

## 北海道石狩低地の磁気構造 Aeromagnetic constraints on the subsurface structure of the Ishikari Depression, Hokkaido Japan

大熊 茂雄<sup>1\*</sup>; 中塚 正<sup>1</sup>  
OKUMA, Shigeo<sup>1\*</sup>; NAKATSUKA, Tadashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質調査総合センター  
<sup>1</sup> Geological Survey of Japan, AIST

産業技術総合研究所で行われている本邦沿岸域の地質・地下構造の理解を目的とした多面的な地質情報集作成の一環として、石狩低地帯及び周辺地域の磁気異常分布の概要を把握するため、既存の空中磁気データを編集して「石狩低地帯及び周辺地域の20万分の1空中磁気図(全磁力異常)」を作成した(大熊・中塚, 2014)。また、新たに高分解能空中磁気探査を苫小牧地域で実施して、当該地域の詳細な空中磁気異常図を作成した(大熊・中塚, 2014)。

まず、対地1,500mの滑らかな高度での空中磁気データ(中塚・大熊, 2009)から、図面作成範囲のデータを抽出し、石狩低地帯及び周辺地域の空中磁気図(全磁力異常)を編集した。また、磁気異常分布の説明のために、全磁力異常から極磁力異常への変換を行った。作成した極磁力異常図を参照すると、石狩低地では、北上-石狩磁気ベルトと呼ばれる高磁気異常帯が南北方向に中央を縦断し、地表地質分布(尾崎・小松原, 2014)とは対応しない。磁気ベルトは複数の磁気異常の高まりが連続するもので、波長が長いことから磁気異常源の賦存深度が深いことが予想される。この成因については従来諸説あるが、磁気ベルトの近傍で掘削された基礎試錐や石油調査井により、約3,700~4,600mの抗底付近で塩基性の火成岩や花崗岩類が確認され関係が示唆されている。

そこで、今回、当該地域の地下構造を探るため、磁気異常の3次元イメージング(Nakatsuka and Okuma, 2013)を実施した(Okuma et al., 2014)。その結果、石狩低地では地下深部に伏在する南北方向に連続する磁気構造が解析され、北上-石狩磁気ベルトに対応する。解析された磁気構造は北部で浅く(5km)幅が狭く(10km)、南部で深く(10km)幅が広い(25km)。また、解析された磁化強度は大凡1A/m程度であり、これは磁気構造が苫小牧地域の地下4,600m付近で掘削により確認されている花崗質岩である可能性を示唆している。

高分解能空中磁気探査の結果、苫小牧地域の沖合では北上-石狩磁気ベルトに対応する南北性の高磁気異常に加えて、北北西-南南東方向の長波長の高磁気異常が重畳し、その南西端部が同方向の海底地形の顕著な段差に対応することが明らかとなり、当該地域の磁性鉱物を含む堆積構造との関係が示唆された。

キーワード: 空中磁気探査, 磁気異常, 北上-石狩磁気ベルト, 石狩低地, 苫小牧, 3次元イメージング

Keywords: aeromagnetic survey, magnetic anomaly, Kitakami-Ishikari Magnetic Belt, Ishikari Depression, Tomakomai, 3D imaging

## 空中電磁探査を活用した深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出のための検討 Study of Extraction Method of the Slope tending to Cause Deep-seated landslide using Airborne Electromagnetic method

高原 晃宙<sup>1\*</sup>; 瀬戸 秀治<sup>1</sup>; 野池 耕平<sup>1</sup>; 木下 篤彦<sup>1</sup>; 清水 孝一<sup>1</sup>; 石塚 忠範<sup>1</sup>; 河戸 克志<sup>2</sup>; 奥村 稔<sup>2</sup>;  
影浦 亮太<sup>2</sup>  
TAKAHARA, Teruyoshi<sup>1\*</sup>; SETO, Shuji<sup>1</sup>; NOIKE, Kohei<sup>1</sup>; KINOSHITA, Atsuhiko<sup>1</sup>; SHIMIZU, Yoshikazu<sup>1</sup>;  
ISHIZUKA, Tadanori<sup>1</sup>; KAWATO, Katsushi<sup>2</sup>; OKUMURA, Minoru<sup>2</sup>; KAGEURA, Ryota<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人土木研究所, <sup>2</sup> 大日本コンサルタント株式会社

<sup>1</sup>Public Works Research Institute, <sup>2</sup>Nippon Engineering Consultants Co.,LTD.

