

舞鶴湾の水質とプランクトンについて

西岡 純・中西雅幸・杉山元彦・田中俊次

Studies on Water Analysis and Plankton
in MAIZURU-Bay

Jun NISHIOKA,* Masayuki NAKANISHI,* Motohiko SUGIYAMA,*
and Syunji TANAKA*

1975年10月に舞鶴湾では初めての大規模な赤潮が起こり、養殖ハマチに被害をもたらした^{1,2)}。以後引き続き舞鶴湾で赤潮の起こることが懸念されたので、舞鶴湾の富栄養化の進行状況を把握し、プランクトン相の動向についても調査しておく必要性が感じられた。また、舞鶴湾の水質及びプランクトンに関する報告をみると、水質については大橋・生田^{3,4)}、大橋ら⁵⁾、上田ら⁶⁾、舞鶴海洋気象台海洋課^{7,8)}、鬼頭・江口⁹⁾、京都府衛生部公害対策室¹⁰⁾、の報告があり、プランクトンについては TOKIOKA¹¹⁾、YAMAZI¹²⁾、古橋¹³⁾、上田*、赤潮に関しては古橋¹⁾の報告があるが、水質とプランクトンを同時に調べたものは少なく、特に植物プランクトンと栄養塩を舞鶴湾全域について周年調査したものはない。そこで著者らは1976年5月27日から1977年5月24日まで各月1回、1か年にわたって舞鶴湾の水質とプランクトン相について調査研究を行ない、若干の考察を加えたので、その結果を取り纏めてここに報告する。

この調査研究を遂行するに当たって、赤潮発生情報を提供して頂いた舞鶴市役所水産課中瀬作一氏ならびに京都府農林部水産課分室水産業改良普及員関正信氏に感謝する。また、この調査に多大の協力を頂いた調査船みさき丸の乗組員の方々に深謝する。最後に、この報告を書くにあたり懇切な助言ならびに校閲を頂いた京都府立海洋センター海洋調査部栗田実部長、御校閲を頂いた畑中正吉所長に厚く御礼申し上げる。

調 査 方 法

図1に舞鶴湾の位置と調査6定点を示した。

調査は毎月下旬に1回午前中(10時~12時半)に行い、現場で水温、透明度、pH、溶存酸素飽和度(D.O.)の測定と硫化水素、亜硝酸態窒素の定量操作を行った。化学分析用には約300 mlの海水に塩化第二水銀を加えたものを、及び、プランクトン計数用には表層の

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

* 上田拓史:舞鶴湾に於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農学研究科修士論文(1975)

生海水 250 ml を採り、持ち帰り分析に供した。比重測定用には別に約 300 ml を採水した。

調査年月日は 1976 年 5 月 27 日、6 月 28 日、7 月 30 日、8 月 31 日、9 月 29 日、10 月 27 日、11 月 25 日、12 月 21 日、1977 年 1 月 25 日、2 月 17 日、3 月 22 日、4 月 26 日、5 月 24 日であった。

採水にはバケツ及び北原式採水器を用いて表層、海底上 1 m の底層、及びその中間の中層より採水した。(1977 年 5 月のみ表層は 0.5 m 層から採水した。) 各調査定点の水深は多少変動があったが、ほぼ Stn. 1 から Stn. 6 まで順に 28 m、17 m、11 m、10 m、14 m、9 m であった。

調査項目及び測定法は次のとおりであった。

水温：D. O. メーター付属の温度計によった。

海水比重 (σ_{15})：赤沼式比重計を用いた。

透明度 (Tr)：直径 30 cm の透明度板を用いた。

水素イオン濃度 (pH)：鈴研製 pH 比色系列によった。

溶存酸素飽和度 (D.O.)：アンドリュウ社製 D.O. メーターを用いた。

化学的酸素要求量 (COD)：アルカリ分解法。

硫化水素 (H_2S)：アミン硫酸法。

アンモニア態窒素 (NH_4-N)：インドフェノール法。

亜硝酸態窒素 (NO_2-N)：グロスミン法。

硝酸態窒素 (NO_3-N)：銅・カドミウムカラム法。

全窒素量：ケルダール法。

珪酸塩 (SiO_2)：モリブデンイエロー法。

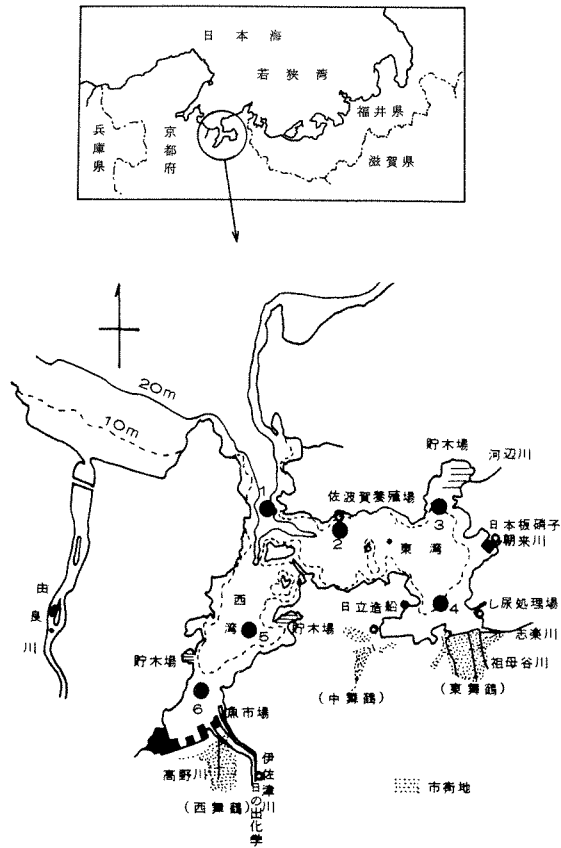


図1 舞鶴湾の位置と調査定点

磷酸態磷 ($\text{PO}_4\text{-P}$) : モリブデンブルー法。

プランクトン : 生海水 0.1 ml を界線入り計数盤上に取り検鏡計数した。

観測は 10 時から 12 時半の間に行い、1 日の観測所用時間は約 1 時間半であった。プランクトンの計数は観測日の午後に行った。

結果及び考察

水温 図 2 に示したように、8 月に最高値 (Stn. 4 の中層で 27.2°C)、2 月に最低値 (Stn. 2 の表層で 4.6°C) を示した。5 月から 9 月までは表層が暖かく、底層が冷たい表温底冷型の

