

田んぼダム効果算定のための内水氾濫解析モデルの適用

Application of Inundation Analysis Model for Evaluation of the Paddy Field Dam

○宮津進* 吉川夏樹** 三沢眞一*** 阿部聡* 小出英幸****

Susumu MIYAZU Natsuki YOSHIKAWA Shin-ichi MISAWA Satoshi ABE Hideyuki KOIDE

1. 研究背景

水田からの落水量を人為的に抑制する取組「田んぼダム」による洪水緩和は、特に低平地域における内水氾濫に効果的であることが示されている(吉川ら, 2010)。一方, こうした地域では, 氾濫流の流動が緩慢かつ低水深であり, 道路等の線状構造物や農地の区画間段差等の僅かな地形起伏にその流動は大きく制限されるといった特徴をもつため, 田んぼダムの効果の定量化が困難であった。

そこで, 筆者らは低平農業地帯の内水氾濫現象を表現するモデルを開発した(2011)。このモデルは, 微地形を反映できる「地形適合セル」(安田ら, 2003)に加え, 各土地利用地目-排水路間の流出入量を再現するアルゴリズムの導入によって浸水域および浸水継続時間を推定できる。

本研究では, 異なる地理的特徴をもつ3つの地域(新潟市横江地区, 長岡市深沢地区, 上越市三和地区)に本モデルを適用し, モデルの汎用性を検証した。

2. 内水氾濫解析モデルの概要

モデルは, (1)排水路の流れを計算する一次元不定流モジュール, (2)各土地利用(水田, 畑地, 市街地)セルからの流出量を計算する流出入量算定モジュール, (3)氾濫水の伝播を計算する氾濫流モジュールの3つから構成される(図1)。各モジュールの計算は並列的に行われ, 最終的にセルの浸水位が決定される。

本モデルで採用した地形適合セルは, 対象領域を任意多角形で分割するため, 地形起伏や土地利用に応じた柔軟なセル構成が可能であり, 解析対象地の地形を忠実かつ効率的に表現できる。

3. モデルの適用

モデルの計算精度向上には解析対象地の地理的特徴を柔軟にモデルに組込む必要がある。

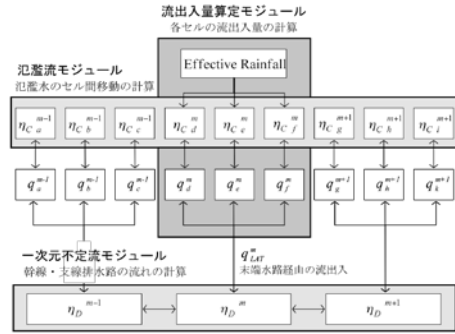


図1 内水氾濫解析モデルのフレーム

特に農業地帯では, 水田地帯からの流出量の算定精度が氾濫解析の精度に大きく寄与する。以下に, 3地区のモデル適用方法を示す。

3.1 横江地区

(1) 対象地区の特徴

解析範囲は 1,531ha であり, 地区排水は全量がポンプによって地区外に排水されている。水田については圃場整備の履歴がなく, 田面水の排水には口径 100mm の塩ビ管が既設されている。

(2) 水田からの流出量計算方法

田面水位に応じた排水を表現するため, オリフィスおよびセキの公式の導出過程に着目し, ある田面水位が与えられた時の二つの状態の流出量を以下の式で連続的に計算した。

$$q_{Pi} = C_P \int b \sqrt{2g(|h_P - y|)} dy \quad (1)$$

ここに, q_{Pi} : 水田区画-末端排水路間のオリフィスを通じた流出入量, C_P : オリフィスの流量係数, h_P : オリフィス下縁を基準とした田面水位である。上式を数値積分法(Simpson法)によって計算した。

(3) 流域モデルの概要

市街地は道路および幹線排水路, 水田などの農地は圃区を基準として作成した。排水路網は, 400m 間隔に分割した排水路によって表現した。

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**新潟大学災害復興科学センター Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

***新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

****第一測工株式会社 Daiichi Sokkou CO.,Ltd

キーワード: 内水氾濫解析モデル, 地形適合セル, 田んぼダム

3.2 深沢地区

(1) 対象地区の特徴

解析範囲は 198ha であり、地区排水は全量がポンプによって地区外に排水されている。水田については圃場整備が実施され、田面水の排水には排水マスが既設されている。

