

氏名	かめ だ たか ひこ 亀 田 卓 彦
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 2486 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	海色衛星データを用いた海洋基礎生産に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 坂本 亘 教授 田中 克 教授 中原 紘之

論 文 内 容 の 要 旨

海洋における基礎生産は食物網の出発点であると同時に、気候変動の鍵となる地球規模の炭素循環に大きな役割を果たすと考えられている。1990年代後半から、海洋における主な基礎生産者である植物プランクトン現存量の人工衛星による観測データが蓄積されるようになった。本研究では、人工衛星データから海洋基礎生産量を推定し、その季節・経年変動を議論することを目的とし、以下の項目について明らかにした。

1. 植物プランクトン2群集モデルの作成

人工衛星から基礎生産量を推定するモデルの開発を行った。モデル開発に必要な海洋における基礎生産量の実測値と、基礎生産に関わる水温、照度など各種の環境パラメータのデータを収集し、データベースの作成を行った。このデータの解析を行い、植物プランクトンの生理状態を表すパラメータと海面水温、海面クロロフィル *a* 濃度の間に関係があることを見出した。これらの関係を明らかにするために、植物プランクトンのサイズ組成と、サイズによる基礎生産速度の違いに注目した。海洋における植物プランクトン群集が小型で生産速度の速いグループと、大型で生産速度が遅いグループの2つから成り立っていると仮定した。この仮定に基づき、水温及びクロロフィル *a* 濃度依存性を持つ基礎生産速度のモデルを作成した。この結果、人工衛星データから海洋の基礎生産量を推定することが可能になった。

2. 全球での基礎生産量の季節・経年変動

植物プランクトン2群集モデルと人工衛星データから、1997年9月から2001年6月の期間で1ヶ月毎の全球基礎生産量データセットを作成した。このデータセットを解析することにより、海洋基礎生産が地球規模で示す季節変動、経年変動を明らかにすることが可能となった。本研究で推定された1998, 1999, 2000年の年間全球基礎生産量はそれぞれ 40.1, 41.5, 41.8 PgC year⁻¹ となった。この3年間における各大洋(太平洋・大西洋・インド洋)での基礎生産量を見積もったところ、その値に大きな変動は見られなかった。この結果から、全球や大洋スケールでの基礎生産量はほぼ安定していることがわかった。次に、この全球基礎生産量データセットを用いて気候変動が海洋の基礎生産に与える影響について調べた。1997年から1998年にかけては大規模なエル・ニーニョ現象が発生し、それに引き続き非常に強いラ・ニーニャ現象が発生したことが知られている。これらの現象と、太平洋の基礎生産量とを比較した結果、エル・ニーニョ時には東部赤道太平洋、カリフォルニア沖、ペルー沖では低生産量に、西部赤道太平洋、北太平洋亜熱帯循環域、南太平洋亜熱帯循環域では高生産量になることを明らかにした。

3. 西部北太平洋亜寒帯域でのクロロフィル濃度の季節・経年変動

クロロフィル *a* 濃度や基礎生産量の船舶観測例が少ない西部北太平洋亜寒帯域に注目して、クロロフィル *a* 濃度や基礎生産量の季節変動について解析を行った。クラスター解析を用いて海域区分をした結果、西部北太平洋亜寒帯域はクロロフィル *a* 濃度の季節変動パターンから8つの海域に分類された。それぞれの海域は、亜熱帯循環域、移行領域及び西部亜寒帯循環域の内部領域、混合水域、西部亜寒帯循環域の西岸境界流域に対応していた。これらのことから、西部北太平洋亜寒帯域のクロロフィル *a* 濃度の季節変動は西部北太平洋の海洋循環、つまり物理的環境に影響を受けていることが明らかと

なった。

以上のように、本研究では衛星データから海洋基礎生産量を算出するモデルを作成し、船舶による現場観測に比べてはるかに高い時空間分解能を持つ海洋基礎生産量データセットを作成した。また、このデータセットを解析することにより、全球及び西部北太平洋亜寒帯域における基礎生産量やクロロフィル *a* 濃度の季節・経年変動を明らかにするとともに、エル・ニーニョが基礎生産量に及ぼす影響について考察した。これにより、気候の変化にともなう海洋基礎生産の変化を評価することが可能となる。すなわち、生態系を考慮に入れた漁業資源の管理や、気候変動予測を行う上での重要な知見をもたらすことが期待される。

論文審査の結果の要旨

海洋における基礎生産量を把握することは、水産生物を含む海洋生物生産の変動を解明する上で重要である。また、炭素循環を通じて海洋と大気の相互作用を評価するためにも不可欠である。既往の船舶調査による海洋基礎生産の研究では、時間・空間的に連続した情報収集には限界があった。本研究は、1990年代後半に入って実用化された、人工衛星海色リモートセンシングにより得られたデータを利用し、海洋基礎生産の水域別・季節別の解析、及び気候変動が海洋基礎生産に及ぼす影響について明らかにしたものであり、評価できる主な点は以下の通りである。

1. 従来、海洋での基礎生産量を推定するモデルを作成する際に考慮されてこなかった、植物プランクトンのサイズ組成に着目した。既存の船舶による基礎生産量データ、サイズ分画されたクロロフィル *a* 濃度データを解析し、基礎生産量と水温、及びクロロフィル *a* 濃度との関係を明らかにした。さらに、クロロフィル *a* 濃度が大型サイズの植物プランクトンの現存量によって変化していること、植物プランクトンサイズと基礎生産速度が反比例することを考慮して、環境パラメータと基礎生産量の関係を定式化した。この結果、衛星データからサイズ毎の基礎生産量を算出することが可能となった。植物プランクトンのサイズは食物連鎖の長さに影響を与えることが知られており、本研究の結果は基礎生産から高次生物の生物量を推定する際に有益な知見となる。

2. 1997年9月より蓄積されている海色衛星データを用いて全球での基礎生産量の時系列データセットを作成した。既往の研究ではデータの不足から、海洋基礎生産量の時間的・空間的変動に関する研究は十分に行われていなかった。本研究で作成したデータセットを解析することにより、今まで知られていなかった、海洋基礎生産量の季節・経年変動についての解析を行うことが可能となった。

3. 気候変動が海洋基礎生産に与える影響について明らかにした。太平洋全域において、エル・ニーニョからラ・ニーニャへの遷移により基礎生産量が増加、あるいは減少する海域の地理的分布を示した。これは、今まで断片的にしか知られていなかったエル・ニーニョ／南方振動現象（ENSO イベント）が海洋基礎生産に及ぼす影響を空間的に捉えた初めての例である。この結果により、ENSO イベントが各海域に及ぼす影響が明らかとなり、漁業資源の適正な管理に重要な知見となる。

4. 西部北太平洋亜寒帯域でのクロロフィル *a* 濃度の季節変動パターンが物理的要因に影響を受けていることを明らかにした。本結果は、船舶による現場観測に比べて極めて広範囲、高頻度の観測が可能であるという人工衛星観測の特徴を生かしたものである。また、西部北太平洋亜寒帯域は船舶観測のデータが不足している海域であり、太平洋における生態系についての新たな知見を増やすこととなった。

以上のように本論文は、海色衛星データの特徴を十分に生かし、海洋の基礎生産量の様々な時間・空間スケールの変動について明らかにしたものであり、海洋生物環境学、生物海洋学、衛星海洋学などの発展に寄与するところが大きい。また、本論文の成果は水産資源学、海洋生態学、気象学への応用も期待できる。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成15年2月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。