

충남탄전에 분포하는 대동층군에 대한 고지자기학적 연구*

민경덕** · 엄정기** · 김동욱** · 최용훈** · 이윤수***

Susumu Nishimura***

Paleomagnetic Study of the Daedong Group in the Choongnam Coal Field *

Kyung Duck Min**, Jeong-Gi Um**, Dong Wook Kim**, Yong Hoon Choi**,
Youn Soo Lee*** and Susumu Nishimura***

ABSTRACT : Paleomagnetic study on the sedimentary rocks in the Choongnam Coal Field has been carried out to determine the direction of declination and inclination of NRM and position of paleomagnetic pole, and to investigate the geotectonism and geomagnetic stratigraphy of the sedimentary rocks in the Daedong Group.

As a result of paleomagnetic study, the study area can be divided tectonically into two blocks by Baegunsa fault, namely northwestern and southeastern blocks.

Site mean declination and inclination of Baegunsa and Seoungjuri Formations in the northwestern block are 23.2° and 54.9°, respectively. Those of Amisan, Jogyeri, Baegunsa and Seoungjuri Formations in the southeastern block show normal direction with declination and inclination of -22.1° and 11.2°, and reversed direction with those of 158.5° and -12.6°, respectively. Average paleomagnetic pole position in the northwestern block is located at 212.9°E and 71.1°N, and that in the southeastern block at 345.7°E and 53.3°N. This difference suggests relative rotation of about 45° between two blocks. The paleolatitude of Daedong Group at the time of sedimentation is 5.6°N much lower than present latitude of 37.7°N.

Compared with worldwide Mesozoic paleomagnetic polarity stratigraphy, Amisan Formation is correlated with the lower boundary of Nuanetsi reversal zone in Graham interval, and Baegunsa and Seoungjuri Formations are correlated with just upper part of the upper boundary of Nuanetsi reversal zone, and their geologic ages are Late Triassic to Early Jurassic.

The position of paleomagnetic pole acquired from Daedong Group in the study area is different from those in other places. This may be attributed to the different tectonic movement by Daebo Orogeny occurred after the deposition of Daedong Group.

서 론

1960년대 이후 급속히 발전한 고지자기 연구는 Hess, Dietz, McKenzie, Le Pichon 등에 의해 주장된 대륙 이동설과 해양저 확장설을 근간으로 하는 판구조론을 설명하는 정량적인 증거를 제시해 줌으로써 거의 전 세계 지구 과학자들에게 획기적인 이론으로 받아들여지고 있다. 각국 특히 유동대에 처하거나 해양을 면한 나라에서는 과

거의 지질학적 사실들을 상기한 이론에 의하여 재검토하고 발전시켜 막대한 연구결과를 발표하고 있다. 이러한 세계적인 추세에 연구는 아시아 대륙 연변부에 위치한 일본 호상열도, 필리핀 열도, 말레이시아 반도 및 스페인 열도 등이 포함된 서북 태평양 연안지역에서도 성행되고 있다. 이에 비하여 한반도에서 이러한 측면의 연구는 적은 형편으로서, 근년에 이르러 백악기-신생대에 해당되는 경상남북도, 제주도, 울릉도, 전곡 지역에서 고지자기, 동위원소, 분출암류의 암석화학적 및 광화작용의 특성, 지질구조 등을 연구하여 남한의 백악기말 이후의 화성활동과 광화작용에 대한 지구조 해석을 실시한 바 있다 (민경덕 외 1982, 1986, 1988 ; 김규환 외 1984).

* 본 연구는 한국 과학재단의 88 목적기초 연구비에 의해 이루어짐.

** 연세대학교 지질학과 (Dept. of Geology, Yonsei University)

*** 일본 경도대학 지질광물학과 (Dept. of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Japan.)

그러나 백악기 이전에 대한 연구 (Kim, K.H. and Jeong, B.I., 1986) 는 아직도 미흡한 실정이며, 따라서 본 연구에서는 한반도에서의 지구조사에서 매우 중요한 유라기를 택하여 이시대에 생성된 대동계 암석류에 대한 고지자기 측정을 실시하고 이로부터 한반도에서의 고지자기와 지구조 연구를 유라기까지 확장하고, 중국 및 일본의 연구 결과와 대비하려는 데 그 목적이 있다.

지 질

본 연구의 대상지역은 중생대 중기 암류로 구성된 대동누층군이 분포하고 있는 지역 중 옥천대 내의 충남탄전 지역이며, 행정구역상으로 충청남도 보령군, 부여군과 청양군 일대로서, 북위 $36^{\circ}10' \sim 36^{\circ}27'$ 과 동경 $126^{\circ}30' \sim 126^{\circ}50'$ 사이에 위치한다.

본 역의 지질은 기반암인 선캠브리아기의 변성암류와 후기 트라이아스기~전기 유라기 퇴적암류의 대동층군 및 이들을 관입한 화강암 및 맥암류로 이루어져 있다. 변성암류는 편마암류 및 편암류들이며, 퇴적암류는 주로 사암, 셰일, 실트스톤, 역암 등이다. 연구의 대상인 대동층군은 대체로 $N20^{\circ} \sim 45^{\circ}E$ 의 주향방향을 갖는 대소 습곡과 단층이 발달하고 있으며, 서단과 북단 및 동단에서는 기반암인 변성암류와 단층 접촉을 하고 있다. 본 연구지역의 지질도는 Fig. 1 과 같으며, 서해길 외 (1980, 1982, 1983, 1984) 의 1:10000 충남탄전 성주, 옥천, 미산, 외산, 사양, 홍산, 내산 지역의 지질도를 이용하였다.

변성암류는 연구지역의 서부와 북부 그리고 동부와 남부외곽에 넓게 분포하며, 호상편마암, 안구상편마암, 화강편마암, 석영편암, 운모편암 등으로서, 이들중 흑운모를 주로하는 유색광물과 석영, 장석을 주로하는 무색광물이 교호하여 호상구조를 보이는 호상편마암이 가장 넓게 분포한다.

