

島嶼部畑地灌漑地帯における地下水流動モデル構築と農業用水資源の評価 Groundwater flow simulation for the valuation of agricultural water resources in irrigated upland farming areas

○阿南光政*, 弓削こずえ*, 平川晃**

Mitsumasa Anan, Kozue Yuge and Akira Hirakawa

1. はじめに

地表水の利用が困難な島嶼部畑地灌漑地帯においては、地下水が貴重な農業用水資源となる。鹿児島県喜界島では、地下水を畑地灌漑用水源として利用するために、国営かんがい排水事業により、地下ダム1箇所、用水路46km他の整備を行い、農業生産性の向上と農業経営の安定が図られてきた (Fig.1)。地下ダムの整備により恒常的な農業用水不足が解消された一方で、営農形態の変化に伴う水利用の多様化に対応するため、地下水源を適正に把握および管理する技術の発展が重要となってくる。本研究は、当地区を対象に、地下ダム供用開始後における地下水流動モデルを構築することで、地下ダムの機能および農業用水資源の評価を行うことを目的とする。



Fig. 1 対象地区の主な用水施設
Schematic view of study site.

2. 地下水流動モデルの基礎式

飽和帯水層での流れは Darcy 則に基づく三次元浸透流および連続の式から導かれる式(1)を用いる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = Q + S \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

ここで K_x , K_y および K_z : 飽和透水係数 (m s^{-1}), h : 水頭 (m), Q : 地下水涵養量 (m s^{-1}), S : 有効空隙率 (-), t : 時間 (s) である。

湖沼や河川のない対象地区における地下水涵養源は降雨浸透によるものとなる。地下水面に到達するまでの不飽和流れは 2-Layer Water Balance 法 (Yan and Smith, 1994) を用い、降下浸透量を計算した。

$$Q = I - (\theta_s - \theta_o)(EL - h)t^{-1} \quad (2)$$

ここで I : 降雨の鉛直浸透成分 (m s^{-1}), θ_s : 飽和体積含水率 (-), θ_o : 計算ピリオド開始時 (前計算ピリオド完了時) の体積含水率 (-), EL : 地表面標高 (m) である。

3. 与条件

地層地質条件は、国土地理院基盤地図情報の数値標高データおよび国営事業における既存のボーリング調査結果等をもとに、50m 四方の計算グリッドで設定した。気象条件として気象庁の気象観測所データに加え、1km 四方での時間雨量データを取得可能な解析雨量を用いることで、地下水涵養量の精度向上を図った。また、既存地下ダム堤周辺で実測された地下水位データとモデル計算値を比較し、再現性を検証することで、帯水層の透水係数を決定した。

*佐賀大学農学部/Faculty of Agriculture, Saga University

**株式会社高崎総合コンサルタント/Takasaki Sogo Consultant Co., Ltd.

キーワード: 農業用水開発, 地下水流動解析, 地下ダム, 飽和流

4. 結果と考察

近年で農業用水の渇水が顕著であった2013年を対象に、既存地下ダムを考慮した地下水流動解析を行った。梅雨時期を迎える前の5月(Fig.2(a))時点において低下している貯留域の水位は、例年を大きく下回る降水量の影響で8月(Fig.2(b))になっても、回復することができていない。その後、畑かん消費水量が減る11月(Fig.2(c))には貯留域の水位が上昇していることがわかる。一方、解析対象範囲の中央部、既存地下ダムの西側においては、既存地下ダム内の貯水位には及ばないものの、通年で安定的な地下水位が確認できる。また地下水流動方向から、解析範囲の中央南側および西側からの地下水流動が発生しており、停滞することなく南北の海岸に流去していることが確認された。これらの流路を遮断すれば中央部の地下水を効果的に貯留することが可能となり、新たな水源として有効活用できる可能性が示唆された。

5. まとめ

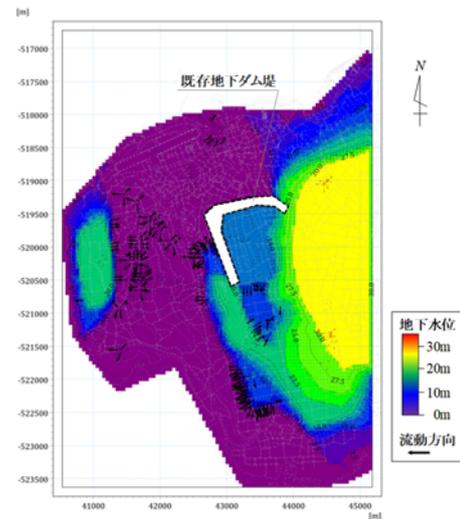
本研究では、畑地灌漑用水源の適正利用を図ることを目的として地下ダムを用水源とする島嶼部において、地下水流動モデルを構築し、地下水の空間分布を把握するとともに地下ダムの効果を可視化した。地下ダム設置後の地下水流動を把握することは、利用可能量の適正な把握および新規水源開発に寄与するものと考えている。

謝辞

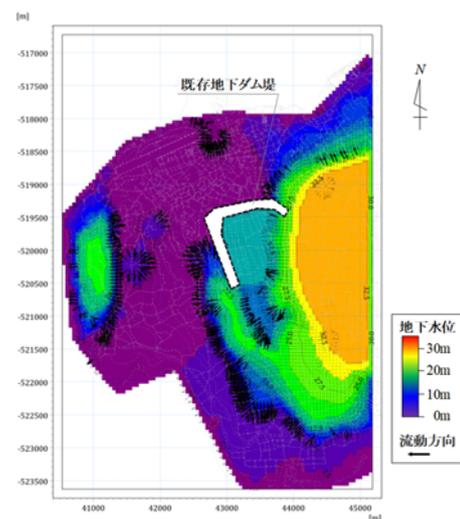
本研究では九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所、喜界町役場農業振興課および喜界土地改良区の関係各位に多大なるご協力を賜りました。記して謝意を表します。

引用文献

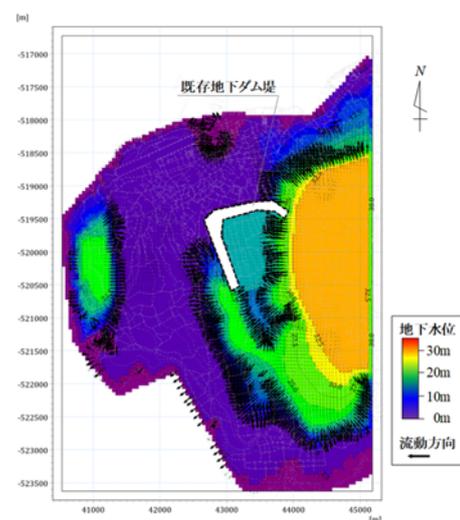
Yan, J.J. and Smith, K.R. (1994): Simulation of integrated surface water and ground water systems - Model Formulation, Water Resources Bulletin, 30(5), pp.1-12.



(a) 2013 May 15



(b) 2013 August 15



(c) 2013 November 15

Fig.2 計算地下水位分布図

Spatial distribution of calculated groundwater level under the present situation.