

한국 서남근해에 대한 항공자력탐사 해석

Aeromagnetic Interpretation of the Southern and Western Offshore Korea

박창고(Czango Baag)*, 박창엽(Chang-Eob Baag)**

요 약

1969년 미해군이 황해지역에서 실시한 항공자력측정자료를 분석 연구한 결과, 한국 서남근해 제2광구 내에 있는 기존 군산분지(群山盆地) 남쪽에 흑산분지(黑山盆地)라고 명명하는 신퇴적분지가 존재함을 알게 되었다. 이 흑산분지는 서서 북-남남동으로 뻗은 3개의 소분지로 구성되었다. 이번 연구결과로 인하여 군산분지에 대해 독립적인 새로운 분석을 하게 했고 또한 그 두 분지뿐만 아니라 서근해 전역에 걸쳐 지질구조적 성인 및 그 생성역학(生成力學)에 대한 중요한 자료를 얻게 되었다. 분지생성 및 구조형태는 '두번-건너뺨-左手向-렌치단층(斷層)' (Double overstepped left-lateral wrench faults)에 의한 롬보캐즘(rhombochasm)으로 해석된다. 한반도 내에 발달하고 있는 대단층들을 본 항공자력이상으로 부터 얻은 증거에 의해서 본 연구지역 즉 근해까지 연장시켰다. 또한 이들 단층들의 성질을 좌수향렌치로 해석했다. 이와 같은 전 지역적인 단층 구조형태는 이동우의 영동분지에 대한 연구결과와 같다. 단층들의 운동방향은 필리핀이 에오세(Eocene) 이후 시계방향으로 약 80° 회전했다는 최근 발표된 고지자기연구(古地磁氣研究)에서 얻은 증거에 의하여 뒷받침되고 있다. 2 1/2-차원의 모형 연구결과에 의하면 군산분지는 대략 7,500 m의 두터운 퇴적층을 갖는 것 같다. 흑산분지는 그 상부에 탄성과 속도가 빠른 층이 덮고 있어서 지금까지 발견되지 않고 있었다고 믿어진다. 흑산분지의 개략적인 형태가 석유부존에 적합한 듯 하기 때문에 두터운 퇴적층을 보유하고 있는 듯한 자력적 표현을 규명하기 위한 정밀항공 자력탐사를 실시할 것을 추천한다. 만약 고속도의 층이 확인된다면 자력탐사법에 대한 보충이 될 뿐 아니라 퇴적층에 대한 구조적인 묘사를 하는데 도움이 되는 중력탐사를 추가할 것을 추천한다. 정밀자력탐사 또는 중력탐사를 할 수 없다면 높은 에너지원의 탄성과 탐사를 실시하는 것이 더 효과적일 수도 있다.

주요어 : 항공자력탐사해석, 제2광구, 군산분지, 흑산분지, '두번-건너뺨-좌수향-렌치단층'

Abstract : Analysis of the aeromagnetic data acquired by US Navy in the year 1969 permits us to predict a new sedimentary basin, Heugsan Basin, south of the known Gunsan Basin in Block II. The basin appears to consist of three sub-basins trending NNW-SSE. The results of our analysis provide not only an independent assessment of the Gunsan Basin, but also new important information on the tectonic origin and mechanism for the two basins as well as for the entire region. The basin forming tectonic style is interpreted as rhombochasm associated with double overstepped left-lateral wrench faults. From the magnetic evidence, a few NE-SW trending major onshore faults are extended to the study area. We also interpreted the nature of the faults to be left-lateral wrenches. This new gross structural style is consistent with the results of recent Yeongdong Basin analysis by Lee. The senses of fault movement are also supported by the paleomagnetic evidence that the Philippine Sea had experienced an 80-degree clockwise rotation since the Eocene. Based on a 2 1/2 model study the probable maximum thickness of the sediments in the Gunsan Basin is approximately 7500 meters. We believe that the new Heugsan Basin was left unidentified because a high velocity layer may be overlying the basin. Because the overall structural configuration of the Heugsan Basin appears to be favorable for hydrocarbon accumulation, a detailed airborne magnetic survey is recommended in the area in order to verify the magnetic expression of this thick basin. A detailed subsequent marine gravity survey is also recommended in order to delineate the sedimentary section and to acquire supplemental data to the magnetic method only if an overlying high velocity layer is confirmed. Otherwise a high energy source seismic survey may be more effective.

Key Words : aeromagnetic interpretation, Block II, Gunsan Basin, Heugsan Basin, 'double overstepped left-lateral wrench fault'

* 강원대학교 자연과학대학 지구물리학과 (Department of Geophysics, Kangwon National University Chuncheon, Kangweon-do, 200-701, Korea)

**서울대학교 자연과학대학 지질과학과 (Department of Geological Sciences, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea)

서 론

한반도 내륙에서는 석유부존(石油賦存) 가능성이 희박한 지질조건을 많이 갖추고 있기 때문에 한국에서의 석유탐사는 내륙에서보다 한국의 넓은 대륙붕이 그 목표가 되어 왔다. 한국에서 산출되는 층과 비슷한 육성층(陸成層)에서 풍부한 석유가 중국에서 발견된 이후 두터운 육성퇴적층이 잘 발달된 것으로 알려진 서근해 한반도쪽, 즉 동남황해 지역(Fig. 1)이 석유탐사를 실시할 가치가 있는 것으로 알려져 왔다. 이 지역에 대한 상당한 양의 해상탄성파탐사자료와 그후에 실시된 3개공의 시추 결과 및 2개의 퇴적분지에 대한 연구가 있었다 (Saltmarsh, 1989; KIER, 1984, 1985, 1990). 그 두개의 분지들은 복잡한 단층 체계에 의해서 형성되었다고 과거에 해석되어 왔고 (Kier, 1984, 1985), 렌치단층에 대한 개념은 최근에 와서 언급되었을 뿐이다 (Chun, 1989).

