

## 소규모 이상체의 중력탐사를 위한 정밀지형보정

이희순<sup>1</sup> · 임형래<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>경인교육대학교 과학교육과, 430-739, 경기도 안양시 만안구 석수동 6-8

<sup>2</sup>한국지질자원연구원, 305-350, 대전 유성구 과학로 92

### Precise Gravity Terrain Correction of Gravity Exploration for Small Anomalous Bodies

Heuisoon Lee<sup>1</sup> and Hyoungrea Rim<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Science Education, Kyeongin National University, Gyeonggi 430-739, Korea

<sup>2</sup>Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 92 Gwahang-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, Korea

**Abstract:** Many studies have successfully developed a number of terrain correction programs in gravity data. Furthermore, terrain data that is a basic data for terrain correction has widely been provided through internet. We have also developed our own precise gravity terrain correction program. The currently existing gravity terrain correction programs have been developed for regional scale gravity survey, thus a more precise gravity terrain correction program needs to be developed to correct terrain effect. This precise gravity terrain program can be applied on small size geologic targets, such as small scale underground resources or underground cavities. The multiquadric equation has been applied to create a mathematical terrain surface from basic terrain data. Users of this terrain correction program can put additional terrain data to make more precise terrain correction. In addition, height differences between terrain and base of gravity meter can be corrected in this program.

**Keywords:** gravity exploration, precise terrain correction, terrain data

**요약:** 그 동안 많은 연구에서 지형보정을 위한 프로그램들이 개발되어왔으며, 매우 효과적으로 지형보정을 수행하는 것으로 인정받아왔다. 특히, 한반도 뿐만 아니라 세계적으로도 수치 지형자료가 보편적으로 보급되어 지형보정을 위한 기반 자료는 충분히 확보되고 있다. 이번 연구는 일반적인 광역탐사가 아닌 소규모 광체나 지질구조에 대한 정밀한 중력탐사에 대한 자동지형보정을 수행할 수 있도록 하는 프로그램을 개발하였다. 소규모 지하자원이나 지하공동 등의 소규모 지질현상에 대한 중력탐사에는 기존의 광역탐사에 적합한 지형보정 프로그램보다 더욱 정밀한 지형보정 프로그램이 필요하다. 따라서 본 연구를 통해서 개발된 자동정밀지형보정프로그램으로 정밀중력탐사를 보다 효율적으로 수행할 수 있게되었다. 본 연구에서 개발된 정밀지형보정프로그램에서는 multiquadric equation을 이용한 지형구현을 통해 보다 정밀한 지형 생성이 가능하게 설계하였으며, 연구자의 설정에 따라 중력측정점 주변에 자세한 지형값을 넣어 정밀한 지형보정이 가능하도록 하였다. 또한 기존의 광역중력탐사에서 무시되던 지형과 중력계 사이의 거리 차에 따른 옵션을 설정하여 정밀한 지형보정 수치를 산출하도록 하였다.

**주요어:** 중력탐사, 정밀지형보정, 지형자료

## 서론

중력탐사는 비교적 광범위의 지역에 대하여 지하매질의 밀도차에 의한 이상대 파악 또는 지각의 두께

판별 등에 쓰이는 물리탐사의 한 종류이다. 이러한 중력탐사는 순수지구물리화학적 목적 외에도 광상의 탐지, 석유배태구조 판별을 위한 예비조사 등에 쓰일 수 있는 방법으로 비교적 이론적 배경이 간단한 장점이 있다. 그러나 중력탐사의 가장 커다란 단점은 중력탐사가 시간이 많이 걸린다는 점과 보정(correction)의 어려움에 있다고 하겠다. 이러한 탐사자료의 보정의

\*Corresponding author: rhr@kigam.re.kr

Tel: 82-42-868-3133

Fax: 82-42-868-3184

어려움은 비단 중력탐사 뿐만이 아니라 여타 다른 탐사에서도 동일하게 발생하지만, 특히 중력탐사자료의 보정에는 지형보정(terrain correction)이 매우 복잡한 보정으로 대두된다.

