

沖縄梅雨の気候学的時間発展と年々変動 —5月と6月の特徴の違いについて—

岡田 靖子 (北大・環境科学院)・山崎 孝治 (北大・地球環境)

1. はじめに

梅雨は東南アジアで5月から7月にかけて見られる特徴的な雨期である。沖縄地方は日本列島の南西に位置している。沖縄地方の梅雨は、4月下旬に30° N付近で寒帯前線の雲量の増加として見られた雲ベルトが、5月中旬から下旬にかけて20° -25° Nまで南下することで始まる(Tanaka,1992)。6月になるとこの雲ベルトは急激に北上し、中国南部から九州にかけて準定常な降雨をもたらす日本列島で梅雨が始まる(Kato,1985; Tanaka, 1992)。そして、ジェット気流の北上と共に梅雨前線も北上し、7月半ばになると北の寒冷な気団も弱まり梅雨は明ける。

梅雨前線に伴う降雨域は120° -130° Eを挟んで東西で異なる特徴を持つ。東側では温位勾配が大きい、西側の中国大陸では5月後半に下部対流圏で急激な気温上昇が起こることで水平温度勾配が消失し、代わりに水蒸気勾配が大きい(Matsumoto et. al., 1971; Kato, 1985; Ninomiya and Muraki, 1986; Ninomiya and Akiyama, 1992)。

Sampe and Xie (2010)は、対流圏中層の東西の温度コントラストによる水平暖気移流の領域が梅雨前線帯とよく一致することを示した。この暖気移流はチベット高原の温度上昇によって出来た高温域から、そこを吹く西風が暖かい空気を下流へ移流することで出来、上昇流を起こす。これが対流を活発にすることで梅雨前線が形成されるのである。

本研究で注目している沖縄地方の梅雨は、本州・九州に比べると1ヶ月早い5月上旬に開始し、6月下旬に明ける。5月上旬、沖縄地方含む南西諸島は日本列島を覆う移動性高気圧の南縁に位置し、東西に延びる前線が停滞することで梅雨入りする。しかし、偏西風も強いいため湿潤な空気の流入は間欠的であり降雨は断続的で雨量も少ない(気象庁技術報告書, 1982)。降水量の増加が顕著に見られるようになるのは5月後半から6月にかけてであり、6月後半になると前線の北上により梅雨は明ける。気象庁技術報告 (1982)で

まとめられている沖縄の梅雨は、そのほとんどが事例解析であり、統計解析については月平均で行っている。この様に、これまで梅雨についての研究は数多くなされているが、日本の南端に位置する沖縄地方の梅雨について気候学的特徴を十分に説明するような研究はほとんどなされていない。

本研究では、沖縄地方の梅雨の平均的な気候場について、最近10年間(1997~2006年)のdaily dataを用いて、主に対流圏中層における温度移流に注目して沖縄梅雨の経過をより詳細に調査することを目的とする。

2. データ

私たちはJRA-25再解析(Takahashi et. al. 2006; Onogi et. al. 2007; Watarai and Tanaka 2007)から、海面気圧(SLP)・水平風・上昇流・気温・比湿を使用した。また、GPCP (Huffman et. al. 2001) から降水量データを使用した。解析期間は1997~2006年である。JRA-25 データは、水平解像度1.25° ×1.25° 度格子の6時間毎のデータであり、GPCPは水平解像度1° ×1° 度格子のdailyデータである。また、GPCPの補足としてAPHRODITE降水量データ(Yatagai et al. 2009)を使用している。水平解像度は0.5° ×0.5° 度である。これは、雨量計の観測を基にしたデータであり、陸上のみである。

私たちは、沖縄地方を23° -28° N、123° -129° Eの領域に定義した。また、すべての結果は解析期間の1997-2006年の10年間平均を示す。

3. 降水量とSLP場

気象庁が示す1971~2000年の30年平均によると沖縄地方における梅雨入り/梅雨明けの平年値は、5月8日/6月23日である。5月に入り増加する降水量は、5月18日に約12 mm/dayのピークを示す(Fig.1a)。このピーク後、5月26日になると降水量は約4 mm/dayまで減少する。そして6月になり再び

