

## GH 76-1 航海域 (中部太平洋) におけるマンガン団塊の賦存状況について

丸山 修司\*

A Study of Manganese Nodules's Distribution in the Area of  
05-10°N, 170-175°W, Central Pacific

Shuji MARUYAMA

## Abstract

Geological Survey of Japan carried out an on-board investigation on the deep sea bottom geology and manganese nodules deposits in the area of 05-10°N, 170-175°W (conveniently called GH76-1 cruise area) from January to March 1976. The survey stations were arranged with a distance of about 60 nautical miles to each other, and a big wire line grab sampler and two free fall grab samplers were usually used to obtain the samples of nodules and sediments on every station.

The manganese nodules obtained were classified to some size groups at each station and the typical nodules of each size class were chemically analysed. This report is concerned with an outline of results of examination on quantity and chemical composition of nodules, deep sea topography and 3.5 KHz records, as follows.

1) In general, the majority of nodules is found on the surface of almost flat deep sea floor near a seamount or a remarkable abyssal hill. Stations with higher concentration of nodules are as follows.

20-30 kg/m <sup>2</sup>	St. 407 & 408
10-20 kg/m <sup>2</sup>	St. 414 & 430.
5-10 kg/m <sup>2</sup>	St. 419 & 429.

2) The concentration of manganese nodules does not show a striking change under the same topographical environment. However, it changes remarkably in response to a topographic change, particularly of the difference in topographical height.

3) The manganese nodules show various metal content. However, the major five metals (Mn, Fe, Ni, Co, and Cu) are similarly concentrated at the stations closely distanced under the same topographic environment, showing not any relation with the size of nodule.

4) The content of the useful elements in nodule (with wet specific gravity of 1.68-2.08, and water content of 31.5-36.4%) varies to some extent as follows: nickel 0.54-1.46%, cobalt 0.12-0.29%, copper 0.35-1.58%. Cobalt content is generally in negative relation with those of nickel and copper, and, in most cases, copper content tends to be a little lower than nickel content.

5) In this area, the nodules with higher nickel and copper content is restricted to the following some stations.

Ni+Cu	2% <	5 kg/m <	St. 419.
	1.5-2.0%	10 kg/m <	St. 414 & 430.
	1.5-2.0%	5-10 kg/m	St. 429.

6) The extent of those nodules deposits with higher concentration of nickel and copper is likely restricted to less than about 10 nautical miles at each station (to less than 40 nautical miles in maximum).

\* 海洋地質部

1. はじめに

深海底に賦存するマンガン団塊には、Mn・Fe・Ni・Co・Cu 等の有用元素が高濃集するものがあり、世界各国が未来の資源として、それらに着目していることは周知の事実である。

マンガン団塊に関する研究は、これまで、数多く実施され、多くの検討結果が公表されている。しかし、そのほとんどは、研究目的・調査方法等から、大局的視野のものであるか、あるいは限られた試料に対する検討結果であり、団塊の詳細な分布状態等に関する検討等はほとんど行われていない。

地質調査所はこれまで、マンガン団塊の調査・開発に役立つ基礎資料の作製を主目的として、各種調査方法・調査技術により、総合的な調査研究を実施し、昭和 50 年度の現地調査では、新たにフリーフォールグラフを使用、各調査地点ごとに 2, 3 の採泥結果を得るとともに、技術部化学課の尽力により、数多くの団塊について、分析結果を得ることができた。

その全体的な調査結果については、すでに水野・盛谷(1976)により概要が紹介され、また詳細はクルーズ・レポート(MIZUNO and MORITANI, ed, in prep.)として近く公表されるが、この報告では、とくに航海に参加した協同研究者による船上での諸調査結果の一部、および、藤貫・望月両技官による化学分析結果等を引用し、各調査地点におけるマンガン団塊の分布密度、品位および分布の諸傾向等について、検討した結果をのべる。

本文で用いた多くの未公表資料の引用に関し、了承をいただいた関係者諸氏に厚く謝意を表する。

2. 昭和 50 年度調査 (GH 76-1 航海) の概要

2.1 調査海域と調査項目

GH 76-1 調査航海は昭和 51 年 1 月 10 日から 60 日間実施されたもので、調査海域は北緯 5-10°、西経 170-175° の海域であり、昭和 49 年度調査 (GH 74-5 航海) 海域 (MIZUNO and CHUJO, ed., 1975) の西方隣接地に当たる (第 1 図)。

参加者は、主席研究員水野篤行ほか筆者を含め 8 名で、水深測定 (地形計測)、船上重力・磁気探査、音波探査 (3.5 kHz PDR およびエアガン)、S/T/D 測定、底層水採取、各種採泥作業 (地質試料採取)、海底堆積物の物理性、工学的計測<sup>1)</sup>等が実施され、船位測定には人工衛星航法が用いられた。

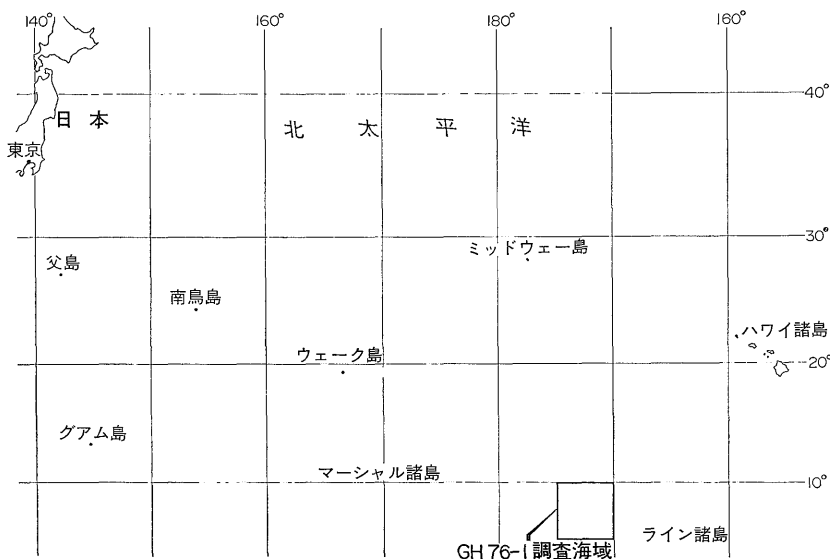
2.2 地質試料採取地点

この調査の地質試料採取地点 (調査地点) は、堆積物と団塊の分布概況を把握するため、相互の間隔を 1° (約 100 km) として設定、団塊高濃集地区では 0.5° (約 50 km) 間隔とされた。これら調査地点と団塊採取地点を示すと第 2 図となる。

