

地球と火星の永久凍土

木下 誠一 Seiichi KINOSHITA

1. はじめに

アメリカ建国 200 年を記念して、1976 年に探査機バイキングが火星の表面に着陸した。各種の科学調査が行なわれたのであるが、そのうち、表面の土壌を採取し、生物がいるかどうかをさぐる計画がいちばん注目をひいた。その結果は、生物の存在については否定的であった。

この火星に永久凍土が過去に存在したという説がある。現在の火星の地形の様子から、過去に暖かい時期があつて表土が凍結・融解をくりかえし、地球上の永久凍土地帯にあるのと同じ地形ができたと考えるわけである。1976 年 10 月と 1978 年 10 月に、「惑星の表土における水 (Water in Planetary Regoliths)」という題でのシンポジウムが、アメリカ・ニューハンプシャー州のダートマス大学で開かれた。そのなかで提出された報告をもとに紹介しよう。

2. 地球の永久凍土

まず、現在の地球上の永久凍土について紹介する。

2. 1 永久凍土の分布

永久凍土は、現在、シベリア、アラスカ、カナダ北部、中国奥地の北半球に広く分布し、その面積は $21 \times 10^6 \text{ km}^2$ に及び、地球上の全陸地の 14% を占める (地球全表面の 4%)。また、その厚さは平均で約 50 m、もっとも厚い所で 1000 m にもなる。地球上の土の凍結状況を示したのが図 1 である。点群で示された領域が永久凍土と氷河である。南極とグリーンランドは氷河である。

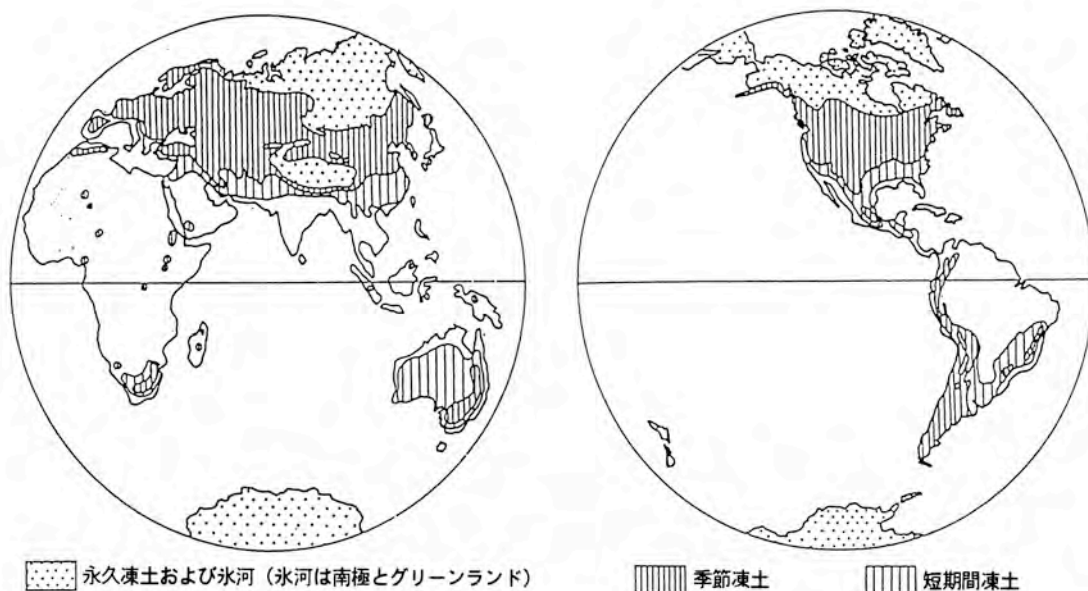


図 1. 地球上の土の凍結状況

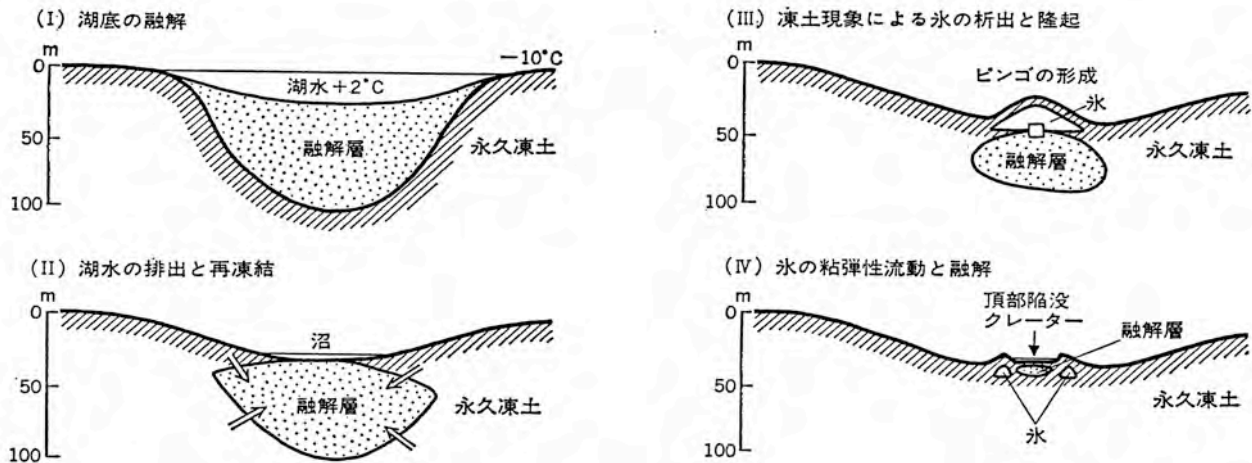


図2. ピンゴの形成発達史 (福田正己, 1989, 科学, 59, 147 より引用)

