

# 밀도 분포가 불균질한 산악지형에서의 3D 중력 역산

박계순 · 권병두<sup>1)</sup> · 이희순<sup>2)</sup> · 정승환<sup>3)</sup>

## 1. 서론

최근에 수행되고 있는 중력 탐사는 고분해능의 중력계와 GPS(Global positioning system)를 통해 정밀한 측정과 측지가 이루어지고 있다. 그러나, 정밀한 중력 자료 보정은 측정점의 위치와 고도뿐만 아니라 탐사 지역의 표층 밀도 분포에 대한 정보를 필요로 하며 부계 및 지형보정에 사용되는 밀도가 처리된 중력 이상 자료의 질에 상당한 영향을 주게 된다. 본 연구에서는 통상적인 방법에서와 같이 미리 결정된 하나의 밀도 값을 통해 부계 및 지형보정을 실시하지 않고, 탐사 지역의 지형을 포함하는 3DGIT ( Three-dimensional gravity inversion including terrain ) 프로그램을 이용하여 보다 객관적이고, 효과적인 밀도 구조 해석을 수행하였다.

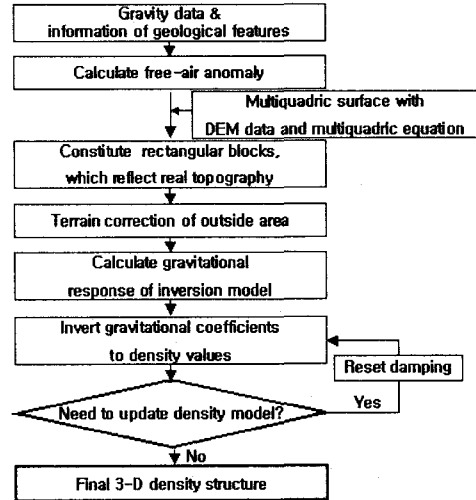


Fig.1. Three-dimensional gravity inversion

## 2. 자료 처리 과정과 역산 방법

Fig.1은 3DGIT의 자료 처리 및 역산 알고리즘의 흐름도 이다. 이 알고리즘은 푸리에어보정

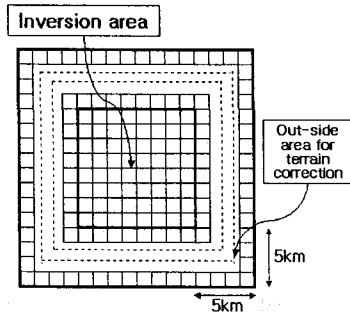


Fig. 2. Division of area of 3-D inversion and for conventional terrain correction.

단계까지는 기존의 통상적인 중력 자료 처리 과정과 동일한 과정을 수행한다. 그러나 부계 및 지형보정은 일률적으로 수행하지는 않고, 탐사지역의 지형을 반영하는 3차원의 블록을 구성하여, 먼저 역산이 수행될 탐사 지역의 외부 지역에서 측정점의 중력 값에 영향을 미치는 5km 외곽(Fig.2)까지는 지형과 기준면과의 고도 차에 의해서 발생하는 중력효과를 보정 하게 된다(Fig.3(b)). 마지막으로 Fig.3(c)에 표시한 역산 지역에 대하여 지형까지를 포함하는 반복적인 밀도 역산을 수행하여 지하의 밀도 분포를 해석하게 된다. 이때 역산에 사용되는 측정점의 고도는 기준면의 고도가 아닌 실제 지형의 고도를 사용하여야 한다.

