

# 海洋資源調査SOPAC海域 資源開発協力基礎調査報告書

(第4—1巻)

## マーシャル諸島共和国

平成 11 年 3 月

JICA LIBRARY



J 1149010 [9]

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調資

99-080

マーシャル諸島共和国 (第4—1巻) 平成11年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団  
12  
61  
IPN  
RARY







海洋資源調査SOPAC海域  
資源開発協力基礎調査報告書

(第4—1巻)

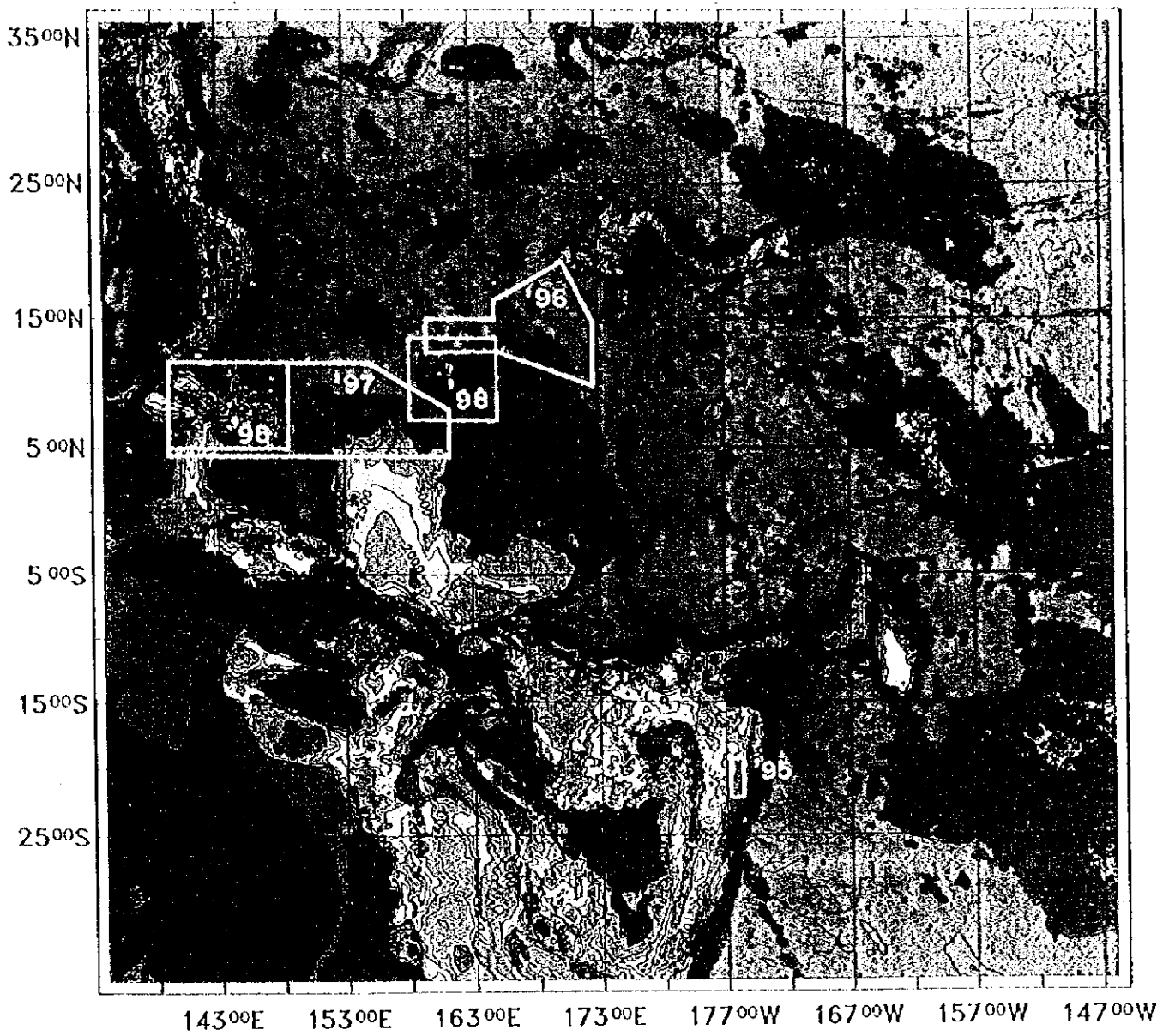
マーシャル諸島共和国

平成11年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



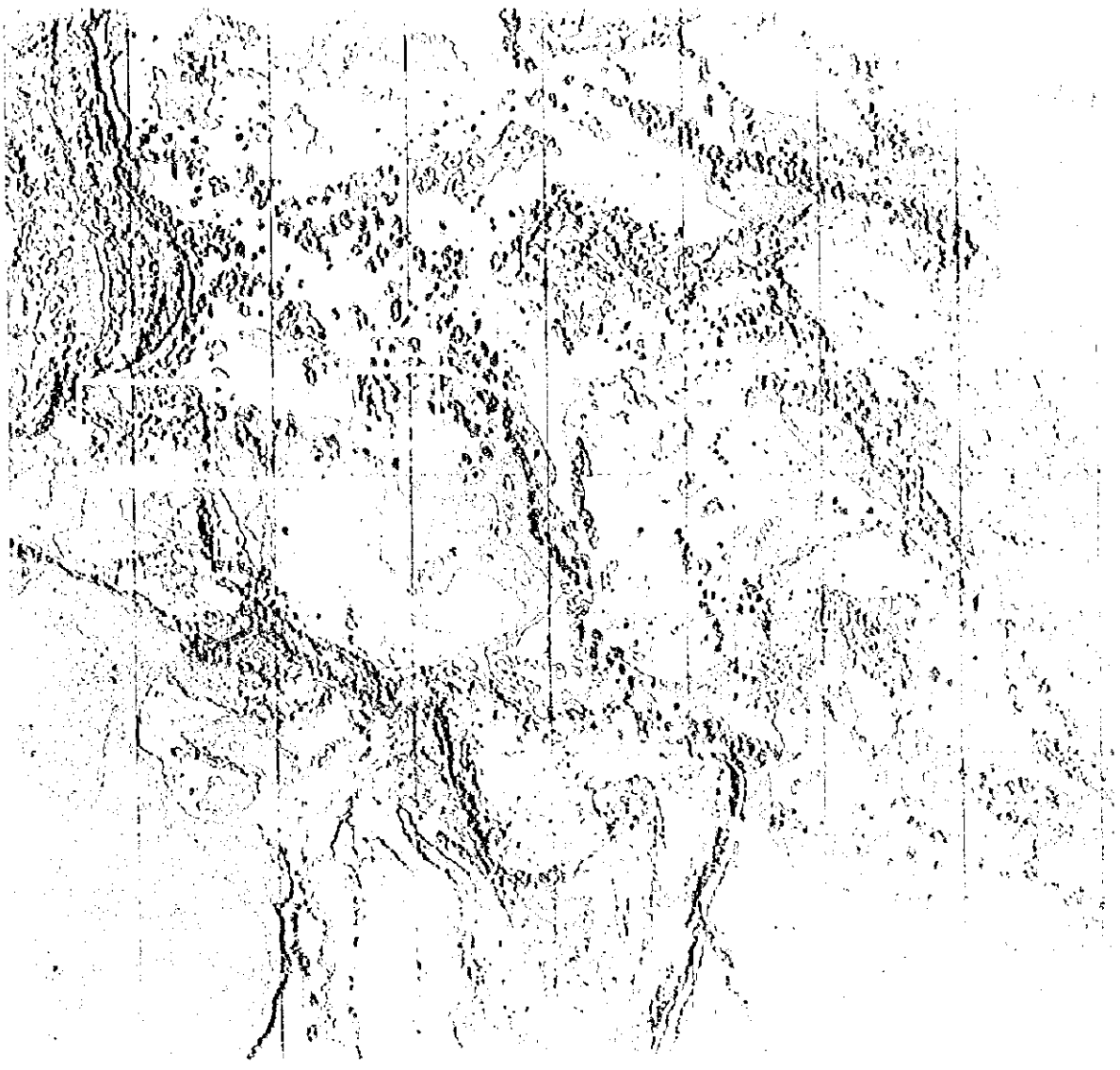
1149010(9)



LEGEND (m)

■	Above	0
■	-1000	- 0
■	-2000	- -1000
■	-3000	- -2000
■	-4000	- -3000
■	-5000	- -4000
■	-6000	- -5000
■	Below	-6000

LOCATION MAP OF THE SURVEY AREA





## はしがき

日本国政府は南太平洋応用地球化学委員会 (South Pacific Applied Geoscience Commission) [SOPAC]の要請に応え、加盟国沿岸における深海底鉱物資源賦存の可能性を検討するため、地質調査等の鉱物資源探査に関する調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成7年から5カ年にわたって行われるものであるが、今年度はその4年次目にあたり、マーシャル諸島共和国及びミクロネシア連邦のEEZ内を調査の対象としている。金属鉱業事業団は平成10年5月5日から7月17日までの49日間、深海底鉱物資源探査専用船第2白嶺丸を現地に派遣し、両国の協力を得て調査を予定通り完了した。このうちマーシャル諸島共和国EEZ内における調査は、5月8日から5月27日及び5月31日から6月6日の27日間である。

本報告書は4年次目の調査におけるマーシャル諸島共和国EEZでの調査結果をとりまとめたものである。

本調査の実施に当たってご協力頂いたSOPAC事務局、マーシャル諸島共和国政府、並びに外務省、通商産業省、在フィジー日本国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表すものである。

平成11年3月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団

理事長 桧山 博昭

## 要 旨

SOPAC諸国に対する資源開発協力基礎調査は、第3期として平成7年度から5年間にわたって実施されることになり、その4年次目に当たる今年度は平成10年5月5日から7月17日まで、マーシャル諸島共和国及びミクロネシア連邦両国の排他的経済水域（以下EEZと記す）内の約1,265,000Km<sup>2</sup>に対して実施された。現地調査日数は49日間、調査対象資源はコバルトリッチクラスト鉱床である。

マーシャル諸島共和国EEZ内では平成8年度に、ミクロネシア連邦EEZ内では平成9年度にコバルトリッチクラスト鉱床の賦存状況調査を実施した。今年度は、これまでの成果を基に、両国EEZ内の未調査海域において同種の調査を継続した。

調査海域はマーシャル諸島共和国エニエトック環礁、ウジェラング環礁を中心とした東海域とミクロネシア連邦ヤップ州に属するカロリン諸島付近の西海域である。現地調査日程前半のレグ1ではマーシャル諸島共和国EEZ内を主体とする東海域で5海山、後半のレグ2ではミクロネシア連邦EEZ内の西海域で2海山及び熱水活動を対象とした1地域の計8地域を選定した。

マーシャル諸島共和国EEZ内には3～4列の海山・海山列がラリック列、ラタック列と呼ばれる環礁列を中心として分布する。過年度調査では、このラリック・ラタックの列に繋がる北側の海山の調査を行い、コバルトリッチクラストの分布を確認した。今年度は過年度海域の南西側のエニエトック・ウジェラングの環礁を中心として、マゼラン海山群に繋がる海域で5海山の調査を行い、そのすべてにコバルトリッチクラスト鉱床の分布を確認した。

本報告書は、このうちマーシャル諸島共和国EEZ内に位置する4海域の調査結果を取りまとめたものである。

対象となる海山は、Measured and Estimated from gravity data derived from satellite altimetry and shipboard depth soundings: (W. H. F. Smith and D. T. Sandwell, 1997)により、山頂部の水深（クラストがもっともよく発達しているとされる1,000～2,000mを対象）、山体の形状・規模等を考慮して選定した。

調査にあたっては、各地域ごとに詳細な地形形状把握のためにMBESを用いた地形航走調査を、鉱床の連続性を確認するためにFDCによる海底観察、写真撮影を、またコバルトリッチクラストのタイプ、厚さ、品位等の性状を把握するためのチェーンバックドレッジ(CB)、アーム型ドレッジ(AD)または大口径コアラー(LC)によるサンプリ

ングを主として行った。採取資料の一部については、陸上にて各種分析、X線回折、顕微鏡観察等を行い船上調査結果と併せて総合的な解析に供した。また、MBES調査と並行して、未固結堆積物分布状況を把握するためにSBP調査を、さらに一部の海山では、海底の微地形とノジュール分布の把握を目的として、SSS調査を実施した。

地形調査は東海域の4地域で行い、詳細な地形形状の把握により4個の海山を確認した。調査した海山は、ドーム状2海山、フラット状・凹凸状各1海山の山頂形状を見せる平頂海山である。

MBESの受信音圧を用いて作成した音響反射強度分布図は、露岩部の平面的な広がりを把握するのに有効な資料となった。音響反射強度分布図から、露岩部は、ピナクル等の隆起部、山頂縁辺部・斜面部等の急傾斜に見られる。さらにSSS調査では、より詳細な音圧分布により微細な地形や露岩部・礫状物質等の分布状況を観察した。

FDCによる海底観察では、各地域の海山のコバルトリッチクラストの賦存状況が確認された。特に、クラスト分布の連続性やそのタイプ及び形状、未固結堆積物・崖錐等の分布状況、微地形との関連性等が把握された。FDC観察結果から、海山のコバルトリッチクラストは、ピナクル部・縁辺部から斜面の露岩部に貼りついて分布することが確認された。

サンプリングは1地域13~18点とし、4地域合計で61点を実施した。全地域の海山でクラストのついた岩石、表層のクラストまたは底質の有孔虫砂等が採取した。採取した資料についてはクラストのタイプ、厚さを記載し、陸上においてクラストの品位分析、石灰岩・有孔虫砂の化石鑑定、玄武岩の化学分析・年代測定等を行なった。

過年度海域も併せた調査範囲は、マーシャル諸島共和国EEZ内の北西側半分程度にあたり、ここでの海山およびそのコバルトリッチクラスト分布状況は、以下のとおりである。

尖頂海山は、過年度調査範囲内の最東端において1地域のみ調査され、比較的コバルト品位が高いが、生成年代が若い(35Ma)という特徴をもつ。

調査した13地域の大部分は平頂海山で構成されるが、ドーム状6、フラット状4、凹凸状2の山頂形状に細分される。地域的にはフラット状・凹凸状が東西両端部に、ドーム状が中心部に分布する、山頂部の未固結堆積物分布を示すSBP透明層層厚はフラット状で薄く、ドーム状で厚いといった傾向を見せる。

サンプリング及び海底観察の結果、厚さ10cm以上のクラストは水深1,000~3,500mに賦

存する。コバルトリッチクラストはクラスト状、礫状、ノジュール状などの形状で分布し、その厚さは地域、地形、母岩などにより変化する。海山ごとのコバルトリッチクラストの平均厚さは西側で厚く、コバルトの品位は東側で高い傾向が明瞭ではないが認められる。

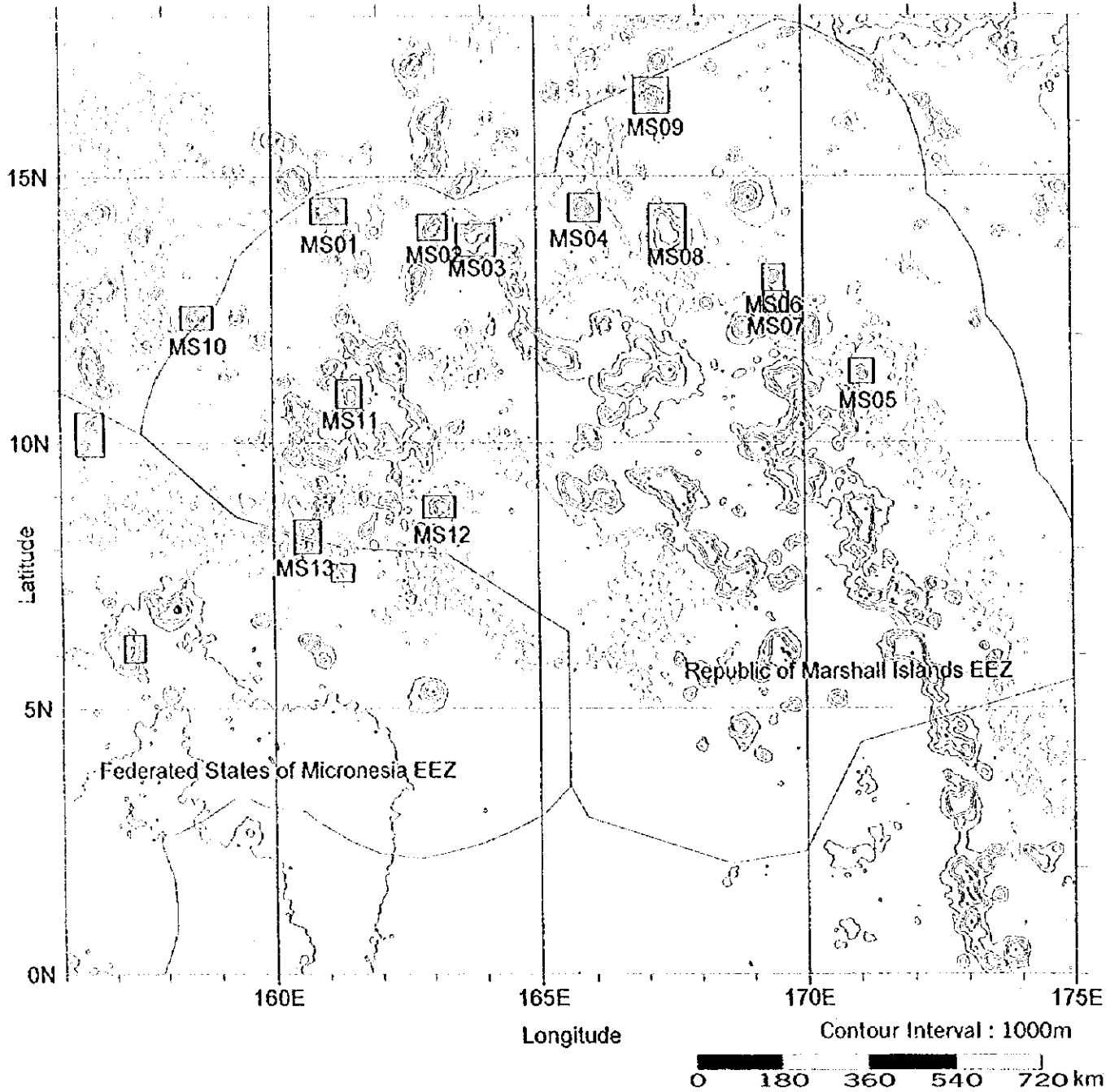
これらの海山は、生成年代が古第三紀よりも古いものと考えられ、全体的に比較的厚く品位が高いコバルトリッチクラストが分布する。

