

第 210 回地質調査所研究発表会講演要旨*

特集 地球物理データが語る地質・地殻構造

広帯域 MT 法による東北日本の地殻構造断面

小川康雄・高倉伸一・光畑祐司

地殻深部の構造・物性を解明するためには、地表からの物理探査によるところが多い。諸外国では、地震探査や電磁法深査が行われている。本講演ではこれらのうち、深部地殻を対象とした電磁探査をレビューし、さらにわれわれのグループで行っている東北日本を横断する MT 法測線の例を紹介する。

まず、現在テクトニックに活動的でない地域で行われた探査結果を紹介する。Thompson *et al.* (1983) は、パラチア南部で深度 15 km より深部に 1000 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層を検出し、それが反射法地震探査によるリフレクティブ層と対応することを示した。この低比抵抗層は、パラチア造山運動に関連して、衝上断層によってトラップされた堆積層であると考えられている。Jödicke *et al.* (1983) は、ドイツ、ライン地方 Massif における MT 法探査から、深度 20-30 km に傾斜する低比抵抗層を見いだした。これも反射法地震探査のリフレクティブ層と対応しており、大規模な衝上断層によってトラップされた堆積層の可能性がある。

一方、活動的な地域でも地殻深部に低比抵抗/高リフレクティブ層が見つかっている。アメリカ・カナダの西海岸からカスケード山脈を横切る測線で Kurtz *et al.* (1986), Wannamaker *et al.* (1989), Stanley *et al.* (1990) が、MT 法調査を実施している。解析結果の特徴は以下の 2 点にある。1 つは、沈み込むプレート上面にトラップされた堆積層が低比抵抗層として捕らえられていること、もう一つは、背弧側の深度 15 km 程度より深い部分に低比抵抗層が見られることである。後者の原因については、以下のように考えられている。すなわち、沈み込むプレートにおける含水鉱物の脱水反応によって自由水が下部地殻に供給され、それが下部地殻上面の不透水層によってトラップされるためと考えられている。下部地殻上面の不透水層は、加水反応によって鉱物が沈澱することによっていると考えられている。東北日本と中部日本における MT・GDS 観測結果 (Utada, 1987) も同

様の構造を解析している。

われわれのグループでは、1988 年から、MT 法による深部地殻の比抵抗構造の研究を行っている。われわれの用いる測定機器は、400Hz から 0.0005Hz にいたる広帯域の自然電磁場を測定し、リアルタイムに解析のできるものである (小川, 1990)。これまで、日本で行われた地殻・マントルを対象とした電磁探査では周波数帯域が狭く、解析に当たってはあらかじめ構造ブロックの形をコントロールする必要があったが、それが広帯域 MT 法では不要でない。本講演では、東北南部測線 (新潟-会津-郡山-双葉) 及び、東北北部測線 (秋田-田沢湖-岩手山-岩泉) の解析結果について簡単に紹介する。

東北南部測線の特徴は以下のようにまとめられる。(1) 深度 3 km 以浅の比抵抗分布は、表層の地質構造と対応が良い。(2) 深部地殻の低比抵抗層の上面が、阿武隈山地では深度 20 km, 第四紀火山地域では 8 km にそれぞれ解析される。火山地域より西側では、地殻深部低比抵抗層の存在が明瞭ではない。阿武隈山地の深部低比抵抗層は、S 波速度構造の異常とも対応するため、沈み込む太平洋プレートの脱水反応によって供給された自由水によるものと考えられる。

予備的な解析によれば、東北北部測線の特徴は以下のとおりである。(1) 深度 3 km 以浅の比抵抗分布は、表層の地質構造と対応が良い。(2) 北上山地内部 (姫神山から岩泉の間) の深度 5 km から 20-30 km までは、100 Ωm 以下の低比抵抗異常を示す。これはジュラ紀のアクリーションによる厚い堆積層であると考えられる。

両測線とも地震学的なコンラッド面は 15 km 程度と考えられるので、東北地方に関する限り、下部地殻は一樣に低比抵抗であるとは言えない。 (地殻物理部)

Keywords: deep crust, magnetotelluric (MT) method, Tohoku district, free water, accreted terrain

地震観測の概要

井元政二郎

防災科学技術研究所では、昭和 53 年度から 59 年度に

*平成 3 年 6 月 14 日本所において開催

かけて、関東・東海地域において高精度の微小地震観測網を整備した。既存の首都圏の深層観測施設や、その後整備された施設等を含めると、およそ80の地点で現在地震観測がなされている。観測データは電話回線を介して、防災科学技術研究所(つくば市)にテレメータされ、専用の計算システムによって、処理解析が行われている。ここでは、観測処理システムの概要と特徴について述べ、観測データから得られた成果について紹介する。

