

d4PDF 降雨予測データを用いた雨量指数 R'に基づく土砂災害危険度評価

広島工業大学環境学部地球環境学科 ○菊池基寛, 原川祐貴, 田中健路

1. はじめに

降雨に基づく土砂災害危険度指数の1つとして、短期実効雨量と長期実効雨量を一元化した R' と呼ばれる雨量指数が提唱され(中井ら,2007)、広島県での土砂災害事例を中心にその妥当性が検証されてきた。近年、大雨の頻度の増加と共に土砂災害の発生件数が増加傾向にあると言われており、今後地球温暖化が更に進行することで、土砂災害の発生危険度がどの程度高まるか、その概略を明らかにすることが求められている。本研究では、地球温暖化予測実験の出力の一つである降雨予測データ(d4PDF)を用いて、雨量指数 R' を算出し、統計解析を行うことで、将来の西日本における土砂災害発生の危険度の傾向を分析した。

2. 研究方法

2.1. 雨量指数 R' の降雨の適用範囲の拡張

雨量指数 R' は短期実効雨量(半減期 1.5 時間) r_s と長期実効雨量(半減期 72 時間) r_L 、および、それぞれの上限值 r_{0s} , r_{0L} を用いて、式(1)のように表される。

$$R' = R_{f0} - \sqrt{\alpha^2(r_{0s} - r_s)^2 + (r_{0L} - r_L)^2} \quad (1)$$

ただし、

$$R_{f0} = \sqrt{\alpha^2 r_{0s}^2 + r_{0L}^2} \quad (2)$$

係数 α は r_{0L} と r_{0s} の比を表す。広島での土砂災害に関する事例解析(例えば、土田ら, 2014)では、 $r_{0s} = 200\text{mm}$, $r_{0L} = 600\text{mm}$, $\alpha = 3.0$ が用いられることが多い。短期実効雨量、長期実効雨量がそれぞれ r_{0s} , r_{0L} を上回ると、R' の値が減少に転じるため、温暖化予測の降雨データに対して適用するためには、 r_{0s} , r_{0L} の上限値を十分に大きく取る必要がある。

そこで、本研究では、 $r_{0s} = 200\text{mm} \sim 500\text{mm}$, $r_{0L} = 600\text{mm} \sim 1500\text{mm}$ の範囲で $\alpha = 3.0$ は一定となるように変更し、従来の条件 $r_{0s} = 200\text{mm}$, $r_{0L} = 600\text{mm}$ との評価値の差異を検討した。具体的な事例として、平成 30 年 7 月豪雨(2018 年 7 月 1 日～7 月 7 日)の国土交通省 X-BAND, C-BAND 合成雨量データ(格子点間隔 250m, 毎分観測)より、R' の期間最大値を算出し、国土地理院提供の土石

流経路データの源頭部の位置に対応する格子点データを抽出して比較検討を行った。 $r_{0s} = 200\text{mm}$ の条件と $r_{0s} = 500\text{mm}$ の条件で比較したところ、後者が 5～20mm 程度前者と比べて大きくなる傾向があるものの、相対誤差は数%程度のオーダーに留まる(図 1)。土石流が発生した地点において、 $R' < 250\text{mm}$ であった割合は、 $r_{0s} = 200\text{mm}$ の条件では 8.44%であったのに対し、 $r_{0s} = 500\text{mm}$ では 4.16%と約半分まで減少した。適用可能な実効雨量の上限値の拡張により、雨量指数の感度が若干高まる性質を持つことが明らかになった。

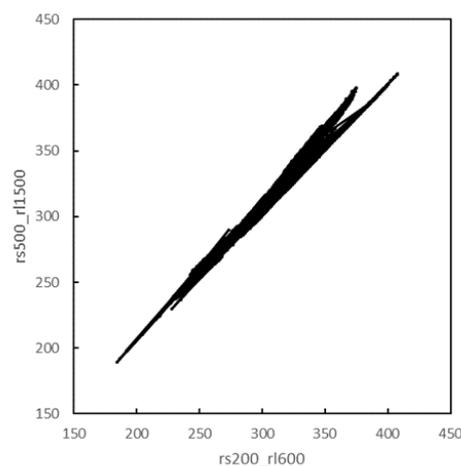


図 1: 短期実効雨量上限値 200mm(横軸)と 500mm(縦軸)の場合の R' 解析値の比較。

2.2. d4PDF データを用いた解析

地球温暖化に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の中から、西日本域の 20km 格子の毎時降雨予測データを用いて雨量指数 R' を算出した。過去実験データは 2001 年～2010 年の 10 年間 50 メンバー、将来予測データは、21 世紀末における温度上昇シナリオとして、1.5°C 上昇(54 メンバー, 2081 年～2100 年)2°C 上昇(54 メンバー, 2050 年～2090 年)、4°C 上昇(90 メンバー, 2050 年～2100 年)それぞれのデータを使用した。前節で検討した R' における実効雨量の上限を $r_{0s} = 500\text{mm}$, $r_{0L} = 1500\text{mm}$ として与えて計算した。計算結果は 10 年毎に分割し、メンバー数×10 年分の時系列データから、再現年数 10 年、20 年、50 年、100 年の R' の値、および、R' の年最大値 250mm 以上の発生確率を算出した。

