

播磨灘堆積物中の核酸塩基類の水平分布*

多田邦尚**・門谷 茂**・岡市友利**

Distribution of purine and pyrimidine bases in surface sediment from Harima-Nada, the Seto Inland Sea, Japan *

Kuninao TADA**, Shigeru MONTANI** and Tomotoshi OKAICHI**

Abstract: Purine and pyrimidine bases in surface sediment collected from 35 stations in Harima-nada, the Seto Inland Sea, were determined using high performance liquid chromatography. The contents of purine and pyrimidine bases in surface sediment samples varied from 9.1 to 98.8 $\mu\text{g/g}$. The contribution of nitrogen from the purine and pyrimidine bases to total organic nitrogen in the surface sediment samples ranged from 0.5 to 1.8%. The contents of purine and pyrimidine bases were higher at the central part and the northern and southern coastal areas than those at other areas. Good correlations were found between the concentrations of purine and pyrimidine bases and the concentrations of organic carbon, organic nitrogen, total phosphorus, and pheo-pigments in the surface sediments, respectively. The results suggested that these bases are able to be a good index of the standing stock of phytoplankton products in the eutrophic coastal shallow waters.

1. はじめに

核酸塩基類は生命現象の営まれている場には必ず存在し、かつ生物の生体構成成分として不可欠な化学物質である。また、この核酸塩基類が赤潮鞭毛藻類の増殖を促進することも報告されている(例えば、岩崎, 1971)。ところが、海洋環境中での核酸塩基類の挙動に関する研究例は非常に少なく、岡市(1980)が瀬戸内海の底泥中の可溶性有機物よりウラシルとチミンの存在を確認した報告と、VAN der VELDEN and SCHWARTZ (1976, a, b), DUNGWORTH *et al.* (1977)が、アメリカ五大湖の湖底堆積物について7種類の核酸塩基の定性・定量を試みた報告がある程度である。著者らはこれまでにHPLCによる核酸塩基類の定量法を検討し(門谷ら, 1986)、沿岸海水および間隙水中の溶解核酸塩基類について(多田ら, 1987)、あるいは海洋環境中の各種粒状試料中の核酸塩基類について(MONTANI *et al.*, 1988)報告してきた。

また、著者らは、瀬戸内海の播磨灘全域にわたる72調査点より堆積物試料を採取して各種の有機物の

分析・定量を行ない、表層堆積物中(0-2cm)の有機態炭素・窒素およびフェオフィチンの水平分布については前報で報告した(門谷ら, 1987)。本報告では、播磨灘・表層堆積物中の核酸塩基類の水平分布を明らかにするとともに、他の有機成分との関係についても検討した。

2. 試料採取および分析方法

(1) 試料採取

1982年から1983年にかけて、広島大学生物生産学部・豊潮丸および香川大学農学部・カラヌスを使用し、Fig. 1に示した播磨灘の全域にわたる35点において、堆積物の柱状試料を採取した。試料採取にあたっては、内径38mmの柱状採泥器を用いて4~5本の柱状試料を採取し、船上にてただちに2~3cm毎に切断した後、凍結保存して実験室に持ち帰り、凍結乾燥後、デシケータ中で保存して、後の分析に供した。

(2) 核酸塩基類の定量

門谷ら(1986)の陽イオン交換樹脂を用いた高速液体クロマトグラフィーによる方法で、堆積物中のアデニン、グアニン、シトシン、ウラシル、チミン、ヒポキサンチンの6種の核酸塩基類を分離し、定量した。この場合、乾燥堆積物試料の5~6gをガラスアンプルに精秤し、試料1gにつき10mlの6N-HClを加えて

