

## 宮城県気仙沼湾における *Dinophysis acuminata* の高密度出現の由来に関する考察

星合 愿一\*1・鈴木 敏之\*2・五十嵐輝夫\*3  
神山 孝史\*2・山崎 誠\*4・千葉 充子\*5

The origin of high concentration of dinoflagellate *Dinophysis acuminata* that occurred in Kesenuma Bay, northern Japan.

Gen-ichi HOSHIAI \*1, Toshiyuki SUZUKI \*2, Teruo IGARASHI \*3,  
Takashi KAMIYAMA \*2, Makoto YAMASAKI \*4 and Atsuko CHIBA \*5

*Dinophysis acuminata* has been observed every year in Kesenuma Bay since the occurrence of the species with the cell densities 88,000 cells/l was first found at the inner part of the bay on December 1990. In the present study, the occurrence of *D. acuminata* was compared between the entrance and inner part of the Bay, and the relationship of the occurrence of *D. acuminata* between the both parts of the Bay was considered.

The periods of the occurrence of *D. acuminata* were different between the entrance and inner part of the bay. The occurrence of *D. acuminata* in the inner part of the bay was not coincided with that in the entrance of the bay. Distribution of the occurrence of *D. acuminata* was patch states, and it was completely separated between the entrance and inner part of the bay. The occurrence of *D. acuminata* at the inner part of the bay was not affected by water currents in the bay that possibly bring *D. acuminata* population at the entrance of the bay. These results suggest that a bloom of *D. acuminata* in the inner part of the bay is not directly caused by a transportation from the population in the entrance of the bay. This also suggests a presence of seed population of *D. acuminata* at the inner part of the bay.

キーワード：*D. acuminata*, シードポピュレーション, 下痢性貝毒, 有毒プランクトン

下痢性貝毒の原因プランクトンである *Dinophysis* 属はほぼ毎年宮城県沿岸部に出現し、二枚貝の毒化を惹起するため、二枚貝養殖上の問題となっている。気仙沼湾では湾口部に *D. fortii* が、湾奥部に *D. acuminata* が高密度で出現する。*D. acuminata* の高密度出現は湾奥部の神明崎で1990年12月に初めて観察され、その際の出現数は約88,000細胞/lで、その後も毎年高密度出現が見られ、その出現時期は不定期である(田口ほか1994)。なお、この湾奥部に *D. fortii* はほとんど分布しない。また、湾口部の貝毒監視定点である岩井崎地先でも毎年春季に *D. fortii* と共に低密度ながら *D. acuminata* の発生が観察されている。本報では、湾口部と湾奥部における *D. acuminata* の出現状況を比較検討し、本種の湾奥部に

おける高密度出現の由来について考察を試みた。

### 方 法

気仙沼湾は図1のように大島により西湾と東湾に分離され、*D. acuminata* が高密度出現する神明崎(図1-A点)は湾の最奥部に位置し水深は約6mで、貝毒監視定点の岩井崎(図1-B点)は西湾口部に位置し水深が20mである。解析に用いた資料は1990~1998年に宮城県気仙沼水産試験場が実施した神明崎における *D. acuminata* の分布調査結果および岩井崎で実施した貝毒監視調査結果である。

*D. acuminata* の出現数および出現時期の解析にあたっては、神明崎は田口ら(1994)に従い本種が卓越す

\*1水産研究開発センター \*2独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所 \*3水産加工研究所

