

筑波大学 正会員 天田高白、兼島 浩

建設省土木研究所 正会員 北川 明

1. はじめに

汚水の土壌処理は、水域の富栄養化防止と水資源涵養の有効な対策として重要視されつつある。筆者らは地下埋管法による土壌の浄化力と毛管作用による高い浸透力に着目して、本工法を用いた汚水の浄化と浸透に関する基礎的研究を行ってきた。ここでは特に処理水の流入から浸透、流出過程における窒素の挙動について報告する。

2 実験施設及び方法

実験施設は地下埋管、トレンチを埋設したライシメータ(5"×5"×2")を用いた。(図-1, 2)。処理水は設定条件に従って給水口から埋管を通して自動的に給水され、同時に給水カウンターにより計測が行われる。またトレンチからの浸透水はライシメータ底部の排水管を通して流出し、自動記録される。供試土壌は筑波の火山灰土壌を用いた。(表-1)。汚水は霞ヶ浦流域下水道湖北処理場の初沈流出水(一次処理水)を用いた。

土壌水を採水するため図-2に示す採水位置にポーラスカップを埋蔵させ、真空ポンプで吸引採水した。実験開始の20日前から1日/日100ℓの処理水を連続供給し、最後に200ℓ給水後給水を停止し供給処理水、ポーラスカップによる土壌水及び浸透流出水について採水を行ない、経過時間と窒素成分の変化を調べた。試料は採水後直ちに飽和Hg₂Cl₂を加えて実験室に持ち帰り分析した。

表 1 供試土壌の理化学的性質

PH		EC	CEC	IL	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	N
H ₂ O	KCl	μm/cm	me/100g	g/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%	%
5.9	5.4	84.6	15.8	10.4	13.9	14.9	24.9	23.9	2.1	0.16

3. 結果

実験結果は表-2、図-3(4)に示す。トレンチ上部Tでは時間の経過とともに硝化が進行し、またT-N濃度は次第に供給処理水の濃度と近づく。トレンチ内のC(55cm深)、D(1m深)両地質では窒素はNO₃-Nとして存在する。T、C地の濃度はT-Nでほぼ等しくなっているが、D地質の濃度は急激に減少し、流出水なみの濃度となっている。すなわち、汚水中の窒素はトレンチから浸透後、深さ50cm付近に達するまではほぼ完全に硝酸態に変化しており、また窒素の減少は浸透水が深さ1m付近に達する間に行なわれたことがわかる。

表-3、図-3(5)は2週間給水と停止し流出水がほとんどなくなった時点で汚水を200ℓ給水した後給水を停止し、前回と同じ位置で土壌水の採水分析を行なったものである。また降雨の影響をなくするためビニールシートでライシメータを被覆した条件下で行なった。表-3から窒素濃度はトレンチ上部T地で供給給水濃度より一段と高く、トレンチ内のC地でも供給給水なみの濃度を示している。しかしD地では窒素濃度は激減しており、前回の実験なみの数字を示している。このことは脱窒作用と土壌吸着・保持を暗示させるものであるが今回はこの点につき明らかに出来なかった。

4. その他

今回は汚水の土壌への流入—浸透—流出過程での窒素成分の変化を中心にとり上げた。汚水を連続給水し水質分析と浸透速度の測定を行なった結果は①BOD、COD、SS、PO₄は90%以上の除去率を示した。またライシメータ底部から流出した浸透水の窒素濃度は汚水より低く収支計算の結果約60%の除去がみられた。土壌水分析の結果は上記のとおりである。また③浸透速度は次第に低下していったがそれによって5m/日程度の高い浸透能力を示した。目撃例の要因となる有機物や固形物の濃度を小さくした二次処理水と供給水として用いることにより高い浸透量を得られ地下水涵養効果が期待できると思われる。

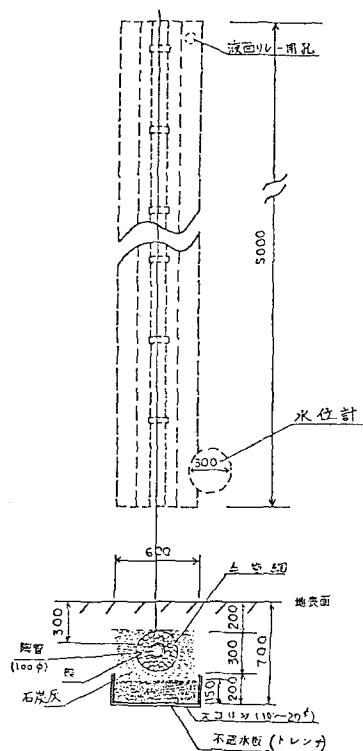


図-1. 地下埋管・トレンチ断面図 (単位: mm)