대동층군의 퇴적암류는 육성층으로서 변성암류와 부정합 관계에 있으나, 본 연구지역에서는 대부분 단층으로 접하고 있다. 연구지역 남동부의 퇴적암류는 변성작용을 받아 천매암 또는 규암화 되어있다. 아미산층은 본 역에 분포하는 대동층군의 최하부층으로서 주로 사암과 셰일이 교호 되어있다. 본 층은 주 구성암석에 따라 하부로부터 하부사암 멤버, 하부셰일 멤버, 중부사암 멤버, 중부셰일 멤버, 상부사암 멤버로 분대된다 (서해길 외, 1980). 조계리층은 암상에 따라 하부의 함장석 각력사암 멤버와 상

부의 역암 멤버로 양분된다. 조계리층을 정합으로 피복하는 백운사층은 성주리 부근에서 성주리 향심습곡 둘레에 분포하고 있으며, 옥천향사내에 북동 방향으로 길게 대상으로 분포한다. 하부는 역암과 회색의 중립 내지 장석질 사암, 암회색의 세립사암, 세일 또는 실트스톤 등으로 구성되며, 상부로 올라갈수록 세일이 우세하다. 역암에서 역의 크기는 1cm 내외로서 조계리층 역암의 역에 비해 작으며, 흑색 세일역을 함유한다. 성주리층은 백운사층을 정합으로 피복하며, 본 연구지역에 분포하는 대동층군의 최상부 층이다.

고지자기 연구

암석 시료 채취 및 표준 시료 제작

충남 탄전 지역에 분포하는 대동누층군의 퇴적 암류중 암석이 신선하고 생성 당시의 암체로부터 이탈되지 않은 곳을 선택하여 암석시료를 채취하였다. 시료 채취는 block sample 방식을 취하였으며, 암석 시료 채취 위치에서의 방향을 알 수 있도록 시료에 tripod compass 를 이용하여 수평을 유지하는 세점을 표시한 후 주향과 경사를 측정 표시하였다. 또한, 시료채취 대상 암체가 생성된 이후 지각 변동에 의해 경사 되었을 경우에는 경사보정 (tilting correction) 을 실시하기 위하여 암체내 지층의 주향과 경사를 함께 측정하였다. 이렇게 하여 총 87개 site 에서 암석 시료를 채취하였으며, 이로부터 자연 잔류 자기 측정을 위하여 597개의 표품 시료를 제작 하였다. Fig. 2 는 이중에서 소자실험 결과 자기적으로 안정된 29개 site 의 위치를 보여주고 있다.

소자실험 및 잔류자기 측정

암석이 가지고 있는 자연 잔류자기에는 암석이 생성될 당시에 얻은 1차 자연 잔류자기와 암석 생성 이후의 여러가지 물리적 화학적 작용에 의하여 얻은 2차 자연잔류 자기가 있으며, 대부분의 암석에서는 잔류자기의 방향이 1차 자연잔류자기와 2차 자연잔류자기의 벡터합으로 나타난다. 그러나, 암석이 생성될 당시의 지자기장의 방향을 알아내기 위해서는 1차 자연잔류자기의 방향만이 필요하므로, 소자실험을 통하여 2차 자화성분을 제거해야한다. 본 연구에서는 대표 시료에 대하여 열 소자실험과 교류

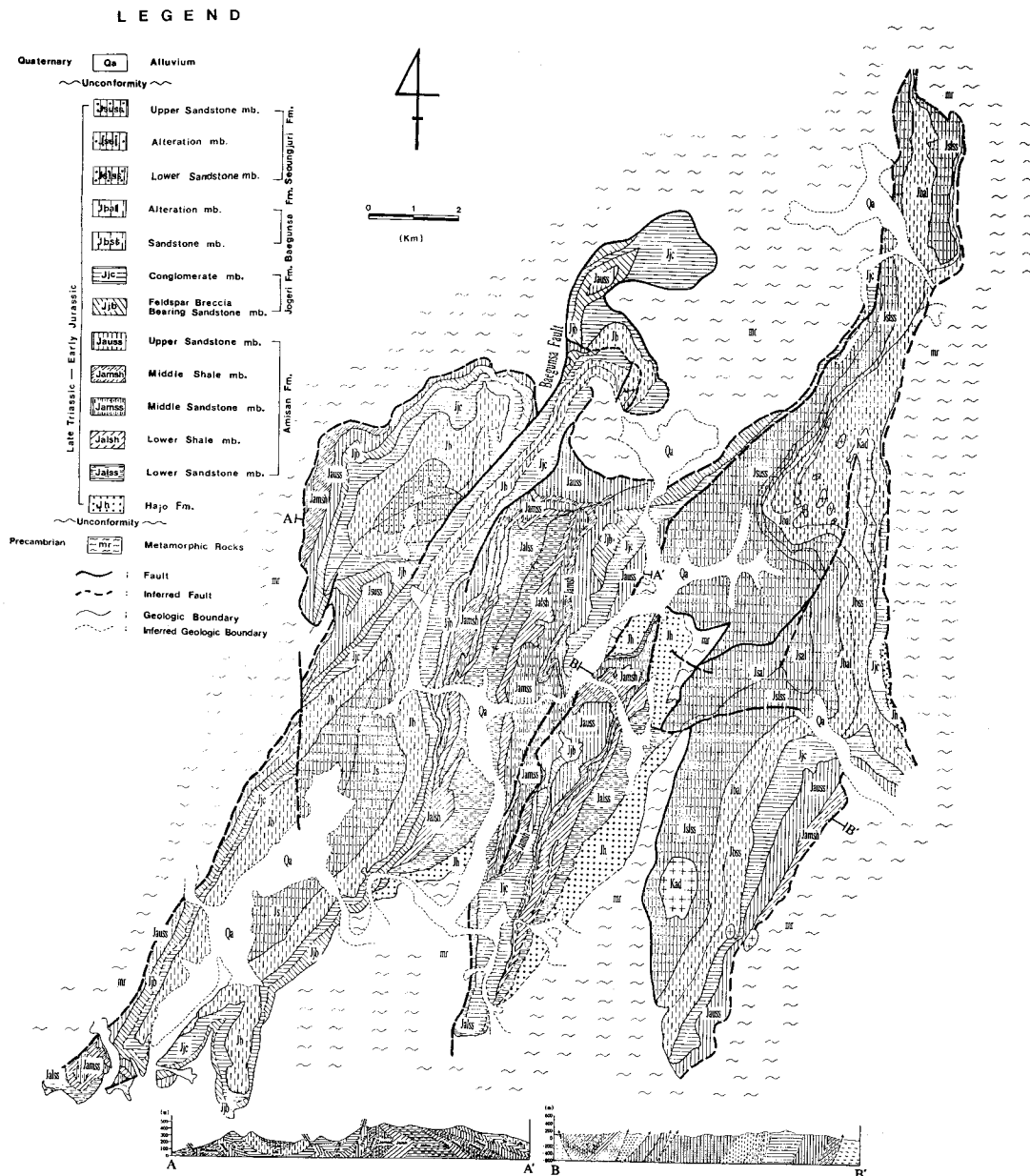


Fig. 1. Geologic map of the Choongnam Coal Field area (after Suh et al, 1980, 1982, 1983, 1984).

