



湖水中でのメタン消費の新たな主役

～亜熱帯ダム湖で脱窒メタン酸化細菌が優占していることを発見～

研究成果のポイント

- ・ 亜熱帯のダム湖において湖水中の浮遊性メタン酸化細菌の群集構造を解明。
- ・ 酸素濃度の低い深層において、脱窒メタン酸化細菌が優占していることを発見。
- ・ メタン動態に大きく影響する脱窒メタン酸化細菌の生態解明に向けた重要な手掛かりを提供。

研究成果の概要

メタンは強力な温室効果ガスであり、淡水湖沼はその主要な放出源のひとつです。湖沼に生息するメタン酸化細菌は、湖底で生成されたメタンの大半を消費し、大気中への放出を軽減していると考えられています。従来、湖沼メタン酸化細菌群集は主に2つのグループによって構成されるとされてきました。本研究ではこれまで知見の無かった亜熱帯湖沼のメタン酸化細菌群集を明らかにするため、台湾のダム湖で調査を実施しました。湖水より収集した微生物からDNAを抽出し、16S rRNA 遺伝子による全バクテリア群集の解析を行いました。その結果、湖沼で通常検出される2グループのメタン酸化細菌に加え、脱窒メタン酸化細菌と呼ばれる別タイプのメタン酸化細菌が検出されました。脱窒メタン酸化細菌は低酸素濃度の深層水から見出され、種レベルでは最も高い頻度で検出されるメタン酸化細菌でした。脱窒メタン酸化細菌の存在は、メタン酸化酵素遺伝子の解析でも確認されました。定量的な解析の結果、脱窒メタン酸化細菌は深層水中の全微生物細胞の16%に達し、最も優占しているメタン酸化細菌であることが確認されました。本研究により、これまで稀な存在と考えられていた脱窒メタン酸化細菌が微生物群集の主要な構成要素となっている例が初めて示されました。

なお、本研究は文部科学省共同利用・共同研究拠点である低温科学研究所の共同研究制度により、京都大学の奥田昇准教授、伊藤雅之助教、並びに台湾中央研究院の夏復國博士らとの共同研究として実施しました。

本研究結果は、ネイチャー・パブリッシング・グループのオープンアクセス電子ジャーナル Scientific Reports に掲載されました。

<http://www.nature.com/srep/2014/140725/srep05728/full/srep05728.html>

論文発表の概要

研究論文名 : Community structure of planktonic methane-oxidizing bacteria in a subtropical reservoir characterized by dominance of phylotype closely related to nitrite reducer (亜硝酸還元菌に近縁な生物の優占によって特徴づけられる亜熱帯ダム湖の浮遊性メタン酸化細菌群集構造)

著者 : 小島久弥 (北海道大学), 時沢里保 (北海道大学), 小暮耕平 (北海道大学), 小林由紀 (台湾・中央研究院), 伊藤雅之 (京都大学), 夏復國 (台湾・中央研究院), 奥田 昇 (京都大学), 福井 学 (北海道大学)

公表雑誌 : Scientific Reports 4 : 5728 DOI:10.1038/srep05728 (2014) (ネイチャー・パブリッシング・グループ) 【オープンアクセス電子版】

公表日 : 英国時間 2014 年 7 月 25 日

研究成果の概要

(背景)

