

深海底マンガン団塊鉱床と

深海用クラブ型採泥器：OKEAN-70

丸山修司・木下泰正

はじめに

日本の東方に広がる太平洋は 水深 5,000m 内外の大洋底が 大半の地域をしめる。この大洋底は一部に平坦な部分もあるが 多くの地域には比高 1,000m 以上の海山 あるいは比高 1,000m 以下の海丘等が多数散在し 平坦地の規模が 60~120km 毎に分断される地区も多く これらの詳細を明示した深海地域の地形図も未だ完成していない。

これら大洋底に関する探検・調査・研究は 1800年代後期からはじめられたが 調査用設備・機器等の不備が障害となり 急速な進展が行なわれず 本格的な調査は 1950年以降となっている。

この大洋底には 鉄マンガン酸化物からなる凝結物(マンガン団塊)の賦存が知られており 海洋化学・鉱物学的分野等で多くの検討が重ねられ 含有主要元素である マンガン・鉄・ニッケル・コバルト・銅等の共存傾向 分布特性等も把握されつつあったが 1960年代に入り 仏・米両国の大統領および ソ連最高会議幹部会等が相次いで 海洋開発政策あるいは 海洋鉱物・生物資源等の主権に関する主張等を公表し JOHN L. MERO 等がマンガン団塊の資源性を指摘するにおよび 米・仏・西独等の海洋先進諸国は 次々と深海底のマンガン団塊開発に関する計画検討・調査実験等を開始し 最近では米国が 3万t余のマンガン団塊採取船による採掘実験を 西独では北太平洋赤道沿い海域の鉱床探査を 仏ではタヒチ付近の調査研究 等を実施中である。一方わがくにでも 1970年から深海底鉱物資源開発に関する基礎的検討・調査が進められ 1974年には 地質調査船「白嶺丸」も就航し 1975年からはいよいよ本格的な鉱床探査も実施される予定である。

マンガン団塊の調査沿革

大陸棚以深の海域に賦存する資源的物質には 上記した 鉄マンガン質凝結物(含Ni・Co・Cu)のほかに 含金属泥質堆積物(含Zn・CuあるいはNi・Cu・Co)あるいは 磷酸塩堆積物等もあるが 今回は最も目星いものとして 鉄マンガン質凝結物(マンガン団塊)について一端を述べる。

マンガン団塊の発見は 1873~1876年に行なわれたチ

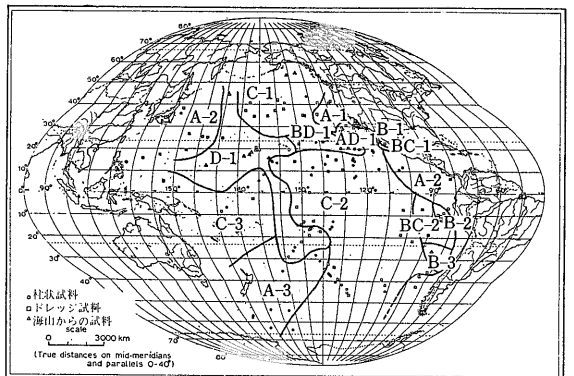
ャレンジャー号による学術探検航海に端を發したと言われ 続いて行なわれたアルバトロス号航海でも採取され

三大洋(太平洋・大西洋・印度洋)域のマンガン団塊について海洋学・化学・鉱物学的等の検討がなされた。

その後 1950年代に入り 国際地球観測年事業として行なわれた Vityaz 航海(太平洋北部・中央部および印度洋) Downwind航海(太平洋中・東部)等を筆頭とし 各大学・海洋研究所あるいは各国海軍調査船等により多くの調査が積重ねられ それらによりマンガン団塊の物質構成と構造 分布と濃集度等にいたる 広範多面的かつ系統的研究が急速な進展を見た。それらを取纏めたものの一例が J. L. MERO であり SKORUNJAKOVA である。

MERO は 110 地点のマンガン団塊の化学組成を検討し 地域特性の存在を指摘すると共に 約150地点・約160試料の分析資料により 団塊の化学組成上の地域特性を示し 多くの海底写真からの分布密度の推定 資源的評価等を実施した。また SKORNIKOVA 等は 前記主要資料中の団塊賦存地点(253地点)から 各種堆積物と団塊との関連性を求めると共に 団塊の分布密度図を作成し 団塊の岩石鉱物学的検討 および化学分析結果(170試料)からの化学特性に関する検討を行なった。