소자실험을 실시한 결과, 대부분의 시료에서 교류 소자실험보다는 열 소자실험이 효과적이었으므로, 후자를 소자방법으로 택하였다.

Fig. 3 은 시료번호 304B-2a에 대한 열 소자실험의 결과도로서, Fig. 3(a) 는 상온에서 640°C까지 12단계로 소자실험을 실시하여 소자단계별 잔류자기의 수평성분과 수직성분의 강도를 X-Y 평면과 X-Z 평면에 각각 도시한

것이다. 그림에서 수평성분과 수직성분 공히 화살표로 표시된 300°C 이후로는 자화방향이 비교적 일정한 양상을 보이고 있어, 이를 소자준위로 설정하였다. Fig. 3(b) 는 소자단계별 편각과 복각을 equal area net에 도시한 것이다. 여기서 편각은 N을 기준으로 시계방향으로 0°~360° 까지이며, 복각은 바깥의 제일 큰 원이 0°이고 중심부로 가면서 30°, 60° 이고 원의 중심에서 90° 이다. 그림에서

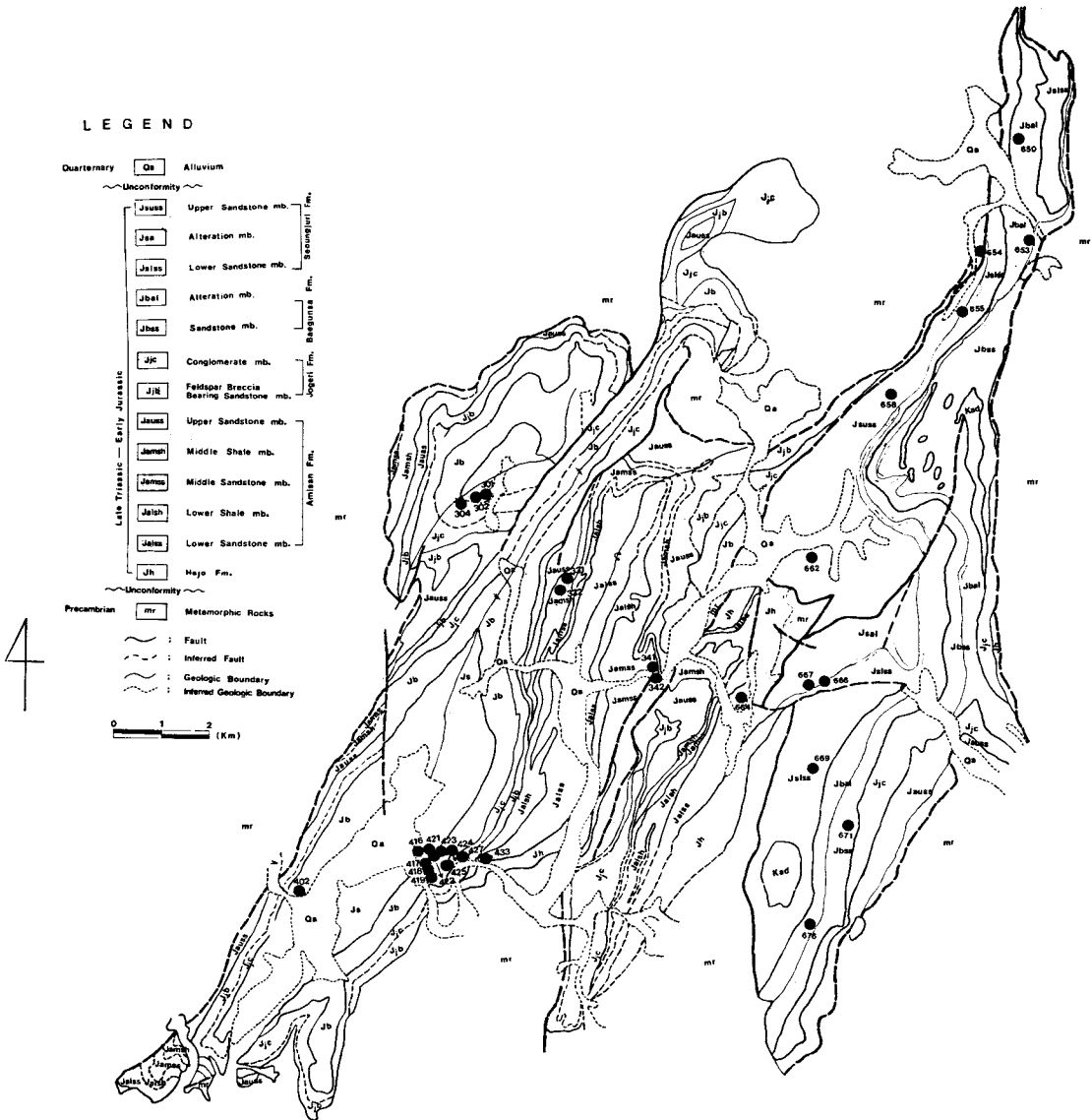


Fig. 2. Sample locality map of the Choongnam Coal Field area. Localities are denoted by small solid circles with numbers.

나타나듯이 300°C 이상에서 자화방향은 안정된 양상을 보인다. Fig. 3(c)는 소자단계별 자화강도의 변화를 도시한 것으로서, 가로축은 소자단계별 온도를, 세로축은 상온에서의 자화강도 (J_0)에 대한 열소자 후의 자화강도 (J)의 비를 나타낸다. 열 소자준위인 300°C에서 J/J_0 는 0.83이며 일반적으로 0.5 이상이면 1차 자화성분의 안정도가 높다는 사실에 비추어 볼때 신뢰도는 상당히 높은 편이다.

Fig. 4 역시 시료번호 653F-1a에 대한 열 소자실험의

결과로서, 300°C를 소자준위로 설정하였다. 이러한 대표 시료에 대한 소자실험을 통해서 2차 자연잔류자기가 제거되는 준위를 결정한 후, 나머지 표품시료에 대해 소자를 실시하였으며, 29개 site의 136개 표품시료에서 자기적으로 안정된 측정결과를 얻었다.

본 연구에서 소자실험과 자연 잔류자기의 측정은 일본 경도대학 지질광물학 교실에 설치된 Squid Magnetometer SCT-112와 열소자기 및 교류소자기를 이용하였다.

