

パラオ海溝において“しんかい 6500”潜航で採水した海水の ^{14}C 濃度
 ^{14}C density of seawater collected by the submersible “*Shinkai 6500*” at Palau Trench

坪井辰哉^{1*}・和田秀樹²・北里 洋³・藤岡換太郎³・中村俊夫⁴

Tatsuya Tsuboi¹, Hideki Wada², Hiroshi Kitazato³,

Kantaro Fujioka³, Toshio Nakamura⁴

¹静岡大学大学院理学研究科 (Graduate School of Science, Shizuoka University)

²静岡大学理学部地球科学科 (Institute of Geosciences, Shizuoka University)

³海洋研究開発機構 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

⁴名古屋大学年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

*Correspondence to: Tatsuya Tsuboi; E-mail: r0134010@ipc.shizuoka.ac.jp

Abstract

Using the submersible *Shinkai 6500*, we report the ^{14}C density of seawater collected around the large limestone block on the landward slope of the Palau Trench, at around 6500m depth, which is significantly deeper than the carbonate compensation depth (CCD). AMS- ^{14}C measurements of dissolved inorganic carbon (DIC) extracted revealed values as low as -295% . It is suggested that this value is predominantly caused by the dissolution from the limestone block.

要旨

“しんかい 6500”潜航の際に、パラオ海溝陸側斜面の水深 6500m の海底に巨大な石灰岩岩体を発見した。この石灰岩岩体は、炭酸塩補償深度 (CCD) 以深に分布している。石灰岩露頭近傍の海水の溶存無機炭素の AMS- ^{14}C 測定の結果は、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値で -295% を示した。この値は、深海の海水の ^{14}C 濃度よりも低い。この低い ^{14}C 濃度の原因は、CCD 以深の環境における石灰岩からの炭酸塩の溶解によって、石灰岩露頭近傍の海水に ^{14}C を含まない炭酸イオンが供給されることによるものであり、局所的ではあるが、深海の炭素循環の新たな供給源の実態を示すものである。

Keywords: Palau Trench, Deep water, DIC, $\Delta^{14}\text{C}$

キーワード: パラオ海溝; 深海; 溶存無機炭素; $\Delta^{14}\text{C}$

1. はじめに

海洋表層で生成された炭酸塩粒子（主に炭酸カルシウム）は、海洋深部に沈降する過程で、供給量と溶解量が等しくなる深度まで到達すると溶解を始める。この深度を炭酸塩補償深度（carbonate compensation depth; CCD）と呼ぶ。CCDは、水温・水圧・飽和度に関係して変化する。東部赤道太平洋における CCD は、水深 4500m 付近である (Seibold and Berger, 1996)。通常、炭酸塩は、CCD 以深の海底には存在し得ない。

しかし、稀に炭酸塩が CCD 以深に存在することがある。CCD 以深の炭酸塩の存在の主要な原因は、タービダイトに伴う浅海に堆積した炭酸塩の深海底への輸送である。タービダイトに伴う CCD 以深の炭酸塩の存在は、プエルトリコ海溝 (Ericson et al., 1952)、ナウル海盆 (Shipboard Scientific Party, 1981)、パラオ海溝 (Fujioka et al., 1986; Yamamoto et al., 1988) などで報告されている。

本研究の調査地域であるパラオ海溝は、フィリピン海プレート東縁を縁取る、伊豆-小笠原海溝、マリアナ海溝、ヤップ海溝の南方延長に位置しており、最深部は、水深 7000m を超える。1993 年の“しんかい 6500”潜航の際に、パラオ海溝陸側斜面の水深 6500m の海底に、巨大な石灰岩岩体の存在が確認された (藤岡・北里, 1994) (図 1, JAMSTEC)。この石灰岩岩体についての詳細な調査は、1995 年の“しんかい 6500”潜航で行われた (北里・藤岡, 1996)。調査の結果、石灰岩岩体は、水深 5000-6500m の海底に連続して階段状に分布していることが明らかになった。緩斜面では、石灰岩を数 cm 程度の暗灰色泥が覆い、急斜面では、石灰岩が露出する急崖になっている。この石灰岩の形成年代は、底生有孔虫や石灰質ナノ化石の群衆解析から中期中新世であると示唆されている。また、石灰岩が露出する地点では、海水よりも高密度の物質が、露頭表面から陽炎のように立ち昇る現象が確認されている。



