

被災地目線の気象分析と気象モデルの課題～阿蘇カルデラを事例として～

国土交通省九州地方整備局熊本復興事務所

○山上直人, 吉永一貴, 山崎 稔

(株)ニュージェック

牧野裕至 藤田暁 野口和義

(株)気象工学研究所

高田望, 因幡直希, 安藤滋人

1. はじめに

阿蘇カルデラは、中央に標高 1,500m 級の阿蘇五岳（中央火口丘）を擁し、カルデラ西部の立野付近を唯一の切れ目として、標高 900m～1,000m 級の外輪山が周りを囲う独特の地形を有している。

阿蘇カルデラ内では、平成 2 年 7 月、平成 24 年 7 月に、カルデラ北東部を中心に集中的な土砂災害が発生している。同一地域で土砂災害が繰り返される事例は阿蘇に限らず、例えば、平成 26 年に南木曾町梨子沢で土石流が発生した木曾川流域では、土砂災害を発生させる豪雨と、地形や風向との関係が研究されている¹⁾。阿蘇においても、その特徴的な地形が、豪雨特性に影響を及ぼしていることが推測される。

本研究ではまず、土砂災害の実績から阿蘇カルデラにおける豪雨要因を推定した。次に、詳細な地形情報を取り込むことが可能であり、他地域における土砂災害発生事例において高い精度で豪雨を再現実績²⁾のある気象モデル WRF を使用し、過去の豪雨の再現計算を行った。さらに、気象モデルの気象場の気温・湿度の鉛直分布を水平方向および時間方向に一樣として風向を変化させる単純化実験を行い、阿蘇カルデラで最大雨量となる風向と過去の豪雨時の風向を比較した。これにより、阿蘇カルデラに豪雨をもたらす暖湿流の流入方向を解析し、豪雨特性を分析した。

2. 阿蘇カルデラにおける豪雨要因分析

2. 1 豪雨要因と降雨実態図

現況の雨量観測データが保存されている昭和 55 年以降について、カルデラ内の豪雨要因分析を行った。土砂災害の発生実績から設定した条件（総雨量 200mm かつピーク雨量 30mm/hr）を満たす豪雨を抽出したところ、全 12 地点で6月中旬から7月下旬までの前線による豪雨が卓越していることが分かった。また、平成 18 年以降の前線による豪雨事例について、1 事例あたりの雨量（メッシュ毎に降雨要因毎の大雨事例の全雨量を積算し、事例数で割った雨量）を算出したところ、特に、カラデラ内北西部で雨量が多いことが分かった（図-1）。

2. 2 前線による豪雨メカニズム

阿蘇で土砂災害が起きた平成 2 年 7 月、平成 24 年 7 月の豪雨と、福岡県朝倉地方で土砂災害が多発した平成 29 年

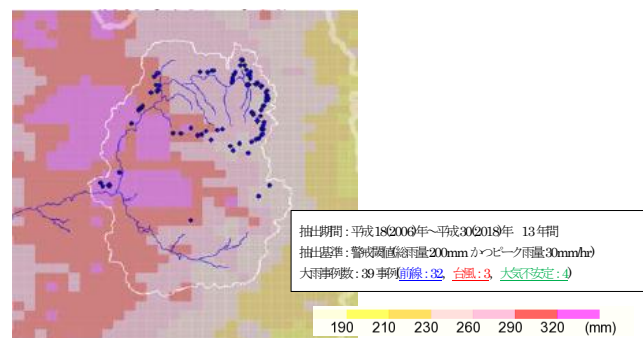


図-1 降雨実態図（前線）

7 月の豪雨はいずれも前線性の豪雨である。同じ前線豪雨であっても微妙な気象条件の違いにより豪雨の発生場所や規模が異なると推察される。

そこで、阿蘇カルデラに大雨をもたらす気象条件を絞り込む目的で昭和 55 年以降の豪雨について、阿蘇カルデラと前線の位置関係や、風向に影響を及ぼす等圧線の走行、寒気の入り具合等を整理した。その結果、JRA-55 から「850hPa 気圧面の「西南西～西」の風向と 15～20m/s の早い風速、および 345K 以上の高い相当温位」が共通事項として抽出された（図-2）。

