

# 太平洋の鉄・マンガン団塊 (3)

N.S.スコルニャコーバ (SKORNJAKOVA)

P.F.アンドルシチェンコ (ANDRUSHCHENKO)

盛谷智之 訳

## 鉄・マンガン団塊の鉱物組成

鉄・マンガン団塊のさまざまな構造上の特性にもかかわらず その鉱物組成はかなり一様であることが 鉱物学的 X線の研究によって明らかにされた。主要造鉱石マンガン鉱物の1つがサイロメレーン鉱 [訳注: 海底の鉄・マンガン団塊中のマンガン鉱物は X線回折による性質からブーザーら (BUSER et al., 1951) が  $10\text{\AA}$  manganite・ $7\text{\AA}$  manganite・ $2.4\text{\AA}$   $\delta$ - $\text{MnO}_2$  の3種からなることをはじめて報告し その後の多くの研究によって 前2者は最初のものから轟石・パーネス鉱に それぞれ相当すること それに後者の  $\delta$ - $\text{MnO}_2$  を加えた3つがもっとも普遍的で主要な造鉱石鉱物であることが明らかにされてきた。ここでいう「サイロメレーン鉱」はV. I. ミヘーエフ (MIKHEEV, 1957) の「鉱物のX線同定表」によっているが 掲載されたX線データから判断すると 団塊の研究の場合の  $\delta$ - $\text{MnO}_2$  を指すものであろう。 鉱物記名は原著に従っておいた。] である。太平洋の南部区域では 轟石が広範に分布し またまれにパーネス鉱が存在する。水酸化鉄鉱物はおもに加水針鉄鉱である。非鉄鉱石鉱物のうち団塊の組成中で重要な役割を演ずるのはモンモリロナイトとフィリップサイトである。副次的鉱物としては 赤鉄鉱・燐灰石・かんらん石および碎屑物として存在する他の鉱物などがある。

太平洋の海底団塊中の鉄石濃集物は 陸上の各種の既知鉄床中のマンガン鉄石と比べ特殊な性質をもっている。まず 団塊の鉄石は弱く膠結・縫合された鉱物塊であり このことは満足な研磨片を準備することをむずかしくしている。これは もっぱら水酸化マンガン・鉄鉱・粘土鉱物およびゼオライトの緊密な連晶としての 膠質・微晶質・微粒質の集合体である。このため 水酸化マンガン・鉄の微晶質鉱物のこのように微細なコロフォーム状の連晶を 鉱石顕微鏡による通常の手法で同定することはきわめて困難である。

化学分析は多くの場合 鉱物混合物の特徴を示すものである。X線分析のための純物質を分離することさえも非常にむずかしい。

鉱物組成の同定のため デバイーシェラー法によるX線的研究が広範に用いられた。このためには被験物質

は比較的少量しか要しないが それでも純粋単鉱物相の必要量を分離できないため かならずしもこの方法だけで十分とはいえない。一層厳密な同定のためには ソ連科学アカデミー鉄床岩石鉱物地球化学研究所の主任実験鉱物学者のT. N. シャドルン (SHADRUN) の好意により 100分の1 mm の大きさの鉱物質を分離することができるマイクロX線法が応用された。この方法のちがいは厳密に言えば 被験物質の量と 試料作成にある。第1の場合には 比較的多い量の被験物質の粉末が 微細な柱 (直径0.5~1 mm) に押圧された。第2の場合には 必要なだけの微量の鉱物が顕微鏡下で研磨片の上から針を使ってとり出された。それをスライドガラスの上に置き そしてカバーガラスにつけた一滴のゴムノリをもって被覆する。表側のガラスを圧迫すると 小粒はちり状に圧碎され ガラスを回わすように動かしてやるとノリと一緒に小球中にこね入れられる。こうして得られた小球は 通常直径0.1 mm 以内であり これがX線実験に供される。この方法によってさまざまな点状の濃集部から得た単鉱物相試料が研究された。マイクロX線分析は 鉄床岩石鉱物地球化学研究所の鉱物実験室の上級実験員G. V. ヴァソバ (BASOVA) によって行なわれた。

主要な鉱物の特性を以下に述べることにしよう。

サイロメレーン鉱 ( $\text{MnO}_2$  (0-1)  $\text{MnO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) は鉄・マンガン団塊および鉄皮の主要造鉱石鉱物の1つである。通常 それは鉄水酸化物および粘土鉱物と緊密に癒着して存在し コロフォーム状および樹枝状形成物中に微細な互層縞をつくっている (第115図 a・b)。またこの鉱物はしばしば 変質火山ガラスをそれが置換する結果生じた不規則状・微細脈状の濃集物としても存在する (第115図 c)。

水酸化マンガン・鉄鉱の化学組成のもっとも一般的な特性を示すため その化学分析のデータをあげた (第54表)。この表から見られるように 鉄石帯中のマンガンはおもに4価の形で また非常にわずかな部分だけが2価の形で存在している。おそらくサイロメレーン鉱の中では 二酸化マンガンのコロイド水和物 (ベルナダイト) が多量に存在するのであろう。

薄層から採られた比較的純粋なサイロメレーン鉱の示

第54表 鉄・マンガン団塊の鉱石帯の化学組成

元 素	測点5114	測点5110	測点5127	測点4279	測点4362		測点3150
	漆黒色団塊の外側帯	帯灰褐色団塊の外側帯	鉱化団塊の平均供試料	パラゴナイト質凝灰岩上の鉱皮	団塊の内側帯	団塊の外側帯	
SiO <sub>2</sub>	17.20	9.98	9.78	17.18	13.10	11.63	6.09
TiO <sub>2</sub>	0.36	1.11	0.66	1.17	1.11	1.80	0.16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.07	5.24	5.00	6.88	3.65	3.22	1.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.97	16.80	12.02	14.87	16.12	18.84	11.10
MnO	なし	なし	なし	0.62	6.31	6.70	なし
MnO <sub>2</sub>	32.09	29.40	35.22	28.59	27.89	27.84	53.60
MgO	2.25	1.56	2.05	2.88	1.33	1.20	2.74
CaO	2.75	3.00	2.47	2.42	3.92	3.09	2.65
Na <sub>2</sub> O	1.28	1.98	2.29	2.96	2.46	2.27	2.16
K <sub>2</sub> O	1.39	0.63	0.88	1.24	0.97	0.80	1.46
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	15.92	19.91	20.73	11.46	13.36	13.29	7.27
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7.67	7.84	7.08	5.84	7.23	7.48	8.23
CO <sub>3</sub>	0.78	0.50	0.73	0.23	0.57	0.60	0.48
BaO	0.18	0.12	0.15	0.06	なし	なし	1.09
NiO	1.11	0.64	0.80	0.60	0.62	0.51	0.53
CoO	0.57	0.70	0.55	0.24	0.60	0.65	0.52
CuO	0.13	0.13	0.14	0.59	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.30	0.35	0.17	0.40	—	—	—
計	100.82	100.44	100.72	99.23	99.24	99.62	99.12

