

内湾域における *Dinophysis* 属 2 種 (*Dinophysis fortii*
PAVILLARD *Dinophysis acuminata* CLAPAREDE et LACHMANN)
の群生長について*

竹内 照文・中西 一
芳養 晴雄・加来 靖弘

目 的

二枚貝類の貝毒のうち、下痢性毒については現在、関東地方以北の水域だけで問題となっている。その原因プランクトンや容疑プランクトンとしては *Dinophysis fortii* (以下 *D. fortii* と略す) や *Dinophysis acuminata* (以下 *D. acuminata* と略す。) が究明されており、これらのプランクトンの出現生態については多くの報告がされている。¹⁻⁴⁾ これら 2 種のプランクトンについては、近年、西日本の各地からも出現が確認されはじめているが、規制値を越えるような毒力は検出されていない。⁵⁻⁸⁾ このように東日本での出現種は二枚貝を毒化させ、西日本での種は毒化させないことの原因については、今後の検討課題であると思われるが、*D. fortii* や *D. acuminata* の生体内での下痢性毒の生産、役割、機能といったことが解明されていない現在、いつこれらのプランクトンが毒をもち、貝類に高い下痢性毒が検出されるかわからない。そこで、下痢性毒についても原因プランクトンを含む *Dinophysis* 属の出現生態を把握することは、貝毒の監視という面から重要なことであると思われる。著者らは 1980 年 6 月から田辺湾の湾奥部で貝類の毒化状況と原因プランクトンの出現状況の調査を行っている。^{5,9)} 1982 年はモニタリング調査と平行して、これらの有毒プランクトンの出現状況を精査するとともに、出現量を規制する因子を解明するため、最も有毒プランクトンの多く出現する内ノ浦を選び、3 月下旬から 7 月末にかけて 1 週間毎に環境調査を実施してきた。⁵⁾ この時、*Dinophysis* 属の 2 種 (*D. fortii*, *D. acuminata*) が 6 月中～下旬をピークに群生長する過程を観察できたのでその結果について報告する。

なお、自然界では水塊の流動や生物自体の移動、集積等があり、プランクトンの出現量を正確に把握することは非常に困難なことである。ここでは内ノ浦全体のプランクトンの出現量をできるだけ正確に、また、省力化して把握するために飯塚¹⁰⁾の行っているサンプリング方法をもちいて調査を実施した。