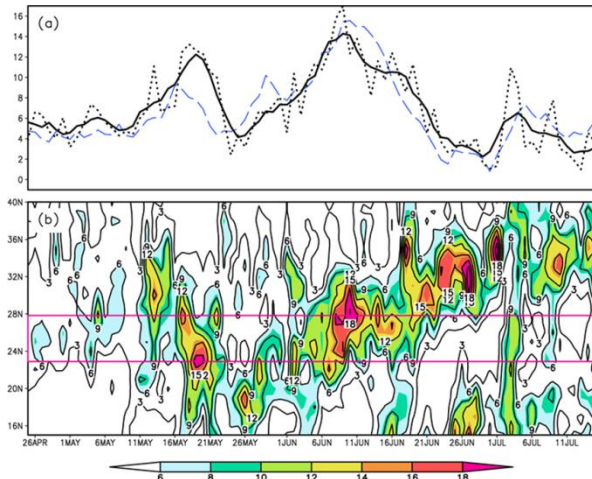


Fig.1 (a)沖縄地方の降水量時系列(mm/day)。10年平均(点線)、その5日移動平均(実線)。青線はAPHRODITEの時系列。(b)沖縄地方の降水量の緯度-時間断面図。123-129 E 平均している。赤枠は沖縄地方の緯度帯である。

降水量は増加を示し、6月6-12日にかけて約13 mm/dayのピークを示し、6月の下旬に梅雨明けする。この降水量の分布はAPHRODITEでも同様に示される。

Fig.1bは、沖縄地方の経度平均した緯度-時間断面図を示したものである。5月、30°Nで見られる降雨域は南下し、5月ピーク時に沖縄地方の緯度帯で増加している。5月末にかけて降雨域はさらに南へ移動し、沖縄地方は一時的な少雨を迎える。その後降雨域は北上し、6月中旬にピークを迎え、下旬には沖縄地方は梅雨明けする。この一時的な少雨は、本州・九州でも梅雨入り前に起こるとして藤部(2006)で示されている。

5・6月の各ピーク時、そして一時的な少雨時の降水量とSLPの空間分布を示したのがFig.2である。5月ピーク時、中国華南から日本の東部にかけて降雨域は広がる。また、このときインドシナ半島ではモンスーンがオンセットしておりベンガル湾では強い降水が顕著である。120°Eまで広がっていた北太平洋亜熱帯高気圧(NPSH)は東へ後退し、NPSHの軸が南西から北東に広がり、主な降雨域が軸の北西縁に沿って位置する。5月下旬になるとNPSHはさらに東へ後退し、降雨域は南東へ移動する(Fig.2b)。この降雨域の南東への移動は南シナ海(SCS)でのモンスーンオンセットに対応している。6月になるとFig.1bでも見られたように再び降雨

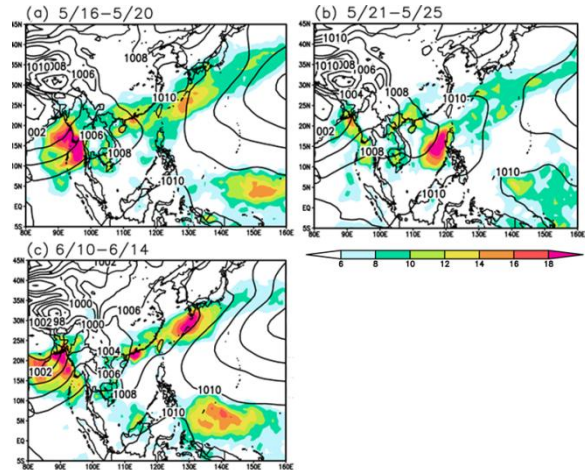


Fig.2 平均降水量(color shading; mm/day)と海面気圧(SLP, contour; hPa). (a)5/16-5/20、5月ピーク。(b)5/21-5/25、少雨。(c)6/10-6/14、6月ピーク。コンター間隔は2 hPa。

域は北上を始める。そして、6月ピーク時にはNPSHが西へ張り出し、中国大陸上も低圧になり、特に沖縄と九州上で強い降水帯が見られる。

4. 水平温度移流

Sampe and Xie (2010)は、梅雨前線に沿った平均上昇流と対流圏中層における水平温度移流がよく対応していることを示した。私たちは、沖縄地方の梅雨においてもこの関係を示すことができるのかを調べた。