지형효과를 계산하기 위한 방법은 Hammer(1939)가 Hammer Chart를 이용하여 지형보정을 실시한 이래로 많은 사람들에 의하여 그 방법이 발전되어 왔으나, 그 근간은 Hammer Chart에 있다고 하겠다. Hammer Chart에 의한 지형보정은 매우 시간이 오래 걸리고 단조로운 작업이며, 또한 지형자료의 획득과정의 숙련도에 따라 자료의 질이 매우 차이가 나게 된다. Kane(1962)의 방법은 과거의 Hammer Chart에 의한 방법을 컴퓨터를 이용하는 방법으로 한 단계 발전시켰으나, Hammer Chart를 이용하는 방법에 비해 정확도는 오히려 떨어진다고 할 수 있다. 1970년대에 들어오면서 Multiquadric equation을 이용한 방법이 Hardy(1971), Krohn(1976) 등에 의해 제안되었는데, 정확도면에서는 지형의 기복이 험한 지형에서는 Hammer Chart에 못 미치나 비교적 완만한 지형에서는 오히려 Hammer Chart를 이용하는 것보다 우월하다고 하겠다. Multiquadric equation을 이용한 방법의 장점은 첫째, 실제 입력되지 않은 지점의 고도도 계산이 가능하다는 점이고, 둘째, 지형자료가 자세하게 입력될수록 정밀한 지형보정이 이루어진다는 점이다. 이에 반해 단점은 장점의 이면을 반영한다. 즉, 자세한 지형자료는 방대한 양의 기억용량과 많은 양의 계산시간을 요한다. 또한, 국내에서 최근에 연구된 중력자료의 지형보정에 관한 연구는 김성균 외(1992), 최광선 외(2007)이 있으며, 최광선 외(2007)의 연구는 지구곡률을 고려한 중력지형보정의 연구로 미국 국방부 산하 NIMA 자료를 이용하였다.

컴퓨터를 이용한 자동지형보정에 관한 기존의 연구들은 주로 광역중력탐사자료에 대해서 매우 효과적으로 자동 지형보정을 해주는 방법이라 하겠다. 이는 최광선 외(2007)에서 보여주는 바와 같이 기존의 주어진 지형자료가 기본 자료로 들어가기 때문이다. 한편 최근에 소규모의 지질현상에 대한 관심이 증가되면서 정밀중력탐사가 시도되고 있다. 이러한 정밀중력탐사에는 정밀지형보정이 이루어져야하나 기존의 주어진 지형자료만 사용하는 일반적인 방법들로는 정밀지형보정을 하기가 쉽지않으며 이에 따라 정밀지형보정프로그램의 필요성이 대두되었다. 본 연구는 한반도에서 측정된 정밀중력자료에 대한 자동지형보정

을 수행하기 위한 프로그램을 개발하는데 그 목적을 두고 있다. 정밀지형보정을 위해서는 중력측정점 주변의 지형을 자세히 표현하는 것이 필요하며 본 연구에서 도입한 방법은 중력측정시에 중력측정점 부근의 지형을 측량 등의 방법을 통해 정밀한 지형보정으로 구현하는 것이다.

본 연구를 위해 제공된 지형자료는 CGIAR-CSI (The CGIAR Consortium for Spatial Information)에서 제공하는 한반도 남한의 DEM(digital elevation map)자료를 이용하였다. 이러한 DEM 자료는 1°×1° 단위의 위 경도별로 정리되었다. 각 파일안의 단위지형자료는 3"×3"격자 지형자료를 기본단위로 한다. 이 크기는 위치별로 약간씩의 차이가 있지만, 일반적으로 한반도의 경우에는 대략 80 m×90 μ 정도의 크기를 가진다. 이번 연구에서는 위에 언급된 정밀 DEM 자료를 이용하여 정밀한 지형보정을 위한 여러 가지 중력 요인에 대하여 논의하고 효과적인 정밀지형보정 프로그램을 개발하고자 한다.

## Multiquadric Equation을 이용한 지형보정

정확한 지형보정을 수행하는데 있어서 가장 중요한 요소는 실제 지형을 얼마나 정밀하고 조밀하게 생성 하는가이다. 이를 위하여 이번 연구에서는 multiquadric equation을 이용하여 원하는 지점의 평균 고도를 생성하였다. 아래 부분에는 지형보정을 하는 가장 기본적인 개념인 multiquadric equation의 의미와 이로부터 지형을 곡면으로 표현하는 방법, 그리고 지형자료의 특성, 이에 따른 이론적인 지형효과에 대하여 논의하고자 한다.

