

火星の地質学

③

小森長生

6. 火星の砂漠地帯(いわゆる陸)

—物理観測からの探究

火星があつた無気味な赤い色に見えるのは、火星表面の3分の2をおおっている“砂漠”とよばれる赤褐色に見える地帯のためである。

この砂漠地帯は、従来の考え方では地球や月の陸地(大陸地殻)に相当するところと考えられてきたが、前回にも述べたように火星面の模様と地形とのあいだにはあまり必然的な関係はみられないというデータも出ているため、単純に“砂漠地帯”という言葉を使ってよいかどうか問題である。しかしまた色とか輝きぐあいの面からみれば、赤褐色に明るく見えるような物質が広がっている地帯であることも事実である。そこでここでは砂漠地帯を一応“赤褐色の物質がひろがっている地域”というふうにとらえて、その物質がどんなものであるか、それは火星の歴史のなかでどのようにしてでき、地質学的にみてどのような意味があるのかといった点を中心に考えていくことにしたいと思う。

火星の表面物質の探求は20世紀に入って天体の物理観測が本格化するにつれて、しだいにすすめられるようになってきた。問題の砂漠地帯の物質についてもいろいろな観測データや考えが出てきたが、多くの人に最もふつうに受け入れられてきたのが、鉄サビのような酸化第二鉄をたくさん含んだ物質がひろがっているという考えである。そこでまずこのへんの考えからみていくことにしよう。

火星の砂漠地帯の物質が“褐鉄鉱(limonite)”であるということをはじめてはつきりと唱えたのはフランスのドルフェス(A. DOLLFUS 1963)である。彼はピク・ド・ミデイ天文台やムードン天文台でおこなった偏光観測の結果を、地上の数100個の岩石標本についておこなった偏光観測の結果と比較してみたところ、火星の砂漠地帯からの偏光曲線が褐鉄鉱の示す偏光曲線と最もよく一致することを見出したのである。

もっともドルフェスより少しまえソビエトのシャロノフ(V. V. SHARONOV 1961)も波長0.7 μ 以下の領域における写真測光観測などを行なって同じような結論を得ているが、彼の方法は火星大気による影響などが含まれているため信頼性は低いといわれている。

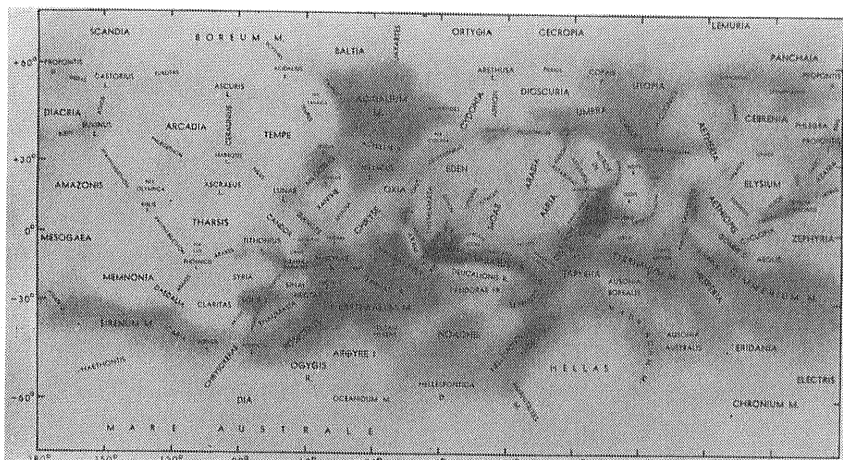
ドルフェスはその後もフォーキャス(J. H. FOCAS)らとともに1948年から1965年までの偏光観測のデータをまとめて火星面の砂漠地帯は褐鉄鉱や針鉄鉱の200 μ 以下の粉末または赤鉄鉱や褐鉄鉱でおおわれた珪酸塩の混合物からなっているのではないかとっている。

いっぽうこのような考えはまたソビエトのモロズ(V. L. MOROZ 1967)によって独自のべられている。彼のいうところを少し紹介してみよう。

火星の陸は海とちがって輝やかかたや色のぐあい

が変化しない。カイパー(G. P. KUIPER 1952)の観測によれば波長0.6~2.5 μ のレンジにおける大陸と海のあいだのコントラストは変化しない。そのため火星の真の幾何学的アルベドの波長ごとの値P(λ)(dependence)は火星表面の物質の決定に用いることができる。

