

人工的水循環が支配的な都市の水収支と河川に与える汚濁負荷に関する研究

指導教員 富永晃宏 教授

17117056 中西祐貴

1. はじめに

堀川と新堀川は名古屋市を南北に流れる流域面積が51.9km²の河川である。自己水源を持たず、他の河川からの導水と流域からの下水処理水が主な水源で、また川の大部分が潮汐の影響を受ける感潮域となっていて流れが滞留しやすい。この流域では合流式下水道が整備されており、雨天時には雨水と汚水が混合した下水の一部が無処理で堀川・新堀川に放流され、水質悪化の原因となっている。

効果的な流入源対策を得るためには流域での水収支を把握し、流入する汚濁負荷量を求める必要がある。そのため本研究では流域の水収支から堀川・新堀川への流入水量、流入汚濁負荷量を推定した。

2. 対象エリア・期間

堀川・新堀川に流入する下水処理場は5か所ある。図-1のように処理区単位でエリア分割する。この5処理区では降雨時に10か所の雨水ポンプ所から排水がなされ、そのうち5か所のポンプ排水は堀川・新堀川に流入し、残りが他河川に流入する。また他処理区への送水ポンプは2か所、合流式下水道の雨水吐口は69か所、雨水のみの吐口は11か所存在する。また上流端から庄内川導水が、松重では中川運河導水がなされている。

水収支計算対象期間は平成8年4月から平成19年3月までとし、流入から流出までの時間遅れの誤差を小さくするため各月ごとの値とし、月末に降水があり水収支が異常となる月は計算から排除した。

3. 水収支算定方法

合流式下水道エリアでの水収支は図-2のように表される。流域に流入するものとして、上水道や工業用水道、降水、それ以外の混入水がある。流域から流出するものとして、下水処理水、ポンプ排水、雨水吐越流水、蒸発散水、涵養地下水がある。それ以外に管路に浸入する上水道漏水や地下水、し尿のうち清涼飲料水などからの摂取、散水、消火水、地下浸透水などがあり、本研究ではこれを総じて混入水と定義する。蒸発散水と涵養地下水は降水のうち一定の割合でもたらされるものとする。これらのうち実績データがあるものは各月のポンプ所と下水処理場の排水量（提供：名古屋市上下水道局）と、上水道の学区別給水量と、各月の降水量である。

上水給水量は、同一学区で処理区が分かれる場合には面積で案分して、処理区全体の給水量を全市に占める割合で求め、それを各月の全市の給水量に掛けた。降水量は名古屋地方気象台のもので各処理区に均一に降るものとした。流域の一部に分流式の部分があり、その降水は処理区の水収支から除き、主に雨水専用吐口から流出する。工業用水道は市全体の年別・月別給水量のうち、ある一定の割合で各処理区に配水されるものとした。また下水処理場併設ポンプでの排水はポンプ排水量に含める。

降水量が0となったときに蒸発散、涵養地下水、雨水吐越流水はなく、混入水量を求めることができる。また、C処理区は低地で合流式雨水吐口が1か所のみであり、その流出量を降水量によらずに0とすれば降水の流出率が推定でき、その残りが蒸発散と地下水涵養になる。これらは浸透面積率に比例するとされているため、処理区ごとの緑被面積率で他の処理区の蒸発散と地下水涵養の割合を推定する。

これより各月の雨水吐越流量量は推定でき、月降水量のうち雨水吐越流水で流出する割合を求めることができる。しかし実際には降雨パターンによって流出量や流出濃度は異なる。そのため時間降水量がある一定の値を上回るとそれ以上の降雨が雨水吐越流水になるものとする（図-3）。この降水量は、月降水量のうちの雨水吐越流水で流出する割合は変わらない値とし、これを雨水吐越流限界降水量と定義する。

4. 水質算定方法

水質はBOD, COD, SSの3指標で表-1のように定めた。二次処理水質については実績の値を、雨水吐越流水とポンプ排水水質は名古屋市がこの流域において行なった雨天時の合流式雨水吐越流水とポンプ排水での水質調査の平



