大 気 汚 染 と 肺 結 核

Air Pollution and Lung Tuberculosis

三重大学医学部公衆衛生学教室

今 井 正 之・吉 田 克 己・笠 間 一 男

北 畠 正 義・奥 田 み ど り・富 田 泰 子

Masayuki Imai, Katsumi Yoshida, Kazuo Kasama,
Masayoshi Kitabatake, Midori Okuda and Yasuko Tomida

Department of Public Health, Mie University School of Medicine, Tsu

For the purpose of studying the influence of air pollution that causes pulmonary tuberculosis, the authors investigated the relationship between the level of pollution by area in Yokkaichi on the one hand, and prevalence, incidence, the visit rate to the physician and death rate of pulmonary tuberculosis on the other hand.

Prevalence and incidence showed a similar pattern and were influenced greatly by economic factors of the area as observed in the relationship with the on-relief rate, but the influence of air pollution was not found under the level of the pollution as shown in Table 1.

The visit rate to the physician taken by those insured by the National Health Insurance Plan was influenced more or less by social factors such as the density of medical institutions and density of population in addition to the above-mentioned economic factor, but had nothing to do with the air pollution.

Death due to pulmonary tuberculosis was caused by sulphur dioxide; when the mean concentration for three consecutive days surpassed 60 ppb, the probability of the death on the last day became higher, the difference being statistically significant at 5 per cent compared with days on which the concentrations were 19 ppb or less.

は じ め に

大気汚染が慢性閉塞性呼吸器系疾患に及ぼす影響については種々の方法により調査研究され、過去に報告¹⁻⁴⁾されてきているが、他の疾病や死亡原因などへ及ぼす影響についての研究は比較的少ない。

われわれは大気汚染が人体に及ぼす影響について、より広範囲にわたり研究することを考え、先に大気汚染が周産期の母児に及ぼす影響について報告⁵⁾した。

今回は肺結核が慢性呼吸器系疾患の中では現在でもその占める比重は大きく、一般的に大気汚染の影響を受けやすい高年齢層に肺結核の患者や死亡も多いこと、かつ、治療法の一つとして大気療法⁶⁾が必要であり、公害健康被害補償法に基づいて患者を認定したり、障害程度を決定する場合にも合併症の一つとして、時々問題になる疾

患であるので、大気汚染と肺結核の関連性について検討したので報告したい。

調 査 方 法

四日市市内の23の行政地区における肺結核の訂正有病率、罹患率、受診率、死亡率を求め地域の汚染度との関係を分析した。

標準人口は昭和10年の国の人口を使用し、汚染度は市内(194.48 km²)で約30カ所測定されている二酸化鉛法による亜硫酸ガス濃度と降下ばいじん量について、昭和48年から50年までの平均値より等量線を作って各地区の濃度を推定した。

有病率は昭和50年7月1日現在、四日市保健所に登録されている患者のうち、日本結核病学会の分類Ⅰ～Ⅲ型のもののみを集計の対象とし、罹患率は昭和50年一年間

に新しく登録されたものを、受診率は昭和50年の国民健康保険のレセプトを使用して累積受診率（1カ月以内の経過を1として集計し、長期にわたる場合、たとえば4カ月にわたった経過については4として加算）を、死亡率は件数の小さい地区もあるので、昭和48年から51年までの平均値を使用した。

社会的・経済的指標は市勢ハンドブックなどを利用し

て、昭和50年における人口密度、一家の平均家族数、医療機関の密度、被生活保護率を求め、これを使用した。

調査結果並びに考察

Table 1 は上記の地区別汚染度、有病率、罹患率、受診率、死亡率、人口密度、家族数、医療機関の密度および被生活保護率を、Table 2 は各変量間の単相関係数を

