

都市流域における流出率と汚濁負荷量の把握

東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻修士課程 学生員 ○小久保 武
東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. はじめに

都市部を流域とする河川や湖沼，閉鎖性海域では，水質汚濁化の問題が顕在化しており貴重な水辺環境機能が損なわれている．この主な要因としては，水域の有する自浄機能と比較して，人間活動に起因している流域からの汚濁物質流入が極めて大きいためである．このような都市流域を抱える水域の環境問題を適切に解決するためには，流域全域を対象として，水循環システムやそれに伴う汚濁物質輸送過程を総合的にモニタリング・モデリングしていくことが必要不可欠である．しかしながら，都市流域には自然的要素と人工的要素が混在するため，そこでの水循環機構や汚濁物質収支の実態については不明な点が多いのが現状である．

そこで本研究では，都市域を流域として水質汚濁化が顕在化している千葉県大堀川流域を対象として，水文特性や汚濁負荷特性を把握することを試みる．ここでは，自治体による公共用水域データと本研究室において最近行っている観測結果¹⁾を用いて，2年間にわたる直接流出率や汚濁負荷量を算定し，土地利用状況などの流域情報との関連性について検討した．

2. データ解析の概要

本研究では，千葉県流山市，柏市を流下し手賀沼へ流入する都市河川である大堀川を研究対象とする．大堀川流域の面積は 31km^2 であり，その約7割は市街地である．流域における流出率や汚濁負荷量を長期間にわたり算出するために，自治体により計測されている降雨量や河川水位，水質濃度データと，本研究室における大堀川水環境観測結果の一部を解析する．自治体の観測データとしては，千葉県による水位データ（測定点：中流部（昭和橋），測定間隔：1時間），柏市による水質データ（測定点：下流部（北柏橋），測定間隔：約2週間），2地点の降雨量（測定点：柏市役所，測定間隔：1時間；測定点：柏市消防署，測定間隔：10分）を用いる．このデータから，河川中流部（昭和橋）を対象として直接流出率と汚濁負荷量を求める．まず，流量と流域平均雨量より得られる直接流出率については，水位データと本研究室における流量観測結果から得られた H-Q カーブを用いて流量を，また2地点の雨量データからティーセン法により流域平均雨量を，それぞれ算定する．次に水質汚濁負荷量に関しては，降雨影響の見られない非降雨時には実測水質データと流量の積により求め，降雨時には流量と水質負荷量の関係式²⁾より算出する．

3. 解析結果と考察

（1）表面流出率の算定

図1は2000年と2001年における降雨量と算出された直接流出率の経時変化を示している．ここでの流出率は5mm以上の雨量が観測され，前後24時間以上の無降雨期間を有する降雨イベント毎に求められている．これを見ると，直接流出率は0.1～0.5となっており季節変動はあまり見受けられない．また，降雨量と流出率の関係を見ると，降雨量が少ない時には流出率のばらつきは大きいものの，降雨量の多いイベントでは，

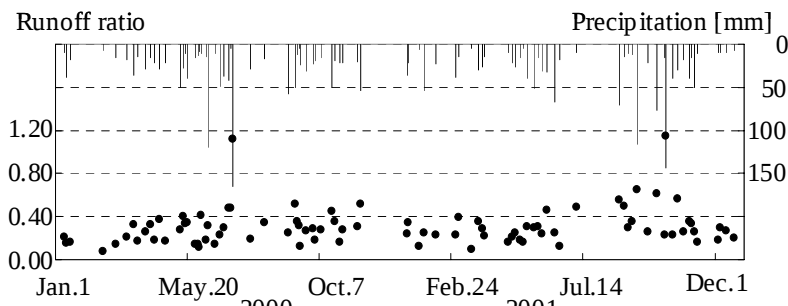


図1 直接流出率の時系列データ

表1 年間流出率

	2000	2001	2000～2001
流出高 [mm]	490	534	1024
降雨量 [mm]	1202	1154	2356
流出率	0.41	0.46	0.43

キーワード：都市河川，手賀沼，汚濁負荷量，水環境，流出率

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel：04-7124-1501 Fax：04-7123-9766

