

**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**

平成18年2月28日
(2006年)

独立行政法人 国際協力機構
独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

はしがき

日本政府は、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、同委員会加盟諸国の排他的経済水域における深海底鉱物資源賦存の可能性を検討するために、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（現、独立行政法人 国際協力機構）に委託した。同事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査・探査という専門的分野に属することから、この調査を金属鉱業事業団（現、独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構）へ委託することとした。

本調査は、平成 15 年度（2003 年度）から 3 ヶ年計画で開始されたステージ II フェーズ 2 の第 3 年次調査として、ミクロネシア連邦の排他的経済水域を調査対象としている。

石油天然ガス・金属鉱物資源機構は、平成 17（2005）年 4 月 30 日から同年 5 月 12 日までの 13 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、ミクロネシア連邦の協力を得て、予定通り調査を完了した。本報告書は第 3 年次の調査結果を取りまとめるとともに、これまでに同国海域で実施された調査結果を総括している。

本調査の実施にあたってご協力いただいた SOPAC 事務局、ミクロネシア連邦政府ならびに外務省、経済産業省、在ハガツニャ総領事館、在ミクロネシア日本大使館及び関係各位に衷心よりの感謝の意を表す。

平成 18 年 2 月 28 日

独立行政法人 国際協力機構
担当理事 伊沢 正

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
理事長 掛札 勲

要 旨

SOPAC 諸国の資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）は、昭和 60 年度（1985）から開始され、平成 15 年（2003）2 月にはステージⅡフェーズ 2 計画が締結されている。今年度はその第 3 年次として、ミクロネシア連邦 EEZ 内の MC12 海山及び MC13 海山の 2 海山を対象に、コバルト・リッチ・クラスト（以下、クラストと略称する）の資源ポテンシャル調査及び環境調査を実施した。

MC12 海山及び MC13 海山は、過年度調査（2 箇年、13 海域を対象）で有望視された海山だが、詳細なクラストの発達状況は必ずしも明らかにされていない。今年度の調査は、過年度に実施した音響調査で得られた音圧図をもとに、クラストを胚胎する海山斜面の地形と岩盤状況及び水深とクラストの発達状況などをファイnderTV 付深海カメラ（FDC）による海底観察をした後に、クラスト分布状況の確認に効率的な試料採取計画を立案し、資源ポテンシャルの把握に努めた。

調査期間は、平成 17 年 4 月 30 日から同 5 月 12 日まで（実調査 8 日間）、調査量は、FDC 調査が MC12 海山で 2 測線、MC13 海山で 1 測線、合計 3 測線、測線長 13.52km、アーム型ドレッジ（AD）による試料採取が MC12 海山で 16 測点、MC13 海山で 2 測点、合計 18 測点、そして環境調査は、それぞれの海山でロゼットサンプラー（RO）による海水採取 1 地点とマルチプルコアラー（MC）による底質採取 2 地点であった。

FDC 調査の結果、音圧図では一様な反射強度を示す海底面でも、音響調査の分解能以下の細かい海底地形、岩盤・クラストの性状が直接的に観察され、このような FDC 観察結果を地形図・音圧図の解釈に反映させて、AD 調査位置を選定した。AD 調査の結果、海底観察で認められた試料と同等の試料が採取された。このように、FDC 調査を先行させて海底状況を把握することで、詳細・精密な AD 調査が可能であった。

その結果、MC12 海山では、ほぼ東西に伸びる長さ 60km、最大幅 20km の海嶺状海山の斜面岩盤を覆って、MC13 海山では、ほぼ東西に伸びる海山山頂部を中心に最大 10km x 6km 程度の範囲に、それぞれ海水起源のクラストが分布すると考えられる。しかし、その分布状況と発達程度は、海山斜面の向き（方位）、海底微地形、基盤岩種、水深、斜面傾斜度などの要因で多様性があり、その良好な分布・発達範囲は限られることが示唆された。

クラストの平均品位は、MC12 海山の 13AD 地点から 0.35%Co、0.24%Ni、0.33ppmPt 程度、MC13 海山の 5AD 地点から 0.32%Co、0.26%Ni、0.18ppmPt 程度である。

また、環境調査では、MC12 海山と MC13 海山において、現在の海底環境に関する基礎情報が得られた。

今年度の調査から、海山斜面に発達するクラストは、海山斜面の向き、微地形、水深などの要因を反映して、その分布・発達状況に違いが認められるので、音響調査による音圧図と地形図の解釈に加えて、FDC 調査と AD 調査を系統的に組み合わせた調査が、有効な資源ポテンシャル評価のための探査手法の一つと考えられる。

今後、MC12 海山と MC13 海山では、系統的・詳細なクラスト試料採取を行って資源ポテンシャル評価精度を高めるとともに同国の EEZ 内の未調査海山については、今年度を実施した系統的な調査を実施することが望まれる。

目 次

はしがき
要 旨
目 次

1章 調査要項

1-1	調査件名	1
1-2	調査海域	1
1-3	調査目的	1
1-4	調査期間	1
1-5	調査員	1
1-6	調査機器	6

2章 調査方法

2-1	調査概要	8
2-2	調査方法	8
2-3	船位の決定	8
2-4	地形調査 (MBES)	9
2-5	海底観察 (FDC)	9
2-6	試料採取 (AD)	9
2-7	測線・試料などの記号と番号	9
2-8	採取試料の室内試験	9
2-9	計測データの処理及び解析	9
2-10	環境調査	10

3章 調査結果

3-1	MC12 海山の調査	12
3-1-1	MC12 海山の概要	12
3-1-2	過年度の調査	12
3-1-3	今年度の調査	12
3-1-4	室内試験	22
3-2-5	考察	23
3-2	MC13 海山の調査	28
3-2-1	MC13 海山の概要	28
3-2-2	過年度の調査	28
3-2-3	今年度の調査	28
3-2-4	室内試験	32
3-2-5	考察	32

3-3	環境調査	36
3-3-1	調査結果	36
3-3-2	考察	36

4章 結論

4-1	クラスト資源	40
4-1-1	MC12 海山	40
4-1-2	MC13 海山	40
4-1-3	海山斜面のクラスト資源の探査	40
4-1-4	今後の調査への提言	42
4-2	環境調査	42

文献

[図表一覧]

図1-1	調査海域図	3
図1-2	調査に使用した機器類	7
図2-1	データ処理及び解析系統図	11
図3-1-1	海底地形図、MBES 音圧反射強度分布図及び 調査位置図 (MC12 海山)	14
図3-1-2	FDC 海底観察結果及び MBES 音圧反射強度との比較 (05SMC12FDC02,03)	16
図3-1-3	FDC 海底観察結果、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD15-AD21)	17
図3-1-4	海底地形、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD22-AD24)	18
図3-1-5	海底地形、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD25-AD27)	19
図3-1-6	海底地形、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD28-AD29)	20
図3-1-7	海底地形、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD30)	21
図3-1-8	MC12 海山の主要元素散布図	25
図3-1-9	総合解析図 (MC12 海山)	27
図3-2-1	海底地形図、MBES 音圧反射強度分布図及び 調査位置図 (MC13 海山)	29
図3-2-2	FDC 海底観察結果及び	

