

資 料

548. 23+548. 5

鉱物の個体発生*

[鉱物集合体 (aggregate) の成因]

D. P. Grigorev

黒田 吉益 訳

第4節 腎臓状 (こぶ状) 集合体の成因

腎臓状、鐘乳石状、またはぶどう状という言葉で記載されている、つるつる光った表面—ガラス状の頭部をもつた鉱物集合体があることは、昔から鉱物学で記載されている。よく知られているように、もつとも印象的なものは孔雀石や玉ずいにみられるが、そのほかにも針鉄鉱・赤鉄鉱・方解石・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱などの鉱物にもみられる。似たような集合体は内因的生成物と同様に外因的生成物にも知られている。

鐘乳石状の形態は、溶液が何らかの表面にそつて流れ、かつ蒸発・凝縮して生じた鉱物にみられる、ということは古くから認められていた。

また、似たような集合物、とくにガラス状の頭部をもつたものは、直接溶液から結晶したものではなく、最初コロイドの凝結物として分離したものが、その後、再結晶したものであるという意見が、かなり古くから述べられている。

そのような考えと関係して (V. I. ヴェルナドスキー, 1910, 1925), 鐘乳石の形成とコロイドの再結晶とを結びつけるような言葉が広く使われるようになった。

その中の一つに、E. Wherry が 1914 年に提案した metacolloid という言葉がある。それは、最初コロイドであつた物質が、あとで再結晶作用を受けたものという意味である。1917 年、アメリカの A. F. Rogers は、コロイドや metacolloid 様物質に特有の、丸い、多少とも球状の形に対して collomorphic という言葉を使つた (Rogers, A. F., 1917, p. 518)。

有名な H. C. Boydel (1924) の研究があらわれて、このような鉱物集合体もそのコロイド様堆積物の再結晶の結果であるということが検討された。そして、metacolloid 様, collomorphic, または collomorphic texture という言葉が広く使われだした。とくに、V. Lindgren, G. Garell などの鉱床関係の学者によつて広められた。

わが国の鉱物学においては、このような表現は、主として A. G. ベテフティンによつて広められた。A. G. ベテフティンは《《鉱物学》》の中で (1950, p. 134), 断固たる調子で《《鉱物の鐘乳石状の形態はコロイド-ゲルから生じる》》と書いている。

最初は珍奇であるからとか、診断学的に大切であるからというだけで考えられていた鐘乳石状または metacolloid 様, collomorphic な形態が、成因的な観点からたいへん興味ある問題だということがわかつてきた。

H. C. Boydel の論文が発表されたとき、すなわち 1924 年から以降の数 10 年間に、鉱床の研究はたいへん大きな進歩をとげて、コロイド様の溶液が鉱床形成に大きな役割をはたしていることが明らかにされてきた。それは表層の鉱物生成ばかりでなく、内因的 (熱水性) ないろいろの金属鉱物の生成、すなわち含銅硫化鉄、若干の鉛-亜鉛鉱、硫化物-錫石鉱その他の生成に

* Д. П. Григорьев, : Онтогенія Минералов, Издательство львовского университета, p. 247—264, 1961

も、大きな役割をはたしているといわれてきた。このことは、ある面では、金属の移動は溶液として行なわれるという仮説に基づいているが、また、ある面では、鉱床に《metacolloidal》や《colloimorphic》な鉱石の集合があり、鉱石がコロイド様の溶液から沈澱した証拠とみなされるような現象に基づいている注1)。

上記のことをまとめてみると、上記のような集合体は、流れている溶液からかたんに析出したものか、あるいはゲルの再結晶したもの (metacolloidal) か、いずれかの方法で、鉱物の成因と関係していると考えられているといわねばならない。

このように、鉱物の集合体に成因的意味があるということがわかつたにもかかわらず、その現象の研究を新しい観点から続けてゆく人が出なかつた。しかし、腎臓状の集合体の詳細な鉱物学的研究をするなかで、われわれに興味のある鉱物集合体の形成の問題がときあかされる可能性が示された。そのような問題の文献の中では V. A. チェレパノフ (1951) と A. V. シュブニコフ (1935他) の仕事が目につく。また、著者によつて研究された鉱物集合体についての若干の報告もある (D. P. グリゴリエフ, 1949₂, 1949₃, 1953₂)。

下に述べるデータは大部分孔雀石の研究のさいにえたものである。その孔雀石はみごとな集合体で、鉱物の成因を明らかにするのに、たいへん好都合なものであつた。孔雀石の集合体は、ある研究者は鐘乳石状のものとして引用し、また、他の研究者は metacolloidal, colloimorphic な集合体として引用している。孔雀石とともに、表成や熱水性の各種の鉱物の集合体も図示する。

球 類 の 成 因

われわれに興味のある集合体の中で、適当なものをえらんで観察してみると、それらが球の一部分のような形をしたより簡単な集合体からなつていることがわかる。また、すでにみたようなタイプの集合体 (孔雀石や黄鉄鉱) と同じようなかけらからなるサンプルにぶつかることがある。したがつて、より複雑な集合体の形成を明らかにするには、まず、それを構成している部分——鉱物の球類の部分——を観察することが必要である。