1960年代末には 米国地質調査所が世界の海底鉱物資源に関する既存情報を図示し その重要性を指摘すると共に 全米科学財団(NSF)が国際海洋調査10年計画として鉄マンガン団塊に関する検討を組み込み スクリップス海洋研究所の資料(全世界の団塊賦存地点1420 太平



第1図 太平洋における団塊の化学構成図 [J. L. MERO (1965): The mineral resources of the sea から] A: 鉄に富む B: マンガンに富む

洋域の団塊分析値207地点 320試料) ラモント研究所の資料(3大洋の海底表面に存在する団塊分析値 478地点 636試料)等の既存資料一覧表を公表すると共に多種の検討結果も公表し 最近では団塊鉱床探査法等に関する論文も認められるようになった。

これら既存資料から得られたマンガン団塊の分布地点は現在 2,000余となり 団塊の化学分析も1,000地点近くで実施されている。しかし これら多数の試料もその地点分布にかたよりが認められる(現実に団塊の分布が偏在することも考えられるが?)と共に 海域の広さを考えると 非常に乏しいものと考えざるを得ないのが実情である。

次に これらの資料から得られた 団塊の分布傾向について 一端を示すと下記となる。

◎ マンガン団塊の 賦存記録

最浅地点 N60°30.0' E28°43.0' 水深17mの海底表面
 最深地点 S21°59.9' W172°08.4' 水深10,452mの海底表面
 最深賦存 N05°58.0' W79°15.0' 水深3,437m 海底下17.79m

◎ 太平洋域海底表面部における各種堆積物中のマンガン団塊賦存濃度(スコルニャコーア)
 (VITYAZ...504st. DAWN WIND...184st
 (CHALLENGER...122st. ALBATROSS...134st.)
 計 944 地点資料から

堆積物	同分布面積 100万km ²	調査地点数	団塊賦存(濃度)		高濃集(濃度)	
			地点数	同%	地点数	同%
赤色粘土	57.71	308	155	51	65	21.1
炭酸塩堆積物	62.15	395	67	17	19	4.8
放散虫軟泥	7.06	29	20	69	5	17.3
珪藻軟泥	—	56	5	9	—	—
陸源堆積物	—	204	6	3	—	—

