

日本海東部の海底堆積物中の元素濃度の鉛直変化と堆積環境

寺島 滋* 池原 研** 中嶋 健** 片山 肇**

井内美郎*** 横田節哉**** 今井 登*

Shigeru TERASHIMA, Ken IKEHARA, Takeshi NAKAJIMA, Hajime KATAYAMA, Yoshio INOUCHI, Setsuya YOKOTA and Noboru IMAI (1998) Vertical profiles of elements in sediment cores from the eastern Japan Sea and their relation to sedimentary environments. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 49 (5), p. 201-235, 15 figs, 7 tables.

Abstract: Organic carbon, total sulfur, biogenic silica and seven heavy metals were analyzed for argillaceous sediment cores collected from the eastern Japan Sea. Most of the sediments consist of alternating beds of light colored clay layers and dark layers. The dark layers are considered to be formed under anoxic bottom conditions, so that organic carbon and/or total sulfur contents of the dark layers are clearly higher than those of surrounding light colored layers. The content of biogenic silica is a useful indicator for estimation of the surface water productivity in the past, but the amount of organic carbon is unsuitable because the organic material is decomposed easily in the strongly oxidized conditions. The enrichment of heavy metals such as Mn, Fe, Cu, Pb, Zn and Ni in the upper oxidized layers of the core samples is mainly due to upward migration of dissolved metals from the deeper sediment layers during early diagenesis. The different vertical profiles of each element in the core samples are presumably formed during the processes of fixation and diffusion of metal oxides and/or hydroxides in the oxidized-reduced sediment interfaces. Ultramafic rocks in the catchment area of the Hime River and mafic rocks of the Oshima-Oshima island are the major sources of Ni and Cr in the sediments of northeastern margin of the Japan Sea. The effects of Oyashio Current, which is thought to have been an inflow to the Japan Sea during the period of 15 to 10 ka before present, were evaluated using the accumulation behavior of Ni in the sediment cores.

要 旨

日本海東部から採取された堆積物柱状試料中の有機炭素 (Org. C), 全硫黄 (T.S), 生物源シリカ, 重金属等を分析し, 各種元素の地球化学的挙動と堆積環境との関係を研究した。日本海の堆積物に特徴的に認められる暗色層のほとんどは, 還元的な堆積環境下で形成されたと考えられた。強い還元環境下の堆積物は Org.C と T.S に富み, 弱い場合は Org.C のみが高濃度を示す。日本海における過去の生物生産量は, 生物源シリカ量から見積もるのが適当であり, Org.C は続成過程で分解・除去される。続成作用に伴う重金属の移動・濃集に関しては, 酸化層の形成が重要な影響を与えており, 酸化層が薄い場合は多くの重金属がその酸化層で高濃度を示すが, 酸化層が厚い場合は酸化層の中位よりも下部に濃縮する元素 (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni) と上部で高濃度を示す元素

(Pb) がある。そして酸化層の移動・消滅に伴う金属元素の酸化物あるいは水酸化物の挙動の相違が柱状試料における元素濃度の鉛直変化として観測されると解釈された。最終氷期最寒期以降の日本海には親潮が流入していた時代があったと言われており, 柱状試料中の Ni の鉛直分布からその影響を検討した。一部にその影響と見られる濃度変化が検出されたが, 海流方向が現在とは全く逆になるほどの影響はなかったと考えられた。

1. はじめに

日本海は周囲を水深約130m以下の浅い海峡で囲まれた海域であり, 氷期と間氷期が繰り返された第四紀後期には主として気候変化に起因する汎世界的な海水準変動の影響を受けて堆積環境が劇的に変化し, その変化は堆積物の岩相や元素濃度, 同位体比等の変化として記録されていることが知られている (例えば大場ほか, 1980; 大場・赤坂, 1990; Oba *et al.*, 1991; Tada *et al.*, 1992; Ikehara *et al.*, 1994; 大場ほか, 1995; 中嶋ほか, 1996

Keywords: Marine sediment, vertical element distribution, geochemical behavior, eastern Japan Sea

*地殻化学部(Geochemistry Department, GSJ)

**海洋地質部(Marine Geology Department, GSJ)

***愛媛大学理学部(Faculty of Science, Ehime University, Bunkyo-cho 2-5, Matsuyama 790, Japan)

****北海道支所(Hokkaido Branch, GSJ)

；池原ほか, 1996a；奥村ほか, 1996). 日本海の泥質堆積物に特徴的に認められる岩相変化は, 明色と暗色の堆積層が周期的に繰り返されることであり, 最近の研究結果 (中嶋ほか, 1996) によれば, 約11万年前のToya火山灰の層準までに18の暗色層の存在が明らかになった. しかし, これら暗色層の成因については上位の二つを除いてほとんど研究されておらず, 暗色層における重金属の挙動や生物生産量との関係は不明である. また, 大場ほか (1995), 奥村ほか (1996) によれば, 最終氷期最寒期以降には日本海へ親潮が流入していた時代があったが, この影響を重金属の鉛直分布から評価する研究はなされていない.

本研究では, 日本海北東部から得られた7本の堆積物柱状試料について有機炭素 (Org.C), 全硫黄 (T.S), 生物源シリカ, 各種重金属等の分析を行い, 各暗色層における元素の分布特性, 続成作用に伴う移動・濃集等の影響を解明するとともに, 過去の生物生産量, 元素濃度変化と堆積環境等について研究した結果をまとめたものである.

分析試料は, 工業技術院特別研究「日本海中部東縁部大陸棚周辺海域の海洋地質学的研究」及び「北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究」の一環として地質調査船白嶺丸によって採取されたものである. 試料の採取, 船上データの取得等においては上記研究グループの各位をはじめ白嶺丸航海関係者に多大な協力を頂いた. 厚く御礼申し上げます. また, 本研究の費用の一部は国立機関公害防止等試験研究「汚染土壌における有害物質の計測・評価手法の高度化に関する研究」によった.

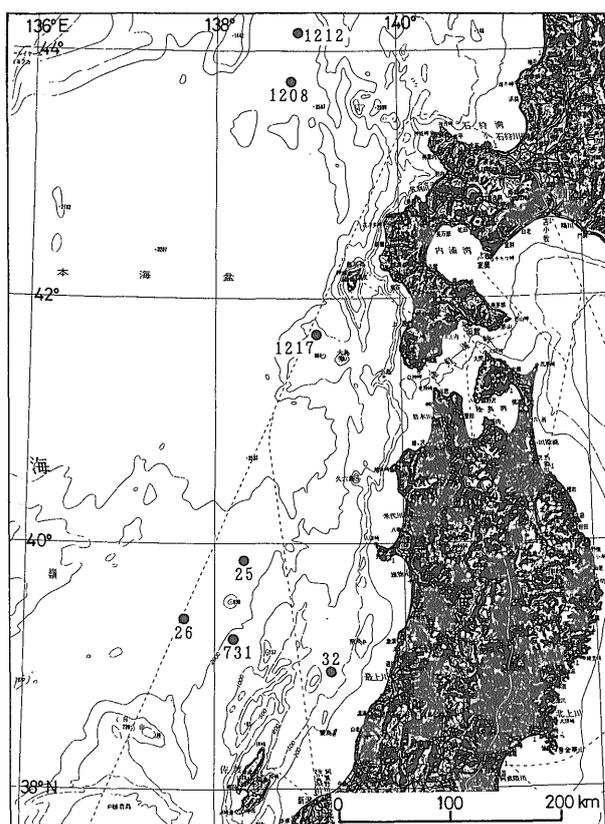
2. 試料及び分析方法

2.1 試料

分析した柱状試料の採取位置と水深, コアの長さ等を第1表に示した. 試料採取地点番号 (以下 St.No で表示) 1208と1212は日本海盆北部, St.1217は津軽海峡西方の松前海台, St.25, 26, 32, 731は佐渡島の北方海域で採取された (第1図). 本研究では, 従来と同様に暗色を帯びた色により上下の層準から識別出来る地層を暗

色層 (Dark layer; Tada *et al.* 1992; 中嶋ほか, 1996) と呼び, 上位から順に D1, D2... と表示することにした. この D1, D2は, Ikehara *et al.* (1994) における TL1, TL2に相当する. 各試料における D1, D2の深度は第1表に示したが, 一部に境界の不明瞭なものがあり, 今後変更される可能性がある. また, D3~D13はまだ同定されておらず, D14~D16は St.1208, 1212, 26のみで認められた. 各柱状試料の詳細は中嶋ほか (1990), 池原ほか (1996b), 池原・片山 (1997) で報告したが, 本研究の結果を加えてまとめると以下の通りである.

St.1208は, 全長671cmであり, 火山灰層や暗色層の状況からみて最下部の年代は約17万年前と考えられる. 表層部約40cmの酸化層を除けば灰色系の粘土層を主体と



第1図 試料採取地点
Fig. 1 Sampling stations for seven sediment cores.

第1表 柱状試料の採取位置とその概要
Table 1 Location of studied core samples.

Station No.	Latitude	Longitude	Water depth(m)	Core length(cm)	Dark layer	
					D1(cm)	D2(cm)
1208	43-46.00	138-50.00	3435	671	52-59	90-133
1212	44-09.99	138-50.20	3353	570		156-219
1217	41-41.91	139-05.00	1785	337	106-110	156-220
25	39-50.37	138-20.00	2629	487	137-142	171-225
26	39-24.93	137-40.12	2564	481	75-79	119-146
32	38-58.93	139-15.12	637	290	106-110	180-280
731	39-14.05	138-13.40	1776	435	92-95	134-200

し、暗色層と薄い緑色層とが挟在する。暗色層のうち D14は深度292~295.5cm, D15は310~314.5cm, D16は323~350cm に存在し、D16直下の火山灰層が Aso-4である (3.1参照)。

St.1212では、酸化層 (約45cm) の下にオリーブ系色調の粘土層があり、その下位に厚い暗色層、その下に薄い暗色と明色の粘土の互層が続いている。この試料における D1層は、岩相上では識別困難であったが、深度80~96cm に有機炭素に富む (2%以上) 層準がある。D14は深度421~428cm に、D15は442~448cm, D16は460~498cm にあり、また511cm にある火山灰が Aso-4である。本試料の深度270~420cm には小礫が挟在するが、産状からみて海水起源と推定される (池原・片山, 1997)。

St.1217は、渡島大島の北西約30km の松前海台の北側斜面から採取された。表層の薄い酸化層 (約5cm) の下に厚い火山灰が挟在し、その下にオリーブ系色調の粘土質堆積物が続く。本試料では D2層の基底をどこにするかの判断がむずかしかったが、Org. C, T.S の濃度が急激に低下する220cm を仮の基底とした。

St.25, 26は佐渡島北方の水深2600m 程度の大和海盆で採取された。St.25の最下位付近には暗色層 D11 (約5.2万年前) があり、St.26の最下位には洞爺テフラ (約10.7万年前; 中嶋ほか, 1996) が挟在する。これらの試料では、上位から下位へ、主に灰色~オリーブ灰色の粘土から成る部分、有孔虫殻を多く含む葉理の発達した粘土部分、葉理は余り発達せず明暗色の濃淡を繰り返す粘土部分と変化する傾向がある。

St.32は佐渡島の北東約100km の最上トラフ中部の水深637m 地点で採取された。本試料の上部は生物擾乱の著しい均質な泥質堆積物であり、深度100cm 以深に葉理の発達した部分が挟在する。本試料の採取地点と同程度の水深を有する周辺海域から採取された試料の多くには葉理の発達した部分は認められず、本試料を採取した地点の堆積速度は周辺よりも遅い (中嶋ほか, 1996)。

St.731は、佐渡島の北方約100km の大和海盆に近い佐渡海嶺の斜面上で採取された。本試料の岩相は、St.25, 26に類似しており上位から灰色~オリーブ灰色の粘土、有孔虫殻を含む葉理の発達した粘土、葉理は余り発達せず暗明色の濃淡を繰り返す粘土層から成る。

2.2 試料処理と分析方法

St.1208, 1212, 1217については上位から2cm 幅に分割し、その他では2~10cm 毎に2cm 幅の試料を分取して約80℃で乾燥し、めのう粉碎器で100メッシュ以下に粉碎して分析試料とした。

重金属類 (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr) の分析では、試料0.2g を白金皿に採り、過塩素酸2ml, 硝酸3ml, フッ化水素酸6ml を加えて加熱分解し、蒸発乾固

した。塩酸 (1+1) 1ml と水約2ml を加えて加温溶解した後、水で希釈して正しく10ml として試料溶液とした。いずれの元素も空気-アセチレンフレームを用いる原子吸光法で定量した。

Org.C 及び T.S の定量では、試料50mg をセラミックルツボにはかり採り、助燃剤として鉄粉、タングステン、スズを添加し、以下高周波燃焼-赤外吸収法 (Terashima *et al.*, 1983) により全炭素と T.S を定量した。そして、重金属分析の前処理で試料に酸を加えた際に炭酸ガスの発生が認められた試料については別に炭酸塩炭素を定量 (Terashima *et al.*, 1983) し、全炭素から差し引いて Org.C 量を算出し、炭酸ガスの発生が認められなかった試料については全炭素を Org.C として表示した。

生物源シリカは南ほか (1995) の方法を改良した方法で定量した。すなわち、試料50mg をポリエチレン製の遠沈管に採り、5% 炭酸ナトリウム溶液50ml を加え、沸騰水浴中で2時間加温して可溶性シリカを溶解した。冷却した後水で希釈して100ml として混合し、その約10ml を分取して遠心分離を行った後上澄み液中のけい素とアルミニウムを亜酸化窒素-アセチレンフレームを用いる原子吸光法で定量した。この溶解操作では、生物源シリカのほか粘土鉱物等の一部が溶解するためアルミニウムを定量して粘土鉱物等に由来するけい素の寄与を補正する必要がある。次式によって生物源シリカ量を算出した。

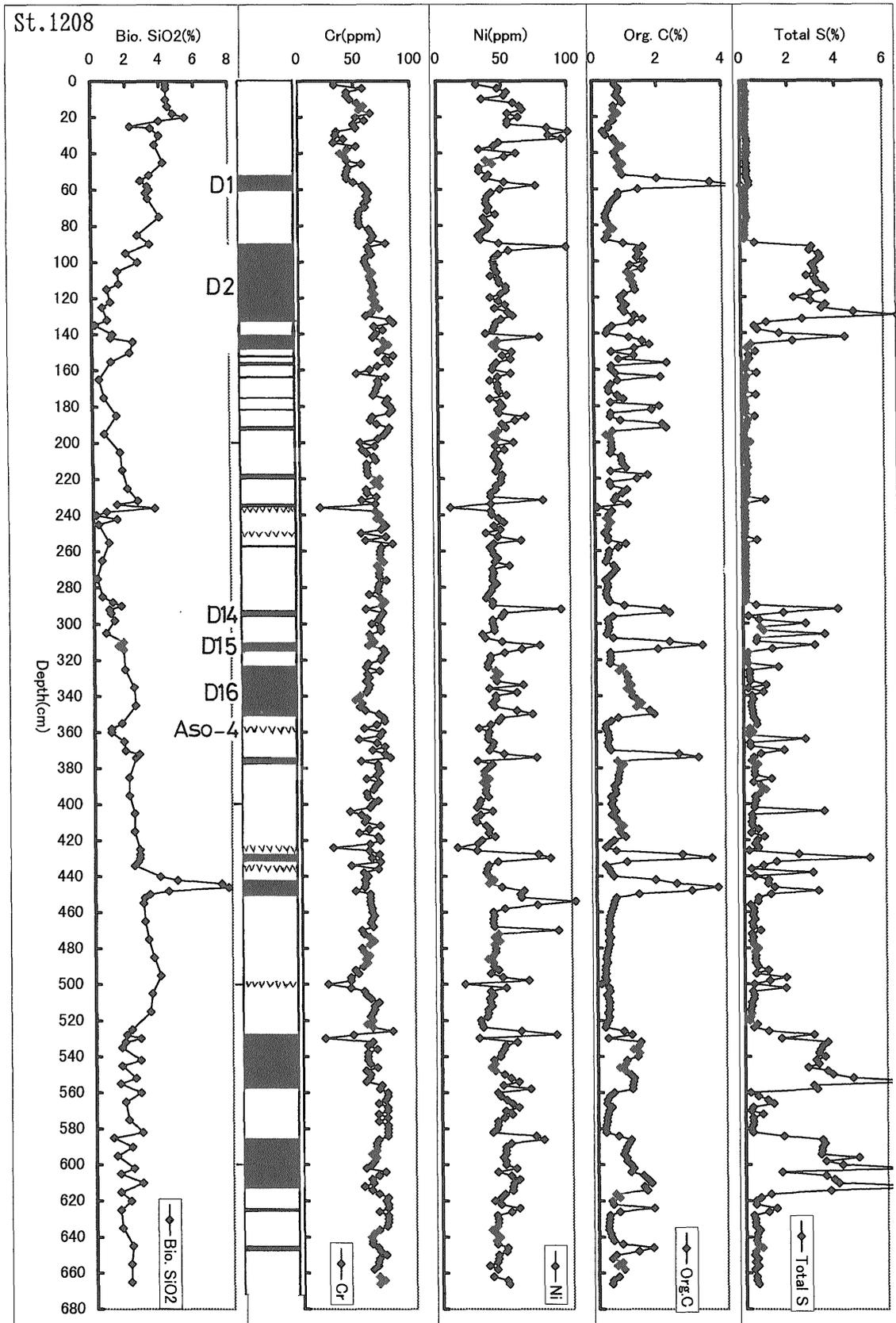
$$\begin{aligned} & \text{生物源シリカ (SiO}_2\text{)} \\ & = \text{SiO}_2 \text{ (溶出量)} - 2.5x\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (溶出量)} \end{aligned}$$

3. 結果と考察

全試料についての分析値を付表 A-1~A-7に、この分析値をもとに各試料における元素濃度の鉛直分布図を作成して第2~10図に示した。以下各元素別に鉛直変化の特徴と地球化学的挙動及び堆積環境との関係を検討する。

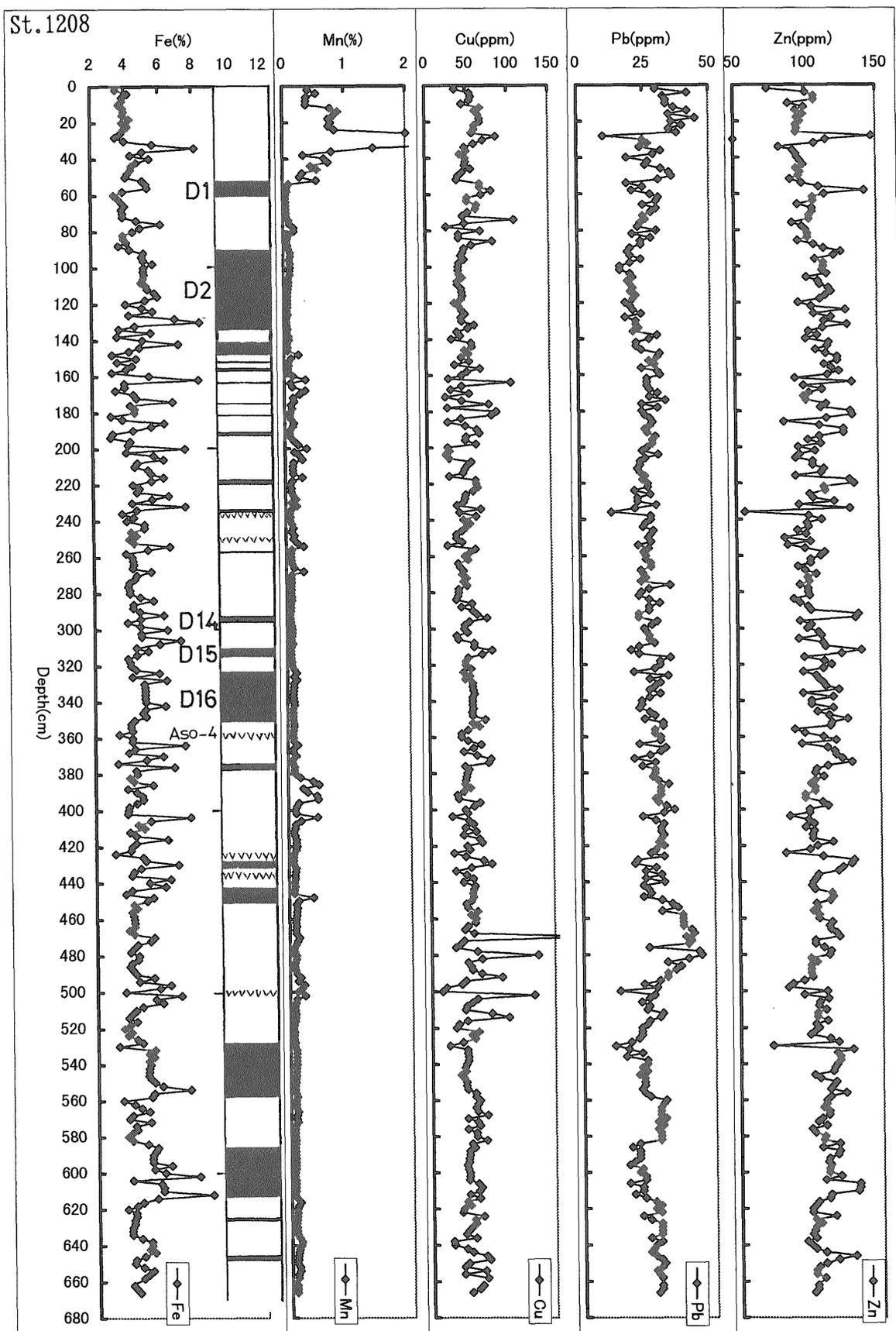
3.1 Org.C 及び T.S

第2図は、日本海盆北部で採取した St.1208における Org.C, T.S 等の鉛直変化を示したものである。本試料の深度357~358cm にある火山灰を Aso-4としたが、その根拠はこの火山灰の上位にある三つの暗色層 D14, D15, D16における Org.C の鉛直変化が、既に火山灰の同定がなされている St.26の D14~16のそれ (第6図) に極めて類似していることによる。すなわち、いずれの試料においても三つの暗色層のうち最も Org.C に富むのは中央の D15であり、D16ではいずれも上位から下位に向かって濃度が増加する傾向がある。これらの傾向は、St.1212の Org.C でも認められており (第4図)、暗色層



第2図 柱状試料1208中元素濃度の鉛直変化(1)

Fig. 2 Vertical variation in the element concentrations of core 1208(1).



