



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
Author(s)	片谷, 教孝; 山田, 昌幸
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 地球環境 . 3-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 81-84
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7269
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-3-2_p81-84.pdf



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

片谷 教孝、山田 昌幸 (山梨大学工学部)

1. はじめに

近年になって、ダイオキシン類や内分泌攪乱物質(環境ホルモン)の問題に代表されるような、有害性を有する化学物質による環境汚染や人体影響が注目されるようになってきた。歴史的にみると、日本における有害化学物質問題は、シアン等の流出による河川の汚染とそれによる魚類の斃死、有機塩素化合物等による地下水汚染など、主として陸水の問題として注目されてきた。しかし近年では大気の問題として注目される度合いが高くなってきている。それに対応して環境庁では、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開始した。

本研究は、そのモニタリングデータをいくつかの視点から集計・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。本報ではその第一段階の分析結果を報告する。

2. 分析方法

分析に用いたデータは、平成9年度に環境庁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モニタリングの結果である。対象物質は次の19物質となっているが、後述するように測定地点数や測定回数などに不統一があるため、本研究では必ずしもすべての物質を分析の対象とはしていない。

- 1) アクリロニトリル
- 2) アセトアルデヒド
- 3) 塩化ビニルモノマー
- 4) クロロホルム
- 5) 1,2-ジクロロエタン
- 6) ジクロロメタン

- 7) 水銀
- 8) ダイオキシン類およびコプラナーP
CB
- 9) テトラクロロエチレン
- 10) トリクロロエチレン
- 11) ニッケル化合物
- 12) ヒ素およびその化合物
- 13) 1,3-ブタジエン
- 14) ベリリウムおよびその化合物
- 15) ベンゼン
- 16) ベンゾ(a)ピレン
- 17) ホルムアルデヒド
- 18) マンガンおよびその化合物
- 19) クロムおよびその化合物

測定地点は一般環境、道路周辺、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。各地点で全物質が測定されているわけではないため、物質相互間の比較などはやや困難な面がある。表1に物質種類の測定地点数を示す。

表1 測定地点数一覧

	一般環境	道路沿道	発生源周辺
ダイオキシン類	63	3	2
水銀	11	0	2
ベンゾピレン	31	7	6
揮発性有機化合物・有機塩素化合物	158~241	43~84	49~81
重金属類	147~173	23~28	37~48

測定回数は最大で年間12回であるが、物質あるいは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。

データの分析方法としては、次のような項目が主なものである。このほかにもさまざまな分析を行ったが、本報では下記4項

目について報告する。

- 1) 都道府県別加重平均濃度の算出
- 2) 都道府県別地域リスクの算出
- 3) 社会経済データとの相関分析
- 4) 因子分析による汚染要因の分析

3. 分析結果

3.1 都道府県別加重平均濃度

表2は各物質の濃度測定値を都道府県別に平均したものである。ただし地点により測定回数が異なるため、今回はその測定回数を重みとして加重平均を行った。

結果を見ると、次のようなことがわかる。

- 1) 都道府県によるばらつきが大きい。

物質により異なるが、各物質とも都道府県によるばらつきはかなり大きく、一部の物質では最高と最低の測定値が100倍以上開いている。このことから、化学物質による汚染は全国に均一に近い形でひろがっているのではなく、地域ごとの差異がかなりあるといえる。ただし都道府県によっては測定地点が1地点のみという場合もあり、地域代表性が不明確であるため、このばらつきがそのまま都道府県ごとの汚染状況の相違を示すとはいいいにくい。

