

倉敷市における大気汚染に伴う健康調査

(昭和48年度分)

川崎医科大学 公衆衛生

岡 本 正

岡山大学医学部 公衆衛生教室

目 黒 忠 道

(昭和50年11月24日受付)

A study of the influence of air pollution on a human body in Kurashiki City

Tadashi Okamoto

Department of Public Health, Kawasaki Medical School

Tadamichi Meguro

Department of Public Health, Okayama University Medical School

(Accepted on Nov. 24, 1975)

本文では昭和48年度の倉敷市の大気汚染の人体影響の調査を行なった。対象者は一般住民の結核検診の受診者の女子で40～69歳までのもので、受診者から無作為抽出によりその地区の同年代の人口とほぼ同じ構成割合にした。対象者数は汚染地区776人、非汚染地区311人である。呼吸器症状の有訴率と呼吸機能の調査の成績は次のようである。

- 1) 慢性気管支炎、喘息発作およびせき、たんが3ヶ月以上続くものの合計は汚染地区に有意に多かった。
- 2) スパイロの1秒率70%以下のものは両地区間に差がなかった。
- 3) フローボリューム曲線のPF, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} は汚染地区が低値を示し、殊に高年令層では著明に低下していた。
- 4) 汚染地区においてはPF, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} , $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は呼吸器症状の訴えない正常群も低値を示し、殊に高年令層が著明であった。
- 5) 以上のことから大気汚染は呼吸器症状の有訴率の増加と共に正常群の高年令層の呼吸機能の低下をもおこしている。

A chest x-ray mass screening examination of tuberculosis was performed among the inhabitants in Kurashiki City in June to August, 1973.

In order to study the influence of air pollution on a human body, of these inhabitants aged 40 to 69, 776 females in the air-polluted area, Mizushima, and 311 females in the non-air-polluted area, Kurashiki, were selected by random sampling

in proportion to the age distribution of Kurashiki City. And a comparative study of pulmonary function and the incidence of respiratory disease was made. The results obtained were as follows:

1) The sum of the subjects with chronic bronchitis, asthmatic attack and more than 3-month-continued cough or/and sputum was significantly larger in the study area.

2) The values of under 70% of FEV 1.0% between the two areas were not statistically significant.

3) Each of the values of PF, \dot{V}_{50} and \dot{V}_{25} by flow-volume curve was lower in the study area. And especially in the advanced ages, it was remarkably lower.

4) In the study area, it was found that the values of PF, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} and $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ were lower even in the normal group with no complaints of respiratory diseases, especially among the advanced ages.

5) Accordingly, it was considered that air pollution brought about earlier depression of pulmonary function of the advanced ages in the normal group with the increase of complaints of respiratory diseases.

I はじめに

水島を中心とした工場地帯の排煙総量は、昭和48年度現在で2000万ノルマル立方米/hとされ、それに伴うSO₂総量は約6500ノルマル立方米/h、NO_x総量は5000ノルマル立方米/hとされているが、それに伴う大気汚染の健康被害については、倉敷市衛生部と倉敷東保健所が共にその調査を行ない、その成績の概要は既に発表してきた¹⁾。しかしその調査対象者の選定に問題もあったので、われわれはその後、対象者の抽出方法および呼吸機能検査中フローボリューム曲線の解析²⁾³⁾方法等を追加検討したのでその成績について報告する。

II 調査対象および方法

(1) 調査対象

調査地区中大気汚染地区は水島地区の1福、2福、3福、4福、5福、水島、連島東、連島南、本荘の9学区で、対照の非汚染地区には旧倉敷地区およびその周辺の西、大高、万寿、中州、菅生、庄、天城、粒江の8学区を選んだ。

