

함평손불 금-은광산의 지질광상 및 탐사현황

강홍석¹⁾, 박상준²⁾, 최선규²⁾, 최동호¹⁾

1. 서언

본 연구는 '03~'04년도 대한광업진흥공사 정밀조사사업의 일환으로 전남 함평군 손불면에 소재하는 함평손불광산 일대의 2개 광구에 대한 정밀조사에 대한 연구 내용이다. 본 연구에서는 조사지역에 대한 지질광상조사, 시추탐사 및 광상생성환경연구 등을 실시하고 그 결과를 종합 분석하여 광맥의 발달상태 및 특성 등을 파악하고 유망 광화대 부존가능구역을 예측함으로써 향후 효율적인 탐사 및 개발방향을 제시하는데 있다.

2. 지질 및 광상

함평손불 광산 일대의 지질은 시대미상의 편마암류, 변성퇴적암류와 후기에 이들을 관입한 편상화강암, 유문암 및 암맥류로 구성된다. 편마암류는 광상 주변의 최하부층으로 이 지역 전반에 걸쳐 NE방향으로 분포된다. 본 암류는 암상에 따라 화강암질편마암과 호상편마암으로 구분되나 화강암질편마암이 우세하게 분포되며 호상편마암은 주로 변성퇴적암류와의 접촉부 부근에 소규모로 분포된다. 본 암류 엽리의 대체적인 주향, 경사는 N30~75E, 45~80NW 이다. 변성퇴적암류는 상기한 편마암류를 피복하여 NE방향으로 분포된다. 본 암류는 운모편암과 호상편마암으로 주구성되며 석회질암, 규암 등이 소폭으로 협재된다. 편상화강암은 북서부에서 상기 변성퇴적암류를 관입하여 분포된다. 본 암은 담회색을 띠는 중조립질암으로 외견상 화강암과 비슷한 암상을 띠나 미약한 편상조직이 발달된다. 함평 손불 광산지역의 기반암 내에 발달되는 편상조직은 전주-고창-무안을 연하여 발달되는 대규모 전단대의 영향에 의한 것으로 해석된다. 화학분석 결과, 본 암은 Calc-alkaline 계열의 화강암으로 분류된다. 유문암은 상기 암들을 관입하여 NW방향으로 발달된다. 이들 유문암은 담회백, 담녹색을 띠는 미립질암으로 석영, 장석으로 구성되며 변성암류의 암편들을 포획하기도 한다. 본 암내에는 구조선, 절리가 다수 발달되어 본 광산의 주맥 등을 배태하는 모암으로 광상형성에 양호한 조건을 제공하여 준 것으로 사료된다.

광상은 상기 암내 열극을 충전한 함금은석영맥 광상으로 본 역에서 4조(주맥, 1맥~3맥)가 확인되며 이들 맥은 대체로 N30W~N10E계열의 방향성을 보여준다. 광산에서는 과거 주맥을 개발하기 위해 본갱, 1갱, 2갱 등을 개설 소규모로 탐광 및 채광을 하였다. 주맥은 광구 내에서 가장 양호한 광황을 보여주는 맥이며 주로 옥수질석영으로 구성된다. 맥폭은 1.0m~3.2m정도이나 상하반에는 수cm-수십cm의 석영세맥이 다수 발달되어 광화대를 이루기도 하며 연장은 단속적으로 2,000m확인된다. 본 맥은 백색 내지 유백, 회색 등을 띠며 상호 절단관계, 조직, 광물공생군 등에 의해 I~III 광화시기로 구분된다. 유화광물로는 세립-미립의 황철석이 소량 수반되고 부분적으로 방연석, 섬아연석, 황동석, 자류철석과 함금은광물인 에렉트럼, 헤사이트, 페자이트 등이 산출된다. 1맥은 유문암내 열극충전 석영세맥군으

1) 대한광업진흥공사 (kskang@kores.or.kr)

