

大気汚染物質の個人の被曝量について (第1報)

岡山大学医学部公衆衛生学教室 (指導・緒方正名)

井上 堅太郎

(昭和52年8月19日受稿)

はじめに

現在行われている大気汚染物質の測定は、一定の地区ごとに、測定機を設置し、測定地点の汚染濃度を常時、継続的に行うのが代表的な方法となっている。常時測定網は主として、地方自治体の手で整備され、測定項目は主要な大気汚染物質である、SO₂、NO_x (NO, NO₂)、CO、光化学オキシダント、浮遊粉じんなどで、測定地点は1359か所に及んでいる¹⁾。

大気汚染に係る健康被害に関する疫学調査等において、「住民の被曝濃度」との関係が論じられる場合、その多くは、常時測定値が利用される。

しかし、この常時測定値は「屋外の大気」の濃度であるので、個人に注目すると、かなりの時間を屋内ですごしているし、道路周辺での生活時間の差など、同じ地区に生活していても、大気汚染物質に被曝される程度が異なる。従って、個人が実際に被曝した大気汚染濃度が実測されることが望ましい。

労働衛生上の個人被曝測定用のサンプラーが有機溶剤^{2),3)}や粉じん^{4),5),6)}について研究され、また、一般家庭やビルの室内の測定研究^{7),8)}室内、室外空気の大気汚染濃度の差^{9),10),11),12),13),14)}などについての研究がなされている。しかし、実際に個人が被曝される量についての研究例はないようである。従って、今後、大気汚染物質の個人被曝量を求めるため個人サンプラーの開発利用、あるいは、個人の生活(活動)の場所、時間、大気汚染濃度からの推計等の方法を検討する必要がある。

著者らは、大気汚染物質の個人の被曝の実態を解明することを目的として、岡山県南の3名の個人に注目し、被曝濃度を実際に測定するとともに、測定

値と常時測定値から推定した場合の被曝濃度測定値との比較を行った。

調査方法

(1) 調査対象

次の3名を選んで調査した。

A氏：岡山市内のオフィスに勤務し、片道30分程度でマイカー通勤。

B氏：岡山市内のモータープールに勤務し、片道30分程度でマイカー通勤。

C氏：岡山市内のオフィスから水島地区へ調査等のため出かけ、夕方 オフィスに帰る。

A, B, Cの昼間の行動は概ね、次のとおりである。

A氏：7:45~8:10 通勤(自家用車)

8:10~18:00 オフィス勤務

18:00~18:30 通勤(自家用車)

B氏：7:45~8:15 通勤(自家用車)

8:15~18:30 モータープール勤務

18:30~19:00 通勤(自家用車)

C氏：9:30~11:00 自動車で水島へ

11:00~15:00 水島で調査等

15:00~16:00 自動車で岡山へ

なおC氏の場合の時間は、日により多少前後している。

(2) 調査方法

調査対象の3名に、SO₂とNO₂の吸収液を入れたインピンジャーを取付けたハンディサンプラーと、浮遊粉じんを測定するための携帯用デジタル粉じん計(柴田P-3型)を携行してもらって調査した。

(3) 分析方法

SO₂: パラロザニリンホルマリン法¹⁵⁾によった。

NO₂: ヤコブス法¹⁶⁾によった。

なお, SO₂, NO₂については2段吸収を行った。

(4) 常時測定値との比較

各個人の実際の被曝濃度と常時測定値から推定した場合の被曝濃度を比較した。

Table 1. Exposed level of dust SO₂ and NO₂

Person	Date	dust ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)
A	7.13	105	ND	6
	7.14	141	2	10
	7.15	208	ND	10
	7.16	210	ND	10
	7.17	110	ND	8
B	7.19	37	ND	3
	7.20	31	ND	4
	7.22	43	ND	2
	7.23	—	ND	6
C	7.27	55	23	59
	7.28	97	14	64
	7.29	54	5	110

常時測定値は各個の生活時間毎に, 最寄りの常時測定値を, 自動車に乗っている時間は, 通過する道路に近い測定所の値の平均値を利用した。

調査結果

(1) 平均被曝濃度

A, B, Cの平均被曝濃度は, 表1のとおりであった。

浮遊粉じんについては, Aが最も被曝濃度が高く105~210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cが54~97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

二氧化硫については, Cが5~23ppbであったが, A, Bについてはほとんど不検出であった。

二氧化窒素については, Cが41~79ppb, A, Bはともに10ppb以下であった。

(2) 浮遊粉じんの時刻別被曝濃度

浮遊粉じんについては, デジタル粉じん計により, 時刻別の被曝濃度を測定したが, その結果を図1~図3に示した。

A (図1) は, 10~16時の間のクーラーの作動時に浮遊粉じん濃度の高い大気に曝されていた。クーラー作動時の高濃度は, 喫煙に由来するものである。

B (図2) は, モータープールの管理事務所で, 自動車排出ガスに曝されやすい場所であるが, 調査当日が, いずれもかなり風が強かったため, 比較的低濃度であった。

