

インド北東部の季節内変動について

村田 文絵 (高知大学 理学部)

寺尾 徹 (香川大学 教育学部)

藤波 初木 (名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

林 泰一 (京都大学 東南アジア研究所)

浅田 晴久 (奈良女子大学 文学部)

松本 淳 (首都大学東京)

Hiambok J. Syiemlieh (North-Eastern Hill University, India)

1 はじめに

インドモンスーンははっきりとした雨季と乾季および季節によってほぼ風向が反対となるモンスーンの代表地域である。人々の生活にモンスーンは深く関わっており、古くからモンスーンのメカニズムや、その開始・終了、雨季の中の活発期・休止期の年々変動のメカニズム等に関して研究が行われてきた。多くの研究においてインドにおける降水量の指標として全インド降水量が用いられている。インド国内でも降水量変動に地域による違いがあるが、その地域性に着目した研究は少ない。インド北東部は全インド降水量指標と高い正の相関をもつインド中央部の降水変動と逆相関関係をもつことが知られてきた (e.g. Pai et al. 2015)。本研究はインド北東部にあるチェラプンジという大雨地点の日降水量データを用いて、インド北東部の季節内変動を解析する。

チェラプンジは多雨で知られる地点であり、一ヶ月以上の時間スケールにおいて降水量の世界記録をもつ (e.g. Murata et al. 2007)。チェラプンジはベンガル湾から流入する空気が最初に出会う標高約2千メートルのメガラヤ高原の南斜面に位置している。町のすぐ横にある谷の両側は非常に切り立っている。チェラプンジに住む人々にとっては多量の雨になっても災害になることは少ない一方で、チェラプンジに降る雨はただちに山を下って、国境を越えて隣接する平野部のバングラデシュに流れ、そこでてっぼう水や洪水をもたらす。その証拠としてチェラプンジの大雨年とバングラデシュの大洪水年はかなり良い一致がある (Murata et al. 2007)。本研究は、チェラプンジの100年にわたる雨量データとJRA-55再解析データを主に用いて、インド北東部の季節内変動の特徴を理解することを目的とする。

2 データと解析手法

本研究で用いるデータは以下である。1902–2005年のチェラプンジにあるインド気象局の観測所で得られた日雨量データと1958–2005年のJRA55再解析データの流線関数及び風を主に用いた。JRA55再解析データの鉛直積算水蒸気フラックスも用いた。チェラプンジの地点降水量の変動を周辺地域の降水量変動と比較するために1958–2005年にわたる空間分解能0.25度のグリッドのAPHRODITE降水量データセット (Yatagai et al. 2012) と比較した。海上も含む対流活動と比較するために1979–2005年のOLRデータ (Liebmann and Smith 1996) を用いた。

本研究ではチェラプンジ降水活発期を定義し、その活発期の総観場の特徴を調べた。活発期はインドモンスーンに関する先行研究ではさまざまな方法で定義されている。この地域では準2週間周期の降雨変動が卓越しており、Fujinami et al. (2014) はフィルタをかけたデータを用いて活発期を定義し、その周期変動の特徴を明らかにした。一方本研究では、チェラプンジ活発期のオンセットのタイミングや長さ、総雨量がバングラデシュの大洪水を関係が深いことを考慮し次のように定義した。まず1902年から2005年の日雨量データを平均して気候日雨量を定義した。気候日雨量をみると、チェラプンジは日本の梅雨と同時期の6月終わりに降水量が最も多くなる。気候日雨量の1.5倍以上の雨量が観測された日を多雨日とする。この多雨日が連続した期間のうち、総雨量が500mm以上の期間をチェラプンジ降水活発期と定義した。チェラプンジ活発期は3–14日の長さをもち、降水活発期が長いほど総降水量が多いという関係がみられた。

