

## 화성표면의 암석

### 마즈파스파인더의 $\alpha$ 선 프로톤 X선 분광계로 계측

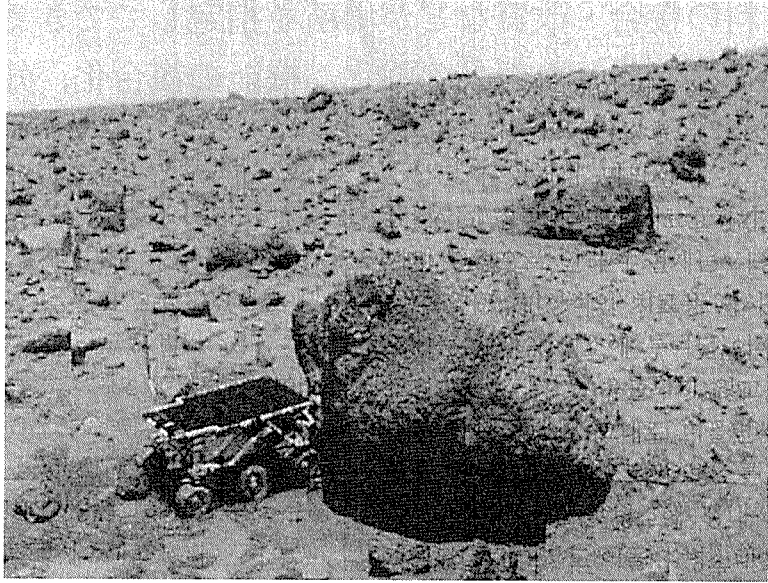
1997년 7월 4일, 221번째의 미국독립기념일인 이날, 미항공우주국(NASA)의 화성탐사기 마즈파스파인더가 화성표면에 착륙하였다. 파스파인더가 최초로 지구에 송신한 화상에는, 바위투성이인 화성의 대지를 배경으로 착륙선에 실었던 마이크로로봇「소자너」의 모습이 있었다. 바이킹탐사기 이래 실로 20년만에 인류가 볼 수 있는 화성표면이 거기에 전개되어 있었다.

#### 1. $\alpha$ 선 프로톤 X선 분광계

이번 마즈파스파인더에 의한 화성탐사에서는, 마이크로로봇「소자너」가 대활약하였다. 소자너는 탐사기의 주위를 수개월 동안 광범위로 행동하여, 여러가지를 관측·분석하였다. 그 가운데에서도 특히 중요한 역할을 한 것이, 소자너 뒤쪽 측면에 붙어있는  $\alpha$ 선프로톤X선분광계(APXS)이다. 이 장치는 목적으로 한 암석이나 토양의 표면에 장치를 접촉시켜, 이들의 조성을 분석하는 것이다.

분석장치속에 들어있는 Cu에서 방사된  $\alpha$  입자로, 샘플과 세가지의 상호작용을 한다. ① 러더퍼드후방산란( $\alpha$ 모드), ② 경원소와의 ( $\alpha$ , p) 핵반응(프로톤모드), ③ 특성 X선발생(X선 모드)이다. 이 세가지의 작용으로 세가지의 다른 에너지스펙트럼을 얻을 수 있는데, 각각의 모드에는 입장일단이 있다.

$\alpha$ 모드로는, He 보다 무거운 원소를 분석할 수 있다. 특히 C, N등의 경원소에는 감도가 좋지만 Si보다 무거운 원소에 대해서는 분해능은 나쁘다. X선모드로는 Na 보다 무거운 원소를 분석할 수 있는데, 특히 무거운원소에 대해서는 분해능이 좋다. 프로톤모드에서는 앞건의 두 모드처럼 중간에 있는 원소, 예를 들면 Na, Mg, Al, Si 등을 보조적으로 분석할 수 있다.



[그림] 「요기」라고 명명한 암석을 APXS로 분석하고 있는 소자너

결국, 이들 3모드의 조합으로 H와 He를 제외한 모든 원소를 중량%로 0.수% 정도로 분석할 수 있다. 분석범위는 지름 5cm, 깊이는 약 수10 $\mu$ m, 분해시간은 약 1만초 정도이다.