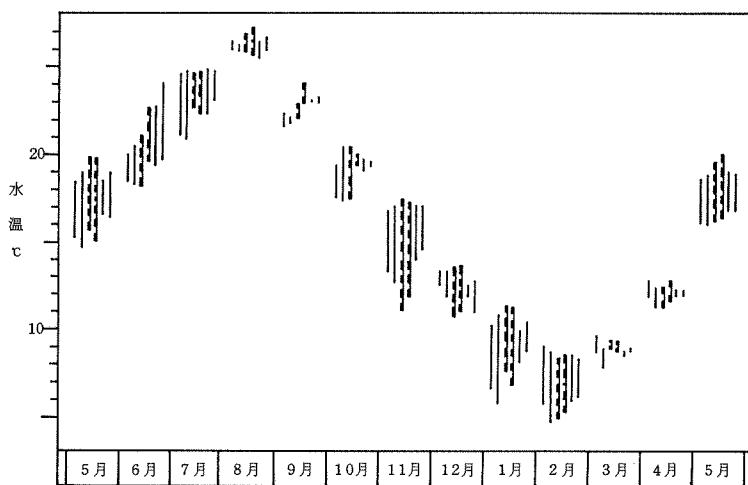


図 2 : 水温の周年変化

6 本の線は左から順に Stn. 1 ~ 6 を、長さは表・中・底層の値の範囲を示す。

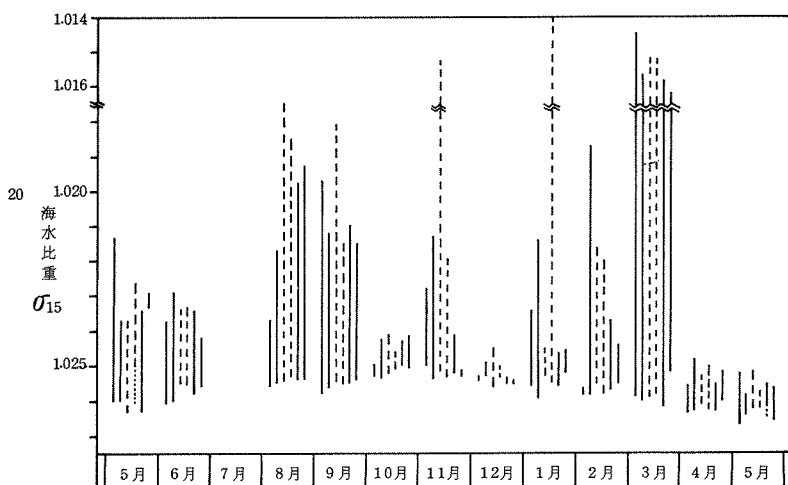


図 3 - 1 海水比重の周年変化

表示法は図 2 に同じ

分布を、また 10 月から翌年の 2 月までは反対に表層が冷たく、底層が暖かい表冷底温型の垂直分布を示した。

8 月から 9 月及び 3 月から 4 月には表・底層の水温の差がなくなり、上下層の水温の逆転がみられた。この結果は 1961 年の調査結果¹⁴⁾とあまり変わらなかった。

海水比重 (σ_{15}) 図 3 - 1 に周年の変化を、図 3 - 2 に度数分布を示した。

舞鶴湾では陸水の影響で表層が淡水化されることがあっても恒常的なものでは

なく、大雨の降った後のみ影響が出るものと思われる。尚、1977年3月に著しく表層の比重低下がみられたのは雪融水の為と思われる。1961年の調査結果¹⁴⁾も、降雨の影響があまり深層まで及ばないことを示している。

透明度 (Tr) 透明度の結果は図4-1, 2, 3に示した。透明度は2~5mの値を示すことが多く、この値は大橋・生田^{8,4)}、大橋ら⁵⁾、京都府衛生部公害対策室¹⁰⁾の値と差は無かった。

水素イオン濃度

(pH) 中層及び底層では周年ほぼ8.1~8.4の間にあり比較的安定していた(図5-2)。

表層でも Stn. 5 と Stn. 6 では周年8.1~8.4の間にあったが、その他の点ではこれに比べて変動が大きかった(図5-1, 3)。

溶存酸素飽和度 (D.O.) 表層のD.O.は周年81~147%の間にあり、底層では54~114%の間であった(図6-1)。しかし、成層形成期の貧

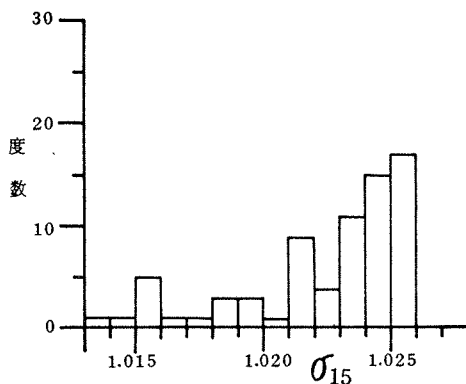


図3-2 表層比重のヒストグラム

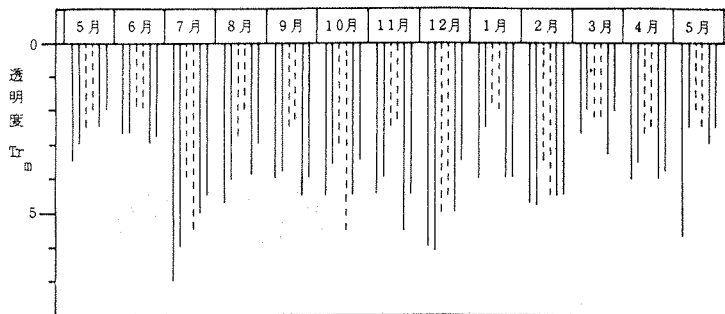


図4-1 透明度の周年変化

6本の線は左から順に Stn. 1~6 を示す

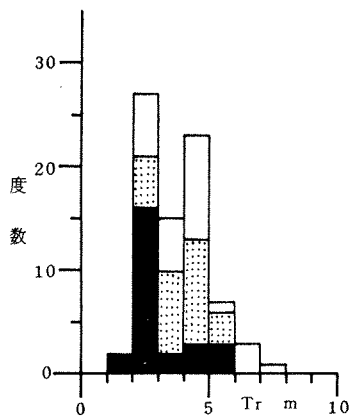


図4-2 透明度のヒストグラム

(黒：東海，点：西海)

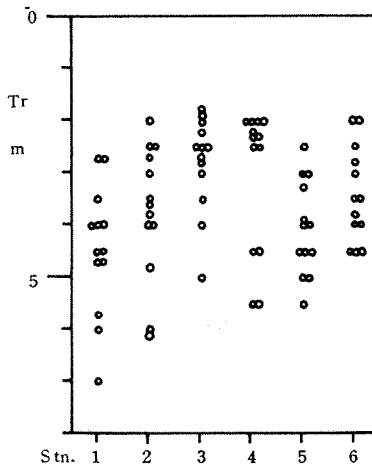


図4-3 透明度の各点の測定値

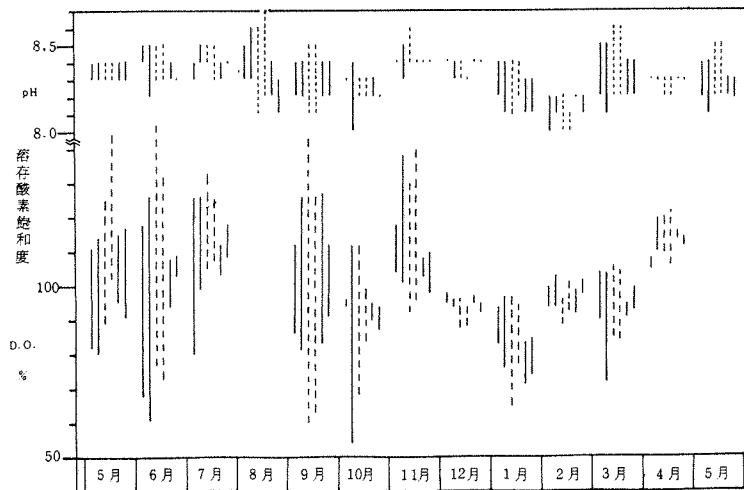


図5-1 pHおよび溶存酸素飽和度の周年変化
表示法は図2に同じ

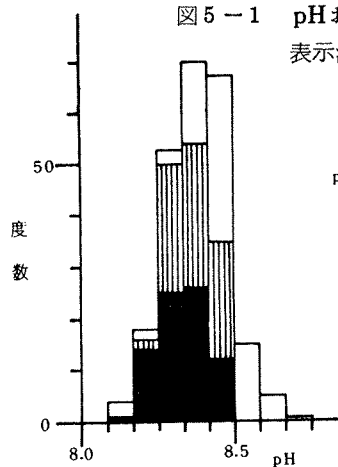


図5-2 pHのヒストグラム
(黒：底層，従線：中層，白：表層)

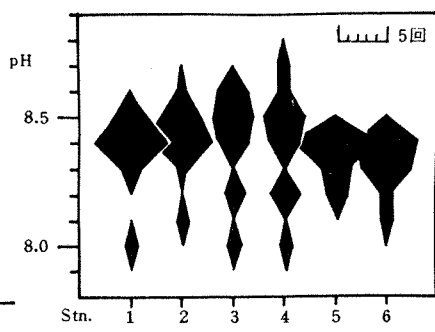


図5-3 表層のpHの各点の測定値
(年間の回数を巾で示した)

