

7. 川崎市内運河におけるベンゾ(a)ピレンの調査研究(第1報)

Analytical Research of Benzo(a)pyrene in Canal Regions in
Kawasaki City (Part 1)

早坂孝夫 Takao Hayasaka

小清水正 Tadashi Koshimuzu

島田 要 Kaname Shimada

1. 緒 言

東京湾の海洋汚染の一つとして、発がん性多環芳香族炭化水素であるベンゾ(a)ピレン(以下「B(a)P」という)が、川上等によって測定されている。^{1),2)}この物質は広く環境中に排出されているため、水質汚濁の重要な要因として考えられる。そこで我々はその動向を把握するために、市内運河の底質中のB(a)P濃度を測定し、重金属成分との相関について調べた。また海水中のB(a)Pについても分析方法の検討を加え、調査したので報告する。

2. 調査時期

底質試料：昭和53年11月

水質及び浮遊物質試料：昭和54年8月

3. 調査場所

市内運河の採泥、採水地点を図-1に示した。底質試料は1～13の13地点、水質及び浮遊物質試料は2、5および7の3地点である。

4. 調査方法

4-1 装 置

分光けい光光度計：日立MPE-4型

ロータリー・エバポレーター：ヤマト科学

超音波発生装置：ブランソニック社製

4-2 試 薬

26%酢酸セルロース：国産化学製，キーゼンゲルG：メルク社製，アンバーライトXAD-2樹脂：アンバーライト社製，沓紙：東洋沓紙GS-25(直径4.7cm)，及び無蛍光ベンゼン，残濃用エチルエーテル，残濃用メチルアルコール，蛍光用ジメチルスルホオキシド，B(a)P標

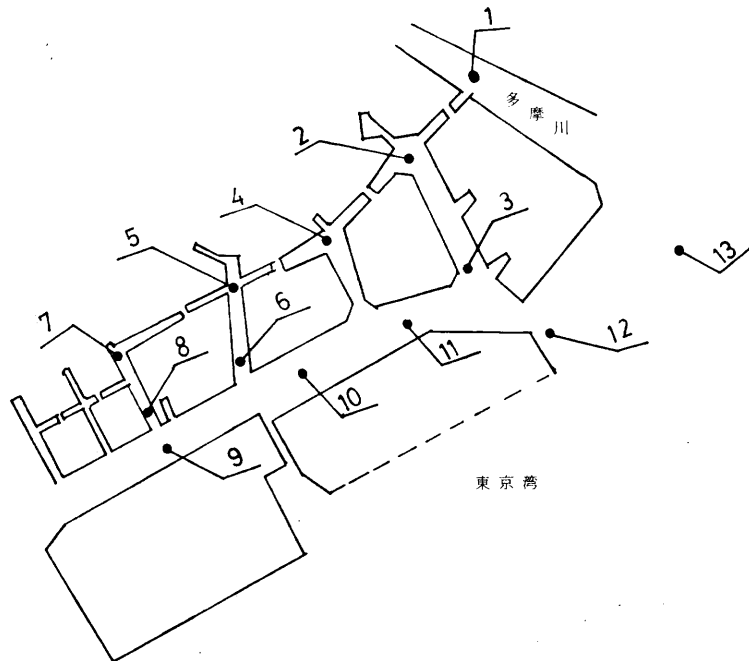


図-1 調査地点（市内運河）

準溶液，残濃用無水硫酸ナトリウム，残濃用石油エーテルはいずれも和光純薬製である。

4-3 分析操作

(1) 底質試料

底泥はエクマンバージ型採泥器で採取した。採取した底泥を減圧デシケーター中で乾燥し乳鉢で細粉した後，正確に2～5gを秤量し超音波抽出（5分間）した。抽出した検液を二層一次元薄層クロマトグラフィーでB(a)Pを分離し分光けい光光度法（Narrow Base Line法³⁾）によって定量した。

