

# 論文審査の結果の要旨

氏名 宮坂 貴文

本論文は7章から構成される。南北両半球における夏季および冬季の亜熱帯高気圧の3次元構造と形成力学を、データ解析および観測される非断熱加熱強制を与えたプリミティブ方程式系モデルによる数値実験により論じたものである。

導入部の第1章では亜熱帯高気圧の特徴と先行研究が論じられている。海面気圧に観測される亜熱帯高気圧は、冬季は帯状に伸びた高圧帯としての性格を強く持つのに対し、夏季はセル状の形状をなして発達し、海洋東部沿岸付近に強い赤道向きの海上風を伴う特徴を持つ。夏季のセル状亜熱帯高気圧の形成に関するモデル実験に基づいた先行研究においては、モンスーンに伴う対流加熱の役割を強調する「モンスーン・砂漠メカニズム」説と、大気下層の海陸加熱コントラストが重要であるとする説との間で、まだ決着がつかないことを指摘した。一方、冬季の亜熱帯高気圧については多くの先行研究が地域による構造の違いについて論じているものの、その平均的な構造の形成メカニズムについては未解明であることを指摘した。第2章は、利用したデータと解析手法、モデルの説明に当てられている。

第3章および第4章では、各々北半球および南半球の夏季の亜熱帯高気圧の3次元構造の解析結果とその知見に基づく数値実験の結果が論じられている。北太平洋、北大西洋、南太平洋、南大西洋、南インド洋の各海域東部で夏季に観測されるセル状の地上亜熱帯高気圧は、上空に南北の渦度ダイポールを伴い、高緯度側では等価順圧的、赤道側では第1傾圧モード構造をしていることが分かった。波活動度フラックスの診断からは、北大西洋以外では、亜熱帯高気圧の上空には顕著なロスビー波の入射が見られず、北半球夏季の亜熱帯高気圧はむしろ上層プラネタリー波の局所的波源としてふるまうことがわかった。次に観測された東西平均場を基本場として与えるプリミティブ方程式系モデルを用い、局所的に非断熱加熱を強制として与えた場合の大気の応答を評価した。その結果、各海域に見られる夏季の亜熱帯高気圧は主に大気下層の海陸加熱コントラストに対する局所的な応答として形成されることが初めて明瞭に示された。そして先行研究の主張した「モンスーン・砂漠メカニズム」は主要な形成要因ではなく、モデル設定と結果の解釈の間に問題があったことが指摘された。最後に亜熱帯高気圧の季節的な進行の解析により、夏季亜熱帯高気圧を含む局所的なフィード

バックの形成は大陸上の顕熱フラックスの増大によって開始することが示唆された。

第5章および第6章では、各々北半球および南半球の冬季の亜熱帯高気圧の3次元構造および形成過程が診断的に論じられた。その結果、冬季の亜熱帯高気圧の三次元構造は夏季と同様であることがわかった。一方上層において、北太平洋、北大西洋、南太平洋では中緯度側から、南インド洋では低緯度側から亜熱帯高気圧上空の南北渦度ダイポールに対して波活動度の入射が見られた。これにより、冬季の亜熱帯高気圧はプラネタリー波の下流側の構造物であることを示唆した。さらに北大西洋、南インド洋、南大西洋では移動性擾乱が地表の高気圧、そして上空の南北渦度ダイポールを強めるように働くことを示した。

第7章は全体のまとめと展望を述べている。

以上のように本論文は、全球5つの亜熱帯高気圧について夏季・冬季のそれぞれについて構造と形成メカニズムを総合的に論じることに成功した。そして亜熱帯高気圧が一年を通じて同様の三次元構造をしているにも関わらず、その形成力学は夏季と冬季で本質的に異なることを明らかにした。特に夏季亜熱帯高気圧は、大陸上の顕熱加熱と海洋性層雲に伴う長波放射冷却とによる下層大気非断熱加熱に対する局所的な熱応答として形成されることを初めて明確にし、こうした海陸加熱コントラストが上空のプラネタリー波の波源としても振る舞い得ることも示した。これは、過去の研究で示唆され近年の多くの研究に影響を与えてきた「モンスーン・砂漠メカニズム(モンスーン域対流加熱の遠隔影響)」が夏季亜熱帯高気圧の形成に二次的な役割しか果たさないことを明確にし、局所的な海陸フィードバックの仕組みと季節進行を明らかにした点で重要な成果である。また冬季の亜熱帯高気圧は夏季とは異なり、中高緯度あるいは低緯度で励起されたプラネタリー波の下流側の構造物であるという示唆を与えると共に、そこでの移動性擾乱の役割を示したことも、将来の研究への展望を与えた点で評価される。

なお、第3章の結果は、指導教員である中村尚氏との共著論文として Journal of Climate へ掲載されており、第4章の結果は同じく投稿予定であるが、いずれも論文提出者が主体となってデータ解析・数値実験及びその結果の解析等を行なったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

従って、博士(理学)の学位を授与できると認める。