

氏名・(本籍)	せとまさひろ 瀬戸正弘
学位の種類	理学博士
学位記番号	理第 788 号
学位授与年月日	昭和60年6月26日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
最終学歴	昭和42年3月 東北大学大学院理学研究科 (修士課程)地球物理学専攻修了
学位論文題目	東北日本弧の電磁氣的構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 高木章雄 教授 平澤朋郎 教授 鈴木次郎

論 文 目 次

緒 言

第1章 東北日本弧における地磁気短周期変動の観測

第1節 誘導磁力計による観測

第2節 Fluxgate 磁力計による観測

第2章 東北日本弧の電氣的構造

第1節 東北日本弧の電気伝導度分布

第2節 1978年宮城県沖地震と地磁気短周期変動の時間変化

第3章 大気球による磁気異常の観測と東北日本弧の磁氣的構造

第1節 大気球による地球磁場観測結果

第2節 東北日本弧の磁氣的構造

第4章 東北日本弧中央部の局所的構造

第1節 観測方法および観測結果

第2節 東北日本弧中央部異常

結 語

論文内容要旨

緒言

東北日本弧は弧状列島である日本列島の中でも、典型的な島弧構造を持つ領域として各種の地球科学的研究が行われている。その様な領域において、地磁気変動を観測する事によって電気伝導度分布について研究する事は、電気伝導度という量が他の地球物理学的諸量と密接な関係を持っているため、島弧構造に関する詳細な知見を得る上で非常に重要である。

東北日本弧における地殻表層部分も含めた電氣的構造あるいは電気伝導度分布についての研究は、1967年に加藤と著者も含むその共同研究者が東北日本異常と名付けた地磁気変動の異常を発見して以来、多くの研究者によってなされてきた。

その結果、東北日本弧における地磁気変動の異常は、非常な良導層である太平洋および日本海に誘導される電流と、それらの津軽海峡への集中などによって説明でき、その他の良導層としては内陸の堆積層を考慮するだけで十分であり、地殻あるいは上部マントルの良導体の存在は考慮する必要がないとされている。一方、何人かの研究者は、良導体の存在およびその起伏なども考慮しなければ東北日本弧における地磁気変動の異常を説明できないと主張している。

本論文は、著者が行ってきた東北日本弧における地磁気変動および大気球による地球磁場の観測結果をまとめたものであり、それらの結果から東北日本弧における電磁氣的構造について考察した結果を記述したものである。特に、種々の地球物理学的異常現象が見られる東北日本弧中央部の地殻に存在する局所的構造については強調して記述した。

第1章

東北日本弧における地磁気変動の観測に用いた誘導磁力計および著者が開発したリングコアセンサーを持つ Fluxgate 磁力計について記述し、それらの磁力計による観測とその結果を記述した。周期60分の地磁気変動についての結果をインダクションベクトルで表わすと第1図のようになる。従って、東北日本弧における全般的な地磁気変動、特に、垂直成分変動の変化分の大きさを概観すると、三陸沿岸で大きく、内陸から日本海沿岸にかけて小さいという特徴が見られる。

第2章

東北日本弧の地磁気変動の特徴が海洋と堆積層という地殻表層の良導層だけで説明できるかどうかを調べるため、東北日本弧のいくつかの東西断面で電気伝導度分布の二次元モデルを作り、電磁誘導理論で求まる計算値と実際の観測値を比較した。その結果、太平洋沿岸では計算値より観測値が大きいので、太平洋に誘導される電流の他に付加的な誘導電流の存在を考えなければならず、日本海測は逆で、観測値が小さいので日本海と良導体との電磁結合など、日本海が地磁気変動におよぼす影響を弱める原因を考える必要がある事がわかった。そこで、第2図の様な内陸から日本海にかけてと太平洋の下に良導体を加えた電気伝導度分布のモデルを用いて計算した所、

