

大深度地下圏バイオメタン生産の効率化および地質環境安定性に関する基礎的検討

香川高等専門学校 学生会員 ○神崎 大雅
 香川高等専門学校 正会員 荒牧 憲隆
 香川高等専門学校 学生会員 濱野 照真
 北海道科学技術総合振興センター 非会員 村上 拓馬

1. はじめに

エネルギー資源に主として使用される、石炭などの在来型資源は、枯渇が問題視されており、非在来型資源の技術開発が求められている。非在来型資源の技術として、地下圏でのバイオメタン生産を目的とした、バイオメタン鉱床造成/生産法（以下、SCG法）が提案されている。

SCG法は、図-1に示すように、鉱床造成過程であるReclamation Stage、メタンガス生産、回収過程であるCultivation stageに大別される。手法の特徴として、炭鉱開発を行わず、地下圏において、メタン菌の代謝を利用し、メタンガスを生成、回収する点がある。

また、この手法では、Reclamation Stageにおいて、過酸化水素水を用いて堆積岩層の有機物分解促進を図るが、地下環境が酸性化しメタン菌にとって有害となることが懸念されている。筆者らは、過去に酸性化への対応として、過酸化水素水を用いた褐炭の有機物分解促進実験を行い、過酸化水素水のpHを質量パーセント濃度0.5wt%、1.0wt%においては、pH10に調整して使用することが有用である可能性を示した¹⁾。

本研究は、SCG法における、Reclamation Stageを対象に、大深度地下圏での有機物分解促進時の地質環境安定性の確保を目的として、褐炭を用いた人工炭層の一次元圧縮試験を実施した。この中で、過酸化水素水を浸透させ、排出される反応溶液の化学的特性の検討を行う。

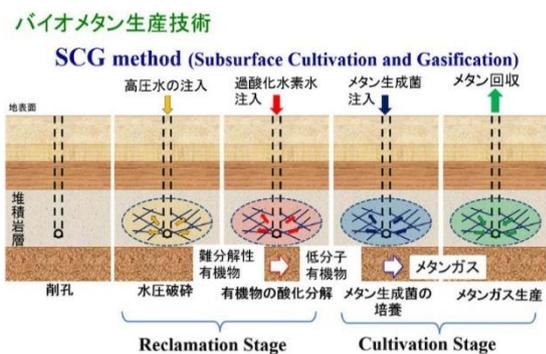


図-1 SCG法の概要

2. 使用材料

本研究では、北海道北部に位置する天北炭田付近の河床露頭から褐炭を採取した。褐炭は石炭の中でも炭素含有率が低く、水分量が多い特徴を有するもので、未利用資源となっている。試料は、褐炭を粒状化し、粒径を2.00 ~ 0.85 mmに粒度調整したものを使用した。

3. 一次元圧縮下での有機物分解促進実験

地下圏での有機物分解促進時における間隙水の化学的特性を把握するため、人工炭層における一次元圧縮下での有機物分解促進実験を実施した。図-2に一次元圧縮試験装置の外観を示す。供試体として、粒状化した褐炭を使用し、φ 50 mm×H 25 mmの人工炭層を作製した。作製した供試体に1 mL/minで30分間通水を行った後、圧密段階として、0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 MPaでの段階的圧縮を行った。圧密段階終了後、pH調整をした過酸化水素水を0.1 mL/minで連続的に約3000 mL注入し、有機物分解促進を図った。本研究では、1wt%、0.5wt%の過酸化水素水に8 mol/Lの水酸化ナトリウムを添加し、pH10, pH11に調整したものを使用している。

また、化学的特性を把握するための指標として、任意の間隔で、排出水のpH、電気伝導率(EC)、酸化還元電位(ORP)を、実験終了後に全有機炭素濃度(TOC)の計測を行った。

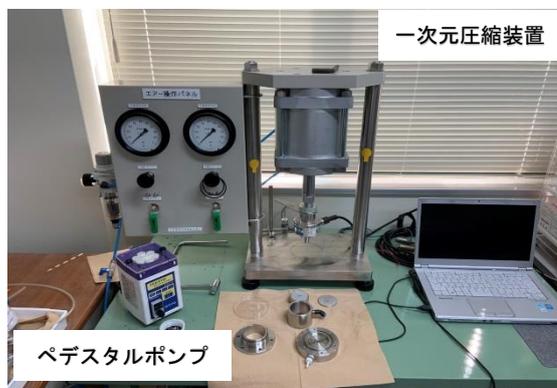


図-2 一次元圧縮試験装置

キーワード バイオメタン鉱床造成/生産法, 地質環境, 過酸化水素水, 一次元圧縮試験, 有機物分解

連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町355 香川高等専門学校 TEL 087-869-3927

4. 結果および考察

一次元圧縮下における、人工炭層への過酸化水素水連続注入時の間隙水の化学的特性について検討する。

図-3 に、実験時における排出液の pH の経時変化を示す。図-3 より、 H_2O_2 0.5wt%, pH11 において、実験開始後、pH が低下し、終了時まで中性域付近で推移している。この結果から、過酸化水素水を 0.5wt%, pH11 に調整することで、地下環境の酸性化防止の効果が期待でき、地質環境の安定を図ることができると考えられる。

