

MR98-03 次航海において採取された北西太平洋域における 堆積物の概要

村山 雅史*¹ 青木かおり*²

金松 敏也*³ 山本 浩文*⁴

過去における黒潮及び黒潮続流の動きを復元するために、北西太平洋において東経152度線上の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た。北緯40度、35度、30度の3本と平頂海山上の1本、計4本である。St. 4を除く3本のコアは、主に珪藻や放散虫や海綿骨針を多く含むsiliceous clayからなり、多くの火山灰層が介在する。特に、北緯40度の堆積物は珪藻を主体とし、35度、30度に南下するに従い、珪藻の産出が減り放散虫を主体とする堆積物である。各解析結果から、これらの4本のコアのなかでもSt. 2とSt. 3が古環境解析に適した柱状試料であ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 taken from the deep sea floor in the western North Pacific during R/V Mirai cruise [MR98-03]

Masafumi MURAYAMA *⁵ Kaori AOKI *⁶

Toshiya KANAMATSU *⁷ Hirofumi YAMAMOTO *⁸

Four piston cores were collected from the western North Pacific during the R/V Mirai cruise [MR98-03]. The sediments were recovered from water depths deeper than carbonate compensation depth (CCD) along 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 except St. 4 is composed mainly of diatom-, radiolaria-bearing clay with intercalated many volcanic ash layers. The diatom content in St. 1 is relatively higher than that of other two core sediments. Based on description and physical property measurements, it is suggested that the St. 2 and St. 3 cores are suitable for paleoceanographic studies.

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

* 1 海洋観測研究部流動研究員（北海道大学大学院地球環境科学研究科）

* 2 北海道大学大学院地球環境科学研究科

* 3 深海研究部

* 4 海洋観測研究部

* 5 Ocean Research Department, Visiting Researcher (Hokkaido University, Graduate School of Environmental Earth Science)

* 6 Hokkaido University, Graduate School of Environmental Earth Science

* 7 Deep Sea Research Department

* 8 Ocean Research Department

1 はじめに

世界有数の西岸境界流である黒潮は、日本列島東岸を北上し、その後、黒潮続流として北太平洋の亜熱帯循環系 (Subtropical Gyre) に大きな影響を及ぼしている。それでは、過去において黒潮やその続流はどのような動きをしていたのだろうか？ Tompson (1981)¹⁾によると、西太平洋の表層堆積物中の浮遊性有孔虫分布をもとに因子分析を行い、海洋表層の海洋学的データと対比させ、過去15万年間の海洋環境の変遷を調べた。その結果、氷期には subtropical gyre の形成が縮小しており、現在北緯43度付近に存在する亜寒帯前線が南方にシフトしていたことを指摘している。つまり、太平洋中緯度に到達する黒潮およびその続流の平均軸の南北移動は、氷期一週氷期サイクルに伴い大きく変動することが示唆される。

これまで海底堆積物を用いた古環境解析は、主に炭酸塩を多く含む堆積物の解析が中心であった。それは、1) 環境変動の記録者であるCとOの2つの元素とその同位体が含まれている、2) 海洋表層に棲息するナノプランクトンは海洋の第一次生産量の情報をもたらす、3) 有孔虫は、浮遊性と底生が存在し、海洋のあらゆる深度に

棲息し、表層から深層の様々な情報をもたらす、4) 石灰質微化石は、温度や塩分等の水塊特性に応じて群集が変化し、進化速度も速いため古環境復元や化石層序学に極めて適している。以上のように、炭酸塩を含む堆積物は、古海洋学の中心的な題材である。そのため、炭酸塩補償深度 (CCD : Carbonate Compensate Depth) 以深の堆積物から過去の情報を引き出した研究例は圧倒的に少ない。しかし、それは珪質 (珪藻や放射虫等) 微化石を豊富に産出し、無機物、有機物の解析も行うことが十分に可能である。

特に、大太平洋は lysocline (炭酸塩が急激に溶解し始める深度面) が4,000 m付近に存在し (例えば, Farrell and Prell, 1989)²⁾、北西太平洋において炭酸塩を含む堆積物の分布は、大陸近傍、あるいはシャツキー海台やヘス海台など特定な場所に限られるため、広域な情報に乏しい。

そこで、本研究航海では、氷期一週氷期サイクルにともなう過去の黒潮続流の挙動を復元することを主な目的とし、東経152度線上において、南北の緯度方向に黒潮流軸に直交する断面で CCD 以深の海底堆積物の採取を行った。

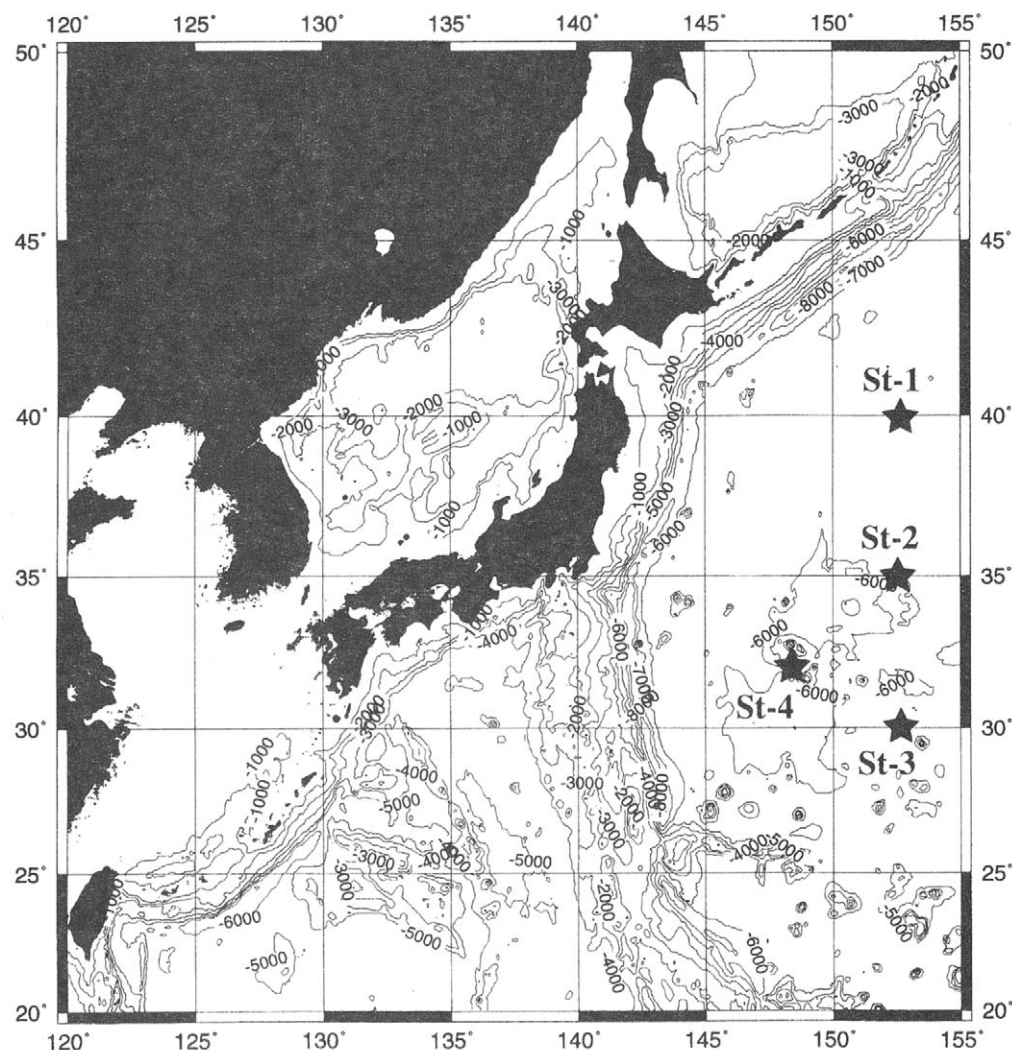


図1 本研究航海で採取した海底コアの採泥地点

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

2 採泥点

試料採取は、東経152度線上の南北方向に、北緯40度、35度、30度と5度おきに3地点と平頂海山上で1点、計4地点で行った（図1）。採泥は深海底の平坦面で行い、水深は約6,000 m前後である（表1）。各採泥点は、Sea BeamやSub Bottom Profilerを使って海底地形及び海底表層の堆積状況を詳しく調査した後、選定された（図2）。

採泥は、JAMSTEC 所有の中口径ピストンコアラークレー（φ 80 mm, パイプ長 20 m, 重さ 1.5 トン）を用いて行われた。すべての採泥点において、トリガーコアラークレーとしてアシュラコアラークレー[ミニマルチプルコアラークレー]を用い、堆積物表層（約 30 cm 前後）を乱すことなく同時に採取している（表2）。

表1 本研究航海における海底コア採取地点

Table 1 Location list of core sampling during the R/V Mirai cruise MR98-03.

