

土砂災害警戒情報の作成・発表基準に用いる降雨指標の検討

国土技術政策総合研究所 砂防研究室 ○倉本和正 野呂智之 小山内信智  
 国土交通省砂防部砂防計画課 小林幹男  
 気象庁予報部予報課 岡田憲治

1. はじめに

土砂災害による人的被害の軽減対策については、従来から土砂災害警戒避難基準雨量（以下、基準雨量）を用いた早期避難の取り組みなどが行われている。特に、平成14年度からは都道府県砂防部局と地方気象台が共同して発表する土砂災害警戒情報に対する試行がモデル県を対象に行われてきた。しかしながら、土砂災害警戒情報の作成・発表にあたっては、砂防部局の基準雨量と気象台の土壌雨量指数の2種類をそれぞれが比較するため、災害が切迫した状況では非常に煩雑であることなどの問題点が指摘されている。それらの課題を解消するためには、砂防部局と気象台が共通して運用できる新たな基準の設定手法を提案することが重要である。本研究では、当該基準で用いる降雨指標の策定を目的として有効な降雨指標を検討した。

2. 有効な降雨指標の検討方法

有効な降雨指標の検討では、現在砂防部局、または気象庁で用いられている降雨指標の中から表-1に示す検討ケースについて、RBFネットワーク（以下、RBFN）<sup>1)</sup>を用いて土砂災害発生危険基準線（以下、CL）を設定する。設定したCLに対して、既往の発生・非発生降雨より精度（災害捕捉率、空振り頻度）を算出するとともに、スネークラインがCLを超過している時間（以下、超過時間）を検討する。有効な降雨指標は、最終的に検討した精度および超過時間の結果を総合的に評価して決定する。

3. 対象地域および対象データの概要

CLは、27道県内にある気象庁アメダスのうち、各観測所を中心とする半径5kmの円内（以下、観測エリア）で災害が確認されている607観測所を対象に設定した。対象の降雨データは当該観測所で観測されたアメダス10分値降水データ（1994年4月～2000年12月）とした。解析に用いる降雨データのうち、発生降雨は発生時刻を含む一連の降雨、非発生降雨は発生の一連の降雨を除くすべての降雨とした。なお、災害データは、各観測所の観測エリア内で発生した土石流およびがけ崩れ（1,350件）とした。

4. CLの設定方法

CLの設定手法には、非発生降雨の発現頻度から安全領域を評価する手法として提案されているRBFネットワークを用いた手法<sup>1)</sup>を採用した。

CLの設定では、まずRBFNで非発生降雨を1として学習させ、x軸、y軸をそれぞれ長期降雨指標、短期降雨指標とする平面上で任意の点の降雨量がどの程度の確率で発現するかを示す値（以下、確率値）を表現した曲面（以下、応

答曲面）を設定する（図-2(a)参照）。図では、確率値が高いほど、降雨の発現確率が高く、確率値が低いほど、降雨の発現頻度が低くなることを示している。

次に、当該応答曲面から確率値0.1～0.9を0.1間隔で抽出した等確率値線がそれぞれ実際の現象と矛盾しない（等確率値線上の任意の点で接線の傾きが正にならない）ように修正する（図-2(b)参照）。本研究では、ここで修正したすべての等確率値線をCLとする。

5. 降雨指標ごとの精度比較

設定したすべてのCLを用いて、検討ケースごとに精度（災害捕捉率、空振り頻度）を検討した。ここで、発生降雨は、当該降雨のスネークラインが発生時刻以前にCLを超過している場合を正判別（災害捕捉）、それ以外を誤判別（見逃し）とした。また、非発生降雨は、当該降雨のスネークラインがCLを超過している場合を誤判別（空振り）、それ以外を正判別（的中）とした。

図-3には、検討ケースごとに評価した精度の比較結果を示している。図の縦軸、横軸はそれぞれ空振り頻度、災害捕捉率とし、図中には、各検討ケースについて確率値ごとの空振り頻度、災害捕捉率をそれぞれプロットしている。図より、災害捕捉率は短期降雨の積算間隔が短い（たとえ

