

GIS を用いた氾濫解析のシステム化に関する研究

中部大学大学院 学生員 大坪郁宜 三重県 正会員 櫻井耕史
 中部大学工学部 正会員 武田 誠 中部大学工学部 フェロー 松尾直規

1. はじめに

近年、集中豪雨による都市型水害が増加しており、ハード的な対策の整備に加えて、即効性のあるソフト的な対策の確立が望まれている。その一資料として、洪水ハザードマップが作成されつつあるが、都市施設を考慮した氾濫解析を行うには、一般に多額の費用がかかるため、一部の自治体で行われているのみにすぎない。そこで、本研究では GIS（地理情報システム）を用いることで、時間と費用が障害となっていた氾濫解析におけるデータ収集作業の簡便化と、予測した被害状況を視覚的に表示することのできる氾濫解析システム(図-1)を構築する。

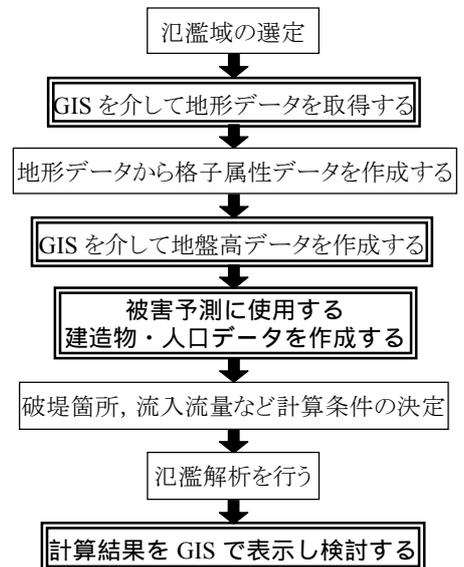


図-1 氾濫解析システムの流れ
(二重枠は GIS による作業)

2. 解析方法

氾濫解析には、デカルト（直交）座標による二次元不定流モデルを用い、以下の浅水方程式を基礎式とする。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} = -gh \frac{\partial(h+z_b)}{\partial x} - \frac{gn^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial uN}{\partial x} + \frac{\partial vN}{\partial y} = -gh \frac{\partial(h+z_b)}{\partial y} - \frac{gn^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (3)$$

ここで用いた変数は慣例に従うものとする。離散化には、差分法の陽的解法である Leap-Frog 法を用いる¹⁾。粗度係数として、堤内地には建造物占有率による表-1 の値、河川と海には 0.020 を用いた。氾濫水の先端の取り扱いには移動限界水深(0.001m)を考慮し、地盤高と水位との関係により完全越流や段落ちとなる場合には本間の越流公式を用いた。

表-1 家屋面積に応じた粗度係数²⁾

家屋面積の割合(%)	粗度係数(s/m ^{1/3})
道路	0.043
0 ~ 20	0.056
20 ~ 50	0.084
50 ~ 80	0.096
80 ~ 100	1.000

3. 氾濫域データの作成

本研究では、名古屋市を対象にデカルト座標系格子(100m 四方)を用いた氾濫解析のシステム化を行う。格子の属性(堤内地, 河川, 海)と地盤高が設定できれば、最も単純な氾濫解析は実施できる。

格子属性データを作成する方法としては、まず数値地図 2500³⁾から GIS を介し、図-2 に示す河川と海岸のみの地形データ(座標値)を取得する。これを VisualBasic のフォーム上で堤内地, 河川, 海, 非計算域を 4 色に分けて描画する。そして対象領域を格子に分割し、各格子で最も多い色に基づき格子の属性を与えた。さらに、河川の不連続など数値地図と比較して不都合な属性は GIS 上で修正した。このデータを用いて再現した対象領域を図-3 に示す。つぎに、堤内地の地盤高データは、数値地図 50m メッシュ(標高)⁴⁾の値を内挿補間して算出した。得られた地盤高の分布図を図-4 に示す。これらのシステム化により、多くの費用と時間を費やすことなく、容易にデータ整備を行うことが可能となった。

また、都市域を考慮した氾濫解析として建造物占有率、さらに被害予測として戸数及び地下室数を用いるため、Zmap-TOWN (住宅地図)⁵⁾から GIS を介してこれらのデータを取得した。まず、対象領域内すべての建物アイテムの座標値, 面積, 戸数(全階, 1 階, 地下ごと)を取得し、各格子における総和を算出した。被

