

車両通行情報に基づく難避情報提供に直結する洪水氾濫範囲推定法の提案

東京理科大学大学院 学生会員 ○平本達典, 窪田利久, 伊藤毅彦, 正会員 柏田仁, 二瓶 泰雄
TomTom 水野真由己, 西弘二

1. はじめに

近年では豪雨災害の激甚化・頻発化が問題となっている。例えば、令和2年7月豪雨では、熊本県南部を中心に7月4日未明から朝にかけて豪雨が生じ、球磨川流域で計画規模を上回る降雨が観測され約10.2km²に及ぶ氾濫、50名の人的被害が生じた。人的被害の軽減には、住民の避難意識向上や切迫している情報の伝達が必要であり、洪水予報の高度化と共に、洪水氾濫発生状況をモニタリングし、住民の避難行動につなげる必要がある。洪水氾濫モニタリングに関しては、近年ワンコインセンサの実証実験が進められている¹⁾。一方、IoTによりあらゆるものがインターネットにつながったことで蓄積されている大量のビッグデータの活用が考えられ、人流や交通流の活用は有望である。本間ら²⁾はETC2.0データを用いた洪水氾濫モニタリングを試み、部分的な氾濫推定はできたが、車両通行データが少なく、面的な氾濫範囲推定には至らなかった。本研究では、一般道路においても十分な車両通行データを用いて、車両通行情報と氾濫範囲の関係を明らかにするとともに、避難情報に適した洪水氾濫範囲推定法を提案することを目的とする。ここでは、TomTom社提供の車両通行情報を用い、令和2年7月球磨川氾濫を対象とし、車両通行情報と球磨川氾濫計算結果³⁾を比較する。

2. 研究方法

(1) 車両通行データの概要：TomTom社提供の車両通行データには、全走行車両の10-20%が含まれている。本研究で用いるTraffic Statsは、道路リンク毎の車両通行台数、進行方向、平均移動速度が15分毎に出力され、本報では1時間間隔のデータを使用した。研究対象範囲は、氾濫面積が大きかった人吉市と球磨村の一部とする(図-1赤枠)。データ解析期間は2020年7月4日(土)及び比較用として平常時の同年6月20日(土)である。

(2) 氾濫解析データ：車両通行データと比較する氾濫データとしては、球磨川と周辺の河川流・氾濫流一体解析結果である³⁾。使用モデルは2D-3DHybrid modelであり、解析対象は球磨川51.8～68.6kpとし(図-1)、解析期間は2020/7/4日1:00-17:00である。

3. 結果と考察

(1) 車両通行情報と氾濫範囲の関係：各時刻の氾濫解析による浸水深マップと車両通行状況を図-2に示す。図中の浸水深は車移動が困難となる50cmを基準として色分けし、増水期(氾濫範囲拡大期)に相当する6~9時の浸水深マップを表示する。また、車両通行データとして、道路リンクにおける車両通行速度の1時間平均値を図示する。ここで両者の比較対象とする時間としては、例えば6:00の浸水深マップに対して、車両通行データは6時台(6:00-7:00)とする。これは、対象時間帯は氾濫範囲が拡大しており、浸水深の時間は車両通行データの直前にする必要があるためである。これより、氾濫状況としては、6時より開始し、7時には支川合流部付近が浸水し、その後も時間と共に氾濫範囲が広がっている様子が伺える。一方、平均車両通行速度を見ると、7時台では、6時台と比べて車両通行が見られる道路リンクは減少し、氾濫域拡大の影響が確認される。また、この時間帯から通行実績の無い橋も見られる(図中黄色矢印)。さらに、8,9時台では、通行実績のある道路の範囲は時間と共に減少し、氾濫域拡大と対応している。また、浸水エリアでも車両が通行するが、比較的浸水深50cm未満が多い(8時台、赤色矢印)。さらに、氾濫域水際では、車両のUターンや迂回といった特徴的な挙動が見られる。以上より、車両通行実績と氾濫範囲は概ね一致し、車両通

