

利根中央地区における都市化が地下水位と減水深に与える影響に関する考察

Consideration of the Effect of Urbanization on Groundwater Level and Water Requirement Rate in the Tonechuo Project Area

○工藤健太郎*, 山本尚行*, 斎藤大貴**, 玉川美月**

Kentaro KUDO, Naoyuki YAMAMOTO, Hiroki SAITO, Mizuki TAMAGAWA

1. はじめに

減水深は、水田の計画用水量の算定に必要となる水量の一つであるが、土性、土壤タイプのほか蒸発散や地下水位等の影響を受けるため調査時の状況によって大きなばらつきが見られることがある。特に、水田からの鉛直浸透により地下水が涵養され、地下水位を通じて減水深を変化させることから、地区全体の平均的な減水深を考える上では、地下水も含めた水収支を把握することが重要と考えられる。一方、従来の水循環解析ではタンクモデルを用いる事例が多くなったが、タンクモデルでは水田からの地下浸透量は湛水深とモデルパラメータによって決まり、地下水位の影響は反映されていなかった。そこで本研究では、都市化が進み地区全体の浸透量が減少していると考えられる利根中央地区を題材として、3次元飽和・不飽和浸透解析により地下水位と減水深の関係について検討した。

2. 研究方法

2. 1 対象地域

本研究で対象とする利根中央地区は埼玉県北東部に位置し、利根大堰を起点とする利根川右岸及び江戸川右岸に広がる葛西用水、古利根用水、金野井用水、二郷半領用水等により埼玉県加須市ほか9市3町にわたる水田約12,700haに農業用水を供給している。地区的南に行くほど首都圏に近く、図-1のグラフに示すように都市化の進展により農地面積は経年的に減少傾向にある。しかしながら、地区内的一部においては農地面積が減少したにもかかわらず必要用水量が減少していないため、その要因分析が求められていた。これまででも水田減水深調査が実施されており、利根中央地区管内の宅地化されたエリアとそれ以外のエリアでの減水深比較や地形条件等との相関等についての調査分析検討が実施されてきたが、有意な傾向は確認できていなかった。

2. 2 3次元飽和不飽和浸透解析モデル

本研究で用いる飽和・不飽和浸透解析の基礎式は以下に示す Richards 式であり、1次元の浸透流速を表す Darcy 則を連続式に代入することで得られる。

$$\{C(\psi) + \alpha S_s\} \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ k_x(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k_y(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial y} \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ k_z(\theta) \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) \right\}$$

ここで、 ψ ：圧力水頭、 $k(\theta)$ ：透水係数、 θ ：体積含水率（土壤水分量）、 $C(\psi)$ ：比水

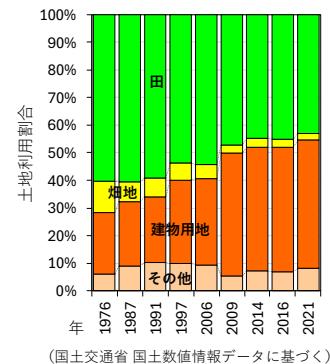


図-1 地区の土地利用経年変化
Fig-1 Land use changes in the study area

* いであ株式会社 IDEA Consultants, Inc.

** 関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所 Kanto Regional Agricultural Administration Office

キーワード：都市化、地下水、減水深、地下水流动解析、用水計画

分容量であり、次式で定義される。

$$C(\psi) = \frac{d\theta}{d\psi}$$

S_s : 比貯留係数であり、水頭変化による飽和土壤の間隙の変化率を表す。 α : パラメータであり、不飽和土壤で $\alpha = 0$ 、飽和土壤で $\alpha = 1$ である。

3 地下水位と減水深分布の推定結果

地質条件について、飽和透水係数は地下水位・地盤沈下観測調査結果（関東農政局）および周辺のボーリング調査結果（国土地盤情報検索サイト KuniJiban）等を参考に、その他の物性値は坂井らを参考に設定した。地区周辺の河川については夏季の平均的な水位を与え、水田の湛水深を 0.1m として地下水位分布と減水深分布を計算した結果を図-2 に示す。地下水位分布は、地区内の地下水位観測所の夏季の平均地下水位を良好に再現しており、また減水深も各調査地点の平均的な減水深（20mm/日のオーダー）が得られた。