Station No.	Latitude (N)	Longitude (E)	Water Depth (m)	Recovery (cm)	Lithology	Asura Core (cm)
St.1	40° 03.19'	152° 29.43'	5,567	1029.0	Diatom, radiolaria and sponge spicule bearing clay	43.5
St.2	35° 00.02'	152° 30.00'	6,067	1329.0	Radiolaria, diatom and sponge spicule bearing clay	33.5
St.3	30° 03.54'	152° 29.45'	6,078	1561.4	Radiolaria, diatom and sponge spicule bearing clay	18.5
St.4	32° 00.26'	148° 13.34'	1,742	130.0	Calcareous ooze, chalk and rock with manganese nodules	7.5

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

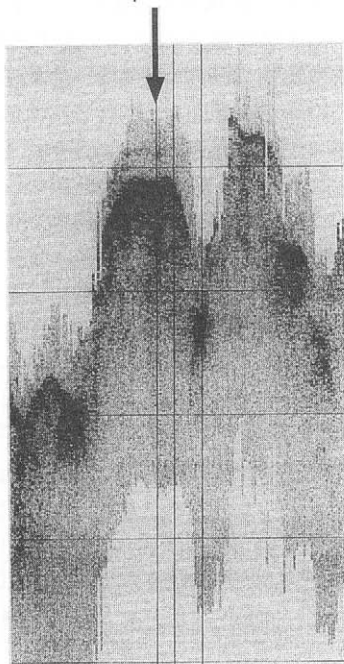
Table 2 Type of piston corer and recovery length of sediments during the R/V Mirai cruise MR98-03.

Piston Core

Station	St.1	St.2	St.3	St.4																																																																																																																
Corer Type	JAMSTEC	JAMSTEC	JAMSTEC	JAMSTEC																																																																																																																
Pipe	5mx4	5mx4	5mx4	5mx2																																																																																																																
weight	20m	20m	20m	15m																																																																																																																
weight	1.5t	1.5t	1.5t	1.5t																																																																																																																
diameter	φ 80mm	φ 80mm	φ 80mm	φ 80mm																																																																																																																
	<table><tr><th>Section No.</th><th>Length (cm)</th></tr><tr><td>1</td><td>96.0</td></tr><tr><td>2</td><td>99.0</td></tr><tr><td>3</td><td>99.5</td></tr><tr><td>4</td><td>99.5</td></tr><tr><td>5</td><td>4.0</td></tr><tr><td>6</td><td>99.0</td></tr><tr><td>7</td><td>96.0</td></tr><tr><td>8</td><td>100.0</td></tr><tr><td>9</td><td>97.0</td></tr><tr><td>10</td><td>93.0</td></tr><tr><td>11</td><td>--*</td></tr><tr><td>12</td><td>59.0</td></tr><tr><td>13</td><td>87.0</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>1029.0</td></tr></table>	Section No.	Length (cm)	1	96.0	2	99.0	3	99.5	4	99.5	5	4.0	6	99.0	7	96.0	8	100.0	9	97.0	10	93.0	11	--*	12	59.0	13	87.0	TOTAL	1029.0	<table><tr><th>Section No.</th><th>Length (cm)</th></tr><tr><td>1</td><td>77.5</td></tr><tr><td>2</td><td>96.5</td></tr><tr><td>3</td><td>100.0</td></tr><tr><td>4</td><td>48.0</td></tr><tr><td>5</td><td>--#</td></tr><tr><td>6</td><td>100.0</td></tr><tr><td>7</td><td>98.0</td></tr><tr><td>8</td><td>100.0</td></tr><tr><td>9</td><td>101.0</td></tr><tr><td>10</td><td>95.5</td></tr><tr><td>11</td><td>99.5</td></tr><tr><td>12</td><td>100.5</td></tr><tr><td>13</td><td>100.0</td></tr><tr><td>14</td><td>100.5</td></tr><tr><td>15</td><td>87.0</td></tr><tr><td>16</td><td>25.0</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>1329.0</td></tr></table>	Section No.	Length (cm)	1	77.5	2	96.5	3	100.0	4	48.0	5	--#	6	100.0	7	98.0	8	100.0	9	101.0	10	95.5	11	99.5	12	100.5	13	100.0	14	100.5	15	87.0	16	25.0	TOTAL	1329.0	<table><tr><th>Section No.</th><th>Length (cm)</th></tr><tr><td>1</td><td>93.5</td></tr><tr><td>2</td><td>100.0</td></tr><tr><td>3</td><td>102.0</td></tr><tr><td>4</td><td>27.5</td></tr><tr><td>5</td><td>98.7</td></tr><tr><td>6</td><td>99.5</td></tr><tr><td>7</td><td>98.5</td></tr><tr><td>8</td><td>98.5</td></tr><tr><td>9</td><td>95.0</td></tr><tr><td>10</td><td>98.5</td></tr><tr><td>11</td><td>100.0</td></tr><tr><td>12</td><td>99.5</td></tr><tr><td>13</td><td>99.7</td></tr><tr><td>14</td><td>100.0</td></tr><tr><td>15</td><td>101.0</td></tr><tr><td>16</td><td>101.5</td></tr><tr><td>17</td><td>48.0</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>1561.4</td></tr></table>	Section No.	Length (cm)	1	93.5	2	100.0	3	102.0	4	27.5	5	98.7	6	99.5	7	98.5	8	98.5	9	95.0	10	98.5	11	100.0	12	99.5	13	99.7	14	100.0	15	101.0	16	101.5	17	48.0	TOTAL	1561.4	<table><tr><th>Section No.</th><th>Length (cm)</th></tr><tr><td>1</td><td>84.5</td></tr><tr><td>2</td><td>45.5</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>130.0</td></tr></table>	Section No.	Length (cm)	1	84.5	2	45.5	TOTAL	130.0
Section No.	Length (cm)																																																																																																																			
1	96.0																																																																																																																			
2	99.0																																																																																																																			
3	99.5																																																																																																																			
4	99.5																																																																																																																			
5	4.0																																																																																																																			
6	99.0																																																																																																																			
7	96.0																																																																																																																			
8	100.0																																																																																																																			
9	97.0																																																																																																																			
10	93.0																																																																																																																			
11	--*																																																																																																																			
12	59.0																																																																																																																			
13	87.0																																																																																																																			
TOTAL	1029.0																																																																																																																			
Section No.	Length (cm)																																																																																																																			
1	77.5																																																																																																																			
2	96.5																																																																																																																			
3	100.0																																																																																																																			
4	48.0																																																																																																																			
5	--#																																																																																																																			
6	100.0																																																																																																																			
7	98.0																																																																																																																			
8	100.0																																																																																																																			
9	101.0																																																																																																																			
10	95.5																																																																																																																			
11	99.5																																																																																																																			
12	100.5																																																																																																																			
13	100.0																																																																																																																			
14	100.5																																																																																																																			
15	87.0																																																																																																																			
16	25.0																																																																																																																			
TOTAL	1329.0																																																																																																																			
Section No.	Length (cm)																																																																																																																			
1	93.5																																																																																																																			
2	100.0																																																																																																																			
3	102.0																																																																																																																			
4	27.5																																																																																																																			
5	98.7																																																																																																																			
6	99.5																																																																																																																			
7	98.5																																																																																																																			
8	98.5																																																																																																																			
9	95.0																																																																																																																			
10	98.5																																																																																																																			
11	100.0																																																																																																																			
12	99.5																																																																																																																			
13	99.7																																																																																																																			
14	100.0																																																																																																																			
15	101.0																																																																																																																			
16	101.5																																																																																																																			
17	48.0																																																																																																																			
TOTAL	1561.4																																																																																																																			
Section No.	Length (cm)																																																																																																																			
1	84.5																																																																																																																			
2	45.5																																																																																																																			
TOTAL	130.0																																																																																																																			
	*handling disturbance	#continuity between 4 to 6																																																																																																																		
Asura Core	43.5cm	Asura Core	33.5cm	Asura Core																																																																																																																
			18.5cm	Asura Core																																																																																																																
				7.5cm																																																																																																																

MR98-03, St.1

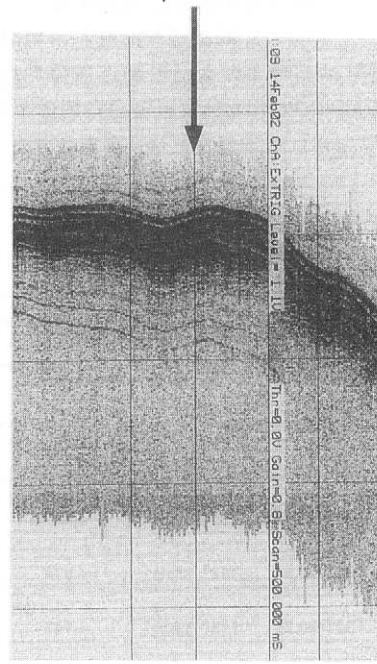
40°03.19' N 152°29.43' E
water depth 5,567 m



