

降雨と山地災害の経年変動についての予備的検討

執印康裕(九州大学)

1. はじめに

気候変動に伴う降雨特性の将来変化が土砂災害に与える影響について検討することが重要であることは論ずるまでもない。災害発生の可能性が高い降雨特性の将来変化そのものに着目すると気候モデルの出力値による検討が数多く存在する。例えば東京付近の20世紀末と21世末の気候モデル出力値を比較した結果では、21世紀末には年最大日降水量が約10%増加し、土砂災害の誘因となる豪雨の発生頻度が3倍程度になることが (Okita, T. 2016), また近年発生した土砂災害 (2017年九州北部豪雨災害など) についても、気候変動の影響による降雨特性の変化を受けて災害規模が拡大した蓋然性が高いことが報告されている (内閣府, 2019)。

以上のことを踏まえると、日本を含む世界の土砂災害対策が重要である国々において、既往の土砂災害警戒・避難システム (EWS) や防災構造物の設計基準等を今後見直していく必要性は高く、その際には気候モデルによる将来の予測値による検討に加えて過去から現在までの降雨特性の変化が土砂災害の発生頻度および規模に与えた影響について検討しておくことも重要であると考え。この観点から、2つの検討項目 (項目1: 発災の可能性が高い過去から現在までの降雨特性の変化, 項目2: 災害の誘因となった降雨特性と発災日時および災害規模との関係) を設定し、予備的な検討を行ったので報告する。

2. 検討対象地および検討方針とその方法について

2.1 検討対象地

検討にあたり、以下の3条件を満たす対象地を選定した。

【条件1】同一地域内で、異なる時期に規模の異なる土砂災害が発生している事。

【条件2】発災日時が把握されている事。

【条件3】長期降雨時系列データが利用可能な事。

上記の条件を満たす対象地として図-1に示す伊豆大島の西側斜面を選定した。本図に示すように、対象地域は1958年狩野川台風および2013年台風26号によって斜面崩壊 (表層崩壊) 及びそれに伴う土石流により2回の規模の異なる土砂災害が発生し (条件1), 1958年狩野川台風によるものが9月26日16時~17時, 2013年台風26号によるものが10月16日の02時~03時に発災した事が確認されている (条件2)。長期降雨時系列データについてはAMeDAS大島の両災害発生年を含む1950年から2021年までの72年間の1時間雨量データを使用した (条件3)。

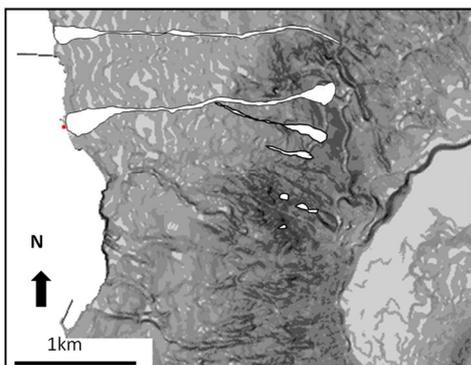
2.2 検討方針及び手法

降雨特性には日本及び世界各国のEWSに組み込まれている2つの代表的な降雨指標を基に後述の基準化降雨指標を算出して使用した。基となる降雨指標の一つは日本全国で採用されている土壤雨量指数 (SWI: 単位mm) であり、もう一つはイベント雨量 (E: 単位mm) と降雨継続時間 (D: 単位h) の関係 (ED) である。SWIについての説明は割愛するが、EDについて簡単に説明する。EDは土砂災害発生・非発生を区分する基準線を決定される際に使用される手法であり、以下の式によって提示される。

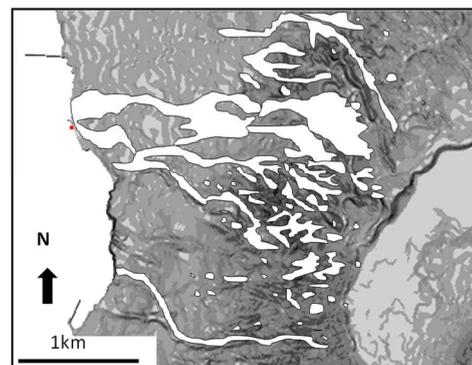
$$E = \alpha D^{\beta}$$

α , β は定数であり確率的手法により求められる。EDは構造的にシンプルであることもあり、これを用いたEWSが世界各地で運用されている。本検討に用いた定数 α , β については72年間の連続時間雨量データを24時間無降雨により各イベントに区

1958年狩野川台風: 発災日時, 9月26日16時過ぎ



2013年台風26号: 発災日時, 10月16日02時過ぎ



白抜き部分: 崩壊・土石流の発生範囲

図-1: 伊豆大島西側斜面 (狩野川台風および2013年台風26号による土砂移動範囲)

