

3次元最小二乗コロケーション法による航空重力データの精度評価

(Accuracy evaluation of airborne gravity data by three-dimensional least-squares collocation method)

松尾功二 (国土地理院地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室)

Koji Matsuo (Geospatial Information Authority of Japan)

国土地理院は、日本列島の高精度な重力ジオイド・モデルの構築を目的に、2019年から2022年にかけて全国規模の航空重力測量を実施している。目標とするジオイド・モデルの精度は約3cmであり、そのためには1~2mGalの精度を持つ航空重力データを取得する必要がある。航空重力データの精度評価は、一般的に、交差検定と全球重力場モデルとの比較によって行われる。交差検定は、複数の航空重力測線の交差点における重力値を相互比較することによって、航空重力データの品質を評価する手法である。これにより、航空重力データの内部整合性（再現性）を評価することが出来るが、観測される重力値が絶対量としてどれほどの確からしさを有するかを評価することは出来ない。一方、全球重力場モデルとの比較は、観測重力値の絶対評価が可能であるが、全球重力場モデルは空間分解能が荒く、場所によっては精度も低いため、航空重力データを精密に精度評価するには不十分である。そこで、本研究では、地表重力データと全球重力場モデル（EGM2008）を併用した3次元最小二乗コロケーション（3D-LSC）法によって、航空重力データの精度評価を行った。評価地域は、関東地方と中部地方である。これらの地域の航空重力測量は、TAGS-7重力計を使用し、主測線間隔は約10km、副測線間隔は約50kmで実施された。観測高度は、関東地方では約5000m、中部地方では約3000mである。海域は、地表重力データの品質が低いことから、陸域のみにおいて評価を行った。その結果、航空重力データとEGM重力値を直接比較した場合では、較差のRMSは、関東地方で2.47mGal、中部地方で3.16mGalであったので対し、航空重力データと3D-LSC重力値を比較した場合では、関東地方で1.49mGal、中部地方で1.35mGalとなった。地表重力データの精度は約1.1mGalであることから（Matsuo and Kuroishi, EPS 2020）、誤差伝搬の原理により、航空重力データの精度は約1mGalといえる。すなわち、3D-LSC法を用いることで、我々の航空重力データが1mGalレベルの精度を持つことが確認できた。

The Geospatial Information Authority of Japan (GSI) has been conducting a nationwide airborne gravity survey since 2019, with the aim of developing a highly accurate gravimetric geoid model for Japan. The target accuracy of the geoid model is about 3 cm. To achieve this, it is necessary to obtain airborne gravity data with an accuracy of 1-2 mGal. Commonly, the accuracy evaluation of the airborne gravity data is done by “cross-over validation” and “comparison with Global Geopotential field Models (GGMs)”.

The cross-over validation is a method to evaluate the quality of airborne gravity data by comparing the gravity values at the intersection of multiple survey lines with similar flight altitudes. This method allows us to evaluate the internal consistency (repeatability) of airborne gravity data, it cannot evaluate the absolute certainty of the observed gravity values. On the other hand, the comparison with GGMs can evaluate the absolute certainty of airborne gravity data in principle, but it may be insufficient to perform a precise evaluation of airborne gravity data because the spatial resolution and accuracy of GGMs are not high enough for this use. In this study, we evaluate the absolute accuracy of airborne gravity data by the three-dimensional least-squares collocation (3D-LSC) method. Here, we use both surface gravity data and a GGM (EGM2008). The evaluation areas are the Kanto and Chubu regions. The airborne gravity surveys there were conducted using a TAGS-7 gravimeter, in which the spacings of each main line and validation line are set to 10 km and 50 km, respectively. The flight altitudes were about 5000 m in the Kanto region and about 3000 m in the Chubu region, respectively. Since the quality of surface gravity data is low in coastal ocean zones, we perform the evaluation only over the land area. Consequently, while the RMS of the difference between the airborne gravity data and the EGM2008-derived gravity values are 2.47 mGal in the Kanto region and 3.16 mGal in the Chubu region, that between the airborne gravity data and the 3D-LSC-estimated gravity values are 1.49 mGal in the Kanto region and 1.35 mGal in the Chubu region. Considering that the accuracy of the surface gravity data used is approximately 1.1 mGal (Matsuo and Kuroishi, EPS 2020), it can be said that the accuracy of the airborne gravity data is approximately 1 mGal according to the principle of error propagation. In conclusion, it is confirmed that our airborne gravity data has an accuracy of 1 mGal level and will be useful for developing a 3 cm-accurate geoid model for Japan.