

農業用水利施設の洪水緩和効果評価モデルの開発 Development of evaluation model for flood mitigation effect of agricultural irrigation facilities

○高野陽平*,***・吉川夏樹**・宮津進**

Yohei TAKANO, Natsuki YOSHIKAWA, Susumu MIYAZU

1. 研究背景および目的

流域治水に掲げられる「氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策」として、利水ダムやため池の事前放流による低水位管理、水田の貯水機能を活用した田んぼダムの取組みが注目されている。

これらの取組みは、同流域内で実施される場合が想定され、相互に洪水緩和効果を補完しうる機能をもつと考えられる。とりわけ、ため池や利水ダムは受益地である水田の上流に位置することから、低水位管理によって、氾濫域内の水田の浸水が抑制され、結果として田んぼダムが機能する範囲を拡大する。すなわち、個別に対策を実施するより流域内の浸水面積を減ずる「相乗効果」が期待できる。こうした効果の評価には、同一モデル内で複数対策を扱うことができるアルゴリズムの構築が求められる。

本研究では、農業農村工学分野の流域治水に対する貢献のポテンシャルを、流域スケールで定量評価できるモデルを開発した。

2. 評価モデルの開発

本研究では、地目別流出量や氾濫現象を忠実に再現し、田んぼダムの効果を高精度で算定できる「内水氾濫解析モデル」¹⁾をベースに、利水ダムおよびため池の低水位管理によるピークカット効果を計算する「ダム・ため池サブモデル」を新たに開発した。

2.1 内水氾濫解析モデルの概要

本モデルは、地目別流出サブモデル、河川・排水路網サブモデル、氾濫流サブモデルの3つのサブモデルで構成される。解析領域は、水田、畑地、転作田、市街地の土地利用情報が入力された地形適合セル(以下、セル)で構成され、地目別流出サブモデル

は降雨量をインプットとして、各セルから排水路への流出量(逆流の場合は流入量)を計算する。この流出量は、一次元浅水流方程式で河川および排水路流れを表現する河川・排水路網サブモデルの横流入量となる。氾濫流サブモデルは、水路の溢水等に起因する氾濫水の平面移動を計算する。各サブモデルは互いに連動しており、最終的に排水路流量(水位、流速)および氾濫域の浸水位が決定される。

2.2 ダム・ため池サブモデル

本サブモデルは、地目別流出サブモデルの一部として実装し、ダムやため池はセルとして扱った。ダムおよびため池には、直上から降下する雨水のほか、集水域からの流出水が一時的に貯留され、越流式洪水吐や洪水放流管から系外へ流出する。そのため、ダム・ため池セルへのインプット(流入量)は、降雨量、地目別流出サブモデルで計算された集水域内のセル流出量、kinematic wave法で求めた山地流出量の和とした。アウトプット(放流量)は、ダム・ため池の貯水位が越流式洪水吐の堰高を超過した時に、堰諸元に基づいて、堰の公式から計算した。さらに、ダム堤体の低位部に洪水放流管が設置されている場合は、オリフィスの公式により放流量を求めた。アウトプットは、貯水位によって変化することから、ダム・ため池セルの水深を逐次計算した。ダムおよびため池の内部形状の推定には、田中丸ら²⁾の「錐台モデル」を援用し、これに必要な総貯水量、最大水深(堤高)、満水面積はため池データベースおよび台帳から取得した。また、低水位管理の効果算定のため、ダムおよびため池セルの初

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

**新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

***株式会社ナルサワコンサルタント Narusawa Consultant Co., Ltd.

キーワード：流域治水、内水氾濫解析モデル、農業用水利施設、田んぼダム

期水位を外部ファイルで入力できる仕様とした。

本モデルは、複数のため池が直列的に配置されている「重ね池」の計算にも対応する。最上流のため池では、その集水域からの流入のみを考えるが、それより下流側のため池は、固有の集水域からの流入量と直上流側のため池放流量の和をインプットとするアルゴリズムを構築した（図1）。

以上の手続きを踏んで得られた各時間ステップのダムおよびため池からの放流量と、集水域外のセル流出量との和を排水路メッシュへの横流入量とした。

3. 評価モデルの検証

3.1 解析対象地

本研究では、三重県安濃川流域（11,070 ha）を解析対象とした（図2）。主な土地利用は、水田 20%、畑 3%、林地 62%、市街地他 15% である。本流域は安濃ダム（有効貯水量 9,800 千 m³）を有し、約 250 面の農業用ため池が点在している。安濃ダムは洪水放流管（最大放流量 46 m³/s）と越流式洪水吐（設計洪水量 730 m³/s）を有する農業用ダムである。本研究では、安濃ダムと総貯水量 10,000 m³ 以上の 19 ため池をモデル化した。

