

1978年9月に舞鶴湾で発生した *Gymnodinium*
sp. cf. *breve* DAVIS による赤潮について

西岡 純・中西雅幸・杉山元彦
田中俊次・中路 実

On the Red Tide in Maizuru-Bay Due to
Gymnodinium sp. cf. *breve* DAVIS, September 1978

Jun NISHIOKA^{*1}, Masayuki NAKANISHI^{*1}, Motohiko
SUGIYAMA^{*2}, Syunji TANAKA^{*3} and Makoto NAKAJI^{*4}

舞鶴湾では1975年に初めて、いわゆるホルネリア *Chattonella* sp. cf. *subsalsa* による大規模な赤潮が発生して養殖ハマチ等に被害を与えた¹⁾。その後1976年および1977年にもホルネリアによる赤潮が発生し、1976年にはやはり養殖ハマチ等が斃死した。京都府立海洋センターでは、1976年以降本種赤潮の発生を予察する為の調査を行って来た。1978年も同じ主旨に基いて調査を行ったところ、ホルネリアは余り増加せず、渦鞭毛藻類 DINOPHYCEAE の1種が増殖して赤潮となった。本種はアメリカのフロリダ沿岸で魚を大量死させることで有名な *Gymnodinium breve* DAVIS とおそらく同一種であると思われる。そこで、養殖魚を斃死させる危険性が考えられたので本種の動向を調査した。この結果について報告する。

この報告を纏めるに当って多くの方々のご協力を頂いた。舞鶴市水産課中瀬作一氏並びに調査船みさき丸の乗組員の方々には調査に惜しまぬ御協力を頂いた。ここに記して感謝する。さらに、横浜市立東高等学校鳥海三郎教諭には *Gymnodinium* sp. cf. *breve* の査定をして頂き、色々御教示を受けた。衷心より感謝する次第である。

材 料 と 方 法

1978年に行った赤潮予察調査の為の基本定点は図1に示した6点である。他の目的で調査を行った場合は定点が異なるが、Stn. 4 附近の表層でプランクトンを採取した。

プランクトンの計数は海水 0.1 ml を計数盤上に取り、固定しない状態で計数した。

*1 Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto, Japan

*2 Present address, National Research Institute of Aquaculture, Mie Prefecture

*3 Present address, Fishery Office of Kyoto Prefecture, Kyoto

*4 Fishery Office of Kyoto Prefecture, Miyazu Branch, Miyazu

Chattonella sp. cf. *subsalsa*
 および *Gymnodinium* sp. cf. *breve* については 0.1 ml~2.0 ml の
 範囲で計数した。

水質の分析は下記の方法によった。
 水温 (W.T.): 鶴見精機製水
 温・塩分計により測定した。

塩分 (S‰): 上記により測定
 した。

透明度 (Tr.): 直径 30 cm の
 セッキー板により測定した。

水素イオン濃度 (pH): 鈴研
 製 PH 比色系列により測定した。

溶存酸素飽和度 (D.O.%) :
 英国 E. I. L. 社製 D.O. メーター
 により測定した。

アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)
 : インドフェノール法により測定し
 た。

亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) :
 スルフェニルアミド・エチレンジア
 ミンによる比色法により測定した。

硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) : 銅・カドミウムカラムにより還元した後、亜硝酸態窒素と同
 様の方法で測定した。

磷酸態磷 ($\text{PO}_4^- - \text{P}$) : モリブデンブルー法により測定した。

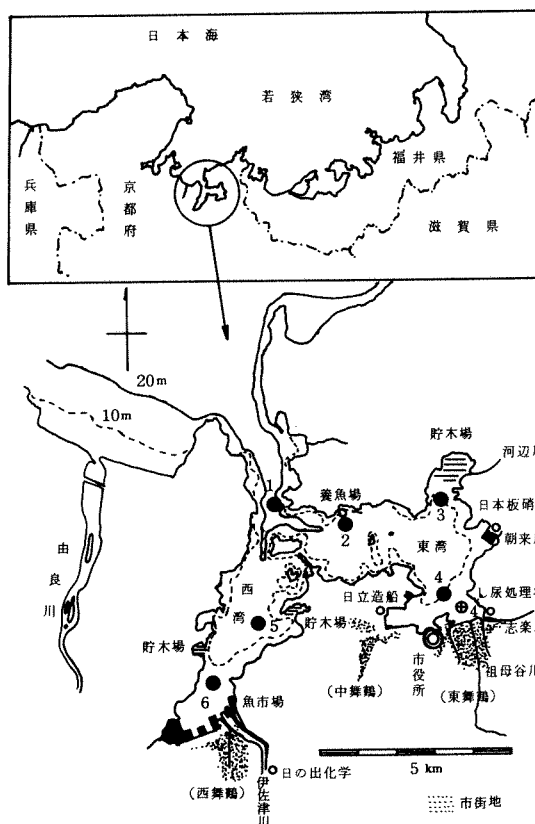


図1 舞鶴湾の位置と調査定點

結果及び考察

赤潮の発生経過 赤潮は図2に示したように、9月13日に東湾奥部で発生した。その後、9月16日には降雨による泥水の流水の為海水の着色は目立たなかったが、9月18日には赤潮の範囲も拡がり、色も濃くなった。更に、9月21日には東湾全域に拡がった。その後はパッチ状に散在し、風向きによって移動していたが次第に薄くなっていき、9月24日頃には海水の着色は認められなくなった。西湾の着色状況は調査していないので判らないが、一部で着色の見られた水域もあったものと思われた。

