

VI 強汚濁河川の底質調査

Survey of Some Organic Matters and Nutrients
in Sediments of the Polluted Rivers

河川水質科 松本 賢一・粕谷 敏明・野口 勝

1 はじめに

汚濁の進んだ河川においては、多量の汚濁物質が川底に堆積している。堆積している汚濁物質を含む底泥は、水中の溶存酸素の消費や、有機汚濁物質、栄養塩類の溶出により水質の悪化をひき起す。また底泥の嫌氣的分解による悪臭の発生など、種々の環境問題を起している。

本県においては河川底質の有害物質（水銀，カドミウム，クロム，PCBなど）についての調査は行われているが、有機汚濁物質と栄養塩類に関する調査は行われていない。そこで今回県内の汚濁の進んだ河川について、底質の有機汚濁物質と栄養塩類について調査を行った。

2 調査方法

2.1 調査地点およびサンプリング方法

サンプリング地点はFig.1に示す10地点である。

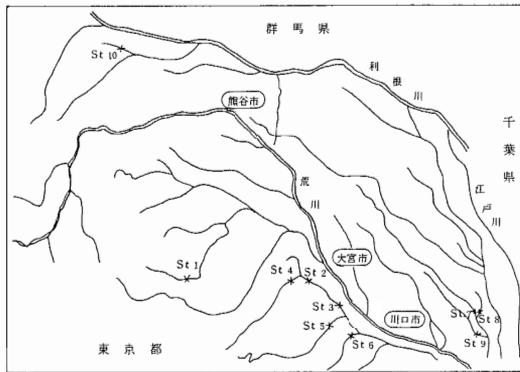


Fig.1 調査地点

河川水は清澄であり、汚濁物質の堆積はほとんど無く、底質は砂利または砂である。地点2 (St.2) 新河岸川 (旭橋)、地点3 (St.3) 新河岸川 (いろは橋)、地点4 (St.4) 不老川 (不老橋)、地点5 (St.5) 柳瀬川 (栄橋)、地点6 (St.6) 黒目川 (東橋) の5地点は環境基準B類型で、汚濁の進んだ地点である。地点7 (St.7) 綾瀬川 (松江橋) は環境基準C類型であるが、汚濁の進んだ地点である。地点8 (St.8) 古綾瀬川 (松江新橋)、地点9 (St.9) 伝右川 (伝右橋) の2地点は環境基準は設定されていないが、合流先河川の類型に準拠してB類型とされている。地点10 (St.10) 元小山川 (県道本庄・妻沼線交差点) は環境基準B類型である。この地点は県北の農村部であるが、上流部で都市下水の流入が多く汚濁が進行している。

底質の採取は、St.1～St.6は10月、St.7～St.10は12月に行った。採取方法はエクマンページ採泥器、またはヒシヤクを用いた。底質の均一化をはかるため採取地点の両岸から数回採取し、良く混合した。また底質の採取と同時に採水を行った。

2.2 試料の調製方法

採取した底質は実験室に持ち帰り直ちに80℃で乾燥した。乾燥して固型物となった検体を軽く押しつぶして、9メッシュのふるいを通し、石礫やゴミを除いた¹⁾。次に検体を乳鉢で粉碎後、100メッシュと400メッシュのふるいを用いてふるい分けし、分析試料とした。

2.3 分析方法

2.3.1 底質の分析方法

水分と強熱減量は「底質調査方法とその解説」²⁾によ

地点1 (St.1) 高麗川 (天神橋) は環境基準A類型で

った。T-C, T-Nは柳本C・NコーダーMT500型を用いて測定した。T-Pは土壤養分分析法によった³⁾。硫化物は、山根、川畑らの方法によった⁴⁾。n-ヘキサン抽出物とMBASは「底質調査方法と解説」¹⁾によった。測定結果はすべて乾泥当りの値に換算した。ORPは白金電極法を用いて河川水中の底質表面を直接測定した。

2.3.2 河川水の分析方法

T-Nは上水試験方法によった⁵⁾。NH₄⁺-Nはイオン電極法を用いた。T-Pは工業用水試験方法JIS・K0101の43・1・1, 43・3・2によった。MBASは工場排水試験方法JIS・K0102の22・

