

西太平洋海域におけるブーゲー重力異常

及川光弘, 金田謙太郎: 大陸棚調査室

Bouguer Gravity Anomaly in the Western Pacific

Mitsuhiro OIKAWA, Kentaro KANEDA: Continental Shelf Surveys Office

1 序

海上重力は周辺海域の地下構造の研究にとって不可欠な情報で、特にブーゲー重力異常値は周囲の地形が重力に与える影響を補正しており、地下構造を捉えるのに適している。

海上保安庁では、1983年から測量船「拓洋」及び測量船「昭洋」によって大陸棚調査の一環として海上重力測定を実施しており、その調査海域は北緯14～42度、東経122～160度と広範囲に及んでいる。

これまでも海上保安庁の測定したデータによって日本周辺海域におけるブーゲー異常値が計算されており、海洋情報部研究報告などに報告されている(植田, 2003; 植田, 2005等)が、南鳥島や沖ノ鳥島の周辺海域を含んだ広範囲に渡るブーゲー異常図はあまり例が無い。そこで今回、2005年度までの大陸棚調査で得られた海上重力データ及び海底地形データを用いた最新のブーゲー重力異常図を作成したので、ここに紹介する。

尚、大陸棚調査は現在も継続中であり、データは日々更新されているため、ここに書かれている結果が今後修正される可能性がある。

2 使用データ

(1) 海上重力データ

今回使用した海上重力データは1983年以降の大陸棚調査で取得されたデータである。測量船「拓洋」においては、1983年の大陸棚調査ではTSSG型海上重力計(Tomoda and Kanamori, 1962; Segawa, 1970)を使用していた。1984年から1999年までは

KSS-30型重力計、2000年以降はKSS-31型重力計が使用されている。測量船「昭洋」においては、1999年の調査開始時からKSS-31型重力計が使用されている。

(2) 海底地形データ

大陸棚調査においては、マルチビーム音響測深機(MBES: MultiBeam Echo Sounder)を使用し、非常に高密度の海底地形データを収集している。ブーゲー異常値の算出には主にこれらの地形データを使用した。また、MBESによるデータがない海域においては、Smith and Sandwell (1994)によって公開されている人工衛星アルチメーターによる水深値を使用した。

3 データ処理

船上で取得した重力データは、出入港時に測定した船上重力でドリフト補正を行った後、測位情報を元にエトバス効果の補正が施される。この重力値に正規重力式1967を適用することでフリーエア重力異常値が算出される。大気補正は適用していない。

エトバス効果とは、移動体上で測定したみかけの重力値と静止時に測定した重力値が異なる現象である。例えば、地球の自転と同じ方向に移動体が移動している場合、移動体の速度の分だけ重力計にかかる遠心力が増加する。また、緯度によって地球の回転半径が変化するため、半径が最大となる赤道付近では遠心力が最大となる。

フリーエア重力異常値は、地球を回転楕円体としたときの重力値(正規重力)と観測重力値との差を

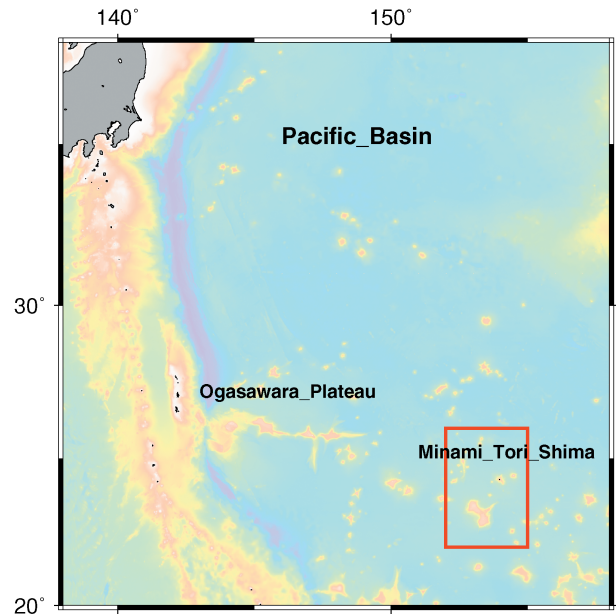
とったものである。フリーエア重力異常値には地形の影響が強くなるため、水深の深いところでは小さく、水深の浅いところでは大きくなる傾向がある。

