

琉球大学学術リポジトリ

南琉球弧及び沖縄本島北方周辺海域におけるRN-89 ～90航海：特に底質について

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学理学部 公開日: 2009-12-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小野, 朋典, 高木, 保昌, Ono, Tomonori, Takagi, Yasumasa メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/14209

南琉球弧及び沖縄本島北方周辺海域におけるRN-88~90航海 : 特に底質について

小野朋典*・高木保昌**

* 琉球大学理学部海洋学科、** 長崎大学水産学部

ONO, Tomonori* & Yasumasa TAKAGI** : Cruise Reports of the RN-88~90 Cruises around the Southern Ryukyu Island Arc and North of the Okinawa Islands, with Special Reference to the Sediment Samples.

Abstract

Twelve piston-cores, twelve grab-samples, and ten dredge-samples were taken around the Kerama Gap, Miyako Island and the northern Okinawa Trough through the RN-88, -89 and -90 cruises aboard the R/V Nagasaki-maru. This report briefly describes all the samples, also showing summaries of the cruises.

From some preliminary studies of these samples, the following observations are noticed for the further investigation:

- 1) Mud gravels dredged from three localities of the Kerama Gap area are dated as middle Pliocene to early Pleistocene. Combination work of these samples and of sea bottom photographs taken by deep-sea stereo camera may offers a key to clarify the Kerama Gap formation after the deposition of the Ryukyu Limestone.
- 2) Although a piston-core collected from southeast of the Kerama Gap is rather short (386cm), it contains the continuous paleoceanographic records back to ca. 310Ka.
- 3) A turbitite core taken from north of Miyako Island shows different modes between its upper and lower parts.

はじめに

琉球大学海洋学科の「乗船実習」は、長崎大学水産学部との単位互換制度に基づいて、1979年から毎年1回(7~10日間)実施されてきた。1987年までの航海(RN-79~87)結果の概要は、すでに本誌に要約が発表されており(山本ほか、1984; 小野ほか、1989)、そのデータやサンプルは広く学内外で活用されている。

同実習は長崎大学水産学部実習船「長崎丸」(780トン)によるもので、同船には、径9mm(全長4,000m)と径6mm(全長10,000m)の高張力ワイヤーを高速で巻き上げるウインチを装備しており、本海洋学科における採泥機器の整備とともに多数の貴重な堆積物サンプルを採取することができるようになった。また、RN-89航海より深海ステレオカメラ(Photo-Sea社: Potosea 2000L)の文部省科学研究費63440006による導入の結果を用いて、サンプリングにともなう海底写真の撮影も可能となった。

本報告は1988年から1990年度にかけてRN-88、-89、及び-90航海で採取された底質サンプルの記載を主とするが、いくつかのサンプルについてはすでに分析が行われているので合わせて付記したい。特に1988年に海洋学科に極微量質量分析計(Finnigan Mat社: Delta E)が文部

受理: 1991年2月9日

* Department of Marine Sciences, College of Science, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-01, Japan

** Faculty of Fishery, Nagasaki University, Bunkyo-chou, Nagasaki 852, Japan

省科学研究費63430012によって導入され、本実習において得られたピストンコア・サンプル総計24本についての酸素・炭素同位体比測定が進行されつつある。その結果に大きく期待するところである。

航海の概要 (図1、表1、付表1~3)

本航海で使用したピストン・コアラ、Okean-type grab, Niino-type dredger の概要は山本ほか (1984) と小野ほか (1989) によって示されてある。RN-90航海では東大海洋研の100ℓ採水器で水深50m、100m、150mの各層の大量採水をはじめて試みた。深海ステレオカメラ

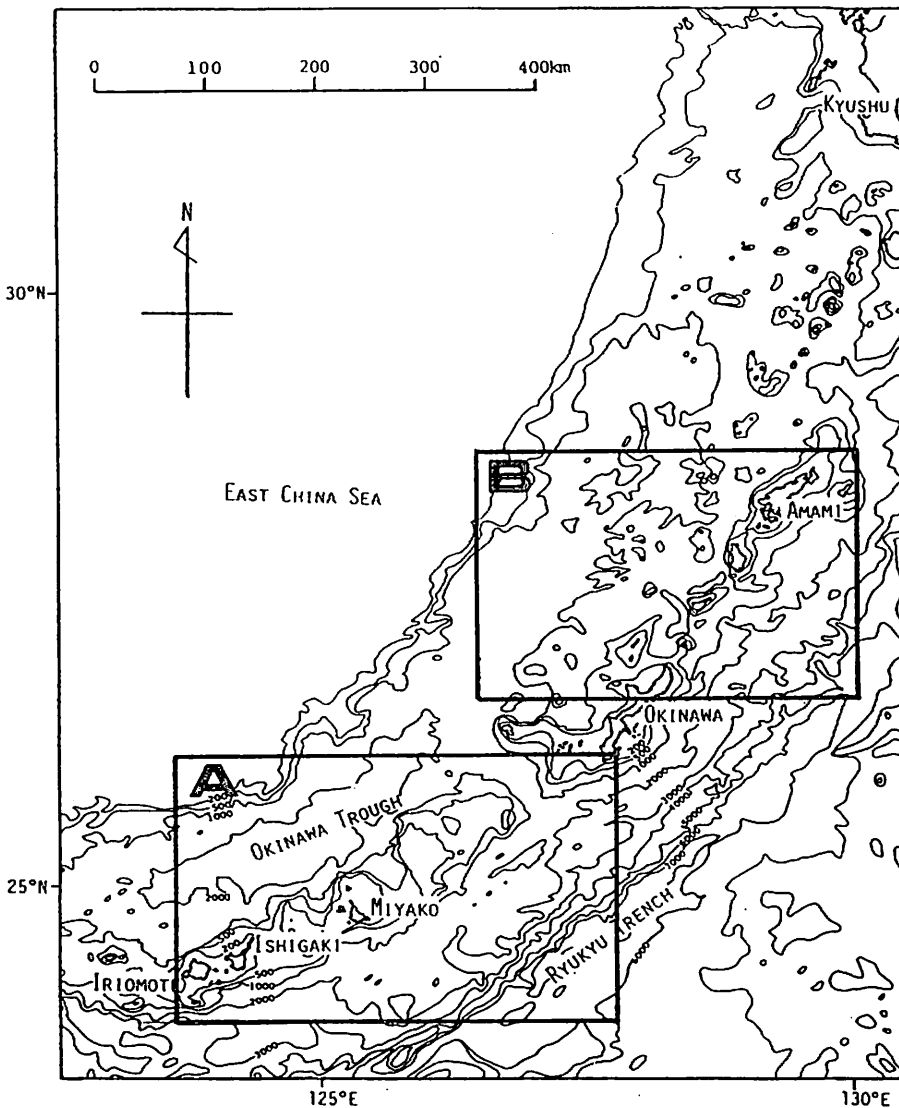


図1 琉球弧周辺海底地形概況と調査海域位置図。

A地域については図2、B地域については図3をそれぞれ参照。

Fig. 1 Bathymetry around the Ryukyu Island Arc, showing locations of the surveyed areas. See Figs. 2 and 3 for details of the area A and B, respectively.

(Photosea 2000L) は水深6500mまでの海底ステレオ写真の撮影が可能で、bottom touch式とtimer式の二通りの撮影方法がある。

RN88航海：はじめにRN86航海の測点SM 8で確認された大型有孔虫*Cycloclypeus carpenteri*の密集帯の分布域を明らかにすることを目的として、伊江島沖及び西表島沖近海で底質のサンプリングを行った。次に1986年以来の琉球弧海溝斜面トラバースにおけるシステマティックな採泥計画の一環として、宮古島東南沖海溝斜面にかけてのサンプリングを行った（小野ほか、1989）。また、慶良間ギャップでもドレッジを試みた。

RN89航海：慶良間ギャップから同沖海溝斜面にかけての底質のサンプリングと深海ステレオカメラのテストを行った。黒潮水系を観測する目的でCTD観測（11地点）を同海域で行った（西澤、1990MS、琉球大学海洋学科卒業論文：以下卒論と省略）。また、熱水域東端と思われる海域でのピストンコア・サンプリングも行った。

RN90航海：慶良間ギャップにおけるドレッジと海底写真の撮影を行った。測点C2では多数の海底写真（カラーステレオ）を得ることに成功した。ピストンコア・サンプリングは沖永良部島沖海溝斜面で試みたが、ピストンコアラーの不調のためパイロットコア1本のみであった。同海域のトラフ側では2地点のドレッジ・サンプリングに成功し、D7では同時に海底写真撮影（測点C3）にも成功した。また今航海では100ℓ採水を同海域で行い、海水中のナンノプランクトン定量をを行った（解析中）。CTDによる測定は機械不調のため失敗に終わった。

表 1 RN-88、-89、-90航海の概要。

Table 1 Summary of the RN-88, -89, and -90 cruises.

CRUISE 航海番号	PERIOD 期間	SEDIMENT STS. 底質採集地点	OTHER OBSERVATIONS その他の観測・採集	UNIV. RYUKYUS:TEACHERS 琉球大学：乗船教官	STUDENT NOS. 乗船学生数
RN-88	1988 April 12～22	PC: 5 Sts. OK: 14 Sts. D: 5 Sts.	Trawling	氏家 (Ujiié,H.)、 山本 (Yamamoto, S.)、 小野 (Ono, T.)	学部学生：27名 内単位取得者：24 院生：2名
RN-89	1989 April 11～22	PC: 7 Sts. OK: 1 Sts.	Trawling DSSC CTD	氏家、木村 (Kimura, M.) 山本、小賀 (Koga, M.)、 小野	学部学生：17名 内単位取得者：14 院生：1名
RN-90	1990 April 15～23	PC: 2 Sts. D: 8 Sts.	Trawling DSSC CTD Sea-water sampling	氏家、木村、小野	学部学生：18名 内単位取得者：16 院生：6名

PC: Piston core, OK: Okean-type grab, D: Niino-type dredger, DSSC: Deep-sea stereo camera

