

II-413

緩速ろ過法による下水の三次処理

佐賀大学 ○学 池田直樹 正 荒木宏之
正 井前勝人 正 古賀憲一

1. はじめに

近年我が国において公共用水域の環境基準の達成及び水質保全、また水資源不足に対する下水処理水の再利用などの要望に応えるべく、二次処理能力の不足分を補う必要性も出てきている。砂ろ過法による三次処理としては急速ろ過法に近い負荷で運転されることが多いが、操作が容易である緩速ろ過法を用いた場合、①SS性物質に対し有効、②滅菌作用により塩素注入量が減少、③生物ろ過膜による除去等の利点は十分期待できるものと考えられる。本研究は下水の三次処理法として同法を用いた場合の除去効果に関して基礎的な知見を得ようとして行ったものである。

2. 実験装置及び方法

図-1に実験装置の概要を示す。これは浄水技術における緩速ろ過池と同様の構造を模擬したカラムである。流入水に関しては本学のオキシデーションディッチ法の処理水を用い、ろ材については浄水用として一般に用いられている緩速ろ過砂（有効径0.44mm；以下標準粒径砂と称す）を用いた。水面積負荷の違いが処理効果へ及ぼす影響を調べるために、0.5、1.0、2.0m/dayの3段階の負荷について全て遮光条件下で実験を行った。またろ過砂の粒径の違いによる処理効果の差を調べるために有効径0.92mmのろ過砂（以下粗粒径砂と称す）を用い、2.0m/dayの負荷でこれも同時に遮光条件下で実験を行った。実験中は所定の負荷を維持するため損失水頭の増加に伴い流出側の水位を下げるという調整を1日2度行い、流出側の水位が砂層表面に到達し砂層内に負水頭が生じるようになる日までを実験の持続日数とした。流入水、処理水とも1日分のコンボジットサンプルについて水質分析を行った。分析項目はSS、BOD₅、T-N、T-P、一般細菌及び大腸菌群である。分析方法は下水試験方法に従った。

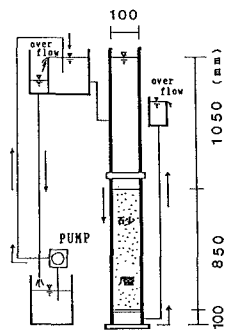


図-1 実験装置

3. 結果と考察

各水質項目について流入水と処理水の単位面積当りの累加負荷量 $R(t)$ を次の式より求めた。

$$R(t) = \int_0^t C \cdot Q / A \, dt$$

ここで C :濃度(g/m³) Q :流量(m³/day)

A :ろ過面積(m²) t :経過日数(day)

図-2に流入水及び処理水におけるSS性BOD₅の単位面積当りの累加を示す。標準粒径砂における負荷0.5、1.0、2.0m/dayの各カラムの持続日数はそれぞれ38、31、16日であり、粗粒径砂における負荷2.0m/dayのカラムの持続日数は20日であった。これらのことから負荷が小さい程、また粒径が大きい程持続期間が長くなることが認められる。また負荷の違いによらずSS性BOD₅の処理水の累加は小さく、高い除去効果があることがわかる。このような高い除去効果はSS性リンについても同様であった。図-3にSS性窒素の単位面積当りの