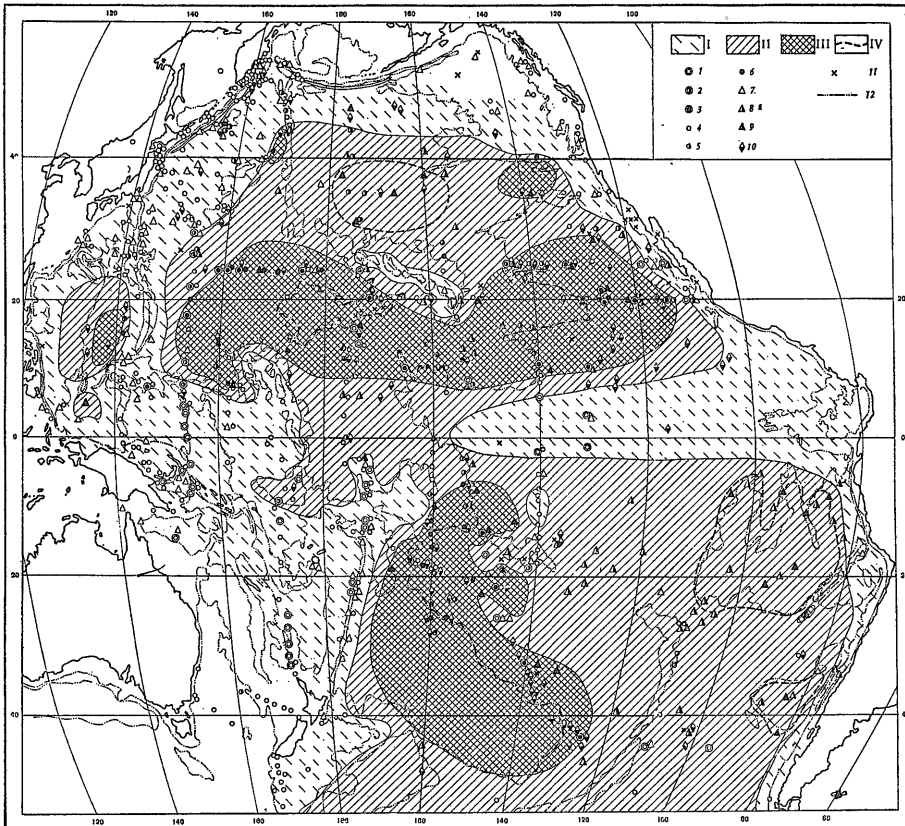
◎ マンガン団塊濃集地の 団塊分布密度

○ MERO は グラブ探泥...10st. 海底写真...35st. 柱状試料 62st. 計 107st. 資料からマンガン団塊の分布量の算出
 { 太平洋東部(32st) 平均 9kg/m²
 " 中央部(33st) 平均 18kg/m²
 太平洋域最高値(S42°00' W102°00' 4,240m)
 40kg/m²

○ MENARD and SHIPER

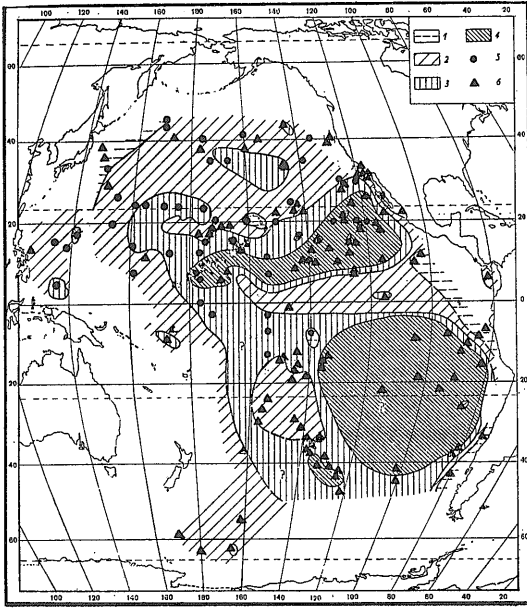
南太平洋海盆地 10~40kg/m² 平均 10kg/m²

○ SKORNJAKOVA は グラブ探泥...28st. 海底写真...9st. 計 37資料から海底写真の濃集状況から求めた鉱石量は現実の

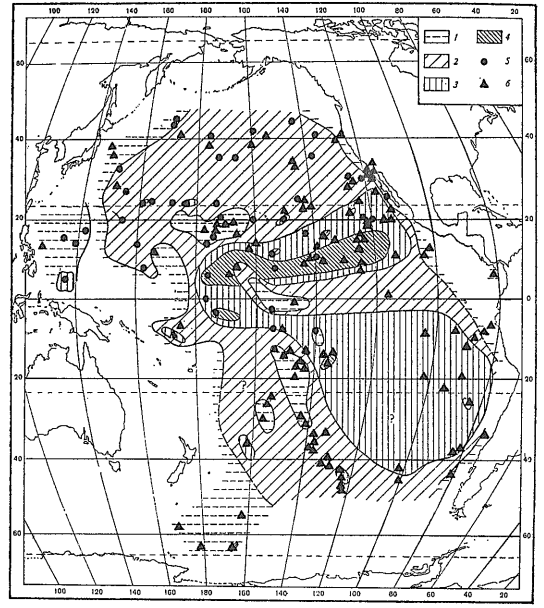


第2図
 太平洋の海府におけるマンガン団塊の量的分布
 I : まばら
 II : ひんぱん
 III : 濃集地区
 IV : 被覆濃集地区
 1 : (海府写真から)団塊なし
 2 : (海府写真から)団塊存在
 3 : (海府写真から)団塊濃集地
 4 : (グラブ探泥結果から)団塊なし
 5 : (グラブ探泥結果から)団塊存在
 6 : (グラブ探泥結果から)団塊濃集地
 7 : (トロール調査から)団塊なし
 8 : (トロール調査から)団塊存在
 9 : (トロール調査から)団塊濃集地
 10 : (柱状探泥から)団塊存在
 11 : 諸外国状況団塊存在
 12 : 等深線

(АКАДМИЯ НАУК СССР (1970) : ТИХИЙ ОКЕАНから)



