



TITLE:

Variability in the temperature structure around the tropical tropopause and its relationship with convective activity(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Ono(Nishimoto), Eriko

CITATION:

Ono(Nishimoto), Eriko. Variability in the temperature structure around the tropical tropopause and its relationship with convective activity. 京都大学, 2013, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2013-01-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k17251>

RIGHT:

学 位 審 査 報 告 書

(ふりがな) 氏 名	おおの(にしもと) えりこ 大野(西本) 絵梨子
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 25 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科 地球惑星科学 専攻
(学位論文題目)	<p>Variability in the temperature structure around the tropical tropopause and its relationship with convective activity</p> <p>(積雲活動と関係した熱帯対流圏界面温度構造の変動特性)</p>
論文調査委員	(主査) 塩谷 雅人 教授 余田 成男 教授 向川 均 教授

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	大野(西本) 絵梨子
論文題目	Variability in the temperature structure around the tropical tropopause and its relationship with convective activity (積雲活動と関係した熱帯対流圏界面温度構造の変動特性)		
(論文内容の要旨)			
<p>熱帯対流圏界面付近の温度構造は、成層圏に流入する空気塊の水蒸気量を規定しうるため、地球大気質の変動を理解する上で重要であることが認識されている。しかしながら、これまでこの領域で見られる温度変動は、熱帯域に固有な大気波動や季節内振動といった既存の体系の中で個別に解釈されるにとどまり、包括的な理解が十分ではなかった。この論文では、熱帯対流圏界面付近で特徴的に見られる馬蹄形をした赤道対称な低温域に注目し、全球再解析データを用いてこの馬蹄形温度構造のさまざまな時間スケールの変動特性と積雲活動との関連について明らかにした。</p> <p>はじめに、馬蹄形温度構造を抽出するための指標値を定義した。この温度構造は定常熱源に対する応答として理論的に知られる松野-ギルパターンであると解釈できるので、松野-ギルパターンを構成する2つの要素(西側のロスビー波応答と東側のケルビン波応答)に着目し各々をまず指標値化した。さらにこの2つの指標値が同期して変動することから、直交関数展開した第1成分を馬蹄形インデックスと定義した。月平均100hPa温度場データに対してこの馬蹄形インデックスを計算し、その季節変動特性について調べた。その結果、特徴的な3つのモンスーン領域(南アジアモンスーン、北太平洋モンスーン、オーストラリアモンスーン)における積雲活動と同期して馬蹄形インデックスも季節変動することが分かった。さらにエルニーニョ-南方振動(ENSO)サイクルにともなう積雲活動の年々変動との関連を調べたところ、北半球夏季の北太平洋モンスーン域では半年遅れで相関関係を持つが、南アジアモンスーン域では必ずしもENSOサイクルとの関係が認められなかった。一方、南半球夏季のオーストラリアモンスーン域では、積雲活動がENSOサイクルにともない東西に移動し、馬蹄形インデックスも積雲活動と関係して有意に変動していることが明らかになった。</p> <p>次に日平均データにもとづいて、南半球夏季に顕著な季節内振動が熱帯対流圏界面付近の温度構造に与える影響について調べた。季節内振動の時間スケールでも低温域は馬蹄形構造を示し、インド洋から中央太平洋域にかけて東進する。この特徴を調べるため、まず外向き赤外放射に見られる季節内振動イベントを抽出し、それらの経度位相の変化に着目したクラスター解析をおこなったところ、4つの主要なクラスター(C1-C4)が検出された。C1とC2はそれぞれラニーニャとエルニーニョ時に対応するものであり、C2はC1に比べて積雲活動域がより東方へ伝播する。またC3とC4はENSOサイクルの観点からは中立的なものであるが、C4はC3に比べてより東方まで伝播する特徴を持つことが分かった。より東方へ伝播するC2とC4については、西太平洋域の高い海水温度域がより東に広がっていることが示された。この4つのクラスターについてコンジット解析をおこない、対流圏界面温度の特徴と馬蹄形インデックスとの関係を調べた。その結果、どのクラスターにおいても馬蹄形インデックスと積雲活動は季節内振動イベントの期間を通して有意な相関関係を示すことが分かった。これらの結果から、季節内振動の時間スケールでも、熱帯対流圏界面付近の馬蹄形の温度構造は東進する積雲活動と関連していることが明らかになった。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

この論文では、熱帯対流圏界面領域の温度構造とその時空間変動について、特にこの領域で特徴的に見られる馬蹄形をした低温域に注目した解析をおこない、それが積雲活動と対応して変動をすることを様々な時間スケールの現象に着目して解明した。

まず、これまで気候学的な特徴のみが認識されていた馬蹄形の低温域を客観的に抽出する手法を提示した点は新しい工夫として評価できる。馬蹄形の温度構造は定常熱源に対する応答として知られる松野-ギルパターンであると解釈できるので、このパターンを構成する 2 つの要素(西側のロスビー波応答と東側のケルビン波応答)に着目してそれぞれを指標値化し、さらに直交関数展開してその第 1 成分を馬蹄形インデックスと定義した。定義された馬蹄形インデックスは、その特徴的な構造を持つ低温域の場所と強度を適切に表現し、熱源応答としての低温域の時空間変動を把握するために有用な指標である。このインデックスは、客観解析データやモデルデータ結果を相互に比較する際にも有効で、今後このインデックスを用いた研究が盛んにおこなわれる可能性がある。このように新規かつ有用な指標を提示したことは評価できる。

この馬蹄形インデックスを用い、積雲活動の活発な 3 つのモンスーン領域について積雲活動度との関係を調べ、両者が明瞭な季節変化を示すこと、さらにそれぞれの領域におけるエルニーニョ-南方振動との関連を明らかにした。特に、積雲活動域が赤道非対称な構造であっても、低温構造は対称的になり得ることを示した点は新しい観測事実である。また、馬蹄形インデックスを用いた解析により、熱帯域の低温偏差の強度が積雲活動と明瞭な相関関係を持って季節変動することを示した点も馬蹄形インデックスの有用性を示すもので、その新しい解析結果と相まって評価できる。

季節内振動現象にともない馬蹄形をした低温構造が見られることはこれまでも断片的に知られていたが、この点について馬蹄形インデックスを用い解析した点も興味深い。特に、季節内振動イベントを抽出する際、従来は代表的な時空間フィルターを通して得られたデータに基づく解析がほとんどであったが、フィルターをかけない日々のデータを用いて積雲活動域の空間位相の変動に着目し、クラスター解析により季節内振動の東進する様子を新しい視点で分類した点は高く評価できる。分類されたクラスターは、エルニーニョ時とラニーニャ時に対応して明瞭に区別され、どちらにも属さない中立的な場合でも、海面水温分布に対応して 2 つのクラスターに分けることができた。さらに、このようにして分類したそれぞれのクラスターに対するコンポジット解析から、すべてのクラスターで積雲活動度と馬蹄形インデックスが明瞭な相関関係を示すことを共通して見いだすとともに、それぞれのクラスターで最低温度が現れる時期や場所が異なることを明らかにした点も新しい解析結果である。このように本研究は、熱帯対流圏界面領域で特徴的に見られる馬蹄形構造をした低温域の時空間変動を理解するための新しい解析手法と重要な解析結果を提示している。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 24 年 12 月 18 日に論文内容とそれに関連した試問をおこない、その結果合格と認めた。