

옥천대에 분포하는 변성퇴적암류에 대한 자성광물 연구: 논산-고산 지역을 중심으로

박용희·도성재·김원년¹⁾·석동우²⁾

1. 서 론

한반도를 남동-북서 방향으로 가로지르는 옥천대는 임진강대와 더불어 북중국 지괴와 남중국 지괴의 충돌대인 킨링-다비 봉합대(Quiling-Dabie Suture Zone)의 연장선일 가능성이 제기되고 있다. 특히 옥천대 서남부에 분포하는 암석들은 상당한 변성작용을 겪어 지층의 층서와 구조 해석에 어려움이 많아 새로운 연구방법에 의한 접근이 요구되고 있다. 자성광물 연구는 암석의 여러 가지 자기적인 특성(예, 대자율, 항자기력, 등온잔류자화, 큐리온도 등)을 측정하여 암석 내의 자성광물의 종류 및 함량, 입자크기 등을 규명하는 학문으로 국내에서는 그 동안 고지자기학의 부수적인 연구방법으로 사용되어져왔다. 그러나 미국, 유럽 등의 외국 선진국에서는 여러 지질학 분야에 응용되는 독립적인 학문으로 활발히 연구되고 있는 실정이다. 논산-고산 일대는 옥천대 서남부에 위치하며 시대가 불분명한 변성퇴적암류와 쥘라기 화강암, 백악기 화산암 등으로 구성되어 있으며, 이 중 변성퇴적암류에 대해서는 층서에 대한 논란이 많은 지역으로 산출되는 변성광물에 의해 세 개의 변성대로 구분되며 이는 쥘라기 M1 광역변성작용에 의해 형성되었다(오창완 등, 1995). 남동부의 흑운모대(Biotite zone)로부터 북서쪽으로 갈수록 석류석대(Garnet zone), 석류석+십자석대(Garnet+Staurolite zone)로 점차 변성도가 증가한다. 본 연구에서는 연구지역에 분포하는 변성퇴적암류로부터 총 19개 지점에서 276개의 코아시료를 채취하여 각 시료들에 대한 자기적인 특성 측정 및 전자현미경 관찰을 통하여 변성대에 따른 자성광물의 산출양상을 규명하고 이를 변성 진화과정 해석에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

2. 결 과

모든 시료들의 대자율 값은 $29 \sim 5562 (\times 10^{-6} \text{SI})$ 의 넓은 영역에 걸쳐 나타나고 자연 잔류자화 강도 역시 $0.32 \sim 2780 (\text{mA/m})$ 로서 넓은 범위에 걸쳐 나타나지만, 대자율 값과 자화 강도가 양의 상관관계를 보이지 않아(상관관계 $c=0.2787$) 연구 지역에 분포하는 암석들의 자기적 특성이 특정 자성광물의 양에 의해 결정되기보다는 자성광물의 종류에 더 의존하는 것을 지시한다. 각 변성 영역별 평균 대자율 값은 흑운모대에서 $693 (\times 10^{-6} \text{SI})$ 이고, 다른 지점들에 비하여 이상적으로 낮은 대자율 값을 보이는 두 지점(OC7, OC8)을 제외하면 $886 (\times 10^{-6} \text{SI})$ 이다. 이들 두 지점의 경우는 야외에서 관찰된 많은 규암과 석영맥 등과 관련하여 시료 내 석영의 함량이 증가한 것으로 해석되었다. 석류석대와 석류석+십자석대에서는 평균

주요어: 옥천대, 변성퇴적암류, 자성광물

1) 고려대학교 지구환경과학과(aegis@korea.ac.kr)

2) 한양대학교 지구해양과학과

대자율 값이 각각 $825 (\times 10^{-6} \text{SI})$, $262 (\times 10^{-6} \text{SI})$ 로 변성도가 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였고, 특히 석류석+십자석대의 경우는 다른 변성대와 비교하여 대자율 값의 범위가 매우 좁게 분포하였다. 이러한 결과는 변성도가 증가함에 따라 자성광물들이 점진적으로 소멸되었거나 대자율이 큰 자성광물이 대자율이 작은 자성광물로 변질되었을 가능성을 제시한다. 또한 석류석+십자석대의 시료들은 동일한 종류의 소량의 자성광물이 대자율 값에 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

대표시료의 등온잔류자화 획득실험 결과, 1개의 지점(OC2)만 자기장의 강도가 증가함에 따라 등온잔류자화의 값이 계속 증가하며 2.5T의 자기장에서도 포화상태에 도달하지 않아 주자성광물이 적철석과 같은 경사 반강자성 광물임을 지시하며, 나머지 지점의 시료들은 300 mT의 자기장에서 90%이상의 포화상태에 도달하므로, 주자성광물이 자철석, 자류철석과 같은 휘리자성 광물임을 시사한다. 3축 등온잔류자화의 열소자 실험 결과, 등온잔류자화 획득실험 결과에서 휘리자성 광물로 분류되었을 지라도 자류철석이 주자성광물인 경우, 자철석이 주자성광물인 경우, 자철석과 자류철석이 함께 나타나는 경우로 세분할 수 있었다. 적철석이 주자성광물인 시료에서는 예상과는 달리 항자기력이 중간(0.1~0.6T)인 성분이 강한 항자기력(0.6~2.5T)을 갖는 성분보다 우세하게 나타나는데 이러한 적철석에 관해서는 Taux et al.(1990)에서도 보고된 바 있다.

