

海洋資源調査SOPAC海域
資源開発協力基礎調査報告書

(第3巻)

ミクロネシア連邦国

平成10年3月

JICA LIBRARY



J 1142122(9)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調査

CR(1)

98-080

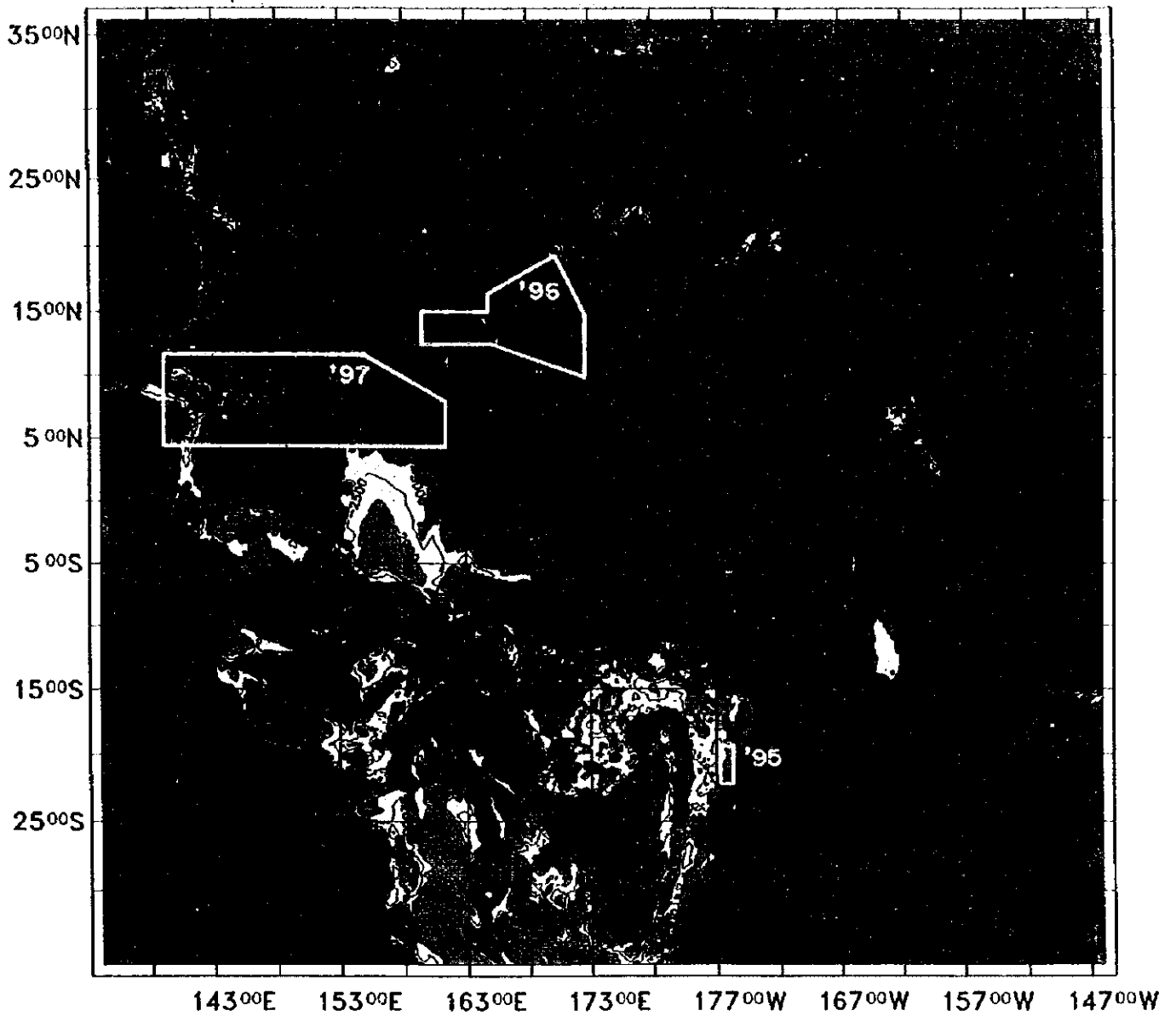
海洋資源調査SOPAC海域
資源開発協力基礎調査報告書

(第3巻)

ミクロネシア連邦国

平成10年3月

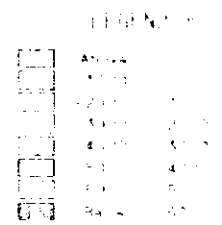
国際協力事業団
金属鉱業事業団



LEGEND (m)

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

LOCATION MAP OF THE SURVEY AREA



LOCATION MAP OF THE SURVEY AREA

は し が き

日本国政府は南太平洋応用地球科学委員会 (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年度から5カ年にわたって行われるものであるが、本年はその3年次目にあたり、ミクロネシア連邦国の経済水域内を調査の対象としている。

金属鉱業事業団は平成9年7月15日から9月26日までの74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、ミクロネシア連邦国の協力を得て調査を予定通り完了した。

本報告書は3年次目の調査結果をとりまとめたものである。

終わりに本調査の実施に当たってご協力頂いたSOPAC事務局、ミクロネシア連邦国政府、並びに外務省、通商産業省、在ミクロネシア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10年2月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 松 山 博 昭

要 旨

S O P A C 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年から5年間にわたって実施されることになり、その3年度にあたる今年度は平成9年7月15日から9月26日まで、ミクロネシア連邦国海域内の約1,900,000km²に対して行われた。現地調査日数は74日間、調査対象鉱物資源はコバルトリッチクラスト鉱床である。

対象海域内西側のヤップゾーンでは海島・環礁・浅瀬・海山群が東西に配列する2条の海嶺上に散在し、東側のトラック・ボンベイゾーンでは深海底からたちあがる海島・海山が点在し、調査対象とした海山はこれらに属する。調査対象とする海山は、NOAAのETOPO5海底地形データベースにより、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。調査日程前半のレグ1では海域西側から南側の6地域の、レグ2では調査海域の東部から北部に位置する4地域の海島・浅瀬・海山を選定した。

調査にあたっては、各海山ごとに詳細な地形形状把握のために地形航走を、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、被覆率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。採取試料の一部については、陸上にて各種分析、X線回折試験、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10地域で行い、9地域で詳細な地形形状の把握により13の山体を確認した。海山の山頂形状は、平頂海山6（内海台状1）、尖頂海山1、海嶺状3、凸凹状2、浅瀬1となっている。

MBESの受信音圧を用いて作成した音響イメージ図は、露岩部の平面的な広がり状況を広域かつ効率的に把握するのに非常に有効な資料となった。MBES音響イメージ図から、露岩部は、山頂部ピナクルまたは縁辺部・斜面部等の急傾斜部に見られる。

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クラスト・ノジュール分布状況を観察した。

FDCによる海底観察結果と写真データから、各海山毎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。また、FDCによる線的なコバルトリッチクラスト分布状況観察結果をグラントルースとしてMBES音圧イメージの解釈をおこなった。FDC観察結果から、平頂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。また、尖頂海山、海嶺状、凸凹状等では山頂部から斜面上部に石灰岩が、斜面中部から下部には玄武岩が存在することが観察され、一部は崖錐となっていることが確認された。

サンプリング調査は、各地域で平均15点実施し、全海山において、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された。採取された試料についてはコバルトリッチクラストのタイプ、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。

海台状を含む平頂海山は、海域の北部を中心に分布し、SBP透明層分布、MBES音響イメージの低反射率部と調和的である。これに対し海嶺状、尖頂、凹凸状の山頂形状を見せる海山は南西部・東部に分布し、SBP不透明層、音響イメージの高反射率と調和的である。

サンプリング及び海底観察の結果、厚さ10mm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。この結果、本海域においてはコバルトリッチクラストの賦存状況が地域により大きく異なっている。北部にある平頂海山であるMC02、MC08、MC10地域では平均20mmを示し、50mmを超える厚さのクラストが採取されている。これに対しMC04、MC05地域等の南部地域ではクラストの露出は良好であるが平均層厚が1mm程度と非常に薄い。

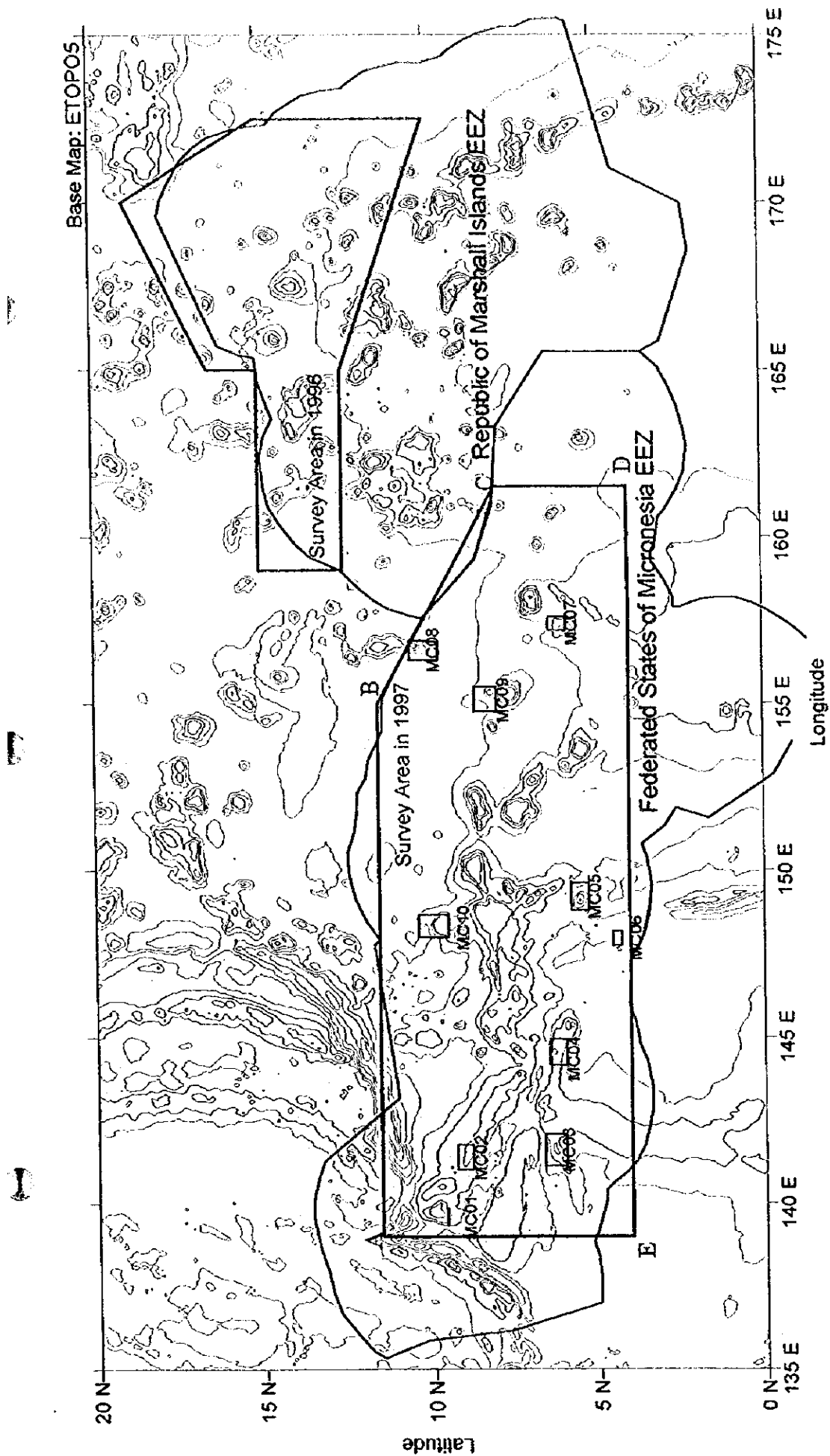
これらのクラストの賦存状況と地形・地質の関係は、次のようにまとめられる。

- ・生成年代が古第三紀よりも古い平頂海山（MC08、MC10地域）ではクラストが厚く発達し、これより新しい海山（MC05、MC07地域など）ではクラストが薄い。
- ・古第三紀よりも新しい年代の海山では、クラスト層厚は年代よりも地形、地質に左右される。
- ・水深が1,800m前後より浅部の海山斜面では、礁性石灰岩が卓越して分布しており、このような斜面をもつ海山（MC03~MC06地域）ではクラストが薄い。
- ・山頂水深が非常に浅い尖頂海山（MC04、MC05地域）ではクラストが非常に薄い。

主要成分の平均品位も地域により格差がある。MC02、MC08、MC10地域では他地域に比べて、Cuが高く、CoとMnは低くなっていて、コバルトの平均品位は北部地域で0.33~0.36%、南部地域で0.38~0.48%を示す。

賦存状況を基に各地域を評価すると、北部のMC08、MC10地域が優れている。このことから、今後、古い平頂海山が分布すると考えられる北部-北西部海域を中心に、さらに探査を行うことが望ましい。

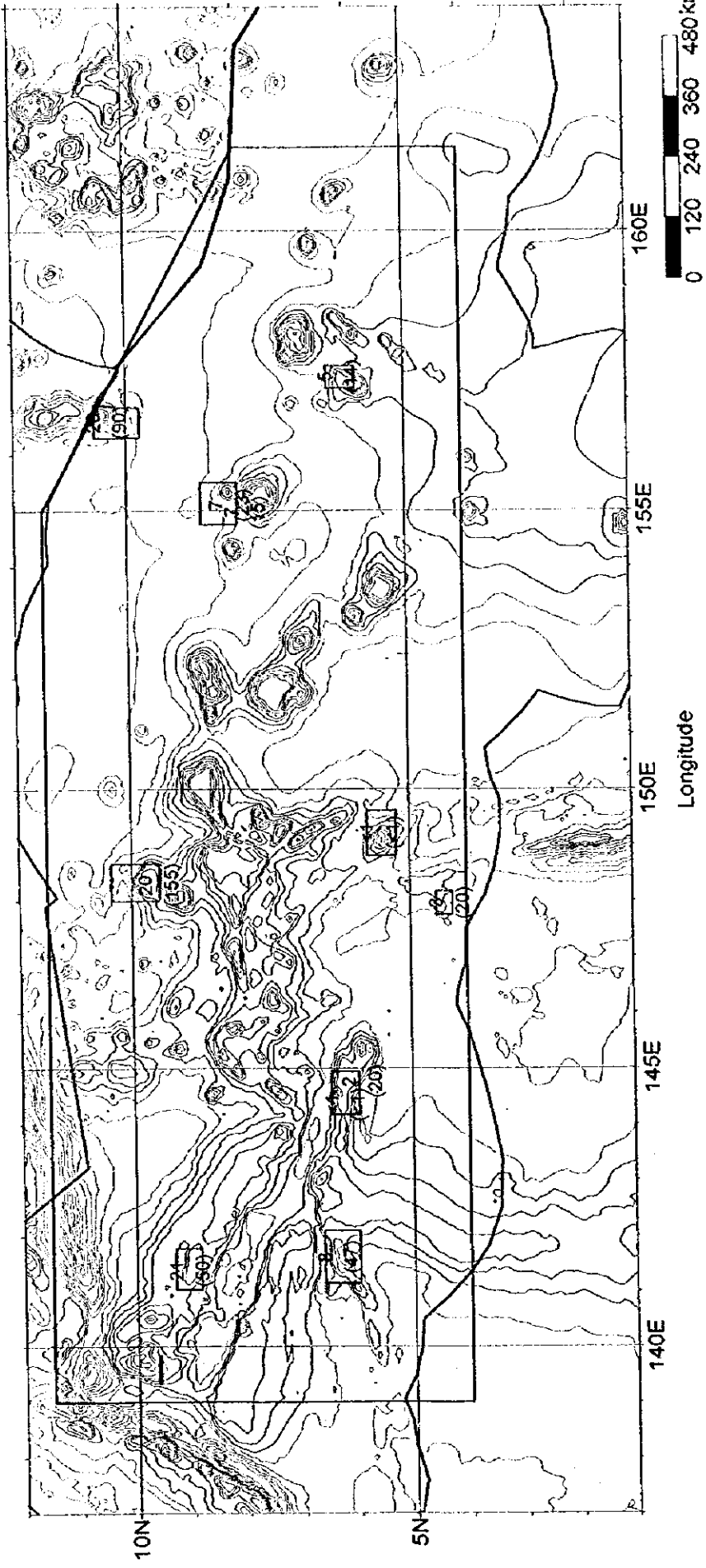
また、MC02地域とMC03地域にはプレート運動の結果生じたと考えられる大きな地質構造が見られる。両地域とも北側にそれに伴う水深3,000mを超える溝状地を持ち、さらにその中に海底の拡大を推定させる小凹地が存在し、一部、熱水変質も確認されていることから、熱水性硫化物鉱床の存在が期待される。活動が現在まで継続しているかどうか不明のため埋没している可能性もあるが、新たな調査対象として期待される。



- A 11-30'N 139-00'E
 - B 11-30'N 155-00'E
 - C 8-00'N 161-30'E
 - D 4-00'N 161-30'E
 - E 4-00'N 139-00'E
- (Area: approx. 1,900,000km²)