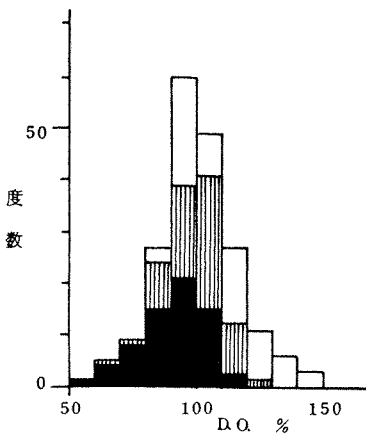


図6-1 溶存酸素飽和度のヒストグラム
(黒：底層，従線：中層，白：表層)

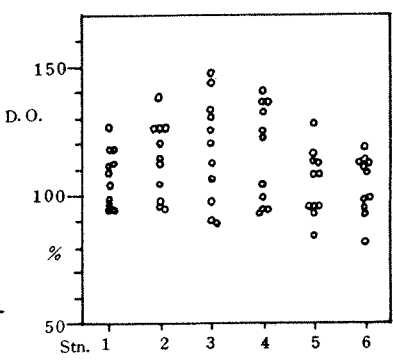


図6-2 表層のD.O.の各点の測定値

酸素層の形成と
いったような季
節的な周年の
変化は認められ
なかった(図5-
1)。

化学的酸素要求
量(COD)

CODの結果は
図7-1, 2, 3

に示した。年間
をとおしてみると、

CODの値は表層では0.7

6~2.73 ppm、
中層では0.57

~2.65 ppm、
底層では0.53

~2.18 ppm
と表層にやや多

く、また西湾の
Stn. 5及び6で

やや少い傾向を
示した。この値

は大橋ら⁵⁾及び
京都府衛生部公

害対策室¹⁰⁾の
測定値とほぼ同

様であった。
硫化水素(H₂S)

H₂Sは
全観測をとおし

て一度も検出さ
れなかった。

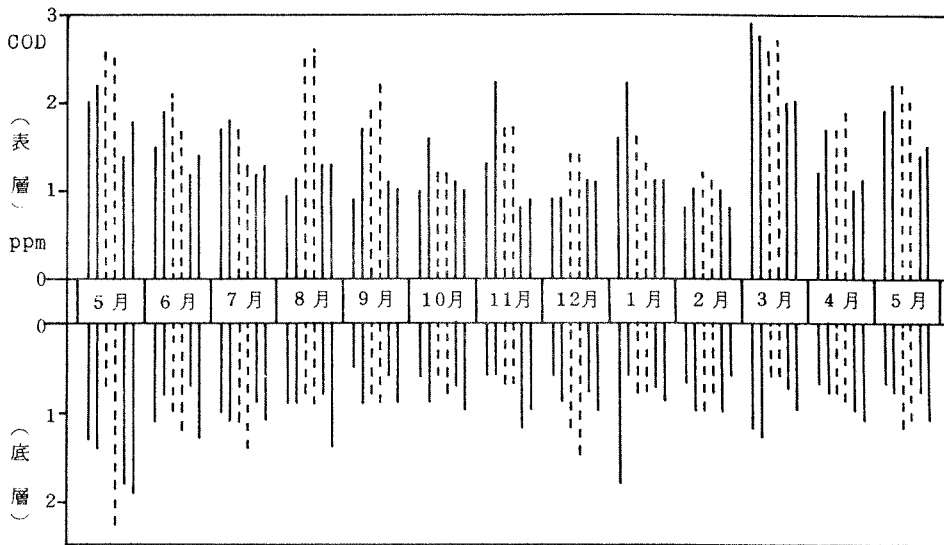


図 7-1 CODの周年変化

6本の線は左から順にStn. 1~6を示し、図の上半分は表層の値を、下半分は表層の値を示す。

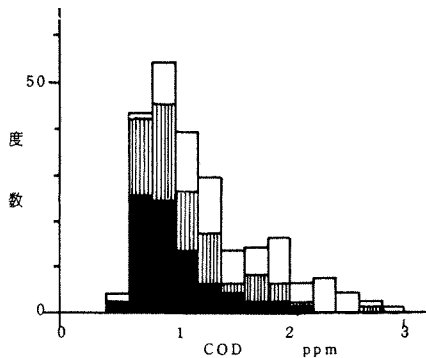


図 7-2 CODのヒストグラム

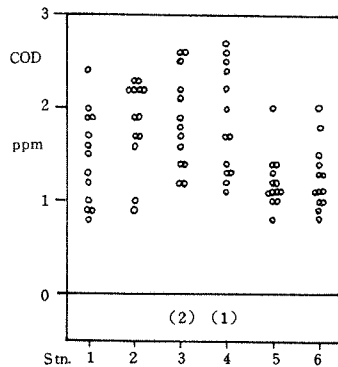


図 7-3 表層のCODの各点の測定値()内の数字は範囲外(又はN.D.,及びTr)の回数

アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) $\text{NH}_4\text{-N}$ は表層にも多く存在し、Stn. 3と4以外の点では周年 $3 \mu\text{g at./l}$ を超えることは無かったが、前記2点では $5 \mu\text{g at./l}$ 以上が観測された(図 8-1, 2, 3,)。特に1月のStn. 4での $16.8 \mu\text{g at./l}$ の値は大阪湾湾奥部の値¹⁵⁾ に匹敵するものであった。

亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) $\text{NO}_2\text{-N}$ は底層でも $1 \mu\text{g at./l}$ を超えることは希で、特に表層では $0.5 \mu\text{g at./l}$ 以下が大部分であった(図 9)。

硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) $\text{NO}_3\text{-N}$ は表層で $1.5 \mu\text{g at./l}$ 以下のことが多かったが、時々これを上回る値を示した(図 10-1, 2)。底層も表層に比べ特に多いということは無かった。

