

## 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

## The Case Study of High Concentration of Ambient Benzo[a]pyrene in Kawasaki City

池田 好美 Yoshimi IKEDA

## 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（以下、BaP）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。2010年8月の調査において臨海部の測定地点で高濃度のBaPが検出されたことから、過去3年間の調査結果をもとに考察を行った。

その結果、本市におけるBaP高濃度事例には、南に位置する臨海工業地域からの風の影響を受けた測定地点のみが高濃度になる特異事例と、秋から冬にかけて全ての測定地点で高濃度になる事例があることが判った。さらに、臨海部の測定地点におけるBaPと有害大気汚染物質との相関は他の地点に比べて良くない事も判った。

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）をはじめとする多環芳香族炭化水素類は、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<sup>1)</sup>。また、多環芳香族炭化水素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<sup>2)</sup>。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<sup>3)</sup>。さらに、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、2010年8月に大師一般環境大気測定局及び池上自動車排出ガス測定局で高濃度のBaPが検出されたことを受けて、2008年度から2010年度の3年間の調査結果をもとに、その原因について、公害監視センターによる各測定局の常時監視データや他の有害大気汚染物質との関連性に着目して考察を行った。

## 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）及び生田浄水場（以下、生田）\*、自動車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）、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）の計4地点である。

\*BaP以外の測定は多摩一般環境大気測定局（以下、多摩）で行っている。

## 2.2 調査期間、試料採取方法及び分析方法

## 2.2.1 調査期間

2008年度から2010年度の3年間に実施した有害大気汚染物質モニタリング調査結果を用いた。（BaP以外の有害大気汚染物質モニタリング調査結果は、環境対策部企

画指導課より提供を受けた。）

## 2.2.2 試料採取方法及び分析方法

調査は、毎月1回「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」<sup>4)</sup>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。分析は、30mmφにカットした試料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・蛍光検出器で行った。

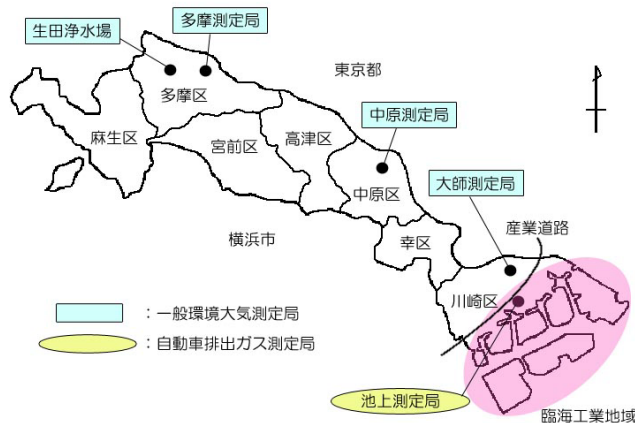


図1 測定地点図

## 3 調査結果及び考察

## 3.1 大師一般環境大気測定局及び池上自動車排出ガス測定局における高いBaP濃度の検出

各地点の経月変化を図2に示した。本市における1999年度から2009年度のBaP年平均値は0.30~0.96ng/m<sup>3</sup>で推移しており、2009年度の全国平均値(0.21ng/m<sup>3</sup>)<sup>5)</sup>と較べても著しく高い値ではない。しかし、2010年8月3日~8月4日の調査において、大師で9.6ng/m<sup>3</sup>、池上で5.2ng/m<sup>3</sup>のBaPが検出された。大師と池上では2005年9月にも3.4ng/m<sup>3</sup>と高い濃度のBaPが検出されている。

大師は図1に示すとおり、南側に臨海工業地域があり

発生源周辺調査地点として位置づけられている。池上は産業道路沿道にあり、産業道路の上には首都高速道路横浜羽田空港線も通っていることから自動車排ガスの影響と臨海工業地域の影響を受けやすい地点である。

各測定局の常時監視データから、2010年8月の高いBaP濃度が検出された試料採取期間前後の浮遊粒子状物質（以下、SPM）濃度、窒素酸化物（以下、NO<sub>x</sub>）濃度及び非メタン炭化水素（以下、NMHC）濃度（池上はNMHCの測定機がない。）の常時監視データの日平均値と、試料採取期間の風配図を図3に示す。大師と池上の試料採取期間の常時監視データの値は、その前後の期間に較べて高いわけではなかった。また、大師の風配図を見ると、平均風速が5.1m/sで、主風向は臨海工業地域がある南南西であった。池上の風配図も、主風向は臨海工業地域がある南であった。

