

柑橘類樹園地からの硝酸性窒素・イオン類の流出に関する調査研究

○愛媛大学大学院 学生会員 小池由記
愛媛大学工学部 正会員 西村文武
愛媛大学工学部 重松和恵

1.はじめに

農耕地は、栄養塩類や農薬など周辺水域環境へ影響を及ぼす物質の大きな発生源のひとつとなっている。農耕地からの物質流出の実態やその特性を詳細に把握することは、健全な水辺空間の創造やそのための適切な対策を講ずる上で、必要不可欠な事項といえる。本研究では、愛媛県松山市内にある柑橘類樹園地を対象として、平成13年5月26日から週1回の頻度で継続観測を行い、柑橘類樹園地からの物質流出特性を調査した。

2.調査概要

松山市北西部の太山寺町に位置する標高約110mの丘陵地を調査対象とした。本対象地では上部の谷沿いに水路が2本形成され、標高47mの地点で合流して、麓に造成された灌漑用溜池に流れている。この水路の集水域は約0.11km²であり、その約90%が伊予柑を主とする柑橘類樹園地として利用されており、残りは野菜畑等に利用されている。溜池の表面積は約3600m²、平均水深は約2mであり、滞留時間は約1ヶ月である。瀬戸内である松山地域は降水量が少なく、郊外平野には水田が広がり、周辺の丘陵地麓では灌漑用溜池が多数存在している。本対象地は、この地域の典型的な集水形態例として選定した。この樹園地では、窒素・リン酸・カリウムを主成分とする有機無機の混合肥料による施肥が、年4回、3、6、9、12月に行われている。ここからの土壌流出水(標高76m)・水路水(同37m)・溜池水(同17m)を採取し、栄養塩類やイオン類、金属等の挙動を観察した。分析は「下水試験方法」¹⁾や「水の分析」²⁾に準拠して行った。

3.結果及び考察

各地点でのpHを図1に示す。土壌流出水では著しくpHが低い傾向にあった。水路水では7.0前後であったが、上流部では6.5前後であり、土壌での低pHの影響があると考えられた。本樹園地では苦土石灰が収穫後にあたる1月～2月に散布されているが、土壌自体のpHが3程度と低く、それが表流水に影響を与えていると考えられる。溜池においてはpHが上昇する傾向にあった。溜池においては6月中旬に著しく低下している。松山市では6月19日に日降水量が167mmの大雨があったため、pHの著しい低下は降雨の影響によるものと考えられた。

各地点での硝酸性窒素濃度を図2に示す。全地点において溶解性窒素成分の80～100%が硝酸性窒素であり、土壌流出水では28～65mgN/Lと高濃度で流出していた。他の地点に比べ、pHの著しく低い土壌流出水で硝酸性窒素濃度が高濃度となっている。そこで、この地点を含めた本樹園地における土壌流出水のpHと硝酸性窒素濃度について考察を加えた。土壌流出水でのpHと硝酸性窒素の関係を図3に示す。pHの著しく低い所で硝酸性窒素濃度が高い傾向となっていた。本樹園地では窒素成分として硫酸アンモニウムが主として施肥されているため土壌中での生物的硝化により流出されたと考えられる。

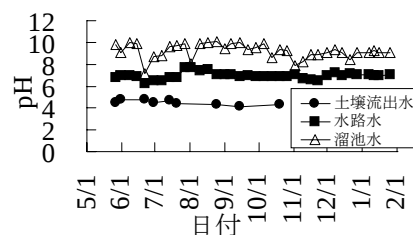


図1 各地点でのpH

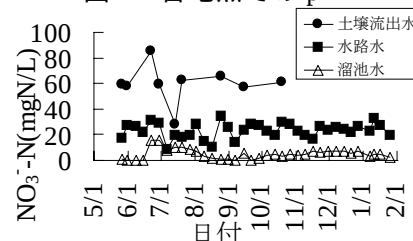


図2 各地点での硝酸性窒素濃度

キーワード：硝酸性窒素・イオン類・柑橘類樹園地・溜池・富栄養化

連絡先：〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番愛媛大学工学部環境建設工学科, Tel&Fax(089-927-9831)

雨水の pH は 5.3～5.8 であり、土壌流出水の著しい pH の低下は雨水の影響も考えられる。雨水の溶解性全窒素濃度は 0.5～2.5mgN/L その 50%～100%をアンモニア性窒素が占めており、土壌流出水に比べ低濃度である。土壌中での生物的硝化の際には、硝酸イオン、硫酸イオンに加え水素イオンも生じる。このことから、土壌流出水における著しい pH の低下の要因として土壌中での生物学的硝化が示唆された。本樹園地の流達水域である溜池においては 0～16mgN/L と低濃度の傾向にあった。各地点での $\text{NO}_3^- \text{-N}/\text{Cl}^-$ のモル濃度比を図 4 に示す。溜池でのモル濃度比が小さいことから溜池での硝酸性窒素の減少は希釈以外の要因であると考えられた。各地点での DOC 濃度を図 5 に示す。溜池で高濃度の傾向があった。栄養塩類の流入負荷が大きい溜池では富栄養化状態となり毎年夏季にはアオコが発生している。本調査期間においても Chl-a 濃度が 36～390 $\mu\text{g/L}$ であった。他の地点に比べ pH 及び DOC 濃度が高いことから、溜池での硝酸性窒素の減少の要因として植物プランクトンによる光合成及び底泥での脱窒が考えられた。

