

(1)古地磁気年代測定

古地磁気年代測定法の原理は、鉄の酸化鉱物が磁石になる（磁化する）性質を持つことを利用する。そうした磁性鉱物を重量で数%含む遺構の土壌は窯等で焼成を受けると冷却の際に地球の磁場方向に熱残留磁化と呼ばれる磁化を獲得する。磁化の方向と地磁気永年変動を比較して焼土の年代を決める。

窯だけでなく焼成を受けた土壌であれば年代測定の対象となる。日本ではHirooka (1971)により西南日本、特に近畿地域の窯焼土から詳細な地磁気方位の永年変動が調べられ、これを利用して焼土の年代測定はかなりの精度で行われている（広岡, 1988）。最近では、瀬戸地域や北陸地域におけるデータの蓄積から地磁気方位の永年変動には地域による違いがあることが示唆される様になっており、地域差を考慮してさらに精度の良い永年変化曲線の作製が考えられている。

地磁気は方向（偏角と伏角）とともに強さも変化する。焼土や遺物の磁化は焼成時に地磁気の方角だけでなく強さも記憶した磁化となっている。図1は磁化の解析から調べられた日本の過去2000年間の地磁気変動を示す。地磁気強度も古地磁気年代測定の手段となるが地磁気変動の標準曲線のもとになるデータ数は充分でなく地磁気方向の年代測定の標準曲線に比べて信頼度は落ちる。今後の研究で詳細な地磁気強度の変化が求められると地磁気方向と強度を併用した古地磁気年代測定が可能となる。

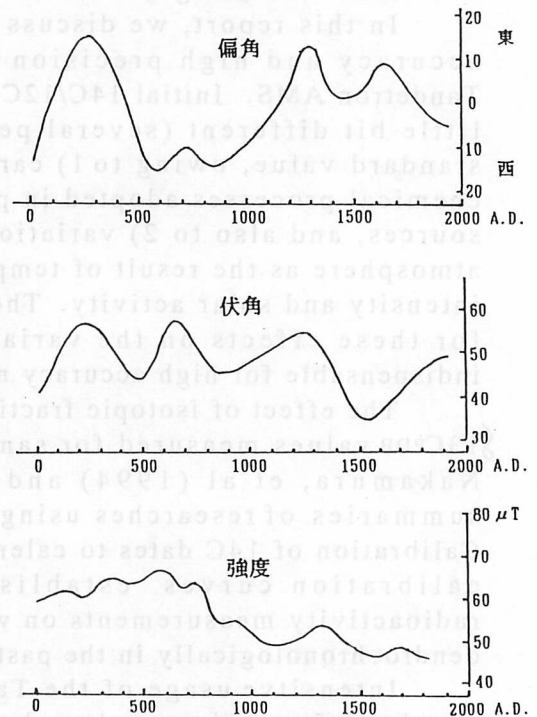


図1:日本の過去2000年間の地磁気変動。
方向はHirooka(1971)に基づく。
強度はSakai(1980)による。

(2)考古地震や火山噴火の古地磁気年代測定

地磁気の永年変動を利用した年代測定は焼土以外でも試みられている。例えば地震断層の過去の活動年代も研究対象となっている。断層周辺の土壌は断層活動の際に水が関与して流動するなどのプロセスで再帯磁する性質がある（酒井・広岡, 1983）。

この再磁化の方向を地磁気永年変化と比較することで断層の最終活動年代が推測できる。例えば、岐阜県と富山県境に位置する跡津川断層のトレンチ発掘調査の際に手法が試

みられ、1858年の安政の飛騨地震時の再帯磁が図2の様にうまく捉えられている（酒井・広岡;1983、竹内・酒井;1985）。最近、伊藤（in press）は柳ヶ瀬断層の噴砂を利用して1300年代前半の古地震の調査を試みている。

また、古文書に火山被害の記録がある火山活動が起きたかどうか、火山被害が及んだ地域の検討にも地磁気永年変化は利用できる。火山砕屑物（火砕流中の角礫など）の磁化を利用して、例えば ^{14}C 年代で推測された焼岳の1500-2000年の大規模火砕流（酒井ほか、1993）や古文書にある那須茶臼岳の1410年の活動（里見ほか準備中）が検討されている。