表-1 検討ケース一覧

CASE	短期降雨指標	長期降雨指標	備考
CASE-1	10分間雨量	土壌雨量指数	
CASE-2	30分間雨量	土壌雨量指数	
CASE-3	60分間雨量	土壌雨量指数	
CASE-4	120分間雨量	土壌雨量指数	
CASE-5	180分間雨量	土壌雨量指数	
CASE-6	60分間雨量	実効雨量 (半減期1日)	指針A案
CASE-7	実効雨量 (半減期1.5時間)	実効雨量 (半減期72時間)	提言案

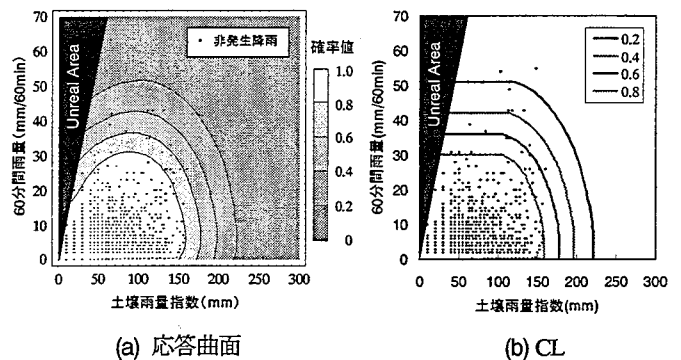


図-2 応答曲面およびCLの設定例

ば、10分間雨量など)ほど高くなるが、その一方では空振り頻度が高くなる傾向がみられた。これは、積算間隔が短い場合には一時的に強い短期的な降雨が観測されたとしても、当該降雨が発生降雨になる確実性は低く、結果として発生・非発生の分離が悪くなるためである。そのため、空振り頻度を抑えるためには、短期降雨の積算間隔をある程度長くする方が有効であるが、あまり長くしすぎると災害捕捉率の低下につながる。それらを勘案し、本研究では、概ね妥当な積算間隔を60分間程度と判断した。

### 6. 降雨指標ごとの超過時間比較

有効な降雨指標については、上記精度とともに超過時間の観点からも検討を行った。図4には、検討ケースごとに算出した平均的な超過時間と災害捕捉率の関係を示している。図より、長期降雨指標に土壤雨量指数を用いているCASE-1~CASE-5とCASE-6、CASE-7を比較すると、確率値にかかわらず平均で約10時間以上の差があることがわかった。それらの結果からすると、長期降雨指標に土壤雨量指数を用いれば超過時間を短縮(将来的には、土砂災害警戒情報の発表時間を短縮)することができ、防災体制の人的負担の軽減に対して有効であると考えられる。

### 7. 総合評価

有効な降雨指標に対する検討結果を定性的に整理すると表2に示すとおりとなる。表より、設定した検討ケースを比較すると、有効な降雨指標の組み合わせはCASE-3であると判断できる。しかも、CASE-3の短期降雨指標である60分間雨量は、現在気象庁で運用されている大雨警報基準のひとつであり、土砂災害警戒情報が大雨警報発表後に発表されることを勘案すると、それらの整合を図る上でも有効であると考えられる。したがって、砂防部局・気象台が共通して運用できる新たな基準の長期降雨指標、短期降雨指標には、それぞれ土壤雨量指数、60分間雨量を用いることが妥当であると考えられる。

### 8. おわりに

本研究で得られた主要な結論を以下に示す。

- 1) 精度の観点から、災害捕捉率を向上させるためには短期降雨の積算間隔を短くする方が有利であるが、空振り頻度を抑えるためには、積算間隔はある程度長くする必要がある。それらを勘案し、概ね妥当な積算間隔は、60分間程度と判断した。
- 2) 長期降雨指標に土壤雨量指数を用いると、超過時間を短縮できるため、防災体制の人的負担の軽減に対して有効である。
- 3) 精度および超過時間についての検討結果を定性的に整理し、その結果から有効な降雨指標の組み合わせを総合的に検討した。その結果、長期降雨指標、短期降雨指標にはそれぞれ土壤雨量指数、60分間雨量を用いることが有効であると判断した。

