

河床付着生物の自浄作用に及ぼす影響

呉工業高等専門学校 正 員 ○ 大橋 晶良
 長岡技術科学大学 正 員 原田 秀樹
 長岡技術科学大学 正 員 桃井 清至
 呉 市 横島 康雄

1. はじめに

河川の自浄作用は、河川水自体と河床付着生物の2つの作用から構成されていると考えられ、河床の付着生物が、どのような役割をしているかと言うことは興味深い。そこで本研究は、河床付着物及び河川水を室内に持ち帰り、回分実験より、生分解による河川の自浄化特性を調べた。その結果、若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

実験に使用した付着生物は、広島中央テクノポリスの中核都市として発展が予想される東広島市を流下する黒瀬川の中流部に、コンクリート供試体を約4ヶ月浸水させ、コンクリート表面に付着増殖したものである。採取は、水温が5℃前後の低い冬期に行った。

回分実験は、人工基質（河川水にグルコース20mg/ℓ、 $\text{HN}_4 - \text{N}$ 1mg/ℓ、 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 1mg/ℓ添加）に採取した河床付着物を投入し、各水質濃度（ COD_{Mn} ・ COD_{Cr} ・ケルダール性窒素 Kje-N ・全窒素 T-N ）の経時変化を調べた。このとき、りん酸緩衝液（イオン強度0.01）を添加しpHを7に、また水温を20℃に制御した。一方、付着物を投入しない場合の人工基質についても同様に調べ、河川水及び付着物自体の浄化能力がそれぞれ得られるようにした。

表-1に実験条件を示す。河川の場合によって、付着物の特性が異なると考えられるため、St. 1～4の4地点から採取し、それぞれについて実験した。なお、St. 1は、淵で水がよどんでいて流体剪断力を受けない地点。St. 2は、瀬の川幅中央部。St. 3は、堰の端部で水が停滞している地点。St. 4は、堰の中央部上流約1mの流速がかなり速い地点。また、光合成の影響をみるために、明暗条件下で計7回実験を行った。

河川水の溶解性濃度も表-1に示した。各項目とも高くなく、黒瀬川は、まだ汚濁は進行していないようである。河川の水質が各実験で異なっているため、実験初期濃度も違ってくるが、基質を添加しているため、この影響はほとんど

表-1 実験条件及び河川水質

RUN	1	2	3	4	5	6	7
記号	○	△	▲	□	■	◇	◆
採取場所	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3	St. 4	St. 4
流速 (m/s)	0	0.111	0.067	0	0	0.143	0.112
明暗条件	明	明	暗	明	暗	明	暗
付着有機物 (mg/l)	284	333	111	187	191	345	221
河川							
COD_{Mn}	1.70	1.33	1.08	1.34	1.84	1.50	1.87
COD_{Cr}	—	7.72	6.33	7.13	4.27	5.06	10.9
Kje-N	0.470	1.14	0.445	0.490	0.700	0.694	1.32
$\text{NH}_4 - \text{N}$	0.061	0.213	0.090	0.091	0.026	0.086	0.349
$\text{NO}_3 - \text{N}$	0.752	0.125	0.254	0.535	0.464	0.390	0.098
$\text{NO}_2 - \text{N}$	0.023	0.015	0.029	0.033	0.016	0.023	0.037
$\text{PO}_4 - \text{P}$	0.010	0.075	0.033	0.033	0.001	0.012	0.026

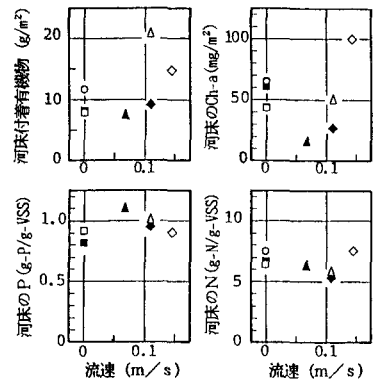
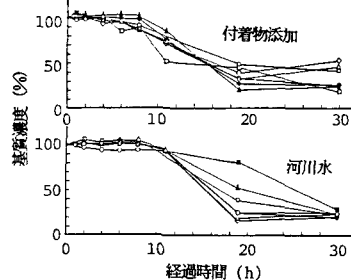
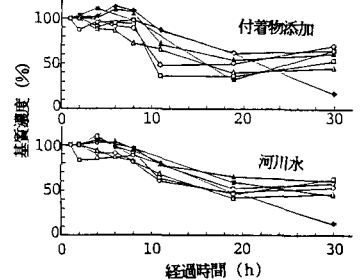


図-1 河床付着物の特性

図-2 回分実験結果の一例 (COD_{Mn})図-3 回分実験結果の一例 (T-N)