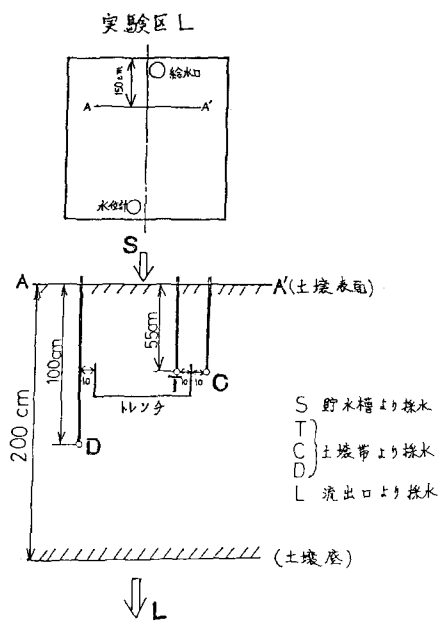


図-2 土壌水採水位置図

表 2 土壌水の窒素濃度

		$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	T-N^*
S	0	36.77	0.02	0.15	36.94
	5	6.56	0.03	8.73	15.32
	21	8.93	0.07	10.06	19.06
T	41	9.55	0.13	13.26	22.94
	48	9.63	0.26	22.24	32.13
	5	0.15	tr.	16.31	16.46
C	20	0.10	tr.	21.68	21.78
	40	0.08	0.00	20.54	20.62
	5	0.86	0.00	1.52	2.38
D	24	0.36	tr.	7.20	7.56
	40	0.17	0.00	4.16	4.33
	5	0.00	0.00	5.95	5.95
L	20	0.00	0.00	6.93	6.93
	47	0.00	0.00	6.42	6.42

* T-N: $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$

表 3 土壌水の窒素濃度
(ビニールにより土壌施肥)

採水位置	経過時間	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	T-N^*
S	0	39.32	0.10	0.53	39.95
	4	2.09	0.58	68.46	71.73
	10	0.36	0.86	65.84	67.16
T	27	0.00	0.18	77.94	78.12
	48	tr.	tr.	78.79	78.79
	6	0.71	0.00	30.12	30.83
C	25	0.10	0.00	32.07	32.17
	24	0.00	0.00	2.80	2.80
	71	0.00	0.00	2.40	2.40
D	0	0.00	tr.	6.93	6.93
	3	0.00	0.00	7.71	7.71
	24	0.00	0.00	12.09	12.09
	46	0.00	0.00	13.52	13.52

* T-N: $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$

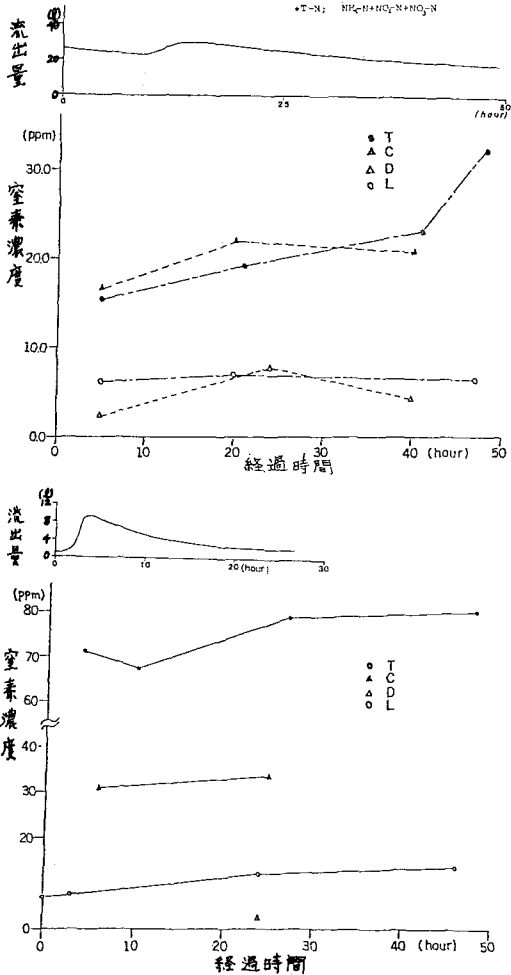


図-3. 土壌水の窒素濃度変化と流出量.