方 法

調査定点は図 1 に示す St. A～F の 6 定点であり、ここで、各々 0, 3, 5, 海底上 1 m の 4 層で採

* 重要貝類等毒化点検調査事業費による。

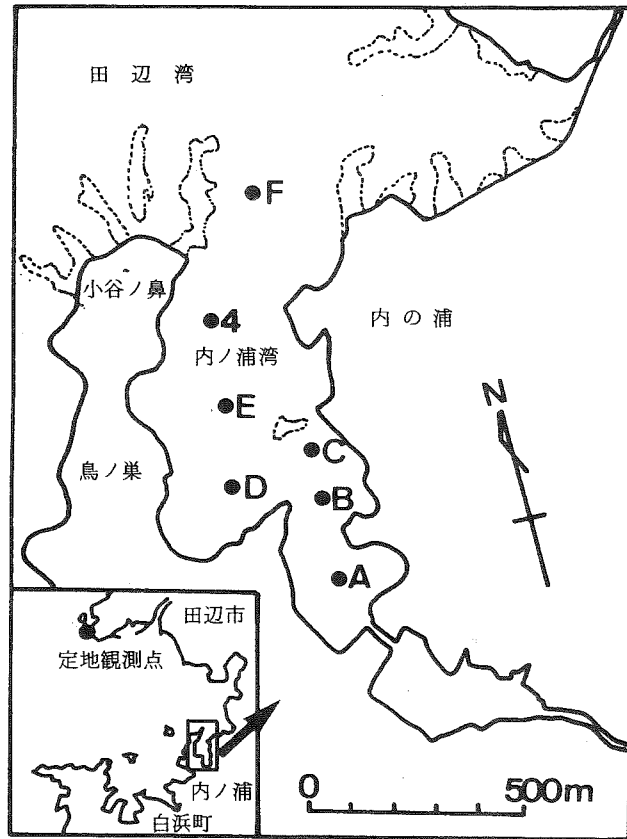


図 1 調査定点

水した。なお、St. 4 は毒化モニタリング調査定点である。観測項目は、水温、塩分とプランクトンであるが、プランクトンについては、各層別にサンプルを混合（1 定点 500 ml × 6 定点）したため、1 回の調査で得られる検鏡対象サンプルは 4 本である。混合したサンプルは所定の方法で固定、濃縮後、計数した。調査は、有毒プランクトンの増殖しはじめる 3 月末から開始し、1 週間毎に 7 月末まで 17 回実施した。

ここで、*D. fortii* と *D. acuminata* の出現量に増加傾向のみられる期間について相対生長係数 K' (relative growth constant) と世代時間 G (generation time) を計算したが、計算式は以下のとおりである。

$$K' = \frac{\log N - \log N_0}{t} \quad N : t \text{ 日後の細胞数} \quad N_0 : \text{計算開始時の細胞数}$$

$$G = \frac{0.301}{K'}$$

なお、参考資料として、図 1 に示す定地観測点での調査結果（水産増殖試験場定地観測結果：1982 年 6 月分）をもちいた。

結 果

D. fortii と *D. acuminata* の垂直分布の変化を図 2 に示す。*D. fortii* は 3 月 23 日の調査開始当初、中層域（3.5 m 層）で 10 cells/l 以上（max 29 cells/l）の分布をしていたが、5 月末までは出現

