

## 중력자료를 이용한 북극 스발바드 군도의 지각구조연구

### A Study of Crust Structure at Svalbard Archipelago in Arctic Area by Using Gravity Data

유상훈<sup>1</sup> (Sang Hoon Yu)\* · 이성숙<sup>1</sup> (Song Suk Yi) · 민경덕<sup>2</sup> (Kyung Duck Min)

**요약** : ArcGP 중력자료를 이용하여 다산과학기지가 위치한 북극 스발바드 군도의 중력특성을 파악하였다. 지형자료와 유사한 형태로 분포하는 free-air 중력이상에서 보이던 대륙 연변부의 가장자리 효과는 부계보정 후 보이지 않고, 육상지역의 GTOPO30 지형자료를 이용한 지형보정을 거친 완전 부계 중력이상에서 육상지역에서 해양지역으로 갈수록 중력이상이 증가하는 즉, 모호면의 상승과 관련이 깊은 특성이 관찰된다. 파워스펙트럼 분석을 통해 결정된 절단파수를 이용한 필터링 후 계산된 고주파 영역의 잔여이상에서 육상지역의 단층대를 따라 발달하는 특징적인 고이상대와 두꺼운 퇴적층에서 기인한 저이상대가 나타나며 해양지역 대륙사면의 최하부에서 기반 함몰 내지는 기반암 상부의 두꺼운 퇴적층과 관련이 있는 저이상대가 발달하고 있다. 역산 모델링을 통해 저주파 영역 성분에서 계산된 모호면의 기복은 스발바드 군도에서 유라시안 판 경계인 Knipovich ridge 쪽으로 갈수록 상승하는 즉, 대륙주변부에서의 전형적인 특성을 보여준다.

**주요어** : ArcGP, 다산과학기지, 역산모델링, 모호면

**Abstract** : Gravity characteristics are investigated in the vicinity of the DASAN scientific station, located at the Svalbard Archipelago, the Arctic using ArcGP data. Boundary effects of free-air gravity anomalies, which appeared generally at the continental margin, are erased after Bouguer correction was applied. Complete Bouguer anomalies produced after terrain correction by GTOPO30 show that gravity anomalies increase from continent to marine. This phenomena seem to be related to the rise of Moho discontinuity. The cut-off frequency of 0.16 was decided after power spectrum analysis and the gravity anomalies were divided into two parts. Residual anomalies in high frequency part show that characteristics of high values along the faults and of low values related to thick sediments in the continent. Characteristic is low values from basement subsidence of continental slope or thick sediments in the marine. The undulation of Moho discontinuity from 3-D inversion modeling show typical characteristics of continental margin that become higher from Svalbard archipelago to Knipovich ridge bordering Eurasian plate.

**Keywords** : ArcGP, DASAN station, inversion modeling, Moho discontinuity

## 서 론

북극은 지구의 기상, 기후, 해류의 순환 등 지구의 환경에 커다란 역할을 하고 있다. 북극은 비교적 인간의 손길이 미치지 않은 곳이기 때문에 남극처럼 소규모 환경변화에도 쉽게 영향을 받을 뿐만 아니라, 반대로 북극에서 일어나는 변화가 지구 전체에 중대한 영향을 미치기도 한다. 또한 북극권에는 방대한 양의 천연자원이 부존되어 있으며 실례로, 현재 러시아의 가장 중요한 수입원인 석유와 천연가스의 70% 이상이 북극권 시베리아에서 생산되고 있고, 북극해를 포함한 북대서양, 북태평양에서 전 세계 수산자원의 37%가 생산되고 있다.

최근 들어 전 세계적으로 북극의 과학적 가치와 경제적 잠재

성이 대두됨에 따라 한국은 남극의 세종과학기지와 아울러 북극의 자연환경 및 자원 연구를 위하여 2002년 4월, 78° 55' N, 11° 56' E에 다산과학기지를 개설하였다. 니알순(Ny-Alesund)이 위치한 노르웨이령 스발바드 군도(Svalbard archipelago)는 1920년 스발바드 조약에 의거 노르웨이 이외의 세계 40개국 이 이곳 부존자원에 공유권을 행사하는 국제적 성격을 지닌 곳이기도 하다. 노르웨이는 스발바드 군도의 스피츠베르겐 섬(Spitsbergen island)에 국제과학기지촌을 건설하여 현재 한국 외에도 노르웨이, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 중국 등의 과학기지가 운영되고 있다.

다산과학기지의 개설과 함께 한국의 북극진출의 교두보를 확보하기위한 정책적인 노력은 계속되고 있으나, 한국 내에서의 북극권을 대상으로 한 과학적인 연구는 많은 분야에 있

<sup>1</sup>한국석유공사 석유기술연구원 (Petroleum Technology Institute, Korea National Oil Corporation (KNOC), Anyang 431-711, Korea)

<sup>2</sup>연세대학교 지구시스템과학과 (Department of Earth System Sciences, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea)

\*Corresponding author: E-mail: shyu@knoc.co.kr

어서 미진한 상태이다. 특히 자료획득의 어려움과 지리적 접근이 용이하지 못한 이유 등으로 인하여 천연자원의 규모 및 부존을 파악하기 위한 가장 확실한 수단임에도 불구하고 북극권에서의 지구물리학적 연구는 전무한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 다산기지가 위치한 노르웨이령 스발바드 군도의 스피츠베르겐 섬을 중심으로 광역적인 연구지역을 설정하고 최근 공개된 ArcGP(Arctic Gravity Project) 자료와 GTOPO30 지형자료를 이용하여 연구지역의 지질환경 및 심부지하구조를 파악하고, 해석하여 향후 활발하게 전개될 북극권에서의 자원탐사분야에 활용될 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

