

P7. 深層崩壊発生メカニズムの解明に向けた異常降水量指数の提案

Proposal of rainfall anomaly index for elucidating mechanisms of deep-seated slope failure

○原 充宏・小暮 哲也（島根大学）

1. はじめに

日本列島は、国土の約 7 割が山地・丘陵地で、急流河川が多く地質的に脆弱である。また、火山の存在や地震、降雨の発生により、国土の約 9 割の市町村が土砂災害の危険と隣り合わせとなっている¹⁾。

図-1 は、崩壊の形態を表わす¹⁾。深層崩壊は、山地及び丘陵地の斜面の一部の表土層のみが崩壊する表層崩壊に対し、その下の基盤までも崩壊する現象である。深層崩壊は表層崩壊に比べて、崩れる土砂量が多いため、深層崩壊の土砂により発生する土石流や河道閉塞などの規模も大きくなり、被害拡大する。深層崩壊及び深層崩壊がもたらした土石流により多くの尊い人命が失われている。

そのため、深層崩壊が発生する地域を予測することが出来れば防災、減災につながる。しかし、深層崩壊の発生機構や要因は未だ解明されていない。これは、深層崩壊の発生が稀であることや発生前の地形的特徴のデータが乏しいため、深層崩壊の発生場所を予測する技術を確立することが課題である²⁾。

図-2 は、深層崩壊発生地点と 2011 年の台風 12 号による 8 月 30 日～9 月 5 日までの総降水量を示す³⁾。色が濃いほど降水量が多いことを表わす。丸い点が、降雨により発生した深層崩壊の地点である。深層崩壊は、降水量が多いほど発生するわけではないことを示している。総降水量より降雨の発生確率(降雨の稀さ)が深層崩壊の発生に影響している³⁾。

図-3 は、深層崩壊と稀な降水量との位置関係を表わした図である⁴⁾。これは、Rainfall anomaly pattern と呼ばれ、2011 年の台風 12 号による最大 3 日間降水量を過去 30 年の最大日降水量で割ることにより降雨の稀な地域で深層崩壊が発生することを示した。稀な降水量の地域で深層崩壊が発生し、稀な降水量と深層崩壊の位置関係を良く表している⁴⁾。

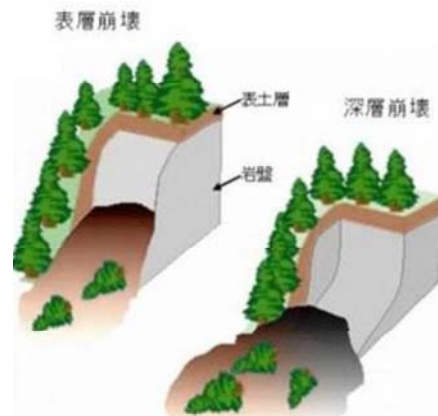


図-1 崩壊の形態¹⁾

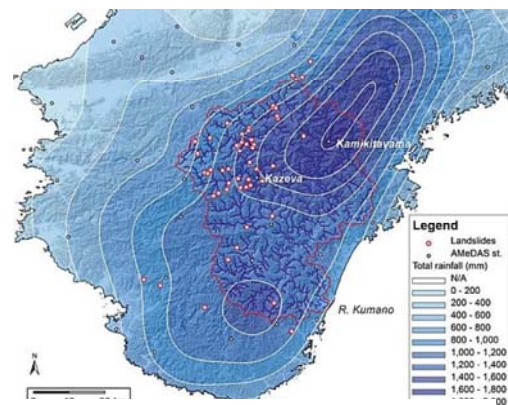


図-2 2011 年台風 12 号による総降水量 (2011/8/31～9/5)と深層崩壊の空間分布³⁾

そこで本研究では、島根県で発生した過去の深層崩壊発生地点が Rainfall anomaly pattern によって紀伊半島と同様に説明可能か検討する。また、本研究で作成する降雨の稀さを指標として確率降水量を使用し異常降水量指数分布図を作成する。

