

窒素肥料汚染による酸性土壌水の移動特性

和歌山大学システム工学部

正会員 井伊 博行

和歌山大学大学院システム工学専攻

学生会員 ○久堀 泰佑

和歌山大学システム工学部

正会員 石塚 正秀

和歌山大学システム工学部

正会員 平田 健正

1. はじめに

近年、畑作物の品質向上目的で施肥される窒素肥料が原因で、畑地周辺の湧水は硝酸性窒素や酸性化による重金属の水質汚染が問題となっている。調査対象地の静岡県清水では各農家が独自の判断で施肥量を決定していたため、過剰な窒素肥料の投入が問題となっていた。そこで1998年に農林水産省は茶園農家への施肥量規制を行い、1994年には年間約110kg/10aだった施肥窒素量は指導により減少し、2003年には半分の約55kg/年間/10aまで減肥が進んだ。しかし、湧水の硝酸性窒素濃度は依然として高い。本研究では湧水の硝酸性窒素濃度が下らない原因解明のため、この茶畑における土壌水の移動特性を把握することを目的としている。

2. 調査・分析の概要

調査地は静岡県静岡市清水の広瀬、茂畑地域にある茶畑周辺の台地である。湧水、表流水、土壌水を採取し、土壌水はポーラスカップ法により地下30、40、90、140、210cmをそれぞれ採取した。採取した試料は0.45μmのメンブレンフィルターでろ過し、DIONEX社のサプレッサ式イオンクロマトグラフを用いてカルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン、ナトリウムイオン、硝酸イオン、硫酸イオン、塩化物イオン、フッ素イオン、アンモニウムイオンを測定し、ICP発光分光分析装置（セイコーインスツルメンツ社、SPS1700）を用いてアルミニウムや鉄などの重金属を測定した。

3. 結果と考察

1) 表層付近での硝酸イオンの挙動

調査の結果、分析した溶存成分の多くは土壌水よりも湧水の方が濃度は低くなり、土壌水と湧水で濃度の近いものは塩素、ナトリウム、鉄イオンである。湧水で環境基準を超えているものは硝酸イオンだけであった。表層付近における窒素成分とpHの2001年1月～2004年1月の期間における詳細な挙動を図1に示す。

図1に示すのは土壌水中の各イオンにおける深度方向の時間変化を示したものである。横方向が経時変化で右に行くほど時間が経過し、縦方向が深度変化である。色の濃い部分はpHでは酸性、窒素成分では濃度の高い部分を表しており、図1の破線矢印の位置ではアンモニウム態窒素の高濃度の部分と硝酸態窒素の高濃度部分とが一致していることを表し、アンモニウム態窒素濃度の大きなピークは施肥時期の▼、の間の表層のみである。これはアンモ

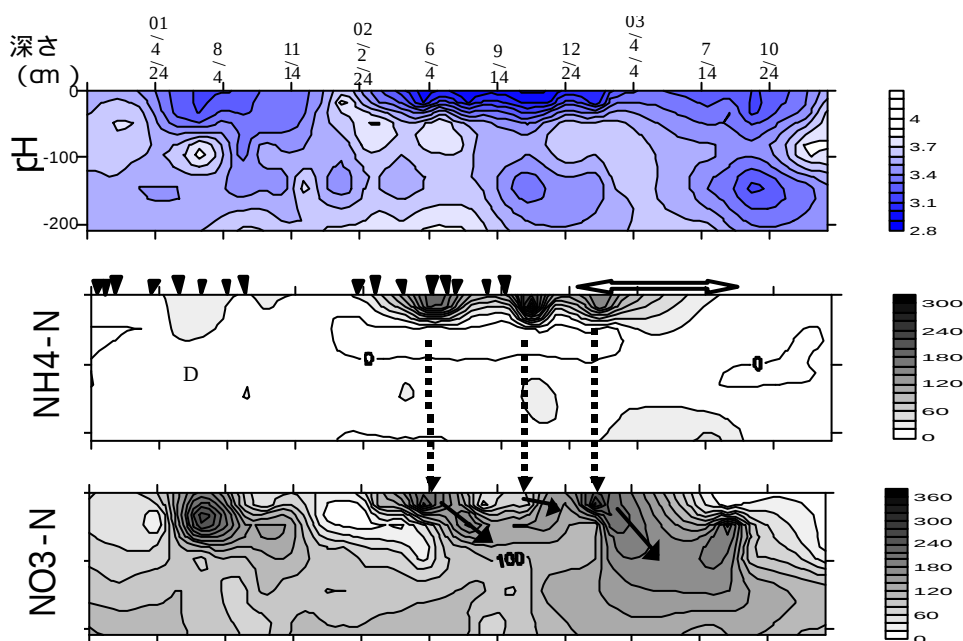


図1 pH、アンモニウム態窒素、硝酸態窒素の表層付近の濃度変化

キーワード 茶畑，硝化，硝酸，硝酸性窒素，pH

連絡先 〒640-8510 和歌山市栄谷 930 番地 和歌山大学 TEL 073-457-8367

ニア態窒素が投入されると即座に違う形に変化する事を示しており、同じ時期に硝酸態窒素でも濃度のピークが見られたこと、また、アンモニア態窒素濃度が高い場所のpHが低いことから、この破線矢印の位置はアンモニアの硝化の過程が起こっていると推測される。その後、実線矢印のように浸透する。