メタンは強力な温室効果ガスであり、淡水湖沼はその主要な放出源のひとつです。湖沼に生息するメタン酸化細菌は、湖底で生成されたメタンの大半を消費していると考えられ、その種構成や現存量について、亜寒帯から温帯にかけての湖沼で多くの研究がなされてきました。これらの研究と熱帯のダム湖でのわずかな研究例から、気候帯によって湖水中に生息するメタン酸化細菌の群集構造が大きく異なることが示唆されてきました。既知のメタン酸化細菌は系統的に大きく4つのグループ(タイプ I, タイプ II, Verrcomicrobia, NC10)に分かれますが、このうち2グループ(タイプ I, タイプ II)のみが湖沼メタン酸化細菌群集の主要な構成要素であるとされてきました。残りのうち一方(Verrcomicrobia)は、極度な高温・低 pH 環境を好むグループであり、最後のグループ(NC10)は脱窒メタン酸化細菌として知られています。脱窒メタン酸化細菌は、亜硝酸イオンをもとに自ら酸素分子を作り出す能力を持ち、これによって無酸素条件下でのメタン酸化を行うことができます。脱窒メタン酸化細菌は湿地や水界堆積物中から見出されていますが、その相対的な存在量は小さいものであると考えられてきました。

(研究手法)

従来知見が欠けていた、亜熱帯湖沼のメタン酸化細菌群集を明らかにするため、台湾北部のダム湖(翡翠水庫)で調査を実施しました。合計4回の調査で表層と深層の水を採取し、フィルターろ過することによって微生物細胞を収集しました。収集した微生物から DNA を抽出し、全バクテリアの 16S rRNA 遺伝子を PCR 法によって増幅し、クローニングによる分離を経て塩基配列の決定を行いました。同様の解析を、メタン酸化に関わる酵素の遺伝子である *pmoA* 遺伝子についても行いました。微生物細胞数の定量的なデータを得るため、特定の系統に属する微生物を選択的に蛍光染色する手法(CARD-FISH)による解析を実施しました。

(研究成果)

湖水中から得られた 16S rRNA 遺伝子配列を解析した結果、湖沼で通常検出される2グループのメタン酸化細菌に加え、低酸素濃度の深層水から脱窒メタン酸化細菌が検出されました。脱窒メタン酸化細菌は、4回の調査日全てにおいて検出され、種レベルで見ると最も高頻度で検出されました。脱

窒メタン酸化細菌の存在は、*pmoA* 遺伝子の解析でも確認されました。2つの遺伝子いずれの解析においても、ダム湖湖水から検出された配列は過去に琵琶湖堆積物から検出されたものに非常に近縁でした。CARD-FISH による計数の結果、脱窒メタン酸化細菌は深層水中の全微生物細胞の 16%に達し、最も優占しているメタン酸化細菌であることが確認されました。

(今後への期待)

脱窒メタン酸化細菌は近年になって初めてその存在が確認され、環境中での分布についての研究が活発になりつつあります。これまでの研究では、脱窒メタン酸化細菌は全細菌群集のなかではマイナーな存在と考えられてきました。今回、脱窒メタン酸化細菌が微生物群集の主要な構成要素となっている例が示されたことで、脱窒メタン酸化細菌が好む環境を解明する重要な手掛かりが得られました。脱窒メタン酸化細菌はメタン動態において重要な位置を占めていると考えられますが、その生態を解明する過程において、本研究で得られた知見が大きな貢献をもたらすものと期待されます。

お問い合わせ先

所属・職・氏名：北海道大学低温科学研究所 助教 小島 久弥 (こじま ひさや)

教授 福井 学 (ふくい まなぶ)

TEL : 011-706-5460 FAX : 011-706-5460 E-mail : kojimah@pop.lowtem.hokudai.ac.jp

TEL : 011-706-6877 FAX : 011-706-6877 E-mail : my-fukui@pop.lowtem.hokudai.ac.jp

ホームページ : <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/micro-ecol/MicroEcol.htm>

所属・職・氏名：京大大学生態学研究センター 准教授 奥田 昇 (おくだ のぼる)

