

진안분지에 분포하는 백악기 퇴적암류에 대한 고지자기 연구: 달길층과 산수동층을 중심으로

이정직^{1)*} · 도성재²⁾ · 김원년³⁾ · 유용재⁴⁾

1. 서 론

지구의 회전 및 이동에 대한 정량적인 정보를 제공하는 고지자기 연구를 바탕으로 한반도의 지체구조학적 진화과정을 해석하려는 연구가 활발히 수행되어 왔다. 특히 고지자기 자료가 잘 정립된 백악기 경상분지의 연구에서, 백악기 동안 지구가 시계방향으로 회전한 것으로 도출되었다(예, Park et al., 2005). 이러한 회전이 한반도 전체적인 지구조적 현상인지 알아보기 위하여, 옥천대 경계부를 따라 분포하는 백악기 소분지들에 대한 고지자기 연구가 수행되어 왔다. 그러나, 이들 연구는 지층형성당시의 일차자화방향이 아닌 재자화방향을 보고하였으며, 이는 제3기 동안 유체의 유입으로 인한 광역적인 재자화현상으로 해석되었다. 따라서, 백악기 분지들에서의 고지자기 연구 결과는 일차자화 방향이 추출될 경우, 지체구조학적 해석에 중요한 자료로 사용될 수 있으며, 재자화 방향이 추출될 경우, 재자화를 유발시킨 지질학적 사건을 밝히는데 필요한 정보를 제공할 수 있다.

본 연구에서는 옥천대 서남부의 백악기 진안분지에 대하여 고지자기 연구를 수행하였다. 진안분지에 분포하는 백악기 퇴적암류 중 현재까지 실험이 완료된 달길층과 산수동층에 기록된 특성잔류자화방향을 추출하고, 이를 바탕으로 잔여 시료에 대한 연구방향을 설정하고자 한다.

2. 본 론

본 연구를 위하여 달길층 34개 지점, 산수동층 28개 지점에서 휴대용 암석착암기와 brunton compass 및 sun compass를 이용하여 정향코어 시료를 채취하였다. 야외에서 채취된 코어 시료들은 실험실에서 고지자기 연구에 적합한 지름 25 mm, 높이 22 mm인 총 633개(달길층: 257, 산수동층: 376)의 원주형 시료로 제작 되었다. 모든 실험과정에 있어서 외부 자기장에 의한 2차적인 유도자화를 방지하기 위하여, 시료들은 자기장이 차폐된 μ -metal상자에 보관하였다. 자연잔류자화강도와 대자율을 근거로 각 지점별 2개 이상의 대표시료를 선정하여 열소자와 교류소자 실험을 수행하였으며, 그 결과를 바탕으로 나머지 시료에 대한 최적의 소자방법 및 단계를 결정하였다. 특히 열소자 실험시 고온에 의해 발생할 수 있는 자성광물의 변화를 감지하기 위하여 각 소자단계마다 대자율을 측정하였다. 고지자기 자료는 벡터 다이어그램상(Zijderveld, 1967)에 나타나는 방향을 주성분분석법(Kirschvink, 1980)을 이용하여 일직선

주요어 : 고지자기, 진안분지, 백악기

- 1) 고려대학교 지구환경과학과 (hnst@korea.ac.kr)
- 2) 고려대학교 지구환경과학과 (sjdoh@korea.ac.kr)
- 3) 고려대학교 지구환경과학과 (wnkim@korea.ac.kr)
- 4) 고려대학교 지구환경과학과 (yongjaeyu@korea.ac.kr)

상에 나타나는 최소한 3점 혹은 그 이상의 점들을 이용하여 특성잔류자화 방향을 추출하였다.

자연잔류자화의 강도가 달길층의 시료는 0.1 - 186.5 mA/m로, 산수동층은 0.1 - 103.2 mA/m로 나타났다. 대표시료에 대한 소자실험 결과, 열소자 실험방법이 달길층과 산수동층 대부분 시료(달길층: 80%, 산수동층: 81%)의 특성잔류자화 성분을 추출하는데 효과적이었다. 점성잔류자화 성분은 300°C미만에서 제거되었으며, 특성잔류자화 성분은 달길층의 경우 300 - 400°C, 산수동층의 경우 340 - 380°C에서 추출할 수 있었다.