### 지 질

스발바드 군도는 매우 다양하고 오랜 지질학적 역사를 지니고 있다. 노르웨이 극지 연구소(Norwegian Polar Institute)에서 발간한 스발바드 군도의 지질도에 따르면 노르다우스트란데트 섬(Nordauslandet Island)에는 대부분의 지역이 빙하로 덮여 있으며 선캠브리아기부터 고생대 실루리아기까지의 기반암이 분포하고, 스피츠베르겐 섬에는 선캠브리아기부터 신생대 제3기까지의 지층이 다양하게 분포한다. 특히 다산과

학기지가 위치한 니알순지역은 석탄기부터 페름기까지의 지질로 구성되어 있다(Fig. 1).

### 연구자료

#### 지형자료

연구지역의 지형자료로 5'x5' 간격의 ArcGP 수심자료와 육상지역의 USGS의 GTOPO30을 병합하여 사용하였다. GTOPO30은 지형 정보를 가진 여러 가지의 레스터와 벡터 자료를 병합하여 만들어진 전 지구 디지털 고도 모델로 30"(약 1 km)의 수평해상도를 가지는 육상 지형자료이다. 본 연구지역의 지리적 위치를 감안한다면 GTOPO30의 측정간 거리는 동서방향 약 190 m, 남북방향 약 930 m로, 적도지방에서의 측정간 거리(각각 928 m, 921 m)와 비교한다면 동서방향으로는 크게 증가하고, 남북방향으로는 다소 감소한 해상도를 가진다. 본 연구에서는 USGS에서 웹에 공개한 GTOPO30 자료를 다운로드하여 WGS84, NUTM33 좌표체계를 기준으로 좌표변환하여 사용하였다.

스발바드 군도를 포함한 연구지역은 WGS84, NUTM33 기준으로 200,000~900,000 m, 8,300,000~9,100,000 m에 위치하며, 육상지역의 평균고도는 351.1 m, 가장 높은 곳은 1,241 m

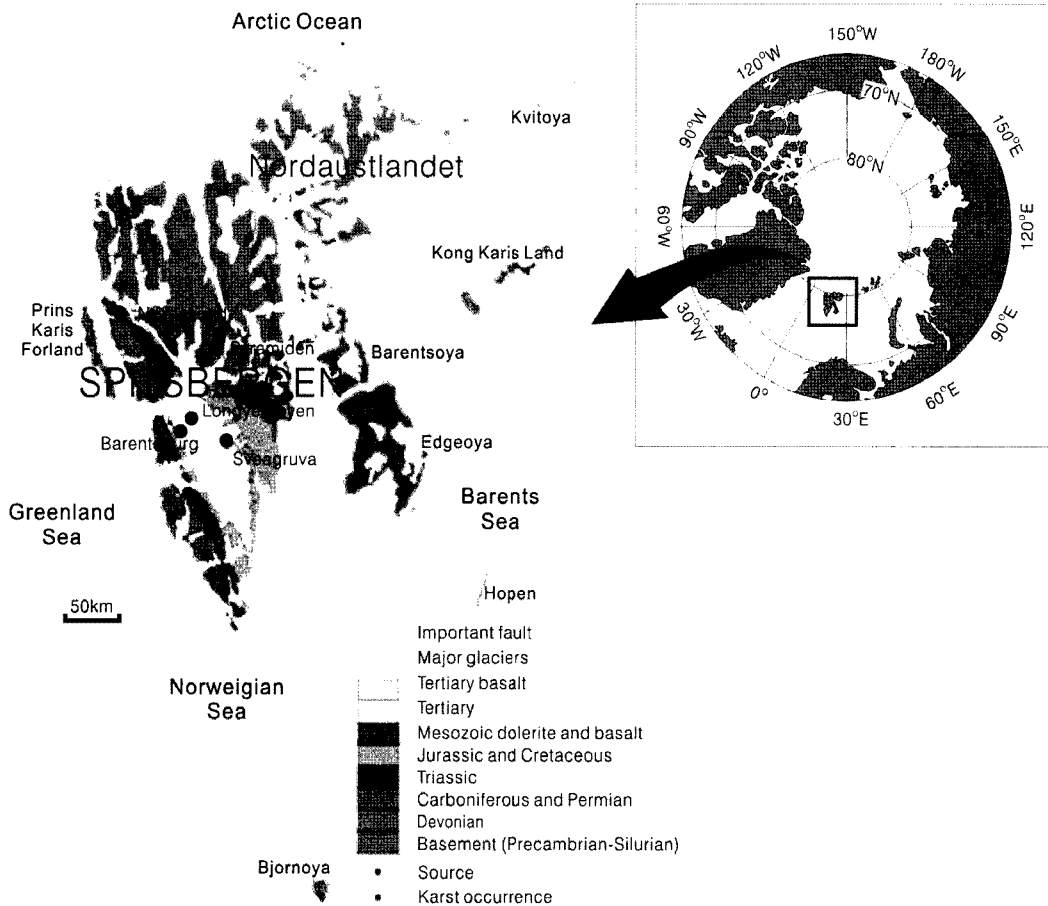
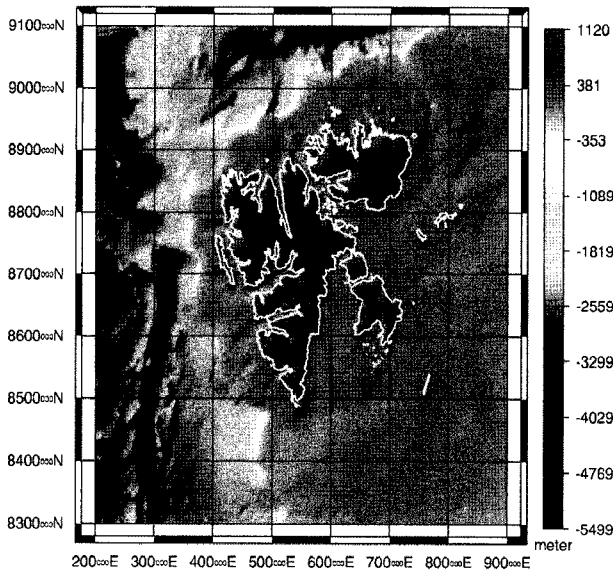


