

## リン酸塩ノジュールの成因が規定する後期原生代/カンブリア紀時代境界での微生物活動

### Neoproterozoic to early Cambrian microbial activities constrained by origin of phosphorites

# 掛川 武[1]

# Takeshi Kakegawa[1]

[1] 東北大・理・地球物質

[1] IMPE., Tohoku Univ.

後期原生代/カンブリア紀時代境界層には、リン酸塩ノジュールが堆積岩中に見い出される事が知られている。カナダ試料中のリン酸塩ノジュール含有層では、Sm, Nd, Eu, GdなどのREE元素に富み、リン酸塩ノジュールを含まない地層では、Sm, Nd, Eu, Gdに枯渇する傾向が見られた。一連の堆積岩のセクションで、これら元素の濃集と枯渇がペアで見られた事は、リン酸塩鉱物濃集帯は堆積後の続生作用時に、周辺地層からリンを移動集積させ形成された事を示す。MoとUの濃集がカナダとナミビア両試料で見られる事は、リンが有機物経由で堆積物に濃集した事を示す。すなわち、リン濃集帯形成の条件として、浅海における生物一次生産性の高さが要求される。

後期原生代/カンブリア紀時代境界層には、世界規模でリン酸塩ノジュールが堆積岩中に見い出される事が知られている。後期原生代海洋は酸化的表層水と還元的低層水の2層構造に別れ、低層水にはリンが富んでいたとされる。海洋2層構造が崩壊し、湧昇流の活発化に伴いリンが浅海性堆積物に濃集したとする説が提唱されているが、定かでない。そこで、本研究ではカナダニューファンドランド島とナミビア北部に産する後期原生代/カンブリア紀時代境界層の堆積岩を対象に、希土類元素などを含めた無機元素分析、黄鉄鉱中硫黄などの安定同位体分析を行い、リン濃集メカニズムと海洋化学との関連を検証した。

カナダ試料はリン酸塩ノジュールが卓越するが、ナミビア試料には卓越しないという特徴がある。カナダ試料中のリン酸塩ノジュール含有層では、Sm, Nd, Eu, GdなどのREE元素に富み、リン酸塩ノジュールを含まない地層では、Sm, Nd, Eu, Gdに枯渇する傾向が見られた。Sm, Nd, Eu, Gdなどはリン酸塩鉱物に濃集しやすい事が知られている。一連の堆積岩のセクションで、これら元素の濃集と枯渇がペアで見られた事は、リン酸塩鉱物濃集帯は堆積後の続生作用時に、周辺地層からリンを移動集積させ形成された事を示す。これは、湧昇流がリンを無機的に濃集させたとする説と異なる。リンが堆積物に濃集するには、水酸化鉄などの吸着の助けを借りるか、有機物として堆積物に取り込まれるかの二つが考えられる。リンが堆積物に水酸化鉄の吸着のみで濃集した場合、堆積物にUは濃集しても、水酸化鉄に吸着しづらいMoは濃集しない。その一方で、MoやUなどは有機物との相関はよく、リンが有機物経由で堆積物に固定された場合、MoやUも同様に濃集する事になる。MoとUの濃集がカナダとナミビア両試料で見られる事は、リンが有機物経由で堆積物に濃集した事を示す。すなわち、リン濃集帯形成の条件として、浅海における生物一次生産性の高さが要求される。

カナダおよびナミビア試料には様々な形態の黄鉄鉱が見られる。レーザーマイクロプローブ法によりそれら黄鉄鉱の硫黄同位体測定が行われた。カナダ試料とナミビア試料では硫黄同位体不均質性に関し対照的な結果を得た。カナダ試料では、数cmの単位で20パーミル程度の硫黄同位体不均質性が確認された。これは、堆積物中での硫酸還元が現世に比べ小さなスケールで、なおかつ高速で行われた事、硫酸還元場が『閉じた系』であった事などを示す。ナミビア試料では数cm単位では同位体的に均質な黄鉄鉱が多く、堆積物中での硫酸還元場のスケールが現世の物に近く、なおかつ『開いた系』であった事を示す。カナダ試料にリン酸塩鉱物が卓越するのは、堆積物が化学的に『閉じた系』で、堆積物中で有機物から放出されたリンが堆積物中に留まり、続生過程で移動集積したためと解釈できる。『閉じた系』『開いた系』の別を形成したのは、堆積速度の違いであり、その堆積速度の違いは生物生産性の違いであると解釈される。硫黄同位体の分別効果(海水の硫酸と黄鉄鉱との硫黄同位体組成幅)や不均質性は、現世の蒸発的環境にさらされた海洋や大陸内塩湖のものと似ており、後期原生代の浅海域が蒸発的であった可能性を示す。