

生物源マグネタイト研究と古海洋学への応用の新展開

Recent progress in researches on biogenic magnetite and applications to paleoceanography

山崎 俊嗣^{1*}

Toshitsugu Yamazaki^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ AORI, University of Tokyo

鎖状に配列したマグネタイトを持つ走磁性バクテリアは、Blakemoreにより1975年に発見された。この生物源マグネタイトが海底堆積物中に化石として残っていることが1986年に初めて報告されて以降、生物源マグネタイトは海底堆積物の強磁性鉱物の起源の一つとして認識されている。生物源マグネタイトは、透過電子顕微鏡(TEM)を用いて、マグネタイトが安定な永久磁石となる単磁区サイズ(数十nm)に揃った粒径と、生物のコントロールによる特徴的な結晶形態から同定できる。しかし、TEMによる観察では強磁性鉱物を分離、濃集させる必要があることなどから、陸源と生物源マグネタイトの割合、といった定量的な議論はこれまで困難であった。しかし、最近の岩石磁気学手法の発展により、生物源マグネタイトを定量的に把握することが可能となってきた(e.g., Egli, 2010)。その結果、少なくとも赤道域や高緯度域の堆積物では、生物源マグネタイトが強磁性鉱物の大きな割合を占めることがわかってきた(Roberts et al., 2012; Yamazaki & Ikehara, 2012)。生物源マグネタイトの量や形態の定量化ができるようになったことで、化石の一種として、古海洋、古環境研究への新たな応用がひらけつつある。本発表ではその例を紹介する。

一方、従来の堆積残留磁化獲得メカニズムの考え方は、生物源マグネタイトの寄与を考慮していないため再検討が必要であり、古地磁気学及びその応用への影響は甚大である。30年以上前から、堆積物の残留磁化は、堆積後に海底面下のある深度ゾーンで、圧密過程に伴い徐々に獲得されるとするモデルで考えられてきた。つまり、古地磁気が記録されるのは、堆積面、あるいは生物擾乱による混合ゾーンよりも下である。しかし、そのずれの大きさ(lock-in depth)は数cmから40cm以上と諸説出され、酸素同位体比や微化石年代と古地磁気記録を対比する際に大きな問題となっていて、精密な複合層序年代を構築する上での妨げであった。最近、地磁気逆転時の古地磁気強度の極小を、独立の地磁気強度の情報である10Be記録と比較することにより、15cm程度のlock-in depthが推定され、この問題は決着したかに見えた(Suganuma et al., 2010)。しかし、従来の議論は、生物源マグネタイトの役割を全く考慮していない。酸化から還元への化学勾配の中で生きる走磁性バクテリアは、鉄還元境界付近でその生息密度が最大になるとされている。もしこの考え方が正しくて、しかも生物源マグネタイトが主として堆積残留磁化を担うのであれば、鉄還元境界付近で残留磁化が獲得されることになり、lock-in depthは鉄還元境界までの深度、つまり堆積環境に支配されて、mmのオーダーから数十mまで大きく変化するはずである。しかし、生物源マグネタイトが主要な磁性鉱物であるとしても、残留磁化の担い手としての役割は未だ不明であり、その解明は急務である。

キーワード: 生物源マグネタイト, 走磁性バクテリア, 岩石磁気学, 古海洋学, 堆積残留磁化, 鉄還元境界

Keywords: biogenic magnetite, magnetotactic bacteria, rock magnetism, paleoceanography, depositional remanent magnetization, Fe-redox boundary