備考 FeO は定量せず

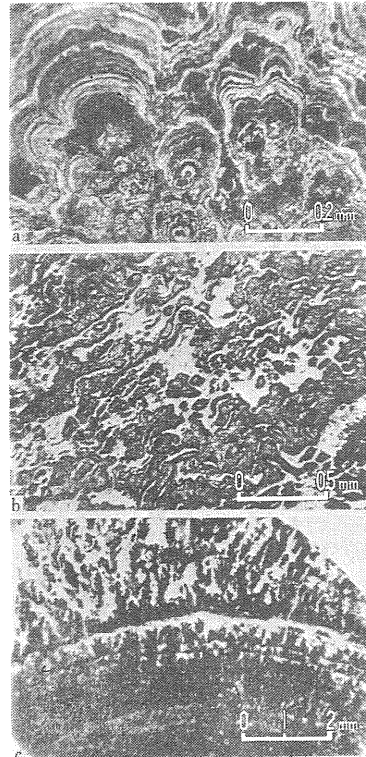
差熱分析曲線は 120°C・450°C・650°C の各温度での吸熱停留によって特徴づけられている(第116図)。

120°Cでの吸熱効果による曲線の腕は 分子水の連続的分離に対応し 400~450°C の間の2番目の停留はおそらくブラウン鉱の生成を伴うサイロメレン鉱の結晶格子の破壊に対応するのであろう。 650~700°C の温度での停留は さらにそれがブラウン鉱に変化していくことに対応している。 水酸化マンガン鉱のX線的研究の結果を若干の試料のものについて第55表にあげる。

その鉱物学研究データが既存のX線回折・化学分析のデータと一致することは 研究した水酸化マンガン団塊がサイロメレン鉱型 MnO<sub>2</sub> (0-1) MnO・nH<sub>2</sub>Oであることを示している。

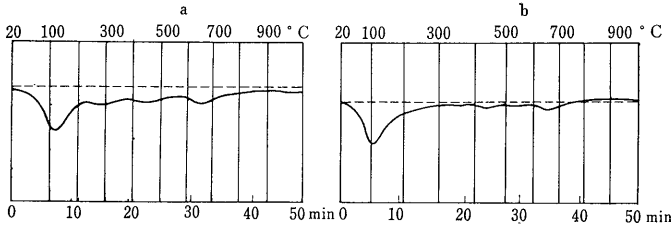
轟石 (Mn・Ba・Ca・Mg)Mn<sub>3</sub>O<sub>7</sub>・2H<sub>2</sub>O は X線的研究データから判断すると 太平洋南部の団塊の組成中に非常に普遍的な鉱物である。 轟石は サイロメレン鉱や 轟石と等構造のバーネス鉱の両者と連晶をなして 水酸化マンガン・鉄鉱の微粒のコロフォーム状濃集物中にみとめられる。

轟石のX線分析のために 顕微鏡下でコロフォーム構造の団塊のいろいろな部分からいくつかの微小試料をとり出した。 そのなかで轟石は微粒濃集物として存在しサイロメレン鉱よりも高い反射能・明瞭な異方性および弱い複反射などで特徴づけられる。 分析の結果(第



第 115 図

- a : コロフォーム構造の団塊の鉱石殻中のサイロメレン鉱(暗灰色)水酸化鉄(より明るい色) および粘土物質(黒色)の各薄層 研磨片写真
- b : 変質火山ガラス中の不規則状および微細脈状生成物としてのサイロメレン鉱 測点4309 研磨片
- c : 樹枝状の形で水酸化鉄との連晶をなすサイロメレン鉱の濃集物 測点3996 透過薄片



第116図 団塊の鉱石殻からのサイロメレーン鉱の示差熱曲線  
a : 測点3151 b : 測点5128

第57表 パーネス鉱のX線回折結果

1		2		3	
I	d	I	d	I	d
10	7.12	10	7.30	10	7.31
		2	3.03	5	3.60
10	2.40	10	2.47	7	2.44
1	1.743				
10	1.401	8	1.420	8	1.418

第55表 水酸化マンガン鉱のデバイグラム上の回折線の格子面間隔 ( $\frac{d}{n}$ ) および相対強度 (I)

測点4199		測点4264		測点5128		測点5100		サイロメレーン 鉱 V.I.ミヘーエフ (MIKHREEV)に よる	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
—	—	—	—	4	4.87	4	4.87	—	—
10	3.34	5	3.34	4	3.36	4	3.36	4	3.35
2	3.18	3	3.24	4	3.23	4	3.23	4	3.12
—	—	—	—	—	—	—	—	8	2.70
—	—	—	—	—	—	—	—	2	2.58
4	2.44	10	2.45	7	2.46	7	2.46	10	2.43
—	—	—	—	—	—	3	2.19	2	2.27
—	—	—	—	—	—	—	—	4	2.15
1	1.81	—	—	—	—	1	1.76	4	1.72
—	—	—	—	—	—	—	—	6	1.63
1	1.66	—	—	—	—	—	—	4	1.56
—	—	—	—	1	1.55	5	1.42	2	1.42
—	—	9	1.41	10	1.42	—	—	—	—

パーネス鉱 (Ca・Mg・Na・K) × (Mn<sup>4+</sup> Mn<sup>2+</sup>) (O・OH)<sub>2</sub>? は マンガン水マンガン鉱 (manganous manganite) と同じものである (コーズ・ミルン CONES & MILNE 1956)。これは多くの測点の団塊の殻に見出される。パーネス鉱は轟石およびサイロメレーン鉱と緊密な連晶をなして存在し、微晶質、泥状で、研磨面を押圧してつくるのが困難なほどやわらかい析出物を形成している。測点5410および5414からのパーネス鉱のX線回折データを第57表にあげる (1・2欄)。比較のため3欄には米国のカミングトン産のパーネス鉱の格子面間隔と回折線強度の値 (フロンデルほか FRONDEL et al., 1960) を示した。

第56表 轟石のX線回折データ

測点5410		測点5114		測点5409		測点5112		轟石 フロンデルほか (FRONDEL et al., 1960) による	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
10	9.56	10	9.60	7	9.47	7	9.55	10	9.65
9	4.81	9	4.88	7	4.80	7	4.77	8	4.81
3	4.05	—	—	2	4.12	—	—	3	4.46
7	3.20	4	3.32	7	3.33	6	3.18	4	3.20
7	2.46	4	2.43	9	2.43	9	2.44	3	2.45
—	—	4	2.39	—	—	—	—	4	2.40
—	—	8	2.10	1	2.23	1	2.19	4	2.16
—	—	—	—	—	—	—	—	1	2.15
—	—	4	1.91	—	—	—	—	1	1.98
6	1.427	3	1.42	9	1.413	6	1.422	4	1.419
—	—	4	1.329	—	—	—	—	5	1.331
—	—	1	1.264	—	—	—	—	—	—
—	—	5	1.121	—	—	—	—	—	—
—	—	1	1.035	—	—	—	—	—	—

