

諫早市街地における内水氾濫の予測モデルの構築

長崎大学工学部 学生員 〇境 和洋  
 長崎大学大学院 非会員 中村次郎  
 長崎大学工学部 正会員 川池健司  
 長崎大学工学部 フェロー 野口正人

1.はじめに

近年の都市域では、雨水排除の不良による内水氾濫が頻発しており、長崎県でも例えば 1999 年に諫早市で甚大な被害が発生した。浸水の規模を数値モデルによって予測する事は、被害軽減策を講じるうえで有益な情報を提供することにつながる。そこで本研究では、諫早市を対象として水路による雨水排除を考慮した内水氾濫モデルを構築し、1999 年の水害時の浸水域と解析結果を比較して考察する。

2.内水氾濫解析の方法

本研究では、まず対象領域を、地形特性(例えば鉄道、道路など)を考慮した多角形の非構造格子に分割する。全格子に対して直交(デカルト)座標軸(x軸, y軸)を設定し、この座標系における各方向の流量フラックス(M, N)、および流速(u, v)を、非構造格子の境界(多角形の辺の midpoint)で、水深(h)を非構造格子の図心(多角形の重心)で定義し、Leap-Frog法を用いて計算を進める。基礎方程式には下記の浅水方程式<sup>1)</sup>を用いる。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = r \tag{1}$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2 M \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \tag{2}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{gn^2 N \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \tag{3}$$

なお、rは降雨強度、Hは水位(=h+z:zは地盤高)、nはManningの粗度係数を表している。

本研究では、流域に降った雨水は図1の●で示す5箇所の水路下流端のみから排出され、領域の外周部は山地や十分高い堤防等で囲まれているため、雨水は流出しないものとする。本来ならば水路下流端からの排出量は本明川の水位に基づいて求めなければならないが、ここでは簡単のため水路の流れを等流とし、その下流端で下記のManning式を適用して排出量を求める。

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \tag{4}$$

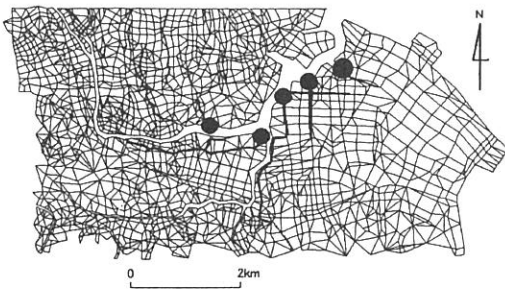


図1 解析格子と水路

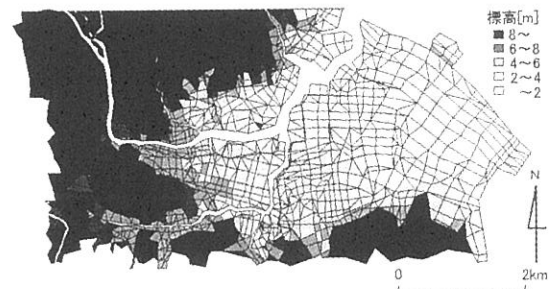


図2 解析格子の標高

ただし  $R$  は径深,  $I$  は水路床勾配を表す. 解析に用いる格子は図1に示すとおりである. 図2は各格子の標高を表している. 対象降雨は1999年7月23日の諫早集中豪雨災害時の10分ごとのデータ(図3)を採用した.

**3. 解析結果** 上記のような解析方法と, 水害当時の降雨データを用いて解析した結果, 最大浸水深図を図4として示した. この図から浸水が顕著にみとれる場所として, まず図中のAの地域があげられる. この浸水が大きい理由は, もちろん周りの格子と比較して標高が低いこともあるが, さらに, 計算手法として流域からの排出地点を図1に示す5点に限ったため, このあたりに雨水が溜まったと考えられる.

つぎに, 図4中のBの地域は図2からわかるように非常に標高の低い土地である. そのためこのシミュレーションでも浸水が大きいという結果が得られた. なお, 図2の標高図と見比べて標高が比較的高いところで浸水が大きくなっている箇所がみられるが, これはデータ作成の際, 山地などの急勾配地帯を格子化すると, どうしても平均的な標高にせざるをえず適切に勾配を表現できなかったためである.

#### 4. シミュレーションと実際の浸水区域の比較

1999年7月23日の諫早集中豪雨災害当時の浸水区域は, 図5に示した斜線の部分である. 浸水実績と解析結果とを比較すると, 本明川河口左岸と半造川では良好な結果が得られた. しかし本明川河口右岸や本明川中流左岸, また半造川と本明川に挟まれた流域では, 図1に示した排出点の影響が大きかったため良好な結果を得ることができなかった.

#### 5. おわりに

本研究による内水氾濫シミュレーションと実際の浸水区域を比較した結果, 本明川の河口付近や半造川沿いでは比較的良好に再現できたが, 山間部や水路付近ではあまりいい結果が得られなかった. 今後の課題としては, 下水道などのより詳細な排水施設の能力や水路の排水処理能力をさらに正確に捉え, 本明川の水位や鉄道・道路の盛土構造物の影響まで考慮したより精度の高いシステムの構築を図りたいと考えている.

<参考文献> 1) 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, pp461-pp466 2000年 2) 速報1999, 7, 23 長崎県諫早集中豪雨災害

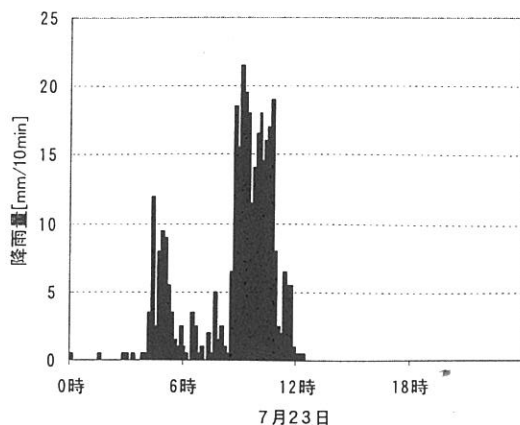


図3 降雨グラフ

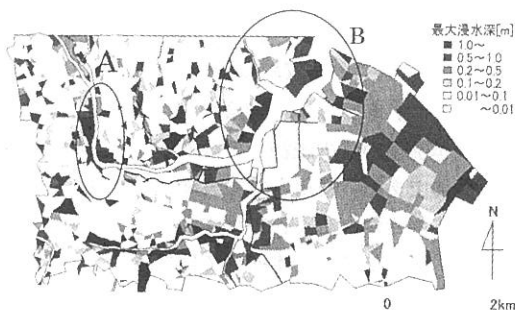


図4 最大浸水深

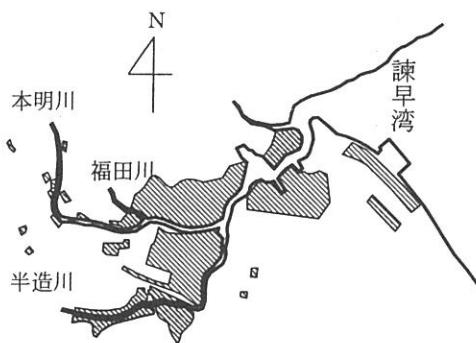


図5 実際の浸水区域<sup>2)</sup>