

火星で発見された水流痕跡の考察

*Dr. キッチュ

はじめに

Mars Global Surveyor (MGS) に搭載されたカメラが、火星の興味深い現象を捉えた。その現象とは、火星表面に比較的最近に水の流れたような痕跡があるという、ある意味衝撃的な内容であった。我々は、過去に文献(1), (2), (3) にわたって火星の真の実像を推定してきた。今回の現象もその推定を十分裏づけるものと考えられる。

現象の概要

Malin Space Science Systems (MSSS) の Dr. Michael Malin 氏によれば、MGS の撮影画像の中に、比較的最近に流水で形成されたような溝が発見されたとのこと。(図1)

Dr. Malin 氏によれば、この形状は数百万年～昨日の間に形成された可能性があり、一般的見解である数十億年前に蒸発した火星の水による形成ではないとのことである。

また、現在考えられている火星の低い大気圧(7hPa, 5mmHg, 1/145 気圧)における流水の存在可能性については、「通常であれば水は沸騰蒸発してしまうが、何らかの加圧機構(氷のダム)がはたらき、蒸発を防いだのではないか。」と見解されている。

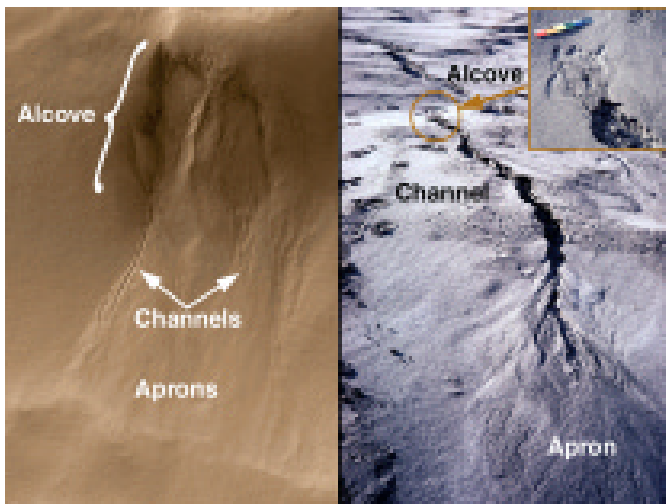


図1 火星の水流痕(左)と地球の例(右)

発表情報の条件下における水の挙動

公式発表されている火星の大気状態は次の通りである。

* 超越科学研究所・ワークスキッチュ
マッドサイエンス学会正会員
Laboratory of Hyper-Science
Tokyo JAPAN
dr_kitsch@muf.biglobe.ne.jp

表 1

| | |
|------|---|
| 地表重力 | 0.34g[m/sec ²] g は地球の重力加速度 |
| 地表圧力 | 7hPa |
| 地表温度 | 平均気温 - 58°C |
| 地殻 | 冷え切っていて 高温コアやマンツルの存在可能性は低い |

すでに、今回発見された現象は地表温度の公式発表データと矛盾している。どうも、この気温は NASA が当初火星に存在する極冠を「ドライアイス」とし、これが存在するためには「マイナス58度の気温」でなければならないとした節がある。なぜなら、二酸化炭素の3重点がマイナス56.6度であるからである。

気圧7hPaの条件下での水はどうなるだろうか？ご存じのとおり、水の沸点はその蒸気圧で決まり1気圧=1013hPaで100度である。7hPaでは水はわずか0.2度で沸騰してしまい、蒸発することになる。NASA/Dr. Malin の見解では、「氷のダム」による加圧機構が働いているとしているが、図2～4のように極地方やクレーター内部など各地で同様の現象が発見されている事を考えると、これらを統一的に説明する加圧機構を「大気圧データの見直し」に求める方が合理的であろう。

水の熱力学考察

では、実際に7hPaでの水はどのような挙動を示すのであろうか。水の物理的特性を以下に示す。指示のない温度は0.2度である。

表 2

| | |
|-------|----------------------------|
| 密度 | 0.9994[g/cm ³] |
| 比熱 | 4.21[J/(gK)] |
| 熱伝導度 | 5.82[W/(mK)] |
| | @10°C以下 |
| 蒸気圧 | 7.05[hPa] |
| 氷の蒸気圧 | 6.1[hPa] |
| | @0°C |
| 気化熱 | 583[cal/g] |
| | @25°C |
| | 540[cal/g] |
| | @100°C |
| 融解熱 | 79.7[cal/g] |

0.2度において1gの水が沸騰 気化した場合、約540calの熱量が奪われる。これは約6.8倍の液体の水を氷にする能力である。

この蒸発量は諸条件に左右すると思われるので確定したデータは文献には記載されていなかった。そこで特定条件下での実験を行なった。

水の蒸発実験

片手鍋に水を入れ、沸騰条件下と放置条件下での水分蒸発量を計量する。

表 3

| | |
|-----|-------------------|
| 片手鍋 | 開口部 12cm |
| はかり | 電子秤 TANITA KD-162 |

結果

| | |
|------------|--------------------|
| 開口部面積 | 113cm ² |
| 沸騰時の蒸発量 | 毎分 15g |
| 約100°C 放置時 | 毎分 3g |