5 Km

MR98-03, St.2

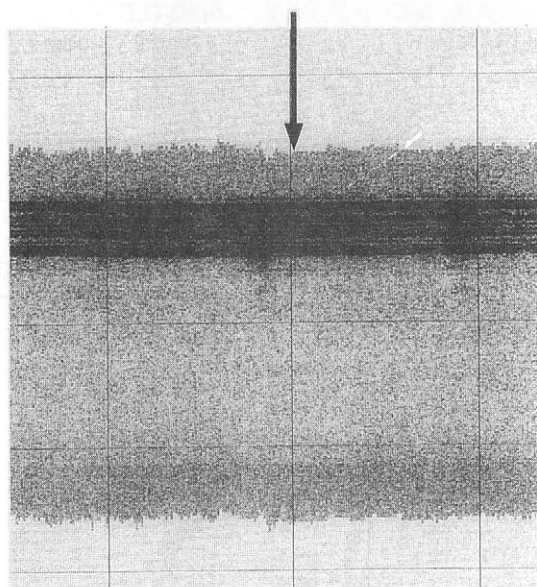
35°00.02' N 152°30.0' E
water depth 6,067 m



5 Km

MR98-03, St.3

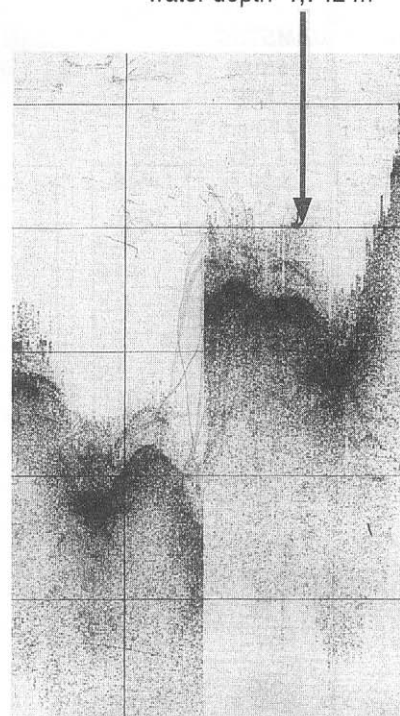
30°03.54' N 152°29.45' E
water depth 6,078 m



5 Km

MR98-03, St.4

32°00.26' N 148°13.34' E
water depth 1,742 m



5 Km

図2 本研究航海の各採泥地点におけるサブボトムプロフィール
Fig. 2 Bottom profile record at core sampling sites.

MR 98-03, ST.1



写真1 MR98-03, PA-1とPC-1コア. Sec. 11は堆積物の押し出し時に欠如.

Photo 1 MR98-03, PA-1 & PC-1 core. Section 11 was lost during sediment extrusion.

3 船上における堆積物の解析

採取された堆積物は、船上で1mごとに切断され採泥管から押し出された。直ちに船上の研究室に設置してあるマルチセンサーコアロガー（MSCL: Multi-Sensor Core Logger, GEOTEK社製）による測定を行い、物理特性を調べた。その後、色測定を行い、堆積物全体の肉眼観察と軟X線透過観察による記載を行った。同時に、船上でサンプリングが行われ、各研究者に分配された。

4 各柱状堆積物の岩相

各コアの肉眼観察と軟X線透過観察による岩相記載結果を述べる。なお、PAは海底極表層のアシュラコアサンプル、PCはピストンコアサンプルを示す。

St. 1 (PA-1, PC-1) [図3]

PA-1コアの岩相はsiliceous clayである。全体的に褐灰色(9.7YR3.6/1.2)の酸化層からなり、黄灰色(0.7Y4.0/1.4)の縞が観察される。全体的に生物擾乱を受けた跡がみら

れ、深度32 cmには直径0.8 cm、深度36 cm～37 cm²⁾には直径1.7 cmのburrowがそれぞれ観察された。実体顕微鏡下の観察では珪藻が圧倒的に多く、そのほか放射虫、海綿骨針等の珪質微化石が含まれる。

PC-1コアは、最上部から18 cmまでは褐灰色の酸化層で、18 cm以下では堆積物全体を通して暗オリーブ色(7.5YR4/3)である(写真1)。岩相は、珪藻を主体とするsiliceous clayである。ところどころに、灰色～暗オリーブ灰色の厚さ1 cm前後の縞やパッチが観察される。縞は場所によっては固結している部分があり、鏡下の観察では、粘土鉱物の集合体と判別できる。緑色を呈するものについては、海緑石(glaucinite)の可能性があるが今後の詳しい分析を必要とする。

このコアの特徴として、最上部から883 cmまでの間に7枚の火山灰層、1,129 cm～1,175 cmには3枚の火山灰層が観察された。船上で $> 63 \mu\text{m}$ の粒子を洗い出し、鏡下の観察によって火山ガラスの形態や構成鉱物等をまと

MR98-03, St.1

PC-1

tephra No.

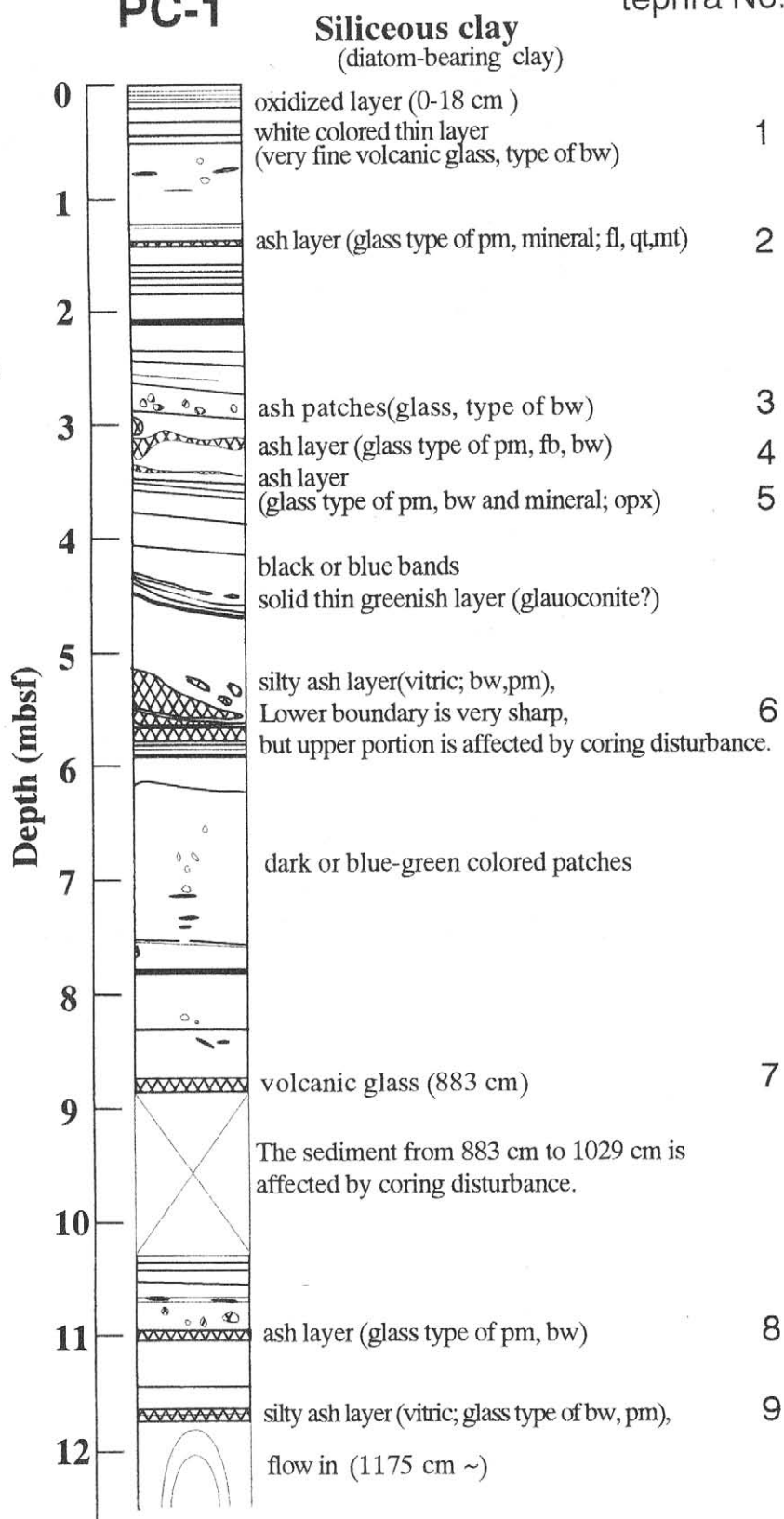
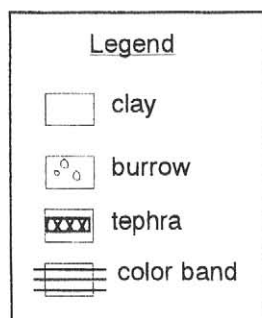
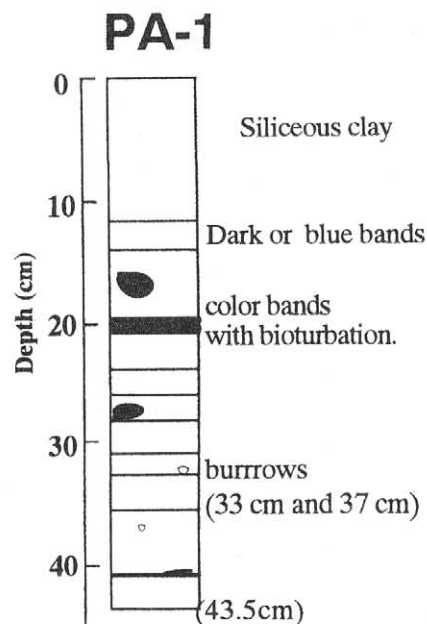


図3 St. 1におけるPA - 1とPC - 1の岩相

Fig. 3 Lithology of PA - 1, PC - 1 at Station 1.

