

論文審査の結果の要旨

氏名 西井和晃

冬季成層圏の大規模波動伝播の研究は東西平均場と東西非対称成分を波動と捉え、その波動を各東西波数成分に分離して東西平均場と各波数成分の相互作用の立場で議論される。一方、対流圏循環の研究において、時間平均した場を基本場として、それからの偏差を波動と捉えてその波動伝播を議論する方法がある。論文提出者はその手法を用いて、冬季成層圏の大規模波動伝播の研究をおこない、方法の有効性を確認するとともに、局所的大規模波動伝播に関して興味ある成果を示した。

論文は4つの章からなっている。第1章は、これまでの研究、問題の背景と方法が述べられている。極夜ジェットの卓越する冬季成層圏上部では、東西波数1程度の波が卓越する一方、風速が比較的弱い成層圏下部では東西波数3程度までの成分も存在でき、循環変動が波束的振舞を示す可能性を示している。波束伝播に対する基本場は、緩やかな季節進行を反映する31日移動平均循環場とし、準停滞性の季節内変動は切離周期8日の低周波フィルタを施した場から基本場を差し引くことにより定義されている。その波束伝播に伴って保存される波活動度等を導入している。

第2章では、成層圏の波動擾乱が対流圏の局所的な循環偏差の形成に影響した典型例として、1997年8月上旬にオーストラリアの南方海上で発達した準停滞性の地上低気圧について詳細に解析を行った。この低気圧性偏差の上流側では成層圏からの下向き波活動度の流入が顕著であり、これが準停滞性の低気圧性偏差の発達に寄与していた。この下向き伝播が存在した経度帯の上流側では、下部成層圏の極夜ジェットに沿って、インド洋・大西洋上空にかけて東向きに群速度伝播する波束構造が見られた。さらに上流側のドレーク海峡上空では対流圏のブロッキング高気圧から上向き波活動度の流入が顕著であった。その波活動度の鉛直伝播は東西非一様な西風構造に伴って局所的に形成される鉛直方向に伸びた導波管構造によく対応していた。成層圏からの下向き波活動度の流入が、対流圏の準停滞性季節内変動の形成の一要因であることも初めて明

確に示している。

第3章は、近年25年間の大気再解析データを用いて南半球晩冬に観測される中高緯度下部成層圏における季節内変動とその波束的3次元伝播についての気候学的分布を明らかにしている。準停滞性変動は、極夜ジェットの軸に沿って活発で、著しいのは南東太平洋から南米上空にかけてである。これらの地域は、ブロッキング高気圧など対流圏季節内変動が活発な領域のやや下流側に位置し、圏界面を越えての波活動度の上向き流入が顕著で、対流圏の局所的循環偏差が波源となっていたことが示唆される。これらの領域のさらに下流側では、逆に成層圏から対流圏への波活動度の流入が顕著である。いずれの領域においても、波動が鉛直伝播しやすい導波管構造が存在していることが示唆された。更に、晩冬において成層圏から対流圏への下向き波活動度の流入にみられる経年変動が特に大きなオーストラリアの南方域において、活動度の流入が顕著であった月において、その地域で対流圏の亜寒帯ジェットが強化され、そのやや上流で成層圏極夜ジェットの軸が極側にやや変位する傾向がみられた。これの下向き伝播の顕著な月では、対流圏界面付近の西風の南北・鉛直方向の負の曲率が増大し、これが極夜ジェットと亜寒帯ジェットを結ぶ鉛直の導波管構造の形成に寄与したものと理解できる。

南半球中高緯度の対流圏では、極域と中緯度の気圧シーソーを表す環状モード(SAM)に伴う経年変動と、エルニーニョ南方振動(ENSO)の遠隔影響としての経年変動が卓越する。これらの変動が季節内変動に伴う波活動度の鉛直伝播に与える影響はあまり顕著でないことが判明した。例外として、ラニーニャに伴ってオーストラリアの南方で成層圏からの波活動度の流入が増大し、その下流側で対流圏季節内変動が顕著になる傾向を確認している。第4章で全体のまとめが述べられる。

論文提出者は、上下向きに伝播する経度方向に限定された準停滞性ロスビー波束という新しい概念を導入し、その波束を介した対流圏成層圏の結合変動を提唱した。具体的には成層圏へ波束が伝播しやすい導波管構造をもつ経度帯で波動が射出され、その波束の波数2-3の成分は上向きから下向きに導波管にそって下方伝播する。さらに対流圏で別の循環形成に働く。このような新しい事実は本研究で初めて明らかにされたものである。これらの研究は、成層圏力学研究の新しい側面を開拓したものの

であり、極めて独創性が高く、優れた研究と評価できる。

なお、本研究の成果の一部は中村尚との共著論文として印刷済みであるが、論文提出者が主体となって問題の設定や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。

したがって、論文提出者に博士（理学）の学位を授与できると認める。