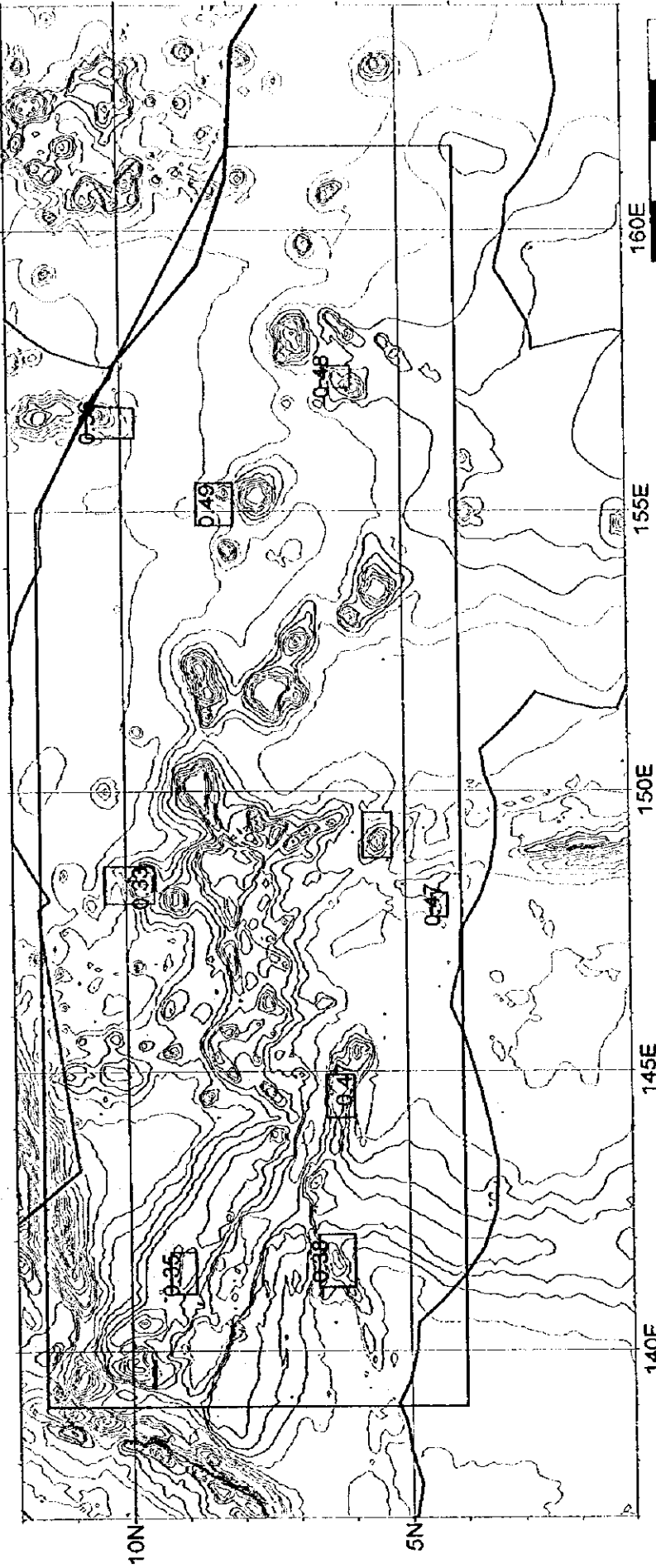
調査範囲図

Base Map : ETOPO5

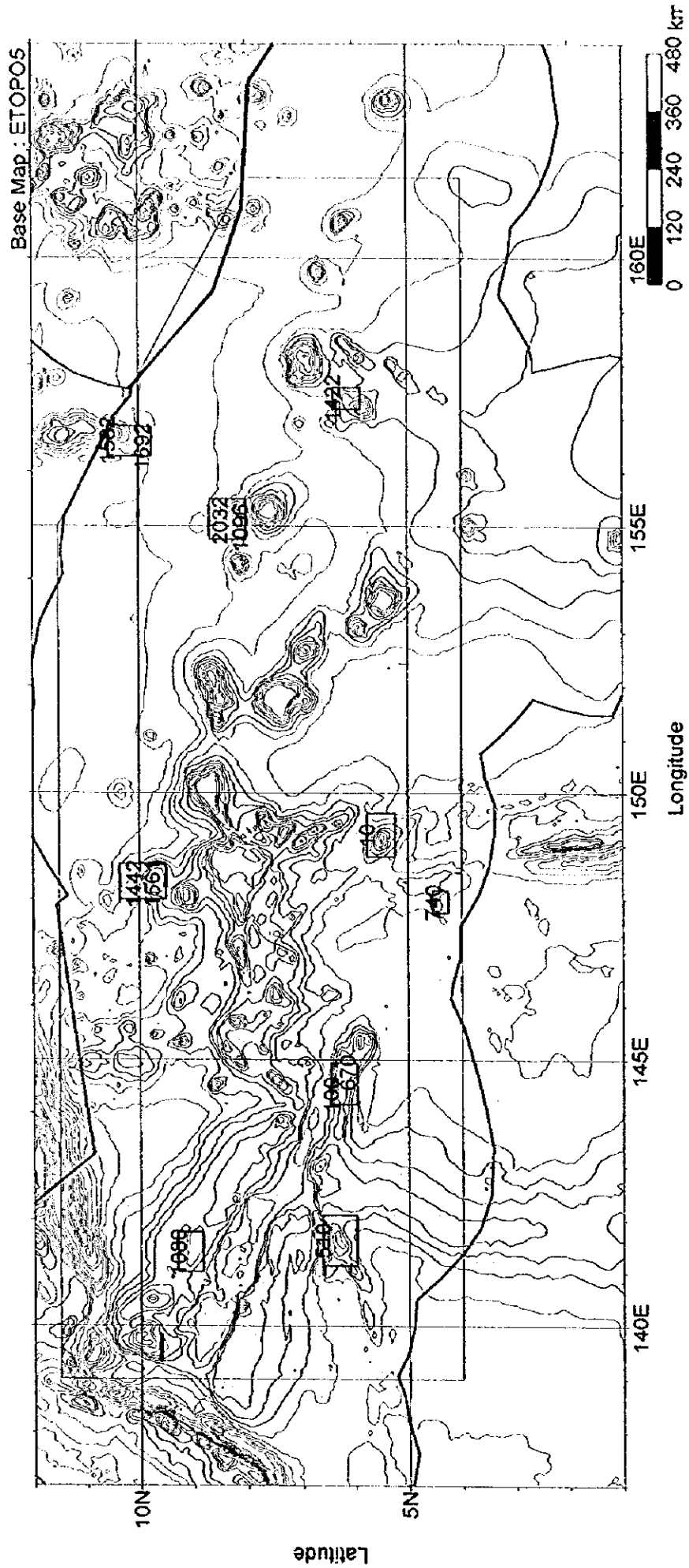


クラスト厚さ
平均値
(最大値)
単位 : mm

Base Map : ETOPO5

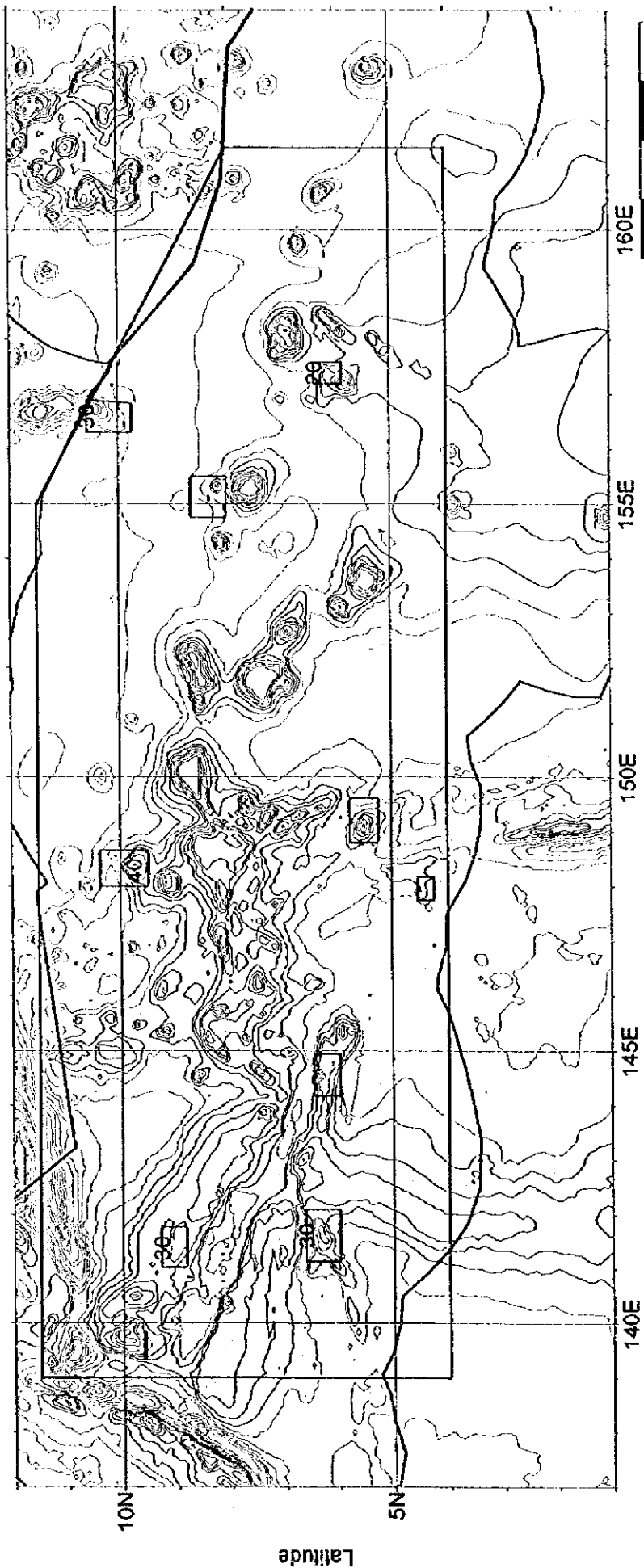


クラストのコバルト品位
平均値 単位 (%)



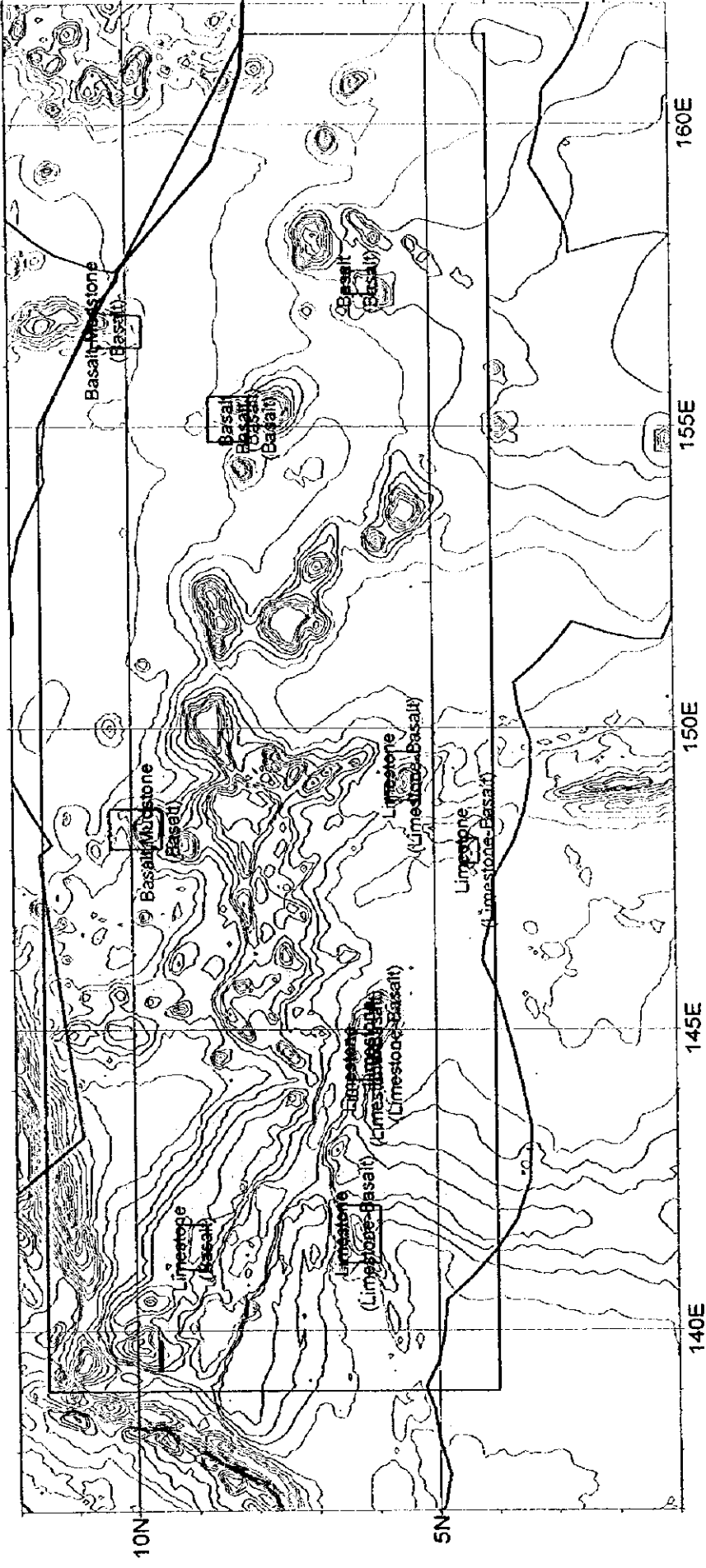
最浅部水深
単位 : m

Base Map : ETOPO5



SBP 透明層 層厚
單位 : m

Base Map : ETOPO5

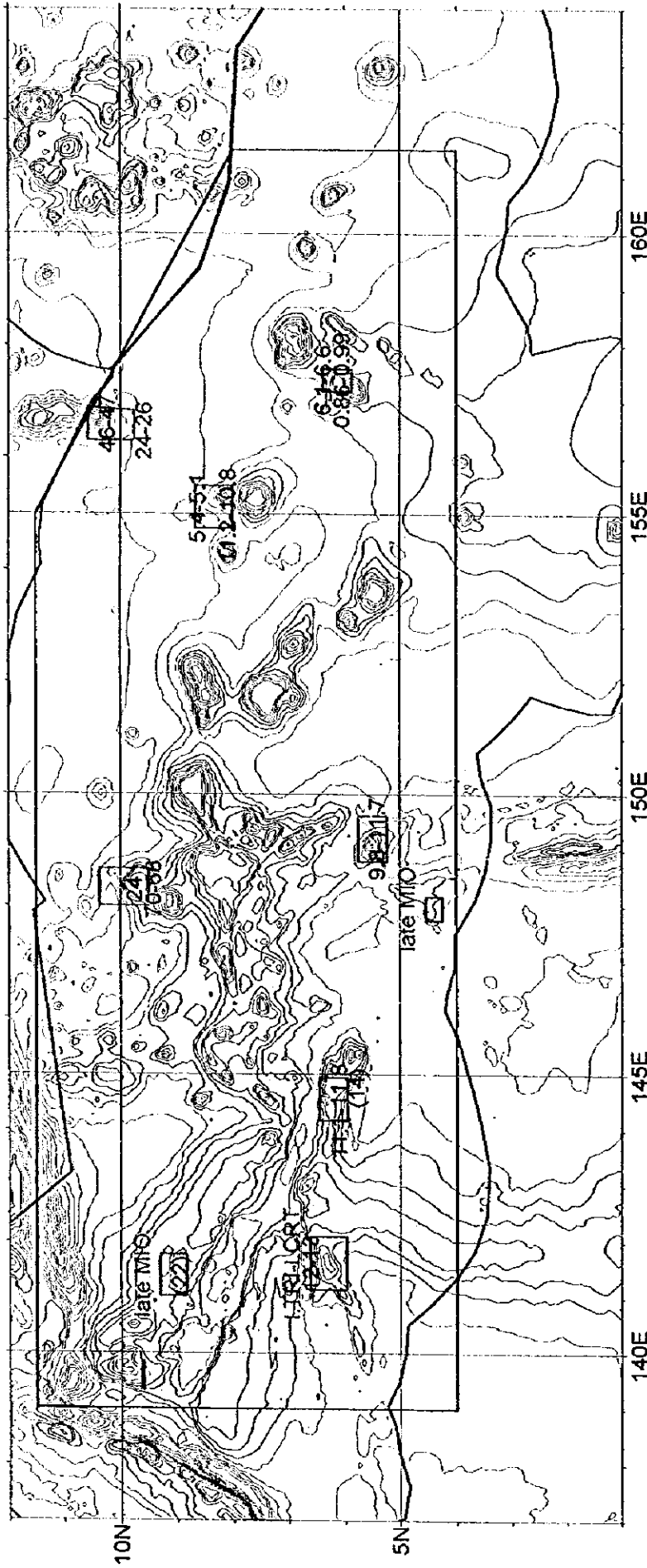


longitude

地質
山頂部
(斜面)

Latitude

Base Map: ETOPO5



Longitude

Latitude

- 堆積物の化石年代
- 岩石の年代 (K-Ar 法 単位 Ma) 山頂部
- 岩石の年代 (K-Ar 法 単位 Ma) 斜面部

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	1
1-6 調査機器	2
1-7 調査実績	2
2 章 調査方法	9
2-1 調査対象海山の選定	9
2-2 調査方法	9
2-3 付 番	10
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	11
2-7 サンプリング	11
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) 海山地形	13
3-2 MBES音響反射強度分布	31
3-3 SBP調査	45

(1) SBPタイプ分類	45
(2) SBPによる未固結堆積物の分布	45
(3) 各海山の特徴	48
3-4 SSS調査	48
4章 地 質	63
4-1 地質概要	63
4-2 サンプリング結果	63
(1) 岩 石	63
(2) 底質堆積物	79
(3) 地域別	83
4-3 岩石の記載	86
(1) 岩石薄片顕微鏡観察	86
(2) X線回折試験	92
4-4 岩石の化学組成	93
4-5 岩石の年代	103
4-6 岩石及び未固結堆積物の化石	103
5章 コバルトリッチクラスト	109
5-1 コバルトリッチクラストの分類及び層区分	109
(1) コバルトリッチクラストの分類	109
(2) コバルトリッチクラストの層区分	111
5-2 海底観察結果 (FDC)	112
5-3 サンプリング結果	119
5-4 化学組成と統計解析	125
5-5 鉱物組成	135
5-6 成長速度	140
5-7 賦存状況	142
6章 考察及び提言	144
6-1 海山の形成発達とクラストの賦存状況	144
6-2 熱水性硫化物鉱床生成の可能性について	145
6-3 Satellite Altimetry による海底地形図の有効性と精度について	145

7章 まとめ	147
【参考文献】	152
【付帯資料】	巻末
第1表 FDC調査結果	巻末
第2表(1)~(7) サンプリング結果概要	巻末
第3表(1)~(4) コバルトリッチクラストの化学分析結果	巻末
第4表(1)~(5) コバルトリッチクラストの化学分析結果総括	巻末
第5表(1)~(4) 分析及び試験試料一覧表	巻末
第6表(1)~(3) MBESに使用した水深対音速値表	巻末
第7表 気象・海象データ	巻末
第1図(1)~(10) 航跡図 (MC01~MC10地域)	巻末
第2図(1)~(10) 海底地形段彩図 (MC01~MC10地域)	巻末
第3図(2)~(10) 地形勾配図 (MC02~MC10地域)	巻末
第4図(1)~(9) FDCルートマップ及びコバルトリッチクラスト露出率図 (MC03, MC04, MC07~MC10地域)	巻末

[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	5
図2-9-1	データ処理及び解析系統図	12
図3-1-1	調査海域周辺の構造図	14
図3-1-2	海山の地形区分概念図	15
図3-1-3(2)~(10)	海底地形3次元表現図(MC02~MC10地域)	19
図3-2-1(1)~(10)	M B E S音響反射強度分布図(MC01~MC10地域)	32
図3-3-1	S B P記録例	46
図3-3-2(1)~(4)	S B P断面図(MC02, 07, 08, 10地域)	49
図3-3-3(1)~(4)	等層厚線図(MC02, 07, 08, 10地域)	50
図3-4-1	MC02地域SSS01解析図	58
図3-4-2	MC02地域SSS02解析図	59
図3-4-3	MC03地域SSS解析図	61
図3-4-4	MC08地域SSS解析図	62
図4-2-1(1)~(9)	サンプリング位置図(MC02~MC10地域)	64
図4-2-2(1), (2)	岩石の写真	77
図4-2-3	底質堆積物と海底の写真	80
図4-3-1(1), (2)	岩石薄片の顕微鏡写真	89
図4-4-1	M F Aダイアグラム	99
図4-4-2	Mn-TiO ₂ -P ₂ O ₅ 図	100
図4-4-3	インコンパティブル元素のスパイダーグラム	101
図4-4-4	インコンパティブル元素のスパイダーグラム(代表的玄武岩)	101
図4-4-5	R E Eのスパイダーグラム	102
図4-6-1	微化石の顕微鏡写真	106
図5-1-1	コバルトリッチクラストの写真	110
図5-2-1(1), (2)	海底観察による海底写真	113
図5-4-1	(Co+Ni)*10-Mn-Fe三角ダイアグラム	130
図5-4-2(1), (2)	主要成分の相関図	130
図5-5-1(1), (2)	コバルトリッチクラスト研磨片の顕微鏡写真	137
図5-5-2~4	研磨片試料の断面図	135

[挿入表一覧]

表 1 - 6 - 1	調査機器・システム一覧	4
表 1 - 7 - 1	調査実績一覧表	6
表 1 - 7 - 2 (1), (2)	調査日程表 (レグ 1, レグ 2)	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	地域別地形区分と斜面勾配	16
表 3 - 1 - 4	各地域の特徴一覧	17
表 3 - 3 - 1	SBP 記録とサンプリング (LC) 結果との対比	47
表 4 - 2 - 1 (1)~(3)	地域別地質概要	73
表 4 - 3 - 1 (1), (2)	岩石薄片の顕微鏡観察結果	87
表 4 - 3 - 2	岩石の X 線回折試験結果	94
表 4 - 4 - 1	岩石の化学分析結果	95
表 4 - 5 - 1	岩石の年代測定結果	104
表 4 - 6 - 1	岩石及び底質堆積物の化石鑑定結果	105
表 5 - 3 - 1	サンプリング結果総括	121
表 5 - 4 - 1	基本統計量	127
表 5 - 4 - 2	相関係数	129
表 5 - 4 - 3	因子負荷量	133
表 5 - 5 - 1	コバルトリッチクラストの研磨片顕微鏡観察結果	136
表 5 - 6 - 1	コバルトリッチクラストの ^{10}Be 分析結果	141
表 5 - 7 - 1	コバルトリッチクラストの賦存状態	143



1 章 調 査 要 項

1 - 1 調 査 件 名

平成9年度資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）ミクロネシア連邦国海域。

1 - 2 調 査 目 的

SOPAC加盟国であるミクロネシア連邦国経済水域内において、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。

1 - 3 調 査 海 域

平成7年3月13日付にて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加盟諸国の経済水域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、本年度調査範囲は、下記の各点を順次結んで得られる多角形（面積約1,900,000km²、図1-3-1参照）で囲まれた範囲内のミクロネシア連邦国経済水域内とする。

記

番 号	緯 度	経 度
A,	11° 30' N,	139° 00' E
B,	11° 30' N,	155° 00' E
C,	8° 00' N,	161° 30' E
D,	4° 00' N,	161° 30' E
E,	4° 00' N,	139° 00' E
A,	11° 30' N,	139° 00' E

1 - 4 調 査 期 間

洋上調査：平成9年7月15日から平成9年9月26日まで（74日間）

解析等：平成9年4月1日から平成10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）（8/25～9/26）

調 査 員：調査団長 前田 耕平（深海資源開発株式会社）（7/15～9/26）

資料担当 斉藤 洋男（ ” ” ）（8/25～9/26）

物理探査担当	村山 信行 (深海資源開発株式会社)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
地質担当	小沼 工 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
地質担当	松井 一徳 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
物理探査担当	武田 祐啓 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
地質担当	河田健二郎 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
地質担当	見玉 敬義 (//)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
甲板担当	久松 敬典 (//)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
甲板担当	橋本 清二 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
物理探査担当	山田修一郎 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
甲板担当	古谷 和義 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
物理探査担当	大野 道治 (//)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
写真担当	森上 均 (//)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
写真担当	浜野 彰夫 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
炊事担当	田中富士夫 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
物理探査担当	佐藤 正 (海洋技術開発株式会社)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
物理探査担当	小見 聡志 (//)	(7 / 15 ~ 8 / 24)
物理探査担当	鬼塚 伊織 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
物理探査担当	橋本 豊 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)
物理探査担当	工藤 和義 (//)	(8 / 25 ~ 9 / 26)
物理探査担当	佐藤 剛 (//)	(7 / 15 ~ 9 / 26)