鉱物の球類状集合体——球類と名付けられる——はあるときは規則正しい、あるときはひどく歪んだ球状をしている。そして、放射状構造、または同心円状の放射状構造を示しており、顕微鏡下でも区別が困難なほど小さいものもある。

現在では、球類の形成過程には3つのでき方が知られている。

第一の方法——これは、無関係な物体のまわりに結晶が成長する方法である(第186図 a)注2)。

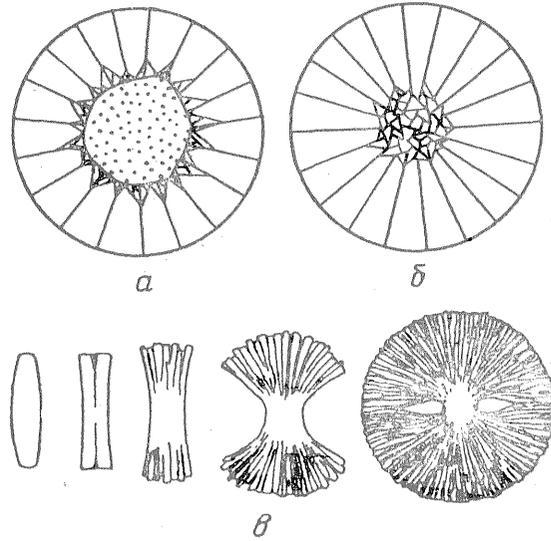
そのような物体には、他の鉱物の析出をうながす性質がある場合と (石英の上の針鉄鉱の成長が例としてあげられる。E. M. ツィガノフ, 1951, 1951, p. 187) 先に成長したその鉱物集合体のかけらがある場合がある (方解石の鱗状石)。よく知られているように、鱗状石は動いている水の中で形成されるが、それは溶液の飽和や巡選によつてお互いに摩擦されることが原因である (A. N. ザバリツキー, 1929)。そのような物体の表面にはいろいろの方向に伸びた結晶の胚芽がたくさんある。

最初の時に方向性をもつた胚芽結晶の間では、成長は幾何学的淘汰を生じる。そして、放射方向に伸長方向をもつた結晶のみが成長を続ける。その結果、放射線状の内部構造をもつた球類状集合体が生じる。

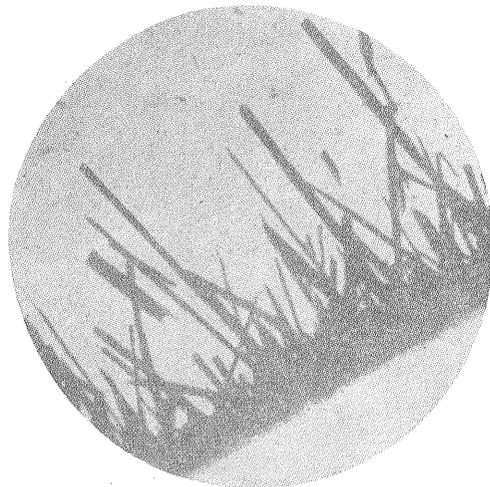
第2の方法はいろいろの方向の胚芽結晶の集まりからの結晶作用である (第186図b)。

注1) 参照: ベテフティン, A. G. ・シャドルン, T. N., 1958; シャドルン T. N., 1942; チュフロフ, F. V., 1950, 1955; ラドケヴィツチ, E. A., 1952

注2) この方法や次の方法では、球類状集合体は針状の形をもつた個体からなつてい。これは、方向によつて個体の成長の速度が違ふことを示している。よく知られているように、球類は、方向によつて成長速度に特徴のあるような等軸晶系の結晶からも生じることができ。る。



第186図 放射状球顆の形成様式。a—無関係な物体の上に成長した多くの胚芽結晶から生じる。b—胚芽結晶の集積物から生じる。c—結晶が引きさかれていつて生じる。



第187図 石英の上にてきた小さいいろいろの方向に伸びた針鉄鉱から成長した放射状の針鉄鉱。60倍。E. M. ツイガン (1951) による。ボルニのペグマタイト脈から。

似たような過程は、実験的にザロールの溶液を結晶させるときにみることができる (A. V. シュブニコフ・G. G. レムレイン, 1927)。それは中心に向かって冷えつつある溶液を、あらかじめ固いザロールでまさつておいた針で軽くふれるときに生じる。

天然では胚芽結晶の濃集は、反応に参加しない他の鉱物の中にとりこまれた鉱物と溶液との化学的相互作用のときにおこる。V. A. チェレパノフ (1951) によれば、珪化された石灰岩の上に成長した孔雀石の胚芽結晶は、珪質の塊の中で突出した方解石の粒にくっついている。彼は、流れている溶液から胚芽結晶が沈澱するのは渦巻流のところのかぎられた表面にのみ生じ

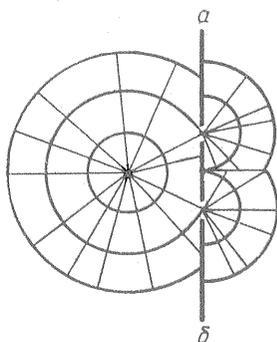
ると推定した。また、他の方法による胚芽結晶の集積の方法が知られている。それは成長している結晶から胚芽が引きさかれる場合である (A. V. シュブニコフ, 1935, 1947)。

