

環境大気中の芳香族炭化水素と常時監視項目の関係

Relation between Aromatic hydrocarbon and Automatic continuous measurement items in Ambient air

西原 幸一 勝間 孝 塚本 武 増井 武彦
Kouichi NISHIHARA Takashi KATSUMA Takeshi TSUKAMOTO Takehiko MASUI

I investigated a measured value of Sakaide City Office for a basis for a relation of a continuous monitoring measurement with an aromatic hydrocarbon (Benzene, Toluene, EthylBenzene, m. p - Xylene, o - Xylene, 1.3.5 - triMethylBenzene, and 1.2.4 - triMethylBenzene). A correlation was regarded as carbon monoxide, nitrogen dioxide, total hydrocarbon for benzene. And a reverse correlation was regarded as a wind velocity. And for benzene with Sulfur dioxide and methane also weakly correctly a correlation was regarded. It thought that this is caused to be related to an advance of general atmospheric pollution.

A pollution source was related to benzene, toluene, m.p-xylene, o-xylene, and 1.3.5 - trimethylbenzene, 1.2.4 - trimethylbenzene. The object to have been related to ethylbenzene was thought about. Possibility by combustion of gasoline was thought to be a common cause. It was thought that the benzene of Sakaide City Office can make an estimation with result that carbon monoxide, nitrogen dioxide measures continuous monitoring measurement always.

はじめに

平成9年度より有害大気汚染物質の調査が始まり、ベンゼン等の調査結果が報告されている。この調査では毎月1回、年間12回の測定値の平均値を年間値として、環境基準値の長期的評価を行うことになっており、常時監視項目に比べて測定頻度が少なく、測定日の影響を受けやすい。そこで常時監視項目から濃度を推定することを目的として、前報では窒素酸化物濃度とベンゼン濃度との関係について検討し、広域的に高濃度となった場合は、窒素酸化物濃度からベンゼン濃度を推定することが可能であることを報告¹⁾した。今回はベンゼンを含めた芳香族炭化水素8項目間の濃度相関、芳香族炭化水素とすべての常時監視項目の関係を調べ、汚染要因まで考察し芳香族炭化水素濃度の推定の可能性を検討した。調査地点は常時監視項目がすべてそろっていて、一般環境の測定局である坂出市役所局で行った。このことについて若干の知見が得られたのでその結果を報告する。

調査方法

有害大気汚染物質調査の試料について、ベンゼン以外の芳香族炭化水素についても測定し、芳香族炭化水素と常時監視項目の濃度について関係を検討した。調査地点は坂出市役所局で、図1のとおり市街地の中にある。調査項目は下記のとおりである。

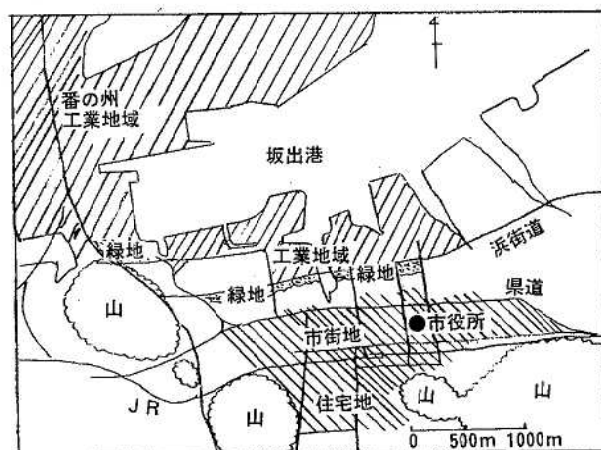


図1 坂出市役所局付近略図

- 平成11年度中に毎月1回実施した坂出市役所局の芳香族炭化水素8項目（ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、m・p-キシレン、o-キシレン、スチレン、1,3,5トリメチルベンゼン、1,2,4トリメチルベンゼン）の濃度
- 採取日の常時監視項目の日平均値（二酸化いおう、浮遊粒子状物質、一酸化窒素、二酸化窒素、窒素酸化物、オキシダント、一酸化炭素、メタン、非メタン炭化水素、総炭化水素、風速、気温、湿度）及びオキシダントの標準偏差

調査結果及び考察

1. ベンゼンと常時監視項目の関係

ベンゼンと常時監視項目の関係は表1のとおりで、ベンゼンは一酸化炭素・二酸化窒素及び窒素酸化物・総炭化水素と1%の危険率で正の相関が認められた。また風速とは1%の危険率で負の相関が認められた。二酸化いおう・メタンとは危険率が大きい正の相関があるもの