海底試料の概要と考察

RN-88, -89, -90航海で採集した底質試料についてのまとめを付表1～3及び付図1～12に示す。以下には若干の解釈を混えて底質の概略について述べる。

1. 海底表層堆積物

a) 伊江島沖（図3）及び西表島沖（図2）

RN88航海では伊江島沖の沖繩トラフ側で2地点、西表島沖海溝斜面側で2地点において表

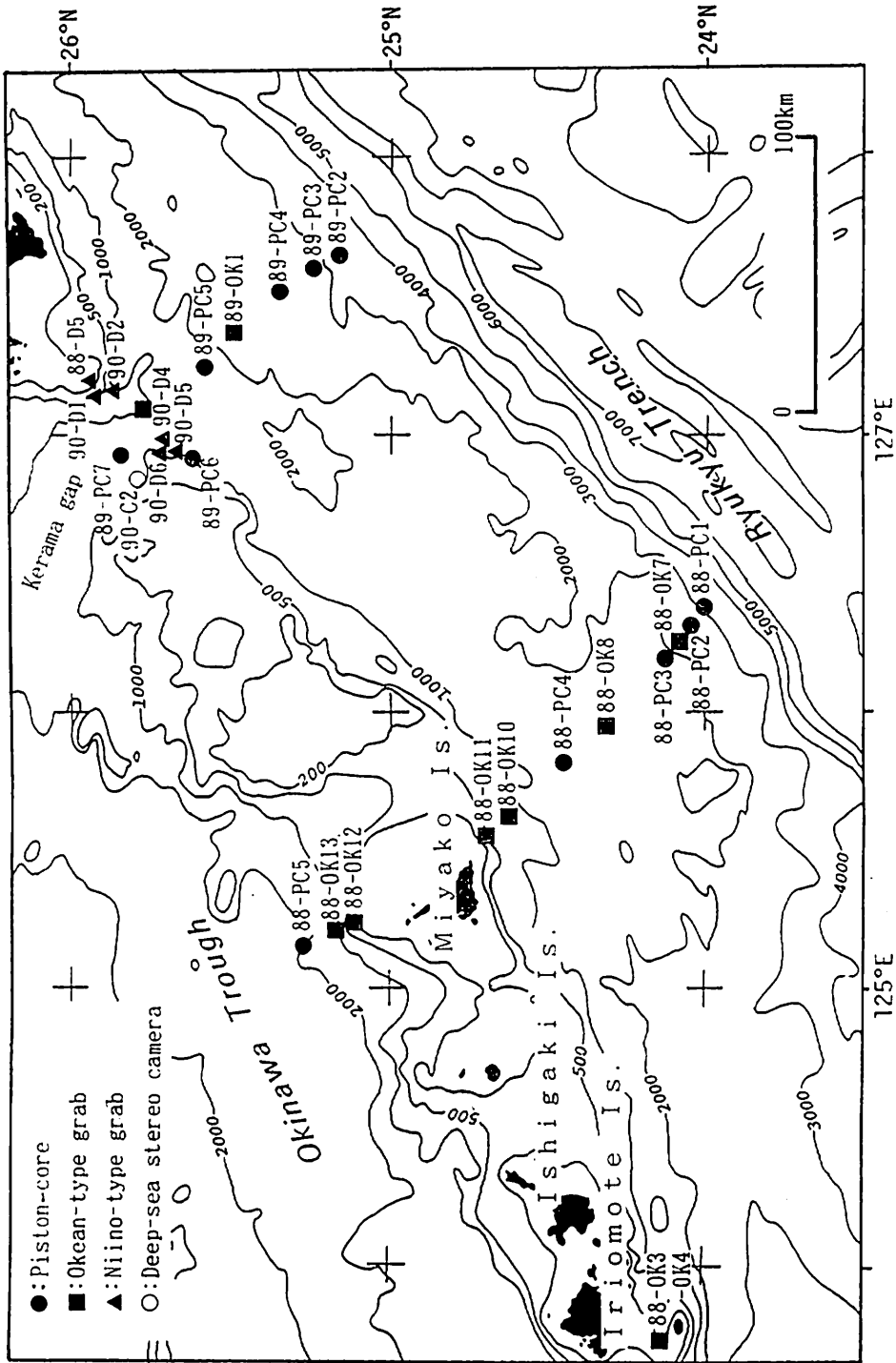


図 2 南琉球弧周辺海域の海底地形概況と底質サンプリング位置図。
 Fig. 2 Bathymetry (in meters) around the southern Ryukyu Island Arc, showing localities of sediment sample.

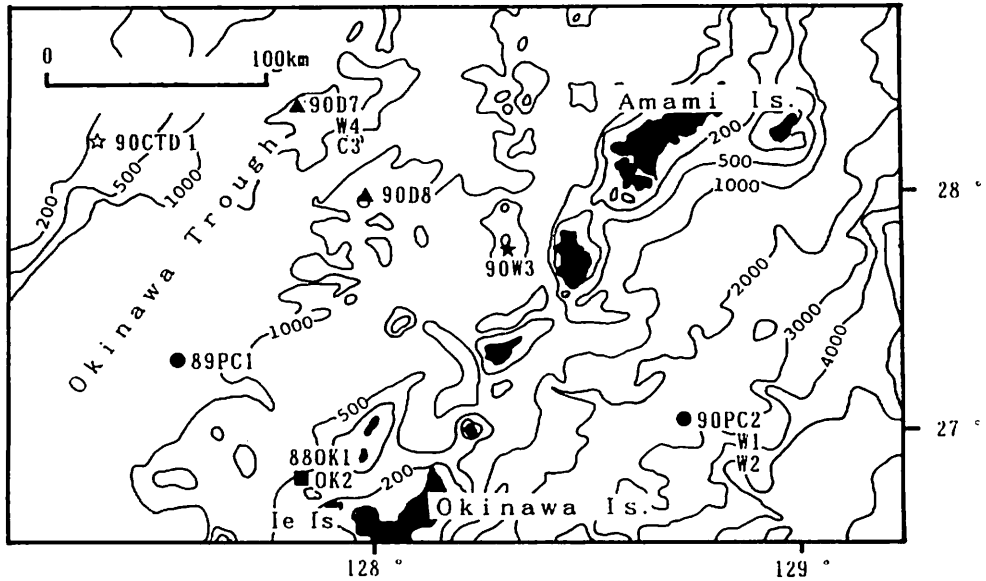


図 3 沖縄本島北方沖周辺海域の海底地形概況とサンプリング位置図。

Fig. 3 Bathymetry around the north of the Okinawa Islands, showing sampling location.

層底質を採取した。これらのサンプリングの目的はRN86航海で発見された *Cycloclypeus carpenteri* の密集帯（小野ほか、1989）の分布域を明らかにすることである。本種の多産する地域の特徴として、小野ほか（1989）、辻ほか（1989）に述べられているように、水深約60~150mの棚状地形上のうち、土砂で表面が覆われにくい地域に多産すると考えられる。しかし、今回のサンプリングではRN88-OK 3 と -OK 4 で最大直径3 cm程度のものが石灰藻球とともに得られたのみで、RN88-OK 1 と -OK 2 では粗粒砂とともに石灰藻球、被殻型有孔虫の *Gypsina* sp. 等だけで、*Cycloclypeus carpenteri* は認められなかった。*Cycloclypeus* の密集帯の分布域はかなり限られていることが伺える。

b) 宮古島周辺（図2）

RN88航海で得られた宮古島周辺堆積物のうち、表層サンプルの底生有孔虫については島袋（1990MS、卒論）が予察的に研究した。島袋によると、海溝斜面側サンプル（OK10, PC 4, OK 8, PC 3, OK 7, PC 2, PC 1 : 水深697~3202m）のうち、浮遊性有孔虫・底生有孔虫比、底生有孔虫有孔虫の三重目産出率、及び群集解析に関して、OK10（水深697m）が他のサンプルと大きく異なっている。つまりサンゴ礁域に住む種類をかなり含んでいる。OK10は付表1から伺えるように粒径が粗く、小礫サイズの翼足類を含んでいる。宮古島南方浅海域のOK11（水深194m）ではRN86-D 7~D10-2で採取された（小野ほか、1989）ような石灰岩が得られた。宮古島北方のOK12（水深131m）では粗粒砂とともに、石灰藻が少量付着した不規則な形状の礫が得られた。

c) 慶良間ギャップ周辺（図2）

本海域ではRN87航海までに13地点で堆積物のサンプリングが行われた。RN88~90航海で新

たに7地点(うちコアサンプルは3地点)でのサンプルが求められた。慶良間ギャップは氏家(1980)の「500m島棚」の北限を断ち切る垂直落差(約1,500m)を伴う左横ずれ断層群で生じたと考えられる。本海域に琉球石灰岩が存在する場合、本断層群は同石灰岩形成後、つまり更新世末期ないし完新世に生じたこととなり、琉球列島の地史を考える上で重要な事件となる(氏家、1983)。

RN88D 5(水深88m)では多数の生体石灰藻球が得られた。RN90D 1(水深433m)では礁性石灰岩(最大17×10×5cm)とともに、細粒砂岩(加藤により鑑定)が採取された。RN90-D 4(水深993m)、D 5(水深1,216m)、D 6(水深918m)では島尻層群と思われる泥岩が得られた。浮遊性有孔虫を用いた島尻層群の年代決定法(Ujiié, 1985)に基づいて、これら3サンプルについても年代決定を試みた。D 4では*Globigerina nepenthes*, *Globorotalia margarita*, *G. tumida*, *G. aff pliozea*, *Globoquadrina altispira*等を、D 5では*Globorotalia truncatulinoides*、右巻き殻優勢の*Pulleniatina complex*等を、D 6では*Globorotalia tumida*, *G. crassaformis*, *Globoquadrina altispira*, 右巻き殻優勢の*Pulleniatina complex*等の浮遊性有孔虫を検出した。すなわち、D 4は中部鮮新統(upper PL 1)、D 5は中部更新新統(upper N22)、D 6は上部鮮新統(PL 4)と決定された。

以上の結果とRN87の結果(小野ほか、1989)から考察すると、慶良間ギャップ北東側と南西側の水深約100mまでは石灰藻球が多産し、それより約700mにかけては琉球石灰岩と思われる石灰岩が、それ以深では島尻層群が露出していると考えられる。特に本海域での島尻層群のサンプルは、小野ほか(1989)と合わせて5サンプルにのぼり、その年代に大きな開きがある。つまり、島尻層群中のさまざまな層準が露出していると思われる。この結果を用いて本地域の地質構造を明らかにする手がかりとするには、サンプリング位置の正確さに問題がある。そこで、今後はOkean-type grabのようなほぼ垂直に降下する採泥方式を用いることが望まれる。

2. ピストン・コアラによる柱状底質試料

ピストン・コアラによって採取された底質の柱状図と記載を付図1~12として要約した。また、それぞれのコアの含泥率と含水率を図4と図5にまとめた。以下には、それぞれのコアについてのコメントを付記する。

RN88-PC 1 (付図1)

採集地点：宮古島南西沖の海溝斜面上、水深3,202m。

全層厚94cmにわたりシルト質粘土層で、最上部約4cmの酸化帯は暗黄色を呈し、他はオリーブ系の色調を呈する。含水率は一部を除き35%前後で一定である。含泥率はコア下部に向けてやや増加の傾向を示す。

RN88-PC 2 (付図2、3)

採集地点：上記コア北方の海溝斜面上、水深2,225m。

全層厚537cmにわたってオリーブ系の色を呈したシルト質粘土層で、40~356cmにかけて軽石が散在している。ただし、最上部4cmには中粒~細粒の石灰質砂があり、また、約165~180cmにかけては火山灰質となっている。含水率は40%でほぼ一定である。含泥率は下部に向けて約40cmを境に急激に落ち、その後60%前後で移行し、最下部において再び増加する。このことは、軽石の産状と調和的である。

