福井県北部の浜地火山灰層中に見いだされた Blake event¹⁾

中 島 正 志²⁾・三 浦 静²⁾

Blake polarity event found in the Hamaji Volcanic Ash Layer in Fukui Prefecture¹⁾

Tadashi NAKAJIMA²⁾ and Shizuka MIURA²⁾

約 10 万年前、数千年間にわたって、地磁気は逆転していた。この BRUNHES 正磁極期中の地磁気大変動は、最初、北大西洋底堆積物のコア試料中に発見され、Blake event あるいは episode と呼ばれている (SMITH and FOSTER, 1969; DENHAM, 1976; DENHAM *et al.*, 1977)。日本では琵琶湖底堆積物 (KAWAI *et al.*, 1972)、福島県海成段丘堆積物 (MANABE, 1977) と鹿児島県の火砕流堆積物 (SASAJIMA *et al.*, 1980) から、この地磁気逆転の event がみつかっている。

本報では、福井県坂井郡芦原町に露出する浜地火山灰層 (HT) が、Blake event による逆帯磁を示すことが新しく判明したので、その概要を報告する。

吉澤 (1982) により、芦原町城新田と三国町浜地間の海食崖にみられる洪積層中に、厚さ約 10 cm で、延長約 1 km ほど追跡可能な連続性の良い、黄橙色の火山灰層 (HT) が発見された。この火山灰層は、加越台地を構成する上部更新統 (芦原砂層) の粗粒砂層のほぼ中部層準にあり (北陸第四紀研究グループ, 1969; 三浦, 1965)、三浦 (1981) により“小牧火山灰”層と仮称されたものに相当する。

芦原層 (中・上部更新統) の上部層である芦原砂層は、加越台地の表層部に広く分布する (図 1)。この砂層主部を構成する粗粒砂層 (水成砂, 層厚 15~20 m) の上位には、古土壤帯 (BC 層, 層厚約 0.5 m) を挟んで、中粒砂層 (風成砂, 層厚 5~30 m) が重なる。海拔 20~30 m の比較的平坦な地形面は粗粒砂層から、また海拔 40~60 m の“砂丘状”の地形面は中粒砂層から構成される。

従って、浜地火山灰層を含む粗粒砂層は中位段丘構成層 (能登の平床層相当層) であり、中粒砂層はそれを被覆する古砂丘砂層とみなされる。

浜地火山灰層 (HT) は、黄橙色 (10 YR 8/8) を呈する細粒火山灰 (軽石層) からなり、薄いラミナが認められる。また、円磨された異質岩片等の粗粒砂がレンズ状に挟まれる。さらに、この火山灰層中には、多数の生痕も認められる。従って浜地火山灰層は、降下した火山灰が浅い水底に堆積したものと考えられる。

バリノ・サーヴェイ株式会社に依頼した重鉱物分析結果によると、この火山灰層は、多量の黒雲母を含むほか、緑色角閃石・淡緑色角閃石 (カミングトナイト?)・ジルコン・斜方輝石によって特徴づけられ、またバブル型 (bubble-wall type) と軽石型との中間的な火山ガラスを多量に含んでいる。

浜地火山灰のフイッシュン・トラック法による年代測定を、土質工学研究所に依頼した。火山灰から分離した 54 個のジルコン結晶について、Population 法的取扱いを Grain by Grain 法に導入した“GGP”法 (DANHARA *et al.*, 1982) によって年代測定が実施された。得られた年代値は、 0.12 ± 0.02 Ma であった。

異質粒子の混入が予想される火山灰の年代測定として、Grain by Grain 法が、現在では最も信頼度の高いものである (横山ほか, 1980)。しかしながら、表 1 の測定結果に示したように、浜地火山灰からのジルコン粒は、ウラン含有量は 230 ppm とやや高いが、年代値が若いため、自発トラック数 (N_s) が非常に少なく、 $N_s = 0$ となる結晶が多数含まれている。従って、Grain by Grain 法をそのままあてはめるのは、実際上かなり困難であり、GGP 法が導入された。

測定者 (檀原) は、1 結晶面当りに n 個の自発トラックが出現する頻度の実測値が、ポアソン分布の理論値とよく一致したこと、また、林 (1981) の提唱する Grain by Grain 法による年代データの統計的検定から

1) 1982 年 12 月 28 日受付。

2) 福井大学教育学部地学教室。Geological Laboratory, Faculty of Education, Fukui University.