観測に用いられている地震計は、固有周期1秒の速度型地震計であり、地動ノイズの少ない安定した岩盤の上に設置されている。地震計からの信号は、上下動、東西動、南北動の各成分について、1サンプル8bitで80HzサンプリングでA/D変換されている。対数圧縮のA/D変換を採用しているため、78dbの広いダイナミックレンジが得られている。テレメータシステムは、日本電信電話(株)のD-1規格特定通信回線を用いたPCM方式のシステムであり、1観測点あたり2400bpiの密度で伝送されている。本システムの特徴は「自動追尾のネットワーク時刻同期」であり、各観測点では防災科学技術研究所の親時計に同期してサンプリングが行われている。

防災科学技術研究所では、伝送された観測データがアナログ記録計に記録されるとともに、デジタル信号のまま計算機処理システムに取込まれている。処理システムは「地震前兆解析システム(APEシステム; Analyzing System for Precursors of Earthquakes)」と呼ばれ、互いに結合された3台の計算機(1, 2, 3号機と呼ぶ)によるサブシステムで構成されている。1, 2号機はリアルタイムで稼働する自動処理機であり、3号機は解析研究用の汎用機である。1号機は、テレメータと結合されていて、データの取込み、編集及び観測状況の監視を行っている。常時送り込まれるデータから、地震波の検出を行い、1号機と2号機の間にある共用ディスク(両方の計算機からアクセスが可能)に書き込まれる。また、観測網の動作状況の監視も行っている。2号機は、1号機のバックアップ用になっていて、保守や不慮の事故により1号機が停止した場合には、自動的に2号機へ切り換えられ観測の機能が中断しないよう設計されている。2号機のもう1つ重要な役割は、地震前兆現象を発見するための「監視システム」である。地震観測データについては、地震波検出・震源決定等の通常のデータ解析が自動処理によって行われている。次に、この結果から地震前兆に関連すると考えられる種々のパラメータが算出されその変動が追跡されている。3号機では、オペレータと計算機との会話形式により地震波検出等のデータ処理作業が行われている。オペレータの目を通すことにより信頼度の高い結果が確

保され、最終データとしてデータベースに登録される。データベースはリレーショナルデータベースを用いており、地震に関しては、震源の情報に関する表、各観測点における検測値に関する表、さらに地震波形の収録に関する表の3つから成っている。各地震波形から震源決定に必要な要素、P波、S波到達時刻等が検測される。また、地震波形の特徴を示すいくつかのパラメータについても自動的に検測され、検測値に関する表に登録されている。地震波形データは光ディスクに記録され、その利用に必要な情報が磁気ディスク上のデータベースに記録されている。

観測データを基にして、地殻構造等の場の状態に関係したいくつかの研究がなされている。主なものに、関東における詳細な地震分布図あるいは地震波速度等をもとにして、フィリピン海プレートの形状について論じた研究、発震機構の解析により、応力場について論じた研究、精密な震源再決定を行うことにより、フィリピン海・太平洋プレートの地下境界の微細構造について論じた研究等がある。これらとは別に、地震予知に直接結び付く研究は数多くなされている。

防災科学技術研究所の地震観測網は地震予知研究推進を目的に整備されたものであり、予知研究の推進に資するのはいうまでもないが、基礎的な研究の発展にも大いに役だっている。

(防災科学技術研究所)

Keywords: Kanto-Tokai, observation net-work, precursor, earthquake

震央分布図を読む

鈴木尉元*・宮崎純一*・川勝 均**

中村左衛門太郎は、彼の「地震学」(1954)において、地震学を物理地震学と地質地震学に区分している。地質地震学は、地震の地理的分布を明らかにし、その説明をする分野で、地震学発展の初期に目覚ましい成果をあげ、地震学の基礎をつくり上げた。この基礎の上に、地震計と地震波動の研究をする物理地震学の成果が上げられたと述べている。

被害地震の頻発する地震帯の存在を指摘し、その活動様式を明らかにしたのは、地質地震学の成果の一つである。さらに深発地震帯の発見は、そのもっとも大きな成果であろう。この地震の地理的分布については、現象論的には地震帯として定式化されたが、その実態、つまり、どのような機構で地震が発生し、地震帯が形成されるの

かという問題については、課題として残されていると考える。この問題は、地質・地形・測地・地震などの学際的なものであり、総合的な研究が必要である。今回は、とくに本州東北部をとりあげて、上記の問題を検討する。

被害地震の分布を地形図の上にプロットしてみると、それらは一般に山地の縁辺、あるいは盆地の周辺に位置することがわかる。また新潟平野の中央部をほぼ南北に走り、粟島辺にまでのびる地域にも地震は頻発する。後者は、かつて信濃川地震帯とよばれた地域に相当する。

