

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	王 玉成
審査委員	主査 郭 新宇 副査 森本 昭彦 副査 日向 博文

論文名 Numerical simulation of the low-trophic ecosystem in the East China Sea

審査結果の要旨

本論文は、数値モデルを用いて東シナ海の栄養塩濃度と植物プランクトン量の季節変化を再現し、モデル結果から東シナ海の上層と下層における栄養塩と生物起源粒子の現存量の季節変化を求め、それらの季節変化を引き起こす生物地球化学過程と物理過程を明らかにしたものである。さらに、感度実験により東シナ海の栄養塩と植物プランクトンに対する起源の異なる栄養塩の役割を評価し、過去数十年の長江流量と長江河川水中の栄養塩濃度の経年変動に対する東シナ海の低次生態系の応答特性を明らかにしたものである。

東シナ海における栄養塩と生物起源粒子の収支については古くから注目されてきた。東シナ海を1つのボックスとして、長江起源、大気起源、台湾海峡起源、黒潮起源の栄養塩の流入量を求めた研究はあるが、このタイプの計算では現実の海洋に存在する物理変数と生物地球化学変数の空間分布と時間変化を十分に考慮できず不確定要素が多いため、いくつかの論文において異なる結果が報告されている。本研究では、収支計算の不確定さを最小限に抑えるため、現実の海洋に近い3次元の海水流動・低次生態系モデルを用いてこの問題を解いた。

本研究の第一部では、まず数値モデル中のパラメーターおよび境界条件などを丁寧にチューニングし、観測データ及び文献にある観測結果と矛盾しない計算結果を得た。続いて、水平の空間解像度約5キロの数値モデルの結果を用いて、東シナ海における栄養塩と生物起源粒子の収支を計算した。計算に際し、鉛直方向には光合成の行われる有光層と光合成の行われない無光層の2層に分け、各層における栄養塩と生物起源粒子の現存量と生物地球化学過程による変化率、さらに各層の側面および底面と表面を通過する栄養塩と生物起源粒子のフラックスを求めた。収支計算の結果は、先行研究で示されていた結果を一部支持するとともに、2つの新たな事実も見いだした。1つ目は、有光層では無光層からの栄養塩フラックスが側面からのフラックスより大きいことである。このことは、有光層の底面から供給される栄養塩が東シナ海の基礎生産を支えていることを意味する。2つ目は、生物起源粒子は先行研究により指摘されている陸棚斜面だけでなく対馬海峡からも大量に流出しており、両者とも東シナ海における生物起源粒子の重要な流出ルートであることを明らかにしたことである。さらに生物起源粒子の陸棚斜面での流出は、先行研究により示唆されていた底層ではなく、中層から流出していることも新たに分かった。

本研究の第二部では、数値モデルによる感度解析により、起源の異なる栄養塩の東シナ海にお

ける現存量と基礎生産に対する寄与率を求めた。感度解析では、ある起源の栄養塩の供給量をゼロに設定し計算を行い、すべての起源の栄養塩を考慮した標準計算の結果と比較することで供給量をゼロに設定した栄養塩の寄与率を算出した。長江起源、台湾海峡起源、黒潮起源、大気起源、堆積物起源の栄養塩に対する感度実験から、黒潮起源の栄養塩が東シナ海における硝酸塩と植物プランクトンの現存量の5割に、リン酸塩とケイ酸塩に関しては7割に貢献していることが分かった。

本研究の第三部では、過去約50年の長江流量と長江河川水中の栄養塩濃度の経年変動に対する感度実験を行い、気候変化や人間活動が東シナ海の低次生態系に与える影響を評価した。長江流量の増減は、栄養塩の流入量と河口周辺の流動場の両方を変化させるため、栄養塩濃度と植物プランクトン量は東シナ海全域において単調な増減応答をするのではなく、空間的に異なる増減応答を示した。一方、長江河川水中の栄養塩濃度の増減に対しては、栄養塩濃度と植物プランクトンはほぼ全域で単調な増減応答を示した。このことから、長江流量の変化に伴う流動場の変動が東シナ海の栄養塩収支と基礎生産に無視できない影響を与えていることが明らかとなった。

本論文の一部はすでに国際誌に掲載され、残りの内容は2つの論文として投稿準備中である。

本論文の公聴会は平成29年2月6日に理学部S31教室において行われ、論文の発表と質疑が行われた。続いて、学位論文審査会を開き、本論文の内容を厳正に審議した結果、審査委員が全員一致で、博士（理学）の学位を授与するのに相応しいものと判定した。