

2000年三河湾における *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生状況

尊田佳子・木村仁美

Occurrence of *Heterocapsa circularisquama* red tide in Mikawa Bay, 2000

SONDA Yoshiko* and KIMURA Hitomi*

Abstract: A red tide of *Heterocapsa circularisquama* (Peridinales, Dinophyceae) occurred in Mikawa Bay during the summer of 2000. This was the first incident of a *H. circularisquama* red tide in Mikawa Bay. *H. circularisquama* was observed from 1 August to 28 September, and the maximum cell density reached 4,000 cells/ml. Water temperature and salinity during the appearance of *H. circularisquama* were 22.46-30.29°C and 13.71-32.82. *H. circularisquama* increased well in higher temperature and salinity than normal year. Before the *H. circularisquama* red tide appeared, the number of diatoms was low and vertical mixing of the seawater occurred in late July. The red tide of *H. circularisquama* caused mortality of short-neck clam (*Tapes philippinarum*) especially in shallows, but mortalities of fish and crustaceans were not observed.

キーワード；赤潮, *Heterocapsa circularisquama*, 三河湾, アサリ

Heterocapsa circularisquama は渦鞭毛藻に属する植物プランクトンであり、魚類には全く影響を及ぼさずアコヤガイやマガキ、アサリをはじめとする貝類だけを死に至らしめるという特異的な性質を持った種である。^{1, 2)} このプランクトンによる赤潮は、1988年に高知県浦ノ内湾で確認されたのを始まりとし、それ以来西日本各地に分布域を拡大させ、甚大な被害をもたらしてきた。

そうしたなか、2000年8月、三河湾北西部海域を中心に*H. circularisquama* による赤潮が発生し、アサリをはじめとする二枚貝類にへい死被害をもたらした。本種が三河湾で確認され、赤潮を形成したのは今回が初めてであるが、三河湾は全国的にも重要なアサリの生産地であることから、今後の本種による被害が憂慮される場所である。

本報では、今回発生した*H. circularisquama* 赤潮の発生状況や発生時の海況および被害状況について報告す

材料および方法

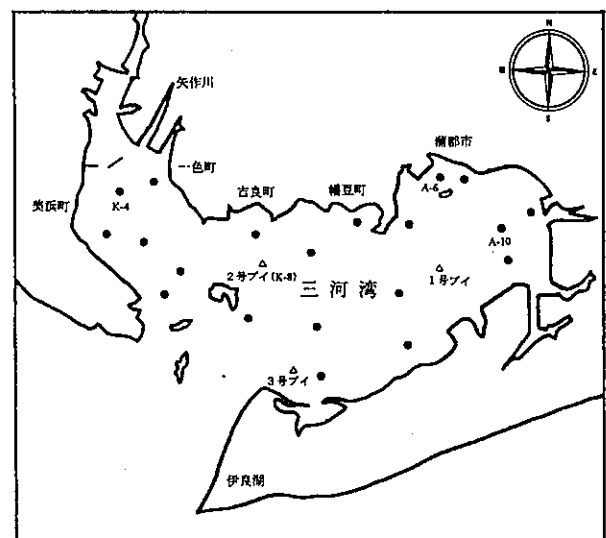


図1 調査海域および観測点

*愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443-0021, Japan)

プランクトンおよび海況の観測は、図1に示した三河湾内の観測点において、8月1日から9月28日にかけておよそ1週間間隔で行った。採水は、表層は採水バケツを用いて行い、5m、B-1mの各層についてはバンドーン採水器を用いて、原則として午前中に行った。試水は250mlポリ容器に入れて実験室に持ち帰り、当日あるいは翌日に光学顕微鏡下で1mlずつフィンピペットで分取し計数した。なお、翌日計数した試水は、固定せず常温保存しておいたものを計数した。また、細胞密度が高く1mlの計数が困難な場合は、適宜試水量を減らし1-3回

の計数結果の平均値を1mlに換算して求めた。

水温、塩分については採水と同時にCSTDメーター（アレック電子社製、ACL1150型）を用いて測定した。

被害状況については、水産課および知多・西三河・東三河各事務所水産課による調査結果をとりまとめた。

また、当該海域全体の海況を把握するため、三河湾内に設置されている3基の自動海況観測ブイのうち、赤潮による被害が顕著であった西三河地区に最も近い2号ブイの表層水温・塩分、底層水温・塩分・溶存酸素量および風向・風速のデータをそれぞれ使用した。

