

## 독도 및 그 주변 해산 중력 이상의 지구조적 해석

김원균\* · 김창환\* · 박찬홍\* · 한현철\*\* · 권문상\*\*\* · 민경덕\*\*\*\* · 김백수\*\*\*\*\* · 최영섭\*\*\*\*

### Structural Implications of Gravity Anomalies around Dok Island and its Surrounding Seamounts in the East Sea

Won Kyun Kim\*, Chang Hwan Kim\*, Chan Hong Park\*, Hyun-Chul Han\*\*,  
Mun Sang Kown\*\*\*, Kyung Duck Min\*\*\*\*, Baek-Soo Kim\*\*\*\*\*  
and Young Sub Choi\*\*\*\*\*

**ABSTRACT:** Shipborne gravity data are analyzed to investigate crustal structure under Dok Island and its surrounding seamounts located in border of Ulleung Basin and Oki Bank in the East Sea. Relatively low free-air gravity anomaly compared with the volume of seamounts may be explainable by isostatic compensation. From 1st to 3rd Dokdo Seamounts, the decrease of free-air and Bouguer gravity anomalies implies the different degree of isostatic compensation, crustal thickness or/and density contrast. 3-D gravity modelling shows that seamounts have the mirror roots for regional Airy isostatic compensation, and from Ulleung Basin to Oki Bank, Moho discontinuity deepens and the density of crust is decreases. The results infer that study area is transitional zone from thin oceanic to thick continental crust. The depth of Moho discontinuity is about 15~16 km, which may be interpreted as an uplifting of Mantle to shallow depth comparing with other borders of the Ulleung Basin.

**Key words :** Dok Island, seamount, isostatic compensation, Ulleung Basin, Oki Bank

**주요어 :** 독도, 해산, 지각평형, 울릉분지, 오키뱅크

### 서론

서태평양 배호상 분지인 동해는 울릉분지, 일본분지, 그리고 야마토 분지로 구성되며, 이들 분지는 해령 (ridge)과 해저대지 (Plateau)들로 분리되어 독립적으로 발달해 있다 (Fig. 1). 독도는 울릉분지의 북쪽 경계부분에 위치하고 있으며, 평균수심 2000 m의 해양평원

에 솟아 있는 화산섬으로 동도와 서도로 이루어져 있다. 독도는 울릉도 화산암류와 비슷한 전암 화확조성을 갖는 알칼리 현무암, 조면 현무암, 조면 안산암 및 조면암으로 구성되어있다. 화산활동은 산출상태에 의해 하부의 화산쇄설암의 활동과 상부의 용암류의 활동으로 구분된다. 초기 플라이오세에 최초의 해저화산활동에 의해 원시 독도가 생성되었으며, 화산활동이 재개되기까지 약 2백만년 동안 원시 독도의 형태 및 크기가 상당량 손실된 후 후기 플라이오세까지 지속적인 화산활동에 의하여 현재와 같은 독도의 모양을 갖추게 되었다. 또한, 구성암석의 두께 변화, 암상의 변화 및 단층의 특성 등을 고려하여 독도를 생성시킨 화도는 독도에서 북동쪽으로 수 백 미터 떨어진 곳에 위치할 것이라고 추정되었다 (Sohn and Park, 1994; Sohn, 1995).

한편, 한반도 일원에 대한 지각평형에 대한 연구는 민경덕과 이영재 (2000), 심운택 (1971), Kim (1979),

\* 한국해양연구소 해양환경기후본부 (Marine Environment & Climate Change Lab., Korea Ocean Research & Development Institute)

\*\* 한국자원연구소 석유해저자원연구부 (Petroleum & marine Resource Division, Korea Institute of Geology, Mining & materials)

\*\*\* 한국해양연구소 연구정책실 (Policy Research and Development Department, Korea Ocean Research & Development Institute)

\*\*\*\* 연세대학교 지구시스템과학과 (Earth System Sciences, Yonsei University)

\*\*\*\*\* 국립해양조사원 측량과 (Survey Division, National Oceanographic Research Institute)

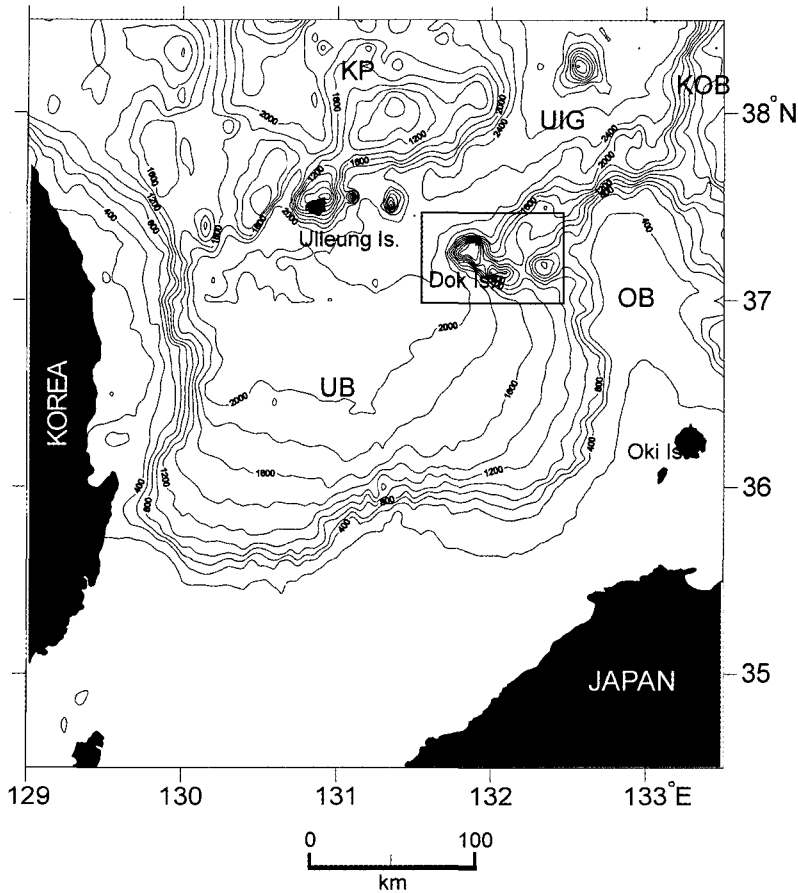


Fig. 1. Bathymetry map of the East Sea. Box indicates the study area. KP : Korea Plateau, KOB : Kita-Oki Bank, UIG : Ulleung Interplain Gap, OB : Oki Bank, UB : Ulleung Basin

