

옥천 변성대 서남부 화산지역 변성퇴적암의 K-Ar과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연대와 그 의의

김성원¹, 오창환¹, 이타야테츠마루², 효도히로노부²

¹전북대학교 지구환경과학과 (okseihara@hanmail.net)

²일본 오카야마이과대학교 자연과학연구소

1. 서언

옥천 변성대에서 산출되는 변성이질암으로부터 백악기부터 석탄기 (89-319 Ma)에 걸친 넓은 범위의 K-Ar 흑운모와 백운모연대가 보고되고 있다 (Kim, 1987; Min et al., 1995; Cho et al., 1995; Oh et al., 1995). 트라이아스기부터 석탄기까지의 연대들은 옥천 변성대의 주 변성시기 이후 냉각연대를 지시한다고 해석되고 있으며 백악기부터 유라기까지의 연대는 옥천 변성대 주변에 분포되는 중생대 화강암의 열 변성작용에 의해 부분적으로 또는 완전히 재평형된 연대로 인식되어 왔다. 지금까지 보고된 옥천 변성대의 K-Ar 연대는 주로 중부와 북서부지역에 집중되어 옥천 변성대 전체에 대한 냉각발달사를 규명하는데 지역적 편중성을 가진다. 또한 일부 보고된 K-Ar 흑운모와 백운모연대는 낮은 K 함량과 선별 샘플에 대한 입자크기의 넓은 범위등에 의한 문제점등을 보여준다. 그리고 지금까지 보고된 K-Ar 연대는 같은 샘플에 대한 다른 연대측정 방법들을 이용한 연대적 신뢰성 검토가 수행되지 않았다. 따라서 현재까지 보고된 K-Ar 흑운모와 백운모연대를 이용한 옥천 변성대에 대한 변성 진화 과정 해석의 타당성이 충분하지 않은 형편이다.

옥천 변성대내의 운모류 K-Ar 연대의 문제점 해결의 일환으로 옥천 변성대 서남부 화산 지역에서 산출되는 변성이질암에 대해서 저변성지역부터 고변성지역에 걸쳐서 횡단선을 설정하여 체계적으로 암석을 채취하고 암석내의 흑운모와 백운모 K-Ar 과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연대측정을 수행하였다.

2. 일반지질

화산지역은 변성이질암의 광물조합을 기준으로 남동부부터 북서방향으로 3개의 분대로 (I, II 와 III) 나누어진다. 대 I의 특징적인 광물조합은 흑운모 + 백운모 + 녹니석 + 사장석이며 드물게 흑운모 + 백운모 + K-장석 + 사장석이 산출된다. 대 II의 특징적인 광물조합은 석류석 + 흑운모 + 백운모 + 녹니석 + 사장석이다. 대 III의 광물조합은 심자석 + 석류석 + 흑운모 + 백운모 ± 녹니석 + 사장석이 특징적이며 Oh et al. (1995)의 연구에서 보고된 납정석들은 산출되지 않는 것이 확인되었다. 변성도는 대 I에서 대 III로 갈수록 증가한다. 유라기 화강암 접촉부의 국부적인 변성암류에서는 화강암에 의한 접촉변성작용에 의해 형성된 홍주석과 규선석이 산출된다.

3. 연구결과

각 변성분대에서 채취한 변성이질암으로부터 약 26 개의 흑운모와 백운모를 분리하여 측정한 K-Ar 연대는 대 I에서 149-157 Ma (흑운모)와 153 - 164 Ma (백운모), 대 II에서 162-164 Ma (흑운모)와 164 - 179 Ma (백운모), 대 III에서 157-167 Ma (흑운모)와 157 - 164 Ma (백운모)의 범위를 보여준다. 또한 흑운모와 백운모 단결정 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연대는 평형 연대를 지시하며 대 I에서 149-158 Ma (흑운모), 대 II에서 154-164 Ma (흑운모) 와 166 -

174 Ma (백운모), 대 III에서 159-161 Ma (흑운모)와 158 Ma (백운모)의 범위를 보여준다. K-Ar 과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 흑운모와 백운모연대들은 149-167 Ma에 집중된다. 그리고 각 변성분대에서 동일시료에 대한 K-Ar 과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연대들은 동일시기를 지지함으로 연대적인 신뢰성을 확인 할 수 있었다.

