四国地方における平成 30 年 7 月豪雨特性解析について

国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所　伊藤誠記、奥山悠木、田所真路、佐野奈津子
株式会社ニュージェック　　○鈴木浩生、福神和興、景山健彦、藤田暁、牧野裕至

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨（図 1）は西日本の広い範囲に甚大な土砂災害をもたらし、四国地方でも愛媛中部（松山市怒和島）、愛媛南部（宇和島市・西予市周辺）、高知中部（大豊町）等で多くの土砂災害が発生した。

四国地方は石鎚山、剣山に代表される 1.5～2 千 m 級の四国山地が東西に走り、四方を海に囲まれるという地形特性により、地域により土砂災害を起こす降雨特性が大きく異なると考えられる。

本稿では、四国地方において土砂災害を起こす降雨を高層気象値等の実測データ及び気象モデルを用いて要因分析するとともに、降雨の早い時期から土砂災害の危険性を予測できる可能性に言及する。

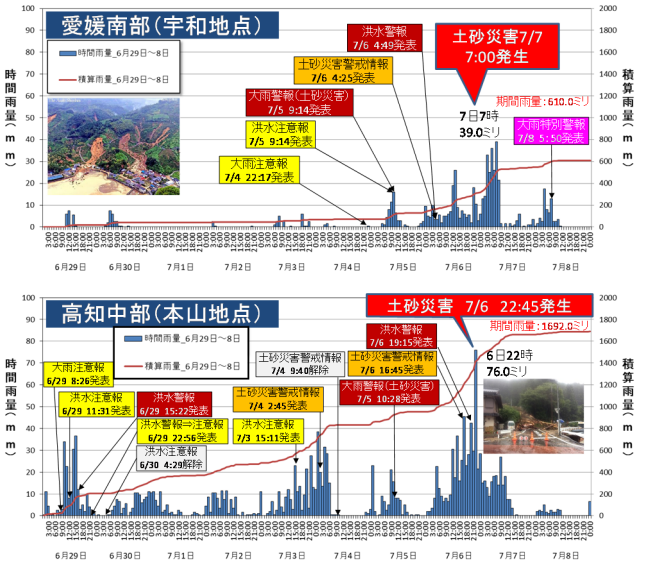


図 1　平成 30 年 7 月豪雨及び気象情報発表等の状況

2. 土砂災害を起こす降雨の特性解析

2.1　大雨事例の定義

四国地方を瀬戸内海側と太平洋側に大別し、平成 11 年～平成 30 年（7 月豪雨まで）の土砂災害を引き起こした降雨を対象に、総雨量とピーク雨量の関係を図 2 に整理した。ここで総雨量は 12 時間無降雨を区切りとした。

これにより、土砂災害発生の閾値は瀬戸内海側で「総雨量 100mm 以上かつピーク雨量 20mm/hr 以上」、太平洋側で「総雨量 200mm 以上かつピーク雨量 30mm/hr 以上」であることが示された（「大雨事例」の定義とする）。また、平成 30 年 7 月豪雨は、前線事例としては総雨量が非常に多いことが示された。

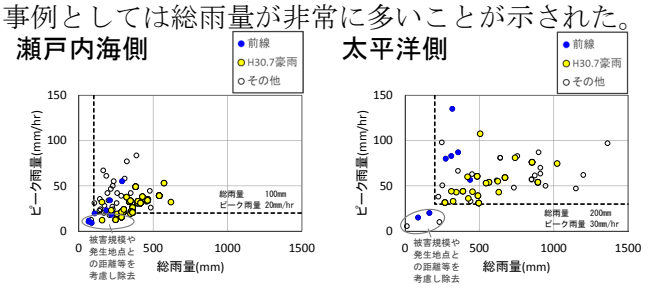


図 2　土砂災害発生事例の総雨量とピーク雨量の関係

2.2　降雨分布と土砂災害

1km メッシュ解析雨量が活用可能な平成 18 年～平成 30 年（7 月豪雨まで）を対象に大雨事例（84 事例）を抽出し、その降雨要因を「前線」「前線＋台風」「台風」「低気圧」「大気不安定」の 5 つに分類した。さらに、降雨要因毎に 1 事例あたりの雨量分布（メッシュ毎に全雨量を積算し事例数で割った値）を算出した。これらの整理結果を「前線」（33 事例）、「台風」（10 事例）を対象に図 3 に示す（「土砂災害・降雨実態図」と称す）。

これにより、前線事例では、高知東部のほか、愛媛中部、愛媛南部でも比較的雨量が多いこと、台風事例では、太平洋側で雨量が多いことが示された。また、高知東部（奈半利川流域等）は、前線・台風ともに雨量が多いことも示された。一方、土砂災害発生事例数をみると、瀬戸内海側と太平洋側とで大差がないことも示された。