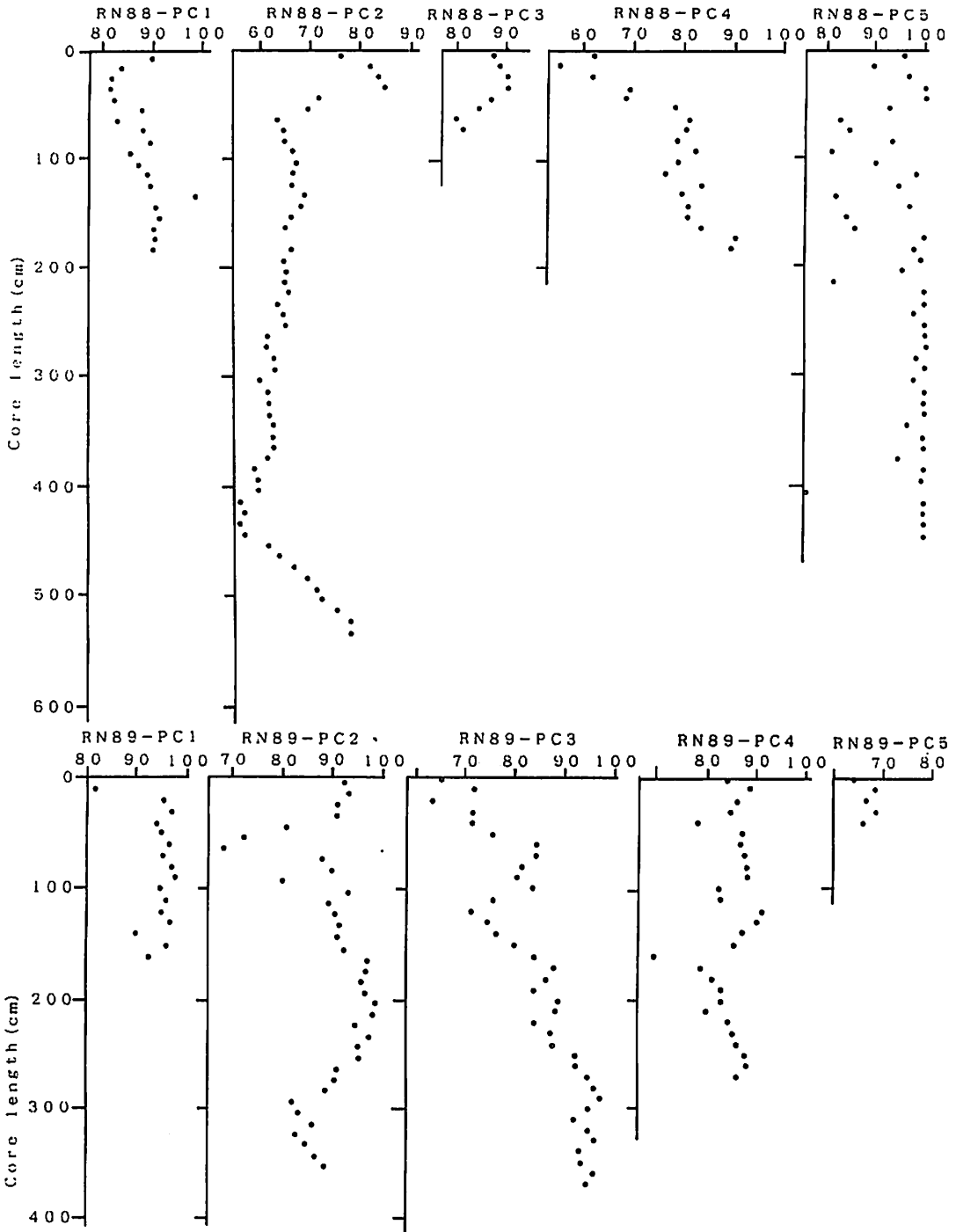


図 4 RN-88, -89ピストン・コアにおける含泥率.
 Fig. 4 Mud contents in RN-88 and -89 piston cores.

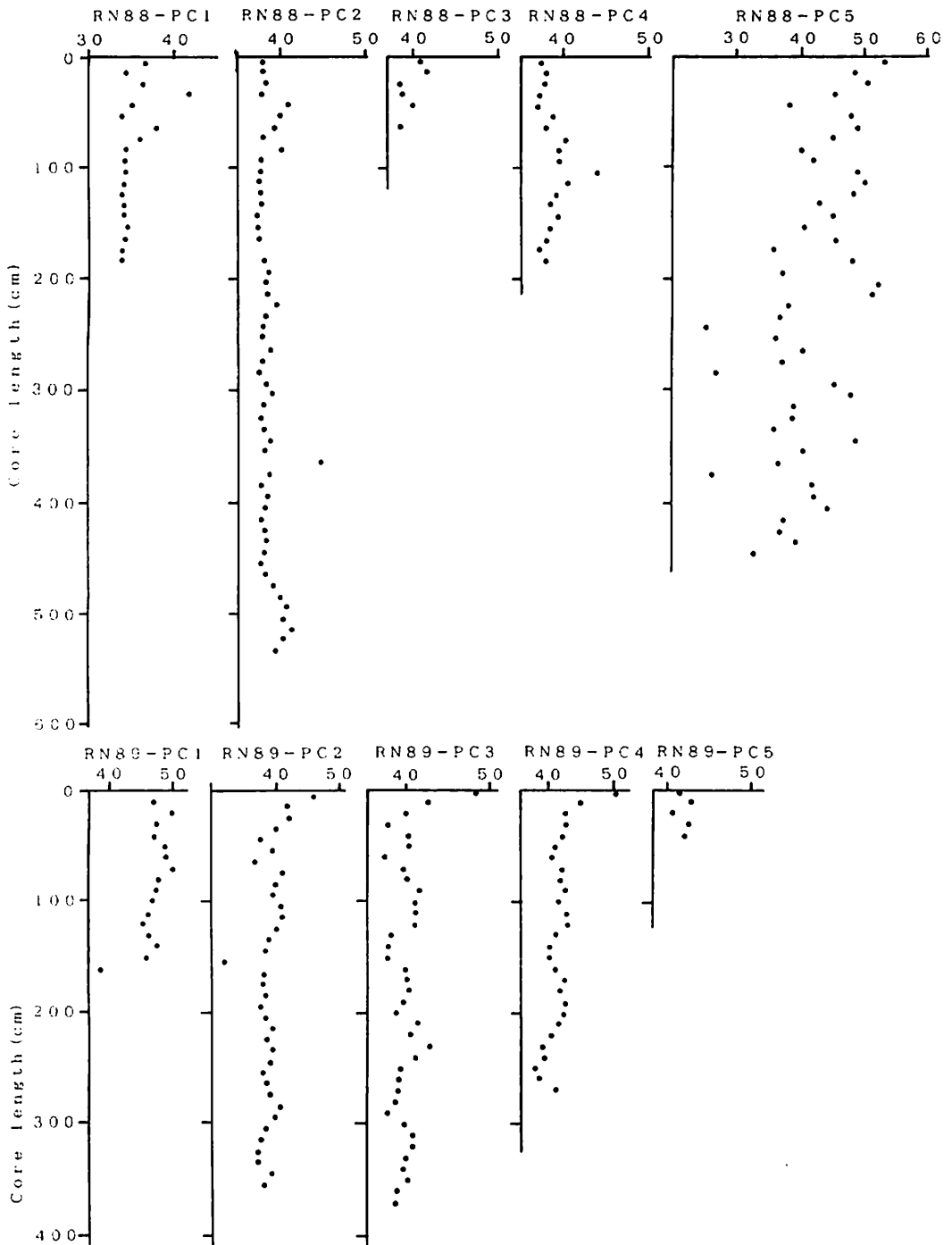


図 5 RN-88, -89ピストン・コアにおける含水率。
 Fig. 5 Water contents in RN-88 and -89 piston cores.

RN88-PC 3 (付図 4)

採集地点：上記コア北方の斜面上、水深1,842m。

全層厚75cmにわたりオリブ系の色を呈したシルト質粘土層。

RN88-PC 4 (付図 5)

採集地点：上記コアの北方の斜面が平坦となった地域、水深1,570m。

全層厚184cmにわたりオリブ系の色を呈したシルト質粘土層であるが、最上部約4cmには細粒砂がある。また、60～70cmにかけて酸化帯を示す褐色の固い粘土へと変わる（侵食面存在の可能性あり）。含水率は38%前後でほぼ一定である。含泥率は表層から約60cmにかけて急増し、それ以深ではほぼ一定となる。

RN88-PC 5 (付図 6-1, -2)

採集地点：宮古島北方沖縄トラフ側の斜面、水深2,051m

全層厚451cmの間に石灰質砂層と粘土層またはシルト質粘土層とのペアが9セット以上認められた。それぞれ、常に砂層の下限は一例を除き明瞭な境界を示すのに比べ、上限は粘土層またはシルト質粘土層へと漸次に変化する。また、基底部付近において上方級化を示す砂層が2層認められた。粘土層は平行層理やsand patchesを伴うが、概して均質である。

このturbiditeはBouma sequence (Bouma, 1962) でいうところのTaとTeの一部、TdあるいはTfに相当する。トラフ側のダービタイトコアの特徴として、山崎・志岐 (1985) は、砂質部において葉理部 (Tb) を欠くとし、タービダイト泥質部 (Te) と半遠洋性泥質部 (Tf) との大きな違いとしてTf部に多数の石灰質有孔虫遺骸や石灰質ナノプランクトン遺骸が多く含むと、また、Te部には顕著な級化を示すのに対し、Tf部にはそれが見られないとしている。本コアでは、210cmより上位の粘土層 (Te?) では同層の上位に行くに従い含泥率が増加することに対応している。しかし、210cm以深の粘土層ではこのようなことが当てはまらない。この違いは、上部の粘土層では、1/16mm以上の粒子の混入があり、下部の粘土層 (Tf?) では、そのようなことが起きていないことを示しており、210cmを境に堆積環境に大きな変化があったと考えられる。このことはRN80-PC 3のコアサンプルを用いた石灰質ナノプランクトン群集(李・岡田, 1985) で示されたような、外洋水である黒潮の影響が強まったことと関係があるかも知れない。このことも合わせて、これらの粘土層がタービタイト泥質層 (Te) か、現地堆積性の半深海性遠洋堆積物層 (Tf) に相当するかは、八田・徳橋 (1984) で行われたような、底生有孔虫群集解析結果を待たなければならないだろう。

RN89-PC 1 (付図 7)

採集地点：沖縄島沖のトラフ側、水深1,530m。

全層厚161cmにわたってきわめて均質なシルト質粘土層で、オリブ系の色を呈する。ただし、最上部2cmには軽石および岩片からなる中粒砂層がある。含水率は48%前後で一定している。含泥量も最上部を除き95%前後で一定している。本コア・キャッチャー部に変質安山岩質火山礫凝灰岩(加藤により鑑定)が得られた。

RN89-PC 2 (付図 8)

採集地点：慶良間ギャップ南東沖の海溝斜面上、水深3,363m。

全層厚363cmにわたって小礫サイズの軽石を含む粘土層よりなっている。上部より200cmにかけて酸化帯を示す褐色系の色を呈する。また、その酸化帯の下部には黒灰色の葉理が認められる。含水率は40%前後で一定している。含泥率は80～100%の間で変化しているが、60cm近辺では

70%以下まで低下している。

RN89-PC 3 (付図9-1、-2)

採集地点：前記コアの地点の北方で、先島深海平坦面北端の外縁近く、水深2,475m。

全層厚386cmにわたりシルト質粘土層である。上部から約140cmにかけて酸化帯を示す褐色系の色を呈している。ただし、83~89cmにかけてオリーブ系の色を呈する層をはさむ。本コアの特徴として、上部から180cmにかけてbioturbationが認められ、特に160cm前後で著しい。また、89~92cmにかけて火山灰層をはさむ。含水率は40%前後で一定である。含泥率はコア下部に行くにしたがって増加している。ここで、本コアは、すでに酸素同位体比、底生有孔虫群集解析の予察的研究が行われている(阿波根、1990MS、卒論)。氏家(1990)が概要を紹介したうちから年代決定に関する結果を下に記しておく。

