

日本周辺海域の海洋地質調査活動

— 昭和59年度の白嶺丸による調査航海 —

盛谷 智之・中尾 征三・石橋 嘉一・中村 光一・岡村 行信
Tomoyuki MORITANI Seizo NAKAO Kaichi ISHIBASHI Koichi NAKAMURA Yukinobu OKAMURA
池原 研・川幡 穂高・西村 清和・山崎 俊嗣 (海洋地質部)
Ken IKEHARA Hodaka KAWAHATA Kiyokazu NISHIMURA Toshitsugu YAMAZAKI
氏家 治 (鉱床部)・宮崎 純一 (技術部)・木下 泰正 (海洋地質部)
Osamu UJIKE Junichi MIYAZAKI Yasumasa KINOSHITA

はじめに

今年度の日本周辺における白嶺丸による調査研究は GH84—1 調査航海 (4月16日～5月15日) 及び GH84—3 調査航海 (7月5日～8月23日) として九州南部海域において実施された。

本調査研究は昭和49年—53年度の第1次昭和54年—58年度の第二次の各研究計画を引継いで昭和59年度から発足した工業技術院特別研究「西南日本周辺大陸棚の海底地質に関する研究」の5カ年計画の初年度にあたるものである。

これらの研究計画は日本周辺大陸棚・大陸斜面の海底地質及び表層堆積物の特性を解明してその成果を報告書縮尺20万分の1海底地質図・重力異常図・地磁気異常図及び表層堆積図としてまとめ刊行し海底鉱物資源の探査をはじめ沿岸域開発利用環境汚染防止対策地震予知対策等多方面にわたって役立つ地球科学的基礎情報を提供することを目的としている。実施にあたっては海上保安庁水路部発行の「大陸棚海の基本図」の区画にしたがってその20万分の1海底地形図を基図として利用し調査研究を進めている。第一次研究計画で日本列島周辺の一部のモデル的区画域第二次研究計画で主として太平洋沿岸域が調査され59年度からの第三次研究計画では西南日本周辺の九州南部と九州北部から山陰・北陸にかけての各沿岸海域が順次調査される予定である。今年度の九州南部海域の調査によって本州・四国・九州周辺海域の太平洋沿岸域は一部を除き調査を終了したことになった。以下に調査航海の概要と成果の概略を予報として報告する。

1. 調査航海の概要

九州南部沖の種子島付近・野間岬沖海域を対象に(第

1図) 4月から8月にかけて白嶺丸による2回の航海合計80日の調査を次のように実施した。

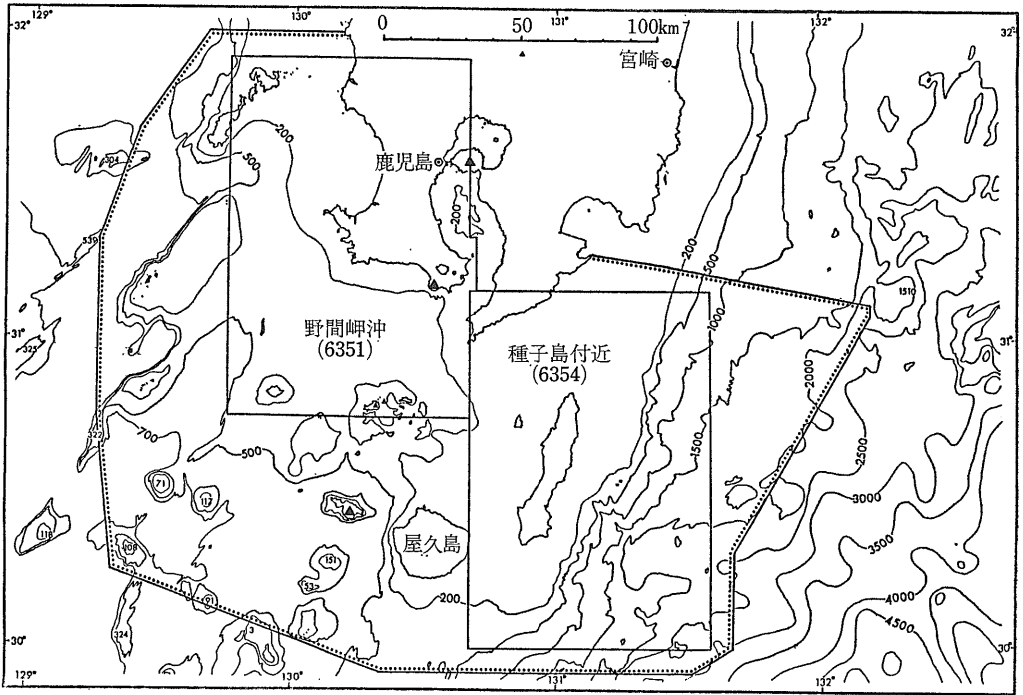
GH84—1 4月16日～5月15日 (30日間)
種子島付近・野間岬沖海域 その1
GH84—3 7月5日～8月23日 (50日間)
種子島付近・野間岬沖海域 その2

その1の航海では主として海底地質構造の探査その2の航海では主として表層堆積物の採取にかかわる調査がそれぞれ行われた。各航海の調査班には地質調査所海洋地質部 鉱床部 技術部の研究員6名及び諸大学の学生・大学院生からなる調査研究補助員7名がそれぞれ参加し 後者は調査に関する仕事を手伝った。

調査方法では航走観測として測線間隔2.4及び4マイルの格子状の基本測線を設定し場所によって補助測線を加えこれらに沿ってエアガンによる音波探査船上重力計による重力探査プロトン磁力計による磁気探査を行った。また2区域でサイドスキャンソナーによる海底微地形探査を行った。船位測定にはNNSSデッカ ロランCの複合測位システム等が用いられた。

定点観測としては測線の交点あるいは岩盤の露出地点の重要地点を選んでドレッジ ロックコアラピストンコアラ 大口径柱状採泥器 スミスマッキンタイヤ式グラブによる試料採取が行われた。グラブ採泥地点ではグラブに取付けた採水器による採水水中カメラによる海底撮影も行われた。また一部の地点では熱流量計を装着したピストンコアラによって柱状試料の採泥と熱流量の測定が同時に行われた。

GH84—3航海の最後の6日間では国際協力事業団の沿岸鉱物資源探査に関する集団研修コースの外国人研修生11名の研修・訓練が同時に行われた。



第1図 調査海域(中村原図). 鹿児島湾を含む広域を調査した. 区画は「大陸棚海の基本図」の区画. ▲印は活火山.

GH84-1 航海

本航海は昭和59年度の最初の航海として実施され 第1図に示す海域において エアガンによる音波探査 重力・磁力探査を中心とする地球物理探査が行われた. 音波探査によって得られた音響層序の物性及び地質時代を確認するため ロックコアラ 一部ではピストンコアラによる柱状試料の採取と ドレッジによる岩盤採取が行われた. また ピストンコアラ採泥のさい熱流量の測定も行われた.

航海への参加者は第1表に示す通り 地質調査所研究員6名 諸大学からのアルバイト学生・大学院生の調査研究補助員7名であった.

航海の経過は第2表に示す. 白嶺丸は昭和59年4月16日に船橋港を出港し調査海域に向かい 18日朝現地に着し 漁具設置状況を確認した上で前半の調査を実施した. 期間半ばに鹿児島港に入港 2泊した後調査を再開した. 前・後半とも好天に恵まれ 調査は順調に進み 5月15日に無事船橋港に帰港した.

本航海の各調査項目等の実施合計は 航海時間 640時間 航海距離 5,847.9海里 物理探査測線長 3,935海里 ロックコアラ採泥24点 ドレッジ66点 ピストンコアラ採泥2点 熱流量測定1点(ピストンコアラ採泥に付随して実施)である.

GH84-3 航海

本航海は 種子島付近・野間岬沖海域(第1図)における今年度第2回目の航海として 表層堆積物の分布特性を明らかにすることを主目的に実施された. 調査方法として 採水器 カメラを装着したスミスマッキンタイヤ式グラブ採泥器による 表層堆積物の採取 底層水の

第1表 GH84-1 種子島付近・野間岬沖海域その1調査航海の研究班構成

区分	氏名	所属	担当	備考
地質調査所研究員	盛谷 智之	海洋地質部	主席研究員 総括	船橋—船橋
	中村 光一	〃	音探 地質	〃
	岡村 行信	〃	音探 地質	〃
	山崎 俊嗣	〃	重力 磁力	〃
	氏家 治	鉱床部	地質	〃
	宮崎 純一	技術部	総務 地形	〃
船上調査研究補助員	狹守磨佐恵	山形大学	船上調査研究補助員	船橋—船橋
	山形 永	〃	〃	〃
	柳井 修一	東京大学	〃	〃
	秋元 和実	東北大学	〃	〃
	岡村洋一郎	高知大学	〃	〃
	三宅 美郷	高知大学	〃	〃
	松下 典史	鹿児島大学	〃	〃

第2表 GH84-1 調査航海の経過表

日数	月日	天候	作業内容
1	4.16	雨	船橋港出港 (14:00) 物理探査
2	17	曇	物理探査
3	18	曇	同上
4	19	雨	同上
5	20	半晴	物理探査 採泥 RC268 D536
6	21	曇	同上 RC267~271 D537~540
7	22	雨	同上 D541~547
8	23	晴	物理探査
9	24	半晴	物理探査 採泥 RC272~273 D548~552
10	25	曇	物理探査
11	26	雨	同上
12	27	曇	物理探査 採泥 RC274 D553~557
13	28	雨	同上 RC275~278 D558~564
14	29	半晴	物理探査
15	30	半晴	物理探査 採泥 RC279 D565~571
16	5.1	半晴	物理探査
17	2	晴	物理探査 鹿児島港入港 (10:00)
18	3	晴	資料整理
19	4	曇	鹿児島港出港 (14:00) 物理探査
20	5	雨	物理探査 採泥 RC280~282 D572~576
21	6	曇	物理探査
22	7	晴	物理探査 採泥 RC283~285 D577~582
23	8	晴	同上 D583~588
24	9	晴	同上 RC286~287 D589~592
25	10	半晴	同上 RC288
26	11	晴	同上 RC289 D593~597
27	12	半晴	同上 RC290~291 D598~601
28	13	半晴	同上 P413~414 (H107)
29	14	半晴	物理探査
30	15		船橋港帰港 (10:00)

略号と数字は採泥・観測作業の種類と番号を示す：RC ロックコア D ドレッジ P ピストンコア H 熱流量測定

採水 海底写真撮影がメッシュ状の全採泥地点で用いられた一部では大口径柱状採泥器による採泥も行われた。表層堆積物分布の解明とも関係して、サイドスキャンソナーによる海底微細地形探査も実施された。一方GH84—1航海の補備的目的の音波探査やドレッジによる岩盤採取も一部で実施された。

航海には 第3表に示すように地質調査所研究員6名と 諸大学からの調査研究補助員7名が参加した。

航海の経過は 第4表に示す。7月5日に船橋港を出港し調査海域に向った。調査海域では漁具設置状況を確認しながら 期間半ばに鹿児島港入港をはさんだ前半・後半の調査を 好天に恵まれ当初計画通り実施した。

8月17日に鹿児島港に再度入港し ここで調査研究補助員は下船し 代って沿岸鉱物資源集団研修コースの外

第3表 GH84-3 種子島付近・野間岬海域その2 調査航海の研究班構成

区分	氏名	所属	担当	備考
地質調査所研究員	中尾 征三	海洋地質部	主席研究員 総括	船橋—船橋
	石橋 嘉一	〃	総務 地形	〃
	西村 清和	〃	重力 磁力	〃
	中村 光一	〃	音探 地質	〃
	池原 研	〃	採泥 堆積	〃
	川幡 穂高	〃	採泥 堆積	〃
船上調査研究補助員	松岡 篤	大阪市立大学	船上調査研究補助員	船橋—博多
	郡司 幸夫	東北大学	〃	〃
	倉本 真一	富山大学	〃	〃
	市川 浩昭	山形大学	〃	〃
	佐藤 寿	東海大学	〃	〃
	青木 薫	東海大学	〃	〃
	高橋 忠善	琉球大学	〃	〃

国人研修員を迎え入れ (第5表) 8月18日に鹿児島港を出港し 補備・研修航海を実施し 8月23日に船橋港に帰港した (第6表)。

補備・研修航海は当初鹿児島付近で サイドスキャンソナー 通常の地球物理探査 ドレッジ等の調査を行い指導する予定であったが 期間中台風の影響を受けたため これを変更して東進し 8月18日尾鷲付近に仮泊後に終日音波探査を実施し 翌日波が高い中を尾鷲海底谷内で1点だけドレッジを行い 大陸斜面を構成する固結したシルトを得た (第2図)。研修生にはこれらの調査の実施状況を見学させるとどまったが 船内各研究室での研究実施状況等については十分な時間を費して紹介した。

