

監視雨量強度 R_R を用いた警戒避難情報のケーススタディー

復建調査設計株式会社

広島大学大学院総合科学研究科

○中井 真司

海堀 正博

1. はじめに

土砂災害に対する適切な警戒・避難のためには、その時点の危険度を把握することに加え、あとどれくらいの雨が降れば土砂災害に対する危険が急激に高まるのかを把握することが重要である。筆者らは、雨量指標 R' を用いて危険度とその移り変わりをリアルタイムで分布図に示すこと¹⁾に加え、次の1時間でどれだけの降雨があれば雨量指標 R' が土砂災害発生の基準値を超えるかを示す監視雨量強度 R_R を表示することにより効果的な警報を発することができる可能性を示してきた²⁾。ここでは、東広島市の地域特性を考慮した雨量指標 R' および監視雨量強度 R_R を用いた警戒避難情報のケーススタディーについて紹介する。

2. 雨量指標 R'

雨量指標 R' は、2つの要因に左右される土砂災害の発生危険度を1つの値の大小で表現するために開発した手法である。図-1のように R' を求めるための R_{fw} は X-Y 座標上に示された長期実効雨量 R_w と短期実効雨量 r_w の2つの値を、中心を遠点においた楕円弧の長径を用いて表現したものであり式(1)で示される。これをもとに式(2)を用いて、初期値

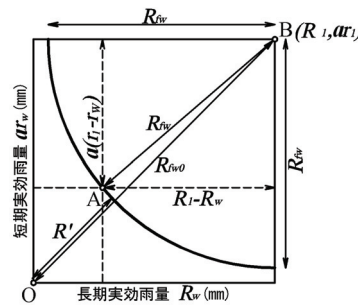


図-1 R' の定義

$$R_{fw} = \sqrt{(R_1 - R_w)^2 + a^2(r_1 - r_w)^2} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$R' = R_{fw0} - R_{fw} \quad \cdots \cdots (2)$$

R_w : 長期実効雨量 (mm)

r_w : 短期実効雨量 (mm)

R_1 : 座標上の横軸基準点

r_1 : 座標上の縦軸基準点

a : 重み係数

R_{fw0} : $R_w=0, r_w=0$ のときの R_{fw} 値

を0とし土砂災害発生の危険が増すにつれて上昇する値に変換したものが R' である。これまでの事例解析から、広島周辺のまき土地帯では、半減期72時間と1.5時間の組み合わせを用い、係数を $R_1=600\text{mm}$, $r_1=200\text{mm}$, $a=3$ としたときに、土石流、がけ崩れが起こり始める R' 値（以下、基準値）はそれぞれ250mm, 125mmであることが報告されている²⁾。

3. 監視雨量強度 R_R

警戒避難に用いるための一つの方法として、次の1時間でどれだけの降雨があれば雨量指標 R' が基準値を超えるかを指標とする方法が考えられる。ここで、危険と判定される R' に至るのに要する時間雨量を監視雨量強度 R_R とすると、 R_R は式(3)のように表される。

$$R_R = \frac{X + a^2 Y}{1 + a^2} - \sqrt{\left(\frac{R_{fw}^2 - X^2 - a^2 Y^2}{1 + a^2}\right) + \left(\frac{X^2 + 2a^2 XY + a^4 Y^2}{(1 + a^2)^2}\right)} \quad \cdots \cdots (3)$$

$$X = R_1 - 0.5^{(1/n)} R_w(t-1)$$

$$Y = r_1 - 0.5^{(1/m)} r_w(t-1)$$

$R_w(t-1)$: 1時間前の長期実効雨量 [半減期 n 時間](mm)

$r_w(t-1)$: 1時間前の短期実効雨量 [半減期 m 時間](mm)

R_R : 監視雨量強度 (mm)

4. 監視雨量強度 R_R による警戒避難指標

監視雨量強度 R_R を警戒避難のための方法として用いる際には、1時間雨量の生起確率や短時間降水量予測などを参考に、表-1のような指標を設けることも有効である。広島県を対象としたこれまでの研究事例では、対象地域の8年確率に相当する R' 値を土石流発生のための基準値とし、レベルA、レベルB、レベルCの警戒避難情報を発するための閾値を、その地域の2年確率、10年確率、100年確率に相当する時間雨量とすれば、警報手段として妥当な時間的な余裕を持って適切な土砂災害警戒情報を発することができることがわかっている²⁾。

5. 東広島市への適用の検討

5.1 東広島市の基準値と R_R の管理閾値の設定

適用にあたって「広島県防災 Web」 (<http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/index.jsp>) からほぼリアルタイムで取得できる東広島市の20箇所の雨量観測所について、個々に土石流に対する基準値（図-2）および管理閾値を設定した。この結果、東広島市では土石流に対する基準値は $R'=241\sim 254(\text{mm})$ 、レベルA、B、Cの各閾値は29～31, 40～48, 53～69(mm/h)となることがわかった。

5.2 東広島観測所での警戒避難頻度

ここで求めた基準値および管理閾値を用いて、アメダス東広島観測所における1999年から2006年までの降雨に

表-1 監視雨量強度 R_R 値を用いた警戒避難情報例

危険度レベル	R_R 値	対応
A : 極めて危険	$R_R \leq X \text{ mm}$	避難が必要 } 警戒が必要
B : 危険	$X < R_R \leq Y \text{ mm}$	
C : 要注意	$Y < R_R \leq Z \text{ mm}$	

