

学 位 論 文 題 名

A study of ocean productivity and its controlling factors
in the western North Pacific during the last 130 kyr based
on organic and isotopic geochemistry

（有機・同位体地球化学に基づく西部北太平洋の
過去13万年間の生物生産とその支配要因に関する研究）

学位論文内容の要旨

西部北太平洋の中緯度域は、偏西風の流路の直下に位置し、北緯 40 度付近には亜寒帯境界が形成されている。このため、この海域は気候変化に敏感で、氷期-間氷期サイクルで海洋環境が大きく変化したことが予想される。同海域での過去の研究から海洋での生物生産量が氷期-間氷期サイクルで大きく変化したことが報告されている (Kawahata et al., 1999; 2000; Maeda et al., 2002; Yamane, 2003)。これらはいずれも全有機炭素 (TOC) のフラックスから生物生産量を見積もっているが、TOC が海洋で生産された有機炭素からなっているかどうか明らかでないため定量性に欠ける。また、生物生産量が増加した理由について、亜寒帯境界の南下と風送塵の供給量の増加が関与していたことが予想されるが、これも明らかになっていない。そこで本研究では、生物生産量をより定量的に見積もり、生物生産量の変動要因を明らかにすることを目的として、北太平洋中緯度域から採取された 7 本のマルチプルコアとシャツキーライズ (33°N, 159°E) から採取されたピストンコア S-2 中に含まれる ^{230}Th 、TOC とその炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) およびバイオマーカーの分析を行った。 ^{230}Th は表層堆積物試料の堆積速度を求めるために分析した。また、バイオマーカーは海洋起源のバイオマーカーとしてハプト藻起源の長鎖アルケノンと陸起源のバイオマーカーとして陸上高等植物起源の長鎖 n -アルカンを分析した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 表層堆積物 7 試料の ^{230}Th のフラックスは予想されるフラックスよりも少なかった。これは、堆積後の粒子の移動、水柱での粒子の移動によるものと考えられる。このことから他のコア間で堆積フラックスを比較する場合は、横方向への移動量を評価する必要があることが明らかになった。
- 2) 表層堆積物のアルケノンと n -アルカンのフラックスおよびアルケノン水温の結果から、北太平洋中緯度域においてこれらの指標が生物生産量、風送塵の供給量、水

温を復元する上で有効な指標であることが示唆された。

- 3) シャツキーライズで過去 13 万年間について、長鎖アルケノンと長鎖 *n*-アルカンの濃度から見積もった海洋起源および陸起源の TOC は、有機物の $\delta^{13}\text{C}$ から見積もった結果とよく一致した。この結果、シャツキーライズに堆積する有機物の 86% 以上が海洋起源のものであることが明らかになった。また、シャツキーライズでの生物生産量は現在とくらべて最終氷期の最寒期には最大で 9 倍高かったことが明らかになった。
- 4) 亜寒帯境界の南下をアルケノンから見積もった水温から評価した結果、シャツキーライズでは氷期に亜寒帯境界が現在よりも南下していたことが明らかになった。亜寒帯境界の南下によって栄養塩に富んだ水塊がシャツキーライズ上に分布していたことが生物生産の増加をもたらしたことが考えられたが、最終氷期最寒期での顕著に高い生物生産は亜寒帯境界の南下分だけでは説明できなかった。生物生産量の増加は亜寒帯境界が南下しており、かつ風送塵の供給量が増加する時にだけ見られることから、風送塵の供給がこの海域の生物生産を増加する上で主要な役割をしていたことが示唆された。本研究により、西部北太平洋中緯度域の氷期の生物生産の増加は亜寒帯境界の南下だけでは説明できないことが初めて明らかになった。また、風送塵の供給が生物生産を加速する上で主要な働きをしていた可能性が高いことも本研究により初めて明らかになった。

以上の成果は、西部北太平洋の古海洋研究に新たな知見を与えるだけでなく、貧栄養海域での生物生産変動の解明に貢献するものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 南 川 雅 男
副 査 教 授 大 場 忠 道
副 査 助 教 授 山 本 正 伸
副 査 助 教 授 長 尾 誠 也
副 査 教 授 河 村 公 隆

学 位 論 文 題 名

A study of ocean productivity and its controlling factors in the western North Pacific during the last 130 kyr based on organic and isotopic geochemistry

(有機・同位体地球化学に基づく西部北太平洋の
過去13万年間の生物生産とその支配要因に関する研究)

西部北太平洋の中緯度域は、偏西風の流路の直下に位置し、北緯 40 度付近には亜寒帯境界が形成されている。このため、この海域は気候変化に敏感で、氷期-間氷期サイクルで海洋環境が大きく変化したことが予想される。同海域での過去の研究から生物生産量が氷期-間氷期サイクルで大きく変化したことが報告されているが、これらはいずれも全有機炭素量 (TOC) から生物生産量を見積もっており、TOC が海洋で生産された有機炭素からなっているかどうか明らかなため定量的に欠ける。また、生物生産量が増加した理由について、亜寒帯境界の南下と風送塵の供給量の増加が関与していたことが予想されるが、これも明らかになっていない。そこで、主として次の三つの課題 1) パイオマーカの古環境指標としての評価、2) 生物生産量のより定量的な見積もり、3) 生物生産の支配要因の解明に関して研究を行った。試料は北太平洋中緯度域から採取された 7 本のマルチプルコアとシャツキーライズ (33°N, 159°E) から採取されたピストンコアを用い、その中に含まれる ^{230}Th 、TOC とその炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) およびパイオマーカの分析を行った。これにより、以下の成果が得られた。

- 1) 表層堆積物の ^{230}Th のフラックスは予想されるフラックスよりも少なく、堆積後の粒子の移動、水柱での粒子の移動によるものと考えられる。他のコアと堆積フラックスを比較する場合、この点を評価する必要がある。
- 2) 表層堆積物の結果から、北太平洋中緯度域においてパイオマーカが生物生産量、風送塵の供給量、水温を復元する上で有効な指標であることが示された。
- 3) 過去 13 万年間について、パイオマーカと有機物の $\delta^{13}\text{C}$ から海洋起源の有機炭素フラックスを見積もることができた。その結果、シャツキーライズに堆積する有機物の 86% 以上が海洋起源のものであることが明らかになった。また、生物生産量は現在とくらべて最終氷期の最寒期には最大で 9 倍高かったことが明らかになった。
- 4) 亜寒帯境界の南下をアルケノン古水温から評価した結果、シャツキーライズでは氷期に亜寒帯境界が現在よりも南下していたことが明らかになった。生物生産量の増加は亜寒帯境界が南下

しており、かつ風送塵の供給量が増加する時にだけ見られることから、亜寒帯境界の南下によって栄養塩に富んだ水塊がシャツキーライズ上に分布し、さらに風送塵によって微量栄養塩が供給されたことで生物生産が増加したと考えられた。本研究により風送塵の供給が生物生産の増加に関与していたということが初めて定量的に明らかになった。

以上の成果は、西部北太平洋の古海洋研究に新たな知見を与えるだけでなく、貧栄養海域での生物生産変動の解明に貢献するものである。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。