無機三態窒素 (*inorg. N*) 全般に底層で多いようであったが、値の変動が激しく、表層よ

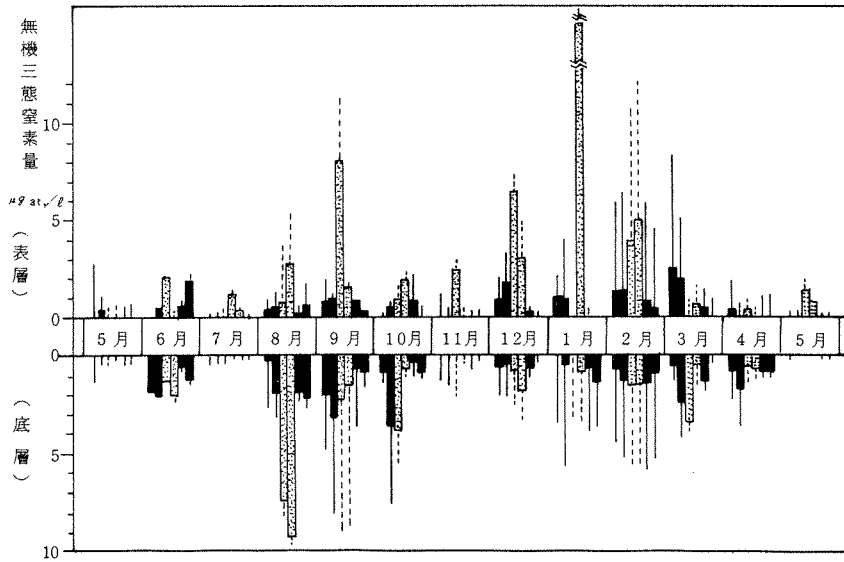


図 8-1 無機三態窒素の周年変化

太線は $\text{NH}_4\text{-N}$ を、細線は残りのNを示す。
その他の表示法は図7-1に同じ

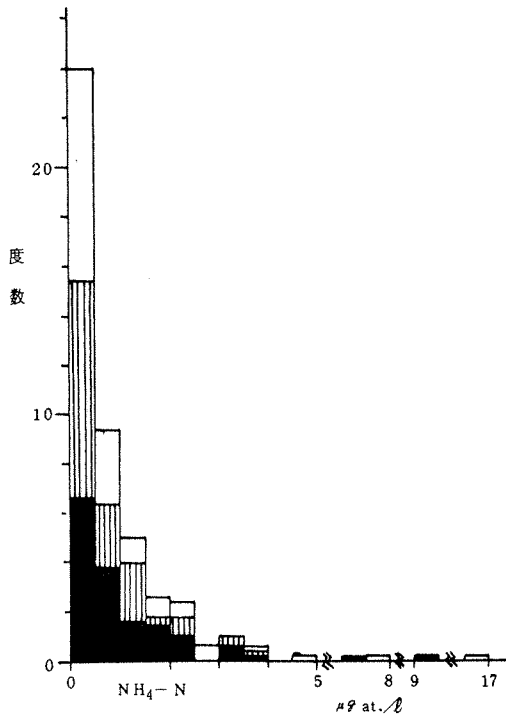


図 8-2 $\text{NH}_4\text{-N}$ のヒストグラム

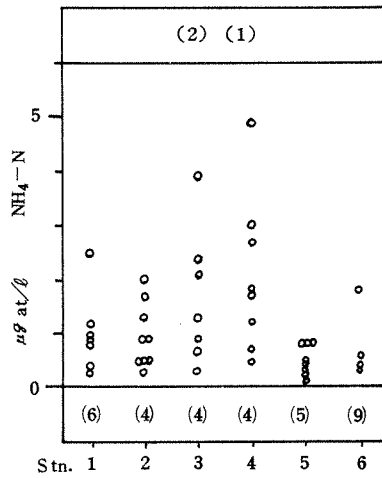


図 8-3 表層の $\text{NH}_4\text{-N}$ の
各点の測定値

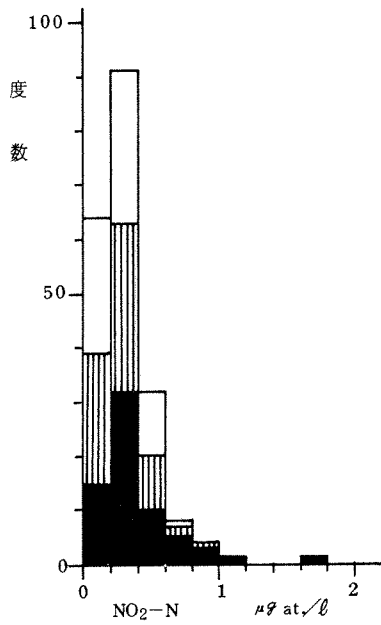


図9 NO₂-Nのヒストグラム

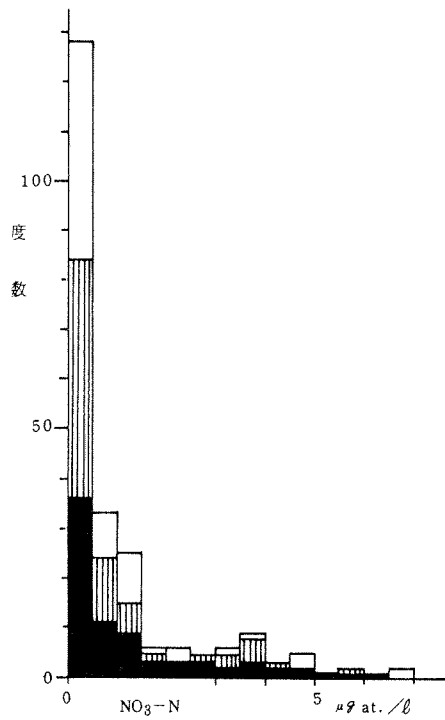


図10-1 NO₃-Nヒストグラム

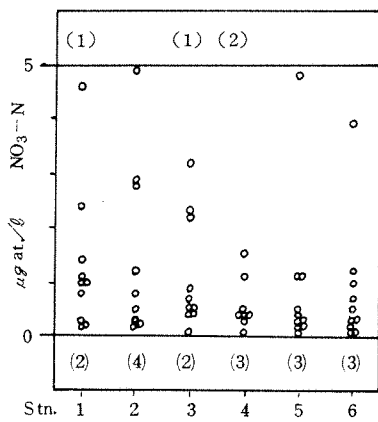


図10-2 表層のNO₃-Nの各点の測定値

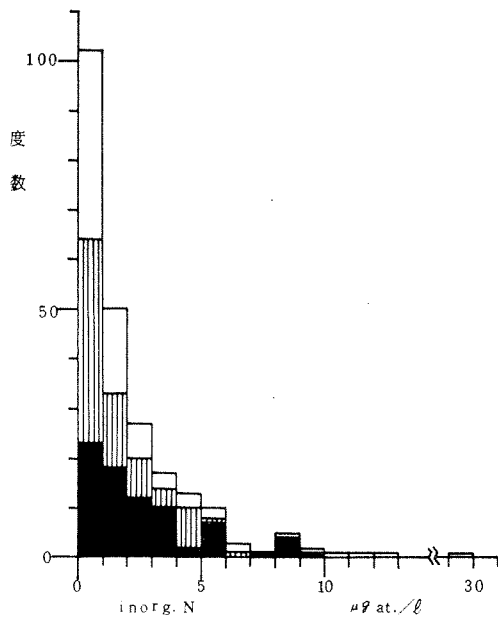


図11 無機三態窒素のヒストグラム

り少いこともあった(図8-1及び図11)。得られた値は上田ら⁶⁾の値と同程度であった。全窒素量(Total N)1976年5月27日に1回測定しただけで、表層ではStn.1の6 $\mu\text{g at./l}$ を除くと、20.1~23.6 $\mu\text{g at./l}$ 、底層では10.7~22.1 $\mu\text{g at./l}$ であった。珪酸塩(SiO_2) 中層では3 mg/l 以下のことが大部分であったが、表層と底層では数回これを上回る値がみられた(図12-1, 2)。

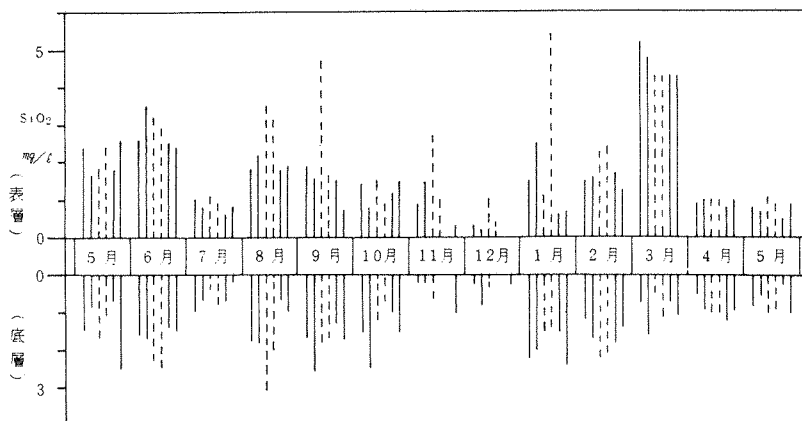


図12-1 珪酸塩の周年変化 図の表示法は図7-1に同じ

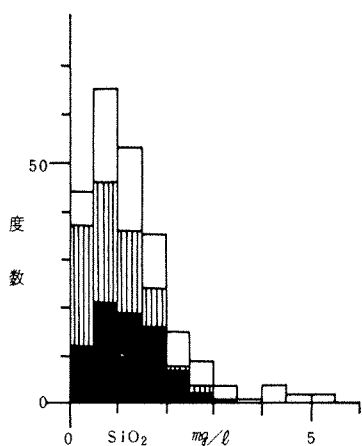


図12-2 珪酸塩のヒストグラム

磷酸態磷($\text{PO}_4\text{-P}$) 結果は図13-1, 2に示した。中層では周年2 $\mu\text{g at./l}$ を上回ることには無かったが、表層と底層では数回これを上回る値がみられた。普通は1 $\mu\text{g at./l}$ 以下のことが多かったが、この高い値は大阪湾¹⁵⁾より大きな値であった。

プランクトン 珪藻類の現存量は西湾(Stn.5及びStn.6)では温帯域で一般的な双峰型の季節変化を示した。春の増殖期は *Chaetoceros* spp. (3月末)、秋の増殖期は *Rhizosolenia fragilissima* (8月末)を主体とするものであった。東湾では *Skeletonema costatum* 及び *Cerataulina bergonii* (5月), *Leptocylindrus danicus*

(7月), *Rhizosolenia fragilissima* (8月), *Skeletonema costatum* (9月及び11月), *Skeletonema costatum* 及び *Chaetoceros* spp. (1月), *Chaetoceros* spp.