2) 고려대학교 지구환경과학과

로 백-유백색을 띠는 옥수질석영으로 구성되며 망상구조, 정동구조를 보여준다. 유화광물로 미량의 황철석이 배태되며 맥폭은 0.3~1.0m, 연장은 250여m 확인된다. 분석품위는 Au 0.05g/t, Ag 0.05g/t, As <0.01%로 빈광이다. 2맥도 맥 발달양상은 1맥과 유사하다. 유화광물로 미량의 황철석이 수반되며 맥폭은 0.3~0.8m, 연장은 120여m 확인된다. 분석품위는 Au 0.05~0.53g/t, Ag 0.05~7.1g/t로 저품위 이다. 3맥은 편마암내 NS계열의 열극을 충전한 것으로 사료되나 노두에서는 주로 전석으로 관찰되며 남측연장부에서는 석영세맥으로 확인된다. 이 맥은 백색 및 담회백색을 띠는 옥수질석영으로 치밀질이며 국부적으로 정동구조를 보여주고 유화광물로 미량의 황철석이 배태된다. 맥폭은 확인이 불가하며, 연장은 250여m 추정된다. 분석품위는 Au <0.05~24.9g/t, Ag <0.05~78.7g/t이며 이중 금은광화작용이 인지되는 부분은 남측연장부의 석영세맥 구간이다.

3. 시추탐사

03년, 04년에 본 광산의 주맥에 대한 시추탐사는 16개공 2,380m에 걸쳐 시행되었다. 주맥의 남측연장부 광황파악을 위해 8개공 1,100m 시추를 시행한 결과, 본 맥은 진폭 0.15~3.26m인 광맥 1-2조와 폭 0.5~5.0m인 광화대(석영세맥) 1-5조 등으로 분지되며 발달되고 유화광물로 미립-세립의 황철석, 방연석 등이 소량-미량 배태된다. 분석품위는 03-2호공에서 Au <0.05-5.06g/t, Ag 0.05-1.5g/t, As <0.01%로 부분적인 금은광화작용이 인지되나 기타 공(03-1,3,4,5호공, 04-7,8,9호공)에서는 Au <0.05g/t, Ag <0.05g/t, As <0.01%로 빈광이다.

북측연장부에 대해 8개공 1,280m 시추를 시행한 결과, 본 맥은 진폭 0.23~4.64m인 광맥 1-5조와 폭 1.0~11.3m인 광화대(석영세맥) 1-3조 등으로 분지되며 하부로 계속발달되는 것이 확인된다. 분석품위는 04-1,3,5,6호공에서는 Au <0.05/t, Ag 0.05-1.5g/t, As <0.01%로 빈광이나, 04-2호공은 Au <0.05-1.19g/t, Ag <0.05-205g/t, 04-4호공은 Au <0.05-0.65g/t, Ag <0.05-4.28g/t으로 부분적인 금은광화작용이 인지된다. 특히 본 맥의 북측연장하부 광황파악을 위한 04-10, 11호공에서는 진폭 0.23-1.23m인 광맥 4-5조와 폭 0.9-9.6m인 광화대 1-4조로 확인된다. 유화광물로는 황철석, 방연석, 섬아연석, 황동석 등과 더불어 에렉트럼, 은광물이 점적의 형태로 수반되는데 유화광물 및 에렉트럼의 함량은 상부에 비해 현저히 증가하는 경향이다. 분석품위는 Au <0.05-4.73g/t, Ag <0.05-340g/t로 나타나 부분적인 금은광화작용이 인지된다.

4. 광상생성환경

주맥은 상호절단관계, 광물공생군 등에 의해 I~III기 광화시기로 구분 가능하며 이중 주 광화시기는 II기 석영맥으로 본맥은 회색-유백색을 띠고 함금광물인 에렉트럼은 주로 II기 석영맥에서 산출된다.

