

火星は生命に適した星だったのか

惑星研究家 こもり しょうせい
小森 長生

はじめに

2003年8月27日、火星が5576万kmまで地球に最接近し、マイナス2.9等のすばらしい輝きを見せた。今回に近い接近は1924年にもあったが、ほんのわずかに遠く、過去2000年間を見ても2003年の接近をこえるものはおこっていない。まさに大接近中の大接近だったわけである。

この大接近にあわせて探査機も次々と打ち上げられ、空前の火星探査ラッシュを迎えようとしている。これによって、火星の謎解きは大きく前進するだろう。そこでこの機会に、現在までの新しい情報とともに、火星の最新像の一端を生命の問題も含めてさぐってみることにしよう。

1. 火星に水はどのくらいあるのか

現在の火星は寒冷で乾燥した世界である。表面気圧は平均6ヘクトパスカルとさわめて希薄である。この気圧では水の沸点が0℃以下になってしまい、表面に液体の水は存在できない。しかし、火星上には干上がった川の跡を示す地形が多数見られることから、かつては大気も濃く、大量の液体の水が存在したことは確かだろうと考えられている。

それならば、その水はどこへ消え失せてしまった

のだろうか。火星は直径が地球の半分ほどの小さな天体で、表面重力は地球の3分の1程度だから、ひとつには水は大気圏外へ逃げやすかったということが考えられる。しかしその一方で、気候の寒冷化とともに、多くの水は地下や極地に氷として貯えられているという考えも有力である。

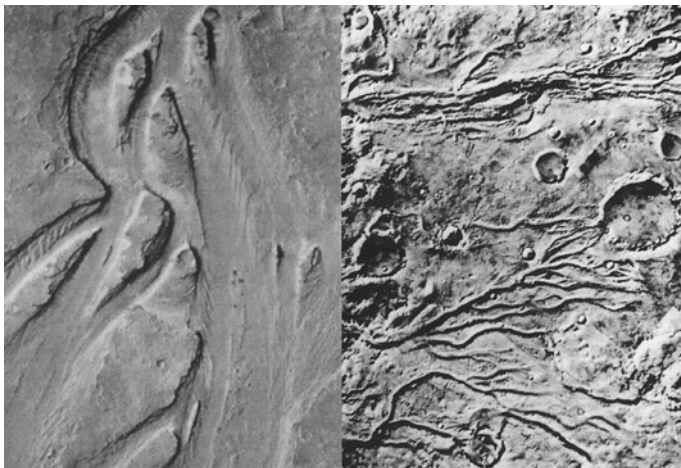
こんなわけで、火星の地下に現在どのくらいの水(氷)があるのかは、火星の生命問題ともからんで、いま最も注目されていることの1つである。最近の火星探査も、水をさぐる大きな課題となっている。

2001年4月に打ち上げられたマーズオデッセイ探査機は、同年末火星を南北に回る軌道にのり、2002年2月から本格的な探査を開始した。この探査機には、地下の氷をさぐる中性子とガンマ線のスペクトロメーターが搭載されている。

火星には磁場のバリアがなく、大気も希薄なので、宇宙線がたえず地表まで降り注いでいる。この宇宙線は火星表層物質の原子核から中性子をたたき出す。飛び出した中性子は地下物質中の水素原子にぶつかるとうエネルギーを失う。一方、中性子からエネルギーをもらった水素原子はガンマ線を放出する。水素

原子の源は水の氷である可能性が一番高いから、中性子のエネルギー減少とガンマ線の増大から、地下の水の量を推定できることになる。この原理で氷探査がすすめられた。

その結果、火星の南北両半球の中緯度から極にかけては、乾燥した表土の下に平均数10cm以深に、かなりの量(土壌体積の半分以上)の水の氷が存在することが確実となってきた。ただし、中性子とガンマ線で探知できるのは地下約1mが限度なので、氷がどのくらいの深さまであるのかは、いまのところよくわからない。



大洪水の流れを示す干上がった川の跡 火星表面に多く見られる樹枝状の谷地形
(画面の幅 約100km) (NASA 提供) (NASA 提供)