Kwon and Yang (1985), 최광선 등 (1986)에 의해 수행되었으나, 동해의 지각평형에 관한 연구는 중력탐사자료의 부족으로 인하여 극히 미비한 실정이다. 최광선 등 (1993)은 위성중력자료를 바탕으로 한반도 일원의 지각평형이 광역적으로 잘 이루어졌으며, 동해가 해양지각으로 빠르게 전이하는 것으로 해석하였으며, 강무희 (2000)는 선상측정 중력자료를 이용하여 독도 및 그 주변 해역에 대한 모델링을 실시하여 광역적인 지각평형을 지적하였다.

이와 같이 독도 및 울릉분지에 관한 연구는 수면 위의 부분에 대한 지형학적, 암석학적인 연구가 주로 이루어졌으며, 지구구조를 밝히기 위한 관한 지구물리탐사는 최근에 실시되기 시작하여 독도 및 울릉분지의 성인 및 구조에 대해서는 논란이 많다. 본 연구에서는 선상측정 중력탐사 자료를 이용하여 독도 및 울릉분지 북동부의 중력이상 특성 분석과 모델링을 통해 지구조

를 밝히고자 한다.

조사지역의 해저지형은 독도를 포함하는 해산과 더불어 동쪽의 오키뱅크 (Oki Bank)쪽으로의 2개의 해산의 발달로 특징지어진다 (Fig. 1). 전체적으로는 북서쪽으로 한국대지의 남쪽 경계지역과 인접하고, 북동쪽으로는 울릉분지에서 일본분지로 이어지는 저탁류 해저수로 (turbidite channel)로 예상되는 울릉해저수로 (Ulleung Interplain Gap)와 연결된다. 오키뱅크와의 지형의 경계는 수심 2,100 m로 구분되어지고 조사구역의 북쪽 경계의 울릉해저수로 지역은 수로의 시작지역의 수심이 2,100 m이고, 서서히 북동쪽으로 깊어져서 최대 2,300 m에 이른다.

3개의 해산에 대해 이치원 등 (1997)은 west high, middle high, east high로, 강무희 (2000)는 독도, 탐해, 동해 해산으로 칭하였으나, 아직까지 공인된 명명은 아직 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 독도를 중

십으로 하는 제 1 독도해산, 남동쪽으로 약 15 km 떨어진 지역에 나타나는 제 2 독도해산, 그리고 제 1 독도해산으로부터 약 55 km 떨어진 오키뱅크 서쪽 경계부에 위치하는 제 3 독도해산으로 구분하였다. 제 1 독도해산은 서쪽으로는 수심 2100 m로 경계지어지고, 동쪽으로는 제 2 독도해산 서쪽과 수심 800 m의 해저골을 두고 나뉘어져 있다. 제 2 독도해산의 동쪽은 수심 1200 m를 사이에 두고 제 3 독도해산 서쪽과 경계를 이루고, 제 3 독도해산 동쪽은 수심 약 800 m에서 경계지어진다.

## 연구방법

본 연구지역은 동경 131.50°~132.50°, 북위 37.00°~37.60°인 독도를 포함하는 주변지역으로서, 중력탐사자료는 한국해양연구소, 한국자원연구소와 국립해양조사원의 자료를 종합하여 사용하였다. 사용한 자료들은 조사 기간 및 사용장비의 차이로 인하여 측정된 값에 차이가 나므로, 조사 측선별로 선형적인 레벨조정을 실시하여 자료를 통합하였다.

통합 후, 필요한 중력보정을 거쳐 구한 이상과 Plouff (1976)에 의해 제안된 3차원 모델링 알고리즘을 통해 계산된 이론적인 중력값을 비교하여 연구지역의 지각평형 정도를 고찰하였다. 사용한 Plouff 모델은 수직 다각형 프리즘 (vertical-sided polygonal prism)으로부터 중력값을 계산하는 것으로, 각각의 수직 다각형 프리즘으로부터 계산된 이상값을 합산하여 총 이상치를 계산한다. 본 연구에서는 수심 2000 m 이상에 존재하는 해산을 대상으로 200 m 간격으로 프리즘을 설정하여 3차원 모델링을 실시하였다. 또한 적용모델을 검증하기 위하여 측정된 이상값과 모델링을 통하여 계산된 이상값의 유사 정도를 나타내는 GFR (Goodness of Fit Ratio)와 표준편차를 이용하였다. 일반적으로 GFR 값이 2.0 이상이면 계산된 이상값이 측정 중력 이상의 50% 이상을 반영하는 것이며, 표준편차는 작을수록 적용한 모델이 실제 측정 중력이상과 일치한다. 한편, 모델링 시 초기 심도로 입력되는 모호면의 심도는 중력이상의 파워스펙트럼 분석을 실시하여 결정하였다.

## 결과 및 고찰

Fig. 2(a)는 1' 간격으로 격자화시킨 후리어 중력 이상을 나타낸 것으로 해저지형 변화와 밀접한 관계를

보인다. 제 1 독도해산의 정상부에서 가장 높은 약 130 mgal, 제 2 독도해산의 정상부는 110 mgal, 제 3 독도해산은 약 80 mgal 의 이상을 보인다. 반면에 해산들 서쪽의 울릉분지 지역에서는 저이상을 보이는데 이는 밀도가 낮은 퇴적층이 기반암을 피복하고 있기 때문으로 해석된다. Fig. 2(b)의 부계 중력이상은 본 연구지역의 북서쪽에서 남동쪽으로 이상값이 감소하는 경향을 보이며, 울릉해저수로로 경계로 울릉분지 쪽의 고이상과 오키뱅크의 저이상으로 특징지어진다. McGrath (1991)에 의하면 이러한 부계이상의 급격한 변화는 지하의 밀도 변화에 주로 기인하며, 주로 지체의 경계면에서 발생한다. 따라서 본 연구지역의 하부 구성 물질의 밀도변화 가능성을 나타낸다.

