

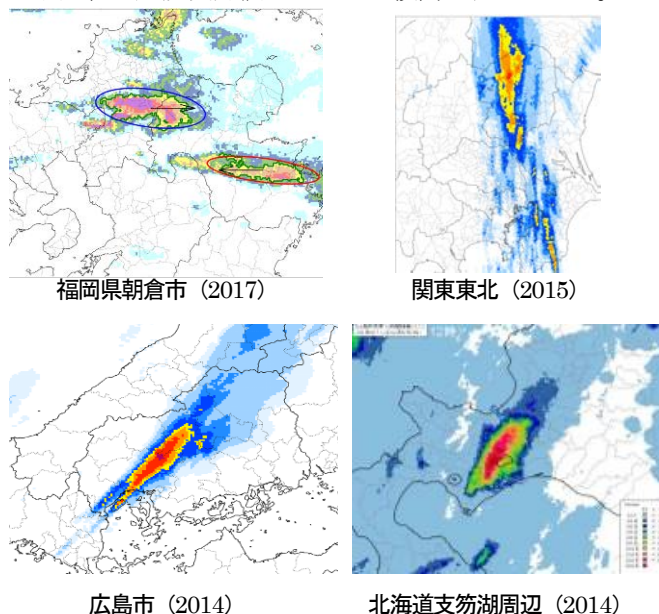
大規模土砂災害の発生予測に向けた線状降水帯のリアルタイム判定の試み

国土交通省国土技術政策総合研究所
一般財団法人日本気象協会

○野呂智之, 神山嬢子*, 村田郁央, 戸舘 光
増田有俊, 早坂祐一, 後藤祐輔, 片山勝之, 渡邊良美
*現 国立研究開発法人土木研究所

1. はじめに

九州北部豪雨災害（2017）の特徴を表すキーワードのひとつとして「線状降水帯」があげられる。この停滞性降水システムによる土砂災害はこの数年だけでも広島（2014）、栃木・茨城（2015）等で発生しており、いずれの災害でも甚大な被害が発生している（図－1）。これは、雨域が一定の地域に停滞することにより多量の降雨が同一地域で継続したことが理由である。国土技術政策総合研究所では、大規模な土砂災害を対象とした警戒避難体制の構築に活用するため集中豪雨をもたらす降水システムの一つとして線状降水帯に注目し、その出現に関する予測と検知を組み合わせることで土砂災害の危険度評価につなげる検討を行ってきた。



図－1 線状降水帯の主な出現履歴（2014年～2017年）

2. 線状降水帯に焦点をあてた理由

道路の冠水や斜面崩壊が同時多発的に一定の範囲内に集中することで人の移動に時間を要するようになり、自治体にとっては防災体制の構築や避難の呼びかけ、住民にとっては避難行動開始のタイミングに影響を及ぼしている。これまでの整理では、線状降水帯に伴う土砂災害ではその他に比較すると人的被害が13倍も大きい結果が示されている¹⁾。数日～数時間前の段階から雨域の接近を把握する技術が実用化されている台風や温帯低気圧などに比べ、線状降水帯は直前まで精度の高い豪雨予測を行うことが難しいとされているが、近年の研究により実態解明が進んできている²⁾。そこで、大規模な土砂災害の発生に備えた事前行動の早期

着手に資することを目的として、線状降水帯の予測、検知を可能な限り早期に行う手法の検討を行ってきた。

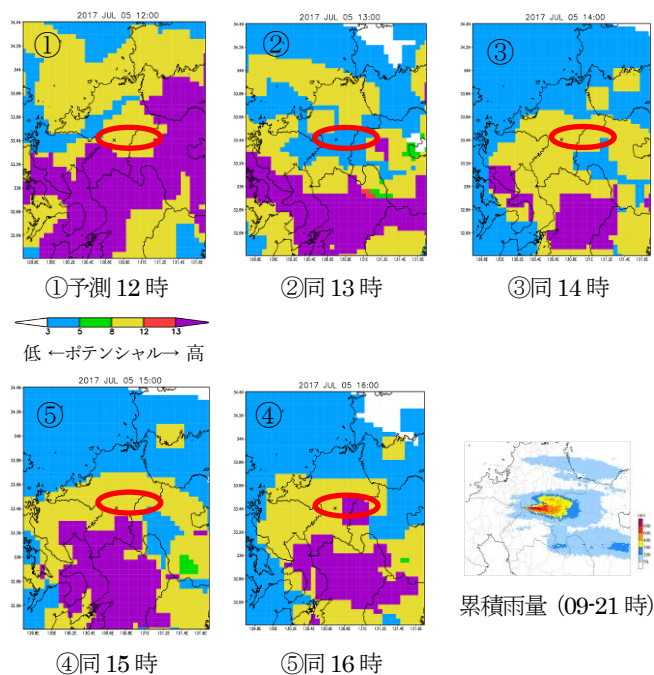
3. 検討内容

今回考案した手法は、時空間分解能が異なる2種類の気象データを用いて線状降水帯の出現を2段階（事前予測とリアルタイム判定）で予測、検知を行うものである。以下にそれぞれの概要を記す。

3.1 事前予測

可降水量やK指数、水蒸気フラックス流入量等の指数を用い、総観スケールで過去の線状降水帯発生時の大気環境場を再現する組合せを採用した。これらの指数またはその組合せを監視することにより、線状降水帯が発生しやすい状況に近づいているか否かの判断を降雨が始まる前の段階で行うことが可能となる。

