

氏名・(本籍)	た なか ゆういちろう 田 中 裕一郎
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理博第 1 1 2 6 号
学位授与年月日	平成元年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻
学位論文題目	Calcareous Nannoplankton Thanatocoenoses in Surface Sediments from Seas Around Japan. (日本周辺海域の表層堆積物中の石灰質ナンノプランク トン遺骸群集の研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 高 柳 洋 吉 教 授 森 啓 教 授 中 川 久 夫

論 文 目 次

Introduction

Acknowledgments

Topography and oceanography

Coccolith thanatocoenoses of surface sediments

a. Material and methods

b. Results

b-1. Frequency distribution along transects

b-2. Geographical distribution of selected coccoliths

c. Floral analysis

c-1. Cluster analysis

c-2. Regression analysis

d. Discussion

Down-core analysis

a. General outline

b. Materials

c. Biostratigraphy

d. Analysis and discussion

Conclusions

Floral reference list

References

Appendix

論文内容要旨

緒言

大洋における石灰質ナンノプランクトンの研究は、表層水と海底堆積物とそれぞれについて行われており、McIntyre and Bé (1967) および Okada and Honjo (1973) は、大西洋、太平洋でそれぞれ表層水における群集について調査研究をしている。海底堆積物中の遺骸群集の研究は、大洋では数多くあるものの近海域では少ない。北西太平洋近海域については、この10年間研究が行われてきているが、種の地理的分布を調査するにとどまり、その分布を規制している具体的な要因について詳しく論じられてはいない。

本研究では、海洋環境の変化に富み様々な水塊が存在している日本周辺海域の表層堆積物中の石灰質ナンノプランクトン遺骸群集の地理的分布を追究し、その群集と表層水環境との関係について考察した。また、表層堆積物における群集解析を基にした変換関数を作成し、これにより22,000年前より現在にいたる表層水塊の変遷について考察を行った。

研究海域

研究海域は、北緯22°-42°、水深 40 m-4.075 m の日本周辺海域である。

研究方法

試料は、スミアスライドを作成し、偏光顕微鏡を用いて、1,500倍で観察を行った。その際に、各試料500個同定、計数を行った。

1. 表層堆積物中の遺骸群集

1-1. 結果

本調査海域の397試料において、23属34種の石灰質ナンノプランクトン遺骸が認められた。

種の多様度は、黒潮軸域で最も高く、1.70以上である。それに対して、常磐～八戸沖にかけて多様度は低く1.0以下である。また、日本海沿いも低く中・北部域で1.0以下である。

日本周辺海域は、*Gephyrocapsa oceanica*, *Florisphaera profunda*, *Emiliania huxleyi* の多産によって特徴づけられ、3種で80%以上を占める。これら3種を含めたフローラの分布は、沿岸域型と外洋域型、暖海域型と寒海域型に分けられる。

沿岸域型：*G. oceanica*, *Helicosphaera carteri* s.l., *Braarudosphaera bigelowii*

外洋域型：*F. profunda*, *Calcidiscus leptoporus*, *Rhabdosphaera clavigera*

暖海域型：*F. profunda*, *R. clavigera*, *Umbilicosphaera sibogae*, *Calciosolenia* spp.

寒海域型：*Coccolithus pelagicus*

1-2. 群集解析

1-2-1. クラスタ分析

太平洋側の海域について、試料の距離間隔を考慮にいれた204試料をもとに、少なくとも1試料に2%以上の産出が認められる15タクサを対象に、Qモードクラスタ分析を行った。

試料は、デンドログラムの0.92の類似度で大きく4グループに、さらに、0.95で10のサブグループに区分される。これらのグループは、高水温高塩分域と低水温低塩分域に大きく2つに分けられ、さらに両グループは、主として塩分の相違により細分される。その結果、フローラは、塩分と水温の組み合わせによって黒潮沿岸域、黒潮本流域、黒潮外洋域、親潮沿岸域、親潮外洋域、黒潮親潮両流の衝突域に区分される。

1-2-2. 重回帰分析

上述のように太平洋岸の海域における重要なフローラの変化は、塩分と水温の変化に依存している。そこで、重回帰分析によりコッコリスフローラとこれらの海洋パラメータとの関係について検討した。