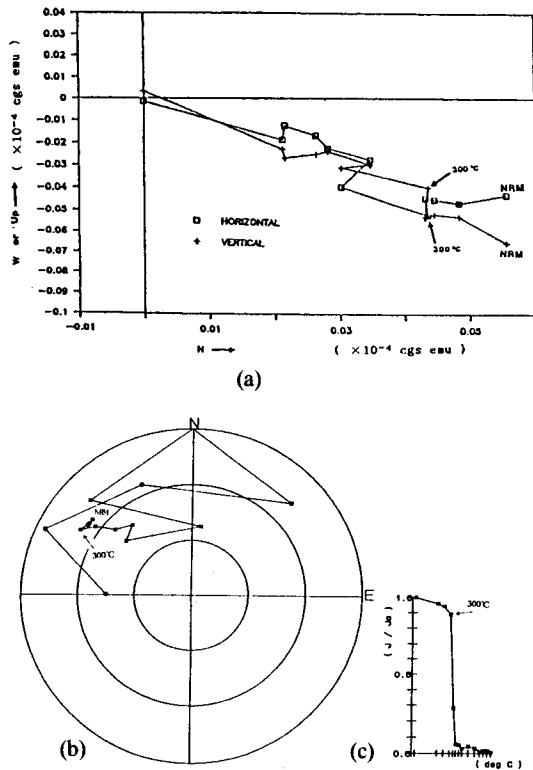


Fig. 3. Results of thermal demagnetization for sample No. 304B-2a. Stepwise demagnetization levels are NRM, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 570, 600 and 640 °C. (a) Zijderveld diagram in horizontal (X-Y) and (X-Z) planes, (b) Equal area net projection of magnetization directions by stepwise thermal demagnetization, and (c) Plot of J/J_0 (normalized intensity) vs. stepwise demagnetization level.

고지자기 측정결과

충남탄전에 분포하는 퇴적암류에 대한 잔류자기 측정 자료를 통계적으로 처리하여 얻은 결과를 종합하면 Table 1 과 같다. 본 연구에서는 소자실험 후 2차 자화성분이 매우 강해 1차 자화성분을 측정할 수 없다고 판단되는 자료는 통계처리 및 결과해석시 제외시켰다.

잔류자기의 평균자화방향

본 연구 지역에 분포하는 퇴적암류에 대한 평균자화 방향을 equal area net에 도시하면, 백운사 단층을 경계로 하여 서북측 지괴와 남동측 지괴에서 자화방향이 다르게 나타난다. Fig. 5 는 백운사단층 서북측 지괴에 분포하는

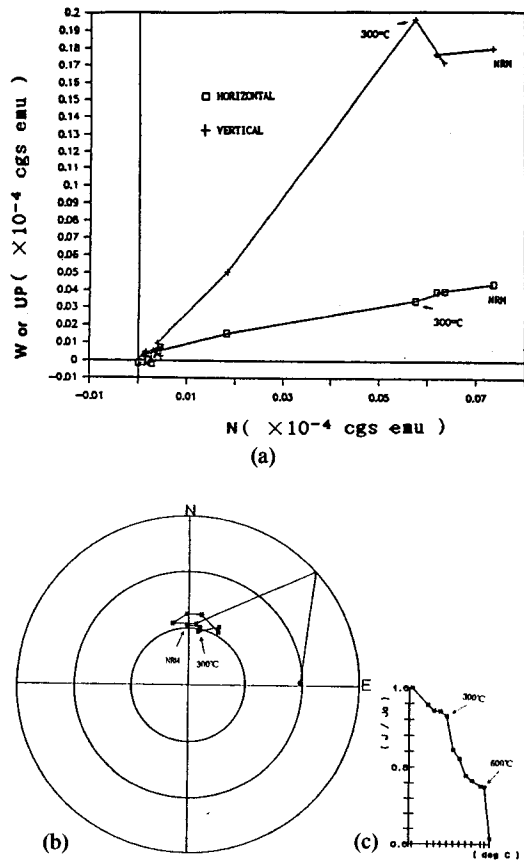


Fig. 4. Results of thermal demagnetization for sample No. 653F-1a. (a),(b) and (c) are the same as in Fig. 3.

성주리층과 백운사층내의 site 301, 302, 304 에서 채취한 암석 시료로부터 구한 평균편각과 평균복각에 대해 경사 보정을 실시한 후 equal area net 에 도시한 것이다. 잔류자기 방향의 평균편각은 23.2°이고, 평균복각은 54.9°이다. Fig. 6 은 백운사 단층 남동측 지괴에 분포하는 성주리층, 백운사층, 조계리층, 아미산층 내의 site 331-676 에서 채취한 암석시료로부터 구한 잔류자기 방향의 평균 편각과 평균복각에 대해 경사보정을 실시한 후 equal area net에 도시한 것이다. 여기서는 편각값이 180°의 대칭성을 갖는 두 방향의 자화성분이 공존하는데, 하나는 평균편각이 -22.1° 이고 평균복각이 11.2°인 정자화 성분이고, 다른 하나는 평균편각이 158.5° 이고 평균복각이 -12.6°인 역자화 성분이다.

Fig. 5와 6에서와 같이 백운사 단층의 서북측 지괴와 남동측 지괴에서 평균자화방향이 다르게 나타나며, 그중

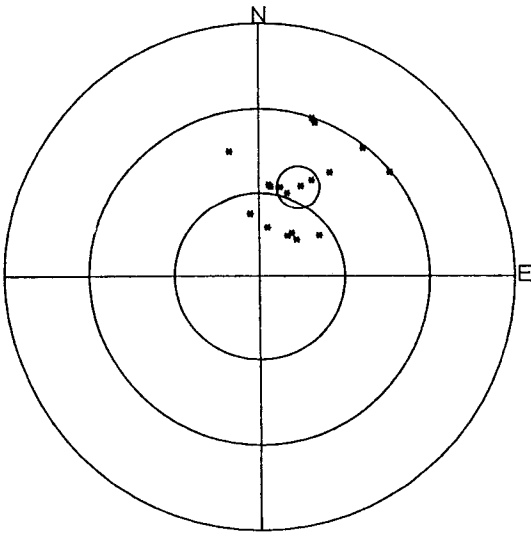


Fig. 5. Site mean directions of sample Nos. 301, 302, 304 sampled from northwestern block of Baegunsa fault. Circle indicates 95% cone of confidence.