図-4 に、実験時における排出液の電気伝導率 (EC) の経時変化を示す。電気伝導率は溶液中に存在するイオン量に関係するものであり、値が大きいほど溶液中に多くのイオン性の物質が存在するとされる。図-4 より、いずれの条件においても、電気伝導率の値の変動が小さいため、排出水に含まれるイオン量が一定で推移していると考えられる。そのため、人工炭層での有機物分解が安定的に行われたと推測される。

図-5 に、実験時における排出液の酸化還元電位 (ORP) の経時変化を示す。酸化還元電位は、溶液中の酸化及び還元雰囲気を示すもので、正の値は酸化雰囲気であることを、負の値は還元雰囲気であることを表す。また、メタン生成菌は嫌気性の微生物であるため、酸化還元電位が還元雰囲気であることを好む。図-5 より、いずれの場合も酸化雰囲気にあることから、メタン生成菌にとって好ましい状況とは言い難い。そのため、連続的な SCG 法の適用には、ORP についての対策も必要と考えられる。

図-6 に、実験終了後の全有機炭素濃度 (TOC) を示す。図-6 より、同濃度では、pH が高いほど値が大きく、同 pH では、濃度が高いほど値が大きい。そのため、高濃度、高 pH に調整することで、有機物分解量が多くなり、メタン菌の基質となる低分子有機酸が豊富に得られる可能性が考えられる。

以上より得られた化学的特性から、一次元圧縮下での過酸化水素水の連続注入時において、質量パーセント濃度 0.5wt%, pH11 に調整した場合、地下環境の酸性化を招かず、安定的に有機物分解促進を図ることが可能であると考えられる。

5. まとめ

大深度地下圏でのバイオメタン生産時における地質環境の安定性確保のため、一次元圧縮下での有機物分解促進実験を行った。質量パーセント濃度 0.5wt% の過酸化水素水を pH11 に調整し、使用することで、地質環境の

安定性を確保しながら、迅速な有機物分解が行われる可能性が示唆された。

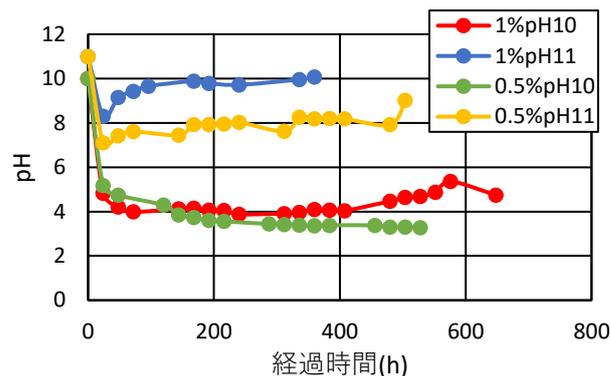


図-3 pH の経時変化

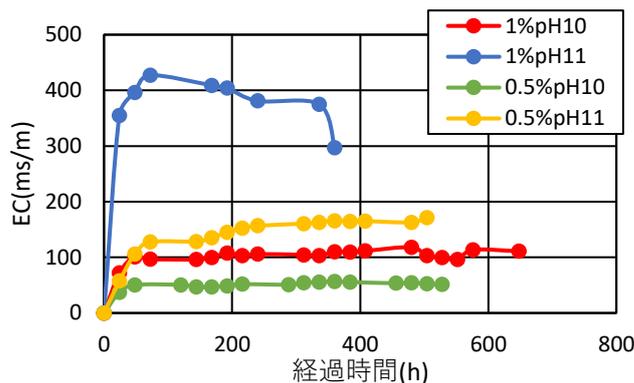


図-4 電気伝導率(EC)の経時変化

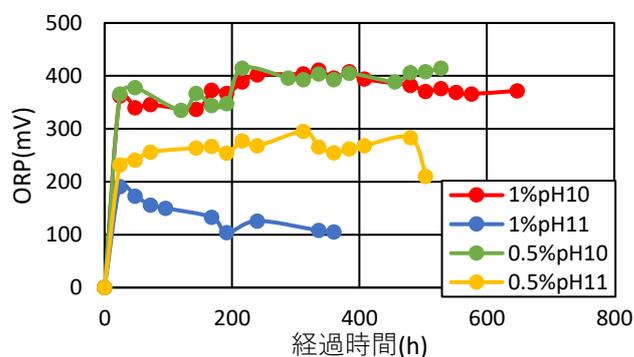


図-5 酸化還元電位(ORP)の経時変化

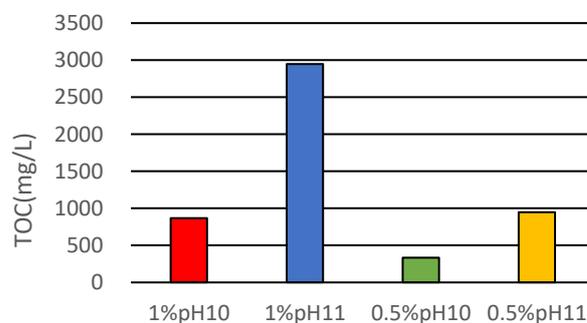


図-6 実験終了後の全有機炭素濃度(TOC)

参考文献

- 1) 神崎大雅, 荒牧憲隆, 濱野照真, 村上拓馬: メタン生成微生物群生長に適した地下環境改質への基礎的検討 令和2年度地盤工学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp.81~82, 2020