

学 位 論 文 題 名

Late Pliocene-Pleistocene paleoceanographic study
based on diatom assemblage of the Japan Sea cores (ODP Leg127)

(海底コア ODP Leg127 の珪藻群集に基づいた
鮮新世後期－更新世日本海の古海洋学的研究)

学位論文内容の要旨

近年における更新世後期海底コアの高精度解析から、氷河性海水準変動による海峡の深度変化によって、日本海の表層・深層環境が大きく変化した様子が明らかになってきた。この支配要因として重要な北半球大陸氷床の発達が始まったのは、鮮新世後期の2.7 Ma頃と言われるが、この時代までさかのぼった日本海の環境変遷についての研究は、日本列島の陸上地質、すなわち当時の沿岸・浅海域を対象にした研究が中心となっていた。本研究では、ODP Leg 127で採取された南北トランセクトの深海底コア、Site 797, 794, 795の堆積物中の珪藻化石から、鮮新世後期までさかのぼった日本海海盆域の高精度の環境変遷を初めて明らかにした。

解析の結果、3地点で共通して、鮮新世最後期から更新世の初期にかけて堆積物中に珪藻がほとんど産出しない期間(Diatom Minimum Interval -JDMI-と命名)が続くことが明らかになった。3地点の堆積物に含まれる珪藻数は、一般に鮮新世後期には豊富で、更新世には減少してその変動幅が大きくなる傾向がある。鮮新世には、北域ではJDMIにむかって世界的な海水準の低下と類似した傾向で徐々に減少し、更に2.7 Ma頃から振幅の増加が起きている一方、南域では平均的に増加傾向でありながら、JDMI以前から、更新世後期の氷期のように珪藻が急激に減少する層準が頻繁に現れる。その後、更新世前・中期では、南域で珪藻数が周期的に変動するが、更新世後期の10万年周期の変化と比べると、南北であり調和的ではなく、また北域では基本的に珪藻は少ない傾向がある。

各地点の群集/水塊環境の経時変化について検討し、相対頻度データによるクラスター分析を行って群集(試料)の分類を行い、南北トランセクトの群集/水塊環境の地理的・時間的な変化を追跡した。

この結果、鮮新世中頃の3.4 Ma頃までは、基本的に南北の両域で寒冷水塊が支配的な環境であったが、徐々に温暖化が進み、2.9-2.7 Ma頃には暖流が本格的に南方から流入してきたことがわかった。この暖流は*Tn. nitzschoides*が優占する環境で、現在の対馬暖流に比べ、水温が低いかまたは生産性の高い状態であったと考えられる。また、2.8 Ma付近で、寒冷水塊が中新世最後期-鮮新世前期タイプ(*Nd. kamtschatica*と*C. marginatus*の多産が特徴)から、低温・低塩分化したことが示される

(*C. marginatus*の減少、*Nd. koizumii*の優占、*Actinocyclus*属の増加)。2.6 Ma以降、再び寒冷化が起こって温暖域は徐々に南方へ退き、北域では*Actinocyclus*属の増加で示される様な寒冷・低塩な水塊(現在の亜寒帯北太平洋中央域の水塊に類似)が発達する。

2.1 Ma頃から、現在の東シナ海の陸棚・汽水域を特徴づけている*Pa. sulcata*の優占する群集が南域で顕著になり、0.5 Ma頃までに支配的となる。

1.3 Ma頃からみられる寒冷群集は、鮮新世のそれとは大きく異なっている。

更に低温・低塩分な、現日本海北部、および亜寒帯北太平洋北西ジャイア域に類似した

群集 (*Nd. seminae* と *Actinocyclus* 属の優占) と、*Probosia* 属。(化石寒冷種で珪質の厚い殻を持つ) の多産が特徴的な 2 つの群集がみられるが、これらは鮮新世のものと異なり、その南北トランセクトで連続性が追跡できないイベント的なものである。0.3 Ma から、外洋性の *Rz. hebetata f. hiemalis* が優占する群集が現れることから、寒冷水塊が更に低温化したと考えられる。

