

豪雨時の人吉市における内水氾濫機構と流域水収支分布図を用いた被害軽減に向けた検討

中央大学大学院 学生会員 ○福岡 龍

中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 序論

令和2年7月豪雨において、人吉市では、球磨川等の外水氾濫により甚大被害が生じた。一方で、外水氾濫前に発生した内水氾濫によって、住民の避難行動が制限されていた。今後、人吉市では、外水氾濫前の安全な避難が特に重要となり、内水氾濫対策は地域の重要課題である。福岡¹⁾は、流域治水を検討する上で、氾濫被害の集中する市街地を含め、各流域のスケールに応じた治水を多層的に捉える重要性を述べている。その上で、水面形の観測と解析に基づく流域水収支分布図を作成し、これを用いた各支川流域を含む対策の選択から、流域全体の治水を効果的に進めていくことを提案している。また、見上²⁾は、利根川上流域の本川と支川群を一体とした洪水流解析と水収支分布分析を行い、各流域における治水対策の検討のために、流域水収支分布図の作成と活用が有効であることを示している。

これらを踏まえ、本研究では、令和2年7月と平成18年7月豪雨時の人吉市の内水氾濫に着目し、内水氾濫機構と水収支分布の分析から流域治水や水防災・減災まちづくりに資する情報を示すことを目的とする。

2. 解析方法と解析条件

図-1に、対象とする人吉流域図を示す。流域面積は10km²で、御溝川等の水路幅4m程の河川が市内を縦横に流れている。本研究では、台地や丘陵地からの降雨流出及び水路網の流れ、氾濫について平面二次元不定流解析法を全流域に適用する。また、水路網・道路網・住宅群等を考慮するため、レーザープロファイラデータや河道データを基に、解像度約2mのメッシュを用いて詳細に地形を再現する。その際に、水路に対応する箇所を1メッシュずつ河床高となるように調整し、水路網の流れが解析できるよう工夫している。与える降雨は、解像度1kmの解析雨量を基に流域を25分割し、降雨の時空間分布を考慮する。なお、短時間での豪雨のため、台地や丘陵地からの降雨流出は、表面流のみを扱う。

3. 令和2年7月豪雨における人吉市の内水氾濫機構

令和2年7月豪雨における外水氾濫前の4日5時までの豪雨に着目する。図-1は、標高のコンターと解析の表面流（空色）を重ねている。この豪雨では、肥薩線北部の上流域に集中し、下流市街地より70mm程多くの雨が短時間で降っている。そのため、台地や丘陵



