

氏 名 松岡 東香

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 805 号

学位授与の日付 平成 16 年 9 月 30 日

学位授与の要件 複合科学研究科 極域科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Anomalous high coercivity natural remanent
magnetization acquired by maghemite in Deep-sea
Sediments off Wilkes Land, East Antarctica

論文審査委員 主 査 助教授 船木 實
教授 森脇 喜一
総括研究 西村 昭（産業技術総合研究所）
員
教授 酒井 英男（富山大学）
助教授 佐藤 高晴（広島大学）

論文内容の要旨

The magnetic properties and minerals of a deep-sea sediment core obtained from off Wilkes Land have been investigated in order to obtain paleomagnetic, rock-magnetic and paleoenvironmental data for Antarctic region. The core used in this study was collected from a continental rise site 3060 m deep at the western part of the Antarctic Wilkes Land margin during the TH94 cruise (1994-1995) of R/V HAKUREI-MARU, carried out by the Technology Research Center, Japan National Oil Corporation. The core consists of siliceous silt and is characterized by its brownish gray color, an absence of paleoclimatically induced lithological variations and abundant foraminiferal contents in good preservation. Paleomagnetic measurements reveal that the sediment core has an anomalous natural remanent magnetization (NRM). The original NRM intensities of sediments are 10-100 times greater than those commonly observed at different localities. The high median destructive field value of about 60 mT in overall average suggests a remarkable high stability of NRM. The high coercive components of NRM have never been demagnetized completely and the more than 20 % of the primary NRM can survive even after the AF demagnetization with peak fields of 100 mT. The NRM intensity decay curves of most samples at AF demagnetization depict unusual straight line, indicating that each sample has an anomalous flat distribution in the coercivity of NRM carrier grains.

Magnetostratigraphy proves that the core covers the last 1 Ma. The employment of 1cc small-volume samples for paleomagnetic measurements proves its advantage of deriving the higher time resolution records from sediments by comparison with the paleomagnetic data obtained by using common U-channel and 7cc samples. The employed 1cc samples provide a long-term secular variation in declination, which correlates with those of well-dated cores in previously published study. That correlation enables an age control for the core, and the sedimentation rate are estimated to be 2-9 mm kyr⁻¹ with the significant change about 0.4 Ma.

The combination of optical microscopic observations, transmission electron microscopy observations, energy dispersive analyses of X-ray emission analyses, X-ray diffraction analyses and inductive coupled plasma/mass spectrometry analyses identify the magnetic minerals in the fractions extracted magnetically from sediments as pure iron oxide minerals namely magnetite and maghemite. The simultaneous measurements of temperature dependences of five magnetic properties and thermostructural analyses successfully reveals the hysteretic changes in heating-cooling cycles, which contributes to rule the possible presence of other magnetic minerals in sediments out. This useful approach to identify magnetic minerals from a mixture in sediments might be applicable to other studies dealing with sediments. The presence of maghemite suggested that the anomalous NRM is mainly a chemical remanent magnetization (CRM), which is proved by the drastic decay of NRM intensity at the inversion temperature of maghemite to hematite in thermal demagnetization experiments, while a small portion of detrital remanent magnetization (DRM) carried by magnetite also exists in the NRM. It is assumed that the CRM was acquired by maghemite in its generation from magnetite under the oxic system at sea bottom by the high-oxygen water namely Antarctic Bottom Water (AABW). The magnetization zone for CRM is presumed to have been near the surface of sediments (most oxidized zone) and the zone for DRM is also assumed to have been there, since the directions of CRM by maghemite and DRM by magnetite are almost consistent. Secondary magnetizations

in many samples, are also inferred to be CRM acquired at the sub-surface of sediments, because the polarity of the secondary magnetizations in the sediments for Jaramillo Subchron are the reversed (Matuyama) polarity and opposite to that of the present geomagnetic field.

Since a CRM intensity correlates the external field intensity as well as thermal remanent magnetization, relative geomagnetic paleointensity estimation is bravely carried out with using the NRM (mainly a CRM) of sediments, though it is not usual DRM but mainly a CRM and it is scarcely considered as preferable condition for paleointensity estimation in the present paleomagnetic studies. Downcore changes of magnetic concentration represented by various magnetic parameters are a factor of five or less. It demonstrates that the core is rock-magnetically homogeneous, which is essential for paleointensity estimation. The saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) is selected for normalizing the NRM, since its stability in AF field is almost consistent with that of the anomalous NRM of the sediments. The normalized intensity (NRM/SIRM) record shows the similarities to other worldwide paleointensity records and the feature trends corresponding to a global reference paleointensity curve.

