

## 1. はじめに

平成29年7月九州北部豪雨（気象庁命名）では、福岡県朝倉市において7月5日11時から21時までの10時間の合計雨量が507ミリ、最大1時間雨量は129.5ミリ（極値を更新）を記録した。この集中豪雨により朝倉市東部を流れる筑後川水系赤谷川の支川乙石川では、谷底低地内を流れる流路幅わずか10m程度の乙石川が幅100m程に広がる大きな氾濫を起こし、川沿いにあった農地と多くの建物が土砂埋没や浸水の壊滅的な被害を受けた。一方、谷壁斜面沿いに分布する地盤高の高い土地には氾濫は到達せず、被害を免れた。

本研究は、乙石川の氾濫範囲並びに家屋残存域を調べ、地形条件からどのような場所が安全であったかを明らかにする。このことは極端な豪雨に伴う大規模な水・土砂流出が今後各地で発生し得る想定の下で、ハザードマップ整備や避難所適地の判定等、地域のソフト対策を進めるにあたって重要な情報になると考える。

## 2. 調査地概要と調査方法

乙石川は赤谷川本川との合流点を下流端とし、流域面積は6.0km<sup>2</sup>である。赤谷川合流点から上流へ長さ約3kmにわたって谷底低地が川沿いに細長く続き、その幅は40~140mである。流域を取り囲む山地は標高200~700mの低山である。谷底低地には下流から順に石詰、中村、乙石の3集落が間隔を空けて分布する。

調査区間は赤谷川合流点から乙石集落の約100m上流の大きな崩壊地までの区間長3230mで、ここに縦断距離50m間隔で66の横断測線を設けた。災害前（2017年1月）と災害後（同年7月）に実施された航空レーザ計測による1m格子DEMとオルソ画像を用い、各測線において氾濫範囲と建物損壊数・残存数を判読し、また災害前後の横断地形変化を調べた。なお、66測線のうち最下流の5測線は赤谷川本川の氾濫も及んでいるため検討から除き、61測線を対象とした。具体的な調査方法は以下のとおりである。【氾濫域の判別】基本的にオルソ画像上での植生等の消失に基づき判別した。ただし、横断地形変化から判別される氾濫域と相違がある場合には、植生消失と地形変化のどちらか一方でも認められた範囲を氾濫域とした。【残存建物の判定】オルソ画像において屋根の形が変化していないこと、建物の位置で横断地形変化が認められないことの両方を充たす建物を残存と判定した。【横断図での地形測定項目】横断図において、河道断面を除き最も標高の低い土地を基準地とし、そこから堆積最高点、洗掘最高点、建物・農地残存地までの標高差を測定した。なお、基準地は全ての測線で河道の縁辺部が該当し、そこには調査区間の大部分で道路が通っていた。

## 3. 結果

### 3.1 各集落における氾濫の状況

乙石（下流端からの距離2950~3150m）では、谷底低地の幅が60~80mと狭く、谷底低地に隣接した左岸には比高10mほどの高い段丘状地形があり、そこに家屋が集まっていた。氾濫は谷底低地の幅全体に及んでいて、地形変化は堆積が多かった。代表測線の例では、基準地からの標高差は堆積最高点まで5.6m、洗掘最高点まで7.6m、建物残存地まで9.7mであった。

中村（下流端からの距離1950~2450m）では、谷底低地の幅が120m前後と広く、低地内では中央が低く左右両岸が少し高い地形をしていた。家屋は両岸の高い地形面に多く分布するが、中央の低い土地にも家屋が存在していた。氾濫は低地内の中央の低標高の部分に広く及んでいた。図-1に示す代表測線の例では、

