

チャオプラヤ川北部において自己組織化手法を活用した気象場の分類に基づく豪雨予測

北海道大学大学院工学院	学生員	○柴田幸之介
北海道大学大学院工学研究院	正 員	Dzung Nguyen-Le
北海道大学大学院工学研究院	正 員	山田朋人

1. はじめに

タイ国のチャオプラヤ川流域では、2011年に台風を含む5つの熱帯低気圧に伴う大雨が発生し、死者813名と行方不明者3名、被害農地面積が最大18,291 km²にも達した^{1), 2)}。チャオプラヤ川流域の上流部は西から順に Ping, Wang, Yom, Nan 川流域で構成される。2011年の雨季は東から西へ移動してきた熱帯低気圧によって大雨に見舞われたため、Nan 川流域における降水量の把握はチャオプラヤ川流域全体の洪水予測を行う上で重要となる。また、Nan 川の上流部には95億 tの貯水容量を有するシリキットダムが存在し、同流域は治水・利水両面で重要な役割を果たす。

日々の降雨予測は、観測データを気象モデルに適用することで行われる。気象モデルによる日々の気圧配置を始めとする気象場の予報技術はこれまで改善されてきたものの³⁾、降水量に関しては未だ多くの課題を有している。一方、現地観測やリモートセンシング技術の発達や同化手法の発展によって気象場の再現性は向上し、かつ気象場の観測値が蓄積されてきた。本研究ではNan 川流域における過去の豪雨事例を対象に、降水量と複数の変数からなる気象場を特徴付けるアルゴリズムを開発する。その結果を気象庁のGSM (Global Spectral Model) の予報結果に反映することによって豪雨の再現を行う。

2. 使用データと豪雨日の定義

本研究で用いた気象場のデータは、1979～2011年(5, 6月)におけるヨーロッパ中期予報センターが提供しているERA-Interim⁴⁾(空間解像度は0.75°)を用い、降雨量観測データにはAPHRO_MA⁵⁾(空間解像度は0.25°)を使用する。また、本研究では豪雨日を、5, 6月の期間に、Nan 川流域を空間解像度0.25°で分割した格子のうち少なくとも1つの格子において日平均降雨量が40 mm/dayを超えた日と定義する。

3. 豪雨発生と総観規模場の相関関係

数ある総観規模場の中でも豪雨発生日に95%以上の影響与えた気象場を選定し、主成分分析を行い海面更正気圧と500 hPa面ジオポテンシャル高度を主成分として特定する。得られた多次元の主要気象場成分を視覚的に理解できるようにするため、自己組織化マップ(SOM)⁶⁾により、非線形的な大気象場変数を二次元空間上に投影した。さらに、K-means法により総観規模場の分類を行った。予測段階において、2011～2016年の5, 6月の各日における海面更正気圧と500-hPa面ジオポテンシャル高度の2変数の日平均値についても解析を行い、豪雨発生との関係性を分析した。SOMによる分類領域に存在するGSMを抽出し、ERA-Interimの場合と同様に主成分解析とクラスター分析をした。その2つの気象場の組み合わせで、対象期間において90%以上(図1の各上図における右下の数値の合計)の降雨を予測できたパターンの選択を行った結果、図1に示すように、クラスター平均した日平均海面更正気圧と500-hPa面ジオポテンシャル高度(m)の関係において3つのクラスターを得た。

4. 結果と考察

図2(a)～(d)は2008～2016年(5, 6月)における、降雨観測値とGSM予報値によるタイの最大日平均降雨量の時間経過を比較しており、(a)～(c)はそれぞれ1～3日前予報日の結果を示している。同図(d)は、同期間に

キーワード チャオプラヤ川, 降雨予測, 豪雨, 気象場, 自己組織化マップ(SOM), クラスター分析

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北十三条西八丁目 北海道大学大学河川流域工学研究室 TEL011-706-6189

において気象庁 GSM により得た将来の気象パターンに基づき予想された豪雨発生日を示している。図 3 は 2008～2016 年（5、6 月）における豪雨発生日数と、1 日前予報日における気象パターンによる豪雨の合計予報数、さらに豪雨の予報確率を年ごとに分類した図である。対象期間に見られる傾向として、本研究の予測手法は少雨の年よりも多雨の年において効果を発揮することがわかる。月ごとに比較した場合、対象期間における豪雨は 5 月に多発しており、また 2008、2009、2012 年において比較的高い予報率を示していた。一方で、2010 年のように 3 つのクラスターを有しても予測不可能な豪雨も存在していたが、総観規模場により予測可能な豪雨日とそうでない豪雨日を区別することができたとも考えられる。今回予報不可能だった豪雨日に関しては地形効果などの大規模場以外の要因が考えられるため、今後の研究で取り組みたい。

