

琉球石灰岩地帯における地下水硝酸性窒素動態の特性と予測可能性
—米須地下ダム流域を例として—
Characteristics and Predictability of Dynamics of Nitrate in Groundwater
on Ryukyu Limestone Area
—Case Study in Reservoir Area of Komesu Subsurface Dam, Okinawa, Japan—

○吉本周平*・土原健雄*・石田聡*・今泉眞之*

YOSHIMOTO Shuhei, TSUCHIHARA Takeo, ISHIDA Satoshi and IMAIZUMI Masayuki

1. はじめに

南西諸島の琉球石灰岩分布地帯では、化学肥料や畜産排泄物を負荷源とする地下水中の硝酸性窒素濃度の上昇についての関心が高まっている。これらの地域では、帯水層の空隙の豊富さから、農業用水源としていくつかの地下ダムが建設もしくは計画されているが、止水壁の建設によって地下水流動が変化し、地下水質に影響を及ぼすことが懸念されている。このため、地下ダムによる地下水流動の変化と水質の関係を議論するために、琉球石灰岩帯水層における水・溶質動態を解明し、水質変動を予測するモデルを構築することが急がれている。

本稿では、沖縄本島南部地区を例に、水位・水質データから地下水硝酸性窒素濃度の変動特性を明らかにする。また、帯水層内の窒素動態を記述した窒素溶脱モデルを本地区に適用し、地下水硝酸性窒素濃度の変動を推算する。

2. 地下水硝酸性窒素濃度の変動特性

ボーリング孔において観測された地下水位の変動パターンは、降雨に反応して急激に変動するもの（タイプ1）と緩やかに変動するもの（タイプ2）に類別される（図1）。

一方、湧水中の硝酸性窒素濃度の変動パターンも、激しく変動するもの（タイプa）と緩やかに変動するもの（タイプb）に類別される（図2）。なお、両タイプの長期的な濃度の変動傾向を比較するために、ノンパラメトリック回帰（Nadaraya-Watson 推定量）による平滑化を行った（図2の実線）。長期的な硝酸性窒素濃度の変動傾向は、どちらも1995年以降、緩やかに減少する傾向を示す。

タイプ1のボーリング孔およびタイプaの湧水地点は、図3に示すように、2本の鍾乳洞を通過する地下水流動経路か、あるいは洞くつの周辺に位置する。このことから、タイプ1とタイプaの地下水の変動特性は、洞くつの存在が関連していると考えられる。

タイプ1やタイプaのような急激な変動パターンは、不飽和帯水層内の空洞を降水が速い流れで通過して短時間

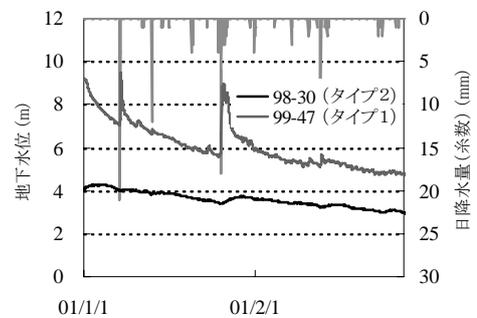
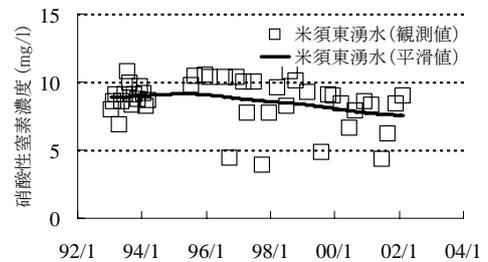
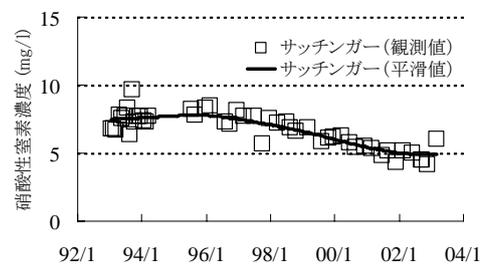


図1：地下水位変動の類別

Two patterns of rainfall and groundwater level



タイプa：短期的に激しく変動するもの



タイプb：緩やかな変動を示すもの

図2：硝酸性窒素濃度変動の類別

Two patterns of nitrate concentration

* 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering
キーワード：地下水、硝酸性窒素、琉球石灰岩、洞くつ、窒素溶脱モデル、地下ダム

