

考古地磁気による年代測定の問題点

福井大学教育学部 広岡公夫

考古地磁気の特徴

地球磁場の方向と強さは、年々少しずつではあるが変化しており、長い期間には相当大きな変動をしている。これを地磁気永年変化と呼んでいる。もし、時代をおって、どのような永年変化があったかということが明らかになれば、地磁気の化石として過去の時代の地磁気の方向や強さを現在も持ちつづけているもの（例えば焼土が有する残留磁気）を測定することによって、どの時代に磁化したかを知ることができる。これが考古地磁気による年代測定の原理である。ここで重要なのは、地磁気永年変化の様子が明らかになっていなければ、この方法は成り立たないということである。日本では、過去約2,000年間の偏角・伏角の変化がわかっている。したがって、それより古い時代についての年代推定は現在のところできない。また、いま述べた過去2,000年の永年変化についても、最近の100年間のものをぞくと、殆んどが考古遺跡から採集した焼土の熱残留磁気測定によって得られたものであって、それらの年代は考古学的推定年代を基礎としている。このことは、その考古年代が実年代と異っていれば、当然、永年変化の年代軸にも誤差として入ってくる。即ち、考古地磁気の年代測定は、絶対年代を与えるものではなく、相対年代を示すものである。特に奈良時代以前の時代は、年代のはっきりわかった遺跡のデーターが殆んどないので、この相対年代的性格が強くなる。

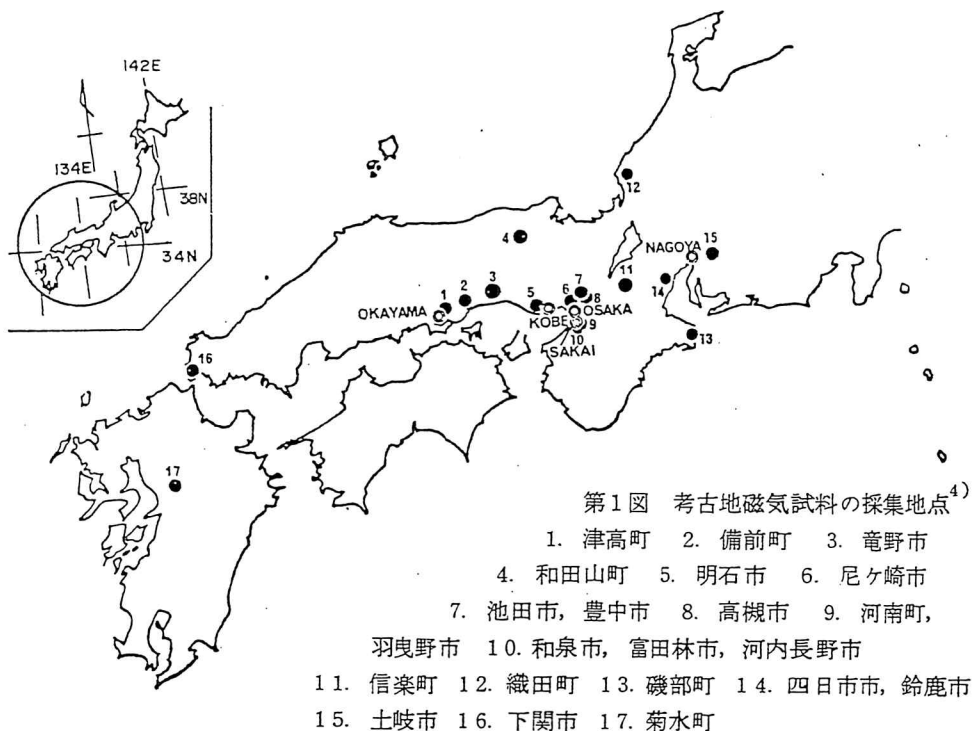
上に述べたような、この方法の特性からくる誤差の他にも、後述するような遺跡の状態、試料の方位決定の精度、測定精度、そのデーターが出されるまでのプロセスに、誤差となる種々の要因が入ってくる。

