

전남 황산면 외입리일대 석영맥의 산상

유봉철^{1*} · 유병운²

¹한국지질자원연구원 해외광물자원연구실, ²충남대학교 지질환경과학과

Occurrence of Quartz Veins from the Oeibri Area, Hwangsan-myeon, Jeollanamdo, Republic of Korea

Bong Chul Yoo^{1*} and Byoung Woon You²

¹Overseas Mineral Resources Department, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon, 305-350, Korea

²Department of geology and environmental sciences, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

1. 서 론

최근 들어 원자재의 수급이 원활하지 못하고 국제사회의 불안 및 경제적 요인에 의해 금, 동 및 철과 같은 광물자원의 가격이 급등하고 있다. 특히, 여러 가지 경제적 불안요소 때문에 많은 사람들이 적당한 투자처로 골드바로 몰려들고 있다. 현재 금 가격은 온스 당 1504달러로 사상 최고치를 넘어섰고 최근 1년간 금 가격은 30%정도 급등하였다. 현재 국내에서 가행되고 생산실적이 있는 금-은광산은 금풍, 남성, 삼조 및 은산(순신)광산만 있을 뿐 대부분 해외에서 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 적극적인 해외자원 탐사 및 개발정책이 요구되는 물론이고, 국내부존자원에 대한 탐사연구가 어느때보다도 절실하게 요구되고 있다. 최근 들어, 금광상의 개발 및 탐사방향은 주로 반암형 광상, 천열수형 광상, 조산형 광상 및 IOCG(iron oxide copper-gold)형 광상 등에 대한 부존 특성 및 성인 모델에 의한 탐사가 주를 이루고 있다.

이와 같은 현실에 부응하여 한국지질자원연구원에서는 2009년부터 “해남 천열수광화대 및 열수변질대 전주기 기술개발” 이란 프로젝트를 통하여 순신광산 주변일대에 대한 야외조사, 물리탐사 및 고효율 선광/제련 시험 등을 행하였다. 2010년 해남 성산리, 부곡리 및 외입리 일대에 대한 야외조사 결과 외입리 일대에서 석영맥들을 발견하게 되었다(Fig. 1). 석영맥들은 외입리 일대의

우향리층내에 발달된 NE 또는 EW방향의 열극대를 따라 총진한 열수성맥상석영맥이다. 따라서 이 연구는 새로운 석영맥의 발견과정, 발달상태, 산출광물 및 품위 등에 대하여 간략하게 논하였다.

2. 주변지질

조사지역의 주변지질은 기존연구(Koh and Chang, 1996; 1997; Bowden, 2007)에서 자세히 보고되어 있어 여기에서는 간략하게 그 개요만을 설명하고자 한다. 조사지역의 지질은 백악기의 우향리층, 산성 화산쇄설암, 유문암 등이 분포한다(Fig. 1). 우향리층은 주로 화산성 퇴적물로 구성되며 황산면 춘정리, 외입리 일대에 주로 분포한다(Fig. 1). 이 층은 NS 방향의 단층으로 인해 산성 화산쇄설암 및 유문암질 용암으로 주로 구성된 서측부분(성산리일대)과 접하고 있다(Fig. 1). Koh and Chang(1996; 1997)에 의하면 우향리층은 호수성 퇴적물로 구성되며 주로 엽편상 실트스톤, 흑색 세일, 응회질 사암, 함침가화산력 실트스톤, 처아트 및 탄산염질 실트스톤으로 구성된다고 보고하였다. 이 층은 부분적으로 몇몇 지역에서 화산활동 및 침성암의 관입에 의해 교란되어 있다(Koh and Chang, 1996). 산성 화산쇄설암은 황산면 성산리일대에 넓게 분포하고 소규모로 부곡리 및 외입리일대의 해안가에 소규모로 분포한다(Fig. 1). 이 암석내에 산출되는 역은 크기

