

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 橋 濱 史 典

全海洋面積の 50%以上を占める亜熱帯海域の表層では、一年の大半にわたり成層が発達して栄養塩が枯渇し、従来の分析法では検出限界以下となる。このような貧栄養海域では、植物プランクトン現存量も低いため「海の砂漠」と呼称されてきた。しかしながら、近年、栄養塩類の高感度分析法が開発され、その結果、ハワイ沖やバミューダ周辺において栄養塩がナノモルレベルで時空間的に変化し、それに応答して植物プランクトン群集も変動し、局所的に生産性が高まることが報告されるようになった。しかしながら、ナノモルレベルの栄養塩濃度が測定されている海域は上記に限られ、しかも測定が時間的に散発であるため、この現象が広大な亜熱帯海域でどの程度普遍的であるかについては、全く不明であった。本研究は、太平洋亜熱帯・熱帯域の表層において、栄養塩濃度分布を明らかにし、その時空間的変動要因、および植物プランクトン群集動態に及ぼす影響を解明することを目的とした。

観測を行った海域は中西部太平洋の北緯 42°から南緯 40°、東経 128°から西経 158°であった。航走中に船底からくみ上げた表層水の硝酸塩+亜硝酸塩（以下、硝酸塩とする）、溶存反応性リン（以下、リン酸塩）およびアンモニアを高感度比色分析法により連続測定した。同時に、水温、塩分、クロロフィル蛍光、有色溶存有機物を連続的に測定した。また、海水試料を随時採取して植物プランクトン群集組成を解析した。

全調査海域における硝酸塩濃度は極めて低く、大部分で数ナノモル程度であったが、南北方向に有意な濃度の違いが認められ、濃度の低い順に北緯 42°から 15° (A 海域)、南緯 15°から 40° (B 海域)、北緯 15°~南緯 15° (C 海域) の 3 海域に分かれた。リン酸塩濃度は検出限界以下から数百ナノモルの範囲で変動し、硝酸塩と同様に A、B、C 海域の順に増加する南北勾配を示した。水塊分析から、A 海域は北太平洋亜熱帯循環、B 海域は南太平洋亜熱帯循環、C 海域は赤道域に対応し、それぞれの境界は、北赤道海流の北端と南赤道海流の南端に概ね一致することが明らかになった。さらに硝酸塩およびリン酸塩濃度の海域による違いは成層強度の地理的な違いに対応しており、下層からの供給程度の違いを反映したものと解釈された。さらに、A 海域のリン酸塩濃度

には東西方向にも勾配存在することが明らかになり、東経 165° 以西では枯渇していたのに対して、東側では有意にナノモルレベルで存在した。

モノビニルクロロフィル *a* およびディビニルクロロフィル *a* 濃度の総和は A 海域、B 海域、C 海域の順に増加し、硝酸塩濃度分布とよく対応した。これは、植物プランクトン現存量が窒素供給に依存していることを示しており、栄養塩濃度から得られた N:P 比が、研究海域全体を通して Redfield 比よりも低いことから支持された。植物プランクトン群集については、*Prochlorococcus*、*Synechococcus* および真核藻類の現存量が硝酸塩濃度に対して正の依存性を示すことを認めた。一方、ナノシアノバクテリアはこれら 3 群とは異なり、リン酸塩依存性を示した。これはナノシアノバクテリアが窒素固定をもつためであり、リン酸塩の高い A 海域東部と B 海域に多く分布し、リン酸塩が枯渇した A 海域西部ではリン律速を受けていたと考えられた。A 海域西部ではアジア大陸からのダスト由来の鉄供給の影響と見られる高い窒素固定活性が報告されていることから、窒素固定によりリン酸塩が活発に消費された結果、枯渇したものと解釈した。

これまでは海盆スケールでの解析であるが、栄養塩濃度は 100 km 以下のメソスケールにおいても多様な変動性を示した。その原因として、島周りの地形性擾乱の影響および沿岸水の影響が示された。しかしながら成因が不明な高栄養塩水塊も存在することが明らかになり、植物プランクトン現存量の増加を常に伴っていた。有機物の無機化による再生の結果として、このような水塊が形成された可能性は指摘されたが、詳細な成因については今後の課題である。

以上のことから、太平洋亜熱帯・熱帯における海盆スケールおよびメソスケールでの表層栄養塩の分布様態が初めて明らかになり、その地理的変動の成因が説明され、さらに植物プランクトン群集動態に及ぼす影響が明らかになった。特に北太平洋亜熱帯循環域西部海域でリン酸塩が枯渇していることの発見は、同海域における窒素固定の評価が必要であることを示している。このように本研究は太平洋亜熱帯海域の栄養塩変動と植物プランクトン群集動態の関係を解明する上で新たな展開を与え、学術上も応用上も極めて貢献するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。