

論文審査の結果の要旨

氏名 飯塚 聡

本論文は 4 章からなり、第 1 章は導入部で、3 年前に発見されて以来、世界の気候力学者・大気海洋力学者の注目を集め、そのメカニズムに関して大きな議論を巻き起こしている「インド洋のダイポール (IOD) 現象」についての概観、気候学的な重要性、及びその研究の発展についてレビューがなされている。第 2 章においては、観測された海上風速や気温・湿度の時系列を境界条件として与えて海洋大循環モデルを強制した。そこで再現された IOD イベントの海洋上層におけるライフサイクルを詳細に分析し、IOD に伴う海面水温偏差の形成には、海洋の力学過程、特にジャワ島付近の沿岸湧昇の強弱や海上風偏差により駆動された海流偏差に伴う熱の水平輸送の効果が、最も重要な寄与をすることが明示された。続いて第 3 章では、IOD シグナルを含んだ大気の観測データにて海洋大循環モデルを駆動する代わりに、その海洋モデルを大気大循環モデルと力学的・熱力学的に結合させ、そうした結合系において熱帯インド洋の大気海洋相互作用に伴って、IOD が自発的に発達することを世界で初めて示した。しかも、その結合モデルで再現された IOD は、その構造や時間発展、季節性においてかなり現実的なものである。モデルの長期積分に現れた IOD のイベントに共通するシグナルを解析することにより、初夏に何らかのきっかけでジャワ島沖で起こった沿岸湧昇の異常強化によって IOD イベントがトリガーされ、それに伴い始まった海面水温低下が、インド洋東部で大気中の積雲対流活動を抑制。その結果として赤道海上に生じた東風偏差によって浅くなった水温躍層と西向き流速偏差の 2 つの働きによって水温低下がさらに加速されるという、大気海洋間の正のフィードバックにより IOD が発達することを明示した。また、熱帯インド洋西部においても同種の正のフィードバックによって水温の上昇が起こり、観測されるような海面水温の東西双極子構造が形成されることが明らかとなった。一方、こうした水温変化に伴う海面からの蒸発量の変化や、積雲雲量偏差に伴う海面での日射吸収量の変化が、今度は負のフィードバックとして働いて、IOD イベントを終焉に導くことも示された。更には、上記の正のフィードバックをもたらす海洋の熱力学過程が、モデルの水温躍層の構造に見られる季節変化に強く左右されることも示され、これが観測される IOD の顕著な季節性に反映される可能性が示唆された。これら幾つかの重要な成果の意義は第 4 章にまとめられている。

以上のように、本論文においては、数年に一度夏から秋に掛けてインド洋に発現し、アジア・アフリカ・オセアニアの広い地域の天候状態に大きな影響を及ぼすことがつい最近明らかにされた IOD 現象を、大気海洋結合大循環モデルにおいて現実的に再現することに世界に先駆けて成功し、IOD が熱帯インド洋における大気海洋相互作用に因り自励的に生ずる経年変動であることを明確にした業績は高く評価されるべきである。殊に、モデルにおいては、IOD が太平洋のエルニーニョ・南方振動とは同時に発現することが稀であることから、IOD がインド洋固有の大気海洋結合変動モードとして存在できる可能性が強く示唆されたことは重要である。また、IOD の発達をもたらす大気海洋間の正のフィードバック過程における海洋上層の力学・熱力学過程の重要性が、海洋大循環モデル実験及び結合モデル実験の解析、双方から整合的に示されたことも必要な成果である。本論文に示された成果は、熱帯地域の重要な経年変動モードの1つである IOD 現象の発現やその時間発展が、観測データを大気海洋結合モデルに同化させることを通じて予測できる可能性を示唆するものとしても画期的なものである。

なお、本論文の第 2 章から 3 章にかけては、山形俊男・松浦知徳・川村隆一・湯本道明・P. N. Vinayachandran 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なったもので、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。