

既設地下ダム流域における硝酸性窒素濃度予測モデルの構築

—米須地下ダム流域を対象として—

Model designation for prediction of nitrate concentrations

in groundwater in the catchment area of Komesu Subsurface Dam, Okinawa Island, Japan

○吉本周平・土原健雄・石田聡・皆川裕樹・今泉眞之

YOSHIMOTO Shuhei, TSUCHIHARA Takeo, ISHIDA Satoshi, MINAKAWA Hiroki and IMAIZUMI Masayuki

1. はじめに

南西諸島では以前から地下水硝酸性窒素濃度の上昇が問題となっている。特に、地下ダム貯留域では、止水壁建設に伴う地下水流動の変化によって水質への影響が懸念されることから、水質変動を予測して水質保全対策を講じることが重要である。筆者らは、地下ダム建設前の調査地区を対象に、洞窟など琉球石灰岩帯水層の不均一性を考慮した水質予測モデルを提示している(吉本ら, 2007)。本研究では、このモデルを修正し、地下ダム建設後を対象としたモデルを構築し、結果を検証した。

2. 調査地区の概要

調査地区である米須地下ダム流域は沖縄本島の南端に位置する。新第三紀鮮新世の砂岩泥岩互層からなる島尻層群を基盤とし、それを多孔質で透水性の高い第四紀更新世の琉球層群(琉球石灰岩)が不整合に覆っている。地下水は、島尻層群を受け皿として琉球石灰岩中に賦存され、地下水盆を形成している。米須地下ダムの止水壁は、海側に開かれた地下水盆を仕切るように建設されている。

調査地区は那覇市に近接した近郊農業地帯であり、サトウキビを中心に野菜や花卉などが栽培されている。また、豚や牛、採卵鶏などの畜産業も盛んである。集落は畑地の間に塊状に点在する。

窒素安定同位体比の解析結果から、調査地区の地下水硝酸性窒素の負荷源として、化学肥料だけでなく、畜産排泄物を原料とする堆肥や集落からの生活排水の寄与も示唆されている(吉本ら, 2009)。

3. モデルの概要

本研究のモデルは、水収支サブモデルと窒素収支サブモデルから構成される。水収支サブモデルは、水理地質構造などで区分された10の小流域を直列3段タンクでモデル化し、最下段タンクの連結によって飽和帯での流動を表現している(図1)。窒素収支サブモデルは、木方・イスラム(1995)

