考古地磁気および第四紀古地磁気研究の最近の動向

広 岡 公 夫*

Recent Trend in Archaeomagnetic and Palaeomagnetic Studies in Quaternary Research

Kimio HIROOKA*

はじめに

岩石や焼土に残されている自然残留磁気(Natural Remanent Magnetization 略して N. R. M.) を用いて過去の地磁気の変化を調べることができる。人間が生活していた遺跡の焼土からは、その当時の地磁気、すなわち、考古地磁気 (Archaeomagnetism) の変化を読みとることができるし、もっと前の地質時代にできた岩石からは、地質時代の地磁気 (古地磁気, Palaeomagnetism) の変遷がとらえられる。一般に考古地磁気学とは考古学で扱っている過去数千年間の地磁気変動を求め、古地磁気学

は地質時代の地磁気の逆転や大陸移動などを明らかにするものであるとされてきたが、最近、約3万年前の遺跡の焼土の測定から逆転が発見されたり (BARBETTI and McELHINNY, 1972, 1976), 数千年前の地磁気永年変化が湖底堆積物から求められる (THOMPSON, 1973) など、新しい研究成果が相次ぎ発表され、考古地磁気と古地磁気の境界がなくなってきた。これは、第四紀の地磁気学にとっては喜ばしいことで、今まで、空白になっていた洪積世末から沖積世前半にかけて地磁気変動が明らかにされるとともに、双方から得られた結果のクロスチェックが可能な状態になってきたのである。

図1 西南日本の考古遺跡焼土の測定から求められた過去2000年間の地磁気永年変化

* 福井大学教育学部地学教室, Faculty of Education, Fukui University.

考古地磁気学

MERCANTON(1918)による青銅器時代の土器の磁化測定にはじまる考古地磁気の研究は、最近もヨーロッパ、米国、ソ連および日本の研究者によって着実に進められている。ただ考古地磁気研究者は慎重な人が多くて、沢山のデータを持ち、国際学会での口頭の発表もしていないが論文として発表していない例が多い。考古地磁気の永年変化に関して、偏角、伏角の両方の測定が、英国(AITKEN *et al.*, 1964), フランス(THELLIER and THELLIER, 1959), ブルガリア(KOVACHEVA and NACHEVA-KALCHEVA, 1975), 米国(DuBOIS and WATANABE, 1965)および日本(WATANABE, 1959; KAWAI *et al.*, 1965; HIROOKA, 1971)で積極的に行われている。図1に西南日本の遺跡の測定から求めた過去2000年間の偏角・伏角の変化を示しておく。この他に伏角変化のみについての研究はソ連(BURLATSKAYA *et al.*, 1965)や中国(鄧, 李, 1965)でも行われている。また地磁気強度の永年変化に関する研究があり、上記の地域(THELLIER and THELLIER, 1959; BUCHA *et al.*, 1970; SASAJIMA and MAENAKA, 1966; KITAZAWA, 1970)以外にインド(ATHAVALE, 1966), ペルー(KITAZAWA and KOBAYASHI, 1968)で行われている。このように過去2000年間程について相当詳しく地磁気の変化が把握されるようになった。そして、永年変化の主要因は非双極子磁場か、主双極子磁場の変動かが大きな問題としてクローズアップされてきた。従来、通説として偏角・伏角の永年変化は、非双極子磁場の西方移動が原因であると考えられてきた(VESTINE *et al.*, 1947; BULLARD *et al.*, 1950; YUKUTAKE, 1968), 地磁気の観測記録の分析に用いられている球面調和解析を使えば、考古地磁気永年変化が双極子磁場によるものか非双極子磁場によるものかがはっきりするのであるが、残念ながら、球面調和解析を適用するには、まだあまりにも考古地磁気データが少なすぎる。しかし、各地の考古地磁気の測定結果を古地磁気で、よく用いる方法で双極子近似で見かけの磁極(Virtual Geomagnetic Pole)を求めて比べてみると、1500年という短い周期で地磁気双極子が変動しており、それが永年変化の主要であるように見えるのである(KAWAI and HIROOKA, 1967; HIROOKA, 1971; 広岡, 1972)。

最近のもう一つのトピックスは地球磁場強度の永年変化と気候変動の相関についてであるが、これは、考古時代にかけらず氷河期以前までさかのぼるので後のべ

る。

第四紀古地磁気学

第四紀の古地磁気の研究は、古い地質時代よりも詳しく地磁気の変化を追跡しうるし、また、考古地磁気よりも長い期間にわたって調べることができるという点で非常に重要である。とくに地磁気の逆転の過程や、その前後の永年変化の様子が明らかにされると、逆転のメカニズム解明に大きく寄与することが出来る。