実線矢印の傾きは深さ方向に対する浸透速度を表しており、硝酸の浸透の速度は月に0cm～40cmとなり、最も早い浸透速度の40cmの場合、茶畑から湧水までの距離である100mを浸透するためには約20年かかる計算になる。

2) 窒素成分以外のイオンの浸透速度

他のイオンについても浸透の速度を求めた（表1）。2003年7月～2004年1月の期間におけるイオンは、速い速度で浸透するイオン、遅い速度のイオン、ほとんど浸透しないイオンに分類された。その中でも特にリン酸イオンは表層にしか存在しなかった。これは土壌が酸性の為に溶出したアルミニウムと化学的に結合し、バリッシャ石となったためであると推測された。

3) 広瀬と茂畑の水質の比較

広瀬と茂畑の採水地点は流域で分けた場合の集水域が異なるが、その水質はピークの変動の幅も時期も大変酷似している。茂畑と広瀬の水質の関係を把握するために二通りの窒素収支を計算することで地下へ流下する窒素量を推定し比較した。まず図2のように流域で集水域を決めて、その集水域に投入される肥料中、降雨中の窒素から収穫され取り出される窒素を引くことで、地下に存在する窒素量を推定し、降雨量から蒸発散量を引くことで流量を求め、湧水に到達する窒素濃度を推定した。結果(a)の茂畑のNO.3の推定窒素量は約4.3mg/lとなり、実際の湧水の値である11.12mg/lと異なった。同様に(b)の広瀬のNO.1, NO.2はそれぞれ20mg/l, 22.2mg/lとなり実際の値である16mg/l, 11.1mg/lとは異なった。次に図3のように標高を決め、その標高より上をすべて集水域とし、その集水域から流下する窒素量を図2と同様に推定した。茂畑の採水地点が標高250m、広瀬は二つとも150mなのでそこで標高を区切った。250mで区切った場合の推定窒素流下量は10.7mg/l、150mで区切った場合は9.4mg/lとなり実際の値に近似した。

4. おわりに

本研究では、茶畑台地における肥料中窒素の挙動を調べた。その結果、表層付近での硝酸性窒素は浸透が速い場合なら湧水まで到達するまでに20年かかる計算になり、また投入窒素量から湧水の濃度を推定し実際の湧水と比較することで、湧水の集水域は流域ではなく、その湧水の地点よりも上部の窒素が平均化しているものと推測され、湧水の濃度が下がるには更に時間を要すると思われる。

参考文献

- 1) 武田育郎, 水と水質環境の基礎知識, オーム社
- 2) 磷酸塩鉱物: <http://www.h2.dion.ne.jp/~ice/rinsan/barissya-.htm>
- 3) 平田健正編: 土壌・地下水汚染と対策, 社団法人日本環境測定分析協会, 1996

表1 各イオンの浸透速度による分類

浸透の速イオン (20～30cm/月)
SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+
浸透の遅イオン (5～10cm/月)
Ca^{2+} , Mg^{2+}
浸透しないイオン (0cm/月)
Li^+ , PO_4^{3-} , K^+ , Fe (2価も3価も含む総量)

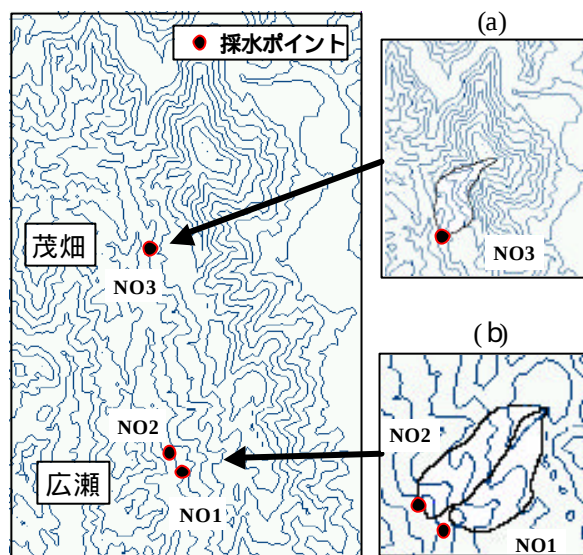


図2 分水界で分けた場合の集水域

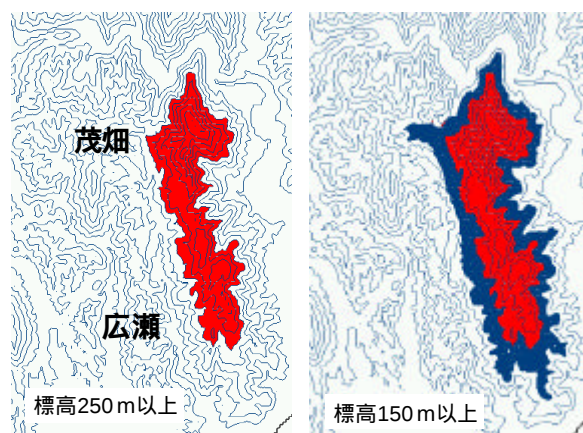


図3 標高で分けた場合の集水域