해상탄성파탐사는 그 두개의 퇴적분지 영역 내에서만 국한되었기 때문에 전체 서근해의 광대한 면적에 비교하여 지구물리 자료는 극히 제한된 범위 내에서만 획득되어 광역적인 지질구조에 대한 연구가 이루어질 수가 없었다. 이와 같은 지구물리학적 자료부족을 감안할 때 비록 개략탐사의 성질이라는 하지만 1969년 미해군이 황해에서 실시한 항공자력탐사 자료(Fig. 2)는 분지의 기반암(基盤岩) 표면에 대한 분석연구 묘사와 그 구조적인 형태에 대한 연구에 매우 중요하게 사용될 수 있다. 따라서 자성기반암 (magnetic basement)의 표면형태에 대한 해석결과는 간접적으로 그 분지 상위에 존재하는 퇴적암의 구조를 이해하는데 도움이 될 수도 있다. 이번 연구는 1969년 항공자력 탐사자료(Fig. 2)를 분류하고 다음과 같은 여러 계산 과정을 거쳐서 황해의 동남부 지역에서 대한 지질구조 및 그 형성 원인을 밝힘과 동시에 석유부존 가능성에 대한 고찰 및 추후 지구물리탐사에 대한 추천을 하고자한다: 퇴적암의 층후 계산, 자성기반암의 구획경계 표시, 퇴적층에 끼워있을 수 있는

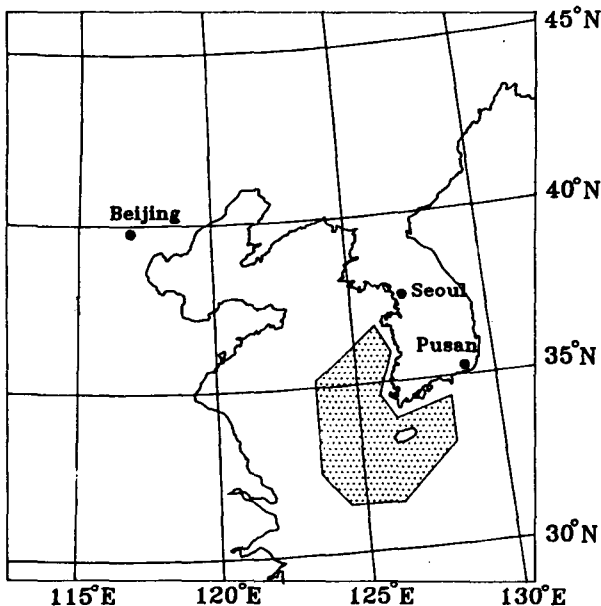


Fig. 1. Location map of the study area. The area is shaded.

화산암(intra-sedimentary volcanic rock)에 대한 구분, 이차원 또는 삼차원의 모형 작성 등.

이번 연구결과로 한국서해안에서의 지구조 형태를 처음으로 구상했을 뿐 아니라 기존의 북흑산분지(北黑山盆地)의 북동연장으로 보이는 신퇴적분지(新堆積盆地)가 있음을 예언하게 되었다.

자력자료

1969년 3월 미국 해군 해양연구소에서 한국의 연안에 대한 항공자력탐사를 실시했다 (Fig. 2). 그 프로젝트는 그들의 프로젝트 마그네트("PROJECT MAGNET") 사업의 일환으로 실시되었다. 약 20만 km²의 면적을 덮는 총 연장 4만 km 이상의 비행을 했다 (Bosum *et al.*, 1971). 세가지 다른 고도(高度)로 비행기가 날았다. 즉 해상에서 183 m (600 feet); 연안지를 따라서 1,067 m (3,500 feet); 그리고 제주도 상공에서는 2,195 m (7,200 feet) 였다. 비행간격은 동-서 방향으로 8 km 였다. 때로는 훨씬 더 넓은 간격으로 비행했다는 보고도 있었고 타이 라인(tie-line: 각 비행선을 접속시키기 위한 비행) 비행은 없었다.

도플러-로란(Doppler-Loran) 방법으로 비행위치를 기록했지만 항공자력 자료를 도면에 기재할 때 오차는 ± 2 km 정도로 컸다고 한다 (Bosum *et al.*, 1971). 항공자력탐사 자료는 아날로그 차트에 기록됐다. 전자력도(全磁力圖)는 처음에 손으로 등치선을 그렸으며 그 간격은 50 nT 였다. 본 연구지역은 북위 31° 40'에서 37° 20', 그리고 동경 124°에서 128°사이에 놓여 있다.

자료전산처리 (Digitization and Processing of the Data)

해석에 도움이 되는 여러가지 도면을 작성하기 위하여 먼저 해야 할 일이 원래의 항공자력이상도를 수치화해야 했다. 한국석유개발공사(韓國石油開發公社(PEDCO))가 러페어 앤드 쉐넬 테크놀로지스(LaFehr & Chun Technologies, Inc.: LCT)로 하여금 그 자료들을 수치화하고 전산처리하도록 계약했다. LCT는 콜로라도주 볼더시에 있고, 미국국립해양 및 대기국으로부터 비슷한 축척 1/250,000의 원도를 입수하여 격자망(grid)한 후 전산기로 등치곡선도를 만들었다. LCT는 세부적인 점에서의 손실을 방지하기 위해 500 m의 격자망간격을 사용하였다. LCT는 다음과 같은 전산처리를 했다.