これらにより、深層崩壊発生地点と稀な降水量との位置関係を明確にすることが出来れば、降雨前の予測降水量により深層崩壊が発生しやすい地域を示すことができ、防災につながると考える。

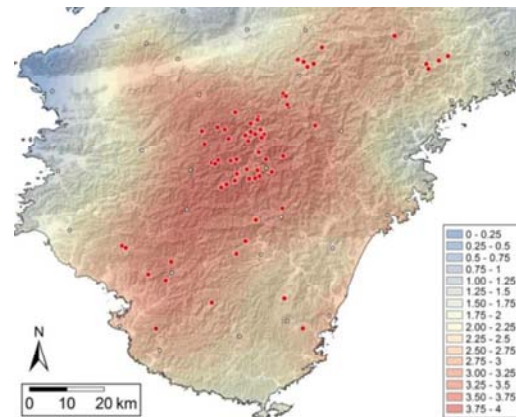


図-3 Rainfall anomaly pattern 4)

2. 島根県での深層崩壊事例への Rainfall anomaly pattern の適用

本研究では、1983年7月に浜田市穂出町中場地区、1997年7月に出雲市奥宇賀町布勢谷地区で発生した深層崩壊を対象とする。Rainfall anomaly (R_a)は、紀伊半島の事例と同様の式により求める。

2-1. 使用データ及びソフト

Rainfall anomaly pattern 作成にあたって、使用する降雨データを気象庁より収集する。気象庁の過去の気象データ検索によって島根県及び県境付近のアメダスのデータを収集し分布図作成を行う。データを収集するアメダス地点は、島根県で20地点、山口県で5地点、広島県で6地点、鳥取県で3地点の合計34地点のアメダスデータの収集をする。

使用するソフトは、地理情報分析支援システム MANDARA である。ベクタデータを使用し分析を行う GIS のソフトである。操作方法が GIS の中でも簡易的であり分析に用いられるソフトである。

2-2. Rainfall anomaly pattern 作成条件

2-2-1. 1983年島根県浜田市穂出町中場地区

この深層崩壊は降り始めから崩壊発生まで3日間であったため分子に最大3日間降水量を代入する。

1983年から過去30年の最大日降水量は、気象観測が開始されていない地点が多いため1979年から2009年の深層崩壊が発生した1983年を除く期間30年で計算を行う。

2-2-2. 1999年島根県出雲市奥宇賀町布勢谷地区

この深層崩壊は降り始めから崩壊発生まで5日間であったため最大5日間降水量を代入す

る。

過去 30 年の最大日降水量の期間は、上記の 1983 年浜田市と同様である。

2-3. Rainfall anomaly pattern 作成結果

図-4 は、各アメダス地点ごとに(2)式を使用して算出した R_a から作成した Rainfall anomaly pattern である。島根県全体では、東部よりも西部において高い R_a を示した。最も高い地点は、益田である。2 番目に高い値となった地域は、邑南である。深層崩壊が発生した浜田市穂出町中場地区の R_a は約 2.0 である。 R_a が高い地域では、深層崩壊が発生していない。

図-5 は、各アメダス地点ごとに(3)式を使用して算出した R_a から作成した分布図である。全体的に低い R_a を示し、深層崩壊発生地点と Rainfall anomaly pattern は、位置関係を表わさなかった。

R_a は、分子にあたる実際の降水量が多いほど大きくなり、少ないほど小さくなる。そのため、紀伊半島では R_a が大きくなり、大きい R_a の地域で深層崩壊が発生したが、島根県の場合は、分子の値が紀伊半島の半分であるため R_a が小さくなり、深層崩壊が発生した地点の R_a は小さくなる。そのため、 R_a は小さく深層崩壊発生地点と降雨の稀さの関係を表わすことは出来ない。