P(λ)曲線はひじょうに特徴的なスロープをえがく。それは波長1.2~1.6 μ の領域で極大になりより短波長方向へむかっては急激にさがっている。波



第1図 火星表面の地図の一例(従来の望遠鏡観測から画かれたもので、白い部分がいわゆる砂漠とよばれる赤褐色部)

長1.8~2.5 μ の領域では 曲線はゆるやかにさがるが 波長3~4 μ のあいだでは上昇に転ずる。

また 波長2.5~3 μ の近くには 幅広い吸収帯があらわれるが ぐあいのわるいことに その中心位置は 地球上の H₂O の波長 2.7 μ の強い帯と重なるため つきとめることができない。このような吸収帯は ふつう 結晶水をもつ鉱物や岩石のスペクトルに存在する。

上にみたように 短波長の方にアルベドが急に下るのは 鉄酸化物に特徴的なことである。P(λ) 曲線は じつに褐色の赤鉄鉱 (hematite) または褐鉄鉱のスペクトル反射曲線にひじょうによく似ているのである。このようなことから モロズは 火星の土壌は多量の褐鉄鉱を含んでいるだろうと 独自に結論づけたのである。モロズによれば 第2図の波長 1.5 μ 近くアルベドの高い絶対値は 火星の褐鉄鉱が 少なくとも表層部において 細かい粉末状になっていることを示している。また 火星面の輝度電波温度 (brightness radiotemperature) が 200°K と比較的低いのは この細粉状の表面層が 少なくとも 10cm の厚さがあることを示しているという。

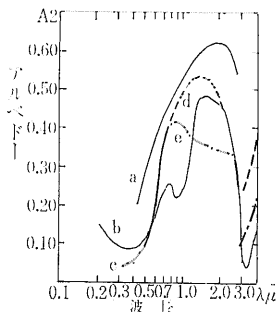
さて 砂漠地帯の褐鉄鉱説に対し 他にどんな考えがあるだろうか。カイパー (1952) は 火星の赤外線スペクトル (波長 0.7~2.3 μ) の観測にもとづいて 火星の砂漠地帯の物質は 珪酸岩の一つの珪長岩 (felsite) かなっていると考えた。

これについて モロズは 波長 3 μ の結晶水のバンドを示さない 無水珪酸の岩石があるという考えは 今日 の観測からは受け入れられないが 火星の表面に 細粉状の褐色の酸化鉄が多量に存在すると考えることに困難を感じる現在 これは十分考慮すべき価値のある考えであるとのべている。

カイパーの珪長岩説のあと シントンとストロング (W. M. SINTON & J. STRONG 1960) は 波長9 μ のバンドがないという理由で 珪酸岩の考えに反対した。しかし その物質が十分に細かく砕かれていれば このバンドは珪酸については消えてしまうとモロズはいう。

以上のべてきたように いまのところ天文学者たちのあいだでは カイパーの異説があるとはいえ 物理観測のデータをもとに 火星の砂漠地帯の物質は 褐鉄鉱の粉末を主とした物質であるという考えが 一般的であるように思われる。

ではつぎに 最近の火星探査体は 火星表面の物質について どんな調査をおこなったであろうか。昨年末火星面にはじめて着陸したソビエトの火星3号は 表面物質の化学組成を自動的に測定して送信してくるのでは



第2図
火星と褐鉄鉱のスペクトル反射曲線の比較
a : SAGAN らによる褐鉄鉱のアルベド—
b : HOVISによる褐鉄鉱のアルベド—
c : HARRISによる火星のアルベド—
d : SINTONによる赤外領域の火星のアルベド—
e : MOROZ らによる火星のアルベド—
(V. I. MOROZ 1967 による)

ないかと 期待がもたれていたが 着陸後すぐに送信が途絶えてしまい 期待ははななくうらぎられてしまった。したがって 今後の探査を待つしかないわけであるが 火星の人工衛星になったアメリカのマリナー9号は 当時火星面上を吹き荒れていた 砂あらしの砂粒の組成をしらべた。

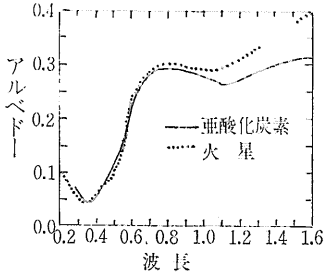
ゴダード宇宙飛行センター惑星大気研究所のハネルら (R. A. HANEL et al. 1972) ののべるところによると 火星の南極地域上空で測定された放射スペクトルと 細塵の吸収スペクトルとの予備的比較は 砂あらし中の砂粒は SiO₂の量が55~65%の岩石や鉱物のものとよく一致することを示している。そして SiO₂が65%以上の酸性岩や 45~55%の超塩基性岩のそれとは一致しない。また 砂あらしのようすから 珪酸塩物質は 極でない地域にあることを示しているという。

