 96.6                |                  | 0.7      | ND                            |                             |                            |                            |                          |                   |
|          | 15      | 0            | 25.4    | 19.3                | 179.5            | 5        | ND                            | ND                          |                            |                            |                          |                   |
|          |         | 1            | 26.0    |                     | 100.5            |          |                               |                             |                            |                            |                          |                   |

| 調査<br>定点 | 水深<br>m | 採水<br>層<br>m | 水温<br>°C | 比重<br>$\sigma_{15}$ | 溶存酸素<br>飽和度<br>% | 透明度<br>m | 亜硝酸態窒素<br>$\mu g-at./L$ | 硫化水素<br>$\mu g-at./L$ | クロロフィルa<br>$\mu g/L$ | フェオフィチン<br>$\mu g/L$ | 1cc 当たり<br>プランクトン<br>個体数 |                   |
|----------|---------|--------------|----------|---------------------|------------------|----------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
|          |         |              |          |                     |                  |          |                         |                       |                      |                      | 0 m層                     | 3 m層              |
| 4        |         | 2            | 26.7     |                     | 58.5             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 3            | 26.8     |                     | 53.1             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.9     |                     | 66.3             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.4     |                     | 92.0             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 14           | 25.8     | 25.4                | 94.1             | 0.8      | ND                      |                       |                      |                      |                          |                   |
| 5        | 11      | 0            | 26.3     |                     | 174              | 2        |                         |                       |                      |                      | $4.4 \times 10^2$        | $1.1 \times 10^2$ |
|          |         | 1            | 25.7     |                     | 182.5            |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 2            | 25.7     |                     | 187              |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 3            | 25.7     |                     | 63.8             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.6     |                     | 52.9             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.9     |                     | 53.0             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
| 6        | 13      | 0            | 26.5     | 20.6                | 152.5            | 3        | ND                      | ND                    |                      |                      | $5.5 \times 10^2$        | $2.5 \times 10^2$ |
|          |         | 1            | 26.4     |                     | 143              |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 2            | 26.3     |                     | 137              |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 3            | 26.5     |                     | 76.4             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.7     |                     | 54.2             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 10           | 26.5     |                     | 74.0             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
| 7        |         | 12           | 26.4     | 25.1                | 88.1             |          | 1.6                     | ND                    |                      |                      |                          |                   |
|          | 10      | 0            | 26.7     |                     | 135.5            | 3        |                         |                       |                      |                      | $1.4 \times 10^2$        | $1.0 \times 10^1$ |
|          |         | 1            | 26.5     |                     | 119.0            |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 2            | 26.5     |                     | 39.3             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 3            | 26.6     |                     | 40.2             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |
|          |         | 5            | 26.8     |                     | 51.6             |          |                         |                       |                      |                      |                          |                   |



付表2 舞鶴湾の赤潮消滅前の水質調査結果

1975.10.8 (10:30~11:50)

| 調査地点 | 水深<br>m | 採水層<br>m | 水温<br>°C | 比重<br>$\sigma_{15}$ | 溶存酸素飽和度<br>% | 透明度<br>m | 1cc当たりプランクトン<br>個体数 |                   |
|------|---------|----------|----------|---------------------|--------------|----------|---------------------|-------------------|
|      |         |          |          |                     |              |          | 0 m層                | 3 m層              |
| Z    | 16.5    | 0        | 24.4     | 22.7                | 108.0        | 3.2      | $7.5 \times 10^1$   | $1.4 \times 10^2$ |
|      |         | 1        | 24.4     | 22.8                | 102.5        |          |                     |                   |
|      |         | 2        | 24.6     | 22.9                | 100.0        |          |                     |                   |
|      |         | 3        | 24.6     | 23.0                | 96.0         |          |                     |                   |
|      |         | 5        | 24.1     | 23.9                | 91.0         |          |                     |                   |
|      |         | 10       | 25.1     | 23.8                | 88.0         |          |                     |                   |
| 3    | 18.5    | 0        | 24.3     | 22.0                | 114.0        | 3.5      | $1.7 \times 10^2$   | 0                 |
|      |         | 1        | 24.3     | 22.5                | 113.0        |          |                     |                   |
|      |         | 2        | 24.5     | 22.7                | 109.0        |          |                     |                   |
|      |         | 3        | 24.6     | 23.0                | 99.0         |          |                     |                   |
|      |         | 5        | 24.8     | 23.6                | 81.0         |          |                     |                   |
|      |         | 10       | 25.4     | 24.4                | 80.0         |          |                     |                   |
| 4    | 14.3    | 0        | 24.3     | 21.6                | 144.0        | 2.5      | $8.0 \times 10^2$   | $4.5 \times 10^1$ |
|      |         | 1        | 24.6     | 21.7                | 139.0        |          |                     |                   |
|      |         | 2        | 25.0     | 21.6                | 96.0         |          |                     |                   |
|      |         | 3        | 25.5     | 22.8                | 86.0         |          |                     |                   |
|      |         | 5        | 25.7     | 23.7                | 75.0         |          |                     |                   |
|      |         | 10       | 25.5     | 24.6                | 78.0         |          |                     |                   |

