

資料

1989年9月の遠州灘沖冷水塊において同定された
珪藻類とその細胞数について

塩本明弘*・松村皐月*

Diatoms in a cold water mass off Enshu-nada
in September of 1989

Akihiro SHIOMOTO* and Satsuki MATSUMURA*

Abstract

Forty-nine species in 26 genera of diatoms occurred within the euphotic zone in a cold water mass ("N" type) off Enshu-nada in September of 1989. Especially *Asterionella japonica*, *Chaetoceros compressum*, *C. pseudocurvisetum*, *Nitzschia pungens* and *Thalassionema nitzschioides* were major phytoplankton species. The cell density of total diatoms showed maximum at the bottom of euphotic zone (ca. 1.8×10^5 cells \cdot l⁻¹). Centric diatoms and pennate diatoms coexisted equally, and neritic water forms were most abundant in the cold water mass observed in this study.

はじめに

遠州灘沖冷水塊における研究はこれまで物理学的なアプローチが主であった(例えば, Teramoto, 1972)。また, この冷水塊が周辺の漁業に対して重要な影響を及ぼしていることはよく知られている(宇田, 1961; 上原, 1962; 五十嵐・沢田, 1969)。ところが, 基礎生産に関する研究例は皆無に等しかった。そこで, われわれは1989年9月初旬の遠州灘沖において基礎生産力の測定を行った(Shimoto and Matsumura, 1992)。その観測時において, N型冷水塊のほぼ中心を捉えることができた(図1)。海洋における生物生産力の把握にとって基礎生産力の測定を行うことは重要であるが, その担い手である植物プランクトンの種組成や細胞数を明らかにすることも大切である。遠州灘沖冷水塊は中層水の湧昇として捉えられており(Teramoto, 1972), 湧昇域においては珪藻類が重要な種であることはよく知られている(例えば, Parsons *et al.*, 1984)。そこで, 1989年9月の遠州灘沖冷水塊における基礎生産力測定の際に同定された, 珪藻類とその細胞数について報告する。

1991年10月25日受理 遠洋水産研究所業績 第285号

* 遠洋水産研究所 National Research Institute of Far Seas Fisheries, 7-1, Orido 5 chome, Shimizu-shi, Shizuoka 424, Japan

