

7 川崎港内運河の底質におけるベンゾ(a)ピレンとベンゾ(g h i)ペリレンの濃度分布

Benzo(a)pyrene and Benzo(ghi)perylene in Sediments at Canals of Kawasaki Port

広瀬 健二 Kenji HIROSE

1. はじめに

川崎市公害研究所では、昭和60年度に東京湾川崎沖及び川崎港内運河の底質実態調査を行った¹⁾。この調査の結果、発ガン性物質であるベンゾ(a)ピレン(以下B(a)Pと記す)²⁾の濃度が、池上運河において他の調査地点と比べて著しく高い濃度(6.5~6.8mg/kg)であった。

そこで、池上運河とその周辺の小運河の底質と海水などを調査した。

2. 調査方法

2.1 試料採取方法及び調査項目

底質と海水の試料採取は、10月16日に実施した。

底質の採取は、船上よりエクマンバージ型採泥器を用いて行った。また、海水は船上より表層水を採取した。

調査した項目は、B(a)Pとベンゾ(g h i)ペリレン(以下B(g h i)Pと記す)である。B(a)Pは発ガン性がある物質であり、B(g h i)Pはそれ自体に発ガン性はないが、B(a)Pと共存することにより、B(a)Pの発ガン性が増すとされている³⁾。

2.2 調査地点及び付近の状況

図1に川崎港の概略を示し、図2に池上運河の周辺図を示した。

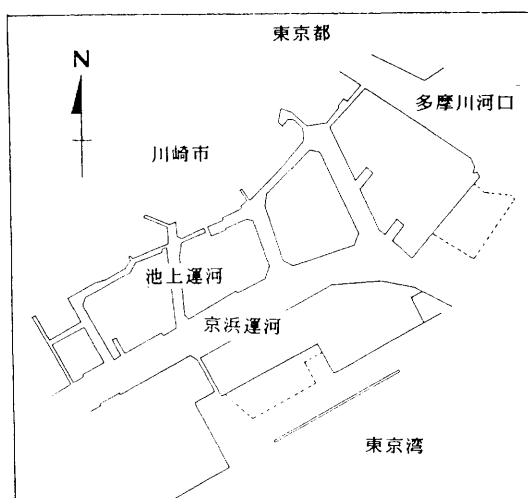


図1 川崎港の概略

川崎港は、京浜運河を中心に各運河が繋がっている。この周辺は京浜工業地帯の中心部にあたり、石油コンビナートをはじめ、重化学工業、鉄鋼業等の大規模工場が集中している。

今回調査した池上運河は、幅 200m、長さ 3 kmの運河である。この運河の奥には、さらに巾 50 ~ 100m、長さ 500m ほどの入江崎運河、桜堀運河、浅野運河の 3つの小運河がある。

底質の調査は、この池上運河を中心に入江崎、桜堀、浅野の各運河において計12地点で実施した。海水は、各運河ごとに4地点(St.2, 5, 10, 12)を選んで調査した。

また、今回調査した運河に直接流入している排水の中で、特に排水量が大きい下水処理場(処理水量30万 m^3 /日)の排水とポンプ場(雨天時に雨水を放流)からの雨水放流水についても調査した。

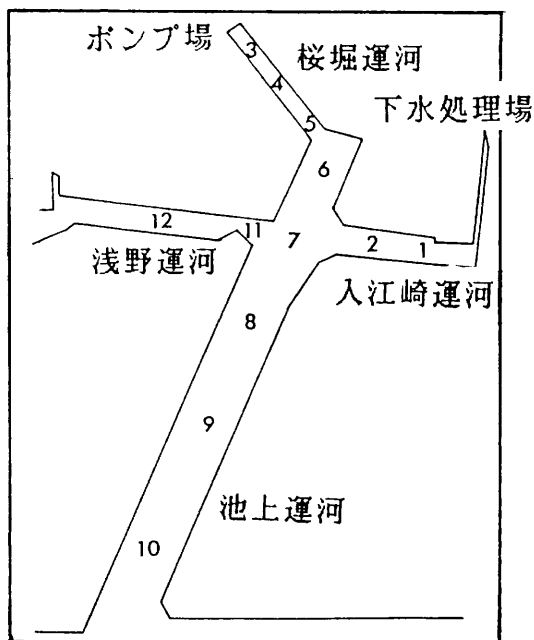


図2 池上運河の周辺図と調査地点

3. 分析方法

3.1 底質

採取した底質は、2,500 rpm で 20分間遠心分離して、水分を除いた後、これを均一に混ぜ合せて試料とした。

分析方法は、底質にアセトニトリルを加え超音波抽出を行い、これを遠心分離し、さらに液体部分をろ過(ミリポアHF 0.5 μm)したものを高速液体クロマトグラフィーに注入し、蛍光分光光度計により測定した。なお、高速液体クロマトグラフィーの測定条件は次の通りである。

