

日本の精密重力ジオイド・モデルの開発（その3） Development of precise gravimetric geoid model over Japan (3)

#松尾功二¹, 宮崎隆幸¹, 黒石裕樹²

1: 国土地理院, 東京大学

Koji Matsuo¹, Takayuki Miyazaki¹, Yuki Kuroishi²

1: Geospatial Information Authority of Japan

2: The University of Tokyo

はじめに

国土地理院では、GNSS を用いた日本の標高基準系の効率的かつ高精度な維持管理を目的に、平成 28 年度より特別研究「精密重力ジオイドに基づく高さ基準系の構築に関する研究」を実施しており、その中で日本の重力ジオイド・モデルの高精度化に取り組んでいる。現在、国土地理院が公開している日本のジオイド・モデルは、重力ジオイド・モデル「JGEOID2008」[Kuroishi, 2009] に GNSS/水準法による実測ジオイド高を同化した混合モデルである。JGEOID2008 の構築には、重力衛星 GRACE による全球重力場モデルと各種地上データが用いられており、GNSS/水準法による実測ジオイド実測高と 8.44 cm で一致する。近年、重力衛星 GOCE の登場や各種地上データの拡充、数値標高モデル (DEM) の高分解能化に伴い、より高精度な重力ジオイド・モデルの構築が可能となってきた。そこで本研究は、最新のデータと新たな解析手法の導入によって、日本の重力ジオイド・モデルの更なる高精度化に臨む。

研究内容

重力的アプローチによるジオイド起伏の再現手法として、ストークス・ヘルマート法とモロデンスキー法がある。また、各種重力データの結合手法として、除去復元法と最小二乗結合法がある。JGEOID2008 では、ストークス・ヘルマート法と除去復元法が使用されている。本研究では、JGEOID2008 と同じくストークス・ヘルマート法と除去復元法を使用し、更なる精度改善を図るために、(1) 各種データの更新、(2) 残差地形モデルの導入、(3) 各種重力データの結合手法の改良、を新たに実施した。(1) では、最新の GOCE データに基づく全球重力場モデル (XGM2016 モデル [Pail et al., 2017])、最新のアルティメトリ衛星に基づく海洋重力場モデル (DTU15 モデル [Andersen et al., 2015])、国土地理院が提供する 10m メッシュ DEM、への更新を行った。また、ジオイド面の重力ポテンシャル値である W_0 も最新の値 [Sanchez et al., 2016] に更新した。(2) では、Forsberg (2013)に倣い、地形質量による重力の影響を DEM から推定し、残差重力を内挿する過程で地形重力の効果を取り込んだ。(3)では、JGEOID2008 で使用されている Messil (1971) に変わり、より厳密なストークス積分核の修正を施す Featherstone et al. (1998)の方法を採用した。上記に示す新たな解析戦略のもと、日本列島の重力ジオイド高を算出し、GNSS/水準法による実測ジオイド高と比較検定によって、精度評価を行う。

結果

新たな重力ジオイド・モデルと全国 971 箇所計測した実測ジオイド高との較差は、標準偏差で 5.21 cm となった。これは、JGEOD2008 と比べると、3.23 cm の精度向上である。各種データの更新によって約 2 cm、残差地形モデルの導入によって約 1 cm、各種重力データの結合手法の改良によって約 0.1 cm の精度向上がなされた。ジオイド較差の平均値は 2.29 cm となり、 W_0 値の更新によって JGEOD2008 から約 26 cm の変化が生じた。各地域のジオイド残差を見てみると、標準偏差として、北海道で 4.38 cm、本州で 4.39 cm、四国で 4.32 cm、九州で 3.93 cm となった。ジオイド較差の平均値は、北海道で 8.36 cm、本州で 1.36 cm、四国で 2.95 cm、九州で -0.98 cm となり、北海道で突出して大きな値となった。この原因として、実測ジオイド高の系統誤差や地上重力データの欠如などが考えられる。

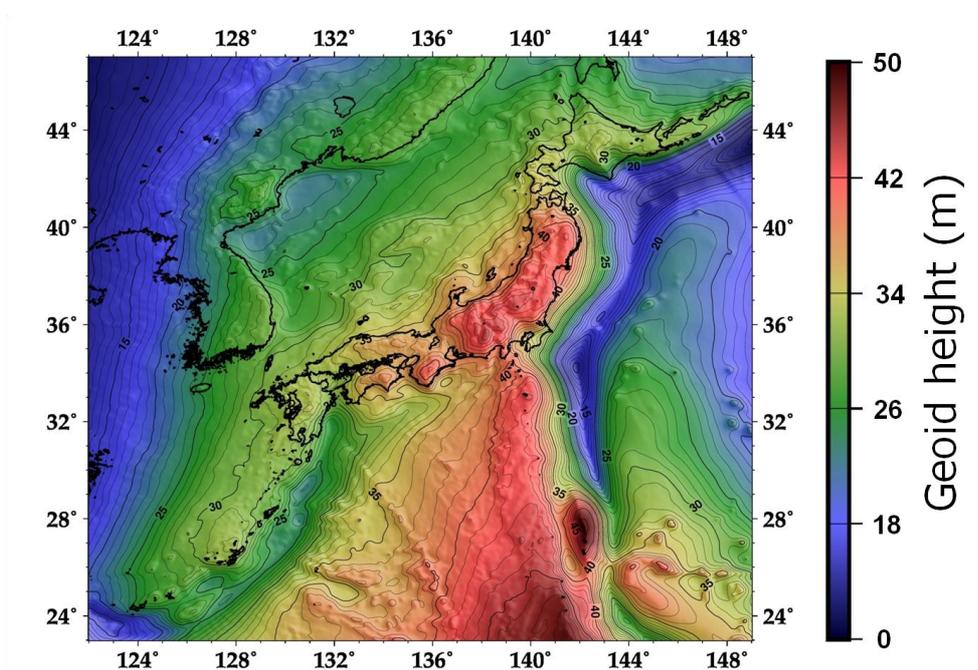


図 1. 新たな重力ジオイド・モデル

地域	平均較差 (cm)	標準偏差 (cm)
北海道	8.36	4.36
本州	1.36	4.39
四国	2.95	4.32
九州	-0.98	3.95
全国	2.29	5.21

表 1. 新たな重力ジオイド・モデルと GNSS/水準ジオイドとの比較