調査対象者は倉敷市の一般住民の結核検診の受診者のうちの40~69歳までの女子につき肺

機能殊にスパイロの検査に耐えうるものであって、各検診会場の受診者の中から無作為抽出によりそれぞれの地区の昭和45年の国勢調査の人口と対象者とがほぼ等しい年代構成割合になるようにした汚染地区の776人、非汚染地区の311人、合計1,087人である。なお男子は結核住民検診の対象者そのものが少なく、したがって受診者数も少なく、この抽出方法ができなかったので除外した。

(2) 調査方法

a) 呼吸器症状の調査方法

問診方式で行ない、BMRC方式並びにフレッチャー方式を行なったが、ここでは前年度と比較の意味もあってフレッチャー方式により、CBとは慢性気管支炎で、せき、たんが共に1年のうち3ヶ月以上つづき2年以上にわたるものをいい、C₃とはせきのみ3ヶ月以上、S₃とはたんのみが3ヶ月以上、C、Sとはせき、たんが3週間以上3ヶ月未満のものをさすこととし、C₃S、CS₃、C₃S₃はそれらの組み合わせである。また喘息発作とはこの1~2年間に喘息発作のあったもののみをさすこととした。ここで以下C、S、CSの合計を軽訴と呼び、C₃、S₃、C₃S、CS₃、C₃S₃、CB、喘息発作の合計を有訴と呼ぶこととする。

b) 呼吸機能の検査法

スパイロの検査はタテベの13.5lのスパイロメーターに日立のコンピューターをつなぎ、スパイロコンピューターで用し、事前に被検者に十分説明をして測定し、その最も呼出良好な努力性肺活量につきボルトウインの予測値に対する%VC、および1秒率を求めた。

フローボリューム曲線はサンワのOST 70B型を使用し、ピークフローが鋭いピークで得られ、十分呼出されたものにつき、PF、 \dot{V}_{50} 、 \dot{V}_{25} 、PF/身長、 \dot{V}_{50} /身長、 \dot{V}_{25} /身長および $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ を算出して判定した。

c) 調査期間

昭和48年6月4日より同8月27日までの間に24回に分けて各学区の会場で行なった。

III 成 績

(1) 調査地区の大気汚染の状況

汚染地区のSO₂濃度は、市公害監視センターの値も工場地帯に最も近い5福も共に対照地区倉敷の値より高値を示し、昭和48年4月以降は月平均値が0.04 ppm

を越えることが多く、NO_xも市公害監視センターで0.02 ppmを大幅に越えている。なお、図中、西阿知は非汚染地区である。

(2) 調査対象者の年代構成割合

対象者は各年代共、それぞれの地区の昭和45年の国勢調査人口と比較して表1のような年代構成で、汚染地区は国勢調査人口に対し8.96%であり、非汚染地区は1.81%である。

(3) 呼吸器症状の間診成績

問診による呼吸器症状で、有訴率は汚染地区15.7%、非汚染地区9.3%で両地区間に有意の

Table 1. Number of subjects according to area and age (female).

Area	Subject	Age			Total	Total
		40—49	50—59	60—69		
Mizushima area	No. of Subjects	371	243	162	776	1087
	Population	4158	2695	1803	8656	
	Percentage	8.92	9.02	8.99	8.96	
Kurashiki area	No. of subjects	133	100	78	311	
	Population	7322	5497	4331	17150	
	Percentage	1.82	1.82	1.80	1.81	

Population is based on 1970 census data.

