

都府八幡市生まれ。「自然環境中のバイオフィルム」について総合的な解明をめざし、琵琶湖に群生するヨシのバイオフィルムをターゲットとして研究を進めています。趣味は釣りやキャンプなどアウトドア全般。ラグビー観戦（昔はプレーヤーだったが現在はテレビの前で一人力が入っ

ている。気がついたら正座して見ていることもたびたび）。〒940-2188 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 COE 推進機構

Tel: 077-521-1111 (内線 4191)

E-mail: okunishi@se.ritsumei.ac.jp

火星の微生物を探せ!!

木村 浩之

2003年8月、地球と火星は5881万kmまで大接近した。約6万年ぶりのことである。そして、2年2ヶ月後の昨年10月には、火星が再び大接近した。夜空の星々の中でオレンジ色に輝く惑星「火星」を眺めていると、そこには生命が存在するのだろうか？ 火星微生物がどのような生き様をしているのだろうか？ と考え込んでしまう。本稿では、火星探査の歴史と火星の水に関する近年の研究成果を紹介すると共に、火星微生物の存在の可能性について論ずる。

火星は、太陽系の中で地球の1つ外側をまわっている惑星である。火星の半径は地球の半分ほどであり、体積は地球の8分の1、重力は地球の3分の1程度である。大気は非常に薄く、地球の平均気圧の150分の1といわれている。火星の自転軸は傾いているので、地球と同様に火星でも季節の変化を観察することができる。火星表面の平均気温は氷点下55°Cと非常に低いが、夏期には27°Cまで平均気温が上昇することもある。

これまでの火星探査の歴史を簡潔に紹介すると、1962年からアメリカによって探査機「マリナーシリーズ」の打ち上げが開始された。その結果、火星の表面には多くのクレーター、火山、溶岩平原、大渓谷、砂丘が存在することが明らかとなった。1975年には探査機「バイキング」が打ち上げられ、火星の地表面の高分解能画像の撮影や大気組成の観測が行われた。さらに、バイキングは火星着陸に成功し、その地表面は酸化鉄に富むことを明らかにした。

1996年には、火星表面の詳細な地図を作製する目的で探査機「マーズ・グローバル・サーベイヤー」が打ち上げられた。本探査機は熱放射スペクトロメーターを有しており、地表面の鉱物組成も調査された。その結果、火星表面の砂には、炭酸マグネシ

ウムを主成分とする炭酸塩鉱物が含まれることが判明した。しかし、その濃度は非常に低く、高濃度に炭酸塩鉱物が濃縮されている広大な地域は見つからなかった。このことにより、火星の表面には地球の海に相当するようなものはなかったとする報告がなされた¹⁾。

さらに、2001年に火星表面の地形や化学鉱物組成を調査するための探査機「マーズ・オデッセイ」が打ち上げられ、火星への着陸に成功した。本探査機によって行われた中性子および熱赤外線観測の結果により、火星の北極冠およびその周辺には50～70%の水からなる大量の氷が広く分布していることが示唆された^{2),3)}。

近年では、2003年にヨーロッパから探査機「マーズ・エクスプレス」が、NASAから無人探査ローバー「スピリット」と「オポチュニティー」がそれぞれ打ち上げられた。「マーズ・エクスプレス」は、可視・赤外マルチ鉱物学マッピングスペクトロメーターを含む7つの機器を搭載しており、周回軌道上から火星の大気や地層の調査を行っている。一方、NASAが打ち上げた2台のローバーは、2004年1月、火星への着陸に成功した。そして、2年が経過した2006年1月現在でも火星表面での探査を継続している。これらの火星探査から数多くの研究成果が報告されてきている。中でも特記すべきものは、高濃度の硫酸塩からなる大規模な堆積物が火星の表面で発見されたことである。この硫酸塩からなる堆積物の存在から、初期火星における海の存在が報告された^{4),5)}。上記の硫酸塩については、火山活動による蒸気や隕石の衝突によっても生成されるという内容の論文も発表されているが^{6),7)}、液体の水によって形成されたと思われる火星の地形の様子からも考慮すると、