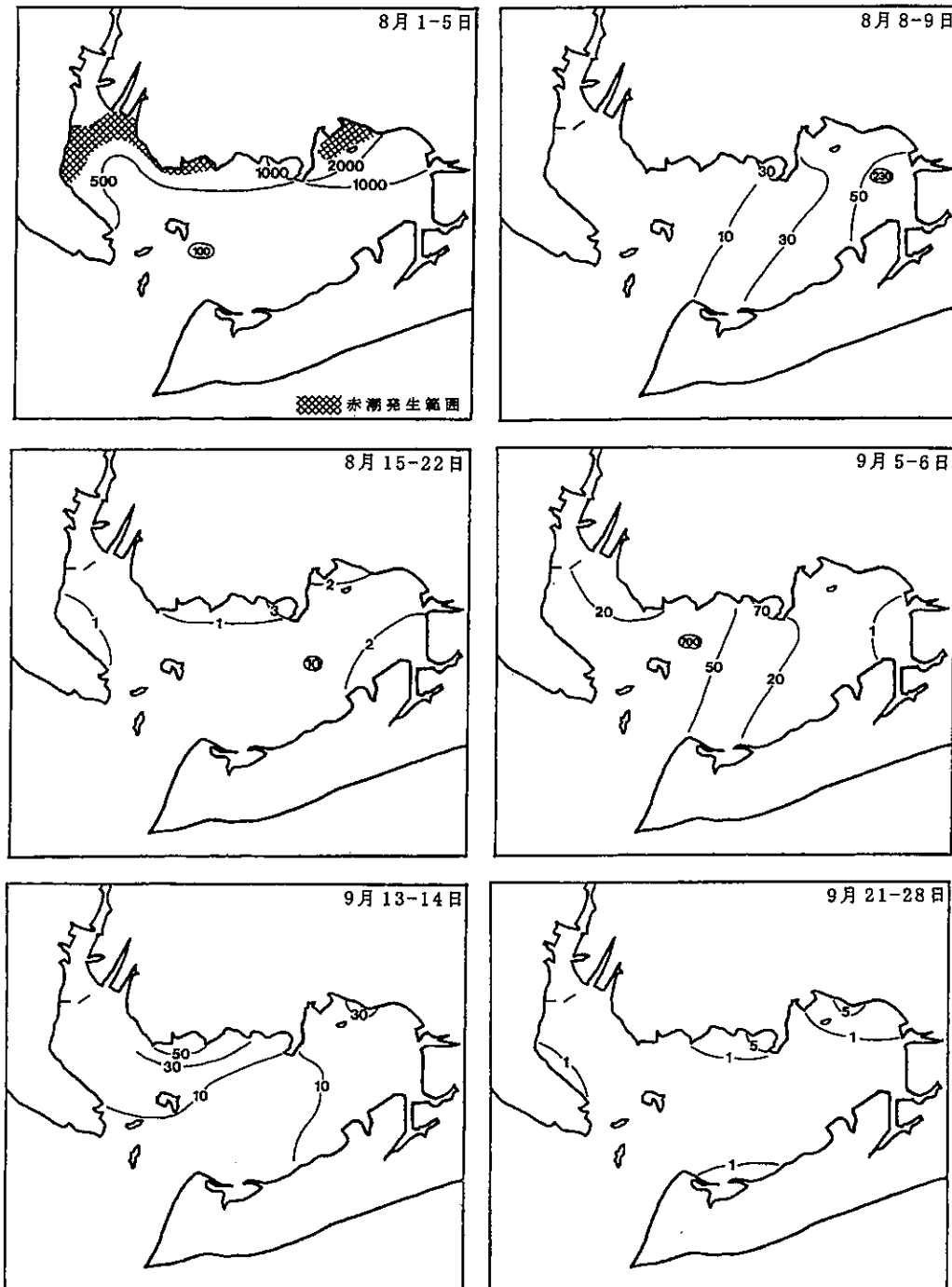


図2 *H. circularisquama* の水平分布の推移 (cells/ml)