Fig.3は500 hPa水平温度移流と上昇流を示したものである。暖気移流は20°Nより南を除いて上昇流とよく対応している。さらに500 hPaにおける水平風、温度、温度移流の分布をFig.4に示す。Sampe and Xie (2010)は、500 hPaの東西の温度勾配を横切るジェット気流が上昇流と梅雨前線の形成に寄与することを示している。この東西の温度勾配は、チベット高原が季節進行とともに温度上昇することによって海側と温度コントラストができることで生じる。沖縄梅雨のピークである5月中旬、チベット高原と海洋側とで大きな温度差は見られず、比較的南北勾配が顕著である(Fig.4a)。5月下旬になると、沖縄地方の北にわずかにトラフがあり、寒気移流の南下が確認できる(Fig.4b)。そして6月のピーク時になるとチベット高原は暖まることで東西の温度勾配が顕著になり、ジェット気流により暖気が移流する。こ

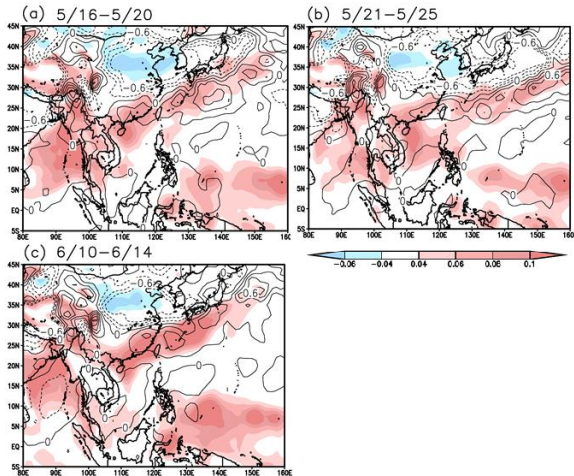


Fig.3 500 hPa 水平温度移流(contour interval; 0.2 K/day)と上昇流(color shading; Pa/s). (a)5/16-5/20、5月ピーク.(b)5/21-5/25、少雨.(c)6/10-6/14、6月ピーク.

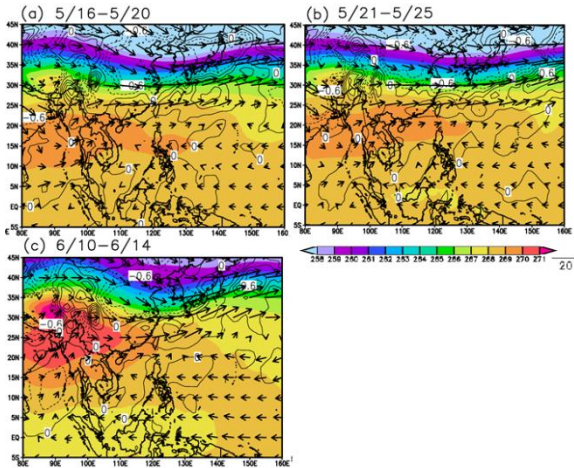


Fig.4 500 hPa 平均温度(color shading; K)、温度移流(contour; 0.2 K/day)と水平風(arrows; m/s). (a)5/16-5/20、5月ピーク.(b)5/21-5/25、少雨.(c)6/10-6/14、6月ピーク.

れを見ると、6月は Sampe and Xie (2010) で示されたように、東西の温度勾配とジェット気流による暖気移流の流入を説明できるが、5月は東西温度勾配が小さく南北の温度勾配が顕著である。南北の温度移流の変化を確認するために、沖縄地方の経度帯で領域平均し、緯度-時間変化を Fig. 5 に示した。暖気移流は 5 月中に沖縄地方上で確認できるが、5 月下旬に非常に弱くなり、6 月に入って再び強まり北上する (Fig. 5a)。このとき、南北の温度勾配は季節進行と共に北へ移動する (Fig. 5b)。南北風は、東西風に比べる

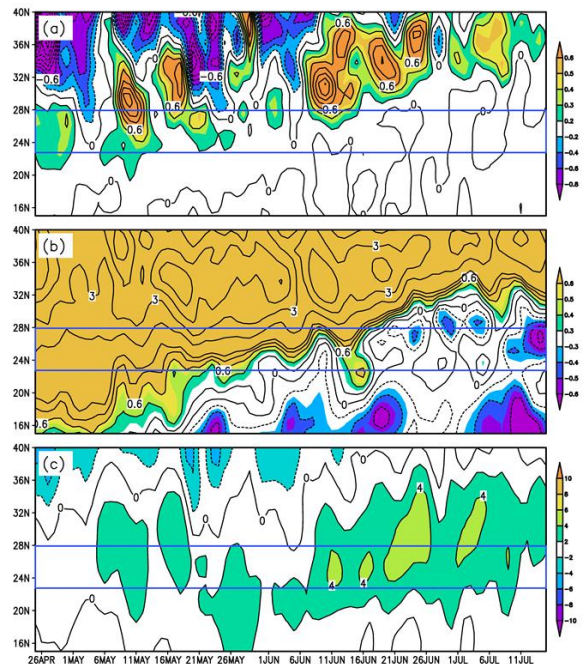


Fig.5 緯度-時間断面図. (a) 500 hPa 南北温度移流(contour interval; 0.2 K/day), (b) 南北温度勾配(contour interval; 0.2×10^5 K/m), (c) 南北風 (contour interval; 2 m/s). 青枠は沖縄地方の緯度帯である.

