

## 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

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○國友優 渡正昭 神山嬢子 池田寛  
一般財団法人日本気象協会 増田有俊 片山勝之

### 1 はじめに

甚大な人的被害が生じた広島市災害（2014）を引き起こした大雨の原因として線状降水帯の形成が指摘されている（気象研究所、2014）。線状降水帯による集中豪雨は、突発的に形成され、同じ場所で数時間強い雨を降らせ続けることから、土砂災害リスクが急激に高くなり、事態の急激な進行に市町村の対応が追い付かず、結果として避難勧告等の遅れに繋がっている。土砂災害を引き起こすリスクの高い集中豪雨の発生をできるだけ早期に予測し、かつ土砂災害発生リスクの小さい夕立のような短時間強雨と区別することができれば、防災上非常に有用である。

しかしながら、台風や温帯低気圧による降雨は、一般に数時間～数日前から一定の精度で予測が可能であるのに対し、線状降水帯による集中豪雨は直前まで精度の良い予測が難しい（中央防災会議、2015）。

そこで、本研究では、土砂災害発生予測の精度向上を目的に、停滞性降水システムが形成される気象環境場を評価する手法（例えば、Takemi、2014）を活用し、重大な災害を引き起こすリスクの高い集中豪雨生起ポテンシャルの評価を試みた。

### 2 土砂災害発生時の降水システム

平成18～27年の10年間に、市町村当たり5人以上の人的被害、または5戸以上の家屋被害（全壊）が発生した土砂災害（以下「重大災害」）17事例（市町村単位の災害事例数）を対象（台風・熱帯低気圧本体に伴う大雨による災害を除く）に、これら災害発生時の降水システムに着目し、線状降水帯（気象庁予報部、2015）の形成の有無と人的被害の大きさの関係を整理した（図-1）。

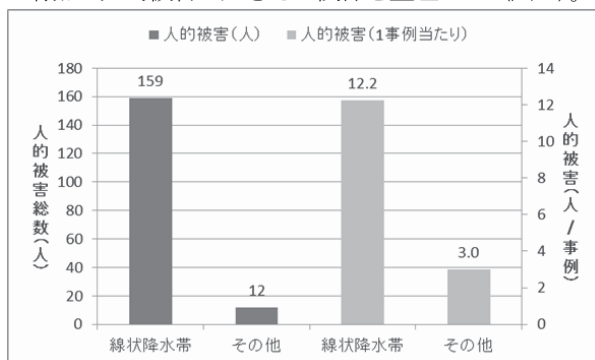


図-1 降水系（線状降水帯、その他）と人的被害の関係

線状降水帯による土砂災害の人的被害総数（事例数13）は、その他（事例数4）によるものの13.3倍、1事例当たりでは4.1倍大きくなっている。このことより、土砂

災害による人的被害を軽減するに当たって、線状降水帯が形成される蓋然性の高まりを予測し、避難に活かすことが有効であることが分かる。

### 3 集中豪雨生起ポテンシャル評価手法の検討

#### 3-1 集中豪雨事例等の抽出

本研究では、重大災害を引き起こした線状降水帯による大雨を集中豪雨と定義し、前章において線状降水帯の形成有りとした事例に、地域バランスを考慮し、東・北日本で発生した線状降水帯による大雨2事例（千歳市（2014/10）、南砺市（2008/7））を加え、合計15事例を評価対象とした。また、判別対象とする短時間強雨については、平成25年～26年の2年間に記録の短時間大雨情報の発表対象となった強雨134事例のうち、台風・熱帯低気圧本体による降雨、集中豪雨事例と重なる降雨を除外した29事例を選定した。当該29事例のうち17事例は熱雷以外の気象現象によるものであったが、局所的に発生した強い降雨事例として集中豪雨と判別可能であるか確認するため、評価対象として選定することとした。

#### 3-2 評価に用いる環境パラメータ及び気象データ

集中豪雨をもたらす停滞性降水システム形成時には、非降水時に比べて可降水量（以下「PW(mm)」）、K指数（以下「KI(°C)」）が有意に高いことが知られている（鶴沼ら、2014）。また、バックビルディング型の積乱雲群形成には、鉛直方向の風速差や風向が上空と下層で異なることが重要であり、この両者の効果を表現する指標として「Storm Relative Environmental Helicity（以下SREH(m<sup>2</sup>・s<sup>-2</sup>）」が有効であるとされている（気象庁予報部、2015）。そこで本研究では、これらに一般的な大気不安定度を表すショワルター安定指数（以下「SSI(°C)」）と、積乱雲の元となる大気下層での水蒸気の収束量（地形に起因するノイズ除去のため50kmのメディアンフィルタ使用）（以下「CFLX5(g・m<sup>-2</sup>・s<sup>-1</sup>）」）を加えた合計5つの環境パラメータを用いて、集中豪雨生起ポテンシャルの評価を試みることにした。また、気象データにはメソ数値予報モデルGPV（以下「MSM・GPV」）の解析値、予測値を使用する。

#### 3-3 環境パラメータの閾値の検討

環境パラメータの閾値については、対象とする災害もしくは大雨（以下「災害等」）発生地点の直上MSM・GPVを対象とし、対象とする災害等発生前6時間の最大値を抽出、集中豪雨の大部分を捕捉しつつ、短時間強雨の大部分を判別可能な値とすべく、試行錯誤の結果、次のと