図-1 人吉流域図と流域全体の雨水の流れ

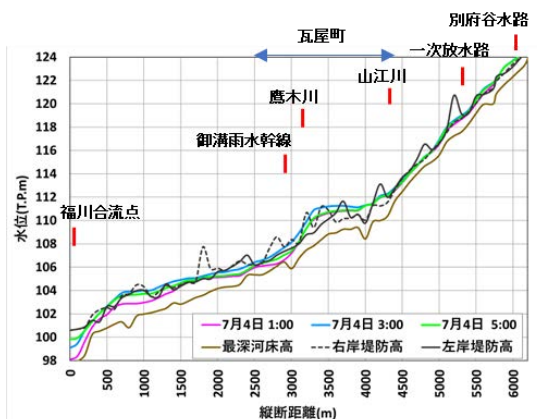


図-2 御溝川の水面形の時系列変化

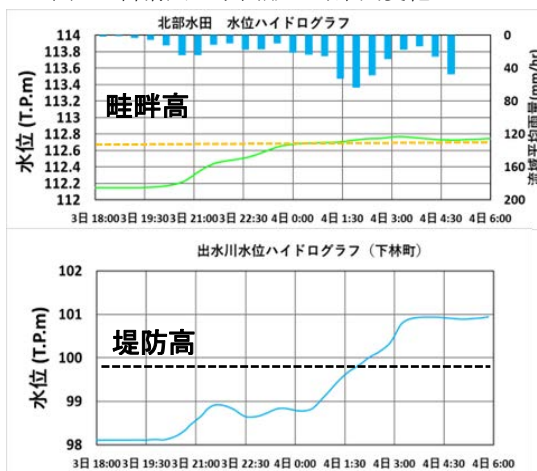


図-3 水田と出水川の水位ハイドログラフ

キーワード 流域治水, 水防災・減災まちづくり, 人吉市, 内水氾濫, 流域水収支分布

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL03-3817-1615

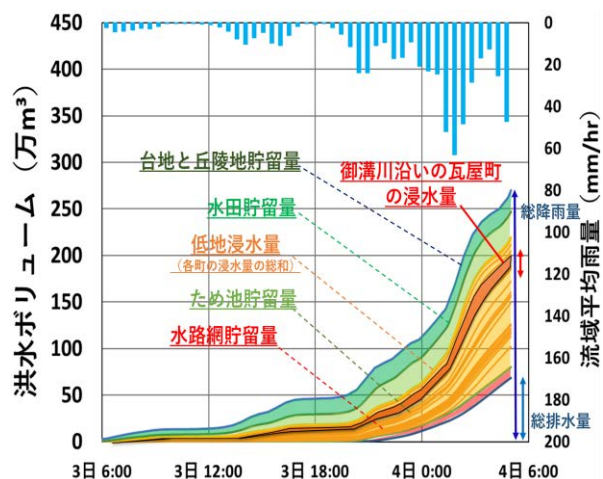


図-4 令和2年7月豪雨時の人吉流域の水収支分布図

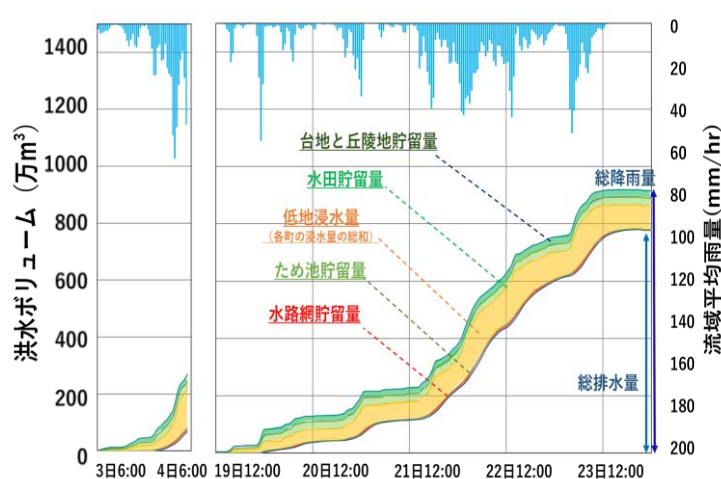


図-5 令和2年豪雨(左)と平成18年豪雨(右)の水収支分布の比較

地、北部水田地帯等の上流域から下流市街地へ大量の雨水が流下している。図-2は、御溝川の解析水面形の時間変化を示す。台地や丘陵地から流れ出る山江川や鷹木川との合流によって、瓦屋町区間の水位が上昇し、内水氾濫が生じていることが分かる。また、南西部を流れる出水川には、北部水田地帯から多くの雨水が地形に沿って流入する。図-3に示すように、水田水位が畦畔高を超え流出すると、出水川の水位が急激に上昇している。この結果、水路網沿いの道路では、歩行避難が困難となる浸水深70cmを超える危険な状況となった。

4. 流域水収支分布図を用いた被害軽減に向けた検討

図-4は、令和2年7月豪雨時の流域水収支分布図¹⁾を示す。この図は、豪雨時に、流域内に存在する水の量と、その時空間的な存在分布を見える化し、流域の洪水氾濫特性や洪水水量の分担量を示す。また、複数の外力や対策前後で比較することによって、どのような豪雨に対して地域の水害リスクが高まるのか、あるいは、どんな対策が有効なのか等を分かりやすく説明することが出来る。更に、図-4の橙色で強調する瓦屋町の例で示すように、地域毎の浸水量分布を反映することで、流域内の高浸水リスク地の見える化ができる等、水防災・減災まちづくりの基本となる情報を与える。令和2年7月豪雨では、降雨強度の増大とともに、低地浸水量が急激に増加する。最大浸水量は139万 m^3 に達し、総降雨量の50%を占めている。降雨特性の異なる平成18年7月豪雨との比較を図-5に示す。平成18年7月豪雨は、令和2年7月豪雨に比して、総降雨量が3倍程の洪水ボリュームの大きな事例である。しかし、降雨の時間分布の違いから総排水量が大きく、最大浸水量は158万 m^3 と令和2年7月豪雨の1.1倍程度となった。一方で、避難時に問題となるのは、浸水量の増加速度である。流域内の浸水量が急峻な傾きで増加する令和2年7月豪雨では、避難時間が短いために大きな問題が生じたと考える。このため、豪雨が短時間で集中した場合に、水路網への雨水の集中や浸水量の急激な増加を抑制することが第一に重要となる。また、3.より、人吉市の内水氾濫は、村山台地や丘陵地、北部水田地帯等の上流域からの豪雨流出の影響を強く受けることが分かった。このため、内水問題解決に向けては、流域水収支分布図の緑・黄緑色で示す上流域の貯留量を増加させることや市街地の分流域での分流によって、下流に到達する洪水流量を低減させることやピークの発生を遅らせることが重要な対策となる。また、球磨川水位の低下による総排水量を増加させる等の各主体の取組を一体的に検討することが重要な視点となる。

水防災・減災まちづくりに資する流域治水を進めるためには、各主体が適切な場所に貯留空間を見出し、河川事業等のあらゆる対策との協働を通じて、地域の治水効果を高めながら、流域全体の治水安全度を向上させることが望まれる。その上で、流域水収支分布図の作成と活用は、地域の理解と協働にとって重要であることを強調する。

研究を進めるにあたり、人吉市、熊本県、国交省九州地整それぞれの関係部局よりデータの提供と有意義な議論をいただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1)福岡捷二：河川技術論文集第28巻,pp.457-pp.462,2022.6. 2) 見上哲章：中央大学大学院博士論文,2022.