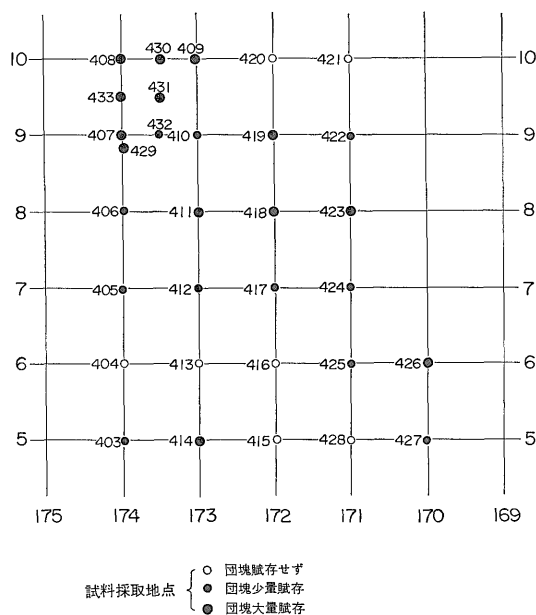
2.3 地質試料採取器

この調査航海で用いた採泥器は、深海用大型グラフ、ピストンコアラ (試料採取管長 6 m)、団塊採取用大型ドレッジ、フリーフォールグラフ、およびフリーフォール

1) 公害資源研究所職員が協同研究実施のため同行、船上計測を実施。



第 1 図 調査海域位置図



第2図 調査地点・団塊賦存概況図

コアラの5種であり、多用したのは深海用大型グラブとフリーフォールグラブの2種である。

深海用大型グラブは、団塊とその場所の堆積物の試料採取を目的とし、オケヤン50型グラブ(井上, 1971)を基礎として作成されたもので(丸山・木下, 1975)、海底表面部堆積物を面積約0.5m<sup>2</sup>(70cm×70cm)、厚さ約35cmの試料として採取できる。

フリーフォールグラブ(西独プロイサーク社製)は、重錘の重さで海底まで降下し、着底により、重錘がはずれたことから生じる浮力により、採泥機構が働き、自力で海面に浮上するものであり、海底表面部0.13m<sup>2</sup>域内に分布する団塊を確実に採取することができ、採泥用のウインチとワイヤロープを使わないことを大きな利点とする。

このフリーフォールグラブは、今回はじめて使うため、本調査ではその機能の確認と調査精度の向上を兼ね、まず、深海用大型グラブを使う調査地点、全地点で、常に本器2コを併用し、その後、団塊高濃集地区である調査地点407東方海域で、本器8コによる小区域調査を行った。

#### 2.4 団塊試料の化学分析

本航海中に採取した団塊試料については、その主要のものを、技術部化学課藤原 正・望月常一が原子吸光法による化学分析を行い、化学的検討を実施した(FUJINUKI and MOCHIZUKI, in MIZUNO and MORITANI, ed.

in prep.).

団塊の分析試料は、各採泥点の各粒度別試料のなかの代表的形態のもので、団塊中に核が存在する場合でも、それを取り去らず、含めたまま全岩分析として処理をしている。

### 3. 本海域のマンガン団塊

本調査航海では、第2図の24調査地点で、団塊の賦存を確認した。

#### 3.1 団塊概要

採取試料によれば、本海域の団塊は、球状、楕円体状、馬鈴薯状(不規則塊状)、集合接着状等、種々の形態を呈し、多量に存在する場所では、後者の形態のものが多くなる。

その大きさは直径8cm内外を最大とし、直径2-4cmのものが主体となるが、一部の地点では直径1-2cmのものが主体となる場合もある。

団塊の表面は、褐黒ないし青褐黒色で、直径2-4cmからより大きいものでは、緻密で滑らかな部分(上位面)と、粗鬆でザラザラした部分(下位面)とからなり、より小粒のものは、おおむね、ザラザラした面からなることが多い。

団塊に内蔵された異質物の核は、直径7mm以下のことが多く、団塊の破片を核とするものもある。

#### 3.2 団塊の賦存状態

深海用大型グラブの採取結果から、本海域の団塊の賦存状況を見ると、団塊のほとんど全ては、海底表面部に厚さ5-10cmで分布する含水率の高い浮泥状堆積物とともに賦存し、より下部の堆積物中ではマイクロジュールだけとなる。

各調査地点で実施された各採泥器の団塊採取量による各地点の団塊分布密度(m<sup>2</sup>当たり)は第1表となり、本海域の団塊主要分布地点を挙げると下記の諸調査地点となる。

- ◎ 団塊分布密度 20-30 kg/m<sup>2</sup>  
調査地点 407 および 408
- ◎ 団塊分布密度 10-20 kg/m<sup>2</sup>  
調査地点 414 および 430
- ◎ 団塊分布密度 5-10 kg/m<sup>2</sup>  
調査地点 419 および 429

なお、本海域の団塊は、採取後、直ちに計測した結果によれば湿比重が1.68-2.08(平均1.9内外)、含水率は31.5-36.4%(平均33%)(含水比460-570)である。

第1表 団塊試料採取概況一覧

調査地点番号	大型グラフ使用地点		フリーフォールグラフ使用地点			
	水深 m	団塊分布密度 kg/m <sup>2</sup>	団塊分布密度 kg/m <sup>2</sup>	水深 m	大型グラフ地点 からの方向距離	フリーフォール 2点間距離
GH 761-403	5,620	なし	なし 微量	5,610 5,620	247° 約 0.85 海里 238° " 0.75 海里	}0.23 海里
405	5,850	微量	なし	5,860	354° " 0.5 海里	
406	5,810	微量	なし 微量	5,930 5,930	270° " 1.2 海里 260° " 1.2 海里	}0.1 海里
407	5,860	30.0	29.0 29.0	5,860 5,870	92° " 0.4 海里 80° " 0.42 海里	
408	5,790	12.0	23.0 20.0	5,780 5,780	ほ ぼ 同 地 点 350° 約 0.1 海里	}0.1 海里
409	5,770	0.5	0.3 2.2	5,790 5,790	52° " 0.7 海里 60° " 0.63 海里	
410	5,840	微量	0.1 0.1	5,820 5,810	47° " 0.46 海里 52° " 0.54 海里	}0.1 海里
411	5,830	1.3	0.2 0.8	5,820 5,810	35° " 0.45 海里 45° " 0.35 海里	
412	5,900	0.1	なし 0.1	5,900 5,890	80° " 0.2 海里 108° " 0.22 海里	}0.1 海里
414	5,400	なし	16.0 17.0	5,400 5,400	5° " 0.51 海里 20° " 0.31 海里	
417	5,620	0.3	微量 微量	5,630 5,630	12° " 0.25 海里 ほ ぼ 同 地 点	}0.25 海里
418	5,560	0.3	1.1 0.4	5,550 5,540	60° 約 0.22 海里 105° " 0.22 海里	
419	5,480	3.3	6.3 5.9	5,490 5,480	177° " 0.5 海里 160° " 0.5 海里	}0.15 海里
422	5,090	微量				
423	5,420	5.0	0.5 1.2	5,380 5,380	340° 約 0.8 海里 13° " 0.74 海里	}0.42 海里
424	5,750	微量	なし 1.9	5,750 5,750	128° " 0.23 海里 152° " 0.4 海里	
425	5,500	微量	微量 微量	5,530 5,560	118° " 1.1 海里 112° " 0.97 海里	}0.2 海里
426	5,400	1.4	4.8 1.4	5,400 5,400	107° " 0.45 海里 102° " 0.55 海里	
427	5,600	微量	微量 なし	5,580 5,600	60° " 0.96 海里 73° " 0.8 海里	}0.23 海里
429			9.7 8.3	6,210 6,220	115° " 0.88 海里 100° " 0.62 海里	
430	5,800	10.0	10.0 13.0	5,800 5,800	350° " 0.2 海里 320° " 0.25 海里	}0.1 海里
431	5,830	0.2	0.9 2.5	5,820 5,810	4° " 0.42 海里 350° " 0.2 海里	
432			0.3 0.2	5,910 5,910	180°.....	}0.1 海里
433			4.4 1.7	5,900 5,900	ほ ぼ 同 地 点	