Fig. 1. Geological map of Svalbard in Arctic, released at SOE (State of the Environment) Norway internet homepage, by Norwegian Polar Institute.

**Table 1.** Distributions of topography(meter) and gravity anomalies (mgal) in the study area

		Min	Max	Mean	Std
Topography	Total	-5501.64	1210.01	-787.65	1070.30
	Continent	0.01	1210.01	322.60	242.45
	Marine	-5501.64	0.00	-942.80	1049.32
Free-air	Total	-112.23	128.84	21.28	27.01
	Continent	-57.44	128.84	26.48	27.40
	Marine	-112.23	127.95	20.56	26.87
Simple bouguer	Total	-79.90	295.32	73.27	80.47
	Continent	-79.90	69.23	-12.96	21.74
	Marine	-57.84	295.32	85.33	78.29
Terrain effects	Total	-0.21	26.58	0.29	1.12
	Continent	-0.01	26.58	2.24	2.39
	Marine	-0.21	5.78	0.01	0.11
Complete bouguer	Total	-77.25	295.32	73.55	80.17
	Continent	-77.25	70.01	-10.73	21.59
	Marine	-56.54	295.32	85.33	78.28

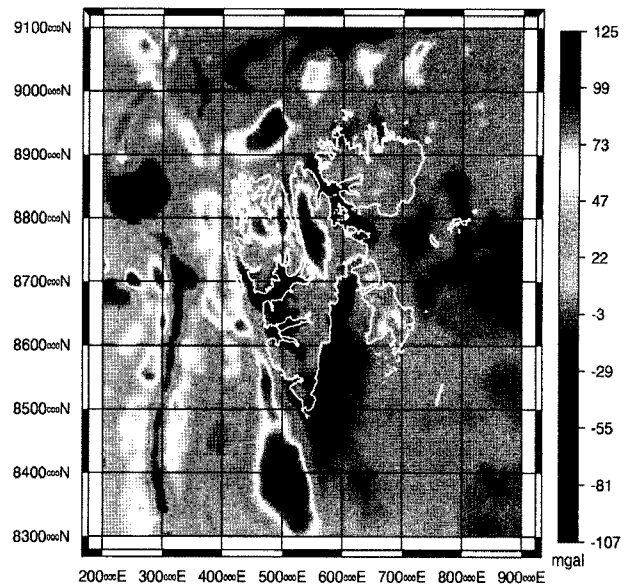


**Fig. 2.** Integrated topographic map of the study area by using GTOPO30(continent) and ArcGP(marine). It refers to WGS84 and NUTM33.

이며, 특징적으로 스피츠베르겐 섬 북부지역이 다른 지역에 비해 고도가 높다. 해양지역의 경우 평균수심은 -1,049.2 m, 가장 수심이 깊은 곳은 -5,441 m으로 유라시안 판의 경계로 갈수록 깊어진다(Table 1; Fig. 2).

**중력자료**

ArcGP는 국제측지협회(IAG, International Association of Geodesy) 산하의 국제협력조합으로 미국, 캐나다, 러시아, 독일, 프랑스, 노르웨이 등 많은 국가들이 64°N 이상의 북극



**Fig. 3.** Released free-air gravity anomaly by ArcGP. It ranges from -112.23 to 128.84 mgal and generally reflects on topographic effects.

권에서 항공, 선상, 육상, 잠수함 등을 이용하여 획득한 각종 탐사자료를 제공하였고, 이 자료를 NIMA(National Imagery and Mapping Agency)에서 병합하여 지난 2002년 6월 공개하였다. 북극권에서의 중력 자료는 전 지구 중력장과 지오이드 모델을 결정하고, 인공위성 궤도 결정의 정보를 제공하는 데 활용되고 있으며, 본 연구에서는 ArcGP의 5'x5' 간격의 free-air 중력이상자료를 지형자료와 동일한 좌표체계로 변환하여 사용하였다.

연구지역의 ArcGP free-air 중력이상은 지형자료와 유사한 형태로 -113.5~129.3 mgal의 범위에 분포한다(Table 1; Fig. 3).

