

呉工業高等専門学校 正 員 ○ 大橋 晶良
呉 市 地蔵山 宏
北海道大学工学部 学生員 山崎 真也

1. はじめに 河川の水質保全を考えるためには、平常時の水質濃度・流出負荷量を常時監視しておくことは大切であるが、浄化されずに河床に蓄積され、不時の出水によって洗い出されるような有機汚濁負荷量についても考慮を払う必要があると思われる。著者らは、黒瀬川の水質・河床の沈殿物質を秋冬期間調査し、水質と底質がどのように河川の汚濁に影響を及ぼすかを検討し、汚濁の推移を調べた。その結果、若干の知見が得られたので報告する。

2. 調査方法 二級河川である黒瀬川の上流部には、広島中央テクノポリスの中核都市として発展が予測される東広島市があり、人口が急激に増加しており、今後、水質汚濁が進行するものと予想される。水質調査地点は、黒瀬川中流部のイラスケ川合流地点(St.1)と約1350m下流(St.2)の2

表-1 水質濃度と沈殿物

		Water (mg/l)							Sediment (g/m ²)			T (°C)	Q (m ³ /day)
		BOD	COD _{Mn}	NH ₄ -N	T-N	O-N	I-N	Cl ⁻	IL	TN	COD _{Kr}		
St.1	10/26	1.22	4.18	0.006	0.285	0.015	0.270	18.2	92.5	2.11	45.6	17.6	66800
	11/23	1.36	4.10	0.022	1.050	0.755	0.295	20.2	65.9	1.11	17.6	12.0	84000
	12/07	1.46	3.23	0.039	0.831	0.427	0.404	18.5	89.4	0.61	21.3	10.0	127000
	1/18	2.93	4.12	0.249	1.673	0.799	0.874	25.1	158.0	30.50	60.8	4.7	106000
	2/16	2.61	3.18	0.130	1.222	0.604	0.618	21.0	377.0	23.20	209.0	5.5	123000
St.2	3/20	1.56	1.70	0.030	0.685	0.157	0.527	13.3	146.7	9.30	40.3	8.5	184000
	10/26	1.27	4.21	0.002	0.274	0.029	0.245	20.2	92.5	2.11	45.6	17.5	66800
	11/23	1.18	4.15	0.011	1.088	0.818	0.274	19.4	65.9	1.11	17.6	11.8	84000
	12/07	1.55	3.52	0.039	0.851	0.413	0.438	20.9	89.4	0.61	21.3	8.0	127000
	1/18	3.05	4.19	0.226	1.805	0.894	0.911	25.5	158.0	30.50	60.8	4.0	106000
	2/16	2.62	3.36	0.129	1.261	0.690	0.571	22.1	377.0	23.20	209.0	5.7	123000
	3/20	2.43	3.96	0.185	1.079	0.498	0.581	15.1	146.7	9.30	40.3	8.6	184000

地点である。調査は、昭和59年10月～60年3月に一ヶ月に1度、行った。また、St.1とSt.2のほぼ中間地点で、河床砂を採取し沈殿物を分析した。河床砂は、水打ち際から2～3m、水深10～20cmの位置で、直径10cmの円内の表層厚約2cmの砂を採取したものである。採取は、採水日と同じ日に行った。流量は、浮子を使用して測定した。

3. 結果および考察 水質濃度7項目、沈殿物3項目、水温(T)と流量(Q)の測定結果を表-1に示す。河床沈殿物の強熱減量(IL)、全窒素(TN)(ケルダール法)は、下水試験方法で、COD_{Kr}は、土質試験法に準じて分析し、単位面積当りに換算したものである。図-1に沈殿物の経月変化を示す。沈殿物の3項目とも、12月から1月にかけて急激な変化が見られ、冬季に沈殿物が増加している。ILとCOD_{Kr}は非常に良く似た傾向を示しているが、TNとは若干違いが観察される。これは、河床の有機汚濁物の窒素含有量が変化することを示している。また、流量と沈殿物の明確な関係は見られず、本調査内の流量では、沈殿物にそれほど影響を与えないと思われる。

