

論文審査の結果の要旨

氏名 宮川 知己

マッデン=ジュリアン振動(MJO)とは赤道域で数1000kmスケールの対流活発域を伴う波数1の擾乱が東進し、30-60日で地球を1周する現象である。MJOは熱帯域で最大の振幅をもつ季節内変動であり、台風やエルニーニョの発生、中緯度の気象にも影響を与え、中期の気象予測にとって重要な現象である。MJOは、衛星観測により、その中に対流雲群から構成される西進雲クラスターを内在する、スーパークラスターと呼ばれる東進する大規模な雲クラスターを伴うなどの複雑な階層構造を持つことが知られている。しかしながら、小規模で複雑な挙動をする対流雲が重要な役割を演じているため、その力学や東進の機構の理解は不十分で、全球大気の数値モデルによる再現精度も低い。

申請者は、最近、対流雲群から構成される雲システムを解像する画期的な全球大気モデル(Non-hydrostatic Icosahedral Atmospheric Model: NICAM)により、世界で初めてMJOが再現されたことに注目し、この出力データを用いて、MJO内の対流雲システムの運動量輸送(Convective Momentum Transport: CMT)を解析した。その結果、CMTは集団として背景東西風に対して大きな加減速の効果を持つこと、とりわけMJOに伴う西風域の東進を大きく遅らせる働きをしている可能性があることを明らかにした。

第1章では、対流雲群で構成される降水バンドによる運動量輸送及びMJOに関する包括的レビューが行われ、第2章では、本研究で用いるデータの詳細と、MJO中心の決め方、降水バンドの客観的な抽出方法などの解析手法が記述されている。

第3章では、最初に、NICAMが再現した降水バンドと熱帯降雨観測衛星搭載のマイクロ波放射計で観測された降水バンドの地域別の頻度分布が概ね良く対応することが確認され、降水バンドの事例数が豊富でかつ頻度分布の偏りが小さい100° - 170°E, 12°S-12°Nが主要な解析領域として選定される。NICAMの降水バンドは全体としては東西方向に長軸を持つものが支配的であったが、MJOの中心から西20°の範囲では南東-北西方向の長軸を持つ傾向が見られた。続いて、NICAMが再現したMJOの風速場が、気象庁気候データ同化システム(JCDAS)による再解析データとも良く対応していることが確認された。

第4章では、NICAMの出力データを用いて、MJO内でのCMTによる加速の分

布構造が求められ、強い加速をもたらすCMT を伴う降水バンドは赤道域ではMJO 中心から西20°にかけて最も多く存在することが示された。これらの降水バンドに伴うCMTは集団としては、背景東西風に対して、下層で正、中層で負、上層で正の加速という3 階建て構造の加速特性を持っていることも示された。

第5章では、MJO の構造がCMTの有無に依らないとの仮定のもとに、CMTの効果を除いた場合に期待されるMJO の位相速度が見積られている。その結果によると、CMTの減速効果が無ければ、MJOの東進速度は観測される値の2~3 倍となる可能性が示唆された。

第6章ではCMT による加速の3 階建て構造を構成する要素について、それぞれの降水バンドを東西鉛直断面に分解して調べている。各断面において上昇流／下降流を識別し、更にこの上昇流／下降流をCMT の性質によって分類して、各分類グループ別に3 階建て構造への寄与を集計したところ、中層における減速の半分以上は勾配拡散型でないCMTの寄与によるが、中層と上層を混合するタイプの上昇流など勾配拡散型のCMT も寄与していることが示された。

このように本論文は、MJOの東進に降水バンドに伴うCMT による減速効果が強く効いている可能性が高いこと、この減速には勾配拡散型とそうでないCMT の両方が寄与していることを明らかにしたものである。本研究に用いたNICAMの空間解像度は個々の積雲対流を解像するには不十分な7kmであるため、この結果が現実大気のカMTにどう対応しているかどうか、またCMTと降水バンドとの走向はどのような関係にあるか等については今後も検証が必要であるが、MJOの再現に成功したNICAMにおいてCMTが重要な役割を演じていることを明らかにしたことは、MJOの力学や東進機構の理解に繋がる重要な手懸かりを与えた研究として高く評価される。また、全球大気モデルにおける大きな不確定要素の1つであるCMTのパラメタリゼーションの開発にも貴重な示唆を与えるものである。

なお、本論文は高薮 縁氏(指導教員)、佐藤正樹氏、那須野智江氏、三浦裕亮氏との共同研究に基づくが、論文提出者が主体となって解析を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、博士(理学)の学位を授与できると認める。