永久に凍るという意味で氷河 ($16 \times 10^6 \text{ km}^2$ 、全陸地の 11%) を加えると、 $37 \times 10^6 \text{ km}^2$ で全陸地の 25%、地球全表面の 7% になる。図 1 の中の季節凍土 (幅のせまい縦の線群) と短期間凍土 (幅の広い縦の線群) を含めると、多少とも土の凍結に見舞われる地域は全陸地の 70% にも及ぶ。永久凍土といっても、地面近くは冬凍り、夏融けることをくり返す活動層になっている。

2. 2 永久凍土の植生

永久凍土地帯は非常に少ない降水量 (たかだか年間 300mm) ではあるが、表層の活動層の下の永久凍土層には土中水がしみ込まないため、水分は活動層内に蓄えられる。この水分がもとで植物が生育する。夏の気温が低く活動層の薄い所では、立木のないツンドラになり、夏の気温が高く活動層の厚い所では、樹林が育ち、タイガという。ツンドラとタイガの境界は、温量指数 (夏の月平均気温が 0°C 以上の値の積算) が 35 といわれる。ツンドラでは、矮小な北極植物群が、またタイガでは針葉樹が主である。北半球では、永久凍土のうちの北半分がツンドラ、南半分がタイガである。

2. 3 永久凍土のはじまり

昔から現在の地球上の気候が続いていたとすると、永久凍土が現在の状態になるのには何年かかったのであろうか。例えばシベリアのヤクーツクでは永久凍土の厚さが 250 m で、地下 10 m の年間ほぼ一定の地温が -4°C である (年平均気温は -10°C であるが、冬に 30cm ほどの積雪が地面を覆うため地温は少し高い) ことから、250 m 凍るのに約 2 万年かかることになる。何万年というオーダーになると、その間に氷期や間氷期が入ることになるので、永久凍土のはじまりは、第四紀のはじまりのほぼ 200 万年前までさかのぼると考えられる。

2. 4 特徴的な地形

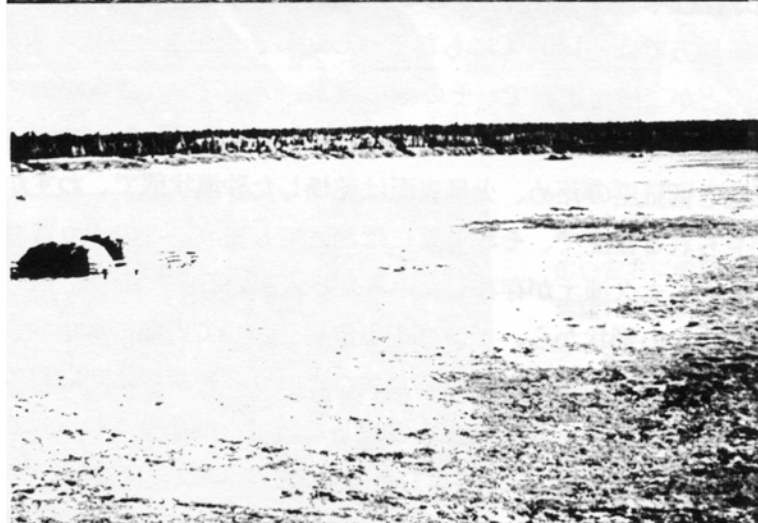
特に活動層の凍結・融解のくりかえしに起因して、特徴的な地形が出現する。そのうち、火星に見られるものだけをとり出して紹介する。

(a) ピンゴ 平らな湿地の中にぽつんと盛り上がる小丘である。高さは数 m から 60 m くらいで、丘の内部には水がつまっている。はじめに広く浅い沼があつて、この沼の熱容量のため、沼の下のある深さまでは、冬でも凍らないでいた層があつた。それが、あるときから寒い気候になり、

写真1. 周辺の構造土群の中から盛り上がったピンゴ（カナダ、マッケンジーデルタ）。高さ約15 m。 構造土の1つの幅は約10 m。



写真2. 直径数百mの皿状に凹んだアラス（写真中央右側）。牧草地の中にある。



沼の水が凍り、沼の底の不凍層も凍りはじめる。この不凍層は、上下前後左右の四周が凍土で囲まれ、次第にせばめられる。土中の水が凍るときにおきる凍上で、氷が析出し体積増がおこるため、上方へ押し上げられて丘が出現する（図2、写真1）。その後の暖気で、内部の氷が融け、丘の頂上部が陥没しているものもある。

（b）構造土 地表面に現われる規則的な凹凸模様のくりかえしで、1つの幅が10 m、中央の盛り上がりが50cm くらいのものである。凹みは、活動層内の上下の温度差にもとづく熱応力による亀裂である。凹みと凹みの間隔は、この熱応力と、凍土の剪断強度できまる。写真1にみられる。

（c）アラス シベリアのヤクーツク周辺に数多く見られる熱カルスト地形で、樹林帯の中にぽつんと開けた、皿状の凹んだ所である。タイガの中になんらかの原因で林がなくなって裸地ができると、それまで林に覆われて、活動層が50cm くらいしかなかったのが、直接日射や暖気にさらされて、融解が2 mにも及ぶことになる。それまで活動層の下で融けないでいた氷が融け、地面が沈下する。特に氷は構造土の凹部の下に多いので、構造土模様が出現する。冬になると地面は凍るが、翌夏には再び溶融がはじまりさらに沈下する。毎年これをくり返ししながら数百年もたつと、沈下は10cm くらいに落ち着く。皿状に凹むので、皿の側端部でも溶融が起こり、皿の