図 1. 1993 年の“しんかい 6500”潜航で発見された石灰岩岩体

Figure 1. Discovery of the limestone block from dive #190 of *Shinkai 6500*.

2006年の“しんかい 6500”潜航では、この石灰岩岩体のさらなる調査に加えて、石灰岩露頭近傍の海水を採水した。露頭近傍の海水には、石灰岩露頭における炭酸塩の溶解に伴って、 ^{14}C を含まない炭酸イオンが供給されていると考えられる。したがって、石灰岩露頭近傍の海水は、みかけ上の ^{14}C に枯渇した海水であることが想定される。

2006年の“しんかい 6500”潜航で採水した海水について、海水中の溶存無機炭素の ^{14}C 濃度測定の結果を報告する。

2. 試料と方法

海水試料は、2006年の“しんかい 6500”潜航の際に、石灰岩露頭から、~0m、0.3m、0.5m、1m、3m、5m、100mの地点で採水した。海水試料の採水には、ニスキン採水器とGAMO採水器を使用した。

海水中の溶存無機炭素は、真空中でリン酸と反応させる方法によって二酸化炭素ガスとして抽出した(土屋・和田, 2002)。抽出した二酸化炭素ガスは、水素ガスと反応させ(鉄粉触媒・635°C)、グラファイトを生成した(Tsuboi et al., 2011)。 ^{14}C 濃度の測定は、名古屋大学年代測定総合研究センターにてAMS法により行った。

3. 結果と考察

海水中の溶存無機炭素の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を図2に示した。石灰岩露頭近傍(海底から5m以内)の海水の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、-295‰から-255‰までの範囲の値を示した。一方で、石灰岩露頭から100m離れた地点の海水の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、-257‰であった。

