

VII-12

接触酸化法による河川水の浄化

岩手大学工学部 学生員○今村 篤
正 員 相沢治郎
正 員 海田輝之

1. はじめに

河川の浄化対策のひとつに、河川または河川流入水路の直接浄化がある。その処理方式は、主に接触酸化法や接触曝気法である。本浄化実験に用いた浄化水路は、岩手県室根村を貫流し宮城県気仙沼湾に流入する大川の河口から12Km上流に設置され、処理方式は、接触材として牡蠣殻及び木炭を用いた接触酸化方式である。本研究では、浄化水路底部に沈降堆積した汚泥が流出水水質に与える影響を検討するために、定期的に沈降堆積した汚泥を排除した水路と排除しない水路での実験を行った。また、汚泥からのリン溶出が水路流出水のリンの浄化特性に及ぼす影響を検討するためにリン溶出実験を行った。

2. 実験装置及び実験方法

図-1に実験に用いた浄化水路の概略図を示す。浄化水路は4本であり、そのうち2水路が牡蠣殻(No. 1, No. 2)、1水路が木炭(No. 3)、もう1水路(No. 4)に牡蠣殻と木炭を交互に接触材として充填した。また、水路底部の流れ方向に4区画の汚泥沈殿槽を設置した。汚泥沈殿槽は、長さ2m、幅1.2m、高さ0.3mであり、中央部に汚泥が貯まるように傾斜をつけ汚泥貯留槽を設けた。表-1に各浄化水路の実験諸元を示す。実験は、No. 1及びNo. 4水路を、1週間に1度排泥用バルブにより汚泥沈殿槽及び貯留槽に堆積した汚泥を排泥した。水質測定は、1週間に1度の割合で行った。測定項目及び測定方法を表-2に示す。

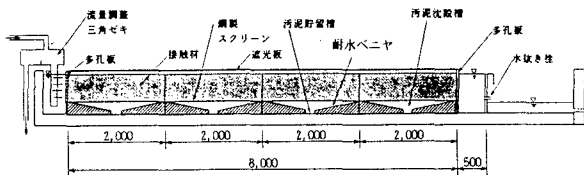


図-1 浄化水路概略図

表-1 実験諸元

水路No	接触材	充填率(%)	流量(m ³ /h)	滞留時間(hr)
1	牡蠣殻	25.6	3.33	4.0
2	牡蠣殻	24.3	3.49	4.0
3	木炭	41.3	2.12	2.0
4	牡蠣殻・木炭	34.2	3.51	4.0

表-2 測定項目及び測定方法

測定項目	測定方法
浮遊物質 (SS)	ガラス繊維濾紙法
溶存酸素 (DO)	ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
全有機炭素量 (TOC)	島津製作所製全有機炭素計 島津TOC-5000
アンモニア態窒素 (NH ₄ -N)	フェノール次亜塩素酸法
亜硝酸態窒素 (NO ₂ -N)	ナフチルエチレンジアミン法
硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	カドミウム・銅カラム還元法でNO ₂ -Nに還元後、ナフチルエチレンジアミン法
有機体窒素 (Org-N)	硫酸分解・蒸留後フェノール次亜塩素酸法
オルトリン酸態リン (PO ₄ -P)	モリブデン青法
全リン (T-P)	過硫酸アンモニウム分解後、モリブデン青法

沈殿汚泥からのリン溶出実験は、試料として水路沈殿部の汚泥を用いた。実験は、容量3Lのビーカーに含水比592%の汚泥1L、蒸留水1.5Lを入れ窒素ガスで曝気し、溶存酸素濃度をほぼ0にした。その後流動バルブで表面を覆い、経日的に上澄み水中のリン濃度を測定した。

3. 結果及び考察

実験を開始した5月から11月までの水路流入水の水温は10~23℃であった。図-2には、各水路における流入及び流出水のTOC濃度を示した。各水路の平均除去率は、No. 1水路で11.8、No. 2水路で11.0、No. 3水路で15.7、No. 4水路で12.7%と木炭水路が大きな除去率を示した。水温が10℃以上での実験であったが、微生物によるTOC成分の除去は期待できず、牡蠣殻より木炭のほうがTOC成分の吸着による除去が大きいためと考えられる。図-3には、各水路における流入及び流出水中のNH₄-N濃度を示した。各水路ともNH₄-Nは水温上昇に伴い硝化が進み平均除去率は、No. 1水路で38.7、No. 2水路で27.4、No. 3水路で21.4、No. 4水路で26.5%と排泥を行った牡蠣殻水路で大きな値を示した。図-4に各水路における流入及び流出水中のT-P濃度を示した。この結果、接触材として牡蠣殻を用い、水理学的滞留時間も同じ No. 1及びNo. 2水路の平均除去率は16.9%、15.3%であり、排泥を行わなかったNo. 2水路との明らかな差は見られなかった。また、水理学的滞留時間が2時間及び4時間で行ったNo. 3、No. 4水路においては平均除去率が14.6%、19.9%であり、明らかに水理学的滞留時間、排泥及び接触材充填の違いによる差が見られた。図-5に各水路における流入及び流出水のPO₄-P濃度の経日変化を示した。No. 1、No. 2水路の平均除去率は、それぞれ7.0%、3.9%であり、明らか

