

MR99-K04次航海で採取された北西太平洋域における堆積物の概要

山本 浩文*¹ 山内 守明*² 青木かおり*³
堀井 雅恵*⁴ 菅原 敏勝*⁵

過去2万年における黒潮および黒潮続流の動きを理解するために、北西太平洋の東経152度線を中心とした南北方向に黒潮流軸に直交する断面で海底堆積物の採取を行っている。今回は東経142度55分・北緯40度33分、東経149度51分・北緯40度05分、東経152度・北緯37度30分で採泥した。船上で各堆積物の肉眼、X線透過観察による記載と色や帯磁率測定を行った。3本のコアは、主に珪藻、放散虫を多く含む clay からなり、多くの火山灰層が介在することが明らかになった。

キーワード：黒潮続流域，ピストンコアラ，堆積学，マルチセンサーコアロガー

Lithology of piston cores recovered from the deep sea floor in the western North Pacific during the R/V Mirai cruise [MR99-K04]

Hirofumi YAMAMOTO*⁶ Moriyoshi YAMAUCHI*⁷ Kaori AOKI*⁸
Masae HORII*⁹ Toshikatsu SUGAWARA*¹⁰

Three piston cores were collected from the western North Pacific during the R/V Mirai cruise [MR99-K04]. The sediments were recovered from water depths deeper than carbonate compensation depth (CCD) around the 152° E transect between 40° N and 30° N. Reconstruction of the movement of Kuroshio and Kuroshio Extension during glacial-interglacial periods is to improve our understanding of the evolution of surface current system in the North Pacific.

The lithology of sediment is composed mainly of diatom-radiolaria-bearing clay with intercalated many volcanic ash layers. Based on description and physical property measurements.

Key Words : Kuroshio Extension, Piston corer, Lithology, Multi-Sensor Core Logger[MSCL]

* 1 海洋観測研究部
* 2 海洋観測研究部流動研究員(甲南高等学校)
* 3 北海道大学大学院地球環境科学研究科
* 4 名古屋大学大学院理学研究
* 5 株式会社マリン・ワーク・ジャパン
* 6 Ocean Research Department
* 7 Konan boys' High School
* 8 Hokkaido University, Graduate School of Environmental Earth Science
* 9 Graduate School of Science, Nagoya University
* 10 Marine Works Japan Ltd.

1. はじめに

日本東岸の北西太平洋では、北上する黒潮系暖水と南下する親潮系冷水が流れている。これらの海流は三陸沖で会合し、その後、黒潮統流として東進し、北太平洋の亜熱帯循環系に大きな影響を及ぼしている。

これまでの古海洋学研究は過去約2万年の黒潮前線の変遷に注目されてきた^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 8), 10)}。しかし、混合水塊が形成されている三陸沖やそれ以北の海域における海洋環境変遷について詳しく研究された例はほとんどなく^{11), 12)}採泥点も限られている。そのため、最終氷期最寒期(LGM)における親潮系冷水塊の挙動やそれにとともなう海洋環境変遷に関して詳しく解明されていないのが現状である。そこで本研究で求める古海洋学上の対象期間をLGMから現在にかけての過去約2万年間とし、時間スケールは数百年～数千年をめぐり、過去の親潮系冷水の挙動を中心に、黒潮系暖水やそれらの混合水塊の動態を詳細に復元することを目的として、三陸沖の日本海溝東側の海域で採泥を行った。

2. 採泥点

日本海溝陸側斜面上の平坦面の北緯40度33.3分東経142度55.0分・水深1,555m (St.1)、日本海溝東側の北緯40度5.05分東経149度51.0分・水深5,608m (St.2)、北緯37度30.0分東経152度・水深5,848m (St.3)の3地点で採泥を行った(図1)。各採泥点は、Sea BeamやSub Bottom Profilerを使って海底地形および海底表層の堆積状況を詳しく調査した後、その場所を選定した(表1)。