他の重金属成分は底質調査法⁴⁾に準じた。

(2) 水質試料

アンバーライトXAD-2樹脂カラム（1.5cmφ×15cm）に試料（2～5ℓ）を通し，カラム中に残留する水を流出させた後，活せんを閉じエチルエーテル200mlを加え，30分間放置してエチルエーテルを樹脂に十分浸潤させこれを流しエーテル溶出液⁵⁾とした。この溶出液に石油エーテル10ml，無水硫酸ナトリウム（10～20g）を加え脱水操作を行い，ロータリー・エバポレーターでエーテルが完全になくなるまで濃縮し，一定量のベンゼンに溶かして，以下底質試料と同様薄層による分離定量を行った。

(3) 浮遊物質試料

海水をガラスフィルターろ紙（GFP）でろ過し，浮遊物質をGFP上に捕集した。これを

減圧デシケーター中で乾燥しベンゼンで超音波抽出（5分間）した後、以下底質試料と同様に薄層による分離定量を行った。

5. 調査結果

5-1 底質試料の調査結果

(1) 底質試料のB(a)P濃度

採取地点の底質中のB(a)P濃度を表-1に示した。

表-1 底質試料中のB(a)P濃度

調査地点 (No)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B(a)P ($\mu\text{g}/\text{kg dry mud}$)	18	350	220	530	16000	1300	2600	5500	650	1200	50	32	90

多摩川の河口附近（No 1, 12および13）は流れのある場所を採泥したためB(a)Pの濃度は18~90ppbと少なかった。石油化学工場群の運河（No 2, 3および4）の底質のB(a)P濃度は220~530ppbで、製鉄、電力工場のある運河（No 5, 6, 7, 8）の底質のB(a)P濃度（1300~16000ppb）と比較するとかなり濃度差があった。

(2) 底質中のB(a)Pと他の重金属成分との相関

底質中のB(a)Pと重金属成分との関係は、その発生源を推定する上で重要と考えB(a)Pと各成分との相関について表-2に示した。

表-2 底質中におけるB(a)Pと重金属成分との相関及び回帰式

物 質	X	回 帰 式		相 関 係 数 $r, n=13$
		$Y = a + b x$		
Y ($\text{mg}/\text{kg-dry mud}$)		b	a	
B(a)P	Pb (g/kg)	10.3	-0.86	0.937 *
	T-Cr (g/kg)	4.79	-2.22	0.900 *
	Cd (mg/kg)	0.566	-1.29	0.934 *
	As (mg/kg)			0.552
	T-Hg (mg/kg)			0.135

* 危険率 1%で有意

底質中のB(a)Pと高度に有意な相関（危険率0.1%）を示したものは、Pb, Cd, T-Crであった。

5-2 水質試料の調査結果

(1) 各溶媒の溶出率と回収率について

5 ℓの蒸留水に 5 μg の B(a)P 標準液を添加し、アンバーライト XAD-2 樹脂カラムに蒸留水を通水速度 20~30 ml / 分で流し、樹脂に B(a)P を吸着させ以下分析方法に準じて回収実験を行った。図-2 に溶出溶媒の量と回収率について示した。