よる監視雨量強度 R_R を算出し、危険度レベルの頻度を求めた。この結果、8 年間の間で危険度が「レベル C」に達した降雨は 56 回あり、そのうち 9 回が「レベル B」に、3 回が「レベル A」に達している。「レベル A」に達した降雨は、それぞれ 1999 年の 6.29 災時と 9 月 15 日の災害時、及び 2005 年の台風 14 号時であった（表-2）。

表-2 R_R による警戒避難情報の対象降雨の頻度（東広島観測所;1999～2006 年）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	計
A 以上	2	0	0	0	0	0	1	0	3
B 以上	2	1	1	0	0	2	2	1	9
C 以上	5	3	11	3	6	10	5	13	56

5.3 2005 年台風 14 号時のケーススタディー

ここでは、前項のアメダス東広島観測所での検討で R_R の値がレベル A に達した 2005 年の台風 14 号時を対象に、東広島市内の 20 箇所の雨量計のデータをもとに R_R の値を算出し、その危険度レベルを求めた。この結果、東広島市内では、9 月 6 日の 18:00～19:00 の時間帯からレベル C がはじめ、20:00～24:00（24:00 正時の値が観測されるまで）の間は、20 箇所全ての観測所においてレベル C 以上の危険度となった。このとき 16 箇所の観測所ではレベル B 以上、うち 9 箇所の観測所ではレベル A となり、黒瀬支所においては 2 時間に渡って基準値（ $R'=254\text{mm}$ ）を超えて $R'=286.1\text{mm}$ に達した。

2005 年の台風 14 号のときには、東広島市で甚大な土砂災害は発生していないが、前述のように浸水被害などの災害は報告されており、甚大な災害が発生する一歩手前の状況に至っていたものと考えられる。レベル A に達した旧市内や旧黒瀬町、旧福富町の一部は、実際に浸水した範囲³⁾とよく対応しており、この事例においては、特に危険度が高かったエリアを抽出することができている。

したがって、この降雨を対象に監視雨量強度 R_R 値を用いれば、図-3 に示すように、適切な時間帯に必要な十分な範囲に絞って警戒避難情報を発することができるものと考えられる。

なお、この降雨では R' 値が土石流発生の限界降雨量を超えた箇所は 20 箇所中 1 箇所のみで、しかも短時間であったことから、 R' 値の基準値は過大に安全側ということではなく、相応のものであるといえる。

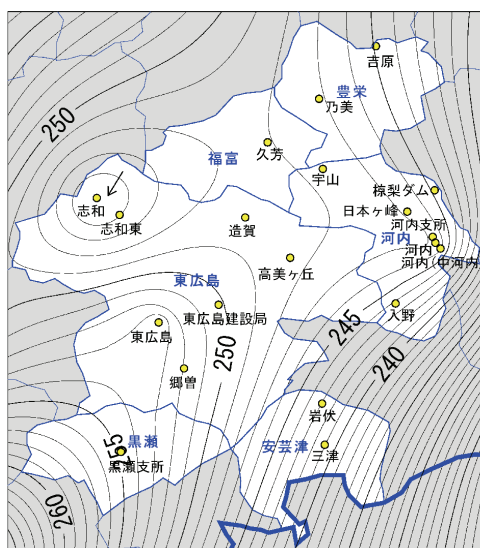


図-2 東広島市の 8 年確率 R' 値の分布（土石流に対する基準値）

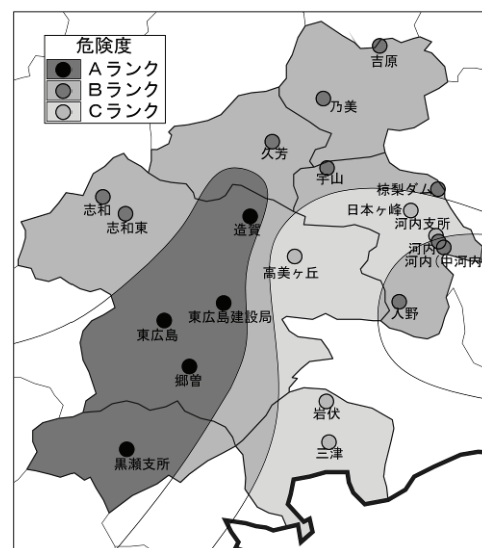


図-3 2005 年 9 月 6 日 23:00 時点の東広島市の危険度レベル分布

6. まとめ

東広島市でのケーススタディーに示されるように、リアルタイムで雨量指標 R' と監視雨量強度 R_R を表示し、これを降雨予測情報と併せて用いることにより、適切な警戒避難情報となるものと期待される。今後、地域の災害事例をもとに地域に応じた係数設定を行えば、この手法を他の地域にも広く適用できるものと考えられる。また、これにレーダー・アメダス解析雨量による予想降水量の情報を加えて R' 値の予測値を出すことができれば、事前の警戒避難により適切に供することができると思われる。

【参考文献】

- 1) 中井真司, 佐々木康, 海堀正博, 森脇武夫 (2004) : 警戒・避難のための雨量指標の改良（危険雨量指標 R_f の再吟味と R' の提案）, 広島大学工学研究科研究報告, Vol.53, No.1, pp.53-62.
- 2) 中井真司, 海堀正博, 佐々木康, 森脇武夫(2008) : 雨量指標 R' による土砂災害発生基準の設定と監視雨量強度 R_R の提案—地域ごとの降雨履歴特性を反映した適用の可能性—, 砂防学会誌, Vol.60, No.6, pp.4-10.
- 3) 東広島市(2007) : 東広島市ハザードマップ, 「八本松地区洪水・土砂災害」, 「黒瀬地区洪水・土砂災害」, 「福富地区洪水・土砂災害」.