	MBES 音圧反射強度との比較 (05SMC13FDC02)	30
図 3-2-3	海底地形、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC13AD15・AD16)	31
図 3-2-4	MC13 海山の主要元素散布図	34
図 3-2-5	総合解析図 (MC13 海山)	35
図 3-3-1	水温・塩分鉛直分布図	37
図 3-3-2	浮遊性バクテリア細胞数の鉛直分布図	37
図 3-3-3	各底質の鉛直分布図	38
図 3-3-4	底生バクテリア細胞数の鉛直分布図	38
図 3-3-5	測点別のメイオベントス出現個体数	39
図 3-3-6	測点別メイオベントスの鉛直分布	39
表 1-1	調査実績表	4
表 1-2	調査日程表	5
表 1-3	調査使用機器一覧	6
表 2-1	室内試験試料一覧表	10
表 3-1	MC12 海山クラスト品位一覧表	24
表 3-2	MC13 海山クラスト品位一覧表	33
表 4-1	ミクロネシア連邦海域の調査実績総括表	44
表 4-2	ミクロネシア連邦 EEZ の調査概要	45

[添付資料]

添付資料 1	航跡図・水深対音速値表・気象と海象データ
添付資料 2	FDC・AD 調査作業実績表
添付資料 3	FDC・AD 写真
添付資料 4	FDC 地形断面図
添付資料 5	室内試験
5-1	岩石の薄片作成と顕微鏡観察
5-2	火山岩の全岩化学分析
5-3	岩石の鉱物同定 (X線回折試験)
5-4	マンガン酸化物の研磨薄片作成と顕微鏡観察
5-5	マンガン酸化物の鉱物同定 (X線回折試験)
5-6	マンガン酸化物の品位分析
5-7	石灰岩類中の微化石と大型化石鑑定
5-8	未固結堆積物中の化石鑑定
添付資料 6	環境調査

1章 調査要項

1-1 調査件名

平成17年度資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）ミクロネシア連邦海域

1-2 調査海域

平成12年（2003）2月27日に、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共同調査実施計画に基づき、平成17年（2005）3月に両者間で協議した2005年度調査実施計画により、ミクロネシア連邦の排他的経済水域（EEZ）内の次の各点を結んで得られる2箇所の範囲を調査海域としている（図1-1参照）。

MC12 海山		MC13 海山	
緯度	経度	緯度	経度
① 9°28' S	145°43' E	① 10°33' S	144°43' E
② 9°28' S	146°30' E	② 10°33' S	145°14' E
③ 9°05' S	146°30' E	③ 10°10' S	145°14' E
④ 9°05' S	145°43' E	④ 10°10' S	144°43' E
① 9°28' S	145°43' E	① 10°33' S	144°43' E

1-3 調査目的

本調査は、MC12海山及びMC13海山のコバルト・リッチ・クラスト（以下クラストと略称する）資源ポテンシャルを明らかにすること、さらにこれら海域の環境特性を把握するための基礎資料を取得することを目的としている。

1-4 調査期間

現地調査：平成17年4月30日から同年5月12日までの13日間

（移動日と寄港日を含む、表1-1及び表1-2参照）

解析など：平成17年4月1日から平成18年3月31日の間

1-5 調査員

協定折衝

日本側：	細井 義孝	（独立行政法人	石油天然ガス・金属鉱物資源機構）
	安野 博之	（経済産業省	資源エネルギー庁 鉱物資源課）
	亀山 正義	（独立行政法人	石油天然ガス・金属鉱物資源機構）
	山路 法宏	（独立行政法人	国際協力機構 資源開発調査課）

神谷 夏実 (独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
キャンベラ事務所長)

相手側： Kodaro GALLEN (ミクロネシア連邦)
Taina T. TAGICAKIBAU (フィジー諸島共和国)
Bhaskar RAO (フィジー諸島共和国)
Meita BEIABURE (キリバス共和国)
Alfred SIMPSON (ニウエ)
Alfred SIMPSON (SOPAC 事務局)
Russell HOWORTH (SOPAC 事務局)
Cristelle PRATT (SOPAC 事務局)
Nobuyuki OKAMOTO (SOPAC 事務局)

調査計画協議

日本側： 岡本 信行 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
相手側： Bhaskar Rao SOPAC 事務局
Mathew Chigiyal ミクロネシア連邦

調査団

富沢 尚明	深海資源開発(株)・団長	山本 伸海	海洋技術開発(株)
齋藤 洋男	〃	吉野 俊功	〃
杉浦 則清	〃	濱崎 雅弘	〃
山口 昌司	〃	小川 憲一	〃
高取 亮一	〃	中内龍太郎	〃
立川 三郎	〃	仲摩 博康	〃
角島 和之	〃	福原 達雄	〃
氏原 誠	〃		
内山 昭憲	〃		
宮向 智興	〃		

ミクロネシア連邦国家海洋資源管理局 (NORMA) Paulino James 氏が洋上研修員として乗船した。調査船、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構所有の第2白嶺丸は、遠藤守雄船長以下 34 名の乗組員が運航した。