過去2,000年間の地磁気永年変化

日本における地磁気永年変化について考古時代にまでさかのぼる研究は渡辺¹⁾川井他²⁾行武³⁾、および筆者⁴⁾など多くの人々による成果が発表されている。その結果、過去2,000年間の偏角・伏角の変化が明らかとなっている。

西南日本の遺跡からも多くの試料が採集され、その熱残留磁気の測定がなされている。第1図はその遺跡の位置を示したものであり、偏角と伏角の変化は第2.3図に示されている⁴⁾

第2.3図の中にある黒丸が個々の遺跡の測定値を表しており、二重丸はそれらを50年毎に区



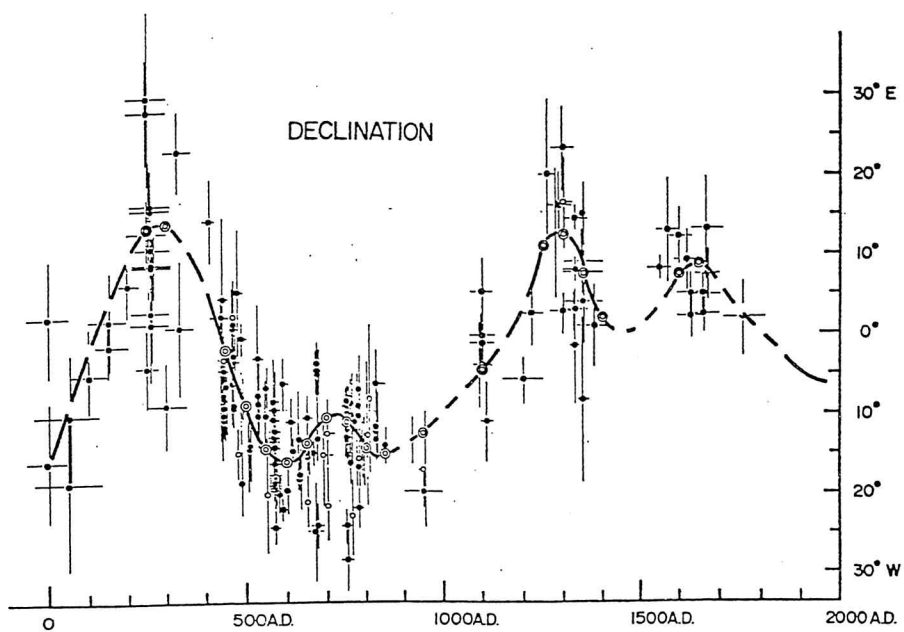
切ってその平均値を求めた値が記入されている。この二重丸を曲線でつないだものが地磁気の変化と考えられる。データーの少い時代については曲線は破線にしてある。

この曲線を見ると、偏角・伏角ともに、変化の大きい時は、100年間に数度の変化をしている。また偏角については5世紀中頃～12世紀、19～20世紀のように西偏する時代と、2世紀～5世紀中頃、13～18世紀の東に偏した時期とに分けられる。一方、伏角は400～600年くらいの周期で浅くなったり深くなったりしていることがわかる。

