

九州北部豪雨の白川氾濫解析と避難対策に関する研究

前橋工科大学大学院 学生会員 ○陳 翔
 前橋工科大学准教授 正会員 平川 隆一
 熊本大学教授 正会員 大本 照憲
 前橋工科大学 学生会員 沼口 慎太郎

1. はじめに

九州地方の中央部に位置する熊本県白川は、上流域勾配が比較的緩やかであるが、中流部は急流で水の流れが速く、熊本市街部が広がる下流部や低平地の広がる河口部は緩やかな地形となっている。

洪水時は川の水がスムーズに有明海へ流れ出にくい構造をしているため、非常に洪水を起こしやすい川である。白川が氾濫した場合に被害を受けると予想される面積は 114km²、その中に約 22 万人もの人が生活をしており、人口密度が高い。これにもかかわらず、白川の河川整備や洪水対策等は九州の一級河川の中では最も遅れているのが現状である。

2012 年 7 月 11 日から 14 日に九州北部地方で豪雨が発生し、各地で観測史上最大の降雨量を観測した。図 1 に示す白川龍田陳内地区では、洪水が堤防を乗り越え、堤内地は浸水した。図 2 は氾濫時の様子である。堤防を越えて、市街地に河川水が流入していることが分かる。

本研究では、2012 年 7 月台風 12 号¹⁾による熊本県熊本市龍田陳内地区における白川の洪水挙動を明らかにするのが目的である。また、災害時の住民避難を考え、水深と流速の組み合わせによる危険度の評価を検討する。

2. 研究方法

河川の洪水氾濫解析について、河川域と氾濫域を一体とした洪水氾濫解析は武田ら¹⁾に、また非構造格子を用いた氾濫解析は、井上・戸田ら²⁾によって研究されている。しかし、河川域、氾濫域ともに非構造格子を用い、洪水流、氾濫水ともに水平二次元流とした研究は見られない。武田ら¹⁾の研究では、用水路のように整備された都市河川を対象とするため、河川流を一次元とした解析方法は妥当である。一方、白川のような植生・蛇行が多い自然河川では、複

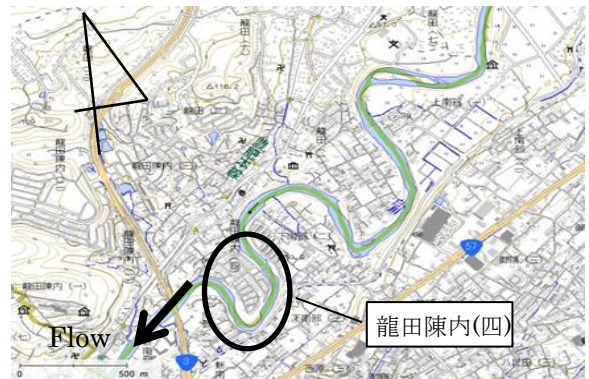


図 1 白川龍田陳内地区における洪水氾濫地域



図 2 白川 19k000 地点の氾濫時の様子
 雑な流れとなるため、二次元解析が必要となる。そこで、河川域と氾濫域を一体として、流れを水平二次元不定流とした解析モデルを構築する。洪水氾濫解析には、次の基礎式を使う。

<連続の式>

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

<運動量式>

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial z}{\partial y} + g \frac{u\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} = v_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial z}{\partial x} + g \frac{v\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} = v_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

ここで、 x, y, t は空間、時間の座標値、 s は水位(m)、 h は水深(m)、 u, v は x, y 方向の平均流速(m²/s)、 n はマンニングの粗度係数、 c はシェージー係数 $c = \frac{1}{n} h^{1/6}$ 、 v_t は動粘性係数、 g は重力加速度である。

キーワード 洪水災害、九州北部豪雨、蛇行河川、越流、氾濫解析

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL. 027-265-7355 E-mail : hirakawa@maebashi-it.ac.jp

