四日市地域に於ける大気汚染と死亡率について

Air Pollution and Mortality in Yokkaichi Area

三重県立大学医学部産業医学研究所

大 島 秀 彦・今 井 正 之・川 岸 富 希 子

Hidehiko Oshima, Masayuki Imai and Tokiko Kawagishi

Research Institute of Industrial Medicine, Mie Prefectural

University School of Medicine, Yokkaichi

An epidemiological survey has been carried out on the relationship between air pollution and mortality in Yokkaichi area covering from 1961 to 1970.

The death rate from obstructive respiratory diseases, especially bronchial asthma and emphysema, increased in the polluted area since 1966 and a significant difference in death rates was noticed among the polluted and non-polluted areas.

Mortality from these diseases obviously correlates with the degree of sulphur dioxide concentrations in 1968 and 1969.

The age-distribution of deaths from obstructive respiratory diseases was studied during a ten-year-period.

Deaths from bronchial asthma occurred at younger ages in the polluted areas, while deaths from emphysema were not encountered among women in the non-polluted areas.

はじめに

四日市地域においては、昭和30年頃から塩浜地区に石油化学コンビナートの建設が計画され、その後本格的な稼動にともなって種々の公害が問題になってきた。

われわれは四日市地域の大気汚染の人体に及ぼす影響を疫学的に明らかにする目的で、昭和36年から罹患率の調査ならびに死亡率の調査を行なってきた。

罹患率の調査では、大気汚染と関連のある疾患として咽喉頭炎、感冒及び気管支炎、気管支喘息、前眼部疾患があげられるが、特に気管支喘息の罹患率は汚染地区において昭和36年中頃から急激に増加し、汚染地区と非汚染地区の差が最も顕著であることを報告¹⁾した。

また、昭和39年から40才以上の住民を対象にして質問調査²⁾、ならびに医学的検査³⁾を行なってきたが、汚染地区において慢性気管支炎、気管支喘息、閉塞性障害者が高率であることが認められた。

今回、四日市地域における大気汚染と死亡率の関連を

疫学的に研究したので報告する。

研 究 方 法

昭和36年から昭和45年にいたる10年間の四日市市全地区の死亡について、死亡票を使用して年次別、地区別、死因別、年齢別、性別に分類した。

死亡率は人口10万対で表わし、年齢構成は昭和40年四日市市総人口に訂正した。

汚染地区と対照地区の死因別訂正死亡率を比較するために、汚染地区には公害被害者救済法による指定地域と大体一致した地区を選び、対照としては四日市市西北部の農村地帯を選んだ。

図1に四日市市の地区別の地図を示したが、汚染地区は塩浜、浜田、港、共同、同和、中央、橋北、日永、河原田、海蔵、羽津の11地区であり、対照地区は富州原、神前、桜、保々、下野、八郷、梶、川島、水沢、小山田の10地区である。

昭和40年における四日市市総人口は 218,971、そのう

ち汚染地区として110,135, 対照地区として 47,523である。

図1 四日市市

死亡率を年度別に比較したのでは人口と死亡数が少ないために、3年間の移動平均を用いた。また気管支炎、気管支喘息、肺炎腫は一括して閉塞性呼吸器疾患としても比較を行なった。

閉塞性呼吸器疾患については更に大気汚染との関連を明らかにする目的で、四日市市を PbO_2 法による亜硫酸ガスの種々の汚染段階の7地区(1.塩浜, 港, 浜田, 2.共同, 同和, 中央, 橋北, 3.日永, 河原田, 4.海蔵, 羽津, 常盤, 5.富田, 富州原, 大矢知, 6.四郷, 内部, 三重, 7.八郷, 下野, 保々, 県, 神前, 桜, 川島, 小山田, 水沢)に分け、各地区における閉塞性呼吸器疾患による死亡率と亜硫酸ガス濃度との相関をしらべた。

また10年間における汚染地区と対照地区の閉塞性呼吸器疾患による死亡について、疾患別に年齢別、性別の比較を行なった。

なお、昭和42~45年の一部地区について、呼吸器系、循環器系の死亡について、死亡日時をしらべて、電気電導度法による亜硫酸ガス濃度との関連を調べた。

研究結果

1. 昭和36年より昭和45年に至る10年間の汚染地区並びに対照地区の死因別訂正死亡率を表1に、3年移動平均による死因別訂正死亡率の推移を図2に示した。

中枢神経系の血管損傷による死亡率では対照地区がやや高く、悪性新生物による死亡率では汚染地区がやや高い傾向があったが、昭和44年においては共に汚染地区と対照地区で差がなくなってきた。