또한, Shasky Plateau와 같이 Airy 형태의 국지적 (local) 지각평형을 이룬 지형에서 나타나는 후리어 이상은 Shasky Plateau가 제 1 독도해산이나 제 2 독도해산과 비교하여 매우 큰 규모임에도 불구하고 50 mgal 이하의 후리어 이상을 나타내며 (Han, 1994), 지각평형이 거의 이루어지지 않은 Hawaii와 Pohnpei 화산의 경우는 300 mgal 정도의 높은 후리어 이상을 보여주고 있다 (Kellogg *et al.*, 1987). 따라서 본 연구지역 해산들의 지형적 크기에 비해 이상이 작게 나타나는 것은 해산들이 어느 정도 지각균형을 이룬 것으로 해석된다. 그러나, 비슷한 크기인 제 1 독도해산과 제 3 독도해산의 이상치는 약 60 mgal 정도의 차이가 나는데, 이는 두 해산의 밀도가 비슷하다면 제 3 독도해산 쪽으로 보상정도가 크거나 또는 두 해산 하부의 밀도가 다르다는 것을 암시한다.

따라서, 본 연구에서는 해산들의 이상 차이를 규명하기 위해 지각평형 정도 및 해산 하부의 밀도를 다르게 가정하는 4 개의 모델을 설정하여 3차원 모델링을 실시하였다.

모델 1은 지각평형을 이루지 않은 경우, 모델 2는 국지적 (local) 지각평형을 이룬 경우, 모델 3은 광역적 (regional) 지각평형을 이룬 경우이고, 모델 4는 광역적 지각평형을 이루고 지각의 밀도 변화가 있는 경우이다.

부계 이상의 파워스펙트럼으로부터 구한 밀도 불연속면의 평균 심도는 15.7 km이다. Kim *et al.* (1994), 박찬홍 등 (1996), 서만철 (1998) 등이 OBS (Ocean Bottom Seismograph)자료 및 중력모델링 연구에 의한 울릉분지 중앙부의 모호면의 깊이는 약 15~16 km 이고, Kurashimo *et al.* (1996)에 의해서 본 연구지역 북부의 울릉해저수로 지역에서 얻은 모호면의 깊이가 16 km 인 것을 고려하면, 파워스펙트럼 분석으로부터

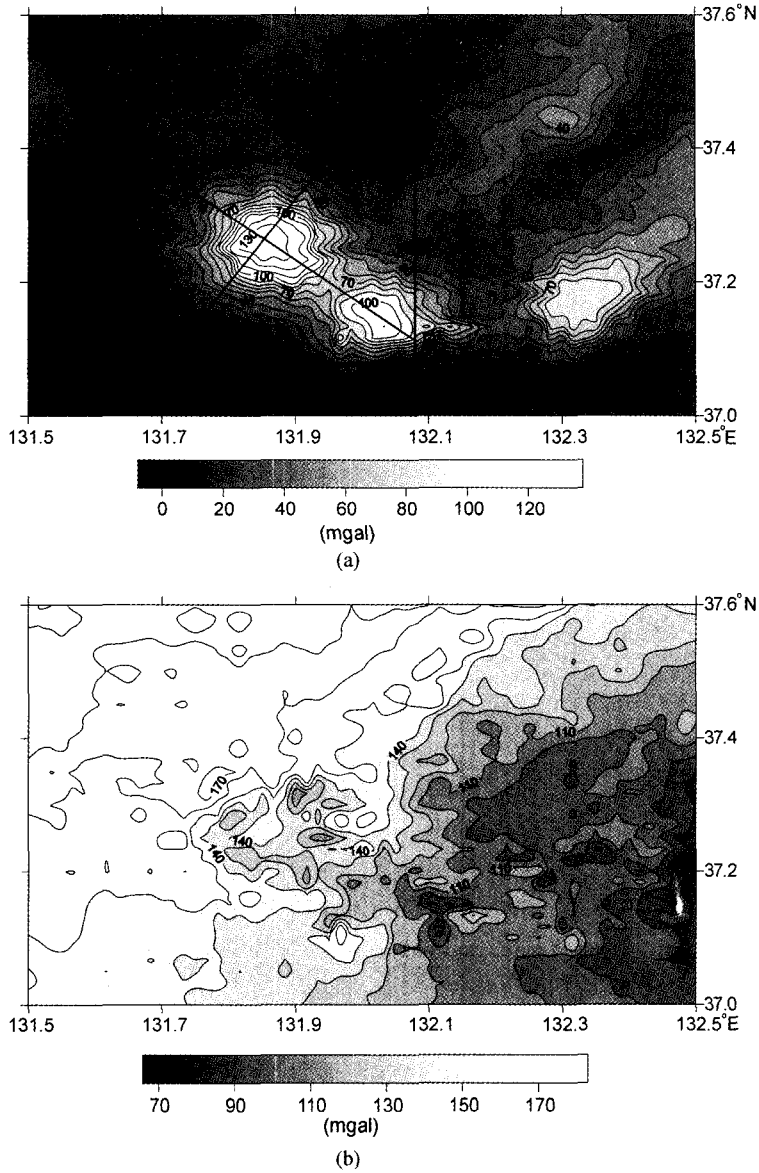


Fig. 2. (a) Free-air and (b) Bouguer gravity anomalies in the study area. Box indicates the 3-D modelling area and A-A' and B-B' line is pertinent to 2-D cross-section line represented in Fig. 3, 4, 5, 6.

얻어진 15.7 km 는 본 연구 지역의 모호면의 평균 깊이로 해석된다.