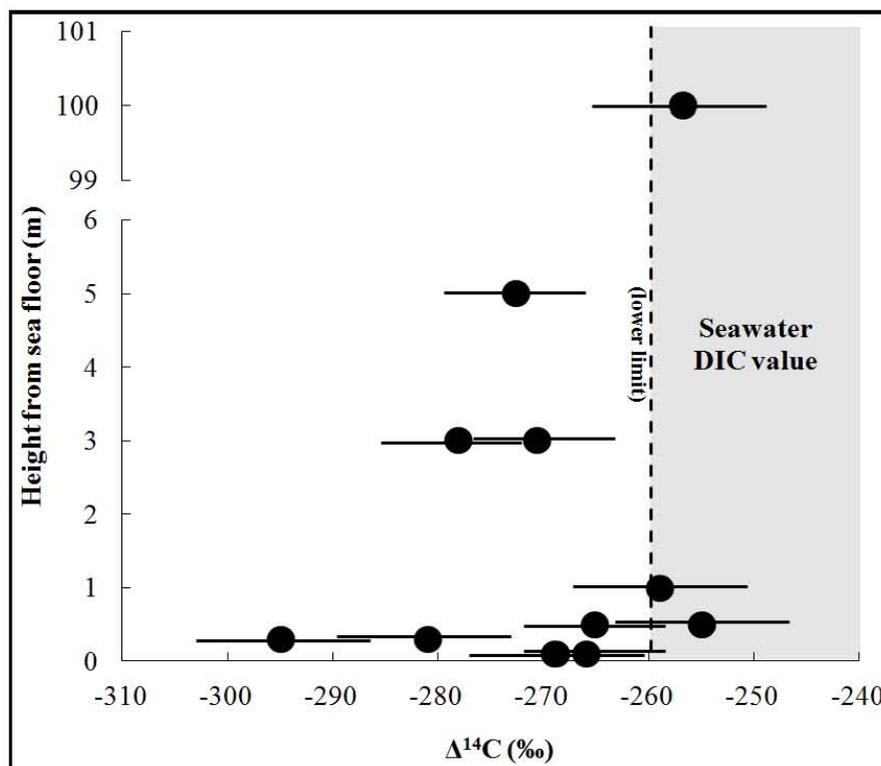


図2. 石灰岩露頭近傍の海水中の溶存無機炭素の $\Delta^{14}\text{C}$ 値
Figure 2. $\Delta^{14}\text{C}$ value of seawater versus height from sea floor.

石灰岩露頭近傍の海水の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、石灰岩露頭から 100m 離れた地点の海水の $\Delta^{14}\text{C}$ 値と比較して、最大で 40%程度低い値を示した。この石灰岩露頭が水深 6500m 付近に分布しているために、石灰岩露頭では、炭酸塩の溶解によって、海水中に ^{14}C を含まない炭酸イオンが供給されている。その結果、石灰岩露頭近傍の海水の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を減少させている。

現在の海水中の溶存無機炭素の $\Delta^{14}\text{C}$ 値の下限は、-260%程度である。このことから、石灰岩露頭から 100m 離れた地点の海水は、石灰岩岩体からの炭酸イオンの供給の影響を受けていないと考えられる。また、石灰岩露頭近傍の海水についても、海水中の溶存無機炭素の $\Delta^{14}\text{C}$ 値と同等の値を示す試料もある。このことは、石灰岩露頭から供給された炭酸イオンが、単に海水中に拡散しているのではなく、底層流や潮汐などによる複雑な海水移動の結果を反映していると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、調査船よこすか（海洋開発研究機構）の船長をはじめ乗組員の方々には大変お世話になった。また、 ^{14}C 濃度測定のための試料準備にあたり、名古屋大学年代測定総合研究センターの太田友子氏の協力を得た。深く感謝申し上げる。

引用文献

- Ericson DB, Ewing M, Heezen BC. 1952. Turbidity currents and sediments in the North Atlantic. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 36: 489-511.
- Fujioka K, Furuta T, Kimura G, Kodama K, Koga K, Kuramoto S, Matsugi H, Seno T, Takeuchi A, Watanabe M, Yamamoto S. 1986. Sediments and rocks in and around the Palau and Yap trenches. In: Tomoda Y. Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH86-1. Ocean Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, 38-148.
- 藤岡換太郎・北里 洋. 1994. パラオ群島陸側斜面の巨大石灰岩帯の発見とその成因. *JAMSTEC 深海研究* 10: 231-242.
- 北里 洋・藤岡換太郎. 1996. パラオ海溝陸側斜面に露出する石灰岩の年代と堆積環境-Dive293 潜航報告-. *JAMSTEC 深海研究* 12: 315-322.
- Seibold E, Berger WH. 1996. The sea floor. An introduction to marine geology, 3rd edition. Springer Verlag, Berlin, 356pp.
- Shipboard Scientific Party. 1981. Site 462: Nauru Basin, western Pacific Ocean. In: Larson RL, Schlanger SO et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 61: 19-177.
- 土屋理恵・和田秀樹. 2002. 加速器質量分析計による ^{14}C 測定のための海水溶存無機炭素抽出法. *静岡大学地球科学研究報告* 29: 113-118.
- Tsuboi T, Iwata H, Wada H, Matsuzaki H, Sohrin R, Hiroe Y, Ichikawa T, Hidaka K, Watanabe T. 2011. Water column profiles of dissolved inorganic radiocarbon for the Kuroshio region, offshore of the southern Japanese coast. *Radiocarbon* 53(4): 679-690.
- Yamamoto S, Tokuyama H, Fujioka T, Takeuchi A, Ujiie H. 1988. Crabonate Turbidites deposited on the floor of the Palau Trench. *Marine Geology* 82: 217-233.