

論文審査の結果の要旨

氏名 渡邊 英嗣

北極海は、海氷を介在とした様々な大気海洋間相互作用のため、極域だけでなく、全球規模の気候を考える上で特異的かつ重要な海域である。その一方で、まさに海氷の存在のために観測は困難を極め、実態の把握が最も遅れている海域でもある。その実態把握や気候変動の理解・予測のために、信頼のおける北極海数値モデリングの必要性が叫ばれているが、現状では観測事実に対するモデルの再現性は乏しく、問題点の解決に向けた共通認識すら十分に得られていない。本論文は、特に、現状の多くの北極海数値モデルで生じているカナダ海盆での高塩分バイアスの要因とその物理機構を、その重要な淡水供給源である太平洋起源水の輸送過程に注目することで解明し、気候変動予測の鍵となる北極海のモデリングの高精度化に多大な貢献をしたものである。

論文提出者は、まず、北極海の淡水収支を構成する各要素 (降水・蒸発・河川水流入・海氷生成・太平洋水流入・大西洋水流入) について、比較的低解像度の北極海全域モデルを用いて多くの感度実験を行い、その結果、太平洋から流入する比較的低塩分の海水がカナダ海盆に流入せず、北極海を時計回りに流れてグリーンランド海へ輸送されてしまうことが最も大きな問題点であることを突き止めた。実際には、太平洋起源水はカナダ海盆を反時計回りに流れ、カナダ多島海からバフィン湾に流入することがトレーサー観測から示されている。また、カナダ沿岸では活発な渦活動が存在することも観測されており、それがカナダ海盆内部へ淡水を輸送する重要なプロセスだという指摘もなされてきたが、具体的な渦生成機構の解明やカナダ海盆の塩分への影響に関する定量的な見積もりはこれまで全く行われていなかった。

そこで、論文提出者は、カナダ海盆に領域を限定した高解像度モデリングにより、カナダ沿岸における渦活動を再現し、その生成機構を明らかにするとともに、カナダ海盆の淡水収支に与える影響を定量的に評価することを試みた。その結果、ベーリング海から流入した太平洋起源水は、密度流としてカナダ沿

岸を流れる際、バロー谷と呼ばれる地形的な狭窄部において流速を増し、傾圧不安定を通じて渦を発生させることが明らかとなった。また、この渦によるカナダ海盆への淡水輸送量は、低解像度モデルで現れた高塩分バイアスを解消するのに十分な大きさに達することも示された。さらに、論文提出者は、バロー谷における流速が海水の被覆状況に大きく影響されることを指摘し、海水生成量の経年変動が、渦生成およびそれに伴う淡水輸送を大きくコントロールしている可能性を観測事実に基づいて提唱した。

この渦に伴う淡水輸送のカナダ海盆の塩分場に対する効果を論じるためには、北極海全域にわたるモデリングを行う必要があるが、渦生成を陽に表現する高解像度モデルは計算コストが非常に高くなるため、これを北極海全域に適用することは困難である。そこで、論文提出者は、前述した比較的low-resolutionの北極海全域モデルに、パラメタリゼーションの改良という形で、渦に伴う淡水輸送の効果を組み込むことにより、その定量的な評価を試みた。その結果、既存のパラメタリゼーションを用いた数値モデルと比較して、太平洋起源水のカナダ海盆への流入量が増加するとともに、高解像度モデルで示された渦に伴う淡水輸送によって、カナダ海盆側の高塩分バイアスが大きく改善されることを確認した。

以上、本研究は、北極海の海洋構造を決定する重要なプロセスの一つを定量的に明らかにするとともに、あまり高解像度を適用することができない全球気候モデリングなどにおいて北極海の再現性を向上させるための現実的な処方箋を提供した。この研究成果は、北極海という未解明な海域の物理的な理解に大きく寄与したのみでなく、グローバルな熱塩海洋大循環、ひいては、気候変動予測に向けた数値モデリングの高精度化に、はかりしれない貢献をしたものとして高く評価できる。

なお本論文は、指導教員である 羽角 博康 准教授との共同研究による成果であるが、論文提出者が主体となって数値計算および解析を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断できる。

従って、審査員一同は、博士（理学）の学位を授与できると認める。