付表8 舞鶴湾の赤潮消滅後の水質調査結果

1975.10.9 (11:50~14:38)

| 調査<br>定点 | 水深<br>m | 採水<br>層<br>m | 水温<br>℃ | 比重<br>σ <sub>15</sub> | 溶存酸素<br>飽和度<br>% | 透明度<br>m | 亜硝酸態窒素<br>μg-at./L | アンモニア<br>態窒素<br>μg-at./L | 硫化水素<br>μg-at./L | 1cc当たり<br>プランクトン<br>個体数 |                       |
|----------|---------|--------------|---------|-----------------------|------------------|----------|--------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|          |         |              |         |                       |                  |          |                    |                          |                  | 0m層                     | 3m層                   |
| 1        | 12.3    | 0            | 22.2    | 15.4                  | 99.0             | 2.5      | Tr                 | 0.1                      | ND               | 2.5 × 10 <sup>2</sup>   | 3.2 × 10 <sup>1</sup> |
|          |         | 1            | 22.7    | 15.4                  | 112.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 2            | 24.2    | 18.5                  | 104.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 3            | 24.6    | 18.5                  | 89.0             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 5            | 25.4    | 19.5                  | 76.5             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 10           | 25.3    | 23.2                  | 81.0             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
| 2        | 20.9    | 0            | 23.1    | 16.5                  | 110.0            | 2.5      | Tr                 | 0.1                      | ND               | 1.8 × 10 <sup>2</sup>   | 1.8 × 10 <sup>1</sup> |
|          |         | 1            | 23.0    | 17.5                  | 110.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 2            | 23.2    | 19.8                  | 116.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 3            | 24.0    | 20.8                  | 122.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 5            | 25.6    | 24.1                  | 63.0             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 10           | 25.5    | 24.9                  | 83.0             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
| 3        | 19      | 0            | 23.0    | 17.5                  | 105.0            | 3        | Tr                 | 0.5                      | ND               | 1.4 × 10 <sup>2</sup>   | 8                     |
|          |         | 1            | 23.7    | 19.8                  | 118.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 2            | 24.2    | 20.8                  | 127.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 3            | 24.4    | 19.8                  | 126.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 5            | 25.8    | 23.8                  | 64.5             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 10           | 25.5    | 23.5                  | 85.5             |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          | 16      | 0            | 22.9    | 16.5                  | 106.0            | 2.8      | Tr                 | 0.9                      | ND               | 2.1 × 10 <sup>2</sup>   | 1.4 × 10 <sup>1</sup> |
|          |         | 1            | 23.0    | 16.5                  | 104.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |
|          |         | 2            | 23.5    | 18.5                  | 122.0            |          |                    |                          |                  |                         |                       |



| 調査<br>定点 | 水深   | 採水<br>層 | 水温<br>°C | 比重<br>σ <sub>15</sub> | 溶存酸素<br>飽和度<br>% | 透明度<br>m | 亜硝酸態窒素<br>μg-at./L | アンモニア<br>態窒素<br>μg-at./L | 硫化水素<br>μg-at./L | 1cc 当たり<br>プランクトン<br>個体数 |                       |
|----------|------|---------|----------|-----------------------|------------------|----------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|
|          |      |         |          |                       |                  |          |                    |                          |                  | 0 m層                     | 3 m層                  |
| 4        |      | 3       | 24.0     | 21.9                  | 126.0            |          | Tr                 | 1.1                      | ND               |                          |                       |
|          |      | 5       | 25.5     | 22.1                  | 64.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 10      | 25.3     | 25.0                  | 82.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 14      | 25.2     | 24.9                  | 88.0             |          | 0.6                | 18.2                     | ND               |                          |                       |
| 5        | 11.2 | 0       | 23.5     | 15.7                  | 118.0            | 2.6      | Tr                 | 2.4                      | ND               | 1.7 × 10 <sup>2</sup>    | 1.6 × 10 <sup>1</sup> |
|          |      | 1       | 23.6     | 17.8                  | 121.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 2       | 24.0     | 19.8                  | 125.0            |          | ND                 | 0.5                      | ND               |                          |                       |
|          |      | 3       | 24.5     | 22.4                  | 120.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 5       | 25.6     | 23.4                  | 65.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 10      | 25.6     | 24.0                  | 69.0             |          | 1.7                | 1.5                      | ND               |                          |                       |
| 6        | 13.7 | 0       | 24.0     | 18.0                  | 123.0            | 2.3      | Tr                 | 2.3                      | ND               | 1.2 × 10 <sup>2</sup>    | 4                     |
|          |      | 1       | 24.0     | 18.7                  | 130.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 2       | 24.3     | 18.7                  | 130.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 3       | 24.6     | 22.3                  | 126.0            |          | ND                 | 0.3                      | ND               |                          |                       |
|          |      | 5       | 25.8     | 25.0                  | 60.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 10      | 25.7     | 25.2                  | 71.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
| 7        |      | 12      | 25.6     | 24.8                  | 73.0             |          | 1.2                | 0.2                      | ND               |                          |                       |
|          | 12.2 | 0       | 23.4     | 14.7                  | 120.0            | 2.2      | Tr                 | 3.5                      | ND               | 2.1 × 10 <sup>2</sup>    | 2                     |
|          |      | 1       | 23.6     | 15.7                  | 128.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 2       | 23.1     | 18.7                  | 129.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 3       | 24.5     | 22.4                  | 123.0            |          | ND                 | 0.1                      | ND               |                          |                       |
|          |      | 5       | 25.7     | 24.0                  | 53.0             |          |                    |                          |                  |                          |                       |
|          |      | 9       | 25.7     | 24.7                  | 70.5             |          | 1.4                | 1.1                      | ND               |                          |                       |
|          | 7.2  | 0       | 23.2     | 14.5                  | 118.0            | 2.3      | Tr                 | 11.7                     | ND               | 1.6 × 10 <sup>2</sup>    | 4                     |
|          |      | 1       | 23.2     | 15.7                  | 132.0            |          |                    |                          |                  |                          |                       |