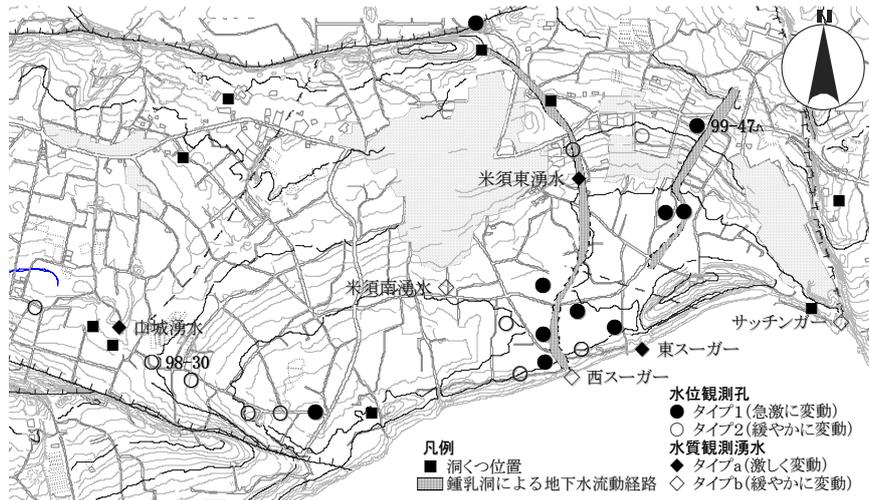


図3：洞くつの分布と地下水位及び硝酸性窒素濃度の変動パターン
Location map of investigated wells and springs

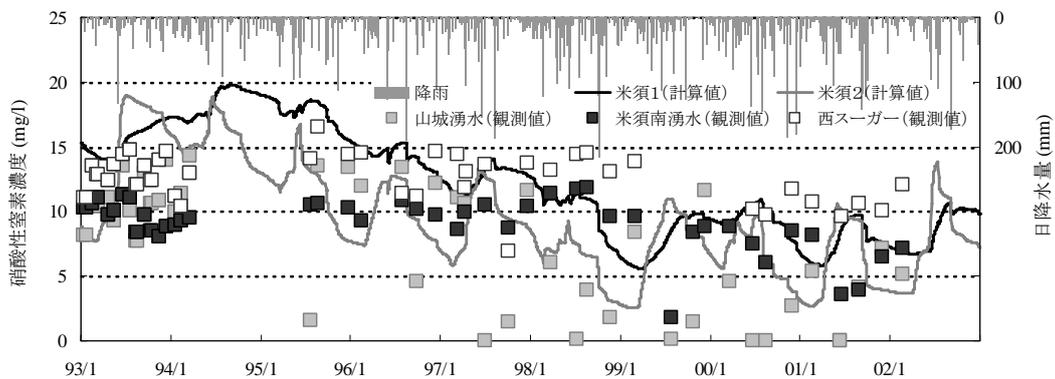


図4：窒素動態モデル(木方・イスラム, 1995)によって計算された地下水硝酸性窒素濃度の変動
Computed fluctuations of nitrate concentration

で地下水面に到達し、地下水を希釈するためと推定される。一方、タイプ2やタイプbのような緩やかな変動パターンは、空洞が存在しない均一な不飽和帯水層においてダルシー則に従った緩やかな浸透流が生じているためと推定される。なお、タイプaのような急激な濃度低下は、降水による一時的な希釈効果によるものであり、長期的な変動特性はどちらのタイプとも同じである。

3. 窒素溶脱モデルによる窒素動態の推定

1980年から2002年までの米須地下ダム流域における窒素動態を、木方・イスラム(1995)が提示した窒素溶脱モデルによって計算した。計算結果の一部を図4に示す。

推定された地下水硝酸性窒素濃度は、湧水地点で観測された濃度の変動範囲(0~20mg/l)に収まっている。また、短期的な波形は異なるものの、1995年以降の緩やかな減少傾向を再現していることから、このモデルが窒素の移動及び反応を量的にかつ長期的に適切に表現しているといえる。

4. おわりに

琉球石灰岩分布地域における地下水硝酸性窒素濃度は、洞くつ付近では短期的に急激な変動を示すが、長期的な変動傾向は洞くつが存在しない箇所と同じである。このため、硝酸性窒素による地下水汚染の程度を評価する場合は、少なくとも数年間の観測にもとづく必要がある。また、提示したモデルは、短期的な波形は異なるものの、長期的変動を予測する場合は有効であるといえる。

引用文献

- 1) 木方・イスラム(1995)：浅層地下水への窒素溶脱量推定モデル，九農試総研チーム研究成果シリーズ，2，49-63