

JRA-25 に表現される熱帯低気圧場とその年々変動

釜堀弘隆（気象研・気候）

1. はじめに

熱帯低気圧は大きな災害をもたらす擾乱であるため、これまで観測においても、また数値モデルによっても、その詳細が長年にわたり調べられており、その構造や発生・維持メカニズムなどはかなり理解が進んだ。熱帯低気圧が直接もたらす災害と同時に、その強い対流活動のため、熱帯低気圧の活動が全球環境場にある程度の影響を与えている可能性も指摘されている。しかしながら、このような分野は、まだあまり研究が進んでいない。

このような熱帯低気圧の全球活動を調べる際には、再解析データは強力な道具となることが期待される。しかしながら、台風の経路が主に観測の少ない熱帯海洋上であるため、再解析においてその再現を正確に行う事はこれまで困難であった。たとえば、ERA-40 においては台風の再現率は、全球平均で約 50% であった (Hastushika et al. 2006)。一方、JRA-25 においては、台風予報センターが作成したベストトラックデータを基に、台風周辺風と呼ばれる疑似データ (Fiorino 2002) を入力する事により、再解析場における台風の再現の大幅な向上を行った。これにより、JRA-25 における台風再現率は 90% 近くに達している (Hastushika et al. 2006)。ここでは、JRA-25 に再現された台風による降水量・潜熱／顕熱フラックスなどを積算し、この「台風場」の年々変動および環境場への寄与を調べた。台風場の全球積算を行った期間は、1979-2007 年の 28 年間である。

なお、ここでは台風・ハリケーンなどの各海域における熱帯低気圧の名称を、便宜上すべて「台風」と統一して用いることにする。

2. データ

再解析として用いたデータは、JRA-25 再解析の 6 時間別 2 次元物理モニタである。これは、6 時間間隔のデータ同化の結果を初期値に、次時刻の第一推定値を計算するための全球モデルの 6 時間予報において出力された予

報値ファイルである。このファイルには、予報期間の降水量・潜熱フラックス・顕熱フラックスをはじめとして、多数の予報変数・診断変数が含まれている。

台風の中心位置を決定するために、Joint Typhoon Warning Center (JTWC) および、NOAA National Hurricane Center (NHC) のベストトラックデータを用いた。JTWC データは、北西太平洋・南太平洋・南北インド洋を、また NHC データは、北大西洋・北東太平洋をカバーしている。

また、台風場の降水量を検証するための観測ベースの格子点降水量データとして、Global Precipitation Climatology Project (GPCP) の日別降水量データである GPCP-1DD (Huffman et al. 2001) を用いた。

3. 結果

JRA-25 の 6 時間毎 2 次元物理量モニタの降水量および潜熱／顕熱フラックスデータにおいて、ベストトラックデータの台風位置を中心に、半径 6.25 度以内の物理量の当月平均値からの偏差を台風場によるものと見なし、積算を行った。

図 1 に、JRA-25 による台風場の年降水量の 28 年平均を示す。台風場による降水量は、北西太平洋で最も多く最大で約 350mm/year に達する。その他の海域でも、北東太平洋で約 250mm/year、南インド洋で約 150mm/year に達している。図 2 は、この台風場降水量の環境場に占める割合を表しているが、北西太平洋で環境場の最大 15%、北東太平洋で最大 30% を寄与していることが分かる。

JRA-25 に表現された降水量は、月平均ベースでは GPCP などの観測データと非常に良く一致し、精度が高いことが分かっているが (Onogi et al. 2007)、日別の台風場の降水量の精度を確認するため、GPCP-1DD から JRA-25 の場合と同様に台風場降水量を抽出し、積算を行った。なお、GPCP-1DD は 1996 年 10 月以降のデータのみ存在するので、ここ

では 1997-2007 年の積算をおこなった。図 3 は GPCP-1DD に表現された台風場年降水量の全球分布である。台風場年降水量の最大値は、北西太平洋で 600mm/year、北東太平洋で 400mm/year に達しており、JRA-25 の台風場より 50%程度大きい。従って、JRA-25 による台風場降水量は観測に較べてやや過小評価であることが分かるが、両者の分布は極めてよく似ており、JRA-25 はある程度精度良く台風場を表現していると言える。

次に、台風シーズンである南北両半球夏期（北半球は 7-9 月、南半球では 1-3 月と定義した）における台風場降水量を調べた。図 4 は、JRA-25 が表現した北半球夏期における台風場降水量およびその環境場に対する比率である。北西太平洋では最大で環境場の 1/4、北東太平洋では 1/2 に達しており、環境場へのその寄与が大きいことが分かる。また、北大西洋においても、台風場は環境場の約 20% を担っている。ただし、北インド洋では台風場はあまり大きくない。これは、モンスーン期間（6-9 月）に台風がほとんど発生しないことによるものである。図 5 は、南半球夏期

