

8. 河川水中の懸濁態及び沈降性汚濁物質の調査研究

Studies on Particulate and Sedimentary
Pollutants in River Water

高橋 篤	Atsushi TAKAHASHI
松尾 清孝	Kiyotaka MATSUO
平山 南見子	Namiko HIRAYAMA
古塩 英世	Hideyo KOSHIO
黒沢 康弘	Yasuhiro KUROSAWA
大嶋 道孝	Michitaka ŌSHIMA

1 はじめに

河川水中の有機汚濁物質の挙動は、主として生物学的代謝分解過程と吸着沈澱等の物理的過程により支配されている。

実際の河川水中では、それらの過程が相互に関連し合いながら進行していくため非常に複雑であるが、その機構を解明することは河川の自浄作用を評価する上での重要な基礎資料となる。なかでも流下時間が短く有機汚濁の進行した都市中小河川においては河床への吸着、沈降による自浄作用が大きな割合を占めている。¹⁾

河床に堆積した有機汚濁物質は付着生物等により分解され無機化されて行く。河床はこのように自浄作用の一つのフィールドとなっている。一方、そこには有機汚濁物質が高濃度に濃縮されて堆積しているため、まず臭気や外観が環境問題として取り上げられる。

水質に対しては、増水時の巻上りや流出^{2),3)}、着床生物の剥離⁴⁾、溶出による汚濁等が問題となる。⁵⁾

以上のような観点から、都市河川の有機汚濁における沈降物質及びその前段階としての懸濁物質の量的ならびに質的把握を目的として基礎調査を行った。

なお、この調査と同時に付着藻類と底生動物を対象とした生物相調査を行ったが別に報告する。⁶⁾

2 調査方法

2.1 調査地点

河川の定期水質調査地点の一つである矢上川の大日橋で実施した。

2.2 調査年月日

昭和57年6月16日、8月10日、10月20日、及び12月8日の4回において、定期水質調査と同一日に実施した。

2.3 沈降物質の採取

試料採取は、水質調査日の前日に直径15 cm、深さ6 cmのプラスチック製トラップを河幅(10 m)方向に約1.0～1.5 mおきに6個開口面を河床と同一面に埋設して24時間放置させ、その容器にたまったものを採取し、試料とした。

2.4 懸濁態及び沈降性汚濁物質の分析

水中の汚濁物質の形態が溶存態であるか懸濁態であるかを分類するには論議があるが、今回は、SS(懸濁物質)との関係を考慮して孔径1 μm のグラスファイバーフィルターを通過するものを溶存態とし、通過しないものを懸濁態とした。

分析項目はBOD、溶存態BOD、COD、溶存態COD、総リン、溶存態総リン、リン酸態リン、SS、MBAS、溶存態MBASおよび総窒素であり、分析法はJIS・K0102及び環境庁告示による底質調査方法により行った。