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(1), (2)にそれぞれ示す。

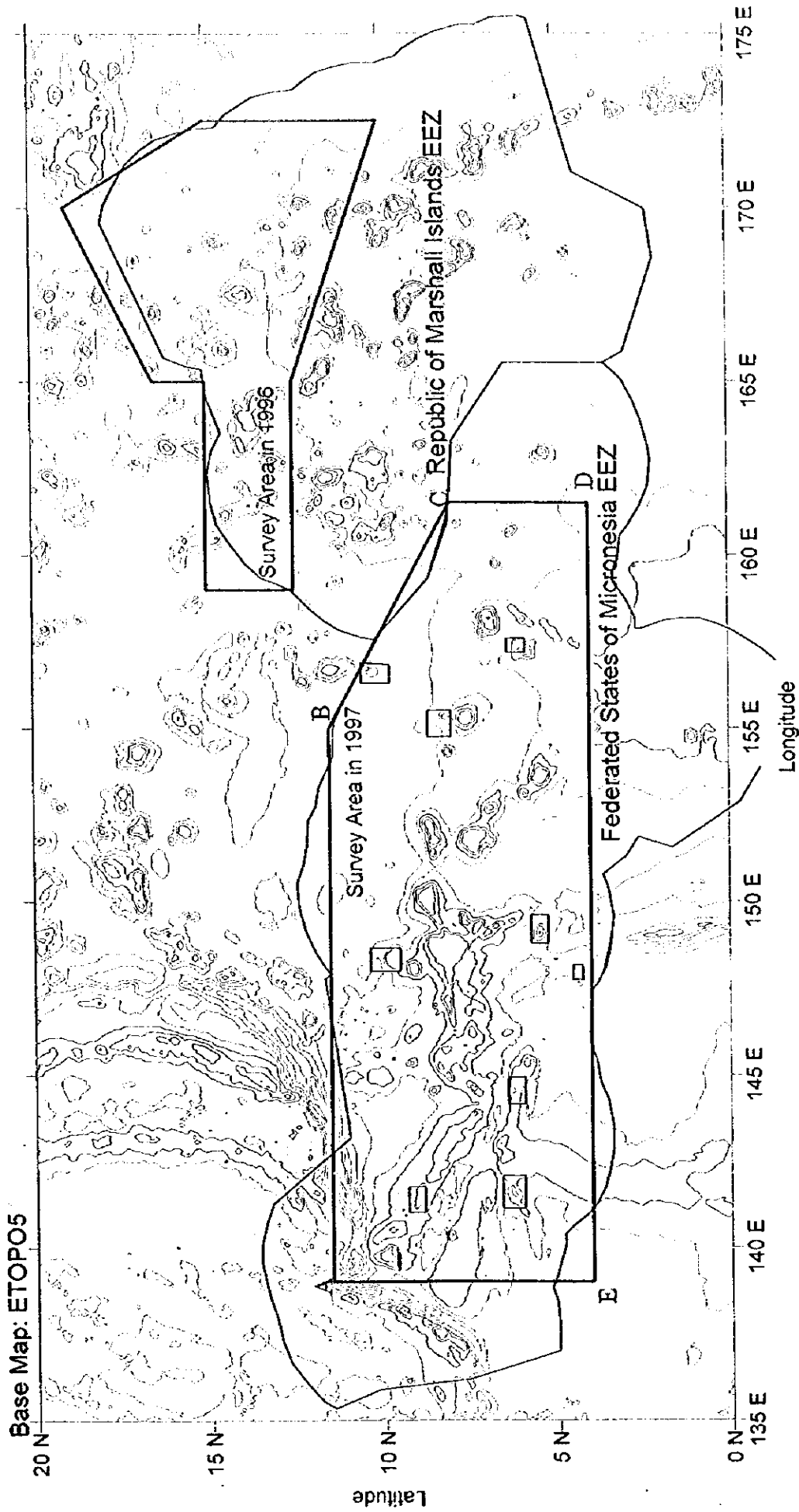


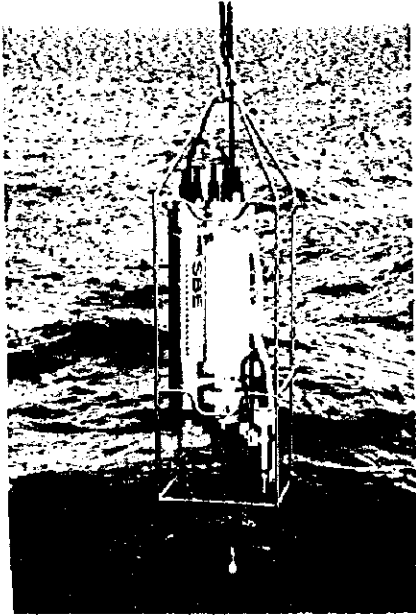
图 1-3-1 調査海域区

- A 11-30'N 139-00'E
- B 11-30'N 155-00'E
- C 8-00'N 161-30'E
- D 4-00'N 161-30'E
- E 4-00'N 139-00'E

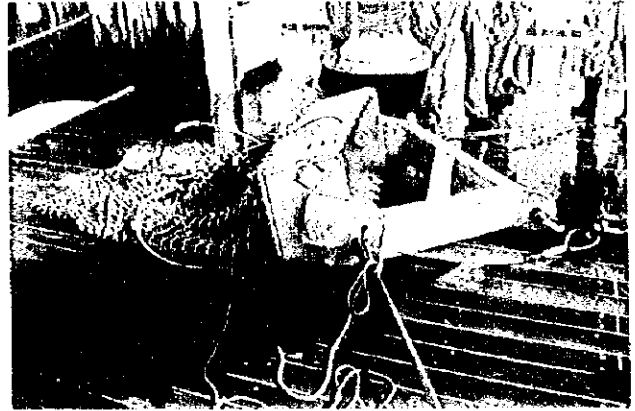
(Area: approx. 1,900,000km²)

表1-6-1 調査機器・システム一覧

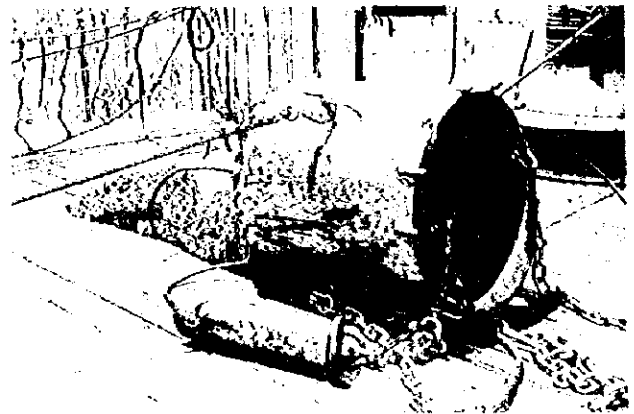
分類	探査方法	調査機器・システム	略号	備考
位置計測	衛星航法	Global Positioning System	GPS	
	音響探査	測深及び海底地形	Multibeam Echo Sounder	MBES
Narrow Beam echo Sounder			NBS	
表層堆積物調査 海底面状況調査		narrowbeam Sub-Bottom Profiler	nSBP	
		Side Scan Sonar	SSS	
海底地形・地質調査	音速・水温調査	電気伝導度・水温・深度測定装置	CTD	
		水温水圧計	TD	
	試料採取	チェーンバックドレッジ	CB	
		アーム型ドレッジ	AD	
		大口径コアラ	LC	
	海底視察	写真	ファインダTV付き深海カメラ	FDC
大口径コアラパイロットカメラ			(LCカメラ)	
データ収録処理システム	オンラインデータ収録	データ処理システム センサCPU	DPS	
	データ蓄積	ファイルサーバCPU		
	オフラインデータ処理	ホストCPU		
	LAN、作図作表	EWS,PC,ICM		



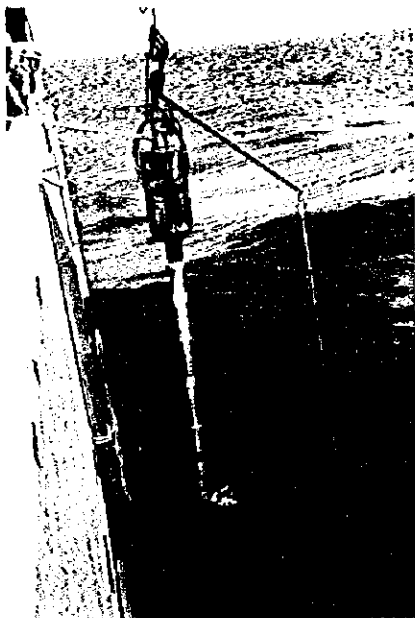
電気伝導度・水温・水深測定装置



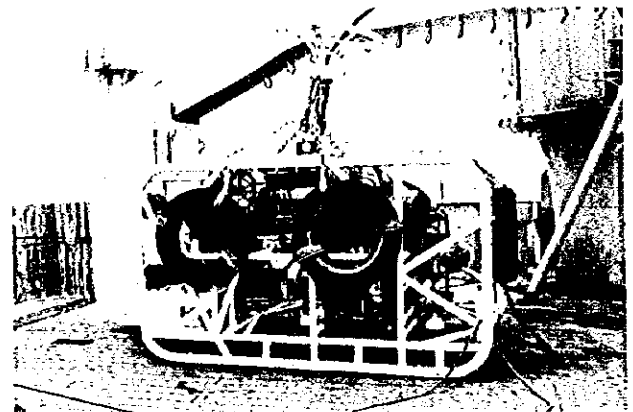
アームドレッジ



チェーンバケットドレッジ



重力式大口径コアラ



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 (1) 調査日程表 (レグ1)

日数	日付	位置	作業	地形航走	備考
1	7月15日 火				
2	7月16日 水				
3	7月17日 木	16:00分7ム出港			移動
4	7月18日 金	MC01	地形航走開始	59.2	03:00TD接近移動
5	1 1 7月19日 土	MC02 9:30地形航走	13:20 ctd-LC01	164.1	
6	2 2 7月20日 日		地形航走	191.4	
7	3 3 7月21日 月		AD02, CB03	76.4	
8	4 4 7月22日 火		CB04, LC05, 06, 07	77.7	
9	5 5 7月23日 水		SSS01, 02	20	MC02小計529.6nm
10	6 7月24日 木	避航→MC03移動		111.3	
11	7 1 7月25日 金	MC03	ctd-LC01	168.1	
12	8 2 7月26日 土		AD2, 3, 4, 5	105.6	
13	9 3 7月27日 日		CB6, 7, 8	96.7	
14	10 4 7月28日 月		SSS01	99.6	
15	11 5 7月29日 火		FDC01, 01-1	67.7	
16	12 6 7月30日 水		CB9, 10, 11, 12	78.8	
17	13 7 7月31日 木		CB13, LC14, 15, 16	103.6	MC03小計831.4nm
18	14 8月1日 金	移動	180nm	196.2	
19	15 1 8月2日 土	MC04	ctd-LC01	112.2	
20	16 2 8月3日 日		CB02, 03, 04, 05	108.6	
21	17 3 8月4日 月		CB06, 07, 08, 09	90.8	
22	18 4 8月5日 火		FDC01	84.5	
23	19 5 8月6日 水		FDC02	95.5	
24	20 6 8月7日 木		CB10, 11, 12, 13	83.8	南東側海山
25	21 7 8月8日 金		CB14, 15, 16, 17	111.3	
26	22 8 8月9日 土		CB18, 19, LC20, 21	32	MC04小計914.9nm
27	23 8月10日 日	MC05	270nm	124.5	Helene Sh
28	24 1 8月11日 月		ctd-LC01	146.2	
29	25 2 8月12日 火		地形航走	173.8	荒天待機
30	26 3 8月13日 水		CB02, 03, 04, 05	80.4	
31	27 4 8月14日 木		CB06, 07, 08, 09	88.5	MC05小計613.4nm
32	28 8月15日 金	MC06	移動	144.9	
33	29 1 8月16日 土		CB01, 02, 03, 04	93	
34	30 2 8月17日 日		CB05, 06, 07, 08	14.6	MC06小計252.5nm
35	8月18日 月	MC06離脱			
36	8月19日 火	移動			
37	8月20日 水	Pohnpei入港			
38	8月21日 木				

表1-7-2 (2) 調査日程表 (レグ2)

日数	日付	位置	作業	地形航走	備考
39	8月22日 金		10:00FSMDRD訪問		
40	8月23日 土	Pohnpei出港			14:00出港
41	31 1 8月24日 日	MC07	地形航走,ctd-LC01	178.4	調査開始
42	32 2 8月25日 月		CB02,03,04,05	102	
43	33 3 8月26日 火		AD06,07,08,09	97.8	
44	34 4 8月27日 水		LC10,11,12,13	101	
45	35 5 8月28日 木		FDC	107.9	
46	36 6 8月29日 金	移動	CB14,15	5.4	MC07小計592.5nm
47	37 8月30日 土	MC08	ctd-LC01	148.8	Pali Seamount
48	38 1 8月31日 日		CB02,03,04	104.5	
49	39 2 9月1日 月		CB05,06,07,08	95.9	
50	40 3 9月2日 火		CB09,10,11,12	79.3	
51	41 4 9月3日 水		FDC01,02	65.7	
52	42 5 9月4日 木		CB13,14,15	70.7	
53	43 6 9月5日 金		LC16,17 SSS01	63	
54	44 7 9月6日 土	移動	CB18,19,20	21.2	MC08小計649.1nm
55	45 9月7日 日	MC09	海山搜索地形航走	206	
56	46 1 9月8日 月		ctd-LC01,CB02,03,04	86.1	
57	47 2 9月9日 火		CB05,06,07	103.2	
58	48 3 9月10日 水		CB08、地形航走	143.5	
59	49 4 9月11日 木		CB09,10、地形航走	118	
60	50 5 9月12日 金		CB11,12,13	105.2	
61	51 6 9月13日 土		FDC01	99.2	
62	52 9月14日 日	移動			MC09小計861.2nm
63	53 1 9月15日 月	MC10	地形航走	160.8	
64	54 2 9月16日 火		ctd-LC01,CB02,03	117.3	
65	55 3 9月17日 水		CB04,05,06,07	93.7	
66	56 4 9月18日 木		CB09	124.2	
67	57 5 9月19日 金		CB10,11,12	121.3	
68	58 6 9月20日 土		CB13,14,15,16	107.8	
69	59 7 9月21日 日		FDC01	92.8	
70	60 8 9月22日 月		LC17,18 CB19,20	111.8	
71	61 9 9月23日 火	19:06調査終了	地形航走	112.5	
72	9月24日 水	移動			MC10小計1042.2nm
73	9月25日 木				
74	9月26日 金	グアム入港			

2章 調査方法

今年度はSOPAC海域調査第3期5ヶ年計画の3年目に当たり、ミクロネシア連邦国経済水域内で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に関連する調査を実施した(図1-3-1参照)。

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。

調査は、ボンベイ港への寄港をはさんで調査期間を前半と後半に2分して実施した。前半及び後半の調査期間をそれぞれレグ1、レグ2と称する。

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、報告書として纏めた。

2-1 調査対象海山の選定

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用いて、水深2,500m以浅の地形図を描き、海山を抽出することとした。その結果、海嶺状に連続するもの、海台状に分布するもの等の数え方にもよるが、水深2,000m等深線によって囲まれるこれより浅い部分を山頂として、調査海域内に海島も含め39の海山が数えられた。山頂水深30m以浅、干出岩及び海島に属するものはこのうち21個ある。

これらの海山のなかで、山頂水深30m以浅、干出岩及び海島に属するものではテラス状に広がる部分を持つものを中心に、没水海山では山頂水深・山体規模等を考慮し、10数海山を候補とした。

調査航海前半において西側の海台上の海山を、後半において東側で孤立して配列する海山を中心に実施した。実施に当たっては、French Government, Ministry of Foreign Affairs, Satellite Bathymetric Survey of the Maritime Zone of the State of Yap FSM, June 1996 または Smith, W.H.F. and D. T. Sandwell, Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings, submitted to Science, April 7, 1997を参照して、海山の位置を確認した。

調査を実施した海山には、地域名として実施順にMC01~MC10と付番している。

2-2 調査方法

調査は主として選定された海山において、各海山ごとに詳細な地形形状把握のための地形航走(付帯第1図(1)~(10)各海山の航跡図参照)、鉱床の賦存状況確認のためチェーンバックドレッジ(CB)またはアーム型ドレッジ(AD)及び重力式大口径コアラ(LC)を用い

たサンプリング，さらに鉄床の連続性及び海底面の状況把握のための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浅部の構造把握のため地形航走と並行してSBP調査を，さらに一部の海山では海底の微地形と海底堆積物の状況の詳細を知る目的でSSS調査を行った。

また，各地域毎の調査日数は海山の規模，山頂部の水深を考慮しさらに調査の結果に応じて，できるだけその精度が同等になるよう5～9日をあてた^{*1}。

2-3 付番

以下の要領で付番した。

〔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.は調査順にMC01～MC10まで付番し，No.は地域別に調査順で01から通し番号とした。

例：97SMC01CB01（CB使用の場合）

97SMC01AD03（AD使用の場合）

97SMC01LC02（LC使用の場合）

〔SSS測線〕年号-地域No.-SSS-No.

No.は地域別に01から通し番号とした。

例：97MC01SSS01

〔FDC測線〕年号-S-地域No.-FDC-No.

例：97SMC01FDC01

2-4 位置の決定

船位の決定にはGPSを使用した。

FDC，SSS等，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公式を用いて算出した。

なお，測地座標系はWGS84を用いた。

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）では主測線の間にも補間測線を設定した。また海島斜面等の水深が極端に浅くなるところでは，安全のため水深1,000m以浅，または距岸1nmで退航した。

^{*1} MC01地域は，天候障害により地形航走2測線のみ調査となったので，データのみを示し，解析は行っていない。

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は地形調査と並行して全地域についてデータを取得した。

SSS調査は3海山を対象に1～2測線設定して行った。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等を搭載して海底直上を曳航するFDCを用いた。光ファイバ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で海底を観察し、特徴のある個所をスチールカメラで撮影した。採船の都合上、主として風向、潮流等に対向して海山縁辺部や斜面（尾根、谷部）を下る方向に測線を設定した。

2-7 サンプルング

サンプルングにはCB、AD、LCを用いた。サンプルング位置は、地形図、MBES音圧図、SBP等のデータをベースに、水深、斜面の方向等に配慮し、海山全体の状況が把握できるよう比較的均等に分布させた。

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の鉛直CTD測定を実施した。これは深海部のLCでサンプルングと同時に行った。

また、FDCに取り付けたCTDから水深を算出し曳航体位置計算に供した。

2-9 調査データの処理及び解析

DPS及びパソコンを使用し、データ処理及び解析系統図（図2-9-1）に示す如く処理・解析を行なった。船上では基礎的なデータ処理及び解析を行い、陸上では各種試験研究解析を行ったうえで、両者を取りまとめて本報告書を作成した。

サンプルングで得られたマンガン酸化物については品位分析、顕微鏡観察を行い、岩石試料については化学分析や顕微鏡観察を行いその鉱物組成、組織を判定した。また、堆積物については微化石鑑定を実施した。

3章 調査結果

3-1 地形調査

(1) 地形概要

ミクロネシア連邦国 (FMS) は西太平洋の赤道より北側に位置しており、ほとんどの島々が東西方向に広く分布するカロリン (Caroline) 諸島に属し、西端の島々がヤップ (Yap) 諸島に属する。ヤップ諸島の南西方にはパラオ (Palau) 諸島、北東方にはグアムを含むマリアナ (Mariana) 諸島が位置する。また、カロリン諸島の東方には、マーシャル (Marshall) 諸島が位置する (図 3-1-1)。

調査海域には、多くの海洋島、環礁 (Atoll)、海山 (Seamount) 及び平頂海山 (Guyot) が分布する。調査海域西部では海底の地質構造は複雑で、海溝、舟状海盆 (Trough)、海嶺、海台などが入り組んでいる。主要な構造方向は、マリアナ海溝の北北東-南南西、カロリン海嶺やソロル (Sorol) 舟状海盆の西北西-東南東、エオリピク (Eauripik) 舟状海盆の東西である。諸島及び海山は、西北西-東南東~西南西-東北東に伸びる海嶺や海台部に主に分布し、全体的に東西に帯状に広がる。一方、海域東部では諸島及び海山は西北西-東南東に配列し、独立して点在する。

調査を行った10地域 (MC01~MC10) の位置関係は西から順に次のとおりである。MC01とMC02地域はカロリン海嶺西部、MC03地域はエオリピク舟状海盆の隣接南側、MC04地域はソロル舟状海盆の隣接南側、MC05とMC06地域はカロリン海嶺中央部の南方、MC10地域はカロリン海嶺中央部北端、MC07とMC09地域はカロリン海嶺東部、MC08地域はカロリン海嶺東部の北方に位置する。以上10地域の位置的拡がり、緯度方向 (北緯4~11度) よりも経度方向 (東経139~158度) の方が大きい。

