

宮古島砂川地下水流域における硝酸態窒素溶脱量の推定

Estimation of leached nitrate-nitrogen in the Sunagawa groundwater basin.

藤家里江・中川陽子・島武男*・塩野隆弘*・凌祥之*

Rie FUJIE, Yoko NAKAGAWA, Takeo SHIMA, Takahiro SHIONO, Yoshiyuki SHINOGI

1. 緒言 南西諸島の宮古島は、飲料水を含むほとんどの用水を地下水に依存しており、地下水水質への関心が高い。宮古島の地下水へ負荷された窒素のうち、農業に由来する化学肥料や家畜ふん尿の寄与率は、1998年度時点で67%と推定されており¹⁾、農業活動は地下水への窒素負荷に大きな影響を与えている。化学肥料や家畜ふん尿として農地に投入された窒素は、硝酸態窒素として作土層から地下へ溶脱する他、作物の吸収や大気放出等様々なプロセスを経て移動する。このため、農地における栽培作物の違いや営農方法の違いは、硝酸態窒素の溶脱量に大きな影響を与えたと考えられる。

そこで本稿では、地下水保全を考慮した農業活動の検討に資するために、宮古島の地下水流域における農地からの硝酸態窒素溶脱量を推定することとした。

2. 対象地概要 対象流域は、南西諸島の宮古島の南部に位置する砂川地下水流域とした。流域面積は11km²である。この流域内は、宮古島にみられる一般的な農業主体の流域である。流域では、サトウキビ栽培と肉牛繁殖の複合経営が行われ、その他に葉たばこや野菜類の栽培が行われている。流域南部では、農業農村整備事業が行われ、流域面積の約6割において圃場区画と灌漑施設が整備されている。また、流域内には砂川地下ダムがある。

3. 硝酸態窒素溶脱量の推定方法 砂川地下水流域の農地を対象に、各圃場の作付け状況を把握してGISを用いて可視化した。また、各圃場から溶脱する硝酸態窒素量をDNDCモデルによって推定した。推定結果を各圃場のGISデータベースに組み込み、流域における硝酸態窒素溶脱量を推定した。

推定した対象年は、1977年、1994年、2005年である。1977年は、圃場整備や灌漑施設整備がまだ行われていない時期である。1994年は、圃場整備事業が行われ、砂川地下ダムからの水利用が開始された時期である。2005年は、灌漑事業開始から10年が経ち、灌漑農業が進展している年である。また、推定を行った作物は流域内での作付け面積が大きいサトウキビ、牧草、葉たばことした。

4. 結果 DNDCモデルによる各圃場の硝酸態窒素溶脱量の推定結果によれば、サトウキビ圃場における単位面積あたりの溶脱量の平均値は、1977年が123kgN・ha⁻¹、1994年が34kgN・ha⁻¹、2005年が38kgN・ha⁻¹であった。主に株だし栽培を行っていた1977年の溶脱量が、夏植え栽培を行っている1994年と2005年の溶脱量に比べ高い値となった。牧草圃場における単位面積あたりの溶脱量の平均値は、1977年が7kgN・ha⁻¹、1994年が9kgN・ha⁻¹、2005年が18kgN・ha⁻¹であった。これらは、サトウキビ圃場からの

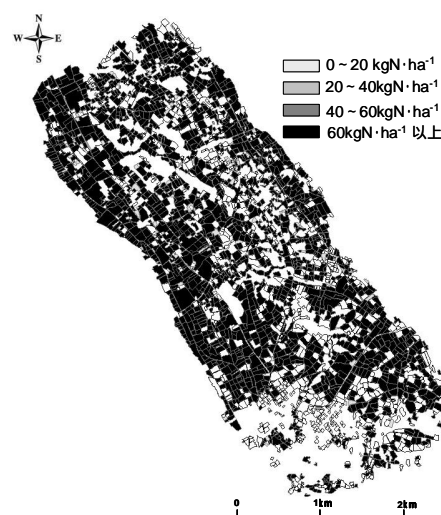


Fig.1 1977年単位面積当たりのNO₃-N溶脱量
The amounts of leached nitrate-N for unit area in 1977

溶脱量に比べると小さい値である。葉たばこ圃場における単位面積あたりの溶脱量の平均値は、1994年が $56\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ 、2005年が $42\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ で、ほぼ同量程度であった。

