

大気汚染の現状とその市民の健康におよぼす影響について

国立公衆衛生院* 鈴木 武夫**

1. は し が き

どこの国でも産業殊に工業の発達、交通機関の発展、都市人口の増加と集中による都市人口密度の増加に伴って大気汚染が社会問題として提起されてくる。わが国もまたその例外ではない。わが国のように狭い土地に工業が発達し、都市人口密度が異常に高い所では容易に社会問題となりうる。広大な土地をもち都市計画が容易に実施出来る社会的素地をもち、燃料の選択が比較的自由な国と比べると、わが国のおかれている事情は大気汚染対策の実施によって、困難なものがある。また産業界も生産の伸展には強い情熱を示しながら、企業活動に伴う市民の生活妨害に対しては無関心であったことは否めない。

わが国の大気汚染もまた石炭燃焼にもとづく大気汚染にはじまり、今や石油系燃料の使用増加に伴うガス汚染の段階に入りつつある。明治の初期、日本に新しい産業技術の導入が行なわれた時期に、一部の先覚者がいわゆる公害防止の必要を述べたが、関心を惹くことは少なく、また衛生関係技術者によって第2次大戦までに工業都市の大気汚染の調査が行なわれたが、この調査結果を生かされることが無かった。それが第2次大戦中の産業の崩壊と戦後の急速な回復とが進められた時に時を同じくして諸外国における大気汚染による災害の事件の発生についての報告があり、また空気に関する研究が急に進歩したこともあって、都市住民が自分の生活環境の大気汚染に強い注目を示すようになり、大気汚染対策への要求は世論となった。この世論の要求に答えるべき研究は当時ほとんどなく、陳情の直接窓口になった各地方自治体はとりあへず、自らの手で汚染の測定を行ない、また住民の生活への影響、健康への影響を調査し、わが国の大気汚染が放置出来ぬ段階にまで悪化していることを明かにした。そして地方自治体の力に限界がみられ、世論を背景にした地方自治体の強い声が、国をして煤煙の排出規制法の制定にふみぎらせたというのが今までの姿である。大気汚染に関する科学的研究が多くの人々によつ

て始められたのは、まだこの数年にすぎず、研究も調査も対策もまづ第一歩から同時に始めなければならなかった。これがまた大気汚染の解決が一般市民が期待している程には容易に進まない訳由の1つでもあろう。

本文においては、大気汚染調査・研究のうち今まで行なわれたものから、日本の事情を説明しうるものについて概説的に述べたいと思う。

2. 日本の大気汚染の現状

大気汚染の組成成分は複雑であり、その状態はたへず動揺している。何をとり大気汚染の状態を表現するかは大気汚染の研究における重大な課題である。日本においてはもちろんのこと、国際的にも統一見解は出されていない。そこでわが国ではとりあへず大気汚染の研究が進んでいる英米における経験を実行可能なものから、それも主として予算的理由から選択して利用している。石炭汚染が主である英国で行なわれた降下ばいじん量と PbO₂ 法により SO₂ 汚染がまづ行なわれ、それが今では大気中粉じん濃度 (mg/M³)、SO₂ 濃度 {(mg/M³) 又は (ppm)} の測定へと進歩し、それに特殊汚染物の測定が時に附加され、石油系燃料の汚染が主である。米国で行なわれている微粒子及び CO、SO₂、NO₂、Oxydant、オゾン等の濃度測定が一般的に行なわれている。しかし各地で一般的にかつ少なくとも5年以上の測定が継続されているものは主として降下ばいじん炭の測定と SO₂ 汚染の程度を知るための PbO₂ 法による測定である。さらに微粒子汚染の時間的変動を知るために汚紙式ばいじん計による測定である。いずれも定性的の測定であり、殊に降下煤炭量と PbO₂ 法による SO₂ 測定は、その精度は悪く、ただ汚染地区の決定、汚染の年次変化の傾向を知ることができるだけである。さらに正確に言えば、汚染線よりの汚染物が同種類であって測定計画が同一のものでなければ、成績の比較には慎重を要するものである。しばしば、降下ばいじん炭で都市の汚染の順位がつけられている場合があるが現在の日本の測定事情ではほとんど無意味といつてもよい。しかし、前述の如く調査研究が第一歩から行なわれこれに予算的裏打ちが無かった地方自治体はまず自らの都市の汚染の状態を知るため