次に、土地利用を前歴事業時の土地利用分布（1987 年）に、河川水位を前歴事業時の夏季河川水位に基づき設定して同様の計算を行った。その結果、前歴事業時の地下水位に比べて、現況の地下水位は特に地区下流部において低下する傾向にあり、これはほ場が市街地化したために地下への水の浸透量が低下したためと考えられた。これと対応して、減水深は現況のほうが大きくなる傾向となった。また、諸条件に対する感度解析の結果、土地利用の変化が地下水位及び減水深に与える影響は河川水位や湛水深の影響に比べて大きい事が示された。

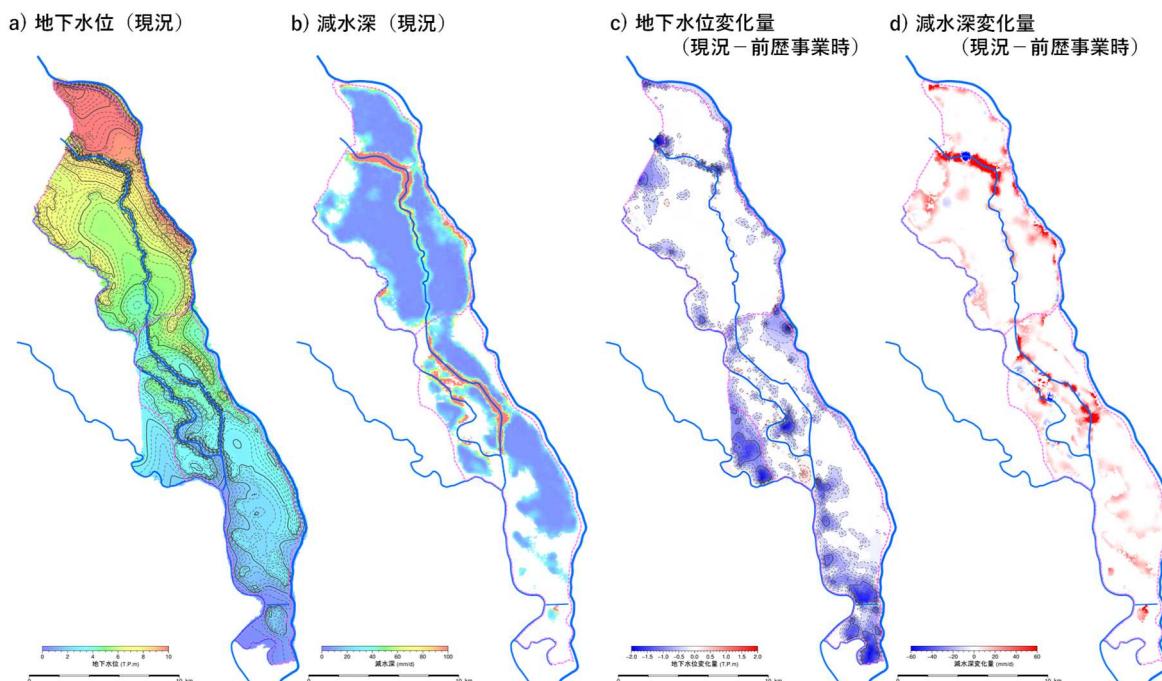


図-2 夏季の地下水位、減水深とその変化量分布図（現況：2021 年、前歴事業時：1987 年）
Fig-1 Summer groundwater level and water requirement rate

参考文献：

椎葉充晴・立川康人・市川温：水文学・水工計画学、京都大学学術出版会、2013.
坂井勝・取出伸夫：水分保持曲線と不飽和透水係数の水分移動特性モデル、土壤の物理性、第 111 号、pp.61-73、2009.