山崩れや崖崩れなどの斜面崩壊の現象には、主に表層崩壊と深層崩壊等が挙げられる。表層崩壊は、表層土が崩れ落ちる現象である。一方で、深層崩壊は、すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し、表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象である。深層崩壊は、表層崩壊より発生頻度は少ないが、生産される土砂量は多く、甚大な被害を引き起こす可能性がある。近年では、平成23年台風12号に伴う豪雨により紀伊半島でいくつもの深層崩壊が発生している。

深層崩壊の発生には、岩盤の強度や岩盤中の地下水移動が関係すると考えられており、深層崩壊の発生を精度よく推定するためには、広域に岩盤内の情報を得ることが重要である。そこで、本研究では、地質・地下水情報を広域に取得できる空中電磁探査に着目し、深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出手法の検討を行った。

研究の対象とした領域は、早川流域（山梨県）及び別府田野川流域（宮崎県）である。これらの流域で、深層崩壊発生斜面と岩盤クリープ斜面の鉛直方向の比抵抗パターンについての検討結果を報告する。

早川流域は、四万十帯瀬戸川層群の粘板岩と砂岩の互層が分布する。深層崩壊発生斜面と岩盤クリープ斜面の鉛直方向の比抵抗パターンは、浅部は高比抵抗帯を示し、密な等比抵抗コンターを介して深部は相対的な低比抵抗帯であった。ボーリング調査結果から、浅部は地下水位以浅の割れ目が発達した風化岩盤で、深部は新鮮岩が分布することが確認されていた。よって、浅部の高比抵抗帯は割れ目が発達した風化岩を示し、深部の低比抵抗帯は新鮮岩を反映したものと考えられる。

別府田野川流域は四万十帯日向層群と日南層群の砂岩、泥岩とその互層が分布する。深層崩壊発生斜面と岩盤クリープ斜面の鉛直方向の比抵抗パターンは、浅部は高比抵抗帯を示し、密な等比抵抗コンターを介して深部の低比抵抗と接しているケース（早川流域と同様）と浅部が低比抵抗帯を示し、深部に向かって高比抵抗になるケースが認められた。後者のようなケースを示した領域で実施されたボーリング調査結果では、浅部は割れ目が発達した風化岩及び多くの泥質岩、深部は新鮮岩が分布することが確認された。

本研究では、異なる地域・地質であっても、深層崩壊発生斜面と岩盤クリープ斜面では共通して、浅部が高比抵抗で深部が低比抵抗となる2層構造を確認することができた。しかし、多くの泥質分を含む斜面では、深層崩壊斜面と岩盤クリープ斜面の比抵抗パターンは浅部が低比抵抗で深部が高比抵抗となる逆の2層構造も存在することから留意する必要がある。また、浅部から深部に向かって相対的に高比抵抗、低比抵抗、高比抵抗となる3層構造の存在も確認することができた。このような比抵抗パターンについても、今後詳細に検討する必要がある。

キーワード: 空中電磁探査, 深層崩壊, 比抵抗

Keywords: Airborne Electromagnetic Method, Deep-seated landslide, Specific Electrical Resistance

## 航空重力偏差探査による重力勾配テンソルを用いたフィルター及び半自動解釈手法 Semi-automatic interpretation methods using gravity gradient tensor data obtained by air- borne gravity gradient survey

楠本 成寿<sup>1\*</sup>

KUSUMOTO, Shigekazu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 富山大学大学院理工学研究部 (理学)

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering for Research (Science), University of Toyama

地下構造推定, 特に構造境界抽出における重力勾配テンソルの重要性や有用性は, 1930年代後半頃から指摘されている。今日では, 古典的な水平一次微分や鉛直一次微分, 鉛直二次微分だけでなく, これらの組み合わせによる, より高度で複雑な構造境界検出手法が議論されてきている。これらは, 地下の構造変化に伴う重力異常の空間変化を微分によって抽出する手法であり, いずれも重力異常の短波長成分を強調する, 一種のハイパスフィルターである。

一般に, このようなフィルターを含め, 地質学的・地球物理学的拘束条件を付加することなく, 重力異常から地下構造境界等を推定する手法は, 半自動解釈手法とよばれる。この解釈手法には, 上記の重力異常の空間微分を用いる手法の他, 重力勾配テンソルの固有値と固有ベクトルを用いる手法がある。

