

B-21

上水汚泥を用いた河川水浄化方法について

大阪産業大学 ○ 松任麗華
同上 菅原正孝

1. はじめに

近年、閉鎖性水域のアオコや赤潮の発生が問題となるなど、水質悪化が取り上げられているが、その一つの要因であるリンや窒素などの栄養塩類の多量流入により起こる富栄養化に対して、今後さらに流入河川の水質を改善していく対策が求められている。また広域にわたるような農林地からの流出水に対する水質浄化システムを考慮する際には、建設費用や資材コスト、維持管理、などが重要な点であり、課題であるといえる。

こういった水質保全対策の一つに、土の浄化機能を利用した浄化システムとして土壌式浄化方法がある。これについてはいくつかの実施例もあり、今後の水質浄化システムの一つとして有益なものと考えられる。土壌浄化装置には、黒ボク土が使用されることが多いが、地域によっては入手しにくい傾向にある。これに対し各地域で、上水道の浄水工程から発生する汚泥量が多い。本研究で取り上げた上水汚泥は大阪にあるT浄水場から出る産業廃棄物であり、ここでは年間約8000t程度の汚泥が発生し、当該地域全体では約5億5000万tの汚泥が排出される。これを今後さらに有効活用することが必要であるが、土壌式浄化法への利用もその一つであり、検討する価値があると思われる。

この研究においては河川水の浄化方法の一つである土壌式浄化法に上水汚泥を利用し、浄化施設の資材コストの低減化、上水汚泥再利用方法の多様化を目的とし、カラム実験による基礎的実験を行った。

2. 実験概略

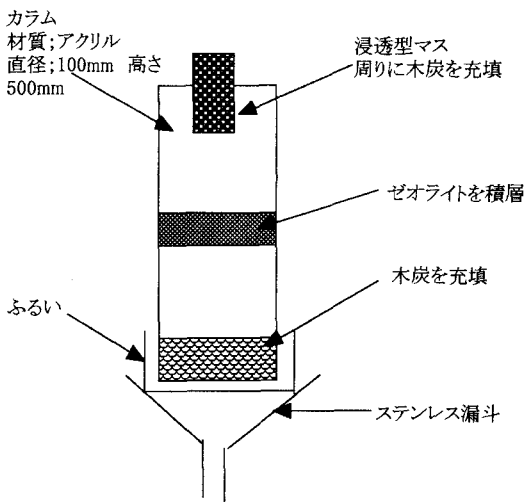


図1 実験装置概略

実験装置は、 $\phi 10\text{cm}$ 、高さ50cm、容量 $3.926 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ のカラムを4本を用意し、各カラムに上水汚泥2.5kgを同量充填し、中間にゼオライト0.2kg、下部に木炭0.2kgを図1のような順に締固めずに充填した。

上部に浸透型マスを設置し、流入水の分散を図り、各カラムに濃度を4段階に変えた人工河川水を $5(\text{L}/\text{カラム} \times \text{日})$ で間欠流入させた。流入水量はカラム容積 1m^3 に換算すると $625(\text{L}/\text{m}^3 \times \text{日})$ となる。

実験項目は表1における7項目である。実験は約2ヶ月間行った。人工河川水はグルコースとBOD測定用希釈水の緩衝液を混合したものであり、平均濃度を表1に示す。

また、充填した上水汚泥は大阪府T浄水場のものを使用し、汚泥処理工程において機械脱水せずに天日乾燥したものである。

表1 人工河川水の濃度

カラム	pH	濁度(ppm)	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	DOC(mg/l)	T-P(mgP/l)	T-N(mgN/l)
1	7.0~7.2	1.1~1.5	10.43	7.64	8.4	5.78	4.5~4.8
2			13.66	12.44	12.65	9.07	
3			19.18	19.24	14.18	10.99	
4			24.47	25.84	16.32	15.04	

3. 実験結果

3.1 土質試験結果

カラムに充填した試料（カラム充填材）の性状試験結果を表2に示す。表2から、上水汚泥は含水比が高く、密度が小さいため、粘土質であるといえる。また、弱酸性土であり園芸用の土に最適であるとはいえない。ゼオライトは島根県のイズカライトを使用している。

表2 カラム充填材の性状試験結果

試料土	含水比	pH	密度(g/cm ³)
上水汚泥	80.3	5.79	1.03
ゼオライト	5.12	6.5~7.5	3.91
木炭	62.8	6.26	1.65

3.2 流出水の平均水質について

表3に、カラム流出水の平均水質を示している。これから、全窒素以外の項目において流入水に比較してみると除去効果が認められる。特に除去率が高かったのは全リン、COD、DOCであった。濁度においては実験開始後、土粒子が流出したため3ppm程度を示したが、その後安定し1ppm以下を保っている。CODやBODについては実験開始直後、除去がみられなかったがその後安定し、5(mg/l)以下の値を保持している。また、全リンに関しては人工河川水の濃度に関与せず、いずれの場合もほぼ同濃度まで除去していることがわかる。全窒素は実験開始後1週間程度で、流入水と同じ濃度となった。