격자화 자료를 필터함: 격자화할 때 자연히 유도되는 고주파의 소음을 제거하기 위해 2,500 m (5개의 격자 5×500 m) 버터워스 저주파통과 여파(Butterworth low-pass filter)를 먼저 적용했다.

높은 고도에서의 자료를 하향연속(Downward continuation): 대부분의 자료들이 해발 183 m 고도비행에서 채취됐고 또 그 지역이 중요지역을 대표하기 때문에 나머지 1,067 m와 2,195 m 자료들을 183 m 고도로 하향연속했다.

IGRF 보정: 1969년 당시의 국제참고지구자기장(國際參考地球磁氣場(IGRF))을 계산하여 극자력화(RTP) 작업을 하기 전에 적용했다.

극자력화(RTP) 자력이상: 1969년에 이 연구지역에서의 평

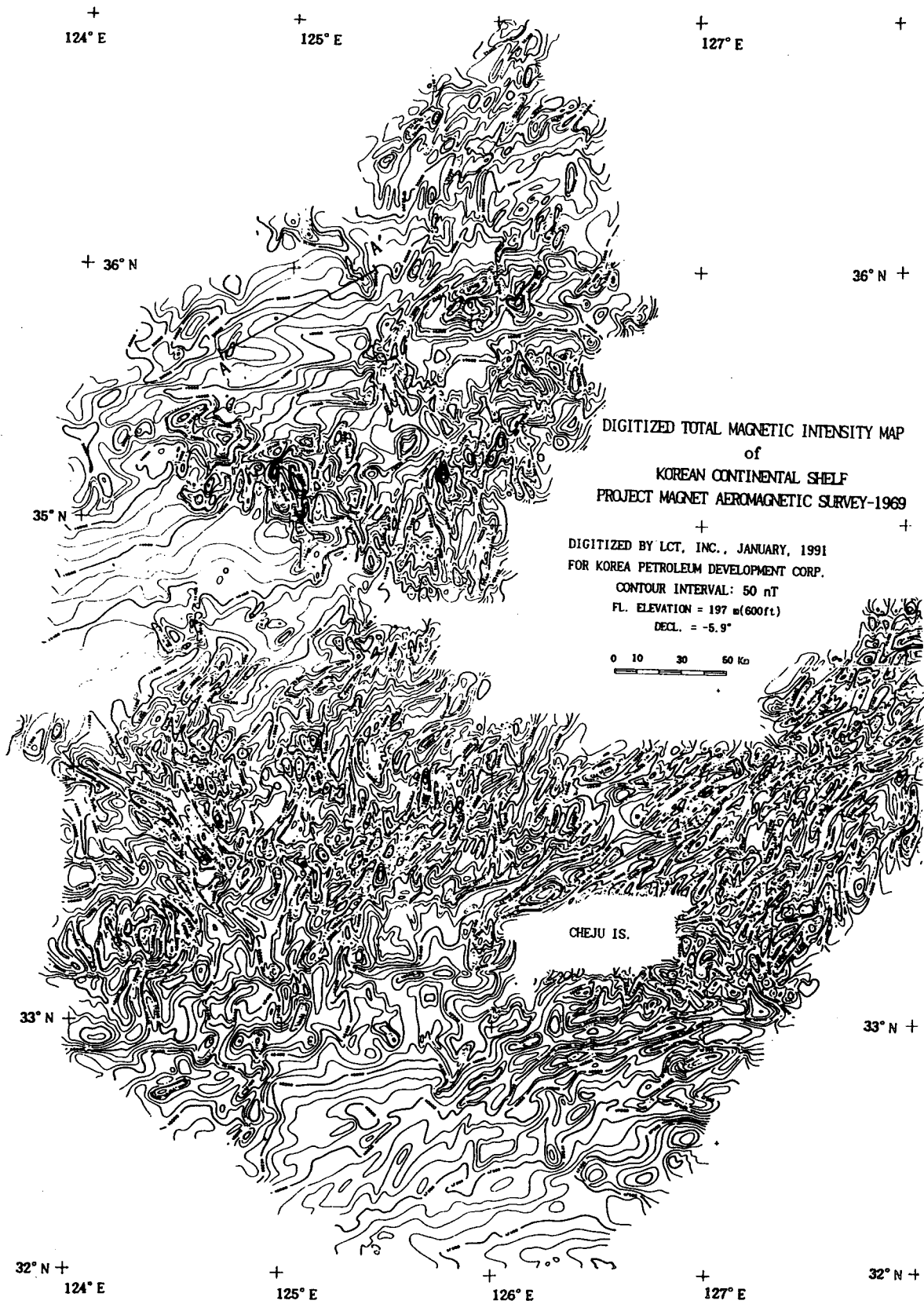


Fig 2. Aeromagnetic anomaly map of southwestern continental shelf of Korea. Original map of Project Magnet Aeromagnetic Survey-1969 was digitized by LCT Inc.

균지자기 북각이 50° N이었기 때문에 자력이상의 정점들이 남쪽으로 치우친다. 이것을 교정하여 이상치의 정점을 각각의 자력이상체직상위로 변위시키기 위하여 RTP 작업이 적용됐다.

상향연속한 RTP 자력이상(Upward Continued Reduced to Pole Magnetic Anomaly): 측정고도로부터 비교적 가까운 곳에서 발생하는 고주파의 자력이상을 제거하기 위하여 1,067 m 고도로 상향연속한 자력이상도를 작성했다.

