

地磁気の逆転

山崎俊嗣¹⁾

1. はじめに

地球の長い歴史の間には、地磁気のN極とS極が入れ替わる「地磁気逆転」が繰り返し起きてきた。地磁気はさまざまな時間スケールの変動をしているが、地磁気逆転はその中でも最も劇的な現象である。京都で地質情報展が開かれるのにあたり、地磁気逆転現象が京都帝国大学教授であった松山基範博士(1884～1958)(写真1)により発見されたことを紹介するパネルの展示を行った。本稿は、それに加筆したものである。

2. 松山基範による地磁気逆転の発見

地磁気逆転の発見は、1929年に発表された短い論



写真1 松山基範博士(1884～1958)。

文に述べられている(Matuyama, 1929)。そのきっかけとなったのは、1926年に兵庫県の玄武洞の岩石が逆帯磁していることを見出したことであり、引き続き、本州、九州、朝鮮、中国東北部の36地点から採取された岩石の磁化方位が測定され、地磁気逆転の結論が導かれた。現在の地磁気と逆向きに帯磁した岩石が存在すること自体は、松山より前の20世紀初頭にBrunhesによって報告されていた。松山の卓見は、年代層序学的な考え方を取り入れた点にある。測定された試料が現在の地磁気に近い方向と逆方向の2つのグループに分けられ、玄武洞に代表される逆方向の磁化を持つ岩石の方が年代が古いと推定されたことから、前期更新世に地磁気が反転したことを結論した。当時は放射年代測定は望むべくもなく、岩石の年代を推定することは容易ではなかったはずで、このような結論を得るには、卓越した洞察力が必要であったと思われる。玄武洞の年代は、現在の知識では約165万年前である。

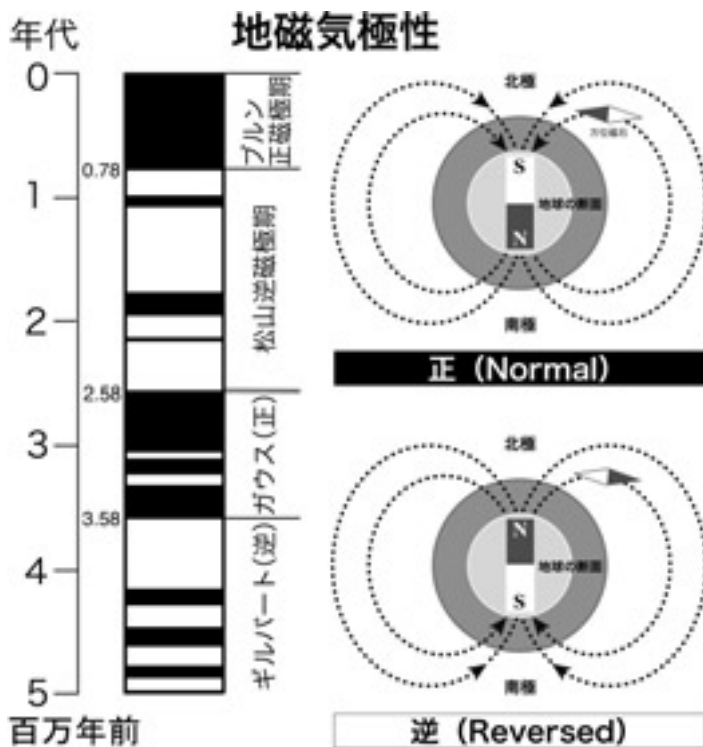
地磁気逆転が報告された当時は、地磁気の成因自体が全くの謎であり、地磁気逆転が多くの科学者の注目を集めることはなかった。松山自身も当時は、潜水艦を用いた日本海溝をはじめとする海洋の重力測定に力を入れていて、岩石磁気の研究はその後ほそれほどされなかったようである。

3. 地磁気極性年代表

1950年代に外部磁場の逆向きに帯磁する自己反転磁化現象が発見されて、地磁気逆転を否定するような議論が行われた時期を経て、同時代の岩石が凡地球的に同じ方向の磁化を持つことが示されたことにより、1960年前半には地磁気逆転が確立された。そ

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：地磁気逆転, 松山基範, 松山逆磁極期, 地磁気極性年代表, 地磁気エクスカージョン



第1図 地磁気極性年代表.

