

II-231

直接浄化を用いた河川の水質環境改善に関する研究

日本大学大学院 学生会員 宮東 英二
日本大学理工学部 正会員 三浦 裕二

1. はじめに

現在までの近代化は環境に負担をかけることによって進められてきた。このため多くの自然環境が失われつつあり、その影響は人間の生活環境さえも脅かし始めている。そこで現在、自然に負担をかけることなく、人間や動植物が共に生活しやすい環境を創りあげるために、再自然化が行われるようになった。この方法としてあげられるものが自然材料を用いた方法と、人工材料を用いた方法である。これはとくに河川において盛んに行われてきている。そこで本研究では後者にあげられる一方法として、直接浄化を取り上げ、ろ材の選定、室内実験を行うことによって浄化能力の検討を行ない、またそれを実際の河川に適用した際の再自然化の可能性について考察することを目的とする。

2. ろ材の選定と直接浄化実験

直接浄化は本来河川がもつ自浄作用を人工的に高めさせることにより浄化を促進させるという原理に基づき考え出された浄化方法である。近年では実験段階から計画、実施へといくつかの施工例が見られるようになってきた。一般的には礫を用いた礫間接触法が実用化されてきているが、より効果を高めるための新たなろ材の開発も行われてきており、生物にとって生息し易い材質の選択や、できる限り多くの表面積を持つ形状が考え出されてきている。この中から7種類のろ材を選択し、取扱い易さや閉塞性、耐久性を考慮して本実験で用いるろ材の選定を行なった（表-1）。この結果、本実験では総合的に優れた評価を得ることができた再生プラスチックで作られるプラスチックろ材A（表面積： $50 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ）を選定し滞留時間別、汚濁別と条件を変化させることにより、プラスチックろ材Aの特性を把握する実験を行った。

実験は、幅 $0.4 \text{ m} \times$ 水深 $0.5 \text{ m} \times$ 長さ 15 m 、容積約 4.0 m^3 の鋼製室内水路で行った。滞留時間は野川で行われた礫間接触法の現場実験結果¹⁾を用い、BODで75%の除去率を得た滞留時間1.25時間の前後の0.5時間、1.0時間、2.0時間とした。また曝気は上流で行うものとし、流水方式はワンパスで行った。

3. 実験結果および考察

(1) 測定項目別除去率（図-1）

この図は非溶解負荷、溶解負荷、混合負荷の3つの実験のうち非溶解負荷の測定値をまとめたものである。いずれの測定項目においても滞留時間が増すに従って浄化率が高まるという変動を起こしていることがわかる。非溶解負荷についてはSSに伴ってBOD、TOCの、また溶解負荷に対してはBODに伴ってTOCの除去率が高まるという結果が得られた。

(2) 自浄係数（ k_d ）の検討（表-2）

わが国の26河川において実測された自浄係数の値と、本実験で得られた値を、Streeter-Phelps式に代入することによって求めた値とを比較する。この結果、実際の河川における平均自浄係数が1.73であるのに対し、実験値では非溶解負荷の平均値で9.11と5.26倍の値が得られた。これは実際の河川におけ

表-1 ろ材比較表

ろ 材	表面積(m^2/m^3)	充填方法	閉塞性	耐久性
プラスチックろ材A	50~180	◎	◎	◎
プラスチックろ材A	120~140	◎	△	◎
自然礫	150~250	○	△	◎
波板状ろ材A	100~300	△	×	△
波板状ろ材B	100~300	△	△	△
繊維状ろ材A	120~140	△	○	×
繊維状ろ材B	40~250	×	○	○

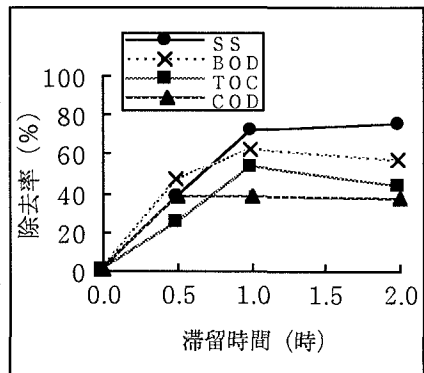


図-1 測定項目別除去率

る接触面が標準断面（水深0.5m×底幅0.4m×水路長5m）の7m²/m³と仮定し、本実験で用いた接触ろ材を入れた水路内では57m²/m³と接触面積で約8.1倍の差があることから、自浄係数が面積比に対して大きくなるということがわかる。

