# 能登半島地震後の立山カルデラ内における2024年7月11日土石流と立山カルデラの降雨特性に関する一考察

**A study on the debris flow on July 11, 2024 and rainfall characteristics in the Tateyama Caldera**

石田孝司[*1]・村元陽介[*1]・平口昌樹[*2]・福井幸太郎[*3]・○堀田 知希[*4]・牧野裕至[*5]
・須田明弘[*5]・松井潤一[*6]・土方涼子[*6]・高田　望[*7]・因幡直樹[*7]・内田太郎[*8]

## 1．はじめに

2024年1月1日に能登半島地震が発生し，立山カルデラ域では幾つかの斜面崩壊が発生した。こうした中，2024年 7月11日06時頃，富山県富山市の立山カルデラ（以下，カルデラ）内，滝谷で，豪雨（以下，2024年豪雨）による土石流（以下，滝谷土石流；https://x.com/mlit_tateyama）が発生した。立山砂防管内の土石流等の記録は，2024年豪雨の外，1969年8月豪雨，1964年7月豪雨，および 2018年 7月豪雨の記録（例えば，立山砂防事務所, 1985）がある。本研究は能登半島地震下で発生した滝谷土石流と立山カルデラ域の降雨特性について報告する。

## 2．解析の方法

土石流発生後の滝谷の状況をドローンで確認した。併せて，地理院地図を用い，立山カルデラ内の多枝原谷，兎谷，湯川本川（滝谷合流点上流），および滝谷の勾配を比較した。次に Weather Research & Forecasting Model（WRF）を用いてカルデラ域の降雨特性を解析した。そして，得た結果と，立山カルデラ域周辺の 8 箇所の雨量計データ（滝谷は，施工者設置），および 2024 年 7 月 11 日の気象庁天気図から読み取った立山カルデラ域の暖湿流の風向との関係を解析し，考察を加えた。

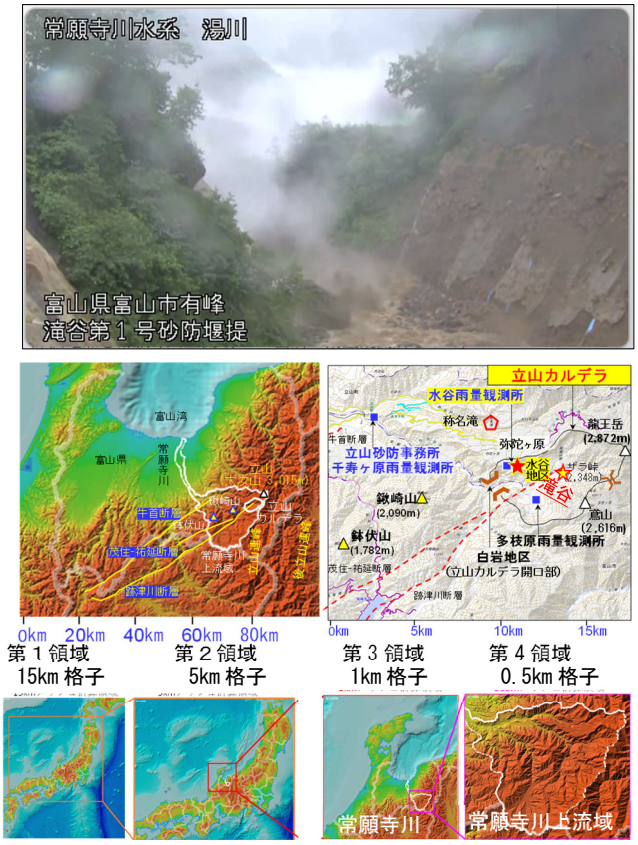



図-1　上：2024 年 7 月土石流，中：立山カルデラ域
下：WRF の解析対象区域の区分

### 2．1．WRFによる立山カルデラ域の風向別降雨解析

図-1 下の地形区分により，空間分解能を 0.5km 格子とした WRF モデルを作成した（物理スキーム等の詳細：省略）。次に，2018 年 7 月 05 日豪雨の気象庁 MSM を対象に WRF による力学的なダウンスケーリングを行い，2018 年 7 月豪雨の常願寺川上流域の 16 か所の雨量計値との比較により WRF の精度確認を行った（$x$=雨量計値，$y$=WRF 計算値として，36 時間総雨量の傾き；1.01，相関係数；0.87）。そして，作成した WRF を用いて，地形を現地形とし，過去の豪雨の中での最大 1 時間雨量が観測された（1969 年 8 月豪雨）時点の近傍時刻における気象庁 55 年長期再解析（以下，JRA-55）の気温，相対湿度，地表面温度，土壌水分を図-1 の第 1 領域の範囲で一定とした計算を行った。その際，一定の風向を保つことが可能となる様に気圧傾度とコリオリ力を 0 とした上で，風向と風速を対流圏下層の代表層である 850hPa 気圧面（高度約 1,500m）のもので全層において一様とした計算とし，羅針方位（ 32 方位）で示した。