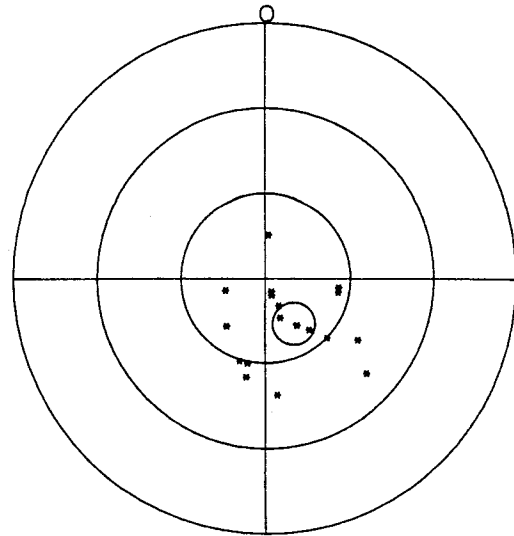


Fig. 7. Paleomagnetic poles of sample Nos. 301, 302, 304 sampled from northwestern block of Baegunsa fault. All notations are the same as in Fig. 5.

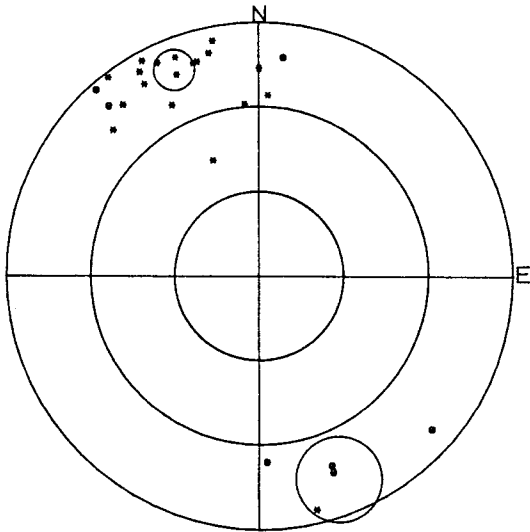


Fig. 6. Site mean directions of sample Nos. 331-676 sampled from southeastern block of Baegunsa fault. Asterisks represent normal direction, and small circles reversed one. Two large circles indicate 95% cone of confidence.

편각성분의 차이는 이 두 지괴간에 약 45° 정도의 상대적인 회전운동이 있었던 것을 지적하나, 서북측 지괴의 북각값이 높은것으로 보아 재자화일 가능성도 배제할 수

없다.

고지자기 극 (paleomagnetic pole)

본 연구 지역에 분포하는 퇴적암류의 자화방향으로부터 구한 암석 채취 장소별 VGP의 위치는 Table 1 에 도표화하였다.

전술한 바와 같이 평균자화방향이 두 가지의 방향으로 나타나므로, 고지자기극 역시 백운사단층 서북측 지괴에서 site별 VGP의 위치를 평균해서 구한 동경 212.9° 북위 71.1° (Fig. 7) 와 남동측 지괴에서 구한 서경 14.3°, 북위 53.3° (Fig. 8) 의 둘로 나타난다.

또한, Fig. 8 의 VGP를 평균해서 구한 고지자기 극과 여위도 (colatitude) 로부터 구한 암석 생성당시의 고위도 (paleolatitude) 는 5.6°N 로써 (Fig. 9), 적도에 가까운 저위도였음을 알수있다.

자기층서 및 지구조운동

본 연구지역에서 구한 고지자기 극의 정상과 역전현상을 범세계적으로 구한 시대별 고지자기 극의 극성변화를 도시한 geomagnetism time table과 비교하여 충남탄전 지역에 분포하는 대동층군에 대한 자기층서를 고찰하였다.

Table 1. Result of paleomagnetic measurements from rocks in the Choongnam Coal Field.

Site no.(29)	Lithology	N 136	Site Mean		VGP		κ	α_{95}	δ_m	δ_p	P	Location		Remark
			D _m	I _m	Long.(E)	Lat.(N)						Long.(E)	Lat.(N)	
301	ss.	6	29.18	68.57	169.04	64.03	66.04	7.03	1.70	10.04	51.87	126.65	36.33	Seongjuri Fm.
302	ss.	6	15.66	58.21	201.38	77.11	83.05	6.27	3.02	6.84	38.89	126.63	36.33	Seongjuri Fm.
304	ss.	6	25.64	36.80	244.21	62.43	18.89	13.12	16.41	8.97	20.51	126.63	36.33	Baegunsa Fm.
331	sh.	3	-11.19	5.09	325.94	54.70	23.82	16.56	185.60	8.23	2.55	126.67	36.30	Amisan mid.sh.mb.
332	sh.	2	159.17	-15.65	166.01	-55.98	36.90	16.30	57.59	8.61	7.08	126.67	36.30	Amisan mid.sh.mb.
341	ss.	7	6.37	-12.19	297.87	47.27	7.00	19.99	92.04	10.34	-6.17	126.69	36.29	Amisan mid.ss.mb.
342	ss.	2	-37.21	1.68	359.38	40.84	523.08	4.33	147.28	2.16	0.84	126.69	36.29	Amisan mid.ss.mb.
402	ss.	3	177.41	-23.78	132.86	-66.11	4.68	37.36	82.83	21.28	12.43	126.59	36.24	Baegunsa Fm.
416	ss.	6	-27.12	22.17	358.10	55.19	39.74	9.07	21.79	5.08	11.52	126.63	36.25	Seongjuri Fm.
417	ss.	4	0.006	16.45	306.45	62.09	24.75	14.07	47.15	7.49	8.40	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
418	ss.	7	-4.79	28.86	319.39	68.67	50.63	7.44	13.01	4.51	15.41	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
419	ss.	8	-32.47	16.11	1.09	49.25	24.07	10.78	36.95	5.72	8.22	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
421	ss.	8	2.77	25.98	299.62	67.26	44.73	7.40	14.75	4.32	13.70	126.63	36.25	Seongjuri Fm.
422	ss.	4	-25.55	6.43	348.03	49.40	29.02	12.99	115.12	6.56	3.22	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
423	ss.	6	-22.22	12.90	346.29	53.96	16.10	14.24	61.75	7.40	6.54	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
424	sh.	3	158.89	-17.96	167.09	-56.82	13.46	22.03	67.07	11.86	9.21	126.63	36.25	Baegunsa Fm.
425	sh.	5	-17.16	11.18	337.86	55.54	563.52	2.64	13.28	1.36	5.65	126.64	36.25	Baegunsa Fm.
427	ss.	3	165.98	4.76	148.33	-49.17	726.33	2.60	31.14	1.31	2.39	126.64	36.25	Jogyeri congl.mb.
433	ss.	8	-12.69	9.06	329.31	56.18	94.33	5.10	31.86	2.60	4.56	126.65	36.25	Amisan low ss.mb.
662	ss.	2	-28.62	3.30	350.50	46.39						126.73	36.30	Seongjuri Fm.
666	ss.	3	-16.11	10.97	336.20	55.87						126.73	36.28	Seongjuri Fm.
667	ss.	3	-30.28	6.24	353.85	46.68						126.73	36.28	Seongjuri Fm.
669	ss.	2	-21.54	45.55	374.18	67.41						126.73	36.25	Seongjuri Fm.
650	ss.	3	131.57	-8.25	192.55	-35.11						126.80	36.41	Baegunsa Fm.
653	ss.	7	-41.26	-2.43	366.33	37.75	24.40	10.71	10.70	5.39	2.9	126.80	36.33	Baegunsa Fm.
671	ss.	7	-45.01	16.62	374.03	40.47	60.90	6.78	6.99	3.61	8.5	126.75	36.25	Baegunsa Fm.
676	ss.	2	-38.61	12.49	365.88	43.75						126.73	36.21	Baegunsa Fm.
654	ss.	5	-41.58	-9.60	359.08	33.43	21.99	16.67	16.87	8.43	4.7	126.65	36.25	Jogyeri co. mb.
664	ss.	5	-20.93	7.08	349.75	53.78	71.71	9.10	9.14	4.63	4.6	126.71	36.26	Amisan low ss.