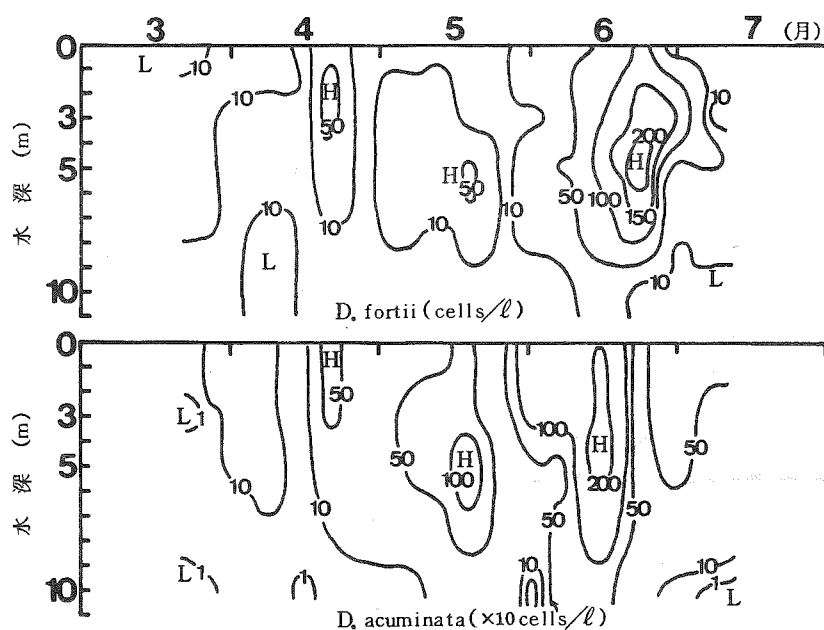


図2 *D. fortii* と *D. acuminata* の垂直分布の変化

量 (max 66 cells/l) も非常に少なく、調査日毎に出現と消滅をくりかえしている状況であった。6月上旬からは恒常的に出現を確認できるようになり、6月15日には中層 (3.5 m層) で 100 cells/l を越え、23日には、5 m層で最高 253 cells/l になり、出現量では期間中のピークを示していた。6月30日には若干減少しはじめ、7月8日には全層で 100 cells/l 以下の分布になり、更に7月下旬には全層で出現が確認できなくなった。一方、*D. acuminata* は、*D. fortii* よりも1オーダー高い出現量を示していた。そして、7月末の調査を除くと、全期間にわたり出現を確認することができたが、出現状況としては *D. fortii* とよく似た傾向がみられた。すなわち、5月上旬から中旬にかけて中層域 (5 m層) を中心に出現量が若干増大してきたが、下旬には 500 cells/l 以下の低密度分布になっていた。6月上旬からは、表~中層を中心に出現量が増加しはじめ、*D. fortii* よりも約1週間早く6月中旬にピークを示している。この時の最高値は5 m層の 2,250 cells/l であった。その後はしだいに減少しはじめ、7月下旬には *D. fortii* と同様に出現を確認することができなくなった。濃密な分布層は *D. fortii* (50 cells/l 以上) では中層 (3.5 m) に、また、*D. acuminata* (1,000 cells/l 以上) では中層以浅にみられた。

この期間の St. 4 における全層平均値での *D. fortii* と *D. acuminata* の出現量の推移を図3に示す。両種とも図2と同様に、6月中~下旬にかけて出現量が増加し、ピークを示している。しかし、St. 4 での最高値は *D. fortii* が6月30日、5 m層で 680 cells/l、*D. acuminata* は、6月19日、5 m層で 3,960 cells/l であった。これらの値は内ノ浦全体での値よりも若干高く、局所的にはかなり高密度になっていたものと思われる。

6月中~下旬にかけての *D. fortii* と *D. acuminata* の増加減象が増殖によるものか、あるいは、集積作用が働いたのかを検討するために5月25日から6月30日まで6回行った調査の塩分の垂直断面の推移を図4に示した。5月25日は内ノ浦全域に 34.3~34.4 ‰ の高かん水が分布し、外海系水

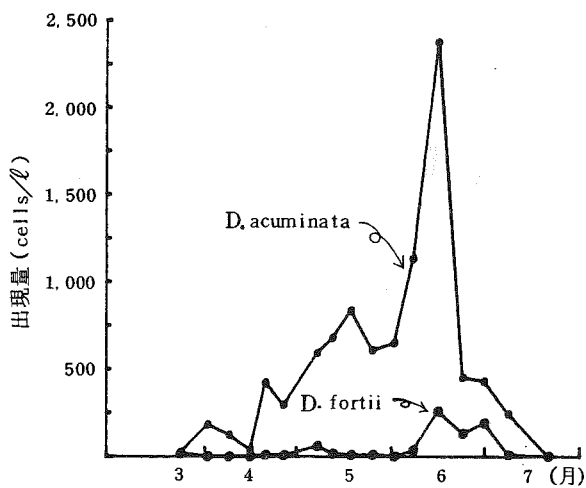


図3 *D. fortii* と *D. acuminata* の出現量の推移 (St. 4)

* 5層 (0, 3, 5, 10, 海底上1 m) 平均値による。

の卓越した様相を呈している。6月1日は表層に32.0‰以下の低かん水が分布しており、5月下旬からの降雨の影響によるものと思われる。また、強固な塩分成層が形成されている。6月7日と15日は塩分成層が弱まるとともに表～底層水が33‰台の塩分分布を示している。

6月23日には中～底層をほうように34.0‰以上の外海系水が進入しており、水深1～2 mには塩分躍層が形成されている。6月30日には全域に34.4‰台の高かん水が分布し、5月25日と同様に内ノ浦全体が外海系水の卓越した様相を呈している。

