

過去の災害事例を基準とした北海道における線状降水帯の客観的抽出

Extraction of Line-shaped Rainbands that have occurred in Hokkaido over the past 33 years

北海道大学大学院工学院 ○学生員 大屋祐太 (Yuta Ohya)
北海道大学大学院工学研究院 正員 山田朋人 (Tomohito Yamada)

1. はじめに

線状降水帯は、気象学的なメカニズムとして複数の積乱雲で構成されるメソ対流系が線上に並ぶことで強い雨域を停滞させる。北海道においても線状降水帯による大雨が発生し、1990 年台から 2000 年台にかけて増加傾向であることが確認されている¹⁾。線状降水帯を伴う豪雨災害は日本全国で頻繁に発生し、河川の氾濫を招くため、2021 年 6 月より気象庁は「顕著な大雨に関する情報」として線状降水帯の発生を警戒レベル 4 相当以上の防災情報として提供し、全国統一の危機管理を行っている。しかしながら同警戒の発令条件の一つは「解析雨量 (5km メッシュ) において前 3 時間積算降水量が 100mm 以上の分布域の面積が 500km² 以上」であり、年間降水量が 3000mm に達する九州北西部を含む西日本を想定されているため、非常に厳しい閾値を有する。一方で同地域の最大都市である札幌市における内水氾濫の計画雨量でさえ非超過確率年 10 年の 35mm/h²⁾であることから、同エリア全域をカバーする線状降水帯の指標として不十分である。本研究では、過去 33 年間のレーダ観測による降雨データからある閾値で降雨形状が線状に分布するものを線状降水帯と呼び、2010 年 8 月に忠別川が氾濫した事例と 2014 年 9 月に石狩・胆振地方に大雨特別警戒をもたらした事例 (以下、2014 年豪雨) を含み、災害をもたらす規模の北海道で発生した線状降水帯の客観的指標による抽出を行い、特定した雨域の特徴を述べることで北海道における線状降水帯の存在及び定義を提案するものである。第 2 章に定義を決める上で重要な線状降水帯の一般的な特徴をまとめ、第 3 章に本研究で使ったデータセットと解析手法を示した。第 4 章に抽出結果、第 5 章をまとめとした。

2. 線状降水帯の特徴

線状降水帯、あるいは広義にメソ対流系^{例えば 3), 4), 5)}は、レーダ・衛星の観測網が整備され、非静力学モデルが発達した 1980 年以降より特にメカニズムや事例研究が進んだ気象現象である。寒冷・停滞前線や低気圧 (温暖前線も含む) 付近で発生することが示されている。しかしながら、台風や熱雷、地形性に直接関係せずに発生する集中豪雨であるため発生を予測することは難しく、停滞時間も長い特徴を有する。同現象は、個々の積乱雲が、発生から維持・発達を経て減衰・消滅する過程が線状の降雨域内で行われており、その構造によりバックビルディング型やスコールライン型のようなパターン³⁾に分かれる。2014 年豪雨は、典型的なバックビルディング型の線状降水帯であり、著者ら⁶⁾は個々のセルが風上側の

収束点で発生する様子と三次元風速場の関係をまとめたものである。このように道内における事例解析は存在するものの、定量的な指標で抽出する必要がある。

3. データセット・解析手法

降雨データとして、レーダ観測雨量に地上観測による補正を行なったレーダアメダス解析雨量 (以下、解析雨量) を用いた。解析雨量は、1988 年の導入以降、空間解像度・時間解像度は向上した。本研究では、過去の情報なるべく多く含めた解析を行うため、全てのデータセットを共通の解像度に変換して解析を行なった。空間解像度は 5km メッシュとし、解像度の細かい最近のデータ (2.5km, 1km メッシュ) は双線形内挿により統一した解像度とした。時間解像度は 1 時間 3 時間雨量としており、30 分間隔・1 時間間隔のそれぞれのデータの前の 3 時間分に該当するデータの平均を求め、3 時間雨量としている。これらの解像度は、線状降水帯の個々のセルの動きや構造を無視し、単に降水システムによる総雨量として雨域形状を評価するための設定としている。こうして作成した 5km メッシュ、1 時間間隔の 3 時間雨量データを以降、降雨グリッドデータとして扱う。