図 1 加越台地地質略図と試料採取地点 (HT)

表 1 フイッション・トラック年代測定結果

Fission Track Age	: 0.12 ± 0.02 Ma
Spontaneous Fission Track	ΣN_s : 28.5 ρ_s : 9.41×10^3 /cm ²
Induced Fission Tracks	ΣN_i : 6425.5 ρ_i : 2.12×10^6 /cm ²
Neutron Dose	ϕ : 4.61×10^{14} /cm ² ΣN_ϕ : 1037
Number of Crystals	n : 54
Uranium Content	U : 230 ppm

$$\lambda_f = 7.03 \times 10^{-17} \text{ year}^{-1}$$

も、今回の測定値は妥当であるとみなせたことから、信頼度の高い年代値であると報告している。さらに、上述の層序的な検討でも、矛盾のない年代値と考えられる。

Blake event の年代についての推定値は、既報のすべてが、0.09 から 0.12 Ma の範囲に収まっている。浜地火山灰層のフイッション・トラック年代が正しければ、

Blake event による逆帯磁を発見できる可能性が高いため、ただちに古地磁気測定を実施した。

浜地火山灰層から、古地磁気測定用として、8個の定方位資料を採取した。試料採取は、HIROOKA (1971) や中島・夏原 (1981) などが詳述している考古地磁気用の遺跡の焼土を採取する方法に従って、火山灰を石膏で補強しながら行なった。ダイヤモンド・カッターで、一辺3.5 cmの立方体に整形した試料について、無定位磁力計によりその自然残留磁化 (NRM) を測定した。磁気コンパスで試料の方位を決定したため、測定値として得られた NRM の偏角に、現在の地球磁場の偏角分を補正した。セオドライトによる太陽観測から求められた採取地点 ($36^{\circ}15'49''\text{N}$, $136^{\circ}10'52''\text{E}$) の現在の偏角は、 $5.56 \pm 0.008^{\circ}\text{W}$ であった。

粘性残留磁化 (VRM) などの不安定な二次磁化の影響を除去するため、400 Oe までの交流段階消磁実験を行なった。測定結果は、図2と図3にまとめた。

交流消磁前と 50 Oe で消磁後の NRM の方向は、ま

とまりが悪いが、100 Oe 以上の高磁場で消磁後はよくまとまっている (図2)。100 Oe 以上の高磁場で消磁後の磁化は、すべて逆帯磁であり、各段階間において有意な方向変化はみられない。この結果から、100 Oe の消磁により、不安定な2次磁化のほとんど全部が除去されたものと考えられる。

相対強度の変化は、100 Oe までは5から20%程度の増加がみられるが、その後はゆるやかに減少が続いている (図3)。この強度が一時増加する現象は、逆磁極期に獲得した一次磁化に、これと反平行な現在の地磁気の方向に磁化した不安定な二次磁化が重なっている時、二次磁化が除去されていく過程で表われる典型的な例である。一方、磁化の安定性の一つの目安となる、相対強度が2分の1になる交流磁場 (MDF) は400 Oe 以上であり、MDF で判断する限りでは、安定な試料である。

交流段階消磁の各段階での測定値を表2にまとめた。上述の様に、100 Oe 以上の高磁場による消磁実験での方向変化はほとんど観測されないが、ここでは FISHER

図2 各交流段階消磁後の磁化方向
(白丸は上半球, 黒丸は下半球)

図3 交流消磁による相対磁化強度の変化

の precision parameter (k) の最大値が得られた 400 Oe で消磁後の測定結果を、浜地火山灰層の古地磁気測定結果として採用する。得られた伏角の値 (-40.2°) は、地球中心の軸双極子磁場を仮定した時の値 (55.7°) より浅くなっている。従って、古地磁気測定値から求めた仮想磁極の位置 (VGP) は、南極からややずれた位置 (73.6°S , 97.6°E) となる。とはいえ、浜地火山灰の残留磁化は、完全な逆帯磁を示すものであり、そのフィッシュン・トラック年代値から、浜地火山灰層は Blake

event の時期に噴出・堆積したものと言って良いだろう。

今回、得られた VGP の値は、鹿児島県の花野火砕流から求められた値 (71.2°S , 130.2°E) とほぼ同じであり、この火砕流堆積物のフィッシュン・トラック年代は、0.10 Ma から 0.13 Ma と測定されている (SASAJIMA *et al.*, 1980)。

Blake event の正確な VGP のデータは、MANABE (1977), SASAJIMA *et al.* (1980), CHUN *et al.* (1981) そして DENHAM (1976) によるものしか報告されていない。VGP データが少ないのは、大多数の Blake event のデータが、海底や湖底堆積物のボーリング・コア試料からのものであり、真北に対する正確な方位決定がなされていないことによる。DENHAM (1976) によるものも、深海底からのコア試料からのもので、正帯磁の偏角の平均を 0° とおいた相対的偏角から求めた VGP である。Blake event が汎世界的な規模のものかどうか (DENHAM, 1977; SASAJIMA *et al.*, 1980) という重要な問題を解決するためには、さらに広範囲な地域での VGP の正確なデータが蓄積されることが必要である。