更に、この間の海況面での連続した状況を知るため図5に5月25日から6月30日までの水温、塩分の変動を示した。この定点は図1にみられるように内ノ浦とは若干離れた所にあるが、田辺湾の湾北部に位置し、外海系水の湾内への進入度合を推察することのできる定点であると思われる。34.0‰以上の高かん水は5月25～29日、6月17, 18日、6月21～30日に出現している。また、6月1日～3日にかけては降雨による塩分の急下降がみられ、31.0‰台まで低下していた。このことから湾内への外海系水の進入度合を推察すると、5月下旬には、外海系水の湾内への進入は強勢であり、その後、6月上旬には進入が弱まり、更に、降雨による影響等が加わり、湾全体が低塩分化し、内湾系水化したものと思われる。図4にもみられるように内ノ浦でも33.0‰台の塩分分布になっていた。更に6月中～下旬からは再び外海系水の進入が強くなったものと思われる。6月12日～14日と6月22日から23日にかけて水温の急下降がみられるが、前者は外海系水の進入が始まった時であり、また、後者はかなり強勢に入りだした時の値を反映しているのではないかとと思われる。そして、この間の *D. fortii* , *D. acuminata* の出現状況を考えると次のように推論される。すなわち、5月下旬の海

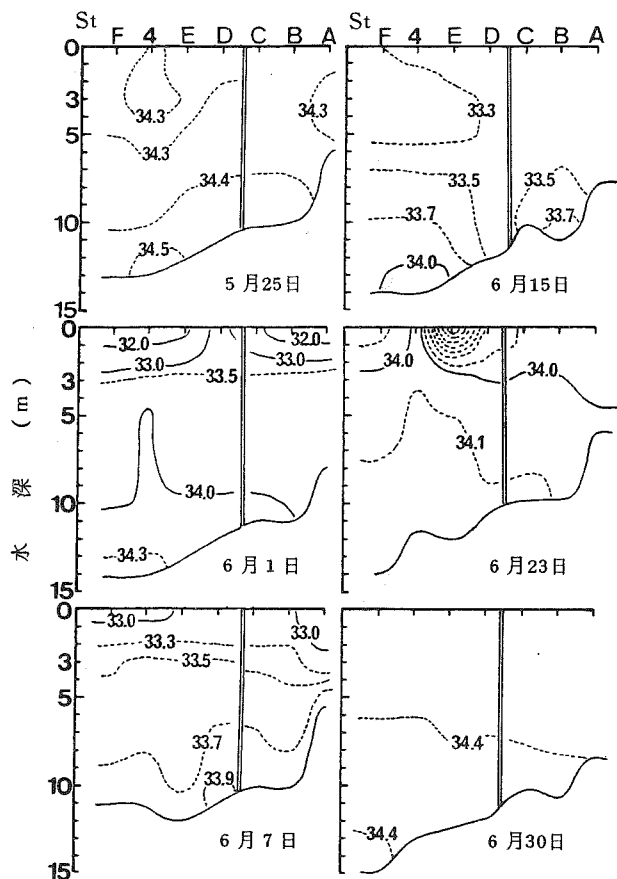


図4 塩分の垂直断面の推移

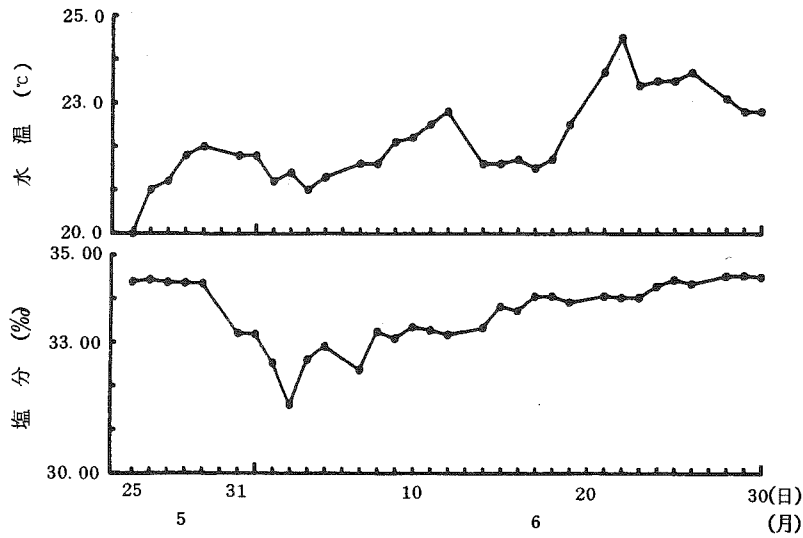


図5 水温，塩分の変動

水産増殖試験場定地観測結果(1982年)による。

