

# 環境変化条件下における農業用排水機場ポンプ能力の簡易評価手法の開発 Development of simplified method for estimating drainage pump capacity under environmental changes

○高野陽平<sup>\*,\*\*\*</sup>・吉川夏樹<sup>\*\*</sup>・赤堀悦朗<sup>\*\*\*</sup>・佐藤賢治<sup>\*\*\*\*</sup>・稲垣政則<sup>\*\*\*\*\*</sup>・佐藤淳亮<sup>\*\*\*\*</sup>

Yohei TAKANO, Natsuki YOSHIKAWA, Etsuro AKABORI, Kenji SATO,

Masanori INAGAKI, Atsuhiko SATO

## 1. 研究背景および目的

新潟県の中心部に広がる新潟平野では、182.6 km<sup>2</sup>の海拔ゼロメートル地帯を抱える低平な地形が広がることから、農地の湛水被害解消を目的とした農業用排水機場が多数設置されている。排水機場の多くは昭和後期に建設され、現在、老朽化が進行している。ストックマネジメント事業などで計画的な機能維持対策を実施しているものの、必要排水能力が変化していないことを前提とした劣化部品の交換や修理等を行う維持・補修等の長寿命化対策が基本である。

一方で、近年の都市化の進展や降雨パターンの変化など国土・気象条件の変化により、既設ポンプの排水能力不足が懸念されている。このため、早期の対策が求められるが、県内の110施設の基幹的排水機場への対応には多大なる歳月と費用を要する。

本研究では、詳細な解析を実施する前段として、土地利用変化および降雨変化への対応が特に必要な排水機場を抽出する簡易評価手法を開発した。

## 2. 研究方法

まず、降雨量の変化および市街地化に伴う土地利用の変化が、必要となるポンプ能力の規模に与える影響を、県内の地形条件や流域面積が異なる機械排水流域（13地区）を対象に内水氾濫解析モデル<sup>1)</sup>を構築して詳細に評価した。この解析結果に基づき、降雨量変化および土地利用変化と必要ポンプ能力との関係を定式化した。

降雨変化および市街地化への対応が必要となった場合に、湛水防除事業で排水機場

を更新することを想定して、解析で使用する基準雨量には新潟観測所の20年確率3日連続雨量（239.8 mm/3d）を採用し、農地転用を想定してモデル上で地目を水田から市街地へ変更し、更に、盛土による影響を考慮して、現況地盤標高+0.80 mとした。降雨量変化率および市街化率については、新潟県内の機械排水流域の実態調査の結果から、降雨量は5%、10%増加、市街化率については、10%、20%増加を設定した。これらの条件のもと、最低標高田において許容湛水深（30 cm）を超える湛水継続時間が24時間未満となるポンプ能力を求めた。

## 3. 簡易評価手法の構築

### 3.1 降雨量変化に伴うポンプ能力の変化率

解析の結果、必要ポンプ能力の変化率は降雨量変化率の1.22倍であることが明らかとなった（図1）。この結果から、降雨量変化に伴う必要ポンプ能力の変化率（ $Y_R$ ）を（1）式で推定する。

$$Y_R = 1.22X_a \quad (1)$$

ここに、 $X_a$ ：降雨量変化率（%）である。

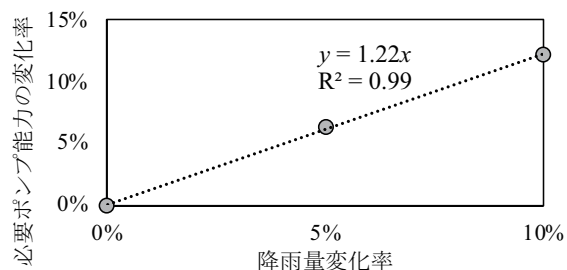


図1 必要ポンプ能力の変化率と降雨量変化率との関係

\*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., \*\*\*\*新潟県農地部 Department of Agriculture Land, Niigata Pref, \*\*\*\*\*新潟県長岡地域振興局農林振興部 Nagaoka Regional Development Bureau, Niigata Pref  
キーワード：排水機場，ポンプ能力，簡易評価手法，内水氾濫解析

