

Framboidal Pyrite の内部構造に関する電顕鉱物学的研究 - 特に 20 面体ドメイン構造とそれが示唆する形成環境について -

Electron microscopic studies on internal structures of framboidal pyrite. -Icosahedral domain structure in framboidal pyrite-

大藤 弘明[1], 赤井 純治[2]

Hiroaki Ohfuji[1], Junji Akai[2]

[1] 新潟大・自然科学, [2] 新潟大・理・地質

[1] Grad. sc. Sci. and Tec., Niigata univ., [2] Departm. Geol. Fac. Sci. Niigata Univ.

特異な房状集合体を示す Framboidal Pyrite の形成過程や内部構造については、多くの議論がある。本研究では、泥質岩（第三紀～）、および現世堆積物中の Framboidal Pyrite を使用し、その内部構造について電顕鉱物学的検討を行った。framboid 断面の SEM 観察の結果、内部 microcrystal は、互いの稜同士を結合し規則配列をなしており、しばしば 5 回対称や 3 回対称のドメイン構造を示すことが分かった。それらは、20 個の四面体ユニットで構成される 20 面体の断面として解釈することができ、Framboidal Pyrite は球形ではなく、20 面体構造をなすことを新たに見出した。

Framboidal Pyrite は Rust (1935) が cornwell 鉱山銅鉱床中より初めて記載した顕微的な pyrite (microcrystal) の房状集合体で、「木苺」を意味するフランス語の *framboise* より名付けられた。その後、世界各地の堆積岩中（始生代～）や、海底・湖底の現世堆積物中などより普遍的に見出され、その特異な形態と生成過程については現在までに多くの議論があるが、その形成機構は依然として謎に包まれている。また、framboidal pyrite 内部の microcrystal の規則的なパッキング構造についても古くから注目されているが (Love and Amstutz, 1966; Kalliokoski and Cathles; 1969, Rickard, 1970 など)、その 3 次元的な分布についてはまだ十分に明らかにされてはいない。そこで、本研究では様々な産地の Framboidal Pyrite (第三紀, 第四紀堆積岩 5 試料, 現世堆積物 4 試料) を用い、その内部構造と形成過程の解明を目指し、電顕鉱物学的検討を行った。

SEM (走査型電子顕微鏡) 観察の結果、第三紀, 第四紀泥質堆積岩中の Framboidal Pyrite は、framboid 径 30 ~ 100 nm と大きなものが多く、microcrystal は正 8 面体 (一部過剰成長) の形態を示し、隙間なく密に集合していた。次に、これらの試料の破断面、研磨面を観察したところ、8 面体の microcrystal が互いの稜同士を結合して規則的パッキング (立方パッキング) を構成しているのを確認した。しかし、ほとんどの場合、パッキングは 1 つの framboid 内において均質ではなく、部分的に配列方位の異なる複数のドメインより構成されている。各ドメインは、断面の中心から外側に向かって伸びる扇形～長方形の分布をなすことが多く、しばしば 5 回対称や 3 回対称を示すドメイン分布が認められた。多くの断面について検討を行った結果、microcrystal は 3 次元的に規則配列して 4 面体ユニットを形成しており、framboid 全体ではそれらのユニットが 20 個集合し、20 面体構造をなしていることが分かった。つまり、framboid 断面において観察された 5 回対称・3 回対称ドメインは、この 20 面体 (5 回対称軸と 3 回対称軸を併せもっている多面体) の断面として解釈することができる。また稀に、外観が 20 面体を示す framboid も認められ、Framboidal Pyrite の一部には、球形ではなく、20 面体の外観、内部構造を示すものが存在することを明らかにした。一方、現世堆積物中の Framboidal Pyrite は、framboid 径が小さく (1 ~ 30 μm)、microcrystal も多くが立方体で、第三紀, 第四紀堆積岩中のものと大きく異なっている。また、microcrystal は隙間に富んだゆるい不規則な集合をなしていることが多く、20 面体ドメイン構造はほとんど認められなかった。

20 面体構造を示す物質として、現在までにある種の放散虫 (Phaeodaria group) ウィルス (adenovirus など)、マイクロクラスター (フラレン C60 など) などが天然に知られているが、いずれも中空の骨格構造をなしている。一方、20 面体 framboid は、八面体 microcrystal の規則的パッキングより構成されており、framboid 内部においても 20 面体の対称性が保たれている。このような多粒子が内部まで密にパッキングした 20 面体物質は他に例がなく、物質科学的にも意義のある発見であるといえる。また、1947 年、R. Buckminster Fuller によって考案された「Geodesic Domes」という建築理論も 20 面体を基本構造としており、20 面体 framboid とのいくつかの共通点も認められる。以上より 20 面体 framboid の産出意義と framboid 形成との関連について議論する。