おり設定した。

PW>50、KI>35、SREH>90、SSI<0、CFLX5>1000

これらの閾値を用いて各事例を評価したところ、集中豪雨事例では全ての事例でSREHとCFLX5の双方で閾値超過となった。一方、短時間強雨事例については、SREH、CFLX5の双方が閾値超過することはほとんどなく、例外的に双方とも閾値超過したのは坂井市(2013/8)の1事例のみであった。特に熱雷による短時間強雨に限って見れば、12事例全てが閾値非超過となった。坂井市の事例は、寒冷前線の通過に伴って発生した強雨であったことが原因であると考えられる。

以上より、SREHとCFLX5は集中豪雨と特に熱雷による短時間強雨両者を判別するのに非常に良い指標となることが分かった。ただし、本研究では線状降水帯が形成されていないとして集中豪雨事例とはしなかったが、重大災害には位置づけている庄原市(2010/7)、南木曾町(2014/7)の事例について同様に評価を行ったところ、両事例ともSREH、CFLX5ともに閾値は非超過となり、短時間強雨との判別はできなかった。このような事例の評価手法に関しては今後の課題である。

一方、地域バランスを考慮して追加した集中豪雨事例である南砺市(2008/7)と千歳市(2014/9)については、SREH、CFLX5は他の集中豪雨事例と同様に閾値超過しているものの、この2事例のみPWが閾値を超過しておらず、千歳市の事例についてはKIも超過していなかった(前者は閾値を超過しているものの閾値である35℃を僅かに上回る程度の値であった)。これは地域・季節差による影響の可能性があり、今後閾値の設定に際して地域差等を評価することによって更なる精度向上に繋げられる可能性があるものと考えている。

### 3-4 予測値を用いた検証

前節で検討した環境パラメータの閾値について、MSM・GPVの9~15時間先予測値(データ配信に2時間半程度要するため、防災上の利用としては約6~12時間前)を用いて、集中豪雨生起ポテンシャルの予測精度について検証を行った。この結果、予測値を用いても、解析値とほぼ同等の精度を有することを確認した。

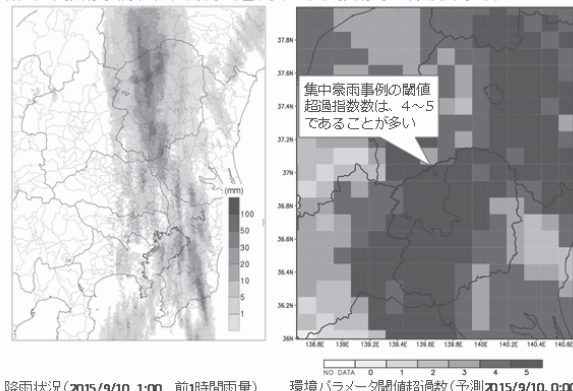
図-2は、災害等発生時の降雨状況(解析雨量)と、約15時間前における評価結果(閾値超過状況)の一例を示したものである。災害等発生約15時間前でも、集中豪雨生起ポテンシャルを良く評価できていることが分かる。

### 4 おわりに

SREH、CFLX5等の環境パラメータを用いて、集中豪雨生起ポテンシャルを評価する手法について検討を行った。その結果、重大災害を引き起こす蓋然性の高い線状降水帯による集中豪雨の生起ポテンシャルを評価可能である

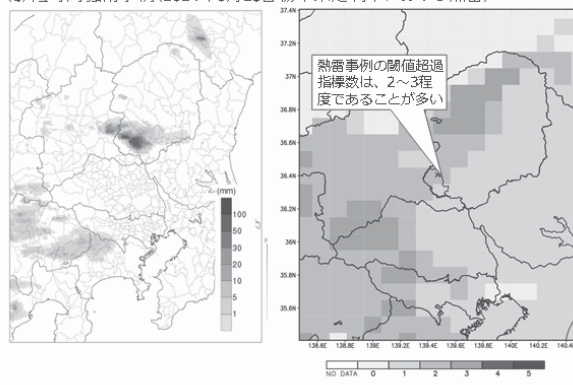
こと、またこの情報は少なくとも災害等発生約6時間前に防災利用しうる可能性があることが分かった。今後は、集中豪雨生起ポテンシャルが高いエリアの面的広がり の評価手法の検討を行った上で、非大雨事例を含んだ精度検証を進めていきたい。

(a) 集中豪雨事例(2015年9月10日関東・東北豪雨時の線状降水帯)



降雨状況(2015/9/10, 1:00, 前1時間雨量)

(b) 短時間強雨事例(2014年6月23日 栃木県足利市における熱雷)



降雨状況(2014/6/23, 19:30, 前1時間雨量)

環境パラメータ閾値超過数(予測2014/6/23, 18:00)

図-2 災害等発生箇所付近の閾値超過状況(15時間先予測) 謝辞

京大防災研究所の竹見哲也准教授には大変有用なアドバイスを頂いた。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 気象研究所(2014):平成26年8月20日の広島市での大雨の発生要因、[http://www.mri-jma.go.jp/Topics/H26/260909/Press\\_140820hiroshima\\_heavyrainfall.html](http://www.mri-jma.go.jp/Topics/H26/260909/Press_140820hiroshima_heavyrainfall.html)
- 中央防災会議防災対策実行会議総合的な土砂災害対策検討ワーキンググループ(2015):総合的な土砂災害対策の推進について(報告)
- Tetsuya Takemi(2014):Characteristics of Summertime Afternoon Rainfall and Its Environmental Conditions in and around the Nobi Plain, SOLA, 2014, Vol.10, 158-162
- 気象庁予報部(2015):平成26年度予報技術 研修テキスト、量的予報技術資料第20号、p114-132
- 鶴沼昂・竹見哲也(2014):日本の暖候期における停滞性降水システムの特徴とその環境条件、京都大学防災研究所年報第57号