どないものと思われる。

3. 結果及び考察

河床付着物の特性を図-1に示す。河床の付着有機物（強熱減量）・付着性の藻類（クロロフィルa）は、流速とほとんど関係は見られない。これは、付着場所よりも採取日の水温や気象等に強く影響を受けるものと思われる。しかし、付着有機物内のP、Nの含有量はほぼ一定で、付着有機物量は変化しやすいが、構成成分の割合は変わらないようである。

回分実験結果の一例（COD_{Mn}）を図-2に示す。付着場所や明暗条件の違いはほとんど見られなく、同じような経時変化を示している。また、河川水自身も付着物が添加された場合と同じような傾向を示している。図-3には、T-Nの実験結果を示した。これもCOD_{Mn}の場合と同様の傾向を示している。

図-2、3が示しているように、基質は直には分解されず、数時間のラグ期の後、消費されており、Apoteker et al.¹⁾の結果とよく一致している。データ数が少ないため、正確なラグ時間を求めることはできないが、およその値を図-4に示した。図中の破線は平均値を示す。各水質項目とも、明暗条件や流速の影響は見られない。ただし、河川水自体に比べ、付着物が添加されると、COD_{Mn}、COD_{Cr}のラグ時間が短くなっている。特に、COD_{Mn}では約半分にも短縮されている。

また、図-2、3に示されているように、ラグ期の後は指数的に分解されており、これが一次反応と仮定すると、次式で表される。

$$dL/dt = -k \cdot L \quad (1)$$

ここに、Lは基質濃度、tは時間、kは一次反応速度定数で、(1)式を解くと

$$-\log_e (L/L_0) = k \cdot t \quad (2)$$

となる。ここに、L₀は初期基質濃度である。(2)式の関係を使用し、反応速度定数kを求めることができ、図-5に算出の一例を示す。これもデータ量が少ないため、精度良く算出はできないが、この方法によって求めた反応速度定数を図-6に示し、平均値を破線で示した。各項目ともラグ時間と同様、明暗条件や付着場所による違いの影響は見られない。ここで注目することは、河川水自体と付着物が添加されている場合とでは、ほとんど差はなく、河川水自身の生分解が大きいと推測される。一方、COD_{Mn}では、河床付着物の生分解速度定数の平均値はマイナスとなっており、付着物が存在すると、逆に水質濃度は高くなり、自濁作用を起こしている。

4. 結論

河床付着物の浄化能力を回分実験より検討した結果、黒瀬川においては、河川の自浄作用は河川水自身の役割が大きく、付着物の影響はほとんど見られない。しかし、付着物の存在によってラグ期が短縮される。

参考文献 1) Apoteker et al.; Water Research Vol.17, No.10, pp.1267-1274, 1983

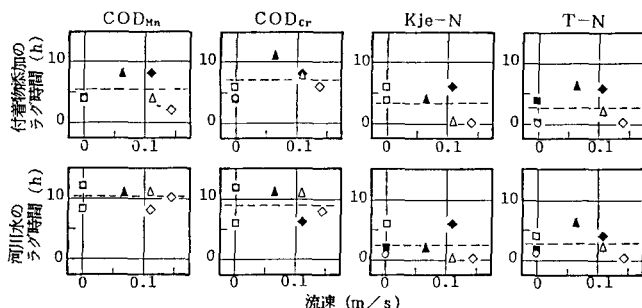


図-4 ラグ時間

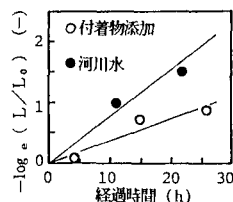


図-5 反応速度定数算出の一例(COD_{Mn})

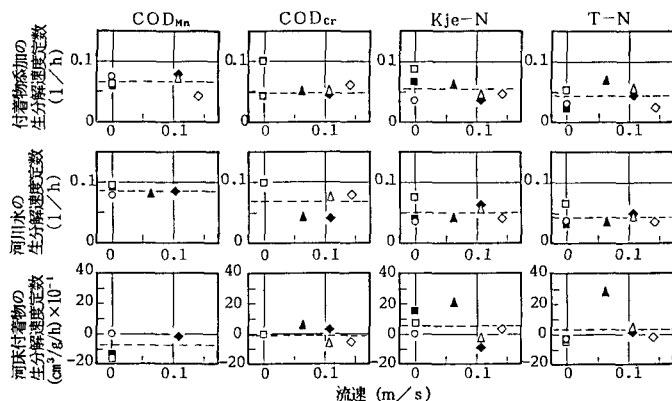


図-6 生分解速度定数