加水針鉄鉱 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・nH<sub>2</sub>O は サイロメレーン鉱とともに、鉄・マンガン団塊の鉱石殻をつくる主要造鉱石鉱物の1つである。これはサイロメレーン鉱と緊密な連晶をつくるコロフォーム形成物の縞として存在する。また非変質の火山ガラスの中で個々の偽団塊の同心状殻を構成する、不規則なコロフォーム構造の細縞としても存在する。顕微鏡下では透過光で、ときどき加水針鉄鉱のコロフォーム形成物の中に赤鉄鉱の小六面板状体が見出される。水酸化鉄鉱の同定のため、測点3996からの団塊の鉱石殻の比較的密質の薄層から採られた供試料についてX線回折が行なわれた。第58表にあげたX線回折のデータは V. I. ミヘーエフ (MIKHREEV) の加水針鉄鉱の標準データと十分一致している。

56表) 標準試料によってこの鉱物に知られている轟石の主要回折線の全部の存在と 対応する反射面の強度値が十分に一致することが明らかになった。

モンモリロナイト は 鉄・マンガン団塊のもっとも普遍的な非鉄石鉱物の1つである。これは 団塊の殻中の変質碎屑物中において 水酸化マンガン・鉄鉱とつねに伴って存在している。その微細な鱗片の濃集部は 団塊の核の変質火山岩や火山碎屑岩の中に存在する。モンモリロナイトは鉱石同心層のつねにみられる組成成分である。そして 鉱石縁をつくる水酸化マンガン・鉄鉱の細かい環状様のコロフォーム分離物の間の空

第58表 加水針鉄鉱のデバイグラムによる回折線の格子面間隔  $(\frac{d}{n\alpha})$  および相対強度(I)

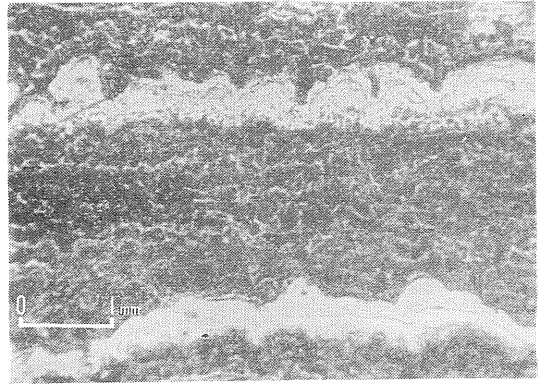
測点3996		加水針鉄鉱 (Mikhayev 1957) による		測点3996		加水針鉄鉱	
I	d	I	d	I	d	I	d
9	4.16	10	4.178	4	1.564	6	1.564
1	3.43	3	3.38	5	1.510	4	1.510
1	3.17	—	—	4	1.454	4	1.454
1	2.95	1	2.975	2	1.425	2	1.423
7	2.67	8	2.69	2	1.363	1	1.362
1	2.56	3	2.58	4	1.318	2	1.319
10	2.44	10	2.45	1	1.241	1	1.246
3	2.96	4	2.25	1	1.150	—	—
3	2.19	6	2.189	2	1.125	1	1.127
1	1.998	1	2.02				
1	1.914	1	1.92				
8	1.716	8	1.719				

間を充している(第117図)。このようなコロフォーム形成物の構造の特徴は コロイド溶液からの分離を示している。この場合 メタコロイド質のモンモリロナイト濃集物は 等方性物質に似た 隠微晶質の種類のものである。

モンモリロナイトの顕著な濃集部は 強く変質したパラゴナイト質凝灰岩のサンプルに見出される。この種の岩石の縁辺部のパラゴナイト質基質は モンモリロナイトの細柱状結晶の集合体に変化し 淡灰色ないしほとんど白色を呈し 一続きでほとんど単一鉱物からなる縁どりをつくっている。

モンモリロナイトが微粒および隠微晶質の構造をもち水酸化鉄・マンガン鉱と緊密な連晶をつくることは その識別を困難にし ことに鉱物の変質パラゴナイト物質と鉱物新生成物の中に 非常にわずかにある場合に困難である。透過光のもとでは モンモリロナイトは 無色あるいは水酸化鉄によって帯緑黄色に弱く色付いている。十字ニコルのもとでは 集合偏光現象が観察される。

ソ連科学アカデミー鉱床岩石鉱物地球化学研究所の実験岩石学研究室では 鉱物の同定のため パラゴナイト質凝灰岩の変質過程で形成されたモンモリロナイト濃集物(測点4279)の熱分析的研究が実施された。またこれと同じ試料について化学分析が行なわれた(第53表)。モンモリロナイトの示差熱曲線は第118図に示される。それは モンモリロナイトに 典型的な 150°・630°・840°Cの温度間隔の吸熱点の列によって特徴づけられる。最初の150°Cで極小部をもつ吸熱効果は 鉱物組成に加わるいわゆる内包水の分離に起因している。2番目の



第117図 団塊の鉱石殻中における水酸化マンガン・鉄のコロフォーム生成物の中にあるコロフォーム構造のモンモリロナイトの薄層 測点3150 透過薄片写真

630°Cに極小部をもつ吸熱点は水酸化物の構造水の分離に原因する。最後の 840°C に極小部をもつ吸熱点は 鉱物の結晶格子の破壊に関連したエネルギーの吸収によっておこされる。

熱分析研究の結果は モンモリロナイトの一連の標準試料に対して知られているデータ(ギンズブルク Ginzburg, 1941)と完全に一致する。

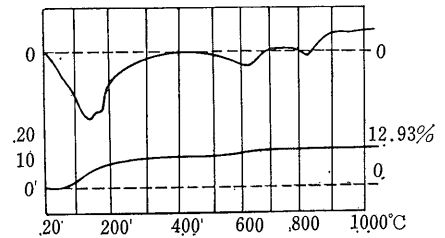
化学分析のデータにもとづいて計算されたこのモンモリロナイトの構造式は つぎのようなかたちである: Al<sub>1.339</sub> Fe<sub>0.216</sub> (Ni・Co・Cu・Mn・Mg)<sub>0.591</sub> [Al<sub>0.178</sub> Si<sub>3.822</sub> O<sub>10</sub>] (OH<sub>2</sub>) + (Na・K)<sub>0.33</sub>.