(8月)などが交互に断続的に増殖を繰返し、両岐湾でその様相を異にしていた(図14及び図15)。

鞭毛藻類は珪藻類より約1か月遅れて増殖の山を形成し、両湾とも4~5月と8~9月に山

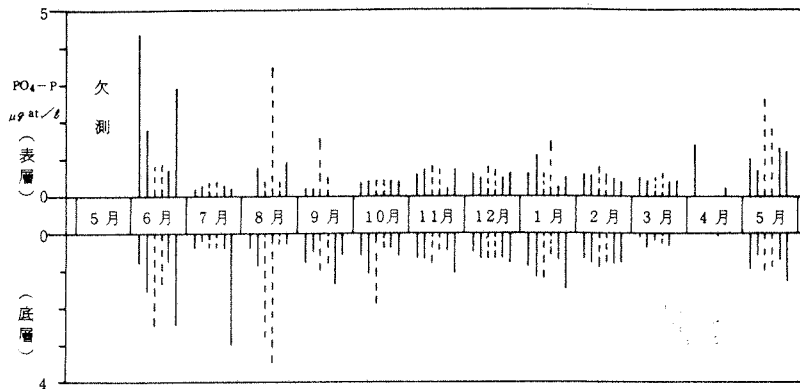


図 13-1 磷酸態磷の周年変化

のある双峰型を示した(図 16)。鞭毛藻類の主なものは 20μ 以下の無殻の種類で、ついで不明種 (Cryptophyceae?, 図版 I-9) が多く、渦鞭毛藻類では *Prorocentrum* sp. (*redifieldi*?) が 5 月に、*Exuviaella* sp. が 9 月に多くみられた。

その他繊毛虫類、放散虫類が少数みられた。

調査結果の検討 プランクトンの増殖に必要と思われる栄養塩類の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, SiO_2 及び海況要因の水温・塩分, 気象要因の降水量・全日射量, プランクトン生産の結果である D.O., 透明度, COD とプランクトンの種類及び量を調べた中で、それらの相互関係についてみると次のような結果となった。

1) プランクトン量、透明度、COD の関係

透明度と COD (対数値に変換) の間には図 17 のような負の相関が認められた。また、珪藻の量 (平方根に変換) と COD の間には図 18 のような、珪藻が 1 ml 当たり 100 個を上回った時には正の相関が認められた。しかし、珪藻の量と透明度の間には図 19 に示したように相関は認められなかった。

2) プランクトン量と栄養塩類及び海況・気象との関係

降水量及び全日射量 (舞鶴海洋気象台の観測資料) を図 20 に示したが、気象・海況とプランクトン、栄養塩の 3 者の間には、今回の調査からは、何らかの因果関係を見出すことは出来なかった。これは栄養塩などの諸要因の変化に対するプランクトン量の増減の時間的遅れを、1 ヶ月の調査間隔では把み切れなかったためと思われる。

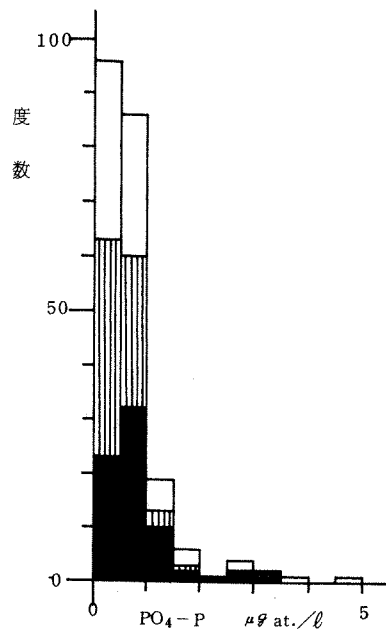


図 13-2 $\text{PO}_4\text{-P}$ のヒストグラム

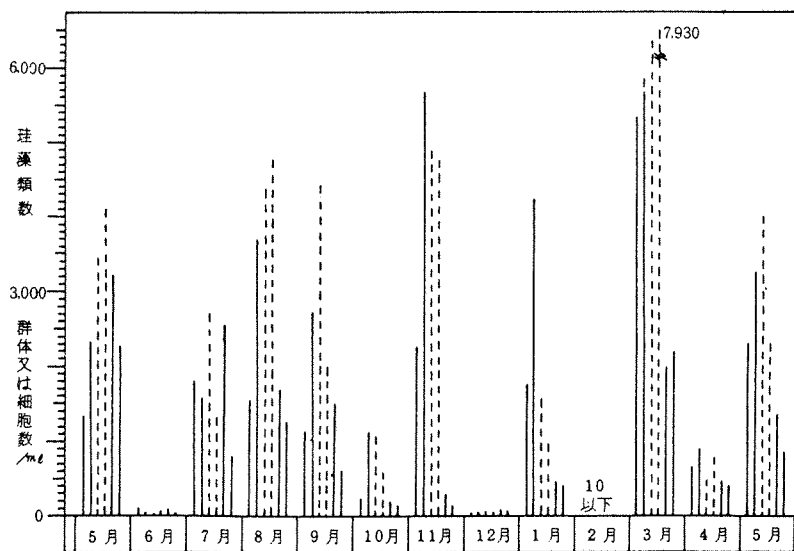


図 14-1 珪藻類数の周年変化

3) プランクトン生産結果のD.O. , pH と、これに影響する $\text{NH}_4\text{-N}$ との関係

pHとD.O.の間には図21に示したような正の相関が認められた。また、底層におけるD.O. , と $\text{NH}_4\text{-N}$ の間には図22に示したように、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が検出されなかった時を除くと負の相関が認められた。表層でのプランクトン量とD.O. , pHとの間には相関は認められなかった。これは、プラン

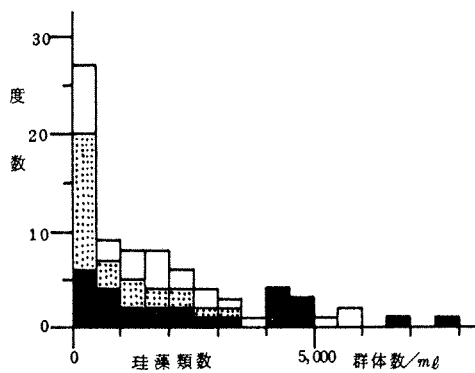


図 14-2 珪藻類のヒストグラム (黒：東湾，点：西湾)

クトン量の他に水温、日射量など、光合成代謝に影響する要因が多いことによると思われる。西湾と東湾の差異について 調査結果の中から舞鶴湾に於て、東・西の両岐湾の間でその性状を異にする点が幾つかあったので纏めてみると次のようであった。透明度は東湾では3m以下のことが多く、西湾では3m以下になることは少なかった(図4-2, 3)。pHは西湾で周年8.4を上回ることにはなかったが、東湾では何度かこれを上回った(図5-3)。また、表層のD.O.も西湾では120%以下のことが殆んどであったが、東湾では何度かこれを上回る値を示した(図6-2)。このことは、東湾での植物プランクトンの生産が西湾より多いことを示している。したがって、表層のCODの値も当然西湾の方が小さく、2 ppmを上回ることにはなかったが、東湾ではこれを上回ることも多かった(図7-3)。表層での $\text{NH}_4\text{-N}$ は、西湾では殆んど $1 \mu\text{g at.} / \ell$ 以下であったが、東湾ではこれを上回ることも多かった(