そのような胚芽結晶の集まりからは、中心から放射状の方向へのみ自由に成長する。そして、時がたつにつれてお互いに隣同志のもので支えられてゆくであろう。その結果、放射状の内部構造をもつた球顆状集合体が生じる。

第3番目の方法は割れた結晶から成長する方法である (第186図c)。割れた結晶からの球顆の形成は実験的に再現されている (たとえば, Lehmann O., 1911, B. Popoff, 1934 をみよ)。そして、すでに問題は明らかにされている。ここに、その様子を引用すると (第186図c) 結晶の引きさかれ現象は球顆の芽をつくるまで進行することがわかる。天然でも、このような結晶の引きさかれ現象はまれではなく、第74~76図に示したような例がみられる。

第186図cから明らかなように、結晶の引きさかれ現象は、特徴的な“双葉”状の構造をもつた球顆を生じる。それは人工的な結晶においては顕微鏡下で実際にみることができる。天然の球顆では、そのような“双葉”状のものはまだみつかつていない。しかし、それは非常に小さいからであると思われる。実際には、多くの球顆は、このような第3番目の方法で生じると考えられる。孔雀石については、引きさかれによつて球顆が生じたことを示すような事実が知られている (D. P. グリゴリエフ, 1949₄)。

実験によると、引きさかれによる球顆の生成の場合には、一つ一つの放射線が新しい球顆の中心になりうるということがわかる。その生成の方法は、穴のあいた仕切りによるものである。球顆の放射線は仕切りにゆきつくと、その穴から通りぬけてしまう。そして、それが引きさかれると、仕切りの背後での新しい球顆の中心となるであろう (A. V. シュブニコフ, 1935, 第188図)。



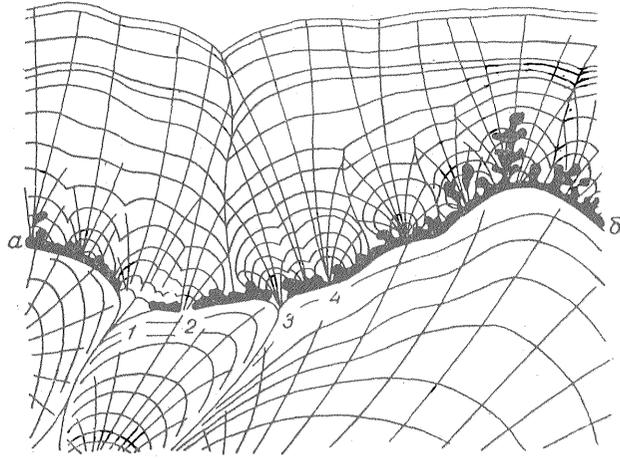
第188図 仕切りから球顆が結晶する様子。左は最初の球顆。a-b:穴をもつた仕切り。右は仕切りをつきぬけてきた放射線部の引きさかれによつて生じた新しい球顆。

似たような様子が、ウラルのメードノルジャンスク鉱床の孔雀石のサンプルでたしかめられている。189図に赤銅鉱(木の枝状の)をもつた腎臓状の孔雀石が示されている。それからわかるように、孔雀石のこぶは一連の成長ではなくて、穴をもつた赤銅鉱の層で一度おおわれている。この層は“すきまのある仕切り”の役をしている。孔雀石の結晶作用は引きつづいておこり、その放射線状部の一部は仕切りをつきぬけて、新しい球顆の中心になつた。

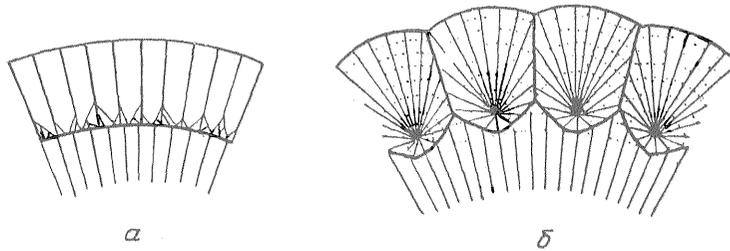
天然でも、末端が引きさかれて、せんい状になつた孔雀石の結晶がみられることはまれではない。

かくて、第3番目の方法によつても、放射状の内部構造をもつた球顆が生じる^{注3)}。

注3) もし、球顆の放射線がその方向にそつてお互いに成長しないならば、球顆は作らないであろう。そして電気石や hydroboracite のような集合体になるであろう。



第189図 ウラル、メードノルジャンスク産の孔雀石。下—最初の大きな腎臓状集合体。a—b: 赤銅鉱の層。1—4: 赤銅鉱の層にある穴。上—2 番目の孔雀石の集合体。3 倍



第190図 成長する球顆の表面に同心円状の累帯構造が生ずる様子。a—新しい普通の胚芽結晶の生成。b—引きさかれによる新しい球顆の生成。細い線は球顆の放射線状結晶の部分。点線—成長の Stage。太い線は球顆の境の面。

しかし、すでに指摘したように、球顆の中には放射線状の構造とともに、同心円状の累帯構造もみられる。

同心円状累帯構造には球顆が成長するさいに生じた初生的なものと、球顆が変化するさいにおこつた二次的なものがある。

最初のタイプの同心円状累帯構造は、鉱物集合体の成長時期における胚芽結晶の反復した成長によつて生じたものである。このような現象は第1または第3の方法によつて球顆が成長したときにおこる。

