

全球気候モデルと室内実験におけるブロッキング現象に関する考察

北野 慈和・山田 朋人（北大院工）

1. はじめに

我が国が位置する中緯度において時空間スケールが最大規模の気象擾乱としてブロッキング現象が挙げられる。この現象は、中緯度を絶えず東進している低気圧・高気圧の渦列の一部が流線から剥離してしまうことで一地域に留まり生じる気圧の停滞現象であり、数週間から一ヶ月程度豪雨や干ばつ、熱波や寒波が継続することで知られる。近年の例では、2010年にブロッキングの影響によりロシア西部にて異常高温が続き穀物収穫量の約30%低下及び500件にも上る山火事など農業及び経済的損失が発生し、連動するようにしてパキスタンでは大洪水により3000人近くの犠牲者が出た。このように長期及び広範囲に被害をもたらすブロッキングの解明及び予測は、将来の適応策を策定する上で必要不可欠である。

秦(2012)、Yamada & Hata(2013)は極域-赤道間の温度差（以下、南北温度差）に着目し、再解析データにおいて南北温度差が小さい年ほど卓越波数が減少し、ブロッキングの発生頻度が増加する傾向にあることを指摘した。同論文では南北温度差の低下について極域における氷雪の被覆率低下が要因とされており、気候変動にともなう南北温度差の減少はブロッキング発生頻度を増加させる効果を有すると推測される。一方、Matsueda et al.(2009)ではGCMによる2075~2099年の予測結果においてブロッキングの発生頻度は減少することを示しており、一概に南北温度差のみで現象を説明できないこともわかる。南北温度差がブロッキング発生頻度に与える影響を定性的に解明し将来予測に役立てる必要がある。

本研究では2つの手法によりこの問題にアプローチする。ひとつ目の手法はFowlis & Hide(1965)等によって提唱された回転水槽実験である。彼らの方法では実験条件と傾圧不安定波の波数の関係を求めたが、本研究ではそれらに加え振幅の大きさ及び砕波現象を観察する。第2の手法は、GCMによる将来の予測結果の解析であり、秦(2012)等が示した南北温度差に関する傾向が将来にも適用可能かを調べる。上記2手法について以下にその概要を示す。回転水槽実験については途中経過を記す。

2. 回転水槽実験

図1に従来の実験手法と本研究の手法の比較を示す。従来の手法は、水槽の壁面に冷温源を設置することで傾圧性を再現していた。本実験においては冷温源を水槽底面に設定し、中央部を冷却、外周部を加熱することによって傾圧性を形成する。これにより従来の実験では壁面により固定されていた振幅に自由度が与えられ傾圧波の振幅増大及び砕波を観察可能となった。この条件下において、水深、底面の温度差、回転数を変化させ、各々実験を行った。図2に熱ロスビー数及びテイラー数に対する観察された流れの形態を示す。

3. 将来予測結果の解析

将来予測結果の解析として、MIROC-ESM、CSIRO、BCC-ESMの3つのモデルを用い、比較のために再解析データであるERA40を用いた。その結果、1)ブロッキング発生頻度が高くなりやすい対流圏界面の高度がある。将来は対流圏界面が上昇することが予想される