Table 1 The pollution, socioeconomic factors and tuberculosis

District	SO ₂ level (mg/day)	Amount of dust (ton)	Prevalence (%)	Incidence (%)	Visit rate to physician (%)	Death rate	Density of population (/km ²)	Size of family	Density of medical institution (/km ²)	On-relief rate (%)
Shiohama	0.77	7.9	3.35	1.11	24.3	3.77	1,742	3.53	1.11	2.31
Hinaga	0.42	6.5	4.14	0.64	31.6	4.21	2,011	3.53	1.02	2.38
Kyohoku	0.60	5.1	4.09	1.44	37.6	13.45	6,421	3.47	2.93	3.13
Honcho	0.62	6.3	3.39	0.95	31.5	8.25	5,263	3.09	6.30	2.07
Kaizo	0.42	4.8	6.86	1.45	33.9	9.11	2,857	3.54	0.82	2.13
Hazu	0.42	4.5	1.63	1.52	24.4	8.25	1,666	3.61	0.64	1.27
Tomida	0.30	5.0	4.14	1.95	52.7	10.74	4,351	3.54	3.17	2.64
Tomisuhara	0.36	5.0	3.12	1.39	33.1	9.82	4,429	4.01	2.47	2.77
Yogo	0.18	5.2	3.55	1.31	26.1	4.08	2,922	3.56	0.32	1.30
Oyachi	0.30	4.1	5.05	1.28	30.7	5.18	1,588	3.70	0.72	1.57
Yasato	0.30	3.8	2.26	0.84	27.2	5.89	737	3.84	0.10	0.53
Shimono	0.21	4.0	4.86	2.79	33.5	5.38	877	3.84	0.25	1.72
Hobo	0.15	3.8	5.14	1.65	30.5	7.20	407	4.34	0.00	3.27
Agata	0.18	4.2	3.45	0.28	16.0	2.60	354	4.03	0.09	1.03
Kawashima	0.18	4.5	1.94	0.23	14.9	0.00	351	4.04	0.24	0.55
Sakura	0.15	4.4	2.25	1.05	17.9	13.05	571	3.67	0.17	1.02
Oyamada	0.06	4.3	3.44	1.66	20.0	0.00	269	3.95	0.05	0.75
Suizawa	0.12	4.0	2.16	1.06	24.5	16.85	189	4.39	0.10	1.21
Mie	0.24	4.2	3.06	0.60	24.1	3.52	1,249	3.60	0.24	1.30
Tokiwa	0.40	5.4	2.16	1.28	27.0	2.60	2,974	3.41	1.46	1.72
Kanzaki	0.27	4.6	3.06	0.47	11.0	21.31	809	3.92	0.00	1.32
Utsube	0.27	5.1	4.30	1.00	30.9	0.00	900	3.85	0.33	1.24
Kawarada	0.41	5.5	3.37	0.78	19.0	4.50	764	3.72	0.19	1.31

Table 2 Simple correlation matrix

	Prevalence	Incidence	Visit rate to physician	Death rate	On-relief rate	Density of medical institution	Size of family	Density of population	Amount of dust
On-relief rate	0.511*	0.408	0.670***	0.262	—	—	—	—	—
Density of medical institution	0.067	0.135	0.543**	0.168	0.508*	—	—	—	—
Size of family	-0.085	-0.055	-0.326	0.098	-0.192	-0.620**	—	—	—
Density of population	0.190	0.246	0.651**	0.227	0.646**	0.846***	-0.643**	—	—
Amount of dust	0.018	-0.143	0.128	-0.145	0.352	0.459*	-0.595**	0.411	—
SO ₂ level	0.091	-0.025	0.285	0.057	0.483*	0.603**	-0.678***	0.617**	0.789***

* 0.01< p < 0.05

** 0.001 < p < 0.01

*** p < 0.001

Table 3 Partial correlation coefficients

	SO ₂ level	Amount of dust	Density of population	Size of family	Density of medical institution	On-relief rate
Prevalence	-0.115	-0.178	-0.189	-0.363	-0.135	0.607**
Incidence	-0.146	-0.247	-0.046	-0.267	-0.409	0.459
Visit rate to physician	-0.190	-0.193	0.121	-0.256	0.105	0.532*
Death rate	0.183	-0.243	0.127	0.207	0.041	0.059