各地点でのイオン類の平均濃度を表 1 に示す。他の地点に比べ土壌流出水で Ca^{2+} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} が著しく高濃度であった。本樹園地は海岸線から北方向に約 2.8km、西方向に約 3.3km 離れているため、海風による影響の可能性及び、地質的要因があると

考えられる。 Na^+ は各地点で同程度であり、土壌流出水で高濃度である物質は肥料や苦土石灰に含まれていることから、本樹園地からは肥料成分等の物質流出の影響があると考えられた。この地点を含めた土壌流出水での pH と Ca^{2+} の関係を図 6 に示す。pH の著しく低いところで高濃度の傾向があり、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} も同様の傾向があった。このことから、樹園地での物質の流出には pH が関与していることが示唆された。本樹園地の溜池におけるイオン類について考察を行うため、愛知県内に存在する集水域が農耕地等である溜池群の研究結果³⁾との比較を行った。全ての項目で本樹園地の溜池が 2～5 倍程度高い濃度であった。本対象地の溜池では海岸に近いという地理的な要因に加え、集水域である樹園地からの肥料成分等の物質流出の影響を受けていることが考えられた。

4.まとめ

樹園地からは高濃度の硝酸性窒素が流出しており、それに伴い流出水の pH が低下することが示唆された。また、硝酸性窒素が溜池で減少する要因として脱窒及び植物プランクトンによる光合成が考えられた。イオン類では地理的、地質的要因に加え、樹園地から肥料成分等の物質が流出されており、流達水域である溜池にもその影響を与えていることが考えられた。今後は樹園地における低 pH に伴う物質流出の詳細な調査と、溜池における富栄養化物質等の負荷緩衝作用について定量的に評価する必要があることが示唆された。

参考文献：1)建設省都市局下水道部、厚生省生活衛生局水道環境部監修、下水試験方法上巻、(社)日本下水道協会、1997

2)日本分析化学会北海道支部編、水の分析第 4 版、化学同人、1994

3)大沼淳一、坂井田稔、犬山 98 ため池群の集水域環境と水質特性、第 36 回日本水環境学会年会講演集、p.112、2002

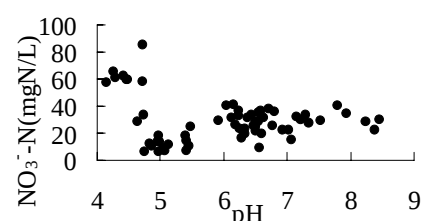


図 3 pH と硝酸性窒素濃度

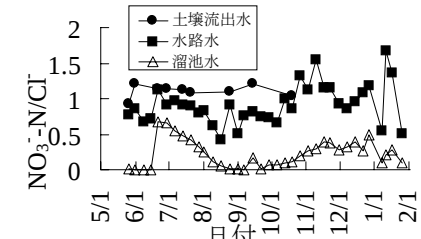


図 4 各地点での $\text{NO}_3^- \text{-N}/\text{Cl}^-$ (モル濃度比)

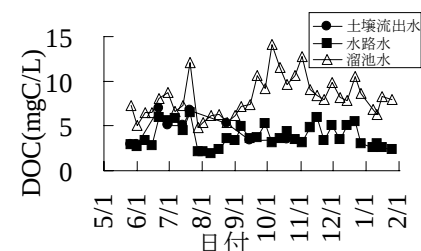


図 5 各地点での DOC 濃度

表 1 各地点でのイオン類の平均濃度

地点 イオン	土壌流出水 (mg/L)	水路水 (mg/L)	溜池水 (mg/L)
Ca^{2+}	120	49	39
K^+	22	8.2	9.0
Mg^{2+}	29	13	8.4
Na^+	23	23	20
Cl^-	31	15	15
SO_4^{2-}	290	130	100

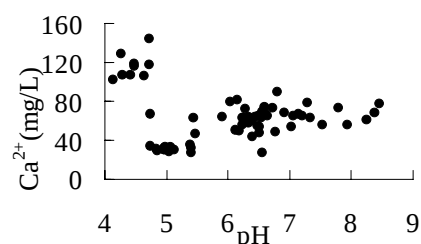


図 6 pH と Ca^{2+}