補備・研修航海を含む50日間の本航海の各調査項目等の実施 合計は 航海時間 1,017時間15分 航海距離 8,158.2海里 グラブ採泥点 (採水 海底写真撮影を含む) 239大口径柱状採泥12点 ドレッジ6点 (うち1点は尾鷲海域) サイドスキャンソナー探査2区域である。

航海の主な成果

2回の航海で得られた各種試資料については 現在解析が進行中である。最終成果は クルーズレポート 20万分の1海底地質図 表層堆積図等として公表されることになっており ここでは主として船上調査結果について また室内研究として木下泰正等によって行われた サイドスキャンソナーの記録データの解析結果を含め 以下に各項目ごとにその概要を紹介する。なお それらのうち 3) 海底地質の研究は主としてGH84—1航海 4) 表層堆積物の研究は主としてGH84—3航海 5) 地球物理学的研究は両航海のそれぞれの成果による

第4表 GH84-3 調査航海の経過表

日数	月日	天候	作業内容	日数	月日	天候	作業内容
1	7. 5	半晴	船橋港出港 (14:00)	23	27	半晴	物理探査 採泥 G2579~2583
2	6	半晴	物理探査	24	28	半晴	鹿児島港入港 (10:00)
3	7	曇	物理探査 採泥 G2327~2339	25	29	雨	台風の為シフト
4	8	半晴	同上 G2340~2355	26	30	曇	鹿児島湾
5	9	半晴	同上 G2356~2370	27	31	半晴	鹿児島湾出港 (10:00) 物理探査 採泥 D653~656
6	10	半晴	同上 G2371~2386	28	8. 1	半晴	物理探査 採泥 G2584~2590
7	11	曇	同上 G2387~2395	29	2	曇	同上 G2591~2596
8	12	半晴	同上 G2396~2412	30	3	半晴	同上 G2597~2602
9	13	曇	同上 G2413~2420	31	4	半晴	同上 G2603~2607
10	14	半晴	同上 G2421~2436	32	5	半晴	同上 G2608~2613
11	15	曇	同上 G2437~2449	33	6	雨	同上 G2614~2620
12	16	半晴	同上 G2450~2462	34	7	半晴	同上 G2621~2635
13	17	半晴	同上 G2463~2476	35	8	半晴	同上 G2636~2650
14	18	半晴	同上 G2477~2491	36	9	晴	同上 P417~421
15	19	半晴	同上 G2492~2503	37	10	半晴	同上 P422~428
16	20	半晴	同上 G2504~2517	38	11	半晴	同上 G2651~2663
17	21	半晴	同上 G2518~2525	39	12	半晴	物理探査 サイドスキャンソナー
18	22	半晴	同上 G2526~2539	40	13	曇	同上
19	23	曇	同上 G2540~2552	41	14	曇	物理探査 採泥 G2664~2665
20	24	晴	同上 G2553~2561	42	15	曇	同上
21	25	半晴	同上 G2562~2570	43	16	曇	物理探査 採泥 D657
22	26	半晴	同上 G2571~2578	44	17	半晴	鹿児島港入港 (09:45)

G グラブ P 大口径柱状採泥器 Dドレッジ

ものである。ただし 上記のサイドスキャンソナー探査記録は GH84-3 で得られたものであるが その解析結果は 記載の便宜上 3) の中に海底微地形として含めた。

に活動があった。黒島は第4紀初期の成層火山の一部と考えられており 宇治群島や草垣島には薩摩半島に広く見られる新第三紀の火成岩類と同時代のものと考えら

第5表 GH84-3 補備・研修航海の研究班の構成

区分	氏名	国名	所	属	専門
講師・調査	中尾 征三			地質調査所海洋地質部	総括
	石橋 嘉一			〃	総務 地形
	西村 清和			〃	重力 磁力
	中村 光一			〃	音探 地質
	池原 研一			〃	採泥 堆積
指導	川崎 穂高			〃	採泥 堆積
	湯原 敦			国際協力事業団	
海外研修員	Hugo Edgardo Gonzalez	アルゼンチン	鉱業大学		鉱山地質
	Luiz Antonio Pereira de Souza	ブラジル	サンパウロ技術研究所		地球物理
	U Kyi Tun	ビルマ	ビルマ石油公社		地質
	U Ye Tun	ビルマ	地質調査所		地球物理
	Maria Soledad Valdivia	チリ	チリ大学		地質
	Christian Kwaku Fordjor	ガーナ	石油局		地球物理
	Mulyana Widjajanegara	インドネシア	地質研究開発センター		地質
	Carmen Gladys San Roman	ペルー	クスコ大学		地質工学
	Moscoso				
	Gerardo G. Abarquez	フィリピン	鉱山地球科学局		地質
Pairatt Jarnyaharn	タイ	鉱物資源局		地球物理	
Mehmet Erdal Ahiska	トルコ	トルコ石油公社		地質	

2. 調査地域の概要

調査地域は第1図に示されるように九州の南で 島弧を横断する形になっている。このように海洋地質調査で島弧構造の横断を調べることができかつ多量の陸上地質データと比較することのできる場所は 日本周辺ではこの海域しかない。小笠原弧や琉球弧の主要部では横断的な調査はしやすいが 陸上地質として詳しいデータは少ない。本州弧では逆である。

この地域は 琉球弧の最北端部に属し 阿蘇山に始まって 吐噶喇列島に続く火山列が中央を縦断する。桜島は日本で最も活動の激しい火山であり 薩摩硫黄島の硫黄岳も常時噴煙を上げている。口の永良部島でも15年程前

第6表 GH84-3 補備・研修航海の経過表

日数	月日	天候	作業内容
45	8.18	半晴	鹿兒島港出港 (14:00)
46	19	曇	航走, 台風のため風波高し
47	20	半晴	物理探査
48	21	曇	物理探査 採泥 D658
49	22	曇	物理探査
50	23	半晴	船橋港帰港 (10:00)

れている火山岩が分布する。その西には水深700~800 mの比較的平坦な海盆があり 北側の男女海盆を北端とし 尖閣列島の南までのびる沖繩舟状海盆の一部となっている。この沖繩舟状海盆は 現在も開きつつある可能性の最も高い背弧海盆として 近年とみに注目を集め 種々の調査が行われつつあるところである。

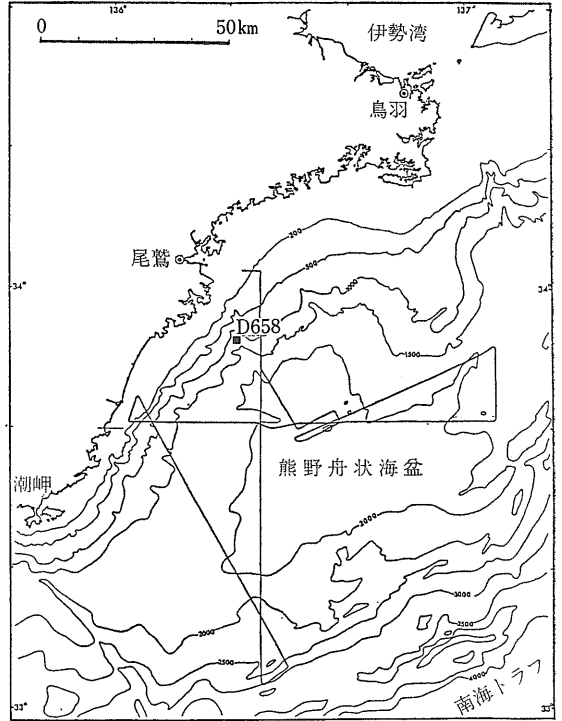
東側に目を転ずれば 種子島 屋久島には九州南東部の延長として古第三紀以降に堆積したと考えられる熊毛層群が分布し 著しい同時性を示し 化学的性質も近縁な中新世外帯花崗岩類の一員である 大隅 屋久島の花崗岩体がある。これらは駿河湾以西の共通の特徴であるが 更に水深の深い方では様相を異にする。西南日本太平洋側に顕著に発達する前弧海盆は 宮崎沖の日向海盆を最後に姿を消し 大海盆は発達せず複雑な地形を呈する大陸斜面と小海盆になる。また この海域の東方では 南海舟状海盆の西方延長は典型的な海溝地形を示さなくなってしまう。プレートテクトニクスの立場からは 古島弧としての大東海嶺がこの付近で西南日本弧に衝突しているためとする解釈が一般的であるが 詳しい議論はされていない。

このように様々な問題のある海域であるが 島弧の接合部に近いという点が災いして ここ10数年各島弧の主要部(≒ほぼ中央部)の研究が進んだのに対して 研究が遅れている。

3. 海底地質の研究

音波探査の概要

両航海を通じて 精密音響測深機 3.5kHz 地層探査機 波形制御器付 120立方インチのエアガン2台を音源とする音波探査を航走観測として行った。測線は第3図に示されるとおりであり 一般の船舶の航路と一方の測線がなるべく平行するようにして 略 構造方向に直交する西北西—東南東測線を約2.4マイル間隔で これに直交する北北東—南南西測線を約4マイル間隔で設定した。また可能な限り補備測線を入れている。



第2図 補備・研修航海の測線 採泥点位置図(中村・山崎原図).

代表的なエアガン音波探査測線を第4図に示した。

L22は佐多岬の南端を掠め 種子島北端の岩礁でわずかに中断される測線である。佐多岬より西方で顕著な構造は 第1図の地形図によっても読み取れるが 宇治群島の西側にある比高600~800 mの急崖と 黒島の西方を通る急崖に示される断層である。この断層は NASH (1979) が Tokara Line Fault Zone と呼んだものである(以下 TLF と略称する)。音波探査記録 地形より見る限り いずれも見かけ西落ちの断層であり 大略の走向は 北北東ないし北東である。前者が地形も顕著で直線的な形状を示しながら 甕島の西側 宇治群島の西側 草垣島の西側と 杉の字形に雁行配列するのに対して TLFは曲がりながら崖の比高が変化し ところによっては二重になるが よく連続する。TLFは薩摩半島西部の陸上に見られる断層と走向方向が一致し NASH はいわゆる仏像構造線に疑問符付でつないだが 詳細は検討中である。宇治群島を載せる地塊では 第4図L22に見られるごとく 白亜紀以降の堆積物が背斜向斜をなしているように見られる。岩石採取の結果では かなり新しい時代の堆積物とともに褶曲しているようである。一方 黒島を載せる地塊は北北東—南南西方向の幾筋もの断層によって ブロック化している。

大隅海峡付近では 熊毛層群あるいは花崗岩体に対比されうる音響基盤が海底直下まで見られるのに対し 鹿児島湾口 種子島西方では基盤は見られなくなり 不整合面を境に 上部はゆるい向斜構造 下部は複向斜構造をしているように見える。

種子島の東方の大陸棚上には 過去のサンゴ礁の外縁と思われる反射パターンを示す部分があり 記録の解析を難しくしている。大陸棚下では 東に単斜する地層が見られ 大陸棚の幅の広い北部ほど層厚を増しており 北側の宮崎沖の向斜構造の西翼に連続すると考えられる。大陸斜面の大部分は 第4図L22に見られるような断層によって複雑に切られた構造を示し 前弧海盆はほとんど発達しない。第4図L34は その中でも最も堆積層の厚い測線を示しているが 西南日本の他地域で見られるような現在も堆積が進行していると考えられる平坦な面が広く発達することなく 厚い堆積層の太平洋側が著しく隆起し 大陸斜面寄りに小規模に水平な地層が見られるにすぎない。この平坦面は中種子海底谷の「河口」部に相当する(第15図参照)。L34で大陸斜面に見られる切れ込みは 南種子海底谷群の一部を横切っているものである。

この海域では様々な地質現象を反映して興味深い記録が数多く取られたが 鬼界カルデラ周辺の音波探査結果は かつて5万分の1地質図幅「薩摩硫黄島」等で紹介されており 鹿児島湾内の音波探査結果も 中条等や早坂等によって報告されているので省略し ふたつだけ紹介する。

開聞岳岩屑流?の海底地形

第5図の地形図は 主に海上保安庁水路部発行の大陸棚海の基本図6351号「野間岬沖」に基づいて作られている。大陸棚海の基本図は 水深200m以浅では10mまたは20m毎の等深線 200m以深では100m毎の等深線で描画することを基本としている。しかし 第4図で見られるごとく この部分だけ助曲線が入れられている。しかも200mと300mの間を見ると北側では250mと290mだけ入れるという変わった入れ方をしている。この部分の3.5kHz地層探査機による記録を第6図に示したが 複雑な地形を呈しており 逆にこの海底地形図は 巧みな助曲線を選択によって地形をよく表現していると言える。瀬川七五三男班長以下 この図面を担当された方々の努力に敬意を表したい。

