

단양지역에 분포하는 하부 트라이아스기 지층에 대한 고지자기 예비연구: 지구조적 의의

박용희¹⁾·도성재²⁾

1. 서 론

유라시아의 동북부에 위치한 한반도는 동아시아의 지체구조학적 관점에서 북중국지괴와 남중국지괴 중 어디에 속하였는지에 대한 논란의 대상이 되고 있다. 고지자기 연구는 지층에 기록되어 있는 과거 지질시대의 지구자기장 측정을 통하여 대륙 혹은 지괴들의 상대적 이동을 통한 지구조적인 해석에 널리 응용되어왔다. 한반도의 고지자기 연구는 주로 신생대 및 중생대말에 해당하는 시기의 암석을 대상으로 수행되었고, 유라시아 대륙의 지괴운동이 활발히 일어난 중생대 초 및 그 이전에 대한 고지자기 자료는 부족한 실정이다. 특히, 옥천 비변성대의 영월, 정선, 평창지역 등에서는 백악기말에서 제 3기초 동안에 광역적인 재자화 작용이 일어나 백악기이전 시기의 고지자기 자료를 획득하는데 걸림돌이 된다. 이러한 관점에서 일차잔류자화를 기록하고 있는 것으로 알려진 단양지역에 분포하는 하부 트라이아스기 동고층에 대한 고지자기 연구를 수행하여 이 시기의 연구지역에 대한 고지자기극을 확립하고, 현재까지 축적된 한반도 및 중국의 고지자기 자료들과 비교·분석하여 한반도의 지체구조학적 위치 및 이동에 관한 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

단양지역에 분포하는 하부 트라이아스기 지층(동고층)의 13개 노두로부터 야외용 착암기를 이용하여 총 120개의 정향코아시료(직경 2.5 cm)를 채취하였다. 각 노두에서 가능하면 층리면에 대하여 수직·수평의 약 2~5 m의 등간격으로 채취장소를 선정하였다. 야외에서 채취한 코아시료들은 실험실에서 2.2 cm의 길이로 절단하였다. 모든 시료들에 대해서 FINO AG사의 초전도 회전자력계(SQUID-based spinner magnetometer)와 Molspin사의 회전자력계를 사용하여 자연잔류자화를 측정된 후, 단계적인 소자를 실시하여 각 단계별 잔류자화를 측정하였다. 열소자와 교류소자실험은 각각 ASC scientific사의 열소자기와 Molspin사의 교류소자기를 사용하였다. 고지자기 자료 처리는 벡터 다이어그램 상에 나타나는 방향 변화로부터 주성분분석법(principal component analysis, Kirschvink, 1980)을 이용하여 각 방향성분을 추출하였으며, 각 소자단계에 따른 잔류자화의 방향 변화가 원점을 향하지 않으나 equal-area net상에서 대원을 따라 방향이 변할 경우에는 sector constraints를 이용한 대원법(great circle method, McFadden and McElhinny, 1988)을 이용하여 특성잔류자화 성분을 추출하였다.

주요어 : 평안누층군, 동고층, 고지자기, 트라이아스기, 지구조운동

1) 고려대학교 기초과학연구소 (박용희: aegis@korea.ac.kr)

2) 고려대학교 지구환경과학과 (도성재: sjdoh@korea.ac.kr)

3. 결과 및 토의

소자실험을 통하여 암석에 기록된 고지자기 방향을 추출한 결과, 6개 노두들은 정자화를 7개 노두들은 역자화를 기록하고 있다. 노두별 평균방향으로부터 구한 동고층의 전체 평균은 지층경사보정 전($D/I = 146.0^\circ/47.0^\circ$, $k = 26.6$, $\alpha_{95} = 8.2^\circ$)에 비하여 지층경사보정 후($D/I = 131.5^\circ/-17.9^\circ$, $k = 37.3$, $\alpha_{95} = 6.9^\circ$)의 분산도가 감소하였다. 또한, 단계적 경사보정에 따른 k 값의 변화는 100%의 경사보정에서 최대값을 보이며, 지층경사보정 후의 정자화 및 역자화 성분은 서로 반대방향(antipodal)을 보여 역전시험(reversal test)을 95% 신뢰도수준에서 통과한다. 이러한 결과는 본 연구에서 추출한 특성잔류자화 성분이 지층경사 이전에 획득된 성분임을 지시한다. 그리고 정자화 및 역자화 성분이 반복되어 나타나는 것은 트라이아스기 초의 지구자기장 변화와도 일치하여, 특성잔류자화의 획득시기가 트라이아스기초일 가능성이 높다.