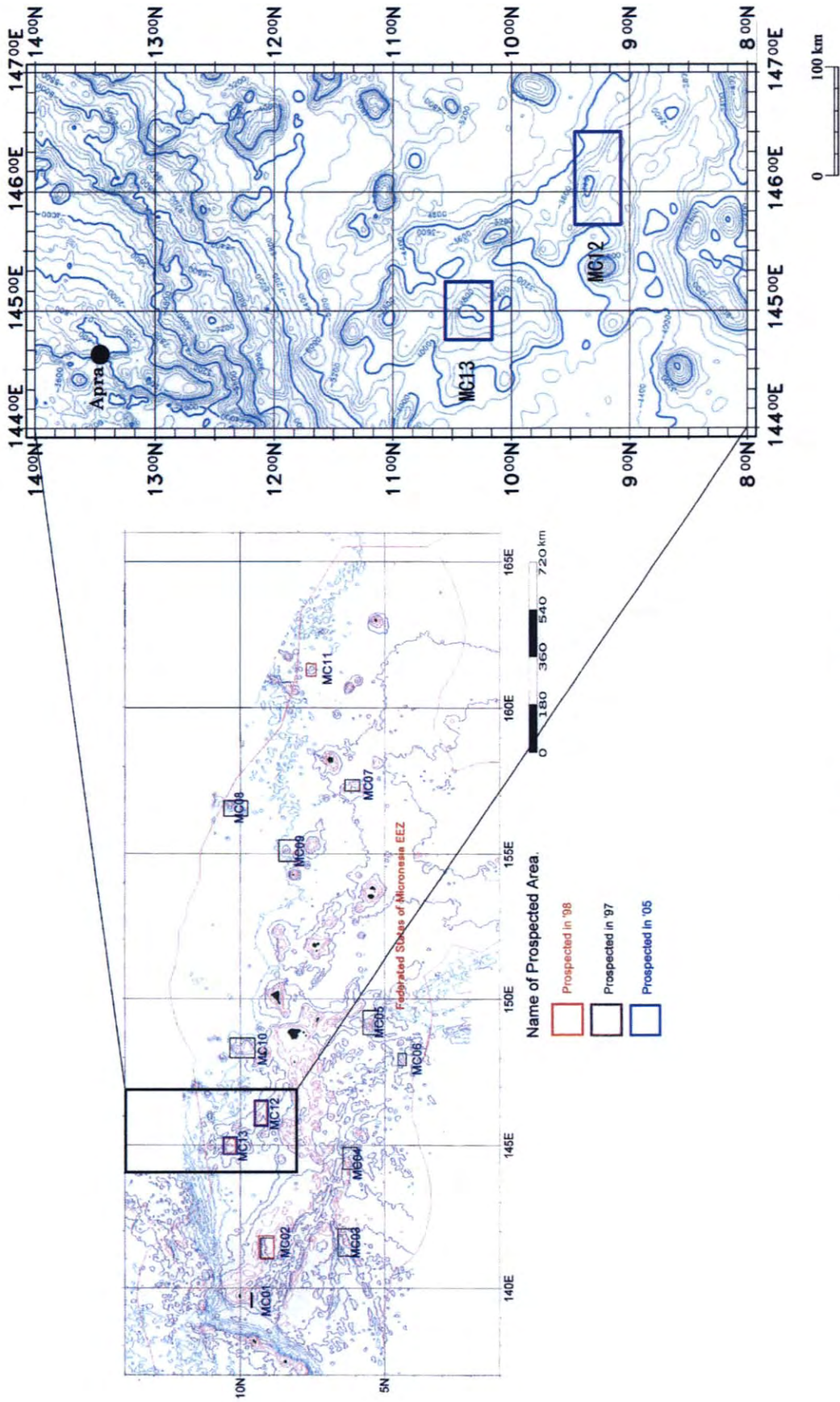


図 1-1 調査海域図

表 1 - 1 調 査 実 績 表

項 目		実 績		
調査 日程	ゲーム出港	05月02日	11:00	
	調査海域 到着	05月03日	09:20	
	調査開始 (MC12)	05月03日	09:20	
	調査終了 (MC13)	05月10日	15:22	
	調査海域 離脱	05月10日	15:30	
	ゲーム入港	05月11日	10:00	
	(時間は船内時間)			
実調査日数		8日間		
調 査 地 域		MC12	MC13	小 計
サンプル 採 取	アームドレッジ(AD) 採試点数(点)	16	2	18
	採取量(kg)	920.6	98.9	1019.5
	クラスト(kg)	310.0	70.4	380.4
	岩石(kg)	583.0	20.8	603.8
	その他(kg)	27.6	7.7	35.3
	ロゼッタ採水器(RO) 採試点数	1	1	2
	マルチプルコアラー(MC) 採試点数	2	2	4
	採取量(kg)	21.4	15.6	37.0
海 底 観 察	FDC 測線数(本)	2	1	3
	測線長(曳航距離, km)	10.93	2.59	13.52
	有効写真枚数	387	100	487
	映像ファイル数(容量)	14.0GB	3.7GB	17.7GB
CTD	FDC取り付け	2	1	3
	RO取り付け	1	1	2
	MC取り付け	1	1	2
音響 調 査	MBES (15.5 kHz) n.m	250.4	51.7	302.1
デー タ 処 理	図面作成	等深線図(海底地形図)、地形陰影図、音圧図、航跡図		

表1-2 調査日程表

日数	日付	曜日	海域	調査項目	地形航走
					単位:カイリ (n.m.)
1	4月30日	土		グアム停泊	
2	5月1日	日		グアム停泊	
3	5月2日	月		グアム出港(11:00), 移動(グアム→ミクロネシア調査海域)	
4	1	5月3日	火	MC12 調査海域到着(MC12)(9:20)、調査開始(9:20) 05SMC12RO01, 05SMC12MC01, 05SMC12MC02 RO 1測点、MC 2測線	90.1(MC12)
5	2	5月4日	水	MC12 05SMC12FDC02, 05SMC12FDC03 FDC 2測線	28.5(MC13)
6	3	5月5日	木	MC13 05SMC13RO01, 05SMC13MC01, 05SMC13MC02, 05SMC13FDC02 RO 1測点、MC 2測点、FDC 1測線	0.0
7	4	5月6日	金	MC12 05SMC12AD15, 05SMC12AD16, 05SMC12AD17, 05SMC12AD18 AD 4測点	16.8(MC12)
8	5	5月7日	土	MC12 05SMC12AD19, 05SMC12AD20, 05SMC12AD21, 05SMC12AD22 AD 4測点	51.8(MC12)
9	6	5月8日	日	MC12 05SMC12AD23, 05SMC12AD24, 05SMC12AD25, 05SMC12AD26 AD 4測点	66.5(MC12)
10	7	5月9日	月	MC12 05SMC12AD27, 05SMC12AD28, 05SMC12AD29, 05SMC12AD30 AD 4測点	25.2(MC12)
11	8	5月10日	火	MC13 05SMC13AD15, 05SMC13AD16 AD 2測点 調査終了(15:22)、調査海域離脱(MC13)(15:30)	23.2(MC13)
12	9	5月11日	水		
13	10	5月12日	木	グアム停泊	
注) 日付・時間は船内時間					地形航走総延長 302.1 n.m

1-6 調査機器

調査に使用した主要調査機器類を表1-3に、その写真を図1-2に示す。

表 1-3 調査使用機器一覧

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	
	音速水深調査	電気伝導度・水温・水深測定装置	CTD		
		水温・水深測定装置	TD		
	磁気調査	プロトン・グラジオ・メータ	PGM		
	サンプリング	大口径コアラ	LC		
アーム型ドレッジ		AD			
環境調査	サンプリング	ロゼットサンプラー	RO	水質調査	
		マルチプルコアラー	MC	底質調査	
海底写真	海 底 写 真	ワンショットカメラ ファインダーTV付深海カメラ	深海カメラ FDC	曳航式	
データ収録処理装置	オンライン機能	データ解析システム	DAS		
	データ蓄積機能	リアルタイム作図システム データ収録器			
	オフライン機能	MBESオフラインシステム ワークステーション 解析パソコン SBP画像処理パソコン			
	航跡図・海底地形図	画像処理パソコン			
	各種平面図・断面図	LAN, PC			



AD(Arm Dredge)



Pinger



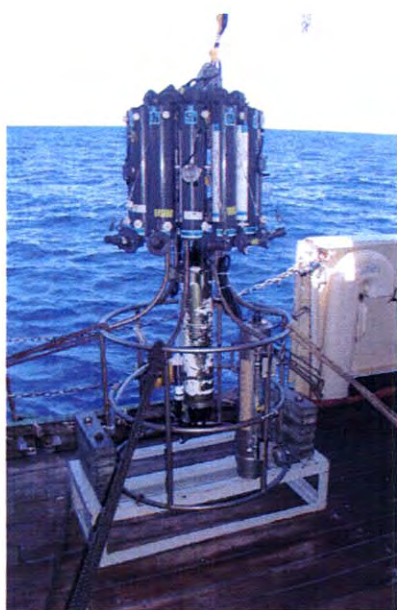
FDC(Finder-Installed Deep-Sea Camera)



CTD(Conductivity, Temperature and Depth Profiling System)



Deep Sea Camera



RO(Rosette sampler)



MC(Multiple Corer)

図 1-2 調査に使用した機器類

2章 調査方法

2-1 調査概要

SOPAC 諸国の資源開発協力基礎調査（海洋資源調査）は、昭和 60 年度（1985）から開始され、平成 15 年（2003）2 月には、日本側関係機関と SOPAC との間に、ステージ II フェーズ 2 計画が締結されている。その SCORPE OF WORK に基づき、平成 17 年度（2005）の調査は、ステージ II フェーズ 2 の第 3 年次調査として、ミクロネシア連邦の EEZ 内で行なわれた。

ミクロネシア連邦では、平成 9 年度（1997）及び同 10 年度（1998）に、同国の排他的経済水域（EEZ）内のクラストを対象に、地形調査、海底観察調査（FDC）、試料採取調査（AD、CB、LC）が実施された結果、MC12 海山及び MC13 海山が、クラスト資源有望地域として抽出されている。

このため、今年度の調査は、MC12 海山及び MC13 海山において、クラスト資源のポテンシャルを明らかにする調査及び同海域の環境特性把握に係る環境調査を実施することとなった。しかしながら、今年度の調査は、期間が限られていることを考慮し、過年度調査の調査結果から、岩盤の露出規模がより大きい MC12 海山を主な調査対象海域とした。

2-2 調査方法

今年度の調査は、クラスト資源ポテンシャル把握を目的に補間地形調査（MBES）、海底観察（FDC）と試料採取（AD）、さらに環境調査を目的とした調査（RO・MC）を行った。