図1より、池上は産業道路と首都高速道路横浜羽田空港線の南側にあることから、南風が吹いている8月の高濃度の発生源としては、自動車排出ガスの影響は小さいと推測された。

このことから、大師と池上で BaP が高濃度になった2010年8月3日～8月4日は、南風が強めに吹く気象条件となり、測定局の南側にある臨海部工業地域内の固定発生源の影響を強く受けた可能性が高い。

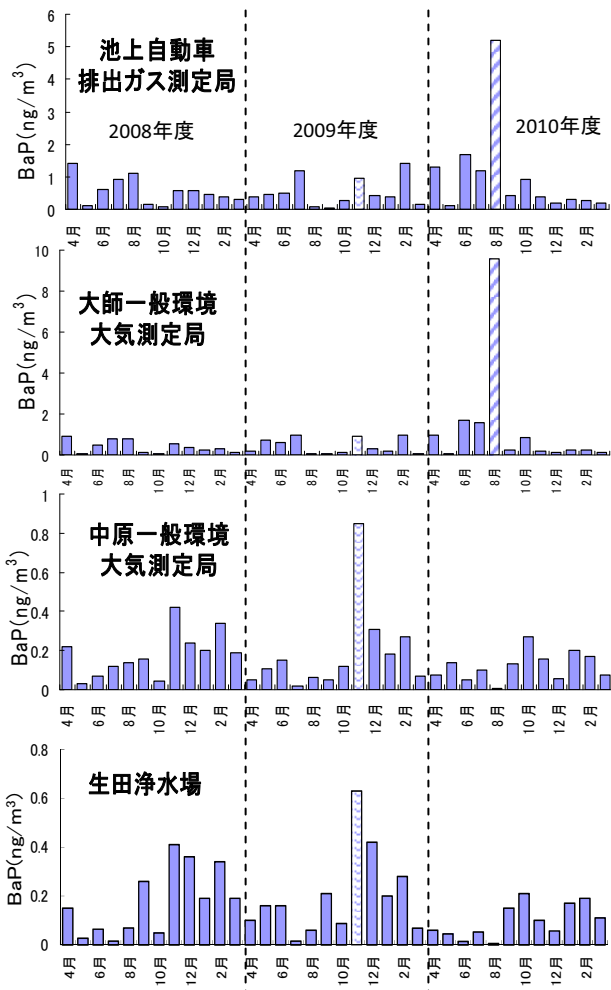


図2 BaPの経月変化（2008年度～2010年度）

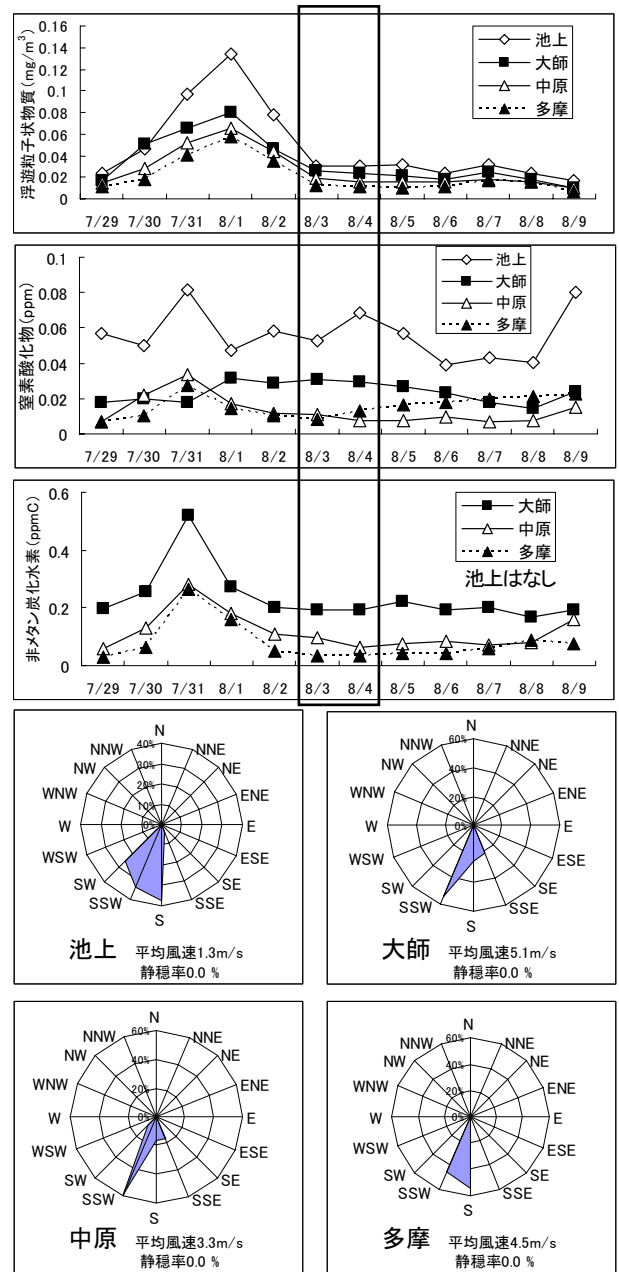


図3 2010年8月3日～8月4日の各測定局における常時監視データ

### 3.2 4地点の測定局における高いBaP濃度の検出

一般的に多環芳香族炭化水素類は夏季に低く、冬季に高い季節変動を示すことが報告されている<sup>6)、7)</sup>。本市でも図2に示すとおり、秋から冬にかけて BaP 濃度が高くなる傾向がある。その中から、全ての測定地点で BaP が比較的高濃度となった2009年11月10日～11月11日の調査に着目した。