赤潮発生時の環境 赤潮発生期の降水量および全天日射量を図3に示した。9月3日から5日にかけて 77.5 mm の降雨が、また、9月10日から11日にかけて 41 mm の降雨が、さらに9月15日から9月16日にかけて 64.5 mm, 9月20日から23日にかけて 32 mm の降雨があ



図2 赤潮による着色水域の変化

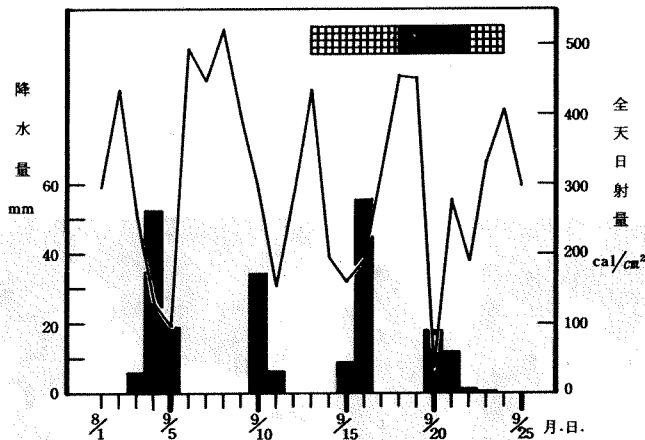


図3 赤潮発生日の降水量および全日射量の変化

折線：全日射量、黒塗棒：降水量、■：赤潮の期間

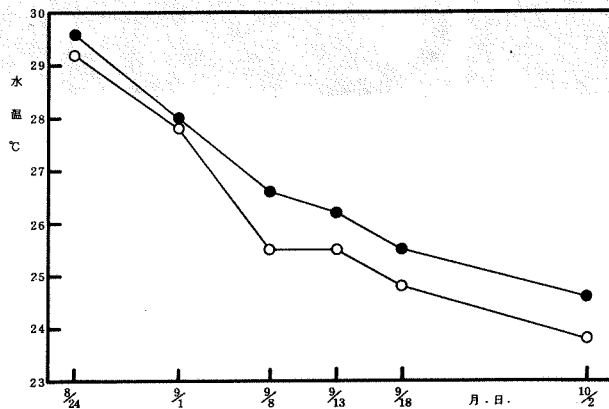


図4 1978年8月24日から10月2日までの舞鶴湾における表層(0.5m)水温の変化

●—● Stn. 4 ○—○ Stn. 2

った。赤潮発生日の9月13日、赤潮の広がった9月18日は、夫々、降雨後の日射のピークに当たっていた。

赤潮発生時の水温は図4に示したように約26℃であった。また、図5に示したように表層から10m層位までの水温差が少く、夏期の水温成層が消滅する時期に当たっていた。塩分は、赤潮発生前の9月8日の東湾奥部では31.6—32.1‰であった(図6)。9月13日には、Stn. 4では31.5‰と余り変化はなかったが、赤潮の広がった18日には25.2—26.8‰にまで低下していた。

栄養塩については、 PO_4-P は赤潮発生直前の13日のStn. 4の表層で2.38 $\mu g-at.$

P/lと非常に高濃度であった。そして、赤潮期間中も消費しつくされることは無かった。調査期間を通して全体的に水産環境水質基準*を上回っていたことから、今回の赤潮においては磷の濃度が赤潮形成および拡大に制限的に作用することは無かったものと思われた。

無機態窒素は $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ が多く、赤潮発生前の9月1日および9月8日に行った表層の $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ の分布調査では、

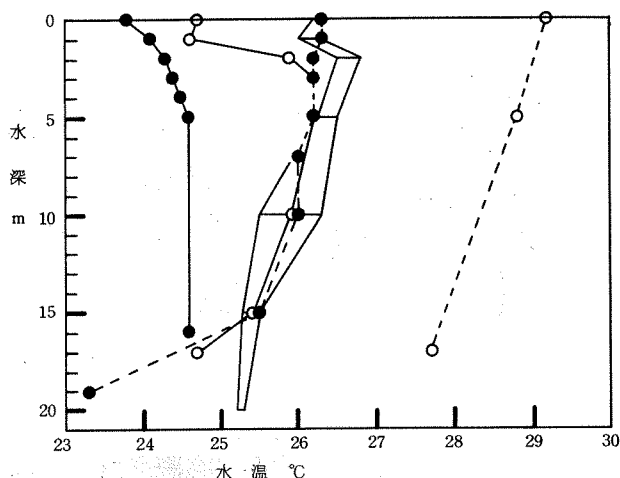


図5 S tn. 2における水温の鉛直プロフィールの変化

○-○-1978年8月24日 □ 9月14日* : 2点の範囲を示す
●-●-9月16日* ○-○-9月18日 ●-●-10月2日
*はD・O. メーター附属の温度センサーにより測定

