

氏 名	小 田 啓 邦
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 1635 号
学位授与の日付	平成 7 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	理学研究科地質学鉱物学専攻
学位論文題目	Detailed records of Brunhes/Matuyama geomagnetic polarity reversal (ブリュンヌ / 松山境界から得られた地球磁場逆転の詳細な記録)
論文調査委員	(主 査) 教授 西村 進 教授 荒木 徹 教授 鎮西清高

論 文 内 容 の 要 旨

地球磁場がいかにして発生し維持され、また逆転を起こすかという問題は地球科学における基本的かつ未解決な重要問題の 1 つである。

最近 Laj 他 (1991) によって、過去 1000 万年間に起こった地球磁場逆転時の仮想的地磁気極 (VGP) の経路が、南北アメリカ大陸あるいはオーストラリア—東アジアの二つの経度帯を選択的に通ると主張された。この 2 つの経度帯が下部マントルで地震波の P 波速度が速い部分と一致していることから、この説は非常に注目された。しかし、Valet 他 (1992) はこの経度帯は統計的に有意でないと反論した。さらに、McFadden 他 (1993) は、このような経度帯の存在に有意性はあっても、それは逆転記録が得られた場所の不均一な分布に依存しているか、あるいは VGP が観測点から東西に 90° 離れた経度を選択的に通ることによって説明できるとしている。このように、逆転期間の地球磁場ベクトルは今非常に注目されており、問題の解決のためにはより信頼度の高い詳細な記録を増やすことがまず必要とされている。

地球磁場逆転を記録する媒体としては、火山岩と堆積岩が考えられる。地球磁場逆転は非常に速く起こるため、火山岩の場合は溶岩が継続的に噴出しているホットスポット火山に対象が限られてしまう。したがって、逆転期の地球磁場の構造を地球表面からまんべんなく得るためには、海底堆積物を用いる必要がある。国際深海掘削計画 (ODP) が採用している APC コアラーは、200 m 以上の長さのほとんど乱されていない深海底堆積物を採取できるため、この試料を用いた地球磁場逆転の研究が注目されている。ODP の場合、残留磁気は船上のパススルー型超伝導磁力計でまず測定される。しかし、装置関数であるセンサー曲線の半値巾が 11 cm もあるため、そのままでは詳細な情報が得られない。そこで、この研究では従来よりも客観性の高い ABIC 最小化によるデコンボリューション法の開発を行い、その結果最高 2 cm の分解能をもつ古地磁気記録をパススルー測定データから得ることができるようにした。

次に、新しいデコンボリューション法を用いて具体的に深海底堆積物の残留磁化記録の解読を行った。試

料は ODP 第 124 節航海 (セレベス海・スル海) で掘削された複数のコア試料を用いた。これらの試料は堆積速度が速く火山起源の磁性鉱物が多いことから、きわめて時間分解能が高く安定な残留磁化を示した。この論文では 767 B, 769 A, 769 B の 3 つの掘削孔から得られたブリュンヌ / 松山境界の地球磁場逆転記録と、768 B から得られたブリュンヌ / 松山境界の直前に起こった短い逆転の記録についてまとめた。船上ではパススルー型超伝導磁力計によって 5 mm 間隔に測定が行われ、そのデータをデコンボリューションした。さらに古地磁気記録の信頼度を高めるために、詳細な消磁実験を 5 cm 間隔で採取した個別試料について航海の後陸上で行った。船上データと陸上データを比較検討をすると、769 B においてはきわめてよい一致を示し、767 B においても一部を除いてよい一致を示した。

769 A と 769 B は互いに約 100 m 離れたところで掘削されたものであるが、これら 2 つの地点から得られた古地磁気の記録は極めてよい一致を示した。こうして得られたブリュンヌ / 松山境界の逆転記録の重要な特徴はいくつかのポイントに分けられる。VGP は、逆転の直前にニュージーランドの南と北東のあたりで 2 つの小さなループを描いて、赤道を横切った後に大きく東に振って北大西洋を通過してアラスカからカナダ北部あたりにいったん落ち着く。VGP は安定磁極期とは異なるこの中間的な位置に 2000 ~ 3000 年程度留まることがわかった。逆転前後に中間的方向を示し、それが比較的長期間継続するのは房総半島に分布する堆積物から得られた詳細なブリュンヌ / 松山境界の記録 (Okada and Niitsuma, 1989) にも見られ、本論文の結果と対応できることがわかった。また残留磁化強度を初帯磁率で割って見積もった相対磁場強度が、1/2 以下に弱くなる時期が 4000 年程続くことがわかった。房総半島から得られた記録も磁場強度が弱くなる時期が 5400 年続くことを示しており、おそらくブリュンヌ / 松山境界の大きな特徴と考えられる。

