

下水の土壌散布処理における硝化作用に関する研究

広島大学工学部 正 寺西 靖治
 “ “ 山口 登志子
 広島市役所 “ の大上 幸治

1. まえがき 近年、水域の富栄養化防止のための下水のN・P除去法として下水の土壌散布処理法が注目されている。本研究ではとくに土壌によるN除去に着目し、土壌に150～1800mg/日m²と多量のNを供給した場合の土壌の硝化作用について明らかにする目的で、腐植およびマサ土から成る覆蓋植物のないライシメーター4基を用いて下水2次処理水および人工下水(尿素水溶液)を10～60mg/日で毎日散布・浸透させ、11ヶ月にわたり、浸透水の水質を調べたものである。実験開始後2ヶ月間のデータについては既報したが¹⁾、今回はその後9ヶ月にわたって実験を継続した結果をまとめて報告する。

2. 実験方法 本実験に用いたライシメーターは縦1m、横1m、深さ1mの塩化ビニル板(5mm厚)製で、4基の番号をそれぞれS-10、S-30、U-30、U-60とした。図-1にライシメーターの断面図を示す。ライシメーターは屋外に設置し、降雨の影響を除くためビニル板の屋根を付設した。表面に植物は育成しておらず、土温測定のためのサーミスター温度計を表面より10および30cmの位置に埋め込んだ。散布水は下水2次処理水と人工下水の2種類で表-1に示すような散布方式で毎日、各ライシメーターへ散布・浸透させ、下部排水口より流出する浸透水をポリタンクに受けて分析に供した。下水2次処理水は広島市S処理場(標準活性汚泥法)塩素滅菌池より毎日採取したものをを用いた。下水2次処理水の平均水質は表-2に示す通りである。人工下水は尿素水溶液(Nとして30mg/L)を用いた。浸透水の分析項目はKjel-N、NH₃-N、NO₂-N、NO₃-N、TN、TP、PO₄-P、COD、PHなどである。分析方法は下水試験方法(1974)によった。

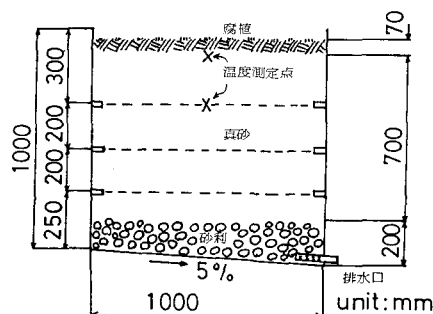


図-1 ライシメーター断面図

表-1 散布方式

ライシメーター	S-10	S-30	U-30	U-60
散布期間	1977.11.15～1978.10.1			
散布方法	15～60g/m ² で毎日散布			
散布水	下水2次処理水		人工下水(尿素)	
濃度	15.3mg/L		30.0mg/L	
散布水量	10 ^g /日	30 ^g /日	30 ^g /日	60 ^g /日
散布高	10 ^{mm} /日	30 ^{mm} /日	30 ^{mm} /日	60 ^{mm} /日

表-2 下水2次処理水の水質

項目	平均	max.	min.
PH	7.18	8.02	6.72
TN	15.3	57.2	7.1
NH ₃ -N	12.9	25.6	1.3
NO ₃ -N	0.1	5.0	<0.1
NO ₂ -N	0.04	0.22	<0.01
Org-N	2.4	35.7	0.0
TP	1.11	2.45	0.12
SS	344	470	0.4
COD	18.8	142.7	4.3

3. 結果と考察 各ライシメーターからの1日当りの平均流出水量はS-10が9.0、S-30およびU-30が27.5、U-60が58.0^L/日である。土温は各ライシメーターの上層・下層とも大差なく、6～29℃の範囲であった。
 1) TNおよびNO₃-N 本研究では散布下水および流出水の水質は各月毎の平均値で表わした。散布2次処理水および各ライシメーターからの流出水のTN濃度変化を図-2に示す。各ライシメーターからの流出水は実験初期を除いてはTNの90%以上がNO₃-Nであるので流出水のNO₃-Nの濃度変化は図-2のグラフにほぼ一致している。TNおよびNO₃-Nの流出濃度は実験後期には変動が激しく、N負荷量の差による傾向の違いも明らかでない。Sシリーズ、Uシリーズはそれぞれ同濃度の散布下水であるが、流出濃度は異なっており、いずれの場合も後期には流出水濃度が散布水濃度を上まわっている。全体としてTN流出量は増加の傾向にあり、TN流出率(TN負荷量に対するTN流出量

単位: mg/L (PHを除く)

の割合)は実験開始後しだいに増加して3~5ヶ月後に100%をこえはじめる。これは初期に $Org-N$ あるいは NH_3-N の形で土壌中に集積した N が硝化菌の活動が活発になるにつれて NO_3-N となり、て流出するためと考えられる。図-3に各月毎の N 負荷累積量と N 流出累積量の変化を示す。ほぼ一定速度の N 負荷に対して N 流出にはややおくれがみられ、実験開始から3~4ヶ月後に N 流出量が増加しはじめ、総流出量が総負荷量に漸近していく傾向がみられた。各ライシメーターにおける TN 収収と硝酸流出率を表-3に示す。ここでみかけの集積量は N 総負荷量と N 総流出量の差であり、 N 総負荷量に対するみかけの

