

分布型地下水水質モデルを用いた地下水硝酸態窒素汚染の解析

Analysis of NO₃-N Pollution of Groundwater by Distributed Groundwater Quality Model

宗村 広昭，後藤 章，水谷 正一

SOMURA Hiroaki, GOTO Akira, MIZUTANI Masakazu

1. はじめに 栃木県北部に位置する那須野ヶ原において、畜産糞尿を主な汚濁源とする地下水帯の硝酸態窒素（以下、NO₃-N）汚染が進行している。この地域の地下水水質保全策の検討を最終目標にして、これまでに、地下水 NO₃-N 汚染の実態把握および汚濁メカニズムの解明、そして、水文流出タンクモデルに窒素負荷挙動式を付加することによる浅層地下水帯への窒素負荷流入過程のモデル化を行ってきた。そこで本研究では、これらの研究成果を発展させ、流域の濃度変動などを面的に解析できる分布型地下水水質モデルの構築を目的に研究を進めた。この水質モデルの構築にあたっては、分布型地下水水文モデルに窒素負荷挙動式を付加した。

2. 研究対象地域の概要 那須野ヶ原は、那珂川本流と支流の篤川に囲まれた約 400km² の広大な複合的扇状地である。扇状地上位部（扇央部）では河川水が伏流し地下水涵養に大きな役割を果たし、扇状地下位部（扇端部）では豊富な浅層地下水が存在し湧水帯を形成している。北部は酪農や畑作が盛んに営まれており、南部は地下水に多くを依存した水田が広がっている。

3. 分布型地下水水文モデルの構造と計算結果

分布型地下水水文モデルの構築にあたり、本地域で構築された既存の準分布型地下水涵養流動モデル（Elhassan *et al.*, 2001）を基礎とした。このモデルの基礎方程式を見直し、不透水層の傾斜を考慮できるようにすると共に、窒素負荷挙動式の適用し易さを考慮して、地上部は水文流出タンクモデル（Goto and Sawata, 1999）で使った均一パラメータの水田・非水田タンクを各格子点に配置した（図 1）。この分布型地下水水文モデルを用いて流域内 8 地点で観測された井戸水位の変動を再現した結果、概ね良い結果を得た（図 2）。