全体として上記の特徴を説明できることがわかった。

従って、東北日本弧における概略的な電氣的構造は、三陸沿岸は深くまで不良導体となっており、内陸から日本海にかけてと太平洋では地殻内の浅い所に上面を持つ良導体が存在する構造であると思われる。また、以上の様な概略的な電氣的構造では説明できない局所的な地磁気変動の異常が各地に見られ、詳細な東北日本弧の内部構造を知るためには、これらについても十分研究する必要があると考えられる。

なお、東北日本弧の電気伝導度分布に関連して、1978年宮城県沖地震の前後で、その余震域に近い所にある東北大学理学部附属地磁気観測所において観測されていた地磁気変動が時間的に変化をしていた事がわかったので、この解析結果も簡単に記述した。

第3章

大気球による地球磁場観測について記述し、高さ20km以上の大気球高度で観測される地磁気異常と地表近くで観測されているそれとの比較から、東北日本弧の大規模な磁氣的構造を推定した。地磁気異常の原因となる地殻の構成物質の磁化の強さは、電気伝導度と同様に他の地球物理学的諸量と密接な関係があるので、島弧構造に関する一つの重要な情報となる。

大気球にプロトン磁力計および Fluxgate 磁力計を塔載しての地球磁場観測は過去8回行い、全磁力と垂直成分強度を観測した。それらの観測結果から IGRF などを用いて計算して求めた標準磁場を差し引き、大気球高度における地磁気異常を求めた。これは高度20km~28kmから見た異常であるので地表近くの小規模な磁気異常の影響を受けておらず、大規模な地下の磁氣的構造によるものと考えられる。地表付近の地磁気異常はいくつかの機関により公表されているので、それらを利用して2つの高度での磁気異常を同時に説明できる磁氣的構造をモデル計算から求めた。

その結果、第3図に示す様に、東北日本弧のほぼ北緯39度線に沿う東西断面において、全体的に磁化した層が日本海溝から三陸沿岸にかけて西落ちに傾斜しており、内陸で深くなっている大規模な磁氣的構造が得られた。この磁化層により三陸沖の全磁力異常は負になっている。三陸沿岸には非常に顕著な正の全磁力異常の帯が存在しているが、この異常は大気球高度でも観測でき、幅6km、厚さ20km、深さ6kmの南北方向に延びるブロックモデルで説明できる。この全磁力異常帯がアサイスミックフロントにほぼ沿っている様に見える事は注目に値すると思われる。日本海溝付近では、海上における観測などにより海洋性の縞模様異常が存在する事が知られており、ブロックモデルで原因となる磁性物体を近似すると、太平洋の海底近くに存在するいくつかのブロックによって縞模様異常が説明できる。しかも、このブロックがプレートの沈み込みに伴い深くなっていく事がわかり、その角度は約12度となっている。

第4章

本論文で最も強調する東北日本弧中央部の宮城県北部地域に見られる地球物理学的異常現象に

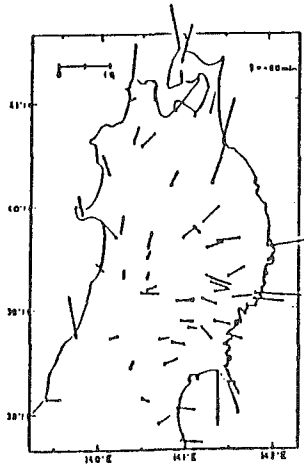
ついて記述し、この現象は宮城県北部地域に限らず、東北日本弧中央部の各所に一般的に見られる現象であろうと予想して「東北日本弧中央部異常」と名付け、原因となる地殻の局所的な構造について考察した。

宮城県北部地域において非常に密な地磁気三成分変動の観測を実施し、前述の太平洋、堆積層および地下の大規模な良導体では説明できない局所的な地磁気変動の異常を発見した。即ち、第4図の様に、同地域周辺のインダクションベクトルは、通常、太平洋などの影響で東向きになっているが、ここで問題としている局所的な地域のそれはむしろ西向きあるいは南向きの傾向をもっている。その後、同局所的地域に全磁力異常、重力異常および微小地震の頻発域が同時に存在する事がわかった。これらの地球物理学的諸現象の異常の原因には共通するものがあると考えられ、東北日本弧中央部異常の特徴であるといえる。