更新世前期-中期は、基本的に南域では沿岸性水の影響が強く、北域では、沿岸水の影響が弱い温暖水が分布、更に北方では浅海性・再堆積の群集によって示されるような、異地性物質の混入する環境であった。0.5 Ma 以降はそれ以前より沿岸水の影響が弱り温暖種が多様化しており、現在の対馬暖流に近いものに変化したと考えられる。2 つの寒冷群集、*Probosia* 属優占群集と *Rz. hebetata* 優占群集は、主に更新世中期以降に顕著に見られる。この 2 つの群集は、共にシリカの厚い殻を持った種が優占しており、0.5 Ma 以降に顕著になった暖流の高塩分化により、深層水の形成が活発化してシリカの保存が悪くなったことと関係するかもしれない。

これらの群集変化と北西太平洋三陸沖の DSDP Legs 56, 57 におけるコアの群集変化との類似性を検討した結果、鮮新世後期では日本海北域のコアで寒冷群集に太平洋側と連続性が認められるが、更新世にはほとんど共通性は無くなり、現在見られるような日本海独特の環境が発達してきたことが明らかになった。

珪藻数の変動を水塊環境の変化から説明すると、

- (1) 鮮新世を通じて、北部の海峡から栄養塩に富んだ寒冷な水塊が太平洋から流入していた。
- (2) 3.4-3.3 Ma 頃、南部から暖流の流入が徐々に始まり、南域での生産性が上昇するが、北域では、外洋からの海水の流入が減少し、生産性は低下していった。
- (3) 2.6 Ma 頃から温暖域は南方へと後退し、その合間に南域では珪藻が著しく減少する時期が現れる。
- (4) 2.1 Ma 頃から、温暖水は沿岸水の影響が非常に強くなった。
この頃、珪藻が産出する時期は温暖な環境に限られるようになり、寒冷で栄養塩に富んだ水塊の流入はほとんど途絶えた。
- (5) JDMI 後、南域で珪藻が産出するが、北部ではほとんど産出しない時期が数多くみられる。この時期は、南部で東シナ海沿岸水の影響が強い時期に相当することが多い。このことは、東シナ海沿岸水の日本海の生産性への寄与は、主に南部に限られていたと考えられる。
- (6) 0.4 - 0.3 Ma から南北の群集・珪藻数の変動が調和的になってきたのは、沿岸性の要素が小さくなったことと関係する。

このように、珪藻数の変動の南北の違いは、鮮新世では南北の海峡からの温暖/寒冷水塊の流入量の変動、更新世では南部から流入する沿岸水と暖流の変動を反映していることが明らかになった。

後期更新世モデルでは、氷期に海峡の深度が浅くなり、表層を低塩分水が覆ったことが生物生産性の低下と関係していると言われている。しかし、JDMI やその前後の、珪藻がほとんど産出しなくなる時期の世界的な海水準低下は、最終氷期ほど低くはない。このことは、日本海とその周辺のテクトニクスが海峡の深度を変化させた事を示唆している。

本研究から明らかになった、鮮新世後期から温暖な海水の影響が増加し、南域で珪藻数が増加する様子と、北域で珪藻数が徐々に減少してくる傾向は、鮮新世後期に南部の海峡の深度が徐々に深くなってきたこと、北部の海峡が徐々に浅くなったことをよく反映しているといえる。このことは、日本列島各地の堆積盆研究からの結果とも調和的である。

以上、本研究で明らかになった鮮新世-更新世の日本海的环境変遷は、世界的な氷河性海水準変動と共に、日本列島周辺のテクトニクスの影響をよく反映していることがわかった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 小 泉 格