求めたものであるが、有病率は被生活保護率と、受診率は人口密度、医療機関の密度並びに被生活保護率と有意の相関があり、汚染度が高くなるにしたがって、人口密度、医療機関の密度、被生活保護率は高くなる傾向があり、家族数は逆に減少する。

また、他の社会的・経済的因子間にも有意の相関を示すものが多かった。

Table 3 はこれらの相互間の影響を除外する目的で、有病率、罹患率、受診率、死亡率と汚染度並びに他の社会的・経済的因子間のそれぞれの偏相関係数を求めたものであるが、有病率と受診率は他の因子を一定にした場合に、被生活保護率との間に有意の相関があり、罹患率も被生活保護率との間の偏相関係数は比較的大きく、これらの3つの比率はほぼ同じようなパターンを示した。

しかし、死亡率は若干異なった様相を呈し、亜硫酸ガスとの間には小さいが正の相関係数を認め、他の因子間にも大きな相関は認められなかった。

Table 4 は汚染度並びに社会的・経済的因子からの重相関係数を求めたものであるが、受診率の相関係数は大きく、5%の危険率で有意差があった。

各比率に対して各因子がどれだけ影響を及ぼしているかを比較するために、それぞれの変量の大きさ、分散も

関与するので、規準化したのち求めた回帰式を Table 5 に示したが、言いかえれば、それぞれの因子の各比率に対する影響の大きさは規準回帰式の係数の絶対値が大きいほど一般的に大きくなる傾向があるわけであるが、有病率と罹患率は地域の経済的因子の影響を強く受けることがわかる。

受診率はこの経済的因子のほかに人口密度と医療機関の密度の社会的因子も若干関与するので、先に述べた重相関係数が大きくなることになる。

これに対して死亡率は亜硫酸ガス濃度と少しく関係があるように思えるので次のような調査を行った。

Fig. 1 は四日市市の地図を、Fig. 2 は風配図を示したものであるが、海岸線に沿うコンベナートからあまり離れておらず、夏期に伊勢湾から鈴鹿山脈に向って風がふき、四日市市役所における測定点から同じ方向で、かつ、半径 3 km 以内の範囲にあるため汚染度が類似していると考えられる3つの病院 (Fig. 1) で死亡したもの (一部

Fig. 1 Yokkaichi city

Table 4 Multiple correlation coefficients

Prevalence	0.641
Incidence	0.567
Visit rate to physician	0.779*
Death rate	0.454

Table 5 Standard regression equations

Y	SO ₂ level	Amount of dust	Density of population	Size of family	Density of medical institution	On-relief rate
Prevalence	-0.176X ₁	-0.246X ₂	-0.366X ₃	-0.532X ₄	-0.203X ₅	+0.918X ₆
Incidence	-0.241X ₁	-0.362X ₂	-0.094X ₃	-0.407X ₄	-0.066X ₅	+0.668X ₆
Visit rate to physician	-0.241X ₁	-0.212X ₂	+0.189X ₃	-0.296X ₄	+0.129X ₅	+0.617X ₆
Death rate	+0.330X ₁	-0.384X ₂	+0.283X ₃	+0.336X ₄	-0.072X ₅	+0.083X ₆

Fig. 2 Wind rose

Table 6 Death frequency

SO ₂ concentration	Number of days appeared	Number of deaths	Death frequency
0~19 ppb	1,070	40	26.8
20~	1,234	48	25.7
40~	99	7	14.1
60~	7	2	3.5*

これらの病院から死亡診断書が提出され、その病院の附近の自宅で死亡したものを含む) 88名について、電気導電率法による亜硫酸ガス濃度との関係を検討した。

Table 6における左欄の亜硫酸ガスの出現日数とは昭和44年7月から51年末までのうち、欠測期間の多い昭和48年を除いた約6年半の測定結果より、連続する3日間の移動平均を行ったのち求めた度数分布であるが、この約6年半の期間に3日間の平均濃度が0~19 ppbまでの出現日数は1,070日であり、20 ppb以上は1,234日、このうち40 ppb以上が99日、60 ppb以上が7日あった。

