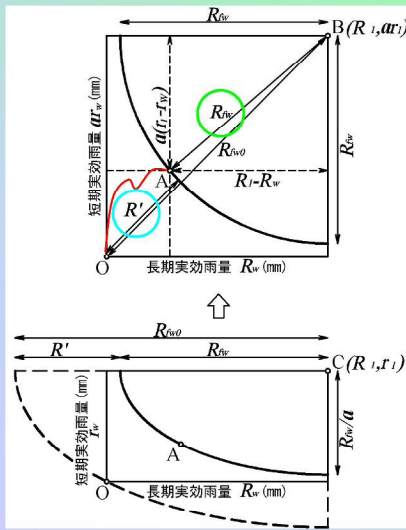


わかりやすい雨量指標 R' を用いた土砂災害予測

土砂災害に対する適切な警戒・避難のためには、**わかりやすい指標を用いて、リアルタイムでその時点の危険度を把握することが重要です**。雨量指標 R' は、雨の降り方によって変化する1つの指標を用いて、**危険な「場所」および「時」、さらに「災害規模」を予測できる手法です**。

雨量指標 R' とは？



R' は、式(1)、(2)および図に示すように、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、楕円弧の公式を用いて1つの値にしたものです。

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

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

ここに、
 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

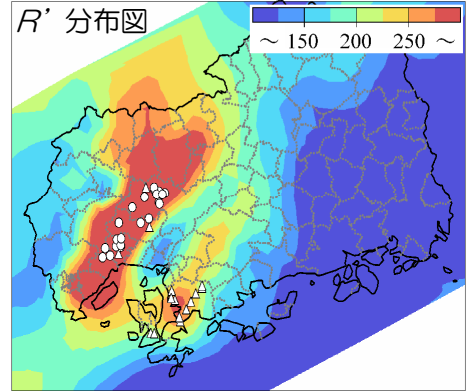
雨量指標 R' の目安 (広島周辺の花崗地帯の場合)

$R' > 125$ がけ崩れが発生し始める
 $R' > 175$ 山地崩壊が発生し始める
 $R' > 250$ 土石流が発生し始める

まさ土地帯での基準値

1999年6月29日 災害の例(広島)

15:00~16:00



○ : 図示した時間内に発生した土石流
 △ : 図示した時間内に発生したがけ崩れ

土石流発生箇所は、
すべて $R' > 250\text{mm}$

雨量指標 R' の特徴

- ① 時間雨量データを用いて、リアルタイムで危険度を知ることができます。
- ② 災害リスクを1つの値の大小で直感的に判断できます。
- ③ 観測点の R' 値を用いてコンターマップを描くことにより、時間とともに変動する危険度の空間的分布を視覚的に表現することができます。
- ④ 単純な式で係数も少ないため、地域ごとの特性を反映させることも容易です。
- ⑤ 単一指標であるがゆえ、統計的手法を用いた処理が容易です。

監視雨量強度 R_R

「あとどれくらいの雨が降れば土砂災害の危険が高まるのか」を把握する！

R' (R_{fw}) は実効雨量と3つの係数のみで計算される値であるため、1時間前に値を予測するための未知数は時間雨量のみです。この未知数の時間雨量を「監視雨量強度 R_R 」とすると、 R_{fw} は次式で表されます。

あらかじめ基準値とする R' 値を決めておけば、 R_R により今後1時間にどれだけの雨が降れば R' が基準値に達するかを知ることができます。

監視雨量強度 R_R に着目すれば、
今後1時間にどれだけの雨が降れば危険に達するかわかる。

$$R_{fw} = \sqrt{\{R_1 - (0.5^{(1/n)} R_{w(t-1)} + R_R)\}^2 + a^2 \{r_1 - (0.5^{(1/m)} r_{w(t-1)} + R_R)\}^2}$$

$R_{w(t-1)}$: 発生1時間前の長期実効雨量[半減期 n 時間] (mm)

