



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	大気中の有害化学物質モニタリングデータの統計的分析 (2)
Author(s)	片谷, 教孝; 宮下, 直之; 佐藤, 富三郎
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 環境保全 . 2-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 29-32
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7093">https://hdl.handle.net/2115/7093</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-2-1_p29-32.pdf



## 2-1 大気中の有害化学物質モニタリングデータの統計的分析(2)

○片谷 教孝 (山梨大・工)、宮下 直之 (富士通カシタムデバイス(株))、  
佐藤 富三郎((株)パスコ)

### 1. はじめに

大気環境問題の対策を立てる上で、汚染物質の挙動を知ることが不可欠である。多数の測定データから現象を把握するために有効な分析手法の一つとして、統計的手法が挙げられる。

近年、有害化学物質による汚染に対して注目が集まってきている。日本では当初、有害化学物質汚染は地下水などの水系の環境問題として認知されたが、1990年代半ばからは、大気環境問題としての重要性がより強く認知されるようになってきた。そこには、ダイオキシン類に対する関心の集中が寄与していることは間違いないが、それ以外の有害化学物質の重要性が高いことは言うまでもない。

環境省ではこのような動きに対応するため、各都道府県などの協力を得て、全国規模での大気中有害化学物質モニタリングを実施している。本研究では、そのモニタリングデータをいくつかの視点から統計的手法を用いて集計・分析し、日本における大気中有害化学物質汚染の傾向を把握することを目的としている。本報は片谷ら(1999)の続報である。前報では平成9年度の単年度データを用いていたが、本報では平成9~12年度の4年分のデータを用い、主として時系列的な変動に着目した結果を報告する。

### 2. 分析方法

分析に用いたデータは、平成9年度~12年度に環境省が全国の都道府県の協力を得て実施した大気中有害化学物質(19物質)の結果である。測定地点は一般環境、沿道、発生源周辺に分類されており、地点数は物質により異なる。また、各地点で全物質が測定されているわけではないため、本研究では一部の物質を分析対象から除いた。

表1に物質種類別の測定地点数を示す。測

定回数は最大で年間12回であるが、物質や地点によって異なり、年間1回のみという場合もある。したがって、同じ年平均濃度といっても直接比較するのは適切でない場合があるので注意を要する。

データの分析方法は次の3項目とした。

- 1) 都道府県別加重平均濃度の経年変化
- 2) 社会経済データとの相関分析
- 3) 因子分析による汚染要因の分析

表1:測定地点数一覧

物質	測定地点数		
	一般環境	沿道	発生源周辺
アクリロニトリル	178~215	42~53	63~70
アセトアルデヒド	158~191	60~75	49~53
塩化ビニールモノマー	180~212	43~53	64~71
クロロホルム	203~222	50~55	70~69
1,2-ジクロロエタン	184~220	45~53	65~66
ジクロロメタン	197~221	49~53	69~73
テトラクロロエチレン	236~243	56~62	79~76
トリクロロエチレン	237~241	56~62	80~80
ニッケル化合物	172~196	28~35	48~54
ヒ素およびその化合物	166~206	25~36	40~53
1,3-ブタジエン	178~204	63~80	61~64
ベリリウムおよびその化合物	152~185	25~35	37~46
ベンゼン	228~245	83~98	73~78
ベンゾ(a)ピレン	31~182	7~66	6~50
ホルムアルデヒド	160~191	60~75	49~53
マンガンおよびその化合物	173~201	28~35	44~52
クロムおよびその化合物	147~184	23~34	39~55

### 3. 都道府県別加重平均濃度の経年変化

地点別濃度の経年変化は、さまざまな要因によって複雑に変化する。そこでそれらの地点別要因の影響を排除するため、それぞれの都道府県で地点ごとの測定回数(検体数)を重みとした加重平均濃度を求めて、それを都道府県の代表値として経年変化の比較を試みた。測定回数を重みとした理由は、年間の測定回数が多いほど、より時間的代表性が高いと判断したためである。

変動の判定は、前年と比較して濃度が±10%以上増減した場合を「増加」または「減少」と判定し、10%未満の増減は「変化なし」と判定する方法によった。この基準により変