図-1 堀川・新堀川とエリア分割

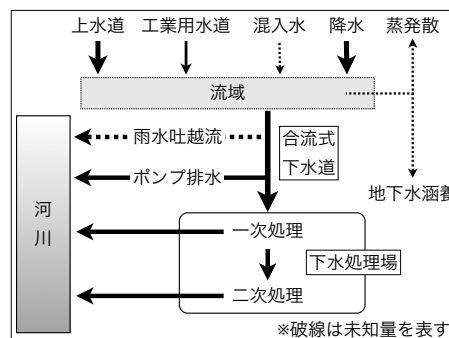


図-2 合流式下水道エリアでの水収支

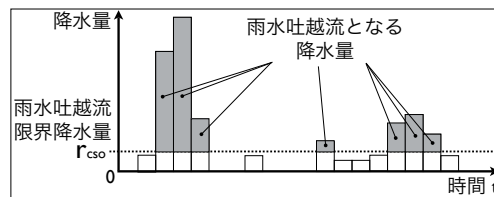


図-3 雨水吐越流有効降水量

表-1 流入水質 (mg/L)

	BOD値	COD値	SS値
一次処理水質	36.24	19.04	54.75
二次処理水質 (平均値)	4.37	11.19	4.44
ポンプ排水水質	51.77	27.19	78.21
雨水吐越流水水質	51.77	27.19	78.21
雨水直接排水水質	0.00	0.00	0.00

均流出濃度に基づく。晴天時に管路内に蓄積した汚濁負荷は雨水吐越流水で流出し、雨水吐越流水の水質は時間によって一定ではない。そのため生活排水の汚濁負荷と、下水処理施設に流入する水質の差し引きから一時間に管路内に蓄積する汚濁負荷を決定し、それが雨水吐越流量に比例して流出するモデルとした。そのため雨水吐越流水は管路内に蓄積する汚濁負荷があれば一定の濃度をとるが、蓄積がない場合には汚濁負荷が発生しない。また、一次処理水質は、雨水吐越流水やポンプ排水水質の汚濁負荷を30%カットした値をとった。堀川への導水水質は名古屋市環境局観測結果の年平均の値を用いた。

5. 結果と考察

図-4は横軸は月降水量、縦軸は1か月の下水処理量とポンプ排水量から、給水量と降水量を引いたものを、1日・1haあたりにし、月降水量200mmまでを取り出したものである。ただし降雨の下水流入率を1と仮定し、凹地貯留などはないものとしている。グラフが右下がりとなる理由は雨水吐越流水が捕捉できていないためである。合流式下水道において降水がない場合にはすべての給水量が下水処理され、また混入水量が降水量に関係なく一定であるとすると、この図-3の切片は求める混入水量となる。混入水量は処理区によって大きな変化がみられない。

この混入水がそれぞれの処理区に流入しているとするC処理区における降水の流出率を求められる。この流出率から他の処理区の流出率も求めるとそれぞれの処理区での平均流出率は92.9%となった。これより地下水涵養量と蒸発散量が求められ、各月の雨水吐越流量を求められた。

時間降水量データを用いて雨水吐越流が始まる降水量を求め、それぞれの処理区での雨水吐越流量を求めた。そのうち堀川・新堀川に流入する量をのみ取り出し、月別平均をとった。他の流入要素についても月別平均をとり、それらを図-5に示す。全体の45.3%が二次処理水、29.8%が雨水吐越流水、7.0%がポンプ排水となった。

これらの水量にそれぞれの水質を掛けたものが図-6～図-8である。BOD負荷については夏期の雨水吐越流水が突出し、年間でも53.3%となった。COD負荷は水量の多い二次処理水が39.9%、雨水吐越流水が31.1%となった。SS負荷はポンプ排水が42.0%と最も多くなった。ポンプ排水のSS負荷が最も多くなった理由は、ポンプ排水は一定の水質としていたが、管路内にSSは蓄積しにくく雨水吐越流水によるSS負荷は少なくなったためと考えられる。この結果から夏期の無処理排水による流入負荷を減らすことが求められることがわかる。

6. おわりに

本研究では堀川・新堀川流域での水収支を調べ、堀川・新堀川に流入する水量と汚濁負荷量を明らかにした。今後、現地観測やモデルの改良などを行い、流入汚濁負荷量をより正確にするとともに、流入する汚濁負荷が潮汐で移動、沈降していく過程を調べる必要がある。また堀川・新堀川への汚濁負荷を減らす効果的な方法も検討していきたい。

