

ウォーカー循環のインド洋西部の下降流における 季節性と赤道域の気象との関係

新井 涼子

1 はじめに

ウォーカー循環は赤道付近上の大気の東西循環である。ウォーカー循環はエルニーニョ南方振動の有名さから太平洋上の大きな上昇気流に注目が集まりがちであるが、本研究ではインド洋西部の下降流に注目する。Fig.1.1は10°S-10°Nの年平均鉛直流の南北平均をとった図、すなわちウォーカー循環を描画したのものである。この図から、インド洋西部の下降流はウォーカー循環の他の部分の下降流に比べると先鋭であることがわかる。また Fig.1.2 はインド洋西部の年平均鉛直流を南北方向に切断した東西平均を描画したもので、この下降流が南北に長いことが観察できる。つまり、この下降流の特徴として、インド洋西部上に東西に薄く、南北に広く落ちていることが挙げられる。そのため、この下降流は Wall と名付けられており、本研究では、Wall と各地の気象の関係を調べていく。

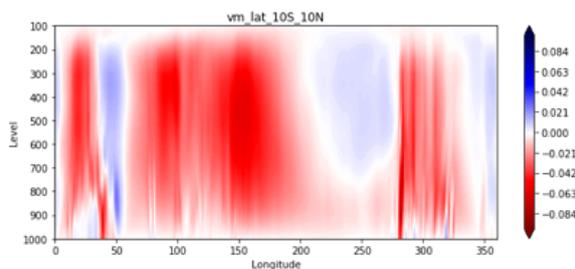


Fig. 1.1: 10°S-10°N の年平均鉛直流の南北平均

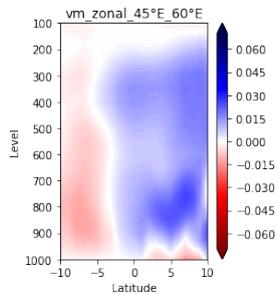


Fig. 1.2: 45°E-60°E の年平均鉛直流の東西平均

2 先行研究

インド洋西部の下降流に注目した先行研究である、[1] Kohyama et al. (2021) では主に以下の3つのことが結論づけられている。

- (1) Wall は年に2回のピークを持ち、アフリカの降雨サイクルを決定している
- (2) Wall はエルニーニョ現象等の海面水温の変化の影響を強く受ける
- (3) Wall がインド洋西部に存在しなければならないのは、東アフリカに高い山があることによる。

本研究では、以上の点を踏まえてさらに詳しく Wall を解明するべく、季節別に解析を行う。

3 データと手法

3.1 領域とインデックスの定義

ERA-Interim 再解析データから、1979年-2017年の468ヶ月分の鉛直流のデータ、緯度: 10°S-10°N, 経度: 40°E-60°E, 高度: 850,550,250 m の平均値をとり、それを規格化したものをウォーカー循環のインド洋西部の下降流域のインデックスとし、Wall インデックスと呼ぶ。また、後に Wall と比較する領域として Nino3(緯度: 5°S-5°N, 経度: 150°W-90°W, 高度: 850,550,250 m) 領域においても同様のインデックスを計算する。この緯度経度は、エルニーニョ南方振動を定義する時によく用いられる領域と同等である。

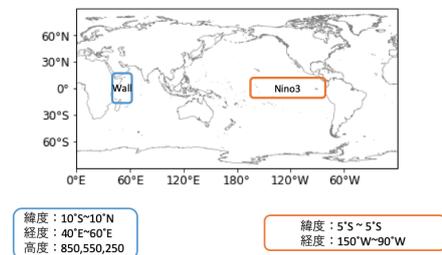


Fig. 2.2: Wall と Nino3 の領域

3.2 Wall との比較対象

Wall と各地の気象の関係を調べるために、3つの気象データとの検証を行う。使用するデータは、

- 鉛直流 (vm : vertical motion)
→ ERA-Interim 再解析データ
- 世界の降水量 (precip : precipitation)
→ GPCP 雨量解析データ
- 外向き長波放射 (OLR : outgoing longwave radiation)
→ NOAA Interpolated OLR

鉛直流に関しては Wall を定義したものと同一データの異なる次元を使用している。

4 結果

4.1 Wall の季節性

月別に描画した vm を観察すると、Wall が強くなっているのは、7,8,9月と1,2,3月であり、これは先行研究と整合する。また、Fig.4.1のように季節ごとに Wall を描画すると、12,1,2月 (DJF) と6,7,8月 (JJA) で強く、それに続いて9,10,11月 (SON)、最も弱くなるのは3,4,5月 (MAM) だとわかる。本研究では季節別で考える際、上に記した3ヶ月ごとに区別するものとする。

