

## 서해남부해역의 지자기 이상대 해석

김성배<sup>1)</sup>, 최성호<sup>2)</sup>, 서만철<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>공주대학교 지질환경과학과, [mcsuh@kongju.ac.kr](mailto:mcsuh@kongju.ac.kr)

<sup>2)</sup>국립해양조사원

## Magnetic anomaly in the southern part of the Yellow Sea

Sungbae Kim<sup>2)</sup>, Sungho Choi<sup>2)</sup>, Mancheol Suh<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Geoenvironmental Sciences, Kongju National University

<sup>2)</sup>National Oceanographic Research Institute, Korea

**요약** : 국립해양조사원에서는 우리나라 관할 해역에 대한 국가해양기본도 조사계획을 수립하여 1996년부터 동해를 시작으로 연차적으로 한반도 주변의 해역 전체에 대한 해양 조사를 실시 중에 있고, 본 논문은 1999년도에 ‘해양2000호’를 이용하여 서해 남부 지역에서 측정한 해양 지자기 자료를 이용하였으며, 지자기 자료를 처리하고 이를 해석하는 과정에서 지자기 이상대의 원인을 밝히는데 목적이 있다.

자력자료 처리는 불량자료의 검색 및 제거, Sensor 위치보정, 선체자기장 영향 보정, 일 변화 보정, 정규보정, 교차점 오차 보정 등의 과정을 거쳐 조사 해역에서의 전자력치와 지자기 이상치를 구하였다.

조사해역의 전자력 분포는 49000 ~ 51600 nT로 황해 해역에서의 정상적인 전자력세기 분포 범위에 속하는 것으로 판단된다. 등자력선의 분포는 북동-남서 방향으로 분포하고 있으며 북서쪽으로 갈수록 전자력치가 증가한다.

124° 49' 48" E, 35° 10' 48" N ~ 125° 7' 48" E, 35° 33' 00" N 사이 구간 해역에 대한 자기 이상과 탄성과 단면도를 비교한 결과와 모델링 결과가 기존 탄성과 탐사 단면에서 밝혀진 지하지질구조와 잘 일치하고 있다. 따라서 자력이상의 분포는 대체적으로 해저면 하부에 발달되어 있는 제3기 퇴적분지와 백악기 기반암의 분포에 따른 영향을 나타내고 있는 것으로 판단된다.

**주요어** : 서해, 자력탐사, 모델링

**Abstract** : National Oceanographic Research Institute is carrying out an oceanographic survey for the entire sea areas around Korean Peninsula annually starting with the East Sea from 1996 by establishing a national oceanographic basic map survey plan for the sea areas under the jurisdiction of Korea, so this paper used the oceanographic geomagnetism data measured at the southern area of the Yellow Sea using 'Hae Yang 2000' in 1999, aiming at clarifying the cause of geomagnetic abnormality zone during the course of treating and analyzing the geomagnetic data.

For treatment of magnetic data, we obtained electromagnetic force values and geomagnetic abnormality values around the investigated sea area through a process of searching and removal of bad data, correction of sensor positions, correction of magnetic field effects around the hull, correction of diurnal variation, normal correction, correction of cross point errors, etc.

The electromagnetic force distribution around the investigated sea area was 49000 ~ 51600 nT, which is judged to be within the normal electromagnetic force intensity distribution range around the Yellow Sea. The isodynamic lines

are distributed in Northeast-Southwest direction, and electromagnetic force values are increasing toward the northwest.

The result of comparing the magnetic abnormality around the sea area among  $124^{\circ} 49' 48''$  E,  $35^{\circ} 10' 48''$  N ~  $125^{\circ} 7' 48''$  E, and  $35^{\circ} 33' 00''$  N sections with the elastic wave cross section and the result of modeling coincide well with the underground geological structure clarified from the existing elastic wave survey cross section. Therefore, it is judged that the distribution of magnetic force abnormality generally shows the effect pursuant to the distribution of the sedimentary basins in the Tertiary period and the bedrocks in the Cretaceous period which are well developed in the bottom of the sea.