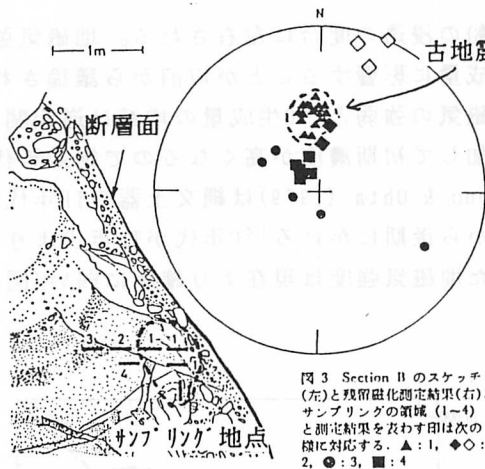


図3 Section II のスケッチ (左)と残留磁化測定結果(右)。サンプリング領域(1-4)と測定結果を表す印は次の様に対応する。▲: 1, ◆◇: 2, ●: 3, ■: 4

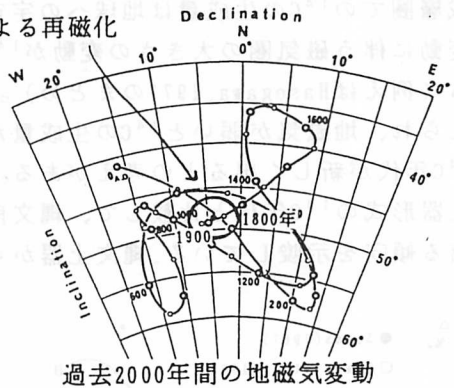


図4 再帯磁試料の平均磁化方向(黒丸)と過去2000年間の地磁気永年変化

図2: 跡津川断層で試みられた古地震の年代推定の例。

(2)より古い時代への応用

2000年より古い時代の地磁気永年変動はもともとなるデータの質量が十分でなく年時測定に利用できる標準変動は得られていない。考古学の試料だけでなく堆積物や火山岩を利用して地磁気変動が調査されている段階である。

更に古くなり数十万年の原人の時代の議論では地磁気の逆転が利用できる。

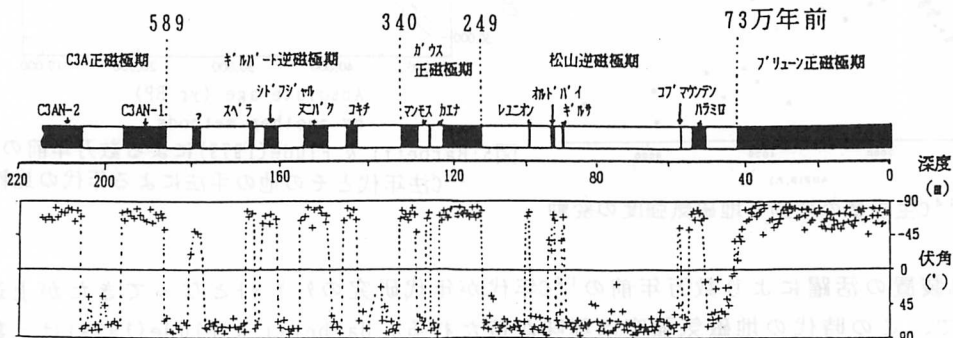


図3: インド洋の海洋底でボーリングされた堆積物から求めた地磁気逆転パターン(Sakai & Keating, 1991)。極性の黒は現在と同じ正磁極期、白は逆磁極期を示す。

地磁気逆転の600万年前までのパターンはかなり決められている（例えば図3）。地磁気逆転史を利用するとこの時代の地層の年代測定が行える。

Hyodo et al. (1993)はジャリにおいて堆積層の磁化調査を行い、松山地磁気逆転期（73～249万年前）やその間にあるオドグアイ正磁極イベント（91-98万年前）を利用して、ジャリ原人の時代を論じている。また広岡ほか(1993)は、宮城県高森旧石器遺跡での石器出土層の時代を数十万年までに何度か起きている地磁気エクスカッションを用いて論じている。

(3)地磁気強度と¹⁴C年代

成層圏での¹⁴Cの生成量は地球への宇宙線船の浸透の割合に左右される。地磁気強度の変動に伴う磁気圏の大きさの変動が¹⁴C生成量に影響することが以前から議論されている（例えばHasegawa, 1977のまとめ）。地磁気の強弱と¹⁴C生成量の増減は逆相関が考えられ、地磁気が弱いと¹⁴Cの生成量が増加して初期濃度が高くなるので絶対年代より¹⁴C年代が新しく出るとの考えがある。Miono & Ohta (1979)は縄文土器のTL年代を同土器形式の¹⁴C年代と比較して、縄文前期から後期にかけると¹⁴C年代がTL年代より若く出る傾向を示唆している。縄文土器から得た地磁気強度は現在より確かに弱い(図4)。