各測定局の常時監視データから、2009年11月の試料採取期間前後のSPM濃度、NO<sub>x</sub>濃度及びNMHC濃度の常時監視データの日平均値と、試料採取期間の風配図を図4に示す。これらのデータより、試料採取期間内のSPM濃度、NO<sub>x</sub>濃度とNMHC濃度は、ほとんどの測定地点で前後の日と較べて高かった。また、各測定局の風配図を見ると、全ての測定局で平均風速も弱く、大気が安定していたこ

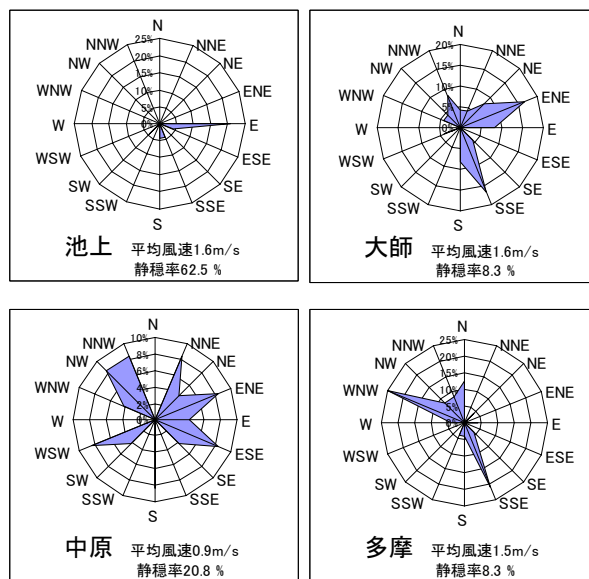
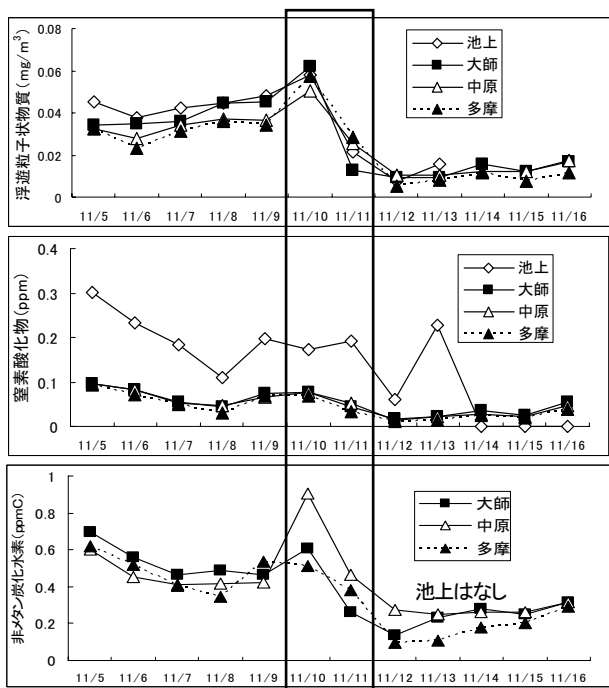


図4 2009年11月10日～11月11日の各測定局における常時監視データ

とが判った。

これほど明瞭ではないが、同様の傾向が2008年11月から2月、2011年1月及び2月にかけても見られた。

このことから、本市におけるBaP高濃度事例には、上記3.1のように南方向からの風の影響により臨海工業地域に近い測定地点のみ高濃度になる特異事例と、大気の安定により全ての測定地点で高濃度になる事例があることが示唆された。