**Keywords** : Yellow sea, Magnetic survey, Modeling

## 1. 서론

국립해양조사원에서는 우리나라 관할 해역에 대한 국가해양기본도 조사계획을 수립하여 1996년부터 동해를 시작으로 연차적으로 한반도 주변의 해역 전체에 대한 해양조사를 실시 중에 있고, 이 조사에서 얻어진 정확한 해저지형과 해양지질 및 지구물리 자료는 해저지질 및 지구물리학적 연구와 그 생성시기 및 방법 그리고 과정을 연구하는데 매우 중요한 학문적 단서를 제공할 뿐만 아니라 효과적인 해저광물 탐사에도 중요한 기초자료를 제공할 것이다.

서해에서 실시된 기존의 자력 탐사들을 살펴보면, 1970년 국립지질조사소에서 동, 서 및 남해의 대륙붕에 대한 항공자력 탐사를 수행했으며, Vector 항공자력계를 이용하여, 전자력치를 아날로그로 기록하였다. 1971년 국립지질조사소는  $36^{\circ} 00' N \sim 37^{\circ} 00' N$ ,  $124^{\circ} 30' E \sim$  육지연안사이에 대해 음파탐사와 자력탐사를 수행했었다. 그리고 1989년 황해분지의 지질구조 규명과 석유자원 부존 가능성 검토를 위해 동력자원연구소에서 탄성파와 중자력 탐사를 실시했었다.

이 논문은 1999년도에 ‘해양2000호’를 이용하여 서해 남부지역에서 측정한 해양 지자기 자료를 이용하였으며, 지자기 자료를 처리하고 이를 해석하는 과정에서 지자기 이상대의 원인을 밝히는데 목적이 있다.

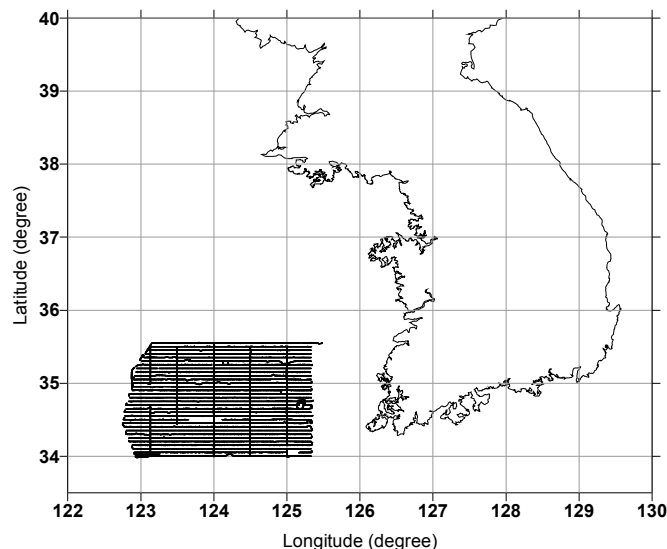


Fig. 1. Magnetic survey area.

## 2. 광역지질

우리 나라 황해 지역에는 크게 두 개의 퇴적 분지가 발달되어 있다. 즉, 북쪽에는 군산분지가 위치하며, 남쪽에는 흑산분지가 분포되어 있다(Fig. 2).