ブーゲー異常は単純ブーゲー異常 (simple Bouguer anomaly) と地形補正を加えたブーゲー異常 (complete Bouguer anomaly, 以下「完全ブーゲー異常」と記す) の大きく2つに分類される。海洋における単純ブーゲー異常は、海底面を水深一定の平面と仮定し、フリーエア重力異常値に海水を地殻に置き換えた補正を加えたものである。完全ブーゲー補正は、海底を平面とせず、海底地形の凹凸を考慮した地形補正を加えたものである。ブーゲー重力値は海水を地殻で置き換えた際の重力値であるため、相対的な地殻の厚さを反映していると仮定される。地殻はマントルよりも軽いので、ブーゲー重力値の小さい場所では地殻が厚く、大きい場所では地殻が薄いと捉えられる。

4 ブーゲー異常図

完全ブーゲー異常を計算する際には海底地形を考慮する必要がある。ここでは海底地形を0.01度グリッドの角柱状と仮定して計算した。海水に置換する角柱状の地殻が与える補正值は、高さ一定の半無限平板の積分値 (萩原, 1978) によって算出した。また、地形補正適用範囲を検討すべく、半径10~50 km まで10 km 刻みの地形補正を実施し比較することにした。この計算では、曲率効果は考慮していない。

この比較テストの適用海域として、1) 海底地形の凹凸が顕著である、2) 観測データが一様に取得されている、3) 微妙な重力値の変化が確認される、といった条件を満たす南鳥島周辺海域 (第1図) を選定し、計算を行った。この計算の際、海水密度を $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、平均地殻密度を $2.67 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ と仮定している。テスト海域の海底地形図、航路図、フリーエア重力異常図を第3図 (a), (b), (c) にそれぞれ示す。この海域の特徴として、大小の海山が西北西-東南東方向に帯状に分布しており、帯状の海山列に沿ってブーゲー重力値が小さくなる傾向を示すことが挙げられる。観測測線は地形の凹凸の激しい海山部で密になっており、海底地形及び重力

