

学位論文題名

Cretaceous benthic foraminiferal assemblages
from the continental margin of North Pacific

(北太平洋大陸縁辺における白亜紀底生有孔虫群集に関する研究)

学位論文内容の要旨

白亜紀は、地球の気候変動史からみると温暖期にあたる。特に、最も温暖化した白亜紀の中期(アプチアンからチューロニアン)は、無酸素の水塊が発達し、大量の有機物を沈積させた海洋無酸素事変(OAE: Oceanic Anoxic Event)やマントルブリュームの活動が活発化した時期である(Larson, 1991)。これに起因した大陸分裂および海水準上昇は、海棲底生生物の地理的分離を促進し、海洋構造の成層化および温暖化などの環境圧が種分化を促進させたと考えられる(Briggs, 1995)。深海底生有孔虫では、富栄養環境に適応した低多様度群集が卓越し(Kuhnt et al., 1996)、貝化石では、白亜紀中期を境に汎存種の産出頻度の低下もしくは消滅と固有種の多様化が認められている(Kauffman, 1973)。近年、白亜紀の底生有孔虫化石を用いた古環境に関する研究の多くは、テーチス海を中心とする大西洋やヨーロッパの陸上セクションで行われており、太平洋のデータはシャツキー海膨などの海台や海山における掘削試料など、ごく一部に限られている。また化学分析に向かない石灰質有孔虫化石を含む膠着質有孔虫主体群集に関する研究は深海掘削計画で得られた深海域の研究に限られ、半深海帯以浅の膠着質有孔虫主体の群集を定量的に分析した研究は少ない。すべての太平洋の掘削試料は、古緯度からみるとほとんどすべて赤道地域にあったと推定されており、当時の中～高緯度の変動を記録しているわけではない。一方、東アジア(日本、ロシア)や米国の西海岸には白亜系が分布しており、当時の中～高緯度の変動を読み取る上で重要なセクションである。修士研究では、北海道中頓別地域において中期マストリヒチアの寒冷化イベントである MME が記録されている可能性を指摘した。温室期であった白亜紀には、無酸素の水塊が発達し、大量の有機物を沈積させた OAE のような温暖化イベントのほかに MME のような寒冷化イベントが知られている。いずれのイベントにも表層の一次生産量の増大と貧酸素水塊の発達が認められており、底生有孔虫群集の変化にも反映されている。そこで底生有孔虫化石群集と温室期の温暖化・寒冷化の両モードの気候変動との関係を明らかにする。

本研究では、北海道の蝦夷層群、北米、カリフォルニア北部に分布するグレートバレー・シーケンスの BuddenCanyon 層の試料を用いた。まず底生有孔虫群集の定量的分析を行った、さらに底生有孔虫の生態を補足するため、生物破片(放散虫化石、骨針、貝形虫化石、二枚貝化石、巻貝化石)の絶対頻度と化学分析(有機炭素量、全窒素量、全硫黄量、炭酸カルシウム量)を併用して底生環境の復元を試みた。

北部カリフォルニア地域では貧酸素環境群集および強還元環境が認められる層準を複数確認し、それらが OAE 相当層準に相当することが明らかになった。各 OAE 層準の下位(直前)では富栄養環境を示唆する *Gyroidinoides* などの石灰質有孔虫を主体とする比較的酸化層・還元層境界が深部であったと推定される群集が認められる。貧酸素環境が進むと *Glomospira corona* などの深海帯汎存種の産出頻度が上がり、最終的には酸化層・還元層境界が表層に到達し表層種である *Bathysiphon* が卓越する膠着質有孔虫主体群集に変化する。また陸棚外縁から上部漸深海帯へと海進する段階で OAE 相当層準が認められた。これは海水準上昇と同時に海洋表層の一次生産量増加、それにより酸素極小層(OMZ)が拡大し、貧酸素水塊が浅海域へと広がったと考えられる。

中頓別地域のイノセラムス化石無産出帯の最下部から、イノセラムスのプリズムの産出上限を確認し、その層準では酸化層・還元層境界が深部であったと推定される浅内在性の石灰質有孔虫群集が認められた。またその上位では放散虫が多産し *Chilostomelloides*, *Brizalina*, *Praeglobobulimina* 主体の貧酸素環境群集が確認され、そのさらに上位では富栄養環境を示唆する *Spiroplectammina spectabilis* Acme zone に変化することが明らかになった。シャツキー海膨においても同じような変動が認められており、寒冷化イベント後の北太平洋高緯度表層沈み込み強化による熱塩循環の変化が北太平洋高緯度地域にも反映されていたと考えられる。