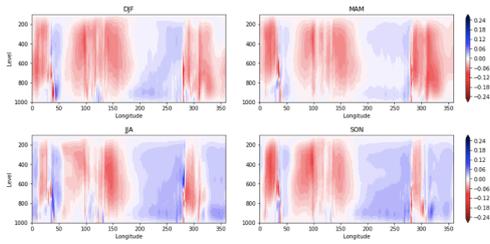


Fig. 4.1: Fig.1.1 と同様、ただし季節別

4.2 Wall と他の気象データの季節性

季節別にコンポジットの差を見ていく。コンポジットの取り方は、インデックス Wall について、1.5 以上の時と、-1.5 以下の時の差をとった。

Fig.4.2 と Fig.4.3 は降水量と OLR のコンポジットの差を描画したものである。

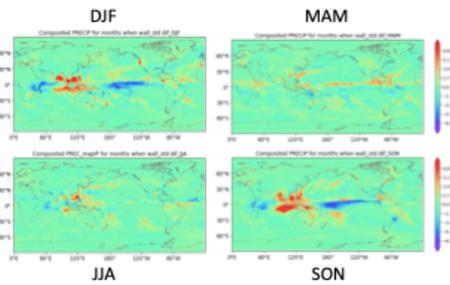


Fig.4.2: 降水量の季節別コンポジットの差

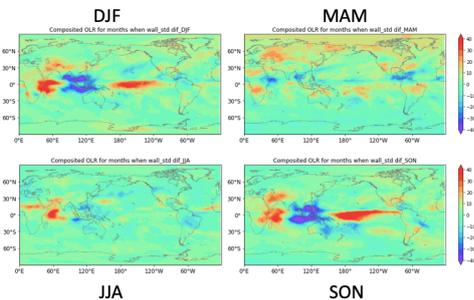


Fig.4.3: 外向き長波放射の季節別コンポジットの差

鉛直流、降水量、OLR に共通している点について以下のことが挙げられる。

- DJF,SON：コンポジットの差をとると似たような濃い色の差が浮き出ており、これらの時期には Wall によって赤道域の受ける影響が強くなっていることがわかる。これはつまり、ウォーカー循環全体がこの時期に強まっていると予想できる。
- MAM,JJA：コンポジットの差をとると、上の2つの季節と比べるとその強弱による差はあまりない。ただし、MAMでは Wall が非常に小さくなっているのに対して、JJA では Wall が非常に強いにも関わらず、コンポジットの差が Wall 周辺以外でほとんど出ていない。このことから、2つの季節の結果は似ているが、その要因は違うものであると考えられる。つまり、JJA ではローカルな理由で Wall が強くなっている。これは先行研究で言われている、東アフリカの高山の影響と整合する。

4.3 Wall と Nino3 インデックスの相関

上記の考察はコンポジット図の見た目での観察であるため、続いて数字を用いた検証も行なっていく。Wall の年平均のコンポジットの差をみると、Nino3 の領域に近い部分に関係が強く出ているため、この領域との相関を調べる。季節別と年平均で計算を行うと結果は以下ようになった。

- 0.39 (DJF)
- 0.08 (MAM)
- 0.16 (JJA)
- 0.61 (SON)
- 0.29 (Annual)

SON で最も循環が強まることが確認できる。また、月ごとの相関をグラフにすると、下図のようになる。

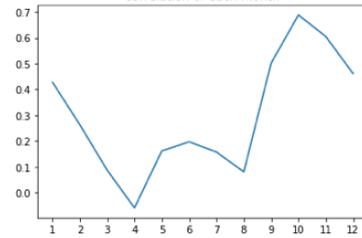


Fig. 2.1: Wall と Nino3 の月別の相関

つまり、「DJF と SON でウォーカー循環全体が強まっている」という予想と整合する。

5 まとめと今後の課題

ウォーカー循環のインド洋西部の下降流の季節性について論じるため、その領域で Wall インデックスを計算した。Wall が強くなる時期は二回ほどあるが、その理由は異なる。最も Wall が強まる JJA では、地理的な要因、例えば、アフリカ東部の高山の影響がある。一方、DJF と SON ではウォーカー循環全体が強くなることで、必然的に Wall が強くなっているといえる。本研究では、MAM で下降流が弱まる理由については触れなかったため、今後の研究でその検証を行うことができれば、ウォーカー循環の理解が深まる。

参考文献

- [1] Kohyama,T, T.Suematsu, H.Miura, and D.Takasuka(2021), A Wall-Like Sharp Downward Branch of the Walker Circulation Above the Western Indian Ocean, *J.Geophys. Res. Atmos.***126**, e2021JD034650.
- [2] 田中博, 地球大気の科学, 共立出版, 2017.
- [3] Physical Science Laboratory <https://psl.noaa.gov>