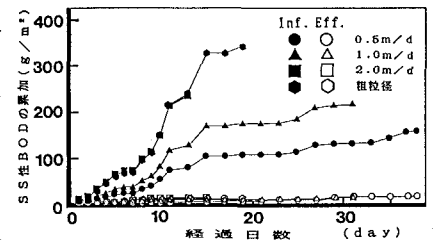


図-2 SS性BOD₅の累加

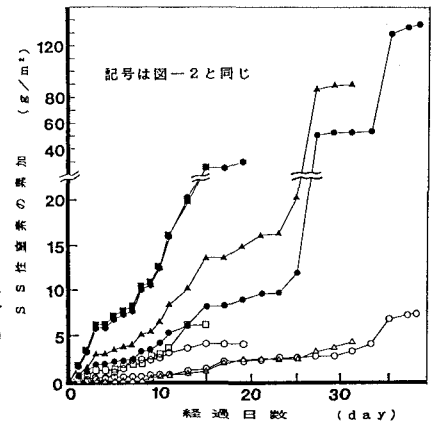


図-3 SS性窒素の累加

累加を示す。各カラムとも高い除去効果が認められるが、負荷が 0.5 m/day 及び 1.0 m/day の処理水は負荷の違いによらずすべて小さい累加を示したのに対し、 2.0 m/day の処理水については実験当初より流出負荷の累加が多少みられる。図-4に溶解性BOD₅の単位面積当りの累加を示す。23日頃までは除去効果があまりみられないが、それ以降で除去効果が現れている。図-5に溶解性窒素の単位面積当りの累加を示す。溶解性BOD₅と同様に23日頃までは除去効果がみられないが、それ以降負荷の増大（高濃度の流入水）による処理水の悪化が若干みられるものの次第に除去効果が現れている。図-6に溶解性リンの単位面積当りの累加を示す。溶解性リンについては実験当初から各カラムとも除去効果が認められる。溶解性窒素は前述のように実験初期には除去されていないことから、これは生物作用によるものではなく吸着作用によるものと考えられる。10日頃から負荷の増大によるものと思われる処理水の悪化がしばらくみられるが、20日以降では再び処理水の累加は小さくなっている。これは溶解性BOD₅及び溶解性窒素において23日頃から除去効果が現れたこととも関連しており、生物同化作用によるものと考えられる。表-1に大腸菌群の経日変化を示す。実験初期では流入水に対する処理水の値の減少は認められないものの7日には高い除去効果が認められ、15日以降は各カラムとも95%以上の高い除去率が維持されている。全体的な傾向としては経過日数とともに除去率が増す傾向にあった。しかも水質汚濁防止法の水質基準（日間平均：3000個/ml以下）を十分満足しており、高い滅菌効果のあることが確かめられた。表-2に一般細菌の経日変化を示す。一般細菌の減少率は大腸菌群に比べそれほど高くないものの大腸菌群と同様に7日以降で各カラムとも減少が認められる。

4. まとめ

今回の実験により緩速ろ過法はSS性物質及び大腸菌群に対し有効であること、さらに負荷が小さい程、また粒径が大きい程持続期間が長くなることが確かめられた。全BOD₅に関しては水面積負荷の違いによらず除去率は65%程度であり、全窒素、全リンに関しては負荷が小さい程除去効果が高く、 0.5 m/day の負荷の場合でいずれも55%程度であった。溶解性物質に関しては23日頃から生物同化作用によるものと考えられる除去効果が現れた。また粗粒径ろ過砂は標準粒径ろ過砂とほとんど変わらぬ処理効果が得られることが確かめられた。

最後に本研究を行うにあたって、一般細菌、大腸菌群の測定に関し御指導頂いた佐賀市水道局の長谷川恭二氏、宮原信雄氏、及び佐賀市下水道課の猿野善郎氏に深く感謝の意を表します。

表-1 大腸菌群の経日変化
(10 個数/ml)

経過日数		2日	7日	15日	26日	33日
処 理 水	流入水	420	380	1300	520	125
	標準粒径 0.5 m/d	670	105	3.0	11.3	0.5
	標準粒径 1.0 m/d	—	47	35	5.5	—
	標準粒径 2.0 m/d	320	35	4.6	—	—
	粗粒径 2.0 m/d	940	72	3.0	—	—

表-2 一般細菌の経日変化
(10³ 個数/ml)

経過日数		2日	7日	15日	26日	33日
処 理 水	流入水	27.0	71	137	304	130
	標準粒径 0.5 m/d	23.0	26.0	42	50	38
	標準粒径 1.0 m/d	100	48	33	4.1	—
	標準粒径 2.0 m/d	27.1	36	57	—	—
	粗粒径 2.0 m/d	110	29.0	19.2	—	—

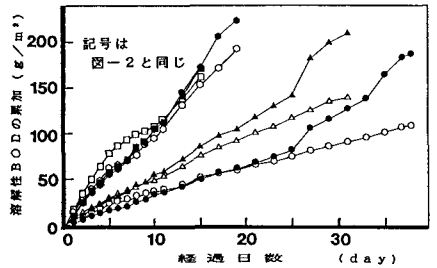


図-4 溶解性BOD₅の累加

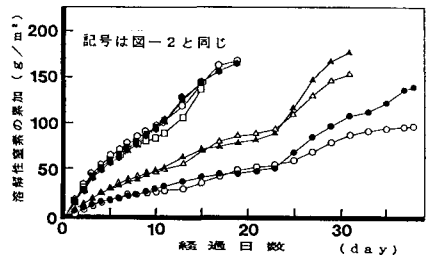


図-5 溶解性窒素の累加

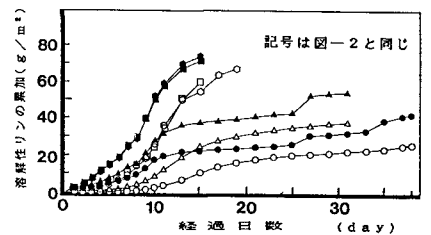


図-6 溶解性リンの累加