

局所的な熱源に対する大気の応答とその中緯度への影響

The response to the off-equatorial heating and its influences to the mid-latitudes

榎本 剛[1], 松田 佳久[2], Brian J. Hoskins[3]

Takeshi ENOMOTO[1], Yoshihisa Matsuda[2], Brian Hoskins[3]

[1] 地球フロンティア, [2] 東大・理・地惑, [3] レディング大・気象

[1] Frontier Research System for Global Change, [2] Earth and Planetary Physics, Tokyo Univ, [3] Meteorology, U of Reading

<http://homepage.mac.com/takeshi/research/>

局所的な熱源に対する大気の応答は、地球流体力学の基本的な問題の一つである。地球大気での代表的な例として、夏季インド・モンスーンに伴うベンガル湾上空の熱源があげられる。この熱源は、その中心が北緯 20 度付近にあり、赤道から離れているために、中緯度への影響が大きい。この講演では、プリミティブ・モデルを用いて調べた赤道から離れた熱源に対する応答及びこの応答への中緯度のジェットや山岳の影響について紹介する。また、数値実験の結果をもとに、日本付近で発達する深い鉛直構造を伴った小笠原高気圧の形成メカニズムを新たに提案する。

1. はじめに

局所的な熱源に対する大気の影響は、地球流体力学の基本的な問題の一つである。とりわけ、地球大気では、熱帯の対流活動の活発な領域が経度方向に局在化している。局所的な熱源の代表的な例として、夏季インド・モンスーンに伴うベンガル湾上空の熱源があげられる。この熱源は、その中心が北緯 20 度付近にあり、赤道から離れているために、中緯度への影響が大きい。熱源が赤道から離れると、中緯度のジェットに近づくので、熱源の応答に対するジェットの影響を考慮する必要がある。また、ベンガル湾の北にはチベット高原があるので、地形の影響も無視できない。

2. 数値実験

この研究では、プリミティブ・モデルを用いて、赤道から離れた熱源に対する応答及びこの応答への中緯度のジェットや山岳の影響について調べた。まず、静止大気中で赤道から離れた局所的な熱源に対する応答とを調べ、時間発展モデルでも Gill (1980) の示した定常解（赤道対称な熱源に対する応答と赤道反対称な熱源に対する応答との和）に似たパターンが得られることを確認した。熱源の西側にできた上層の高気圧は、チベット高気圧に対応するものと考えられ、第一次近似的に北半球の夏の大循環の形成にはベンガル湾の熱源が最も重要であることを示している。

次に、観測される 8 月の東西平均された東西風を基本場を含めて、ジェットの役割について調べた。静止大気中の応答とは異なって、ジェット上に鉛直流が生じたため、渦管の伸縮が生じ、定常ロスビー波が励起された。上層の渦度バランスを調べてみると、高気圧に伴う負の相対渦度の西風による移流とつり合うように、北風による正の惑星渦度の移流と下降流による正の渦度生成とが存在していた。ジェット上の鉛直流は、熱源付近のものとは異なり、断熱的であった。鉛直シヤーのあるジェットを含めた基本場には、温度風の関係から、南北温度傾度がある。このとき、等温位面はジェットの付近で南に向かって下降している。断熱運動は等温位面上に沿って生じるから、南に向かって下降する等温位面上の北風には下降流が伴うことになる。すなわち、ジェットの役割には西風があるということばかりでなく、等温位面を傾けるということもある。その結果、渦度移流と断熱的な下降流が生じた結果、ロスビー波が励起されたのである。

さらに、地形の力学的効果を調べるために、局所的な熱源、東西風だけでなく地形を含めた実験を行なった。地形のない場合に励起されていたロスビー波は、地形を含めるとみられなくなった。地形を含めた実験で波が抑制されたのは、ジェット上の鉛直流は弱くなっていたためである。熱的に励起された下降流（上昇流）が、ジェットが山岳に当たって生じた上昇流（下降流）とほぼ相殺して鉛直流が弱まっていた。

以上の実験では、8月に日本付近で見られる深い鉛直構造を伴う小笠原高気圧は生じなかった。このことは、ジェットや地形の影響の有無に関わらず、ベンガル湾の熱源から直接小笠原高気圧ができる可能性はほとんどないことを示している。同時に、小笠原高気圧の成因は、これまでの実験で省略されたベンガル湾以外の非断熱加熱の場の中にあることを示している。そこで、ユーラシア大陸上のジェットに沿う領域（シルクロード）の冷却と西太

平洋のうち、どちらが小笠原高気圧の形成に重要かを調べた。実験では、ベンガル湾の加熱、平均東西風、地形に加えて、シルクロードの冷却ないしは西太平洋の加熱のいずれかを含めた。実験の結果、ユーラシア大陸上の冷却を与えることが重要であることが分かった。一方、これまで日本への影響が大きいと考えられていた西太平洋の熱源は重要ではなく、ユーラシア大陸上の冷却を与えれば、西太平洋の熱源の有無に関わらず、小笠原高気圧が再現できることが分かった。

小笠原高気圧の深い構造が形成されるメカニズムは、次のとおりである。シルクロード上に冷却は、下降流をもたらす、この下降流に伴う上層の収束により渦度が強制される。チベット高気圧の北偏は平均東西流とチベット高気圧の時計まわりの循環とが重なりあって、ジェットが強化されている。このため、定常ロスビー波の伝播に好適な条件になっている。このジェット上を伝播した定常ロスビー波は、ジェットが弱くなる日本付近で滞留し小笠原高気圧を形成する。我々は、シルクロードの冷却により生じた定在波の伝播パターンをシルクロード・パターンと呼ぶことにする。なお、シルクロード・パターンは、チベット高気圧の中心が2～3つ存在し、ときには東端が切離することがあるという観測事実を説明する。

3. まとめ

以上、赤道から離れた局所的な熱源に対する応答及びジェットや地形の効果について概観した。また、数値実験の結果に基づいて、深い構造を伴った小笠原高気圧の形成メカニズムを新たに提案した。