* 1991年5月9日受理 Received May 9, 1991

**香川大学農学部, 〒761-07 香川県木田郡三木町池戸

Faculty of Agriculture, Kagawa University,
Miki, Kagawa, 761-07 Japan

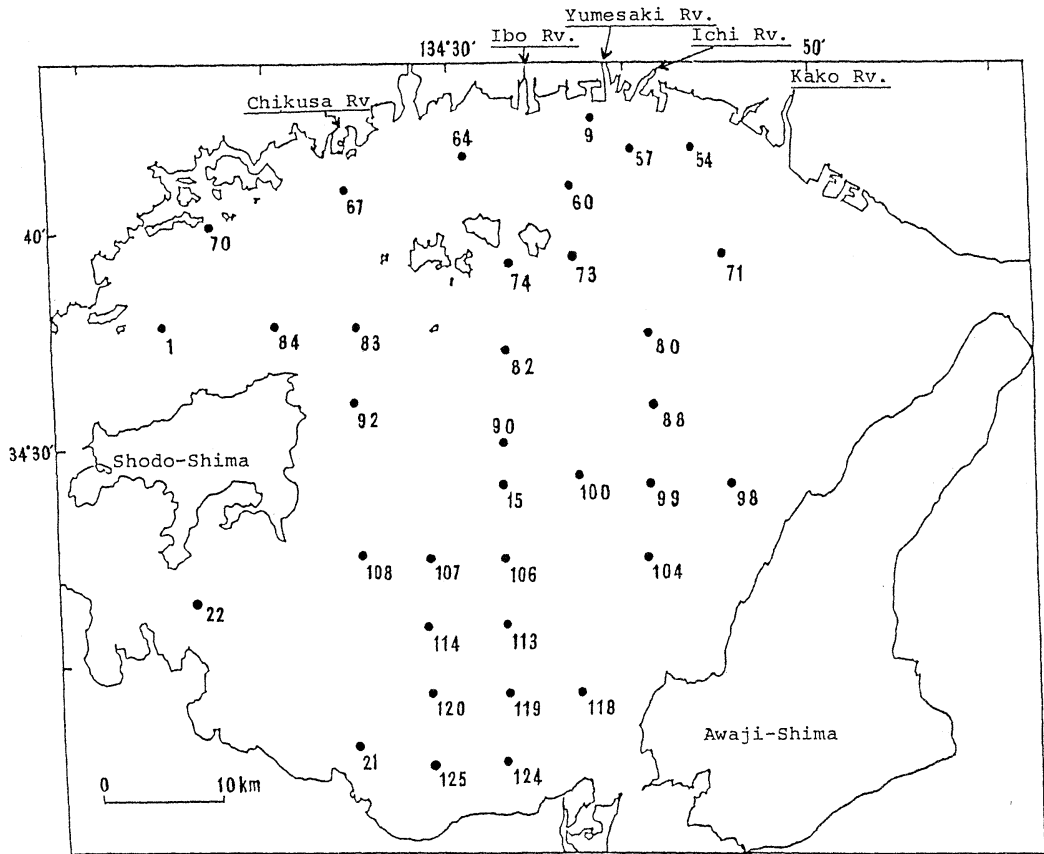


Fig. 1. Location map of sampling stations in Harima-nada, the Seto Inland Sea.

N_2 ガス置換した後、 $110^\circ C$ で 20 時間加水分解した。この試料溶液を濾過後、イオン交換樹脂 (Dowex 50 WX8, 100-200mesh, H^+ 型) を用いて脱塩精製した。この条件ではウラシル、チミンは吸着されず、他の塩基は吸着される。試料溶液をカラムに通した後、樹脂の 5 倍量の再蒸留水で洗浄し、この洗液も加えてウラシル、チミン分析用の試料とした。一方、他の塩基類は、樹脂の 5 倍量の $2N-NH_4OH$ で溶出させ、これをヒポキサンチン、シトシン、グアニン、アデニンの分析用試料とした。このようにして求めた 6 種類の核酸塩基類の濃度の和を全核酸塩基量とした。これらの試料溶液はいずれも $45^\circ C$ 以下で減圧乾固した後、適当量の $0.05M-Li_2CO_3$ で溶解し、HPLC 分析に供した。

3. 結果および考察

播磨灘の表層堆積物 (0~2cm) 中における全核酸塩基類の水平分布を Fig. 2 に示した。分析を行った灘全域にわたる 35 地点における表層堆積物中の全核酸