上にあげた式から 6 配位にある Al が鉱物中で比較的わずかな量の鉄とマグネシウム そしてまたマンガン・ニッケルおよび銅によって置換されていることがわかる。

試験サンプル中の吸収塩基の含有量は モンモリロナイトに対する平均値をかなり上まわる。その中でナトリウムとカリウムがほとんど絶対的な役割をもっている。

フィリップサイト は モンモリロナイトとならんでもっとも普遍的な非鉱石鉱物の1つであり 水酸化マンガン・鉄と緊密な共生随伴関係のもとに存在する。

これはしばしば団塊核の火山岩の空隙中にみられる。さらにその豊富な濃集部は いちじるしく変質した火山岩からなる核のなか 水酸化マンガン・鉄の新生成物の間に存在する。ここではフィリップサイトはみごとに発



第118図 モンモリロナイトの熱分析曲線(測点4279)

第59表 フィリップサイトのデバイグラム上の回折線の格子面間隔(Å)と相対強度

測点4199		測点4362		V. I. ミヘーエフ (Mikhnev) のデータ	
I	d	I	d	I	d
		4	7.76	10	7.64
7	7.11	7	7.12	10	6.91
		1	6.34	2	6.34
1	5.31	4	5.38	4	5.24
4	5.00	4	5.00	4	4.94
1	4.43	2	4.56	2	4.56
		2	4.31	6	4.25
4	4.07	7	4.08	6	4.08
		4	3.52	4	3.54
10	3.17	10	3.18	10	3.18
3	2.94	5	2.95	4	2.94
4	2.73	7	2.75		
4	2.67	7	2.68	6	2.67
2	2.55	1	2.56	4	2.52
1	2.40	2	2.40	4	2.40
		1	2.18	2	2.16
1	2.05	1	2.07	2	2.07
1	1.967	4	1.976	4	1.97
		2	1.916	2	1.91
1	1.817	2	1.835	2	1.84
3	1.766	6	1.783	4	1.78
3	1.720	6	1.725	4	1.72
2	1.671	3	1.673	2	1.67
		3	1.633	2	1.61
1	1.538	3	1.545	2	1.55
2	1.504	1	1.514	2	1.49
2	1.478	4	1.481		
2	1.423	1	1.429		
1	1.387	3	1.393	4	1.38
3	1.387	3	1.393		
3	1.326	4	1.330	4	1.34
3	1.275	5	1.277	4	1.28

達した形の柱状結晶および放射状集合体の連晶として存在する(第119図)。フィリップサイトの個々の結晶連晶および濃集部はほとんどかならず水酸化マンガ・鉄のコロフォーム状形成物によってとり囲まれている。フィリップサイトを厳密に同定するための2つの試料のX線の結果を第59表にあげた。そのうちの1つは測点4199のマンガ団塊の中間鉱石帯から他の1つは測点4362のマンガ団塊の鉱石殻から入念にとり出したものである。両者の場合ともフィリップサイトの柱状結晶は水酸化マンガ・鉄の濃集部のなかに含まれていた。

X線回折はソ連科学アカデミー鉱床岩石鉱物地球化学研究所の実験室でデバイシエラー法により直径57.3mmのカメラで非ろ過型の鉄放射をつかって行なわれた。回折線間隔はデバイグラム定規の上で計測した。この方法で格子面間隔の値をオングストロームで

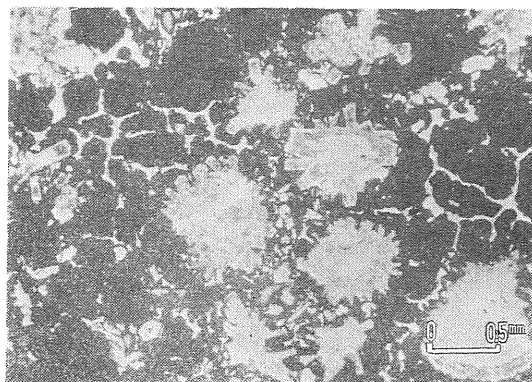
誤差1%以内に決定することができた。回折線強度は10等級尺度に肉眼で評定された。その結果は第59表に示しそこにはまた比較のためV. I. ミヘーエフ(Mikhnev, 1957)のフィリップサイト組成( $K_2Ca$ ) $Al_2Si_4O_{12} \cdot 4.5H_2O$ についてのデータもあげた。検討した試料と標準物質の結晶格子面間隔の値が十分正確に合致することからこの鉱物はフィリップサイトに同定される。

団塊の鉱物検鏡学的研究から団塊はおもに岩片の表面に鉱石物質が付着成長する結果形成されそのさい岩片の激しい分解とときにはその完全な置換とを伴っていることを証明することができる。この過程の証拠はとくに明白に多孔質火山岩あるいは火砕質粘土質岩の核をもつ団塊の場合に見出される。

鉱化火山岩および火砕岩の強い変質はきわめて急速に分解し容易に各種の鉱物の再配列作用を受ける火山ガラスが岩石中に豊富であることにいちじるしく起因している。さらに溶岩中に孔隙・真珠状割れ目・石泡が豊富なことおよび凝灰岩の細かい碎屑構造は間隙水と底層水との間の反応の急速な進行を助長する。そしてこのことが鉱石物質のいちじるしい濃集と主としてコロフォーム生成物のかたちでのその沈澱を条件づけている。

底層溶液中への鉱石物質の供給は一部は海底に比較的多量に存在する未凝固火山物質や火山岩岩片の分解の結果としても生ずるが大部分は陸地からの洗出しによって補給される海洋水中のマンガと鉄の蓄積量によるものである(第17章参照)。活発な後火山活動の場所では(このことは岩石のプロピライト化現象やその他の指標によって示される)鉱石物質の供給はおそらく火山作用のさまざまなガスの産物と関連している。

これらの供給源のそれぞれの相対的な役割を評価することはむずかしい。しかしその値は海底の区域によって異なりそしてその場で支配的な具体的な物理化学的



第119図 マンガンと鉄の水酸化物によって囲まれたフィリップサイトの結晶粒群 測点4362 透過薄片写真

条件そのものによって規定されることは疑い余地がない。しかし 団塊の形成過程における岩石の変質のさい直接的にそれから抽出されるマンガンの役割は 実際にはとるにたらない。研究を行なった鉄・マンガ団塊は沈積—続成的生成物とみなすことができる。

### 鉄・マンガ団塊の化学組成

団塊の化学分析の結果は第59表にあげた。定量した元素は Si・Al・Ti・Ca・Mg・Na・K・Fe・Mn・Cu・P・Ni・Co そして若干の試料の場合の Ba・Sr・Pb および Corg である。