- 1) 83~92cmにある火山灰層は阿多火山灰層(約85,000年前)である。
- 2) 酸素同位体比分析結果から本コア下部はEmiliani Stage 9に達しており、Emiliani Stage 1~9が連続的に認められる。
- 3) 石灰質ナンノプランクトンの*Emiliana huxleyi*の初出現層(約27年前)が315cmで認められる。

以上のことから本コア最下部は約31万年前に達している。

RN89-PC 4 (付図10)

採集地点：上記コアの地点の北方、水深2,255m。

全層厚274cmにわたりシルト質粘土層である。色調は上部から40cmにかけて褐色系、40cmから132cmにかけてはオリーブ系、132cmから215cmにかけて褐色系、その後はまたオリーブ系の色を呈する。含水率は40%前後であるが、コア下部に向けてやや減少する傾向がある。含泥率は一部(150cm付近)を除き、85%前後で一定している。

RN89-PC 5 (付図11)

採集地点：上記コアの地点の北方で、慶良間ギャップから海溝斜面へと移る地点、水深1,698m。

全層厚58cmのうちで上部から50cmまでがシルト質粘土層で、最下部に軽石を含む火山灰層がある。色調は上部から28cmにかけて褐色系の色を呈し、その後、火山灰層までがオリーブ系の色を呈する。

RN89-PC 7 (付図12)

採集地点：慶良間ギャップの中心部、水深1,690m。

全層厚54cmで粘土層よりなる。泥岩の礫や砂のpatchesが認められる。

むすび

本報告はRN-88、-89、-90航海で得た底質試料を中心としたものである。同試料の詳細で多角的な研究は本海洋学科堆積学講座で鋭意推進され、公表されつつある。ここに記したような予察的研究によってさえも慶良間ギャップの形成運動、南琉球弧及び周辺海域の地史や構造発達史の究明に大きく貢献することが明らかとなった。

また、ここにあげた底質試料以外にCTD観測などの海洋物理学的データやトローリングによる生物標本等、貴重なデータ・標本が多数得られており、かつ公表されつつある。

以上のような貴重なサンプル・データは国際的に重要視される学術的財産であり、今後とも蓄積公表され、学内外の研究者により大いに活用されることが望まれる。

謝 辞

1979年度以来の長崎丸による「乗船実習」の成果は、教育面はもちろん研究面においても大きな成果をあげている。これは、長崎大学関係者、特に矢田殖朗長崎丸船長をはじめとする乗組員の方々の十分な理解と協力なくしては成し得なかった。ここに深く感謝の意を表したい。

本3航海では、琉球大学海洋学科の氏家 宏、木村政昭、山本 聡、小賀百樹の先生方及び学生諸氏・諸嬢の積極的な御協力を得た。海洋学科の加藤祐三教授には岩石の鑑定をしていただいた。また、本稿は氏家教授の校閲を得た。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- Bouma, A. H., 1962. *Sedimentology of some flysch deposits*. 168pp., Elsevier, Amsterdam.
- 八田明夫・徳橋秀一、1984. 房総半島中部、消澄層及び安野層のフリッシュ型砂泥互層の泥岩中に含まれる有孔虫群集について. *NOM*, 12 : 17-32.
- 小野朋典・緑川巖行・山本 聡・氏家 宏、1989. RN-84~87航海で採取された琉球弧周辺海域の底質試料について. *琉球大学理学部紀要*, 47 : 115-151.
- 李 文勳・岡田尚武、1985. 赤道太平洋・東シナ海と日本海のコアに見られる石灰質ナンノ化石相と古環境の関係. *山形大学理学部紀要*, 11 : 177-191.
- 辻 喜弘・須内寿男・山村恒夫・古田土俊夫・結城智也・岩本 博、1989. 琉球列島宮古島西方海域の現世炭酸塩堆積物とその堆積環境. *月刊地球*, 11 : 612-617.
- 氏家 宏、1980. 南琉球弧“500m島棚”の第四紀地史上の意義. *第四紀研究*, 18 : 209-219.
- 氏家 宏、1983. 沖縄本島西方海域の地質と琉球弧形成史. *地質学論集*, (22) : 131-140.
- Ujiié H., 1985. A standard late Cenozoic microbiostratigraphy in southern Okinawa-jima, Japan. Part 2. Details on the occurrence of planktonic foraminifera with some taxonomic annotations. *Bull. Natn. Sci. Mus., ser. C.*, 11 : 103-136.
- 氏家 宏、1990. 琉球弧を中心とする太平洋西縁域における後期新生代海洋環境変動の研究. 10+124pp. 平成元年度科学研究費補助金(一般研究A)研究成果報告.
- 山本 聡・矢田殖朗・木村政昭・加藤祐三、1984. 1979-1983年(5年間)、東シナ海での乗船実習により採取された海底サンプル. *琉球大学理学部紀要*, 38 : 117-130.
- 山崎貞治・志岐常正、1985. 細粒タービタイト、およびこれに伴う半遠洋性堆積物-堆積構造、組成、堆積機構などに関する2・3の知見と討論(予報). *堆積学研究会報、特集号*, (12/13) : 39-49.

付表 1 RN-88航海の作業に関するデータ。
Appendix Table 1. Data on samples taken by the RN88 cruise.

Station	Data	Time	Latitude	Longitude	Water depth(m)	Summarized description
RN88-OK 1	19880411	17:40	26° 46.4' N	127° 37.0' E	82	Rhodolith, granular coarse sand.
RN88-OK 2	19880411	18:06	26° 47.9' N	127° 37.4' E	124	Rhodolith (irregular form), <i>Gypsina</i> , bryozoa
RN88-OK 3	19880416	6:56	24° 09.5' N	123° 44.2' E	109	Rhodolith, <i>Cycolotypeus</i> (living), granules
RN88-OK 4	19880416	7:22	24° 09.3' N	123° 45.5' E	87	<i>Cycolypeus</i> , rhodolith
RN88-D 1	19880419	11:38	24° 46.6' N	123° 59.4' E	1545	No recovery
RN88-OK 5	19880419	13:47	24° 45.6' N	123° 58.9' E	1673	Mud granule
RN88-D 2	19880419	15:06	24° 45.6' N	123° 59.6' E	1501	No recovery
RN88-PC 1	19880420	7:35	23° 59.6' N	126° 21.8' E	3202	Recovered length : 94cm, Silty clay
RN88-OK 6	19880420	9:11	24° 02.3' N	126° 17.8' E	2322	No recovery
RN88-PC 2	19880420	10:16	24° 02.8' N	126° 17.4' E	2225	Recovered length : 537cm. Silty clay
RN88-OK 7	19880420	12:27	24° 04.1' N	126° 14.3' E	2045	Fine sand
RN88-PC 3	19880420	13:39	24° 07.0' N	126° 11.0' E	1842	Recovered length : 75cm. Silty clay
RN88-OK 8	19880420	16:03	24° 19.7' N	125° 56.7' E	1439	Silty clay
RN88-PC 4	19880420	17:40	24° 26.5' N	125° 47.6' E	1570	Recovered length : 184cm. Silty clay
RN88-OK 9-1	19880420	18:49	24° 32.2' N	125° 42.7' E	1223	No recovery
RN88-OK 9-2	19880420	19:17	24° 32.4' N	125° 42.0' E	1215	Ditto
RN88-D 3	19880421	6:50	25° 55.0' N	127° 10.7' E	131	Ditto
RN88-OK10	19880421	6:57	24° 37.2' N	125° 37.1' E	697	Coarse~medium-grained sand, pteropods (granule size), solitary corals
RN88-D 4	19880421	7:03	25° 55.1' N	127° 11.4' E	102	Norecovery
RN88-D 5	19880421	7:25	25° 55.5' N	127° 11.9' E	88	Algal ball abundant
RN88-OK11	19880421	7:58	24° 41.7' N	125° 32.9' E	194	Limestone pebble
RN88-OK12	19880421	10:46	25° 07.2' N	125° 14.4' E	131	Coarse-grained sand, granule (irregular form.), bryozoans, sponges, hexacorals
RN88-OK13	19880421	11:37	24° 09.0' N	125° 13.2' E	1251	Silty clay
RN88-PC 5	19880421	13:18	25° 15.5' N	125° 09.5' E	2051	Recovered length : 451cm. Turbidite sequence (clay ~medium-grained sand)

PC : Piston core, OK : Okean-type grab, D : Niino-type dredger.

Time : Leave bottom time.

付表 2 RN-89航海の作業に関するデータ。
Appendix Table 2. Data on samples taken by the RN89 cruise.

Station	Data	Time	Latitude	Longitude	Water depth(m)	Summarized description
RN89-PC 1	19890413	14:03	27° 16.2' N	127° 03.9' E	1530	Recovered length : 161cm. Silty clay. (altered andesitic lapilli tuff in core catcher)
RN89-PC 2	19890418	15:36	25° 10.5' N	127° 39.4' E	3363	Recovered length : 363cm. Silty clay
RN89-PC 3	19890418	18:22	25° 15.4' N	127° 35.8' E	2475	Recovered length : 386cm. Silty clay
RN89-PC 4	19890419	8 :27	25° 20.7' N	127° 28.9' E	2255	Recovered length : 274cm. Silty clay
RN89-OK 1	19890419	11:06	25° 30.2' N	127° 21.1' E	2220	
RN89-PC 5	19890419	12:45	25° 35.5' N	127° 14.1' E	1698	Recovered length : 58cm, Silty clay
RN89-OK 2	19890419	14:39	25° 43.2' N	127° 08.2' E	1046	No recovery
RN89-PC 6	19890419	15:16	25° 43.9' N	127° 08.1' E	1040	Ditto
RN89-PC 7	19890419	17:41	25° 51.6' N	126° 55.2' E	1690	Recovered length : 54cm. Clay

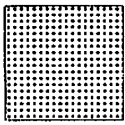
PC : Piston core, OK : Okean-type grab.

Time : Leave bottom time.

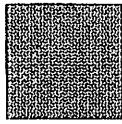
付表 3 RN-90航海の作業に関するデータ。
Appendix Table 3. Data on samples taken by the RN90 cruise.