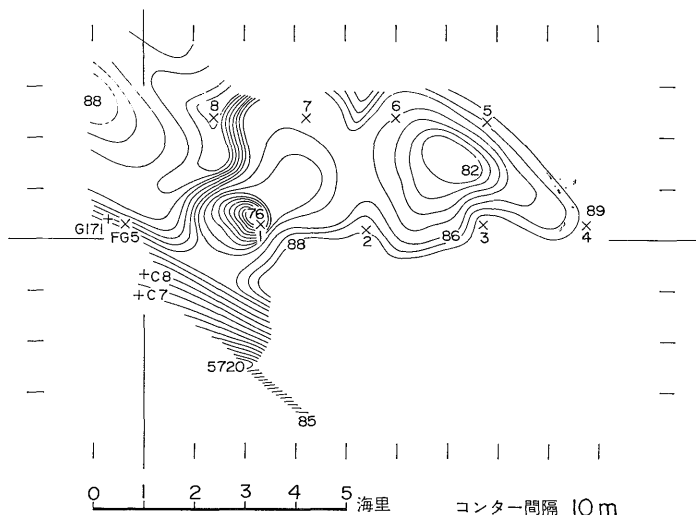
4. 団塊の分布状況

前記、第1表・団塊採取概況一覧上で気の付くことは、各調査地点の、近接した各採泥地点の間で、水深と

団塊分布密度との数値上に、大きな相違のあることである。

4.1 海底地形

本調査海域は、おおむね、水深 5,500-5,800m の深海



407-G171	5860m	30kg/m <sup>2</sup>	407A-2	FG32-1	5760m	0.8kg/m <sup>2</sup>
FG5-1	5860m	29kg/m <sup>2</sup>		32-2	5880m	18.0kg/m <sup>2</sup>
FG5-2	5870m	29kg/m <sup>2</sup>		32-3	5880m	1.2kg/m <sup>2</sup>
				32-4	5890m	0.3kg/m <sup>2</sup>
				32-5	5870m	0.5kg/m <sup>2</sup>
C-7	} 5800 - 5810m			32-6	5850m	0.3kg/m <sup>2</sup>
C-8				32-7	5860m	1.3kg/m <sup>2</sup>
				32-8	5930m	1.3kg/m <sup>2</sup>

第3図 調査地点407付近の海底地形・採泥点図

底からなるが、この深海底には比高 2,000-3,000 m の海山、比高 500 m 以深の舟状海盆等、顕著な地形的変化とともに、比高 100-500 m 程度の小海丘が多数散在し、決して平坦な地形が広く広がるものではない。

第1表中の各調査地点で実施された採泥地点が、それぞれ 0.2-0.5 海里内外の間隔に位置しながら、その間に 20 m 内外の比高差が認められることは、上記深海底地形の特徴の一端を示すものと考えられる。

第3図は、本海域の団塊高濃集地・調査地点 407 とその東方、小区画調査域の地形を、航跡と測深記録から図化したものである。

この図から、調査地点 407 の G171 および FG5-1、FG5-2 の諸地点が海丘北斜面中に位置し、FG32-1~8 の小区画調査域が、上記海丘から北東方へと分岐した小海嶺上に位置することがわかり、また、その間の地形が相当複雑に変化することもわかる。

#### 4.2 団塊の分布

上記第3図には、各採泥地点の水深と団塊分布密度を表記したが、この団塊分布密度によれば、小区画域での団塊高濃集地：FG32-2 地点とその周縁に位置する各地点との間には、団塊分布密度数値の上に大差があり、

FG32-2 付近の団塊濃集域は局部的なものと考えざるを得ない。

また、本調査海域で最高の団塊分布密度を示した G171 および FG5 の各地点と、上記 FG32-2 地点の間には、FG32-1 が位置する小海丘が介在し、両地区の団塊形成環境を一連と考えることにも難しさがある。

これらの状況から、調査地点 407 付近の団塊高濃集域は、連続性に乏しく、その範囲も 1-2 海里から 2-3 海里に限定される模様であり、その要因として、地形的要素が大きく作用するものと推察される。

#### 5. 団塊の化学組成

本海域の団塊については、藤貫・望月による化学分析結果と化学的検討結果が、別途、報告されている。今回の分析試料は、各調査地点ごとに、0.5 海里以内と、近接した各採泥点から採取したものであり、また、それぞれ粒度別に分けられたものからなる。ここでは、これらの試料特性から分析結果を再考し、その検討結果を 2, 3 述べる。

なお、第2表は藤貫・望月による分析結果に、粒径および団塊分布密度等を付記し、調査地点ごとに取りまと

第2表 GH76-1 海域マン

調査地点番号	GH 761-405		GH 761-407						
採泥点番号	G169		G171			FG 5-1		FG 5-2	
水深 (m)	5,850		5,860			5,860		5,870	
採泥器	大型グラブ		大型グラブ			フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ	
試料名	団塊		団塊			団塊		団塊	
分布密度 (kg/m <sup>2</sup> )	tr		30.			29.		29.	
粒径 (φ cm)	2-1		8-6	6-4	4-2	6-4	4-2	6-4	4-2
Mn %	18.28	17.89	18.54	18.83	18.89	21.41	20.88	20.78	
Fe %	8.05	10.83	11.16	10.80	11.38	9.79	9.83	10.56	
Ni %	0.66	0.54	0.58	0.67	0.63	0.68	0.84	0.75	
Co %	0.13	0.23	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.29	
Cu %	0.79	0.54	0.49	0.55	0.50	0.75	0.68	0.64	
Pb ppm	95	500	580	480	580	740	450	515	
Zn ppm	1,080	550	600	610	650	810	750	710	
H <sub>2</sub> O± %		25.71	24.79	23.00	24.73	19.66	22.40	21.11	
(Ni+Cu) %	1.45	1.08	1.07	1.22	1.13	1.43	1.52	1.39	

調査地点番号	GH 761-411		GH 761-414				GH 761-	
採泥点番号	G 175 & FG 9		FG 12-1		FG 12-2		G193	
水深 (m)	5,830-10		5,400		5,400		5,250	
採泥器	大型グラブ フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		大型グラブ	
試料名	団塊		団塊		団塊		団塊	
分布密度 (kg/m <sup>2</sup> )	1.3-0.2		16.		17.		11.	
粒径 (φ cm)	4-2		6-4	6-4	6-4	6-4	6-4	4-2
Mn %	26.29	20.04	17.14	20.04	22.34	19.31	20.72	
Fe %	5.01	9.54	9.45	8.81	7.74	12.00	13.12	
Ni %	1.16	0.79	0.78	0.82	1.04	0.68	0.68	
Co %	0.14	0.19	0.16	0.17	0.19	0.22	0.24	
Cu %	1.14	0.80	0.70	0.94	1.17	0.54	0.58	
Pb ppm	190	450	350	320	385	610	645	
Zn ppm	1,550	760	690	780	1,000	680	720	
H <sub>2</sub> O± %	18.19	21.60	21.26	21.60	20.89	24.26	25.85	
(Ni+Cu) %	2.30	1.59	1.48	1.76	2.21	1.17	1.26	