3 結果と考察

3.1 懸濁態有機汚濁物質

調査地点の懸濁態物質の調査結果ならびにその挙動をみるうえで、定期水質調査におけるSSとBODの傾向を参考として図1に示す。

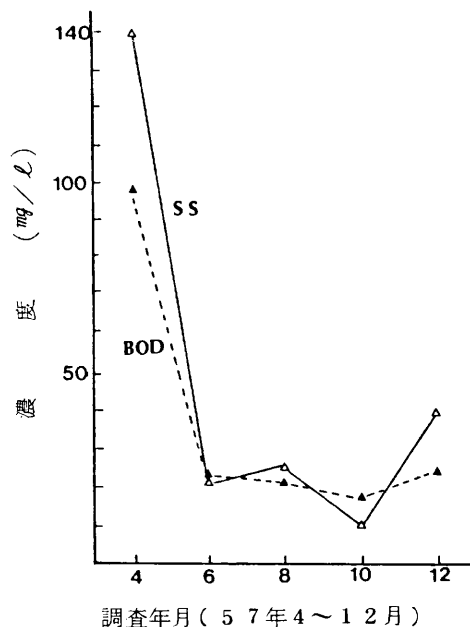


図1 大日橋(矢上川)におけるSSとBODの関係

このようにSSとBODは類似の傾向が見られ、矢上川のような富栄養化の進行した都市河川では、懸濁態の有機汚濁物質が高濃度で存在する事は明らかである。

今回実施した4回の調査結果は表1のとおりである。

表 1 河川中の懸濁態汚濁物質

項目	日 時	6月16日		8月10日		10月20日		12月8日		平均
		10時	16時	10時	16時	10時	22時	10時	16時	
BOD	mg/l	23	20	21	8.9	17	17	24	20	19
溶存態BOD	mg/l	8.7	12	7.6	6.5	7.6	6.5	15	8.7	9.1
懸濁態BODの割合%		62.2	40.0	63.8	27.0	56.5	61.8	37.5	56.5	50.7
COD	mg/l	18	19	19	13	16	17	26	20	18
溶存態COD	mg/l	11	12	12	10	10	8.8	16	14	12
懸濁態CODの割合%		37.8	37.9	36.8	23.1	37.5	48.2	38.5	30.0	36.2
総リン	mg/l	1.8	1.4	1.3	1.0	1.1	0.85	1.6	1.2	1.3
溶存態総リン	mg/l	1.3	1.2	0.98	0.78	0.88	0.39	1.2	0.94	0.96
懸濁態総リンの割合%		25.5	11.6	25.0	22.6	22.9	53.8	20.8	23.7	25.7
リン酸態リン	mg/l	1.2	1.1	0.98	0.78	0.88	0.46	1.18	0.98	0.94
リン酸態リンの割合%		65.5	79.1	75.0	77.4	77.1	53.8	68.7	78.9	71.9
MBAS	mg/l	4.3	4.4	2.9	1.5	2.2	1.1	5.4	3.5	3.2
溶存態MBAS	mg/l	3.8	3.3	2.7	1.3	2.2	1.1	4.4	2.9	2.2
懸濁態MBASの割合%		11.6	25.0	6.9	13.3	0.0	0.0	18.5	17.1	11.6
SS	mg/l	21	16	25	13	10	35	40	15	22
沈降物質	g/m ² .day	70		59		50		51		58

表1の結果からBODが51%、CODは36%が懸濁態として存在する事が明らかとなった。特にBODに関しては、溶存態BODに比較して懸濁態を含んだ全BODで測定される有機物の分解速度はかなり遅いという報告もあり、BODとして測定される有機物の中で河床へ沈降していく割合はかなり高いものと見られる。

リンに関しては、図2に示した様に総リンのうち26%が懸濁態として存在している。

また、総リンのうち28%はリン酸態以外の形で存在していた。

すなわち、懸濁態リンの多くは無機縮合リン酸塩や有機縮合リン酸塩の形で存在していると見られる。さらに、溶存態のリン酸の代謝速度はかなり早い⁹⁾が、その他の形のリンは、かなり遅いといわれている。

従って、以上のように懸濁態又はリン酸態以外のリンの存在割合は少なくない事から河床への沈降量は無視できないものといえる。

MBASについては、MBASの中で大きな役割を占めるLASは、¹¹⁾底質や粘土鉱物に吸着されや¹²⁾すいという報告はあるが、実際の河川における存在形態は知られていない。

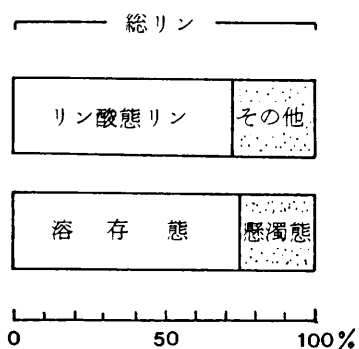


図2 河川中のリンの存在形態 (矢上川, 57.6~12月)

今回の調査では、0～25%の範囲でばらつきは見られたが、M B A Sは平均1.6%が懸濁態物質中に存在していた。

3.2 沈降性有機汚濁物質

河川中のトラップに捕集された沈降物質の組成を表2に示す。

表2 沈降物質組成

堆積量 (トラップ6コの合計量)	水分	強熱減量	総窒素	総リン
5.8 g/day (wet) 1.5 g/day (dry)	74.5%	46.0%	3.3 mg/g (wet)	0.95 mg/g (wet)

すなわち沈降物質は、強熱減量(有機物)が46%、窒素、リンがそれぞれ約0.1%オーダーで含まれ、かなり高濃度に汚染されている事が明らかとなった。

次に表3に示した堆積量の実測値から、本河川では、1m²あたり1日につき15gの沈降物質が堆積すると算出された。

表3 推定沈降量

堆積量	有機物(強熱減量)	総窒素	総リン
15 g/m ² ·day (dry)	6.8 g/m ² ·day	0.19 g/m ² ·day	0.055 g/m ² ·day

この値は海老瀬らによる値¹³⁾(6.0～16.8 g/m²·day, dry)あるいは田口らによる値¹⁴⁾(12.2～14.5 g/m²·day, dry)と比較すると、それらのほぼ中間の値となった。

3.3 懸濁態汚濁物質と沈降性汚濁物質の関係

表1及び表4に示した水質と流量から懸濁態物質の負荷量を求め、その値と表3に示した沈降物質の値を比較したものを表5に示した。

その結果、SS負荷量に対する沈降物質量の比は、7.0～8.6×10⁻⁵となり、3回ともほぼ同様の値であるのでSSの沈降する割合は、ほぼ一定しているものと考えられる。