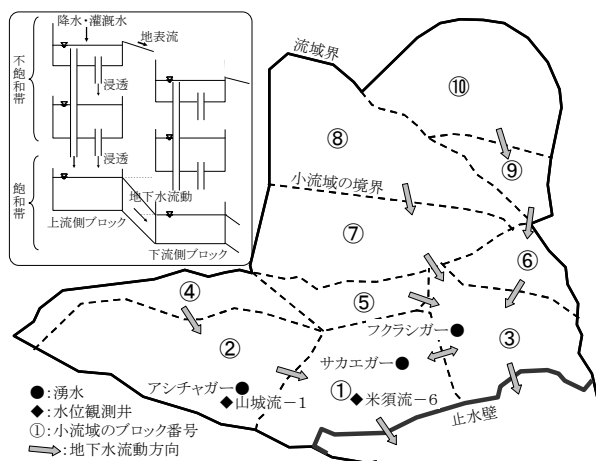


図1：小流域の区分と水収支サブモデルの概要

Structure of the water balance submodel

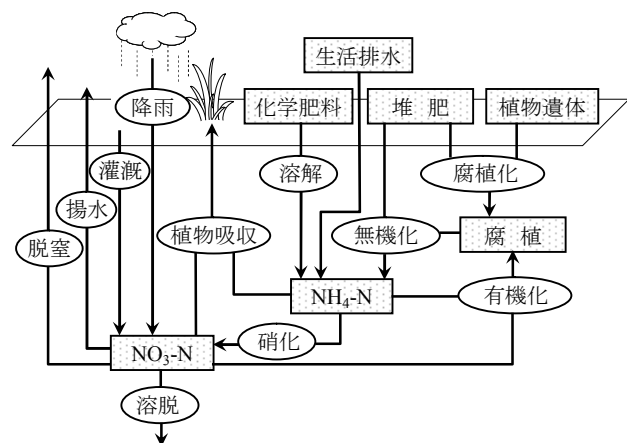


図2：窒素収支サブモデルの概要

Schematic diagram of the nitrogen balance submodel

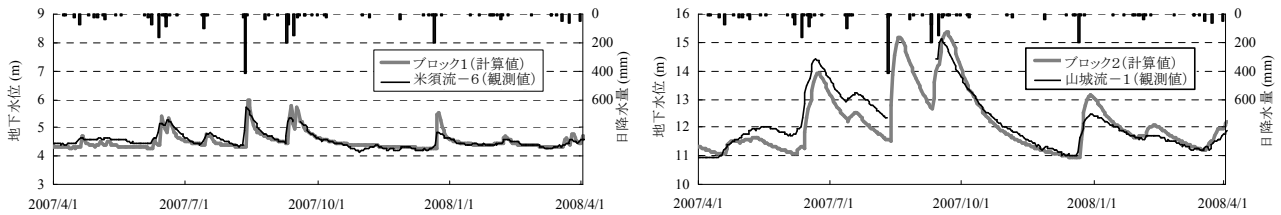


図3：観測井における地下水位の観測値と水収支サブモデルによる推定値
Observed and computed groundwater levels

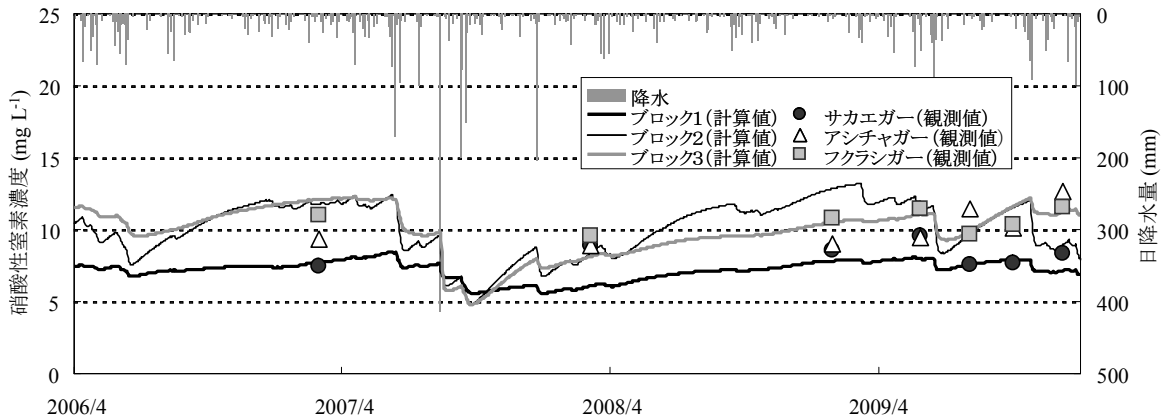


図4：湧水における硝酸性窒素濃度の観測値と硝酸性窒素濃度予測モデルによる推定値
Observed and computed NO₃-N concentrations in groundwater

の窒素動態モデルを枠組みとして、簡単のために作付面積全てがサトウキビによると仮定して施肥量を設定し、集落からの生活排水による負荷も考慮した(図2)。パラメータは地下ダム建設の影響を考慮して吉本ら(2007)の値を修正した。また、群機場での揚水や灌漑水の利用も反映した。

検証のために、観測井で常時観測され1日毎に記録された地下水位と、湧水で採取されイオンクロマトグラフ法(東亜ディーケーケー, ICA-2000)で分析された試料水の硝酸性窒素濃度を用いた。

4. 結果と考察

水収支サブモデルで水位変動を計算し、観測井での地下水位の観測値と比較した結果を図3に示す。降雨時のピークは必ずしも一致しないが、逡減傾向など全体的な挙動は概ね合致している。

また、モデルで硝酸性窒素濃度変動を計算し、湧水での観測値と比較した結果を図4に示す。貯留域よりも上流にあるブロック2とアシチャガーの間では、硝酸性窒素濃度の範囲は合致しているが挙動は必ずしも一致しない。これは、琉球石灰岩帯水層における複雑な地下水流動による可能性がある。貯留域であるブロック1、3とサカエガー、フクラシガーの間では、一部の例外を除いて硝酸性窒素濃度の挙動がよく合致している。貯留域の水質予測モデルとしては有用であるといえる。

5. おわりに

地下ダム流域を対象に構築したモデルによって硝酸性窒素濃度の変動を良好に再現できることを示した。実際の活用の際は、水利用や施肥のシナリオを設定し、相互に比較することが重要である。

謝辞 本研究の一部は、農林水産省委託プロ「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」の支援を受けた。研究実施にあたって、沖縄本島南部土地改良区の多大な支援を得るとともに貴重なデータを使用させて頂いた。また、沖縄総合事務局土地改良総合事務所の各位から貴重な情報を戴いた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献 1) 吉本ら(2007) 農業農村工学会論文集, 75(5), 69-82. 2) 吉本ら(2009) 農業農村工学会大会講演会要旨集, 274-275. 3) 木方・イスラム(1995) 九農試総研チーム研究成果シリーズ, 2, 49-63.