日本列島内には、垂直的な変動を知る基準として一等水準点、水平的な変動を知る基準として一等三角点が設置されていて、それらを解析することにより、日本列島の最近の地殻変動の様式を知ることができる。その結果によると、上記の被害地震の発生する地域は、水準点では撓曲帯、三角点変動では最大剪断歪が 10^{-5} よりも大きな地域にあたることがわかる。

ここで指摘しておきたいことは、地塊的な変動単元が識別され、その境界に被害地震が発生すること、被害地震の発生する時は、本震の発生前後に、浅い地震だけでなく深い地震も活動することから、歪は、水平的にも垂直的にも、かなり広い領域に蓄積されるものと考えられる。

この最近の地殻変動を、地形的・地質学的に知られる地殻変動と比較すると、最近 10 万年間位は、現在とほぼ同じ速度で変動が進行していたことが予想される。

(*地質情報センター **地殻熱部)

Keywords: earthquake, levelling, triangulation, strain, block

震地体構造区分の試みも行われている。

これらの試みは、しかしながら、夫々のデータの持つ特質による限界もある事が理解されなければならない。即ち地震活動に基づくものには地震活動の時間的変化が考慮されていない事、空中磁気から最大地震規模の見積りは論理的には正しいにしてもあまりにも多くの仮定が介在する事、重力は静的な地質構造によるポテンシャルを表すものであり、ダイナミックなプロセスである地震活動の地域的特徴とは直接的には結びつくものではない。

これらに代わるものとして、活断層の諸特徴の地域的分布に基づく地体構造図を示した。活断層は、少なくとも第四紀後期を通じて形成されたものであり、地震活動に比べて十分長い時間をカバーしていること、活断層と地震活動の関係は明白であり、空中磁気のように多くの仮定が介在しないこと、静的な構造を示す重力に比べて活断層は現在進行中のダイナミックなプロセスの産物であることから、地震活動の地域的特徴をより良く表すものであると考える。

活断層は地表で認められる地質構造であり、より新期の堆積物に覆われていたり、深部構造までを議論するには限界もある。この様な場合には地球物理学的なデータが頼りであり、活断層をはじめとする地質学的データと地球物理学的データは相補的な関係にある。

(環境地質部)

Keywords: active fault, neotectonics, seismotectonics, seismic zoning, geophysical data

日本の重力図の作成と主な特徴

駒澤正夫*・石原丈実**・広島俊男*

活構造の地体構造区分と地球物理データ

衣笠善博

地震の起こり方(規模、頻度、深さ、発震機構など)に共通性のある地域ごとに区分し、それと地体構造との関係を探る議論は地震地体構造論と称される。

このために様々な地球物理学的データに基づく日本列島の地域区分がなされている。たとえばサイズミシティーや発震機構はより直接的な地震地体構造区分であり、空中磁気探査からキュリー点深度分布を求め、それを脆性破壊の限界深度と見なし、断層面の最大幅をもとめ、最大地震の地域的分布を求める試みも行われている。更に、重力の短波長ブーゲー異常が負の領域には活断層が集中し、浅発地震の活動が活発である傾向があるとして、地

日本及びその周辺域の重力図を以下の要領で作成した。陸域の重力データについては、昭和 20 年代より資源探査を目的とした精密探査データ(一部海底重力計による測定)が地質調査所をはじめとして金属鉱業事業団、石油資源開発株式会社、帝国石油株式会社等により取得されている。更に最近では地震予知・地球物理的研究に関するものが地質調査所、国土地理院、各大学等によって取得されており陸域については 30 万点に達するデータ量となる。陸域データについては重力測定値自体の精度は質的にそろっているといえるが、過去のデータの一部については測定点の位置や標高値の不確かさのためブーゲー異常値が正確に決められない点が考えられ、その点に留意して原データをデジタル化して各種補正計算を行っ

た。

海域データについては陸域と違いドリフトが大きくテラ (測定値のとび) も考えられるので測定値自体の誤差があり、測位の精度はエトベス補正の精度に影響を及ぼし各種のデータが連動して影響し合うので1種類でも精度の落ちるデータがあればデータを削除せざるを得ない。測位のチェックは、最も信頼度の高い測深データから海底地形図を描いてみて、歪みのない地形図になっているか、従来の海底地形図と整合するか等により行った。なお、水深データはチェックだけでなく1 km 程度のメッシュデータを作成するのに利用し、地形補正用の高度ファイルとした。海域データの編集点総数は500万点に達する。

