

## II-194 低水時の河川水質特性に関する考察

京都大学工学部 正会員 末石富太郎, 住友恒, ○鈴木俊郎

### 1) はじめに

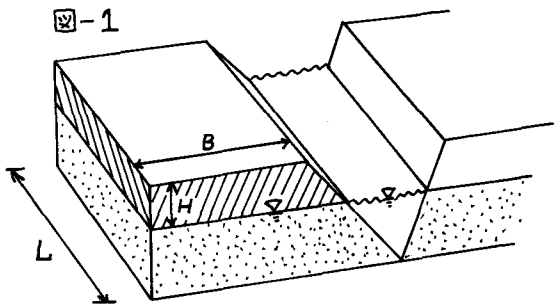
これまで、低水流に関する研究は比較的数少なく、確立された理論はほとんどないといわれている。一方、河川の水質汚濁問題は、年々重要な問題になりつつあり、とりわけ低水時の水質汚濁が激しさを増している以上、未確立とはいえ、何らかの低水流理論を採用し、それに立脚した水質問題を考察してゆかねばならない。ここでは、低水時の河川水質の特性を調べるとともに、低水時流出機構を検討してゆく。

### 2) 淀川水系における水量、水質資料の分析

昭和41年度淀川水系汚濁調査報告により、流量-汚濁負荷量の相関を調べたが、(イ)分散するもの、(ロ)原点を通り直線状に相関をもつもの、(ハ)流量の増大にともない汚濁負荷量の増加率が変化するものに分類された。河川水質の発生機構別に水質を考察すれば、(a)河川流量にほぼ無関係なもの(イ、ロ)と、(b)流量に応じて変化する水質(ハ)が考えられる。概して(a)は人為汚濁、(b)は自然流出汚濁とみられ、両者の区別が重要であることを指摘した。そこで、自然流出汚濁の影響を検討することから低水流における水質汚濁の特性を考察してゆくのが有効と考えられる。

### 3) 低水時流出のシミュレーション・モデル

右図のようなコントロール・ボリュームを考え、平均値として $L$ ,  $B$ ,  $H$ を設定する。表面流出、中間流出が、特に降雨条件の影響を受けることから、図の斜線部での含水率 $\gamma$ を考慮する。表面流出量を $Q_s$ , 中間流出量を $Q_g$ , 流出係数を $C$ , 降雨強度を $i$ とすれば、斜線部分での水量収支は、マクロにつきのように表わされる。<sup>(1)</sup>



$$\frac{d(\nabla \gamma)}{dt} = Q_i - Q_g \quad \left. \vphantom{\frac{d(\nabla \gamma)}{dt}} \right\} (1)$$

ただし、 $\nabla = LBH$ ,  $Q_i = (1-C)LBi$

$Q_g$  は斜線部での含水率に比例するものと近似的に仮定すれば、 $i_0$  の降雨が $t_0$  時間あるとき、 $Q_g$  はつぎのように表わされる。

$t_0 \leq t < 0$ .

$$Q_g = BL(1-C)i_0 - \{BL(1-C)i_0 - a\gamma_0\} e^{-\frac{a}{LBH}t} \quad \left. \vphantom{Q_g} \right\} (2)$$

$t > t_0$ .

$$Q_g = \{BL(1-C)i_0 (e^{\frac{a t_0}{LBH}} - 1) + a\gamma_0\} e^{-\frac{a}{LBH}t}$$

ただし、 $a$  は定数、 $\gamma_0$  は $\gamma$ の初期値、また $Q_s = BLCi_0$  となる。

(2) 式において、 $Q_0$ は基底流量 $Q_b$ に近似できる。一例として淀川中流域において、 $BL=140 \text{ km}^2$ ,  $Q_b=3 \text{ m}^3/\text{秒}$ とし、(2)式より求めた計算値および実測値を図-2に示す。

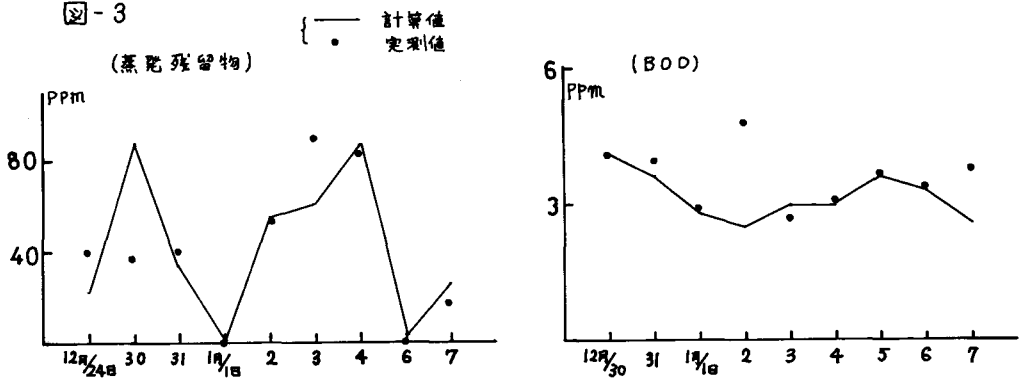
#### 4) 河道水質伝播の取り扱い

水質の連続の式は、決定論的につぎのように表わされる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (UC)}{\partial x} = F_1 + F_2 + \dots \quad (3)$$

ここで、各 $F$ は流体中での諸変化を表わし、水質項目により取り扱いは大幅に変わる。ただし総括的な水質特性のみを予測する場合は、横からの河川流入量を考慮するだけでも、かなりの水質予測が可能である。淀川御幸橋における水質を、その9 km上流値と対比しながら推定した結果を図-3に示す。ただし $F = g_c C$ で、 $g_c$ ,  $C$ はそれぞれその間の河道断面あたりの流入水量および水質である。

図-3



#### 5) おまけ

今回は水質予測を行うにあたり、横からの流入量は実測値をもちいたが、将来には3)で述べたシミュレーション・モデルにさらに検討を加えることにより、流出予測量を直接(3)式の $F = g_c C$ に適用することが可能であると考え。また、ミシガン大学 Canale 博士らの研究<sup>(2)</sup>によれば、自然流出汚濁は流出水の速度に関連をもつことが報告されているが、(イ)わが国河川に対してはどのような特性が現われるか、(ロ)シミュレーション・モデルによる流出量あるいは流出水の速度と汚濁量との相関の検討が、今後に残された課題であり、ひきつづき研究を重ねる予定である。

なお、3), 4)でもちいた資料は、昭和45年末から46年初めにかけて、淀川水系中流域での実測値である。

(参考文献) 1) 鈴木俊郎: 低水流出機構の水質応答に関する基礎的研究

京都大学卒業論文, 1971年

2) R.P.Canale & C.G.Gunnerson: "Progress Report on Mathematical Modeling of Stream Flow and Quality Relationships" Sep-1966