진안분지에 분포하는 백악기 암석의 평균 고지자기 방향은 달길층의 경우 지층경사 보정 전 $D/I = 0.4^\circ/55.8^\circ$ ($k_1 = 136.1$, $\alpha_{95} = 2.6$), 지층경사 보정 후 $D/I = 23.4^\circ/69.7^\circ$ ($k_2 = 8.4$, $\alpha_{95} = 11.16$)이며, 산수동층의 경우 지층경사 보정 전 $D/I = 4.3^\circ/56.6^\circ$ ($k_1 = 95.3$, $\alpha_{95} = 2.9$), 지층경사 보정 후 $D/I = 36.0^\circ/59.8^\circ$ ($k_2 = 7.0$, $\alpha_{95} = 11.6$)이다(그림 1).

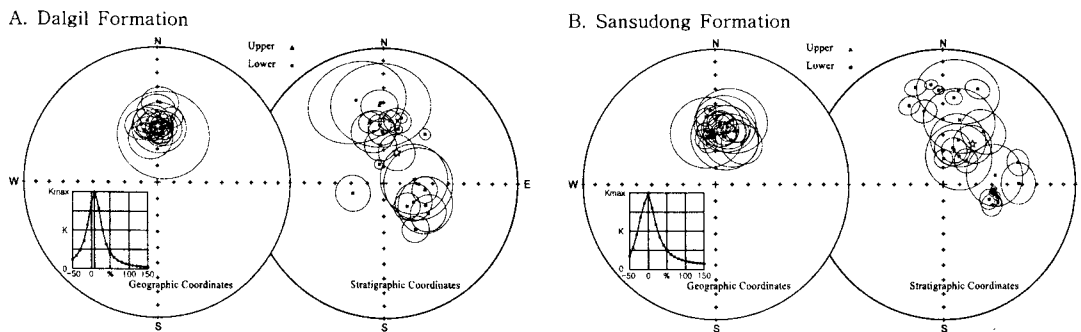


Fig. 1. Equal area projections of site mean directions with 95% confidence limits in geographic and stratigraphic coordinates (☆: mean direction), respectively. The tilt adjustment test is shown as an inset on equal area plots.

두 층 모두 지층경사보정 후의 정확도 상수가 지층경사보정 전에 비해 크게 감소하였으며 각 층에 대한 단계별 경사보정시험 결과 달길층은 10%, 산수동층은 0% untilting에서 최대정확도 상수를 보였다. 이는 달길층과 산수동층에 기록된 고지자기 방향이 지층 생성당시의 지구자기장 방향을 나타내는 것이 아니라, 지층 경사 이후에 획득된 재자화 성분임을 지시한다.

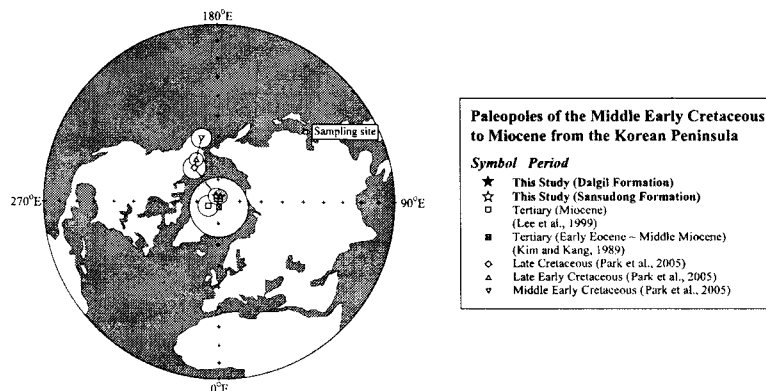


Fig. 2. Comparison of the middle Early Cretaceous to Miocene paleomagnetic poles from the Korean Peninsula.

