

동남광산에서 발견된 Zn-buserite 및 Zn-rancieite의 광물학적 특징

김수진¹, 최현수¹, 장세원²

¹서울대학교 지구환경과학부(soojin@snu.ac.kr), ²한국지질자원연구원

1. 서론

강원도 정선군 남면 무릉리 능전에 위치한 동남광산의 망간광석 중에서 Zn-buserite와 Zn-rancieite가 세계 최초로 발견되었다. 동남광산의 망간광석은 고생대 캄브리아기의 풍촌 석회암 내의 NS-N25E 방향의 절리에 따라 형성된 열수기원의 능망간석-황화광석이 지표 천처에서 산화작용에 의하여 형성되었으며 주로 birnessite, nsutite, pyrolusite, todorokite, rancieite, hydrohetaerolite, 방해석 등으로 구성되어 있다. Zn-rancieite는 Zn-buserite의 탈수산물이다. Zn-rancieite와 Ca-rancieite는 동일한 입자내에서 존재한다.

2. 연구 방법

Zn-rancieite 및 Zn-buserite는 산화망간광석에 대한 광석현미경연구, X선회절분석, 투과전자현미경분석 등 일련의 연구를 하는 과정에서 발견되었다. 이 광물은 처음에는 단순히 rancieite 및 buserite로 해석되었으나 전자현미분석 결과 이 광물들이 Zn-rancieite 및 Zn-buserite 임이 밝혀졌다. 그래서 이들 광물에 대한 체계적인 광물학적 연구를 하게 되었다.

3. 연구 결과

3.1. Zn-buserite와 Zn-rancieite의 관계

Buserite와 rancieite의 상호관계는 Kim and Chang (1989)에 의하여 연구되었다. 광석 현미경하에서 rancieite로 보이는 입자를 X선회절분석을 실시한 결과 10Å 피크와 7.5Å 피크가 동시에 나타나서 buserite와 rancieite의 광물상이 공존한다는 것을 알 수 있었다. 그런데 전자현미분석결과에 의하면 동일한 큰 입자 내에도 Ca와 Zn이 불균질하게 분포하여 Ca-rancieite와 Zn-rancieite가 동일한 입자 내에 공존하고 있다는 것을 확인하였다. 따라서 X선회절상에서 10Å 피크와 7.5Å 피크가 동시에 나타난 것은 원래 처음에 생성되었던 Ca-buserite와 Zn-buserite가 탈수작용에 의하여 Ca-rancieite와 Zn-rancieite로 전이한 것으로 해석된다. 즉, 10Å 피크는 Ca-buserite와 Zn-buserite의 존재에 기인하고, 7.5Å 피크는 Ca-rancieite와 Zn-rancieite의 존재에 기인한 것이다. 거의 항상 7.5Å 피크가 10Å 피크 보다 강도가 훨씬 높게 나타나고 있는데, 이는 대부분의 10Å 광물상이 7.5Å 광물상으로 전이하였다는 것을 지시한다. 이 시료에 대하여 가열실험을 실시한 결과 약 70°C에서 10Å 피크가 소멸되고 7.5Å 피크의 강도는 반대로 증가하는 것으로 보아 10Å 광물상의 층간수가 쉽게 탈수된다는 것을 알 수 있다.

3.2. Zn-buserite와 Zn-rancieite의 광물학적 특징

산출상태: 엽편상 집합체로 산출, 입자의 크기는 보통 0.05 mm 이하이지만 큰 것은 0.2 mm, 엽편//(001)