1に、DOは同じく24・3によった。PH, 導電率, BOD, COD, PO₄³⁻-P, 透視度も工場排水試験方法JIS・K0102によった。

3 結果と考察

Table Iに底質の性状と分析結果を示す。St.1は県内でも清澄な河川であり⁶⁾、汚濁物質は少なく、また、ORPもプラスで良い環境が保たれている。St.9は木くずが底泥に多く混入しており、強熱減量、COD、T-C, T-N、n-ヘキサン抽出物質、MBASが他の地点よりも特に高濃度であった。

Table I 底質の性状と分析結果

項目 地点	色	性状	ORP (mv)	強熱減量 (%)	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/g)	MBAS (mg/g)	硫化物 Sとして (mg/g)	COD (mg/g)	T-P (mg/g)	T-C (mg/g)	T-N (mg/g)	N/P比
1	茶	砂利	+81	2.2	0.05	0.00	0.00	0.78	0.58	30	0.0	0.0
2	黒茶	ヘドロ	-100	17	4.1	0.23	0.12	9.9	5.4	5.9	5.3	1.0
3	黒	ヘドロ	-140	11	3.6	0.46	0.18	7.6	3.8	3.8	3.4	0.9
4	黒茶	ヘドロ	-100	16	4.8	0.45	0.61	9.9	4.6	5.7	5.8	1.3
5	黒茶	ヘドロ	-130	9.8	2.3	0.23	0.12	5.4	2.5	3.2	2.9	1.1
6	黒	ヘドロ	-160	14	3.9	0.47	0.31	6.5	3.8	5.2	5.3	1.4
7	黒	砂 ヘドロ	-290	4.1	1.0	0.18	0.35	2.2	1.1	1.0	0.8	0.7
8	黒	ゴ ヘドロ	-420	7.7	1.0	0.28	6.0	6.6	1.1	3.6	1.4	1.3
9	黒	ゴ ヘドロ	-430	3.5	4.4	1.8	1.7	2.60	5.6	1.90	1.1	2.1
10	灰黒	砂利	-100	3.7	1.6	0.13	0.13	1.3	0.80	8.5	0.8	1.0

Table II 底質の成分間の相関係数

	ORP	COD	T-N	T-P	T-C	n-ヘキサン 抽出物質	MBAS	硫化物	強熱減量
ORP									
COD	-0.63*								
T-N	-0.41	0.92**							
T-P	-0.16	0.74*	0.88**						
T-C	-0.56	0.98**	0.95**	0.74*					
n-ヘキサン 抽出物質	-0.66*	0.93**	0.82**	0.50	0.95**				
MBAS	-0.60	0.94**	0.90**	0.75*	0.96**	0.96**			
硫化物	-0.72*	0.89**	0.72*	0.37	0.88**	0.98**	0.91**		
強熱減量	-0.47	0.96**	0.99**	0.86**	0.97**	0.86**	0.91**	0.77**	

** 危険率1%で有意
* 危険率5%で有意

底質の成分間の相関関係をTable IIに示す。COD, T-C, n-ヘキサン抽出物質, MBAS, 強熱減量等の有機物に起因すると考えられる項目間には強い相関があるが、ORP, T-Pは他の成分と強い相関がなかった。

Table IIIに粒度別分析結果を示す。100メッシュより粗い分画は砂礫やゴミを多く含み、100~400メッシュの分画は細砂状、400メッシュより細かい分画は泥状であった。

