

論文審査の結果の要旨

氏名 山上 遥航

南アフリカ東岸に沿って南向きに流れるアガラス海流は、世界でも有数の強い西岸境界流として知られ、沿岸域の気候や生物多様性に大きな影響を与えることが報告されている。また、アガラス海流は、アフリカ大陸南端に到達後反転し、南インド洋を東向きに流れるが、この反転域からはアガラス・リングと呼ばれる中規模渦が切離される。この渦の切離はアフリカ大陸南端におけるインド洋と大西洋の間の海水交換をコントロールするが、その変動が長期気候変動において重要な役割を果たしていることが示唆されて以来、アガラス海流を含む南インド洋西岸境界流の変動機構の重要性が認識されるようになった。アガラス海流の変動はナタール・パルスと呼ばれる蛇行によって特徴付けられ、蛇行の形成にはアガラス海流の上流から来る渦が主要な役割を果たすことがこれまで示されてきた。しかしながら、アガラス海流の経年変動については、力学的な研究がほとんど行われてこなかった。本論文は、人工衛星観測データや高解像度海洋大循環モデルによるシミュレーション結果の解析と島周囲の海流の理論に基づいた解析を通じて、アガラス海流の蛇行の形成機構・起源・経年変動機構、アガラス海流の上流から移動してくる中規模渦がアガラス海流の蛇行に果たす役割、および南インド洋南西部の中規模渦活動と海盆規模の風の変動の間の力学的関係を詳細に調べたものである。

本論文は4章からなる。第1章は序章であり、南インド洋の西岸境界流であるアガラス海流に関する既往研究が総括されるとともに、本論文の研究目的が述べられている。

第2章では、衛星海面高度計データおよび高解像度海洋大循環モデルの結果の解析より、アガラス海流の蛇行の大部分は上流からの高気圧性渦が引き金となっていることが明らかにされている。また、エネルギー収支解析により、アガラス海流の平均水平シアによる順圧変換と移流がアガラス海流の蛇行の成長に支配的な役割を果たしていることが示され、渦の自動追跡法により、南東マダガスカル海流域がこの高気圧性渦の主要な起源になっていることが示された。さらに、アガラス海流の蛇行の経年変動メカニズムを調べ、順圧変換により南

東マダガスカル海流域で形成される高気圧性渦の個数の経年変動と関連があることが示された。このようにアガラス海流の経年変動メカニズムを力学的に議論したのは本論文が初めてである。

第3章では、第2章でその重要性が明らかとなった南東マダガスカル海流と北東マダガスカル海流の経年変動メカニズムが調べられている。両海流は南インド洋を西向きに流れる南赤道海流がマダガスカル島東岸で南北に分岐したものであるが、観測データと海洋再解析データの解析を通して、両海流の経年変動が源流である南赤道海流の流量の経年変動によることが明らかにされた。また、時間依存を考慮できる島周囲の海流の理論を南インド洋の海洋循環において重要な役割を果たしていると考えられるインドネシア通過流やオーストラリア西岸からの影響を考慮できるように拡張し、それを適用することで両海流の経年変動の力学機構を初めて調べた。その結果、内部領域の子午面輸送の変動が鍵であることが明らかにされた。この子午面輸送の変動は主に東経 60 度から 90 度における風応力の回転成分によって駆動されることが示され、大気再解析データの解析より、エルニーニョ現象に伴う西太平洋熱帯域の非断熱加熱偏差と南東インド洋の局所的な海面水温偏差強制がこの風の変動に影響を及ぼすことが明らかにされた。この結果を検証するために大気大循環モデルによる感度実験を実施した結果、前者の影響が支配的であるが後者の影響もその半分程度の寄与を持つことが示された。

第4章では、本論文のまとめと今後の課題が述べられている。アガラス海流の蛇行が長期気候変動を支配するインド洋と大西洋の間の海水交換に影響するという従来の指摘に基づき、本研究の成果が長期気候変動の理解に向けて重要な位置づけにあることが論じられている。また、本研究が南インド洋における海洋生態系の変動の理解の向上にも大きく貢献する可能性があることが述べられるとともに、南インド洋の海洋モデリング研究に関する今後の方向性が示されている。

以上のように、本論文は、南インド洋の海洋循環の理解の向上に大きく貢献するものであり、学位論文として十分な水準に達していると判断できる。なお、本論文の第2章は東塚知己准教授および Bo Qiu 教授、第3章は東塚知己准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あり、そ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。