$r_{w(t-1)}$: 発生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)

$$R_1 - 0.5^{(1/n)} R_{w(t-1)} = X \quad r_1 - 0.5^{(1/m)} r_{w(t-1)} = Y \quad \text{とすると}$$

$$R_{fw} = \sqrt{(X - R_R)^2 + a^2 (Y - R_R)^2}$$

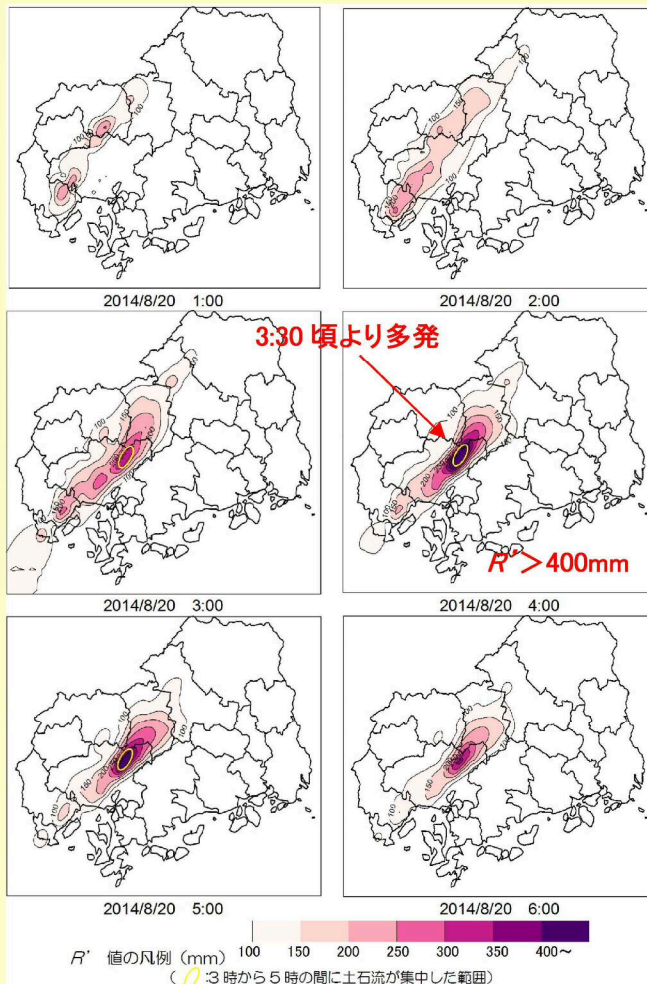
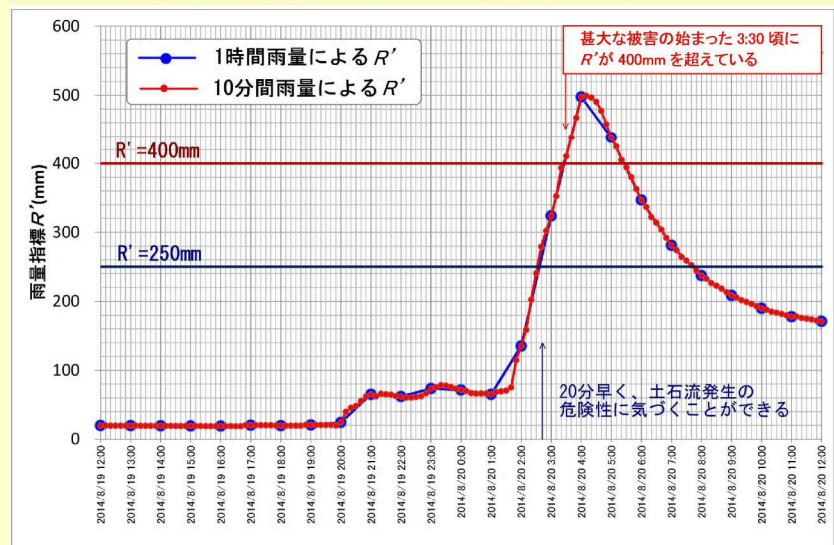
これを R_R で解くと、

