

畑地土による脱窒と地下水汚染

(株)新日本環境計測 正会員○菅 純子
同上 正会員 松永雄二
九州大学 正会員 広城吉成
福岡大学 正会員 山崎惟義

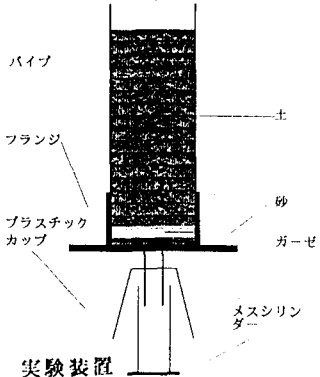
1. はじめに

地球の生物圏では、生命の維持と生物の活動に重要な物質が循環している。これらの物質に窒素も含まれているが、我が国においては経済の高度成長に伴う人と産業の局地的集中に依り窒素循環の過程が変化し、窒素を主体とする栄養塩類が生活排水や産業排水として水域に流入し、問題化している¹⁾。この問題に対し、産業排水の規制や、下水道の整備による負荷の低減等対策がとられているが、農地をはじめとする地域の土-植物系がもつ窒素の循環機能の利用も期待されている。

また杉尾²⁾らは、地下水汚染の主因を窒素系肥料の過剰施肥とし、肥料による地下水への溶出として主に、NO₃-Nであることを報告している。そこで発表者らは、不攪乱に近い状態の畑地土にNO₃-Nを与え、エタノールを水素供与体として脱窒実験を行った。

2. 実験方法

実験に用いる畑地土は図1に示すような内径 5.5cm の塩ビ管5本を室見川流域で実際に耕作されている畑に打ち込み不攪乱に近い状態で採取した。降雨装置には三角フラスコに試料を入れポンプで給水する装置を用い、週1回1日かけて注入し、浸出水はカラム下のメスシリンダーに集め1日1回水量を測定するとともに、JIS K0102にて保存した。また保存試料の各態窒素はフローインジェクション(JIS K0126, 発色法JIS K0102)により 2 週間に1回行った。



3. 実験条件

注入水量はキャベツを栽培を想定し収穫するまでの福岡県の降雨量を週平均し、かつ蒸発や表面流出などを考慮し、4.34ml/dayに相当する 50ml/weekとした。注入窒素量はキャベツの一般的な施肥量を週平均すると窒素量は 5.05mg に相当しこのカラムに注入する硝酸カリウムに換算すると36.48mgになる。これを週に1度注入水と共に滴下すると、T-N濃度としては101mg/lとなる。またエタノール量はエタノールと硝酸カリウムとの化学量論式(1)より求め、実験条件は窒素無添加、エタノール無添加、注入炭素とエタノールのモル比で、12:2.5、12:5、12:10の5カラムとした。

また、10月25日以降脱窒に及ぼすエタノールの適量の評価が困難と考えられたので、初期条件の5倍の量の硝酸カリウムとエタノールを注入した。各カラムの条件を10月25日以前(表1)10月25日以降(表2)に示す。

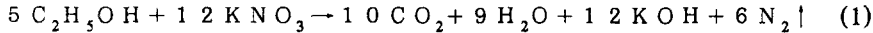


表1

1991年8月19日~1991年10月25日					
カラム番号	1	2	3	4	5
注入水量(ml)	50	50	50	50	50
注入窒素量(mg)	0	5.05	5.05	5.05	5.05
注入硝酸カリ量(mg)	—	36.48	36.48	36.48	36.48
T-N(mg/l)	—	101	101	101	101
モル比 N:C(N-12)	—	—	2.5	5.0	10.0
注入エタノール量(mg)	0	0	3.46	6.92	13.84
注入炭素量(mg)	—	—	1.81	3.61	7.22
TOC(mg/l)	—	—	36.12	72.24	144.47

(1週間当たり)

表2

1991年10月25日以降					
カラム番号	1	2	3	4	5
注入水量(ml)	50	50	50	50	50
注入窒素量(mg)	0	25.25	25.25	25.25	25.25
注入硝酸カリ量(mg)	—	182.05	182.05	182.05	182.05
T-N(mg/l)	—	505	505	505	505
モル比 N:C(N-12)	—	—	2.5	5.0	10.0
注入エタノール量(mg)	0	0	17.26	34.52	69.03
注入炭素量(mg)	—	—	9.01	18.02	36.04
TOC(mg/l)	—	—	180.18	360.35	720.7

(1週間当たり)

4. 実験結果

各カラムの浸出水は図2.に示すように浸水量が多いカラムの順に1、4、5、3、2であり、カラ

ム3、5の浸水量はほとんど同量であった。また浸水速度が早いカラムは1、5であった。

各カラムの浸出水である各態窒素は $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が約 $1\sim 100\text{mg/l}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が約 10^3mg/l 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が数 mg/l であり、ほとんどが $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度で占めた。

