

1. はじめに

田瀬則雄（筑波大学地球科学系）

硝酸性窒素による地下水汚染が大きな問題として取り上げられてきているが、茨城県の調査(1970)などではすでに30年前に深刻な状況にあった。茶などの園芸農業における近年の化学肥料の大量施用に起因する場合も多いが、長年の農業活動の蓄積の結果と考えられる場合も現地調査からは推察される(田瀬, 1998)。金子(1995)は千葉県での調査において、地下水の水質が江戸時代からの土地利用に影響されていると報告している。筆者は安定同位体(^{15}N)を利用して地下水汚染の汚染源の同定に関する研究(田瀬, 1996; 近藤ほか, 1997; 小川ほか, 1998)を進めているが、表層(物質の負荷源)と地下水帯の間の土壌層の役割を評価する必要性を感じている。また、田村(1993)は自然植生の遷移に伴う土壌理化学性の変化を研究しているが、その対照として農地での施肥などの人為的な影響の程度、特に時間スケールについて関心を持っている。

このような経緯から、本研究では、土壌層が地表での人為活動、特に農業活動に関し、どのくらいの時間メモリーを持っているのか、それは土壌層のどこに、物理化学的特性としてどのように蓄積されているのか、また土壌と地中水(土壌水+地下水)との相互作用、さらに最終的には地下水の水質への影響、水質形成での役割について明らかにすることを目的としている(図1-1)。

研究対象地域としては、土(壤)層が厚く、地下水位が深く、土地利用、特に農業的利用が長く、さらにメモリー効果が長いと考えられるローム層に覆われた埼玉県入間市から東京都青梅市にまたがる金子台を取り上げ、いくつかの異なる土地利用履歴の地点と対照とする神社(林)と合わせて検討した。地域の地下水などについては過去に檜山ほか(1993)や樫根(1994)が調査しており、筆者らは1996年から地下水の水質調査とともに、入間市(茶畑)と近隣の青梅市(畑)で12mの土壌ボーリングを実施し、予備的な化学分析を行い、深度4mまで施肥の影響が明瞭にみられるがそれ以下ではみられないことを確認し、メモリーの指標となる項目を検討してきた。

硝酸性窒素による地下水汚染に関する研究では、硝酸イオンは基本的には土壌水とともに降下浸透(移流拡散)し、地下水へ到達するとするアプローチが一般的で、土壌との相互作用は多くの場合無視できると仮定している。従って、濃度のみを対象としている。また、浸透水については、易動水と不動水の交換などを考慮した研究はあるが、物質輸送と組み合わせているものは国内外ともみられない。本研究では、新たに行ったボーリング試料(図1-2)により、地表付近で供給される化学肥料・堆肥などの窒素の濃度、存在形態、蓄積量を、硫酸イオンなどの特徴となる項目、窒素と炭素の安定同位体比、土壌の理化学性とともに細密な深度プロファイルとして検討する。なお、海外においては農業活動による表層土壌の理化学特性(特に有機物量、組成、その同位体組成など)の変質を扱った論文(Cerri et al., 1991; Wagner, 1991)はみられるが深層までを対象としていない。

また、土壌水の滞留時間の同定には、トリチウムとともに、水素あるいは酸素の同位体の季節変動をトレースすることにより滞留時間を推定する方法を新たに試みた。一般にローム層を通過する土壌水の降下浸透速度は1~2m/年であるので、対象地域での土壌水の滞留時間は長くとも数十年と考えられるが、土壌との相互作用(吸脱着、不動水と易動水の交換など)によりより長い可能性があり、この点を土壌(水)の理化学性と比較することにより明らかにすることも本研究の重要な課題である。

以上の観測解析結果から、変質、吸着などを含めた水と物質の輸送モデルを構築し、窒素を中心とした物質の地中での挙動を蓄積性・滞留時間などの時間スケールに焦点を当てて検討する。

本研究は地表から地下水への物質の輸送過程、地下水の水質形成に新たな視点を提供できればと考えている。また、硝酸性窒素による地下水汚染では、蓄積性の評価、汚染・汚染源対策の時間スケールの評価に実証的な根拠を提示できればとも考えている。