(2) 水田からの流出量計算方法

排水マスからの流出は、田面水位によってオリフィス状態からセキ状態に流出量の規定要因が替わる。そこで、オリフィスおよびセキの公式を用いて、両者の流出量を逐次計算し、流出量が小さい方を水田流出量とした。

(3) 流域モデルの概要

市街地は道路および幹線排水路により作成したが、深沢地区は解析範囲が他の適用地区と比較して小さいため、水田などの農地は耕区を基準として作成した。排水路網は、60m 間隔に分割した排水路によって表現した。

3.3 上越市三和地区

(1) 対象地区の特徴

解析範囲は 760ha であり、地区の水田は圃場整備によって排水マスが既設された 1ha 区画となっている。地区下流部には洪水時のバッファとして機能するため池が存在する。

(2) 流域モデルの概要

農地は耕区を基準にセルを作成した。排水路網は、200m 間隔に分割した排水路によって表現した。氾濫に影響を与えるため池は、排水路網の一部としてモデル化した。ため池の水位は、流出入量の収支計算により算定した貯水量を Newton-Raphson 法により逐次計算し求めた。

3.4 氾濫流計算結果

上記 3 地区において以下に示す条件で再現計算を実施し、妥当性を検証した。

- ① 横江地区：1998 年 8 月 4 日の洪水（日降水量 190mm）
- ② 深沢地区：2010 年 9 月 12 日の洪水（日降水量 105mm）
- ③ 三和地区：2003 年 9 月 1 日の洪水（日降水量 119mm）

それぞれの地区における地元職員・農家の目視調査に基づく実績氾濫痕と計算結果を比較した（図 2）。その結果、両者の浸水域は概ね一致した。

4. まとめ

本研究では、浸水範囲および浸水継続時間を共に算定可能な内水氾濫解析モデルを 3 地区に適用し、モデルの汎用性を検討した。その結果、本モデルは地区ごとの特徴に柔軟に対応できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 吉川夏樹, 宮津進, 小出英幸, 安田浩保: 未圃場整備地区における「田んぼダム」の洪水緩和機能の評価, 土木学会河川技術論文集, 第 16 巻, pp.1-17, 2010.
- 2) 吉川夏樹, 宮津進, 安田浩保, 三沢眞一: 低平農業地帯を対象とした内水氾濫解析モデルの開発, 水工学論文集, 第 55 巻, pp991-996, 2011.
- 3) 安田浩保, 白土正美, 後藤智明, 山田正: 水防活動の支援を目的とした高速演算が可能な浸水域予測モデルの開発, 土木学会論文集, No.740/2-64 号, pp.1-17, 2003.

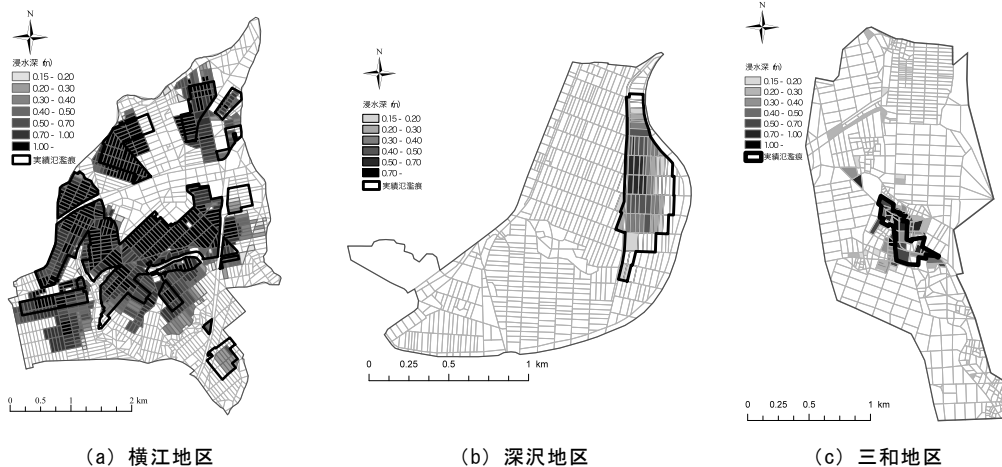


図 2 氾濫解析シミュレーション結果