* 東京都港区芝白金台町1

** 労働衛生学部長

に降下ばいじん量と SO_2 汚染の測定を行なったのである。しかしこの困難な事情のもとに行なわれた測定結果が明かにされるに従い、わが国の大気汚染の事情が憂慮すべきものであることがわかり、今日の大気汚染への強い関心を多くの人々が示すまでになった。

大気汚染の測定が定性から定量化へと要求され、大気汚染の原因が、石油系燃料の大量使用、化学産業の拡大に移りつつあるため、ガス濃度、粉じん濃度の測定機器が開発され、測定は漸次新しい機器に移行しているのである。やがて今までよりもより正しい、より定量的な測定値がわれわれの前に提出されてくるであろうがここでは、定性的測定の中から、日本の大気汚染の現状を述べることにする。

まづ日本の大気汚染はそれぞれの都市の地区によって大きな相異がみられる。いわゆる工場地区と住宅地区との内には数倍の相異がみられるのが普通である。北海道のように冬期、住宅での石炭使用が増加する地方は別として他の地方では、工場等で消費される燃料と住宅で消費される燃料とではその量が非常に相異することから容易に説明出来る。これは諸外国と様相が異なる点である。諸外国では都市が一樣に汚染され、住宅での燃料が大気汚染の原因の半分を占めている。

どこの国でもそうであるけれども、わが国ではとくに中小企業からの汚染物排出が市民の陳情の主原因となるし、自動車排気ガスに注目がおかれる。しかし、ここで注意せねばならぬことは都市全体を一樣に汚染して青空を無くしている主原因は大企業であり、局所的汚染を起しているのが、中小企業だということである。社会問題として、また陳情としてとりあげられている汚染と都市広域汚染とをよく区別して考えねばならない。陳情が多いことはわが国の都市計画が都市計画学の教えるところに従っておらずに住宅と生産の場とが同じところに、また何等の緩衝地帯を設けることなしに相接しているからであるし、自動車排気ガスが注目される一つの原因として、道県政策の貧困と運転技術の粗雑があげられる。大工場の主風向の風下に住宅地区が建設されれば、公害問題をひき起すことは当然のことである。

大企業の燃焼技術は高度であるから、大気汚染は微粒子、ガス汚染という、解決困難であるがしかし影響の立場からは好ましくない大気汚染を作り出しているが、中小企業では未だ、すす、煙、灰といった古い型の大気汚染で解決は経済的理由以外は必ずしも困難でなく、また影響の立場からは“汚れ”程度で終る大気汚染を起している。両者の混同したわが国の大気汚染では対策の指導もまた多数にわたらざるをえないという悩みがある。また石炭から石油等燃料への転換が推進されているので二

