

太平洋の鉄・マンガン団塊 (2)

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

団塊の一般的特徴

大洋底上の鉄・マンガン生成物は 微小団塊 [micro-nodule]・団塊 [nodule or concretion]・板状体 [slab] および鉄皮 [crust] など さまざまな形態で存在する。鉄・マンガン質鉄皮は 礫と生物遺骸 火山源物質および海底の底岩露頭などを被覆するものである。

鉄皮の厚さは通常 0.1~2~3cm であり 独立海山の頂部では 11~12cm に達する。

凝固火山灰の板状体は 太平洋東部にとくに特徴的である (メナード MENARD, 1960) そのサイズは数 cm から数 10cm までである。大きな板状体の場合 表部の鉄皮は下盤の堆積物と接する底部の鉄皮よりも著しく厚い。たとえば 太平洋北東部のハワイ諸島の北方では 87×45 cm の大きさの変質玄武岩の板状体が海底から採取された。この板状体は水酸化マンガンの鉄皮によって被覆されていたが その鉄皮の厚さは表部で 1~1.5cm 底部 (堆積物と接する部分) で 1~2mm であった。

鉄・マンガン団塊あるいは結核は 泥褐色から土黒色の塊である。それは乾燥状態では堅くそして砕けやすい。マンガン団塊の体積重量 (密度) は 1.8~2.1 平均 1.95g/cm³ である。その物質の比重は 2.1~3.5g

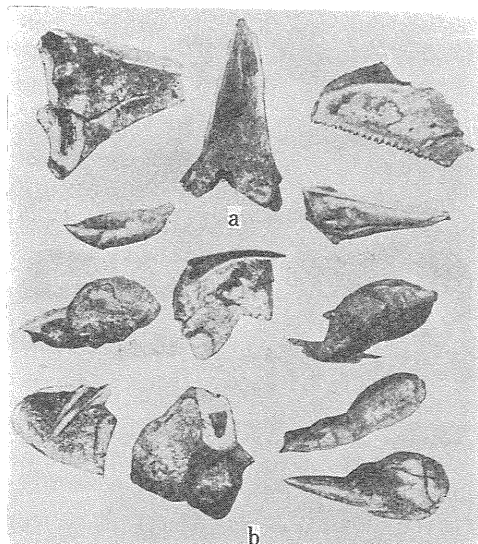
/cm³ 硬度はモースの尺度の 3~4 をこえない。

団塊の形と大きさは非常に多様で 測点また地域によって変化している。同時に 1つの測点そしてときには一連の隣り合った測点において それらが非常に類似していることがしばしばある。このことは海底写真が良くあらわしている (第95図参照)。

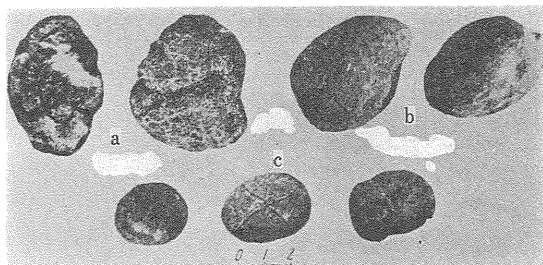
団塊の大きさは 砂-シルト粒から径 20cm まで変化するが まれな巨礫状団塊の例では少なくとも 1m におよぶ (メロー-MERO, 1962)。多くの場合団塊は中礫サイズ (径 3~7cm) である。団塊粒子あるいは微小団塊は通常 赤色粘土と遠洋性生物源軟泥の組成中に含まれる。

団塊の形態もまた非常に多様である。その主要な形態のタイプは 球状・楕円体状・餅状・板状・卵状-瘤状およびブドウ状などである。ときにはそれらは不規則塊状である。団塊のいずれかの形はおもに その核をつくる岩片や生物遺骸の形状に支配される。団塊の核は 火山岩の碎屑片・軽石・火山碎屑物・サメの歯や他の生物遺骸 まれには凝固堆積物などである。

さらに 団塊の形は碎屑片の鉄石物質付着による太り具合によっても左右される。鉄石物質の沈殿の程度に応じて もとは角ばった形の団塊生成物がより丸味のある外形をおびてくる。ある場合には団塊の形とその核をつくる碎屑片の形との間に直接の関連がみられない。この傾向は 小さなサメの歯が核をつくる丸味をもった団塊の場合にとくに顕著に現われる。この場合の水酸化鉄・マンガンの層状濃集部は 歯の内腔中に生じ (第96図 a) そして歯片の基部のまわりには比較的大きい球形をつくり また肥大が進むと歯全体を被覆してしまう。サメの歯片の鉄石物質による付着肥大のさまざまな形態を 第96図 b に示す。



第96図 水酸化マンガンの濃集物をもつサメの歯 (a) とサメの歯が核となっている団塊 (b) 測点4289



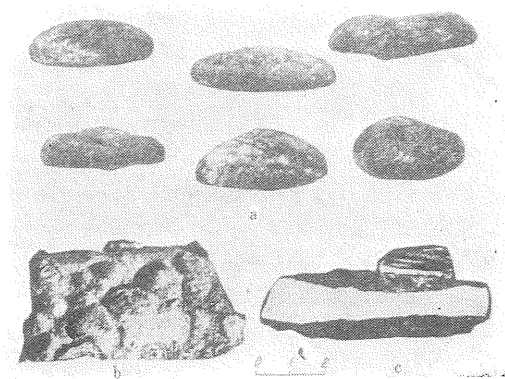
第97図 球状および楕円体状の形の団塊 a: 測点3802 b: 測点4104 c: 測点4355

もっとも普遍的にみられる団塊は 不規則だが全体として球状 楕円体状の形をなすものである (第97図 a・b)。このような団塊の核は おもに塩基性火山岩の角ばったりあるいは滑らかな砕屑片と軽石であり ときにはさまざまな程度に変質と 水酸化鉄・マンガンによる置換とを受けた固結堆積物の砕屑片である。

またしばしば餅状 角ばったか中程度の平滑さの薄板状あるいは小板状などの団塊も存在する。これらは実質的には典型的な板状団塊への移行型である (第95図 測点4285・4279の写真参照)。