TEL : 077-549-8256 FAX : 077-549-8254 E-mail : nokuda@ecology.kyoto-u.ac.jp

【参考図】



図 1. 本研究を実施した翡翠水庫(台湾北部・台北近郊に位置するダム湖)での共同調査の様子。翡翠水庫は発電と水道水の供給を目的とし、1987年に完成した。

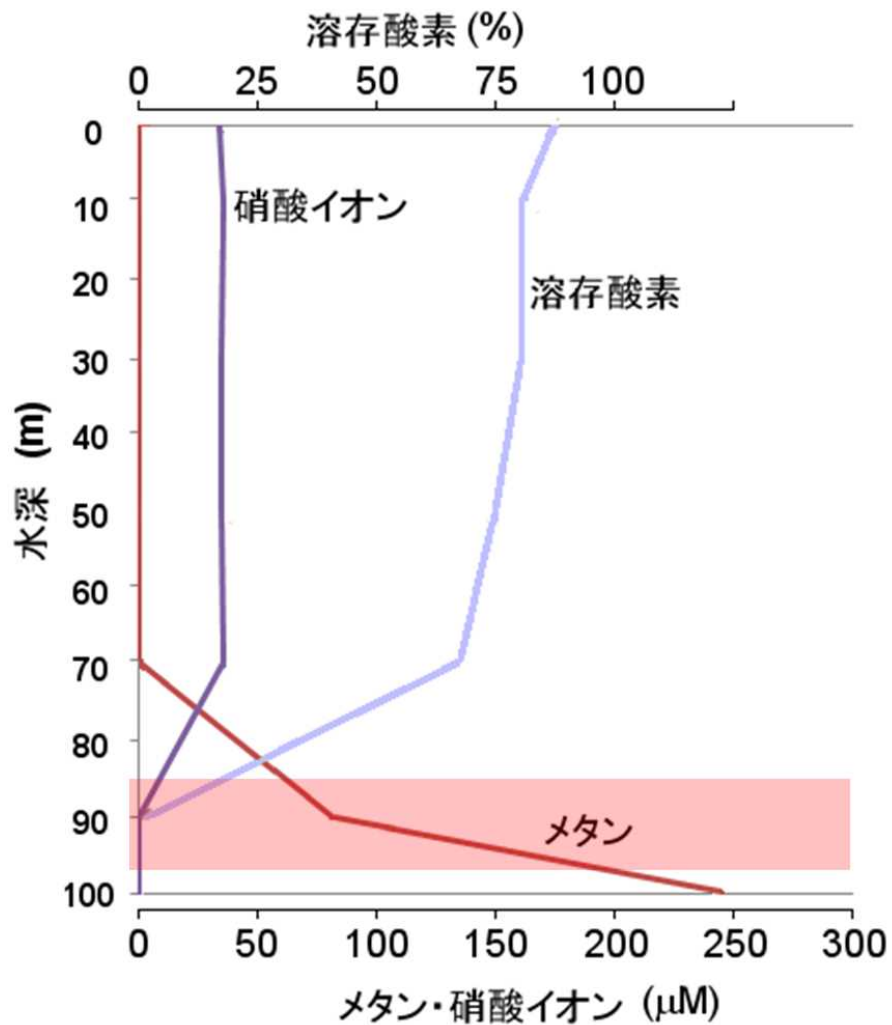


図 2. 調査地点での湖水環境と脱窒メタン酸化細菌の生息環境の概要。溶存酸素が枯渇し、メタンが供給される水深 90m 付近（図中着色部）で脱窒メタン酸化細菌が優占していた。

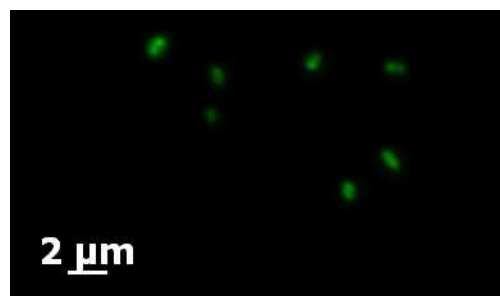


図 3. 顕微鏡で捉えた翡翠水庫の脱窒メタン酸化細菌。CARD-FISH と呼ばれる染色法によって脱窒メタン酸化細菌（緑色の細胞）を特異的に可視化したもの。