

氏名	竹田雅彦 たけだまさひこ
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第786号
学位授与の日付	昭和58年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科地球物理学専攻
学位論文題目	Three dimensional structure of ionospheric currents and the geomagnetic Sq field (電離層電流の3次元構造と地磁気 Sq 場)
論文調査委員	(主査) 教授 前田 坦 教授 山元龍三郎 教授 國司秀明

### 論文内容の要旨

地磁気静穏日太陽日変化 (Sp) を説明するものとして、電離層の風によるダイモナ理論が早くから知られている。そして、全地球的な電流系は電離層を薄い層とみなし、鉛直方向の電流を無視した「薄層ダイモナ」によって求められてきた。ただ、ロケット観測との比較のため、3次元構造が要請される赤道地方については、全地球的2次元計算から求められた電場分布を用いて、限られた地域での計算がなされている。しかし、このような方法では、全地球的な3次元電流構造が求まらないだけでなく、赤道地域と他の領域との間の電流のやりとりが無視されているため、正確な結果は期待できない。

申請者は、この問題を解決して全世界的な3次元電流系を求めするため、磁力線座標を用いることを思いついた。そして、磁力線方向の電気伝導度が垂直方向のそれに比べて非常に大きいことに注目してこれを無限大とみなし、3次元電流構造を2次元の式を解くことによって求める方法を考察した。

主論文の1部と2部においては、電離層内に存在するとされている、一日および半日周期の潮汐風によって作られる電流系を求めた。その結果、赤道地域では、今まで計算から予言され、観測で確かめられている子午面電流系が殆ど常に、どのモードの風についても存在し、電場の東西成分の向き、ジェット電流の発散、風の高度・緯度方向への変化などによって、その分布の様子がかなり変化することを見出した。そして、高さについて積分された電流系については、一日周期の風によるものが、地磁気 Sp 場から推定された等価電流系によく似ていることを確認した。これに対して、半日周期の風による電流系はそれとは似ていないので、このような風は平均的な Sp 場に寄与するよりも、赤道地方で時々みられる逆ジェット電流のような、Sp 場逐日変化に寄与しているものと考えた。そして実際、赤道逆ジェット電流が存在する場合の付加的な電流系は、半日周期風によるものとよく一致していることを示した。

現実の電離層では種々の原因、たとえば自転軸と磁軸のちがいや、季節による電気伝導度分布の変化などによって、電流分布は南北両半球で非対称になるものと思われる。申請者は3部において、このような場合に適用できるように計算方法を拡張し、その結果、Sq 場の UT 変化や季節変化を再現するとともに、

南北両半球間での沿磁力線電流の構造をも明らかにした。

主論文の4部では、磁気圏起源の沿磁力線電流が、どのような電離層3次元電流系を作るかという問題を、電離層ダイナモの取扱い方法を応用することによって調べた。人工衛星の観測によると、磁氣的に静かな時でもこのような沿磁力線電流が存在するので、申請者は観測に基づく沿磁力線電流分布と電気伝導分布とを用いて、電離層内での3次元電流系を求めた。その結果、このような場合にも子午面電流系が形成されるが、電流強度は低緯度では小さく、高緯度ではかなり大きいことが分った。これらのことから申請者は、Sq場の逐日変化には、低緯度では半日潮汐風の寄与が大きく、高緯度では磁気圏からの沿磁力線電流の寄与が大きいという可能性を指摘した。

参考論文4篇のうち、2篇は主論文の予備的研究、1篇は誘導磁場への海岸線の影響を調べたものであり、他の1篇は磁場観測衛星によって最近発見された赤道地帯偏角異常を、3次元ダイナモ理論によって説明したものである。

### 論文審査の結果の要旨

磁氣的に静かな日における太陽日変化磁場(Sq場)が電離層に流れる電流に起因し、そのような電流は地球磁場内における電離層の運動(風)によって誘導されることは早くから知られており、ダイナモ理論とよばれている。このような電流は本来3次元的なものであるが、数学的取扱いの困難さと、主な電流層が比較的薄いと予想されることから、近似的に2次元の問題として取扱われてきた。しかし近年になって、各種の飛翔体や大型レーダによる観測から3次元構造が調べられるようになり、3次元ダイナモ理論の取扱いが強く要請されるようになってきた。

今までにも3次元の取扱いが試みられているが、むりな仮定によって取扱いを容易にするか、限られた領域(主に赤道地方)のみで計算するか何れかであり、それらの結果は信頼性に欠ける。申請者は、磁力線座標を導入することによって、全地球的な3次元の取扱いを精度よく簡単化することに成功した。そしてこの方法を、重要と思われる四つの場合に適用し、それぞれの場合における電流分布の立体構造を明らかにするとともに、いくつかの注目すべき結果を得ている。

先ず第1部では一日周期の潮汐風による場合、第2部では半日周期の潮汐風による場合を取扱い、観測から知られている子午面電流系が、何れのモードの風についても存在することを見出し、その電流系のパターンが風のモードに依存する様子を明らかにした。そして高さについて積分された電流系では、一日周期風によるものは地磁気Sq場から推定されたものとよく似ているが、半日周期風によるものはあまり似ていないことから、一日周期風は平均的なSq場の生成に大きく寄与しているが、半日周期風はむしろ、低緯度におけるSq場の逐日変化に寄与しているだろうという見解を示した。

以上の取扱いは、南北両半球の状態が対称的な場合であるが、実際の電離層では自転軸と磁軸の不一致や、電気伝導度の季節変化などのため、赤道に対して非対称である。申請者は第3部においてこのような場合について計算し、電流系のUT変化や季節変化の様子を明らかにするとともに、南北両半球間での沿磁力線電流の分布をも明らかにし、Sq場の解析から得られた結果とよく一致することを示した。

更に第4部では、人工衛星観測によって最近見出された磁気圏からの沿磁力線電流が、電離層電流の3

次元構造にどのような影響を及ぼすかについて考察した。その結果、この場合にも潮汐風の場合と同じように子午面電流系が形成されるが、その強度は低緯度では小さいが高緯度ではかなり大きいので、このような沿磁力線電流は高緯度での Sq 場の逐日変化の主な原因になり得ることを指摘している。

以上のように、本論文は、現在可能と思われる最も精度の高い方法で電離層電流の 3 次元構造を解明し、地磁気 Sq 場との関係を明らかにしたもので、この分野の研究の発展に寄与するところが少なくない。なお参考論文はいずれも、申請者が地球電磁気学の分野において、豊富な知識と優れた研究能力をもっていることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。