전자현미경 관찰 결과, 가장 흔하게 관찰되는 자성광물은 자류철석으로 세 변성대 모두에서 관찰되었고, 자주 포획되거나 포획하고 있는 황철석을 수반하였다. 이는 시료 내의 자류철석이 황철석의 변질에 의해 생성되었을 가능성을 지시한다. 자철석의 경우 흑운모대와 석류석+십자석대에서 관찰되었으며, 공극을 채우며 성장한 입자, 십자석을 포획하는 입자 등이 자주 관찰되어 이차적으로 생성된 자생적 자철석임을 시사하고 아울러 십자석이 생성된 M1 변성작용 이후에 생성되었음을 지시한다. 암석자기 실험에서 예상된 적철석은 전자현미경 관찰에서 인지할 수 없었고, 이는 적철석의 입자크기가 전자현미경으로도 구분할 수 없을 정도로 작기 때문인 것으로 생각된다.

3. 토의 및 결론

암석자기 실험과 전자현미경 관찰로부터 얻어진 변성대에 따른 자성광물군은 흑운모대에서는 자류철석+자철석+적철석, 석류석대에서는 자류철석, 석류석+십자석대에서는 자류철석+자철석으로 정리된다. 자성광물과 변성진화간의 관계에 대해서는 여러 학자들에 의해 연구되어져 왔다. Ferry(1981)는 자류철석의 함량이 온도와 양의 상관관계를 가지며 이는 변성작용동안에 황철석의 환원작용과 관련있다고 보고하였다. 또한 변성지역에서 대자율 값의 증가는 자철석이 자류철석으로 변질되는 것과 일치한다는 연구결과도 있다(Rochette, 1987). 최근에는 Robion et al. (1997)이 프랑스의 Ardennes 지방에서 철산화물과 철황화물등의 다양한 자성광물군을 이용하여 변성대를 성공적으로 분대하였다.

본 연구에서는 대자율 값의 변화가 변성대와 일치하지 않았고, 자류철석이 모든 변성대에서 산출되는 주자성광물임을 밝혔다. 자철석은 흑운모대와 석류석+십자석대에서 유라기 화강암 주변에서 관찰되었다. 또한, 자류철석은 트라이아스기말에서 유라기초에 일어난 M1 광역변성작용 동안에 황철석으로부터 생성된 것으로 보이며, 자철석의 생성은 180Ma경에

일어난 M2 접촉변성작용 동안에 화강암의 관입과 관련하여 흑운모 입자로부터 철성분이 빠져나와 일어난 것으로 해석된다. 따라서 자성광물군으로 변성대를 분대하지는 못하였으나 연구지역에서 변성진화에 대한 정보를 제공할 수 있었으며, 향후 다른 변성암 지역에 대해서도 지속적으로 자세한 자성광물 연구가 요망된다.

4. 참고 문헌

- 오창환, 김선태, 이정후, 1995, 옥천변성대 서남부지역에서의 변성진화과정. 지질학회지, **31**, 21-31.
- Ferry, J. M., 1981, Petrology of graphitic sulfide-rich schists from south-central Maine: an example of desulfidation during prograde regional metamorphism. *Am. Mineral.*, **66**, 908-930.
- Lowrie, W., 1990, Identification of ferromagnetic minerals in rock by coercivity and unblocking temperature properties. *Geophys. Res. Lett.*, **17**, 159-162.
- Robion, P., Kissel, C., Frizon de Lamotte, D., Lorand, J. P., and Guézou, J. C. 1997, Magnetic mineralogy and metamorphic zonation in the Ardennes Massif (France-Belgium), *Tectonophysics*, **271**, 231-248.
- Rochette, P., 1987, Metamorphic control of the magnetic mineralogy of the black shales in the Swiss Alps: toward the use of 'magnetic isogrades'. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **84**, 446-456.
- Taux, L., Constable, C., Stokking, L., and Badgley, C., 1990, Use of anisotropy to determine the origine of characteristic remanence in the Siwalik red beds of northern Pakistan. *J. Geophys. Res.*, **95**, 4391-4404.