また, A, Bともに, 朝, 夕の自動車による通勤時の粉じん濃度はあまり高くなかった。

Cは, 若干高い濃度に曝されており, それは, 7

Fig. 1 Exposed level of dust (A)

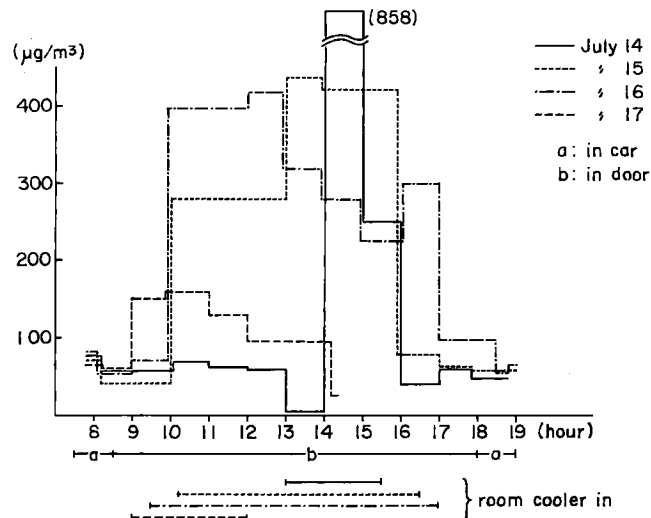


Fig. 2 Exposed level of dust (B)

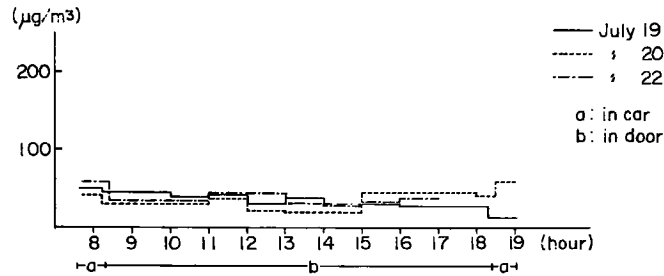
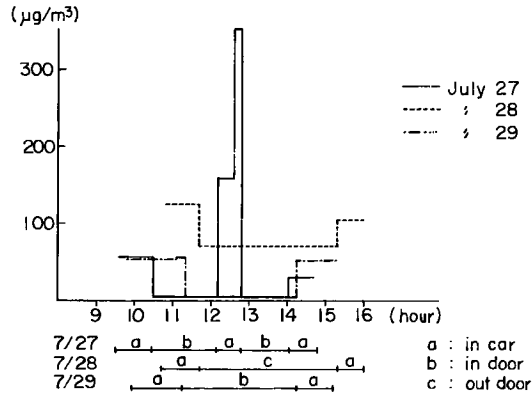


Fig. 3 Exposed level of dust (C)



月27日と28日の自動車の運転時、とくに7月27日に高濃度に曝されていた。

(3) 常時測定値との比較

常時測定値と実際の個人の被曝量を比較した結果は、表2のとおりであった。

a) Aは、浮遊粉じんについては、常時測定値よりもかなり高濃度に被曝しており、Aは実際は $105 \sim 208 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の大気に曝されているが、常時測定値は $28 \sim 85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、Aの被曝濃度とかなり異なる。SO₂については、Aは実際にはほとんど曝されていないが、常時測定では、 $26 \sim 41 \text{ppb}$ が測定されている。NO₂については、Aは常時測定値の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ の濃度に被曝している。

b) Bは、Aに似て、浮遊粉じんについては、 $31 \sim 43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の大気に曝されているが、常時測定値は $13 \sim 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、Bの実際の被曝濃度が高い。SO₂については、実際にほとんど曝されていないが、常時測定値は $22 \sim 29 \text{ppb}$ 、NO₂についても実際の被

曝濃度が低く、常時測定値の $\frac{1}{2}$ 以下である。

c) Cは、浮遊粉じんについては、7月27日、29日については、常時測定値が高く、7月28日は、ほぼ同レベルとなっている。SO₂は、3日ともに常時測定値の濃度が高く、Cの実際の被曝濃度は $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{3}$ 程度である。NO₂は、7月27日、28日についてはほぼ同レベル、7月29日はCの被曝濃度が高い。

考察

(1) 測定法について

SO₂、NO₂については液体吸収法により測定し、吸収されないガスの飛散を防ぐため、2段吸収を行った。分析の結果では2段目にはほとんどSO₂、NO₂ともに検出されなかったため、吸収効率については問題がないものと考えられる。しかし、SO₂、NO₂ともに常時測定に用いられる方法と異なる分析法によっていることなど、分析方法に若干の問題がある。