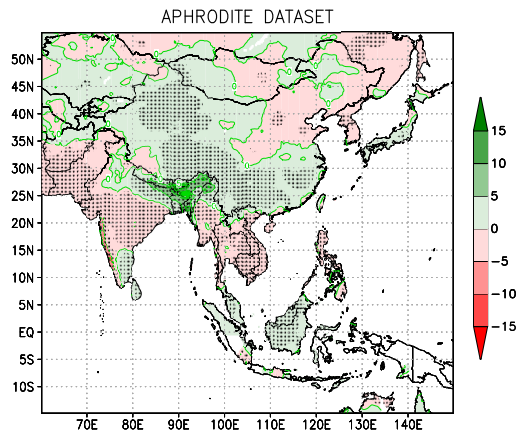


図 1: APHRODITE データセット (1958-2005 年) を用いたチェラプンジ活発期の降水量の気候値からの偏差のコンポジット。ハッチは有意水準 5% で統計的に有意な領域を示す。

3 結果

図 1 に APHRODITE 降水量の各グリッドにおける気候日雨量からの偏差をチェラプンジ活発期についてコンポジットした結果を示す。赤 (緑) で塗られた地域が、チェラプンジ活発期に気候日雨量より多い (少ない) 降水量が観測される地域である。ハッチは t 検定において有意水準 5% で統計的に有意な領域を示す。インドにおいては、Pai et al. (2015) によるインド中央部の降水変動にもとづいた活発期とほぼ正反対となり、インド中央部および西ガーツ山脈で雨が少なくなる。気候日降水量に比べて雨が少ない地域はパキスタン南部からインド中央部、インドシナ半島、フィリピンにわたって帯状に分布する。チェラプンジ活発期に気候日雨量に比べて雨が多くの地域はそれらの帯状の地域の北と南に分布する。

図 1 の降水量分布の特徴の原因を理解するために、JRA55 を用いたチェラプンジ活発期の循環場のコンポジットを図 2 に示す。図 2a と図 2b はそれぞれ 200hPa と 850hPa の流線関数と風の気候日データからの偏差についてのチェラプンジ活発期のコンポジットを示す。850hPa における正の流線関数偏差 (図 2b) が図 1 の降水量が少ない帯状の領域とほぼ対応して分布している。インド中央部において 850hPa の正の流線関数偏差とほぼ同じ位置に 200hPa の正の流線関数偏差があり順圧的な構造を示す。この順圧的な構造は、バングラデシュの降水量データにもとづく準 2 週間周期変動の活発期の解析 (Fujinami et al. 2014) でもみられている。図 2c は図 2ab と同様だが

OLR の偏差のコンポジットを示す。雨量データ (図 1) では陸上のみのデータだったが、対流活動の不活発な領域が図 2b の正の流線関数偏差の位置に分布している。特にインド西部からパキスタン南部にかけての対流活動の不活発が顕著である。図 2d は図 2a-c と同じだが鉛直積分した水蒸気フラックスとその発散の偏差のコンポジットを示す。赤色で示された水蒸気フラックスの発散が図 2c と同様に 850hPa の正の流線関数偏差の位置と対応して分布している一方で、ヒマラヤ山脈南縁とインド北東部にわたって顕著な水蒸気フラックスの収束がみられ、降水量偏差の分布 (図 1) の結果と一致している。

活発期に至る時間変化を調べるために、図 3 にチェラプンジ活発期のオンセット 2 日前、オンセット日、オンセット 2 日後の 850hPa の流線関数と風の偏差の分布を示す。活発期の長さが長いほど活発期の総雨量が多い傾向がみられたことから、活発期の長さが 3 日 (図 3a,d,g), 5 日 (図 3b,e,h), 7 日 (図 3c,f,i) のものを比較した。活発期のオンセット前には南シナ海に正の流線関数偏差がみられており、時間が進むにつれて西進している。オンセット日は正の流線関数偏差がベンガル湾に入るときに始まる。活発期の長さが長いほど正の流線関数偏差の東西スケールは大きく強い傾向がみられる。