塩基濃度は、 $9.1 \sim 98.8 \mu g/g$ の範囲で平均 $39.8 \pm 18.6 \mu g/g$ であった。全核酸塩基類の濃度は、灘中央部および北部沿岸域の St. 64 付近と St. 9 そして南部沿岸域の St. 124 付近および淡路島の西の St. 104 で高く、それぞれ $40 \mu g/g$ 以上の値を示し、灘南部の St. 125 では最高値 $98.8 \mu g/g$ であった。ここで核酸塩基類由来の窒素と炭素が堆積物中の全有機態窒素および炭素量 (門谷ら, 1987) に占める割合を計算すると、灘全域で窒素については $0.5 \sim 1.8\%$ 、炭素については $0.08 \sim 0.26\%$ の範囲であり、それぞれ平均 $0.98 \pm 0.29\%$ ($n=35$)、 0.14 ± 0.04 ($n=35$) であった。これらの窒素および炭素に関する値については、米国五大湖の湖底堆積物について、VAN der VELDEN and SCHWARTZ (1974, 1976a) が報告している値 (窒素: $1 \sim 2\%$ 、炭素: $0.1 \sim 0.7\%$) とほぼ一致している。

播磨灘を姫路沖の St. 9 から香川・徳島両県の県境付近の St. 124 を結ぶ南北断面に沿って、全核酸塩基濃度とその組成の変化を見てみると (Fig. 3), 北部

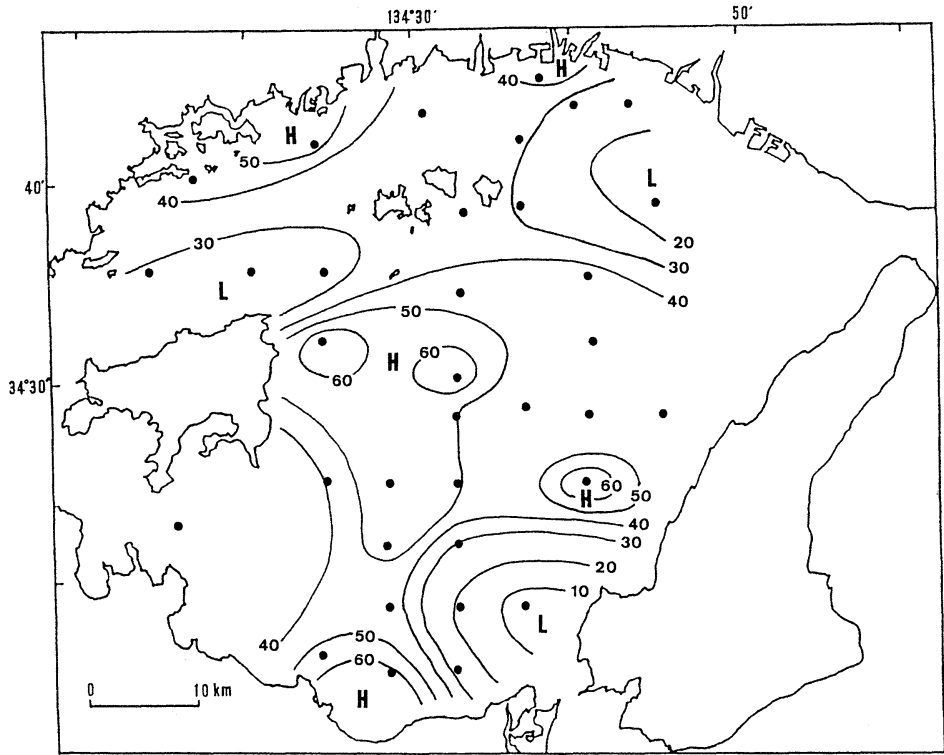


Fig. 2. Distribution map of purine and pyrimidine bases in surface sediments ($\mu\text{g/g}$)