小板状団塊の核は多くの場合 火山砕屑物である。測点3151から採取した小板状団塊の外形の断面を98図 a・bに示す。この団塊の大きさは 6.5×4×2cmでその核は生物遺骸を含むピトロラスチック凝灰岩の岩片である。鈳石殻の厚さは 0.5~2cm である。複合団塊はいちじるしく普遍的にみられる。そのうちの1つは丸味をおびたり餅状の形の個々の小団塊の集合体であり (第99図) 他の1つはいくつかの小団塊あるいは岩片を囲んで鈳石物質が付着成長した結果形成されたものである。類似の複数核の団塊は一般に 凹凸あるいは瘤状の表面をもった変則的球状 まったく不規則で珍妙な形などを示している (第100図)。複合団塊中の核の岩種は一様でない。複数核団塊の組成に含まれる個々のより大きい砕屑片は しばしば鈳石物質によってわずかに置換されたり 細層理状のコロフォーム構造をもった隠微晶質サイロメレン鈳の薄い皮殻で被覆されたりしている。この型の団塊の場合 複合核全体は厚さ1cm以下のときには以上の共通の鈳石殻によって被覆されている (第101図)。

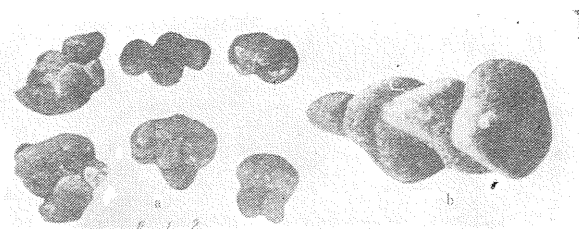
団塊の形と大きさが多様で 各測点ごとに特有なそれらのタイプがみられることは 太平洋のそれぞれの地帯における堆積作用の特殊性に起因する 若



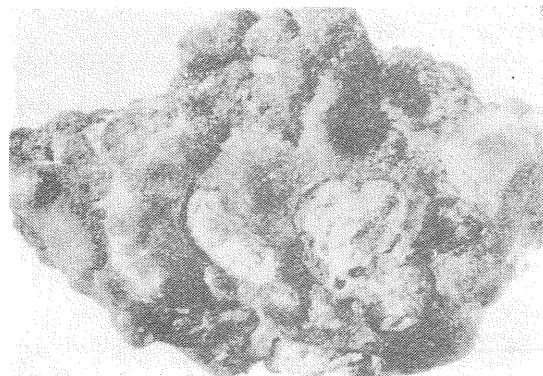
第98図 餅状の形 (a) と凹凸のある表面をもつ板状の形 (b) の団塊

干の一般的規則性の存在を示している。このことは太平洋北部で明瞭にあらわれる。北東海盆の中央部 (測点4090—4084) の赤色粘土中の粗粒団塊 (径6~7cm) は北方に向かっていにより細粒 (径3~4cm) の団塊へと交替していき (測点4074—4104) そして陸源堆積物帯との境界部 (測点4068) で 直径 1cm 以内の細粒団塊 (第93図参照) となる。径 1cm 以内の細粒団塊はまた ハワイ諸島近傍にも存在する。

A. P. リシツウイン (LISITSIN) は “ビチャーヂ” 第34航海の試料から 堆積速度がより大きい赤道帯では 団塊のサイズが同様に減少すること (1~10mmおよび以下) を指摘した。この帯では団塊の形 物理的性質のほか あとでふれるように原物質組成も変化している。



↑ 第99図 餅状および丸い形の団塊の接合体



第100図 多核型団塊の外観 測点5114



第101図 多核型団塊の内部構造

赤道帯でも大陸や島の近くでは 渋褐色の 餅状と不規則ブドウ状あるいは腎臓状の小団塊が通常存在する。これらは比較的やわらかく 手で容易に砕くことができ表面はざらざらし そして断口は土状である。

最小堆積速度の大洋熱帯地域では 団塊は粗粒で 卵状・瘤状・球状 そしてこの地域東部における小板状および餅状などのさまざまな形をしている。それらは非常に堅く（ハンマーで砕くのが困難なほど） しばしば艶のある表面と貝殻状断口を呈する。

団塊の内部構造

鉄・マンガン団塊は核 [nucleus] と鉱石殻 [ore shell] の2つの部分からなっている。研究した団塊の鉱石殻の大多数の場合にみられる特徴は その同心状—縞状構造 あるいは貝殻状—層理状構造である。この構造は淡色の粘土質ときに火砕源粘土質の薄層と 水酸化鉄・マンガンからなる暗色の鉱石質薄層とが互層することに起因している（第102図）。

岩石片からなる団塊の核は しばしばいちじるしく変質し 水酸化鉄・マンガンによって置換されている。太平洋のさまざまな区域の団塊生成物の間には 核が単に薄い鉱石殻によって被われただけで変質はあまり受けていない団塊から 小岩片が核となりしばしばそれが鉱石殻の中に単なる残存形として存在するにすぎないような団塊まで あらゆる移行段階のものがある。いくつかの場合には もとの核の性質を確かめることは一般に

うまくいかない。団塊生成物の多くの部分で 鉱石質薄層と非鉱石質薄層の境界は いちじるしく屈曲し 不規則で 断続的である。まれには 堆積性団塊形成物に典型的な 特徴のある比較的よく連続した層理面と 実体的に鉱石質の薄層および非鉱石質薄層からなる顕著な互層とが存在する。同様な構造をもっているのは 非変質の岩片の平滑な表面を被覆する薄い鉱皮をつくる いちじるしく細層理状の水酸化鉄・マンガンの濃集物である。

団塊と鉱皮 およびその個々の鉱石縞の部分で構成する 全般的な同心状—縞状および層理状の構造の中に非常に複雑なコロフォーム構造 融食—環状構造そしてときに細脈および樹枝状構造が識別される。団塊と鉱石殻の内部構造はその成因の特性を反映しており これは顕微鏡下でのより詳細な研究で究明できる。

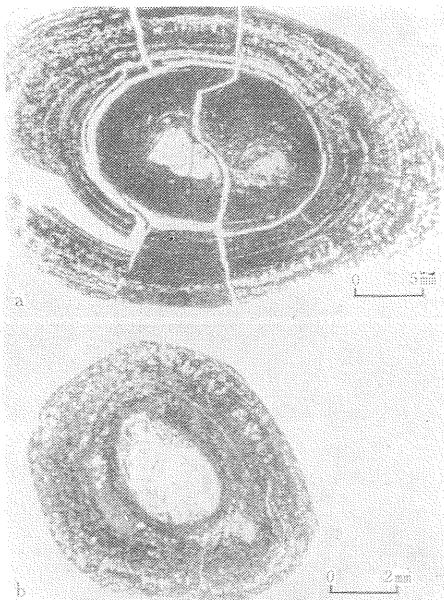
第102図 a（測点4343）に 非常に複雑な個々の鉱石同心帯の構造をもった団塊の断面の写真を示す。団塊の核はビトロクラスチック凝灰岩の岩片であるが 凝灰岩は単なる残存形として鉄・マンガン水酸化物の間に保持されている。ところどころに 鉱石物質が微細な割れ目にそって岩片の内部にしみこんでいる。この場合の鉱石殻はこれまでに述べた大多数の団塊の場合と同様に さまざまな同心状—縞状組織の模様をつくっている。これは網目レース様（コロフォーム状）の細縞の一連の互層からなる。そのなかの骨組の部分は 鉄・マンガン水酸化物からなり そして基地の部分は同じようにコロフォーム構造をもっているが これは隠微晶質モンモリロナイト あるいは他の粘土鉱物の柱状微晶の集合体の個所からなっている。

