

河川 GIS を用いた洪水氾濫即時予測モデルの開発

東海大学大学院工学研究科土木工学専攻 博士課程前期 学生会員 安田 浩保
東海大学工学部土木工学科 教授 正会員 後藤 智明
中央大学理工学部土木工学科 教授 正会員 山田 正

1.はじめに

これまで多くの洪水氾濫に関する解析モデルや予測モデルが研究・提案されている^{1), 2), 3)}。その多くは高近似式を適用した精緻解析モデルである。その用途は事前に想定洪水に対し数ケースの予測計算を行い洪水時の対象流域における氾濫状況の傾向把握などに限られる。一方、来襲が予測される洪水の最大浸水域の予測を目的とした実用的な即時予測モデルの研究はほとんど見られない。そこで、著者らは洪水氾濫予測に用いるモデル式の理論的な選定を検証と適切な境界条件の設定により、予測精度を犠牲性することなく高速演算が可能な予測モデルの構築した。

2.河川 GIS の洪水氾濫予測モデルへの適用

現在、河川事業の効率的な推進のための GIS すなわち河川 GIS の整備が建設省を中心に急ピッチで進められている。河川 GIS は、1/25,000 や 1/2500 の基図データを基本とし、環境系データ、河川施設データ、既往災害データなどの主題図データ、そしてこれらデータ運用のためのアプリケーションから構成される。

洪水氾濫解析や予測を行う対象流域で GIS データが整備されている場合、例えばこれらのデータを利用することで解析に必要な計算格子を比較的簡単に計算機上で生成することが可能である。また、計算結果を瞬時に基図データ上に反映することが可能であるから、洪水の危険性をより視覚的に理解・把握することができる。本研究では、洪水氾濫予測に必要なデータの整備から計算結果出力までの一連の処理に GIS を適用した。

3.予測モデルの構築

本研究では、予測モデルを河川水位予測のための河川流モデル、河川からの越流量を推定する越流モデル、氾濫流の挙動を予測する氾濫流モデルにより構成した。

まず、河川流モデルでは、不定流モデルが採用されることが多い。しかし、不定流モデルでは境界条件の設定や計算時間間隔が制限されるため、本研究では高速演算が可能な不等流モデルを採用した。

つぎに、氾濫流モデルには浅水波理論を用いられることが多いが、計算が煩雑になる非線形項を無視した線型理論を採用した。解析対象内に特に大きな起伏の変化がない限り、線型理論による解析で十分であると考えられる。

4.計算諸元

本研究では、一般に用いられるモデル式では考慮される非定常性や非線形性を高速演算が可能なように無視したモデル式を利用することとしたため、予測精度の劣化が懸念される。そこでまず、河川流解析モデルには、洪水時に見られる洪水流下や支川合流による水位上昇効果を取り入れた(図-1 参照)。そして、氾濫流モデルでは、精度良く地形形状の近

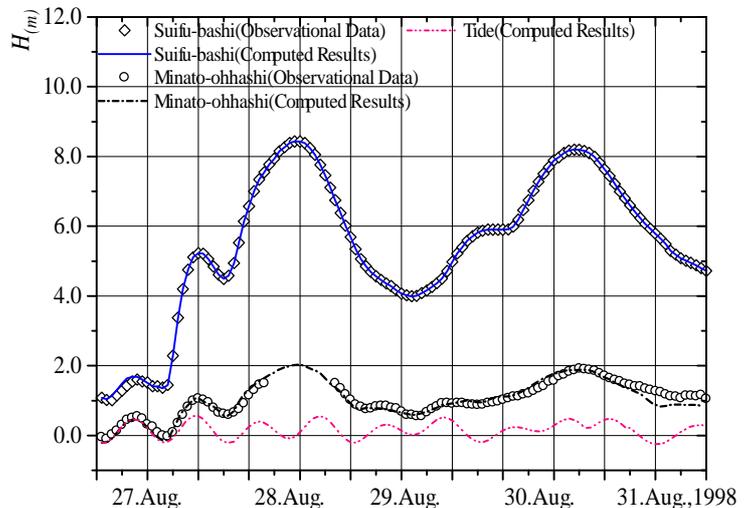


図-1 河口水位補正を考慮した再現計算結果例

key words; 数値予測モデル, 洪水氾濫流, 地理情報システム (GIS)

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部土木工学科 0463-50-2170

似が可能ないように従来の研究や実務で用いられる計算格子より 1/5 程度細分化された格子間隔を用いた。この細分化計算格子は高密度な標高データを有する 3 次元デジタルマップより GIS を用いて生成した。