と考えられた。これらのことから二酸化いおう・メタンとベンゼンの関係は、共通の汚染原因と言うより、気象条件による大気汚染の進みややすさに共通点があるものと考えられ、一方一酸化炭素・二酸化窒素等とベンゼンとの有意な相関から、両者に共通の汚染原因があるものと考えられた。また風速と負の相関が良いことから、水平方向の拡散が良好で周辺からの移流があるときは、ベンゼン濃度が低くなると考えられた。次に揮発性物質であることから、気温との関係を調べたが関係は認められなかった。また曇雨天のときに濃度が高くなる傾向が見られたので湿度との関係も調べたが関係は認められなかった。二次汚染質のオキシダントとの関係は、平均値とは関係が少なくやや負の相関が見られたが、オキシダントの標準偏差とは、5%の危険率で正の相関が認められた。オキシダントの日間変動が大きい場合は、鉛直方向の拡散が少なく昼間に高濃度になり朝に消費されて低くなるためであり、気象条件による大気汚染の進みややすさに共通点があるものと考えられた。なお一酸化窒素は共通の汚染原因が考えられるが、相関係数は良くなかった。酸化反応があり不安定な要素が強いと考えられた。

表1 ベンゼン(ppb)と常時監視項目の相関係数及び回帰式(n=12)

項目 (単位)	二酸化いおう (ppb)	浮遊粒子状物質 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	一酸化窒素 (ppb)	二酸化窒素 (ppb)	窒素酸化物 (ppb)
相関係数 回帰式	0.547	0.441	0.523	0.776** $0.026x+0.21$	0.708** $0.013x+0.32$
項目 (単位)	オキシダント (ppb)	オキシダントの標準偏差 (ppb)	一酸化炭素 (ppm)	メタン (ppm)	非メタン炭化水素 (ppm)
相関係数 回帰式	-0.347	0.605* $0.033x+0.36$	0.836** $1.16x+0.10$	0.556	0.694* $2.71x+0.045$
項目 (単位)	総炭化水素 (ppm)	風速 (m/sec)	湿度 (%)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	
相関係数 回帰式	0.722** $2.00x-3.45$	-0.752** $-0.20x+1.14$	0.026	-0.247	

** 1%の危険率で相関を有す
* 5%の危険率で相関を有す

2. ベンゼン以外の項目と常時監視項目の関係

トルエン等と常時監視項目の濃度の関係は表2のとおりで、トルエンもベンゼンと同様に一酸化炭素等と良好な相関関係が認められた。またキシレンやトリメチルベンゼンも同様であったが、エチルベンゼンとスチレンは他の項目とは異なっていた。エチルベンゼンは一酸化炭素と5%の危険率で相関が認められたが、他の項目との

相関係数は小さかった。またスチレンは、風速と5%の危険率で負の相関が認められたが、他の項目との相関係数は小さかった。このことからエチルベンゼンとスチレンの2項目は、気象条件による大気汚染の進みややすさとも関係が少なく、ベンゼン等との共通の汚染原因とも関係が少ないものと考えられた。

表 2 芳香族炭化水素と常時監視項目の相関係数 (n=12)

	二酸化いおう	浮遊粒子状物質	一酸化窒素	二酸化窒素	窒素酸化物
ベンゼン	0.547	0.441	0.523	0.776**	0.708**
トルエン	0.358	0.511	0.402	0.700*	0.599*
エチルベンゼン	0.291	0.194	0.188	0.361	0.298
m. p-キシレン	0.399	0.376	0.272	0.617*	0.482
o-キシレン	0.383	0.350	0.395	0.624*	0.555
スチレン	0.537	0.232	0.297	0.567	0.469
1. 3. 5-トリメチルベンゼン	0.171	0.203	0.541	0.570	0.608*
1. 2. 4-トリメチルベンゼン	0.229	0.169	0.397	0.511	0.495
	一酸化炭素	メタン	非メタン炭化水素	総炭化水素	風速
ベンゼン	0.836**	0.556	0.694*	0.722**	-0.752**
トルエン	0.776**	0.533	0.721**	0.739**	-0.791**
エチルベンゼン	0.662*	0.519	0.222	0.390	-0.402
m. p-キシレン	0.665*	0.437	0.632*	0.646*	-0.749**
o-キシレン	0.680*	0.436	0.606*	0.628*	-0.689*
スチレン	0.521	0.237	0.524	0.477	-0.661*
1. 3. 5-トリメチルベンゼン	0.729**	0.466	0.509	0.576*	-0.632*
1. 2. 4-トリメチルベンゼン	0.638*	0.437	0.496	0.536	-0.646*