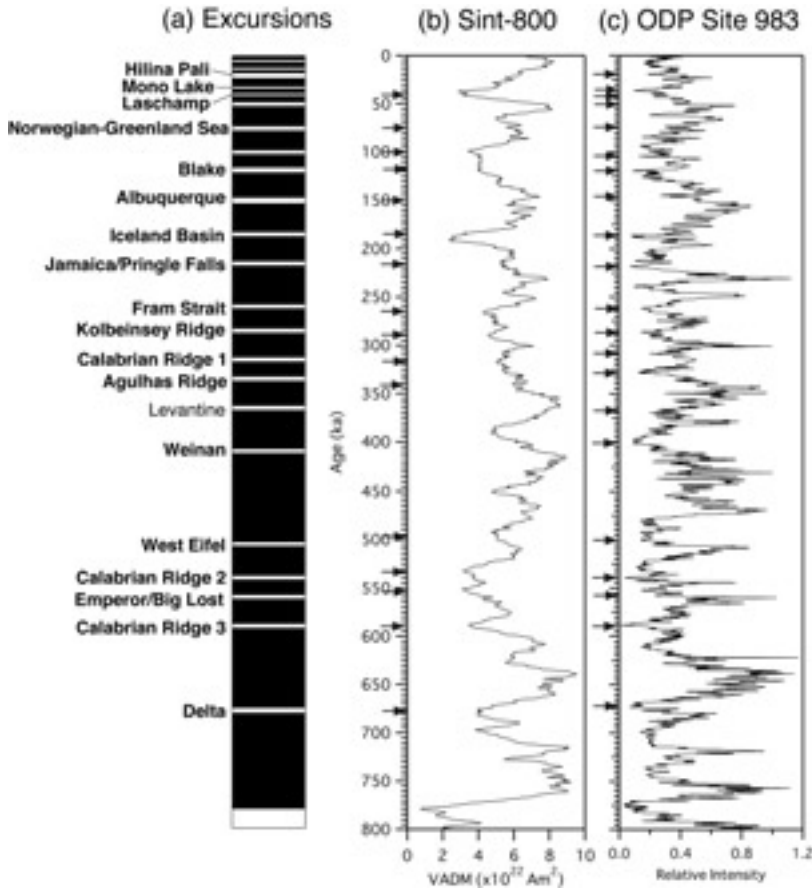
の後、地磁気逆転と海洋磁気縞模様とが結びついて海洋底拡大、プレートテクトニクス革命へと進んだことは周知のとおりである。そして、松山の業績を讃えて、Cox *et al.* (1964)により約100~250万年前(年代は当時の知識)の逆磁極を主とする時期がMatuyama reversed epoch(松山逆磁極期)と命名され、国際的に広く使われることとなった。松山自身はそれを知ることなく1958年に亡くなった。

Allan Coxらのグループを中心として、火山岩の古地磁気方位と放射年代測定を組み合わせさせた研究が精力的に行われた結果、60年代の末頃までには、過去約500万年間の地磁気極性年代表がほぼ完成した(第1図)。地磁気逆転境界の年代については、放射年代測定の高精度化と天文学的年代較正(astronomical tuning)の導入により、90年代に修正が行われた。現在では、ブルネ・松山地磁気逆転境界の年代は約78万年前と考えられている。80年代までの教科書等では、73万年、あるいは69万年という数字になっている。

なお、Brunhesの日本語表記として、ここでは「ブルネ」とした。Brunhesの出身地コルシカでは「ブルネ」のように発音されているということなので、本来はそれに従うのがよいのであろう。しかし、欧米の多くの研究者は、「ブルンズ」あるいは「ブルーン」のように発音している。小玉一人著の教科書「古地磁気学」(東京大学出版会, 1999)では「ブルーン」を採用している。少し古い和文の教科書等書かれていた「ブリュンヌ」「ブルンヌ」は、欧米では使われていないようである。

4. 地磁気逆転, 地磁気エクスカージョン: 最近の話題

地磁気逆転は、地質学的時間スケールでは一瞬のできごとであり、逆転過程の詳細についてはまだわからないことが多いが、次のような点については、古地磁気研究者の間でコンセンサスが得られていると考えてよいだろう。地磁気逆転は、数百年~数千年で



第2図
地磁気エクスカージョンと相対磁場強度. 存在する可能性のある地磁気エクスカージョン(a)と, 古地磁気強度変動((b) Guyodo and Valet, 1999; (c) Channell *et al.* 1998)の対応. 年代軸上の矢印はエクスカージョンに対応する地磁気強度極小. 小田(2005)の図1を東京地学協会の許可を得て転載.