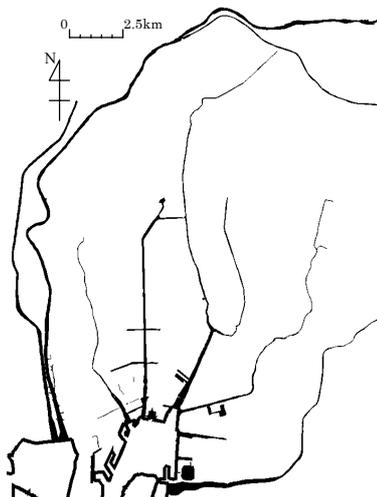


図-2 数値地図（河川と海）

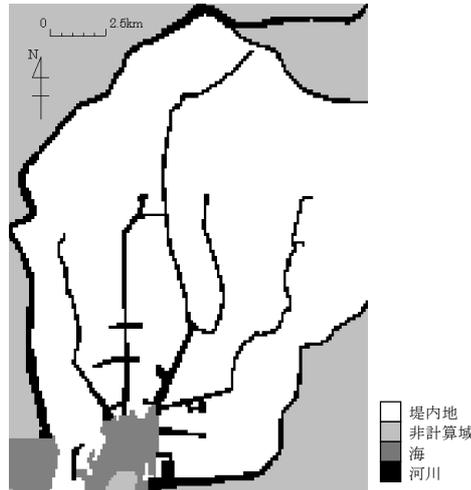


図-3 格子属性データ

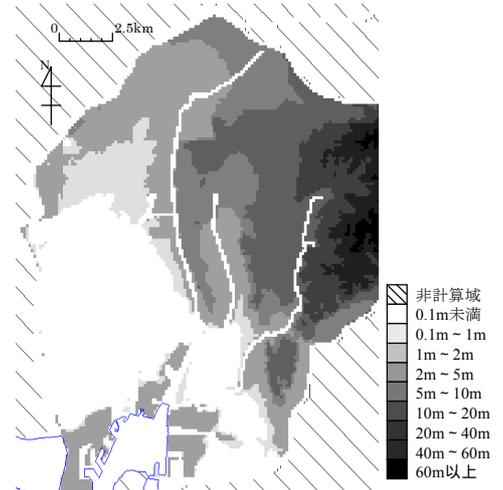


図-4 地盤高データ

害予測に用いる人口データは、国勢調査⁶⁾の単位区毎の総数と3区分の年代別人口を各格子で算出した。これにより、都市域を考慮した氾濫のモデル化や詳細な被害状況の評価も可能になった。

4. 解析結果の応用

作成したデータを用いて、庄内川左岸河口から10km付近が破堤した場合の解析を行った。計算時間は8時間とした。図-5に最大浸水深の分布を示す。この図は、各格子における浸水深と座標値が分かれば、GIS上でセル分割することにより、容易に表示することができる。また、一定時間毎の浸水深分布図を順に重ね合わせることでアニメーションにすることもできる。

図-6に浸水深50cm以上を床上浸水としたときの累計戸数、10cm以上で地下浸水が生じる戸数の時間変化を示す。この図から床上浸水戸数は時間に比例して増加する傾向にあるが、地下浸水戸数はある時間に急激に増加することが分かる。これは対象氾濫域において建物は面的にほぼ一様に分布するが、地下空間のある建物は名古屋駅周辺に集中し、氾濫水の到達によりその地区の地下浸水が急増するためと考えられる。図-6に限れば破堤後2時間までに避難を確実にすることが、地下浸水による人的被害を防ぐために必要であることが分かる。このようにGISを用いることで、被害ポテンシャルの高い大都市においても、地下空間などの危険因子を抽出し解析を行えば、具体的な浸水対策や危険度の周知に役立つものと考えられる。

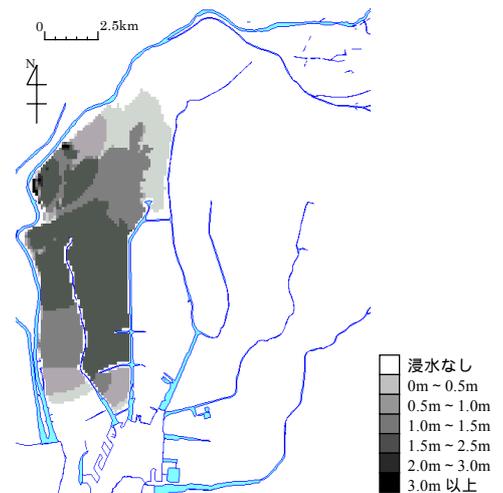


図-5 最大浸水深分布図

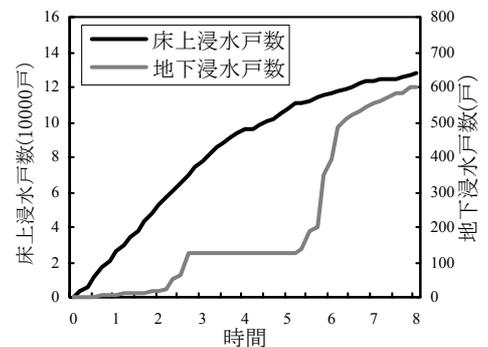


図-6 床上と地下の浸水戸数

5. おわりに

本研究では市販の統計データとGISを用いることによって、氾濫解析のデータ作成にかかる時間と費用を大幅に削減した。また、建物や人口に関する情報も同様に作成することにより、都市域を考慮した氾濫のモデル化や詳細な被害状況の評価が容易に可能となった。また、都市域の水の流れを詳細に再現するなど課題はあるが構築したシステムは簡便かつ実用的な氾濫解析及び被害予測の方法として有用であると考えている。

参考文献

- 1) 岩佐義朗・井上和也・水鳥雅文：氾濫水の水利の数値解析法，京都大学防災研究所年報第23号B-2，pp.305～317，1980。
- 2) 土木学会編：水理公式集(平成11年版)，p.132，1999。
- 3) 国土地理院：数値地図2500愛知-1～7，1997。
- 4) 国土地理院：数値地図50mメッシュ(標高)日本-，1997。
- 5) 株式会社ゼンリン：住宅地図データベース(Zmap-TOWN) '99名古屋市，1999。
- 6) (財)統計情報研究開発センター：平成7年国勢調査 小地域統計 基本単位区別集計A 愛知県，1995。