この地形は 平面的には舌状の形態をし 断面の大略は「台地」状を呈するが 台地と呼ぶには表面の起伏が激しすぎる。縦断面 Line Aで見ると 長崎鼻の沖で

2段に分かれた崖で鹿児島島の平坦な面と境され 「舌」の根元から先端に向かって比高と規模の小さくなる小丘の集合になっている。また横断する測線はないが 多数の測線を比較すると 先端に向かって「舌」の右側の方が左側より小丘の規模が大きい。L18' L120の薩摩半島寄りの部分と L20の佐多岬寄りの部分を比較して判るように 舌の右側は大陸棚に対して載っているように見えるが 左側は削り込んでいるように見える。第4図のエアガン音波探査断面(L22)で見ると 小起伏の地形の直下の反射面は「舌」の内外で連続しており この「舌」を形づくか構造が 海底表面近くだけのものであることが判る。

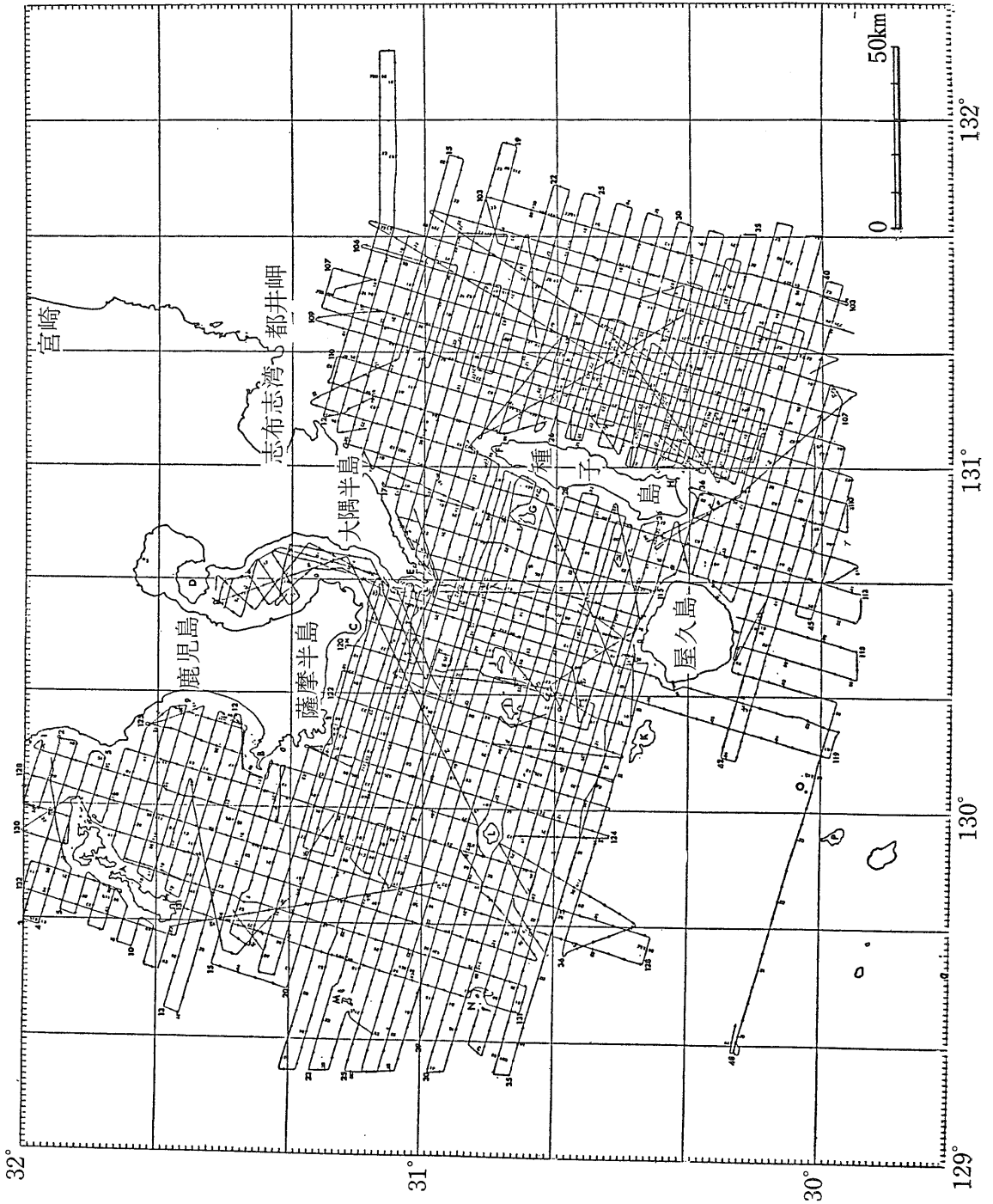
「舌」の部分で採掘を行うと ドレッジでは ドレッジャーが何かに引っかかって 強い張力を示すということではなく 大口径コアはほとんど何も取れなかった。全般に細砂からシルトの中に中礫サイズ以下の火山岩 軽石 スコリアが混ざっている。しかし これは「舌」の部分だけの特徴ではなく 薩摩半島南岸の大陸棚上の堆積物と同様の特徴を示している。Line Aで見られる急崖をドレッジした D573には堆積岩から火山岩まで含まれ さながら岩石博物館のような状態を呈するが 内容については現在検討中である。

中村真人氏は 日本火山学会編『空中写真による日本の火山地形』の中で 約1000年前に「開聞岳はセントヘレンズ火山や磐梯火山のように山体が大崩壊し それによって生じた岩屑流が海中に流入し 陸棚をつくる未凝固堆積物を掘りくずしながら南西の海底にひろがり 流れ山地形を形成し」その後現在の熔岩円頂丘ができたと推定しておられる。今回の結果はこの推定と調和的である。

流れ山地形であれば「流れ」の構造が把握できれば良いのだが 通常の音波探査測線では 測線直下だけではなく 傍からの反射音も受信するので 第6図のような記録は 真の断面を示さず 個々の小丘の特徴が少ない測線間の対比も困難である。水路部発行の5万分の1沿岸の海の基本図「佐多岬」や「枕崎」でも 測線に沿って小丘が配列したような地形図としてしか表現されていない。GH84-3航海の最後の研修航海において サイド・スキャン・ソナーによる探査を予定し 測線の配置も決めていたのだが 折からの台風のため実施できなかったのは残念であった。