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

$R' > 400\text{mm}$ で大規模災害！

	雨量指標 R'	長期実効雨量 $R_w(T=72\text{h})$	短期実効雨量 $r_w(T=1.5\text{h})$
S42 呉豪雨災害 [呉観測所(気象庁)]	421.1 mm	295.5 mm	100.0 mm
S63 広島北西部災害 [アメダス加計]	430.1 mm	262.4 mm	117.6 mm
H11 広島県西部災害 [アメダス呉]	415.7 mm	248.9 mm	115.6 mm
H11 広島県西部災害 [魚切ダム(広島県)]	437.2 mm	303.4 mm	105.0 mm
H21.7 防府豪雨災害 [アメダス防府]	408.5 mm	291.1 mm	95.6 mm
H21.7 防府豪雨災害 [アメダス山口]	440.1 mm	288.5 mm	112.0 mm
H22.7 庄原豪雨災害 [大戸(広島県)]	470.9 mm	300.3mm	123.4 mm
H26.8 広島豪雨災害 [安佐北区上原]	550.8mm	304.7mm	187.6 mm

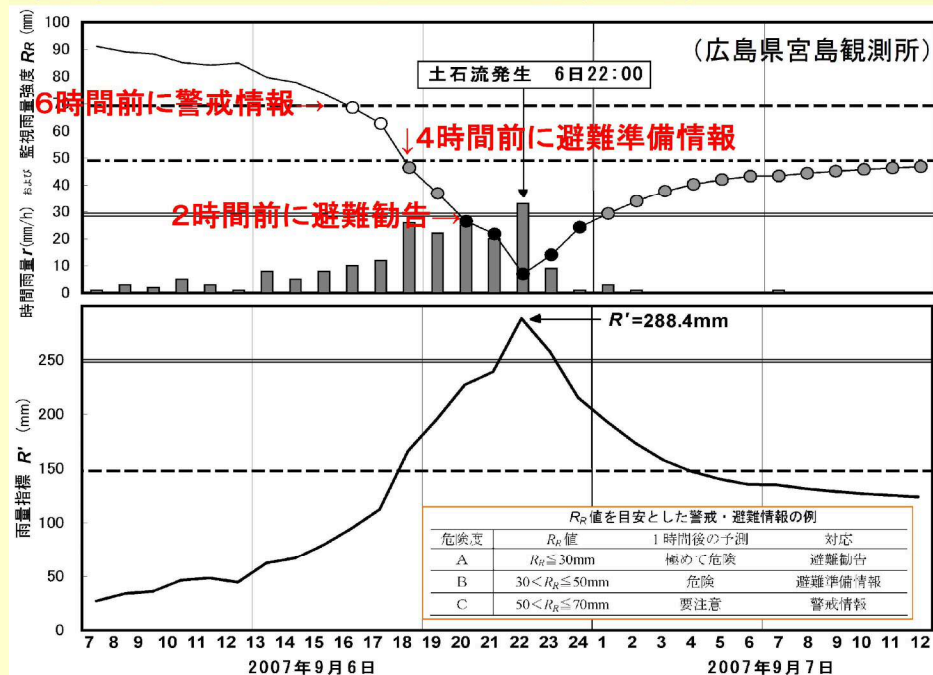
10 分間雨量を用い精度向上！



平成 26 年 8 月広島災害の時の R'

監視雨量強度 R_R の適用例

(宮島白糸川の土石流：平成 17 年台風 14 号)



※雨量指標 R' 及び監視雨量強度 R_R は、復建調査設計㈱・広島大学・呉工業高等専門学校の共同研究により開発した雨量指標です。

【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_R 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. など



平成 26 年 8 月広島災害
(広島市安佐北区八木 3 丁目)



平成 17 年台風 14 号災害
(広島県廿日市市宮島町白糸川)