

VII-1

天野川の水質変化とそのシミュレーション解析

理水化学株式会社 正 員 中川 理
 摂南大学工学部 正 員 海老瀬 潜一

1. はじめに

市街地を流下する中小河川では、晴天時継続などの平水時と降雨による高流量時とでは水質の様態が明らかに異なる。市街地の水質汚濁特性としてある程度の降雨強度がある場合、流域内の不浸透面で生じる表面流出により降雨が降り出した直後に小さな流量ピークが観測され、河道に沈殿・堆積している易掃流性の汚濁物質が流れ出すため、水質濃度の上昇が見られることが多い。それに対し先行降雨が十分大きい場合、河道に沈殿・堆積している汚濁物質はほとんど一掃されているため、懸濁成分などの濃度はある値まで上昇して減少し、溶存成分などは降雨による希釈により濃度が減少していく。このような例を淀川水系天野川で調査するとともに、その結果を元にタンクモデルを用いて流量と負荷量についてのシミュレーションを行った。

2. 河川と調査の概要

今回調査の対象とした天野川（流域面積：49.6km²，河川長：14.9km）は生駒山を水源とし、生駒市と四条畹市の田園地を流下して交野市と枚方市の市街地を貫流し、枚方市で淀川左岸に合流する一級河川である。調査期間は1998年1月30日から12月2日までの約10ヶ月で、3日に一度の頻度で計102回、ほぼ定刻に上流（流域面積：16.9 km²）・中流（流域面積：24.5 km²）・下流（流域面積：8.4 km²）の3地点で調査を行った。枚方市の人口は約40万人で下水道使用人口は約28万人、下水道普及率は約70%で中・下流域で先行普及している状況である。

3. 天野川の水質変化について

調査期間の流量及び各水質項目の平均値を表-1に示す。図-1に流量と降水量の経日変化を示す。ここで1998年5月3日に降水量（生駒山：40mm，枚方市：16mm）はそれほど大きくはなかったものの、調査が流量のピーク時に一致したために平均値の約10倍もの流量が観測された。また懸濁物質であるSSやChl-aも流量増大に伴う掃流作用や剥離流出などにより、SSは上流地点で平均値の約40倍、Chl-aは約50倍の大きな値を示した。水質汚染を示すために重要な指標であるCODの中でもT-CODについては全地点において平均値の約4倍、P-CODは上流地点で約12倍となった。また人為的排水により河川への汚濁負荷の指標であるNO₃⁻-N

表-1 各水質項目の平均値

水質項目	上流	中流	下流
流量 (m ³ /s)	0.843	2.031	2.336
SS (mg/l)	24.925	23.123	22.925
T-COD (mg/l)	3.728	7.316	7.957
D-COD (mg/l)	2.626	5.418	5.988
P-COD (mg/l)	1.102	1.898	1.966
Chl-a (μg/l)	0.482	8.192	8.523
Cl ⁻ (mg/l)	11.008	19.718	23.623
NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	0.252	2.526	2.387
NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	1.044	1.389	2.111

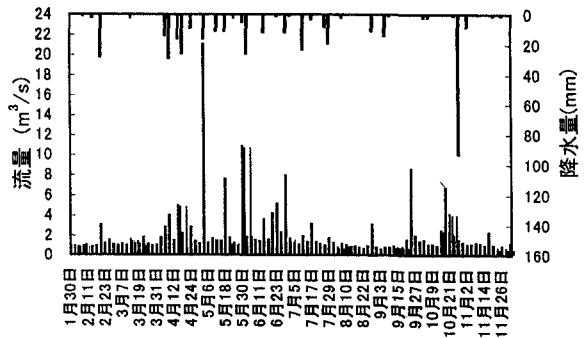


図-1 中流地点における流量の経日変化

キーワード：流量変化、水質変化、市街地河川、シミュレーション

連絡先：〒572-8508 寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学工学部土木工学科 TEL:0720-39-9307 FAX:0720-38-6599

は中流地点で約3倍となり、これに対して流量増加による希釈作用で Cl^- や NH_4^+-N については平均値を大幅に下回る結果となった。先行晴天日数が継続した直後の調査結果においても $\text{Chl}-\text{a}$ の上昇が見られた。これは河床付着性生物が水温の上昇などにより増殖し、一部剥離するため濃度が上昇したと考えられる。