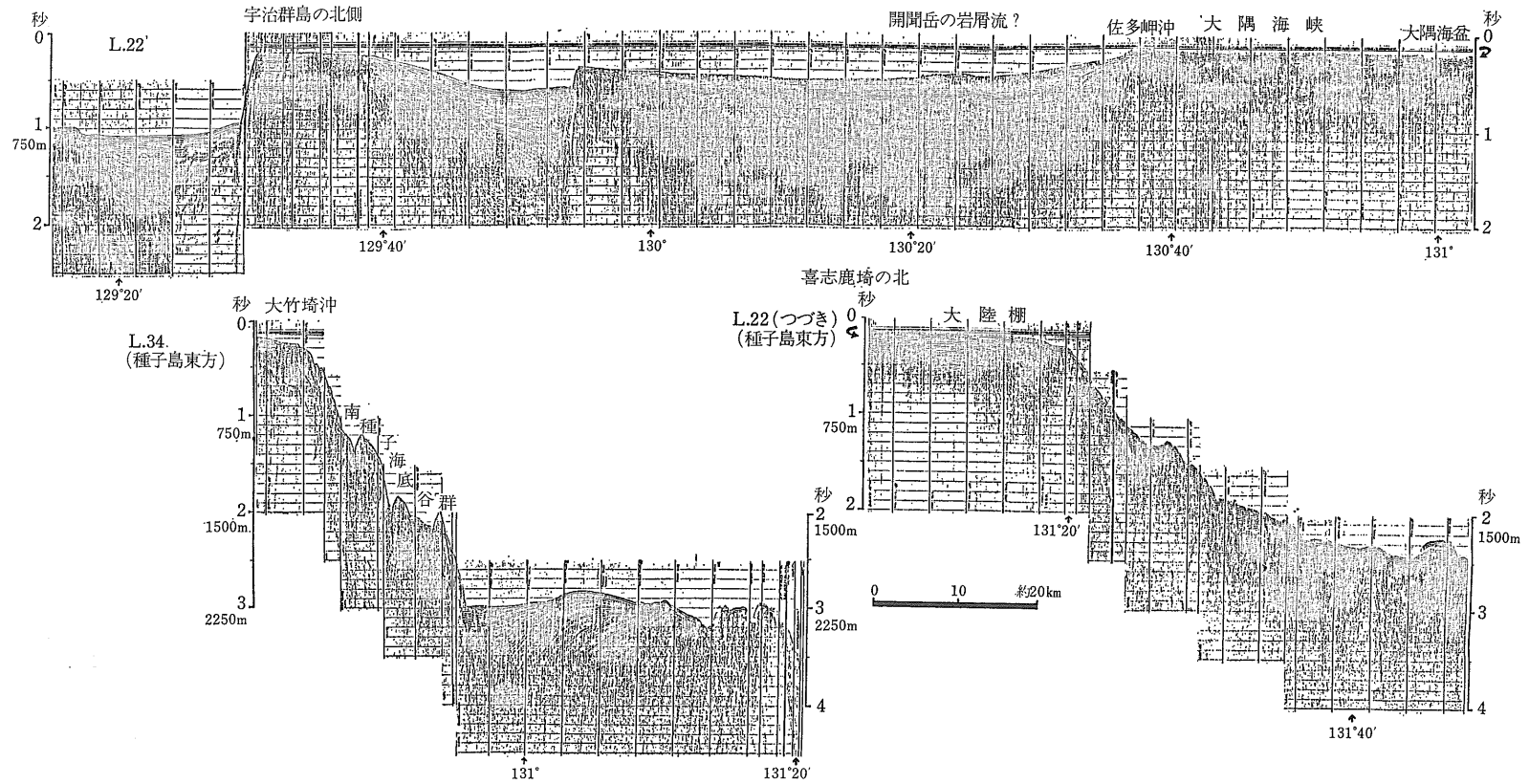
種子島海峡北口の海底微地形

サイド・スキャン・ソナーによる海底微地形探査を大隅半島寄りの大隅海峡と 種子島西方約15kmで 種子島海峡の北口の部分で実施した。その内 後者の結果

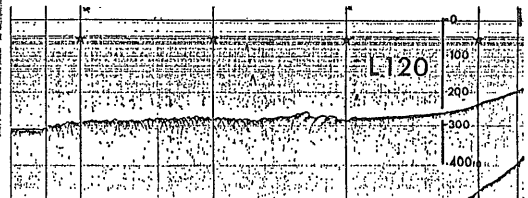
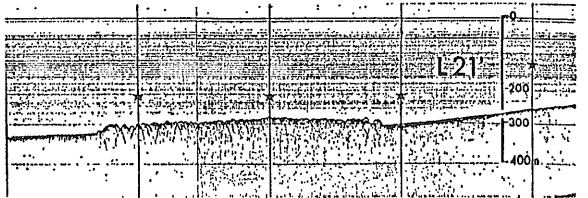
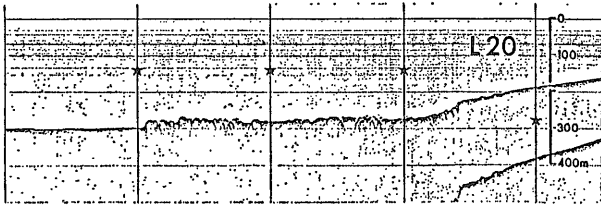
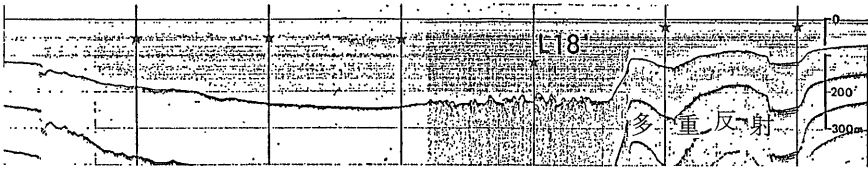
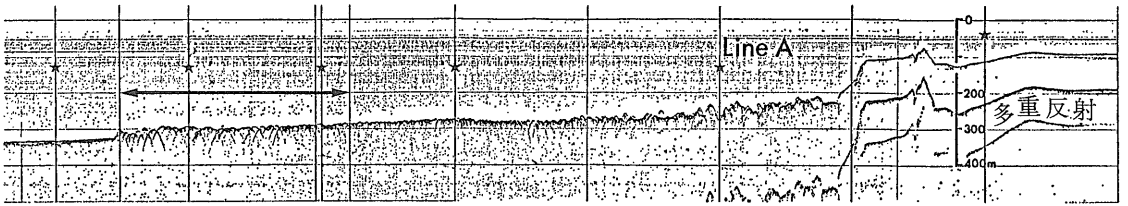
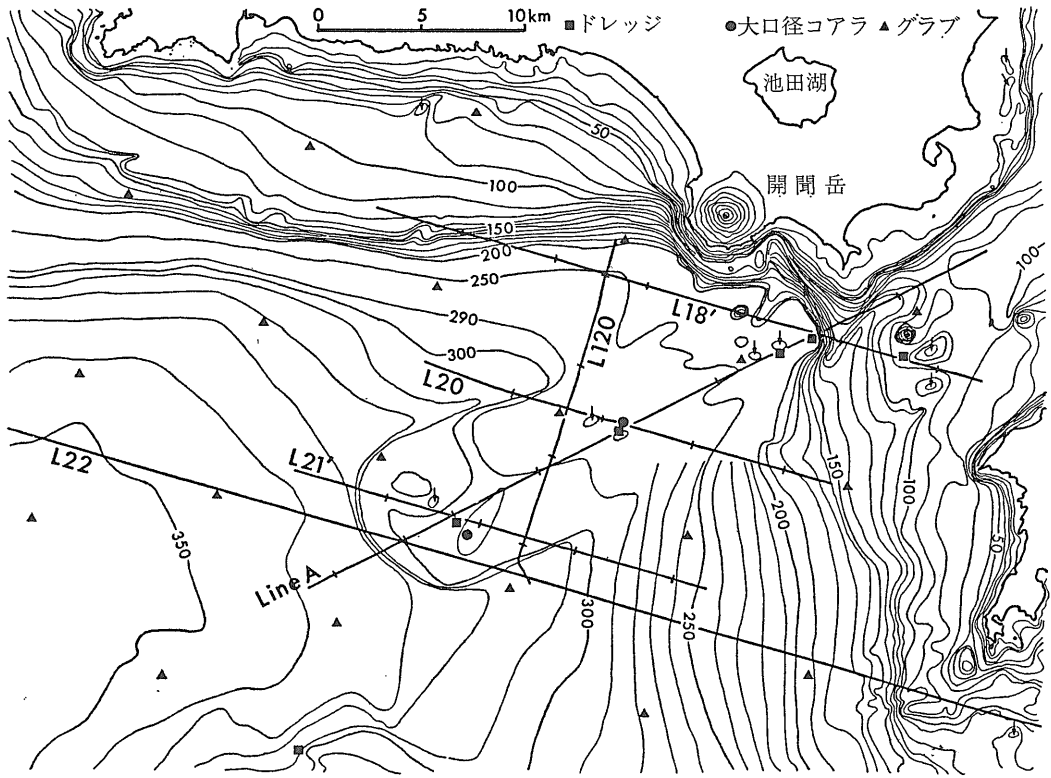


第3図 地球物理探査測線 (山崎・西村原図).
 数字は測線番号 西北西—東南東測線：1～48
 北北東—南南西測線：103～132.

アルファベットは主な地名 A 甌島 B 野間岬 C 開聞岳 D 桜島 E 佐多岬 F 喜志鹿埼 G 馬毛島 H 大竹崎
 I 薩摩硫黄島 J 竹島 K 口永良部島 L 黒島 M 宇治群島 N 草垣島 O 平瀬 P 口之島



第4図 代表的音波探査記録(中村・岡村原図).
 縦の目盛は往復走時(秒)と およその水深. 矢印の下の経度の値は 測線がその経線を切るおよその位置を示す(第3図参照).



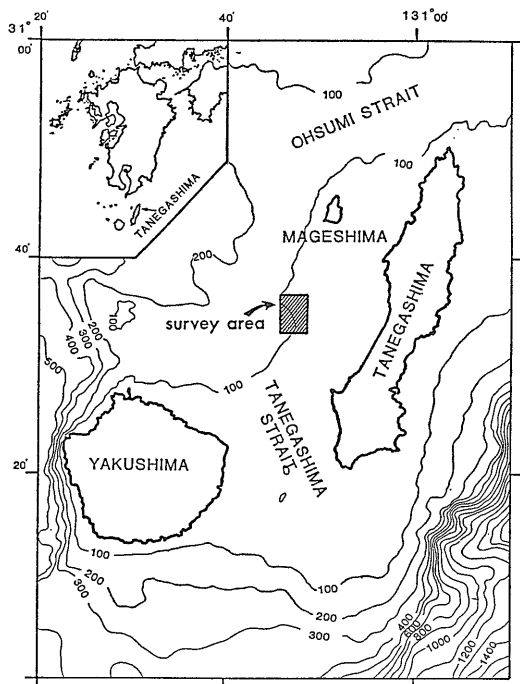
第5図 開聞岳の岩屑流?近傍の海底地形 測線 採泥点 (中村原図)。

陸上の等高線は開聞岳のみ100m間隔で入れてある。測線は第4図及び第6図に示した部分のみ記入した。採泥点の番号は等深線が見づらくなるので示していないが 第9図・第11図参照のこと。

を紹介する(第7図)。この海域選定の理由は馬毛島から南西方向へのびる古第三紀層の露出が予想されること 海峡部付近であるためサンド・ウェーブ等の微地形の形成が予想されることによる。東西約4.5km 南北約7kmの海域において 探査幅400m(両側)の測線が少しずつ重複するよう0.2海里間隔で12本の測線を設定した。第8図にはそのマッピング記録の一部を示す。

探査海域の水深は約25m~130mである。海域北部には馬毛島から浅瀬が舌状にはり出す。舌状地形の中心部は水深25m~35mで周辺より約10m程急激に浅くなり 小さな起伏に富む。その周辺には水深40m~60mの平坦な面が分布し さらに南東部には水深90m~130mの平坦面が分布する。

第8図の記録は A. B. C. D. Eの5のパターンに大別できる。Aパターンは舌状地形の中心部の高まりをなすもので 急激な地形的高まり 表面の小さな起伏などの特徴から礁性石灰岩であろうと推定される。Bパターンは起伏の少ない平滑なパターンを示すが強い音波散乱強度を示し 濃い記録として示される。採泥点137 315で得られた海底写真 および底質試料は海底表面にアルガル ボールが分布することを示す。またこのBパターンは水深40m~60mの平坦面上に分布する。Cパターンは強い散乱強度を示し かつ起伏にとむ このことからCパターン域は基盤岩の露出域と推定される。Dパターンは音波散乱強度が弱く淡い記録として示される。採泥点316の海底写真と底質試料はこのパターンが細粒砂であることを示す。またS域にはサンドウェーブが形成されていて北西~西北西の流向を示す。Eパターンはさざ波状のパターンを示し B. CパターンとDパターンの間に見られる。おそらくEパターン域は基盤岩 あるいは粗粒な堆積物を細粒な堆積物が薄く覆っている地域と考えられる。その他にこの記録上には幾つかの線構造が見られ 北東-南西方向と北西-南東方向を示すものがある(第8図1)。両者のうち北東-



第7図 サイド・スキャン・ソナー実施海域(木下・池原原図)。

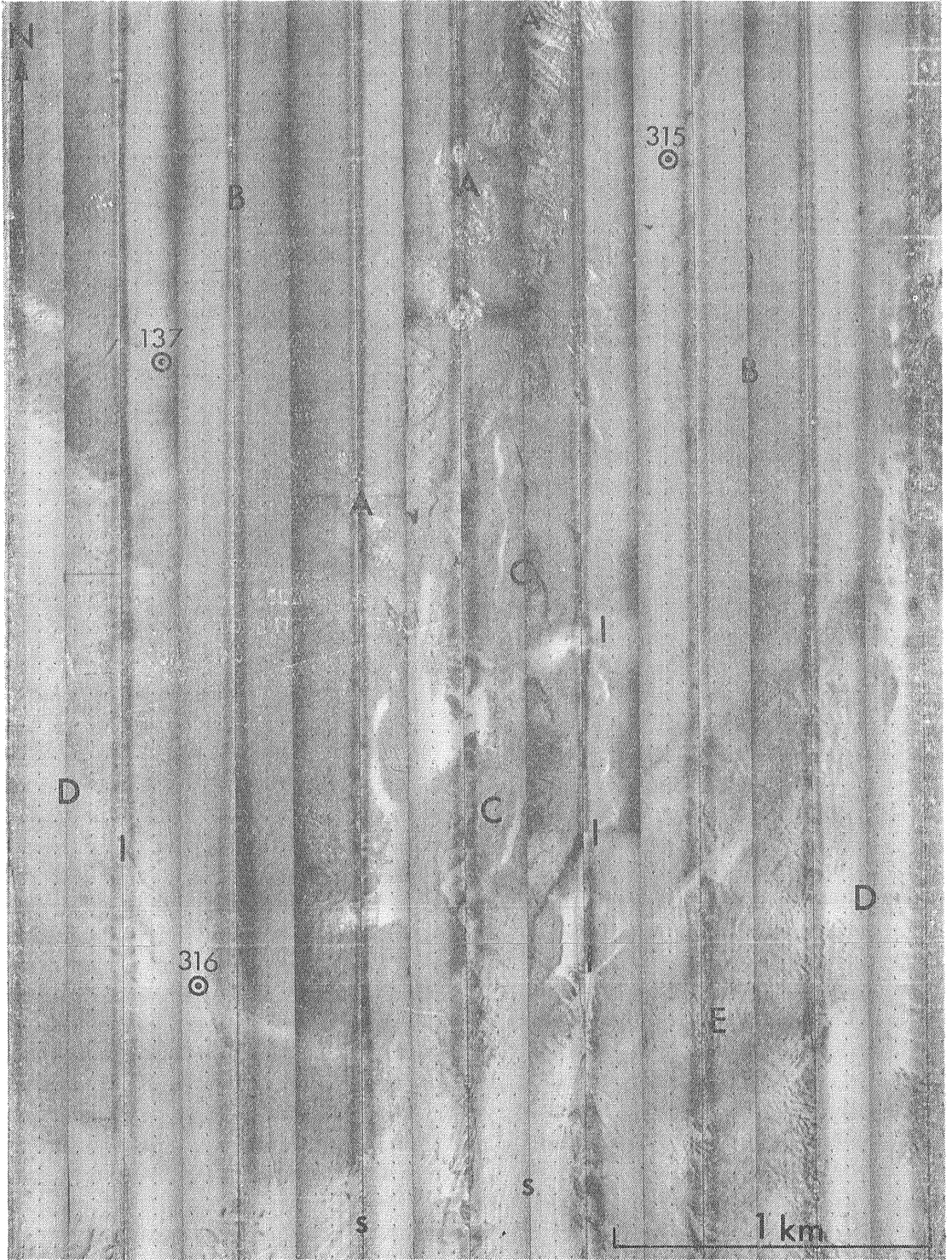
南西方向の線構造は北西-南東方向の線構造に比べ地形的な落差が大きく V字谷状の地形をなすところもある。またこの線構造間の地形はステップ状に南東側へ低下する。

岩石採取の結果

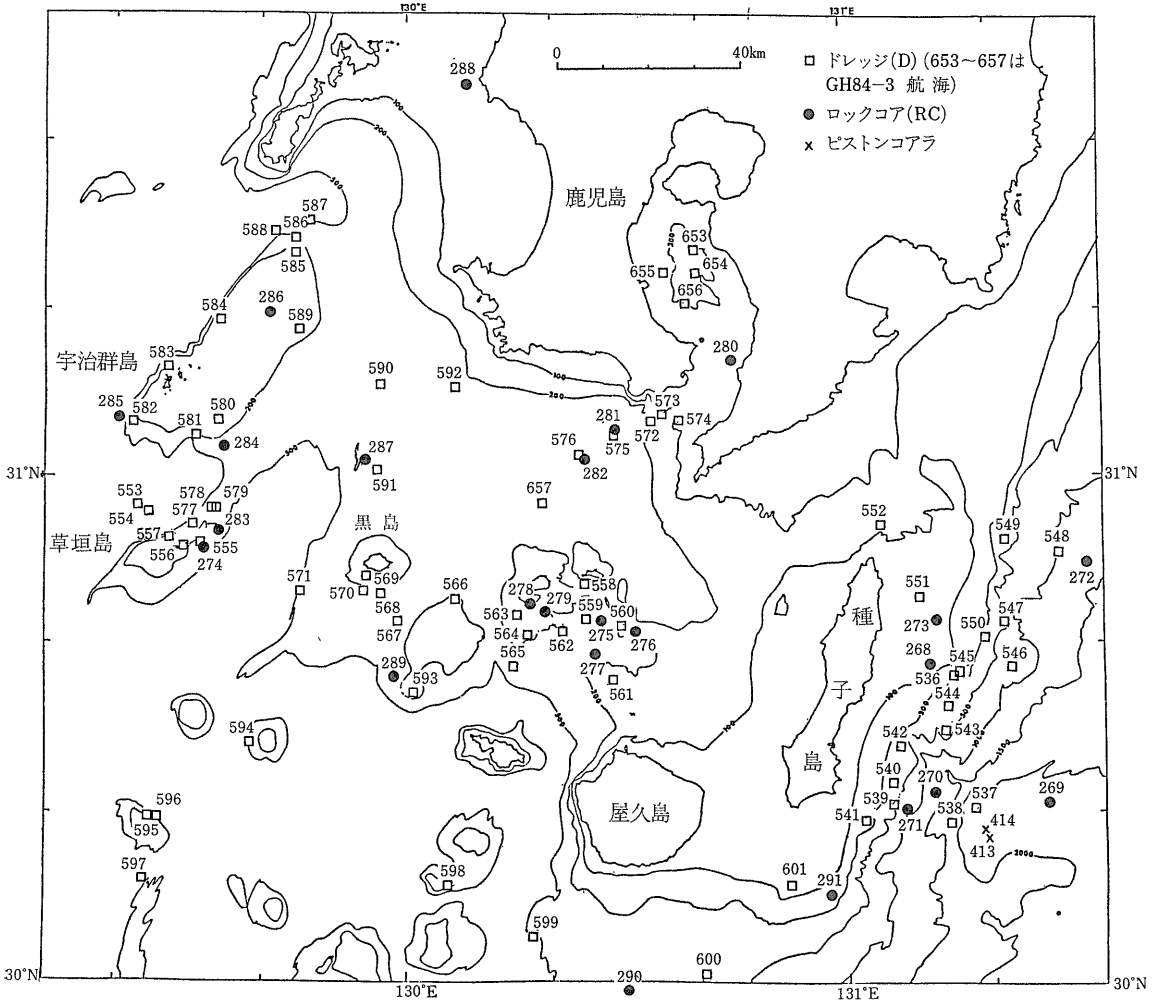
主に音波探査による音響層序区分に地質時代を対応させるために GH84-1航海において ドレッジ66点 ロックコア24点(内大口径コア3点) ピストンコア2点 GH84-3航海において ドレッジ5点の採掘を行なった。それらの採泥点の位置は第9図に示した。

