

アセチレン阻害法による深部地下環境の脱窒特性の把握

Measurement of denitrification rate in deep subsurface sediments using acetylene blockage method

須甲 武志 [1]; 鈴木 庸平 [2]; 伊藤 一誠 [1]; 竹野 直人 [3]
Takeshi Suko[1]; Yohey Suzuki[2]; Kazumasa Ito[1]; Naoto Takeno[3]

[1] 産総研・深部センター; [2] 産総研; [3] 産総研・深部地質
[1] AIST, RCDGE; [2] GSJ, AIST; [3] Research Center for Deep Geological Environments, AIST

1. はじめに

深部地下環境での微生物の活動に関して正確に知るためには、微生物数や微生物群集構造解析だけでなく、代謝様式ごとの活性を知ることが不可欠である。だが、深部地下環境における脱窒活性の測定を行った研究は多くなく、深部環境における脱窒活性測定法も十分確立しているとはいえない。

ただ、高レベル放射性廃棄物の地層処分を考えた際、硝酸は核燃料物質の分離抽出において必須であり、廃棄物に高濃度含まれる。また微生物の硝酸塩還元作用によって、地質中で還元沈殿されていた放射性核種が酸化されるとの報告もあり、放射性核種の移行を促進する可能性が示唆されている⁽¹⁾。以上の観点から、地層処分候補予定地における硝酸還元つまり脱窒作用の能力に関して測定、算出することは不可欠である。

本研究では、無菌無酸素水によるボーリングによって採取したコアを用いて、アセチレン阻害法⁽²⁾による深部地下における脱窒速度の計測を行った。

2. 試料と方法

嫌気チャンバー内において、滅菌したガラス容器(容積240ml)に、コア試料25g、濾過滅菌した掘削水(掘削のために採水した別の井戸の地下水)を10ml加え、注射針付プチルゴム栓で蓋をした。注射針上部にもシリコン栓がされており、系内は密閉状態となっている。蓋をしたガラス容器を嫌気チャンバーから取り出し、真空ポンプで瓶の内部の気体を抜いて真空にした後、窒素ベースのアセチレン10%混合ガスを、系内がわずかに陽圧となるようガラス容器内に添加した。混合ガスを添加したガラス容器を25℃の恒温チャンバー内に4時間静置した後取り出し、ヘッドスペースのガスを真空採血管に採取した。採取したガスはECD検出器のついたガスクロマトグラフィ(GC)を用いてN₂O濃度を計測し、気液平衡を考慮した計算を行った上で、ガラス瓶内に発生したN₂O濃度を計算し、脱窒速度を求めた。

コア試料には、無菌無酸素水で掘削を行った区間で、比較的柔らかい凝灰岩層であった302m付近および泥岩層であった340m付近の2深度のものをを用いた。両試料とも、嫌気チャンバー内で粉碎し、酸素に触れさせない状態で保存したものを計測に供した。掘削水には、高濃度の硝酸が深部地下環境に流出した場合を想定し、硝酸イオンが10mMとなるよう硝酸ナトリウム(NaNO₃)を添加したものと、何も添加しないものの2種類を用意した。なお、NaNO₃を添加しないときの掘削水の硝酸イオン濃度は0.1mMであった。

3. 結果と考察

302m深度の試料では、硝酸添加条件のみならず、硝酸非添加条件でもN₂Oの生成が見られた。それに対して、340m深度の試料では、両条件ともN₂Oの生成は見られなかった。同深度の岩石から間隙水の搾り出しを行い、その陰イオン濃度を調べたところ、302m深度の試料では、340m深度の試料の10倍近い濃度の亜硝酸が検出されており、深度302m付近が硝酸還元の間となっている可能性が高いことが示唆された。深さ340mの泥岩層は固く、水の通過できる領域が小さく透水性が低いため、電子受容体となる硝酸塩の供給が小さく、それゆえこの深度は脱窒菌などの微生物の生息が難しい環境だったものと考えられる。それに対して、深さ302mの凝灰岩層は比較的柔らかく、この部分が地下水の「みずみち」となり、微生物の利用する電子受容体や有機物の供給が起こりやすかったため高い脱窒能を示したものと考えられる。

今後は有機物の存在が脱窒速度にどの程度の影響をおよぼすか、そして、スラリー状にせずコアの状態での脱窒特性や硝酸イオンの移動がどうなるかを調べていく予定である。

参考文献

- (1) Senko, J. M., Mohamed, Y., Dewers, T. A., Krumholz, L. R. (2005) Role for Fe(III) minerals in nitrate-dependent microbial U(IV) oxidation. *Environ. Sci. Technol.* 39: 2529-2536.
- (2) Knowles, R. (1982) Denitrification, *Microbiol. Rev.* 46(1): 43-70.