

1. はじめに

本研究は、下水の土壌処理における窒素除去作用に着目し、微生物活動が完全で処理活性の大きい腐植、粒度の異なる2種類の真砂および標準砂の4種類の土壌を用いたライシメーターを作成して人工下水散布実験を行ない、それぞれの流出水の性質および土壌を分析することにより、土壌の種類による窒素除去作用の相違について明らかにしたものである。

2. 実験方法

本実験では直径30cm、高さ100cmの塩化ビニル製円筒型ライシメーターを同一種類の土壌について2基ずつ作成し、人工下水およびブランク試験として純水（イオン交換水）をそれぞれ毎日散布して流出水の性質を定期的に調べた。人工下水は尿素を窒素として30mg/lの濃度にした水溶液を用い、散布水量は2/20ml、日とした。各ライシメーターへの散布水の種類、土壌の種類およびライシメーターへた填した土壌重量は表-1に示す通りである。流出水の分析項目はPH、EC、ORP、アンモニア性窒素（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、硝酸性窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）、有機性窒素（Org-N）および全窒素（T-N）で、硝酸性窒素は他の窒素成分に比べて微量であるため分析は省略した。硝酸性窒素の分析はイオンメーターにより行ない、他の窒素成分については下水試験法によった。流出水の分析は実験開始後3週間後は3日毎、それ以降は一週間毎のコンポジットサンプルについて行なった。また、土壌中の窒素成分の変化および土壌へのアンモニア性窒素吸着量についても調べた。土温はNo. 2, 5, 7の各ライシメーターの土壌表面より10cmおよび50cmの深さの地点でサーミスター温度計により測定した。各ライシメーターからの流出水量および散布水の滞留時間も測定した。

表-1 散布水、土壌の種類および土壌重量

ライシメーター番号	散布水の種類	土壌の種類	土壌重量
No. 1	人工下水	真砂A*	87 kg
No. 2	人工下水	真砂B**	87
No. 3	人工下水	標準砂	90
No. 4	人工下水	腐植	43
No. 5	純水	真砂A	87
No. 6	純水	真砂B	87
No. 7	純水	標準砂	90
No. 8	純水	腐植	43

* 粒径25mm以下と25mm以上と重量比4:1で混合

** 粒径25mm以下と25mm以上と重量比1:1で混合

3. 実験結果と考察

流出水のORPは各ライシメーターとも250mV以上の値を示しており、土壌は好気性状態である。PHは真砂では6.5~7.0、標準砂では7.0~7.5、腐植では5~6の値を示し、いずれの場合も一定の傾向はみられなかった。ECは真砂では実験開始直後約200 $\mu\text{V}/\text{cm}$ 、標準砂および腐植では約500 $\mu\text{V}/\text{cm}$ でその後いずれの場合も漸減の傾向を示した。土温は上層・下層の差はなく、およそ5~10 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動している。真砂はそれぞれの分析項目についてほぼ同じ結果を示し、粒径の相違による窒素除去効果の差はないと思われる（図-1, 3, 4, 6参照）。Org-Nは図-1に示すように流出濃度の変動が大きい、No. 1, 2ともにブランク試験値を考慮した結果、散布した尿素的約30%がそのまま流出している。 $\text{NH}_3\text{-N}$ は流出濃度がわずかながら増加の傾向にある（図-3）。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は図-4に示す通りほとんど検出されない。T-Nは流出濃度が増加の傾向を示している（図-6）。標準砂については、図-2に示すようにOrg-Nの流出が多く、ブランク値を考慮

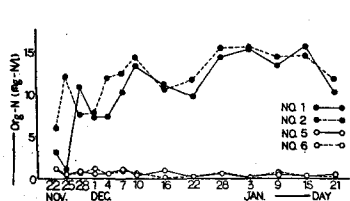


図-1 Org-Nの経日変化(1)