第1の方法によつて (第190図 a) 成長する場合、すでに成長してしまつた球顆の表面に生じるいろいろの方向に伸びた胚芽結晶は、溶液の濃度の変化 (たとえば、温度の低下とか何らかの沈澱用試薬の浸入などによつて) か、または、機械的な現象、たとえば細かいちり状に鉱物が粉碎されるとか、擦りへらされたりするとかなどによつて生じる。(D. P. グリゴリエフ, 1951₂)。後者のような場合は、温泉においてピーソライトとよばれているような球顆の成長にみられる。すなわち、沸き立っている水で球顆がお互いにすり合わされるのである。その結果、その表面は小さい破片で一杯になつて、新しい結晶の成長のための促進剤となる。同じようなことは頻海の波打際で形成される鯛状石についてもいえる (A. N. ザバリツキー, 1929)。

ともかく、球顆の表面に、その成長のある時期に、いろいろの方向に胚芽結晶が成長しはじ

幾何学的な選択がおこる。その結果、胚芽結晶のうちで、表面に直角な方向のもののみが成長する。すなわち、球顆の放射線にそつた胚芽結晶だけが成長する。かくて、球顆には新しい同心円状の層が生じる。もし、そのような現象がくりかえし行なわれると、放射線状で累帯構造をもつた同心円状の球顆が生じる。

第3の方法で成長するさい (第190図b), 成長しつつある球顆の表面の新しい胚芽結晶の出現は、上記のような原因 (引きさかれ現象) によつてのみ生じる。しかし、新しい胚芽結晶の成長にさいしてはすでに違つた法則が支配する。

新しく生じた胚芽結晶は新しい球顆の成長の中心である。球顆の表面に生じても新しい球顆は放射線状にのみ成長する。というのは、線状にのびたものは、隣のものにもたれかかり、やむをえず成長が止まるからである。そのような方法で球顆の表面には新しい層が生じる。それがくりかえしておこると、球顆は多くの層に累帯した同心円状の構造で、しかも放射状の構造をもつたものになる。

球顆の中には、2種の鉱物が累帯して同心円状になつているものがある。カザフスタンで F. V. チュフロフ (1955) が玉ずいと石英でそういう例を記載している。

その他の構造——球顆の表面に対して放射状でなく、せんい状の配列をした球顆——もあることを述べておく必要がある。似たようなことを、霰石の鯛状石について H. C. Sorby (1879) が述べている。このことは、われわれによく知られているデータから考えて、理論的な結論である。というのは、球顆を構成している超顕微鏡的サイズのせんいがあることは直接みることができないからである。H. Sorby の結論は A. N. ザバリツキー (1929) がいうように「光学的異方性をもつ鯛状石の層における光軸 n_g と n_p の配置から」考えたものであろう。

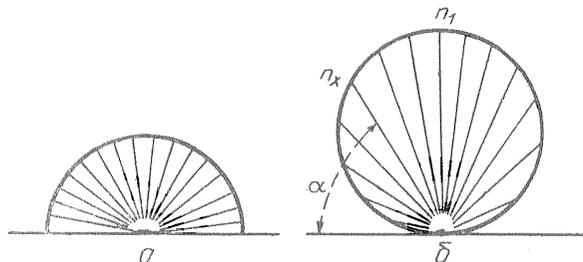
球顆の中のせんいは、いろいろの方向に伸びている個体からなつているので、それ自身の光学的方位をきめることはむづかしい。たとえば、せんい状の玉ずいに特徴的なように、ある場合には第3のオーダーの対称軸にそつて伸びており、ある場合には第2のオーダーの対称軸にそつて伸びていたりする。

鯛状石の霰石は、いろいろの見掛けをしているが、いろいろの方向に伸びたせんい状をしている ([001] または [100] にそつて伸びている)。放射状に配列している霰石のせんいには正の伸長方向のものも負の伸長方向のものもある。したがつて、球顆の中で伸びたせんいを光学性だけから考えることは具合が悪い。かくして H. Sorby の考えは実際的な証拠をもつていないことになる。

上述のように、球顆は自由な成長がおこるような条件で、かつかくはんされるような状態で生じる (粘性のある熔岩、動く水など、弾力性のある固いものの中での結晶作用のさいに生じやすい)。また、私達は何かの表面に球顆が生じる条件があることもみてきた。

表面の球顆の成長について2つの極端な場合がある (第191図)。

1つは、その表面で、球顆がその放射線状の一つ一つがどの方向にも均質に成長する場合である (第191図a)。その結果、球顆は半分だけ発達して半球となる。そのような半球は孔雀



第191図 表面における球顆の成長の様子。a—あらゆる方向への均一な成長。b—方向により成長速度が違う場合。それは成長面からの角度による。

石・黄鉄鉱・玉ずい・菱鉄鉱・Babarum など多くの鉱物にみられる。

第2の例は球顆のいろいろの放射線が不均一な発達をしている場合である (第191図b)。すなわち、表面に近い方向で発達が悪く、それからはなれるにつれてよくなる (これは、多分、鉱物をつくる溶液の行動速度の違いによるか、または、部分ごとにあまり動かない溶液の濃度の違いによるものかであろう)。この完全な場合には球顆は本当の球となるが、その成長の中心は球の中心ではなくて、表面に近いところにある。

