

SOMによる南九州に豪雨災害をもたらした 気象場の分類

奥村 翼¹⁾・朝位孝二²⁾・白水 元²⁾・西山浩司³⁾

¹⁾山口大学工学部社会建設工学科, ²⁾山口大学大学院創成科学研究科

³⁾九州大学大学院工学研究院

1. はじめに

2020年7月4日未明から朝にかけて熊本県南部で局地的に豪雨(令和2年7月豪雨)が発生し、球磨川の氾濫によって大規模な浸水が発生した。肥薩線の鉄橋が流され、球磨村では22人、人吉市では19人が死亡するなど大きな被害が出た。前日の3日夕方時点で気象庁は、熊本県内の4日18時までの24時間雨量の予想を「多いところで200mm」と発表していたが、実際には400mmを超えた。事前にこの豪雨を予測することができなかったために準備や避難が遅れ、被害が大きくなってしまった。住民に危機意識を共有し、迅速な避難行動を後押しするためにも事前の予測は大切であるが、今回のような線状降水帯でもたらされる豪雨の予測は難しい。

現在の数値予報の精度は向上しているが、それでも局地的な豪雨予測は現在の予測技術でも困難な面がある。しかし過去に豪雨災害を引き起こした気象場には類似性があれば、雨量は正確に予測できなくとも、豪雨災害発生危険性を事前に住民に伝えることで、避難の準備に取り掛かれる。過去の九州地方南部での豪雨災害について周囲の気象場がどのようなものだったかを調べて、豪雨をもたらした気象場にはどのような特徴があるのか調べることにした。豪雨災害事例ごとの報告は豊富である一方、豪雨災害事例間の類似性の議論は少ない。気象場パターンの分類ができれば、全球数値モデル(GSM)やメソ数値予報モデル(MSM)などで予測される将来の気象場がどのパターンに分類され、それが過去に大きな災害を引き起こしたのかどうかの診断に使用できる。

西山らはパターン認識技術の1つである自己組織化マップ(Self-Organizing Map: SOM)を用いて北部九州・中国地方で気象災害をもたらした気象場のパターン分類を行っている¹⁾。彼らのマップでは南九州には精度が不十分と思われる。そこで本研究では九州地方南部を対象に気象災害を引き起こした気象場の分類を行った。

2. SOMパターン分析条件

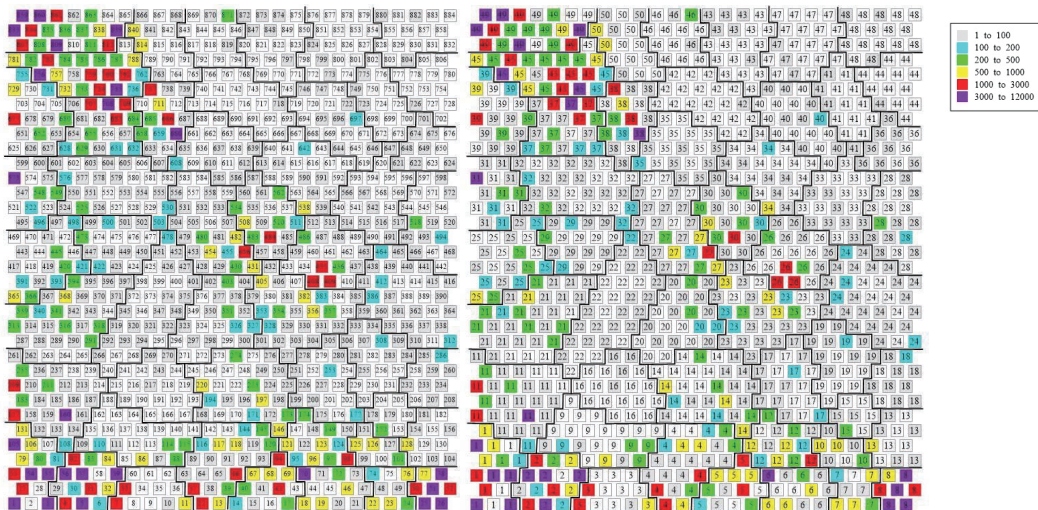
本研究で用いるデータは緯度経度2.5度間隔のNCEP/NCAR再解析データから可降水量(PW)、850hPa面の風速成分(東西成分Uと南北成分V)の3要素を選ぶ。南九州地方が中心になるように図-1に示す16の格子点から気象場を設定する。合計48次元からなる気象場を入力ベクトルとして設定する。ここでは、1957年から2020年までの64年間(6~9月、1日4回)の気象場を学習データとした。総計31,232個のサンプル数となり、一つのサンプルは前述のように48次元のデータからなる。