カラム温度：室温

カラム： μ BONDAPAK C18

移動相：アセトニトリル：水=8：2

流速：2.5 ml/min

励起波長：384 nm

検出波長：406 nm

3.2 海水

海水中のB(a)Pは、そのすべてが懸濁物質中に存在していることが報告されている⁴⁾したがって、海水はろ紙でろ過後懸濁物質についてB(a)PとB(ghi)Pを分析した。

分析方法は、海水をろ過（ワットマンGFフィルター）し、懸濁物質をフィルターとともに共せん付遠沈管に入れアセトニトリルを加えて超音波抽出を行った。

以下、底質の分析と同様な方法で測定した。

3.3 下水処理場排水

下水処理場排水については、海水の場合と異ってB(a)Pの存在状態がはっきりと判っていないので、ろ過水と懸濁物質について測定を行ったところ、ろ過水中から検出されなかった。そこで、海水の分析と同様な方法で分析した。

4. 調査結果及び考察

4.1 底 質

4.1.1 池上運河周辺の濃度分布

底質はすべて黒色のヘドロ状であり、強い硫化水素臭があり、特にSt.12の底質は油膜が認められ石油臭もしていた。

底質のB(a)PとB(ghi)Pの分析結果は、表1に示した。また、図3に調査地点別にB(a)Pの濃度分布を示した。

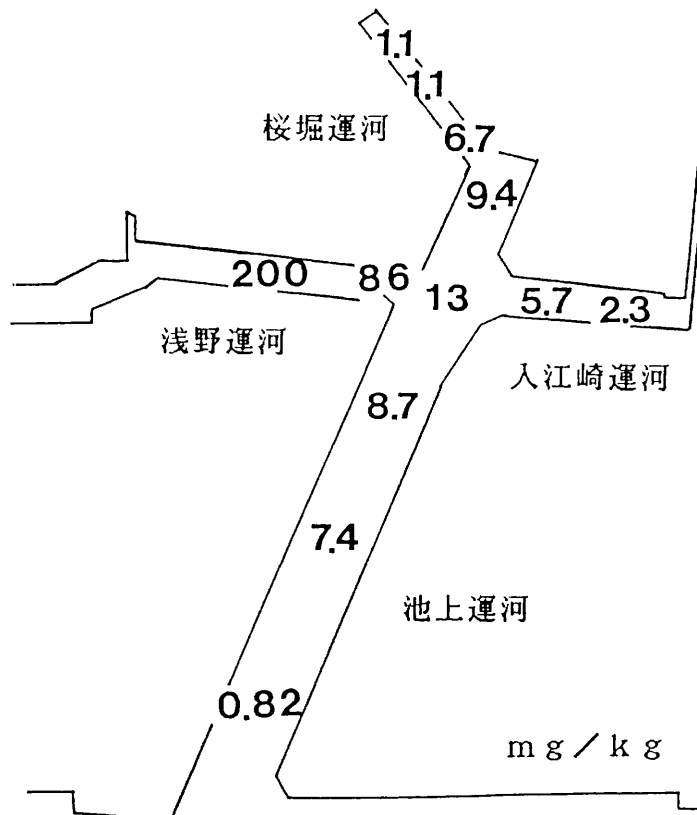


図3 池上運河周辺のB(a)Pの濃度分布

今回の12地点の調査結果におけるB(a)Pの濃度範囲は、0.82~200mg/kgであった。汚染の著しい地点は、浅野運河内のSt.11とSt.12であり、その濃度は86mg/kg, 200mg/kgと他の地点の数十倍~数百倍であった。また、最高濃度を示したSt.12から離れるほど濃度が低くなり、St.12から最も離れた池上運河出口のSt.10で最低値の0.82mg/kgであった。

また、B(ghi)Pの濃度範囲は、0.56~6.2mg/kgであり、濃度分布のパターンは、B(a)Pと同様な傾向を示した。

次に、今回調査した結果と60年度調査の底質結果を比較することにより、池上運河周辺の汚染レベルを考察した。東京湾中央部のB(a)P濃度(0.1mg/kg)と比較すると、最高濃度を示したSt.12で東京湾中央部の2,000倍の濃度であり、浅野運河のB(a)Pの汚染は著しいものであった。

4.1.2 B(a)PとB(ghi)Pの濃度比

E. Sawichiによれば、B(a)PとB(ghi)Pとの濃度比から、その発生源が液体燃料であるか固体燃料であるかを判別している⁵⁾。すなわち、B(a)P/B(ghi)Pが0.6程度であれば、液体燃料であり、1.5程度であれば固体燃料として

