

下水二次処理水の土壌還元に関する基礎的研究

東北大学 正 久保 俊治
木更津高等 正 高石 斌夫
仙台市 正 遠藤 義

1. はじめに

地下水人工かん養は下水の再利用及び水資源の合理的利用の実用的システムであると考えられるが、下水処理水あるいは汚染された河川水をかん養する場合の土壌中の水質変化及び生物学的目づまりに関する知見は乏しい。

本研究は溶解性有機物の除去及び生物学的目づまりに及ぼす浸透速度の影響に関して実験的に検討したものである。

2. 実験装置及び方法

図1に実験装置の概要を示す。内径10cm、長さ70cmの不透明塩ビ製装置に砂利を敷き、粒径0.21~0.42mmの河過砂を約43cm高に充填した。砂表面上10cmに越流口を設け、定水位減衰河過方式で連続的に基質を投入した。水位差(H)を3段階に変化させ、浸透速度の影響について検討した。基質投入前に、水道水を約2週間浸透させ、透水係数、浸透速度が安定するのを確認した。装置は

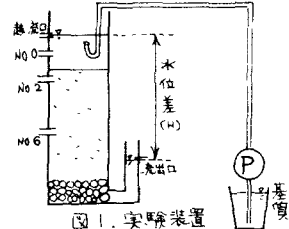


図1. 実験装置

表1. 初期条件

	A	B	C
初期浸透速度(%)	18.1	8.7	4.2
水位差(cm)	32.8	19.9	8.6
砂層高(cm)	42.8	42.9	42.7
開降率(%)	53.8	54.5	53.7
乾燥密度(g/cm ³)	1.41	1.43	1.41

18±2℃に温度制御した。実験の初期条件を表1に示す。表2に基質組成、測定項目及び分析方法を示す。サンプルはすべて東洋濾紙No.5で河過後分析した。

3. 実験結果及び考察

図2にAカラムのDOの経日変化を示す。B, Cカラムは同様の傾向であった。砂表面下22.5cm (No.6)では、浸透開始後約6日目にDO=0となり、砂表面下2.5cm (No.2)では約10日目にDOは1mg/L以下になった。また、砂層上の滞水層 (No.0)でも約15日目にDOは1mg/L以下となり、好氣的微生物の増殖が起きていると考えられる。さらに、25日以後ではNo.0のDOは上昇し、No.2でもDOの存在が確認された。砂層上部で好氣的微生物の活動は不活発になったと考えられる。図3にAカラムのCODの経日変化を示す。0日~25日では、砂層下部ほどCODは減少しているが、25日以後にNo.2のCODが急激に上昇した。しかし、流出口でのCODはほぼ安定していた。CODの除去は砂層下部で進行していると考えられる。No.2でのCODの上昇現象は好氣的微生物あるいは生物に起因する蓄積物の嫌氣的分解によるものと考えられる。Bカラム、Cカラムとも同様の傾向であった。図4、図5にCODの累積除去量を示す。全期間でのCOD除去率(平均値)はAカラムで25.8%、Bカラムで26.1%、Cカラムで31.4%で

表2. 基質、測定項目及び分析法	
<基質>	
C ₆ H ₁₂ O ₆	54 mg/L
NH ₄ Cl	57 mg/L
KH ₂ PO ₄	8.16 mg/L
NH ₄ H ₂ PO ₄ 12H ₂ O	50.1 mg/L
水道水	1 L
C/N = 1.44, BOD = 36 mg/L	
<測定項目、分析法>	
COD _{Cr}	下水試験法
チルコース	チルコース試験法
DO	下水試験法
NH ₄ -N	インドネール法
有機酸	ガス法

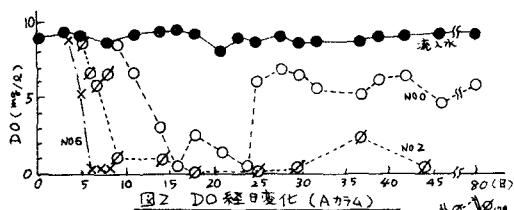


図2. DOの経日変化 (Aカラム)

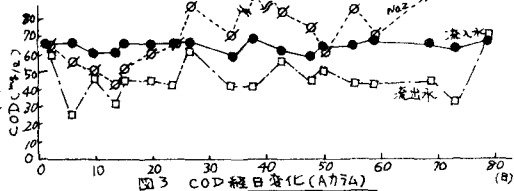


図3. CODの経日変化 (Aカラム)

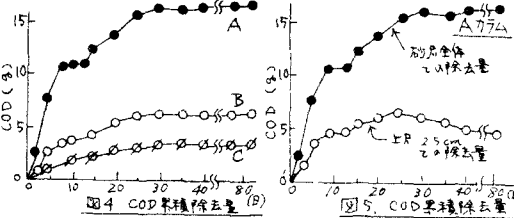


図4. CODの累積除去量 (A)

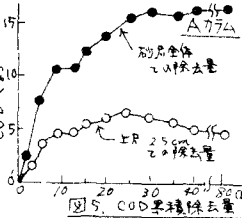


図5. CODの累積除去量 (B)

あった。図4より基質投入後30日以後の嫌氣的状態ではCODの除去能は小さいが、これは透過速度の減少に起因していると考えられる。図5より、0日～25日ではCODの除去量の約40%が砂層上部2.5cmで除去され、25日以後ではCODの除去は主に砂層下部で行われていると考えられる。図6にグルコースの経日変化を示す。表3に有機酸の平均濃度及びCOD中の有機酸の割合を示す。