使用したピストンコアラーは、St.1で大口径コアラー(φ115 mm, パイプ長10m, 重さ2.5トン)、St.2, St.3で中口径コアラー(φ80 mm, パイプ長20 m, 重さ1.5トン)を用いた。トリガーコアラーとして、St.1ではパイロットコアラー、St.2とSt.3ではアシュラコアラー[ミニマルチプルコアラー]を使用し、堆積物表層(約30 cm)を乱すことなく採取した(表2)。

3. 船上における堆積物の解析

採取した堆積物は、船上で採泥管を1 mごとに切断した後、採泥管から押し出しを行い、その後、半裁した。直ちに色測定を行ない、堆積物全体の肉眼観察と軟X線透過観察による記載、帯磁率測定を行った。その後、各コア試料について、今後の分析用として図2のようにサ

ンプリングを行った。

色測定については、色彩色差計(ミノルタ社製, CM2002型)をもちいて、5cm間隔でルーチン分析として行なった。測定結果は、1976年に国際照明委員会が定めたL*a*b*表色系で表示した。各表色系は、それぞれ明度[0(黒)～100(白)]をL*値、色相と彩度を示す色度をa*[+(赤)～-(緑)], b*[+(黄色)～-(青)]として表わした。

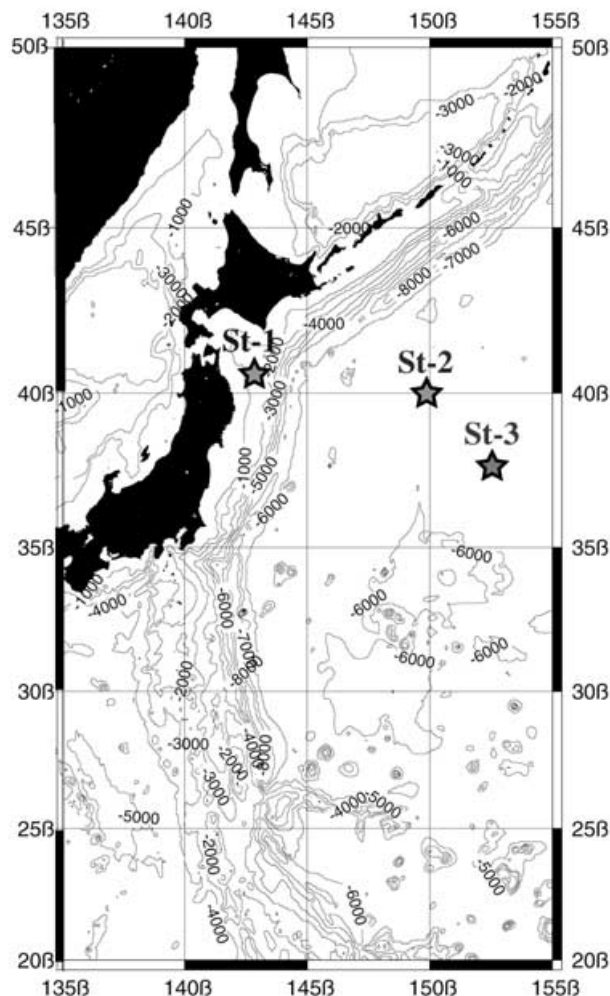


図1 本研究航海で採取したピストンコア地点

Fig.1 Map showing the location of the sediment cores used in this study.

表1 MR97-04次航海におけるピストンコア採取地点

Table1 Locations list of core sampling during the R/V Mirai cruise MR99-K04.

Station No.	Latitude (N)	Longitude (E)	Water Depth (m)	Recovery (cm)	Lithology	Pirot Core (cm)
St.1	40° 33.3'	142° 55.0'	1,555	478.0	Dark olive silty clay	21.0
St.2	40° 05.0'	149° 51.0'	5,608	1813.0	Dark olive clay	31.6, 31.2, 30.8
St.3	37° 30.0'	152° 00.0'	5,848	1876.0	Dark greenish gray clay	27.5, 30.0, 28.5

表2 各採泥点におけるピストンコアのタイプと堆積物の長さ

Table2 Type of piston corer and recovery length of sediments during the R/V Mirai cruise MR99-K04.

