

パッシブサンプラーを用いた広瀬川における多環芳香族炭化水素類の挙動評価

東北大学工学部

学生会員○永澤 善之

東北大学大学院工学研究科

正会員 中野 和典

埼玉県環境科学国際センター

正会員 亀田 豊

東北大学大学院工学研究科

非会員 丸尾知佳子

非会員 相川 良雄

正会員 西村 修

1. はじめに

工場や事業所のように特定しやすい汚染源をポイント汚染源と言い、排出量や濃度の規制に加え、浄化槽や下水道等の排水処理施設の整備が充実してきたこともあり、このような直接的な汚染の負荷は少なくなってきた¹⁾と言える。しかし、人間の活動が生み出す汚染物質による負荷はこれだけではない。車の排気ガスのように不特定に多数存在し、面的な広がりをもつような排出源、つまりノンポイント汚染が汚染負荷に占める相対的な割合が増加しており、その影響が懸念されるようになってきたが、その性質上規制が困難である。

多環芳香族炭化水素類(PAHs)はノンポイント汚染の象徴と呼べるような物質であり、特徴としては疎水性、遺伝毒性、発ガン作用、内分泌攪乱作用、長距離移動性が挙げられている。PAHsは主に原油由来である。そのため、環境中に排出される要因として大きな割合を占めるのが、自動車のエンジンの不完全燃焼により生じるものである。エンジンの不完全燃焼により生じたPAHsは大気中に放出され、降雨により地表や河川に降下する。土地利用が高度化したところでは地表に浸透せず、河川などに直接流入している。このようにPAHsは環境中に広く存在しており、流入経路もさまざまであるが、水質としての基準は飲料水に関する位しか存在しない。

今まで行われてきた研究はPAHsの毒性や分析方法、生分解性²⁾、大気や土壤に含まれるPAHsの濃度³⁾、河川や湖沼における底質へのPAHsの吸着³⁾などが行われてきた。しかし、河川中の流下過程の濃度を評価したものは少ない。その理由として考えられるのはPAHsが疎水性であるため、河川では低濃度(ng/l オーダー)で存在し、検出にくいことが挙げられる。また、ノンポイント汚染由来であるため、天候により濃度が変動することもPAHsの実態把握を困難にしている。グラブサンプリング(採水)はその瞬間の濃度を把握する際には最適だが、濃度変動が大きい条件下での代表値の把握には

不向きである。ノンポイント汚染を引き起こすファーストフラッシュ(初期降雨とともに地表面や管路施設に堆積した高濃度の汚染物質とともに流出する現象)が起きる際にグラブサンプリングを行えば問題ないが、現実には降雨に合わせて異なる複数の場所でサンプリングを継続的に行うのは困難である。ファーストフラッシュが起きない平常時も考慮に入れた河川中濃度の代表値を求めるのはグラブサンプリングでは不可能と考えられる。

そこで本研究では降雨時と平常時を合わせた総合的な評価が可能でかつ微量物質の検出に適するパッシブサンプラーを用いて、仙台市を流れる河川である広瀬川を対象に、その流下過程におけるPAHsの挙動の把握を試みた。

2. 実験方法

(1) サンプリング方法

サンプリング方法は従来から使われてきたグラブサンプリング(採水)ではなく、パッシブサンプリングと呼ばれる方法を用いた。この方法はパッシブサンプラーと呼ばれる装置(図1)

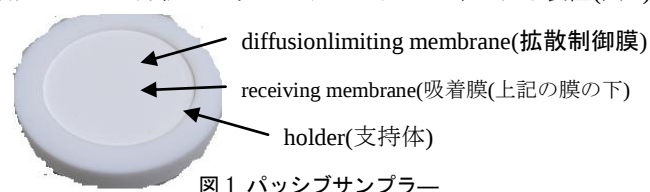


図1 パッシブサンプラー



図2 パッシブサンプラー設置地点

(1.上流 2,3 沼田橋、綱木川 4.大橋 5.あたご橋 6,7 広瀬橋上流、下流 8,9.千代大橋上流、下流 10.名取大橋 .11.名取川と広瀬川の合流地点 12. 関上大橋)

Key words: ノンポイント汚染, PAHs, パッシブサンプラー

東北大学工学部 建築・社会環境工学科 環境生態工学研究室〒980-8579

を用いて、選択性のある膜に対象とする物質を吸着させ、環境中において固層抽出を行うサンプリング方法である。

2011年11月14日と2011年12月5日にパッシブサンプラーを広瀬川とその支流に設置し、サンプリングを行った。設置期間はそれぞれ15日間、17日間で、11月29日と12月22日に回収を行った。サンプリングを行った箇所は広瀬川にかかる橋付近を中心とした12地点であり、その地点を図2に示した。