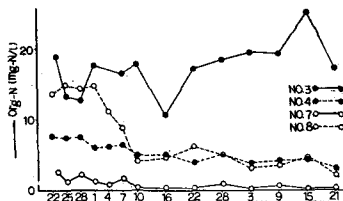


図-2 Org-Nの経日変化(2)

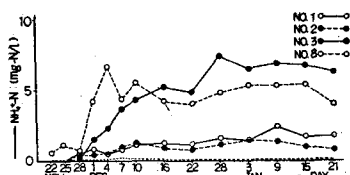


図-3 NH₃-Nの経日変化

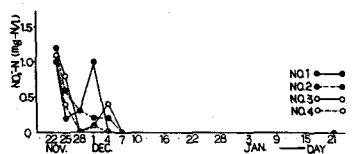


図-4 NO₃-Nの経日変化(1)

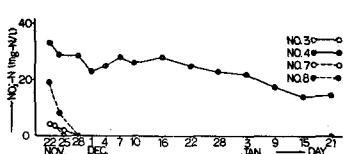


図-5 NO₃-Nの経日変化(2)

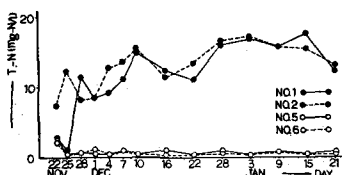


図-6 T-Nの経日変化(1)

した結果、散布した尿素の約60%がそのまま流出している。NO₃-Nの流出はほとんどみられない(図-4)。NH₃-Nは真砂に比べて流出濃度が高く(図-3)、T-Nは図-7に示すように増加の傾向にある。腐植については、Org-Nは図-2に示す通り流出濃度が漸減しているが、ブランク値も同様の傾向を示すことからこれは腐植自体からOrg-Nが流出しているためと考えられる。NO₃-Nの流出濃度は他の土壤に比べて非常に大きいと漸減の傾向を示している(図-5)。T-Nについても同様にわずかに減少の傾向を示している(図-7)。NH₃-Nは腐植

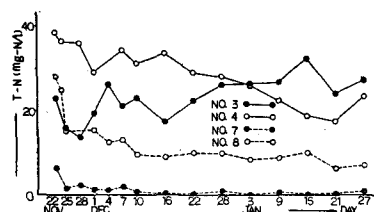


図-7 T-Nの経日変化(2)

のNH₃-N吸着量が乾土100g当り11.3mgと大きい(表-2参照)、ほとんど流出しないが、図-3に示すように、ブランク試験値が人工下水散布の場合の流出濃度と上まわっている現象がみられた。この現象については腐植の硝化能力が大きいことと相反する結果であるように思われるが、その原因を充分に解明することは本研究の今後の課題として残されている。これらの結果から各土壤の硝化率および窒素除去率を求め、NH₃-N

吸着量とともに表-2に示した。本研究では総流入窒素量に対する総流出NO₃-N量の百分率を硝化率と定義し、窒素除去率は総流入窒素量に対する総流入窒素量と総流出窒素量の差の百分率で示した。表-2からわかるように真砂は硝化率が他の土壤に比べて最も小さく窒素除去率は最も大きい。したがって真砂による窒素除去は主に吸着作用によるものと考えられる。逆に腐植では硝化率が63%と他に比べて非常に大きい、窒素除去率は、20%と最も低い。これは硝酸にまで酸化された窒素が腐植に吸着されず流出するためと考えられる。標準砂は硝化率、窒素除去率とも低く、土壌処理には不適である。

4. おわりに

本研究では真砂、標準砂および腐植についてそれぞれの窒素除去作用の特徴を明らかにすることができたが、散布下水の質および濃度、散布水量、土壤中の滞留時間などの影響について調べることが今後の課題である。

土壤の種類	硝化率 (%)	窒素除去率 (%)	NH ₃ -N吸着量 (mg/乾土100g)
真砂	0.05~0.1	62~65	7.6~8.5
標準砂	1.0	30	4.1
腐植	62.8	20	11.3