

接触材水路による河川水の浄化実験

岩手大学大学院 学生員 ○須藤 聖 日本工営 海藤 剛 建設技研 米山 賢
岩手大学工学部 正 員 相沢治郎 海田輝之 太村達夫

1. はじめに

現在、富栄養化を単独で防止するような根本的な対策はないと言われている。本研究は、富栄養化防止対策のために、貯水ダムに流入する汚濁負荷量の低減を目的とし、昨年まで接触材として木炭とカキ殻を用いた反応槽による室内実験を行ってきた。その結果、グルコースを単一炭素源とする人工河川水を用いた場合、有機物は除去でき、窒素は硝化が進み、リンは実験条件によっては除去されることが分かっている¹⁾。そこで、本研究では実際の河川水を用いたパイロットプラントによって平水時を対象とした1992年11月から1993年2月までの実験結果について報告するものである。

2. 実験装置および実験方法

実験水路概略図をFig. 1に示す。水路は、長さ12m、幅1.2m、高さ1mの水路3本であり、各水路には接触材を0.6mの高さまで敷き詰め、接触材槽下流には砂濾過槽を設置した。砂濾過槽は、下層15cmに碎石を用い、中層10cmは粒径2mm程度の玉砂利を敷き詰め、最上層15cmは上水道で用いられる砂を使用した。実験に用いた接触材はカキ殻と、木炭であり、その充填率、流量などの諸条件をTable 1に示す。No. 1とNo. 3水路は、光を遮断し、No. 2水路は光を遮断しない条件下で実験を行い比較検討した。河川水は岩手県大川から取水し、ポンプアップされた河川水は、沈砂池で砂を除去した後、流量を三角堰によって水理学的滞留時間 $HRT = 2$ 時間に設定した。1992年11月5日より通水を開始し、採水は接触材充填槽の下流と砂濾過槽の下流で行った。測定項目は、水温、pH、BOD、各態窒素(NH_4-N , NO_2-N , NO_3-N , T-N)、リン(溶解性 PO_4-P , T-P)について行った。

3. 実験結果および考察

3-1 水路の混合特性

混合特性は、飽和食塩水を投入し、流出水の電気導度を測定後、塩素イオン濃度に換算し、その経時変化から検討した。Fig. 2に横軸にトレーサ投入後からの経過時間を平均滞留時間で除すことにより無次元化して θ とし、縦軸に流出塩素イオン濃度を全トレーサ投入量で除して無次元化した E とした図を示す。また、本水路での流動が分散モデルで表されるとし、分散を σ 、分散数をベクレー数の逆数 D/uL とすると以下の式によって求められる。

$$\sigma^2 = 2(D/uL) + 8(D/uL)^2$$

上式によって、分散数 D/uL を求めると、No. 1水路が0.039、No. 2水路が0.014、No. 3水路が0.073であった。したがって、本実験で用いた水路は、オーダー的には中間の分散のある混合形態であることが分かった。

3-2 流入水の水質および運転状況について

Fig. 3に流入水の水温およびBOD濃度の経日変化を示す。

水温は日数が経過するにつれて低下し、30日を過ぎると4℃程度であった。流入水の全平均BOD濃度は2.51 mg/lで、河川の環境基準A類型を若干上回っていた。また、初期の比較的温度の高い時期と低い時期で比較すると、高い時期の平均BOD濃度は1.72mg/lであり、低い時期では3.30mg/lであった。このことは河川での自浄作用の低下によるものと考えられる。その他の流入水の水質と温度との間にはさほど相関関係はなかった。

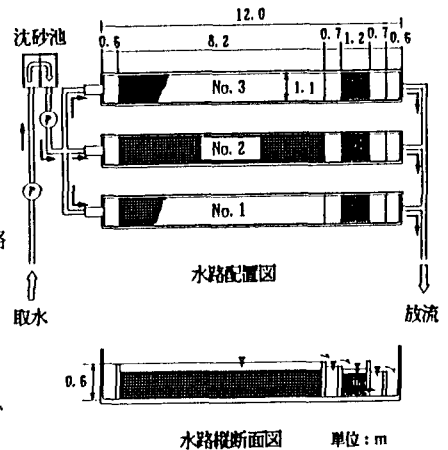


Fig. 1 実験水路概略図

Table 1 各水路の運転条件

水路 No.	接触材	接触材 容量(m³)	充填率 (%)	流量 (m³/hr)	光の有無
1	カキ殻	1.6	29.9	1.9	なし
2	カキ殻	1.5	27.8	2.0	あり
3	木炭	2.9	53.4	1.3	なし

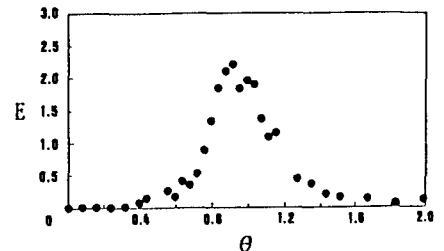


Fig. 2 水路No. 1の混合特性

また、本実験は平時を対象としたため、降水によって河川が濁った場合には、可能な限り取水を停止するようにしたが、平時時においても沈砂池で除去できないシルト質の懸濁物質が流入し、接触材の上部の表面には懸濁物質が沈澱していた。

