

地中貯留二酸化炭素の再資源化を想定したメタン生成バイオプロセスへの油層水成分の影響評価

Effects of ingredients in formation water on a microbial process for methane production from carbon dioxide sequestered

佐久間 宇洋^{1*}, 川口 秀夫¹, 佐藤 光三¹

Takahiro Sakuma^{1*}, Hideo Kawaguchi¹, Kozo Sato¹

¹東京大学大学院工学系研究科

¹School of Engineering, The U. of Tokyo

地球温暖化の主要因とされている二酸化炭素の大気圏への排出を抑制する技術として、二酸化炭素の地中貯留(Carbon dioxide Capture and Storage (CCS))が期待されている。CCSにより地中に貯留された二酸化炭素を、油層内でメタンに変換する技術を確立することにより、CO₂を再資源化してエネルギーとして利用することが可能となり、持続型炭素循環システムの構築が期待される。これまでに、地殻内における微生物由来のメタンの存在は報告されているが、CCS実施後の油層内環境下におけるメタン生成の可能性に関しては依然不明な点が多い。

昨年度の本大会において中田らは、水素資化性メタン生成古細菌であるMethanothermobacter thermautotrophicusを用いて、模擬地下環境およびCCS環境下(高CO₂濃度・低pH・栄養制限条件)におけるメタン生成が可能であることを報告した。また、油層水の化学的組成を測定した結果、油層内環境では栄養制限条件により微生物の増殖が抑制されている可能性が示唆された。そこで模擬油層環境におけるメタン生成活性を評価するため、油層水を培地とする条件でM. thermautotrophicusにおけるメタン生成を測定した結果、メタン生成速度は無機塩培地を用いた場合の約60%まで低下することを確認している。

油層水培地では無機塩培地と比較し、窒素化合物、リン化合物、及び金属類の含有量が少ない。これらの成分は微生物が細胞を作るのに必要不可欠な物質であるため、油層水培地にこれらの成分を添加した場合、メタン生成が促進される可能性がある。また、油層水には無機塩培地とは異なり多様な成分が含まれており、これらの成分がメタン生成を阻害している可能性がある。そこで本研究では、油層水培地におけるメタン生成速度低下の要因を解明することを目的に、油層水内成分による栄養制限要因と阻害要因について個別に検討した。

油層水成分による栄養制限要因の可能性を検証するため、2種の油層水(油層水A,Bとする)に窒素化合物、リン化合物、金属類を無機塩培地と同等量になるよう添加し、メタン生成実験を行った。メタン生成菌M. thermautotrophicusを初期菌体濃度が 3.0×10^6 cells/mlとなるよう懸濁した各培地5mlを容量30mlの試験管に分注した。気相部を水素:二酸化炭素混合ガス(80:20)を2気圧で充填した後、65°C、振とう速度200rpmで培養を行った。培養開始15時間目のメタンガス生成量および濃度を測定し、メタン生成速度を算出した。その結果、添加した条件でのメタン生成速度は無添加条件と比較して、油層水Aにて約100%、油層水Bにて約150%増加した。

また、油層水成分による阻害要因の可能性を検証するため、無機塩培地に、A,B各油層水成分をそれぞれ10%または50%に希釈して加えた培地でのメタン生成実験を、上記と同じ培養条件にて行った。その結果、油層水添加量依存的にメタン生成速度が低下し、油層水Aを50%容量添加した条件でのメタン生成速度は無添加条件でのメタン生成速度の約14%程度であった。

以上の結果から、各油層水での、微生物が細胞を作るのに必要不可欠である、窒素源、リン源、または金属源の欠乏がメタン生成菌の増殖制限要因である可能性が示唆された。一方で、各

油層水中には、メタン生成速度に関する阻害的成分が含まれていることを確認した。

キーワード: 二酸化炭素地中貯留, メタン生成, 微生物, 油層水, 炭素循環

Keywords: Carbon dioxide capture and storage, methane production, microorganisms, formation water, carbon cycle