

一般化ブーゲー異常の地球物理学的意味および測地学的側面

Geophysical meanings and geodetic aspects of the generalized Bouguer anomaly

野崎 京三[1]

Kyozo Nozaki[1]

[1] 応用地質

[1] OYO

【はじめに】 筆者らはこれまでに、任意の等ポテンシャル面上で定義された「一般化ブーゲー異常」という重力異常の考え方を提案し、ブーゲー密度 B に依存しない新たな概念 (B -free な基準面, B -free なブーゲー異常など) やそこから導かれる諸結果 (FA vs. hd diagram など) について報告してきた (例えば, Nozaki, 2003, submitted to J. Geod.). 本稿では、この一般化ブーゲー異常の地球物理学的意味を特に「実測重力場と比較すべき参照重力場の取り方」に焦点を合わせて概観し、「物理測地学の基本方程式との関連」を中心としてその測地学との接点について考察した一つの結果を報告する。

【背景：測地学的重力異常と地球物理学的重力異常の現状】 いわゆる「重力異常」には、ジオイドや高さなど地球の幾何形状を問題とする「測地学的重力異常 (フリー・エア異常 in the Molodensky sense)」と地球の内部構造 (密度異常) を問題とする「地球物理学的重力異常 (ブーゲー異常)」とがあることはよく知られている (cf. Moritz 1990). 両者は「地球の重力場」という唯一のものを対象としているにも拘らず、目的の違いから両者間で特に地形質量または地表付近の密度の取り扱い方に陰・陽の違いが生じ、その結果として、測地学・地球物理学両分野間で重力異常に関する用語の混乱やコミュニケーションの阻害を招いているように思われる。実際、ごく最近になって Hackney and Featherstone (2003), Vanicek et al. (私信) などにより、主に測地学的視点からこの種の問題提起や議論がなされている。例えば、ブーゲー異常の定義は、ジオイド高を考慮するか否かによって両分野で明らかに異なっている。正規重力 (IUGG/ IAG 1967) が採用された 1967 年以後のブーゲー異常の定義式 (cf. Heiskanen and Moritz 1967) は、測地学的には無矛盾であっても、地球物理学的にはその本来の目的に反し定義式自体の意味が極めて曖昧になっている。地球物理学的視点からブーゲー異常について再考し、両者の関係を明らかにしておくことは、現在においても無意味ではないと考えられる。

【結果、および、まとめ】 一般化ブーゲー異常の考え方は、これによって現代測地学の一部を置き換えることを意図したものではなく、古典的なブーゲー異常 (e.g. Heiland 1946) の現代的な不備を補うことを意図したものである。重力の問題を global と local とに分けた場合、ここでは主に local な問題として扱う。以下に、主な結果のみ要約しておく。

(1) 一般化ブーゲー異常は、測地学的重力異常と地球物理学的重力異常との橋渡しをする考え方を提供するものと考えられる。その特徴は、実際の地球の密度分布 B を、 $B(\text{mean})$ と $B(\text{deviatoric})$ とに分け、参照重力場として密度 B の物質中での Prey-reduced normal gravity field (正規楕円体上で normal gravity と一致) を採用していること、および、ジオイド高を考慮していることの 2 点にある。これは、正規重力場と観測重力場とを拘束条件として参照密度場 $B(\text{and/or 重力鉛直勾配異常})$ を推定するための枠組みを設定したことに相当する。これにより、密度異常 $B(\text{deviatoric})$ を問題とするブーゲー異常本来の地球物理学的意味が明確になると共に、 B -free な基準面の導入により一般化ブーゲー異常の考えが測地学的枠組みとも矛盾しないことが明らかになった。

(2) B -free なブーゲー異常が満たす式は、物理測地学の基本方程式と同等である。言い換えると、密度 B を考慮した上で第 3 境界値問題 (Robbin problem) を設定したことになる。

(3) 一般化ブーゲー異常の B -free な基準面 hd_0 への reduction は、正規楕円体面に関する Ruzdki type の compensating reduction (e.g. Heiskanen and Moritz 1967) であると考えられる。したがって、 B -free なブーゲー異常は、正規楕円体上で indirect effect を持たない。これは、Ruzdki reduction がジオイド上で indirect effect を持たないこと (Heiskanen and Moritz 1967) に対応している。

(4) ある限られた範囲に分布する観測重力データから FA vs. hd diagram を描くことは、高さに対して線型な local/regional 標準地球モデル ($B(\text{mean})$ and/or $B(\text{deviatoric})$, 平均的なジオイド高) を推定したこと相当する。この B は、測地学的には、精密ジオイドの決定などにおける地形補正 (Faye anomaly) や Helmert condensation の計算過程で必要となる密度の地域性 (cf. Kuhn 2003) に関する知見を提供する可能性がある。

【謝辞】 東京大学名誉教授 南雲昭三郎先生・萩原幸男先生、東京大学地震研究所 大久保修平教授、深尾良夫先生、国土地理院地理地殻活動研究センター 海津優センター長、黒石裕樹博士から有益なコメントと encouragements をいただいた。ここに深く感謝いたします。