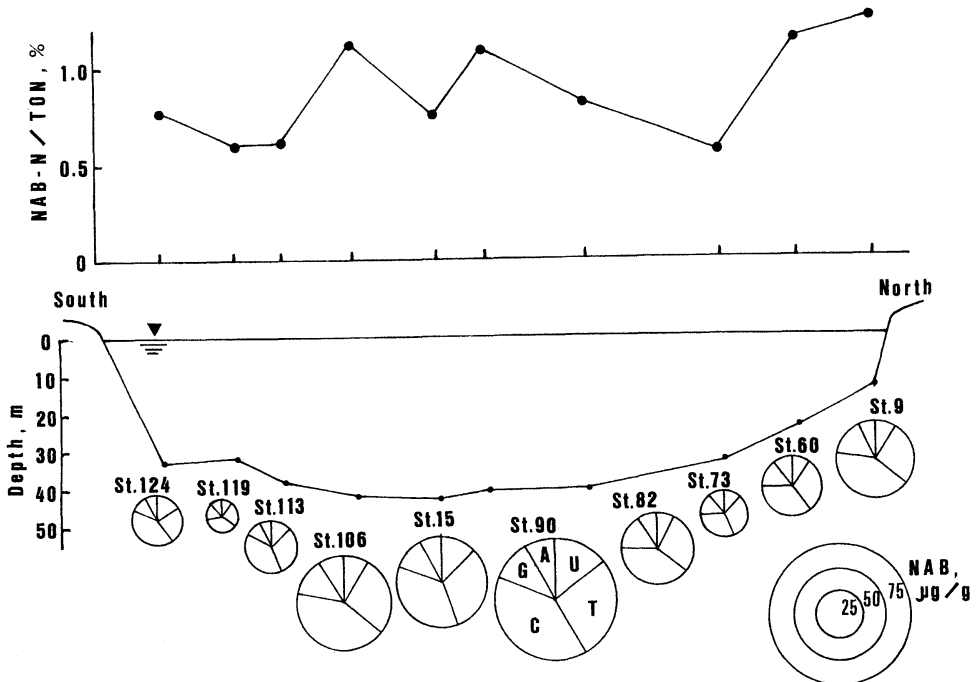


Fig. 3 Changes of purines and pyrimidines nitrogen relative to total organic nitrogen, and changes of purine and pyrimidine bases contents and relative abundance in surface sediments at North-South line (from St. 9 to St. 124)

Purines and pyrimidines
in the surface sediments

$39.8 \pm 18.6 \mu\text{g/g}$ $n = 35$

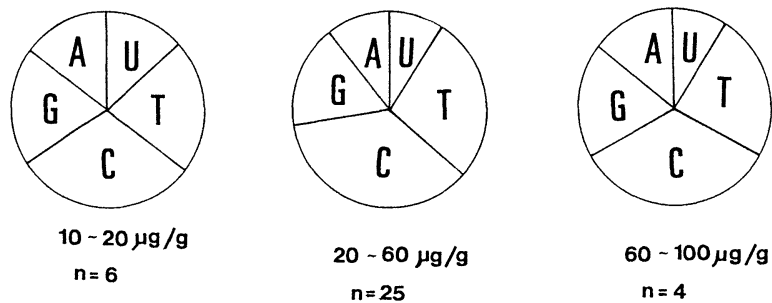


Fig. 4 Relative abundances of purines and pyrimidines in the surface sediments with various concentrations.

