

# 地下水流動を踏まえた農業用水需要の解析

農業環境資源事業部 農業環境資源部 山本 尚行 国土環境研究所 環境技術部門 応用モデリング部 工藤 健太郎

都市化が進む農業地域では、地下水位の変動が農業用水の需要に大きく影響します。そこで、地下水流出を考慮した水循環解析モデル(3次元飽和・不飽和浸透モデル)を構築し、地下水位と水田からの浸透量を解析しました。都市化が地下水位および水田の浸透量に与える影響を定量的に評価した結果をご紹介します。

※本検討事例は、農林水産省関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

近年、都市化が進む農業地域では、地下水位の低下が顕在化しています。地下水位は農業に必要な水需要量と密接に関係しているため、その変動を定量的に把握することが重要です。しかし、従来水循環解析モデルでは、地下水位の変動が十分に考慮されていないものが多く、農業用水需要との関係を適切に評価することが困難でした。

そこで当社では、地下水流動を詳細に再現できる3次元飽和・不飽和浸透モデルを構築し、都市化が地下水位および水田からの浸透量に及ぼす影響を定量的に評価しました。

## 農業地域の都市化が及ぼす影響

都市化が進む農業地域では、水田が宅地や道路へ転用されることで土地利用が大きく変化します。水田は湛水期間中に継続的に地下へ水を浸透させることで地下水涵養の重要な役割を果たしています。しかし、宅地化が進むと舗装面が増え、雨水が地中へ浸透しにくくなり、地表流出として河川へ直接流れる割合が高まります。その結果、地下水への供給量が減少し、地下水位の低下が想定されます(図1)。

地下水位の低下は、農業に必要な水需要量にも直接影響します。水田の水需要量は、減水深(蒸発散量と地下浸透量から構成)によって決まり、地下浸透量は、土壌の種類や整備状況、生育する作物により変化し、地下水位にも左右されます。地下水位が高いと水田の湛水面と地下水面の水頭差が小さく、地下への浸透量は抑えられますが、地下水位が低下すると水頭差が大きくなり、浸透量が増加します(図2)。

このため、都市化によって地下水涵養が減少し地下水位が低下すると、水田からの浸透量が増え、結果として水需要量(減水深)が大きくなります。これは、都市化が地下水環境の変化だけでなく、農業用水の確保にも影響を及ぼすことを示しています。



図1 土地利用の違いによる地下水位への影響

$$\text{水田の水需要量(消費水量)} = \text{減水深(蒸発散量と地下浸透量)}$$

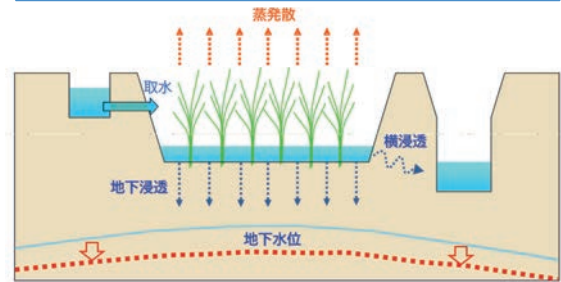


図2 水田の用水量に影響を与える要素

## 3次元飽和・不飽和浸透モデルによる水循環解析

### (1) モデルの概要

当社が構築した3次元飽和・不飽和浸透モデルは、地下水の流動と地中の飽和・不飽和状態を同時に解析することができます(図3)。土地利用(水田・宅地)を反映し、水田が湛水した条件下で水頭差に基づく地下浸透量や減水深を解析できるよう設定されています(図4)。