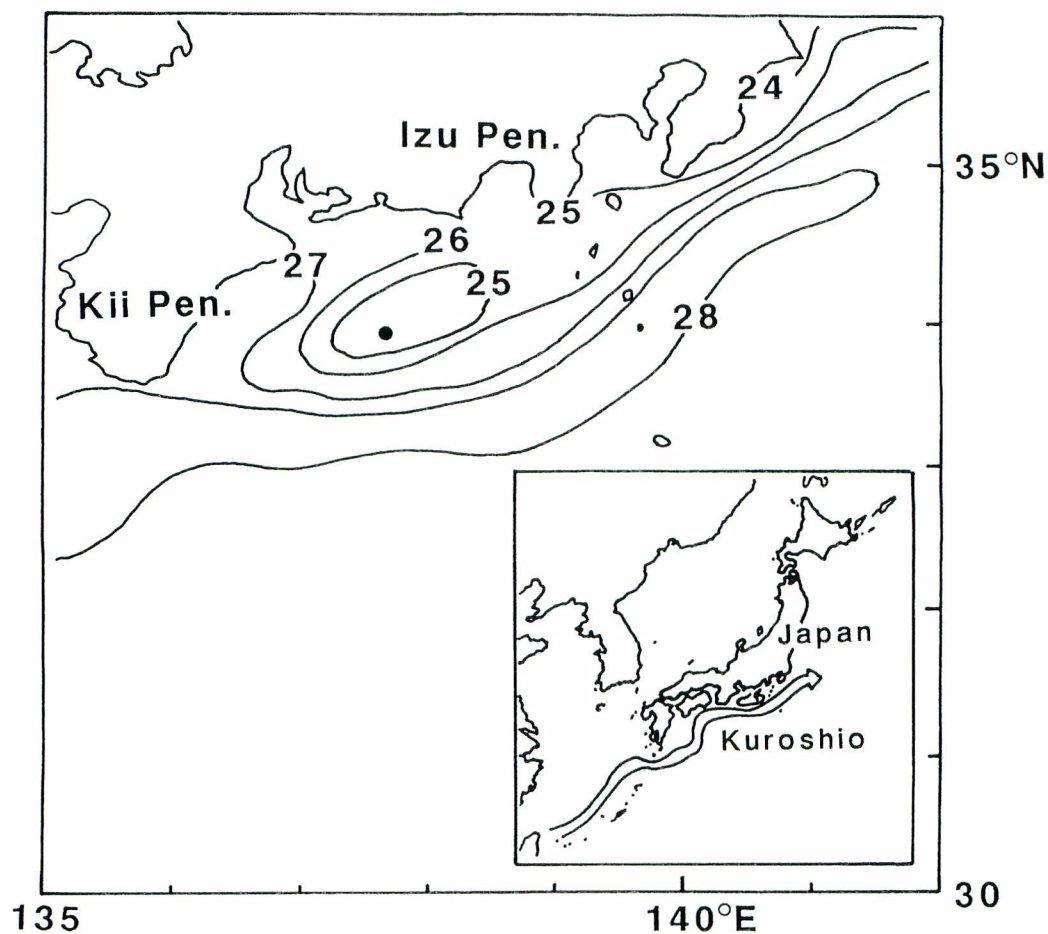


Fig. 1 Location of sampling station (solid circle). The isoline represents surface temperature ($^{\circ}\text{C}$) (after Department of Hydrography, Japan Maritime Safety Agency, 1989).

試料および方法

試水は有光層内の5層から水中ポンプ(寺田製作所ER-25型)を用いて採水された。この5層とは海面直上の光の強さを100%としたときに、100%(0 m)、50%(3 m)、30%(7 m)、10%(12 m)及び1%(26 m)の光の強さに相当する深さである(以後、光深度と呼ぶ)。得られた海水のうち1 lを検鏡用試料として、船上において直ちに固定した。固定には中性ホルマリンを用い、試料の1%程度となるように添加した。

研究室に持ち帰り、数日間以上静置した後にサイフォンを用いて上澄みを静かに取り除いた。最終的に20 m/まで濃縮し、検鏡まで室温にて保存した。検鏡には光学顕微鏡を用いた。

結 果

各光深度において同定された珪藻類とその細胞数を表1に示す。同定された珪藻類は全部で26属49種であった。いずれの光深度においても *Asterionella japonica*, *Cheatoceros compressum*, *C. pseudocurvisetum*, *Nitzschia pungens*, *Thalassionema nitzschioides*の5種が多数出現し、これら5種で全細胞数の70%近くを占めた。細胞数が1%光深度まで増加する種, 10%光深度まで増加する種, そして30%光深度まで増加する種と, 種により細胞数の鉛直分布パターンは異なったが, これら5種の細胞数は深さとともに増加し, 50%光深度を越してからの増加は顕著であった。珪藻類の全細胞数もこれら多数種の鉛直分布と同様のパターンを示した。100%光深度における全細胞数は $1.8 \times 10^4 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ であったが, 1%光深度での値は約 $1.8 \times 10^5 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ と100%光深度での値に比べて一桁高かった。

Table 1. Cell density (cells/l) of diatom species occurring in a cold water mass off Enshu-nada in the late summer of 1989

Species	Light depth (%)					Remarks
	100	50	30	10	1	
Centric diatoms						
<i>Actinoptychus senarius</i>	—	—	—	480	960	N
<i>Bacteriastrum comosum</i>	—	—	1440	—	—	N
<i>B. comosum</i> v. <i>hispida</i>	—	—	1440	—	—	N
<i>B. delicatulum</i>	360	480	1440	2400	1920	N
<i>B. hyalinum</i>	—	—	—	960	—	N
<i>B. sp.</i>	360	—	—	—	—	
<i>Cerataulina pelagica</i>	—	480	960	—	1920	N
<i>Cheatoceros affine</i>	1080	1200	6720	960	1440	N
<i>C. compressum</i>	2400	3840	15360	23520	23040	C
<i>C. constrictum</i>	—	—	—	—	960	C
<i>C. convolutum</i>	—	360	—	—	—	C
<i>C. costatum</i>	360	360	1920	1920	—	N
<i>C. debile</i>	360	—	—	3840	6720	C
<i>C. decipiens</i>	—	—	480	1920	960	C
<i>C. denticulatum</i>	—	—	—	—	1440	OW
<i>C. didymum</i> v. <i>anglica</i>	—	240	—	2400	—	N
<i>C. distans</i>	—	—	—	—	960	N
<i>C. lorenzianum</i>	1800	840	3840	960	960	N
<i>C. messanense</i>	—	360	—	—	—	N
<i>C. pelagica</i>	—	—	—	960	—	N
<i>C. pseudocurvisetum</i>	—	480	3840	4320	11520	N
<i>C. subsecundum</i>	—	—	—	960	—	C
<i>C. spp.</i>	—	1080	1440	1440	2400	
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	—	—	960	—	—	OW