### Multiquadric Equation

지형과 같은 자연적인 곡면을 나타내는 수학적인 기법 중에서 본 연구에서는 multiquadric analysis를 사용한다. 이러한 방법에 의해서 표현된 곡면을 multiquadric surface 라고 한다(권병두 외, 1990).

임의의  $(x_i, y_i)$ 의 점에서  $z_i$ 의 고도를 가진다고 했을 때, 이를 multiquadric surface로 나타내면

$$\sum C_j [(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2]^{-1/2} = Z_i \quad (1)$$

where,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$(x_i, y_i)$ : 지형자료의 좌표

$C_j$ : 원뿔의 편평도

가 되고, 이를 행렬로 표시하면 다음과 같다.

$$AC = Z \tag{2}$$

이때, (2) 식에서 A와 Z는 주어진 지형자료로부터 알고 있는 행렬이므로, 원뿔의 편평도 행렬 C는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C = A^{-1}Z \tag{3}$$

이제 임의의 점 (x, y) 에서의 고도는

$$z = \sum_{i=1}^n C_i [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{1/2} \tag{4}$$

로부터 구할 수 있다.

### 지형자료의 특성과 지형효과

지형보정의 정밀도는 크게 두 가지가 좌우한다고 하겠다. 첫째는 실제 지형을 얼마나 더 자세히 정밀하게 나타낼 수 있는 가이고, 둘째는 중력관측점을 중심으로 얼마나 먼 거리까지 보정을 하는 가이다. 광역중력탐사에서는 두 요소가 고르게 영향을 미친다. 그러나, 소규모 탐사에서는 절대 중력값보다는 상대 중력값의 의미가 더욱 중요해지며 먼거리의 지형효과는 측정점들에 거의 동일한 영향을 미친다. 따라서 소규모의 정밀중력탐사에서는 두 번째 효과보다 첫 번째 효과, 즉 실제지형을 얼마나 더 자세히 나타낼 수 있는가가 관건이라 하겠다.

본 연구에서는 3"×3"격자 지형자료를 기본자료로 사용한다. 또한 각각 1°×1°의 기본 파일을 기본 단위 파일로 설정한다. 3"×3"격자 지형자료는 지역마다 약간씩 차이가 있지만 대략 90 m×90 m의 크기를 가진다. 일반적으로 이정도 크기의 격자는 광역중력탐사

에는 아주 유용하고도 충분한 자료라 할 수 있을 것이다. 그러나 소규모 정밀탐사라면 문제가 달라진다. 정밀탐사의 정밀한 중력값을 보정하기에는 너무 격자 크기가 크다. 이러한 효과는 다음절에서 다루어질 것이다.

지형보정은 넓은 의미에서는 부우계보정(Bouguer correction)의 일환이다. 중력을 측정하는 지점이 고도의 변화가 없는 평지이면 그 지점의 해수면으로부터의 고도(h)에 따른 부우계 무한판에 의한 중력효과는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$C_B = 2\pi G\rho h = 0.04193 \rho h \tag{5}$$

즉, 중력을 측정하는 지점의 지형이 평지이면 지형보정을 할 필요가 없지만 그렇지 않을 경우는 중력 측정점 부근의 지형의 변화에 따른 지형효과를 보정하여야 한다. 이러한 지형보정은 전술한 바와 같이 중력측정점 부근의 지형을 얼마나 정확하게 기술하느냐와 얼마나 먼 거리 까지 보정하느냐에 따라 그 정확도가 달라진다.