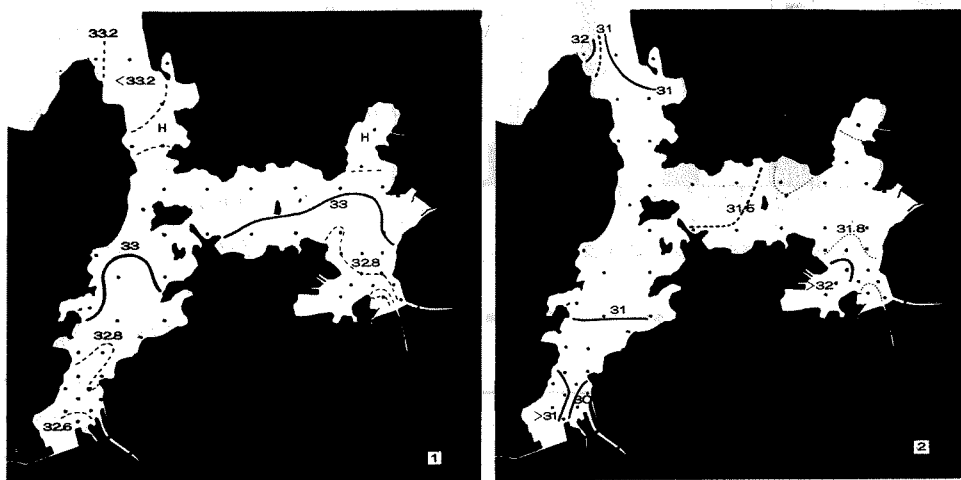


図6 表層における塩分の分布 1:1978.9.1. 2:1978.9.8.
図中の数字はS‰を示す

図7に示したように東西の両湾奥部(特に東湾)の低鹹な水域に高濃度に存在していた。赤潮発生直前の13日の Stn. 4の表層では $1.43 \mu\text{g-at. N/l}$ と相当の高濃度であった。赤潮の広がった18日には検出されなくなった点多かったが、Stn 4', Stn. 6などの湾奥部では依然として高濃度に存在した(附表1)。9月10日から11日にかけて降雨があり、更にも、16日から17日にかけても降雨があったことから、陸水による栄養塩の補給があった

* 「連続長期にわたる赤潮の発生をさけるためには、無機窒素 0.1 ppm 以下、無機磷 0.015 ppm 以下であること」と規定されている。窒素の 0.1 ppm は約 $7 \mu\text{g-at. N/l}$ に、また、磷の 0.015 ppm は約 $0.45 \mu\text{g-at. P/l}$ に相当する。

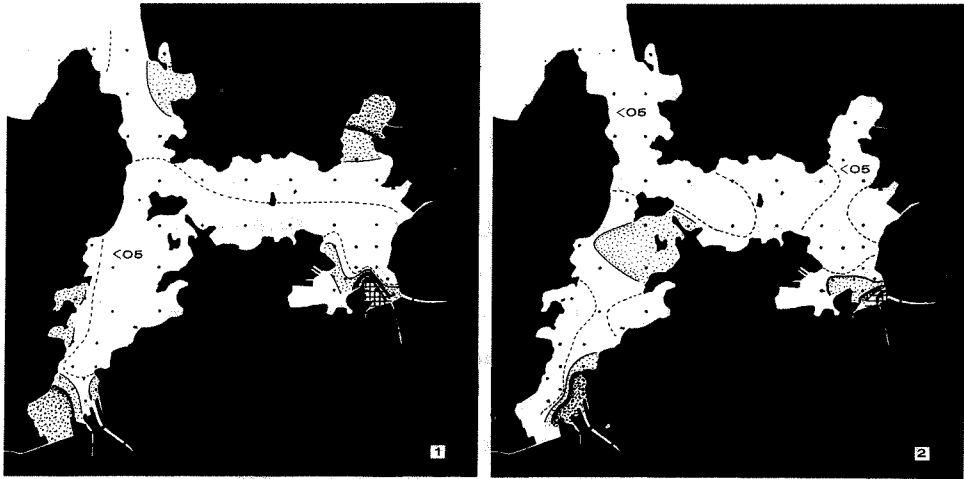


図7 表層における NH_4^+-N の分布 1:1978.9.1. 2:1978.9.8.