3.2 再現精度

2017年10月22日降雨（日雨量：308 mm/d、時間最大降雨量：37 mm/h）を外力として再現計算を実施した。当時、安濃ダムの事前放流が実施され、貯水位は 10/21 0:00 時点で制限水位から 6.15 m 低かったことから、この水位を初期条件とした。解析の結果、安濃ダムの流入量、放流量および貯水位を良好に再現するとともに（図3）、安濃川流域内の4箇所の河川水位局の水位ハイドログラフの再現性も良好であった。本研究で開発した「ダム・ため池サブモデル」のみならず、ため池の内部形状の推定を目的に開発された「錐台モデル」がダムにも適用できることが示された。

4. まとめ

本研究で開発したモデルを用いて、2017年10月降雨を対象に各対策を実施した場合の河川流量ピークカット率を試算した結果、ダム、田んぼダム、ため池の順でカット率が大きいことが示された（図4）。今後は、各対策の相乗効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) 吉川夏樹ほか（2011），土木学会論文集 B1（水工学）67(4), ppI_991-I_996
- 2) 田中丸治哉ほか（2015），平成 27 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp.530-531

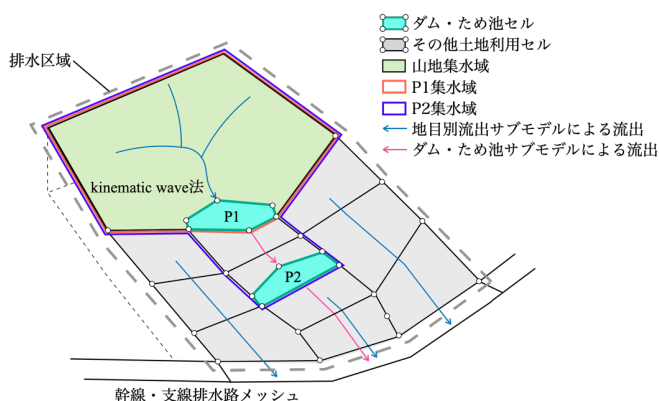


図1 ダム・ため池サブモデルの概要図

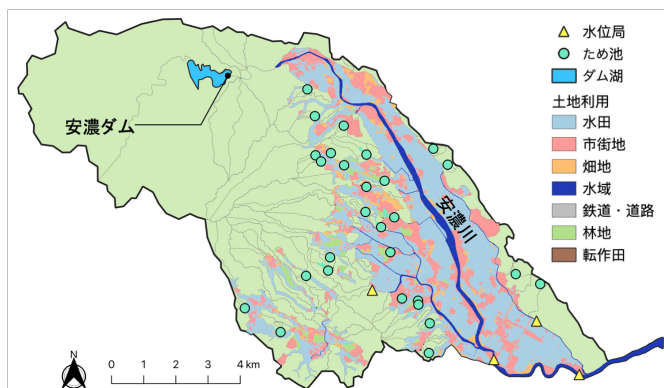


図2 安濃川流域の概要

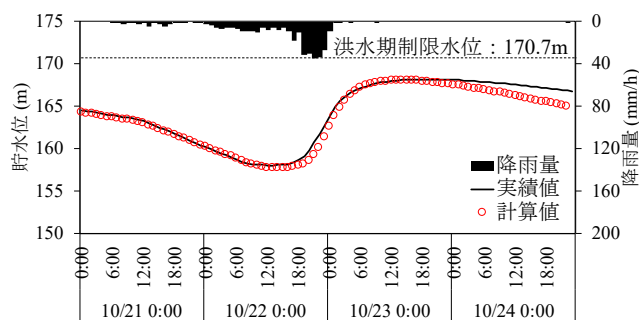


図3 安濃ダム貯水位の再現性検証結果

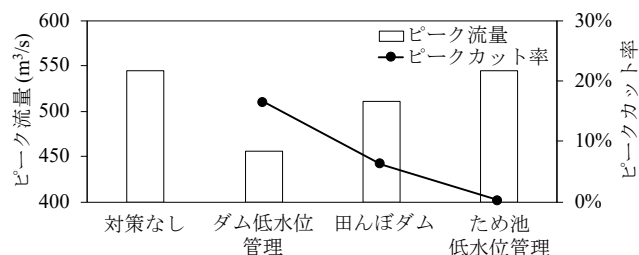


図4 各対策の河川流量ピークカット率