化学分析とともに 団塊の半定量スペクトル分析が行なわれた。研究した試料中ではこの分析で29元素の存在が確認された。この場合には 化学的方法で定量された元素のほかに Be・Sc・Ag・Nb・Ga・Bi・Mo・V・Cr・Zr・Tl・Zn・La・Y などが検出された。

第60表からわかるように Fe と Mn の酸化物は団塊の本質的な そしてしばしばおもな部分をなしている。団塊中のマンガンの含有量は 金属 Mn として1.7から42.3%の間にある。この元素は団塊中で4価および2価の形で存在し しかもその大部分は4価の形であり(測点4265における最高57.3%まで) 2価の形としては通常数パーセント(最高で7.08%)である。前に示したように Mn の主要な鉱物形はサイロメレン鉱・轟石そしてまれにパーネス鉱である。鉄は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> として 1.8~29.4% まであり そして加水針鉄鉱の形で存在する。シリカとアルミニウムは 団塊の不溶解部分をなす 粘土鉱物・斜長石・輝石・火山ガラス・石英 およびその他の鉱物片の含有量を反映している。

団塊の化学組成上にみられる特徴は その中での有機物質の含有量が 0.09から0.27% (平均0.13%) のように低いことである。この値は母層堆積物中の Corg 含有量にくらべ 少なくともその1/2でしかない。

第61表には 団塊中における29元素の含有量の変動範囲と平均値をあげた。この表を作成するために利用したデータは ソ連科学アカデミー鉱床岩石鉱物地球化学研究所と海洋研究所の化学分析 およびメロー(MERO, 1962)の蛍光X線分析のデータである。掲げたデータは団塊が鉄やマンガとともに多数の微量元素にも富化していることを示す。このことは団塊 浅海性粘土および太平洋の遠洋性粘土の各々の平均化学組成を比較してみるとよくわかる(第62表)。

ヴェデポール(WEDERPOHL, 1960)は 太平洋と大西洋

の遠洋性粘土 現在の浅海性粘土および古い粘土質頁岩のそれぞれにつき 20の微量元素の平均含有量を分析し 遠洋性粘土がことに太平洋産の場合 Mo・Mn・Co・Cu・Ni・Pb・Znに富化していることを明らかにした。

第62表に示した団塊中における18の元素の濃集係数から (太平洋の深海性粘土と比べて) 一連の微量元素が高濃度であることがよみとれる。その濃度の大きさによってこれらの元素は 3つのグループに区分することができる。すなわち

- 1) 高い濃度をもつ元素(大きさが減少する順に Mn・Co・Ni・Cu・Pb・Mo・Sr・V・Zr・Zn)
- 2) 深海性粘土中での濃度に対比される量で存在する元素(Ti・Y・Ba・La)
- 3) 団塊中では事実上濃集しない元素(Sc・Cr・Ga)

などである。濃集係数の最大級の値(31~22)は Mn・Co・Ni にみられ これに Cu・Pb・Mo(10~8)そして Sr・V・Zn および Zr(4.3~3.5)がつづいている。

第62表からわかるように 若干の例外を除き 大体同じ元素グループについて太平洋の深海性粘土も富化している。ここでの相違は主として元素の濃集度の分布上における順序にある。N. M. ストラーホフ(СТРАКHOV, 1954, 1960)の論文によれば この現象はある程度続成過程における元素の地球化学的移動性のちがいによって説明されるだろう。団塊の形成過程で濃集する強度つまり濃集係数の大きさについて得られた一連の元素の地球化学的移動性は (減少する順に) Mn→Co→Ni→Cu→Pb→Mo→Sr→V→Zn→Fe→Ti→La のようになる。

それと同時にいま問題としているのは 団塊の形成の場でもある海底の堆積層最表部—水帯—において進行する続成作用的改変(移動)過程だということを考慮に入れる必要がある。

太平洋の底質の例で明らかにしたように 厚い酸化層をもつ遠洋性堆積層中では マンガンと鉄の再配列と移動は事実上欠如している。移動は底質の最上表面の皮膜においてだけ生ずる。これと反対に 太平洋縁地地域の比較的高い有機物含有量の陸源堆積物中では マンガン(そしておそらく多くの微量元素も)の続成的再配列と表層への移動が現われる。このことはおそらく一定の条件のもとで 堆積層からの“吸出し”によるマンガ分で団塊を補足的に富化する結果をもたらすだろう。

第60表 太平洋の鉄・マングァの塊の化学組織 (その1)

測点番号	3150	3151	3233	3631	3729	3782	3787	3787	3802	3871	3899
緯度	40°28' N	44°09'4"N	32°51'6"N	19°55' N	15°31'9"N	23°55'0"N	15°42'8"N	15°42'8"N	3°17' S	12°20'4"N	17°00'0"N
経度	170°15' E	170°07' E	149°43'5"E	153°58' E	134°29'9"E	173°39'3"W	174°03' W	174°03' W	172°52'4"E	173°06'6"E	141°43'2"E
水深	1,258	5,110	5,920	5,643	3,490	4,000	5,670-5,420	5,670-5,420	5,329	4,300	4,620
採取機器	トローレル	トローレル	コアラー	グラブ	コアラー	トローレル	トローレル	トローレル	トローレル	グラブ	グラブ
母堆積物の性質	有孔虫砂	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	石灰質軟泥	赤色粘土	赤皮の外層	赤皮の中間層	珉質一放散虫軟泥	粘土層一石灰質軟泥	赤色粘土
分析試料の性質	団塊の鉄石殻	いくつかの団塊の平均供試料	団塊の鉄石殻	団塊の鉄石殻	団塊の鉄石殻	団塊の鉄石殻	鉄皮の外層	鉄皮の中間層	団塊の鉄石殻	団塊の鉄石殻	団塊の鉄石殻

化学組成 (重量%)

SiO <sub>2</sub>	6.09	—	—	13.31	13.58	—	9.98	7.55	12.84	—	26.61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.04	—	—	5.23	4.09	—	2.93	1.89	4.55	—	8.54
MgO	2.74	—	—	2.26	1.79	—	1.77	1.62	1.51	—	2.10
CaO	2.65	—	—	2.50	2.21	—	2.61	2.77	2.70	—	3.07
Na <sub>2</sub> O	2.16	—	—	—	2.09	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O	1.46	—	—	—	0.76	—	—	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	1.16	—	—	1.76	1.24	—	1.67	1.34	1.66	—	1.57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.1	19.37	24.22	20.53	27.80	17.03	21.34	19.95	19.44	17.66	27.16
MnO	検出されず	0.62	0.60	6.18	検出されず	0.37	4.48	3.56	4.47	検出されず	1.81
MnO <sub>2</sub>	53.6	14.65	14.59	19.71	22.42	24.28	20.56	24.04	19.40	26.68	5.80
NiO	0.53	0.18	0.27	0.42	0.50	0.72	0.25	0.31	0.27	0.70	0.06
CoO	0.51-0.53	0.12	0.12	0.67	—	0.34	0.46	0.49	0.43	0.52	0.10
CuO	0.04	0.06	0.36	0.35	0.15	0.26	0.12	0.14	0.17	0.12	0.10
BaO	1.09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	0.40	—	—	0.40	0.56	0.49	—	0.48
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	7.27	—	—	—	8.59	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8.23	—	—	—	13.07	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub>	0.48	—	—	—	1.03	—	—	—	—	—	—
灼熱減量	—	—	—	27.72	—	—	32.02	31.93	28.50	—	20.17
Cor <sub>g</sub>	—	—	—	—	—	—	0.10	0.08	0.06	—	0.12

