



【本研究成果の発表日】令和4年(2022年)10月7日(金)

令和4年11月10日

報道関係者 各位

褐炭からのバイオメタン生成の加速化に繋がる方法を発見

(未利用資源の褐炭を活用したバイオメタン生成の加速化に繋がる研究成果)

ノーステック財団 幌延地圏環境研究所(以下、H-RISE)では、北海道北部の天北炭田の石炭層や珪質泥岩層等の地下環境に存在する未利用有機物を、微生物の作用によりバイオメタン^{*1}に変換する技術の開発を進めています。このたび、本技術開発に関する研究論文を発表いたしましたのでお知らせいたします。

研究成果のポイント

- H-RISEは、地下環境に未利用で存在する石炭を、地下の原位置環境でバイオメタンに変える技術「バイオメタン鉱床造成/生産法(Subsurface Cultivation and Gasification法; 以下、SCG法)」を提案しております(図1)。
- 本研究では、SCG法によるバイオメタン生産が可能かどうかを、実験室において、地下の環境に類似した嫌気的条件^{*2}での微生物培養試験によって確認しました。
- 具体的には、石炭(褐炭^{*3})を過酸化水素水^{*4}で溶かした水溶液を作り、微生物のエサを作成。これを微生物と反応させバイオメタン生成を成功させました。
- さらに固体の褐炭の粉末を加えることで、バイオメタン生成量を大幅に増やすことができることが分かりました。褐炭の粉末を加えない場合と比べ、バイオメタン生成量増加率が約50倍になりました。これは、本研究論文発表時点では世界1位のバイオメタン生成量増加率になります。
- 本研究成果は、MDPI社^{*5}発行のオンラインジャーナル「Microorganisms (インパクトファクター^{*6}4.93)」に発表となりました。
- H-RISE、UBE三菱セメント株式会社、広島大学との共同研究の成果となります。

論文発表の概要

研究論文名: Accelerated bioconversion of chemically solubilized lignite solution to methane by methanogenic consortium: Experimental results and their application to the Subsurface Cultivation and Gasification method

著者: 上野 晃生¹、玉澤 聡¹、玉村 修司¹、村上 拓馬¹、木山 保¹、猪股 英紀¹、荒牧 憲隆²、吉田 邦彦³、山口 眞司³、青山 秀夫³、長沼 毅⁴、五十嵐 敏文^{1,5,6} (1ノーステック財団 幌延地圏環境研究所、²香川高専、³UBE三菱セメント株式会社、⁴広島大学大学院統合生命科学研究科、⁵北海道大学大学院工学研究院、⁶旭川高専)

公表雑誌: Microorganisms

オンライン公表日: 2022年10月7日(金)

URL: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/10/1984>

研究成果の内容

(背景)

北海道天塩郡幌延町には、国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構が深地層研究施設を有しており、通常はアクセス困難な地下環境から、陸域地下環境由来の研究用試料の採取が可能な世界的にも稀有なサイトとなっています。このような利点を活かし、H-RISEは開所時より、幌延地下環境における微生物に関する研究を行ってきました。

H-RISEは、長期研究ビジョンとして「褐炭層や珪質泥岩層等に含まれる未利用有機物を微生物の作

【本研究成果の発表日】令和4年(2022年)10月7日(金)



広島大学

NOASTEC
ノーステック財団



UBE三菱セメント
Mitsubishi UBE Cement Corporation

用によりバイオメタンに変換する方法の開発」を行っています。H-RISEの先行研究では、地下環境に棲息するメタンを作る微生物が単純な構造の低分子量有機物*7(微生物のエサ物質)を使い、天然ガスの一成分であるメタンを作ること、北海道北部の地層(石炭層や珪質泥岩層等)中に含まれるメタンが微生物起源であることも明らかにしたほか、その生成メカニズムの一端を逐次明らかにしてきました。これらの結果を元に、北海道・道北地方にある天北炭田に賦存している未利用有機物である褐炭を活用し、地下環境を利用したバイオメタン生成技術である SCG 法を提案し特許取得しました¹⁾。今回発表した研究論文では、バイオメタン生成の効率化について報告しています。