賦存状況を基に各地域を評価すると、今年度調査範囲のマーシャル諸島共和国EEZ内西部の海山が最も優れていて、EEZ内東部のラタック列北部に繋がる海山がこれに次ぐ。これは西側ではクラストが厚く、東側ではコバルトの品位が高いことによる。



確実なデータは少ないが、周囲のデータとも併せて考えると、マーシャル諸島共和国のラタック、ラリック、エニエトクーマジェランの各海島一海山列は全体的にみて北側または西側に向かうにつれて海山の生成年代が古くなるものと推定される。このことと、クラストのレイヤー別の厚さ変化には古いものほど基層が厚くなる傾向が、レイヤー別のコバルト品位変化には表層ほど高くなる傾向がみられることを併せることにより、マーシャル諸島共和国EEZ内におけるクラストの賦存傾向を説明できる可能性がある。

今後開発の可能性に向けて、原位置でのクラスト層厚のデータを増やし、品位が高く厚いクラストを胚胎する時期と場所を知り、縁辺部露岩部が広くクラストを採取しやすい海山を求めて、さらに詳細なデータを蓄積する必要がある。

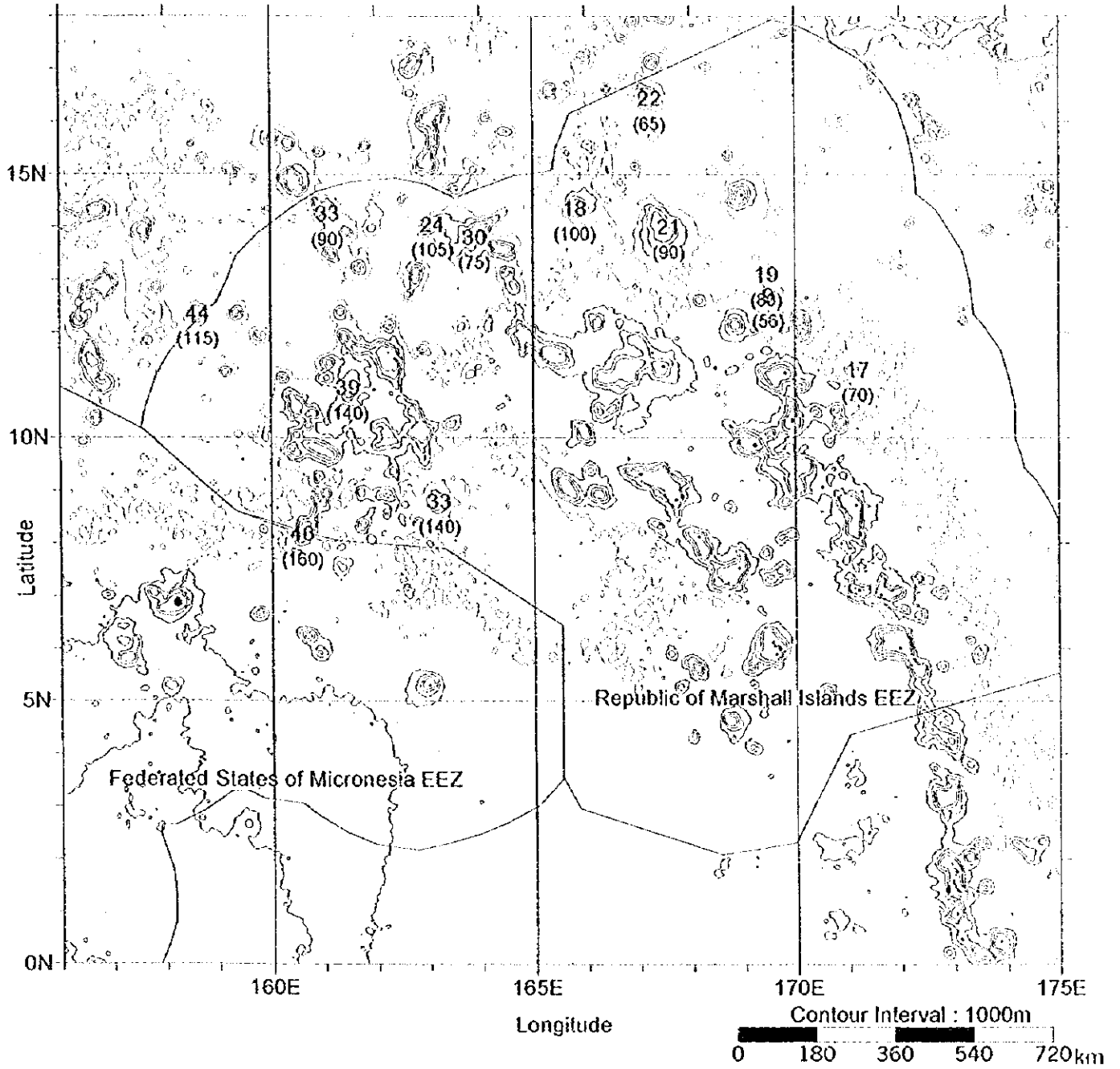
Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Name of Prospected Area

-  Prospected in '98
-  Prospected in '96

Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)

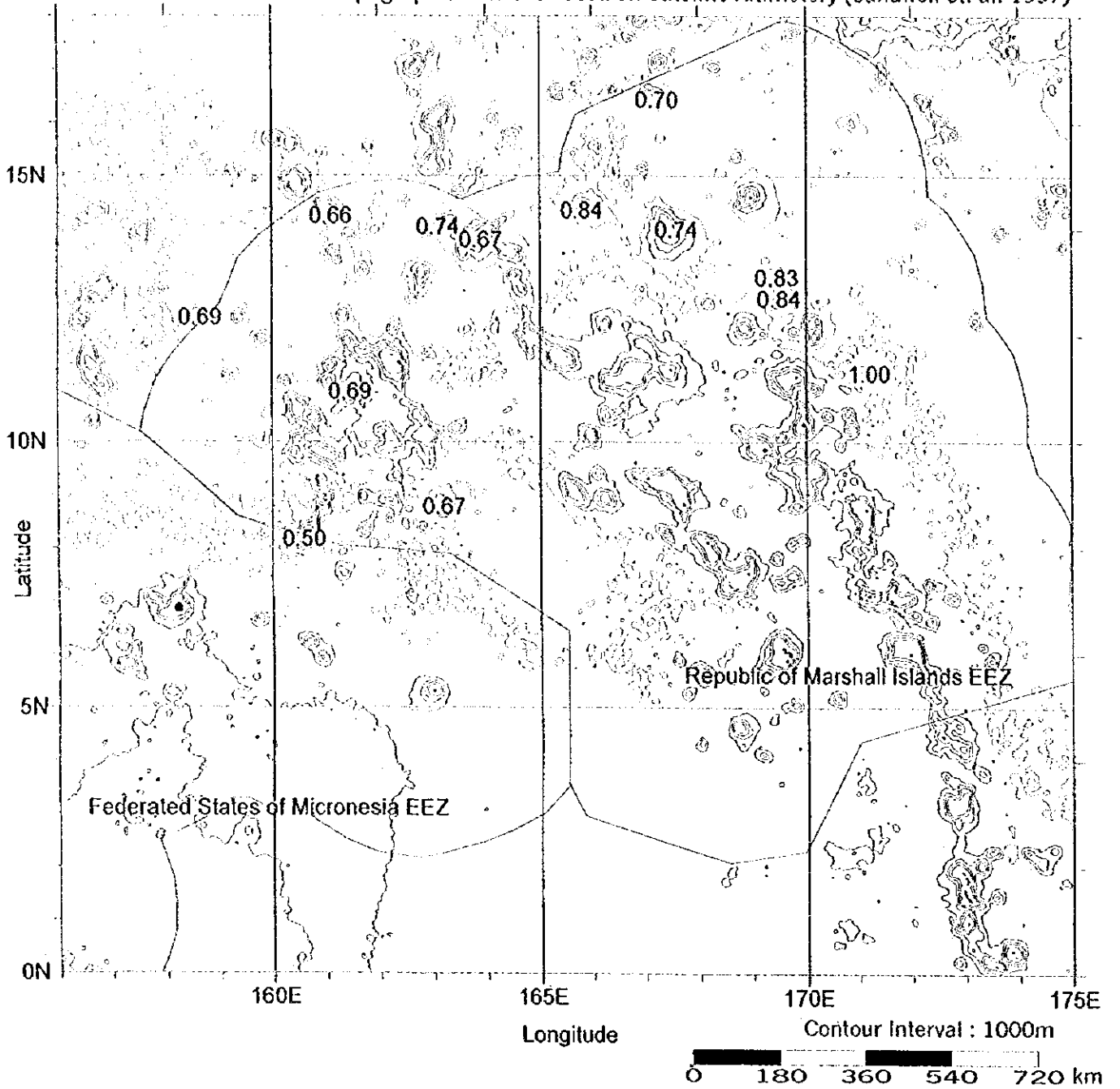


### Average Thickness of Crust

(Maximum Thickness of Crust)

(unit mm)

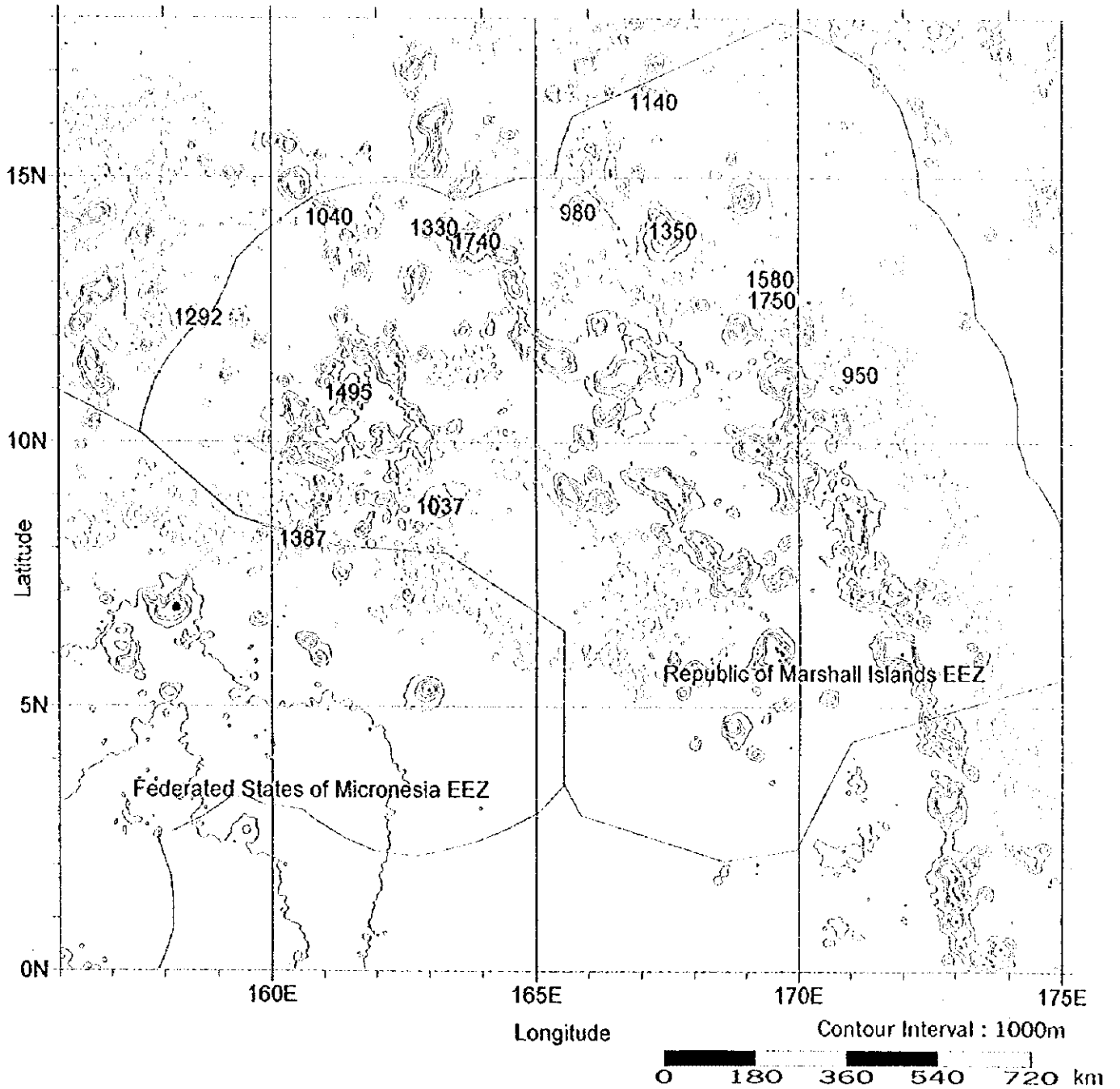
Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Average Co. Contents.

(%)

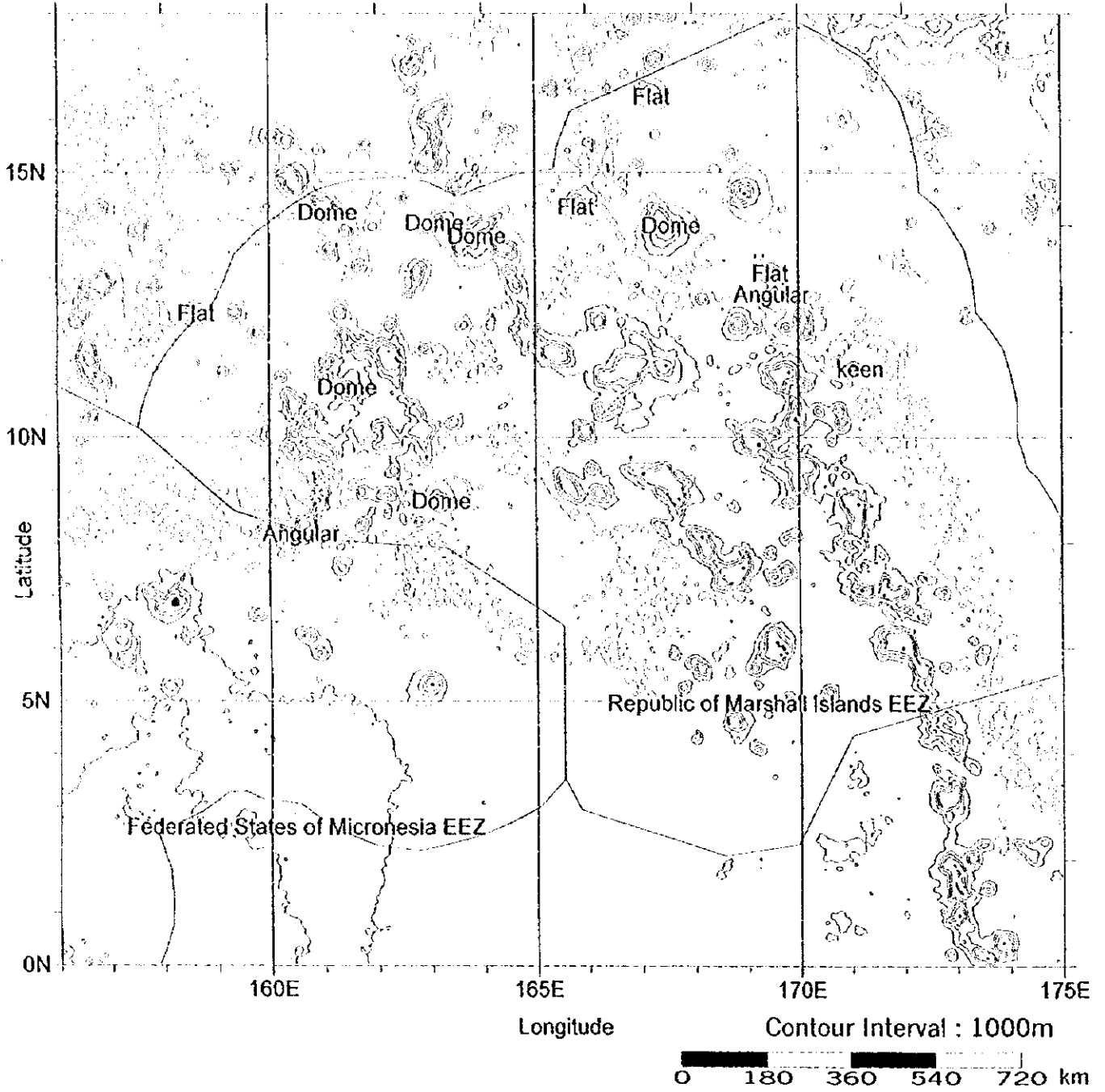
Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Shallowest Depth of Seamount.