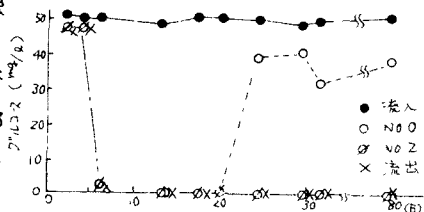


図6 グルコースの経日変化(1カラム)

砂層上部では透過速度の遅いカラムほど多量の有機酸を生成するが、流出口では逆の傾向が見られる。Aカラムでは砂層上部のみならず下部にも酸生成細菌が存在しているが、Cカラムでは砂層上部に酸生成細菌が集中的に存在し、砂層下部では酸利用細菌が優占していると思われる。透過速度の遅いカラムでは砂層の高さ

表3 a 有機酸の濃度(平均値)(mg/l)

カラム	酢酸	プロピオン酸	イソ酪酸	乳酸	イソ酪酸
A-2	9.3	2.7	0.2	0.1	0.1
A-流出	10.1	1.1	0.1	0.2	0.3
B-2	14.8	14.0	0.3	0.2	0.3
B-流出	9.3	1.5	0.2	0.1	0.3
C-2	15.7	3.2	0.4	0.5	0.6
C-流出	6.0	0.7	—	—	—

表3 b COD中の有機酸(COD換算)の割合

カラム	割合	カラム	割合	カラム	割合
A-2	17.7%	B-2	26.1%	C-2	26.4%
A-流出	30.8%	B-流出	23.9%	C-流出	17.8%

方向に生物相が変化していると考えられる。図7にNH₄-Nの累積除去量を示す。表4にNH₄-N除去率とCOD除去量に対するNH₄-N除去量の割合を示す。透過速度の遅いカラムほどNH₄-N除去率は大きく、COD除去量に対するNH₄-N除去量の割合も大きい傾向が見られる。図8にBカラムの透過速度の経日変化を示す。Aカラム、Cカラムとも同様な傾向なので省略した。図9より、透過速度の減少特性は4グル-7に分類できると考えられる。(I) 0～10日:好氣的微生物の増殖による透過速度の急激な減少。(II) 10～25日:透過速度がほぼ一定。(III) 25～35日:(I)の期間に比べやや緩い勾配で透過速度が減少。(IV) 35～80日:生物学的目づまりの最終段階であり、Cカラムでは透過速度はほぼ一定値。図9、図10に透水係数の経日変化を示す。図9より、砂層上部の透水係数はA、B、Cカラムともほぼ同様な傾向を示し、砂層上部での生物学的目づまりは透過速度の影響をさほど受けないと考えられる。図10より、砂層下部ではAカラムの透水係数がB、Cカラムのそれらに比べ減少し、透過速度の遅い場合には生物学的目づまりは砂層下部まで及ぶと思われる。

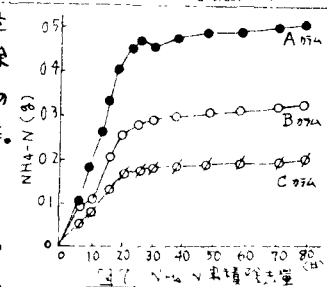


表4 NH₄-N除去率とCOD除去率の割合

カラム	NH ₄ -N除去率(%)	COD除去率(%)
A	8.4	9.3
B	11.3	17.3
C	10.7	5.5

表5 COD除去量に対するNH₄-N除去量の割合

カラム	割合
A	3.0
B	5.0
C	5.8

4. まとめ

- (1) 溶解性基質のCOD除去率は透過速度の影響をさほど受けず、25～31%であった。
- (2) 透過速度の遅い場合ほど、NH₄-N除去率が大きく、またCOD除去量に対するNH₄-N除去量の割合も大きい傾向がある。
- (3) CODに対する有機酸の割合は透過速度の遅い場合ほど大きく、平均値が約30%であった。
- (4) 生物学的目づまりの発生と進行を透過速度により4グル-7に分類した。
- (5) 砂層上部での生物学的目づまりは透過速度の影響をさほど受けないと考えられる。

おわりに 本研究は東北大学、松本慎一郎先生の御指導のもとに行なったものである。また共同研究者である河本哲男君(東北大学生)に感謝します。

〈文献〉M.T.ヨ-12:東北大学論文(1976)1号

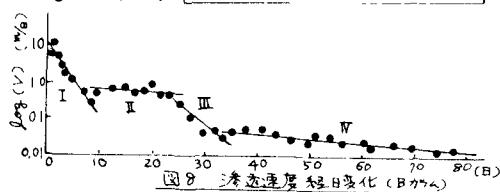


図8 透過速度の経日変化(Bカラム)

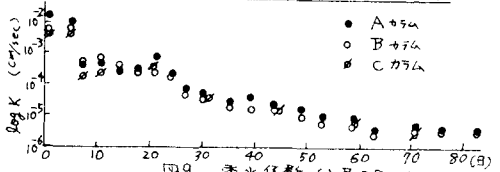


図9 透水係数(上層2.5cm)

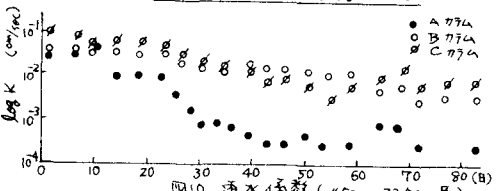


図10 透水係数(45cm～22.5cm層)