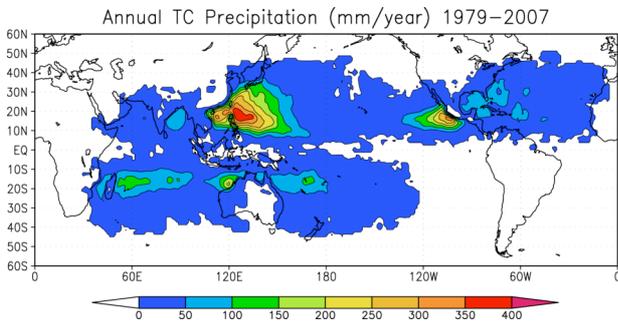


図 1. JRA-25 に表現された台風場による年降水量分布の 1979-2007 年平均。

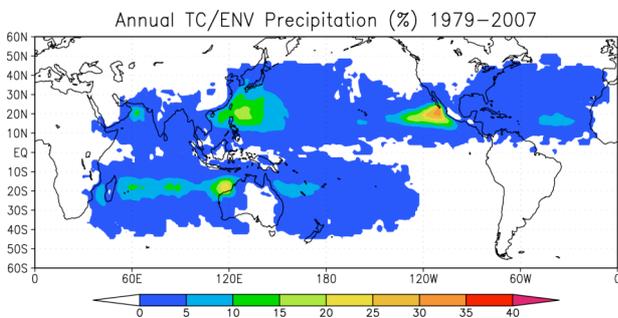


図 2. JRA-25 に表現された台風場による年降水量の環境場に対する比率(%)。

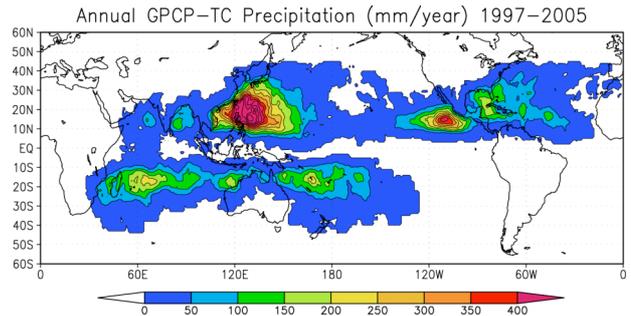


図 3. GPCP-1DD に表現された台風場による年降水量分布の 1997-2007 年平均。

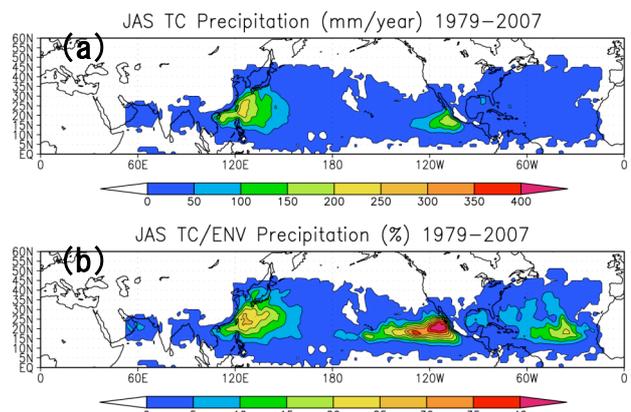


図 4. JRA-25 に表現された台風場による北半球夏期（7-9 月）の降水量 (a)、およびその環境場に対する比率 (b)。

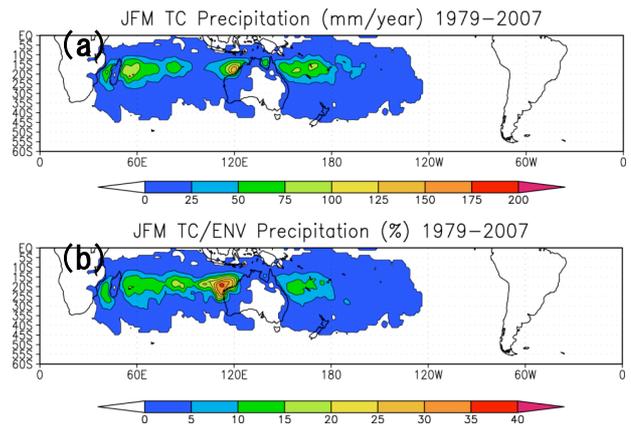


図 5. JRA-25 に表現された台風場による南半球夏期（1-3 月）の降水量 (a)、およびその環境場に対する比率 (b)。

における台風場降水量である。南半球における台風発生数は北半球に比べて少ないため、台風場降水量の環境場への寄与も北半球に比べて小さい。それでも南インドの環境場降水量のうち、オーストラリア沖で約30%、アフリカ沖で10%が台風場によるものであることが分かる。JRA-25の台風場がGPCP-1DDに比べて過小評価であることを考慮すると、南北両半球とも、台風場の環境場への寄与はもう少し大きいことが推測される。

