

都市小河川における付着生物の浄化作用

熊本大学 正会員 中島重雄
熊本大学 正会員 松並裕子
熊本大学 学生員 田代裕子

1・まえがき 水深が浅く汚濁の進行している都市小河川の、とりわけ中流域に適用し得るBODを指標とした水質予測モデル(数理モデル)では、従来、付着藻類の影響としてBODの2次負荷が考慮されている。しかし、これでは付着増殖に伴うBODの吸着はモデルに組みこまれない。そこで本研究では特にBODの吸着に着目し、都市小河川におけるBOD収支のシミュレーションを行い、その結果について比較・検討を行う。

2・野外調査 今回研究対象とした河川は熊本市の北東部を流れる藻器坂川で、上流の一部は下水道が完備されておらず家庭排水が流入している。この河川のほぼ中流域に20個のコンクリート供試体を置き、河川水1ℓと共に1日1個を実験室に持ち帰り、20日間河川水のBOD、付着藻類のクロロフィルa、有機物・無機物を測定した。(図-1)その結果、雨の影響の全くない10日めから16日めまではクロロフィルaが増殖し続けている。このことから従来のBOD2次負荷速度を測定する際の仮定、付着藻類の現存量は光合成による増殖と、BODの2次負荷となる減少量とがつり合って定常状態にある・・・増殖量に等しい量が古い部分から順に脱落し、量的には定常状態にある・・・が成り立たないことになる。

3・数理モデルの改良 野外調査の結果と考察をもとに数理モデルの改良を行った。従来の数理モデル(図-2)における2次負荷、2次負荷速度係数 k_4 を、(図-3)のように吸着、吸着速度係数 k_5 とし、吸着速度係数 k_5 を測定する際の仮定として、一定期

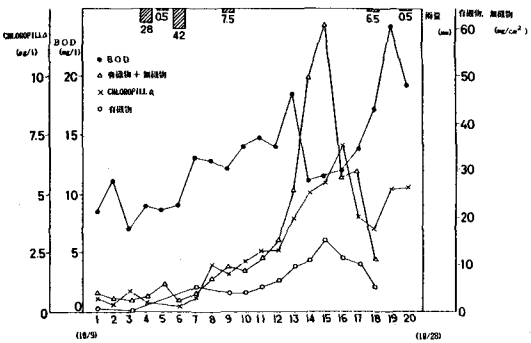


図-1 河床に置いた供試体の付着藻類の調査結果

仮定1 付着藻類の光合成による増殖 ⇄ 剥離 (BODの2次負荷) (BODの吸着)

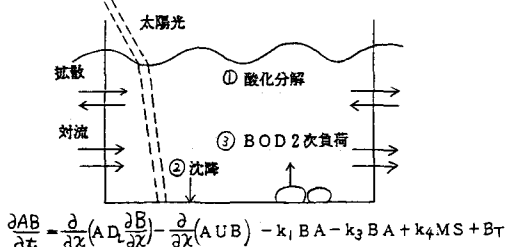


図-2 従来の数理モデル

仮定2 付着藻類の光合成による増殖のみ、剥離 (BODの2次負荷) 無し (BODの吸着)

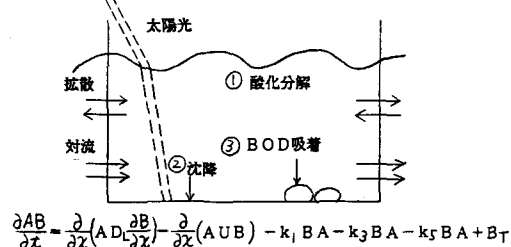


図-3 改良した数理モデル

表-1 説明変数

B	BOD (gBOD/m ³)	M	付着藻類の現存量 (gCHLOROPHYLL/m ²)
A	流路断面積 (M ²)	B _T	支流からのBOD負荷 (gBOD/m/h)
U	平均流速 (m/h)	k ₁	酸化分解反応速度係数 (1/h)
t	時間 (h)	k ₂	BODの沈降速度係数 (1/h)
x	流れ方向距離 (m)	k ₄	BODの2次負荷速度係数 (gBOD/gCHLOROPHYLL/h)
D _L	拡散係数 (m ² /h)		
S	潮辺長 (m)	k ₅	BODの吸着速度係数 (1/h)