謝辞

本論文は JICA/JST の SATREPS の成果の一部である。

参考文献

- Yatagai, et al. 2012 : APHRODITE: Constructing a Long-Term Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia Based on a Dense Network of Rain Gauges. BAMS, 1401-1415.
- Nguyen-Le, Z, T. J. Yamada, and D. Tran-Anh, 2017: Classification and forecast of heavy rainfall in northern Kyushu during Baiu season using weather pattern recognition, ASL, 18, 8, 324-329.
- Komori, D. et al. 2012: Characteristics of the 2011 Chao Phraya River Flood in Central Thailand. HRL, 6, 41-46.
- Dee DP et al. 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. Q.J.R Meteorol. Soc., 137, 553-597.
- Masamichi Ohba, et al. 2012: Anomalous Weather Patterns in Relation to Heavy Precipitation Events in Japan during the Baiu Season. HRL, 6, 41-46.
- Kohonen T., 1982: Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43, 59-69.
- K. Shibata, Nguyen-Le, Z, T. J. Yamada, 2017: Heavy rainfall prediction over northern Chao Phraya river basin by clustering weather pattern associated self-organizing map, 土木学会北海道支部論文報告集, 73

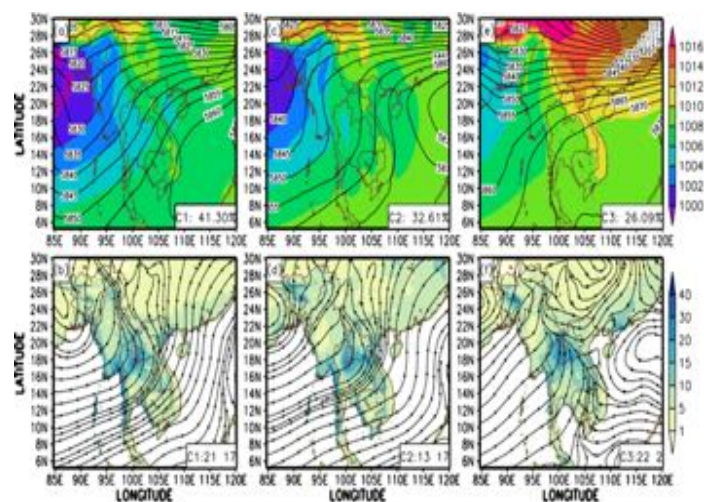


図 1 (a), (c), (e) は、クラスター平均した日平均海面更正気圧(hPa : 影付き)と日平均最大降雨量(mm/h)の関係。(b),(d),(f) は、500-hPa 面ジオポテンシャル高度(m)と日平均最大降雨量(mm/h)の関係。各図における右下の数値は、(a), (c), (e)はクラスター発生率を示し、(b),(d),(f) は 5, 6 月の豪雨日数を示す。

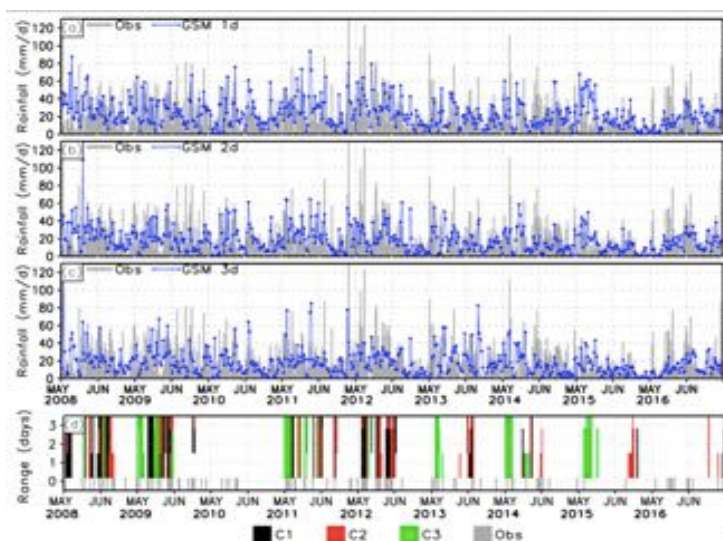


図 2 (上図) 観測値(棒グラフ)と GSM 予測値(直線グラフ)による、単位面積当たりの最大総降雨量(mm/day)の時間経過。
(下図) 2008～2016 年 5、6 月(予測範囲 0 日は観測値を示す)中の Nam 川における SOM + K-means 法によって得られた豪雨発生日(棒グラフ)(柴田ら(2017)⁷⁾から抜粋)



図 3 (棒グラフ) 2008～2016 年 5、6 月(2 ヶ月間)の各年において 40 mm/day 以上の豪雨が発生した日数。(折れ線グラフ) クラスター 1～3 が 1 日前予報において、豪雨を予報できた数。赤、青、緑はそれぞれクラスター 1, 2, 3 の予報数を示している。