第6図 3.5kHz 地層探査機による開聞岳の岩屑流?の断面(中村・岡村原図)。

各測線上★印のあるところは 第5図の測線上で区切りのある位置。Line Aで両矢印で示した区間は航海船舶との衝突を避けるため減速し 記録が他の部分より 横方向に引き伸ばされていることを示す。



第8図 サイド・スキャン・ソナーによる馬毛島南方の海底微地形 (木下・西村・中村・池原原図).



第9図 GH84-1 航海採泥点位置図(宮崎・山崎原図)。

調査海域の地質構造上の位置を反映して 様々な岩石が採取されており 現在その検討を進めているところであるが 現在までに判っていることを岩石種ごとに簡単に紹介する。

調査海域内の海丘および火山島麓約10地点から 原地性と思われる火山岩類が採取された。火山岩類の斑晶は多くの場合無水鉱物(輝石や斜長石など)で構成されているが 角閃石斑晶を含む火山岩も数箇所から得られた。たとえば 口之島北々東約30km²の“上の瀬”からは 角閃石安山岩ないし角閃石デイサイトが大量にドレッジされた。当海域の火山フロント構成火山は主に輝石安山岩類でできており 火山フロント上に角閃石安山岩類の分布が報告されたのは 口之島に次いで上の瀬が2例目である。

調査海域内には 九州南部の火山地質を特徴づける巨 1985年3月号

大カルデラの1つ 鬼界カルデラが含まれている。同カルデラを構成する岩石についての知見は これまでのところ ほとんど海上に露出している部分に限られていた。そして小野ほか(1982)の公表したものなど30個の分析値を見る限り 鬼界カルデラを構成する火山岩は $SiO_2 = 55 \pm 5\%$ と $70 \pm 5\%$ の2つのグループに分けられ 両グループの中間組成の岩石は分布していないように見られる。ところが同カルデラの外輪山に相当すると思われる3地点(竹島堆 サガリ冒根および硫黄堆)でのドレッジでは 主に普通輝石安山岩質の火山岩類が得られ 蛍光X線による分析結果を見ても SiO_2 含有量の度数分布に2元性が認められない。つまり陸上部分に関するデータとはかなり異なった組成傾向を示している。この事実の意味するところを (1)上記3ドレッジ地点は 鬼界カルデラと無関係な海丘であると考えべきか あ

るいは (2)これまでに得られていた陸上部に関するデータが実は偏っていてカルデラ全体を代表していなかったと考えるべきか 今後に残された問題である。

草垣島の北東 D578 579 (同一地点) において 原地性と考えられる石英閃緑岩を採取した。同時に 安山岩も採取している。鷹島近傍の D585 では玢岩を採取し 津倉瀬近傍の D589 ではサンプルは何も得られなかったが 海上からの観察 その後の上陸調査により 両小岩礁は花崗岩質の岩石から成っていることがわかっている。これらの岩石は 甌島や薩摩半島に露出する中新世の花崗岩類や 甌海丘 (孫七海丘) より得られた白亜紀の花崗岩との関係を検討する必要がある。

D583 584 591 599 600 においては 固い砂質ないし泥質の堆積岩が得られており 宇治群島近辺の2点は 同島に露出する白亜系?との関連が考えられ 屋久島南方の2点は 熊毛層群相当層が大陸斜面上部に露出しているものと考えられる。D591の TLF の断層の急崖から得られたものである。

固結した砂質ないし泥質堆積物は 各所から得られており その中には貝化石や有孔虫化石を含むものも多い。特に宇治群島を載せる地塊の南部 TLF の断層崖等で多くのサンプルが得られている。

特筆すべきものとしては 鹿児島湾内 D653 において花倉層相当と考えられる堆積岩が得られていること TLF の断層が二重になった間に位置する RC287 において得られ 2 m 余りの石灰質軟泥。甌島の南 D586~587 で得られた非常に円磨された 火成岩源の岩石を主体とする円礫。屋久島南方 D599 で得られたクリスタル・タフ起源か?と思われる斜方輝石を主体とする自形性の強い鉱物砂等がある。

4. 表層堆積物の研究

船上調査のさい 第11・12・13図に示すような採泥点において 深海カメラ及び採水器を装着したスミスマッキンタイヤ式グラブ採泥器により 底質試料 海底写真及び表層と底層の水試料の3種のデータを得た。底質試料は 船上で肉眼及び軟X線による堆積構造の観察を行うと共に 航海後は室内において粒度分析を実施した。これらによって得られた結果を 底質分布と海水塩分濃度分布に分けて以下に述べる。

底質分布

中央粒径値による底質分布を第13図に示す。底質は海域の大部分が水深 300m 以浅と浅いため そのほとんどが砂である。

大隅海峡は 中砂が広く分布するが 海峡中央部ではより粗粒の粗砂や礫が分布している。この境界は 地形にも表われており 水深 90—100m 付近を境としてそれより深いところには粗粒堆積物が分布し 地形も複雑となっている。中砂分布域では 砂漣がよく発達しており 北岸部の水深70—90mのところでは 砂浪も分布する。

種子島海峡は 海峡部が粗砂と礫からなり 海峡の南北入口で粒度を減ずる。海峡南側では 海峡中央部で粗砂の南への張り出しがあるが それ以外は中砂が深い水深まで分布する。一方 北側では中砂の分布は海峡付近から北西に向っており 海峡北側での分布はせまくその北に細砂が分布する。

鬼界カルデラ周辺では 一般に粗砂以上の粗粒堆積物が分布するが カルデラ内の南東部や北西部の凹地では細砂やシルトの分布するところもみられる (シルトの分布域は第13図には示していない)。カルデラ内では 地形は変化に富み 堆積物の分布も複雑であると考えられる。また かなり大きい軽石の塊がカルデラ内には認められた。鬼界カルデラ及びその周辺の海底写真を第14図に示した。

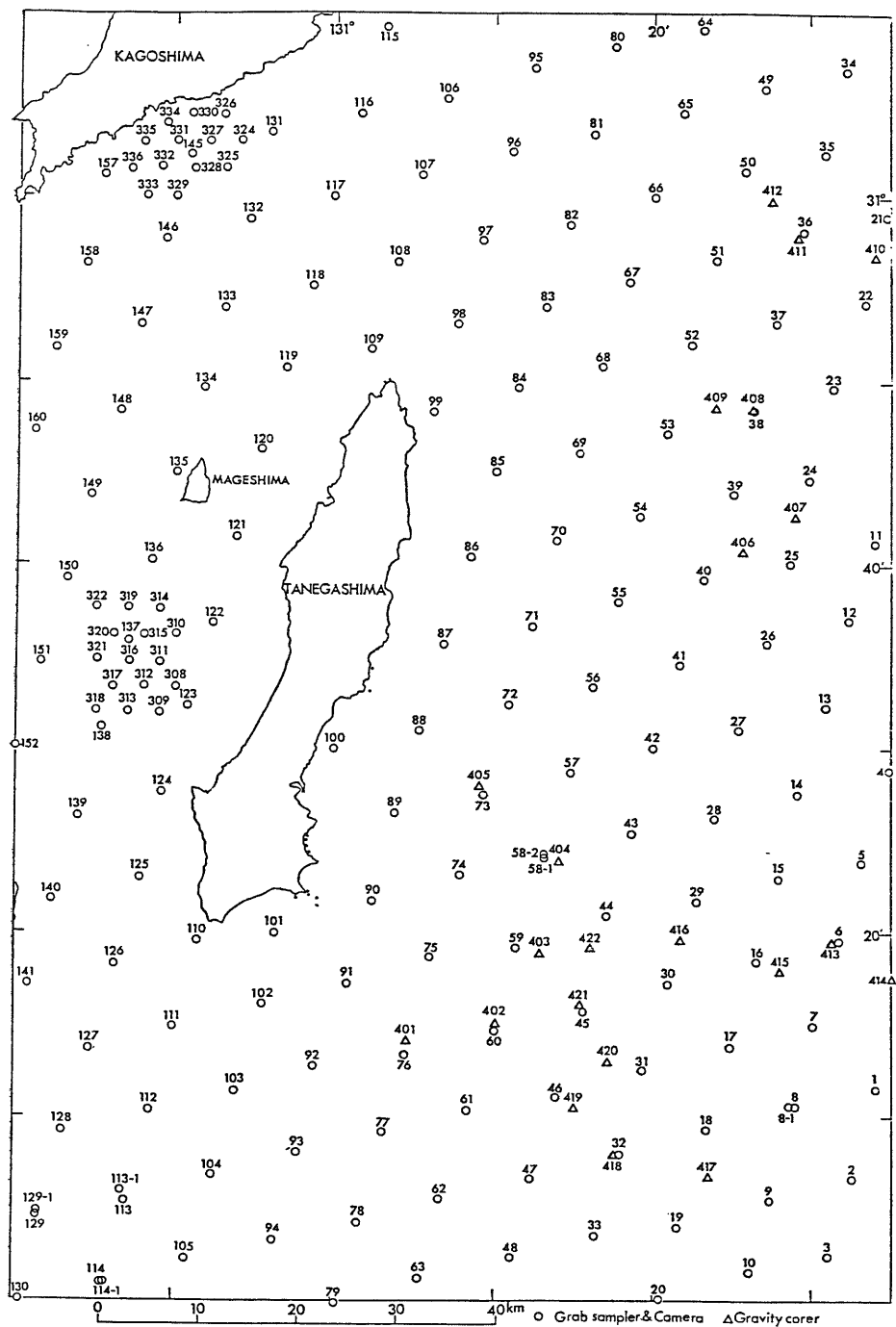
薩摩半島と硫黄島の間にある水深300—400mのほぼ平坦面には 極細砂 (ところによりシルトや細砂にかわる) が分布しており 静かな環境で堆積していることを示唆している。

屋久島南方沖の 黒潮本流域の水深200—400m付近には 露岩帯が分布する。また この付近の堆積物 (中砂) 中には 最大 1.2—1.5mm 程度のシソ輝石が多く含まれている。一方 屋久島周辺と種子島周辺 (特に南岸部の西岸沿) の堆積物中には 黒雲母が入っている。

調査海域の種子島東方の大陸斜面以深を除く海域の堆積物中には 軽石の分布が広く認められる。これは特に 供給源付近の鬼界カルデラ周辺や鹿児島湾口部のほか 大隅海峡や海域北西部の甌海盆周辺にも多い。軽石は 他の堆積物粒子より一般に粗粒であり その運搬・堆積過程も 他とは異なると考えられる。軽石が広く分布する本地域のようなところでは 軽石の分布・分類・同定などから各地点における軽石の特徴を明らかにしていくことが 堆積物を考える上で必要であろう。

種子島東方沖の大陸斜面には 極細砂が広く分布し 斜面下部以深では シルトが分布する。大陸斜面には多くの海底谷の存在が認められ 強粘性シルトや 半固結砂の塊なども一部で採取されている。中種子海底谷 (第15図) の水深 1500m 付近では 強粘性シルトの露出が広く認められた。