Table 1은 100 meter의 두께를 가진 무한판에 의한 중력효과를 Hammer Chart의 방법으로 구한 값을 식 (5)의 부우계 무한판의 효과와 비교한 것이다. 이 때의 밀도는 편의상 1 g/cm<sup>3</sup>으로 하였다. 또한, Table 1에서는 각 영역에 대한 중력효과와 누적효과를 각각 보여줌으로서 어느 영역까지 지형보정을 해야 하는지를 쉽게 알려준다. 이론적으로는 4.193 mgal이 되지만, 무한대의 거리까지 보정을 할 수는 없으므로, 일반적으로 상대중력측정에 의한 중력탐사 장비의 정밀도가 0.01 mgal여서 4.19 mgal의 값을 기대값으로 하였다.

Hammer Chart에 의한 거리효과는 0.01 mgal의 정밀도를 보장하기 위해서는 마지막 M 영역까지 보정을 해 주어야 한다. 그러나 통상적으로 지형보정치는

**Table 1.** Gravity effect of Bouguer slab with 100 meter thickness

Zone	Radius (meter)	Gravity effect (mgal)	Cumulated Gravity effect (mgal)	Cumulated Gravity effect (%)
D	0.0-170.08	3.0514	3.0514	72.77
E	170.08-390.14	0.6131	3.6645	86.93
F	390.14-894.89	0.2954	3.9599	94.44
G	894.89-1529.49	0.0969	4.0569	96.75
H	1529.49-2614.57	0.0567	4.1136	98.11
I	2614.57-4471.91	0.0333	4.1469	98.90
J	4471.91-6656.93	0.0154	4.1624	99.27
K	6656.93-9909.45	0.0103	4.1727	99.52
L	9909.45-14751.34	0.0067	4.1797	99.68
M	14751.34-21958.78	0.0047	4.1845	99.80

지형을 제대로 반영하기 힘들다는 것과 지형보정에서 필연적으로 알고있는 값이어야 하는 밀도치의 부정확한 판별 때문에 지형보정을 0.01 mgal의 정밀도로 계산한다는 것은 지극히 이상적인 경우가 아니면 불가능하다고 하겠다.

소규모의 광체와 같은 탐사의 경우, 절대 중력값보다는 상대중력값이 더 중요하다. 이러한 경우, 20 km 이상의 먼거리에서 변하는 지형에 의한 영향은 각 중력측정점에 일정한 중력효과를 만들기 때문에, 지나치게 먼거리까지의 지형보정은 큰 의미가 없다고 하겠다. 또한 Table 1에서 보는바와 같이, L, M 영역의 지형보정값은 탐사목적의 중력계의 정밀도인 0.01 mgal보다 작으므로, K 지역까지의 지형보정만으로도 충분한 효과를 가진다고 하겠다.

오히려, 중력자료의 지형보정에서 중요한 것은 먼거리의 지형보정값이 아니라, 중력 측정점 부근의 지형의 영향이며 이는 본 논문에서 다루고자 하는 핵심이라 하겠다.

### 정밀지형보정프로그램의 특성

한반도 지형조건에 맞는 정밀 중력탐사자료의 지형보정을 하기위한 프로그램을 만드는데 있어 몇 가지 기준을 설정하였다. 첫째는 중력측정점 부근의 지형효과가 매우 크다는 사실에 의거해 기존의 주어진 3"×3"격자 지형자료만이 아니라 중력 측정점 근처의 지형자료를 사용자가 별도로 입력할 수 있도록 하였다. 물론, 사용자의 판단에 따라 별도의 지형자료가 없으면 입력하지 않아도 된다. 둘째는 중력계가 지형위에서 불규칙한 높이로 올려져서 측정하는 것은 지형효과와 왜곡을 초래한다. 본 프로그램에서는 이러한 오류를 보정할 수 있는 기법을 지형보정프로그램 안에 삽입하였다.

지형자료는 1°×1° 지형도 별로 각각의 파일로 구성되어 있다. 각각의 파일의 가장 작은 지형자료 요소는 3"×3"격자의 지형자료이다. 각 1°×1° 지형자료는 등고선도를 그릴 때 많이 사용하는 SURFER 프로그