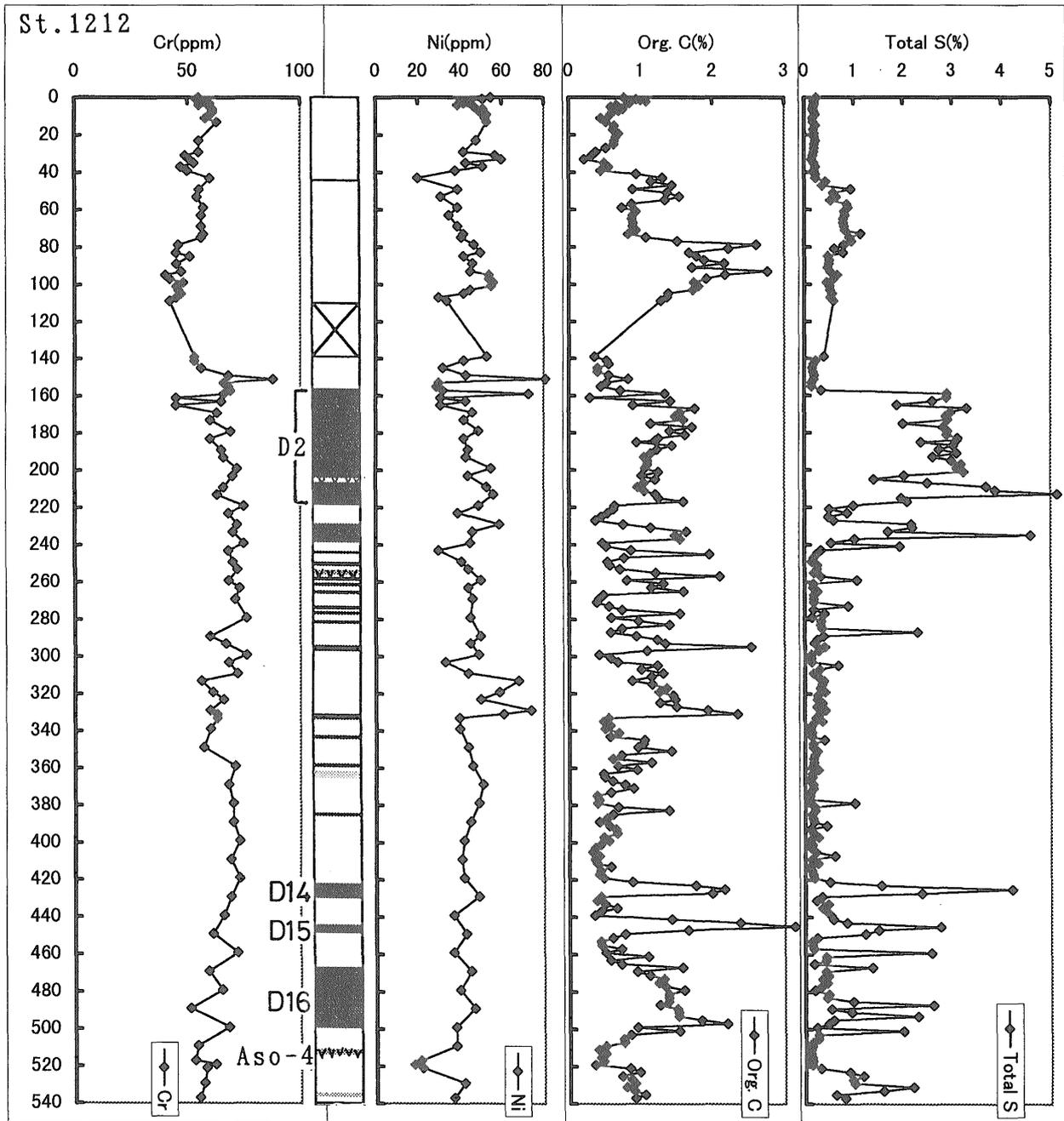
第3図 柱状試料1208中元素濃度の鉛直変化(2)

Fig. 3 Vertical variation in the element concentrations of core 1208 (2).

D14~16は、日本海の堆積物に年代目盛りを入れる上で重要と考えられる。St.1208の深度527~558cm及び585~614cmには厚い暗色層が認められる(第2図)。これらの暗色層におけるOrg.CとT.Sの鉛直分布は最終氷期最寒期に形成されたとされているD2層のそれと極めて良く一致している。Aso-4火山灰の降下年代を8.9万年前(松本ほか, 1991)とし、それ以前と以降の堆積速度を一定と仮定してSt.1208の深度527cm以深にある二つの厚い暗色層の堆積年代を求めると、上位のものは13.1~13.9万年前、下位のそれは14.6~15.3万年前となり、いずれも最終間氷期の前の氷期に形成されたと考えられ

る。

全柱状試料におけるOrg.C, T.Sの鉛直分布を概観すると、多くの場合に暗色層ではその上下の層準よりも高濃度を示す傾向がある(第2~10図)。しかし、St.25や32のD2層のように高濃度を示さない例もある(第8, 9図)。T.S濃度についても、D2層ではいずれも高濃度を示すが、D1層ではSt.1208, 26のようにほとんど濃度変化がない場合がある。Tada *et al.* (1992)は、暗色層の色の原因は主としてOrg.Cであり、硫黄化合物の影響も考慮すべきであろうと述べている。本研究結果からもOrg.Cと硫黄化合物の関与は明らかであるが、これに加



第4図 柱状試料1212中元素濃度の鉛直変化

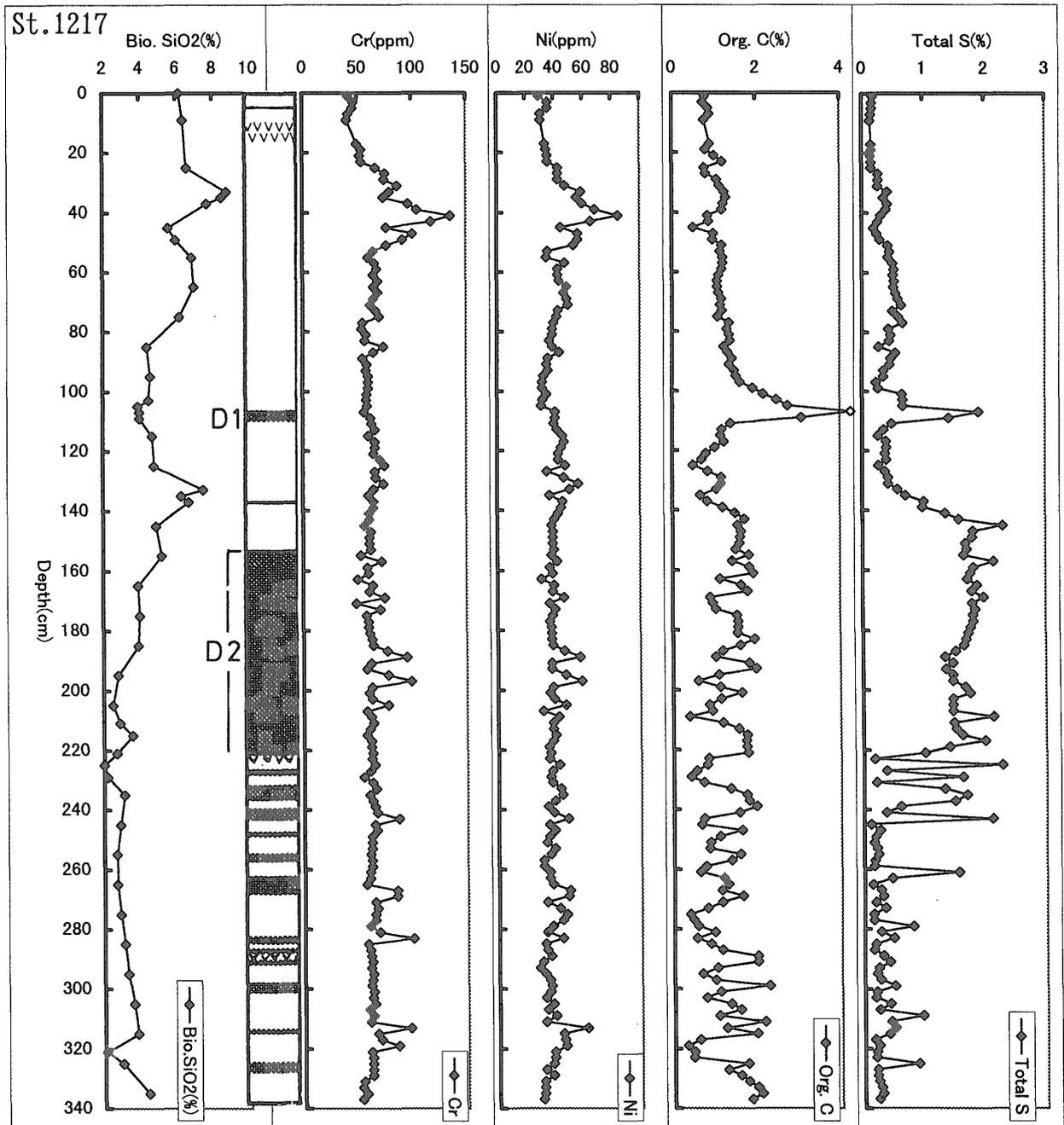
Fig. 4 Vertical variation in the element concentrations of core 1212.

えてほとんどの暗色層が試料採取後に時間が経過すると茶褐色に変色することから大気中で不安定な化合物の存在を示唆しており、この原因としてはFe(II)がFe(III)に酸化されること及び不安定な鉄硫化物の酸化変質が考えられる。

海底堆積物中のOrg.C濃度を支配する要因としては、海洋における生物生産量、海底の酸化還元環境、堆積速度が重要であり海底が酸化的になると有機物の分解が促進され、また堆積速度が遅いと有機物の分解量が多くなるため堆積物中のOrg.C濃度は低値を示す (Muller and Suess, 1979; 大場・赤坂, 1990)。生物生産量について

は3.2で考察するが、D2層が堆積した最終氷期最寒期はその前後の時代よりも生物生産量が少なかったと考えられる。従ってSt.1208, 1212, 26のD2層がOrg.Cに富む主要原因は還元的堆積環境のために有機物の分解が抑制された結果であり、一方、St.25, 32のD2層でOrg.C濃度が低い原因はこれら試料を採取した海域では堆積速度が早く、D2層における還元的環境の出現に伴う有機物分解量の減少よりも、D2層の上下の層準における生物生産量の増大の影響が強く現れていると解釈される。

海底堆積物中のT.Sには、海塩に由来する硫酸塩硫黄

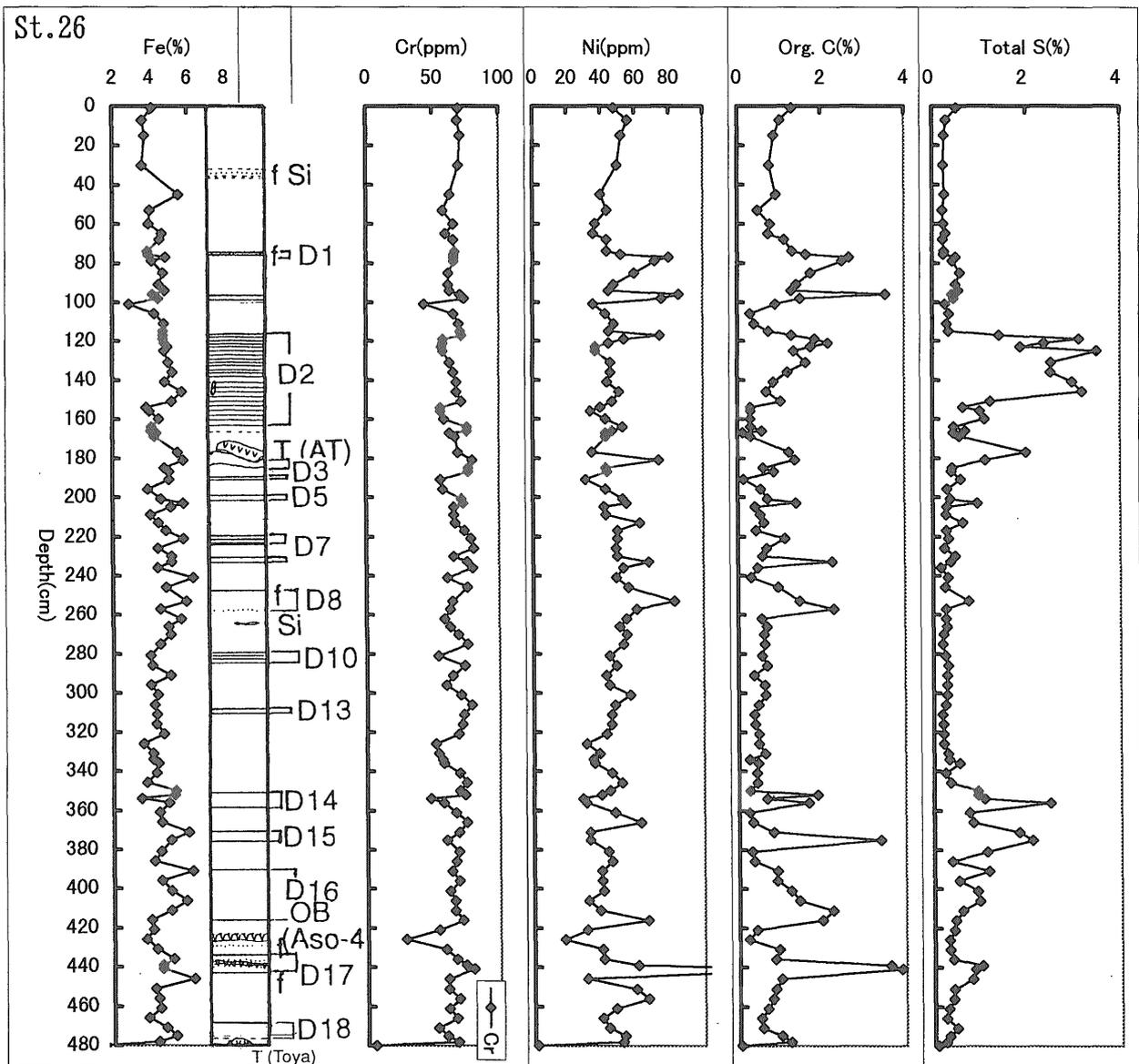


第5図 柱状試料1217中元素濃度の鉛直変化

Fig. 5 Vertical variation in the element concentrations of core 1217.

も含有されるがその量は遠洋堆積物を除外すると最大0.2%程度であり (Terashima *et al.*, 1983), 高濃度の硫黄は主として硫酸還元細菌の作用で海水中の硫酸イオンが還元されて硫化物として蓄積される (Masuzawa and Kitano, 1983; Masuzawa *et al.*, 1992). 従って T.S に富む堆積物は強い還元的環境下の堆積物と言える. 既に述べたように, いずれの試料においても D2層では T.S 濃度が極めて高く, この時代は広い範囲の海域が強い還元的環境であったことを示している. 一方, D1層では T.S 濃度に関してコア間で明らかな相違が認められ, 海底環境に差があったことを示唆する. D1層の堆積年代について Ikehara *et al.* (1994) では新ドリラス期を考えたが, その後有孔虫化石の¹⁴C年代を測定した結果未補正の年代値で10,400年の値がえられ, 新ドリラス期よりもわずかに若い年代の可能性を指摘した (池原ほか,

1996a). D1層の堆積機構について大場ほか (1995) 及び奥村ほか (1996) は次のように説明している. 最終氷期最寒期以降に日本海へ親潮が流入していたが, その後地球規模の温暖化の影響で北西太平洋では黒潮の勢力が強くなり, 親潮の後退によって日本海へは対馬暖流が流入するようになった. その親潮から対馬暖流への過渡期に, 日本海の表層水がいったん停滞したために海底が還元的となり, その時に D1の暗色層が形成された. 本研究で分析した試料における D1層の Org.C 濃度はいずれも高く, この時代の堆積環境が還元的であったことと調和的である. St.1208, 26の D1層で T.S 濃度が低い理由は, 還元的海底環境の出現が水深2000m程度以浅に限定された可能性がある. また, Aso-4の直上に位置する D16層の Org.C 濃度は D2層のそれと同程度であるが, T.S 濃度は顕著に低い. これは還元的堆積環境の出



第6図 柱状試料26中元素濃度の鉛直変化(1)

Fig. 6 Vertical variation in the element concentrations of core 26(1).