- 2) 大都市圏が必ずしも高濃度ではない。

化学物質の環境への放出の多くが人間活動に起因することから、人口の集中する大

表2 都道府県別加重平均濃度

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	アクリロ トリル	アセト アルデヒド	塩化ヒ ニルモノ	クロル ルム	1,2-ジ クロロエ タン	シクロ メタン	トクロ ロエチレ	トリクロ ロエチレ	ニッケル	ヒ素	1,3-ジ ブタジ エン	ヘリウ ム	ベンゼ ン	ベンジ (a)ピレ	ホルム アルデヒド	マンガン	クロム
北海道	0.13	2.8	0.02	0.95	0.05	1.82	0.82	0.19	3.96	1.45	0.23	0.96	3.14	1.65	3.14	24.1	3.4
青森							0.26	0.05					2.60				
岩手	0.10		0.05	0.26	0.06	1.25	3.42	3.62			0.18		2.47				
宮城	0.06	1.2	0.02	0.18	0.09	0.97	0.23	0.30	2.50	1.60	0.08	0.03	1.77	0.07	1.73	9.9	0.9
秋田	0.09	1.0	0.02	0.13	0.07	1.16	0.21	0.16	2.00	2.00	0.20		2.17		2.40		
山形	0.13	2.4	0.02	0.27	0.10	0.85	0.16	0.52	1.40	0.56		0.30	2.40		2.35	8.8	1.9
福島				0.23		2.92	4.23	4.36	3.02				2.40			13.1	
茨城		50.0		0.59			1.20	0.28	2.60	1.25		0.05	4.00		50.00	9.3	6.2
栃木	0.08	8.8	0.06	0.19	0.12	2.07	0.77	4.76	3.40	0.71	0.29	0.14	2.92		7.59	26.6	5.7
群馬	0.05	3.7	0.05	0.06	0.02	10.00	0.10	1.30	18.70	1.30	0.26	0.02	1.70		4.70	18.0	1.1
埼玉	0.07		0.04	0.28	0.06	8.04	1.95	3.78			0.61		4.68				
千葉	0.22	2.3	0.26	0.52	0.40	2.62	2.45	2.82	5.54	0.75	0.23	0.27	3.74	0.38	2.58	28.9	6.3
東京	0.13	5.8	0.1	0.44	0.19	7.29	1.97	4.61	6.33	1.32	0.43	1.00	5.59	0.22	3.04	34.7	6.0
神奈川	0.19	4.3	0.04	0.26	0.09	4.45	1.50	3.12	14.30	1.54	0.61	0.92	3.58	0.50	5.27	63.2	14.9
新潟	0.12	1.5	0.05	0.71	0.13	1.66	0.52	1.	7.04	1.60	0.22	0.05	3.98	0.31	1.65	22.5	6.1
富山	0.05	2.6	0.14	0.24	0.12	1.63	0.26	2.57	5.00	0.70	0.10	0.04	2.42		2.20	17.0	5.0
石川				0.24		1.62	0.36	0.41					2.09				
福井	0.24	1.9	0.28	0.18	0.37	1.20	0.20	0.37	5.00	0.83	0.09	0.50	1.40		1.93	50.0	0.4
山梨	0.11		0.02	1.06	0.14	3.37	10.00	10.00			0.60		4.87				
長野	0.02	7.8	0.02	0.17	0.08	3.24	0.74	4.36	5.00	1.60	0.23		3.22		6.40		
岐阜	0.16	0.6	0.1	0.17	0.17	2.83	0.88	9.23	2.70	1.30	0.31	0.25	2.40		1.10	8.0	6.0
静岡	0.16	5.2	0.13	0.2	0.03	2.05	4.18	4.06	9.50	2.48	0.26	0.20	3.37		5.17	22.7	6.8
愛知	0.20	2.7	0.07	0.45	0.15	7.88	0.90	2.19	10.45	2.53	0.25	0.05	3.42	0.97	3.20	46.7	14.7