表3 ピストンコアから産出した各テフラの特徴

Table 3 Detail description of tephra samples in three piston cores.

MR98-03, PC-1

No.	(1) Depth (cm)	(2) Glass Type	(3) Mineral Composition	Remarks
1	25.5 - 27	bw	-	White colored two thin layers
2	136 - 140	pm	opx, fl, ql, mt	Ash layer. Both boundaries are sharp.
3	270 - 282	bw	-	White colored patches
4	304.5 - 324.5	pm, fb, bw	-	Ash layer. In upper zone, the bw type of glass shards is included more than the pm type of that.
5	334 - 340	pm, bw	opx	Ash layer. Both boundaries are sharp but inclined.
6	514 - 574.5	pm, bw	-	Ash layer. Lower boundary is sharp, but upper zone is affected by coring disturbance.
7	879 - 883	pm	-	
8	1008.5 - 1014	pm, bw	-	
9	1016 - 1020	pm, bw	-	Ash layer. Both boundaries are sharp.
10	1023 - 1029	bw, pm	-	Ash layer. This layer might be same to 1016 - 1020 cm ash layer.

MR98-03, PC-2

No.	(1) Depth (cm)	(2) Glass Type	(3) Mineral Composition	Remarks
1	54 - 55.5	bw	(mt)	
2	94.5 - 97.5	bw	(mt)	
3	192 - 193.5	pm, bw	-	Boundary is not sharp.
4	200 - 204	pm, sc, bw	-	
5	329.5 - 330.5	-	-	Normal grading
6	375 - 380.5	-	-	
7	431 - 439	bw, pm, sc	-	
8	468 - 474	sc, mt	-	
9	558 - 567	bw, pm (microlite)	mt, ho	
10	649 - 651.5	bw, pm	mt	Ash patches
11	681.5 - 690	pm, fb (microlite), sc	-	Sandy silt
12	798 - 806	bw, pm	-	Normal grading. The minerals are rich in the lower zone.
13	840.5 - 851.5	pm (microlite), bw	bi	Ash layer is divided to 9 units.
14	872.5 -	bw, pm, pumice	-	Ash patch with pumice
15	905.5 - 907	pm, fb, bw	opx, mt	
16	948 - 954	bw	-	Normal grading.
17	960 - 962	pm	qt, mt	Ash patches
18	1034.5 - 1035.5	pm*	opx, mt	Ash patches
19	1123.5 - 1136.5	pm	mt	
20	1155 - 1163.5	pm, bw	-	Normal grading
21	1231 - 1236	pm, fb, bw	mt	
22	1291 - 1299	bw, pm	bi+, mt	Ash layer is divided, at least, to 3 units.
23	1322 - 1329	bw	bi	

MR98-03, PC-3

No.	(1) Depth (cm)	(2) Glass Type	(3) Mineral Composition	Remarks
1	145.7 - 150.7	pm, bw	-	
2	531.2 - 533.2	bw, pm	-	
3	552.2 - 554.2	pm, bw	(bi, mt)	
4	633.7 - 634.7	pm, bw	(mt)	
5	749.2 - 751.2	pm, bw	-	Both boundaries are sharp.
6	1045.2 - 1047.7	bw, pm	-	Lower boundary is sharp with moderate bioturbation.
7	1255.9 - 1265.9	bw	-	Grain size of glass shards is very fine (<63 μm).
8	1400 - 1416.9	bw, pm	-	
9	1501.9 - 1510.9	bw	bi	
10	1555.4 - 1561.4	bw	bi+	

(1) Depth (cm below surface)

(2) opx: orthopyroxene, cpx: clinopyroxene, ho: hornblende, bi: biotite, mt: magnetite, qt: quartz, fl: feldspar.

-: not observed, +: abundant, (): rare.

(3) bw: bubble-wall type of glass shards, pm: pumice type of glass shards, fb: fiber type of glass shards, *: colored glass

めた(表3)。本コアの最上部から883 cm ~ 1,029 cm間の約146 cmは、採泥管から堆積物を押し出す際に著しく堆積構造が乱れている。PC-1コアの1,175 cm以深の堆積物はflow inである。採泥時に堆積物全体が採泥管の中を引きずり上げられたと考えられるが、厚く堆積している火山灰層がパイプとの摩擦抵抗を大きくし、コアの大部分を占める siliceous clay が著しく引き伸ばされたと思われる箇所が認められる(514 cm ~ 574.5 cmの火山灰層の上部約2 m)。

St. 2 [図4]

PA-2コアは、灰褐色~灰黄褐色(9.2YR4.5/2.3)の酸化層からなり、生物擾乱を受けた跡が数多く観察される。岩相は siliceous clay であり、>63 μmの粒子には、放散虫、珪藻、海綿骨針、火山ガラスの順に多く含まれる。

PC-2コアの採取長は1,329 cmである。それ以深は、flow in しており、採泥管がコア最下部の火山灰層を貫通したところで停止したと考えられる。岩相は全体的に珪藻よりも放散虫を多く含む siliceous clay である。コア全体をとおして、生物擾乱が一般的に観察される以外は、軟X線観察結果からも特筆すべき堆積構造はみられず、

均質な堆積物である(写真2)。色が急激に変化する層準やパッチ等が観察されるが、主に放散虫、珪藻、火山ガラスなどを含み、周囲の岩相と比べ大きな変化はみられない。深度602 cm ~ 617 cmには軽石(最大径15cm)が介在しているが、採泥管によって破壊されている。本コアでは、23枚の火山灰層が介在する。船上で>63 μmの粒子を観察し、その特徴をまとめた(表3)。

St. 3 [図5]

PA-3コアは、灰褐色(8.0YR4.2/2.1)の酸化層からなり、ところどころ生物擾乱を受けた跡がみられる。岩相は siliceous clay であり、鏡下の観察では放散虫、珪藻、海綿骨針を主体とする。堆積物表層付近から最大直径4cmのマンガンジュールが採取された(写真4)。

PC-3コアは採取長1,561.4 cmである。それ以深は、flow in しており、採泥管はコア最下部の火山灰層を貫通したところで停止したと考えられる。

最上部から27.5 cmまではsoupyである。岩相は全体的に放散虫を主体とする siliceous clay であるが、PC-2に比べるとやや色が薄い。コア全体をとおして生物擾乱が一般的に観察される以外は、際だった堆積構造は認めら

MR98-03, St.2

PC-2

tephra No.