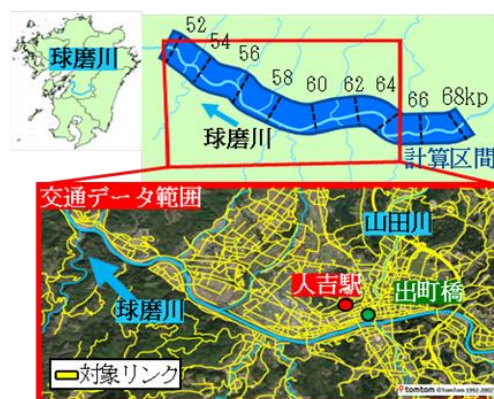


図-1 研究対象サイト

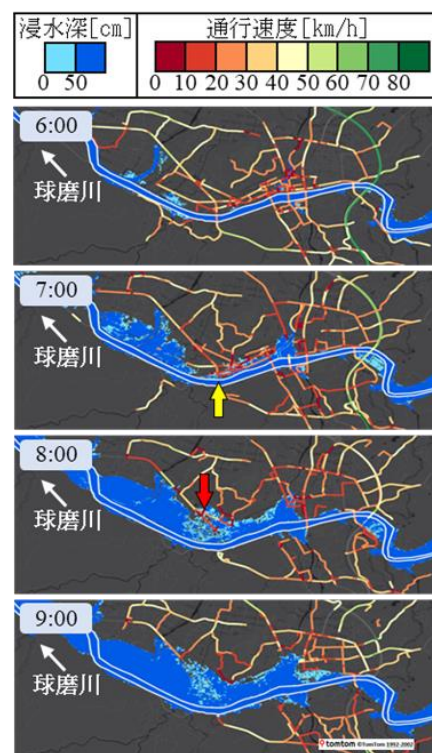


図-2 浸水深マップと平均車両通行速度の比較

キーワード：氾濫モニタリング, ビッグデータ, 車両通行情報, 令和2年7月豪雨

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 5号館 3階水理研究室 TEL：04-7124-1501 (内線 4069)

行データによる氾濫域特定の可能性が十分高い。

(2) 洪水時と平常時の車両通行台数の比較：上記で取り上げられた車両通行実績を詳細に確認するために、山田川に架かる出町橋（図-1 緑丸）における各時間の車両通過台数を図-3 に示す。ここでは、出水時（7/4）と平常時（6/20）の同一時間帯における結果を表示する。これより、平常時では、通行台数は夜間に少なく、7 時台から増加し、12 時台にピークとなっている。一方、出水時の通行台数は、同様に夜間に少ないが、朝方（6 時台）にピークとなり、7 時～13 時台まで 0 となった。このエリアの氾濫開始は 7 時頃であり、平常時には通行実績が見られた道路でも氾濫に伴って通行実績が 0 となっている。なお、平常時・出水時に共に通行台数 0 の時間帯（例えば 2 時台）は、氾濫発生の可能性は低い。以上より、氾濫域推定には、平常時には通行実績有、かつ洪水時には通行実績無を満たす道路（以下、未通行道路と称す）の活用が有効であることが示唆された。

(3) 未通行道路情報を用いた氾濫域の推定方法と妥当性検証：車両通行情報に基づいて、避難情報として提供しやすい氾濫域推定を試みる。当初は、氾濫域の水際の車両の U ターンや迂回箇所が浸水位を示すと想定し、その結果を内挿して浸水範囲を求めたが、U ターンや迂回箇所の特定精度に依存してしまい、氾濫範囲推定に不明確さが残った。実際の避難情報を出す上では、地域の地名毎に氾濫の有無を伝達できればよいため、本報では、未通行道路が発生した地域を「町丁・字」毎に「氾濫発生エリア」として推定する。平常時の車両の通行がない道路では、氾濫発生時でも未通行道路に該当しないため、未通行道路情報のみでは氾濫域を過小評価する可能性がある。そのため、未通行道路を含まない町丁・字でも、氾濫発生エリアに 2 つ以上接している場合には「氾濫注意エリア」と設定する。