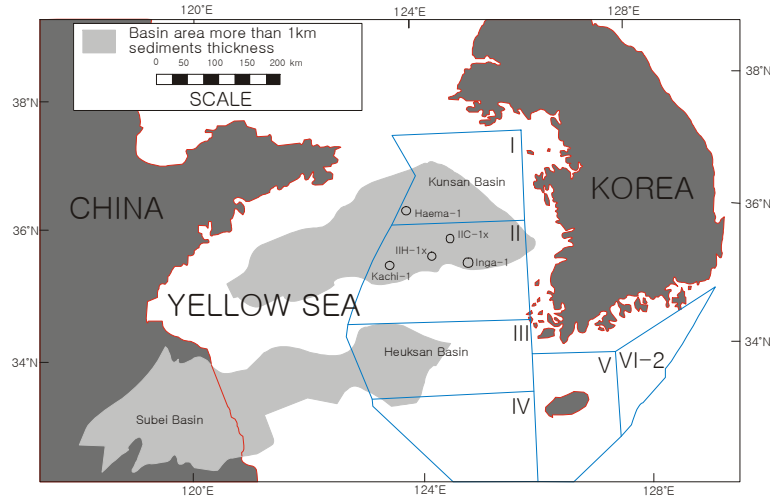


Fig. 2. A basin distribution map of Yellow sea

Emery *et al.* (1969)과 Wageman *et al.*(1970)은 한반도 서남부와 중국의 양자강 어귀를 연결하는 북동-남서 방향의 구조대인 푸키엔-영남육괴(Fukien-Reinan Massif)를 설정하고 황해와 제3기 퇴적층이 사이도록 하는 제방역할을 한다고 해석하였다. 이들의 해석은 황해 지역에서 최초로 실시한 단일채널의 천부 탄성과 반사법 및 자력 탐사의 결과를 근거로 하는데 섬캄브리아~중생대 암석으로 구성된다고 보았다. Bosum *et al.*(1971)은 항공자력 탐사자료를 분석하여 서남 대륙붕에서 옥천습곡대의 연장 가능성과 폭넓은 화산암의 관입이 있음을 제시하였다(오진용, 김성균, 이동우, 1999).

Frazier *et al.*(1976)는 기존 자료와 다채널 탄성과 탐사 및 시추자료 등을 근거로 한반도의 서부 및 남서부의 대륙붕 연장부를 흑산대지(Huksan Platform)이라 명칭하고 그 특징을 600~1500 m의 플라이오세 이후의 천해 퇴적물이 쌓인 얇은 기반암 지역으로서 주변을 제3기 퇴적분지가 둘러싸고 있다고 보았다. 그리고, 이들은 흑산대지 남쪽에 동서 방향의 제주화산대(Cheju volcanic belt)를 설정하여 옥천습곡대의 서남쪽 연장을 차단한다고 보았으나 박창고, 박창업(1994)은 그 존재를 부인하였다. 이후에도 서남대륙붕에 위치하는 얇은 기반암 지역을 한국대지(현병구 등, 1980), 황해남부용기대(김중수 등, 1987)로 불렀다(오진용, 김성균, 이동우, 1999).

서남대륙붕 서쪽에는 흑산분지(조규장 등, 1982)가 위치한다. 북키양수분지(Frazier *et al.*, 1976) 또는 남황해분지(김중수 등 1987) 등으로 불려진 이 분지의 서쪽은 중국의 수베이-황해남부분지가 위치한다. 흑산분지의 북쪽에는 군산분지가 발달하는데, 두 분지 모두 백악기말-고제3기에 형성된 분지로서 중앙용기부에 의해 분리된다(Zhang *et al.*, 1989). 1980년대 물리탐사 자료에 의하여 박관순 등(1992)은 흑산분지는 남흑산분지와 북흑산분지로 구성되는데, 북흑산분지는 비교적 단순한 형태인 반면 남흑산분지는 다수의 주향단층의 영향으로 복잡한 형태를 갖는다고 보았다. 그러나 Yang and Chang(1992)은 추가된 탄성과 자료에 의하여 남흑산도분지를 2개 분지로 세분하여 흑산분지는 3개의 독립된 분지들로 구성된다고 해석하였다. 인접한 중국쪽 시추 결과 및 탄성과 층서 대비에 의하여 흑산분지는 후기 백악기-고제3기의 호상 쇄설성 퇴적물이 포함되며, 기반암으로 페름기-트라이아스기의 석회암층이 놓여 있다고 추정한다(박관순 등, 1992; Yang and Chang, 1992; 오진용, 김성균, 이동우, 1999).

### 3. 지자기 자료 및 보정

해상자기측량은 1999년 4월 7일에서 7월 14일까지 황해상 경도 122° 45' E ~ 125° 20' E, 위도 34° 00' N ~ 35° 30' N의 해역에서 실시되었다. 자료 취득에 이용된 자력계는 Model G-866 해상자력계로서 매 5 초마다 자력세기를 GPS위치와 함께

HYPACK 프로그램을 이용하여 데이터파일로 저장하였다. 해상자력 측정시 센서의 위치는 GPS 안테나로부터 130 m 후미에 위치시켰다.

지자기 측량의 측선은 위도 간격 3' 의 동서 방향 31 개 측선과 경도 22' ~ 30' 간격의 남북방향 5개 측선을 검측선으로 탐사를 수행하였다(Fig. 3).

해상 지자기 측량과 함께 지자기 일변화 보정을 위하여 인근 흑산도(34° 40' 45" N, 125° 26' 36" E)에 지자기 고정 관측소를 설치하여 연속적으로 지자기를 측정하였다.

