

1. まえがき

河川水が流下する過程で自浄作用、分合流等種々の作用を受けていることは周知の通りである。また、これらの作用によって水質も大きく影響を受けている。しかし、負荷量と流量及び水質濃度等の変化と自浄作用、希釈、汚濁の付加等との関係については、まだ十分に研究がなされているとは言えない。そこで、本報告では、市街地河川の水質汚濁の変動に因する基礎的調査として、真亀川(マガメ川、千葉県)におけるBOD、COD、 Cl^- 等の調査結果を基にして、市街地河川の自浄作用、希釈、汚濁の付加及び負荷量との関係を明らかにしようとしたものである。

2. 自浄作用、希釈及び汚濁の付加と負荷量との関係

自浄作用、希釈及び汚濁の付加の問題は流水の流下及び時間経過に伴う濃度等の変化を知る上で重要である。この問題を解くことはblack boxのアウトプットとして示される等濃度曲線図や等負荷量曲線図(図2)を理解する手段になるものと思われる。いま、負荷量と水質濃度及び流量との関係から、流量変化と水質濃度変化とが負荷量変化に与える影響の割合を求めると、

$$Q \frac{\partial C}{\partial Q_c} + C \frac{\partial Q}{\partial Q_c} = 1 \quad (1)$$

となる。ここで、 C は水質濃度、 Q は流量、 Q_c は負荷量である。(1)式を $\delta_c \equiv C \frac{\partial Q}{\partial Q_c}$ 及び $\delta_Q \equiv Q \frac{\partial C}{\partial Q_c}$ で置き変えて、

$$\delta_c + \delta_Q = 1 \quad (2)$$

の関係を与える。(2)式は第1、第2、第4象限にまたがる直線となり、河川水の水質変化の要因が各象限ごとに異なっているためであると思われる。すなわち、第1象限では河川水の流下、あるいは、ある地点での時間の経過に伴う負荷量の増加を意味している。また、 $(\delta_c, \delta_Q) = (0, 1)$ あるいは $(1, 0)$ の点ではその負荷量変化が流量あるいは水質濃度の変化のみに支配され、そのため、負荷量は

$$Q_c = K_c Q \quad \text{あるいは} \quad Q_c = K_a C \quad (3)$$

として求めることができる。ここで K_c 、 K_a は水質濃度及び流量を示す定数である。第2象限では水質濃度の減少に伴う負荷量の減少を意味する領域であり、水質の自浄作用がなされていることを示す部分であると考えられる。第4象限では流量の増加に伴う負荷量の増加と水質濃度の減少を意味する領域で、希釈作用がなされていることを示す部分であると考えられる。

3. 調査概要

真亀川流域の概況は図1に示すように、本川には灌漑用の水内が2カ所あり、3月から7月まで閉内されている。また、支川としては十文字川と河口付近で流入している灌漑用水路の2河川があり、その他灌漑用水の余剰水が本川B区間の随所から流入している。汚濁源としては市街地の家庭排水、東金工業団地、畜産センター、屎尿処理場等の排水が考えられる。調査地点は図に示すような9地点を選定し、昭和49年4月から昭和50年3月までの1カ年で、12、2月を除く月1回実施した。

4. 調査結果及び考察

真亀川のBOD、COD及び Cl^- に関する負荷量変化、水質濃度の変化及び流量変化の関係を図2に示す。

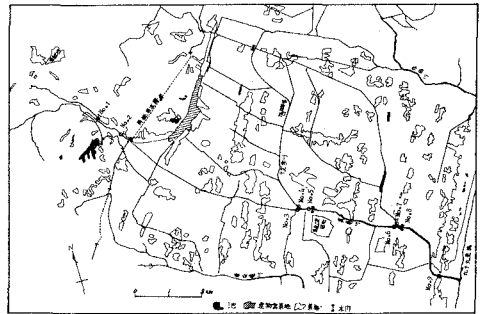


図1 真亀川流域概略図

この図から、合流区間(C, E区間)での値がBOD, COD及びCL⁻共に ρ_1 , ρ_4 象限に分布しており、図3の等負荷量曲線図と同様な結果をえていることが認められる。また、A, B, D区間では自浄作用あるいは逆の汚濁の付加がなされているものと考えられる。調査項目別に見ると、BODでは、 ρ_2 , ρ_1 , ρ_4 象限へと各区間の値が広く分散しているのに対し、CODでは、 ρ_1 象限に比較的集中しており、CL⁻に至っては ρ_4 象限にはE区間の値のみが分布していることが認められる。