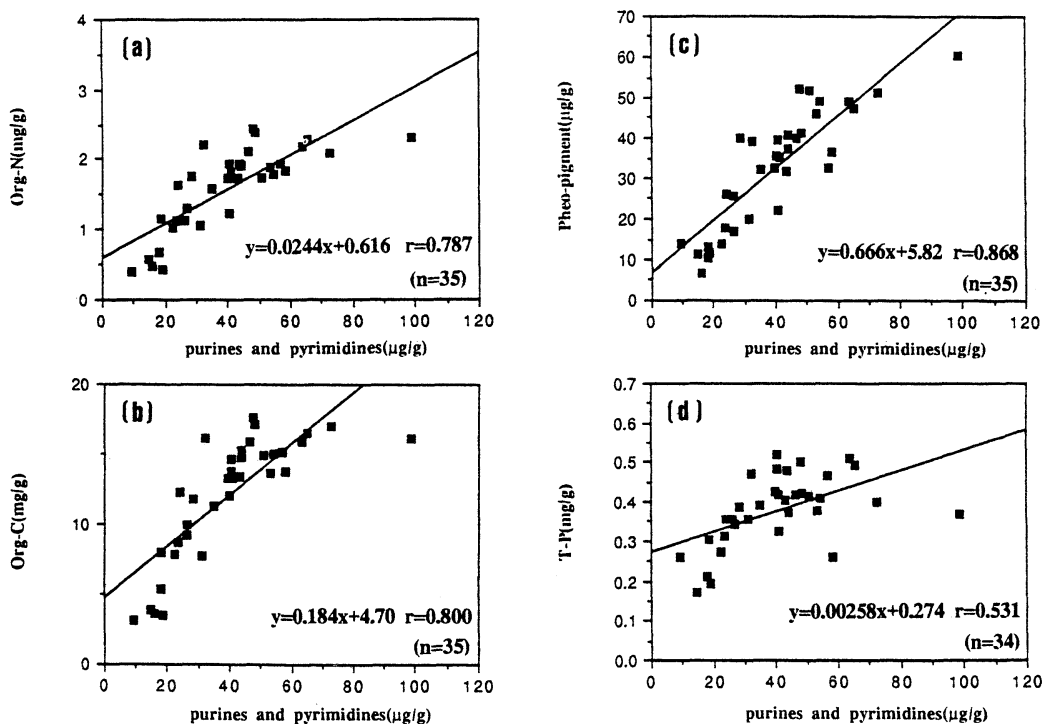


Fig. 5 (a) Correlation between Org-N and purines and pyrimidines
(b) Correlation between Org-C and purines and pyrimidines
(c) Correlation between pheo-pigments and purines and pyrimidines
(d) Correlation between total phosphorus and purines and pyrimidines.

沿岸域で濃度が高く沖に向かって一度減少するが、中央部の St. 90 に近づくに従い再び増加する。また、中央部の St. 106 から南部沿岸域に向かっては減少して

いる。南北断面の 10 地点においては、水深や全核酸塩濃度はそれぞれ異なるものの、核酸塩基の組成については、大きな差は認められない。尚、全有機態窒

素に占める核酸塩基由来の窒素の割合については一定の傾向は認められない。

この南北断面上の10地点に限らず灘全域にわたる35地点の分析結果について見てみると、表層堆積物中の全核酸塩基濃度の平均値は、前述のとおり、 $39.8 \pm 18.6 \mu\text{g/g}$ である。この平均値に対する標準偏差の幅($21.2 \sim 58.4 \mu\text{g/g}$)と、この範囲の内外となる3つのグループ、即ち10~20, 20~60, 60~100 $\mu\text{g/g}$ に分けてその組成を見てみると(Fig. 4)、その組成に大きな変化は認められない。これは、海水中から堆積物へ供給される粒子は、堆積物直上および堆積物表層部での従属栄養微生物による分解作用を受けた結果、このような場所や濃度によらずほぼ様な核酸塩基組成をとるものと考えられる。