逆転期の VGP の経度方向の分布を計算してみたところ、210 ~ 230° E あたりを中心に分布することがわかった。この結果は McFadden 他 (1993) が示唆したように、観測地点の 90° 東に VGP 経路が偏在する可能性を支持する結果を得た。

論文審査の結果の要旨

地球磁場が逆転する時にたどる仮想的地磁気極 (VGP) の経路に、どのような幾何学的対称性があるのか、また、地球内部の構造となにか関係があるのかということが、近年多くの研究者の注目を集めている。主な例を挙げると、1991 年に Laj 他が、最近の 1000 万年間の逆転時の VGP 経路が、南北アメリカ大陸と、オーストラリア~東アジアの二つの経度帯を選択的に通ること、これらは下部マントル内部の P 波の高速異常領域と一致していることを指摘し議論を呼んだ。Valet 他 (1992) はデータベースを再検討して、このような経度帯の存在を統計的に否定した。さらに、McFadden 他 (1993) は、このような経度帯の存在は観測点の不均質な分布か、あるいは堆積作用によるバイアスの所為ではないかと議論している。申請者はこれらの議論を進めるためには、これまで以上に個々の逆転について信頼度の高い詳細なデータを取得することが大切であると考えて研究を始めた。

逆転期の地球磁場の様相を地球上でまんべんなく知るためには、海底堆積物を用いることが不可欠である。国際深海掘削計画 (ODP) が採用している水圧式のコアラ (APC) は、200 m 以上の深海底堆積物

を乱さずに採取することが可能である。さらに、ODP の調査船には長いコア試料をそのまま測定できるパススルー型超伝導磁力計が備わっている。ただし、感度曲線の半値巾が 11 cm とブロードであるために短いシグナルは測定不可能である。また、試料の形状も半円柱状で対称性が低く、クロスタームが問題となる。論文の第 1 部では、ODP の試料をより有効に活用するためにパススルー測定データをデコンボリューションして、できるだけ客観性が高くかつ安定な解を得るというインバージョンに取り組み、ABIC 最小化によるデコンボリューション法の開発を行った。これにより、最高 2 cm の分解能でパススルーデータを処理することが可能となった。これまでに、2 つのデコンボリューション法が提案されているが、申請者の方法は客観性と解の安定性においてよりすぐれていると考えられる。

この新しい方法を、ODP の APC 試料に適用したのが論文の第 2 部である。試料は ODP 第 124 節航海でセレベス海とスル海で掘削されたものである。船上では 5 mm 間隔でパススルー測定が行われ、さらに 5 cm 間隔で個別試料が採取された。パススルーデータは申請者が開発したデコンボリューション法によって解析された。また、船上では消磁実験が十分にできないため、個別試料を研究室で詳細に消磁して残留磁化の安定性を確かめたり、岩石磁気学的な検討をおこなった。いずれのコア試料も堆積速度が速く、また火山起源の安定な磁性鉱物を含むため、良質のデータが得られている。3 つの掘削孔から得られたブリュンヌ / 松山境界の地球磁場逆転記録を中心にデータ解析と解釈がおこなわれている。また、近接する 2 つのコア試料間で結果がよい一致を示すこともきちんと確認されている。

東経 120° のセレベス海とスル海から得られたブリュンヌ / 松山境界の逆転記録の主な特徴は以下である。VGP の経路は、逆転の直前にニュージーランドの南と北東付近で 2 つの小さなループを描くこと。次に、赤道を横切った後に大きく東に振って北大西洋を通過してアラスカからカナダ北部付近に 2000 ~ 3000 年程間滞留することなどである。このように、逆転前後に中間的方向を示し、それが比較的長期間継続するのは、現在もっとも詳しい記録と考えられている房総半島 (東経 140°) に分布する堆積物から得られた詳細なブリュンヌ / 松山境界の記録にも見いだされている。また、逆転時の磁場強度を推定してみると、強度が半分以下になる時期が約 4000 年間続くことも確認された。房総半島の記録でも磁場強度が弱くなる時期が 5400 年間続くことから、ブリュンヌ / 松山境界の重要な特徴を見いだしたのかもしれない。また、逆転期の平均的な VGP の経度は東経 210 ~ 230° となる。この値は、観測点経度の東におよそ 90° 離れており、あるいは McFadden 他 (1993) が示唆したように 90° 東西に VGP 経路が偏る可能性を支持しているのかも知れず、今後の議論となることが予想される。

以上のように、申請論文は地球磁場逆転期の信頼性の高い詳細なデータを得ることに成功し、これをもとにブリュンヌ / 松山境界の VGP の経路を詳細に検討し新しい知見を加えたもので、当該研究分野に寄与するところ大であると評価される。

主論文は、Geophysical Journal International と Journal of Geophysical Research に投稿中であり何れも渋谷秀敏と共著であるが、申請者が主体となる研究である。よって本申請論文は博士 (理学) の学位論文として価値のあるものと認める。なお、主論文および参考文献に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。