3-3 流出水平平均濃度について

水路内の生物については、同定は行っていないが、特に水路No. 2において緑藻および珪藻類を主とする生物が増殖した。また、光を遮断した条件下でのNo. 1、No. 3水路では室内連続実験でみられた*Sphaerotilus*、*Zoogloea*等の細菌は目視で確認できるほど増殖しなかった。このことは、水温が低いことと、特に*Sphaerotilus*などは流速のあるような場所あるいは完全混合の場合に存在するといわれており、流速および混合特性等が原因であると思われる。

Table 2に各水質項目の流入および流出平均濃度と、除去率を示す。pHについては、流入水よりも各水路流出水の方が高い値となった。カキ殻については炭酸カルシウムが溶出したものと思われ、No. 1よりもNo. 2の方が高い理由としてはNo. 2水路内に藻類が増殖したためであると考えられる。

BODの除去については各水路において水温が低いにもかかわらず、23～35%程度であった。

また、窒素については、接触材充填槽流出水（砂濾過前）については、Org-Nを中心に除去が行われ、T-Nで各水路で10%程度除去できることが明らかになった。砂濾過槽流出水は砂濾過後にNO₃-Nが増えていることにより、T-N除去率は6～10%となった。この原因については今後の課題である。

また、Fig. 4に各水路の溶解性のPO₄-PのT-Pに対する割合を示す。

これを見ると、No. 1およびNo. 2水路流出水からの溶解性PO₄-P濃度の増加が観察された。これはカキ殻からのリン酸カルシウムの溶出¹⁾および懸濁態のPO₄-Pの溶出が原因であると思われる。したがって、溶解性PO₄-Pの除去は、現在あまり期待できないが、今後、水温の増加にともなう生物の増殖によって、除去が期待できるものと思われる。また、No. 3水路流出水はPO₄-P濃度が減少しなかったが、水路No. 1とNo. 2と同様と考えられる。流出T-P濃度については各水路で除去でき、これは懸濁態リンの沈澱による影響と考えられる。接触材充填水路流出水のT-P除去率はNo. 1水路で10.5%、No. 2水路で19.3%、No. 3水路では31.6%となった。また、砂濾過槽流出水ではさらに除去され、No. 1水路で19.3%、No. 2水路で28.1%、No. 3水路では40.4%となった。したがって、冬場の水温の低い時期では、リンの除去は、懸濁態リンの除去が主要なものとなっている。

4. おわりに

本研究で比較的汚濁の低い河川水の浄化をパイロットプラントによって低温期で検討した結果、BOD除去率で各水路において23～35%程度、窒素については総窒素で6～10%程度、リンについてはT-Pで20～40%の除去率が得られた。これらの除去は沈澱による効果が大きく、生物学的な除去は少ないと考えられる。

（参考文献）

- 1) 海藤 剛、相沢治郎、海田輝之、大村達夫：接触材反応槽の付着微生物による河川水の浄化，Vol. 29，pp123-133，環境工学研究論文集，1992

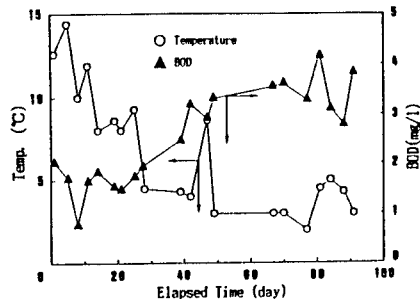


Fig. 3 流入水における温度とBODの経日変化

Table 2 流入平均濃度および各水路の流出平均濃度

水質項目	流入水	水路No. 1		水路No. 2		水路No. 3	
		砂濾過前	砂濾過後	砂濾過前	砂濾過後	砂濾過前	砂濾過後
pH	7.4	7.7	7.7	7.9	7.9	7.9	7.9
BOD(mg/l)	2.51	1.62	1.62	1.92	1.68	1.80	1.57
Nitrogen(mg/l)							
NH ₄ -N	0.019	0.014	0.012	0.014	0.012	0.018	0.016
NO ₃ -N	0.008	0.007	0.006	0.007	0.006	0.007	0.006
NO ₂ -N	0.996	0.914	0.982	0.916	0.940	0.908	0.940
Org-N	0.155	0.112	0.113	0.118	0.106	0.110	0.095
T-N	1.178	1.047	1.113	1.055	1.064	1.043	1.057
Phosphorus(mg/l)							
PO ₄ -P	0.025	0.035	0.035	0.029	0.030	0.024	0.026
T-P	0.057	0.051	0.046	0.046	0.041	0.039	0.034

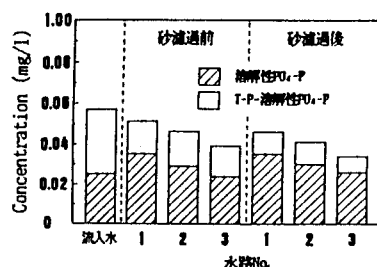


Fig. 4 各水路における平均流出リン濃度