第3図 マンガン団塊中のニッケル分布量の分布(%)
 1:0.2より小 2:0.2~0.5 3:0.5~1.0
 4:1.0より大 5~6:ニッケルの定量がなされた測点
 (5:ピチャージ調査 6:諸外国の調査)
 (АКАДМИЯ НАУК СССР(1970):ТИХИЙ ОКЕАНから)



第4図 マンガン団塊中の銅含有量の分布(%)
 1:0.2より小 2:0.2~0.5 3:0.5~1.0
 4:1.0より大 5~6:銅の定量がなされた測点
 (5:ピチャージ調査 6:諸外国の調査)
 (АКАДМИЯ НАУК СССР(1970):ТИХИЙ ОКЕАНから)

量を下まわると指摘しながら

- 北太平洋域濃集地区 3.6~10kg/m² 平均7.3kg/m²
- 南太平洋域濃集地区 2.1~35.6kg/m² 平均10.4kg/m²

◎ マンガン団塊の化学的組成傾向

- МЕРО 145地点 152分析資料から太平洋域における地域特性図を作成(第1図)
- SKORNJAKOVA 160余地点の化学分析結果から団塊中の元素濃集概況図を作成(第2・3・4図)

団塊中の主要元素濃集状況

- Mn 1.7~42.3%(大半のもの15~30%) 平均21.06%
- Fe₂O₃ 1.8~29.4% 平均11.97%
- Ni 0.036~1.54% 平均0.66%
- Co ~ 1.52% 平均0.31%
- Cu 0.01~1.9% 平均0.42%

(※)Ni, Cu, Zn, Mo……遠洋域で濃集し Mnの分布規則性とほぼ一致する

(※)Co……深さに関連し 地理的に分布

- CRONAN and Tooms' 99試料の分析結果から主要元素の分布傾向を明示

(※)Mn, Fe, Mo, Ti, Cr の濃集は水深に無関係

- (※)Ni, Cu………深い所に濃集
- (※)Co, Pb, V, Ba……浅い所に濃集

<div style="font-size: 2em;">{</div>	西太平洋域	平均的構成 Ti 微高
	南太平洋域	Co, Ti 高
	南方周縁海域	Co 高 Ni, Cu 低
	中央太平洋海山	Co, Pb 高 Ni, Cu 低
	中央太平洋域	Ni, Cu 高 Co 低
	南東太平洋域	Ni 高 Co 低

マンガン団塊の調査

上述の既存試料から 現在 わが国が注目している NiとCuに富むマンガン団塊の濃集地域は 水深4,000m以深の大洋底 特に赤色粘土・放散虫軟泥(分布範囲は狭い)の分布地域中に存在することが推察される。

しかし それらの資料は 地球表面積の約70%(約361,000万km²)をしめる海洋域 あるいは 約31%(約165,000万km²)をしめる太平洋域について 少数かつ偏在した資料のもとに 大胆に推断されたものであり 団塊等の形成機構はもちろんとし 濃集度とその連続性等についても 未だ明確化していないことを十分に銘記しなければならない。このため わが国では 既知の高品位・高濃集地域の資源的調査の実施が必要であると 共に マンガン団塊の生成過程をより一層明確化し 多くの未調査地域を効率よく検討するために 基礎的調査検討を重ねなければならない。地質調査所では 昭和45年以来 深海底鉱物資源開発に関する基礎研究として 調査機器・調査技術等の分野から団塊の形成過程・機構等の研究にいたるまで 幅広い検討を重ね 昭和49年からは地質調査船白嶺丸の就航により いよいよ本格的な調査研究の段階に入ることとなった。

深海底調査と採泥機器

そもそも 水深5,000m余の深海底を調べることは

富士山の山頂から 相模湾の海底を調べる様なもので 5,000m 余の水塊は調査上に大きな障害となる。この障害を打破するためには水深 8,000m 内外まで調査できる深海用精密測深機・採泥装置（ウインチ 水測鋼線および張力記録装置）および深海用採泥器が必要となる。