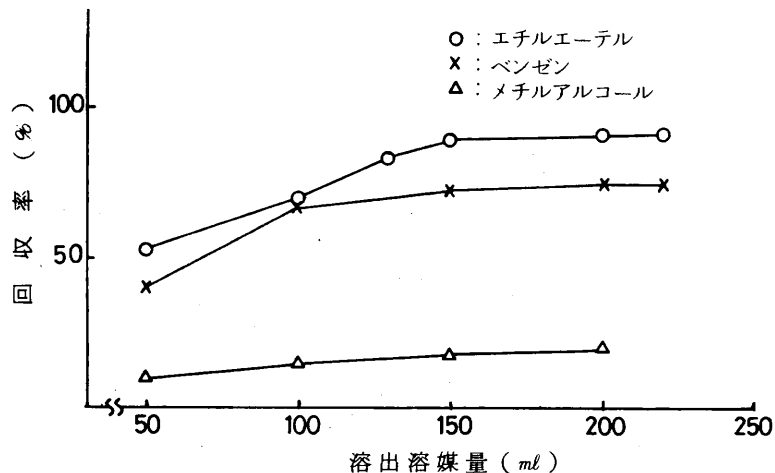


図-2 各溶媒の溶出量と回収率との関係

エチルエーテルを溶出溶媒に用いる事により溶出量 150 ml 以上で 90 % 前後の回収率を得る事ができた。

(2) アンバーライト XAD-2 樹脂カラムの通水速度と回収率について

5 ℓの蒸留水に 5 μg の B(a)P 標準液を添加し XAD-2 樹脂カラムの通水速度と回収率について検討した。その結果を図-3 に示した。

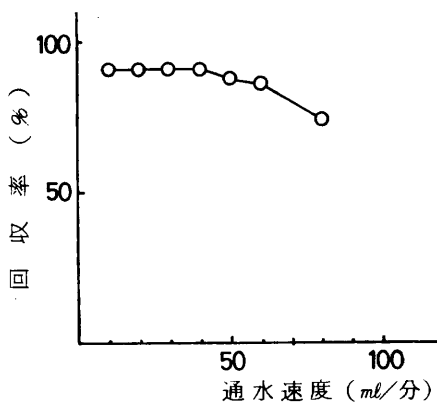


図-3 XAD-2 樹脂カラムの通水速度と回収率の関係

通水速度と回収率の関係は通水量 40 ml / 分以下までは回収率 90 % 以上を示した。したがって以下の分析調査は通水速度 20~30 ml / 分で行った。

(3) 海水の調査結果

(1), (2)の回収実験をもとに海水中のB(a)P濃度を測定し、その結果を表-3に示した。

表-3 海水中のB(a)P濃度

調査地点		B(a)P濃度 ($\mu\text{g}/\ell$)
No. 5	上層 (0.5m)	0.013
	下層 (7m)	0.008
No. 7	上層 (0.5m)	0.005
	下層 (7m)	0.001
No. 2	上層 (0.5m)	0.0004

5-3 浮遊物質試料についての調査結果

B(a)Pは溶解性が低いことから海水の浮遊物質のB(a)P濃度を測定した。その結果を表-4に示した。

表-4 海水の浮遊物質中のB(a)P濃度

調査地点		B(a)P濃度 ($\mu\text{g}/\ell$) ※
No. 5	上層 (0.5m)	0.015
	下層 (7m)	0.004
No. 7	上層 (0.5m)	0.003
	下層 (7m)	0.001
No. 2	上層 (0.5m)	0.0005

※ 単位は海水中の濃度とした。

表-3と表-4の結果から水質試料と浮遊物質との測定値は比較的一致した。したがって海水中に存在するB(a)Pは浮遊物質にほとんど吸着しているものと考えられる。

尚表-4に示す地点の浮遊物質を除いたろ過液からはB(a)Pは検出されなかった。

6. 結言

運河内に存在する多環芳香族炭化水素は、石油精製工場及び石炭コークスを多量に使用する製鉄工場の排水、船舶から排出される石油系物質に起因すると言われている。また大気中の浮遊粉じんが地表に落下し降雨により河川、海域に流れ込む事が原因であるとも言われている。

今回我々が調査した地点は13ヶ所で市内運河全域のB(a)P濃度を把握するまでには至っていないが次に示す事が明らかに認められた。

(1) 製鉄工場及び電力工場周辺の運河のB(a)Pが高濃度で測定された。

(2) B(a)Pが底泥中に多いPb, Cdと高い相関関係にあることは、大気中のB(a)Pの粒度分布状況⁷⁾

ともよく一致している。

(3) 海水中のB(a)Pはそのほとんどが浮遊物質に吸着している。

今後も他の地点を調査し、底質中に存在するB(a)Pの広範囲な濃度分布とその汚染経路を究明していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 川上泰, 西村肇; 日本海洋学会誌, 32, 175 (1976)
- 2) 吉川サナエほか(川崎市衛生研究所); 神奈川県公衆衛生学会発表(1978, 11, 17)
- 3) 松下秀鶴, 嵐谷 一, 小野道子; 大気汚染研究, 11, 352 (1977)
- 4) 環境庁水質保全局; 底質調査法 (1975)
- 5) 篠原亮太, 古賀実, 篠原純子, 堀悌二; 分析化学, 26, 856 (1977)
- 6) 松下秀鶴, 他; 大気汚染研究, 10, 311 (1975)
- 7) 林久緒, 他; 川崎市公害研究所年報, №5 (1977)
- 8) 藤江喜美子, ぶんせき, 進歩総説 (1975)