모델링 지역은 Fig. 2(a)에서와 같이 제 1 독도해산과 제 2 독도해산을 포함한다. 해산의 몸체 (volcanic body)는 수심 200 m부터 수심 2000 m까지 200 m 간격으로 10개의 다각주 (polygonal prism)로 단순화시켰으며, 퇴적층의 두께 및 밀도는 탄성과 반사법을 통해 얻어진 단면도 (유해수 등, 1998)를 이용하였다.

모델 1은 지각평형이 이루어지지 않은 경우를 가정한 것이다. 따라서 지각평형을 이루지 않았으므로 모호면 하부의 거울상 뿌리 (isostatic mirror root)는 없으며, 평균 모호면의 심도는 15 km를 적용하였다. Fig. 3(a)는 Fig. 2(a)의 축선 A-A', (b)는 B-B'에 대해 적용한 다각주의 형태와 밀도를 나타낸 것이다. 퇴적층의 밀도는 깊이에 따라 상부퇴적층은 2.2 g/cm<sup>3</sup>, 하부의 퇴적층은 2.3 g/cm<sup>3</sup>로 가정하였다 (유해수 등,

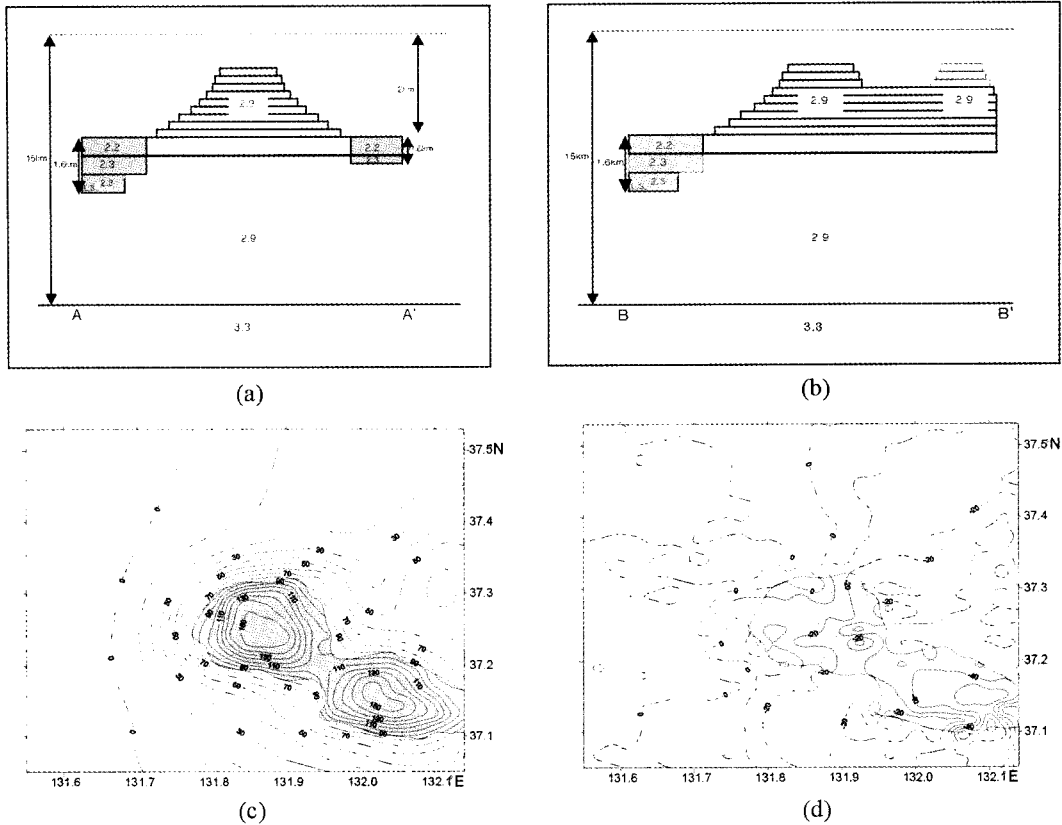


Fig. 3. Schematic illustration of (a) A-A' and (b) B-B' line of model-I. (c) Calculated and (d) residual (observed-calculated) gravity anomalies of model-I. Shaded area in (c) and (d) represents the shallower area than 1 km bathymetry.

1998). 그리고 해산의 밀도는  $2.9 \text{ g/cm}^3$ , 상부맨틀은  $3.3 \text{ g/cm}^3$ 의 밀도를 적용시켰다.

독도 및 그 주변 해산에 대한 정확한 밀도 측정은 아직까지 이루어지지 않았으며, 강무희 (2000)는 해산  $2.5 \text{ g/cm}^3$ , 화도  $2.9 \text{ g/cm}^3$ 로 가정하여 해산에 대한 모델링을 실시한 바 있다. 해산은 일반적으로 암석권의 부분 용융 또는 인장력에 의한 암석권의 파쇄로 인한 맨틀의 상승에 의해 생성되거나 또는 두 작용이 복합되어 생성되며, 본 연구지역의 해산을 구성할 것으로 예측되는 현무암의 평균 밀도는  $2.99 \text{ g/cm}^3$  (민경덕 등, 1988)이다. 따라서 본 연구에서는 해산의 밀도를 Bott (1982)에 의한 현무암질 지각의 평균 밀도인  $2.9 \text{ g/cm}^3$ 로 가정하였다.

Fig. 3(c)는 모델에 의해 계산된 값으로 제 1 독도 해산과 제 2 독도해산 정상부에서 150 mgal 이상의 중력값을 보이며, 퇴적층 분포 지역에서는 30 mgal 이하이다. Fig. 3(c), (d)의 음영부분은 수심 1 km 이하인 지역으로, 약 200 m의 수심을 갖는 해산의 정상부

를 포함하는 지역을 표현한 것이다. Fig. 3(d)는 계산된 중력값에서 측정된 이상치를 뺀 잔류이상 (residual gravity anomaly)을 표현한 것으로, 제1독도해산에서 -20 mgal, 제2 독도해산 정상부에서 최대 -50 mgal을 나타낸다. 이러한 20 mgal 이상의 음의 잔류이상은 모델 1이 뿌리에 의한 중력효과를 감안하지 않고 계산을 실시하였지만, 실제로는 거울상 뿌리가 존재하는 것을 암시한다. 모델 1의 GFR값은 1.40, 표준편차는 18.65를 나타낸다.