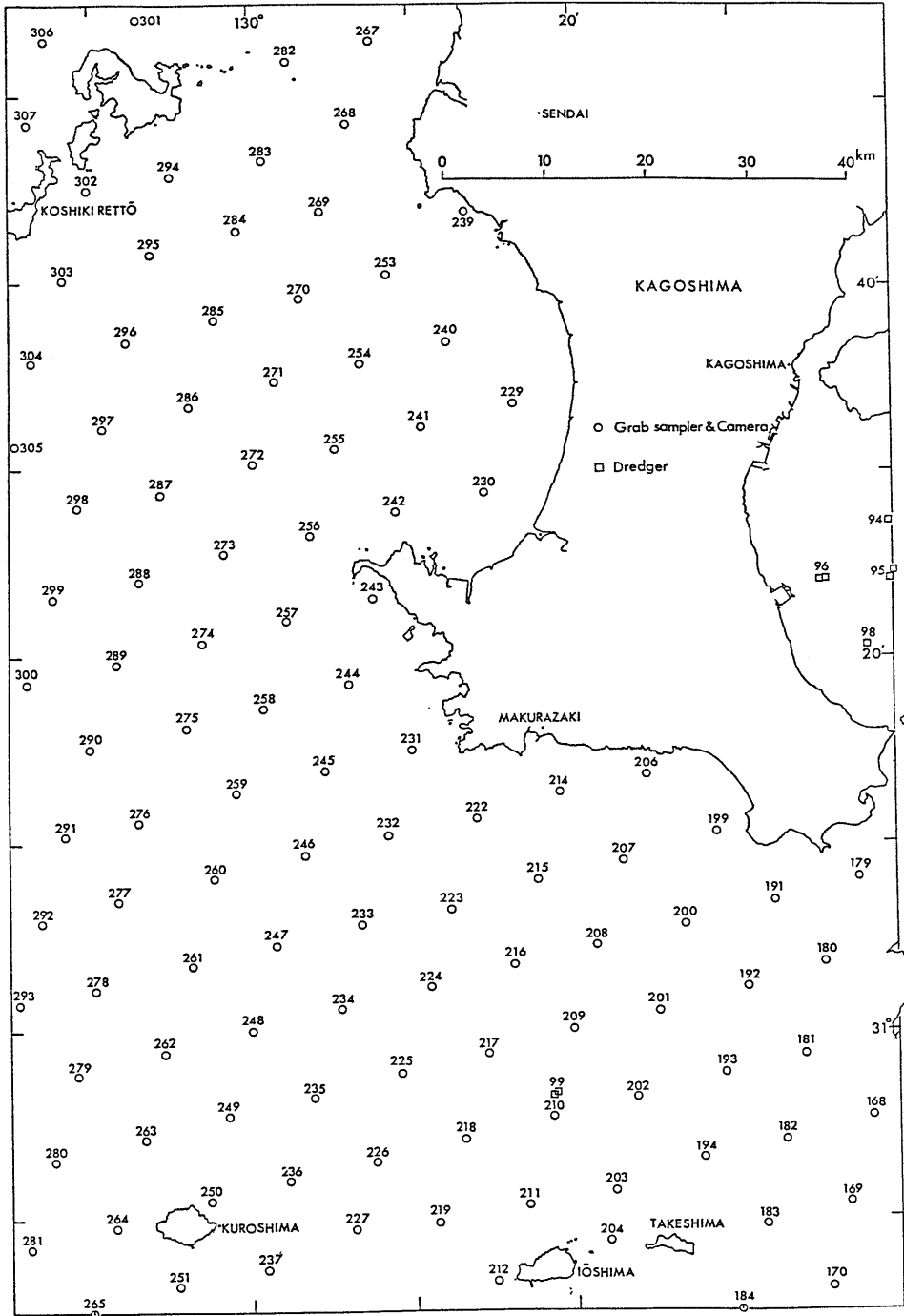
大陸斜面下部以深のシルト層中には いくつかの地点



第10図 GH84-3
航海探泥点位置図
(種子島付近)
(石橋原図) 番号
は作業計画番号を
示す。

で極細砂を挟在することが明らかとなった。これらの砂の一部は 平行葉理・斜交葉理・級化成層を示している。また 海底谷沿に行った柱状探泥の結果から 海底谷沿にはシルトや極細砂の小さな塊やパッチが上述の砂層とともに存在することが認められた。中種子海底

谷の地形断面図と探泥結果を第15図に示す。海底谷における堆積作用の研究は 大陸斜面域の堆積作用を考える上で重要な問題であり さらに研究を進める必要がある。

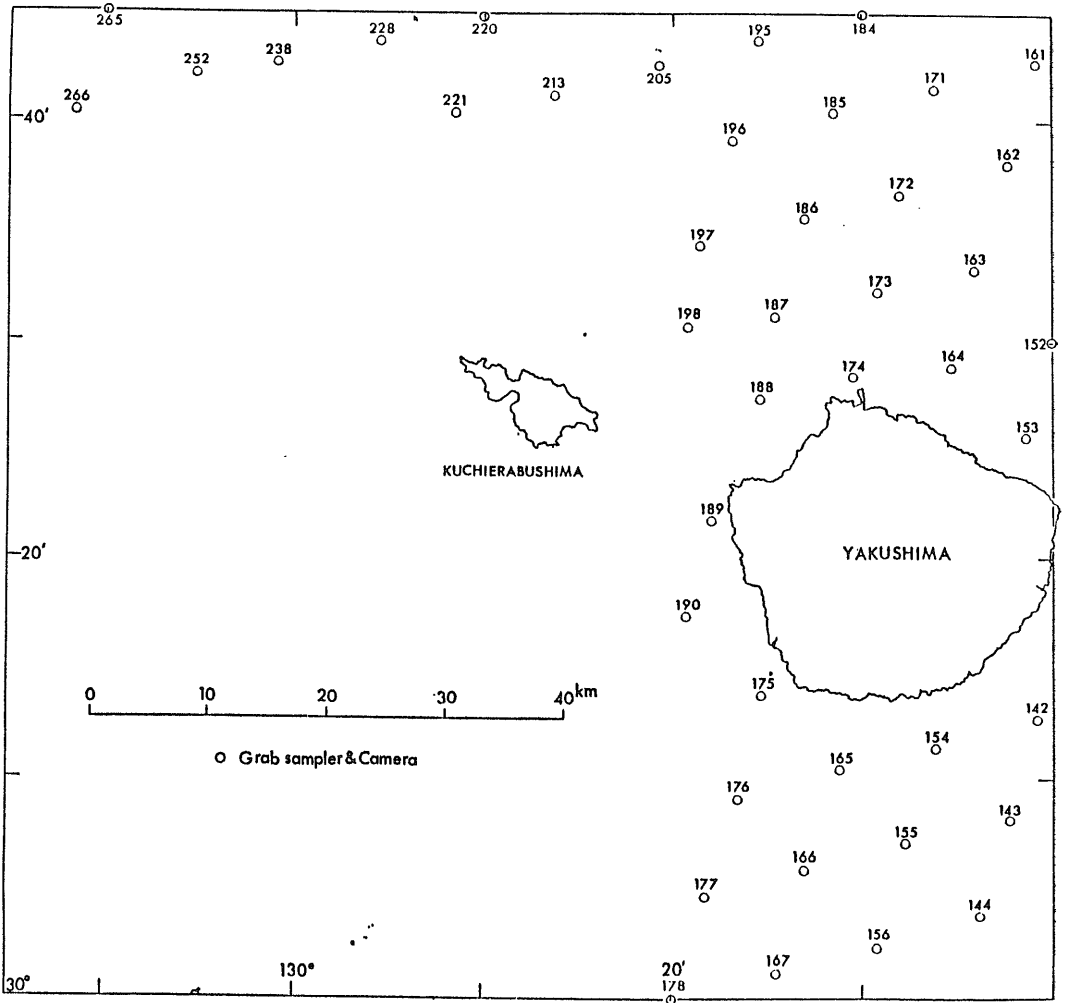


第11図
GH84-3 航海採泥点位置図(野間岬沖)
(石橋原図) 番号は作業計画番号を示す。

スミスマッキンタイヤ式グラブ採泥器に取り付けた深海カメラによる海底写真撮影の結果から 砂漣分布域と礫もしくは露岩分布域を示した(第16図)。礫もしくは露岩は 種子島海峡・大隅海峡といった海峡部と 鬼界カルデラ周辺・鹿児島湾口部・宇治群島周辺・屋久島南

方沖及び中種子海底谷沿いに分布する。

一方 砂漣の分布は 種子島海峡及びその周辺 大隅海峡とその東方大陸棚上に広く認められる。表層堆積物の粒度としては中一細砂である。軟X線写真による堆積構造観察によると 平行葉理や斜交葉理のみられる



第12図 GH84-3 航海採泥点位置図(屋久島付近)
(石橋原図) 番号は作業計画番号を示す。

ものもある。これに対して海域西部では 散在的に砂漣の分布は認められるが 一般に発達が悪い。

砂漣やパーティングリニエーションなどの堆積構造から 海底面直上での海水の流れの方向を求めた(第16図の矢印及び直線)。海峡部などでは 潮汐作用の影響で流れの方向が変化することがあるので注意する必要があるが 一般的にみて次のようなことがいえる。

屋久島南方沖では ほぼ黒潮の流れの方向と同じ方向(東流)を示し 黒潮が北流に転ずると種子島東方のように北流を示す。種子島海峡北部では 屋久島北岸沿いに北西—北への流れと 種子島の西を北流する流れとに分かれる。種子島西岸沿いの北への流れは 馬毛島南方の浅曽根の南で 北西流と北流とにさらに分けられる。種子島と馬毛島間の北への流れは 種子島北端付近から東向きをかえはじめ 種子島北東沖では 東

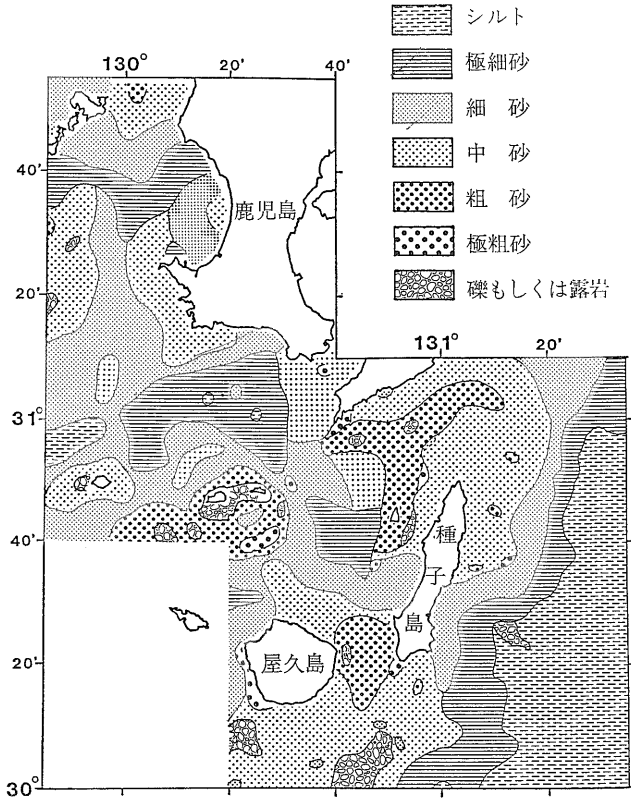
南東方向への流れを示す。大隅海峡北岸では 半島沿に北東流し 海域北端部で東方へも拡散していく傾向が認められる。海域西部の東シナ海側では 砂漣の発達が悪いため 向きははっきりしないが 南北方向の流れを示しており この方向は西方沖合を流れる対馬海流の方向と調和的である。

このように 堆積構造からみたこの海域の底層水の流れは 大局的には 表層での海水の流れの方向と調和的であると考えられる。

海水の塩分濃度分布

海水の塩分濃度を表層水と底層水(海底面上2 m)について測定した。

表層水(第17図)は 33—34%の塩分濃度域が卓越している。種子島東方沖では 32—33%のやや低い塩分



第13図 底質分布図(池原・川幡原図).