三重	0.13	1.9	0.18	0.26	0.14	3.37	0.31	0.59	6.02	1.13	0.32	0.20	2.44		1.99	22.3	
滋賀	0.08	3.5	0.07	0.25	0.22	4.17	1.00	5.67	5.20	2.23	0.27	0.20	3.20		4.00	30.3	2.8
京都	0.12	1.9	0.04	0.32	0.12	2.13	2.88	2.72	5.97	2.65	0.20	0.05	3.25		3.75	22.5	8.4
大阪	0.13	4.2	0.19	0.47	0.26	6.30	3.03	2.67	8.33	4.72	0.30	0.08	3.31	0.89	4.47	43.2	6.8
兵庫	0.14	3.7	0.46	0.47	0.42	2.50	1.46	1.03	5.83	2.04	0.15	0.05	2.96		4.43	36.4	5.8
奈良	0.05	2.9	0.07	0.35	0.13	3.00	0.72	1.10	4.50	1.15	0.29	3.50	2.76		2.40	50.0	4.0
和歌山	0.12	1.8	0.07	0.1	0.13	1.40	4.12	4.19	7.36	1.18	0.13	0.24	1.91		2.60	56.2	2.3
鳥取	0.05		0.03	0.23	0.16	0.67	0.22	0.05			0.24		2.00				
島根	0.07	1.4	0.05	0.22	0.20	0.86	0.22	0.15	2.40	1.75	0.07	0.13	1.21	0.05	1.44	10.9	2.3
岡山	0.12	1.8	0.05	0.17	0.15	1.58	0.15	0.59	3.40	1.10	0.18	0.12	2.80	0.90	2.30	56.0	4.0
広島	0.23	2.0	0.06	0.21	0.14	1.64	0.46	0.75	3.50	1.07	0.41	0.09	2.98		2.18	27.8	5.4
山口	0.66	5.0	0.4	1.21	0.67	1.91	0.18	0.25	7.90	3.40	0.57	0.24	2.72		4.80	34.8	14.9
徳島	0.07	1.6	0.19	0.57	0.85	1.73	0.18	0.19	2.66	1.99	0.19	0.50	2.67		7.53	46.2	13.0
香川	0.24	4.0	0.09	0.22	0.33	1.61	0.57	0.44	5.70	9.59	0.25	0.13	3.30		2.25	35.7	3.2
愛媛	0.27	3.2	0.1	0.31	0.23	1.67	0.35	0.41	3.10	3.86	0.50	0.21	2.84	0.40	3.17	18.0	1.4
高知	0.05	1.4	0.06	0.15	0.06	0.55	0.10	0.10	2.63	0.20	0.18	0.42	1.54		2.17	14.5	4.1
福岡	0.23	2.9	0.19	0.42	0.09	1.47	0.38	0.88	6.54	3.53	0.25	0.12	3.60	0.97	5.55	36.6	7.0
佐賀	0.08	2.6	0.02	0.12	0.02	1.07	0.37	0.17	8.50	0.25	0.01	0.20	2.75		2.35	31.3	36.5
長崎	0.12	3.2	0.08	0.15	0.07	0.77	3.57	3.52	3.33	3.27	0.12	0.20	4.40		2.10	40.0	4.5
熊本	0.14	1.9	0.09	0.25	0.10	1.48	0.14	0.07	7.65	1.83	0.25	0.10	4.45		2.50	36.9	2.0
大分	0.07	2.7	0.05	0.2	0.14	4.79	0.25	0.08	5.00	0.70	0.31		3.10		3.87		
宮崎		2.9		0.07		0.78	0.20	0.18	1.10			0.15	1.95		1.95	17.0	
鹿児島	0.04	1.5	0.05	0.16	0.07	1.07	10.00	10.00	2.00	2.17	0.55	0.20	2.67		1.80	50.0	2.0
沖縄							0.31	0.20					2.80				