**연구방법**

**중력보정**

Free-air 중력이상은 관측점의 위도와 고도에 대한 보정이 이루어진 중력 관측값이다. 즉, free-air 중력이상에는 관측지점과 해수 기준면 사이의 질량의 영향이 내재되어 있으며, 따라서 본 연구에서는 지하 지질에 기인하는 중력효과만을 얻기 위해서 부계보정을 통하여 해수면 위쪽에 있는 질량에 의한 중력효과를 보정하였다. 먼저 해안선을 기준으로 육상 지역과 해양지역으로 나누고, 육상지역은 부계판의 밀도를 각각의 평균밀도인 2.67 g/cm<sup>3</sup>로 하고 ArcGP의 고도값을 사용하여 부계보정을 실시하였다. 해양지역의 경우 수심을 두께로 하는 각각의 평균밀도(2.67 g/cm<sup>3</sup>)와 물의 밀도(1.03 g/cm<sup>3</sup>)의 차에 해당하는 무한 판으로 가정한 부계보정을 적용하였다.

측점과 해수면 사이에 있는 물질을 무한 수평판으로 가정하여 부계 보정을 실시하였다. 그러나 실제 지형은 평탄하지 않으므로 측정 주위의 산이나 계곡 등과 같은 불규칙한 지형에 의한 중력효과를 제거해야 한다.

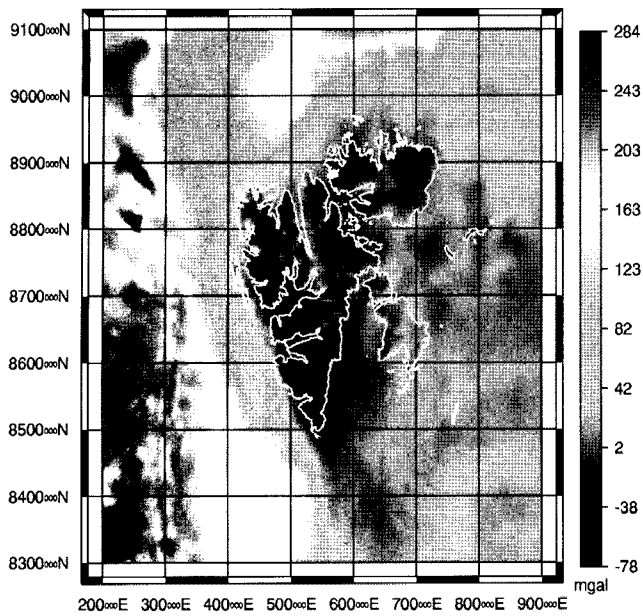


Fig. 4. Simple Bouguer gravity anomaly map. It was corrected by using mean density value of 2.67 and 1.03 g/cm<sup>3</sup> at continent and marine, respectively.

전통적인 지형보정 방법은 햄머차트법 등이 있으나, 현재는 계산속도가 향상된 컴퓨터와 지형고도자료를 이용한 다양한 알고리즘을 이용해 효과적이고 정확한 지형보정방법이 개발되고 있다. 본 연구에서는 지형보정을 위해 Ma and Watts (1994)의 지형보정 알고리즘을 사용하였다. 이 방법은 격자화된 지형고도자료에 대해 측정에서 각 격자와의 거리에 따라 다른 근사 모델을 적용하여 계산의 효율성과 정확성을 기하고 있다. 중력효과는 거리의 제곱에 반비례하므로 측정에서 거리가 50 km 이상 떨어진 격자의 경우 중력효과가 미약하므로 무시하였고, 해양지역의 고도를 0.0 m로 하여 지형 보정치를 계산하였다.

**중력이상의 분리**

중력이상은 지하에 존재하는 암석의 밀도차에 의한 영향과 중력측정 및 보정과정에서 발생하는 각종 잡음을 포함하므로 매우 광범위한 주파수대에 걸쳐 존재한다. 일반적으로 주파수 영역에서 심부 이상체에 의한 효과가 저주파의 장주기 특성을 갖고, 천부 이상체에 의한 효과는 고주파의 단주기 특성을 갖는다. 따라서 자료의 주파수 특성을 분석하여 연구목적에 맞는 파장을 전체자료에서 분리할 수 있다. 본 연구의 목적에 따라 모호면을 경계로 기준면 아래 지각에서 기인한 중력이상 성분과 맨틀과 핵으로부터 기인한 성분을 분리하기 위하여 푸리에 변환을 이용한 주파수대역에서의 필터링을 적용하였다.

