

環境流体における移流反応拡散現象の 数理モデリングと環境科学への応用

研究代表者 大春慎之助 研究員

<研究目的> 1993年を頂点として、様々な有害赤潮プランクトンにより養殖漁業が盛んな地域では深刻な被害が発生して居り、有効な対策を立てる為には包括的な生態系の解明が急がれる。しかし、これらの微生物の生息地である沿岸海域は、他の生物や海洋に溶存もしくは沈殿している物質による生物化学的要因が、大気と海洋の相互作用、気象や海洋動態と複雑に絡み合っており、その生態解析は容易なことではない。そこで、この様に複雑な自然現象を数理モデルの形で記述表現し、数値シミュレーションにより赤潮の形成から消滅に至るまでの全過程を再現し、赤潮発生の予測と評価を試みることを目的とする。

<研究成果> 有害赤潮プランクトンの生態系を實在に近い状態で研究する事を目指し、その生息環境を要素別に可能な限り取り込むために、生態系モデルと海洋モデルを数理モデルとして合体させることに加え、海洋が微生物に及ぼす物理的・化学的・生物的要因を反映させた。夏季の沿岸海域においては温度成層が発達し、海底の近傍では貧酸素状態となるため、嫌気性バクテリアの働きにより堆積物が分解され赤潮プランクトンが摂食する無酸素栄養塩が産生される。本研究では、赤潮発生の要因を明らかにするために、上記の様な詳細な海洋動態の数理的接近と合わせて赤潮の発生から消滅までの全過程を新しく開発した数理モデルに基づくシミュレーションにより再現し、赤潮発生の予測と対策の立案に貢献するための基礎的知見と数理的接近法を提案した。

<数学モデル> 沿岸微生物の生態は、長期的な季節変動と短期的な気候変動に強く影響される。栄養塩は、河川からの十分な供給が無い場合には海底に蓄積して居る沈殿物を分解合成して産生される栄養塩の種類と、この様な生物化学反応を行うバクテリアに依存する。この様な沈殿物の種類と量が海洋汚染の問題に関係する。今年度の研究では、有害赤潮プランクトンの生態系を記述する数理モデルを、これらの知見を可能な限り取り込む形で進化させ、数値シミュレーションを行って専門家と協議し評価を受けた。

海洋は、年間を通しては周期的に変動するものの、夏季と冬季ではその動態を全く異にする。今回対象としているプランクトンは高度の運動能力を持ち、昼間では光合成の為に海面付近に移動し、夜間には海底に近く分布する栄養塩を摂食し増殖する。従って、閉鎖的沿岸海域において夏季に発達する温度成層の形成が、有害赤潮プランクトンの異常増殖の大きな要因となっている。今年度の研究では、海洋モデルをこの観点から再定式化し、数値シミュレーションを行って成層構造の形成から消滅までの全過程を再現し、これらの結果と合わせて生態系に関する新しい知見について検討した。

<図の説明> 左下に新しい生態系モデルによる数値シミュレーションの結果を示す。左図は有害赤潮プランクトンの昼間に於ける分布を表す。海面左側を中心として赤潮が形成されている。中央の図では、夜間沈降して大量増殖している様相を再現している。右図は、右端を海岸としたときに、海面上左側から強風を受けた場合に温度成層が乱れる様相を示している。この後適切な時間に強風を止めた場合には成層構造が復元し、さらに赤潮が形成されることが示された。