(2)分析方法

パッシブサンプラーから取り出した receiving membrane に内標準物質としてアントラセン d-10 の 500ppm を 20 μ l 添加し、続いてジクロロメタンを加えて超音波にかけ、PAHs の抽出を行った。その抽出液を取り出し、もう一度ジクロロメタンを receiving membrane に加えて超音波にかけ、抽出液を取り出し、最後にアセトンを加えて三度目の抽出を行った。抽出した3つの溶液を合わせ、石英ウールでろ過して不純物を取り除いた。その溶液を濃縮し、200 μ ml に定量したものを検出限界が 5~10ppb の GC/MS で分析した。

3. 結果及び考察

11月と12月に設置したパッシブサンプラーにより回収を試みた PAHs についての結果を表1にまとめた。12箇所の地点のサンプル(各地点 n=3)の濃度はすべて検出限界値以下(N.D.)であった。このような結果になった大きな原因として考えられるのはまず第一に、パッシブサンプラーの設置期間中に降雨がほぼ皆無に等しかったということが挙げられる。11月の設置期間中の仙台市の降水量は0.5mmの日が1日のみであり、12月に関しては降雨は生じなかった。今回サンプリングの対象とした PAHs は原油に含まれており、自動車の排ガスやオイル漏れなどにより環境中に排出される。また、環境中では道路の粉塵などに付着し道路表面上に堆積したものと、大気中には浮遊粒子状物質として存在するものがある。これらが降雨により洗い流され、道路流出水として環境中に流出することが知られている。この道路流出水に含まれる PAHs の濃度は河川中の濃度と比較して 100 倍程度高いことが知られており、河川中の濃度に関与していると思われる。このことから今回の設置期間中に降雨がなかったために河川水中から PAHs が検出されなかった可能性があると考えられる。また、既往の研究において、河川中の PAHs の濃度は ng/l のオーダーで検出されたという報告、検出されていないものも多くあり、既往研究の中には降水量が少ないと検出される濃度も低くなったり、検出されない場合もあると記述されていた

ものもあった⁴⁾。

第二に、PAHs は微量物質であり、疎水性であるため、河川水中にはあまり存在しないという理由が挙げられる。今回用いた C18disk(receiving membrane)で吸着できる濃度の下限値は、上記で述べたように外部から流入しないとほとんど河川中には存在しないものと思われる。

第三に、サンプリング地点の周りには PAHs を出すような工場や建物はなかったということである。

以上より、工場等のポイント汚染源がない広瀬川において晴れが続いた場合、河川中の PAHs は検出されないほど低い濃度であることが示唆された。

表1 PAHs 分析結果

PAHs	濃度(μ g/L)	
	1回目	2回目
Acenaphthene	N. D.	N. D.
Acenaphthylene	N. D.	N. D.
Anthracene	N. D.	N. D.
1,2-Benzanthracene	N. D.	N. D.
Benzo[a]pyrene	N. D.	N. D.
Benzo[b]fluoranthene	N. D.	N. D.
Chrysene	N. D.	N. D.
Dibenz[a, h]anthracene	N. D.	N. D.
Fluoranthene	N. D.	N. D.
Fluorene	N. D.	N. D.
Indeno[1, 2, 3-cd]pyrene	N. D.	N. D.
Naphthalene	N. D.	N. D.
Phenanthrene	N. D.	N. D.
Pyrene	N. D.	N. D.

※N.D.は No.Detection の略称

表1の結果は1~12地点にすべてに共通していた。

4. まとめ

本研究ではすべての地点で対象とした PAH すべてが N.D. であり、PAHs の挙動の把握には至らなかった。しかし、本研究により、晴れが続いた際の広瀬川は PAHs による汚染はほとんどないと示唆することができた。今後、ファーストフラッシュの起きるような状況下で PAHs の存在状況を確認し、本結果と合わせて考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 新矢将尚:生活衛生, **52**, pp. 87-98, 2008
- 2) 小瀬知洋ら:水環境学会誌, **126**, pp449-454, 2003
- 3) 野崎一伸ら:香川県環境保健研究センター所報, **6**, 2003
- 4) 岩崎弘志:土木学会第62回年次学術講演会, 2006