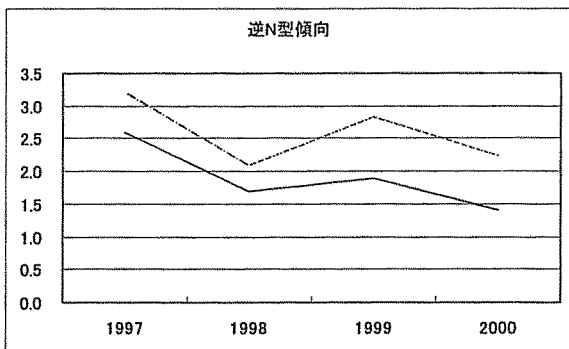
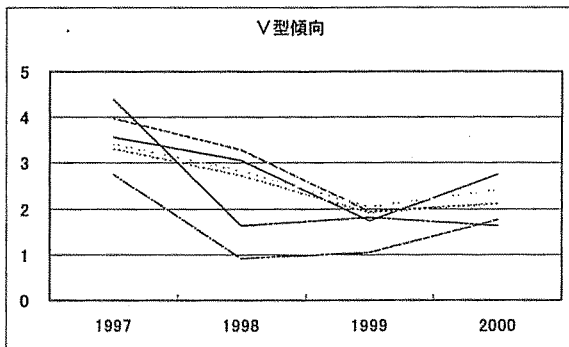
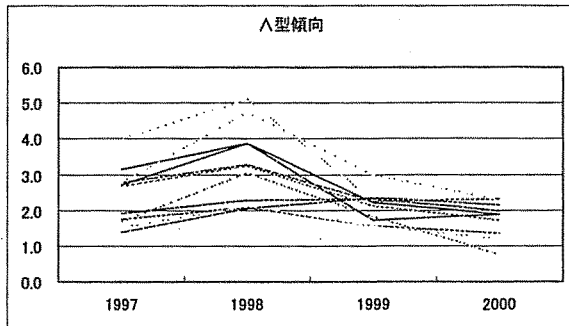
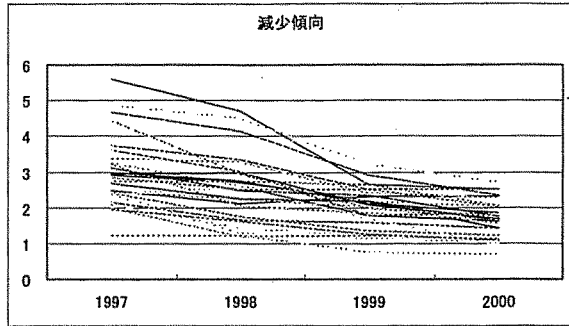


図1 経年変動パターンの例（ベンゼン）

表2 経年変化パターンの比較

動傾向を分類した例を図1に示す。

ここには4パターンのみを示したが、実際には4年間で7通りのパターンが存在する。このように変動パターンを分類した上で、それを物質ごとに47都道府県がどの変動パターンに分類されるかを集計した。その結果を表2に示す。これらの結果を見ると、次のようなことがわかる。

第一に、多くの物質について、経年的な減少傾向が見られる最もその傾向が顕著なのがベンゼンであり、47都道府県中27都道府県において減少している。これは、ガソリン中のベンゼン含有率に対する規制の効果が大きいと考えられる。全体的に、日本における有害化学物質濃度には減少傾向が見られると言える。

第二に、一部の物質については増大傾向が見られる点が挙げられる。その最も顕著な例は、ヒ素およびその化合物である。これらの物質に対しては、早急に規制等の対策がとられる必要があるといえる。

第三に、図1に見られるように、各物質ごとの経年変化パターンは、都道府県ごとに大きく異なることが挙げられる。このことは、規制等の手法による化学物質対策は全国一律に行うことは適切とはいえず、きめ細かい対策が必要であることを示している。

#### 4. 社会経済データとの相関分析

大都市圏とそれ以外の圏域などの比較をより明確にするため、人口などの社会経済データと濃度測定値の相関分析を行った。社会経済データとしては、大気汚染と関連が強いと考えられる要素を経験的に選択した。

(各パターンに分類される都道府県数)

時系列変動傾向 (1997~2000)	アクリロ リル	アセトアル デヒド	塩化モ/ マー	クロホル ム	1,2-ジク ロエタン	ジクロロメ タン	テトラクロ エチレン	トリクロロ エレン	ニッケル及 びその 化合物	ヒ素及 びその 化合物	1,3-ブタ ジエン	ヘリウム 及びその 化合物	ベンゼン	ベンゾ(a) ピレン	ホルムアル デヒド	マンガ ン及びその 化合物	クロム及 びその 化合物
単調増加	4	3	1	2	5	7	1	1	4	7	2	2	0	1	6	3	4
単調減少	7	7	8	6	5	10	16	10	4	4	9	10	27	2	7	6	7
増加-減少	11	9	15	15	13	10	14	14	10	7	9	11	11	1	8	6	7
減少-増加	8	9	6	11	5	10	11	13	10	11	9	8	6	5	8	11	7
増加-減少-増加	8	2	5	6	9	3	1	3	6	7	5	1	1	3	5	7	4
減少-増加-減少	3	3	6	3	1	3	4	6	2	0	5	2	2	0	2	1	3
変動なし	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
欠測	6	13	6	4	9	4	0	0	11	11	8	13	0	35	11	13	15