水質の自浄作用、希釈及び汚濁物の付加作用と等負荷量曲線図との関係については、BODではD区間で自浄作用が、CODではC区間で流量の変化、D区間で自浄作用が、また、CL⁻ではC区間で流量変化が、D, E, F区間で水質濃度の変化が負荷量変化に比較的大きな影響を与えていると考えられる。

4. 結 論

市街地河川における水質変動と自浄作用、希釈及び汚濁の付加等の関係について、真亀川を対象河川として調査した結果、次のことが明らかとなった。

i) 負荷量の変化、流量変化及び水質濃度の変化の間には(1), (2)式の関係があり、 ρ_1 , ρ_2 , ρ_4 象限にまたがる直線として表わされることが明らかとなった。各象限では、それぞれ自浄作用、汚濁の付加及び希釈がなされていると考えられる。

ii) $(\delta_c, \delta_a) = (0, 1)$ および $(1, 0)$ となるような水質変化に対してはその負荷量は(3)式で求めることができる。

iii) 図2から河川水の水質は合流区間では汚濁の付加あるいは希釈作用を受けていることが明らかとなった。このことは図3の等負荷量曲線図の結果とも一致するものである。また、図2のCL⁻値は ρ_4 象限に集中し、流水の流下に従い、CL⁻の累積さけるパターンを示していることが認められる。

終わりに本調査を行なうに当たり、終始御教示戴いた千葉工業大学園正義教授及び東京都衛生研究所三村秀一氏に、また、多大な御協力を戴いた自営建設(株)の御仲間に感謝致します。

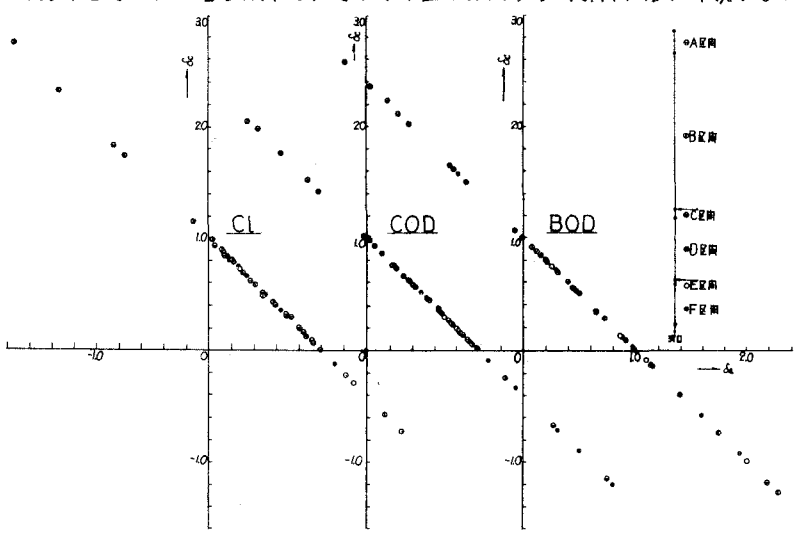


図2 δ_c と δ_a との関係

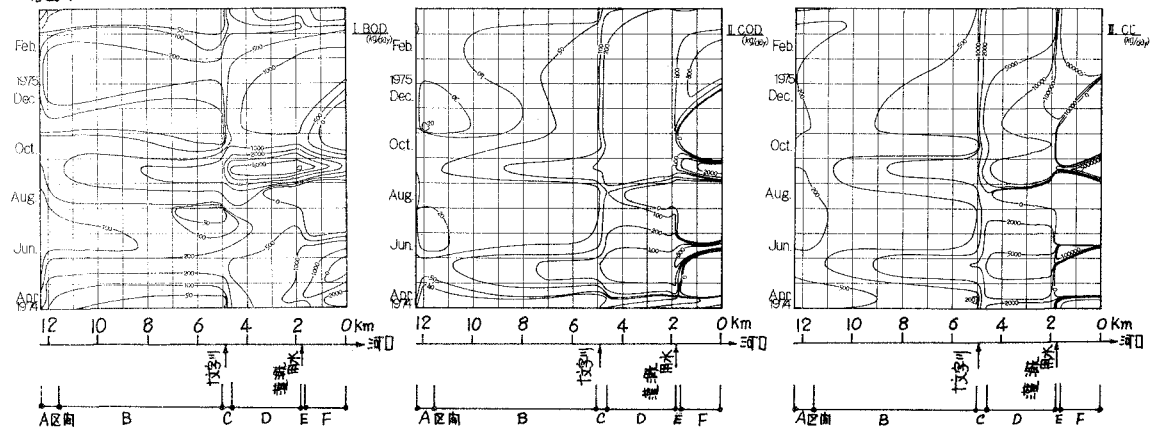


図3 等負荷量曲線図