

ミャンマーにおける夏季モンスーンのオンセットとその変動

2007年9月

自然環境変動学分野

56867 オンマートウイ

指導教員：須貝俊彦教授

キーワード：ミャンマー、気候変動、夏季モンスーン、モンスーンオンセット、チベット高原の昇温

1. 背景

気候変動は現在世界で最も関心を集めているトピックのひとつである。人為および自然による大気状態の物理化学的な変化は、人間活動の様々な側面に対して、直接的あるいは間接的な影響を与える可能性がある。個人やコミュニティに影響を与えるとの観点から特に必要とされていることは、地域スケールの気候変動に関する研究である。気候状態を良く表現し、その将来を予測するためには、世界各地の地域スケールによる観測データを得る必要がある。

ミャンマーの気候の重要な特徴には、モンスーンで知られる季節変化が挙げられる。アジアにおける夏季モンスーンは、ミャンマーに降雨をもたらす基本的なシステムであり、年降水量のおよそ90%が夏季モンスーンに起因する。また、モンスーンのオンセットの時期は、農業や水資源の方面と密接なつながりがある。したがって、農業国であるミャンマーにおいて、夏季モンスーンのオンセットに関する研究は必要不可欠である。しかしながら、ミャンマーではモンスーンのオンセットを検出するための系統的な方法が確立されていなかった。そこで、本研究では第一に、様々な気象学的パラメータを比較検討することにより、ミャンマーにおける気候学的なオンセットを再定義する。そして第二に、オンセットの初期段階にかかわる物理プロセスを年ごとに解析することにより、オンセットの年々変動を明らかにする。

2. データセット

本研究では、ミャンマーの29観測所で1968年から2000年までに得られた半旬ごとの平均雨量、最高気温および最低気温、相対湿度、雲量、ならびに24観測所にて得られた海面気圧のデータを用いる。これらは、ミャンマーのDepartment of Meteorology and Hydrologyにおいて日データとして提供されたものに基づく。また、再解析データとして、ECMWFで供出されている空間解像度 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ の1967年から2000年までのデータ(ERA-40)を用いた。それらは、200hPa面、850hPa面および925hPa面における水平風の日データ、925hPa面における湿度の日データ、海面上2mの高さの月平均気温、850hPa面における水平風の月平均、200hPa面および500hPa面におけるジオポテンシャル高度の月平均のデータである。月ごとの海面温度については、空間解像度 $2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$ のNOAA-ERSSTのデータを用いた。

3. 解析方法

第一の目的に対し、観測データと再解析データの中に同時に現れる有意な変化に着目した。まず、4月21日から6月9日までの期間について、半旬ごとに最高・最低気温、相対湿度、雲量、降雨量の気候値を解析し、顕著な変化がないか検討した。次に、海面気圧については、24観測所の観測値を用いて4/21-6/9の間の半旬平均値を解析し、等圧線を作成した。そして、沿岸にある3観測所の海面気圧の傾度

を時系列に追い、大きく変化する時期を調べた。風系の再解析データについては、半旬平均の 850hPa 面における水平風を図示し、風系に大きな変化が認められる 3 地域を選択した。また、それら 3 地域において風速が大きく変化する時期を見出すために、平均風速の時系列変化を調べた。また、ミャンマー中央部への水蒸気輸送を確かめるために、925hPa 面の半旬における水蒸気フラックスを算出した。

第二の目的に対しては、早いオンセット年から遅いオンセット年を引いたものと海面水温とのコンポジット図を作成し、エルニーニョとミャンマーのモンスーンのオンセットが関係しているのかどうか検討した。詳細に検討するために、中央東部太平洋、西部太平洋、インド洋の赤道部の隔月の海面水温を全ての早いオンセット年、遅いオンセット年について算出した。そして、850hPa 面における水平風についての早いオンセットから遅いオンセットを引いたコンポジット解析と、対流圏上層での大気の温まり具合を示すジオポテンシャル高度差 (200hPa 面と 500hPa 面) の解析を行った。そして、4 月を通じてのチベット高原のジオポテンシャル高度差とミャンマーのオンセット時期との関係についても検討した。