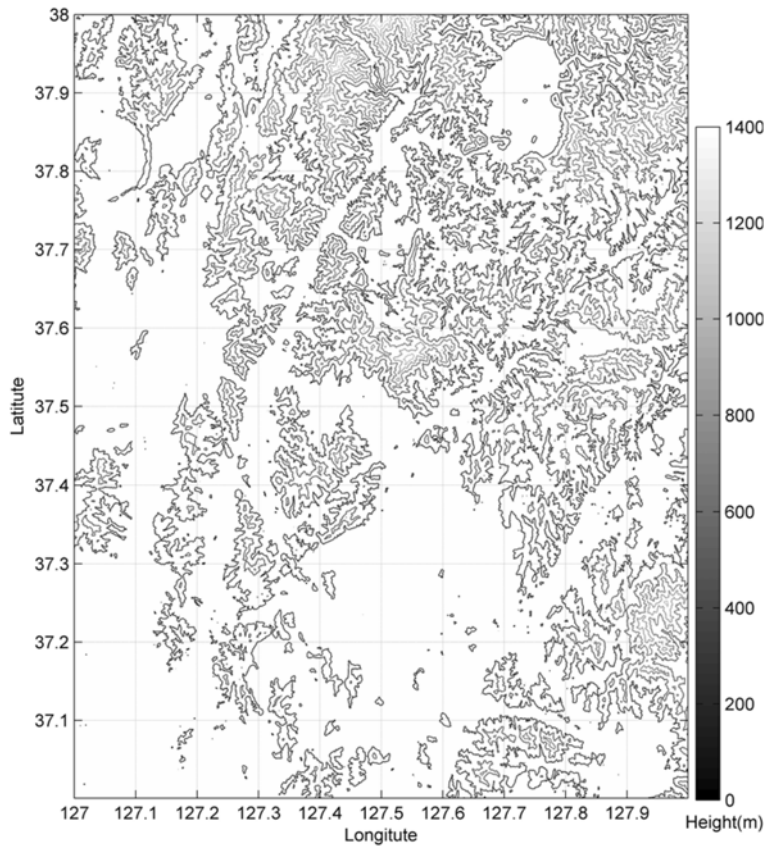


Fig. 1. Example of terrain data in latitude (37°-38°) and longitude (127°-128°).

램에서 지원하는 GRD 포맷으로 구성하여 손쉽게 등고선도로 볼 수 있도록 하였다. Fig. 1은 위도 37°-38°, 경도 127°-128° 지역의 지형자료의 예를 보여준다.

지형자료의 기본 단위는 약 80 m×90 m의 크기의 픽셀자료로, 중력자료의 지형보정을 하기 위해서는 적당한 크기의 지형자료라 하겠다. 그러나 일반적으로 산악지형에서 중력을 측정하게 될 때 길을 따라 측정하게 되고 이에 따라 지형의 평균고도에 비해 중력측정점의 고도가 현격히 낮은 값을 보이게 되는 경우가 많다.

Fig. 2는 Fig. 1의 한 지점(x 표시된 곳)에서 중력 측정을 하게 된 경우를 보여준다. Fig. 2에서는 이 지역에서 주어진 3"×3"격자의 지형자료에 중력측정점 주변의 자세한 지형을 표현하였다. Fig. 3은 주어진 3"×3"격자의 지형자료에 추가로 탐사자가 임의로 측량 등의 방법을 동원하여 중력측정점 주변에 고도를 넣는 경우이다. Fig. 3a는 원래의 자료를 보여주고 Fig. 3b는 중력측정점 주변에 4개의 지형자료를 포함하였을 경우, Fig. 3c는 중력측정점 주변에 8개의 지형자료를 포함하였을 경우(c), Fig. 3d는 중력측정점 주변에 16개의 지형자료를 포함하였을 경우를 각각 표현한 것이다. 추가로 넣어지는 지형 값은 다음의 식을 사용하였다.

$$\Delta Z = A \cos(x) \sin(y) \tag{6}$$

식 (6)에서 지형변화의 amplitude 계수값 A는 20으로 하여 최대 20 meter가 변화도록 하였다. 또한 고도편차의 평균치는 0로 하여 추가로 주어지는 지형자료로 인해 원래 주어진 픽셀값의 평균고도값의 변화가 생기지 않도록 하였다. 따라서 추가로 주어지는 고도가 많아도 픽셀안의 측정된 고도의 평균값은 원래의 3"×3"격자의 지형자료 값과 같다.