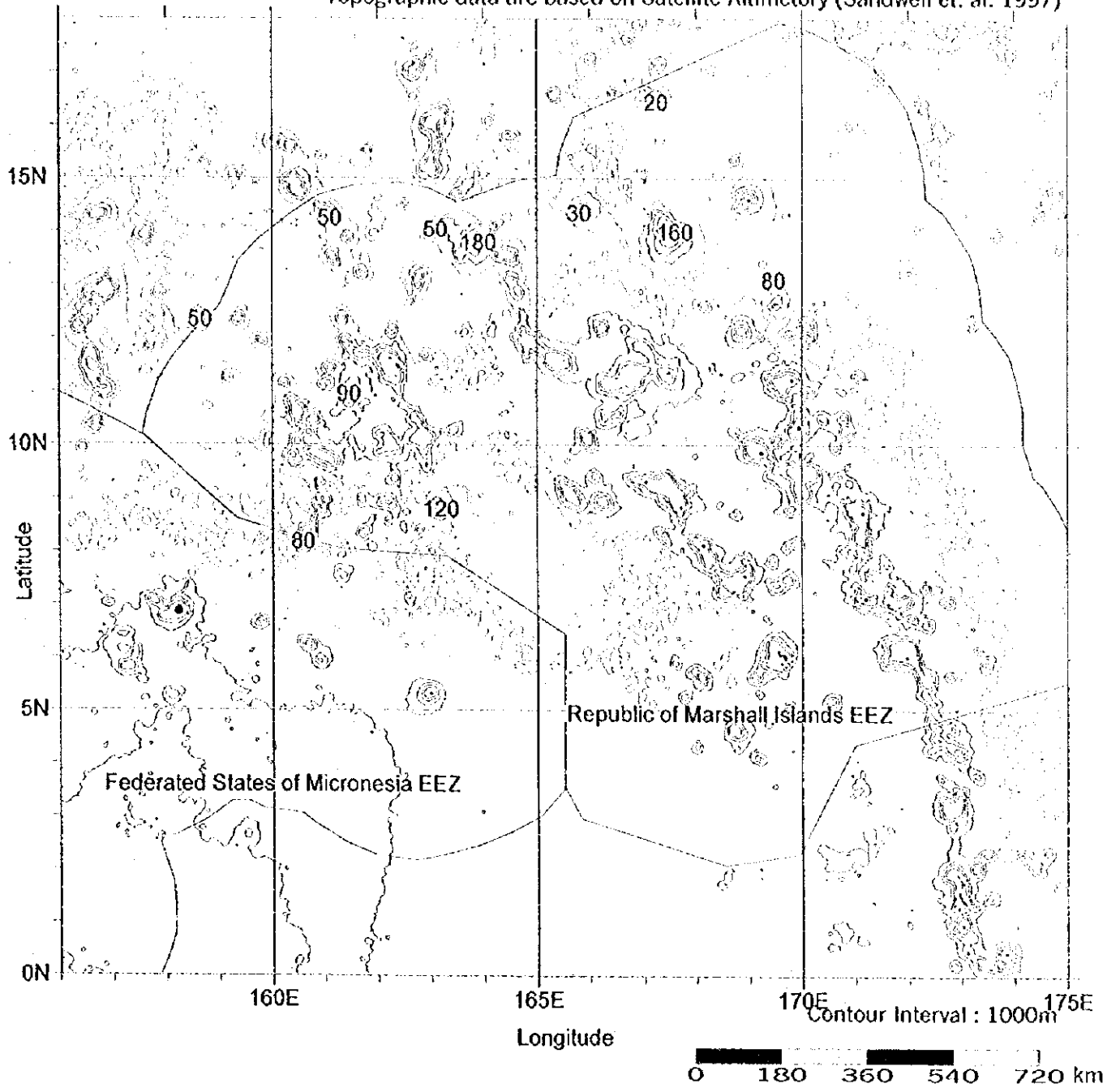


Base Map: ETOPO5



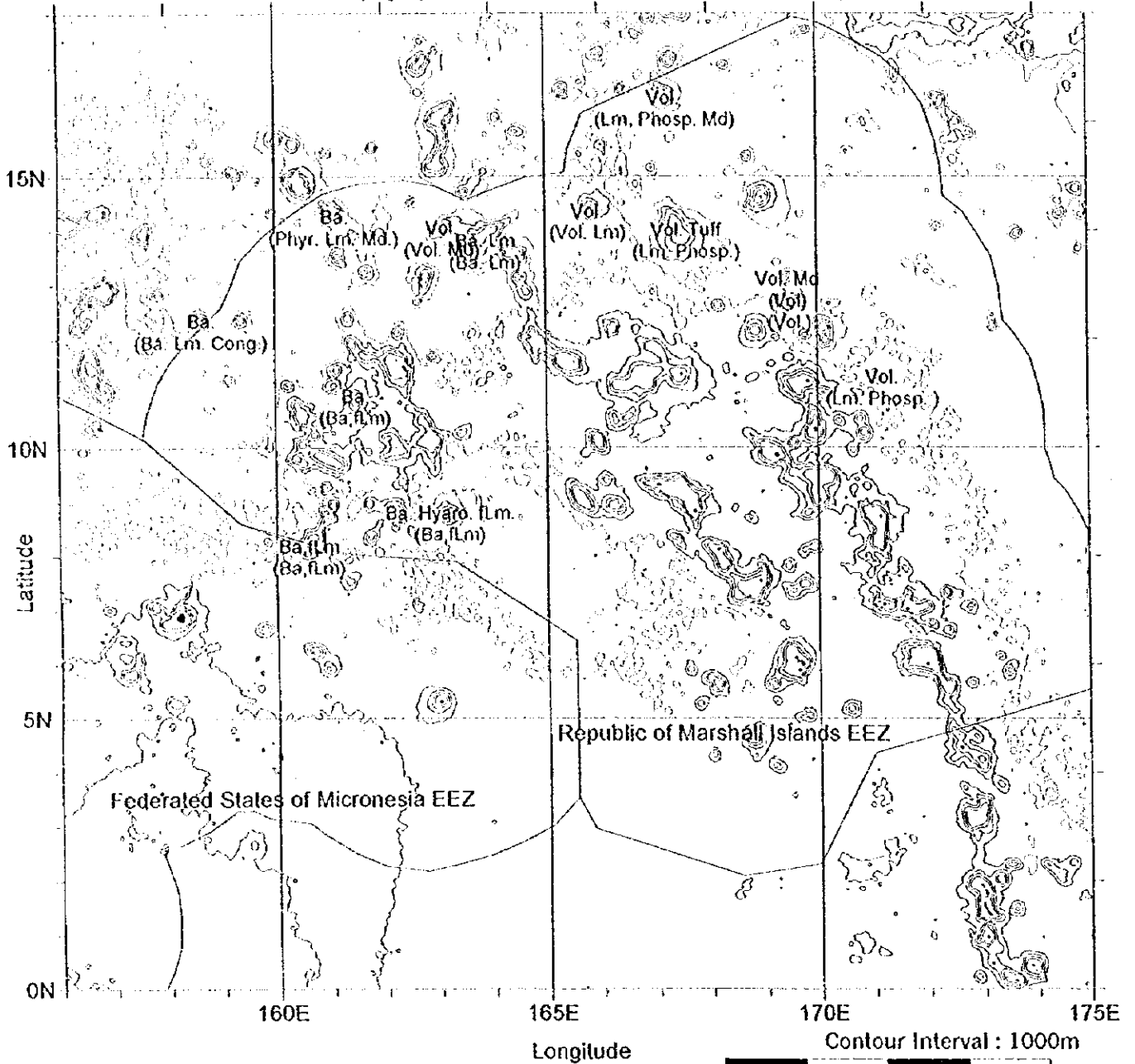
Shape of Summit

Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Thickness of SBP Transparency Layer. (m)

Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)

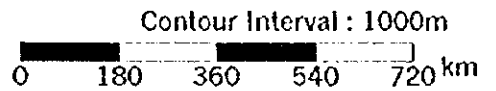


Geology(Summit)

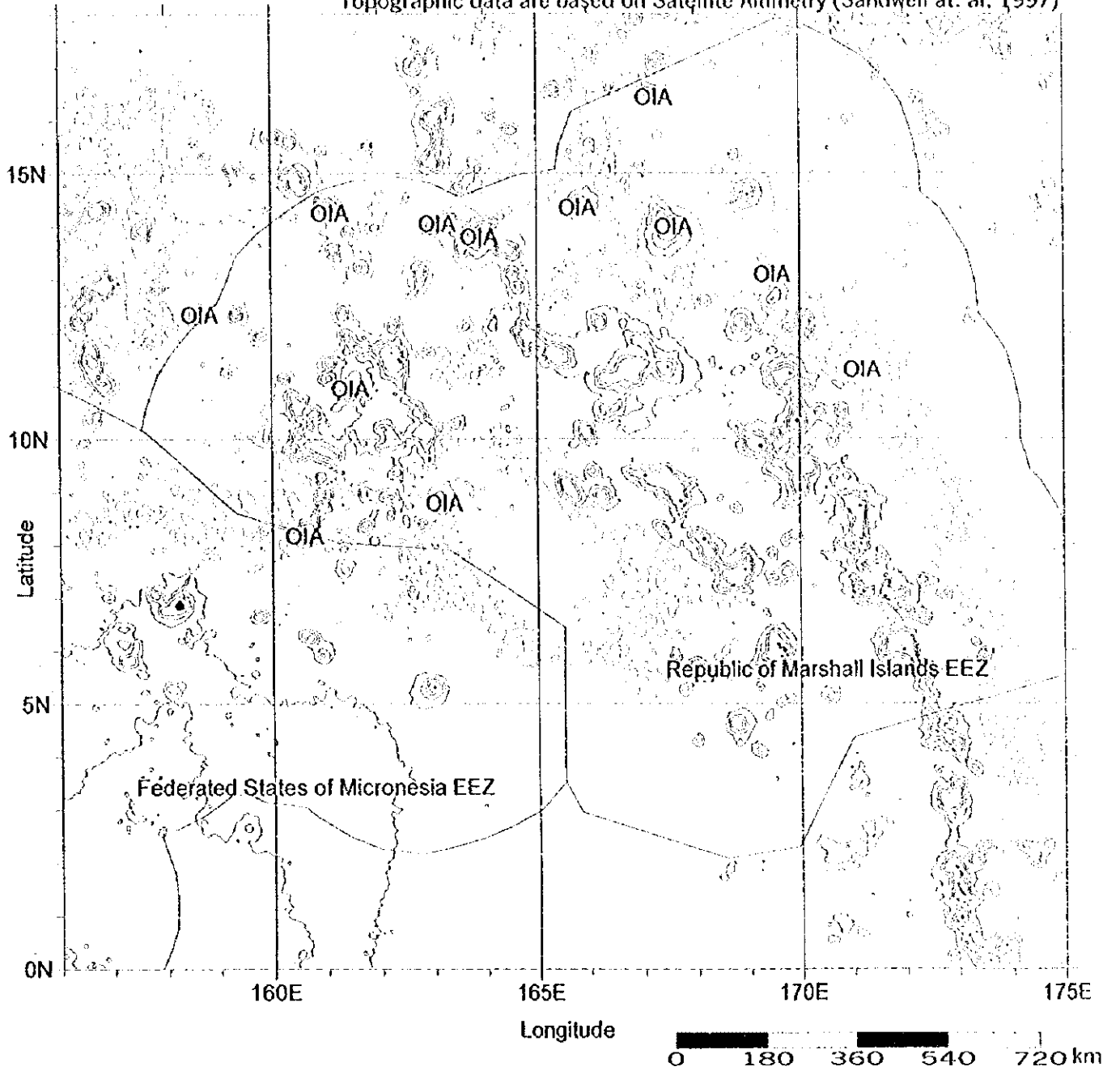
Geology(Slope)

Ba Basalt.  
 Vol Volcanic Rock  
 Phyr Pyroclastic Rock  
 Lm Limestone  
 fLm forminifera Limestone

Phosp Phosphorite  
 Md Mudstone  
 Hyaro Hyaroclastite



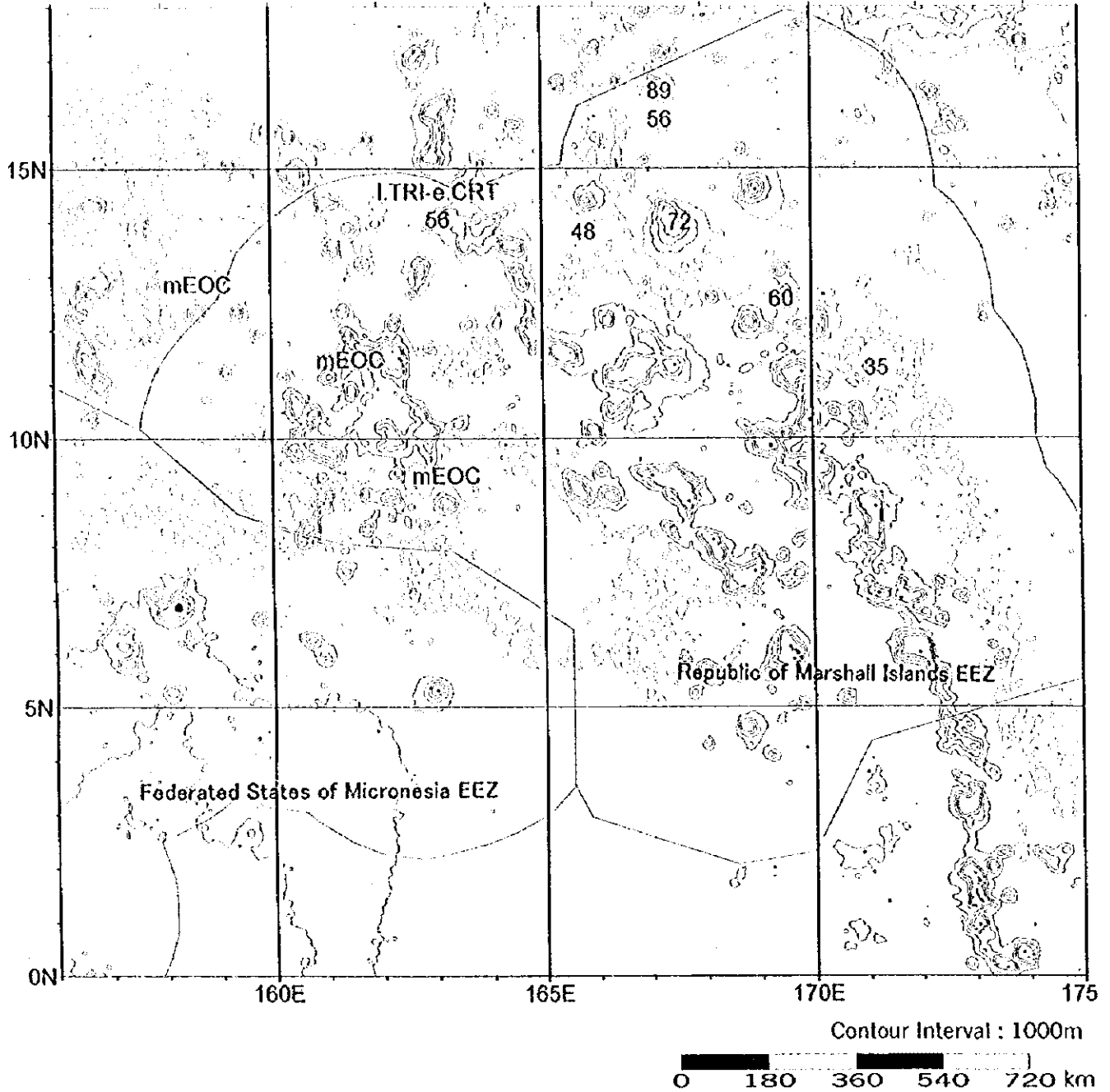
Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Type of Basalt.

