

都市河川における降雨時水質環境と底質環境の関連性の検討

東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 今野 篤
東京理科大学土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. 序論

都市河川の多くは、流域での人間活動に起因した水質汚染や富栄養化の問題を抱えており、今後、都市河川における水環境の現状把握や保全・再生対策を実施することは急務の課題である。このような都市河川の水質環境は、様々な人為的・自然的要素が混在するため、未解明な点が多く、都市流域における水・物質循環過程はブラックボックスとなっている部分が多いのが現状である。本研究では、都市河川の水質環境やそれと密接に関連している底質環境を多角的に検討するために、規模や流域環境の異なる4つの河川を対象にして、水質環境の悪化が顕著となる降雨時に着目した水理・水質観測や河床堆積物分析を実施した。そこで得られた観測結果に基づいて、水質項目（T-N, T-P, T-COD）の懸濁態濃度とSSの関係性、これらの懸濁態濃度と底質環境との関連性、について4つの河川間において比較・検討することを試みた。

2. 現地観測の概要

本研究では、都市域を流域とする3つの中小河川（以下、A川、B川、C川と呼ぶ）と、大河川である江戸川を対象として、水理・水質観測や底質分析を行った。3つの都市河川の流域環境は表-1に示しており、河川流域間の特徴的な違いとしてC川における下水道普及率が0%である、ということが挙げられる。降雨時を対象とした水理・水質観測の回数と期間は、A川では5回の降雨イベント（2001/7/6-7, 9/30-10/2, 2002/7/10-11, 2003/7/3-4, 9/20-21）、B川では1回（2003/9/20-21）、C川では2回（2003/6/23-24, 9/20-21）、江戸川では1回（2003/8/9-12）である。ここで、2003/9/20-21の降雨イベントでは、A川、B川、C川の3河川で同時に観測を行った。これらの観測では、自記式水位計や電磁流速計等による水理量（水位、表層流速、流量）の計測と、バケツ採水された河川表層水に対して水質項目（濁度、SS、窒素、リン、COD）を測定した。この水質項目に関しては、採水サンプルに対して濁度のみ現場測定した。その他の項目については、サンプル水を実験室に持ち帰り、SSにはガラス繊維ろ紙法、窒素には紫外線吸光度法、リンにはモリブデン酸アンモニウム法、CODには過マンガン酸カリウム法により各々測定した。なお、窒素、リン、CODに関しては、全成分、溶存態成分、懸濁態成分をそれぞれ分析した。次に、底質分析に関しては、各河川の河床表層土壌の採泥を行い、底質中の窒素、リン、COD含有量の分析を試みた。採泥サンプルの数としては、A川では2003/7/2~10/15において計45サンプル、その他の河川では上記の降雨時観測前後の数サンプルとした。

表-1 都市河川の流域環境

	A川	B川	C川	
流域面積 (km ²)	31.0	35.9	12.0	
流路長 (km)	12.9	7.9	7.5	
流域人口(万人)	16.5	16.2	5.2	
下水道普及率(%)	84	70	0	
土地利用 (%)	市街地	75	58	44
	水田	1	6	5
	畑	11	22	17
	森林	13	14	34

3. 観測結果と考察

(1) 水質項目の懸濁態濃度とSSの関係性

降雨イベント時における水質環境を4つの河川間で比較するために、SSと水質項目の懸濁態濃度の相関図を図-1に示す。ここでは、懸濁態窒素濃度P-Nを例として、印を用いて図示している。また、図中の斜線部分は後述する底質中の窒素含有量である。この図を見ると、全ての河川においてSSとともにP-Nは増加するものの、その増加率は、江戸川が他の3つの都市河川よりも明らかに小さい。同様な傾向はリンやCODの懸濁態濃度にお

キーワード：都市河川，水質環境，底質環境，降雨条件

連絡先：東京理科大学理工学部土木工学科水理研究室 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel.04-7124-1501

いても確認されており，江戸川では，都市河川と比べて，SS中の栄養塩・有機物含有量（=P-N/SS）が小さい．また，3つの都市河川の結果を比較すると，P-N/SSは，C川が最も大きく，A川とB川は同程度であり，都市河川間においても水質環境の違いが生じている．なお，同図（b）,（d）に示される同一河川において異なる降雨イベントでの結果を比べると，ここでは，各降雨イベントのSSとP-Nの関係性は概ね類似していることが示された．