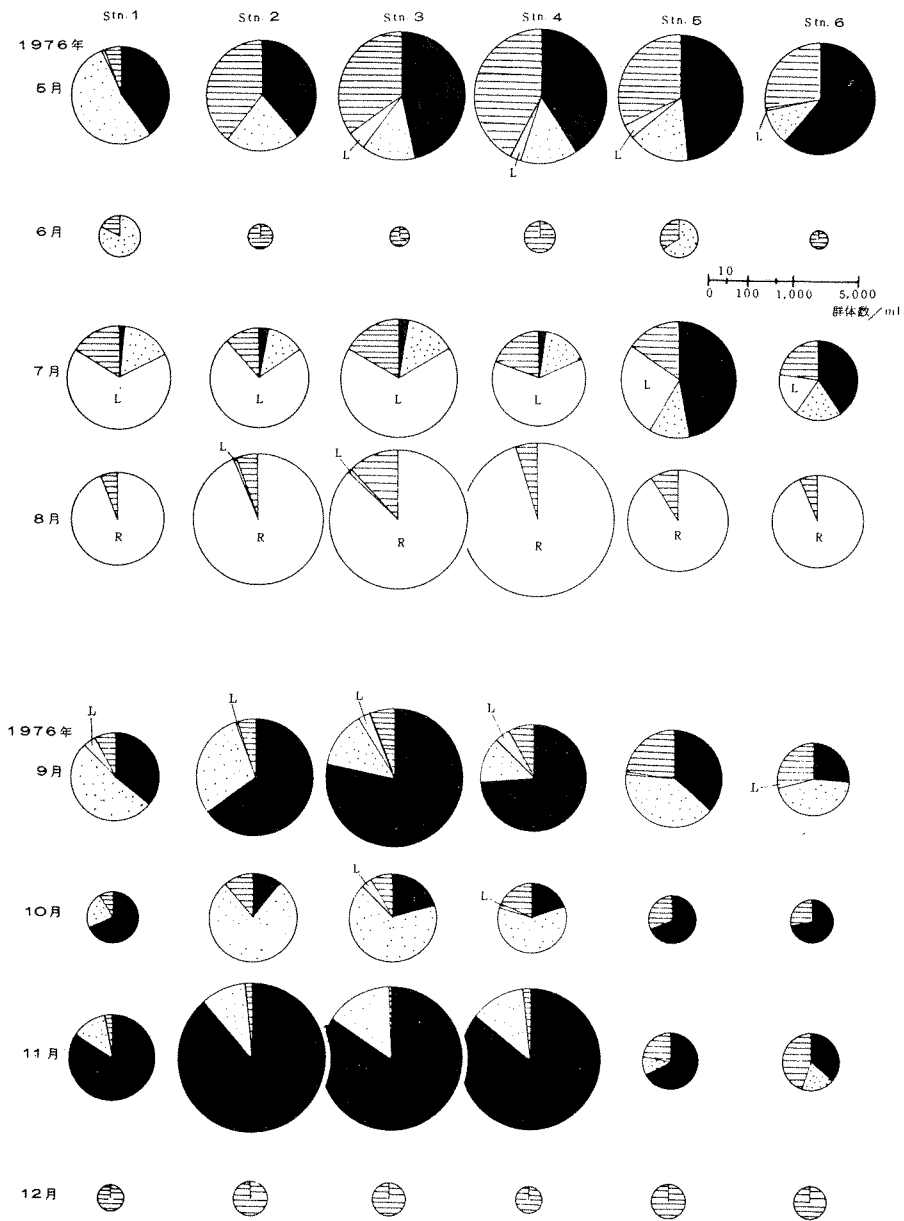


図15 珪藻類の種組成

黒: *Skeletonema costatum* L: *Leptocylndrus danicus*
 点: *Chaetoceros* spp. R: *Rhizosolenia fragilissima*
 横線: その他

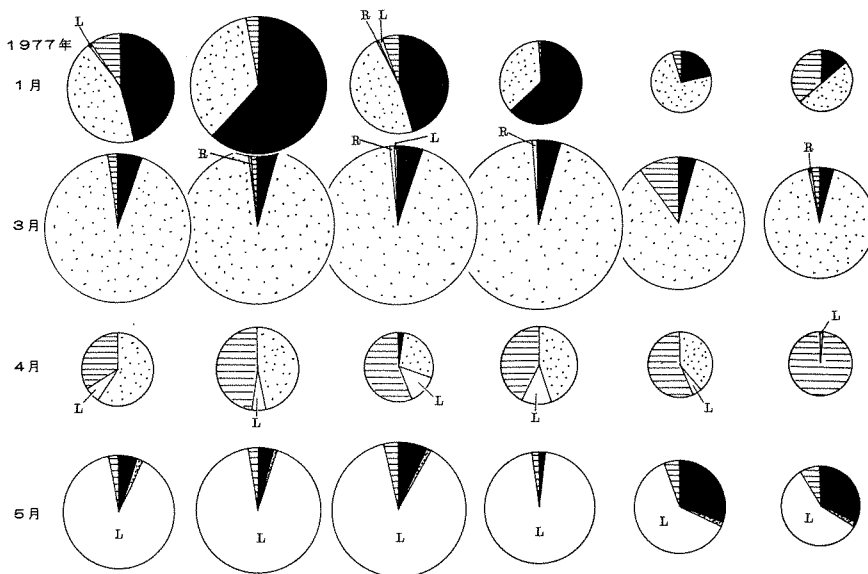


図15 珪藻類の種組成 (つづき)

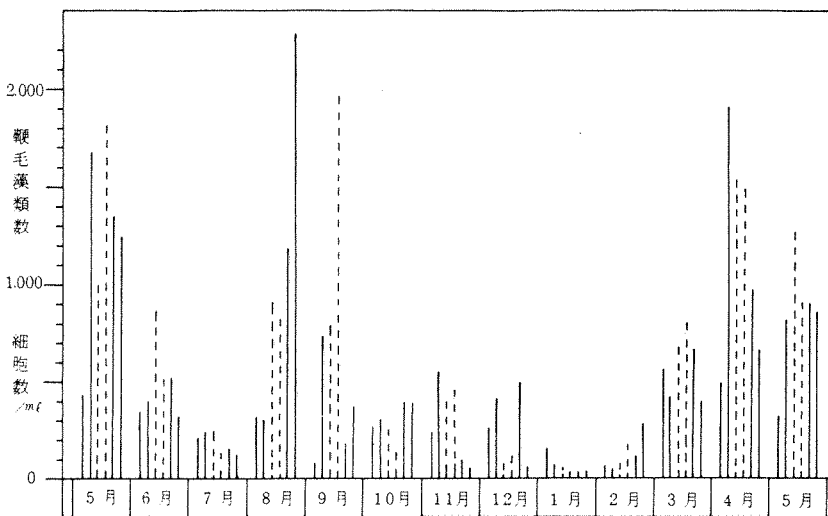


図16 鞭毛藻類プランクトン数の周年変化

図8-3)。また、底層の $\text{NH}_4\text{-N}$ もやはり西湾では $2\ \mu\text{g st.}/\text{l}$ を上回ることが稀であったが、東湾では何度かこれを上回る値を示した。これと関連して、底層のD.O.は東湾の方が低い値を示すことが多く、したがって、表層のD.O.の高いことと相まって、東湾では西湾に比べ表・底層でのD.O.の差が大きかった。このことは上田ら⁶⁾も指摘している。