第60表 大 平 洋 の 鉄 ・ マ ン ガ ン 団 塊 の 化 学 組 成 (その2)

測 点 番 号	3996	3996	4009	4074	4084	4090	4090	4090	4104	4191	4191	4191
緯 度	4°56'9"N	4°56'6"N	13°19'2"N	40°24' N	34°59'8"N	35°01'6"N	35°01'6"N	35°01'6"N	41°07'5"N	40°20' N	40°20' N	40°20' N
経 度	135°29'9"E	135°29'9"E	138°50'9"E	175°41'8"W	172°56'5"W	166°27'7"W	166°27'7"W	166°27'7"W	159°53'9"W	135°46'9"W	135°46'9"W	135°46'9"W
水 深 m	4,580	4,580	3,806	6,065	5,971	5,902—5,913	5,902—5,913	5,902—5,913	5,435—5,456	4,471—4,477	4,471—4,477	4,471—4,477
採 取 機 器	トロール	トロール	ジェットコア ラー	トロール	グラブ	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール
母堆積物の性質	粘土質—石灰 質軟泥	粘土質—石灰 質軟泥	—	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土
分析試料の性質	団塊の鉱石殻 外層	団塊の鉱石殻 内層	団塊の平均供 試料	団塊の鉱石殻	団塊の鉱石殻	団塊の外層	団塊の内層	団塊の核	団塊の鉱石殻	団塊の外層	団塊の内層	団塊の核

化 学 組 成 (重量%で)

SiO <sub>2</sub>	15.31	13.82	—	30.87	27.72	22.88	18.20	18.73	31.59	22.05	18.59	29.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.96	3.69	—	8.21	6.85	5.97	5.12	6.34	7.63	4.97	5.68	8.75
MgO	2.17	2.18	—	1.86	2.47	2.30	1.93	2.19	2.43	2.45	2.22	2.89
CaO	2.81	2.19	—	2.61	2.17	2.86	2.57	2.24	2.70	2.60	2.24	1.81
Na <sub>2</sub> O	—	—	—	2.98	—	—	—	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O	—	—	—	1.16	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	0.79	0.95	—	0.66	0.68	0.84	0.94	1.38	0.74	1.04	1.04	0.70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.61	21.17	2.34	15.3	15.47	15.94	15.11	17.34	12.75	17.93	14.99	10.42
MnO	5.67	5.28	0.49	検出されず	3.69	4.06	5.34	4.62	4.31	5.43	3.99	4.17
MnO <sub>2</sub>	23.35	19.49	19.32	19.0	16.17	20.33	23.13	19.13	15.73	15.73	21.8	14.89
NiO	0.83	0.54	0.25	0.28	0.37	0.78	0.81	0.52	0.55	0.47	0.75	0.75
CoO	0.25	0.18	0.33	0.15—0.17	0.28	0.46	0.40	0.42	0.40	0.45	0.31	0.15
CuO	0.64	—	0.12	0.21	0.28	0.49	0.47	0.29	0.38	0.22	0.32	0.44
BaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.31	0.46	—	—	0.35	0.36	0.48	0.49	0.31	0.42	0.45	0.26
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	—	10.30	—	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	—	—	5.62	—	—	—	—	—	—	—	—
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
灼熱減量	25.97	27.27	—	—	20.77	22.80	21.87	23.91	20.14	24.31	25.57	19.87
Corg	0.12	0.12	—	0.14	0.08	0.10	0.10	0.09	0.11	0.27	0.10	0.13



第60表 大 平 洋 の 鉄 ・ マ ン ガ ン 団 塊 の 化 学 組 成 (その3)

測 点 番 号	4199	4199	4199	4217	4239	4205	4265	4279	4281	4289	4309	4320
緯 度	35°06'8"N	35°06'8"N	35°06'8"N	29°56'8"N	24°50'3"N	24°57'9"N	24°57'9"N	19°46'0"N	19°59' N	20°00'3"N	20°02'4"N	20°02'0"N
経 度	137°53'0"W	137°53'0"W	137°53'0"W	120°42'2"W	144°05'4"W	113°25'2"W	113°25'2"W	120°17'4"W	121°59'2"W	130°01'2"W	150°40' W	161°08'9"W
水 深 m	5,064	5,064	5,064	4,078—4,017	5,071	3,315—3,340	3,315—3,340	4,165	4,370	5,005	5,504	4,740
採 取 機 器	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール	トロール
母堆積物の性質	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	陸源粘土質軟泥	陸源粘土質軟泥	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土
分析試料の性質	団塊の外層	団塊の外層	団塊の核	鉱石殻	団塊の平均試料	団塊殻外層	団塊の鉱石殻内層	板状体の鉱石殻	団塊の平均試料	団塊の平均試料	団塊の平均試料	小団塊の平均試料

化 学 組 成 (重量%で)