表3 カラム流出水の平均水質

項目	カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
pH	7.21	7.28	7.22	7.13
濁度(ppm)	0.44	0.89	1.55	1.29
COD(mg/l)	2.79	2.54	4.64	1.86
BOD(mg/l)	4.04	4.68	4.96	5.82
DOC(mg/l)	3.18	3.42	3.61	4.11
T-P(mg/l)	1.41	1.38	1.49	1.38
T-N(mg/l)	4.41	4.59	4.52	4.06

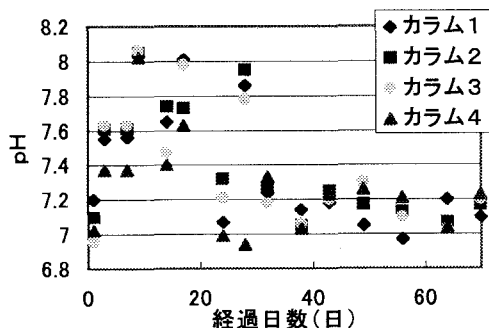


図2 pHの日変化

3.3 経日変化について

図2は、pHの経日変化を示しているが、実験開始後約20日までpHが比較的高い値を示し、20日以降はpH7~7.2で安定している。カラムに充填した上水汚泥が酸性であるのに対して流出水がアルカリを示すのは充填材中のカルシウムやマグネシウム、カリウムなどの陽イオンが水中のアンモニウムイオンとイオン交換吸着し、塩化アンモニウムなどの混合溶液として流出しているためと考えられる。

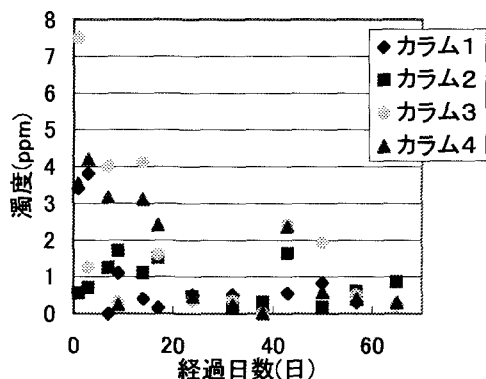


図3 濁度の経日変化

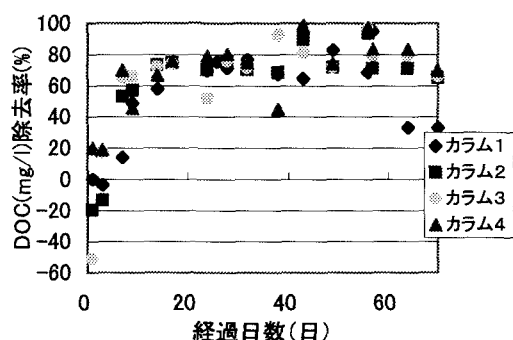


図4 DOC経日変化

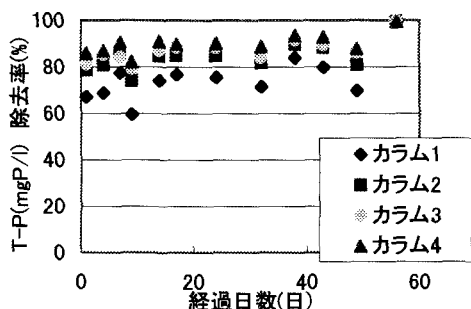


図5 T-P経日変化

図3は、濁度 (ppm) の経日変化を示している

5. 今後の課題

栄養塩類である全リンの除去に関しては効果が認められたが、窒素の除去に関しては未だ改善が必要であると思われるので、今後長期間にわたり実験を行い検討したい。また、実際の河川水の濃度と人工河川水では差異が生じるので、河川水を用いて再検討し、耐用年数、施設規模などを考慮して実用化に向けて研究を進めていきたい。

が、実験開始後 20 日程度は流入水の濃度がばらついており、濁水が流出している。また、濁度の経日変化と pH の経日変化が対応していることから、pH に充填材の流出が影響していると考えられる。

図4は、DOC(mg/l)の除去率の経日変化を示しているが、実験開始後 10 日まで流出水の方が高い濃度を示し、除去が見られないが、それ以降はどのカラムにおいても 60~80%の高い除去率を示した。こういった実験開始後の除去率が低い傾向は BOD,COD にも見られ、実験開始直後の流出水はカラム内の土中の有機分を含み、流出してきたものが影響していると考えられる。

図5は、全リン(mgP/l)の除去率の経日変化を示しているが、流入水の濃度に関与せず除去されているため、流入水の濃度が低いほど除去率は低くなるが、全リンに関しては低濃度から高濃度まで対応できることが確認できた。全窒素に関しては、流入水と流出水が同濃度で流出していることから、硝化、脱窒というバランスが崩れていると考えられる。

4. 考察

土壌式浄化法において用いられている自然土のみではなく、上水汚泥を利用することで、特に全リンの除去に関しては安定した高い除去率が示された。また、COD や DOC に関しても全リンと同様に高い除去率が得られ、総体的に浄化効果が認められた。

これらの結果より本法は閉鎖性水域の水質浄化対策の一つである流域河川水の浄化に有効であると考えられ、上水汚泥再利用方法の一つとしてさらに検討していく価値があると思われる。