

砂礫河床自然河川の浄化能(3) 重信川下流域の付着藻類による春期のDO生産量

The Function of self purification in the gravel bed of a natural river (3)

- The spring DO production rate by adherent algae in the lower Shigenobu -

戒能 治* 三好 恵里*

Osamu KAINO*, Eri MIYOSHI*

1. はじめに

都市域を流下する排水河川では有機物汚染が進行し、浄化能が低下した河川が多い。その原因は都市化に伴う有機物排出量の増大と、支川の暗渠化などに伴って藻類の活動域が減少したことなどにも起因している。

本研究は、砂礫河床自然河川の浄化能を、付着藻類の光合成に伴う DO 生産量で評価しようとする試みで、具体的には、DO 収支モデルを用いて流下中の DO 生産速度を求め、その結果から DO 生産量～光曲線を求めて河川の浄化能特性を評価したものである。

2. 観測の概要

対象河川は愛媛県松山市の南部を流れる 1 級河川重信川の最下流域である。同区間は迪水植物が非常に少ない砂礫河床区間で、区間内は流入も流出もない。観測は 2 台の自動水質観測機器 (YSI-model6000) を用い、上・下流 2 地点の水質 (DO, pH, EC, ORP, 水温, 水位) の連続観測を行った。また、同時に下流側地点では、日射量, 水面反射量, 気温, 風向・風速の連続観測を行った。観測はいずれも 7 日間連続観測で、サンプリング間隔はいずれも 5 分である。解析に用いたデータは 2001 年と 2002 年の春期のデータである。

3. DO 生産速度と有効日射量

流下中の水質の DO 濃度変化は砂礫河床区間内では次のようになる。

$$DO_t = DO_{in} + \int_0^t (L_d + L_{brs} + L_{bod} + L_{ph} + L_e) dt \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 DO_t : t 時間後の水塊の DO 濃度 [g/m^3], DO_{in} : 流入地点における DO 濃度 [g/m^3], L_d : 再曝気による DO 濃度の増減速度 [$g/m^2/m/hr$], L_{brs} : 藻類の呼吸による DO 消費速度 [$g/m^2/m/hr$], L_{bod} : 水質の BOD 成分による消費速度 [$g/m^3/hr$], L_{ph} : 藻類による DO 生産速度 [$g/m^2/m/hr$], L_e : その他の消費速度 [$g/m^3/hr$], t : 流下時間

なお、ここではその他の消費 L_e は小さいとして無視し、1 時間毎の繰り返し計算を行っている。

4. 観測結果と解析結果

4.1 上流端および下流端の DO 濃度

図 1 に上流地点の DO 濃度と流下時間後の下流地点の DO 濃度観測データの一部を示す。図では下流側の時刻を流下時間だけ前にずらして示している。日の出から夕刻までの間は藻類による DO 生産速度が大きいことを反映して下流側の DO 濃度が高くなっている。また、深夜から夜明け直前頃の間においては上下流の DO 濃度がほぼ等しく、また一定値で推移し、供給と消費がほぼ平衡状態になっている。

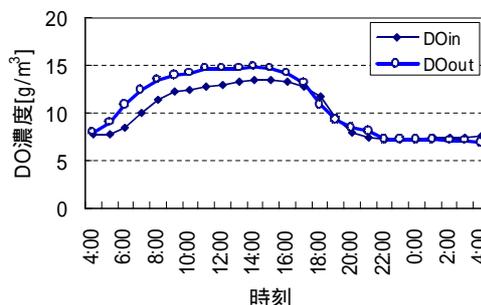


図-1 上下流の DO 濃度観測値
Fig 1 Inflow and outflow DO density

*愛媛大学農学部 Faculty of Agriculture, Ehime University

キーワード: 付着性藻類, DO 生産, 浄化能, 砂礫河床, 自然河川

4.2 強光障害の影響

図2に晴天日の日射量とDO生産速度の一日の推移の一例を示す。日の出とともに増加する日射量に対してはおよそ0.4MJ/m²/hr程度まではDO生産速度は急激に増加している。その後は強光障害の影響を受け、日射量の増分に対してDO生産速度は頭打ち状態となる。また、日が傾き始め、日射量が減少に転ずると、DO生産速度は低下するが、日の出後のDO生産速度よりかなり小さな値を取りながら低下する。