주요어: 부계밀도, 부계보정, 지형보정, Multiquadric surface, 3DGIT

- 1) 서울대학교 지구과학교육과
- 2) 인천교육대학교 과학교육과
- 3) 한국지질자원연구원 탐사개발연구부

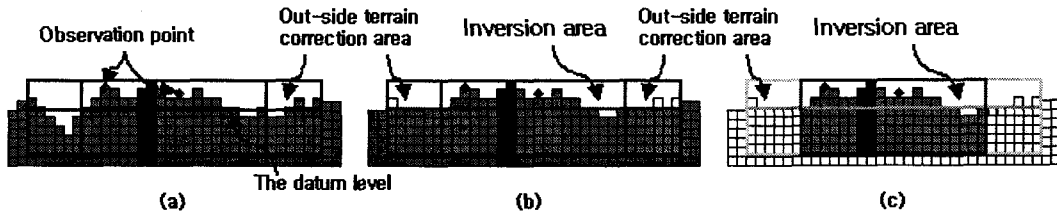


Fig. 3. Section views for gravity inversion sequence.  
 (a) Gravity observation points on the topographic surface  
 (b) Correction of terrain effects of out-side of inversion area  
 (c) Final result of gravity inversion

### 3. 모델 검증

새로운 중력 자료 처리 방법의 효율성을 검증하기 위하여 모델 검증을 수행하였다. 사용된 모델(Fig.4)의 크기는 18km×18km이고, (15km,15km)의 위치에서 약 350m의 최고 고도를 가지며, (3km,3km)와 (15km,15km)의 위치에서 x, y 방향으로 2km×2km의 크기를 갖고 지하 하부로 수직 연장되어 있는 정사각기둥 형태의 밀도 이상체가 존재하는 형태로 구성되었다. 해석결과, 통상적인 방법으로 얻어진 부계 이상도로부터 수행된 역산의 결과는 밀도 이상체가 존재하는 지역에서 실제보다 높은 밀도값이 얻어졌으나 (Fig.5(a)), 3DGIT를 이용한 해석에서는 실제의 밀도 분포를 비교적 잘 나타내고 있다(Fig.5(b)).

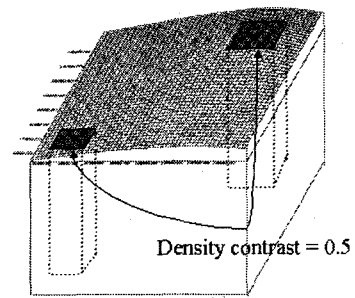


Fig. 4. Topography and density anomaly of the model.

이는 통상적인 부계보정을 수행하는 과정에서 실제 밀도보다 작은 값으로 부계보정이 수행되어 상부 밀도 분포가 기준면 하부의 밀도 해석에 오차를 발생시킨 결과이다. 또한, 3DGIT를 통한 결과는 관심 지역의 지형을 포함하여 역산을 수행하기 때문에 기준면 상부의 밀도구조를 객관적으로 해석할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 중력 역산에서는 제거되었던 기준면 상부의 밀도 변화도 보여준다.(Fig.5(b)).

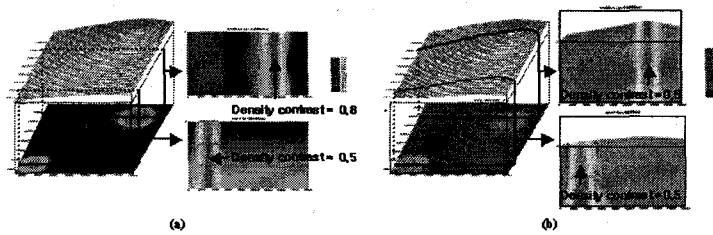


Fig. 5. Comparison of gravity inversion results of the model.  
 (a) Inversion of the conventional Bouguer anomaly  
 (b) Inversion by 3DGIT

결과적으로 3DGIT를 통한 중력 자료 처리 방법은 기존의 부계보정에서 발생할 수 있었던 문제의 해결에 효과적으로 적용되어 해석의 정밀도를 향상시킬 수 있고, 지표면까지 연장되는 밀도 구조를 확인할 수 있다.