また、図-1の気象場の対象領域の中心付近にて点線で囲まれた九州地方南部を含む経度幅2.5度×緯度幅2.0度の領域を雨量抽出のための対象領域に設定する。ここでは、1km格子に変更された2006年から2019年までの解析雨量を使用し、1日4回の気象場に対してその前後3時間(合計6時間)に記録された対象領域内の雨量を抽出する。具体的には50mm/hを豪雨の閾値として、その値以上の雨量を

記録した対象領域内の解析雨量メッシュの数を事例ごとに積算し豪雨頻度を計算した。これは SOM 図作成には直接必要はないが、気象パターンと降水量の関係を議論するのに都合が良い。この研究における SOM のマップサイズは、種々検討の結果水平方向に 26 個、垂直方向に 34 個の 2 次元マップとした。グループ数は 50 を採用した。

3.気象場パターンの分析

図-2 に本研究で作成した SOM 図を示す。図中の小さな□がユニットであり、黒い太線で囲まれている領域がグループである。31,232 個の 884 個のユニットに分類される。同じユニットは似た気象パターンを持っている。また隣接するユニットは似た性質を持った気象場であり、さらにユニット同士でグループを形成する。このマップでは 50 個のグループを形成する。性質が異なるグループは互いに離れた場所に位置する。図-2(a)の□の中の番号はユニットの番号を示しており、図-2(b)の□の中の番号はグループ番号を示している。ユニットの色は、50mm/h 以上の降雨の頻度を表している。図-2 の左側下部、右側下部、左側上部に豪雨頻度の高い気象場パターンが存在している。豪雨はこれらユニットに分類されている。



(a) ユニット番号 (b) グループ番号

図-2 本研究で得られた SOM

図-3 に球磨川流域で水害が発生した事例示す。外枠が太くなっているものは球磨川を氾濫させた災害である。1965 年（昭和 40 年）7 月には大きな豪雨があり、球磨川が氾濫した。この事例では 1965 年 7 月 2 日 21 時と 3 日 3 時の気象パターンはグループ 2（以下グループは G で表す。）のユニット 5 以下ユニットは U で表す）に分類された。今次災害である令和 2 年 7 月豪雨においても 7 月 4 日 3 時と 9 時の気象パターンは G2 の U5, U6 に属している。球磨川の氾濫させた前線線の豪雨事例は主にマップ左下の G1, G2 に分類された。また、令和 2 年 7 月豪雨は 7 月 4 日 9 時以降、15 時では G49 の U838, 21 時では G49 の U837 に分類された。球磨川流域で豪雨災害を起こす気象パターンから外れたことが分かる。