浜地火山灰層と類似した火山灰層の存在、その起源等の問題については、将来の課題として残った。しかし、かなり連続性の良いこの火山灰層中に Blake 逆帯磁が

表2 古地磁気測定結果

AF peak field (Oe)	N	D_m ($^\circ\text{E}$)	I_m ($^\circ$)	k	α_{95}	Int. + s.d. ($\times 10^{-6}$ emu/g)
NRM	8	191.5	45.0	1.9	58.0	7.7 ± 2.9
50	8	196.5	18.1	2.6	43.6	$8.7 \quad 4.3$
100	8	195.9	-38.5	19.8	12.7	$7.7 \quad 3.4$
150	8	188.9	-44.8	28.1	10.6	$6.8 \quad 2.2$
200	8	191.3	-40.4	31.7	10.0	$6.1 \quad 2.4$
300	8	190.5	-38.7	23.3	11.7	$6.0 \quad 2.9$
400	8	191.1	-40.2	35.0	9.5	$5.4 \quad 2.6$

Virtual Pole Position (after AF demagnetization of 400 Oe)

Lat. ($^\circ\text{S}$)	Lon. ($^\circ\text{E}$)	δp ($^\circ$)	δm ($^\circ$)
73.6	97.6	6.9	11.4

発見されたことから、今後、火山灰層序を研究するための有力な鍵層を得たことになる。

最後に、古地磁気試料採取および測定を手伝ってくれた、福井大学教育学部三年の水島聡子さんに感謝します。

引用文献

- CHUN, L., MAENAKA, K. and SASAJIMA, S. (1981) Preliminary study of paleomagnetism of some late Cenozoic basalt groups in Datong Province, North China. *Rock Mag. Paleogeophys.*, **8**, p. 9—16.
- DANHARA, T., NISHIMURA, S. and TOKUHASHI, S. (1982) On the new "GGP Method" of fission-track age dating with special reference to some late Quaternary volcanic materials with poor uranium content. *Abstracts of workshop on fission-track dating, Jun. 30, 5th International Conf. Geochronol. Cosmochronol. Isotope Geol.*, p. 10—12.
- DENHAM, C.R. (1976) Blake polarity episode in two cores from the Greater Antilles Outer Ridge. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **29**, p. 422—434.
- DENHAM, C.R., ANDERSON, R.F. and BACON, M.P. (1977) Paleomagnetism and radiochemical age estimates for late Brunhes polarity episodes. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **35**, p. 384—397.
- 林 正雄 (1981) Grain by Grain 法によるフィッシュョン・トラック年代測定法の問題点. 岩鉱, **76**, p. 233—238.
- HIROOKA, K. (1971) Archaeomagnetic study for the past 2,000 years in Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral*, **38**, p. 167—207.
- 北陸第四紀研究グループ (1969) 北陸地方の第四系. 地学団体研究会専報, no. 15, p. 263—297.
- KAWAI, N., YASUKAWA, K., NAKAJIMA, T., TORII, M. and HORIE, S. (1972) Oscillating geomagnetic field with a reoccurring reversal discovered from Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **48**, p. 186—190.
- MANABE, K. (1977) Reversed magnetozone in the Late Pleistocene sediments from the Pacific coast of Odaka, Northeast Japan., *Quat. Res.*, **7**, p. 372—379.
- 三浦 静 (1965) 砂質堆積物の粒度分布について. 福井大学学芸学部紀要, no. 15, 第4集, p. 87—95.
- 三浦 静 (1982) 北陸地方の海成段丘について. 第四紀総合研究会連絡誌, no. 22, p. 101—102.
- 中島正志・夏原信義 (1981) 考古地磁気年代推定法. 95 p. ニュー・サイエンス社.
- SASAJIMA, S., NISHIMURA, S. and HIROOKA, K. (1980) Studies on the Blake episode with special emphasis to east Asian results obtained. *Rock Mag. Paleogeophys.*, **7**, p. 90—93.
- SMITH, J.D. and FOSTER, J.H. (1969) Geomagnetic reversal in Brunhes normal polarity epoch. *Science*, **163**, p. 565—567.
- 横山卓雄・松田高明・竹村恵二 (1980) 東海層群のフィッシュョン・トラック年代 (その1). 第四紀研究, **19**, p. 301—309.
- 吉澤康暢 (1982) 加越台地の城新田一みどりの広場間で発見された火山灰層について. 福井市立郷土自然科学博物館研究報告, no. 29, p. 1—3.