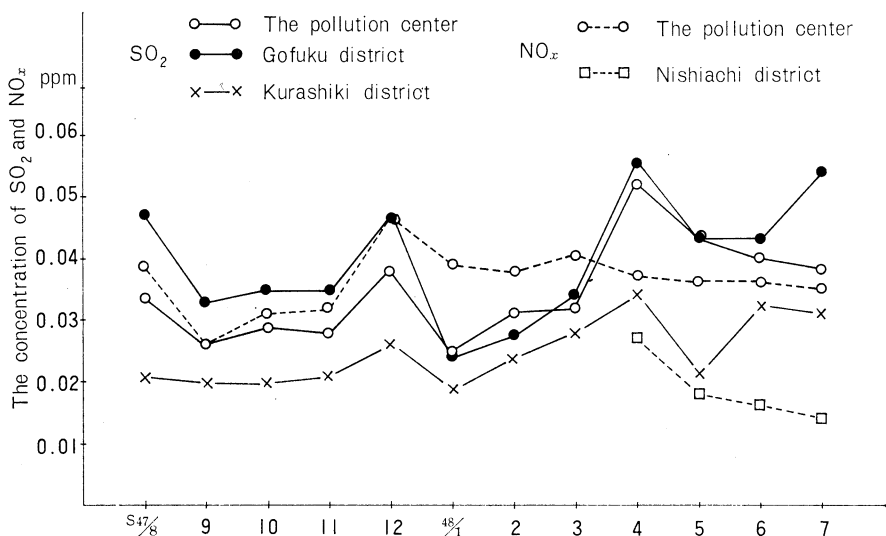


Fig. 1. The monthly change of the concentration of sulfur oxides and that of nitrogen oxides in Mizushima area.

差がみられた。しかしCB率の汚染地区3.4%、非汚染地区1.9%には有意の差はなかった。

また年代別有訴率は40歳代、50歳代は汚染地区が非汚染地区のほぼ1.6倍であるが、60歳代になると汚染地区24.7%、非汚染地区11.5%で約2.1倍となり、この年代で急に増加していた。

(4) 呼吸機能の成績

(a) スパイロの成績

%VCの平均値は汚染地区97.3±16.0%、非

汚染地区97.6±15.4%であり、1秒率の平均値は汚染地区82.6±5.6%、非汚染地区82.6±6.1%で両地区間に全く差がなく、また1秒率70%以下のものは汚染地区4.4%、非汚染地区4.5%でこれも両地区間に差がなかった。

(b) フローボリューム曲線の成績

40歳代のPF/身長以外は、PF、 \dot{V}_{50} 、 \dot{V}_{25} は身長で補正した値もしない値も共に汚染地区が低値を示し、 $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ も40歳代以外は汚染地区が低値を示した。このように全般的にフローボリ

Table 2. The respiratory symptom prevalence in the polluted and the non-polluted areas.

Area	Age	N		C, S, CS		C ₃ , C ₃ S		S ₃ , S ₃ C		C ₃ S ₃		Chronic bronchitis		Asthmatic attack		Complaint		Total	
		No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%	No. of subjects	%
Air polluted area	40—49	313	84.6	19	5.1	8	2.2	18	4.9	3	0.8	8	2.2	2	0.5	39	10.5	371	100
	50—59	188	77.4	12	4.9	8	3.3	24	9.9	4	1.6	5	2.1	2	0.8	43	17.7	243	100
	60—69	114	70.4	8	4.9	7	4.3	11	6.8	6	3.7	13	8.0	3	1.9	40	24.7	162	100
	Total	615	79.3	39	5.0	23	3.0	53	6.8	13	1.7	26	3.4	7	0.9	122	**15.7	776	100
Non-polluted area	40—49	121	91.0	3	2.3	2	1.5	2	1.5	3	2.3	2	1.5			9	6.8	133	100
	50—59	86	86.0	3	3.0	1	1.0	5	5.0	2	2.0	2	2.0	1	1.0	11	11.0	100	100
	60—69	66	84.5	3	3.8	1	1.3	5	6.4	1	1.3	2	2.6			9	11.5	78	100
	Total	273	87.8	9	2.9	4	1.3	12	3.9	6	1.9	6	1.9	1	0.3	29	**9.3	311	100

*: $P \leq 0.05$, **: $P \leq 0.01$, ***: $P \leq 0.001$

(As the same in the following tables.)

C: More than 3 weeks less than 3 months of cough each year.

S: More than 3 weeks less than 3 months of sputum each year.

C₃: 3 months or more of cough each year.

S₃: 3 months or more of sputum each year.