** 1%危険率で相関を有す

* 5%危険率で相関を有す

3. 芳香族炭化水素 8 項目間の関係

各項目の平均濃度は表 3 に、各項目間の関係は表 4 のとおりで、1. 3. 5-トリメチルベンゼンと1. 2. 4-トリメチルベンゼンのトリメチルベンゼン異性体間の相関係数は 0.982 であり、ほとんど同様な濃度の変動をしているものと考えられた。また m. p-キシレンと o-キシレンのキシレン異性体間も 0.961 と同様な濃度変動をしているものと考えられた。キシレンとトリメチルベンゼンの各異性体間も悪いもので 0.904 であり、よく似た濃度変動をし

ているものと考えられた。そしてベンゼン-トルエン-キシレン-トリメチルベンゼンの並びで互いに近いほど相関関係が良好であった。汚染源の濃度がこの並びで類似性があるのではないかと考えられた。しかしエチルベンゼンは他の項目との相関係数は良くなく、濃度はトルエンに継いで高濃度であり、別の汚染源が考えられた。スチレンは濃度が最も低く、またエチルベンゼンとスチレンとの相関係数は、最も低く 0.526 であった。

表3 各項目の平均濃度及び比率

(単位 濃度ppb, 比率%)

	ベンゼン	トルエン	エチルベンゼン	m. p-キシレン	o-キシレン	スチレン	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	1, 2, 4-トリメチルベンゼン
濃度	0.71	3.0	0.91	0.59	0.40	0.11	0.13	0.48
比率	11	47	14	9.3	6.3	1.7	2.1	7.6

表4 各項目間の相関係数 (n=12)

	ベンゼン	トルエン	エチルベンゼン	m. p-キシレン	o-キシレン	スチレン	1,3,5-トリメチルベンゼン	1,2,4-トリメチルベンゼン
ベンゼン	—	0.878	0.656	0.840	0.849	0.705	0.820	0.796
トルエン	0.878	—	0.699	0.946	0.930	0.817	0.903	0.895
エチルベンゼン	0.656	0.699	—	0.700	0.729	0.526	0.690	0.714
m. p-キシレン	0.840	0.946	0.700	—	0.961	0.850	0.904	0.942
o-キシレン	0.849	0.930	0.729	0.961	—	0.865	0.942	0.965
スチレン	0.705	0.817	0.526	0.850	0.865	—	0.784	0.833
1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.820	0.903	0.690	0.904	0.942	0.784	—	0.982
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	0.796	0.895	0.714	0.942	0.965	0.833	0.982	—

4. 汚染原因の推定

各項目の坂出市役所の平均濃度は、トルエンが特に高濃度でエチルベンゼン、ベンゼンの順になっていた。ガソリン中のこれらの物質の比率は、近年のベンゼン濃度の低減化でベンゼンについては変動があるが、エチルベンゼン、o, m, p-キシレン間の比率は一定で、m, p-キシレンが合わせて6割程度、エチルベンゼンとo-キシレンが各々2割程度であると言われている²⁾。また塗料用溶剤には、ベンゼンは含まれず、エチルベンゼンの比率が高いと言われている³⁾。坂出市役所ではガソリン中の比率に比べてエチルベンゼン濃度の比率が高くなっていったことから、ガソリンの燃焼によるものに加えて、塗料用溶剤由来のものが含まれていると考えられた。塗料用溶剤にはベンゼンが含まれていないことから、坂出市役所のベンゼン濃度は、一酸化炭素や二酸化窒素濃度から推定が可能と考えられた。

2. ベンゼン等6項目は、二酸化いおうやメタンとも正の相関が認められ、風速とは負の相関が認められた。ベンゼン等6項目と二酸化いおう・メタンとは気象条件による大気汚染の進みやすさに共通点があるものと考えられた。

3. 汚染源はベンゼン等6項目に関係したものと、エチルベンゼンに関係したものが考えられた。

4. ベンゼン等の6項目は各項目間の関係や、一酸化炭素・二酸化窒素の関係から、ガソリンの燃焼によるものに加えて、塗料用溶剤由来のものが含まれていると考えられた。塗料用溶剤にはベンゼンが含まれていないことから、坂出市役所局のベンゼン濃度は、一酸化炭素・二酸化窒素の常時監視項目の測定結果から、濃度を推定することが可能と考えられた。

文 献

ま と め

1. ベンゼン、トルエン、キシレン、トリメチルベンゼンの6項目は、一酸化炭素や二酸化窒素・総炭化水素と相関が認められた。

- 1) 西原幸一：香川県環境研究センター所報, 23, 71, (1998)
- 2) 田中敏之, 大石亜希子, 鄭境岩：第39回大気環境学会年会講演要旨集, 305
- 3) 田中敏之：第34回大気環境学会年会講演要旨集, 593