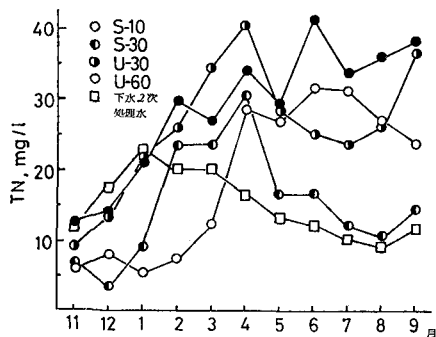


図-2 散布下水および流出水の TN 濃度変化

集積量の百分率を N 除去率、 N 総負荷量に対する N 総流出量の百分率を N 流出率と定義する。また N 総負荷量に対する NO_3-N 総流出量の百分率を硝酸流出率、 N 総流出量に対する NO_3-N 総流出量の百分率を硝化率と定義する。 S シリーズと U シリーズでは散布下水の質も異なり、 N 総負荷量も約3~12倍の差があるにもかかわらず、 N 除去率には大差はない。 $S-10$ において負の N 除去率となり、ているのは腐植中の N の流出によるもので他のライシメーターでは N 負荷量が大きいためその影響が顕著ではないものと考えられる。各ライシメーターの硝酸流出率はほぼ同程度の値であるから N 負荷量に応じて土壌の硝化能力が増大していることがわかる。各月毎の硝酸流出率の変化は TN 流出率と同様に実験初期には低く、4~6ヶ月後に100%をこえる。硝化作用は温度の影響を受けやすいにもかかわらず、土温とはとくに相関が対応はなく初期の硝酸流出率が低い期間は土壌微生物の散布下水に対する馴養期間と考えられる。表-3より、 N 流出率が80~114%であり、硝化率が83~96%であるから本実験においては散布した N がほとんど NO_3-N の形で流出したといえる。

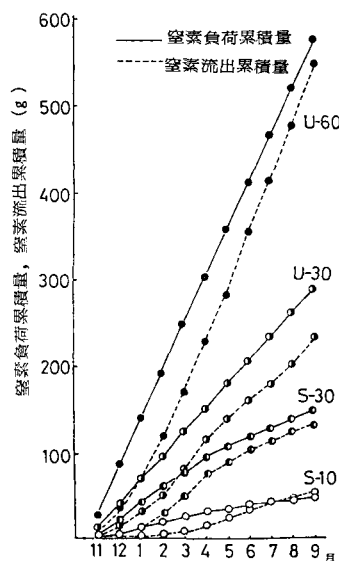


図-3 N 負荷累積量、 N 流出累積量の変化

2) NH_3-N および $Org-N$ 下水2次処理水の N 成分割合は

NH_3-N 84%, $Org-N$ 16%であり、 NH_3-N の平均水質は $12.9 mg/l$ (表-2)であるが、 $S-10$ 、 $S-30$ の平均 NH_3-N 流出濃度はそれぞれ 0.22 、 $1.97 mg/l$ と低く、 N 総負荷量に対する NH_3-N 流出率はそれぞれ1.2、11.3%であった。 U シリーズでは NH_3-N 平均流出濃度は $0.42 \sim 0.55 mg/l$ であった。 $Org-N$ の平均散布濃度は下水2次処理水で $2.4 mg/l$ 、人工下水で $30 mg/l$ である。 U シ

表-3 TN 収収および硝酸流出率

ライシメーター番号	N 総負荷量(g)	N 総流出量(g)	みかけの集積量(g)	N 除去率(%)	N 流出率(%)	NO_3-N 総流出量(g)	硝酸流出率(%)	硝化率(%)
S-10	49	56	-7	-14	114	53	108	95
S-30	148	134	14	9	91	111	75	83
U-30	287	232	55	19	81	221	77	95
U-60	574	546	28	5	95	522	91	96

リーズでは実験初期に $Org-N$ の流出が大きい、その後 S シリーズと同程度に減少し、平均流出濃度は U シリーズで $0.7 \sim 1.5 mg/l$ 、 S シリーズで $0.3 \sim 0.4 mg/l$ 、 N 総負荷量に対する流出率はいずれも3%以下であった。

3) TP および COD 下水2次処理水の TP 平均濃度は $1.11 mg/l$ であるが、 P の流出はほとんどなく、 S シリーズでは TP 除去率99%以上であった。 COD については2次処理水の平均濃度が $18.8 mg/l$ であり、 $S-10$ 、 $S-30$ への全負荷量がそれぞれ60g、179gである。 COD 除去率はそれぞれ82%、83%であった。

参考文献1) 寺西靖治, 他, 第30回土木学会中国四国支部学術講演会講演要集, p. 113~114 (1978)