GH 76-1 航海域 (中部太平洋) におけるマンガン団塊の賦存状況について (丸山修司)

ガン団塊化学分析結果一覧

分析値は Fujinuki and Mochizuki, in Mizuno and Moritani (in prep.) による。

GH 761-407A	GH 761-408							GH 761-409
D137	G172			FG 6-1		FG 6-2		FG 7-1 & 2
5,810	5,790			5,780		5,780		5,790
大型ドレッジ	大型グラブ			フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ
団塊	団塊			団塊		団塊		団塊
	12.			23.		20.		2.2-0.3
	6-4	4-2	4-2	8-6	4-2	6-4	4-2	4-2
18.34	15.72	16.96	18.30	18.85	19.07	18.21	18.34	25.72
12.82	10.36	10.00	10.00	11.63	11.00	10.41	9.15	5.89
0.45	0.52	0.52	0.65	0.54	0.60	0.57	0.51	1.11
0.27	0.25	0.25	0.27	0.27	0.27	0.23	0.21	0.14
0.36	0.37	0.40	0.57	0.40	0.49	0.44	0.42	1.24
645	480	580	515	500	580	450	350	255
270	560	870	690	560	580	600	500	1,140
26.89	23.05	21.91	22.00	24.42	21.66	22.56	19.19	19.75
0.81	0.89	0.92	1.22	0.94	1.09	1.01	0.93	2.35

414A		GH 761-417		GH 761-418				
FG 25-1 & 2		G181	FG 15-1	G182		FG 16-1		FG 16-2
5,440		5,620	5,630	5,560		5,550		5,540
フリーフォールグラブ		大型グラブ	フリーフォールグラブ	大型グラブ		フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ
団塊		団塊	団塊	団塊		団塊		団塊
3.5-2.2		0.3	tr	0.3		1.1		0.4
4-2	4-2	4-2	2-1	2-1	2-1	4-2	2-1	2-1
27.57	27.50	32.18	27.57	30.20	28.72	22.24	28.62	26.82
6.98	5.44	4.37	4.66	4.73	4.40	6.92	5.22	4.93
1.38	1.46	1.40	1.28	0.97	1.20	0.86	1.14	0.97
0.14	0.15	0.12	0.16	0.14	0.16	0.14	0.16	0.18
1.55	1.51	1.43	1.34	1.02	1.21	0.80	1.13	1.00
225	225	190	160	160	130	225	160	160
1,240	1,140	1,910	1,950	2,600	2,160	1,500	2,210	2,120
20.10	19.54	18.32	18.14	17.23	17.91	18.26	17.32	16.89
2.93	2.97	2.83	2.62	1.99	2.41	1.66	2.27	1.97

地質調査所月報 (第28巻 第8号)

第2表 (つづき)

調査地点番号	GH761-419							
採泥点番号	G183		FG 17-1		FG 17-2		G187	
水深 (m)	5,480		5,490		5,480		5,420	
採泥器	大型グラフ		フリーフォールグラフ		フリーフォールグラフ		大型グラフ	
試料名	団塊		団塊		団塊		団塊	
分布密度 (kg/m <sup>3</sup> )	3.3		6.3		5.9		0.5	
粒径 (φ cm)	4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	2-1	4-2	2-1
Mn %	24.12	24.25	23.04	24.86	23.78	24.90	28.09	26.86
Fe %	5.73	5.29	7.30	6.65	6.71	6.09	4.13	4.29
Ni %	1.13	1.13	1.06	1.23	1.15	1.30	1.29	1.15
Co %	0.18	0.19	0.18	0.20	0.18	0.19	0.14	0.15
Cu %	1.07	1.07	1.06	1.02	1.01	1.08	1.31	1.10
Pb ppm	350	320	350	290	385	255	190	190
Zn ppm	1,090	1,060	1,020	1,250	1,090	1,250	2,100	2,110
H <sub>2</sub> O± %	20.92	20.34	20.57	20.33	20.66	19.99	18.33	18.49
(Ni+Cu) %	2.20	2.20	2.12	2.25	2.16	2.38	2.60	2.25

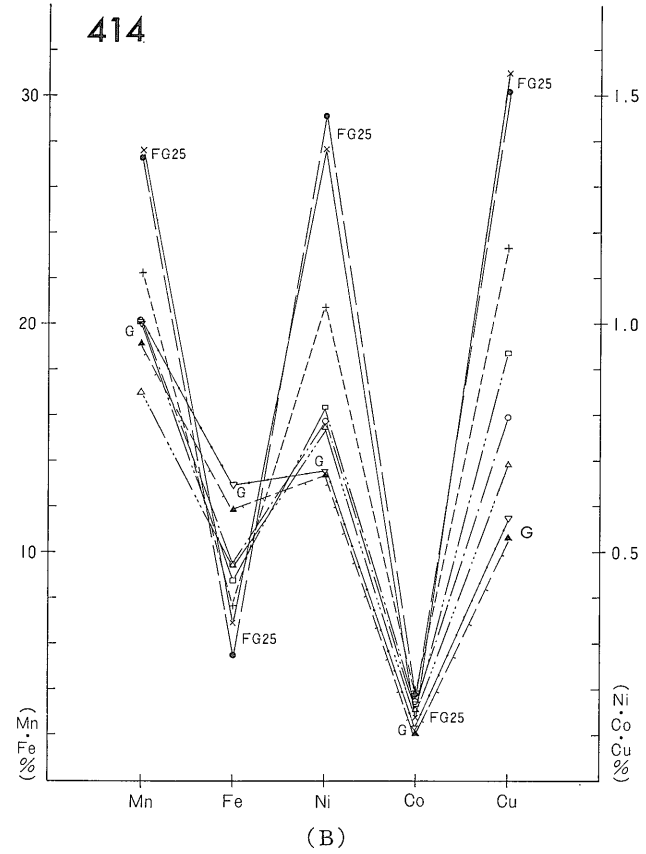
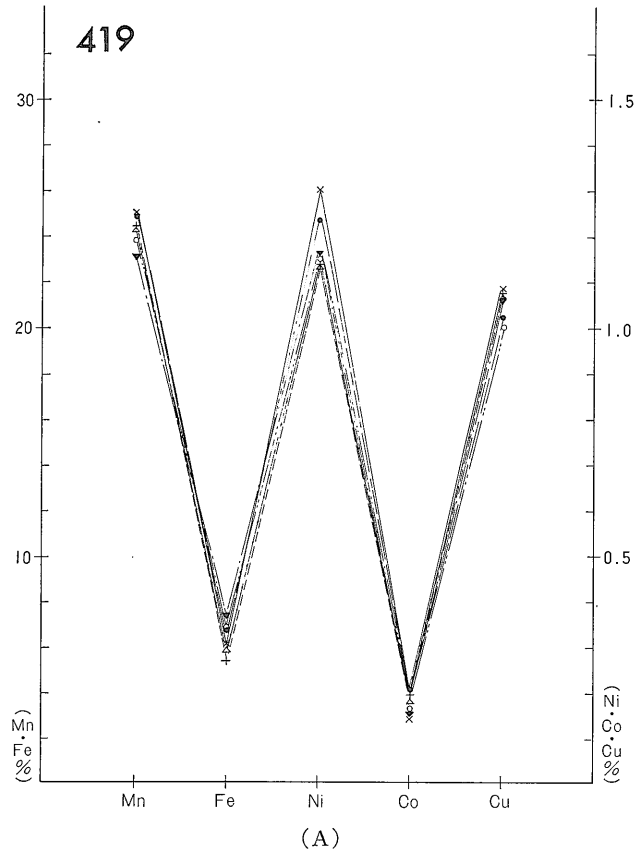
調査地点番号	GH761-429				GH			
採泥点番号	FG 27-1		FG 27-2		G195			
水深 (m)	6,210		6,220		5,800			
採泥器	フリーフォールグラフ		フリーフォールグラフ		大型グラフ			
試料名	団塊		団塊		団塊			
分布密度 (kg/m <sup>3</sup> )	9.7		8.3		10.			
粒径 (φ cm)	6-4	4-2	6-4	4-2	6-4	4-2	2-1	
Mn %	19.11	20.08	19.48	24.15	22.18	23.72	23.62	
Fe %	8.31	8.83	8.70	7.30	7.85	7.45	7.42	
Ni %	0.68	0.66	0.76	1.02	0.84	0.95	1.07	
Co %	0.20	0.24	0.20	0.19	0.19	0.21	0.22	
Cu %	0.75	0.72	0.73	0.93	0.90	0.97	1.02	
Pb ppm	530	386	420	350	450	450	385	
Zn ppm	600	680	620	860	850	910	890	
H <sub>2</sub> O± %	23.78	21.68	22.74	21.39	22.02	21.38	21.48	
(Ni+Cu) %	1.43	1.38	1.49	1.95	1.74	1.92	2.09	