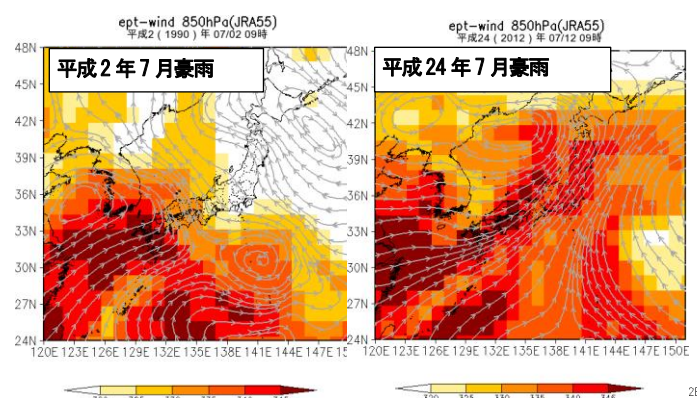


図-2 850hPa 高層天気図（JRA-55 風向, 風速, 相当温位 (k)）

3. 気象モデル WRF による豪雨再現計算

日本国内の他地域での土砂災害発生事例について高い精度での再現性が確認されている気象モデル WRF の阿蘇周辺への適用性評価を行った。再現対象事例は解析雨量のある平成 23 年 6 月および平成 24 年 7 月の豪雨（阿蘇乙姫：

総雨量 508.5mm および 725.5mm) を対象とした。WRF の計算への初期値・境界値には、気象庁提供の GPV (MSM, GSM) と米国 NCEP が提供する GPV (FNL) を用いた計算をそれぞれ行った。再現計算の結果、平成 23 年豪雨の再現計算では、気象庁 MSM を入力データとする WRF より、比較的良好な再現結果が得られ、米国 FNL を入力データとする WRF は再現性が落ちる結果となった (図-3)。一方、平成 24 年豪雨では GSM, MSM を用いた計算による降雨分布は実績降雨分布と大きく乖離していたのに対し、FNL を用いた計算では比較の実績降雨分布に近い降雨分布が再現されていた (図-4)。以上のことから、WRF 計算の精度は初期値・境界値に用いる GPV の精度に依存すること、いずれの事例に対しても精度の高い GPV を特定することは出来ないこと、精度の良い初期値・境界値を用いれば WRF により詳細な降雨分布を再現できることを確認した。