都市圏ほど濃度が高い傾向があると考えるのが自然である。しかしこの結果を見ると、ベンゼンや1,3-ブタジエンなどの一部の物質を除いて、そういう傾向が見られない。ベンゼンや1,3-ブタジエンは自動車からの排出が主体と考えられていることから、自動車由来物質については大都市圏ほど高濃度となる傾向があると考えられる。

3) どの物質も低濃度という都道府県は少ない。

全国平均との比較でみると、どの物質も低いという都道府県は、高知県などごくわずかしかない。このことは、化学物質汚染の問題は、全国的に広がっていることを示すものといえる。

3.2 都道府県別地域リスクの算出

ここでは主として自動車由来と考えられるベンゼンと1,3-ブタジエンを対象として、都道府県別の発ガンリスクの分布を求めた結果を示す。

図1は両物質による1人あたりの発ガンリスクを求めた結果である。この個人リスクは、環境濃度にユニットリスクを乗じることにより求められる。ユニットリスクは単位暴露量あたりの発ガン確率を示したもので、米国EPAなどが値を公表しており、本研究もそれに従っている。具体的な値はベンゼンが $8.0 \times 10^{-6} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ 、1,3-ブタジエンが $1.5 \times 10^{-4} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ である。

この結果をみると、大都市圏ではその他の地域と比較しておよそ5倍から10倍ほどリスクが大きいことがわかる。もちろん大気中の濃度分布は複雑であり、同じ県内でも地点による濃度の差は大きい。したがってより詳細なリスクの分布を把握しようとするならば、より密度の高い測定を行う必要がある。しかし十分な密度による測定は容易ではないので、モデル計算によって補うことも重要といえる。

図2は都道府県単位の地域リスクを求めた結果である。地域リスクは個人リスクに

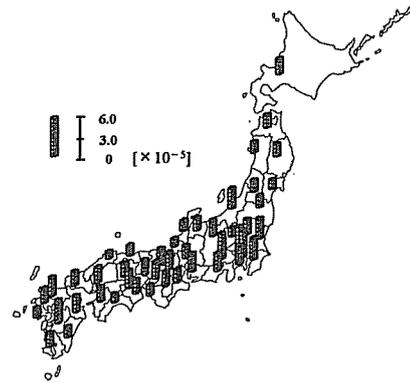


図1(a) ベンゼンによる個人リスクの分布

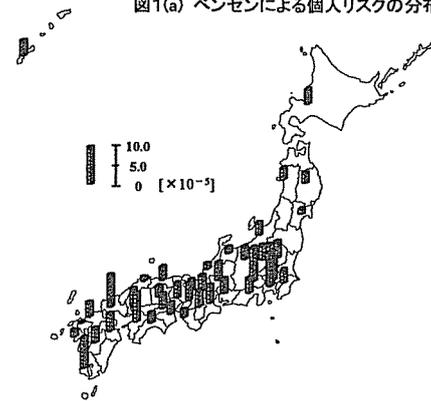


図1(b) 1,3-ブタジエンによる個人リスク

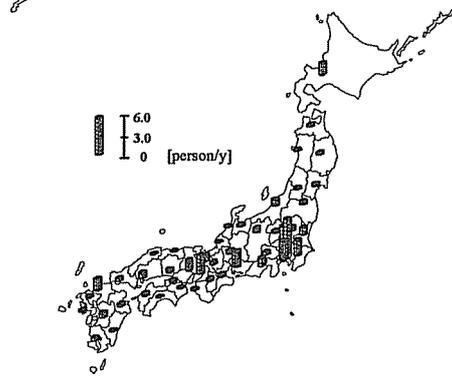


図2(a) ベンゼンによる地域リスク

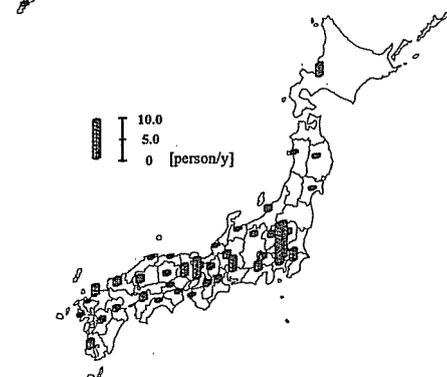


図2(b) 1,3-ブタジエンによる地域リスク

人口を乗じることによって求められる。この結果を見ると、大都市圏の都道府県が抜きん出て高いリスクを示している。ただし熊本県のように、必ずしも大都市を有していない県でも高い地域リスクを示す場合もある。この理由は明確ではないが、固定発生源の影響などが考えられる。