団塊の内部構造のなかに一定の有律構造が形成されている。これは本来の鉱石質細縞と ほとんど無鉱石質の細縞とが何回も重なり合うことによって生ずる。その場合 鉄とマンガンの水酸化物は 各鉱石質細縞のなかで非常に密に接合して存在し そして非鉱石物質のコロフォーム形成物の間に発達している。

測点3151の小板状団塊の鉱石殻は ややちがった性質の構造をもっている。核は生物源構造を有する小板状層灰岩である。鉱石層の表面はでこぼこしており これは コロフォーム構造を示す全体の鉱石殻中に部分的に含まれる小型で鉱化の不完全な碎屑片の集積に起因している（第98図 b 参照）。

皮殻の全体の粗い縞構造中には マンガン・鉄水酸化物が 断続的で 不規則に交互し 分岐し そして合体したりするコロフォーム構造の縞を形成している。

鉱石物質は非鉱石質の碎屑片のまわりに発達するか 変



第102図 同心状—層理状構造の団塊 透過薄片写真 a：測点4343 b：測点4084

質したガラス質凝灰物質の比較的粗粒部分を置換しており そのさい 特徴的な環状の置換組織が生じている (第103図)。

鉱石濃集物の置換過程と環状構造の形成過程は 比較的弱く鉱化された団塊中にとくに明瞭に現われる。この変質の初期段階に特徴的にみられる現象は 碎屑片の粒間や縁辺ぞいに発達する渋褐色の水酸化鉄・マンガンの微細脈の形成である。この過程が進むにつれ 碎屑片のまわりには網目レース構造のさらに厚い縁飾りの部分が形成される。置換が強くと進行すると 鉱石物質のほとんど連続した部分によって構成される粗い同心帯が生ずる。比較的弱い鉱化を受けた碎屑片からなる団塊核の中には しばしば非常に不規則な構造の鉱石濃集物が形成される。岩片は鉱石の細かい網目レースによって被覆されるが 鉱石物質の主要部分は 岩石中の垂毛細管状の数多くの割れ目によって発達している (第104図)。このような構造の形成は 大洋底におけるマンガン・鉄水酸化物の沈殿と団塊の形成の過程が ほとんど常に置換の現象を伴うものであることを証明している。

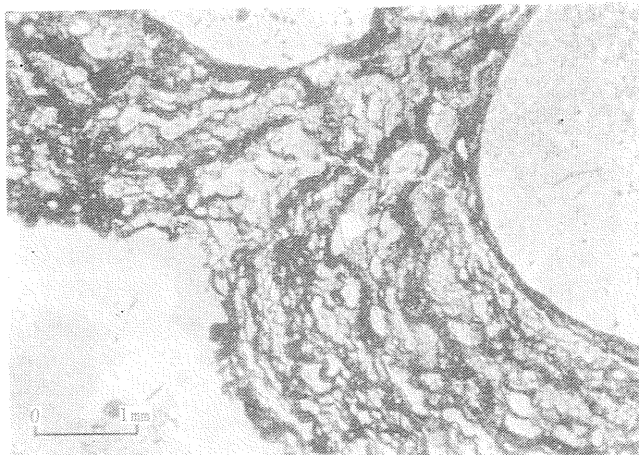
団塊および鉱皮形成物の各構造の細部にみられる多様性は ある程度鉱石濃集物が付着成長するための核となる岩石の組成と構造の特殊性 そして変質の程度などによって左右される。それらはいずれも実質上は同心状一縞状・貝殻状一層理状・餅状およびコロフォーム状の各構造の変種であり 大洋底における鉱石濃集物の形成過程の特殊性を反映している。

団塊の核および鉄・マンガン水酸化物によるその置換現象

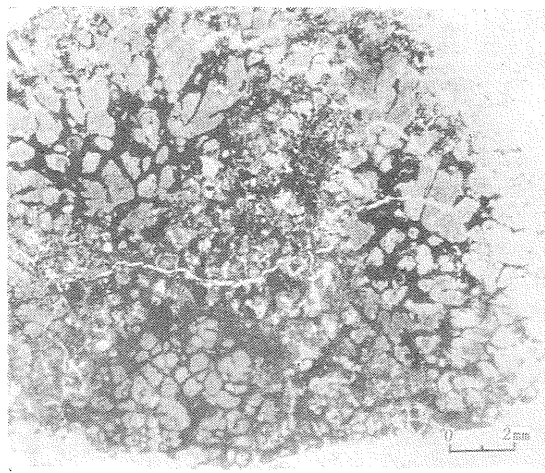
団塊の核をつくるのは さまざまな組成と起源の岩石の碎屑片である。もっともひんぱんにみられるのは 多種多様な火山岩と火砕岩である。それらの中で ふうふう多孔質で縞状あるいは流理組織をもつ ガラス質斑岩状あるいは珪長質のいちじるしく変質したガラス質溶岩が卓越している。

多孔質スコリア状および石泡 [lithophysa] 状の溶岩は 多様な組織特徴をもち これはすでに十分に確認したように 岩石の変質過程において発達する鉱石生成物の構造タイプの上に一定の影響を及ぼしている。石泡状溶岩のある種のもは しばしば微細な緑泥石の鱗片の集まりによって縁どられ比較的粗粒でほぼ楕円形の孔隙に富んだ 微晶質塩基性火山ガラスからなる微細な骨格を呈する。また 塩基性斜長石の小柱状結晶や まれに灰曹長石あるいは中性長石の結晶と連晶体がつくる より粗粒の斑晶を包有するガラス質石基をもった 玄武岩—ガラス珪長質あるいはハイアロピリチック組織も存在する。さまざまな火砕質粘土質岩は いちじるしく広範にみられ その組織特徴は同様に多彩である。このなかに含まれるのは おもに火山灰質凝灰岩であり まれには 長石・輝石および火山岩などの碎屑片を保有する晶質碎屑凝灰岩および石質碎屑凝灰岩である。岩石の碎屑片とならんで団塊の核には しばしばサメの歯・クジラの耳骨・サンゴ片あるいはその他の生物遺体片が見出される。

