

川崎市における大気浮遊粉じん中のベンゾ[a]ピレン (2009 年度～2011 年度)

Concentration of Ambient Benzo[a]pyrene in Kawasaki City

池田 好美	Yoshimi IKEDA
平山 学	Manabu HIRAYAMA
小塚 義昭	Yoshiaki KOTSUKA

要旨

本市では、大気汚染防止法で定める有害大気汚染物質の優先取組物質の一つとして大気中のベンゾ[a]ピレンのモニタリング調査を市内 4 地点で毎月 1 回実施している。本報告では、2009 年度から 2011 年度までの調査結果をもとにベンゾ[a]ピレンの季節的な変動について考察を行った。

ベンゾ[a]ピレン濃度は、臨海工業地域に近い測定局では 6 月から 8 月にかけて高濃度を示し、内陸部の測定局では季節変動はみられなかった。ベンゾ[a]ピレン濃度とハイボリウムエアサンプラーで採取した浮遊粉じん濃度は類似した挙動を示しておらず、ベンゾ[a]ピレン濃度には、微小な粒子が影響していることが示唆された。また、ベンゾ[a]ピレンと他の多環芳香族炭化水素類 4 成分には高い相関があった。

キーワード：多環芳香族炭化水素、ベンゾ[a]ピレン、有害大気汚染物質

Key words：Polycyclic aromatic hydrocarbon, Benzo[a]pyrene, Hazardous air pollutants

1 はじめに

ベンゾ[a]ピレン (以下「BaP」という。)をはじめとする多環芳香族炭化水素類 (以下「PAH」という。) は、化石燃料等の不完全燃焼によって発生することから環境中に広く分布している¹⁾。また、PAH の中には発がん性や変異原性があると疑われている物質が数多く存在している²⁾。そのため、本研究所では、大気中の浮遊粉じんに含まれる BaP の調査を 1974 年から行ってきた³⁾。その後、1997 年の大気汚染防止法の改正を受け、BaP を有害大気汚染物質の一つとして、地域別に市内 4 地点でモニタリング調査を計画的に実施している。

本報告は、このモニタリング調査の中の BaP 濃度とハイボリウムエアサンプラーで採取した浮遊粉じん濃度 (以下「HV 浮遊粉じん濃度」という。) について、2009 年度から 2011 年度までの 3 年間の大気中の濃度調査結果をまとめたものである。さらに、BaP と他の PAH 4 成分との相関も確認した。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点を図 1 に示す。一般環境調査地点として中原一般環境大気測定局 (以下「中原」という。) 及び生田浄水場 (以下「生田」という。)*、沿道調査地点として池上自動車排出ガス測定局 (以下「池上」という。)、固定発生源周辺調査地点として大師一般環境大気測定局 (以下「大師」という。) の計 4 地点である。

*有害大気汚染物質モニタリング調査におけるハイボリウムエアサンプラー以外の試料採取は多摩一般環境大気測定局で行っている。

2.2 調査対象物質

調査対象物質は BaP 及び BaP と同時分析できるベンゾ[a]アントラセン (以下「BaA」という。)、ベンゾ[b]フルオランテン (以下「BbF」という。)、ベンゾ[k]フルオランテン (以下「BkF」という。)、ベンゾ[ghi]ペリレン (以下「BghiP」という。) の 5 成分である。

2.3 調査期間、試料採取方法及び分析方法

2009 年 4 月～2012 年 3 月に、各調査地点で、毎月 1 回「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」⁴⁾ に基づき実施した。

ハイボリウムエアサンプラーを使用し、1000L/min の空気吸引量で 24 時間連続捕集したろ紙を試料とした。

HV 浮遊粉じん濃度は、試料採取前後のろ紙を温度 20℃、相対湿度 50% で恒量にした後、秤量した値から求めた。

BaP 濃度及び他の PAH 4 成分の濃度は、30mm φ にカットしたろ紙から対象物質をジクロロメタン・超音波抽出法で抽出し、高速液体クロマトグラフィー蛍光検出器で測定した。

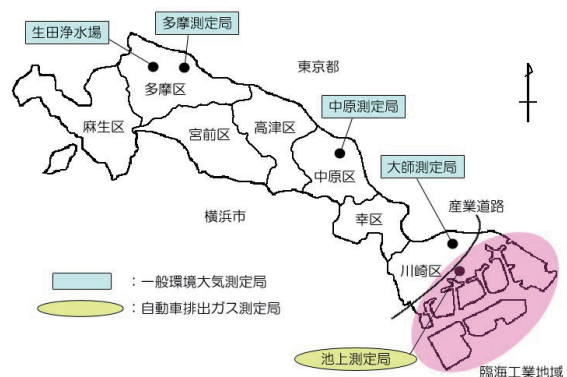


図 1 測定地点図

3 調査結果及び考察

3.1 経年推移

各調査地点におけるBaP濃度の経年推移を図2に示す。各調査地点における2009年度から2011年度までのBaP濃度の年平均値は0.10~1.3ng/m³で推移していた。2010年の池上及び大師の年平均値は、2010年8月に、池上で5.2 ng/m³、大師で9.6 ng/m³と特異的に高濃度を示したこと⁵⁾から高くなっており、全国平均⁶⁾と比較すると高い濃度で推移していることが分かった。中原及び生田の年平均値は、全国平均と同程度で推移していた。