물리적 성질: 청흑색, 갈색조흔, 무염광택, 완전벽개 (1 방향), H = 2.5-4

광학적 성질: 이방성, 복반사, 적갈색의 내부반사

화학조성: Zn-rancieite의 EPMA 분석값은 MnO₂ 70.08, MnO 0.00, CaO 0.86, MgO 0.78, Fe₂O₃ 0.27, ZnO 12.87, K₂O 0.13, Na₂O 0.93, H₂O 14.08. 합계 100.0%
실험식: (Zn_{0.78}Na_{0.15}Ca_{0.08}Mg_{0.01}K_{0.01})(Mn⁴⁺_{3.98}Fe³⁺_{0.02})_{4.00}O₉ · 3.85H₂O
Zn-rancieite의 이상적 화학식은 ZnMn⁴⁺₄O₉ · 4H₂O이다.
Zn-buserite의 이상적인 화학식은 ZnMn⁴⁺₄O₉ · 8H₂O이다.
결정학적 성질: 육방정계; a = 2.840 Å, c = 7.486 Å; a:c = 1:2.636
분말X선 데이터: 7.480(vs)(001), 3.740(s)(002), 2.45(m)(100), 2.34(m)(101)
2.06(vw)(102), 1.76(vw)(103), 1.42(vs)(110)
DTA 데이터: 흡열 피크; 65°C, 180°C, 690°C, 1020°C
IR 흡수 스펙트럼: 445, 500, 1630, 3400 cm⁻¹

4. 결론 및 토론

Zn-buserite: Buserite는 원래 Ca 단종 (Ca-buserite)에 대하여 붙여진 이름이다. 따라서 buserite의 Zn 단종 (Zn-buserite)이 처음으로 발견되었기 때문에 이 광물에 대하여도 새로운 광물명이 붙여져야 한다.

Zn-rancieite: Rancieite는 원래 Ca 단종 (Ca-rancieite)에 대하여 붙여졌으며 (Fleischer & Richmond, 1943; Bardossy & Brindley, 1978), takanelite는 Mn²⁺ 단종 (Mn²⁺-rancieite)에 대한 광물명 (Nambu & Tanida, 1971; Kim, 1991)이다. 따라서 rancieite의 Zn 단종 (Zn-rancieite)이 처음으로 발견되었기 때문에 이 광물에 대하여도 새로운 광물명이 붙여져야 한다

광물명 문제: 위에서 Zn-buserite와 Zn-rancieite에 대한 새로운 광물명 부여의 필요성을 언급하였다. 그러나 이 두 광물간의 관계는 buserite와 rancieite의 관계와 마찬가지로 논의가 필요하다. 왜냐하면 Kim (1993)에 의하면 이들 광물들은 일반식 M_{2x}Mn⁴⁺_{1-x}O₂ · nH₂O로 나타낼 수 있으며, 9개의 일반식에 대한 화학식은 MMn⁴⁺₄O₉ · nH₂O (x=0.81-1.28)가 된다. 여기서 n=4 (한개의 물분자층)이면 rancieite이고, n=8 (두개의 물분자층)이면 buserite이다. 즉, rancieite는 buserite의 탈수산물이다. 이 두 광물 간의 관계는 10Å-halloysite와 7Å-halloysite의 관계와 극히 유사하다고 볼 수 있다. 따라서 buserite를 10Å-rancieite, 그리고 rancieite를 7.5Å-rancieite로 재 명명하는 것이 합당할 것으로 생각된다. 이러한 원리를 적용한다면, Zn 단종에 대하여는 새로운 광물명을 부여하되 그 앞에 10Å- 및 7.5Å-을 붙여서 subspecies로 표시하는 것이 합리적일 것으로 생각된다.

5. 참고문헌

- Bardossy, G. and Brindley, G.H. (1978) Rancieite associated with a karstic bauxite deposit. Amer. Mineral., 63, 762-767.
- Fleischer, M. and Richmond, W. E. (1943) The manganese oxide minerals; A preliminary report. Econ. Geol., 38, 269-286.
- Kim, S. J. and Chang, S. (1989) Buserite and its relationship to rancieite in the Dongnam mine, Korea. J. Mineral. Soc. Korea, 2, 1-10.
- Kim, S. J. (1991) New Characterization of takanelite. American Mineralogist, 76, 1427-1431.
- Kim, S. J. (1993) Chemical and structural variations in rancieite-takanelite solid solution series. N. Jb. Miner. Mh., Jg. 1993, H.5, 233-240.
- Nambu, M. and Tanida, K. (1971) New mineral takanelite. J. Japan Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol., 65, 1-15 (in Japanese with English summary).