各対象年の流域における単位面積あたりの硝酸態窒素溶脱量の分布を Fig.1 ~ Fig.3 に示す。1977年では 40kgN 以上溶脱している圃場の面積が流域面積の約 26% を占め、流域全体での溶脱量は約 67tN となった。1994年と2005年では、 40kgN 以上溶脱している圃場の面積はそれぞれ流域面積の 3% となり、流域全体の溶脱量は各々 20tN 、 23tN となった。1994年と2005年の流域全体の硝酸態窒素の溶脱量は、1977年に比べて大幅に減少した。

5. 考察 硝酸態窒素溶脱量が減少した要因として、農地に投入する施肥量の変化と作付け状況の変化が挙げられる。

施肥量の変化に関しては、1977年のサトウキビ圃場では主に株出し栽培が行われていたが、1994年と2005年では主に夏植え栽培が実施されていることが挙げられる。このため、農地に投入される施肥量が減少し、このことが溶脱量減少の要因であると考えられる。

作付け状況の変化に関しては、1977年、1994年、2005年と年を追う毎にサトウキビ面積が減少し、牧草面積が増加している。また、硝酸態窒素溶脱量の各圃場における推定結果は、サトウキビ圃場の場合 $34\sim 123\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ だったのに対し、牧草の圃場の硝酸態窒素溶脱量は、 $7\sim 18\text{kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ でサトウキビ圃場の溶脱量に比べ小さい。したがって、サトウキビ圃場の面積が減少し、牧草圃場の面積が増加するという作付け状況の変化が、流域全体の硝酸態窒素溶脱量の減少に寄与したと考えられる。

5. 結言 南西諸島の砂川地下水流域を対象に DNDC モデルによって各作物、土壌での硝酸態窒素溶脱量を推定し、それをデータベースに反映させて流域全体における硝酸態窒素溶脱量推定を行った。その結果、硝酸態窒素溶脱量推定の変化は、土地利用状況や営農方法の変化に伴うものと考えられた。

今回の推定のように流域における作付け状況・営農方法を把握し、GIS で流域の作付け状況や土壌属性をデータベース化し、DNDC モデルの計算結果を組み込んで、流域における農地の硝酸態窒素溶脱量を推定する方法は、今後の作付け状況の変化や営農方法の変化による硝酸態窒素溶脱量推定を行うツールとして活用出来ると考えられる。

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発（バイオマス利用モデルの構築・実証・評価）」において行われた。

引用文献 1) 中西康博編著 (2002) : サンゴの島の地下水保全 - 「水危機の世紀」を迎えて

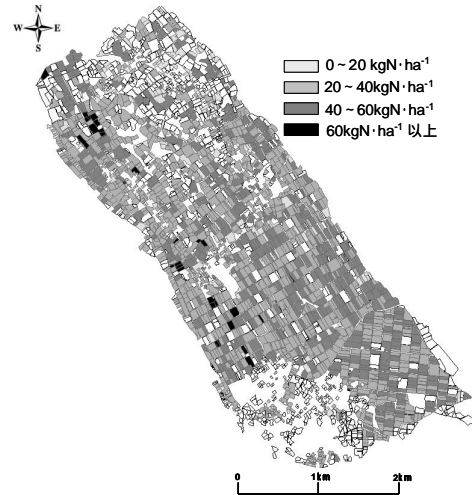


Fig.2 1994年単位面積当たりのNO₃-N溶脱量
The amounts of leached nitrate-N for unit area in 1994

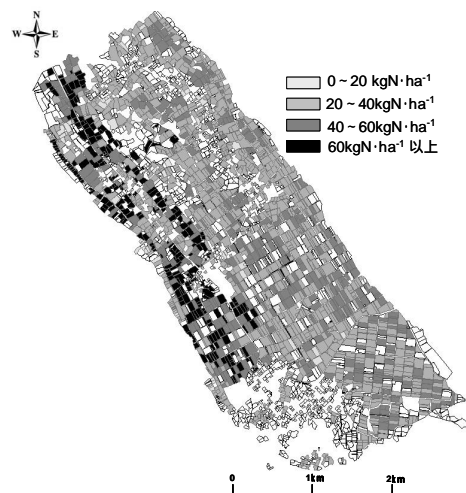


Fig.3 2005年単位面積当たりのNO₃-N溶脱量
The amounts of leached nitrate-N for unit area in 2005