広さを側方に拡げる。ここを放牧地としてヤクト族が住み着いている。水が多いと夏の融解水がたまって湖となることもある。写真2に一例を示す。

3. 火星表面の永久凍土地形

火星表面の地形のうち、地球の永久凍土地形に似たものを紹介しよう。写真2と写真4の2枚は、バイキングに先立つマリナー9号が火星の表面をとらえたものである。このなかに見られるクレーターが、昔はピンゴの中身は氷が抜けたものという考えである。またクレーターから伸び出る曲がりくねったみぞは、その融けた水の流れた跡だという考えである。

火星は、直径6780kmで地球の約半分、体積は地球の15%、表面積28%、質量11%、重力は38%である。自転周期は24時間37分で地球とほぼ同じ、また公転周期も1.88年、自転軸の傾きも約25°と地球に近く、四季の区別がある。表面の温度は全体平均で-4°C、地球の+15°Cより少し寒い。極地方では-140°Cにもなる。しかし、火星をとりまく大気圧は7 hPaにすぎない。大気はほとんどが二酸化炭素で、その他に窒素、アルゴン、酸素が少々である。特に水蒸気はきわめて少なく、全部を凝縮させて水にしたとしても火星表面をわずか0.03mm覆うにすぎない。このような低温と低気圧のため、火星表面は乾燥した砂漠状態で、わずかに極地方に白い固体の二酸化炭素が見られる程度で、それも夏には消えてしまう。このような寒冷乾燥の火星表面にも、かつて地球と同じ永久凍土が存在したと考える人がいる。

クレーターの形状から、ピンゴを想像し、かつて内部に氷がつまっていたのが、温かい間氷期にその氷が融けて山頂部が陥没したのだという。中身の氷が融けてできた水は、長年にわたってピンゴから流れ出て、表面地盤を侵食した結果、曲がりくねった水路ができたという。クレーターの大きなものは直径が数十kmもあるので、昔のピンゴは高さ数kmもあるような大きなものということになる。

火星表面の曲がりくねった水路は、火星表面の地盤構造から、水の流れによる侵食でなければできないという。地球表面の河川の蛇行によく似ている。もちろん現在の火星では、乾燥した断崖の連続になっている。その他にも構造土に似た模様が見られる。

地球と火星が同じ成因で生まれた惑星という観点からみると、火星内にも水の層が表面全体にわたって500 m、物理吸着で10 m、化学吸着で400 m、鉱物内の結晶水として400 m存在したと考えられる。しかし化学的風化でそのほとんどがなくなっている。かつて存在したと考えられる500 mの水はどうなったのであろうか。地球上の水は現在地球全表面にならして2500 m近くある。火星の500 mの水は、流れて表面模様をつくったのであろうか。

4. おわりに

私は、雪氷凍土の専門家で、その関係から、シベリアやアラスカ・カナダ北部の永久凍土調査も実施した。1976年のこのシンポジウムに参加し、たいへん興味をおぼえた。主として永久凍土専門の研究者の集まりで、火星の永久凍土地形に報告が集中された。その内容を多くの人に紹介したが、当時はあまり関心がもたれなかった。

そのうち木星の衛星や彗星が氷天体であることがわかり、興味はそれに集中した。いまでも氷天体研究グループとしての会合がもたれている。火星の永久凍土については現在ほとんど関心が