필터링을 위한 절단주파수 결정을 하기 위하여 파워스펙트럼 분석을 실시하였다. 파워스펙트럼분석은 모든 주파수에서 일정한 파워를 갖는 백색광의 스펙트럼 원리를 이용하여 지하 물성변화가 존재하는 경계면의 평균심도를 구하는 방법으

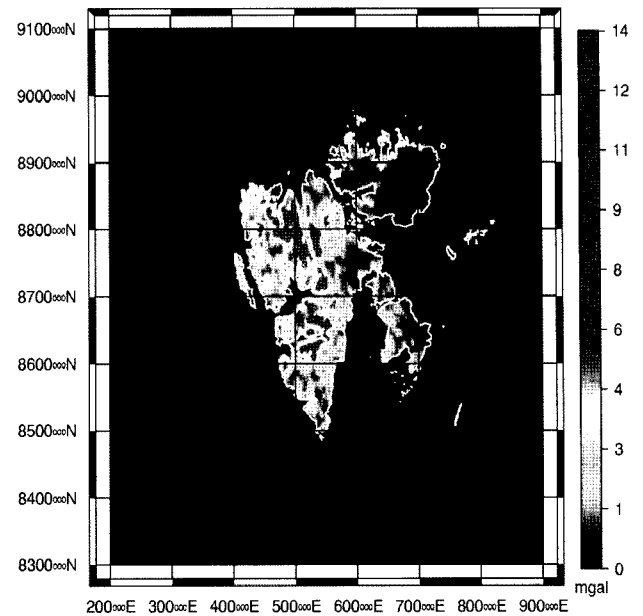


Fig. 5. Terrain gravity effects, calculated by using Ma and Watts(1994) algorithm, show high and low effects at mountains and little topographic change regions, respectively.

로, 저주파에서 나타나는 직선의 기울기는 지하 심부에 존재하는 경계면을 지시하며, 고주파에서 나타나는 직선의 기울기는 천부에서 나타나는 평균심도를 의미한다. 주파수에 대한 스펙트럼의 변화가 크게 나타나는 절단파수를 구하는 방법으로 일정한 길이의 창(window)을 만들어 파수영역에서 각 창에 해당하는 심도를 구하여 심도변화가 급변하는 지점을 절단파수로 결정할 수 있으며, 본 연구에서는 파수(wave number) 0.16에서 저주파영역에서의 기울기가 약 -54 즉, 평균심도가 약 -27 km로 계산되었다. 이 수치는 일반적으로 육상지역의 모호면의 심도가 30 km내외, 해양지역에서의 모호면의 심도가 15 km내외로 알려져 있는 사실을 감안하면 육상지역과 해상지역이 공존하는 본 연구지역에서의 모호면으로 예상되는 밀도불연속면의 평균 심도값으로 적절한 것으로 판단된다. 따라서 0.16을 필터링을 위한 절단주파수로 결정하였다(Fig. 5).

**3차원 역산 모델링**

결정된 절단주파수를 통해 분리된 낮은 주파수 영역의 중력이상은 모호면으로 예상되는 밀도불연속면에서의 중력특성을 보여주며, 이를 이용하여 경계면에서의 지형기복을 계산할 수 있다. 본 연구에서는 Gomez-Ortiz와 Agarwal(2005)의 3차원 역산 알고리즘 3DINVER를 이용하였다. 3DINVER는 중력이상의 푸리에 변환과 지형기복과의 관계를 이용한 Parker(1973)와 Oldenburg(1974)의 계산식을 따른 것으로 이를 이용하면 임의의 경계면에서의 중력이상과 경계면기복을 계산할 수 있다. 본 연구에서는 필터링을 통해 분리된 낮은 주파수영역의 중력이상과 파워스펙트럼의 결과로 계산된 모호면으로 예상되는 밀도불연속면의 평균심도 -27 km를 역산

모델링시 초기입력치로 설정하고 역산모델링을 실시하였다.

### 연구결과

Free-air 이상은 위도와 고도에 의한 효과가 보정되었기 때문에 측방변화를 보이는 질량의 함수로 나타나며, free-air 이상값은 질량초과 근처에서는 상대적으로 높은 값을 갖고, 질량부족 근처에서는 상대적으로 낮은 값을 갖게 되어 결과적으로 지형을 닮은 중력변화를 보여주게 된다. 지형효과를 반영하는 free-air 이상은 -113.5~129.3 mgal의 분포로 연구지역 내 육상지역의 저지대에서는 이상값이 낮고, 스피츠베르겐 섬 북부 고지대 등지에서는 이상값이 높게 분포한다. 특징적으로 보이는 스피츠베르겐 섬 북부와 서부 해안을 따라 나타나는 높은 이상값은 전형적인 비활성 대륙 연변부에서의 가장자리 효과로 판단된다(Fig. 3).

Free-air 이상과 같이, 단순 부계이상도 기준면 밑에 있는 질량분포의 변화를 반영하여 질량초과는 중력이상에 양의 변화를 주고, 질량부족은 음의 변화를 일으킨다. 또한 단순 부계이상은 기준면 윗부분의 질량에 의한 인력이 제거되었기 때문에 육상지역의 경우, 단순 부계이상값은 free-air 이상값보다 작다(Lillie, R.J., 1999). 부계보정을 거친 단순 부계이상은 -79.90~295.32 mgal의 분포를 보이며, 육상지역 대부분의 넓은 지역에서 낮게 분포하고, 서쪽방향의 심해저로 갈수록 높은 값을 보이는데, free-air 이상에서 보이던 비활성 대륙 연변부의 가장자리 효과는 부계보정 후 더 이상 나타나지 않는다(Fig. 4).

본 연구에서는 Ma와 Watt(1994)의 지형보정 알고리즘을 이용하여 각 측정에서의 지형보정값을 구하여 지형보정을 실시하였다. Fig. 5는 측점에 대한 지형보정치를 구하고 격자화시켜 표현한 그림으로, 최소 -0.21 mgal에서 최대 26.58 mgal로 평균값은 0.29 mgal이다. 연구지역의 지형과 비교할 때 지형보정값이 지형효과를 잘 반영하고 있다. 산악지역과 같이 지형변화가 심한 곳에서의 보정값은 크고, 측정주위의 고도가 300m이내이며 지형변화가 작은 지역에서는 보정값이 낮다(Fig. 5).