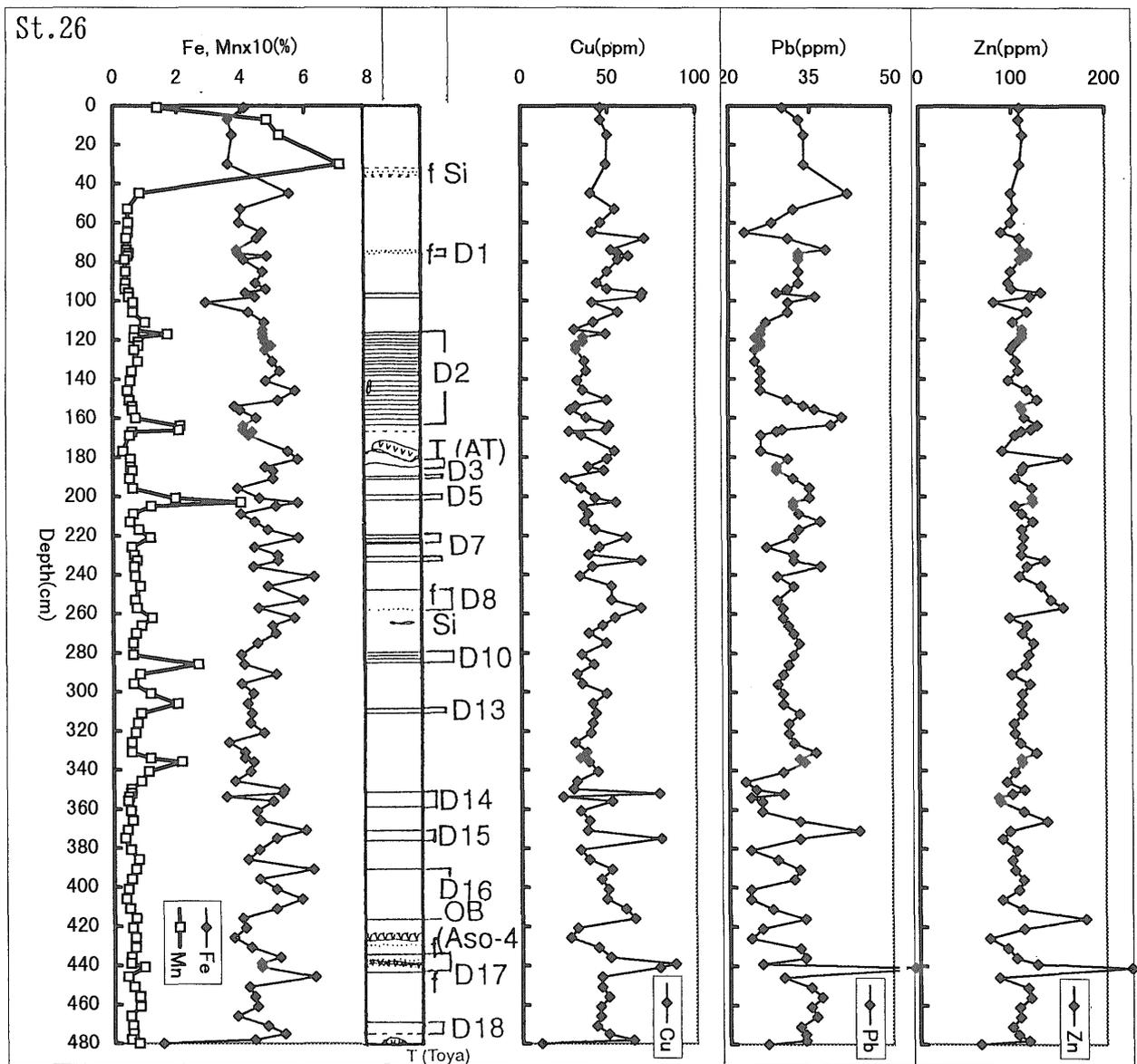
現D2層の場合よりも弱く、有機物の分解抑制には効果的であったが、T.S濃度を高めるほどではなかったと解釈される。

3.2 生物源シリカ

海底堆積物中の生物源シリカの含有量は、古い時代の海洋における生物生産量を把握する方法として有用なことが知られている (Tada *et al.*, 1992; 多田, 1994; 南ほか, 1995). 本研究では代表的な3本の柱状試料 (St. 1208, 1217, 731) を選んで生物源シリカを定量し、結果を第2, 5, 10図に示した. いずれについても生物源シリカとOrg.C濃度の鉛直変化に類似の傾向はないが、これはOrg.Cが酸化分解の影響を強く受けるのに対して生物源シリカではその影響が小さいためと解釈される. 第11図はSt.1208における生物源シリカの濃度変化と、

世界の標準的な酸素同位体比の変化曲線を比較したものである. 柱状試料の堆積年代はAso-4の降下年代を8.9万年前 (松本ほか, 1991) とし、それ以前と以降の堆積速度は一定と仮定した. 深度446cmには生物源シリカ濃度が最大値 (7.8%) を示すピークがあり、その他の層準でも短期間に大きな濃度変化を示す部分もあるが、全体的には酸素同位体比が軽い時代 (気候は温暖で海水準は高い) には生物源シリカの濃度は高く、重い時代 (寒冷な気候で海水準は低い) は低い傾向が明らかである.

各柱状試料における生物源シリカの鉛直変化をやや詳しく見ると、いずれの試料でもD2層の下位から上位に向かって高濃度となり、D2層とD1層の間で極大値を示す共通の特徴がある. そしてD1層ではその上下の層準よりもやや低濃度で、この時代における生物生産量は特に高くなかったことを強く示唆している. D1層から

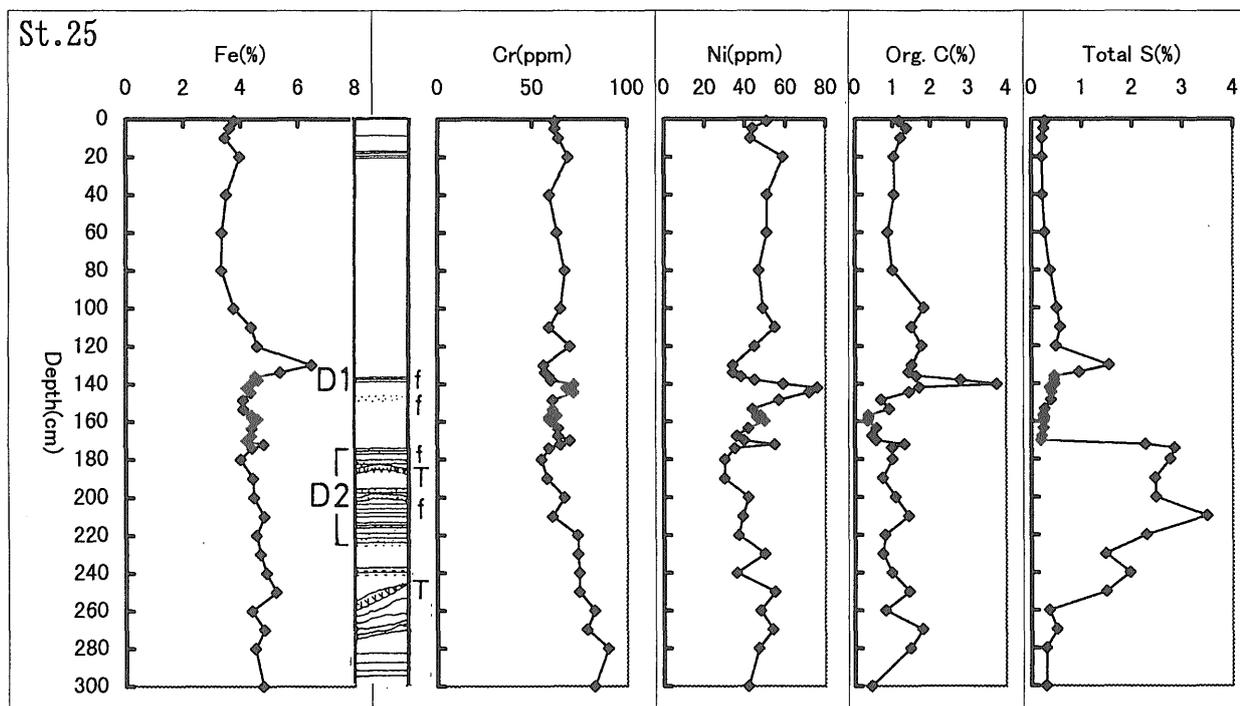


第7図 柱状試料26中元素濃度の鉛直変化(2)

Fig. 7 Vertical variation in the element concentrations of core 26 (2).

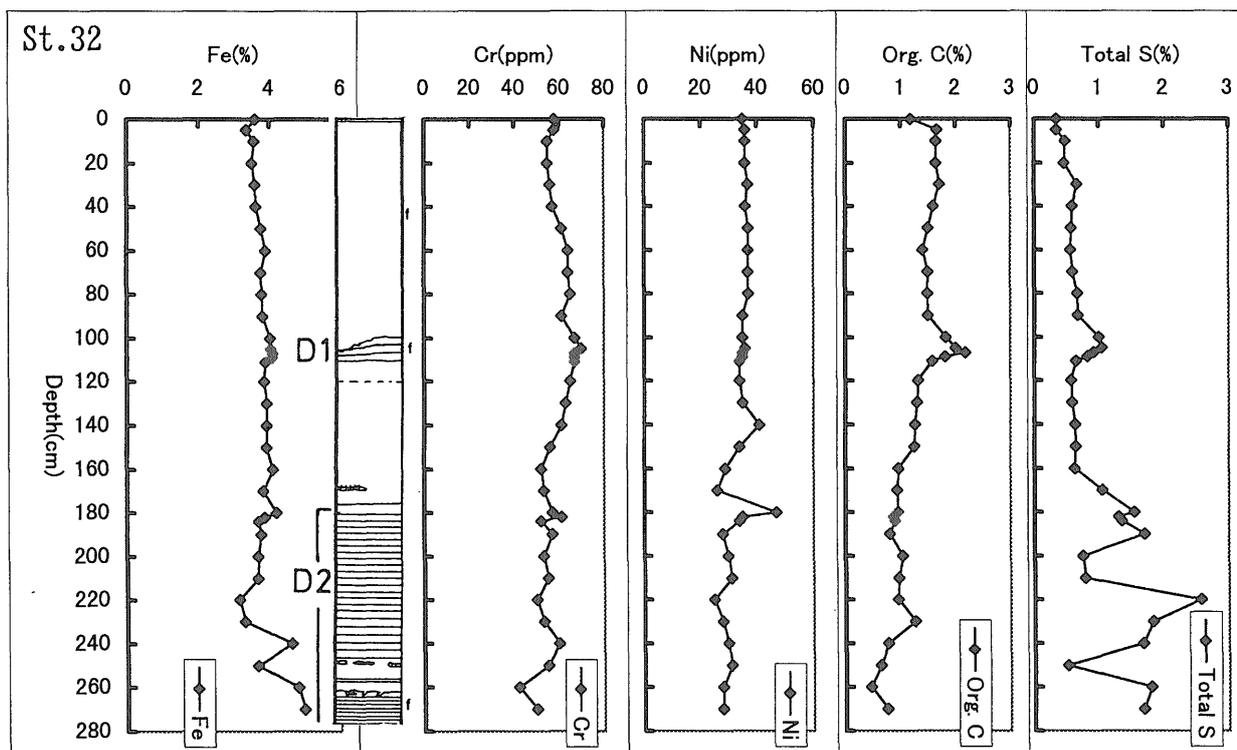
最上位に向かっては、一部に一致しない部分もあるが、概括的には一度濃度を増加させた後に減少し、その後再び増加に転じて極大値を示し、そこから最上位にかけてやや濃度を減じる傾向がある (第2, 5, 10図). このことは、日本海北東部における生物生産量の相対的な経

年変化は海域によらずほぼ同一であったと解釈される. しかしながら、D2層以降の層準における生物源シリカの平均含有量を比較すると、St.1208では $3.0 \pm 1.3\%$ ($n=26$), St.1217では $4.6 \pm 1.9\%$ ($n=31$), St.731では $6.5 \pm 4.4\%$ ($n=27$) とかなりの相違が認められ、生物生産の絶



第8図 柱状試料25中元素濃度の鉛直変化

Fig. 8 Vertical variation in the element concentrations of core 25.



第9図 柱状試料32中元素濃度の鉛直変化

Fig. 9 Vertical variation in the element concentrations of core 32.

対量は海域によって異なっていたと考えられる。特に St.731の表層部50cm ではいずれも10% 以上の高濃度を示しており、この海域ではD1層以降に大きな堆積環境変化があったことを示唆している。なお、生物源シリカの濃度差の原因としては生物源物質以外の堆積物による希釈効果をも考慮する必要がある。しかし、ここで分析した3本の柱状試料ではそれぞれの堆積速度から見てSt.1208における希釈効果が最も小さく、従って生物源シリカ濃度が最も高くなるのが期待されるが、実際には最低値を示しており希釈効果はさほど大きくないと考えられる。

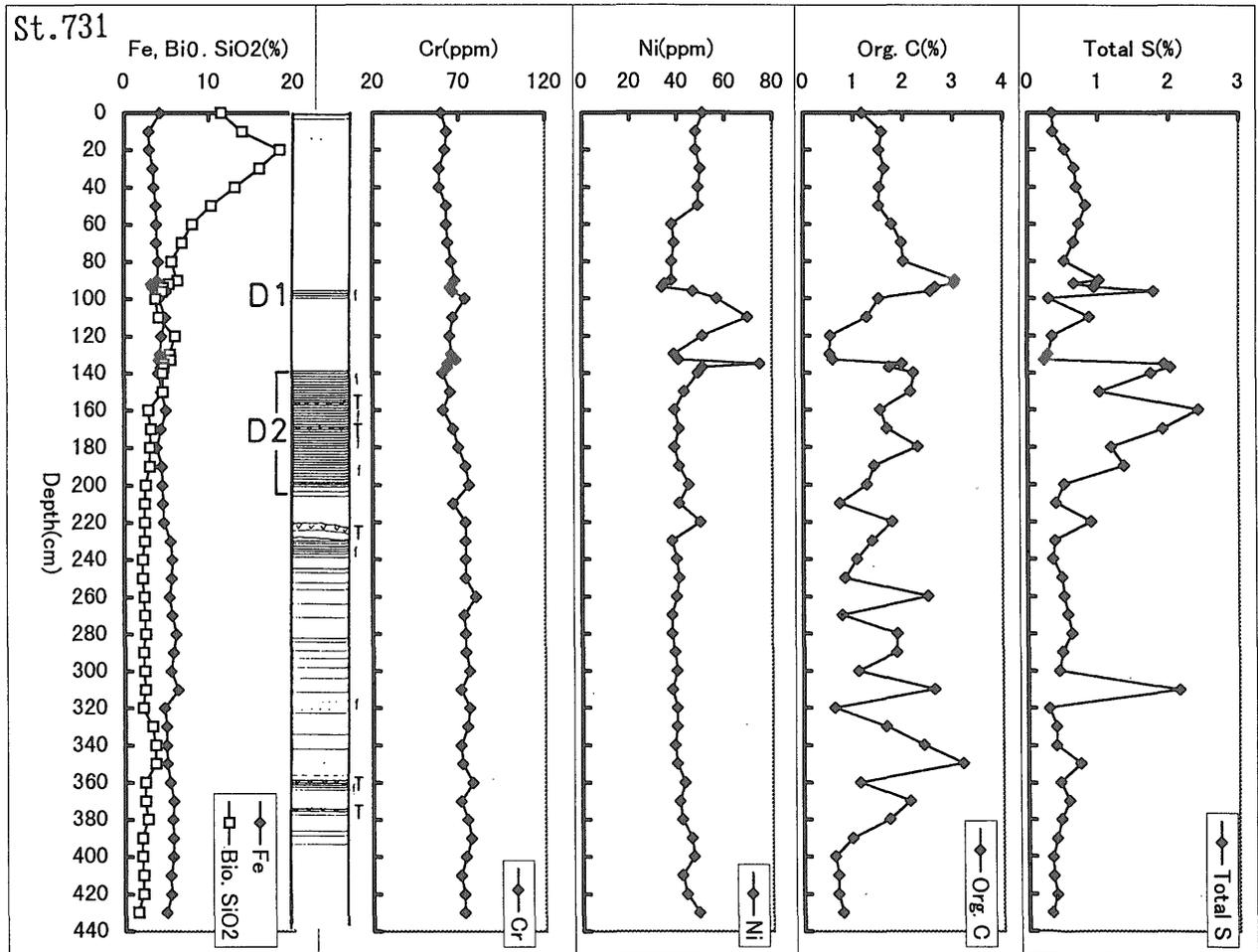
3.3 Fe, Mn

Feは、生物が生命を維持していくのに必須の元素であることは古くから知られていたが、最近のMartinらの研究結果によれば陸源物質が多量に流れ込む沿岸海域ではFeは豊富に存在するが、陸から離れるに従って少なくなり、生物生産を抑制する場合がある(Martin and Fitzwater, 1988; Martin, 1990)。本研究で分析した試料中では、St.1208が最も長い堆積年代を有し、その採取地点の水深も最大であるためこの試料におけるFe濃度

と生物生産の関係を検討することにした。生物源シリカ(第2図)とFe(第3図)の鉛直変化を比較してわかるように、両者の間に類似の増減変化は認められず、従ってFe濃度は生物生産量に影響しなかったと解釈される。これは、試料の採取地点と陸域との距離が約150kmであるため、陸域からの鉄の供給が不足しなかったためと考えられる。

St.1208におけるFe濃度の鉛直変化と堆積物の層相変化を比較すると、厚い暗色層ではいずれもその上下の層準よりもFe濃度が高い傾向がある(第3図)。厚い暗色層の殆どはT.Sに富み、また硫黄の主要部分は黄鉄鉱態として含有される(Masuzawa and Kitano, 1983)ことから、Feが硫化物として濃集していると考えられる。St.25では、D1層のやや上位にFeとT.Sに富む層準があり、これも硫黄化合物によるFeの濃集と理解されるが、D1層形成との時代的な不一致の原因は不明である。

Feは、Mn等と共にマンガンジュールに濃集される元素である。しかし、日本海の堆積物ではFeとMnの挙動が一致しない例が多く、しかもFeの濃集量は地殻存在量の2倍程度と見積もられ、Mnに比べて少ない。



第10図 柱状試料731中元素濃度の鉛直変化

Fig. 10 Vertical variation in the element concentrations of core 731.

例えば St.1208の深度27~29cm には Mn 濃度が11.55% で地殻存在量の約100倍を示す層準があるが、Fe 濃度は3.48% でほとんど濃集されていない (第 A-1表)。St.26の表層付近にも Mn 濃度が0.5% 以上の層準があるが、Fe 濃度は特に高くない (第7図)。富山~秋田県沿岸海域の堆積物では、Fe に富む堆積物の多くが粗粒の砂質堆積物であるのに対して Mn は細粒の粘土質堆積物に濃集する傾向があり、Fe の濃集は主として海緑石やスメクタイトの生成に伴うものと解釈された (寺島ほか, 1995; 今井ほか, 1997)。

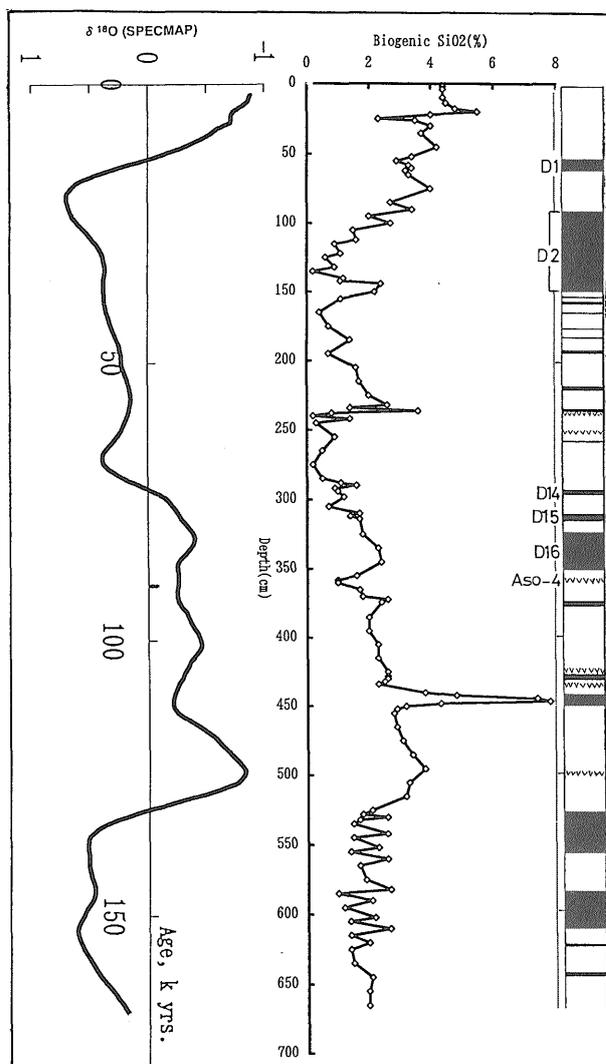
海底堆積物中で Mn が濃集する主な原因は、還元的环境下にある下層堆積物から溶出した Mn イオンが堆積物表層や海水中で酸化されて再沈殿するためである (Lynn and Bonatti, 1965; Yin *et al.*, 1989)。そして再沈殿した Mn は周辺よりも水深が大きい海域に集積しやすく、又堆積環境に大きな変化がない場合は常に堆積物表層が最も Mn に富むことになる。分析した試料のうち St.1208, 1212を除く各試料では表層部付近で Mn 濃度が最大値を示しており (第 A-1~A-7表)、ほぼ標準的な鉛直分布である。表層部以外で Mn が高濃度を示す主な原因は、火山灰の降下やタービダイト等によって表層部に濃集した Mn がその層準に固定される場合とされている (Lynn and Bonatti, 1965)。しかし、St.1208, 1212において Mn が高濃度を示す層準には火山灰層やタービダイトは存在しないため、他の要因を考慮する必要がある。他の要因としては、強い酸化的環境下の堆積物で、厚い酸化層が存在する柱状試料では酸化層の中間よりもやや下位で Mn が最高濃度を示す可能性があり、St.1208の深度27~29cm, St.1212の32~34cm (第12図) がこれに相当する。これらの層準では Mn のほか Cu, Zn, Ni が高濃度を示し、Fe はこれよりやや下位の層準で高いが、これらも続成作用に伴う移動・濃集の影響と考えられる。そして堆積環境が還元的になって酸化層が消滅する際に、各金属の酸化物あるいは水酸化物はそれぞれの特성에応じて挙動し、その結果が柱状試料における元素濃度の鉛直変化として観測されると解釈される。St.1212では、深度78~80cm, 92~94cm にも Mn に富む層準があるが、これも続成作用によって濃集した Mn が堆積環境のわずかな変化の影響を受けてこの層準に固定されたと考えられる。Mn は、基本的には酸化的環境下の堆積物で高濃度を示すが、海域や時代が限定されるわずかな環境変化に伴って増減するため、堆積環境の評価に利用するためにはさらに詳細な研究が必要である。