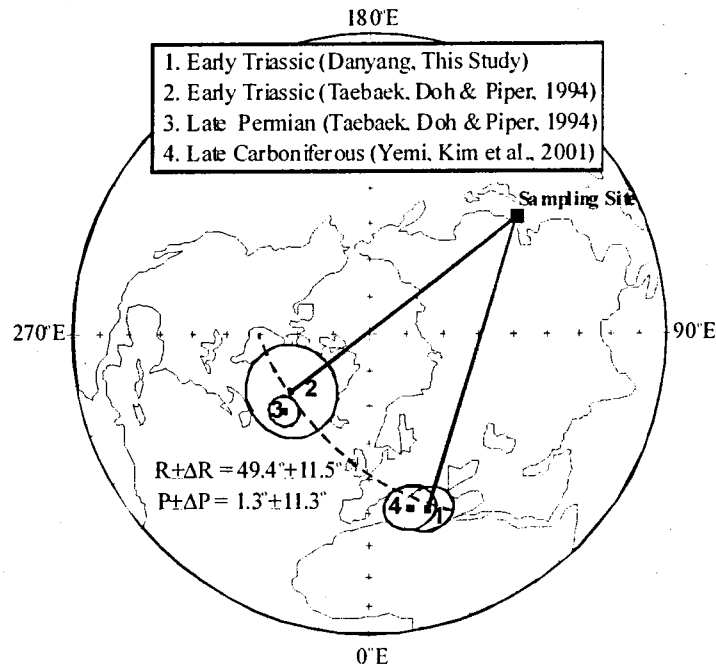


Figure 1. Paleomagnetic poles from the Pyeongan Supergroup in the Danyang, Taebaek, and Yemi areas.

단양지역에 분포하는 동고층의 노두별 평균 고지자기방향으로부터 계산한 고지자기극의 위치(Lat./Long. = $38.3^\circ\text{E}/18.5^\circ\text{N}$, $A_{95} = 6.5^\circ$)는 예미지역에서 보고된 후기 석탄기 고지자기극(김인수 외, 2001)과 가까운 반면에, 태백지역에서 보고된 전기 트라이아스기 고지자기극(Doh and Piper, 1994)에 대하여 반시계방향으로 약 50° 회전된 것으로 나타났다(그림 1). 이러한 결과는 단양지역의 동고층이 옥천대의 주 구조선 방향인 북동-남서 방향으로 분포하는 반면, 태백지역의 동고층의 경우 동-서 방향으로 분포하는 점을 고려하였을 때, 동고층이 퇴적된 전기 트라이아스기 이후에 태백지역이 단양지역 및 예미지역에 대하여 시계방향으로 수직축 회전운동을 경험하였을 가능성을 제시한다. 또한, 태백지역의 암석에 기록된 백악기 재자화 성분의 방향을 정선지역

및 영월지역에서 보고된 백악기말-제3기초 재자화 성분의 방향과 비교하였을 때, 북각값은 통계적으로 다르지 않은 반면에 편각값은 시계방향으로 약 50°회전된 것으로 나타나 위의 해석을 뒷받침한다. 태백지역의 시계방향 회전운동은 후기 백악기동안에 고태평양판의 섭입방향의 변화에 따른 북서방향의 고응력장과 관련있는 것으로 추정되나, 이를 뒷받침하기 위한 보다 많은 지질학적 증거들이 필요하다.