모델 2는 Airy 형태의 국지적 지각평형을 가정하여 해산의 하부에 두께 8.5 km의 거울상 뿌리 (root)를 설정하였다. Fig 4(a), (b)에서 보는바와 같이 해산의 밀도와 퇴적층의 밀도는 모델 1과 동일하며, 모호면 하부의 뿌리는  $2.9 \text{ g/cm}^3$ 로 하였다.

Fig. 4(c)는 모델 2에 대해 계산된 중력값으로, 제 1 독도해산과 제 2 독도해산 정상부에서도 130 mgal 정도의 중력 이상을 보인다. 제 1 독도해산 서쪽의 퇴적층 주변부에서는 0~10 mgal의 음의 중력 이상이 관찰

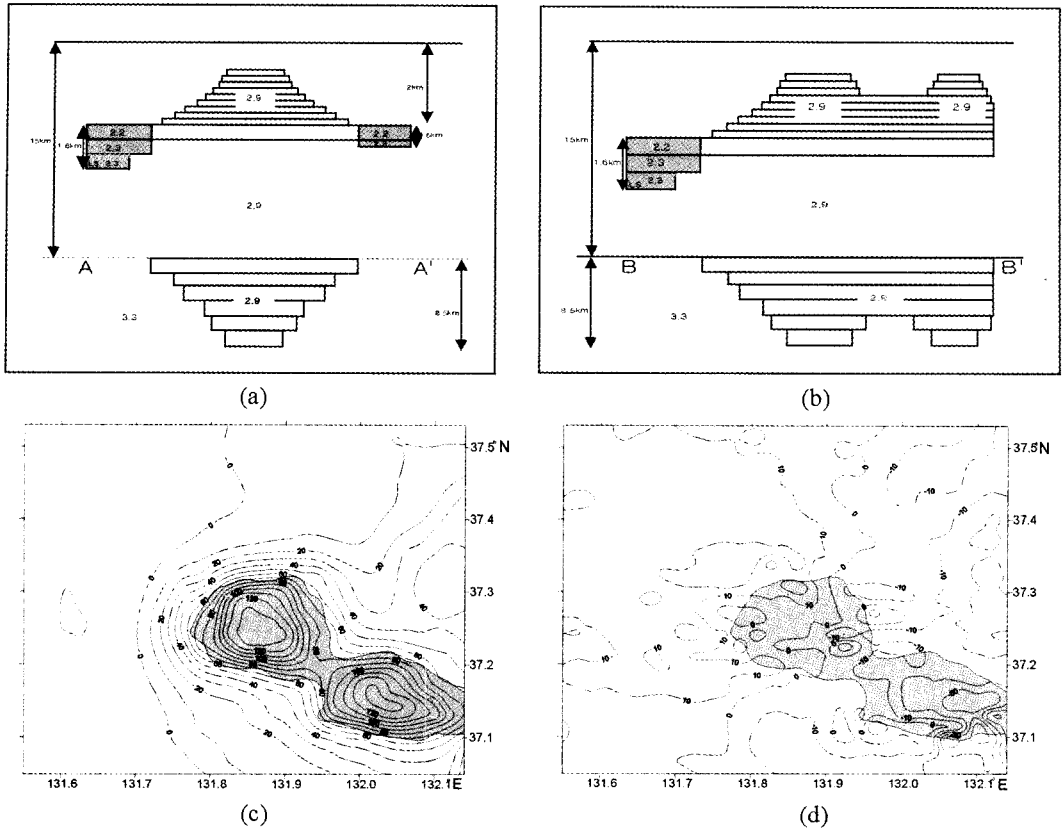


Fig. 4. Schematic illustration of (a) A-A' and (b) B-B' of model-2. (c) Calculated and (d) residual gravity anomalies of model-2.

된다. Fig. 4(d)는 잔류중력 이상으로 제 1 독도해산의 정상부는 일치하나, 제 2독도해산 정상부는 약 -30 mgal을 나타낸다. 전체적으로 10 mgal 이상의 차이를 보인다. 모델 2의 GFR은 1.82이고 표준편차는 13.26 이다.

광역적 지각평형을 가정한 모델 3은 Fig. 5(a)에서와 같이 뿌리의 밀도는 2.9 g/cm<sup>3</sup>이고, 해산의 하부에 두께 1~1.5 km인 뿌리를 설정하였다. 또한, Fig. 5(b)에서와 같이 축선 B-B'를 따라 모호면의 깊이를 오키뱅크쪽으로 16.5 km, 울릉분지쪽으로 15 km로 설정하여 모호면의 심도변화를 고려하였다.

Fig. 5(c)는 모델 3에 의한 계산된 중력값으로, 해산들의 정상부에서는 140 mgal 정도의 중력이상을 보인다. Fig. 2(a)의 측정된 이상치와 비교하면, Fig. 5(d)와 같이 해산들의 정상부는 약 -30 mgal의 차이를 보여 실제 측정치에 비해 계산된 이상치가 상당히 높게 계산되었음을 알 수 있다. GFR은 1.74이고 표준편차는 16.24 이다.