----- 0.5 $\mu\text{g-at N/l}$ 1.0 $\mu\text{g-at N/l}$ 2.0 $\mu\text{g-at N/l}$
 ===== 4.0 $\mu\text{g-at N/l}$ ##### 8.0 $\mu\text{g-at N/l}$

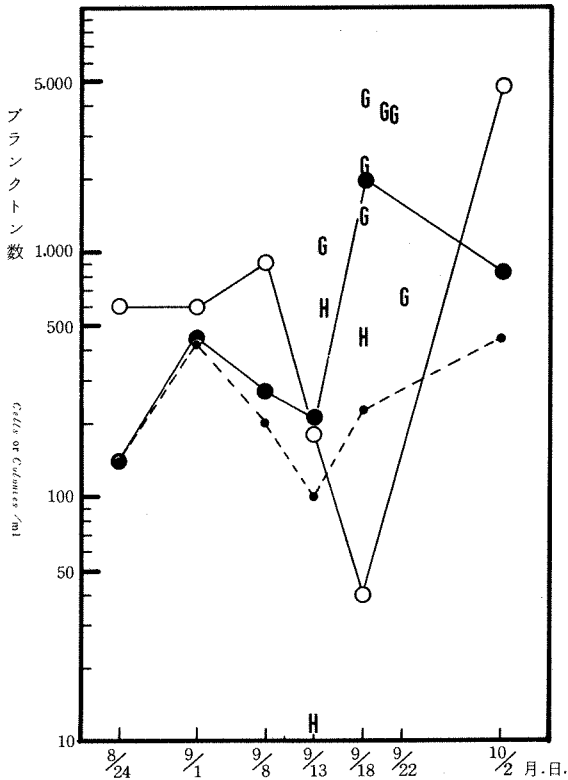


図8 1978年8月24日から10月2日までの
 プランクトン数の変化 (S tn. 4)

○—○— 緑藻類 ●—●— 鞭毛藻類
 —●—●— 微細鞭毛藻類 (10 μ 以下)
 G: *Gymnodinium* sp. cf. *breve*. H: *Chattonella*
 sp. cf. *subsalsa*
 鞭毛藻類の値は微細鞭毛藻類を含めた値、GおよびHは S tn. 4 以外の点の値も含まれている。

ものと思われた。

プランクトン相の推移 1978年8月24日から10月2日までのプランクトン数の変化について図8および附表2に示した。S tn. 4では、8月24日には *Chaetoceros* spp. および *Rhizosolenia fragilissima* が優占種で、特に東湾に多く存在していた。9月1日には *Chaetoceros* spp. が優占種で、9,700 Cells/ml まで増加していた。しかし、9月13日には *Chaetoceros* spp. は減少し、ホルネリア *Chattonella* sp. cf. *subsalsa* が12 Cells/ml、また、*Cymnodinium* sp. cf. *breve* も数10 Cells/ml 見られた。この日、東湾奥部にごく局地的な着色があったことが舞鶴市から報告された。その後、ホルネリアは9月14日には市役所附近の表層で540 Cells/ml まで増加したが、以後は減少し、9月20

日には10 Cells/ml 以下となった。ただし、事後調査を行った10月2日にもごく少数の個体は生存し、2~3 Cells/ml 見られた。*Gymnodinium* sp. cf. *breve* は9月14日に市役所付近で1,070 Cells/ml まで増加し、更に9月18日には東湾奥部で4,260 Cells/ml まで増加した。その後も9月20日および9月21日には約3,600 Cells/ml 見られた。その後数日は海水の着色が続いたが、次第に薄くなって9月24日頃には着色は認められなくなった。

赤潮の広がった9月18日には珪藻類は減少していたが、赤潮消滅後約一週間たった10月2日には *Skeletonema costatum* および *Nitzschia* sp. cf. *pungens* の大増殖 (bloom) が見られた。即ち、8月24日から10月2日までの間に *Chaetoceros* spp. - *Gymnodinium* sp. cf. *breve* - *Skeletonema costatum* & *Nitzschia* sp. cf. *pungens* の順序でプランクトン群集の遷移があったことになる。これは、本城ら²⁾が述べている「珪藻赤潮-小型鞭毛藻類群落-鞭毛藻類赤潮-珪藻群落」の遷移パターンとは異なり、珪藻類増殖後の微小鞭毛藻類の増殖が見られず、珪藻類から直接に大型鞭毛藻類へと遷移していった。

赤潮はほぼ *Gymnodinium* sp. cf. *breve* の単一種によるものであったが、初期には *Chattonella* sp. cf. *subsalsa* が相当数混在した他、連鎖型の *Gymnodinium* sp. IIZUKA A₃, および *Chattonella* sp. (*Olisthodiscus* - type), *Fibrocapsa japonica* (= *Chattonella japonica*), *Prorocentrum micans* 等も少数見られた。
Gymnodinium sp. cf. *breve* の鉛直分布は昼間の観測データのみであるが、殆んどの場合表層に多く、5 m層には少なかった(表1)。

表1 *Gymnodinium* sp. cf. *breve* の鉛直分布 単位: Cells/ml

	9/16 佐波賀	9/18 東湾奥部	9/18 佐波賀	9/20 三本松	9/20 佐波賀	9/22 三本松	9/22 佐波賀
0 m	206	4,260	70	1,050	3,630	210	670
1							
2	0	850		400	410	120	300
3			2,250				
4							
5	0	6		0	42	38	740

赤潮生物について 赤潮の原因となった生物の形態を図9に示した。本種は鳥海により、渦鞭毛藻類の一種 *Gymnodinium breve* DAVIS と査定された*。しかし、日本で見られる種がアメリカのものと同じ種であるとするには今少し問題点を残していることから本報告では cf の記号を附した。