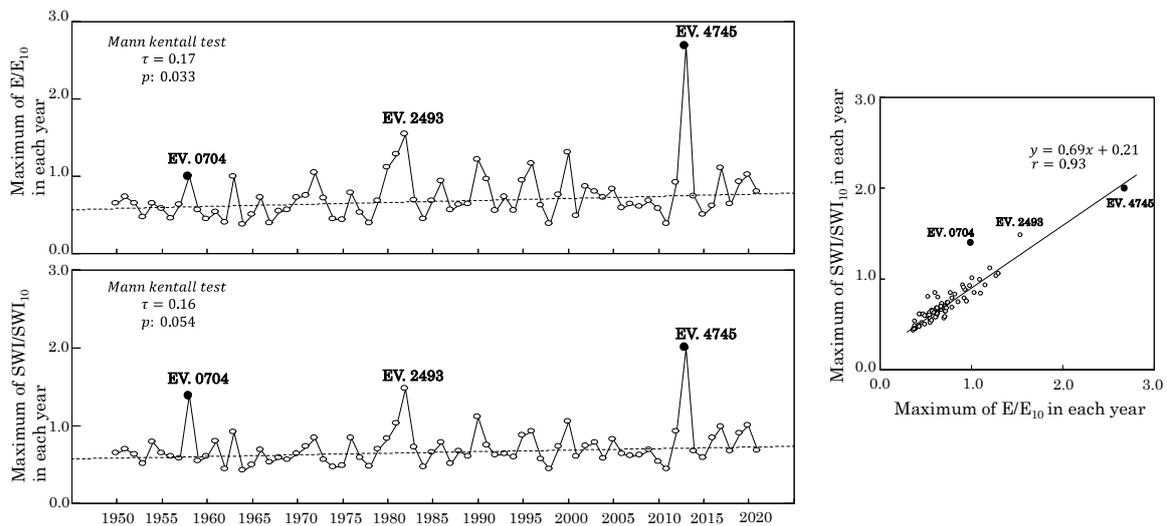


図-2：基準化降雨指標の各年最大値のトレンドおよび両指標の関係

分し、極値解析を適用して得られる確率年10年のイベント雨量（ E_{10} ）から算出した。

具体的な検討では2つの降雨指標を使用していることを考慮し、両降雨指標が同一基準で比較可能な手法を採用した。SWIはイベントに区切ることなく連続した降雨時系列データから算出可能であるが、EDと同様に24時間無降雨によって区分した降雨イベント時系列から算出し、これを10年確率（ SWI_{10} ）で除することによって基準化した。すなわちEDについては各イベントの降雨継続時間内の積算雨量（CR：単位mm）を各継続時間における確率年10年のイベント雨量で除した CR/E_{10} を、SWIについては SWI/SWI_{10} を基準化降雨指標として使用した。以上2つの基準化降雨指標を使い、『1. はじめに』で前述した項目1に対して72年間の各年最大値のトレンド解析を適用し、項目2に対して両災害時の基準化指標の時系列変化から検討した。

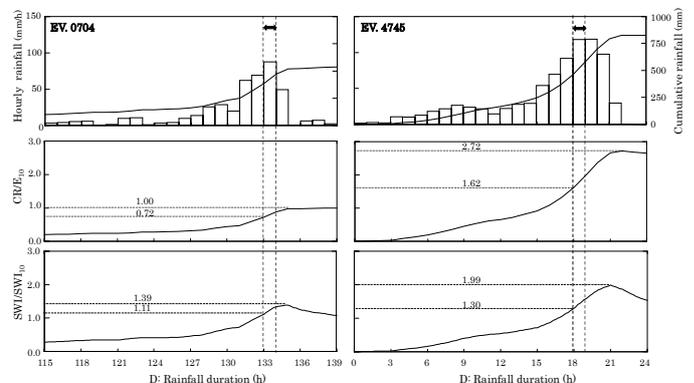
3. 結果及び考察

1950年から2021年までの72年間の降雨イベントは全部で5353個に区分された。以後の降雨イベント名は『EV.』の後に1950年からの発生順に番号を付した『EV. 番号』で表記する。ちなみに1958年狩野川台風が『EV. 0704』、2013年台風26号が『EV. 4745』となる。EとSWIの10年確率は各々

$$E_{10} = 115.4D^{0.31} \quad \text{但し } 1 \leq D \leq 248$$

$$SWI_{10} = 230.8 \text{ mm} \quad \text{として算出された。}$$

図-2に両基準化降雨指標の各年最大値のトレンドおよび両指標の関係を、図-3に両災害降雨のハイトおよび降雨指標の変化を示す。図-2から1) 両指標とも増加傾向を示し、EDでは有意水準5%で統計的に有意であること、2) いずれの指標においても災害発生降雨の『EV. 4745』が順位1位であり、順位2位の降雨イベントは災害を発生させた



両端矢印は発災期間を示す。

図-3：両災害発生降雨の基準化降雨指標の変化

EV. 0704ではなく、1982年のEV. 2493であること、3) 両指標は強い相関関係にあること、図-3から1) 発災時の指標を比較すると、両指標ともEV. 4745がEV. 0704を超過していることが分かる。

以上の結果は1) 本対象地域では災害をもたらす可能性のある降雨規模が増加傾向にあり、2) 基準化降雨指標の値が災害規模を規定していること、3) 1982年のEV. 2493が非発災豪雨であることから発生・非発生を区分する基準化指標は森林植生の変化に応じて変動し増加傾向にあること（これは伊藤ら（2016）の結果と調和的である）、4) さらに日本のEWSではSWIを長期降雨指標、1時間雨量を短期降雨指標とするスネーク曲線から導かれる基準線を基本に運用されていることを考慮すると、EDの指標はSWIと同様に長期指標とみなせること、の4点を示唆している。

引用文献

- 伊藤ら(2016)：森林総研研報, 15, p.21-30
- 内閣府（2019）：平成30年版防災白書
- Okita T. (2016)：Water Resources Management and Adaptation to Climate Change, DOI: 10.1007/978-981-287-976-9_3