지형보정 후 계산된 완전 부계이상은 -77.25~295.32 mgal의 분포를 보이며, 평균 73.55 mgal이다. 육상지역의 경우 -77.25~70.01 mgal의 분포를 보이며, 평균 -10.73 mgal이다. 단순 부계이상에서와 같이 완전 부계이상에서도 육상에서 해양으로 갈수록 그 값이 서서히 높아지는 것을 볼 수 있으며, 이러한 현상은 맨틀과 지각의 경계인 모호면의 상승과 관련이 깊다(Fig. 6).

중력이상에는 지각 성분 외에도 이론상 지구중심까지의 모든 질량에 대한 중력효과가 포함되어 있고, 이들은 지각성분보다 파장이 길다. 따라서 본 연구에서는 깊이에 따른 중력효과, 즉 지각성분에서 기인한 중력효과만을 추출하기 위하여 파워스펙트럼 분석을 통해 결정된 0.16을 절단파수로 필터링을 실시하였다. 이러한 잔여이상은 지각내 밀도체로부터

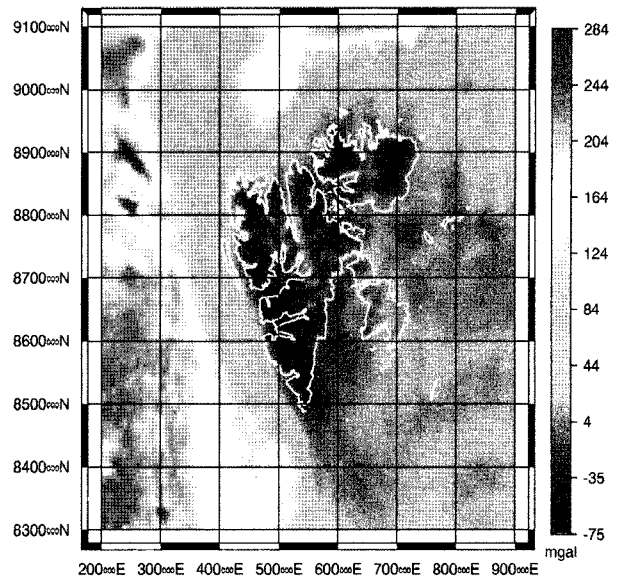


Fig. 6. Complete Bouguer gravity anomaly map. It connects with rise of Moho discontinuity that anomalies increases slowly as go to marine in continent.

기인한 성분으로 질량부족 내지는 질량초과의 성향을 그대로 반영하므로 대규모 지구조나 지하자원 탐사에의 활용에 유용할 것으로 판단된다.

본 연구에서 계산된 잔여이상은 기존의 완전 부계이상과 0.14의 상관관계를 보이며, 전체적으로 낮아진 범위로 분포한다(-108.71~92.89 mgal). 지질도 및 지진파 속도 구조 모델인 CRUST2.0 (Bassin et al., 2000)의 지각 두께 분포와 비교하여 볼 때, 스피츠베르겐 섬 서쪽 해안을 따라 나타나는 저이상대는 다른 지역에 비해 상대적으로 두꺼운 퇴적층의 저밀도에서 기인한 것으로 판단되며, 빙하로 덮인 스피츠베르겐 섬 동부의 일부지역과 노르다우스트란데트 섬에서 저이상대가 나타난다. 이는 부계보정시 평균밀도를 빙하의 밀도를 감안치 않고 지각의 평균밀도 이용함으로써 생긴 과보정현상일수도 있다.

스피츠베르겐 섬 북부에서 중부로 이어지는 남북방향의 고이상대는 이 지역 심부에 질량초과 물질의 존재를 암시한다. 이 고이상대가 지질도상에 표기된 단층대를 따라 발달하고 있음을 감안한다면 지하심부의 고밀도 물질이 단층대를 따라 관입하였을 가능성도 배제할 수는 없다. 잔여이상에서 해양지역은 부분적인 이상대가 관측되는데, 지형자료와 비교하여 볼 때 유라시안 판과 북아메리카 판 경계인 Knipovich Ridge를 중심으로 동서 양쪽으로 비교적 대칭적인 이상대와 Molloy fracture zone과 Spitsbergen fracture zone에서의 특징적인 고이상과 저이상은 해저 지형의 불안정한 기복에서 기인한 것으로 보인다. 연구지역 북부 Yermak plateau와 Sophia basin을 포함한 Nansen basin 일부에서 나타나는 anomaly들은 Geissler and Jokat(2004)의 탐성과 탐사 결과와 비교하여 볼 때 이 지역 기반암의 기복을 반영하고 있는 것으로 판단된다. 연구지역 남동쪽 Barents Sea 지역은 대체적으로 안정된 경향