水交換により，内ノ浦の環境が変化し，*Dinophysis* 2種の増殖に適したプランクトン相ができあがったものと思われる。この好適条件のもとで6月上旬に2種が出現しはじめ，中層域を中心に徐々に出現量が増加している。6月中～下旬にかけて，外海系水の進入がはじまり，成層が形成された頃，両種の出現量がピークを示している。この6月上～中旬にかけて，内ノ浦では海水交換が行われたとは考えにくいことから，この間の増加現象は2種の増殖によるものではないかと思われる。更に，下旬からの海水交換の進行，完了にとともに2種が減少し，消滅している。

このように6月中の *Dinophysis* 2種の出現量の変化が増殖量の変化として考えられるので，2種

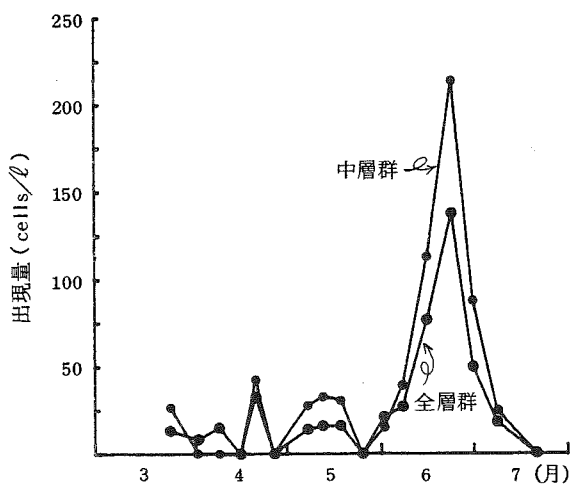


図6 *D. fortii* の出現量の推移

* 中層群：3 mと5 mの平均値
全層群：0, 3, 5, b-1 mの平均値

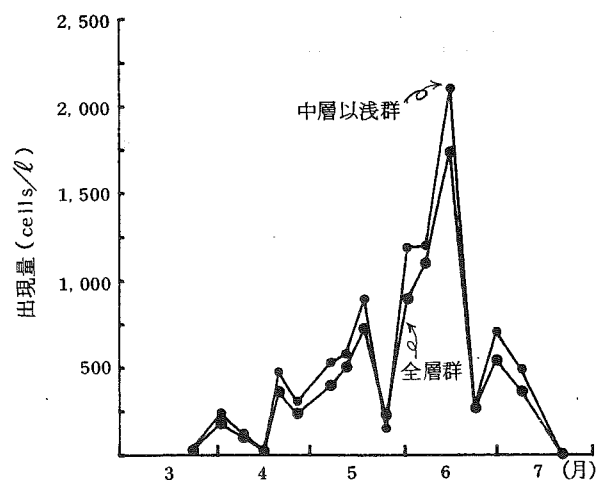


図7 *D. acuminata* の出現量の推移

* 中層以浅群：0, 3, 5 mの平均値
全層群：0, 3, 5, b-1 mの平均値

の出現量の変動を整理して図6, 7に示した。ここで, 全層群(0, 3, 5, 海底上1mの4層平均値)とともに, *D. fortii* については最も増殖している3, 5m層を平均して中層群として扱い, また, *D. acuminata* は0, 3, 5mの3層を平均して中層以浅群として図示している。図6, 7をもとに増殖傾向の明瞭な期間について相対生長係数と世代時間を計算して表1に示した。