次に、台風場の潜熱フラックスおよび顕熱フラックスを調べた。図6は、両半球夏期における、JRA-25に表現された台風場の潜熱フラックスの環境場に対する比率である。北半球夏期では、北西太平洋で環境場の6%程度、北東太平洋で9%程度を担っているが、南半球では2%程度である。いずれも、図4(b)および図5(b)に示される降水量の比率と比べてかなり小さい。このことは、台風場に供給される水蒸気の多くは、台風場内の海面からの蒸発ではなく、台風場外からの移流によって供給されていることを示唆している。図7は、両半球夏期における、JRA-25に表現された台風場の顕熱フラックスの環境場に対する比率である。顕熱フラックスの大きさは潜熱フラックスの場合とほぼ同程度であるが、高緯度側に負の部分があることが興味深い。これは、海面水温（陸地においては地面温度）の低い領域においては、台風が海面（陸面）に顕熱を供給し、冷やされていることを意味している。従って、このような領域においては一般に台風は衰弱課程にあると考えられる。

次に、台風場降水量の年々変動を調べた。図8は、北半球夏期における、北緯15-30度平均のJRA-25台風場降水量の年々変動である。各海域とも、年々変動が大きい。北大西洋では台風場が強まる傾向にあり、逆に北東太平洋では弱まる傾向にあることが分かる。これらの傾向は数十年スケール変動や温暖化トレンド等と関連している可能性があり、今後詳細な解析をする必要がある。一方、北西太平洋では、エルニーニョ年に台風場降水量が増加するという傾向が明瞭に見えるが、長期変動は見られない。北大西洋および北東太平洋に見られる長期変動が北西太平洋で見られないのは興味深いことであり、このこともまた今後詳細に調べる必要がある。南半球夏

