

土壌の汚水浄化能を活用した生活雑排水の簡易処理

広島大学工学部 正員 寺西 靖治
広島大学工学部 正員 ○今岡 務
大阪市 山城 徹也
戸田建設(株) 吉本 眞二

1. はじめに わが国の河川、湖沼などの水環境悪化への早急な対応が叫ばれて久しいが、その水質改善が望まれるレベルにまで至っていない水域も多いのが現状である。この原因としては、生活雑排水による汚濁負荷の影響が大きく、その処理対策が十分に行われていないことが上げられる。すなわち、生活雑排水は法的な規制を受けないため、未処理のまま水域に放流されることが多く、河川環境の悪化や閉鎖水域での富栄養化を引き起こす原因となっている。そこで、本研究では維持管理が容易な水処理法とされる土壌浄化法に着目し、生活雑排水処理への適用を図るため、土壌の汚水浄化能の効率化ならびに強化に関して実験的検討を行った結果を報告する。

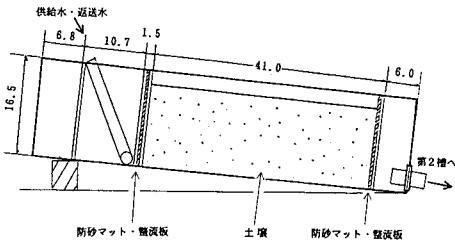


図-1 実験装置の概略(第1槽)

2. 実験方法

(1) 実験装置 : 実験装置は、図-1に示す第1槽と同形の

第2槽(ただし、土壌層の長さ: 25.8cm)の2つの槽から成っており、いずれの槽とも槽自体を傾斜(1/10)させ、側方からその傾斜方向に水を浸透させるシステム(以下、側方負荷方式)とした。土壌深さは13cmであり、流れ方向の土壌断面積は342.2cm²である。第2槽の底部にはポーラスストーン(2×1.6×20cm: 4本)を設置し、小型のエアーポンプ(流量: 2 l/min/2本排気)によって土壌内浸透水のばっ気を行った。また、実験後半には第2槽流出水の第1槽への返送を行った。返送比は、第1槽への供給人工下水量に対して1:1となるように設定した。さらに通常の土壌内鉛直浸透による処理との比較を行うために、直径20cmのアクリルパイプを用いて作成した鉛直槽(土壌深さ: 35cm表面より5cmの深さの地点に汚水を供給)を使用して対照実験を行った。なお、充填土はいずれもマサ土である。

(2) 実験条件 : 供給汚水としては、生活雑排水とほぼ同じような水質になるように調整した表-1に示す組成の人工下水を用いた。水量負荷は、第1槽の流入

表-1 人工下水の組成

成分	mg/l
デキストリン	30.6
ペプトン	65.4
酵母エキス	65.4
細菌用肉エキス	74.6
NaCl	6.7
MgSO ₄	4.0
KH ₂ PO ₄	18.6
KCl	13.4

表-2 実験条件

装置名称	水量負荷 (mm/日)	ばっ気実施期間	返送実施期間
100	100	10/23~2/8 (109日間)	12/29~2/8 (42日間)
200A	200	10/23~2/8 (109日間)	12/29~2/8 (42日間)
200B	200	1/4~2/8 (36日間)	返送なし
400	400	10/23~2/8 (109日間)	12/29~2/8 (42日間)
鉛直槽	200	ばっ気なし	返送なし

方向土壌断面に対して100mm/日、200mm/日、400mm/日とし、鉛直槽については200mm/日とした。その他、ばっ気などの条件は表-2に示すとおりである。実験装置は、25℃の恒温室内に設置し、週1度の頻度で供給水および第1槽、第2槽の流出水の分析等を実施した。

3. 実験結果 人工下水の供給は、12日間水道水を通水した後開始し、側方負荷の場合、その期間は109日間である。この間の供給水の平均水質は、表-3に示すとおりである。

図-2、3は、第1槽および第2槽流出水のBODの経時変化を示したものである。400mm/日の水量負荷の場合に第1槽流出水のBODが、10~20 mg/lとやや高いの除けば、いずれも10 mg/lを下回っており、

表-3 人工下水の平均水質

分析項目	単位	平均値	max	min
BOD	mg/l	130.0	195.0	115.0
COD	〃	37.6	63.7	28.3
NH ₄ -N	〃	5.8	16.7	2.4
NO ₂ -N	〃	0.0	0.1	0.0
NO ₃ -N	〃	5.3	6.4	3.2
T-N	〃	21.9	23.8	17.6
T-P	〃	6.0	6.6	5.5
PO ₄ -P	〃	5.3	5.7	4.6
Cl ⁻	〃	16.7	25.0	7.0
pH	〃	6.8	6.9	6.7
EC	μS/cm	162	173	150

土壌の高い浄化効果を示した。また、80日目以降には200B以外は返送を行っており、実際の水量負荷は2倍となっているが、BODおよびCODの除去に対する影響は水質的にはとくに認められなかった。