過年度の調査では、クラストの分布状況は、海山での部位そして水深の違いによる発達状況の差異を示す傾向が認められているので、今年度の調査は、山体斜面の性状、すなわち海山斜面地形と岩盤状況及び水深とクラストの発達状況の変化などを海底観察して、効率的な AD 調査を実施して試料採取することとした。

そのために、MC12 海山の北斜面の尾根筋と谷筋のそれぞれに 1 箇所、MC13 海山の深海部分に 1 箇所、計 3 箇所を FDC 測線を設定して海底観察を行い、過年度の FDC 観察結果も考慮して、AD による試料採取位置を選定して試料を採取した（表 2-1）。

2-3 船位の決定

船位の決定は、海底鉱物資源調査では最も重要な項目の一つで、第 2 白嶺丸には 3 箇所に船位測定計器が装備されている。通常、船位は船橋に設置されている GPS（Global Positioning System）を使用している。しかしながら、FDC と AD の場合には、調査機器が船尾後方の海中にケーブルで曳航されているので、船尾に設置されている GPS を使用し、船尾の位置と音響測深による水深、そしてケーブル長からピタゴラスの定理を用いて FDC 搭載の曳航体の海底位置を算出している。さらに、RO と MC では、その投入位

置近傍に配備されている右舷ギャロスの GPS を用いて位置を決定している。

なお、測地座標系は WGS84、船内の各種機器の時刻表示はグリニッチ標準時、そして、船内の生活時刻表示は現地標準時を用いている。

2-4 地形調査 (MBES)

本調査は、測線間隔 1 nm で東西方向に設定し、船速 10~12 ノットで航行してデータを取得した。音響発信間隔は 8~12 秒毎とした。

2-5 海底観察 (FDC)

本調査は、海底地質状況及びクラストの性状の観察を目的として、ファインダーTV 付き深海カメラ (FDC) システムを使用して海底観察を行い、全測線データをビデオテープに収録するとともにワンショットカメラを用いて海底状況写真を撮影した。

2-6 試料採取 (AD)

本試料採取は、試料を確実に十分な量を採取できるような地点で、気象・海象状況の制約を考慮して実施した。

2-7 測線・試料などの記号と番号

各種調査測線、試料の番号は、次の要領で付番した：

調査年度の西暦下 2 桁 (2005 → 05) と SOPAC ミクロネシアを表す 04S に続けて海山名 (MC12 あるいは MC13) を、さらに使用機種 (FDC、AD など) と番号を付した。番号は使用機種ごとに、過年度からの通し番号としている (FDC と AD)。

- ・試料採取：05SMC12AD01 (MC12 海域の AD01 地点の場合)
- ・FDC 測線：05SMC12FDC02 (MC12 海域の FDC02 測線の場合)
- ・地形航走の測線：05S に続き、測線緯度を、度と分を続けて追記した。

2-8 採取試料の室内試験

AD で採取された試料のうち、クラストについて品位分析、化学分析、研磨片の観察、X 線回折試験、化石鑑定を、岩石試料については全岩化学組成分析、薄片観察などの各種室内試験を行った (表 2-1)。

2-9 計測データの処理及び解析

計測データ処理及び解析は、船上ではデータ解析システム、MBES オフライン処理システム及びパソコンを使用、詳細な解析は現地調査終了後に行った (図 2-1)。

2-10 環境調査

海底資源開発に伴う深海底の環境に対する影響を予測するための基礎資料を取得する目的で、ロゼットサンプラー(RO)・採水調査とマルチコアラー(MC)・底質試料採取調査を用いた調査を実施した。

表2-1 室内試験試料一覧表

海山名	採試点番号	着底時水深(m)	深度サンプル枝番	地質	クラスト層厚(cm)	試料番号											
						岩石					マンガン化合物						
						岩石薄片	火成岩の化学分析	堆積物の燻化石鑑定	石灰岩類の燻化石鑑定	石灰岩類の大型化石鑑定	XRD	研磨薄片	品位分析				
MC12	06SMC12AD15	2,437	a1	マンガンクラスト	7									CM01			
			a2		9									CM02			
															CM03		
															CM04		
															CM05		
															CM06		
															CM07		
				a3		14+								PS01			
														PS02			
														PS03			
														PS04			
										XRD01							
									FR01								
															CM01		
				a2											CM02		
															CM03		
															CM04		
															CM05		
															CM06		
		06SMC12AD16	2,004	a3	マンガンクラスト	11+											
				a1												CM01	
				a2												CM02	
																CM03	
																CM04	
																CM05	
																CM06	
																PS01	
															PS02		
															PS03		
															PS04		
									XRD01								
	06SMC12AD17	1,772	a1	マンガンクラスト	4+										CM01		
	06SMC12AD18	1,368	c3	礫性石灰岩(rudstone)	コケリク?					FR01							
	06SMC12AD19	1,873	a2	マンガンクラスト	7+										CM01		
a3			マンガンクラスト	3											CM02		
	06SMC12AD20	1,562	a1	マンガンクラスト	0.5										CM01		
			06SMC12AD20	1,562	a1	薄片性石灰岩(packstone)					FR01	FR01					
			c1	礫性石灰岩	コケリク?												
	06SMC12AD22	1,822	a1	マンガンクラスト	3.5+										CM01		
	06SMC12AD25	2,221	c1	石灰質礫岩	コケリク?					FR01	FR01						
	06SMC12AD28	1,858	a1	マンガンクラスト	1										CM01		
	06SMC12AD29	2,385	a1	マンガンクラスト	5(8)										CM01		
					a1	マンガンクラスト	5(8)										
					a1	石灰質砂岩	5(8)					FR01					
					a2		3.5						XRD01	PS01		CM02	
																CM03	
																CM04	
																CM05	
																CM06	
																CM07	
																CM08	
														CM09			
															PS06		
															PS07		
			c2,c3	礫性石灰岩	コケリク?					FR02	FR01						
			c4	石灰質礫岩(grainstone?)	コケリク?					FR03							
	06SMC12AD30	2,370	a1	マンガンクラスト	3										CM01		
					a2	1										CM02	
						2.5											CM03
	06SMC12MC01	3,315	0.10~0.11	石灰質砂	-										FS01		
	06SMC12MC02	2,481	0.10~0.11	石灰質砂	-										FS01		
	MC13	1,724	a1	マンガンクラスト	1										CM01		
					シルト岩												
						石灰岩						FR01	FR02				
					-	孔隙充填物?	-							XRD01			
	06SMC13MC01	2,358	0.10~0.11	石灰質砂	-										FS01		
	06SMC13MC02	3,163	0.10~0.11	石灰質砂	-										FS01		
	MC12	2,004	c2	無斑晶質玄武岩	-						TS01	CA01					
					強変質岩	-							XRD02	PS05		CM07	
			06SMC12AD19	1,873	c1	無斑晶質玄武岩	-						TS01	CA01			
			06SMC12AD27	2,209	c2	凝灰質シルト岩	-							XRD01			
			06SMC12AD28	1,858	c3	石灰質礫岩中の礫	-						TS01	CA01			
	06SMC12AD29	2,385	c6	変質玄武岩	-							XRD01					
	06SMC12AD29	2,385	c6	無斑晶質玄武岩	-						TS01	CA01					
	MC13	06SMC13AD16	2,061	c1	含単斜輝石玄武岩	-					TS01	CA01					
試料合計数						6	5	4	8	5	8	12	33				