3.4 Cu, Zn, Pb

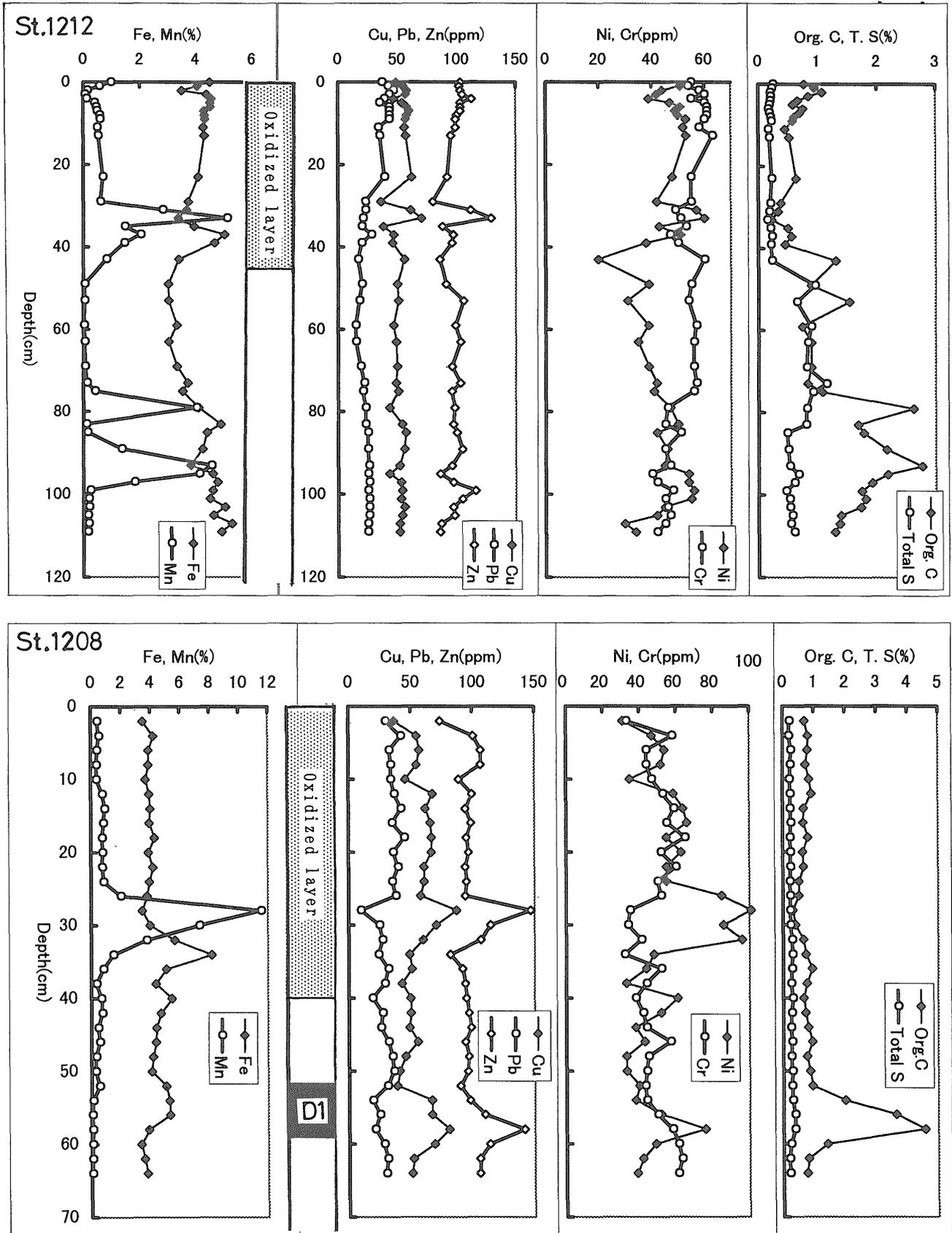
St.1208における Cu, Pb, Zn の鉛直変化は第3図に示した。Cu 濃度をやや詳しく見ると T.S に富む3つの厚い暗色層では濃度変化が小さく、しかも上下の層準よりも若干低値を示す特徴がある。Pb に関しては、T.S に富

む厚い暗色層では明らかに低値であり、逆に深度3~27cm と460~490cm では高濃度を示す。Zn は、全堆積層を通して大きな濃度変化が存在するが、暗色層との関係は不明瞭である。他試料における Cu, Pb, Zn の鉛直変化を検討した結果、D2層で Pb 濃度が低い傾向はすべての柱状試料に認められたが、Cu については St.25, 26 でやや低いほかは顕著な変化はなく、Zn に関しては St.1217, 32, 731 でわずかな濃度低下が認められた。

D2層で Pb 濃度が低い原因としては、この時代の海底環境が硫化水素の発生が認められるほど還元的であった (Masuzawa and Kitano, 1983) ことから、主として河川から供給された Pb が沿岸域で沈殿したことも考えられる。しかしながら、もし硫化物として沈殿するならば、Fe, Cu, Zn, Ni 等の重金属類も Pb と共に沈殿すると考えるのが妥当であるが、一部試料における Cu, Zn のわずかな濃度低下を除いて D2層で低値を示す傾向



第11図 柱状試料1208中の生物源シリカ濃度の鉛直変化と酸素同位体比変化の比較
Fig. 11 Comparison of biogenic silica content profile of core 1208 and oxygen isotope records (SPECMAP)



第12図 柱状試料1208, 1212の表層部における元素濃度の鉛直変化

Fig. 12 Vertical variation in the element concentrations on the upper part of core 1208 and 1212.

はなく、特に St.1208における Fe は厚い暗色層では高濃度を示していることから、沿岸域での沈殿が主な原因ではないと解釈される。既に述べたように、St.1208の深度 3~27cm は Pb に富むが、これは酸化層の上部約 2/3 に相当する。一方、St.1212の酸化層の上部でも Pb 濃度は高値を示している (第12図)。従って Pb 濃度の鉛直変化を支配する要因としても続成作用に伴う移動と濃集が最も重要と考えられる。Cu, Zn 等の鉛直変化は火山灰やタービダイトの影響をうける場合があるが (寺島ほか, 1995), これらを除外すれば Mn, Pb 等と同様に主として続成作用に伴うものと結論される。

3.5 Ni, Cr

St.1208では、大部分の層準において Ni は 35~50ppm を示し、ところどころで 70ppm 以上の高濃度を示す (第 2 図)。Ni に富む層準は、暗色層にほぼ一致する場合と厚い暗色層の最上位の場合がほとんどであり、例外的に Mn 濃度が高い深度 25~33cm と暗色層もなく Mn 濃度も高くない深度 453~455cm, 469~471cm, 497~499cm で高濃度を示している。Cr に関しては、Ni に認められる高濃度を示す層準は極めて少ない特徴がある。他試料における Ni, Cr の鉛直変化を概観すると、St.1217を除く各試料では Ni 濃度が D2層の最上位で高濃度を示すほか、いくつかの他層準で高値を示すのに対して Cr の高濃度ピークは少ない共通した特徴がある (第 2~10 図)。St.1217では、D2層の最上位の Ni の高濃度ピークはなく、深度 41cm に Ni, Cr が共に最大値を有する層準がある。そして全層準を通して Ni と Cr の鉛直濃度変化が極めて類似する。

St.1217における Ni, Cr の鉛直変化が他試料と異なる

原因を検討するため、まず St.1217と St.1208における分析成分相互の相関係数を求めて第 2 表に示した。St.1217では Ni と Cr の間に明らかな正相関 ($r=0.85$) があり、また Pb-Zn, Cu-Ni, Cu-Cr の間にも大きな正相関 ($r>0.5$) が存在するが、St.1208では Fe-T.S, Zn-Org.C の間に大きな正相関が存在するのみで重金属相互の間には特に強い正相関は認められない。このような相違は、主として堆積物の供給源や海水中での風化・変質の程度によって支配されていると考えられるが、今井ほか (1997) による東北沿岸日本海堆積物における Ni, Cr の分布特性を考慮すると、St.1217における Ni-Cr の正相関は堆積物の供給源が近いことを強く示唆する。この試料を採取した地点の南東約 30km には渡島大島があり、この島にはアルカリかんらん石玄武岩~カルクアルカリ角閃石安山岩が分布し、また井内ほか (1995) によれば同島周辺にはこの島から供給されたと考えられるスコリア質の堆積物が広く分布する。そしてこのスコリア質堆積物は Ni, Cr に富む特徴がある (横田・菅, 1995) ため、代表的な 5 試料を選び、いくつかの成分を分析した。その結果、MgO は 5.82~10.41%, CaO は 6.04~9.92%, Na₂O は 2.80~3.13%, K₂O は 1.32~1.96% で渡島大島に分布する岩石の組成に近いことがわかった。第13図は、渡島大島起源と考えられるスコリア堆積物と、St.1217の深度 28~54cm から選んだ 8 試料、St.1208の深度 24~62cm の 8 試料についての Ni-MgO, Cr-MgO 濃度の関係を示したものである。St.1208から選定した試料を除き Ni 又は Cr と MgO の間には良好な正相関が存在し、このことは St.1217の堆積物が渡島大島起源の碎屑物の影響を受けていることを強く示唆する。

柱状試料の特定層準で Ni, Cr 濃度が変化する原因と

第 2 表 2本の柱状試料 (1208, 1217) における分析元素間の相関係数
Table 2 Correlation coefficient matrix for two sediment cores.

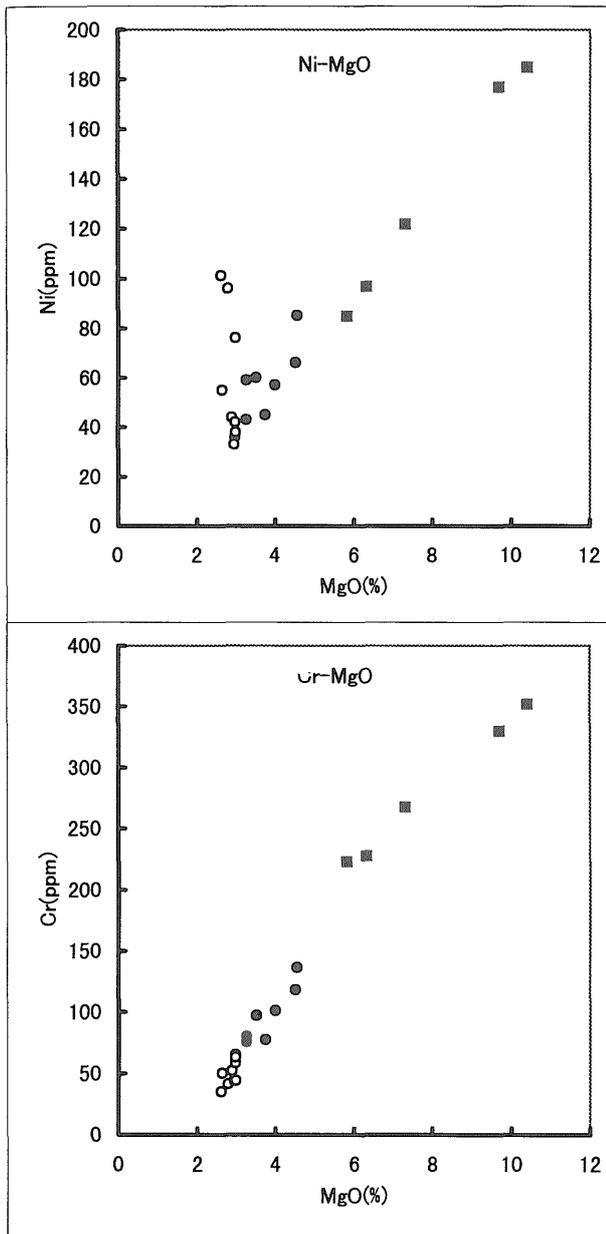
	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Org.C
Core 1217								
Mn	-0.08							
Cu	0.22	-0.20						
Pb	-0.15	0.10	-0.34					
Zn	-0.31	-0.09	-0.30	0.68				
Ni	0.18	-0.07	0.55	-0.22	-0.30			
Cr	0.36	-0.17	0.62	-0.24	-0.33	0.85		
Org.C	-0.27	-0.14	-0.12	-0.12	0.09	-0.22	-0.23	
T.S	0.04	-0.11	0.09	-0.54	-0.49	0.01	-0.07	0.28
Core 1208								
Mn	-0.05							
Cu	-0.09	0.15						
Pb	-0.31	-0.06	0.19					
Zn	-0.01	0.09	0.34	-0.23				
Ni	0.24	0.36	0.28	-0.09	0.40			
Cr	-0.26	-0.31	0.04	0.05	0.36	0.01		
Org.C	0.13	-0.07	0.25	-0.32	0.54	0.36	0.06	
T.S	0.58	-0.09	-0.08	-0.47	0.32	0.28	-0.07	0.33

してはタービダイトや火山灰の影響があり, St.1208の深度235~237cm, 423~425cm, 499~501cm におけるNi, Crの低濃度は火山灰に起因する。しかし, Ni濃度が高値を示す原因としてはこれらの影響は認められず, いずれも続成作用に伴う移動・濃集と考えられる。続成作用による濃集ではMnと同様にほとんどが酸化物と考えられたが, T.Sに富むD2層上位の濃集は硫化物の可能性もあるので, St.1208, 1217, 26から合計73試料を選定し, 堆積物を0.1M シュウ酸等で処理して酸化物態Niを溶出させ, これを原子吸光法で分析する方法(寺島ほか, 未発表)で定量し, 結果を第14図に示した。こ

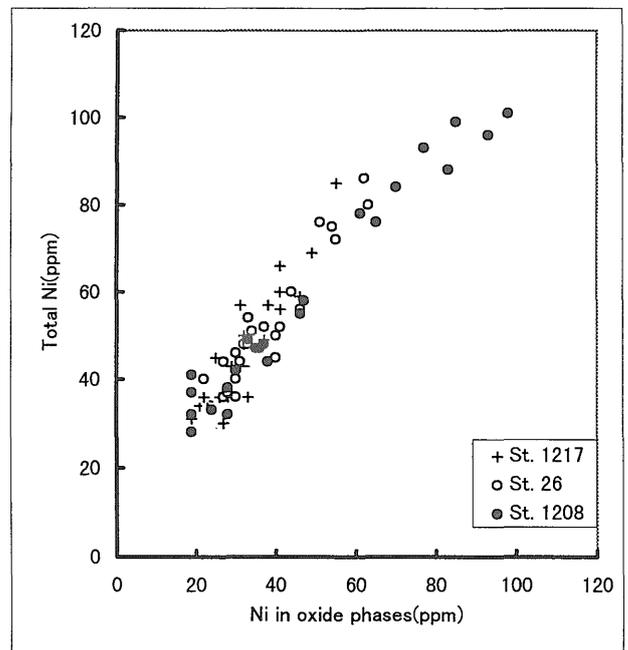
の図からわかるように, 全Ni濃度と酸化物態Ni濃度の間には正相関があり, Niは主として酸化物として濃集していることが明らかとなった。Bonatti *et al.* (1971)は, 続成作用に伴って表層の酸化層に濃集する元素はMn, Ni, Co, P, La等であり, Cr, V, U, S等は酸化層に濃集されないことを報告している。従ってSt.1217を除く各試料でNiとCrの挙動が異なる原因はNiが酸化物として濃集するのにたいして, Crは濃集されないことによると考えられる。

3.6 堆積環境変化とNi濃度変化

寺島ほか(1995), 今井ほか(1997)で述べたように, 東北沿岸日本海堆積物におけるNi, Crの主要供給源は姫川上流域に分布する超苦鉄質岩であり, 海底堆積物中のNi, Cr含有量は供給源に近い富山湾で最大値を示し, 新潟沖, 山形・秋田沖, 西津軽沖の順に低下する(第3表)。そして, 北海道西方海域では再び高濃度を示すが(横田・菅, 1995), これは3.5で述べたように主として渡島大島起源と考えられる。



第13図 Ni及びCr濃度とMgO濃度の関係
Fig. 13 Plot of Ni or Cr vs MgO content of the samples. (■), surface samples (coarse sand to pebble); (●), core 1217 (silty clay); (○), core 1208 (silty clay)



第14図 全Ni濃度と酸化物態Ni濃度の関係
Fig. 14 Plot of total Ni vs oxide state Ni content of the sediments.

第3表 海域別金属含有量平均値

Table 3 Regional average metal contents (after Terashima *et al.*, 1995, and Yokota and Kan, 1995)

	Fe (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)
Off west Hokkaido	4.02	1791	38	86
Off Nishitsugaru	4.08	490	24	27
Off Akita-Yamagata	3.97	1760	27	46
Off Niigata	4.12	1827	33	68
Toyama Bay	3.40	497	53	77

大場ほか (1995) によれば、最終氷期最寒期に日本海の表層水の塩分濃度が低下して密度成層が強化され、深層水が無酸素状態になった時代、すなわち D2層が堆積した時代の末期にあたる約1.4万年前には津軽海峡から日本海へ親潮が流入するようになった。その後親潮の流入がしばらく続き、約1万年前 (D1層の時代) に親潮から対馬暖流への変化が始まった。そして約8000年前頃から現在と同様な海洋環境になったと考えられている (大場ほか, 1995; 奥村ほか, 1996)。上述のように日本海沿岸の堆積物中の Ni の主要供給源は姫川と渡島大島であるため、もし津軽海峡から流入した親潮の勢力が強く、海流方向が現在とは逆方向であったとすれば、親潮が流入していた時代と対馬暖流の時代では堆積物中の Ni 濃度に変化が生ずることが期待できる。そこで、D2層以降の層相変化と Ni 濃度の鉛直変化を比較して第15図に示した。この図からわかるように、主として渡島大島起源の Ni の影響を受けたと考えられる St.1217と他試料では明らかな相違が認められる。St.1217では D2層の最上位に Ni に富む層準はなく、D1層の下位で高く、上位で低く、その後上位に向かって増減を繰り返しながら全体として増加して深度41cm で最大値を示した後に低濃度になる傾向がある。この試料では、親潮の流入があったとされる D2層の最上位以降 D1層までの堆積物は、それ以前よりも Ni に富むが、対馬暖流が本格的に流入していた時代にも Ni が高濃度を示す層準があり、親潮の影響評価は困難である。なお、本試料の深度41cm にある Ni に富む層準の形成年代は D1層との関係から約4000年前と見積もることができ、形成機構としては火山活動の活発化や海水準変動に伴う碎屑物供給量の増加等が考えられるが、これについては今後の検討を必要とする。

