

学 位 論 文 題 名

Calcareous nannoplankton
in the southeastern Indian Ocean :
modern biogeography and paleoceanography
for the last 30,000 years

(南東インド洋における石灰質ナノプランクトン :
現世生物地理学および過去30,000年間の古海洋学)

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

西オーストラリア大陸沖の南東インド洋において、現世石灰質ナノプランクトンの分布と環境との関係を検討し、また、石灰質ナノ化石を用いて第四紀最終期（過去3万年間）の古海洋学的研究を行った。用いた試料は、33地点の水深200 m以浅から採取した海水を濾過したフィルター試料192点と、南緯12度から25度にわたる南北の測線上に位置する3掘削地点からの海底ボーリングコア試料202点である。

現世石灰質ナノプランクトンの生息密度（単位体積の海水中的ココスフェア数）は、西オーストラリア沿岸に近い地点において減少していた。これらの地点においては、温暖なルーウェン海流が表層を南向きに流れている。

フィルター試料を走査型電子顕微鏡を用いて観察した結果、92タクサが同定された。192試料のうち118試料からは群集変化の検討に十分な量の石灰質ナノプランクトンが産出し、上部および下部透光帯群集を明瞭に識別することができた。高い頻度で産する主要14タクサを、分布域の類似性に基づいて3つのタクサ群と2つの独立した種の合計5つに分類した。*Umbellosphaera irregularis* は、低緯度域の浅い水深において高い頻度を示した。タクサ群Uとして区分されたタクサ (*Discosphaera tubifera*, *Rhabdosphaera clavigera* var. *stylifera*, *Umbellosphaera tenuis*) は、高緯度域の浅い水深から多産した。タクサ群ULは、*Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa ericsonii*, *Syracosphaera* spp., *Umbilicosphaera hulburtiana*, ココスフェアが holococcolith から成る雑多なタクサから構成される。このタクサ群は、高緯度域で高い頻度を示し、浅い水深からだけではなく深い水深からも産した。タクサ群Lに属するのは *Florisphaera profunda*, *Oolithotus antillarum*, *Gladiolithus flabellatus*, *Algirosphaera quadricornu* で、このタクサ群は深い水深からのみ産出した。*Gephyrocapsa oceanica* は、いくつかの互いに離れた位置・水深において産出した。

上部および下部透光帯それぞれにおける大局的な群集の変化傾向を明瞭にするため

に、指標となる値を算出した。上部透光帯におけるタクサ群 U および UL の和に対する *U. irregularis* の比は、海水温・塩分濃度・海水密度と明瞭な相関関係を持っていた。一方、下部透光帯におけるタクサ群 L と UL との比は、栄養塩濃度の低い環境においては大きい値幅を示し、栄養塩の豊富な条件下では一定して高い値を示した。上部透光帯における *G. oceanica* の産出は、温暖で低塩分の環境に対応していた。

透光帯全体における石灰質ナノプランクトン群集の水平変化に注意を払い、各採水地点ごとの「積算群集」を計算した。積算群集とは、群集の水深変化を積分して得たものである。タクサ群 U および UL の和に対する *U. irregularis* の比と海洋表層水温および塩分濃度との関係性は、積分群集中においても認められた。この関係は、*U. irregularis* およびタクサ群 U および UL の透光帯全体での量が、北に向かってそれぞれ増加・減少することによって生じていた。一方、タクサ群 L と UL との比は、下部透光帯における栄養塩濃度が高い地点において高くなっていった。この傾向は、そうした地点でタクサ群 UL が減少していることに起因し、タクサ群 L の増加は認められない。

光学顕微鏡下の観察により、海底堆積物試料から石灰質ナノ化石を 24 タクサ同定した。*Gephyrocapsa* 属のココリスを、ココリスの長径軸に対するブリッジ構造の伸長方向の角度の大小によって 3 型に区分した。後氷期の堆積物におけるこの 3 型の比率の 3 地点間での変化は、現在の表層海水温分布によく対応していた。高い生物生産性を示す小型のプラコリスは、北と中央の掘削地点における後氷期の堆積物から産したが、南の地点においては、後氷期を通して産出はまれであった。ジャワ島南沖における湧昇（ジャワ湧昇）域に北の地点は位置し、この地点からの小型プラコリスの産出はジャワ湧昇流に起因する。中央および南の地点はいずれもこの湧昇流が影響する範囲の外に位置し、栄養塩濃度および基礎生産量は低いとされている。小型プラコリス産出量のこれら 2 地点間での違いは、非常に沿岸に近い中央の地点における小規模な湧昇流の運行によるものと仮定した。寒冷な表層水温を示すブリッジ角の低い型の *Gephyrocapsa* が後氷期を通して中央の地点から産することもまた、この小規模な湧昇流によるものと考えうる。

