

論文審査の結果の要旨

氏名 井上 誠

近年、成層圏オゾンホールと関連して、成層圏と対流圏の結びつきや成層圏の気候への影響が話題となっている。冬季の成層圏対流圏結合に関しては、全球スケールの惑星波動が鉛直に伝播し興味ある現象を引き起こすことで多くの研究がある。本研究は、夏季や秋季における、領域的スケールのアジア域での成層圏と対流圏の結びつきを研究している。この論文の特徴は、様々な解析をおこなうことにより結合の実体解明がなされたことである。

論文は、5つの章からなっている。第1章は、これまでの研究と問題の背景が述べられている。第2章は用いたデータや解析手法が述べられている。第3章では、アジア域の夏季モンスーンと下部成層圏との関係を調べている。モンスーンが強化された年を抽出し、さまざまな物理量のコンポジット解析を行いモンスーン強化に伴う成層圏の応答を調べている。

モンスーンの強い年には日本、イラン付近2か所の下部成層圏に相当する100hPaで有意な高圧偏差が現れることを見出した。東アジア域では、低緯度フィリピン近海の下部対流圏で偏差への運動エネルギー変換が、中緯度上部対流圏では傾圧性による偏差へのポテンシャルエネルギー変換が正のセンスにあり、高圧偏差が維持されている。一方、中央アジアの中緯度域対流圏界面付近では順圧的エネルギー変換の方が支配的である。アララ海付近はアジアジェットの入りに相当し、そのような気候場の特徴的な構造にモンスーン強化に伴う偏差が重なることにより、中央アジア上空の高圧偏差の維持に関わっていると考えられる。このように、モンスーンの強化によって下部成層圏に作られる2つの高圧偏差の形成プロセスが異なっていることを明らかにしている。

第4章では、成層圏準2年振動(QBO)に伴う北半球、特に秋季アジア域の対流圏循環の変動を調べている。北半球冬季において、QBOが東風(西風)のときに極夜ジェットが弱化(強化)する傾向があることが知られている。本研究では、このようなQBOに伴う顕著な循環パターンを秋季にまで遡って季節発展的に解析し、その維持メカニズムを明らかにしようとした。秋季(9~11月)において地球一周帯状平均した東西風の分布を調べてみる

と、**QBO** が東風のときに対流圏から成層圏にかけての高緯度で東風偏差、中緯度で西風偏差、低緯度で東風偏差になることを確認している。半月という短いタイムステップで時間発展的に解析を行うと、この構造が秋季の10月頃に現れ始めて北進しながら顕在化していき、冬季に最盛期を迎えることを明らかにした。

アジア域における循環場の特徴として、**200hPa** の東西風分布は、**QBO** が東風のときに高緯度ユーラシア域で東風偏差、中国北部や日本を含む中緯度で有意な西風偏差、台湾を中心とする低緯度で東風偏差を示しており、地球一周の帯状平均場と対応した3極構造になっていた。局所的な子午面循環については、**QBO** の位相が東風のとき、アジア域の低緯度下部成層圏において顕著な南風偏差、下降流偏差となり、これらの有意なシグナルはインド付近の対流圏にまで伸びた構造を持つことを確かめている。運動量収支の解析により、アジア域の東西風偏差の維持には大気波動が大きく関わっていることが示唆されている。熱的バランスとして、**QBO** が東風のときにインド付近の対流圏で下降流による断熱加熱のセンスとなり、それとバランスする非断熱冷却偏差となっていた。また、この地域の南側で、北からの波活動度フラックスが顕著な収束偏差となっていた。このような状況がアジア域に有意な循環偏差をもたらしている可能性が示唆された。最後に、アジア域と北半球の他地域との比較解析を行い、秋季のアジア域は熱帯成層圏から中緯度対流圏にかけてつながったような**QBO** シグナルが現れやすい地域であることを確認している。第5章は全体のまとめである。

論文提出者は、モンスーンの強い年に日本、イラン付近2か所の下部成層圏に有意な高圧偏差が現れることを見出し、詳細に解析することで形成の要因が異なることを示した。様々な物理量のバランス解析をおこない、成層圏準2年振動のアジア域対流圏への影響を詳細に調べ、アジアモンスーン域において成層圏と対流圏の力学的リンクが存在する可能性を提示したのは本研究が初めてである。このことにより、力学的リンクのさらなる理解が進み、気候の予測精度を上げることに繋がる。これらの研究は、アジア域での対流圏成層圏の結合という新しい側面を開拓したものであり、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高橋正明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、データ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（環境学）の学位を授与できると認める。