そのような球における放射線の長さは表面とのなす角により、理想的にいえば次の式であらわされる。

$$n_x = n_1 \cdot \sin \alpha$$

ここで、 n_x はある線の長さ、

α はその線と表面とのなす角、

n_1 は表面に直角な方向の放射線の長さ。

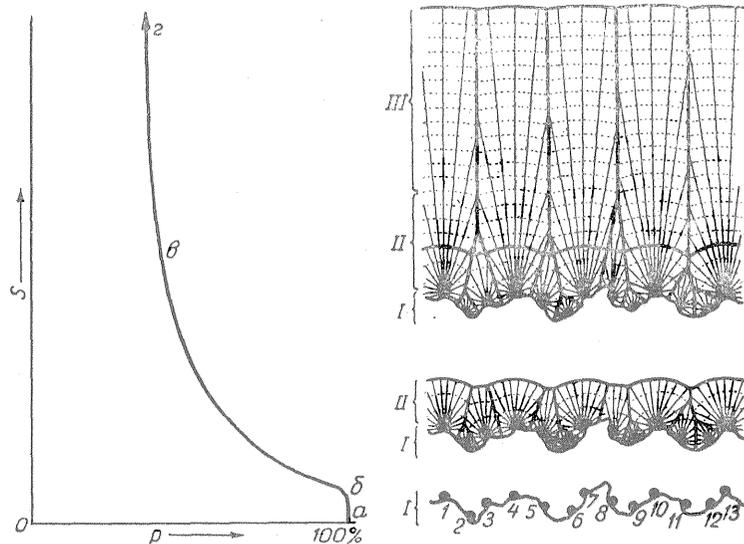
このような種類の天然の集合体はしばしば球に近いが、表面に直角な方向や急傾斜をしている方向の成長が大きいため歪んだ形をするものもまれではない。とくに孔雀石の場合には、球に近い成長を示すとき、横の方の発達が悪いということが多い。

球顆の群生

個々の球顆の発生と成長を観察したあとで、直接われわれの興味をひく集合体、球顆の群生に注意してみよう。

これらの集合体の形成には次のような種類のものがある：1) 何らかの平らでない表面における球顆の群生、2) 平らな表面における成長、ただし、各球顆の成長速度が一様でない条件が必要である。天然では1の場合が大切であるが、両者とも何らかの関連性がある。

平らでない表面における球顆の群生のさいには、それらの間に幾何学的選択が必然的に生じ



第192図 球顆の群生の様子。右—成長の段階；I—個々の球顆の成長；II—球顆の幾何学的淘汰；III—ほとんど完全に成長したもので、せまい状に平行に成長している。左—幾何学的淘汰；P—成長している球顆の数 (全芽結晶に対する%)；S—成長の表面からの距離。a—b—個々の球顆の成長する段階、c—d—淘汰が支配する段階；d点からは S 軸に平行になる。

る。

球顆の群生の様子は第192図に示されている。そこでは同心円状累帯構造と放射状の構造とがあるが、若干の鉱物の集合体の中では前者は必ずしもあるとはかぎらない。球顆の同心円状の累帯構造は成長の個々のstageの中できまつている。

一般的に、球顆の成長のごく初期の段階で、お互いにまだくつついていない時と（第192図、I）、本来の集合体を形成し、お互にくつつきはじめて時（II）とを区別することができる。

球顆がくつつきはじめる時期には、球顆の接触によつて一つの表面が生じる。若干の鉱物、たとえば黄鉄鉱・針鉄鉱（褐色のガラス状の頭部をもっている）・赤鉄鉱（赤色のガラス状の頭部をもっている）などでは、そのような表面にそつて簡単に割ることができる。

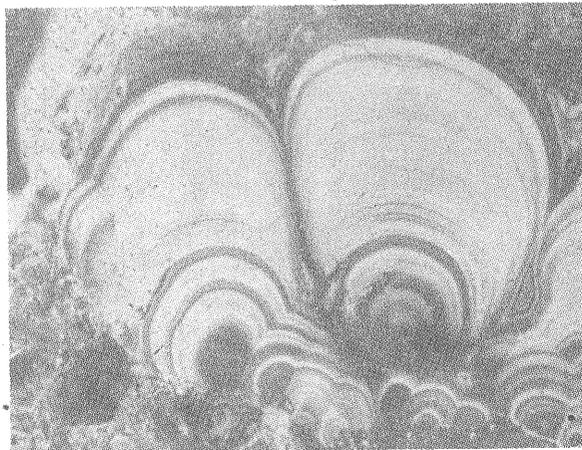
ともに成長しながらも、違つた配置をもつた球顆は、それぞれの運命をもっているかのである。すなわち、あるものはどんどん成長し、あるものはかぎられた成長をする。その結果、あるものは巨大なものに成長し、集合体の最終的な表面を形成するのに、あるものは次第に、自由な空間を失つたかのように、その成長が止まつてしまう。それぞれの球顆の運命は、その成長の中心の位置と、隣の球顆の中心の位置によつてきまつてくる。ここでは次のような幾何学的法則が支配するであろう。もし、その球顆の中心点が両隣りの球顆の成長中心点をむすんだ線よりも下にあるときは、その球顆はおそかれはやかれ隣のものの成長にくわれてしまつて成長が止まるであろう。そして、隣同志のものは直接接触するようになる（球顆の1—2—3, 5—6—7, 11—12—13など）。

