

# 土砂災害を高確度で発生させる降雨に関する一考察

国土技術政策総合研究所 ○池田 寛、國友 優、神山 嬢子、鈴木 大和

## 1 はじめに

土砂災害の発生が予測される場合、都道府県と気象庁が共同で土砂災害警戒情報を発表し、市町村はこの情報を受けると避難勧告の発令を行う。しかしながら、土砂災害警戒情報の発表後において、土砂災害の発生確度の高まりを評価した情報はなく、避難指示への切り替えや垂直避難への切り替えなど、土砂災害の発生確度の高まりに応じた避難方法などは、市町村が降雨状況や災害発生状況を確認して判断しなければならない。

このような背景を踏まえると、土砂災害に対する適切な避難を行うためには、土砂災害の発生確度の高まりを適切に評価することが重要であると考えられる。そこで、本検討では、「土砂災害の発生確度」について、その高まりを評価できる降雨指標を検討した。

## 2 検討指標

土砂災害警戒情報は、横軸に土壤雨量指数、縦軸に60分積算雨量とした2軸平面上において、発表基準であるCritical Line<sup>1)</sup>（以下、CL）を超過すると予想される場合に発表される。したがって、CLとの比較を行いやすいRBFN出力値<sup>2)</sup>を降雨指標として用いることが有効であると考えられる。また、先行研究では、土壤雨量指数の履歴順位1位や2位を閾値とした基準が死者を伴う土砂災害の捕捉に有効であることが示されている<sup>3)</sup>。

これらを踏まえ、本検討では、RBFN出力値と土壤雨量指数の2種類の降雨指標を用いた。また、相対的な評価が可能である履歴順位を用いることが有効であると考え、検討指標は、それぞれの降雨指標の履歴順位とした。

## 3 検討データの整理および評価指標

本検討に用いる各降雨指標の履歴順位は、解析雨量および土壤雨量指数、応答曲面（倉本ら<sup>3)</sup>の研究で調整したRBFNパラメータを活用して計算したもの）を用いて一連降雨単位で計算した。ここで、一連降雨とは、無降雨（本検討では1mm未満）時間12時間で分割されるひとまとまりの降雨を示す。また、履歴順位の計算対象メッシュは市町村を包含する範囲とした。履歴順位の計算期間は、災害発生メッシュの場合、1988年4月1日1時から災害発生まで、災害非発生メッシュの場合、1988年4月1日1時から災害発生6時間後までとした。なお、解析雨量および土壤雨量指数のデータは、時空間精度を統一するため、すべて5kmメッシュに値を換算し、正時の値のみを用いた。

本検討で対象とする土砂災害（以下、対象災害）は、災害規模が大きいものが望ましい。そのため、対象災害は、2008年から2014年までに発生した土砂災害（土石流およびがけ崩れ）のうち、市町村単位で死者・行方不明者が5人以上または全壊被害が5

戸以上発生した土砂災害群とした。ここで、土砂災害群とは、同時期に同市町村で発生した土砂災害を示す。また、近年では、線状降水帯の形成による突発的な集中豪雨により、土砂災害が発生するケースが多々ある。そのため、2008年から2014年までに線状降水帯が形成された事例<sup>4)</sup>についても対象とした。対象災害を整理した結果、合計22事例となった。なお、土砂災害の発生時刻は、土砂災害群で同一とし、同市町村内の初発時刻とした。

本検討では、CLとの比較を行うため、CLの超過状況についても整理した。CL超過の判定期間は、災害発生メッシュの場合、災害発生6時間前から災害発生までとし、災害非発生メッシュの場合、災害発生の前後6時間の期間とした。