\*4独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所 \*5気仙沼水産試験場

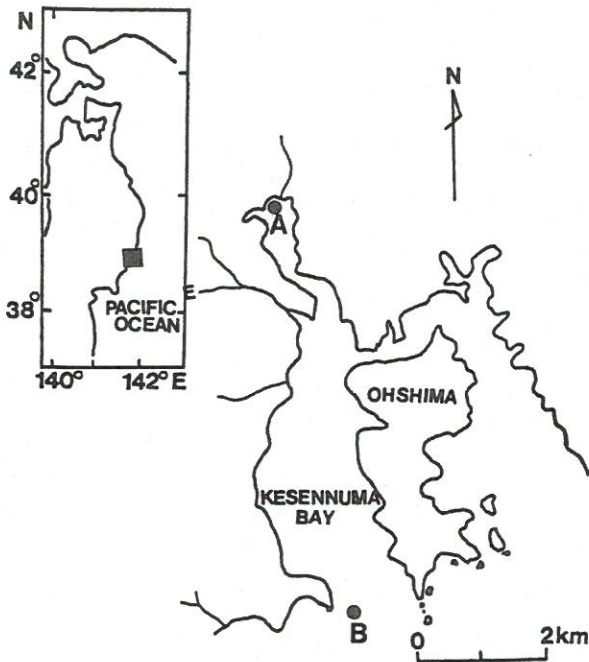


Fig.1 Collection sites on Shinmeizaki (A) and Iwaizaki (B), Kesennuma Bay, northern Japan.

る3 m層の、岩井崎の出現数については5 m層の、出現時期については0, 5, 10, 15, 20mの全層の観測結果を用いた。これらプランクトンの計数は五十嵐の方法(1986)に従い、採水した試料は濃縮せずに1リットルを分取し、孔径8  $\mu\text{m}$ の MilliporeSC フィルターで吸引濾過後にフィルターをそのまま検鏡し細胞数を計数した。なお、以下に述べる *D.acuminata* の細胞数の単位は全て1リットル当たりの数(細胞/ $\ell$ )である。

## 結果

田口ら(1994)による神明崎の3 m層と岩井崎の5 m層における *D.acuminata* の出現細胞数の推移に、1993年12月以降の推移を加筆して図2に示した。神明崎の *D.acuminata* の高密度出現は1990年11月に初めて観察され、12月にはこれまでの最高である88,000細胞におよんだ。以来1995年までは毎年1,000細胞以上の *D.acuminata* の高密度出現が頻発し、1990, 1992, 1994年の最大出現細胞数は10,000細胞を越えている。1996年は *Prorocentrum dentatum* の赤潮が7月に突発的に発生

