Glacial-interglacial change in paleoceanographic environment in the north-western Pacific Ocean

氏　　　名	松 岡 裕 美
学位の種類	学術博士
学位記番号	学博甲第19号
学位授与の日付	平成２年３月25日
学位授与の要件	博士課程修了（学位規則第５条第１項）
学位授与の題目	Glacial - interglacial change in paleoceanographic environment in the north-western Pacific Ocean (北西太平洋における氷期ー間氷期の海洋古環境変動)
論文審査委員	(主査) 小 西 健 二 (副査) 大 場 忠 道 (副査) 大 村 明 雄 (副査) 上 野 　 馨 (副査) 酒 井 　 均

学位論文要旨

As a part of the elucidation of the variation of carbon circulation in the ocean, $CaCO_3$ dissolution for the last 150,000 years was examined on the core sediments recovered from the deep sea.

Two methods were adopted to evaluate the degree of $CaCO_3$ dissolution in the Pacific Ocean. A new method with a calcareous nannofossil, *C. leptoporus,* is proven to be useful for evaluating $CaCO_3$ dissolution as its result correlated with that by the other method, in which *G. menardii* is used.

In the north-western Pacific core KH 82-4 st. 8, $CaCO_3$ dissolution was intense at the transition period from the interglacial to the glacial, whereas it was weak at the transition period from the glacial to interglacial. This change in $CaCO_3$ dissolution was in a good agreement with the variation of rate of change rate of $\delta^{13}C$ of benthic foraminifers in the core V 19-30. This fact shows that the change in $CaCO_3$ dissolution in the Pacific is controlled by the carbon exchange between the ocean and continents (and/or continental shelves).

In the eastern Equatorial Atlantic core EN 066-24 GGC, $CaCO_3$ dissolution was intense during the glacial and weak during the interglacial. This change in $CaCO_3$ dissolution hardly corresponds to that observed on the Pacific core, and is dependent on the change of deep water circulation in the Atlantic.

極地域の氷床のコアの研究により氷期には間氷期に比べて大気中の二酸化炭素の濃度が約70%しかなかったことが明らかになった。海洋は大気の約60倍もの炭素を含むので海洋における炭素の循環の変化がその原因として注目されている。本研究では海洋における炭素の循環の変化を明らかにするための重要な前提として太平洋における炭酸塩の溶解の程度の変化とその原因を明らかにすることを目的とした。また同様に炭酸塩の生産量と基礎生産量の変化を推定することも試みた。

太平洋においては一般的に間氷期で炭酸塩の溶解の程度が強く，氷期で弱いと言われているがその原因は明らかでなかった。この問題を解明するために，まず炭酸塩の溶解の程度を評価する方法を検討した。石灰質ナノプランクトン *Calcidiscus leptoporus* は 2 枚の shield から構成されているが，炭酸塩の溶解の程度が強くなるとそれぞれが分離してしまう。この性質を利用して分離した個体と分離していない個体の割合を溶解の程度の指標として利用することを試みた。この新しい方法は浮遊性有孔虫 *Globolotaria menardii* を用いた方法とを同一試料を用いて比較したところ得られた結果は良い一致を示し，これらの方法が炭酸塩の溶解の程度を評価する方法として有効であることが明らかになった。

北西太平洋の北緯28度，東経132度，水深2,630 m の深海底より採取されたコア KH 82-4 st. 8 を用いて過去15万年間における炭酸塩の溶解の程度の変化を調べた。その結果，炭酸塩の溶解の程度は間氷期から氷期への遷移期で強く氷期から間氷期への遷移期で弱いことが明らかになった。溶解の程度が最も強いのが間氷期ではなく，遷移期であることから，その変化をもたらしている原因として炭素の流入モデルが考えられる。このことを証明するためにコア KH 82-4 st. 8 における炭酸塩の溶解の程度の変化と，最も標準的な同位体の記録を持つと考えられている赤道太平洋のコア V 19-30における底生有孔虫の $\delta^{13}C$ 値の変化量の変化とを比較したところ非常に良い相関を示した (Fig. 1)。$\delta^{13}C$ 値が小さくなる時、つまり海洋に炭素（同位体効果により ^{12}C に富む）が流入する時には炭酸塩の溶解の程度が強く，$\delta^{13}C$ 値が大きくなる時，つまり海洋から炭素が取り除かれる時には炭酸塩の溶解の程度は弱くなる。このことから太平洋における炭酸塩の溶解の程度の変化は海洋と大陸・大陸棚との炭素の交換によって主に支配されていると結論される。さらにこれまでの太平洋における炭酸塩の溶解に関する研究を再評価することによって，炭酸塩含有量を炭酸塩の溶解の程度の指標として使用していたことがこの問題を混乱させていたことを指摘した。