評価指標は、防災および基準の正確性の双方の観点から、災害発生メッシュ捕捉率（以下、捕捉率）と災害発生メッシュ的中率（以下、的中率）とした。

## 4 検討結果

各検討指標の基準とCLによる捕捉率および的中率を算出し、比較を行った。表-1に的中率および捕捉率の算出結果を示す。この表より、捕捉率および的中率がCLと概ね同等となる検討指標は、RBFN出力値の履歴順位5位以上程度であることがわかる。したがって、RBFN出力値の履歴順位5位以上よりも上位の基準を用いることで、CL超過後の降雨に対して土砂災害の発生確度の高まりを評価できる可能性がある。また、RBFN出力値の履歴順位毎の捕捉率の変化をみると、履歴順位2位以上から下位以降で捕捉率の変化が小さいことがわかる。したがって、捕捉率の変化点である履歴順位2位以上を活用することが望ましいと考えられる。実際に、RBFN出力値の履歴順位4位以上および2位以上を用いて、H26.8広島市の基準超過状況を確認すると図-1のようになり、CLよりも土砂災害発生を高確度で評価できていることがわかる。

ただし、当該基準の捕捉率は、CLの捕捉率よりも低くなっている。そこで、CLで捕捉可能であり、RBFN出力値の履歴順位上位で見逃しとなった災害発生メッシュを確認した。その結果、①土砂災害発生に対する短期降雨指標の影響が低い地域であった

表-1 捕捉率および的中率

| 履歴順位  | 捕捉率    |         |     | 的中率    |         |     |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|-----|
|       | 土壤雨量指数 | RBFN出力値 | CL  | 土壤雨量指数 | RBFN出力値 | CL  |
| 1位    | 52%    | 63%     | 82% | 21%    | 26%     | 22% |
| 2位以上  | 61%    | 74%     |     | 20%    | 26%     |     |
| 3位以上  | 70%    | 76%     |     | 21%    | 24%     |     |
| 4位以上  | 73%    | 80%     |     | 20%    | 23%     |     |
| 5位以上  | 74%    | 84%     |     | 20%    | 23%     |     |
| 6位以上  | 76%    | 84%     |     | 20%    | 22%     |     |
| 7位以上  | 77%    | 84%     |     | 19%    | 21%     |     |
| 8位以上  | 79%    | 86%     |     | 19%    | 21%     |     |
| 9位以上  | 80%    | 88%     |     | 19%    | 21%     |     |
| 10位以上 | 83%    | 89%     |     | 19%    | 21%     |     |

と推察され、土壌雨量指数の履歴順位 2 位以上を基準として用いることで捕捉可能な災害発生メッシュ（図-2 参照）が 4 メッシュ、②解析雨量がその場の降水量を精度よく評価できていなかった可能性がある災害発生メッシュが 3 メッシュ、③災害発生時刻に幅があり、初発時刻を用いなかった場合に捕捉可能であった災害発生メッシュが 5 メッシュ、④メッシュの空間精度が影響して見逃しとなった可能性が高いと推察される災害発生メッシュが 1 メッシュ（図-1 の最南西のがけ崩れ）の合計 13 メッシュであった。したがって、これらの対象災害は、RBFN 出力値の履歴順位 2 位以上による基準の精度が見逃したわけではないと推測される。そこで、これらの災害発生メッシュを除外し、捕捉率等を再度算出した。

表-2 は、対象災害精査後の捕捉率および的中率、基準超過メッシュの軽減割合を算出した結果である。この表より、RBFN 出力値の履歴順位 2 位以上の基準を用いた場合、CL よりも捕捉率が高く、かつ、的中率が高いことがわかる。また、基準超過メッシュの軽減割合は 20%であり、平均すると CL を超過した範囲を 8 割まで絞り込めることもわかる。したがって、RBFN 出力値の履歴順位 2 位以上の基準は、CL よりも土砂災害の発生確度が高い指標であると推察される。

## 5 おわりに

本検討結果より、土砂災害警戒情報の発表に活用されている CL において、的中率と捕捉率のいずれも比較的良い結果が得られている大きな災害を対象としても、①RBFN 出力値の履歴順位を用いることで、CL 超過後における土砂災害の発生確度の高い箇所を絞り込むことが可能であること、②土砂災害発生に対する短期降雨指標の影響が低い地域については、土壌雨量指数の履歴順位を用いて土砂災害を捕捉する必要があることがわかった。