次に懸濁態リンの負荷量と沈降量との比は1.2～4.2×10⁻⁵となった。この様に比較的ばらついた値となったのは、リンにおいては生物による取り込みがかなり関与しているためと推定される。

有機物については、上述のような直接の比較はできなかったが、懸濁態BOD負荷量と沈降物質の有機物量を炭素量に変換した値¹⁵⁾と比較すると、その比は表5に示す様に1.0～1.4×10⁻⁴となった。これはSSと比較して高い値で、BODは沈降により減少する割合が高い事を示唆している。

以上、本調査で明らかな様に都市河川中における有機汚濁物質は、かなりの量が河床へ沈降、堆積していくと推察される。

表4 平均水深及び平均流速

測定月	平均水深 m	平均流速 m/sec
8月	0.40	0.26
10月	0.36	0.24
12月	0.35	0.22

6月は流速欠測のため除外

表 5 河川中の懸濁態汚濁物質

項 目	測定月	(A) 懸濁態汚濁物質 負荷量 g/day	(B) 河幅 10 m 当りの沈 降量 $g/10m^2day$	(B)/(A)
SS	8月	1.71×10^6	148	8.6×10^{-5}
	10月	1.68×10^6	125	7.4×10^{-5}
	12月	1.83×10^6	128	7.0×10^{-5}
懸濁態 T-P	8月	2.3×10^4	0.98	4.2×10^{-5}
	10月	2.7×10^4	0.65	2.4×10^{-5}
	12月	2.2×10^4	0.26	1.2×10^{-5}
懸濁態 BOD (炭素換算)	8月	2.4×10^5	34.2	1.4×10^{-4}
	10月	2.8×10^5	29.3	1.0×10^{-4}
	12月	2.5×10^5	30.0	1.2×10^{-4}

6月は流速欠測のため除外

4 まとめ

- (1) 河川中の汚濁物質の中で懸濁態の占める平均割合は、BODでは51%、CODでは36%、総リンでは26%を占めていた。
- (2) 河床への沈降物質の堆積量は、1日1m²当り15gであった。
- (3) 河川水中の懸濁態汚濁物質の中で河床へ沈降する率の最も高いのは懸濁態BODで次いでSS、懸濁態総リンの順であった。

文 献

- 1) 松浦秀和, 小倉紀雄: 南浅川における懸濁態炭水化物の分布と挙動, 水質汚濁研究, 4, 37~42 (1981)
- 2) 和田安彦: 中小河川における汚濁流出特性, 水質汚濁研究, 4, 9~17 (1981)
- 3) 海老瀬潜一, 宗宮功他: 市街地河川における降雨時流出負荷量の変化特性, 水質汚濁研究, 2, 33~44 (1979)
- 4) 小林節子: 着生微生物の剥離による河川水質への影響, 水質汚濁研究, 5, 329~339 (1982)
- 5) 茂庭竹生: 底泥が河川水質に及ぼす影響に関する研究, 水質汚濁研究, 1, 63~69 (1978)
- 6) 平山南見子, 松尾清孝, 山田茂他: 多摩川及び鶴見川水系の付着藻類植生と底生動物相による水質の調査研究(第3報), 川崎市公害研究所年報, (1982)
- 7) 日本地球化学会編: 水汚染の機構と解析, 産業図書, 181 (1978)
- 8) 北野康, 松野武雄編: 現代化学22, 地球と環境の化学, 岩波書店, 12 (1980)
- 9) 福永勲: BODに関する問題点と最近の研究動向(その2), 用水と排水, 22, 1375~1385 (1980)

- 10) W , スタム, J.J.モーガン：一般水質化学, 共立出版, 511 (1974)
- 11) 齊藤昌明, 古賀雅隆他：界面活性剤の底質への吸着性, 第17回水質汚濁学会講演集, 322~323 (1983)
- 12) 伏脇裕一, 田中克彦, 浦野紘平：界面活性剤の粒土鉱物への吸着性：水質汚濁研究, 5, 151~159 (1982)
- 13) 海老瀬潜一, 相崎守弘他：河川流出負荷量としての河床沈澱・堆積物量の評価, 水質汚濁研究, 6, 93~103 (1983)
- 14) 田口哲, 橋本敏子：都市河川における河床沈澱物について, 第16回水質汚濁学会講演集, 164~165 (1982)
- 15) 渡辺義人, 西江敬一, 桜井正人：河川の付着性微生物による有機物の生成, 用水と廃水, 17, 685~692 (1975)