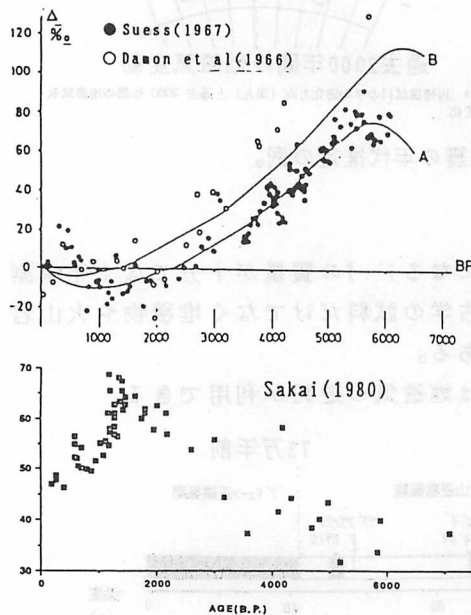


図4: ¹⁴C生成量の変動と地磁気強度の変動

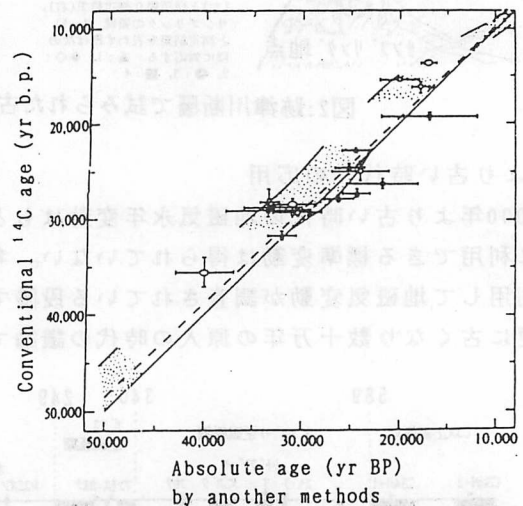


図5: Barbeti & Flude (1979)による数万年前の¹⁴C法年代とその他の手法による年代の比較。

カテム装置の活躍により数万年前の¹⁴C年代が年代研究のターゲットとなってきたが上述の論理で、この時代の地磁気強度は興味を持たれる。Barbeti & Flude (1979)は、数万年前の¹⁴C年代はTL法や他の手法による年代と比較すると数千年新しく出る場合があると示唆している（図5）。同時代の地磁気強度は確かに弱い傾向にある(図6; 酒井, 1

991)。今後、地磁気強度の変動が詳しく分かれば数万年を対象とした¹⁴C年代法の研究にも貢献できるかも知れない。

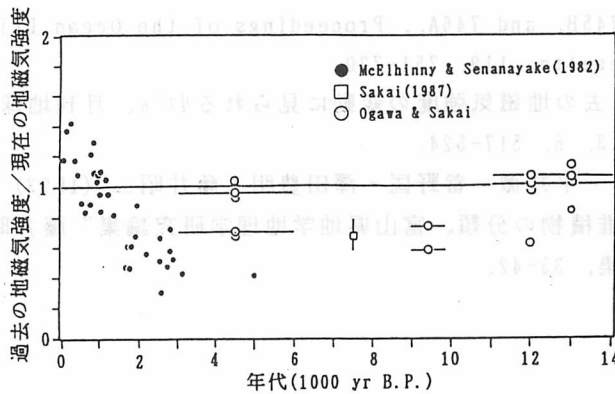


図6:14万年間の地磁気強度の変動。

参考文献

- Barbetti, M.F. and Flude, K. (1979) Geomagnetic variation during the late Pleistocen and changes in the radiocarbon time scale, *Nature*, 279, 202.
- Hasegawa, H. (1977) Secular variation of cosmic rays and its causes, *Prelimnogy of Lake Biwa and the Japanese Pleistocen*, 5, 65-93.
- Hirooka, K. (1971) Archaeomagnetic study for the past 2000 years in Southwest Japan. *Memoires. Fac. Sci., Kyoto Univ., Series. Geol. & Mineral.*, 38, 167-207.
- 広岡公夫(1988) 古地磁気・考古地磁気編年による年代推定, *地質学論集*, 29, 61-65.
- 広岡公夫・森定尚・常川ゆかり・宮沢誠(1993)、高森遺跡で発見された更新世中期の地磁気逆転、*東北歴史資料館資料集35『高森遺跡』*, 61-65.
- Hyodo, M., N. Watanabe, W. Sunata, E.E. Susanto and Wahyono, H. (1993) Magnetostratigraphy of Hominid fossil bearing formations in Sangirin and Mojokerto, Java, *Anthropol. Sci.*, 101(2), 157-186.
- Miono, S. and Ohta, M. (1979) The possible variation of C14 predicted from thermoluminescent dating of the Japanese ancient pottery, *Coference papers of 16th International cosmic ray conference*, 263-268.
- Sakai, H. (1980) Variation of the geomagnetic field intensity deduced from the archaeological objects, *Rockmag. Paleogeophys.* 7, 61-67.
- 酒井英男・広岡公夫 (1983) 古地磁気・岩石磁気からみた断層運動, *月刊地球*, 5, 7, 394-399.
- 竹内章・酒井英男 (1985) 跡津川断層における最近の活動ハントー古地磁気学的手法による断層の年代測定ー, *活断層研究*, 1, 67-74.