今後は、土砂災害発生に対する短期降雨指標の影響を地質・地形などの素因特性により評価し、場の素因特性に応じた RBFN 出力値の履歴順位と土壌雨量指数の履歴順位との組み合わせを検討したいと考えている。また、本検討で用いた災害発生降雨の中には、基準を超過する降雨外力範囲が市町村よりも広いものがいくつか含まれている。このような事例が多く含まれてしまうと差異が過小になる可能性があるため、検証範囲をさらに広げるなどの対応をするとともに、CL を超過した降雨の中でも比較的小さなものを対象事例に含め検証を行いたいと考えている。

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省河川局砂防部、気象庁予報部、国土交通省国土技術政策総合研究所：国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法（案）、2005.6
- 2) 岡田憲治：土壌雨量指数による土砂災害発生危険度予測の現状、土と基礎、55-9(596)、2007
- 3) 倉本和正ら：降雨出現確率法に基づく土砂災害発生危険基準線の信頼性向上に関する一考察、平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集、pp.A-256～A-257、2015
- 4) 気象庁予報部：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、p.125、2015.2

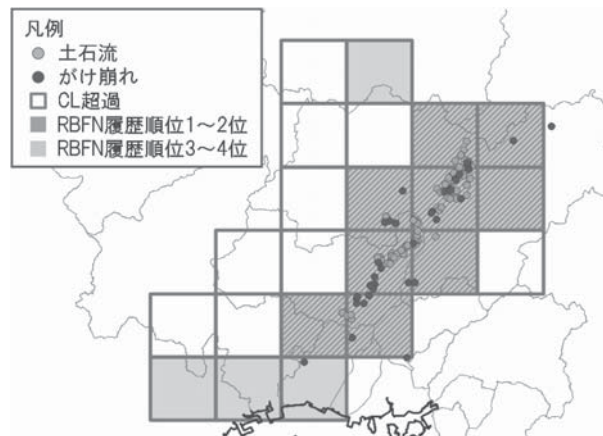


図-1 RBFN 出力値の履歴順位基準の超過状況（代表例：H26.8 広島市）

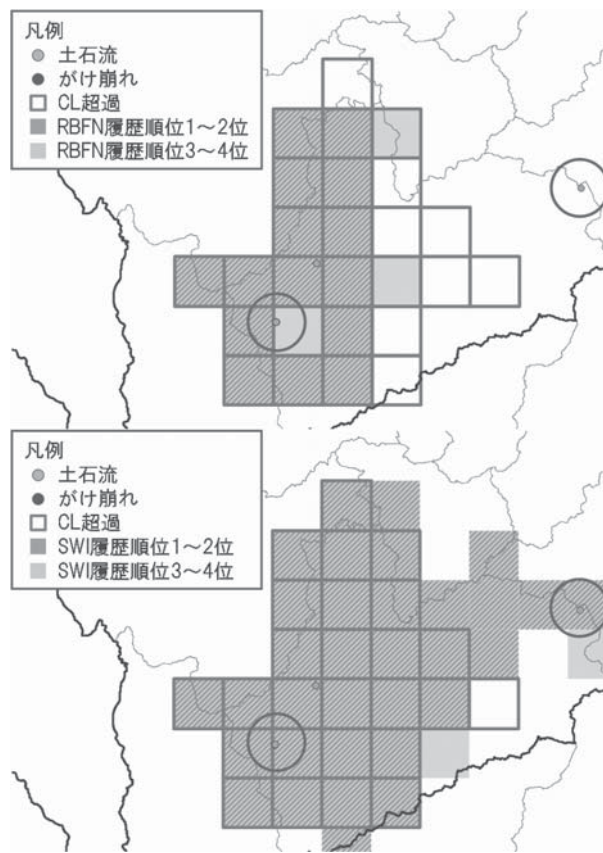


図-2 各検討指標の基準超過状況（H23 南会津町）  
上図：RBFN 出力値の履歴順位  
下図：土壌雨量指数の履歴順位

表-2 対象災害精査後の捕捉率および的中率、基準超過メッシュの軽減割合

| 基準              | 捕捉率 | 的中率 | 基準超過メッシュ数 | 基準超過メッシュの軽減割合 |
|-----------------|-----|-----|-----------|---------------|
| RBFN出力値履歴順位2位以上 | 85% | 26% | 278       | 20%           |
| CL              | 80% | 19% | 349       |               |