

## 論文の概要 (1600字)

題目   メタン生成・消費微生物の培養から紐解く未知の炭素循環  
(Enrichment of methane-related microorganisms to reveal unknown carbon cycles)

氏名   蒲原 宏実

本論文では、様々な条件のもとでメタン関連微生物を培養する中で見出された新規メタン関連微生物・反応について取りまとめた。

第1章「序章」では、本研究の背景となるメタンを取り巻く近年の社会情勢を示すと共に、本論文で取り組む研究の位置付けを行った。

第2章「既往の知見」では、既知のメタン消費・メタン生成微生物に関する一般的な特徴から最近の研究動向について整理した。

第3章「メタン酸化細菌のコミュニティーに影響を与える環境因子」では、Proteobacteria 門に属するメタン酸化細菌をメタン濃度、アンモニウム濃度、pH が異なる 38 条件で培養した研究について記載した。その結果、メタン酸化細菌の優占タイプは pH によって支配されることを示した。また、*Mycobacterium* 属が新規メタン酸化細菌グループである可能性を見出した。

第4章「高濃度アンモニウム環境で活躍するメタン酸化細菌」では、4 基のリアクターを用いてメタン酸化細菌を培養した研究結果について記載した。培養結果から、アンモニウム濃度と pH がメタン酸化 *Mycobacterium* 属細菌の培養条件として重要であることが分かった。しかし、分離培養には至っておらず、さらなる研究が必要である。

第5章「低濃度メタンを利用するメタン酸化細菌」では、酸性条件で低濃度メタン (10 ppm) を酸化する微生物の培養について記載した。このような環境でもメタン酸化する微生物の培養に成功したものの、低濃度メタンを利用して増殖する反応を確認することはできなかった。低濃度メタンを酸化して増殖する微生物の存在を明らかにするために、分離培養実験の実施や、集積培養系バイオマスに対するメタゲノム解析の実施によって、培養条件・分離条件の検討が必要である。

第6章「マンガン還元メタン酸化古細菌 ANME 集積培養の試み」では、スポンジ担体にマンガン酸化物を塗布してメタン酸化古細菌 ANME の集積培養を目的として運転したりアクターの結果を記述した。マンガン酸化物を塗布した系では、メタン消費が確認された。しかし、本リアクターには酸素はほとんど供給されていないにも関わらず、遺伝子結果から、ANME ではなく好気メタン酸化細菌が培養されたことが分かった。今後は ANME の培養条件の検討と、低濃度酸素条件におけるマンガン酸化物存在下での好気メタン酸化細菌によるメタン酸化プロセス解明のための研究を行う必要がある。

第7章「CO<sub>2</sub>からのメタン生成と硫化水素除去のための新規微生物電気合成システム (MES)」では、0.2V という低電圧下で無機物からのメタン生成と硫黄酸化反応を証明した。そして、バイオアノードとバイオカソードの微生物解析の結果をまとめ、電子の流れを含めたメタン生成・硫黄酸化モデルを提案した。また、本 MES は、エアレーションを用いない環境配慮型の新たな生物学的な脱硫システムへの適用と同時にエネルギー資源が獲得できる。しかし、このメタン生成に関与した微生物のほとんどは未培養であり、実用化のために、微生物の分離培養を含めた更なる研究が必要である。

第8章「総括」では、本研究で明らかにした炭素循環に関与する微生物やその反応について取りまとめた。また、これらの研究に関する展開や応用について示した。

本研究では、様々な環境でメタン関連微生物の培養を行った。その中で、既知のメタン酸化細菌・古細菌やメタン酸化反応、メタン生成反応とは異なる微生物群や、反応の存在を明らかにすることができた。本研究の結果は、メタンの動態を把握する上で、非常に重要な知見である。また、今回明らかにしたメタン生成・消費反応は、排水処理におけるメタン抑制技術やエネルギー回収技術の応用の幅を広げる基礎的知見となりうる。