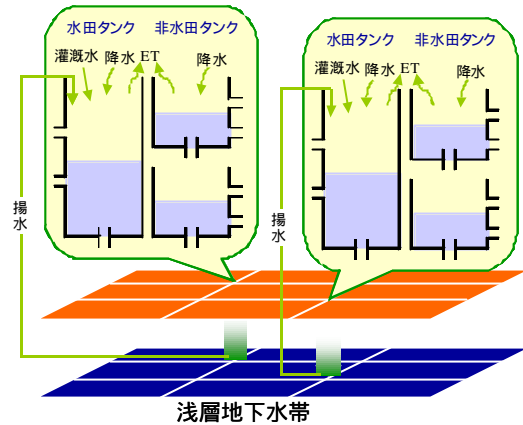


図 1 分布型地下水水文モデルの構造

Structure of distributed groundwater hydrologic model

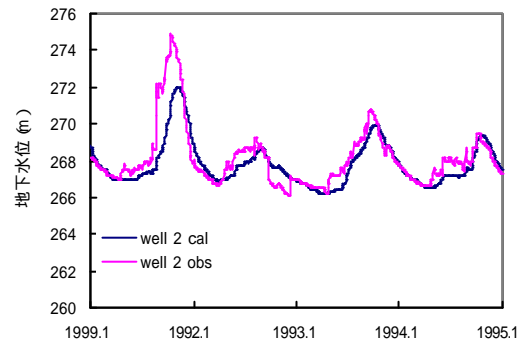


図 2 観測井戸 2 における再現性

Simulated and observed groundwater tables at well 2

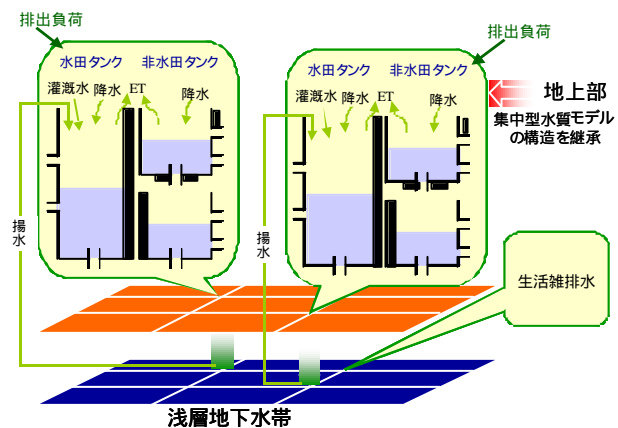


図 3 分布型地下水水質モデルの構造

Structure of distributed groundwater quality model

4. 分布型地下水水質モデルの構造と計算結果

水文モデルの地上部に配置したそれぞれのタンクに窒素負荷挙動式を付加し、分布型地下水水質モデルを構築した(図3)。インプットデータである排出負荷量(図4)を分布させることによって、このモデルの分布性を向上させた。また、生活雑排水中の負荷は直接地下水帯へ流入すると仮定した。地上部タンクから地下水帯へ流入する負荷量は、各格子点の持つ水田・非水田率によって決定される。この水質モデルを用いて、湧水水質測定地点ごとのNO₃-N濃度の変動や、酪農集中地帯と市街地における窒素負荷貯留量の経年的変動傾向の違い、そして、移流による濃度分布の変化や豪雨前後における土壌内貯留負荷量の分布の変化をシミュレーションした。ここでは、中部1地点におけるNO₃-N濃度のシミュレーション結果(図5)および移流による地下水帯の濃度分布の変化(図6)を示す。北部地区および中部地区の湧水水質観測地点においては、濃度の変動傾向や降雨に対する反応をおおよそ再現できたことに加え、

濃度の持つ地域差を表現することができた。しかし、南部地区においては、濃度の変動傾向をよく表現できなかった。これは、地下水が流れる“水みち”をまだ完全に表現できていないことなどが原因として考えられる。また、移流による濃度分布の変化や土壌内貯留負荷量の分布の変化においては、それらの変化傾向を妥当に表現できた。

5. 考察および総括 全ての水質観測地点で良い結果を得ること

はできなかつたが、地下構造や土性分布に関するデータを精緻化することにより、シミュレーション結果が向上すると考えられる。不十分な点は残るが、これによって、那須野ヶ原における分布型地下水水質モデルの基礎を構築できたと考える。

【引用文献】

- Elhassan, A. M., Goto, A. and Mizutani, M. (2001): Combining a tank model with a groundwater model for simulating regional groundwater flow in an alluvial fan, *Trans. of JSIDRE*, 215, 21-29 .
 Goto, A. and Sawata, A. (1999): Groundwater use for paddy field irrigation and its effects on groundwater recharge in an alluvial fan , *Trans. of 17th ICID. Congress* , 1B , 47-62 .

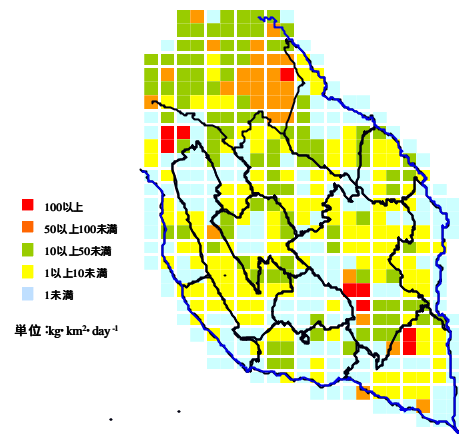


図4 畜産からの排出負荷量(1日・単位面積あたり kg)
Effluent load from livestock farming (kg · km² · day⁻¹)

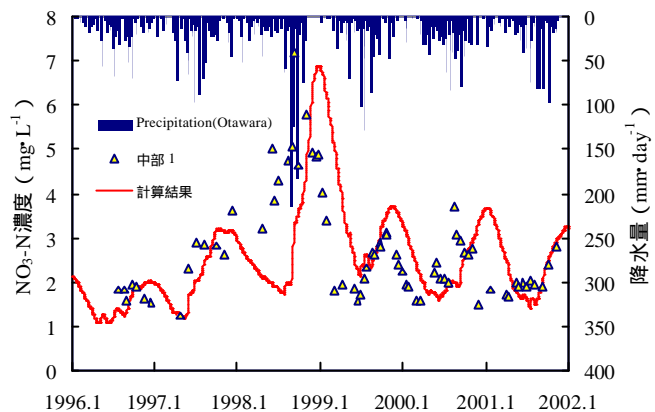


図5 分布型地下水水質モデルの計算結果(中部1)
Simulated and observed NO₃-N concentrations in groundwater at Middle 1

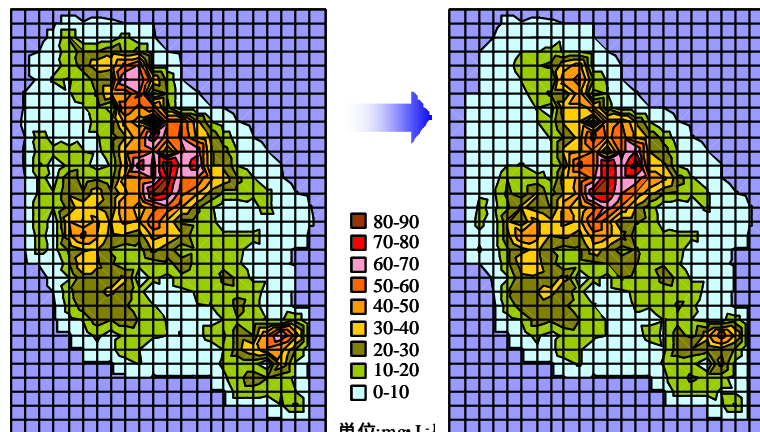


図6 無降雨時における地下水帯のNO₃-N濃度分布の変化
Change in NO₃-N concentration of groundwater during no rainfall period