

地球の深部炭素のゲートキーパーとなる微生物活動を発見

沈み込み帯から表層に放出される炭素量を再評価

概要

東京工業大学 地球生命研究所(ELSI)のドナート・ジョヴァネッリ (Donato Giovannelli)・アフィリエイトサイエンティスト、中川麻悠子特任助教、オックスフォード大学のピーター・バリー (Peter Barry) 博士らの国際共同研究チームは、沈み込み帯[用語 1]から前弧域[用語 2]へ供給される二酸化炭素の大部分は地殻では炭酸鈣物として捕捉され、表層では微生物の活動で捕捉されることを発見した。これまでの地表への炭酸ガス供給量が過小評価されていたことを明らかにした。

今回、コスタリカ全域の温泉水や地球深部とつながる吹き出し口（噴出口）から試料採取を行い、供給されるヘリウムや二酸化炭素の同位体比、溶存無機炭素及び溶存有機炭素の濃度及び同位体比[用語 3]によって、それらの成分の由来を解析した。

これまで前弧域は、フィールド調査が可能な場所が限られていたため、炭素量やその収支情報を得ることが困難だったが、今回の研究により調査及び分析が実現した。本成果により、地球規模での炭素収支の再評価と、生物・非生物活動を含めた新たな炭素循環モデルが提案でき、過去・現在・未来の地球の気候変動についての理解が深まると考えられる。

本研究成果は、日本時間 4 月 25 日発行の英国の国際学術誌「Nature (ネイチャー)」に掲載された。



図1. 研究チームによる試料採取の様子

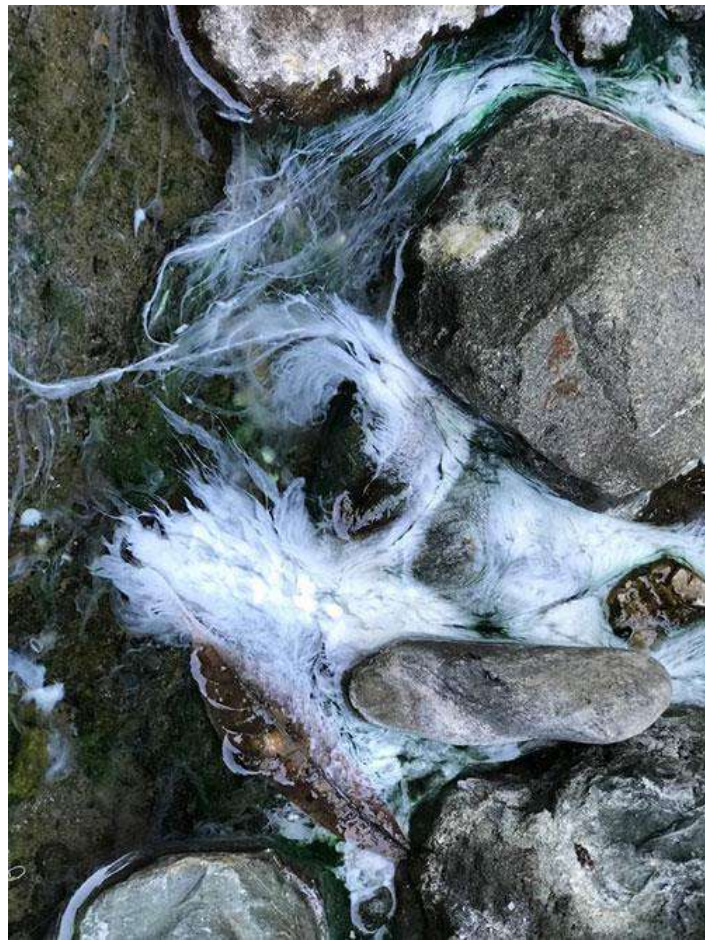


図2. コスタリカの温泉湧出口で見られるスライム状の微生物生態系（バイオフィルム）

研究成果

プレートの沈み込み帯から、表層へ供給される二酸化炭素について、表層への噴出量やプロセスを解析するため、南米コスタリカ全域の温泉・噴出口調査を実施し、地球規模の炭素循環に微生物活動が寄与することを初めて明らかにした。