본 연구의 모델 2와 모델 3을 비교하면 Fig. 4 (d)와 Fig. 5 (d)에서와 같이 잔류이상의 크기뿐만 아니라, GFR 값에서도 모델2가 모델 3보다 더 적합한 것으로 나타난다. 그러나, 3개의 해산별로 각각 3차원 모델링을 실시한 강무희 (2000)에 의하면, 각 해산들 각각은 광역적 지각평형을 이루기 위한 거울상 뿌리가 존재하는 것으로 해석되었다. 또한, 파워스펙트럼의 분석 및 OBS 자료에 의한 모호면의 심도인 약 15~16 km 하부에 다시 8.5 km 정도의 뿌리가 존재하여, 각 해산들 하부의 모호면이 24 km에 달한다고 예상하기는 힘들다. 또한, Fig. 2(b)의 부계이상은 울릉해저수로를 경계로 울릉분지쪽에서 오키뱅크 (축선 B-B' 방향)쪽으로 급격히 감소하며, 이러한 부계이상의 급격한 변화는 지하의 밀도 변화에 기인할 가능성이 있다 (McGrath, 1991)는 것을 고려할 때 본 연구지역의 하부 구성 물질의 밀도 변화 가능성이 있을 것으로 해석된다.

모델 4는 광역적 지각평형과 동남쪽으로의 밀도변화를 가정한 것으로, Fig. 6(a) 및 6(b)와 같이 A-A' 방

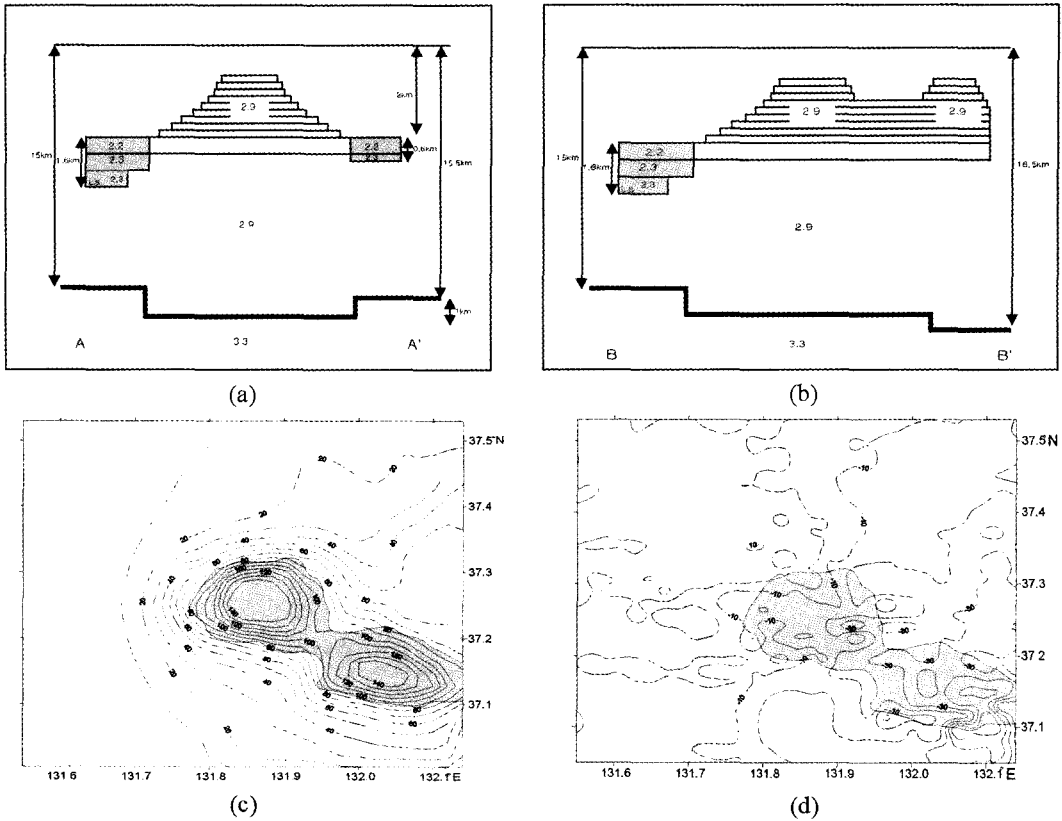


Fig. 5. Schematic illustration of (a) A-A' and (b) B-B' of model-3. (c) Calculated and (d) residual gravity anomalies of model-3.

향으로는 광역적 지각평형을, B-B'방향으로는 지각의 밀도가 동쪽으로 2.9 g/cm<sup>3</sup>, 2.8 g/cm<sup>3</sup>, 2.7 g/cm<sup>3</sup>로 점차 작아지며, 모호면의 심도가 증가하는 경우이다. Fig. 6(c)의 계산된 중력은 제 1 독도해산 정상부에서 130 mgal의 이상값을 가지며, 제 2 독도해산의 정상부에서는 110 mgal로서, Fig. 6(d)의 잔류이상은 10 mgal이하의 차이를 보인다. GFR과 표준편차는 각각 2.53과 10.17이다. 모델 4와 모델 2의 잔류이상을 비교하면, 제 1 독도 해산 지역은 비슷하나, 제 2 독도 해산 지역은 모델 4의 경우 -30 mgal에서 -10 mgal로 감소하였다. 또한 GFR도 2.53으로 높아진 것을 고려하면, 모델 4의 경우가 모델 2보다 더 본 연구지역의 하부 구조에 적합한 것으로 해석된다.

한편, GFR은 2 이상이면 측정치의 50%를, 4 이상이면 75%이상을 반영한다. 모델 4의 경우, GFR이 2.53이고 Fig. 6(d)와 같이 10 mgal정도의 차이를 보인다. 그러나, Fig. 4(d)의 잔류이상은 해산 부분에서는 잘 일치하지만, 해산 주변의 천부 퇴적층 지역에서 차

이가 주로 난다. 이러한 차이는 해산 주위에 분포하는 밀도가 낮은 퇴적층에 의한 것으로 해석된다. 본 연구의 목적이 중력이상에 의한 지각 평형 정도를 판단하는 것이므로, 이러한 차이가 주로 천부의 고주파 성분 에 의해 발생한 것으로 고려하면, 모델 4는 측정치와 잘 일치하는 것으로 해석된다. 따라서, 본 연구지역의 중력이상은 모델 2나 3과 같은 지각의 두께 변화만으로는 설명하기 힘들며, 모델 4와 같이 심도 및 밀도의 점진적인 변화에 의한 것으로 해석하는 것이 타당하다.

