

大河川中流部における自浄・拡散特性について

立命館大学理工学部 正員 ○山田 淳 学生員伊藤博文 藤岡謙治
日本住宅公団 正員 堤 正尋 中国土木 太田真宏

1. はじめに

大河川中流部は、人為汚染された水の流入や、上水をはじめとする用水取水などがあるため、流量の増減や水質変化がみられ、河川管理上、汚染物質の自浄・拡散現象を把握しておく必要がある。とくに最近では、監視と制御に重点が移ってきているので、監視地、監視時間間隔、制御方法などを検討するために、河川の水質・水文的特徴をとらえた同時測定結果が要求されている。ここでは、対象河川として淀川をとりあげ、拡散特性については、前記の研究、水質水文については、岩井らの研究もあるので、とくに、水質資料の信頼性と境界条件の関連性について検討を加えた。なお、水質項目については、特別のトレーサーを用いずに、流水中の汚染物質自身を指標とし、水質項目数を増すことによって情報を得ようとした。測定は、木津、宇治、桂三川の合流直前、本川になってからの高浜、牧野、枚方各地点について、横断方向に5～10点、時間的には30分間隔で2時間程度、支川については1点1回として、流下時間だけ採水時刻をずらし、2ヶ年に通算4回実施した。各測定日の流量は表-1のとおりである。

表-1 流量(枚方地点)

No.1	8月	205.8
No.2	11月	183.8
No.3	8月	234.5
No.4	11月	183.8

2. 測定結果の特徴

結果をすべて表示できないので、その特徴だけを箇条書きすると、

- ① 流量の収支が合わない(±10%程度) - 地下水、伏流水
- ② 横断方向特性 - 右岸高左岸低といった典型的水質分布となっており、下流へゆくにつれて均質化してゆく。
- ③ 時間特性 - 30分間隔5回といった採水では、周期成分より、ランダム成分の方が卓越する。
- ④ 水深方向の水質分布は、ほとんど特徴がない。

3. 自浄作用

一般に、自浄係数として用いられているものは、異なる時点での2断面の平均水質の関係として求められており、流下時間を補正した同時水質値の因果関係でないことが多い。ここでは、同時に測定された測定値を用いて係数を求めた。自浄作用は、生物化学的な反応と、沈殿、吸着、巻き上げなど物理的な作用が含まれるので、これらを一括し、総括的な自浄係数 k_0 として、次の一次反応式によって求めた。なお、 C は水質値である。

$$dC/dt = -k_0 C \quad (1)$$

各地点間の k_0 値は、図-1 のようになる。 k_0 値は、規則性を

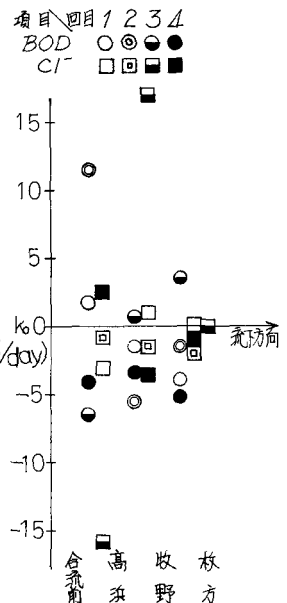


図-1 k_0 値

もたないまでもにばらついており、測定上の誤差を見込んでもお、単位量の水塊の母集団の水質の乱れは大きいといわねばならない。従来の長期計画に必要なる、値ならともかく、即時的な制御対象としては、 k_0 値を分布関数として扱うべきであろう。

4. 変動係数と拡散

流下にしたがって、横断方向に拡散していくことは、定性的にも判断できるが、変動係数を用いるならば、やや定量的に把握することができる。変動係数は、断面の全水質値をそれぞれ独立として、これらが平均値のまわりにどれだけ分散しているかを、平均値との比で相対表示したもので、次式によって定義される。

$$CV = \sigma / \bar{c} \quad (2)$$

σ : 標準偏差, $\bar{c}$: 平均値

第3回および第4回の測定結果についてCVを求めたものが、図-2である。水質項目によって、CV値は異なるが、拡散が起っていることがよくわかる。第4回は、湧水期であったので、CVの減衰性がやや悪い。BODの場合には、反転しており、右項目を比較することによって、支流等の影響を項目毎に知ることができる。

5. 拡散係数の検討

各区間毎に拡散係数を数値計算によって求めてみる。基礎式は水質の連続式を、等流かつ x, y 方向の2次元拡散として簡略化し、次式を用いた。

$$V \frac{\partial C}{\partial x} = D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - k_0 C \quad (3)$$

このように単純化したのは、複雑な変動要因を、主として D_y と k_0 に集約することによって、挙動を把握しようとしたためである。 V, k_0 については、ある程度実測値を用いることが可能であるが、 D_y については未知であるから、離散的に数段階を与えて計算を行なった。 D_y の期待値については、数値の実測値と比較しなければならぬので、偏差の絶対値和の最小値を示す値とした。結果の一部を図-3に示す。 D_y は、上流より下流側が、C-IイオンよりBODが、第4回の湧水期が、いずれも高い値を示している。このことは、4.の結果ともあわせて考えると、支川の流入および取水が、予想以上に大きな影響を及ぼしているということを示している。

6. まとめ

- 境界条件としての支川のとりま方を再検討すべきである。
- 変動係数によって拡散の実態と支川の影響をある程度とらえうる。
- 自浄係数は確率的な分布関数として扱い、拡散は、支川、取水の影響を十分考慮すべきである。