（3）汚濁別除去率と予測値（図－2）

非溶解負荷においては約1.0時間までは浄化効果が見られるものの、それ以降はほとんど浄化は進まなかった。一方、溶解負荷に対しては滞留時間が1.0時間まではあまり高い除去効果を得ることができなかったものの、継続的に除去効果の向上がみられた。さらに混合負荷では、これらの値を合わせた傾向が得られ、滞留時間2.0時間で約70%の浄化を行うことができる。このことから1.0時間までは非溶解の有機物が沈殿、吸着によって除去され、その後は溶解負荷が徐々に浄化されていくことがわかる。実際河川においてBOD中の有機物の非溶解分が7割、溶解分が3割ということから、本実験の非溶解負荷と溶解負荷の除去率はそれぞれ60%、20%と考察できるので、約1.0時間滞留させることにより、合わせて50%の除去率を得ることが可能である。また実験値から得られた自浄係数の平均値からStreeter-Phelpsの式を用いた予測式をたてると、ほぼ実験値と合致した値を得ることができ、水質を予測することも可能であるといえる。

（4）実際の河川への適用可能性（表－3）

本実験のプラスチックろ材Aを用いた直接浄化を千葉県を流れる海老川（二級河川、流速0.10m/sec）で適用した場合を考える。この海老川は水質汚濁の進んだ都市河川であり、近年において水質改善は成されているものの、平成5年の水質は環境基準10mg/lを大きく上回る約15mg/lとなっている。この海老川において水質目標を現在の水質の半分、約7mg/lに設定し、プラスチックろ材Aを適用したすると1.0時間滞留で河道内346.2mにわたり、2986.0m³のプラスチックろ材Aを河道内に投入する計算となる。しかし河道内にこの量のろ材を入れることは流出障害、BIOTOPE消失はもとより様々な困難性が考えられるため、ろ材を河道内の地下に埋設する方法や河道を広げたり、あるいはこのシステムを河川敷に分離、建設して、河川水を引き込むといった工夫が必要となってくる。

4. まとめ

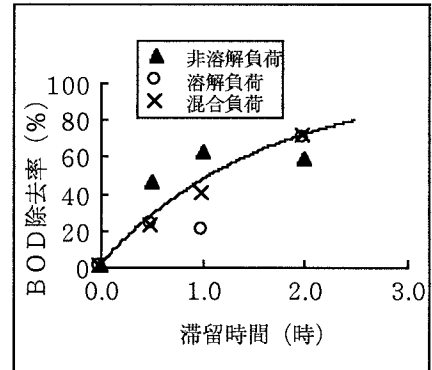
本研究では直接浄化の中でもとくに人工材料を用いたろ材を中心として実験を進めてきた。この結果、プラスチックろ材Aを用いて約1.0時間滞留させることによってSS、BOD、TOC、CODいずれの測定項目においても高い除去率を得ることができた。このことは人工的に汚濁水における接触面積を増すことにより、浄化を促進させることが可能であることを証明することができた。

しかし、一方この方法を実際の河川に適用した場合、多くの問題が考えられるため、自然の中に人工物を入れるための工夫が必要となってくる。またこの方法では汚濁再生産の原因であるリン、窒素といった物質の多くを除去することは困難である。元来自然河川に見られる葦原は水流を滞留させるために大きな役割を果たしてきた。またリン、窒素の除去においては植物が有効であることも実証されている。このように本来自然にある考えや方法、材料などを組み合わせつつも、その維持管理や原因対策についても原点にもどることにより、総合的な再自然化の提案が成されるべきである。

参考文献）1）土屋光圀ら：酸化池応用方式による中小河川の水質浄化実験（その1）都土木技研年報、1976

表－2 実験より得られた自浄係数

滞留時間	2.0	1.0	0.5
非溶解負荷	4.51	10.07	12.74
溶解負荷	6.14	2.33	5.47
混合負荷	6.53	5.32	5.24



図－2 汚濁別除去率と予測値

表－3 海老川における充填量と距離

滞留時間 (時)	充填量 (m)	充填距離 (m ³)
0.5	173.1	1493.0
1.0	346.2	2986.0
2.0	692.3	5971.1