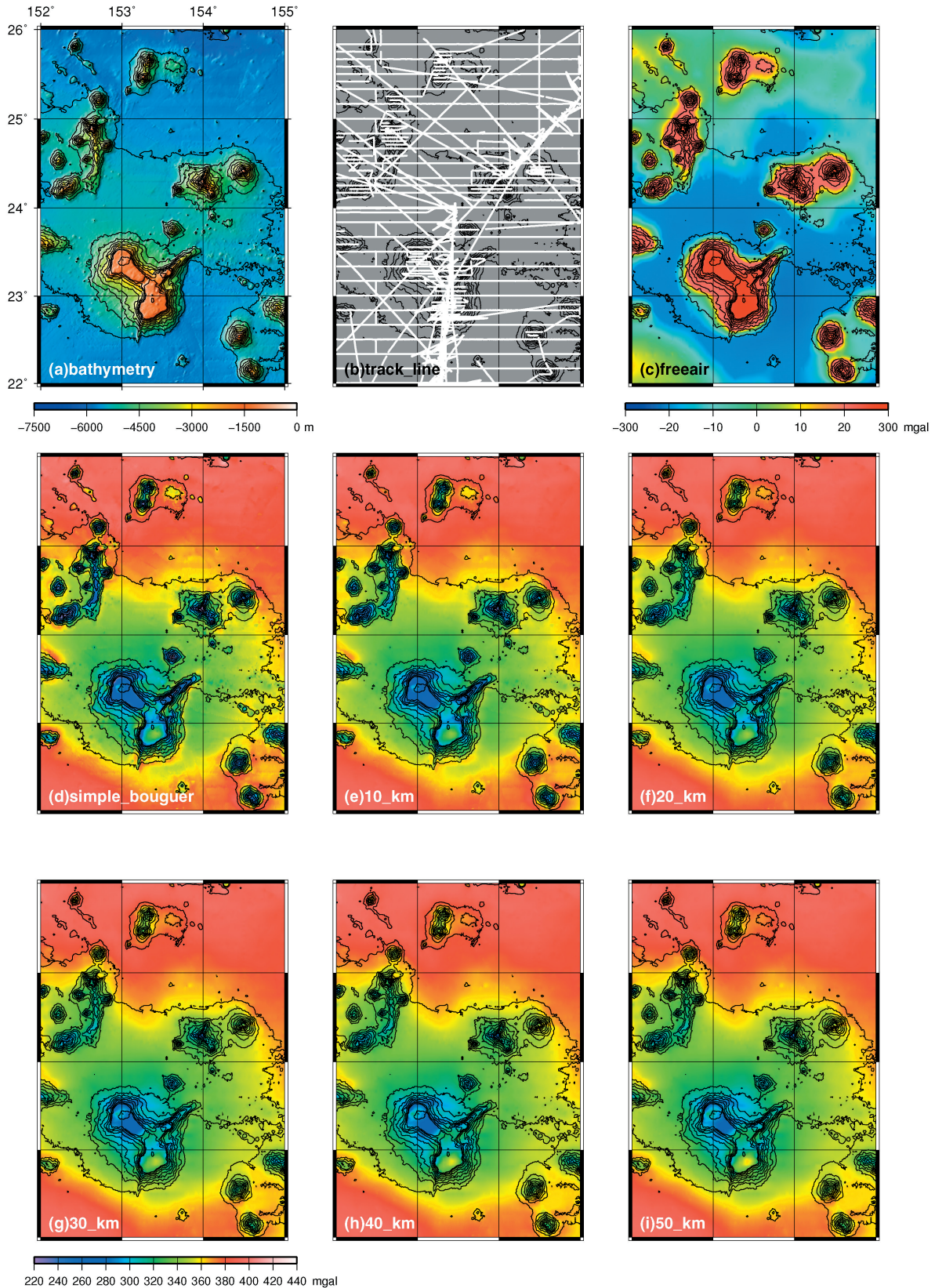


第1図：地形補正テスト実施海域 (赤枠)。西太平洋海盆上に散在する海山群を対象にした。
Figure 1: A red rectangle region shows a sea area for applying terrain correction test. Target area is characterized with scattered seamounts on the Western Pacific Basin.

データに顕著な欠損部は生じていない。

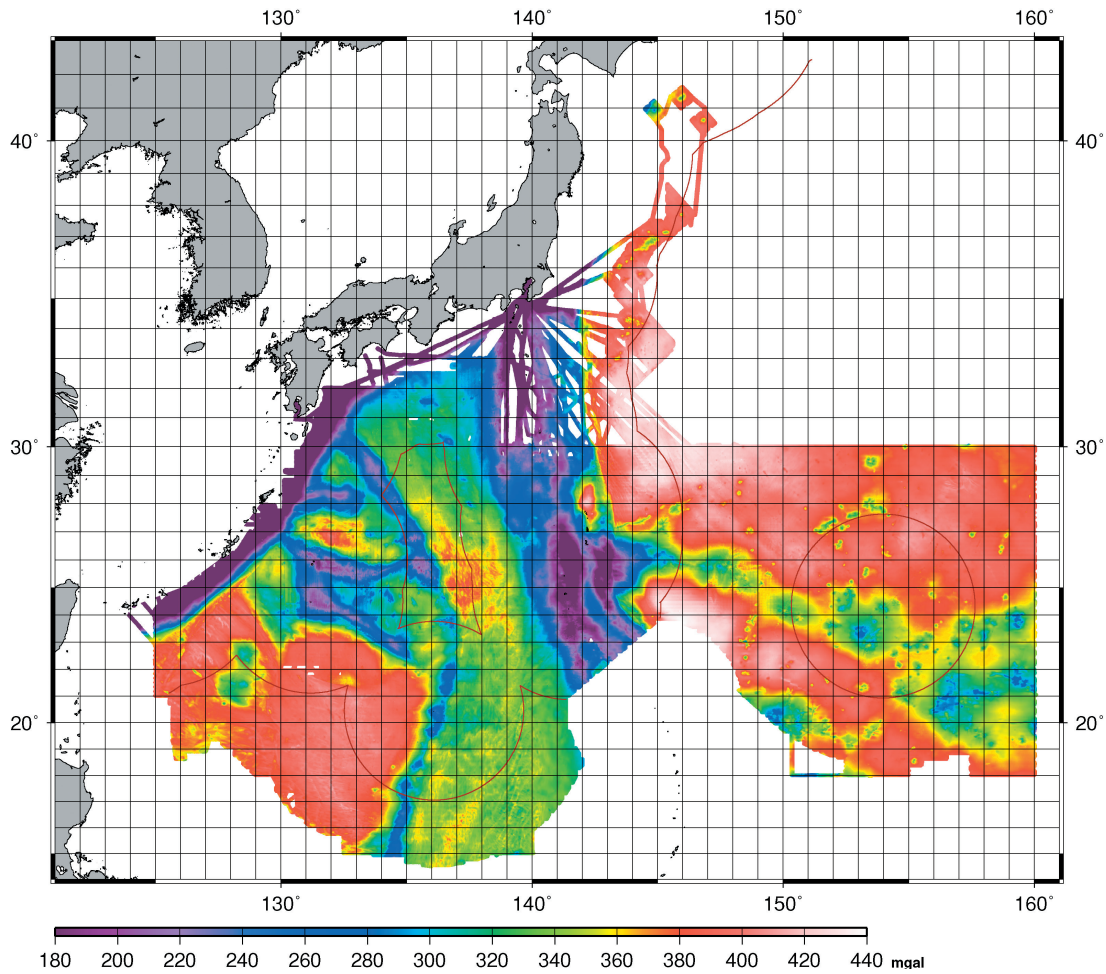
地形補正の計算結果を第2図 (d)~(i) に示す。(d) 図は単純ブーゲー図である。フリーエア重力値に直下水深による補正しか適用していないため、海山部では特に重力値が小さく、海山直近の大洋底において重力値が大きくなる傾向が確認できる。これらの傾向は地形補正適用範囲が大きくなるにつれ徐々に緩和される。単純ブーゲーと地形補正適用範囲50 kmを比較した場合、海山頂上では最大約130 mgal補正されている。小規模の海山 (例：25.5N-153.2E) に注目すると適用範囲30 km以降はほとんど色の変化が判別できない。大規模な海山 (例：拓洋第5海山) においては、(d) 図で顕著な海山の縁付近の低重力値 (紺~青色) は適用範囲30 km以降で大きくは変化しないが、海山中心付近でわずかながら色の変化 (約10 mgal) が適用範囲50 kmまで確認される。平坦な大洋底の重力値は適用範囲20 kmでむらなくなり、以降はほとんど変化がない。

