

下水道整備が都市河川水質に及ぼす影響

九州共立大学 学生員 ○寺岡和紀 杉村美和
正 員 森山克美
リタ総合企画 庄司智海

1. はじめに

都市は広域的に見れば種々の利水上の水源となる流量の大きな主要河川の流域に発達してきた。そして、近年では一つの流域だけでは量的な需要を満足できずに流域外利水を実施するケースもみられる。一方、中小の支流河川や都市河川は、このような流域外利水の結果として、自流量以上の雑排水や下水処理水の受け入れ先となり、希釈効果や自然浄化機能がまったく期待できない河川になりつつある。このため、これらの河川では主要河川以上に水質悪化を招く結果になり、水環境保全上の環境基準が達成されないことや、利水障害を生じる限界状態に近い汚濁が顕在化している。本研究は、このような利水形態と排水システムとしての下水道整備が都市河川水質に及ぼす影響の実態について調査した結果を報告するものである。

2. 検討対象河川の流況について

下水道整備が都市河川水質に及ぼす影響を検討するために、図-1に示す場所を選定した。処理場は流域下水道の終末処理場である。河川上流には約200万 m^3 のダムがある。河川の水環境基準の類型は処理場上流側ではB類型（BOD値 $3mg/l$ 以下）、下流側ではD類型（BOD値 $8mg/l$ 以下）となっている。得られた水量データは、下水処理場より下流側採水点Bの平水流量（ Q_B ）と下水処理場の下水流入量（ Q_P ）であった。上流側採水点Aの平水流量 Q_A はこれらの差として算出した。 Q_A の負の値は除外し平均値を求めた。これらの値を図-2に示す。この結果から下水流入量 Q_P は年々増加し、昭和59年に下水処理放流水が河川の自流量とほぼ等しくなり、その後も放流水は一定の割合で増加し、平成5年度時点で下流側流量の約75%を下水処理水が占めていることが分かる。これらから、下水処理水放流点より下流の流量、水質は下水処理水による影響を強く受けることが予想される。

3. 水質について

下流側水質に及ぼす下水処理水の影響をBOD、 NH_4-N 、 PO_4-P を指標として検討した。

(1) BODについて

図-3に過去20年間のBODの測定結果を示す。上流側BOD濃度は、昭和51年から昭和62年頃まで $5mg/l$ から $10mg/l$ に上昇している。その後、下水道の普及につれて $5mg/l$ まで減少している。しかし、環境基準の指定類型Bには適合していない。下流側では、昭和52年頃より約 $25mg/l$ まで高くなる場合もあり全体的に高濃度で、発生範囲もばらついている。環境基準の指定類型Dと比較しても高い値を示している。図-4にBOD負荷流量を示す。負荷流量とは濃度に各流量を乗じたものである。流量の激変する河川においては、この負荷流量という指標の方が濃度より汚濁量を適切に示すと考えられる。図-4によると上流側は約 $5g \cdot BOD/sec$ 以下で一定である。一方、下流側は当初上流側と同等な値であったが処理水放流量の増加につれて年々増加し、平成5年には上流側の約11倍にも負荷流量が増加している。これらの濃度と負荷流量を見る限り、上流側BODは当初に比べ減少し、一方、下流側BODでは濃度は比較的高い値で変わらないが、負荷流量は増加し続けていることになる。下水道整備により上流側水質は改善されるが、下流側へ新たな負荷を排出することを示している。