もつとも低い成長の中心点をもつていた球顆の成長が止まつた後では、他の球顆の組合せに、似たような新しい関係にその法則が作用する（たとえば球顆1—3—4, 4—5—7, 10—11—13の間に）。その結果、また次のオーダーの球顆の成長が止まり、新しく球顆の結合が行なわれる。要するに、成長する球顆の多くが集まつて、あまり多くない、しかし大きい球顆からなる腎臓状の表面をもつた集合体が形成される。

このような成長機構は、あらゆる方向の球顆の似たような成長を考えに入れたものではあるが、球顆の不均質な成長のさいにも似たような現象が生じる。

孔雀石の例を示そう。第193図に球顆の成長のさいの幾何学的様子がよく示されている。しかし、第192図のようにそれは平面ではなく、立体的である。というのは若干の球顆は結晶成長の中心を切つていないからである。似たような法則は、任意の鉱物からなるそのようなタイプの集合体にも見られる。

しかし、腎臓状集合体の発生と成長についての上述の方法は、その成因のあらゆる現象を網



第193図 孔雀石。×2.4。ウラル、メードノルジャンスク鉱床。

羅しているとはいえない。というのは、発生や成長のほかにも、そのような集合体にとつて、化学的な、または物理的な変化現象もあるからである。

変化の過程

再結晶作用

この現象は、問題の集合体が細かいせんい状、または針状の個体からなっている場合に生じる。そのような形に個体が集合するのは、母液と平衡にないときとか、前に述べたように幾何学的な原因によるときである。このようにして析出したものは、表面エネルギーを最小にするという要求を満足することができない。かくて、適当な条件下では、それらはより大きな個体へと自発的に再結晶するようになり、より等軸的な形になる。第153図に、黄鉄鉱が均一な粒の硫化鉄鉱の集合になる例をすでに述べた。

かくて、問題の集合体の特徴的な内部構造が失われる。しかし、それは、多分、再結晶作用のあらゆる場合におこるとはいえない。合わせて、再結晶作用は、放射状、または放射状で同心円状の構造をもたずに、均一の粒からなる(方解石や黄鉄鉱など)球顆状の鉱物をつくると考えねばならない。

多形変化

上述の各種集合体の鉱物の中でも、その外部条件が変化すると、あるときはその内部構造は残したまま、あるときはその成長の胚芽結晶の痕跡も消滅して、再結晶し、多形変化をおこすことがある。そのような例としては白鉄鉱—黄鉄鉱、würzite—閃亜鉛鉱、霏石—方解石などがある。

機械的変形

上に記したような集合体には機械的な変形がしばしばみられる。それは、ある場合は、熱水作用のさいにおこる構造運動によつておこり、ある場合には、変成作用のさいの構造運動の表面に近い運動によつておこる(例としては、広域変形運動の時の球顆—鱗状石の変形がある。E. Cloos, 1947; D. P. グリゴリエフ, 1949₂ をみよ)。また、ある場合には、硫化物鉱床の風化帯における孔雀石の例のように、変形作用がリーチングと関係した沈澱によつておこることがある。

変形作用は鉱物の成長の過程でも、成長した後でもみられる。

集合体の機械的変形は、コロイドの収縮によつておこる割目と間違えられることもまれではない。

化学的変化

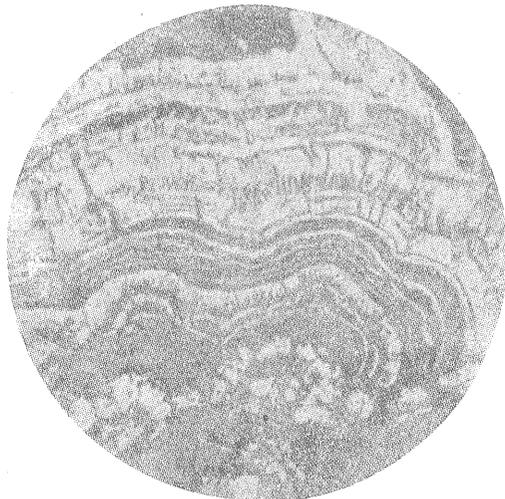
集合体の中で、鉱物が他の鉱物でおきかえられることもまれではない。孔雀石ではしばしばみられることで、置換の規則性も明らかにされている。

孔雀石には2つのタイプの集合体がある。1つは、きれいな放射状の構造をした結晶質のもので、エメラルド・グリーンや絹糸状光沢をしている。これは孔雀石そのものであつて、置換をうけていない。他の1つは、密な構造をしており、しばしば明るい淡青色にかわりつつある緑色からエメラルドグリーンまでの色の変化がある。これは、たいてい何らかのていど銅の珪酸塩、磷酸塩、または硫酸塩に変わつている。すなわち、chrysocolla, phospho-chalcite, brochantite という鉱物が生じている。P. V. エレメーエフ (1889) が記載したように孔雀石が asperolite によつて完全に仮像になるまで置換されることがある。その他、V. A. チェレパノフ (1951) が述べているように、孔雀石はいろいろの鉱物によつて置換されることがあ