3. 解析結果

解析結果の例として 2081 年～2090 年の 10 年間に於ける R'の 10 年確率最大値について、2001 年～2010 年の過去実験の算出値からの増減率として表した分布図を図 2 に示す。1.5°C 上昇シナリオにおいては、九州北部や中国地方、四国西部で現在よりも低下する領域が現れるが、2°C 上昇シナリオでは山口県東部から広島県が増加に転じ、4°C 上昇シナリオでは、西日本の大半が 20% 前後過去実験と比べて増加する。

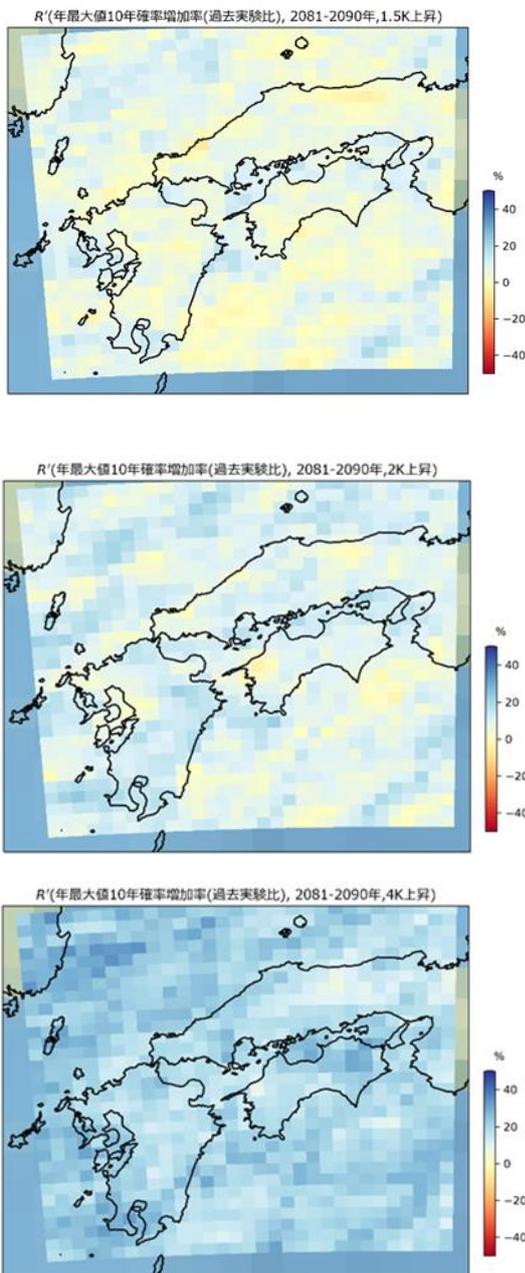


図 2:過去実験を基準とした 2081-2090 年における R'の 10 年確率最大値の分布。上から順に 1.5°C, 2°C, 4°C 上昇シナリオの結果。

解析結果全体を通じて比較すると、過去実験に対する R'年最大値の増加率は、温度上昇幅が大きいほど温暖化の進行に伴う増加トレンドが明瞭である。また、再現年数が大きくなるほど、増加率の地域差が拡大する傾向が見られる。

以上の傾向を示す一因として、短期実効雨量が温度上昇の度合いと共に増加傾向となり、短時間に急激に危険度が高まる挙動を示す傾向を有していることが挙げられる。

広島県内でのアメダス観測点に対応する格子点における年最大値 $R' \geq 250\text{mm}$ となる確率を算出すると (図 3)、県内全地点で確率が 5~10% 程度増加し、特に、瀬戸内海側での発生確率の増加が顕著である。

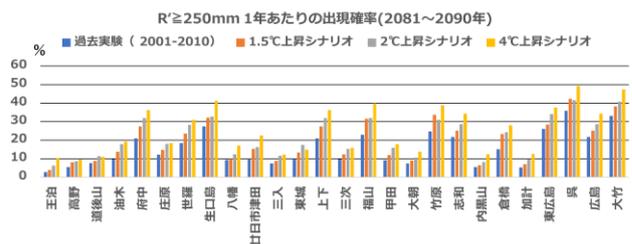


図 3 広島県内のアメダス観測点における R'年最大値 250mm 以上の出現確率

4. おわりに

本研究では、地球温暖化降雨予測データを基に、雨量指数 R'を用いて現在気候値との比較することで、相対的なリスク増減の評価を試みた。2°C 上昇シナリオまでは地域よりの増減が分かることが示唆されるが、4°C 上昇シナリオにおいては、西日本全域にわたり現在よりも危険度が 10% 以上高まると見込まれる。今後、線状降水帯を識別可能な高精細な降雨予測により、地域規模の詳細な解析が求められる。

参考文献

土田孝, 森脇武夫, 田中健路, 中井真司 (2015) 2014 年 8 月 20 日の広島豪雨災害における雨量を用いた土砂災害危険度評価に関する考察, 地盤工学ジャーナル, Vol.11, No.1, p.53-68.

中井真司, 海堀正博, 佐々木康, 森脇武夫 (2007) 最近の土砂災害への新しい雨量指標 R'の適用と警戒避難のための表現方法, 砂防学会誌, Vol.60, No.1, p.37-42.