火星の水は南北両極冠にも存在する。極冠の表層部は二酸化炭素の水（ドライアイス）であるが、夏になってもとけない永久氷冠の部分は水の氷である。マーズグローバルサーバイヤー（MGS）などの探査によると、南北両極冠をあわせた水の氷の総量は320万～420万km³（火星全体を24～32mの厚さでとりまく水の量に相当）と見積もられている。

結局、両極冠と地下の水を合計すれば、火星には相当多量の水が氷として保存されていることになるわけであるが、地球の水の量からみれば火星の水の絶対量は、はるかに少なそうである。

2. ウェットマーズかドライマーズか

先にものべたように、火星に水が流れたことを示す地形が多数見つかったことから、太古の火星は大気も濃く、豊富な液体の水のある温暖湿潤な気候をもっていた、と考える人が多い。しかし本当にそうだったのだろうか。この点についての論争が最近活発になってきた。

ローマ神話の軍神マーズ（Mars）の名があたえられ、赤く輝くことで有名な火星も、実際は表面の4割近くが暗い模様で占められている。じつはこの暗色模様の正体は古くから議論的で、かつては植物地帯だという考えも有力視された。それが精密なスペクトル観測の進歩によって、近年ようやく正確なことがわかり始めてきたのである。

一般に暗色部のスペクトルは、造岩鉱物の仲間のかんらん石や輝石といった、有色鉱物（鉄やマグネシウムの多い鉱物）に特有の吸収帯を示す。このことから、暗色部はこれらの鉱物を多く含む玄武岩のような塩基性岩が、未風化の状態で露出している場所ではないかと考えられる。MGS搭載の熱放射スペクトロメーターによる最近の観測も、この考えを支持する。

火星表面でよく目立つ暗色部として有名な大シウルチスは、そのよい例である。この地域のスペクトルは明らかにかんらん石が多いことを示しており、ここに存在する火山の玄武岩質溶岩流が、大シウルチスの暗色部を形成しているらしいのである。

このような観測事実は、重要な問題を提起することになった。かんらん石などの有色鉱物は風化に弱く、とくに水のある環境では急速に分解して、粘土鉱物などに変化する。だから、こういう鉱物が長い間変質しないで存続してきたのだとすれば、火星は昔から寒冷で乾燥した気候のままだった、と考えな

ければならなくなってくるわけである。

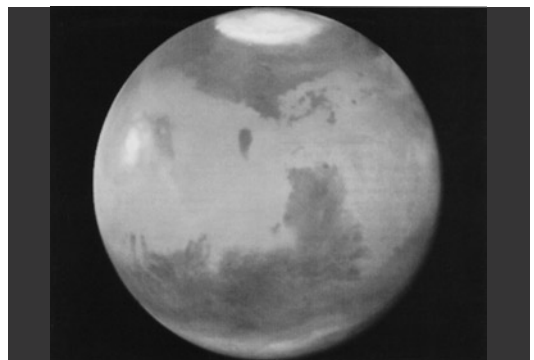
しかしながら、簡単にそうだとい切れない問題が一方にある。火星表面の6割を占める赤褐色の部分は、鉄さび色の酸化鉄を含む土壌が分布する地帯で、これがために火星は赤くぶきに輝くのである。この赤土がどうしてできたのかも大きな問題である。1976年のバイキング探査機での分析以来の研究によると、火星の赤土は酸化鉄やいろいろな粘土鉱物を含む土壌で、その特徴からみると、玄武岩質岩石の風化で生成したものと考えるのが最も妥当だろうとされている。

玄武岩の風化で生成する赤色土壌は地球上でもよく知られており、それは一般に温暖湿潤な気候のもとでできる。したがって、火星の赤土が本当に風化作用の産物であるのならば、過去の一定期間、液体の水のある温暖な気候があったと考えねばならなくなるのだ。