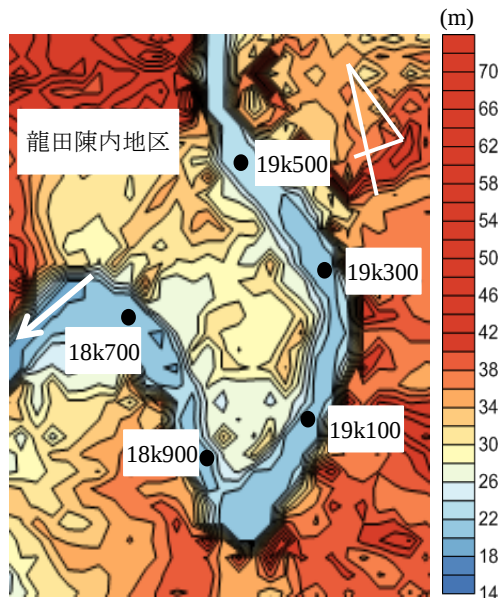


図3 龍田陳内地区堤内地標高

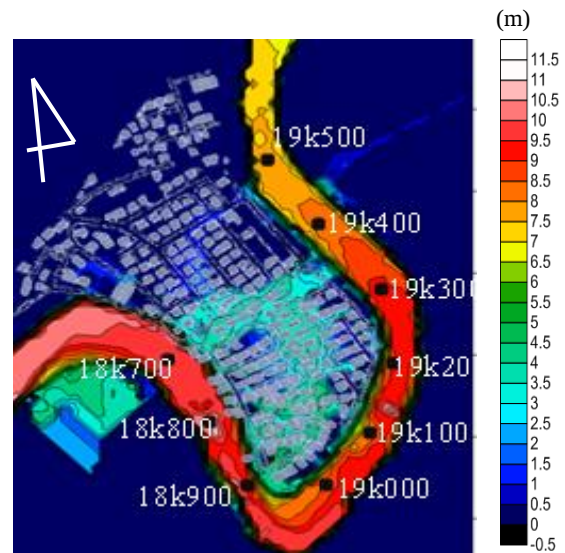
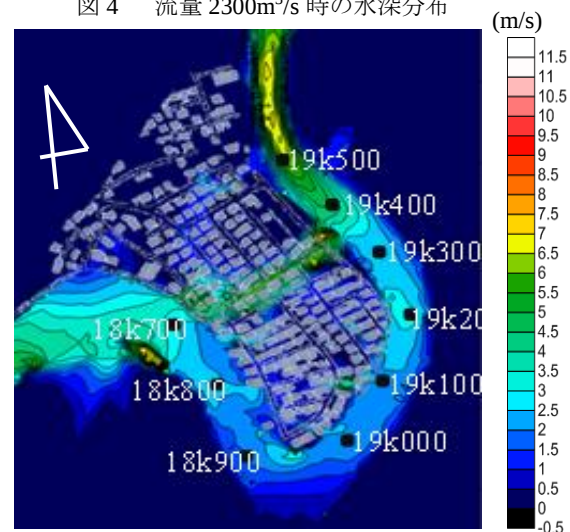
解析対象領域は図3に示すように、堤内地を含め、約 0.44km^2 である。地形モデルの作成に関しては、熊本県土木事務所提供の河口から上流 $18.4\text{km} \sim 22.0\text{km}$ 地点の河床横断面図を読み取り、この区間河床形状を作成し、そして現地の地形 LP データを結合し、地形ファイルを作成した。計算格子は非構造格子としメッシュ面積が最大 15m^2 とした。計算に使う流量は、2012 年 7 月 12 日の白川陳内観測所で観測した AM8:00 の龍田陳内地区における最大観測流量の $2300\text{m}^3/\text{s}$ の一定流量とした。

3. 結果および考察

地盤高測量の結果を図3に示す。龍田陳内四丁目は、白川河道の屈曲部に位置し、白川に突き出た南向きに傾斜した地形で、豊肥本線沿いの市道（標高約 40m ）から龍田陳内地区南側の $18\text{k}900$ 近辺（標高約 25m ）まで徐々に標高が低くなっており、約 500m の距離で 15m もの高低差が存在する。

氾濫解析により得られた浸水深のコンターを図4に示す。龍田陳内地区 $19\text{k}400$ と $18\text{k}700$ より北側では、浸水深が 200cm 以下であるが、南に下がるにつれて浸水深は高くなり、南端の $18\text{k}900$ 付近では、 400cm を超える深さまで浸水していた。

流速分布を図5に示す。 $19\text{k}400$ と $19\text{k}200$ 近辺から堤内地へ流れ込んでいた。水が龍田陳内地区を横切り、 $18\text{k}700$ 付近へ流れていった。また、 $18\text{k}700$ から $19\text{k}400$ までの堤内地の流れが速く、 1.5m/s に達するところもあった。龍田陳内地区の北側は南側よりの地盤高が高く、流速が遅い。

図4 流量 $2300\text{m}^3/\text{s}$ 時の水深分布図5 流量 $2300\text{m}^3/\text{s}$ 時の流速分布

4. おわりに

2012 年 7 月豪雨により、洪水被害に見舞われた熊本市（龍田陳内地区）の白川流域を対象に、氾濫特性を解明することを目的に数値解析を実施した。浸水初期において、越流氾濫が発生し、水が北東から南西方向へ堤内地を横切る形で流れていった。その流れが速く龍田陳内地区南側の住民が北側の高台への避難の妨げになった。また、堤内地南側の標高が低く、水深が深くなっており、避難先への避難が危険となり、自宅の2階や屋上への避難が必要となる。

今後の課題として、白川流域の多くの地盤では火山灰が含まれており、洪水時における火山灰を含んだ土砂輸送による影響も考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省九州地方局白川管理事務所所有資料：
<http://www.qsr.mlit.o.jp/kumamoto/river/shirakawa/gaiyou.html>
- 2) 武田誠・松尾直規・山中威士・森田豊：総合的氾濫解析法の構築に関する研究，土木学会第 59 回年次学術講演会概要集，土木学会，pp.97-98，2003
- 3) 川池健司・井上和也・戸田圭一：非構造格子の都市氾濫解析への適用，水工学論文集，第 44 巻，pp.461-466，2002