(2) 海山の分類及び地形区分

調査の対象となった10地域に各々MC01~10と名付けた。地形記載に当たって、海山のタイプを表3-1-1のように分類した。各海山の地形は、表3-1-2及び図3-1-2に示すように、山頂部と斜面部に区分した。区分は地形勾配分布図に基づいて行ったため、各海山の区分水深は異なる。

(3) 海山地形

本調査海域の海山別地形区分と斜面勾配の統計を表3-1-3に、各海山の特徴を表3-1-4に示す。また、海山をタイプ別に分類すると以下のようなになる。

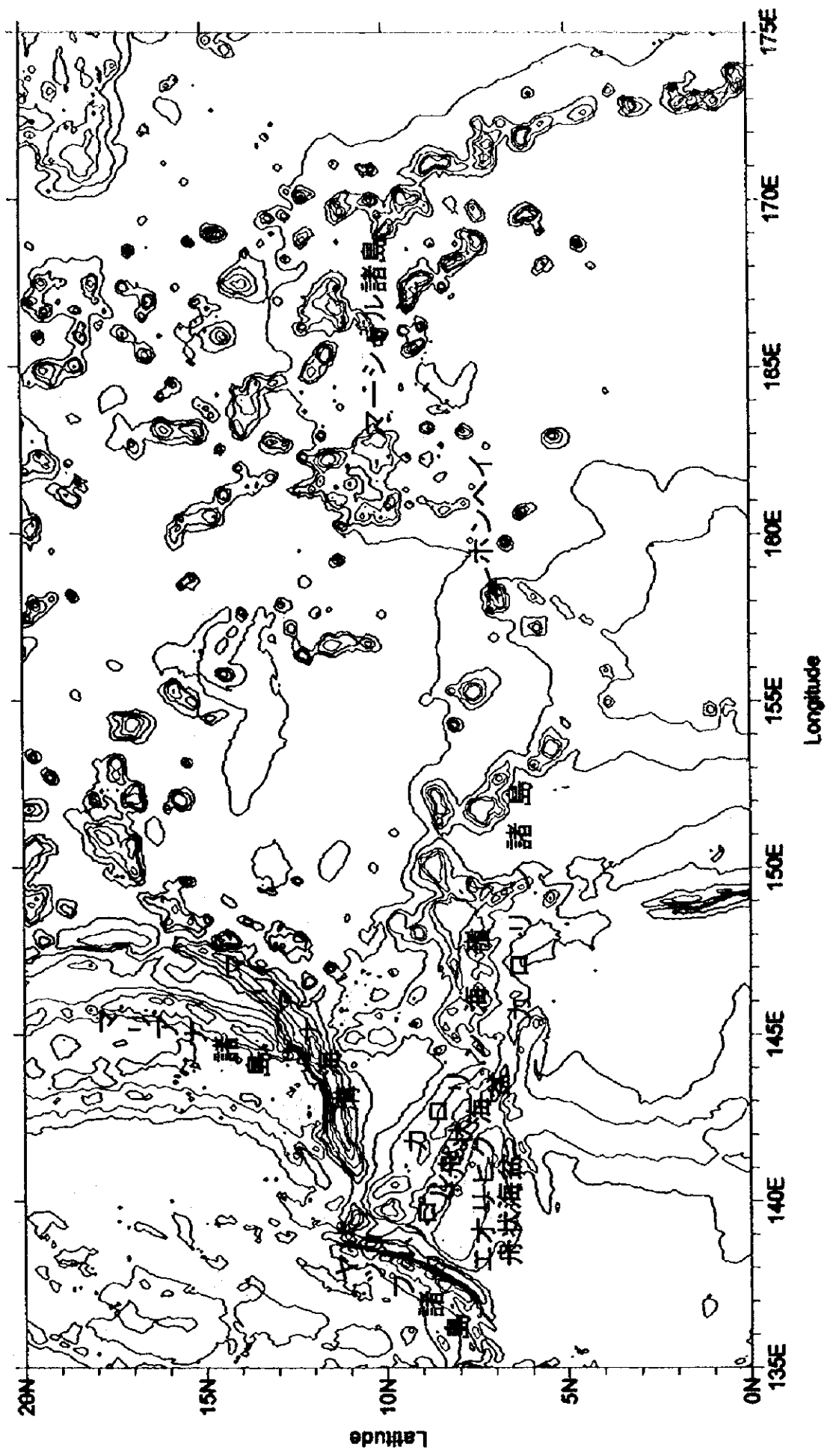


図3-1-1 調査海域周辺の構造図

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	比較的なだらかで平坦な山頂中央部を有する
尖頂海山	山頂に広い平坦な地形のない尖塔状を呈する

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間の傾斜漸移帯
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

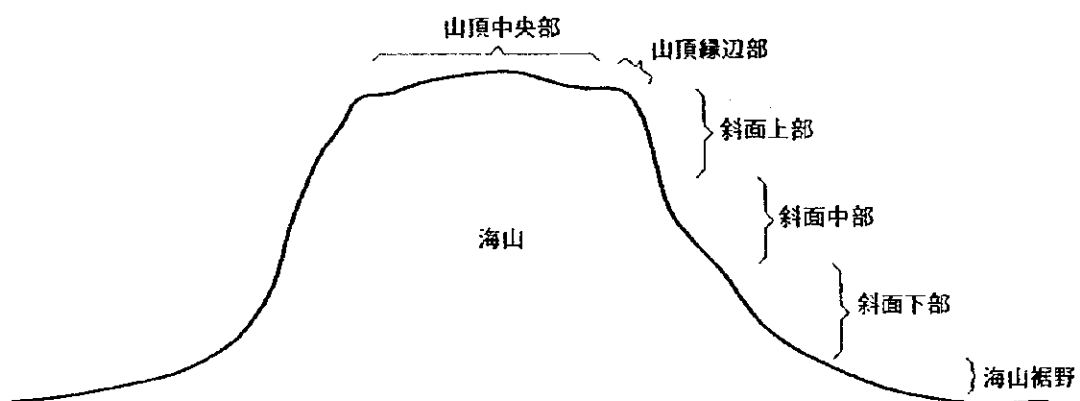


図3-1-2 海山の地形区分概念図

表3-1-3 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^2)	平均傾斜 角($^\circ$)	最小傾 斜角($^\circ$)	最大傾 斜角($^\circ$)	傾斜角の出現頻度 (%)			
							0-10	10-20	20-30	30<
MS02	山頂部	<1,600	1134	3.4	0.0	51.8	92.5	4.0	2.1	1.5
	斜面上部	1,600<3,300	1838	7.2	0.0	58.6	82.7	7.8	3.9	5.7
	斜面中部	3,300<	419	6.3	0.0	47.6	84.0	10.5	4.5	1.1
	斜面下部									
MS03	山頂部	<2,000	625	14.1	0.2	62.2	44.4	32.5	13.5	9.7
	斜面上部	2,000<2,500	406	16.4	0.3	55.3	34.3	34.2	19.7	11.8
	斜面中部	2,500<3,000	774	13.6	0.1	59.4	43.6	34.6	15.0	6.9
	斜面下部	3,000<	5871	5.0	0.0	57.1	84.3	10.3	4.1	1.3
MC04 (東)	山頂部	<2,000	379	11.9	0.1	53.2	53.2	29.0	13.3	4.5
	斜面上部	2,000<3,000	775	11.3	0.0	55.3	54.5	26.7	14.4	4.4
	斜面中部	3,000<	102	12.0	0.2	49.4	46.8	40.6	9.5	3.2
	斜面下部									
(西)	山頂部	<2,000	563	15.9	0.3	60.4	32.5	40.6	16.7	10.1
	斜面上部	2,000<3,000	1070	10.5	0.0	55.3	55.8	31.9	10.2	2.0
	斜面中部	3,000<	909	6.6	0.0	49.4	79.8	14.5	4.4	1.3
	斜面下部									
MC05	山頂部	<1,500	504	14.3	0.1	50.2	44.4	26.6	20.3	8.7
	斜面上部	1,500<2,000	230	16.9	0.4	45.5	17.0	51.3	27.4	4.3
	斜面中部	2,000<3,000	686	15.2	0.2	47.5	25.6	49.8	21.7	3.0
	斜面下部	3,000<	3814	6.4	0.0	52.4	81.2	14.8	3.2	0.8
MC06	山頂部	<2,000	240	17.9	0.2	53.6	20.2	40.5	30.1	9.3
	斜面上部	2,000<3,000	514	15.6	0.4	50.2	26.5	47.0	21.3	5.2
	斜面中部	3,000<	742	9.9	0.1	46.0	60.9	27.0	9.9	2.3
	斜面下部									
MC07	山頂部	<2,000	278	6.3	0.1	29.5	83.2	12.1	4.6	0.0
	斜面上部	2,000<2,500	519	7.5	0.1	47.1	78.8	15.2	4.7	1.2
	斜面中部	2,500<3,000	198	16.6	0.1	50.2	37.0	22.8	26.6	13.7
	斜面下部	3,000<	831	5.1	0.0	47.3	82.4	11.9	5.1	0.7
MC08 (北)	山頂部	<2,100	178	5.7	0.1	29.8	86.7	11.4	1.9	0.0
	斜面上部	2,100<3,000	196	18.9	0.4	36.6	21.7	24.1	47.7	6.5
	斜面中部	3,000<3,500	164	17.2	0.7	48.8	13.2	53.5	31.7	1.7
	斜面下部	3,500<5,000	993	12.2	0.1	47.5	39.9	45.7	14.1	0.3
(南)	山頂部	<2,100	38	10.5	0.2	31.2	58.9	26.0	14.8	0.3
	斜面上部	2,100<3,000	91	20.4	0.9	35.5	7.1	37.3	51.0	4.6
	斜面中部	3,000<3,500	92	17.9	1.0	38.2	14.7	46.0	36.4	2.9
	斜面下部	3,500<5,000	533	14.7	0.0	38.2	27.1	50.9	21.3	0.8
MC09 (北)	山頂部	<3,000	154	16.0	0.6	33.6	23.1	44.6	31.7	0.6
	斜面上部	3,000<3,500	209	16.3	0.2	36.3	24.3	41.0	32.7	2.0
	斜面中部	3,500<4,000	213	16.9	0.4	34.4	20.8	42.1	35.1	1.9
	斜面下部	4,000<4,500	586	10.3	0.0	32.2	56.7	31.8	11.4	0.1
(南)	山頂部	<2,000	26	27.3	4.6	37.1	1.9	10.2	49.7	38.2
	斜面上部	2,000<3,000	93	22.3	1.6	40.2	4.8	25.5	61.7	8.0
	斜面中部	3,000<4,500	1483	7.0	0.0	43.4	74.5	18.5	6.5	0.5
	斜面下部									
MC10 (北)	山頂部	<2,000	334	5.8	0.0	46.2	85.2	10.0	3.7	1.0
	斜面上部	2,000<2,500	129	19.9	0.9	47.3	19.8	25.5	41.5	13.2
	斜面中部	2,500<3,000	205	14.9	0.1	48.5	30.8	39.5	28.0	1.7
	斜面下部	3,000<4,000	1572	6.6	0.1	41.4	80.8	13.8	5.1	0.3
(南)	山頂部	<2,000	1067	2.6	0.0	34.5	97.6	1.7	0.6	0.1
	斜面上部	2,000<2,500	316	13.7	0.3	43.2	39.6	37.0	20.1	3.2
	斜面中部	2,500<3,000	822	9.5	0.0	45.2	63.1	26.9	8.5	1.5
	斜面下部	3,000<4,000	1479	9.1	0.1	44.1	66.2	25.6	7.3	0.9

表3-1-4 各地域の特徴一覧

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	海山の特徴	山頂部面積 (k m ²)	斜面面積 (3,000m以浅)
MC02	9° 04' N · 141° 28' E	海台の一部	1,080	3,500	2,400		北部には急斜面が東西に延びる。山頂部は堆積物に覆われている。山頂部南東部にピナクル群。	1,134	1,838 (3,500m以浅)
MC03	6° 18' N · 141° 37' E	海嶺	510	3,900	3,400	80×20 ENE-W	山麓部は楕円形を示す。山頂部には NEN-SWS 方向の尾根や複数のピナクルを持つ。	625	1,180
MC04 (東)	6° 12' N · 144° 45' E	海嶺	950	3,800	2,800	40×40 NW-SE	NW-SE 方向に尾根が延び、尾根の北東側で急傾斜を示す。南西部に小凹地が多数みられる。		1,154
	6° 15' N · 144° 22' E	海嶺	100	3,800	3,700	60×30 E-W	東西に尾根が延び、2つのピークを持つ。山頂付近は尾根の北側で急傾斜を示す。		1,655
MC05	5° 31' N · 149° 13' E	浅瀬 (shoal)	190	4,000	3,800	60×30 E-W	3方向に尾根が延び、三角形を呈する。北東側に NW-SE 方向の構造が多数みられる。	504	916
MC06	4° 23' N · 147° 58' E	凸凹頂海山	740	3,500	2,800	70×40 ENE-W	山体は NW-SE 方向の顕著な構造により 3つに分断されている。		460
MC07	6° 05' N · 157° 26' E	平頂海山	1,423	3,800	2,400	37×20 NW-SE	西側にカルデラ状の凹地があり、当海山はその外輪山状地形を呈す。堆積物あり。	278	717
MC08 (北)	10° 20' N · 156° 41' E	平頂海山	1,583	5,500	3,900	24×15 N-S	山麓部は略円形を示す。山頂部は N-S の方向性あり、堆積物が一帯に分布する。	178	196
	10° 16' N · 156° 27' E	平頂海山	1,692	5,500	3,800	11×09 E-W	北部と同様略円形状の山麓部。山頂部は堆積物があるが、最浅部に岩盤の露出がある。	38	91
MC09 (北)	8° 21' N · 155° 26' E	凸凹頂海山	2,032	5,100	3,100	15×13 NW-SE	山頂部にピナクルが多く、堆積物は殆ど見られない。	154	----
	8° 06' N · 154° 58' E	尖頂海山	1,096	5,100	4,000	15×08 E-W	長軸は EW の方向性を持つ。南部は海台状地となる。		119
MC10 (北)	10° 10' N · 148° 16' E	平頂海山	1,442	4,800	3,300	33×19 NE-SW	頂部はドーム状を呈し、堆積物が認められるが、最浅部と東側山頂縁部沿いに露岩が見られる。	334	334
	9° 45' N · 148° 20' E	平頂海山	1,560	4,800	3,200	43×43 NE-SW	典型的な平頂海山。頂部はドーム状を呈し、一様に堆積物が認められ海面はスムーズ	1,067	1,158

平頂海山	MC07, MC08, MC10
尖頂海山	MC09(南側)
海嶺	MC03, MC04
浅瀬	MC05
凸凹頂海山	MC06, MC09(北側)
海台の一部	MC02

これら9海山の特徴をまとめると次のようになる。

斜面積が最大の海山	MC10(南) (3,000m以浅の斜面積 2,205km ²)
斜面積が最小の海山	MC09(北) (3,000m以浅の斜面積 119km ²)
大きな山体規模を有する海山	MC10(南) (NE-SW43km×NW-SE43km)
小さな山体規模を有する海山	MC08(南) (E-W 11km×N-S 9km)
山頂の水深が最も浅い海山	MC04(西) (水深 10m)
山頂の水深が最も深い海山	MC09(北) (水深 2,032m)
大きな平頂部を有する海山	MC02(山頂斜面積 1,134km ²) MC10(南) (山頂斜面積 1,067km ²)
比高が最大の海山	MC09(南) (比高 4,000m)
比高が最小の海山	MC02(比高 2,400m)

各地域の3次元表現図を図3-1-3(2)~(10)に、海底地形段彩図を付帯第2図(1)~(10)に、地形勾配図を付帯第3図(2)~(10)に示す。

以下に各地域の地形概要について述べる。

1) MC01

MC01地域は、Ulithi島から南側に張出す水深3,000m程度のテラス部分を調査対象とした。気象障害により、地形・音響調査データ2測線のみを取得となったため、付帯第2図(1)にその結果のみを示す。本図はFrench Government, Ministry of Foreign Affairs: Satellite Bathymetric Survey of the Maritime Zone of the State of Yap FSM, June 1996から抜粋した推定等深線図を基図として、それに今回取得したデータをオーバーレイして作成した。

当テラスはENE-WSW方向に長軸を持ち、山体規模は長軸約40km×短軸約20km(2,500m以浅)の海山である。地形航走を行った範囲で、最浅部水深は800mを示す。