線状降水帯の抽出方法は、Hirockawa ら^{7), 8)}の方法を踏襲し、降雨量が相対的に少ない北海道エリアに対応するため一部を変更し、下記のように行ない、本研究における基準の閾値とした。

- ① 降雨グリッドデータから、ある閾値以上のグリッドの 8 連結により結合されたグリッド数が 20 (面積 500km² に相当) 以上を検出し、豪雨オブジェクトとした。閾値の基準値は 40 mm/3h を与えた。
- ② 抽出したオブジェクトを 1 時間前に抽出したオブジェクトと重ね合わせた時、被覆率がある閾値以上の場合、同一の豪雨イベントとし、同一豪雨イベントに含まれる雨量から停滞時間を求めた。閾値には 50% を与えた。
- ③ 抽出した豪雨イベントの対象時間における雨域は東西方向・南北方向で端に該当するグリッドから南北・東西比を算出し、さらに雨域を 180 度回転させながら同様に南北・東西比を求めたうち、最も大きいものをそのイベントのアスペクト比・雨域の傾きとした。
- ④ ①～③までの画像解析を経て、継続時間・アスペクト比がある閾値を満たす豪雨イベントを線状降水帯と定義した。閾値には 5 時間の停滞時間、アスペクト比 2.5 を与えた。

