

대동지구 백토의 광물조성에 대한 연구

박 해 숙

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《원료와 연료, 동력문제를 해결하기 위한 과학기술적문제를 푸는데서 중요한것은 우리나라의 자원을 널리 개발하기 위한 과학기술적문제를 푸는것입니다.》(《김정일선집》 제11권 증보판 134페이지)

선행연구[1, 3]에서는 백토를 광물학적으로는 고령석형, 일리석형, 부풀음석형, 특수형으로, 암석학적으로는 규장암체기원형, 규장질암맥기원형, 중산성분출암기원형, 퇴적암기원형, 성인적으로는 열수-변질풍화형, 풍화형, 퇴적형으로, 암석화학적으로는 $Al(OH)$ 형, X형, S형으로 구분하였다. 그리고 용도별로는 도자기 및 공예품용, 종이, 고무, 수지, 비누 등의 충전제용, 기름, 음료 등의 정제용, 안료용, 내화물용, 독성물질제거담체용, 점결제용, 식료품의 첨가제 및 광물약제용 등으로 구분하였다.

연구지역 백토광상은 새로 발견된것으로서 광상의 지질학적 및 광물학적특성들이 구체적으로 해명되지 못하였다.

일반적으로 백토는 여러가지 점토광물로 이루어져있으므로 광물조성을 일반적인 방법으로는 감정하기 힘들다. 따라서 우리는 백토의 광물조성을 밝히기 위하여 현미경에 의한 감정, 시차열분석, X선구조분석, 적외선스펙트럼분석방법들을 종합적으로 리용하였다.

현미경에 의한 감정 백토의 쇄설광물조성을 밝히기 위하여 백토를 수파한 다음 쇄설산물로 박편을 만들어 현미경(《MNN-8》)으로 감정한데 의하면 쇄설광물은 석영과 장석이다.

석영은 흰색이고 비교적 깨끗하며 마모되지 않은 원암의 형태인 둥근모양이다. 그리고 장석은 흰색, 회백색이며 판모양을 이루고 본래형태를 거의나 그대로 보존하나 변두리에 고령석화된 부분들이 불규칙하게 나타나면서 약간 마모되어있다. 또한 신선한 장석립자내부에서도 고령석화된 부분들이 반점, 실오리모양으로 불규칙하게 나타나지만 본래 형태는 거의나 그대로 보존하고있다. 이로부터 장석이 이지퇴적물의 풍화산물이 아니라 고령석화작용을 심히 받은 원지풍화잔류광물이라는것을 알수 있다.

시차열분석에 의한 감정 시차열분석기(《DTA-5》)를 리용하여 가열속도는 $20^{\circ}C/min$, 도가니재질은 알루미늄, 시상수 3s, 온도구간은 상온- $900^{\circ}C$ 에서 10mg의 시료(백토를 수파하여 쇄설광물을 없앤 점토분시료)에 대한 분석을 진행하였다.

분석결과에 의하면 $80\sim 120^{\circ}C$ 와 $560\sim 680^{\circ}C$ 에서 흡열효과가 나타났다. $80\sim 120^{\circ}C$ 에서의 첫번째 흡열효과는 점토광물에서 흡착수가 분리되면서 나타난것이며 $560\sim 680^{\circ}C$ 에서 나타난 두번째 흡열효과는 점토광물에서 결합수가 떨어져나오면서 생긴 흡열효과이다.

고령석은 $Si-O$ 사면체와 $Al-O$ 팔면체의 2층구조를 이루는데 OH^{-} 이 결정구조결면에 있으므로 2층구조형의 OH^{-} 의 탈수온도는 $600\sim 800^{\circ}C$ 정도이다. 그리고 몬모릴론석에서는

Si-O사면체층안의 Si가 Al로, Al-O팔면체층안의 Al과 Mg를 위주로 하는 양이온들사이에 류질동상교대가 일어나는데 이때 생기는 전하부족을 보상하기 위하여 결정층사이에 양이온들이 끼여들면서 수화된다. 바로 이 수화작용에 의하여 생기는 층간수는 100~200°C에서 탈수된다.[2] 이로부터 백토가 2층구조형의 점토광물로 이루어졌다는것을 알수 있다.

태성백토를 비롯한 일부 지역 백토의 시차열분석곡선들에서는 450~500°C에서 발열반응효과가 나타나는데 이것은 철의 수산화물이나 유기물의 연소와 관련된것이다. 그러나 연구지역의 백토에서는 450~500°C 구간에서의 발열반응효과가 나타나지 않으므로 철의 수산화물과 유기물질이 없다는것을 알수 있다.

X선구조분석에 의한 감정 분석기(《Rigaku-MINIFLEX》)를 리용하여 $\lambda=0.154\ 051\text{nm}$, 결음값은 0.02° , 측정각도는 $3-80^\circ$, 측정시간은 0.48s, 대음극은 $\text{CuK}\alpha$, 전압은 40kV, 전류는 12mA인 조건에서 연속측정하는 방법으로 연구지역의 백토에 대한 X선구조분석을 진행하였다.(표 1)