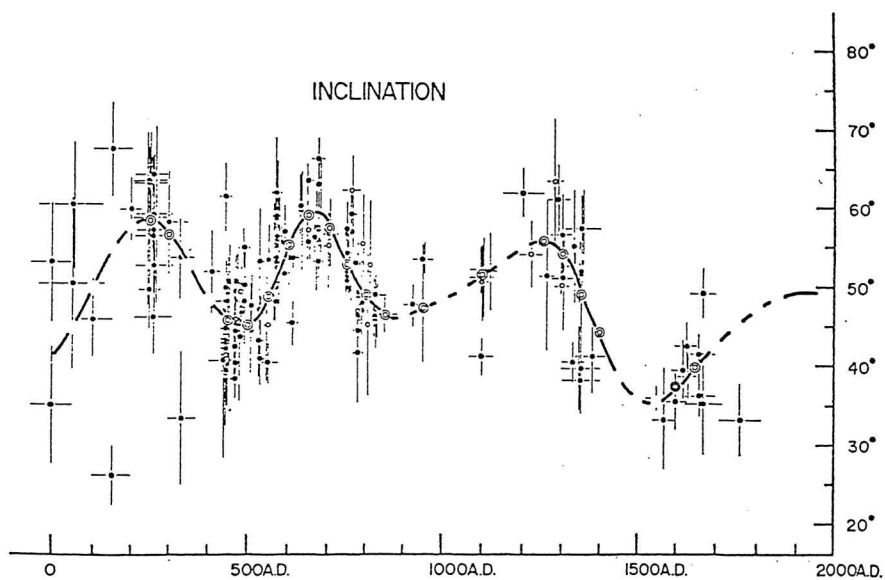
誤差の原因となる問題点

考古遺跡中の焼土を試料として採集し、その残留磁気を測定して、考古地磁気のデーターとして処理するまでの間に生ずる誤差の要因としては、試料の方位や磁化の測定の精度の他に次のような問題点が考えられる。

- a) 熱残留磁気獲得後の遺跡の変形。
- b) 試料採集地点における現在の偏角。
- c) 地磁気永年変化の地域差。



第2図 過去2000年の西南日本における偏角の変化⁴⁾

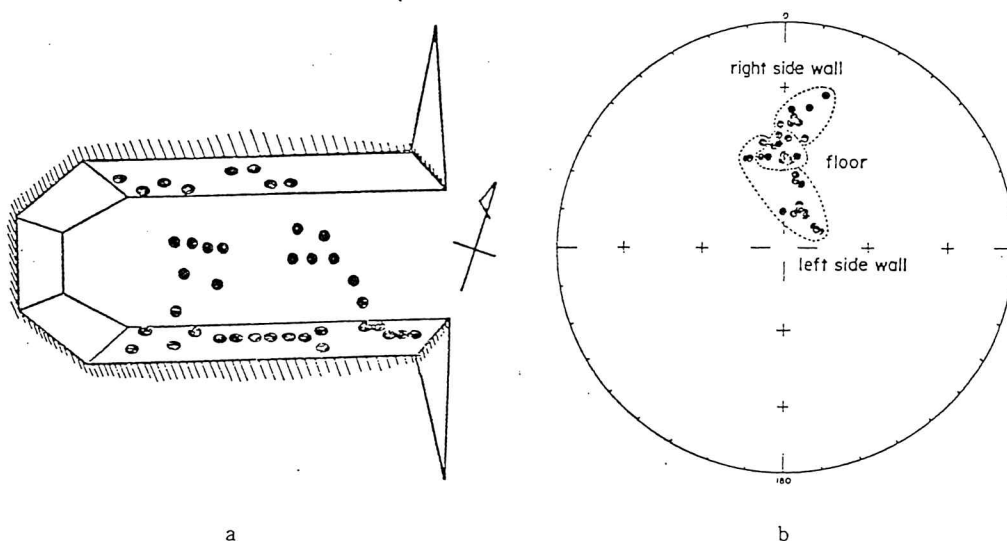


第3図 過去2000年の西南日本における伏角の変化⁴⁾

d) 熱残留磁気獲得時の温度およびその後の熱的影響の有無

これらの問題点に関して、少し詳しく考えてみよう。

a) 考古地磁気の試料として最も良いのは充分高温で焼かれている窯跡である。第2, 3図のデーターとなっているものも殆んどがこのような窯跡から得たもので、その中でも特に須恵器生産に用いられた窖窯形式のものが多い。この窯の場合、発掘されたものは、たいてい、天井が落ち込んで側壁と床部しか残っていない。これは埋没される前にくずれたか、埋まっている間に上からの土圧によって落ちると考えられるが、同じような圧力は側壁にも横からかかっているのです、落ち込まないまでも傾むいている可能性が非常に大きい。このような部分から試料を採取すると、この傾むいた角度の分が誤差となる。事実に、左右の側壁から得た試料の測定値を比較すると、明らかに傾むいたことを示す例が多くみられる(第4図)。このような誤差を避けるためには床面からのみ試料を採ることである。第3, 4図にでているものは、すべて床面から得たものである。