結果

1. *H. circularisquama* の消長

H. circularisquama の水平分布の経時変化を図2に示した。最初に本種が確認されたのは8月1日であり、この時すでに矢作川河口から美浜町にかけて海面の着色がみられ濃い赤褐色を呈していた。この日の細胞密度は、最高で4,000cells/ml (K-4) にのぼり、結局これが本種発生期間中の最高細胞密度となった。翌日の2日には蒲郡市沿岸でも海面の着色が確認され、この日の最高細胞密度は2,300cells/ml (A-6) となった。1週間後の8月8, 9日には1,000cells/mlを越える観測点はみられず、最高でも230cells/ml (A-10) となり、海面の着色も観察されなかった。その後8月下旬にかけて徐々に減少し、10cells/mlを下回る観測点がいくつか存在する程度となり、ほとんどの観測点で遊泳細胞が確認されなくなった。しかし、9月にはいと再び*H. circularisquama* の増殖がみられ、9月5日には700cells/ml (K-8) を記録したが、8月に比べると小規模な増殖に止まり、赤潮状態までは至らなかった。9月中旬以降徐々に減少し、下旬には5cells/ml以下となり、9月28日の観測を最後に海水1mlの検鏡から遊泳細胞が確認されることはなくなった。なお、*H. circularisquama* の発生期間中、海面の着色が確認された8月1, 2日を本種による赤潮発生期間とした。

他種の植物プランクトンについては、*H. circularisquama* が高密度に存在した8月上旬には本種以外の小型鞭毛藻類が混在していたのみであった。8月中旬から9月上旬にかけて*H. circularisquama* が減少傾向にあった時期には、知多半島沿岸の三河湾西部海域を中心に*Chaetoceros* sp. や*Skeletonema costatum* をはじめとする珪藻類の増殖が認められ、9月上旬には合わせて32,150cells/mlにおよんだ。9月中旬には、11日に東海地方を襲った集中豪雨の影響もあり、一時的に珪藻類は減少したが、下旬になると再び増殖がみられるようになった。

2. 水温・塩分

H. circularisquama 出現時の観測点における水温および塩分を図3に示した。この期間の水温は22.46-30.29℃で、おおむね26-30℃の範囲で推移した。また、赤潮発生期間である8月1, 2日の水温は26.7-29.3℃であった。

塩分については、集中豪雨の影響もあり13.71-32.82の広範囲で推移したが、大部分は30以上であった。なお、8月1, 2日の塩分は24.81-31.46であった。

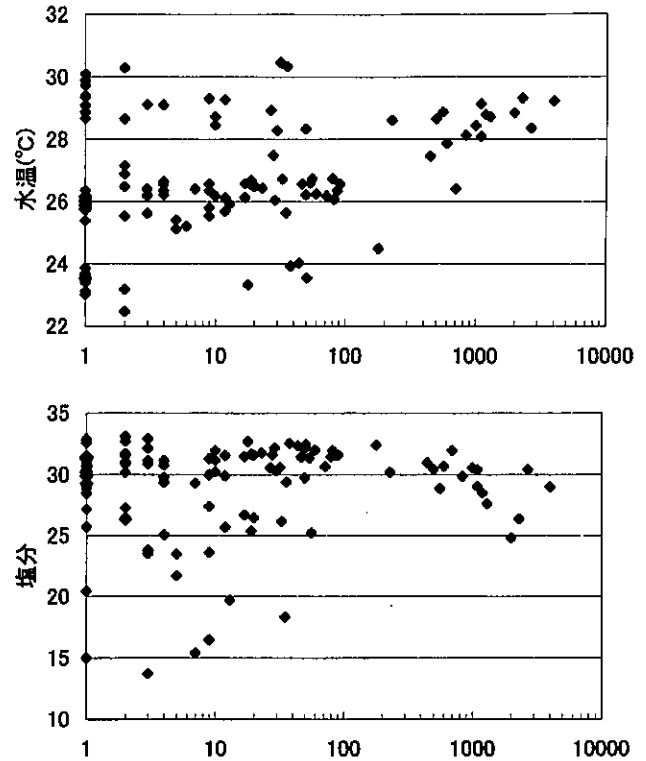


図3 *H. circularisquama* 出現時の水温と塩分

3. 被害状況

7月28日、一色町から吉良町にかけての西三河地区沿岸域でアサリの這いだしが多数みられるという情報が、今回の赤潮による被害の第一報であった。さらに翌日の29日から30日にかけて同海域で急速にアサリのへい死が進行した。また、アサリ以外の貝類ではマガキ、ホトトギスガイ等のへい死が確認され、魚類や甲殻類のへい死は認められなかった。へい死率については漁業者の目視によるものであったり、死亡個体と生残個体の重量比によるものであったりと、地区によって算出方法が異なるため暫定的なものとなり、20-95%までの大きな差が生じた。しかし、被害のほとんどが7月末から8月4日までに集中しており、一色町から幡豆町までの西三河地区沿岸と蒲郡市沿岸でのへい死が70-90%と高かった点は、*H. circularisquama* 赤潮の発生範囲とよく一致していた。