OIA Ocean Island Alkali-Basalt

Topographic data are based on Satellite Altimetry (Sandwell et. al. 1997)



Age of Fossils  
Age of Basalt (Summit).  
Age of Basalt (Slope)  
(unit Ma)

# 目 次

## グラビア はしがき 要 旨

1章 調査要項	1
1-1 調査件名	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査海域	1
1-4 調査期間	1
1-5 調査員等	2
1-6 調査機器	2
1-7 調査実績	2
2章 調査方法	8
2-1 調査対象海山の選定	8
2-2 調査方法	9
2-3 付 番	9
2-4 位置の決定	10
2-5 音響調査	10
2-6 海底観察及び写真撮影	10
2-7 サンプリング	10
2-8 CTD測定	11
2-9 調査データの処理及び解析	11
3章 調査結果	13
3-1 地形調査	13
(1) 地形概要	13
(2) 海山の分類及び地形区分	13
(3) 地形調査結果	13
3-2 MBES音響反射強度分布図	23
(1) 各地域の音響反射強度分布	23
3-3 SBP調査	30
(1) SBP解析	30
(2) SBPタイプ分類	30

(3) 各地域の特徴	31
3-4 SSS調査	32
3-5 各地域の未固結堆積物の分布状況	45
<b>4章 地 質</b>	<b>48</b>
4-1 地質概要	48
4-2 サンプルング結果	49
4-3 採取物概要	49
(1) 岩 石	49
(2) 未固結堆積物	63
4-4 岩石の化学組成	63
(1) 分析方法	65
(2) 解析結果	65
4-5 岩石及び底質物の化石鑑定	76
4-6 地域別のまとめ	79
<b>5章 コバルトリッチクラスト</b>	<b>83</b>
5-1 コバルトリッチクラストの分類及び層区分	83
(1) コバルトリッチクラストの分類	83
(2) コバルトリッチクラストの層厚	84
(3) コバルトリッチクラストの表面区分	84
(4) コバルトリッチクラストの層区分	84
5-2 FDCによる海底観察結果	87
5-3 サンプルング結果	95
5-4 鉍物の化学組成	98
(1) 分析成分及び分析方法	98
(2) 鉍物の化学組成	99
(3) 地域別の特徴	100
(4) レイヤー分析結果	100
5-5 鉍物組成	103
(1) 分析試料	103
(2) 分析結果	103
(3) 解析結果	107
5-6 コバルトリッチクラストの賦存状況	110





[挿入図一覧]

図1-3-1	調査海域図	3
図1-6-1	主要調査機器の写真	6
図2-9-1	データ処理及び解析系統図	12
図3-1-1	マーシャル諸島周辺の地形図	14
図3-1-2	海山の地形区分概念図	15
図3-1-3 (1)~(4)	海底地形3次元表現図 (MS10~MS13 地域)	19
図3-2-1 (1)~(4)	MBES音響反射強度分布図 (MS10~MS13 地域)	24
図3-3-1	nSBP記録の分類	31
図3-3-2 (1)~(4)	SBP断面図 (MS10~MS13 地域)	33
図3-3-3 (1)~(4)	等層厚線図 (MS10~MS13 地域)	37
図3-4-1 (1)~(4)	SSS解析図 (MS10~MS13 地域)	42
図4-2-1 (1)~(4)	サンプリング位置図 (MS10~MS13 地域)	50
図4-3-1 (1)~(5)	岩石及び薄片顕微鏡写真	57
図4-3-2 (1), (2)	海底と採取物の写真 (LCサンプリング)	66
図4-4-1	ノルム計算結果三角ダイアグラム	70
図4-4-2	AFMダイアグラム	70
図4-4-3	HFS元素とLIL元素のスパイダーグラム	73
図4-4-4	希土類元素のスパイダーグラム	73
図4-4-5	TiO <sub>2</sub> -MnO <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 図	74
図4-4-6	Ti-Y図	74
図4-4-7	Zn-Nb-Y図	75
図4-5-1	底質物の代表的な有孔虫化石種	78
図4-5-2	底質物の代表的な放散虫化石種	78
図4-5-3	石灰岩及び凝灰岩の代表的な化石種	80
図5-1-1 (1), (2)	コバルドリッチクラストの写真	85
図5-2-1 (1), (2)	海底観察による海底写真	89
図5-4-1	主要5成分の比較	101
図5-4-2	試料採取水深と各成分品位の関係	102
図5-5-1	試料及び分析位置図	105
図5-5-2	鉱石における Mn, Fe, (Cu+Ni+Co)*10 比率	107
図5-5-3	分析成分変化図	108

[挿入表一覧]

表1-6-1 調査機器	4
表1-7-1 調査実績表	5
表1-7-2 調査日程表	7
表3-1-1 海山のタイプ分類	15
表3-1-2 海山の地形区分	15
表3-1-3 各海山の特徵一覧	16
表3-1-4 地域別地形区分と斜面勾配	17
表4-2-1 地域別地質概要	54
表4-3-1 岩石薄片の顕微鏡観察結果	55
表4-3-2 大口径コアによるサンプリング採取物と海底写真内容	64
表4-4-1 分析成分及び分析方法	65
表4-4-2 分析成分及び検出限界	65
表4-4-3 (1) 岩石の化学分析結果 (主成分)	69
表4-4-3 (2) 岩石の化学分析結果 (微量)	69
表4-4-4 ノルム計算結果	69
表4-4-5 各種分類表による玄武岩の区分結果	75
表4-5-1 岩石及び底質物に含まれる化石鑑定結果	76
表4-5-2 岩石及び底質物の化石鑑定結果	77
表5-2-1 (1)~(6) FDC海底観察結果	91
表5-4-1 分析成分及び分析方法	98
表5-4-2 分析成分及び検出限界	99
表5-4-3 コバルトリッチクラストの分析品位結果	99
表5-4-4 レイヤー分析結果	101
表5-5-1 分析試料	104
表5-5-2 薄片記載	104
表5-5-3 EPMA 点分析結果	106
表5-5-4 EPMA 分析線分析結果	106
表5-6-1 コバルトリッチクラストの賦存状況	110
表7-1 (1), (2) コバルトリッチクラストの調査結果総括表	116



## 1章 調査要項

### 1-1 調査件名

平成10年度資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）

マーシャル諸島共和国海域及びミクロネシア連邦海域。

### 1-2 調査目的

SOPAC加盟国であるマーシャル諸島共和国及びミクロネシア連邦のEEZ内において、地形調査及びサンプリング調査等により、海底に分布する鉱物資源の賦存状況を把握すること等を目的とする。

### 1-3 調査海域

平成7年3月13日付けで日本側調査担当機関と南太平洋応用地球科学委員会との間で締結されたSOPAC加盟諸国のEEZ内における深海底鉱物資源に関する共同調査実施計画に基づき、今年度の調査範囲は、下記の各点を順次結んで得られる多角形（面積は、東部海域が約551,800 km<sup>2</sup>、西部海域が約712,700 km<sup>2</sup>、図1-3-1参照）で囲まれた範囲である。

#### 記

(東部海域)			(西部海域)		
番号	緯度	経度	番号	緯度	経度
A.	13° 30' N,	158° 00' E	A.	11° 30' N,	139° 00' E
B.	13° 30' N,	165° 00' E	B.	11° 30' N,	148° 00' E
C.	7° 00' N,	165° 00' E	C.	5° 00' N,	148° 00' E
D.	7° 00' N,	158° 00' E	D.	5° 00' N,	139° 00' E
A.	13° 30' N,	158° 00' E	A.	11° 30' N,	139° 00' E

### 1-4 調査期間

現地調査期間：平成10年5月3日から平成10年7月18日まで

解析等：平成10年4月1日から平成11年3月31日まで

## 1-5 調査員等

### 日本側

現地監督員：	白井 朗 (工業技術院地質調査所)	(5/3~6/9)
調査員：調査団長	前田 耕平 (深海資源開発株式会社)	(5/3~7/18)
	戸野 潔 ( " )	(5/3~7/18)
	斉藤 洋男 ( " )	(5/3~7/18)
	村山 信行 ( " )	(5/3~7/18)
	岡崎 正次 ( " )	(5/3~6/9)
	松井 一徳 ( " )	(6/10~7/18)
	吉若 潤造 ( " )	(5/3~7/18)
	児玉 敬義 ( " )	(5/3~7/18)
	飯 博行 ( " )	(5/3~7/18)
	武藤 雄大 ( " )	(5/3~7/18)
	佐藤 正 (海洋技術開発株式会社)	(5/3~7/18)
	斉藤 孝雄 ( " )	(5/3~6/9)
	鬼塚 伊織 ( " )	(6/10~7/18)
	橋本 豊 ( " )	(5/3~6/9)
	丸山 信二 ( " )	(5/3~7/18)
	山本 伸海 ( " )	(6/10~7/18)
	岡田 雅重 ( " )	(5/3~7/18)
	畑中 義博 ( " )	(6/10~7/18)
	伊藤 功 ( " )	(5/3~7/18)
	清水ゆかり ( " )	(5/3~6/9)

### 相手側

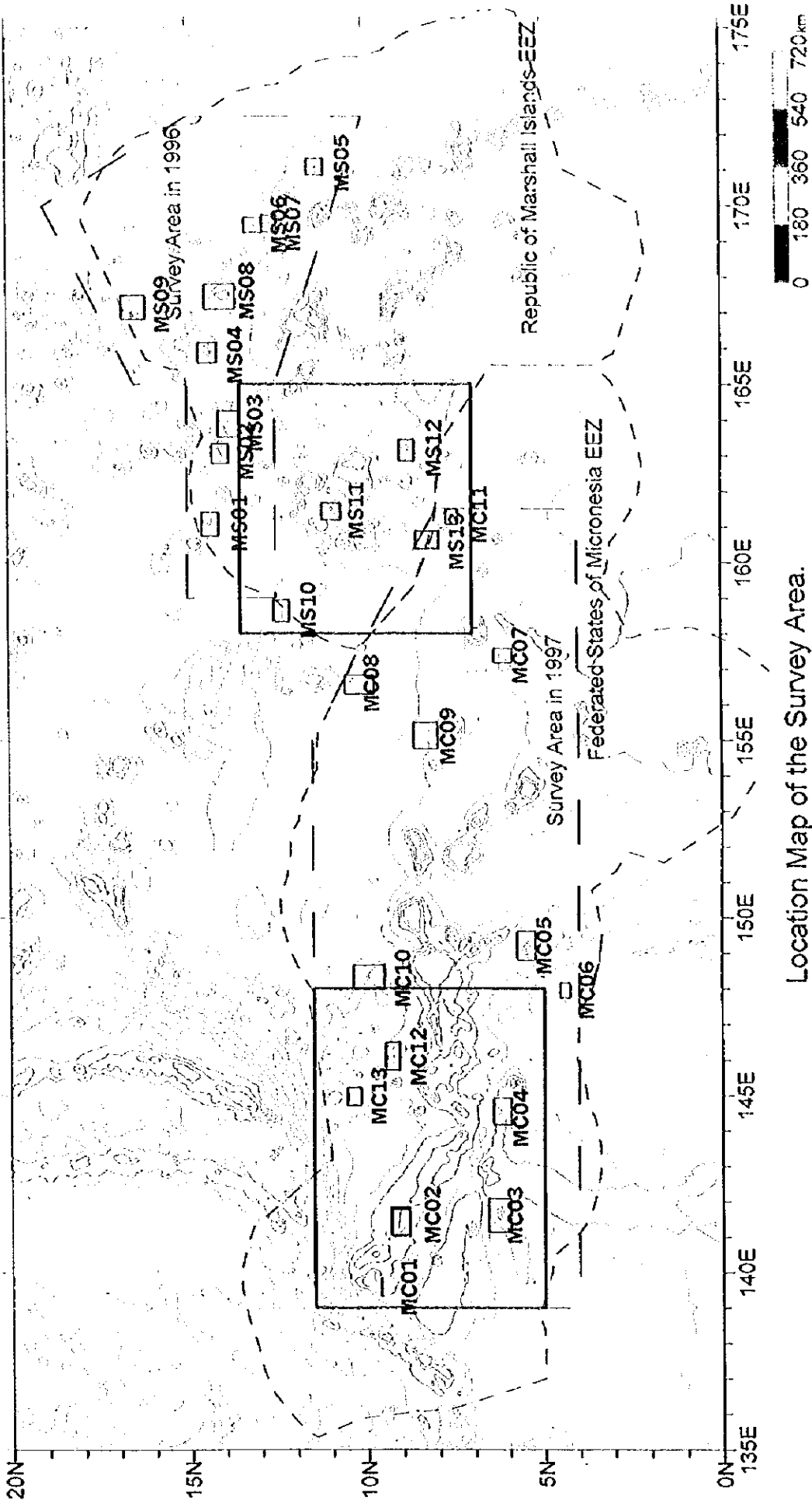
研修生： Mr. Andrike Albert (Republic of Marshall Islands) 5/5~6/8

## 1-6 調査機器

今年度調査に使用した主要機器類を表1-6-1に、写真を図1-6-1に示す。

## 1-7 調査実績

調査作業実績を表1-7-1に、調査日程を表1-7-2にそれぞれ示す。



Location Map of the Survey Area.

Survey Area in 1998.

Map Area

Map in past year.

图 1-3-1 调查海域图



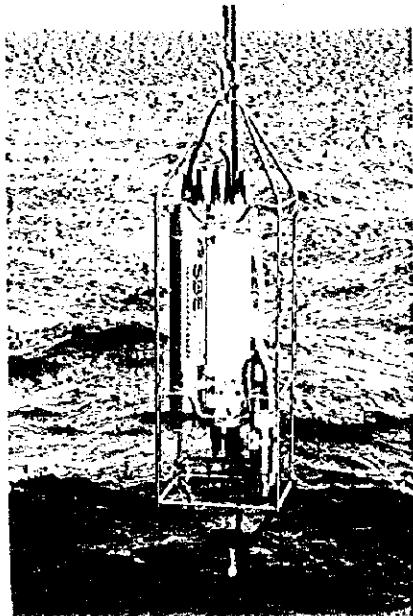
表 1-6-1 調査機器

分類	探査方法	調査機器・同システム	略号	備考	
位置測定	衛星航法	Global Positioning System GPS+GLONASS	GPS		
海底地形 地質調査	音響調査	測深及び海底地形	Multi-narrow Beam Echo Sounder Narrow Beam Echo Sounder	MBES NBS	
		表層堆積物調査	Narrow Beam Sub-Bottom Profiler	nSBP	
		サイドスキャン調査	Side Scan Sonar	SSS	曳航式
	音速水深調査		電気伝導度・水温・水深測定装置	CTD	
			水温水圧計	TD	
	サンプリング		大口径コアラ	LC	
			チェーンバッグドレッジ	CB	
アームドレッジ			AD		
海底観察	写真	ファインダーTV付き深海カメラ (スチールカメラ)	FDC	曳航式	
		大口径コアラパイロットカメラ	(LCカメラ)		
データ収録処理装置	オンライン機能 データ蓄積機能 オフライン機能 ↓ 航跡図・海底地形図 各種平面図・断面図	データ解析システム センサーCPU ファイルサーバーCPU ホストCPU EWS CPU LAN, PC, ICM			

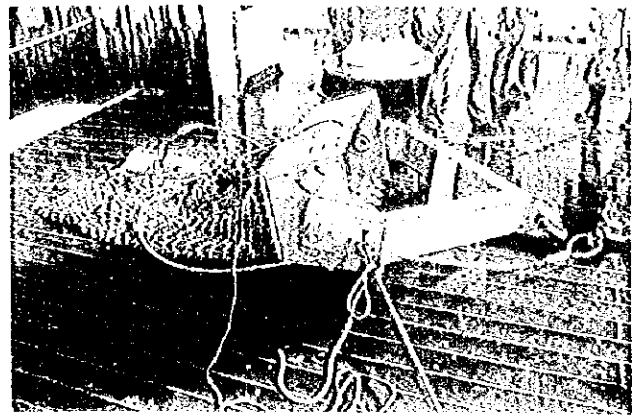


表 1-7-1 調査実績表

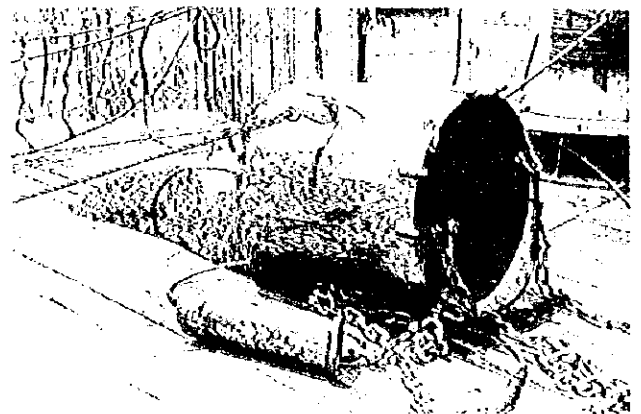
項 目		実 績					
調査日程	グアム出港	5月 5日	16:00				
	SOPAC 調査開始	5月 8日	23:00				
	SOPAC 調査終了	6月 6日	21:19				
	ポナペ入港	6月 8日	9:00				
	ポナペ出港	6月12日	8:00				
	SOPAC 調査開始	6月14日	20:00				
	SOPAC 調査終了	7月 2日	20:00				
	グアム入港	7月17日	9:00				
実調査日数		49 日間		(MS地域27日間)			
調査海山 1次概査		4 海山	MS10	MS11	MS12	MS13	
サンプル採取	採試点数	61 点	15	13	18	15	
	使用サンプラー						
	アームドレッジ (AD)	45 点	12	6	15	12	
	ファンバットレッジ (CB)	4 点		4			
	大口径コアラー (LC)	12 点	3	3	3	3	
	採取量	1889 kg	264	69	732	824	
	クラスト	633 kg	18	6	200	409	
	礫クラスト	661 kg	115	19	327	200	
	ノジュール	28 kg	0.2	0.2	4	24	
	岩石	346 kg	51	2	138	155	
底質物	221 kg	80	41	64	36		
FDC	測線数	6 測線	1	1	2	2	
	測線長 (曳航距離)	14.2 nm	2.5	3.2	4.6	3.9	
	有効写真枚数	656 枚	150	142	172	192	
	ビデオテープ本数	11 巻	2	2	3	4	
CTD	FDC取り付け	6 測線	1	1	2	2	
	サンプリング時 (有効TD数)	61 測点	15	13	18	15	
	サンプリング時 (有効CTD数)	4 測点	1	1	1	1	
音響探査	NBS 30.0kHz	2604.6 nm	599.1	587.8	572.7	845.0	
	SBP 3.5kHz	2604.6 nm	599.1	587.8	572.7	845.0	
	MBES 15.5kHz	2604.6 nm	599.1	587.8	572.7	845.0	
	SSS 59.0kHz	24.7 nm	5.1	6.9	7.3	5.4	
データ処理	MBES MT 図面作成	16 巻 (地形航送: 7巻、SSS: 1巻、FDC: 1巻 サンプリング: 4巻、海域内移動: 3巻) 航跡図、海底地形図、断面図、鳥瞰図、勾配図、 FDC航跡図、SSS航跡図など					