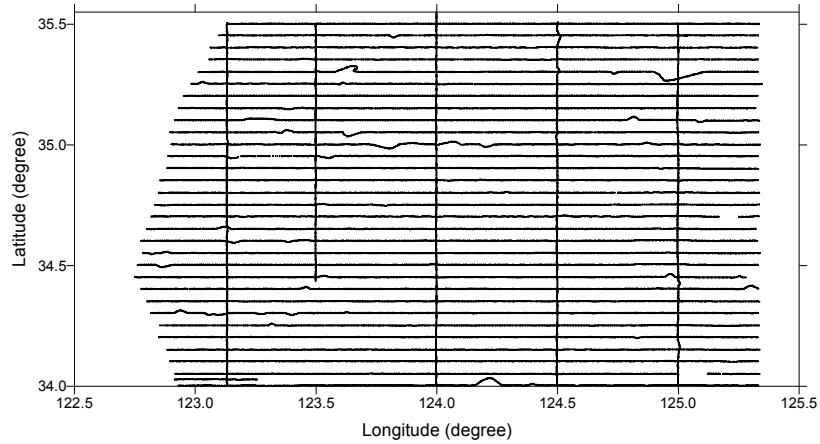


Fig. 3. A survey track chart.

(1) 일변화 자료 처리

흑산도에서 해상자력측정기간 동안 수행된 육상 고정관측 자료에 대하여 날짜별로 정리, 분석하였다. 일변화량은 약 30 ~ 40 gamma 정도였으며(Fig. 4.), 관측기간동안 전자기장 세기의 일별 평균치를 구하여 그래프를 작성해 보면 Fig. 5와 같다. 해상에서 관측시간에 해당하는 일변화 보정량을 산출하여 관측자력치에서 제거하였으며, 일변화 보정량의 산출은 관측당일의 평균자기장의 세기에 대한 관측시간의 보정량을 구하였다.

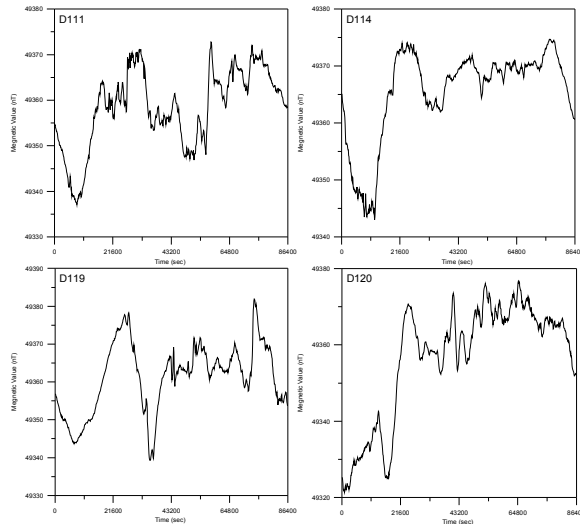


Fig. 4. Magnetic diurnal variation

(2) 정규보정

일변화 보정된 해상 지자기 자료로부터 국제표준지자장(IGRF95)을 계산하여 소거함으로서 자기이상을 산출하였다.

(3) Crossover 보정

Prince and Forsyth(1984)는 해상 중력탐사 자료에 나타난 교차오차를 최소화시키기 위한 방법으로 최소제곱법을 적용하였다. 최소제곱법은 교차점을 포함하는 각 측선에서

의 모든 측정값에 일정한 값을 빼거나 더하여 교차오차의 제곱의 합이 최소가 되도록 측선의 보정값을 결정하는 결정하는 방법이다.

측정자료는 총 46 개의 측선으로 구성된다. 대부분의 측선은 동서 방향을 나타내며, 이들 측선과 남북방향을 나타내는 5개의 측선에 의하여 총 143개의 교차점을 가진다.

