多項式を用いた重力解析法における近似式の特性

A Characteristics of the Approximate Equation for Gravity Analysis

領木 邦浩 [1]
Kunihiro Ryoki[1]

[1] 近畿能開大・産業化学
[1] Industrial Chemistry, Kinki Polytech. Col.

1. はじめに
ボーリングデータなどによって得られた基盤深度既知点における重力異常分布から最小二乗法を用いて広域重力トレンドの多項式の係数と重力ー深度 (または高度) 変換係数を求めて基盤構造解析を行う手法がある．井上・他 (1998) は大阪平野北部においてこの手法を用い，良い結果を得た．一方，領木 (1999) は深部地下構造から広域重力異常の分布を計算した．井上・他 (1998) のトレンドと領木 (1999) の広域重力異常計算値を比較すると，前者では正負の極値を持つ起伏面状となっているのに対し，後者は単調で緩やかな曲面状を呈している．井上・他 (1998) は，このトレンドを基盤構造より深いところに起因する広域重力異常であるとしている．しかし，その起伏をよく見ると，後者のなだらかな重力変化に重畳して，基盤岩類が地表に達して山地を形成する所 (金剛山地周辺，淡路島付近) が高異常に対応し，盆状構造をなす所 (大阪盆地) が低異常の対応しているようように見受けられる．すなわち，基盤深度既知点の重力測定値を用いて最小二乗法でトレンドの係数と重力ー深度 (または高度) 変換係数を算出するとき，トレンド多項式は必ずしも広域重力異常のみを表しているわけではない．そこで，２次元構造モデルを例にトレンド多項式の特性を検討した．

2. 方法
今，断層の平均の深さ 1，落差 1 の２次元垂直断層がつくる重力異常 g が観測されたとする．断層の平均の深さ z0 で基準化した距離 x の向きに，深度既知の重力測定点を複数想定する．最小二乗法でトレンド f(x) を x の５次式で評価して基盤構造を逆解析する．すなわち，g=f(x) ＋ bz として５次式の係数 a5〜a0 と b を求める．ここで，g：深度既知点の重力値，z：z0 で基準化した地表からの深さ，である．次に a5〜a0 と b のを用いて，重力分布からトレンド f(x) を除き，変換係数 b で除して基盤深度 z(x) を推定する．

3. 結果
深度既知の重力測定点を距離 1 毎に 11 地点想定したときの基盤推定結果は真の構造 (元の垂直断層構造) にかなり似ている．しかし，できるだけ深度既知点を通過しようとするため，若干の振動が現れている．信号解析理論によると，この振動はギブス現象によるもので，断層構造のよう急峻な変化を示す形状を推定しようとする際に現れる．
ギブス現象を避けるためには，断層近傍に深度既知点を配置しないようにするとよい．そこで，深度既知の重力測定点を距離ー 1〜1 を除いて 1 毎に 8 地点想定して同様に解析したところ，振動が充分に抑制され，満足できる形状が得られた．この推定結果では断層付近の距離ー 1 から 1 の間ではなだらかに変化しているが，これはトレンド f(x) を 5 次式で表現したためである．
一方，深度既知点が多すぎてもギプス現象が目立ってくる．例えば，距離 0.1 毎の深度既知重力測定点 101 地点を想定して解析した結果では減衰振動の最大振幅が 5〜6 倍になる．
以上の結果から，トレンド決定には既知点が多い方が精度よく求まるが，断層近傍に多くの既知点が配置されるとギプス現象が強調されることがわかる．

4. 考察
上述した重力値には広域重力異常は重畳させておらず，純粋に垂直断層構造だけから計算して得られたものである．にもかかわらず，トレンド f(x) が重要な役割を果たしているということは，これが必ずしも広域重力異常を示す項ではなく，上述の例ではむしろ断層からの距離に依存する項とみなすべきである．基盤深度 z を重力観測値 g の一次関数で近似しようとすることは，(1) 重力定数を G とすると，厚さ z，密度差Δρの無限平板の作る理論重力値が g=2πGΔρz で表されることと，(2) 重力が質量からの距離の２乗に反比例するため距離が大きくなると直下の基盤岩以外の影響が少なくなること　から考案されたものである．しかし，特に断層近傍の様に基盤構造が急変するような所では (1) の仮定が成り立たず，z が g に比例するという関係を補正するために f(x) や b を導入する必要があることになると考えられる．従って，井上・他 (1998) などで示される実際のトレンド f(x) も，広域重力異常だけがその要因であると考えないで，それに基盤の形状による補正項が含まれたものであると考える必要がある．
以上の関係を３次元に拡張して表すと，g(x,y) ＝ f(x,y)+bz となる．広域異常の項 R(x,y) として領木 (1999) の結果を採用すれば，トレンド f(x,y) を広域重力異常の項 R(x,y) と基盤の形状による補正の項 S(x,y) に分離できる．すなわち，f(x,y) ＝ R(x,y) ＋ S(x,y) と表現できるので，基盤の深さ z(x,y) は，z(x,y) ＝ [{g(x,y) ー R(x,y)} ー S(x,y)] ／ b として求めるべきである．

引用文献
井上直人・中川康一・領木邦浩 (1998)：大阪平野の重力異常と基盤構造，物理探査，51, 1-16.

領木邦浩 (1999)：西南日本の３次元深部構造と広域重力異常，地震，2，52, 51-63.