### 4. 야외 탐사 자료에의 적용

마산·창원 일대의 위·경도 방향으로 18km를 포함하는 지역에서 중력 탐사를 수행하였으며, 해석 과정에서 기존의 부계보정을 수행하지 않고, 3DGIT를 통해 기준면(지오이드면) 상부의 밀도 분포와 실제 지형을 반영하는 역산 해석을 수행하였고, 이 결과는 동일지역에서

수행되었던 MT 탐사의 결과, 선행 탐사 자료 및 지질도의 정보와 잘 부합하고 있다. 이를 통해 기존의 방법에서는 확인할 수 없었던 기준면 상부로 연장되는 밀도 이상체를 확인할 수 있었고, 부계보정 단계에서 발생하였던 오차를 효과적으로 제어할 수 있었다(Fig.6).

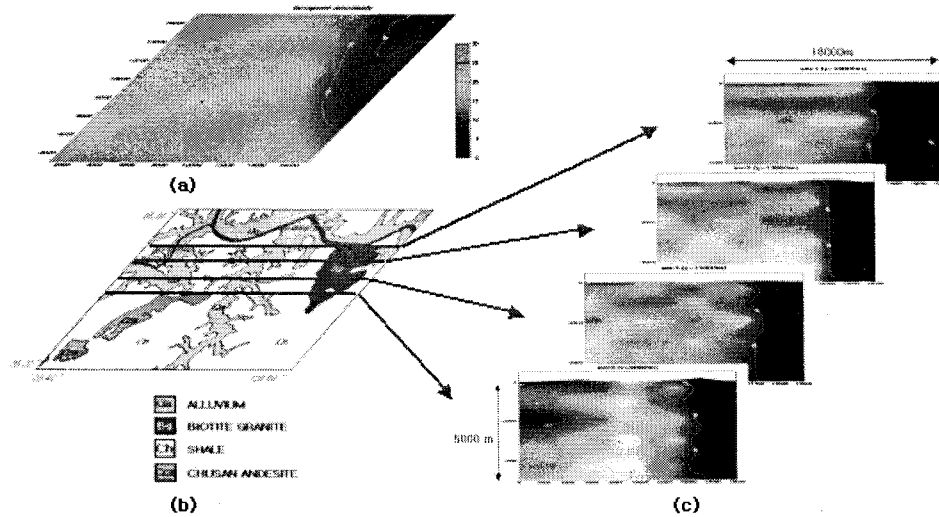


Fig. 6. Three-dimensional gravity inversion of the field gravity data.  
 (a) The conventional Bouguer anomaly map  
 (b) Geologic map  
 (c) Section views of density inversion result by 3DGIT

## 5. 결 론

본 연구에서 개발한 3DGIT 알고리즘은 기존의 부계보정과 지형보정을 역산과정에 포함함으로써 중력 자료 처리 시 역산 대상 지역에 대한 부계보정과 지형보정을 별도로 수행하지 않는다. 따라서, 3DGIT를 통한 해석은 기준면 상부 지표까지 연장되는 밀도구조 해석을 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 기준면 상부의 불균질한 밀도 구조를 역산을 통해 객관적으로 구현함으로써 통상적인 부계보정 방법으로는 제어할 수 없는 오차를 줄일 수 있고, 결과적으로 기준면 하부 밀도 해석의 정확도를 높일 수 있다.

## 참고 문헌

- ▷ 권병두, 권재월, 이희순, 1990, 다중 이차곡면 방정식을 이용한 중력자료의 지형보정, 한국지구과학회지, 11권 2호, pp 156-165.
- ▷ Hardy, R. L., 1971, Multiquadric Equations of Topography and Other irregular Surface, J.G.R., vol.76, pp 1905-1915.
- ▷ Krohn, D. H., 1976, Gravity Terrain Corrections using Multiquadric Equations, Geophysics, vol.41, pp 266-275.
- ▷ Nettleton, L. L., 1939, Determination of Density for Reduction of Gravimeter Observation, Geophysics, vol.4, pp 176-183.