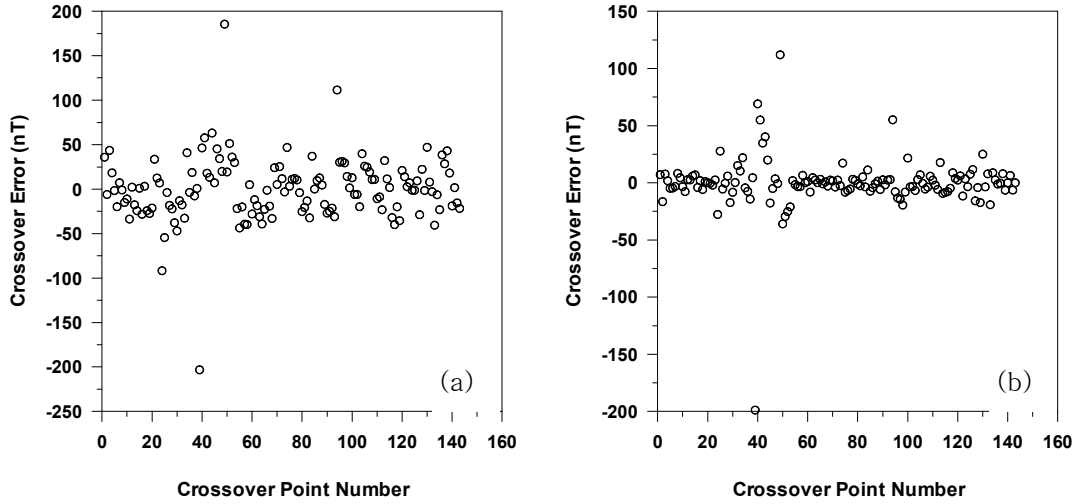


Fig. 5. Total magnetic intensity crossover error: (a) before crossover correction, (b) after crossover correction

Fig. 5와 6은 전자력값의 교차보정 전후의 교차오차를 나타내며, 교차보정전 24.3 nT에서 보정 후 10.6 nT로 감소하였으며, 표준편차도 15.5 nT에서 10.1 nT로 감소하였고 자력이상 자료에서도 유사한 결과를 보인다.

#### 4. 전자력치 및 지자기 이상

조사해역에서의 전자력분포는 49000~51600 nT 사이의 값을 보여 황해상에서의 정상적인 전자력 분포범위내에 속한다 (Merrill and McElhinny, 1983). 등자력선의 분포는 북동-남서 방향으로 분포하고 있으며 북서쪽으로 갈수록 전자력치가 증가한다(Fig. 6).

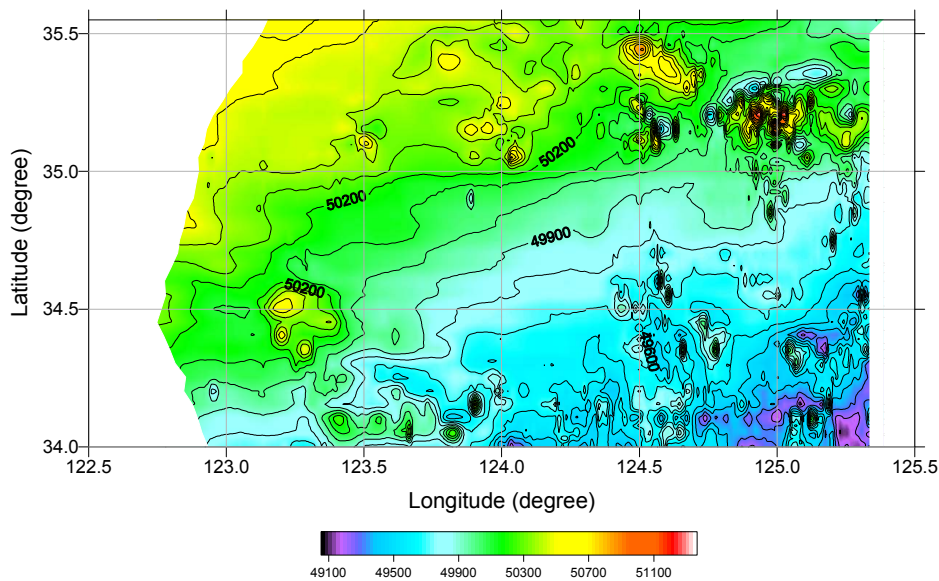


Fig. 6. Total magnetic intensity map

지자기 이상의 분포는 조사해역내에서 -600~1200 nT 사이의 분포를 보이고 있다. 자기이상의 분포는 대체적으로 해저면 하부에 발달되어 있는 제3기 퇴적분지와 백악기 기반암 지역의 분포에 따른 영향을 나타내고 있는 것으로 판단된다. 백악기 기반암 지역은 상대적으로 높은 자력이상을 나타내고 제3기 퇴적분지는 낮은 자력이상을 나타내고 있다(Fig. 7). 조사지역 중앙 부분의 음의 자기 이상대에는 넓은 퇴적분지가 분포하는 것으로 판단된다. 그리고 위도 35° N 북쪽의 넓은 띠모양의 양의 자기 이상대는 북쪽의 균산분지와 남쪽의 흑산분지를 양분하는 기반암 띠로 판단된다.