この結果からだけでは 表面物質の何たるかを決定することはできないし その性質をくわしく議論することもできないが SiO₂量のレンジに関する限り 地球上の一般的な岩石のものと それほどちがっていない。赤褐色の原因についても 納得のいく答は得られていないので 今後の探査の課題として残されたものとみることができよう。

火星表土の赤褐色の原因については 最近アメリカの科学者たちによって まったく別の考えが発表されたので とりあげておく必要がある。

すなわち プルンマーとカーソン (W. T. PLUMMER, R. K. CARSON 1969) は 火星の赤い色は 亜酸化炭素という化合物が火星の表面をおおっているためだ という新説をと考えたのである。彼らは 火星の光のスペクトルと 亜酸化炭素のスペクトルをくらべて このような結論にたついたのである。

プルンマーらは 火星大気の大部分をしめる二酸化炭素 CO₂ と一酸化炭素 CO が 光化学的に合成されて 亜酸化炭素 C₃O₂ ができることに目をつけた。すなわち
CO₂ + 2CO → C₃O₂ + O₂



第3図
火星と二酸化炭素のスペクトル反射曲線の比較
(W. T. PLUMMER, R. K. CARSON 1969 による)

そして そのスペクトルを調べたところ 褐鉄鉱よりはるかによく火星のスペクトルに一致したという。

二酸化炭素は 常温では無色透明の気体であるが 7 °C 以下では透明の液体になる。しかも 太陽の紫外線にあたると 0°C 以下でも分子がつながりあって かんたんに重合する。重合度がすすむと その色は淡黄色からオレンジ色 赤褐色 紫へと しだいに濃くなっていく。

プルンマーらは 実験室でつくった二酸化炭素の重合体に 紫外線領域の 0.3μ から赤外線領域の 3μ (可視光は 0.38~0.77μ) の波長の人工太陽光をあてて スペクトルを調べたところ まずスペクトルの全般的なカーブが 火星のそれとよく一致した。とくに 0.35μ から 0.8μ のあいだはぴったり合う。0.8μ 以上の波長では傾向は同じであるがカーブはくずれず。これは二酸化炭素の層がごくうすく あちこちに基盤岩が顔を出しているためだろうという (第3図)。

褐鉄鉱のばあいには 0.3μ以下の波長で火星や二酸化炭素のようにカーブが上昇しないし 0.5~0.65μのあいだでカーブが急に上がりすぎるといふ。

さらに 四季に応じて変化する火星の表面の模様や砂あらしといわれる黄色い雲も 二酸化炭素で説明できるといふ。模様の暗い部分は 火星表面の温度が高かったがって 重合度の高い二酸化炭素があるのだろうとプルンマーらは考えている。

以上の考えは たいへん漸新で 傾聴に値するものと思われるが 模様の変化や砂あらしをもこれで説明しようというのは 少々大胆にすぎるかもしれない。しかしいづれにしても しばらくのあいだは有力な仮説の一つであろう。さて 火星の砂漠地帯の物質についてのいろいろな考えを紹介してきたが これらの赤味をおびた物質が 火星の長い歴史の過程で 火星独自の条件のもとでつくられたものであることは 疑う余地のないところであろう。そこでつぎに 火星の赤い物質の成因と生成の歴史について 地球上の諸物質とも比較しながら さぐってみることにしよう。

7. 火星の赤色土の成因

—地球上の赤色土と比較しながら

ひと口に火星の陸地の赤褐色部といっても ここにもじつは地域によって明るさや色に いろいろなちがいがあって 一様に扱うわけにはいかないことに まず注意しておきたい。

たとえば 従来の観測家たちの観察によると 大シルチスの西方にあるアエリア地方 エリシウム地方 テンペ地方などは とくに白っぽくみえることが多いということであるし アラビア エデンのように紅色にみえる場所があったり デウカリオン地方やアマゾニス地方のように 灰色っぽくみえたりするところもあるという。

