

沖縄本島南部地区における地下水硝酸性窒素の窒素同位体比と負荷源の関係 Relationship between nitrogen isotope ratios of nitrate and its origins in groundwater in the Southern Part of Okinawa Island, 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

南西諸島では、近年、農地への施肥などを原因とする地下水の硝酸性窒素濃度の上昇が報告されている。沖縄本島南部地区では、2基の地下ダムによる国営土地改良事業が実施され、2006年から灌漑用水施設として供用されている。今後の地下ダム管理では、地下ダム建設による地下水流動の変化を予測し、貯水量のみでなく水質をも管理することが必要である。このためには、地下水質に影響を与える負荷源を特定することが不可欠である。

本研究では、沖縄本島南部地区における地下水硝酸性窒素濃度と窒素同位体比の分布を明らかにし、これらと土地利用との関係性から地下水質に影響を与える負荷源について考察した。

2. 調査地区の概要

調査地区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である島尻層群を基盤とし、それを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、基盤である島尻層群を受け皿として、その上位にある多孔質の琉球石灰岩中に賦存され、地下水盆を形成している。調査地区は、水理地質構造によっていくつかの地下水盆に区別される。本研究では、米須地下水盆、慶座地下水盆、名城地下水盆を対象とする（図1）。米須地下水盆には、卓越した地下水流動を有する2本の鍾乳洞が存在することが分かっている（図1）。

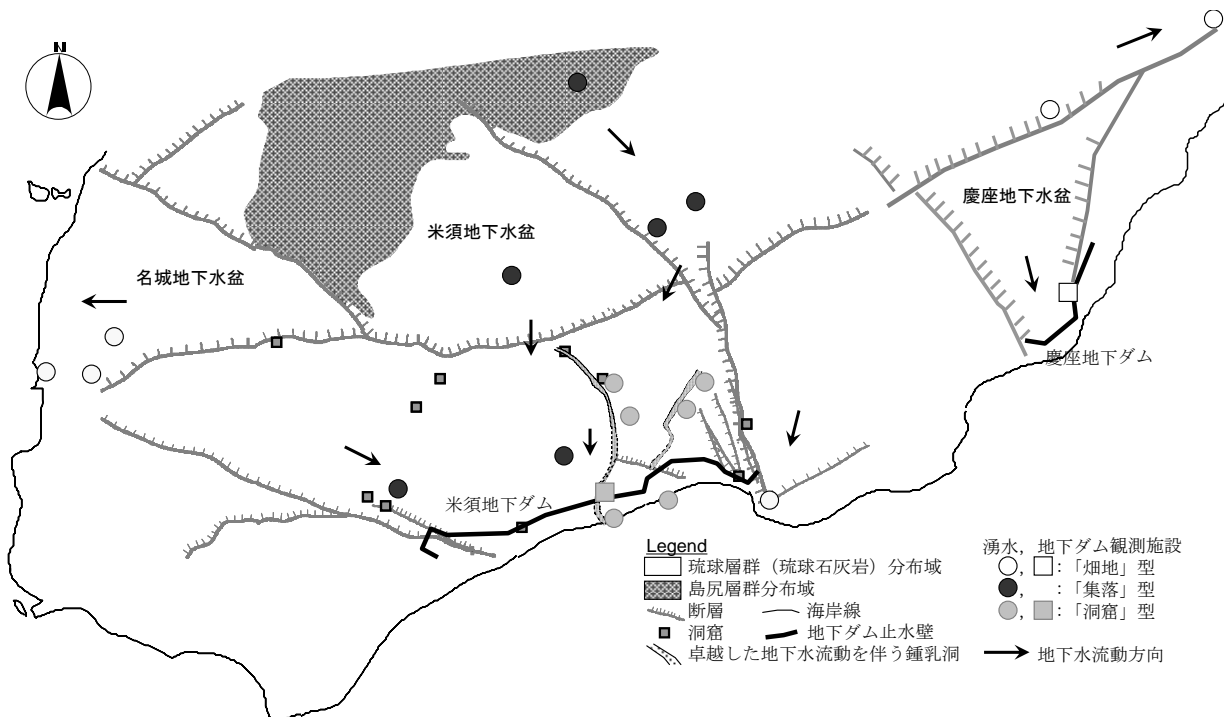


図1：調査地区の表層地質および採水地点
Hydrogeological setting of the study area

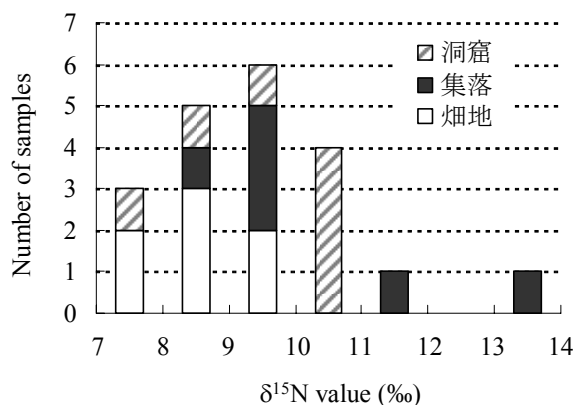


図2：地下水硝酸性窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値の頻度分布
Histogram of $\delta^{15}\text{N}$ values of nitrate in groundwater