表3 濃度と社会経済データの相関行列 (太字は5%有意)

	アクリロニ リル	アトアル デヒド	塩ヒモ/ マー	ジクロメ タン	テトラク ロエチレン	トリクロ ロエチレン	ニッケル 及びそ の化合 物	1,3-ブタ ジエン	ベンゼン	ベンゾ (a)ピレン	ホルムア ルデヒド
人口	<b>0.36</b>	<b>0.35</b>	0.03	<b>0.61</b>	<b>0.36</b>	0.09	0.00	0.28	0.24	0.26	<b>0.36</b>
工業生産額	0.29	<b>0.46</b>	0.09	<b>0.72</b>	<b>0.41</b>	0.12	0.07	0.30	0.19	0.22	<b>0.47</b>
工場数	0.30	<b>0.38</b>	0.00	<b>0.75</b>	<b>0.51</b>	0.25	-0.01	0.26	0.22	0.20	<b>0.42</b>
化学工業生産額	0.31	<b>0.42</b>	<b>0.40</b>	<b>0.51</b>	<b>0.36</b>	0.05	0.21	0.29	0.16	0.14	<b>0.43</b>
石油化学工業生産額	0.04	0.26	0.29	0.17	-0.01	-0.09	0.20	0.15	0.10	0.14	0.21
プラスチック工業生産額	0.34	<b>0.43</b>	0.09	<b>0.78</b>	<b>0.38</b>	0.19	0.00	0.32	0.19	0.20	<b>0.50</b>
鉄鋼製品生産額	0.24	<b>0.51</b>	0.22	<b>0.40</b>	0.10	-0.05	0.07	0.16	0.10	0.27	<b>0.46</b>
病院数	<b>0.36</b>	0.30	0.00	<b>0.40</b>	0.20	-0.02	-0.03	0.25	0.19	0.35	0.27
登録自動車台数	<b>0.41</b>	<b>0.37</b>	0.02	<b>0.63</b>	<b>0.39</b>	0.13	-0.01	0.28	0.26	0.29	<b>0.40</b>

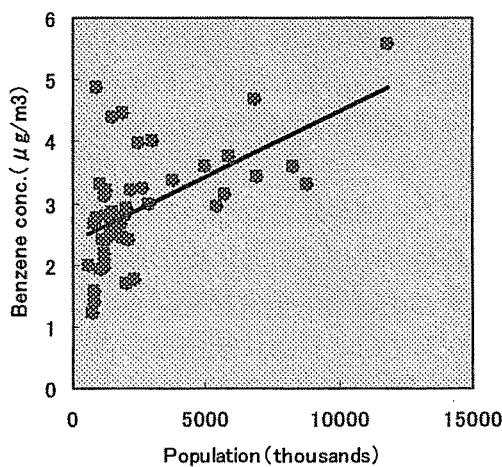


図2 (a) ベンゼン濃度と人口の相関

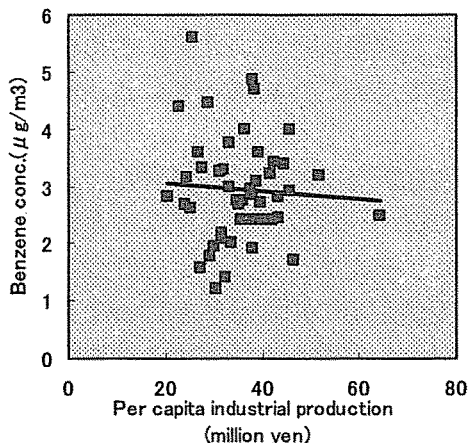


図2 (b) ベンゼン濃度と工業生産額の相関

図2はその相関関係を示した散布図の例である。(a)の人口とベンゼン濃度のように、かなり高い相関を示す例と、(b)の工業生産額(人口1人あたり)とベンゼン濃度のように、明確な相関関係が見られない例がある。前者の例

は、人口の多い都道府県ほど濃度が高い傾向ははっきりと示している。ただし人口の少ない都道府県の一部で高濃度が出ており、それは固定発生源などの地域特有の状況が影響しているものと思われる。

表3はそれらをまとめたもので、各物質の都道府県別加重平均濃度と、人口等の社会経済データの関連性の相関行列を示している。全体としては相関係数がそれほど高いとはいえないが、一部の物質と社会経済項目の間には、0.7以上の比較的高い相関が見られ、これらの汚染が基本的には社会経済要因に影響されていることを示している。ただし、多くの物質についてはそのような明瞭な傾向は見られず、地域特性の影響や、データの空間分解能の制約が原因にあるものと思われる。