本モデルによる計算時間は、一般的な PC (PentiumIII500MHz) を用いた場合、対象領域約 30km² では 90 秒程度であり、十分に高速性を有する予測モデルと言える。また、本モデルの適応限界であるが、対象とする河川延長が 40km 以下であれば十分な精度で解析を行うことができる。

5. 計算結果例

前項までに構築した洪水氾濫予測モデルを、栃木県北部から茨城県大洗町へと流下する那珂川に適用した。解析対象範囲は、河口から 10km ポスト付近までとした。右に示す図-2, 3 は、1986 年 8 月洪水の再現計算結果である。

図-2 は本モデルにより計算した浸水深分布図、図-3 は計算値と洪水痕跡値の比較図である。計算値と洪水痕跡値は全般的に良好で目的を達成していると言えるが、一部で若干の差異が見られた。その一因は、まず、実現象では支川及び用排水路網により氾濫水が伝播され氾濫したと考えられるが、本モデルでは支川や排水路を考慮していないため図-3 の領域 1, 4 に示すように過小評価となったと考えられる。つぎに、実地形では道路などにより氾濫水の拡散が阻害されると予想されるが、本モデルでは氾濫原モデル上に線境界が考慮されていないため氾濫水が低地に向かい拡散し、図-3 の領域 2, 3 に示すように痕跡値に比べ計算値が過大評価されたと考えられる。今後より精度の良い最大浸水域の予測を行うためには、線境界構造物、支川や排水路網のモデル化を行い、これらに起因する現象を表現する必要がある。

また、GIS の利用法として、道路ネットワークデータを利用した避難経路検索や流域資産データを利用した被害資産集計などについて検討を重ねていきたいと考えている。

謝辞；本研究を行うにあたり、建設省関東地方建設局常陸工事事務所調査第 1 課より有用なデータを多数提供して頂いた。また、計算対象流域の空間データ作成にあたっては、国際航業(株)空間情報事業部に多大な協力を頂いた。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Xanthopoulos,T, Koutitas,C ; Numerical Simulation of a two dimensional flood wave propagation due to dam failure , Jour. of Hydraulic Research , Vol.14 , No.2 , pp.321-331 , 1976
- 2) 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 , pp305-317 , 1980
- 3) 福岡 捷二, 川島 幹雄, 横山 洋, 水口 雅教 ; 密集市街地の氾濫シミュレーションモデルの開発と洪水被害軽減対策に関する研究 , 土木学会論文集 , No.600/ -44,pp.23-36 , 1998

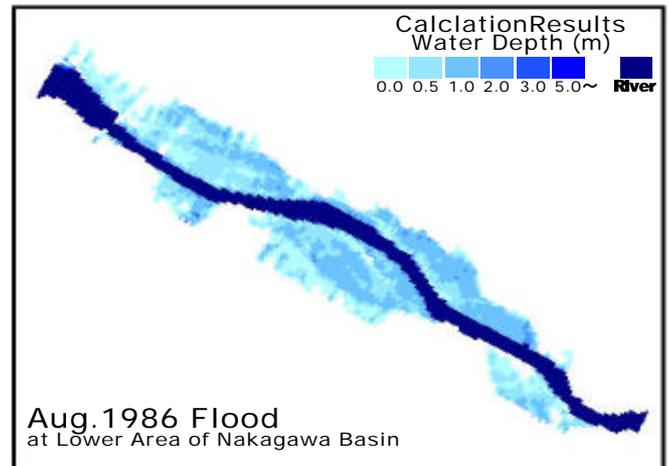


図-2 浸水深分布図

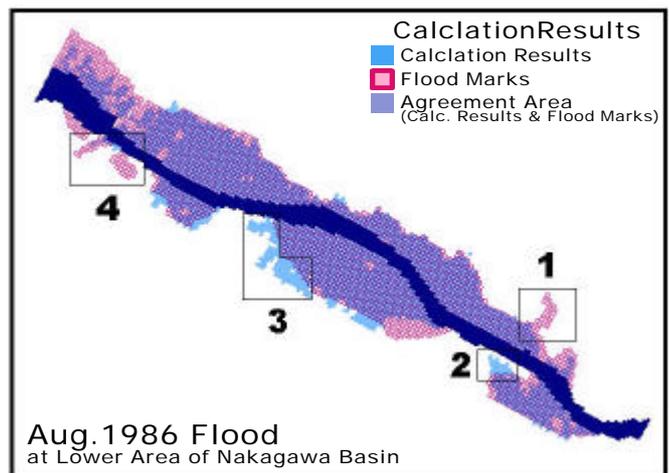


図-3 計算値と痕跡値の比較図