GH76-1 航海域 (中部太平洋) におけるマンガン団塊の賦存状況について (丸山修司)

GH 761-423				GH 761-424		GH 761-426					
FG 19-1		FG 19-2		FG 20-2		G 190		FG 22-1		FG 22-2	
5,380		5,380		5,750		5,400		5,400		5,400	
フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		大型グラブ		フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ	
団塊		団塊		団塊		団塊		団塊		団塊	
0.5		1.2		1.9		1.4		4.8		1.4	
4-2	2-1	4-2	2-1			4-2	4-2	4-2	4-2	4-2	
25.84	28.68	28.09	27.40	24.40		28.06	26.93	28.02	26.98	26.99	
6.01	4.36	4.46	5.09	6.51		5.60	6.31	5.41	5.82	6.05	
1.25	1.21	1.38	1.09	0.91		1.29	1.40	1.34	1.38	1.35	
0.14	0.15	0.12	0.15	0.17		0.13	0.13	0.12	0.13	0.14	
1.10	1.16	1.29	1.07	1.06		1.50	1.43	1.58	1.53	1.47	
320	190	225	225	190		255	255	255	255	255	
1,870	2,340	1,800	2,220	1,460		1,400	1,360	1,320	1,300	1,300	
19.62	18.04	18.49	18.46	17.67		20.35	19.55	19.94	19.99	20.16	
2.35	2.37	2.64	2.16	1.97		2.79	2.83	2.92	2.91	2.82	

761-430				GH 761-431					GH 761-433	
FG 28-1		FG 28-2		G 196		FG 29-1	FG 29-2	FG 31-1		
5,800		5,800		5,830		5,820	5,810	5,900		
フリーフォールグラブ		フリーフォールグラブ		大型グラブ		フリーフォールグラブ	フリーフォールグラブ	フリーフォールグラブ		
団塊		団塊		団塊		団塊	団塊	団塊		
10		13		0.2		0.9	2.5	4.4		
4-2	4-2	4-2	4-2	2-1	2-1	4-2	2-1	4-2	4-2	
22.75	22.53	23.38	20.98	29.26	30.09	26.85	27.35	25.48	25.89	
7.57	8.38	7.15	7.45	5.02	5.67	5.88	5.57	6.60	7.34	
0.92	0.96	0.90	0.85	1.27	1.02	1.20	0.99	1.11	1.19	
0.20	0.21	0.19	0.19	0.15	0.19	0.14	0.17	0.15	0.15	
0.91	0.90	0.94	0.84	1.32	1.08	1.18	0.94	1.19	1.17	
385	385	385	385	225	160	320	190	290	290	
850	850	970	800	1,440	2,000	1,440	1,760	1,080	1,180	
22.00	21.72	22.01	21.37	19.07	17.86	19.75	18.15	20.67	20.11	
1.83	1.86	1.84	1.69	2.59	2.10	2.38	1.93	2.30	2.36	



第4図 GH76-1 海域団塊の5元素構成

めたものである。

### 5.1 主要 5 元素の地区的特性

第 2 表中の主要 5 金属元素 (Mn・Fe・Ni・Co・Cu) の分析値を見ると、同一調査地点、同一採泥点の各団塊は、それぞれほぼ一様な数値となる。

この傾向を明示するため、Mn と Fe の含有率を左側目盛に、Ni、Co と Cu の含有率を右側目盛に取り、各調査地点の各団塊の 5 元素構成を図化すると、調査地点 417、423、426、430、433 等の各団塊は第 4-A 図調査地点 419 の団塊の 5 元素構成のように、集約された鮮明な図形となり、これら諸調査地点付近の団塊は形の大小にかかわらず、ほぼ一様な 5 元素構成となることがわかる。

### 5.2 調査地点 414 の団塊

上記第 4-A 図と同じ手法で、調査地点 414 の各団塊の品位を図化すると第 4-B 図となる。

この図によると、本調査地点の団塊は G 193、FG 12 および FG 25 と、それぞれ各採泥点ごとに、異なった 5 元素構成となる。

第 5 図は調査地点 414 付近の海底地形と採泥地点を示したもので、本調査地点が水深 1,900 m 海山の南東山麓、小海丘南斜面に位置し、採泥点 G 193 (水深 5,200 m) と採泥点 FG 12 (水深 5,400m) とは一連の斜面上に