4 まとめ

インド北東部に位置するチェラプンジの約 100 年にわたる雨量データを用いて、活発期の特徴を解析した。チェラプンジ活発期はインド北東部地域の降雨量と正の相関があり有意に雨量が増える一方で、パキスタンからインド中央部や西ガーツ山脈、インドシナ半島、フィリピンに至る北緯 10-20 度にある地域の雨量はチェラプンジ活発期の際雨量が減る有意な傾向がある。活発期は南シナ海の方から正の流線関数偏差が西に伝搬し、ベンガル湾北部に達するときに始まる。活発期が長く大雨となる時、正の流線関数の東西規模が大きい傾向がみられる。正の流線関数はさらに西進してチェラプンジ活発期の間インド中央部の対流活動を抑制する。今年は 7 月 16-25 日にチェラプンジ活発期があり、インド亜大陸北東部地域にあるネパール、ブータン、インド北東部、ミャンマー北部とバングラデシュで翌週に生じた洪水被害の報告と一致した。このとき西太平洋の方から正の流線関数偏差が西進して活発期が始まっていた。

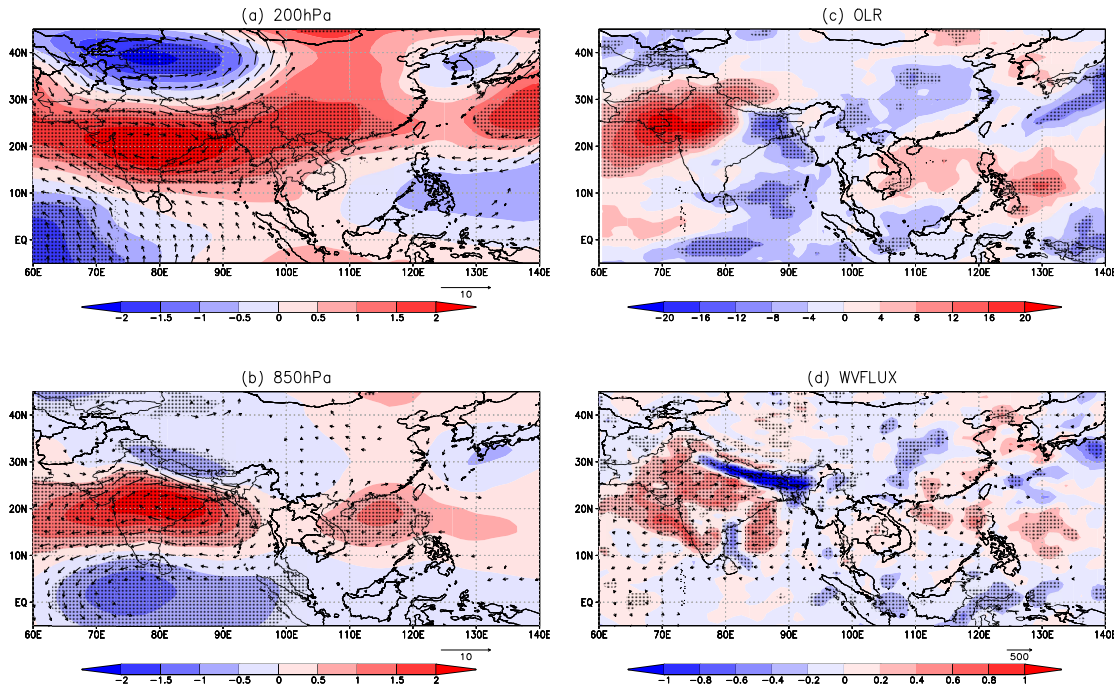


図 2: (a)200hPa 及び (b)850hPa における流線関数 (シェード, $10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) と風 (ベクトル, ms^{-1}) の気候値からの偏差のコンポジット。(c)OLR 偏差のコンポジット (Wm^{-2})。 (d) 鉛直積算水蒸気フラックス (ベクトル, $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$) とその発散 ($10^{-4} \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) の偏差のコンポジット。ハッチは有意水準 5%で統計的に有意な領域を示す。ベクトルは有意水準 5%で統計的に有意なもののみ示す。

5 参考文献

Fujinami, H., T. Yasunari, and A. Morimoto, 2014: Dynamics of distinct intraseasonal oscillation in summer monsoon rainfall over the Meghalaya - Bangladesh - Western Myanmar region: covariability between the tropics and mid-latitudes, *Climate Dyn.*, **43**, 2147-2166.