표 1. 백토의 X선구조분석결과

No.	$2\theta/^\circ$	$d/(\times 10^{-10}\text{m})$	R-I	A-I	광물명	No.	$2\theta/^\circ$	$d/(\times 10^{-10}\text{m})$	R-I	A-I	광물명
1	8.60	10.30	40	177	다수고령석	14	42.20	2.14	18	78	장석
2	12.10	7.31	52	230	고령석	15	45.10	2.01	20	90	고령석
3	17.50	5.06	16	69	—	16	49.87	1.83	25	110	석영
4	20.60	4.31	39	172	고령석	17	54.77	1.67	14	63	석영
5	24.57	3.62	44	193	다수고령석	18	59.77	1.55	20	86	석영
6	26.40	3.37	100	441	석영	19	62.07	1.49	13	56	고령석
7	29.57	3.02	15	68	장석	20	67.60	1.38	15	67	석영
8	34.70	2.58	14	79	일리석	21	68.03	1.38	20	87	석영
9	35.77	2.51	14	61	—	22	69.17	1.36	10	44	석영
10	36.33	2.47	22	95	고령석	23	70.00	1.34	10	43	장석
11	39.27	2.29	15	68	석영	24	73.17	1.29	11	39	일리석
12	40.07	2.25	12	52	일리석	25	75.50	1.26	10	44	장석
13	40.93	2.20	8	34	일리석						

표 1에서 보는바와 같이 연구지역의 백토는 고령석, 다수고령석, 일리석 등과 같은 점토광물 그리고 장석, 석영 등과 같은 쇄설광물로 이루어졌다.

적외선흡수스펙트럼분석에 의한 감정 적외선 흡수스펙트럼분석기(《FTIR-8101》)를 리용하여 분해능은 4.0mm^{-1} , 적산회수는 40회, 기록지속도는 2.8mm/s 일 때 투과률방식으로 분석한 결과는 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 $3\ 580\text{cm}^{-1}$ 근방에서 나타나는 강한 흡수곡선은 OH^- 형태의 결 합수에 의한것이며 $1\ 000\text{cm}^{-1}$ 근방에서 나타나는 강한 흡수곡선은 Si-O-Si와 Si-O-Al, Al-OH $^-$ 의 진동과 관련된것이다. 이러한 특성은 고령석의 적외선 흡수특성과 일치한다.

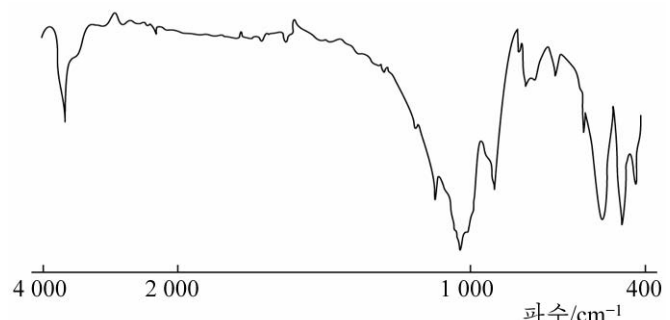


그림. 연구지역 백토의 적외선 흡수스펙트럼

이러한 분석결과들을 종합해보면 연구지역의 백토는 고령석, 다수고령석, 일리석 등과 같은 점토광물, 적은 량의 석영, 장석 등과 같은 세설광물로 이루어져있으며 철의 산화물(자철광, 갈철광 등)과 류화물, 유기물질들은 포함되어있지 않다는것을 알수 있다.

우리는 연구지역 백토를 박편으로 만들고 현미경(《MIN-8》)을 리용하여 백토의 광물조성이 광체별, 지질우물별로 어떻게 차이나는가를 고찰하였다.(표 2)

표 2. 광체별, 지질우물별에 따르는 백토의 광물조성변화(%)

광체명	지질우물번호	점토광물	장석	석영	광체명	지질우물번호	점토광물	장석	석영
고산	3-ㄴ	77.36	5.21	17.36	고산	6-ㄷ	82.50	2.50	15.00
"	9-ㄱ	77.00	5.37	17.63	"	6-ㄴ	78.00	5.00	17.00
"	10-ㄴ	76.25	5.75	18.0	"	6-ㄷ	76.50	5.50	18.00
"	3-ㄱ	72.25	8.50	19.25	오금	3-ㄴ	72.90	7.70	19.40
"	4-ㄴ	76.00	6.00	18.00	"	3-ㄷ	76.25	6.00	17.75
"	1-ㄱ	72.10	8.50	19.36	"	4	73.00	8.20	18.70
"	2	74.80	7.00	18.30	"	6	77.25	6.00	16.75
"	2-ㄱ	69.25	9.75	21.00	"	20-ㄱ	70.33	10.17	19.50

표 2에서 보는바와 같이 광체별, 지질탐사우물에 따라 광물조성이 약간 차이나지만 그 함량변화범위가 매우 작은것이 특징이다. 이로부터 원암인 장석질암석이 매우 고르롭게 풍화되어 백토가 형성되었다는것을 알수 있다.

맺 는 말

연구지역의 백토는 점토광물이 70~82%, 장석이 4~11%, 석영이 15~20%정도 포함되어있으며 장석질암석이 풍화되어 형성된것이다. 백토의 광물조성은 광체별, 지질우물별로 약간 차이나지만 그 함량변화범위는 매우 작다.

참 고 문 헌

- [1] 박정섭 등; 암석의 풍화, 김일성종합대학출판사, 267, 주체92(2003).
- [2] H. H. Murray; Applied Clay Mineralogy, Elsevier, 189, 2007.
- [3] 朱平平; 非金属矿, 33, 1, 36, 2010.

주체103(2014)년 2월 5일 원고접수

Mineral Composition of Terra Alba in Taedong District

Pak Hye Suk

The mineral composition of terra alba is considered by the microscope diagnosis and DTA, XRD, FTIR. This terra alba is composed of clay minerals of 70~82%, feldspar of 4~11%, quartz of 15~20% and these were formed by weathering of feldspar rocks.

Key words: terra alba, kaolinite