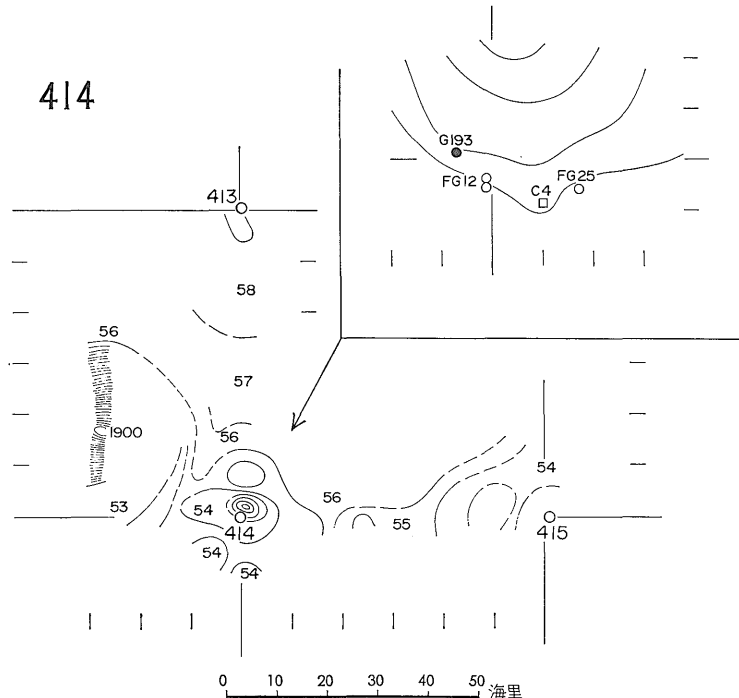
存在するが、採泥点 FG 25 (水深 5,440 m) は前記 2 地点から東方に、約 1.5 海里も離れ、その間に小海嶺が存在する。

これらの状況から、採泥点 G 193 および FG 12 の団塊は、一応、一連のもので、北西から南東へと高品位化するものとも考えられる。しかしこの 2 採泥点と採泥点 FG 25 との団塊の間には、品位構成上の相違、特に Cu 元素の高品位化と、その間に小海嶺の存在も認められることから両地区の間に分布域の不連続がある可能性も考えられる。

なお、調査地点 407、408、418、431 等の諸地点の団塊は、第 6-A 図に示した調査地点 429 の団塊の 5 元素構成と同様に、品位構成状態が少し違った団塊を少数共産する。その相違を見ると、団塊の粒径・形態等の違いも認められないことからその原因は、付近に賦存する品位構成の異なる団塊が混在したものと考えたい。

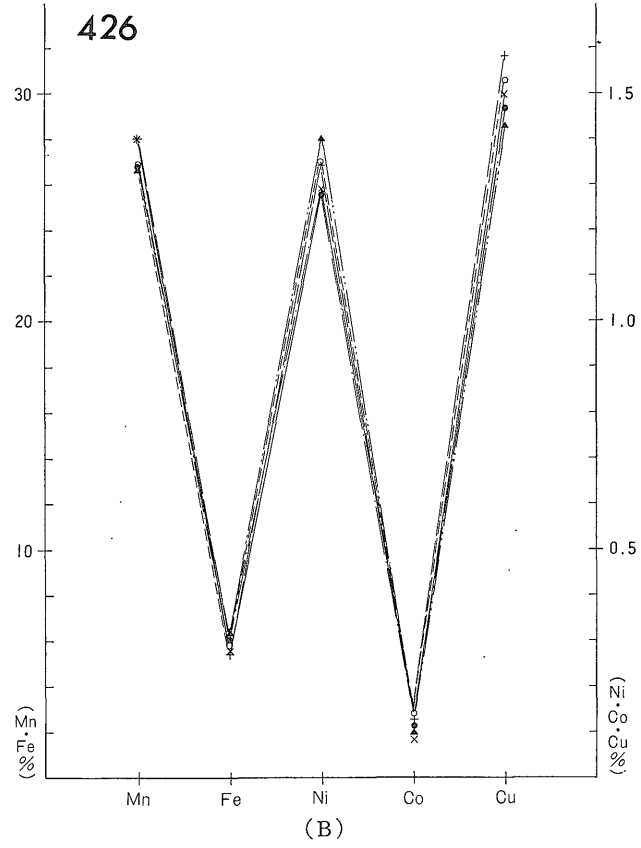
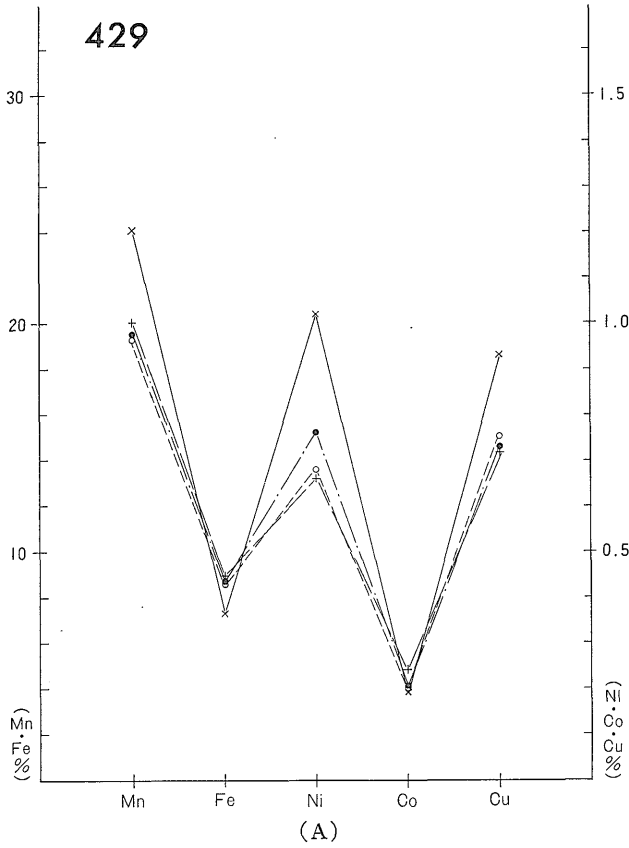
### 5.3 5 元素の相関関係と品位区分

第 2 表および第 4 図等から本海域の団塊品位を見ると、すでに広く知られるように (SKORNYAKOVA *et al.*, 1962)、団塊中の 5 元素は、Mn と Ni・Cu、Fe と Co がそれぞれ (+) の相関関係、Mn 群と Fe 群の間には (-) の相関関係にあることがわかる。