表1 相対生長係数(K')と世代時間(G)

プランクトン	計算期間	計算に供した群	K'	G
<i>D. fortii</i>	6.1 ~ 6.23	中層群	0.052	5.79
"	"	全層群	0.037	8.14
<i>D. acuminata</i>	4.26 ~ 5.18	中層以浅群	0.021	14.33
"	"	全層群	0.022	13.68
"	5.25 ~ 6.15	中層以浅群	0.054	5.57
"	"	全層群	0.042	7.17

D. fortii は6月1~23日にかけて明瞭な増殖傾向がみられた。特に中層域を中心に増殖していることが図2からも認められるが, この間の中層群の増殖速度を飯塚¹⁰⁾の方法で求めると, 相対生長係数 $K'=0.052$, 世代時間 $G=5.79$ として表わされる。また, 全層群では $K'=0.037$, $G=8.14$ という値が得られ, 中層群よりも若干増殖速度が遅かった。*D. acuminata*は6月中旬のピーク前, 4月下旬から5月中旬にかけて若干, 増加傾向がみられるので, 2期にわけて計算した。前期の4月26日から5月18日にかけては中層以浅群で $K'=0.021$, $G=14.33$, 全層群では $K'=0.022$, $G=13.68$ であった。また, 後期の5月25日から6月15日までは, 中層以浅群で $K'=0.054$, $G=5.57$, 全層群で $K'=0.042$, $G=7.17$ という値が得られ, この間の世代時間は両群とも前期より後期の方が短かかった。出現量の差はあるが, この前, 後期による世代時間のちがいは, 吉松¹¹⁾がホルネリア赤潮で, また, 飯塚¹⁰⁾は *Gymnodinium type*'65 赤潮時に報告していることと同様である。

考 察

水域におけるプランクトンの天然群集量を正確に把握することは赤潮の動向を知るという観点から, また, プランクトンの生態学という面からも非常に重要なことであるが, 反面, 困難なことでもある。特に鞭毛藻類では海水流動に伴う集積, 拡散とともに生物自体が行う移動(昼夜の垂直移動等)があるため出現量を把握しにくい。そのため, 自然界におけるプランクトンの増殖量を算定する方法として飯塚¹⁰⁾はサンプリング方法について従来行われている点方式から積分化された水域全域を取り扱う方式を提案している。ここでは内ノ浦という小さな水域を設定し, 飯塚¹⁰⁾の方式をもちいて環境調査を実施し, *Dinophysis* 属2種の天然群における増殖速度を算定した。その結果, *D. fortii* では, 増殖速度の早いものとして $K'=0.052$, $G=5.79$, また, *D. acuminata* では $K'=0.054$, $G=5.57$ 日という値が得られた。水域でのプランクトンの群生長については, 赤潮形成時に測定された報告が