クラスター分析と同試料及び同タクサを使用してQモード主成分因子分析を行った。その結果、第1因子は *F. profunda*、第2因子は *G. oceanica*、第3因子は *E. huxleyi* によってそれぞれ代表される。これらの種の構成比を説明変数として年平均表層塩分及び水温との間の重回帰式を求めた。

塩分は、 $Sa = -0.0201F1 + 34.88$

水温は、 $Ta = 0.1368F1 - 0.1013F2 + 0.1611F3 - 0.0035F1 \cdot F3 + 19.01$

の式によって代表される。これらの回帰式の正確さは、寄与率と推定値の誤差から判断できる。年平均塩分と水温の寄与率は、それぞれ0.84、0.77、誤差は0.17%、1.59°Cである。両式は観察データの90%を説明しており、遺骸群集と海況との関係を塩分と水温の変化の組み合わせにより説明できることを立証している。

1-2-3. 考察

これらの結果を基に個々の種の分布特性の要因について考察すると *G. oceanica* の分布は塩分濃度の低い海域に、*F. profunda* は高水温高塩分の海域に、*C. leptoporus* は中水温中塩分の海域に、また、*C. pelagicus* は低温海域に多産していることが認められた。

さらに、*E. huxleyi* は黒潮と沿岸水とのフロント域に、*U. sibogae* は黒潮本流域に多産することも認められた。

したがって、日本周辺海域のコッコリスフローラの地理的分布は、海洋環境特に水温と塩分の変化を反映していることが判明した。

2. 柱状試料中の石灰質ナノプランクトン遺骸群集

太平洋岸の黒潮主流域及び黒潮フロント域に位置する3本の柱状試料について表層堆積物の遺骸群集で求めた年平均水温 (Ta) 及び塩分濃度 (Sa) の変換関数を使用して、22,000年前以降の海洋変動を調べた。

これらのコアは、代表的な火山灰層である浅間 B (1,100年)、アカホヤ火山灰 (6,300年)、

AT 火山灰 (22,000年) を挟んでおり、また、2本のコア (KH79-3-4, KT81-19-1) については、 ^{14}C 年代が測定されていることより時間軸が求められている。

KH83-2-13 (四国沖) の T_a の変化幅は 3.4°C ($21.3\text{--}24.7^{\circ}\text{C}$)、 S_a の変化幅は 0.50% ($34.16\text{--}34.66\%$) である。KH79-3-4 (静岡沖) の T_a の変化幅は 4.6°C ($19.2\text{--}23.8^{\circ}\text{C}$)、 S_a は 0.54% ($33.96\text{--}34.50\%$) である。また、KT81-19-1 (常磐沖) の T_a の変化幅は 6.8°C ($16.4\text{--}23.2^{\circ}\text{C}$)、 S_a は 0.80% ($33.66\text{--}34.46\%$) である。

これらの水温及び塩分の変化幅は、北に位置するコアほど大きい。これは、黒潮フロントの北方あるいは南方への移動に関係していると考えられる。すなわち、その移動の影響が強い位置での変化が大きいことを示している。

過去22,000年の間の表層水温に顕著な3つの山と4つの谷が認められ、最も大きな谷が約18,000年 B.P. にみられる。これは、最終氷期と考えられ、KH79-3-4 で現在に比べて約 3.5°C 寒かったことが認められる。逆に、約15,000年-13,000年 B.P. には KH83-2-13 で 1.5°C 、KH79-3-4 で 3.0°C の水温の上昇がみられる。

Duplessy ら (1981) は、大西洋において15,500年-13,300年 B.P. に Termination I_A と呼ばれる温暖化があったことを報告しており、日本近海の両コアにみられる水温上昇期は、この Termination I_A に相当すると考えられる。また、6,000年 B.P. の温暖化のピークは縄文海進を、5,000年-4,000年 B.P. の寒冷期は縄文中・後期の小海退を、2,000年 B.P. の寒冷期は弥生海退をそれぞれ示している。KH83-2-13 には、沿岸水と外洋水域のフロントの湧昇流域で多産する *E. huxleyi* の産出頻度の顕著な変化は認められないが、KH79-3-4 及び KT81-19-1 では、18,000年 B.P.-10,000年 B.P. に本種の頻度が増加しており、この時期に静岡沖から常磐沖にかけて黒潮海流の顕著な発達があったことが推定される。さらに、KH83-2-13 及び KH79-3-4 において、8,000年 B.P. 以降の *F. profunda* の増加は、黒潮流域が安定した海況だったことを示している。