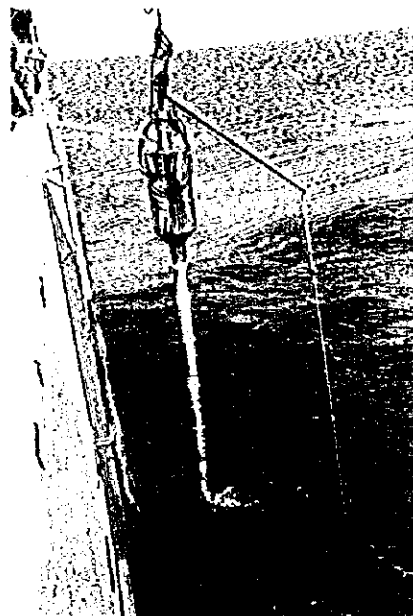
電気伝導度・水温・水深測定装置



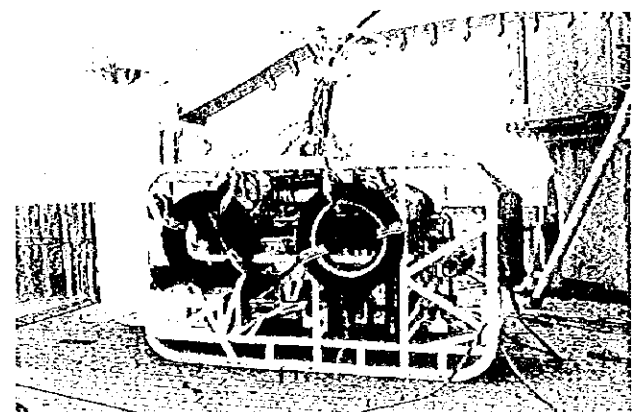
アームドレッジ



チェーンバッグドレッジ



大口径コアラ



深海曳航式カメラ

図1-6-1 主要調査機器の写真



表 1--7--2 調 查 日 程 表

日数	洋上調査	月 日	曜日	調 査 内 容	地形航走	地 域	備 考
1		5月5日	火	Guam出港			
2		5月6日	水				
3		5月7日	木				
4	1	5月8日	金		127.2		23:00調査開始
5	2	5月9日	土	ctdLC01	113.4	MS10	
6	3	5月10日	日		95.9	MS10	
7	4	5月11日	月	AD06,07,08,09	93.9	MS10	
8	5	5月12日	火	AD10,11,12	71.9	MS10	
9	6	5月13日	水	FDC01,LC13,14	96.8	MS10	
10	7	5月14日	木	SSS01,AD15		MS10	17:00移動開始
11	8	5月15日	金	ctdLC01	168.3	MS11	8:00調査開始
12	9	5月16日	土	AD02,03,04	109.3	MS11	
13	10	5月17日	日	AD05,06,07	119.5	MS11	
14	11	5月18日	月	AD08,09,10	93.3	MS11	
15	12	5月19日	火	FDC01,LC11,12	97.4	MS11	
16	13	5月20日	水	SSS01,AD13	39.6	MS11	17:00移動開始
17	14	5月21日	木	ctdLC01	173.3	MS12	8:00調査開始
18	15	5月22日	金	AD02,03,04,05	119.2	MS12	
19	16	5月23日	土	AD06,07,08,09	112	MS12	
20	17	5月24日	日	AD10,11,12,13	86.1	MS12	
21	18	5月25日	月	SSS01,LC14	42.5	MS12	
22	19	5月26日	火	FDC01,LC15		MS12	
23	20	5月27日	水	AD16,17,18	57.6	MS12	
24	21	5月28日	木	ctdLC01	172.3	MC11	
25	22	5月29日	金	AD02,03,04	80.7	MC11	
26	23	5月30日	土	AD05,06 FDC01	89.4	MC11	18:00移動開始
27	24	5月31日	日	ctdLC01	172.8	MS13	9:00調査開始
28	25	6月1日	月	AD02,03,04	125	MS13	
29	26	6月2日	火	AD05,06,07	121.9	MS13	
30	27	6月3日	水	AD08,09,10	106.6	MS13	
31	28	6月4日	木	SSS01 LC11,12	87.2	MS13	
32	29	6月5日	金	FDC01,02	102.8	MS13	
33	30	6月6日	土	AD13,14,15	39.3	MS13	22:19調査終了
34		6月7日	日				
35		6月8日	月	Pohnpei入港			Mid Leg Meeting
36		6月9日	火				
37		6月10日	水				
38		6月11日	木				
39		6月12日	金	Pohnpei出港			
40		6月13日	土				
41	31	6月14日	日		123.4		20:00調査開始
42	32	6月15日	月	ctdLC01,AD02	166.7	MC12	
43	33	6月16日	火	AD03,04,05	118.7	MC12	
44	34	6月17日	水	AD06,07,08	136.9	MC12	
45	35	6月18日	木	FDC01,AD09	128.9	MC12	
46	36	6月19日	金	AD10,11,12	109.5	MC12	
47	37	6月20日	土	AD13,14	82.3		14:30移動開始
48	38	6月21日	日	ctdLC01	190.1	MC13	03:30調査開始
49	39	6月22日	月	AD02,03,04,05	118.5	MC13	
50	40	6月23日	火	AD06,07,08	124.8	MC13	
51	41	6月24日	水	LC09,10	117.7	MC13	
52	42	6月25日	木	FDC01,AD11	110.6	MC13	
53	43	6月26日	金	AD12,13,14		MC13	15:50移動開始
54	44	6月27日	土	ctd08	176.2		7:10調査開始
55	45	6月28日	日	SSS03,04	47.6	MC02	
56	46	6月29日	月	SSS03-1,FDC01	85.5	MC02	
57	47	6月30日	火	FDC02,03,LC09	77.9	MC02	
58	48	7月1日	水	AD10,11,12	87.3	MC02	
59	49	7月2日	木	LC13,14,15	16.2	MC02	20:00調査終了
		7月19日	金	Guam入港			

## 2章 調査方法

今年度はSOPAC海域調査第3期5か年計画の4年次目に当たり、マーシャル諸島共和国（洋上調査は5月8日から5月27日までの20日間と5月31日から6月6日までの7日間の累計27日間である）及びミクロネシア連邦（洋上調査は5月28日から30日までの3日間と6月14日から7月2日までの19日間の累計22日間である）の各EEZ内の海底に分布する鉱物資源の賦存状況に関する調査を実施した。対象とする鉱床は、コバルト・リッチ・マンガンクラスト鉱床（以下コバルトリッチクラスト鉱床と略称する）である。

調査に当たっては、既存データから調査対象海山を選定し、現地調査においてその存在を確認したうえで、地形・音響調査、海底観察、サンプリング等を行った。陸上では、サンプルの鑑定・分析、データの解析・解釈を行い報告書としてまとめた。

ここでは、そのうちのマーシャル諸島共和国EEZ内の調査結果について報告する。

マーシャル諸島共和国のEEZ内での調査としては1996年度の調査に引き続き、今年度は同水域内の未調査海域において鉱物資源の賦存状況に関連する調査を実施した（グラビア参照）。

### 2-1 調査対象海山の選定

1996年度のマーシャル諸島共和国海域での調査に当たっては、同国EEZ内の北東側で隣接する公海部でコバルトリッチクラストの高分布が知られていること及び同国EEZ内の海山分布は北部に集中することから、北部海域を中心に調査を行った。

今年度は更に、未調査海域での調査を進めることとし、エニエトック(Anewetak)環礁を中心とするマーシャル諸島共和国西部海域を調査対象とした。

調査対象海山の選定に当たっては、まず、NOAA (USA) 製作のETOPO5地形グリッドデータを基に、調査対象海域の地形図を描き海山を抽出した。更に、抽出された海山より、過年度調査の結果や調査日程等を勘案し、今年度の調査対象となる4海山を選定した。

調査実施に当たっては、Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundingsを参照し海山の位置を確認した。

## 2-2 調査方法

選定された海山における調査は、各海山ごとに詳細な地形把握のための地形航走、鉸床の賦存状況確認のためのアームドレッジ (AD) 又はチェーンバグドレッジ (CB) 及び重力式大口径コアラ (LC) を用いたサンプリング、更に、鉸床の連続性及び海底面の状況把握を目的としたFDCによる海底観察よりなる。また、堆積物の状況と海底面下の浅部の構造把握を目的として地形航走と並行してSBP調査を実施し、更に、海底面の微地形と堆積物の詳細な状況把握を目的としたSSS調査を行った。

各海山ごとの調査日数は、その規模及び山頂部の水深を考慮し、同等でかつ十分な調査精度が得られるよう考慮し、6～7日を充てた。

## 2-3 付番

サンプリング地点は、以下の要領で付番する。

[サンプリング点] 年号-S-地域No.-使用機種-No.

SはSOPACを意味し、地域No.は、国別に過年度調査からの継続番号として調査順にMS10～MS13まで付番した。サンプリングNo.は、使用機種にかかわらず通し番号とした。

例：98SMS10CB01 (CB使用の場合)

98SMS10AD03 (AD使用の場合)

98SMS10LC02 (LC使用の場合)

[SSS測線] 年号-地域No.-SSS-No.

測線No.は、地域別に01から通し番号とした。

例：98MS10SSS01

[FDC測線] 年号-地域No.-FDC-No.

測線No.は、地域別に01から通し番号とした。

例：98MS10FDC01

#### 2-4 位置の決定

船位の決定には、GPSを使用した。

FDC・SSS等の曳航体の位置は、船の進行方向の後方に曳航体が位置するものと仮定し、曳航体に搭載した深度センサーの深度とケーブル長からピタゴラスの定理を用いて算出した。

なお、測地座標系はWGS84を用いた。

ドレッジ(AD, CB)及び大口径コアラ(LC)を用いたサンプリング地点の水深は、牽引ワイヤーに取り付けたTDセンサーの水深を基準に算出した。

#### 2-5 音響調査

海底地形調査は、MBESを用いて原則として2.0マイル間隔の測線を設定した。水深が浅い部分(約2,000m以浅)では、主測線の上に補間測線を設定した(付帯第1図(1)~(4)航跡図参照)。

船速は10ノットを基準とし、MBESは約5~10秒間隔、NBSは8秒間隔で測深した。

SBPは、全海山について地形調査と並行してデータを取得した。

SSS調査は、3海山を対象に1~2測線を設定して行った。曳航速度は2~3ノット、曳航高度は海底面上約100m、データ取得範囲は両サイド合わせて約1kmである。

#### 2-6 海底観察及び写真撮影

海底観察には、TVカメラ・スチールカメラ・CTD等を搭載した海底直上を曳航するFDCを用いた。光ファイバーケーブルで連結されたFDCを1ノット程度で曳航して、カラーTVカメラによりリアルタイムに海底を観察し、特徴的な地形地質あるいは代表的な海底面状況である箇所をスチールカメラで撮影した。

操船が風向や潮流に制約されるため、測線は、主として風向・潮流に対向し、かつ海山縁辺部や斜面(尾根, 谷部)を下る方向に設定した。

#### 2-7 サンプリング

サンプリングには、CB・AD・LCを用いた。サンプリング位置は、地形図・MBES音圧分布図・SBP等のデータを基に、水深・斜面の方向等に配慮し、サンプリング状況を考慮しながら海山全体の地質及びコバルトリッチクラストの賦存状況が把握できるよう配置した。

## 2-8 CTD測定

各地域毎に、MBESに入力する水中音速決定のため、地形航走前に鉛直CTD測定を実施した。鉛直CTD測定では、深海部のLCでサンプリングも同時に実施した。

## 2-9 調査データの処理及び解析

調査データの処理及び解析は、図2-9-1に示すフローで行なった。船上では、基礎的なデータ処理及び解析を行い、クルーズレポートとし、現地調査後、陸上で各種試験解析を行ない、両者を取りまとめて本報告書を作成した。

サンプリングで得られたコバルトリッチクラスト鉱床については化学分析・EPMA試験等を行い、品位・組成組織を判定した。また、岩石・堆積物についても薄片観察・化学分析・微化石鑑定等を実施し、鉱床調査の背景となる地質情報を得た。



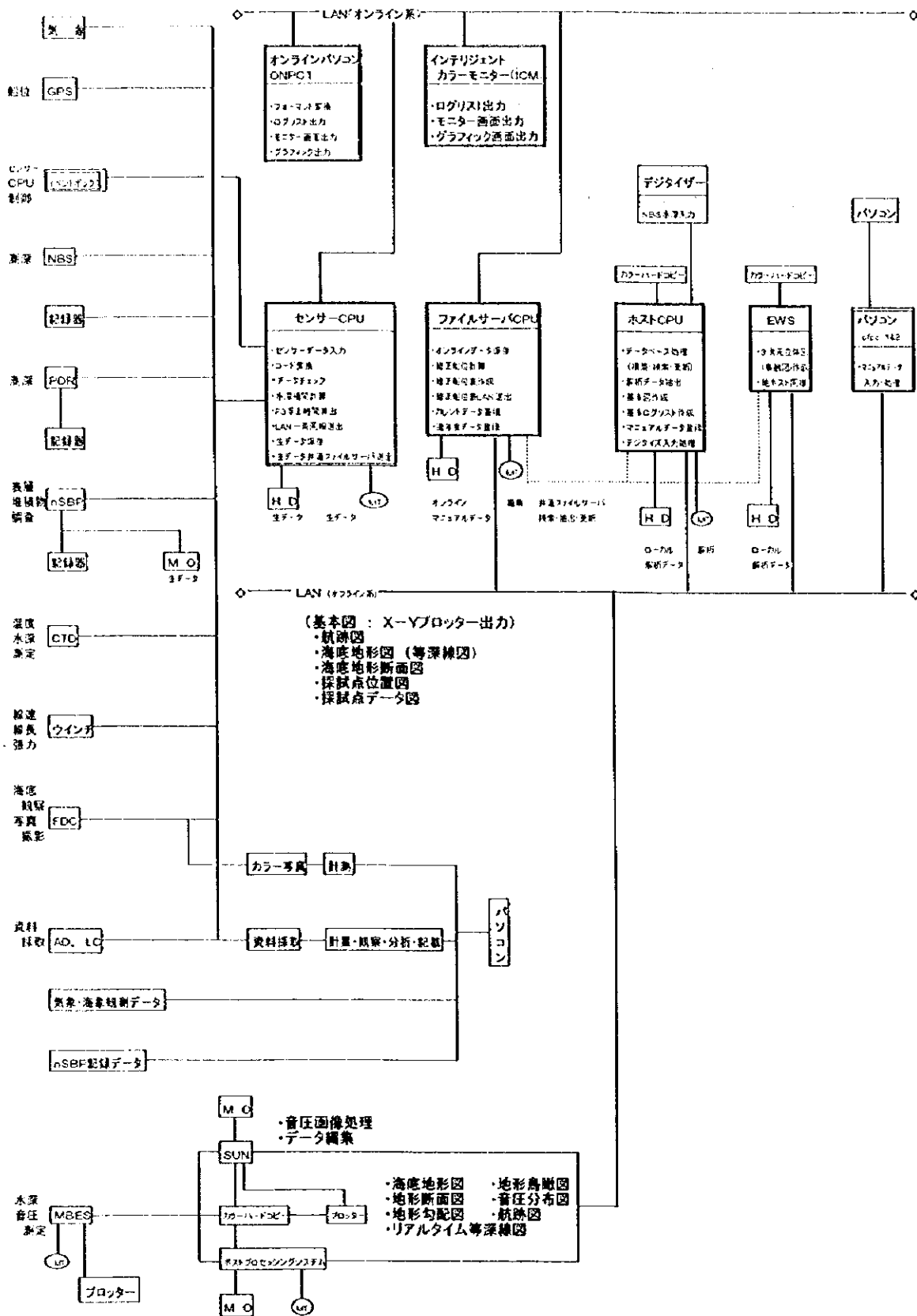


図 2-9-1 データ処理及び解析系統図

## 3章 調査結果

### 3-1 地形調査

#### (1) 地形概要

マーシャル諸島は、中央太平洋の北西部に位置し、東側を中部太平洋海盆 (Central Pacific Basin) に、西側及び南西側をそれぞれマリアナ海盆 (Mariana Basin) 及びナウル海盆 (Nauru Basin) に取り囲まれ、北北西-南南東方向に配列して分布する。また、マーシャル諸島の南方延長には、ギルバート諸島及びクック諸島が、北方延長には、マーカス-ウエーキ海山群が連なっている (図3-1-1参照)。

中部太平洋海盆・マリアナ海盆・ナウル海盆等は、水深5,500mを超える大洋底となっていることから、この付近の海山や環礁は3,500~4,000mを超える比高を持ち、5,000mを超えるものも少なくない。

北北西-南南東方向に連なる環礁・海山は、全体として3~4列に配置する。これらは、東側よりマジュロ (Majuro) 環礁を含むラタック (Ratak) 列・クワジェラン (Kwajalein) 環礁・ピキニ (Pikinni) 環礁を含むラリック (Ralik) 列・エニエトック (Anwetak) 環礁を含み、その北西方のマーカス-ウエーキ海山群に伸びる海山列及びマゼラン海山群に伸びる海山列等である。