화성에서 APXS로 분석할 때는 CO<sub>2</sub>가 주성분인 화성대기의 존재가  $\alpha$  모드의 스펙트럼에 큰 영향을 준다. X선모드에는 CO<sub>2</sub>의 영향은 없지만 낮에 측정한 데이터에는 노이즈가 없다.  $\alpha$  모드에서의 분석치로 부터 CO<sub>2</sub>의 영향을 재보정하는 데도 시간이 걸리며, 아직 이 데이터는 해석중에 있는 것 같다. 또 프로톤모드의 데이터는  $\alpha$ 모드의 데이터와 함께 사용하고 있기 때문에, 이것도 아직 공표되어 있지 않다.

이와 같은 이유로 현단계에서 사용하고 있는 데이터는, 밤에 얻은 X선모드의 스펙트럼 뿐이다.  $\alpha$ 와 프로톤모드의 스펙트럼을 사용할 수 없으므로 X선모드의 스펙트럼 해석에는 몇 가지의 가정을 세우고 있다. 먼저, 분석한 샘플에는 탄소염, 질화물이나 수산화물은 들어 있지 않을 것. 분석된 조암원소를 단화물의 형태로 나타낼 것. 그리고 이들 합계를 98%로 규격화할 것 등이다.

## 2. 화성표면의 암석 · 토양의 조성

마즈파스파인더가 착륙한 곳은 화성의 북반구인 크류세 평원에 있는 알레스 끌짜기 부근이다. 이 부근은 일찍이 홍수가 있었다고 추측되어 있는 곳이다. 이곳에서 소자너는 합계 8개의 암석과 7개소의 토양에 대하여 분석하였다. 이것들은 착륙선과 로버의 카메라로 촬영된 영상에서 선별된 표적물이다. 암석의 분석 결과는 모두 Si이 풍부한 안산암질의 조성을 하고 있는 의외의 건이었다. 암석의 분석치는 표면을 덮고 있는 먼지의 영향이 크고, 통상의 화성암에는 별로 들어있지 않은 S가 다소 많이 들어있다.

이것은 표면을 덮고 있는 먼지의 양과 밀접한 관계가 있다고 생각된다. S를 보정한 값으로는 SiO<sub>2</sub>가 중량%로 60% 정도의 건이 대부분이며, 암석간의 조성변동은 별로 없었다. (중량%로 SiO<sub>2</sub>=62.0±2.7%, TiO<sub>2</sub>=0.7±0.1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=10.6±0.7%, FeO=12.0±1.3%, MgO=2.0±0.7%, CaO=7.3±1.1%, Na<sub>2</sub>O=2.6±1.5%, K<sub>2</sub>O=0.7±0.2%, Cl=0.2±0.2%)

파스파인더가 분석한 암석은, 지구의 플레이트경계 등에서 통상 볼 수 있는 안산암(칼크, 알카리암계열의 것) 보다도 Fe가 풍부하고 Al이 적고, 솔레아이트질 암석계열에 가까운 약간 특수한 조성을 가진 암석이다. 지금까지 발견된 12개의 화성운석은 모두 Si성분이 적은 현무암질이나 펠조라이트질 등의 암석이며, 이번에 파스파인더가 분석한 암석과는 조성적으로 다소 다르다.

그러나, 암석학에서 잘 이용되는 Al/Si과 Mg/Si의 비를 양측으로 취한 그래프에서도 펠조라이트질 등의 화성운석과 파스파인더가 분석한 암석 · 토양의 조성은 같은 직선위에 있어서, 화성에서의 맨틀 · 지각의 분화를 나타낸 것으로 생각된다. 즉, 파스파인더가 발견한 안산암질의 암석은, 반드시 화성의 플레이트지각변경으로 생긴 것이 아니고, 화성운석을 만든 것과 같은 조성의 마그마가 분화함으로써 형성되었음을 시사하고 있다.

그러나, 이것들은 분석한 암석이 화성암이라 가정한 경우이며, 퇴적암이나 운석의 충돌로 생긴 각력암으로 보고 있다는 가능성은 부정할 수 없다. 최종적으로 이들 문제에 답을 주는 것은 화성에서 샘플을 가져오는 것이다.

또, 토양의 분석치는 21년전에 바이킹탐사기가 분석한 것과 매우 닮아 있으며, 화성표면에 똑같이 같은 조성의 먼지가 분포하고 있다고 생각된다. **KIRIA**

(토쿄대학, 三河内 岳)