4. 推定負荷量の解析と結果・考察

今回シミュレーションに用いたタンクモデルは表面流出用、中間流出用、地下水流出用の3段のタンクを有するモデルとした。また天野川は上流地域に田園地、中流・下流地域に市街地・工場地帯を有するため、5つのCaseに分けて生駒市と枚方市の観測降水量から推定流量を算出し実測値と推定値が同じような値を示すように各流出孔の変数を設定した。そして観測値から得た経験式に基づいて負荷量の推定を行った。経験式についてはパラメータ数が少なく構造が簡単のため $L = aQ^b$ を用いた。

図-2は上流地点における実測流量と、生駒山で観測された降水量からタンクモデルを用いて算出した流量を経日変化で表したグラフである。数ヶ所において実測値と推定値に差が生じているが、全体的にみると両値が同じような値を示しているので一致したとみなして良いと考えた。ここで差が生じた原因として流量を測定した時刻がその時の降水によって流量がピークになった時刻に一致していたとは限らないためだと考えられる。この両値の差をなくすためには今回のような日単位で解析するのではなく時間単位、もしくは分単位で解析すれば差は生じなくなるのだが、そうすると膨大なデータとなるため今回は行わなかった。この推定流量と上で述べた経験式を用いて水質項目の負荷量を算出した。その中でも実測値と解析値が一致したとみなして良いと考えられる上流地点における SO_4^{2-} についての経日変化を図-3に示す。この図においても数ヶ所において実測値と解析値に差が生じているが、流量の場合と同じ理由で生じたものだと考えられる。また他の水質項目の負荷量についても一致したとみなして良いものはあったが、懸濁物質であるSSや $\text{Chl}-\text{a}$ については一致したとみなして良いと言えない結果となった。これについては流出孔の条件設定がまだ改善の余地があったためと考えられる。

また、中流地点や下流地点においても同じように解析を行ったが、実測値と解析値があまり一致したとは言えない結果となった。その理由として、これらの地点が市街地や工場地帯を貫流しているため、それらから排出される水質負荷が一定ではないので流出孔の条件の設定が困難であったことと、降雨以外に上水や工業用水による排出量があったことによると考えられる。特に洪水時流出用の横穴と平水時地下流出用の横穴についての条件の設定が困難であったので、これらの条件についての検討を進めれば今回の解析結果よりも良い結果を得られるのではないかとと思われる。また、今回は行わなかったが各横穴別に算出した流量を用いて負荷量を推定すれば、今回よりもさらに解析値が実測値に近い結果が得られたと考えられる。

なお、この研究は1998年度研究として、後藤基次、依大和、花木秀行、藤原誠一、藤原武志、三木一克、三栗慎史らを含めた共同研究の成果であることを付記する。

引用文献 石橋・海老瀬(1998): 市街地河川での河床付着性生物膜の流出負荷量への影響評価, 土木学会51回年講, VII-2, pp4-5

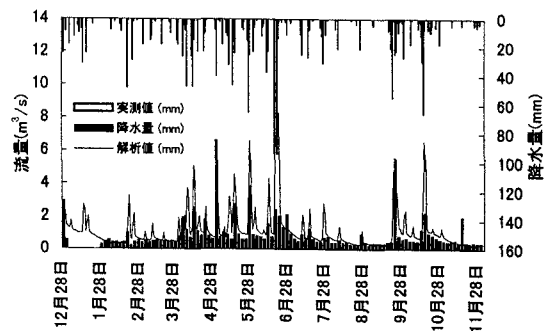


図-2 上流における流量の解析結果

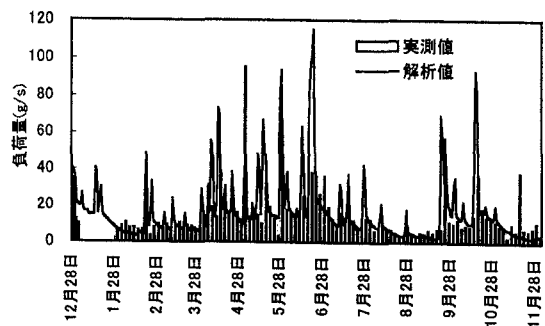


図-3 上流における SO_4^{2-} の実測値と解析値