Liebmann, B., C. A. Smith, 1996: Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 1275-1277.

Murata, F., T. Hayashi, J. Matsumoto, and H. Asada, 2007: Rainfall on the meghalaya plateau in northeastern india - one of the rainiest places in the world, *Natural Hazards*, **42(2)**, 391-399.

Pai, D.S., L. Sridhar, and M. R. R. Kumar, 2015: Active and break events of Indian summer monsoon during 1901-2014, *Climate*

Dyn., **46(11)**, 3921-3939, doi:10.1007/s00382-015-2813-9.

Yatagai, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, A. Hamada, N. Yasutomi, and A. Kitoh, 2012: APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **93(9)**, 1401-1415.

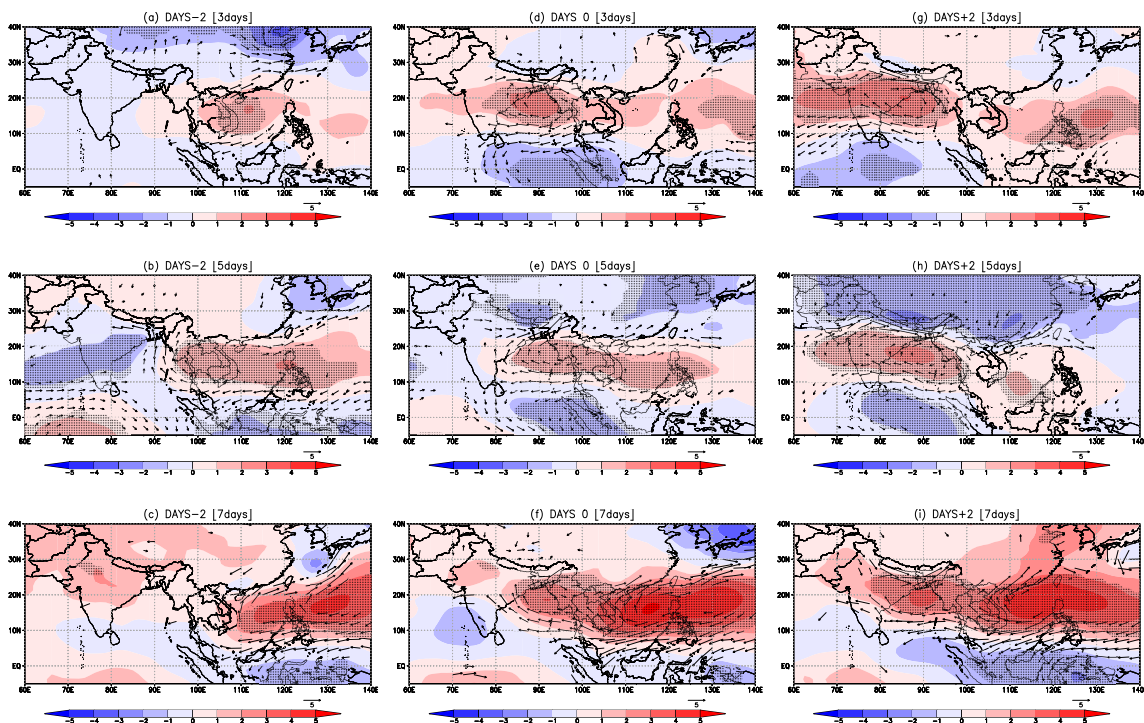


図 3: 図 2b と同じ 850hPa の流線関数と風の気候値からの偏差のコンポジット。チェラプンジ活発期オンセット日の 2 日前におけるそれぞれ活発期の長さが (a)3 日, (b)5 日, (c)7 日のもの。(d)-(f) はチェラプンジ活発期のオンセット日。(g)-(i) はチェラプンジ活発期のオンセット日の 2 日後。ハッチは有意水準 5% で統計的に有意な領域を示す。ベクトルは有意水準 5% で統計的に有意なもののみ示す。