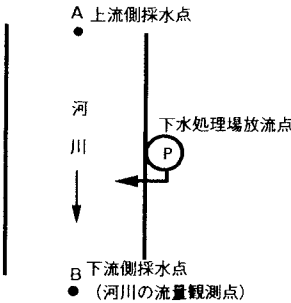


図-1 採水点配地略図

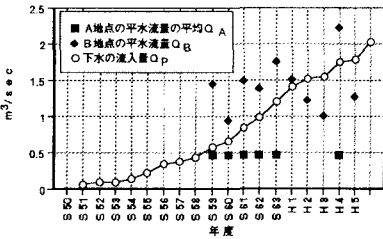


図-2 下水の流入量と河川の平水流量

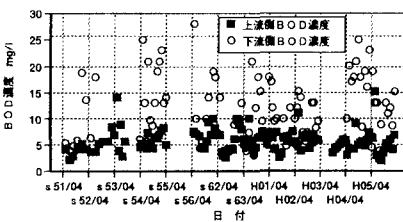


図-3 上下流のBOD濃度の経年変化

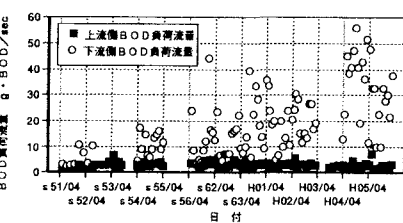


図-4 上下流のBOD負荷量の経年変化

(2) $\text{NH}_4\text{-N}$ について

図-5、図-6に $\text{NH}_4\text{-N}$ についての濃度、負荷流量を示す。図-5では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は上流側、下流側とも冬季に高くなり、夏期に低濃度になる。上流側濃度は昭和56年頃から減少し、下流側濃度は平成1年頃から増加している。さらに負荷流量については、図-6に示すように上流側の負荷流量が一定しているのに対して下流側では平成1年頃から増加に転じている。上流側の昭和51年から56年の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高い理由としては、下水道普及率が低いため河川へ家庭雑排水が流れ込んでいたためと考えられる。普及率が高くなると上流側に流入する家庭雑排水がしだいに減少するので濃度も減少することとなる。また、下流側濃度は、河川流量の大半が下水処理水ということからも分かるように、下水処理水水質の影響を強く受けたものである。上流側では下水道により家庭雑排水中の窒素の河川への流入量を削減するが、下水道に取り込まれた上流側のし尿由来の窒素をある程度以上削減しなければ、図-5、6に示すような下流側での濃度や、負荷の増大をもたらすことになる。

(3) $\text{NH}_4\text{-N}$ とBODの関係について

図-7に $\text{NH}_4\text{-N}$ とBODの関係を示す。上流側ではBOD濃度は $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に比例しており、硝化に伴うBOD、いわゆるN-BODのBODに占める割合の高いことが分かる。図-3ではBOD濃度は環境基準値を超えているが、その原因は炭素系BOD(C-BOD)ではなく、N-BODに起因することが分かる。C-BODそのものの値は、1~2mg/l程度である。下流側のBODと $\text{NH}_4\text{-N}$ の関係にはバラツキがみられ、N-BODの影響とともに処理水のC-BOD濃度そのものの影響が表れている。下流側ではBOD値に占める割合は、C-BODの方がN-BODより大きいことが分かる。

(4) $\text{PO}_4\text{-P}$ について

図-8、図-9に $\text{PO}_4\text{-P}$ についての濃度、負荷流量を示す。これらの挙動は、基本的に上述のBODや $\text{NH}_4\text{-N}$ と同様であった。

4. おわりに

わが国の下水道整備の中心が中小市町村に移るにつれて、放流先が河川の中上流域となるケースが今後増加するものと考えられる。このとき河川の自流量と下水処理水量の比率によっては、処理水質が下流の河川水質に大きな影響を与えることが予想される。本報告では、このような例として流域下水道終末処理場が都市河川に処理水を放流している事例を解析した。その結果、下水道の普及した上流側では下水道により家庭雑排水中のBOD、窒素、リンの河川への流入量を削減できることにより河川水質の改善が図られるが、下水道に取り込まれた上流側のし尿由来のこれらの水質成分の除去が十分でなければ、下流側での濃度や負荷の増大をもたらすことが明らかにされた。特に濃度については、河川水による希釈がほとんど期待できない場合、処理水質そのものが河川水質になることから、公共水域の水質としては多くの問題を残す結果となる。このようなケースにおいて排水基準が、海域や比較的水量の豊富な湖沼、河川を放流水域とする処理場と同一のままでよいのか考慮する必要がある。

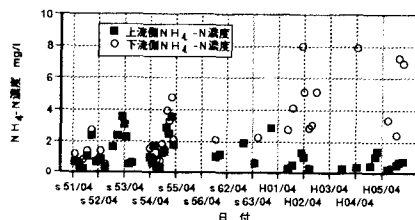


図-5 上下流の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経年変化

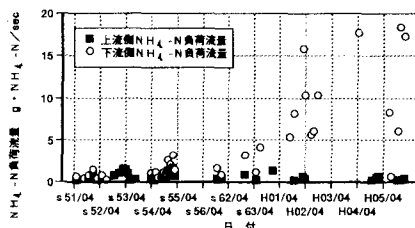


図-6 上下流の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷流量の経年変化

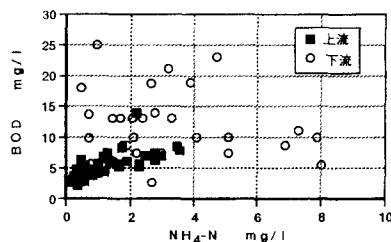


図-7 $\text{NH}_4\text{-N}$ とBODの関係

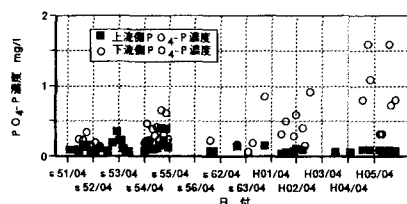


図-8 上下流の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経年変化

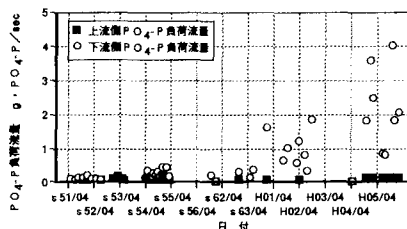


図-9 上下流の $\text{PO}_4\text{-P}$ 負荷流量の経年変化