

Ⅱ-25 数値地図 2500 と市域デジタルマップの結合による 氾濫モデルの構築

東北大学工学部 学生会員 ○馬場洋光
東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

近年の都市では資産や人口の集中、地表面の不浸透化による保水能力の低下により、都市水害、特に内水氾濫が発生しやすくなっている。ハード的な対策に加えてソフト的な対策の確立が望まれており、その一環として精度の高い解析氾濫法の構築が求められている。粗度係数や浸透性を考慮することで、より実際の現象に近づけることができことから街区や道路を区別する必要がある。

そこで都市という複雑地形を計算に組み込むために、市域デジタルマップと国土地理院発行の数値地図 2500 を活用し格子設定を行なった。ここで市域デジタルマップとは主に市で扱っている街区などを収容したデジタルマップデータと定義する。数値地図 2500 において街区データの有る非構造格子の氾濫モデルは清宮ら（2004）によって構築された。そこで数値地図 2500 に街区データのない地域を市域デジタルマップを用いて街区を作成し、数値地図 2500 と結合させ氾濫モデルを構築することは大変有効であると考え、本研究では集中豪雨時の地表面流出計算を行い、それを基に氾濫モデルを構築することを目的とする。

2. 格子決定

市域デジタルマップを基に街区ポリゴン作成するが、市域デジタルマップの街区の図面は非常に細かいため、主要道路を残し街区を大きくまとめる形で簡略化して作成し、また、流量算出に用いるため面積を計算する。そしてその全てのポリゴン、数値地図 2500 から取得したライン、ポイントにそれぞれ番号を振り、街区の幅や道路の長さから道路の面積を計算する。

その番号をもとに各道路ラインの両端にある交差点を認識し、これをすべて認識することにより道路、交差点においてひとつのネットワークをつくることができる。ポリゴン、ライン、ポイント

それぞれの図心座標を計算する。ここでポリゴンの図面とライン、ポイントの図面を重ね合わせ、一つの図面上で考える。そこでポリゴンの各辺に最も近いラインをそのポリゴンに対応するラインとし、すべての街区ポリゴンの周囲に位置する道路ライン番号を座標を基に認識する。

最後に北海道地図株式会社 GISMAP の 10mメッシュ標高データ（図-2）を用いて街区、道路、交差点それぞれに標高を与える。これにより低地に地表流が集まるモデルの構築が可能となる。手法としては、上記で図心をそれぞれに与えたが、標高データの格子の座標に一番近い点をその図心での標高とする形をとった。

これによりすべての街区、道路、交差点の位置関係、とネットワークが把握し、これにより複雑地形を含んだ格子設定を行うことができた。

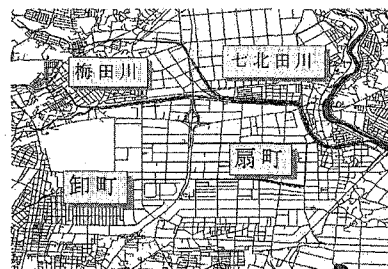


図-1 対象領域

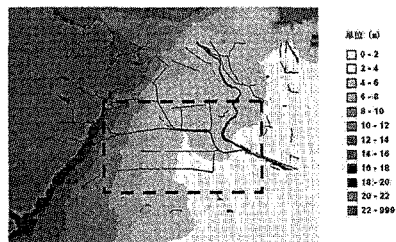


図-2 標高データ
（点線は図-1 の領域を示す）

3. 地表面流出計算

住区部及び道路の区別方法として、住区部及び道路部における流量計算では、マンニングの粗度係数 n の区別を行った。値は以下の通り

道路: $n=0.043$, 住区: $n=0.067$

また住区部における建物の占有率から、式(1)下式より住区部への流量通過率を計算した。

$$(1) \quad \beta = \sqrt{1 - \lambda}$$

β : 流量通過率, λ : 建物占有率

4. 計算の基礎式

本研究では、流出計算に以下の4つの式を用いる。

$$\text{連続式:} \quad \frac{dh}{dt} = \frac{1}{A} \sum qB + r_e$$

$$\text{運動量式:} \quad q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} h$$

本間の越流公式

完全越流の場合 ($h_1/h_2 < 0.45$)

$$q = 0.35h_1\sqrt{2gh_1}$$

不完全越流 ($0.45 < h_1/h_2 < 0.8$) 及びもぐり越流の場合 ($0.8 < h_1/h_2$)

$$q = 0.91h_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

h : 基準面から上方にとった水面変位, q : 単位幅流量, A : 格子面積, B : 格子幅, n : 粗度係数, R : 径深, I : 動水勾配, g : 重力加速度, h_1 : 越流水深, h_2 : 下流水深

5. 降雨条件

24時間雨量は、対象領域である仙台市の過去の浸水時の降雨データより1994年9月22日の降雨データを抽出する。

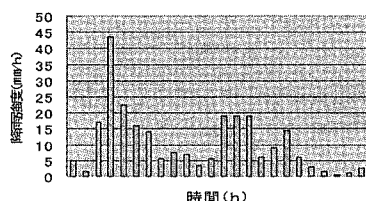


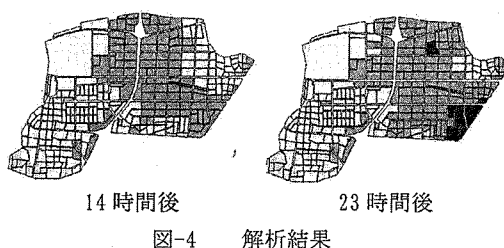
図-3 降雨条件

6. 計算条件

- ・ 時間間隔: 0.2 秒
- ・ 計算時間: 24 時間
- ・ 初期条件: 10mメッシュの標高データ
- ・ 境界条件: 本間の越流公式を用いて逆流量を計算する

7. 計算結果

対象領域の地表面浸水深データを視覚的に捕らえたものの一例を図-4に示す。



8. 結論

1. 今回の計算において解析結果からわかるように、浸水が激しい地区は低地に集中していることから標高を考慮した地表面流出計算を精度よく行うことができた。
2. 数値地図 2500 において街区のデータが無い地域においてもネットワークを構築し、従来からの課題であった複雑地形における非構造格子設定を、効率よく行う技術を開発することができた。
3. 今後は下水道システムを取り入れ、より精度の高い氾濫解析モデルを構築していきたい。

参考文献

- 1) 佐藤聡一郎: 地表流と下水道をリンクした都市洪水氾濫解析, 東北地域災害科学研究, 第41巻, pp.105-110, 2005.
- 2) Inundation analysis of urban areas by using GIS-application to the Tokai heavy rain flood-, Kiyomiya Hiroshi, Akira Mano, and Takahashi Tanaka-APD, pp.1457-1462, 2004.
- 3) 国土地理院: 数値地図 2500 (空間基盤データ) - 宮城 1, 宮城 2, 2001.
- 4) 北海道地図株式会社: GISMAP, Terrain.