PA-2

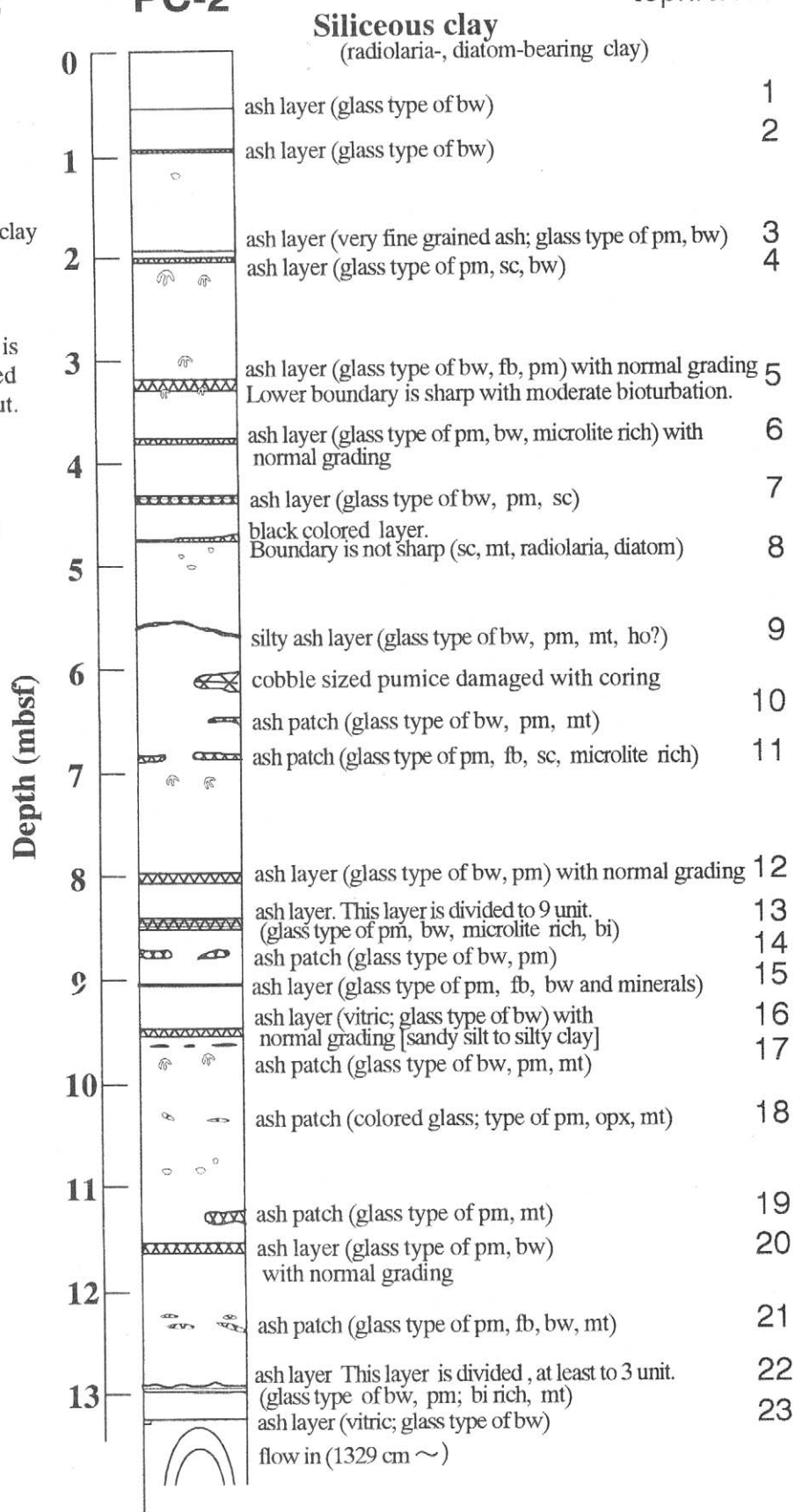
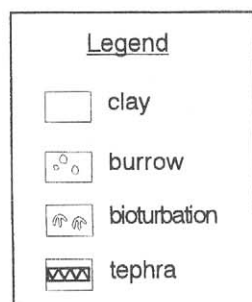
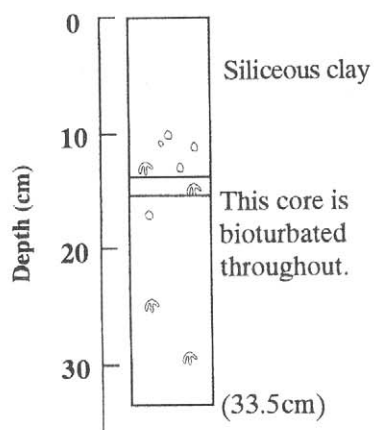


図4 St. 2におけるPA-2とPC-2の岩相

Fig. 4 Lithology of PA-2, PC-2 at Station 2.

MR 98-03, ST.2



写真2 MR98 - 03, PA - 2と PC - 2コア. Sec. 4の最下部とsec. 6の最上部が連続する.

Photo 2 MR98 - 03, PA - 2 & PC - 2 core. The top of section 6 is successive to the bottom of section 4.

MR 98-03, ST.3



写真3 MR98 - 03, PA - 3と PC - 3コア

Photo 3 MR98 - 03, PA - 3 & PC - 3 core.

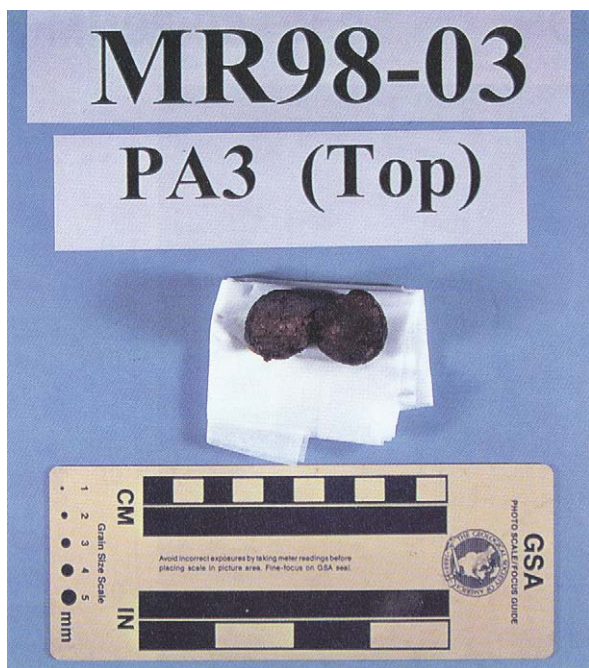


写真4 MR98 - 03, PA - 3最上部に産するマンガンノジュール
Photo 4 A manganese nodule occurring at the top of PA-3, MR98-03.

れない(写真3)。顕著に色が変化する433.7～435.7 cm (8.8YR4.8/2.6→7.7YR4.1/2.1), 765.2 cm (9.2YR4.4/2.6→8.8YR4.1/2.2), 1290.9 cm (9.2YR3.8/2.6→9.4YR3.7/2.7) 3層準が観察された。灰白色(7.8YR8.8/1.4)の色を呈する3層(233.5 cm～238.5 cm, 336 cm～342 cm, 378 cm～388 cm)は、珪藻化石がその大部分を占める。

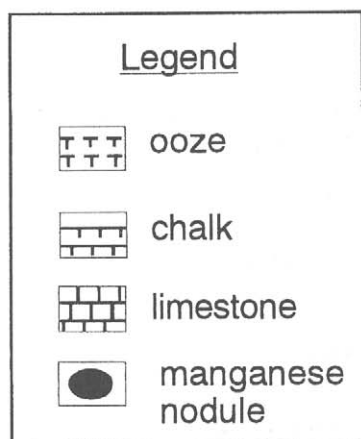
本コアには、最上部から1,561.4 cmまでに10枚の火山灰層が介在し、船上で $> 63 \mu m$ の粒子を観察し、その特徴をまとめた。(表3)。

St. 4 [図6]

PA - 4コアには、パイプ径とほぼ同じ最大直径8 cmのマンガンノジュールが採取された(写真5)。半割した断面は、石灰岩($\phi 4$ cm)を核としたマンガンノジュールであった(写真8-1, 8-2)。他のパイプの堆積物表層からも、最大直径2.5 cmのマンガンノジュールが2個採取され、半割した断面は、ともに石灰岩を核としていた(写真8-3, 8-4)。

PC - 4コアの採取長は、約130 cmである。岩相は、マンガンノジュールが介在する石灰質堆積物である。固結度の違いから、コア上部からlight olive gray (5Y 6/1)～olive gray (5Y 4/1)色の石灰質軟泥(0～30 cm), very pale orange (10YR 8/2)色の石灰質チョーク(30 cm～52 cm), pinkish gray (5YR 8/1)色の石灰岩(52 cm～bottom)へと変化する(写真7)。石灰質軟泥の基底付近(25～30 cm)に最大直径6 cmと5 cmのマンガンノジュール2個が介在する。また、コアトップから60 cm, 108.5 cm, 114.5 cmの層準にも、それぞれ、最大直径1.5 cm, 3 cm, 1 cmのマンガンノジュールが介在している。

MR98-03, St.4



PC-4

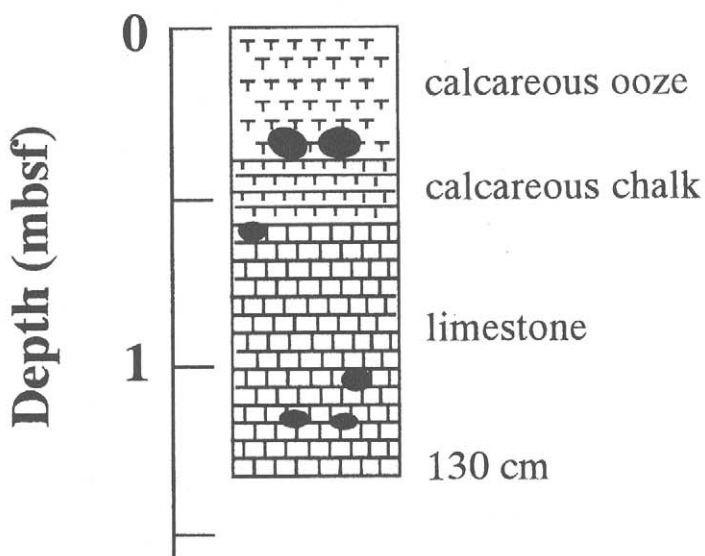
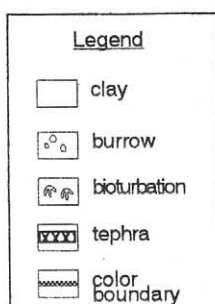
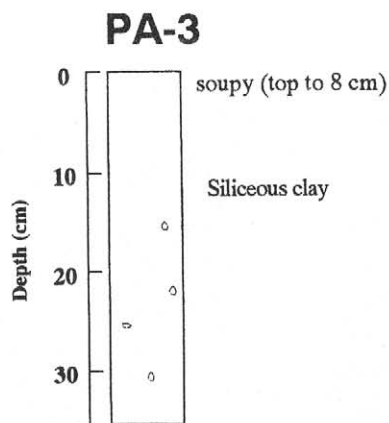


図6 St. 4におけるPC - 4の岩相
Fig. 6 Lithology of PC - 4 at Station 4.

