

論文審査の結果の要旨

氏名 横井 孝暁

熱帯インド洋南西部における表層海洋変動は、海面水温の変動を通じてアジア・アフリカモンスーンの変動やサイクロンの発生頻度などに影響を及ぼすとともに、インド洋ダイポールモード現象などを通じて全球の気候とも強く関連している。また、この海域にはセーシェルドームと呼ばれる冷水湧昇域が存在し、生態系も含めた表層海洋の変動にとって重要な構成要素であることが指摘されている。したがって、セーシェルドームの変動機構を正確に理解する事は非常に重要であるが、現場観測データが限られていることなどから、その理解は進んでいない。

そこで申請者は、インド洋域の変動を現実的に再現できる海洋大循環モデルを用いて、セーシェルドームの季節・経年変動機構およびセーシェルドーム域における混合層水温とドームの変動との関係を詳細に調べた。

第1章は、セーシェルドームに関連する研究のレビューが行われている。世界各地に存在する同様な冷水湧昇域の重要性を指摘した後、熱帯インド洋南西部の海面水温と各地の気候変動との関連についてはこれまでに幾つか先行研究があるものの、セーシェルドームそのものの変動機構は未だ明らかになっていないことを指摘し、本論文の問題提起を行った。

第2章では、セーシェルドームの季節変動機構を調べた。セーシェルドーム域での海洋表層蓄熱量変動に顕著な半年周期が現れることを示した。ドーム域における熱収支解析を行うことにより、この半年周期変動は、主に局所的な風応力によるエクマン湧昇に伴う鉛直熱輸送が原因であり、遠方強制の効果は比較的弱い事が分かった。また、エクマン湧昇に現れる半年周期変動は、風応力の回転成分の季節変動と、インドモンスーンに関連したベータ項の季節変動との重ね合わせの結果であることも分かった。このことから、セーシェルドームがインドモンスーンの影響範囲と、南東貿易風卓越する地域との境界に存在している地域的な特殊性が重要であることを初めて示した。

第3章では、地球温暖化予測に用いられている大気海洋結合モデルの中で、セーシェルドームの季節変動が再現されているかを定量的に検証した。その結果、多くのモデルでインドモンスーンの季節的な非対称性をうまく再現できず、そのためにセーシェルドームの半年周期変動も再現されていないことが明らかとなった。

第4章において、セーシェルドームの経年変動機構が調べられた。セーシェルドームの強弱を表す指数を用いて、通常よりもセーシェルドームが弱かった年と強かった年を定義し、それぞれで合成解析を行った。弱かった年のドーム域での熱収支解析の結果、主に鉛直移流偏差によって

5月から12月にかけて、ドーム域が異常に暖められている事が分かった。さらに、この鉛直移流偏差は、先行研究で指摘されていた、ロスビー波による遠隔強制だけでなく、局所的なエクマン沈降偏差も寄与している事が明らかとなった。一方、ドームの強い年は、弱い年の逆の偏差で説明できるが、局所的なエクマン湧昇偏差の寄与がより大きい事が分かった。このような経年変動は、インド洋におけるダイポールモード現象の影響を強く受けている事も示唆された。

第5章では、第4章までに明らかになった季節・経年変動が、その直上の海面水温に与える影響を明らかにするため、海洋表層の混合層水温の変動機構を解析した。混合層水温は、4月に最大、8月に最小となる季節変動を示し、南半球の夏秋の水温上昇期には、同時期に薄くなる混合層を海面熱フラックスが効率良く暖める事が重要であることが分かった。

一方、混合層水温の経年変動では、セーシェルドームが弱い年は平年よりも暖かくなり、2月に正の偏差が極大となる。この変動には、水平移流と鉛直過程の偏差が大きく寄与していることが分かった。水平移流には、東風偏差による南向きのエクマン熱輸送が、また鉛直過程としては、ドームの弱化に伴って温度躍層下部の水温の鉛直勾配が小さくなり、通常の冷却効果も弱化することが重要である。また、セーシェルドームの強い年には、ほぼ逆の偏差が卓越して混合層水温の低下がもたらされていることが示された。ドーム現象と直上の混合層水温の変動との関連性を明確に示した結果はこれまでになく、特筆すべき新たな成果である。

以上のように、本研究は、セーシェルドームの季節・経年変動機構を明らかにし、さらにその直上の混合総水温の変動機構とセーシェルドームの盛衰との関係を明らかにすることで、全球の気候変動にも影響を与える熱帯インド洋南西部における表層海洋変動メカニズムの解明に大きく寄与するものである。大気海洋結合系の中でのセーシェルドームの役割など、今後明らかにすべき点も残されているが、気候変動に直接結びつく海面水温との関連を詳細かつ定量的に調べた意義は大きく、今後、気候変動の予測精度向上にも大きく貢献する事が期待される。

なお、本論文の内容に関連して、山形俊男氏および東塚知己氏との共著論文が3編あるが、いずれも申請者が主体となって計算及び解析をおこなったものであり、申請者の寄与が十分であると判断される。

以上の理由により、博士（理学）の学位を授与できると認める。