

U003-09

会場:ファンクショナルルームA

時間: 5月28日11:45-12:00

南極・南大洋域の大気循環とその変動—成層圏・対流圏・海洋結合系の観点から—

Atmospheric circulation and its variability over the Antarctica and Southern Oceans

中村 尚^{1*}, 西井和晃¹, 野中正見², 三瓶岳昭³

Hisashi Nakamura^{1*}, Kazuaki Nishii¹, Masami Nonaka², Takeaki Sampe³

¹東京大学大学院理学系研究科, ²海洋研究開発機構地球環境変動領域, ³会津大学先端情報科学センター

¹University of Tokyo, ²RIGC, JAMSTEC, ³University of Aizu

南半球中高緯度帯は、気候平均状態における大気や海洋の循環の東西一様性が北半球の中高緯度帯よりも格段に高い。これは、狭い南米大陸を除き中緯度・亜寒帯が海で覆われ、かつインド洋側に偏倚するものの南極大陸が極域を覆うという地理学的要因に由来する。南大洋は地球上で唯一、強い海流が緯度円を一周して流れる海域である。この南極周極流に沿っては、南緯45度付近に海面水温の南北勾配が強い海洋前線帯 (Antarctic Polar Frontal Zone) が形成され、亜熱帯からの暖流が合流する南大西洋からインド洋にかけて水温勾配が最も顕著である。前線帯に沿っては移動性高低気圧が頻繁に発達し、ストームトラックが形成される。発達中の高低気圧は極向きに熱を輸送して南北気温傾度を緩めようとする。これに対する温度風調節として、上空の西風運動量が下方輸送される結果、海洋前線帯に沿って海上偏西風が強まる。これが大航海時代からこの海域が「吠える40度」「荒れ狂う50度」と呼ばれる所以である。高低気圧による熱輸送で気温傾度が緩められると、海洋から大気への熱供給差が海洋前線帯の南北で拡大するため、下層の気温傾度は急速に回復するという「海洋傾圧調節過程」が、高低気圧の繰返し発達を可能にするものと考えられる。

こうしてストームトラックに沿って増幅した高低気圧波動は、対流圏上層で亜熱帯へ伝播してゆくが、その過程で西風運動量を中緯度へ輸送するため、海洋前線帯上空には、海上まで達する深い構造を持った西風ジェットが形成される。この「極前線ジェット」の揺らぎが、中高緯度対流圏循環で最も卓越する「環状モード」変動の本質である。南半球春季には、環状モードは成層圏の極夜ジェットと連動するような非常に深い構造を持つ傾向があり、この深い変動に伴い、1980年代後半以降の南極上空の成層圏の寒冷化とオゾン減少の影響が対流圏へ及び、海上偏西風が強化されたとも言われている。

南半球中高緯度帯は、大気大循環モデルの下方境界条件から陸地を排し、東西一様な海水温分布を付与すると言う「水惑星実験」の結果と現実の大気循環との比較が許される唯一の領域である。海洋前線帯に伴う水温勾配を含む現実的な境界条件を与えた場合と、勾配を平滑化した境界条件を与えた場合の2つの「水惑星実験」の結果を比較することにより、中緯度のストームトラックと極前線ジェット、環状モード変動を現実的に再現するには中緯度の強い水温勾配が不可欠である事が確認できる。

但し、南極周辺における対流圏・成層圏結合変動をもたらすのは環状モードだけではない。中緯度・亜寒帯域には移動性高低気圧よりも水平波長の大きな準停滞性ロスビー波が存在し、移動性高低気圧との相互作用によって局所的に増幅する場合がある。こうして形成されるブロッキング高気圧は偏西風を大きく蛇行させ、局所的に波動のエネルギーが蓄積される。もし対流圏の極前線ジェットから成層圏の極夜ジェットをつなぐような導波管が形成されれば、蓄積された波動エネルギーは、ロスビー波として成層圏へと伝播し、極渦とその縁辺の極夜ジェットを弱めよう

と働く。実際、一時的にオゾンホールを破壊してしまった2002年9月下旬の顕著な成層圏突然昇温現象は、南東大西洋で発達したブロッキング高気圧から上方に射出されたロスビー波がもたらしたものである。なお、このとき、ブロッキング高気圧の形成の引き金になったのは、亜熱帯南太平洋で異常に活発化した積雲対流活動により対流圏に強制されたロスビー波束であったことが確認されている。

キーワード: ストームトラック, 海洋前線帯, 極前線ジェット, 極夜ジェット, ロスビー波, 環状モード変動

Keywords: storm track, oceanic frontal zone, polar-front jet, polar-night jet, Rossby waves, annular mode