Station No.	St.1	St.2	St.3
Date	7/23	7/24	7/26
Water Depth	1,555m	5,608m	5,848m
Core Type	5m*2 10m	5m*4 20m	5m*4 20m
Head Weight	2.5t	1.25t	1.25t
diameter	φ 110mm	φ 80mm	φ 80mm

Section	S. Length	Core Length
1	69cm	69cm
2	100cm	169cm
3	102cm	271cm
4	101cm	372cm
5	95cm	467cm
CC	11cm	478cm
Total Length		478cm

Pirot Core
21.0cm

Section	S. Length	Core Length
1	98cm	98cm
2	101cm	199cm
3	99cm	298cm
4	107cm	405cm
5	99cm	504cm
6	99cm	603cm
7	102cm	705cm
8	98cm	803cm
9	98cm	901cm
10	96cm	997cm
11	98cm	1095cm
12	97cm	1192cm
13	102cm	1294cm
14	103cm	1397cm
15	101cm	1498cm
16	101cm	1599cm
17	101cm	1700cm
18	101cm	1801cm
CC	12cm	1813cm
Total Length		1813cm

Multiple Core
A 31.6cm
B 31.2cm
C 30.8cm

Section	S. Length	Core Length
1	87cm	87cm
2	96cm	183cm
3	99cm	282cm
4	100cm	382cm
5	98cm	480cm
6	97cm	577cm
7	97cm	674cm
8	98cm	772cm
9	98cm	870cm
10	98cm	968cm
11	98cm	1066cm
12	99cm	1165cm
13	98cm	1263cm
14	99cm	1362cm
15	99cm	1461cm
16	99cm	1560cm
17	101cm	1661cm
18	101cm	1762cm
19	101cm	1863cm
CC	13cm	1876cm
Total Length		1876cm