濃度域が大陸棚縁辺部にあるが より東方の黒潮本流域では 34%以上のやや高い塩分濃度域が分布している。薩摩半島の枕崎市沖や 大隅海峡北岸部にかけては 34%以上のやや高い塩分濃度を示す域がある。一方 海域北西部の甕海峡から吹上浜沿岸部では32—33%とやや低い塩分濃度を示している。

底層水(第18図)は 海域の西半部では 野間岬付近を除いて34.0—34.5%でほぼ同じ塩分濃度を示す。一方 東部ではより複雑な分布をしている。種子島海峡北部から屋久島北部にかけて さらに 大隅海峡付近には 34.5—35.0%のやや高い塩分濃度域が存在する。この分布域は 大隅海峡から 種子島北端部を通して さらに東方に張り出している。種子島東方沖の水深約1500m以深では 34.5—35.0%のやや高い塩分濃度を示す。調査海域全域の底層水の塩分濃度測定結果から鉛直方向の塩分濃度分布図を作製した(第19図)。これによると 多少のパラつきはあるが 水深100—150mにピーク(34.6%前後)をもつことがわかる。また 水深500m以深では 34.4%前後の塩分濃度でほぼ一定している。

5. 地球物理学的研究

測位

1982年7月より白嶺丸に搭載されている複合測位システムは 最近の航海では最適な使用法も確立され 順調に稼動している。本年度の鹿児島沖の調査海域は 海流が強く 変化の激しい所で しかもロランCの運用範囲ではあっても条件の良くない海域であるにもかかわらず 通常 実時間で0.1マイル程度の精度を保つことができた。

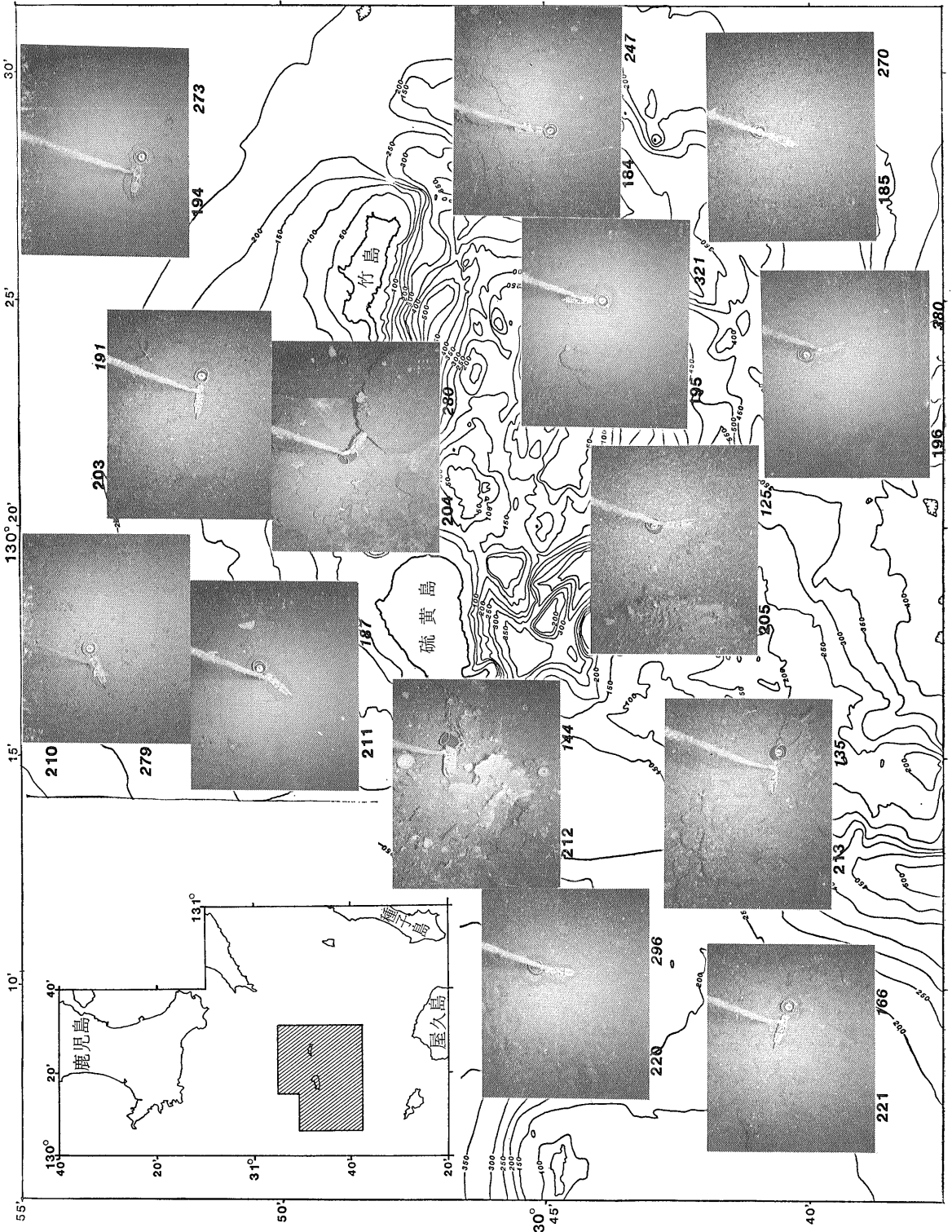
本システムでは 電波航法装置(ロランC受信機2台 デッカ受信機)と NNSS(人工衛星航法装置)が ミニコンピューターを通じて有機的に結合されている。原理は ロランC(あるいはデッカ 以下同じ)による測位を連続的に行い その位置変化から対地船速を求め ロランCの時間的なドリフトによる誤差を NNSSで修正するというもので 連続的に測位可能というロランCの長所と 測位衛星受信時には正確な位置が求まるといふ NNSSの長所をあわせ持つ。本システムのロランCではルビジウム発振器を備えており ロラン局のうち2局受信できれば円航法による測位が可能である。

これは 今回の調査海域のように 北海道のロラン従局からは 遠距離かつ電波伝播経路に陸地を含むため良好な電波の受信が期待できないので 主局と2局の従局が受信できる必要のある双曲線航法は困難である場合には特に威力を発揮する。今回は2台の受信機で 上記の北太平洋チェーンと 最近運用を開始した韓国チェーンを使用し 前者に大きなウェイトを置き後者を補助的に用いた。

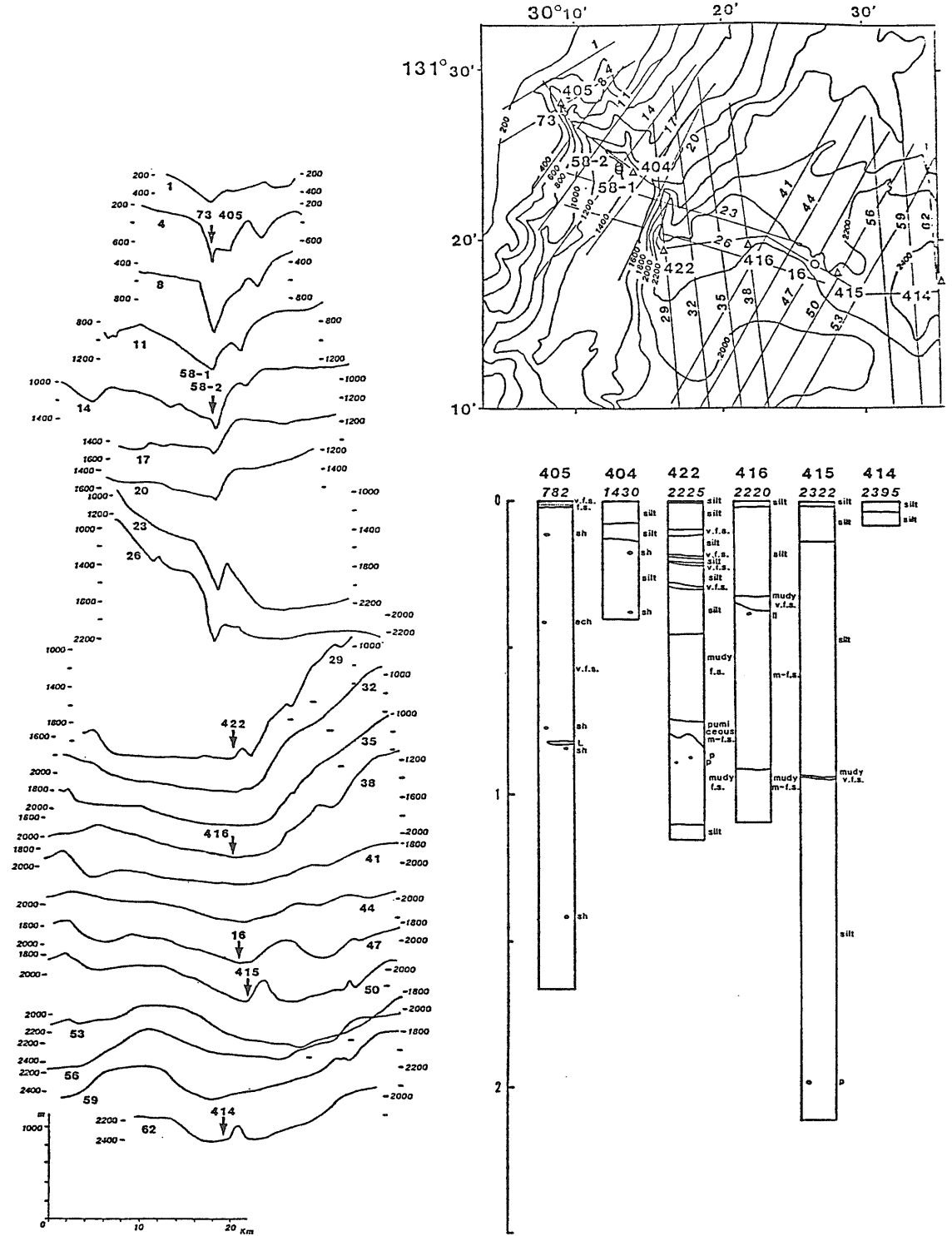
海の調査において測位は基本であり 精度が向上したことは 各種データの質的向上を意味する。「再現性」が科学のひとつの基本とするならば より高い精度で「同じ点に2度行ける」ようになったことは 真の科学に近づいたとも言えるだろう。測位精度の向上は又例えば「前日の音波探査記録上で決めた採泥点に行ってみたら少し船位がずれている様子なので 付近を捜してみる」といった種の時間のロスが大幅に減少し 調査効率の向上にも役立つ。

重力異常

第20図にフリーエア重力異常図 第21図にブーゲー重力異常図を示す。複合測位システムにより 対地船速測定の精度が向上したのに伴い エトベス補正の誤差が

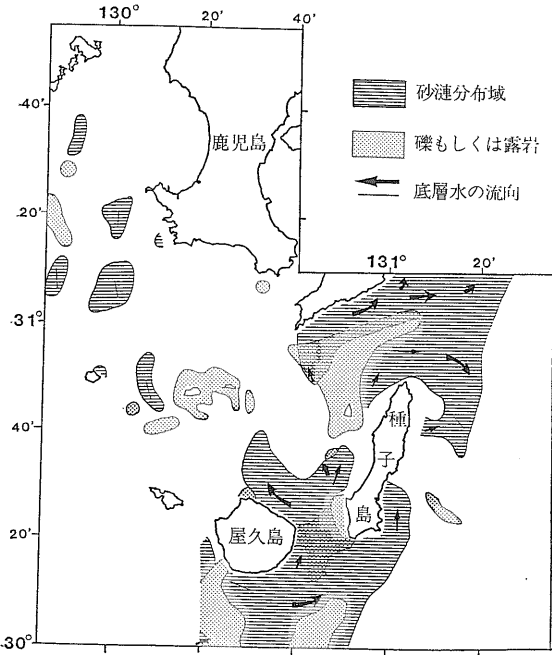


第14図 鬼界カルデラ及び周辺の海底写真(池原・川幡原図).

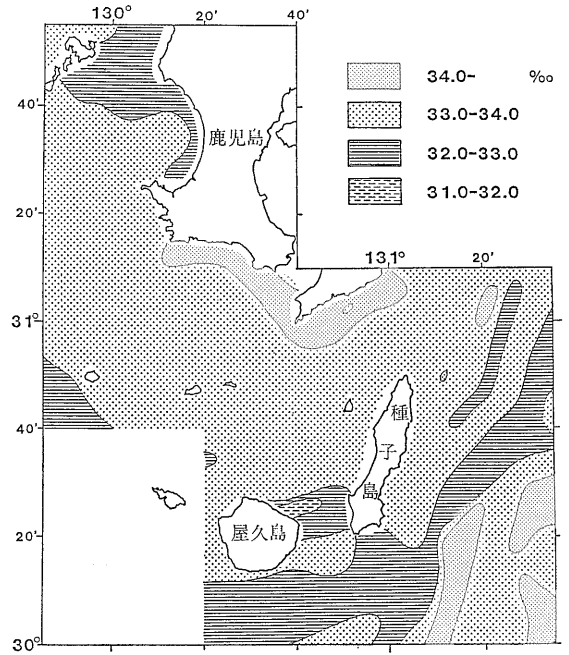


第15図 中種子海底谷の地形断面と柱状図(川幡・池原原図).

