

## 「軽い」アミノ酸と地球化学の接点 On the role of amino acid metabolism and a biogeochemical linkage

高野 淑識<sup>1\*</sup>; 力石 嘉人<sup>1</sup>; 大河内 直彦<sup>1</sup>  
TAKANO, Yoshinori<sup>1\*</sup>; CHIKARAISHI, Yoshito<sup>1</sup>; OHKOUCHI, Naohiko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構  
<sup>1</sup>JAMSTEC

### 1. はじめに

近年、「地下圏あるいは地球深部」のサイエンスで最も興味深いトピックの一つは、「Deep Biosphere」(地下生物圏あるいは地下生命圏とも呼ばれる)であろう。その共通概念は、異分野間でも広く認識されるようになった。地球科学と生命科学を分野横断的にカバーする新しい分野とも言える。ある環境から「地下生物圏」ではなく、化学(純粋な物質組成のみ)と物理(温度、圧力、pH等)のみが支配する「非生命圏」となる。ミクロな世界で駆動されている有機的な地球化学プロセスは、分子情報として入手することができる。最先端の知見をさらに詳しく明らかにするためには、分子レベルで解読できるような新しい技術開発が、一つの鍵になる。

### 2. 世界的に存在する第3の生物界「アーキア」(Archaea)と物質循環

新しい生物界「アーキア(古細菌)」の提唱以来(Woese and Fox, 1977)、その存在は、高温や高塩等の極限環境だけでなく、海洋(水柱・海底下)や陸上(水圏・土壌)を問わず、広汎的に棲息する原核生物であることが理解されるようになった。近年、これまで認知されてきたアーキアの2大門レベルであるユーリアーキオータ門およびクレンアーキオータ門の他、さらに新しい分類群のタウムアーキオータ門、コルアーキオータ門、ナノアーキオータ門の多様性が見えつつある。

アーキアは、全球的な物質循環の主役の一つともいえる。炭素の形態は、最も酸化的なCO<sub>2</sub>、最も還元的なCH<sub>4</sub>、そしてその中間である有機態炭素C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>m</sub>の3つである。海底下に広く棲息するメタン生成アーキアは、深部の還元環境でもメタンを生成している(cf. Coenzyme F430: Takano et al., 2013)。地下圏には、逆に、メタンを炭素源にする嫌気的メタン酸化アーキア群も存在する。そのANME(Anaerobic Methanotroph)-1, ANME-2, ANME-3と呼ばれる系統分類群は、メタンを生化学的に分解している。さらに、嫌気的メタン酸化アーキア群集の中では、窒素固定が行われていること(Dekas et al., 2009)、そのメタン酸化アーキアは、メタン生成の逆反応から炭素源を同時に得ていること(Shima et al., 2012)等の発見が相次いでいる。

### 3. 中央代謝系としてのアミノ酸の重要性

原核生物1細胞あたりの化学組成を比較すると、主にタンパク質、核酸、炭水化物、脂質の4つに分類される。このうち、タンパク質の割合は優に5割を超え、中央代謝としての役割が大きい。タンパク質は、アミノ酸の基礎単位がペプチド結合で連なる生体高分子である。構造タンパク質と触媒タンパク質(酵素)という2つの主要なタンパク質群があり、いずれも加水分解すると $\alpha$ -アミノ酸が得られる。近年、このアミノ酸分子の同位体組成の規格を用いて生態学的な食性を定量的に解析する研究が進められている(e.g., Chikaraishi et al., 2009)。アミノ酸は、地球生物圏(地下生物圏も含む)での合成と分解の間で準安定的に存在し、生細胞内の中央代謝系としてだけではなく、食性連鎖を通じた生体エネルギーの転換の担い手としても重要である。ここでは、最近になって分かってきたアミノ酸分子の知見から、地球化学的に重要な接点の一つを探ってみたい。

#### 【References】

Ohkouchi, N. and Takano, Y. Organic nitrogen: sources, fates, and chemistry. Treatise on Geochemistry, 10: Organic Geochemistry (Edited by Birrer, B., Falkowski, P., Freeman, K.), Vol. 12, Elsevier, pp. 251-289 (2014).

Takano et al., Detection of coenzyme F430 in deep-sea sediments: A key molecule for biological methanogenesis. Organic Geochemistry, 58, 137-140 (2013).

Chikaraishi et al., Determination of aquatic food-web structure based on compound-specific nitrogen isotopic composition of amino acids. Limnology and Oceanography: Method, 7, 740-750 (2010).

キーワード: アミノ酸, 地球化学, 第3の生物界「アーキア」

Keywords: amino acid metabolism, deep-sea benthic archaea, a biogeochemical linkage