

河川の淵が水質に及ぼす影響の評価とその検討

長崎大学工学部 学生員○樋渡智則 長崎大学工学部 フェロー 野口正人
長崎大学工学部 正 員 西田 渉 長崎大学大学院 学生員 藤崎将仁

1. まえがき

最近、益々、河川環境の整備が叫ばれるようになってきた。河川管理において「多自然型川づくり」や「河川の自然回復」の重要性は改めて言うまでもないが、その目的を達成するためにも、河川の瀬や淵が水質形成に及ぼす役割を明らかにしておく必要がある。このようなことから著者は、淵における河川水質の形成機構を解明するために本明川（長崎県）の山下淵を取り上げ、観測を実施すると共にその結果について考察を行った。

本論では昨年度に引き続き、同様な条件の下で観測を実施した。以下では前報に引き続いて¹⁾、河川の淵が水質に及ぼす影響の評価を行った。

2. 観測の概要

前報では、1997年10月15日、10月21日、10月28日に実施された山下淵での水質観測結果について考察が行われた。標題の目的を果たすために、今回も昨年と同様、1998年5月18日、5月25日に類似の観測が行われた。観測方法は基本的には昨年のもと同じであるので、ここでは説明を省略する。ただ、今回の観測期間中も降雨がなかったことのみを記す。観測結果を示せば、図-1 のとおりである。なお、観測結果を適切に評価するために、昨年の観測で得られた水温の時間的変化を図-2 に表す。両者の観測結果の違いは明らかであろう。両観測共、観測前日に僅かの降雨が観測され、その後、観測を実施していた期間中に降雨は見られなかったが、水温の日変化は両者で大きく異なっている。すなわち、昨年の観測では水温の日変化は顕著で、温度成層が発達したのに対して、今回は成層状態は観測されなかった。このような結果が得られた一番の原因は、底層水温と流入水温との関係や、流量の大きさの違いによるものと考えられる。

3. 数値モデルを用いた淵での水質予測

淵での水質変化機構を明らかにして、淵が下流河川の水質に及ぼす影響を評価することは重要である。この種の問題に対応する場合、流れの物理的側面のみに言及するだけでは不十分であり、化学的・生物学的側面の検討に加えて、水域生態系の挙動を明らかにせねばならない。

一般に、物質保存の式は次式で表される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{q_i \cdot c_i - q_o \cdot c_o}{A} - \frac{1}{A} \frac{\partial (Awc)}{\partial z} + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial z} \left(A \cdot \varepsilon_z \cdot \frac{\partial c}{\partial z} \right) + source \quad (1)$$

上式は鉛直1次元的な取り扱いが可能な現象に対する基礎方程式を表示したものであり、c:濃度、q:単位深さあたりの流量、w:鉛直方向の流速、A:水平面積、 ε_z :分散係数であり、source は単位時間、単位体積あたりの生成量である。また、添字の i, o は、流入、流出成分を表す。(1) 式を熱量ならびに各物質質量に対して表示し、数値解析が行われた。ただ、今回の解析では運動方程式は直接は解かれず、流動層厚を Richardson 数の関数として求める方法を採用した。これらの数値解析により求められた結果についても、図-1, 図-2 に併記された。今回の計算で用いられた生成項の評価は後述されるが、今回の結果は成層の有無に拘わらず妥当な予測結果が得られていることを示している。ここに、それぞれの生成項の評価は、以下のように行われた。

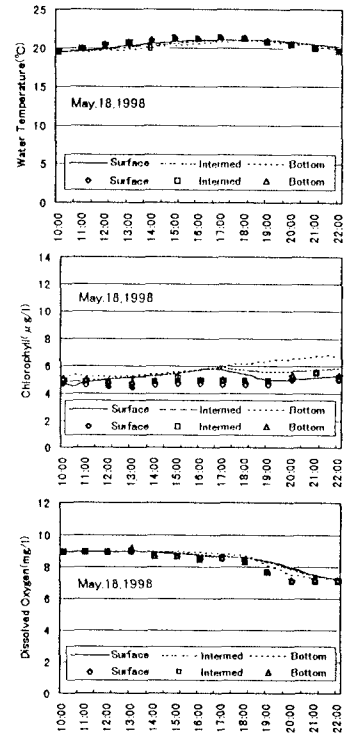


図-1 水温、クロフィル、DO の時間的変化

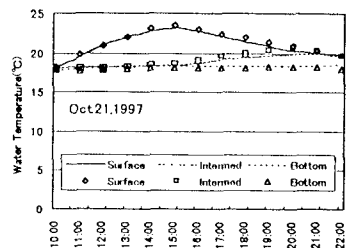


図-2 水温の時間的変化

$$Source_T = \frac{\phi_s}{\rho c} \cdot (e^{-k(z+dz)} - e^{-kz}) \quad f(T) = \left\{ \frac{T}{T_{opt}} \cdot \exp(1 - \frac{T}{T_{opt}}) \right\}^2$$