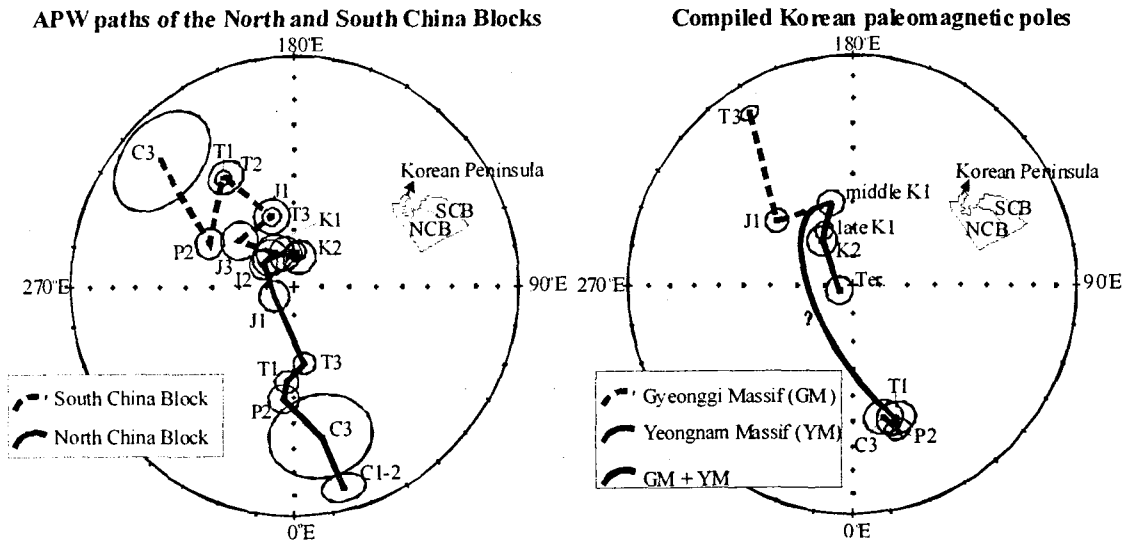


Figure 2. (a) Apparent polar wander paths of the North and South China Blocks. (b) Compiled Korean paleomagnetic poles. Ter, Tertiary; K, Cretaceous; J, Jurassic; T, Triassic; P, Permian; C, Carboniferous; 1, Early; 2, Middle; 3, Late.

후기 고생대 이후 한반도의 지체구조학적 해석을 위하여 한반도 및 북중국지괴, 남중국지괴에서 기 보고된 고지자기극들을 수집한 후, Van der Voo (1990)가 제시한 고지자기 자료에 대한 신뢰도 기준(reliability criteria)을 통과하는 자료들만을 이용하여 지역별·시대별 고지자기극의 겹보기이동경로를 그림 2에 나타내었다. 북중국지괴와 남중국지괴의 고지자기극들은 석탄기 이래 서로 다른 이동경로를 보이다가 중기 쥐라기부터 가까운 위치에 놓여 두 지괴의 융합이 이 시기에 완료되었음을 지시한다. 한편, 한반도의 경우 경기육괴의 후기 트라이아스기(T3) 및 전기 쥐라기(J1) 고지자기극들은 남중국지괴의 동시기 극들과 비슷한 위치에 있으나, 영남육괴의 후기 석탄기(C3)~전기 트라이아스기(T1) 고지자기극들은 북중국지괴의 동시기 극들과 근접하였다. 이러한 결과는 단양지역을 포함한 영남육괴가 후기 석탄기 이래 북중국지괴에 속하였고, 경기육괴는 남중국지괴에 속하였을 가능성을 제시한다. 한편 전기 백악기 이후의 한반도 고지자기 자료를 바탕으로 영남육괴와 경기육괴가 이 시기동안 단일지괴로 움직인 것으로 해석된다. 그러나 현재까지 보고된 한반도 고지자기 자료 중 영남육괴로부터 중기 트라이아스기~쥐라기 고지자기극들이 누락되어있기 때문에, 영남육괴와 경기육괴의 융합이 일어난 시기에 대한 해석을 하기 어려운 실정이며, 한반도를 포함한 동아시아 지괴들의 상대적인 이동에 대한 정량적인 해석을 위하여 보다 많은 고지자기 자료들이 추가되어야 할 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- 김인수, 김성욱, 최은경 (2001) 옥천대에 대한 고자기 연구: 예미지역 고생대 지층의 잔류자기. *자원환경지질*, **34**, 355-373.
- Doh, S.J. and Piper, J.D.A. (1994) Paleomagnetic of the (Upper Paleozoic-Lower Mesozoic) Pyeongan Supergroup, Korea: a Phanerozoic Link with the North China Block. *Geophys. J. Int.*, **117**, 850-863.
- Kirschvink, J.L. (1980) The least square line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, **62**, 699-718.
- McFadden, P.L. and McElhinny, M.W. (1988) The combined analysis of remagnetization circle and direct observation in paleomagnetism. *Earth Planet Sci. Lett.*, **87**, 161-172.
- Van der Voo, R. (1990) The reliability of paleomagnetic data. *Tectonophysics*, **184**, 1-9.