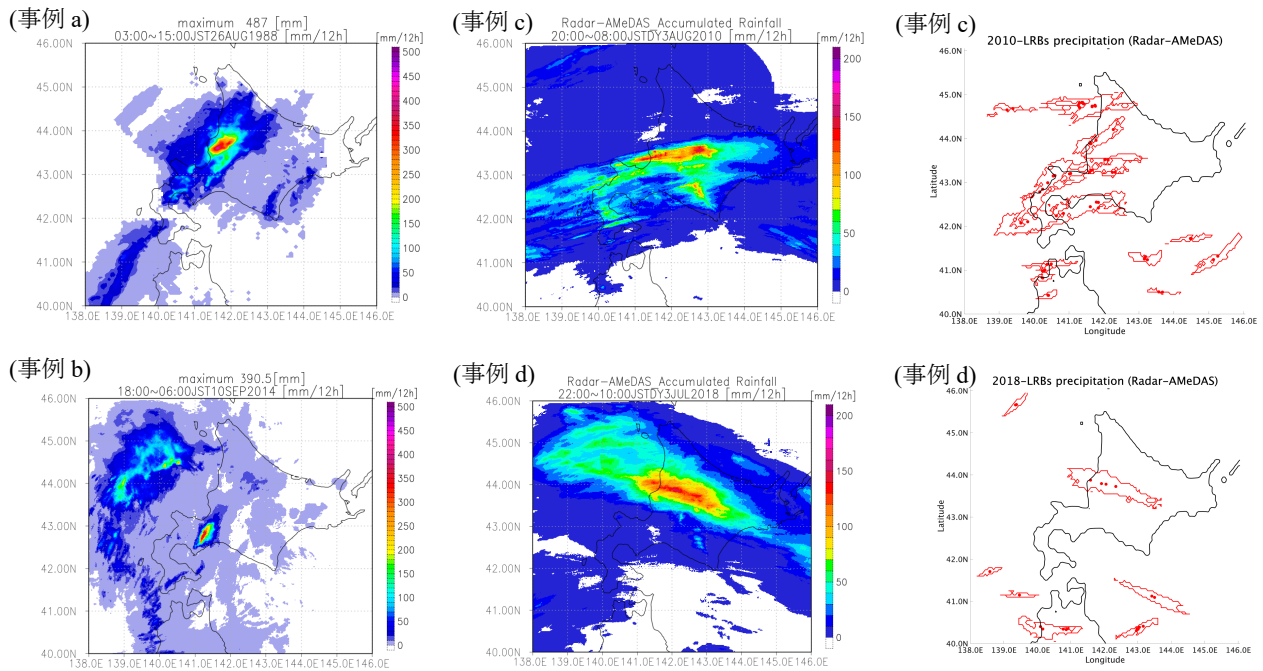


図-1 対象期間に災害をもたらした線状降水帯の降雨分布

図-2 抽出された線状降水帯の位置

4. 解析結果

本研究の定義上、重要となる線状降水帯による豪雨イベントを図-1に示す。線状降水帯の定義に用いた閾値は降雨量、被覆率、停滞時間、アスペクト比の4つのパラメータの組み合わせであり、それぞれの事例がどの組み合わせによる定義上で線状降水帯と判定されるかを調べた。左上は1988年8月に留萌川が氾濫した事例(a)、左下は2014年9月に発生した石狩・胆振豪雨による事例(b)、右上は2010年8月に発生した忠別川豪雨の事例(c)、右下は2018年7月にペーパン川が氾濫した事例(d)である。どの事例も災害をもたらした事例であるが、その規模は様々である。図-2は今回の解析上で線状降水帯と判定された結果である。事例(c)は基準となる閾値に対し停滞時間を4時間に減らすと特定されたことを示し、事例(d)は、基準となる閾値で特定された。一方で事例(a)(b)は、同定義上で停滞時間が10時間にも及ぶ一方で、雨域が広範囲に広がるためアスペクト比が徐々に小さくなるため既存の条件では定義上、抽出されない結果となる。本研究では、継続時間を3から5時間としたある範囲内とした場合、線状降水帯として特定可能となった。

5. まとめ

本研究は、北海道で発生した線状降水帯を客観的な指標による抽出を試みた。気象庁の方法を踏襲しながら降雨量を含むパラメータを調整することで線状降水帯の事例を調査した。今後、線状降水帯による危険度をさらに高精度で分析・予測するために、解像度の細かい観測(XRAINなど)を用いる事による線状降水帯の構造を含めた抽出方法や、地形性による雨域の除去が課題である。また本論文で紹介しきれなかった大量アンサンブルデータに適用した結果との比較によって今後、発生する現象の予測も可能となる。

謝辞：本研究は、文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマC「統合的気候変動予測」JPMXD0717935561および、科研費「19H00815」の支援を受け実施されました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- Yamada, T. J.; Sasaki, J.; Matsuoka, N.: Climatology of line - shaped rainbands over northern Japan in boreal summer between 1990 and 2010. *Atmospheric Science Letters*, 13(2), 133-138, 2012.
- 柳川尚吾, 事例報告 気候変動を踏まえた上下水道事業 札幌市下水道事業の取り組み, 水坤 2020 vol.60 夏号, p.11-p.13, 2020.
- 瀬古弘. 中緯度のメソ β スケール線状降水系の形態と維持機構に関する研究, 気象庁研究時報 62.1, 1-74, 2010.
- Houze Jr, R. A., 100 years of research on mesoscale convective systems. *Meteorological Monographs*, 59, 17-1, 2018.
- Schumacher, R. S.; Rasmussen, K. L. , The formation, character and changing nature of mesoscale convective systems. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(6), 300-314, 2020.
- 大屋祐太; 山田朋人. 2014年9月に北海道で発生した線状降水帯における鉛直渦構造と降水強度の関係. 土木学会論文集 B1 (水工学), 76.2: I_193-I_198, 2020.
- Hirockawa, Y.; and Coauthors : Identification and classification of heavy rainfall areas and their characteristic features in Japan, *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 2020.
- 津口裕茂; 加藤輝之: 集中豪雨事例の客観的な抽出とその特性・特徴に関する統計解析, 天気 61.6, p.455-p.469, 2014.