間は付着藻類の光合成による増殖のみで剥離は無い、つまりBODの吸着のみで2次負荷は行われなかった。

4・実験による吸着速度係数 k_5 の測定 3で述べた仮定に基づいて、吸着速度係数 k_5 の実験値を求める。2個の水槽④、⑤に河川水を入れ、さらに④には河床に置き、一様に藻類を付着させた石を入れる。そして④、⑤の水槽を水温20℃の水の入った水槽に入れ、④、⑤のBOD値と④に入れた石の付着藻類のクロロフィルaを測定していく。(図-5)にプロットされた⑤のBOD値から④のBOD値を引いた値が吸着されたBOD値となり、その極限值を C_2 とする。(図-6)これを

$$C = C_2(1 - e^{-k_5 t})$$

に代入し、吸着速度係数 k_5 を求めると、 $k_5 = 0.028(1/\text{日})$ となった。

5・実際の河川に適用し得る k_5 4で求めた k_5 をもとにし、実際の河川に適用し得る吸着速度係数 k_5 を求める。付着藻類の酸素生産量はクロロフィルa含量および光強度から推定でき、その相関式²⁾は、

$$\begin{aligned} \frac{\text{mg O}_2 \cdot \text{日}^{-1}}{\text{mg chl. a}} &= 0.85 \times 10^{-4} \times \text{Light Intensity (ft. c)} + 0.061 \\ &= 0.91 \times 10^{-3} \times \text{Light Intensity (lux)} + 0.061 \end{aligned}$$

で示される。この式に実験におけるクロロフィルa含量 $8.76 \times 10^{-4}(\text{mg})$ 、照度 $3 \times 10^4(\text{lux})$ 、実際の河川におけるクロロフィルa含量 $4.325 \times 10^{-4}(\text{mg})$ 、照度 $3 \times 10^4(\text{lux})$ を代入し、それぞれの酸素生産量を求めると、 $0.024(\text{mg}/\text{日})$ 、 $0.118(\text{mg}/\text{日})$ となる。酸素生産量の0.645倍が付着藻類の増殖分であるから、これらのことから考慮すると実際の河川に適用し得るBOD吸着速度係数 k_5 は、

$$k_5 = 0.028 \times \frac{0.118}{0.024} = 0.138(1/\text{日})$$

となる。

6・まとめ 以上の結果よりシミュレーションを行い、従来の2次負荷速度係数を用いた、他の条件が全く同一のシミュレーション結果との比較・検討を行ったところ、吸着速度係数を用いたシミュレーションの方が全体的に実験値との誤差が改善され、特に下流地点においては25.9%も改善された。まだ考察中であるので、詳細は発表の際に述べる。

<参考文献>

- 1) 合葉修一・岡田光正・大竹久夫・須藤隆一・森忠洋 「浅い汚濁河川におけるBOD、DO収支のシミュレーション(第1報)」
- 2) 林紀男 「野外実験水路における付着性藻類の酸素生産」

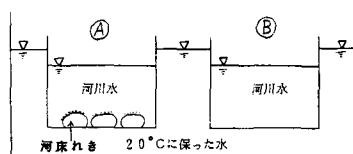


図-4 実験装置模式図

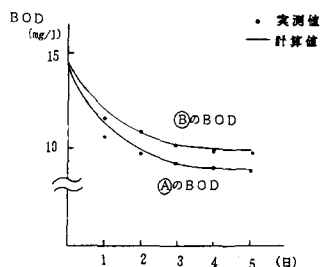


図-5 実験槽のBOD減少状況

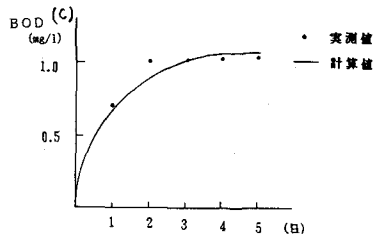


図-6 実験槽のBOD吸着状況

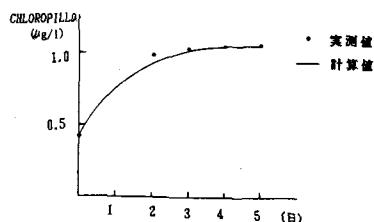


図-7 実験槽のクロロフィル増殖状況