

凍土環境の地下生命活動とバイオマーカー及び親生元素安定同位体比

Biophile isotopic behaviors and biomarkers related with microbial activity in semi-permafrost environment

高野 淑識[1]; 丸茂 克美[2]; 小林 憲正[3]

Yoshinori Takano[1]; Katsumi Marumo[2]; Kensei Kobayashi[3]

[1] 産総研地質; [2] 産総研・地調; [3] 横浜国大・院工

[1] AIST Central 7, MRE; [2] AIST, GSJ; [3] Dept. Chem. Biotech., Yokohama Natl. Univ.

<http://staff.aist.go.jp/takano.yoshinori/>

【序論】

近年、南極のドライバレーや大陸氷河などの凍土環境にも生命活動があることが認識されるようになった。有機物が堆積していくと、圧力、熱、pH、酸化還元状態などさまざまな物理因子と化学因子と時間によって、同位体の変化と共に初期の有機物の形態も徐々に変化していく。この一連の変遷過程は、続成作用と呼ばれ、過去の有機物情報を引き出す上で重要な鍵を握る過程である。地下での生命活動を支える有機物と微生物の挙動は、相互依存的であるため、両者の相関関係を明らかにすることは重要な意味を持つ。これまでの凍土環境の調査では、有機物と微生物活動の関係が切り離されて議論されていることが多く、系統立った議論は充分に行われていない。そこで本研究では、本邦の凍土コア試料の過去1万年前からの現世堆積物の安定炭素・安定窒素同位体比の変化と種々の生物指標化合物の変化および微生物活動を考察した。

【実験】

試料は、(株)大林組技術研究所のボーリング調査により得られた北海道陸別(43度28分N, 143度44分5E)の凍土コア試料(最大凍結深度=80cm)である。種々の微量有機分析[1]、親生元素安定同位体比、全菌数密度の測定を行った。すべての鉛直プロファイルをコンパイルし、各々2変数の共変関係を数値化した。放射性炭素年代測定による時間を求め、各因子の反応速度論を展開し、ラセミ化反応速度定数や分解速度定数の算出に成功した。

【結果】

アミノ酸(THAA)、アミノ糖(HA)、全有機炭素量(TOC)、全窒素量(TN)、全硫黄量(TS)、ホスファターゼ酵素活性(ACP&ALP)、全菌数密度は、深度とともに急激に減少した。表層付近とコア中部を比較すると、その量が一桁から二桁以上減少している。凍土表層の堆積物は、易分解性有機物(Labile)であり、自然加水分解や著しい酸化を受けていることが分かった。全菌数密度の減少速度と酵素活性の見かけ上の失活速度は、密接に関係していると考えられる。13C(-28.1~-24.6‰)と15N(+2.0~+6.5‰)は、TOCとTNのプロファイルとそれぞれ負の相関を示した。ラセミ化反応速度定数や分解速度定数は、約2,200 yrBPに変曲点が出現した。準難分解性有機物(Semi-labile)から難分解有機物(Refractory)に変化したと考えられる。

現在知られる種々の生命臨成育限界は、温度(-10~121℃)、圧力(~1,000 atm)、pH(0~10.5)、塩濃度(0~5 mM)である。仮に、我々の未知の環境において生命活動の直接的観察(微生物の単離・培養や検出など)が、遂行できなかったとしても、本検証のような微量有機化学分析から得られる有機物情報とその相関関係から生命活動(あるいは痕跡)を化学化石として評価することが可能と考えられる。

[Reference]

[1] Y. Takano, J. Kudo, K. Takeo, K. Kobayashi, Y. Kawasaki and Y. Ishikawa: *Geochemical Journal*, 38, 153-161 (2004).