

## 月面の物質：サーベイヤーV号(1,2,5)を読んで

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-11-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 黒田, 直 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00026056">https://doi.org/10.14945/00026056</a>

# 月面の物質

サーベイヤーV号<sup>(1, 2, 5)</sup>を読んで

黒田直

## I はじめに

昨秋、名古屋大学で催された第74日本地質学会大会で、月に関する講演があった時、会場は来聴者でいっぱいになった。演旨は、月面物質は、地球上のある種の火山噴出物に類似しているというものであった。短かい討論の後、ある会員が、「一切は、人間が将来月へ行けばわかることだけでも、それまでは、お互いに大ぶろしきを拡げることに行きましょう」と述べたところで、講演の幕は、会場に笑いを残しつつ閉じた。

長き同伴者である月に関する私達の知識は、この10年間に著しく蓄積された。この蓄積は、地球からの観測と理論的考察の他に、アメリカおよびソビエトによる宇宙計画に負うところが多い。世界最初の人工衛星が飛んだのは1957年で、それ以来おびただしい数の人工衛星、孫衛星および宇宙船が打ち上げられてきた。

最近の快挙は、昨年9月、サーベイヤーV号が月面に着陸して、月面物質の化学分析にはじめて成功したことである。筆者は、これをトピックとして記してみようと思う。

## II 月面の物質の最初の化学分析

月の起源と歴史の解明は、地球からの観測と理論的考察に加えて、宇宙計画によって獲得された月面の、精密写真、物理性に関する資料および放射観測の資料をもとにして試みられている。月に関する基本的問題のいくつかは、月面物質の化学組成がわかれば、解決できるであろうとの見解がある。この意味において、サーベイヤーV号のもたらした情報は、明らかに月の研究に1つのエポックを画した。

サーベイヤーV号が着陸した場所は、静の海（なごの海）の南部で、直径9 m、深さ1.5 mほどの小凹孔の南斜面であった。サーベイヤーV号は、着陸の際に斜面をわずかに滑りおりて止った。着陸点付近の物質は、先にサーベイヤーIII号によって観測された嵐の海の物質に類似で、 $1.5 \text{ g/cm}^3$ の密度をもった、地球上の湿った細粒の砂のようなものであった（4）。

最初の化学分析は、静の海の直径10 cmの部分についてなされた。使用された分析の方法は、 $\alpha$ 粒子散乱法である。すなわち、分析装置は、あらかじめ積み込まれた微量の人工放射性元素キュリウムが出す $\alpha$ 粒子を月面にあてて、散乱してはねかえる $\alpha$ 粒子およびあてられた物質が放出する陽子を測定し、エネルギー・スペクトルを記録する。このようにして、水素、ヘリウムおよびリチウ

ムを除く、月面物質の主要元素の存在度が求められた。分析の精度は約1原子%である。

分析の結果、サーベイヤーV号着陸点付近の物質は、過半を酸素に占められ、次いで珪素に富み、珪素よりも重い元素をも多量に含有することがわかった(表1)。全体の化学組成は、玄武岩の組成に類似している。

月の表面では、隕石の衝突とか爆発的火山活動などのために、多種類の物質が混合している恐れがあるかもしれない。しかし、大量の外来物質が、月の海をつくる物質と混り合って、海をつくる物質の本来の組成を不明瞭にしているという証拠はないと考えられている。また、 $\alpha$ 粒子散乱法は月面の厚さ数 $\mu$ の層しか分析できないので、月面物質に対する長時間にわたる太陽放射の影響が懸念される。しかし、直接の太陽放射からさえぎられていた表面下の物質が、サーベイヤーV号着陸の衝撃によって分析可能の範囲に放出された模様なので、この懸念もないと考えられている。

### III 月の海をつくる物質

月の海をつくる物質の化学組成は、6個の超塩基性岩ないし珪質物質の化学組成と比較された(第1表)。この比較によって、次のようなことがわかる。すなわち、(1)月試料のマグネシウムとアルミニウムの存在度は、橄欖岩、コンドライトのような超塩基性岩のそれらと一致しない、(2)月試料の珪素と重元素の存在度は、花崗岩、テクタイトのような珪質岩石のそれらと一致しない。(3)月試料の組成は、玄武岩、玄武岩質エーコンドライトのような塩基性岩の組成と一致している。