コスタリカ全域から採取した噴出ガス中のヘリウムと二酸化炭素の同位体比データから、噴出するガスはマントル起源であり、火山弧から海溝に近づくにつれてその量は減少した。それでも全ての前弧域調査地点でマントルから供給されるガスの噴出があることが認められた。その減少する二酸化炭素放出量について、前弧域の温泉水中へ溶存する前に地殻中のカルシウムなどと結合し、炭酸塩として約 90%が取り除かれていることが安定炭素同位体の変化から示された。さらに、溶存無機及び有機炭素の同位体比の差が一定であることから、無機炭素は炭酸塩として取り除かれた後、微生物が炭素固定を行って生合成した有機炭素として温泉水中に溶存していることが示唆された。

これまで沈み込み帯から表層へ炭素が供給される過程について、生物活動の影響は考慮されていなかった。しかし、今回の解析により、表層へ二酸化炭素として放出される最終段階で微生物による炭素固定の影響があることを初めて示すことができた。目に見えないほど小さな生物の活動が地質学的過程と同じスケールで検出されたことは驚くべきことだ。

さらに溶存無機及び有機炭素同位体比から示唆された微生物活動を含めた炭素循環モデルでは、前弧域へ供給される炭素量が、これまで推定されていた二酸化炭素放出量より 2 桁大きい値となった。そのため沈み込み帯でマントルへ戻る炭素量がこれまでの推定値より大幅に小さくなる。今回の成果で判明した二酸化炭素供給量の修正は、地球の気候変動要因解明や予測への応用が期待される。(日文发布全文 <https://www.titech.ac.jp/news/2019/044219.html>)

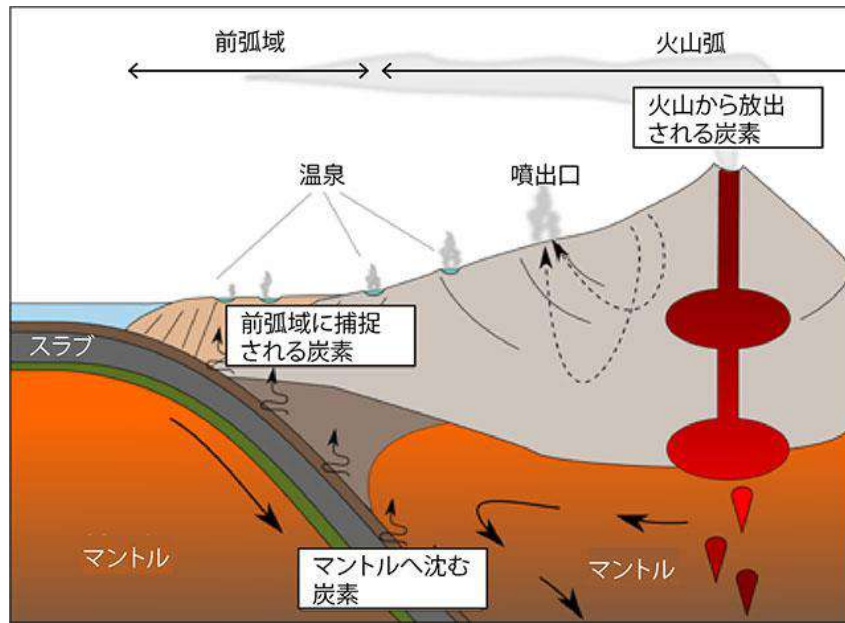


図 3. 沈み込み帯における炭素循環の概要

用語説明

[用語 1] 沈み込み帯：一方のプレート（地球表層を覆う、厚さ約 100 km の岩盤）がもう一方のプレートの下へ沈み込む地帯。冷たく密度が高い海洋プレートが密度の低い大陸プレートの下へ沈み込む。

[用語 2] 前弧域：プレートの沈み込む海溝から火山フロント（火山弧）までの間の領域のこと。

[用語 3] 同位体比：同じ元素（原子の陽子数が同じ）だが、中性子数が異なるため、質量が異なる同位体の比率（例：炭素同位体比、質量 12 の炭素と質量 13 の炭素の比）。本研究で扱ったのは放射壊変をしない安定同位体で、物質の起源や生成・消滅過程の指標として利用される。