九州北部豪雨災害のケースを事後検証した結果を図－2に示す。①は7/5朝06時に予測した12時時点の集中豪雨発生ポテンシャル分布（ここでは予測12時と表す）で、以降の1時間毎予測値が②～⑤である。九州北部地域でポテンシャルが高い状態（紫の範囲）となることを6時間前の段階で予測することができたが、予測された高ポテンシャル域は累積雨量が多かった朝倉市（図中の赤い楕円）を囲むように東～南側にずれ、以降は全体的に南側にずれていた。また、同時期に高ポテンシャル域と予測した愛媛、和歌山では実際の日雨量は20mm以下にとどまった。



図－2 各6時間先のポテンシャル予測

3.2 リアルタイム判定

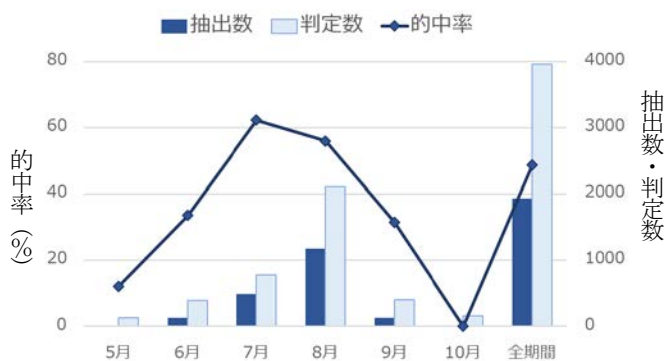
レーダ観測により雨域の範囲とその移動ベクトルをメソスケールで把握し、一定のしきい値を超えた状況を「線状降水帯が出現した」と判定する手法を採用した^{3), 4)}。現時点で使用可能なレーダデータの一覧を表-1に示す。時空間分解能や利用者への提供までに必要な時間を考慮すると XRAIN が最も優れているが、現状では日本全域がカバーされていない点に難がある。解析雨量は気象庁レーダをアメダス観測値でメッシュ解析した高精度のデータであるが、長い更新間隔や提供までに時間がかかる短所がある。本手法ではリアルタイム性を重視していること等を踏まえ気象庁レーダを使用するとともに、観測時点の前 15 分平均値で判断することで雨域形状が瞬間的に変化することによる影響を排除した。しきい値は表-2に示すように「雨量」「雨域形状」に分類される項目を設けた。なお表中の楕円とは、しきい値を満たした雨域を楕円形状に近似した平面の範囲を指している。

表-2 リアルタイム判定条件

	抽出条件	しきい値
雨量	雨量	$\geq 20\text{mm/h}$
	最大雨量	$\geq 50\text{mm/h}$
	20mm/h 以上の降雨面積／楕円面積	$\geq 40\%$
雨域形状	雨域面積	$\geq 200\text{km}^2$
	楕円長軸の長さ	$\geq 50\text{km}$
	楕円長軸／楕円短軸	≥ 3
	楕円の走向と 700hPa*風向の差	≤ 22.5 度

*700hPa：高度約 3000m

この手法によるリアルタイム判定の精度検証として、6 ヶ月間（2014 年 5 月～10 月）のレーダデータを用いて的中率を算出した（図-3）。前述の方法（気象庁レーダによる前 15 分平均値）でリアルタイム判定した線状降水帯の個数（判定数）を分母とし、解析雨量を用いて別途抽出した個数（抽出数）を正解とみなし分子とした。期間全体では 1931 個／3954 個となりの的中率は約 49%、的中と空振りがほぼ同数という結果となった。的中率は時期によって大きな差があり、最もの中率が高かった 7 月と低かった 5 月、10 月を比較す



ると 6 倍程度の差が生じていた。

図-3 線状降水帯のリアルタイム判定結果

表-1 レーダデータの候補一覧

	メッシュサイズ	更新 (分)	提供までの所要時間 (分)
XRAIN	250m	1	1
高解像度降水 ナウキャスト	250m	5	4
国交省レーダ	1 km	5	6
気象庁レーダ	1 km	5	0
解析雨量	1 km	30	20

4. 考察

4.1 事前予測

線状降水帯が形成されやすい大気環境場を監視することにより、九州北部豪雨の際は 6 時間前の時点で集中豪雨の発生をある程度の精度で予測可能であることがわかった。ただし、現状の予測の空間精度では空振りで終わる地域が広範囲で出現するため、実運用として利用するには精度向上に向けた研究および検討がさらに必要である。

4.2 リアルタイム判定

線状降水帯の出現をリアルタイムで判定することにより、現在降っている雨が大規模など土砂災害発生をもたらす長時間継続するような降水システムに起因しているかどうかの判断が可能になる。線状降水帯ではなく短時間で終わる夕立のような降雨であることが予想できれば、警戒避難基準雨量の CL 超過判定と組み合わせることで、短時間降雨に起因する空振り数の削減に役立つ可能性がある。

5. おわりに

線状降水帯の事前予測とリアルタイム判定の結果を可視化するためのシステム開発をこれまでに進めてきた。想定ユーザーである地整、都道府県等の一部を対象に試用の機会を設け、集約意見を踏まえて社会実装に向けた課題整理や必要に応じて改良を行うことを予定している。本研究は戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「レジリエントな防災、減災機能の強化（豪雨・竜巻予測技術の研究開発）」により実施した。

【参考文献】

- 1) 國友ほか：土砂災害発生予測の精度向上に向けた集中豪雨生起ポテンシャル評価の試み，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集，B184-185, 2016
- 2) 例えば向井ほか：2017 年九州北部豪雨災害調査報告書，京都大学防災研究所，pp16-19
- 3) 辻本ほか：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，Vol.69, No.6, pp49-55
- 4) 野呂ほか：線状降水帯の形成条件に着目した土砂災害発生予測に関する検討，平成 29 年度砂防学会研究