

土壌・岩石の磁気を利用した考古科学 - 被熱遺構探査

森永 速男 [1]

[1] 兵庫県立大院・生命理学

Archeo-science using magnetism of soils and rocks - prospection for traces of scorching

Hayao Morinaga[1]

[1] Life Science, Univ. Hyogo

This presentation is a review of prospection for traces of scorching using magnetism of soils and rocks at archeological sites. The principle, technique, availability and practical results of this prospecting method are presented.

The heating of soils and rocks generally results in the enhancement of magnetic susceptibility and remanent magnetization. Soils and rocks containing goethite become to have enhanced magnetic susceptibility due to a reducing atmosphere produced by the burning of organic materials and therefore they show higher remanent magnetization intensity. The enhancement is due to reduction of goethite to magnetite through hematite. Thus soils and rocks containing no or little goethite hardly change their magnetic susceptibility by heating. The heating also gives rise to acquisition of thermal remanence for almost all soils and rocks. The campfire experiment indicates that the magnetic traces of scorching are kept well in case of underground preservation.

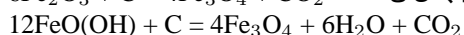
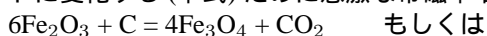
古地磁気や岩石磁気の研究が明らかにしてきた、過去の地球磁場方向の変化や磁性鉱物の性質や振る舞いが考古学研究に利用され、多くの成果を残してきた。

考古遺物を用いて明らかにされた過去 2,000 年間 (Hirooka, 1971, 1983; Shibuya, 1980; Maenaka, 1990)、また浅海および湖底の堆積物を用いて明らかにされた過去 12,000 年間 (Hyodo ほか、1993) の地磁気方向の永年変化を標準曲線として、考古遺跡で検出される被熱遺物や遺跡表面焼土の残留磁化方向との比較により年代が推定されている。この方法は考古地磁気 (もしくは古地磁気) 年代決定法と呼ばれ、大いに重宝されている。

また、土壌や岩石が被熱を経て磁氣的性質を変えることに注目し、考古遺構や遺物の被熱歴を探るようになってきた。古地磁気を研究する私たちは、マグマが貫入するとき (すなわち貫入岩が形成されるとき)、貫入岩周囲の岩石が熱の影響で新たな残留磁化を獲得することを以前から知っているの、考古学が知りたがっている土壌や岩石の被熱歴 (すなわち、古代人の火の使用) を、磁気を用いて簡単に解明できることに気付く。このような理由から始まった方法を磁氣的な「被熱遺構探査」と呼ぶ。この探査では、被熱過程で土壌や岩石が熱残留磁化を獲得すること、および被熱により含有磁性鉱物が化学変化することに着目する。本講演では、この磁氣的な被熱遺構探査に関する原理、方法やこれまでの成果について報告する。

土壌表面のたき火実験や室内での土壌や岩石の加熱実験の結果から、これまで多くの知見が得られている (Morinaga ほか、1999; 森永 1999; 西谷ほか、2007 など)。その結果、必ずしもすべての土壌や岩石でこの磁氣的な探査法が簡単に成功するとは限らないことがわかっている。以下にこれまでの知見や問題点をまとめてみる。

(1) 水酸化鉄 ($\text{FeO}(\text{OH})$; ゲーサイト) を含む土壌や堆積岩では、被熱により急激に残留磁化と帯磁率が大きくなる。被熱により、約 250 程度の温度でゲーサイトが脱水し、まず酸化鉄ヘマタイト (Fe_2O_3) が生成する。この時、いわゆる赤化と呼ばれる色変化が起こるが磁氣的にはこの鉱物変化だけでは急激な帯磁率増加は期待できない。樹木などの燃焼で生成する炭が還元剤となり、ヘマタイトがマグネタイト (Fe_3O_4) に、もしくはゲーサイトから直接マグネタイトに変化する (下式) ために急激な帯磁率増加が起こると考えられる。



残留磁化強度はこの磁性鉱物変化と熱残留磁化獲得により大きくなる。また、残留磁化方向も地球磁場方向に揃うようになる。これが、考古地磁気年代決定法が有効な理由となる。

(2) 水酸化鉄を含まないような土壌 (例えば、新鮮な火山灰) や火成岩では被熱による帯磁率増加をあまり期待できない。元来、マグネタイトがそれらに含まれる主要な磁性鉱物だからである。マグネタイトは、炭 (還元剤) の存在下の被熱では簡単には変化しないようだ。しかし、このような土壌では残留磁化強度は大きくなるのが認められており、残留磁化方向も地球磁場方向に揃うようになる。これは熱残留磁化の獲得の結果である。火成岩の場合には残留磁化強度変化をほとんど伴わず、方向のみが地球磁場方向に揃ってくる。

(3) 考古・歴史時代という過去の被熱による磁氣的痕跡が劣化し、長く保存されないなら、現在こういった方法は使えないことになる。10 年程度の被熱遺構 (被熱土壌表面) の保存テストの結果から、地下に埋没しているかどうか重要であることがわかってきた。つまり、吹きさらしの表面では 2,3 年で土壌の被熱痕跡は散逸してしまうが、地中保存では被熱の磁氣的痕跡ほとんど変わらず残ることが分かっている。このことは、磁気による被熱遺構探査がどれくらい古くまで適用できるかに関係する要素であり、さらに研究すべき重要なテーマの一つである。

以上のこれまでの知見の他、被熱遺構探査の実施例をいくつか報告する。