

都市化と気候変動に伴う幹線用水路への降雨時横流入量の変化 Changes in lateral inflow into main canals with urbanization and climate change

○伊牟田壮* 大塚健太郎** 乃田啓吾*
○IMUTA So OTSUKA Kentaro NODA Keigo

1. はじめに

我が国の農業用水地帯では、かつての渇水対策の名残で、幹線用水路に小河川が流入するような構造となっていることが多々ある。近年、局所的な大雨の増加などの気候変動や流入河川の集水域及び用水の受益地の都市化の影響に伴い、このような構造を持つ都市近郊農業地帯における洪水リスクは大きく増加している。これを受けて灌漑排水システムにおいては、降雨時に洪水被害を避けるために水位を低く保つ機能と平常時に安定した水の供給を確保するために一定水位を保つ機能を切り替えながら両立することが求められ、双方の機能において流入河川から幹線水路への降雨時横流入量を把握することが重要である。そこで本研究の目的を、都市化に伴う土地利用変化や気候変動が流入河川から幹線用水路への降雨時横流入量に与える影響の評価とした。

2. 方法

本研究では、名古屋市近郊に位置する木津用水地区の幹線用水路の一つである新木津用水を対象とした。新木津用水は、隣接する地区の排水を受ける河川群により横流入を受けており、木津用水土地改良区により管理される複数の堰で水路水位が調節されている。流入河川の一つである薬師川の流入地点から二重堀堰までの区間は河川共用区間であり、降雨時には各流入河川の増水した流量が流れ込む。

本研究は以下の二つの段階で実施した。まず、2018年の木津用水土地改良区の管理日誌を基に、USLEの定義を用いて降雨イベントを抽出し、特に最大降雨強度の大きい降雨イベントや記録的な豪雨の事例について幹線用水路の施設操作とそれに伴う水位変動を分析した。次に、降雨 - 流出過程のモデル化を行った(図1)。

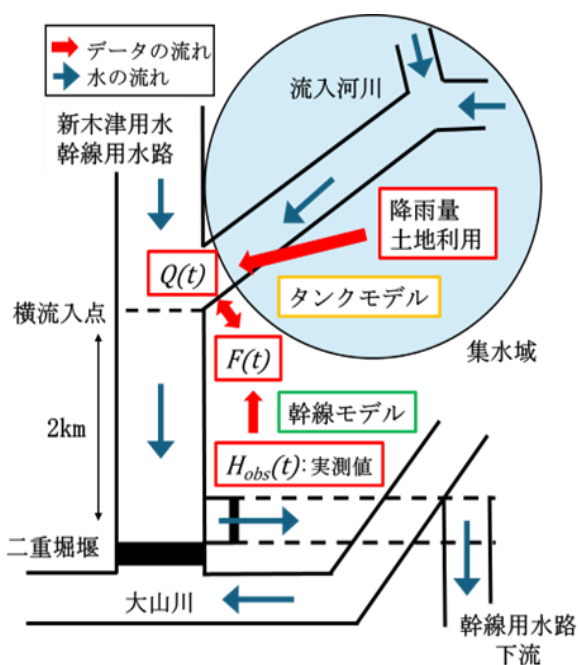


図1: モデル化の全体像
Overview of the model

*東京大学大学院農学生命科学研究科(Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The Univ. of Tokyo)

**岐阜大学大学院連合農学研究科(The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu Univ.)

キーワード: 土地利用変化、洪水リスク、タンクモデル、多面的機能

GIS を用いて複数の流入河川を集約した集水域を作成し、その集水域における降雨流出モデルを構築することで、降雨時横流入量を表現、実測値を用いて評価した。土地利用別タンクモデルを用いて、土地利用ごとに異なる水文特性や反射特性を反映した。ここで二重堀堰における実測水位を Kinematic Wave 法を用いて横流入点の流量に変換する幹線モデルを構築し、流入点における流量を得た。モデルの再現性の評価には、実測値とモデル出力値の一致度を示す NS 係数を用いた。

3. 結果・考察

土地改良区の管理日誌の分析より、豪雨や夜間の降雨の際は二重堀堰を全開にする操作が行われ、幹線水路を流れる水が交差する大山川にすべて排水されることがわかった。この時、幹線用水路には流入河川から流入した水が水路内貯留することなく一方向に流下しており、この時の流れは Kinematic Wave 法の適用条件を満たすことが確認された。タンクモデルのキャリブレーション・バリデーションを行うと一時間単位の適用については高い再現性が確保できた。

ここで、1976 年と 2016 年の流入河川の集水域の土地利用変化に注目すると、水田面積は 54%減少、市街地面積は 30%増加していた。また、1976~2000 年（過去）と 2001~2024 年（現在）の二つの期間について、同じリターンピリオドの最大一時間雨量を比較すると、現在の 41.5mm/h の降雨に対し、過去では、31.4mm/h の降雨が対応することが分かった。

土地利用と降雨強度の組み合わせによる 4 つのシナリオに対しタンクモデルを適用した。図 2 は最大の一時間平均流量を記録した降雨イベントに、現在と過去の土地利用を適用したものである。最大一時間平均流量は、 $28.6\text{m}^3/\text{s}$ から $36.3\text{m}^3/\text{s}$ に増加した。また、他のシナリオと比較することで、土地利用と降雨規模の両者が同程度に流量の増加に寄与していることが読み取ることができた。最大流量の増加は、既存の幹線用水路の排水容量を超える可能性があり、農業用水地域における洪水リスクを高める。したがって、今後の農業水利施設の維持管理や都市計画においては、このような流出特性の変化を踏まえた流域レベルでの対策が不可欠である。

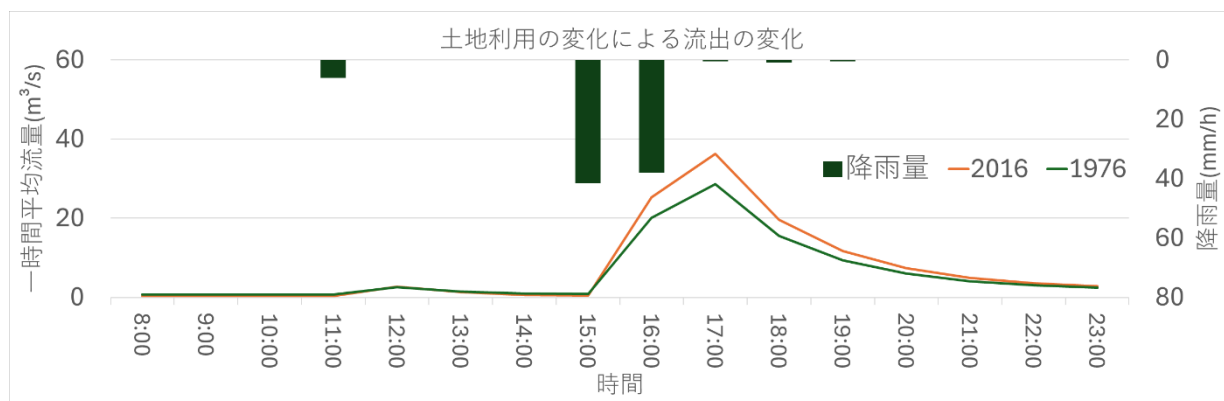


図 2：土地利用の変化による流出の変化
Changes in lateral inflow with urbanization