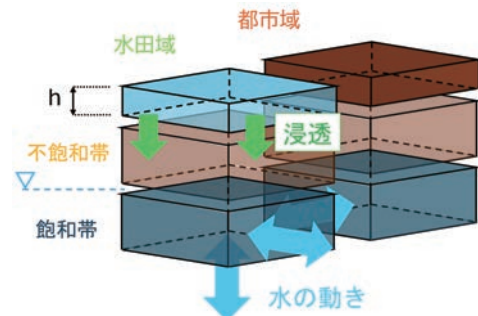


図3 3次元飽和・不飽和浸透モデルの概念図

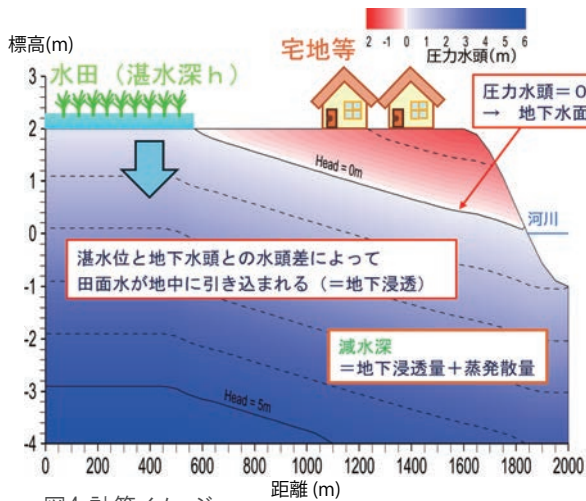


図4 計算イメージ

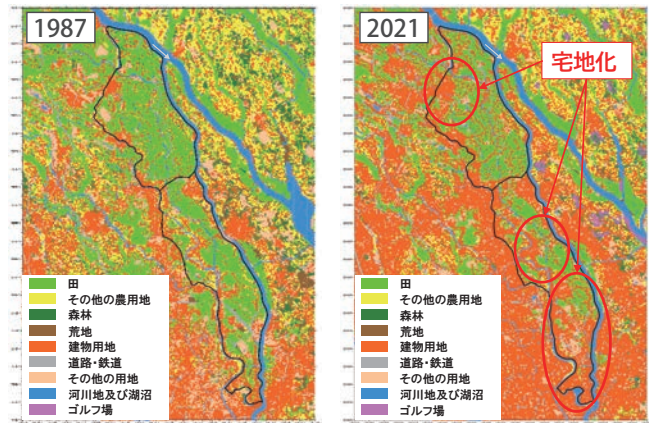


図5 土地利用状況(黒線内側:検討範囲、緑色:水田、オレンジ色:宅地)  
土地利用は国土交通省の国土数値情報(土地利用細分メッシュデータ)をもとに当社で作成  
<<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-2021.html>>

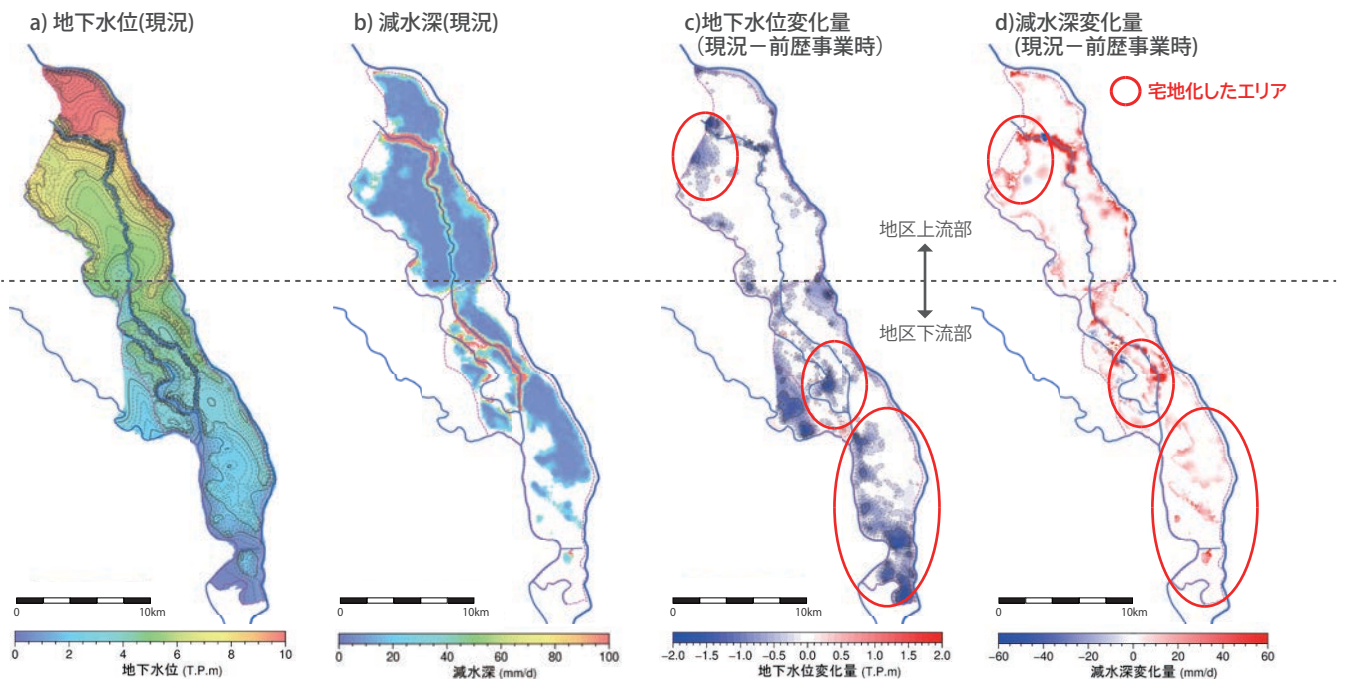


図6 地下水位・減水深と変化量分布図(現況<sup>※1</sup>:2021年、前歴事業時<sup>※2</sup>:1987年)

※1: 現況再現は実測値で検証

※2: 現在の農業水利施設を整備した事業時期

## (2)検討事例

解析対象は、前歴事業時(1987年)から現在(2021年)にかけて水田が減少し、宅地化が進んだ都市近郊の農業地域です(図5)。前歴事業時と現況の土地利用をそれぞれ設定し、河川水位を境界条件として解析し比較しました(図6)。その結果、現況の地下水位は前歴事業時と較べて、特に地区下流部で低下していることが確認されました。水田の宅地化により地下への浸透量が減少したことが主要因と考えられます。また、地下水位の低下に伴い、現況の減水深(水田の用水量)が増加している傾向も定量的に示されました。なお、解析した減水深に水田面積を掛ければ用水量となり、当モデルは地域の水需要把握にも有効です。

## おわりに

近年、農業地域における水循環を精度高く評価するためには、土地利用の変化だけでなく、無降雨期間の増加や融雪時期の早期化等、気候変動に伴う地下水の挙動を適切に反映することが求められます。

当社では、今回紹介した解析に加え、上記の課題を解決するため、地下水流出を考慮した地表流出モデルの開発等、多様な環境変化に対応できる水循環モデルの高度化に取り組んでいます。今後も、農業用水需要量の精度向上を図り、持続可能な農業の推進に貢献していきます。