

< 단 신 >

황토 주성분(Si, Fe, Al, Mg, Ca)의 분리 및 정량

정규진 · 김미경* · 홍태기†

한서대학교 화학과, *경인여자대학 산업 · 환경공학부

Separation and Determination of Major Component(Si, Fe, Al, Mg and Ca)
in Yellow Ochre

Kyu-Jin Jung, Mi-Kyoung Kim* and Tae-Kee Hong†

Department of Chemistry, Hanseo University, Seosan, Chungnam, 356-820, Korea

*Department of Environmental Engineering/Industrial Hygiene, Kyung-In Women's College, Incheon, Korea

We showed the analytical scheme for Yellow Ochre, so called Hwangto or Loess, or compared the results of our analytical scheme with those of Atomic absorption spectroscopic method. This results obtained by two methods were almost the same. The major component of Loess sample obtained from A company were determined and separated by our analytical scheme. The percent compositions of major component were 62.2% SiO₂, 16.8% Fe₂O₃, 7.5% Al₂O₃ and 5.9% MgO. however, Calcium oxide was not detected.

Keywords: Yellow Ochre, AAS, major component

1. 서 론

황토(yellow ochre)라는 말은 느슨하게 결합되어 있다는 의미를 포함하는 독일어 "Loess"에서 시작되었고, 화강암, 안산암, 석영조면암 등이 풍화작용이나 열수작용에 의해 생성된 Kaolin족 점토류에 속한다¹⁾. 황토는 온대지역과 사막 주변에 나타나는 건조지역에 가장 넓게 분포하며, 중국 북부 · 동북부, 중앙아시아, 러시아 남부, 중부유럽, 북아프리카, 북아메리카, 아르헨티나, 뉴질랜드 등에 널리 분포하여, 지표면의 약 10%를 덮고 있으며 유럽이나 북아메리카의 퇴스는 옛 대륙빙하 주변지역에 분포되어있으며, 방하에 의해 운반된 암층 중 미세한 입자들이 빙하가 녹은 물에 씻겨서 퇴적한 것이 하상(河床)이 건조해지는 겨울에 강한 편서풍에 실려 주변지역으로 운반되어 재 퇴적된 것이다. 실트 크기(5~50 μ m)의 입자들로 구성되어 있으며 황토입자의 크기는 주로 20~50 μ m이며 균질하고 층리가 발달되어

있지 않으며 공극률(50~55%)이 크다²⁾. 국내의 황토는 대부분 백악기 말엽을 전후해서 화강암, 섬록암, 석영반암, 규장반암, 명반석 등이 풍화되어 생성된 토양화된 풍화잔류토이며 황토의 표면은 편서풍을 타고 중국 대륙에서 오랫동안 황사에 의해 지표의 일부를 이루고 있다. 또한 황토는 전국적으로 널리 분포하고 있으며 주요 산지로는 고평토(kaolinite) 산지와 거의 일치하고 있다. 우리나라는 세계적인 고평토 산지이며 이 고평토의 표층에서 양질의 황토가 산출된다.

토양생성과정에서 1차 광물은 암석에서 분리된 광물로 그 후 거의 변화가 없었던 광물을 의미하며 대부분 규소, 알루미늄, 철 등을 함유하고 있기 때문에 이들 토양광물을 규반염광물(aluminosilicate minerals)이라고 한다. 한편 2차 광물은 1차 광물이 풍화되어 토양으로 발전되는 도중에 재합성된 광물을 말한다. 토양중의 점토광물은 1차의 규반염 광물이 풍화되어 규소 알루미늄 등이 토양 용액 중에 용해되어 있다가 1차 광물 조

†To whom correspondence should be addressed.

각위에 침전된 후 이로부터 분리된 미세 입자들이다. 이들은 관상의 결정형을 이루며 그 화학적 조성은 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O 등인데 토양중의 주요 점토광물로는 부정형인 철이나 알루미늄의 산화물과 결정형인 kaolinite, montmorillonite, illite, chlorite, limonite, vermiculite 등이다³⁾.