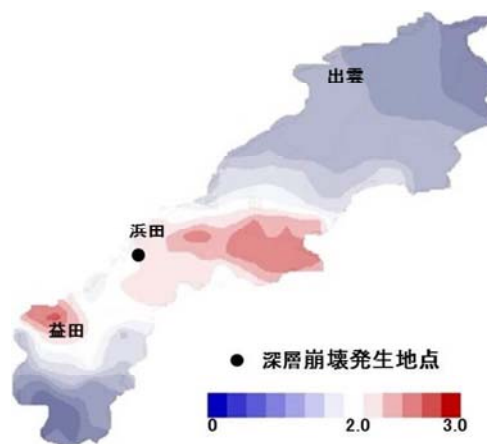


図-4 1983 年浜田市深層崩壊発生地点と Rainfall anomaly pattern

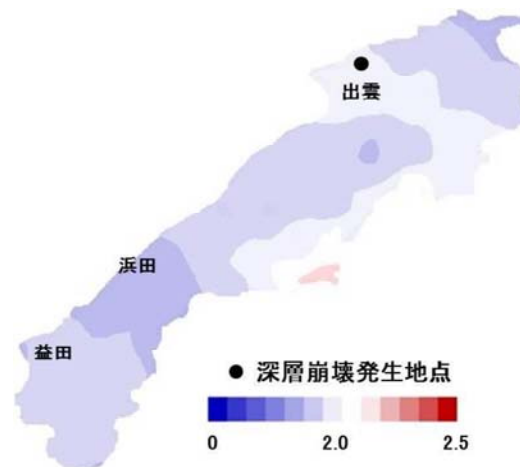


図-5 1997 年出雲市深層崩壊発生地点と Rainfall anomaly pattern

3.異常降水量指数分布図 (Unusual Rainfall Index Pattern)

本研究では、過去の降水量を考慮に入れた異常降水量指数分布図 (Unusual Rainfall Index Pattern)を作成する。異常降水量指数分布図を作成するために個々のアメダス地点の異常降水量指数 (Unusual Rainfall Index, URI)を求める必要がある。 URI は、次式により求めるこ

とができる。

$$URI = \frac{R_n}{P_n} \quad (n=1,2,3 \dots) \quad (4)$$

n は降雨開始から深層崩壊が発生するまでの期間(日), P_n は n 日間確率降水量 (mm), R_n は深層崩壊を発生させた降雨イベント中の最大 n 日間の降水量 (mm) を示す. URI の値が大きいくほど, その降雨イベントは発生頻度が低い豪雨であることを示す. 本研究において, 確率降水量は, 岩井法を用いて値を算出した.

3-1. 異常降水量指数分布図作成条件

3-1-1. 1983年島根県浜田市穂出町中場地区

異常降水量指数分布図を作成するために島根県 20 箇所, 山口県 1 箇所, 広島県 1 箇所, 鳥取県 2 箇所の 24 箇所のアメダスデータを使用する. 使用するアメダスデータの期間は 1979~2015 年の 37 年分である.

1983 年浜田市の深層崩壊は, 降り始めから 3 日間で深層崩壊が発生した. そのため, (4)式に $n=3$ を代入する. 分母は, 上記 37 年間のアメダスデータを使用し, アメダス地点ごとに算出する 3 日間確率降水量, 分子には深層崩壊を発生させた降雨イベント中の最大 3 日間降水量となる. よって, アメダス地点ごとの URI は次式で表される.

$$URI = \frac{R_3}{P_3} \quad (n=1,2,3 \dots) \quad (11)$$

3-1-2. 1997年出雲市奥宇賀町布勢谷地区

使用するアメダス地点と期間は, 上記と同様である. 深層崩壊は, 降り始めから 5 日後に発生したため分母はアメダス地点ごとの 5 日間確率降水量, 分子には最大 5 日降水量となる. よって, アメダス地点ごとの URI は次式で表される.

$$URI = \frac{R_5}{P_5} \quad (n=1,2,3 \dots) \quad (12)$$

(11)と(12)式を使用し各アメダス地点の URI を求め, 異常降水量指数分布図を作成し, 島根県において深層崩壊発生地点と降水量が稀である地点との位置関係を良く示すか検討する.