St.2地点での10、12、1月の溶存酸素(DO)の経時変化を図-2に示す。測定日はいずれも晴天時であった。DOの値は、各月によって大きな違いが見られるが、DO百分率では、非常に良く一致した経時変化を示している。このことは、黒瀬川のDOが水温によって決定され、他の沈殿物、流量等の因子の影響度が小さいと推察される。また、DO百分率の最低値は約80%、最大値120%前後で、日中は過飽和状態となっている。

表-2は、水質7項目の流出負荷量と沈殿物の相関係数を示してある。水質項目間では正の高い相関が見られる。水質と沈殿物のTNでは高い相関が見られるが、他のIL、COD_{Kr}間では小さくなっている。しかし、水質と沈殿物間では、すべて正の相関が

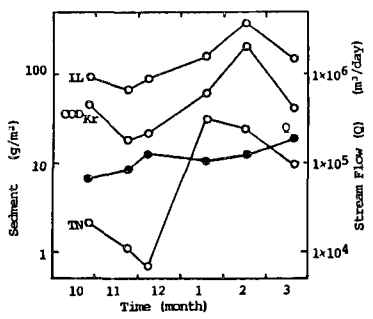


図-1 沈殿物の経月変化

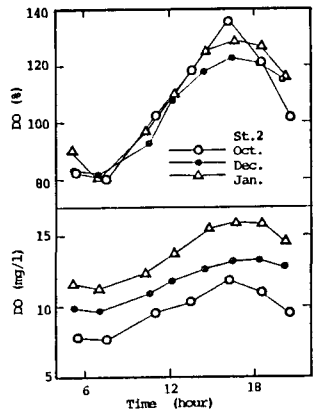


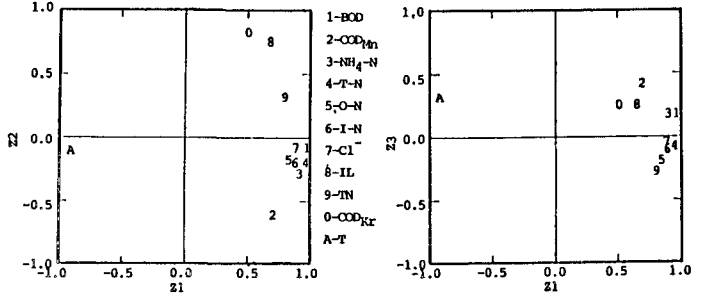
図-2 DOの経時変化

あり、水質と沈殿物間には何等かの関係があると思われる。また、水温Tと他のすべての測定項目間では、負の高い相関が見られ、水温の低下が河川の汚濁を高める原因になると推察される。なお、pHも測定したが、変化はくはば一定値であった。

表-2 相関係数

	BOD	COD _{Mn}	NH ₄ -N	T-N	O-N	I-N	Cl ⁻	IL	TN	COD _{Kr}	T
BOD	1.000	0.766	0.909	0.920	0.702	0.949	0.886	0.583	0.682	0.436	-0.792
COD _{Mn}		1.000	0.814	0.735	0.680	0.644	0.666	0.140	0.241	0.017	-0.486
NH ₄ -N			1.000	0.886	0.755	0.841	0.749	0.427	0.735	0.309	-0.702
T-N				1.000	0.897	0.906	0.908	0.473	0.727	0.326	-0.920
O-N					1.000	0.624	0.743	0.410	0.620	0.313	-0.837
I-N						1.000	0.891	0.443	0.692	0.278	-0.823
Cl ⁻							1.000	0.523	0.626	0.375	-0.927
IL								1.000	0.670	0.982	-0.569
TN									1.000	0.612	-0.773
COD _{Kr}										1.000	-0.444
T											1.000