대 II에서 일부 K-Ar 백운모연대들이 178-179 Ma의 범위를 보여주는데 이들 연대는 연구지역의 대부분의 백운모들의 연대보다 높은 연대를 지시한다. 179 Ma의 K-Ar 백운모 연대를 보여주는 암석에서는 기질의 일반적인 세립질의 백운모 (50 μm 이하)와 조립질의 일부 백운모들 (60-120 μm)이 같이 산출이 되며 입자크기별로 다른 연대 (35-48 μm 의 선별범위: 164 Ma 와 61-74 μm 의 선별범위: 179 Ma)가 나타난다. 동일시료에 대한 Oh et al., (1995)의 K-Ar 백운모 연대는 207 Ma로 본 연구결과와 다르다. 이러한 차이는 Oh et al., (1995)의 연구에서 보고된 백운모의 낮은 K 함량 혹은 Oh et al., (1995)의 연구에서 고려되지 않은 선별된 입자크기 범위에 기인할 수 있다.

변성이질암류에 대한 화강암의 영향을 조사하기 위해 화산지역 옥천 변성대의 주변 부에 산출되는 3 개의 화강암류에서도 K-Ar 백운모와 흑운모연대들을 구하였다. 백운모와 흑운모들의 연대는 모두 156 Ma이며 화산지역의 변성이질암의 연대와 유사하다. 이는 연구지역의 변성암류와 화강암류는 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 과 K-Ar 계의 흑운모와 백운모의 폐쇄온도 (약 300-350 $^{\circ}\text{C}$) 까지 동시에 냉각된 사실을 지시한다.

3. 결론

본 연구에서 얻어진 변성이질암과 화강암류내 흑운모와 백운모의 K-Ar 과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 주라기 중기 냉각연대해석에는 두 가지 가능성이 있다. 첫 번째 가능성은 화산지역 옥천 변성대 주변에 분포되는 중생대 화강암의 관입에 의한 열 변성작용 때문에 변성퇴적암내의 흑운모와 백운모들이 완전히 재평형된후 냉각되어 화강암과 변성퇴적암이 함께 냉각됨으로써 동일한 냉각연대를 보여주는 것이다. 하지만 아직까지는 화산지역 변성이질암들 전체가 광역적 접촉변성작용을 받은 뚜렷한 증거가 발견되지 않고 있다.

두 번째 가능성은 변성퇴적암의 용기시 운모류의 냉각연대와 화강암의 냉각연대가 유사하다는 것이다. 흑운모와 백운모의 K-Ar 과 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연대들이 유사하게 나타나는 사실은 옥천 변성대의 용기속도가 매우 빨랐으며 주 변성시기가 냉각연대와의 그리 많은 차이를 보여 주지 않을 가능성을 지시한다. 이 경우 옥천 변성대의 중압형 변성작용이 주라기초에 일어났을 가능성을 배제할 수 없다.

4. 참고문헌

- Cho, M., Kim, I.J., Kim, H., Min, K., Ahn, J., 1995, K-Ar biotite ages of pelitic schists in the Jeungpyeong-Deokpyeon area, central Ogcheon metamorphic belt, Korea. The Journal of the Petrological Society of Korea, 4, 178-185, (in Korean with English abstract).
- Kim, J. H., 1987, Caledonian Ogcheon orogeny of Korea with special reference to the Ogcheon uraniferous marine black slate. PhD Thesis, Univ. of Tokyo.
- Min, K., Cho, M., Kwon, S.-T., Kim, I.J., Nagao, K. and Nakamura, E., 1995, K-Ar ages of metamorphic rocks in the Chungju area: Late Precambrian (675Ma) metamorphism of the Ogcheon Belt. The Journal of Geological Society of Korea, 31, 315-327, (in Korean with English abstract).
- Oh, C.W., Kim S.T., Lee, J.H., 1995. The P-T Condition and Timing of the Main Metamorphism in the Southwestern Part of the Okchon Metamorphic Belt. The Journal of Geological Society of Korea, 31, 343-361.