浮遊粉じんについても、携帯用のデジタル粉じん

計によっており、若干の誤差が考えられる。特に室内の喫煙に由来する粉じんについては、室外の一般的な大気をデジタル粉じん計で測定した場合との相違が指摘されており、¹⁷⁾喫煙に由来する室内粉じんをデジタル粉じん計で測定した場合、少し低く評価する必要があるものと考えられる。しかし、このことを考慮に入れても、Aが、かなり高濃度の浮遊粉じんに被曝していたことは確からしい。

(2) 被曝濃度と環境基準

SO₂、NO₂、浮遊粒子状物質については環境基準が定められている。¹⁸⁾

浮遊粉じんについては今回の測定方法によれば1時間毎に測定しているので、浮遊粒子状物質¹⁸⁾の1時間値に係る環境基準値(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下)と比較することができる。ただし、デジタル粉じん計の測定値は、浮遊粒子状物質濃度と評価するには問題があるが、大略の傾向として評価することは可能である。

A、B、Cの被曝濃度を環境基準と比較すると、Aは、かなり上廻る時間が多く、Cは、数時間上廻る時間がある。Bは、基準内の被曝濃度である。

(3) 各個人の被曝濃度について

大気汚染物質の個人の被曝濃度は、各個人の活動する場所、時間によって差があることが確かめられた。

A、Cは、それぞれの生活と関係の深い汚染大気に曝されていることが測定された。Aは室内勤務が長いので、部屋を閉めてクーラーを作動した時の喫煙に由来すると考えられる浮遊粉じんに、かなり高濃度に曝され、この濃度は室外の常時測定値の濃度レベルよりもかなり高い。これに対して、SO₂、NO₂は室外の常時測定値よりも低濃度であった。特に、SO₂はほとんど不検出である。NO₂濃度が6~10ppb測定されているが、これは室内空気汚染によるものか、室内の喫煙に由来するものと考えられる。

Cの浮遊粉じんは、7月27日、29日については、室内に居る時間が長かったため、実際の被曝濃度が常時測定値よりも低く、7月28日は大部分を室外又は窓を開放した自動車に乗っていたため、実際の被曝濃度は常時測定値と同レベルとなったと考えられる。NO₂については、Cはかなり高濃度に被曝されているが、これは、Cが自動車を利用して戸外で生活することが多く、水島地区の一般的に濃度の高い空気に曝されていることと、自動車に乗っていた間の自動車排出ガスによるものと考えられる。

またCは、図3から明らかなように自動車の運転時に、かなり高濃度の浮遊粉じん汚染大気に曝されている例があるが、これは自動車排出ガスと自動車

Table 2. Exposd level and data of monitoring station

Person	Date	dust ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		SO ₂ (ppm)		NO ₂ (ppm)	
		exposed level	data of monitoring station	exposed level	data of monitoring station	exposed level	data of monitoring station
A	7. 13	105	85	ND	41	6	21
	7. 14	141	47	2	36	10	31
	7. 15	208	40	ND	30	10	24
	7. 16	210	72	ND	31	10	25
	7. 17	110	28	ND	26	8	16
B	7. 19	37	17	ND	23	3	15
	7. 20	31	13	ND	24	4	15
	7. 22	43	18	ND	22	2	18
	7. 23	—	35	ND	29	6	20
C	7. 27	55	94	23	63	57	51
	7. 28	97	85	14	66	64	60
	7. 29	54	81	5	59	110	43

の舞い上げる風じん等によるものと考えられる。

なおBについては、被曝量が低かったが、Bの生活場所はほとんど戸外と同一視できる場所であって、測定期間中は風が強くて大気汚染レベルが低く、モータープールに出入りする車の排出ガスの影響を受けにくかったためと考えられる。

(4) 常時測定値と被曝濃度の差違について

常時測定値と各個人の被曝にかなりの差が認められたが、これは主として、各個人が生活する局所の大気汚染、室内、室外の生活時間の長さで各個人の活動場所の移動等に起因していると考えられる。また常時測定の場合場所が個人の被曝を論議するには粗すぎることも原因していると考えられる。

(5) 個人の被曝量の測定について

以上のことから、各個人の大気汚染物質の被曝濃度は、実測するか、これが不可能である場合には、適度に類型化した各個人の生活場所ごとの大気汚染濃度を測定し、その結果と生活時間から推定するなど考えられる。