우리나라의 황토의 조성 퍼센트는 산지에 따라 크게 다르게 나타나며 그 특성 또한 매우 다르다. 특히 주성분(SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO 및 MgO)이 크게 다르게 나타난다. 그러므로 본 논문에서는 황토의 주성분을 쉽게 분리하고 정량할 수 있는 방법을 제시하려 한다.

2. 실험

2.1. 시약 및 기기

실험에 사용된 모든 시약은 특급시약을 사용하였고 증류수로는 3차 증류수를 사용하였다. 황토 시료의 digestion을 위해서 Microwave digestion system은 Questron Co.(USA)의 QLab 6000을 사용하였고 pH를 재기 위한 pH meter로는 Orion 720A를 사용하였다. 침전물을 거르기 위하여 유리거르개 3G-5를 사용하였다. Fe를 정량하기 위해서는 SIMADZU사의 AA-6501 원자흡광광도계를 사용하였다.

2.2. 시료 전처리

황토 시료를 녹이기 위하여 황토시료 0.5g에 왕수 5mL를 넣고 Microwave digestion system(Q-Lab, Questron Co.)을 사용하였으며, digestion 조건은 초기에는 Power vs time으로 300W로 하고 10분 후 500W로 10분간 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

Microwave를 통해 분해 되지 않은 성분은 이고 다른 성분들은 모두 분해 되었다. 그러므로 주성분 중 SiO_2 와 Al^{3+} , Mg^{2+} , 및 Ca^{2+} 를 거름으로 분리할 수 있었으므로 우선 이를 분리시킬 수 있었다.

Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} 및 Ca^{2+} 를 분리하기 위해서는 실리카를 제거한 여과액에 1:1 NH_4OH 를 첨가하여 pH 5.5가 되도록 가하고 pH 6.5까지 Urea를 첨가한다. 그러면 갈색의 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 와 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 의 불용성 콜로이드 침전물이 생성된다. 유리 거르개로 Aspirator를 이용해 진공 감압 여과시켜 Fe^{3+} 와 Al^{3+} 그리고 Ca^{2+} 과

Mg^{2+} 를 다시 여과에 의해 분리시킬 수 있었다.

Fe^{3+} 와 Al^{3+} 은 수산화 침전물을 생성하므로 여과에 의해 분리된 침전물을 다시 Fe^{3+} 와 Al^{3+} 으로 분리시켜야 한다⁴⁾. 그러므로 염산을 가하여 침전물을 녹이고, 용해된 Fe^{3+} 와 Al^{3+} 을 포함하는 용액을 분액깔때기에 넣고 6M HCl 30mL와 MIBK 20mL를 넣고 5분간 경열하게 흔들어 준다. 그러면 Fe^{3+} 는 MIBK 층으로 올라가서 노란색으로 되고 수용액 층은 무색으로 된다. 만일 수용액 층에 노란색이 남아 있으면 수용액 층이 무색이 되도록 MIBK를 더 첨가해 작업을 반복한다. 무색으로 된 수용액 층에는 Fe^{3+} 는 제거되고 Al^{3+} 만이 남아있게 된다. 그러므로 분액깔때기로부터 수용액 층을 분리시킨다. Fe^{3+} 를 포함하는 분액깔때기 속의 노란색의 MIBK에 증류수 20~30mL를 가한 후 경열하게 흔들어 주면 Fe^{3+} 이온이 수용액 층으로 다시 이동하게 되므로 수용액 층은 노란색으로 되고 MIBK 층은 다시 무색으로 된다. 이와 같이 Fe^{3+} 와 Al^{3+} 를 분리시킬 수 있다.