が、その結果ブロッキングが発生しやすい対流圏界面の高度になりにくくなりブロッキング発生頻度が低下する。

2) 秦等が述べた南北温度差とブロッキングとの関係性は同じ気候条件の中では成り立つが、過去および温暖化の影響が濃い将来等の異なる気候条件間では適用できない。

の2点が推察された。

今後は、上述の対流圏界面高度及び南

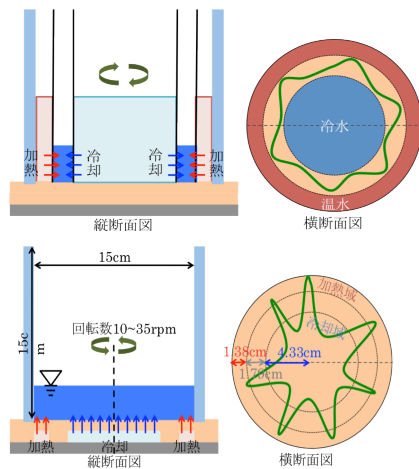


図1 実験水槽の概念図。Fowlis & Hide 等によって行われた古典的な実験装置（上）及び本研究で用いる実験装置（下）

北温度差を回転水槽実験における水深、底面温度差となぞらえ、流体力学的な要素として解釈が可能な範囲を明らかにし、定性的な説明を可能とする。

謝辞：本研究は MEXT/RECCA, MEXT/SOUSEI (theme C-i-C), JICA 及び JST の地球規模課題対応国際科学技術協力事業 (SATREPS) IMPAC-T と CREST (Core Research for Evolutional Science and Technology) の成果の一部である。

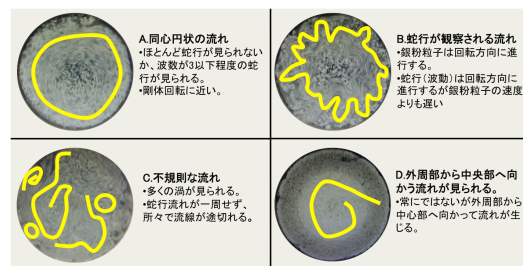
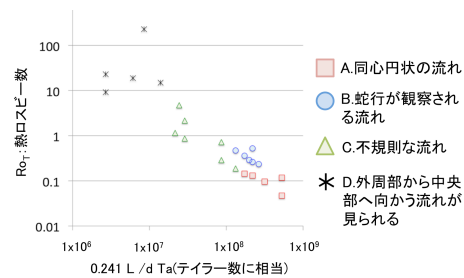


図2 無次元数による流れの分類（上）と実験において観測された流れの形態（下）

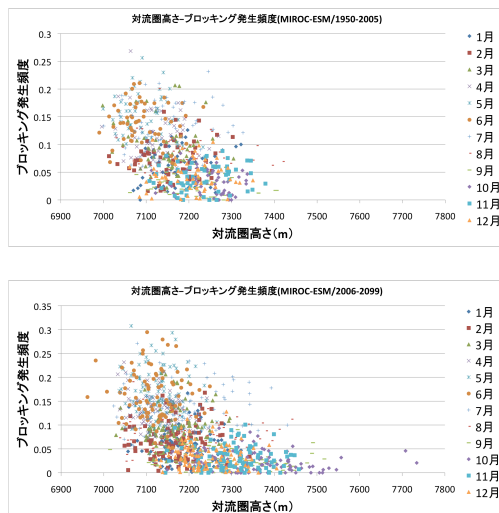


図3 MIROC-ESM による過去及び将来の対流圏高さに対するブロッキング発生頻度の関係図（月ごとにプロットしている）。

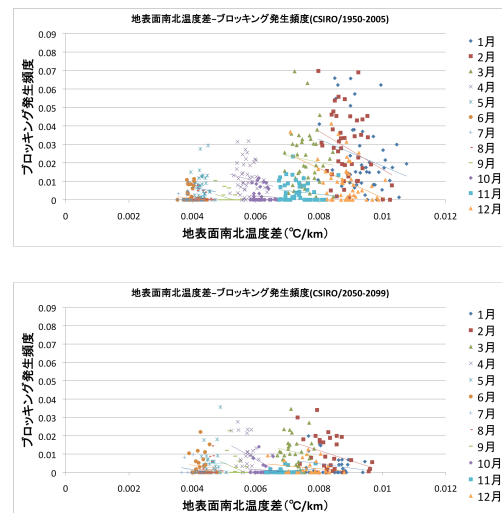


図4 CSIRO による過去、将来における地表面南北温度差及びブロッキング発生頻度差の関係図（月ごとにプロットしている）。