最近、多くの海底あるいは湖底の堆積物の磁気測定が進められた結果、時間的に連続に地磁気変化が追跡されて、多くの新しい事実が明らかになった。例えば、今まで地磁気の逆転がないとされていた Brunhes 正常磁期にいくつかの逆転が報告されていて、主なものをあげると、1.25 万年前頃(MÖRNER *et al.*, 1971), 1.8 万年前頃(NAKAJIMA *et al.*, 1973; NOLTINIER and COLINVAUX, 1976), 3 万年前頃(BARBETTI and McELHINNY, 1976), 11 万年前頃(SMITH and FOSTER, 1969)および17 万年前頃と29 万年前(KAWAI *et al.*, 1972)となる。これらの報告の中で、琵琶湖の湖底ボーリングの200mの長さのコアの測定は、約50 万年前までの地磁気を連続的に追えるという点で特に注目値する。コアから5m間隔でサンプルをとり測定した結果1.8 万年, 11 万年(Blake Event), 17 万年(Biwa Event I), 29 万年(Biwa Event II)のEventが確認されている。このコアについては、2cm立方の大きさの試料を200mの上から下まで連続してとるという大変労力のいる測定が現在もつづけられており、すでに上から60m分までの測定が済んでいる(KAWAI *et al.*, 1975)。これによると深さ55m前後にBlake Eventがはっきり検出されており、その前の35mと26m付近にも地磁気が非常に不安定な時期のあったことがわかる(図2)。後者は4.9 万年前頃のことである(YASKAWA *et al.* 1973)。

堆積速度が大きく、かつ堆積が休みなくつづいたところから古地磁気試料を連続的にとると地磁気の短期間の変動も把握ことができ、従来のような火山岩中心の研究では検出できなかった細かい古地磁気変遷を追うことができる。逆転する途中では、試料の磁化強度も小さく、どうも地球磁場の強度そのものが小さかったと推定される。海底堆積物の古地磁気測定と酸素同位体による古温度測定の結果を比べると、磁化強度の小さい時は古海水温度が暖かかったらしいという報告もある(WOLLIN *et al.*, 1971)がKAWAI他(1975)は琵琶湖のコアの花粉分析、炭素同位体の測定結果と比べたところ地磁気強度

図2 琵琶湖底堆積物の古地磁気測定結果 (Kawai *et al.*, による)

の減少と気候の寒冷化とは強い相関があり、地磁気強度の変化は気候変動に大きな影響を持っていると考えている。地磁気変動、火山活動、気候変動の関係の解明は、第四紀学の今後の大きな課題となるであろう。

第四紀末における地磁気の逆転や excursion がグローバルな現象か否かということも大問題である。Brunhes 正帯磁期に発見された多くの event のうち 11 万年前頃の Blake Event は世界各地から報告されているのでグローバルな逆転である可能性が高いが、他の例えば Gothenburg Event (1.25 万年前)、琵琶湖と Imuruk 湖の excursion (1.8 万年前 Mungo Event (3 万年前) や Bonhommet (1970) の発見した Laschamp Event (0.8 ~ 3 万年前頃) 等がはたしてお互いに違うものなのかどうかは年代推定の精度を考えるとはっきりいえないし、これらのすべてがグローバルなものかどうか不明である。双極子磁場が弱った時に非双極子磁場が大きく影響して局所的に excursion が起ったように見えているのかも知れない。年代決定の精度をあげ、更により多くのデータを蓄積すれば解決するであろう。いずれにしても、1 ~ 3 万年前頃にも地磁気の不安定な時期があったと思われる。

参考文献

- AITKEN, M. J., HAROLD, M. R. and WEAVER, G. H. (1964) Some archaeomagnetic evidence concerning the secular variation in Britain. *Nature*, **201**, 659—660.
- ATHAVALA, R. N. (1966) Intensity of Geomagnetic field in India over the past 4000 years. *Nature*, **210**, 1310—1312.
- BARBETTI, M. F. and McELHINNY, M. W. (1972) Evidence of a geomagnetic excursion 30,000 yr B. P. *Nature*, **239**, 327—330.
- BARBETTI, M. F. and McELHINNY, M. W. (1976) The Lake Mungo geomagnetic excursion. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Math. Phys. Sci.*, **281**, 515—542.
- BONHOMMET, N. (1970) Discovery of new event in the Brunhes period at Laschamp (France). in *palaeogeophysics*, Academic Press, 159—163.
- BUCHA, V., TAYLOR, R. E., BERGER, R. and HAURY, E. W. (1970) Geomagnetic intensity: changes during the past 3000 years in the western hemisphere. *Science*, **168**, 111—114.
- BULLARD, E. C., FREEDMAN, C., GELLMAN, H. and NIXON, J. (1950) The westward drift of the earth's magnetic field. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A*, **243**, 67—92.
- BURLATSKAYA, S. P., NECHAEVA, T. B. and PETROVA, G. N. (1965) The westward drift of the secular variation of magnetic inclination and variations of

