

都市流域におけるマップベースモデルの構築と洪水流出解析

首都大学東京都市環境学部 正会員 ○天口 英雄

首都大学東京都市環境学部 正会員 横山 勝英

日揮株式会社 非会員 坂本 孝信

1. 目的

近年、都市域の中小河川においては河川・流域整備の進捗などにより治水安全度が高くなってきている。しかし、局所的な集中豪雨による浸水被害は繰り返し発生しており、地域に応じた「より細やかな対策」が求められている。そのためには、建物の分布や道路網、下水道網の影響を強く受ける都市域特有の流出機構を表現する必要がある。そこで、本研究では流域における家屋や道路、緑地などの「地物」の形状や分布、それらを経由する流水ネットワークを忠実に表現する水文流出モデルとしてマップベースモデルを構築する。

2. マップベースモデルの概要

マップベースモデルは、土地利用分類データベースとデータモデル、流出モデルから構成されている。まず、流域を図1に示すように表層の状態に従って土地利用毎に区分し、それぞれの形状と属性をデータベース化する。次に、作成したデータベースに流出モデルを適用する。流出モデルは降雨により発生した流出が河道に到るまでの挙動を解析する水理・水文モデルであり、有効降雨の算出には Horton 式、表面流出への変換には等価粗度モデルを用いている。また、表面流出は近隣の道路に引き渡され、道路内のマンホールに流入して河道に到達し流域外に排出される。本モデルでは、下水道から道路への溢水や道路・街区・河道間の水の流出入も考慮しており、これらの計算には一次元不定流計算を用いている。こうした水の挙動は、図2に示す道路と街区、河道要素に下水道網を加えた流域表現によって追跡される。また、以上のデータベース及び流出モデル間の関係を定義するものがデータモデルであり、データベースの構造の決定や流出モデルに用いる基礎式などの選定、区分した流域の表現に用いる図形データ種類の決定などをおこなっている。

区分した要素から解析計算に必要な物理量を抽出してデータベース化をおこなう作業には GIS を用いており、既往の分布型流出モデルにおいては煩雑であった流域区分作業が簡便化され、水文・物理データの作成及び管理も容易になっている。

3. 洪水解析への適用

対象流域は神田川流域に属する江古田川流域の一部であり（図3）、ほぼ全域が市街地である。流域面積は1.53km²であり、家屋が33%、道路が30%、林地が13%で下水道整備率は100%である。雨水排水の大部分を雨水・下水管渠が担っていることから、河道に接続している下水道の集水区域を解析対象流域とした。なお、対象河道の上下流に設置されている水位計の水位データを境界条件として用いた。降雨データは1分間隔であり、流路の各粗度係数は下水道0.013、道路0.02、河道0.02とする。対象降雨は2004



図1 土地利用分類による区分



図2 表面流追跡に用いる各要素

キーワード：都市流域，洪水解析，下水道，GIS，土地利用

連絡先 東京都立大学大学院（住所：東京都八王子市南大沢 1-1 電話：0426-77-1111(4573)）

年10月20日の台風と1999年8月29日の集中豪雨である。1999年は妙正寺川との合流点付近において浸水被害が発生している。

4. 解析結果

2004年を対象とした計算結果を図4に示す。これより水位の再現性は良好であることがわかる。立ち上がり時間も下流地点における水位計の観測値と一致していた。

また、図5に1999年の計算開始30分後における浸水域の分布を示す。図3と比較すると浸水区域は良好に再現されていることがわかる。なお、図3の区域以外でも浸水の発生がみられる。ここは被害記録として記載されないが、地盤の低い浸水の常襲地域である。以上より、本モデルの適合性は示された。

次に、流域内の道路や下水道、街区における流出の様子をくわしく見る為に図6に1999年の各要素での貯留量を示す。要素別にみると、降雨開始直後より下水による排水が行われているが開始10分後には下水道の貯留量が飽和し、道路及び街区の貯留量の増加が開始している。これは、下水の排水能力を超えた流出が発生し、排水されない水が道路及び街区の貯留となっていると考えられる。貯留量が最大となる計算開始30分後において図3に示した最大の浸水面積となっている。

また、累加雨量83mmに対して、河道への流出合計は45mmとなっており、最終的な流域内貯留分6mmをあわせると降雨量の61%に相当する有効降雨が発生している。不浸透域の面積率が66%であることを考えると、発生した有効降雨のほとんどが短時間のうちに河道へと排水されるといった都市域の特徴がわかる。

5. まとめ

本研究で構築したマップベースモデルは神田川支流江古田川の内水氾濫状態を良好に再現できた。さらに、道路や下水道などの各流出経路における流れの追跡も可能であることが示された。以上より、本モデルは都市域特有の流出機構を表現すモデルとして有効であるといえる。

ここでは、各要素の貯留量は合計量として表したが、本モデルでは下水や道路などの要素ひとつひとつにおいて水文・水理解析をおこなっている。しかし、その物理現象の妥当性については今後、河道水位やマンホール内流量等の水文データ及び氾濫実績収集、模型実験等をおこなうことによって実現象との整合性について十分な検討を加える必要がある。



図3 流域図及び浸水実績図

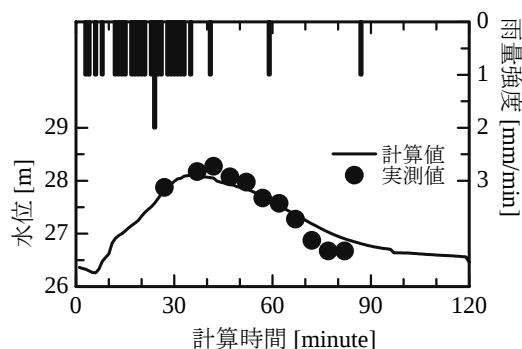


図4 流域図及び浸水実績図

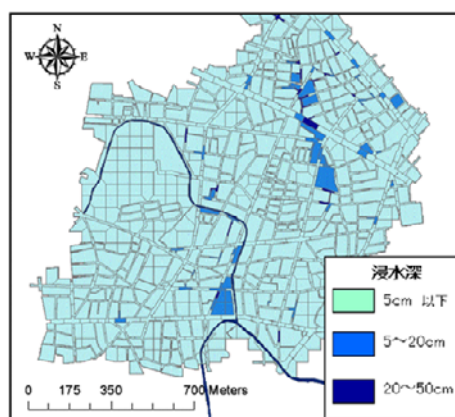


図5 解析による浸水図

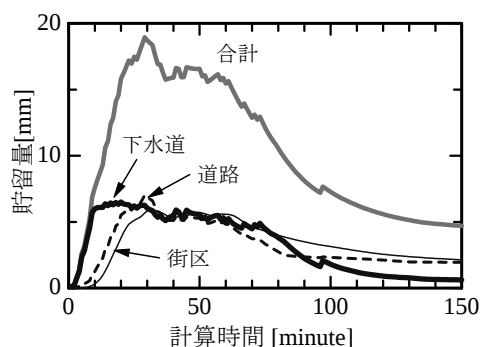


図6 流出量と貯留量変化