コンター間隔100m 図中数字56等は水深5600m余を示す

第 5 図 調査地点 414 付近の海底地形・採泥点図



第6図 GH76-1 海域団塊の5元素構成

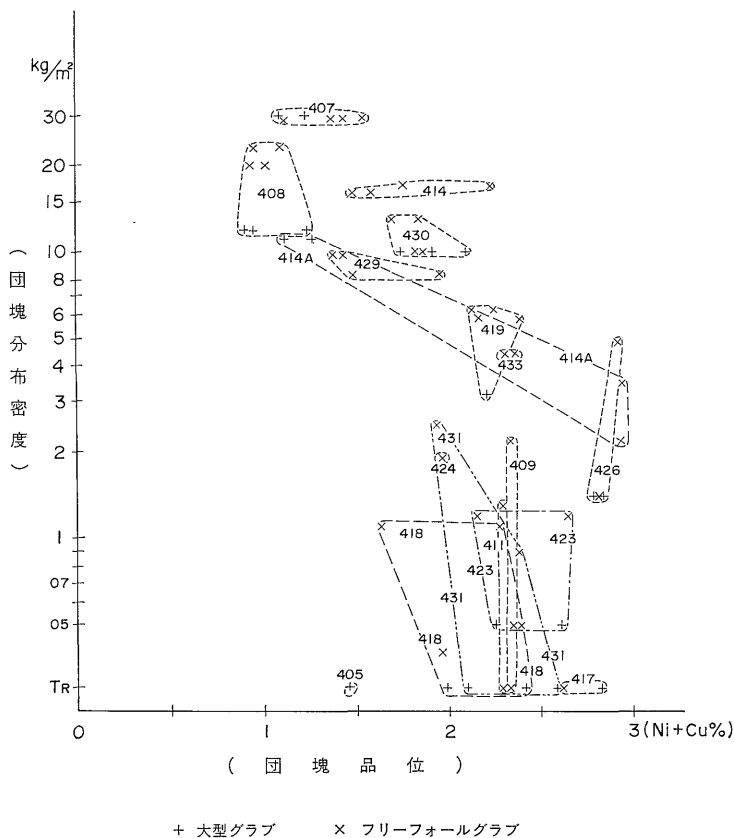
第 3 表 GH 76-1 海域マンガン団塊 5 元素含有傾向

区 分	(試料例)	Mn %	Fe %	Ni %	Co %	Cu %
I	(408)	20 以下	1.3 以下	0.7 以下	0.25 以下	0.6 以下
II	(429)	同 上	10 以下	0.7 内外	0.2 内外	0.7-0.8
III	(430)	20-25	8 内外	0.9 内外	同 上	0.9 内外
IV	(419)	同 上	7 内外	1.1 内外	同 上	1.05 内外
V	(423)	25-30	5-6	1.2 内外	0.15 内外	1.1 内外
VI	(426)	同 上	6 内外	1.3-1.4	同 上	1.4 以上

また、本海域の団塊品位が Mn, Ni, Cu の 3 元素濃集状態から、第 3 表のように、調査地点 408, 429, 430, 419, 423, 426, と 6 段階に区分が可能であり、おおむね、Ni 品位が Mn 品位の 1/20 内外となり、Cu 品位が Ni 品位よりわずかに低いのが通常となるが、中には、調査地点 426, 409 あるいは 417, 414 の各調査地点中の一部の団塊のように、Cu 元素が特に濃集するものもある (第 6-B 図 St. 426 参照)。

6. 団塊賦存地点の濃集度と品位

第 7 図は、前述の諸結果にもとづき、各調査地点の団塊分布状況を質的・量的に比較検討するものであり、化学組成については、現在特に注目されている Ni と Cu との含有率合計数値によって示してある。本調査海域の団塊賦存地点には、Ni と Cu の含有率合計が 3% 以上となる高品位団塊の賦存、あるいは、団塊分布密度が



第 7 図 GH 76-1 海域各調査地点団塊の品位と分布密度

第4表 GH76-1 海域高品位団塊・高濃集域一覧

Ni+Cu %	団塊分布密度	調査地点
2 以上	10 kg/m <sup>2</sup> 以上	なし
"	5 kg/m <sup>2</sup> 以上	St. 419
1.5 以上	10 kg/m <sup>2</sup> 以上	St. 414, St. 430
"	5 kg/m <sup>2</sup> 以上	St. 429

30 kg/m<sup>2</sup> 以上の高濃集地等の存在を認めることができなかったが、一応、高品位団塊・高濃集地点として、第4表の諸地点を挙げる事ができる。

### 7. 高品位団塊高濃集地概況

本調査・検討結果によれば、団塊の分布状況・品位構成等は、おおむね地形とともに変化することがわかった。

このため、本海域の高品位団塊濃集分布地点付近の地形概況を検討し、その分布概況を推察すると下記となる。

#### 7.1 調査地点 419

本調査地点は、第8図A (3.5 kHz) 記録にも示されるように、水深 5,450-5,550 m 内外と、南に微傾斜する深海平坦域中に位置する。

この平坦域には、表層部音波の透明層が厚さ 30-40 m で分布する。本調査地点の南、約5海里の小海丘際から本地点の北、約5海里までの間、約10海里は大きな凹凸地形もなく、ほぼ一様の環境下にあったと考えられる。また、その環境は、西北西から東南東へと、より広く拡がるものと予想される。

#### 7.2 調査地点 414

本調査地点は前述 (5.3) のように、海山山麓部の海丘南斜上に位置し、周囲の地形は変化に富み、第8図Bに示されるように、表層部音波透明層は非常に薄い。

本調査地点の高品位団塊は、調査地点東部、採泥点 FG 25 のもので、南東方へ拡がって分布することも期待されるが、地形情報が乏しく、確認できなかった。

#### 7.3 調査地点 430

本調査地点は、第8図C (3.5 kHz) 記録に見られるように、顕著な独立海丘 (水深 5,000 m) の東側山麓、水深 5,800 m の深海平坦域に位置し、表層部音波透明層は厚さ 10 m 内外と薄く、海底表面は小さな凹凸を示す。この深海平坦域は東西方向に7-8海里の広さとなるが、周囲の地形傾向から、南東方へと拡がるものと推察される。

#### 7.4 調査地点 429

本調査地点は、西北西から東南東へと連なる舟状海盆

中に位置し、海盆底は水深 6,300 m 内外で、海盆両側に並行する海丘との比高は最大約 1,000 m となる。

本調査地点付近の海盆幅は3-4海里と狭いが、本地点東南東約10海里付近では、幅が6-7海里と広がる所もある。

### 8. まとめ

GH76-1 調査航海は、北緯 5-10°, 西経 170-175°, 水深 5,500-5,900 m の深海域海底地質とマンガン団塊に関する研究を目的として実施され、調査地点は通常 1° (約 100 km) 間隔、団塊濃集地付近では 0.5° (約 50 km) 間隔で設定、各調査地点で大型グラブおよび2コのフリーフォールグラブを使って試料が採取された。代表的団塊試料については粒度ごとに、化学分析された。

本海域の団塊賦存について、知り得た事項を要約すると下記となる。

1. 本海域の団塊は、おおむね、海底表面部に賦存し、主要濃集地区として下記の6調査地点を挙げられる。

◎ 20-30 kg/m<sup>2</sup> 地区 St. 407 & 408

◎ 10-20 kg/m<sup>2</sup> 地区 St. 414 & 430

◎ 5-10 kg/m<sup>2</sup> 地区 St. 419 & 429

なお、これら団塊濃集地区付近には、海山あるいは顕著な海丘等の存在が目立つ。

2. 団塊の賦存状況、特に濃集状況は、類似した地形下では極端な変化を示さない模様であるが、地形変化、特に高低差がある場合には、濃集状態にも大きな変化が認められる。

3. 本海域の団塊中に含まれる有用元素は、  
Mn 16.9 - 32.2 % Fe 4.1 - 13.1 %  
Ni 0.45 - 1.46% Co 0.12 - 0.29%  
Cu 0.36 - 1.58%

であり、Mn と Ni, Cu, Fe と Co はそれぞれ正の、Mn 群と Fe 群は負の相関関係がある。また、Cu 含有率は Ni 含有率よりわずかに低いことが多い。