(研究手法)

本研究が提案する SCG 法は、過酸化水素水を褐炭層に注入し、原位置の褐炭を溶かすことにより微生物がエサとして使える低分子量有機物を作り、それに引き続いてバイオメタン生産を行う技術です(図 1)。本研究では、原位置での SCG 法を想定した実験室内での培養試験を行い、バイオメタン生成の評価を行いました。褐炭と過酸化水素水を反応させて褐炭を溶かし、微生物のエサとしての低分子量有機物の液体を作成しました。この微生物のエサを含む液体を培養液に添加後、地下環境に類似した嫌気環境(酸素の無い環境)に一定期間置き、バイオメタンが生成するかどうかを調べました。本研究では、培養液に固体の褐炭粉末を添加した実験群と、添加しない実験群(対照実験; 培養液のみ)も準備し、褐炭粉末を添加することによってバイオメタン生成に影響があるかどうかを調査しました(図 2)。

(研究成果)

褐炭粉末を添加しない実験群(対照実験)と添加した実験群間でのバイオメタン生成量を比較したところ、褐炭粉末を添加した実験群では約 50 倍多くバイオメタンが生成していることが分かりました。つまり、固体の褐炭粉末を添加することにより、バイオメタン生成を効率よく行い生成量を増やすことができます。この約 50 倍という値は、本研究論文発表時点では世界 1 位のバイオメタン生成量増加率になります。使う微生物の種類の違いにより、バイオメタン生成量増加率が異なることも分かりました。

(今後の期待)

今回発表した研究をさらに発展させることにより、SCG 法を使う場所の微生物の種類に応じた最適な方法を使い、実際の褐炭層を活用したメタン生成の加速化に繋げることが期待できます。メタンガスは石炭を直接燃焼するよりもクリーンなエネルギーとして利用することができるため、環境に対する負荷も低いエネルギーになります。今回発表した研究をさらに発展させ、資源に乏しい日本において、未利用資源となっている石炭を、改めてエネルギー源として利用することが期待できます。

【本件のお問い合わせ窓口】

●ノーステック財団：公益財団法人 北海道科学技術総合振興センター

部署名 幌延地圏環境研究所 (H-RISE)
担当者名 研究主幹 上野 晃生
電話 01632-9-4112(上野)
FAX 01632-9-4113 (幌延地圏環境研究所 (H-RISE))
E-mail h-rise@h-rise.jp

●UBE 三菱セメント株式会社

部署名 総務部広報室
担当者名 工藤
電話 03-6275-0333

【本研究成果の発表日】令和 4 年(2022 年)10 月 7 日(金)



広島大学

NOASTEC
ノーステック財団



UBE三菱セメント
Mitsubishi UBE Cement Corporation

● 広島大学

部署名 広島大学大学院統合生命科学研究科
担当者名 教授 長沼 毅
E-mail takn@hiroshima-u.ac.jp

部署名 広島大学広報室
電話 082-424-4383
FAX 082-424-6040
E-mail koho@office.hiroshima-u.ac.jp

用語解説

*1 バイオメタン

単にメタンとも言うが、特に微生物の作用によって作られるものを指す。化学式は「CH₄」で示される。メタンは無色透明で無臭の気体。天然ガスの主成分で都市ガスに用いられている。メタンは天然から得られるほか、工業的にも大量生産されている。

*2 嫌気的条件

生物が関わる現象で、酸素の介在を伴わないこと、あるいは酸素が無い状態でのみ生じる条件。逆に、酸素を使って生命現象を行う条件を「好気的条件」という。地下の環境は一般的に酸素の無い環境であるため、嫌気的な環境とみなされている。

*3 褐炭

石炭の中でも石炭化度が低く、水分や不純物などを多く含む、品質の低い石炭のこと。燃料としてのエネルギー効率が低いため、瀝青炭や亜瀝青炭などの高品位炭に比べ世界市場での取引は少ない。

