

# 遺传的アルゴリズムおよび地質データを用いた重力インバージョンとその実用性

## Inversion method in gravity field using Genetic Algorithms supported by geologic information and its practicality

# 市原 寛[1]; 榊原 正幸[2]; 大野 一郎[3]

# Hiroshi Ichihara[1]; Masayuki Sakakibara[2]; Ichiro Ohno[3]

[1] 北大・院・理; [2] 愛媛大・理・地球科学; [3] 愛媛大・理・地球科学

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] Earth Sci., Ehime Univ.; [3] Earth Sci., Ehime Univ

### はじめに

地球物理学分野におけるインバージョンには解の信頼性、すなわち解が一意に求められているか、実際に正しい結果が得られているかという問題が常に存在する。特に重力分野では、基本的に一つの観測点から単一の数値しか得られないことから、地下密度分布の定量解析が困難である。このような問題を解決するために、本研究では地質データを積極的に利用した統合的な重力解析法を開発し、基盤深度解析に適用する。また、解析結果を既知の地質構造と比較し、手法の有用性についての議論を行う。

解析手段としては遺传的アルゴリズム(Genetic algorithms; GAs)を採用した。上記の目的にとって、GAs は以下の利点を持つ。

(1) 局所解に陥りにくく、初期モデルも必要としないため真の解の探索に有利である。

(2) ゴリューションテストに加え、解の一意性の評価も可能である。

(3) 地質データなど、性質の異なるデータの外挿が容易である

この手法を構造探査に用いた研究例は少なく、今後の発展性は高い。解析対象とした地域は、伏在(活)断層の存在が示唆される(市原ほか、2004)松山平野北部の堀江低地である。

### 解析手法

解析に用いた重力測定値は、既存のデータに新たに測定したデータを加えた計 345 測点のデータである。表層地質およびボーリングデータより、標高 0mより上部の地質構造が明らかにされていることから、この領域における密度分布による影響を計算してブーゲー・高度補正を行い、ブーゲー異常図を作成した。

ボーリング資料および地質分布より、堀江低地の地下構造は花崗岩類と第四系を主とする堆積層からなる。湿潤密度測定によると、これらの密度値は堆積層の細粒層(粘土-砂)で  $1.94\text{g/cm}^3$ 、粗粒部(礫混じり砂-砂礫)で  $2.12\text{g/cm}^3$  である。花崗岩の密度は新鮮部で  $2.61\text{g/cm}^3$ 、風化部で  $2.43\text{g/cm}^3$  である。上記のデータおよびボーリングによる第四系の対比(市原ほか、2004)により、基盤岩と堆積層との境界以外の地下構造モデルを構築した。そのモデルは花崗岩層、花崗岩風化部および堆積層(5ユニット)から構成される。

以上の制約条件に基づいて、2次元および3次元での基盤岩上面の標高分布(基盤深度分布)を解析した。なお、基盤岩上面の形状を2次元解析では多角形に近似し、3次元解析では東西  $250\text{m}$  × 南北  $500\text{m}$  の大きさを持つ 216 個のブロックによって近似した。解析には GAs の一手法である Multi-Island GA を用いた。

### 結果と考察

意図せずに行った複数回の解析の結果、2次元、3次元解析ともに解はほぼ一つの形状に収束した。GAs では初期モデルをランダムに作成することから、この結果は観測値から説明できるモデルが一つしか存在しないことを示唆する。さらに、synthetic test においてもモデルはほぼ完全に回復している。したがって、解は一意に求まった可能性が高い。3次元解析の結果によると、堀江低地の基盤深度は NNW-SSE に伸びる箱型の形状を示し、その深さは約  $220\text{m}$  である。また、伏在断層が推定される西縁部では基盤深度が急に浅くなる。解析結果と基盤まで到達しているボーリング資料を比較すると、両者は 20%以内の誤差で一致している。2次元解析結果では、3次元解析よりも精度良い結果が得られており、特に断層面と推定される基盤岩上面の急斜面帯が検出されている。その傾斜角 ( $32^\circ\text{N}$ ) については、ボーリング資料から推定された角度 ( $>45^\circ\text{N}$ ) と差異があるものの、良い結果が得られている。

以上の解析結果およびボーリングによる基盤深度との対比により、本研究による重力インバージョン手法が、平地の基盤深度分布を一意にかつ高精度に求めるのに非常に有効であることが明らかとなった。本来、GAs は膨大な処理を必要とするが、アルゴリズムの最適化と近年の計算機器の発達により、本解析は個人用途の PC で実現されていることから、汎用性は高い。ところで、本研究ではボーリングによる基盤深度等を解析結果の評価のために用いたが、GAs ではこれらを解析の制約条件として与えることも容易である。これによってより複雑な構造の解析や解析の高速化が可能となり、遺传的アルゴリズムの特長をさらに生かした手法としての活躍が期待できる。

### 引用文献

市原 寛・榊原正幸・大野一郎，2004，重力異常およびボーリング資料による松山平野北部，堀江低地の地下構造．地質学雑誌，110，746-757．