Gymnodinium breve はアメリカのメキシコ湾岸で魚類等の水産動物に大量斃死をもたらす種として知られている。本種が新種として記載されたのは1948年である³⁾が、メキシコ湾では古く1844年から魚の大量死が記録されていると言う⁴⁾。

* 本種は STEIDINGER により *Ptychodiscus* 属に移されることになっている (鳥海私信)

日本では1971年に大村湾で数細胞出現したのが最初で、⁵⁾その後、1975年には瀬戸内海で赤潮を形成し、⁶⁾1977年11月には佐賀県の名護屋湾および仮屋湾でも赤潮を形成している。⁷⁾舞鶴湾では1977年まで全く見られなかったが、1978年9月に突然出現し赤潮となった。

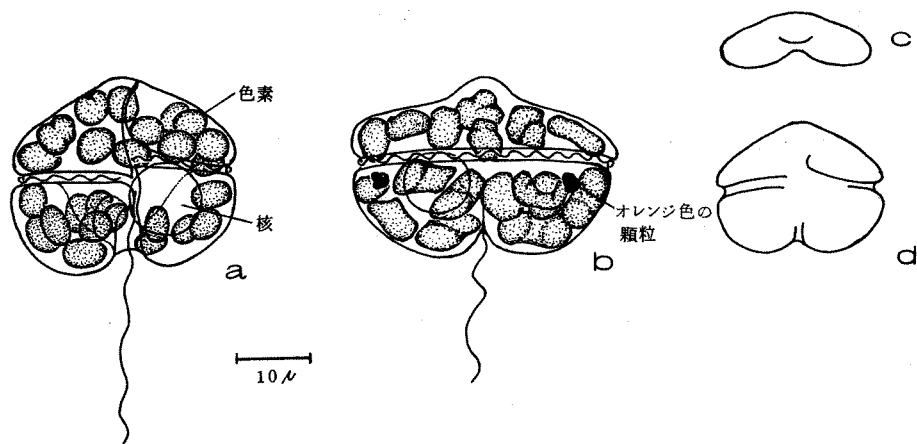


図9 *Gymnodinium* sp. cf. *breve* の形態

- a: 腹面図 下錐部は両側が腹面に膨出する。
- b: 背面図 バタフライ型?非常に扁平な個体
- c: 上から見た型 上錐頭部の突出は余り大きくない。
- d: cと同じ個体の腹面図 小型の個体
- * 色素は21~31個で24~25個のものが多かった。

本種はアメリカでは魚毒性があるとされており、培養した *Gymnodinium breve* 或いはその濾液が水槽に存在すると種々の魚が4分から19時間で死んだという報告がある。⁸⁾舞鶴湾ではハマチ養殖場でも3,600 Cells/ml を計数したが、ハマチに異常は認められなかった。また、パンライト水槽にハマチ当才魚2尾を通気して一夜置いたが、斃死は見られなかった。ただし、本実験では一夜後には魚の分泌した粘液の為か、*Gymnodinium* sp. cf. *breve* は見られなくなっていた。^{*}日本では1975年から1978年までの4年間に12件の本種による赤潮があり、そのうち2件が被害を伴っている。⁹⁾

赤潮海水に浸ったロープ等はネバネバになっており、これは本種による赤潮の特徴とされた。

結 び

1976年に著者ら¹⁰⁾が行った調査結果から舞鶴湾は富栄養化が進み、いつでも赤潮が発生し得る状態にあることが明らかになった。また、珪藻類の大増殖の後に降雨があった場合には赤潮が起こり易いことも推察された。今回の調査結果でも、 $\text{PO}_4^- \text{P}$ は高濃度に存在し、珪藻類の増殖後、降雨とそれにつづく日射のピークがあり赤潮の発生を見た。したがって鉛直混合による底層からの栄養塩の補給についても考慮しなければならないが、降雨による陸水から

* パンライト水槽の水は少しアワ立ち、壁面に緑褐色のアカ様のものがこびり付いていた

の栄養塩（特に窒素）の補給が赤潮の形成或いは拡大に影響を与えたものと思われた。ただし、何故、ホルネリアが赤潮を形成するまで増加せず、*Gymnodinium* sp. cf. *breve* が増加したのかについては全く解らなかつた。

