

## 백록담 분화구내 토양의 광물학적 특성

# Mineralogical Characteristic of Soil in Baengnokdam Crater

고석형<sup>1</sup> · 고정군<sup>1</sup> · 장공만<sup>2</sup> · 현해남<sup>2</sup>

<sup>1</sup>제주특별자치도 환경자원연구원, <sup>2</sup>제주대학교 생물산업학부

### I. 연구목적

한라산 정상에 위치한 백록담은 장반경(동~서)이 585m, 단반경(남~북)이 375m이다. 외륜산릉으로부터 최대 깊이가 112m의 분화구로 형성되어 있으며, 분화구 둘레의 길이는 1,720m에 이른다. 백록담의 암체는 동측에는 현무암이, 서측에는 조면암이 분포하는 서로 다른 시기에 이질적인 용암으로 구성되어 있다.

백록담일대는 자연적인 기반암의 풍화와 인위적 요인으로 훼손이 심한 상태이고, 이에 따른 토양침식으로 백록담 분화구 내로 토사가 계속해서 유입되고 있다. 이들 지역은 비교적 풍화에 약한 조면암을 대상으로 암석 및 광물학적 연구가 수행이 되었으며(원종관 등, 1986; 장광화 등, 1977, 1999), 이창섭 등(2007)은 화학적 풍화보다는 기계적 풍화에 의해 암석의 약화와 암반의 붕괴를 초래한 것으로 보고하고 있다.

암석이 변하여 토양이 생성될 때까지는 풍화작용과 토양 생성작용이란 과정이 상호연관되어 진행되는데 본 연구는 1,938m에 위치한 백록담 기저부 토양의 풍화에 따른 점토 광물의 형성여부와 종류 및 화학조성 변화를 알아보기 위해 X-선 회절분석과 X-선 형광분석을 실시하였다.

### II. 조사 및 분석 방법

#### 1. 연구대상지

백록담 기저부는 평상시 담수를 이루고 있는 2개의 수계가 북동쪽 가장자리에 위치하고 있다. 수계의 면적은 백록담 전체면적의 5.9%인 11,637m<sup>2</sup>를 차지하고 있으며 식생은 분포하지 않는다. 그러나 수계 주변의 중앙 기저부는 초지

대를 형성하며 주로 벼과, 사초과 식물을 중심으로 분포하고 있다.

백록담일대의 식생은 크게 초지, 참활 혼효림 및 관목림으로 구분된다. 초지는 김의털(*Festuca ovina*)이 우점하는 군락과 눈포아풀(*Poa palustris*) 군락으로 구분되며 전체 분화구 면적의 39.6%인 76,939m<sup>2</sup>로 가장 넓게 분포하고 있다. 이중 김의털 군락은 전체적으로 백록담내의 기저부와 사면에 나타나고 김의털과 한라사초 등이 우점종으로 나타나며 호장근, 한라부추, 미역취 등이 수반종으로 나타난다. 그리고 눈포아풀 군락은 강우 시 물에 자주 잠기는 수계 주변에 분포되어 있다.

백록담 사면을 보면 북사면은 과거 등산객에 의하여 식생이 파괴되어 있을 뿐만 아니라 토양침식으로 수로가 형성된 사면이고, 남사면은 전석이 흐트러져 있다.

#### 2. 토양시료

수계의 토양은 백록담 담수지역의 지표면이 건조되었던 2004년 9월부터 11월과 2005년 10월부터 11월 사이에 토양을 채취하여 광구시료병에 보관된 시료를 사용하였다. 시료는 Cobra 토양 채취기(Cobra-248, Atlascopco, Sweden)를 사용하여 5m 간격으로 1m 깊이로 채취하였다. 채취한 시료는 다시 10cm 간격으로 나누었으며 총 29개 지점에서 무작위로 3개의 시료를 대상으로 분석하였다.

초지대의 토양은 2008년 6월에 코어샘플러를 이용하여 60cm 깊이로 3개 지점에서 채취하였으며, 10cm 간격으로 나누어 분석하였다.

#### 3. 분석방법

토양시료에 대하여 분쇄 및 원심분리를 통한 침강법으로 2 $\mu$ m 이하의 점토분을 분리시킨 후 X-선 회절분석(X-Ray Diffractometer, XRD)을 실시하였다. PHILIPS(Netheland)사의 X'Pert-MPD System을 사용하였으며, CuK $\alpha$ 선과 Ni-filter에 의한 X-선을 이용하였다. 분리된 점토분에 한하여 포함된 점토광물은 에칠렌글리콜 처리 및 가열처리 등을 통하여 식별하였다. 또한 X-선 형광분석(X-Ray Fluorescence Spectrometer, XRF)은 SHIMADZU사의 XRF-1700을 사용하여 X-선의 파장과 강도에 따라 분석항목 원소의 정량 분석을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. X-선 회절분석

점토광물의 형성여부와 종류를 파악하기 위하여 분말시료에 대한 X-선 회절분석을 실시하였다. X-선 회절분석 결과에 의하면 분석된 토양에서는 점토광물이 확인되지 않았다. 수계의 토양은 장석류의 일종인 아노터클레이스(Anorthoclase)와 회장석(Anorthite)이 주요 광물이었으며, 소량의 조장석(Albite), 미사장석(Microcline) 및 석영(Quartz)이 확인되었다. 초지대의 토양에서도 장석류인 조장석과 미사장석이 주를 이루었으며, 소량의 회장석과 석영이 확인되었다(그림 1, 2).