悪性新生物の内、肺癌による死亡率は昭和40年頃から汚染地区で漸次増加の傾向があり、対照地区との間に差がみられるようになってきたが、対照地区においても昭和42年頃から増加する傾向がみられるようになった。

表1. 死因別訂正死亡率

死因別	年別	36		37		38		39		40		41		42		43		44		45	
		汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照	汚染	対照
中枢神経系の血管損傷		169.8	131.6	122.1	126.9	129.9	169.5	121.2	171.7	119.8	150.8	90.3	145.1	118.2	147.1	131.9	111.2	102.3	137.0	137.2	115.4
悪性新生物		98.9	108.2	110.2	96.5	95.1	86.3	127.4	124.8	127.6	92.4	121.3	79.6	115.5	96.6	94.4	87.6	116.8	101.2	111.3	132.6
肺 癌		12.0	11.4	5.1	3.9	4.2	0	7.9	12.5	4.7	3.5	7.6	4.7	13.9	9.8	6.5	6.3	13.3	5.9	11.7	14.6
全心臓の疾患		95.4	90.1	71.2	94.1	98.6	95.4	102.8	94.3	90.7	110.9	131.0	106.4	111.2	134.8	81.2	105.2	115.5	127.0	108.5	106.7
全 結 核		38.3	19.2	24.9	40.6	16.9	13.2	23.8	38.6	20.5	20.4	17.6	20.8	17.3	18.6	21.1	8.7	15.9	27.0	8.1	4.6
肺 炎		18.1	36.3	33.7	37.7	21.5	27.1	17.8	26.7	29.4	38.0	22.6	14.6	13.3	14.9	14.2	10.3	20.1	23.7	17.4	16.7
閉塞性呼吸器疾患		11.2	21.3	6.6	29.3	17.4	9.7	24.3	20.3	16.9	15.5	17.0	15.4	21.9	3.2	22.5	12.6	25.4	14.8	27.7	22.9
気 管 支 炎		3.2	13.7	0	13.8	7.3	4.4	8.9	12.3	7.0	3.1	8.6	4.6	6.6	1.4	8.4	6.9	8.1	7.4	10.0	14.3
気管支喘息		8.0	7.5	6.6	13.8	10.1	5.3	13.3	7.9	9.0	12.5	8.4	7.9	10.5	1.9	10.3	4.1	15.6	7.3	11.2	7.2
肺 気 腫		0	0	0	1.6	0	0	2.1	0	0.9	0	0	3.0	4.8	0	3.7	1.5	1.8	0	6.5	1.4

図 2 死因別訂正死亡率 (3年移動平均)

全心臓の疾患による死亡率は汚染地区、対照地区共に年々やや増加ないし横ばいの状態にあるが、汚染地区と対照地区との差は明らかではなかった。

全結核、肺炎による死亡率は汚染地区、対照地区共に年々減少する傾向があるが、汚染地区と対照地区との差は明らかではなかった。

閉塞性呼吸器疾患による死亡率は汚染地区では昭和39年頃まで上昇、一時横ばいで、また昭和41年頃より上昇の傾向であり、対照地区では年々下降の傾向であるので昭和39年頃より汚染地区が対照地区を上廻るようになり昭和43年においては汚染地区と対照地区との間に5%の危険率で有意の差が認められるようになった。しかし対照地区でも昭和44年にはかなり増加してきた。

閉塞性呼吸器疾患を気管支炎、気管支喘息、肺気腫に分けてみると、気管支炎による死亡率は汚染地区では昭和39年頃までは上昇、その後横ばい状態であり、対照地区では昭和41年頃まで下降、その後上昇傾向であって、昭和44年においては汚染地区と対照地区との間に差は認められなくなった。

気管支喘息による死亡率は昭和41年頃までは汚染地区と対照地区で差が明らかでないが、その後汚染地区では年々増加するのに対して、対照地区では減少してきたので、昭和43年においては汚染地区と対照地区との間に5%の危険率で有意の差が認められるようになった。

肺気腫による死亡率は、汚染地区では昭和41年頃より上昇し、対照地区では横ばい状態であるので、汚染地区と対照地区との間でかなりの差が認められるようになってきた。

2: 四日市地域の大気汚染は塩浜コンビナートを中心として西北部に階段的に汚染が減少してゆく形であり、種々の汚染段階の地区があるので、四日市市全体を7地区に分け、各地区における閉塞性呼吸器疾患、気管支炎、気管支喘息、肺気腫の訂正死亡率の3年移動平均と、その3年間における亜硫酸ガス濃度の平均値との間の相関係数を各年度について計算した結果を表2に示した。