3-2. 異常降水量指数分布図結果

図-6は、1983年浜田市深層崩壊発生地点と作成した異常降水量指数分布図である。深層崩壊が発生した地点は、*URI*が高い地域に属す。図-7は、1997年出雲市深層崩壊発生地点と作成した異常降水量指数分布図である。深層崩壊発生地点は *URI*が高い地域に属す。1983年浜田市の深層崩壊は、3日間の降雨により *URI*が1.5以上の地点で発生し、1997年の出雲市の深層崩壊は、5日間の降雨により *URI*が1.2以上の地点で発生した。

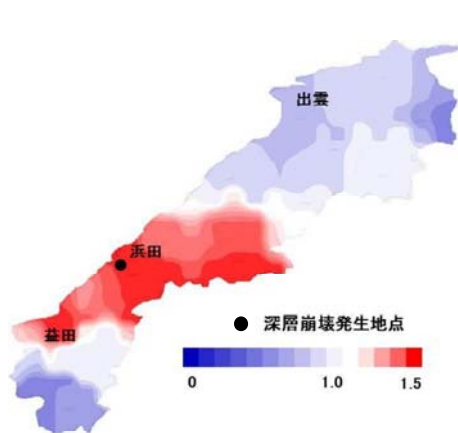


図-6 1983年浜田市崩壊発生地点と *URI*分布図

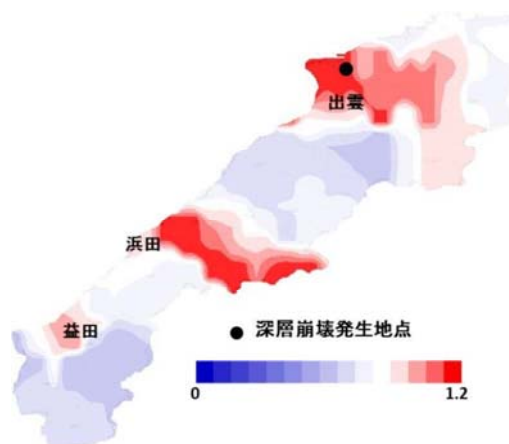


図-7 1997年出雲市崩壊発生地点と *URI*分布図

4. 結論

従来提案された Rainfall anomaly pattern は、島根県の深層崩壊発生地点と良く対応しなかった。そこで、本研究により新たな指標として異常降水量指数 (Unusual rainfall index)を考案した。*URI*分布図は、島根県における深層崩壊発生地点との位置関係を良く表した。したがって、従来の Rainfall anomaly pattern に変わり、降雨の異常性と深層崩壊発生地点との対応を評価可能な可能性がある。今後は深層崩壊の対象を全国に拡大し、*URI*の汎用性を確認する。

引用文献

- 1) 内閣府(2013)：「防災白書：平成 25 年版防災白書：第 1 部第 3 章 3-3 大規模土砂災害対策」
- 2) 松四雄騎，千木良雅弘，山田真澄，平石成美，松澤真 (2012)：2011 年台風 12 号による

深層崩壊発生場および発生時と長期・短期降雨履歴の関係，深層崩壊の実体，予測，対応，
pp.43-45

3) 松四雄騎，千木良雅弘，ツォウチンイン，平石成美，松澤真，松浦純生（2012）：2011年
台風12号による深層崩壊，京都大学防災研究所年報．A号，55巻，pp.193-211

4) 松四雄騎（2013）：豪雨と崩壊：山地の斜面災害を知る，平成25年度第24回防災研究所
公開講座資料