

メカニズム解明に向けた線状対流系過去事例群の統合的物理解析
 Integrated Physical Analysis of Past Line-shaped Convective Systems for Mechanisms Investigation

○仲ゆかり・福田果奈・中北英一

○Yukari NAKA, Kana FUKUDA, Eiichi NAKAKITA

In Baiu season, many heavy rainfalls triggered disasters have been caused recently. One of the factors is line-shaped convective systems. The purpose of this research is to analyze past events of line-shaped convective systems in terms of difference in spatial and temporal characteristics. We detected past events from Radar-AMeDAS using the method of ellipse approximation. Then, we classified them into two types, type-A and type-B. Type-A has large scale and occurs near convergence of Baiu front, while type-B is quite localized and occurs far south from Baiu front. After classification, we qualitatively analyzed the relationship between the two types of heavy rainfall and environmental parameters, such as CAPE and BRN. As a result, we found differences of occurrence area and environment between types.

1. はじめに

近年、日本では梅雨前線による集中豪雨に起因する災害が多発している。令和2年7月豪雨(図1左)では球磨川の氾濫、平成26年8月豪雨(図1右)では大規模な土砂災害を引き起こした。

このような甚大な災害を引き起こす現象が、本研究の対象である停滞前線性の線状対流系である。線状対流系は、積乱雲が次々と同じ場所で発生し、積乱雲群が成長しながら線状に並んで形成されるが、必要な水蒸気量や大気場の状態といった、発生に関する詳細なメカニズムの解明には至っていない。一方、小坂田ら¹⁾によると、図1左のような、梅雨前線の位置と強雨域が概ね一致する前線付随型のAタイプと、図1右のような、約100 km以上離れた空間スケールの小さい局所的なBタイプに分類できる。しかし、タイプ間で発生位置やスケールに違いが生じる理由については、解明されていない。

そのため、今後このような理由を明らかにすることを目指し、本研究では、線状対流系の過去事例を時空間スケールの違いに着目しながら発生環境場に関する解析を行う。

2. 線状対流系過去事例の抽出・分類とその結果

解析に向けて、気象庁の解析雨量を用いて事例抽出を行った。抽出対象期間は2006年から2020年の6月から8月で、抽出間隔は1時間とした。

辻本ら²⁾の楕円近似の手法から楕円の形状特性を参考にし、前3時間積算降水量に対して表1に示した条件で楕円近似を行い、楕円の雨域を全て抽出した。ただし、梅雨前線のような停滞前線による降雨に注目するため、抽出後に台風による降雨事例や前線を伴わない降雨事例を除外した。

次に、時空間スケールに基づいた分類を行った。梅雨前線の収束域は、地表面水蒸気フラックスの収束域と850hPa面での相当温位の密領域と対応しており、それらから分かる前線の収束域と地上天気図に示される前線位置から、各事例の前線位置を目視で確認した。その後、前線位置と強雨域の位置関係を目視で確認し、前線付近のスケールの大きいAタイプと、前線から離れたスケールの小さいBタイプに分類した。

抽出と分類の結果、Aタイプは176事例、Bタイプは68事例となった。図2は、各事例の抽出開始時刻における楕円を、全国(図2左)と九州地方(図2右)にプロットしたものである。九州地方での発生が特に多く、Aタイプは太平洋側・日本海側ともに発生しており、Bタイプは太平洋側で主に発生しているということが分かる。

3. 発生環境場の解析

発生環境場について調べるために、環境場指標の一種であるCAPE(Convective Available Potential Energy)とBRN(the Bulk Richardson

Number) に着目した。CAPE は大気的不安定さを、BRN は浮力と鉛直シアの比を表す。また、線状対流系における BRN の値は、おおよそ 32 程度であることが知られている³⁾。

そこで、CAPE と BRN の空間分布図をメソ客観解析値より作成し、各事例の抽出開始時刻における線状対流系の発生位置側に着目して、CAPE と BRN の値を目視にて確認した。その後、CAPE は 5 段階 (順に、“分類 1 (750J/kg 以下)”, “分類 2 (750–1250J/kg)”, “分類 3 (1250–1750J/kg)”, “分類 4 (1750–2250J/kg)”, “分類 5 (2250J/kg 以上)”), BRN は 3 段階 (“○ (ほぼ 32 のもの)”, “△ (32 前後かつ“×”には分類できないもの)”, “× (明らかに 32 ではないもの)”) に分けて整理し、表 2 のようにタイプ別に相対度数で表した。