*Corresponding author: chbong@kigam.re.kr

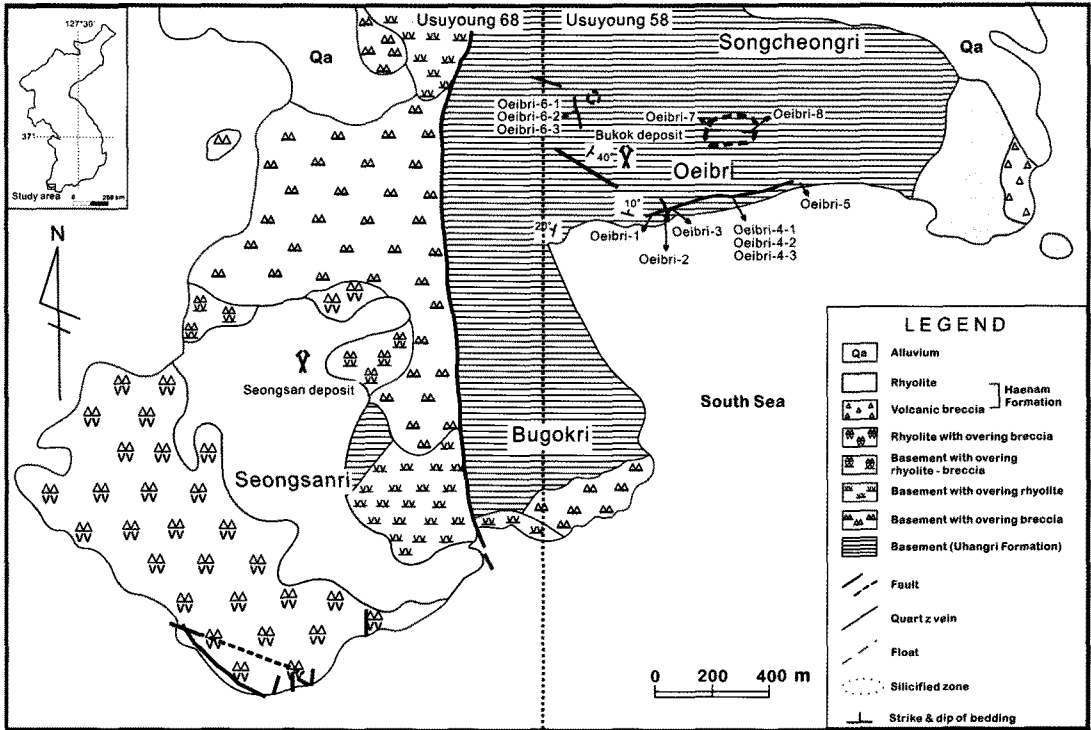


Fig. 1. General geological map of the Seongsanri, Bugokri and Oeibri area, Hwangsan-myeon, showing the orientation of the principal quartz veins, silicified zone and sampling locations(modified from Koh and Chang, 1997).

및 모양이 매우 다양하며 역의 구성암 또한 다양하다. 산성 화산쇄설암은 화산각력암, 응회질 각력암, 화산력질 응회암 및 용결응회암 등으로 구성된다(Koh and Chang, 1997). 유문암은 성산광산의 일원 및 남부일대에서 넓게 분포하고 일부 남부 화산쇄설암의 산출지에 일부 협재되어 분포한다(Fig. 1). 또한 이 암석은 외입리일대 동부 해안에서도 분포한다. 이 암석은 유백색을 띠고 유동구조가 잘 관찰된다. 중성암맥은 성산광산일대에서 폭 3 m내의 연장성은 NW 방향성을 갖고 산출된다. 석영맥은 우항리층내의 열극을 따라 NE 및 EW의 방향성을 갖고 산출된다.

조사지역 일대에서 관찰되는 단층들은 NW방향, NE 방향 및 NS방향의 단층들로 구성되나 주로 NW 및 NE방향의 단층들이 우세하게 발달한다. 특히 성산리 해안가의 갯바위 일대에는 단층각력대를 포함한 폭이 8 m 정도의 큰 단층이 관찰되며 이것은 N54~70°W/60°SW의 주향과 경사를 갖는 주향이동 단층(?)으로 유문암 및 화산각력암을 절단한다. 또한 일부 지역에선 NE방향의 단층이 NW 방향의 단층에 의해 절단된 것도 관찰된다.

3. 석영맥의 산출상태 및 산출광물

조사지역(우수영 68호, 우수영 58호)에 대한 1:5,000 도명을 기본도로 하여 2010년도 3회에 걸친 지질조사를 실시한 결과, 우수영 58호, 즉 부곡광산 남동부 해안가(외입리 해안가)와 동부일대 및 부곡광산일대 광산 폐석에서 석영맥들을 발견하였다(Fig. 2).