4. 結果および考察

ミャンマーにおけるモンスーンオンセットは、観測データならびに再解析データを用いた解析によれば、ミャンマー南部および中部については 5 月 18 日、ミャンマー北部については 5 月 28 日と気候学的に再定義された。このように、日降水量に基づいてオンセットの伝播が 4 段階に分けられていた従来の考えとは異なる結果を得た。

ミャンマー全域におけるモンスーンのオンセットの年々変動を解析した結果、1980 年代半ばから 1990 年代半ばまでの期間には、連続的にオンセットの時期が遅れる傾向があったものが、1996 年から 2000 年にかけては、逆に早まる傾向への変化したことが明らかとなった。これは一方的に進行している地球温暖化の傾向とは異なる現象と解釈されるが、詳細の解明は今後の課題である。

ミャンマー南部および中部におけるモンスーンのオンセットの時期は、Nino 3 における春季の SST と関係することが判明した。しかし、ミャンマー北部のオンセットと太平洋の Nino 3 の海面水温とには何ら有意な関係を見出せなかった。

4 月におけるチベット高原西部の 200hPa 面と 500hPa 面のジオポテンシャル高度差 (対流圏上部の平均気温) の偏差とミャンマーにおけるモンスーンのオンセットの経時変化を用いた解析によれば、ジオポテンシャル高度差の偏差がオンセットの早い年では多くの場合正の偏差を、オンセットの遅い年では負の偏差を示すことがわかった。ミャンマーにおけるモンスーンのオンセットの時期は、4 月のチベット高原における対流圏上層の暖まり方に依存していると考えられる。

5. 結論

ミャンマーでは、モンスーンのオンセットは 2 段階で急激に起こると結論づけられる。モンスーンのオンセットと太平洋の海面水温とには強い関係が見出されなかったが、ミャンマー南部および中部のオンセットは 2~5 月の海面水温に影響を受けていると考えられる。また、4 月のチベット高原西部におけるジオポテンシャル高度差の偏差とモンスーンオンセットの時期との対応に関しては、チベット高原のモンスーン期直前における暖まり方の変動とオンセットとに明瞭な関係が見出された。

Climate change of the summer monsoon onset over Myanmar

September 2007

Department of Natural Environmental Studies

56867, Ohnmar Htway

Supervisor: Professor Toshihiko SUGAI

Key words: Myanmar; climate change; summer monsoon; monsoon onset; Tibetan Plateau Warming

1 Introduction

Climate change is today's one of the most popular topics over the world. Changes, anthropogenic or otherwise, to the physical and chemical properties of the atmosphere have the potential of affecting directly or indirectly concerns to the many aspects of human lives and activities. Of particular importance is the study of climatic changes on local level because it is the local impacts which are of significance to individuals and communities, and measurements must be obtained from all local levels of the world in order to well illustrate climate and predict its changes.

The most important feature in the climate of Myanmar is the alternation of seasons known as the monsoon. Asian summer monsoon is the principle rain-bearing system in Myanmar and about 90% of total rainfalls are from summer monsoon. The timing of monsoon onset is of importance to the agricultural sector and replenishment of water resources. Hence it is essential to study the changes in the behavior of summer monsoon onset over Myanmar as it is an agro-based country. However, there is a lack of systematic method to detect the monsoon onset dates of Myanmar and thus the first purpose of this study is to redefine the climatological monsoon onset dates of Myanmar objectively comparing various meteorological parameters. And the second objective is to analyze the interannual variations of the behavior of summer monsoon onset over Myanmar for understanding the processes that are involved in the initial onset stage of the summer monsoon on interannual timescales.