いる。そこで、B(a)PとB(ghi)Pの濃度比(B(a)P/B(ghi)P)を計算し表2に示した。最も汚染されていたSt.12は、その濃度比が3.2と高い値を示しており、その発生源は固体燃料に由来するB(a)PとB(ghi)Pであると考えられる。

また、その濃度比はSt.12から離れるほど、B(a)Pの割合が少くなる傾向にあり、池上運河出口などで、1.5程度の値であった。このことは、浅野運河以外にB(ghi)Pを多く含む排水が流れこんでいるか、あるいはB(a)PとB(ghi)Pの分解率の相違に起因しているとも考えられる。

表1 底質中のB(a)PとB(ghi)Pの濃度 mg/kg

地点	濃度	B(a)P	B(ghi)P
1		2.3	1.5
2		5.7	2.7
3		1.1	0.73
4		1.1	0.83
5		6.7	4.2
6		9.4	4.4
7		13	5.3
8		8.7	4.7
9		7.4	4.2
10		0.82	0.56
11		86	36
12		200	62

表2 底質のB(a)PとB(ghi)Pの濃度比

地点	濃度	B(a)P/B(ghi)P
1		1.5
2		2.1
3		1.5
4		1.3
5		1.6
6		2.1
7		2.4
8		1.8
9		1.7
10		1.5
11		2.4
12		3.2

4.2 海 水

海水は、入江崎運河のSt.2、桜堀運河のSt.6、池上運河のSt.10、浅野運河のSt.12の4地点を調査し、その結果を表3に示した。

St. 12のB(a)P濃度は34 ng/l, B(ghi)P濃度は25 ng/lであり, 他の3地点の約10倍高い濃度を示し, 底質同様に浅野運河が汚染されていた。

このように浅野運河の海水が高濃度を示したのは, 運河の水深が約5 mと浅いことから, 船舶による底質のまき上げが原因であると考えられる。

表3 海水中のB(a)PとB(ghi)Pの濃度
ng/l

地点	B(a)P	B(ghi)P
2	3.0	2.2
6	4.7	4.0
10	1.6	1.5
12	3.4	2.5

4.3 下水処理場排水

入江崎運河に放流している下水処理場排水の調査は4回実施し, その平均値はB(a)Pで4.9 ng/l, B(ghi)Pで4.1 ng/lと浅野運河の海水と比べ低い値であった。

また, 雨水の初期放流水はB(a)Pで130 ng/lであり, 下水処理場排水より高い値であった。この排水のB(a)P/B(ghi)Pの比は0.6であり, 先の文献から液体燃料に由来するものと考えられる。すなわち, 自動車排ガス等に含まれるB(a)PとB(ghi)Pが道路上に堆積し, 洗い流されたものと考えられるが, 今後の検討が必要である。

なお, 下水処理場及びポンプ場放流水が流れこんでいる入江崎運河と桜堀運河の底質のB(a)PとB(ghi)Pの濃度は, 浅野運河に比べると非常に低いことから, 浅野運河を中心とするB(a)PとB(ghi)Pの汚染と下水処理場排水などは, 関係ないと思われる。

5. まとめ

川崎港内の池上運河とその周辺の小運河を調査した結果, 次の事が明らかとなった。

- (1) 池上運河周辺12地点の底質の濃度範囲は, B(a)Pで0.82~200mg/kg, B(ghi)Pで0.56~6.2mg/kgであった。最高値は浅野運河内がB(a)P 200mg/kg, B(ghi)P 6.2mg/kgであり他地点と比べて数十倍から数百倍と高い濃度であった。また, 浅野運河から離れるほどその濃度が減少する傾向を示した。
- (2) 底質中のB(a)PとB(ghi)Pの比から, その由来を考察したところ, 浅野運河のB(a)P/B(ghi)Pの比は3.2であったことから, 固体燃料からのものであると考えられる。
- (3) 海水の結果は, 底質と同様に浅野運河での汚染が著しく, B(a)Pが34 ng/l, B(ghi)Pが25 ng/lと他の運河の十倍ほど高い値であった。

文 献

- 1) 広瀬健二:東京湾及び川崎港運河の底質実態調査, 川崎市公害研究所年報, 12, 71-91, (1985)
- 2) 化学物質要覧作成研究会:化学物質要覧, 昭和56年度版, 592, (1982)
- 3) 化学物質要覧作成研究会:化学物質要覧, 昭和57年度版, 729, (1983)
- 4) 早坂孝夫:川崎市内運河におけるベンゾピレン調査研究, 川崎市公害研究所年報, 7, 76-81 (1979)
- 5) E.Sawichi:Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Composition of the Atmosphere in Some Large American Cities, Ind. Hyg. J, March-April, 137-144, (1962)