データ処理の概要は以下のとおりである。地形補正については、陸域・海域とも同じ方法を取り球面効果を考慮したが、近傍域 (4 km 以内) について陸域では250 m メッシュの高度データを用いたが、海域については1 km メッシュで代用した。海上と海底は距離があり、そのアップワード効果のため細かな地形の凹凸による重力効果は無視できるので精度的には問題はないと考えられる。ブーゲー補正については、従来行われていた無限平板によらず地形補正と同じ範囲の有限の球殻 (球帽) による方法によった。そのため地形効果が厳密に除去できることになり独立峰や尾根部の見かけの低重力異常がなくなり地質構造を忠実に反映する重力図となった。なお、本重力図は、海域を含んでいる点と広域的な重力図という点から考慮して仮定密度は 2.67g/cm^3 とした。

重力異常の主な特徴を以下に述べる。総じて表日本側は重力異常が高くパターンも平坦であるのに対し、裏日本側は重力異常が低く山陰地方を除いてパターンは短波長が卓越し複雑である。そのパターンの違いが反映しているというよりは、基盤ブロックの大きさの違い、もしくは基盤の破碎の状態を表わしていると考えられる。現に重力異常のパターンの平坦な所には火山の分布は見られない。日本列島を南東-北西に切る低重力帯が何本か見え、海域へ連続するものもある。いくつか例示すると、苫小牧、石巻湾-男鹿半島、銚子付近-榛名山付近、糸魚川-静岡構造線及び伊勢湾-若狭湾へ抜けるものとなる。そのうち2本は日本の2大平野を通り南東-北西方向の大きな断層状構造を呈しており基盤の落差は数 km に達していると考えられる。石巻湾-男鹿半島の低重力帯は基盤の断裂を示すように存在し火成活動を伴う栗駒地域も通っている。海域に目を転ずると南部北上帯の牡鹿半島が1つのブロックとして閉じているのが判る。九州地方における低重力帯は火山の分布とより相関をもっており、

東北日本と違い限定的に破碎された基盤内からの火成活動であることを示している。

(*地殻物理部・**海洋地質部)

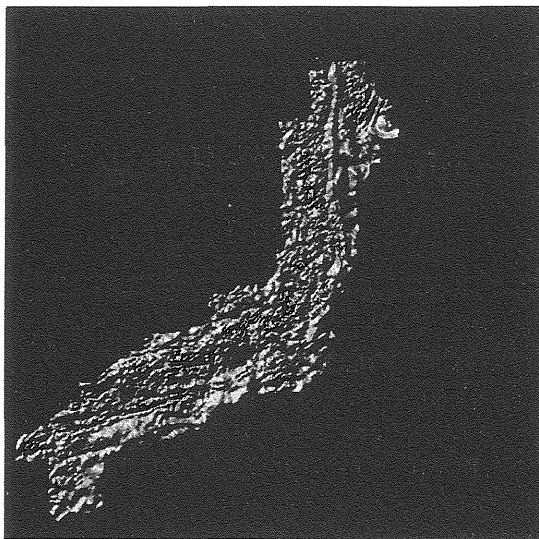
Keywords: gravity, Japan, gravity anomaly belt, Bouguer anomaly, volcanic zone, terrain

日本列島の磁気異常図

牧野雅彦・大久保泰邦・中塚 正

地質調査所と新エネルギー・産業技術総合開発機構が日本全国で取得した空中磁気データのコンパイル、カラー磁気図及び磁気陰影図の作成を行った。コンパイル作業ではグリッド間隔30秒のデジタルデータを作成し、各地域の空中磁気データの高度10,500ft への上方向接続ならびにその傾向面補正をした後に、各地域のデータセットをなめらかに接続した。これによって、全国の空中磁気データが統一的に取り扱えるようになった。

磁気陰影図 (シェーディングマップ) は、画像イメージデータ処理でよく用いられる技法を空中磁気データに適用したもので、従来の磁気図からは得られなかった微細な構造の抽出ができるようになった。第1図は高度10,500ftの空中磁気データより作成した陰影図であるが、西日本における中央構造線付近の磁気異常の線状分布、



第1図 日本磁気陰影図
高度10,500ftの空中磁気データを使用。光線は北西から伏角0度で照射した。

東北日本の石狩北上磁気ベルト、神居古潭磁気ベルトの他に北海道東部には根室帯、常呂帯、日高帯の境界付近に線状異常が明瞭に存在する。

高度 4,500ft の磁気陰影図では、さらに磁気の微細構造分布の分解能が高まり、個々の線状磁気異常と断層との対応関係や粗い地質構造区分が得られるようになった。

1つのケーススタディとして調べた近畿地方において、活断層分布、地震活動と線状磁気異常の間に顕著な相関が見られたことは興味深い。また、潜在的な断層を磁気陰影図から抽出することが可能である。今後、地質調査所では低高度で高密度な空中磁気探査を実施する予定であるので、さらに詳細な断層分布の抽出が期待される。