울릉분지는 전형적인 해양지각인 일본분지 (Isezaki 등 Uyeda, 1973; Hirata *et al.*, 1992) 보다 하부지각의 두께가 약 2배 정도 두꺼우나, 해양지각에 가까운 특성을 나타낸다 (Hirata *et al.*, 1989; Kim *et al.*, 1994). 박찬홍 등 (1996, 2000)은 울릉분지의 중력이상 해석을 통해 대륙쪽에서 울릉분지의 중심부로 오면서 지각의 밀도가 점진적으로 커지며, 이는 대륙지각에서 해양지각으로의 변화나 대륙지각의 변성가능성을 지시한 바 있다. 반면에 OBS 자료에 의하면 오키뱅크는

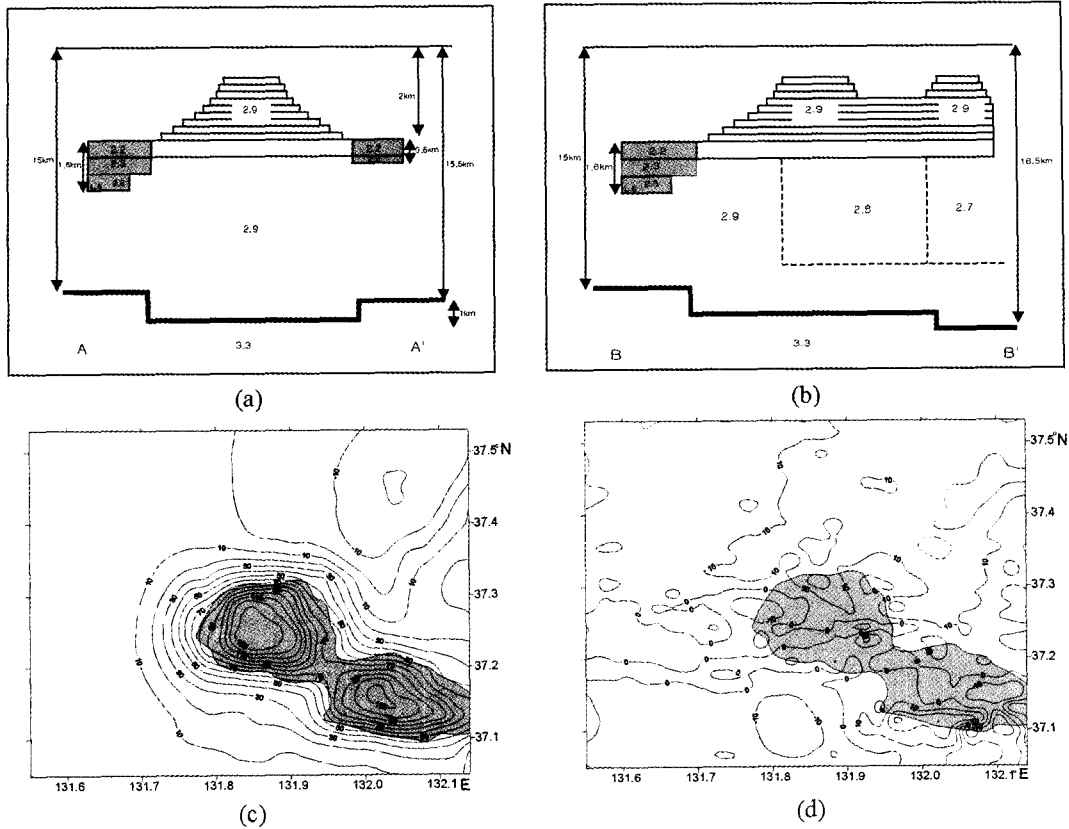


Fig. 6. Schematic illustration of (a) A-A' and (b) B-B' of model-4. (c) Calculated and (d) residual gravity anomalies of model-4.

지각의 두께가 일반 해양지각에 비해 상당히 두껍고, 상부지각과 하부지각이 함께 나타나는 것으로 보고되었으며, Kurashimo (1996)는 오키뱅크 북쪽의 기타오끼뱅크 (Kita-Oki Bank)에 상부지각이 존재하는 것으로 해석하였다. 따라서, 모델 4의 밀도 변화는 울릉분지에서 오키뱅크쪽으로 해양지각으로 추정되는 고밀도의 얇은 지각에서 두꺼운 저밀도의 대륙지각으로의 변이 가능성을 지시하는 것으로 해석된다. 그러나, 본 중력이상 자료만으로 단정하기는 어려우며, ODP (Ocean Drilling Project)와 같은 정확한 조사가 이루어지면 이 지역에 대한 좀 더 정확한 구조가 밝혀질 수 것이다.

한편, 박찬홍 등 (1996)에 의하면 울릉분지의 지각 두께는 중심부에서 약 15~16 km이며, 남서부 경계부에서는 27 km정도이다. 울릉분지와 오키뱅크와의 경계부에 위치하는 본 연구지역의 모호면의 평균 심도는 15.7 km이며, 울릉해저수로 (Fig. 1. UIG)에서는 약 16 km (Kurashimo *et al.*, 1996)의 심도를 보여, 울

릉분지의 다른 경계부에 비해 북동부에 맨틀이 상승해 있는 것으로 해석되며, 이는 울릉분지 및 동해의 확장 과 관련이 있을 것으로 예상되나 더 많은 지질학적, 지구물리학적 연구를 필요로 한다.

### 결론

독도 및 그 주변의 해산들은 규모에 비해 낮은 후리 에어 이상을 보여, 어느 정도의 광역적 지각평형이 이루어진 것으로 해석된다. 한편, 제 1 독도해산에서 제 3 독도해산 쪽으로의 후리 에어 이상의 감소와 울릉해저수로를 경계로한 부계 이상의 급격한 감소는 울릉분지에서 오키뱅크쪽으로 보상정도의 차이, 모호면의 심도 변화, 또는/그리고 밀도의 변화가 있음을 지시한다.