このような色のちがいは 物質(地質)そのもののちがいによるのか あるいは同じ物質でも まわりの環境条件のちがいなどによって状態がちがっているのか いずれかであろうと思われるが くわしいことはいまのところわかっていない。このようなわけで 赤褐色部の成因も 単純な議論ではすまされないであろうけれどもいまのところは 従来の物理観測からみちびき出された “褐鉄鉱のような酸化鉄を中心とした物質” であることを信頼して それを前提にして 成因を議論していくよりしかたがないように思われる。そこで 問題は この “褐鉄鉱” のような物質が どうして——つまり どのような条件のもとに どのような過程で しかも火星の歴史のうえでいつごろできたのか ということである。

この問題を議論していくためには どうしてもしばらくは 地球上のいろいろな例をながめてみて それらを基礎にして検討をすすめていくことが必要であろうかと思われる。そこで 地球上の赤い物質を少しさぐってみることにしよう。

現在の地球上でも 砂漠地帯などに赤茶けた風化した岩石や それらからできた土壌が分布している。砂漠地帯のように 植物のあまり生えていないところでは とくにそれはよく目立っている。アメリカのジェミニ衛星船や その他たくさん的人工衛星の撮影した 地球表面の各地のカラー写真をみると そのことは一目瞭然であり 海は青く (光線の当りぐあいによってはどす黒く) 森林や草原の地帯は緑色や青緑色に そして砂漠地帯 (とくにアフリカやアラビア半島のあたりがはっきりしているようだ) は オレンジ色~赤褐色 といったぐあいである。

地球は海のしめる面積が全表面の3分の2もあるし 残り3分の1の陸地も 大部分は植物におおわれているといつてよい。だから 全体からみれば 砂漠の褐色にみえるところはほんの一部ということになるわけで

ガガーリンをはじめとする宇宙飛行士が “地球は青かった” といったのも もっともなことである。

ところが これがもし 地球の全表面の半分が3分の2くらいが砂漠地帯で 植物などあまり生えていなかったら どんなぐあいになるだろうか。宇宙にとび出した飛行士たちは “地球は赤かった” といつて帰ってくるにちがいない。ちょうどこのばあいが 火星に相当するのだと考えることができよう。 どうも火星の赤い色の原因は それほど特別なことを考えなくても 地球上の砂漠にみられるような 風化した岩石や土壌からのアナロジーで かなり説明がつきそうに私は考える。

岩石は 地表にあって長いあいだ大気にさらされると風化作用をうける。風化作用にはいろいろあるがおもなそして重要な作用は 岩石を機械的に破碎していく物理的風化作用と 特定の成分を溶脱して じだいに化学組成を変化させていく化学的風化作用である。

たとえば 花こう岩のように 石英 長石 雲母の比較的粗い結晶粒からなる岩石のばあいには 岩石の膨脹・収縮による物理的風化作用によって くずれていくことがよくある。それはとくに 鉱物の種類によってそれぞれ膨脹率が異なるために めいめいが勝手な膨脹と収縮をくりかえし その結果 鉱物どうしの結びつきがガタガタになってくずれていくものと解釈されている。

いっぽうではまた 花こう岩は化学的風化作用もよく受ける。構成鉱物のうち石英はほとんど変化しないが長石類はしばしばカオリナイトに変化し 雲母類はいろいろな他の粘土鉱物に変化する。

このように 風化作用は 物理的風化作用と化学的風化作用が相まって もとの岩石を まったく別ものに変えていくわけである。この風化作用という観点だけから 火星世界での現象を考えてみると 火星の世界では地球上のように 岩石の表面が植物でびっしりとおおわれているようなことは まず考えられないので おそらく岩石はどこでもむき出しのまま存在しているであろう。したがって 太陽の熱の影響はそのままじかに受けるわけで 物理的風化作用は火星のいたるところで長いあいだ進行してきたことであろう。

いっぽうの 化学的風化作用のばあいはどうであろうか。化学的風化作用は 大気や水が(とりわけ水が)重要な役わりを果たす。ところが火星の表面は 水がひじょうに乏しいことがわかっているのので このような作用がどのていどおこっているかは はなはだ疑問である。しかし たとえ水が少なく火星ではおこりそうになくても 地球上でおこる 次の事実には注目しておく必要がある。

	有色鉱物	無色鉱物	
風化に対する抵抗度 ↑小 ↓大	かんらん石	灰 長 石	斜長石
	輝石	↑	
	角閃石	↓	
	黒雲母	曹 長 石	
		正 長 石	
		白 雲 母	
		石 母 英	