Table 1. Continued

Species	Light depth (%)					Remarks
	100	50	30	10	1	
<i>Coscinodiscus</i> spp.	—	120	—	—	—	
<i>Detonula pumila</i>	720	600	960	3360	960	OW
<i>Ditylum brightwellii</i>	—	—	—	—	960	N
<i>Eucampia cornuta</i>	—	—	2400	—	—	N
<i>E. zodiacus</i>	360	—	—	1440	2880	N
<i>Guinardia flaccida</i>	—	—	480	960	480	OW
<i>Hemiaulus sinensis</i>	120	—	—	480	480	N
<i>Lauderia borealis</i>	600	1680	960	2400	2400	N
<i>Leptocylindrus danicus</i>	—	480	2880	3360	—	N
<i>Rhizosolenia alata</i>	120	120	480	—	—	N
<i>R. bergonii</i>	—	—	480	—	—	OW
<i>R. cylindrus</i>	—	—	480	—	—	OW
<i>R. fragilissima</i>	—	—	—	1440	1440	C
<i>R. imbricata</i>	120	—	—	—	—	OW
<i>R. setigera</i>	—	120	960	—	—	N
<i>R. stolterfothii</i>	240	480	1920	1920	8160	OW
<i>R. styliformis</i>	120	—	480	—	—	OW
<i>Skeletonema costatum</i>	—	—	—	1440	—	N
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	—	—	480	480	480	N
<i>Streptotheca tamensis</i>	—	—	—	480	—	N
<i>Thalassiosira condensata</i>	—	—	960	—	—	N
<i>T. spp.</i>	240	120	960	2880	1920	
Pennate diatoms						
<i>Asterionella japonica</i>	1320	1560	1440	3840	10560	N
<i>Biddulphia longicuris</i>	240	—	1440	480	3840	N
<i>Cylindrotheca closterium</i>	—	—	480	480	960	N
<i>Nitzschia pungens</i>	3360	4320	13920	35520	42240	N
<i>Pleurosigma</i> spp.	—	—	—	—	480	
<i>Stauroneis membranaceae</i>	—	—	—	—	960	N
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3480	3120	4800	13920	42720	N
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	240	720	1920	960	960	N
total cell density (cells/l)	18000	23160	78720	122880	178080	

— : No occurrence

N : Neritic water species

OW : Oceanic warm water species

C : Cold water species

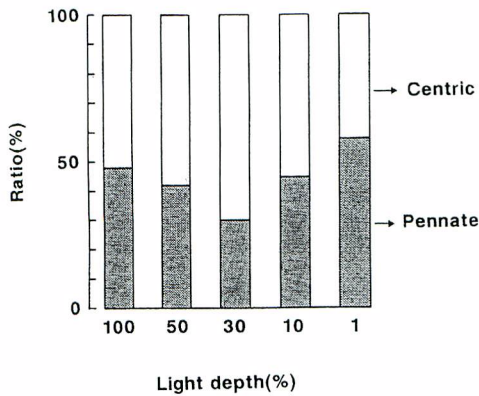


Fig. 2 Ratio (%) of centric diatoms and pennate diatoms at each light depth (%).