Multiple Core
A 27.5cm
B 30.0cm
C 28.5cm

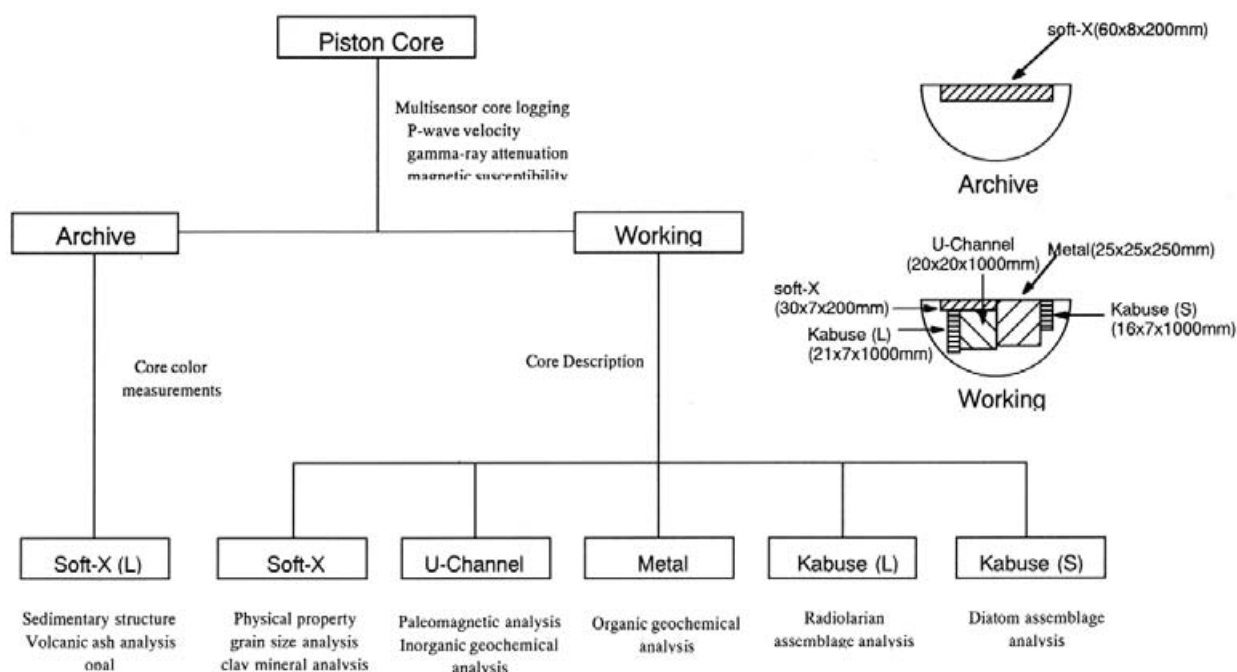


図2 ピストンコア試料の採取

Fig.2 Paleoceanographic analysis method of the cruise MR99-K04

4. 岩相記載

各コアの岩相記載，色の特徴を述べる。

(1) St.1

堆積物は灰オリーブ(7.5Y, 6/2)のシルト質粘土である(図3)。全体をとおして，パミス，礫や貝殻片がよく観察された。コア中には6個の火山灰層と細粒砂層および中粒砂層が介在している。深度310 - 360cmでは，ラミナを示す堆積構造が観察された。

堆積物の明度を表す L^* は，平均値42であり，砂層と火山灰層でその値は増加する。 a^* は，コア上部の砂層や火山灰層でその値は大きく，平均値は-0.5前後である。 b^* に関しては，コア中の砂層，火山灰層でその値が減少する傾向がある。アシュラコアには特徴的な堆積構造が見られず，全体がオリーブブラック(7.5Y, 3/2)の均質なシルト質粘土からなる。

(2) St.2

堆積物は全体をとおしてダークオリーブグレイ(7.5Y, 4/4)の粘土であり(図4)，17の火山灰層が介在する。933cm, 938 - 939cm, 943 - 944cmには細礫が存在した。その他火山灰のパッチが多く介在する。また，生物擾乱が833.0 - 862.0cm, 1397.0 - 1437.0cm, 1640.0 - 1659.0cm,に多く見られる。コア上部(0.0 - 15.0 cm)で暗オリーブ褐色の酸化軟質層が観察された。

堆積物の明度を表す L^* は，平均値42であり，砂層と火山灰層でその値は増加する。 a^* は火山灰層3や14でその値が大きく，平均値は - 0.5前後である。 b^* に関してはコア上部の酸化粘土層とコア最下部近傍の火山灰層の部分では逆の値を示している。

(3) St.3

堆積物は暗緑灰色(7.5GY, 4/1)の均質な粘土である(図5)。全体をとおして巣穴化石が多く，生物による擾乱がよく観察される。8つの火山灰層やラミナ構造(809.0 - 838.0cm)を介在する。549 - 558.7 cmにみられる砂層は上部細粒化の級化層理が観察された。

色測定データからは， L^* , a^* , b^* は大きな変動はみられない。

5. 各コアの帯磁率測定

St.1, St.2, St.3の3本のコアについてU-channelによるサンプリングを行った。1セクションが1mより長い時，適宜プラスチックキューブで補った。帯磁率測定を行った(図3, 4, 5)。

船上で行った帯磁率の測定結果について，岩相記載と比較した予察的な解釈を述べる。

(1) St.1

採泥管の直径10cm，試料の長さ478cm

10cm径のコアがマルチセンサーコアロガー(MSCL)に通らないため，手動でコアを2cmづつ移動させて帯磁率測定を行った。再現性を調べるために同じ箇所でも2回測定を行った結果，2回の測定値にほとんど差がなく(0 ~ 1程度)，測定の再現性に関して問題はないといえる。た，0点のドリフトを調べるために1セクション測定終了ごとにブランクを測定した。ブランクの測定値は-1~1程度で，ドリフトはほとんどなかった。今回の測定場所は安定した磁場環境であったといえる。