初期のDO生産速度と日が傾きかけてからの終期のDO生産速度に大きな差異が見られるのは、強光障害の後遺症と言うべき影響のためと考えられる。ちなみに、曇天時のように最大日射量が小さい場合には初期DO生産速度と終期生産速度に差が見られなかった。また、この強光障害の影響は最大日射量が3 MJ/m²/hrを越えると顕著となる傾向が見られた。

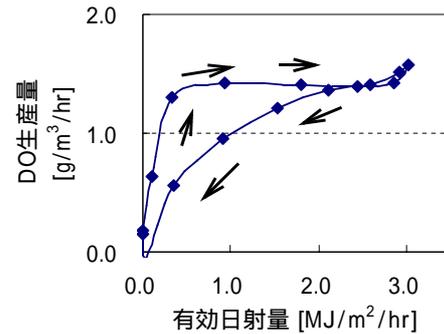


図-2 光合成速度と日射量の推移
Fig 2 Process of the DO production

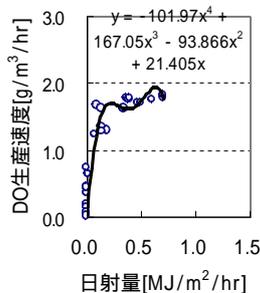


図3.1 初期DO生産速度
Fig 3.1 DO production rate (beginnings)

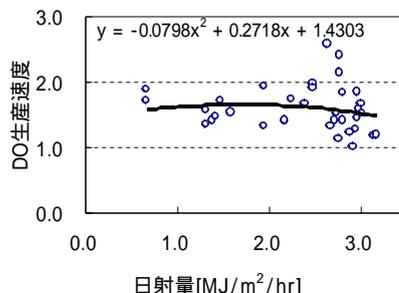


図3.2 強光障害時
Fig 3.2 DO production rate in light inhibition

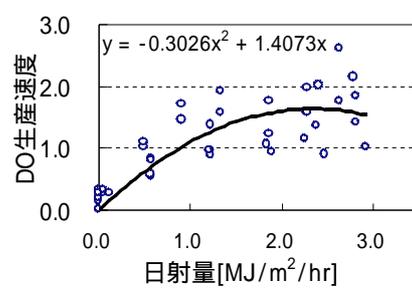


図3.3 強光障害後DO生産速度
Fig 3.3 DO production rate After light inhibition

4.3 DO生産速度

これらの結果から、DO生産速度と日射量との関係式を図3のごとく、初期・中期・終期の3つの回帰式とし、日射量から流下中のDO生産速度を求めることとした。図4にDO生産速度の観測値と回帰式から求めた計算結果の比較を示す。

4.4 下流端のDO濃度観測値と計算値

上流地点のDOデータから、(1)式を用いて下流端を通過する水塊のDO濃度を推算し、実際の観測値と比較した一例を示す。ちなみに、このケースでは、酸素移動係数 $K_L=0.210[\text{day}^{-1}]$ 、藻類の呼吸消費係数 $K_{\text{brs}}=-0.015[\text{g/m}^2]$ 、 $\text{BOD}_5=-4.00[\text{mg/L}]$ としている。

参考文献

- 1) 西條八束・三田村緒佐武, 新編湖沼調査法, 講談社サイエンティフィック, 1999

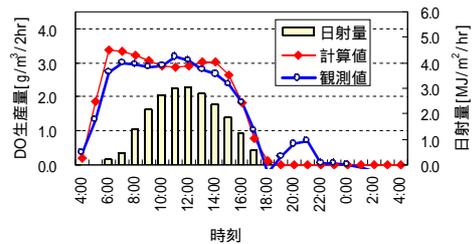


図-4 DO生産速度の観測値と計算値
Fig 4 Progress of DO production

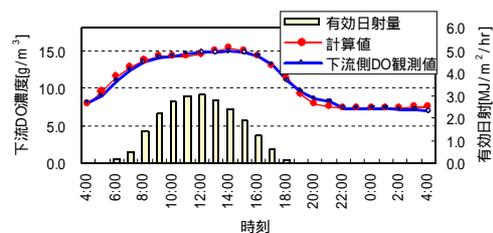


図-5 下流側DOの観測値と計算値
Fig 5 DO density of outflow