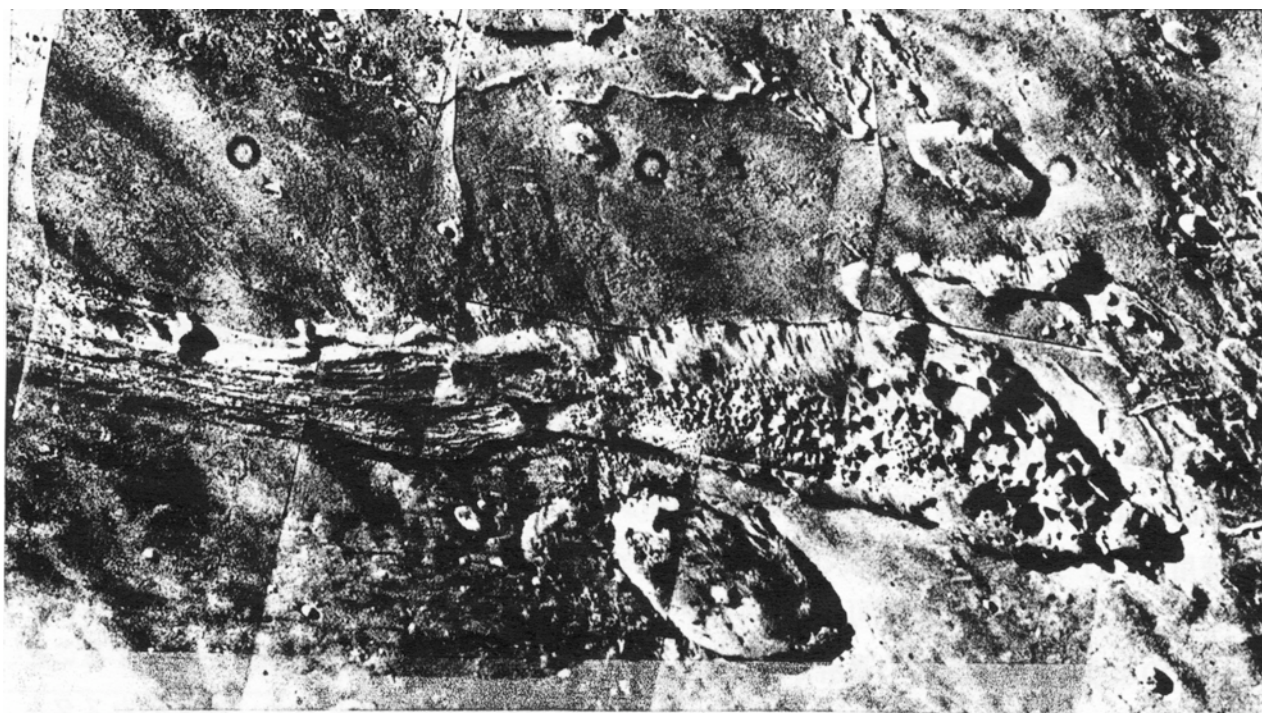


写真3. マリナー9号が撮影した火星表面。中央の幅広い左右にのびる凹地の長さは120km。上方のクレーターからは曲がりくねった流路がのびているのがみえる。



写真4. マリナー9号が撮影した火星表面。クレーターとクレーターからのびる流路がみえる。中央よりやや左下のクレーターの直径は87km。

もたれていないようである。筆者も1987年に定年退官したので、その後どう展開したのか残念ながら知識のない状態であるが、後学のために紹介したしだいである。

参考文献

- (1) 木下誠一, 1980: 永久凍土. 古今書院, 202.
- (2) Proceedings of the Colloquium on Water in Planetary Regoliths, Hanover, New Hampshire, 5-7 October 1976, 1976, 161. US CRREL.
- (3) Proceedings of the Second Colloquium on Planetary Water and Polar Processes, Hanover, New Hampshire, 16-18 October 1978, 209. US CRREL.

(元北海道大学低温科学研究所長)

論文紹介

クレメンタイン・ミッションー1994年に月と小惑星をめざす小型探査機

Nozette, N., and Shoemaker, E.M., 1993: Back to the Moon, on to an Asteroid: the Clementine Mission. Planetary Report, vol.8, no.5, September/October, 10-15.

アメリカは1994年、20年ぶりに周回軌道からの月探査を再開することになった。クレメンタインと呼ばれるこの探査機は、約2か月間、周回軌道から月面を撮像したあと、地球と月のスイングバイによって地球近接小惑星ジオグラフィス Geographos (1620 番) に接近する(図1)。

クレメンタインは貴重な科学データを地球に送信してくるが、このことがクレメンタイン本来の目的ではない。国防省では従来、地上でのミサイル発射などを監視するために高価な大型衛星を使用し、打ち上げにはデルタ、アトラス、タイタン VI などの大型ロケットを必要とした。しかし小型ロケットでも打上げ可能な、小型・軽量・安上がりな監視衛星の制作が検討されはじめた。このような小型衛星は、高解像力を必要とする光学系の要請から、低軌道を飛行することになる。結果として広い地域を監視するためには多数の小型衛星が必要になり、従来のカスタムオーダーとは正反対に大量に生産されることになる。

ところでこの衛星に新たに搭載されるセンサー、コンピューターなどの装置は、宇宙空間での長期間の放射線被爆、激しい温度変化、可動部分の耐久性をテストしなければならない。短期間で大量の放射線被爆をテストするためには、バンアレン帯を繰り返し通過する静止軌道への遷移軌道、あるいは静止軌道に衛星を打ち上げるのが効果的である。しかし低軌道を前提としたセンサーの光学的性能は、このような高い軌道からは地球上の物体をチェックできず、新たにテストチャートとなる衛星を打ち上げる必要性が出てくる。

ところが発想を変えれば、テストチャートとして月や小惑星を使えば、テストチャート衛星は打ち上げずに済むし、科学探査もできて一挙両得である。このような経緯で、話はとんとん拍子に進んだ。1992年1月SDIO (Strategic Defense Initiative Organization 国防総省戦略防衛構想局) はクレメンタイン計画をNASAに伝えた。NASAはこれに応じてクレメンタイン・ミッションのための科学ワーキンググループをつくり、1993年早々には正式な科学チームを発足させた。

クレメンタインの本体重量は220kg(推進剤を除く)で、1994年1月24日、タイタン IIG ロケットで打ち上げられる。SDIOは、センサーを含めた2台の衛星を組み立てるのに1億ドル以内で済ますことを目標としている。搭載機器は、①紫外・可視 CCD カメラ、②近赤外・遠赤外 CCD カメラ、③高解像力 CCD+レーザー測距システム (LIDAR) 等である。①②のカメラは月全体の撮像を目的としており、カメラに取付けられた回転式フィルターによって10波長域のスペクトルを撮像し、月とジオグラフィス表面の珪酸塩鉱物の分布を調べることができる。

カメラは、月軌道での大半の時間は真下に向けられ、高々度するときだけ斜め下方向も撮像される。最接近時の高度は425kmで、月面上の解像力は可視光で100 m/画素、近赤外光で150 m/画素となる。LIDAR カメラでは10 m/画素の細長い画像を取得し、同時に1 km 間隔で±40 mの精度で高度を測定する。