灘全域にわたる観測点の表層堆積物(同試料)中の全核酸塩基類の分布は有機態炭素・窒素、全リンおよびフェオフィチンの水平分布(門谷ら, 1987)と、ほぼ同じ分布傾向を示している。即ち上記の各成分は、明石、鳴門両海峡を通過する潮流の流路付近では低濃度であり、一方灘中央部から南部および北西沿岸部に多量に分布している。灘全域にわたる35地点における表層堆積物中の全核酸塩基類濃度と有機態炭素、有機態窒素濃度との間には相関係数でそれぞれ $r=0.800$, $r=0.787$ ($n=35$)と良い相関関係が認められた。一方全核酸塩基類と全リンでは、 $r=0.531$ ($n=34$)と相関係数は低い。全核酸塩基類濃度が最高値($98.8 \mu\text{g/g}$)を示した灘南部のSt. 125では全核酸塩基濃度が高いのに比べ、全リン濃度はやや低くこの地点の値が相関図上では他の地点の値と大きく異なっている。尚、この地点の値を除いた場合、全核酸塩基類と全リンの間の相関係数は $r=0.649$ ($n=33$)である。また、全核酸塩基類とフェオフィチンでは相関係数 $r=0.868$ ($n=35$)と非常に良い相関関係が認められた(Fig. 5)。特に、このように全核酸塩基類とフェオフィチン濃度の間に高い相関関係があることは、核酸塩基類が植物プランクトンに由来する物質量の指標になることを示している。また堆積物内に限らず同海域の海水中の浮遊懸濁物についても、全核酸塩基類と有機態炭素・窒素、懸濁態リンおよびクロロフィル a との間にも同様に良い相関関係が認められており(MONTANI *et al.* 1988)、このことも上記のことを支持している。

本研究の結果が示すように核酸塩基類は有機態炭素および窒素、全リンとの間にも良い相関を示すこと、またその相関図においてリン以外では非常に切片が小

さい値であること(Fig. 5)から、この播磨灘では、湾内の堆積物中の有機物負荷には、海水表層部で植物プランクトンにより生産されたものが大きく寄与していることが考えられる。このように浅海域において堆積物中の核酸塩基類は、海洋表層部で植物プランクトンにより生産された有機物の行方およびその量を追跡する上で非常に重要であると考えられる。

最後に、試料採取にご協力いただいた香川大学農学部浜垣孝司技官および広島大学生物生産学部豊潮丸の船長はじめ乗組員の皆さんに感謝いたします。

文 献

- DUNGWORTH, G., M. THIJSSSEN, J. ZUURVELD, W. VAN DER VELDEN and A.W. SCHWARZ (1977): Distribution of amino acid, amino sugars, purines and pyrimidines in Lake Ontario sediment core. *Chem. Geol.*, **19**, 295-308.
- 岩崎英雄(1971): 赤潮鞭毛藻に関する研究—IV. 1970年備後灘に出現した*Eutreptiella* sp.と*Exuviaella* sp.について. *日本海洋学会誌*, **27**, 152-157.
- 門谷茂, 多田邦尚, 岡市友利(1986): 高速液体クロマトグラフィーによる海洋環境試料中の核酸塩基類の定量. *分析化学*, **35**, 618-621.
- 門谷茂, 多田邦尚, 岡市友利(1987): 播磨灘堆積物中の有機態炭素・窒素, 全リンおよびフェオフィチンの水平分布. *La mer* **25**, 67-72.
- MONTANI, S., K. TADA and T. OKAICHI (1988): Purine and pyrimidine bases in marine particles in the Seto Inland Sea, Japan. *Mar. Chem.* **25**, 359-371.
- 岡市友利(1980): 瀬戸内海底泥中の可溶性有機物とその鞭毛藻に対する作用. *海と空*, **56**, 39-46.
- 多田邦尚, 門谷茂, 岡市友利(1987): 沿岸海水および間隙水中の溶存核酸塩基. *地球化学*, **21**, 1-6.
- VAN DER VELDEN, W. and A. W. SCHWARTZ (1974): Purines and pyrimidines in sediments from Lake Erie. *Science* **185**, 691-693.
- VAN DER VELDEN, W. and A. W. SCHWARTZ (1976a): Nucleic acid base contents as indicators of biological activity in sediment. *Environ. Biogeochem.*, **1**, 175-183.
- VAN DER VELDEN, W. and A. W. SCHWARTZ (1976b): Purines, pyrimidines and organic carbon in lake sediments. A comparison of sediments from lake of varying degrees of eutrophication. *Chem. Geol.*, **18**, 273-284.