琉球海溝の表層堆積物中に含まれる強磁性鉱物の埋没での変化[†]

川村 紀子*・川村 喜一郎**・石川 尚人***

Progressive change of constituent ferromagnetic minerals in superficial sediments from the Ryukyu Trench during burial diagenesis

Noriko Kawamura*, Kiichiro Kawamura** and Naoto Ishikawa***

はじめに

海底堆積物の初磁化率・残留磁化強度は堆積物に含まれる強磁性鉱物の配列、種類、粒径を反映しており、これらに基づいて過去の地球磁場の変動や古環境の解析に応用されてきた (Evans and Heller, 2003)。しかし強磁性鉱物のうち、マグネタイト (Fe_3O_4)、ヘマタイト ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$)、マグヘマイト ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$) といった鉄酸化物は、堆積埋没後に初期続成作用に伴う化学的变化を被り、変化・変質し、堆積当時の情報は失われてしまう。初期続成作用の効果は、堆積場の温度や底生生物の活動度 (有機物の供給量や底層水の溶存酸素濃度に抑制される) により異なり (Bernier, 1980)、堆積場に応じた強磁性鉱物の振る舞いは不明な点が多い。そこで本研究の目的を2つとした。1つは、琉球海溝という深い海域の様々な水深から試料を採取し、現世の海底環境を明らかにすること、2つは、それぞれ堆積場の異なる場所での強磁性鉱物の初期続成作用による変質過程を比較し、それらに関わる堆積場の要因を明らかにすることである。

研究試料

沖縄本島から東沖合の琉球海溝の海底 (1,000~6,500 m)

から、水深約 1,000 m おきに、7ヶ所から 30 cm 前後のマルチプルコアを採取した。岩相は、水深 3,000 m 以浅の試料は有孔虫および砂質粘土から成り、これ以深はシルト質粘土から成る。海溝軸から採取された1つの試料からは喜界一アカホヤ (K-Ah) 火山灰 (7,300 年前) が確認されたため、これを基に堆積速度を約 4 cm/yr とした (Kawamura and Kawamura, 2006)。

手 法

試料採取直後、堆積物直上の海水と間隙水の酸化還元電位、pH および溶存酸素濃度の測定を行った。

また実験室で、堆積物の粒度分析、炭素量測定、有機炭素量測定、磁気分析を行った。

結 果

温度磁化特性の結果、琉球海溝の海底堆積物の磁化を担うのは、マグヘマイト化したマグネタイトとヘマタイトであることが示唆された。

また強磁性鉱物の量を示すパラメータ (χ , χ_{ARM} , SIRM) は、水深 3,000 m 以浅の試料の強磁性鉱物量は相対的に少

受付: 2006 年 10 月 30 日

* 京都大学大学院人間環境学研究科 (現所属: (独)産業技術総合研究所地質情報研究部門)
Graduate School of Human and Environmental Studies,
Kyoto University, Yoshidanihonmatsu-cho, Sakyo-ku, Kyoto
606-8501, Japan (Present address: Institute of Geology and
Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba
Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Ibaraki, Japan)

** 深田地質研究所
Fukada Geological Institute

2-13-12 Hon-Komagome, Bunkyo, Tokyo, 113-0021, Japan
*** 京都大学大学院人間環境学研究科
Graduate School of Human and Environmental Studies,
Kyoto University

Yoshidanihonmatsu-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, Japan
[†] 詳細は, Kawamura, N. et al. 「Rock magnetic geochemical
analyses of surface sediment characteristics in deep ocean
environments: A case study across the Ryukyu Trench」
として, *Earth, Planets and Space* において査読中である。

なく、水深 3,000 m 以深い試料中では多いことを示していた。磁気的粒径および粒度は、水深 3,000 m 以浅では、粒径の大きい粒子が相対的に多く含まれていることを示した。全ての試料の表層 0~2 cm の堆積物の全有機炭素量は、0.32~0.39 wt% の範囲で変化しているが、地点間の大きな差は認められなかった。

堆積物直上の海水の溶存酸素濃度は、海溝付近では相対的に低かった。また間隙水の溶存酸素濃度は、堆積物の深さ方向に対して減少していた。粒度分析の結果に基づいて、岩相に変化の無い海溝付近の 3 地点を選定した。溶存酸素濃度の減少に伴い、海溝海側斜面の 1 地点では強磁性鉱物粒子が細粒化し、また海溝付近の 2 点では粗粒化する傾向が認められた。

議 論

上記に示されるように、本研究において、琉球海溝で採取された表層約 30 cm までの詳細な粒度、磁気特性および間隙水の化学組成を明らかにした。それらの結果によると、水深 3,000 m 以浅の試料において、マグネタイト量が相対的に少ない理由としては、有孔虫など強磁性ではない粒子の割合が相対的に多く、結果としてマグネタイト量が希釈されたため、と考えられる。

また、強磁性鉱物の粒径変化は、堆積埋没に伴って還元的环境に成っていることから、強磁性鉱物が分解された結果であると解釈出来る。具体的には、堆積埋没後にマグヘマイトが溶解し、マグネタイトになることで、保磁力が減少し、粒径は全体としては細粒化を示す。さらに堆積深度が増すと細粒なマグネタイトが選択的に溶解し、細粒から粗粒へと変化する (Smirnov and Tarduno, 2002)。堆積物直上および間隙水中での溶存酸素濃度が低い海溝軸付近の 2 地点では、強磁性鉱物の粗粒化が比較的浅い堆積深度で見られるのに対して、溶存酸素濃度の高い海側斜面の試料では、細粒化した段階で留まっている。琉球海溝付近の底層水の温度は 0~2°C とあまり変化しないこと (Hase and Minato, 2003)、また堆積物の全有機物量には地点間の大き

な変化がないことから、溶存酸素量が強磁性鉱物の分解を規制する要因と考えられる。

結 論

沖縄本島東沖の琉球海溝の水深 1,000~6,500 m の間の 7ヶ所からマルチプルコア試料を採取した。全ての試料に対して、粒度分析、炭素量測定、全有機物量測定、磁気分析を行った。得られた結論を記す。

1. 堆積物の磁性を担う鉱物は、マグヘマイト化したマグネタイトへマタイトである。
2. 水深 3,000 m 以浅の試料において、強磁性鉱物量が相対的に少ないのは、非磁性の粒子の割合が相対的に多く、希釈されたからである。
3. 堆積場の溶存酸素濃度が低い場合、堆積埋没後の強磁性鉱物量の分解は、浅い深度で起こる。つまり、強磁性鉱物の分解は堆積場の溶存酸素濃度が要因となる可能性がある。

文 献

- Berner, R.A., 1980 : *Early diagenesis : A theoretical approach*, Princeton University Press, Princeton, 241 p.
- Evans, M.E. and Heller, F., 2003 : *Environmental Magnetism, Principles and Applications of environmental magnetism*, Elsevier Science, USA, 299 p.
- Kawamura, K. and Kawamura, N., 2006 : Evolution of clay microstructures of superficial deep-sea muds during burial compaction : examples from the Ryukyu Trench, *Geochanics and Geotechnics of Particulate Media*, 3-8.
- Hase H. and Minato, S., 2003 : *R/V Mirai Cruise Report MR03-K03 (Leg 1 and Leg 2) Jun 7-July 30*, Japan Marine Science and Technology Center, Japan, 141 p.
- Smirnov, A.V. and Tarduno, J.A., 2002 : Magnetic field control of the low-temperature magnetic properties of stoichiometric and cation-deficient magnetite, *Earth and Planetary Science Letters*, 194, 359-368.