考察

H. circularisquama が確認される以前の7月は、7月11日のプランクトン調査以降8月1日まで調査は行われなかった。7月11日の調査では、三河湾内の一部の海域で*Skeletonema costatum* や*Chaetoceros* sp. などの珪藻類が2,000-10,000cells/mlと、小型鞭毛藻類が若干確認されていたが、赤潮状態ではなかった。その後も赤潮の情報は特に得られず、7月の三河湾における赤潮発生件

表1 *H.circularisquama* 赤潮発生時の水温と塩分

海 域	発生年	水 温 (°C)	塩 分
福岡湾	1988	27.7 ~ 28.0	32.6 ~ 32.8
英虞湾*	1992	23.8 ~ 26.9	33.2 ~ 33.4
広島湾	1995	14.7 ~ 17.8	31.8 ~ 32.2
豊前海	1997	21.8 ~ 24.8	24.3 ~ 31.2
三河湾	2000	26.7 ~ 29.3	24.8 ~ 31.4

*夏季赤潮のみ

数は上旬に発生した1件のみとなり、1978-1999年までの同月平均件数の7.2件と比べてもプランクトン現存量が少ない状態にあったといえる。しかし、7月28日にアサリの這いだしが一色町から吉良町沿岸にかけて確認されていることや、最初に*H. circularisquama*を確認した8月1日の段階で、すでに海面が着色するほど濃密に存在していることから、7月11日の小型鞭毛藻類の中にすでに本種が存在していたのか、あるいは7月後半の非観察期間に初期発生が起き、競合種の少ない環境下で急速に増殖したのではないかと推測される。

H. circularisquama 赤潮の発生には海水の鉛直混合がきっかけとなる可能性が示唆されているが、¹⁾三河湾においても同様の現象が確認された。図4に自動海況観測2号ブイによるデータを示した。7月23-26日にかけて前線の通過停滞と台風6号の影響により強い南系風が卓越したが、それにともない底層の水温上昇と溶存酸素量の急激な増加が起きており、海水の鉛直混合があったことが伺われる。この鉛直混合が引き金となって増殖が促進されたと仮定すれば、7月26日以降続いた南東系風によって風下の西三河地区沿岸や蒲郡市沿岸へと本種が収束し、濃密な赤潮を形成したものと考えられ、漁業者の「東の方から赤潮が来た。」という情報とも良く一致している。

他種植物プランクトンとの相関は、8月中旬以降の*H. circularisquama* 減少時に珪藻類が増加している点では逆相関がみられるといえるが、9月に入って*H. circularisquama* が再増殖している時期にも珪藻類は増加傾向であった点を考慮すると、明確な関係は見いだせなかった。

H. circularisquama 赤潮発生時の水温および塩分について、他海域での発生事例も含めて表1にまとめた。11-12月に発生した広島湾を除いて、どの海域でも20℃

以上の高水温期に発生しており、三河湾の場合も過去の事例と類似した値となった。塩分については、豊前海の事例に最も近いやや低めの値となったが、高水温・高塩分の条件下で増殖するという室内培養実験結果³⁾ともよく一致している。また今年も、カラ梅雨と猛暑の影響により三河湾の7-9月の水温・塩分は平年より高めであった。水温は、表層・底層ともに自動海況観測2号ブイデータの過去9年間(1991-1999年)の平均値に比べて1-2℃ほど高く、塩分についても0.5-2高い状態が続いた(図4)。この傾向は7月下旬が特に顕著であり、これが*H. circularisquama* の増殖に深く関わっていたのではないかと考えられる。

アサリのへい死は、*H. circularisquama* の細胞密度が1,000cells/mlを上回った8月上旬に集中していた。過去に被害をもたらした本種による赤潮の最高細胞数は、1992年の英虞湾が87,420cells/ml,¹⁾ 1995年の広島湾が9,000cells/ml¹⁾であったのに対し、三河湾では最高で4,000cells/mlの観測点が1点あったのみで、その他の観測点でも多いところで1,000-2,300cells/mlと、過去の事例と比較してやや低い細胞密度であるにもかかわらず、アサリのへい死が岸寄りの浅い漁場を中心に顕著であった。Nagai *et. al* (2000)によると、アコヤガイ(2年貝)を用いたへい死実験では、*H. circularisquama* の細胞密度がおおよそ2,000cells/mlになると、24時間以内にへい死が始まると報告している。⁵⁾ また、1992年に英虞湾で発生した本種による赤潮では、本種が50-200cells/ml存在しただけでアコヤガイの顕著な閉殻と摂餌活動の停止が観察されている。¹⁾ ゆえに、7月中旬以降平年を大きく上回る高水温の状況が続いたうえに、本種が1,000cells/mlを超える期間が1週間ほど続いたことは、アサリのへい死をもたらすのに十分な細胞密度であったと考えられる。