参考文献

- 1) 財団法人名古屋都市センター：名古屋市における水環境・水循環に関する研究（その2）-堀川流域における一考察-（2002）
- 2) 名古屋市水道局建設部建設課：第25回メッシュ別給水量調査報告書（1997）
- 3) 名古屋市上下水道局：平成20年度版なごやの水道・下水道

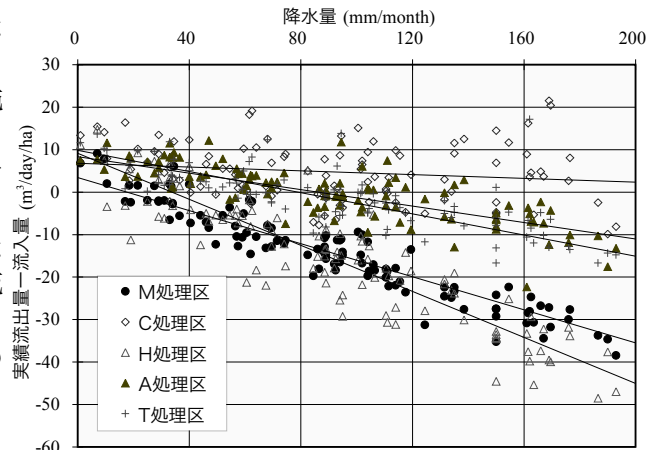


図-4 月降水量に対する流出と流入の差

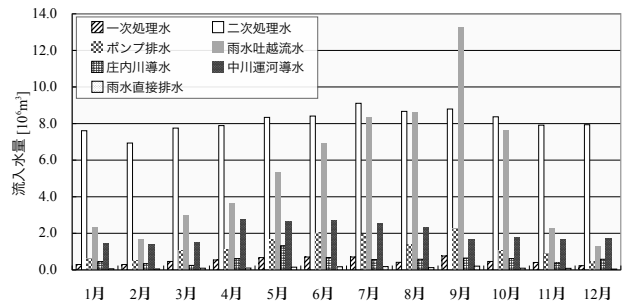


図-5 堀川・新堀川に流入する水量

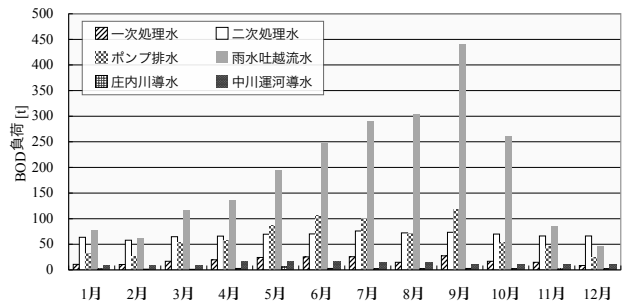


図-6 堀川・新堀川に流入するBOD負荷量

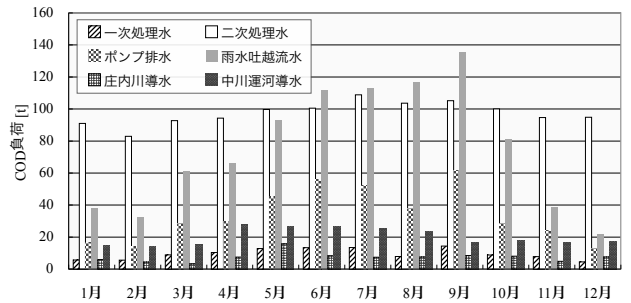


図-7 堀川・新堀川に流入するCOD負荷量

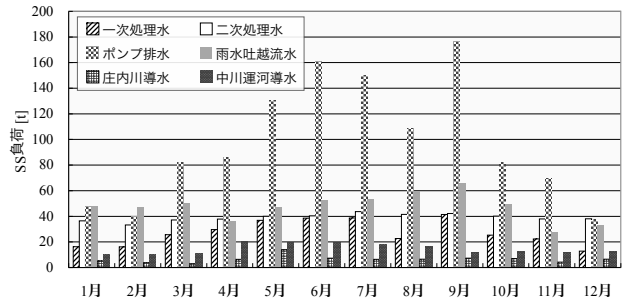


図-8 堀川・新堀川に流入するSS負荷量