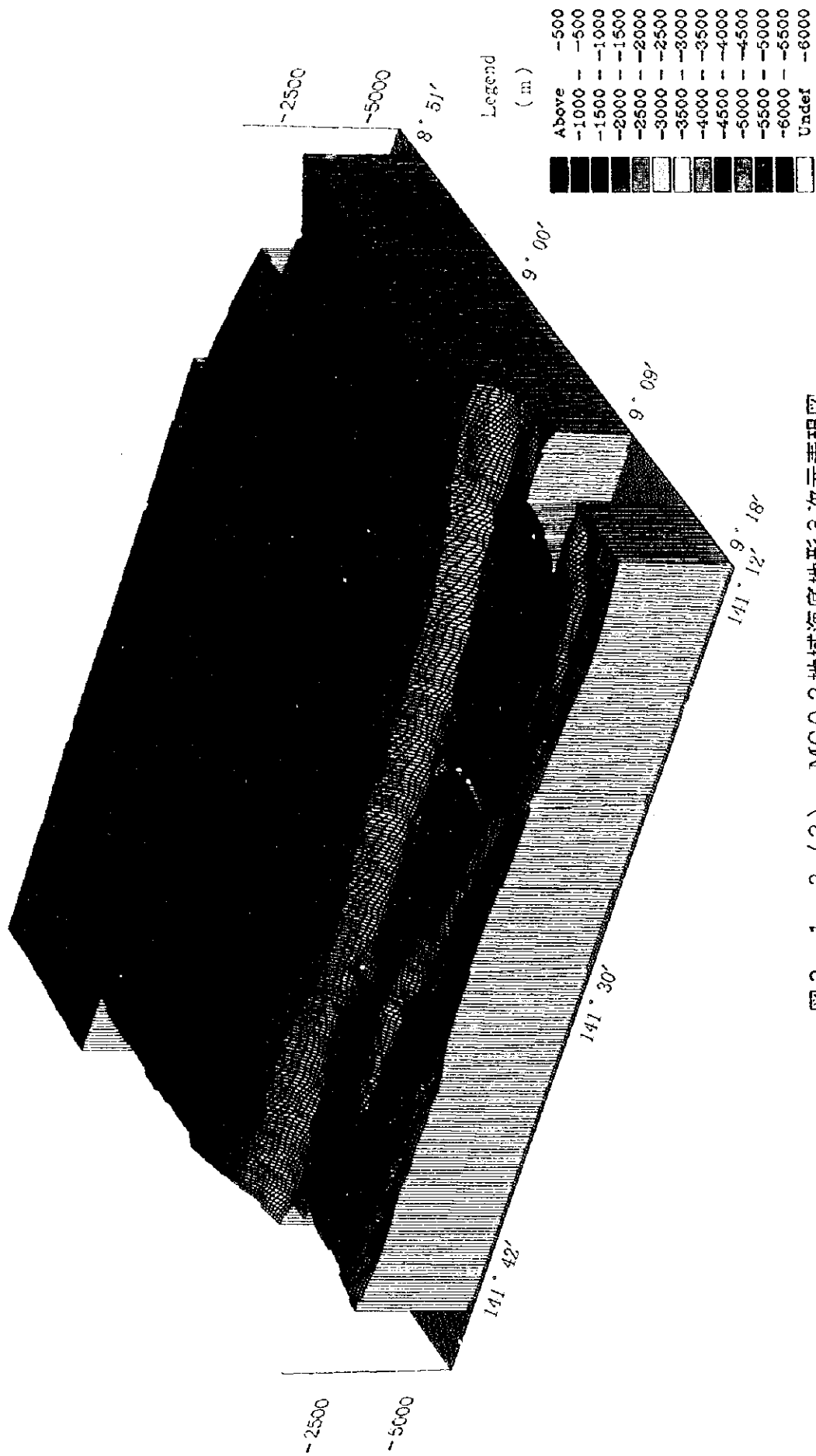


图 3-1-3 (2) MCO 2 地域海底地形 3 次元表现图

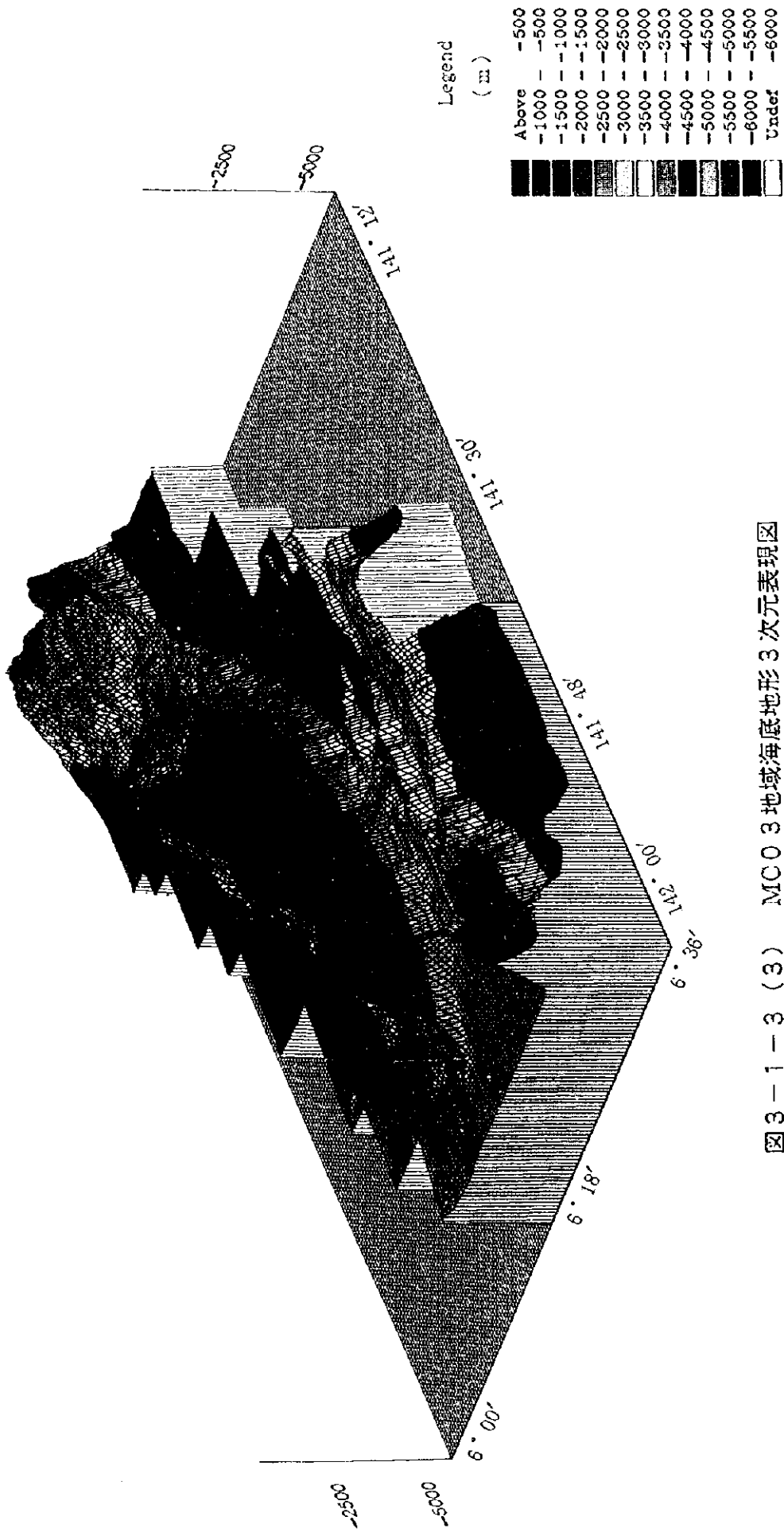


图 3-1-3 (3) MCO 3 地域海底地形 3 次元表现图

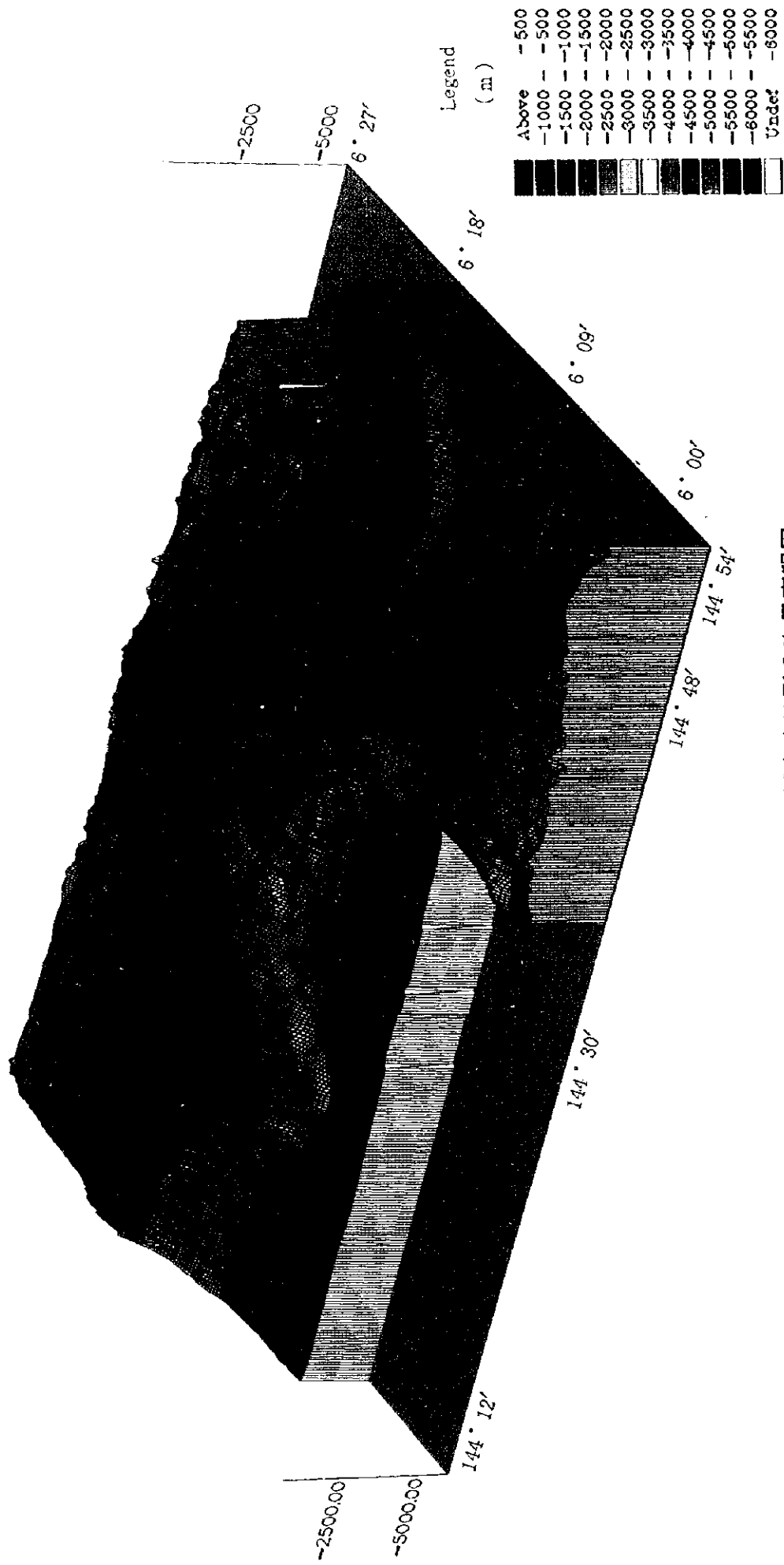


图 3-1-3 (4) MC04 地域海底地形 3 次元表现图

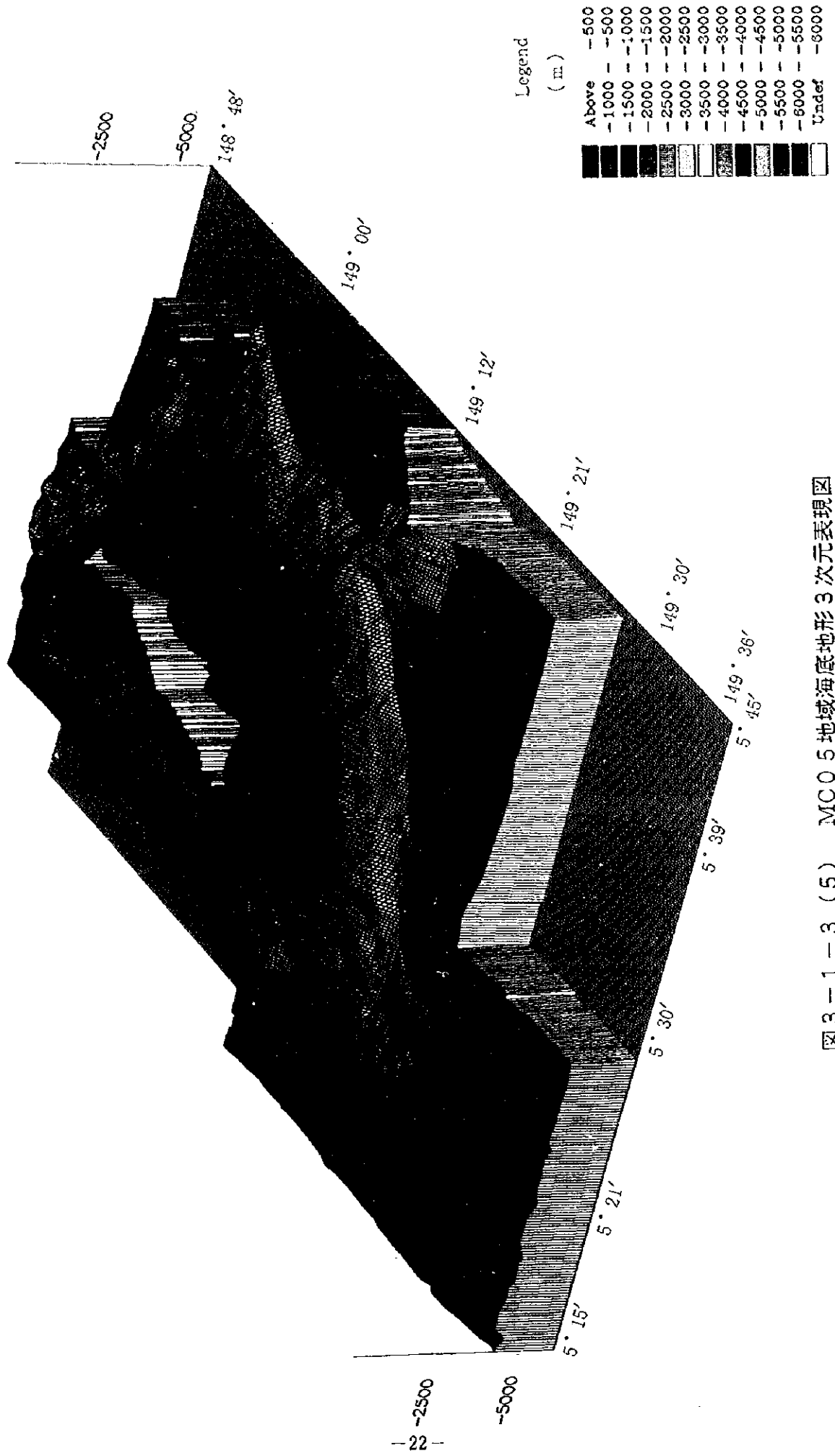


图 3-1-3 (5) MC05 地域海底地形 3 次元表现图

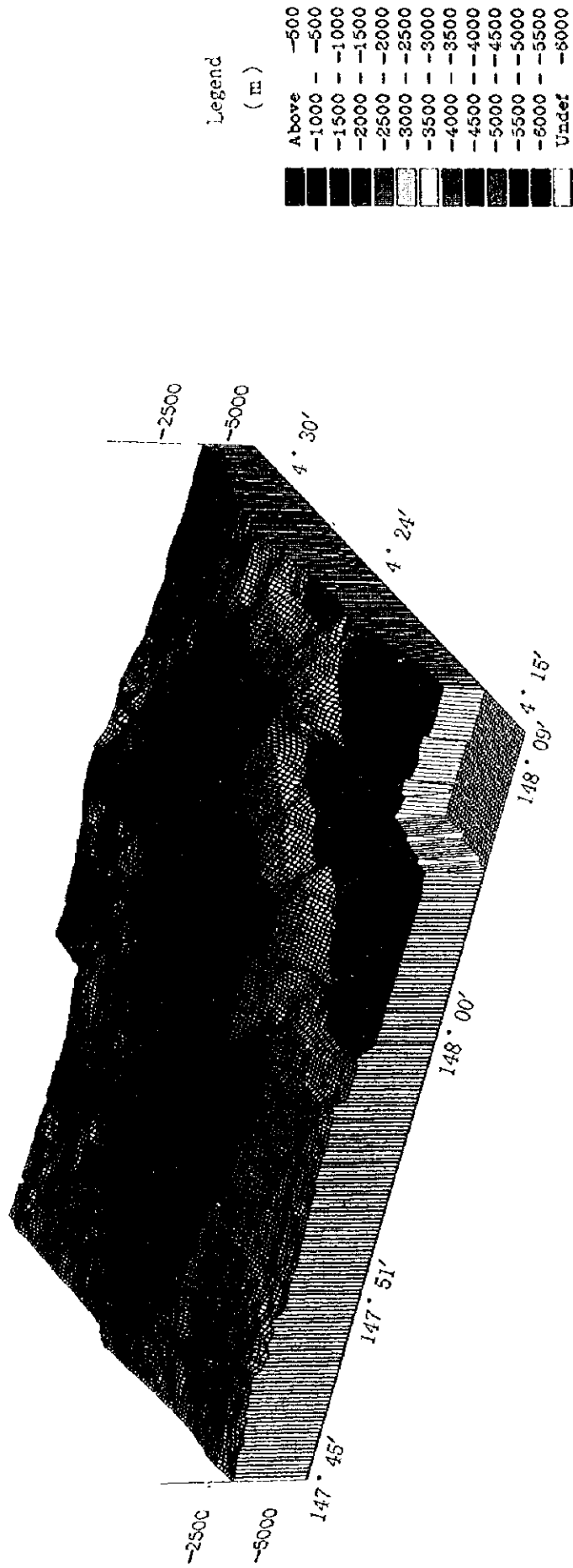


图 3-1-3 (6) MCO 6 地域海底地形 3 次元表现图

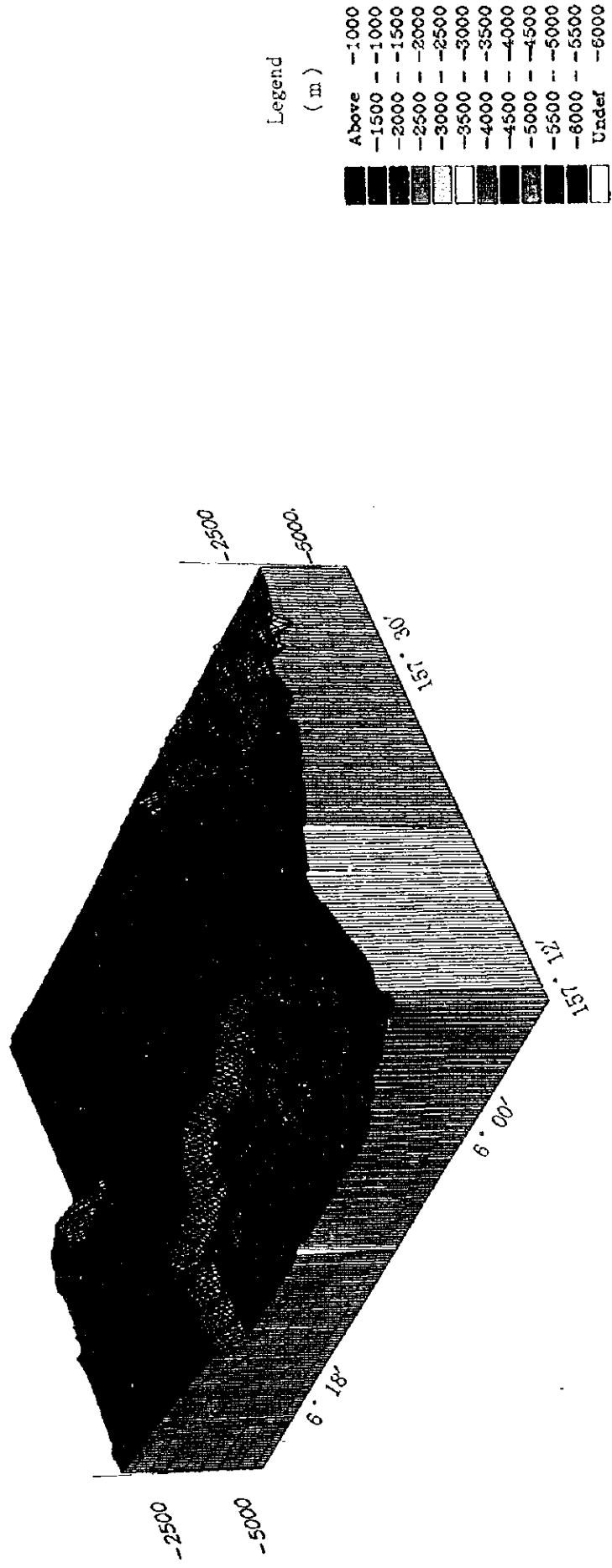


图 3-1-3 (7) MCO 7 地域海底地形 3 次元表现图

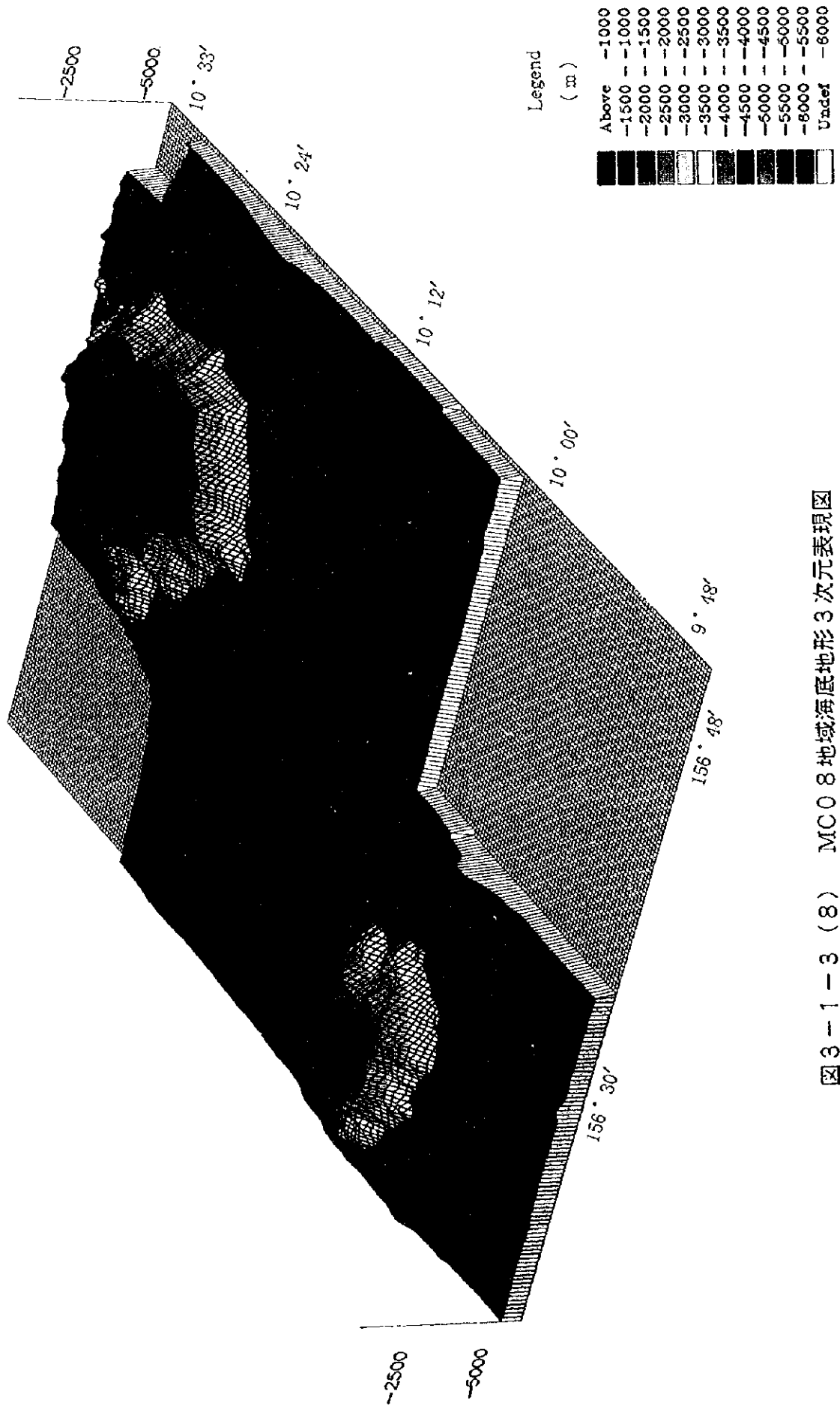


图 3-1-3 (8) MCO 8 地域海底地形 3 次元表现图

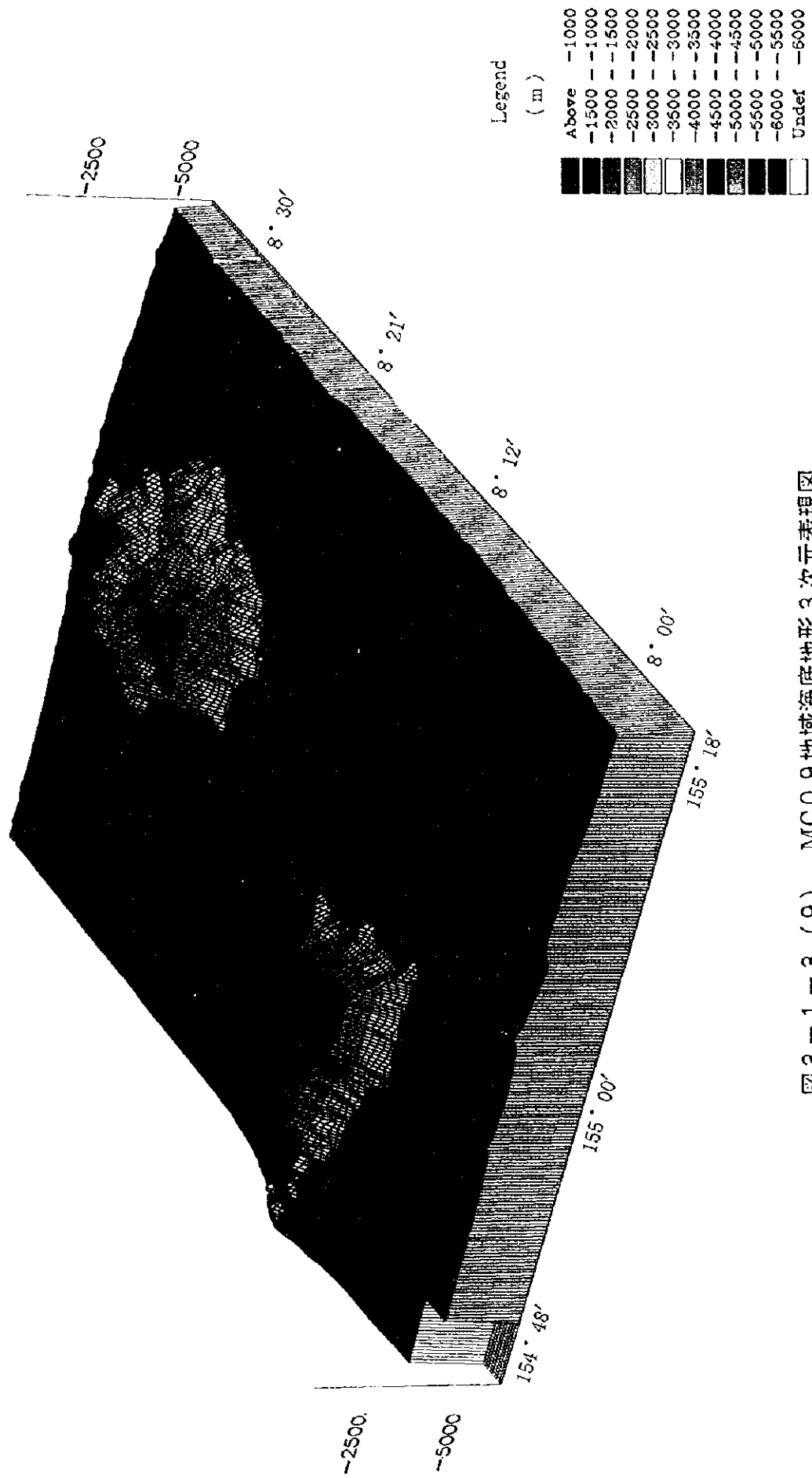


图 3-1-3 (9) MCO 9 地域海底地形 3 次元表现图

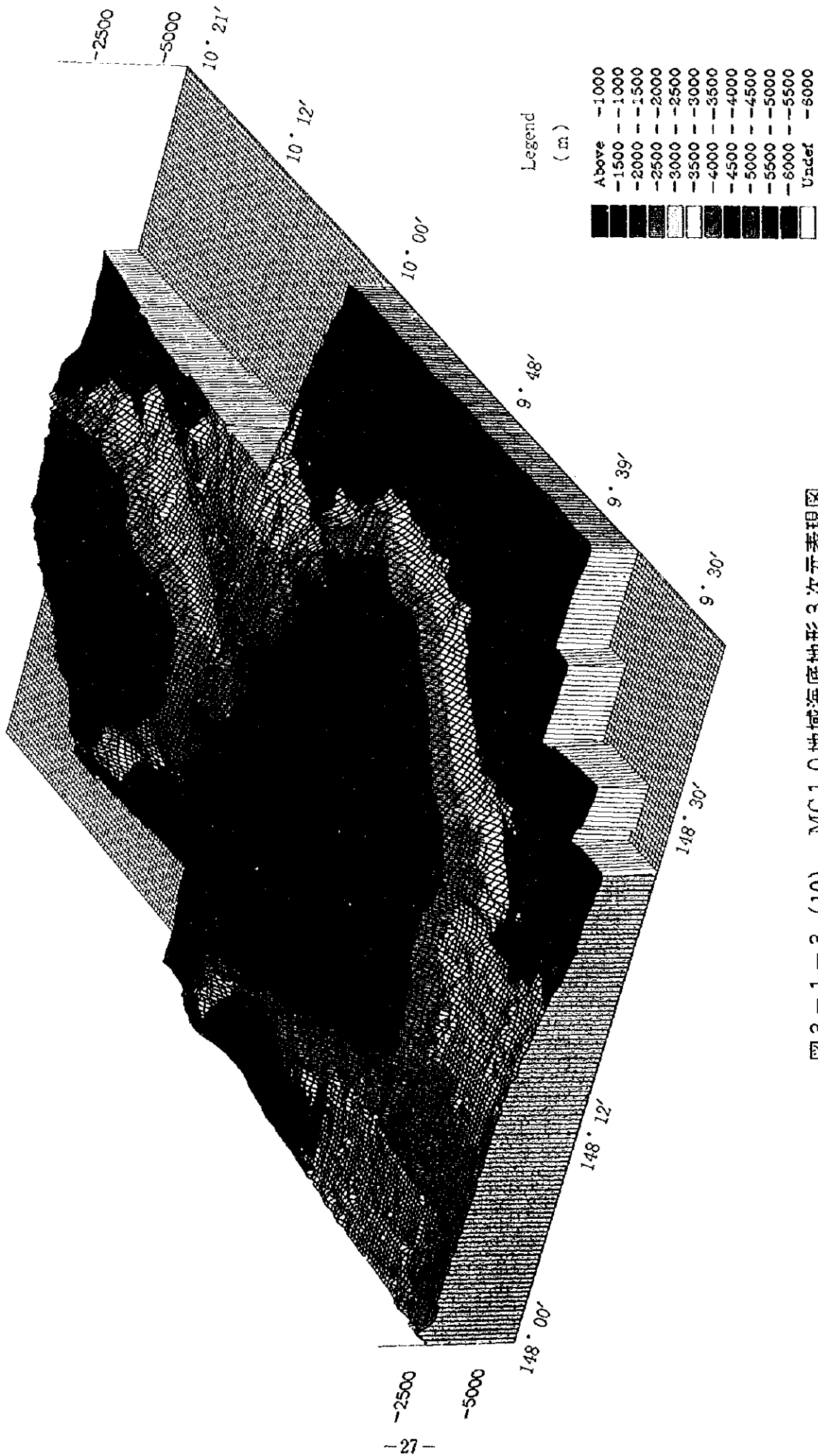


图 3-1-3 (10) MC10 地域海底地形 3 次元表现图

2) MC02

海山は東西に延びる海台の一部を成し、比高は基底部から約2,400mを示す。北部に北向きの急斜面がほぼ東西に長く延びている。この急斜面は標高1,400~3,300mにあり、約2,000mの高低差を示す。斜面の最大傾斜は 59° 、平均傾斜は 35° 以上を示す。山頂南東部には比高差500m前後のピナクル群が弧を描くように配列する。山頂中央部には平均傾斜約 2° の斜面が南側に向かって緩やかに傾斜し、山頂部の大部分を占める。最浅部は山頂部南東部のピナクル群にあり1,080mを示す。

3) MC03

海山は、長軸方向WNW-ESEの方向性を示す海嶺の一部となっている。山体は楕円形の形状を示す。山頂部は地形の起伏が激しく複雑な地形を示す。山頂部は東部、中央部、西部にそれぞれピークを持ち、西部はNNE-SSW方向の尾根状、中央部、東部はピナクル状を呈する。それらのピークの間には比較的平坦な地形が認められる。最浅部は西部にあり、510mを示す。また基底部からの比高は3,400mを示す。

斜面は上部の平均傾斜は 16° 、斜面中部の平均傾斜は 14° と斜面上部から中部にかけてやや急な斜面が続く。斜面下部の平均傾斜は 5° でなだらかである。山頂部北側の斜面は南側より急傾斜を示す。

4) MC04

東経 $144^\circ 40'$ の経線付近で東部と西部の2つの海山に分けて、両海山を調査対象とした。

・東部海山

NW-SEの方向性を示す細い尾根が延び、その北側に大きなピナクルが存在する。海山全体としては海嶺の一部をなす。最浅部はピナクルの950m、また、基底部からの比高は2,800mを示す。中心となる細い尾根の南西側には南西方向にいくつかの尾根の張り出しが認められる。

斜面は上部、中部、下部ともほぼ同様の約 12° の平均傾斜を示す。尾根を境に北東側の方が南西側より急傾斜を示す。ただし海山東側の2,900m以深の海底面は、極めて平坦である。また、山頂から南西側の斜面中部から下部にかけては小凹地が多数認められる。

・西部海山

当海山は、ほぼ東西方向に延びる細い尾根が中央で南北にずれたような形を示し、海嶺の一部を形成している。山頂部には東部と西部にそれぞれピークがあり、最浅部は西部の100mである。比高は基底部から3,700mを示す。西部では南側にテラス状に尾根が大きく張り出しているのが特徴的である。

斜面は上部の平均傾斜が 16° と比較的急傾斜を示し、中部 11° 、下部 7° となり、下部へ移行するにつれて緩やかになっている。尾根を境に北側の方が南側より急傾斜を示す。

5) MC05

海山は東西方向に長軸方向を持ち、形状は北側に頂角を持つ二等辺三角形を呈する。ピークは海水面近くまで達していると思われる。南西、南東方向に尾根が大きく延びており、特に南東側は斜面下部がテラス状に広く張り出している。北東側の斜面下部から裾野にかけてはNW-S E方向の直線的な構造が認められる。

斜面は上部の平均傾斜が 17° と比較的急傾斜を示し、中部 15° 、下部 6° と下部へ移行するにつれて緩やかになっている。

6) MC06

海山は、ENE-WSW方向に長軸を持ち、山体規模は長軸約 40km ×短軸約 25km で、比較的小さい。山体は2本のNW-S E方向の構造により3つの部分に分けられ、それぞれピークを持つ。最浅部は西部にあり 740m を示し、基底部からの比高は $2,800\text{m}$ である。

斜面の平均傾斜は上部 18° 、中部 16° 、下部 10° であり、上部から中部にかけてほぼ同様の傾斜を示す。南向き、北東向きの斜面が特に急傾斜を示す。

7) MC07

$6^{\circ}08'N \cdot 157^{\circ}03'E$ にカルデラ状凹地($30\text{km} \times 30\text{km}$)が存在し、その外側を取り囲むように東西南北に4つの連続した海山が存在する。ただし、この4つのうち南部のものは島となっている。調査した海山はそのうちの東側のものであるが単独の海山ではなく、外輪山の一部のような弧状の地形を呈している。南部に存在する島を除けば最浅部の水深は $1,423\text{m}$ 、比高は中央の凹地から約 $1,700\text{m}$ 、その外側の基底部からは約 $2,400\text{m}$ を示す。山頂部は平頂を示すがピナクルが多く認められ、南側の海山との接続部ではピナクルが直線状に配列されている。それらのピナクルと南部海山との接続部を除く頂部は堆積物に覆われている。

