

II-419 植物および土壌による窒素・リンの除去

広島大学工学部 正員 ○今岡 務
 同上 小西洋 一
 同上 正員 寺西靖 治

1. はじめに 下水処理水の高度処理を目的として、土壌あるいは山地への下水散布による水質浄化が検討されているが、用地確保の問題や目づまり現象への対策などに加えて、水質的には硝酸性窒素の流出が問題点として指摘されている。本処理法においてこの窒素除去を促す手段としては、植物による吸収と土壌内での脱窒作用の促進などがあげられる。本稿では、土壌表面にクローバーあるいは芝を植栽するとともに内部に滞水層を形成させたライシメーターを用いて、窒素およびリンの除去効果を検討した結果について報告する。

2. 実験方法 本実験は、透明波板製の屋根の下に図-1に概略を示す実験装置を設置した。ライシメーター(40×180×85cm)は厚さ12mmの合板を用いて4基作成し、耐水性ペイントおよびシーリング剤により防水加工を施した後、70mmの鋼管で底面ならびに側面を固定した。これに、実験地付近で採取されたマサ土(約750kg)を締め

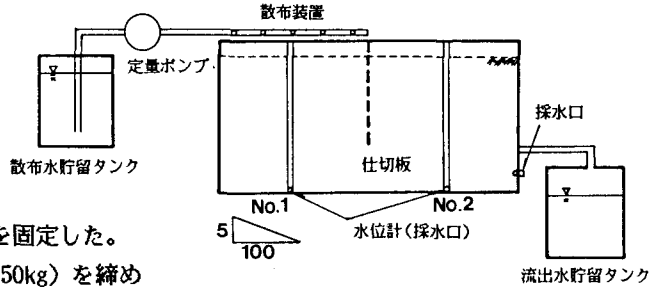


図-1 実験装置の概略図

固めながら深さが75cmとなるように入れた。また、ライシメーター流下方向中央部には表面流出を防ぐ目的で底部から30cm以上のところに仕切板を設け、下水散布域はその上流側とした。4基のライシメーターのうち3基は流出口の高さを底部から30cmとすることにより、土壌内に滞水層を形成させた。このうち、植栽しなかったライシメーターをR-1とし、散布域に芝およびクローバーを移植したものをそれぞれR-2、R-3とした。残りの1基は対照として最下部に流出口を設け、R-4とした。なお、芝およびクローバーは付近に自生していたものを深さ約5cmで必要面積切り取り、植え換えた。散布水としては、最終沈殿池沈後水に水質負荷として1m³当たりCSL(Corn Steeve Liquor)を100g、NH₄Clを20g添加したものをを用いた。散布水量は1日20mmに設定し、定量ポンプにより昭和60年8月31日から12月13日までの105日間毎日8時間散布した。その間、1週間毎に散布水、土壌内間隙水(水位計から採水、No.1:上流側、No.2:下流側)および流出水の水質分析を実施した。流出水量は、流出水を50lポリタンクに貯留し、その重量を1週間毎に測定することにより調べた。その他、気温・土温(採水日の午前10時に測定)、芝およびクローバー

表-1 散布水の平均・最大・最小水質

の窒素・リン含有量の変化ならびに実験前後の土壌中の窒素・リン含有量の変化などに関しても調査を行った。

3. 結果と考察 本実験は秋季に行われたものであり、気象条件にはかなりの変動があった。すなわち、実験開始日には26.4℃であった気温も徐々に低下し、実験終了日には6.4℃であった。この実験終了日には夜間の気温の低下に伴いライシメーター内が凍結し、土温(深さ15cm)は1.1℃を示した。実験期間中の平均気温・平均土温は、それぞれ15.8℃および12.9℃であった。また、実際の散布水量には定量ポンプによる相違が認

分析項目	平均値	最大値	最小値	単位
pH	7.10	8.36	6.41	
EC	414	550	347	μS/cm
ORP	424	549	348	mV
Cl ⁻	55.4	72.8	47.8	mg/l
BOD	19.3	51.0	4.0	〃
COD	11.7	19.5	6.1	〃
T-N	15.16	24.95	7.23	〃
Kje-N	7.06	10.03	4.61	〃
NH ₄ -N	6.37	7.56	4.61	〃
NO ₂ -N	1.63	6.75	0.02	〃
NO ₃ -N	6.13	15.64	0.48	〃
T-P	1.442	3.077	0.940	〃
PO ₄ -P	0.717	1.132	0.025	〃