閉塞性呼吸器疾患による死亡率は昭和37、38年においては亜硫酸ガス濃度とかなり高い逆相関を示すが、昭和41年からは順相関を示し、昭和43、44年においては高い

表 2 死亡率と亜硫酸ガスとの相関係数

死因別	年別	37	38	39	40	41	42	43	44
閉塞性呼吸器疾患		-0.637	-0.643	+0.109	-0.015	+0.385	+0.351	+0.739	+0.762
気 管 支 炎		-0.489	-0.305	+0.457	+0.118	+0.366	+0.048	+0.044	-0.019
気 管 支 喘 息		-0.815	-0.147	-0.315	-0.093	-0.012	+0.439	+0.888	+0.791
肺 気 腫		-0.304	+0.308	+0.429	+0.051	+0.630	+0.172	+0.502	+0.615

閉塞性呼吸器疾患と亜硫酸ガス

図 3 相 関 図

順相関関係が認められる。

気管支炎による死亡率については全年度を通じて、亜硫酸ガス濃度との相関はあまり認められなかった。

気管支喘息による死亡率は昭和37年は高い逆相関を示すが、昭和42年からは順相関を示し、昭和43、44年は高い順相関が認められた。

肺気腫による死亡率では昭和38年から順相関があり、昭和41、43、44年においてはかなり高い順相関が認められる。

昭和44年における閉塞性呼吸器疾患と気管支喘息の死亡率と亜硫酸ガス濃度との相関図を図3に示した。

3. 昭和36年から昭和45年にいたる10年間の閉塞性呼吸器疾患による死亡数は汚染地区で 197、対照地区で98であるが、その疾患別の年令別、性別比較を行なった。

表3に示したごとく、年令別にみると気管支炎、肺気腫では汚染地区と対照地区の差はあまり明らかではないが、気管支喘息においては対照地区では30才未満で死亡がないのに対して、汚染地区では低年令層でも死亡が認められる。

性別にみると、各疾患とも汚染、対照を問わず男が女に比して多いが、殊に対照地区の女では肺気腫による死亡は全く認められなかった。

4. 昭和42～45年の死亡票から、三浜小学校の大気汚染観測点の周囲の地区について、呼吸器系、循環器系の死亡を選び、死亡日時を調査した。この4年間における同地区の呼吸器系、循環器系の死亡者は 386 人であ

表 3. 汚染地区と対照地区の性別、年令別分布

		気 管 支 炎					
		年令	0～9	10～29	30～49	50～69	70～
汚 染	男	4	1	0	12	26	43
	女	1	1	2	2	22	28
	計	5	2	2	14	48	71
対 照	男	4	2	1	2	18	27
	女	5	0	0	3	12	20
	計	9	2	1	5	30	47

		気 管 支 喘 息					
		年令	0～9	10～29	30～49	50～69	70～
汚 染	男	4	7	3	19	40	73
	女	2	3	3	9	15	32
	計	6	10	6	28	55	105
対 照	男	0	0	4	9	15	28
	女	0	0	2	3	13	18
	計	0	0	6	12	28	46

		肺 気 腫					
		年令	0～9	10～29	30～49	50～69	70～
汚 染	男	0	0	0	6	9	15
	女	0	0	0	0	6	6
	計	0	0	0	6	15	21
対 照	男	0	0	0	1	4	5
	女	0	0	0	0	0	0
	計	0	0	0	1	4	5

た。電気電導度法による亜硫酸ガス濃度から、死亡前 3 日間の平均濃度および最高濃度を求め、各濃度段階についての1日あたりの死亡件数の割合を求めて比較した。

図4に示したごとく、平均濃度については、各濃度段階で死亡件数の割合では差が明らかでなかったが、最高濃度については 0.3 ppm 以上で死亡件数がやや増加する傾向があるように思われる。

図 4 1日あたりの死亡件数

考 察

昭和36年から昭和45年にいたる10年間の四日市地域における死亡率の調査において、対照地区で中枢神経系の血管損傷による死亡率がやや高い傾向があり、汚染地区では悪性新生物による死亡率がやや高い傾向があった。また閉塞性呼吸器疾患による死亡率と亜硫酸ガス濃度との相関において、昭和37、38年にかなり高い逆相関がみられることなどは、汚染地区には主として市街地を対照地区には主として農村地帯をえらんだことによる生活環境の相違によるものと考えられる。

しかし、昭和37~39年においても汚染地区で閉塞性呼吸器疾患殊に気管支炎の急上昇のみられたことは、大気汚染の影響も加味されているように思われる。

昭和41年頃からは汚染地区において閉塞性呼吸器疾患殊に気管支喘息、肺気腫による死亡率が増加し、対照地区との間に明らかな差が認められるようになってきた。

また、閉塞性呼吸器疾患、殊に気管支喘息、肺気腫による死亡率と亜硫酸ガス濃度との相関において、昭和43、44年には高い順相関がみられるようになってきた。これらのことは大気汚染の影響と考えることができる。

