

# 論文審査の結果の要旨

氏名 土井 威志

本論文は5章から成る。第1章は導入部で、熱帯大西洋における2つの主要な気候変動モードである「Atlantic Niño」と「南北モード」について、附随する海面水温偏差や海上風偏差、それらが周辺地域の降水量やハリケーン活動等に及ぼす影響に関する研究の進展について概観されている。さらに、熱帯大西洋亜表層に存在する2つの「湧昇ドーム(湧昇により等水温線がドーム状に押し上げられた領域)」である「アンゴラドーム(南大西洋)」や「ギニアドーム(北大西洋)」に関する研究の進展を概観した上で、2つの主要気候変動モードへの海洋内部過程の影響、特に2つの湧昇ドームとの関連性が未解明である点が指摘されている。

第2章においては、観測データ及び高解像度(渦解像)海洋大循環モデルの長期積分データを詳細に解析し、アンゴラドームの経年変動と Atlantic Niño との関連性を明らかにした。即ち、Atlantic Niño の発達に伴う貿易風弱化により南半球秋季に励起された沈降性の赤道ケルビン波がアフリカ西岸に到達後、沿岸ケルビン波としてアンゴラ沿岸に達し、その後ロスビー波として西方伝播する。そのロスビー波は、アンゴラドーム域にて亜表層の湧昇を抑制する。加えて、南半球冬季に成熟した Atlantic Niño の影響による西アフリカモンスーンの弱化も、ドーム域でエクマン湧昇の季節的強化を抑制する。

続いて第3章では、観測データ及び渦解像海洋大循環モデルの長期積分実験データの詳細な解析から、ギニアドームの経年変動が南北モードに伴う大気熱帯収束帯の南北変位に強く影響されることを明らかにした。南北モードに伴う熱帯北大西洋の正(負)の海面水温偏差が、北半球の晩春-夏季に熱帯収束帯を異常に北(南)方に変位させると、エクマン湧昇の季節的強化が促進(抑制)される結果、亜表層のドームは海面水温とは逆に冷却(加熱)される。さらに、収束帯の異常変位が「WES フィードバック(海上風速-海面蒸発-海面水温間に働く正フィードバック)」によって維持・強化されることも指摘した。即ち、北半球の正の水温偏差が北東貿易風を弱めて海面蒸発と附随する海面冷却を抑制するため、水温偏差が維持されるのである。

さらに第4章では、大気海洋結合モデルの長期積分データに基づき、亜表層のギニアドームの季節変化と経年変動に関わる大気海洋相互作用過程を詳細に調査した。本専攻で開発されたこのモデルは、熱帯大西洋における気候平均状態が現実的に再

現できる稀少な大気海洋結合モデルの1つである。まず、混合層水温の季節変動に関して、ドームが弱い北半球の冬季から春季への水温変化は大気との熱交換のみで説明できるが、熱帯収束帯の北上に伴いエクマン湧昇の影響でドームが強化される夏季から秋季にかけての水温変化は、混合層内への亜表層水の取込みによる冷却効果なしには説明不能なことを示した。次に、南北モードに伴い春季に成熟する熱帯北大西洋の海面水温偏差の時間発展とギニアドームの経年変動との関係を調べた。その結果、前年の初冬に発現した偏差が、熱帯収束帯の異常変位に伴う WES フィードバックによって増幅する結果、春季に成熟することが示された。さらに、初冬の水温偏差が、晩秋のギニアドームの発達度と混合層厚の偏差に依存する傾向も示唆された。一方、亜表層ではエクマン湧昇の強弱に伴い、春季以降ドームの季節的な発達異常によって形成される水温偏差が混合層に取込まれる結果、春季に成熟した海面水温偏差が夏季に急速に衰退することが初めて明らかとなった。これは、最近の観測データの解析からも支持される。

上記の重要な成果の気候学的意義に関する包括的な議論は第 5 章にて為されている。本論文においては、観測データと現実的な大循環モデル実験を通じて、熱帯大西洋の主要気候変動モードと海洋ドームとの関係(即ち、Atlantic Niño とアングラドーム、南北モードとギニアドーム)を明確に示すことに初めて成功した。周辺地域への気候学的影響の大きいこれら気候変動モードの形成・衰退への海洋内部過程の影響については従来殆ど研究されてこなかったが、これらのドーム域にて海上風の異常がエクマン湧昇の変化や海洋波動の励起を通じて亜表層水温偏差に影響する過程を初めて確認したことは特筆すべき成果で、今後の熱帯大西洋における大気海洋結合変動の研究に新しい道筋を呈示する画期的成果と認められる。

なお、本論文の第 2 章から 4 章にかけては、山形俊男・升本順夫・東塚知己・佐々木英治の各氏との共同研究に基づくが、いずれも論文提出者が主体となって実験・解析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与は十分であると判断される。

従って、博士(理学)を授与できると認める。