若干ある。¹⁰⁻¹²⁾飯塚¹⁰⁾は *Gymnodium type*'65 の赤潮形成群において $K'=0.034$, $G=0.94$ という値を得ており、このプランクトンは中層である程度まで増殖すると表層に浮上し、急速に群密度を増大し、同調分裂に近い細胞分裂能を獲得すると報告している。また、吉松¹¹⁾はホルネリア赤潮時に *Chattonella antiqua* が増殖速度定数 $K'=0.27$, $G(h)=26.7$, HONJO *et al*¹²⁾は、*Heterosigma* sp. で比増殖率 ($K' \cdot \text{日}^{-1}$) = 0.405, 分裂回数 = $1.35 \cdot \text{日}^{-1}$ という値を報告している。無殻鞭毛藻の赤潮形成群の世代時間に比べると *Dinophysis* 2種の値は非常に遅い値である。しかし、吉松¹¹⁾は一定点での測定した値であり、また、HONJO *et al*¹²⁾の値も表層群についての報告である。内ノ浦でも、St. 4で、*D. fortii* について増加傾向の明瞭な6月1日から6月16日までの期間について計算すると $K'=0.073$, $G=1.74$ というような高い値を得ることができ、局所的にはかなりのスピードで増加していたものと思われるが、有殻鞭毛藻の世代時間を考えるとどうも増殖によると思われるような短い時間であり、これを増殖量ととらえるよりはむしろ集積効果の効いた値ととらえるのが妥当だと考えられる。そのため、*Dinophysis* 2種の世代時間を考えると *D. fortii* では中層群での $K'=0.052$, $G=5.79$, *D. acuminata* では後期中層以浅群の $K'=0.054$, $G=5.57$ という値が最も早い増殖速度であると思われる。有殻渦鞭毛藻類では、無殻類に比べると増殖速度は、一般に遅いといわれている。¹³⁾そして、*D. fortii* の培養実験によると増殖速度は、非常にゆっくりとしており、高密度にならないと報告している。¹⁴⁾これらのことから、*Dinophysis* 属2種は本質的にゆっくりと増殖する種であり、また赤潮を形成するような濃度にまで達することのできない種であると考えられる。

要 約

田辺湾内ノ浦において、1982年3月末から7月末にかけて、有毒プランクトンの出現状況を詳細に把握するため、1週間毎の環境調査を実施してきた。その結果、6月上旬から中、下旬にかけて、*D. fortii* と *D. acuminata* の出現量が増加する現象を観察した。この増加現象は、海況面から考えると2種の増殖によるものであると判断できた。そこで、この期間の2種の増殖速度を算定したところ、*D. fortii* では、 $K'=0.052$, $G=5.79$, *D. acuminata* では $K'=0.054$, $G=5.57$ という値が得られた。

文 献

- 1) 北海道, 1983: 昭和57年度重要貝類等毒化点検調査報告書.
- 2) 青森県, 1982: 昭和56年度重要貝類等毒化点検調査報告書.
- 3) 茨城県, 1982: 同 上
- 4) 五十嵐輝夫, 藤田孝則, 1982: 宮城県における麻ひ性貝毒の出現状況. 宮城県気仙沼水産試験場研究報告第6号, 12-22.
- 5) 和歌山県, 1983: 昭和57年度重要貝類等毒化点検調査報告書.
- 6) 山口県, 1983: 同 上
- 7) 徳島県, 1982: 昭和56年度重要貝類等毒化点検調査報告書.

- 8) 香川県, 1982 : 昭和 56 年度重要貝類等毒化点検調査報告書.
- 9) 和歌山県, 1982 : 同 上
- 10) 飯塚昭二, 1978 : 赤潮鞭毛藻 *Gymnodinium* 自然群集の生長過程, 昭和 53 年度, 文部省特定研究(1)海洋環境における生物過程の基礎的研究, 14-19.
- 11) 吉松定昭, 1979 : 赤潮時の平均世代時間, 昭和 53 年 6 月ホルネリア赤潮に関する調査報告書. 香川県(編), 57-63.
- 12) HONJO, T., SHIMOUSE and T. HANAOKA, 1978 : A red tide occurred at the Hakozaki Port, Hakata Bay, in 1973, Bull. Plankt. Soci. Jap., 25(1) 7-12.
- 13) 飯塚昭二, 平山和次, 1980 : 群生長と分裂速度, 赤潮に関する近年の知見と研究の問題点, 赤潮研究会編, 水産研究叢書 33, 74-80.
- 14) 宮城県気仙沼水産試験場, 1983 : 宮城県気仙沼海域, 赤潮, 特殊プランクトン予察調査報告書 (東北・北海道ブロック), 水産庁, 14-16.