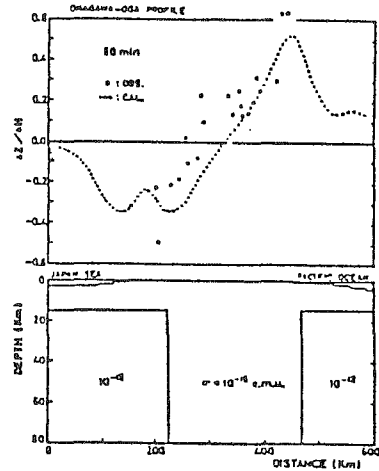
東北日本弧中央部異常は微小地震を除き、同地域の地殻内に密度が大きく、強く帯磁をした、しかも高電気伝導度を持つ物体が存在している事が原因であると考えられる。密度、帯磁からは各種の岩石が考えられ、その物体が何であるかは特定できない。しかし、高電気伝導度を考慮すると、現在の所、Serpentine 以外考えられない。それぞれの異常について、原因となる物体の位置、深さなどを仮定してモデル計算をした結果、重力異常を説明する物体の深さを除いて、原因物体の位置はほとんど一致する事がわかった。

東北日本弧では太平洋プレートの沈み込みに伴い、アサイスマックフロントおよび内陸の地殻構造急変地域に応力の集中が生じる。その結果、地殻下部あるいは上部マントルの物質が地殻内浅くまで貫入し易くなっていると考えられる。微小地震の頻発は応力集中の結果であり、宮城県北部地域に応力集中が生じている事が充分考えられる。貫入岩が超塩基性のかんらん岩であるならば、そのSerpentine化に伴いMagnetite が生成される事により、高電気伝導度を持ち、帯磁も強い物体となり得る。従って、東北日本弧中央部異常域は太平洋プレートの沈み込みに伴う応力集中の結果、微小地震が頻発し、上部マントルを構成していると言われるかんらん岩の地殻内への貫入とSerpentine化によるMagnetiteの生成が生じ、全磁力、重力、地磁気変動の異常が重なって観測される異常領域となっていると推論できる。第5図は東北日本弧異常域の電磁氣的構造を示している。

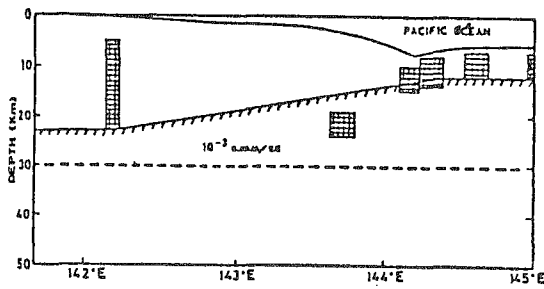
東北日本弧中央部には、宮城県北部地域以外にも全磁力、重力、微小地震の異常が重なっている地域が存在している。今後、その様な地域で密な地磁気変動の観測を行い、電気伝導度についての情報を得るならば、東北日本弧中央部異常が島弧構造に特有の一般的な異常であるという知見を得られる可能性があり、島弧構造を研究する上で重要であると思われる。