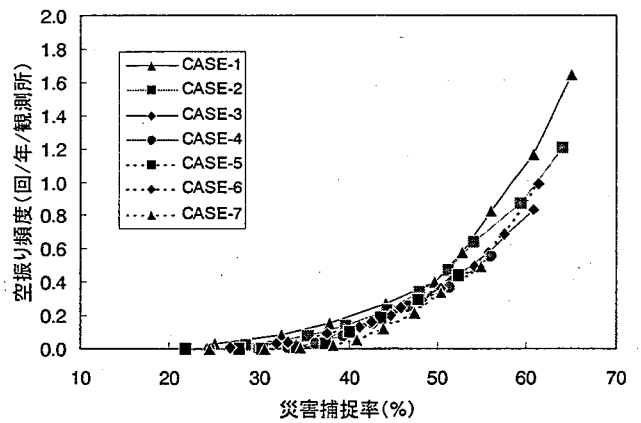


図3 災害捕捉率と空振り頻度の関係

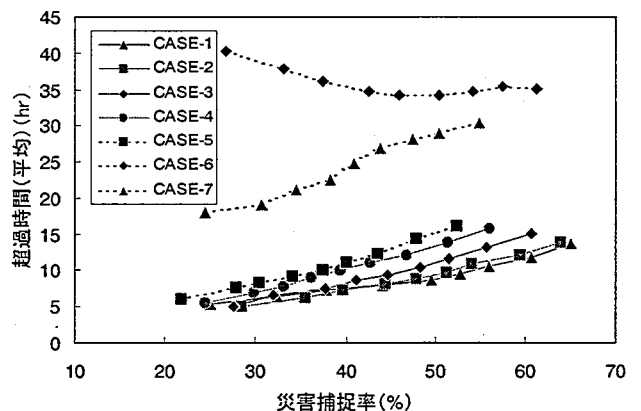


図4 災害捕捉率と超過時間(平均)の関係

表2 有効な降雨指標の総合評価

ケース名	精度	発表時間	採否	備考
CASE-1	×	○	×	・精度において、災害捕捉率は高いが、空振り頻度は多くなる ・土壤雨量指数を用いることにより発表時間が極端に長くなるが避けられる
CASE-2	△	○	△	・精度において、災害捕捉率は高いが空振り頻度は多くなる ・土壤雨量指数を用いることにより発表時間が極端に長くなるが避けられる
CASE-3	○	○	○	・検討ケース中では災害捕捉率が比較的高く、しかも空振り頻度は多くない ・土壤雨量指数を用いることにより発表時間が極端に長くなるが避けられる
CASE-4	△	○	△	・精度において、災害捕捉率が若干悪い ・土壤雨量指数を用いることにより発表時間が極端に長くなるが避けられる
CASE-5	△	○	△	・精度において、災害捕捉率が若干悪い ・土壤雨量指数を用いることにより発表時間が極端に長くなるが避けられる
CASE-6	○	×	×	・検討ケース中では災害捕捉率が比較的高く、しかも空振り頻度は多くない ・必要以上に土砂災害警戒情報の発表時間が長くなる
CASE-7	△	×	×	・精度において、災害捕捉率が若干悪い ・必要以上に土砂災害警戒情報の発表時間が長くなる

### 参考文献

- 1) 倉本和正, 鉄賀博己, 東寛和, 荒川雅生, 中山弘隆, 古川浩平: RBF ネットワークを用いた非線形がけ崩れ発生限界雨量線の設定に関する研究, 土木学会論文集, No.672/VI-50, pp.117-132, 2001.