流出負荷量、沈殿物、水温の計11項目で主成分分析を行った。図-3に因子負荷量を示す。図-3(a)は、第1(Z1)と第2主成分(Z2)が示してあり、COD_{Mn}以外の水質項目とILとCOD_{Kr}がそれぞれ良く似た項目となっている。しかし、大きく分けると水質、沈殿物、水温に分類される。図-3(b)は、第1と第3主成分(Z3)を示したもので、COD_{Mn}とILとCOD_{Kr}が、またINとNH₄-N以外の水質の窒素態、すなわち全窒素(T-N)有機態窒素(O-N)、無機態窒素(I-N)とCl⁻が似た項目となっている。表-3



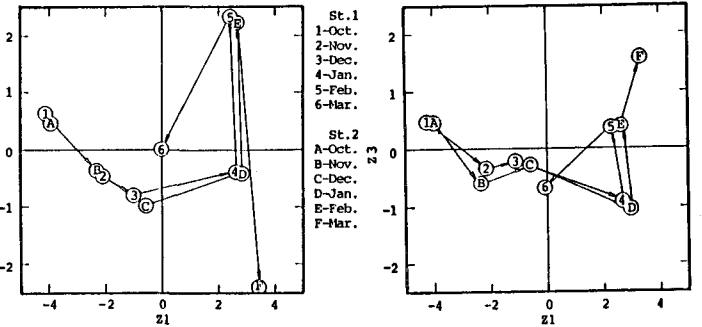
(a) 第1(Z1)と第2主成分(Z2) (b) 第1(Z1)と第3主成分(Z3)

図-3 因子負荷量

表-3 固有ベクトル(Z1~Z3)

	BOD	COD _{Mn}	NH ₄ -N	T-N	O-N	I-N	Cl ⁻	IL	TN	COD _{Kr}	T
Z1	0.344	0.252	0.326	0.350	0.303	0.327	0.333	0.231	0.289	0.184	-0.331
Z2	-0.069	-0.410	-0.157	-0.135	-0.116	-0.126	-0.075	0.547	0.262	0.616	-0.036
Z3	0.252	0.562	0.224	-0.141	-0.184	-0.075	-0.113	0.277	-0.362	0.299	0.450

に、固有ベクトルを示す。第1主成分は、水温以外は比較的均等に正の係数がかかっている。このためZ1は水質と河床沈殿物を含んだ河川の総合的な汚濁を示す特性値と考えられる。第2主成分は、水質項目が負の係数で、沈殿物が正の係数となっており、水質と河床の汚れの相対的な比較を示す偏向成分と考えられる。すなわち、Z2が大きくなると水質に比べ河床の方が汚れており、逆にZ2が小さくなると、河床に比べ水質が悪いことを示す。第3主



(a) 第1(Z1)と第2主成分(Z2) (b) 第1(Z1)と第3主成分(Z3)

図-4 主成分得点の経月変化

成分は、T-N、O-N、I-N、Cl⁻、TNの項目が負の係数で、主に窒素系成分と汚濁物との割合を示す成分と考えられる。なおZ1、Z2の寄与率は0.700、0.162で、第2主成分までで全体の約86%の情報を表すことができる。

図-4に、主成分得点を示す。寒さと共にZ1が大きくなっており、河川の総合的な汚濁が進行することを示している。特に1、2月の水温が5℃ぐらいいなると急激に悪化している。河床と水質の相対的な汚れを示すZ2は、11、12、1月が小さく水質の方が汚れており、10月と特に2月では河床の方が汚れている。これは、水温が低下すると浄化作用が小さくなるため、まず水質が悪化し沈殿物量が増加してくるためと思われる。3月は、St.1とSt.2でかなり異なっているが、これは、3月の測定日の数日前に雨が降ったため流量が増加しおり、このために河床が少し洗い流され、下流のSt.2の水質が悪くなったために起こった現象と考えられる。Z3は、11、12、1月が小さく、汚濁の進行は、まず窒素系が悪化することを示していると思われる。

4. おわりに 本調査では、冬季に黒瀬川の総合的な汚濁が進行する結論が得られたが、秋冬季的データだけから求めたものであり、今後、春夏季のデータを加味していく予定である。