

정밀지오이드 구축을 위한 보완측정지역 선정

Determination of complementary surveying area for precise geoid development in Korea

이보미¹⁾, 이지선²⁾, 권재현³⁾

Lee, Bo Mi · Lee, JiSun · Kwon, Jay Hyoun

¹⁾ 정회원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 (E-mail : bmlee@uos.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 (E-mail : leejs@uos.ac.kr)

³⁾ 정회원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 부교수 (E-mail : jkwon@uos.ac.kr)

Abstract

The equal distribution of the gravity as well as the topographic data is an essential factor in the precision geoid determination. In this study, the area where needs the supplementary gravity survey is assigned through a simulation to build the 5cm level geoid. Based on the current distribution of the gravity data which results in the 8cm level of the precision over all, we extract the area which shows the errors larger than 30 cm. Then, the area is assumed to be filled with gravity data with 2km interval which is turned out to be successfully improving the overall accuracy up to 5cm. Therefore, it is recommended that the supplementary gravity survey should be conducted in mountainous area such as eastern and mid-northern part of Kangwon-Do to achieve the 5cm accuracy on the geoid.

Keywords : Land Gravity data, Precise Geoid, Complementary surveying for gravity

초 록

균일한 분포를 갖는 지형자료와 중력자료는 정밀 지오이드 모델의 정밀도에 결정적인 영향을 미친다. 본 연구에서는 시뮬레이션 실험을 통하여 현재 편중된 분포를 갖는 우리나라 지상중력자료를 이용하여 정밀도 5cm급의 정밀 지오이드 모델을 구축할 때 지상중력자료가 보충되어야 할 지역을 선정하였다. 시뮬레이션 결과 현재 우리나라 지상중력자료의 분포 및 정밀도는 8cm 정도의 지오이드 오차를 유발하는 것으로 나타났고, 이때 오차가 30cm 이상인 지점(주로 강원도 산악지역)에 2km 간격의 중력자료를 추가한 경우 5cm 정도의 지오이드 오차를 유발하는 것으로 나타났다. 따라서 5cm급의 정밀 지오이드 모델을 구축하기 위해서는 강원도 산악지역에 2km 이하의 간격으로 중력보완측량을 실시하여 자료를 보완하는 것이 필수적이라 판단된다.

핵심어 : 지상중력자료, 정밀지오이드, 중력보완측정

1. 서론

정밀한 지오이드 모델을 구축하기 위해서는 균일한 분포를 갖는 지상중력자료가 필수적이다.

또한 지오이드 모델의 정밀도는 중력의 고주파 신호의 반영 여부에 따라 달라지는데, 중력은 지형에 큰 영향을 받으므로 산악지역의 중력자료는 매우 중요하다 할 수 있다. 그러나 이지선 등(2008)에 의해 구축된 우리나라 지상중력자료는 충청도 및 전라도 지역에 편중된 분포를 갖고 있어 지오이드 구축 시 큰 오차요인이 된다. 따라서 본 연구에서는 시뮬레이션을 통하여 현재 지상중력자료에 기반한 정밀도 5cm 급의 지오이드 모델을 구축하기 위해서 중력 보완 측정이 필요한 지역을 선정하였다.

2. 시뮬레이션에 이용된 데이터

지형자료와 중력자료의 해상도와 정밀도는 지오이드 모델의 정밀도에 영향을 미친다. 지형자료는 지형에 의해 발생하는 중력신호의 고주파 성분을 제거하고 다시 복원하는 Remove-restore 과정에 적용되고, 중력자료는 Stokes 공식(식 1)에 적용되기 때문이다. 이보미 등(2008)에 의하면 자료의 정밀도 보다는 해상도가 미치는 영향이 더 크므로 정밀한 지오이드 모델을 구축하기 위해서는 균일한 분포를 갖는 지형 및 중력자료가 필수적이고, 지오이드 모델 구축 시 해상도가 90m이고 수평 · 수직 절대위치오차가 20m · 16m인 SRTM DTM이 가용하다. 따라서 본 연구에서 SRTM DTM을 기본 지형자료로 이용하여 지오이드를 계산하였다.

$$N = \frac{R}{4\pi\gamma_0} \iint_{\sigma} \Delta g S(\psi) d\sigma \quad (\text{식 1})$$