우선 노두가 잘 관찰되는 황산면 성산리, 외입리 앞 해안가를 따라 정밀지질조사를 실시하였다. 외입리 앞 해안가 일대에서 관찰되는 석영맥은 우항리층내 NE~NW계열의 열극을 충진한 맥상 석영맥들이다(Fig. 2A-F). 여기에서 관찰되는 석영맥들은 괴상과 자형 석영으로 관찰되며 방향성은 주로 N40°W/80°SW 및 N50°E/80°SE의 주향과 경사를 각각 갖는다(Fig. 2B-F). 이 석영맥들은 규화, 황철석화 및 건운모화작용 등의 변질작용이 관찰된다. N40°W/80°SW를 갖는 석영맥은 폭이 1~3 cm 정도이며 팽축이 심한 편이고 연장성은 40 여 m 정도 관찰되나 해안에서 육지로 감에 따라 해안가에 분포된 모래와 큰산에서 떨어진 많은 전석들에 의해 연장성을 확인할 수 없었다. 또한

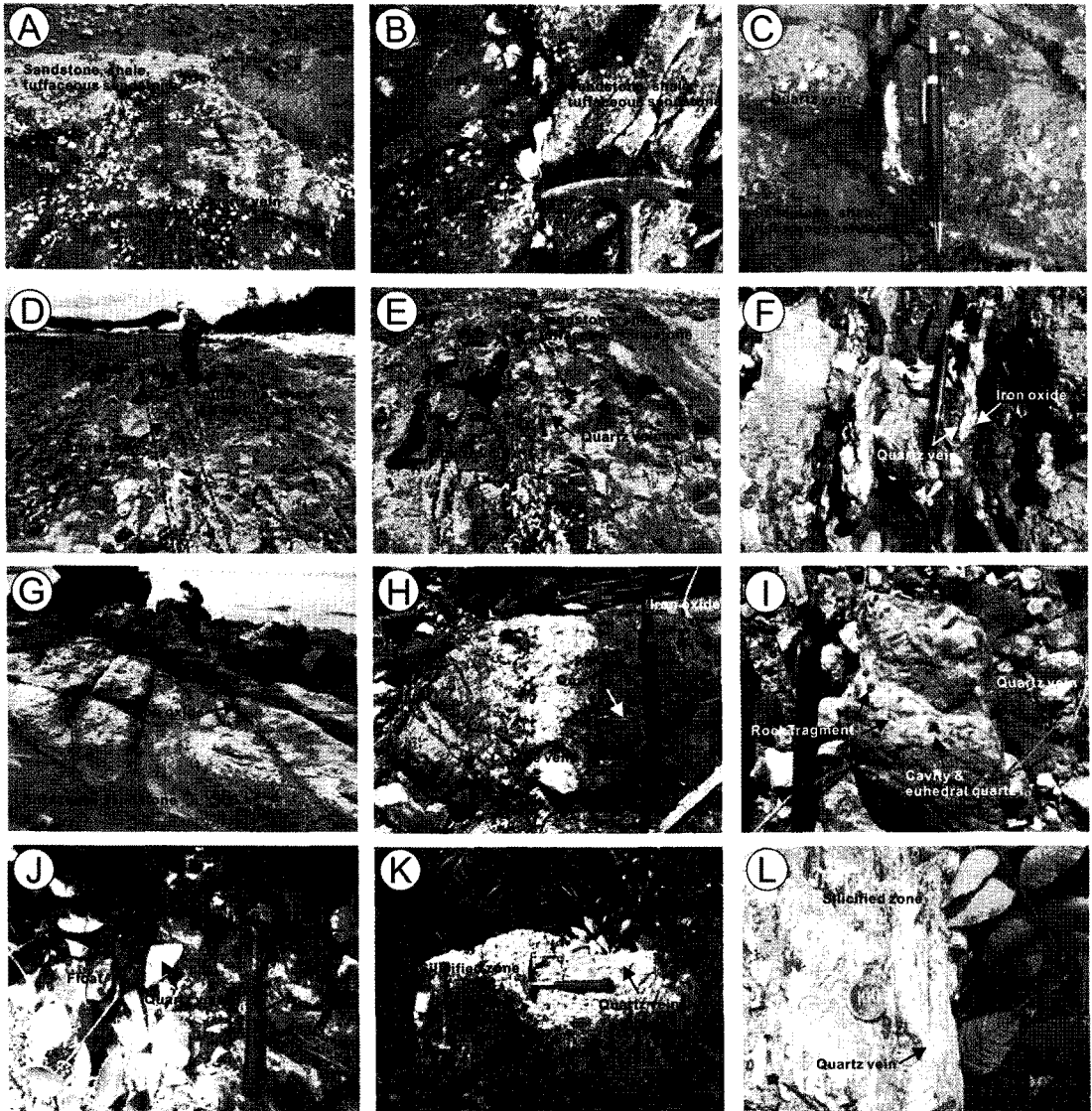


Fig. 2. Photographs of quartz vein samples from the Oeibri area, Hwangsan-myeon. A, B, C, D, E and F; Quartz veins showing orientation, thickness and strike length, G; Iron oxide of tuffaceous sandstone, H and I; Quartz and calcite veins showing white quartz, ore oxides with cavity and wallrock fragments, J; Float and quartz vein, K and L; Silicified zone and quartz vein showing quartz veinlet.

N40°W/80°SW를 갖는 일부 석영맥은 N50°E/80°SE의 석영맥내로 합류되기도 한다. N50°E/80°SE의 석영맥은 최대 8개의 석영맥이 준평행하게 발달하며 맥폭은 최대 5 cm 정도이며 팽축이 심한 편으로 망상형으로 산출된다(Fig. 2D-F). 이 석영맥의 연장성은 400 m 이상으로 해안가를 따라 발달하며 백색내지 회색으로 정동구조, 빗살구조, 정동내 자형 석영 등이 관찰되며 육안상 황화광물은 관찰되지 않는다. 그러나 일부 육