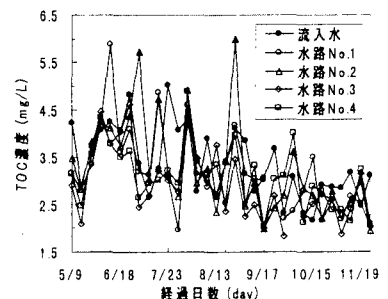


図-2 各水路におけるTOCの経日変化

に水路内から沈殿汚泥を排泥したことによる効果があることが分かった。また、No. 1水路とNo. 2水路流出水中の平均濃度差は0.005mg/Lであった。この濃度差は汚泥からのリン溶出の影響と考えられる。表-3に実験開始後116日目におけるNo. 2水路に沈降滞積した汚泥量及び汚泥性状を示した。沈殿汚泥量は下流にゆくに従って減少することが分かった。汚泥密度は2.34~2.42と土粒子の密度に比較して小さな値となっている、これは有機物含有量が17.0~18.9%と大きいためと考えられる。また、有機物含有量は下流に行くに従って増加し、このことは汚泥中のリン及び窒素含有量の増加の結果にも影響していると思われる。

図-6に汚泥からのリン溶出実験における上澄み中のリン濃度の経日変化を示した。上澄み中のリン濃度は、実験開始から6日までは直線的に増加し、その後濃度の増加速度は減少したが、経過日数19日でも濃度の増加が見られた。これらの結果から、リンの単位面積当たりの溶出速度を0日-6日目と14日-19日目では初期で19.7mg/m²/day、後期で5.31mg/m²/dayであった。リンの溶出速度は溶存酸素濃度、水温、汚泥中のリン含有率などに影響されることが知られている。本実験で用いた汚泥中のリン含有率は平均で2.25mg/g乾重であった。得られた実験結果と文献^{1),2)}から浄化水路流出水のリン濃度の増加量を計算した結果、D0濃度を0としたときのリン濃度の最大増加量は0.0054mg/Lとなる。また、現地浄化水路における夏場の流出水の最低D0濃度は5.6mg/Lで、この時のリン濃度の最大増加量は0.0048mg/Lとなり、実験で得られたNo. 1およびNo. 2水路流出水のリンの濃度差とほぼ一致した。

4. おわりに

各接触材水路による汚泥排出が流出水質に与える影響を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- 1) TOCについては汚泥排出による水質への明らかな影響はみられず、接触材として木炭を用いた水路が大きな除去率を示した。
- 2) NH₄-Nについては汚泥排出を行った、No. 1, No. 4水路において他の水路より大きな除去率を示し、汚泥排出及び接触材による影響があることが分かった。
- 3) T-Pについては明らかな排泥の効果は見られなかったが、No. 4水路において排泥及び接触材充填方法による効果があることが分かった。
- 4) PO₄-Pについては汚泥を排出することにより流出水中のリン濃度が0.005mg/L程度低下することが分かった。このことは溶出実験の結果から計算した値とほぼ一致した。

表-3 沈殿汚泥の特性

経日数	沈殿汚泥量 (g)	汚泥密度 (g/cm ³)	有機物含有量 (%)	汚泥中リン含有量 (P-mg/g乾重)	汚泥中窒素含有量 (N-mg/g乾重)
A	3530	2.42	17.0	1.98	22.25
B	2126	2.34	17.6	2.22	28.41
C	1192	2.39	18.6	2.37	32.52
D	760	2.41	18.9	2.43	36.69

参考文献

- 1) 堀江他：土木学会論文集No. 533/II-34, 225-235, 1996. 2
- 2) 建設省土木研究所下水道部水質研究室：土木研究所資料第1165号, 1976. 10

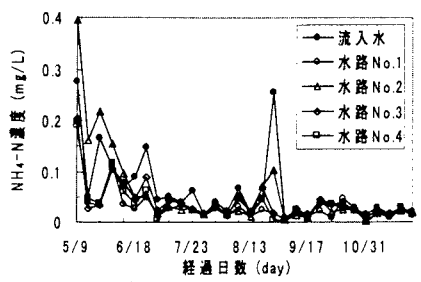


図-3 各水路におけるNH₄-Nの経日変化

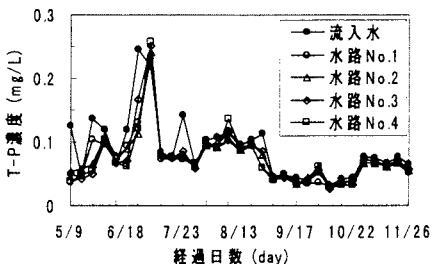


図-4 各水路におけるT-Pの経日変化

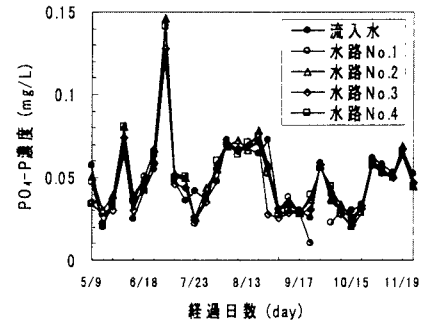


図-5 各水路におけるPO₄-Pの経日変化

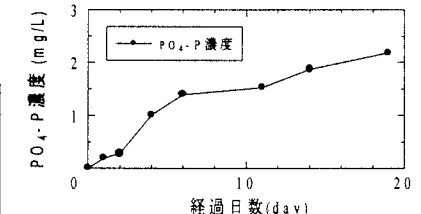


図-6 リン溶出実験