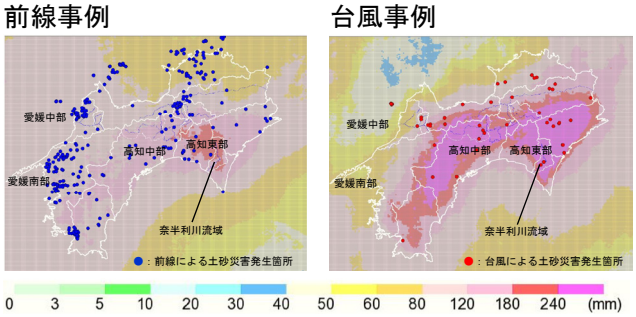


図 3　土砂災害・降雨実態図

2.3　高層気象

昭和 62 年～平成 30 年（7 月豪雨まで）の大雨事例に対し、最寄りの GPV（Grid Point Value：格子点値）から高層気象値の整理を行った結果を図 4 に示す。

一般に大気上層に寒気があり下層が暖湿である場合に大雨となりやすく、その目安を、高度 850hPa（約 1,500m）の相当温位 340K 以上、高度 500hPa（約 5,800m）の気温－5℃以下とすると、四国地方では上層気温が－5℃以下であることが少ない一方、下層の相当温位が 340K 以上であることが多いことが示された。

また、高度 850hPa の風配図から、愛媛中部、愛媛南部、高知中部における前線事例で南西寄りの風が卓越することが示された。

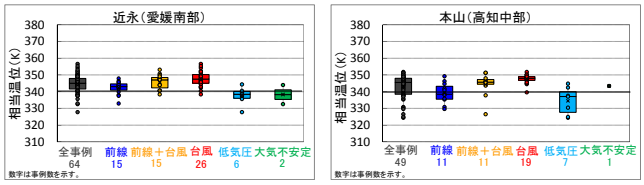
平成 30 年 7 月豪雨時の高層気象もこれらの傾向と合致する（ピーク雨量時刻において、近永：－4.3℃、343K、南南西、本山：－4.2℃、345K、南南西）。

以上より、四国地方の大雨は、下層の暖湿流の流入によるものが支配的で上層の寒気によるものは比較的少ないといえる。これは、九州地方での平成 29 年 7 月九州北部豪雨のような上層寒気流入（－7.4℃）による突発的な豪雨（ピーク雨量：朝倉 106mm/hr）と対照的である。

その理由は地形から説明できる。すなわち、中国山地の存在により四国地方まで寒気が流入しにくいこと、南側からの湿暖流は流入しやすく四国山地により収束・上昇し降雨が増幅することが考えられる。

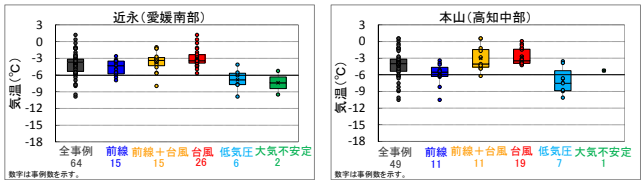
高度 850hPa（約 1,500m）の相当温位

瀬戸内海側　　太平洋側



高度 500hPa（約 5,800m）の気温

瀬戸内海側　　太平洋側



高度 850hPa（約 1,500m）の風配図

瀬戸内海側　　太平洋側

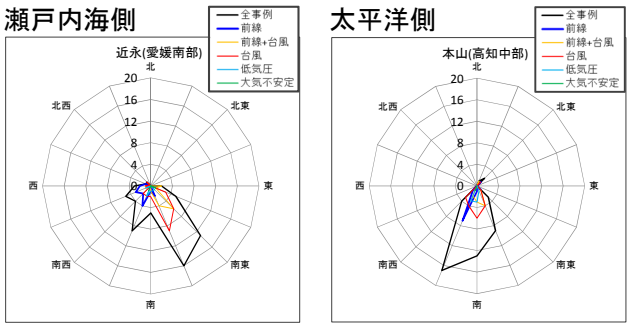


図 4　高層気象値の整理

3. 気象モデルによる降雨解析

3.1　概要

地形が降雨特性に及ぼす作用を考慮し、地形を 1km メッシュで詳細に表現した気象モデルにより平成 30 年 7 月豪雨の再現と事前の予測を行った。

気象モデルとして、米国大気研究センター（NCAR）と米国環境予測センター（NCEP）を中心とする共同プロジェクトによって開発されている WRF（Weather Reserch and Forecasting）を使用した。