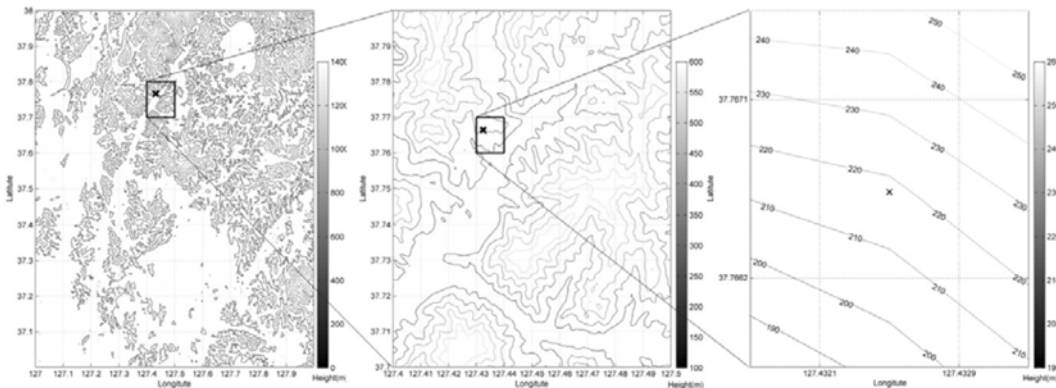
각각의 경우에 추가된 지형값의 평균은 원래 지형 픽셀 값과 같다. Fig. 3에서 보느냐와 같이 3"×3"격자의 지형자료 만으로는 중력측정점 부근의 지형을 완전히 표현하기 어려운 것이 일반적인 한국지형조건에서의 상황이다.

Table 2는 Fig. 3에서 주어진 지형만으로 지형보정을 했을 경우(a), 4개의 지형고도값을 추가했을 경우(b), 8개의 지형고도값을 추가했을 경우(c), 16개의 지형고도값을 추가했을 경우(d)에 대한 지형보정값을 보여준다. Table 2는 실제상황에서 주어진 지형자료만으로 지형보정을 했을 때 얼마나 오차가 심한지를 잘 보여준다. Table 2에서 보느냐와 같이 기존의 3"×3"격자의 지형자료를 사용했을 경우는 지형보정값이 2.5036 mgal이지만, 추가로 지형자료를 더 넣음에 따라 지형보정치가 달라짐을 볼 수 있다. 최종적으로 16개의 추가지형자료를 넣었을 경우에는 2.0014 mgal의 값을 보여 원래의 값과 약 0.5 mgal이라는 큰 값의 차이를 보임을 알 수 있다.