3.3 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。ここでは紙面の関係で、結果を1例だけ示す。

図3はベンゼン濃度と人口の関係である。相関係数でみると0.57と必ずしも高いとはいえないが、人口が多い都道府県ほど濃度が高い傾向ははっきりと見られる。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。

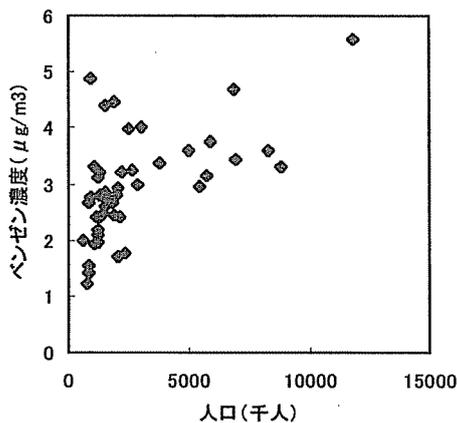


図3 ベンゼン濃度と人口の相関

3.4 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。ここでは1つの試みとして、都道府県別の測定データを用いた因子分析を行った。

表3 因子負荷行列

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子
アセトアルデヒド	0.351	0.802	0.226	0.270	0.012
アクリロニトリル	0.124	0.206	0.197	0.763	0.042
ヒ素	0.027	-0.162	0.126	0.787	0.016
ベンゼン	0.346	0.675	0.357	0.010	0.257
ベンゾ(a)ピレン	0.217	-0.055	-0.231	0.311	0.831
ベリリウム	0.101	0.879	-0.191	-0.152	0.230
1,3-ブタジエン	0.329	0.747	-0.031	0.461	-0.182
1,2-ジクロロエタン	-0.131	-0.054	0.900	0.063	-0.217
ジクロロメタン	0.700	0.346	0.356	-0.011	0.050
クロホルム	-0.092	0.218	0.121	-0.100	0.895
クロム	0.935	0.124	0.013	0.110	0.048
ホルムアルデヒド	0.484	0.297	-0.044	0.724	0.157
マンガン	0.839	0.156	-0.060	0.206	0.033
ニッケル	0.893	0.255	0.018	0.171	0.016
テトラクロロエチレン	0.361	0.343	0.756	0.038	0.147
トリクロロエチレン	0.566	0.583	0.540	-0.137	-0.098
塩化ビニルモノマー	0.014	-0.052	0.829	0.442	0.081

結果として得られた因子負荷行列(バリマックス回転後)を表3に示す。各因子の解釈は必ずしも明確ではないが、一応の解釈としては次のようになる。

第一因子：クロム、マンガン、ニッケルなどの重金属類の係数が大きいことから、燃焼、金属精錬などの発生源の影響を示すとみられる。

第二因子：ベンゼン、ブタジエンなどの自動車由来が主体と考えられる物質の係数が大きいことから、移動発生源の影響を示すとみられる。

第三因子：ジクロロエタン、塩化ビニル、テトラクロロエチレンなどの係数が大きいことから、石油化学系発生源の影響を示すとみられる。

なお、1県に測定点が1地点のみというようなデータを除外すれば、より明確な因子が得られる可能性もある。

4. おわりに

全国の大気中有害化学物質モニタリングデータをいくつかの角度から分析した。その結果、大都市圏での高濃度が物質によっては得られていないことや、ベンゼンなどでは人口との関連が強いこと、因子分析によって発生源の分類が可能であることなどが示された。

今後はさらに他の多変量解析などの統計的手法の適用を試みる予定である。