

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目: A Study of the Spring Phytoplankton Blooms
in Cyclonic and Anticyclonic Mesoscale Eddies
(低気圧性・高気圧性中規模渦における
植物プランクトン春季大增殖に関する研究)

氏 名: MAÚRE Eligio de Raús

論 文 内 容 の 要 旨

植物プランクトンの生産は、高次生産レベルへのエネルギーの転換を通して海洋の生命を支え、生物地球化学循環や気候調整に重要な役割を果たす。植物プランクトンの生産の季節変動が起こる温帯域では、高次生産レベルへのエネルギーの転換が植物プランクトンの季節的な大增殖のタイミングや大きさに強く影響を受ける。植物プランクトンの生産は、光合成への栄養塩と光の供給量で制御されている。中規模渦は基礎生産の制御に主要な役割を果たす物理過程の一つである。これらは混合層の調整を通して、光分布と栄養塩の供給量に同時に影響を与える可能性がある。従って、中規模渦の生物活動への統合的な影響を理解することは、物理-生物相互作用とその気候変動下での海洋生態系動態および生物的炭素ポンプへの役割についての理解を深める。

この研究の目的は、温帯海域での春季の植物プランクトン大增殖動態への中規模渦の影響を調べることである。植物プランクトンの大きな季節変動と、活発な渦活動の知られる温帯海域である日本海を事例研究として使った。この研究は、中規模渦が植物プランクトンによる生産の季節変動、特に春季大增殖の開始に影響を与える機構を研究する機会を与える。

まず最初に第2章では、植物プランクトンの春季大增殖の開始への影響を調べるために、衛星で測定したクロロフィル a (CHL) 濃度と海表面レベル偏差データ (SLA) を、現場渦中の水温・塩分の鉛直分布と組み合わせて解析した。日本海の大和海盆 (133-139° E, 35-39.5° N) で、SLA と現場データから中規模渦の情報を得て、渦内部の混合層深度を推定した。また 2002 年から 2011 年の日本海の低気圧性渦と高

気圧性渦それぞれの内部における植物プランクトンの春季大増殖の開始のタイミングを評価するために、CHL の時系列を混合層深度とともに解析した。この結果、高気圧性渦と低気圧性渦では、春季大増殖の時期が有意に異なることが示された。混合層が浅い (<100m) 低気圧性渦では、大増殖は早く始まった。この早い大増殖は、冬の冷却が終わる前に（つまり、熱フラックス (Q_0) がまだ負の時に)、浅い混合層の中での平均光強度が増加する時で始まった。反対に高気圧性渦では大増殖の開始が遅く、混合層が深い (>100m) にも関わらず、 Q_0 が正になった時に起こった。このことは、混合層内で乱流混合が弱まることが、高気圧性渦内での大増殖の開始に重要であることを示している。

第3章では、第2章で述べた発見に基づいて、栄養塩－植物プランクトン－動物プランクトン－デトリタス (NPZD) の相互作用を鉛直一次元 Mellor-Yamada 乱流モデルと組み合わせた生態系モデルでシミュレーションし、渦による春季大増殖の開始メカニズムを研究した。この低次生産生態系モデルを使って、渦内での植物プランクトン動態の詳細を再現し、第2章で得られた結果を検証した。雲によってデータが欠損する衛星やデータの少ない現場観測と異なり、モデル出力は春季ブルーム開始から終了までの植物プランクトンの変化を完全に研究するのに必要な、鉛直的・時間的に高い解像度を持つ。研究海域で認識し追跡した渦での実際の強制力を使用して実験を行った。乱流モデルの結果から、混合層の深い高気圧性渦では、乱流が弱まることが大増殖の開始に重要であることが明らかとなった。しかし、混合層の浅い低気圧性渦では、冬季の強い乱流混合の中で春季大増殖が進んだ。この場合、日射量の増加による、浅い混合層内での光条件の向上が春季大増殖を引き起こす。さらに生態系モデルは、高気圧性渦内では、冬季に動物プランクトンの摂餌が大きく減少することで、徐々に植物プランクトンが蓄積することを示した。しかし、植物プランクトンのブルームの開始は、春季の指数増殖によった。低気圧性渦では、冬季の植物プランクトンの蓄積速度は速く、これも春季の植物プランクトンの極大が早い理由となった。

この研究は、世界中の海に存在する中規模渦の植物プランクトンの春季大増殖の開始に対する影響を初めて明らかにした。この高気圧性と低気圧性の渦での研究によって明らかとなった、春季大増殖の開始を制御する機構は一般的であり、渦が活発な他の地球規模海域にも当てはめられる可能性がある。従って、地球規模の海での植物プランクトン大増殖の季節周期の一般的な概念に中規模渦の役割を組み込む必要がある。最後に、世界中の海の多くの場所で、この開始時期の違いは異なる種類の魚のリクルートメントの成功に異なる影響を与えることが予想される。