|    |      |    |      |      |       |     |    |      |    |                   |   |
|----|------|----|------|------|-------|-----|----|------|----|-------------------|---|
| X  | 16.2 | 2  | 28.7 | 16.5 | 145.0 | 2.8 | Tr | 25.3 | ND | $1.8 \times 10^2$ | 4 |
|    |      | 3  | 24.4 | 22.2 | 125.0 |     |    |      |    |                   |   |
| 8  | 16.2 | 5  | 25.9 | 28.6 | 39.5  | 2.8 | Tr | 3.6  | ND | $1.8 \times 10^2$ | 4 |
|    |      | 6  | 26.2 | 24.1 | 38.0  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 0  | 23.2 | 16.5 | 113.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 1  | 23.5 | 17.7 | 118.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 2  | 24.0 | 17.5 | 122.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 3  | 24.9 | 20.8 | 91.0  |     |    |      |    |                   |   |
| 9  | 12.9 | 5  | 25.4 | 23.9 | 67.0  | 2   | Tr | 0.1  | ND | $6.0 \times 10^1$ | 2 |
|    |      | 10 | 25.2 | 24.5 | 84.5  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 14 | 25.0 | 25.2 | 82.0  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 0  | 22.7 | 14.7 | 104.0 |     |    |      |    |                   |   |
| 10 | 14.4 | 1  | 22.7 | 15.5 | 105.0 | 2.2 | Tr | 0.1  | ND | $3.6 \times 10^1$ | 2 |
|    |      | 2  | 23.6 | 17.5 | 114.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 3  | 25.2 | 22.7 | 85.5  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 5  | 25.4 | 24.1 | 67.0  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 10 | 25.4 | 24.7 | 71.5  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 0  | 23.5 | 16.4 | 116.0 |     |    |      |    |                   |   |
| 10 | 14.4 | 1  | 24.0 | 18.5 | 126.0 | 2.2 | Tr | 0.1  | ND | $3.6 \times 10^1$ | 2 |
|    |      | 2  | 24.2 | 18.5 | 126.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 3  | 26.2 | 19.5 | 88.5  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 5  | 25.5 | 19.5 | 75.0  |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 10 | 25.3 | 25.0 | 82.5  |     |    |      |    |                   |   |
| 10 | 14.4 | 13 | 25.0 | 25.3 | 88.5  | 2.5 | Tr | 1.1  | ND | $4.6 \times 10^1$ | 5 |
|    |      | 0  | 24.0 | 16.7 | 124.0 |     |    |      |    |                   |   |
|    |      | 1  | 24.3 | 18.7 | 121.0 |     |    |      |    |                   |   |
| 10 | 14.4 | 2  | 25.0 | 19.5 | 89.0  | 2.5 | Tr | 1.4  | ND | $4.6 \times 10^1$ | 5 |
|    |      | 2  | 25.0 | 19.5 | 89.0  |     |    |      |    |                   |   |

|    |    |      |      |      |     |      |    |  |
|----|----|------|------|------|-----|------|----|--|
| 11 | 3  | 25.3 | 20.5 | 80.5 | ND  | 22.3 | ND |  |
|    | 5  | 25.5 | 23.7 | 73.0 |     |      |    |  |
|    | 10 | 25.3 | 24.6 | 86.0 |     |      |    |  |
|    | 12 | 25.3 | 24.8 | 86.0 | 0.6 | 1.4  | ND |  |

Tr : 0.3  $\mu\text{g-at/L}$  以下    ND : 0.1  $\mu\text{g-at/L}$  以下