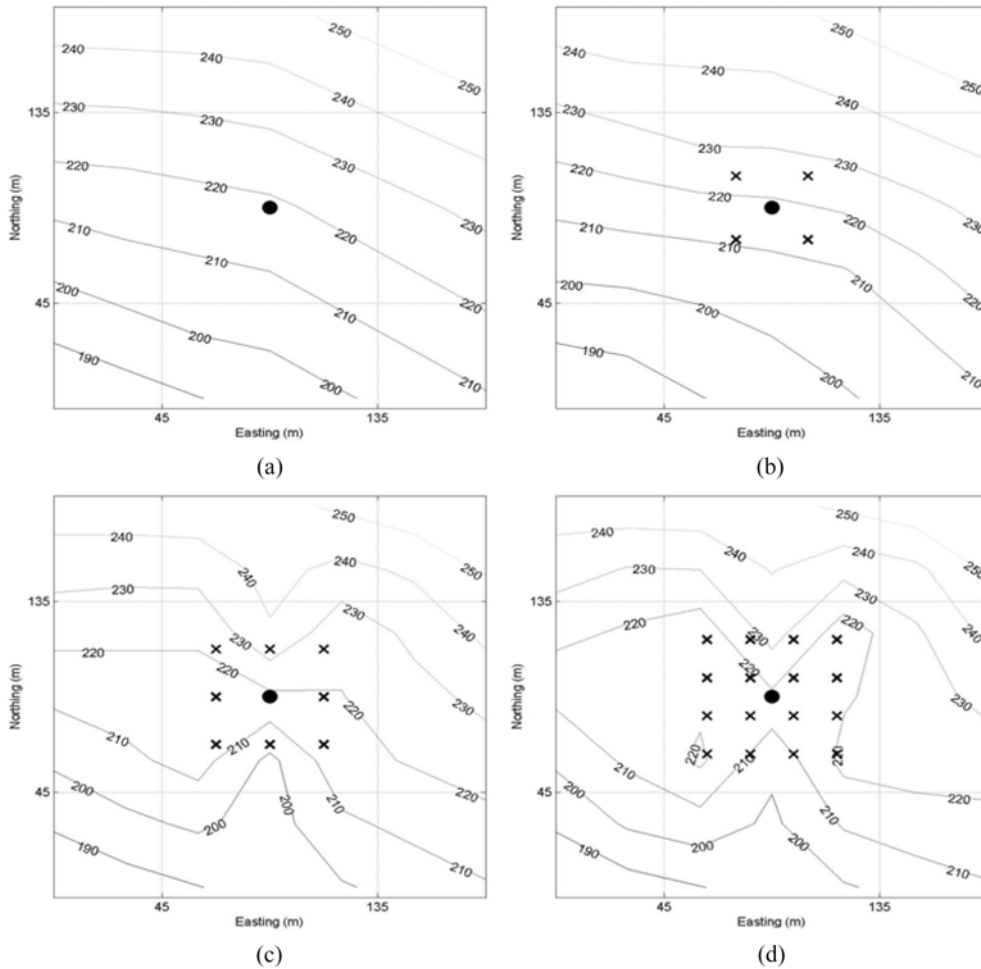
이러한 값의 차이는 지각두께 계산 등이나 매우 광범위한 지질현상을 조사할 때는 무시할만한 양이다. 그러나, 작은 스케일의 지질현상을 규명하고자 하는 정밀중력탐사에서는 매우 중요한 값이된다. 따라서 정밀탐사에서는 중력측정점부근의 지형값을 측량등의 방법을 통해 추가로 넣는 것이 중요하여진다 할 수 있다.

**Table 2.** Gravity terrain effects based on each cases of Fig. 3

Additional terrain data	Terrain effects (mgal)
0	2.5036
4	2.6516
8	2.2761
16	2.0014



**Fig. 2.** Amplified figures of terrain data near gravity measurement point.



**Fig. 3.** Terrain maps of each cases : no additional terrain data(a), additional 4 points (b), additional 8 points (c), additional 16 points (d). Centered closed circle indicate gravity measurement point, x-marks indicate locations of additional terrain data.

**Table 3.** Height effects on gravity terrain effect in different height cases (mgal in gravity terrain effect)

Heights from earth surface	0 (no additional points)	4 point of additional heights	8 point of additional heights	16 point of additional heights
0 cm	2.5036	2.6516	2.2761	2.0014
10 cm	2.5026	2.6514	2.2754	2.0011
20 cm	2.5016	2.6513	2.2747	2.0009
30 cm	2.5007	2.6511	2.2741	2.0008

또한 지형보정에서 흔히 발생하는 오차중의 하나는 중력계의 고도와 중력계가 놓인 위치의 고도차이다. 일반적으로 땅위에 중력계를 올려놓기 위한 삼발이 (tripod)가 놓이게 되고 그 위에 중력계가 놓인다. 이때 중력측정의 기준이 되는 고도는 중력계 자체의 하부면의 고도라 하겠다. 이 고도는 상황에 따라 다르지만, 지형위에 10-20 cm 정도 떠있게 된다. 이때

통상적으로 중력계의 고도를 그 지점의 고도로 설정하여 지형보정을 하면 그 떠있는 고도만큼 오차가 발생하게 되고 이 오차는 중요한 영향을 미칠 수도 있다.

Fig. 1에서 설정된 지점에서의 중력계의 고도 효과를 계산한 표는 Table 3과 같다. Table 3에서 보느냐와 같이 추가 지형정보가 없을 경우에 고도편차에

따른 지형효과는 0.005 mgal 정도이다. 이 정도의 값은 무시할만한 양일수도 있다. 그러나, 지형효과가 대단히 커다란 경사면에서는 그 효과가 커질 수도 있으므로 이러한 효과까지 보정하는 것이 정밀중력탐사에 좋다고 하겠다.