完了する. 方位の反転に先立ち地磁気強度が現在の数分の1程度まで小さくなり, 方位の反転が完了してから強度が回復する. 逆転は, 双極子磁場が180度回転するのではなく, 双極子磁場成分が崩壊した後, 逆向きに成長することによる. しかし, 非双極子磁場成分が相対的に大きくなると考えられる逆転途上の磁場の形については, ほとんどわかっていない. これは, 世界の多数の地点で逆転途上の古地磁気データを得て, しかも数百年オーダーで同時局面を決める必要がある, という困難さによる. これまで, 仮想的古地磁気極(VGP)が特定の地理的場所を通る, あるいは, 特定の場所で停滞するといった説が提案され議論されているが, 決着したとは言い難い. 最近, 計算機の性能が飛躍的に進歩し, 地磁気ダイナモの数値シミュレーションにより, 計算機上で地磁気逆転を起すことができるようになった. 今後さらに理論・計算と観測を融合させることにより, 新たな展開が期待さ

れる.

地磁気極性年代表で黒または白に塗られた地磁気極性一定の期間は, 地磁気に大きな変動はないような印象を読者は持たれるかもしれない. しかし, 最近の研究により, 地磁気強度は極性一定の間にも大きな変動を繰り返していて, 地磁気逆転時に匹敵するような地磁気強度の極小がブルン期内にも頻繁にあったことがわかってきた. そして, 地磁気強度極小時の多くで地磁気エクスカージョンが起きていたらしい(第2図). 地磁気エクスカージョンは, 仮想的古地磁気極が大きく北極からはずれる現象を言い, 短期間の地磁気逆転, あるいは途中で中断された逆転であるとする説もあったが, 本当に存在するかどうか自体が長い間議論になっていた. 現在では, ブルン期だけでも十数回以上起きたと考えられるようになってきた(小田, 2005). 双極子磁場強度が減少して非双極子磁場成分の割合が増えることにより, 地磁気エク

カーションとして観測されるのであろう。多くの場合、地磁気逆転に発展せずにもとの状態に戻るらしい。このことは、地磁気逆転には、双極子磁場の崩壊以外に何か特別なことが必要であることを示唆している。地磁気は、地球に降り注ぐ高エネルギー宇宙線や太陽風のシールドとなっているため、地磁気強度極小や地磁気エクスカーションは地球環境にも影響を及ぼしたであろう。

5. おわりに

本稿では、地磁気逆転の発見と地磁気極性年代表の成立、そして最近の話題について、ごく簡単に紹介した。関心を持たれた方には、以下を読まれることをお勧めする。綱川秀夫著「地磁気逆転X年」(岩波ジュニア新書397)は一般向け啓蒙書であるが、地磁気逆転をはじめとする古地磁気学についての最新の話題が盛り込まれている。地学雑誌(東京地学協会)の特集号「地磁気・古地磁気研究の最前線」(Vol. 114, No.2, 2005)は、古地磁気学の最近の発展を、古地磁気専門家以外に紹介する目的で作られている。地磁気極性年代表やプレート・テクトニクスの成立の歴史

については、Allan Cox編著“Plate tectonics and geomagnetic reversals”(Freeman and Co., 1973)にまとめられている。

謝辞:石川尚人博士には松山基範博士の写真を提供していただいた。鳥居雅之博士、林田明博士には、Brunhesの発音についてご教示いただいた。川畑晶氏には、第1図の作成を手伝っていただいた。

引用文献

- Channell, J.E.T., Hodel, D.A., McManus, J. and Lehman, B. (1998) : Orbital modulation of geomagnetic paleointensity, *Nature*, 394, 464-468.
- Cox, A., Doell, R.R. and Dalrymple, G.B. (1964) : Reversals of the Earth's Magnetic Field, *Science*, 144, 1537-1543.
- Guyodo, Y. and Valet, J.P. (1999) : Global changes in intensity of the Earth's magnetic field during the past 800 kyr., *Nature*, 399, 249-252.
- Matuyama, M. (1929) : On the direction of magnetization of basalt in Japan, Tyosen and Manchuria, *Proc. Imp. Acad. Japan*, 5, 203-205.
- 小田啓邦(2005) : 頻繁に起こる地磁気エクスカーションーブルネ正磁極期のレビューー, *地学雑誌*, 114, 174-193.

YAMAZAKI Toshitsugu (2005) : Geomagnetic polarity reversal.

<受付: 2005年9月26日>