## 3．結果

### 3．1．滝谷上流域の状況と 4 渓流の勾配

図-2 に，2024 年 10 月の滝谷上流域の状況と降雨のハイエトグラフを示す。地震の影響は今後の調査とするが，滝谷周辺の崩壊の状況を見ることができる。また，ハイエトグラフは，多枝原谷と滝谷で 11 日 06 時の降雨が厳しかったこと，および滝谷と多枝原谷のハイエトグラフが相似形であること示している。

### 3．2．滝谷と 3 渓流の勾配

表-1 に 4 渓流の勾配を示す。滝谷は 4 渓流の中で最急であった。地震の斜面崩壊への影響は，地震力が集中しやすい凸地形の急斜面で発生しやすい傾向（久保田，2017）の報告があり，立山カルデラ域で滝谷のみで土石流が発生したのもその傾向が反映されてことの可能性が示唆される。

### 3．3．立山カルデラ域の降雨の傾向

図-3 に，風向別降雨解析結果を示す。カルデラ域

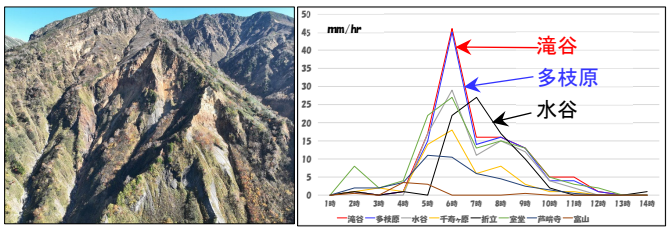



図-2　左：滝谷の状況，右：2024 年降雨のハイエトグラフ

*1 北陸地方整備局立山砂防事務所　*2 鳥取県 県土整備部 鳥取県土整備事務所 河川砂防課　*3 立山カルデラ砂防博物館
*4 正会員　ダイチ（株）*5 ダイチ（株）*6 （株）ニュージェック　*7 （株）気象工学研究所　*8 筑波大学

表-１　滝谷と３渓流の勾配

| 渓流名 | 滝谷 | 兎谷 | 多枝原谷 | 湯川本川 |
|---|---|---|---|---|
| 勾配 | 0.51 | 0.41 | 0.35 | 0.43 |

は，「西南西」，「北西微西（「北西」から 1/32 方位「西」）」の風向の時，20～30mm/hr 以上の降雨を生じた。「西南西」の風向の降雨分布をカルデラ域で詳細に見ると，カルデラの北部から東部に強降雨雨域が生じていた。

### ３．４．2024年07月06日の風向

図-3 の下に，2024 年 07 月 11 日 06 時の地表面天気図を示す。富山県域では「西南西」の方向に前線がかかり，カルデラ域は，太平洋高気圧からの暖湿流が，「西南西」の方向から移流していることが示唆される。また，滝谷，多枝原谷，水谷の雨量観測所の間には約 2km の距離があるが，滝谷と多枝原谷のハイエトグラフが似た形態を描き，図-3 で議論した降雨分布の妥当性を示唆していた。

### ４．考察

以上の結果から，以下の項目が推察される。

1）2024 年 7 月 11 日の立山カルデラの土石流は，滝谷に能登半島地震の影響と想定される斜面崩壊が生じ，渓流に土砂が堆積していた。2024 年豪雨により，前記土砂と新たに崩壊した土砂とが合わさり土石流となった。