Station	Data	Time	Latitude	Longitude	Water depth(m)	Summarized description
RN90-C 1	19900415	13:20	25° 55.9' N	127° 11.7' E	84	Deep-sea stereo camera
RN90-D 1	19900415	14:18	25° 54.6' N	127° 10.0' E	433	Limestone (max.17×10×5 cm) and fine-grained sandstone
RN90-D 2	19900415	15:33	25° 51.5' N	127° 11.1' E	655	Limestone gravel
RN90-D 3	19900416	10:42	25° 46.3' N	127° 07.2' E	915	No recovery
RN90-D 4	19900416	12:25	25° 42.1' N	127° 02.3' E	993	Many mudstone gravels (Shimajiri Group), corals, sponges
RN90-D 5	19900416	13:30	25° 40.2' N	126° 57.7' E	1216	Many mudstone gravels (Shimajiri Group)
RN90-D 6	19900416	14:34	25° 41.4' N	126° 58.3' E	918	Many mudstone gravels (Shimajiri Group)
RN90-C 2	19900416	15:47	25° 39.8' N	126° 52.4' E	1113	Deep-sea stereo camera
RN90-PC 1	19900417	11:21	26° 58.2' N	129° 29.7' E	3703	No recovery
RN90-PC 2	19900417	14:12	27° 02.7' N	129° 27.7' E	2940	Only pilot core (silty clay)
RN90-CTD 1	19900417	19:03	28° 14.5' N	126° 38.9' E	179	CTD, turbidity, surface water sampling
RN90-W 1	19900419	11:20	26° 58.0' N	129° 29.0' E	3703	Water sampling
RN90-W 2	19900419	13:03	27° 00.1' N	129° 28.2' E	3463	Water sampling (W 2 - 1 :150 m, W 2 - 2 :100 m, W 2 - 3 :50 m W 2 - 4 : 0 m)
RN90-W 3	19900421	11:43	27° 46.0' N	128° 35.2' E	466	Water sampling (W 3 - 1 :150 m, W 3 - 2 : 100 m, W 3 - 3 :50 m W 3 - 4 : 0 m)
RN90-W 4	19900421	17:22	28° 24.1' N	127° 37.8' E	670	Water sampling (W 4 - 1 :150 m, W 4 - 2 : 100 m, W 4 - 3 :50 m W 4 - 4 : 0 m)
RN90-D 7	19900421	18:01	28° 24.2' N	127° 37.5' E	558	Gravels (max.21.5×17×9 cm)
RN90-C 3	19900421	19:02	28° 25.1' N	127° 36.4' E	619	Deep-sea stereo camera
RN90-D 8	19900421	21:31	28° 04.8' N	127° 56.1' E	908	Pumices (max.17×10.5×8 cm)

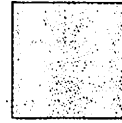
PC: Piston core, OK: Okean-type grab, D: Niino-type dredger C: Deep-sea stereo camera, W: Water sampling bottle.
Time: Leave bottom time.



COURSE-GRAINED SAND



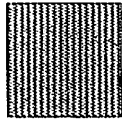
MEDUM-GRAINED SAND



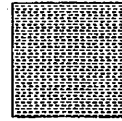
FINE-GRAINED SAND



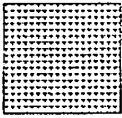
CLAY



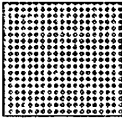
SILTY CLAY



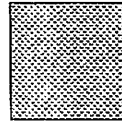
SILT



FORAMINIFERAL SAND



FORAMINIFERAL OOZE



VOLCANIC ASH



SHARP CONTACT

GRADUAL CONTACT

GRADED BEDDING

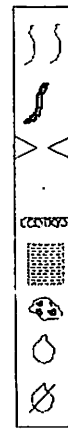
BEDDING or INTERBED

BURROW or MOTTLE

PATCH

COLOR CHANGE

GRAIN SIZE CHANGE



FLOW-IN

BAND

PATCH BED

SPOT

BIOTURBATION

LAMINAE

PUMICE

MOLLUSCAN SHELL



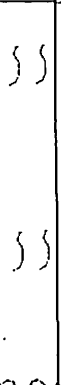





SHELL FRAGMENTS

付図 1-12 ピストン・コアの記載要約.

Appendix-figs. 1-12 Summarized description of piston cores.

RN88-PC1 Corrected Water Depth = 3202m

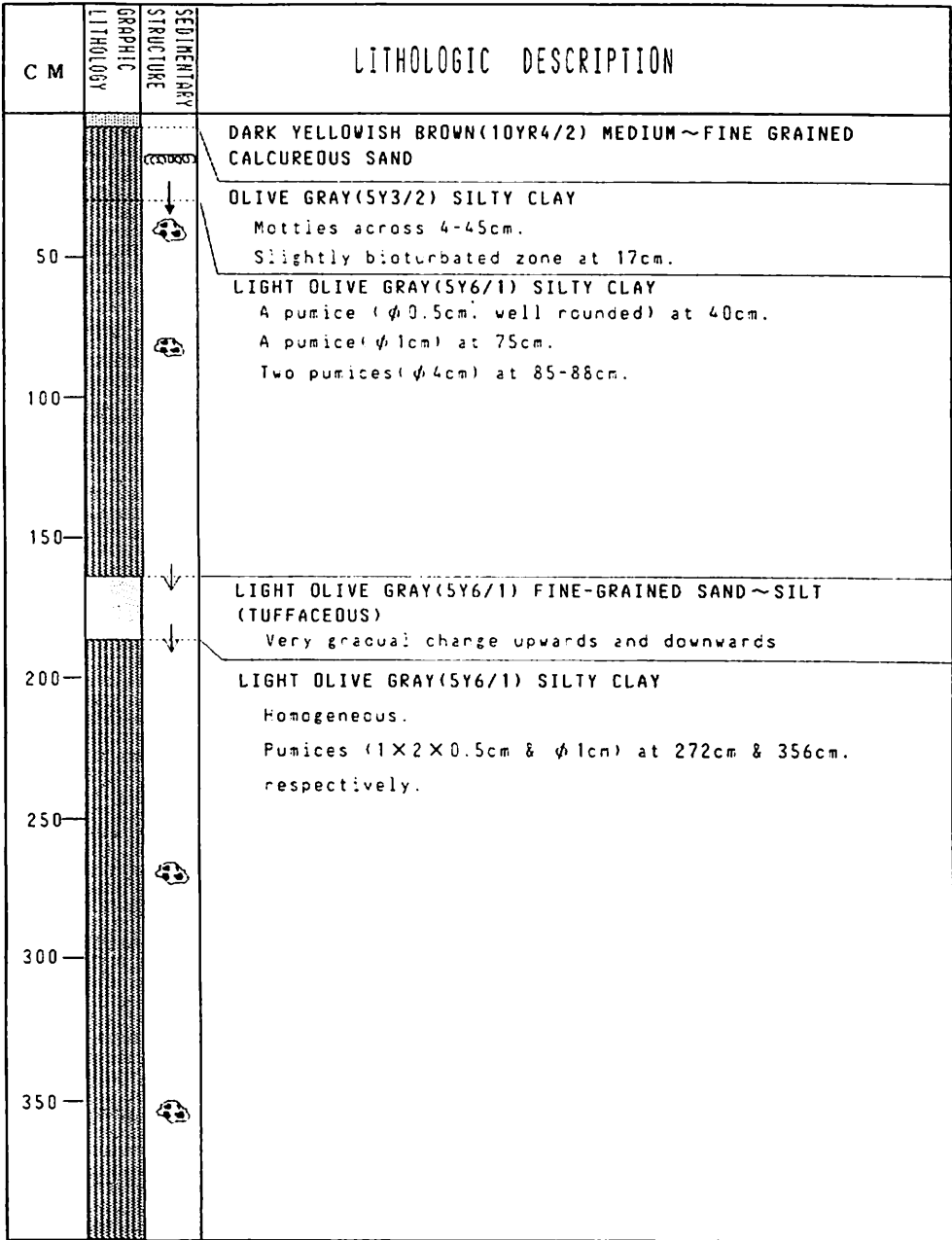
1/1

CM	LITHOLOGIC GRAPHIC	SEDIMENTARY STRUCTURE	LITHOLOGIC DESCRIPTION
50			YELLOWISH GRAY(5Y7/2) SILTY CLAY
		OLIVE GRAY(5Y4/1) SILTY CLAY	
		LIGHT OLIVE GRAY (5Y5/2) SILTY CLAY	
		GREENISH GRAY(5GY6/1) SILTY CLAY	
		LIGHT OLIVE GRAY(5Y6/1) SILTY CLAY	
100			Flow-in(core interval 94-238cm)
150			
200			
250			Core Length Recovered = 94cm
300			
350			

付図 1 (Appendix-fig. 1)

RN88-PC2 Corrected Water Depth = 2225m

1/2



付図 2 (Appendix-fig. 2)

RRN88-PC2 Corrected Water Depth = 2225m

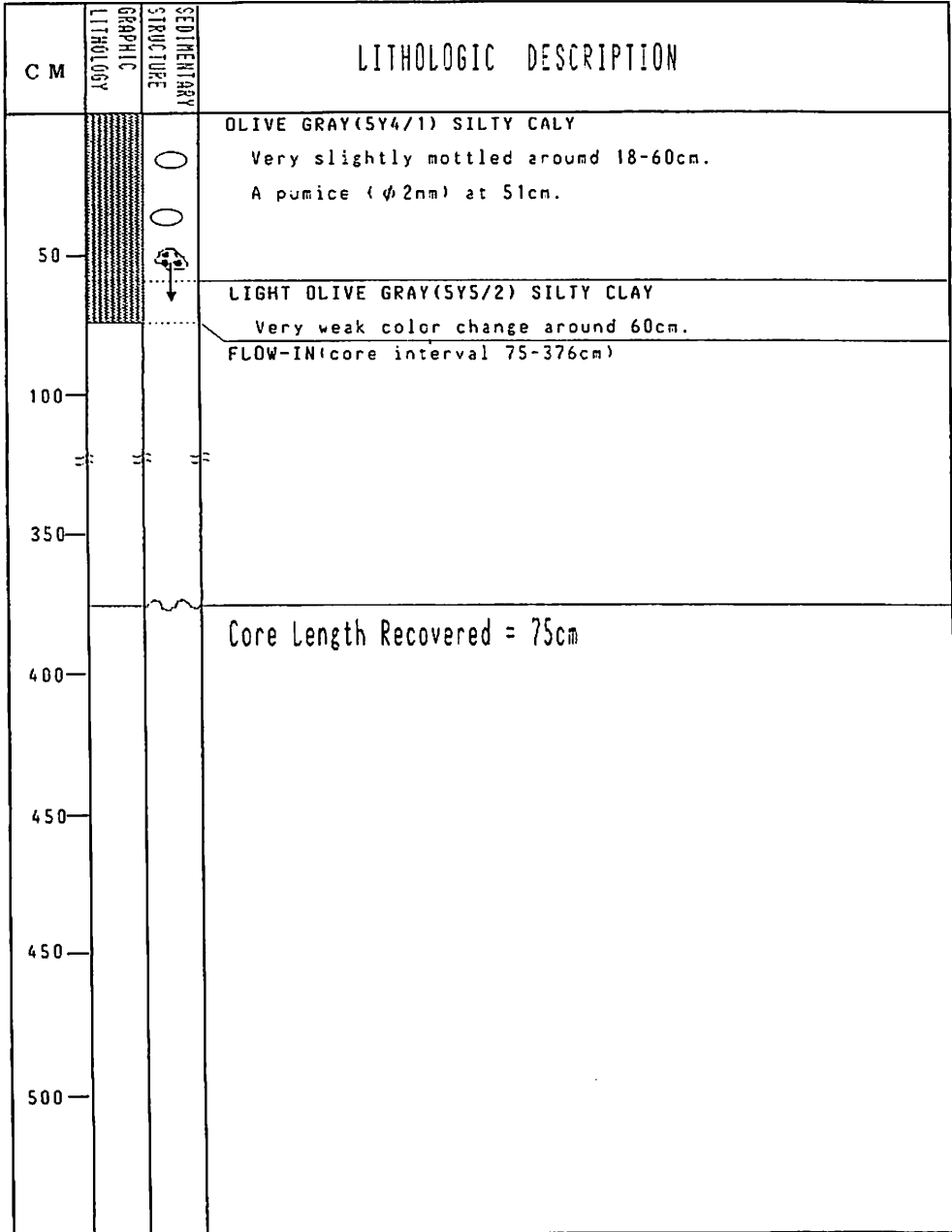
2/2

C M	GRAPHIC LITHOLOGY	SEDIMENTARY STRUCTURE	LITHOLOGIC DESCRIPTION
450	[Hatched pattern]		LIGHT OLIVE GRAY(SY6/1) SILTY CLAY
500			Core Length Recovered = 537cm
550			
600			
650			
700			
750			