斜面上部の平均傾斜は 8° 、斜面中部の平均傾斜は 17° 、斜面下部の平均傾斜は 5° であり、全体に傾斜は緩やかである。また、当海山西側のカルデラ状凹地と、北東側の基底部でも傾斜 5° 以下を示す緩傾斜地となっている。

8) MC08

調査対象の海山は $10^{\circ}20'N \cdot 156^{\circ}42'E$ を中心に山頂を持つ孤立した平頂海山であ

る。山頂最浅部は1,583m, 其底部からの比高は約3,900mを示す。平頂部の長軸は南北方向で長さ約18km, 短軸の長さは約15kmの矩形状を呈し, 水深2,100m以浅の頂部の広がり
は178km²である。頂部の傾斜は5°以下であり堆積物で覆われているが, 西側の縁辺部に
沿ってピナクルが配列され, そのピナクルと周辺で岩盤の露出が見られる。

斜面上部の平均傾斜は19°, 斜面中部では17°, 斜面下部では12°と上部から下部に向
かって傾斜が緩やかになっている。ただし, 勾配図をみると, 東側の斜面では他と比較し
て急傾斜となっており, 顕著な尾根の出入りがない。一方, 北西側と南西側では比較的緩
やかであり, 特に3つの顕著な尾根が存在する南西側斜面での傾斜は緩やかである。

なお, 当海山の南西30マイルにもほぼ円形をした平頂海山が存在する。ただし, 規模は
当海山より小さく, 頂部の広がり
は38km²である。最浅部水深は1,692m, 比高3,700mを示す。その頂部では堆積物が認められるが, 1,800m以浅の最浅部付近では岩盤の露出も
みられる。

9) MC09

北側と南側の2箇所に海山が存在し, 両海山を調査対象とした。

・北部海山

当海山は略円形をした底辺を持つ平頂海山である。ただし, 一般的な平頂海山と違い
堆積物に覆われていない。すなわち, ピナクルが多数存在し, また, 岩盤が露出して
いる。それらにより頂部は極めて凹凸が激しくなっており, 平均傾斜も16°を示し, 山頂
部傾斜としては極めて急である。その最浅部水深は2,032m, 比高は約2,900mを示し,
本調査海山の中では最も深い。水深3,000m以浅を山頂部とするとその頂部の広がり
は119km²を示す。

斜面上部の平均傾斜は16°, 斜面中部では17°, 斜面下部では11°を示す。ただし,
斜面下部では西部に比較して, 東部から南部にかけての傾斜は特に緩いが, この中に数
多くのピナクルが散在している。

・南部海山

当海山は海台状地形の上に存在する尖頂海山である。その長軸は東西性を示し, 東側
では北東と南西方向に細い尾根が延び, 全体の形状は矢じり状である。海山としての規
模は小さいが, 北部海山より水深は浅く頂部で1,096m, 比高は約4,000mを示す。

斜面上部および中部の平均傾斜はそれぞれ27°, 22°であり, 比較的急傾斜を示す。
そのため海山全体に岩盤が露出し, 堆積物は見られない。

10) MC10

調査対象の海山は典型的な平頂海山である。3,000m以浅の山体規模は43km×43kmでそ

の形状は北東部を底辺とする三角形状を呈している。この三角形状の南西頂点部はさらにその南西部に存在する海山へと続く鞍部になっている。2,100m以浅の平頂部は頂上に向かい緩やかに浅くなるドーム状を呈し、その平頂部では堆積物が広く一様に覆いそのため起伏は殆どない。山頂部の平均傾斜は3°である。最浅部水深は1,530mを示す。基底部水深は海山東側で4,600m以深であり、東側の比高は3,300mを示す。海山西側では斜面下部は南西にある海山の裾野へと続く。その裾野を基底と仮定すれば西側の比高は2,000m程度である。そのため、海山東側に比較して西側斜面は緩傾斜となっている。

なお、当海山の北方に、当海山と同様の最浅部と比高を示す平頂海山が存在する。ただし、3,000m以浅の山体規模は長軸30km (NE-SW)、短軸20km (NW-SE)であり規模は小さい。そのため、斜面は当海山と比較して急傾斜となっている。山頂部には堆積物が認められるが、最浅部は岩盤が露出している。また、東側山頂縁辺部に沿っても岩盤の露出が認められる。

3-2 MBE S 音響反射強度分布

MBE Sによって得られる海底からの音響反射強度による画像表示を行った。その各地域のMBE S音響反射強度分布を図3-2-1(1)~(10)に示す。この分布図では、海底の音響反射強度の高い部分が黒く(濃色)、低い部分が白く(淡色)表現されている。

MBE S音響反射強度分布では画像の濃色部で岩盤の露出に、画像の淡色部では未固結堆積物にそれぞれ対応している。さらには、画像の濃淡の程度は未固結堆積物の分布する割合、その粒子の粗密度、分布状況等にも対応して変化するものと考えられる。

本調査でのMBE S音響反射強度分布図からは以下のことがいえる。

全ての海山において山頂部の肩に沿った部分、また、斜面部の尾根、あるいは谷地形の斜面勾配が大きい部分に露岩に対応した画像濃色部が認められる。その斜面では上部から下部に向けて画像が淡くなっており、徐々に未固結堆積物の層厚が増す傾向を示している。一方、平頂部のように起伏の少ない個所では一般に未固結堆積物に対応した画像淡色部が認められる。

これまで海山の露岩部は、その表面をクラストで覆われていることが多い。したがって、MBE S音響反射強度分布によって推定される露岩分布はクラスト分布の可能性を示すものである。

以下に各地域のMBE S音響反射強度分布について概略を述べる。

1) MC01

図3-2-1(1)に2測線の音響反射強度データを示す。西向き、東向き、北向きの斜面に対応して画像濃色部が分布する。特に急傾斜の部分により濃い画像濃色部が分布し、岩盤の露出を示唆している。一方、山頂に近い部分や裾野の比較的平坦な部分には画像淡色部が