（2）水質項目の懸濁物濃度と底質環境との関連性

上述したSS中の栄養塩・有機物含有量が河川毎に変化している要因を検討するために，ここでは底質環境に着目する．図-1中の斜線部分は，上述したように底質中の窒素含有量であり，図中の横軸はSS，縦軸は単位土壌乾燥質量当たりへ換算された底質中の窒素含有量とSSの積を表している．ここでは，底質データのばらつきを考慮して，底質中の栄養塩・有機物含有量に関する複数のデータに対する平均値と標準偏差を求め，その平均値を点線で，平均値に標準偏差を加減した範囲を斜線部分で各々図示している．まず，底質中の窒素含有量の平均値を河川間で比較すると，江戸川，A川，B川，C川ではそれぞれ105.3，2.3，2.4，29.3g/kgとなっており，江戸川やC川での値は，A川とB川よりも大きい．類似した傾向は，底質中のリン，COD含有量においても確認されている．次に，P-Nと底質中の窒素含有量を比べると，江戸川では，底質中の窒素含有量の方が，A川とB川ではP-Nの方が各々大きくなっており，またC川では，両者はほぼ同程度となっている．

これらより，まず，江戸川では，底質中の窒素含有量が相対的に大きいにも関わらずP-N/SSが小さいのは底質の巻上げ量が小さいためであり，江戸川では河床堆積物が降雨時水質環境に及ぼす影響は小さい．一方，一般に底質巻上げ量が大きい都市河川では，河床底質や流域（市街地や田，畑など）における堆積物中の栄養塩・有機物含有量の相対的な大小関係が重要な役割を果たすと考えられ，底質中及びSS中の窒素含有量が同程度であるC川では底質環境が，SS中の窒素含有量の方が相対的に大きいA川やB川では流域での堆積物環境が，それぞれ顕著であることが示唆される．特にC川では，下水道普及率が0%であり，平常時における高負荷の生活排水の一部が河川内に堆積し，底質中の栄養塩・有機物含有量が増加するため，降雨時水質環境に対して底質環境が大きく影響を及ぼしているものと推察される．

4．結論

3つの都市河川や江戸川における降雨時水理・水質観測や底質調査を行い，河川間における水質環境と底質環境の関連性を検討した．その結果，大河川である江戸川は，他の都市河川よりも，SS中の栄養塩・有機物含有量が小さく水質環境に対する底質環境の影響は小さい．また，3つの都市河川のうちC川では，下水道普及率が0%であることに起因して底質中の栄養塩・有機物含有量が高く，底質環境が降雨時水質環境に大きく関与している．さらに，A川やB川での水質環境は，底質環境よりも流域内の堆積物環境の影響が相対的に大きいことが示唆された．

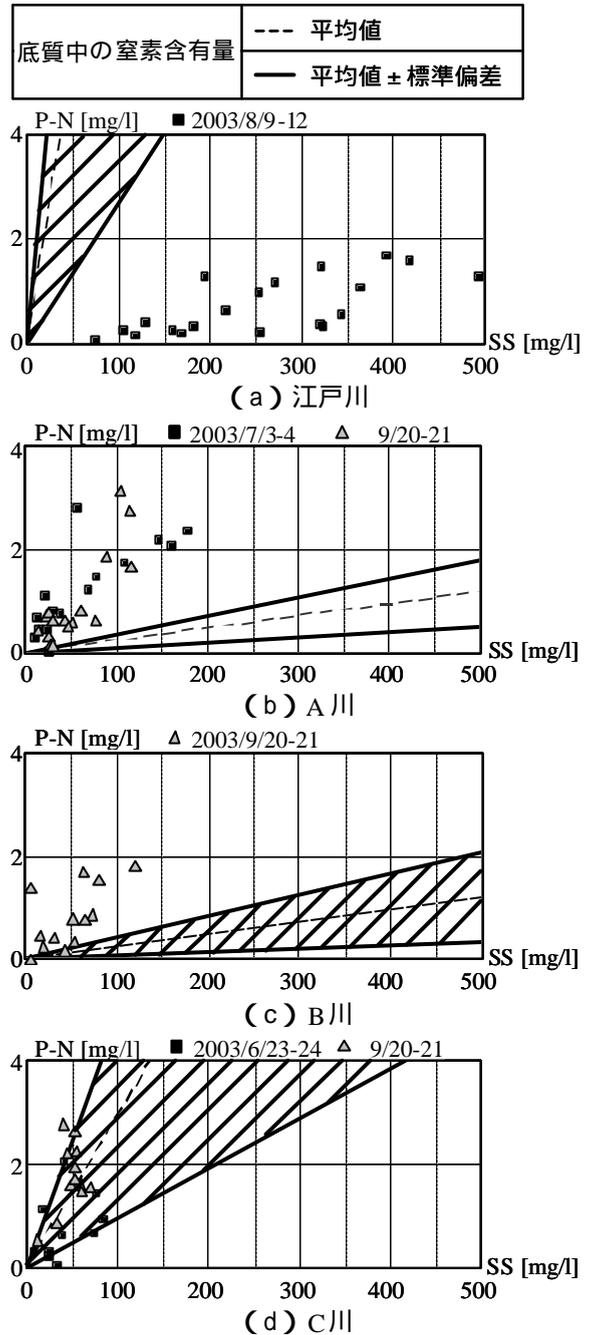


図-1 SSと懸濁態窒素濃度P-Nや底質中窒素含有量の関係