付図 3 (Appendix-fig. 3)

RN88-PC3 Corrected Water Depth = 1842m

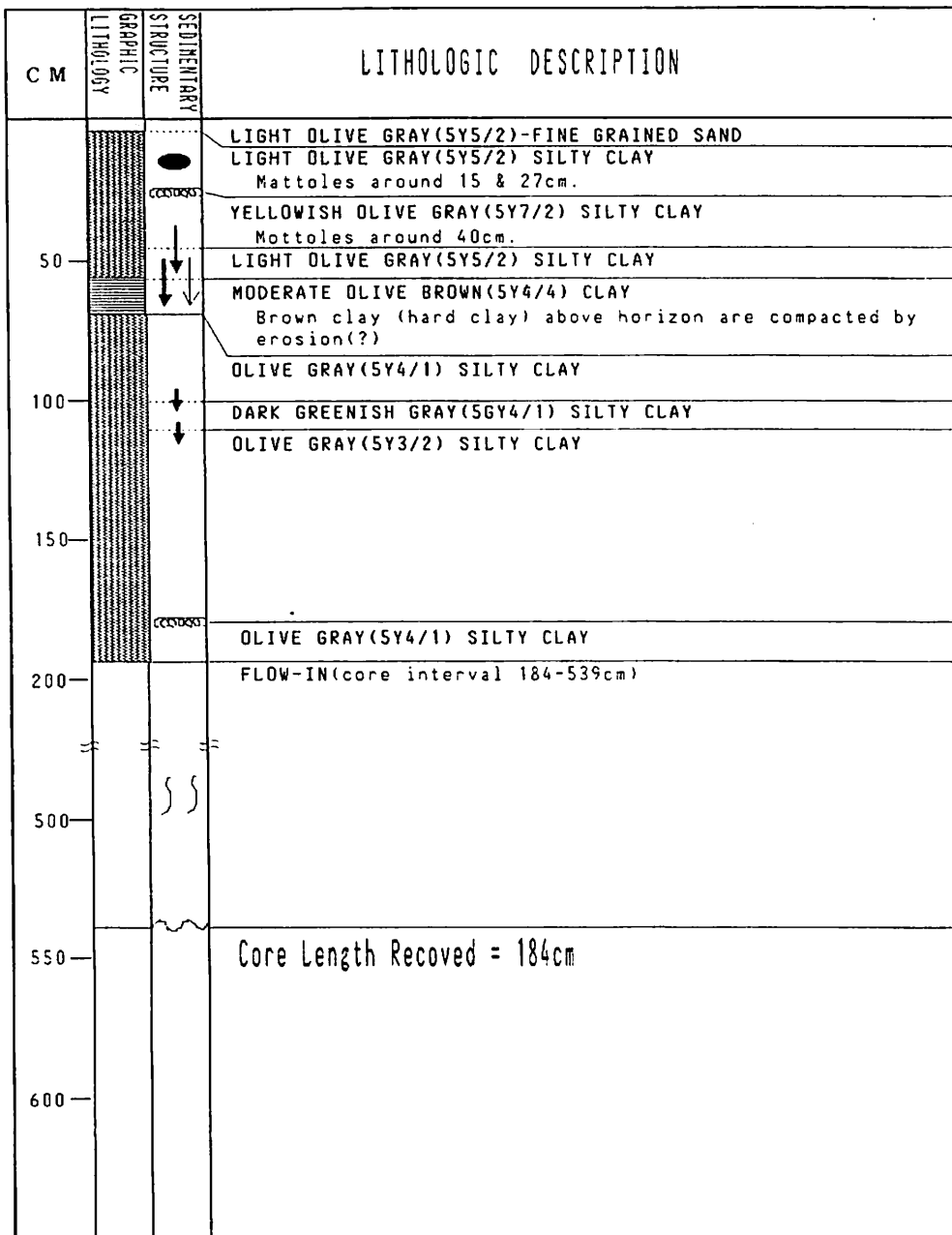
1/1



付図 4 (Appendix-fig. 4)

RN88-PC4 Corrected Water Depth = 1570m

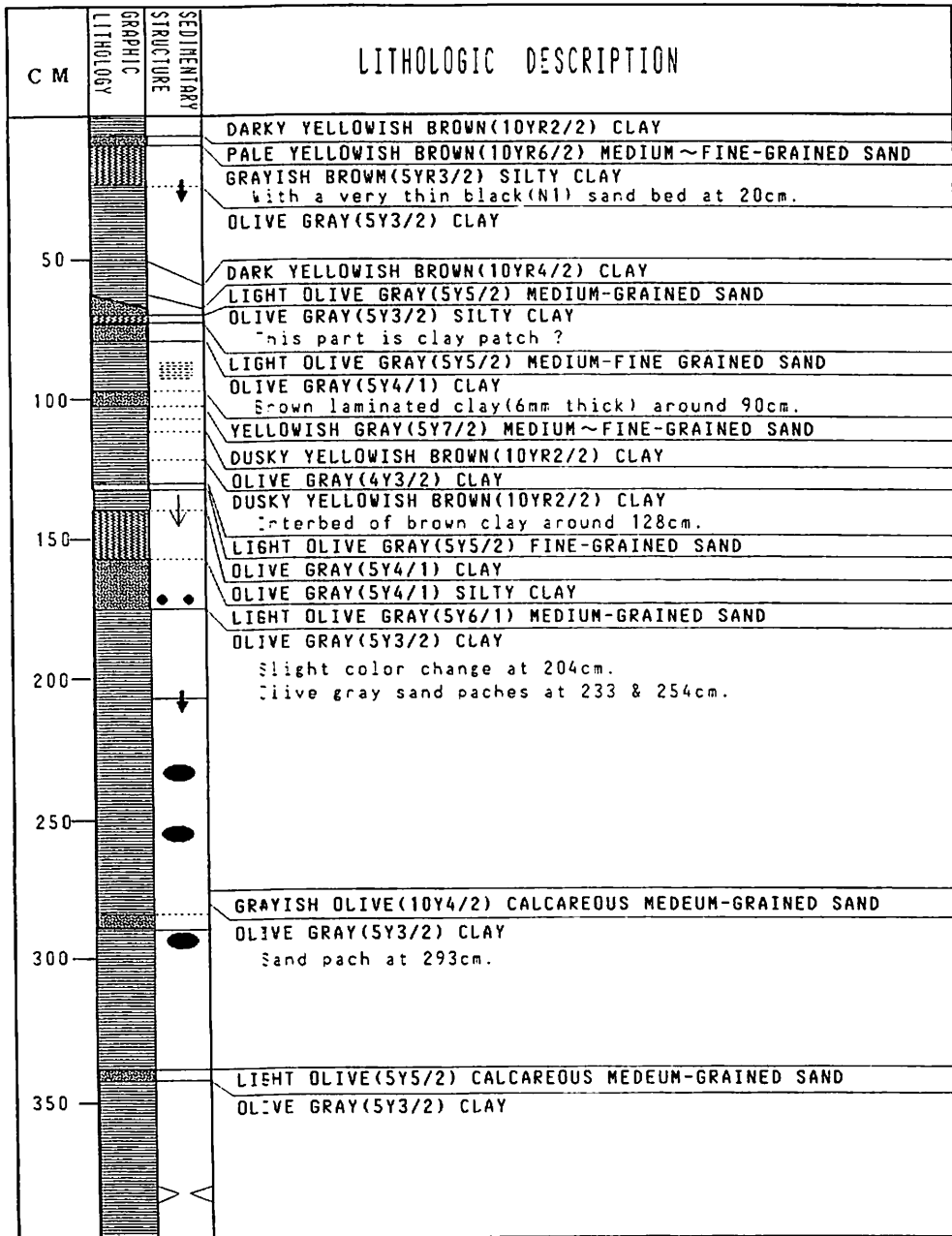
1/1



付図 5 (Appendix-fig. 5)

RN88-PC5 Corrected Water Depth = 2051m

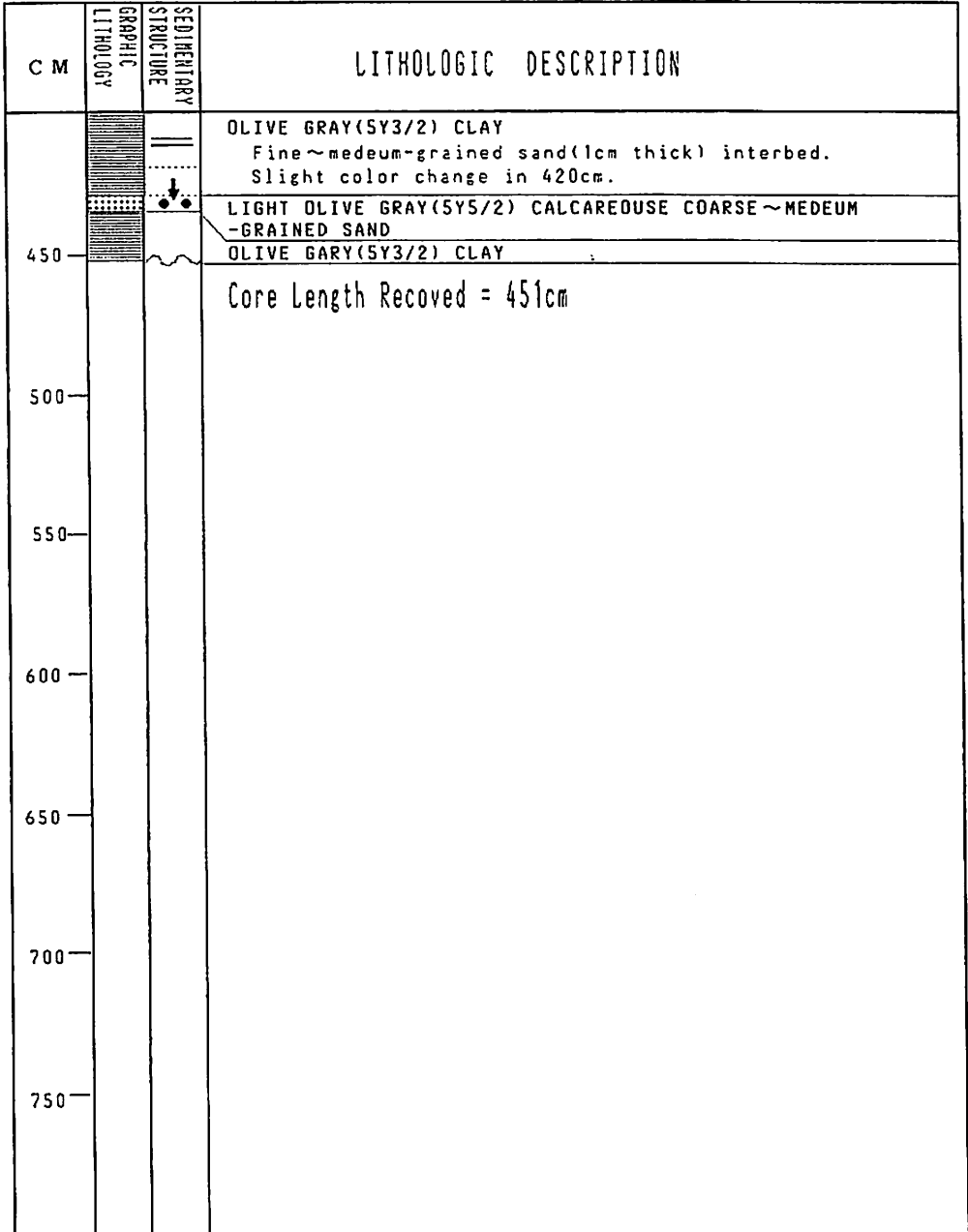
1/2



付図 6-1 (Appendix-fig. 6-1)

