

I-24 河川へ放流した汚水の希釈率に関する考察

京都大学工学部衛生工学教室 正員 岩井 重久
 企 上 正員 合田 健
 企 上 准員 南部 祥一
 企 上 准員 松永 一成

放流汚水の水質や放流量を規制する基本理念は次の二つに大別できる。1. 放流原水の水質を規制する。2. 放流を受けし河川の水質を規制する。この2は、汚水が放流後、河水によって希釈され、基準内の水質になればよいという考えであり、1. の考えが放流を受けし河川の流速、流量など、水理学上の諸特性をあまり考慮しないのと比較して、より合理的な規制方策と考えられる。しかしながら、従来、放流汚水の希釈過程が明らかにされていなかったために、2. の考えで具体的に汚水の放流を規制することが困難であり、施策の基本となる関係法規も立案する上で資料が不十分であり、理論的に不完全な点が多々残されていた。

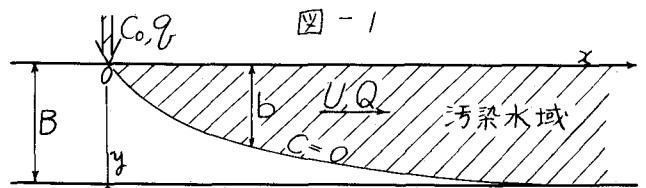
本研究は、公共水汚染防止に関する技術上の基礎的問題として、河川の片側から連続的に放流された汚水の希釈率について検討を加える。

通常、希釈率は放流原水の汚染濃度と下流測定での汚染濃度とを比と考えられ、放流を受けし水域での平面的あるいは立体的な汚染濃度分布がわかれば、下流任意点の希釈率を知ることができる。ところで、河川流が等流の場合は、計算はかなり繁雑であるが、一応、水域内各点の汚染濃度を計算することができるが、一般に水域内各点を対象として詳しく数値的に水質変化を求める場合、多くの非実際的な仮定をおかきと簡単な計算式は求められず、工学的な意義に乏しいと考えられるので、むしろこの際、巨視的に考えて、ある平均的な値を中心に論を進めたい方が解析も簡単であり、かつ実際問題とつながりもつき易いように思われる。

そこでわれわれはまず希釈率 P を次のように定義して解析を進める。

$$P = \frac{C_0}{\bar{C}} \quad (1)$$

ただし、 $\bar{C} = \int_0^b C dy / b$ (放流汚水の汚染濃度に比較して放流前の河水汚染濃度が低い場合は、 $= e^{-Ky} \int_0^b f(y) dy / b$)、 C_0 、 C は放流汚水、放流後河水の汚染濃度、 U は放流口より下流の水域における平均流速、 $f(y)$ は初期汚染濃度分布、 K は汚染物質の自己減衰係数(例えば BOD については脱酸素恒数、菌陽気恒数、また放射性物質についてはその減衰係数など)、 b は図-1 に示すように汚染水域の幅である。



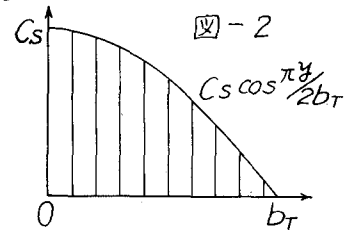
ここで、初期分布として、図-2 に示すような、

$$C = C_s \cos \frac{\pi y}{2b_T} \quad b_T \gg y \gg 0, \quad C = 0 \quad B \gg y \gg b_T \quad (2)$$

を与え、放流汚水の拡散を2次元的に取り扱うと、 $\int_0^B f(y) dy$ 並びに b は次のように表わされる。

$$\int_0^B f(y) dy = \frac{2}{\pi} b_T C_s = \frac{2}{\pi} b_0 C_0 \quad (3)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos \pi n b_T / B \cdot \cos \pi n b / B}{1 - (1 - 2\pi n b_T / B)^2} e^{-\epsilon n} = -\frac{1}{2} \quad (4)$$



式(4)の ϵ は横方向の拡散係数であり、ここでは河川の全水域で一一定と考えているが、実際には放流によって放流口付近に強い乱れが生じ一一定とならない。従つて、この場合、 b に與ふる初期条件として放流口地点における実際の b の値 b_0 を与へても無意味となり、著者は b_0 の仮想値として式(4)を満足するに必要な b_T をもつて初期条件を与えることにした。このため式(3)の C_s は b_T に關連して補正された C_0 の値ということになる。

次に放流口付近では次式が成立し、

$$a v_0 C_0 = \int_0^B f(y) dy \quad (a \text{ は放流口幅}) \quad (5)$$

上式を式(1)に代入して、

$$p = \frac{b}{a} \cdot \frac{v_0}{v_0} \cdot e^{\epsilon x} = \frac{b}{B} \cdot \frac{Q}{q} \cdot e^{\epsilon x} \quad (6)$$

q は汚水の放流量、 Q は放流口より下流水域における河川流量が得られ、希釈率は b/a 、 v_0/v_0 などの関数であることがわかる。希釈過程におけるこれらの諸要素のもつ意義について、 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 1000\text{cm}$ の模型水路を用いた実験から検討を加へた結果、次の諸点を明らかにすることができた。

- (1) b -曲線（汚染水域の境界線）を求める簡易計算法を提案した。本計算法によつて得られた b -曲線はある程度下流の水域では実験結果とかなりよく一致している。
- (2) 希釈率 p は汚水の放流速度 v_0 と河川流速 U との比 v_0/U によつて変化し、 $v_0/U < 0.5$ ではほぼ一定であるが、 $0.5 < v_0/U < 0.9$ では v_0 の増加に従つて大になり、 $0.9 < v_0/U$ になると逆に v_0 の増加に従つて減少する。
- (3) 放流口付近の水域または放流速度が大きい場合には河川の流速、流量、拡散係数などの相違が希釈率にあまり影響しない。