図2 極地方・極冠エッジにおける水流痕画像



図3 クレーターエッジにおける水流痕画像

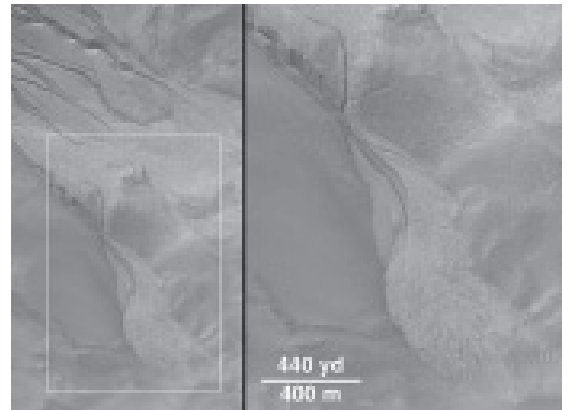


図4 水流により形成された水路と扇状地

の場合沸騰時には毎分 15g の水が蒸発し、そうでない場合は約 1/5 の 3g が蒸発することが判った。

この結果を火星の条件 7hPa にあてはめるには、気体の拡散係数 D の補正を行なえばよい。

一般的に拡散係数 D は圧力に反比例し、温度の 3/2 に比例するので、 $0.2^{\circ}\text{C} \cdot 7\text{hPa}$ の火星大気では

$$\text{圧力の補正值} = 145 \text{ 倍} \quad (1)$$

$$\text{温度の補正值} = 1 / (373 / 273)^{(3/2)} = 0.63 \text{ 倍} \quad (2)$$

を補正する。すなわち、

$$\text{補正值} = 90.8 \text{ 倍}$$

を測定値に掛け合わせればよい。

したがって、MKSA 単位系に変換した場合、1 秒間に 1 平方 m から蒸発する水分量 [kg] は

$$\text{沸騰する水} = \text{毎秒 } 1.99\text{kg} \quad (2)$$

$$\text{沸騰しない水} = \text{毎秒 } 0.40\text{kg} \quad (4)$$

となる。

図4のケーススタディ

実験結果より、図4における川のようなものを考えてみよう。扇状地の部分に幅 40m 長さ 500m の河床部分がある。川の下端にはなだらかな扇状地が形成されており、この場所まで十分な水量があることが判る。

川がその形態を維持するためには、少なくとも川の上流から下流まで流れるだけの水とその時間が必要になる。図4の川の流速は不明だが、扇状地なので比較的ゆっくりした一般河川の秒速 1m を仮定した場合、川の上流から下流までにかかる時間 t は

$$t = 500 / 1 = 500 [\text{sec}] \quad (5)$$

したがって、上流側で確保しておかねばならない水の最低流量 W_0 は、微分方程式

$$W_0(t) = W_0(t-dt) + dW_b + dW_d \quad (6)$$

を数値的に解いて、

$$W_0(t=0) = 318 t / \text{毎秒} \quad (7)$$

となる。すると、この水流は川幅 40m の場合なんと水深 8m にも達する。この水深では、両側に岩盤がないとアスペクト比 1/5 の川形状を維持することは困難であろう。

しかも、この川は 500m の下流では水深がなくなってしまふのであり、これが土砂を堆積することは不可能になってしまう。NASA/Dr. Malin の説明による「氷のダム」が形成されるにしても、川の延長 500m に渡って氷の壁が形成されないと、川の下流にまで十分な堆積物を運搬することはできない。また、この場合氷のダムが形成してしまった場所には逆に堆積物は形成されなくなり、上流側の扇状地は発達しない。

したがって、この検討では、図1～4に示すような川と扇状地の形成をうまく説明できない。

まとめ

川の形成において、表1の火星データ 7hPa の大気圧条件下に蒸発条件を導入すると扇状地の形成が困難であることが判明した。

一方、文献3において推定した火星大気圧での条件ではどうであろうか。大気圧が 590hPa であるとした場合、水は 85°C 程度まで沸騰することはなく、このため川のモデルで沸騰・固化の条件は考慮しなくてもよい。つまり、通常地球における河川と同等のメカニズムで扇状地が形成できたと考える事が可能である。

残された課題としては、MGS が最近の河川痕跡、少なくともここ数年における河川痕跡を発見することにある。この痕跡が発見されれば、火星の現在における大気圧値 590hPa の強力な傍証になり、ひいては火星の空の色が青～水色であろうことへの論理的整合性も得られることとなる。

文献

- 1) T.M.S.R. Vol.21 Aug.17 1997
パスファインダーにおける火星の空の色
- 2) T.M.S.R. Vol.23 Aug.16 1998
マーズ・グローバルサーベイヤーからの「火星の顔」解析
- 3) T.M.S.R. Vol.26 Dec.26 1999
Mars Climate Orbiter 失敗からの火星大気圧推定
- 4) http://spaceboy.nasda.go.jp/note/tansa/J/tan105_mars.html
- 5) <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/>
- 6) <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/june2000/index.html>