一方、台風系の豪雨では 1971 年の台風 19 号、2004 年の台風 16 号、2005 年の台風 14 号がいずれ

も G8 の U25 に分類された。このグループの気象場を確認したところ台風による反時計回りの風速ベクトルが確認された。

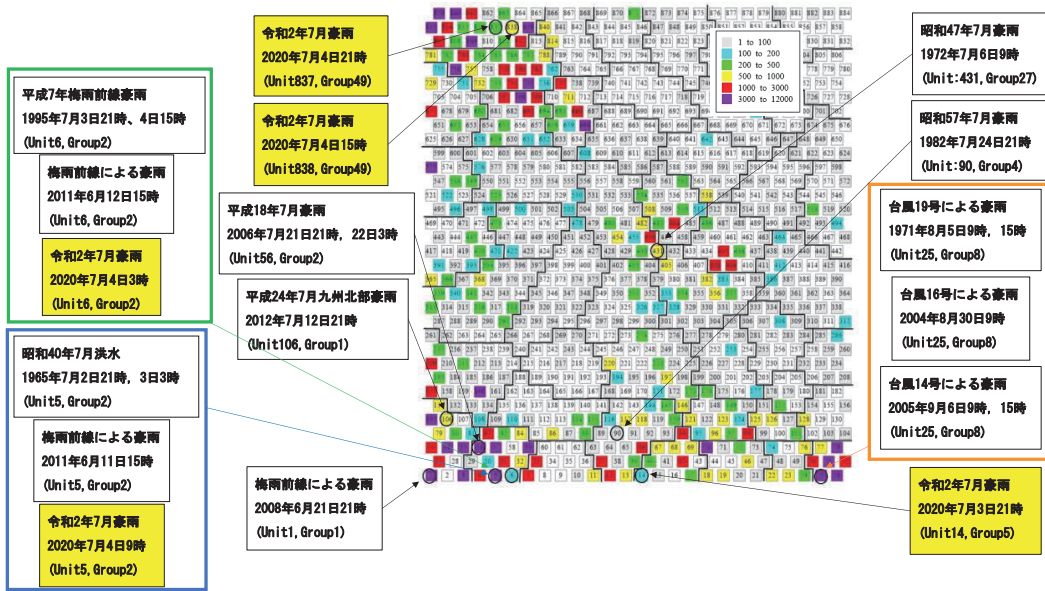


図-3 球磨川流域で水害を引き起こした事例

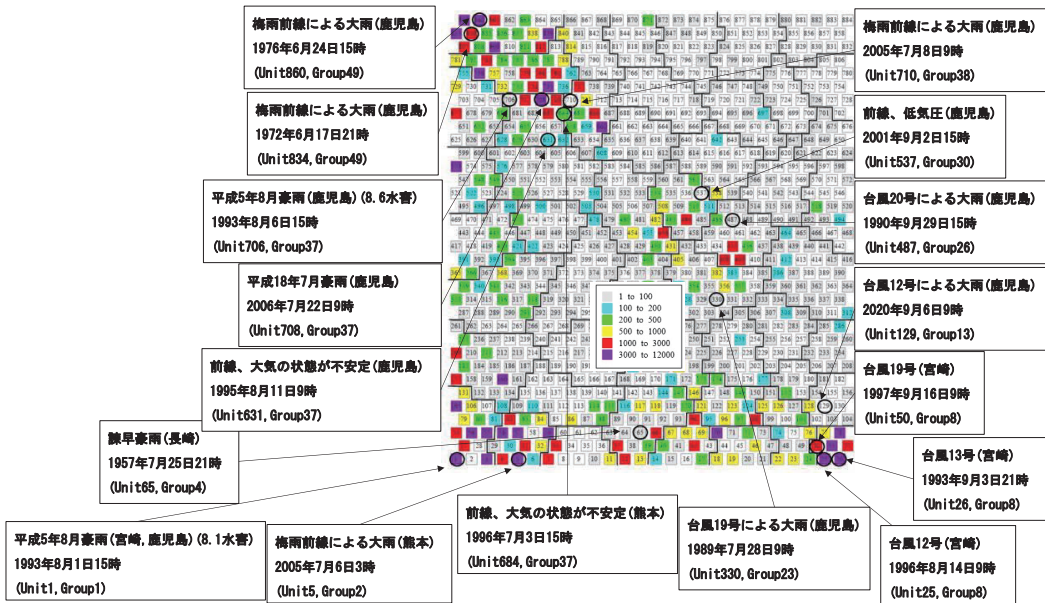


図-4 鹿児島県、宮崎県で水害を引き起こした事例

図-4には鹿児島県、宮崎県で水害を引き起こした事例を SOM 上に示している。球磨川よりもさらに南側に位置する鹿児島で起きた前線系による豪雨災害は、マップ左上の G37, G38, G49 に属している。マップ上では左上に分類される。1993年8月の豪雨では G1 の U1 に分類されている。また、台風系の豪雨は G8 と G26 に分類されている。台風系の豪雨災害はマップ上の右下に分類される