団塊の核をつくる火山岩・火山碎屑岩の岩片は 水酸化マンガン・鉄の鉱皮によって被覆され 通常何らかの程度に変質を受け しばしば完全にパラゴナイト物質に変化し そしてところによっては水酸化マンガン・鉄によって置換されている。パラゴナイト化過程は海底で



第103図 団塊の鉱石質層の環状組織 測点3151 透過薄片写真



第104図 団塊の核の変質火山ガラス中で交代的に生じた水酸化鉄・マンガン濃集物 測点4355 透過薄片写真

火山岩と火山性物質を含む堆積岩の碎屑物の中で広範にみられる現象である。この過程は薄い鉱皮によって時間の経過とともに被覆されていく碎屑片の表面から内部に向かって順次およんでいく。

岩石の漸移的な変質の進行の特徴を示すため 測点4279から得られた 水酸化マンガン・鉄に被覆された板状体の核のガラス質凝灰岩(いわゆるパラゴナイト凝灰岩)の変質サンプルについて 各微細帯状部の組成と構造を検討してみよう。変質過程は連続的に発達しているため ある程度の条件付きでのみ 岩石の変質の各段階を反映しそこで生成する鉱物の一定の共生組み合わせによって特徴づけられる 各々の帯を区別することができる。表面からもっとも遠く離れた内側の帯(1)は 黄色がかった 大きさは一定しないがおもに0.08~0.15mm粒径の かなり新鮮な火山ガラスの角ばった微細片によって構成されている。 まれには暗色のガラスの碎片が見出される。 碎屑片の間の比較的狭い基質部分は もとからあった粘土質物質といちじるしく微粒の火山灰質塊によって充填され 部分的にモンモリロナイトの微柱状結晶の集合体によって置換されている(第105図)。 表層に向かって2番目の帯(2)では ガラス片は帯黄褐色を呈する。 より暗色がかった部分の内部には 水酸化マンガン・鉄の粉末状の新生成物に起因する 黒色と赤褐色の斑紋が現われる。 このような部分の縁部にそい 細粒の鉱石析出物の濃集部が生じている。モンモリロナイトの量はいちじるしく増加し ところによってはそれが連続塊を形成し そのなかには火山ガラスの置換された微粒子あるいはその不完全な置換による残存部の ぼんやりした輪郭だけ

が識別できる。

3番目の帯では 岩石はほとんど完全にモンモリロナイトの微粒柱状結晶の集合体に変化している。ここでは 水酸化鉄・マンガンの分散状微粒子をもつ 小斑紋状のパラゴナイト物質の分離体が豊富である。

4番目の最外表部の帯では パラゴナイト物質の鉱化斑紋体は 明白に水酸化マンガン・鉄によって置換されている。水酸化マンガン・鉄は 細脈あるいは不規則な新形成物のかたちで この微細帯の外表面で一層強く発達している。 ちょうどこの部分の粘土質物質と暗色パラゴナイト物質の中に 水酸化マンガン・鉄が表面に生じたフィリップサイトの結晶の細集合部がしばしば存在する。これらの帯の鉱石濃集物は 明色のかなり均質なモンモリロナイト塊の中に発達する樹枝状形成物によってしだいにとって代わられている(第105図b参照)。

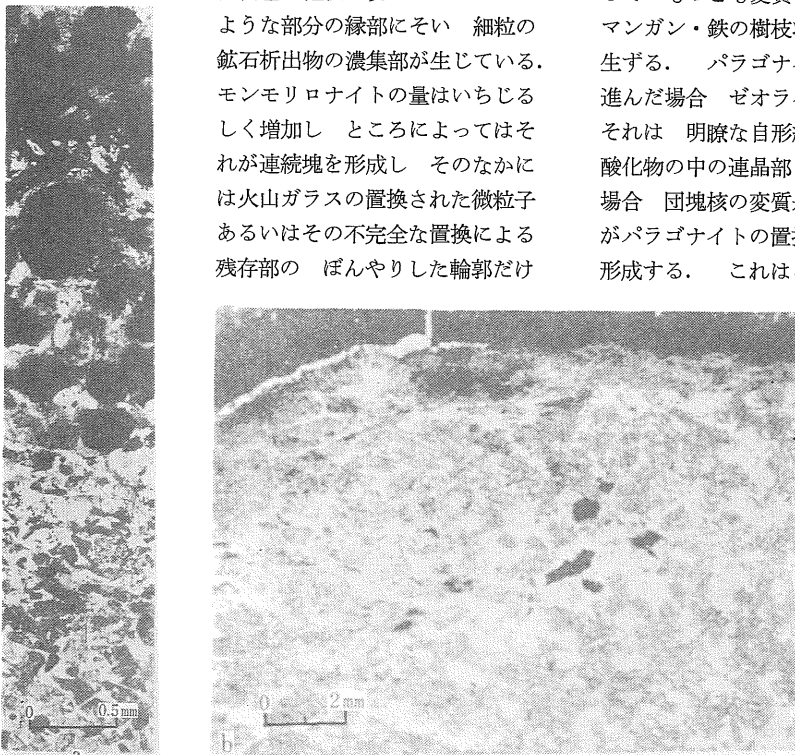
同じようにして 凝灰岩の間や 団塊の鉱皮の核のなかでの ガラス質斑岩状火山岩の岩片や 火山ガラスの個々の細片の変質過程も現われる。

変質の発生段階では 火山ガラスの碎屑片はパラゴナイトの帯緑あるいは帯赤褐色の 半ち密質塊に変化する。ひび割れ帯では ことに真珠構造 石泡の間で モンモリロナイトあるいはイライトの濃集物が発達する。そして もっとも変質を受けた部分では はじめて水酸化マンガン・鉄の樹枝状体とゼオライト結晶粒の集合体が生ずる。パラゴナイト物質の変質過程がさらに強力に進んだ場合 ゼオライトはいちじるしく発達してくる。それは 明瞭な自形結晶粒の集合部と マンガン・鉄水酸化物の中の連晶部として存在する(第106図)。この場合 団塊核の変質岩石中のところどころに 鉱石物質がパラゴナイトの置換過程で偽団塊[pseudo-module]を形成する。これはコロフォーム構造を示し そして鉱

石縞の網目状模様をくり返しあらわす同様なコロフォーム構造の微晶質 あるいは非晶質モンモリロナイトの 個々の同心縞帯を含んでいる。

火山岩・火山碎屑岩の岩片の もっとも強力な変質段階では 岩片は鉄・マンガンの水酸化物からなり きわめて細かく結晶した一続きの鉱皮によって全面を被覆されている。

これまでみてきたように 粘土物質とゼオライトが水酸化



第105図 ビトロクラシック(パラゴナイト質)凝灰岩の板状体の切断面 測点4279 透過薄片(a) 樹枝状構造の鉱皮部 透過薄片写真(b)