また、KT81-19-1 において、8,000年-4,000年 B.P. に減少した *C. pelagicus* が再度4,000年 B.P. 以降に増加しており、黒潮フロントの北進によって後退していた親潮が南進し、現在の位置に移動したことを示している。

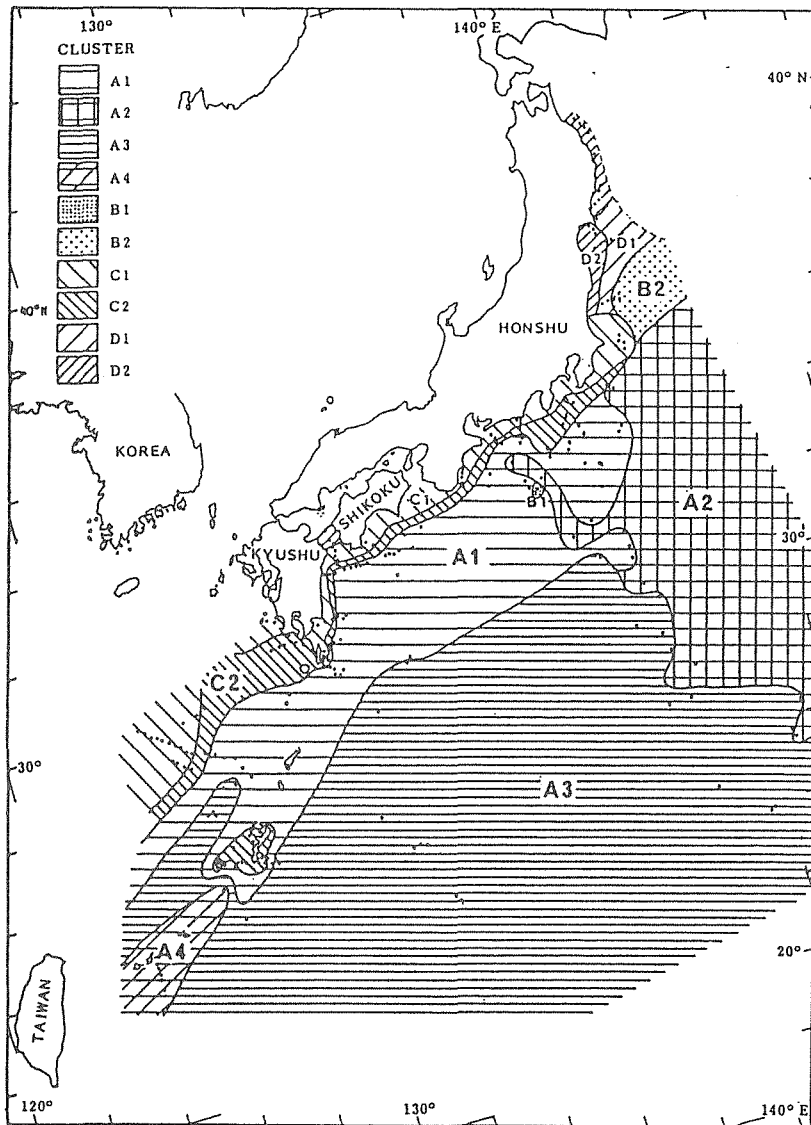


Fig. 1. Areal distribution of biotopes of coccolith thanatocoenoses in seas on the Pacific side of Japan.

