

令和 6 年 4 月 28 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17874

研究課題名（和文）海洋から大気への一酸化炭素（CO）の放出を抑制する細菌群集・遺伝子の解明

研究課題名（英文）Study on Bacterial Communities and Genes Suppressing the Sea-Air Emission of Carbon Monoxide

研究代表者

菅井 洋太（SUGAI, Youta）

東京大学・大気海洋研究所・特任研究員

研究者番号：20896930

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、沿岸域（相模湾西部）および外洋域（北太平洋西部，南太平洋東部）において調査を実施し、海洋表層（海表面マイクロレイヤーを含む）における環境要因（水温，有機物濃度など）、溶存CO濃度、CO消費速度を測定するとともに、海洋性CO酸化菌の群集構造・系統解析用の遺伝子（DNA，RNA）試料を採取した。本研究で採取した遺伝子試料を用いた海洋性CO酸化菌の群集構造・系統解析に加えて、公開されている海洋のグローバルなメタゲノムデータを用いた解析について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一酸化炭素（CO）は間接的な温室効果ガスであり、一般的に、海洋から大気へ放出されている。海洋表層における細菌によるCOの代謝（酸化）は、有機物が少ない海洋表層に生息する従属栄養性の細菌にとって有益なエネルギー獲得方法の1つであるだけでなく、海洋から大気へのCOの放出およびそれによる大気の温室効果の上昇を抑制することを意味する。したがって、海洋性CO酸化菌の系統・群集構造・生態を明らかにすることは、海洋生態学および生物地球化学において重要な課題である。

研究成果の概要（英文）：In the present study, field investigations were conducted in coastal ocean (Western Sagami Bay, Japan) and open ocean (Western North Pacific and Eastern South Pacific). Environmental parameters (e.g. water temperature and organic matter concentration), dissolved carbon monoxide (CO) concentration, and biological CO consumption rate in surface waters (including surface microlayer) were measured, and DNA/RNA samples were collected for the community and phylogenetic analyses of marine CO-oxidizing bacteria. In addition to the community and phylogenetic analyses of marine CO-oxidizers using the samples collected during this study, the analyses using publicly available, global marine metagenome data were considered.

研究分野：海洋微生物生態学

キーワード：温室効果ガス 一酸化炭素（CO） 海表面マイクロレイヤー 海洋性CO酸化菌

1. 研究開始当初の背景

一酸化炭素(CO)は間接的な温室効果ガスとして知られており、一般的に、海洋は大気中のCOの供給源である。海洋表層において、COは主に溶存態有機物の光化学分解により生成され、COを酸化してエネルギーを得る細菌(好氣的CO酸化菌)により消費される。これまで、メタゲノム解析の結果から、CO酸化は海洋表層に生息する従属栄養性細菌の有益なエネルギー獲得方法の1つであることが示唆されている。また、海洋で光化学的に生成されるCOの大部分(>80%)が大気に放出される前にCO酸化菌によって消費されていると推定されており、CO酸化菌は、海洋から大気へのCOの放出およびそれによる大気の温室効果の上昇を抑制しているという重要な役割を担っていると考えられる。特に、海洋の最表層である海表面マイクロレイヤー(わずか1mm未満)におけるCO動態が、大気-海洋間のCO交換に大きな影響を与えている可能性がある。しかし、このように生態学および生物地球化学的に重要であるにも関わらず、海表面マイクロレイヤーを含む海洋表層におけるCO酸化菌の系統・群集構造・生態に関する知見は非常に限られている。

2. 研究の目的

本研究では、沿岸域および外洋域における海洋性CO酸化菌の群集構造・系統解析を実施する。さらに、環境要因やCO濃度・消費速度を測定し、化学・生物分析と遺伝子解析を組み合わせることにより、海洋性CO酸化菌の組成・活性を生態学的に明らかにすることを目指す。

3. 研究の方法

- (1) 海表面マイクロレイヤーを採取するため、既報研究を参考にして、自動回転式のドラムサンプラーを設計・製作する。
- (2) 沿岸域および外洋域において調査を実施し、表層(海表面マイクロレイヤーを含む)海水を採取する。環境・気象条件(水温、風速など)を測定し、化学・生物パラメーター(有機物濃度、細菌現存量など)、溶存CO濃度、CO消費速度、CO酸化菌の群集構造・系統を測定・解析するための試料を採取する。
- (3) アンプリコン解析もしくはメタゲノム解析を実施し、CO酸化に関わる遺伝子領域(CO脱水素酵素の大サブユニットをコードしている *coxL* 遺伝子など)の配列からCO酸化菌の群集構造・系統解析を行う。検出されたCO酸化菌の系統樹を作成し、海洋性CO酸化菌の分類群や系統関係を明らかにする。また、定量PCRを行ってCO酸化に関わる遺伝子領域の現存量・発現量を測定し、CO消費速度と比較する。

4. 研究成果

- (1) アクリル製 (PMMA) のドラム (直径 25 cm, 長さ 45 cm) を備えたドラムユニットおよびモーターのコントロールユニットを備えたバッテリーユニットから成るドラムサンプラーを製作した。また、海況に応じてドラムユニットの重さと浮力を調整できるように改良し、バッテリーユニットを防水仕様にした。
- (2) コロナ禍後、沿岸域 (相模湾西部) および外洋域 (北太平洋西部, 南太平洋東部) において調査を実施し、環境・気象条件を測定した。また、海洋表層 (海表面マイクロレイヤーを含む) における化学・生物パラメーター、溶存 CO 濃度、CO 消費速度、CO 酸化菌の群集構造・系統の測定・解析用の試料を採取し、化学・生物パラメーター、溶存 CO 濃度、CO 消費速度の分析を行った。
- (3) 採取した遺伝子 (DNA, RNA) 試料から DNA を抽出し、CO 酸化に関わる遺伝子領域のアンプリコン・定量 PCR 解析用のプライマーの検討を行った。また、公開されている海洋の全球的なメタゲノムデータを用いた、海洋性 CO 酸化菌の群集構造・系統解析について検討した。今後、海洋表層において CO 酸化によりエネルギーを獲得し、海洋から大気への CO の放出およびそれによる大気の温室効果の上昇を抑制している海洋細菌の分類群や系統関係に関する知見が得られる。さらに、CO 酸化に関わる遺伝子領域の現存量・発現量と CO 消費速度の間に関係が得られれば、培養実験を行うことなく現場環境における CO 消費速度を推定することが可能になり、海洋における CO 消費の理解の促進に繋がると期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------