

「有機物・微生物・生態系の地球化学」という視点

高野 淑 識*・鈴木 勝彦**

(2010年8月19日受付, 2010年10月1日受理)

Preface to “Geochemistry of organic matter, microbes, and ecosystem”

Yoshinori TAKANO* and Katsuhiko SUZUKI**

- * Institute of Biogeosciences,
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC),
2-15 Natsushima, Yokosuka, Kanagawa 237-0061, Japan
- ** Institute for Research on Earth Evolution & Precambrian Ecosystem Laboratory,
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC),
2-15 Natsushima, Yokosuka, Kanagawa 237-0061, Japan

In this issue, latest knowledge on “Geochemistry of organic matter, microbes, and ecosystem” was compiled in ten review articles as a special volume of the Annual Meeting of the Geochemical Society of Japan, held at Hiroshima in September 2009. The key point of these studies is “molecular” and/or “elemental” scale techniques dealing with mainly organic and/or inorganic compounds including their isotopic compositions to elucidate roles of microbes in evolution and biogeochemical cycles. Though molecular analyses and cultivation experiments demonstrate a high diversity of microbial life, the relative abundances and ecological roles of archaea, bacteria, eukarya, and viruses have been largely unknown. We wish that this issue would act as useful media for the community and the new comers to this research field.

Key words: biogeochemistry, ecology, microbiology, eukaryote, prokaryote, limit of life

地球化学は、試料を構成する元素、同位体、化学種の存在度、分布、移動、変化を空間的・時間的に調べ、それらを支配する法則や原理を見いだすことにより、地球や惑星を構成する物質の構造や循環などを調べる学問である。近年の新しい視点として、地球物質を様々な形で駆動している「微生物」の存在が挙げられる。微生物は、大気中から地球表層、海底下に至るまで幅広く棲息していることが分かってきている。また、堆積物中で層序学的に「過去」の層位に「現在」生きている微生物も分かっており (Roussel *et al.*,

2008)、地球化学的な構成因子としてミクロな独立栄養および従属栄養プロセスを担う「生物」の駆動力とその重要性は、徐々に認識されつつある (e.g., Falkowski *et al.*, 2008)。地球の生物は、原核生物 (Prokaryote) であるアーキア (Archaea)、バクテリア (Bacteria)、そして、真核生物 (Eukaryote) の3つの生物界 (domain) から構成されている (Fig. 1)。加えて、微生物ループの主役となるウイルス (Virus) の存在も注目されている (Rohwer and Thurber, 2009)。これまで未知であった海底下におけるアーキアの優勢的な存在や微生物生態 (DeLong, 2004; Lipp *et al.*, 2008; Pearson, 2008)、あるいは、内部エネルギー発散の場での「有機物・微生物・生態系の地球化学」にも多くの未解明な部分が残されている (Martin *et al.*, 2008)。

本特集号では、2009年度の日本地球化学会の年会

* 独立行政法人海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域

〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15

** 独立行政法人海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域及びプレカンブリアンエコシステムラボ
〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15

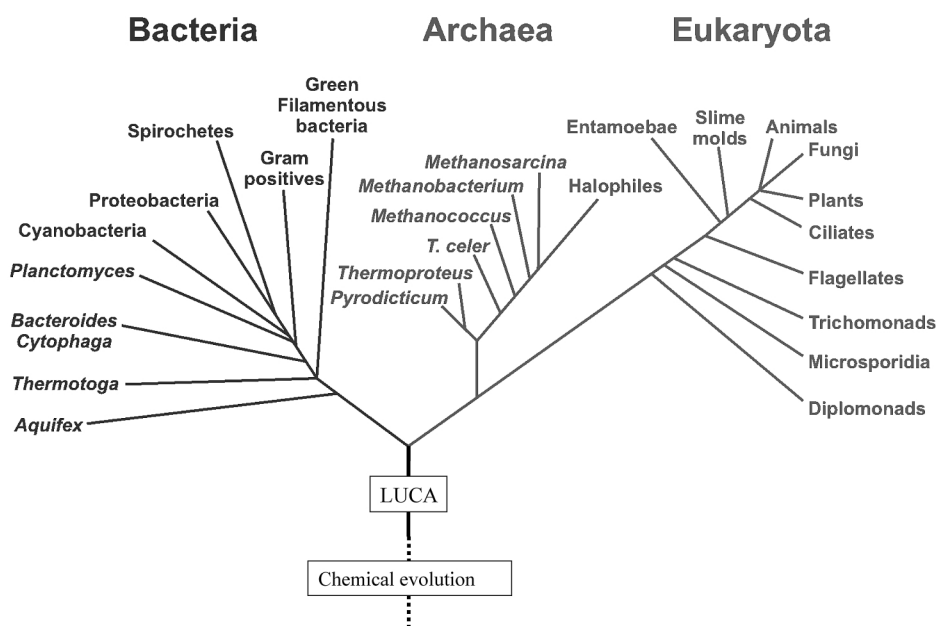


Fig. 1 Phylogenetic tree of domain archaea, bacteria, and eukaryota on the Earth. Abbreviations. LUCA, Last Universal Common Ancestor. Modified from Woese (2002).

