

都市河川底質の性状とPCBの蓄積*

松井義雄**・安藤 良**
渡辺正敏**・伴野勝也**
杉山博夫**

1. はじめに

昭和37年来、名古屋市衛生研究所では、市内河川底質の堆積状況およびその化学的性質について調査し、強汚濁河川では、約1 mから3 mのヘドロが堆積しており、その堆積速度は、1年間に1.5 mから1 m程度であると報告した¹⁾。この堆積汚泥の粒度組成は、過酸化水素分解一ヘキサメタリン酸ソーダ分散法によれば、河口部の底泥は粒径が極めて小さく、その平均粒径は0.0055 mmから、0.0031 mmであり、よごれのひどい底泥ほど粒径の小さい粒子が多いことが明らかにされた²⁾。これらの調査結果をもとにして、汚泥の浚渫が昭和40年度から行なわれている。

近年、分析技術の進歩に伴い、多様化した汚染物質が底質から検出されており、PCB および重金属類を含有するヘドロの除去および処分は、河川浄化対策上重要な問題である。

著者らは、PCBを中心とし、1) 底質汚染の実態、2) 底泥に蓄積したPCBは、泥粒子のどの粒径に存在しているか、3) 浚渫等による攪乱によって、底泥は、どのような挙動をするのかを知ることを目的とし、水ぶるいによる粒度分布と、主な粒度でのPCB含有量の分析、および底質の浮上実験を行なったので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2・1 底質の溶出試験

底質調査方法（環境庁提示³⁾）により行なった。

2・2 底質の篩別

湿泥を河川水に懸濁させ、10, 32, 100, 150, 200 および250メッシュのサラシ網ふるいをを用い篩別した。

2・3 底質の浮上試験

上述の溶出試験に準じて行なった。河川水1 lに、乾燥固形分の重量と体積の比が3/100になるように底泥を加え、4時間振盪後、1分間静置し、サイフォンにより上層から500 ml、次いで、300 mlを分取し、画分〔A〕、〔B〕（微懸濁分）および〔C〕（粗懸濁分、残渣）とした。

2・4 PCBの分析

上述の底質調査方法にそって行なった。

3. 結果と考察

3・1 汚染状況

昭和47年来行なっている名古屋市内河川のPCBによる汚染の実態調査結果を要約すれば、1) 河川水では、荒子川の荒子ポンプ所で最高1.3 ppbの汚染が認められた他は、ほとんど0.1 ppb以下であった。2) 底質は、0.05～数10 ppmのレベルで汚染されていた。特に大江川底質の汚染が著しかった。底質から検出されるPCBの型は、図1に示したごとく、KC400およびKC500が主体であった。なお堀川水系では、KC600が主体であり、この汚染は、下流水域および名古屋港内にも及んでいた⁴⁾。

3・2 溶出試験

表1に示した大江川底質の溶出試験結果によると、同一溶出条件下で、PCBが溶出される場合と、溶出されない場合が見られる。この原因は、底質の性状およびPCBと共存している物質群の質的な相異によると考えられる。たとえば、これらの底質は、かなりの量の界面活性剤を含有しており⁵⁾、それによりPCBが可溶化されたとも推定される⁶⁾。しかしながら、孔径0.45 μmのミリポアフィルターにより汙過すれば、汙液中にはPCBが検出されないことから判断すると、底質から蒸留水あるいは、河川水により溶出されるPCBは、No. 5Cの汙紙を通過し得る粒径1 μm以下の泥粒子に因ると見なしてよい。

3・3 底質の粒度組成とPCBの分配

本実験で採用した水ぶるい方式は、底泥を湿泥のまま

* On the Nature and Properties of Urban River Sediments, And Accumulation of PCB

** Yoshio Matsui, Ryo Ando, Masatoshi Watanabe, Katsuya Banno, Hiroo Sugiyama. (名古屋市公害研究所) Environmental Pollution Research Institute, City of Nagoya.