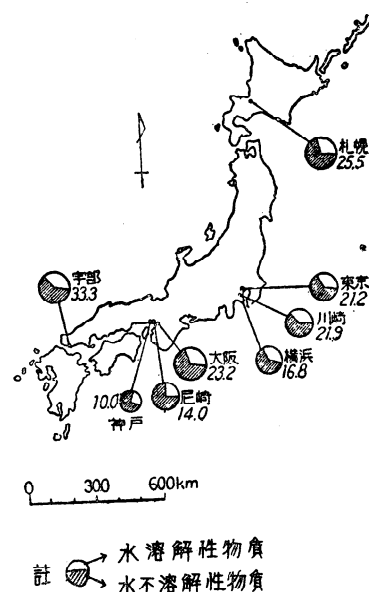


図1の1 全国主要都市の降下煤塵量 (Ton/km²/月) (1958), (札幌市のみ 1956) 全市平均

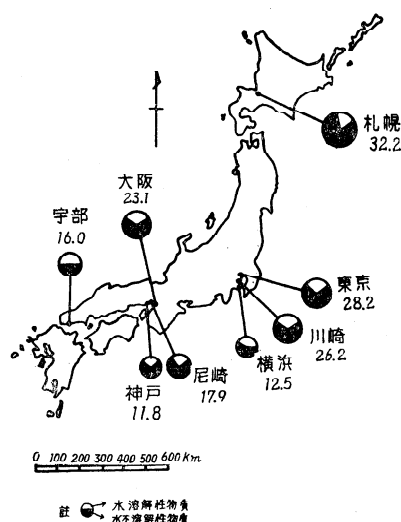


図1の2 全国主要都市の降下煤塵量 (Ton/km²/月) (1961) 全市平均

表1 尼ヶ崎市における二酸化硫黄測定値
(単位 SO_2 mg/day/100cm² PbO₂)
(尼ヶ崎市衛生局測定) (1960~1962)

年次	最高濃度(月)	最低濃度(月)	全市年間平均
1960	3.2 (5月)	0.1 (10月)	1.0
1961	3.5 (8月)	0.1 (12月)	1.6
1962	6.5 (8月)	0.1 (12月)	2.3

酸化硫黄 すなわち 亜硫酸ガス汚染が急激に悪化している。図1に示すように3年間の経過の間に降下ばいじん量は日本の炭業の進展に比べそう変化していないのに、表1で示すように亜硫酸ガス汚染は急激に悪化している。また図2は尼ヶ崎市の数年間の経過を示したもので

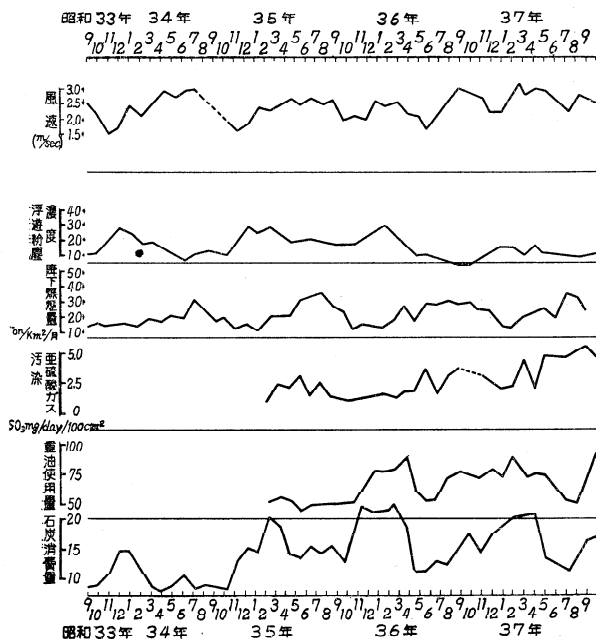


図2 尼崎における大気汚染の推移 (1958→1962年)
(尼崎市衛生局)

あって上述の事情が分ると思う。重油専焼火力発電所の大型化、石油化学産業の発達、自動車の激増はガス汚染を重要視せねばならないことを示しているが、わが国が硫黄含有量の高い中近東の石油を消費せねばならぬとすれば、亜硫酸ガス汚染対策は真剣にとり組まねばならぬ問題である。図3は四日市二重火力発電所の風下の住宅地で測定された SO_2 ガス濃度が気象条件によって異状に高くなった状態を示したものである。このピーク濃度が 0.3ppm を越し、それが数時間に及ぶことがくりかへされれば住民の健康に及ぼす影響は憂慮すべきものであるといっても過言ではない。また石油化学産業からの悪臭問題は住民の苦情の種である。それがたとへ技術未熟・突発的事件であったとしても、住民の悩みは深い。また化学産業はそのようなことの起る可能性の大きいものであるとの認識の上に、対策への万全のかまへが要求されるものであろう。図4は先年発生したおそらくメルカプタンと思われる悪臭のひろがりを示したものである。川崎市から東京都の環状線内部まで悪臭はひろがっ