英国においては地区の亜硫酸ガス濃度と気管支炎死亡率との間には高い相関関係があるという報告⁴⁾があるが四日市地域においては気管支喘息による死亡率と亜硫酸ガス濃度との相関が強く、気管支炎による死亡率と亜硫酸ガス濃度との間にはあまり相関が認められなかった。

この点は日本においては死亡票に慢性気管支炎という診断が少なく、単に気管支炎という診断名もあり、急性気管支炎も含めて、気管支炎として一括して集計したことにも問題があると思われるが、英国では昔から石炭燃焼が多く、四日市地域では重油使用量が圧倒的に多いため、汚染構造が異なることも関係があるように思われ

る。

われわれの行なった一連の疫学調査より四日市地域における大気汚染の影響としては気管支喘息の増加が最も顕著であり、亜硫酸ガスとの相関も強いことを報告^{5)~7)}したが、死亡率の調査においても、気管支喘息の死亡率が亜硫酸ガス濃度と相関して増加することが、四日市地域における大気汚染の影響の特徴であると考えられる。

なお外国においては急性のスモッグによる影響として心肺疾患者の死亡率の増加といったような問題が

Donora あるいは London 事件として報告^{8),9)}されており、四日市地域においてもスモッグ時に不幸な転帰をとった1例¹⁰⁾が経験されている。

四日市地域において、比較的低濃度汚染による慢性の影響のみられている現状に於いては、そのような急性の影響のおこることは考慮しなければならない問題であるので、一部地域について心肺疾患による死亡と、死亡前3日間の亜硫酸ガス濃度の平均値ならびに最高値との関連をみたが、最高値の0.3 ppm以上でやや増加の傾向があるように思われる程度であった。

結 論

昭和36年から昭和45年にいたる10年間の四日市市全地区について、死亡票から死亡率の調査を行ない、大気汚染との関連を疫学的に研究してきた。

汚染地区と対照地区を比較すると、昭和41年頃から汚染地区において閉塞性呼吸器疾患、殊に気管支喘息、肺気腫による死亡率が増加し、対照地区との差が明らかに認められるようになった。

四日市市を種々の汚染段階の7地区に分け、各地区の閉塞性呼吸器疾患による死亡率の3年移動平均とその3年間の亜硫酸ガス濃度の平均値との相関関係をしらべたところ、昭和43、44年においては閉塞性呼吸器疾患殊に気管支喘息、肺気腫による死亡率と亜硫酸ガス濃度との間には高い相関関係が認められた。

また10年間に於ける汚染地区と対照地区の閉塞性呼吸器疾患による死亡を、疾患別に性別、年令別に比較すると、汚染地区における気管支喘息による死亡は低年令層でもかなり認められ、対照地区の女性では肺気腫による死亡は認められなかった。

文 献

- 1) 大島秀彦, 今井正之, 藤田教子, 福田尚子, 吉田克己: 四日市地域における大気汚染と罹患率について

- て, 大気汚染研究, 1, 36-45 (1966).
- 2) 今井正之: 大気汚染の人体におよぼす影響について (I) 質問調査, 三重医学, 11, 222-226 (1967).
 - 3) 今井正之: 大気汚染の人体におよぼす影響について (II) 住民検診, 三重医学, 11, 227-231 (1967).
 - 4) Pemberton, J.: Air pollution and bronchitis, Brit. Med. J., 2, 567-570 (1954).
 - 5) 大島秀彦, 今井正之, 山崎茂郎, 柏木秀雄, 吉田克己, 笠間一男, 高塚美和, 小川節子, 上住南八男, 長谷川伸一, 井上芳子: 四日市地域に於ける大気汚染とその影響, 三重医学, 8, 209-222 (1965).
 - 6) 吉田克己, 大島秀彦, 山崎茂郎, 今井正之: 四日市喘息について, 綜合臨床, 14, 212-217 (1965).
 - 7) 今井正之, 大島秀彦, 高塚美和, 吉田克己: 四日市喘息について, 日衛誌, 22, 323-335 (1967).
 - 8) Logan, W. P. D.: Mortality in the London fog incident, 1952, Public Health, 14, 336-338 (1953).
 - 9) Logan, W. P. D.: Mortality from fog in London, January, 1956, Brit. Med. J., 1, 722-752 (1956).
 - 10) 今井正之, 大島秀彦, 山際裕史, 武田進, 吉田克己: スモッグ時に不幸な転帰をとった気管支喘息兼慢性気管支炎の一例, 三重医学, 10, 48-51 (1966).

(受付1971年10月11日)