Complaint includes C₃, C₃S, S₃, S₃C, C₃S₃, Chronic bronchitis and Asthmatic attack.

Table 3. Flow-volume curves in the polluted and the non-polluted areas.

Area	Age	No. of subjects	PF		\dot{V}_{50}		\dot{V}_{25}		PF/Ht		\dot{V}_{50}/Ht		\dot{V}_{25}/Ht		$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	
			\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Polluted area	40—49	371	6.08	1.70	4.05	1.33	1.53	0.65	4.08	1.06	2.70	0.87	1.01	0.41	2.89	1.03
	50—59	243	*5.58	1.59	*3.66	1.31	1.27	0.54	**3.73	1.05	*2.44	0.87	0.84	0.38	3.15	1.19
	60—69	162	*4.98	1.55	3.13	1.22	1.06	0.49	*3.38	1.02	2.12	0.83	0.72	0.32	3.15	1.37
Non-polluted area	40—49	133	6.17	1.31	4.17	1.36	1.57	0.58	4.04	0.95	2.75	0.88	1.02	0.40	2.80	0.77
	50—59	100	*6.03	1.43	*4.05	1.56	1.32	0.52	**4.04	0.74	*2.69	1.02	0.88	0.33	3.23	1.00
	60—69	78	*5.40	1.38	3.48	1.48	1.18	0.61	*3.65	0.93	2.35	1.01	0.80	0.40	3.21	1.11

ウムの諸値は汚染地区の方が低値であって、そのうちでも50歳代のPF, PF/身長, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{50} /身長および60歳代のPF, PF/身長は有意に低く, effort dependent の部分の低下が特に著明であることを示していた。

(c) 呼吸器症状とフローボリュームとの関係
呼吸器症状とフローボリュームとの関係について軽訴者, ならびにCB, 喘息発作については, 例数が少ないので汚染地区と非汚染地区の比較をし難いが, 例数の多い有訴者について比較し

てみると両地区間で必ずしも一定の関係を見出し難く, また有意の差を示すものもなかった。しかし各年代共対象者の大部分を占める呼吸器症状の訴えない正常群のフローボリューム値は, 汚染地区のPF, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} , $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ がいずれも低値を示し, そのうちでも50歳代のPF, \dot{V}_{50} およびその身長補正值, 60歳代のPF, \dot{V}_{50} , \dot{V}_{25} およびその身長補正值, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ は推計学的に有意の差を示した。

Table 4. Relation between flow-volume curves and the respiratory symptoms.

