

# 磁性細菌 *Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1 の密度分離と磁気測定

## Density separation and magnetic measurements of magnetotactic bacteria *Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1

\*政岡 浩平<sup>1</sup>、諸野 祐樹<sup>2</sup>、富岡 尚敬<sup>2</sup>、浦本 豪一郎<sup>1</sup>、山本 裕二<sup>1</sup>

\*Kohei Masaoka<sup>1</sup>, Yuki Morono<sup>2</sup>, Naotaka Tomioka<sup>2</sup>, Go-Ichiro Uramoto<sup>1</sup>, Yuhji Yamamoto<sup>1</sup>

1. 高知大学、2. 海洋研究開発機構高知コア研究所

1. Kochi University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海底堆積物には自然残留磁化 (NRM) として、過去の地球磁場の変動がほぼ連続的に記録されている。この NRM を担う磁性鉱物は磁性細菌にも起源をもち、その量的な重要性が指摘されている (e.g. Yamazaki, 2012)。しかし、磁性細菌起源の磁性鉱物が堆積物形成時に当時の地球磁場を反映した残留磁化を獲得する過程、および、その残留磁化の性質については未解明の部分が多い。政岡ほか

(2018JpGU ; 2018SGEPSS) は、磁性細菌 *Magnetospirillum magnetotacticum* MS-1 (以下 MS-1) の分譲を受けて大量培養し、培養細胞の密度の違いを利用して分離した MS-1 の細胞群を用いて、これらの細胞群が堆積物形成のごく初期において NRM を獲得するプロセスの模擬実験を行い、試料を作製した。細胞数を一定 (1 試料  $2.835 \times 10^9$  cell/7 cc) とした一連の試料の NRM 方位は作製時の印加磁場の方向と一致 (偏角  $0^\circ$ ・伏角  $0^\circ$  および偏角  $0^\circ$ ・伏角  $45^\circ$ ) し、NRM 強度は伏角によらず外部磁場強度 (0-100  $\mu$ T) の増加に伴ってランジュバン関数的に増加することを報告している。しかし、これらの実験に用いた MS-1 の細胞群は、細胞内にマグネタイトを形成している個体の割合 (マグネタイト形成率) が 3 % 程度と少ないことが透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察により確認されており、模擬実験に影響を与えている可能性がある。

そこで、本研究では、細胞内にマグネタイトを形成している MS-1 の細胞群を磁気的な方法に依らずに効率的に分離し、マグネタイト形成率を高めた細胞群を利用して模擬実験を行うことを目的とした。そのために、政岡ほか (2018JpGU) で行われている密度分離の方法を改良した。政岡ほか (2018JpGU) では 80 % ナイコデンツ溶液のみで分離しているが、本研究では異なる濃度のナイコデンツ溶液 (0, 40, 45, 47.5, 50, 60 %) を上方に向かって密度が小さくなるように重層したものを 24 時間静置することで密度勾配を形成させて分離した。ナイコデンツの密度勾配によって 4 層に分離したので、上から順にフラクション 1 (F1), 2 (F2), 3 (F3), 4 (F4) とした。MS-1 の細胞群は F1-F3 には確認された一方、F4 には確認されなかった。F1-F3 について TEM 観察を行ったところ、マグネタイト形成率は F1 で 0.3 %, F2 で 7.2 %, F3 で 16.3 % であった。いずれのフラクションにおいても細胞内のマグネタイトの粒径は 40-50 nm 程度で、20-40 個が鎖状に連なっている様子が観察された。

F1 から F3 について政岡ほか (2018JpGU) と同様の手順で模擬実験を行い、磁気測定用試料を作製した。外部磁場は方向が偏角  $0^\circ$ ・伏角  $0^\circ$ 、強度が 50  $\mu$ T となるように作用させた。各試料の NRM 強度は、F1 で  $1.15 \times 10^{-9}$  Am<sup>2</sup>, F2 で  $6.60 \times 10^{-9}$  Am<sup>2</sup>, F3 で  $1.34 \times 10^{-8}$  Am<sup>2</sup> であった。F1 については政岡ほか (2018JpGU) で報告されているブランク試料の値とほとんど変わらない。各試料は 7 cm<sup>3</sup> あたり MS-1 の細胞を F1 は  $2.17 \times 10^9$  cell, F2 は  $1.72 \times 10^9$  cell, F3 は  $7.97 \times 10^9$  cell 含むため、1 細胞あたりに換算した NRM 強度は F1 で  $5.31 \times 10^{-19}$  Am<sup>2</sup>/cell, F2 で  $3.83 \times 10^{-18}$  Am<sup>2</sup>/cell, F3 で  $1.68 \times 10^{-17}$  Am<sup>2</sup>/cell である。マグネタイト形成率の増加に伴って NRM 強度が増加していることが分かった。