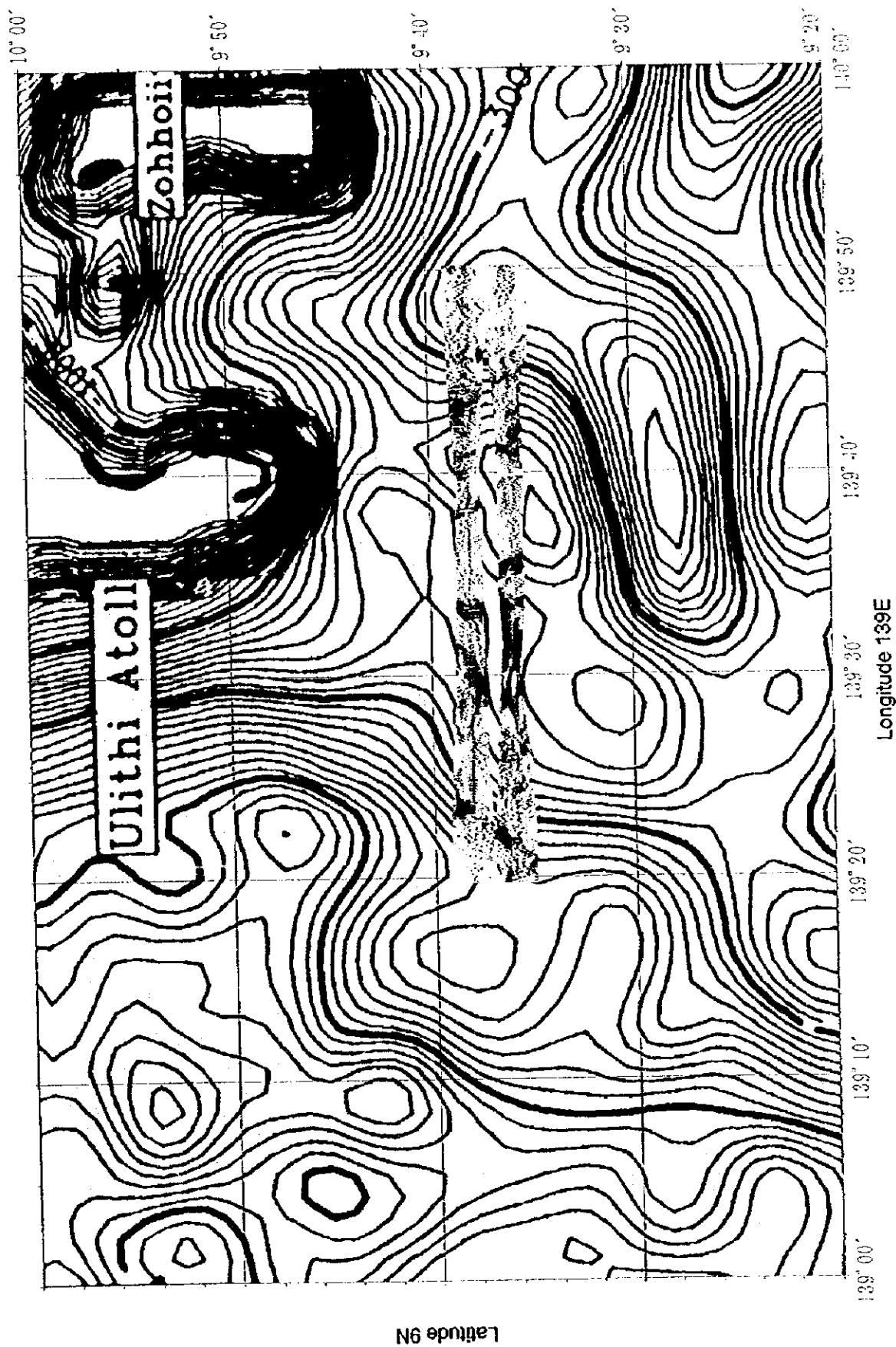


图 3-2-1 (1) MCO 1 地域 MBES 音響反射強度分布图

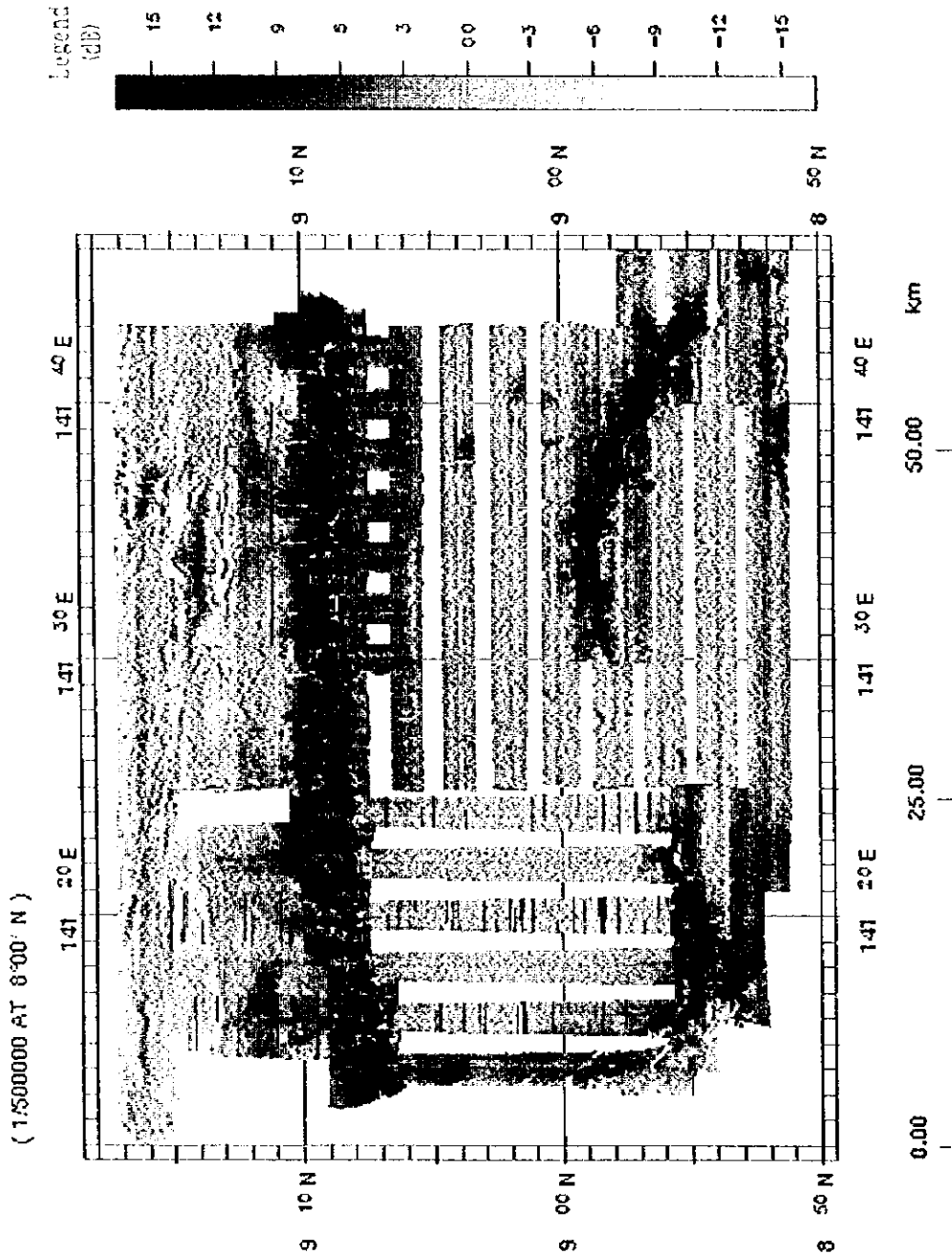


图 3-2-1 (2) MCO 2 地域 MBES 音響反射強度分布图

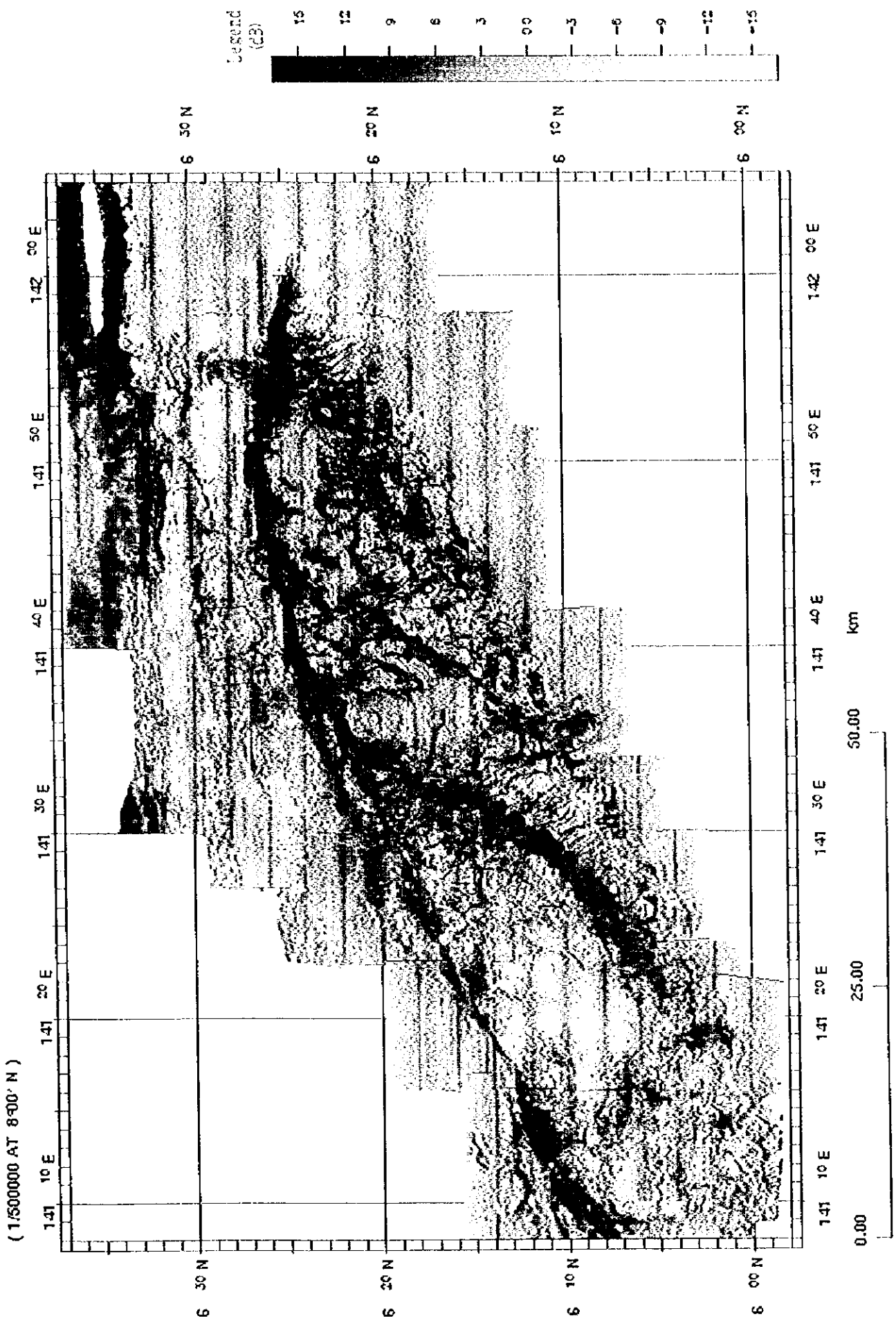


图 3-2-1 (3) MCO 3 地域 MBES 音響反射強度分布图

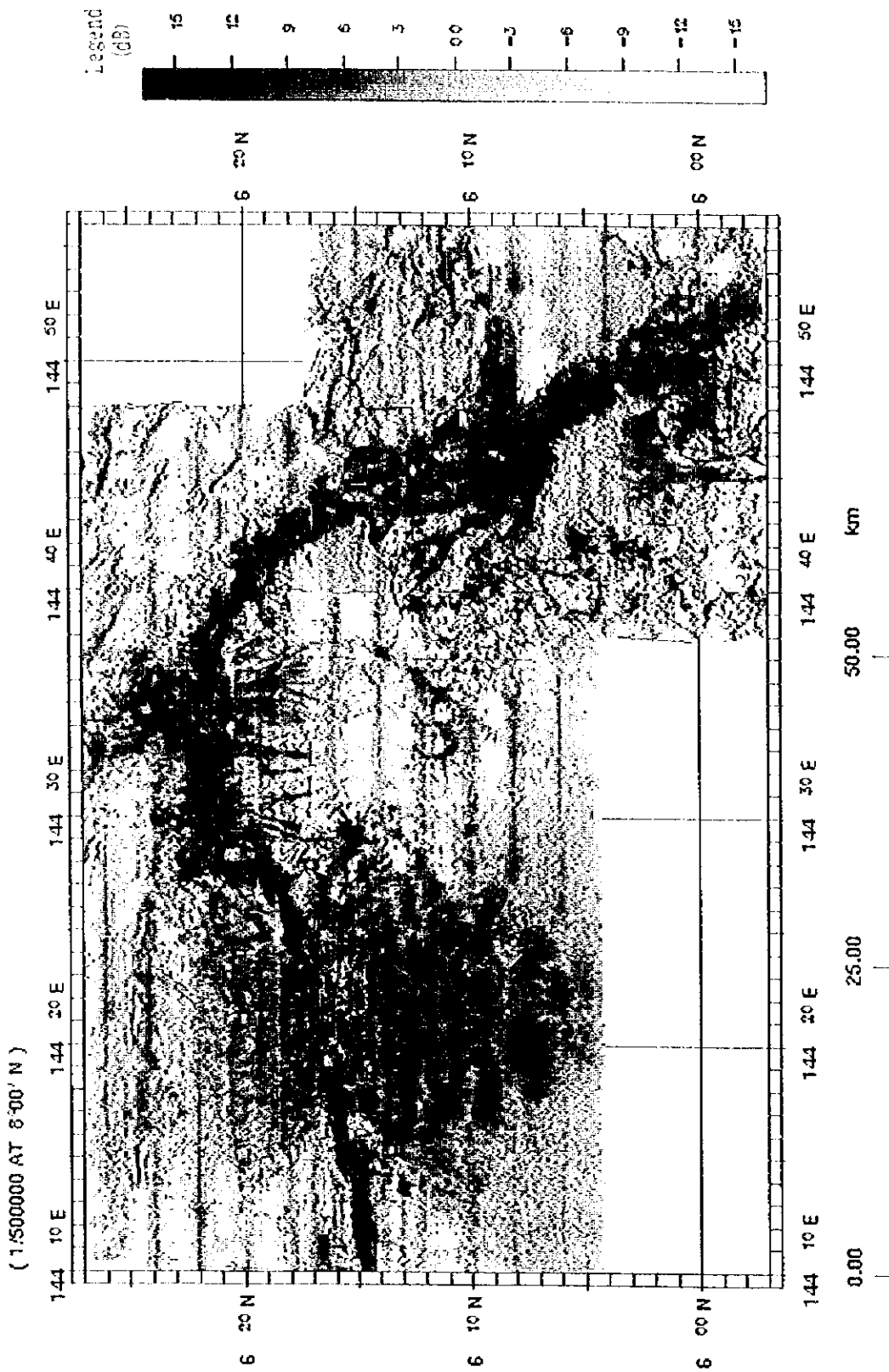


图 3-2-1 (4) MCO 4 地域 MBES 普響反射強度分布图

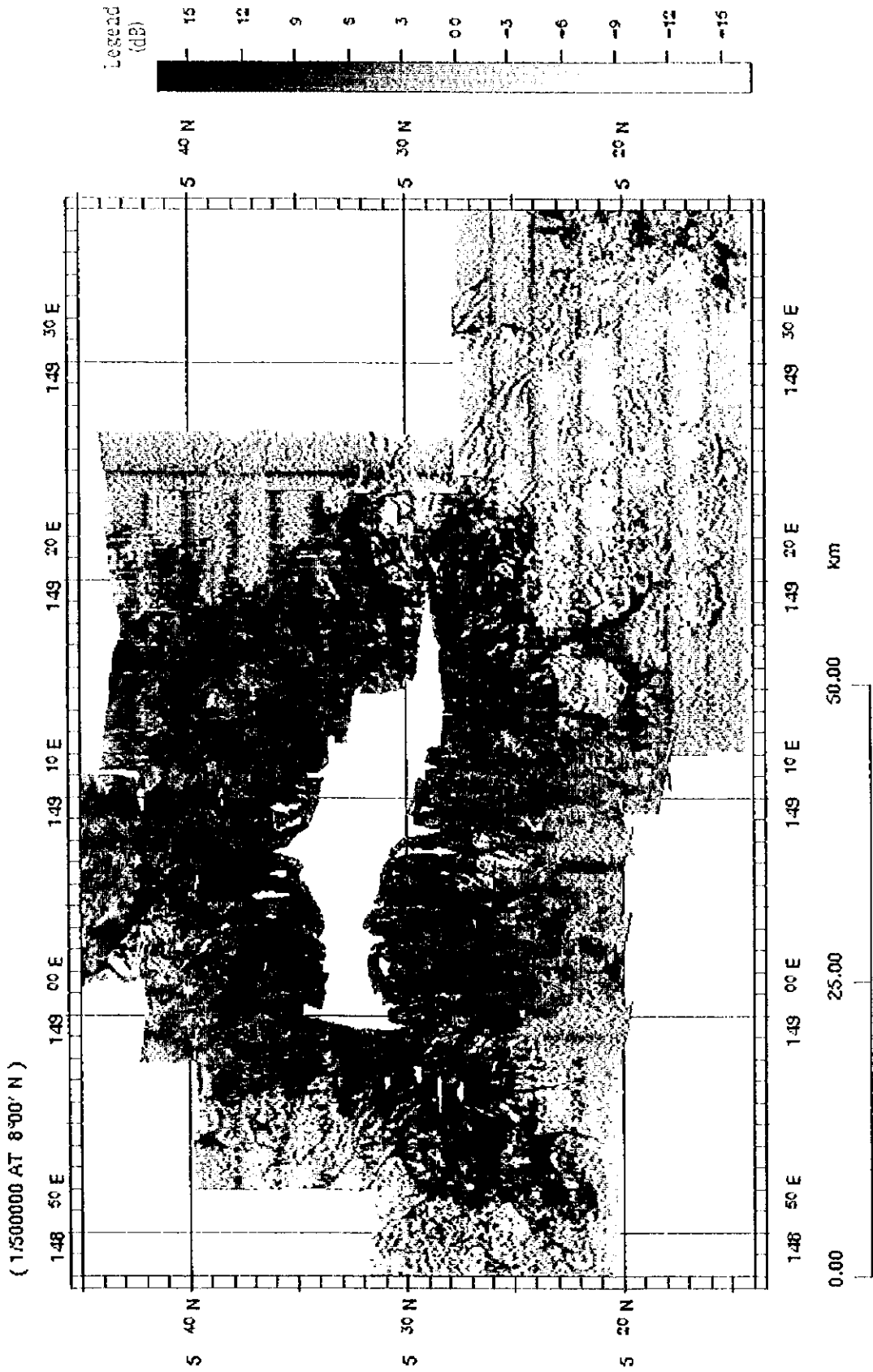


图 3-2-1 (5) MCO 5 地域 MBES 音響反射強度分布图

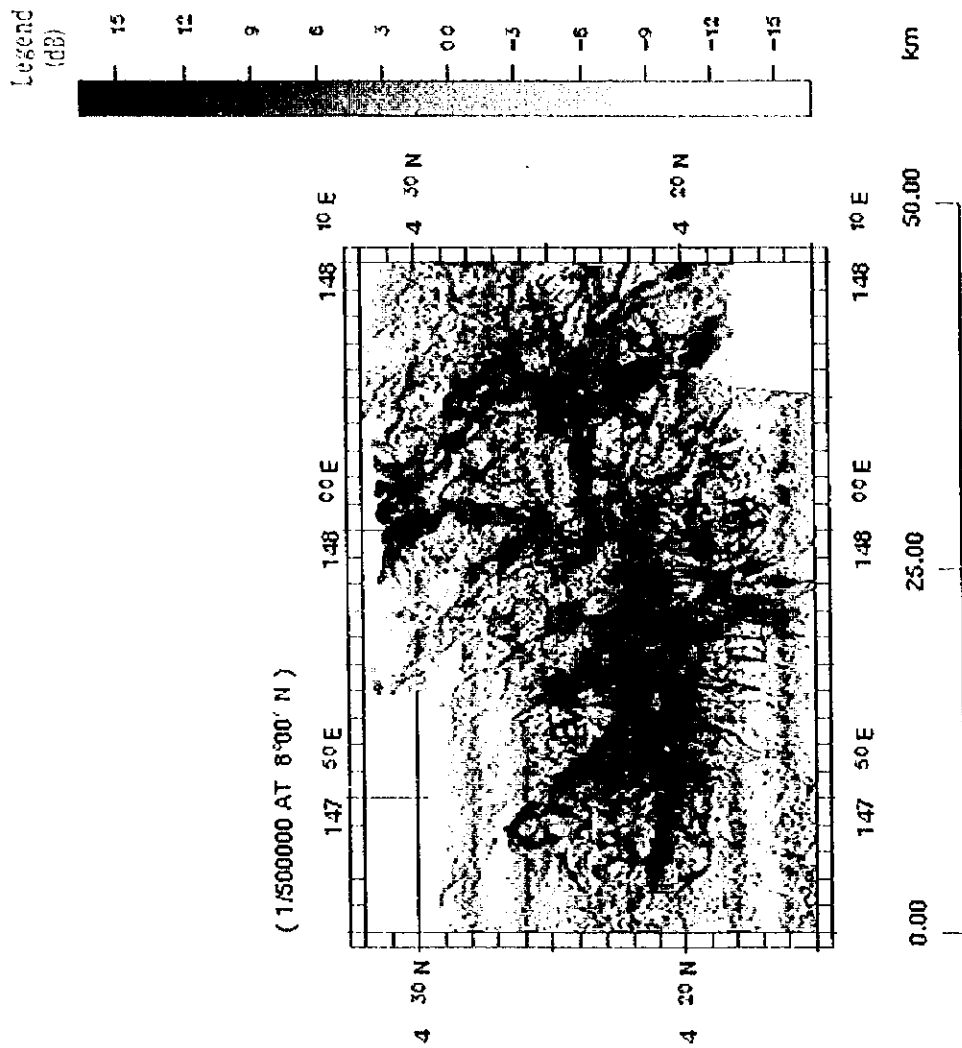


图 3-2-1 (6) MCO 6 地域 MBES 音響反射強度分布图

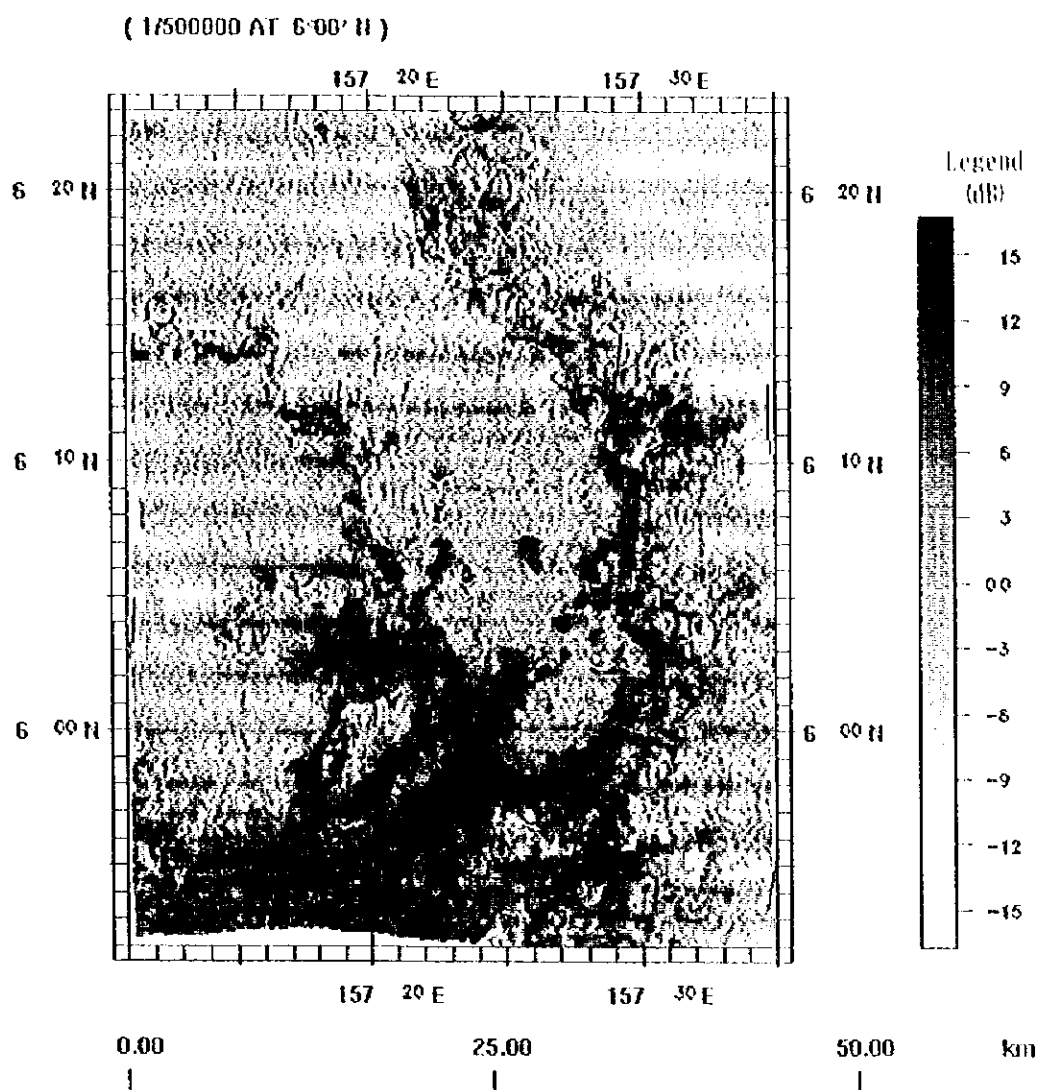


图 3-2-1 (7) MCO 7 地域 MBES 音響反射強度分布图

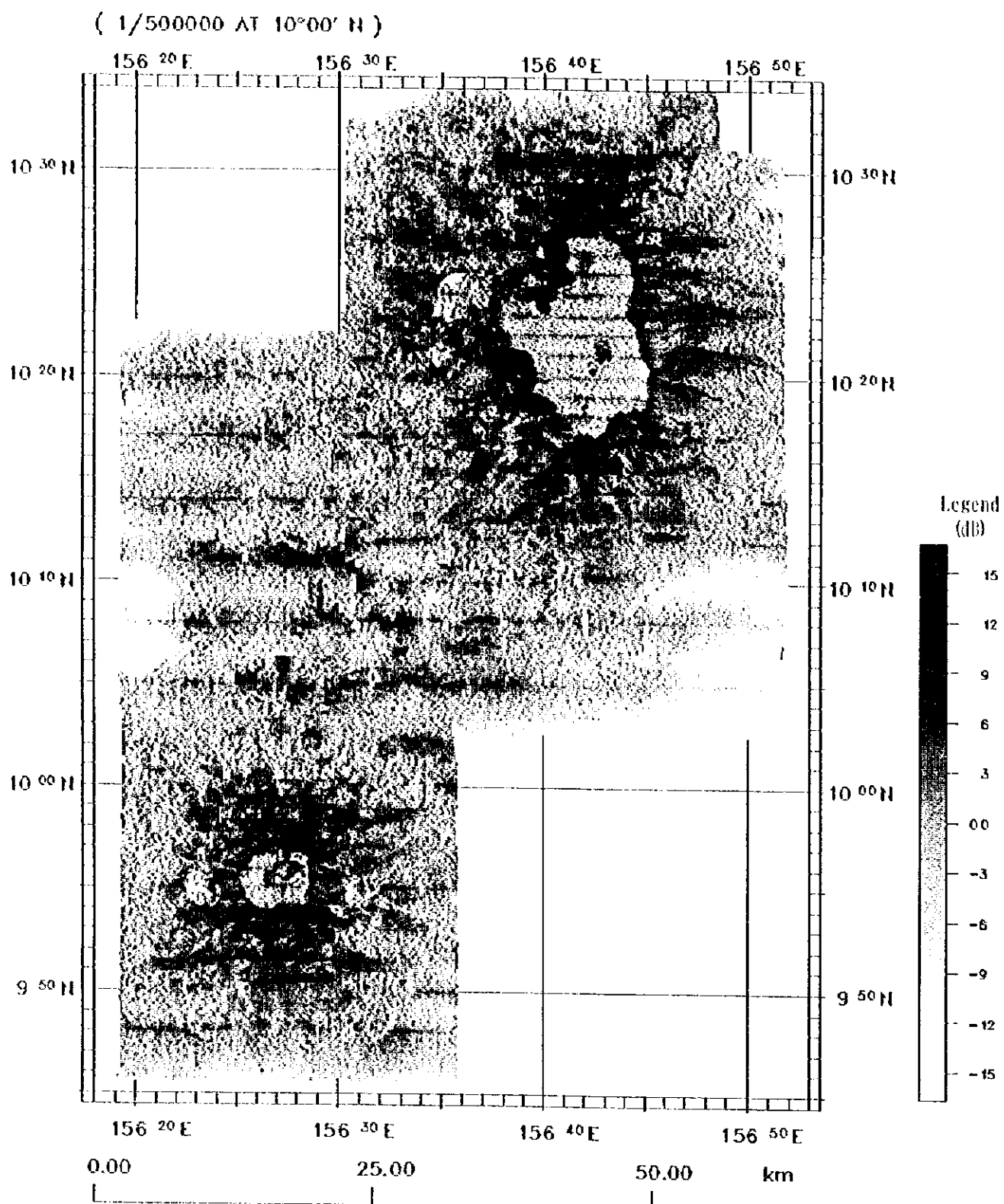


图3-2-1 (8) MC08地域MBES音響反射強度分布图

(1/500000 AT 0:00 H)

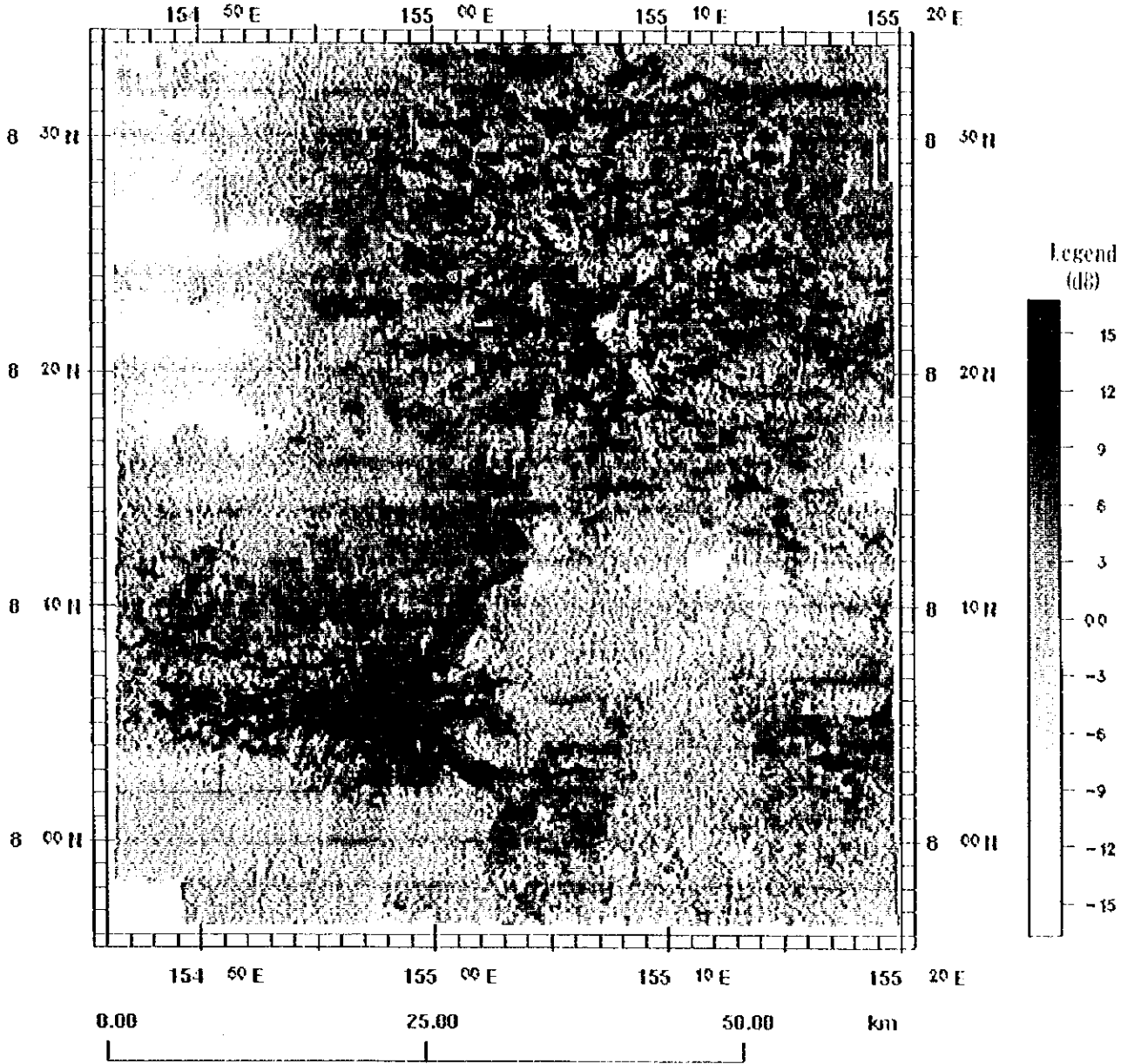


图3-2-1 (9) MC09地域 MBES 音響反射強度分布図

(1/500000 AT 10°00' N)

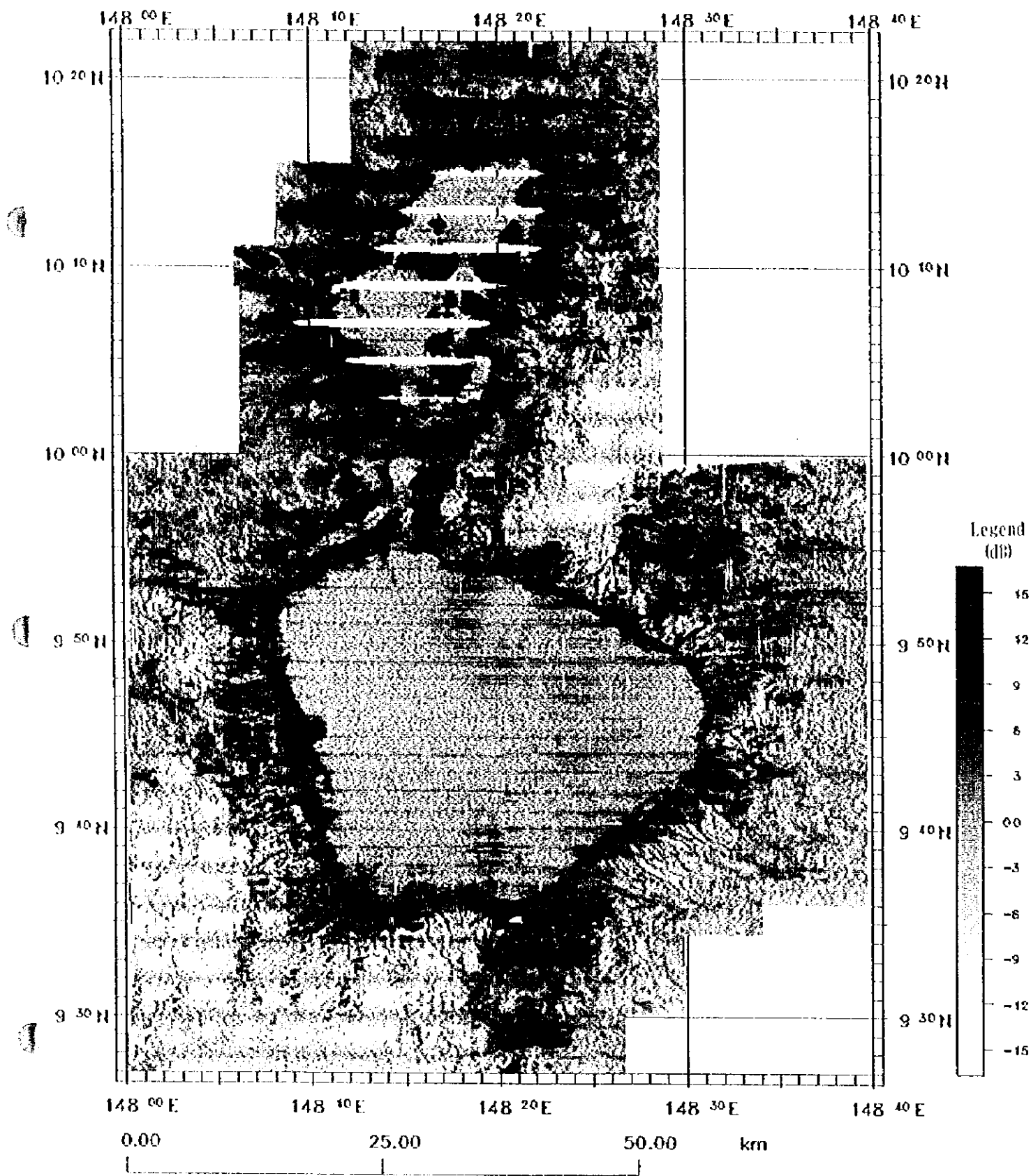


图 3 - 2 - 1 (10) MC10 地域 MBES 音響反射強度分布図

分布し、未固結堆積物が堆積していると思われる。

2) MC02

北部の急斜面に対応して画像濃色部が分布し、最も反射音圧が高いことを示している。山頂部の大部分には低い反射音圧を示す画像淡色部が広く分布し、未固結堆積物に広く覆われていることを示す。南東部に弧を描くように分布するピナクル群に対応して画像濃色部が分布し、露岩があることを示している。

3) MC03

山頂部の東部、中央部、西部にあるピークや尾根に対応して、画像濃色部が分布し、岩盤の露出を示している。また、ピーク間の比較的平坦な部分には画像淡色部が分布し、未固結堆積物が卓越することを示す。隣接する海山との鞍部にあたる南西側にはより淡い画像淡色部が分布し、未固結堆積物に広く覆われていることを示している。斜面部ではより急傾斜を示す山頂部北側の斜面に南側斜面より濃い画像濃色部が分布し、傾斜の度合いに応じた音圧分布を示している。

4) MC04

・東部海山

山頂部ではNW-S E方向に延びる細い尾根の頂部やピナクルに対応して、画像濃色部が分布し、岩盤の露出を示している。斜面中部、下部の傾斜が緩やかな部分や平坦な部分には低い反射音圧を示す画像淡色部が分布し、未固結堆積物が卓越することを示す。海山東側の2,900m以深の極めて平坦な海底面は、低い反射音圧を示す画像淡色部が分布し、未固結堆積物が厚く堆積していると思われる。山頂から南西側の斜面中部から下部にかけて分布する小凹地は低い反射音圧分布を示す淡色を示しており、未固結堆積物の存在を示唆している。

・西部海山

山頂部ではほぼ東西方向に延びる細い尾根の頂部に対応して、画像濃色部が分布し、岩盤の露出を示している。西部南側にテラス状に張り出している尾根には中間的な濃度の画像分布が認められるのが特徴的である。東部の南側斜面には南北方向に筋状に画像濃色部が分布するがこれらは谷地形に対応している。さらにその下側の斜面下部から裾野、基底部にかけて、低い反射音圧分布を示す淡色が広く分布し、広範囲に未固結堆積物が分布することを示している。

5) MC05

山頂部，斜面部ともに傾斜の強弱に対応して画像の濃淡が分布する。すなわち，全体的には山頂部，斜面上部に高い反射音圧分布を示す画像濃色部が広く分布し，中部，下部に移行するにつれて緩やかになる傾斜に対応して画像が淡くなっていく傾向を示す。テラス状に広く張り出している南東側の斜面下部には，当海山中最も低い反射音圧を示す画像淡色部が広く分布し，未固結堆積物に広く覆われていることを示す。南側，及び北側の斜面下部には中間的な濃度の画像分布が認められるのが特徴的である。北東側の斜面下部から裾野にかけて延びるNW-S E方向の直線的な構造に沿って画像濃色部が認められ，岩盤の露出を示している。