Area	Age	Respiratory symptom	No. of subjects	PF		\dot{V}_{50}		\dot{V}_{25}		PF/Ht		\dot{V}_{50}/Ht		\dot{V}_{25}/Ht		$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$	
				\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Air polluted area	40—49	Normal	313	5.94	2.09	3.97	1.48	1.49	0.66	3.99	1.27	2.65	0.98	0.99	0.44	2.76	1.04
		C. S. CS	19	5.59	1.77	3.50	1.27	1.31	0.88	3.66	1.11	2.29	0.81	0.86	0.46	3.01	0.98
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	39	5.93	1.52	3.98	1.32	1.58	0.77	3.98	1.07	2.65	0.88	1.00	0.41	3.05	1.52
		CB. Asthma.	10	5.74	1.63	3.97	1.48	1.38	0.55	3.80	1.08	2.55	1.01	0.91	0.36	3.22	1.45
	50—59	Normal	188	**5.46	1.91	*3.63	1.45	1.24	0.58	***3.65	1.27	*2.41	0.95	0.83	0.39	3.07	1.31
		C. S. CS	12	5.43	1.11	3.60	1.26	1.11	0.53	3.63	0.77	2.40	0.82	0.74	0.35	3.57	1.56
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	43	5.37	1.58	3.25	1.33	1.24	0.63	3.60	1.06	2.22	0.87	0.82	0.42	2.94	1.11
		CB. Asthma.	7	4.74	1.45	3.63	1.45	1.23	0.38	3.19	0.84	2.26	0.97	0.82	0.25	2.74	0.62
	60—69	Normal	114	***4.41	1.96	**2.86	1.60	**0.96	0.57	***2.98	1.58	**1.93	1.08	**0.65	0.38	*2.67	1.83
		C. S. CS	8	4.21	0.99	3.09	1.13	0.95	0.33	2.85	0.63	2.11	0.72	0.65	0.23	3.30	0.71
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	40	4.74	2.58	2.82	1.20	0.97	0.53	3.23	0.86	1.92	0.82	0.66	0.36	3.20	0.95
		CB. Asthma.	16	4.99	1.51	2.73	1.16	0.95	0.67	3.42	1.04	1.88	0.83	0.66	0.47	3.26	0.94
Non-polluted area	40—49	Normal	121	6.13	1.28	4.20	1.37	1.57	0.60	4.02	0.95	2.77	0.91	1.03	0.39	2.82	0.79
		C. S. CS	3	6.87		4.10		1.67		4.40		2.63		1.07		2.41	
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	9	6.47	1.66	3.76	1.19	1.48	0.54	4.17	1.05	2.43	0.75	0.95	0.36	2.64	0.53
		CB. Asthma.	2	4.75		3.05		1.00		3.04		1.97		0.64		3.05	
	50—59	Normal	86	**6.08	1.45	*4.05	1.57	1.31	0.53	***4.09	0.71	*2.69	1.03	0.87	0.36	3.26	1.02
		C. S. CS	3	5.00		3.67		1.57		3.29		2.42		1.03		2.46	
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	11	5.90	0.96	4.14	1.65	1.32	0.44	3.89	0.64	2.73	1.10	0.87	0.28	3.18	0.96
		CB. Asthma.	3	5.33		2.70		0.90		3.56		1.81		0.60		3.00	
	60—69	Normal	66	***5.41	1.28	**3.57	1.39	**1.22	0.61	***3.65	0.86	**2.41	0.94	**0.82	0.41	*3.21	1.09
		C. S. CS	3	7.10		4.00		1.57		4.90		2.75		1.07		2.65	
		C ₃ , C ₃ S, S ₃ , S ₃ C C ₃ S ₃ , CB. Asthma.	9	4.72	1.59	2.61	1.94	0.78	0.46	3.21	1.07	1.78	1.37	0.53	0.33	3.37	1.41
		CB. Asthma.	2	3.60		1.15		0.40		2.51		0.80		0.28		2.88	

IV 考 察

倉敷市では前年度に引き続き、昭和48年度もいおう酸化物に係る環境基準の達成に最大の努力を払ってきているが、汚染地区では月平均値が0.04 ppmを越えることも多く、窒素酸化物も1日平均値0.02 ppmを大幅に越えており、今後の規制がまたれる状態にあった⁴⁾。

このような状況下で昭和46年以来、倉敷市衛生部と倉敷東保健所とが合同で進めている大気汚染の一般住民への人体影響調査は主として例年の結核住民検診の際の受診者そのままについて行なってきたため、昭和47年度には汚染地区2,841人、非汚染地区1,382人、合計4,223人という多数の人々について検診⁵⁾しながらも、その成績は必ずしも汚染地区、非汚染地区を代表するものといひ難かった。

そこでわれわれは女子の受診者について無作為抽出をしたが、それはまた同時に女子では喫煙、職業などの要因をそれ程考慮する必要がないこと、しかもほとんど常に地区にいるなどの点からも、より地区を代表すると考えたからである。

それによると呼吸器症状有訴率は汚染地区には非汚染地区より有意に多かった。しかし慢性気管支炎のみの率は汚染地区3.4%、非汚染地区1.9%であったが、推計学的に有意の差はなかった。次に一般に呼吸器有訴率は加齢と共に増加はするが、その増加率が汚染地区では60歳代に至ると急に増す傾向がみられた。

