

VII-181

有機物質の河川流出特性

国立環境研究所 正会員 井上 隆信
 摂南大学 工学部 正会員 海老瀬 潜一

1. はじめに 我が国の有機汚濁物質に関する環境基準として、湖沼・海域はCOD、河川はBODが用いられている。これらは、化学的、あるいは生物学的な酸消費量をもって有機物質濃度を表す指標である。さらに、直接有機炭素濃度を測定するTOCが用いられることも多くなってきた。環境基準のCOD過マンガン酸カリウム法は酸化力が弱いことから有機物質の全てを測定していないこと、BODは微生物に分解される有機物質のみを測定していることから、これら3項目では流出特性が異なると考えられる。ここでは、農耕地河川において5～6月に実施した詳密調査の結果から、有機物質の流出特性について検討を行ったので報告する。

2. 調査・分析方法の概要 調査対象とした河川は、霞ヶ浦（西浦）高浜入りに流入する農耕地河川の恋瀬川とその支川であり、解析対象とした調査地点は恋瀬川本流末端のSt. 6（流域面積147.4km²）、その支川の川又川末流のSt. 4（流域面積39.8km²）、さらにその支川の小桜川末流のSt. 3（流域面積18.2km²）、小桜川上流のSt. 1（流域面積9.4km²）である。調査は1992年から1994年の春季に行い、詳密調査を実施した5月と6月の2ヶ月のデータを解析対象とした。この流域では5月上旬の連休に水稻移植が集中し、水田からの流出荷荷が大きい期間でもある。調査回数は、1992年が22回、1993年が33回、1994年が34回であった。

BODは「水の分析」¹⁾、CODは過マンガン酸カリウム法²⁾で「下水試験方法」²⁾により分析した。CODは未ろ過試料とガラス繊維ろ紙（Milipore, AP40）でろ過した試料を測定し、前者をT-COD、後者をD-COD、その差をP-CODとした。DOCは、ガラス繊維ろ紙でろ過した試料をTOC計（島津TOC-500、高感度触媒）で測定した。POCは、ろ紙をCHN計（柳本, MT-5）を用いて測定した。TOCは、DOCとPOCの合計とした。

3. 有機物質濃度の変化特性 流域内に位置する柿岡の2ヶ月間の降水量は、1992年が330mmと多く、1993年は261mm、1994年は225mmであった。小桜川上流のSt. 1における算術平均流量は、農業用水に取水されることもあり、1992年が他の2年の2倍以上となった。図1は、形態別TOCの算術平均濃度の1993年の流下過程での変化を示した。DOC濃度は、既報³⁾に示したように流下に伴って高くなり、特にSt. 3でSt. 1の約2倍の濃度になった。これは農耕地や市街地からの流出濃度が上流の森林からの流出濃度より高いことを示している。POC濃度は、St. 4が最も高くなった。小桜川では農業用水の取水のための堰が数カ所設けられ懸濁物質が沈降するため、St. 3での増加がみられなかったと考えられる。図2は、St. 3における3年間の算術平均を用いて、流量と形態別COD濃度の変化を示した。P-COD濃度は流量が多くなると高くなっているが、D-COD濃度は逆に低くなっている。降雨時には懸濁物質濃度が上昇することと、溶存態成分には希釈効果があることを反映している。図3にはT-CODの算術平均濃度を調査地点毎に流量の小さい順に並べて示した。上流域では、降雨時に懸濁態成分の濃度が上昇する影響が強く、流量の多い1992年の濃度が高くなっている。これに対して下流域では、流量の少ない1993年で濃度が高くなっている。これは、流量が少ない

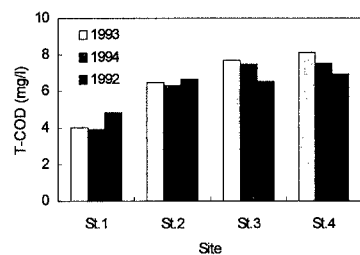
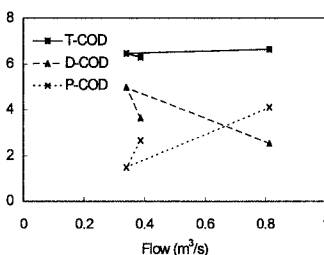
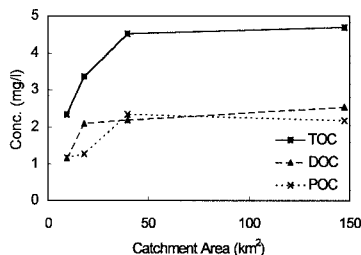


