

II-376 植栽した土壤の窒素・リン除去効果

広島大学工学部 学生員 寺 本 一 浩
同 上 正 員 今 岡 務
同 上 正 員 寺 西 靖 治

1. はじめに 下水の土壤還元を行う場合、硝酸性窒素の流出が水質的に大きな問題となることが知られている。土壤生態系においてこの窒素除去を促進する過程としては植物による吸収と土壤内微生物による脱窒が考えられるが、これらを考慮した適正な散布負荷の決定がなされるには至っていないのが現状である。その理由としては、土壤内での各種形態の窒素の挙動が複雑なことおよび植物に対するそれらの影響が不明な点などがあげられる。そこで、本研究では植栽したライシメーターに硝酸性窒素を主な窒素成分とする2次処理水を散布し、植物の吸収効果と土壤内の滞水層の効果について検討を加えた。

2. 実験材料および方法 実験は、昨年度の散布実験¹⁾に用いた4基のライシメーター(40×180×85cm)を引き続き使用して実施した。なお、流下方向中央部の仕切板より上流側の散布域表面の深さ10cmまでの土壤は、新しいマサ土と交換した。さらに、実験開始前の2ヶ月間にわたって水道水を散布し、土壤の洗浄を行った。供試植物としては、生長速度が大きくバイオマスの有効利用が図れることなどから、シロクロバー(品種名:キタオオハ)を選び、6月30日に散布域に10 g/m²播種した。散布水としては福祉施設汚水処理場の最終沈殿池沈後水を用い、散布は発芽・生長が認められた播種1週間後に開始した。実験条件を表-1に示す。滞水層は、流出口を底部より30cmの高さに設けることにより形成させ、2ヶ所の水位計で確認した。実験期間は、1986年6月30日から9月22日までの12週を前期、それ以降同年12月15日までの12週を後期とし、R-IとR-IVでは前期終了時にシロクロバーの茎葉部の刈り取りを行い、乾燥重量とN・P含有量を測定した。後期終了時には全ライシメーターで茎葉部を刈り取るとともに、一定面積の根部を採取し、生長量とN・P含有量の測定に供した。実験期間中、1週間毎に散布水・間隙水および流出水の水質分析を実施するとともに、気温、土温、日射量などの観測を行った。流出水量は、レコーダーを接続した転倒マスにより連続測定した。

表-1 実験条件

ライシメーター No	滞水層	散布水量(mm/日)		前期終了時の刈り取り
		前 期	後 期	
R-I	有	20	200	実 施 放 置 施
R-II	有	20	200	
R-III	有	20	50	
R-IV	有	20	50	

3. 実験結果と考察 昨年報告した実験では、水質負荷としてCSL(Corn steeve liquor)を添加したため、土壤への吸着などにより窒素の収支の正確な検討が困難であった。そこで、本年度は2次処理水を直接散布したが、前期の場合適宜散布水を取水したため、かなりの水質変動が見られた。そこで、後期には散布再開時に一括貯留した処理水を10週間用いた。表-2は、散布水質の安定したその期間の平均濃度を、流出水の分析結果とともに示したものである。貯留タンク内ではばっ気したためもあるが、BODが極めて低くまた窒素のほとんどが硝酸態であることが本散布水の特徴である。それにより、本実験はかなり単純化された系でのものと言える。表-3は、クロバーの生長量とN・P除去速度をまとめたものである。茎葉部については水量負荷の大きいR-I、IIで高い生長量が得られたが、根部については刈り取りを実施しない場合が良い生長を示す結果となった。生長量とN・P含有量の測定結果を

表-2 散布水・流出水の平均水質(1986/9/25~12/1)

項 目	散布水	流 出 水			
		R-I	R-II	R-III	R-IV
pH	7.59	5.27	5.01	5.40	5.24
BOD(mg/l)	0.95	0.35	0.21	0.16	0.40
T-N(mgN/l)	6.11	4.45	3.98	2.52	3.16
NO ₃ -N(mgN/l)	5.27	4.10	3.62	2.19	2.96
T-P(mgP/l)	0.392	0.009	0.007	0.011	0.009

もとに算出したN・P除去量は、根部も含めて評価すればそれぞれ 16.4～34.6 gN/m²、1.19～3.80 gP/m²であった。最大値は水量負荷が高く刈り取りしなかったR-IIで得られ、昨年CSLを水質負荷した場合を上回る値であったことから、窒素源による影響はとくに認められないと判断された。また、これらを栽培日数で除した除去速度も