### 3.2 市街地化に伴うポンプ能力の変化率

許容できる湛水量（以下、許容湛水量）を用いて市街地化に伴う必要ポンプ能力の変化率を推定する。ここで、許容湛水量とは、農業用排水機場の計画において、水田の許容湛水深および湛水継続時間の範囲内で許容できる流域内の湛水量のことである。市街地では湛水を許容しないため、市街地化の進行は、許容湛水量の減少をもたらす。また、盛土により地盤標高が高くなるため、湛水しづらくなる一方で、排水路に排水が集中しピーク水位は上昇することから、ポンプ能力の増強が必要となる。解析の結果、市街地化による必要ポンプ能力の変化率は、許容湛水量の変化率と強い相関関係があることが確認された（図2）。市街地化に伴う必要ポンプ能力の変化率（ $Y_c$ ）は（2）式で推定することができる。

$$Y_c = 0.34X_b^2 - 0.66X_b \quad (2)$$

ここに、 $X_b$ ：市街地化による許容湛水量の変化率（%）である。許容湛水量は、モデルによる最大湛水深の解析結果から求まるが、本研究では解析せずにH-A曲線から推定する手法を構築した。H-A曲線とは、対象流域の任意の標高値に占める面積を示す曲線であり、流域内の標高別面積を集計して作成する（図3）。また、解析の結果から、最大湛水深と湛水面積の関係は指数関数で表せることが確認された。これら2つの曲線を重ね、交点の位置を最大湛水深（Y軸）とする。最大湛水深とH-A曲線で囲まれた範囲を積分することで許容湛水量を推定し、市街地化前後の推定結果から許容湛水量の変化率を求める（図3）。

最終的な必要ポンプ能力の変化率は、（1）式と（2）式による結果の合計値となる。

### 4. 簡易評価手法の検証

新潟県内の機械排水流域を対象に、簡易評価手法による推定値と内水氾濫解析モデルによる詳細計算値を比較した結果、詳細計算で必要ポンプ能力の変化率が大きい地区、小さい地区を簡易評価でも表現することができ、ポンプ能力増強の必要性や優先度を判断する上で十分な精度を有していることが確認された（図4）。

### 5. まとめ

本研究では、水理モデル等の専門技術を要する解析を実施することなく、GIS上でのデータ操作と表計算による集計作業のみで、ポンプ能力増強のための詳細検討が必要な排水機場を抽出する手法を構築した。本手法は必要ポンプ能力を精緻に再現するものではないが、詳細な解析を行う前段に実施することで、緊急に対応が必要な施設の抽出や優先度の把握が可能となる。

### 参考文献

- 1) 吉川夏樹ら(2011), 土木学会論文集B1(水工学) 67(4), pp1\_991-I\_996

謝辞：本研究は新潟県農地部「環境にやさしい田園整備新技術創造事業 排水機場ポンプ能力の簡易評価手法検討」として実施された。

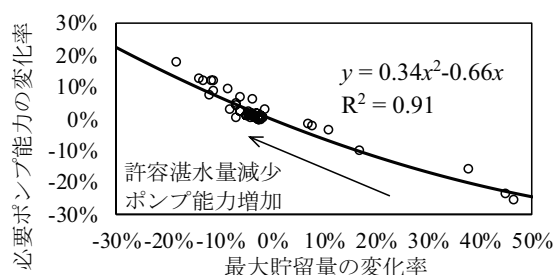


図2 必要ポンプ能力変化率と許容湛水量の変化率との関係

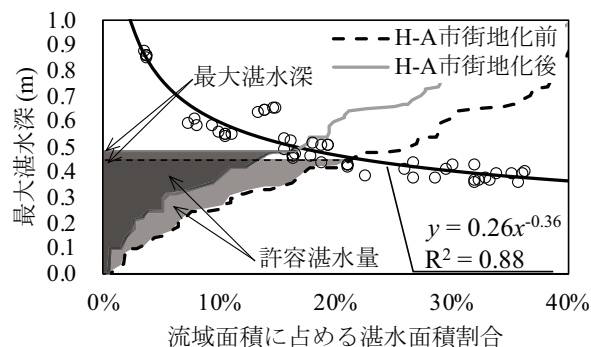


図3 H-A曲線を用いた許容湛水量の推定

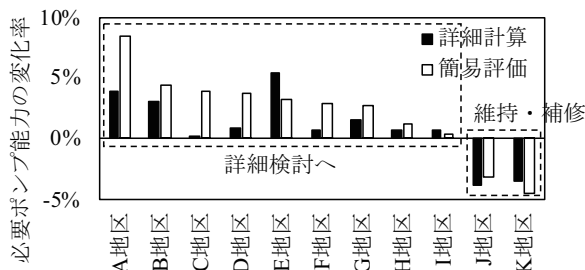


図4 簡易評価手法の検証結果