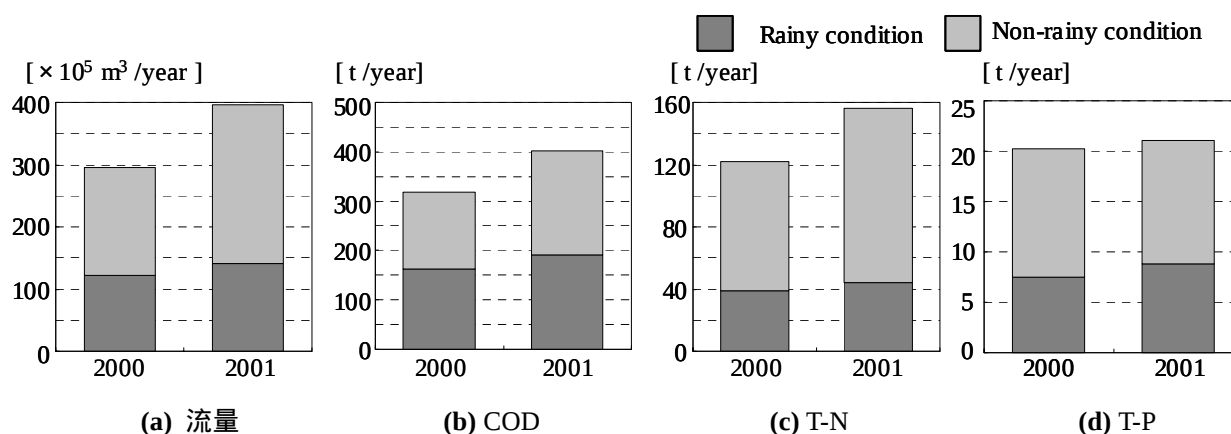


図2 年間流量・水質負荷量の算定結果

雨量とともに流出率も増加する傾向にある。このような流出率のばらつきは、窪地貯留や遮断などに伴う損失降雨の影響や、公園やグラウンド等の浸透域への降雨の集中などが挙げられる³⁾。しかしながら、それらの影響は、総降雨量が大きくなると相対的に小さくなるため、降雨量が大きいほど流出率は増加するものと考えられる。また、解析対象地点（昭和橋）の流域における土地利用状況に基づいて流出率を推定したところ、流出率は0.49となっていた。これは、図1中の降雨量が大きい時の流出率と概ね一致し、2年間の直接流出高から算定した流出率である0.43とも一致している（表1）。

（2）長期汚濁負荷解析

図2は2000年と2001年における流量及びCOD・全窒素（T-N）・全リン（T-P）負荷量を、降雨時と非降雨時に分けた形で示している。まず流量に関しては、2000年よりも2001年の値は約 $1.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ 増加している。2000年と2001年の降雨量は1422mm、1386mmとほぼ同程度であり、また、2001年より本格稼働した北千葉導水事業により、大堀川上流部に北千葉導水路経由の利根川水が2001年には $7.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 注水されている。このことから、両年の流量の差は北千葉導水路からの浄化用水注水量の違いであるものと考えられる。また、流量の総量に対する降雨時の寄与率を見ると、2000年では41%、2001年では35%となっている。

各水質項目の総量を両年で比べると、浄化用水注水による流量の増加に伴って、2001年のCODやT-Nは2000年の値よりも大幅に増加するものの、T-Pはほぼ同程度であることが分かる。この理由としては、浄化用水中のT-Pが河川水濃度の1/10程度であることと、非降雨時の水質濃度が0.72mg/l（2000年）から0.52mg/l（2001年）と大幅に低下したことによるものと考えられる。また、この時期における手賀沼の年平均COD値の低下（2000年度：18mg/l→2001年度：14mg/l）に対しては、大堀川経由のCOD負荷量自体はこの間に増加しているため、流域からの汚濁負荷量の削減効果ではなく、北千葉導水事業に伴う手賀沼への浄化用水注水効果によることが示唆された。次に、各水質負荷量に対する降雨時の寄与率に着目すると、流量における降雨時の寄与率と比べると、CODは大きく、T-Pは同程度、T-Nは小さくなっており、水質項目により降雨時と非降雨時の寄与率が大きく異なることが明らかとなった。これは、降雨時における水質環境が河床堆積物中の栄養塩・有機物含有量により大きく影響されていることと密接に関連しているものと考えられる²⁾。

4. 結論

都市部を流域として抱える大堀川流域を対象として、水文特性と汚濁負荷特性について検討を行った。その結果、直接流出率に関しては明確な季節変動は見られず、土地利用状況から推定された流出率と概ね一致することが示された。2000年と2001年における年間汚濁負荷量を降雨時と非降雨時に分けて算出したところ、総量に対する降雨時の寄与率としては、流量と比べてCODは大きく、T-Pは同程度であり、T-Nは小さくなっており、水質項目により負荷形態が変化していることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 二瓶・大竹・菊間・藤本：河川技術論文集，Vol. 8，pp.517-522，2002。
- 2) 二瓶・大竹・小久保：土木学会論文集，2003（投稿中）。
- 3) 谷岡・福岡・谷口・小山：土木学会論文集，No.586/ -42， -12，1998。