광석광물로는 황철석, 에렉트럼, 섬아연석, 방연석, 은광물, 헤사이트, 페자이트 등이 수반되는데 특히 함Te광물인 헤사이트와 페자이트는 천열수광상의 최천부에서 관찰되는 광물들로 이는 본 광상이 천열수광상임을 시사한다. 에렉트럼의 금함량은 74.1~28.8 atomic % Au로 비교적 넓은 범위에서 변화하는 특징을 보이며 공생광물에 따른 변화는 관찰되지 않으나 하부에서는 금함량이 감소하는 경향이다. 섬아연석은 주로 II기의 석영

맥에서 산출되는데 타형의 집합체, 또는 황철석내 포유물의 형태로 산출된다. 상부 섬아연석의 철함량은 입자 중심부근에서 12.2~18.1 mole % FeS, 경계부에서는 6.0~8.7 mole % FeS로 나타나 누대변화를 보이거나 하부에서는 5.8~1.6mole % FeS로 비교적 낮은 철함량을 보인다.

열수변질대는 주맥 남측연장부에서는 석영맥 접촉부에서 일라이트가 우세하게 동정되는 건운모대로 폭 넓게 분포되며 멀어지면서 녹니석, 녹염석, 스멕타이트/일라이트 등이 동정되는 녹니석대로 점변된다. 북측연장부에서는 석영맥 접촉부에서 건운모대가 상대적으로 좁게 발달되고 멀어지면서 녹니석대로 점변된다. 금은광화작용은 건운모대와 연관되며 이들 광물조합 양상은 저유황형 광상임을 지시한다.

본 광산 주맥의 유체포유물 염농도, 균질화온도와 산소, 수소동위원소비 값은 다음과 같다. 맥상 석영의 균질화온도는 130~345°C이나 하부로 갈수록 상대적으로 고온의 영역을 나타내며, 염농도는 0.1~3.7 wt. % eq. NaCl로 대체로 낮은 값을 보인다. II기 석영의 산소동위원소비 값은 -3.5 ~ -3.4‰로 나타나 상부에 비해 하부로 가면서 상대적으로 높은 값을 보인다. 수소동위원소비 값은 -110 ~ -61‰ 범위를 보인다. III기 석영의 산소동위원소비 값은 -3.5 ~ -0.8‰, 수소동위원소비 값은 -106 ~ -79‰ 범위를 보인다.

연구결과를 종합하면 04-3호공에서는 에렉트럼, 헤사이트, 페자이트 등의 함Te광물이 특징적으로 관찰되며, 상기 공보다 하부에 시공된 04-4호공에서는 에렉트럼, 휘은석, 자연은 등의 비교적 단순한 광물공생관계를 보이고 상대적으로 천금속이 부화되어 있는 경향을 보여 천금속 및 함금은광물은 수직적인 변화를 보인다. 또한 에렉트럼의 금함량 및 섬아연석의 철함량 조성차이도 광석광물의 정출환경이 수직적으로 변화하였음을 반증하고 있다. 이는 초기 열수계에서 부분적인 비등이 있었던 것으로 생각되며, 비교적 동위원소교환이 적게 진행된 순환수(less-evolved meteoric water)가 유입되면서 일어나는 혼입(mixing)에 의한 광화유체의 온도와 염농도 감소로 금이온복합체(gold ion complexes)의 용해도가 감소되면서 금 침전을 가정할 수 있다.

5. 탐사 및 개발에 대한 제언

본 지구에 발달되는 주맥, 1맥, 2맥, 3맥에 대한 탐사결과를 종합검토한 결과, 주맥의 광황이 가장 양호한 것으로 판단된다.

주맥은 남측연장부에 비해 북측연장부에서 유화광물의 종류와 함량이 증가하는 경향이 있으며 또한 에렉트럼과 더불어 헤사이트, 페자이트 등 천열수광상의 비등대(boiling zone) 상부에서 산출되는 함금은광물이 수반되고 있다.

이는 광화근원에 근접되었음을 시사하는 것으로 현재 금은광화대의 최첨부에 탐광이 진행된 것으로 사료되어 하부에서 금은광화작용이 기대되므로 향후 주맥의 북측연장하부에 대한 적극적인 탐사가 필요한 것으로 판단된다('05년 5공 1,250m 시추탐사 계획).