

低平地農業地域の湛水被害軽減支援システムの開発

Development of support system to decrease inundation for lowland rural area

○ 安瀬地一作*, 吉川夏樹**, 木村延明*, 林博文***, 和久津龍太****, 吉永育生*
木村匡臣*****, 関島建志*, 福重雄大*, 桐博英*****

○ AZECHI Issaku, YOSHIKAWA Natsuki, KIMURA Nobuaki, HAYASHI Hirofumi,
WAKUTSU Ryuta, YOSHINAGA Ikuo, KIMURA Masaomi, SEKIJIMA Kenji,
FUKUSHIGE Yudai, KIRI Hirohide

1. はじめに

農地の宅地転用が進み農地と市街地が混在化した低平農業地域では、農業用排水施設は、農業用排水のみならず市街地を含む地域全体の排水を担っており、非常に重要な施設である。気候変動に伴う想定外の豪雨災害が頻発する近年では、その重要度はさらに増している。農業用排水施設は、主に農作物の湛水被害を防ぐことを目的としており、10年～30年程度の確率降雨で設計されている場合がほとんどである。そのため、豪雨への対応はもとより、市街地の浸水を防ぐ計画にはなっていない場合が多い。現状では、排水機場の運転操作を担う土地改良区職員等が、操作規定に定められていない事前排水等の効果的な運転操作により被害は最小限に抑えられている。しかし、高齢化と担い手不足により豊富な経験に裏打ちされた機場の操作運転方法の継承が難しくなっていることが問題として浮上しており、ICT、IoT技術による操作運転を支援するシステムの開発が求められている。

加えて、低平農業地域では、市街地の混在化と気候変動による降雨流出パターンの変化に排水施設の老朽化も相まって排水システムの見直しをも迫られており、現状の排水システムの問題点の把握に基づく効果的な排水システムの再構築が求められている。現在、湛水被害状況の把握は、湛水解消後の洪水痕跡の確認と聞き取り調査に頼っており、湛水状況を実測により正確に把握できるシステムの開発が望まれている。

また、排水システムの問題点の把握と排水システムの計画、設計の際には、排水解析が用いられることが多い。土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「排水」では、「地域の湛水状況に合わせて遊水池モデル、低平地タンクモデル、不定流モデルを適切に

選定すること」とされているが、コンピュータの性能が飛躍的に向上した現在では、適用条件に制約がある遊水池モデルや低平地タンクモデルより、不定流モデルを用いることに異論はないであろう。しかし、不定流モデルには様々な解法が存在することに加え、氾濫域の取り扱い方法や氾濫域と水路との水のやり取りの方法、ゲートやセキ、排水機場などの水利構造物の取り扱いに様々な方法がある。このため解析実施者によって結果が異なるという問題があり、多くの現場で実施されているとは言い難い。

解析結果が異なると計画変更や施設の更新の際に効果を適切に算定することができず、過大、もしくは過小な設備となってしまう危険があるため、汎用的なソフトウェアを用いることが望ましいが、様々な水路断面形状が混在し、ゲートやセキ、排水機場、分合流などの内部境界となる水利施設が多数存在する農業排水地域では汎用的な不定流解析ソフトは存在しない。このことがより一層不定流モデルの利用を妨げており、不定流モデルが利用されていないことでソフトウェアの開発も進まないという悪循環に陥っている。

以上の問題点を踏まえ、農研機構農村工学研究部門、東京大学、新潟大学、応用技術(株)、国際航業(株)からなる研究コンソーシアムはイノベーション創出強化推進事業において、これらの課題を解決する湛水被害軽減支援システムを開発した。本システムには、排水機場運転支援のためのリアルタイム水位予測システムと、湛水状況把握システム、汎用的排水解析提供システムの3つのツールが含まれており、クラウドサーバ上で稼働する。

2. リアルタイム水位予測システム

時々刻々と変化する地区内の湛水状況や水

* 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門 National Institute for Rural Engineering, NARO

** 新潟大学農学部生産環境科学科 Dept. of Production & Environmental Science, Faculty of Agriculture, Niigata University

*** 応用技術株式会社 Applied Technology Co., LTD.

**** 国際航業株式会社 Kokusai Kogyo Co., LTD.

***** 近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University

***** 農林水産省農林水産技術会議事務局 Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council, MAFF

Key Word 低平地, 農業排水, 排水機場, 湛水被害, 排水解析

位変動，排水状況を把握し，適切なタイミングで適切な排水機場の運転操作を行うには，かなりの経験が必要であるため，技術の継承が難しく，高齢化が進み担い手が不足する地域では深刻な問題となっている。