2）2024 年豪雨は，風向別降雨解析が示す，カルデラ域が豪雨となる「西南西」の風向の暖湿流によるもののため，カルデラ東部に位置する滝谷周辺は豪雨となった。

3）立山カルデラ域の雨量データは，風向別降雨解析結果と合致し，解析結果の妥当性を示していた。。

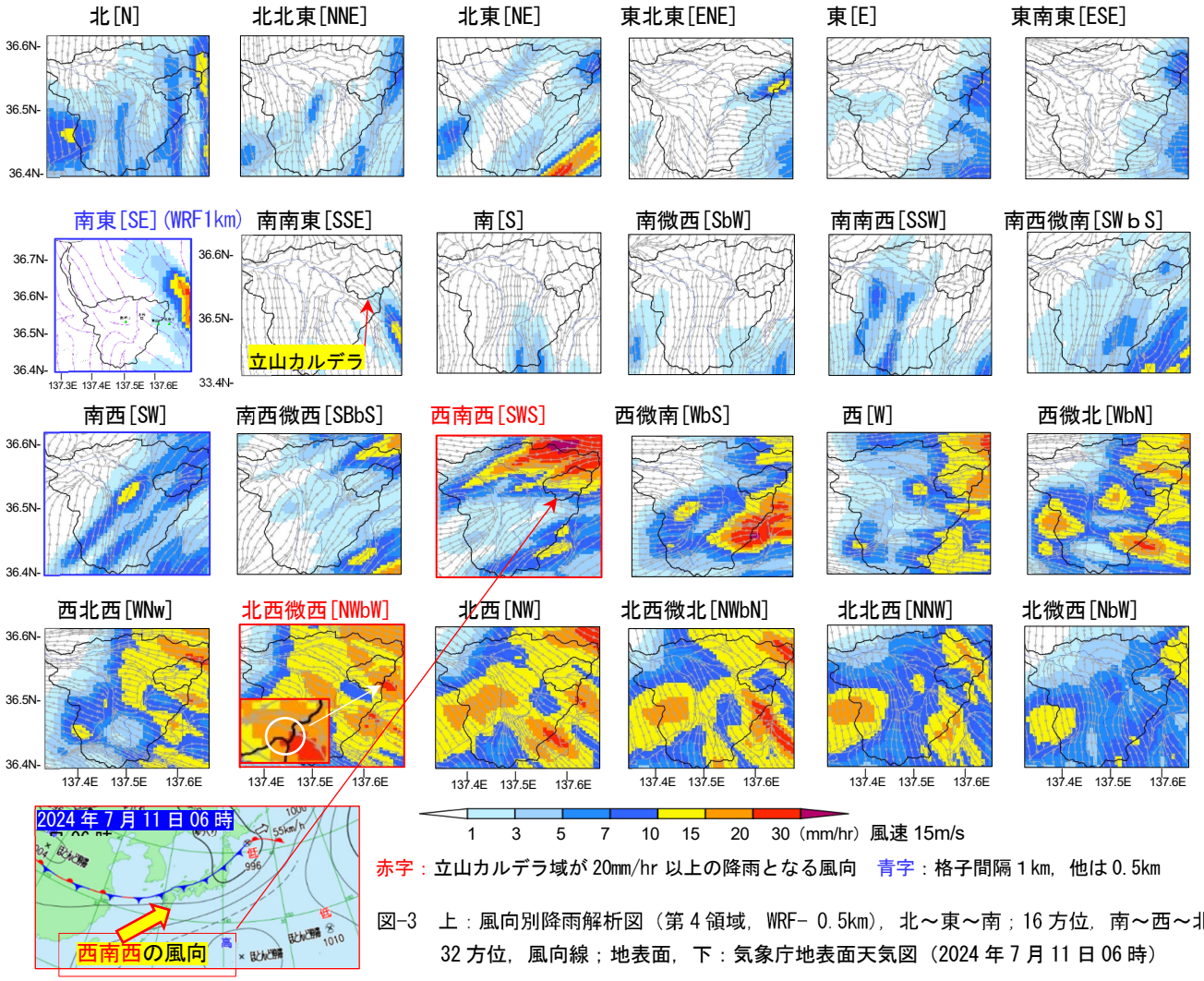
4）能登半島地震のカルデラ内への影響は今後暫く継続すると想定され，「西南西」，「北西微西」方向からの暖湿流が想定される場合，特に留意が必要である。

5）図-3 は，立山カルデラの豪雨に対する風向を変数とする 脆弱性を示し，他の地域にも援用が可能と推察される。

### 引用文献

久保田哲也（2017）：平成 28 年熊本地震に伴う山地災害の実態と特徴，水理科学，Vol.61，p.1-16

立山砂防事務所（1985）：多知夜麻 - 立山砂防六十年のあゆみ - ，多知夜麻編集委員会，釣谷義範，p.68-71




赤字：立山カルデラ域が 20mm/hr 以上の降雨となる風向　青字：格子間隔 1 km，他は 0.5km

図-3　上：風向別降雨解析図（第 4 領域，WRF- 0.5km），北～東～南；16 方位，南～西～北；32 方位，風向線；地表面，下：気象庁地表面天気図（2024 年 7 月 11 日 06 時）