*4 過酸化水素水

化学式 H₂O₂ で表される化合物。殺菌剤、漂白剤として利用される。過酸化水素を含むオキシドールは医療用の外用消毒剤として使用されている。

*5 MDPI

MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) は、バーゼル(スイス)に本部を置くオープンアクセス専門の出版社。世界最大のオープンアクセス出版社。300 以上の査読済みオープンアクセスジャーナルを出版している。

*6 インパクトファクター

自然科学や社会科学の学術雑誌が各分野内で持つ相対的な影響力の大きさを測る指標の一つ。論文が一年あたりに引用される回数の平均値で高いほど影響力が大きいことを示す。

*7 低分子量有機物

炭素原子 (C) を 1 から 3 個を含む単純な分子構造を持ち、酸性(ほとんどがカルボキシル基(-COOH)を持つ)を示す物質の総称。ギ酸(HCOOH)や酢酸(CH₃COOH)など。

【本研究成果の発表日】 令和4年(2022年)10月7日(金)



参考文献

- 1) 特許第 6396068 号「地層中に含まれる石炭および／または珪藻岩からメタンガスを地層中において製造する方法」2018 年 9 月 7 日

バイオメタン鉱床造成/生産法の提案 SCG method (Subsurface Cultivation and Gasification)

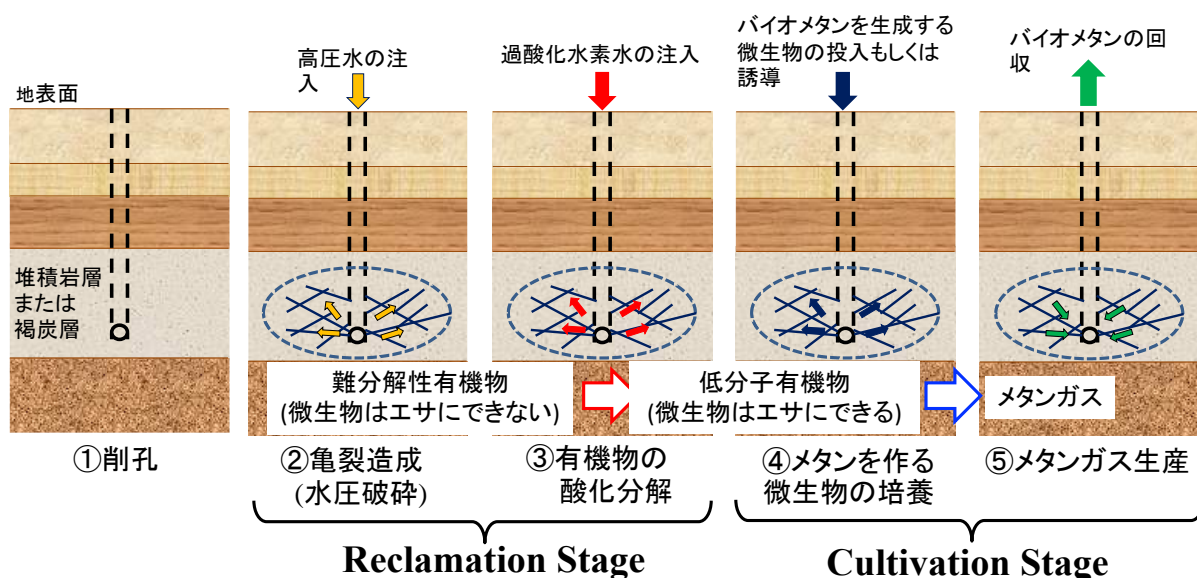
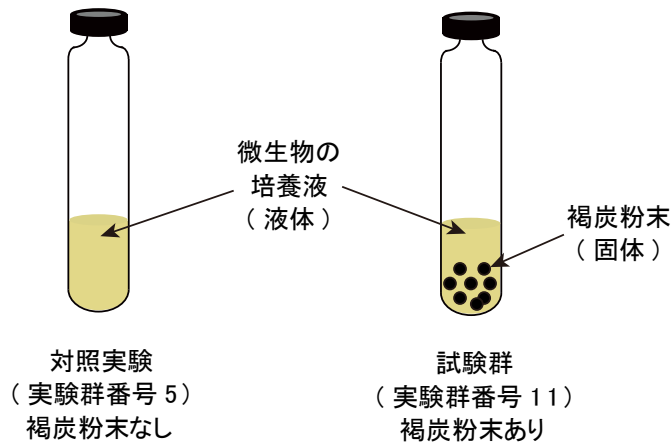