SiO <sub>2</sub>	26.88	17.15	38.34	19.63	35.55	11.40	7.11	17.18	14.05	20.55	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.07	5.71	10.94	6.50	10.13	4.97	3.52	6.88	5.29	8.11	—	—
MgO	2.60	1.32	1.75	1.85	1.50	2.20	1.74	2.88	3.23	2.15	—	—
CaO	2.56	2.85	1.80	2.68	1.77	2.56	3.19	2.42	2.46	3.02	—	—
Na <sub>2</sub> O	2.51	2.51	3.79	2.94	3.28	4.84	5.15	2.96	—	2.88	—	—
K <sub>2</sub> O	1.64	1.16	3.61	1.04	3.32	1.16	0.87	1.24	—	1.46	—	—
TiO <sub>2</sub>	0.92	1.23	0.58	0.75	0.51	—	—	1.17	0.58	0.70	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.01	21.40	9.33	20.08	7.40	1.72	1.22	14.87	11.85	13.21	16.01	15.09
MnO	2.52	1.66	2.35	検出されず	検出されず	2.65	3.9	0.62	6.91	3.96	検出されず	1.12
MnO <sub>2</sub>	17.45	22.40	9.97	24.05	19.77	52.0	57.3	28.58	28.84	26.5	27.36	9.27
NiO	0.52	0.44	0.44	0.55	0.58	0.23	0.16	0.60	1.20	1.06	0.75	0.22
CoO	0.15	0.17	0.05	0.16—0.18	0.13	痕跡	痕跡	—	0.56	—	0.28	0.086
CuO	—	0.39	0.11	0.26	0.44	0.03	—	0.59	0.63	0.64	0.73	0.26
BaO	—	—	—	—	0.27	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0.36	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	10.61	14.37	9.09	12.11	9.03	8.15	8.43	11.46	—	8.62	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7.66	7.37	7.43	6.33	8.26	7.17	7.14	5.84	—	7.07	—	—
CO <sub>2</sub>	0.56	0.95	0.51	—	—	0.70	0.18	0.23	—	0.67	—	—
灼熱減量	—	—	—	—	—	—	—	—	24.10	—	—	—
Corg	—	0.18	—	0.13	0.13	0.17	0.18	—	0.17	—	—	—

第60表 大 平 洋 の 鉄 ・ マ ン ガ ン 団 塊 の 化 学 組 成 (その4)

測点番号	4331	4347	4351	4351	4359	4362	4362	4370	4370	5066	5074	5100	5110
緯 度	20°02'7"N	23°59'9"N	23°57'3"N	23°57'3"N	24°01' N	24°03'9"N	24°03'9"N	26°12' N	26°12' N	16°04' N	10°30'7"N	7°08'0"S	12°59' S
経 度	171°37'7"W	175°39'9"E	170°58' E	170°58' E	163°02' E	160°45'9"E	160°45'9"E	153°43'8"E	153°43'8"E	143°06' W	140°01' W	140°13'2"W	154°06'6"W
水 深 m	3,477	5,256	5,817	5,817	5,542	3,951	3,951	6,120	6,120	—	4,858	4,076	522
採取機器	グラブ	グラブ	グラブ	グラブ	グラブ	グラブ	グラブ	トロール <sup>ト</sup>	トロール	トロール	トロール	グラブ	グラブ
母堆積物の性質	有孔虫軟泥	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	有孔虫軟泥	有孔虫軟泥	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	赤色粘土	有孔虫軟泥	赤色粘土
分析試料の性質	団塊の鉱石殻	小団塊の平均試料	団塊の平均試料	魚卵状凝結体の皮殻外層	団塊の核	団塊殻外層	団塊の核	団塊の鉱石殻	団塊の鉱石殻	団塊の平均試料	団塊の鉱石殻	団塊の鉱石殻	団塊の鉱石殻

化 学 組 成 (重量%で)

SiO <sub>2</sub>	14.20	—	12.97	12.67	20.30	11.63	13.10	14.48	15.34	22.76	—	13.53	9.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.84	—	4.98	4.54	7.42	3.22	3.65	5.91	5.88	5.12	—	3.93	4.24
MgO	0.70	—	3.01	2.38	2.08	1.20	1.33	5.12	2.72	2.28	—	2.34	1.56
CaO	3.25	—	2.46	2.41	3.30	3.09	3.92	2.37	2.20	2.32	—	3.29	3.00
Na <sub>2</sub> O	2.36	—	—	1.24	2.60	2.27	2.64	2.71	—	2.16	—	2.21	1.98
K <sub>2</sub> O	0.63	—	—	1.02	1.11	0.80	0.97	0.99	—	2.11	—	0.54	0.63
TiO <sub>2</sub>	1.85	—	1.00	1.13	1.22	1.80	1.11	0.99	1.17	0.23	—	1.98	1.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.27	17.70	17.03	18.94	14.59	18.84	16.12	20.76	20.86	9.14	6.25	26.12	16.80
MnO	4.35	検出されず	5.5	検出されず	検出されず	6.70	6.31	3.56	4.47	0.81	1.85	検出されず	検出されず
MnO <sub>2</sub>	21.25	31.85	25.25	32.70	27.27	27.84	27.89	22.66	20.02	31.75	41.06	19.34	29.40
NiO	0.34	0.96	0.67	1.39	0.68	0.62	0.51	0.61	0.52	0.61	1.83	0.09	0.64
CoO	0.59	0.54	0.59	0.50	0.41	0.60	0.65	0.32	0.46	0.18	0.25	0.14	0.70
CuO	0.13	0.66	0.48	—	0.30	—	0.19	—	0.37	1.00	1.55	0.13	0.13
BaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15	0.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	0.38	—	—	—	—	—	0.50	0.26	—	0.29	0.35
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	13.70	—	—	11.37	11.85	13.36	13.29	12.13	—	10.13	—	17.88	19.91
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7.84	—	—	8.40	6.72	7.23	7.48	7.83	—	7.76	—	7.50	7.84
CO <sub>2</sub>	0.56	—	—	0.42	0.53	0.60	0.57	0.65	—	検出されず	—	0.54	0.50
灼熱減量	—	—	27.00	—	—	—	—	—	26.99	—	—	—	—
Corg	—	—	—	—	—	—	0.16	—	—	—	—	—	—

第60表 太平洋の鉄・マンガン団塊の化学組成 (その5)

測点番号	5112	5114	5124	5126	5128	5133	5139	5159	5163	DWBD-4*	DWHD-15	BWHD-47	DWHD-47
緯度	6°58'9"S	2°59'0"S	7°55'3"N	11°17'1"N	12°57'9"N	5°58'5"N	0°03'2"S	7°39'5"N	13°26'8"N	13°20' S	15°23' S	41°59' S	41°59' S
経度	154°04'5"W	154°17'9"W	153°41'5"W	154°07'5"W	176°06'5"W	176°04'4"W	176°07'3"W	161°55'8"E	159°57'5"E	146°30' W	102°18' W	102°01' W	102°01' W
水深 m	5,040	4,980	5,160	5,142	5,140	5,360	5,550	4,916	5,638	1,701	4,480	4,200	4,200
採取機器	グラブ	グラブ	トロール	グラブ	トロール	トロール	グラブ	トロール	グラブ	ドレッジ	ドレッジ	ドレッジ	ドレッジ
母堆積物の性質	赤色粘土	石灰質軟泥	珪藻質—放散虫軟泥	赤色粘土	赤色粘土	珪藻質—放散虫軟泥	珪藻質—放散虫軟泥	赤色粘土	赤色粘土	サンゴ質堆積物	石灰質軟泥	石灰質軟泥	石灰質軟泥
分析試料の性質	団塊の平均試料	団塊の鈹石殻	団塊の鈹石殻	団塊の鈹石殻	団塊の鈹石殻	団塊の鈹石殻	小団塊の平均試料	団塊の鈹石殻	団塊の平均試料	マンガン質鈹皮	団塊の鈹石殻外層	団塊の鈹石殻外層	団塊の中心部