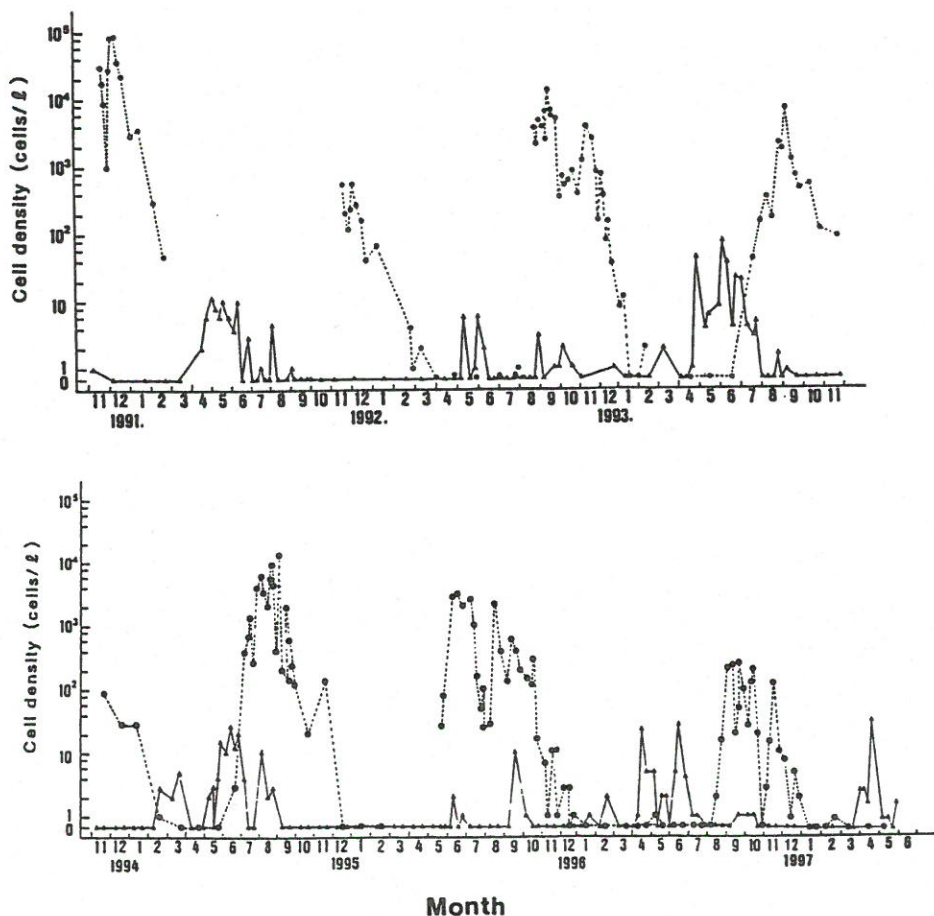


Fig.2 Annual changes in the cell density (cells/ $\ell$ ) of *D.acuminata* at Shinmeizaki (●) and Iwaizaki (▲) collected from 3 m and 5 m depth, respectively. Retouch the materials after Dec.1993 to Taguchi et al. (1994).

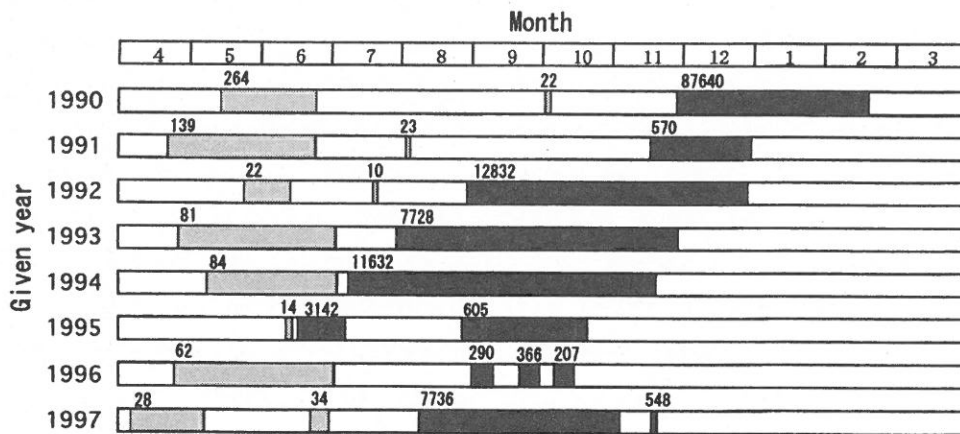


Fig.3 Appearance periods of *D.acuminata* at Shinmezaki (■) and Iwaizaki (■) with the cell densities exceeding 100 and 10 clls/l, respectively. The cells were collected from 3 m depth at Shinmezaki and 0, 5, 10, 15, 20m depth at Iwaizaki. The number above the each bar represents the maximum cell density (cells/l) observed in the monitoring period.

し、*D.acuminata* の出現は最大で366細胞に過ぎなかった。しかし、図2には未記載であるが、1997年の8~10月には図3に示したように1,000細胞を越える高密度の出現が再現した。一方、岩井崎の*D.acuminata* の出現は毎年4~8月に決まってみられるが、その最大出現細胞数は10~264細胞に過ぎない。

次に、*D.acuminata* の出現期間について、神明崎は100細胞以上の、岩井崎は調査全層の合計細胞数が10細胞以上の出現期間に整理し、出現期間中の最大出現細胞数も添付して図3に示した。神明崎における*D.acuminata* の出現期間は一定せず、3~5月を除いたほぼ周年にわたり、時に間歇的な出現もみられる。また、神明崎では*D.acuminata* の出現が年々早期化する傾向が1990~1995年度まで顕著にみられたが、1996、1997年度の出現時期は後退した。一方、岩井崎における*D.acuminata* の出現時期はほぼ一定しており、4月上旬~5月下旬に始まり6月中旬~8月上旬に終息する。また、その出現期間は神明崎とは異なり半月~3ヵ月とほぼ一定しているが、稀に単発的な出現もみられる。各年度の最大出現数は、先述したように、岩井崎では調査全5層の合計出現数でも10~264細胞に過ぎず、神明崎の207~87,640細胞に遥かに及ばない。また、神明崎と岩井崎両地点の出現時期には、1994年度と1995年度を除いて約1~5.5ヵ月のタイムラグが存在する。さらに、1992年度は岩井崎の*D.acuminata* の出現期間が20日と短期間で、最高出現数も22細胞と僅かであったにも拘らず、約2.5ヵ月のタイムラグをもって神明崎で高密度出現がみられた。1995年度は岩井崎で殆ど*D.acuminata* の出現をみず、神明崎で2回の高密度出現が観察されている。