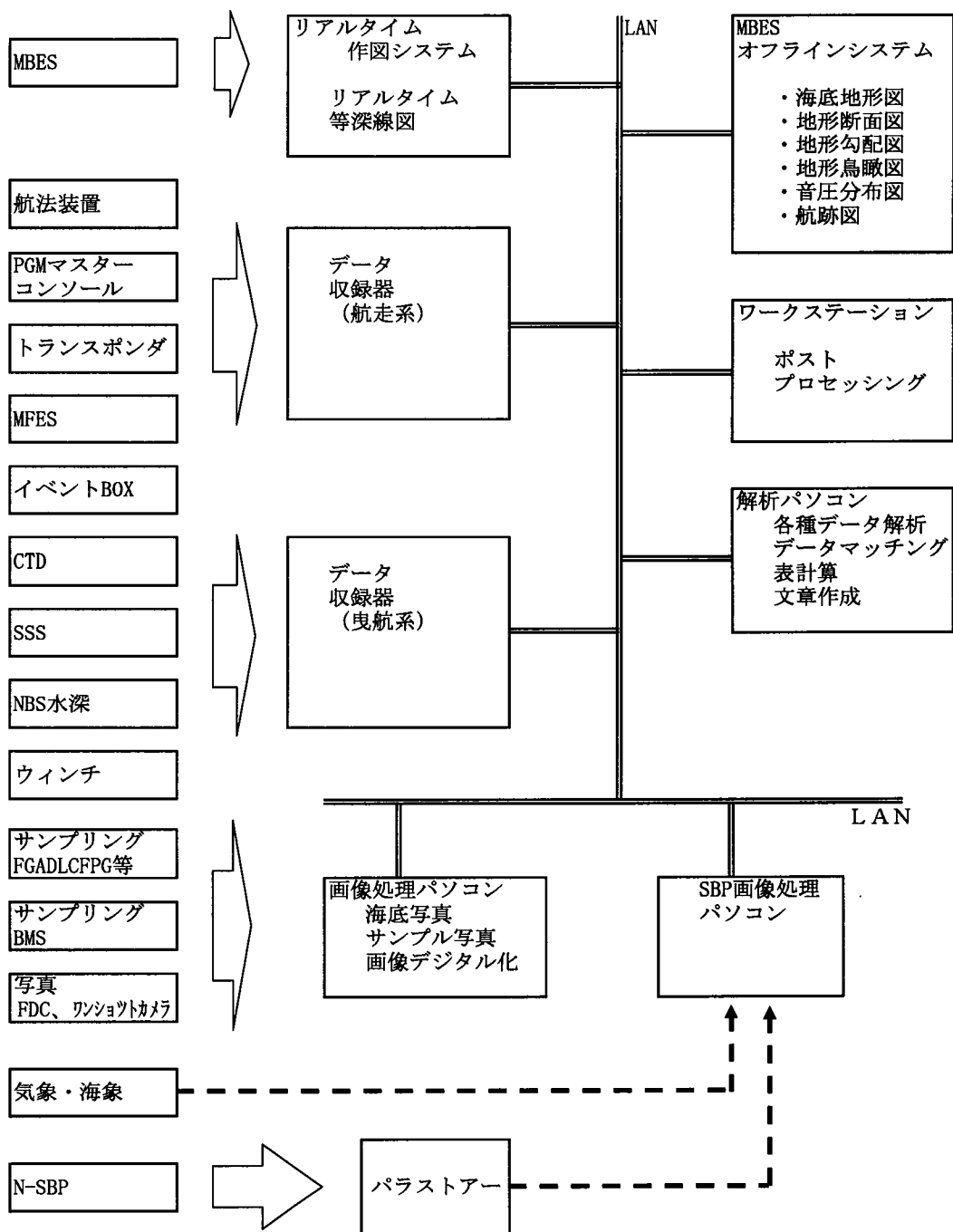


図 2-1 データ処理及び解析系統図

3章 調査結果

今年度の調査は、調査対象海域の MC12 海山と MC13 海山のうち、過年度調査の音響調査結果から、海山規模が大きく岩盤の露出がよく、クラスト資源ポテンシャルが高いと考えられた MC12 海山を主たる調査対象海域とした。特に、室内試験対象の試料は、ほとんどが MC12 海山で採取された試料である（表 2-1）。

3-1 MC12 海山の調査

3-1-1 MC12 海山の概要

MC12 海山海域は、9° 20' N、144° 05' E 付近を中心とする東西 80km、南北 40km の範囲である。同海山は、山頂部水深 1,141m、山頂部にはさんご礁石灰岩が発達するが、平頂部を形成せず、海底からの比高約 2,800m、NWW-SEE 方向に長さ約 60km、最大幅約 20km の規模の海嶺状の海山で、尾根を挟む南北両斜面は急傾斜である。

3-1-2 過年度の調査

本海山では、平成 11 年度（1999）に、音響調査、FDC 調査、AD、CB、LC による試料採取調査が実施されている（表 4-1）。

音響調査では、山頂部から水深 2,500m 付近まで、強い音響反射強度の範囲が認められている。試料採取調査では、この範囲内にクラストの試料が採取されている。その層厚は、山頂部付近で 1.5~2cm、上部斜面では>3cm、そして中から下部斜面では 18~19cm、平均 4cm、最大 19cm で、海山の北向き斜面に、厚いクラストが発達する傾向が認められている。主要元素の平均品位は 0.38%Co、0.27%Ni 及び 0.27ppmPt (n=11) が得られている。クラストを胚胎する基盤岩類は、上部ではさんご礁石灰岩、中から下部ではハイアロクラスタイト及び玄武岩と考えられている。また、未固結堆積物は、本海山が海嶺状であることを反映し、山頂及び斜面には少なく、山体下部の緩斜面には厚く分布するようである。

3-1-3 今年度の調査

このように、過年度の調査では、本海域に発達する海嶺状の MC12 海山の斜面に分布するクラストは、海山のどの部位に、そしてどのような水深に位置するか、などの要因で、その発達状況に違いが認められることが示唆されている。

このため、今年度の調査は、より詳細な山体斜面の性状、音響探査では測定できない海山斜面の細かな地形、岩盤状況及び水深とクラストの発達状況の変化などを、FDC を用いて観察を行った後、効率的・能率的に AD を用いて試料採取を行い、クラスト資源のポテンシャル評価を行った。

具体的には、MC12 海山では、北斜面の尾根筋と谷筋に平行にそれぞれ 1 箇所、計 2 箇所の FDC 測線を設定して海底観察を行い、そして、今年度と過年度の FDC 観察から水深と地形を考慮して、AD 調査位置、16 箇所を選定し、試料を採取した（表 2-1、図 3-1-1）。

(1) FDC 調査 (図 3-1-2~7)

1) 05MC12FDC02 測線：MC12 北斜面の尾根地形、水深 1,180~2,630m、距離 4.4nm
ほぼ東西に伸びる山頂尾根から北北東へ派生する小尾根上を山頂部から深部に向かって観察した。

山頂近くの水深 1,180m から 1,280m 付近までは、溶食地形を呈する石灰岩様岩石（岩盤露出率平均 55%）が観察される。表面は黒色を呈しクラストが被覆するような部分も認められるが、ブドウ状突起など観察されず、岩石の溶食組織を残すようなので、クラストはごく薄く被覆するのみにみえる。斜面下底には石灰岩様岩石の崖錐がみられる。

水深 1,478m では、表面がブドウ状を呈するクラストに覆われた岩盤が観察され始める。

地形的に平坦な部分には（同 1,520~1,560m）、未固結堆積物が広く観察されるが、岩盤の微地形を反映するような、地形傾斜方向の未固結堆積物の縞模様が観察される部分もある。

さらにその下部（同 1,520~2,130m）は、表面がブドウ状のクラストの発達する岩盤の斜面が続く（同 90%）。岩盤の表面は丸味を帯びる瘤状で、ブドウ状突起のクラストが被覆する。