そこで，リアルタイムで予測情報を提供する2種類のモデルを開発した。ここで開発した水位予測システムは，3時間先までの水位変化を1時間間隔で予測するLSTMモデル（人工知能アーキテクチャの一種）と，1時間先までの水位変化を10分間隔で予測する不定流モデルの2種類から成っている。計算負荷が非常に小さいLSTMモデルが長期の水位変動を予測し，計算負荷は大きい不定流モデルが短期の水位変動を予測する。LSTMモデルはリアルタイムで取得された水位，降水量の観測結果と降水量の予測値から3時間後までの遊水地の水位を出力する。不定流モデルは，あらかじめ用意された初期状態（実際の水位とは異なる）と観測降水量から4時間分の助走計算の後，水位の変化量を10分ごとに出力する。ここで用いた不定流モデルは後述する農工研モデルと同一のものである（Fig.1）。

3. 湛水状況把握システム

災害防止効果の算定は，新たな土地改良の効果算定マニュアルによれば「当該施設の新設または更新整備により防止される被害量を流出解析シミュレーション等により求め，各確率流量に対応した被害軽減額に生起確率を乗じた値の総計を年被害軽減額とする」とこととされている。流出解析（排水解析）には，実際の湛水状況に合わせたキャリブレーションが必要であるため，詳細な湛水状況の把握は非常に重要である。本システムは，ドローンにより空撮した湛水状況の画像から極めて平易な手順で被害範囲や面積，湛水量を算定できるため，実際の被害状況をより正確かつ簡便に把握，記録できるシステムとなっている。ドローンによる空撮画像が得られない場合は，GIS上に湛水範囲を作図することで湛水面積

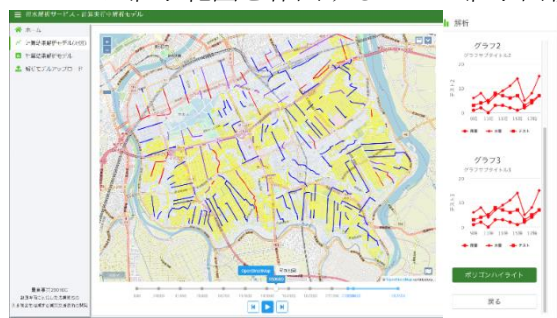


Fig.1 Water level forecast

等が算定できる（Fig.2）。

4. 汎用的排水解析提供システム

排水解析などの数値シミュレーションは，目的に応じて使用するモデルやスキーム等の選択が重要である。本システムは，対象地域の数値モデル作成がやや難しく，計算に時間を要するが湛水状況を詳細に把握できる吉川らのモデル¹⁾と，比較的簡単に数値モデルが作成でき計算時間が短い農工研モデルの両方が利用できる。吉川らのモデルは，氾濫域に地形適合格子を用いることで湛水状況を詳細に把握できる。農工研モデルは氾濫域を幅広の1次元水路とみなし離散化手法に陰解法を用いることで計算時間を短縮している。水利施設の追加，修正や断面形状の変更，排水システムの大幅な改変など膨大な計算ケースの検討が必要な場合は比較的簡単な農工研モデルが便利であり，事業効果の算定や湛水状況，排水状況の確認などの場合は詳細な湛水状況を再現可能な吉川らのモデルが有効である。

5. おわりに

本システムに含まれているリアルタイム予測モデルと排水状況把握システムは土地改良区などの管理者向けのツールであるのに対し，排水解析システムは行政やコンサルタント向けのツールである。現在のところ，同一のシステム上で動作する仕様となっているが，使用者の目的に応じてそれぞれ単独で稼働させることも必要である。

謝辞

本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。本研究の推進にあたり，亀田郷土地改良区にはデータ提供やシステム構築の上で貴重な助言をいただきました。ここに記し深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宮津進，吉川夏樹，阿部聡，三沢眞一，安田浩保（2012）：田んぼダムによる内水氾濫被害軽減効果の評価モデルの開発と適用，農業農村工学会論文集，282，15-24

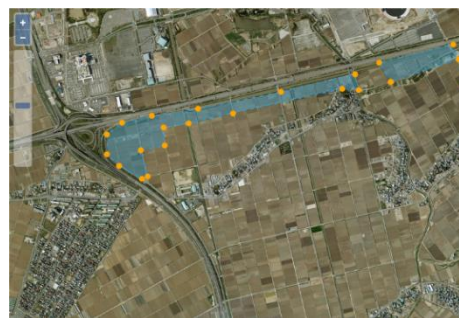


Fig.2 Inundation area