表 2 から、CAPE が“分類 3”相当の 1500J/kg 前後かつ BRN の値が“○”に相当する 32 程度で起こりやすいということが分かる。また、CAPE が“分類 1”相当の小さい値で、BRN の値が“×”に相当する 32 ではない場合においても発生しているということが分かる。さらに、前者の発生環境は B タイプで顕著である。つまり、B タイプの方が“BRN=32”という既往研究で示された環境場で発生しやすいと言える。

4. 結論と今後の解析

以上の解析により、時空間スケールに分類した線状対流系の発生において、その場所や環境に違いがあることを示した。発表では、鉛直シア等の別の環境場指標も用いてより定量的な解析を行った上で、タイプ間でなぜ発生環境に違いがみられるのかについて考察する。

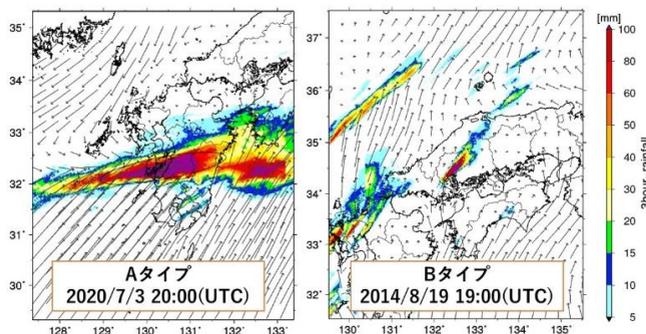


図 1 (左) 令和 2 年 7 月豪雨と (右) 平成 26 年 8 月豪雨の解析雨量での前 3 時間積算降水量。矢印はメソ客観解析値での地表面水蒸気フラックス、桃色実線は地表面水蒸気フラックスの収束域から推定される前線の位置を示す。

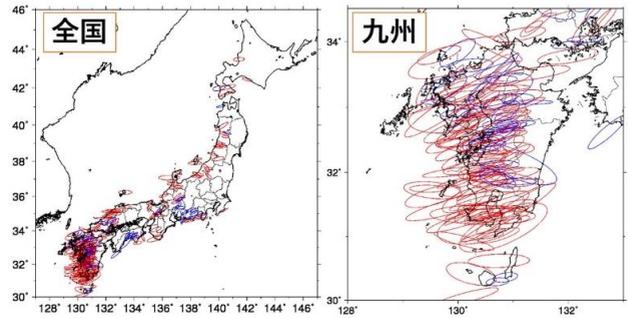


図 2 各事例における抽出開始時刻での楕円の (左) 全国 (右) 九州地方へのプロット結果。赤は A タイプ、青は B タイプを示す。

表 1 楕円近似での雨域及び楕円の抽出基準

楕円近似のための雨域の条件	楕円の抽出基準
抽出領域 > 80mm/3hour	200km < 雨域 < 12,500km
最大値 > 100/3hourが領域内に存在	楕円長軸 > 50km
	軸比 > 2.5

表 2 各事例の抽出開始時刻での (上) A タイプ及び (下) B タイプでの CAPE と BRN の相対度数。実線は相対度数 0.04 ごとに引いた等値線。x 軸方向に CAPE を、y 軸方向に BRN を示した。

A	分類1	分類2	分類3	分類4	分類5	計
○	0.045	0.057	0.148	0.051	0	0.301
△	0.045	0.045	0.045	0.017	0	0.153
×	0.290	0.165	0.074	0.011	0.006	0.545
計	0.381	0.267	0.267	0.080	0.006	1

B	分類1	分類2	分類3	分類4	分類5	計
○	0.015	0.015	0.235	0.088	0	0.353
△	0.029	0.059	0.044	0.029	0	0.162
×	0.221	0.147	0.118	0	0	0.485
計	0.265	0.221	0.397	0.118	0	1

参考文献

- 1) 小坂田ゆかり, 中村葵, 中北英一: 梅雨期集中豪雨の時空間特性を考慮した強雨継続時間と積算雨量の将来変化の統計分析, 土木学会論文集 B1(水工学), 76(2), I_7-I_12, 2020.
- 2) 辻本浩史, 増田有俊, 真中朋久: 現業レーダデータを用いた土砂災害事例における線状降水帯の抽出, 砂防学会誌, 6, p.49-55, 2017.
- 3) 中北英一, 矢神卓也, 池淵周一: 1998 那須集中豪雨の生起・伝播特性, 水工学論文集, 第 44 巻, 2000 年 2 月.