BaP濃度は、本市の南に位置する臨海工業地域に近く比較的BaP濃度が高い池上及び大師と、内陸に位置し全国平均と同程度のBaP濃度である中原及び生田の2つに分けられた。

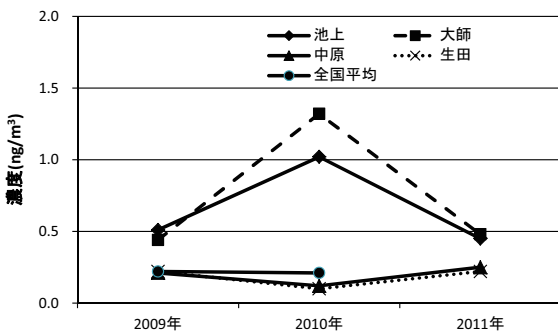


図2 BaP濃度の経年推移

3.2 季節変動

BaP濃度及びHV浮遊粉じん濃度の季節的な変動を検討するために、各調査地点における3年間のBaP濃度の月別平均値を図3に、HV浮遊粉じん濃度の月別平均値を図4に示す。

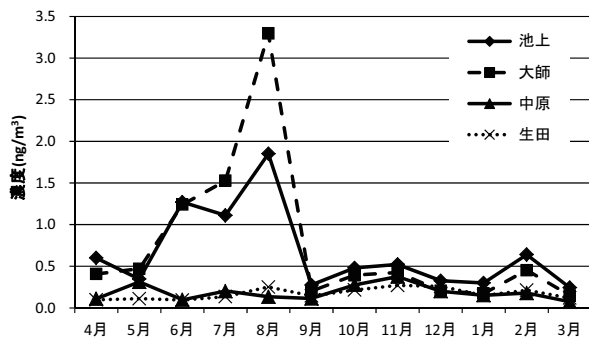


図3 BaP濃度の月別平均値

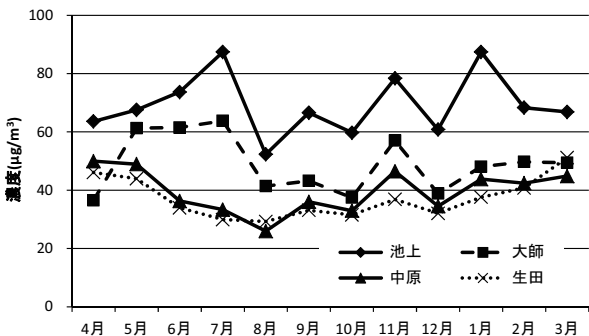


図4 HV浮遊粉じん濃度の月別平均値

本市における1984年~1991年度及び1995~1997年度の調査結果では、BaP濃度及びHV浮遊粉じん濃度は、夏季に低く、冬季に高い季節変動を示すことが報告されているが^{7)、8)}、2009年度から2011年度までの結果からはその傾向は見られなかった。池上及び大師のBaP濃度の月別平均値は、南風が卓越する気象条件が多い6月から8月にかけて、臨海工業地域の固定発生源からの影響を受けるため、高濃度となったと考えられる。なお、8月の池上及び大師のBaP濃度の月別平均値は、2010年8月に特異的に高濃度を示したこと⁵⁾から特に高くなっている。中原及び生田では、今回の結果では季節変動はみられなかった。

一方、HV浮遊粉じん濃度は、どの調査地点においても季節変動がみられなかった。

一般的に冬季にBaP濃度及びHV浮遊粉じん濃度が高くなる理由は、暖房使用の増加に伴い排出ガスが増加すること及び大気安定度が夏より高いことなどが考えられてきた。しかし、固定発生源の排出ガス規制等の効果により、1984年~1991年度の調査結果と比較して⁷⁾、BaP濃度及びHV浮遊粉じん濃度が減少しているため、3年間の結果からは一般的な季節変動がみられなくなったと推察している。BaP濃度は、一般的な季節変動がみられなくなった一方で、南風による臨海工業地域の固定発生源からの直接的な影響が反映されやすくなったと考えられる。今後もこの傾向が続いていくのか注視していきたい。