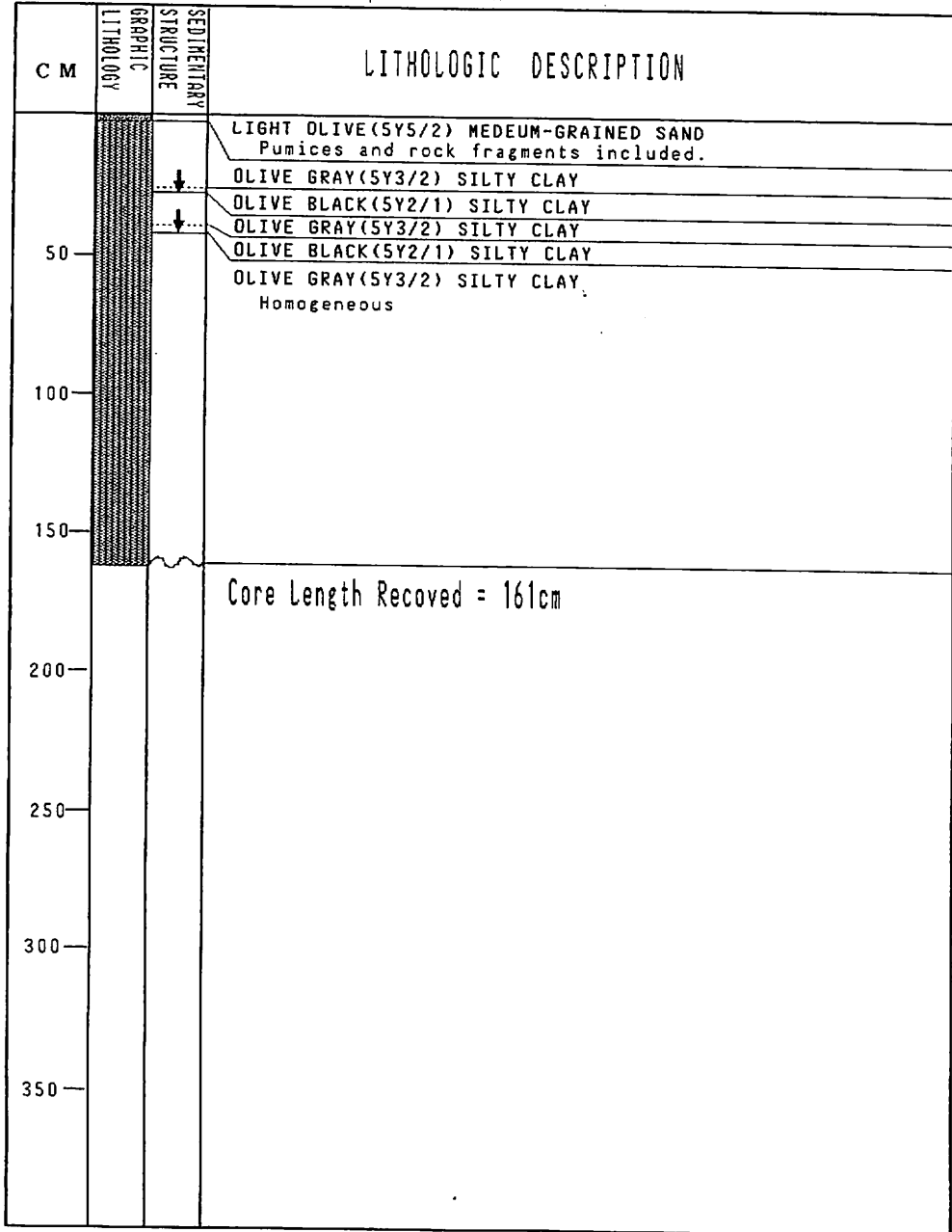
RN88-PC5 Corrected Water Depth = 2051m

2/2



付図 6-2 (Appendix-fig. 6-2)

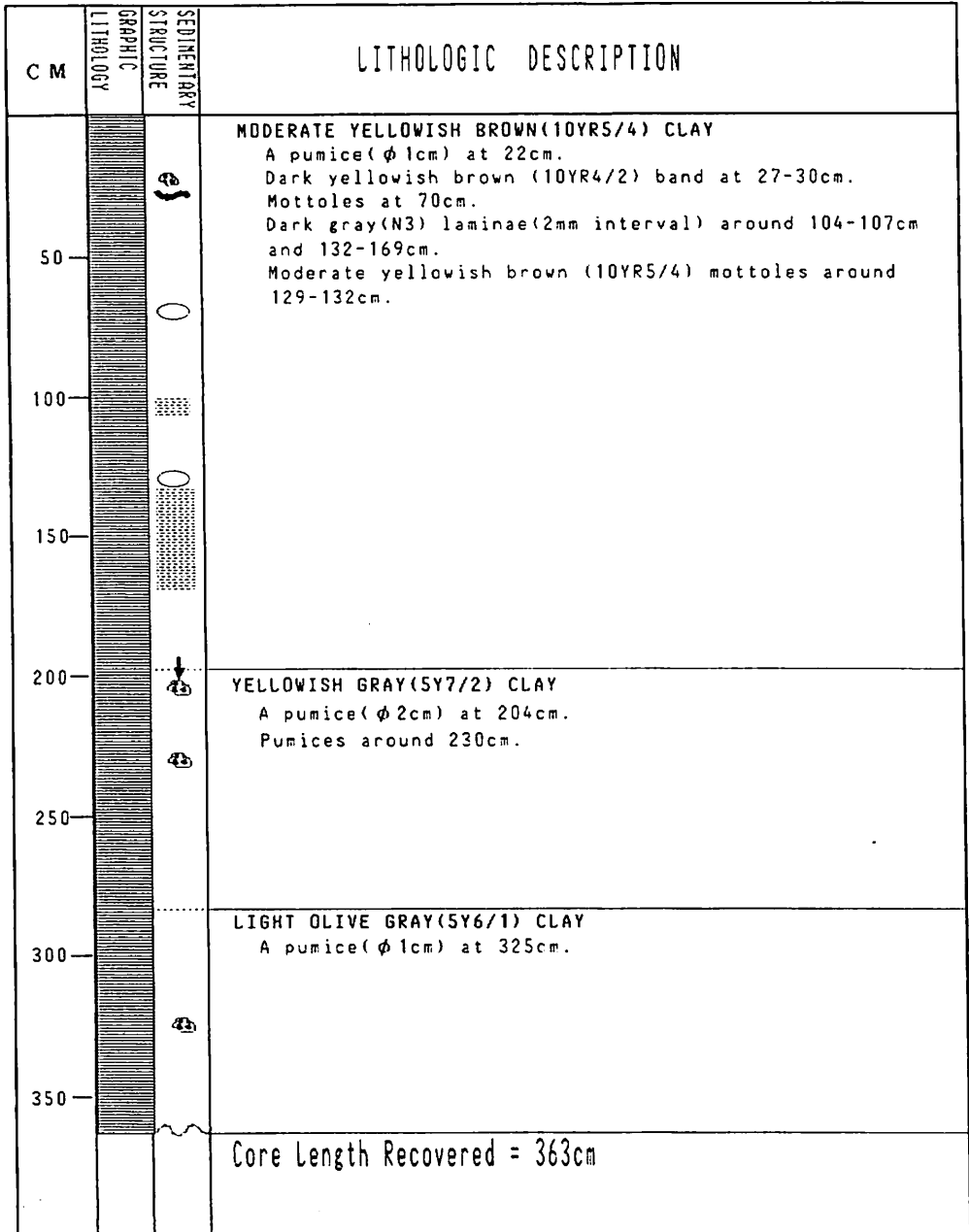
RN89-PC1 Corrected Water Depth = 1530m



付図 7 (Appendix-fig. 7)

RN89-PC2 Corrected Water Depth = 3363m

1/1



付図 8 (Appendix-fig. 8)

RN89-PC3 Corrected Water Depth = 2475m

1/2

C M	LITHOLOGIC GRAPHIC	SEDIMENTARY STRUCTURE	LITHOLOGIC DESCRIPTION
			MODERATE YELLOWISH BROWN(10YR5/4) SILTY CLAY
50		(C) (S) (R) (S)	GRAYISH ORANGE(10YR7/4) SILTY CLAY Bioturbation around 40-63cm.
100		↓	LIGHT OLIVE GRAY(5Y6/1) SILTY CLAY MODERATE YELLOWISH BROWN(10YR5/4) VOLCANIC ASH Dusky yellowish brown(10YR2/2) interbet(6mm thick) at 90cm.
		(C) (S) (R) (S)	MODERATE YELLOWISH BROWN(10YR5/4) SILTY CLAY
150		(C) (S) (R) (S)	VERY PALE ORANGE(10YR8/2) SILTY CLAY Bioturbation around 123-127cm.
		(C) (S) (R) (S)	OLIVE GRAY(5Y4/1) BIOTURBATED ZONE
200			LIGHT OLIVE GRAY(5Y6/1) SILTY CLAY Very hard and weak fissile in the intervals between 191 and 232cm.
250		☼	OLIVE GRAY(5Y4/1) SILTY CLAY A pumice(φ8mm) at 237cm. Dewatering vein around 252-260cm. Greenish gray(5GY6/1) band at 266-268cm. Black spots around 285-290cm.
300			LIGHT OLIVE GRAY(5Y6/1) SILTY CLAY This zone represents dewatering vein? LIGHT OLIVE GRAY(5Y6/1) SILTY CLAY
350			LIGHT GRAY(N7) SILTY CLAY
		}}}	folw-in (core interval 386-456cm)

付図 9-1 (Appendix-fig. 9-1)