ことほど左様にして、一方の顔を立てれば他方の顔が立たなくなるというこの状況を、われわれはどうとらえたらよいのだろうか。

これに関連して、火星の炭酸塩問題も注目されている。火星の大気の主成分は二酸化炭素であるが、過去にその濃度が高かったとすると、そして豊富な液体の水もあったのならば、火星の表土には炭酸塩物質がかなり含まれているはずだ、と多くの人が考えている。ところが、なかなか思ったほどの炭酸塩が見つかってこないのである。これはどういうわけなのだろう。

過去の火星がウェットだったのかドライだったのか、本当のことはまだよくわかっていない。火星の歴史の探究はまだ始まったばかりであり、今後のいっそうの探査と研究が望まれるところである。



火星表面の暗色模様。中央の大きな暗色部が大シウルチス。
(ハッブル宇宙望遠鏡撮影) (NASA 提供)

3. 火星に生命は存在するのか

水の問題と関連して、火星でいま最も関心をもたれていることといえば、やはり生命の存在の問題であろう。

1996年にアメリカ航空宇宙局（NASA）が発表した、“火星に原始生命の痕跡発見”のニュースは、大きな驚きをもって迎えられた。南極大陸で発見された火星隕石 ALH84001 中の炭酸塩物質（約 36 億年前）に、生命活動の産物とみられる有機化合物や、バクテリアの化石と思われる微小構造物が見出された、というものである。これについてはいまも論争がつづいているが、火星の本格的な生命探査の気運をもり上げたことは否定できないだろう。

火星隕石が火星から来たものであることは確かだとしても、生命の痕跡とされたものが直接火星上で見つかったものでないことには、何がしかの菌がゆさを覚えるものだ。何とかして火星上で生命の痕跡を見つけない——こんな想いから、火星の生命探査は、生命の痕跡のありそうなところ（たとえば、かつての湖の跡で厚い堆積岩が存在するような場所）の地質調査をおこなうことが主流になりつつあるようにみえる。

しかしまた一方で、火星には現在でも、生きた微生物が存在している可能性がある、と考える人たちもいるのである。

近年地球では、バクテリアなどの微生物が深度 1000m をこえる地下深くの高温の場所にも、多数生息することがわかってきて、こうした地下深部生物圏が大きな注目をあびている。そこにすむ生物の多くは、地球内部から流出する二酸化炭素と水素などの無機物から、化学エネルギーを使って有機物を合成する、化学合成独立栄養細菌のたぐいである。

このような状況をふまえて、現在の火星の地下に

も、化学合成独立栄養細菌のようなものが生息するのではないかと考える科学者たちがいる。火星の地下のまだ地熱が十分残っているところでは、岩石中に液体の水が含まれている可能性が高く、上記バクテリアが生息しているかもしれないからである。

そこで、こうした場所をねらってボーリングをおこない、岩石サンプルを採集することができれば、生きた生命体を見つけ出すことも可能なのではないかと考えられる。ただし、火星で（とくに無人探査で）深部ボーリングを実施するのは容易なことではないが、やがてはそういう技術も開発されて実行に移される日がくるだろう。

火星の生命探査は、生命というものが宇宙で普遍的な存在なのかどうかをさぐる、第一歩となっていくにちがいない。

おわりに

これまで、最近の探査の成果をもとにして、火星の水と過去的环境、生命の問題などを中心に、新しい火星像の一端をのべてきた。ここではふれられなかったが、火星の地殻とその活動史や、火星の気象などについても、新しい知見や問題点がたくさんある。これらについては、また別の機会にご紹介できればと思う。

われわれの火星についての知識は、探査と研究の進展でずいぶん豊かになってきた。しかし、新しいことがわかってくるにつれて、また新しい謎も次々と生まれてくる。その謎を追って、また新たな探究がつづくのである。

火星は地球とは兄弟の、そして隣人の惑星である。火星の探究はつまるところ、われわれの地球をより深く知ることにもつながっていくはずだ。広い視野で、地球とともに火星を見つめていきたいものだと思う。



ALH84001 中のバクテリアに似た構造物。人間の毛髪の 100 分の 1 以下の太さ。 [NASA 提供]



堆積物で埋まった底の浅い大クレーター（直径約 170km）。かつては湖だったと考えられている。 [NASA 提供]