

X線CTにより測定した有孔虫殻密度と深層水炭酸イオン濃度の関係 Relationship between carbonate ion concentration in the deep-sea and density of foraminifera shell based on X-ray CT

岩崎 晋弥^{1*}, 木元 克典², 佐々木 理³, 鹿納 晴尚³, 岡崎 裕典¹

Shinya Iwasaki^{1*}, Katsunori Kimoto², Osamu Sasaki³, Harumasa Kano³, Yusuke Okazaki¹

¹九州大学大学院 理学府 地球惑星科学科, ²海洋研究開発機構, ³東北大学総合学術博物館

¹Department of Earth and Planetary science, Kyushu university, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³The Tohoku University Museum

最終氷期の大气中二酸化炭素濃度が、間氷期（現在）に比べて約 80 ppm 低かったことが、南極氷床コア中の気体分析により明らかにされてきた (Barnola et al., 1987)。しかし「氷期の炭素レザバ問題」として知られている氷期における大气中二酸化炭素濃度低下分の炭素の行方は未だ解明されていない。大气の約 60 倍の溶存無機炭素量を持つ海洋深層水は、この問題の中心的存在である。氷期の大气中二酸化炭素濃度低下を海洋による無機炭素の吸収で説明する場合、氷期深層水の炭酸イオン濃度は $40 \mu \text{mol kg}^{-1}$ 増加する必要がある (Broecker and Peng, 1993)。

氷期?間氷期スケールの海洋炭素循環の鍵を握るのが深海底に堆積した炭酸カルシウムの保存・溶解である。炭酸カルシウムの保存・溶解の度合いを示す溶解度()は以下の式で表される。

$$= \frac{([\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}])_{\text{SAMPLE}}}{K_{\text{sp}}} : \text{飽和指数 (1 過飽和, 1 溶解)} \quad K_{\text{sp}}: \text{溶解度積}$$

氷期 間氷期サイクルの時間スケールにおいてカルシウムイオン濃度は一定とみなせるため炭酸カルシウムの溶解度は深層水の炭酸イオン濃度によって決まる。そのため過去の海洋深層水の炭酸イオン濃度指標として、有孔虫殻の破片率や殻重量など、いくつかの手法が提案されてきた。しかしながら、いずれの指標も定量性に難点があり、正確な炭酸イオン濃度の復元には至っていない。本研究では、新たな海洋深層水の炭酸イオン濃度指標として、有孔虫殻の密度を提案し、その実用化を目指している。有孔虫殻の密度は、マイクロフォーカス X 線 CT スキャナ (ScanXmate L080: 東北大学総合学術博物館) を用いて測定した。本装置は、対象物に X 線を照射し物体の内部画像を 3D グラフィックスとして構成する際、X 線の透過度を数値化することで物体の密度(空隙率)を定量的に測定できるため深海における炭酸カルシウムの溶解度()が復元可能である。炭酸カルシウムの溶解度()は同じ水深ならば炭酸イオン濃度に支配されるので X 線 CT によって測定した有孔虫の殻密度は深層水炭酸イオン濃度の定量的な指標として利用できる。

本研究では、表層堆積物試料から採取した浮遊性有孔虫 (*Globigerina bulloides*) 殻について X 線 CT スキャナによる殻密度測定、ウルトラマイクロ天秤 (UMT2 Mettler Toledo) による殻重量測定および殻破片率の測定を行った。さらにボトル採水化学分析により測定された結果 (JAMSTEC 航海・潜航データ探索システムを利用) から表層堆積物採取地点近くの深層水炭酸イオン濃度を算出し、有孔虫殻密度・殻重量・殻破片率との対比を行った。測定には北太平洋西部に位置するシャツキーライズ、鹿島沖、下北沖、北西太平洋の 4 海域において採取された合計 8 本の表層堆積物コア試料 (深度分布: 1362 m~3135 m) を用いた。現生の有孔虫殻 (St. K2 におけるセディメントトラップにより採集) を用いた予察的な X 線 CT スキャナによる有孔虫殻密度測定により、殻密度は個体サイズのばらつきに影響されることが示された。そこで本研究では、各表層堆積物試料から 100 個体ずつ浮遊性有孔虫殻を拾いだし、すべての有孔虫殻サイズを測定した。その後、同一サイズの有孔虫殻 (約 10 個) について 1 個体ずつ殻密度および殻重量測定を行った。有孔虫殻重量測定の結果、高い深層水炭酸イオン濃度ほど殻重量が軽くなるという定性的な関係が得られた。この結果は、溶解による有孔虫殻密度の減少が深層水炭酸イオン濃度に支配されることを支持している。今後は X 線 CT スキャナを用いて定量的な殻密度を測定し、深層水炭酸イオン濃度との関係を明らかにする。

Barnola, J.M. et al., 1987, Nature 329, 408-414.

Broecker and Peng, 1993, Greenhouse Puzzles. Eldigio Press