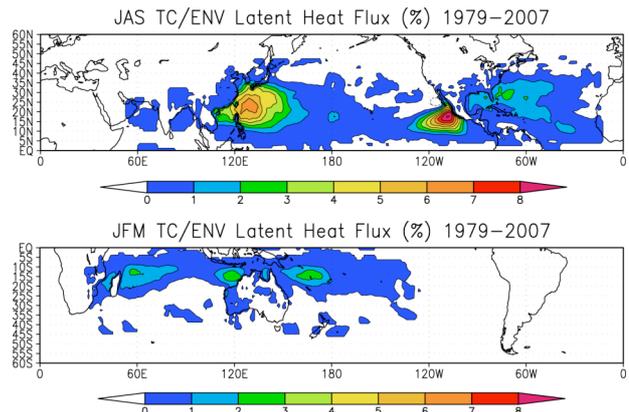


図6. 南北両半球夏期において、JRA-25に表現された台風場による潜熱フラックスの環境場に対する比率。

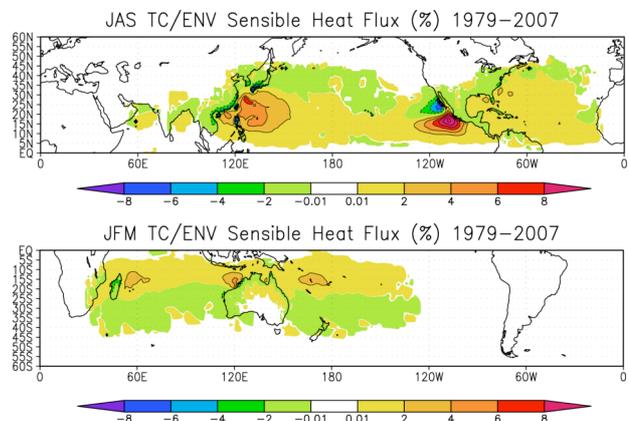


図7. 南北両半球夏期において、JRA-25に表現された台風場による顕熱フラックスの環境場に対する比率。

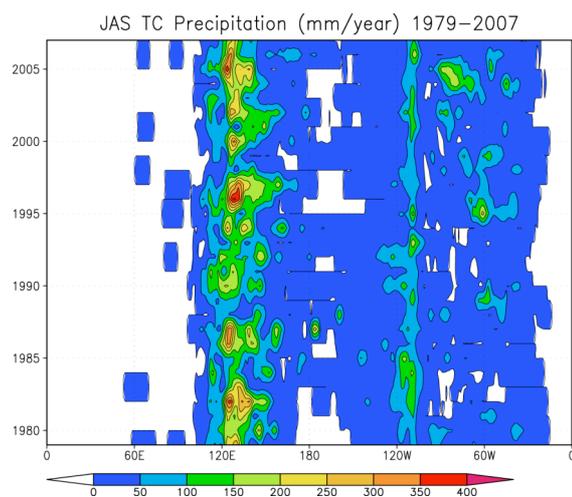


図8. 北半球夏期における、北緯15-30度平均のJRA-25台風場の降水量の年々変動。

期の台風場降水量についても、同様の変動を調べたが、年々変動が非常に大きく、明瞭な長期変動傾向は見いだせなかった（図省略）。また、ENSO との有意な関連も見られなかった。南半球台風場の変動がどのようなメカニズムによって起きているかは、今後の課題である。

次に、台風場降水量の年々変動の大きさを調べた。図9は、南北両半球夏期における、JRA-25 台風場降水量の年々変動の標準偏差の、環境場標準偏差に対する比率である。この図から、北西太平洋および北東太平洋において、環境場の夏期降水量変動のうち最大70%は台風場が担っていることが分かる。また、北大西洋および南インド洋においても、50%程度の領域が広がっている。すなわち、夏期においては、環境場変動の半分以上を台風変動が担っている領域が多いことが分かる。季節予報においては、降水量の絶対値ではなく、気候値からの偏差を予報している。従って、季節予報において台風場の変動は無視できず、台風場を表現できる分解能・物理課程を持つ季節予報モデルの開発が、季節予報精度向上のために必要であることが分かる。

4. まとめ

JRA-25 が表現する台風場の降水量および潜熱／顕熱フラックスの年々変動、およびその環境場に対する比率を調べた。その結果、以下のような結果を得た。

- ・ 台風場降水量は北半球夏期では環境場の25-50%を担っている。
- ・ 台風場の潜熱／顕熱フラックスは最大でも環境場の10%以下であり、降水量の場合に較べて小さい。
- ・ このことから、台風場に供給される水蒸気の多くは、台風場内の海面からの蒸発ではなく、台風場外からの移流によって供給されていると考えられる。
- ・ 環境場降水量の変動の最大70%は台風場変動による。
- ・ 台風場降水量は、北大西洋で増加傾向、北東太平洋で減少傾向にある。
- ・ 一方、北西太平洋では ENSO と強い相関があるものの、長期変動傾向はない。

台風場降水量の環境場への寄与が無視出来ないことから、台風循環場の全球循環場への寄与もかなり大きいことが予想される。これを

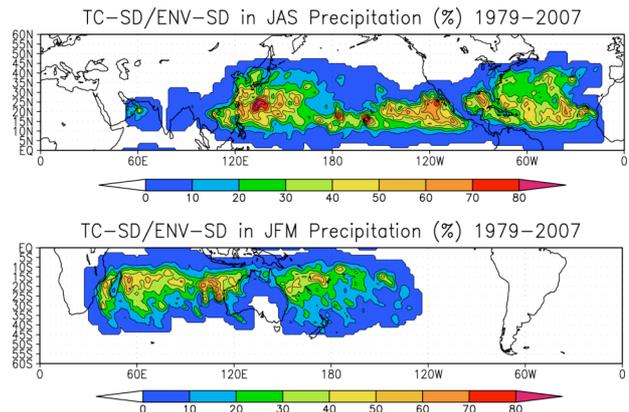


図9. 南北両半球夏期における、JRA-25 台風場降水量の年々変動の標準偏差の、環境場標準偏差に対する比率。

調べるのは、今後の課題である。

参考文献

- Fiorino, M., 2002: Analysis and forecasts of tropical cyclones in the ECMWF 40-year reanalysis (ERA-40). Extended abstract of 25th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, 261-264.
- Hatsushika, H., J. Tsutsui, M. Fiorino and K. Onogi (2006): Impact of Wind Profile Retrievals on the Analysis of Tropical Cyclones in the JRA-25 Reanalysis. J. Meteor. Soc. Japan, 84, 891-905.
- Huffman, G. J., R. F. Adler, M. M. Morrissey, D. T. Bolvin, S. Curtis, R. Joyce, B. McGavock, and J. Susskind, 2001: Global precipitation at one-degree daily resolution from multi-satellite observations. J. Hydrometeor., 2, 36-50.
- Onogi, K., and co-authors, 2007: The JRA-25 Reanalysis. J. Meteor. Soc. Japan, 85, 369- 432.
- Uppala, S. M., and co-authors, 2005: The ERA-40 re-analysis. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 131, 2961-3012.