

淵における河川水質の形成機構について

長崎大学工学部 学生員 ○世知原源展 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 姜 相赫
 長崎大学大学院 学生員 藤崎 将仁

1.はじめに

河川管理においては今後益々、水環境整備の重要性が増すものと考えられる。長崎県の本明川においては、諫早湾に作られる調整池の富栄養化を防ぐうえからも「水環境(水質)」を良好に保つ各種の配慮が不可欠になっている。したがって本論では、水環境を総合的に評価しようとする観点から、瀬と淵が河川の水質に及ぼす影響を調べようとした。ここでは、まず、以前から住民に親しまれている“山下淵”の影響について検討することとし、現地で水理・水質観測を行うとともに数理モデルによりそれらの結果について考察した。

2.観測の概要

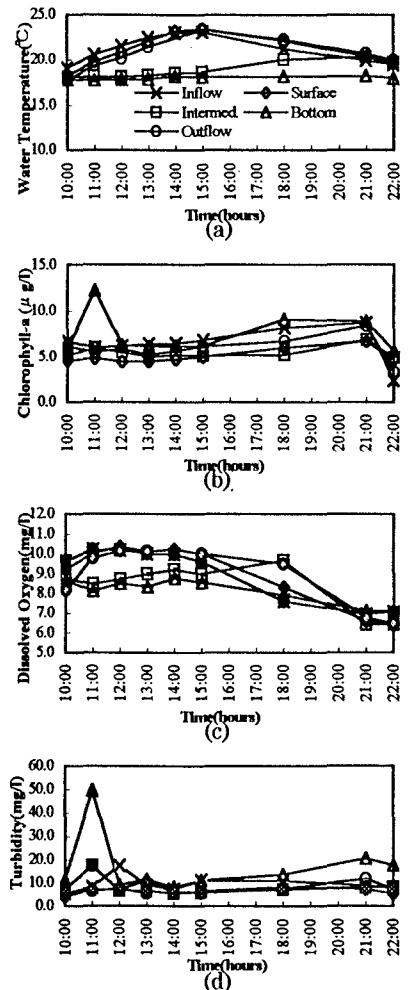
前述された目的から、1997年9月11日(水)の予備観測に続いて、10月15日(水)、10月21日(火)、10月28日(火)の3日間に渡り水質観測が行われた。天候は観測初日の10月15日以来約3週間、無降雨日が続いたためにこの種の観測に最適であった。ここでは、観測に関する詳しい説明は省くが、投げ込み式水質計測器(アレック電子製のクロロテック; ACL1183-PDK)を用いて淵への流入部、流出部と淵の表層(水深0.3m)・中層(1.0m)・底層(2.0m)で水温、クロロフィル、濁度、溶存酸素(溶存酸素の飽和度)、pH、水中光量子 κ 上向き、下向き γ が測定された。併せて、採水試料に対してT-N、T-Pが計測された。なお、観測資料を整理するうえで必要な流量測定ならびに流水断面の測量が簡単に実施された。

3.観測の結果と考察

ここでは紙面の都合で、10月21日の観測結果のみを図-1に示す。図-1の(a)~(d)には、水温、クロロフィル、溶存酸素、濁度の10時から22時までの時間的変化が示されている。これらの結果を参照すれば、以下のことが明らかである。

①山下淵の最深部においてさえ水深は3m程度であるが、温度成層の発達・消滅による日変化が認められる。また、流水は山下淵の堰堤を乗り越える形であるために、流出水温は表層水温に類似の変化をしている。同時に、対象水域での物理現象を考えれば容易に理解される受熱時と放熱時の遅れ時間があることも読み取れる。山下淵での水温の鉛直分布を見れば、主として受熱時には河川水は表面付近を流れ、夕方になづくにつれて下方に潜っていることが分かる。また、水深は決して大きくはないが、底層水温は時間的に変化していない。

②クロロフィルは淵の深部に向かうほど濃度が高くなっている。また、変化の度合いは小さいが、時間が経つと共にクロロフィル濃度が高くなっている。図-1の(b)~(d)に関連づければ、クロロフィルと濁度については正の、また、クロロフィルと