特に水測鋼線は伸びと反発力が少なく 破断強度の高いものであり かつ自重が軽く 水中使用に耐え得るものでなければならず 長さもウインチドラムへの捨捲疲労による鋼線先端部の強度低下 あるいは採泥法の多様性等から 調査海域水深の 3～5 割増程度の長さが望まれる。また水深 5,000m 余の調査では繰出された水測鋼線自体の重さが 1.5（径 9mm の場合）～3 t（径 12mm の場合）余となることから 先端に着けた採泥器の着底を適確に把握するには張力記録装置を欠くことができない。このような条件下で 国内既存の海洋調査船を見ると 9m 水測鋼線 長さ 6,000m を最大の採泥装置とするものが多く このことが深海底調査実績の不足および 地質調査船「白嶺丸」建造の大きな要因となっている模様である。

採 泥 器

採泥器は海底から地質試料を採取する機器で 多種多様なものが存在するが その機構と使用法等から ドレッジ・グラブ・コアと 3 大別することが出来る。

ドレッジには円筒型・箱型あるいは封筒状をしたチェーンネットからなる物等があり これらを引摺りながら海底から地質試料を採取する方法で 対象物としては 軟かい泥質堆積物から硬い岩石まで取れる。しかし 海

底を引摺るために 多くの地点の試料が混合し 試料採取地点が不明確となると共に 作業上 深さに対し 0.5～3割増程度の水測鋼線が必要であり また採泥器が海底に引掛る等の危険性が潜在する。

グラブは海底の試料を掴み取る機構を持つ採泥器で一地点・一定面積の海底表面部堆積物試料を採取するもので 必要とする水測鋼線長も 水深の 1 割増程度で済むのが利点となるが 硬い岩石・岩層試料は採取することが出来ない。

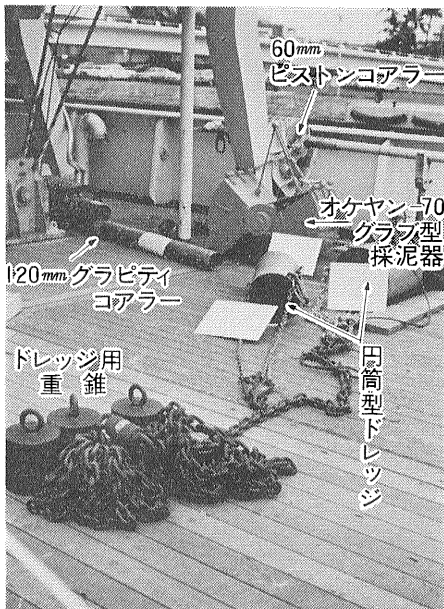
コアは丸型あるいは角型のパイプを堆積物中に突刺し 管内に入った堆積物を柱状試料として採取するもので 長柱状試料採取のために種々の仕掛を取り入れたものもある。その対象物は軟質泥状のものだけで 砂層・礫層あるいは硬い堆積物・岩石等には効果が少ない。

これら 3 種に属する既存の採泥器は 調査目的・調査環境等に応じて調査研究者が考案・改良・使用してきたもので 機構・構造上に大同小異のものが多く 大きさも大半のものが軽便・小型に作られている。このことは これまでの調査研究がおもに浅海域を対象としてきたことから 当然の結果であるが この種の採泥器を水深 5,000m 内外の深海域で使うと 採泥器を昇降させる水測鋼線自体の重さが 1 t 以上となることから 着底把握が困難な事をはじめとして 採泥作業上に種々の支障が生じる。このため深海用採泥器としてはある程度の大きさを持ち 体積当り重量の重い物が望まれる。

深 海 用 グ ラ ブ : オ ケ ヤ ン - 7 0

深海底泥質堆積物の表面部付近に賦存するマンガン団塊を検討するためには ぜひと も それらの賦存状況を崩さずに試料とし 団塊の分布量も把握できるものが望まれ 現在これらの希望を満し得るものとしてはグラブ型採泥器が最適と考えられている。しかし 深海底から適確かつ効率よく試料採取することの出来るグラブ型バケットは上述のように国内には現存せず わずかにオケヤン-50の実績と Photo-Grab (K. O. EMERY の発案・試作) に可能性が知られているだけであった。たまたま ソ連の海洋調査に参加した井上雅夫 (元東大・海洋研) は 昭和46年にオケヤン-50の概要を紹介し 試作したことから 公害資源研究所も昭和48年 同様のものを作製し 深海用グラブとしての適応性・活用法等種々の実験 検討を行なった。