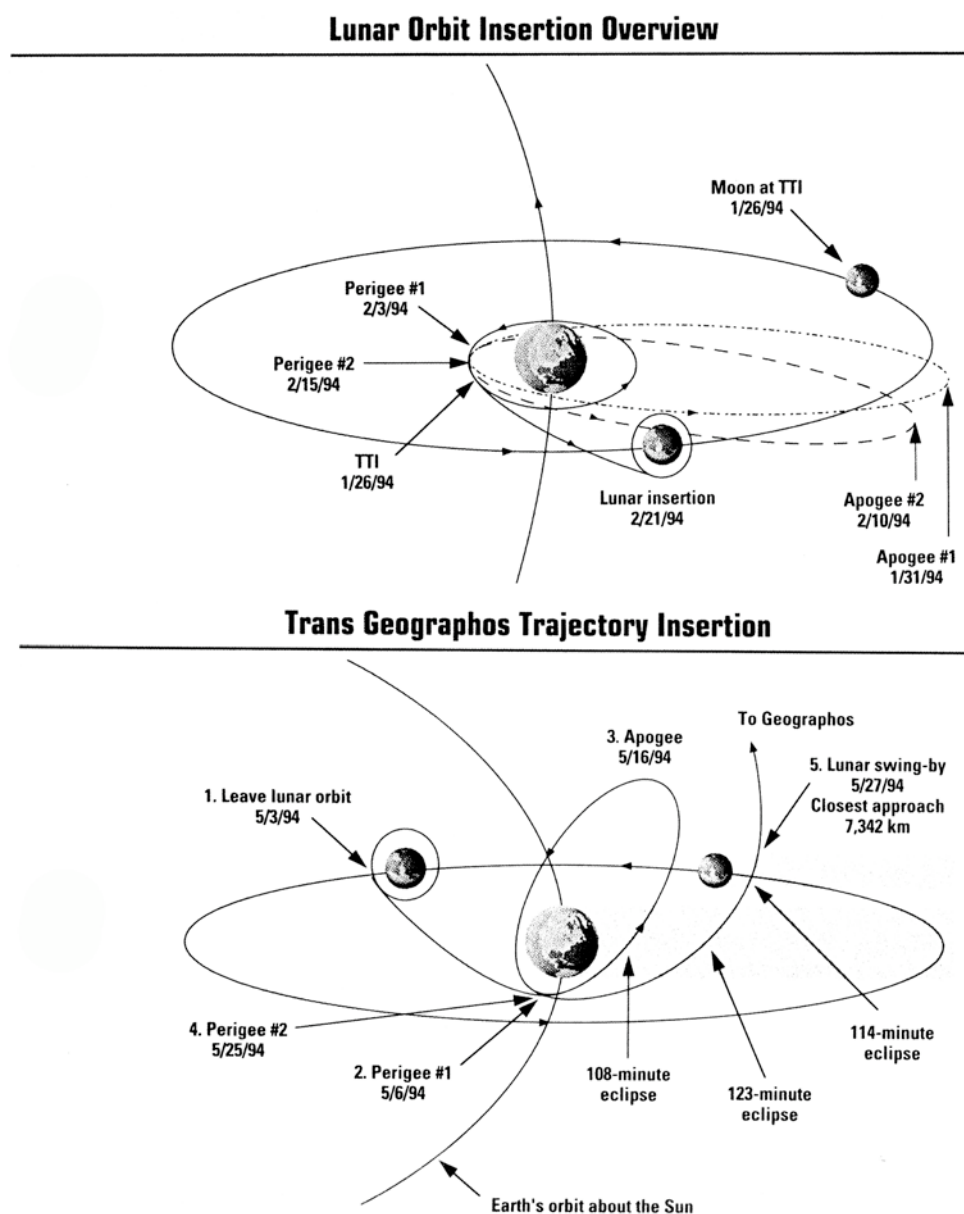


図1. クレメンタインの月軌道への投入（上）とジオグラフィオスへの投入（下）の概略

ジオグラフィオスは、長さ3～4 km、幅1.5kmの細長い小惑星で、いくつかの大きな岩の塊が弱く重力的に結びついていると推定されている。クレメンタインはジオグラフィオスの後方から近づき、最初は三日月形の、そして正面にまわってからは全面が照らされた形をとらえる。最接近時の100kmの距離では、解像力は紫外・可視カメラで30 m/画素、近赤外カメラで40 m/画素、LIDARカメラでは1 m/画素となる。また遠赤外カメラでは昼と夜の両側の画像を撮像し、その最高解像力は8 m/画素となる。クレメンタインは合計2000枚のジオグラフィオスの画像を撮像・録画し、のちほど地球に送信される。これらの画像によってジオグラフィオスの地形、化学組成、地質、クレーター衝突史が明らかにされる。

クレメンタインは太陽系探査の新たな観測手段を切り開くものであり、計画が早く、安く、効果的に実施できることを私たちに示している。このような比較的安い費用で可能な小型軽量探査機は、将来の健全な宇宙探査計画を支えていくために重要な手段となるだろう。（白尾元理）

金星の火山分布の特徴ーグローバル・テクトニック・パターンとの関係

Crumpler, L.S., Head, J.W., and Aubele, J.C., 1993 : Relation of Major Volcanic Center Concentration on Venus to Global Tectonic Patterns. *Science*, 261, 591-595.

金星全面にわたるマゼラン画像の解析によって、金星表面における火山地形の分布の特徴が明らかとなり、グローバルな地質的性質との関係が議論できるようになってきた。

著者たちはマゼラン画像から、金星表面に直径 20km 以上の火山地形を 1662 個識別し、その分布図（図 1）をつくった。〈紹介者註：著者らは volcanic center という言葉を使っているが、これはマグマの中心性噴火のできる各種の火山体をさすと思われるので、以下では単に“火山”とだけ記す〉。

それによると、金星の火山の分布はけっしてランダムではなく、ある特定の地域に集中している。とくに大きなものは、赤道と 250°E に中心をもち、Beta、Atla、Themis の各地域を含む直径 13,000km におよぶ円形の範囲（BAT と略称）で、金星全面の 40% の部分を占める。金星全体での火山の平均分布密度は 3.5 ± 2.9 個/ 10^6 km^2 であるが、BAT ではこの値を上回り、7 個/ 10^6 km^2 に達する（著者らはこれを“BAT 異常”とよんでいる）。同様な分布密度をもつこれよりも小さな集中域は、BAT の反対側の半球の赤道付近、70°E 近くに存在する。平均分布密度をこえるこれらの地域を合わせると、金星の全表面の 50% 以上になる。