水深 2,130m から次第に傾斜が緩くなるに従い、未固結堆積物が広く、厚く発達するようになり、岩盤はほとんど露出しない。

水深 2,260m から、再び傾斜を増すとともに、ブドウ状表面の発達するクラストの被覆する岩盤（同 75%）が観察される。

水深 2,540m から傾斜が次第に緩くなるとともに、海底はほぼ全体が未固結堆積物で覆われるようになる。

2) 05MC12FDC03 測線：MC12 北斜面凹地地形、水深 1,200~1,500m、距離 1.5nm

05MC12FDC02 とほぼ平行するように同測線のすぐ東の凹地部（谷部）を深部に向かって観察した。

上部（水深 1,200~1,360m 付近）は、表面が溶食されて丸味を帯びた石灰岩様岩盤（岩盤露出率 85%）が観察される。見かけ表面の状態から、クラストはほとんど発達しないようである。水深 1,409m では、表面がブドウ状のクラストの被覆する岩盤が観察され

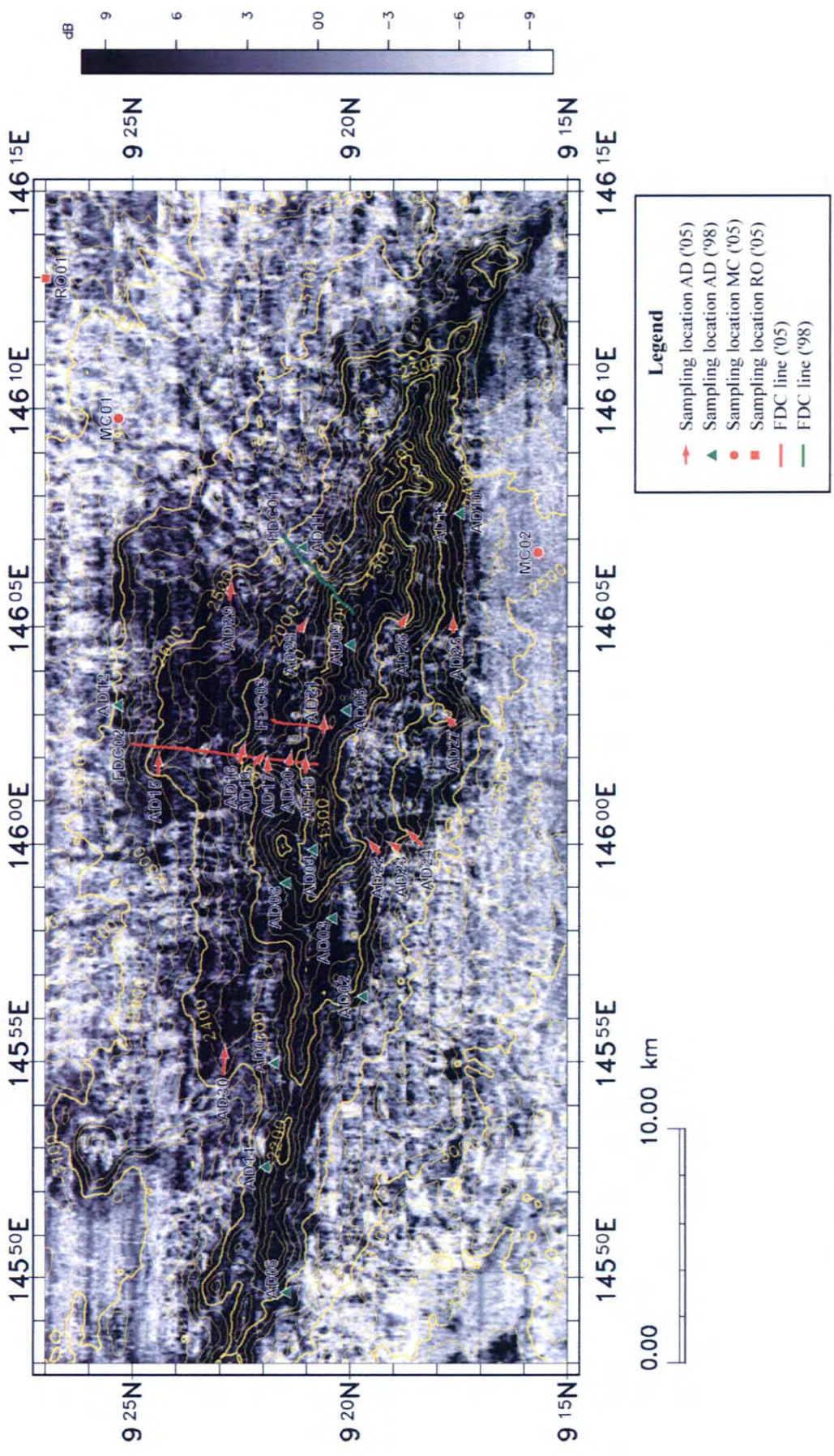


图 3-1-1 海底地形图、MBES 音压反射强度分布图及调查位置图 (MC12 海山)

る。その直下には（同 1416m 付近）には崖錐状の石灰岩様岩石が凹地を埋めるように堆積する。

水深 1,425～1,460m までは、未固結堆積物が部分的に覆う岩盤（同 75%）が発達する。岩盤は丸味を呈せず、火山岩様で、その表面はブドウ状表面を呈するクラストが発達する。

水深 1460m 以深では、傾斜が緩くなるとともに未固結堆積物が発達し、岩盤の分布は極度に低下するが（同 10%）、その表面はブドウ状を呈し、クラストが発達する。

以上の調査結果から、本調査海域について判明した点は以下の通りである：

- 1) 音響調査による音圧図では一様な反射強度を示す海底面でも、FDC 調査では、音響調査の分解能（水深 1,500m で約 50m 平方）以下の詳細な観察と観察データ取得が可能で、より細かな AD 調査計画の策定が可能となる。
- 2) 尾根地形では、斜面の傾斜の緩急で未固結堆積物の発達状況に違いがあり、急傾斜部分は未固結堆積物の発達は弱く、クラストの発達・成長の障害とはならない。
- 3) 凹地（谷）地形では、強い音響反射を示す部分でも、大規模な崖錐が発達する可能性があり、基盤岩上に発達したクラストとは異なる様相を呈することがある。
- 4) 海底基盤を直接観察することで、クラストの発達状況を直接的に観察できる。
- 5) FDC 調査による地形的特徴を地形図・音圧図の解釈に反映させて、AD 調査位置を効果的に選定できる。

（2）AD 調査

MC12 海山における AD 調査は、FDC 観察結果を反映させた位置、さらに、過年度 AD 調査を考慮して、音圧の高い範囲内で、地形的・水深的に変化をもたせた 16 箇所を選定し、試料採取を実施した（図 3-1-1）。

その結果、ほぼ東西に伸びる海山のクラストの発達状況には、次のような傾向が認められた。

- 1) 全般に、AD 調査地点では、FDC 調査による海底観察で認められたものと同様・類似の試料が採取され、FDC 調査による AD 位置選定が、地形・海底岩盤状況に応じた試料採取が実施できたといえる。
- 2) ほぼ東西に伸びる海山の北斜面と南斜面でのクラストの発達状況が異なり、南斜面

