

茶畑周辺の表層水の流下過程における水質変化について

○和歌山大学大学院 システム工学研究科 学生会員 山野賢一、博(理) 和歌山大学教授 システム工学部 正会員 井伊博行
 工博 和歌山大学教授 システム工学部 正会員 平田健正、和歌山大学大学院 システム工学研究科 学生会員 田中豊和
 理博 国立環境研究所 西川雅高、静岡県環境衛生科学研究所 中島二夫、静岡県環境衛生科学研究所 梅原鎬一

1. はじめに

近年、畑地栽培では窒素肥料の多量施肥が問題となっている。その中でも、茶は品質向上の為に窒素施肥量の多い作物である。窒素肥料は酸化され、酸と酸素欠乏症を引き起こす硝酸イオンを放出することが問題であり、環境基準では硝酸態窒素・亜硝酸態窒素は 10mg/l 以下とされている。過去には茶畑周辺で、肥料成分の溶脱が原因で池の生物を壊滅させる被害が生じた。このような経緯から、現在では環境保全型農業を目指し、減肥や酸性土壌の改良が行われてきた。しかしながら、茶畑起源の多くの湧水や井戸からは未だに酸性を呈した高濃度の硝酸イオンが検出されるのが現実である。本研究では静岡県中部地方の茶畑周辺の汚染された地下水が流出する過程での水質変化について研究したものである。

2. 現地観測と実施内容

調査流域は静岡県中部地方の菊川流域で、年間降水量約 2000mm、年平均気温 16℃である。菊川は一級河川の中でも流域面積が小さいため流量が少なく、北東の大井川から農業用水の供給を受ける自浄能力の乏しい河川である。主に平地は水田、台地から丘陵地が茶畑に利用されている。実施内容は 1998 年 5 月から 2000 年 9 月まで各月毎の井戸水、湧水、池水、河川水を対象としたものである。試料はポータブル計器を用い、温度、pH、EC を原位置で測定した。また、溶存成分は滴定、イオンクロマトグラフィ、ICP 発光分光分析装置で測定した。水素酸素同位体比の測定には水と水素ガス、炭酸ガスを平衡にさせた後、質量分析計で測定した。

3. 調査結果と考察

(1) 窒素施肥量と地下水の pH、硝酸イオンの経時推移

Fig.1 に窒素施肥量と茶畑周辺の井戸水の NO₃-N 濃度と pH の経時変化を示す。97 年以降、環境保全型農業に取り組み、施肥量の減少がみられる。97 年度で年間施肥量は 108kg/10a であったが 2000 年には 65kg/10a と約 40%

の減肥があり、環境基準値 10mg/l は満足しないまでも NO₃-N 濃度の減少が見られた。一方で、酸性化はほとんど改善されず、pH は 4.5 程度の値であった。

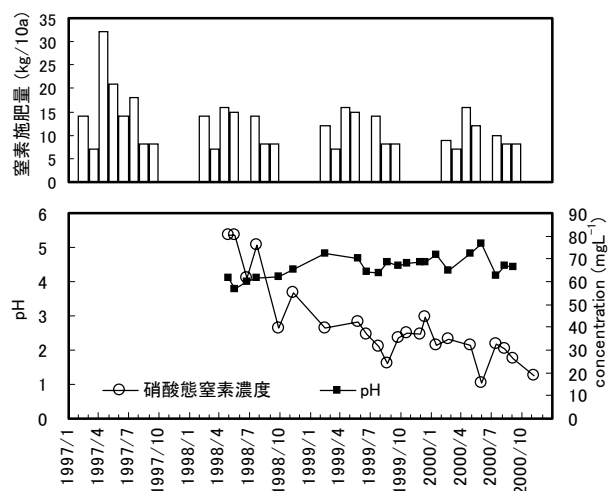
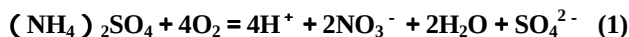
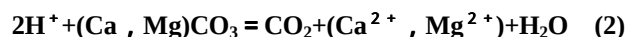


Fig.1 窒素施肥量, NO₃-N 濃度, pH の経時変化

一般に、茶畑に施肥される硫酸は式(1)の硝化反応によって硝酸イオンと酸になり、地下水を汚染する。



上式から NO₃-N 濃度の減少は窒素肥料の減肥の効果である。また、98 年の窒素施肥量を用い、土壌の溶脱率を 30%とし、降水量から蒸発散量を差し引き浸透水量とし、溶脱窒素量を除いて求めた地下水の推定 NO₃-N 濃度を試算すると 15.4mg/l となり、現状の施肥計画に基づいた施肥によっても、溶脱量に実際の茶畑土壌と相違があるものの環境基準値を超過する可能性と減肥が不十分であることが示唆された。pH は酸の中和剤として炭酸塩鉱物などを土壌改良剤として撒くことで改善され、中和反応は式(2)で表される。



