

ROMS-NPZDモデルを用いた黒潮域における一次生産に対するメソスケール海洋変動の影響評価

○鈴江洋太¹・内山雄介¹・山崎秀勝²

(1: 神戸大院工, 2: 東京海洋大院)

キーワード: ROMS-NPZD モデル, 黒潮, 中規模渦, subduction

1. はじめに

内湾域や沿岸域は、河川からの栄養塩の流入や沿岸湧昇などによって栄養塩が表層に供給されるため、表層では活発な一次生産が生じ、富栄養な海域となることが多い。それに対して、外洋における一次生産は沿岸域に比べて一般に極めて低い。例えば、我が国の太平洋沿岸を東進する黒潮暖水は栄養塩に乏しい。しかしながら、黒潮は陸棚周辺に強いフロントを形成し、そこでは温度風平衡に伴う鉛直シアによる鉛直混合、中規模渦による湧昇・沈降、フロントに沿った表層水の subduction などが生じるため、貧栄養な外洋の中でも比較的高い生産性を維持する役割を果たしていると考えられている。また、沿岸域や内湾域のみならず、外洋における一次生産を定量的に評価することは、そこに接続する沿岸域の水質生態環境だけでなく、ブルーカーボンの生成を通じて地球環境問題を考える上でも重要な課題である。そこで本研究では、領域海洋循環モデル ROMS と NPZD 型の生態系低次生産モデルをカップリングした ROMS-NPZD モデルを用い、黒潮に伴う中規模渦・サブメソスケール渦による局所的な湧昇による栄養塩の供給と、黒潮フロント域での渦運動に伴う栄養塩の subduction に代表される鉛直輸送が一次生産に及ぼす影響を評価した。

2. 研究方法

流動モデルでは、JCOPE2 海洋再解析データ（水平解像度約 10 km）の月平均気候値を初期条件・境界条件として、領域海洋循環モデル ROMS を用いた 1-way offline ネスティングにより解像度 3 km の ROMS-L1 領域へとダウンスケーリングを行った。生態系モデルでは、北太平洋海域向けに各種パラメータの調整を行った Fasham らによる窒素ベースの低次生産 NPZD モデルを用い、Chl.a, NO_3 などの初期条件・境界条件は Gruber らを参考に与えた。本研究では、黒潮大蛇行等の間欠的な個別イベントではなく、平年値としての黒潮と一次生産の関係を解析するため、流動・生態系モデルともに気候値 (climatology) 解析を行った。

3. 結果

本研究で用いた NPZD モデルは、同種の様々な生態系モ

デルの中でもかなり簡素なモデルであるが、表層での Chl.a 濃度分布の再現性は比較的良好であると考えられる。

遠州灘沖黒潮域での表層 Chl.a 濃度分布は黒潮流軸を境界として沿岸域と外洋で大きく異なる（図 1）。黒潮-海岸間の沿岸域では、黒潮によって形成される低気圧性の中規模渦に伴う局所的な湧昇によって栄養塩が表層に供給され、一次生産が活発に起こっている。それに対して、渦運動が活発である黒潮流路周辺では Chl.a 濃度は著しく低下している。この黒潮に伴う活発な中規模渦活動が栄養塩の輸送に与える影響を定量的に評価するために、周波数フィルタを用いて各変量を Reynolds 分解し、 NO_3 濃度と流速 u の渦成分同士の相関項を求め、鉛直 NO_3 フラックスの渦成分を求めた（平均成分は 1 桁小さい）。北緯 33.5 度、水深 500 m 以浅に強い負（鉛直下向き）の NO_3 フラックスが見られ、黒潮の主流部に沿うように subduction が卓越することが明示されている。また、流軸周辺やや北寄りの混合層直下に正值が分布していることから、流軸北部亜表層の NO_3 が混合層底部に上昇し、それが turnover して南側下層へと輸送され、流軸から南側の表層 NO_3 が急減しているものと理解される（図 2 左）。また、このような渦による表層での NO_3 の subduction は黒潮統流域では見られず（図 2 右）、流軸周辺表層での Chl.a 濃度はあまり低下しない傾向にある。以上のことから、遠州灘沖黒潮域では、黒潮によって形成される渦が一次生産の抑制に大きく寄与している可能性が示唆される。

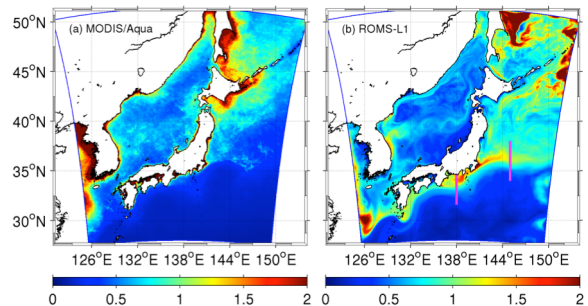


図-1 表層 Chl.a 濃度分布 ($\mu\text{g L}^{-1}$)。 (a) 人工衛星データ (MODIS/Aqua), (b) ROMS-NPZD モデル計算結果による。いずれも年平均気候値。

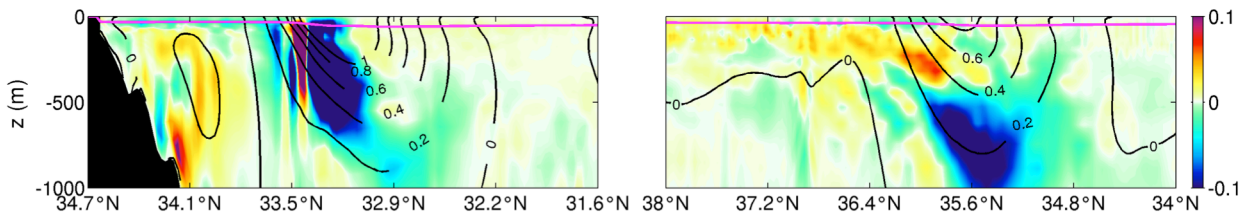


図-2 図-1 のマゼンタ線で示す東経 138 度ライン (左), 東経 145 度ライン (右) におけるカラー: 鉛直 NO_3 フラックス渦成分 ($\mu\text{mol N mg}^{-1} \text{m s}^{-1}$, 鉛直上向きを正), 黒コンター: 平均流速 (m s^{-1}) の断面直行成分 (流下方向を正)。各パネルのマゼンタ線は KPP モデルによって推定された混合層深さを示している。いずれも年平均気候値。