N : Number of specimens, D_m : Site-mean declination, I_m : Site-mean inclination, κ : Fisher's precision parameter, α_{95} : 95% confidence angle about the mean direction, δ_m , δ_p : Semi-axis ovals for confidence about the pole position, P : Paleolatitude, ss. : sandstone, and sh. : shale.

이를 위해서는 암석의 생성시대를 알아야 하며, 본 연구 지역에 분포하는 대동누층군에 대한 김봉균 (1976) 과 Kimura (1984,1988) 의 식물화석 연구결과에 의하면 그 시대가 Late Triassic-Early Jurassic 이다. 본 연구결과 최상부층인 성주리 층에서는 정자화 만이 나타나고, 백운사층과 조계리층에서는 정자화 성분과 역자화 성분이 동시에 나타나며, 아미산 하부 사암 멤버에서는 정자화가 다시 나타나므로, 이를 고지자기 극성과 대비하여 볼때 암석의 생성시대는 Fig. 10 에서와 같이 Triassic 과 Jurassic의 경계부에서 나타나는 Graham interval 내의 하부 reversal zone인 Nuanetsi zone의 경계부에 대비된다.

Table 2 와 Fig. 11 은 본 연구지역에서 구한 고지자기 극과 한반도에 분포하는 대동누층군에 대한 기존의 연구

및 한반도 인접 지역에서 구한 결과를 비교한 것이다. 김문환 (1989) 이 김포지역의 대동층군에서 구한 고지자기 극이 Kang (1972) 이 평안남도과 함경남도에 분포하는 대동누층군에서 구한 고지자기 극과 비교적 유사한 양상을 보이나, 충남탄전 지역에서 구한 고지자기 극과는 큰 차이를 보이는데, 이는 김포지역이 속하는 경기육괴와 충남탄전 지역이 속하는 옥천대가 서로다른 tectonic block이고, 따라서 대동계 퇴적후 일어난 조산운동에 의한 서로 다른 지구조운동을 받았기 때문인 것으로 사료되나, 문경과 단양지역등에 대한 연구가 수행된 후에야 종합적인 해석이 가능할 것이다.

한편, 본 연구지역에서 구한 고지자기 극의 위치는 중국의 North 및 South China block에서 Late Permian-Early Triassic 에 걸쳐 구한 고지자기 극과 비교하여 볼

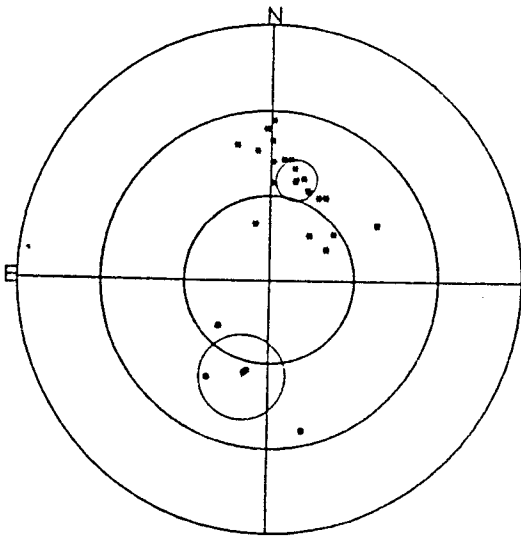


Fig. 8. Paleomagnetic poles of sample Nos. 331-676 sampled from southeastern block of Baegunsa fault. All notations are the same as in Fig. 6.

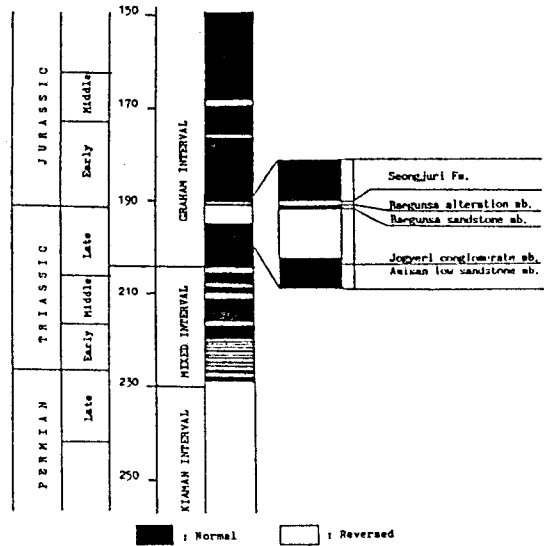


Fig. 10. Correlation of results of this study with Mesozoic paleomagnetic polarity stratigraphy (McElhinny, 1971).

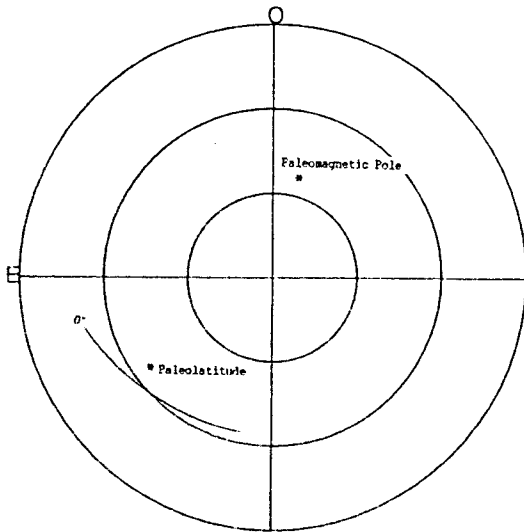


Fig. 9. Paleolatitude of the Daedong Group in the Choongnam Coal Field.