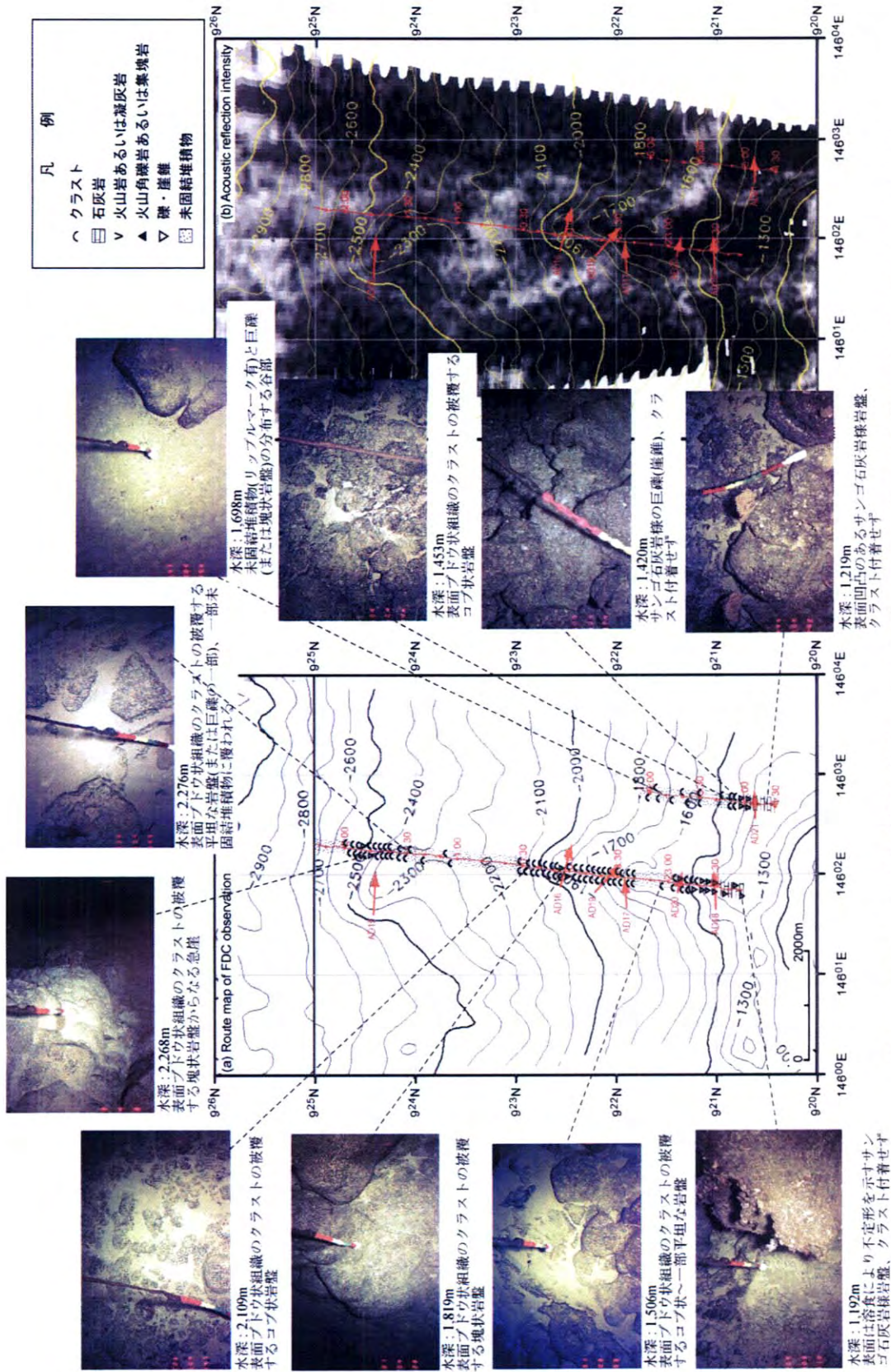


図 3-1-2 FDC海底観察結果及MBES音圧反射強度との比較 (05SSMC12FDC02, FDC03)

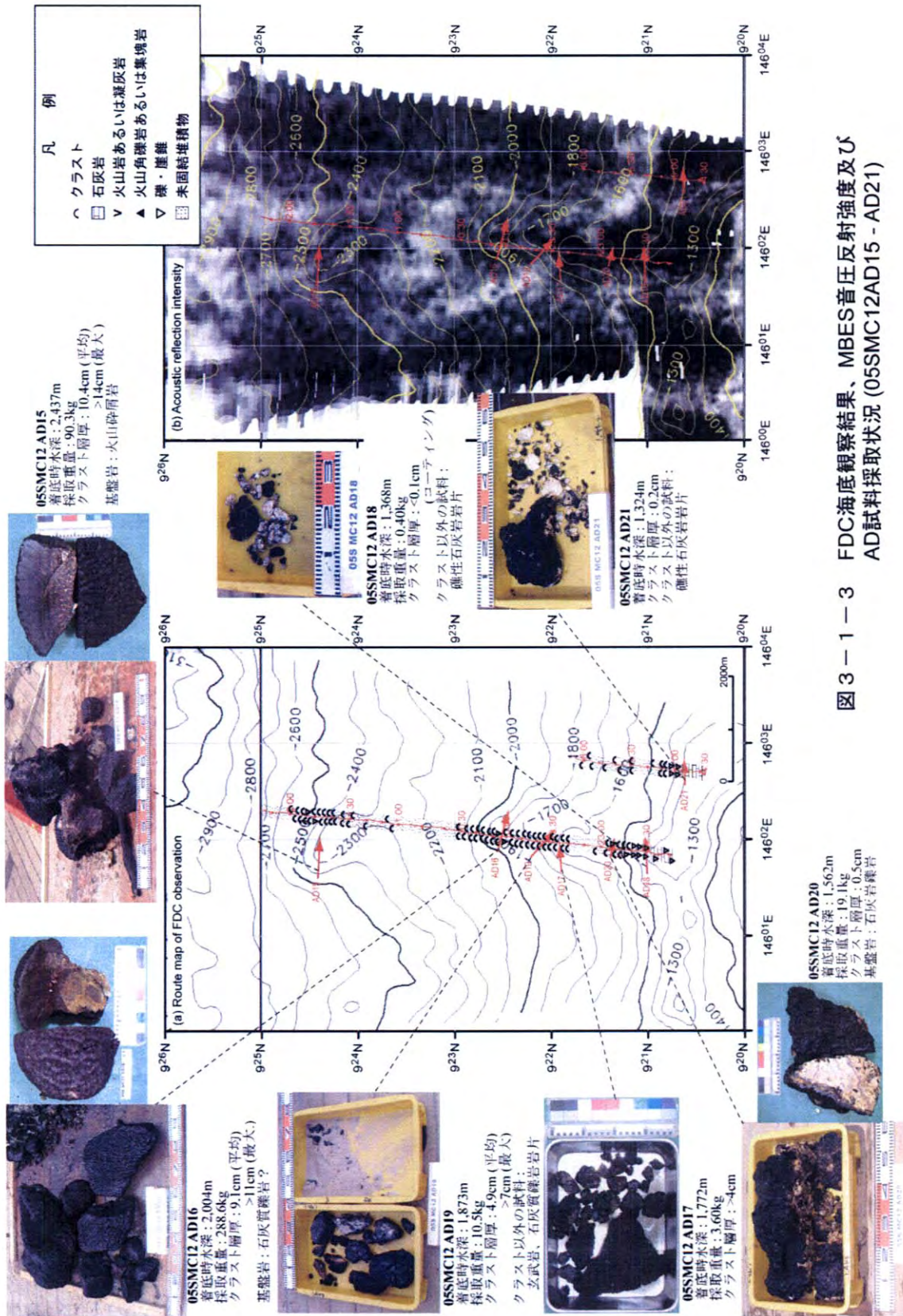


図 3-1-3 FDC 海底観測結果、MBES 音圧反射強度及び AD 試料採取状況 (05SMC12AD15 - AD21)