### 5. 因子分析による汚染要因の分析

化学物質汚染の要因は複雑であり、物質別の測定値からそれらの汚染要因を見出すことは容易ではない。与えられた多くの変量間の相関関係を分析して、それらの背後に潜む因子を探る手法として因子分析があり、ここでは各物質の都道府県別加重平均濃度を用いて因子分析を行った。なお、測定地点数や測定回数の不統一があるため、すべての物質を分析の対象とはしていない。

結果として得られた因子負荷行列を表4に示す。各因子は次のように解釈した。まず第一因子に注目すると、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレンの負

表4 バリマックス回転後の因子負荷行列 (一般環境・H12)

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
アクリロニトリル	-0.205	0.374	0.544	0.342	0.299
アセトアルデヒド	0.527	0.287	0.521	0.387	-0.229
塩化ビニルモノマー	0.088	0.197	0.093	0.839	0.002
クロロホルム	0.281	-0.258	0.740	0.014	0.201
1,2-ジクロロエタン	0.217	0.055	0.090	0.837	0.132
ジクロロメタン	0.830	0.145	0.092	0.283	0.164
テトラクロロエチレン	0.801	0.272	0.100	0.097	-0.046
トリクロロエチレン	0.865	-0.124	0.152	-0.018	-0.056
ニッケルおよびその化合物	0.306	0.721	0.049	0.136	0.071
ヒ素およびその化合物	-0.247	0.733	-0.085	0.231	-0.104
1,3-ブタジエン	0.101	0.424	0.701	0.112	-0.164
ベリリウムおよびその化合物	-0.070	0.177	0.100	0.112	0.911
ベンゼン	0.511	0.005	0.581	0.032	0.142
ベンゾ(a)ピレン	0.422	0.229	0.526	0.487	0.168
ホルムアルデヒド	0.645	0.257	0.276	0.234	-0.168
マンガンおよびその化合物	0.326	0.702	0.221	0.254	0.379
クロムおよびその化合物	0.278	0.777	0.196	-0.048	0.236
寄与率(%)	22.0	17.2	14.5	13.0	8.1
累積寄与率(%)	22.0	39.2	53.7	66.8	74.9

に変動することはあり得ず、このように毎年寄与の順位が入れ替わることは不合理である。この問題はデータの解像度の不足による点が多いと考えられるので、今後の課題である。

6. まとめ

全国の大気中有害化学物質モニタ

荷量が多いことから、溶剤系の固定発生源の影響を示すとみられる。また、アセトアルデヒドやホルムアルデヒドの負荷量も大きいことから、光化学要因も混在しているものとみられる。第二因子については、重金属類の負荷が多いことから、燃焼や金属精錬の影響を示すとみられる。第三因子は、ベンゼン、1,3-ブタジエンの負荷が多いことから、自動車発生源の影響を示すとみられる。第四因子は、塩ビモノマーやジクロロメタンの負荷が多いことから、石油化学由来の影響が大きいと見られる。

この結果から、因子分析によって有害化学物質の発生源を大まかに分類し、その寄与を見積もることの可能性があるといえる。しかし、表4に示すように、年度によって発生源種別ごとの順位が入れ替わるような結果も見られる。全体としては、石油化学や自動車など、一般に有害化学物質の主要な発生源と考えられている事業所が上位となっており、その点では妥当ともいえる。しかし、本来これらの発生源からの排出量が年度によって大幅

リングデータを、経年的変化を中心にいくつかの角度から分析した。その結果、

- 1) 全般的には濃度は減少傾向にあり、規制等の対策の効果がうかがえること
- 2) 逆に一部の物質については増加傾向にあり、緊急の対策が必要と考えられること
- 3) 濃度と社会経済データの間には、一部に相関が見られるが、不明確な場合も多いこと
- 4) 因子分析によって発生源の分類の可能性

などが示された。今後データの充実により、さらに詳細な分析が可能となることが期待される。

キーワード

有害化学物質、統計分析、経年変化、社会経済データ、因子分析

参考文献

[1]片谷教孝、山田昌幸：大気中有害化学物質モニタリングデータの統計的分析、第7回衛生工学シンポジウム論文集、pp81-84、1999。

表4 年度ごとの因子解釈の変化

年度	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子
1997	溶媒、自動車	光化学	燃焼・精錬	自動車
1998	石油化学	溶媒	自動車	燃焼・精錬
1999	石油化学	溶媒	光化学	自動車
2000	溶媒、石油化学	燃焼・精錬	自動車、??	石油化学