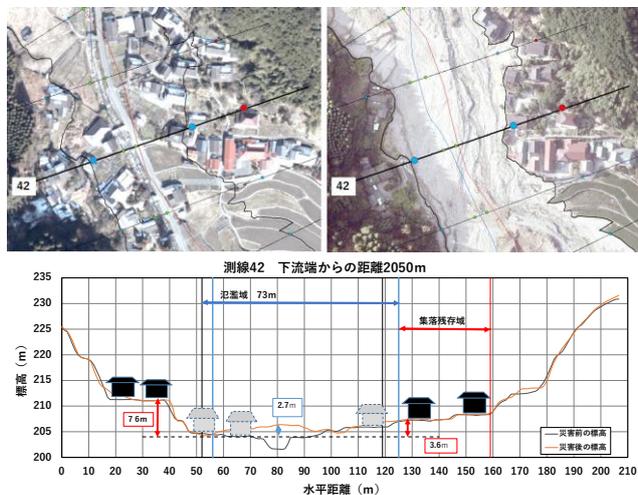


図-1 測線42（中村集落）の災害前後の比較

氾濫の幅は73m、基準地からの標高差は堆積最高点まで2.7m、洗掘最高点まで2m、建物残存地までは左岸で3.6m、右岸で7.6mであった。この測線は中村集落の中でも家屋が密集している場所であり、被害を受けた建物が多かった。残存した建物は右岸のような高い段丘や、左岸のような氾濫域の地盤よりも1mほど高い微高地に位置していた。

石詰（下流端からの距離700~1450m）でも谷底低地の幅は120m前後と広く、低地内の左岸側に比高5m程度の段丘状あるいは扇状地性の高い地形面があり、そこに多くの家屋が分布していた。氾濫は幅80mほどに広がり、ほぼ全面で堆積が発生していたが、左岸の高い地形面には氾濫が及んでいなかった。代表測線の例では、基準地からの標高差は堆積最高点まで2.7m、洗掘最高点まで1.5m、建物残存地まで4.5mであった。

### 3.2 氾濫域の幅と堆積・洗掘の分布

図-2に示すように、氾濫域の幅は谷壁や段丘崖で制約された乙石で50~80mだが、中村と石詰では概ね80~130mと広がった。洗掘は中村の上流端付近で大量に発生した。ここは上流の狭窄区間から下流の谷幅の広い区間へ出た場所であり、狭い幅と急な勾配によって大きな流速を持った流れが、拡幅部に出た所で河床・河岸の構成土砂を強く洗掘したと考えられる。ここ以外の区間では圧倒的に堆積が卓越していた。最下流の5測線を除く区間長3020mにおける堆積土砂量は258,900m<sup>3</sup>、洗掘土砂量は118,400m<sup>3</sup>と算出された。