北太平洋地域の膠着質有孔虫主体化石群集が酸化層・還元層境界の変化にコントロールされていることが明らかになった。また OAE, MME の両イベントにおいて貧酸素環境が広がっていたことも明らかになった。

学位論文審査の要旨

主査	助教授	西	弘	嗣
副査	教授	岡	田	尚武
副査	教授	鈴	木	徳行
副査	助教授	阿	波	根直一

学位論文題名

Cretaceous benthic foraminiferal assemblages from the continental margin of North Pacific

(北太平洋大陸縁辺における白亜紀底生有孔虫群集に関する研究)

白亜紀は、地球の気候変動史からみると温暖期のピークにあたり、現在の気候システムとは大きく異なっていたことが知られている。そのため、無酸素の水塊が発達し大量の有機物を沈積させた海洋無酸素事変 (OAE: Oceanic Anoxic Event)、海洋構造の成層化など、温暖化に伴う環境圧が生物群に大きな影響を与えていたと考えられる。一方、白亜紀に関する研究の多くは、テーチス海を中心とする大西洋やヨーロッパの陸上セクションで行われており、太平洋の研究は深海掘削のコア試料を除いては、ごく一部に限られていた。そこで申請者は、底生有孔虫を例にとり、白亜紀の温室期にどのような環境因子が生物群集に大きな影響を与えたかを検討するため、太平洋の東側と西側にそれぞれ分布する地層群、カリフォルニア北部の Budden Canyon 層と北海道の蝦夷層群を対象に研究を行った。

カリフォルニア地域では、49種の膠着質および152種の石灰質底生有孔虫が同定され、研究地域の地層群は *Trochammina tehamaensis*, *Recurvoides* sp. A, *Haplophragmoides obesus* の3帯に区分され、オーテリビアンから中期チューロニアンにわたることが明らかとなった。また、底生有孔虫の群集から沿岸 (neritic) から中深海 (bathyal) の環境を示すことも示された。一方、北海道では、30種の膠着質および75種の石灰質底生有孔虫が同定され、下部カンパニアンからマストリヒチアンにわたる。この群集は中深海 (bathyal) の環境を示す。これらの成果は、太平洋周辺でオーテリビアンからマストリヒチアンの長期にわたり、白亜紀の底生化石群集を初めて詳細に記載した成果として特筆される。

また、申請者はこれらの群集を Q-mode の主成分とクラスター分析を使い解析した。その結果、カリフォルニアでは14、北海道では7つのクラスターに区分され、さらに、それらはタイプAからDの4つのタイプにまとめられることを示した。タイプAは石灰質の殻

をもつ有孔虫を主体とし、それ以外は膠着質殻の有孔虫を主体とする。さらにタイプBは、細長い形態をもつ *Gaudryina* や *Spitoplectammina* の群集、タイプCは、sterospiral や trochspiral に巻き全体としてやや丸い形態をもつ *Recurvoides*, *Haplophragmoides*, *Trochammina* などの群集、タイプDは、*Bathysiphon* や *Silicosigmoilina* のようなチューブ状もしくは平べったい形態をしている群集をそれぞれ主体とする。現世の生態から考えると、膠着質有孔虫群集のタイプBからDは、それぞれ deep infauna, shallow infauna, epifauna の生活様式を持つ種の形態と類似する。

一般に白亜紀では、膠着質の群集は、OAEのような貧酸素環境で卓越することから、Type A から D に至る群集変化は、貧酸素環境が進むことにより、石灰質有孔虫を主体とする比較的酸化的環境に生息する群集から、最終的には酸化層・還元層境界が表層に到達し表層種である *Bathysiphon* が卓越するような膠着質有孔虫群集に変化したことで説明でき、この傾向は太平洋の東側と西側でも同様に観察されることが明らかとなった。このことから、申請者は、白亜紀の底生有孔虫の群集は、底層の溶存酸素により強く規制されていることを指摘した。また、北海道の地層中でイノセラムスのプリズムの産出上限を確認し、その層準が汎世界的な寒冷化イベントである Middle Maastrichtian Event (MME) に対比されることも示した。これは太平洋では初めての報告である。

以上の結果は、白亜紀の底生有孔虫の研究を大きく前進させただけでなく、温暖期における気候と生物の進化に関する重要な知見として高く評価される。以上の成果により、申請者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格を有するものと認める。