3차원 모델링에 의하면, 해산들 하부에는 Airy 형태의 광역적 지각평형을 이루기 위한 거울상 뿌리가 존재한다. 본 연구지역의 지각은 북서에서 남동 방향으



로 두께는 증가하며, 밀도는 감소한다. 이러한 지각의 두께 및 밀도의 변화는 해양지각으로 추정되는 울릉분지의 고밀도의 얇은 지각에서 오키뱅크쪽으로 가면서 두꺼운 저밀도의 대륙지각으로의 변이 가능성을 시사하는 것으로 해석된다. 또한, 울릉분지와 오키뱅크의 경계부에 위치하는 독도 및 주변 해산 지역의 모호면은 약 15~16 km로 울릉분지의 다른 경계부보다 맨틀이 천부까지 상승한 것으로 해석된다.

사 사

본 연구는 한국해양연구소에서 수행한 “독도 생태계 등 기초조사 용역” (PM 99045)의 일환으로 수행되었음을 밝히며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

강무희 (1999) 동해 독도주변 해산의 지질학적 및 지구물리학적 특성과 그 지사학적 의미, 충남대학교 지질학과 석사학위 논문, p. 3-105.  
 박찬홍, 김한준, 양철수, 석봉출, Nobuhiro Isezaki (1996) 중력 및 해저면 지진계탐사자료에 의한 울릉분지의 지구구조 연구, 지질학회지, 32권, p. 276-290.  
 박찬홍, 허 식, 김한준, 유해수, 2000, 탄성과 및 중력자료에 의한 울릉분지의 지각특성 및 구조 연구, 한국해양학회지, 5권, p. 95-104.  
 서만철, 이광훈, 손호웅 (1998) 동해 울릉분지의 지구구조 및 성인에 관한 지구물리학적 연구, 한국해양학회지 (바다), 3권, p. 34-44.  
 심운택 (1971) 중력이상에 의한 한국의 지각구조 연구, 성대논문집, 16권, p. 21-40.  
 민경덕, 이영재 (2000) 중력탐사에 의한 포항~공주~만리포간의 지각구조연구, 자원환경지질, 33권, p. 101-109.  
 민경덕, 서정희, 권병두 (1987) 응용지구물리학, 우성문화사, p. 21-134.  
 유해수 외 30명 (1998) '98 베타적 경제수역 해양자원조사, 해양수산부, pp. 695.  
 이치원 외 20명 (1997) 한반도 주변해역 조사 및 해저지질도 작성 연구 (독도 해역), 한국자원연구소, KR-97(C)-21, pp. 222.  
 최광선 (1986) 한반도 남부의 중력에 관한 연구, 서울대학교 대학원 이학박사 학위 논문.  
 최광선, 공영세, 이화경 (1993) 중력자료 해석에 의한 한반도 일원의 지각구조, 한국지구과학회지, 14권, p. 225-230.  
 Bott, M.H.P. (1982) The interior of the earth; its structure, constitution and evolution, 2nd ed., Edward

Arnold, p. 30-86.  
 Han, Hyun-Chul (1993) Geophysical constraints on the origin of the Shatsky Plateau: Ph. D. Dissertation, Texas A & M University, pp. 48-235.  
 Hirata, N., B.Y. Karp, T. Yamaguchi, T. Kanazawa, K. Suyehiro, J. Kasahara, H. Shiobara, M. Shinohara, and H. Kinoshita (1992) Oceanic Crust in the Japan Basin of the Japan Sea by 1990 Japan-USSR expedition, Geophysical Research Letters, 19, p. 2027-2030.  
 Hirata, N., H. Tokuyama, and T. Chung (1989) An anomalously Thick Layering of the Crust of the Yamato Basin, Southeastern Sea of Japan : the Final Stage of Back-arc Spreading. In : G.G.R. Buchbinder, J. Ansonce & S. Crampin (Convenors), Fine Structure and Anisotropy of the Lithosphere. Tectonophysics, 165 (Spec. Sect.), p. 304-314.  
 Isezaki, N., and S. Uyeda (1973) Geomagnetic Anomaly Pattern of the Japan Sea, Mar. Geophys. Res., 2, p. 51-59.  
 Kellogg, J.N. and Wedgeworth, B.S. and Freymuller, J. (1987) Isostatic compensation and conduit structures of western Pacific seamount : Results of three-dimensional gravity modelling, in Seamount, Islands, and Atolls, Geophys. monogr. Ser., v. 43, p. 85-96.  
 Kim, H.J., C.H. Park, J.K. Hong, H.T. Jou, T.W. Chung, V. Zhigulef, and G.I. Anosov (1994) A seismic experiment in the Ulleung Basin (Tsushima Basin), southwestern Japan Sea (East Sea of Korea), Geophys. Res. Lett., 21, p. 1975-1978.  
 Kim, S.K. (1979) Geodetic and Geophysical Analyses of gravity Data in Korea, Jour. Korea Inst. Mining Geol., v. 12, p. 17-28.  
 Kurashimo, E., Shinohara, M., Suyehiro, K., Kasahara J., and Hirata, N. (1996) Seismic Evidence for Stretched Continental Crust in the Japan Sea, Geophys. Res. Lett., v. 23, p. 3067-3070.  
 Kwon, B.D. and Yang, S.Y. (1985) A Study of the crustal Structure of the southern Korea peninsula through gravity analysis, Jour. Korea Inst. Mining Geol., v. 18, p. 309-320.  
 McGrath, P.H. (1991) Dip and depth extent of density boundaries using horizontal derivatives of upward-continued gravity data, Geophysics, v. 56, p. 1533-1542.  
 Plouff, D. (1976) Gravity and Magnetic Fields of Polygonal and Application to Magnetic Terrain Corrections, Geophysics, v. 41, p. 727-741.  
 Sohn, Y.K (1995) Geology of Tok Island, Korea: eruptive and depositional processes of a shoaling to emergent island volcano, Bull. volcano., v. 56, p. 660-674.  
 Sohn, Y.K. and Park, K.H. (1994) Geology and Evolution of Tok island, Korea, Jour. Geol. Soc. Korea., v. 30, p. 242-261.