このような氾濫域推定法の結果を図-4 に示す。ここでは 7 時台と 9 時台を対象とし、未通行道路と得られた氾濫発生・注意エリアと氾濫解析による浸水範囲を図示する。また、氾濫範囲内において氾濫発生・注意エリアに含まれない「氾濫見逃しエリア」の町丁・字をグレーで示す。これより、7 時台では、対象エリアの上流と下流側では未通行道路があり、氾濫発生エリアを特定できており、その周辺の氾濫注意エリアでも氾濫が発生している。一方、計算領域中央部では氾濫範囲に含まれない町丁・字も多く見られ、本手法の見逃しが発生したことが分かる。一方、9 時台では、氾濫域の拡大に伴って未通行道路も増えて氾濫発生エリアや注意エリアも大幅に増えている。この時には氾濫見逃しの町丁・字は存在していない。上記の結果を定量的に評価するために、7 時台から 12 時台までを対象として、本手法で推定された氾濫発生・注意エリアと、氾濫解析による氾濫発生エリアとその比率（推定精度）を図-5 に示す。これより、7 時の推定精度は 58.1%と過小評価をしているが、8 時台以降では推定精度は 100%を超えており、氾濫見逃しエリアも存在しなかった。このように 8 時台以降は過大評価しているが、浸水範囲全体を網羅して氾濫推定ができており、安全側の情報発信が必要な避難情報として、本手法は有効であることが示された。7 時台以前の過小評価は大きな課題であり、平常時データの見直しを含めて、今後の課題とする。

参考文献：1) 国土交通省 HP, ワンコイン浸水センサ実証実験, 2) 本間ら, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.76, No.2, 2020, 3) 柏田ら, 河川技術論文集, Vol.29, 2023 (投稿中)。

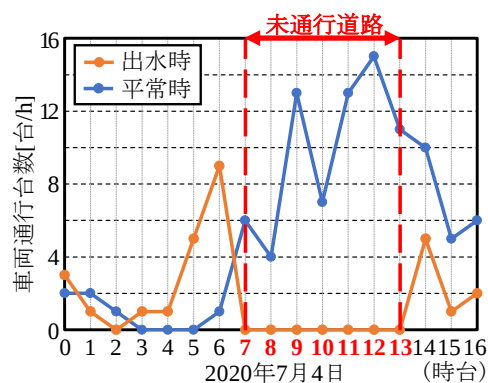


図-3 洪水時・平常時の車両通行台数の時間変化（出町橋）

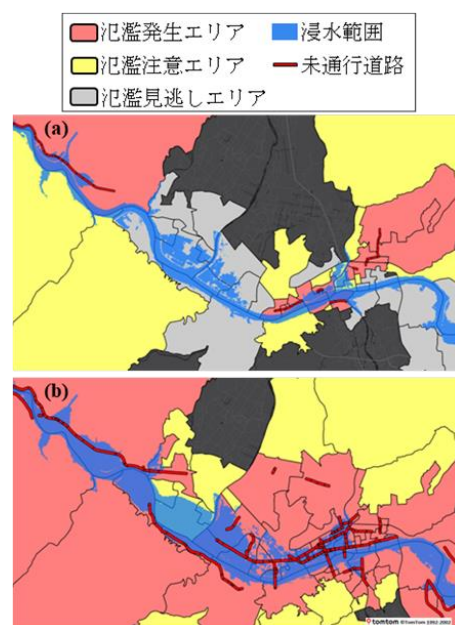


図-4 未通行道路と氾濫発生・注意エリア (a)7 時台, (b)9 時台

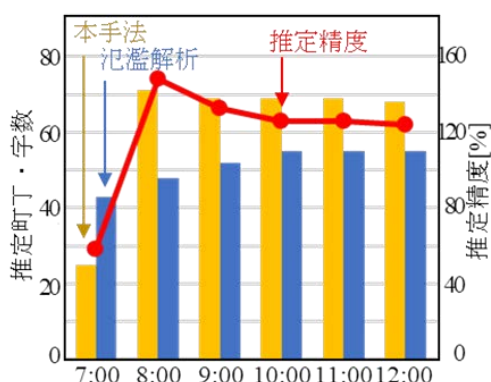


図-5 本手法における氾濫相当地域の推定精度