풍화에 대한 저항성을 나타내는 순서를 풍화안정계열이라고 하는데 장석 < 스�멕타이트 < 카올리나이트 < 깁사이트

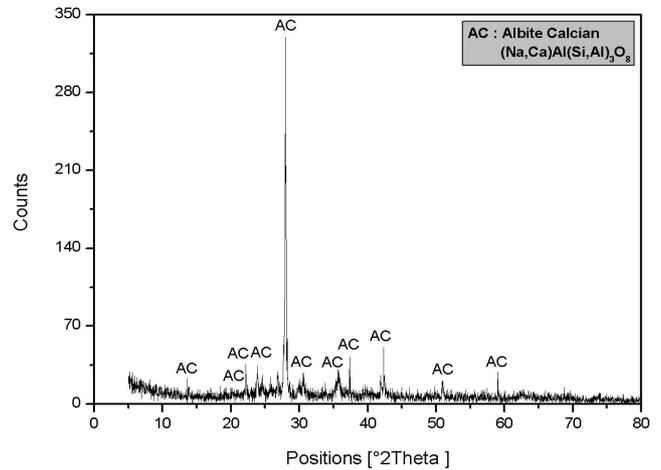


그림 2. 백록담 초지대 토양의 X-선 회절분석

의 순서로 안정하다. 따라서 풍화에 따른 점토광물이 발견되지 않았지만 주를 이루는 광물이 장석임을 감안하면 풍화에 약한 환경을 갖고 있는 것으로 판단된다.

#### 2. X-선 형광분석

채취된 시료의 화학성분을 파악하기 위하여 주성분원소에 대한 X-선 형광분석을 실시하였다. 백록담 수계지역 및 초지대 토양시료에 대한 XRF 주원소 분석치는 표 1과 같다. SiO $_2$  함량 범위는 35.6~70.6 wt, %의 넓은 범위를 보였으며, 수계지역이 초지대의 토양보다 높게 나타났다. 초지대 1에서는 현무암 모재의 영향을 받은 것으로 생각되며, 이를 제외하고는 조면암 모재의 영향을 받은 것으로 판단된다.

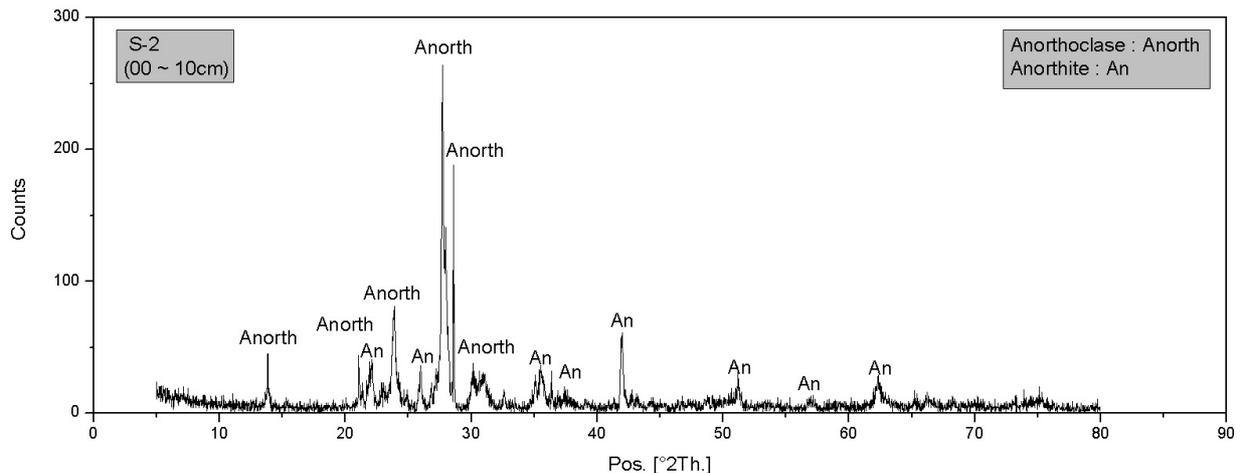


그림 1. 백록담 수계지역 토양의 X-선 회절분석

표 1. 백록담 수계지역 및 초지대 토양의 형광분석(wt, %)

Sample No.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZrO <sub>2</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>
수계 1	67.145	16.303	5.352	4.981	3.569	0.864	0.716	0.410	0.347	0.125	0.099	0.179
수계 2	64.116	18.018	6.979	4.516	2.944	0.690	1.069	0.650	0.579	0.114	0.088	0.299
수계 3	66.668	16.980	5.530	4.795	3.305	0.589	0.782	0.545	0.415	0.112	0.129	0.224
Avg.	65.597	17.393	6.142	4.684	3.163	0.645	0.902	0.583	0.482	0.114	0.110	0.256
초지 1	42.229	27.469	15.387	1.308	1.677	3.730	4.073	1.627	1.546	0.097	0.253	0.779
초지 2	56.485	22.199	9.639	3.501	2.406	1.188	2.135	0.827	0.939	0.116	0.095	0.683
초지 3	62.368	18.439	7.276	4.427	3.103	1.060	1.291	0.618	0.735	0.124	0.109	0.530
Avg.	58.280	20.796	8.919	3.787	2.683	1.298	1.871	0.780	0.884	0.119	0.112	0.620

알칼리 원소 함량(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)은 SiO<sub>2</sub> 함량이 증가함에 따라 전반적으로 커지는 경의 관계를 보였다. 점토광물의 조성과 풍화작용, 흙의 생성작용의 방향과 단계를 추정하는 지표가 되는 규반비(SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)는 1.7~8.1 wt, %의 넓은

범위를 보였다. 화산회토는 규반비가 작고 1 전후인 것이 일반적으로 많은데, 이는 화산회에서 유래된 토양일지라도 토양 특성이 다양하게 나타날 수 있기 때문이라고 판단된다.