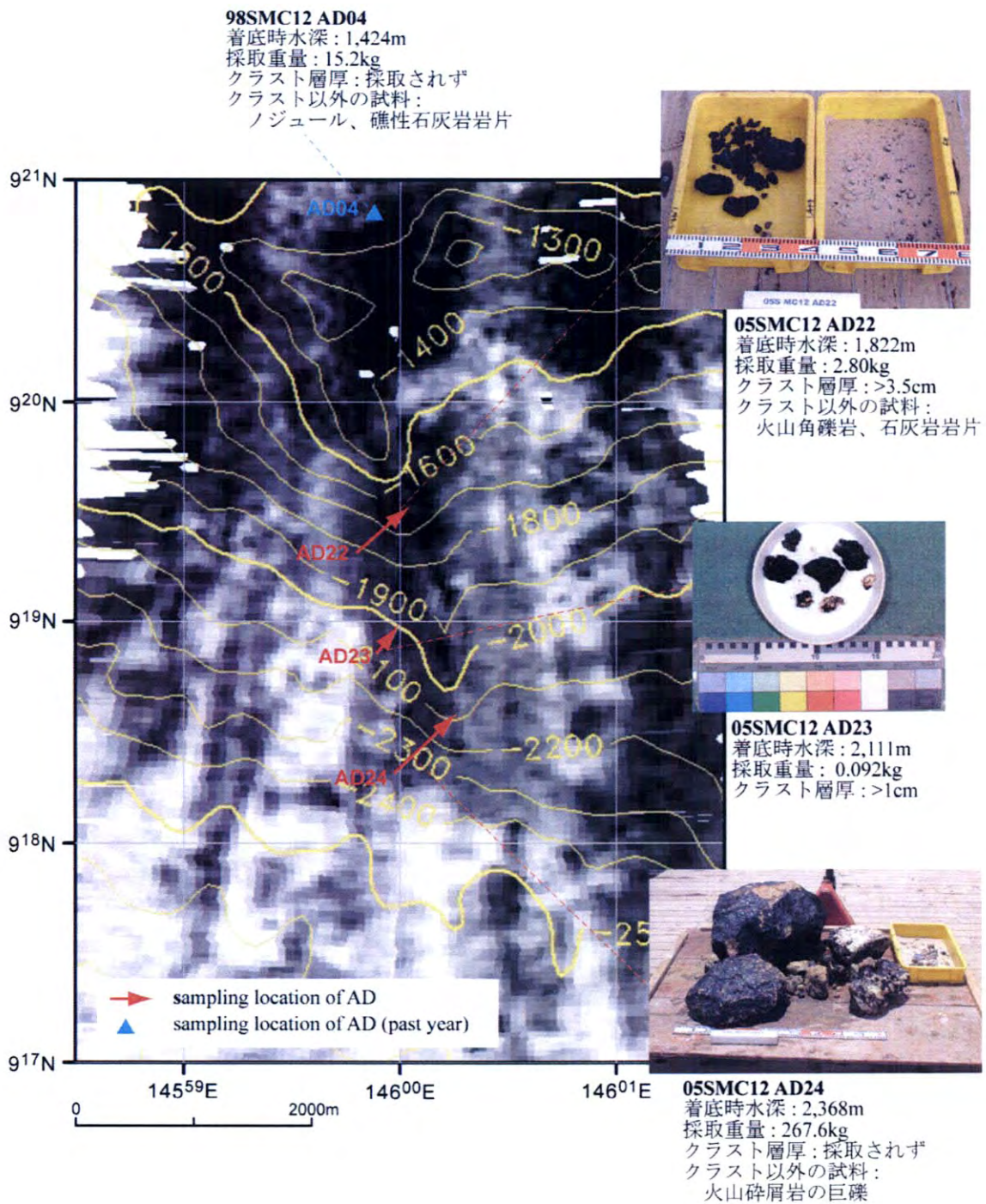


図 3 - 1 - 4 海底地形、MBES音圧反射強度及びAD試料採取状況 (05SMC12AD22 - AD24).

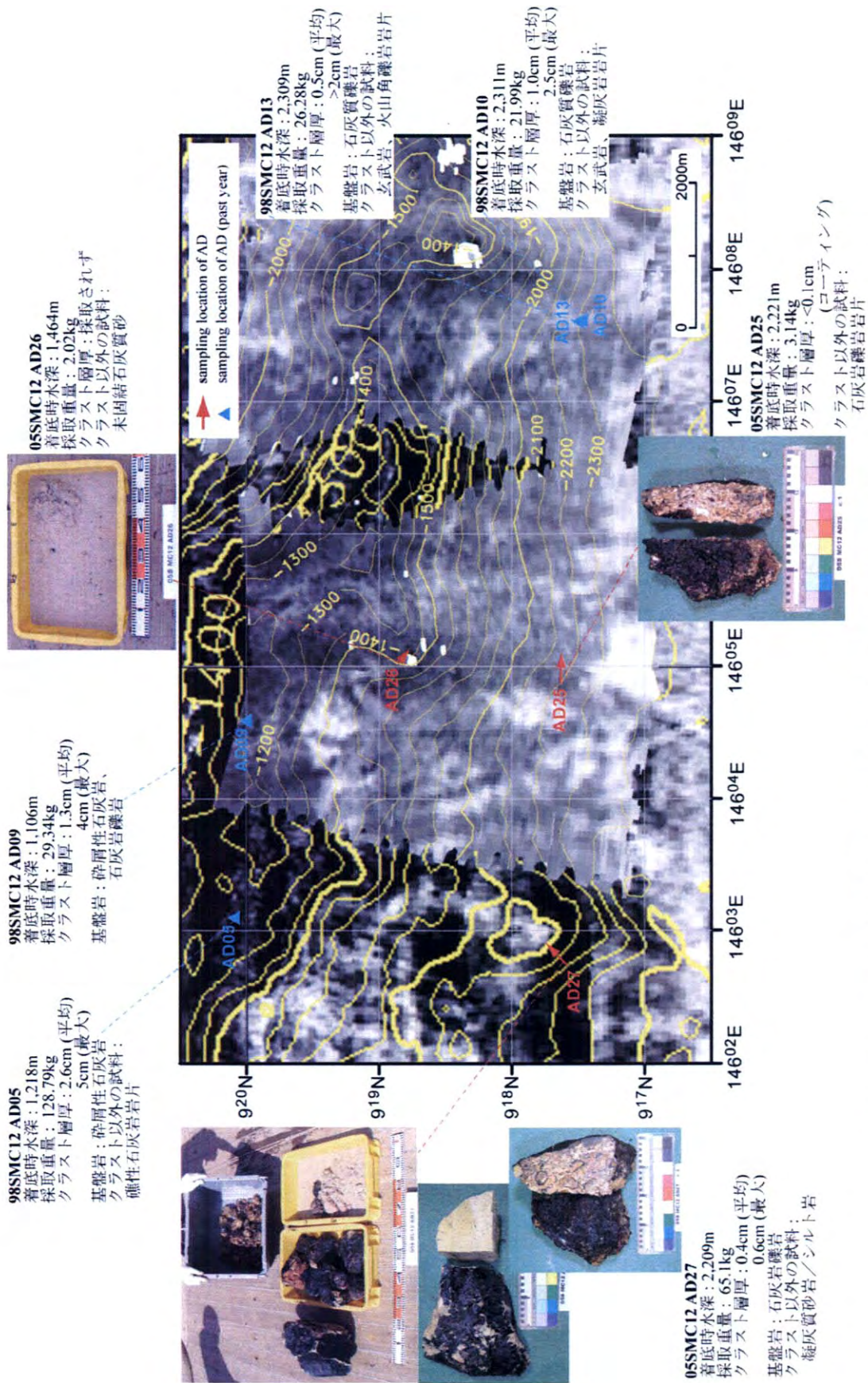


図 3-1-5 海底地形、MBES音圧反射強度及びAD試料採取状況 (05SMC12AD25 - AD27)