第4図 側壁と床との磁化方向の違い⁴⁾

a: 窯内の試料採取位置

b: それらの磁化方向

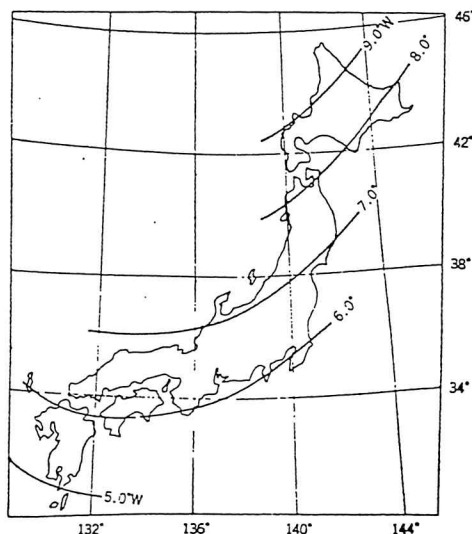
b) 遺跡から試料を採取する際の試料の方位は磁北を基準にして定める。したがって、その地点の真北と磁北の方向のずれ(現在のその地点における偏角)を知って、その補正を行わなければならない。この値は地域によって差があるので、個々の地点で偏角を知る必要があ

る。この値を求めるには、トランシットによる太陽又は星の位置観測を行なう方法がある。

1970.0年(1月1日の午前0時)の日本の偏角は大略第5図の通りである⁵⁾。これは、一等磁気点の観測値を最小二乗法で処理して得たもので、実際の等偏角曲線はもっといくんだ複雑な形をしているので、それぞれの地点で偏角決定を行なうことが望ましい。

c) 考古地磁気のデータを各地から集めて

比較する際に問題となるのは、過去の地磁気の地域差を考えなければならないことである。即ち、第5図のようなものが、過去の各時代について考えられ、それ等は互に異った形をしていると考えられるのである。全く同時代のもので北海道からのデータと九州のものとは地域差の分だけ偏角伏角の値が違ってくるはずである。この違いは例えば関西の範囲内くらいであれば、個々の試料についての測定結果のバラつきの大きさを考えると大したことはないが、今後、全国のデータが集まるようになった場合には無視できない値となりそうである。



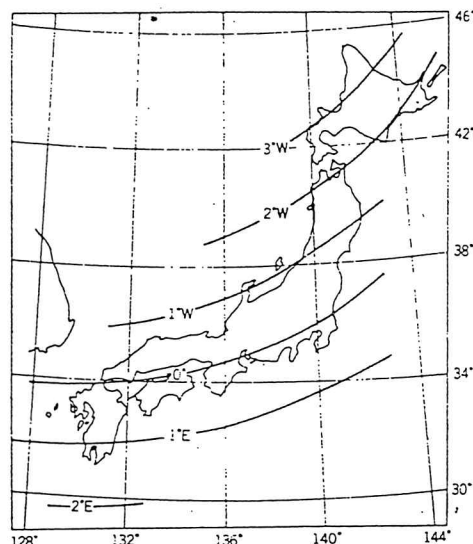
第5図 1970.0年の磁気偏角図⁵⁾

るところが困ったことに、これを補正する方法がない。従来は、現在の日本の偏角図や伏角図を用いて補正したこともあるが、過去にさかのぼって、このような図が不変であったという保障はなく、むしろ、地磁気永年変化にともなって、日本各地の偏角伏角の分布も変化したと考えるべき証拠があがっている。

