

남한의 주요 금속광상산 석영내의 유체포유물의 가스성분과 유체의 화학조성

김규한, 정해란 (이화여자대학교 과학교육과)
이진수 (이화여자대학교 자연사연구소 인턴연구원)

한반도에는 금, 은, 동, 연, 아연 등 다양한 광종의 금속광상이 분포하고 있다. 특히 텅스텐-몰리브덴광상, 연, 아연, 동광상, 금, 은광상군으로 구분하여 볼 수 있다. 이들 금속광상은 대부분 열수성광상으로 화성암류와 밀접히 관련된 스카른형(교대광상)과 광맥광상이 지배적이다. 이들 광상에 대한 광물학적, 유체포유물, 안정동위원소연구로 광상성인 및 광화환경해석연구가 많은 연구자들에 의해 수행되었다(Moon, 1983, So et al., 1987, Choi, 1988, Shelton et al., 1988, Kim et al., 1988, 김규한의, 1990, So et al., 1993, So et al., 1994).

그러나 국내에서 광체중 석영내의 유체포유물의 화학분석연구는 현재까지 수행된바 없으며 가스분석연구는 Kaneda et al.,(1987)에 의해 금-은광상과 텅스텐-몰리브덴 광상산 석영에 대하여 수행된 바 있다. Kaneda et al.,(1987)에 의해 국내 무극, 금왕 등 15개 금은광상의 광석중의 석영내의 포유물의 가스분석 연구에서 일본의 금은광상에서보다 CH₄함량이 낮고 CO₂의 함량은 변화가 심하며 CO₂/CH₄몰비가 4.0이하인 특징을 나타내고 있음이 보고되었다. 한편 11개 W-Mo광상에서 CH₄농도가 20mole%이하로 CO₂/CH₄몰비가 낮게 나타났다(Kaneda et al., 1987).

본 연구에서는 남한의 대표적인 금속광상산 광석중의 석영내의 유체포유물의 가스성분 및 유체의 화학분석을 통하여 광화용액의 화학적 특성을 연구하고자 하였다.

특히 열수용액중 W-Mo 광화용액, Pb-Zn-Cu 광화용액, Au-Ag 광화용액간의 지화학적 특성과 광화환경의 차이점을 규명하고 이들 광화용액의 가스 및 유체의 화학조성과 기원을 검토하고자 하였다.

Au-Ag 광화용액의 경우에 천열수, 중열수, 한국형 금은광상 유형간에 광화용액의 가스 및 유체지구화학의 특성 비교연구 결과와 안정동위원소연구와 함께 광화용액의 기원과 광화환경을 해석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

금-은 광상산 석영내의 유체포유물의 CH₄과 CO₂함량의 변화가 심하며 CH₄/CO₂비는 0.001~0.225로 CO₂함량이 CH₄보다 대단히 높은 특징을 나타내고 있다. 즉, 금은 광화작용시 대단히 f_{O2}가 높은 환경에서 Au, Ag 광물이 침전되었음을 의미하고 있다. 그리고 전주일광산, 영보가리, 태창광상산의 석영내의 유체포유물에서는 C₂H₆가 분석되었다. 이들은 모두 광맥의 모양이 선캠브리아기의 변성퇴적암이다. 삼보, 만장, 금장 Pb-Zn-Cu광상산 석영내의 유체포유물은 CO₂가 CH₄보다 높은 함량으로 CH₄/CO₂ = 0.001~0.022이다. 그러나 스카른 광석의 경우 CH₄함량이 CO₂보다 높다(CH₄/CO₂ ≈ 0.8~1.6). 이는 스카른 광화시에는 대단히 환원조건이었음을 의미하고 있다.

W-Mo광상산 석영내의 유체포유물중의 가스성분은 CH₄보다 CO₂함량이 높은 광화환경으로 CO₂비가 0.006~0.214이다. 그러나 스카른 광석(금성 Mo광산)의 경우 CH₄/CO₂ = 37.5로 대단히 CH₄함량이 높은 환경을 나타내고 있다. 그리고 모든 W-Mo광상에서 C₂H₆가 함유되어 있는 특징을 나타내고 있다.

유체포유물의 액상의 화학조성은 반정량적인 값으로 원소비로 비교 검토하였으며 Na/Mg-K/Mg-Ca/Mg 삼각도에서 금-은광상과 텅스텐-몰리브덴 광상산 석영내의 유체포유물의 K함량보다 Ca, Na함량이 높으며, 이들 함량의 변화가 심하다. 이들중 Na, Cl농도는 염농도와도 관련성이 있을 것으로 추정된다. 특히, Na와 Cl농도 사이에 나타난 높은 상관성이 이를 뒷받침 하여주고 있다.

그리고 Pb-Zn-Cu광상산의 것은 Ca이 높고 Na보다 K의 함량이 높게 나타난다.

Au-Ag광상, W-Mo, Pb-Zn-Cu광상산 석영내의 유체포유물의 유체의 화학조성은 모두 Mg/Ca비보다 Sr/Ba, Na/K비가 크며 변화가 심하다. 또한 F/SO₄비보다 SO₄/Cl비와 Cl/SO₄의 비가 크며 이들 변화 역시 크다.

유체포유물의 가스성분(CH₄/CO₂비)과 액상의 화학조성(Cl/SO₄비 및 Na/K)간에 상관성이 나타나지 않는다. 이는 유체포유물내의 gas와 액의 화학조성간에 화학적 평형상태에 있지 않았음을 의미한다. 유체포유물의 CH₄/CO₂함량비에서 금은광상의 광화환경이 W-Mo광상의 광화환경에 비해 f_{O2}가 더 높았음을 가리키고 있다.

그리고 Pb-Zn-Cu광상 및 W-Mo광상에서 모두 대단히 환원환경에서 스카른광화가 진행되었음을 나타내고 있다. 유체포유물내의 가스조성과 액의 화학조성의 불균질성과 이들 조성이 광맥의 발달하고 있는 모암에 지배받는 사실은 마그마기원의 광화유체가 후마그마열수 변질과정에서 광화용액중의 가스 및 액상의 화학조성의 변화가 일어났음을 의미하고 있다.