最も顕著な特徴として，上部から50cm近辺のピークがあげられる。その値はSI表示で700まで上がっており，堆

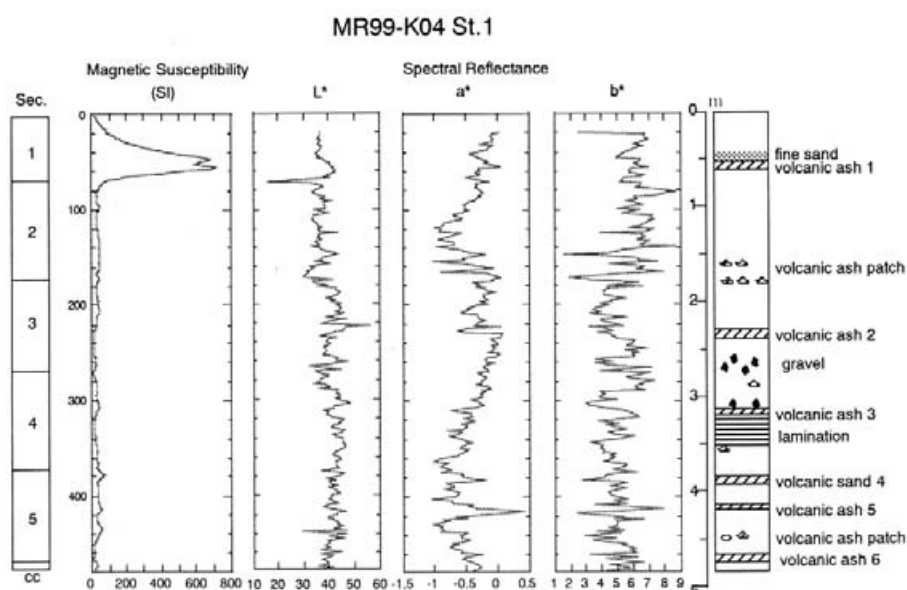


図3 ピストンコアSt.1の岩相記載，色(L^* , a^* , b^*)および帯磁率
Fig.3 Lithology, color and magnetic susceptibility in piston core St.1

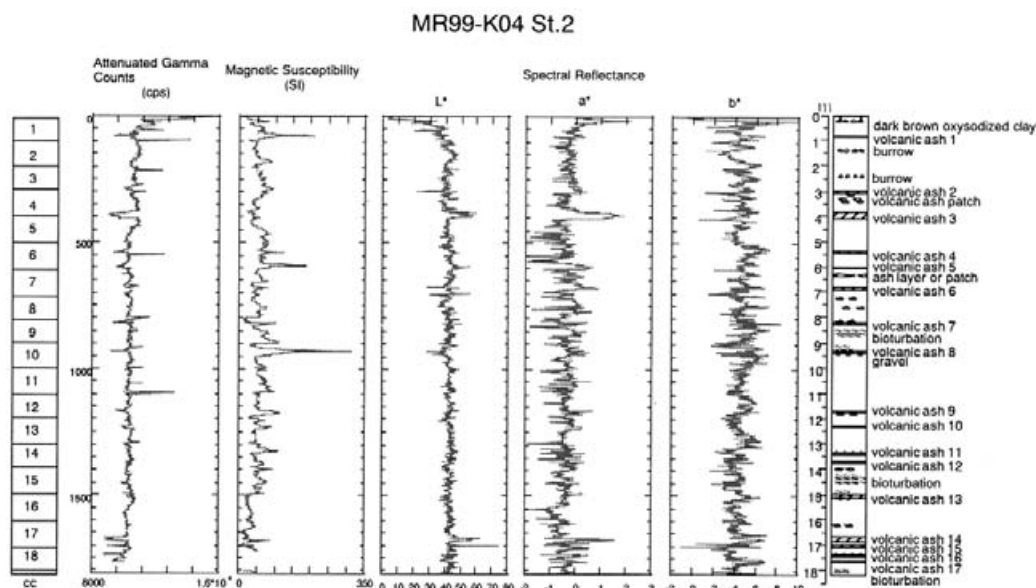


図4 ピストンコアSt.2の岩相記載，色(L*, a*, b*)および帯磁率

Fig.4 Lithology, color and magnetic susceptibility, attenuated gamma Counts of piston core St.2