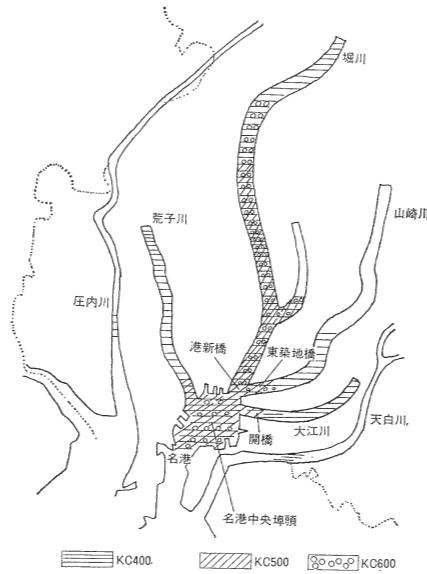


図1 市内水域底質の PCB

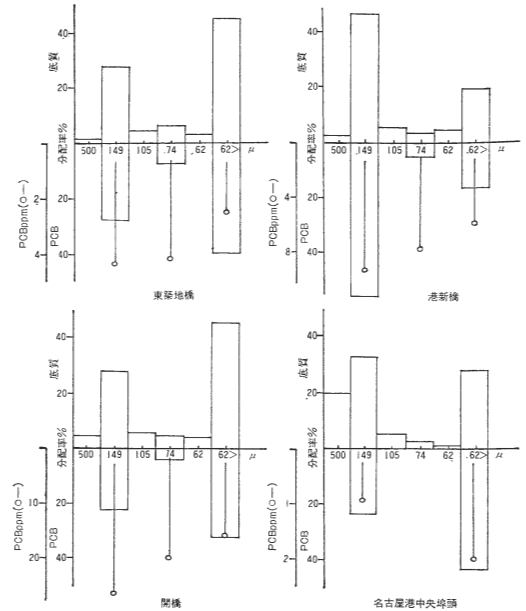


図2 底質の粒度組成と各粒径への PCB 分配

河川水中に懸濁させ、何ら化学的処理を加えず、ふるいにより篩別する方法であり、土壌を対象として行なわれている団粒分析法に準ずるものである⁹⁾。よって、従来行なわれている、底泥を過酸化水素分解処理し、ついで分散剤を加え求められた粒度分布よりも、粒径が大きく見積られている⁹⁾。

図1に示した4地点（東築地橋、港新橋、開橋および名古屋港中央埠頭）の底質について、粒度組成と主な粒度の PCB を分析した。

図2に示した結果によると、いずれの底質も、その粒径は、149 μ と62 μ 以下の2つの粒径に偏っていた。そして、149 μ 画分と62 μ 以下画分の占める割合は、それぞれ、港新橋>名古屋中央埠頭>東築地橋>開橋、および開橋=東築地橋>名古屋中央埠頭>港新橋の順であった。これらの粒径画分の外観を肉眼的に観察すると、149 μ

画分は、砂とゴミの細分化物から成っており、指で触れると、膨軟な感触を与えた。62 μ 以下の画分は、粘土等の微粒子から成っており、風乾すると固化した。なお名古屋中央埠頭の149 μ 画分は大部分が砂であり、また500 μ 画分は礫から成っており、他の底質に較べ砂質であった。

主な粒径画分（149 μ 、74 μ および62 μ 以下）で検出される PCB の型を、ガスクロマトグラムのパターンにより比較検討した。図3に示されているごとく、名古屋中央埠頭では、149 μ と62 μ 以下の粒径では、同じパターンを示し、KC400 : KC500 : KC600 = 8 : 3 : 1の混合物とはほぼ一致した。74 μ の粒径では、上述のパターンとは異なり、KC500および KC600が主体であった。しかし、

表1 PCB の溶出試験結果（大江川底質）

地点	PCB ppm	溶 媒	フィルター	溶出量 mg/l	溶 出 率 %	
1	表 層	26	蒸 留 水	No. 5C 汙紙	0.0023	0.008
		26	蒸 留 水	ミリポアフィルター (0.45 μ)	ND	
	下 層	26	河 川 水	No. 5C 汙紙	0.0008	0.003
2	表 層	0.4	蒸 留 水	No. 5C 汙紙	ND	
3	表 層	76	蒸 留 水	No. 5C 汙紙	ND	
	下 層	46	蒸 留 水	No. 5C 汙紙	0.0003	0.0006
		33	蒸 留 水	No. 5C 汙紙	ND	

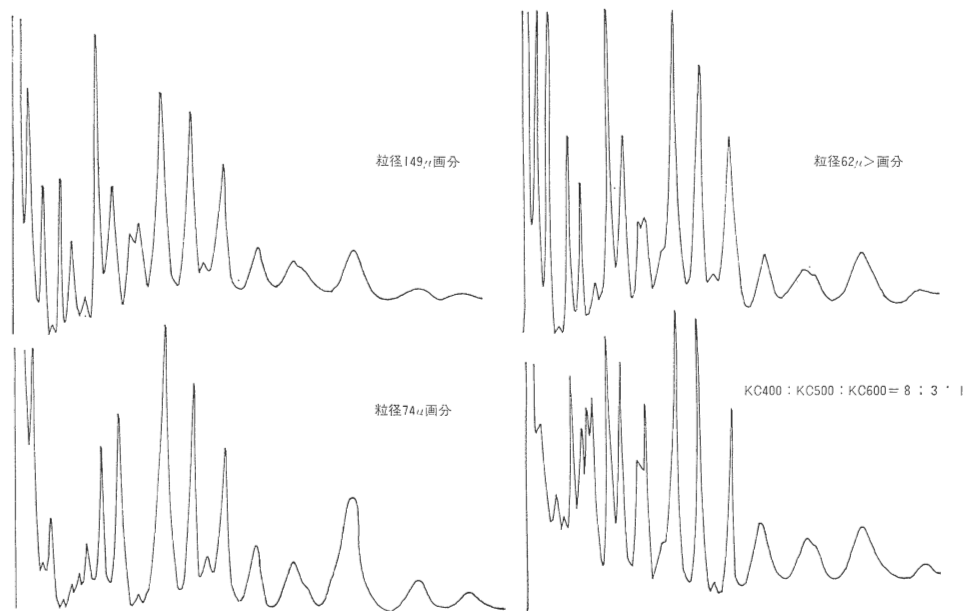


図3 PCB のガスクロマトグラム (名港中央埠頭底質)