と弱い。5 月中は確かに沖縄地方上に存在する (Fig. 5c)。これらの結果より、5 月は南北温度勾配とわずかな南風によって、6 月は Sampe and Xie (2010) で説明されるように東西温度勾配とジェット気流によって暖気移流は生じることが分かる。

5. まとめ

私たちは、沖縄梅雨の気候学的時間発展を詳細に調べた。沖縄梅雨の期間は本州・九州より一か月早い 5 月上旬～6 月下旬であり、5 月中旬と 6 月中旬にそれぞれピークを持つ。また、その間である 5 月下旬に一時的な少雨期を持つ。この少雨は降水域が南東方向へ移動することで起こっており、この時期は SCS モンスーンオンセットとほぼ同時期である。また、Sampe and Xie (2010) の結果をもとに沖縄梅雨期間中の対流圏中層の暖気移流のメカニズムについても調べた。Sampe and Xie (2010) で示されたようなチベット高原上の温度上昇による東西の温度勾配とジェット気流の関係によって生じる暖気移流は 6 月で顕著であるが、5 月はチベット高原上

で顕著な温度上昇は見られず、強い南北温度勾配と弱い南風との関係が確認された。5月ピークから少雨期にかけては沖縄地方の北で寒気移流が顕著であり、少雨期には寒気移流がわずかに南下しているのも確認できる。

私たちは、JRA-25のデータを利用して1979～2008年の沖縄梅雨期間中の年々変動についても調べた。5月の降水は沖縄地方の北の500 hPa寒気移流と良い相関があり、6月の降水は沖縄地方の南東の500 hPa暖気移流と有意な相関がみられた。これらの結果は、5月と6月の沖縄梅雨における大規模場の特徴の違いを説明するものであると考える。しかし、この関係についてはまだまだ解析の余地があり、今後さらに詳細に調べていきたい。

参考文献

- 藤部文昭, 2006: 本州～九州の梅雨入りに先立つ5月末ごろの少雨期. 天気, 53, 785–790.
- Huffman, G. J., R. F. Adler, 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. Hydrometeorol*, 2, 36–50.
- Kato, K., 1985: On the Abrupt Change in the Structure of the Baiu Front Over the Chine Continent in Late May of 1979. *J. Meteor. Soc. Japan*, 63, 20–36.
- Matsumoto, S., K. Ninomiya, and S. Yoshizumi, 1971: Characteristic features of Baiu front associated with heavy rainfall. *J. Meteor. Soc. Japan*, 49, 267–281.
- Ninomiya, K., and H. Muraki, 1986: Large-scale circulations over East Asia during Baiu period of 1979. *J. Meteor. Soc. Japan*, 64, 409–429.
- Ninomiya, K., and T. Akiyama, 1992: Multi-scale features of Baiu, the summer monsoon over Japan and the East Asia. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 467–495.
- 沖縄気象台, 1982: わが国の亜熱帯地方における気象とその予報—主に南西諸島を中心として—. 気象庁技術報告, 102, 1–181.
- Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, 85, 369–432.
- Sampe, T., and S.-P. Xie, 2010: Large-scale dynamics of the Meiyu-Baiu rainband: environmental forcing by the westerly jet. *J. Climate*, 23, 113–134.
- Takahashi, K., N. Yamazaki, H. Kamahori, 2006: Trends of heavy precipitation events in global observation and reanalysis datasets. *SOLA*, 2, 96–99.
- Tanaka, M., 1992: Intraseasonal oscillation and the onset and retreat dates of the summer monsoon over East, Southeast Asia and the Western Pacific Region using GMS high cloud amount data. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 613–629.
- Watarai, Y., and H. L. Tanaka, 2007: Characteristics of the JRA-25 dataset from the viewpoint of global energetics. *SOLA*, 3, 9–12.
- Yatagai, A., O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu, and A. Hamada, 2009: A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges. *SOLA*, 5, 137–140, doi:10.2151/sola.2009-35.