マンガン・鉄の新生成物中に偏在することは 鉱石形成作用が火山ガラスの分解によるゼオライト化および粘土鉱物の発生の過程と密接に関連することを示している。

凝灰岩板状体の外側帯からとった弱変質凝灰岩とモンモリロナイトの化学組成の比較（第53表）は 変質過程がつぎのような元素の移動に帰することを示している。つまり チタンはわずかな例外を除き ほとんど完全に運び出される；岩石中に含まれる鉄は 一部は鉱石質薄層中に分離し また一部はモンモリロナイトのなかに固定されるが 多くは運び出される；カリとナトリウムの含有量は増加する；かなりの量の水が吸収される。

このようにガラス質火山性物質の変質過程において鉄とマンガンのいくらかの再配列が行なわれる。鉱物学的研究のデータから判断すると この過程（変質を受けた碎屑片の範囲内）では 水酸化マンガン・鉄のごくわずかな量の新生成物が生ずるだけである。より厚いマンガンに富んだ団塊核の縁飾りの部分は 底層溶液から被変質物質との相互反応の過程でもたらされる鉱石成分によってのみ生ずることができる。そのさい 水酸化マンガン・鉄とモンモリロナイトがコロフォーム組織のかたちで 密接かつ相互に連晶を形成していることはこれらの鉱物が岩石の変質過程でコロイドとして一緒に沈殿したことを証明している。鉱石質縁の形成の特性については以下に検討してみよう。

鉄・マンガン団塊の組織と構造

団塊および鉱皮の鉱石殻 またそれらの核をつくるさまざまな岩石の変質碎片の内部構造は いちじるしく多種多様な鉱物集合体の組み合わせによって特徴づけられている。この組織の型にみられる種々雑多な性質は 大洋底における非常に興味深い団塊状鉱石濃集体の形成を導いた 順序をおって進行する地質学的・地球化学的過程の多様性を反映している。その詳しい記載鉱物学的研究にもとづき 主要な成因の指標からつぎのような4つの主要な組織のタイプを識別することができる。

- a) 各種の平行状一層理状 貝殻状一層理状組織で 鉱石物質がその上に付着沈殿する岩石には何らいちじるしい変質や置換を与えることなく 沈殿作用の過程で形成された鉱石帯にみられる。
- b) 各種の樹枝状・偽魚卵状・偽団塊状その他の組織で ガラス質火山岩・火山碎屑岩および堆積岩の間で おもにその変質の初期段階において交代作用によって生成した鉱石生成物に特有のものである。
- c) 環状の組織で 火山碎屑岩・ひび割れ状岩・ガラス質斑岩状岩・火山岩および堆積性火砕岩など種類の破片の 不

第53表 パラゴナイトおよびモンモリロナイトの化学組成（測点4279）

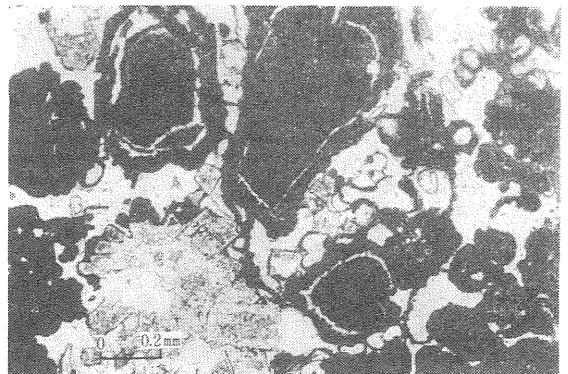
酸化物	パラゴナイト質凝灰岩の板状体の内部からのパラゴナイト	同じ試料の外表面からのモンモリロナイト
SiO ₂	39.40	52.25
TiO ₂	3.52	0.15
Al ₂ O ₃	13.85	15.60
Fe ₂ O ₃	12.75	3.48
FeO	0.72	—
MnO	1.60	1.55
MgO	4.43	3.81
CaO	3.69	1.33
Na ₂ O	3.76	3.85
K ₂ O	2.61	2.91
H ₂ O ⁻	6.55	7.98
H ₂ O ⁺	5.39	6.54
CO ₂	—	0.45
SO ₃	0.37	—
Cl	0.67	—
NiO	0.06	0.18
CoO	0.07	0.05
CuO	0.016	0.015
計	99.24	100.10

完全な選択的置換の結果生じ そして交代過程の顕著な現象を証拠づける鉱石生成物にみられるものである。

- d) 複雑なコロフォーム構造をもつ各種の同心状一縞状 有律状一帯状組織で それぞれの鉱石帯に発達している。

マンガン・鉄の水酸化物の沈殿によって形成された層理状組織

鉱石殻の層理状ないし貝殻状一層理状の組織の全グループは さまざまな鉱化度の水酸化マンガン・鉄の微細連続層あるいは碎屑物のやや粗い層などの互層によって特徴づけられる（第107図）。また コロフォーム構造



第106図 団塊の核のなかのフィリプサイトの柱状結晶粒の集合体およびマンガン・鉄水酸化物の偽団塊状凝結体 測点4362 透過薄片写真

のやや厚い鉍石物質の薄層の互層も存在する。

細層理状組織は 非変質の碎片の表面を覆う鉍石皮にも特徴的である。この場合の鉍石物質の沈殿は 碎屑物の置換と変質とを伴わない。同じような組織はサメの歯の平滑な表面上の水酸化マンガン・鉄の沈殿の場合にも典型的である。この碎片をつくるキチン質は化学的に安定なため 鉍石物質によってごくわずかにしか置換されない。火山碎屑物あるいは堆積性火山碎屑物の互層によって形成された層理状組織の場合 鉍石物質はおもに各層の基底に配列している。鉍石物質はまた粒間部分に存在し しばしば個々の碎片を包んでいる。ちょうどこれと同じように 同心状一貝殻状構造の団塊の鉍石殻もつくられている。

一続き あるいは碎屑物と互層するマンガン・鉄水酸化物の平行状一層理状のコロフォーム様組織は 多くの場合 底層水と軟泥水から鉍石ゲルが急速に凝結する環境のもとで 鉍石物質が岩石表面に直接沈殿したという指標を保有している。ここで指摘すべきことは 層理状組織は大多数の場合 残存形としてのみ保持されていることである。海底における碎屑物の激しい分解過程と 鉍石物質によるその置換過程の結果 もとの層理状組織は 細縞状組織や とくに樹枝状・環状および融食状などの 完全な置換までいたる 墨で影をつけたようなさまざまな数多くの移行型の組織となっている。