る。

孔雀石は同心円状の累帯構造の層にそつて簡単に置換されるので、うすくはげやすくなる。このように層によつて置換されると、孔雀石の色が一様でなくなるので、みがいて飾り物にすると特徴のある美しいものになる。孔雀石の中には、丸い包有物のような形に自ら交替的に *chrysocolla* に変わつているものもある。そのようなものは、同心円状の累帯構造の境のどこにある場合もある。また、皮をかぶつた断面にあらわれることもある。孔雀石はいろいろの方向の割目にそつて、V. A. チェレパノフが示しているように置換されることもある。

似たような孔雀石の置換は、カザフスタンや中央アジアの銅鉱床の酸化帯において、耐久性のある鉱石といわれているようなものにみられる。黄鉄鉱の集合体における置換現象もまれではない。とくに、鉱石の形成のさいに大切な役割をした硫化鉄鉱床 (ウラルの第3インタナショナルヤマン-カスなど) の銅鉱石にみられる (第194図, S. A. パフロメーエフ)。



第194図 腎臓状集合体の放射線にそつて黄鉄鉱が黄銅鉱に置換されている例。152倍。ウラル, 第3インタナショナル銅床。

溶 解

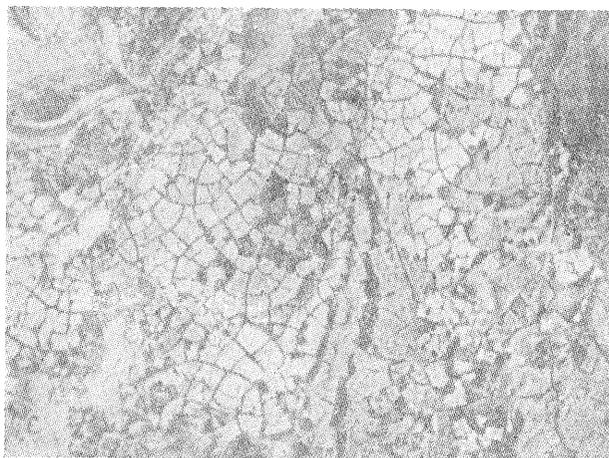
最後に、これらの鉱物、とくに孔雀石についてしばしば指摘されているが、地下水の作用をうけたときに集合体の溶解の現象がおこることを述べる必要がある。孔雀石が溶解するとその成長の形を切つて円くなる。

したがつて、われわれに興味のある集合体は、その発生に始まり、その変化と壊滅に終る。その集合体の形成は鉱物の結晶作用である。われわれが、これをみてきたとき、その成因について、一度もコロイドということに注意をむける必要がなかつたということは大切なことである。これは偶然的なことではない。その集合体の形成についてみていくなかで、それらが、コロイドの再結晶作用の結果であるとみななければならないようなことは少しもなかつた。

実験室においても、野外観察においても、それら集合体は、1. 溶融体から、2. 水溶液から、3. ガスから^{注4)}、4. コロイド様溶液 (しかしコロイドの収縮という方法ではなくて、それが飽和したゲルからの直接の結晶作用^{注5)}) から形成されたことが明らかである。集合体の *metacolloid*

注4) この方法は別に述べる必要がある。L. I. カリヤキン・I. S. カイナルスキー, 1954を参照されたし。

注5) かくて、多分、コロイドは始めでも、それから引きつづいてでも鐘乳石状の集合体のあらゆる時期を通じて、胚芽結晶の御用商人なのであろう。



第 195 図 収縮による割目をもつた chrysocolla 鐘乳石 (collomorphic) 状の表面をもつていない。2 倍。ウラル、メードノルジャンスク産

様の性質の解釈はあやまつて考えられている。そのような集合体は鉱物生成においてコロイドが参加するという証拠にはなりえない。

集合体にはコロイドの収縮、あるいは収縮による割目などを証拠づけるようなものは記載されていない。1) A. V. ドマンスキー・N. N. クリヤチコフ・E. G. ライスル (1134) の法則に一致した平らな周囲をもっている。2) 集合体の形とマッチした規則的な関係 (D. P. グリゴリエフ) をしており、それはコロイドから生成したという説に対する反証である。

そのような割目は、たとえばウラルのメードノルジャンスク鉱床の chrysocolla などの metacolloide 様の集合体には典型的である。そこでは割目は“碎屑”状に発達している (第 195 図)。したがって、細粒のままであつて、腎臓状にはなっていない。

ある物質がコロイド様の沈澱物であるという証拠には、収縮による割目だけでは不充分である。それは容積が減少するような他の場合でも似たような割目が発達するであろう。(たとえば、玄武岩が結晶するときに生じる柱状の節理。)

鐘乳石状または metacolloide 様、collomorphic とよばれる集合体の成因についての問題の検討もそろそろ終りである。

将来は、集合体の成長を何らかの物理化学的条件の中での原因をみつけるようにすむべきであろう。その時、集合体をいくつかに細分してその生成に適当な名前をつけることが必要であろう。いまのところ、集合体はソビエトの文献に昔から採用されているように名付けるのが一番よい。すなわち、鐘乳石状というのはその集合体の成因を必ずしも正しく反映しているとはいえないけれども、metacolloide あるいは collomorphic よりはよい名前である。