때 상당한 차이가 있다. 이는 본 연구지역이 한반도에서 일어난 대보조산운동시 국지적인 지구조운동을 받은 것으로 해석되나, 이에 대해서는 좀 더 많은 연구가 따라야 될 것이다.

고찰

본 연구 지역의 퇴적암류는 이영주 (1988) 의 중광물

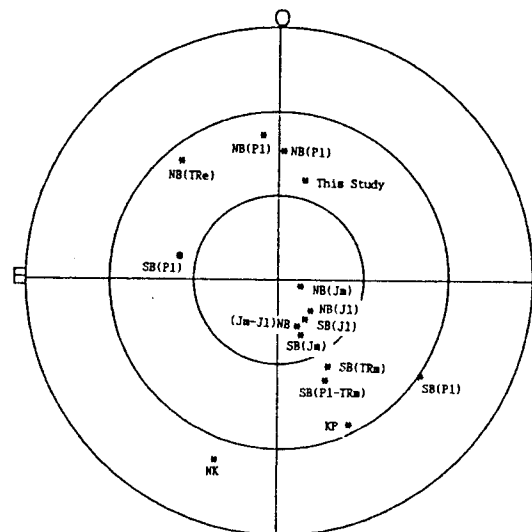


Fig. 11. Paleomagnetic poles of Triassic to Jurassic rocks in east Asia.

KP:Kimpo, NK:North Korea, SB:South China Block, NB:North China Block, J1:Late Jurassic, Jm:Middle Jurassic, TRm:Middle Triassic, TRe:Early Triassic, P1: Late Permian

분석자료에 의하면 함적철석 물질 (Fe_2O_3) 을 함유하고 있다고 밝혔고, 본 연구에서 실시한 소자실험 결과에 의하면 적철석과 동질이상인 Maghemite 가 함유되어 있는 것으로 사료되며, 따라서 이에 대한 광물학적 연구가 요

Table 2. Mean directions and paleomagnetic poles of Late Triassic to Early Jurassic rocks in East Asia.

Locality	Age	Site Mean		Paleomagnetic Pole		κ	α_{95}	No. of Site	Lithology	Reference source
		D _m	I _m	Long.	Lat.					
Daecheon	Late Tr.-	-22.1	11.2	345.7	53.3	18.5	6.9	21	shale & sandstone	This study
	Early Jr.	23.2	54.9	212.9	71.1	19.2	7.5	3		
Kimpo	Late Tr.-	68.0	46.0	205.8	33.1	52.8	3.9	4	sandstone	Kim, M. H. (1989)
	Early Jr.									
North Korea	Early Jr.	140.0	67.5	154.0	19.0		15.8		sedi. rx.	Kang, Y. H. (1972)
		87.0	67.5	165.0	29.0		15.8			
South China	Late Jr.			213.7	73.0	29	12.6	6	sandstone	Lin, et al. (1985)
	Middle Jr.			202.1	68.8		14.0	9	red beds	Lin, et al. (1985)
	Middle Tr.			209.7	54.6	95	(5.7)	2		Lin, et al. (1985)
	Late Per.-			204.8	50.7	38	6.8	13	carbonate rocks	Lin, et al. (1985)
	Early Tr.									
	Late Per.			235.3	29.3	41	(12.0)	1		Lin, et al. (1985)
North China	Late Per.	18.4	-6.5	77	-54			22	sedi. rx.	M. W. McElhinny et al. (1985)
	Late Jr.			215.6	74.2	57	4.0	10	sandstone	Lin, et al. (1985)
	Middle Jr.-			202.0	71.1	194	6.6	4	siltstone	Lin, et al. (1985)
	Late Jr.									
	Middle Jr.			253.3	81.9	41	9.6	4		Lin, et al. (1985)
	Early Tr.			39.3	35.3		17.6	6	red beds	Lin, et al. (1985)
North China	Late Per.			6.3	38.1			2	sedi. rx.	Lin, et al. (1985)
	Late Per.	138.4	-21.5	358	44			12	red beds	M. W. McElhinny et al. (1985)

구된다.

본 연구에서는 소자실험을 NRM 부터 온도를 50°C 씩 증가시키면서 수행하였으며, 고온 자화성분을 갖는 일부 시료들을 제외한 대부분의 시료들은 300~360°C 에서 blocking temperature 를 나타내고, 이는 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 로 생각 된다. 그러나 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 가 퇴적당시부터 존재하였는지, 자철석의 저온 산화과정에 의하여 생성되었는지에 대해서는 자성광물학적 연구에 의해 규명되어야 할 것이다. 만약, 자철석이 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 로 변화되면 결정구조상 양이온이 결손되며, 이러한 결손격자로 인한 자화방향의 변화양상에 대해서도 좀 더 많은 연구가 필요하다. 또한, 결손격자로 인해 불안정하여 온도를 증가 시키면 적철석으로 전이되는데, 이 전이온도는 불순물의 함량에 따라 값이 다르나 (Deer et al. 1962 : 200~700°C, Gallagher, 1968 : 250°C, Petersen, 1980 : 400~800°C) 대체로 300°C 정도 이므로 300°C 이후에서는 열소자 단계를 좁혀서 소자실험을 실시하여 편각과 북각값의 세밀한 변화 양상을 관찰하면 좀더 정확한 잔류자기의 방향을 측정할 수 있을 것으로 사료 된다. 따라서, 본 연구지역의 시료에서는 300~360°C 부터는 10°C 간격으로 온도를 증가시키면서 모든 표품시료에 대한 소자실험을 실시하여 각 표품시료마다 연속적인 편

각, 북각의 변화를 살핀 뒤 안정된 1차 자연 잔류자기 성분을 찾아내는 것이 적합하다고 사료된다.

