

氏 名	まえ だ もり ひろ 前 田 守 弘
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3684 号
学位授与の日付	平成 14 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	A study on prevention of groundwater contamination by nitrate in arable land (農耕地における硝酸性窒素による地下水汚染の防止に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教授 西 牧 研 壯 教授 森 澤 眞 輔 教授 津 野 洋

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、農耕地における硝酸性窒素による地下水汚染の防止をはかるため、畑地における硝酸性窒素の溶脱機構を解明することを目的としたもので、硝酸性窒素の溶脱量計測手法を考案・開発し、施肥および土壌構造が硝酸性窒素の溶脱に与える影響を論じた結果をまとめたものであり、以下の6章からなっている。

第1章は序論であり、硝酸性窒素による地下水汚染の防止をはかるためには、集約畑における硝酸性窒素の溶脱機構を解明することが重要であるという本論文の目的および章構成を示している。

第2章は、硝酸性窒素による地下水汚染と農業生産活動との関わりを取りまとめたものである。はじめに、高濃度の硝酸性窒素が人体に及ぼす影響と水質基準の関係を示し、続いて、各国における硝酸性窒素による地下水汚染の現況、農耕地における窒素の動態と地下水汚染機構について従来の研究をレビューしている。後半では、硝酸性窒素による地下水汚染を低減するための対策を述べている。

第3章は、畑地における硝酸性窒素溶脱量の計測法をレビューし、圃場埋設型のウイックサンプラー法と不攪乱土壌を用いるモノリスライシメータ法について詳細に検討したものである。ウイックサンプラーの集水効率は降雨強度と壁の高さなどの影響を受けることを実験と数値シミュレーションを用いて理論的に明らかにしている。また、トラクタの3点リンクに接続し、油圧システムを動力源とする二重管構造の土壌モノリス採取装置を考案・開発し、プレファレンシャルフローの生じやすい土壌における硝酸性窒素の溶脱を野外条件下でモニタリングできるモノリスライシメータ法(土壌モノリスは直径30 cm, 長さ1 m)を確立している。

第4章は、各種の肥培管理が硝酸性窒素の溶脱に与える影響を調べたものである。約12aの実圃場に4処理の区画、すなわち、化成肥料区(400 kg N ha⁻¹y⁻¹)、緩効性肥料区(400 kg N ha⁻¹y⁻¹)、豚ふん堆肥区(肥効率を50%と仮定し、800 kg N ha⁻¹y⁻¹)、無肥料区を設けて、トウモロコシ・ハクサイ(またはキャベツ)の栽培体系下で7年間の連用管理を行い、土壌溶液、地下水、および土壌を継続的に調査している。その結果、化成肥料および緩効性肥料を施用した場合、深度1 mの土壌溶液に影響が出るには約1年半を要するものの、その後の硝酸性窒素濃度は30 mgL⁻¹ないしは60 mgL⁻¹の高濃度で推移し、作物に利用されない余剰窒素のほとんどは硝酸性窒素として溶脱する可能性が高いことを示している。また、豚ふん堆肥を連用した場合、最初の数年は施用窒素の大部分が土壌中に蓄積するものの、さらに数年後には化成肥料と同様のレベルで硝酸性窒素の溶脱が生じることを明らかにしている。さらには、窒素・水収支式により、化成肥料および緩効性肥料区における硝酸性窒素濃度は推定可能であること、深層に到達した硝酸性窒素は地下水位の上昇にともなう混合と脱窒により濃度が低下することを示している。

第5章は、構造の発達した土壌で生じるプレファレンシャルフローが硝酸性窒素および重金属の溶脱に与える影響を調べたものである。不攪乱土壌モノリスの地表面に窒素および重金属を施用し、自然条件を含む3降雨条件下での浸透水中濃度を調査している。供試した重粘土ではプレファレンシャルフローにより、施用した窒素は硝酸性窒素として速やかに溶脱し、その濃度はしばしば環境基準を越えることを示した。亜鉛の溶脱はプレファレンシャルフローにより増大されたが、銅濃度

の上昇は認められなかった。また、生じたプレファレンシャルフローの程度を定量的に評価するために、完全混合槽列改変モデルを開発し、その有効性を示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、農耕地における硝酸性窒素による地下水汚染の防止をはかるため、畑地での硝酸性窒素の溶脱機構を解明することを目的としたもので、硝酸性窒素溶脱量のモニタリング手法を開発し、肥培管理および土壌構造が硝酸性窒素の溶脱に与える影響を調査・解析したものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 硝酸性窒素溶脱量のモニタリング手法のひとつであるウイックサンプラーの集水効率には降雨強度と壁の高さなどの影響を受けることを実験と数値シミュレーションを用いて理論的に明らかにし、ウイックサンプラーの設計指針を示した。
2. 構造の発達した土壌における硝酸性窒素溶脱量のモニタリング手法として、トラクタの3点リンクに接続し、油圧システムを動力源とする二重管構造の土壌モノリス採取装置を開発し、野外条件下で硝酸性窒素のモニタリングが可能なモノリスライシメータ法を確立した。
3. 連用肥培管理試験を行い、化成肥料および緩効性肥料を施用した場合、作物に利用されない余剰窒素のほとんどはやがて硝酸性窒素として溶脱する可能性が高いことを示した。また、豚ふん堆肥を連用した場合、最初の数年は施用窒素の大部分が作土中に蓄積するが、さらに数年後には化成肥料区と同様の硝酸性窒素の溶脱が生じることを明らかにした。さらには、畑地から溶脱し、深層に到達した硝酸性窒素は地下水位の上昇にともなう混合と脱窒により濃度低下が生じることを解明した。
4. プレファレンシャルフローの生じやすい重粘土では、施肥された窒素は硝酸性窒素として速やかに溶脱することを明らかにした。また、プレファレンシャルフローを定量的に評価するために、完全混合槽列改変モデルを開発してその有効性を示した。

以上要するに本論文は、硝酸性窒素のモニタリング手法を開発し、自然条件下での硝酸性窒素の溶脱機構を解明することにより、硝酸性窒素による地下水汚染の防止に関する基礎指針を与えたものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年7月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、合格と認めた。