今年度調査を行ったMS10~MS13地域の4海山は、エニエトック環礁周辺の海山群であり、1996年度に実施したMS01~MS03地域及びMS04~MS09地域は、それぞれ、ラリック列及びラタック列に属する。

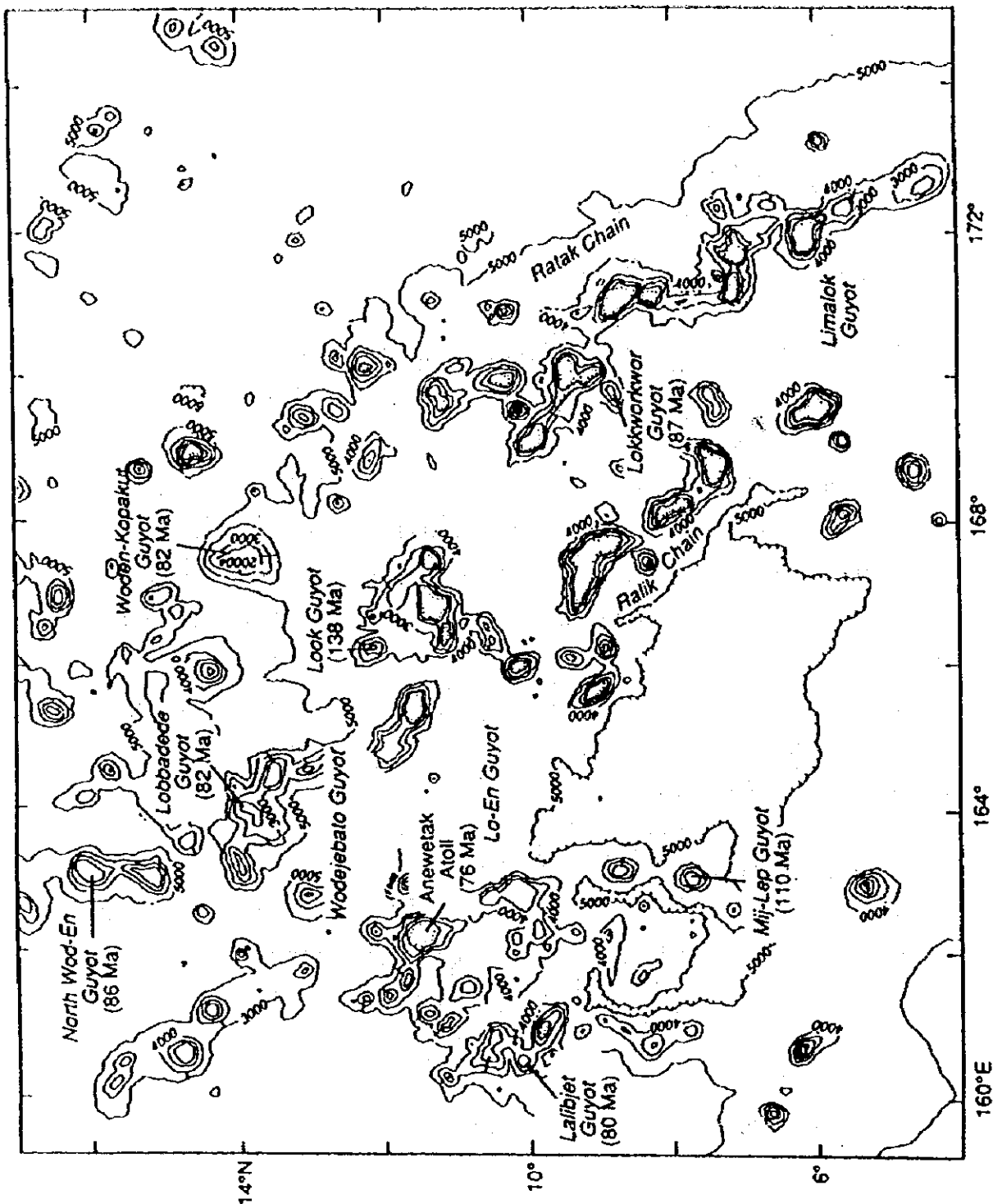
#### (2) 海山の分類及び地形区分

各地域の海山を表3-1-1に従って分類し、表3-1-2及び図3-1-2に示す地形区分を考慮して、山頂部と斜面部とに区分した。斜面区分は、海山ごとに地形勾配分布を基に区分した。なお、各海山で水深分布が異なるため、水深を基準とした地形区分は行っていない。

#### (3) 地形調査結果

調査地域の各海山の特徴を表3-1-3に、各海山別の地形区分と斜面勾配の統計表を表3-1-4に示す。

調査対象とした海山は、4海山とも平頂海山である。MS10~MS12地域の海山の山頂部は緩やかなドーム状をなし、地形断面に現れる海底面は極めて滑らかである。これは山頂部が厚い未固結堆積物に覆われていることによると考えられ、後述するMBES音響反



Heins, et al. (1990) (加工)

図3-1-1 マーシャル諸島周辺の地形図

表3-1-1 海山のタイプ分類

海山タイプ	形状の特徴
平頂海山 ドーム状山頂 フラット状山頂 凸凹状山頂	比較的平坦な山頂を有する海山。 山頂部が300m以上の等深線で表現されるもの。 山頂部が300m以下の等深線で表現されるもの。 広い山頂をもつが、その表面が起伏に富むもの。
海嶺状海山	周囲の海底から隆起して、幅に比して延長の長い尾根状地形を呈する海山。
海台状海山	平頂海山であるが、周囲の海底から隆起して広い頂部を持つ海山。
尖頂海山	山頂に広い平坦な地形が無く比高に比して狭い頂部を持つ海山。

表3-1-2 海山の地形区分

地形区分	地形特徴	
山頂	中央部	山頂中央の平坦または傾斜が緩やかな部分。
	縁辺部	山頂中央部と斜面上部の傾斜漸移帯。
斜面	上部	斜面上部の傾斜が急峻な部分。
	中部	斜面上部と斜面下部の間に位置し、傾斜が中程度の部分。
	下部	斜面中部下方の傾斜が緩やかな部分。
海山裾野	斜面下部から大洋底に移行する部分。	

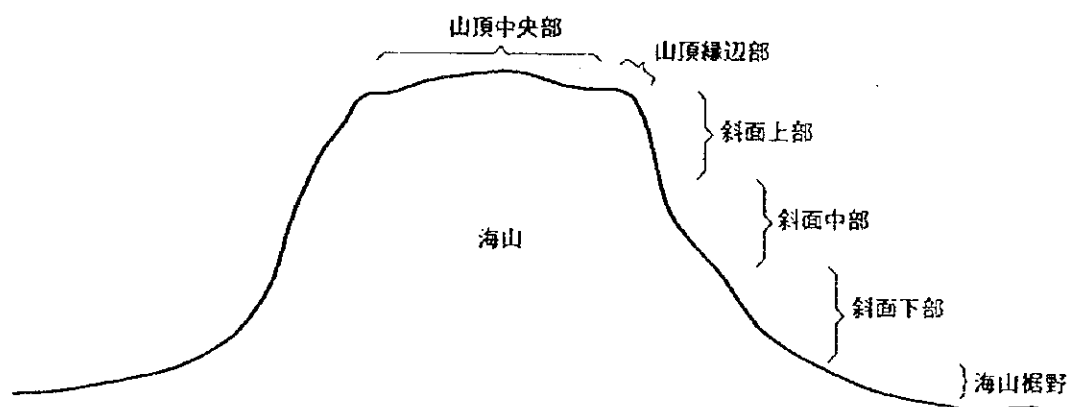


図3-1-2 海山の地形区分概念図

表 3-1-3 各海山の特徴一覧

地域名	位 置	タ イ プ	最浅部水深 (m)	基底水深 (m)	比高 (m)	山体規模 (3,000m以浅) 長軸×短軸 km 長軸方向	山頂部面積 (km <sup>2</sup> )	斜面面積 (km <sup>2</sup> ) (3,000m以浅)	海 山 の 特 徴
MS10	12° 22' N · 158° 38' E	平頂海山	1,292	5,600	4,300	22×20 NW-SE	134	455	山頂部に厚厚50m以上の未固結堆積物。北東斜面は尾根の出入りが少なく、他の斜面より急勾配。
MS11	10° 55' N · 161° 27' E	平頂海山	1,495	4,100	2,700	28×45 NNW-SSE	670	1,232	頂部から肩部の比高が700mに達する。この間未固結堆積物が分布する。北東部と南東部に尾根が張り出し、北西部では他の海山と接続。
MS12	8° 47' N · 163° 12' E	平頂海山	1,037	4,900	3,860	40×30 WNW-ESE	235	929	WNWとSWの2方向に尾根が延び、両尾根の間の斜面が崩落状を示す。東部では小規模ながら尾根の出入りが多い。
MS13	8° 15' N · 160° 40' E	凸凹状海山	1,387	5,000	3,610	25×50 NNE-SSW	1,122	1,417	山頂部は凹凸が激しく、北部を除き堆積物の分布は少ない。北東部と北西部に尾根が延び、北東部のもものはその北に存在する海山に接続する。

射強度分布・SBP等の調査結果もこれを支持する。山頂部の露岩域は、斜面～縁辺の肩部に集中し、中央部での露岩は僅かにピナクル周辺に限られている。

一方、MS13地域の海山では、山頂部にピナクル等の高まりが多数見られる。特に、長軸方向に並ぶピナクルが顕著であり、全体に起伏に富み凸凹状をした山頂部をなす。このため、MS13海山は平頂海山ではあるが、地形区分を凸凹状海山としている。海山山頂部は露岩部が多く、未固結堆積物はこのピナクル間の凹地部に薄く堆積しているものと推定される。

海山の平面形状では、MS10地域の海山は比較的出入りが少なく、等深線は同心円状を描く。他の地域の海山では、斜面部には谷が発達し、また、テラスやピナクルの多い起伏に富んだ斜面を形成しているため、平面形状は出入りの多い不規則な等深線を描いている。

表 3-1-4 地域別地形区分と斜面勾配

地域名	区分	水深範囲 (m)	斜面積 (km <sup>2</sup> )	平均 傾斜角 (°)	最小 傾斜角 (°)	最大 傾斜角 (°)	傾斜角の出現頻度 (%)			
							0-10	10-20	20-30	30<
MS10	山頂部	< 1,500	134	3.1	0.1	21.1	93.2	6.4	0.4	0.0
	斜面上部	1,500 < 2,000	72	20.5	4.1	36.0	5.3	29.7	61.3	0.7
	斜面中部	2,000 < 3,000	249	17.9	0.3	36.0	7.6	58.2	32.8	1.4
	斜面下部	3,000 <	2392	8.9	0.0	49.2	63.3	31.6	5.0	0.0
MS11	山頂部	< 2,100	670	4.5	0.0	32.6	90.3	8.6	1.0	0.0
	斜面上部	2,100 < 2,500	206	14.4	0.1	39.9	37.5	36.9	20.8	4.8
	斜面中部	2,500 < 3,000	362	14.9	0.3	40.5	36.3	34.4	25.1	4.3
	斜面下部	3,000 <	1829	7.5	0.0	40.4	70.7	22.7	6.2	0.4
MS12	山頂部	< 1,400	295	3.7	0.1	31.8	92.5	5.9	1.6	0.0
	斜面上部	1,400 < 2,000	167	21.0	1.2	44.7	6.6	34.8	50.5	8.1
	斜面中部	2,000 < 3,000	467	17.9	0.4	50.5	10.9	53.4	32.0	3.7
	斜面下部	3,000 < 4,500	1565	10.5	0.1	44.2	57.5	31.7	10.0	0.8
MS13	山頂部	< 2,700	1122	9.0	0.0	68.2	66.3	26.0	7.3	0.4
	斜面上部	2,700 < 3,500	794	14.4	0.0	70.2	36.8	37.4	21.3	4.5
	斜面中部	3,500 < 4,000	747	11.0	0.1	71.3	53.8	31.0	14.0	1.1
	斜面下部	4,000 <	1067	8.2	0.0	33.4	67.6	27.0	5.2	0.2

各地域の海底地形3次元表現図を図3-1-3(1)～(4)に、海底地形段彩図を付帯第2図(1)～(4)に、地形勾配図を付帯第3図(1)～(4)に示す。

以下に各海山毎の地形の特徴について述べる。

#### 1) MS10 地域

当地域の海山は、エニエトック環礁の北西の12° 20' N・158° 38' Eを中心とする孤立した平頂海山である。山頂中央部は平坦であるが、その中心に向かって緩やかに水深を

浅くし、最浅部は水深1,292m、基底部からの比高は約4,300mを示す。山頂部はNW-SE方向で、長さ約22Kmの長軸と長さ約20Kmの短軸の長円形を示す。基底部の長軸は、頂部の長軸とは直行する方向に延びている。

水深1,500m以浅の山頂部の広がりには134Km<sup>2</sup>であり、山頂部の傾斜は平均3°と緩やかな典型的な平頂海山である。山頂部はピナクルを除き全体が堆積物で覆われ、そのため起伏が少なく、極めて滑らかな海底面をなしている。

斜面部は、上部の平均傾斜が20.0°、中部では17.9°、下部では8.9°と上部から下部に向かって傾斜が漸次緩やかになっている。

北西側斜面では顕著な尾根の出入りがなく、南西側～北東側にかけては尾根の出入りが多く見られる。また、南西側の尾根上には小さなピナクルが散在する。

## 2) MS11地域

当地域の海山は、エニエトック環礁から東方約60マイルに位置し、エニエトック環礁と同じ海台上にある。山頂部は比高約700mのドーム状を成す平頂海山である。最浅部水深は1,495mで、山頂部はほぼ南北の長軸を持つ矩形を呈し、未固結堆積物が広く一様に覆う。基底部の水深は3,800～4,000mであり、基底から山頂までの比高は2,700m程度である。水深3,000m以浅の規模は28×45Kmである。

斜面部では2,500～3,000mの水深帯に、テラス状の平地が北西部、北東部及び南東部に広がっている。このうち、北東部のものは当海山の北部に位置する海山へと続く鞍部になるものと見られている。この鞍部ではピナクルが多数見られ、地形の起伏は大きい。なお、西部と北東部の斜面は海山の長軸方向のNNW-SSE方向に平行し、極めて直線的である。

## 3) MS12地域

当地域の海山は、8°50'N・163°12'Eを中心とする孤立した平頂海山である。山頂最浅部の水深は1,037m、基底部からの比高は約3,900mを示す。平頂部の長軸はWNW-ESE方向で長さ約25Km、短軸の長さは約15Kmの長円形を示すが、海山基底部はほぼ円形である。水深1,400m以浅の山頂部の広がりには295Km<sup>2</sup>である。山頂部は南部のピナクルを除き未固結堆積物で広く覆われ、その層厚は中心部で120mに達する。そのため山頂部の海底面は極めて滑らかである。また、山頂縁辺部から最浅部の比高は300mであり、やや緩やかなドーム状を呈している。山頂部の傾斜は4°未満である。