$$Source_D = K_{air} \cdot (D_{sat} - D) + (\alpha_1 \cdot \mu_{max} \cdot f(T) \cdot f(I) - \alpha_2 \cdot \gamma) \cdot C - K_{org} \cdot L$$

$$Source_{C_j} = (\mu_{max} \cdot f(T) \cdot f(I) - \gamma - w_0/d_i) \cdot C \quad f(I)=1 \text{ (for daytime)}, =0 \text{ (at night)}$$

実際の数値計算を行うにあたっては、 ϵ_z は Richardson 数の関数として評価され、その最大値は $\epsilon_{z,0}=5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ とされた。水表面での日射量は、 $\phi_s=145 \text{J/m}^2\text{s}$ として、日変化を考慮した。この他、水中への透過光の消散係数： $k=1.23 \text{m}^{-1}$ 、また、 $\alpha_1=1.7 \text{mgO/mgChl}$ 、 $\alpha_2=2.0 \text{mgO/mgChl}$ 、 $w_0=2.6 \text{m/d}$ 、 $T_{opt}=25^\circ\text{C}$ とされた。また、クロロフィルの生成・死滅の係数は、それぞれ、 $\mu_{max}=1.73 \text{d}^{-1}$ 、 $\gamma=1.04 \text{d}^{-1}$ とされた。さらに、再曝気係数は $K_{air}=3.3 \times u/h^{1.33}$ 、 $2.31 (\text{d}^{-1})$ の式で評価され、有機物の酸化に対する係数は $K_{org}=0.23 \text{d}^{-1}$ とされた。

これらの値を用いて得られた結果は前述されたとおりである。因みに、兩年の観測時における流入水、流出水の時間的変化を示せば図-3 のとおりである。前述されたように、運動方程式が直接解かれた訳ではないが、水温やその他の水質指標の日変化の予測精度を考えると、図-3 の結果は概ね妥当なものと考えられる。

4. 下流河川の水質に及ぼす影響の評価

標題の目的を果たすことは、さ程、容易なことではない。それは、前節で示されたモデルに含まれる係数を適切に評価することの難しさによっていることは当然である。近年、本論で取り上げられたような問題で生態系モデルを適用することはごく一般的になった。しかし、水域の生態系のあり様に大きく関係してくる植物プランクトンや藻類の動きは、各種の要因に影響されて複雑な挙動を示すため、その正確な予測はかなり困難である。

図-4 には、無降雨期間を挟む約 1 週間の T-P, BOD の変化の様子が示されている。通常、雨のない状態が続くと水域への汚濁は点源負荷からのものが支配的になり、水質的には清澄になることが予想される。1997 年の観測では概ねそのような結果が得られた。他方、1998 年の観測では、BOD については類似の結果が得られているが、T-P に関しては、得られた結果は予想されたものと大きく異なっている。この理由は明らかであり、通常と大きく異なるこのような流域での点源汚濁負荷からリンの流入があったためである。社会的活動も、下流河川の水質に大きく関与していることは当然である。

5. あとがき

本論では、成層の有無に拘わらず妥当な予測結果が得られたことが示された。今後も、淵が河川水質に及ぼす影響を詳細に検討するために観測等、幅広い側面から現象を解明し、河川水質の管理に役立てるよう努力していきたい。

参考文献 1) 世知原,野口,西田,藤崎,姜:淵における河川水質の形成機構について, 図-4T-P ならびに BOD の時間的変化
土木学会西部支部研究発表会,pp218-219,1998.

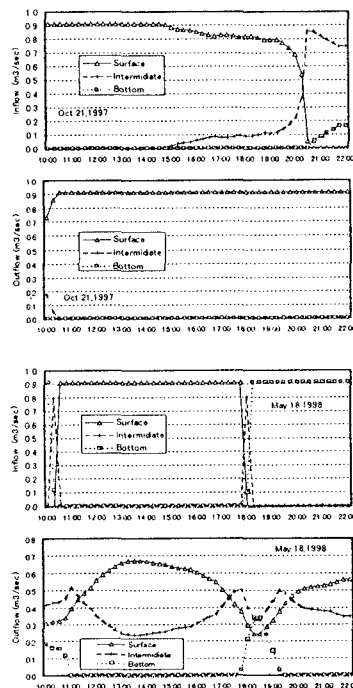


図-3 流入、流出水からみた流動層の評価