表-3 シロクロバーの生長量と窒素・リン除去速度

R-No	生長量 (g dry wt/m ²)				除去速度 (mg/m ² /日)			
	茎葉部		根 部	全 体	N		P	
	(9/22)	(12/15)			茎葉部	全 体	茎葉部	全 体
I	137.3	271.4	170.2	577.7	91.6	119.7	7.7	13.3
II	-	707.0	434.0	1140.9	141.9	205.9	15.6	22.6
III	-	241.5	457.5	699.0	47.3	100.7	4.5	7.1
IV	163.9	150.8	259.4	573.9	61.7	97.7	4.7	9.6

R-IIの 205 mgN/m²/日および23 mgP/m²/日が最大となった。次に、全実験期間を通した水収支・物質収支を表-4に示す。1日当りR-I、IIでは10mm前後、R-III、IVでは5mm程度の水量の損失が

表-4 各ライシメーターの水収支と物質収支

R-No	水 量 (m ³)		C l ⁻ (g)		N (g)			P (g)		
	散布量	流出量	散布量	流出量	散布量	流出量	吸収量	散布量	流出量	吸収量
I	6.38	5.70	260.8	256.5	38.3	24.2	7.2	2.49	0.008	0.80
II	6.24	5.74	257.2	259.5	37.7	24.0	12.5	2.46	0.011	1.37
III	2.11	1.82	83.5	113.8	11.9	4.5	6.9	0.80	0.003	0.43
IV	2.17	1.84	84.7	88.6	12.6	5.8	5.9	0.79	0.002	0.58

認められたが、ほぼ蒸発散によるものと思われる。Cl⁻についてはR-II～IVで流出量が散布量を多少上回る結果となり、昨年の散布の影響が見られたが、収支による除去効果の検討は可能であると判断した。表-4に示したN・Pの収支から、ライシメーター全体の除去率(μ_T)およびクロバーによる除去率(μ_p)を算出し表-5にまとめた。 μ_p との比較からR-I以外は除去された窒素の約90%はクロバーの吸収によるものであり、残りは吸着あるいは貯留によると推測される。R-Iについては、N除去に対するクロバーの寄与率が51%と低く滞水層での脱窒も考えられたが、その他の結果から根部の生長量の過小評価によるものと推定される。一方、リンはほとんど100%近くが除去され、R-Iを除けばその54～73%がクロバーによるものであった。図-1は、 $\mu_T(N)$ の週変動を示したものである。表-3の生長量からも推測されるように、茎葉部の刈り取り後の根部の生長は十分ではなく、除去率にもその影響が表われた。ただし、R-IIIと比較してR-IVの茎葉部の総収量は高まっており、刈り取りの時期などを検討することによりN・P除去量を高めることのできる可能性も示唆された。

表-5 窒素・リン除去率 (%)

R-No	N		P	
	μ_T	μ_p	μ_T	μ_p
I	36.8	18.9	99.7	32.3
II	36.5	33.0	99.6	55.6
III	62.0	58.1	99.6	53.6
IV	53.8	46.8	99.7	73.1

$$\mu_T = 100 \times (\text{散布量} - \text{流出量}) / \text{散布量}$$

$$\mu_p = 100 \times (\text{吸収量} / \text{散布量})$$

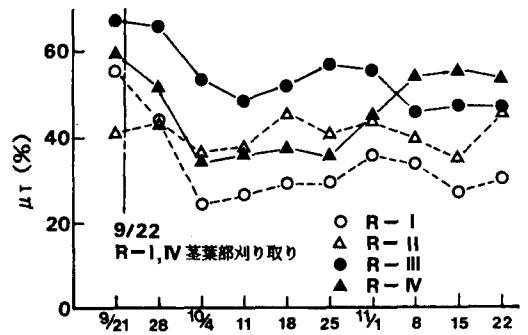


図-1 窒素除去率の変動

4. おわりに 本実験での土壌内の状態は、有機炭素源の

欠乏および硝酸態の窒素の存在などから実際の散布地土壌で言えば表層部以深でのものに近いと考えられるが、このような条件下では顕著な脱窒は生じにくく、散布地を窒素除去に有効利用するには何らかの施策が必要であることを示唆する結果となった。今後、植物の栽培・管理方法あるいは土壌内への汚水注入など窒素除去を促進させる手法について検討する予定である。

1) 今岡、小西、寺西：植物および土壌による窒素・リンの除去、第41回土木学会年講II-419 (1986)