第4図 造岩鉱物の風化に対する抵抗度(ゴルドフィヒによる)

岩石をつくっているおもな造岩鉱物のうち 有色鉱物(雲母・輝石・角閃石・かんらん石など)は 他の鉱物にくらべて わりあい風化されやすい鉱物である(第4図)。このような鉱物が化学的風化作用をうけると Ca や Mg を失って 鉄分にとんだ赤っぽい粘土になっていく。とくに 有色鉱物の多い塩基性岩の玄武岩や 超塩基性岩の蛇紋岩 かんらん岩などが風化されていくといっそう赤味がかった土ができる。これらの岩石には 元来石英が含まれていないから 風化の最終生成物は 結局は粘土と酸化鉄だけになってしまう。玄武岩などはしばしばボーキサイトに変化していることも多い。

火星の地殻については われわれはまだ未知であるがもし塩基性の玄武岩質の岩石のできているとすれば こうした風化作用の蓄積によって表面が赤くなってきたことも 十分考えに入れなければならないであろう。

地球上では 岩石が風化してできたこのような赤い土は あちこちに存在していることが 現在では知られてきている。いわゆる “赤色土” とよばれている土で世界的には 亜熱帯から熱帯にかけての高温多雨地方に広く分布している。ここで 赤色土が亜熱帯から熱帯の高温多雨地方に多いという事実は重要である。つまり 赤色土の生成 ことばをかえていえば 岩石の風化作用は 気候条件と深い関係をもっているのである。

すでにグラシーモフとグラーツフスカヤ (И. П. Герасимов и М. А. Глазовская, 1960) がのべているように 土壌の生成において気候の果たす役割はひじょうに大きい。とくに 気候現象の直接的なあらわれである水分状況と熱状況は 土壌内でおこるすべての現象の変化過程を決定する。つまり 土壌の生成作用全体の基礎である。つぎに グラシーモフとグラーツフスカヤの所論を少し引用してのべておこう。

熱帯の高温多雨な気候条件のもとでは 熱と水分の直接的な影響 ならびに植物の旺盛な作用で 岩石中の鉱物は不安定となる。そこでは 鉱物中のけい酸塩は急速に分解し 構成成分である鉄 アルミナ けい酸になる。さらに 高温ととくに周期的乾燥によって おもに水分の少ない加水酸化物 とりわけゲーサイト (FeO

・OH) ギブサイト[Al(OH)₃] ペーサイト (AlO・OH) その他の鉱物の生成も助長される。

水分の少ない鉄の加水酸化物は レンガ様赤色を示し土壤中に少量あっても土壤に赤味をあたえる。このような鉄とアルミニウムの加水酸化物は ラテライト化作用で 多量に集積する。このことから ラテライト (Laterite ラテン語の later はレンガをさす) という名称がうまれた。しかし ラテライト化作用の影響でできる土壤には 水分の少ない赤色の鉄の酸化物とともに加水作用が高度にすすんだ黄色 (サビ色) の加水酸化物もある。したがって これらの土壤は赤色と同時に黄色を帯び しばしばその色は雑色 (黄赤色) または混合色 (縞状) を呈する。したがって ラテライト性土壤の色 (赤色または黄色) で 鉄やアルミニウムのいろいろな加水酸化物の生成を助けている土壤物質の熱水的状況を あるていど推定できる。

鉄とアルミニウムの酸化物が相対的に集積 (残積) することは ラテライト化作用のきわめて特徴的な現象である。このような集積は 気候が湿潤で土壤が全層にわたって洗滌されるため 鉄 アルミニウム以外の風化作用と土壤生成作用の生成物が すべて溶脱されるためである。したがって ラテライト化過程が発達するにつれて もっとも可動性の少ない成分 (このばあい鉄とアルミニウムの酸化物) の含量が 土壤中にしだいに増しそれとともに SiO₂/Al₂O₃、SiO₂/Fe₂O₃、SiO₂/R₂O₃ の比は減少する。SiO₂/Al₂O₃ の比が 2 以下の土壤は典型的ラテライトまたはアリット (Allit) その比が 2 ~ 3 のものは ラテライト性またはラテライト類似生成物とされる。

以上 ゲラーシモフらの所論にもとづいて 地球上で明らかにされたラテライトなどの生成過程を紹介した。

こうしてできるラテライト性土は 先にのべたように 高温多雨の気候条件によって生まれるわけであるが オリアー (C. D. OLLIER 1969) によれば それはとりわけ はっきりした雨期と乾期の交代がみられるサバンナ地方 (つまり 十分ではあるが過多ではない雨量の熱帯) に一般的である。このことは ラテライトの生成がきわめて特徴のある あるいみでは限られた条件をもつ気候によっていることを示している。