伊能忠敬らが作った日本地図は非常に精度の高いもので日本列島の輪郭は殆んど現在のものと変わらない。しかし、東北以北や九州の地域では、形は非常に似ているのであるが経度の位置がすこしずれて歪んでいるのである。伊能は1802年に江戸日本橋で天体観測による偏角の決定を行っており、その時に $0^{\circ} 19' E$ という殆んど磁北と真北が一致した結果を得ている。このことから、方位を知る時には磁針を用い、それを真北として測量をつづけたのである。もし、江戸以外の土地で偏角が大きくなっていれば、それだけ地図は歪む訳で、彼の地図の歪は当時の各地の偏角の大きさを表すものとして求められたのが第6図である⁶⁾。

第5図と第6図を比べると、200年足らずの間にも明らかに偏角の分布が変化しているので、1,000年も1,500年も前の偏角の分布が現在と同じであるとは到底考えられない。

それでは、距離のはなれた遺跡のデーターの比較はどのようにすればよいのであろうか。現状では、その方法がないので、むしろ、数度程度の角度の差があることを頭に入れながら、補正をしないデーターを用いるか、又は、地磁気が双極磁場であると仮定して磁極の位置を計算し、その位置で比較するしか手がないのである。第2, 3図はそのままのデーターでプロットしてある。



第6図 1800年初頭の磁気偏角図⁶⁾

- d) 炉跡や窯跡といった焼土の残留磁気を荷っている磁性鉱物は主に磁鉄鉱 (Fe_3O_4) で、これは、 575°C 以上から冷された時、完全な磁化を獲得する。

測定試料には 3.5cm 程の厚さのものが必要なので、その深さまで充分温度が上がっていれば問題はない。しかし、炉跡のような場合には、表面から少し中に入るとなかなかこのような温度にはならない。そこで、どれくらいの温度まで上がれば地磁気の化石として充分な残留磁気を得られるかということが問題となる。また、窯跡では、しばしば、窯を作りなおして、古い窯の上に新しい窯が重なっているが、新しい窯の使用時に、古い窯の部分まで温度が上がり、元の磁化を変えてしまっているおそれも考えられる。

これらのことについては、貴重な実験データーがある。大阪の泉北丘陵で、7世紀の古窯と同じ形の窯を作り、その焼成実験が大阪府教委の中村浩氏、阪大の地磁気グループおよび若い陶芸作家の新肇、西念秋夫両氏等によって行われたのである。これはまだ未発表のものであるが、それによると、床面から約 20cm 下で 300°C まで上がり、それで充分の熱残留磁気を得たのである。この結果から、相当低い温度でも磁化するということと、近接して重なっている窯では下のものは後のものの影響を受けている可能性が大きいということがわかったのである。

おわりに

以上、考えられる色々の問題点を指摘したが、確実なデーターを得るためには何よりも、十分に焼かれた試料を注意深く採取し、注意深く測定することである。

最近、フランス等で岩石磁気の測定から、8,000 B. P. から約 20,000 B. P. の間の時期に地磁気の南北の極性の逆転したとの報告がある。もし、これが本当なら世界の年代対比にも非常に有力な手がかりを与えるものなので、もし、縄文時代や先縄文時代の遺跡から焼土が発見された際には是非お知らせいただきたい。

参 考 文 献

- 1) Watanabe, N. ; J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sect. V, 2, 1~188. (1959).
- 2) Kawai, N., K. Hirooka, S. Sasajima, K. Yaskawa, H. Ito and S. Kume ; Ann. Geophys., 21, 574~578. (1965).
- 3) Yukutake, T. ; Bull. Earthqu. Res. Inst., 39, 467~476. (1961).
- 4) Hirooka, K. ; Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. & Mineral., 38, 167~207. (1971).
- 5) 国土地理院 ; 磁気偏角図. (1972).
- 6) Hoyanagi, M. ; Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ., no. 2, 147~162. (1967).