

学 位 論 文 題 名

Paleoenvironmental Reconstruction in the Northwest
(Shatsky Rise) Pacific during the Late Quaternary

（後期第四紀の北西太平洋（シャツキーライズ）における古環境復元）

学位論文内容の要旨

北西太平洋には貧栄養な黒潮と栄養塩に富む親潮が形成されている。この 2 つの海流は三陸沖でぶつかり、複雑に混ざり合いながら東進している。これらの表層水塊は過去の気候変動に伴い、その形成位置を南北に変化させたことが予想される。また、この海域は偏西風下に位置しており、大量のダストが供給されている。氷期におけるダストの供給量も現在と比べて変動したことが予想され、これに伴って海洋表層の生物生産性も変動したことが推測される。また、太平洋は炭酸カルシウムが溶け始める Lysocline の深度が大西洋に比べると浅く、これまで古環境復元に適した海底コアがそれほど多く採取されていなかった。特に、北西太平洋は水深が深く、詳しい古海洋復元は日本沿岸域の研究報告を除いて、わずかしき報告されていない。そのため、過去 20 万年以前の古環境に関する詳しい研究は非常に少なく、Hovan *et al.* (1991) が報告されているだけであり、その海洋表層の変動は全くと言っていいほど明らかになっていない。

そこで、本研究では、北西太平洋（シャツキーライズ）において南北トランセクトで採取されたピストンコア St. 6, C-1 及び S-2 中に含まれる浮遊性有孔虫の産出量、有孔虫殻の酸素・炭素同位体比、生物源物質及び金属成分を用いて過去約 55 万年間の海洋表層水塊変動の復元を行った。前半では 3 本のコアを比較することによって、過去 15 万年間の古海洋復元を行った。後半では、3 本のコアの中で最も長い S-2 コアを用いて、ステージ 7 以前の古い時代の海洋表層の水塊変動を復元した。

浮遊性有孔虫殻の ^{14}C 年代と酸素同位体比カーブから、コア St. 6, C-1 及び S-2 は、それぞれ 18 ka, 150 ka, 550 ka の古環境を記録していることが明らかになった。寒冷な水塊の指標となる *N. pachyderma* (s) coiling ratio (%) は、コア St. 6（採取地点：北緯 37 度）と C-1（採取地点：北緯 36 度）

の酸素同位体比ステージ2-4と5/6境界で高い値を示した。親潮起源の寒冷な水塊の影響がこれらの時期に強かったことを示している。最も南に位置するコア S-2 (採取地点: 北緯 33 度) ではステージ6でのみ増加した。これらの結果は、亜寒帯域と亜熱帯域の境界である Polar Front がステージ6で最も南下したことを示唆している。

海洋表層の生物生産性の指標となる有機炭素沈積量 (TOCAR) と生物源オパール沈積量 (Opal AR) は、寒冷なステージ2、4及び6で大きくなっている。これらの時期に海洋表層の生物生産量が増加したことを示している。また、同時期に陸源物質沈積量 (Terrigenous matter AR) も増加している。Terrigenous matter 中に含まれる栄養塩の供給が氷期に増加することによって、海洋表層の生産性が増加したことが示唆される。コア S-2 中に含まれる金属成分の沈積量も氷期で増加し、TOCAR・Opal AR との間に相関が見られた。これらのことも陸起源物質の供給が氷期に増加したことを支持している。氷期における北西太平洋では、Martin (1991) によって提唱された鉄仮説と同じようなメカニズムが働いていた可能性がある。

ステージ7以前のコア S-2 中の炭酸カルシウム沈積量 (CaCO_3 AR) は V21-146 (Hovan *et al.*, 1991) のそれよりも高い値を示す。また、浮遊性有孔虫の温暖種の産出量はステージ7-11で増加している。さらに、*N. pachyderma* (s) coiling ratio (%) はこれらの期間で小さな値を示している。これらの結果は、ステージ7-11の期間における S-2 海域がステージ7以後よりも相対的に温暖な水塊で占められていたことを示している。

海水中の全炭酸の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を記録しているといわれている浮遊性有孔虫殻の $\delta^{13}\text{C}$ にもステージ7以前で変化が見られた。海洋表層 (80 m 付近 [Oba and Yasuda, 1992]) に生息している *G. ruber* と水深 400 m 付近 (Oba and Yasuda, 1992) に生息している *G. inflata* の $\delta^{13}\text{C}$ は、ステージ7以前で同じような値を示す傾向がある。これはステージ7以前の海水中の全炭酸の $\delta^{13}\text{C}$ の鉛直勾配が小さくなったことを示している。この鉛直勾配は現在の黒潮域の $\delta^{13}\text{C}$ と似ており、ステージ7以前では黒潮系の水塊が強かったことを意味している。これはステージ7以前の水塊が温暖な水塊であったことと調和的である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 大 場 忠 道

副 査 教 授 南 川 雅 男

副 査 助 教 授 長 谷 川 四 郎

副 査 教 授 小 泉 格 (大学院理学研究科)