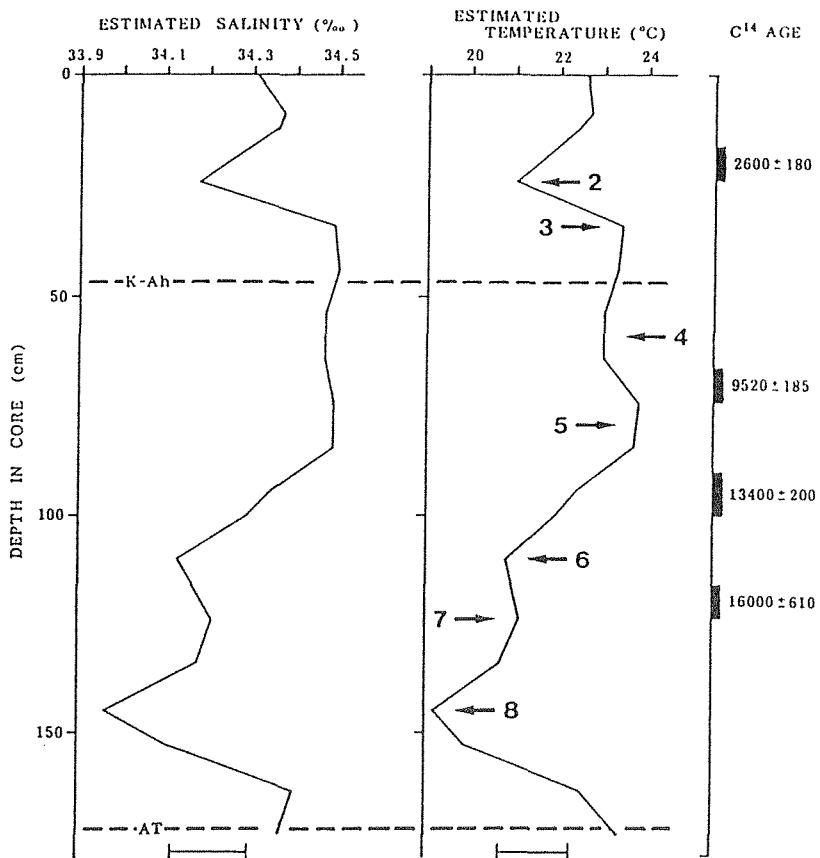


Fig. 2. S_a and T_a estimates versus depth in core KH79-3-4. Arrows indicate warmer and cooler episodes. Horizontal bar shows standard error.

論文審査の結果の要旨

石灰質ナンノプランクトンはコッコリトフォリードと呼ばれる単細胞の鞭毛藻類で、その大部分は海洋表層水中に生息し、海洋における主要な一次生産者の一員となっている。コッコリトフォリードの細胞の表面は多数の石灰質の微小な盤状のコッコリス群におおわれていて、死後は個々に分解して海底に沈積する。海洋底堆積物から豊富に産出するこれらの化石は示準化石として重要であるが、また海洋環境の復元にも重大な役割を果たしている。現在の海洋における石灰質ナンノプランクトンの研究の進展につれて、大洋底堆積物中のコッコリスの分布に関する調査も進行し、昨今ではそれらの地理的分布についてかなり知識が深まってきた。しかしながら、日本列島周辺の海域については、まだほとんど明らかにされていない。田中裕一郎提出の論文は、北西太平洋の一角を占めるこの海域の、表層堆積物中の石灰質ナンノプランクトンの遺骸群集の地理的分布を明らかにし、群集と海洋表層の環境因子との関係を考察し、さらに群集の数理的解析を基にして、第四紀末期の本州太平洋沿岸の黒潮流域における表層水塊の変遷過程を論じたものである。

田中は日本列島周辺海域から採集された397点の堆積物試料から23属34種の石灰質ナンノプランクトンを同定したが、これらの頻度分布型には沿岸域対外洋域、また、暖海域対寒海域のそれぞれで対立のあることを認めた。これらをクラスター分析により確かめ、さらに重回帰分析によって群集と海洋学的パラメータとの関連をつきとめて、種の構成比を説明変数とする表層水の年平均水温ならびに塩分を推算する重回帰式、いわゆる変換関数を求めた。さらに3主成分の意義を理解するため、種の分布を再吟味した結果、コッコリス群集の分布は水温と塩分により支配されていることが明らかになった。次に太平洋岸の黒潮主流域および黒潮前線域に位置する3本の柱状堆積物試料について変換関数を用いて解析し、過去22,000年以來の黒潮前線の北上・南下、海水面の変動の経過を明らかにした。

以上のように、日本列島周辺海域の表層堆積物中の石灰質ナンノプランクトンの地理的分布の研究に基づいて、第四紀末期に日本列島の黒潮流域に発生した海洋変動の経過を明らかにした。これは北西太平洋の古海洋学的研究に新たな道を開拓したものであって、田中が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって田中裕一郎提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。