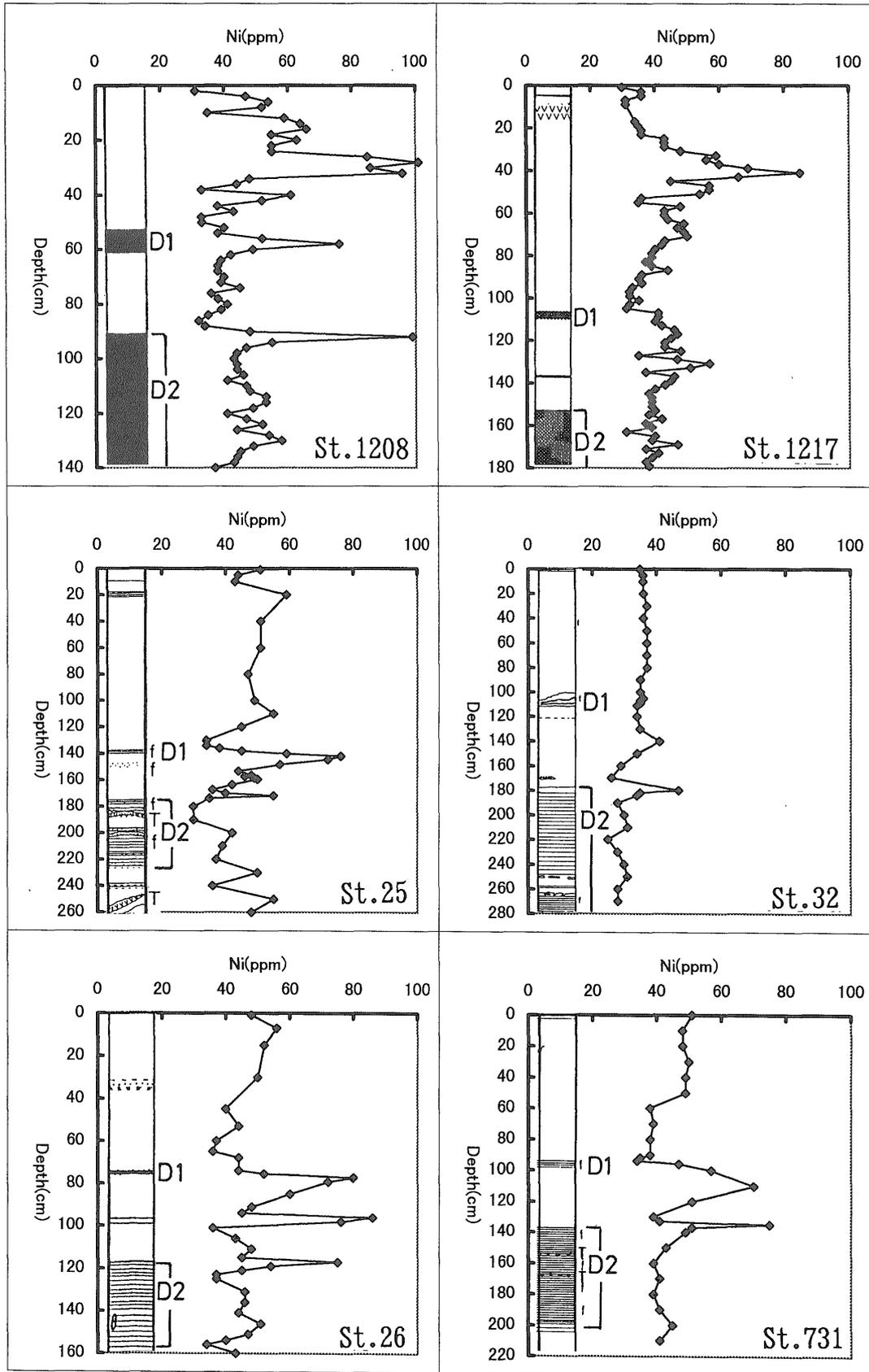
姫川から供給される Ni の影響を強く受けると考えられる St.25, 26, 32, 731における Ni の鉛直変化では、D2層の最上位と、D2と D1層の間付近における Ni に富む層準はいずれの試料でも認められる。しかし、D1層における Ni の高濃度は、St.25と26のみで認められ、St.32, 731には存在しない。D2層の最上位のピークは、それまでの還元的な環境下で海水中あるいは堆積物表層で高濃度となった Ni が、酸素に富む新しい海水の流入に伴って沈殿・濃集し、固定されたと解釈される。D2層と D1層の間付近及び D1層での Ni のピークも同様にして形成されたと考えられる。そして St.32, 731の D1層では Ni が高濃度を示さないが、これは大場ほか (1995) が指摘するように、親潮の流入に伴う海流方向の変化等の影響をうけて本海域への Ni 供給量が少なくなり、従って続成作用に伴う Ni の濃集が起らなかった可能性がある。しかしながら、St.25, 26, 32, 731の D2層の最上位から D1層にかけての Ni 濃度は、D1層以降のそれに比べて明らかに低いとは結論できない。この

ことは最終氷期最寒期以降に流入したとされる親潮の勢力は、姫川起源の Ni に富む海水及び堆積物をすべて南方海域へ運搬するほどの勢力は有していなかったと考えられる。

4. ま と め

日本海の北東部から採取された海底堆積物柱状試料中の Org.C, T.S, 生物源シリカ, 重金属等を分析してこれら成分の地球化学的挙動, 堆積環境との関係を研究して以下の結果を得た。

- 1) 日本海の堆積物に特徴的に認められる暗色層のほとんどは還元的な堆積環境下で形成されたと考えられた。強い還元的環境下の堆積物は Org.C と T.S に富み、弱い還元環境の場合は Org.C のみが高濃度を示す。日本海深部の堆積物で Org.C が高濃度を示す主な原因は還元的環境下における酸化分解量の減少であり、生物生産量の増加を意味しない。
- 2) 日本海盆北部で採取された St.1208の深度527cm 以深には2つの厚い暗色層が認められた。これら暗色層における Org.C, T.S 濃度の鉛直変化は、最終氷期最寒期に形成された D2層における両成分の鉛直変化と極めて類似しており、最終間氷期の前の氷期に形成されたと結論された。
- 3) 日本海の堆積物中の生物源シリカの濃度は、過去の海洋における生物生産量を評価する有用な指標であり、概括的には気候が温暖で海水準が高かった時代は生産量が多く、寒冷で低い海水準の時代は少ない傾向が認められた。しかし、生物生産量の増減は、暗色層の形成に直接影響しなかったと考えられた。
- 4) 海水中の Fe 濃度が生物生産を規制するとの考えがあるが、日本海ではその影響は認められず、これは陸域との距離が近いためと考えられた。Fe は、続成作用に伴う酸化物や硫化物の生成及び海緑石やスメクタイトの形成に関係して濃集するが、その量は地殻存在量の2倍程度以下と見積もられた。
- 5) Mn は続成作用に伴って堆積物表層の酸化層に濃集することが知られており、本研究結果でも酸化層が薄い場合はその傾向を示した。しかし、酸化層の厚さが40cm 程度になると最表層部よりも酸化層の下層部で高濃度を示し、最大値は11.55% で地殻存在量の約100倍に達した。Mn は続成作用の影響を最も受けやすい元素であるが、海域や時代が限定されるわずかな環境変動にも対応して増減するため、堆積環境評価に利用するためにはより詳細な研究が必要である。
- 6) Fe, Mn のほか Cu, Pb, Zn, Ni 等が続成作用に伴って移動・濃集するが、Cr におけるその影響は小さい。各元素の鉛直方向の濃度変化が生ずる原因として火山灰層やタービダイトの影響もあるが、これらを



第15図 柱状試料の表層部における岩相変化と Ni 濃度変化の比較
 Fig. 15 Comparison of Ni content profiles and lithological sketch of cores.

除外すると主として続成作用に伴うものであり、濃度変化の層準は現在及び過去の酸化層の層準と密接に関連する。

- 7) 最終氷期最寒期以降の日本海には親潮が流入していた時代があったとされており、佐渡島北方海域で採取した柱状試料におけるNiの鉛直分布をもとにその影響を検討した。一部にその影響と見られる濃度変化が検出されたが、親潮流入により海流方向が現在とは全く逆になるほどの影響はなかったと考えられた。

文 献

- Bonatti, E., Fisher, D.E., Joensuu Oiva and Rydell, H.S.(1971) Postdepositional mobility of some transition elements, phosphorus, uranium and thorium in deep sea sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **35**, 189-201.
- 池原 研・片山 肇 (1997) GH96航海で採取された堆積物柱状試料の岩相。北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究。平成8年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—。地質調査所, 117-126.
- Ikehara, K., Kikkawa, K., Katayama, H. and Seto, K. (1994) Late Quaternary paleoceanography of the Japan Sea; a tephrochronological and sedimentological study. *Proc. 29th IGC, Part B*, 229-235.
- 池原 研・片山 肇・中嶋 健 (1996a) 日本海中部-南東部から採取された柱状試料の加速器質量分析法による炭素14年代。地調月報, **47**, 309-316.
- 池原 研・井内美郎・菅 和哉 (1996b) 北海道西方沖から採取された柱状試料。北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究。平成7年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—。地質調査所, 86-105.
- 今井 登・寺島 滋・片山 肇・中嶋 健・池原 研・谷口政碩 (1997) 日本海東部沿岸域海底表層堆積物中の重金属等の地球化学的挙動。地調月報, **48**, 511-529.
- 井内美郎・大塚雅之・公文富士夫・本山 功・片山 肇 (1995) 北海道南西沖海域の表層堆積物。北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究。平成6年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—。地質調査所, 63-88.
- Lynn, D.C. and Bonatti, E.(1965) Mobility of manganese in diagenesis of deep-sea sediments. *Marine Geol.*, **3**, 457-474.
- Martin, J.H.(1990) Glacial-Interglacial CO₂ change : The iron hypothesis. *Paleoceanography*, **5**, 1-13.
- Martin, J.H. and Fitzwater, S.E.(1988) Iron deficiency limits phytoplankton growth in the north east Pacific subarctic. *Nature*, **331**, 341-343.
- Masuzawa, T. and Kitano, Y.(1983) Sulfate reduction and sulfide deposition in deep-sea sediments from the southwestern Japan Sea. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, **39**, 251-258.
- Masuzawa, T., Takada, J. and Matsushita, R. (1992) Trace-element geochemistry of sediments and sulfur isotope geochemistry of framboidal pyrite from site 795, Leg 127, Japan Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 127/128, 1:705-717.
- 松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳 (1991) 阿蘇火 山岩類のK-Ar年代測定—火山灰層序との整合性と火砕 流試料への適応—。日本火山学会講演予稿集, 1991-2, p.73.
- 南 秀樹・加藤義久・和田秀樹・岡部史郎 (1995) 浜名湖の堆積物コア中の元素の分布と過去1万年の環境変遷。地球化学, **29**, 85-97.
- Muller, P.J. and Suess, E.(1979) Productivity, sedimentation rate, and sedimentary organic matter in the oceans, I, Organic carbon preservation. *Deep Sea Res.*, **26**, 1347-1362.
- 中嶋 健・片山 肇・池原 研 (1990) 日本海東縁海域から得られた表層堆積物柱状試料。日本海中部東縁部大陸棚周辺海域の海洋地質学的研究。平成元年度研究概要報告書—青森～新潟県沖概査—。地質調査所, 93-110.
- 中嶋 健・吉川清志・池原 研・片山 肇・木川栄一・上嶋正人・瀬戸浩二 (1996) 日本海南東部における海底堆積物と後期第四紀層序—特に暗色層の形成時期に関して—。地質学雑誌, **102**, 125-138.
- 大場忠道・赤坂紀子 (1990) 二本のピストン・コアの有機炭素量に基づく日本海の高環境変化。第四紀研究, **29**, 417-425.
- 大場忠道・堀部純男・北里 洋 (1980) 日本海の本二のコアによる最終氷期以降の高環境解析。考古学と自然科学, **13**, 31-49.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T.(1991) Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. *Paleoceanogr.*, **6**, 499-518.
- 大場忠道・村山雅史・松本英二・中村俊夫 (1995) 日本海隠岐堆コアの加速器質量分析 (AMS)

- 法による¹⁴C年代. 第四紀研究, **34**, 289-296.
- 奥村 智・南川雅男・大場忠道・池原 研 (1996) 日本海秋田沖の2本の海底コアの酸素・炭素・窒素同位体比に基づく古環境解析. 第四紀研究, **35**, 349-358.
- 多田隆治 (1994) 石油探鉱における堆積リズム解析の可能性—第四紀日本海海洋循環ダイナミックスの復元を例として—. 石油技術協会誌, **59**, 54-62.
- Tada, R., Koizumi, I., Cramp, A. and Rahman, A. (1992) Correlation of dark and light layers, and the origin of their cyclicity in the Quaternary sediments from the Japan Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 127/128, 1:577-601.
- Terashima, S., Yonetani, H., Matsumoto, E. and Inouchi, Y. (1983) Sulfur and carbon contents in recent sediments and their relation to sedimentary environments. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **34**, 361-382.
- 寺島 滋・中嶋 健・片山 肇・池原 研・今井 登・谷口政碩 (1995) 秋田—山形沖海底堆積物における重金属等の地球化学的研究. 地調月報, **46**, 153-176.
- Yin, J.-H., Kajiwara, Y. and Fujii, T. (1989) Distribution of transition elements in surface sediments of the southwestern margin of Japan Sea. *Geochem. Jour.*, **23**, 161-180.
- 横田節哉・菅 和哉 (1995) 北海道西方海域表層堆積物中の元素濃度. 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究. 平成7年度研究概要報告書—北海道南西沖海域—. 地質調査所, 188-196.

(受付: 1998年1月30日; 受理: 1998年3月18日)

第 A-1表 柱状試料1208の分析結果

Table A-1 Analytical data for core 1208. Data shown as "n.d." indicates "not determined".

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Biogenic SiO ₂ (%)
1-3	3.51	4200	37	30	74	31	33	0.71	0.22	4.4
3-5	4.22	5500	55	42	101	47	58	0.82	0.19	4.4
5-7	3.90	3950	57	33	107	54	44	0.80	0.26	n.d.
7-9	3.90	3900	55	34	107	52	44	0.74	0.25	n.d.
9-11	3.71	3900	46	34	89	35	47	0.85	0.22	4.4
11-13	3.96	7800	68	37	100	59	53	0.93	0.25	n.d.
13-15	4.02	9100	62	42	94	64	59	0.67	0.23	4.5
15-17	3.95	8400	66	35	99	66	55	0.66	0.26	n.d.
17-19	4.31	7500	67	45	95	55	65	0.81	0.23	4.8
19-21	3.90	7900	67	36	97	63	52	0.65	0.24	n.d.
21-23	4.20	7520	61	40	94	55	60	0.67	0.25	4.0
23-25	3.96	8500	61	35	95	55	50	0.52	0.22	n.d.
25-27	3.80	20100	58	38	94	85	52	0.52	0.23	2.3
27-29	3.48	115500	87	10	147	101	35	0.33	0.23	n.d.
29-31	4.02	73300	71	25	115	86	34	0.42	0.25	n.d.
31-33	5.67	37500	60	27	107	96	41	0.66	0.28	n.d.
33-35	8.18	14800	49	24	82	48	32	0.74	0.30	n.d.
35-37	5.08	8000	51	32	92	44	52	0.94	0.28	3.7
37-39	4.39	3400	43	29	94	33	44	0.78	0.26	n.d.
39-41	5.47	6800	50	19	95	61	38	0.67	0.31	n.d.
41-43	4.71	7400	50	27	97	52	42	0.73	0.27	n.d.
43-45	4.42	4600	49	26	99	38	44	0.81	0.24	n.d.
45-47	4.39	5600	56	32	94	43	57	0.95	0.28	4.2
47-49	4.21	3200	46	35	97	33	45	0.78	0.26	n.d.
49-51	4.08	2800	41	36	96	33	44	0.87	0.29	n.d.
51-53	5.07	5500	39	31	90	40	43	0.94	0.27	3.4
53-55	5.28	1030	67	19	98	38	44	2.01	0.30	4.2
55-57	5.34	630	67	25	110	52	50	3.65	0.37	2.9
57-59	3.91	700	81	21	142	76	58	4.59	0.38	3.3
59-61	3.37	500	69	28	114	49	61	1.42	0.23	3.4
61-63	3.61	470	52	31	106	42	63	0.81	0.20	3.2
63-65	3.80	480	51	30	106	39	61	0.78	0.21	n.d.
65-67	4.00	460	63	25	95	38	62	0.65	0.22	3.3
67-69	3.82	460	62	30	105	38	59	0.56	0.21	n.d.
69-71	3.88	510	52	28	105	40	60	0.50	0.20	n.d.
71-73	3.88	510	46	25	103	39	55	0.47	0.20	n.d.
73-75	4.70	880	108	26	103	45	54	0.40	0.23	n.d.
75-77	6.11	1100	48	24	91	36	54	0.40	0.28	4.0
77-79	4.91	1720	26	23	98	38	54	0.45	0.22	n.d.
79-81	4.48	1710	67	30	101	41	55	0.52	0.19	n.d.
81-83	3.90	950	41	21	102	39	63	0.65	0.19	n.d.
83-85	3.94	740	41	28	102	35	65	0.47	0.19	n.d.
85-87	4.10	610	82	24	95	32	67	0.48	0.20	2.7
87-89	3.61	700	56	24	106	34	65	0.40	0.17	n.d.
89-91	4.27	850	47	20	113	48	78	0.96	0.61	3.4
91-93	5.09	1150	46	19	125	99	62	1.56	3.02	n.d.
93-95	4.99	1150	43	20	120	55	63	1.37	2.91	n.d.
95-97	5.08	960	47	24	107	47	65	1.44	3.30	2.0
97-99	5.64	1120	41	20	113	44	60	1.36	3.37	n.d.
99-101	5.11	1100	40	16	113	43	59	1.58	3.20	2.7
101-103	5.09	1020	40	16	112	44	61	1.15	3.00	n.d.
103-105	5.12	1070	41	20	115	44	62	1.51	3.11	n.d.
105-107	5.08	780	45	21	101	46	66	1.06	3.15	1.5
107-109	4.95	880	39	19	109	41	63	1.21	2.78	n.d.
109-111	5.21	860	39	20	110	47	64	1.14	3.14	n.d.
111-113	5.30	740	43	21	116	48	66	1.24	3.23	1.6
113-115	5.71	670	44	20	118	53	67	1.27	3.49	n.d.
115-117	5.90	670	45	22	114	53	65	1.31	3.60	0.9
117-119	5.17	650	43	21	110	49	68	0.97	2.96	n.d.
119-121	4.02	650	35	18	95	41	65	0.84	2.25	n.d.
121-123	4.98	640	41	20	104	47	69	0.89	2.95	1.1
123-125	5.62	520	44	21	128	52	67	1.01	3.58	n.d.
125-127	4.21	700	48	24	106	44	72	0.88	3.40	0.6
127-129	6.93	500	43	18	118	54	65	0.97	4.75	n.d.

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

Table A-1 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Biogenic SiO ₂ (%)
129-131	8.40	470	44	22	113	58	60	1.28	6.61	n.d.
131-133	4.55	550	59	22	129	49	81	1.54	2.60	0.9
133-135	3.61	680	51	23	112	45	84	1.20	1.08	n.d.
135-137	5.48	500	38	21	102	44	67	0.58	0.57	0.2
137-139	3.48	750	42	30	108	43	75	0.44	0.70	n.d.
139-141	5.00	810	31	27	100	37	69	0.40	1.63	1.2
141-143	7.11	530	55	22	116	78	66	1.11	4.39	1.1
143-145	4.82	630	56	22	115	46	75	1.51	2.19	2.4
145-147	4.20	620	47	24	107	42	80	1.74	0.42	1.2
147-149	3.21	2380	52	31	114	45	75	1.28	0.25	n.d.
149-151	4.62	1180	43	30	122	57	71	0.56	0.61	2.2
151-153	3.50	770	53	27	122	50	84	1.25	0.31	n.d.
153-155	4.39	860	35	29	113	56	77	0.78	0.35	n.d.
155-157	4.03	720	66	24	118	45	80	2.27	0.24	1.1
157-159	3.18	790	50	30	123	43	70	0.55	0.15	n.d.
159-161	5.37	1460	43	31	115	42	63	0.55	0.18	n.d.
161-163	8.31	3460	27	26	92	56	51	0.67	0.66	n.d.
163-165	3.91	1010	103	26	132	46	77	2.07	0.22	n.d.
165-167	3.93	1340	43	26	98	40	70	0.74	0.16	0.4
167-169	3.38	3380	30	27	111	46	71	0.52	0.12	n.d.
169-171	4.46	2520	52	30	102	46	69	0.44	0.15	n.d.
171-173	4.62	1450	23	27	98	47	68	0.47	0.16	n.d.
173-175	6.78	1640	43	33	100	53	66	0.73	0.62	n.d.
175-177	4.25	1070	76	24	114	40	79	0.92	0.14	0.7
177-179	4.51	1250	26	30	110	48	77	0.52	0.14	n.d.
179-181	4.50	1030	85	24	131	50	81	2.04	0.21	n.d.
181-183	3.10	840	79	25	132	46	83	1.79	0.18	n.d.
183-185	3.77	1070	42	27	114	47	80	0.52	0.15	n.d.
185-187	6.24	1500	26	28	84	67	65	0.50	0.57	1.4
187-189	5.48	1290	47	27	109	59	63	0.82	0.26	n.d.
189-191	4.40	900	61	25	126	49	69	2.12	0.23	n.d.
191-193	3.20	810	64	26	126	52	80	2.24	0.21	n.d.
193-195	3.08	1000	48	29	109	46	78	0.57	0.13	n.d.
195-197	4.24	1540	47	28	101	42	75	0.36	0.10	0.7
197-199	4.11	2220	60	28	110	45	70	0.51	0.14	n.d.
199-201	7.46	3600	26	26	94	58	54	0.54	0.37	n.d.
201-203	4.00	1540	28	24	106	44	67	0.54	0.16	n.d.
203-205	5.62	2410	23	30	95	51	56	0.56	0.18	n.d.
205-207	6.18	2800	27	25	92	44	60	0.50	0.16	1.6
207-209	4.63	1400	54	23	104	43	66	0.84	0.21	n.d.
209-211	4.47	1270	49	23	104	45	68	0.86	0.21	n.d.
211-213	5.25	1270	46	22	112	47	60	0.89	0.27	n.d.
213-215	5.43	1290	44	23	110	46	60	0.98	0.26	n.d.
215-217	6.18	2800	27	25	92	44	60	0.50	0.16	1.6
217-219	5.46	1200	59	24	130	49	61	1.65	0.24	n.d.
219-221	4.36	860	60	26	133	48	71	1.32	0.19	n.d.
221-223	4.76	1030	62	26	112	48	66	0.47	0.19	n.d.
223-225	4.61	1020	56	21	113	44	71	0.50	0.19	n.d.
225-227	6.48	1300	47	27	102	44	59	1.01	0.20	1.7
227-229	5.50	1820	46	22	104	40	60	0.87	0.22	n.d.
229-231	4.30	1040	44	22	119	40	68	0.67	0.15	n.d.
231-233	7.44	1830	36	29	94	80	55	0.61	0.98	n.d.
233-235	4.55	940	65	21	130	40	67	1.03	0.15	1.4
235-237	3.71	700	39	12	56	9	18	0.09	0.10	3.6
237-239	4.39	860	59	27	101	40	67	0.53	0.14	0.8
239-241	3.98	780	44	27	110	41	71	0.45	0.13	0.2
241-243	5.02	1070	52	25	100	46	68	0.37	0.14	n.d.
243-245	5.01	1280	47	24	101	50	73	0.50	0.15	n.d.
245-247	4.23	950	42	28	93	42	76	0.40	0.11	0.3
247-249	4.54	1460	35	27	99	47	72	0.40	0.12	n.d.
249-251	4.12	1260	35	26	84	36	54	0.30	0.10	n.d.
251-253	4.38	1820	42	27	102	45	76	0.40	0.11	n.d.
253-255	6.50	2870	24	22	86	63	58	0.41	0.62	n.d.
255-257	5.20	980	58	26	98	42	82	0.96	0.13	0.9
257-259	3.91	840	51	24	112	39	72	0.72	0.15	n.d.
259-261	4.28	850	45	25	109	41	71	0.45	0.13	n.d.
261-263	4.31	880	49	25	102	42	71	0.42	0.13	n.d.