1997年に豊前海で本種による赤潮が発生した際に、アサリの稚貝(20mm未満)より成貝(20mm以上)の方がへい死率が高かったことが報告されている。⁶⁾ 今回三河湾においても、水深に関わらず大型のアサリほどへい死率が高いという同様の現場観察結果がいくつか得られた。この点については、大型と小型のサイズ区分など詳細な調査がなされていないので原因は明らかではないが、興味深い観察結果であった。

H. circularisquama は、周年にわたって水温10℃以上に保たれている海域で遊泳細胞のまま越冬するとされている。⁷⁾ 三河湾の冬季水温は5-7℃まで低下するため、今後本種の増殖がみられるかどうかは不明である。Honjo *et. al* (1998)によれば、*H. circularisquama*は

1日間の干出でも、遊泳細胞のままかあるいは非遊泳細胞に姿を変えてアコヤガイの殻表面や殻内に潜んで生き残ることが報告されており、貝の輸送によって分布域を拡大する可能性が非常に高い種と考えられている。⁶⁾ そのため、貝類の移出入が盛んな今日では、他海域から持

ち込まれる可能性も避けられず、今後のモニタリングは必須となるであろう。そして、本種の増殖が認められれば、今回の調査では明らかとされなかった遊泳細胞の鉛直分布や他種植物プランクトンとの相互作用、栄養塩との関連などさらなる検討が必要とされる。