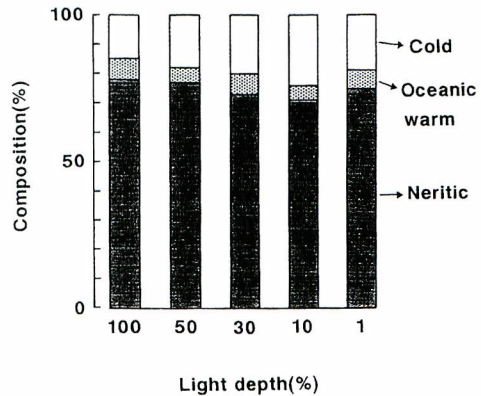


Fig. 3 Composition (%) of neritic water species, oceanic warm water species and cold water species of diatoms at each light depth (%). Sp. and spp. were excluded to calculate percentage.

表面における珪藻類の全細胞数はKawarada *et al.* (1968) が夏季黒潮水域で報告した値とほぼ一致したが、有光層底部での値はほぼ一桁高く、伊豆沖の局地性湧昇域や北方沿岸域に属する噴火湾における珪藻類の春季大增殖時の初期の値に匹敵した(中田, 1982; Ishizaka *et al.*, 1986; Odate, 1987)。また、湧昇域や北方域の春季大增殖時にしばしば卓越する *Chaetoceros* 属, *Nitzschia* 属, *Thalassionema* 属が(根本, 1974; 西浜ほか, 1976; Raymont, 1980; 中田, 1982; Odate, 1987; 古谷, 1989) 遠州灘沖冷水塊でも卓越し、ここでは生産力の比較的高い海域と同様の珪藻類組成を示した。

珪藻類は中心目と羽状目とに大別される。各光深度における両者の細胞数の割合を図2に示す。両目の細胞数はいずれの光深度においても桁違いの相違は認められず、最も大きく異なった30%光深度においても両目の存在比は7:3であった。さらに、有光層全体でみると中心目と羽状目とはほぼ1:1の割合で存在していた。

珪藻類の大增殖が起こった場合、最盛時には中心目の卓越がみられるが(中田, 1982; Takahashi and Kishi, 1984; Odate, 1987), その後栄養塩類は補給がなければ時間の経過とともに消費されて枯渇するので、より低濃度の栄養塩類で生長可能な羽状目の卓越が予測される(Turupin and Harrison, 1979)。伊豆沖の湧昇域においては、そのような栄養塩類の変化に伴う珪藻類の遷移がみられている(Takahashi and Kishi, 1984)。ところが、遠州灘沖冷水塊では、中心目と羽状目がほぼ同じ割合で存在していた。遠州灘沖冷水塊は数カ月から数年の間存続するといわれ(川合, 1972), 本観測において確認された冷水塊は約1年前から認められていた(海上保安庁水路部, 1988, 1989)。遠州灘沖冷水塊は中層水の湧昇によるので(例えば, Teramoto, 1972), 冷水塊が存続している期間中は有光層よりも下層から栄養塩類が連続的に供給されていることとなる。すなわち、現在の栄養状態が冷水塊存続中維持され、中心目と羽状目の共存が続くことが予想される。このような両目の共存は遠州灘沖冷水塊がもつ特徴のひとつとして指摘されよう。

日本近海に出現する珪藻類は沿岸種、暖水種、冷水種に大別され、さらに後の2者は外洋性と沿岸性

に区別される(川原田, 1975)。そこで, 観測点が黒潮水域に位置していることを考慮して, 同定された珪藻類を沿岸種(沿岸種及び沿岸性暖水種), 外洋性暖水種及び冷水種(沿岸性及び外洋性冷水種)の3つのグループに分けた(図3)。なお, 珪藻類の区別は川原田(1975), 山路(1984)並びに藤岡(1990)に従った。いずれの光深度においても沿岸種が最も多く, 全細胞数の71~78%を占めていた。沿岸種は黒潮流路から沿岸域に通常みられるプランクトンであり, 中層水等の湧昇により栄養塩類が供給されると, 黒潮流軸の沿岸側では場所に関係なく珪藻類が増殖し得る潜在力を持っているものと思われる。このような潜在力は, 通常は低い基礎生産力を示す黒潮流軸域での生物生産にとって極めて重要な意味をもつものと考えられる。