Table III 底質の粒度別成分濃度

地点	項目 分画 (メッシュ)	粒度分	強熱減	COD	T-P	T-C	T-N	N/P比
		布 φ	量 φ	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	
1	9~100	99.8	21	076	059	2.1	0.0	0.0
	100~400	0.1	30	65	063	5.6	0.3	0.5
	400~	0.1	62	19	089	1.9	0.9	1.0
2	9~100	45.3	15	98	4.8	5.7	4.8	1.0
	100~400	34.5	14	85	5.0	5.6	4.9	1.0
	400~	20.1	22	110	7.8	7.6	7.4	0.9
3	9~100	37.8	10	76	3.3	4.8	4.3	1.3
	100~400	42.5	9.7	4.9	3.4	3.1	2.9	0.8
	400~	19.7	1.7	8.5	6.0	5.9	5.5	0.9
4	9~100	71.3	1.6	11.0	4.0	5.6	5.9	1.5
	100~400	1.94	1.6	9.0	5.1	6.4	6.7	1.3
	400~	9.3	2.4	15.0	7.4	8.8	9.4	1.3
5	9~100	37.8	1.0	5.6	2.4	4.4	3.5	1.5
	100~400	45.9	8.8	3.9	2.5	3.0	2.7	1.0
	400~	16.2	1.5	6.4	4.2	4.8	4.3	1.0
6	9~100	42.0	1.1	4.3	2.8	4.1	4.0	1.4
	100~400	40.9	8.8	3.8	2.5	3.0	3.2	1.3
	400~	17.1	1.5	7.5	4.5	4.9	5.0	1.1
7	9~100	79.7	3.2	1.2	0.73	7.3	0.6	0.8
	100~400	17.7	5.9	3.2	2.2	1.8	1.7	0.7
	400~	2.6	1.5	9.1	4.9	5.6	5.4	1.1
8	9~100	81.5	6.1	4.2	0.85	3.0	1.2	1.4
	100~400	12.9	1.1	8.6	1.4	5.1	2.4	1.6
	400~	5.6	1.5	11.0	1.6	6.6	2.9	1.7
9	9~100	76.6	3.8	35.0	5.1	22.0	1.2	2.4
	100~400	17.3	2.5	24.0	5.2	13.0	1.0	2.0
	400~	6.1	3.2	31.0	6.2	17.0	1.1	1.9
10	9~100	69.0	2.7	1.2	0.58	6.6	0.5	0.9
	100~400	18.7	5.2	2.0	0.98	1.3	1.1	1.1
	400~	12.3	6.6	2.7	1.3	1.7	1.5	1.1

St.9を除いて、各成分の濃度は400メッシュより細かい分画が最も高かった。次に濃度が高い分画は、性状が砂質土であるSt.1、St.7、St.8、St.10では、100~400メッシュの分画であった。性状がヘドロ状でしかも草・葉等の植物体を多く含んでいるSt.2~St.6の5地点では、100メッシュよりも粗い分画の方が、100~400メッシュの分画よりも高い傾向にあった。河川を流下する植物体およびその破砕物、または分解物等の比重の軽い有機体は、流れのゆるやかな所に微細な泥質とともに堆積して、ヘドロ状となっていると考えられる。そのため底質がヘドロ状の地点では、100メッシュより粗い植物体の混入のために、この分画の各成分濃度が高くなったと考えられる。

St.9は底質に多くの木くずを含むために、他の地点と異なる様相を示したと考えられる。

T-PはSt.6を除いて、粒度が細かい分画ほどその濃度が増大した。このことは、PはCa, Al, Feなどと結合した無機態となって底質中に残存しているために、粒度が細かい分画に高濃度に存在すると考えられている^{7) 8)}。

Table IVに採泥地点における河川水の分析結果を示す。ここで上段は採泥時採水したものの分析結果と、下段はその地点における「主要河川水質調査結果」⁶⁾の1年間の平均値を示す。汚濁のほとんどないSt.1の各成分濃度は、他の地点より特に小さかった。しかしN/P比は他の地点の5~6倍大きかった。

河川水のN/P比は6~23 (St.1を除く)であるが、底質のN/P比はTable Iに示すように0.7~2.1 (St.1を除く)であり、河川水よりたいへん小さい値であった。河野ら¹⁰⁾によると、閉鎖性水域(諏訪湖)においてPはNよりも底質に蓄積しやすいと言及しているが、河川におい