Table A-1 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Biogenic SiO ₂ (%)
263-265	4.37	1010	37	27	102	45	71	0.40	0.13	n.d.
265-267	4.30	1330	39	27	93	43	74	0.33	0.12	0.5
267-269	5.40	2840	43	23	98	54	68	0.58	0.15	n.d.
269-271	4.53	910	42	24	106	41	71	0.66	0.14	n.d.
271-273	4.40	920	47	25	100	42	70	0.56	0.13	n.d.
273-275	4.10	880	43	23	101	41	70	0.44	0.14	n.d.
275-277	4.00	800	47	34	94	41	76	0.31	0.11	0.2
277-279	4.11	810	37	26	100	44	70	0.38	0.12	n.d.
279-281	4.11	760	37	23	100	41	69	0.39	0.12	n.d.
281-283	4.72	870	36	22	101	40	69	0.34	0.13	n.d.
283-285	5.51	880	34	26	90	38	61	0.33	0.15	n.d.
285-287	4.32	710	53	30	94	36	71	0.38	0.12	0.5
287-289	4.30	730	40	26	100	41	75	0.44	0.11	n.d.
289-291	4.70	700	54	26	102	41	72	0.90	0.57	2.3
291-293	6.11	520	59	22	135	93	58	2.13	4.01	0.9
293-295	4.73	630	71	22	133	50	73	2.31	1.72	1.0
295-297	3.98	710	50	29	94	48	71	0.55	0.23	0.5
297-299	4.72	820	44	27	102	41	69	0.39	0.69	1.2
299-301	6.32	910	43	24	99	41	63	0.41	2.66	n.d.
301-303	4.75	900	47	25	107	42	71	0.43	0.74	n.d.
303-305	4.77	860	34	26	109	42	71	0.40	0.86	n.d.
305-307	7.10	740	36	26	93	33	61	0.34	3.46	0.7
307-309	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.55	0.60	1.5
309-311	4.48	700	55	22	112	48	65	2.30	0.56	1.7
311-313	5.18	680	77	19	137	77	60	3.32	3.03	1.4
313-315	4.50	730	65	22	123	63	73	1.94	1.23	1.7
315-317	3.97	730	48	34	97	50	75	0.46	0.21	0.3
317-319	4.09	810	45	30	111	39	72	0.47	0.16	n.d.
319-321	4.15	850	45	30	116	39	71	0.47	0.14	n.d.
321-323	4.42	1130	51	28	110	37	60	0.45	0.21	n.d.
323-325	5.80	1520	42	20	96	37	58	0.84	1.50	n.d.
325-327	4.22	1100	50	33	105	43	70	0.72	0.26	1.8
327-329	6.25	1580	44	26	107	46	59	0.96	0.28	n.d.
329-331	4.90	1100	53	30	110	42	61	1.00	0.26	n.d.
331-333	4.95	1050	53	28	112	44	58	0.99	0.31	n.d.
333-335	4.98	1000	54	26	121	64	61	1.10	0.97	n.d.
335-337	4.98	940	55	30	96	38	60	0.96	0.21	2.3
337-339	4.98	1040	53	26	117	59	58	1.10	0.85	n.d.
339-341	5.03	1150	53	23	102	43	52	1.13	0.36	n.d.
341-343	6.19	1220	53	23	102	43	48	1.26	0.42	n.d.
343-345	5.00	970	54	22	117	40	54	1.41	0.35	n.d.
345-347	4.82	930	52	26	106	42	52	1.25	0.35	2.4
347-349	5.02	970	53	28	114	59	57	1.68	0.39	n.d.
349-351	4.31	960	68	24	127	71	69	1.81	0.41	n.d.
351-353	4.12	1050	53	31	116	47	73	0.70	0.44	n.d.
353-355	4.13	1050	61	31	115	45	74	0.48	0.54	n.d.
355-357	4.20	990	47	28	90	39	67	0.32	0.58	1.6
357-359	3.43	900	39	28	97	30	56	0.30	0.27	1.0
359-361	4.20	1020	39	30	110	38	72	0.36	0.40	1.0
361-363	4.21	1060	47	30	119	37	70	0.39	0.25	n.d.
363-365	7.33	1680	63	22	95	37	51	0.41	2.62	n.d.
365-367	4.36	1020	54	32	113	41	67	0.35	0.26	1.7
367-369	4.00	980	42	30	118	40	74	0.39	0.30	n.d.
369-371	6.02	1350	58	26	119	38	63	0.46	1.72	1.8
371-373	5.01	860	75	20	123	49	74	2.56	0.73	2.6
373-375	3.33	800	72	28	130	74	79	3.18	0.44	2.4
375-377	6.68	1130	43	23	113	29	53	0.66	0.35	2.5
377-379	4.41	1070	48	28	105	40	68	0.86	0.61	n.d.
379-381	4.47	1270	46	28	104	37	68	0.74	0.47	n.d.
381-383	4.03	2030	45	27	110	34	70	0.73	0.47	n.d.
383-385	4.28	4100	44	29	104	34	67	0.69	0.49	n.d.
385-387	5.42	5100	43	33	101	38	58	0.70	1.18	2.0
387-389	3.90	2530	50	30	104	33	69	0.67	0.42	n.d.
389-391	4.46	3230	42	30	104	36	66	0.57	0.73	n.d.
391-393	4.78	4700	34	30	97	35	64	0.60	0.96	n.d.
393-395	4.82	4900	35	28	97	35	58	0.61	0.68	n.d.
395-397	4.43	1750	61	29	109	37	59	0.46	0.49	2.0

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

Table A-1 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Biogenic SiO ₂ (%)
397-399	3.96	1400	54	32	113	31	68	0.52	0.52	n.d.
399-401	3.93	1100	43	35	100	30	63	0.47	0.45	n.d.
401-403	3.88	1340	46	31	100	28	61	0.52	0.45	n.d.
403-405	7.63	4800	27	23	86	40	43	0.60	3.40	n.d.
405-407	5.27	2070	47	28	99	31	53	0.48	0.35	2.3
407-409	4.51	1200	53	31	103	27	58	0.61	0.37	n.d.
409-411	4.88	1120	43	30	97	28	56	0.69	0.33	n.d.
411-413	4.02	920	56	30	103	35	70	0.84	0.36	n.d.
413-415	4.38	1100	41	31	102	38	60	0.69	0.62	n.d.
415-417	6.27	1250	60	30	102	37	51	0.78	0.32	2.3
417-419	4.37	1280	63	29	116	42	68	0.91	0.87	n.d.
419-421	4.12	1370	45	31	105	32	70	0.56	0.58	n.d.
421-423	4.06	1200	48	28	100	29	61	0.42	0.49	n.d.
423-425	3.13	900	29	26	83	13	28	0.30	0.63	n.d.
425-427	4.78	810	43	31	109	28	60	0.62	0.22	2.6
427-429	4.96	850	65	21	131	75	69	2.67	2.31	2.6
429-431	6.87	830	75	20	129	84	62	3.58	5.32	2.6
431-433	4.65	1200	50	28	123	44	70	0.95	1.37	2.5
433-435	4.24	1150	31	24	120	37	44	0.28	0.83	2.3
435-437	4.12	1000	44	30	106	36	68	0.39	0.32	2.1
437-439	6.42	1150	52	24	104	35	55	0.44	2.92	n.d.
439-441	5.16	920	40	31	102	37	59	0.54	0.45	3.8
441-443	6.10	1040	54	23	101	41	56	1.84	1.05	4.8
443-445	4.11	910	52	25	103	37	57	2.50	1.02	7.4
445-447	3.73	890	51	26	115	47	56	3.77	1.30	7.8
447-449	5.38	4000	52	23	116	64	48	2.96	3.15	4.3
449-451	5.00	1600	50	30	114	61	61	1.32	1.14	3.2
451-453	4.22	1200	43	34	104	62	61	0.61	0.61	2.9
453-455	4.40	1400	45	36	105	103	61	0.56	0.59	n.d.
455-457	4.10	1260	57	30	102	74	61	0.52	0.27	2.8
457-459	4.19	1270	49	38	106	49	62	0.49	0.39	n.d.
459-461	4.23	1140	55	38	106	40	62	0.44	0.40	n.d.
461-463	4.25	1090	54	38	115	41	64	0.41	0.36	n.d.
463-465	4.24	1150	45	38	113	40	62	0.39	0.45	n.d.
465-467	3.90	1000	41	41	114	40	61	0.39	0.33	2.9
467-469	4.22	1150	52	42	118	41	63	0.41	0.37	n.d.
469-471	5.39	1590	203	39	120	90	53	0.35	0.69	n.d.
471-473	5.17	1290	40	41	103	44	55	0.36	0.32	n.d.
473-475	4.41	1130	36	40	103	41	60	0.42	0.38	n.d.
475-477	4.18	800	30	25	109	45	64	0.37	0.33	3.1
477-479	4.00	820	56	44	114	41	60	0.40	0.41	n.d.
479-481	4.50	1110	130	45	113	42	53	0.35	0.60	n.d.
481-483	4.42	1150	62	40	100	42	55	0.33	0.44	n.d.
483-485	4.08	880	45	32	104	40	60	0.31	0.49	n.d.
485-487	3.95	820	48	37	100	36	56	0.27	0.45	3.4
487-489	4.13	930	50	35	100	40	58	0.32	0.47	n.d.
489-491	4.32	1170	61	32	100	40	54	0.26	0.57	n.d.
491-493	5.38	1800	86	32	101	44	47	0.25	1.00	n.d.
493-495	4.50	1350	42	29	95	38	50	0.27	0.48	n.d.
495-497	6.36	2400	37	23	87	47	43	0.24	1.77	3.8
497-499	5.72	2050	18	28	84	67	43	0.29	1.07	n.d.
499-501	3.68	1320	13	14	111	18	23	0.13	0.40	n.d.
501-503	6.98	2500	125	27	95	50	43	0.36	1.75	n.d.
503-505	5.48	1110	56	25	112	38	55	0.40	0.34	n.d.
505-507	5.90	1030	50	22	106	40	57	0.30	0.40	3.3
507-509	4.70	840	43	25	105	37	61	0.35	0.39	n.d.
509-511	4.28	820	41	24	110	38	68	0.39	0.29	n.d.
511-513	4.03	940	73	30	104	39	64	0.37	0.32	n.d.
513-515	3.83	910	94	29	104	36	64	0.39	0.25	n.d.
515-517	4.32	840	43	25	111	36	62	0.32	0.28	3.2
517-519	3.92	670	33	24	103	35	60	0.36	0.24	n.d.
519-521	3.58	550	30	22	105	30	62	0.33	0.18	n.d.
521-523	4.02	710	57	22	102	31	57	0.27	0.51	n.d.
523-525	3.80	640	49	22	99	32	62	0.24	0.37	n.d.
525-527	4.35	660	53	21	113	61	80	0.82	1.00	2.1
527-529	4.68	850	38	18	119	88	45	1.07	2.92	1.8
529-531	3.28	780	22	12	73	29	20	0.33	1.55	2.6
531-533	5.40	1060	43	17	129	58	62	1.34	3.50	1.0

Table A-1(Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Biogenic SiO ₂ (%)
533-535	5.02	1030	43	22	118	49	58	1.29	3.30	n.d.
535-537	5.33	1040	44	16	120	48	66	1.10	3.21	1.5
537-539	5.02	1040	44	24	120	46	58	1.30	3.13	n.d.
539-541	5.10	1050	42	24	118	45	58	1.25	3.39	n.d.
541-543	5.03	980	40	22	116	40	58	0.91	3.01	n.d.
543-545	5.02	940	41	24	115	41	60	0.87	3.12	n.d.
545-547	5.00	960	35	21	102	38	66	0.67	2.67	1.5
547-549	5.12	880	39	23	106	41	56	0.85	3.49	n.d.
549-551	5.36	870	42	23	117	48	60	1.01	3.70	n.d.
551-553	5.82	780	42	23	115	53	59	1.13	4.56	n.d.
553-555	7.50	750	43	22	113	59	56	1.10	7.61	n.d.
555-557	5.32	890	53	23	124	47	70	1.08	2.90	1.4
557-559	5.17	1090	53	25	113	68	68	1.08	3.04	n.d.
559-561	3.48	840	58	31	110	43	75	0.50	0.22	n.d.
561-563	4.15	900	55	30	110	45	75	0.36	0.55	n.d.
563-565	4.56	910	53	29	108	50	73	0.30	0.95	n.d.
565-567	5.01	1180	55	29	112	54	67	0.28	1.20	1.7
567-569	4.03	1020	67	29	112	59	75	0.45	0.33	n.d.
569-571	3.83	930	43	31	107	49	75	0.34	0.25	n.d.
571-573	5.11	1120	55	28	104	54	67	0.32	0.75	n.d.
573-575	4.23	780	58	30	110	48	75	0.29	0.33	n.d.
575-577	4.30	690	43	28	100	43	67	0.29	0.35	1.9
577-579	4.00	720	54	29	102	43	75	0.25	0.31	n.d.
579-581	3.76	680	54	29	109	42	75	0.23	0.24	n.d.
581-583	4.02	750	66	29	108	39	75	0.25	0.31	n.d.
585-585	4.91	700	48	21	119	72	75	0.64	1.63	n.d.
585-587	5.50	650	51	18	107	78	67	1.03	3.26	1.0
587-589	5.38	710	45	21	119	53	65	0.96	3.36	n.d.
589-591	5.21	710	45	21	118	49	65	0.89	3.25	n.d.
591-593	5.20	750	44	21	112	49	65	0.84	3.23	n.d.
593-595	5.22	750	44	19	111	49	61	0.80	3.20	n.d.
595-597	6.33	770	42	17	113	47	65	0.89	4.80	1.2
597-599	5.31	760	43	22	112	49	63	0.90	3.40	n.d.
599-601	5.93	670	45	21	112	49	61	1.03	4.11	n.d.
601-603	8.00	610	45	23	120	57	56	1.10	7.21	n.d.
603-605	4.01	700	44	23	109	43	73	1.02	1.55	n.d.
605-607	5.70	700	55	17	133	53	67	1.41	3.40	1.4
607-609	5.83	710	59	22	133	59	61	1.54	3.75	n.d.
609-611	5.82	710	56	22	132	55	62	1.65	3.93	n.d.
611-613	8.78	620	45	19	113	54	54	1.43	8.18	n.d.
613-615	5.49	950	57	23	112	54	61	1.51	3.59	n.d.
615-617	4.62	1500	42	27	104	48	67	0.54	1.06	1.4
617-619	4.26	1120	46	29	102	45	75	0.66	0.64	n.d.
619-621	3.70	930	38	27	100	40	73	0.42	0.44	n.d.
621-623	4.18	1010	36	29	100	45	75	0.47	0.43	n.d.
623-625	4.21	970	62	22	116	59	75	1.73	1.31	n.d.
625-627	4.11	900	51	25	102	53	67	0.66	0.97	1.4
627-629	4.07	800	52	29	106	42	75	0.35	0.35	n.d.
629-631	3.98	810	47	29	102	43	75	0.34	0.41	n.d.
631-633	3.95	900	43	29	101	43	75	0.33	0.41	n.d.
633-635	3.98	930	40	29	100	42	74	0.32	0.42	n.d.
635-637	4.51	1300	52	25	102	38	67	0.32	0.60	1.5
637-639	5.11	1700	25	29	96	41	62	0.36	0.49	n.d.
639-641	5.13	1540	26	27	99	44	60	0.40	0.45	n.d.
641-643	4.98	1230	41	26	102	41	61	0.47	0.43	n.d.
643-645	5.30	1110	48	25	109	42	61	0.74	0.49	n.d.
645-647	4.70	1040	65	27	130	50	66	1.70	0.70	2.1
647-649	4.17	1020	69	29	118	49	68	1.24	0.40	n.d.
649-651	4.09	890	43	30	109	43	73	0.54	0.36	n.d.
651-653	4.61	1230	38	29	104	43	67	0.42	0.50	n.d.
653-655	5.18	1290	63	27	102	42	66	0.74	0.39	n.d.
655-657	4.91	1040	38	28	102	36	66	0.58	0.53	2.0
657-659	4.62	990	66	29	108	42	62	0.80	0.37	n.d.
659-661	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
661-663	4.01	920	60	29	103	39	67	0.63	0.46	n.d.
663-665	4.22	900	56	29	103	50	72	0.46	0.46	n.d.
665-667	4.40	910	47	28	101	51	67	0.42	0.53	2.0