遠州灘沖冷水塊は数カ月から数カ年の間存続し, 存続期間, 規模, 出現する場所によりA型, B型, C型, N型等に分けられる(例えば, 河合, 1972)。今後, 動植物プランクトンの種組成や細胞数の経時変化, 並びに冷水塊の型と動植物プランクトンの種組成及び細胞数との関係を明らかにしていく必要がある。

謝 辞

試料を得るにあたり多大のご協力を頂いた水産庁遠洋水産研究所所属俊鷹丸船長並びに乗組員の方々に厚くお礼申し上げます。珪藻類の同定とその細胞数の計数を行った水棲生物研究所の片倉紀夫氏に感謝します。また, 本稿をまとめるにあたり貴重なご助言を賜った水産庁中央水産研究所海洋生産部の中田薫さんにお礼申し上げます。

文 献

- 藤岡 城 1990: 黒潮のプランクトン図鑑—奄美大島篇—, 170 pp., 長崎県出版文化協会, 長崎。
- 古谷 研 1989: 伊豆近海局地性湧昇域における植物プランクトン群集動態. 海洋科学, 21, 579-582.
- 五十嵐正治・沢田易治 1969: 静岡県沖合の黒潮流路と漁況. 静岡水試研報, 2, 1-18.
- ISHIZAKA, Z., M. TAKAHASHI and S. ICHIMURA 1986: Changes in the growth rate of phytoplankton in local upwelling around the Izu peninsula, Japan. J. Plankton Res., 8, 169-181.
- 川合英夫 1972: 黒潮と親潮の海況学. 海洋物理II(岩下光男他編, 海洋科学基礎講座2), 192-230, 東海大学出版会, 東京。
- 海上保安庁水路部 1988: 海洋速報, 号外。
- 1989: 海洋速報, No. 24.
- 川原田裕 1975: 植物プランクトンの生態. 海洋プランクトン(岩下光男他編, 海洋科学基礎講座10), 1-48, 東海大学出版会, 東京。
- KAWARADA, Y., M. KITOU, K. FURUHASHI and A. ASANO 1968: Distribution of plankton in the waters neighboring Japan in 1966 (CSK). Oceanographical Magazine, 20, 187-21.
- 中田 薫 1982: 北海道噴火湾の1989年増殖期における植物プランクトンの組成. 水産海洋研究会報, 41, 27-32.
- 根本敬久 1974: 沿岸湧昇とプランクトン. 海洋科学, 6, 402-406.
- 西浜雄治・岩崎良教・金子 実・広海十郎 1976: 噴火湾鹿部沖における海洋条件および動植物プランクトンの季節変化, 特に栄養塩類と植物プランクトンの増殖との関係. 北水試月報, 33, 1-22.

- ODATE, T. 1987 : Temporal and horizontal distribution of the diaton community during the spring bloom in Funka Bay, Southern Hokkaido. Bull. Plankton Soc. Japan, 34, 33-42.
- PARSONS, T.R., M. TAKAHASHI and B. HARGRAVE 1984 : Biological Oceanographic Processes, 3rd ed., 330 pp. Pergamon Press, Oxford.
- RAYMONT, J.E.G. 1980 : Plankton and productivity in the oceans. vol.1, 2nd ed., Phytoplankton. 489 pp., Pergamon Press, London.
- SHIOMOTO, A. and S. MATSUMURA 1992 : Primary productivity in a cold water mass and the neighborhood occurring off Enshu-nada in the late summer of 1989. J. Oceanogr., 48, 105-115.
- TERAMOTO, T. 1972 : History of the Japanese observation program of the Kuroshio and adjacent regions. In : Kuroshio-Its physical aspects (Stommel, H. and Yoshida, K., ed.), 3-52, Univ. Tokyo Press, Japan.
- TURPIN, D.H. and P.J. HARRISON 1979 : Limiting nutrient patchiness and its role in phytoplankton ecology. J. exp. mar. Biol., 39, 151-166.
- 宇田道隆 1961 : 海洋漁場学, 347 pp., 恒星社厚生閣, 東京.
- 上原 進 1962 : 遠州灘を中心とした海況と漁況 - I カツオおよびシラス漁況と海況との関係について. 東海水研報, 34, 55-66.
- 山路 勇 1984 : 日本海洋プランクトン図鑑第3版, 537 pp., 保育社, 東京.