Table IV 河川水の分析結果

項目 地点	P H	導伝率	BOD	COD	D O	T-N	NH ₄ ⁺ -N	T-P	PO ₄ ³⁻ -P	MBAS	透視度	N/P比
		(μS/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(cm)	
1	8.0	207	0.48	0.86	9.7	19	<0.1	0.03	0.03	0.00	>30	63
	7.9	197	0.84	0.86	10	19	<0.1	0.02	0.02	0.01	>30	95
2	7.7	465	60	9.1	3.4	13	4.5	11	10	0.16	>30	12
	6.8	456	11	10	4.0	11	5.9	1.1	0.75	0.45	28	10
3	7.0	390	46	7.8	1.5	12	4.5	0.94	0.78	0.92	>30	13
	6.8	390	70	8.3	1.6	11	6.1	-	0.84	0.59	29	-
4	7.4	638	12	1.5	6.4	13	4.5	1.7	1.3	0.23	>30	76
	7.4	638	33	2.5	6.0	16	1.1	2.6	2.0	1.5	22	62
5	7.4	439	6.4	7.8	7.1	11	5.6	1.1	1.0	0.38	-	10
	7.0	414	12	8.8	5.1	11	7.3	-	1.1	0.33	26	-
6	7.3	467	17	1.3	5.4	12	4.9	1.6	1.2	1.4	26	7.5
	6.9	395	18	1.3	3.5	12	7.2	-	1.5	1.4	21	-
7	6.8	638	39	2.8	1.8	5.4	1.8	0.41	0.16	0.67	28	13
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	6.7	876	8.1	7.6	0.0	5.0	2.4	0.54	0.14	0.87	10	9.3
	6.5	689	6.3	4.0	1.1	9.6	5.7	-	0.42	0.84	12	-
9	7.4	826	6.7	7.1	0.0	1.5	8.8	1.5	1.0	2.0	10	10
	7.1	821	7.6	9.2	0.5	1.1	6.9	-	1.8	1.8	7.8	-
10	7.2	547	9.3	8.8	1.4	1.2	2.0	0.52	0.35	0.58	>30	2.3
	7.3	578	1.9	1.5	3.3	9.9	2.8	1.1	0.74	1.8	2.5	9.0

上段………採泥時採水
下段………年平均値

でも同様の事が言えると考えられる。

Table Vに底質と河川水の各成分濃度の相関関係を示す。河川水の年平均のCODは底質の強熱減量、COD、T-C、MBAS、硫化物と強い相関があった。

4 ま と め

県内の強汚濁河川の底質の実態を明らかにする目的で、

有機汚濁物質と栄養塩類の調査を行った。調査地点は、汚濁の進んだ新河岸川本・支川、綾瀬川本・支川、及び元小山川の9地点、並びに対象として清浄な高麗川の1地点を選び、計10地点とした。試料の採取は昭和55年10月～12月に行った。採取した底質を粒度別に分けて試験を行ったが、その項目はORP、強熱減量、n-ヘキサン抽出物質、MBAS、硫化物、COD、T-P、T-C、T-N等である。その結果次のような知見を得た。

- (1) Pは他の汚濁物質と異なる沈澱様式をとり、Ca, Al, Feなどと結合している⁷⁾⁸⁾。
- (2) 底質がヘドロ状の地点では、草や葉が多く混入していて、それが底質成分に影響を与える。
- (3) 河川水の年平均COD値は、底質の多くの成分濃度と相関がある。
- (4) St.9 (伝右川・伝右橋)の底質は木くずを多く含み、他の調査地点の底質とは異なっている。

Table V 底質と河川水の相関関係

* 河川水	底質	強熱減量				COD				T-P				T-C				T-N				MBAS				硫化物			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	BOD	--△--	△△○○	-----	△△○○	-----	-----	-----	△	○																			
	COD	○○○△	○○○○	-----	○○○○	△△△-	○	○																					
	D O	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	○																			
	T-N	-----	-----	△△△△	-----	-----	-----	-----	-	-																			
	NH ₄ ⁺ -N	-----△	-----	△-△△	-----	-----△	-	-																					
	PO ₄ ³⁻ -P	△△△△	△△△-	△△△△	-----	△△△○	-	-																					
	MBAS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	-																			

- 1 ふるい分けしないもの
 - 2 9メッシュ～100メッシュ
 - 3 100メッシュ～400メッシュ
 - 4 400メッシュ～
- 危険率 1%で有意
△ 危険率 5%で有意
* 年平均の河川水の水質

参 考 文 献

- (1) 千葉県水質保全研究所編、「底質調査方法と解説」
(1979・2)
- (2) 環境庁水質保全局編、「底質調査方法とその解説」
(昭和50年10月)
- (3) 土壤養分測定法委員会編、「土壤養分分析法」養賢
堂
- (4) 山根、川畑他、衛生化学 Vol. 22, 312
- (5) 日本水道協会編、「上水試験方法」(1970)
P・199
- (6) 埼玉県主要河川水質調査報告書、(昭和55年度)
- (7) 亀田、木下、公害と対策 Vol. 14, 852
- (8) 下川、高田他、水質汚濁研究 Vol. 4, 31
- (9) 小山、公害と対策 Vol. 11, 513
- (10) 河野、赤岡地、長野県衛生公研報告 Vol. 2
(1980)