中欄の死亡数とは上記連続する3日間の平均濃度が0から19 ppbまでの1,070日のうち、この3日間の最後の日に死亡したものが40名いたことを、すなわち、死亡当日も含めた前3日間に受けた汚染の状況を示し、20 ppb以上になると48名、このうち40 ppb以上では7名、60 ppb以上では2名の死亡があった。

右欄の死亡頻度は出現日数を死亡数で除したものであるが、0から19 ppbまでの濃度では肺結核の患者が1人死亡するのに、こういう濃度の日が26.8日必要であり、20 ppb以上では25.7日、40 ppb以上では14.1日、60 ppb以上になると3.5日となり、0から19 ppbまでの日に対して統計学的に5%の危険率で有意の差があった。

以上の結果より大気汚染と肺結核の関係を考察すると、肺結核の有病率、罹患率、受診率はともにこの程度の亜硫酸ガス、降下ばいじんのレベルではその影響はほとんどなく、むしろ地域の社会的・経済的因子の影響を受けるが、結核死に対する影響は結核患者の大部分(四日市では7割以上)が病院または療養所で死亡する関係から長期的な影響を調べることはできなかったが、上記のごとく急性影響は認められ、これはロンドン事件⁷⁾の過剰死亡の中にも肺結核が含まれていたこと、経済学者 Koshal⁸⁾らが行った米国での研究結果とも一致している。

なお、期間的には問題があるかもしれないが、40 ppb未満では亜硫酸ガス濃度の上昇に伴って死亡頻度が増加していないことより考えて、肺結核に関しては国の環境基準である年平均0.04 ppm (40 ppb)は適切であるように思われる。

ま と め

大気汚染が肺結核に及ぼす影響を検討する目的で、四日市市における地区別の汚染度と肺結核の有病率、罹患率、受診率、死亡率の関係を調査した。

有病率と罹患率は同じようなパターンをとり、被生活保護率との関係に見られるように地域の経済的因子の影響を強く受けるが、大気汚染の影響は認められなかった。

国民健康保険のレセプトによる受診率は上記の経済的因子のほかに、医療機関の密度、人口密度などの社会的因子の影響も若干受けるが、同様に Table 1に示したような程度の大気汚染には関係がなかった。

肺結核による死亡は亜硫酸ガスの急性影響を受け、連続する3日間の平均濃度が60 ppbを越えると3日間の最後の日に死亡する確率が高くなり、19 ppb以下の日に対して5%の危険率で有意の差があった。

稿を終るに臨み、本研究の遂行に御協力をいただきました四日市保健所保健婦室の方々に深謝いたします。

本論文の要旨は第18回大気汚染研究全国協議会にて発表した。

文 献

- 1) Yoshida, K., Oshima, H. and Imai, M.: Air pollution and asthma in Yokkaichi, Arch. Environ. Health, 13, 763-768 (1966).
- 2) 吉田 亮, 安達元明, 仁田善雄, 村井雅子, 岩崎明子: 千葉県における慢性気管支炎症状の疫学的研究, 日本公衛誌, 23, 435-441 (1975).
- 3) 今井正之, 吉田克己, 大島秀彦, 在間一技, 林きく

を：四日市の大気汚染と死亡率について，三重大学
環境科学研究紀要，No. 1, 3-11 (1976).

4) Pemberton, J.: Air pollution and bronchitis, British Medical Journal, **2**, 567-570 (1954).

5) 今井正之，吉田克己，北畠正義：大気汚染の周産期の母児に及ぼす影響について，大気汚染研究，**12**, 34-38 (1977).

6) 宮川米次，岡西順二郎：肺結核，p. 268-276，南山

堂，東京 (1955).

7) Logan, W. P. D.: Mortality in the London fog incident (1952), The Lancet, Feb., **14**, 336-338 (1953).

8) Koshal, R. K. and Koshal, M.: Air pollution and tuberculosis, Intern. J. Environmental Studies, **9**, 105-110 (1976).

(受付 1978年4月18日)