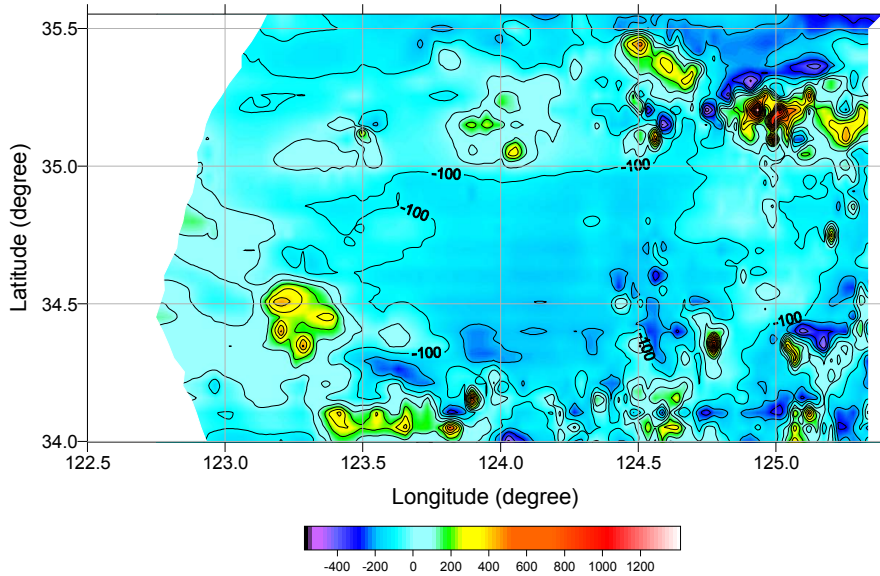


Fig. 7. Magnetic anomaly map

### 5. 지자기 이상대 분석

조사지역 중 가장 급격한 변화를 보이는 경도 124° 49' 48" E ~ 125° 7' 48" E, 위도 35° 10' 48" N ~ 35° 33' 00" N (Fig. 8)의 자력 모델링과 탄성과 반사법 단면도와 비교해 보았다.

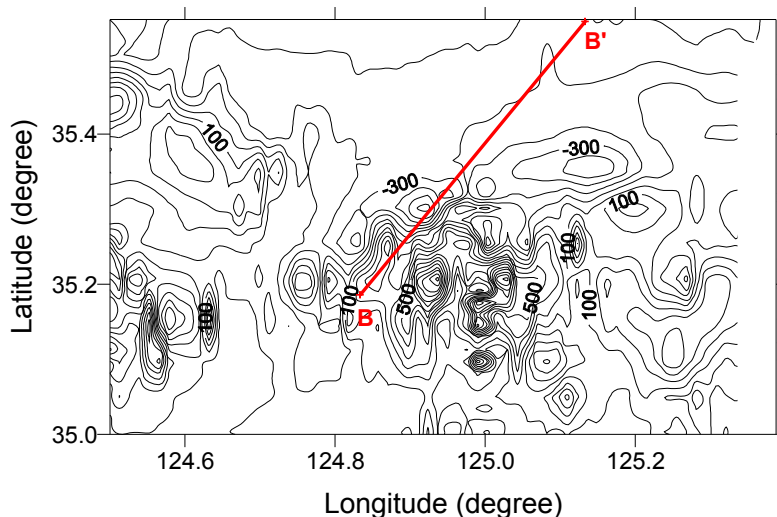


Fig. 8. Magnetic anomaly map and seismic track

Fig. 9는 탄성과 반사법 단면도로 남쪽으로 기반암이 지표 근처까지 발달해 있는 것을 알 수 있고, 북쪽으로 제3기 퇴적분지가 발달되어 있음을 알 수 있다. 남쪽의 기반암에 A부분에 관입의 흔적이 보이는데, 자력 모델링의 결과와 일치하고 있다. 또 전체적으로

자기 이상값의 모양이 지하 단면과 유사하게 흐르는 것을 알 수 있다.