当然ながら、地形補正の適用範囲は広ければ広いほどより適切な値に近づくが、計算時間を考慮すると、大まかなブーゲー重力異常を把握するには30



第2図：地形補正テスト。(a) 海底地形図 (b) 航跡図 (c) フリーエア重力異常図 (e) 単純ブーゲ異常図 (f) 地形補正10 km適用結果 (g) 地形補正20 km適用結果 (h) 地形補正30 km適用結果 (i) 地形補正40 km適用結果 (j) 地形補正50 km適用結果

Figure 2: Results for the terrain correction test. (a) Bathymetry map (b) Track line map (c) free-air anomaly map (d) simple Bouguer anomaly map (e)-(j) show results of the terrain correction tests for a radius of 10 km, 20 km, 30 km, 40 km and 50 km, respectively.



第3図：日本周辺海域ブーゲー重力異常図。地形補正は30 kmを適用。

Figure 3 : Complete Bouguer anomaly map of west Pacific Ocean around Japan. The terrain correction is applied with a radius of 30 km, an average seawater density of $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ and an average crust density of $2.67 \times 10^3 \text{ kg/cm}^3$.

km程度の地形補正で十分であると思われる。

最後に2005年度までに大陸棚調査で取得されたデータを用いた完全ブーゲー重力異常図を第3図に示す。地形補正範囲は30 kmである。この図からは太平洋海盆上に帯状に延びる海山群でブーゲー異常が小さくなっていることや四国海盆西部でブーゲー異常が大きくなっていることがよくわかる。

現在、重力データは適切な補正が行われていない航海のものもあり、品質の点で改善の余地は多々あるが、今回作成したブーゲー重力異常図は西太平洋海底下の構造を把握するには大いに役立つものと思われる。

参 考 文 献

植田義夫：地形メッシュ自動分割法による重力地形

補正, 海洋調査技術, 15, 17-27, (2003)

植田義夫：日本列島とその周辺海域のブーゲー重力異常 (2004年版), 海洋情報部研究報告, 41, 1-26, (2005)

萩原幸男：地球重力概論, 共立全書, (1978)

Segawa J.: gravity measurements at sea by use of the TSSG, part 2, *J. Phys. Earth*, 18, 203-284, (1970)

Smith W. H. F. and D. T. Sandwell: Bathymetric prediction from dense satellite altimetry and sparse shipboard bathymetry, *J. Geophys. Res.*, 99, 21803-21824, (1994)

Tomoda Y. and H. Kanamori: Tokyo surface ship gravimeter α -1, *J. Geodetic Soc. Japan*, 7, 116-145, (1964)