図1 流下過程での形態別TOCの変化

図2 流量と形態別T-CODの関係

図3 T-COD濃度の変化

と溶存態成分の濃度が高いことと、下流域では流量増加に伴う懸濁物質濃度の増加比率が小さくなることによる。このように、流出源によって河川における有機物質濃度の変化特性は異なる結果となった。

4. 有機物質の流出負荷特性 時間間隔に台形公式を用いて2ヶ月間の流出負荷量を求め、それを単位流域面積の一日当たりの流出負荷量として表1に示した。

森林が主な流出源と考えられる上流のSt. 1では、懸濁物質の流出負荷量は流量の影響を大きく受け、流量の増加以上に流出負荷量は増加している。流量の多い1992年はSt. 3での流出負荷量が最大となり、流量の少なかった1993年と1994年はSt. 4で最大となった。St. 3やSt. 4では流域面積に占める農耕地の比率が高くなることから、懸濁物質は上流の森林以上に農耕地からの流出負荷量が大きいと考えられる。また、下流のSt. 6では、特に流量の多い1992年で流出負荷量がSt. 3やSt. 4と比べて小さくなっており、流下過程において沈降によって減少したものと考えられる。懸濁態有機物質のP-CODとPOCは、懸濁物質濃度の流出負荷量と同様の变化パターンを示した。これらのことから、懸濁態有機物質の流出負荷は農耕地の影響が大きいと言える。溶存態有機物質のD-CODとDOCは、流量の多い1992年が他の2年と比べて流出負荷量が多くなっている。しかし、下流に行くに従って差は小さくなり、1993年と1994年ではSt. 6の流出負荷量が最大となった。これは、下流域では点源等から流量に関係なく一定量流出する有機物質の比率が高くなるためと考えられる。これらのことから、溶存態有機物質の流出負荷は人為的汚濁負荷の影響が懸濁態有機物質に比べて大きいと言える。T-CODやTOCは、当然ながら懸濁態と溶存態をあわせた流出特性を示す。

COD/TOCの比は溶存態で大きく懸濁態で小さくなっていることと、懸濁態と溶存態の比もTOCに比べてCODで小さくなっていることから、懸濁態有機物質は溶存態と比較してCODで酸化されない成分の比が大きいと考えられる。また、TOCの流出負荷量は、T-CODやBODに比べて1992年の他の2年に対する比が大きくなっていることから降雨時に増加する懸濁態有機物質は分解され難い成分が多いのではないかと考えられる。

5. おわりに 有機物質の流出負荷特性は、溶存態と懸濁態とで大きく異なることから、溶存態と懸濁態にわけてその流出負荷特性を評価する必要がある。また、流出源によってもその流出負荷特性は大きく異なる結果となった。ここでは、調査地点までの流域の単位面積当たりの流出負荷量として示したが、流域の土地利用形態別面積を考慮して、流出源別の流出負荷量についても解析を加えていきたい。

参考文献 1) 水の分析－第3版－(1981) 化学同人、2) 下水試験方法(1974) 日本下水道協会、

3) 海老瀬・井上(1993) 河川上・中流域の溶存有機物質の流出特性、土木学会年講2部、1056-1057

表1 5・6月2ヶ月間の単位面積当たりの流出負荷量

	FLOW	SS	BOD	T-COD	TOC	P-COD	POC	D-COD	DOC
St. 1	1992 2.98	225.53	5.73	23.98	18.61	18.55	15.19	5.44	3.42
	1993 1.10	27.11	1.74	5.82	3.49	2.43	2.11	3.38	1.37
	1994 1.12	47.06	2.47	7.09	5.54	4.16	3.94	2.93	1.60
St. 3	1992 4.74	675.20	11.28	47.63	41.54	33.88	34.35	13.75	7.19
	1993 1.54	49.34	3.52	11.36	6.33	3.23	3.10	8.14	3.23
	1994 1.85	65.58	5.41	13.13	8.69	5.42	4.87	7.71	3.83
St. 4	1992 4.95	558.36	18.39	43.02	37.49	28.82	29.51	14.20	7.98
	1993 1.99	149.58	7.71	20.68	13.76	9.21	9.32	11.47	4.44
	1994 2.13	220.98	9.04	26.38	18.77	15.95	14.15	10.43	4.62
St. 6	1992 3.46	299.80	12.62	29.46	23.81	19.20	17.47	10.26	6.34
	1993 2.07	142.55	7.58	21.27	12.98	9.08	7.81	12.19	5.17
	1994 2.12	141.19	7.78	18.80	14.24	7.80	9.11	11.00	5.12

単位 Flow : $10^3\text{m}^3/\text{km}^2/\text{day}$, その他 : $\text{kg}/\text{km}^2/\text{day}$