また、どの調査地点でもBaP濃度とHV浮遊粉じん濃度は類似した推移を示しておらず、BaP濃度は、HV浮遊粉じん濃度に依存していないことが分かった。HV浮遊粉じん濃度は重量が大きい粗大粒子の影響を受けやすいと考えられるが、PAH濃度は微小粒子に多く含まれているという他都市の報告⁹⁾もあり、BaP濃度には、HV浮遊粉じん濃度に影響を与えにくい微小な粒子が影響していると推察される。今後の課題として、粒径別の浮遊粉じん中のPAH濃度の調査が挙げられる。

3.3 BaP と他の PAH 4 成分との相関性について

BaP と他の PAH 成分 (BkF 及び BghiP) には相関関係があることが報告されている^{7)、10)}。BaP と同時に分析できる BaA、BbF、BkF 及び BghiP の PAH 4 成分との相関を表 1 に示す。

各測定地点とも、BaP と他の PAH 4 成分には高い相関があった。このことから、BaP と他の PAH 4 成分は同じ発生源を持ち、環境中で同様の挙動を示していることが唆された。今後、BaP の削減対策を行えば、他の PAH 4 成分の削減も併せて期待できると考えられる。

なお、各調査地点における年度別の BaA、BbF、BkF、BaP 及び BghiP 濃度の年平均値を表 2 に示す。

表1 各測定地点による測定物質間の相関係数
(2009～2011年度)

	BaP (N=36)			
	池上	大師	中原	生田
BaA	0.835	0.995	0.919	0.965
BbF	0.814	0.977	0.966	0.976
BkF	0.926	0.996	0.990	0.983
BghiP	0.931	0.985	0.958	0.970

全て、有意水準 $p < 0.01$

表2 BaP と他の PAH 4 成分濃度の年平均値
(2009～2011年度)

調査地点	項目	(ng/m ³)		
		2009年	2010年	2011年
池上	BaA	0.42	0.65	0.47
	BbF	0.54	1.1	0.86
	BkF	0.27	0.55	0.34
	BaP	0.52	1.0	0.45
	BghiP	0.51	0.93	0.65
大師	BaA	0.30	0.95	0.37
	BbF	0.54	1.4	0.71
	BkF	0.25	0.70	0.28
	BaP	0.44	1.3	0.48
	BghiP	0.45	1.1	0.53
中原	BaA	0.10	0.088	0.18
	BbF	0.29	0.22	0.37
	BkF	0.12	0.090	0.16
	BaP	0.19	0.12	0.25
	BghiP	0.25	0.18	0.28
生田	BaA	0.12	0.061	0.15
	BbF	0.30	0.18	0.36
	BkF	0.12	0.070	0.14
	BaP	0.20	0.097	0.22
	BghiP	0.26	0.15	0.28

4 まとめ

本市における 2009 年度から 2011 年度までの有害大気汚染物質モニタリング調査結果をもとに以下のことがわかった。

- (1) BaP 濃度は、臨海工業地域に近い測定局では、南風により直近の固定発生源からの影響を受けるため、夏に高濃度を示し、内陸部の測定局では、季節変動はみられなかった。どの調査地点でも BaP 濃度と HV 浮遊粉じん濃度は類似した挙動を示さず、BaP 濃度には、HV 浮遊粉じん濃度に影響を与えにくい微小な粒子が影響していると推察された。
- (2) 各測定地点とも、BaP と他の PAH 4 成分には高い相関があることがわかった。

文献

- 1) 環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価 第5巻 (2006)
- 2) 国際がん研究機構 (IARC) : <http://www.iarc.fr/>
- 3) 川崎市における大気中浮遊粉じん濃度とその各成分ならびに浮遊粒子状物質の測定結果 (第3報) - 3ヶ年間の測定結果の比較 -、川崎市公害研究所年報、**3**、7～18 (1975)
- 4) 環境省 水・大気環境局 大気環境課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル (2008)
- 5) 池田好美：川崎市における環境大気中ベンゾ[a]ピレンの高濃度事例について、川崎市公害研究所年報、**38**、14～17 (2011)
- 6) 環境省：平成 21 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果
- 7) 小塚義昭、小池順一、柴田幸雄、井上康明、緒方行治：川崎市における大気浮遊粉じん中の多環芳香族炭化水素、川崎市公害研究所年報、**18**、25～29 (1992)
- 8) 岩渕美香、松尾清孝、林久緒：川崎市における多環芳香族炭化水素濃度調査結果 - 1995～1997 -、川崎市公害研究所年報、**25**、5～14 (1998)
- 9) 佐来栄治、小山善丸、西山亨、吉岡理：浮遊粒子状物質に含まれる多環芳香族炭化水素類について (3)、三重県保健環境センター年報、**12**、63～71 (2010)
- 10) 松下秀鶴、林久緒、永田正信、大塚富士雄：大気浮遊粒子に含まれる多環芳香族炭化水素と重金属の粒径分布、大気汚染学会誌、**15**、45～52 (1980)