各カラムのT-N濃度曲線は図3.に示したように注入硝酸カリウムを5倍(注入条件2)にして、しばらくして変化が見られた。T-N濃度増大の立上り時期にはばらつきがあり、注入条件2にしてからカラム4は2か月後に濃度が高くなり、カラム2,3は3か月又は4か月ごろから高くなった。

またT-N濃度ピーク値は、注入条件2にした後約6か月の時点でカラム2,3,4はそれぞれT-N濃度のピークが見られたが、カラム2,3のT-N濃度ピーク値はカラム4の約2倍の値を示した。

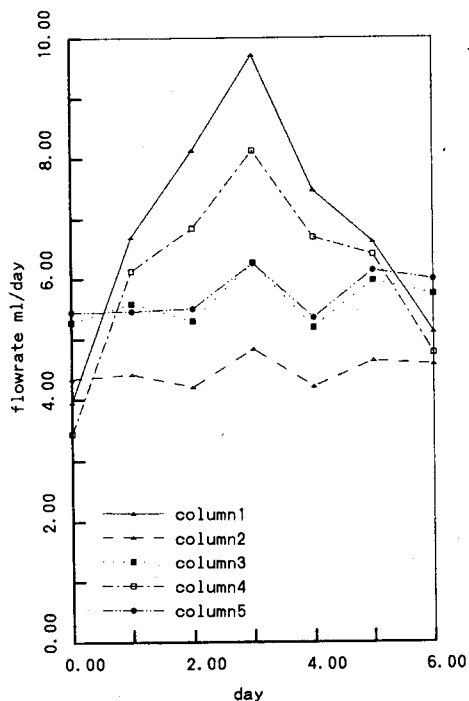
さらにピーク以降のT-N濃度曲線を比較すると、カラム2は高い値で横ばい状態がつづき、カラム3は半減した。一方カラム4は激減し、1年後には 10mg/l 以下となった。なおカラム1及びカラム5にはT-N濃度の増大は見られず、カラム5は常に低い値であった。

すなわち、エタノール無添加のカラム2のT-N濃度は注入窒素量とほぼ同じで、エタノール $1/2$ 当量のカラム3は注入窒素量の約半量となり、エタノール当量のカラム4は窒素注入量の約 $1/50$ 以下となり、最終的には化学量論式に沿った結果となった。

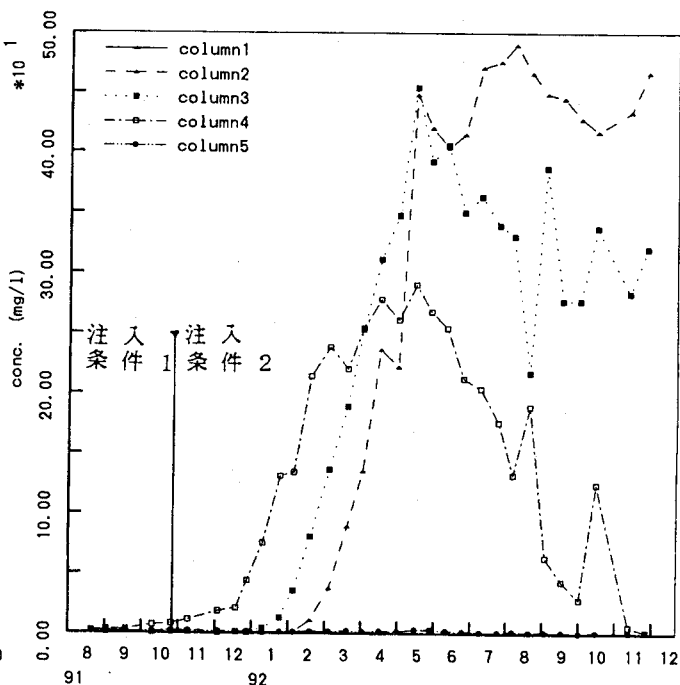
5. おわりに

ピークの現われは微生物量に対し窒素が飽和したと考えられた。しかし各ピークについてアルコール添加のものは、窒素注入量の半量の値を示した。後、微生物の増殖がおこりカラム4は激減したと考えられる。結果的には微生物の順致に時間を要したが、化学量論式に沿ったエタノール添加量が脱窒には好ましいと思われる。

今後カラム内の水の動きや微生物反応を調べるために、トレーサー実験や微生物数、エタノール消費量などを調べる必要がある。



filtrate
図2



T-N concentration
図3

〈参考文献〉

- 1) 三輪 孝太郎、小川 吉雄：集中する窒素を我が国の土は消化できるか、科学 Vol.58, No.10, pp.631-638, 1988
- 2) 杉尾 哲、今村 拓也：黒ボク内の肥料による地下水汚染、土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.328-329, 1991