さて ラテライトとならんでもう一つ興味深い赤色物質は ボーキサイトである。オリアーの議論を少し紹介してみよう。

ボーキサイトは 時間の大部分を 25°C 以上で過し 多量の水がアルミニウム成分の多い多孔質岩石を溶脱しているような熱帯地域でつくられる。火成岩 変成岩

あるいは アルミニウム含量の多い石灰岩や粘土中でも生成される。

ボーキサイトは ブリテイシユギアナ ガーナや北部クイースランドのように 平坦な浸食面と関係のある被覆堆積層として生じているが とくに石灰岩や苦灰岩の上では 不規則なかたまりとして生じることもある。ボーキサイトは浸食されて 碎屑ボーキサイトとして再沈積するが いわゆる成層ボーキサイト鉱床の多くはその後の堆積物の下に埋まり 不変のまま不整合を形成している古い被覆状堆積物である。

ボーキサイトは 長石とか他の造岩鉱物あるいはカオリンからの シリカ溶脱作用でできることもある。新鮮な岩石が 風化前線で刃先状の接触状態で 直ちにボーキサイトに変化するという多くの例が知られている。

ボーキサイトとラテライトの大きな相違は ボーキサイトのばあいはシリカがとり除かれ ラテライトでは留まっているということである。したがって ボーキサイトはギブサイト (あるいは他の酸化アルミニウム) で特徴づけられ ラテライトはカオリン粘土鉱物を所有している。ケイ酸の残留は その流失をさまたげるような有機物の存在 強酸 乾燥ならびに地下水条件のもとで促進される。このような条件は ボーキサイトの形成では存在しないにちがいない。

オリアーは以上のようにのべている。このように ボーキサイトの生成にも 高温多雨条件が必須なのである。

さて ここでぜひ一つ注目しておかねばならないことがある。それは ラテライトもボーキサイトも 現在地球上に分布しているそのほとんどのものは 現在の時点で (“現在”ということばのいみを 少し幅広く地質時代の現在=沖積世 と解してもよい) 生成したものではないことである。

たとえば 風化によってできたたくさんの鉄鉱石を含んでいる 諸外国にみられるラテライト鉱床の多くは 第三紀のものである。また ボーキサイトの多くも 白亜紀中期~第三紀始新世にできたものであり 世界中の企業化された鉱床は ほとんどこの時代のものなのである。このように 地球上に分布するラテライトやボーキサイトのような典型的な赤色土は 長い地質時代の歴史的産物だということである。

このような 過去の地質時代の産物である土壤は いうまでもなく古土壤 (化石土壤) とよぶことができる。この古土壤 (化石土壤) は 過去の自然環境の指示者として 最近とくに第四紀地質学者のあいだでひじょうに注目されるようになり わが国でも 各地からいろいろ