ことが分かる．図-3 と図-4 を比較すると前線による球磨川流域の豪雨はマップの左下に，鹿児島県における前線による豪雨災害はマップの左上に分類される．また台風系の豪雨がマップ右下に分類されており，特徴を踏まえて良く分類されている．

4. 令和 2 年 7 月豪雨における GSM の予測データを用いた診断モデルの作成

気象庁が発表している GSM の数値予測結果は一日 4 回公開されている．日本時間で 3 時，9 時，15 時，21 時である．このうち 3 時と 15 時は 5.5 日先まで，9 時と 21 時は 11 日先までの予報が公開されている．この GSM の予測値は SOM 上にプロットすることができる．これを診断モデルと呼ぶ．SOM 上で G2 や U5 に分類されたとし，球磨川流域での豪雨災害が予想され速やかな住民避難を誘導することが期待される．

そこで実際に気象庁が公開したデータを用いて，今次災害の豪雨が SOM 上でどこに位置するのかを検討した．図-5 に GSM による気象場パターンを SOM にプロットしたものである．いずれも R2 年 7 月 4 日 3 時における気象場である．同じ時刻であってもシミュレーションの初期時刻（初期条件の時刻）がそれぞれ異なっている．初期時刻が 2 日 9 時，15 時，21 時および 3 日 3 時の場合はいずれも 7 月 4 日 3 時は G5U40 に位置している．豪雨頻度も 100~200 程度である．この時点での予測は球磨川流域の豪雨を予測できてはいない．初期時刻が 3 日 9 時では G49U860 であり，初期時刻が 3 日 15 時と 21 時では G49U835 であった．これらのグループは鹿児島での豪雨をあらわしている．実際に 7 月 3 日から 4 日にかけては鹿児島県の川内川が危険な状況であった．GSM では熊本県南部よりも鹿児島県で豪雨になる予測であった．

5. 結語

本研究では，自己組織化マップを用いて九州地方南部を対象に気象災害を引き起こした気象パターンの分析を行い，気象場の特徴を調べてた．更に令和 2 年 7 月豪雨において GSM の予測データから診断モデルを作成し事前に球磨川流域での豪雨を予測できていたのかを調べた．

その結果，球磨川を氾濫させた豪雨のうち最も規模の大きい令和 2 年 7 月豪雨と昭和 40 年 7 月大洪水において，気象場の推移や選ばれたユニットから同じ傾向を持っていることがわかった．令和 2 年 7 月豪雨に関して GSM の予測データを用いた診断モデルでは球磨川流域で豪雨が発生することを予測することはできなかった．これは SOM の分類の問題ではなく，GSM による気象場予測の限界によるものである．

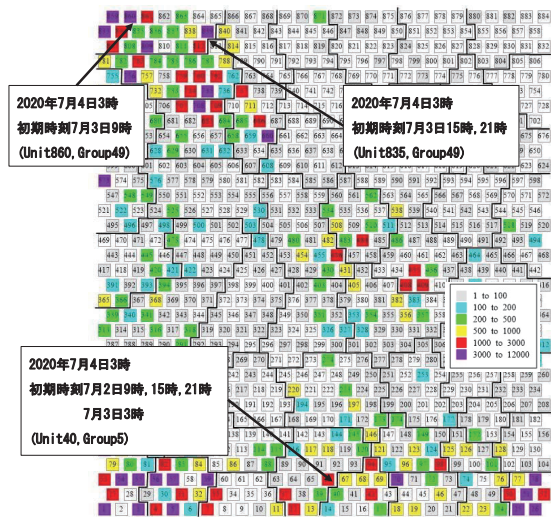


図-5 診断モデルによる今次災害の SOM 上の位置

参考文献

- 1) 西山 浩司，横田 いずみ，広城 吉成，朝位 孝二：自己組織化マップに基づく広島県の豪雨災害を引き起こした気象場パターンの分析