



Mihara Hisaaki

三原 久明

生命科学部 教授・RARAフェロー

1993年京都府立大学農学部農芸化学科卒業、1995年京都大学大学院農学研究科農芸化学専攻修士課程 修了、1999年同大学院農学研究科農芸化学専攻博士後期課程単位取得満期退学。博士（農学）。1997年日本学術振興会特別研究員（DC2）、1999年京都大学化学研究所非常勤研究員、2000年同大学化学研究所助手、2007年同大学化学研究所助教、2009年立命館大学生命科学部准教授、2014年より現職。専門は応用微生物学。Applied Microbiology and Biotechnology, Editor、The Journal of Biochemistry, Associate Editor、Metalomics Research, Deputy Editor、日本微量元素学会 理事、日本微量栄養学会 理事、日本生化学会近畿支部 副支部長等を務める。

- 1) M.I. Jahan, et al., Characterization of a novel porin-like protein, ExH, from *Geobacter sulfurreducens* and its implication in the reduction of selenite and tellurite, *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 19, pp. 809, 2018., <https://doi.org/10.3390/ijms19030809>
- 2) 三原久明, 毒か? 栄養素か? 必須微量元素セレンの生物学, *海洋科学研究*, Vol. 31, pp. 95-100, 2018.
- 3) M.I. Jahan, et al., Selenite uptake by outer membrane porin ExH and its involvement in the subcellular localization of rhodanese-like lipoprotein ExH in *Geobacter sulfurreducens*, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol. 516, pp. 474-479, 2019., <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2019.06.037>
- 4) 越智杏奈, et al., 生態系においてセレン循環を駆動する微生物, *金属*, Vol. 93, pp. 162-168, 2023.
- 5) 青野陸, et al., 必須微量元素セレンの微生物による多彩な代謝, *ファルマシア*, Vol. 59, pp. 185-189, 2023., https://doi.org/10.14894/faruawpsj.59.3_185

無酸素環境下での微生物の代謝の活用

地球の微生物は宇宙環境にどこまで適応できるのか

微生物は地球上でもっとも多様かつ優勢な生き物です。例えば草食動物の胃にも多くの微生物がおり、植物のセルロースを分解しています。ヒトの腸にすむ微生物は栄養の吸収を助けるだけでなく腸内免疫にも重要な役割を果たしています。地球上に最初に現れた生命も酸素を大量発生した立役者も微生物であり、ヒトが生息できない火山や熱水噴出孔などの極限環境からも多くの微生物が見つっています。宇宙もまたひとつの極限環境ですが、地球の微生物が宇宙にどの程度適応できるかは未知数です。私たちは生きた微生物を扱う研究者として、いずれヒトと共に微生物が宇宙に進出する日を見据え、宇宙環境を模倣した実験環境で微生物の挙動を調べたいと考えています。

金属還元細菌を用いた発電・環境浄化

ジオバクター属はグラム陰性嫌気性細菌の1グループで、田んぼの泥や川底、排水処理場の汚泥などの無酸素環境に生息しています。ヒトを含めた好気性生物はATP生成の過程で酸素分子を還元して水を発生させますが、ジオバクター属は金属を電子受容体とする金属還元細菌です。この性質を利

用して、有機物の分解処理と金属電極に対する電子の供給を同時におこなえる微生物燃料電池を作ることができます。地下水や土壌の汚染の浄化に役立つ種もいます。酸化型のウランは水に溶けやすいのですが、還元によって難溶性となり地下水への流入が抑えられます。

私たちが特に注目しているのはセレンを還元するジオバクターです。セレンはヒトの必須微量ミネラルですが、過剰摂取により胃腸や神経、循環器などに障害を起こします。土壌中の濃度が高く人や家畜に健康被害が出ている地域を対象に、セレン耐性菌を用いた土壌浄化に取り組んでいます。

土壌微生物による気候冷却物質の生成

海岸沿いなどで感じる「磯臭さ」とも言うべき独特のにおいの正体は、ジメチルスルフィド(DMS)とよばれる硫化物です。海洋中の藻類やプランクトンに含まれる有機硫黄化合物が海洋性細菌によって生

分解されて生じるDMSは地球規模の硫黄循環に重要な役割を果たす物質として知られ、海面から大気中に揮発したのち太陽光によって酸化され硫酸性エアロゾルとなります。硫酸性エアロゾルは雲の凝結

核となり、それ自体でも太陽光を散乱するため地球の温暖化を抑制していると考えられています。私たちが土壌微生物による新たなDMS生成経路を発見し、その詳細な機構解明を目指しています。

微生物は可能性の宝庫

地球上のすべての生物は微生物がいなければ生きていけません。地球の微生物で別の天体の環境を擾乱することは許されていませんが、月面基地などの閉ざされた環境であれば、微生物の活用は人類の進出と共に自然に進むと期待しています。2019年に英国の研究チームが微生物を利用

して鉱石から有用金属を抽出するバイオマイニングの手法を使い、国際宇宙ステーションの微小重力下で玄武岩からレアアースを入手することに成功しています。地球上に存在する微生物のうち、現在確認されている種は恐らく全体の1%程度、人類が活用できて

いるものに限れば0.2%ほどにすぎません。言い換えれば、宇宙環境に適応して人類に恩恵をもたらしてくれる微生物は今後もまだまだ見つかる可能性があります。私たちはそれぞれの微生物について、遺伝子の発現や生育などの観点から能力を解明して宇宙での利用に繋げたいと考えています。



図1: ジオバクター属細菌が亜セレン酸を還元して粒子状セレンになっている様子の原子間力顕微鏡像



図2: セレン耐性菌によるセレン除去実験の様子(左)と亜セレン酸寒天培地上で元素状セレンを生成して赤く呈色するセレン耐性菌の様子(右)