全実験期間を通したBOD、COD、T-NおよびT-Pの浄化率を表-4にまとめた。ここで、浄化率は各汚濁物質の流入の収支をもとに算出したものである。BOD、COD、T-N、T-Pいずれも水量負荷が小さいほど高い浄化率を示し、とくにBOD、CODに関しては第1槽、第2槽をあわせた浄化率は、最も散布負荷の大きい400mm/日でも98.8%、84.2%の高い値を示している。また、リンに関しては第1槽、第2槽をあわせた浄化率においても、100mm/日で87.7%、400mm/日で31.3%と大きな差が見られた。

図-4には、第1槽流出水、第2槽流出水の形態別窒素濃度を、返送および200Bのばっ気を開始した80日目の前後40日間における平均値によって示した。200Aの第1槽と第2槽ならびに200Bの第2槽の40~80日と80日以降の結果をそれぞれ比較すると、ばっ気を行った200Aの第2槽および200Bの80日目以降では、硝酸性窒素の占める割合が顕著に増加しており、土壌内でもばっ気により容易に硝化反応の促進が可能であることが明らかとなった。また、200Aの返送実施前後の流出全窒素濃度を比較すると、供給濃度に対する濃度の減少は実施前の28.7%に対して、実施後は47.8%と顕著に高まっていることから、返送により第1槽での脱窒がかなり進行したと考えられる。これは、図-6に示す週毎に求めた窒素の浄化率からも推測され、200Aだけではなく100および400においても同様な改善傾向が認められた。

一方、鉛直槽では実験開始から43日目で滞水を起こし、それ以上汚水の処理は困難であった。表-3に示した浄化率は、その時点までの収支によるものである。したがって、生活雑排水のような有機物負荷の高い汚水の散布の場合、鉛直浸透方式では極めて短期間で土壌の閉塞が生じるため、その適用はかなり困難と判断されるのに対して、側方負荷方式では土壌の水質浄化能のより効率的な利用が図れると言える。

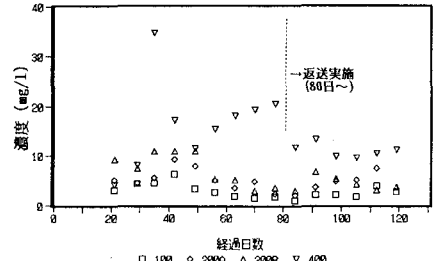


図-2 流出水BOD濃度経時変化(第1槽)

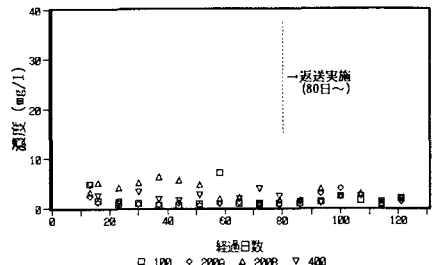


図-3 流出水BOD濃度経時変化(第2槽)

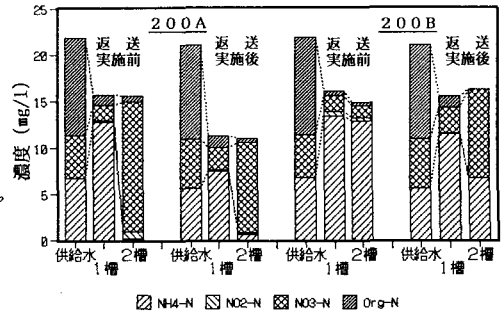


図-4 供給・流出水の形態別平均窒素濃度

(実施前: 40~80日, 実施後: 80~121日)

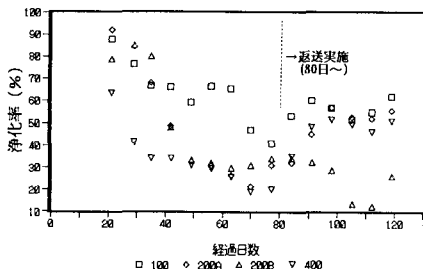


図-5 週毎の窒素浄化率の経時変化

表-4 各汚濁物質の浄化率

装置名	槽名	BOD	COD	T-N	T-P
100	第1槽	97.9	90.1	53.5	76.5
	第2槽	62.2	24.9	17.1	47.6
	第1槽+第2槽	99.2	95.6	61.5	87.7
200A	第1槽	96.1	83.7	41.7	49.2
	第2槽	73.8	31.0	11.7	13.9
	第1槽+第2槽	99.0	89.1	49.0	54.2
200B	第1槽	95.2	81.4	32.2	43.1
	第2槽	61.5	30.6	15.2	16.2
	第1槽+第2槽	98.1	87.1	42.5	52.3
400	第1槽	89.0	74.5	25.9	25.6
	第2槽	86.8	37.9	19.7	7.7
	第1槽+第2槽	98.5	84.2	40.5	31.3
鉛直槽		95.8	86.7	56.6	99.5