달길층과 산수동층이 기록하고 있는 재자화 성분의 획득시기를 규명하기 위하여 두 층의 경사보정전 평균 고지자기 방향으로부터 계산된 고지자기극들(달길층: 북위 87.6°, 동경 154.8°, $A_{95} = 3.0$; 산수동층: 북위 35.8°, 동경 199.2°, $A_{95} = 3.5$)과 이전에 보고된 백악기 이후의 한반도 고지자기극들을 비교하였다(그림 2). 달길층과 산수동층의 고지자기극은 한반도 제 3기 고지자기 극들과 유사하게 나타난 반면, 기존에 보고된 한반도의 백악기 고지자기극들과

는 현저한 차이가 나타난다. 특히, 기존에 보고된 에오세에서 마이오세의 고지자기극과는 서로 신뢰도 구간이 중첩되어 통계학적으로 같은 방향임을 지시한다. 따라서, 진안분지의 달길층과 산수동층은 제3기(에오세에서 마이오세)동안 재자화된 것으로 해석된다.

최근 진안분지 마이산역암층에 포함된 인회석에 대한 피션트랙 연대 측정결과 백악기 말인 70 Ma로 보고되었다(Choi and Lee, 2006). 진안분지의 퇴적시기는 이보다 앞선 127-121 Ma이기 때문에, 피션트랙 연령은 연구지역이 고온으로 가열되었다가 백악기 말, 70 Ma 이후에 100°C 이하로 냉각되었음을 지시한다. 이러한 피션트랙 연대측정 결과는 연구지역의 자화성분이 열에 의해 재자화되었을 가능성을 제시하지만 연구지역의 열적재평형이 이루어진 백악기 말(70 Ma)과 재자화시기로 예상되는 제3기 에오세에서 마이오세와는 시기적 차이가 존재한다. 따라서, 이러한 시기적 차이는 기존의 연대측정 연구로는 인지할 수 없는 재자화를 유발시킨 지질학적 영향이 제3기 동안 존재하였을 가능성을 지시한다.

3. 결 론

백악기 진안분지에 분포하는 달길층과 산수동층에 대한 예비 고지자기 연구 결과, 두 층 모두 지층경사 보정 전보다 보정 후에 정확도 상수가 감소하였다. 단계별 지층경사보정시험 결과 달길층은 10%, 산수동층은 0% untilting에서 최대 정확도상수를 보여, 달길층과 산수동층은 지층경사 이후 재자화된 것으로 해석하였다. 기존 피션트랙 연대측정 연구결과는 달길층과 산수동층이 70 Ma 이후에 열적재평형이 이루어지면서 재자화 성분을 획득할 가능성을 시사하지만 고지자기극 비교에서는 이보다 이후인 제3기 에오세에서 마이오세동안에 재자화 성분을 획득한 것으로 해석하였다. 보다 정확한 재자화 원인 및 시기를 규명하기 위해, 향후 진안분지에 분포하는 화산암과 만덕산층에 대해 추가적인 고지자기 연구 및 암석자기 실험, 전자현미경 관찰을 수행할 것이다.

4. 참고문헌

- Choi, T. and Lee, Y.I. ,2006, Thermal History of the Cretaceous Jinan Basin, Korea Based on Apatite Fission Track Analysis. 2006년 대한지질학회 추계학술발표회 초록집, p. 113.
- Kim, I.S. and Kang, H.C. ,1989, Paleomagnetism of Tertiary Rocks in Eoil Basin and its vicinities, Southeast Korea. J. Geol. Soc. Korea, v. 25, p. 273-293.
- Kirschvink, J.L. ,1980, The least square line and plane and the analysis of paleomagnetic data. Geophys. J. R. Astr. Soc., v. 62, p. 699-718.
- Lee, Y.S., Ishikawa, N. and Kim, K.W. ,1999, Paleomagnetism of Tertiary rocks on the Korean Peninsula: tectonic implications for the opening of the East Sea (Sea of Japan). Tectonophysics, v. 304, p. 131-149.
- Park, Y.H., Doh, S.J., Ryu, I.C. and Suk, D. ,2005, A synthesis of Cretaceous palaeomagnetic data from South Korea: tectonic implications in East Asia. Geophys. J. Int., v. 162, p. 709-724.
- Zijderveld, J.D.A. ,1967, AC demagnetisation of rocks: Analysis of results. In Collinson, D.W., Creer, K.M. and Runcorn, S.K.(eds.) Method in Palaeomagnetism. Elsevier, Amsterdam, p. 254-286.