6) MC06

山頂部では3つのピーク及びその周辺に画像濃色部が分布し，最も反射音圧が高いことを示しており，広く岩盤が露出していると思われる。斜面部では大局的には急傾斜には画像濃色部が，緩傾斜には画像淡色部がそれぞれ対応して分布している。特に急傾斜を示す南向き，北東向きの斜面に対応して画像濃色部が分布し，岩盤の露出を示している。また，斜面部では地形の細かい起伏の変化に対応した画像濃淡の細かい変化が認められる。山の南側に多く認められる南北方向の筋状の画像濃色部は谷地形に対応している。

7) MC07

山頂中央部には未固結堆積物に対応した反射音圧の低い画像淡色部が広く分布している。この低音圧部は北部海山へと続いている。ただし，北部と当海山との鞍部では若干音圧が低いせいか山頂中央部に比べ画像がさらに淡く表現されている。

画像濃色部の顕著な箇所としては，当海山の山頂中央部に多数分布するピナクルに対応した高音圧部および，山頂縁辺部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。ただし，東側肩部では画像濃色部は水深2,500m以浅のやや傾斜の緩い箇所であるのに対し，西側肩部ではその濃色部が2,500m以深の斜面部に移行した箇所となっている。また，南部の海山との接続部でも多数ピナクルが存在し，地形の起伏も多く，それに伴ない未固結堆積物が少ない画像濃色部となっている。

なお，当海山西側のカルデラ状凹地および東側基底部では未固結堆積物の存在を示唆する画像淡色部となっている。

8) MC08

山頂中央部には未固結堆積物の分布を反映した反射音圧の低い画像淡色部が広い範囲に認められる。ただし，平頂部に存在するピナクルでは岩盤の露出と見られる高音圧部の画像濃

色部が見られる。また、山頂北部ではノジュール状の物が分布すると推定できる高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、最も反射音圧が高いことを示している。斜面中部から下部へかけては徐々に画像が淡くなっており、未固結堆積物が増えて行くことを示唆している。また、斜面では尾根と沢に対応した画像の濃淡が見られる。

当海山の南部に存在する小海山も当海山と同様な画像分布であるが、山頂部の最浅部では岩盤の露出が見られる。

9) MC09

・北部海山

当海山の山頂部はピナクルが数多く分布し、地形の凹凸も多く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に対応した複雑な分布をしている。すなわち山頂部では岩盤の露出を表す画像濃色部が一面に分布するが、凹地部で未固結堆積物を示す。画像淡色部が局所的に分布している。また、一般の海山ように山頂縁辺部での高音圧部を示す画像濃色部がみられず、肩部と斜面上部との境界を識別することが出来ない。

斜面では全体的には尾根と沢に対応して画像濃色部と淡色部が交互に繰り返して分布している。

・南部海山

当海山は平頂部が見られない尖頂海山であり、音圧画像からも未固結堆積物は見られない。一部の沢を除き露岩を表す画像濃色部が全体に分布する。ただし、海山南側の3,900 m以深の海台状地ではその海底面は極めて平坦であり、未固結堆積物が一様に分布していると思われる。

10) MC10

海山は典型的な平頂海山であり、山頂中央部には広く未固結堆積物が分布し、それにより起伏のないドーム状地形を形成している。ただし、この山頂中央部の音圧強度は一定ではなく、ノジュールの分布を示唆するやや画像の濃い部分がかなりの範囲にみられる。その山頂縁辺部では肩部に対応した画像濃色部があり、最も音圧が高い。その肩部から斜面上部にかけても比較的強い反射部があり、山頂縁辺部について強く、その尾根状部は露岩であることを示している。斜面中部、下部では傾斜に比例して徐々に画像が淡くなり未固結堆積物が多く分布する。また、南西部の鞍部では極めて淡い画像が見られ、厚い未固結堆積物に覆われていると推定できる。

当海山の北部に存在する小海山では、当海山と同様に山頂平坦部において未固結堆積物で覆われていると思われる画像淡色部が広く分布する。ただし、山頂最浅部と、東側山頂縁辺