太平洋における炭酸塩の溶解と比較するために赤道大西洋のコア EN 066-24 GGC とインド洋のコア KH 76-1 st. 10についても炭酸塩の溶解の程度の変化を明らかにした。その結果，大西洋のコアにおける炭酸塩の溶解の程度の変化は太平洋のコアのそれと，ほとんど相関を持たないことが明らかになった。この変化は太平洋と大西洋の底生有孔虫の $\delta^{13}C$ 値の差の変化と相関を示し，従来から言われているように大西洋における氷期と間氷期の深層水の循環様式の変化に支配されていることが確かめられた。大西洋においても太平洋と同様な原因による炭酸塩の溶解の程度の変化は起こっているに違いないが，深層水の循環様式の変化による変動によって覆い隠されていると考えられる。インド洋のコアにおける炭酸塩の溶解の程度の変化は太平洋のそれと良く一致し，太平洋と同じ

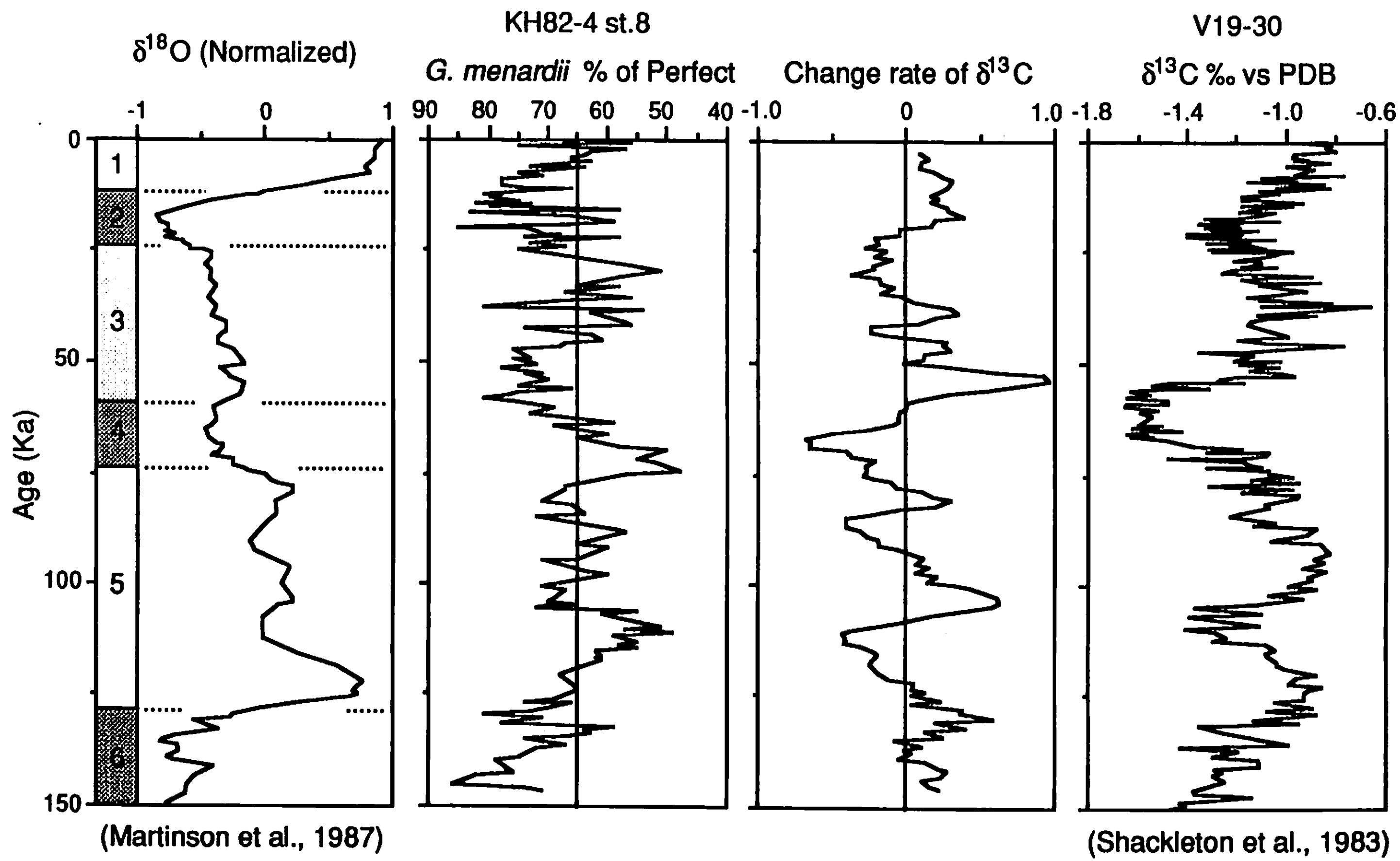

Fig. 1 Comparison of $\delta^{13}C$ record in benthic foraminifers (Shackleton *et al.*, 1983) and the change rate of $\delta^{13}C$ of the Equatorial Pacific core V 19-30 with change in the percentage of perfect tests of *G. menardii* in KH 82-4 st. 8. The normalized $\delta^{18}O$ record (Martinson *et al.*, 1987) is added as the reference at the left end.