따라서 본 프로그램에서는 중력계 하부면의 고도뿐만 아니라, 중력계가 설치된 지점의 고도값을 같이 넣을 수 있도록 하였다. 향후 이 부분에 대한 연구는 더 이루어져야 할 것으로 보인다.

## 결 론

Multiquadric equation을 이용하여 한반도에서 측정된 중력자료에 대한 정밀지형보정을 수행하는 프로그램을 개발하였다. 지형자료는  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  지형도 별로 각각의 파일로 구성되어 있으며, 각각의 파일의 가장 작은 지형자료 요소는  $3'' \times 3''$ 격자의 지형자료이다. 또한, 각  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  지형자료는 등고선도를 그릴 때 많이 사용하는 SURFER 프로그램에서 지원하는 GRD format 으로 구성하여 손쉽게 등고선도로 볼 수 있도록 하였다.

본 연구의 주된 목적은 정밀 중력탐사를 실시하는 경우에, 중력계의 정밀도(일반적으로 0.01 mgal)에 부합하는 지형보정을 실시하기 위함이다. 본 연구에서 밝혀진 바에 따르면, 지형자료의 기본 단위는 약  $80 \text{ m} \times 90 \text{ m}$ 의 크기의 픽셀자료는 중력자료의 지형보정을 하기 위해서는 적당한 크기의 지형자료라 할 수 있지만 광역탐사가 아닌 정밀탐사에서는 이러한 크기의 지형자료는 매우 커다란 지형효과의 왜곡을 초래할 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 주어진 일반적인 지형자료만으로는 0.01 mgal의 정밀도는 가지는 중력계의 정밀도를 보정해 줄 수 없다. 따라서 광역탐사가 아닌 정밀탐사에서는 중력계측점 부근의 추가 지형자료가 필수로 요구된다고 하겠다. 본 연구에서는 중력측정점 주변의 특이한 지형 등의 고도를 임의로 넣어서 주변지형을 자세히 표현할수 있게 함으로써

정밀지형보정이 가능하도록 하였다.

또한, 중력계가 설치된 고도는 일반적으로 지형보다 10-30 cm 정도 높은 지점에 설치된다. 이러한 고도 차이는 손쉽게 프리에어 보정을 할 수 있지만, 본 연구에서는 이러한 고도차이가 만드는 지형효과차이를 계산해보았다. 본 연구에서 선택된 지형에서는 우려할만한 지형효과 차이를 보이지는 않았지만, 향후 연구를 통해 좀더 검증되어야 할 부분이라고 사료된다.

본 연구의 성과를 통해 향후 이루어지는 정밀중력탐사자료를 해석하기 위한 정밀지형보정의 기틀을 마련하였다. 한반도에서처럼 지형의 기복이 심하여 지형효과가 큰 지형에서는 더욱이 정밀지형보정의 필요성을 크다고 하겠다.

## 사 사

이 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2008-5503)의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 권병두, 권재월, 이희순, 1990, 다중이차곡면 방정식을 이용한 중력자료의 지형보정. 한국지구과학회지, 11, 156-164.
- 김성균, 류용규, 김재철, 1992, 개인용 컴퓨터에 의한 효율적인 중력의 지형보정. 한국지구과학회지, 13, 11-20.
- 최광선, 이영철, 임무택, 2007, 지구곡률을 고려한 중력의 정밀 지형보정. 한국지구과학회지, 28, 825-837.
- Kane M.F., 1962, A Comprehensive System of terrain Corrections using a Digital Computer. Geophysics, 27, 455-462.
- Krohn, D.H., 1976, Gravity Terrain Corrections using Multiquadric Equations. Geophysics, 41, 266-275.
- Hammer S., 1939, Terrain Correction for Gravimeter Stations geophysics. 4, 181-194.
- Hardy, R.L., 1971, Multiquadric Equations of Topography and Other irregular Surfaces. Journal of Geophysical Research, 76, 1905-1915.

2010년 1월 13일 접수  
2010년 1월 20일 수정원고 접수  
2010년 1월 23일 채택