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

第 A-2表 柱状試料1212の分析結果

Table A-2 Analytical data for core 1212.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
0	4.50	9800	49	37	103	55	55	0.78	0.25
1	4.06	5700	55	42	102	51	54	0.95	0.23
2	3.51	1400	58	47	103	44	58	1.08	0.20
3	4.38	600	57	43	105	42	60	0.85	0.21
4	4.55	1200	47	39	113	39	55	0.67	0.20
5	4.51	4000	54	35	103	47	60	0.59	0.19
6	4.53	4500	58	43	103	51	61	0.76	0.17
7	4.30	4800	60	43	103	49	61	0.70	0.19
8	4.31	5800	58	43	100	50	61	0.61	0.21
9	4.32	6000	57	43	99	53	60	0.58	0.22
11	4.27	4900	56	34	99	52	58	0.45	0.17
13	4.30	5300	57	35	95	53	63	0.52	0.18
23	4.08	7000	62	39	92	48	55	0.64	0.23
29	3.73	6100	36	23	80	42	55	0.38	0.20
31	3.68	28200	61	23	112	57	49	0.33	0.18
33	3.38	51000	70	21	129	60	51	0.22	0.15
35	3.95	14700	38	20	88	43	53	0.50	0.20
37	5.02	20400	47	28	97	51	47	0.56	0.23
39	4.66	14600	46	20	96	38	50	0.45	0.21
43	3.40	8200	56	17	86	20	60	1.31	0.23
49	3.02	400	50	20	91	39	55	0.89	0.95
53	3.04	400	51	18	106	31	54	1.54	0.65
59	3.34	300	47	15	99	39	57	0.74	0.89
63	3.04	400	49	15	103	35	56	0.89	0.83
69	3.34	550	50	19	96	39	56	0.89	0.81
73	3.72	1250	49	22	103	42	57	0.83	1.15
75	3.53	4100	51	21	96	41	56	1.08	0.92
79	4.08	40100	43	23	98	47	46	2.62	0.81
83	4.88	1000	54	23	97	50	45	1.68	0.80
85	4.40	1430	57	25	100	42	51	1.78	0.48
89	4.24	13600	56	25	105	46	45	2.17	0.50
93	3.82	45500	52	26	96	45	47	2.77	0.53
95	4.60	41200	43	25	86	54	40	2.18	0.67
97	4.77	18200	53	26	97	54	42	1.92	0.60
99	4.60	2400	54	25	116	56	48	1.74	0.46
101	4.50	1800	53	26	105	55	45	1.81	0.52
103	5.03	1950	56	26	97	45	46	1.73	0.53
105	4.62	1600	54	26	98	42	47	1.39	0.57
107	5.28	1820	52	25	87	30	45	1.37	0.54
109	4.91	1500	52	25	86	34	42	1.29	0.60
139	6.38	3400	37	24	93	53	53	0.36	0.40
141	5.40	2700	68	24	92	42	53	0.53	0.23
145	4.29	880	41	25	105	32	56	0.40	0.16
149	4.13	1100	66	22	97	43	68	0.56	0.21
151	3.50	1720	140	33	110	81	88	0.83	0.20
153	3.65	1430	54	26	106	30	66	0.53	0.15
155	3.75	1180	47	24	106	29	68	0.45	0.15
157	4.40	1340	42	23	100	32	69	0.72	0.35
159	5.02	1300	46	20	115	73	66	1.34	2.91
161	3.80	1280	31	23	84	31	45	1.30	2.90
163	5.06	1320	47	22	118	43	65	1.42	2.61
165	3.80	1280	31	23	84	31	45	0.90	1.90
169	5.19	1400	46	26	108	46	63	1.55	2.98
173	5.05	1260	42	21	112	42	60	1.60	2.92
179	5.43	1100	45	26	115	49	69	1.41	2.92
183	5.25	1120	41	23	112	42	60	1.25	3.12
189	4.88	900	51	26	101	44	65	1.23	2.75
193	5.00	900	42	24	110	43	66	1.05	2.62
199	5.50	800	47	26	115	55	72	1.06	3.10
203	4.90	770	44	26	113	44	70	1.02	2.04
209	5.70	600	47	26	107	53	66	0.96	3.70
213	6.28	560	43	23	118	56	63	1.21	5.13

Table A-2 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
219	4.12	700	47	33	112	49	75	0.64	1.00
223	4.76	810	40	31	101	39	68	0.54	0.88
229	5.29	600	49	26	106	59	72	0.76	2.18
233	4.90	670	60	28	135	46	70	1.64	1.71
239	4.63	700	40	33	112	45	75	0.47	0.55
243	4.82	760	48	26	118	30	68	0.87	0.34
249	4.32	900	47	28	110	41	70	0.54	0.15
253	4.50	880	44	32	110	44	72	0.71	0.25
259	6.61	1900	42	26	112	50	68	0.81	1.07
263	4.50	840	54	34	123	44	73	1.15	0.17
269	4.32	800	44	27	99	46	71	0.42	0.19
279	4.59	700	47	25	114	45	76	0.59	0.15
289	5.61	4100	37	26	100	50	60	0.94	0.39
293	5.51	1080	52	29	110	45	67	1.34	0.21
299	4.58	1400	48	33	105	49	76	0.42	0.13
303	4.62	6700	42	30	104	33	68	0.68	0.14
309	4.78	1000	53	27	118	44	72	1.31	0.18
313	5.50	2900	39	30	98	68	56	0.88	0.39
319	5.92	1700	48	26	106	59	61	1.26	0.42
323	5.30	1260	57	30	123	50	66	1.48	0.26
329	5.36	1400	52	26	120	74	60	1.94	0.43
331	4.76	1860	68	30	135	61	63	2.35	0.30
333	5.24	1340	52	31	107	40	63	0.55	0.23
339	4.28	1000	44	25	94	40	60	0.50	0.12
349	5.24	1500	41	26	108	44	57	0.96	0.17
359	4.40	1300	46	27	105	46	71	0.68	0.17
369	4.88	1000	43	26	97	51	68	0.78	0.17
379	6.49	1000	39	27	98	49	70	0.39	1.02
389	4.20	1200	38	28	96	45	70	0.42	0.19
399	4.06	900	46	31	102	42	73	0.55	0.11
409	4.19	900	47	27	103	41	69	0.36	0.14
419	4.66	800	50	31	109	42	73	0.48	0.19
429	4.06	700	46	29	99	49	69	0.44	0.35
439	4.70	700	37	26	100	37	66	0.35	0.53
449	5.10	700	42	32	102	43	61	0.78	1.23
459	4.55	700	56	29	108	37	72	1.10	0.43
469	4.82	900	40	30	104	45	59	0.94	0.42
479	4.71	700	54	26	110	40	65	1.60	0.20
489	5.35	1000	53	28	105	47	51	1.50	0.54
499	4.08	700	48	27	105	38	68	0.95	0.24
509	4.10	900	46	28	90	38	54	0.50	0.13
517	3.66	600	12	15	64	21	53	0.47	0.14
519	3.83	500	46	14	76	18	62	0.35	0.13
521	3.43	400	64	14	68	22	58	0.84	0.31
529	3.61	700	42	16	95	42	57	0.91	1.00
537	3.55	1000	46	20	103	37	55	0.92	0.81

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

Table A-2 (Continued)

Depth (cm)	Org. C (%)	Total S (%)									
0	0.78	0.25	155	0.45	0.15	289	0.94	0.39	419	0.48	0.19
1	0.95	0.23	157	0.72	0.35	291	1.23	0.27	421	0.88	0.51
2	1.08	0.20	159	1.34	2.91	293	1.34	0.21	423	1.76	1.56
3	0.85	0.21	161	0.30	2.90	295	2.54	0.41	425	2.16	4.21
4	0.67	0.20	163	1.42	2.61	297	1.09	0.29	427	1.99	2.38
5	0.59	0.19	165	0.90	1.90	299	0.42	0.13	429	0.44	0.35
6	0.76	0.17	167	1.76	3.31	301	0.58	0.13	431	0.38	0.23
7	0.70	0.19	169	1.55	2.98	303	0.68	0.14	433	0.50	0.47
8	0.61	0.21	171	1.48	2.88	305	1.23	0.69	435	0.66	0.36
9	0.58	0.22	173	1.60	2.92	307	1.01	0.30	437	0.44	0.45
11	0.45	0.17	175	1.14	2.01	309	1.31	0.18	439	0.35	0.53
13	0.52	0.18	177	1.72	2.83	311	1.15	0.28	441	1.43	0.58
15	0.64	0.23	179	1.41	2.92	313	0.88	0.39	443	2.38	0.86
17	0.62	0.19	181	1.62	2.90	315	1.16	0.36	445	3.14	2.76
19	0.70	0.21	183	1.25	3.12	317	1.36	0.32	447	1.66	1.50
21	0.66	0.21	184	1.21	3.10	319	1.26	0.42	449	0.78	1.23
23	0.64	0.23	185	0.95	2.38	321	1.45	0.27	451	0.61	0.25
25	0.63	0.21	187	1.44	3.03	323	1.48	0.26	453	0.44	0.14
27	0.52	0.21	189	1.23	2.75	325	1.27	0.37	455	0.45	0.15
29	0.38	0.20	191	1.14	3.10	327	1.50	0.25	457	0.73	0.18
31	0.33	0.18	193	1.05	2.62	329	1.94	0.43	459	0.51	2.58
33	0.22	0.15	195	1.10	3.00	331	2.35	0.30	461	1.10	0.43
35	0.50	0.20	197	1.10	3.19	333	0.55	0.23	463	0.57	0.42
37	0.56	0.23	199	1.06	3.10	335	0.48	0.36	465	0.72	0.18
39	0.45	0.21	201	1.25	3.25	337	0.57	0.14	467	1.57	1.37
41	0.95	0.23	203	1.02	2.04	339	0.50	0.12	469	0.94	0.42
43	1.31	0.23	205	1.21	1.42	341	0.69	0.14	471	1.12	0.47
45	1.15	0.44	207	1.05	2.51	343	0.57	0.14	473	1.31	0.35
47	1.44	0.37	209	0.96	3.70	345	1.05	0.40	475	1.24	0.45
49	0.89	0.95	211	1.05	3.88	347	1.03	0.17	477	1.33	0.33
51	1.37	0.59	213	1.21	5.13	349	0.96	0.17	479	1.60	0.20
53	1.54	0.65	215	1.25	1.98	351	1.43	0.26	481	1.38	0.48
55	1.34	0.54	217	1.60	2.09	353	0.73	0.21	483	1.38	0.45
57	0.88	0.87	219	0.64	1.00	355	0.61	0.18	485	1.38	0.98
59	0.74	0.89	221	0.62	0.51	357	1.15	0.19	487	1.26	2.61
61	0.94	0.81	223	0.54	0.88	359	0.68	0.17	489	1.50	0.54
63	0.89	0.83	225	0.45	0.49	361	0.95	0.28	491	1.52	0.95
65	0.88	0.80	227	0.37	0.60	363	0.48	0.15	493	1.52	2.30
67	0.90	0.80	229	0.76	2.18	365	0.50	0.15	495	1.84	0.58
69	0.89	0.81	231	1.14	2.20	367	0.61	0.12	497	2.20	0.48
71	0.94	0.83	233	1.64	1.71	369	0.78	0.17	499	0.95	0.24
73	0.83	1.15	235	1.48	4.60	371	0.90	0.18	501	1.53	2.00
75	1.08	0.92	237	1.55	1.03	373	0.58	0.12	503	0.85	0.27
77	1.52	0.97	239	0.47	0.55	375	0.39	0.11	505	0.75	0.26
79	2.62	0.81	241	0.52	1.95	377	0.42	0.11	507	0.76	0.15
81	2.23	0.62	243	0.87	0.34	379	0.39	1.02	509	0.50	0.13
83	1.68	0.80	245	1.96	0.25	381	0.68	0.20	511	0.40	0.11
85	1.78	0.48	247	0.77	0.19	383	1.39	0.21	513	0.50	0.11
87	1.89	0.51	249	0.54	0.15	385	0.61	0.14	515	0.43	0.13
89	2.17	0.50	251	0.57	0.27	387	0.52	0.16	517	0.47	0.14
91	1.72	0.47	253	0.71	0.25	389	0.42	0.19	519	0.35	0.13
93	2.77	0.53	255	1.21	0.19	391	0.56	0.45	521	0.84	0.31
95	2.18	0.67	257	2.10	0.33	393	0.65	0.12	523	0.98	0.90
97	1.92	0.60	259	0.81	1.07	395	0.67	0.18	525	0.73	1.18
99	1.74	0.46	261	1.32	0.18	397	0.48	0.28	527	0.86	0.97
101	1.81	0.52	263	1.15	0.17	399	0.55	0.11	529	0.91	1.00
103	1.73	0.53	265	1.60	0.27	401	0.44	0.15	531	0.79	2.20
105	1.39	0.57	267	0.48	0.19	403	0.36	0.13	533	0.90	1.59
107	1.37	0.54	269	0.42	0.19	405	0.32	0.22	535	1.05	0.63
109	1.29	0.60	271	0.39	0.19	407	0.42	0.62	537	0.92	0.81
139	0.36	0.40	273	0.56	0.89	409	0.36	0.14			
141	0.53	0.23	275	0.74	0.19	411	0.39	0.27			
143	0.56	0.19	277	1.55	0.41	413	0.58	0.11			
145	0.40	0.16	279	0.59	0.15	415	0.44	0.14			
147	0.40	0.18	281	0.97	0.34	417	0.42	0.17			
149	0.56	0.21	283	1.40	0.33	419	0.48	0.19			
151	0.83	0.20	285	0.74	0.36	421	0.88	0.51			
153	0.53	0.15	287	0.58	2.31	423	1.76	1.56			

第A-3表 柱状試料1217の分析結果

Table A-3 Analytical data for core 1217.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org.C (%)	Total S (%)	Bio. SiO ₂ (%)
1	3.83	10800	32	33	97	30	42	0.55	0.18	6.2
3	3.80	20500	33	27	98	36	47	0.75	0.17	n.d.
5	4.48	14900	33	31	100	36	46	0.87	0.17	n.d.
7	3.70	820	36	31	118	31	42	0.90	0.15	n.d.
9	3.53	810	33	32	120	31	41	0.78	0.14	6.4
17	4.12	890	43	31	118	34	50	0.91	0.16	n.d.
19	4.98	1030	38	30	114	35	54	0.81	0.17	n.d.
21	4.40	900	38	30	113	36	53	1.02	0.15	n.d.
23	3.39	720	45	31	118	36	54	1.21	0.16	n.d.
25	5.06	960	40	28	101	43	67	0.78	0.15	6.6
27	6.10	1160	44	27	96	43	76	0.81	0.27	n.d.
29	4.50	830	48	26	96	43	75	1.07	0.27	n.d.
31	4.21	790	58	27	102	48	87	1.13	0.26	n.d.
33	3.76	700	51	27	102	59	80	1.25	0.42	8.8
35	3.86	720	46	25	99	56	74	1.29	0.36	8.5
37	4.34	790	57	29	104	60	97	1.23	0.42	7.7
39	4.40	820	66	25	99	69	105	1.20	0.40	n.d.
41	4.89	900	57	25	94	85	136	0.86	0.31	n.d.
43	5.41	1000	55	26	92	66	118	0.88	0.26	n.d.
45	6.18	1090	38	24	93	45	77	0.51	0.20	5.6
47	4.64	910	60	25	97	57	101	1.00	0.25	n.d.
49	4.34	840	54	25	100	57	92	0.98	0.30	6.0
51	4.63	790	44	26	110	54	77	1.20	0.43	n.d.
53	4.34	690	47	27	106	36	65	1.16	0.46	n.d.
55	3.87	640	45	28	104	35	60	1.22	0.43	6.9
57	3.80	610	47	29	110	48	66	1.22	0.51	n.d.
59	3.87	620	47	34	130	43	68	1.20	0.53	n.d.
61	3.70	610	46	28	110	43	65	1.12	0.52	n.d.
63	4.00	650	46	30	111	44	69	1.08	0.53	n.d.
65	3.82	650	43	30	108	49	65	1.08	0.52	7.0
67	4.00	620	45	30	111	47	69	1.11	0.55	n.d.
69	4.04	630	45	29	109	49	65	1.19	0.59	n.d.
71	4.09	640	46	30	106	50	62	1.16	0.65	n.d.
73	4.07	650	43	29	107	43	67	1.20	0.50	n.d.
75	4.18	650	40	25	98	42	70	1.09	0.60	6.2
77	4.12	600	42	27	109	40	55	1.36	0.67	n.d.
79	3.98	590	42	27	107	39	54	1.31	0.44	n.d.
81	4.01	600	43	28	107	39	58	1.34	0.47	n.d.
83	3.98	600	43	24	105	37	57	1.39	0.45	n.d.
85	3.85	670	43	24	102	39	74	1.24	0.28	4.4
87	4.18	600	43	23	107	44	65	1.33	0.55	n.d.
89	4.08	610	43	24	107	36	55	1.44	0.47	n.d.
91	4.03	620	44	25	108	35	59	1.37	0.46	n.d.
93	4.13	590	44	25	108	36	58	1.49	0.36	n.d.
95	4.06	560	42	26	104	33	60	1.53	0.36	4.6
97	3.82	560	45	25	108	32	60	1.63	0.23	n.d.
99	3.60	540	48	25	109	32	60	1.93	0.27	n.d.
101	3.65	530	48	24	110	35	59	2.18	0.66	n.d.
103	3.63	530	46	24	108	32	58	2.50	0.67	4.5
105	3.52	510	44	23	103	31	59	2.76	0.67	3.9
107	4.29	560	41	25	92	41	56	4.26	1.91	4.0
109	4.70	660	44	25	103	41	62	2.15	1.42	4.0
111	4.28	590	45	26	111	40	63	1.40	0.49	n.d.
113	4.01	580	47	26	111	42	66	1.19	0.36	n.d.
115	3.88	580	43	26	100	46	60	1.15	0.26	4.7
117	3.90	580	47	26	106	47	66	1.24	0.39	n.d.
119	4.00	610	46	25	100	45	66	1.02	0.40	n.d.
121	4.18	650	48	24	101	43	65	0.81	0.38	n.d.
123	4.81	740	54	21	99	43	71	0.70	0.40	n.d.
125	5.30	760	59	18	95	48	75	0.49	0.27	4.8
127	4.52	640	50	21	110	35	66	0.85	0.38	n.d.
129	4.07	640	54	23	110	47	67	1.18	0.43	n.d.
131	4.20	680	53	23	102	57	74	1.18	0.43	n.d.
133	4.63	690	47	23	103	51	65	1.06	0.58	7.5
135	5.12	700	43	23	88	37	60	0.67	0.71	6.3

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

Table A-3 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org.C (%)	Total S (%)	Bio. SiO ₂ (%)
137	4.13	590	47	25	100	46	65	0.84	1.01	6.7
139	3.92	620	43	23	100	45	65	1.21	0.99	n.d.
141	3.86	640	40	23	93	43	61	1.50	1.36	n.d.
143	3.92	690	41	23	93	40	61	1.12	1.58	n.d.
145	4.53	680	39	16	92	38	56	1.55	2.30	4.9
147	4.17	700	42	21	93	39	62	1.64	1.81	n.d.
149	4.28	780	49	21	98	39	61	1.62	1.80	n.d.
151	4.35	760	43	22	98	39	61	1.61	1.69	n.d.
153	4.30	750	43	23	96	40	62	1.51	1.71	n.d.
155	4.13	710	37	25	91	38	53	1.83	1.66	5.2
157	4.82	830	45	22	91	42	72	1.43	2.15	n.d.
159	4.21	730	40	22	94	37	59	1.17	1.82	n.d.
161	4.21	750	39	22	89	39	60	1.93	1.77	n.d.
163	4.28	820	37	20	82	31	50	1.13	1.72	n.d.
165	4.32	770	43	17	93	40	64	1.64	1.88	3.9
167	4.24	710	40	21	97	39	61	1.80	1.79	n.d.
169	4.88	840	60	20	90	47	75	0.90	1.99	n.d.
171	4.50	810	66	20	82	37	49	0.97	1.80	n.d.
173	4.47	790	49	21	97	41	71	1.04	1.85	n.d.
175	4.23	650	37	26	93	39	58	1.54	1.81	4.0
177	4.20	620	38	24	98	37	60	1.58	1.82	n.d.
179	4.16	590	38	23	98	38	60	1.58	1.78	n.d.
181	4.21	580	38	23	99	38	61	1.55	1.73	n.d.
183	4.21	570	39	24	100	38	63	1.95	1.70	n.d.
185	4.20	590	41	19	95	39	64	1.62	1.66	3.9
187	4.50	730	47	22	90	47	77	1.20	1.52	n.d.
189	4.51	790	47	21	83	58	95	1.03	1.35	n.d.
191	3.93	540	41	26	101	38	62	1.83	1.48	n.d.
193	3.82	570	45	23	93	38	58	2.00	1.36	n.d.
195	4.70	660	63	26	87	48	78	1.10	1.48	2.8
197	4.69	750	56	22	85	59	99	0.61	1.48	n.d.
199	4.22	560	40	25	98	39	63	1.13	1.68	n.d.
201	4.21	530	39	24	99	37	60	1.65	1.76	n.d.
203	4.36	650	55	21	86	40	63	1.15	1.48	n.d.
205	4.64	680	52	20	94	48	78	0.87	1.48	2.5
207	4.37	640	53	23	91	32	58	0.94	1.48	n.d.
209	4.82	950	67	20	89	43	62	0.40	2.14	n.d.
211	4.14	490	40	27	101	39	64	1.20	1.49	2.9
213	4.00	480	39	25	101	39	61	1.57	1.53	n.d.
215	4.29	460	39	28	103	41	58	1.34	1.63	3.6
217	4.48	460	44	28	105	39	62	1.75	2.00	n.d.
219	4.36	490	45	28	110	36	62	1.76	1.42	n.d.
221	4.28	500	46	27	113	37	63	1.78	1.01	2.7
223	4.00	510	41	31	105	36	62	0.84	0.18	n.d.
225	4.21	490	45	26	118	43	65	0.81	2.28	2.0
227	3.89	510	39	31	107	38	61	0.56	0.38	n.d.
229	5.01	510	35	27	100	37	55	0.42	1.63	2.2
231	4.20	510	39	29	102	38	63	0.72	0.21	n.d.
233	4.23	490	44	28	104	44	66	1.37	1.33	n.d.
235	4.54	450	41	27	108	45	60	1.75	1.70	3.1
237	4.23	450	45	29	107	40	63	1.81	1.50	n.d.
239	4.20	510	40	29	107	35	65	1.98	0.61	n.d.
241	4.21	470	46	30	111	39	67	1.58	0.37	n.d.
243	6.37	790	71	21	87	49	87	0.74	2.12	n.d.
245	4.73	460	38	24	106	36	65	0.67	0.12	2.9
247	4.22	470	46	30	107	40	67	1.64	0.27	n.d.
249	4.40	530	44	31	107	36	62	1.11	0.20	n.d.
251	4.40	510	40	34	110	34	62	0.88	0.17	n.d.
253	4.41	490	39	30	112	40	62	0.86	0.22	n.d.
255	4.56	440	41	26	104	37	61	1.60	0.24	2.7
257	4.49	460	44	28	112	32	62	1.39	0.18	n.d.
259	4.31	470	37	32	110	32	62	0.78	0.17	n.d.
261	5.68	450	35	31	110	36	60	0.63	1.56	n.d.
263	5.43	470	41	31	110	36	60	1.20	0.46	n.d.
265	4.72	480	38	24	105	38	57	1.30	0.14	2.7
267	4.85	690	44	23	95	50	85	1.14	0.28	n.d.
269	4.81	610	49	23	105	49	85	1.65	0.31	n.d.