本講演では, まず, 重力勾配テンソルを用いたフィルターおよび半自動解釈手法についてのレビューを行う。その後, FALCON (R) AGG により得られた九重地域の重力勾配データに, 16種類のハイパスフィルターと半自動解釈手法を適用し, 個々の手法の特性, 及び実用の際に必要なと思われる改善点等について述べる。

なお, 本研究成果は, JOGMEC による平成 26 年度空中重力調査データを地熱資源調査等に用いるための手法検討作業に関する委託業務により得られたものである。記して感謝致します。

## Three-dimensional resistivity modelling of GREATEM survey data from the Nojima Fault, Awaji Island, south-east Japan.

## Three-dimensional resistivity modelling of GREATEM survey data from the Nojima Fault, Awaji Island, south-east Japan.

ABD ALLAH, Sabry<sup>1\*</sup>; MOGI, Toru<sup>1</sup>; ITO, Hisatoshi<sup>2</sup>; JOMORI, Akira<sup>3</sup>; YUUKI, Youichi<sup>4</sup>; FOMENKO, Elena<sup>5</sup>; KIHO, Kenzo<sup>2</sup>; KAIEDA, Hideshi<sup>2</sup>; SUZUKI, Koichi<sup>2</sup>; TSUKUDA, Kazuhiro<sup>2</sup>  
ABD ALLAH, Sabry<sup>1\*</sup>; MOGI, Toru<sup>1</sup>; ITO, Hisatoshi<sup>2</sup>; JOMORI, Akira<sup>3</sup>; YUUKI, Youichi<sup>4</sup>; FOMENKO, Elena<sup>5</sup>; KIHO, Kenzo<sup>2</sup>; KAIEDA, Hideshi<sup>2</sup>; SUZUKI, Koichi<sup>2</sup>; TSUKUDA, Kazuhiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, <sup>2</sup>Civil Engineering Research Laboratory, Central Research Institute of Electrical Power Industry, <sup>3</sup>NeoScience Co., 5-11-22 Osato, Sennan, Osaka, 590-0526, Japan, <sup>4</sup>Geotechnical Center, Oyo Co., 2-61-5 Toro, Saitama, 331-8688, Japan., <sup>5</sup>Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University, Moscow

<sup>1</sup>Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, <sup>2</sup>Civil Engineering Research Laboratory, Central Research Institute of Electrical Power Industry, <sup>3</sup>NeoScience Co., 5-11-22 Osato, Sennan, Osaka, 590-0526, Japan, <sup>4</sup>Geotechnical Center, Oyo Co., 2-61-5 Toro, Saitama, 331-8688, Japan., <sup>5</sup>Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University, Moscow

An airborne electromagnetic (AEM) survey using the grounded electrical-source airborne transient electromagnetic (GREATEM) system was conducted over the Nojima Fault on Awaji Island, south-east Japan, to assess GREATEM survey applicability for studying coastal areas with complex topographic features. To obtain high-quality data with an optimised signal-to-noise ratio, a series of data processing techniques was used to acquire the final transient response curves from the field survey data.

The 1D inversion results were feasible in that the horizontal resistivity contrast was not much higher than the true contrast, but they were not reasonable in that the horizontal resistivity values were greatly changed. To circumvent this problem, we performed numerical forward modelling using a finite-difference staggered-grid method (Fomenko and Mogi, 2002) adding a finite-length electrical dipole source routine to generate a three-dimensional (3D) resistivity structure model from GREATEM survey data of the Nojima Fault area. The 3D model was based on an initial model consisting of two adjacent onshore and offshore layers of different conductivity such that, a highly conductive sea of depth (10<sup>2</sup>40 m) is placed on top of a uniform half-space, assuming the presence of topographic features on the inland side. We examined the fit of the magnetic transient responses between field data and 3D forward-model computed data, the latter were convolved with the measured system response of the corresponding dataset. The inverted 3D resistivity structures showed that the GREATEM system has the capability to map underground resistivity structures as deep as 500 m onshore and offshore. The GREATEM survey delineated how seawater intrudes on the land side of the fault and indicated that the fault is a barrier to seawater invasion.

キーワード: 3D EM forward modeling, GREATEM, Numerical approximations, Airborne Electromagnetic, Fault zone survey  
Keywords: 3D EM forward modeling, GREATEM, Numerical approximations, Airborne Electromagnetic, Fault zone survey