3.3 4地点の測定局におけるBaPと他の測定項目との相関性について

各地点でのBaPと有害大気汚染物質調査を行っている項目について相関を調べた。結果を表1に示した。

自動車排ガスの影響を受ける測定地点では、BaPと自動車排ガス関連物質<sup>8)</sup>であるベンゼン、1,3-ブタジエン、

トルエン、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの相関が高いことが報告されている<sup>9)、10)</sup>。しかし、大師と池上においてBaPと相関が高かったのはクロム及びベンゼンであり、ベンゼン以外の自動車排ガス関連物質との相関は高くなかった。一方、中原及び生田は、自動車排ガス関連物質を含む多く有害大気汚染物質がBaPと相関が高い傾向であった。

BaPの排出は、一般に都市やその近郊では自動車排ガスが主な排出源と考えられるが、全体としては90%近くが固定発生源からの排出とされている<sup>1)</sup>。

このことから、大師及び池上の臨海部の測定地点でのBaPの測定は、自動車排ガスの影響をあまり受けておらず、固定発生源の影響を強く受けていることが示唆された。

表1 各測定地点による測定物質間の相関係数(2008～2010年度)

		ベンゾ[a]ピレン (N=36)			
		池上	大師	中原	生田
揮発性有機化合物	ベンゼン*	0.550	0.416	0.935	0.813
	トリクロロエチレン	-0.173	-0.230	0.757	0.777
	テトラクロロエチレン	-0.115	-0.204	0.563	0.596
	塩化ビニルモノマー	-0.120	-0.084	0.243	0.336
	アクリロニトリル	-0.001	0.079	0.557	-0.107
	1,3-ブタジエン*	0.096	0.028	0.841	0.729
	1,2-ジクロロエタン	0.080	0.051	0.055	-0.070
	クロロホルム	-0.031	0.056	0.524	0.361
	トルエン*	-0.177	-0.159	0.81	0.458
	アルデヒド類	酸化エチレン	-0.231	-0.193	0.656
ホルムアルデヒド*		0.216	0.190	0.006	0.288
アセトアルデヒド*		0.143	-0.036	0.274	0.627
重金属類	ニッケル化合物	0.127	0.014	0.510	0.413
	水銀	0.277	0.302	0.548	0.105
	ベリリウム等	0.682	0.017	0.244	0.230
	マンガン	0.239	0.046	0.517	0.632
	クロム	0.856	0.846	0.733	0.647
	ヒ素	0.156	-0.125	0.323	0.384

備考: \*は、自動車排ガス関連物質  
網掛けの部分は、有意水準 $p < 0.01$

#### 4 まとめ

本市における 2008 年度から 2010 年度の 3 年間の有害大気汚染物質モニタリング調査結果をもとに、常時監視データと解析を行ったところ以下のことが判った。

- (1) BaP 高濃度事例には、SPM 濃度、NO<sub>x</sub> 濃度及び NMHC 濃度の常時監視データが高くないにもかかわらず、強めの南風の影響を受けて臨海工業地域に近い測定地点のみが高濃度になる特異事例と、SPM 濃度、NO<sub>x</sub> 濃度及び NMHC 濃度の常時監視データが高く、平均風速が弱い等の大気が安定している気象条件のときにすべての測定地点で高濃度になる事例があった。
- (2) BaP と他の有害大気汚染物質との相関から、臨海工業地域に近い測定地点における BaP は、自動車排ガスの影響をあまり受けていなかった。さらに、南風が強めに吹く気象条件時に、高濃度になりやすいことから、測定局の南側にある臨海部工業地域内の固定発生源の影響を強く受けていると示唆された。

#### 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) 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
- 6) 久保隆 他：多環芳香族炭化水素類による大気汚染特性、大気環境学会誌、**37**(2)131～140 (2002)
- 7) 小塚義昭 他：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) 村上雅彦 他：自動車排出ガスの揮発性有機化合物 (VOC) の排出実態、東京都環境科学研究所年報、49～56 (2004)
- 9) 塚田進 他：三重県の有害大気汚染物質の状況について、三重県保健環境センター年報、**7**、99～104 (2005)
- 10) 土屋江里子 他：環境大気中ベンゼンの高濃度事例について、新潟県保健環境科学研究所年報、**25**、83～87 (2010)