或る条件のもとで数多くの種類のうちのどの種類が増加するかという問題は非常に重要で、今後知見を積み重ねることによって、赤潮の予察の精度も増すものと思われる。

要 約

1. 1978年9月13日に舞鶴湾の東湾奥部で赤潮が発生し、9月21日には東湾全域に広がったが、9月24日頃には着色は認められなくなった。
2. 赤潮発生の日前に降雨があり、赤潮発生の当日は日射のピークとなった。赤潮の広がった時も同様に降雨があり、日射のピークとなっていた。
3. 赤潮発生時の水温は約26℃で、表層から10m層位までは水温の変化がなく、夏期の水温成層が消滅する時期に当たっていた。
4. $\text{PO}_4\text{-P}$ は調査期間中を通して高濃度に存在し、赤潮の際にも消費しつくされることはなかつた。
5. 無機態窒素は $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が多く、赤潮時にも東西両湾奥部では相当の高濃度に存在していたことから、降雨による陸水からの補給があったものと思われた。
6. 赤潮は渦鞭毛藻類の *Gymnodinium* sp. cf. *breve* によるもので、9月18日に最高4,260 Cells/ml を記録した。
7. 赤潮期のプランクトン相は *Chaetoceros* spp. - *Gymnodinium* sp. cf. *breve* - *Skeletonema costatum* & *Nitzschia* sp. cf. *pungens* の順序で遷移が見られた。
8. *Gymnodinium* sp. cf. *breve* は昼間殆んどの場合表層に多く存在し、5m層には少なかった。
9. 赤潮による被害は無く、赤潮海水にハマチを入れても斃死は見られなかつた。
10. 赤潮の形成或いは拡大には、降雨による陸水からの栄養塩（特に窒素）の補給が影響していたものと推察された。

文 献

- 1) 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 *Hemietreptia antiqua* 赤潮について、本報，1，94-112（1977）。
- 2) 本城凡夫・下鶴瀬忠・上田直子・花岡 資：赤潮発生時における植物プランクトン組成の推移とその特徴，日本プランクトン学会報，25（1），13-19（1978）。
- 3) DAVIS, C. C. : *Gymnodinium brevis* sp. nov., A Cause of Discolored Water and Animal Mortality in the Gulf of Mexico., *Botanical Gazette*, 109（3），358-360（1948）。
- 4) LASKER, R. and F. G. W. SMITH : Red Tide. in "Gulf of Mexico,

its origin, waters and marine life", *Fishery Bull.*, 89, 173-176 (1954).

- 5) 飯塚昭二：大村湾における *Gymnodinium breve* DAVIS 類似種の出現について，日本プランクトン学会報，21(2)，109-112 (1975)。
- 6) 香川県水産試験場：大規模赤潮連続観測調査，大規模有害赤潮発生の早期予知及び被害防除に関する調査研究報告書，南西区水研他7機関，1976，pp. 47-58。
- 7) 飯塚昭二：わが国における *Gymnodinium breve* の出現状況(アンケートに寄せて)，日本プランクトン学会報，25(1)，85-86 (1978)。
- 8) HALSTEAD, B. W. : *Poisonous and Venomous Marine Animals of the World*. (Rev. Ed.), Chap. II, THE DARWIN PRESS INC., PRINCETON, NEW JERSEY, 1978, pp. 43-78.
- 9) 水産庁漁場保全課： *Gymnodinium* 属赤潮の発生と被害に関する情報の整理解析，「*Gymnodinium* 属赤潮の挙動と増殖機構の解明に関する研究」報告書，水産庁・環境庁，1979，pp. 9-45。
- 10) 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，本報，1，74-93 (1977)。

附表 1-1 1978年8月24日における舞鶴湾の水質調査結果

定 点	時 間	観測水深 m	透明度 m	水温 ℃	塩分 S‰	pH	D.O. %	NH ₄ -N μg-at N/l	NO ₂ -N μg-at N/l	NO ₃ -N μg-at N/l	PO ₄ -P μg-at P/l	Si O ₂ mg/l
1	9:44	0.5	15.0	28.8	33.27	8.3	105	0.6	ND	ND	0.2	tr
		5		28.6	33.30	8.3	104	0.2	"	"	ND	"
	27 m	9:50		20	28.2	33.77	8.2	94	0.4	"	"	0.4
2	9:58	0.5	6.3	29.7	33.30	8.4	120	0.4	ND	ND	ND	ND
		5		28.8	33.40	8.4	111	0.4	"	"	0.2	ND
	18 m	10:03		20	27.7	33.89	8.2	80	1.7	"	"	0.6
3	10:18	0.5	3.5	28.7	31.14	8.5	151	ND	ND	ND	0.4	0.5
		5		28.9	33.44	8.4	121	0.6	"	"	0.5	0.5
	10 m	10:23		20	28.4	33.77	8.3	85	3.2	"	"	-
4	10:32	0.5	5.7	29.6	33.32	8.4	130	ND	ND	ND	0.4	0.3
		5		28.7	33.38	8.3	108	ND	"	"	0.2	0.4
	10 m	10:35		20	28.4	33.61	8.3	114	2.0	"	"	0.2
5	11:02	0.5	7.6	28.9	33.12	8.3	101	0.5	ND	ND	0.2	ND
		5		28.5	33.14	8.3	98	ND	"	"	ND	ND
	14 m	11:08		20	28.2	33.72	8.3	98	2.7	"	"	-
6	11:14	0.5	8.5	29.3	33.24	8.3	100	0.7	ND	ND	0.3	0.4
		5		28.7	33.51	8.3	97	0.4	"	"	ND	ND
	10 m	11:18		20	28.4	33.58	8.3	98	ND	"	"	ND

