

論文の内容の要旨

論文題目 A numerical study of air-sea interaction in the Indian Ocean
(インド洋における大気海洋相互作用の数値研究)

氏 名 飯塚 聡

最近、インド洋熱帯域において Indian Ocean Dipole (IOD) mode event と呼ばれる特徴的な大気海洋相互作用現象の存在が Saji et al. (1999)により発見された。IOD は、東部（西部）熱帯インド洋の水温低下（上昇）と赤道上の東風偏差で特徴付けられる現象であり、東アフリカやインドネシア付近の降水量に影響を与える現象である。しかしながら、インド洋における海洋の観測データの不足等により、この現象発生時における水温偏差の形成機構に対する海洋の役割については、十分には理解されていないのが現状である。さらに、Saji et al.(1999)が指摘したように、IOD が実際に大気と海洋の相互作用の結果として生じる現象なのかどうかについても、十分には説明されていない。そこで、本研究では、海洋大循環モデルで実際に IOD が起きた 1994 年と 1997 年におけるインド洋での水温偏差の形成機構を明らかにし、さらに、大気海洋結合モデルを用いて IOD 現象を再現することにより、この現象は海洋の力学過程が重要な大気と海洋の相互作用の結果として発生していることを示すのを目的としている。

第 1 章の序論の後、第 2 章において、1975 年から 1997 年までの大気場の再解析データで海洋大循環モデルを駆動し、その期間に発生した IOD の時間発展の様子について観測データと比較しながら調べている。モデルは、1994 年と 1997 年に発生した IOD に伴う表層や亜表層の特徴を良く再現している。この結果を利用し、熱収支の解析を行った結果、両 IOD 発生時における水温偏差の形成に対して、海洋の赤道ケルヴィン波とロスビー

波が重要な役割を果たしていることが明らかになった。

第3章では、IOD現象における大気海洋相互作用の重要性を明らかにするために、大気海洋結合モデルでIODの再現することを行った。モデルを高解像度にするにより、IOD現象発生において重要なインドネシア付近の沿岸湧昇現象の再現性を改善した結果、観測と同様に、東部（西部）熱帯インド洋の水温低下（上昇）と赤道東の東風偏差で特徴付けられるIOD現象を大気海洋結合モデルで自発的に発生させることに成功した。モデルで再現されたIOD現象を調べると、水温偏差に伴い、対流活動が東部（西部）熱帯インド洋で不活発（活発）になり、降水量も減少（増加）する様子や、赤道東の東風偏差により、東部（西部）熱帯インド洋での温度躍層が浅く（深く）なる特徴が見られた。結合モデルに見られるこれらの大気場と海洋場における整合的な偏差構造は、IOD現象が大気と海洋の相互作用の結果として生じていることを示している。

次に、結合モデルで再現されたIOD発生時の水温偏差の形成過程を明らかにするために、熱収支の解析を行った。まず6月にジャワ島沿岸に現れる負の水温偏差は、そこでの風の偏差に伴う沿岸湧昇の強化によって引き起こされる。この水温偏差は強まりながら、翌7月には赤道へと移動する。これと同時に、赤道東には東風偏差が現れ、その応答として東部熱帯インド洋の温度躍層は通常よりも浅くなる。これに伴い、冷たい水が通常よりも表層に取り込まれることとなり、東部熱帯インド洋赤道付近の水温がより低下する。この水温低下には、東風偏差により生じた西向きの流速偏差に伴って、通常よりも西へと運ばれる表層の暖かい水の量が増加する効果も同時に寄与している。海面水温がピークを迎える9月以降になると、水温の低下に伴う潜熱の減少と雲量の減少を通じた日射の増加により、しだいに水温偏差が消失していく。

一方、西部熱帯インド洋での水温上昇は9月から12月にかけて生じる。この上昇は、東風偏差により生じた西向きの流速偏差に伴って、通常よりも西へと運ばれる表層の暖かい水の量が増加する効果によるが、11月から12月にかけての水温上昇に対しては、東風偏差に伴い通常よりも湧昇が弱まる影響や温度躍層が深くなる影響も寄与している。これらの効果により、西部熱帯インド洋での水温偏差は翌年の1月頃に最大となる。西部熱帯インド洋におけるモデルの水温偏差上昇時期が観測よりも遅れる点は、モデルの温度躍層が季節的に浅くなる時期が観測に比べて遅いことと一致している。このことは、温度躍層の季節的な変化がIOD現象の季節依存性に対して重要な役割を果たしていることを示唆している。

本研究では、世界で初めて大気海洋結合モデルにおいてIOD現象を再現することに成功した。さらに、本研究の結果から、IOD現象は海洋の力学過程が重要な大気と海洋

の相互作用の結果として生じていることが明らかになった。さらに、この結合モデルで再現された IOD 現象とエル・ニーニョ的な現象との間には関係は見られない。このことから、IOD 現象はインド洋に固有の大気海洋結合モードであることが示唆される。また、本研究の成果は、今後、データ同化などを行うことにより、将来 IOD 現象の予測が可能になることを示したと言える。