められ、平均水量負荷はR-1から順に17.8、16.7、22.8、21.8 mm/日と計算された。散布水は概ね2週間毎に作成したが、表-1に示すようにとくにBOD、NO₃-NおよびPO₄-Pなどの変動が顕著であった。これは水質負荷として添加したCSLおよびNH₄Clの分解にもよるが、原水とした2次処理水の水質変動にも起因している。一方、ライシメーターからの散布水の流出は、最下部に流出口を設けたR-4では実験開始後1週間目頃から見られ始め、3週目以降は毎週50 l前後の流出水が得られた。R-1~R-3での流出は10日目頃から見られ、1週当たりの流出水量も32~40 l程度とR-4よりもかなり低い値であった。これらの流出水の水質について、BODではいずれのライシメーターにおいても実験期間を通して2.0 mg/l以下の低い値が得られ、Kj-N、NH₄-N、T-P、PO₄-Pもほとんど顕著な流出は認められなかった。それに対し、NO₃-Nは図-2に示すように流出時期に差はあるが、実験後期に顕著な濃度増加が見られた。加えて、図には示さなかったが、Cl⁻の流出がR-1~R-3では10週目以降、滞水層のないR-4ではやや早く7週目以降概ね定常期に達したのに対し、散布水の平均T-N濃度と同程度までに濃度上昇が認められたR-4以外は、No.1およびNo.2の傾向から見て流出NO₃-N濃度の増加傾向が今後も続くと推測された。これは、芝・クローバーによる吸収の効果とともに土壌によるNH₄-Nの吸着に基づく流出の遅れあるいは土壌内での貯留のためと推定され、脱窒による窒素除去と直接結びつけることは困難であった。すなわち、窒素・リンについては物質収支からの浄化効果の検討も行ったが、脱窒を示す結果は得られなかった。ただし、散布負荷量が小さかったため土壌内貯留量の評価の際の分析誤差の影響が大きくなり、正確な収支を得ることはできなかった。とくに、R-3では図-2中に示されているように初期にNo.1でNO₃-N濃度のの上昇が見られたことおよび散布量にほぼ相当するクローバーによる窒素・リン吸収量が得られたことなどから、クローバーを植え換える際に堆肥の持込みがあったと考えられ、これが収支の検討を一層困難にした。そのため、収支を示した表-2には土壌内に残留する窒素・リン量が記載されていないが、滞水層のないR-4でも流量およびCl⁻は85%以上の流出率を示しているのに対し、窒素は36.2%と流出の遅れが認められる。滞水層のある場合には、土壌への吸着がないとされているCl⁻にも多少流出率の低下が見られる。さらに、窒素に関しては10%前後の低い流出率となり、少なくとも土壌内での滞留時間は水よりもはるかに長いと言える。また、表-2に示した数値より芝・クローバーによる窒素・リン吸収速度は、それぞれ70.1、278.3 mgN/m²/日および3.3、32.1 mgP/m²/日と算定された。

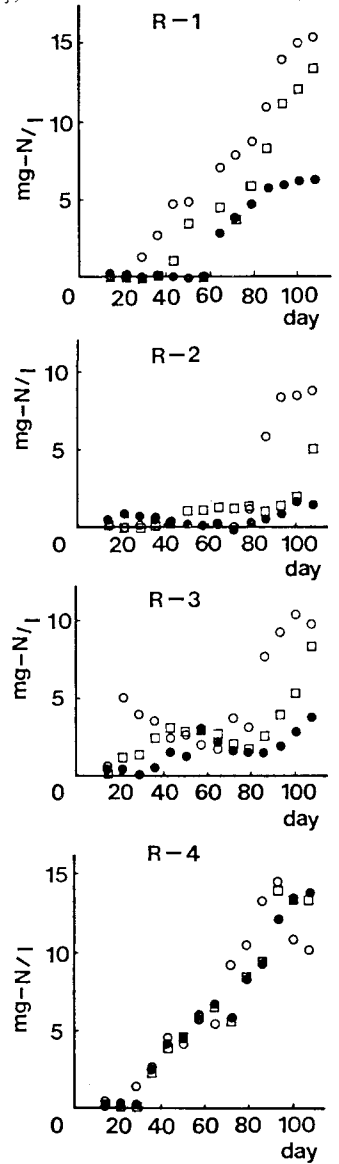


図-2 硝酸性窒素濃度の経時変化 (●: 流出水、○: No.1、□: No.2)

表-2 各ライシメーターにおける収支と流出率

	水量 (l)		N (g)			P (g)			Cl ⁻ (g)	
	散布量	流出量	散布量	流出量	植物吸収量	散布量	流出量	植物吸収量	散布量	流出量
R-1	674	476 (70.6)	9.76	1.26 (12.9)	-	0.926	0.001 (0.11)	-	37.7	20.3 (53.8)
R-2	633	466 (73.6)	9.28	0.31 (3.3)	2.65	0.883	0.003 (0.34)	0.125	33.6	22.4 (66.7)
R-3	863	506 (58.6)	12.47	1.01 (8.1)	10.51	1.170	0.004 (0.34)	1.214	48.4	21.8 (45.0)
R-4	823	711 (86.4)	11.98	4.34 (36.2)	-	1.112	0.003 (0.27)	-	44.8	38.3 (85.5)

() : 流出率 (%) = ([流出量] / [散布量]) × 100