鉱石形成のさいのコロイドの役割について、広く流布されている観点は、大切なものであることは変わりはない。しかし、よく知られているように、鉱石の運搬や沈澱のさいのコロイドの役割についての仮説は厳密な証拠をもつていないわけではない。この仮説は、石英・方解石・螢石・閃亜鉛鉱・方鉛鉱などの脈石や鉱石の中の包有物の研究からえられている鉱液の性質を考えに入れていない。

ここで S. S. スミルノフが 1947 年に述べている言葉を引用しておこう。『コロイド様溶液について述べるときに、その中では硫化物がたいへん溶けやすいということを忘れてはいけない。その場合、マグマから鉱石をつくる物質が析出するさいしよに、似たような溶液が生じるということを推定することが必要である。しかし系の一般的性質に注目するならば、これはあまり可能性がないであろう。よりおそい時期にコロイド様溶液が生じると考える方が可能性が

ある。しかし、このような条件では、重い金属の硫化物の移動についての問題はのこされたままである』(1947, p. 34)。

かくして、鉱石生成のさいに、コロイド様溶液にどんな役割があるかは、コロイド様溶液からの物質の沈澱を示す天然の事実の解析に基づいた将来の研究に待たねばならない。

文 献

- Бетехтин А. Г. (1950). Минералогия. Госгеолыздат, М., 925 стр.
- Вернадский В. И. (1910—1912). Минералогия. Изд. 3-е. М. Вып. I (1910₂), 344 стр. Вып. II (1912). 163 стр.
- Вернадский В. И. (1925). История минералов земной коры. Т. I. вып. 1. Птгр., 208 стр.
- Григорьев Д. П. (1949₂). Использование деформированных оолитов для тектонических построений. (Реферат). «Природа» No. 4, стр. 40—41
- Григорьев Д. П. (1949₃). К дискуссии о медной минерализации колчеданных месторождений. ЗВМО, ч. 78, No. 1, стр. 72—80.
- Григорьев Д. П. (1951₂). Что известно о зарождении минералов? ЗВМО, ч. 80, No. 1, стр. 15—32.
- Григорьев Д. П. (1953₂). О генезисе натечных, или метаколлоидных, коллоидных агрегатов минералов. (В связи с вопросом о роли коллоидов в рудообразовании). ЗВМО, ч. 82, No. 1, стр. 7—21.
- Думанский А. В., Крячков Н. Н., Лейсле Е. Г. (1934). Фигуры высыхания смоченных дисперсных систем (порошкообразные тела). Изв. Гос. н.-и. ин-та коллоид. химии, вып. 2, стр. 88—95.
- Еремеев П. В. (1889). О некоторых псевдоморфозах медьсодержащих минералов из Медно-Рудянского рудника близ Нижне-Тагильска. Зап. Минерал. об-ва, ч. 25, стр. 349—350.
- Заварицкий А. Н. (1929). Об оолитовой структуре. Тр. Минерал. музея АН СССР, тIII, стр. 25—35.
- Карякин Л. И. и Кайнарский И. С. (1954). Об образовании натечных агрегатов из газовой фазы. ЗВМО, ч. 83, No. 2, стр. 242—245.
- Смирнов С. С. (1947). О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. ЗВМО, ч. 76, No. 1, стр. 23—36.
- Цыганов Е. М. (1951). Окислы и гидроокислы железа в пегматитах Волыни. Минерал. сб. Львов. геол. об-ва, No. 5, стр. 179—186.
- Черепанов В. А. (1951). Некоторые закономерности морфологии, строения, и замещений в агрегатах малахита из уральских месторождений ЗВМО, ч. 80, No. 3, стр. 214—219.
- Чухров Ф. В. (1955). Коллоиды в земной коре. Изд. АН СССР, М., 671 стр.
- Шубников А. В. (1935). Как растут кристаллы. Изд. АН СССР, М.—Л., 175 стр.
- “ (1947). Образование кристаллов. Изд. АН СССР. М.—Л., 74, стр.
- Шубников А. В. и Леммлейн Г. Г. (1927). Об ортотропизме роста кристаллов. ДАН СССР, сер. А, No. 4, стр. 61—64.

- Becke F. (1913). Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Denkschr. Akad. Wiss., Wien, Bd. 75, SS. 1—37.
- Boydell H. C. (1924). The rôle of colloidal solutions in the formation of mineral deposits. Trans. Inst. Min. Met., v. 34, pp. 145—252.
- Cloos E. (1947). Oolite deformation in the South Mountain fold, Maryland. Bull. Geol. Soc. Amer., v. 58, pp. 843—863.
- Lehmann O. (1911). Die neue Welt der flüssigen Kristalle und deren Bedeutung für Physik, Chemie, Technik und Biologie. Leipzig, 388 SS.
- Popoff B. (1934). Sphärolithenbau und Strahlungskristallisation Latv. farm. zurn. Riga, 48 SS.
- Rogers A. F. (1917). A review of the amorphous minerals. J. Geol. v. 15, No. 6. pp. 515—541.
- Sorby H. C. (1879). Anniversary adress. Quart. J. Geol. Soc., v, 35, p. 39.