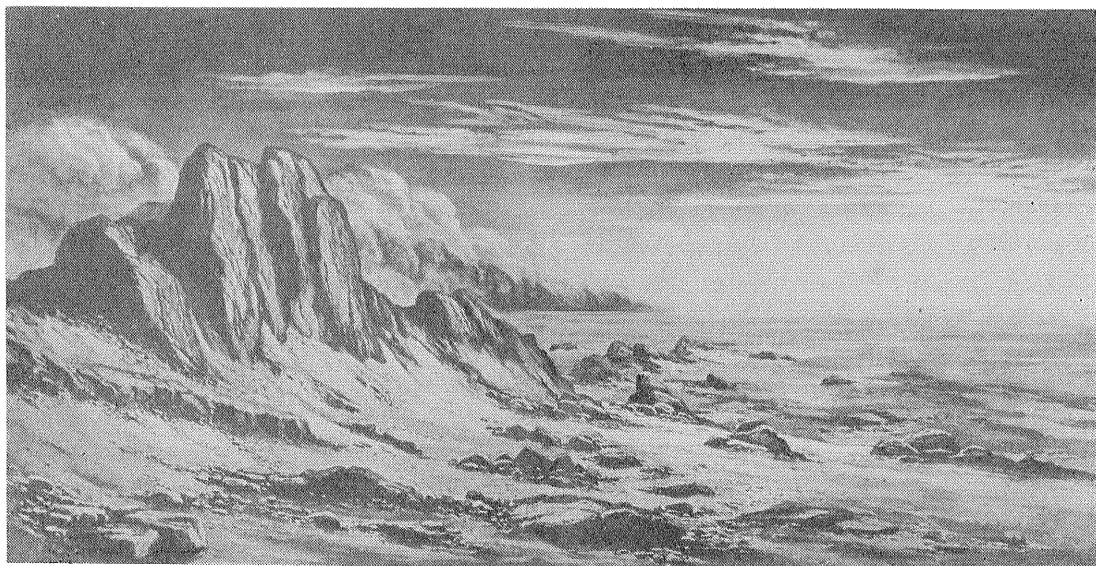
な地質時代の古土壌が発見され その研究がさかんになってきている。

また 話は少し飛躍するが 古生代デボン紀(約4億年前)のころにできた 砂漠の堆積物として有名な“旧赤色砂岩”や 中生代三畳紀(約2億年前)の砂漠の生成物である“新赤色砂岩”なども いわば“古土壌の化石”といってもよいようなものである。かつてこれらの岩石のもとになる赤色土ができたころ 地球上の陸地にも いまの火星の砂漠を思わせる 広大な赤茶けた

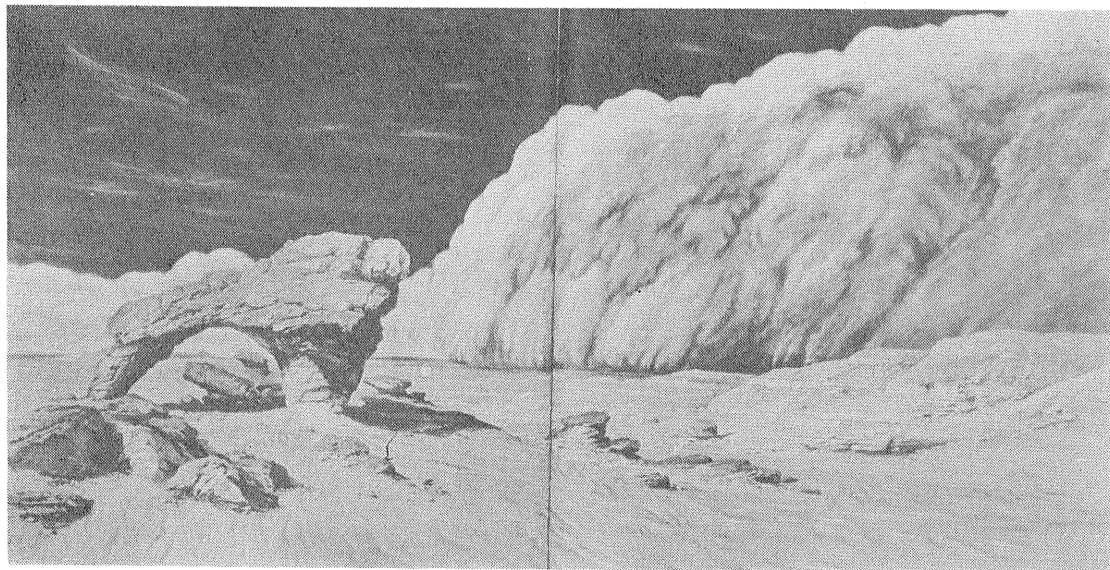
平原が広がっていたことであろう。

以上のことからわかるように 火星の赤色土を議論していくばあい それを古土壌としてみることは ひじょうに重要なことであり このような歴史的観点を抜きにしてはまずいのではないかと考える。

じつは いままであらわれてきた天文学者や観測家の多くの議論をみると このあたりの考えがきわめて弱いのである。たとえば“物理観測からみると 火星の砂漠は褐鉄鉱のような酸化鉄があるらしい。 とすると火星表面にはいまでもかなりの水があるのではなからう



第5図 火星の砂漠の光景(1) (サディル著 ペシェク画「月と惑星」から)



第6図 火星の砂漠の光景(2) (同上 遠方にはげしくまき上る砂あらしが画かれている)

か。” また “大気中には遊離酸素がなければならぬが それはほとんどなさそうだ。 とすると 酸化鉄はどうしてこんなにたくさんできたのだろうか。” といった議論。

また つぎのような考えもある。 “火星の世界では大気がうすく その表面は太陽の強烈な紫外線で照射されており もし大気中に遊離酸素が存在していたとしてもこの紫外線のために酸素分子が結合してオゾン (O₃) となり これが表面の物質中に含まれている鉄と化合して酸化第二鉄をつくるのだ。”