MR98-03, St.3



PC-3

Siliceous clay

(radiolaria-, diatom-bearing clay)

tephra No.

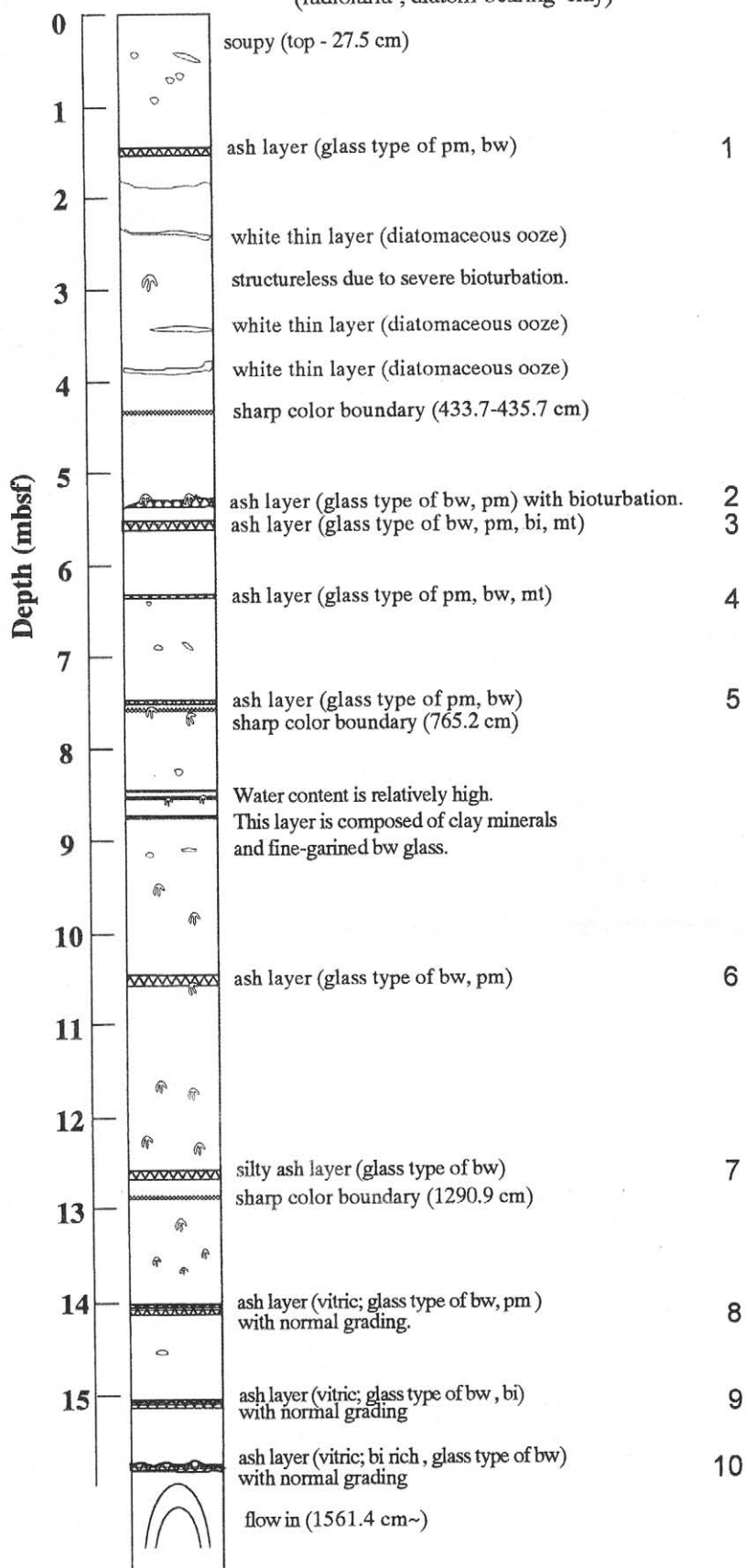


図5 St. 3におけるPA-3とPC-3の岩相

Fig. 5 Lithology of PA-3, PC-3 at Station 3.

MR 98-03, ST.4



写真6 St. 4における採泥時に変形したコアラのビット
Photo 6 A damaged corer bit during sampling in St. 4.

写真5 MR98 - 03, PC - 4コアとアシュラによって回収されたマンガンノジュール
Photo 5 MR98 - 03, PC - 4 core and a manganese nodule recovered with the Ashura corer.



写真7 MR98 - 03, PC - 4コアの拡大図。石灰質軟泥 (0 - 30cm), チョーク (30 - 52cm) そして石灰岩 (52cm ~) からなる。明瞭な岩相境界が特徴的である。

Photo 7 Detailed image of MR98 - 03, PC - 4 core composed of calcareous ooze (0 - 30cm), chalk (30 - 52cm) and limestone(52cm ~). Note the sharp boundaries between the lithofacies.

年代決定のためにナノ化石の観察を行ったが、石灰質軟泥では、現世のナノ化石が産出したが、石灰質チョークと石灰岩からは続成作用のためか、ナノ化石の産出は全く認められず詳しい年代は不明である。コアリングに際して、パイプの屈曲はなかったが、石灰岩層が硬く、パイプビットがかなり変形し(写真6)、パイプと接続していたステンレスネジ(φ6mm)が4本中3本が折れていた。

5 MSCL測定

今回採取された4本のコアを、MSCLで測定した。MSCLには、①Core diameter measurements(堆積物の直径を測定する)、②p-wave measurements(500 KHz p-waveの伝播速度を測定する)、③Gamma ray attenuation(¹³⁷Csガンマ線を透過させ、堆積物のbulk densityを測定する)、④magnetic susceptibility(帯磁率を測定する)の4つの測定装置が搭載されている。①は堆積物の体積補正に用い、それ以外の全測定結果を図7に示す。

② p-wave measurements

p-waveの伝播速度は、PC-1では1000-1100 m/s、PC-2では1000 m/s、PC-3では1200 m/sを示す。p-wave velocityは、堆積物の含水率にも依存するが、直接含水率に換算することはできない。主にseismic profileの解釈に用いられるため、今回採取された海底表層における10m強の長さの堆積物では測定値に大きな変化は見られない。

③ Gamma ray attenuation

測定値は、堆積物のbulk densityに反映されるため、コア下部に行くに従いその値は一般的に高くなる。PC-1の場合は、コアトップから9m付近まで1.5から3.0 gm/ccと変化し、9mより下部では、2から2.5 gm/ccにその値が低くなっている。PC-2も同様に、コアトップから13m付近まで2.5から3.0 gm/ccと変化する。その後は、急激なブレイクが認められたが、これより下部はフローイン堆積物である。PC-3は、コアトップから13m付近まで平均3.0 gm/ccと比較的一定である。それより下部では、2.5gm/ccとその値は減少し、16m付近より下部では、急に3.0 gm/ccと高くなりその値は一定である。岩相と比較した結果、16m付近より下部はフローイン堆積物であった。しかし、13~16m付近の測定値の減少は、不明である。PC-4は、コア全体をとって平均値3.0 gm/ccであり、岩相との対応は、解釈できない。

④ Magnetic susceptibility

帯磁率の平均値はPC-1とPC-3で低く5(1x10⁻⁶ SI)前後である。PC-2のそれは、2倍ほど高い10(1x10⁻⁶ SI)前後の値を示す。これは、北緯35度付近の採取地点であることから、偏西風とともにエオリアンダストを多く含むためか、もしくは堆積速度が遅いため相対的に単位体積あたりの平均値が高くなっている可能性がある。PC-4を除く各コアとも、高いピークが数多く存在し、各ピークとも岩相との対比から、コア中に介在するテフラと良く対応している。PC-4は、石灰質の堆積物であるため、平均値は1(1x10⁻⁶ SI)前後と低く、コアトップから30cm付近の高いピークは、介在するマンガンノジュールと対応している。