KC500 と KC600 の組成を変えて得られるパターンとの相似性は認めにくかった。このことは、PCB が、環境中で拡散あるいは断片的に分解され、そのパターンが変化したとも推定される。なおこの粒径画分は、KC500 と KC600 を主体とする堀川水系の底質に由来する可能性も考えられる。いずれにせよ、なぜ74 μ 粒径が高塩素化画分に富み、他の粒径とは異なったパターンを示すのかは、今後さらに検討する必要がある。他の底質では、粒径によるパターンの相異は認められなかった。

主な粒径に存在する PCB の濃度および相対的な分配率は、図2に示した。東築地橋、開橋および港新橋では、いずれの場合も、149 μ 画分が他の粒径画分よりも高い濃度を示した。また分配率から見ても、149 μ 画分がかなりの割合を占めていることが明らかである。なお名港中央埠頭では、上述の傾向とは異なり、濃度および分配率ともに、62 μ 以下画分が高かった。これは、粒径149 μ 画分が砂であり、有機物を附着沈積させるゴミの細分化物が少ないことによると考えられる。

3・4 底質の浮上性

表2に、149 μ と62 μ 以下画分の占める割合と、浮上実験結果を示した。微懸濁分(AとBを合した画分)の占める割合から求めた底質の浮上率は、開橋>港新橋>東築地橋の順であり、開橋は、その粒度組成からも62 μ 以下の粒径が多く、浮上率も高くなっている。しかるに港新橋では、149 μ 画分が多いにもかかわらず、浮上率は、東築地橋よりも高くなっている。この理由は、港新

橋の149 μ 画分が砂のみならず、浮上しやすいゴミの細分化物を多く含んでおり、これが浮上率を高めている原因と考えられる。

本実験条件を実河川に適用させると、福永らの見解によれば¹⁰⁾、湿泥約100gを河川水1lに懸濁させることは、深さ2mの河川で20cmに堆積した汚泥を再懸濁させたことに匹敵するという。よって、きわめて過酷な条件下では、本実験結果によると、河口部底質に含有されるPCBの約35%から50%は、浮上することが予想される。

このように、河床母材のまさい物のみならず、ゴミの細分化物が、底質の粒度組成と浮上性、およびPCBの沈積にもかなり働いていると思われる。

4. まとめ

名古屋市内河川底質のPCBによる汚染実態の把握とその挙動を、底質の粒度組成および浮上性により検討し、以下のごとき知見を得た。

- 1) 河川水では、ほとんど0.1ppb以下であったが、底質では、0.05から数10ppmレベルで汚染されていた。底質で検出されるPCBの型は、KC400が主であったが、一部では、KC500およびKC600が主体の底質もあった。
- 2) 底質の溶出試験において、No. 5Cの濾紙を用い得られた濾液では、PCBが検出される場合があったが、孔径0.45 μ のミリポアーフィルターにより得た濾液からは検出されず、現行の溶出試験法で検出されるPCB

表2 底質の粒度分布と浮上実験結果

画 分	粒 度 分 布				浮 上 実 験			
	149 μ		62 μ >		〔A〕+〔B〕		〔C〕	
地 点	底質%	PCB%	底質%	PCB%	底質%	PCB%	底質%	PCB%
東 築 地 橋	27	28	45	38	25	35	74	77
港 新 橋	47	55	19	16	37	45	61	52
開 橋	18	18	45	26	57	48	25	42

は、沪紙を通過し得る泥の微粒子に因ることが判った。

3) 底質の粒度組成は、水ふるいによると、149 μ と62 μ 以下に偏っており、149 μ 画分は、砂と細分化されたゴミから成っており、62 μ 以下画分は、粘土等の微粒子から成っていた。PCB は、粗大な画分にかかなりの量が存在していることが判った。なお名港中央埠頭では、粒径により検出される PCB の型の相異が認められた。

4) 底質の浮上性は、粗大画分の質と量的相異に支配されることが判った。そして、この粗大画分が、底質の粒度組成と浮上性、および PCB の沈積に重要な役割をしていると考えられる。

本報告の要旨は第3回環境保全、公害防止研究発表会(1976)東京において発表したものである。

— 参 考 文 献 —

- 1) 杉山博夫他：名古屋市衛生研究所報，第11号，18～24 (1964)
- 2) 清水正信：用水と廃水，8，297～304 (1966)
- 3) 昭和48年7月，環境庁水質保全局，底質調査方法。
- 4) 安藤良他：名古屋市公害研究所報，No.3，71～77 (1974)
- 5) 渡辺正敏他：第11回下水道研究発表会講演集，425～427 (1974)
- 6) 立川涼：水道協会雑誌，第443号，95～96 (1971)
- 7) 東洋沪紙株式会社編：沪紙。
- 8) 東京大学農学部農芸化学教室編：実験農芸化学 上，朝倉書店，東京 (1960)
- 9) 土質工学会編：土質試験法，土質工学会，東京 (1974)
- 10) 福永勲他：醱酵工学雑誌，53，678～685 (1975)