

# 堆積物中の磁性粒子の観察 -サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(SPP)事業における実験の例-

川村 紀子<sup>1)</sup>・青木 秀則<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

本国では、理科離れが叫ばれて久しい。この理科離れの原因については、特にゆとり教育の推進により学習指導要領が改変されたこと、これによって学校の授業時間数や学習量が削減されたため、観察や実験から原理と法則を見つけ出し、理解を深めるような授業を構成しにくくなったことが一因であると考えている。また近年、児童や生徒自身の自然体験の機会が減少していることも原因の1つであると考え、このような背景から、従来の教科の授業に加えて実験や実習の機会を取り入れることの重要性が高まりつつある。そこで文部科学省は次代を担う若者への理数教育の拡充施策の一環として、2004年度からサイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)事業を始めた。本稿では、茨城県立水戸第一高等学校の地学の授業において実施されたSPP「地磁気・古地磁気の最前線」の一環で行われた実験内容についての紹介をする。

この実験では、過去の地球磁場についての記録を保持していると考えられている堆積物中の強磁性粒子の観察を行った。堆積物中の強磁性粒子は、堆積時またその後の圧密による続成過程において、そのとき作用している地球磁場方向にそろう。これにより堆積物は、地球磁場の方向や強さを獲得する。よって堆積物の残留磁化を測定することで、過去の地球磁場を復元することが出来ると考えられている(例えばOpdyke and Channell, 1995)。堆積物の強磁性粒子の起源には、3種類ある。1つは、陸起源のものである。これは強磁性鉱物を含んだ岩石が風化されて岩片や鉱物片となり、その後、堆積物に取り込まれたものである。堆積粒子中に含まれている強磁性鉱物は、主に磁鉄鉱( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )や磁赤鉄鉱( $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、赤鉄鉱( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ )といった鉄酸化物であることが知られ

ている。2つには、自生作用による起源のものである。堆積深度に従って堆積物が還元状態となり、以上の鉄酸化物が溶解して、グリグ鉱( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ )といった鉄硫化物が形成される。3つは、生物起源のものである。堆積物中には、磁場を感じる能力があるバクテリア(走磁性バクテリア)が棲息している。この走磁性バクテリアは、細胞内に磁鉄鉱やグリグ鉱を形成している。この走磁性バクテリアは、微嫌気性生物であり、酸化還元環境に応じて体内の鉄や酸素、硫黄の量を調整している。また地球磁場を感知することで、堆積物中の棲息しやすい環境に自らを留めていると考えられる(例えばBlakemore, 1975)。

この実験は、地学と生物の内容に関連しており、両科目での学習内容を深めることを目的とする。走性(走磁性)については生物Ⅰに含まれている内容である。堆積残留磁化については、現在、地学Ⅱの内容に収められている。

またこの実験の最大の特徴は、学校に既にある備品を用いており、また準備に手間がかからず、実施が簡単ということである。本実験は、とりわけ校務に多忙な教員の方にも取り組んでいただける内容である。

## 2. 試料 陸源堆積粒子及び走磁性バクテリア

第1図のような200mLのサンプル瓶を用いて、産業技術総合研究所西事業所近隣の田んぼ、及び京都大学農学部植物園内の池から、泥を採取した。採取した試料の上蓋を最後まで絞めずに少し開けて、通気を良くした状態で暗所に保存した。

## 3. 方法

堆積中の強磁性鉱物のうち陸起源の粒子については、サンプル瓶内に磁石を入れた試験管を使って集

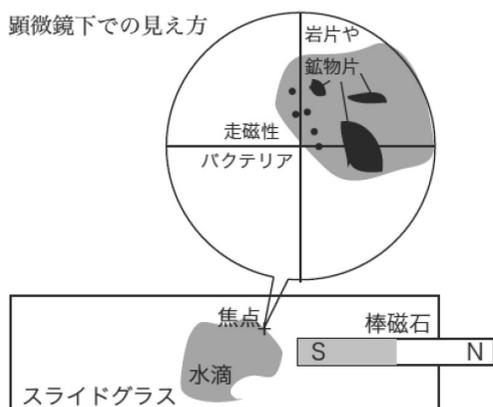
キーワード: 走磁性バクテリア, 地磁気

1) 産総研 地質情報研究部門(現在 海上保安庁海上保安大学校 基礎教育講座)

2) 茨城県立水戸第一高等学校



第1図 走磁性細菌の採集。



第2図 走磁性細菌の観察法と顕微鏡下での見え方の概略。棒磁石を近づけると磁石側に引き寄せられ、遠ざけると離れていく極細粒の粒子が走磁性細菌である。この極細粒の走磁性細菌を顕微鏡下で認識するのに、少々時間がかかるかもしれない。

めた。走磁性細菌については、図のようにサンプル瓶外に強磁性のサマリウムコバルト磁石を貼り付けて集めた。磁石の周りに付いた粒子と水をピペットで吸い取り、一穴式のプレパラートにおいた。堆積物中の強磁性鉱物は不透鉱物であるので、粒子の集まったものは一般的には黒い粉のように見える。走磁性細菌が多量に含まれる場合には、その細胞質が重なり、白っぽく見えることがある。今回は、

粒子の採取にあたって強い磁性の磁石を用いたが、市販の弱い磁石でも走磁性細菌は十分集まる。

いずれの強磁性粒子も顕微鏡下100倍で行った。第2図のように顕微鏡の中央をプレパラート上の水の縁に合わせ、磁石を近づけて、磁石の方向に移動する粒子の観察を行った。比較的大きい粒子が陸起源の強磁性鉱物であり、磁石を遠ざけたときに磁石とは異なる方向に動く細粒の粒子が走磁性細菌である。

#### 4. 生徒の反応

生徒達は、細粒の走磁性細菌を見極めるのに時間を要した。しかし、磁石を近づけると寄ってくる姿を観察し、走磁性の例を確認できたことは大変好評であった。生徒達は、実験中は活発に話し合っており、教科書だけでなく、実験や観察から学ぶことの楽しさを感じたようであった。

またSPP事業で1年間実施した最後の授業において、ある生徒が本実験についてポスター形式で発表を行った。この生徒は、走磁性細菌の観察を引き続き行い、その結果から走磁性細菌を数種類に区分した。また細菌以外の生物で、地球の磁場を利用して方向を感知しているものについても自身で調べ、紹介を行った。本実験を通じて生徒の興味が広がったことを実感した。

#### 5. 謝辞

本実験は、京都大学大学院人間・環境学研究科の石川尚人教授が、地球科学関連の学生実習において行った実験内容を一部改変したものである。実施に際し、ご助言とご協力をいただきました。産業技術総合研究所の地質情報研究部門の植木岳雪博士には、本稿の執筆の機会をいただきました。また同部門の山崎俊嗣博士には、本稿に有益な文献を紹介いただきました。以上の皆様に謝意を表します。

#### 文 献

Blakemore, R. P. (1975) : Magnetotactic bacteria, *Science*, **19**, 377-379.  
 Opdyke, D. N. and J. E. T. Channell (1995) : Magnetic Stratigraphy, International Geophysics Series, Elsevier Inc., **64**, pp341.

KAWAMURA Noriko and AOKI Hidenori (2011) : Observation of magnetic grains in sediments : An experimental example for science partnership project.

<受付: 2010年11月24日>