안상 산화광물이 피복되어 산출된다(Fig. 2F). 이들 석영맥에서 총 6개의 석영맥을 채취하여 금 및 은 품위를 분석한 결과는 도표 1과 같다. 이 도표에서 보는 것과 같이, 이들 석영맥의 품위는 <0.1~2.2 g/t Au, <0.1~194 g/t Ag를 갖는다. 따라서 이들 지역에 대한 향후 좀더 세밀한 조사가 요구되어 진다.

외입리 큰산 앞 해안가에 응회질 사암내에 황철석이 광염상으로 산출되는 지점이 관찰된다(Fig. 2G). 그림

Table 1. Gold and silver grades of quartz veins from the Oeibri area

| Sample No. | Au(mg/kg) | Ag(mg/kg) |
|------------|-----------|-----------|
| Oeibri-1 | <0.1 | <0.1 |
| Oeibri-2 | 0.3 | 2.0 |
| Oeibri-3 | 0.7 | 2.0 |
| Oeibri-4-1 | 2.2 | 194.0 |
| Oeibri-4-2 | 1.0 | 25.0 |
| Oeibri-4-3 | 1.0 | 7.0 |
| Oeibri-5 | 0.3 | 2.0 |
| Oeibri-6-1 | 1.0 | 3.0 |
| Oeibri-6-2 | 8.1 | 17.0 |
| Oeibri-6-3 | 0.3 | 6.0 |
| Oeibri-7 | 0.3 | 4.0 |
| Oeibri-8 | 0.7 | 6.0 |

2G와 같이 적갈색의 산화물들이 응회질 사암을 피복하고 있으며 신선한 면에선 황철석이 다양한 크기로 산출되며 다른 황화광물은 관찰되지 않는다. 이 황철석이 광염된 부분은 폭이 6 m 정도이며 해안가를 따라 산출되지 않고 NW 방향으로 산출되며 연장성은 바닷물과 해안가의 모래 및 전석들에 의해 확인할 수 없었다. 이 광염상에서 1개의 시료를 채취하여 금 및 은 품위를 분석한 결과, 이 광염상에서의 품위는 0.3 g/t Au, 2.0 g/t Ag로써 황철석의 산출은 금은 광화작용과 무관한 것으로 생각된다(Table 1).

