

論文審査の結果の要旨

氏名 長船 哲史

北太平洋亜寒帯域には約 20 年周期の変動が存在することが知られている。この変動は、降水や気温のほか、水産資源にも同期して見られるなど、社会的影響も大きい。気候変動予測の上でも重要な要素であるが、そのメカニズムは未解明である。本論文は、過去に蓄積された観測データを用いて海洋表中層水塊における約 20 年周期変動の実態を明らかにし、数値シミュレーションでそれらの変動を再現することで、18.6 年という厳密な周期性を持つ月の軌道傾斜角変動が、千島列島やアリューシャン列島周辺海域に局在する強い潮汐起源混合の変動を通じて海洋変動を引き起こす可能性について議論した。

本論文は、5 章で構成されている。第 1 章は導入であり、北太平洋における水塊の長周期変動、および鉛直混合の実態とそれによる水塊形成への影響についてまとめている。加えて、本論文の構成と目的が述べられている。

第 2 章では、日周潮起源の強い鉛直混合の存在が指摘されている千島列島の周辺海域である西部北太平洋亜寒帯域およびオホーツク海について、海洋表中層の約 20 年周期変動の実態を観測データに基づいて明らかにし、潮汐 18.6 年振動に伴う鉛直混合の変化によってこれらを説明し得ることを示した。日周潮が強い時期にみかけの酸素消費量(AOU)とリン酸が共に低濃度であるという潮汐振動との明瞭な対応関係を指摘し、この問題に対する有効な仮説を提案した。また、日周潮が強い時期に、この海域では共通して海面塩分・表層密度が高く中層層厚が大きいこと、並びに、親潮域を含む太平洋側では鉛直水温極大周辺の等密度面水温が低く、オホーツク海では中層等密度面水温が全体的に暖かい傾向があることが明らかになった。鉛直混合に伴う水塊変質の直接的な影響の他、表層塩分変動を介してオホーツク海における中層水形成が変化している可能性が示された。

第 3 章では、日周潮起源の強い鉛直混合の存在が同様に示唆されているベーリング海においても、潮汐 18.6 年振動と同期した変動が見られ、変動傾向が親潮域と一致することを観測データに基づいて明らかにした。さらに、強混合域において鉛直拡散の偏差が生成する水質偏差が平均流によって運ばれるというバランスを仮定することで、表層塩分と中層の水温・AOU の変動を説明した。これらから、千島列島周辺とベーリング海という異なる海域における変動が、潮汐 18.6 年振動により統一的に説明可能であることを示した。

第 4 章では、海洋大循環モデルを用いた数値実験により、千島列島・アリューシャン列

島周辺に局在した強い潮汐混合が海洋の平均場に与える影響を調べ、その鉛直混合を 18.6 年周期で振動させることで観測された水塊変動の再現を試みた。過去のモデリング研究でも千島列島周辺における鉛直混合がオホーツク海および北太平洋の水塊に与える影響は既に議論されているが、アリューシャン列島周辺における鉛直混合も考慮することで、ベーリング海のみならずオホーツク海や北太平洋の水塊の再現性がさらに向上すること、および拡散係数について従来のモデリングで用いられた値よりも格段に小さく現実的なもので十分な効果が得られることが示された。また、強混合域における鉛直混合を 18.6 年周期で振動させた実験では、現実的な水塊変動の再現に成功するとともに、移流によって広がった表層塩分の変動が、オホーツク海において形成される陸棚高密度水や季節水温躍層の水など、表層水から形成される水塊の性質に影響を与えていることも示唆された。前章までの解析では定量的な評価は困難であったが、数値実験を通じて定量的にも潮汐 18.6 年振動の重要性が示された。

第 5 章は結論であり、論文全体を総括して潮汐 18.6 年振動と北太平洋表中層変動の関係についての統合的視点が示されるとともに、今後の展望が述べられている。

以上、本論文は、北太平洋亜寒帯域の表中層に約 20 年周期変動が顕著に見られることを明らかにし、その実態についてまとめるとともに、観測データと数値実験を相補的に活用する事で、それらの変動が潮汐 18.6 年振動に伴う鉛直混合の強弱によって引き起こされている可能性を示したものである。本研究は、気候の約 20 年周期変動が、これまであまり考慮されてこなかった潮汐 18.6 年振動という外的要因を起源として、海洋が能動的に機能した結果である可能性を示した点で、非常に新規性が高い。また、この結果は、数十年スケールの気候変動の予測可能性を向上させる可能性を持つ重要な示唆であるという点でも、高く評価出来る。なお、本論文の第 2～4 章は指導教員である安田一郎教授との共同研究であるが、論文提出者が主体となって研究を行ったもので、その寄与が十分であると判断できる。したがって、審査委員一同、博士(理学)の学位を授与できると認める。