図 1. H-RISE が提案する SCG 法について

北海道・道北地域には、天北炭田の褐炭層が分布しており、埋蔵炭量として約 20 億トンの褐炭が賦存します。H-RISE では、地下の原位置環境を活用し、未利用資源である褐炭をバイオメタンへ変換しエネルギー資源として回収する本法の研究・開発を行っています。本法は次の 5 段階から成ることを特徴とします：① 堆積岩層または褐炭層の削孔、② 高圧水注入による亀裂造成 (水圧破碎)、③ 過酸化水素水の注入による堆積岩層または褐炭に含まれる難分解性有機物の酸化分解と低分子量有機物の生成 (微生物のエサの作成)、④ メタンを作る微生物の培養、⑤ メタンガス生産。



a) 微生物の培養実験の概要



b) 論文に掲載されたデータ

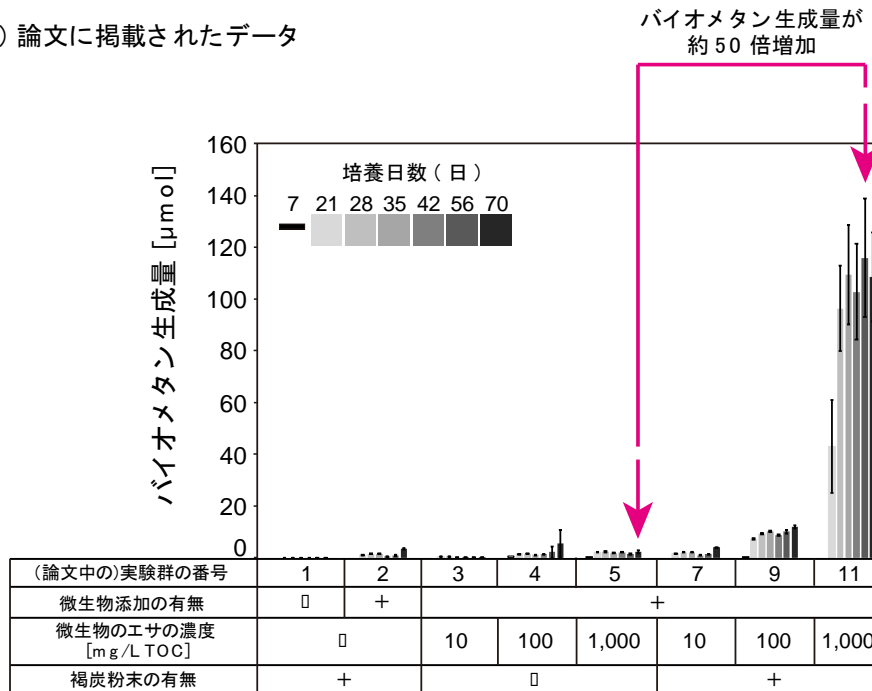


図 2. 説明資料。a) 培養実験の概要、b) 論文に掲載されたデータ。本図では、特徴的な実験群番号 5 と 11 の結果を示しました。実験群番号 5 は培養液のみ、実験群番号 11 は培養液に褐炭粉末を加えています。実験群番号 5 の培養液のみでもバイオメタンはできます。矢印は、実験群番号 5 の培養 70 日目と、実験群番号 11 の 56 日目を示しており、それぞれ最大のバイオメタン生成量を達成した日になります。これら 2 つの実験群のバイオメタン生成量を比較したところ、b) に示した通り、培養液に褐炭粉末を加えることにより、バイオメタン生成量が約 50 倍増加することが分かりました。この約 50 倍という値は、本研究論文発表時点では世界 1 位のバイオメタン生成量増加率になります。