

空中磁気データによる3次元地下構造イメージング:ソース体積最小化拘束の導入

3D subsurface imaging by aeromagnetic data: regularization with effective source volume minimization

中塚 正^{1*}, 大熊 茂雄¹

Tadashi Nakatsuka^{1*}, Shigeo Okuma¹

¹産総研地質情報研究部門

¹Geological Survey of Japan, AIST

空中磁気探査をはじめとするポテンシャル場の探査手法においては、理論的に観測場から3次元の地下構造をユニークには決定できないという弱点があるが、逆に広い深度範囲の構造に関する情報を取得できるという利点もある。非ユニーク性の弱点の克服のためには、地下構造に拘束条件を付した解析が必要であり、その拘束条件がいかに妥当なものであるかが重要である。

ここでは、山岳地域のヘリコプター磁気探査データによる3次元構造イメージングの効果的な方法を考える。磁気異常の3次元解析では、Li and Oldenburg (1996), Pilkington (1997), Portniaguine and Zhdanov (2002)などの深度スケージングの必要性を示す報告があり、我々(中塚・大熊, 2006)も単純なノルム最小化解析による3次元イメージングの検討から、深度とともにソースモデルの体積に対応したパラメータスケージングの必要性を指摘した。しかし、単なるノルム最小化拘束では、ソース形状のぼやけた結果(とくに深部に向かって)しか得ることができず、コンパクト性の基準(Last and Kubik, 1983; Portniaguine and Zhdanov, 2002)を取り入れた解析の必要性が認識された。

実際の磁気異常データを取り扱う上では、構造分解能がその深度によって異なるのは当然であり、モデリングの際の個別ソース体積は深いものほど大きくとるのが適切な選択である。

Portniaguine and Zhdanov (2002)は、均一体積のソースモデルを用いて「有効ソース個数」を最小にする方法で良好な解析結果を示したが、それは「有効ソース体積」の最小化でもある。体積が可変な個別ソースの集合で地下構造を記述しようとする場合、コンパクト性の基準は、ソース個数ではなくソース体積であるべきで、我々はその解析スキームについて検討した。

そのような解析の解の収束においては、トレードオフパラメータ e が重要な役割を担う。ミスフィット項を最小化するために処理の中で e の値を減少させる。しかし e の減少が早すぎると、拘束条件項(今の場合反コンパクト項)の存在が効果的でなくなり、ノルム最小解に似てしまう。解のコンパクト性を引き出すためには、大き目の e の値を可能な限り維持することが求められる。

キーワード:空中磁気,ヘリコプター探査,山岳地域,3次元解析,コンパクト,ソース体積最小化

Keywords: aeromagnetic survey, helicopter survey, mountainous region, 3D imaging, compact inversion, source volume minimization