

グリッド型洪水流出モデルの構築と神田川上流域への適用

首都大学東京 学生員 ○鈴木 陽介
 首都大学東京 正会員 天口 英雄
 首都大学東京 正会員 河村 明

1. はじめに

近年、都市流域では集中豪雨による内水氾濫や中小河川からの外水氾濫による浸水被害が頻発している。都市流域を対象とした分布型の洪水流出解析モデルは流量のみを算出対象とされる事が多いが、都市流域では複雑に分布する人工被覆、雨水・下水道そして河道が雨水流出に影響を与えているために、個々の水位状況から流量を算出とすることが重要である。そこで本研究では、河道からの氾濫水を解析する氾濫解析モデルにおいて一般的に用いられている2次元氾濫モデルを地表面流の解析手法として組み込んだ洪水流出解析モデルを構築する。そして、神田川上流域を対象に20mおよび50mのグリッドを用いてモデル化を行い、本モデルを実降雨に適用して洪水流出解析を試みる。

2. グリッド型洪水流出モデルの概要

本モデルが対象とする雨水流出過程を図-1に示す。代表的な雨水流出過程について述べると、流域内への降雨は土地利用情報（細密数値情報）に対して与えられる。地表面グリッド要素では、土地利用地物要素が持つ浸透・不浸透特性に関する情報を基に、不浸透域の降雨を直接流出として計算する。地表面グリッド要素の雨水は、その要素内にマンホールが存在する場合には、雨水・下水道管路に流下し、マンホールが存在しない場合に隣接する水位の低い地表面グリッドを流下する。こうして、雨水・下水道管路内の水は数々の管路網を合流して最終的には河道に流出し、流域外へと流去する。なお、地表面の流れ、雨水・下水道管路の流れ、河道の流れに対しては浸水現象を取り扱えるようにDynamic Wave法を用いている。

3. 対象流域の概要とモデル化

神田川上流域は三鷹市の井の頭池から善福寺川が合流するまでの流域面積11.8km²、流路延長9kmを有する東京都内の代表的な都市中小河川である。直接流出量の算定は、図-2に示す10mグリッドの細密数値情報による土地利用区分を用いた。本研究では、細密数値情報のみから不浸透面積率を設定した場合の流出特性を評価するため、工業用地、住宅（一般、密集、中高）、商業用地、道路用地、その他および河川を不浸透域として設定した。この結果、神田川上流域の不浸透域面積率は88%と算定された。図-3は5mメッシュ標高を用いて作成した20mの地表面グリッド要素による地盤高を示したもので、その要素数は29394である。通常のグリッド型流出モデルで行われる地盤高の窪地処理は行っていない。

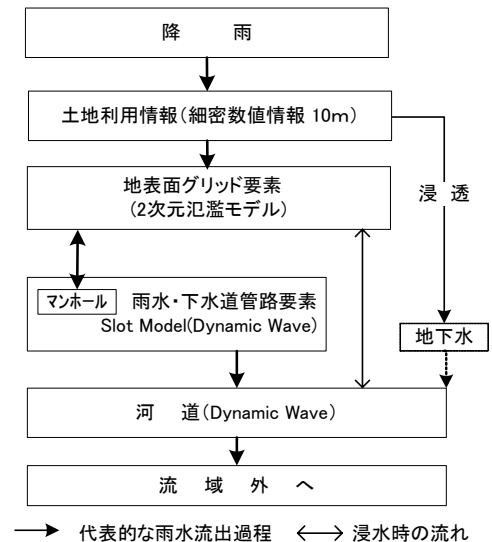


図-1 雨水流出過程



図-2 土地利用情報（細密数値情報）

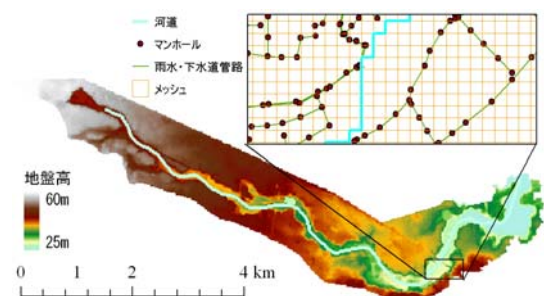


図-3 地表面グリッド要素（20m グリッド）

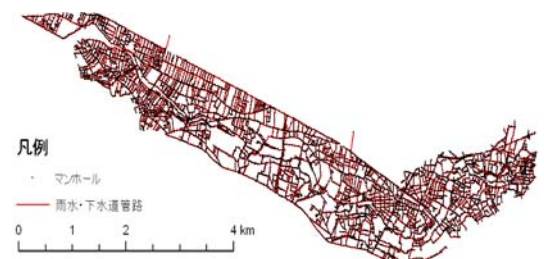


図-4 雨水・下水道管路要素

また、拡大図に示すように、河道はグリッド境界上に配置させ、これに別途作成した河道横断特性データとの対応関連を入力した。さらに、左右岸の雨水・下水道管路網の立地状況の整合性を保つため、設定した河道位置に応じて手作業により雨水・下水道管路要素およびマンホール要素の位置を移動させた。これにより、左右岸の雨水・下水道管路網に表面水が混合せずに流出計算を行うことが可能である。図-4 は雨水・下水道管路要素とマンホール要素を示したものである。神田川上流域では、合流式下水道が設置されており、雨水・下水道管路要素は、25cm の枝線管路から下水道処理場に向かう幹線管路までを対象に構築した。管路の要素数は9909、マンホールの要素数は9638である。さらに、本研究では、50m の地表面グリッド要素を作成して20mグリッドと同様に対象流域のモデル化を行っている。