また、大気汚染に起因するせき、たん等の有訴を有するもの及び閉塞性疾患を有する個人等について、個人サンプラーを用いて被曝量を検討することも必

要と考えられる。

結論

生活場所や生活時間の異なる、A、B、Cの3人の大気汚染物質の被曝量を個人サンプラーにより測定した。その結果、以下のことが判明した。

(1) Aは、高濃度の浮遊粉じん濃度の事務室内で6～7時間を過ごすため、浮遊粉じん被曝量が最も高かった。

(2) Cは、大気汚染の常時測定結果の高い場所での生活時間が長く、自動車排出ガスにも被曝したため、NO_xの被曝量が最も高かった。

(3) Bは、開放された部屋で仕事をしており、被曝量を測定した日の大気汚染レベルが低かったため、最も被曝量が低かった。

(4) 以上のような結果からみて、大気汚染物質の個人の被曝量は、個人サンプラーによって、より正確に測定し得るものと判断される。

なお、本研究にあたり、ご指導、ご協力いただいた岡山大学公衆衛生学教室緒方正名教授、同教室野上祐作、東本通武、大熊勝明、剣持章子、大阪府立公衆衛生研究所公害衛生室中島泰知室長の諸氏に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 環境庁大気規制課：昭和51年版 日本の大気汚染状況，1976.
- 2) 関幸雄，市川正明，水口晴夫：有機溶剤蒸気の捕集について，蒸気用個人サンプラー，産業医学，14，138～139，1972.
- 3) 吉良尚平，佐伯孝雄，緒方正名：有機溶剤蒸気用個人サンプラーの改良，産業医学18，476～477，1976
- 4) 木村菊二：暴露粉塵測定用の労研式個人サンプラーについて（第1報），労働科学，41，239～245，1965
- 5) 木村菊二：暴露粉塵測定用の労研式個人サンプラーについて（第2報），労働科学，43，443～453，1967
- 6) 木村菊二：粉塵用個人サンプラーについて（第3報），日本産業衛生学会，日本産業医協議会講演集，136 1973.
- 7) 服部裕，呂俊民：タバコ煙による室内空気汚染（その1），大気汚染研究，10，606，1975.
- 8) 服部裕，呂俊民：タバコ煙による室内空気汚染（その2），大気汚染研究，10，607，1975.
- 9) C. R. Thompson, E. G. Hansel, G. Kats: Out door - Indoor Levels of Six Air Pollutants, Q. A. P. C. A. 23, 881～886, 1973.
- 10) 今野啓一：建物内外の空気汚染濃度について，大気汚染研究，4，142，1969
- 11) 三浦豊彦，木村菊二，肝付邦憲，大草寛，多田治，沢野勉：大気汚染物質の建築物内への浸入について，労働科学，4，493～500，1965.
- 12) 三谷一憲，近藤正人：大気汚染物質の室内環境におよぼす影響について，大気汚染研究，9，550，1974.
- 13) 村松学，岩本糸次郎，本間慶一，大坂隆，荒木三樹夫：大気中のSO₂，NO_xの室内影響について，大気汚染研究，9，551，1974.
- 14) 粒良恵子，瀧山哲也，岡本正義，吉田弘美：室内と室外における大気汚染物質の相関について，大気汚染

研究, 9, 552, 1974.

- 15) 長谷川利男, 城戸勝義, 小猿和男: 局内の空気汚染に関する研究—室内の窒素酸化物濃度を中心にして—: 公害と対策, 12, 1192~1202, 1976.
- 15) P. W. West, G. C. Gaek: Fixation of sulfur dioxide as disulfitomercurate (II) and subsequent colorimetric estimation, Anal. Chem, 28, 1816~1819 (1956).
- 16) M. B. Jacobs, S. Hochheiser: Continuous sampling and ultramicro determination of nitrogen dioxide in air, Anal. Chem, 30, 426~428 (1958).
- 17) 金子ふさ, 山岡茂夫, 福田正則, 宮崎竹二: 室内浮遊粉じん測定に関する検討, 日本産業衛生学会, 日本産業医協議会講演集, 628~629, 1977.
- 18) 環境庁告示第25号, 大気汚染に係る環境基準について (昭和48年5月8日), 1973.

The amount of air pollutants exposed to each person

(Part 1)

By

Kentaro INOUE

Department of Public Health, Okayama University Medical School, Okayama

(Director : Prof. Masana Ogata)

Amount of exposure of air pollutants to three persons (A, B and C) lived in different places and life times was measured by personal air sampler.

The results obtained as follows.

1) Amount of dust exposed to A showed the highest level among A, B and C, as A was stayed at business room in which atmosphere showed high level of dust for 6 — 7 hours.

2) The amount of NO₂ exposed to C showed the highest level, as C was exposed to atmosphere on places and traffic roads, showing high level of NO₂ derived from industry and measured by monitoring station, and from the exhaust.

3) Amount of air pollutants exposed to B showed the lowest level of air pollutants, as B stayed in the room with windows opened and was exposed to atmosphere of the lowest level of air pollutants at his measuring days.

4) From above results, it was estimated that the amounts of air pollutants exposed to each persons could be measured by personal sampler.