分析、解析がすべて終了しておらず、また研究者間の調整も済んでいないので、とりあえず予察的な報告とした。

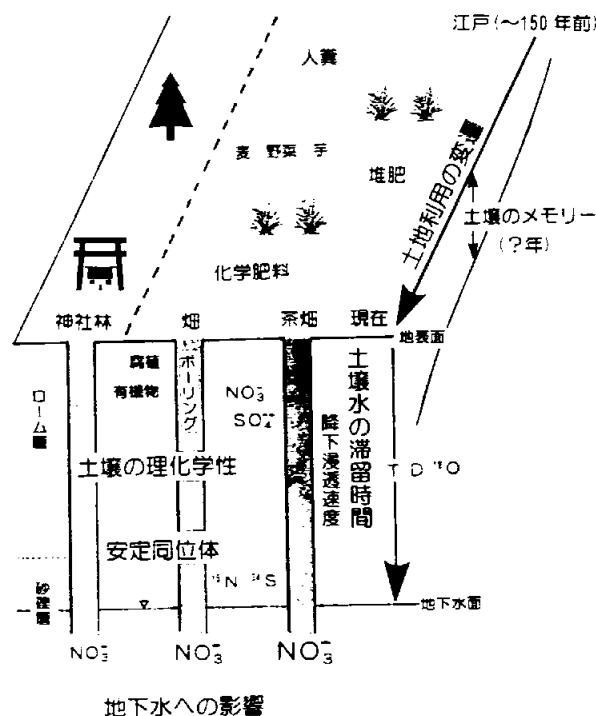


図1-1 研究の流れ

文 献

茨城県衛生部(1970): 茨城県における生活用水水質の実態. 202p.

小川祐美・田瀬則雄・檜山哲哉・嶋田 純(1998): 埼玉県金子台付近における不圧地下水の硝酸性窒素の起源に関する一考察. 日本水文科学会誌, 28(4), 125-134.

金子文宣(1995): 千葉県における地下水の特性とその農業利用に関する研究. 千葉県農業試験場特別報告, 29, 1-69.

榎根 勇(1994): 「多摩川水系の地表水と地下水交流に関する研究」, (財)とうきゅう環境浄化財団研究助成 No. 160, 310p.

近藤洋正・田瀬則雄・平田健正 (1997): 沖縄県宮古島における地下水中の硝酸性窒素の安定同位体比について. 日本地下水学会, 39(1), 1-15.

田瀬則雄(1996): 地下水中の硝酸性窒素濃度と窒素安定同位体比―汚染源の同定は可能か―. 水, 38(8), 70-78.

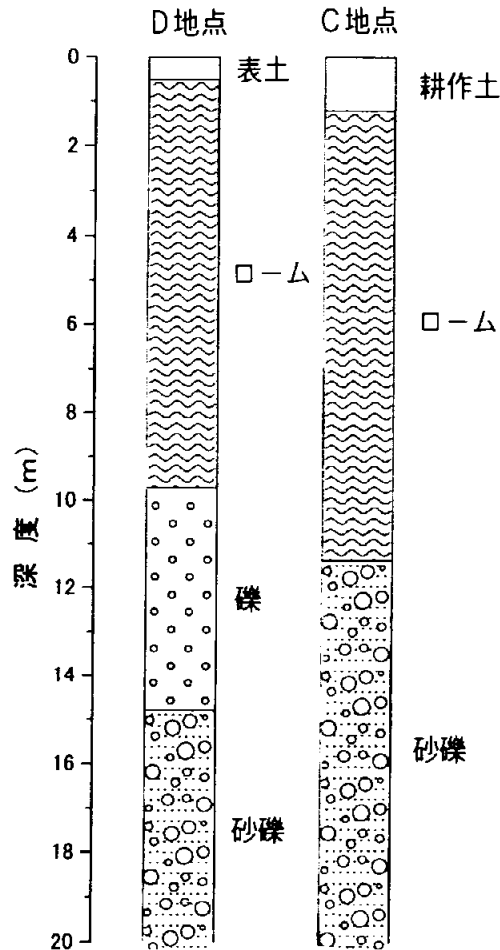


図 1-2 ボーリング柱状図 (位置は図 2-1 を参照)

田瀬則雄(1998): 硝酸性窒素による地下水汚染の現状と対策. 第6回日本水環境学会市民セミナー「いま水環境について私たちが知りたいことー水環境をめぐる新たな問題とその対策ー」講演資料集, 12-28.

田村憲司(1993): 黒ボク土の一般理化学士に及ぼす植生遷移の影響. 日本土壤肥料学雑誌, 64(2), 166-176.

檜山哲哉(1993): 金子台付近における不圧地下水ー水質の空間分布と地形段丘面による差異ー, 筑波大学水理実験センター報告, 18, 29-39.

Cerri, C.C., Eduardo, B.P., and Piccolo, M.C.(1991): Use of stable isotopes in soil organic matter studies. IAEA-SM-313/48, 247-259.

Wagner, G.H.(1991): using the natural abundance of ^{13}C and ^{15}N to examine soil organic matter accumulated during 100 years of cropping. . IAEA-SM-313/48, 261-268.