4. 洪水流出解析

図-5 は東京都水防災情報システムによる神田川上流域の雨量観測所および水位観測所を示したものである。洪水流出モデルへの降雨入力、ティーセン法により10m グリッドの土地利用情報に1分毎に与えた。本モデルのパラメータは、地表面流、雨水・下水道管路および河道の粗度係数であり、それぞれ標準的な0.04, 0.013, 0.025を用いる。また、本研究では雨水・下水道管路要素の下水道処理場へ向かう幹線管路のモデル化は行っているが、実際の雨水・下水道管路の流れの解析は行わず、雨水貯留のみの効果を考慮している。

図-6 は2001/10/10の降雨（総降水量124mm、時間最大雨量24mm）に本モデルを適用し、方南橋水位観測所における観測流量、20m グリッドおよび50m グリッドの解析結果を示す。両者の解析ハイドログラフの形状は、50m グリッドの流出量が全体的に $10\text{m}^3/\text{s}$ 程度大きいものの、全体的には観測値を再現している。細密数値情報により設定した神田川上流域の不浸透域面積率は88%と高めの設定を行っているため、流量が観測値よりも多い50m グリッドの解析結果は妥当なものと考えられる。一方、20m グリッドのハイドログラフの形状はピーク付近を除くと観測値の再現性は高いものの、設定した不浸透域面積率に対応するような河道流量の解析結果は得られていない。このように、地表面要素の大きさが雨水流出過程に大きく影響を与えている原因の一つとして、本研究では地表面グリッド要素の地盤高に対して窪地処理を行っていないことがあげられる。すなわち、地表面グリッド要素の雨水流出過程は、地表面要素内の水位が周囲の地盤高よりも高くなり、その後マンホール要素の存在する地表面要素に到達した雨水のみが河道に流出する。地表面グリッド要素のサイズが大きい50mグリッドの場合は、その要素内にマンホール要素の存在する確率が高いので窪地貯留の影響は相対的に低く、20mグリッドに比べて河道流量に寄与する雨水量が多くなっている。

5. まとめ

本研究ではグリッド型洪水流出モデルの構築し対象流域として神田川上流域を取り上げ、実績降雨を用いて洪水流出解析を行った。洪水流出解析では流域特性データとして同一の土地利用情報、雨水・下水道管路要素、河道情報と異なる2つの地表面グリッド要素を用いた結果、地表面要素の大きさが降雨流出過程に大きく影響を与えていることを示した。今後はグリッド型洪水流出解析の精度の向上に向けて、窪地処理手法、表面流の流向の設定方法、そして地表面流から雨水・下水道管路要素への流出過程のモデル化を検討する予定である。

参考文献

- 1) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集B, Vol.63, No.3, pp.206-223, 2007.
- 2) 井上和也: 洪水氾濫流の計算, 水理公式集 例題プログラム集[13年度版], 土木学会, 2002.
- 3) 村松健司, 天口英雄, 河村明: 神田川上流域を都市洪水流出モデルに対する地物データ GIS の構築, 35回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, CD-ROM, II-056, 2008.

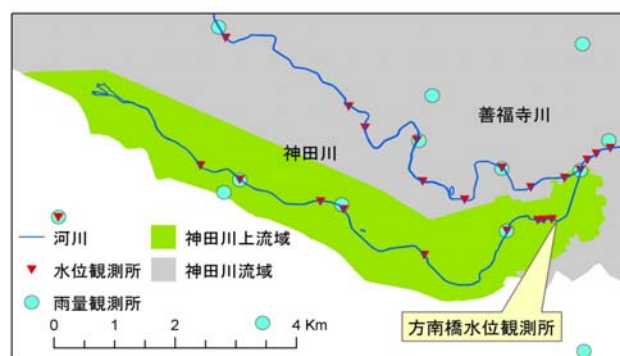


図-5 神田川上流域の水文観測状況

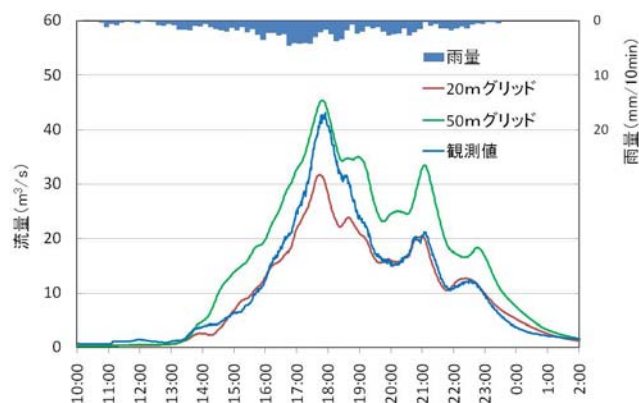


図-6 洪水流出解析結果(2001/10/10)