Table A-3(Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org.C (%)	Total S (%)	Bio. SiO ₂ (%)
271	4.18	490	45	31	113	34	65	1.15	0.19	n.d.
273	4.63	500	45	33	108	43	67	0.81	0.35	n.d.
275	4.67	610	42	25	91	48	65	0.39	0.15	2.9
277	4.46	500	42	32	105	45	65	0.47	0.16	n.d.
279	5.62	480	44	31	101	38	60	0.58	0.81	n.d.
281	5.13	520	53	29	99	34	69	0.98	0.28	n.d.
283	5.20	940	61	19	81	45	100	0.55	0.49	n.d.
285	4.22	490	39	22	99	33	58	0.88	0.19	3.1
287	4.58	420	38	30	108	34	60	1.16	0.16	n.d.
289	4.70	430	50	29	112	37	61	2.01	0.31	n.d.
291	4.61	440	44	25	102	31	62	2.01	0.42	n.d.
293	4.40	430	40	28	103	29	61	1.04	0.24	n.d.
295	4.68	410	37	31	105	33	63	0.68	0.21	3.3
297	4.89	450	37	25	111	36	62	1.00	0.27	n.d.
299	4.88	390	45	26	108	37	61	2.28	0.50	n.d.
301	4.36	430	43	31	108	36	63	1.10	0.20	n.d.
303	4.49	430	38	29	107	33	62	0.77	0.18	n.d.
305	5.06	390	40	26	108	38	64	1.35	0.42	3.6
307	4.72	410	43	29	107	34	59	1.59	0.25	n.d.
309	5.02	680	37	22	91	40	63	1.07	0.96	n.d.
311	4.71	450	44	29	107	33	60	2.16	0.44	n.d.
313	5.10	780	51	22	91	62	97	1.25	0.51	n.d.
315	4.21	430	46	27	108	45	67	1.97	0.41	3.8
317	4.06	520	43	30	107	46	70	0.61	0.17	n.d.
319	4.72	720	42	23	90	47	86	0.31	0.24	n.d.
321	4.38	510	40	30	101	39	61	0.47	0.20	2.1
323	4.07	490	37	30	102	39	62	0.46	0.19	n.d.
325	5.22	350	41	23	108	38	62	1.76	0.89	3.0
327	4.40	390	40	31	107	33	62	1.28	0.21	n.d.
329	4.61	410	43	32	111	38	62	1.59	0.21	n.d.
331	4.42	390	43	32	107	32	54	1.77	0.23	n.d.
333	4.38	390	42	31	108	32	53	2.00	0.28	n.d.
335	4.70	370	40	26	104	32	57	2.10	0.30	4.4
337	4.40	390	44	30	107	31	53	1.86	0.24	n.d.

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

第 A-4表 柱状試料25の分析結果

Table A-4 Analytical data for core 25.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
1	3.79	9700	45	40	104	51	62	1.18	0.27
5	3.62	17400	49	43	102	44	62	1.36	0.25
10	3.46	1070	50	42	110	43	64	1.22	0.22
20	3.98	4100	51	43	104	59	69	1.04	0.22
40	3.50	1300	52	34	103	51	59	1.04	0.22
60	3.35	1300	50	38	110	51	63	0.88	0.27
80	3.33	1000	50	32	112	47	67	1.00	0.37
100	3.76	870	51	30	115	49	65	1.83	0.51
110	4.37	950	45	30	111	55	59	1.50	0.58
120	4.60	730	43	30	106	45	70	1.78	0.50
130	6.48	1970	41	27	100	34	56	1.50	1.55
134	5.39	1200	39	24	100	34	57	1.42	0.95
136	4.50	910	40	28	100	38	59	1.62	0.45
138	4.62	890	46	26	115	45	60	2.80	0.45
140	4.35	850	67	26	122	59	72	3.75	0.46
142	4.21	1470	62	29	118	76	68	1.70	0.36
144.5	4.36	2100	60	33	112	72	72	1.43	0.40
148.5	4.09	2400	56	33	102	57	61	0.69	0.39
153.5	4.10	1350	53	31	106	44	61	0.92	0.27
156.5	4.39	1400	52	28	113	48	63	0.36	0.24
157.5	4.40	1300	62	28	116	46	59	0.37	0.26
158.5	4.60	1320	68	28	116	49	59	0.36	0.26
159.5	4.50	1300	66	29	111	50	60	0.34	0.25
163.5	4.40	1300	53	31	102	42	64	0.57	0.25
167.5	4.38	760	50	26	96	36	64	0.47	0.22
170	4.22	850	55	26	102	40	70	0.57	0.20
172	4.81	830	57	23	94	55	65	1.33	2.28
174	4.40	690	36	24	85	35	59	0.98	2.86
180	4.00	610	31	22	81	30	55	1.00	2.76
190	4.43	590	34	22	88	30	58	0.74	2.46
200	4.47	810	41	22	105	42	67	1.08	2.48
210	4.82	890	40	22	101	39	61	1.43	3.50
220	4.56	410	38	19	97	37	74	0.80	2.30
230	4.69	850	42	32	127	50	74	0.74	1.47
240	4.90	610	41	21	93	36	75	0.98	1.97
250	5.25	710	53	33	136	55	75	1.45	1.50
260	4.40	1070	37	30	111	48	83	0.82	0.36
270	4.83	1060	62	33	122	54	79	1.80	0.52
280	4.51	710	59	32	129	47	90	1.48	0.30
300	4.79	710	43	32	110	42	83	0.45	0.30
320	5.26	800	49	27	129	58	74	1.25	0.48
340	4.52	3200	39	28	110	51	76	0.58	0.25
360	4.32	2160	40	28	109	49	78	0.59	0.21
380	4.39	720	36	30	107	45	79	0.38	0.23
400	4.28	1030	47	30	109	41	76	0.50	0.29
420	4.07	1030	40	29	122	63	76	0.56	0.54
440	3.83	1040	42	30	110	42	76	0.45	0.29
460	4.70	620	43	31	111	43	70	1.25	0.44

第 A-5表 柱状試料26の分析結果

Table A-5 Analytical data for core 26.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
1	4.12	1370	46	30	109	48	70	1.32	0.52
7	3.61	4800	46	33	108	56	69	1.03	0.30
15	3.73	5200	50	34	112	52	71	0.88	0.25
30	3.60	7100	49	34	109	50	70	0.77	0.24
45	5.53	820	40	42	99	40	63	0.93	0.26
53	4.00	450	54	32	102	44	58	0.50	0.22
60	3.95	470	46	28	99	37	66	0.80	0.24
65	4.67	450	41	23	89	36	60	0.75	0.29
68	4.52	410	71	31	109	44	66	1.14	0.23
74	3.88	430	52	38	110	44	67	1.33	0.26
75.5	3.91	490	56	33	118	52	66	1.65	0.24
77	4.83	450	62	33	117	80	66	2.68	0.50
79	4.10	370	56	33	110	72	66	2.52	0.43
85	4.71	390	50	33	100	60	62	1.76	0.59
91	4.48	390	44	33	97	48	62	1.43	0.50
94	4.80	380	50	31	101	45	63	1.30	0.56
96	4.16	500	70	29	132	86	71	3.56	0.42
98	4.45	480	69	36	120	76	74	1.52	0.46
101	2.90	610	41	31	81	36	44	0.92	0.28
106	4.25	610	56	31	117	43	66	0.31	0.36
111	4.75	990	42	27	102	48	70	0.40	0.31
115	4.70	670	31	26	112	45	71	0.75	0.35
117	4.70	1700	49	26	112	75	72	1.30	1.43
119	4.72	660	36	25	112	54	58	1.86	3.13
121	4.78	790	36	26	107	45	58	2.18	2.39
123	4.96	790	32	26	103	37	57	1.76	1.88
125	4.78	660	32	25	100	37	58	1.36	3.51
131	5.01	770	37	25	105	46	63	1.65	2.54
136	5.25	580	38	26	108	46	66	1.21	2.53
141	4.80	540	33	26	97	44	68	0.87	2.98
146	5.73	450	36	26	117	51	68	0.70	3.19
151	5.19	520	50	31	128	47	72	1.04	1.24
154	3.82	600	32	34	110	40	56	0.32	0.65
156	4.00	610	29	36	112	34	56	0.32	1.02
160	4.50	700	38	41	114	43	59	0.32	1.12
164	4.09	2100	51	39	128	53	76	0.33	0.46
166	4.08	2050	49	30	121	47	76	0.60	0.71
167	4.38	590	28	29	111	43	63	0.14	0.45
169	4.26	520	35	26	104	43	67	0.31	0.57
177	5.50	310	54	26	90	35	69	1.24	1.99
181	5.80	540	50	31	160	74	80	1.38	1.13
185	4.78	540	39	29	113	43	77	0.62	0.42
187	5.03	600	48	29	111	44	77	0.88	0.40
191	5.03	510	26	32	104	31	56	0.15	0.60
196	3.91	610	35	35	122	43	58	0.56	0.31
201	4.60	1950	43	35	122	53	72	0.72	0.38
203	5.80	4000	55	32	123	55	73	1.40	0.96
205	5.11	1180	36	32	104	42	66	0.42	0.30
209	4.02	630	39	33	111	43	66	0.54	0.28
213	4.46	530	37	37	123	63	67	0.63	0.64
217	4.86	810	43	33	111	50	74	0.44	0.29
221	5.81	1160	61	32	113	50	79	1.14	0.34
226	4.42	570	45	27	111	49	81	0.70	0.25
230	5.16	650	39	32	110	50	66	0.60	0.48
233	5.17	730	69	32	135	68	76	2.27	0.38
236	4.40	650	41	37	116	53	80	0.47	0.17
241	6.30	680	34	29	108	49	61	0.32	0.32
246	4.85	840	52	32	131	56	76	0.97	0.26
253	5.96	680	52	29	142	83	65	1.48	0.77
257	4.56	730	69	30	155	61	63	2.30	0.28

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

Table A-5 (Continued)

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
262	5.68	1200	54	30	97	55	59	0.57	0.28
266	5.00	880	47	31	116	51	63	0.70	0.30
270	5.10	710	39	32	111	55	69	0.62	0.22
275	4.53	610	49	33	123	53	76	0.64	0.20
281	4.01	620	35	32	118	45	54	0.57	0.26
286	4.10	2650	42	31	115	49	74	0.70	0.32
291	5.10	820	32	30	99	43	65	0.38	0.30
296	4.02	610	35	29	119	45	60	0.64	0.30
301	4.38	1150	49	30	111	57	71	0.65	0.29
306	4.21	2000	41	30	110	48	79	0.48	0.26
311	4.33	850	43	33	111	46	73	0.38	0.19
316	4.30	740	41	31	102	46	72	0.40	0.21
321	4.72	670	40	31	103	43	69	0.50	0.22
326	3.62	560	31	32	109	31	52	0.49	0.22
331	4.12	550	38	36	126	39	54	0.64	0.31
334	4.12	1140	34	33	110	35	57	0.26	0.33
336	4.40	2120	39	34	111	36	58	0.47	0.55
341	4.30	1090	44	30	103	46	70	0.44	0.25
346	3.81	850	32	23	94	52	75	0.45	0.36
350	5.35	540	30	25	113	45	70	0.27	0.95
352	5.29	530	79	30	100	40	74	1.90	0.95
354	3.53	460	24	24	85	29	48	0.68	1.09
356	5.00	420	52	26	87	31	58	1.68	2.50
361	4.48	520	34	26	112	48	67	0.26	0.77
366	4.59	570	39	33	137	63	75	0.34	0.84
371	6.02	410	38	44	97	33	69	0.83	1.82
375	5.10	330	80	33	89	33	60	3.40	2.11
381	4.55	510	34	24	105	44	69	0.32	1.14
386	4.20	760	39	29	100	46	67	0.37	0.39
391	6.25	680	52	33	103	40	64	0.93	1.18
396	4.57	540	46	32	112	40	69	0.91	0.53
401	5.10	440	50	24	107	41	62	1.25	0.93
406	5.91	360	49	24	89	32	66	1.45	0.98
411	5.10	480	60	28	111	39	66	2.26	0.61
416	4.03	670	65	34	178	67	72	2.00	0.46
421	4.12	560	32	26	112	31	54	0.43	0.43
426	3.75	640	28	24	75	18	29	0.24	0.32
431	4.30	640	44	33	94	40	59	0.96	0.33
436	5.20	520	51	34	104	41	67	0.87	0.40
439	4.60	500	88	26	126	61	74	3.63	1.03
441	4.62	920	79	57	228	162	80	3.90	0.88
446	6.30	410	46	30	85	31	61	1.01	0.82
451	4.22	600	46	35	116	60	61	0.88	0.42
456	4.40	770	50	37	119	67	69	0.81	0.41
461	4.48	790	45	35	107	48	61	0.67	0.30
466	3.86	500	45	36	108	40	67	0.52	0.25
471	4.81	560	43	33	99	44	53	0.56	0.48
475	5.35	570	50	34	106	53	60	1.01	0.32
478	4.40	520	64	34	117	52	68	1.24	0.25
480	1.52	750	11	27	65	2	6	0.04	0.08

第 A-6表 柱状試料32の分析結果

Table A-6 Analytical data for core 32.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)
0	3.60	720	28	41	108	35	58	1.19	0.35
5	3.36	450	30	36	106	36	58	1.67	0.35
10	3.58	400	28	33	100	36	55	1.65	0.49
20	3.52	400	28	30	98	36	55	1.65	0.47
30	3.60	370	28	28	94	37	56	1.72	0.67
40	3.62	420	28	28	96	36	57	1.59	0.59
50	3.77	400	28	27	96	37	61	1.50	0.58
60	3.90	400	29	27	97	37	64	1.41	0.57
70	3.77	420	29	28	101	37	64	1.50	0.60
80	3.78	440	28	28	104	37	65	1.49	0.67
90	3.81	440	26	27	100	35	61	1.50	0.68
100	4.03	420	29	25	104	35	67	1.83	1.01
105	4.04	420	29	24	104	36	70	2.01	1.06
107	4.09	460	28	25	99	35	67	2.18	0.93
109	4.08	420	29	24	100	35	67	1.82	0.83
111	3.90	450	29	26	104	34	67	1.58	0.66
120	3.85	420	28	27	101	34	65	1.32	0.58
130	3.92	470	28	27	104	35	63	1.30	0.59
140	3.92	470	28	27	106	41	61	1.27	0.64
150	3.92	460	29	28	106	34	56	1.26	0.65
160	4.09	450	29	23	112	29	52	0.97	0.63
170	3.82	450	35	24	95	26	53	0.94	1.06
180	4.20	660	35	22	105	47	57	0.96	1.55
182	3.86	500	36	23	100	35	61	0.87	1.31
184	3.69	580	34	21	98	34	52	0.90	1.36
190	3.76	570	35	20	87	28	57	0.81	1.71
200	3.68	440	36	26	106	30	53	1.04	0.76
210	3.67	440	39	24	104	31	55	0.97	0.79
220	3.15	370	35	21	94	25	50	0.96	2.58
230	3.30	400	35	23	100	28	53	1.27	1.84
240	4.63	420	39	26	114	30	60	0.78	1.69
250	3.66	450	34	25	115	31	55	0.64	0.52
260	4.81	560	32	25	115	28	42	0.46	1.81
270	4.98	460	35	26	118	28	50	0.76	1.70

日本海東部の海底堆積物の元素濃度 (寺島ほか)

第 A-7表 柱状試料731の分析結果

Table A-7 Analytical data for core 731.

Depth (cm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Org. C (%)	Total S (%)	Bio. SiO ₂ (%)
0	4.26	8100	42	41	97	51	60	1.19	0.35	11.4
10	2.91	430	51	40	110	48	63	1.58	0.36	13.9
20	2.98	330	43	36	103	48	62	1.53	0.53	18.4
30	3.43	380	43	34	104	50	59	1.63	0.67	16.0
40	3.50	450	42	32	103	49	59	1.54	0.70	13.1
50	3.75	420	47	37	109	49	63	1.53	0.83	10.3
60	3.80	370	48	34	100	38	63	1.78	0.73	8.0
70	3.82	450	49	30	101	39	64	1.98	0.66	6.8
80	4.10	460	48	29	103	38	66	2.02	0.53	5.6
90	3.98	430	50	28	110	38	68	3.06	1.03	6.3
92	3.23	560	48	29	100	35	67	3.04	0.67	5.3
94	3.40	430	40	28	92	34	65	2.66	0.95	4.6
96	5.00	860	46	27	97	47	67	2.57	1.80	4.5
100	4.11	740	48	32	123	57	74	1.53	0.31	3.7
110	4.92	3300	45	28	112	70	67	1.29	0.89	4.1
120	4.45	910	47	28	119	51	65	0.56	0.36	6.0
130	4.24	730	39	27	103	39	66	0.55	0.30	5.4
133	4.12	660	35	28	101	41	69	0.61	0.25	5.5
135	4.70	580	50	26	110	75	64	2.00	1.95	4.7
137	4.38	680	41	27	101	51	64	1.74	2.04	4.6
140	4.09	840	40	26	95	49	61	2.23	1.76	4.5
150	4.40	810	42	26	105	43	65	2.15	1.03	4.5
160	4.90	880	42	24	93	39	61	1.55	2.43	2.8
170	4.29	610	43	25	99	41	67	1.68	1.92	3.1
180	3.83	580	47	26	97	39	70	2.30	1.19	3.0
190	4.46	500	45	28	104	41	74	1.42	1.37	3.0
200	4.52	1200	44	35	113	45	76	1.28	0.52	2.5
210	4.55	1500	41	36	105	41	67	0.73	0.40	2.4
220	4.69	520	42	30	102	50	74	1.78	0.90	2.4
230	5.47	1100	44	29	103	38	74	1.38	0.39	2.4
240	5.68	550	39	33	107	40	74	1.07	0.36	2.1
250	5.62	600	40	34	101	41	74	0.84	0.49	2.1
260	5.37	480	46	31	110	40	80	2.51	0.52	2.3
270	5.64	550	38	32	99	38	73	0.78	0.57	2.4
280	6.14	500	41	30	105	38	74	1.89	0.63	2.5
290	5.80	510	40	30	101	39	74	1.87	0.49	2.2
300	5.50	550	39	31	99	40	76	1.10	0.45	2.3
310	6.35	450	42	24	98	38	71	2.63	2.15	2.4
320	4.68	530	39	35	105	40	76	0.63	0.30	2.1
330	4.92	480	42	31	107	40	75	1.66	0.40	3.2
340	4.95	480	43	29	102	39	71	2.41	0.40	3.6
350	4.96	550	44	28	101	40	72	3.20	0.75	3.6
360	5.34	550	41	30	104	43	78	1.13	0.46	2.4
370	5.80	510	42	30	98	41	71	2.13	0.59	2.4
380	5.65	570	44	30	108	42	75	1.72	0.48	2.7
390	5.69	490	43	33	108	46	77	0.98	0.41	2.0
400	5.72	570	41	32	105	47	74	0.63	0.35	2.0
410	5.42	590	39	32	105	42	71	0.69	0.36	2.1
420	5.50	510	40	34	106	44	73	0.69	0.41	2.1
430	4.90	650	42	35	109	49	73	0.78	0.34	1.5