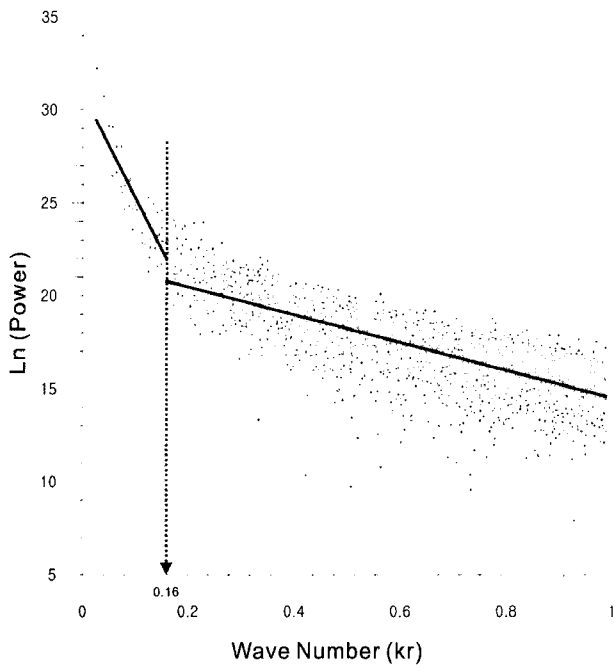


Fig. 7. Power spectrum analysis. It decides that wave number is 0.16 to cut.

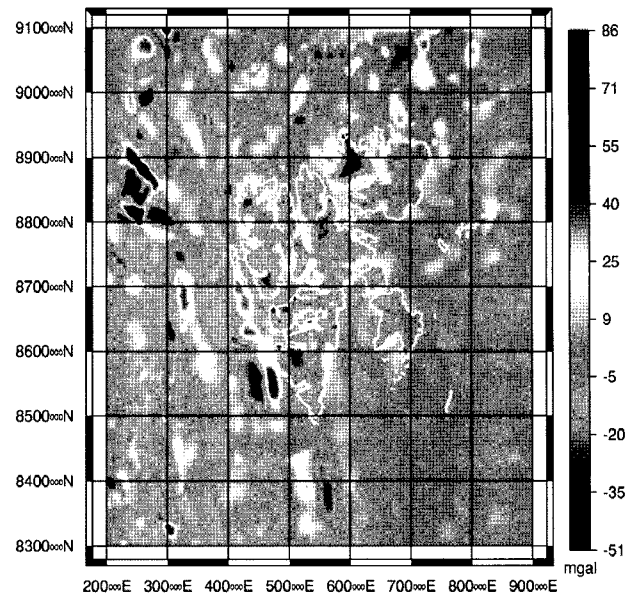


Fig. 9. Residual gravity anomaly. It was computed removing low frequency region, by using determined the cut of 0.16 from power spectrum analysis, in complete Bouguer gravity anomaly.

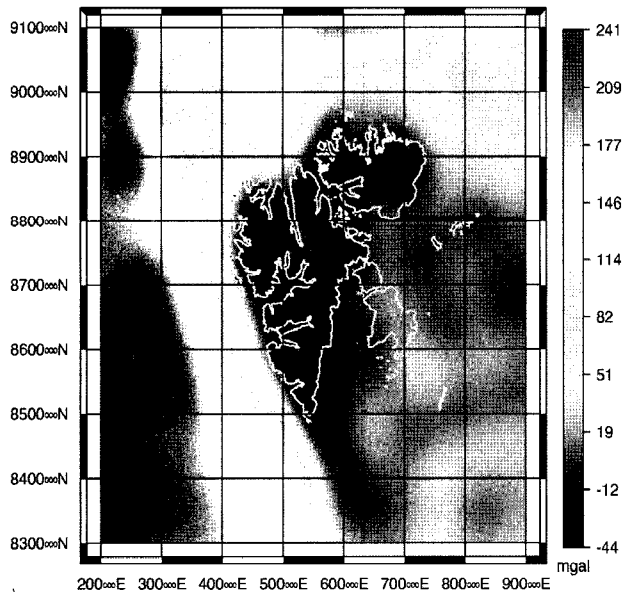
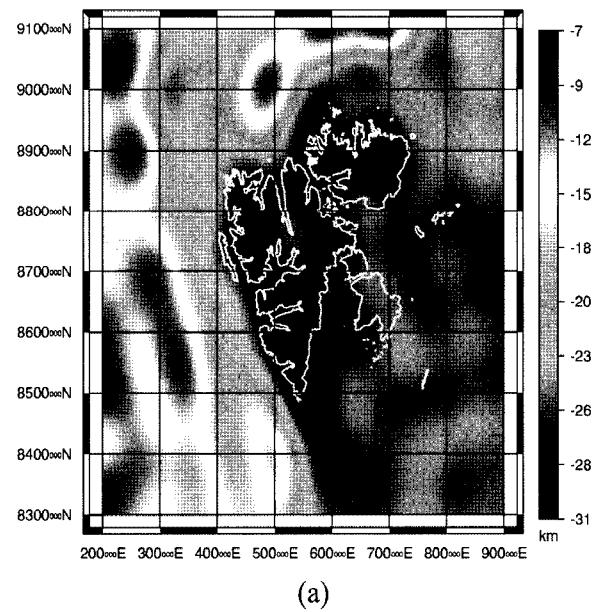


Fig. 8. Regional gravity anomaly. It was computed removing high frequency region, by using determined the cut of 0.16 from power spectrum analysis, in complete Bouguer gravity anomaly.

을 보여주고 있으며, 스피츠베르겐 섬 서쪽 해양 대륙사면의 최하부에서 보이는 저이상대는 기반 함몰대와 기반암상부의 두꺼운 퇴적층과 관련이 있다.