6 まとめ

今回採取された4本のコアについて、船上で岩相記載や各解析を行った結果、St.2とSt.3は採取時の乱れがなく、特に古環境解析に適した良質の堆積物であることが確認された。特に、緯度ごとに採取された3本のコアは、北緯40度で珪藻に富む堆積物であり、南下するに従い、放散虫の産出がそれを上回ることが明らかになった。

現在、珪質微化石(珪藻、放散虫等)の同定による生層序年代の決定と群集解析を用いた古水温の推定、古地磁気測定による永年変化の復元と極性年代の推定、アルケノン等の有機物を用いた解析、広域テフラの同定・対比、放射性同位体測定(U-Thや¹⁰Be)等の様々な分析が、進行中である。

炭酸塩を含まない深海底堆積物は、堆積速度が遅く情報量が少なくなる側面もあるが、広域に採取でき、かつ、より古い時代まで解析できる利点も備えている。今後、それらの研究結果は、海洋古環境解析に一石を投じる結果となるであろう。

7 謝辞

本研究航海を行うにあたって、研究船「みらい」の赤嶺船長及び観測士官をはじめとする乗組員の方々には、大がかりな採泥作業にもかかわらず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協力員の方々からも研究・観測に対して様々な側面から御支援を頂いた。深海研究部(現熊本大学)の福岡浩司博士からは、MSCL測定に関してコメントをいただいた。北海道大学理学部の桑島俊昭氏には、マンガンノジュールの薄片を作成していただいた。本研究報告書を作成するにあたって、北海道大学大学院地球環境科学研究科の嶋田智恵子、倉本敏克、佐藤昌泰、各諸氏のご協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Thompson, P. R., 1981, Planktonic foraminifer in the western North Pacific during the past 150,000 years: comparison of modern and fossil assemblages *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 35, 241-279.
- 2) Farrell, J. W. and Prell, W. L., 1989, Climatic change and CaCO₃ preservation: An 800,000 year bathymetric reconstruction from the central equatorial Pacific Ocean. *Paleoceanography*, 4, 447-466.

(原稿受理: 1999年8月25日)



写真 8-1 写真5のマンガンノジュールを半割した断面
Photo 8-1 Cross section of the manganese nodule of Photo 5.

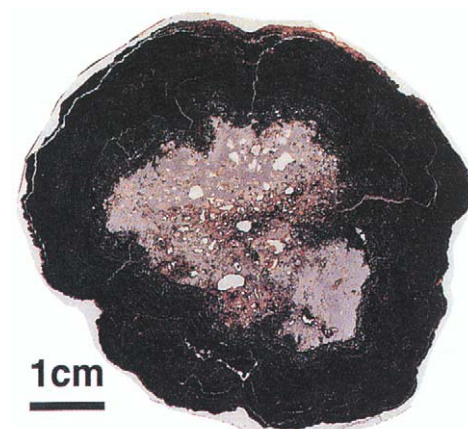


写真8-2 写真5のマンガンノジュールの薄片
Photo 8-2 Thin section of the manganese nodule of Photo 5.



写真 8-3

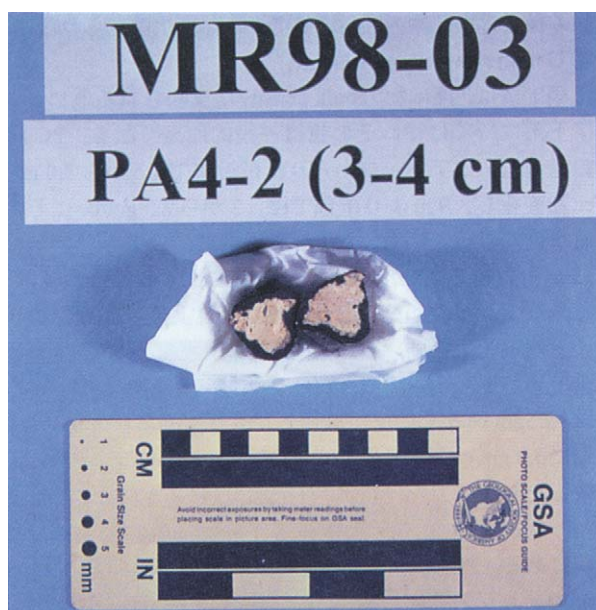


写真 8-4

写真 8-1～4 St. 4においてアシュラで回収したマンガンノジュール
Photos 8-1～4 Manganese nodules recovered with the Ashura corer.

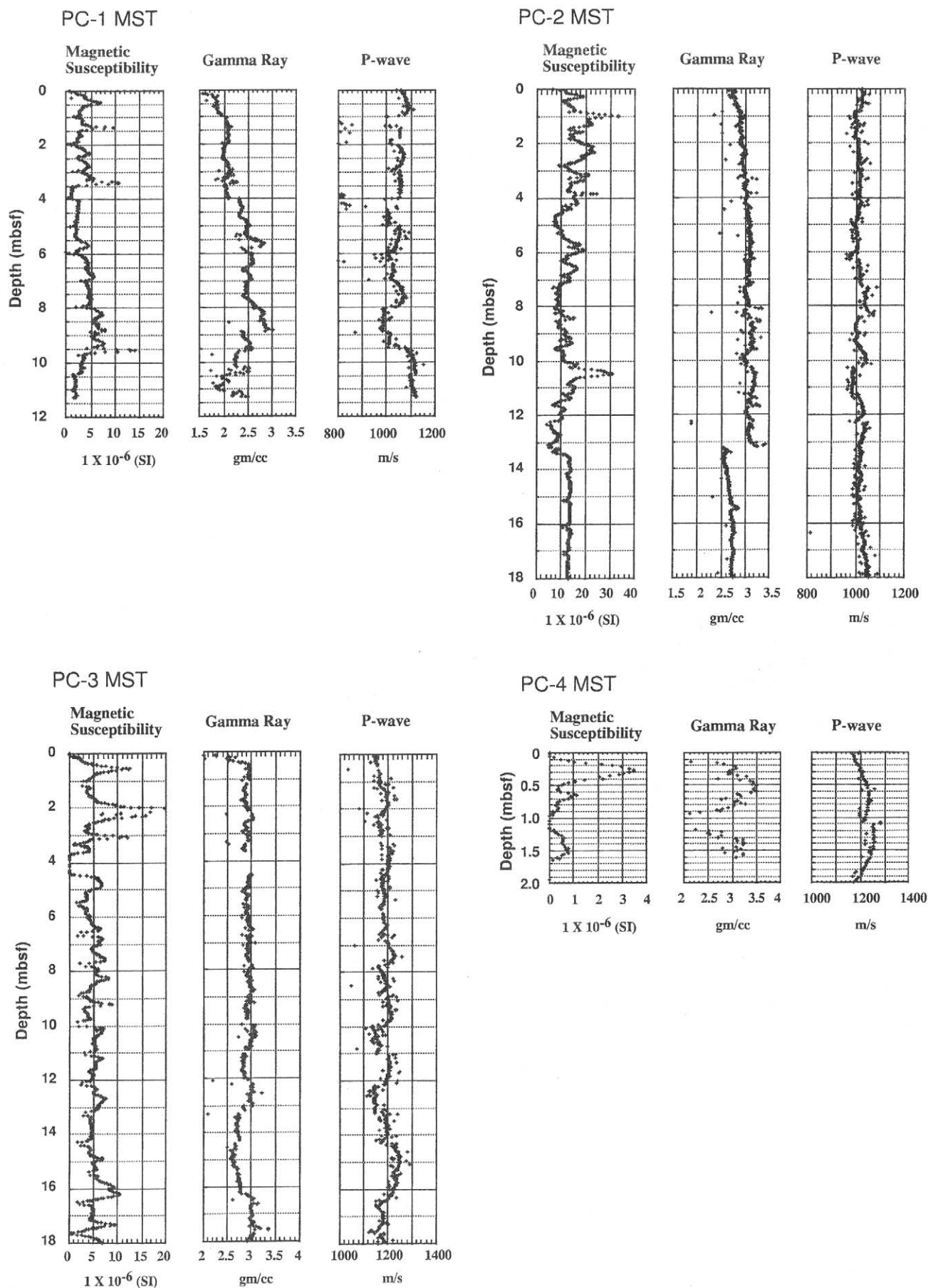
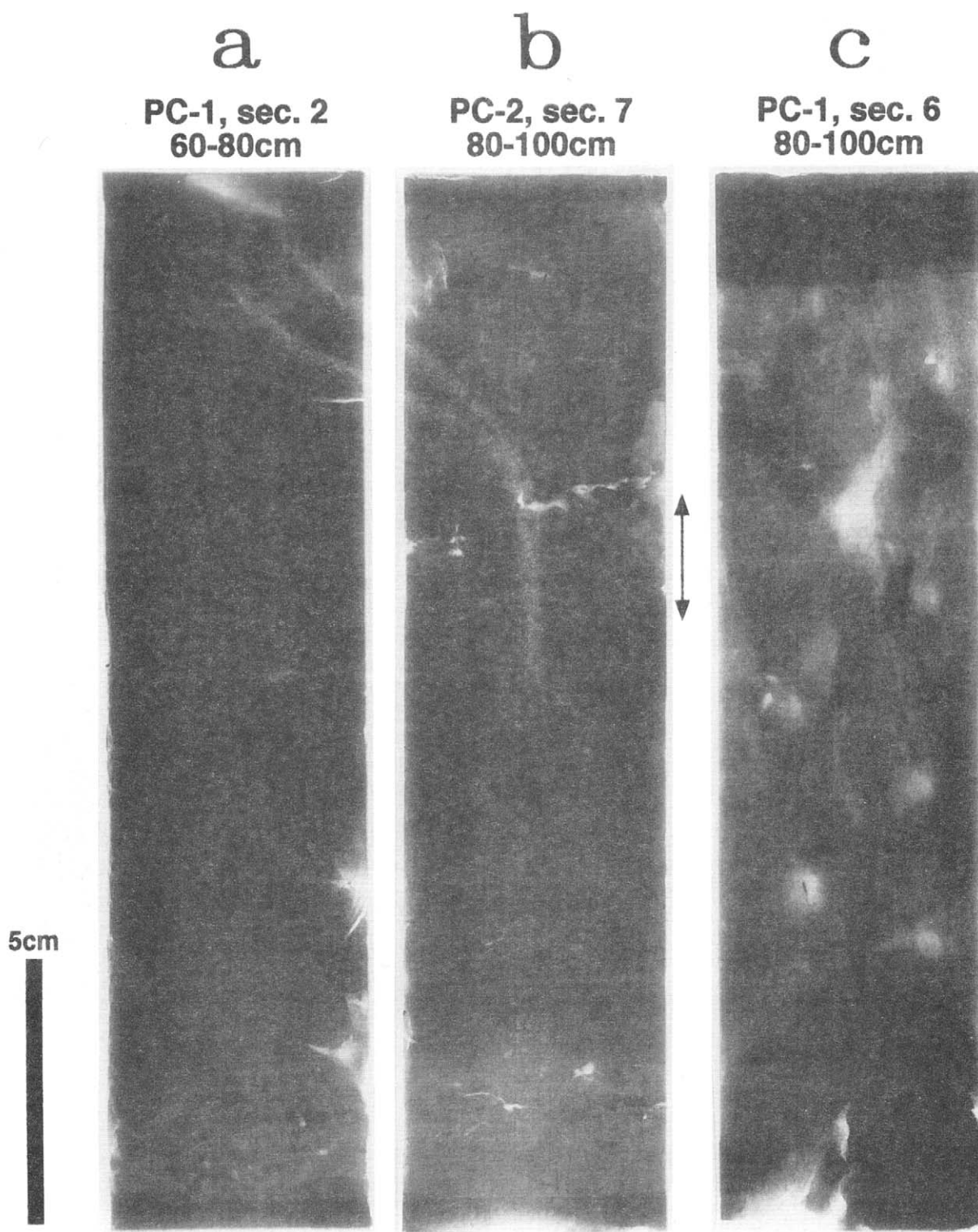