Ca^{2+} 과 Mg^{2+} 을 포함하는 여과액은 다시 Ca^{2+} 과 Mg^{2+} 을 분리시켜야 한다. Ca^{2+} 과 Mg^{2+} 혼합용액에

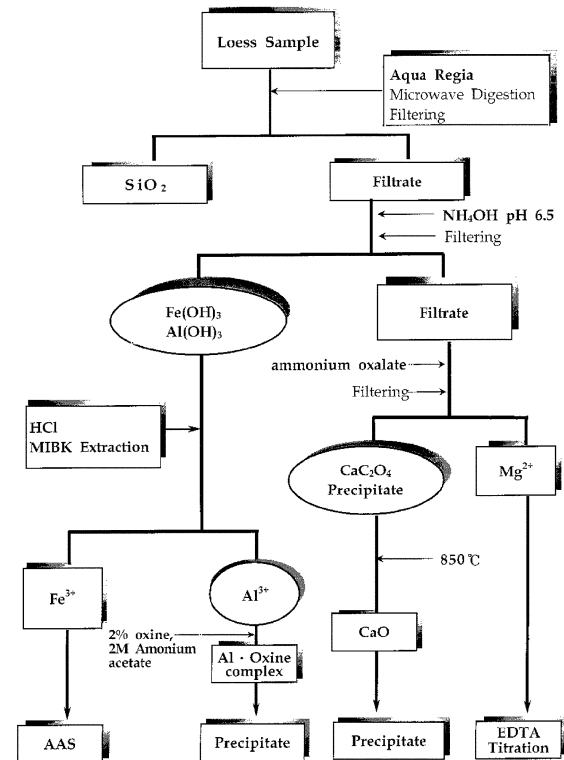


Fig. 1. The scheme for analysis of major component of Loess.

Table 1. Analytical results of yellow ochre sample.

Major Component	Composition(%)				
	SiO ₂ [§]	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CaO
AAS	62.2	17.7	7.1	5.2	ND*
Our method	62.2	16.8	7.5	5.9	ND*

[§] Obtained by Gravimetric Method

* None Detection

ammonium oxalate 용액을 가하면 칼슘이온은 옥살산 칼슘 침전이 생성하지만 마그네슘이온은 침전되지 않는다. 그러므로 ammonium oxalate 용액을 가하여 Ca²⁺을 침전시켜 Ca²⁺과 Mg²⁺을 분리시킨다⁵⁾.

황토 중 주성분인 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO 및 MgO의 함량을 습식분석법(Wet analytical method)와 원자흡광광도법으로 쉽게 분리 정량할 수 있으며, 황토의 구성성분 중 주성분인 5가지의 금속(Si, Al, Fe, Ca, Mg)을 분리 및 정량을 위한 scheme은 Fig. 1에 서와 같다.

Fig. 1과 같은 방법으로 A회사 제품의 황토를 분석결과와 원자흡광광도법에 의한 분석결과는 Table 1에서와 같다. Table 1에서와 같이 A회사 제품의 황토에서 는 칼슘은 검출되지 않았고 실리카의 분석결과는

Microwave digestion system을 사용하고 왕수로 녹였을 때 녹지 않은 성분이 실리카임으로 무게법으로 얻어진 결과임으로 원자흡광광도법(AAS)과 Fig. 1의 scheme에 의한 결과와 같은 값을 보이고 있다. 그러나 철, 알루미늄 및 마그네슘은 두 결과에서의 편차는 최소 0.4%에서 최대 0.9%를 보였다. 그리고 철에서는 AAS가 0.9% 더 높은 결과를 보였으나 알루미늄과 마그네슘의 경우는 AAS가 더 낮은 결과를 보였다. 그러나 이들 결과의 차이는 일반적으로 허용할 수 있을 정도의 매우 작은 오차임을 보여주고 있다. 그러므로 이들 두 방법은 황토 시료를 위한 분석방법으로 사용할 수 있다고 본다.

참고문헌

1. 황혜주, *대한건축학회지*, **1997**, 4, 23-30.
2. 최희용, 황혜주, 김문한, *대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(구조계)*, **1997**, 17(2), 1257-1262.
3. 조백현, "토양학", 학문사, **1980**.
4. 김계덕, "분석화학편람", 도서출판 세화, **1993**, 117-120.
5. 김계덕, "분석화학편람", 도서출판 세화, **1993**, 171.