一方、垂直方向の分布をみると、火山は金星の平均半径（6051.84km）から 1～2 km の高さの中間的高地（uplands）に最も多く存在し、それよりも低い低地（lowlands）と、平均半径 + 2 km よりも高い高地（highlands）には少ない。BAT 異常の地域には Bata、Phoebe などの高地も存在するが、全体としてここは中間的高地の部分で、このまわりを低地がとりまいている。

次に、金星の火山の集中域が地質的な諸特徴（地形や構造）とどのような関係にあるかをみよう。まず、地殻の伸張の場と考えられるフラクチャー帯（fracture belts）は金星表面の各所にみられるが、最も多いのは BAT 異常の地域である。ここには内因的な火山性の地形であるコロナも集中している。

その反面、リッジ帯（ridge belts）、リッジ平原（ridged plains）、山脈（mountain belts）、テセラ（tessera）の地域には火山が少ない。これらの地域の多くは地殻の圧縮の場である。リッジ帯やリッジ平原は一般に低地にあり、山脈やテセラは高地に存在する（図 2）。さらに、ジオイドの負の異常が火山の少ない所に対応しているのも注目される。

以上にみたような金星の火山の分布と地質的性質との相関関係は、金星マンツルの循環運動にもとづいて統一的に説明できる。すなわち BAT 異常の地域は、マンツルの大規模な湧き上がり（upwelling）の場であり、豊富な熱流量が多くの火山をつくり、フラクチャー帯を発達させた。一方 BAT 異常をとりまく低地の平原はマンツルの沈み込み（downwelling）を示す場所であり、それによって生じた圧縮力がリッジ帯などを形成し、ジオイドの負の異常ももたらした。

こうした金星の火山分布と地質学的性質との関係からみちびき出された金星のマンツル運動のパターンは、地球のマンツルで考えられている大規模な運動に似ているといえる。つまり、地球の大陸や若い造山帯の配列、ホットスポットの分布などは、マンツルの不均質性による地球内部