RTP 이차 수직도함수 자력이상: RTP 처리한 2차 수직도함수(垂直導函數(微分係數))도(圖)에서의 영치선(零值線)은 자력이상체의 외형을 표시하는 경우가 있기 때문에 이것을 작성했다.

패스 아바브 잔류이상(Pass Above Residual Anomaly): 10 km 이상 심부로부터 기인하는 자력이상만을 통과시키는 잔류자력도(殘留磁力圖)를 제작했다.

수평미분도(Horizontal Gradient Maps): 자력이상도를 수평방향으로 미분하여 자력이상의 구배의 변화를 계산하면 그 최고치가 자력이상체간의 접합점을 지시하는 때가 많다.

웨너(Werner)법에 의한 심도계산: 전자력 및 수평미분도로부터 20개의 단면선을 따라 자력이상체의 심도를 계산했다.

자료의 질 (Data Quality)

항공자력자료의 질은 불량한 것으로 판단됐다. 그 이유는 전세계에 걸쳐 실시됐던 프로젝트 마그네트(PROJECT MAGNET)의 일환으로 실시된 탐사 목적 자체가 개략적인 탐사였기 때문이다. 타이-라인 비행이 전혀 없었고 비행간격이 너무 넓었던 점들이 측정치를 정확하게 표시하는데 많은 오차를 초래하게 되었다. 더우기 자력이상도에 각 비행경로 표시가 되지 않았고 간격이 너무 넓어서 등치선(等值線)을 그릴 때 스플라인(spline)법 적용에 의한 오차가 의심되는 곳이 많다. 따라서 이로 인해 자력이상의 해석이 잘못될 수 있고, 심도계산이 틀리기 쉽고 지질조건 및 구조적인 경향에 대한 해석도 잘못될 가능성이 많다.

정성적(定性的) 자력해석(磁力解釋)

자료자체가 개사적(概查的)인 성격을 띠기 때문에 대자율(帶磁率)을 추정하는 계산은 하지 않았다. 그러나 다른 정성적인 매개변수에 대한 계산을 실시했다. 즉 심도 변화에 대한 명백한 진폭의 변화 및 암질변화에 따른 자철석 및 마그네타이트(magnetite)의 함유량 변화에 의한 이질적인 자기적 특성을 나타내는 대간의 자력이상 무늬(pattern)를 규명하는 것 등이다. 명확한 자력이상의 경향, 무늬 및 진폭 등의 수치변화를 기초로 본 연구지역에서 4개의 자성기반암구(磁性基盤岩區)로 나누어 해석할 수 있었다.

기반암구역 (Basement Rock Provinces)

본 연구지역 내에서 나타나는 몇개의 기반암구역 중에서 자력이상의 형태가 복잡하고, 파장이 짧으며, 높은 진폭을 보여주는 구역이 가장 넓다. 자력이상의 형태가 복잡한 구역은 제주도 북쪽 앞바다, 군산시 서남 앞바다 및 이 두 지역을 연결하는 근해 등에서 특징지을 수 있다. 이 구역에서의 자력이상의 경

향은 북동-남서 방향이 우세하다.

이 구역의 서남지역에서는 방향이 북서-남동으로 변한다. 비행간격이 넓었었기 때문에 자력이상의 강한 배열경향이 실제와는 많은 차이가 있었을 것으로 보인다. 이 구역 내에서 퇴적암층 내의 용암(intra-sedimentary flows), 암맥 및 분출 등의 화산암이 많이 분포하는 것으로 해석된다 (Fig. 2).

본 연구지역의 북쪽의 높은 주파수이면서 낮은 진폭의 자력이상을 나타내는 자력이상을 연천(連川)그룹의 자기적 특징으로 해석한다. 이 그룹은 banded-iron 층으로 잘 알려진 층이며 자력이상은 북동-남서 방향의 추세를 하고 있으나 군산 분지 쪽으로 가면서 그 경향이 남북으로 변한다.

제주도 및 그 부근의 짧은 파장의 자력이상은 용암의 관입 또는 흐름에 의한 것으로 해석된다. 북위 33° 이남에서는 중간 정도의 파장과 진폭을 나타내는 특징을 보여준다. 자력이상의 추향이 명확하지 않고 강도가 약한 점을 감안할 때 화강암 또는 화강편마암에 기인하는 것으로 간주된다.

자성기반암의 형상 (CONFIGURATION OF MAGNETIC BASEMENT)

본 연구지역 내에서의 자성기반암(磁性基盤岩) 표면의 최고 표고차이(relief)는 약 7,500 m이다. 즉, 군산분지의 가장 깊은 곳은 해저 7,500 m이다. 두 퇴적분지 이외의 전 지역에서 자성기반암 표면은 대체로 평탄하게 나타난다.

군산(群山) 및 흑산분지(黑山盆地)

자력탐사 해석에서 도출할 수 있는 경제적으로 가장 흥미로운 곳은 자성기반암 표면이 깊은 두 지역이다. 이는 본 연구지역의 북서부에 위치하며 제 2광구(Block II) 서부와 제 3광구(Block III)의 북서쪽을 차지한다 (Fig. 2 및 3). 군산분지(群山盆地)는 과거 실시한 탄성파탐사와 3개공의 시추 결과에 의하여 지질구조적 형태가 이미 묘사되었다. 새로 해석되고 인정되는 분지의 자력적인 특징은 군산분지와 비슷하다. 새로 발견된 자성기반암 지역은 탄성파탐사로 이미 인정된 북흑산 분지의 북동 연장으로 보인다.

