

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 近藤 能子

鉄の供給は、海洋の生物生産力を制御する主要因のひとつであるが、1994年に海水中の溶存鉄の大部分が有機錯体鉄であることが初めて報告されて以来、鉄の循環や生物利用において鉄有機配位子の役割の解明が必須となってきた。鉄有機配位子の濃度は、大西洋や南極海の一部で溶存鉄と同程度の値が報告されているものの、太平洋を含めた海洋全体における分布や変動の実態は明らかにされていない。本研究では、太平洋における鉄有機配位子の分布を明らかにし、その変動要因として考えられる植物プランクトンブルーム期間中の鉄有機配位子の挙動から、植物プランクトン群集の増殖に及ぼす有機錯体鉄の影響を解明して、生物生産における鉄有機配位子の役割を解明することを目的とした。

第一段階として太平洋における鉄配位子の分布を明らかにした。太平洋およびその縁辺海であるベーリング海、東シナ海、南シナ海、セレベス海と、スルー海および南極海太平洋区において、微量金属の汚染防止に配慮したクリーン採水を行い、溶存の鉄有機配位子の濃度と錯形成能の指標となる条件安定度定数を配位子交換平衡-吸着濃縮カソーディックストリッピングボルタンメトリー法により測定した。

表層水の鉄有機配位子は、南極海氷縁域で高く、西部北太平洋亜寒帯循環域で低かった。また、季節的に植物プランクトンブルームが生じる海域では、測点間で濃度が大きく変動した。親潮・黒潮混合域、南極海氷縁域、南太平洋亜熱帯域の表層水中では、溶存鉄の大部分は有機錯体鉄として存在していることが示された。混合層以深では、南極海氷縁域で高濃度存在していたが、南北太平洋の深層水の間には差異はみられなかった。鉄有機配位子の条件安定度定数は深度や海域による差異はみられなかった。また、本研究で得られた条件安定度定数は大西洋等での既報値の範囲内であり、鉄有機配位子の錯形成能は海域による差が小さいことが明らかになった。また、南極海氷縁域を除き、鉄有機配位子と溶存鉄の濃度が比例関係にあったことから、太平洋の中深層水では、鉄有機配位子によって溶存鉄濃度が規定されている可能性を認めた。

次に、植物プランクトンブルーム期間中における鉄配位子の動態解析を行った。栄養塩濃度が

高いにも関わらずクロロフィル *a* 濃度が低い、いわゆる HNLC 海域である西部北太平洋亜寒帯循環域において、鉄撒布により人為的に植物プランクトンブルームを発生させて経時観測を行なった。鉄撒布後 10~12 日目にブルーム自体はピークに達したが、鉄有機配位子濃度の変動は、鉄撒布後速やかに起こり、鉄撒布後 24 時間以内に大幅に増加し、その後の水塊の水平拡散に伴って数日間で撒布前のレベルに戻った。この増加は、鉄供給に刺激された植物プランクトンが鉄の取り込みを有利にするために放出したものと推測される。その後、ブルーム水塊のクロロフィル *a* 濃度が減少に転じると同時に鉄有機配位子濃度は再び急激に増加した。この高い鉄有機配位子濃度は観測を終了した鉄撒布後 23 日目まで認められた。水塊の水平拡散による希釈効果を考慮すると、鉄有機配位子は持続的に生成されていたことになる。このブルームピーク後に生成した鉄有機配位子は、溶菌作用等により流出したクロロフィル分解物の寄与も否定できないが、現場の溶存鉄濃度の変化から判断して、バクテリアによって生産されたシデロフォアである可能性が高いと考えた。

第三段階として、鉄有機配位子が植物プランクトン群集の増殖に及ぼす影響を、現場の植物プランクトン群集を用いた船上培養実験により検討した。モデル配位子として、海洋細菌が生産するシデロフォアと構造が類似したデスフェリオキサミン B とフェリクロームの 2 種類の陸上微生物由来シデロフォアと、代表的なポルフィリン化合物であるプロトポルフィリン IX を用いた。その結果、プロトポルフィリン IX 鉄錯体の添加により植物プランクトンの増殖が促進され、その傾向は小型の植物プランクトンで顕著であり、鉄有機配位子は植物プランクトン群集のサイズ組成にも影響を及ぼすことが明らかになった。一方、デスフェリオキサミン B およびフェリクロームと錯形成した鉄は現場の植物プランクトンにとって利用し難い形態であることが示された。

以上のことから、これまで知見の乏しかった太平洋の鉄有機配位子の分布と変動様態が初めて明らかになり、鉄有機配位子は表層では植物プランクトンによる鉄利用を促進あるいは抑制して、海洋の生物生産力の制御要因として大きな影響を及ぼすことが示された。このように本研究は鉄の循環における鉄有機配位子の機能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。