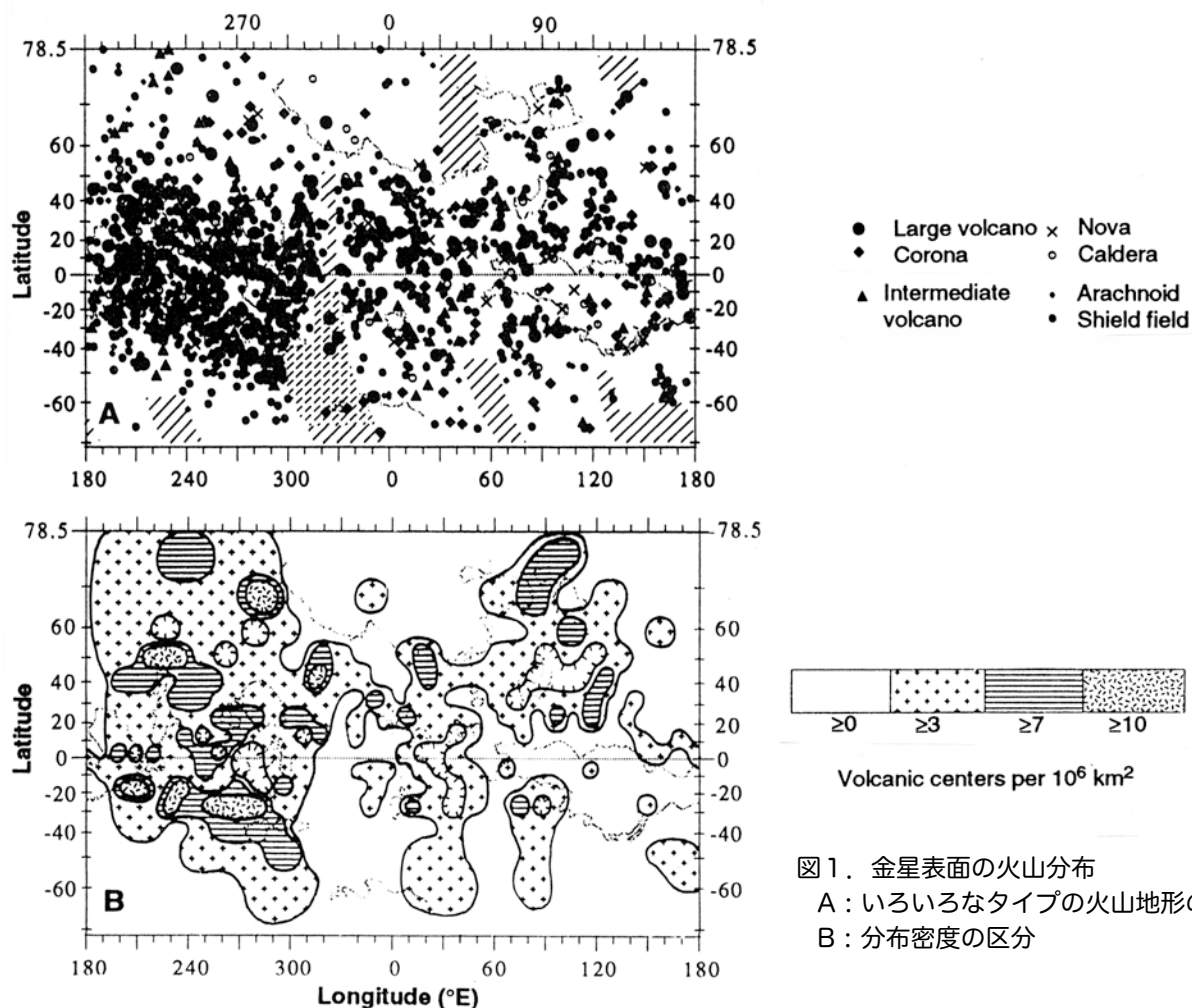


図1. 金星表面の火山分布
 A: いろいろなタイプの火山地形の分布
 B: 分布密度の区分

	Uplands	Lowlands	Highlands
2 km 0	0 to 2 km	<0 km	>2 km
Type areas	Beta-Atla-Themis (BAT) Eistia, Bell regiones	Guinevere, Lavinia, Rusalka, Vinmara, Helen, Atalanta planitiae	Ishtar, Aphrodite, Terra, Beta, Phoebe, Alpha, Tellus Regio
Volcanic centers	Abundant	Few	Few
Characteristics	Fractures Faults Troughs Rifts	Ridged plains Ridge belts Lava plains Lava channels/floods	Mountain belts Tessera terrain
Interpretation	Regional extension Rifting	Regional compression Reverse faulting Folding	Regional compression Folding Crustal thickening Shallow extension
Formation mechanism	Mantle upwelling	Mantle downwelling?	Regional upwelling? Global downwelling?

図2. 高度区分別にみた火山の分布と地質学的諸性質との関係

の構造と運動にもとづくと考えられている。このようなことは、さまざまな条件の相違があるとはいえ、他の地球型惑星にもおこっていると考えられ、今後の比較惑星学的研究の課題と方向を示しているといえよう。

(小森長生)

論文抄録

金星の谷地形の分布と成因

Komatsu, G., Baker, V.R., Gulick, V.C., and Parker, T.J., 1993 : Venusian Channels and Valleys : Distribution and Volcanological Implications. *Icarus*, 102, 1-25.

マゼランによる金星全面のマッピングの結果、金星表面のチャンネルと峡谷の分布はランダムではなく、高地やリフトで特徴づけられる赤道帯に集中し、多くはさまざまな火山地形に伴われることがわかった。月の曲がりくねったリルとよく似たチャンネルはコロナに伴われることから、マントルブリュームの噴出による粘性の低い溶岩流の侵食（とくに熱的侵食）作用がチャンネルを形成したと考えられる。一方、運河状のチャンネルは平原地帯に多く、平原の形成と更新に密接に関係していると思われる。（K）

熱放射の測定からみた金星の最近の火山活動

Rebinson, C.A., and Wood, J.A., 1993 : Recent Volcanic Activity on Venus : Evidence from Radiothermal Emissivity Measurements. *Icarus*, 102, 26-39.

金星の高地にある高い山の頂きの地域は、一般に放射性起源の熱放射率が低い。これは黄鉄鉱を含む誘電率の高い鉱物の多い古い岩石の高所における風化のためと考えられる。しかし、低所よりも高所で熱放射率の高い例外的な場所が火山の頂上にある。それは風化していない若い溶岩流が存在する所である。熱放射率が最も高いのは Atla 地域にある楕状火山の Maat 山（高度 9.2km）で、ここでは比較的新しい時期に火山活動が進行したことを示している。（K）

金星のコロナのまわりのテクトニック・パターンと地域的ストレス

Cyr, K.E., and Melosh, H.J., 1993 : Tectonic Patterns and Regional Stresses near Venusian Coronae. *Icarus*, 102, 175-184.

金星のコロナには、火星のアルバ・パテラのまわりのグラーベン・パターンに似た断層系を持つものがある。そこでアルバ・パテラで行なった手法をもとに、コロナのまわりの地域ストレスの値を決めることを試みた。コロナのまわりのストレス場は軸対称的な隆起またはリソスフェア上への火山物質の累積による円筒状荷重のどちらかで生ずる。その様子をモデル実験し、得られたテクトニック地形のパターンをマゼラン画像と比較した。その結果3つのコロナについて、地域ストレスの値は 0.1~0.6kbar、リソスフェアの厚さは 10 ± 5 km と見積もった。（K）

ベネラとベガの着陸地点の火山学的・地化学的性質

Kargel, J.S., Komatsu, G., Baker, V.R., and Strom, R.G., 1993: The Volcanology of Venera and VEGA Landing Sites and the Geochemistry of Venus. *Icarus*, 103, 253-275.

ベネラとベガの両探査機による金星表面の画像と地化学的データは、新しく得られたマゼランのデータと矛盾しないことがわかった。金星の地殻は全体としては mafic であるようだが、incompatible な元素が多いことからみて、地球の花コウ岩質大陸や月の斜長岩質高地の形成に相当するようなマグマの分化作用があったかもしれない。金星のマントルは基本的には地球と化学的に似ているが、金星の地殻が mafic でアルカリが多いことからみると、地球とは対照的に水に乏しく炭酸塩にとむ組成だったとも考えられる。（K）

火星のヘラス盆地東縁の地質学的進化

Crown,D.A., Price,K.H. and Greeley,R., 1992: Geologic Evolution of the East Rim of the Hellas Basin, Mars. *Icarus*, 100, 1-25.

ヘラス盆地東縁 (27.5°~42.5° S、260°~275° W) の地形と堆積物の観察、クレーター密度の統計処理などから、ヘラス地域の地史を考察した論文。この地域はノアキス代におこった大衝突盆地と高地の形成にはじまった。流水による高地の侵食や風の作用はノアキス代にはじまり、アマゾン代へとつづいた。火山活動は高地パテラの形成ではじまり、ノアキス代後期またはヘスペリア代初期にハドリアカやチレーナパテラのような、現在では開析された火山ができた。火山活動のタイプは爆発性のものからマグマ流出型に変わっていった。(K)

不均一な表面をもつタイタン

Griffith,C.A., 1993: Evidence for surface heterogeneity on Titan. *Nature*, 364, 511-514.