Fig. 10은 지하 기반암의 모델링 결과와 자기이상 profile이다. 자기이상은 해저면 하부에 발달되어있는 제3기 퇴적분지와 백악기 기반암의 분포에 따른 영향임을 알 수 있다.

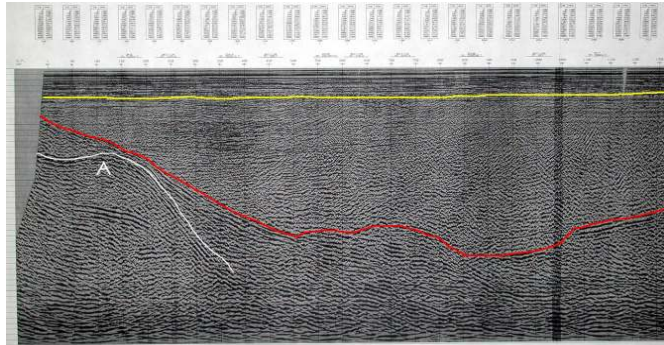


Fig. 9. Seismic profile

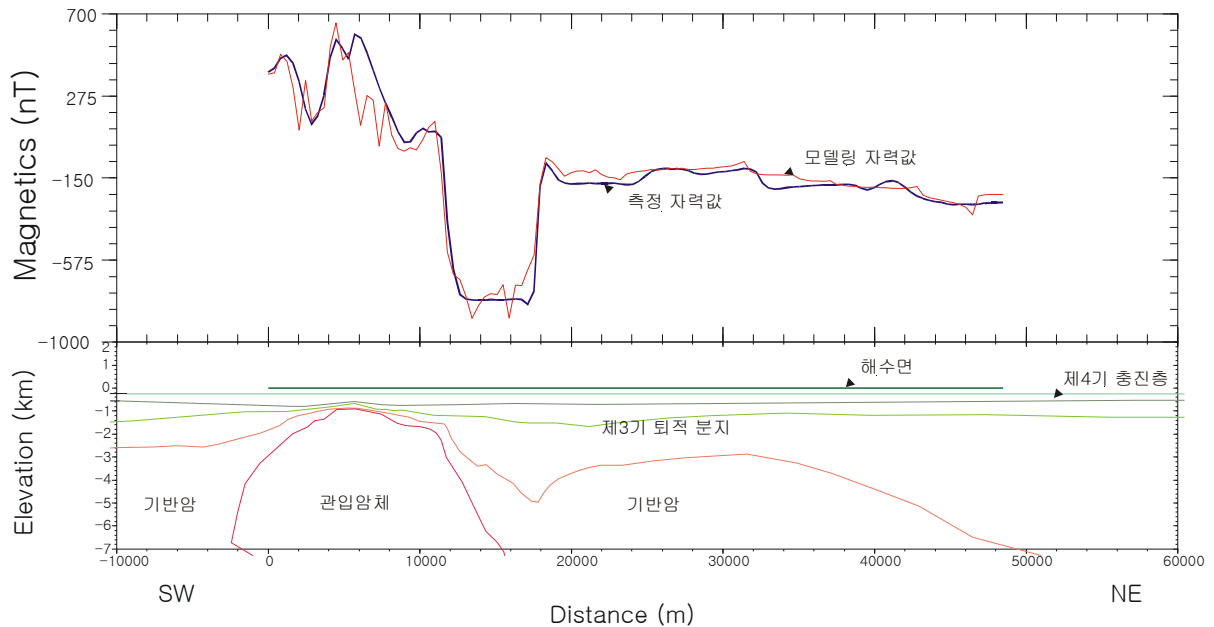


Fig. 10. Magnetic anomaly modeling profile

양의 자기 이상은 화성암류가 분포하는 지역이었으며, 음의 자기 이상은 제3기 퇴적분지가 분포한다. 그러나 South East Massif (괴상)은 자력이상에 커다란 영향을 미치지 않는 것으로 해석된다(한국자원연구소, 1996).