상기 명시된 절단파수 0.16을 기준으로 저주파 영역은 지각 하부 즉, 모호면을 경계로 하는 맨틀과 핵에서 기인한 성분이라고 판단할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 필터링을 통해 분리된 저주파 영역에서의 중력이상자료를 이용하여 모호면



(a)



(b)

Fig. 10. The undulation of Moho discontinuity from inversion and its 3D view. It shows typical characteristics of continental margin that become higher from continent to marine.

의 기록을 산출하였다. 3차원 역산 모델링을 통해 계산된 연구지역의 모호면의 기록은 -32.14~-7.57 km로 분포하며, 이로부터 계산된 중력이상은 입력중력이상과 비교할 때 0.93의 높은 상관관계를 보여주고 있어 역산 모델링 결과의 신뢰도가 높음을 알 수 있다. 역산 모델링을 통해 산출된 모호면의 기록에서 Knipovich ridge, Molloy fracture zone, Spitsbergen fracture zone을 포함하는 연구지역 서쪽 해양부분은 약 -14 km 내외로 전형적인 해양지각의 심도를 보여주고 있으며, 동쪽 스피츠베르겐 섬으로 진행할수록 심도가 깊어지는 즉, 대륙연변부에서의 특성을 잘 반영하고 있다. 또한 연구지역 북부 Yermak plateau에서는 대륙지각의 심도를, Sophia basin을 포함한 Nansen basin 일부에서는 해양지각의 심도를 보여준다. Svalbard archipelago는 전체적으로 -30 km 내외의 심도로 연구지역 동남쪽 Barents Sea쪽으로 대륙지각에서 보여지는 모호면의 심도를 유지하며 연장된다.

### 결 론

다산과학기지가 위치한 북극의 스발바드 군도의 중력특성을 살펴보았다. 다양하고 오래된 지질학적 역사를 가진 스발바드 군도에서 획득된 ArcGP 중력자료는 WGS84, NUTM33 좌표체계를 기준으로 재편되어 본 연구에 이용되었다. 부계 보정, 지형보정을 거친 중력 이상은 파워스펙트럼 분석을 통해 밀도불연속면의 경계를 구하고, 이로부터 장주기 성분과 단주기 성분으로 분리하였다. 대규모 지구조나 지하자원 탐사에 유용하게 활용될 수 있는 장주기 성분의 중력 특성을 파악하고, 단주기 성분의 역산 모델링을 통하여 모호면의 기록을 산출하였다. 이러한 일련의 과정을 통해 다음과 같은 결론에 이르렀다.

1. Free-air 중력 이상은 지형효과를 잘 반영하고 있으며, 비활성 대륙 연변부에서 나타나는 가장자리 효과도 보인다.
2. 스피츠베르겐 섬 서쪽을 제외한 나머지 해양지역은 대체적으로 안정적이거나, 서쪽 해양의 경우, 대륙사면 최하부의 기반 함몰대 또는 두꺼운 퇴적층과 관련된 저이상대와 대륙지각에서 해양지각으로 전이되어 모호면의 상승과 관련된 특징을 보여주는 고이상대가 발달한다.
3. 장주기의 중력성분이 제거된 잔여이상에서 스피츠베르겐

섬에서의 저이상은 대부분 두꺼운 퇴적층의 저밀도에 기인한 것으로 파악되며, 단층대와 관련이 있어 보이는 고이상대가 관측되었다.

4. 역산 모델링을 통해 계산된 모호면의 기록은 스발바드 군도(약 -30 km)에서 유라시아 판 경계인 Knipovich ridge(약 -14 km) 쪽으로 갈수록 상승하는 즉, 대륙 주변부에서의 전형적인 특성을 보여준다.

중력자료를 이용한 본 연구는 앞으로 다양한 지구물리자료들과 함께 통합, 해석되고 검증되어야 한다. 나아가 과학적 가치와 무한한 경제적 잠재성을 가진 북극의 다양한 연구들이 GIS DB로 구축되어 통합적으로 관리된다면, 향후 활발하게 전개될 북극의 자연환경 및 자원연구에 많은 도움이 될 것이다.

### 참고문헌

Bassin, C., Laske, G., and Masters, G., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America. *Eos Trans AGU* 81, F897.

Geisser, W.H. and Jokat, W., 2004, A geophysical study of the northern Svalbard continental margin. *Geophysical Journal International*, 158, 50-66.

Gomez-Ortiz, D. and Agarwal, B.N.P., 2005, 3DINVER.M: a MATLAB program to invert the gravity anomaly over a 3D horizontal density interface by Parker-Oldenburg's algorithm. *Computers and Geosciences*, 31, 513-520.

Lillie, R.J., 1999, Whole Earth Geophysics: An Introductory Textbook for Geologists and Geophysicists. Prentice hall Inc, p.230-231.

Ma, X.Q. and Watts, D.R., 1994, Terrain correction program for regional gravity surveys. *Computer & Geoscience*, 20, 961-972.

Oldenburg, D.W., 1974, The inversion and interpretation of gravity anomalies. *Geophysics*, 39, 526-536.

Parker, R.L., 1973, The rapid calculation of potential anomalies. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 31, 447-455.

(2007. 4. 25 원고접수)

(2007. 6. 12 수정본 채택)