황산면 춘정리 과거 부곡광산일대에는 도석체굴을 하던 노천채굴적 흔적 및 항내 굴진 흔적 등이 관찰된다. 또한 도로 개설을 하기 위해 이용된 많은 광산폐석들은 도로에서 관찰할 수 있었다. 또한 일부 지역에선 광산폐석들이 쌓여있는 소규모 폐석장들도 산재되어 분포한다. 이들 일대에 대한 야외조사시 석영맥은 노두로써 관찰되지 않지만 도로 개설지 및 폐석장에서 다량 관찰되며 일부 시료에서는 황철석을 포함한 황화광물이 관찰된다(Fig. 2H-I). 도로 개설지에 산재된 석영맥은 최소 350 m 정도에 분포하고 이 석영맥은 석영과 방해석으로 구성된다(Fig. 2H). 그림 2H에서 보는 것과 같이 이들 석영맥은 함황화광물 석영맥이 정출하고 시기를 달리한 괴상 방해석맥이 충전하였다. 이 방해석맥에는 광화흔적이 관찰되지 않는다(Fig. 2H). 일부 시료에서는 석영맥내에 다양한 형태 및 크기의 모암 역들이 관찰되고 정동구조도 관찰된다(Fig. 2D). 또한 부곡광산 북측 부분에 소규모 규화대가 분포한다(Fig. 1). 이 일대에서 채취한 석영맥에 대해 금 및 은 품위를 분석한 결과, 석영맥의 품위는 0.3~8.1 g/t

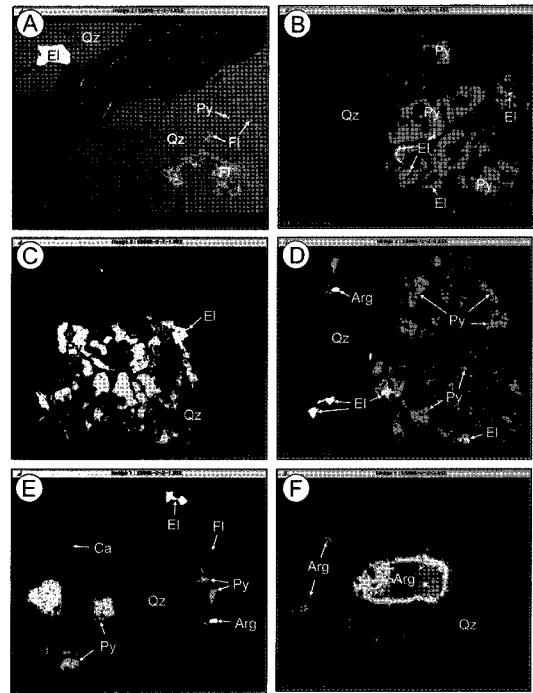


Fig. 3. Photomicrographs of minerals from quartz vein. A; Electrum coexisting with pyrite, quartz and k-feldspar, B and C; Electrum coexisting with pyrite and quartz, D; Electrum and argentite coexisting with pyrite and quartz, E; Electrum and argentite coexisting with pyrite, quartz and k-feldspar and later calcite infilled into quartz., F; Argentite coexisting with quartz. Abbreviations: Arg; argentite, Ca; calcite, El; electrum, Fl; k-feldspar, Qz; quartz, Py; pyrite.

Au, 3.0~17.0 g/t Ag로써 일부 금 품위가 높게 산출된다(Table 1). 이들 시료에 대한 현미경 관찰시 산출되는 광물은 석영, 방해석, 칼리장석, 황철석, 에렉트럼 및 휘은석 등이다(Fig. 3). 에렉트럼의 산출형태는 다양하고 크기 또한 다양하게 산출된다(Fig. 3A-E). 산출광물에 따른 에렉트럼의 산상은 석영내에 단독으로 산출되는 것 및 황철석과 함께 산출되는 것 등이 있다(Fig. 3A-E). 이 일대에 대한 이번 야외조사에서 석영맥에 대한 노두는 발견하지 못 했지만 향후 이 일대에 대한 좀 더 자세한 조사가 요구된다.

