

論文審査の結果の要旨

氏名 清木 亜矢子

赤道海洋上において強い西風が数日以上にわたって持続する現象は、「西風バースト」と呼ばれ、赤道を挟んだ双子低気圧（台風）との関連や、海洋表層の波動を励起することによって数年に一度起こるエルニーニョ - 南方振動（ENSO）現象発現の引き金として働くのではないかと、あるいは、マッデン - ジュリアン振動（MJO）と呼ばれる30 - 40日をかけて赤道を一周するより大規模な大気現象に関連して起こっているのではないかと等、熱帯大気の時空間的にスケールの異なる現象との関連でも注目を集めている。西風バーストについては、これまでにケーススタディ等の研究はあるが、現象の実態とそのメカニズムの理解には至っていない。本研究は、長期間の観測データをもとに、西風バースト現象の統計的、力学的様相について異なる階層の現象との相互作用に焦点を当てて解析を行ったものである。

第1章では、西風バースト現象についてのこれまでの研究がレビューされ、この現象が一般にMJOの西風位相に伴って起こることが多いとされており、ENSOの引き金としての役割が指摘されていること、しかしながら、全経度帯にわたる長期間の統計はなく、MJO振幅とENSOの間にも有意な相関はないことなどが指摘される。

第2章では、ヨーロッパ中期予報センターの再解析データにもとづき、近年23年あまりの全経度帯での西風バースト発現の様相が統計的に解析される。西風バーストは、赤道をはさむ緯度5°で平均された長期間の気候学的平均からの偏差風が東西1100km以上の範囲で、2日以上にわたって5m/secを越えたときと定義された。すなわち、西風バーストはいわゆる総観規模の現象と定義される。西風バーストは、インド洋、西部 - 中部太平洋、および、東太平洋の3地域で頻繁に発現することがわかった。

さらに、西風バーストの発現頻度は、エルニーニョ現象に伴う海面水温偏差と密接な関連を持つことが初めて明らかになった。すなわち、エルニーニョ発生におよそ9か月先立って西太平洋での西風バーストの頻度が増加し、その後エルニーニョに伴う高海面水温偏差が東へ拡大するにつれて西風バーストの発現場所も東へ移動する。エルニーニョのピークの後約11か月後にはインド洋での西風バースト頻度が極大になる。

西風バースト発生前後の総観的な状況を細かく解析すると、東進してきたMJOの西風偏差かつ対流活発域が西風バーストの発生経度付近で減速、停滞し、バーストの発生に至

っている様子が明らかになった。西風バースト発生時の合成図では赤道を挟んで南北に双子低気圧の様相が見える。

また、過去いくつかの研究では、おもに冬季中緯度から熱帯への寒気吹き出しが西風バースト発現の引き金となっていたケースがあると報告されている。長期間データの合成図解析により、本研究では、このような中緯度からの影響の見られないケースも多く、中緯度強制は、西風バーストの必要条件ではないと結論される。

さらに、MJOの振幅と西風バースト発現の相関関係について吟味が行われ、過去の研究同様単純な相関関係は見られないが、MJO振幅が大きいほどバースト発現の頻度も高くなる傾向が見出された。

第3章においては、西風バーストの発生に対するMJOやENSOなどより大規模、長周期の場の影響に焦点が当てられる。前章の結果にもとづき、大きな振幅のMJOイベントをENSO時とそうでない時期にグループ分けして、西風バーストを含む総観規模擾乱の運動エネルギー収支解析が行われた。その結果によると、ENSO時の大規模場は、赤道上で東西風収束があること、および、赤道に西風が集中することによる西風の南北方向のシアが強くなっていることの2点により、総観規模擾乱への順圧的なエネルギー変換が可能になっていることがわかった。また、渦度収支の解析により、総観規模の対流に伴う渦管の伸びにより低気圧性の循環が強化されていることがわかった。

第4章では、結果のまとめと本研究の成果の意義が議論される。

以上のように、本研究は熱帯域で注目を集める西風バースト現象について、組織的な統計解析と力学解析により、バースト発生がENSOやMJOといったより大規模場に制御されていることを見出した。これまで、ENSOの引き金として注目を集めていた西風バーストであるが、ENSO発現時に西風バーストが起こることは偶然ではなかったことになり、これはENSOの予測可能性の議論にも大いに影響を与える重要な結論である。

なお、本論文第2章および第3章は、高薮 縁氏との共著論文の結果を含んでいるが、論文提出者が主体となって計算及び解析をおこなったもので、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。