4. 団塊中の主要5元素 (上記) 含有率は、0.5-1海里内外と、近接した同一地形環境上では、団塊の大小にかかわらず、ほぼ同様である。

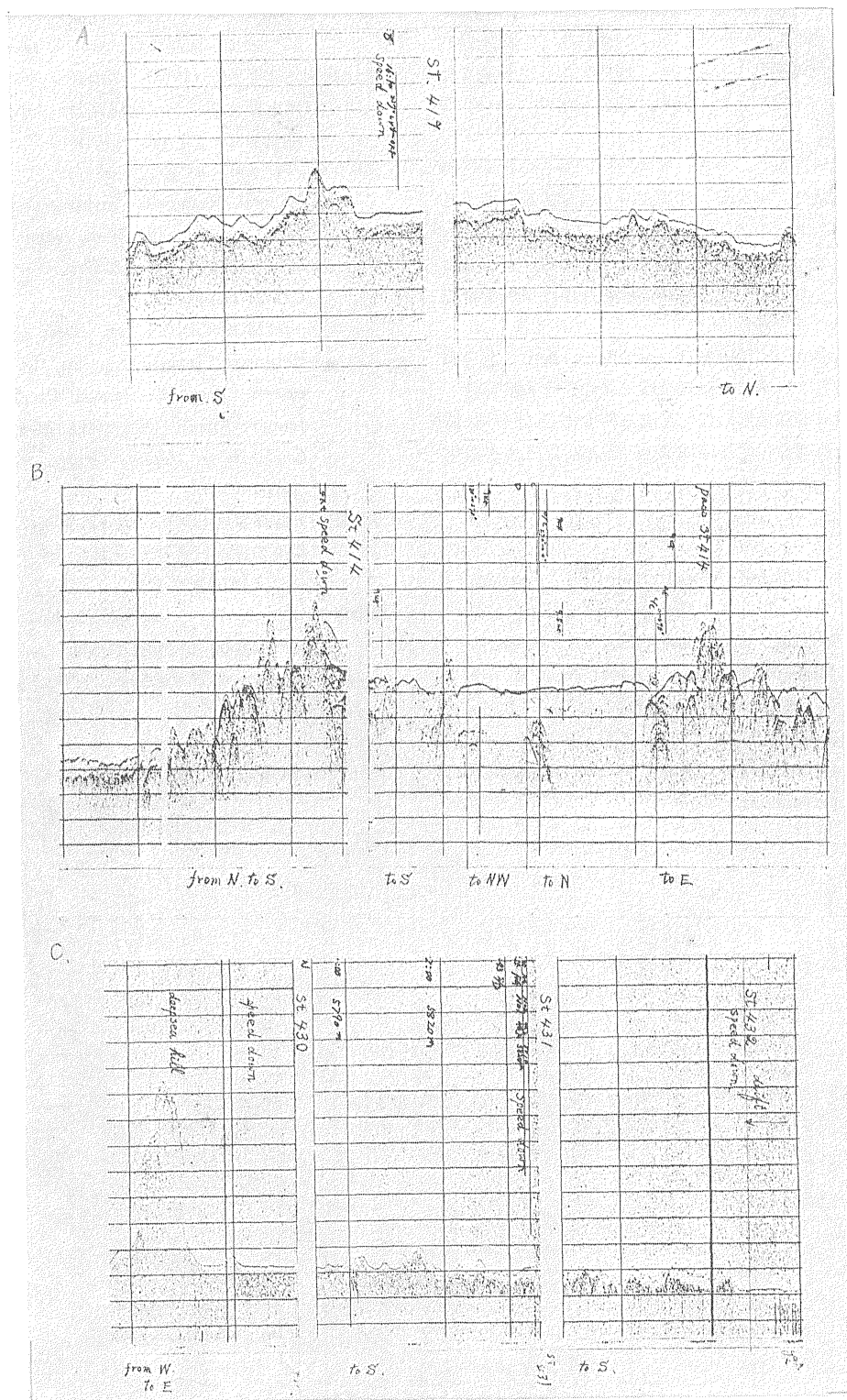
5. 本海域で高品位団塊が濃集分布する地区として、下記の各調査地点付近が挙げられる。

Ni+Cu 2% 以上, 5 kg/m<sup>2</sup> 以上 St. 419

" 1.5% 以上, 10 kg/m<sup>2</sup> 以上 St. 414  
& 430

" 1.5% 以上, 5 kg/m<sup>2</sup> 以上 St. 429

GH76-1 航海域 (中部太平洋) におけるマンガン団塊の賦存状況について (丸山修司)



第 8 図 GH76-1 航海 3.5 kHz PDR 記録 (St. 419, 414 および 430 付近)

6. 上記, 高品位団塊・高濃集域の拡がりは, 3.5 kHz PDR 記録などから見ると, いずれも 10 海里内外か, またはそれより小さく, 周縁部の低濃集域または低品位域を加えた一連の団塊分布域は, 30-40 海里程度と予想される。

これら諸状況から, 今後, 本海域付近あるいは地形の類似した海域で, マンガン団塊に関する調査を実施する際には, 調査地点の設定間隔を, 概況調査では 60 あるいは 30 海里, 詳細な調査では 10, 5, あるいは 2-3 海里とすべきであり, また, 常時, 詳細な海底地形を把握することが必要である。

また, 本海域の団塊分布は, おおむね, 海山・海丘等の山麓部から平坦域にかかる地域に多く, その賦存量・化学品位構成等は地形の変化とある程度の関連性を持ち, 低い地点に存在する団塊ほど, 有用金属元素が濃集する傾向がある。

#### 文 献

FUJINUKI, T. and MOCHIZUKI, T. Chemical composition of manganese nodules. In MIZUNO and MORITANI, ed., Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Central-eastern Part of Central Pacific Basin, January-March 1976 (GH 76-1 Cruise). *Geol. Surv. Japan, Cruise Report* (in preparation).

井上雅夫 (1971) Grab type 採泥器 "OKEAH-50" について. *海洋地質*, vol. 7, no. 1.

丸山修司・木下泰正 (1975) 深海底マンガン団塊鉱床と深海用グラブ型採泥器: OKEAN-70. *地質ニュース*, no. 250, p. 1-7.

MIZUNO, A. and CHUJO, J., ed. (1975) Deep Sea Mineral Resources Investigation in the East Central Pacific Basin, August-October 1974 (GH 74-5 Cruise). *Geol. Surv. Japan, Cruise Report*, no. 4.

—— and MORITANI, T., ed. Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Central-eastern Part of Central Pacific Basin, January-March 1976 (GH 76-1 Cruise). *Geol. Surv. Japan, Cruise Report* (in preparation).

水野篤行・盛谷智之 (1976) 地質調査所による 1975 年度の深海底鉱物資源調査. *オーシャンエージ*, 1976年7月号, p. 23-27.

SKORNYAKOVA, N. S. *et al.* (1962) Chemical composition of the Pacific Ocean's iron-manganese concretions. *Okeanologiya* 2 (2): 264-277.

(受付: 1976年11月1日; 受理: 1976年11月5日)