自己組織化マップを用いた台風来襲時における降水量の将来変化に関する検討

九州大学　学生会員　　○柴田大輝
九州大学　　児玉充由　井手喜彦
九州大学　フェロー　　橋本典明

1.　はじめに

2019 年 10 月に発生した台風 21 号では，関東を中心に各地で河川が氾濫し，台風による豪雨災害の脅威が再認識された．さらに今後は地球温暖化に伴い海面水温が上昇すると，台風の強度が増すとともに台風による豪雨災害の甚大化が懸念される．したがって，台風と降水量の関係を把握しておくことは，今後の社会資本整備を考える上で重要である．文部科学省気候変動リスク情報創生プログラムでは，これまでにない大規模なアンサンブル実験を実施することで，地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）[1]を作成した．これにより，統計的な解析が可能となり，確率論的な議論ができるようになった．本研究では，台風の常襲地帯であり，過去に幾度も水害を経験してきた九州地方を対象として，d4PDF から得られた台風の経路を自己組織化マップを用いてパターン分類し，台風のパターン別に降水量を解析することで，台風経路とそれに伴う降水量の将来変化を検討した．

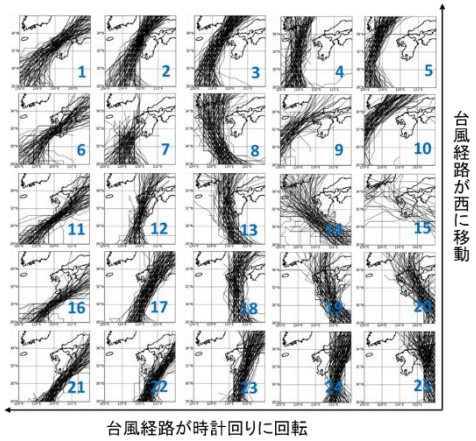

図-1　25 のパターンに分類された台風経路

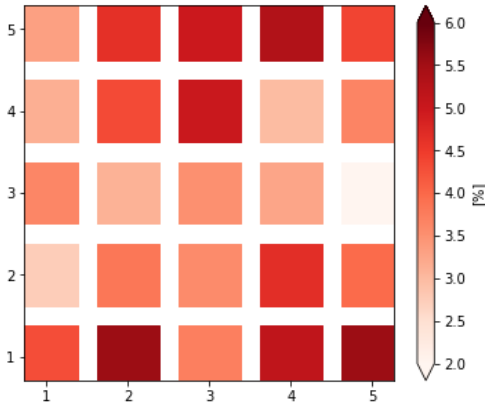

図-2　過去実験における各パターンの発生割合

2.　研究方法

2-1.　使用したデータの概要

本研究では d4PDF のうち，水平解像度約 20 km の気象研究所領域気候モデル(NHRCM)を用いた領域実験の結果を利用した．その中で過去実験（1951 年～2010 年×50 メンバ＝3000 年間）および将来実験（2051 年～2110 年×90 メンバ＝5400 年間）の九州地方を含む領域（東経 126～134 度，北緯 28～36 度）の 1 時間毎の降水量と海面更生気圧を解析に用いた．なお，将来実験は全球平均温度が 4 度上昇する RCP8.5 シナリオを想定したものを使用した．

2-2.　自己組織化マップについて

本研究では，台風経路のパターン分類に自己組織化マップ(SOM)を用いる．SOM とは，Kohonen(1982) [2]によって提案された手法であり，多次元データからのパターン抽出及び，抽出したパターンへの各入力データの分類を行うことができる．入力層ノードに分類したい入力ベクトルを与え，競合層ノードの参照ベクトルと比較し修正していくことで，任意の数の代表的なパターンを得ることができる．以下に SOM のアルゴリズムを示す．

1)　入力ベクトルを各参照ベクトルと比較し，ユークリッド距離が最小になるノードを探索する．

2)　1)で選択されたノードの参照ベクトルとその近傍の参照ベクトルを近傍関数により，入力ベクトルの特徴に少し近づくように修正する．

3)　1)と 2)を適切な回数だけ繰り返す．その際，修正する近傍のノード数と修正量を徐々に減少させていく．

上記の操作によって最終的に得られるパターンには入力ベクトルの代表的な特徴がマップ上の各参照ベクトルで表現される．マップ上の位置的に近いノードは互いに類似した特徴を持ち，反対に遠いノードは互いに異なる特徴を持つように組織化される．

3. 台風経路の将来変化に関する検討

3-1. 台風経路の分類

有明海湾奥部を中心とする半径 300 km の円内を通過する台風を抽出し（過去実験 3182 個，将来実験 3347 個），その経路について SOM を用いて 25 のパターンに分類した（図-1）．ここで，分類分けする際の台風データは，将来実験から無作為に 3182 個抽出することで過去実験と台風個数を揃えている．図-1 のマップは，縦軸に沿って上のパターンほど台風経路が西へ移動し，横軸に沿って左のパターンほど時計回りに回転している．