化学組成 (重量%で)

SiO <sub>2</sub>	16.82	17.20	13.59	11.34	9.78	—	—	19.01	10.98	1.11	12.51	10.06	10.91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.40	6.07	5.99	4.38	5.00	—	—	6.86	6.12	1.06	5.34	4.97	7.97
MgO	2.38	2.25	3.22	1.30	2.05	—	—	2.63	2.70	2.74	3.35	3.35	3.90
CaO	2.07	2.75	4.10	2.63	2.47	—	—	3.33	1.70	4.01	2.82	3.34	2.45
Na <sub>2</sub> O	2.79	1.28	2.29	2.20	2.29	—	—	3.45	2.12	—	—	2.57	2.67
K <sub>2</sub> O	1.50	1.39	1.05	0.97	0.88	—	—	0.90	0.79	—	—	0.99	1.21
TiO <sub>2</sub>	0.63	0.36	0.78	0.99	0.66	—	—	0.84	0.69	1.74	1.09	0.65	0.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.40	9.97	8.28	13.33	12.02	7.75	13.92	13.77	17.63	16.41	18.34	14.22	13.00
MnO	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	検出されず	0.81	0.98	0.59	検出されず	5.49	5.54	検出されず	検出されず
MnO <sub>2</sub>	25.04	32.09	40.27	31.90	35.22	39.52	26.04	22.27	29.31	31.01	23.48	38.2	38.3
NiO	0.71	1.11	0.67	0.81	0.80	1.72	1.01	0.57	0.71	0.39	1.03	1.16	1.57
CoO	0.31	0.57	0.16	0.33	0.55	0.22	0.16	0.18	0.36	1.93	0.49	0.21—0.29	0.27
CuO	0.38	0.13	1.99	0.44	0.14	1.55	0.96	0.33	0.38	0.08	—	0.22	0.28
BaO	0.06	0.18	0.15	0.25	0.15	—	—	0.26	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.44	0.30	0.27	0.65	0.17	—	—	0.42	0.46	0.49	0.64	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	14.75	15.92	10.02	19.40	20.73	—	—	15.21	15.83	—	—	10.36	8.76
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8.33	7.67	6.84	8.66	7.08	—	—	7.82	9.00	—	—	9.16	8.47
CO <sub>2</sub>	0.14	0.78	検出されず	0.53	0.73	—	—	—	検出されず	—	—	0.45	0.14
灼熱減量	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33.84	24.66	—	—
Corg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.19	—	—	—

\* ダウンウインド調査の採取測点

第61表 太平洋の鉄・マンガン団塊の化学組成

元 素	試料数	含 有 量 (重量%で)		
		最 大	最 小	平 均
B*	54	0.06	0.007	0.029
Na	79	4.7	0.46	2.06
Mg	92	2.4	0.42	1.76
Al	124	7.93	0.48	3.27
Si	124	20.56	0.52	8.27
P	46	0.38	0.031	0.17
K	107	2.41	0.20	0.74
Ca	124	12.6	0.63	1.98
Sc*	54	0.003	0.001	—
Ti	123	2.52	0.06	0.66
V*	54	0.11	0.021	0.054
Cr*	54	0.007	0.001	—
Mn	124	42.3	1.7	21.06
Fe	124	21.7	0.83	11.97
Co	122	1.52	0.06	0.31
Ni	124	1.54	0.036	0.67
Cu	122	1.90	0.01	0.43
Zn	81	0.15	0.019	0.071
Ga*	54	0.003	0.0002	0.001
Sr	86	0.17	0.02	0.086
Y*	54	0.045	0.033	0.016
Zr*	54	0.12	0.009	0.063
Mo*	86	0.071	0.006	0.04
Ag*	5	0.0006	—	0.0003
Ba	97	0.98	0.05	0.32
La*	54	0.024	0.009	0.016
Yb*	54	0.0066	0.0013	0.0031
Pb	90	0.25	0.011	0.10
Corg	17	0.27	0.08	0.14

第62表にあげた濃集係数は 太平洋の団塊にとって平均的な値である。太平洋の個々の地域においては 具体的な堆積条件(堆積速度・希薄化に働く陸源物質の供給・有機物質の含有量など)に応じて これらの係数はいちじるしく変動する。

団塊の不溶解性および溶解性部分の研究(ライリー・シンハセニ RILEY & SINHASANI, 1958)は マンガン・鉄・ニッケル・コバルト・銅その他の微量元素が溶解性部分の組成に含まれることを示している。アーレンウス(ARRHENIUS, 1963)は団塊の中での重金属イオンの分布を明らかにする目的で 各鉱物相を化学的に区別することを試みた。その研究によると ニッケルと銅は主としてマンガン—酸化相に濃集する。コバルト・一部ニッケルおよび大部分のクロムはマンガン—酸化相および主として針鉄鉱と ノントロナイトからなる含鉄物の酸溶解相の中に分布する。溶解性鉄の残りの部分は酸化マンガン鉱物中に局在する。他方 マンガン・モリブデン・鉛・チタン・スカンジウム・希土類元素およびトリウム若干量は酸溶解性の含鉄相中に常に存在している。(つづく)

(訳者は地質部)

\* メロー(MERO, 1962)のデータによる

第62表 太平洋の団塊中における諸元素の濃集度

元 素	含 有 量 (重量%)			深海性粘土と比較した場合の団塊中における元素の濃集係数
	団 塊	粘土質頁岩* 浅海性粘土	および現世の 太平洋の深海性粘土質軟泥*	
Sc	0.001	0.0013	0.0025	0.04
Ti	0.66	0.46	0.46	1.43
V	0.054	0.013	0.013	4.1
Cr	0.001	0.01	0.0078	0.013
Mn	21.06	0.085	0.67**	31.6
Fe	11.97	4.83	5.65**	2.1
Co	0.31	0.0013	0.011	28.2
Ni	0.67	0.0053	0.030	22.3
Cu	0.43	5.0048	0.040	10.7
Zn	0.071	0.0095	0.020	3.5
Ga	0.001	0.0019	0.0019	0.05
Sr	0.086	0.025	0.020	4.3
Y	0.016	0.0027	0.015	1.06
Zr	0.063	0.016	0.016	3.9
Mo	0.04	0.0001	0.0046	8.7
Ba	0.32	0.075	0.40	0.8
La	0.016	0.0092	0.015	1.06
Pb	0.10	0.002	0.011	9

\* ウェデポール(WEDERPOHL, 1960)のデータによる

\*\* 著者らのデータによる