窒素施肥量の減肥と共に中和剤の散布が行われているが、pH の改善が見られないことから中和剤や窒素肥料の減肥の不十分さ、残留肥料の影響が考えられる。

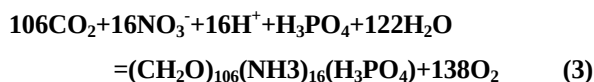
キーワード：茶畑、硝酸汚染、窒素肥料、大井川用水、酸素安定同位体

連絡先 〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷 930 073(457)80

(2) 汚染地下水の流下過程での水質変化

牧ノ原台地の南西部に起源をもつ湧水が池を経て、河川へ流出する流下過程を Fig.2 に示し、その水質変化を Fig.3, 4 に示した。ここで NO_3^- の減少が雨水による希釈か光合成などの NO_3^- を消費する反応によるものかを区別するために硝酸イオンと塩化物イオンとの当量比で示した。Fig.3, 4 より湧水は台地上の井戸水よりも比が大きく、pH も低かった。湧水は池に流入することで pH が上昇し、同時に当量比も減少した。下流の河川では NO_3^- -N 濃度において環境基準値をほぼ満足し、pH も中性からアルカリ性を呈した。

この結果から、流出過程では最初に池で pH の上昇と NO_3^- が消費される事が判る。pH が上昇し、硝酸イオン濃度が減少する反応として藻類などのプランクトンによる光合成があり式(3)で表される。



しかし、 NO_3^- の消費量が僅かであることから、池内では光合成だけでなく他にも pH を上昇させる要因がある事が示唆された。

次に、下流河川における NO_3^- -N 濃度の減少を説明するために、酸素安定同位体比を Fig.5 に示した。下流河川で同位体比は低い値をとる。菊川はその河川流量が少ないため、灌漑用水として北東に位置する大井川の水を河川に放水し、利用している。この大井川は赤石山脈などの 3000m 級の山々に涵養起源をもち、降水の高度効果によって低い同位体比を有する。その為、下流では大井川用水の流入により、その同位対比は低い値をとったと考えられた。したがって、下流での NO_3^- -N 濃度の減少は大井川用水の流入希釈によるものである。その希釈量は上流の NO_3^- -N 濃度を 50% から 90% も減少させた。また、下流での大井川用水の流入量は酸素同位体比を用いた試算では下流河川の 10% 程度であった。

4. まとめ

現在、環境保全型農業に取り組んではいるが、窒素肥料の減肥量や土壌改良剤の不十分さによって、依然として硝酸汚染されたままの水質が観察された。しかしながら、 NO_3^- -N 濃度が環境基準値を超過する酸性地下水の流下過程では下流部では著しい汚染水質は見受けられなかった。この原因として、pH は池内での光合成等の反応で、 NO_3^- -N 濃度は大井川用水の流入希釈効

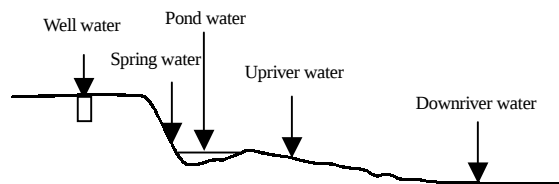


Fig.2 採水地点

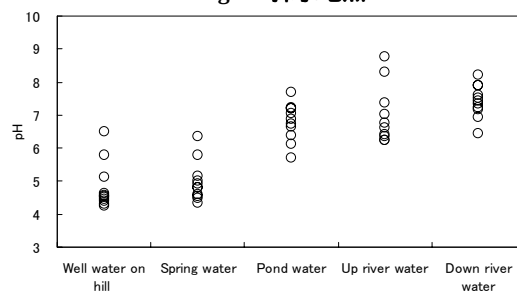


Fig.3 流下過程の pH 変化

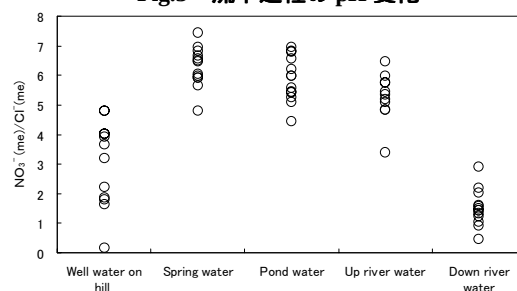


Fig.4 流下過程の $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ 変化(当量比)

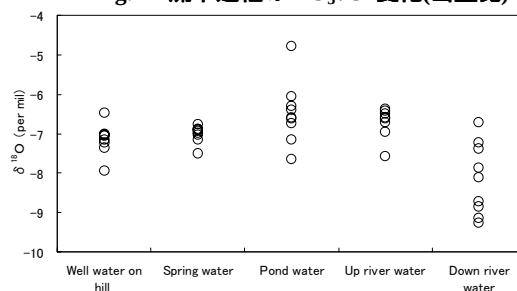


Fig.5 流下過程の酸素同位体比変化

果により改善されることが判った。特に、流域における大井川用水の農業用水利用は調査流域のような流量が少なく自浄作用に期待できない流域にとっては水資源だけではなく、水質を改善する面からも非常に有用であると考えられた。

参考文献

- 井伊博行, 平田健正, 松尾宏, 田瀬則雄, 西川雅高: 茶畑周辺の池水中の pH 変化と窒素, リン, 硫黄, アルミニウムの挙動について, 土木学会論文集, No.594/ -7, 57-63, 1998.5
- 田中豊和, 井伊博行, 平田健正, 西川雅高, 中島二夫, 梅原鎬一: 静岡県中部地方の茶畑周辺の地下水について, 水工論文集, 第 45 巻, 2001.2