学 位 論 文 題 名

Paleoenvironmental Reconstruction in the Northwest (Shatsky Rise) Pacific during the Late Quaternary

(後期第四紀の北西太平洋 (シャツキーライズ) における古環境復元)

北西太平洋には貧栄養な黒潮と栄養塩に富む親潮が形成されている。この 2 つの海流は三陸沖でぶつかり、複雑に混ざり合いながら東進している。これらの表層水塊は過去の気候変動に伴い、その形成位置を南北に変化させたことが予想される。また、この海域は偏西風下に位置しており、大量のダストが供給されている。氷期におけるダストの供給量も現在と比べて変動したことが予想され、これに伴って海洋表層の生物生産性も変動したことが推測される。また、太平洋は炭酸カルシウムが溶解始める Lysocline の深度が大西洋に比べると浅く、これまで古環境復元に適した海底コアがそれほど多く採取されていなかった。特に、北西太平洋は水深が深く、詳しい古海洋復元は日本沿岸域の研究報告を除いて、わずかしき報告されていない。そのため、過去 20 万年以前の古環境に関する詳しい研究は非常に少なく、Hovan *et al.* (1991) が報告されているだけであり、その海洋表層の変動は全くと言っていいほど明らかになっていない。

そこで、本研究では、北西太平洋 (シャツキーライズ) において南北トランセクトで採取されたピストンコア St. 6, C-1 及び S-2 中に含まれる浮遊性有孔虫の産出量、有孔虫殻の酸素・炭素同位体比、生物源物質及び金属成分を用いて過去約 54 万年間の海洋表層水塊変動の復元を行った。前半では 3 本のコアを比較することによって、過去 15 万年間の古海洋復元を行った。後半では、3 本のコアの中で最も長い S-2 コアを用いて、ステージ 7、22 万年以前の古い時代の海洋表層の水塊変動を復元した。

浮遊性有孔虫殻の ^{14}C 年代と酸素同位体比カーブから、コア St. 6, C-1 及び S-2 は、それぞれ 18 ka, 150 ka, 554 ka の古環境を記録していることが明らかになった。寒冷な水塊の指標となる *N. pachyderma* (s) coiling ratio (%) は、コア St. 6 (採取地点: 北緯 37 度) と C-1 (採取地点: 北緯 36 度) の酸素同位体比ステージ 2-4 と 6 境界で高い値を示した。親潮起源の寒冷な水塊の影響がこれらの時期に強かったことを示している。最も南に位置するコア S-2 (採取地点: 北緯 33 度) ではステージ 6 でのみ増加した。これらの結果は、亜寒帯域と亜熱帯域の境界である Polar Front がステージ 6 で最も南下したことを示唆している。

海洋表層の生物生産性の指標となる有機炭素沈積量 (TOC AR) と生物源オパール沈積量 (Opal AR) は、寒冷なステージ 2、4 及び 6 で大きくなっている。これらの時期に海洋表層の生物生産量が増加したことを示している。また、同時期に陸源物質沈積量 (Terrigenous matter AR) も増加している。Terrigenous matter 中に含まれる栄養塩の供給が氷期に増加することによって、海洋表層の生産性が増加したことが示唆される。コア S-2 中に含まれる金属成分の沈積量も氷期で増加し、TOC AR や Opal AR との間に正相関が見られた。これらのことも陸起源物質の供給が氷期に増加したことを支持している。氷期における北西太平洋では、Martin (1991)によって提唱された鉄仮説と同じようなメカニズムが働いていた可能性がある。

ステージ 7、22 万年以前のコア S-2 中の炭酸カルシウム沈積量 (CaCO_3 AR) は V21-146 (Hovan *et al.*, 1991) のそれよりも高い値を示す。また、浮遊性有孔虫の温暖種の産出量はステージ 7-11 の間氷期で増加している。さらに、*N. pachyderma* (s) coiling ratio (%)はこれらの期間で小さな値を示している。これらの結果は、ステージ 7-11 の期間における S-2 海域がステージ 7 以後よりも相対的に温暖な水塊で占められていたことを示している。

海水中の全炭酸の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を記録しているといわれている浮遊性有孔虫殻の $\delta^{13}\text{C}$ にもステージ 7 以前で変化が見られた。海洋表層 (80 m 付近: [Oba and Yasuda, 1992]) に生息している *G. ruber* と水深 400 m 付近 (Oba and Yasuda, 1992) に生息している *G. inflata* の $\delta^{13}\text{C}$ は、ステージ 7 以前で同じような値を示す傾向がある。これはステージ 7 以前の海水中の全炭酸の $\delta^{13}\text{C}$ の鉛直勾配が小さくなったことを示している。この鉛直勾配は現在の黒潮域の $\delta^{13}\text{C}$ と似ており、ステージ 7 以前では黒潮系の水塊が強かったことを意味している。これはステージ 7 以前の水塊が温暖な水塊であったことと調和的である。

以上より、この研究は、研究例の数少ない北西太平洋の古環境復元を著しく高めることに寄与すると考えられる。特に、酸素同位体比ステージ 7、22 万年以前の古環境復元に新たな知見をもたらした。

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修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。