呼吸機能検査で、スパイロの1秒率は一般に汚染地区と非汚染地区で有意の差がないことが多く、われわれの成績も両地区間に1秒率平均値も、また、70%以下のものの率もまったく差がなかった。これに対してフローボリウムのPF、 \dot{V}_{50} 、 \dot{V}_{25} の諸値は汚染地区が各年代共に低値を示し、50歳代のPF、 \dot{V}_{50} 、60歳代のPFは有意の低下を示した。更にこの関係を詳細に追求すると、呼吸器の症状が同じの有訴者群ではフローボリウム値に両地区間で差がなかったが、呼吸器症状のない正常群は汚染地区の者がフローボリウムの諸値において低値を示してい

た。しかもこの正常群は各年代共その対象者のほとんどを占めておるので、その低値は各年代の平均値に大きく影響し、このために汚染地区のフローボリウムが低値を示す結果となっていた。またその正常群のフローボリウム値は60歳代になると急に低値を示していたが、これを前述の汚染地区の60歳代で有訴率が急に増加することと併せて考えると、大気汚染の影響が高年齢になるに従い、より著しくなることを示唆しているようであった。

かねてから公害が成人健康人にはほとんど影響しないが、老人、子供、虚弱者が侵されるといふところに問題があるといわれてきたが、以上の成績からも、水島地区の大気汚染はもっともっと厳しい基準のもとに規制が行なわれる必要があると考える。

V む す び

倉敷市における大気汚染の人体影響調査を昭和48年度一般住民結核検診の受診者のうちの40歳～69歳の女子につき無作為抽出をし、同年代の地区住民とほぼ同一の人口構成割合になるようにした水島地区776人、倉敷地区311人、合計1,087人について調査し、次の成績を得た。

1) 昭和47年から48年にかけての水島地区の大気汚染は、SO₂濃度は5福などの一部の地区では月平均値が0.04 ppmをこえることが多かったが、市公害監視センターではそれよりかなり下回っていた。しかしNO_xは公害対策審議会答申0.02 ppmを大幅にこえていた。

2) 呼吸器症状で、せきが3ヶ月以上つづくもの(C₃)、たんが3ヶ月以上つづくもの(S₃)以上の有訴のあるものは、水島地区は倉敷地区より有意の差で高率であった。しかも水島地区の60歳代では有訴率が急に増加していた。

3) 呼吸機能検査で、スパイロの1秒率は両地区間に全く差がなかったが、フローボリウム曲線の諸値は水島地区が低値で、しかもそれは呼吸症状のない正常群の低下に基因しており、またその低下は高年代になる程著明になっていた。

4) 以上のことから、大気汚染の人体影響は単に呼吸器症状の有訴率の増加のみならず、呼吸機能の面からみて正常群でも高令者にはその影響がかなりあった。

文 献

- 1) 倉敷市，岡山県倉敷東保健所：倉敷市における大気汚染に伴う健康調査，昭和48年度。
- 2) 佐々木孝夫：疫学調査のためのシステム化—特に大気汚染と関連して—，呼吸と循環，23：577—581，1975。
- 3) 佐々木英忠，滝島 任：フローポリウム曲線とその臨床的意義，内科，32：862—868，1973。
- 4) 倉敷市公害対策部：倉敷における公害対策の概要，第8報，昭和48年度。
- 5) 岡山県衛生部：特殊調査研究報告書—地域保健計画推進事業—昭和47年度：倉敷市における大気汚染に伴う健康調査：5—1～5—93，1973。
- 6) 宍戸昌夫，杉田暉道，樋口文夫，山城原新，安部和男，織戸正美，小室 健，小松五郎：フローポリウム曲線による呼吸機能の研究（第1報）横浜市神奈川区と磯子区の住民の女性の呼吸機能の比較，日本公衆衛生雑誌，21：57—62，1974。