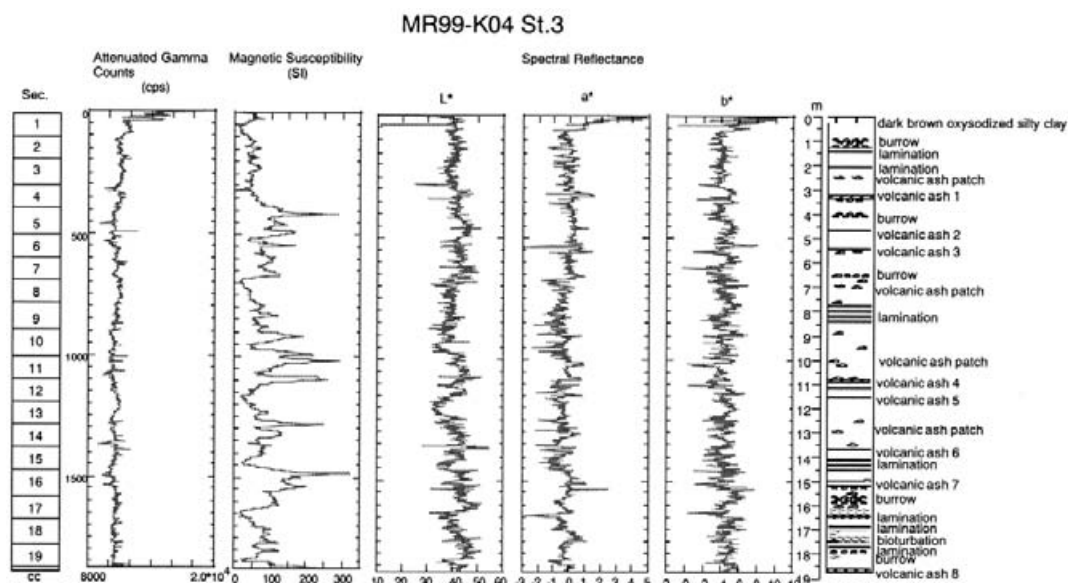


図5 ピストンコアSt.3の岩相記載，色(L*, a*, b*)および帯磁率

Fig.5 Lithology, color and magnetic susceptibility, attenuated gamma Counts in piston core St.3

積物としては極端に高い帯磁率である。この他の部分は100以下の値で変動している。上部から50cm付近には砂層と火山灰層があり、砂層中の粗粒な磁性鉱物か、火山灰層中の磁性鉱物が原因で帯磁率の上昇が見られたと考えられる。その他の部分についてはむしろ他のコアより帯磁率が平均的に低い。これは生物源堆積物(炭酸塩)が多く、磁性鉱物が相対的に希釈されていることが考えられる。火山灰がほとんど火山ガラスのみからなる場合は、周りの堆積物と帯磁率が変わらないか、あるいは低

くなることもあるので、火山灰層で必ずしも帯磁率が高くなっているわけではない。

(2) St.2

採泥管の直径8cm，試料の長さ1813cm

コア上部から80cm付近，940cm付近の帯磁率のピークはそれぞれ柱状図の火山灰層1，火山灰層8に相当し、火山灰中の磁性鉱物に起因すると考えられる。

590cm付近のピークも火山灰による可能性がある。明

瞭な層を成していない火山灰との対応についても今後細かく検討する必要がある。

(3) St.3

採泥管の直径8cm, 試料の長さ1876cm

コア上部から400cm, 1000cm, 1280cm付近の帯磁率のピークは明瞭な火山灰層には一致していない。また, 全体的にピークの形が火山灰層に起因するようなスパイク状のものではなく, ブロードになっている。

帯磁率の変動パターンはバイカル湖堆積物や南氷洋堆積物のものに似ており, 珪質の生物源堆積物の量変動による磁性鉱物の希釈, 濃集によって帯磁率が変動している可能性がある。今後, 岩相と帯磁率のより細かい対応については調べる予定である。さらに, 古生物のデータと比較して検討する予定である。