3.2　平成 30 年 7 月豪雨再現計算

計算の初期条件・境界条件として気象庁の MSM モデルデータを用い、WRF による平成 30 年 7 月豪雨の再現計算を行った。

図 5 に解析雨量との比較結果を示す。宇和地点、本山地点のほか、平成 30 年 7 月豪雨で同様に土砂災害が発生した呉（広島県）の再現性を確認した結果、5km メッシュの MSM と比較して、WRF により 1km メッシュで地形を表現することにより再現性が向上する傾向がみられた。

3.3　平成 30 年 7 月豪雨予測計算

WRF による再現性を確認できたことを踏まえ、ターゲット時刻（土砂災害発生時刻）の最長約 30 時間前からの WRF 予測計算を行い、土砂災害発生リスクを事前に把握できる可能性を検討した。

例として 23 時間前からの予測結果を図 6 に示す。解析雨量と比較すると、23 時間前において、愛媛中部、愛媛南部、高知中部の大雨が予測できている。

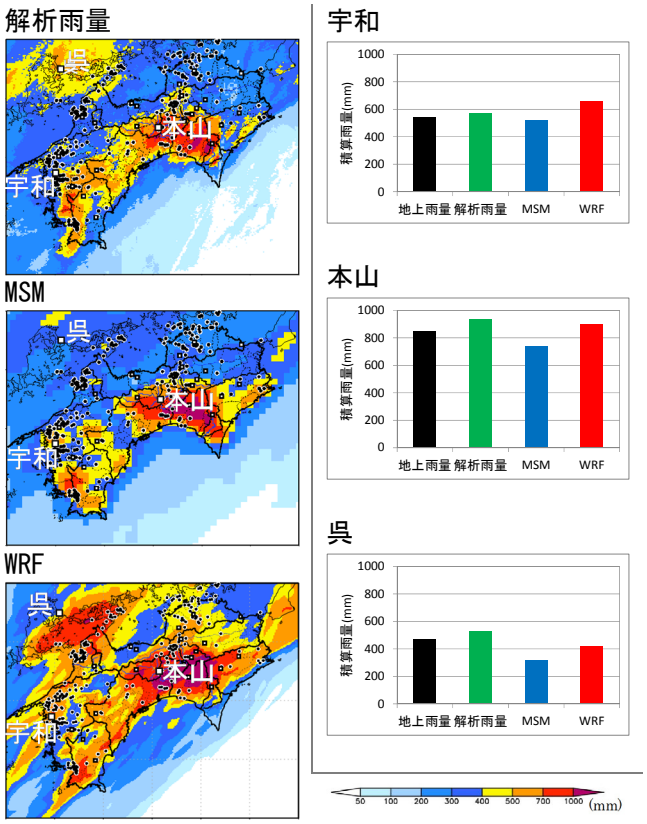


図 5　平成 30 年 7 月豪雨 再現計算結果（積算雨量）

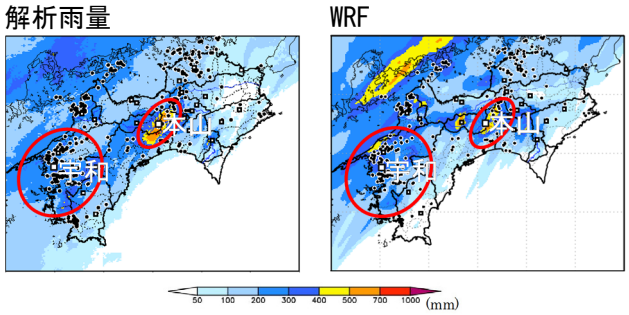


図 6　平成 30 年 7 月豪雨 予測計算結果
（土砂災害発生 23 時間前からの積算雨量）

3.4　大雨危険度推定への活用

四国地方において災害を起こす降雨は地形との関係が深い（地形性降雨）ことを踏まえると、気象モデル WRF を用いた予測計算により、降雨の早い段階で土砂災害警戒情報の基準値を超える可能性の予測が可能となる。

高知中部（大豊町）において 29 時間前の予測結果で CL（土砂災害発生基準線）超過を予測した例を図 7 に示す。

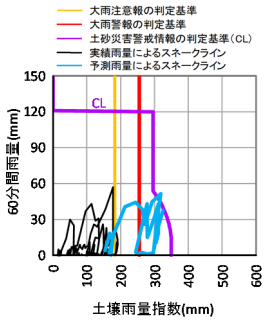


図 7 平成 30 年 7 月豪雨 予測計算結果による CL 判定（大豊町 土砂災害発生箇所）

4. おわりに

四国地方の降雨特性を実測データにより把握し、気象モデルにより平成 30 年 7 月豪雨の再現計算と事前の予測計算を行った結果、災害発生 29 時間前に CL 超過が予測され、今後の防災体制のあり方の検討等に活用できると考えられる。