柱状図凡例: Sh: 貝殻片 ech: ウニ片 P: 軽石 Li: 岩片 L: 葉理



第16図 砂礫及び礫・露岩の分布図 (池原・川幡原図)。

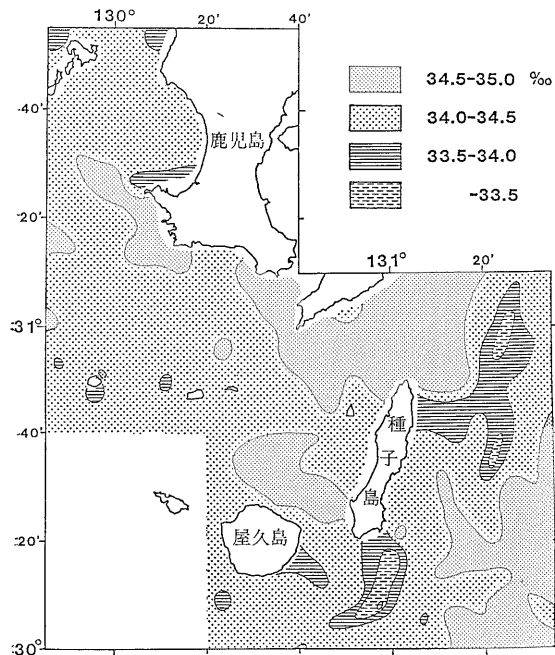


第17図 表層水の塩分濃度分布図 (池原・川幡原図)

小くなり 総合的な精度は2~2 mgal と考えられる。
以下に ブーゲー重力異常の特徴と それより推定される地下構造について簡単に述べる。

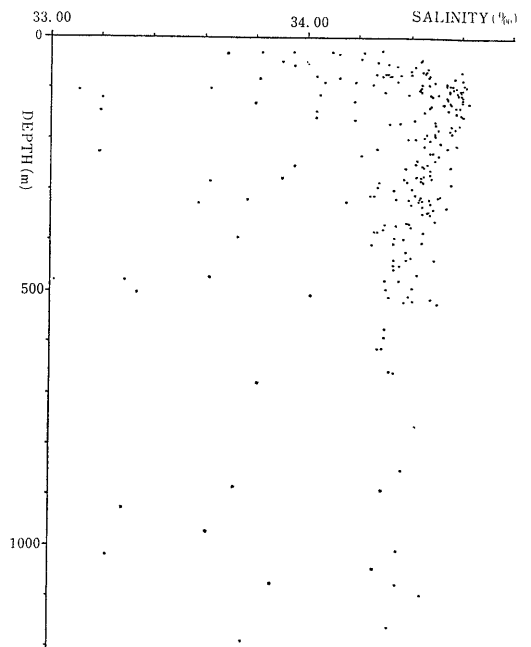
NNE-SWS 方向に走向を持つ 高異常帯と 低異常帯が

種子島から西に並んでいる。すなわち 種子島に沿う高異常帯 佐多岬から屋久島西部に続く高異常帯 (陸上に分布する花崗岩が伏在するのかもしれない) 鹿兒島池溝帯から口永部島へ続く低異常帯 野間岬から黒島西方へ続

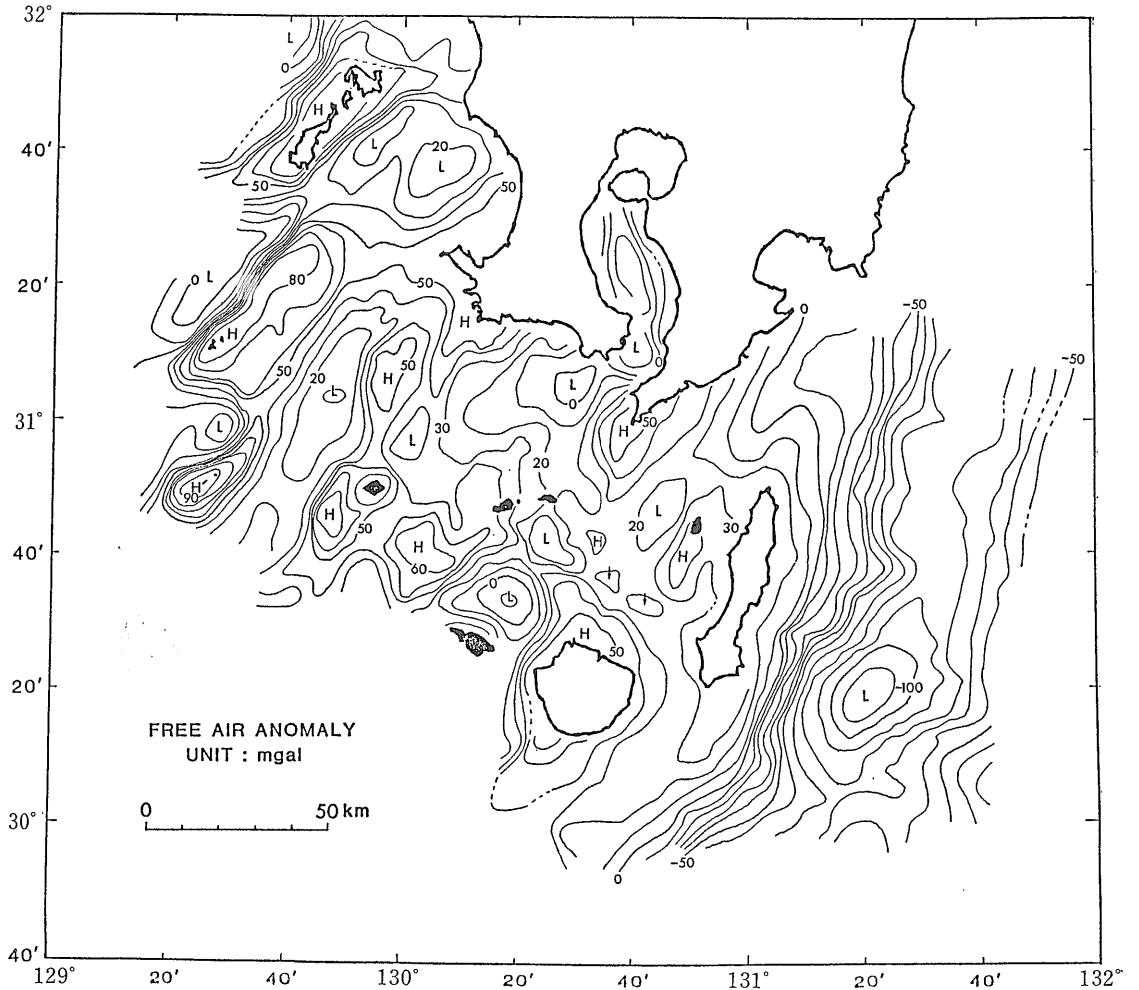


第18図 底層水の塩分濃度分布図 (池原・川幡原図)。

1985年 3月号



第19図 鉛直方向塩分濃度分布図 (池原・川幡原図)。



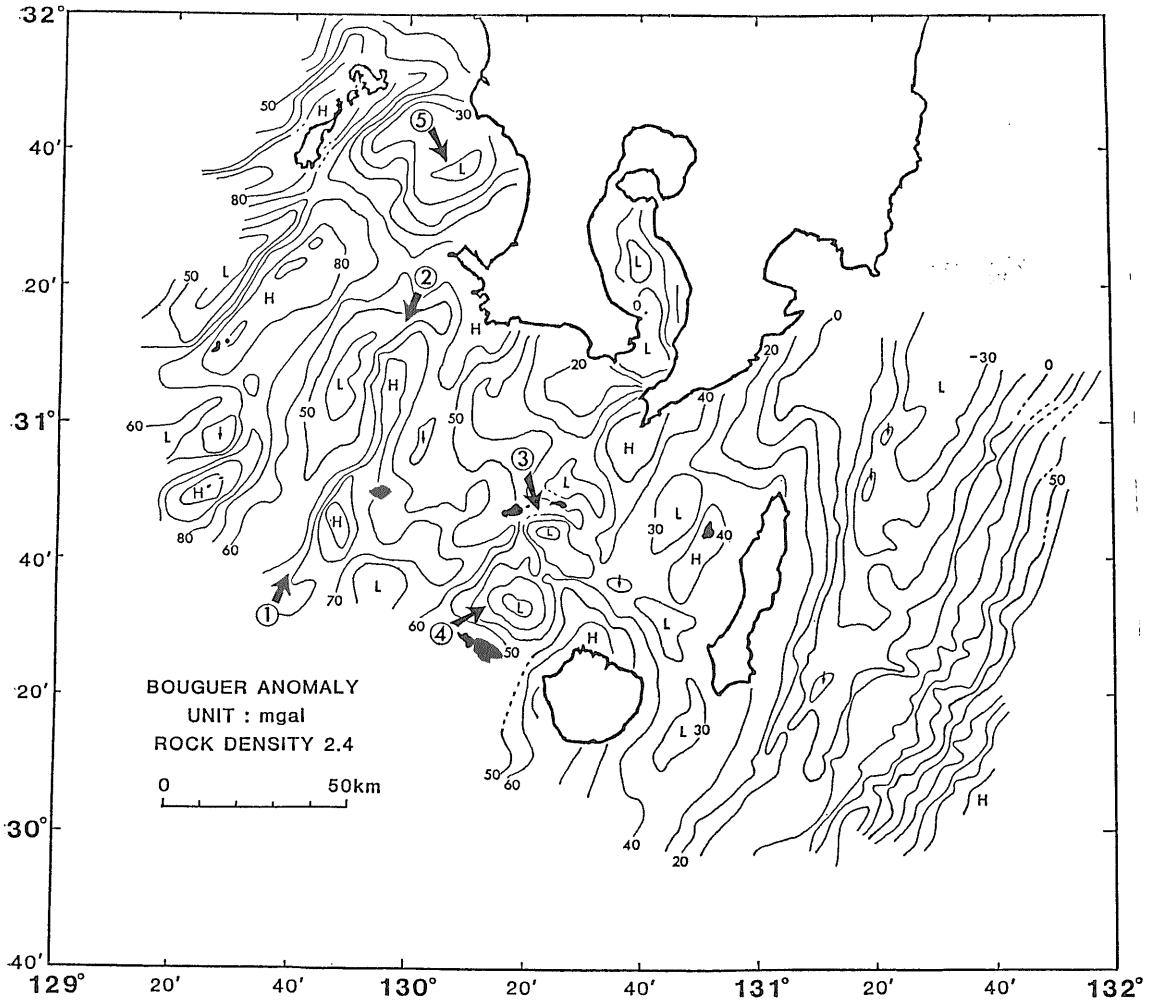
第20図 フリーエア重力異常図 (山崎・西村原図)。

く高異常帯とその西の低異常帯〔この境界(図中の矢印①②)は特に重力異常の傾度が大きく、基盤の断層が推定される〕甌島、宇治群島、草垣島に対応する雁行状の高異常帯が認められる。鬼界カルデラに対応する約30 mgalの低異常域(図中の矢印③)の存在は以前より知られている(石原 1977)が、その南、口永良部島との間にも同程度の面積的には大きな低異常域が存在(図中の矢印④)することが明らかとなり、その原因を現在検討している。野間岬の北の広い低異常域(矢印⑤)では基盤が深く厚い堆積物で埋められていることが予想される。

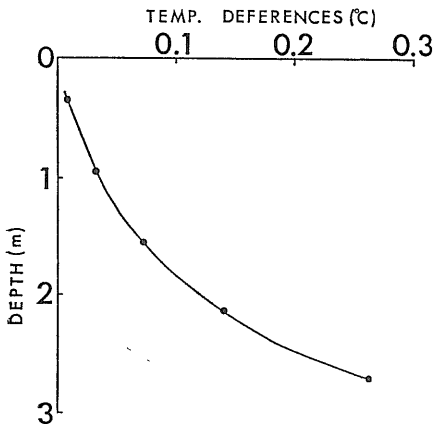
海底地殻熱流量

種子島東方の 30°17.96'N 131°18.26'E 水深2204 mの地点で海底地殻熱流量測定を行った。この地点付

近は黒潮の流路にあたり、強い海流のため測定は容易でなく、従って従来データのほとんどない地域にあたるため貴重な記録と考えられる。堆積層中の温度勾配(第22図)は明らかに非直線である。原因として①堆積層中で間隙水が下方に向かって移動している②2000mを越える水深ではあるが黒潮流域ということで底層水温が変動している③海底谷出口に近いことから急激な堆積がおこった等が考えられるが②あるいは③だけで説明するには非直線性が大きすぎる。これらの影響を受けているものの熱流量としてはかなり高いことが推定でき(最上部と最下部のサーミスタ間の温度差から求めれば約130mW/m²)南海トラフ周辺の高熱流量域がこの地域までのびていると思われる。



第21図 ブーゲー重力異常図 (山崎・西村原図).



第22図 種子島東方沖での地温勾配 (山崎原図).
場所は第9図P414地点.