N : 지오이드고

R : 지구 반경

Δg : 중력이상값

$S(\psi)$: 스토크스 함수

시뮬레이션을 통하여 중력보완측정지역을 선정하기 위해서는 지형에 의한 중력신호의 고주파 성분을 반영하고 있는 일정한 해상도의 중력자료가 필요하다. 따라서 Jekeli(2003)의 중력이상산출 과정에 의해 Helmert condensation을 이용하여 중력에의 지형 효과를 계산하고 실제 지상중력자료와의 피팅 과정을 거쳐, 지형과 실제 우리나라 중력신호의 효과를 반영한 해상도 900m의 시뮬레이션 중력이상 자료를 계산하였다. 따라서 본 연구에서 위도 $34^{\circ} \sim 38.5^{\circ}$, 경도 $125^{\circ} \sim 130^{\circ}$ 의 시뮬레이션 중력이상 자료를 기본 중력자료로 이용하여 지오이드를 계산하였다.

지오이드 계산에는 Rene Forsberg 등에 의해 개발된 GRAVSOFIT 프로그램을 이용하였다(Forsberg, 2003).

3. 시뮬레이션 과정

중력보완측정지역을 선정하기 위한 시뮬레이션 과정은 다음과 같다.

첫째, 해상도 900m의 시뮬레이션 중력이상 자료와 해상도 200m로 재격자화한 SRTM DTM으로 해상도 2km의 기준 중력지오이드를 계산한다.

둘째, 그림 1과 같이 우리나라 현재 지상중력자료의 분포가 반영된 데이터에 0.5mGal의 우연오차를 첨가한 중력자료와 해상도 200m의 SRTM DTM으로 해상도 2km의 중력 지오

이드를 계산하고 이를 기준 중력 지오이드와 비교한다. 이지선 등(2008)에 의해 처리된 현재 우리나라 가용한 지상중력자료의 정밀도가 0.487mGal이므로 0.5mGal의 우연오차를 첨가하였고, 지상중력자료의 분포에 의한 효과만을 비교해보기 위하여 해상지역은 해상도 900m의 중력이상 데이터를 이용하였다.

셋째, 기준 중력 지오이드와 30cm 이상 차이를 보이는 점을 추출하고, 우연오차가 첨가되지 않은 시뮬레이션 중력이상 자료를 해상도 2km로 재격자화 한 자료에서 오차 30cm 이상인 점의 반경 2km 내에 포함된 점을 뽑아 현재 분포의 중력이상 자료와 통합하였다.

넷째, 통합된 중력이상 자료에 0.5mGal의 우연오차를 첨가하고, 이 자료와 해상도 200m의 SRTM DTM으로 계산된 해상도 2km 중력지오이드를 기준 중력지오이드와 비교하였다. 이 과정을 간략히 나타내자면 그림 2와 같다.

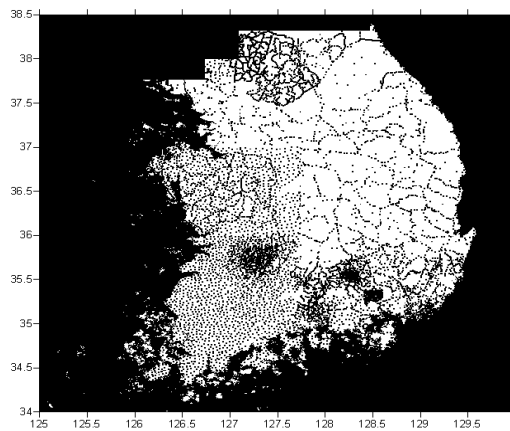


그림 1. 현재 지상중력자료 분포를 반영한 시뮬레이션 중력이상 자료



그림 2. 시뮬레이션 과정

4. 시뮬레이션 결과

현재 분포로 추출한 중력이상 자료에 0.5mGal의 우연오차가 첨가된 중력이상 자료로 계산한 중력지오이드를 기준 중력지오이드와 비교한 결과는 표 1과 같다. 이 결과에 따라 기준 지오이드와 30cm 이상 차이를 보이는 점의 반경 2km 내 시뮬레이션 중력자료를 2km 간격으로 추출(그림 3의 빨간색)하여 현재 분포의 중력자료에 포함시키면 그림 3과 같다. 이에 0.5mGal의 우연오차를 첨가하여 중력지오이드를 계산하고 이를 기준 중력지오이드와 비교한 결과는 그림 4 및 표 2와 같다.