初期火星には大量の水が存在したとする説が有力である⁸⁾。

では、かつて火星の表面にあった大量の水は、何処へ行ってしまったのだろうか？ この問題に答えを出すことは、火星微生物を探索する上で非常に重要である。1つの説としては、火星の海をつくる水分子が光分解され、水素と酸素の大部分が宇宙に飛んで行ってしまったというものである。火星の重力は地球の3分の1程度なのでその可能性は十分に考えられる。さらに、大量の水は地下に潜ってしまったとする説もある。つまり、現在でも火星の地下には大量の地下水が存在するというのである。「マーズ・グローバル・サーベイヤー」によるレーダー観測から求められた潮汐パラメーターによると、火星は完全に冷えて固まってしまった惑星ではなく、少なくとも中心核の外側には液体状のマントルが存在することが示唆されている⁹⁾。少々乱暴な推測ではあるが、これらの想像と断片的な証拠から考えると、火星の地下深部には地熱が残っており液体の地下水が大量に蓄えられているということになる。(火星の地下環境についての記述は、筆者の妄想によるものが大きいのでご注意願いたい。)

さらに自問自答を繰り返すと、火星の地下環境に液体の地下水が存在すれば、そこに微生物は存在するのだろうか？ という疑問が生じる。結論をいうと、惑星深部から水素などのエネルギー源が供給されていれば十分に可能である。筆者らは、疑似火星研究として(当初の目的は違うのだが……)オーストラリア東部に広がる大鑽井(だいさんせい)盆地の地下水を対象にした微生物研究を行った。大鑽井盆地の面積は、日本の国土の約4倍に相当する。地表面はほとんど雨が降らない乾燥した砂漠であるが、地下数百mから3000mには複数の帯水層が存在し、そこには大量の地下水が蓄えられている。さらに、地下深部からの地熱によって、帯水層は平均約40°C(最高100°C)にまで温められている。大鑽井盆地には数多くの自噴井戸が掘られており、そこから容易に高温地下水を採取することができる。筆者らは、高温地下水中の微生物群集の遺伝子解析を試みた。その結果、水素酸化細菌やメタン生成古細菌といった水素をエネルギー源とする微生物が優占する微生物生態系が存在することを突きとめた¹⁰⁾。エネルギー源である水素の由来は明らかではないが、その大きな微生物バイオマスから考察すると、水素は地下深部から断続的に供給されているのであ

ろう。このように、地下環境に液体状の水が存在し、かつ惑星内部からエネルギーが供給されれば、その地下環境には微生物生態系が存在していても不思議ではない。

火星の地下環境の微生物を発見するためには、火星にて大規模な掘削を行い、さらにサンプルリターンを試みるというSFのようなプロジェクトを計画しなくてはならない。現在、火星研究の最前線では探査機を打ち上げ、長期にわたりローバーを走行させ、火星表面の地質調査を行うなど、実行不可能と思われてきた探査計画を実現してきている。このことから、上記の夢のような計画が実現する日も遠くないかもしれない。そして、次は私たち微生物屋が火星探査に乗り出す番ではないだろうか？

文 献

- 1) Bandfield, J.L. et al. 2003. *Science* 301: 1084–1087.
- 2) Mitrofanov, I.G. et al. 2003. *Science* 300: 2081–2084.
- 3) Titus, T.N. et al. 2003. *Science* 299: 1048–1051.
- 4) Poulet, F. et al. 2005. *Nature* 438: 623–627.
- 5) Bullock, M.A. et al. 2005. *Nature* 438: 1087–1088.
- 6) McCollom, T.M. et al. 2005. *Nature* 438: 1129–1131.
- 7) Knauth, L.P. et al. 2005. *Nature* 438: 1123–1128.
- 8) http://www.esa.int/SPECIALS/Results_from_Mars_Express_and_Huygens/
- 9) Yoder, C.F. et al. 2003. *Science* 300: 299–303.
- 10) Kimura, H. et al. 2005. *Extremophiles* 9: 407–414.

(執筆自己紹介)

静岡大学理学部地球科学科(助手)。深く熱い環境の微生物を対象に研究を展開中。地下圏微生物を求めて海洋・陸上を問わず地球上のあらゆる場所を調査することが楽しい。将来の夢は、映画「アルマゲドン」のように地球外惑星を掘削すること。当然ながら、バックミュージックはエアロスミスの「I Don't Want To Miss A Thing」である。

〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836

Tel: 054-238-4784 Fax: 054-238-0491

E-mail: shkimur@ipc.shizuoka.ac.jp