で開催された「現世の有機物、微生物、生態系の地球化学的動態と過去の生命史の解明」および関連の深い周辺セッションの有志の研究者の最新研究をもとに、特集号「有機物・微生物・生態系の地球化学」として、10編の総説論文を掲載することとなった。ここでは、(1)水・鉱物・有機物による物質進化、生命活動と地球環境との関わりを解明すること、(2)現世の様々な環境に存在する有機物や微生物もしくはより高次の生物からなる生態系の動態や仕組みを地球化学的な視点から解明すること、(3)有機物から過去の地史的イベントや生命史を復元すること、を主な目的としている。

それでは、「解明の鍵」となるのは何か？ —それは、自然界における炭素、窒素および生体関連の元素の行方を「分子レベルあるいは元素レベル」で表現し、そのことで自然界すなわち我々を取り巻く生物圏および地球圏を認識することである。日進月歩の分析・データ解析技術の向上により、分子や元素の動態がミクロおよびマクロスケールでより精度良く追跡できるようになった(田中・吉田, 2010)。近年、これまで「バルク」で議論されることが多かった生態系というマクロなシステムの断面を「分子」で診断する高精度な地球化学的手法も開発されており、その高精度な同位体分析は現象理解の強力なツールとなっている

(Michener and Lajtha, 2007; Ohkouchi *et al.*, 2010)。

本特集号が契機となり、周辺分野あるいは境界領域のブレイクスルーにつながる知見が1つでも多く生まれることを願っている。

特集号「有機物・微生物・生態系の地球化学」の総説一覧

- [1] 地球化学と微生物学から迫る非生命圏と生命圏の境界 (高井研)
- [2] 深海熱水環境における非生物的な炭化水素合成：熱水実験による制約 (鈴木勝彦, 吉崎もと子)
- [3] 地下熱水系における微生物地球化学：菱刈金山地下熱水系の研究例 (西澤学)
- [4] 海底下地殻内流体系のメタンの起源 (川口慎介, 土岐知弘)
- [5] メタン冷湧水における嫌氣的メタン酸化に特徴的な脂質バイオマーカーについて (大庭雅寛)
- [6] 微生物起源メタンハイドレート分布域における微生物メタン生成活動 (吉岡秀佳, 坂田将)
- [7] 海底下の地下生物圏：過去と現世のリンクを担う生物地球化学プロセス (高野淑識, 大河内直

- 彦)
- [8] 古代の堆積物中の陸上高等植物テルペノイドを用いた古植生解析 (中村英人, 沢田健)
- [9] 地層ベンゾポルフィリンの起源と地球化学的意義 (野本信也, 熊谷現, 朝比奈健太)
- [10] アミノ酸の窒素同位体比を用いた水棲生物の栄養段階の解析 (力石嘉人, 小川奈々子, 高野淑識, 土屋正史, 大河内直彦)
- 文 献
- DeLong, E. F. (2004) Microbial life breathes deep. *Science*, **306**, 2198–2200.
- Falkowski, P. G., Fenchel, T. and Delong, E. F. (2008) The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles. *Science*, **320**, 1034–1039.
- Lipp, J. S., Morono, Y., Inagaki, F. and Hinrichs, K. -U. (2008) Significant contribution of Archaea to extant biomass in marine subsurface sediments. *Nature*, **454**, 991–994.
- Martin, W., Baross, J., Kelley, D. and Russell, M. (2008) Hydrothermal vents and the origin of life. *Nature Reviews Microbiology*, **6**, 805–814.
- Michener, R. and Lajtha, K. (2007) Stable isotopes in ecology and environmental science. Blackwell Publishing (Second Edition), pp. 566.
- Ohkouchi, N., Tayasu, I. and Koba, K. (2010) Earth, Life, and Isotopes. Kyoto University Press, pp. 415.
- Pearson, A. (2008) Who lives in the sea floor? *Nature*, **454**, 952–953.
- Rohwer, F. and Thurber, R. V. (2009) Viruses manipulate the marine environment. *Nature*, **459**, 207–212.
- Roussel, E. G., Cambon-Bonavita, M. A., Querellou, J., Cragg, B. A., Webster, G., Prieur, D. and Parkes, R. J. (2008) Extending the sub-sea-floor biosphere. *Science*, **320**, 1046.
- 田中剛・吉田尚弘 (2010) 地球化学実験法. 日本地球化学会編, 培風館, pp. 332.
- Woese, C. (2002) On the evolution of cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **99**, 8742–8747.