2 Datasets

In this study, the mean pentad precipitation, maximum and minimum temperatures, relative humidity, cloudiness data of 29 stations and the mean pentad sea level pressure of 24 stations in Myanmar from 1968 to 2000 are used and analyzed to define the monsoon onset dates. The original daily data are obtained from the Department of Meteorology and Hydrology (DMH), Myanmar. Daily data of 200, 850 and 925 hPa horizontal wind, 925hPa specific humidity, the monthly mean of 2 metre temperature, 850hPa horizontal wind, 200hPa and 500hPa Geopotential are taken from daily ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) Re-Analysis data (ERA-40) with a spatial resolution of $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ from 1967 to 2000. The monthly sea surface temperature (hereafter SST) is taken from NOAA-ERSST (National Oceanic and Atmospheric Administration-Extended Reconstructed Sea Surface Temperature) datasets with a spatial resolution of $2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$ from 1967 to 2000.

3 Data analysis procedures

For the first objective, climatological pentad values of the observed station data and re-analysis 850hPa wind data are analyzed to examine the significant and simultaneous changes. The difference between two consecutive pentads of maximum and minimum temperature, relative humidity, cloudiness and rainfall during the periods from 21st April to 9th June are calculated and displayed to know the periods of the conspicuous changes of these climatological data. Regarding the mean pentad sea level pressure (hereafter SLP), original values of 24 stations are displayed for each pentad from 21st April to 9th June and

analyzed the patterns of isobar lines. Besides, the time series of SLP gradients of three stations which exist along the coastal area are drawn to examine the obvious changes. Concerning the re-analysis wind data, the differences of climatological mean pentad horizontal wind fields at 850hPa are displayed and three grid areas which show the large differences are selected. Moreover, the time series of these three grid area averaged wind velocity graphs are examined to know the periods of the distinct changes of wind velocity. 925hPa pentad differences of moisture flux are calculated and displayed to detect the moisture incursion to the central Myanmar.

Regarding the second objective, the composite maps of the early minus late monsoon onset of Myanmar and SST are examined in order to reveal the El Niño associated with the monsoon onset timing of Myanmar or not. To further investigate this, bimonthly sea surface temperature anomaly (hereafter SSTA) of the central-eastern Pacific, western Pacific and equatorial Indian Ocean are calculated for all early & late onset years of Myanmar from December to May. Additionally, the early-minus-late composites of 850hPa horizontal wind and the changes of the geopotential height differences between 200 & 500 hPa levels, called thickness, which represents the upper level warming, are studied. Afterward the time series of April thickness anomaly of the western part of the Tibetan Plateau which passes 95% confidence level test and monsoon onset date of Myanmar are analyzed to know the relationship between them.

4 Results and discussion

The climatological onset dates of summer monsoon in Myanmar are redefined as May 18 for the southern and central Myanmar and May 28 for the northern Myanmar based on the analysis of the observed station data and re-analysis data. It differs from the former onset date based on the daily rainfall amount (DMH, Myanmar) that has four steps to advance the summer monsoon because of the different definitions to define the summer monsoon onset date.

The analysis of the interannual variations of the summer monsoon onset of both areas indicates that the trend lines of the continuous late onset from the mid 1980's to the mid 1990's reverse in the whole country started from 1996 to 2000. This result goes against the global warming trend which shows the linear increase and further study is needed to understand this.

There is a relationship between the monsoon onset of southern and central Myanmar and Niño 3 (central-eastern Pacific) SST during spring but no relationship exists between the monsoon onset of northern Myanmar and Niño 3 SST.

The result from the time series of April thickness anomalies between 200 and 500hPa of the western part of the Tibetan Plateau and monsoon onset dates of Myanmar is that most of the early onset years are concurrent with the positive thickness anomaly while the late onset years are with negative anomaly. The timing of monsoon onset of Myanmar tends to be in phase with the upper tropospheric warming over the Tibetan Plateau in April.

5 Conclusions

The result of climatological monsoon onset dates can be concluded that the summer monsoon onset occurs abruptly with 2 step changes in Myanmar. The relationship between monsoon onset of Myanmar and Pacific SST is not robust except in Feb-May of southern and central Myanmar onset. The study of April thickness anomalies of the western part of the Tibetan Plateau and monsoon onset dates of Myanmar is concluded that there is a noticeable connection between fluctuations in the pre-monsoon heating over the Tibetan Plateau and monsoon onset of Myanmar.