### 考 察

Hoshiai et al. (投稿中) は岩井崎に出現する *D.fortii* と神明崎に出現する *D.acuminata* について、100細胞以上の出現時の水温、塩分および栄養塩の環境条件を比較検討し、*D.fortii* は低温・高塩分の環境に出現し、両成分ともに適応範囲が狭く、*D.acuminata* は *D.fortii* に比較して高温・低塩分で両成分とも適応範囲が広く、かつ、富栄養条件の環境下に出現することを示した。これらのことから、*D.fortii* は湾口部に出現する湾外水塊の影響を受ける沖合い起源の、*D.acuminata* は湾奥部に出現する沿岸起源の出現種である可能性が示唆された。*D.acuminata* の出現が水温・塩分への適応範囲が広いことは、*D.acuminata* は出現環境条件としての水温・塩分への依存性が *D.fortii* に比べ低く、このことが *D.acuminata* がほぼ周年にわたり湾奥部で高密度に発生し得る要因でもあると推察される。

気仙沼湾において *D.acuminata* の出現は湾口部の岩井崎では出現時期と期間がほぼ一定しているが、その出現数は湾奥部の神明崎に比較して著しく低密度である。一方、湾奥部の神明崎における *D.acuminata* の高密度な出現時期と期間は一定せず初夏~冬期のほぼ周年にわたる。両地点における *D.acuminata* の発生時期にタイムラグがみられるが、それらは一定のタイムラグで両種が出現していないことから、両地点での本種の出現は互いに独立的な出現であると判断される。また、湾口部の *D.acuminata* の出現が短期間で、出現細胞数も僅かないしは殆ど出現しない場合でも、湾奥部で出現が観察されることがある。田口ら (1994) の調査によれば1992年9

～12月の気仙沼湾の湾奥部には100細胞以上の*D.acuminata*が全期間に亘り分布したが、その分布の先端は、9月の大島の西北端部から12月の神明崎地先へと経時的に湾奥部に向かって縮小した。また、*D.acuminata*の分布に注目すると、9月に湾中央部で60細胞がみられた他は、10月まで湾口部を含め数個しか出現せず、湾奥部から湾口部にかけて、その密度が急減する傾向が認められた。このような湾奥部と湾口部の*D.acuminata*の分布密度の不連続性は毎年認められ、本種の100細胞以上の分布は湾奥部に限られている。

気仙沼湾は図1に示したように南北に細長い湾で、湾奥部まで水深が保たれている地形的な特性から、潮汐による海水の流動は少ない。また、湾奥部では生活排水、水産加工場等の各種排水が流入し富栄養化傾向が継続している\*。渡辺ら(1977)によれば西湾の恒流は、基本的には表層では沖へ向かう南流で、中・底層では湾奥部に流入する北流である。さらに、東湾は湾口部から30m以深の海底が湾奥に延びているために、湾奥部近くまで外洋水が入りやすい条件下にある。また、北系統の風がある場合も西湾の恒流と同様な流れが促進される。このように気仙沼湾は湾奥部まで外洋水が流入しやすい条件下にあり、湾口部に出現した*D.acuminata*の湾奥部への移入条件は十分に揃っていると言える。五十嵐ら(1989)は気仙沼湾湾口部における渦鞭毛藻の*Prorocentrum micans*の出現状況と同湾奥部における赤潮発生の関係を検討し、湾奥部の赤潮の起源は、湾口部から湾奥部への本種の移入によるものであると推論している。しかし、*D.acuminata*は春季～夏に湾口部で本種が出現しても、同時期に湾奥部で高密度出現はみられない。また、夏季の成層が崩れ秋季の海水の循環が盛んになり、北西の季節風が卓越し外洋水の流入条件の強くなる秋季～初冬には、湾口部に*D.acuminata*がみられないにも拘らず湾奥部で本種の高密度出現が観察されることもある。