これらの議論は いずれも火星の赤土が 現在の時点で 現在の環境でできたといわんばかりの議論であり 歴史的な観点がまったく欠除している。 火星の赤い原因は このような考え方ではけって説明できないのであり 問題解決にはならないと私は考えるものである。

すでにみたように 火星の赤色土も 地球上のラテライトやポーキサイトのように 長いあいだの風化作用の産物として生まれたものであるならば それは 過去の長い火星の地質時代に いまとはちがった火星自身の環境や条件があって その中で営々として育まれてきたものにちがいないのである。 火星の赤色土はこのようにとらえていくことによって はじめてその成因の糸口をつかむことができるであろう。

そしてまた 火星の赤土の成因が ラテライトやポーキサイトと同じようなものであるならば そのことから逆に 火星の過去の気候条件 ひいては自然環境全体を推定することができる。 ラテライトやポーキサイトの生成には 温暖湿潤な気候条件が必須であった。 とすると 火星も過去の地質時代のある時期には いまよりも濃い大気につつまれ 水も豊富だった時代があったにちがいない。

そして ある時点で赤色土が大量に生成されていらい火星の大気は 遊離酸素を失ったきわめて希薄なものとなり その状態はその後ほとんど変化することなく 現在にまでひきつがれてきたことになる。 すなわち火星表面の自然環境は ある時点でその進化が止ったといってもよいのであろう。 とすると そのときつけられた赤色土は いうまでもなく 火星の過去の環境を示す化石土壌ということになるのである。

じっさい こんどのマリナー 9号の火星表面の撮影によって 火星面のいたるところに 過去において大量の水が存在し 火星面を浸食したと考えなければならないような地形がぞくぞくとみつかっており 火星の地史の探求は いよいよ興味深々たるものになってきているのである。

以上 火星面の赤色土の成因を 岩石の風化作用の歴史という観点からみてきたわけであるが じっさい火星の赤色土を そのことだけで説明してしまつてよいものであろうか。 この点はまだ慎重を要するものと思われる。 たとえば 関東ロームなどの例をもち出すまでもなく火山灰や火山灰の風化生成物なども重要な存在であり 赤色土のなかには そのようなものも混っていることが当然考えられるからである。 この点も マリナー 9号の撮影によって 火星表面に真正正銘の火山がたくさんみつがってきており 火山灰をたくさん噴出した可能性はひじょうに大きいものと考えられるのである。火星の赤色土探究のうえで忘れてはならないことであり今後大いに検討すべきことがらであろう。

さてさいごに 火星の赤色土の成因について もう一つ面白い考えを紹介してこの項をおわることにした。

エピーク (E. J. ÖPIK 1962) という学者は 火星表面の褐鉄鉱のような物質の起源は 火星の外の世界からとびこんできた隕鉄物質ではないかというのである。

火星は小惑星帯にいちばん近いところをまわっているので 比較的最近の時代におこつた隕鉄物質の落下が 火星表面の形成に大きな影きょうをあたえたであろうということのをべているのである。 たしかに 過去の長い地質時代を通じて 火星にもかなりの隕石物質が落下していることは 否定できないであろうが これが 火星の赤い原因とどのていど結びつくかは問題であろう。

しかしまた 最近 これは地球上のことではあるが ソビエトのカルガノフ (M. I. KALGANOV 1972) は 先カンブリア代の地層中にみられる含鉄珪岩のおもな源は宇宙から降りそそいだ 宇宙塵や隕鉄物質ではないかという考えをのべている (詳細は築地書館発行「国土と教育」16号の科学ニュースを参照)。 このようなこともあるので 今後 惑星表面における宇宙起源の物質についても 十分な注意をはらっていくことも必要であろうと思われる。

いままでのべてきたことをふりかえってみると 火星の赤い原因の探求は いまのところ 物理観測からの推定と 地球上の物質からの類推がいかに 手の出しようがない。 やはり火星表面に着陸して じっさいにその物質にふれるまでは 本当のことはわからないだろう。 人間の着陸は当分先のこととしても 無人探査体の着陸によって 早くその成分の概要がわかるようになりたいものである。

今回は 火星表面の砂漠とよばれる赤い地域についての議論で 紙数がつきてしまった。 次回は もう一つの暗緑色地帯のなぞをさぐっていくことにしよう。