最終氷期においてジャワ湧昇流が強かったことは、浮遊性有孔虫の結果からすでに示されている (Martinez ほか, 1999)。小型プラコリスの多産および *Gephyrocapsa* 属の 3 型の比率から示される後氷期に比べて寒冷な表層水温は、ジャワ湧昇流が強かったことに起因する。酸素同位体比ステージ 2 の中頃より前では、中央の地点における表層水温がそれ以降より低かったことから、温暖なルーウェン海流が弱かったことが示された。この時期には、南の地点は更に寒冷であった。このことから、現在は到達しているルーウェン海流が全く到達せず、南からの寒冷な南インド洋海流が南の地点を流れていたと考えた。酸素同位体比ステージ 3 期においては、小型プラコリスは中央の地点からだけではなく南の地点からも産した。南の地点においては、ステージ 3 / 2 境界において小型プラコリスはほぼ完全に消滅する。このような小型プラコリスの消滅は、タスマン海においても報告されている (Hiramatsu・De Deckker, 1997)。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 岡 田 尚 武

副 査 教 授 小 泉 格

副 査 助 教 授 鈴 木 徳 行

副 査 助 教 授 リチャード ジョルダン (山形大学理学部)

学 位 論 文 題 名

Calcareous nannoplankton in the southeastern Indian Ocean : modern biogeography and paleoceanography for the last 30,000 years

(南東インド洋における石灰質ナノプランクトン：
現世生物地理学および過去30,000年間の古海洋学)

近年、石灰質ナノプランクトンの生産するココリスが、古海洋学的研究の重要な指標として注目されている。最近、赤道太平洋において、石灰質ナノプランクトンが水塊のダイナミクスに反応して特有の群集を構成していることが明らかになったが、インド洋における石灰質ナノプランクトンの分布情報は極めて少ないのが現状である。また、南東インド洋からの深海底コアを解析して、ココリス群集の解析から第四紀古環境を復元する研究も、わずかに一例を見るだけでデータが決定的に不足している。

そこで申請者は、この情報の空白を埋め、熱帯太平洋で観察された群集特性が、南東インド洋の熱帯～温帯海域でどのように再現されているかを研究した。さらにその情報に基づいて、ピストンコア3本に含まれるココリス群集を解析し、同海域における第四紀古海洋学を研究した。

オーストラリアの研究船に乗り込んで自ら採取したフィルター試料 192 点を観察し、南東インド洋における現生石灰質ナノプランクトンの生物地理を研究した結果、92 種の分布が明らかになった。これらの内、14 の主要種を分布域の類似性に基づいて群集解析した結果、3つのタクサ群 (U, UL, L) と2つの独立した種 (*Umbliocosphaera irregularis* と *Gephyrocapsa oceanica*) の5つに分

類でき、その環境特性が明らかになった。また、上部透光帯と下部透光帯における群集分布の大局的傾向を客観的に示すため、これらのタクサ群と各種の海洋学的パラメータの相関を研究した結果、タクサ群 U と UL の和に対する *U. irregularis* の比は、海水温、塩分濃度、海水密度と明確な相関を示した。一方、下部透光帯におけるタクサ群 L と UL の比は、栄養塩のレベルとの相関を持つことが判明した。これらの新知見は、石灰質ナノ化石を用いた古海洋学的研究に有効な指標として利用できるであろう。この研究成果は、国際誌 *Marine Micropaleontology* で現在印刷中である。

申請者はまた、南東インド洋の3地点から採取されたピストンコアに含まれる石灰質ナノ化石群集を定量解析し、この海域における過去3万年間の環境変化を復元した。3本のコアから選別した202試料について光学顕微鏡で観察した結果、24種を識別し、群集組成の年代変化を明らかにした。また、環境によって形態が変化する可能性の高い *Gephyrocapsa* 属のココリスを、ブリッジの角度によって3区分して定量解析した結果、これら3表現型の相対頻度は水温の指標として有効であることを確認した。

この研究の成果として、小型プラコリスと寒冷水型の *G. oceanica* の増加から、最終氷期においてはジャワ涌昇流が強かったとする有孔虫群集からの研究結果を裏付け、氷期には西太平洋暖水塊起源のルーエン海流が弱体化していたことも明らかになった。また、海岸線近くでは、沖合とは異なる化石群集が保存されていることも分かった。

この研究結果は、国際誌 *Marine Micropaleontology* に投稿中である。更に申請者は、日本地質学会の学会誌に修士論文の成果を2編の日本語論文として公表しており、石灰質ナノプランクトンの分類に関する論文の共著論文も、国際誌 *Marine Micropaleontology* で現在印刷中である。

これを要するに、申請者は、石灰質ナノ化石を用いた第四紀古海洋学の研究に関して、重要な新知見をもたらしたものと評価できる。

よって申請者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。