(地殻物理学部)

Keywords: aeromagnetic survey, magnetic anomaly, shading map, active fault, earthquake

磁気異常・重力異常から推定する 伊豆小笠原弧・北部マリアナ弧の地質構造

山崎俊嗣・石原丈実・村上文敏

地質調査所では 1984-1989 年に海底熱水活動研究の一環として、伊豆・小笠原弧及び北部マリアナトラフ海域の海上磁気探査・重力探査・音波探査を行った。測線間隔は通常 2-4 マイル、一部の精査域では 1 マイルと密であり、高精度の磁気異常図、フリーエア重力異常図を作成することができた。本講演では主に磁気異常の地質的解釈について述べた。

1. 伊豆・小笠原弧

(1) 七島硫黄島海嶺(火山フロント)上の海山は一般に強い磁化を持ち、玄武岩質の岩石からなると考えられる。特に硫黄島、南硫黄島火山では極めて複雑な磁気異常を示し、火山活動の歴史が長いことを示唆する。しかし、七島海嶺北部では、ほとんど磁気異常を示さない海山(例、明神海丘)や、山体の一部だけ強い磁気異常を伴うもの(例、鳥島・スミス島火山)があり、これはバイモータルな組成を反映していると考えられる。

(2) スミスリフトなどの背弧リフト群は、顕著な磁気異常を示さない。大規模な海洋性地殻の生産はまだ始まっていない。

(3) 七曜海山群(孀婦岩と西之島の間)及びその付近の海山は、磁気異常から 4 つのグループに区分できる。

(タイプ 1) 正帯磁の強いダイポール型異常を示し、第四紀火山と考えられるもの。

(タイプ 2) 磁気異常が小さく、断層で切られた島弧地殻の断片と考えられるもの。

(タイプ 3) 東寄りの偏角と浅い伏角の帯磁を示し、古い火山と考えられるもの。

(タイプ 4) やや長波長の正の異常を示すもの(大町海山、天保海山)一後述。

タイプ 4 (及びタイプ 2 の一部) の海山は、漸新世に小笠原トラフ及び西之島トラフが形成(パレスベラ海盆の北端部として)される以前の島弧の一部であり、タイプ 3 の海山は、フィリピン海プレートの時計周り回転と北上を記憶していると考えられ、西之島トラフ形成後間もなく噴出したものと推定される。タイプ 1 は現在の火山フロントに当たる。

(4) 火山フロントより東(前弧)側の、古第三紀ないし中新世の年代の基盤の高まり(いわゆる新黒瀬海嶺)は、長波長のかかなり大きな正の磁気異常を伴う。例えば、鳥島の東、スミス島の東、大町海山。同様な異常は背弧側に位置する天保海山にも見られる。

(5) 背弧域では、次のような特徴を指摘できる。30°N 以北の西七島海嶺(雁行山脈群)上の海山は、比較的単純な正帯磁の磁気異常パターンを持つものが多い。硫黄島西方の地形的には単純な地域に、北東-南西方向に伸びる縞状の磁気異常が見られる。これは、基盤の起伏で説明可能であるが、あるいは海洋地殻からなるのかも知れない。

2. マリアナトラフ

(1) 22°N 以南には縞状磁気異常が存在し、海底拡大が行われている。二次元ブロックモデルに基づく解釈によれば、21°30'N 付近では、海底拡大は 3Ma よりやや古い頃に片側拡大速度 2.5 cm/年で開始し、現在は拡大速度が 1 cm/年位に減少している。

(2) 20°30'N から 21°N にかけて、水深 5000 m を越える凹地を囲む形で、拡大軸が重複しており、Overlapping Spreading Centers (OSCs) (重複拡大軸)の形態をとる。マリアナトラフのような拡大速度の小さい海底拡大系では今まで OSCs の存在は知られていない。また、2本の拡大軸の間隔は約 30 km あり、今まで東太平洋海膨などで報告されている OSCs のそれよりはるかに大きい。これらのことは、マリアナトラフの OSCs 付近の海洋地殻が、通常の拡大系より薄い、又は熱いことを示唆する。

(3) マリアナ海嶺上の海山は、単純なダイポール型の異常を示すもの(福神海山、春日海山など)と、地形との対応の良くない複雑な帯磁パターンを示すもの(日光海山、南日吉海山など)がある。この差は、火山活動の長さの差を反映すると考えられる。

(4) マリアナトラフ北部ではリフティングの進行に伴い地殻が薄くなっていく様子がフリーエア重力異常と水深から読み取れる。簡単なモデル計算によれば、22°N 以南の海洋地殻が生産されている地域に比べトラフ北端部 (23°30'N 付近) では地殻の厚さは 10 km 程度厚い。