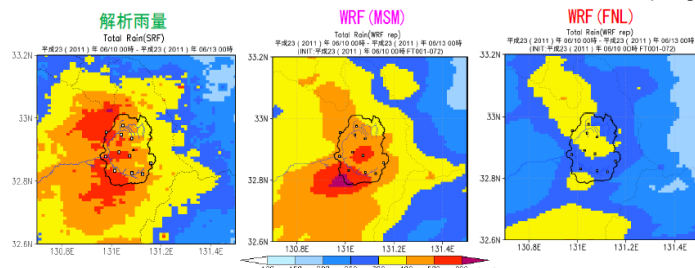


図-3 平成 23 年豪雨の再現結果

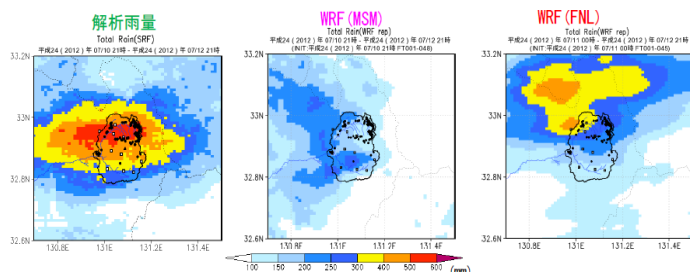


図-4 平成 24 年豪雨の再現結果

4. 単純化実験と平成 24 年豪雨の関係解析

前章で構築した気象モデル WRF を用い、阿蘇カルデラの豪雨の共通事項「850hPa 気圧面の「西南西～西」の風向と風速」を確認するための単純化実験を行った。

具体的には、360 度 16 方位+2 方位 (西微南, 南西微西) の一様な風を与えた地形性降雨シミュレーションを実施した(WRF 単純化実験) (図-5)。風速は、土砂災害が発生した平成 24(2012)年 7 月豪雨を参考に、20m/s とした。

WRF 単純化実験の 16 方位+2 方位のうち、最も雨が強かった「西微南」と「平成 24 年豪雨」を比較したところ、平成 24 年豪雨も同様の風が卓越しており、管内付近で大雨で

あった。

単純化実験と平成 24 年豪雨で概ね同様の傾向が得られていることから、阿蘇カルデラ内で最も危険な風向は「弱い南成分を持った西寄りの風」であることが分かった。また、雲仙普賢岳で北と南に気流が分かれた後、阿蘇カルデラ入り口付近で合流し、合流時の風の収束により降雨が発達す

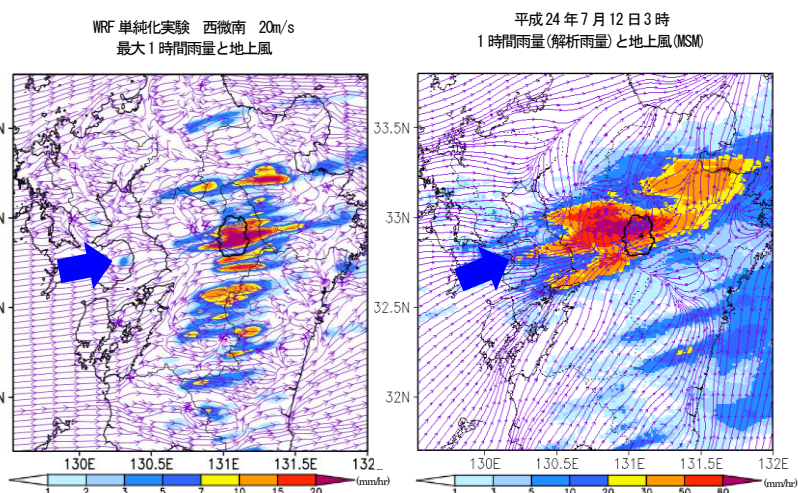


図-5 WRF 単純化実験結果と実績データ分布の比較

ると考えられることから、雲仙普賢岳の存在が阿蘇の豪雨に影響を及ぼしていることが推察される。阿蘇地域には「雲仙腰巻き, 阿蘇雨傘」との言い伝えがあるが、地域の言い伝えが実証された事例である。

5. 今後の課題

近年繰り返される災害を背景に、行政や報道機関が協働し、災害情報の充実が図られている。その一方で、それらが避難行動に結びついていないことが問題視されている。

解決策の一つとして、「自分が住んでいる場所では、どのような時に豪雨になり、災害が起こりやすいのか」ということが、災害の被害を受ける地域の目線で理解され、個々人の腑に落ちていることが、避難行動を起こす手助けになると考えられる。

従って、今回整理された阿蘇地域の豪雨特性や、それらを引き起こす気象メカニズムを分かりやすく説明し、自治体の防災担当者や、地域住民の理解を深めて行くことが今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 杉本ら (2017) : 多治見砂防管内における土砂災害発生降雨要因について、平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 牧野ら (2019) : 詳細地形の影響を考慮したメソ α スケールの気象現象時間の降雨量予測に基づく土砂災害 (土石流) 警戒判定について、砂防学会誌, Vol.72, No.4, p.3-14