地質調査所は昭和 45 年以来 公害資源研究所と共に『深海底鉱物資源探査に関する基礎的研究』を実施し 深海用グラブサンプラーの必要性を痛感していたので 昭和49年 地質調査船白嶺丸就航を機に その設備と調査目的に適応したオケヤン-70を作製使用することとした。



写真① 深海用採泥器のいろいろ

そもそも オケヤン-50は ソ連で開発されたコード型(コードを使って Jow を閉鎖する形式) グラブ採泥器で 試料採取面積は $\frac{1}{4}m^2$ (50cm×50cm) 全重量約 100kg (付加重錘使用時には約 150kg) の規模を持つものであったが 今回試作したオケヤン-70は大量の試料を採取し 検討精度を確保するために採取面積を約 $\frac{1}{2}m^2$ (70cm×70cm) 全重量約 350kg とすると共に 採泥器が海底に正確な姿勢で着底してから 試料採取動作が始まるように関式トリガーを採用した(第5図)。

オケヤン-70の運用と成果

地質調査所では 昭和49年8月から10月までの65日間 ハワイ南西海域(6°~11°N 164°~171°W)で 深海底マンガン団塊の調査を行なった。この調査はマンガン団塊に関する基礎的検討が主目的とされ 音波探査 磁気探査 重力探査をはじめ 深海カメラ撮影から深海テレビ観察にいたる多種の調査法による多角的・総合的な検討を 実施するもので 停船し調査した地点数は37地点 その内地質試料採取地点は ドレッジ9点 グラブ18地点 コア4地点 計31地点であった。

上記グラブ調査18地点は 全てオケヤン-70によるもので その作業状態を示したのが第1表である。

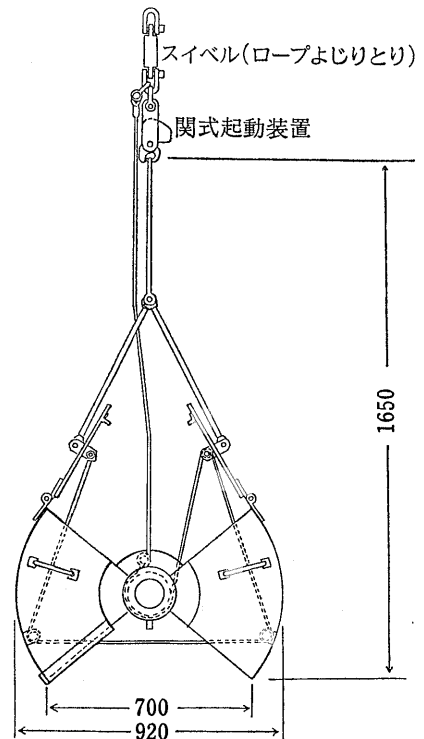
この作業は 全て白嶺丸の第2ウインチ(水測鋼線 10,000m 径12mm 破断強度11.9t 自重約0.6kg/m)により右舷ギヤロスから実施されたもので 採泥器撈降し中はバウスラスタ 可変ピッチプロペラ等を活用し 水測鋼線を垂直に保つ様につとめている。この結果水深に対する鋼線繰出し長さは1~2%増程度で着底した。また作業時間も確実な操作法を守りながら能率化を進め 一応水深5,000m内外の調査を2時間半程度で



写真② 天秤式起動装置使用のオケヤン-70型採泥器

行なえる様になった。なお 調査地点18点に対し 21回の作業を実施し 4回の失敗があったが その原因の大半は試用した関式トリガーの作動不良によるもので その発生は船上の鋼線張力計記録に Jow 閉鎖時に起る張力変化が十分に認められない事から察知することが出来た。オケヤン-70で採取された試料を見ると 海底表面部に堆積していたと思われる軟泥とマンガン団塊の一部が採泥器内の両端部に洗い落されているほか 堆積物中の生痕・堆積縞等には乱れもなく ほぼ 70cm×70cm 厚さ30cm 余の表層部堆積物試料を適確に採取していることがわかった。また オケヤン-70の試料採取結果から判明したおもな事項を挙げると