그러나 만약 대자율이 낮은 화강암 또는 화강편마암(각섬석, 흑운모 및 자철석 등이 결핍한 알루미늄부족 화강암(subaluminous granite))등이 이 지역에 넓게 분포한다면 마치 자성기반암이 매우 깊은 분지와 같은 자력 특징이 나타날 것이다. 그러나 화강암질 암석은 염기성 광물들을 포함하는 불균질한 암체로 산출되는 것이 보통이기 때문에 실제 분지가 아니고 넓은 화강암체일 가능성은 적다.

이번에 새로 발견된 깊은 자성기반암 지역같이 넓은 지역 전체가 균질하게 대자율이 거의 무시되는 화강암체로 구성되어 있다는 것은 지질학적으로도 희귀한 것이다. 정밀 탄성파탐사가 이곳에서 실시되었으면서 아직 분지로 인정되지 못했다면 그 지역이 무자력(non-magnetic)의 고속도(탄성파 전파속도)층으로 덮혀 있다고 생각하는 것이 가장 타당하다고 본다.

위에서 열거한 여러가지 조건들을 감안할 때 새로 발견된 깊은 자성기반암 지역을 퇴적분지로 해석하는 것이 가장 적합하다고 본다. 그래서 이 분지를 흑산분지로 명명한다. 이 흑산

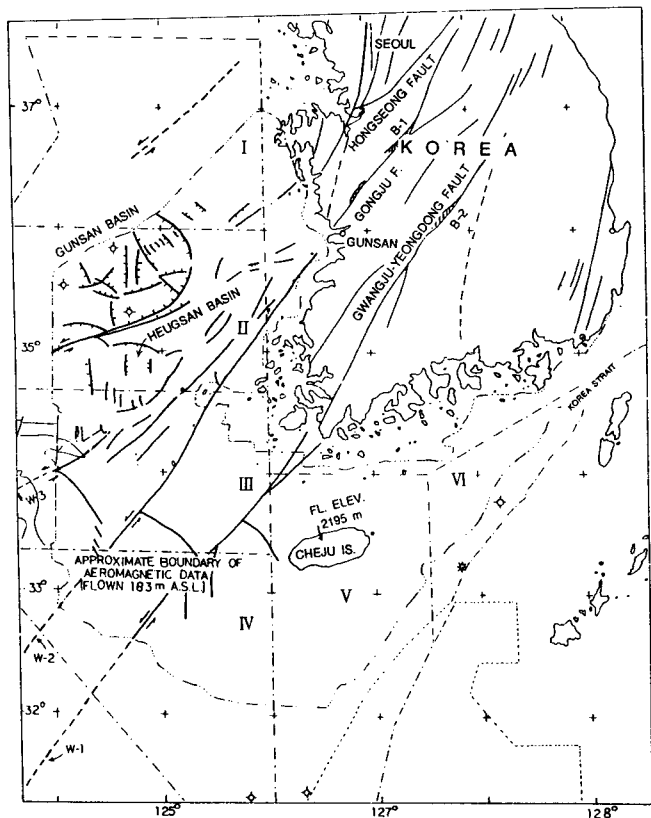


Fig 3. Index map showing approximate boundary of aeromagnetic data and simplified structural features of basins and faults. Interpreted magnetic basement surface structure map, southwestern offshore, Korea : w(1), Changle-Nanao Fault; w(2), Lishui-Haifong Fault; w(3), Tienmusham-Baijisham Fault (Xu *et al.*, 1987); B-1, Jincheon Basin (Hayang Group); B-2, Yeongdong Basin.

분지는 세계의 소분지로 구성되고 이들은 석유 부존가능성이 있는 구조를 하고 있는 것으로 해석된다.

이 연구지역 영역 내에서는 군산분지는 동 및 중앙 소분지(小盆地(Saltmarsh, 1989))로 구분된다. 중앙소분지는 동소분지에 비교해서 구조적으로 복잡하다. Saltmarsh(1989)는 이 중앙소분지가 처음에 확장(extensional) 그리고 후에는 압축(compressional tectonic episodes)를 받아 홀스트(horsts), 그라벤(graben) 및 다른 회전된 단층 블럭들이 생겼다고 주장했다.

동소분지는 그 축이 북북서-남남동으로 되어 있고 중앙소분지는 특이할 만한 주향을 갖지 않는다. 군산 및 흑산분지들은 광역적인 단층계(斷層系)에 의하여 생성됐다.

구조적 스타일-대체적인 지질구조적 스타일 (TECTONIC STYLE-GROSS STRUCTURAL STYLE)

군산 및 흑산분지의 구조적 스타일은 두번 중단되면서 건너뛰는 좌수향 렌치 단층에 의하여 만들어진 롬보캐즘(rhombochasm: divergent overstep 또는 pull apart)으로 해석된다 (Fig. 4). 자력해석도를 보면 흑산분지의 세계의 소분지와 동소군산분지 모두 북북서-남남동으로 연장되어 있음을 알 수 있다. 이 분지의 축방향은 렌치단층의 주향이 북동-남서에 대한 직

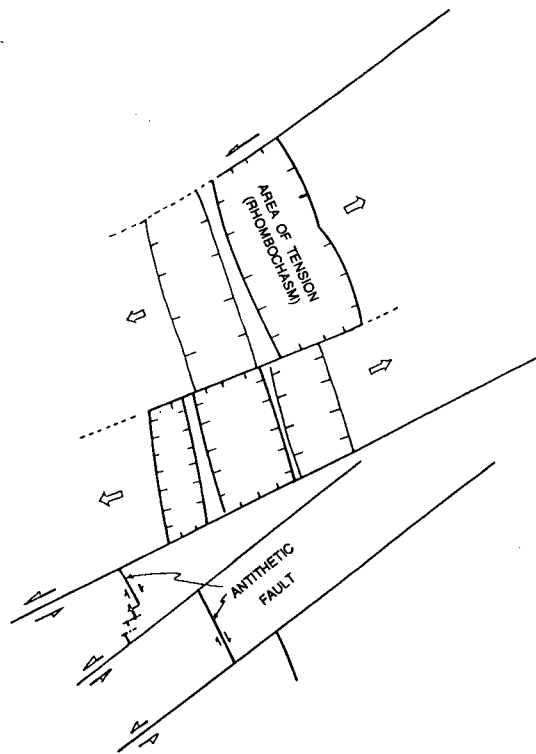


Fig 4. Schematic diagram showing rhombochasm associated with double overstepped left-lateral wrenches.