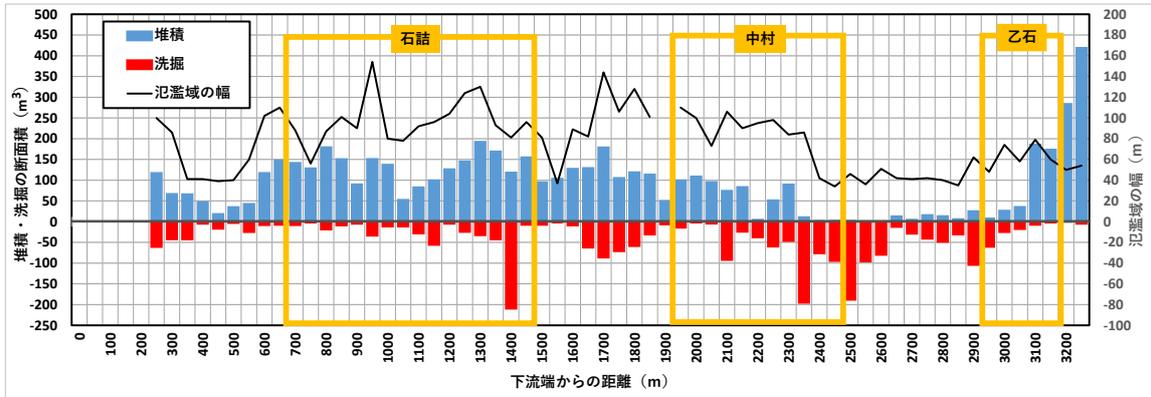


図-2 氾濫域の幅、及び堆積・洗掘断面積の縦断分布

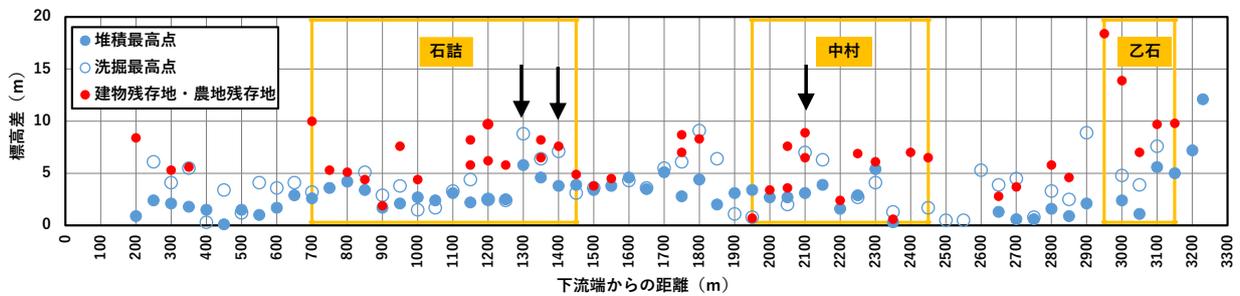


図-3 各測線において最も標高の低い土地を基準とした地形変化最高点ならびに建物・農地残存地までの標高差

### 3.3 建物残存域の地形的特徴

図-3のとおり、乙石より上流の2測線を除く全てで堆積最高点までの標高差は6m未満であり、さらに堆積最高点までの標高差5m未満が全測線の9割であった。そして、建物と農地の残存地はほとんどの測線で堆積最高点よりも標高の高い位置であった。例外の4測線（下流端からの距離900, 1500, 1950, 2350m）では残存地が堆積最高点よりも低い、あるいはほぼ同じ高さであったが、これらは残存地から離れた位置で局所的に盛り上がる堆積や、氾濫域と残存地がなだらかにつながるような堆積が見られた測線であった。

表-1のとおり測線上に位置した合計76軒の建物を調べた結果、損壊が47、残存が29であった（損壊率6割）。前述のように今回の災害で堆積が及んだ範囲は、概ね基準地から標高差5m未満の土地と考えられる。ここで、損壊47軒のうち8軒は標高差5m以上の土地に位置していた。ただし、これらの損壊理由を調べると、5軒が本流の河岸洗掘によるもの、3軒が本流の氾濫と無関係の理由によるものであった。河岸洗掘による損壊5軒が発生した測線を図-3中に矢印で示したが、これら3測線では洗掘最高点が上下流の測線に比べて高い位置まで及んでいて、そのようになる局所的な要因があったと考えられる。これら限られた場所を除くと、基準地から標高差5m以上に位置する建物で本流の氾濫による被害が及んだものはなかった。

以上より、今回の土砂移動規模において建物が残存する安全な場所として、第一に選択されるべき地形条件は、基準地から標高差5m以上の土地と結論される。その上で、少数だが5m以上の土地にも影響を与える河岸洗掘の発生場所を別途特定し、それへの対処を施すことが望ましいと考える。

表-1 測線上に位置した建物76軒の残存・損壊の内訳、及び基準地より標高差5m以上の土地にあった建物の損壊理由

残存【29軒】	標高差5m以上	23軒	<b>標高差5m以上の建物の損壊理由</b> 本流の河岸洗掘による損壊 5軒 裏山の崩壊 2軒 支流の氾濫 1軒
	標高差5m未満	6軒	
損壊【47軒】	標高差5m以上	8軒	
	標高差5m未満	39軒	
合計		76軒	

#### 謝辞

航空レーザ計測のデータは、九州地方整備局河川計画課のご配慮で使用することができた。ここに記して深謝申し上げます。