6. ま と め

堆積物を使って古環境の解析を行う場合, その試料が分析に適しているかどうかを, 迅速かつ正確に評価することが重要となる。今回採取された3本のコアについて, 船上で岩相記載や各解析をおこなった結果, St.1とSt.2は古環境解析に適している堆積物であることが確認された。St.3は, 再堆積の可能性が高い粗粒な層や生物擾乱を多く介在しているため, その前後の層準での古環境解析には十分注意する必要がある。

今後は, 過去の海洋環境の変動を解読し復元するために, 堆積物の年代を決定する作業をおこなわなければならない。現在, 火山灰分析や古地磁気の伏角変化から古地磁気境界を検出し年代を推定する作業が行われている。今回採泥した場所(水深6000m)では炭酸塩補償深度より深いので有孔虫化石をほとんど産出しない。そこで珪酸の殻をもつ放射虫や珪藻化石群集から過去の海洋環境を推定し, さらに古水温を推定する予定である。

7. 謝 辞

本研究航海をおこなうにあたって, 「みらい」の赤嶺船長および観測士官をはじめとする乗組員の方々には, 全面的なご協力を頂いた。また, (株)GODIや(株)マリンワークの観測技術員の方々からも様々な御支援を頂いた。ここに記して, 感謝の意を表します。

8. 参考文献

- 1) Chinzei, K., Fujioka, K., Kitazato, H., Koizumi, I., Oba, T., Oda, M., Okada, H., Sakai, T. and Tanimura, Y., Postglacial environmental change of the Pacific Ocean off the coasts of central Japan. *Marine Micropaleontology*, **11** : 273-291, (1987).
- 2) Kallel, N., Labeyrie, L. D., Arnold, M., Okada, H., Dudley, W. C. and Duplessy, J. C., Evidence of cooling during the Younger Dryas in the western North Pacific. *Oceanologica Acta*, **11**, 4 : 369-375, (1988).
- 3) Labeyrie, L. D., Kallel, N., Arnold, M., Luilleleclerc, A., Maitre, F., Duplessy, J. C. and Shackleton, N. J., Variability of the intermediate and deep waters in the north west Pacific ocean during the last deglaciation (Estase cruise) . *Oceanologica Acta*, volume special **10** : 329-339, (1990).
- 4) 大場忠道・安田尚登, 黒潮域における最終氷期以降の環境変動. 第四紀研究, **31**(5) : 329-339, (1992).
- 5) 大場忠道・村山雅史・山根雅之・岡俊太郎・山本浩文, [みらい]MR97-04次航海で採取された海底コア中の有孔虫殻の酸素同位体比. 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**, 41-45, (1999).
- 6) 尾田太良・嶽本あゆみ, 浮遊性有孔虫からみた黒潮流域における過去2万年間の海洋変動. 第四紀研究, **31**(5) : 341-357, (1992).
- 7) 沢田 健・半田暢彦, 西七島海嶺域の第四期後期の表面水温の変動－堆積有機物による解析－. 月刊海洋科学, **26** : 444-448, (1994).
- 8) 沢田 健・半田暢彦, 長鎖アルケノンからみた中部太平洋沖の最終氷期以降の海洋表層環境の変動. 月刊海洋科学, **27** : 502-506, (1995).
- 9) Sawada, K. and Handa, N., Variability of the path of the Kuroshio ocean current over the past 25,000 years. *Nature*, **392** : 592 - 595, (1998).
- 10) Takemoto, A. and Oda, M., New planktonic foraminiferal transfer functions for the Kuroshio-Oyashio current region off Japan. *Paleontological Research*, **1** : 237-259, (1997).
- 11) 山根雅之・大場忠道, 三陸沖海底コア(KH94-3, LM-8)の解析に基づく過去9万年間の海洋環境変遷. 第四紀研究, **38**(1) : 1-16, (1999).
- 12) 山本浩文, 「みらい」MR97-04次航海で採取された微化石の温暖種による過去2万年の黒潮変動. 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**, 95-109, (2000).

(原稿受理: 2000年2月10日)

付図 軟 X 線写真 (40枚)

Appendix Soft X-Ray Photographs of 3 piston cores (St.1,2 and 3)