- Sakai, H. (1987) Paleomagnetic study of the Middle Paleolithic hearth at Douara cave. Univ. Mus., Univ. Tokyo, Bull., 29, 123-131.
- Sakai, H. and Keating, B.H. (1991) Paleomagnetism of Leg 119 -Holes 737A, 738C, 742A, 745B, and 746A., Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific results, 119, 751-770.
- 酒井英男 (1991) 過去の地磁気強度の変動に見られるリズム、月刊地球「地球のリズムと縞状構造」, 13, 8, 517-524.
- 酒井英男・豊本正成・平井徹・畚野匡・澤田豊明・藤井昭二 (1993) 岩石磁気学による焼岳火山堆積物の分類、富山県地学地理学研究論集”藤井昭二教授退官記念論集”, 第10集, 33-42.



図 8: 14万年前の地磁気強度の変動

論文書録

Garbutt, M. F. and Flude, E. (1978) Geomagnetic variation during the late Pleistocene and changes in the radiocarbon time scale. Nature, 278, 202.

Hasegawa, H. (1977) Secular variation of cosmic rays and its causes. Progress of Late Pleistocene and the Japanese Pleistocene, 2, 62-82.

Ritoux, E. (1971) Archaeomagnetic study for the past 5000 years in Southwest Japan. Memoires, Fac. Sci., Kyoto Univ., Series, Geol. & Mineral., 28, 147-207.

山岡公夫 (1988) 古地磁気-古地磁気年代による平均推定, 地質学雑誌, 23, 61-65.

山岡公夫・森田尚・宮川幸夫・宮川幸夫 (1993) 焼岳堆積物に見られる更新世中期の地磁気変化, 東北地質資料集 10 (地質学雑誌), 61-65.

Hyodo, M., Kitagawa, W., Saito, E. E., Suzuki and Hayashi, H. (1993) Magnetostratigraphy of hominid fossil bearing formations in Zantian and Mojokoto, Java. Anthropol. Sci., 101(1), 127-134.

Miyono, S. and Ohno, M. (1978) The possible variation of C14 predicted from thermoluminescent dating of the Japanese ancient pottery. Colloquia papers of 14th international cosmic ray conference, 283-288.

Sakai, H. (1980) Variation of the geomagnetic field intensity deduced from the archaeological objects. Kosmos, Paleogeography, 7, 61-67.

酒井英男・山岡公夫 (1983) 古地磁気からみた焼岳堆積物, 月刊地球, 2, 284-292.

山岡公夫・酒井英男 (1982) 焼岳堆積物における地磁気年代の推定, 富山県地学地理学研究論集, 1, 61-74.

Paleomagnetic dating for the objects of Archaeology and Anthropology

Hideo SAKAI

Dept. Earth Sciences, Toyama University

ABSTRACT

Geomagnetic field changes its direction and strength with time. The directional change of geomagnetic field during the past 2000 years is investigated by Hirooka (1971) from the paleomagnetic study on ancient kilns in southwestern Japan. The principle is that the baked clay acquired the magnetization directing to the geomagnetic field at that age. The secular change of the geomagnetic field direction is analyzed by numerous paleomagnetic data. Thus the standard secular variation curve of the geomagnetic direction is established and the dating of archaeological objects becomes possible by comparing the magnetization of them with the secular variation curve.

This paleomagnetic dating method is also applicable to date the past earthquake. Sakai and Hirooka (1983) successfully dated the age of the earthquake at Atotsugawa fault in 1858 by using the magnetization of the sediments along the fault zone.

The intensity of the geomagnetic field also has changed with time (Sakai, 1980). There is a possibility that the variation in geomagnetic intensity effects the concentration of ^{14}C product. The field intensity between 60 to 20 thousands years B.P. is lower than present value that may cause the ^{14}C age of this period younger than the absolute age.