각이 된다. 이와 같은 소분지들의 모양과 축방향 등은 이 분지들이 건너편-확장-렌치단층(overstepped divergent wrench faults)에 의하여 형성된 것을 강력히 시사한다. 어떤 렌치단층이 한반도 내에서 또는 더 멀리 동쪽에서 시작하여 군산분지의 북측(Block I)에까지 연결되어 와서는 중단되고는 좌측으로 한번 건너 뛰게 (단층의 진행 방향 즉, 서쪽으로 향하여 중단된 지점에서 다음 새로 계속되는 단층까지 도달하기 위해 좌측으로 건너뛰어야 함) 되므로서 그 건너뛰는 곳에 신장지역이 생성되어 롬보캐즘, 즉 군산분지를 만들고는 중국 본토의 티에뮤산-바이지산(Tienmushan-Baijishan) 렌치(Xu *et al.*, 1987)로 연결된다고 해석한다.

군산 및 흑산분지 내의 홀스트 구조가 후기 니오진(Neogene) 이후에 작용된 압축응력(compressional stress)에 의하여 생성되었다 (Saltmarsh, 1989)는 해석을 찬성 또는 부정할 아무런 증거를 찾을 수 없었다. 그러나 축방향이 북북서-남남동인 홀스트 두개의 롬보캐즘 구조가 형성되는 과정에서 렌치가 왼쪽으로 건너뛰(left-stepping) 때마다 남아있게 된 높은 기반암이 홀스트같이 보이게 된 것이라는 해석도 충분히 가능하다고 말하고 싶다. 우리가 해석한 렌치단층의 운동방향은 중국본토에서의 렌치방향(Xu *et al.*, 1987)과 같다는 것을 강조한다. 더우기 이 렌치단층들이 우수향이었다면 두 분지생성에 대한 설명을 하기 매우 어렵다고 침언한다(Fig. 5). 최근의 영동분지(永同盆地) (Lee, 1990)에 대한 연구결과는 위의 설명과 부합한다.

비록 항공자력이상자료는 개략적인 성질이지만 한반도 내륙에 발달하고 있는 공주 및 광주 영동들은 모두 좌수향 렌치 단층일 것이라는 다음과 같은 증거를 찾아내었다. 광범위한

자력이상의 선형구조로 봐서 이들 단층들은 기반암까지 관련된 대규모의 큰 단층 시스템을 시사한다. 암석의 종류 및 무늬가 분명하게 다른 기반암들이 단층양측에서 맞대고 있다. 연구지역의 남서부분에서 산성의 기반암(화강암류)으로 해석된 암체가 우수향으로 이동되었고 안티세틱(antithetic) 단층이 존재한다. 수없이 많은 화성암류의 관입과 분출은 렌치단층이 생성시에 만들어진 인장크랙(tension crack)과 밀접한 관계가 있는 것으로 간주할 수 있다.

2 1/2-차원의 자력모형

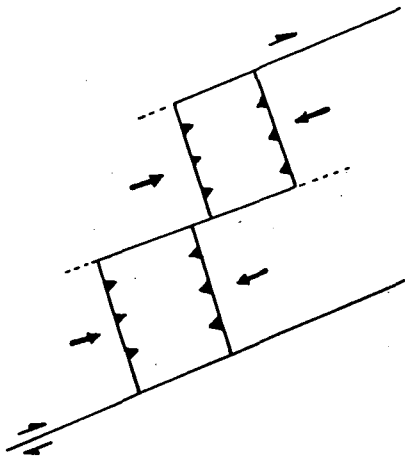


Fig 5. Schematic diagram showing horsts associated with double overstepped right-lateral wrenches.

자성기반암 표면의 형상 연구에 도움이 되게 하기위해 단면선, A-A'에 대한 모형을 만들고 2 1/2-차원의 전자력 계산을 했다(Fig. 6). 모형에 사용한 대자율(帶磁率) 및 잔류자기(殘留磁氣) 매개변수는 한국의 백악기의 반려암($900 \sim 1,220 \times 10^{-6}$ cgs; $Q=0.5$), 흑운모화강암($1,400 \times 10^{-6}$ cgs; $Q=0.111$), 경상계화강암($128^\circ 12', 34^\circ 58'; 3,020 \times 10^{-6}$ cgs; $Q=0.45$), 선캠브리안편암($2,060 \times 10^{-6}$ cgs; $Q=1.91, 0.55$)(Bosum *et al.*, 1971) 등과 대동소이하다.

모형계산에서 얻은 동소군산분지의 깊이는 해면이하 7,500 m이고, 이 소분지는 몇개의 정단층으로 이루어진 대칭 그라벤(graben)으로 나타났다. 신빙성 있는 중력자료를 입수하지 못해 이 모형에서 보여주는 퇴적암의 구조는 불확실하다.