以上のように①気仙沼湾の湾口部と湾奥部における*D.acuminata*の出現時期と出現数の相違、②湾口部にお

ける本種の出現と無関係な湾奥部での出現、③本種の湾内分布の不連続性、④湾内の海水流動からみた本種の湾奥部移入条件と湾奥部での出現の不整合など、これらの根拠から、神明崎の*D.acuminata*の高密度出現は、湾口部の岩井崎に出現した本種が、湾奥部の神明崎に移流し、直接的な大量増殖の要因になったものとは考え難い。青森県の陸奥湾では冬季陸奥湾固有水中で越冬した*D.fortii*の個体群が、湾内のシードポピュレーションになる可能性については、その意見が分かれるが(尾坂1985; 三津谷 私信)、神明崎で高密度出現する*D.acuminata*は同地への移入残留株ないしは常在株がシードポピュレーションになっている内湾性種の可能性が高い。

*Dinophysis*属の栄養要求が不明であり、栄養環境の影響についての詳細な考察は出来ないが、筆者らは既に*D.acuminata*が*D.fortii*より富栄養環境で増殖することを指摘し(Hoshiai et. al. 投稿中)、気仙沼湾における*D.acuminata*の分布特性は、その湾奥部の富栄養塩への依存性が示唆される。しかし、三陸沿岸各湾の*Dinophysis*属の発生量は栄養塩量の多い湾奥部よりも栄養塩量の多い水塊と湾外水塊の混合する湾口部に多いことも指摘されている(福代1997)。従って、*D.acuminata*の高密度出現は本種の水温や塩分への依存性は低いものの、移入残留株ないしは常在株の増殖条件には湾口部から湾奥部への外洋水の流入が影響し、各種排水などを含む富栄養の湾奥水と外洋水の至適な混合が生じた際に惹起されるものと推察される。なお、神明崎の*D.acuminata*の生残生態として、*Dinophysis*属の種々の種において矮小細胞が通常の栄養細胞に取り込まれ、遊泳接合子を形成することが示唆されており(Reguera et. al. 2001)、シスト形成による残存の可能性も否定できず、今後の検討課題として残されている。

最後に永年に亘り貝毒監視調査に携わってきた宮城県気仙沼水産試験場の歴代の貝毒監視担当職員に対し厚くお礼申しあげる。

\*気仙沼水試(1990～1997)沿岸漁場環境調査、宮城気水試事業報告

## 文 献

- 1) 田口滋之・星合愿一・伊藤 章 (1994) 東北沿岸域における貝毒問題. 沿岸海洋研究ノート, 32, 55-67
- 2) 五十嵐輝夫 (1986) 気仙沼湾における下痢性貝毒プランクトン *D.fortii* の発生状況について. 東北水研研報, 48, 137-144
- 3) Hoshiai G., T.Suzuki, T.Kamiyama, M.Yamasaki, K.Itimi Water temperature and salinity. during the occurrence of *Dinophysis fortii* and *D.acuminata* in Kesenuma Bay, northern Japan. Fisheries Science (submitted.)
- 4) 渡辺誠樹・五十嵐輝夫・藤田則孝・関 二郎・郷古富雄・須田善治 (1977) 気仙沼湾西湾の海水交流について. 宮城気水試研報, 3, 56-77
- 5) 五十嵐輝夫・武川治人・太田裕達 (1989) 気仙沼湾湾口部における渦鞭毛藻 *Prorocentrum micans* の出現状況と同湾奥における赤潮との関係. 宮城気水試研報, 3, 41-50
- 6) 尾坂 康 (1985) 貝毒プランクトンの生態学・陸奥湾. 貝毒プランクトン—生物学と生態学. 恒星社厚生閣, pp59-70
- 7) 福代康夫 (1997) 赤潮種と発生環境・デノフィス. 赤潮の科学第二版恒星社厚生閣, pp274-278
- 8) Reguera, B., S.González-Gil (2001) Small cell and intermediate cell formation in species of *Dinophysis* (*Dinophyceae*, *Dinophysiales*). J.Phycol., 37, 318-333