RN89-PC3 Corrected Water Depth = 2475m

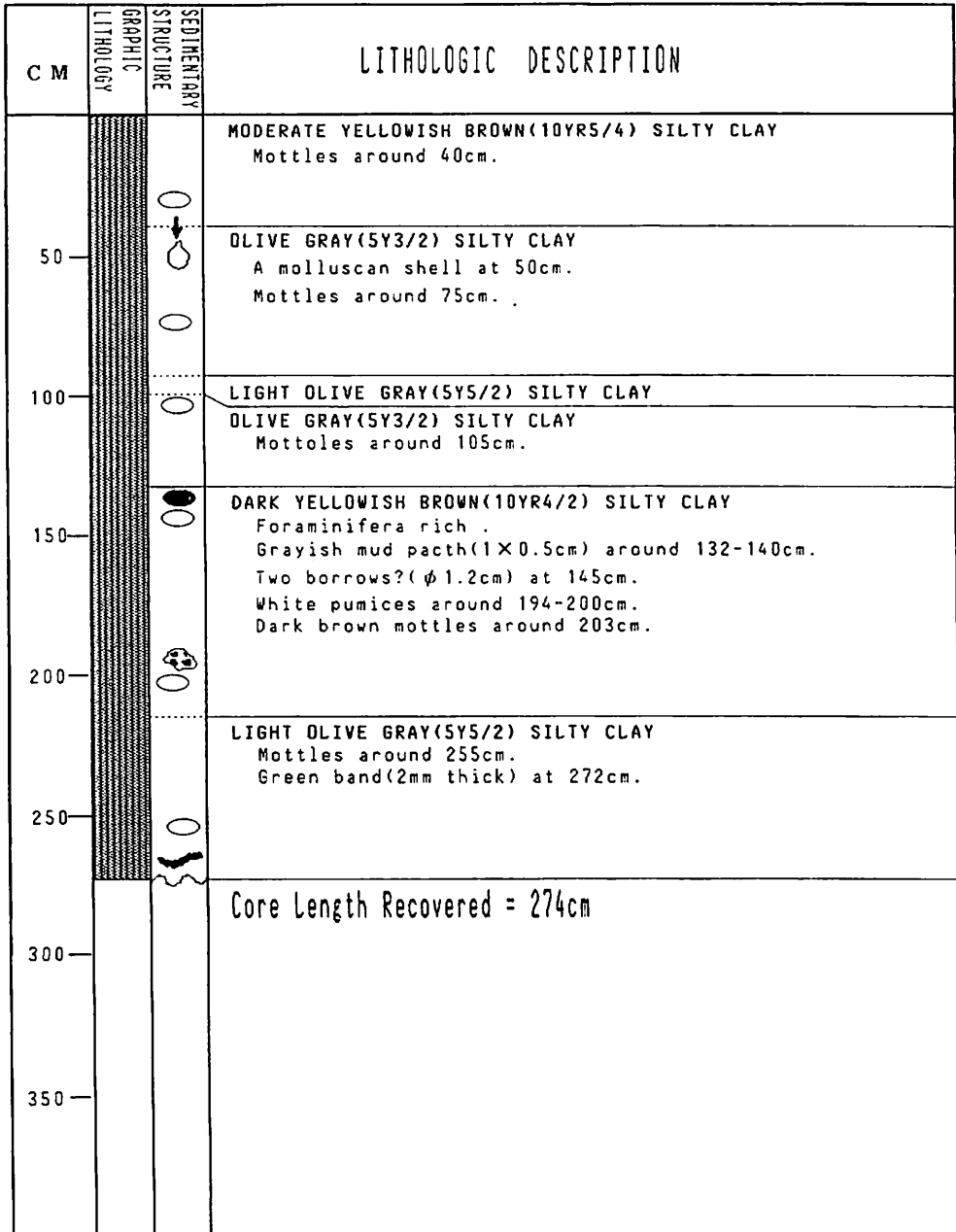
2/2

C M	GRAPHIC LITHOLOGY	SEDIMENTARY STRUCTURE	LITHOLOGIC DESCRIPTION
			flow-in (core interval 386-456cm)
450))	
		~~~~~	Core Length Recovered = 386cm
500			
550			
600			
650			
700			
750			

付図 9-2 (Appendix-fig. 9-2)

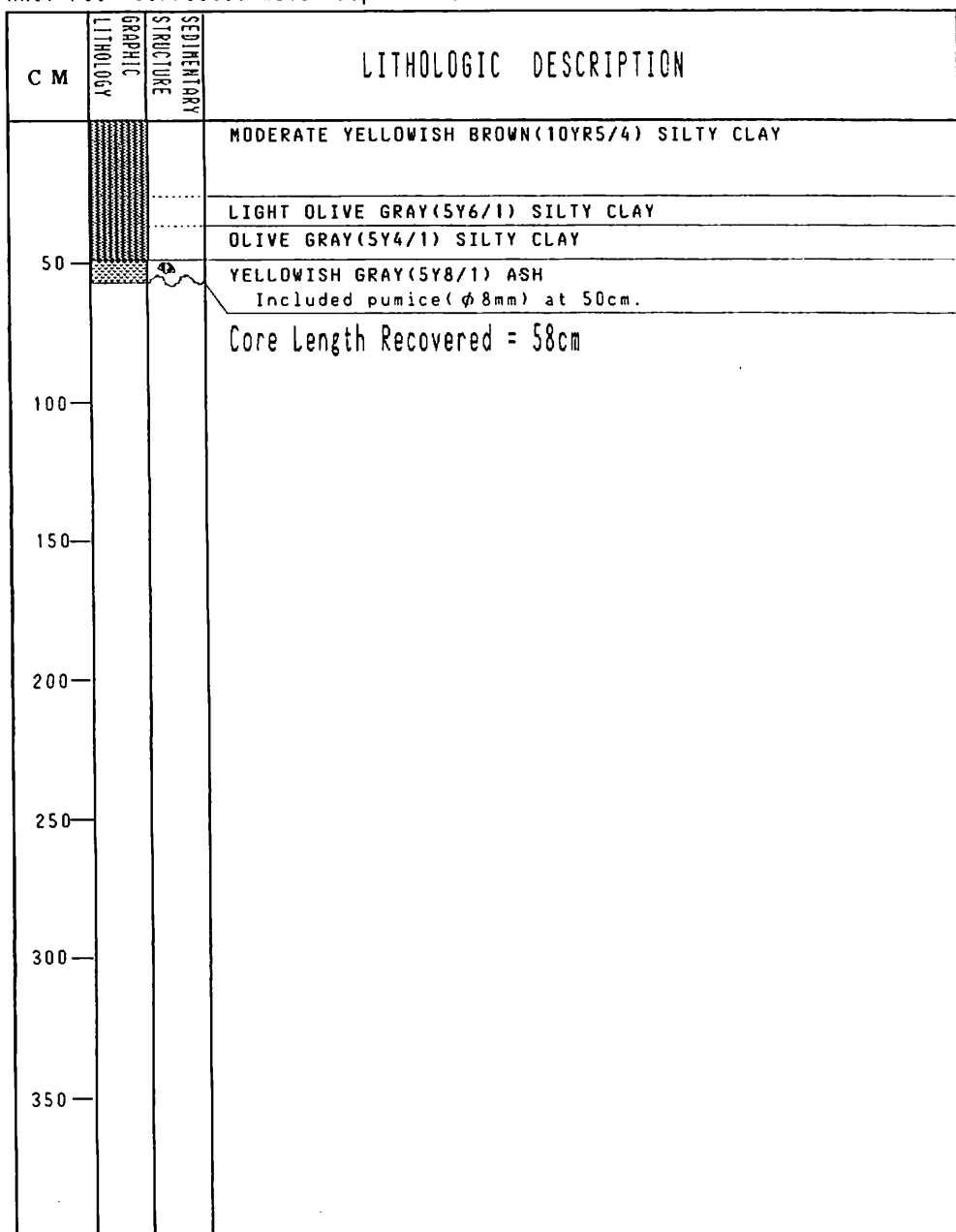
RN89-PC4 Corrected Water Depth = 2255m

1/1



付図 10 (Appendix-fig. 10)

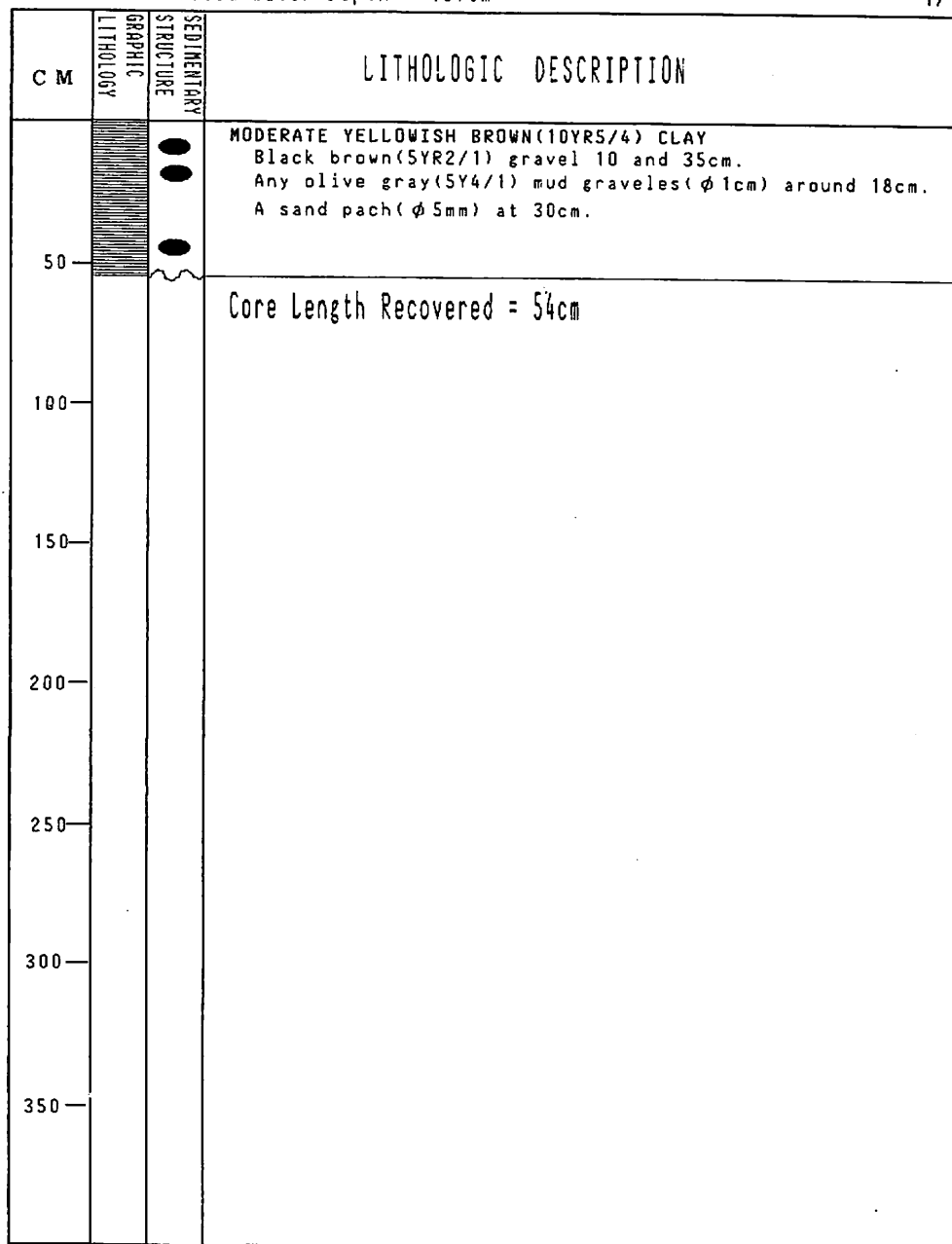
RN89-PC5 Corrected Water Depth = 1698m



付図 11 (Appendix-fig. 11)

RN89-PC7 Corrected Water Depth = 1690m

1/1



付図 12 (Appendix-fig. 12)