置換過程で生ずる樹枝状・偽魚卵状・偽団塊状組織

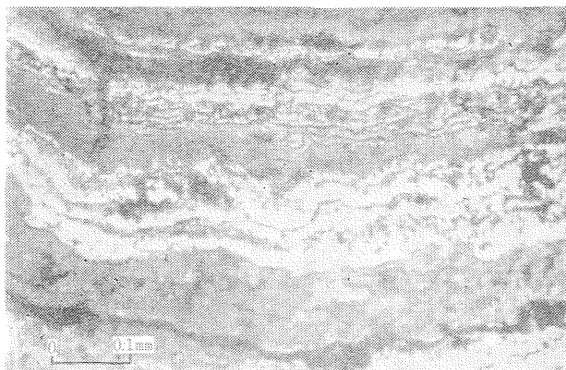
ここで検討するタイプの組織は 火山岩と火山碎屑岩の鉍化碎片 また凝灰物質を含む堆積岩に特徴的である。これらの岩石は 典型的なそれ自身の形を 鉍化の初期段階では明瞭にあらわしているが やがてはその後の分解過程と 水酸化マンガン・鉄のコロイド新生成物によ

るその置換とによって 急速に墨で影をつけられたようにボカされていく。それとともに 鉍石質樹枝が変質パラゴナイト物質にそって 団塊の鉍石殻中のマンガン・鉄水酸化物の初生の層理状または縞状濃集部を背景にして発達していく。

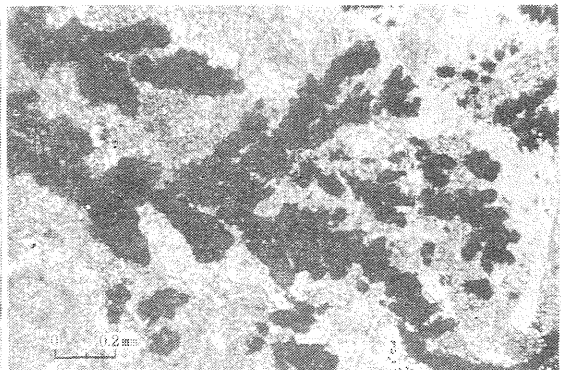
鉍石物質に富む団塊や鉍皮生成物の中では ここで検討される組織は通常 残存形としてのみ保存されている。それらは鉍石生成作用の重要な段階を特徴づける分解と置換過程をより明瞭に現わしているため 成因の点で興味深い。これらは一方の主導的鉍化過程に伴う現象としての置換作用を反映する移行型組織として ほとんどあらゆるタイプの鉍石生成物のなかに見出される。弱変質ないしほとんど完全に新鮮なガラス質溶岩とガラス質碎屑凝灰岩中の樹枝状組織は 水酸化マンガン・鉄の三次元的な樹木状体をつくっている。このような組織は 火山ガラス・剝離性の石泡と真珠 ガラス質斑岩状火山岩およびガラス質凝灰岩の粒間部などの顕微鏡的な微細な割れ目にそって発達し そして火山ガラスのわずかな変質を伴っている。このような組織は岩石の鉍化の初期段階の過程を反映し また 風化過程でほとんど普遍的に生ずる樹枝状組織におもに似ている (第108図)。

すでにふれたように 樹枝状体は団塊や鉍皮の殻中で変質パラゴナイト物質にそい 既存の鉍石縞上に生ずることができる。このような形成物の組織の特殊性をさらに詳しく検討してみよう。

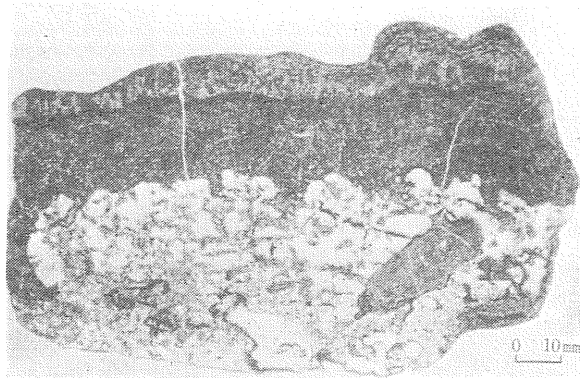
鉄・マンガン団塊はしばしば後続の改変過程において 比較的より安定な 初生の粗い層理状組織をもっている。この組織の発生は碎屑物質が海底に周期的かつ不均等に供給されることと関連しており それは鉍石物質が各々の薄層中で それぞれ異なった濃度であることの原因の一端となっている。



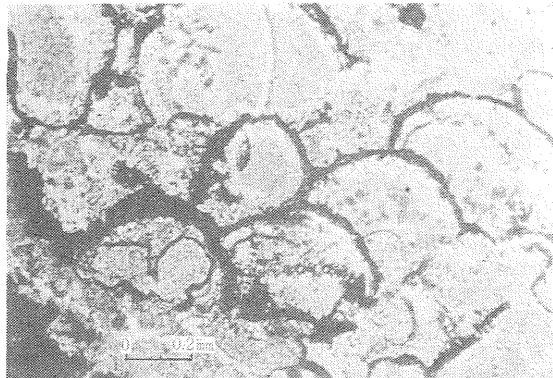
第107図 団塊の鉍石殻内部の層理状構造 測点5129 研磨片写真



第108図 団塊の核中の弱変質ガラスの間に発達する水酸化マンガンの樹枝状生成物 測点4221 透過薄片写真



第109図 粗い層理状組織の団塊の鈳石殻 測点4199 研磨面写真



第110図 団塊の核をつくる火山ガラス中の真珠構造の割れ目にそった鈳石物質の濃集物 測点4084 透過薄片写真

粗い層理状構造の鈳皮のなかの樹枝状体の特殊性はここにあげた板状団塊の断面の研磨面写真にみることができる(第109図)。この場合 団塊は2つの層からなりしかも外側の層は内側のそれの場合よりもいちじるしく小碎屑物に富んでいる。それは 鈳石物質による変質と置換のより少ない より後期の堆積物質からなっている。団塊核とそれに接する鈳石層の界は非常にでこぼこしている。核は初生の杏仁状構造の指標を保持した 半ば分解した玄武岩の碎片である。それはまた 強く融食され ところによってはパラゴナイト物質に変化し 一部は水酸化マンガン・鉄によって置換されている。鈳石層の中では 内側の層の下部に 鈳石質樹枝の集合体に移行していくコロフォーム状・層理状あるいは縞状構造の個所が保持されている。樹枝状体は さまざまな程度にパラゴナイト物質の集合体と粘土鈳物の新生成物(おもにモンモリロナイト)に変化した堆積性碎屑物の間に発達している。この碎屑物塊の中には ところどころフィリップサイトの小結晶粒の集合部が存在する。