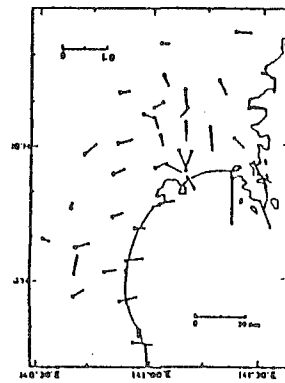
第1図：東北日本弧陸地におけるインダクションベクトル分布



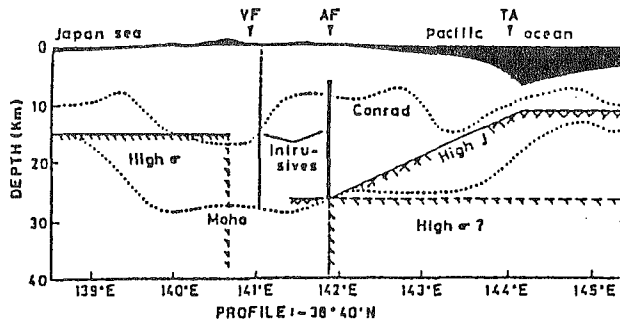
第2図：女川-男鹿断面における電気的構造



第3図：ほぼ北緯39度に沿う断面における磁氣的構造



第4図：東北日本弧中央部の一地域、宮城県におけるインダクションベクトル分布



第5図：東北日本弧中央部異常域の北緯39度40分の断面における電磁氣的構造

論文審査の結果の要旨

太平洋プレートの沈み込みの場に位置している東北日本弧 — 日本海溝地域においては、その地殻および上部マントルの構造はプレートの沈み込み過程と密接に関係しているものと考えられている。よって島弧構造について詳細な知見を得ることは島弧 — 海溝系のテクトニクスを明らかにする上で重要である。

東北日本弧の構造については、人工地震や自然地震により速度構造が得られているのみで物性を反映した精密な構造は得られていなかった。

著者はリングコアを検出部とするいわゆるリングコア磁力計を開発し、その高精度三成分磁力計を用いて東北日本弧地域において地磁気観測を行い、この地域におけるインダクションベクトル分布を得、この観測値を充分説明できる電気伝導度構造モデルを提案した。それによれば東北日本弧の電氣的構造は三陸沿岸の陸側はかなり深くまで不導体であり内陸から日本海にかけた地域と太平洋では地殻内の浅所に上面を持つ良導体が存在するという概略的な構造を得た。

一方、内陸においてこの電氣的構造では説明ができない局所的異常が発見されたのでその地域において高感度観測を行った。その結果、特に東北地方内陸部（宮城県北部）においては電氣的異常構造のみならず全磁力異常、重力異常等の静的構造の外微小地震の頻発地域とも一致するなど、動的な構造ともよく対応することが確かめられた。即ちこれらの地球物理学的諸現象の異常の原因には共通するものがあると考え、そのテクトニクスについて解析した。即ちこの構造異常の地域では太平洋の沈み込みに伴う応力集中がみられ、微小地震が頻発し、その結果上部マントルを構成しているかんらん岩の地殻内への貫入と Serpentine 化による Magnetite の生成が生じ全磁力、重力、地磁気変動の異常が重なって観測される異常域となっていると推論した。

さらに著者は大気球にプロント磁力計および Fluxgate 磁力計を搭載して、地磁気観測を東北地方上空にて8回実施し、高度20~28kmにおける全磁力と垂直成分強度を観測した。これらの高々度の観測値は地表近くの小規模な磁気異常でなく深部構造によるものであるから大規模な地殻の磁氣的構造を反映しているものと考えられる。その解析結果によると東北日本弧の北緯 39° 線に沿った東西断面においては全体的に磁化した層が日本海溝から三陸沿岸にかけて西へ約 12° の傾斜で存在していること、また三陸沿岸では非常に顕著な正の異常帯が存在しアサイスマックフロントにはほぼ沿って幅 6 km、厚さ 20 km、上面の深さ 6 km の南北に延びるブロックが存在することが確かめられるなど、地震テクトニクスに密接に関係する事実が見出された。

以上の如く日本海溝から東北日本弧にわたる電気磁気構造に関し、重要な新しい知見を得、プレートテクトニクスの研究に多大の寄与を与えたものと考えられる瀬戸正弘提出の論文は理学博士の学位論文として適当と認める。