プランクトンについては、珪藻類でその種類、量とも両岐湾でその性状を異にしていた。量

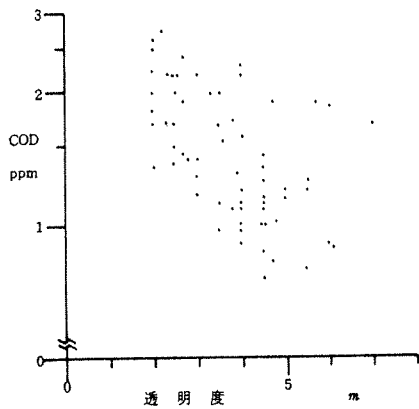


図 17 透明度とCODの相関

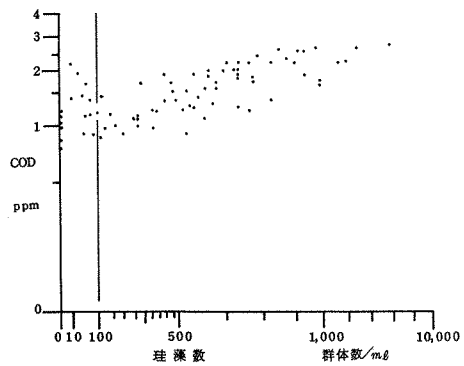


図 18 珪藻数とCODの相関

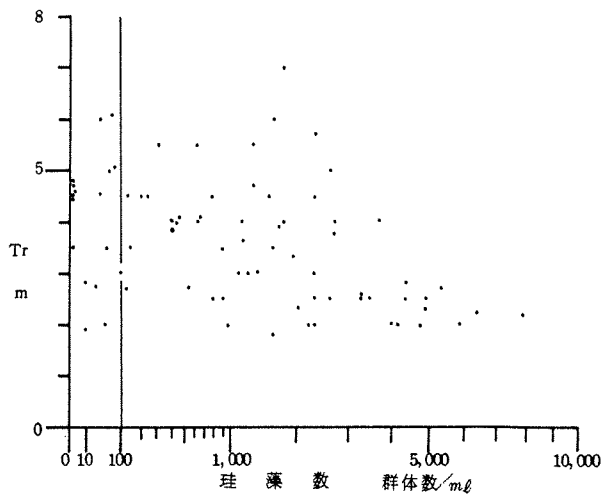


図 19 珪藻数と透明度の相関

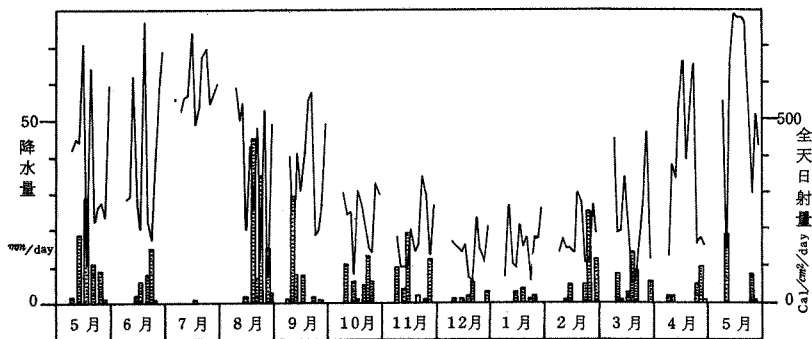


図 20 各調査日までの10日間(調査日を含めて11日)の降水量と全日射量

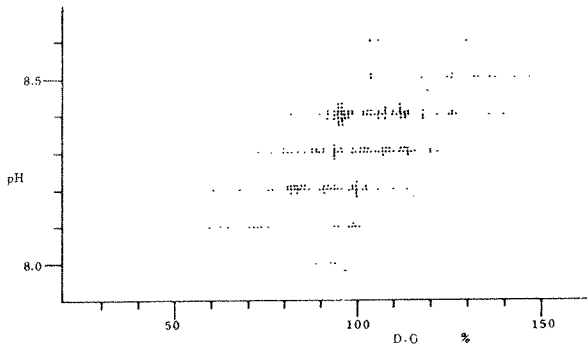


図 21 海水の pH と溶存酸素飽和度の相関

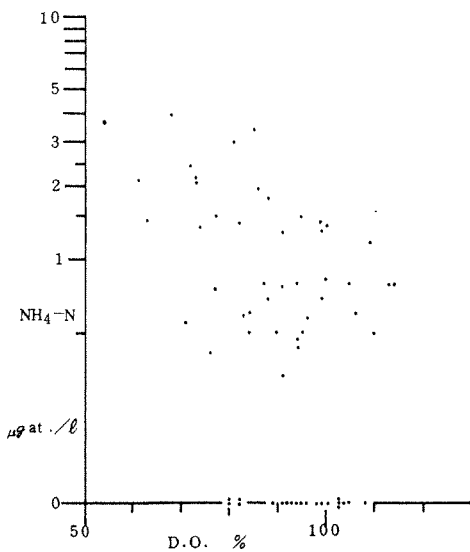


図 22 溶存酸素飽和度とNH₄-Nの相関

では、西湾は海水 1 ml 当り群体数で 3,200 を上回ることはなく、その増殖も 1 年ほぼ 2 回であったが、東湾では 3,000 以上があり、増減を繰り返していた (図 14-1, 2)。両岐湾の種類組成は図 15 に示したように、1967 年 7 月、9 月、10 月、1977 年 1 月、5 月でその様相を異にしていた。西湾で *Skeletonema costatum* の出現割合が大きかった 1976 年 7 月、及び 1977 年 5 月には、東湾で *Leptocylindrus danicus* の割合が大きく、また 1976 年 9 月、11 月、1977 年 1 月には西湾で *Chaetoceros* spp. などの割合が大きく、東湾では *Skeletonema costatum* の割合が大きかった。1976 年 10 月のみはこれと反対の傾向を示し、東湾で

Chaetoceros spp.、西湾で *Skeletonema costatum* の割合が大きかった。

過去の報告との比較 舞鶴湾の水質及びプランクトンに関する過去の報告と、今回の結果を比べると次のようであった。PO₄-P は、1955 年に東湾表面で年間をとおして 0.04~0.17 μg at./ℓ の範囲にあった⁷⁾ものが、1969 年には西湾で約 2 μg at./ℓ を示しており⁸⁾、この頃からは余り増加していないようである。しかし、この値は大阪湾¹⁵⁾と同程度もしくはそれ以上である。古橋¹⁾は東京湾と比較し、上田ら⁶⁾は東京湾・三河湾と比較して PO₄-P の濃度がこれらの湾と同程度であることを指摘している。この原因について、古橋¹⁾は中性洗剤とし尿によるとしている。また上田ら⁶⁾は不明としている。NH₄-N も PO₄-P とともに舞鶴湾では多く存在し、しかも舞鶴湾では溶存酸素が充分であるにもかかわらず NH₃-N の量が少い。このことは供給された PO₄-P や NH₄-N が十分に利用もしくは分解

されないで残っているためと考えられる。ただし、 $\text{PO}_4\text{-P}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の量の間に相関は認められなかったため、この両者が同一起源を持つものかどうかは不明である。大橋・生田⁴⁾は東湾奥部に流入する河川の河口附近のCODが高いことを示している。また、大橋ら⁵⁾は底泥のCOD、全硫化物量の分布は東・西両湾とも河口附近で高いことを示しており、更に京都府衛生公害研究所¹⁰⁾が調べた、舞鶴湾に流入する河川のCODも0.3~6.8 ppmであることから、舞鶴湾に於ては陸水からの汚染負荷が大きいと考えられる。

舞鶴湾の透明度は1970年の大橋ら⁵⁾の調査でも、今回の調査点附近は2.3~5.0 mとあまり変化はなく、CODの値にもあまり変化のないことから、プランクトンの量もその頃から余り変化はないものと考えられる。しかし、プランクトンの種類組成については、約20年前にYAMAZI¹²⁾及び古橋¹³⁾が報告した*Chaetoceros* spp. を主体とするものから今回見られたように*Skeletonema* を主体とするものになってきていることが確認された。このことは上田¹⁾も指摘している。