鈳石縞や樹枝状鈳石生成物と それを含む鈳物塊および とくにその組成との関連は 鈳石物質が岩石の顕著な化学的分解作用の条件下で濃集したことを立証している。それとともに 樹枝状体の成長過程においては 顕微鏡的研究から示されるように 樹枝状層の背景に残存形としてのみ保持される初生の層理状鈳石濃集物の部分的な物質の再配列が生じている。

ガラス質玄武岩中での火山ガラスの鈳石物質による置換は 一連の丸味のある微粒子あるいは真珠を形成する微細で不規則な劈開にそって始まる。とくに水酸化マンガン・鉄の新生作用に好適なのは 一連のかなり規則的な半球状の割れ目にそって剥げるような火山ガラスの

部分をなす いわゆるリソフィーズ(石泡)である(第110図)。石泡は通常 酸性岩にもっとも特徴的な形成物とみなされるが 前述のデータに示されたように それは明らかに 海底でおびただしくその碎片がある玄武岩組成のガラス質溶岩中にも かなり広範にみられる。

真珠質形成物の中における割れ目と 石泡中の貝殻様殻の発生は 周知のように冷却する火山ガラスの体積縮小と 揮発性成分の離散とに起因している。このようにして生ずる粗い同心状の割れ目と空隙は まず第一に岩石のガラス物質を分解し そして水酸化マンガン・鉄によるその置換を促進する 溶液の滲透通路として働くのである。はるかに長期間におよぶ置換過程の場合は 組織の特徴上 一続きの粗い同心状一層理状あるいは魚卵状の形成物に非常によく似た鈳石濃集物が生ずる。ただその中には 真珠状あるいは石泡状構造の火山ガラスが 不十分な置換あるいはほとんど置換を受けないで残った部分があることから その鈳石濃集物が本当に交代性のものであることを証明できるのである(第111図)。このように 団塊および鈳皮生成物の間で普遍的な 同心状一貝殻状・偽魚卵状およびありとあらゆる形の樹枝



第111図 団塊の核中における水酸化マンガン・鉄によって置換された火山ガラスの個々の部分の同心状一貝殻状(石泡)構造 測点4355 透過薄片写真

状の各組織は 多くの場合 ガラス質岩石の比較的弱い
変質過程と 鉱石物質によるその逐次的な置換過程で生
じている。

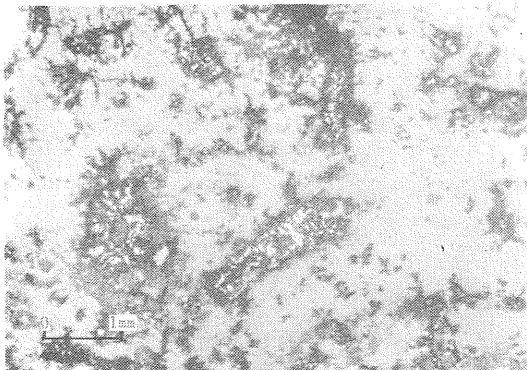
ここで指摘する必要があるのは 初生の真珠構造ある
いは石泡構造は置換の最終段階で完全に消失する可能性
をもつことである。 この場合 その生成条件はいちじ
るしく異なるにもかかわらず 類似の偽団塊状あるいは
魚卵状様の組織は 本当の典型的な団塊状あるいは魚卵
状の組織とみなすことができるほどである。

このことに関連して 結晶化作用を受けたマンガン鉱
床を研究する場合 それが続成的変質作用の条件を反映
しているため その初生の指標を識別することはきわめ
て困難である。 それと同様に ここにあげた顕微鏡写
真(第111図参照)の中にみられる同心状一層理状形成物
は その構造の点では 古い時代の鉱床(チアトゥリ・
ニコポリ・ポルノーチヌイ)中の典型的な団塊のそれと
完全に類似している。 それらと区別される唯一の点は
海底の団塊の場合には 水酸化マンガン・鉄が 前述の
鉱床におけるように炭酸塩あるいは珪質の物質でなく
粘土物質からなる同心帯と互層していることである。

置換による環状組織

各種の環状組織は大多数の団塊および鉱皮の各鉱石生
成物に特徴的にみられる。 交代作用のあらわれ方の強
さと 鉱石物質で置換された岩石の組織の特性とに応じ
て この環状型の構造のさまざまな変種および 微細脈
状・縞状そして不規則一点紋状などへの移行型が生じて
いる。

環状および細脈状の組織は 比較的粗粒の凝灰岩と層
灰岩のまわりに生じた鉱石縁に対してもっとも特徴的に
みられる(第103図参照)。 団塊の鉱石殻の全般的な粗
い縞状構造に加えて その内部に水酸化マンガン・鉄が



第112図 団塊の核のガラス質岩石中の水酸化マンガン・鉄の斑点状新
生成物 透過薄片写真

断続的な 不規則に互層し枝を伸ばした形のコロフォー
ム状の内部構造の縞を形成している。 個々の部分では
鉱石物質は非鉱石質碎片のまわりに発達し それをとり
囲み また置換している。

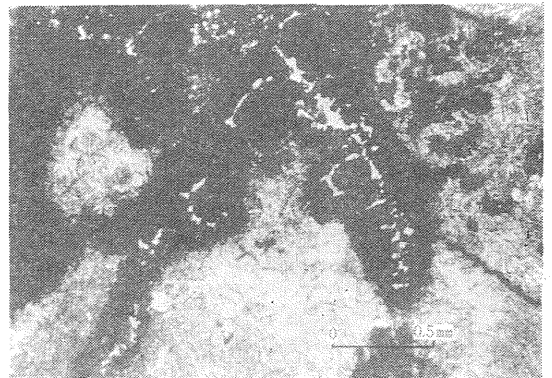
微環状・点紋状の組織はまた 団塊の核をなす碎片中
においても それが鉱石物質で置換されるさいに生ずる
(第112図)。 置換過程は不均等に進行している。 し
ばしば 十分に均質にみえるガラス質塊中に ところど
ころ鉱石質樹枝・被殻構造の細脈・小点紋・また不十分
に置換され粘土化ガラス物質の残存部を含むより粗大な
一連の鉱石濃集部 などが存している(第113図)。