- the earth's magnetic moment according to "archeomagnetic" data. *Akad. Nauk. SSSR. Izv. Geophys. Ser.*, 31—42.
- DUBOIS, R. L. and WATANABE, N. (1965) Preliminary results of investigations made to study the use of Indian pottery to determine the paleointensity of the geomagnetic field for United States 600—1400 A.D. *J. Geomag. Geoelec.*, **17**, 417—425.
- HIROOKA, K. (1971) Archaeomagnetic study for the past 2000 years in Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral*, **38**, 167—207.
- 広岡公夫 (1972) 西南日本の地磁気永年変化. 海洋科学, **4**, 555—563.
- KAWAI, N. and HIROOKA, K. (1967) Wobbling motion of the geomagnetic dipole field in historic time during these 2000 years. *J. Geomag. Geoelec.*, **19**, 217—227.
- KAWAI, N., HIROOKA, K., SASAJIMA, S., YASKAWA, K., ITO, H. and KUME, S. (1965) Archaeomagnetic studies in Southwestern Japan. *Ann. Geophys.*, **21**, 574—577.
- KAWAI, N., YASKAWA, K., NAKAJIMA, T., TORII, M. and HORIE, S. (1972) Oscillating geomagnetic field with a recurring reversal discovered from Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **48**, 186—190.
- KAWAI, N., YASKAWA, K., NAKAJIMA, T., TORII, M. and NATSUKARA, N. (1975) Voice of Geomagnetism from Lake Biwa. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **3**, 143—160.
- KITAZAWA, K. (1970) Intensity of the geomagnetic field in Japan for the past 10,000 years. *J. Geophys. Res.*, **75**, 7403—7411.
- KITAZAWA, K. and KOBAYASHI, K. (1968) Intensity variation of the geomagnetic field during the past 4,000 years in South America. *J. Geomag. Geoelec.*, **20**, 7—19.
- KOVACHEVA, M. G. and NACHEVA-KALCHEVA, V. B. (1975) First results of archaeomagnetic investigation of prehistoric site in Bulgaria. *C. R. Acad. Bulgare Sci.*, **28**, 919—921.
- MERCANTON, P. L. (1918) État magnétique de quelques terres cuites préhistoriques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **166**, 681—682.
- MÖRNER, A. N., LANSER, J. P. and HOSPER, J. (1971) Late Weichselian palaeomagnetic reversals. *Nature, Phys. Sci.*, **234**, 173—174.
- NAKAJIMA, T., YASKAWA, K., NATUHARA, N. and KAWAI, N. (1973) Very short period geomagnetic excursion 18,000 yr B.P. *Nature, Phys. Sci.*, **244**, 8—10.
- NOLTIMIER, H. C. and COLINVAUX, P. A. (1976) Geomagnetic excursion from Imuruk Lake, Alaska. *Nature*, **259**, 197—200.
- 鄧興惠・李東節 (1965) 北京地区史期地磁場及其变化的研究. 地球物理学報, **14**, 181—195.
- SASAJIMA, S. and MAENAKA, K. (1966) Intensity studies of the archaeo-secular variation in West Japan, with special reference to the hypothesis of the dipole axis rotation. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B*, **33**, 53—67.
- SMITH, J. D. and FOSTER, J. H. (1969) Geomagnetic reversal in Brunhes normal polarity epoch. *Science*, **163**, 563—567.
- THELLIER, E. and THELLIER, O. (1959) Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Ann. Géophys.*, **15**, 285—376.
- THOMPSON, R. (1973) Palaeolimnology and Palaeomagnetism. *Nature*, **242**, 182—184.
- VESTINE, E. H., LAPORTE, L., COOPER, C., LANGE, I. and HENDRIX, W. C. (1947) Description of the earth's, mainmagnetic field and its secular change, 1905—1945. *Carnegie Inst. Washington Publ.*, no. 578, 1—532.
- WATANABE, N. (1959) The direction of remanent magnetism of baked earth and its application of chronology for anthropology and archaeology in Japan. *J. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, **2**, 1—188.
- WOLLIN, G., ERICSON, D. B. and RYAN, W. B. F. (1971) Variation in magnetic intensity and climatic changes. *Nature*, **232**, 549—551.
- YASKAWA, K., NAKAJIMA, T., KAWAI, N., TORII, M., NATSUHARA, N. and HORIE, S. (1973) Palaeomagnetism of a core from Lake Biwa (I). *J. Geomag. Geoelec.*, **25**, 447—474.
- YUKUTAKE, T. (1968) Synthesis of the non-dipole-components of the earth's magnetic field from spherical harmonic coefficients, *Bull. Earthqu. Res. Inst.*, **46**, 385—403.