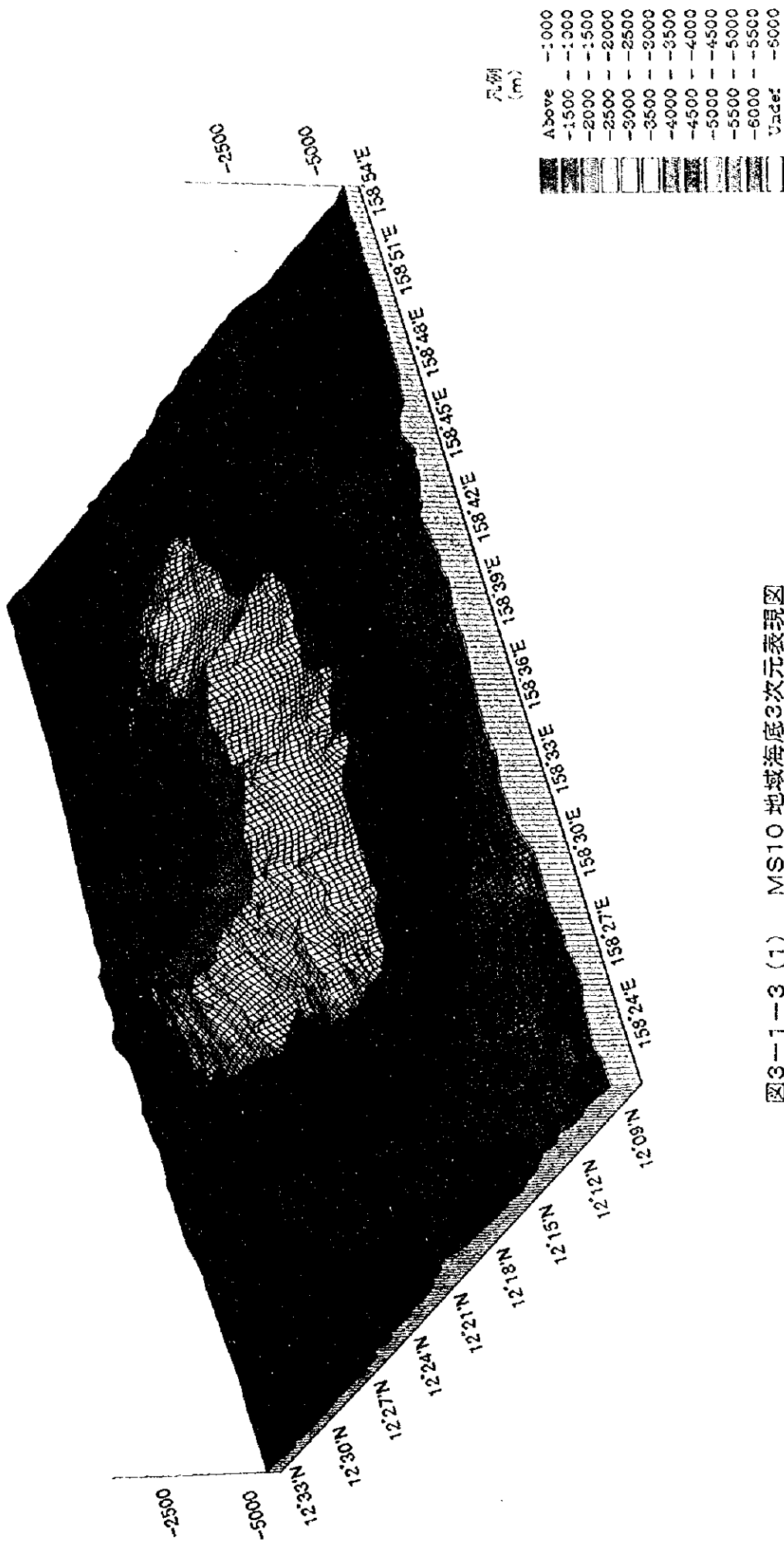


图3-1-3 (1) MS10 地域海底3次元表现图



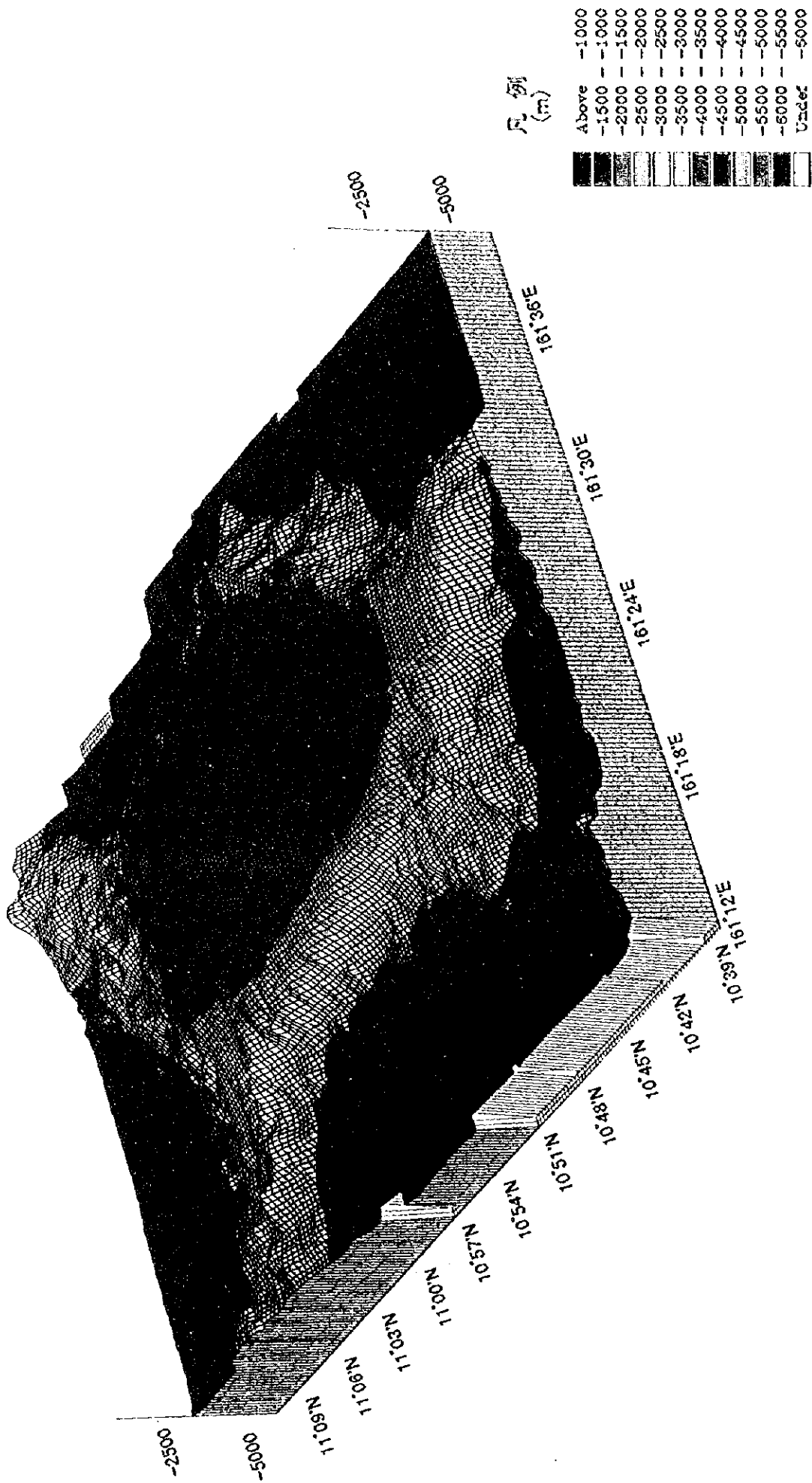


图3-1-3 (2) MS11 地域海底3次元表现图

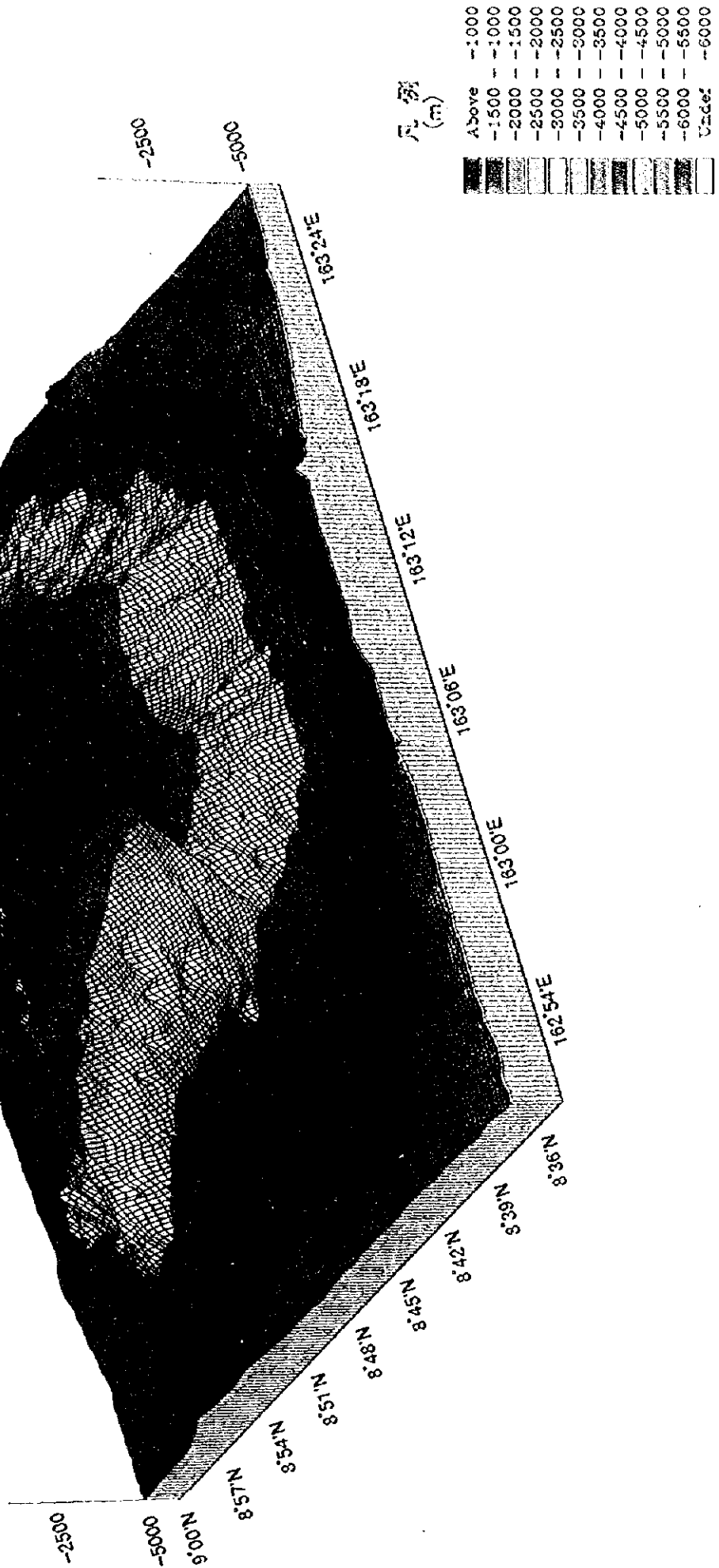


图3-1-3 (3) MS12 地域海底3次元表現図

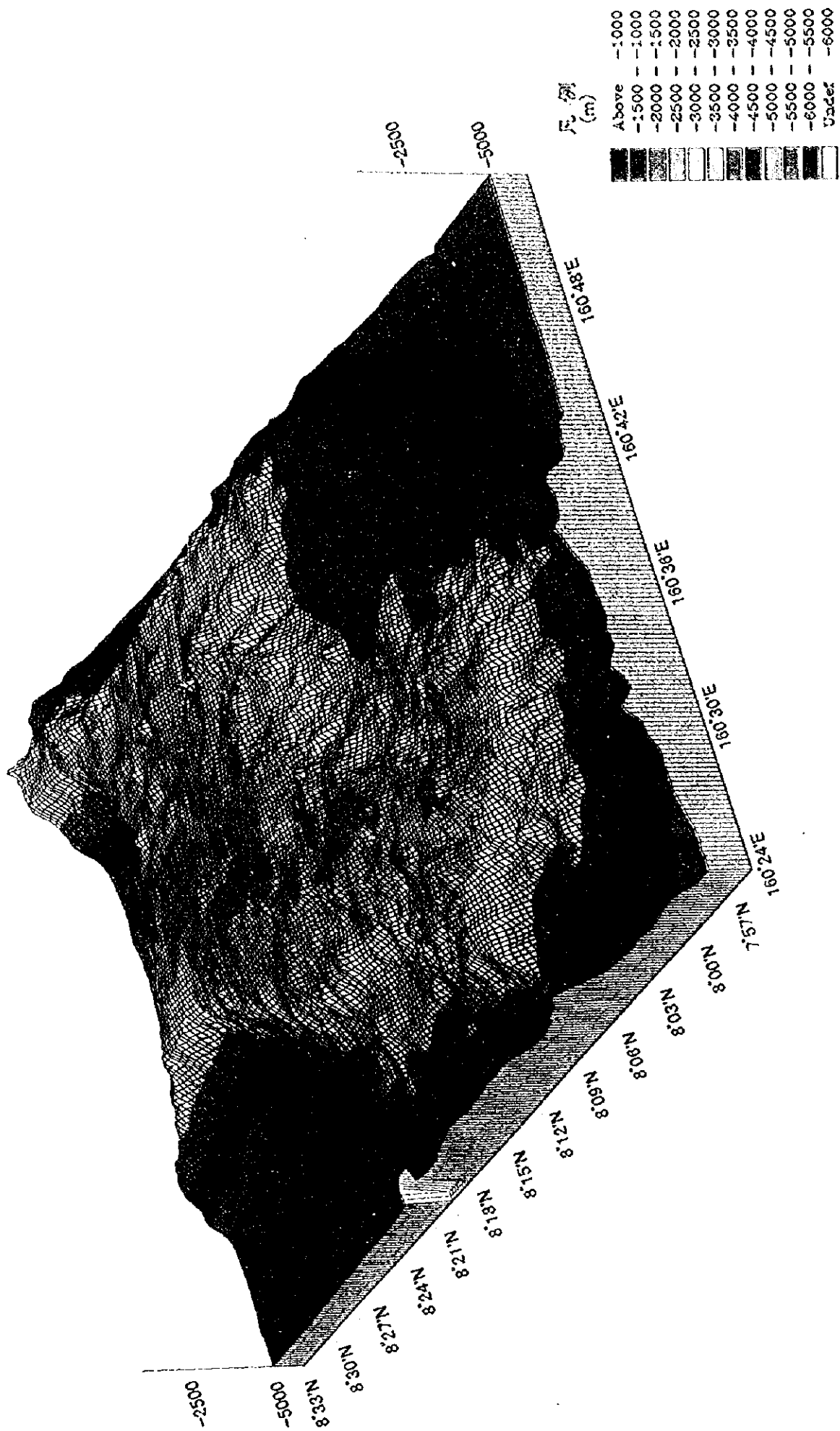


图3-1-3 (4) MS13 地域海底3次元表現図

斜面部は、長軸方向及びそれに直行する南西方向に尾根状地が伸び、両者間の斜面は馬蹄形の谷地形を呈する。また、水深3,000m以深では傾斜が緩やかとなり、テラスを形成している。

海山全体での斜面部の平均傾斜は、上部で21.0°、中部では17.9°、下部で10.5°となっており、上部から下部に向かって傾斜は漸次緩やかになっている。斜面中部以深でも、北部から東部にかけては小さな尾根の出入りが多く、小規模なピナクルも多数見られる。

#### 4) MS13地域

当地域の海山は、08° 15' N・160° 40' Eに位置する海山である。この海山は平頂海山に分類されるが、山頂部は一般的な平頂海山と異なり、山頂中央部にピナクル等の高まりが多数みられ、起伏に富んでいる。このため、凸凹状平頂海山と分類した。最浅部は、ほぼ山頂中心部に位置するピナクルの頂部で、水深1,387mを示す。基底部からの比高は約3,600mである。

山頂部は長軸がNNE-SSWの方向で長さ約50Km、短軸は長さ約25Kmのやや矩形を呈する。北部から南部に向かい幅が狭くなり、地形も複雑に変化する。水深2,700m以浅の山頂部の広がりには1,122Km<sup>2</sup>である。山頂部の傾斜はピナクル等の高まりのために、一般的な平頂海山と比較してやや急で、平均約9°となっている。

斜面の平均傾斜はテラス地形の影響により、上部で14.4°、下部で11.0°と他の平頂海山と比べ比較的緩やかである。しかし、8° 20'以北の斜面及び北西部と北東部に延びる尾根では、表3-1-3の勾配図に示されるように30°以上の急傾斜となっている。

なお、当海山の北東30マイルにも海山が存在し、北東部に延びる尾根はそれに接続するものと思われる。

### 3-2 MBES音響反射強度分布図

#### (1) 各地域の音響反射強度分布

各地域のMBESによる海底からの音響反射強度分布図を図3-2-1(1)～(4)に示す。

MBESによって得られる海底からの音響反射強度は、海底面の露岩や未固結堆積物等の海底面の状況を反映する。海底面が露岩の場合は音響反射強度が高く、音響反射強度分布図は画像濃色部(黒色)として表現される。未固結堆積物の場合の音響反射強度は低く、音響反射強度分布図は画像淡色部(白色)として表現される。また、未固結堆積物の上に礫やジュール等が分布する場合や、未固結堆積物自体が粗粒である場合には、画像が中間色(灰色)となって表現されることもある。