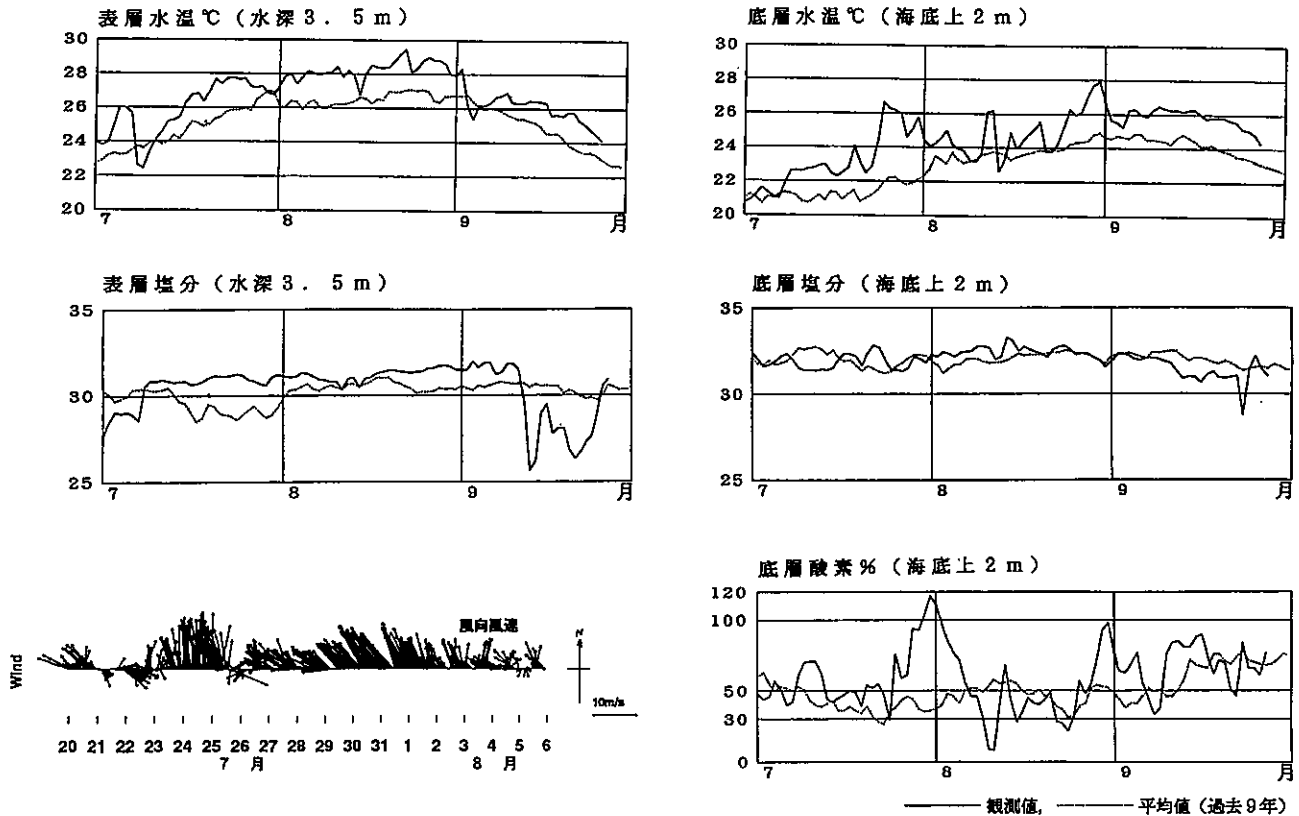


図4 自動海況観測2号ブイからの水温、塩分、溶存酸素量および風向・風速の経月変化

要約

2000年夏季に、三河湾において*H. circularisquama*による赤潮が初めて確認されたため、発生時の状況や海況および被害状況について調査した。本種の増殖は2000年8月1日から9月28日まで確認され、最高細胞密度は4,000cells/mlに達した。発生時の水温は22.46-30.29℃、塩分は13.71-32.82で推移し、三河湾の平年値を上回る高水温・高塩分の環境下でよく増殖した。また、赤潮発生前の植物プランクトン現存量は低く、海水の鉛直混合が確認された。魚類や甲殻類のへい死は認められなかったが、アサリのへい死は、*H. circularisquama*が高密度に存在した7月末から8月上旬に集中し、浅い漁場ほどへい死が顕著であった。

謝辞

本稿のご校閲並びに有益な助言を頂いた九州大学農学部の本城凡夫先生に深く感謝いたします。また、プランクトン同定に関して多大な協力をいただいた三重県科学技術振興センター水産技術センターの中西克之氏、畑直亜氏並びに瀬戸内海区水産研究所赤潮環境部の各位にこの場を借りてお礼申し上げます。

文献

- 1) 松山幸彦・永井清仁・水口忠久・藤原正嗣・石村美佐・山口峰生・内田卓志・本城凡夫 (1995) 1992年に英虞湾において発生した*Heterocapsa* sp.赤潮発生時の環境特性とアコヤガイ斃死の特徴について。日本水産学会誌, 61(1), 35-41.
- 2) 山本千裕・田中義興 (1990) 福岡湾で発生した2種

- 類の有害赤潮プランクトンについて。福岡県水産試験場報告, **16**, 43-44.
- 3) 山口峰生 (1995) 新型赤潮生物の増殖に及ぼす水温と塩分の影響。渦鞭毛藻・ラフィド藻等新型赤潮の発生機構と予測技術の開発に関する研究, 平成6年度研究報告書, 南西海区水産研究所, 7-12.
- 4) 松山幸彦・木村淳・藤井斉・高山晴義・内田卓志 (1997) 1995年広島湾西部で発生した *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生状況と漁業被害の概要, 南西海区水産研究所報告, **30**, 189-207.
- 5) Nagai, K., Y. Matsuyama, T. Uchida, S. Akamatsu, and T. Honjo (2000) Effect of a natural population of the harmful dinoflagellate *Heterocapsa circularisquama* on the survival of the pearl oyster *Pinctada fucata*. Fisheries Science, **66**, 995-997.
- 6) 江藤拓也・桑村勝士・佐藤博之 (1998) 1997年秋季に豊前海で発生した *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生状況と漁業被害の概要. 福岡県海洋技術センター研究報告, **8**, 91-96.
- 7) 内田卓志・松山幸彦・山口峰生・本城凡夫 (2000) 有害渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* の赤潮発生機構, 有害・有毒赤潮の発生と予知・防除, 石田祐三郎他編, 日本水産資源保護協会, 137-149.
- 8) Honjo, T., N. Imada, Y. Oshima, Y. Maema, K. Nagai, Y. Matsuyama, and T. Uchida (1998) POTENTIAL TRANSFER OF *HETEROCAPSA CIRCULARISQUAMA* WITH PEARL OYSTER CONSIGNMENT. Harmful Algae, Reguera B *et. al* eds., IOC of UNESCO, 224-226.