The characteristics of magnetic properties in thermo-magnetic experiments are almost consistent through out the core. It indicates that maghemite exists in overall sedimentary sequence, namely that it has been yielded constantly over at least the past 1 Ma. Thus it is assumed that the AABW has continuously existed supplying the high-oxygen water to sea bottom and the sedimentary environment has been maintained at oxidized condition for such a long period. This fact will greatly contribute to future studies of paleoenvironments, paleoclimates and paleoceanography for Antarctic region.

論文の審査結果の要旨

本論文は南極ウィルクスランド沖の水深3060mの深海から石油公団の白嶺丸TH94航海(1994-1995)で採集されたGC1501グラビティーコア(540cm)を岩石磁気学・古地磁気学的に研究したもので、堆積物の磁化獲得機構や、過去100万年間の堆積環境と地磁気変動を明らかにしている。この試料の古地磁気学的研究は先にSakai et al. (1998)により行われ、堆積速度と堆積年代等が報告されている。本論文ではSakai et al.の成果を踏まえ、更に詳細な自然残留磁気(NRM)や磁性鉱物の研究を行い、ウィルクスランド沖堆積物のNRMの意味を追求している。

本研究では一般に用いられている7cc毎の試料に加え、1cc毎の試料も採取しNRMの時間分解能を上げている。全ての試料を100mTまで段階交流消磁し、NRMの安定性を検討した。平均的なNRMを持つ試料に対し試料全体、磁気分離した強磁性試料、および残存物について飽和磁化、飽和残留磁化、保磁力、残留保磁力、それに初期帯磁率の温度依存性を測定した。その結果、この試料のNRMは一般的な海底堆積物の10倍以上強く、交流消磁に対し極めて安定であることを確認した。この原因は磁鉄鉱とマグヘマイト(磁鉄鉱が低温で酸化した鉱物)が本試料中の主要な磁性粒子で、特にマグヘマイトがNRMの強度と安定性に大きく寄与していると推定し、これを光学顕微鏡、透過型電子顕微鏡、エネルギー分散型蛍光X線分析、誘導結合プラズマ質量分析による化学分析や透過型電子顕微鏡により確認した。このような異常に強く安定なNRMはマグヘマイトに起因する化学残留磁化で説明されることを明らかにし、熱消磁の結果から約80%のNRMがマグヘマイトに起因することも明らかにしている。このような堆積物中の磁性鉱物を磁気履歴特性の温度依存性から研究した例はなく、先駆的な研究と位置付けられる。特に磁気履歴特性の温度依存性が堆積物中の磁性鉱物の変質に関わる情報を得る有効な手段であることを示した点は高く評価できる。マグヘマイトの形成に必要な酸化環境が過去100万年間続いていたことから、溶存酸素濃度が高い南極底層水がウィルクスランド沖に過去100万年間恒常的に存在したことを明らかにしたことは、高く評価される。過去の地磁気強度は堆積物のNRM強度を帯磁率、あるいは非履歴残留磁気による規格化によって求められるが、本試料のような高保磁力を持つ堆積物には適応できない。本論文では飽和残留磁化で規格化することにより過去100万年間の地磁気強度変動を推定した。この結果は、同時期の北大西洋、インド洋、南太平洋のコアから得られた結果と良い相関を持つことが認められ、地球規模の地磁気変動が南極堆積物のNRM強度に影響していたことが明らかになった。

発表は図面等も十分練られ簡潔明瞭であった。また、発表後の質疑応答や口頭試問にも明確に応答した。論文では磁性鉱物の同定について新手法を取り入れ総合的な解析を行い、NRMの獲得機構や堆積環境まで踏み込んで検討を行っている。このような研究は堆積物の磁気学にとって先駆的な研究であり、博士論文にふさわしい内容と判断できる。発表論文は和文3編、英文2編がある。国際学会での英語による発表や、英語による博士論文の作成等から判断して、研究者として十分の英語力を持っているものと考えられる。以上の観点から、審査委員の総意として松岡東香君に博士論文を授与することが適切と判断した。