결론

본 연구지역은 고지자기 연구결과 크게 백운사 단층을 경계로 하여 서북측 지괴와 남동측 지괴로 나눌 수 있다. 서북측 지괴의 성주리층과 백운사층에서 구한 잔류자기의 자화방향은 평균편각이 23.2°이고 평균북각이 54.9°이다. 남동측 지괴의 아미산층, 백운사층, 조계리층, 성주리층에서는 평균편각이 -22.1°이고 평균북각이 11.2°인 정자화 성분이 나타나며, 아미산층, 백운사층, 조계리층에서는 평균편각이 158.5°이고 평균북각이 -12.6°인 역자화성분도 나타난다. 이로부터 구한 고지자기 극의 위치는 서북측 지괴에서는 동경 212.9°, 북위 71.1°이고, 남동측 지괴에서는 서경 14.3°, 북위 53.3°이다.

백운사 단층의 서북측 지괴와 남동측 지괴에서의 자화 방향이 차이를 보이는 이유는 이들 지괴 간에 약 45° 정도의 상대적인 회전운동이 있었기 때문인 것으로 해석되나, 서북측 지괴의 북각값이 높은것으로 보아 이는 재자 화일 가능성도 있다.

암석 생성 당시의 자기위도인 고위도 (paleolatitude) 는 5.6°N 로서, 본 연구지역이 암석생성 당시에는 적도에 가까운 저위도에 위치하였음을 알 수 있다.

본 연구지역에 분포하는 대동누층군의 생성시대는 Late Triassic 과 Early Jurassic에 해당하고 Nuanetsi reversal zone 을 포함하고 있는 Graham interval의 하부에 대비되며, 이는 기존의 식물화석에 의한 연구결과와도 일치한다.

본 연구지역과 동시대의 다른지역에서 구한 고지자기극의 위치들은 서로 다르며, 이는 대동계 퇴적후 일어난 대보조산운동에 의한 지역적으로 받은 지구조운동의 차이에 기인하는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김규환, 김옥준, 민경덕, 이윤수 (1984) 추가령 지구대의 지질 구조, 고지자기 및 암석학적 연구. 광산지질, 17권, p. 215-230.
- 김문환 (1989) 김포지역에 분포하는 김포층군에 대한 고지자기학적 연구. 연세대학교 석사학위논문, p. 23-34.
- 김봉균 (1976) 충남탄전의 지질 및 고생물학적 연구. 대한지질학회지, 12권, p. 124-143.
- 민경덕, 이선희 (1979) 구면조화해석에 의한 한반도 내의 지구자기장의 분석에 관한 연구. 광산지질, 12권, p. 95-104.
- 민경덕, 김옥준, 윤석규, 이대성, 주승환 (1982) 한국 남부 백악기말 이후의 화성 활동과 광화작용에 대한 판구조론의 적용성연구(1). 광산지질, 15권, p. 123-154.
- 민경덕, 원중선, 황석연 (1986) 제주도에 분포하는 화산암류 및 퇴적 암류에 대한 고지자기연구. 광산지질, 19권, p. 153-163.
- 민경덕, 김옥준, 윤석규, 이대성, 김규환 (1988) 한국 남부 백악기말 이후의 화성 활동과 광화작용에 대한 판구조론의 적용성연구. 지질학회지, 24권, 특별호, p. 11-40.
- 서해길, 김동숙, 박석환, 임순복, 조민조, 배두중, 이창범, 이돈영, 유형수, 박정서, 장윤환 (1980) 충남탄전(1), 성주지역. 석탄 자원조사보고서, 제2호, 한국동력자원개발연구소, pp. 42.
- 서해길, 김동숙, 이창범, 배두중, 조민조 (1982) 충남탄전(2), 웅천, 미산지역. 석탄 자원조사보고서, 한국동력자원개발연구소, pp. 39.
- 서해길, 김동숙, 이창범, 배두중 (1983) 충남탄전(3), 홍산, 내산지역. 석탄 자원 조사보고서, 제5호, 한국동력자원개발연구소, p. 3-21.
- 서해길, 김동숙, 배두중, 이영엽 (1984) 충남탄전(4), 외산, 사양지역. 석탄 자원 조사보고서, 제6호, 한국동력자원연구소, p. 3-25.
- 이영주 (1988) 충남탄전 서부지역 대동층군의 채설성암에 대한 퇴적암석학적연구. 연세대학교 석사학위논문, pp. 49.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. (1962) Rock Forming Minerals., v. 5 Non-Silicate, Longmans.
- Gallagher, K.J., Feitrecht, W. and Mannweiler, U. (1968) Mechanism of oxidation magnetite to α -Fe₂O₃, Nature, v. 217, p. 1118-1121.
- Kang, Y.H. (1972) Magnetic Characteristic and It's Geological Significance of Eruptive Rocks of the Mesozoic Distributed in Chosen Basin, Geology and Geography., v. 2, p. 18-23.
- Kim, K.H. and Jeong, B.I. (1986) A Study on the Paleomagnetism of Southern Korea since Permian, J. Korea Institute of Mining Geology.
- Kimura, T. and Kim, B.K. (1984) Geological Age of the Daedong Flora in the Korean Peninsula and its Phytogeographical Significance in Asia. From Proceedings of the Japan Academy., v. 60, Ser. B, no.9.
- Kimura, T. and Kim, B.K. (1988) New Taxa in the Late Triassic Daedong Flora, South Korea part 1, Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N.S., no.152, p. 603-624.
- Kimura, T. and Kim, J.H. (1988) *Lobatannularia nampoensis* Kawasaki from the upper Triassic Baegunsa Formation, Nampo Group, Korea. From Proceedings of the Japan Academy., v. 64, Ser. B, no.8, p. 221-224.
- Lee G., Besse, J., and Courtillot, V. (1987) Eastern Asia in the Cretaceous: New Paleomagnetic data from South Korea and a new look China and Japanese Data. J. Geophys. Res., v. 92, p. 3580-3596.
- Lin, J.L., Fuller M., and Zhang, W.Y. (1985) Preliminary Phanerozoic Polar wander paths for the North and South China blocks. Nature., v. 313, p. 444-449.
- McElhinny, M.W., and Burek, P.J. (1971) Mesozoic Paleomagnetic Stratigraphy. Nature, v. 232, p. 98-102.
- McElhinny, M.W., Embleton, B.J., Ma, X.H., and Zhang, Z.K. (1981) Fragmentation of Asia in the Permian. Nature, v. 293, p. 1-30.
- McElhinny, M.W. (1973) Paleomagnetism and Plate tectonics. Cambridge Univ., Press.
- Peterson, N. (1980) Personal communication.
- Shibuya, H., Min, K.D., Lee, Y.S., Sasajima, S., and Nishimura (1988) Paleomagnetism of Cambrian to Jurassic Sedimentary Rocks from the Okcheon Zone, Southern Part of Korean Peninsula. J.Geomag. Geoelectra., v. 40, p. 1469-1480.