図7 マルチセンサーコアロガー (MSCL) を使った各堆積物の物性データ結果
Fig. 7 Results of physical properties using the multi-sensor core logger [MSCL].

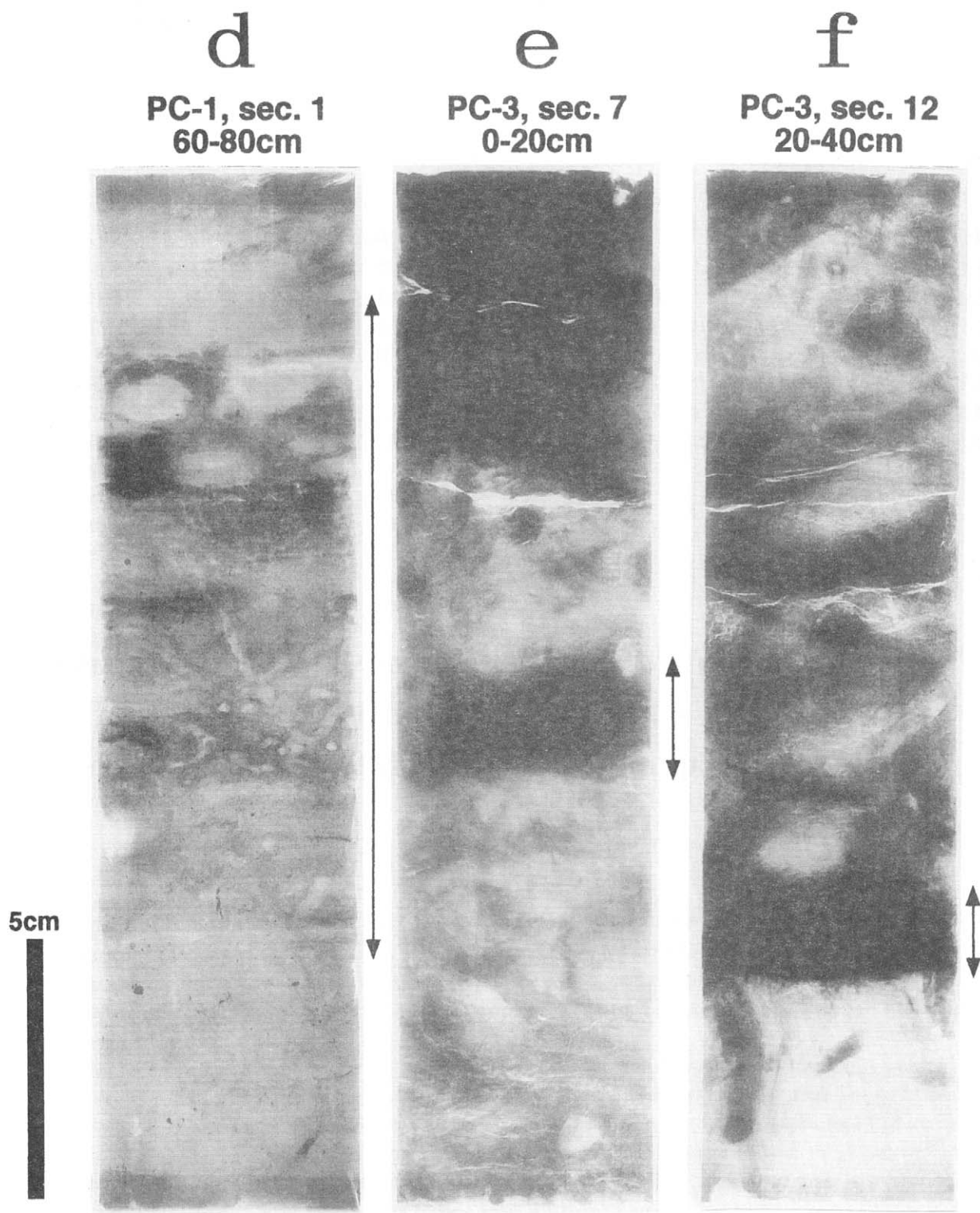


付図 軟X線写真

- a) PC - 1, sec. 2 の60 - 80cm. 矢印部分は軟泥部分を示す.
- b) PC - 2, sec. 7 の80 - 100cm. 矢印部分は軟泥中で固結している部分を示す.
- c) PC - 1, sec. 6 の80 - 100cm. 採泥時の擾乱.

Appendix : Soft X - Ray photographs

- a) PC - 1, sec. 2 (60 - 80cm). Arrow shows oozy sediment.
- b) PC - 2, sec. 7 (80 - 100cm). Arrow shows consolidated sediment within ooze.
- c) PC - 1, sec. 6 (80 - 100cm). Sediment disturbed during core recovery.



- d) PC - 1, sec. 1 の 60 - 80cm. 矢印部分は著しく生物擾乱を受けている部分.
 e) PC - 1, sec. 1 の 60 - 80cm. 矢印部分はテフラ層 (Table 3 中の No. 2).
 f) PC - 1, sec. 1 の 60 - 80cm. 矢印部分はテフラ層 (Table 3 中の No. 6).

- d) PC - 1, sec. 1 (60 - 80cm). Arrow shows highly bioturbated sediment.
 e) PC - 1, sec. 1 (60 - 80cm). Arrow shows the No. 2 tephra layer listed in Table 3.
 f) PC - 1, sec. 1 (60 - 80cm). Arrow shows the No. 6 tephra layer listed in Table 3.

