

フリー・エア異常の新古典的解釈

A note on the neoclassical approach to the free-air anomaly

野崎 京三[1]

Kyozo Nozaki[1]

[1] 応用地質

[1] OYO

【はじめに】 筆者はこれまでに、任意の標高で定義された「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, 2004, submitted to EPS). 本稿では、この一般化ブーゲー異常の考えが、フリー・エア異常に対する古典的ではあるが新しい解釈を与えることを示す。「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、例えばフリー・エア異常 (in the Molodensky sense) に代表される「測地学的な重力異常」と例えばブーゲー異常に代表される「地球物理学的な重力異常」とがあることはよく知られている (cf. Moritz 1990). 前者は、地球の幾何形状 (ジオイドなどの等ポテンシャル面) を知ることに主眼が置かれており、重力異常から密度 B を排除する方向で理論が構築されている。一方、後者は、地球の内部構造 (密度異常) を知ることに主眼が置かれており、重力異常から密度を排除することは本質的に受け入れ難い。両者は「地球重力場」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. (2004) 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、フリー・エア異常や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 / フリー・エア異常の定義式 (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を、 $B(\text{mean})$ と (deviatoric) とに分け、参照重力場として密度 B の物質中での Prey-reduced reference 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ともに、 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 / 測地学的重力異常 (フリー・エア異常) と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。その中で、 B -free なブーゲー異常は、「重力乱れ (gravity disturbance)」の役割を演じている。その境界条件 (free-air anomaly) は、ジオイド面上 (または地表面上) で与えられる。

(3) 一般化ブーゲー異常の B -free な基準面への reduction は Ruzdki type の compensating reduction (e.g. Heiskanen and Moritz 1967) であると考えられる。従って、 B -free なブーゲー異常は、地形補正とブーゲー補正に伴う地形質量の再配分の影響 (indirect effect) を持たない。これは、Ruzdki reduction がジオイド計算に関する indirect effect を持たないこと (Heiskanen and Moritz 1967) に対応している。

【謝辞】 東京大学名誉教授 南雲昭三郎先生・萩原幸男先生、深尾良夫先生、東京大学地震研究所 大久保修平教授、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、並びに、京都大学理学部 竹本修三先生、福田洋一先生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。