副 査 教 授 岡 田 尚 武

副 査 助 教 授 鈴 木 徳 行

学 位 論 文 題 名

Late Pliocene-Pleistocene paleoceanographic study
based on diatom assemblage of the Japan Sea cores (ODP Leg127)

(海底コア ODP Leg127 の珪藻群集に基づいた
鮮新世後期－更新世日本海の古海洋学的研究)

近年、更新世後期の海底コアを用いた氷河性海水準変動の高精度解析から、日本海の表層・深層水の環境が対馬・津軽海峡の深度変化によって周期的に変化することが明らかになった。しかし、本格的な海水準変動が始まった鮮新世後期の300万年前以降の日本海の環境変遷は、日本列島の日本海側における沿岸－浅海域の陸上地質の研究から間接的に復元したものであったので、日本海の海底堆積物それ自体の解析から古環境を復元する必要があった。

本論文は、国際深海掘削計画第127次航海 (Ocean Drilling Program, Leg 127) によって日本海から南北トランセクト (797、794、795地点) として採取された3本の深海底コア堆積物中の珪藻化石の解析によって、鮮新世後期 (300万年前) 以降の日本海の環境変遷を高精度で初めて復元することを目的としている。

研究の段取りと展開は、まず各地点における珪藻群集の相対頻度を算出し、それに基づくクラスター分析によって群集 (試料) の分類を行い、南北トランセクトの珪藻群集－水塊環境の地理的・時間的な変遷を復元している。

先ず、珪藻群集の相対頻度によって、鮮新世後期から更新世初期にかけて堆積物中に珪藻がほとんど産出しない期間 (Japan Sea Diatom Minimum Interval-JDMI) が3地点に共通して存在することを明らかにしている。鮮新世後期を通じて、南部域では珪藻殻数が一般に豊富であるが、北部域では北半球大陸氷床の発達が始まった270万年前から200万年前のJDMI開始期にかけて殻数が減少している。更新世では珪藻殻数が減少すると共に周期的に変動し、その変動幅は大きくなっている。それに対して、北部域では珪藻殻数が著しく少ない。

340万年前までの日本海では寒冷水塊が支配的であったが、徐々に温暖化が進行し290～270万年前に対馬海峡から暖流が短期間に流入する状況 (Thalassionema

nitzschioides が優占) となるが、現在の対馬暖流に比べて水温が低いかまたは生産性が高い状態であること、及び210～50万年前は*Paralia sulcata*が優占する現在の東シナ海のような状況となったことを見いだしている。

更新世前期～中期の南部域では沿岸水の影響が強いが、北部域では浅海性の再堆積した群集で指示されるような異地性物質が混入する環境であったこと、50万年前以降は沿岸水の影響が弱まり、暖流の流入による高塩分化が進行すると共に海水準が10万年周期で昇降するようになったことなどを復元している。

本論文では、日本海で得られた結果を著者が修士論文としてすでに得ていた北西太平洋三陸沖の掘削コアにおける結果と比較検討して、鮮新世後期では日本海北部域コアと太平洋側コアとの間に共通な寒冷群集が認められたが、更新世ではほとんど共通性がなくなり、現在のような日本海独自の環境が確立したことを明らかにしている。

本論文は、日本海の南北トランセクトにおける珪藻殻数の相違を以下のようにまとめている。すなわち、鮮新世後期から更新世前期にかけて、暖水塊が優勢となるにつれて南部域では珪藻殻数が増加するが、反対に北部域では珪藻殻数が徐々に減少することから、対馬海峡の深度が漸深するのに対して、津軽海峡の深度が漸浅したとして、その原因を太平洋プレートの沈み込みに伴う日本列島のテクトニクスに求めている。更新世では対馬海峡から流入する東シナ海沿岸水と対馬暖流の変動を反映していると結論している。これを要するに、著者は、鮮新世－更新世日本海の環境変遷は世界的な氷河性海水準変動と共に、日本列島周辺のテクトニクスの影響を反映していることを明らかにしたことによって、海洋地質学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、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。