3-2. 各パターンにおける発生頻度の将来変化

過去実験および将来実験から抽出した台風をパターン別に分類した．過去実験における各パターンの発生割合を図-2 に示す．パターン 3, 4, 8 は発生割合が大きく，パターン 6, 12, 15, 16 は割合が小さい．また，各パターンにおける発生割合の将来変化を図-3 に示す．前述で示したような，過去実験で発生割合が大きいパターンでは将来減少し，過去実験で発生割合が小さいパターンでは増加している．すなわち，各パターンにおける発生割合のばらつきが小さくなり，どのパターンも偏りなく発生する傾向になることから，温暖化が進むと現在よりも台風の経路パターンは多様化するといえる．

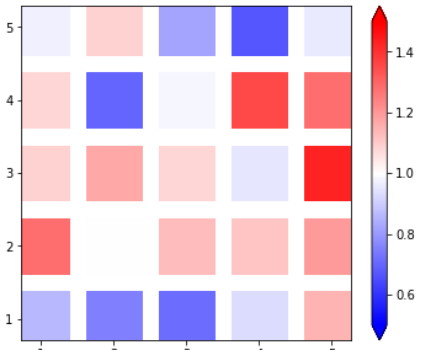

図-3 各パターンにおける発生割合の将来変化
（将来実験 / 過去実験）

3-3. 台風接近時の降水量

台風接近時の降水量を検討するため，有明海湾奥部と台風の中心との距離が 300 km 以内になった期間を台風の「影響期間」とし，影響期間における降水量をパターン毎に計算した．図-4 は各パターンにおける台風 1 個あたりの降水量の将来変化である．全体的にマップの右上に配置された経路パターンでは降水量が増加しており（パターン 9 は除く），将来気候において，これらの経路パターンを通る台風が来襲した際は，降雨による災害が発生する危険性が増す．

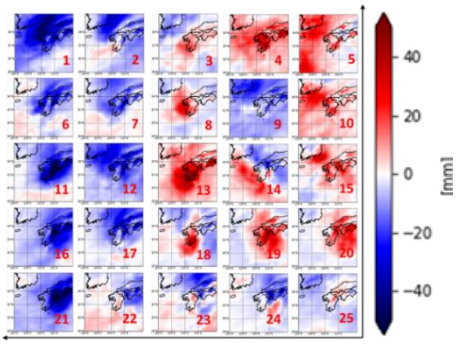

図-4 台風 1 個あたりの降水量の将来変化
（将来実験－過去実験）

図-5 は各パターンにおける台風 1 個あたりの影響期間の将来変化である．ここで，影響期間が増加することは，九州地方に台風が接近している期間が長期化する，すなわち台風の進行速度が遅くなることを表している．図-4 において九州で降水量が増加するパターンのほとんどは影響期間が増加していることから，将来的な降水量の増加には影響期間が大きく寄与していることがわかる．一方，パターン 15 や 18 では降水量が増加しているにもかかわらず影響期間は減少している．すなわち，このパターンに属する台風は将来的に現在より短時間で集中的な降雨をもたらすといえる．

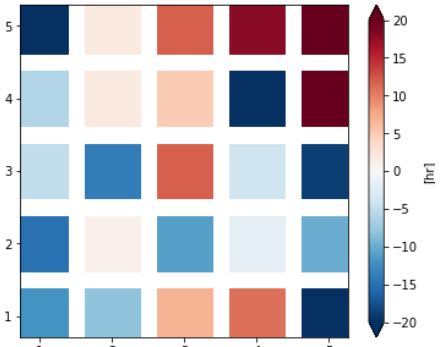

図-5 台風 1 個あたりの影響期間の将来変化
（将来実験－過去実験）

4. おわりに

SOM を用いて d4PDF から抽出した九州地方に接近する台風の経路データをパターン分類した．その結果，温暖化が進むと現在よりも台風の経路パターンは多様化することがわかった．また，台風接近時の降水量をパターン毎に解析し，将来変化を検討した．全体的に台風 1 個あたりの降水量は増加しており，それには台風の影響期間が大きく寄与していることが分かった．一方，降水量が増加するにもかかわらず影響期間が減少するパターンもあり，短時間で集中的な降雨をもたらす経路パターンがあることを示した．本研究は，文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の一環として，実施したものである．

参考文献

1) 文部科学省：地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース，利用手引き（抜粋），平成 27 年
2) Kohonen, T. : Self-organizing Maps, *Springer Series in Information Sciences*, Vol. 30, 1995.