【図-1】観測結果

溶存酸素(DO)については負の相関が認められる。図-2は横軸にクロロフィルを、また、縦軸に DO をとって整理したものであるが、前述されたことが概ね正しいことが分かる。予備観測の時から夜間に DO が顕著に低下する結果が得られている。この関係はクロロフィルの昼間・夜間の特性の違いより容易に理解される。

- ③ここでは結果の表示がされていないが、山下淵の基準観測点で横断方向の水質変化も調べられたが、その差は顕著ではないことが示された。

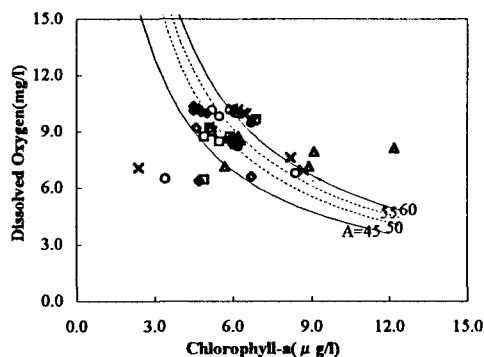
4.生態系モデルを用いた観測結果の考察

一般に、物質や熱に対して保存式が成立することは良く知られている。このような方程式を基礎方程式として実際の現象を模擬しようとすれば、方程式に含まれている各種の係数を適切に同定する必要がある。ここでは数理モデルを用いて、前項で取り上げられた観測結果のシミュレーションを試みた。図-3 の上図はこのようなして求められた水温の時間的変化を示しており、下図はクロロフィルの時間的変化を示している。観測値と計算値とを比較すれば、両者は概ね一致しているが、係数の同定が十分にされていないこと等の理由によって両者の差が無視し得ない部分や、現象の説明が十分でない部分も存在している。ここでは、生態系モデルを用いて観測結果を考察する。なお、観測日の流量は約 $0.92\text{m}^3/\text{s}$ であった。

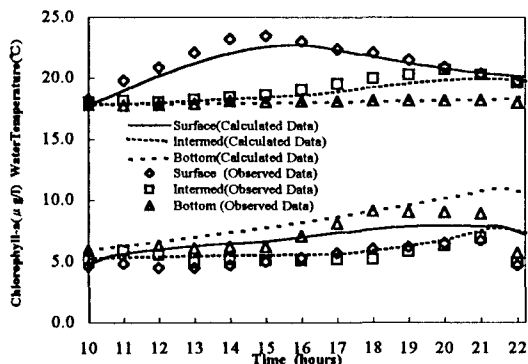
- ①山下淵における 1 日の温度成層の発達・消滅は、主として移流熱量を考慮すれば数理モデルで良く説明される。因みに、山下淵での流量、水表面の日射量等を用いて移流熱量と輻射熱量とを求めれば、それぞれ、 $8.86 \times 10^8 \text{J/s}$ と $9.45 \times 10^6 \text{J/s}$ に概算される。これは両者で 10^2 のオーダーの違いがあることを意味しており、前述されたことの妥当性を示すものである。
- ②水温の計算値は、水表面への日射ならびに淵の深部への熱伝導を考慮して求められた。観測値と計算値とから同定された個々の輸送係数の値は示さないが、熱伝導に係る鉛直方向の拡散係数は約 $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ と見積もられた。これは、従来から明らかにされている場のスケールより求められる水平方向の拡散係数の値に比較して小さくなっており、温度成層の発達で鉛直方向の運動が抑制されていることが分かる。
- ③観測で求められたクロロフィルの時間的変化は、移流の効果のみで説明することは困難である。そのため、沈降速度(10^{-6}m/s)を考慮して計算が実行された。もちろん、クロロフィルの変化は栄養塩類や日射量の多寡などに関連していることは良く知られている。ここでは、沈降速度の側面から現象を理解しようとしたものであるが、観測値の考察でも述べられたように、相互に関連する理化学的指標を取り上げ、数理モデルの係数評価を試みるのが当該水域での現象を明らかにするうえで欠かせない。

5.おわりに

本論では、野外観測ならびに数値計算により山下淵での水質変化機構を明らかにしようとした。対象の現象が複雑であるために今後の課題とされた部分もあるが、記録的な晴天のもとで水質観測が行われ有効なデータが得られたことはこれからの研究に役立てられるものと考えている。



【図-2】クロロフィルと溶存酸素の関係



【図-3】数理モデルによる計算値と観測値