- i 深海底堆積物の表面部厚さ 5~10cm の部分は含水率が高く 均質な堆積物からなる。
- ii 表記地点の表層部堆積物は 石灰質・珪質粘土 珪質軟泥 珪質粘土等からなるが 大半の地点では 25cm 以深の堆積物が珪質粘土となっている。
- iii 団塊は その大半が団塊の略 $\frac{2}{3}$ を泥中に埋めて存在するが st 124 および129では表面下23cm付近 st 143では表面下14cm 付近 st 138では表面下5cm 付近の堆積物中に それぞれ数個の団塊が存在した。



第5図 深海用グラブ型採泥器オケヤン-70概略図

第1表

オペレーション 70 操作状況一覧

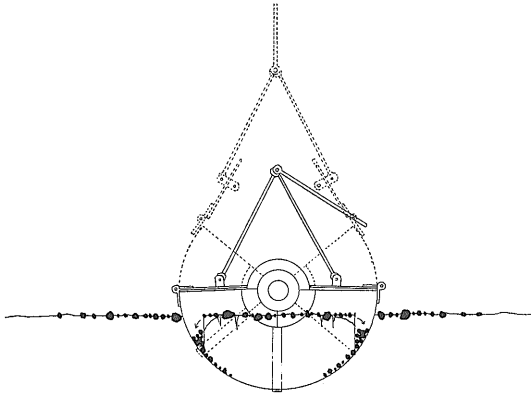
調査地点番	調査位置	時 間			深 さ	水測鋼線持出し長さ	鋼線長 / 水深	記 事
		捲降し作業	捲上げ作業	合計所要時間				
		h m	h m	h m	m	m		
115 G39	08°-00.2N 166°-56.7W	01 32	01 18	02 50	5,190	5,321	1.015	関式起動装置
117 G40	06°-01.7N 166°-55.7W	01 28	01 26	02 54	4,950	4,980	1.006	"
119-1 G41-1	05°-59.6N 169°-00.7W	01 25	01 17	02 42	5,710	5,816	1.018	採取作業失敗
119-2 G41-2	05°-59.6N 169°-00.7W	01 21	01 17	02 38	5,730	5,837	1.018	"
121 G42	08°-10.6N 170°-27.4W	01 32	01 23	02 55	5,450	5,510	1.011	関式起動装置
124 G43	09°-20.1N 168°-50.8W	01 31	01 31	03 02	5,200	5,231	1.006	天秤式起動装置
126 G44	09°-30.3N 167°-03.5W	01 29	01 16	02 45	5,030	5,052	1.004	"
129 G45	10°-00.1N 167°-37.0W	01 37	01 09	02 46	5,210	5,259	1.009	関式起動装置
130 G46	09°-01.3N 167°-50.9W	01 22	01 29	02 51	5,270	5,318	1.009	"
131 G47	08°-52.5N 167°-23.0W	01 16	01 04	02 20	5,190	5,228	1.007	"
132 G48	07°-00.1N 167°-49.3W	01 14	01 05	02 19	5,100	5,164	1.012	"
133-1 G49-1	07°-16.3N 168°-08.1W	01 18	00 55	02 13	5,250	5,277	1.005	採取作業失敗
133-2 G49-2	07°-16.3N 168°-08.1W	01 14	01 06	02 20	5,230	5,275	1.009	関式起動装置
134-1 G50-1	07°-13.2N 169°-34.7W	01 20	01 12	02 32	5,570	5,587	1.003	採取作業失敗
134-2 G50-2	07°-10.8N 169°-36.8W	01 30	01 12	02 42	5,580	5,624	1.009	天秤式起動装置
136 G51	08°-29.4N 170°-25.5W	01 17	01 05	02 22	5,330	5,338	1.002	"
142 G52	08°-34.2N 169°-02.9W	01 13	01 01	02 14	5,150	5,189	1.008	"
143 G53	10°-00.0N 168°-42.1W	01 16	01 04	02 20	5,152	5,260	1.021	"
144 G54	10°-00.3N 168°-11.1W	01 16	01 04	02 20	5,300	5,337	1.007	"
145 G55	09°-55.8N 170°-40.3W	01 11	00 58	02 09	4,930	4,969	1.007	"
146 G56	13°-06.9N 173°-59.3W	01 20	01 12	02 32	5,610	5,660	1.009	"