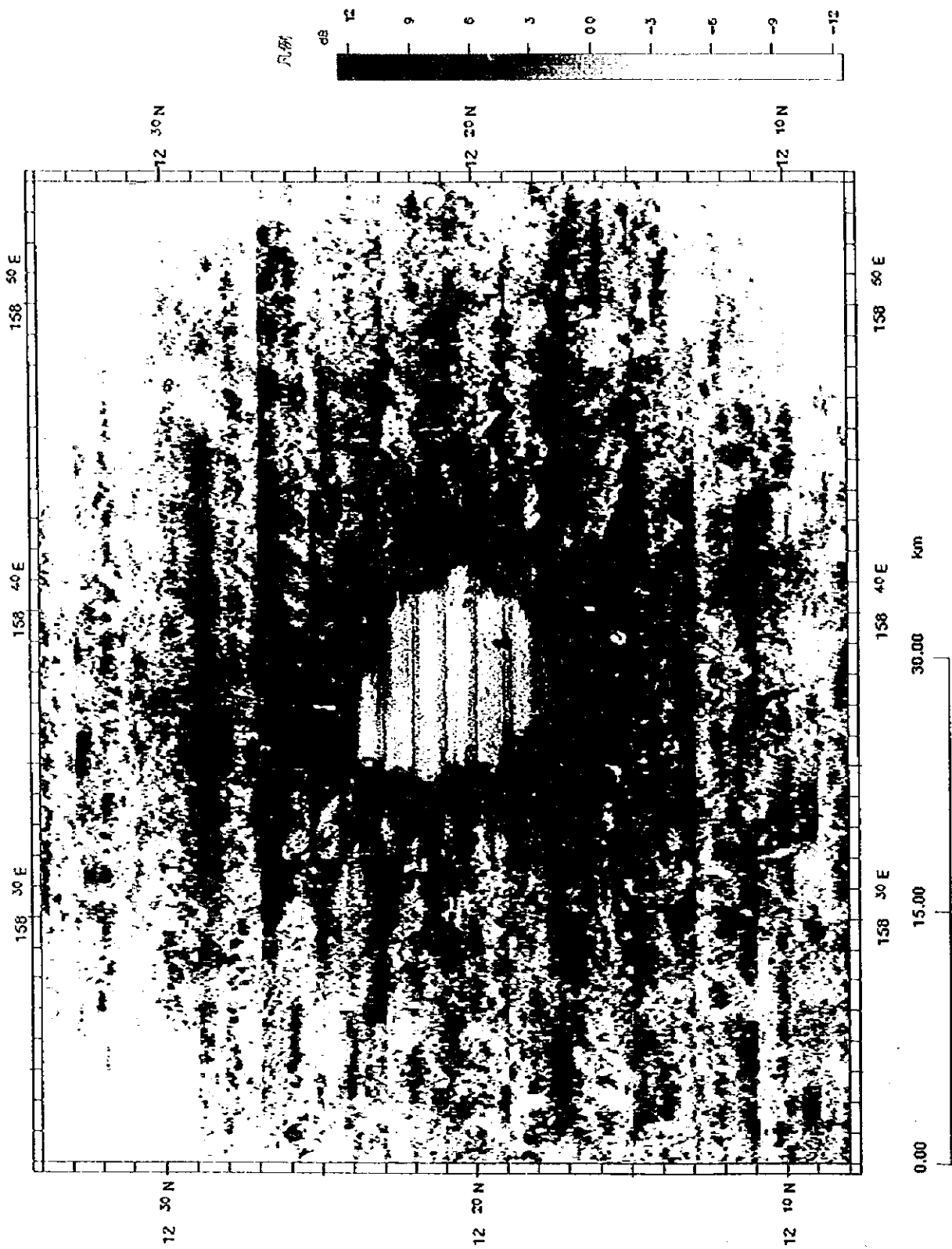


图3-2-1 (1) MS10 地域MBES音響反射強度分布图

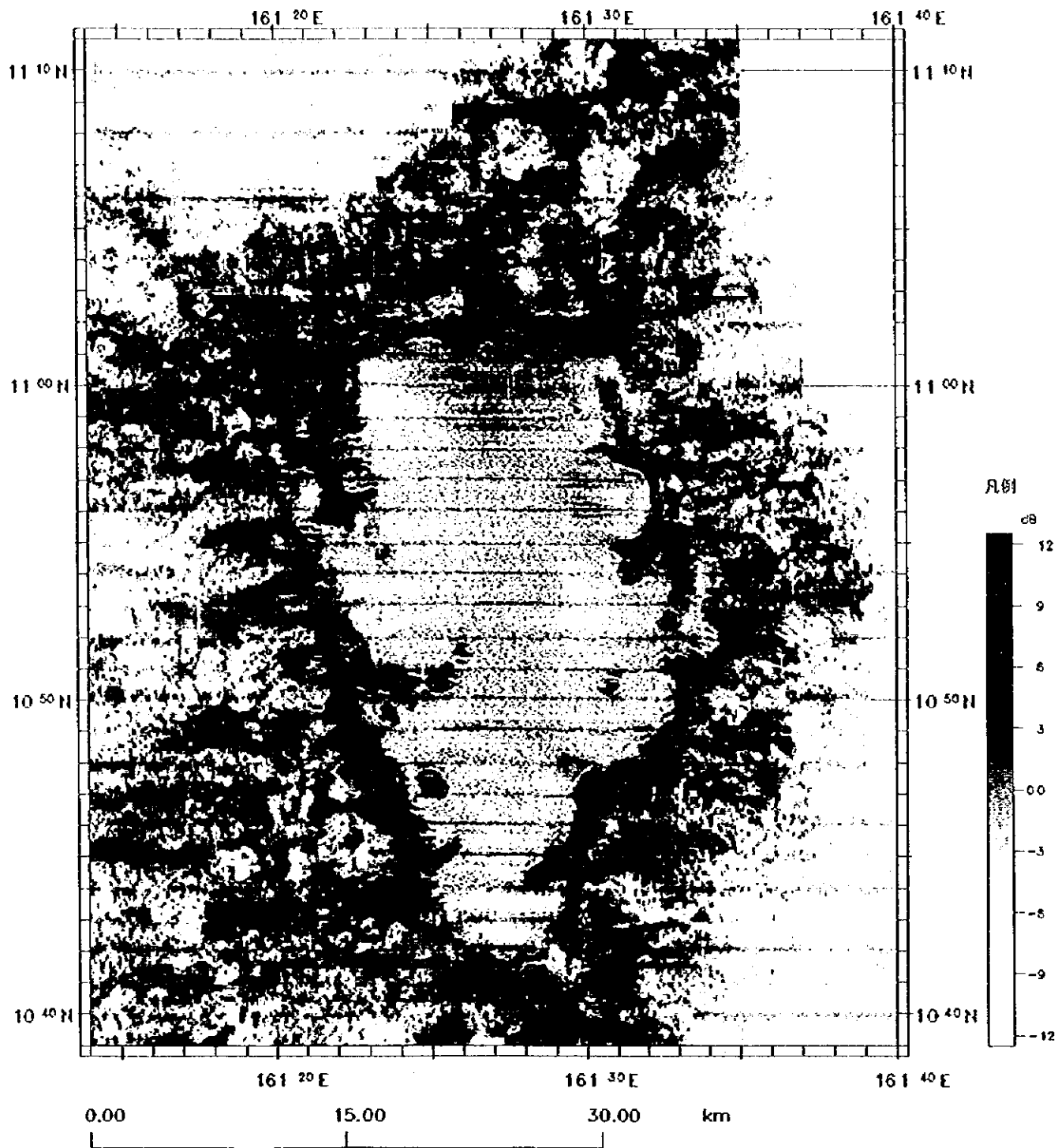


图3-2-1 (2) MS11 地域MBES音響反射強度分布図

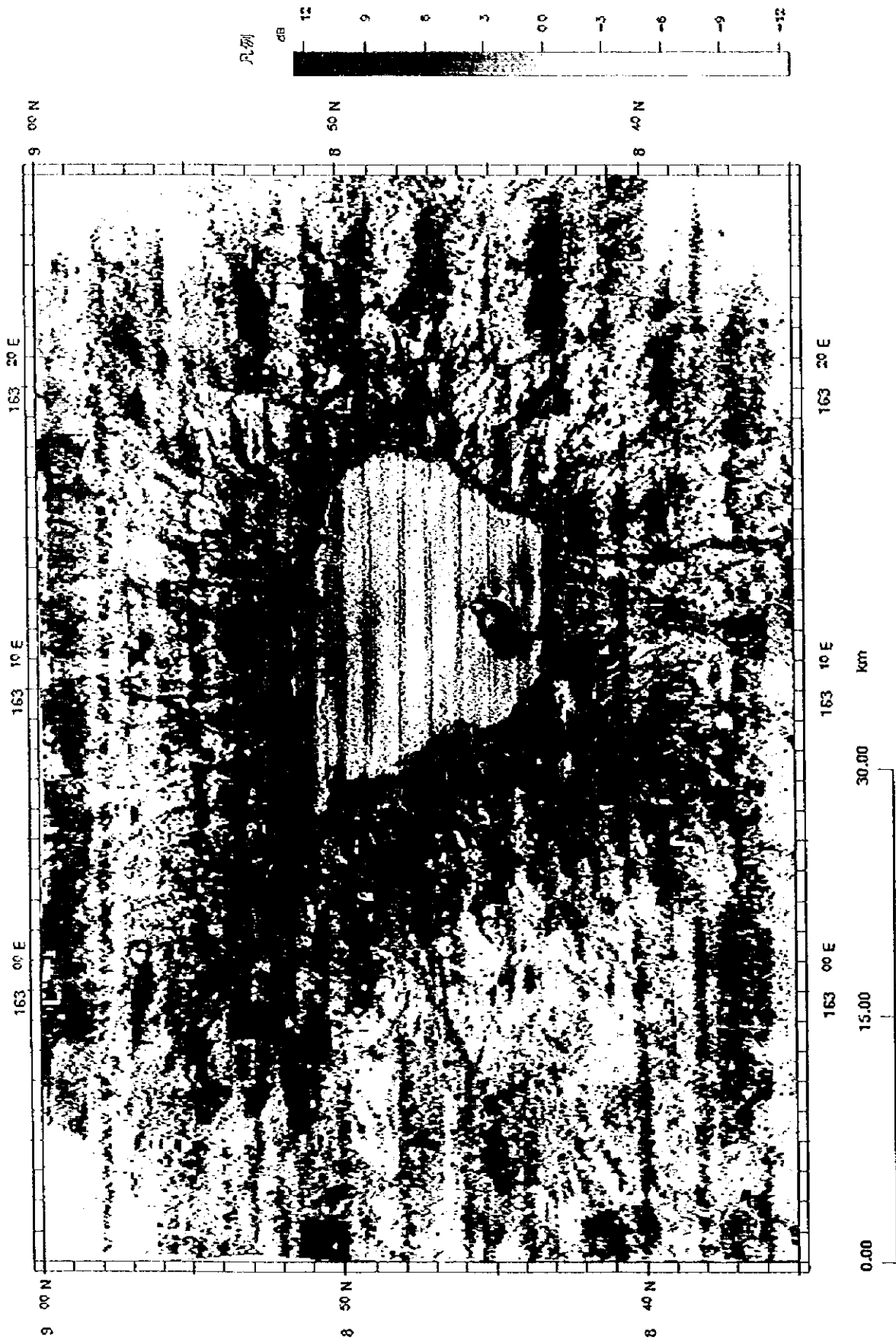


图3-2-1 (3) MS12 地域MBES音響反射強度分布图

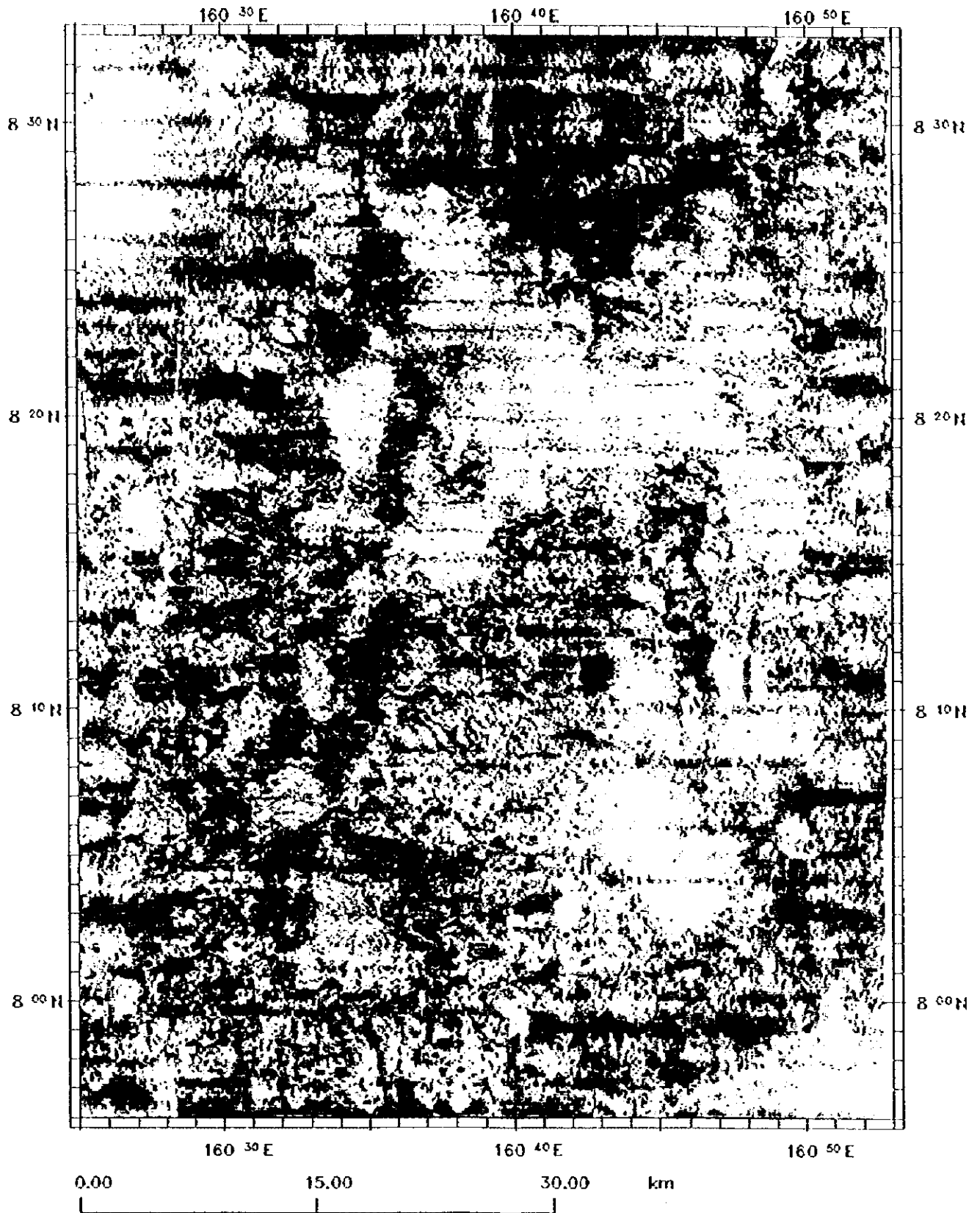


图3-2-1 (4) MS13 地域MBES音響反射強度分布图



今年度調査4地域の海山のうち、MS10～MS12地域の3海山はドーム状の山頂を持つ平頂海山である。これら3海山は山頂全体が未固結堆積物で覆われているため、音響反射強度の低い画像淡色部が山頂全域に広がる。しかし、山頂部でもピナクル等の露岩部に対し、局所的に画像濃色部が認められる場合があり、特に、MS11海山では山頂縁辺部に沿ってピナクルが散在していて、音響反射強度分布図ではそれに対応する高音圧部（濃色部）が分布する。

平頂海山ではあるが凸凹状海山に分類されるMS13地域の海山では、山頂中央部に多数の尖塔状地形等が存在し、未固結堆積層は薄い。ピナクル等の露岩部を反映した高音圧を示す画像濃色部と凹地の未固結堆積物に対応した画像淡色部が交互に分布する複雑な音響反射強度分布図となっている。

斜面部におけるMBES音響反射強度は、各海山とも尾根と谷に対応した画像濃色部と淡色部が認められる。また、各海山とも下部に向かい音圧の低下が認めらる。これは斜面下部に向かうにつれて未固結堆積物が厚くなり、露岩部が少なくなっていくことを表している。以下に各海山のMBES音響反射強度分布図について概略を述べる。

#### 1) MS10地域

海山の山頂中央部は、未固結堆積物に対応した音響反射強度の低い画像淡色部が広く分布している。この未固結堆積物は、SBP記録によると、山頂縁辺部から頂部に向かい層厚を増し、頂部での層厚が最も厚く50mを示す。

画像濃色部の顕著な箇所としては、山頂中央部に点在するピナクルに対応した高音圧部及び山頂縁辺の肩部に沿った岩盤の露出部に対応した高音圧部が認められる。

#### 2) MS11地域

海山山頂部は、縁辺肩部から最浅部の比高約700mのドーム状を呈し、未固結堆積物の分布を反映した反射強度の低い画像淡色部が山頂部全域の広い範囲に認められる。山頂縁辺部では、肩部に沿った地形の盛り上がり部及びピナクルに岩盤の露出と見られる高音圧部の画像濃色部が認められる。また、山頂北部では、粗粒の未固結堆積物もしくはノジュールが分布すると推定できる中音圧部を示す画像のやや濃い部分が見られる。

山頂縁辺部の肩部から斜面上部にかけては画像濃色部が分布し、反射強度が高いことを示している。また、斜面では尾根と谷に対応した画像の濃淡が見られるが、全般に斜面中部から下部へかけては徐々に画像が淡くなり、未固結堆積物層が厚くなることを示唆している。特に、北東部と南東部の基底部の地形は極めて平坦であり、反射強度は非常に低く、

厚い未固結堆積物に覆われていると推定できる。

### 3) MS12地域

海山山頂中央部には広く未固結堆積物が分布し、極めて起伏の少ない緩やかなドーム状地形を形成している。しかし、山頂中央部の音響反射強度は一定ではなく、未固結堆積物の層厚の変化に対応して反射強度レベルは変化している。すなわち、最浅部付近の堆積物の層厚が100mを越す部分では画像が淡く、山頂北部やピナクルの周辺の堆積物が薄いと見られる個所では画像がやや濃色を示している。山頂縁辺部では、肩部で最も高い音圧を示す。

斜面部では、尾根と谷に対応し画像濃色部と淡色部が交互に繰り返して分布しているが、大局的には、上部から下部にかけて音圧が低くなっている。しかし、東部から南東部にかけての斜面では上部でも画像は淡色部を示し、未固結堆積物に覆われているものと思われる。また西部は、水深3,000~4,000mに広がるテラス上に堆積物の存在を示唆する画像淡色部が分布する。

### 4) MS13地域

山頂部はピナクル等の地形の突出が数多く分布し、地形の起伏が大きい極めて複雑な海底面をなしている。それに伴ない音圧も一様でなく地形の凹凸に対応した複雑な分布をしている。特に、8° 20' 以南の山頂部での地形は、極めて複雑である。

西側縁辺部では、2条のピナクル列が長軸の方向に並び、それに対応した高音圧部が顕著である。すなわち岩盤の露出を表す画像濃色部が一面に分布し、未固結堆積物を示す画像淡色部はピナクル間や窪地に局所的に分布する。

8° 20' 以北では未固結堆積物が卓越し、そのため海底面も比較的滑らかとなっている。SBP記録によると、ここでは堆積物の層厚が100mに達する箇所もある。また、北部から北東部にかけて広がる水深2,500~2,700mのテラス及び南東部の水深3,500m以深の広いテラス上にも未固結堆積物の存在を示唆する低音圧部が分布し、特に、南東部テラスでは最も画像が淡く、未固結堆積物の層厚は厚いと思われる。