赤潮について 調査期間中数回赤潮の発生をみたが、そのうち4回については顕微鏡観察を行い種類を確認した。1976年6月の赤潮は11日に検鏡したが、*Olisthodiscus* sp. によるもので、その数は海水1 mlに 1.1×10^5 細胞であった。8月の赤潮は4日に検鏡したところ*Ceratium furca* によるもので、海水1 mlに 1.1×10^3 細胞であった。この時は中層以下に*Ceratium fusus* 及び*Chaetoceros distans* を主とする*Chaetoceros* spp. が混在していた。9月のものは6日に検鏡したが、*Hemientreptia antiqua* HADA¹⁷⁾ によるもので、その数は海水1 ml当り 4.2×10^3 であり、少数の*Exuviaella* sp. と*Rhizosolenia fragilissima* が混在していた。ひき続いて起こった赤潮は9月16日に検鏡したところ*Exuviaella* sp. 及び*Heterosigma* sp. ¹⁸⁾の混合赤潮で他に*Hemientreptia antiqua* も混在していた。その数はそれぞれ、海水1 ml当り 7.8×10^2 、 5.6×10^2 及び 1.0×10^2 細胞であった。

図23に赤潮発生日の前後の降水量と全天日射量を示したが、4回とも相当量の降雨があり、これにひきつづいて強い日射があり、これが直接の原因となったものと思われる。

Olisthodiscus sp. による赤潮発生の約2週間前(5月27日)には*Skeletonema costatum* と*Cerataulina bergonii* が増殖優占しており、*Ceratium furca* による赤潮発生の4日前(7月30日)には*Leptocylindrus danicus* が増殖優占していた。

Hemientreptia antiqua による赤潮発生の3日前(8月31日)には*Rhizosolenia fragilissima* が増殖優占していた。しかもいづれの場合も海水1 ml中に群体数で1,000以上存在していたことから、これらの珪藻の大増殖の終わった時に降雨があり、その後すぐ強い日射のあった場合には赤潮の発生する可能性が高いと思われる。また、舞鶴湾では底層のD.O. が50%を下回ることは無かったので、舞鶴湾での赤潮は無酸素化関連赤潮ではなく、降

＊1 京都大学修士論文(前記)

＊2 本報告では*Olisthodiscus* と*Heterosigma* を別種として取り扱った。(球型に近いものを前者、扁平なものを後者とした)

雨性赤潮と推察される。

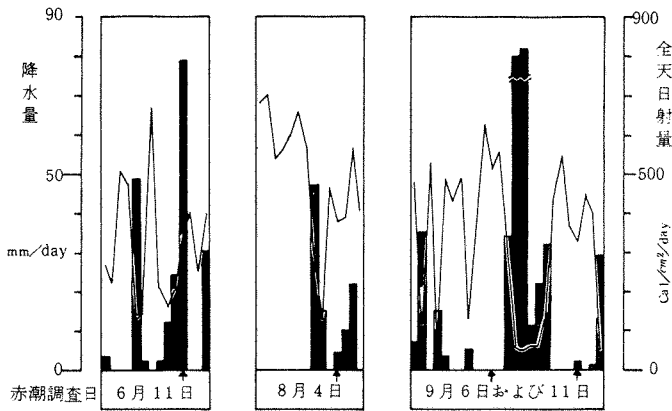


図 23 赤潮発生日前後の降水量と全天日射量

舞鶴湾は *Skeletonema* 型の海湾であること、特に東湾では珪藻類の増減が繰り返されて起こっていること、及び、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は常に豊富に存在し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を始めとする N がしばしば高濃度になることから、舞鶴湾（特に東湾）では、海況及び気象の条件次第で何時でも赤潮の起こり得る状態にあると考えられる。

要 約

- 1) 舞鶴湾の富栄養化の進行状況とプランクトン相の動向を見るため、1976年5月27日から1977年5月24日まで1か年にわたり、各月1回舞鶴湾の水質とプランクトンの調査を行った。
- 2) 舞鶴湾では成層形成期の無酸素層の形成とそれともなう H_2S 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ などの増加といったような、一般的な水質の周年の季節変化は認められなかった。
- 3) 舞鶴湾では $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度が高く、東湾では時々 $\text{NH}_4\text{-N}$ も多量に検出された。これに比べ $\text{NO}_3\text{-N}$ は少なかった。
- 4) プランクトン構成種の主なものは *Skeletonema costatum* で次いで *Chaetoceros* spp. *Leptocylindrus danicus* 等であった。
- 5) 透明度と COD、プランクトン量と COD、底層での D.O. と $\text{NH}_4\text{-N}$ 量の間には全相間或いは部分相関が認められた。
- 6) 表・底層の水質に大きな差はなかったが東・西両岐湾でその水質・プランクトン相に差違のあることが認められた。
- 7) 過去の報告と比較すると、既に数年前より舞鶴湾の富栄養化は進行しており、今回の調査との大きな差はみられなかったが、10数年～20数年前と比べると富栄養化の進行していることが認められた。

- 8) 調査期間中数回赤潮の発生がみられたが、そのうち4回について検鏡観察したところ *Olisthodiscus* sp., *Ceratium furca*, *Hemientreptia antiqua*, *Exuviaella* sp. 及び *Heterosigma* sp. などによるものであった。
- 9) 舞鶴湾での赤潮は降雨性のものと推察された。
- 10) 水質及びプランクトン相の状態から舞鶴湾（特に東湾）では何時でも赤潮の発生し得る状態にあると考えられた。

文 献

- 1) 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），85—91（1976）．
- 2) 田中俊次・藤田真吾・杉山元彦・西岡 純・中西雅幸：1975年10月舞鶴湾で発生した *Hemientreptia* 赤潮について．本誌に投稿中．
- 3) 大橋 徹・生田哲郎：府下沿岸ノリ漁場の環境について．京水試報告，昭和44年度，26—29（1971）．
- 4) 大橋 徹・生田哲郎：舞鶴湾奥の漁場環境について—I，II．同誌，昭和44年度，40—50（1971）．
- 5) 大橋 徹・松井瑛賓・吉田 弘・太田隼太・みさき丸：舞鶴湾の漁場環境について—III．同誌，昭和46年度 50—56（1978）．
- 6) 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）．
- 7) 舞鶴海洋気象台海洋課：気象庁海洋気象観測資料（1960）．
- 8) 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）．
- 9) 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）．
- 10) 京都府衛生部公害対策室：京都府公共用水域水質測定結果（1976）．
- 11) TOKIOKA T. : Pelagic Tunicates and Chaetognaths collected during the Cruises to the New Yamato Bank in the Sea of Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., II (1), 1—25 (1951).
- 12) YAMAZI I. : Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan. VII, The plankton collected during the cruises to the New Yamato Bank in the Japan Sea. ibid., III (1), 75—108 (1953)
- 13) 古橋賢造：舞鶴湾に於ける動物プランクトンの季節変化．海と空，33（1・2），14—23（1957）．
- 14) 京都大学農学部水産物理学研究室：舞鶴湾の海況．京水試業績，26，13—19

(1965).

- 15) 城 久・安達六郎・三好礼治：大阪湾に発生する赤潮の生態に関する研究。大阪府水試研報，3，1-115 (1971)。
- 16) 安達六郎：赤潮生物の分類学的研究。三重県立大学水産学部紀要，9 (1)，1-145 (1972)。
- 17) HADA Y. : The Flagellata examined from polluted water of the Inland Sea Setonaikai. 日本プランクトン学会報，20 (2)，22-33 (1974)。

図版説明

図版I 舞鶴湾に出現した赤潮生物

- 1 *Hemientreptia antiqua* HADA (原図:羽田, 1972)
- 2 *Olisthodiscus* sp., (原図:安達, 1972)
- 3 *Olisthodiscus* sp., (著者原図)
- 4 *Heterosigma akasiwo* HADA (原図:羽田, 1972)
- 5 *Heterosigma* sp., (著者原図)
- 6 *Exuviaella* sp., (著者原図)
- 7 *Ceratium furca* (EHRENB.) CLAP & LACHM (原図:安達, 1972)
- 8 *Fibrocapsa japonica* TORIUM & TAKANO 類似種 (著者原図)*
- 9 Cryptophyceae に属すると思われる種 (著者原図)*

* 8と9については赤潮の構成種ではない。8の種は1976年10月に見られ、瀬戸内海等で赤潮を起こした種と類似しているのでここに挙げた。

9の種は鞭毛藻類の中では周年多く見られたのでここに挙げた。