Fig. 6에서 기반암의 대자율이 서쪽으로 갈수록 작아진다는 것을 보여준다. 이것은 황해하부에서의 기반암석들은 틈(fracture)과 금이 생기고 또 지열이 높아서 연약하다 (Jun and Kulhánek, 1991)는 연구결과와 부합된다.

토 론

자력에 의한 심도계산을 할만한 적당한 이상이 흑산분지에서는 나타나 있지 않을 뿐아니라 이 분지 서쪽에서 자력탐사 자료가 미비한 상태라 의미있는 자력모형도를 작성할 수 없었고 또 분지의 깊이 계산도 할 수 없었다. 렌치단층이 단한번 건너뛰는 것과 관련된 톱보캐즘 형성은 많이 보고되었다 (예, Segall and Pollard, 1980; Harding *et al.*, 1985). 그러나 이번에 연구 보고하는 두번 건너뛰어 형성되어 생성된 서로 인접한

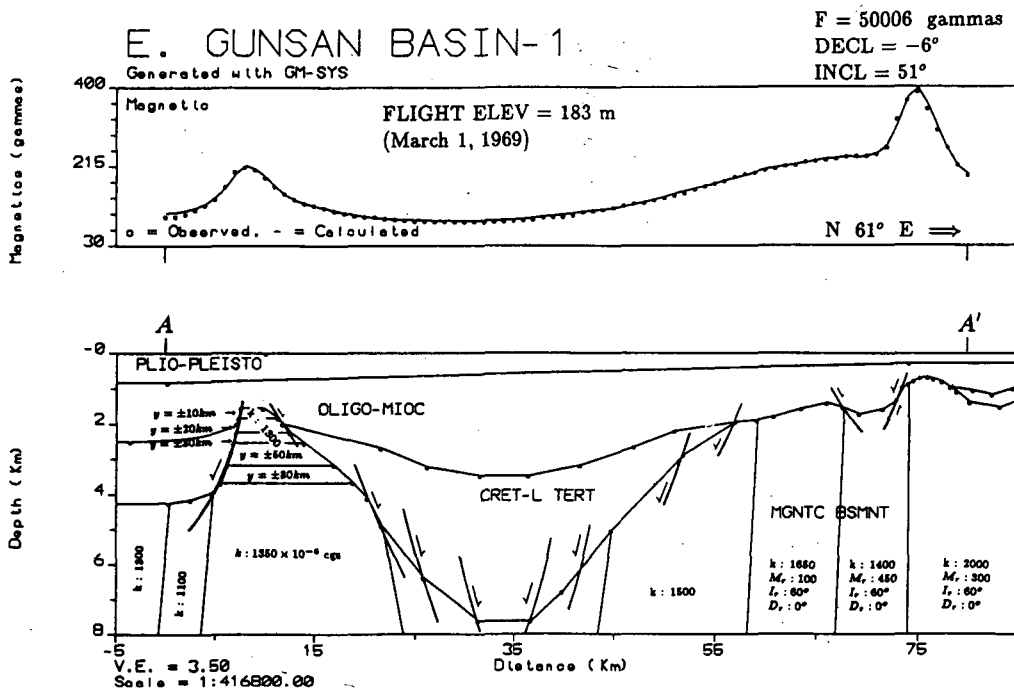


Fig 6. Magnetic model of 2 1/2-domain along profile A-A', East Gunsan Sub-basin (see Figure 2. for the profile location). F (total intensity), D (declination), and I (inclination) values are calculated from IGRF for March 1, 1969; k is magnetic susceptibility in cgs unit; Mr, Ir, and Dr are assumed values for remanent magnetization intensity, inclination, and declination, respectively; "y = ± 10 km" indicate the body length along the axis perpendicular to the page surface.

두개의 롬보캐즘의 경우는 처음 발표하는 것으로 생각된다.

INGA 시추공 남쪽에 위치한 남경계단층(南境界斷層, Southern border fault) 건너편에 분포하는 것으로 해석되는 화산암들은 흑산분지의 두터운 퇴적암을 덮고 있을 수 있다고 생각된다. 만약 실제로 그렇다면 군산 및 흑산분지들은 그 사이에 있는 경계단층을 끼고 서로 접하고 있을 수도 있다고 볼 수 있다. 그래서 결과적으로 이 두 분지는 단한번 건너뛰는 렌치단층에 의하여 형성된 단일 롬보캐즘으로 해석될 가능성이 있다 (주: 그러면 남경계단층이 렌치단층의 일부분이 아니고 정단층이 된다).

한반도에서부터 시작하여 한국쪽의 남황해에 걸쳐 있는 주요 단층의 운동방향을 중국본토에서의 관찰 결과에 정반대 방향인 우수향이라고 Chun(1989, Fig. 9-1)은 해석했다. Chun은 한국 측 황해에서 그것도 석유부존 가능지역으로 지극히 국한된 부분에 대하여 실시 채취된 탄성파탐사 자료에 근거를 두고 해석한 것이다. Lee(1990)는 영동분지가 좌수향인 광주-영동 렌치단층에 의하여 형성된 롬보캐즘이라는 지질학적 증거를 보여 주었다. 그는 또한 한반도내의 다른 많은 퇴적분지들도 이와 흡사한 구조역학적 원인에 기인하는 것으로 생각한다고 말했다 (개인적인 토의, 1991). Lee(1991)의 결과는 이번 연구결과를 강력히 뒷받침한다. 한 렌치단층은 그 운동방향에서 한가지 방향만을 갖지 않으면 렌치단층이라고 부를 수가 없다.