附表 1-2 1978年9月13日における舞鶴湾の水質調査結果

定 点	時 間	観測水深 m	透明度 m	水温 ℃	塩分 S‰	pH	D.O. %	NH ₄ -N μg-at N/l	NO ₂ -N μg-at N/l	NO ₃ -N μg-at N/l	PO ₄ -P μg-at P/l	Total-P μg-at P/l
1		0	4.8	25.3	30.58	8.25	-	0.14	0.15	0.15	0.75	3.96
2		0	7.0	25.5	31.34	8.4	-	ND	0.14	0.26	0.30	7.50
3		0	4.5	24.7	29.2	8.4	-	2.43	2.36	0.44	0.67	1.32
4		0	5.0	26.2	31.50	8.35	-	1.43	0.40	tr	2.39	3.36
5		0	5.0	25.7	30.88	8.2	-	ND	0.10	ND	0.45	1.60
6		0	3.0	26.4	30.72	8.25	-	0.64	tr	ND	2.76	3.86

附表 1-3 1978年9月18日における舞鶴湾の水質調査結果

定 点	時 間	観測水深 m	透明度 m	水 温 ℃	塩 分 S‰	pH	D.O.‰	NH ₄ -N μg-at N/l	NO ₂ -N μg-at N/l	NO ₃ -N μg-at N/l	PO ₄ -P μg-at P/l
1	9:53	0.5		25.1	25.8	8.3	126	tr	0.22		1.12
	水深 27 m	5	2.2	25.9	32.72	8.3	100	0.44	0.27	欠	-
		20			25.1	33.63	-	93	-	-	-
2	10:09	0.5		24.8	25.2	8.3	150	ND	0.22		1.04
	17 m	5	2.1	26.0	32.63	8.15	97	tr	ND	欠	-
		16			25.2	33.73	-	58	-	-	-
2' 佐波賀 養殖場 生 簀	10:17	0.5		24.7	25.2	8.3	136	tr	0.27		0.67
		1		24.6	26.2	-	144	-	-	-	-
	10:24	2		25.9	28.8	-	169	-	-	欠	-
		3		26.2	29.9	8.3	148	-	-	-	0.37
	17 m	5	2.0	26.2	32.28	8.15	106	tr	ND		-
		7		-	-	-	84	-	-	測	-
		10		25.9	33.22	-	65	-	-	-	-
		15		25.4	33.33	-	64	-	-	-	-
		17		24.7	33.36	8.0	55	-	-	-	0.30
	3	10:35	0.5		24.8	25.2	8.5	160	0.63	0.40	
11 m		2	2.0	-	-	-	165	-	-	欠	-
		5		26.4	29.4	8.1	83	0.38	ND	-	-
4	10:46	0.5		25.5	26.8	8.4	190	tr	0.18		0.52
	12 m	2	1.1	-	-	-	147	-	-	欠	-
		5		26.4	32.38	8.2	80	0.75	ND	-	-
4'	10:54	10		26.0	33.48	-	37	-	-	-	-
		0.5		25.4	26.2	8.6	>200	1.19	0.27		2.24
	6 m	1		25.5	26.2	-	>200	-	-	-	-
		2	0.5	25.8	27.8	-	127	-	-	欠	-
		3		26.1	30.25	-	97	-	-	-	-
5	4		26.3	31.43	-	86	-	-	-	-	
	5		26.2	32.07	8.15	61	1.44	0.22	-	-	
5	11:35	0.5		25.7	25.7	8.3	129	tr	0.40		0.52
	14 m	2	2	-	-	-	123	-	-	欠	-
		5		26.0	32.45	8.1	104	tr	0.18	-	-
6	11:48	0.5		26.2	25.5	8.4	118	1.75	0.40		0.67
	9 m	2	1.8	26.2	28.4	-	108	-	-	欠	-
		5		26.1	32.67	8.3	82	0.75	0.22	-	-
	8		26.0	33.07	-	76	-	-	-	-	