(海洋地質部)

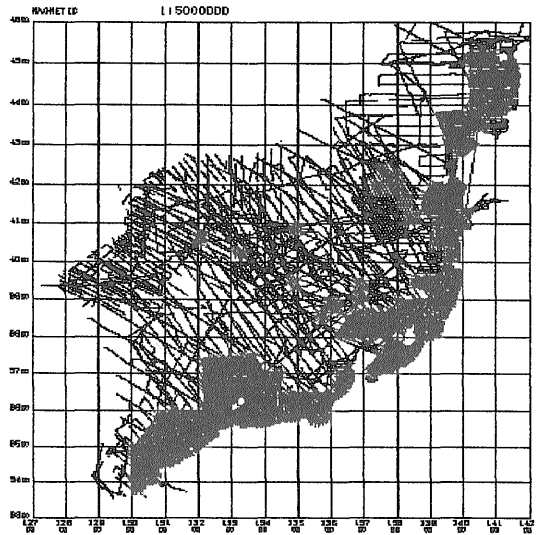
Keywords: magnetic anomaly, Izu-Ogasawara Arc, Mariana Trough, overlapping spreading centers, free-air gravity anomaly

日本周辺海域の地磁気データ (特に日本海) について

伊勢崎修弘

JODC (日本海洋データセンター) や NOAA (NGDC) から供給されるデータに基づくと、日本周辺海域の地磁気データの分布密度は世界一級のものである。四国沖のフィリピン海では、海上保安庁水路部が、大陸棚調査として北緯 24 度から日本列島の海岸線まで、ほぼ調査が完了している。東北日本 (三陸) 沖の太平洋では、海岸線から日本海溝軸の近くまでは、上記水路部によって密な測線で調査されているが、海溝軸より外海での測線密度はかなりおちる。太平洋のかなり沖での測定は、アメリカの西海岸沖のように、規則正しい密なる測線が望まれる。

日本海の地磁気調査について少し詳しく述べよう。日本海ほど測線密度の高い海は世界に例を見ないといえよう。JODC や NOAA のデータによると、日本海での最初の地磁気調査は、1964 年の舞鶴海洋気象台清風丸によるものとなっている。清風丸は 1964 年から 1967 年まで日本海盆を含む広い海域の調査を行った。1967 年から 1976 年までは海上保安庁水路部が、海岸線付近の密なる調査を行っている。地質調査所白嶺丸による調査は 1977 年から 1978 年にかけて行われているが、いわゆる経済水域を越えての調査は避けている。日本による地磁気調査で、この経済水域を越えて行われたのは、上記清風丸によるものと、1970 年に行われた、筆者による調査 (OMI, KUMI, LUMI, KOFU, YUKI) のみといえよう。ただし、東京大学海洋研究所の白鳳丸が、1982 年にナホトカを訪れた 1 測線がある。ソ連のデータは、1967 年のペガサスのものが早くから公表されていたが、このデータは精度の問題がある事が分かっている。1988 年、1990 年、1991 年にウラジオストックの太平洋海洋研究所のボゴロフ号とガガリンスキー号によって行われた地磁気調査は、日



第 1 図 日本海における航跡図

本海盆の経済水域の向こう側で行われ、昨年筆者に送られてきた。このデータは、日本海盆の調査は日本独自で行う事が難しい事を考えると非常に貴重なものといえる。

実はこのデータは、日本とソ連の日本海研究者で出版される、日ソ日本海モノグラフに使われるものである。この出版作業中に、日ソ共同で日本海調査を行うべきという結論に達して、1990 年に、日本海盆北部で、ソ連からはボゴロフ号、日本からは東大海洋研淡青丸と用船 1 隻の計 3 隻で地球物理調査が行われた。ただしこの調査では地磁気調査は経済水域を越えては行われていない。そのため、本年 (1991 年) の秋に、地磁気調査を主体とした日ソ共同調査を行う事にした。日本からは東大海洋研の淡青丸、ソ連からはガガリンスキー号が使われる。調査海域は日本海盆全域で、経済水域の向こう側である。

日本海盆の地磁気異常の研究は、日本海の成因に重要な役割を果たす事に異論をはさむものはいない。特に地磁気異常の縞模様は、日本海盆のみに存在するために、その正確な分布は、どうしても知らなくてはならない。この秋の共同調査では、プロトン磁力計の他に、船上三成分磁力計も使われるので、縞模様の分布はほぼ完全に調査されると考えられる。

(千葉大学)

Keywords: magnetic anomaly, anomaly lineation, data base center, on board three component magnetometer, Japan Basin, EZZ