原因によると考えられる。

北西太平洋のコア KH 82-4 st. 8 における堆積速度，炭酸塩含有量の変化と炭酸塩の溶解の程度の変化から過去15万年間の炭酸塩の生産量は isotope stage 2 において高かったことが推定された。このコアにおける炭酸塩含有量は氷期で低く，間氷期で高い傾向を示し，氷期には間氷期に比べて非炭酸塩の供給が増加したことが明らかになった。

基礎生産量の変化は有機炭素含有量と底生有孔虫 *Uvigerina* の産出頻度を用いて求めた。有機炭素量は isotope stage 2 と 3 で高く，isotope stage 5 で低い。底生有孔虫 *Uvigerina* の産出頻度は isotope stage 2 と 3 で高く，isotope stage 5e で低い。これらの結果からこの海域における基礎生産量は氷期において高く，間氷期において低かったと考えられる。

論文審査の結果の要旨

平成2年2月7日に第一回論文審査会を開催し，提出された学位論文ならびに資料を検討し，また2月14日開催の口頭発表会をもって面接審査に代え，発表終了後第二回審査会を開催した。各委員より意見が述べられ協議の結果，以下の通り判定した。

本論文は，北西太平洋において外洋水の環境が第四紀の過去約15万年を通じて氷期と間氷期でいかに変動したかを，動植物プランクトン殻起源の炭酸カルシウム（方解石）の溶解の強さの変化を用いて明らかにした研究の成果で，その内容は以下のように要約できる。

1．炭酸カルシウムの溶解の強さを評価する方法を検討し，石灰質ナノプランクトンの1種 *Calcidiscus leptoporus* の2枚の shield が，死後分離したか否かの差を指標とする新しい方法を考案し，同一分析試料につきこの方法と浮遊生有孔虫の1種の石灰質殻を用いる方法の間で結果に良い一致を見たことから，その有効かつ迅速性を主張した。

2．北西太平洋の深海底コアを対象に上記の方法を用いて過去15万年間の炭酸カルシウムの溶解の強さを検討し，間氷期から氷期への遷移期で強く，氷期から間氷期への遷移期で弱いことを明らかにした。この変動が赤道太平洋の深海底コア中の底生有孔虫殻のδC -13値の変化と良い相関を示すことから，海洋に緑色植物起源の炭素（同位体効果により C -12に富む）が流入する時に炭酸カルシウムの溶解は強く，逆に海洋から緑色植物起源の炭素が取り除かれる時に炭酸カルシウムの溶解は弱かったとし，太平洋における炭酸カルシウムの溶解の強さの変動は，主に海洋と大陸・陸棚の間の炭素の交換によって支配されていると結論した。なお太平洋における炭酸カルシウムの溶解に関する従来の研究を再検討し，同海域では一般に溶解が間氷期に強く，氷期に弱いという“定説”は，深海底コア中の炭酸カルシウム含有量を溶解の強さの指標に用いたために生じたものであることを指摘した。

3．太平洋で明らかになった結果を赤道大西洋とインド洋につき比較するために両海域の深海底コアを同様な方法で検討した結果，大西洋の炭酸カルシウムの溶解の強さの変動は太平洋のそれと相関せず，この変動は太平洋と大西洋の底生有孔虫殻のδC -13

値の差の変化と相関を示し，大西洋における氷期と間氷期の深層水の循環様式の変化に支配されていることを確認した。インド洋のコア中の炭酸カルシウムの溶解の強さの変動は太平洋のそれとよく一致し，太平洋と同じ原因に帰することができる。

4．北西太平洋のコアにおける堆積速度と炭酸カルシウム含有量及び溶解の強さの変動から算定した過去15万年間の炭酸カルシウムの生産量は氷期（isotope stage 2）において高かったことを示唆する。コア中の有機炭素含有量と底生有孔虫 *Uvigerina* の産出頻度から，本海域における基礎生産量の変動を求めると，同生産量は氷期において高く間氷期において低かった。

すなわち本研究は，外洋水中の炭酸カルシウムの氷期と間氷期における溶解の強さが太平洋と大西洋で何故異なるのかという長年にわたる学界の難問に解答を与えたとともに，炭酸カルシウム（方解石）の溶解の強さを評価する新方法を考案し，第四紀古海洋学の進展に大きな貢献をした。

以上の研究業績により本論文は学術博士に値するものと判定する。