

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 佐藤 光秀

鉄供給の少ない外洋表層において鉄は植物プランクトン一次生産を制限する要因のひとつになっている。近年、外洋表層の溶存鉄のほとんどすべてが有機物と錯形成していること、有機配位子の種類により植物プランクトンによる鉄利用能が変化する事が明らかになり、海洋一次生産の鉄律速の理解のために有機配位子の動態を解明することが鍵となってきた。プランクトン細胞内物質は、プランクトン間の食関係を経て海水へ放出されると鉄の配位子としてはたらく可能性があり、また、鉄制限海域では動物プランクトンの摂餌と排糞ともなう有光層内での溶存鉄の再生は植物プランクトンによる再利用によってきわめて重要な供給過程である。従って、動物プランクトンの摂食は、直接的な除去以外に次の2つの機構から植物プランクトン群集の構造や生産力に影響を及ぼすと考えられる。第一に、溶存鉄そのものを再生し、生物が利用可能な鉄を表層に再供給すること、第二に、餌料となったプランクトン由来の有機鉄配位子を海水中に供給することにより、植物プランクトンによる鉄利用能を制御することである。本研究は、これらの仮説を検証し、動物プランクトンの摂食過程が鉄制限海域の植物プランクトン群集構造に及ぼす影響を明らかにすることを目的としたものである。

太平洋赤道域および亜寒帯海域において、カートリッジフィルターを用いて現場海水から濃縮したプランクトン群集を試験海水に添加し、微小動物プランクトンによる摂餌が鉄の再生およびその化学的形態に及ぼす影響を調べた。これに加えて、植食性カイアシ類を表層海水に添加する実験を行った。その結果、一次生産が鉄律速を受けていると考えられる太平洋亜寒帯域および赤道域において培養中の溶存鉄濃度に有意な増加を認めた。各プランクトン群集の生物量の減少量および既報の細胞内鉄含量から各プランクトン群集からの再生を見積もった結果、溶存鉄増加量の最大約50%が生物細胞からの再生で、残りのほぼすべてが植物プランクトン細胞表面への吸着鉄からの再生によって説明可能であることを明らかにした。これまでの外洋表層における鉄の再生速度は細胞内の鉄のみを対象としてき

たが、本研究は、外洋表層の鉄は実際には細胞表面に吸着した鉄も再生を受けており、これまでの推定再生速度の 2 から 6 倍の速さで生物態と溶存態の間を移動している可能性があることを示した。

さらに、天然プランクトン群集を用いた培養系で有機鉄配位子の生成を初めて確認し、配位子の増加量はクロロフィル *a* 濃度の減少量およびアンモニア濃度の増加量と対応していることから、配位子の増加は植物プランクトン被食過程と強く関連すること、さらに、有機配位子の生成量が消費プランクトン生物量に比例すると仮定したモデル計算より、太平洋赤道域では有機鉄配位子は平均 1 日程度の滞留時間で回転していることが明らかになった。これらの結果は現場における鉄有機配位子の動態を初めてモデル化したものといえる。さらに、上記の培養実験の開始時および終了時に採取した濾過海水中の鉄の利用しやすさをバイオアッセイにより調べた結果、生成した配位子は植物プランクトンによる鉄利用能を低下させるが、その効果は種によって異なり、珪藻に対してはその効果が相対的に低いことを明らかにした。

本研究は、これまで仮説として提唱されてきたプランクトン間の摂食にともなう有機鉄配位子の供給が初めて実験的に検証したものである。これにより、摂食にともなう鉄の再生、その化学的形態と有機配位子との量的関係、および生物による再利用、という一連の経路が明らかになった。プランクトン細胞内および表面の鉄は被食にともなって再生されるが、再生された鉄以上の量の有機鉄配位子が同時に海水中に放出され、再生鉄および海水中の鉄と錯形成すること、および、この過程で生じた配位子は、鉄の生物利用能を低減させて、溶存態鉄の滞留時間を大きくするとともに、植物プランクトン種間で異なる増殖抑制効果をもつことを明らかにした点が評価される。また、生成した配位子は珪藻に対する増殖抑制効果が相対的に弱いことから、鉄制限海域において、鉄供給を受けて形成される珪藻ブルーム中、再生される鉄が他の藻類と比較して珪藻に再び取り込まれやすくなることにより、ブルームを長期化するはたらきがある可能性を初めて指摘した。

以上から、これまで知見の乏しかった動物プランクトンによる摂食が、鉄の利用能の制御を通じて植物プランクトンの群集構造と生産に影響を与える機構が初めて定量的に明らかになった。このように本研究は、海洋、特に鉄制限海域における一次生産の制御機構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。