東アジア磁気異常図の編集

石原文実

中国地質鉱産部等, CCOP (アジア沿海鉱物資源共同調査調整委員会) 加盟国の地質調査機関・石油公社, 米国 Naval Oceanographic Office の協力を得て, 東アジア地域の空中磁気及び海上磁気のデータを編集している。今年末完成をめざしまだ作業中であるが, 日本周辺, 韓国から中国沿岸部, フィリピン, ベトナム, タイ, マレーシア, インドネシア西部のデータを 250 万分の 1 の磁気異常図 5 枚にまとめる予定である。

調査高度は, 0 m (海上磁気) から 3000 m 程度まで, 調査年も 1956 年から 1989 年まで広い範囲にわたっており, 調査測線間隔も 1 km 程度の詳しい調査から 20 km 程度のもので種々の調査データを編集している。デジタルデータを提供されたものはわずかで, 大部分磁気図の形で提供された。これをデジタル化するが大変な作業であった。主な作業手順は,

- 1) デジタルデータ作成 (コンターと測線の交点のデジタル化, または, 測線上のプロファイルのデジタル化)
- 2) 異常値の計算 (DGRF か IGRF を使用)
- 3) 等間隔測線データの作成 (スプライン補間)
- 4) グリッド値データセットの作成 (2 km 間隔)
- 5) バイアスの決定 (XY 座標の一次式, 隣接データを見ながら調整)
- 6) 隣接データ間の接合部グリッド値データセット作成
- 7) カラー磁気異常図の作成 (5 のバイアス付きの 4 と 6 のグリッド値データセット使用)

編集した磁気異常図から読み取れるものとして以下のものが考えられる。

- 1) 磁性の強い岩体の分布。広域的な地質構造に関係するものとしては, 特に, テレーンの境界にあるオフィオライトの超苦鉄質・苦鉄質岩体, また磁鉄鉱系列の花崗岩類の分布があげられる。前者の例としては, ベトナム北部の Black River のオフィオライト, Palawan から Sabah へ続くオフィオライトがあり, 後者の例としては, 韓国慶尚盆地の花崗岩類, 中国華南花崗岩類の分布等があげられよう。マレー半島では, 中央部を磁鉄鉱系列の花崗岩類が南北方向に分布し, その東西では主にチタン鉄鉱系列の花崗岩類が分布するが, 磁気図にも反映している。
- 2) 磁気異常のパターンの違いの境界としての大きな

断層系の存在。この例としては, 中国の揚子江付近から北方へ渤海港を通して東北部へと伸びる郟城・慮江断裂帯, フィリピンの Davao 湾から Leyte, Masbate 島を通り, ルソン島の Lingayen 湾へ続くフィリピン断層系とそれから Masbate 島付近で枝分かかれし, やや南を Bctangas へと伸びる枝分があげられる。この他, 中国では, 東西性の構造が磁気異常に認められる。揚子江付近と山東半島の南側を東西に走る 2 つの磁気異常の帯がありその間の黄海からその陸域にかけては, 長波長の異常で深い磁気基盤を推定させる。その南では揚子江河口から韓国南岸へと短波長の異常が続いている。

3) 海洋底拡大に伴う線状の磁気異常。この例としては南シナ海があげられる。ここでは東部で東西方向に伸びる線状異常があり, 磁気異常番号 11-5d (32-17ma) 後期漸新世から前期中新世の年代の同定がなされている。南西部にも北東-南西方向の線状異常があり, 同程度の年代が考えられている。(海洋地質部)

Keywords: East Asia, magnetic anomaly, ophiolite, fault system, magnetic lineation, granitic rock

熱流量測定に於けるシグナルとノイズ
—とくに陸域・浅海域の場合—

松林 修

広域的な熱流量分布図を見る時には個々のデータが含むノイズ成分の性質や大きさについて理解を深めておくことが必要である。ここで扱うノイズとは測定の原理上避けられない自然界の熱的境界条件に起因するものである。正弦波的な地表(海底面)温度の変化に関しては, ノイズの振幅は深さと共に指数関数的に小さくなるが, 1 年周期成分でも 10 m 程度の深さまでは影響が十分に認められ, 更に長周期になると数百 m が影響範囲となる。ステップ関数型の地表温度変化の重ね合わせとして第四紀の主要な気候変動をモデルとして与えると, 坑井で測定される温度(平衡地温)の深度方向分布が数十%まで系統的に乱されるという計算例もある。

熱流量測定は磁気異常データなどの物理探査データと比較してデータ量が少ない。特に, 海域と陸域とが同一の「熱流束」という物理量でマッピング可能であることは熱流量分布図の特徴ではあるが, 浅海域では上述の熱的ノイズのレベルが高いため正しい「シグナル」を抽出するためには長期間の地温測定を行うことが必須となり, データ取得には多大な時間を要する。複数の観測点を隣