成因的意義は(3)から生じる。玄武岩は、地球のマントルを構成しているらしい橄欖岩のような超塩基性岩が部分溶融あるいは分別溶融する結果、生成されたと考えられている。月の海をつくる物質が玄武岩質であるとすれば、その成因は地球上の玄武岩の成因に類似するかもしれない。

月の物質が溶融される熱源を、放射性元素の崩壊、重力圧縮および機械的過程による運動エネルギーの解放など、月内部に求める考えがある。また、地球によって起される潮汐作用で月内部の圧力が解放されて、マグマが生じるという考えもある(3)。さらに、月の海をつくる物質は、海盆を形成したと思われる途方もない衝突によって生じた溶液からできたものとする考えもある。

しかし、最後の考えは、海盆の充填がその形成と同時でなかったという考えと矛盾する。すなわち、月の表面にある海は、裏側にしかないサラソイドと称する特異な構造の大凹地を、溶岩か何かの物質があとから広く満したもののように見えるからである(4)。サラソイドとは、3重ないし5重の同心円状の壁を持ち、直径数100 Kmにも及ぶ巨大な環状地形である。この種の充填は、Green(3)が述べているように、地球によって起される潮汐作用と地球の1/6という低重力に起因するらしい、大きな裂目の形成と爆発的噴出を伴う旺盛な火山作用によって行なわれたのかもしれない。

月試料の分析値が、サーベイヤーV号着陸点付近の典型的物質のものであれば、その組成は、月の他の海の物質にも適用できるであろう。地質学的類似性が、海の間にも認められているからである。

地球上で見られる広大な玄武岩溶岩流は、大洋底玄武岩と大陸の台地玄武岩である。これらの玄

玄武岩は、ソレイライトおよびアルカリ玄武岩に成因的に分類されている。従って、月の海をつくる玄武岩質物質も、実際には種々の組成を有するのであろうと期待される。

#### IV おわりに

周知のとおり、月には海の他に山岳地帯も存在するので、山をつくる物質の組成もわからなければ、月の起源と歴史を理解することは困難と考えられる。サーベイヤーVII号が、本年1月初め、チコ山付近に着陸したものの、機械の故障のために化学分析に失敗したことは、この意味において残念であった。

アメリカは、本年1月、人間を月に送り込むアポロ計画に入った。月に降りるはずの人間達は、月面物質を見分けるために、ハワイの火山とか、アラスカのカトマイ火山とかで特殊訓練を受けているという。また、取らぬ狸の皮算用とはいえ、各国の研究者に必要なに応じて分配される月面物質の予約量も、既に見積られているらしい。ともかく確かなことは、月が私達の掌中に帰する時が間近に迫ってきたということである。(静岡大学教育学部)

表1 月面物質といくつかの物質の元素の存在度(原子%) [Gaultら(2)による]

元 素	橄 欖 岩	玄 武 岩	花 崗 岩	月 の 海	テ ク タ イ ト <sup>1)</sup>	玄武岩質 エーコン ドライト <sup>2)</sup>	コ ン ド ラ イ ト <sup>3)</sup>
H	2.5	4.2	1.9	—	0.4	0.9	0.7
C	—	—	—	< 3	—	—	—
O	57.5	59.0	62.1	58 ± 5	63.7	59.6	54.6
Na	0.4	1.8	2.3	< 2	1.0	0.6	0.8
Mg	18.7	3.6	0.5	3 ± 3	1.1	5.5	14.4
Al	1.9	5.8	5.9	6.5 ± 2	5.4	5.1	1.2
Si	15.0	17.1	23.8	18.5 ± 3	25.1	18.2	15.5
P ~ Cu	4.1	8.6	3.5	13 ± 3	3.4	10.1	12.7
(Fe, Co, Ni)	2.4	3.9	0.9	> 3	1.5	5.3	10.0

1) 石質隕石。直径0.3~3.0 m ぐらいの丸い粒をたくさん含み、主として珪酸塩鉱物からなる。

2) 丸い粒を含まない石質隕石。

3) ガラス質隕石