岩石の変質過程で生じた同心状

— 縞状のコロフォーム組織

太平洋の多くの場所の団塊と鉱皮に特徴的にみられる
のが 独得な同心状一縞状のコロフォーム組織である。
これは通常は何度も有律的にくりかえす 一連の互層状
コロフォーム構造の鉱石縞によってつくられている。
この縞の中で その骨格部分は 水酸化マンガン・鉄で
形成され 基質部分はどこによっては同様にコロフォー
ム構造をもち 微晶質モンモリロナイトおよび若干の
他の粘土鉱物からなっている。 このような団塊の核は
強く変質し粘土化した岩片である。 また ここで指摘
できるのは 比較的厚い鉱石物質の殻によって被覆され
た団塊と鉱皮がこの種の構造をもっていることである。
あきらかに同心状一縞状組織は 鉱化過程がもっとも強
く現われるような場合に生じている。

同心状一縞状構造の鉄・マンガン団塊の組織の特徴は
顕微鏡下において代表的サンプルの断面にあらわれてい
る(第114図 a)。 ここで 核のまわりの同心円状の配
列とそのコロフォーム構造が特徴的である。 鉱石物質
は その複雑なコロフォーム構造の面では一様であって



第113図 団塊の核の弱粘土化ビトロラスチック岩石中の樹枝状鉱石
生成物 被殻構造の細脈 測点4199 透過薄片写真

も 鉱物組成についてはかならずしも同種類ではない、それらは若干の場合のように鉱石物質と碎屑物質の逐次的な沈殿によって生ずる 明瞭な輪郭の層理状膠質状の鉱石濃集物とは区別される。水酸化マンガン・鉄は膠質状粘土物質と密接な連晶をつくっており、そして同時に 何回もかつ有律的にくり返すそれぞれの縞の構成にも加わっている。

顕微鏡下では 良く準備された薄片の場合だけ反射光によって この団塊中の鉱石物質が一連の屈曲した縞を形成していることが観察できる。 鉱石物質は膠質状パラゴナイトおよびモンモリロナイトの縞と調和的に配列している。水酸化マンガンと鉄は 同一の縞の異なる部分に分かれているか 互いが連晶をなして配列している。これと同様な配列関係はまた 鉱石物質とモンモリロナイト物質との間にも存在する。どの鉱物成分もが鉱石縞の全般的な花模様構造に従っていることは特徴的である(第114図b)。

周知のように この全特性は複合組成のゲルの結晶過程で生ずる膠質生成物にとって特徴的なものである。

コロフォーム状一縞状組織は 大部分の他の組織模様でもそうであるように それ自身の初生のもっとも典型的な形としては 団塊中にまれにしか保持されていない。それは残存型としてのみ存在し またしばしば後続の過程によって墨で影をつけられたように完全にボカされている。この現象の一般的な原因は 比較的早期の 非常に微細なコロフォーム形成物が不安定なことにある。それらの形成物は やわらかく まだ十分に固化しない。水に富んだ膠質水酸化マンガン・鉄 モンモリロナイトおよび褐色色のパラゴナイト物質からなっている。それらの形成物中では当然 物質の変質と再配列の過程が強く進行し続ける。このようにして 鉱石物質の濃集の初生段階をあらゆる指標をボカしてしまうようなさまざまな移行型の組織が 比較的急速かつ容易に生ずるのである。

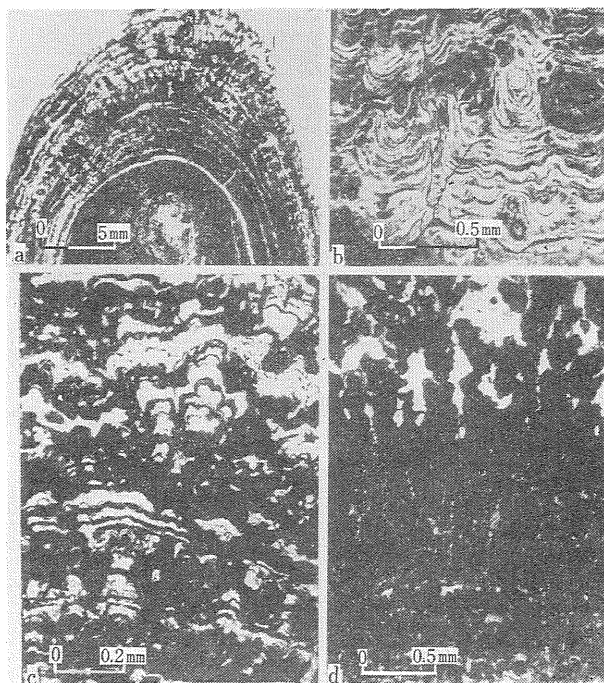
測点4343からの団塊試料の各部分の鉱石濃集物の組織の特徴についての記載鉱物学的研究から示されるのは 縞状—コロフォーム状形成物中では パラゴナイトおよびモンモリロナイト組成の縞が 以後の発展段階で鉱石物質によって逐次的に置換されていくということである。それと同時に 個々の縞の範囲内では樹枝状鉱石濃集物が発達していく。この過程の中間点段階は多種多様な置換組織によって特徴づけられる(第114図c 参照)。ここでは 非鉱石同心円帯の各種の置換段階をみることで 胚芽的な形の鉱石新生物の放射状の配列が形成

されている。以後の発展段階においては 縞の内部で放射状に配列する三次元的な鉱石樹枝の集合部が形成される。 団塊の鉱石殻は 初生の同心縞がその中で残存形としてのみ保持されている。このような生成物が同心円状に組み合わせられたものである(第114図参照)。

鉱石質樹枝は一般に 鉱物組成は一様だが その複合的內部構造はかなり多様である。この構造は 水酸化マンガンおよび鉄の互層状の微細縞および ところどころだけに部分的に保有されるコロフォーム構造のモンモリロナイトの集合体からなっている。その形態と産状は上に述べたような 変質パラゴナイト物質中で交替的に生じた水酸化マンガン・鉄の樹枝状部に似ている。

同心円状一縞状の鉱石濃集体の組織の特徴の研究は コロフォーム構造の個々の細縞が実質上は凝固したゲルであることを示している。その内部では各成分は分別が不完全であり 水酸化マンガン・鉄およびモンモリロナイトの不明瞭な細縞状分離部が形成されている。

(つづく) (訳者は 地質部)



第114図 a : 同心状一縞構造の団塊の断面 測点4343 透過薄片写真
 b : 同じ団塊の鉱石殻の個々の薄層のコロフォーム構造 研磨薄片
 c : 団塊の鉱石殻のコロフォーム構造のレリクト 測点4343 透過薄片
 d : 同じ団塊の鉱石殻の樹枝状組織 初生の縞状構造 (写真の右側部分)はレリクトとして保持されている 透過薄片