接させて基礎的なデータを取るにより、ノイズ成分を明らかにする方法が正攻法であろう。

(地殻熱部)

Keywords: heat flow, thermal noise, surface temperature, climatic change, shallow sea

日本周辺の地殻熱流量分布とその特徴

長尾年恭・山野 誠

地殻熱流量は地球内部から地表へむかって流れ出てくるエネルギーである。放射性元素が発見される以前は、火の玉の地球が徐々に冷却したものと仮定し、地球の年齢が議論されたこともあった。現在では種々の知識の蓄積が進み、色々な地球進化モデルが提唱されているが、はっきりしていることは“地球は巨大な熱機関”ということである。プレート・テクトニクスは言うに及ばず、マントル対流、地磁気の成因・逆転などもこの“熱機関としての地球”という概念を抜きにしては考えられない。地球熱学はこのような見地から地球を考えていこうとい

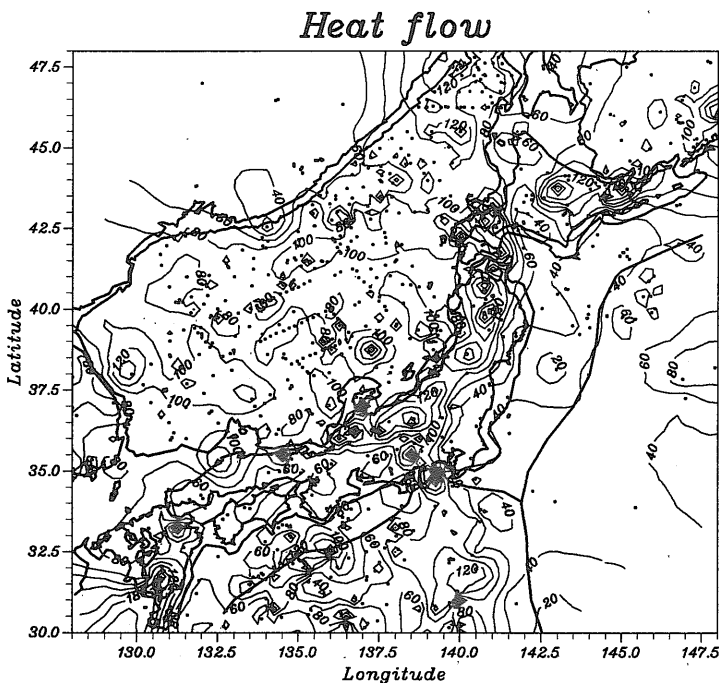
う学問である。

地殻熱流量は地球の熱的な情報のなかで唯一直接測定可能な物理量である。たとえばプレート・テクトニクスやマントル対流のシミュレーションを行う場合の地表側の境界条件となる。つまり、どのようなモデルも最終的に地殻熱流量分布を説明するものでなくてはならない。

日本における地殻熱流量の測定は1950年代後半から開始され、まず陸域で鉱山や深いボーリング孔を用いての測定が行われた。海域ではプローブ式熱流量測定装置を駆使して精力的な測定が行われた。このようにして1960年代末には日本周辺の地殻熱流量のおおよその分布が明らかになった。つまり東北日本弧太平洋側の低熱流量と日本海の高熱流量、及びフィリピン海における複雑な分布等である。

データベースとしては1979年に吉井敏尙により北緯25度-48度、東経125度-150度の範囲におけるコンパイルがなされ、537点のデータがおさめられた。我々のコンパイルもこのデータを基本としている。測定を進めつつ現在、コンパイルの範囲は北緯15度-53度、東経120度-160度に拡大され、2349点が集められている。

最近のトピックとして2, 3述べる東北日本弧におけ



第1図 日本周辺の地殻熱流量コンター図 (単位は mW/m^2)

る低熱流量から高い熱流量への遷移がアサイスマックフロントと火山フロントの間でおきていることや、沖縄トラフや相模湾での熱水活動を伴った非常に高熱流量が見出されたこと、南海トラフはほかの沈み込み帯と違って熱流量が大きいだけでなく、付加帯の成長に伴う流体による熱移送があることなどが判明している。また沈み込むフィリピン海プレートのスラブ内部の地震活動と表面熱流量との間に相関があることも判明している。つまり熱流量の大きな地域ではスラブ内部の地震が発生してい

ないといったことである。また地殻上部の放射性元素 (U, Th, K) の深さ方向の分布が、日本のような島弧地域でも測定が開始されたこともあげられる。

今後、陸域では特に西南日本を中心に熱流量データを増やしたいと考えている。

(金沢大学・東京大学地震研究所)

Keywords: heat flow, geothermics, mantle convection, volcanic front, subduction