附表 1-4 1978年10月2日における舞鶴湾の水質調査結果

定 点	時 間	観測水深 m	透明度 m	水 温 ℃	塩 分 S‰	pH	D. O. %	NH ₄ -N 14°-at N/l	NO ₂ -N 14°-at N/l	NO ₃ -N 14°-at N/l	PO ₄ -P 14°-at P/l
1	9:55	0.5		23.8	31.18	8.3	116	0.35	N D	0.33	0.85
		1		23.9	31.48	—	114	—	—	—	—
	10:00	2	2.3	24.0	31.83	—	110	—	—	—	—
		3		24.2	32.48	—	106	—	—	—	—
		4		24.2	32.91	—	102	—	—	—	—
		5		24.2	32.95	8.3	101	0.21	N D	tr	0.39
水深 27 m	20		(26m) 24.4	(26m) 33.75	8.8	79	0.97	0.89	0.26	0.62	
2	10:10	0.5		23.8	31.46	8.2	119	N D	N D	0.45	0.78
		1		24.1	31.97	—	121	—	—	—	—
	10:15	2	2.0	24.3	32.38	—	114	—	—	—	—
		3		24.4	32.37	—	110	—	—	—	—
		4		24.5	32.83	—	93	—	—	—	—
		5		24.6	33.12	8.2	82	tr	N D	0.10	0.78
17 m	16		24.6	33.79	8.15	55	tr	0.33	0.44	0.47	
3	10:26	0.5		24.4	31.33	8.3	117	0.28	N D	0.44	0.93
		1		24.5	31.84	—	115	—	—	—	—
	10:32	2	1.8	24.6	32.72	—	95	—	—	—	—
		3		24.8	32.94	—	79	—	—	—	—
		4		25.0	33.12	—	72	—	—	—	—
		5		25.0	33.22	8.0	67	0.28	N D	tr	0.93
10 m	9		24.9	33.48	7.85	38	4.44	1.73	0.32	3.11	
4	10:42	0.5		24.6	32.19	8.25	132	0.28	N D	N D	0.78
		1		24.6	32.19	—	128	—	—	—	—
	10:51	2	2.0	24.6	32.23	—	126	—	—	—	—
		3		24.6	32.23	—	120	—	—	—	—
		4		24.8	32.86	—	97	—	—	—	—
		5		25.0	33.12	8.1	82	0.49	N D	N D	1.48
10 m	9		25.1	33.70	8.05	22	0.28	0.58	0.15	0.78	
5	11:20	0.5		24.3	31.33	8.2	108	0.21	N D	N D	0.85
		1		24.3	31.33	—	106	—	—	—	—
	11:25	2	2.0	24.3	31.38	—	108	—	—	—	—
		3		24.5	32.48	—	104	—	—	—	—
		4		24.3	32.64	—	104	—	—	—	—
		5		24.4	32.87	8.2	103	N D	N D	N D	0.54
14 m	13		24.4	33.48	8.15	76	1.67	0.49	tr	1.01	
6	11:30	0.5		24.7	32.09	8.2	108	0.62	N D	N D	0.78
		1		24.7	32.09	—	107	—	—	—	—
	11:35	2	3.0	24.6	32.12	—	106	—	—	—	—
		3		24.5	32.60	—	104	—	—	—	—
		4		24.4	32.72	—	106	—	—	—	—
		5		24.4	32.75	8.2	96	0.28	N D	N D	0.70
9 m	8		24.3	32.98	8.15	82	1.74	N D	tr	0.78	

附表2 *Gymnodinium* sp. cf. *breve* の赤潮発生前後におけるプランクトンの計数結果
 Stn. 4. 表層(0.5m)単位: Colonies/ml, または Cells/ml

	1978.8.24	9.1	9.8	9.13	9.18	10.2
BACILLARIOPHYCEAE Total	600	590	900(10360)	180	40	4760
CENTRALES						
<i>Cerataulina pelagica</i>	-	-	-	-	-	50
<i>Chaetoceros socialis</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Chaet.</i> spp.	350	340	820 (9680)	100	-	440
<i>Coscinodiscus</i> sp.	-	-	-	-	-	+
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Guinardia flaccida</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Leptocylindrus danicus</i>	-	-	-	-	-	220
<i>Lept.</i> <i>minimus</i>	-	-	+(220)	-	-	50
<i>Hemiaulax hauckii</i>	-	-	-	-	-	70
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	-	+	-	+	-	-
<i>Rhiz.</i> <i>fragilissima</i>	200	-	+(140)	-	-	140
<i>Rhiz.</i> <i>stolterfothii</i>	-	-	-	+	-	+
<i>Skeletonema costatum</i>	-	-	+(190)	-	-	1500
<i>Thal'sira</i> sp. cf. <i>mala</i>	-	-	+(110)	-	-	+
<i>Thal'sira</i> sp.	+	-	+	-	-	+
PENNALES						
<i>Nitzschia closterium</i>	+	150	-	+	-	110
<i>Nitz.</i> sp. cf. <i>pungens</i>	+	90	-	+	+	2030
<i>Thal'nema nitzschoides</i>	-	-	-	-	-	+
others	-	-	-	-	-	+
FLAGELLATES Total	140	450	270	210	1950	830
DINOPHYCEAE						
<i>Ceratium kofoidii</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Gymnodinium</i> sp. cf. <i>breve</i>	-	-	-	70	1410	-
<i>Gymn.</i> sp. chained, I IZUKA-A ₃	-	-	-	-	80	+
<i>Gymn.</i> spp.	-	-	+	+	+	60
<i>Gyrodinium</i> spp.	-	-	-	-	+	+
<i>Peridinium</i> spp.	-	+	+	-	+	+
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	+	-	+
<i>Proro.</i> <i>minimum</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Trodinium robustum</i>	-	-	-	-	+	-
other FLAGELLATES						
<i>Chattonella</i> sp. cf. <i>subsalsa</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Chatt.</i> (<i>Olisthodiscus</i>) sp.	-	-	-	-	+	+
<i>Chatt.</i> (<i>Fibrocapsa</i>) <i>japonica</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Dictyocha fibrosa</i>	-	+	-	-	+	60
<i>Ebria tripartita</i>	-	-	-	+	-	-
CRYPTOPHYCEAE						
unknown	-	-	+	-	+	+
μ -flagellates	140	430	200	100	250	450