写真③ 水深5,152mの海底から採取されたマンガン団塊と泥



写真④ 水深5,200mの海底から採取されたマンガン団塊



第6図 オケヤン—70 作動状況模式図

- iv 算出された団塊濃集状況は st 143--26kg/m²を最高とし 10kg/m²以上の地点として st 121 126 129 132の4地点 5kg/m²以上の地点とした st 124 144等があった。

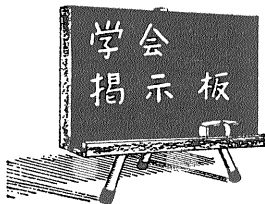
等となり 団塊の粒径 内部構造 濃集地における団塊形態 団塊濃集と底質の関連性などとともに深海底表面部堆積物についても 多くの事項を知ることができた。

以上の経過から 今回試作したグラブ型採泥器オケヤン—70は トリガー(起動装置)あるいは採取試料の一部におこる崩れ等 1~2の問題を含みながらも 深海

底から堆積物試料を適確に採取できることがわかり その試料は深海域の地質調査あるいは資源調査に十分に役立つ見通しを得た。なお トリガーについては 天秤式トリガーの使用あるいは改良型ホックの試作案があり 採取試料の一部の崩れについても対策は考えられているので 今後さらに使い良いものとなる予定である。

む す び

以上 深海域のマンガン団塊に関する資料と深海調査用グラブ型採泥器「オケヤン70」について それぞれ概要を紹介した。いずれにしても 水深5,000m内外の深海底は 広くわからないことが多く 調査のための設備・機器も十分でない。このため 今後深海域の調査を行なう際には常に目的と環境・設備等に適合した機器を準備し 安全適確に調査を進めることが必要である。また今後実施される資源的調査では 先ず第一に目的地域の地形規模・特長と地質資源概況等の把握につとめ次に 得られた有望予想地区に詳細な調査検討を行なうべきであり 目的に適応した調査法・効率的な運用法等についても十分に検討されなければならない。最後に深海域は未知の世界であり 偉大である。これに臨むわれわれは 常に謙虚な気持で取組まなければならないことを付記して本稿を終る。(筆者らは 海洋地質部)



・日本鉱物学会

1. 昭和50年6月10日(火)~12日(木) 13日(金) 巡検
2. 日本鉱物学会昭和50年度年会
3. 国立科学博物館(東京都台東区上野公園 ㊚ 110)
4. 日本鉱物学会

5. 福岡市東区箱崎 九州大学理学部地質学教室 広渡文利 ㊚ 812 電話(092)641-1101

・理工学における同位元素研究発表会

1. 昭和50年6月18日(水)~20日(金)
2. 第12回理工学における同位元素研究発表会(発表申込締切 2月28日)
3. 機械振興会館(東京・芝公園3-5-8)
4. 東京都文京区本駒込2-28-45 日本アイソトープ協会内理工学における同位元素研究発表会運営委員会 ㊚ 113 電話(03)946-7111(代)

・地学団体研究会

1. 昭和50年8月1日(金)~3日(日)
2. 地学団体研究会第29総会
3. 群馬大学教養部

4. 前橋市 群馬大学教養部内地研前橋支部総会準備委員会 ㊚ 371 電話(0272)32-1611

・日本岩石鉱物特殊技術研究会

1. 昭和50年8月6日(水)~8日(金)
2. 第18回研究発表会 金属 非金属 構造地質 耐火物等の薄片 研磨片の作成に関する講演会
3. 北海道大学工学部資源開発工学科応用地質学教室
4. 日本岩石鉱物特殊技術研究会
5. 川崎市高津区久本135 地質調査所内 電話(044)866-3171(代)

・東南アジア地域地質・鉱物資源会議

1. 昭和50年8月4日(月)~8月7日(木)
2. Regional Conference on the Geology and Mineral Resources of South East Asia
3. ジャカルタ インドネシア
4. インドネシア地質学会 The Association of Indonesian Geologists (Jakarta Chapter of Ikatan Ahli Geologi Indonesia)
5. G. A. S. Nayoan The Secretary General Regional Conference on the Geology and Mineral Resources of South East Asia Jalan Sinabung III/4, Jakarta Selatan Indonesia

[注] 1. 開催年月 2. 会合名 3. 会場 4. 主催者 5. 連絡先(掲載順位は原稿到着順)