표1. 현재 지상중력자료 분포 적용 시 지오이드고 오차

우연오차 (mGal)	기준 중력 지오이드와의 차이	
	평균(m)	표준편차(m)
0.5	-0.01	0.08

표2 . 30cm 오차 초과 범위 추가 시 지오이드고 오차

우연오차 (mGal)	기준 중력 지오이드와의 차이	
	평균(m)	표준편차(m)
0.5	0	0.05

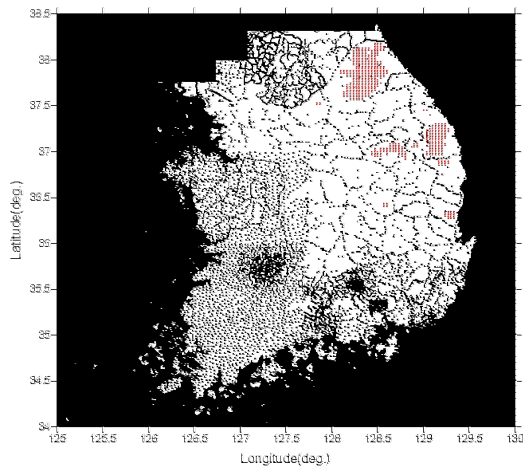


그림 3. 중력보완측정이 필요한 지역(빨간색)

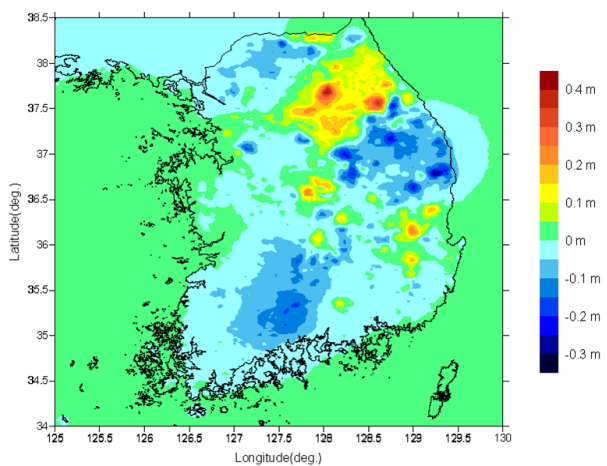


그림 4. 30cm 오차 초과 범위 추가 시 지오이드고 오차

5. 결론

본 연구에서는 중력에의 지형효과가 반영된 해상도 900m의 시뮬레이션 중력이상 자료를 산출하고 이를 기반으로 실제 우리나라 지상중력자료의 정밀도 및 분포 현황을 반영하여 시뮬레이션 실험을 실시하였다. 그 결과 강원도 산악지역(그림 3의 빨간색)에 해상도 2km의 지상중력자료를 추가하여 지오이드를 계산하였을 경우 기준 지오이드와의 오차가 5cm로 나타났다. 따라서 이 지역에 2km 이하의 간격으로 집중적인 중력보완측정이 수행된다면 현재 분포의 지상중력자료를 이용하여 정밀도 5cm 급의 정밀 지오이드 모델을 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형 국토정보 기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 이보미, 이지선, 권재현, 이용욱 (2008), 우리나라 정밀지오이드 구축을 위한 지형자료 및 중력자료 영향 분석, 한국측량학회지, 제 26권, 제 5호, pp. 519~527.
- 이지선, 이보미, 권재현, 이용욱 (2008), 한반도 일원의 지상중력자료 전처리, 한국측량학회지, 제 26권, 제 4호, pp. 379~386.
- Heiskanen, W. A., and Moritz. H. (1987), *Physical Geodesy*, Institute of Physical Geodesy, Technical University, Graz, Austria.
- Jekeli, C., (2003), Statistical Analysis of Moving-Base Gravimetry and Gravity Gradiometry, OSU Report No. 466, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, The Ohio State University.