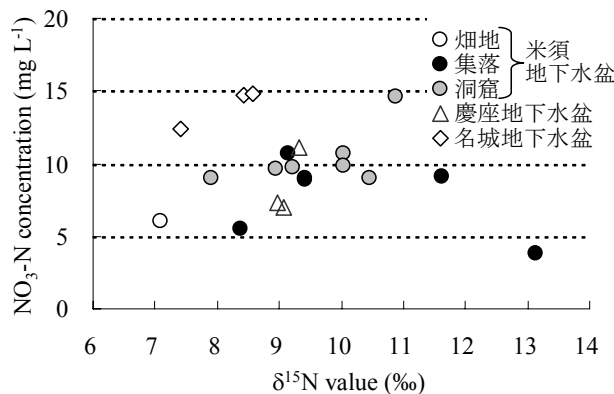


図3：地下水硝酸性窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値と硝酸性窒素濃度の関係
Relationship between $\delta^{15}\text{N}$ values and $\text{NO}_3\text{-N}$ concentrations

調査地区は那覇市に近接した近郊農業地帯に位置する。調査地区の約 35 %を畑地が覆い、その間に集落が塊状に点在する。従来、乾燥に強いサトウキビが盛んに栽培されてきたが、近年は野菜や花卉への転換が進んでいる。また、畜産業も盛んで、豚を中心に牛、鶏が飼育されている。

3. 調査方法

2008年3月に湧水および地下ダム観測施設の計20地点(図1)で試料を採水した。硝酸性窒素濃度はイオンクロマトグラフ法(東亜ディーケーケー, ICA-2000)によって測定し、硝酸性窒素の窒素同位体比($\delta^{15}\text{N}$ 値)は試料の水分を凍結乾燥によって除いた後に連続燃焼装置(Thermo Scientific, FlashEA 1112)によって N_2 ガスに変換して質量分析計(Thermo Scientific, Delta V)で分析した。

また、周囲の土地利用状況から、採水地点を「畑地」型と「集落」型に分類した(図1)。ただし、米須地下水盆の2つの鍾乳洞の近くに位置する採水地点はすべて「洞窟」型とした(図1)。慶座地下水盆および名城地下水盆の採水地点はすべて「畑地」型である。

4. 結果と考察

地下水硝酸性窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、一般に、化学肥料由来のもので $-4 \sim +4 \%$ 、家畜排泄物や生活排水を由来とするもので $+10 \sim +20 \%$ である(Heaton, 1986)。

$\delta^{15}\text{N}$ 値の頻度分布を図2に示す。 $\delta^{15}\text{N}$ 値の平均は「畑地」型で $+8.4 \%$ 、「集落」型で $+10.2 \%$ 、「洞窟」型で $+9.6 \%$ である。「集落」型の $\delta^{15}\text{N}$ 値は比較的高く、集落内で飼育されている家畜の排泄物や生活排水による窒素負荷を反映している。一方、「畑地」型の $\delta^{15}\text{N}$ 値は「集落」型より低いものの、化学肥料のみ由来のものよりもかなり高い。これは、家畜排泄物由来の堆肥や農地間の集落の生活排水と化学肥料との混合によると考えられる。「洞窟」型の $\delta^{15}\text{N}$ 値は分散している。これは、洞窟内の卓越した地下水流動によって直近の土地利用が反映されないためと考えられる。

$\delta^{15}\text{N}$ 値と硝酸性窒素濃度の関係を図3に示す。流域の土地利用の大半が畑地である名城地下水盆では、多量の化学肥料の施用を反映して、比較的硝酸性窒素濃度が高く $\delta^{15}\text{N}$ 値が比較的低い。それ以外については、 $\delta^{15}\text{N}$ 値と硝酸性窒素濃度の間に明瞭な関係性はみられない。

5. おわりに

沖縄本島南部地区における地下水硝酸性窒素濃度および窒素同位体比と土地利用との関係から、地下水質に影響を与える負荷源について考察した。今後、実用的な水質予測モデルによって水質管理施策を検討するためには、化学肥料だけでなく堆肥などの施肥実態を把握することが必要である。

引用文献

1) Heaton (1986): Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: a review, *Chemical Geology*, **59**, 87-102.