Saltmarsh(1989)는 군산분지의 북쪽 및 남쪽 경계부의 경계단층들이 좌수향 운동을 했다고 기록했다. 더우기 필리핀 해지판(Sea Plate)가 에오세(Eocene) 이후 시계방향으로 약 80° 정도 회전했다는 최근의 고지자기학적 연구 결과(Hanston and Fuller, 1991)도 이번 연구 결과를 지지한다.

이번 연구 결과 제주화산대(Cheju Volcanic Belt, 예: Fragier *et al.*, 1974; Chough, 1983; Han, 1984; Li, 1984; Chun, 1989)의 존재에 대한 아무런 증거를 찾지 못했다. 이번 연구 결과는 제주도에서부터 남황해를 거쳐 중국본토까지 연결된다는 동-서 방향의 높은 기반암대에 대한 증거도 찾아 내지 못했다.

결 론

항공자력탐사 해석 결과로 군산분지 남경계단층 그 남쪽에 흑산분지로 명명하는 새로운 두터운 퇴적분지가 존재함을 보여준다. 이 흑산분지는 그 축이 북북서-남남동인 세계의 소분지로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 이 분지는 과거에 실시된 탄성파탐사 자료에 의하여 이미 알려진 북흑산분지의 북동방향으로의 연장이라고 보인다. 흑산분지는 무자력(non-magnetic)의 고속탄성파층으로 덮여 있어서 과거에 있었던 탄성파탐사에서 분지로 해석되지 못한 것으로 추측된다.

군산분지는 동 및 중앙소분지로 구성되고 있다 (Saltmarsh, 1989). 동소분지는 자성기반암의 깊이가 매우 깊고 중앙소분지는 비교적 얇다. 중앙소분지는 다시 세계의 더 작은 분지로 나눌 수 있다. 군산 및 흑산분지는 두번 건너뛰는 좌수향 렌치단층에 의해 생성된 롬보캐즘 분지로 해석된다.

한반도 내의 북동-남서 방향의 공주단층(公州斷層) 및 광주-영동(光州-永同) 단층과 같은 중요 대단층을 황해까지 추적했다. 자력해석 결과로부터 이들 단층들은 모두 좌수향 렌치로 해석한다. 이들 단층의 운동방향은 중국본토에서의 렌치와 일치한

다. 본 연구 결과는 보고된 제주화산대(Fragier *et al.*, 1974; Chun, 1989)의 존재에 대하여 부정적이다.

감 사

본 연구를 가능케 해주고 또 연구결과를 출판하게 허가해 주신 한국석유개발공사(韓國石油開發公私)에 깊이 감사합니다. 논문의 원고를 세밀히 읽고서 수정을 해준 서울대학교 대학원 지질과학과의 신진수에게 감사합니다.

참고문헌

- Bosum, W., Kind, E.G. and Koo, J.H., 1971, Aeromagnetic survey of offshore areas adjoining the Korea Peninsula. *U.N. ECAFE, CCOP, Tech. Bull.*, 1-21.
- Chough, S.K., 1983, Marine geology of Korean Seas. *International Human Resources Development Corp.*, Boston, 157 pp.
- Chun, S.S., 1989, Sedimentary processes, depositional environments and tectonic settings of the Cretaceous Uhangri Formation, Southwest Korea. *Ph.D. dissertation, Seoul National University.*
- Frazier, S.b., Choi, S.O., Kim, B.K. and Schwartz, D., 1976, Marine petroleum exploration of Huksan Platform, Korea. *AAPG Memoir*, 268-275.
- Han, J.H., 1984, Basin evolution and genetic stratigraphy of sediments in the central Yellow Sea. *Korea-U.S. Seminar and Workshop on Marine Geology and Processes of the Yellow Sea, Abstracts*, p.13-15.
- Hanston, R.B. and Fuller, M., 1991, Paleomagnetic data from the Philippine Sea Plate and their tectonic significance. *J. geophys. Res.*, B. Paper 90JB02700.
- Harding, T.P., Vierbuchen, R.C. and Christie-Blick, N., 1985, Structural styles, plate-tectonic settings, and hydrocarbon traps of divergent (transtensional) wrench faults: Middle, K.T. and Christie-Blick, N., (Eds), Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Pubs.* No. 37, 52-77.
- Jun, Myung-Soon and Kulhánek, O. 1991, Source parameters of earthquakes in and around the Korean Peninsula deduced from spectral analysis. *Phys. Earth and Planet. Inter.*, 65, 255-266.
- KIER, 1984, Geophysical data interpretation in Block II, offshore Korea. *Korea Institute of Energy and Resources.*
- KIER, 1985, Geophysical data interpretation in Block IV, offshore Korea. *Korea Institute of Energy and Resources.*
- KIER, 1990, Geological and geophysical characteristics of the Yellow Sea. *Korea Institute of Energy and Resources.*
- Lee, Dong-Woo, 1990, Sedimentation and tectonic evolution of the Cretaceous Yongdong Basin, Korea. *Ph.D. dissertation, Korea University.*
- Li, D., 1984, Geologic evolution of petroliferous basins on the continental of China. *AAPG Bull.*, 68, 993-1003.
- Saltmarsh, A.C., 1989, Final well report, INGA-1, Block II, Yellow Sea, South Korea. *Marathon Petroleum Korea, LTD.*
- Segall, P. and Pollard, D.D., 1980, Mechanics of discontinuous faults. *J. Geophys. Res.*, 85, 4337-4350.
- Xu, J., Zhu, G., Tong, W., Cui, K. and Liu, Q., 1987, Formation and evolution of the Tancheng-Lujiang wrench fault system: a major shear system to the northwest of the Pacific Ocean. *Tectonophysics*, 134, 273-310.