황산면 외입리 큰산일대에는 규화대와 일부 석영맥 전석 및 세맥의 석영맥 등이 관찰된다(Fig. 2J-L). 큰산 정상부로 감에 따라 규화대가 폭 넓게 관찰되고 산 정상부에선 석영맥의 전석이 산재되어 분포한다(Fig. 2J). 큰산 정상부의 세맥은 전반적인 방향성이 EW이며 육안상 황화광물은 관찰되지 않는다(Fig. 2K-L). 석영맥의 폭은 1 cm 정도이며 노두가 잘 발달되지 않아

연장성은 정확히 확인되지 않는다. 하지만 전석의 분포로 보아 40 m 이상 연장되어지는 것으로 사료된다. 이 석영맥은 정동구조, 빗살구조 및 정동내 자형의 석영 등이 관찰된다. 이 규화대내 석영 전석과 세맥 석영맥을 채취하여 금 및 은 품위를 분석한 결과, 이들 석영맥의 품위는 0.3~0.7 g/t Au, 4.0~6.0 g/t Ag로써 금-은 광화작용이 미약하다.

4. 결 론

조사지역(우수영 68호, 우수영 58호)에 대한 지질조사 결과, 우수영 58호, 즉 부곡광산 남동부 해안가(외입리 해안가)와 동부일대 및 부곡광산일대 광산폐석에서 석영맥을 발견하였으나 금-은 광화작용이 확인된 지역인 외입리 해안가 일대와 부곡광산일대이다. 외입리 해안가 일대에서 관찰되는 석영맥은 우항리층내 N40°W/80°SW 및 N50°E/80°SE 방향성을 갖으며 이 석영맥은 규화, 황철석화 및 건운모화작용 등의 변질작용이 관찰된다. N40°W/80°SW를 갖는 석영맥은 폭이 1~3 cm 정도이며 팽축이 심한 편이고 연장성은 40여 m 정도 관찰되거나 일부 석영맥은 N50°E/80°SE의 석영맥내로 합류되기도 한다. N50°E/80°SE의 석영맥은 최대 8개의 석영맥이 준평행하게 발달하며 맥폭은 최대 5 cm 정도이며 팽축이 심한 편이다. 이 석영맥의 연장성은 400 m 이상이며 정동구조, 빗살구조, 정동내 자형 석영 등이 관찰된다. 이들 석영맥에 대한 금 및 은 품위를 분석한 결과, 이들 석영맥의 품위는 <0.1~2.2 g/t Au, <0.1~194 g/t Ag로써 금-은광화작용이 확인된다. 과거 부곡광산일대에서 석영맥 및 방해석맥은 노두로써 관찰되지 않지만 도로 개설지 및 폐석장에서 다량 관찰된다. 이 일대에서 채취한 석영

맥 및 방해석에 대해 금 및 은 품위를 분석한 결과, 석영맥의 품위는 0.3~8.1 g/t Au, 3.0~17.0 g/t Ag로써 금-은 광화작용이 확인되며 산출되는 광물은 석영, 방해석, 칼리장석, 황철석, 에렉트럼 및 휘은석 등이다. 에렉트럼의 산출형태 및 크기는 다양하게 산출된다. 주로 에렉트럼은 석영 및 황철석과 함께 산출된다. 따라서 이들 일대에 대한 좀 더 자세한 조사가 요구된다.

사 사

이 연구는 한국지질자원연구원의 정부출연사업인 “해남 천열수광화대 및 열수변질대 전주기 기술개발(10-3216, 11-3216)”에 의하여 수행되었으며 이에 사의를 표한다. 이 논문의 미비점을 지적, 수정하여 주신 익명의 심사위원님과 박상준 책임편집위원님에게 깊이 감사드립니다.

참고문헌

- Bowden, C.D. (2007) Epithermal systems of the Seongsan district, South Korea: An investigation on the geological setting and spatial and temporal relationships between high and low sulfidation systems. Ph.D. thesis, James Cook University. 290p.
- Koh, S.M. and Chang, H.W. (1996) Geological interpretation on the Cretaceous strata in the Haenam area, Chollanamdo, Korea. *Econ. Environ. Geol.*, v.29, p.381-393.
- Koh, S.M. and Chang, H.W. (1997) Geological and geochemical characteristics of the Bukok hydrothermal clay deposits in the Haenam area, Korea. *Res. Geol.*, v.47, p.29-40.

2011년 4월 19일 원고접수, 2011년 6월 21일 게재승인