

深まる微生物圏：深く、深く、もっと深く

Bacterial new world at the deep-deeper-deepest drilling sediments

田崎 和江 [1], # 山村 健 [1], 佐藤 努 [2], 俵 健二 [1]

Kazue Tazaki [1], # Takeshi Yamamura [1], Tsutomu Sato [2], Kenji Tawara [1]

[1] 金沢大・理・地球, [2] 金沢大・院・地球環境

[1] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ., [2] Global Environ. Sci. Engineer., Kanazawa Univ.

<http://kankyo.s.kanazawa-u.ac.jp/>

深海底熱水噴出孔は、海洋の化学的な進化を理解する上で欠くことの出来ない存在である。放出される熱水は、地殻中の揮発性成分や重金属を多量に含んでおり、それらを糧とする生物群衆の一次生産者である化学合成細菌のエネルギー源となっている。これらの化学合成細菌が、有機物生産と同時に様々な生体鉱物を形成していることが明らかになりつつある。

我々の研究室では、深海底における生物地球化学的現象の解明のため、海洋底堆積物や熱水噴出孔周辺の生体鉱物化作用を明らかにしてきた。今回、それらの研究成果をまとめるとともに、新たな深海掘削（OD21）で計画されている地殻内生命探査プロジェクトへのアプローチと目標を明らかにする。

1. はじめに

1970年代後半に熱水噴出孔が発見されて以来、深海での熱水活動は自然科学の発展に大きく寄与してきた。熱水噴出孔は地球内部の物質を海洋に噴出しており、海洋の進化を理解する上で欠くことの出来ない存在になってきた。そこから放出される熱水は、海洋底地殻中の揮発性成分や重金属を多量に含んでおり、そこには、それらを糧とする生物群衆の一次生産者である化学合成細菌のコロニーが形成されている。これらの化学合成細菌は、有機物生産と同時に様々な生体鉱物を形成していることが明らかになってきた。

我々の研究室では、深海底における生物地球化学的現象の解明のため、海洋底堆積物や熱水噴出孔周辺の堆積物・バイオマットにおける生体鉱物化作用を明らかにしてきた。今回、それらの研究成果をまとめるとともに、新たな深海掘削（OD21）で計画されている地殻内生命探査プロジェクトへのアプローチと目標を提案する。

2. 試料

本研究室において、観察・分析された試料は以下の通りである。

！1996年～1998年の「しんかい2000」による調査潜航により、伊平屋凹地北部海丘から採取された熱水噴出孔周辺の岩石・堆積物・バイオマットおよび懸濁物。

"1989年に伊豆 - 小笠原弧において採取された深海底熱水性堆積物のボーリングコア。

#1989年Ocean Drilling Program / Deep Sea Drilling Program によって伊豆 - Bonin前弧海盆において行われた深海掘削により採取された深海底堆積物のボーリングコア。

3. 実験方法

上記の試料に対して、蛍光顕微鏡および走査型（SEM）・透過型（TEM）電子顕微鏡を用いた観察により微細構造を明らかにするとともに、含有する物質に対して、X線回折分析（XRD）、エネルギー分散分析（EDX）、エネルギー分散型蛍光X線分析（ED-XRF）、X線光電子分光分析（ESCA）、顕微赤外分光分析（FT-IR）等により、鉱物同定や化学組成、化学結合状態などを明らかにした。

4. 研究成果

微生物の痕跡：伊豆-小笠原弧の熱水変質

電子顕微鏡観察およびEDX分析の結果、熱水変質によると思われる火山ガラスのスメクタイト化と沸石化・長石類のスメクタイト化・発泡性玄武岩の変質・有機物の石墨化が確認された。これら変質鉱物は特異的な組織を持ち、熱水による変質と微生物の関与が考えられる。

微生物の遺骸と生体鉱物：伊豆-Bonin前弧海盆の緑色粒状物質と繊維状の微生物

採取された火山性の砂岩試料の大部分は緑色の粘土鉱物のからなり、その粘土層の中から緑色の粒状物質と微生物の遺骸である繊維状の物質が観察された。FT-IR、ESCA分析の結果、緑色粒状物質中には有機起源のものと考えられる化学結合が確認された。また、TEM観察では、繊維状の微生物が緑色粒状物質内に多数確認された。以上の結果から、伊豆-Bonin前弧海盆の砂岩試料を構成する緑色粒状物質の形成は、単なる熱水変質によるものではなく、微生物が関与した生体鉱物化作用によって形成されたものと推測される。

微生物が作りつつある生体鉱物：伊平屋凹地北部海丘の熱水噴出孔

懸濁物のTEM観察の結果、クリアースモーカー中の浮遊性微生物が生体鉱物としてバライトを細胞壁周辺に生成していることが明らかになった。また、SEM観察およびEDX・XRD・ED-XRF分析の結果、シンカイヒバリガイの表面や岩石表面に付着していたバイオマット中で、付着性微生物が硫黄の粒状物質や石英の針状結晶を形成していることが明らかになった。これは、浮遊性と付着性の微生物が同じ熱水をエネルギー源としながらも、異なる生体鉱物を形成していることを示している。

5. 深く、深く、もっと深く：Deep-Deeper-Deepest

生体鉱物は生物が作り出す無機物であり、天然における生体鉱物の存在は微生物の存在を示唆する。通常、地殻内生命探査では、現在その場に存在する微生物を直接掘り出そうと考えられるが、掘削過程でのコンタミネーションなどの技術的課題も多く、現地性を保証することが困難である。また、現生の微生物を検出できたとしても、過去における地下生物圏の検証にはならない。

OD21では、より深部のコアが入手可能となり、地下生物圏の広がり、多様性、活動等を明らかにすることにより、生態系や物質循環概念の書き換えが期待されている。我々は、その目標に対して、コアから得られる微生物と生体鉱物を研究対象とし、有機と無機の相互作用を通して定量化を目指す。この研究で予想される成果は、上述の目標を達成するのみならず、地球深部での微生物活動が問題となる放射性廃棄物処分場の使用や安全評価、生命の起源、地球外生命探査にも大きく貢献できるものと考えられる。