土星の衛星タイタンは濃い大気をもち、厚いもやが表面をおおいかくしている。しかし、近赤外部のいくつかのスペクトル領域では、タイタンの大気は光学的に薄く、そのためこの窓を通してタイタンの表面をのぞき見ることができる。著者は1989年と1990年にマウナケア山頂のNASA赤外望遠鏡を使って観測をおこない、タイタン表面がアルベドのうえからは不均一であることを確かめた。またこの観測から、タイタンの自転周期は公転周期と同期していることがわかった。(K)

火星北部低地の海岸線の地形

Parker,T.J., Gorsline,D., Saunders,R.S., Pieri,D.C., and Schneeberger,D.M., 1993: Coastal Geomorphology of Martian Northern Plains. *Jour. Geophys. Res.*, 98, 11061-11078.

火星のアウトフローチャネルの末端および北部低地境界部を全面的に調査した結果、少なくとも2回は北部平原全体をおおうような海が出現し、最後の海はアマゾン代初期に出現したことが推定される。北部低地と南部高地の境界部は、海岸侵食、マスウェイスティングとそれに引き続く周氷河作用の影響を受けている。高地と現在北部平原の表層部を覆っている堆積物は、南のクリュッセ地域が主な供給源で、タルシス、エリシウム、アルバパテラからの洪水溶岩が夾在していると推定される。(S)

INFORMATION

●マーズオブザーバー交信不能に

アメリカの17年ぶりの火星探査機マーズオブザーバーは、火星周回に入る直前の8月21日夜に交信を断ったまま、行方不明になっている。交信の途絶は、火星の周回軌道に入るロケット噴射の準備のため、ヘリウムガスで燃料タンクを加圧している最中に起きた。加圧で探査機が振動し、機器に影響する恐れがあるため、通信装置を停止させた直後に、交信不能になった。原因としては、システムの時計用トランジスタの不良なども考えられるが、探査機に爆発か破損が起きた可能性が強い。

マーズオブザーバーは重さ2.6 tの探査機で、解像力10 m以下の地形、マルチスペクトルデータ、気象の連続観測などがおもな観測目的だった。約9億ドル(約1000億円)と10年以上の歳月をかけたマーズオブザーバーが絶望的な状態は、関係した科学者・技術者に大打撃を与えている。

今後は、1994 年に打ち上げが予定されているロシアの火星探査機に、観測機器の一部を便乗させてもらうなどの対策が考えられているが、早急にもう一台のマーズオブザーバーを組み立てる可能性は少なく、アメリカの次の火星探査機が実施されるのは 2000 年以降になりそうだ。

(EOS, Aug. 21. Science, Sep 3, 1993)

●日本惑星科学会秋期講演会のお知らせ

日 時：1993 年 10 月 15 日（金）～16 日（土）

場 所：大阪大学教養部ロ号館 305 講義室

参加料：会員は無料。非会員は 2000 円（ただし学生・院生は無料）

毎年春に行なわれる地球惑星関連学会合同大会のほかに、今秋から惑星科学会独自の講演会が開催されることになりました。惑星科学一般の現状を知るためのよい機会ですので、ふるってご参加ください。（問い合わせ先：〒506 大阪府豊中市待兼山町 1-1 大阪大学教養部地学教室土山明 TEL.06-844-1151-内線 5308）

●宇宙研で開かれる研究会・シンポジウムのお知らせ

・宇宙空間原子分子過程研究会『Shoemaker-Levy 9 彗星と木星の衝突』

日 時：1993 年 11 月 17 日（水）（講演数によっては 18 日午前まで）

場 所：宇宙科学研究所本館 2 階会議場

内 容：今年 3 月木星の潮汐力の影響で 10 数個に分裂したシューメイカー・レビー 9 彗星は、来年 7 月木星に衝突することが確実になりました。この研究会では、観測の現状と衝突時に予想される種々の現象をもとに、惑星科学の観点からの討論がなされます。10 月 20 日締切りで講演申し込みを受け付けています（申込先：〒229 相模原市由野台 3-1-1 宇宙科学研究所山本哲生（郵送または FAX.））。なおこの研究会と前後して次の催しが予定されています。

・第 15 回太陽系科学シンポジウム

日 時：1993 年 11 月 15 日（月）～16 日（火）／場 所：宇宙科学研究所本館 2 回会議場

・衝突破壊小研究会

日 時：1993 年 11 月 18 日（木）午後～19 日（金）／場 所：宇宙科学研究所

・第 12 回システム研究会『月面での宇宙科学』

日 時：1993 年 12 月 22 日（水）／場所：宇宙科学研究所

以上の問い合わせは宇宙科学研究所 〒229 相模原市由野台 3-1-1 TEL.0427-51-3991 FAX.0427-59-4237 までお願いします。

編集後記：低温・雨・台風とさんざんな今年の夏でしたが、皆様お変わりありませんか。本号には、雪氷・永久凍土の権威である木下誠一先生から玉稿をいただきました。厚くお礼申し上げます。火星にはまだまだ探るべきものがいっぱいありそうです。それにしても、マーズオブザーバーの通信途絶は残念でなりません。火星人の陰謀なのではと妄想したくもなりますが、まあ人間のやること、いつも完璧というわけにはいきません。今後の新たな挑戦に期待をかけたいと思います。

(K)