## 6. 결론

자력자료 처리는 불량자료의 검색 및 제거, Sensor 위치보정, 선체자기장 영향 보정, 일변화 보정, 정규보정, 교차점 오차 보정 등의 과정을 거쳐 조사 해역에서의 전자력치와 지자기 이상치를 구하였다.

조사해역의 전자력 분포는 49000 ~ 51600 nT로 황해 해역에서의 정상적인 전자력세기 분포 범위에 속하는 것으로 판단된다. 등자력선의 분포는 북동-남서 방향으로 분포하고 있으며 북서쪽으로 갈수록 전자력치가 증가한다.

자기이상은 -600 ~ 1200 nT 사이의 분포를 보인다. 124° 49' 48" E, 35° 10' 48" N ~ 125° 7' 48" E, 35° 33' 00" N 사이 구간 해역에 대한 자기 이상과 탄성과

단면도를 비교한 결과와 모델링 결과가 기존 탄성과 탐사 단면에서 밝혀진 지하지질구조와 잘 일치하고 있다. 따라서 자력이상의 분포는 대체적으로 해저면 하부에 발달되어 있는 제3기 퇴적분지와 백악기 기반암의 분포에 따른 영향을 나타내고 있는 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 국립해양조사원, 2000, 국가해양기본도 작성 자료처리 용역, 146-175.
- 김중수, 이원영, 김철민, 박근필, 김원식, 신원철, 이호영, 최완실, 최윤경, 김승우, 공영세, 박영수, 최계림, 곽영훈, 손진담, 한중환, 정대진, 손병국, 봉필윤, 이호영, 최성자, 전희영, 1987, 대륙붕 자원연구, 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-86-2-22, 303 p.
- 박관순, 박근필, 신창수, 조철현, 1992, 대륙붕 물리탐사자료 해석연구(제2,3광구 및 한일 공동개발구역 종합), 한국자원연구소 연구보고서, KR-91-5A-1, 143 p.
- 박창고, 박창업, 1994, 한국 서남근해에 대한 항공자력탐사 해석, 한국석유지질학회지, 2, 51-57.
- 오진용, 김성균, 이동우, 1999, 한국 서남대륙붕의 새로운 백악기 (?) 퇴적분지의 탄성과 영상, *Econ. Environ. Geol.*, 32, 33-41.
- 한국자원연구소, 1996, 국내대륙붕 종합기술평가 보고서(황해분지).
- 헌병구, 구자학, 조규장, 권병두, 이강훈, 정승환, 양승진, 김승우, 박관순, 윤혜수, 서상용, 박근필, 신성천, 박영수, 민성식, 신현정, 부경진, 1980, 대륙붕 석유자원 평가연구, 자원개발연구소 보고서, 80-6, 210 p.
- Bosum, W., Kind, E.G. and Koo, J.H. I, 1971, Aeromagnetic survey of offshore adjoining the Korean Peninsula, Committee for co-ordination of joint prospecting for mineral resources in asian offshore areas (CCOP), *Tech. Bull.*, 4, 1-21.
- Emery, K.O., Hayashi, Y., Hilde, T.W.C., Kobayashi, K., Koo, J.H., Meng, C.Y., Niino, H., Osterhagen, J.H., Reynolds, L.M., Wageman, J.M., Wang, C.S. and Yang, S.J., 1969, Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and Yellow Sea, Committee for co-ordinatin of joint prospecting for mineral resources in asian offshore areas (CCOP), *Tech. Bull.*, 2, 3-34.
- Frazier, S.B., Choi, S.O., Kim, B.K. and Schwart, D., 1976, Marine petroleum exploration of Huksan Platform, Korea, *Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir*, 25, 268-275.
- John M. Wageman, Thomas W. C. Hilde, and K. O. Emery, 1970, Structural framework of East China Sea and Yellow Sea, *AAPG Bulletin*, 54(9), 1611-1643.
- Yang, S.Y. and Chang, S. I, 1992, Stratigraphy of Yellow Sea Basin offshore Korea, Preceedings of the 2nd Korea-China international symposium, Korea Petroleum Development Corporation, 39-42.
- Zhang, Y., Wei, Z., Xu, W., Tao, R. and Chen, R., 1989, The North Jiangsu-South Yellow Sea basin. In Zhu, X.(ed.) Chiese sedimentary basins, Elsevier, New York, U.S.A., 107-23.