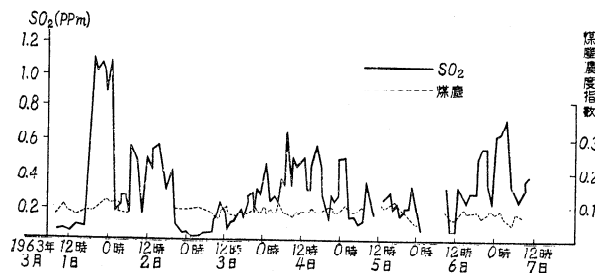


図3 四日市市磯津地区における二酸化硫黄汚染及び煤塵汚染の時間的変動の一例 (1963年)
(三重大 吉田氏)

ている。

亜硫酸ガスの他、自動車排気ガスによる路上の一酸化炭素、窒素酸化物、各種炭化水素汚染は注目せねばならぬ段階に達している。

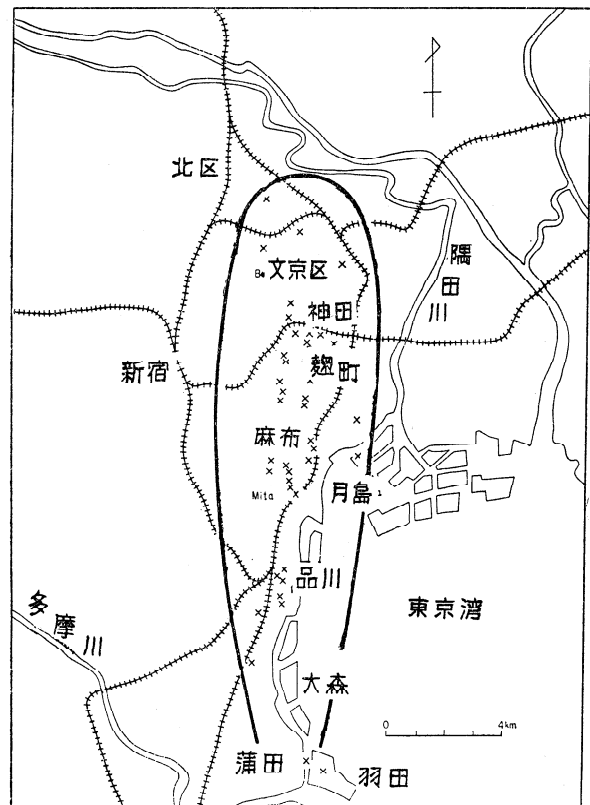


図4 悪臭の訴えの分布 (1961年8月14～15日)

以上概括的であるが日本の大気汚染の現状をのべて来たが、そのような事情のもとで、住民の健康が如何に影響されているかを述べることにする。

3. 人体への影響

大気汚染により、われわれの生活が不快、不健康になることは多くの人々が直感的に認めているところであろう。この不快、不健康の除去が、大気汚染対策の目的でなければならない。しかし多くの人々は、人間に対し、何等かの明らかな健康障害が出ることをもって大気汚染対策の樹立の指標と考えている。また明らかな健康障害が出なければ対策にふみ出す必要がないとさえ考へている人がいるようである。しかし大気汚染対策はそのようなことを防止、予防するためにこそ行なわれるものであることをまず強調しておきたいと思う。

都市の大気汚染がある程度悪化してくれば、まず住民は不快に思うであろう。そして視程は減少し、生活環境は不快、不健康化してくる。視程の減少が強まれば交通事故の原因ともなる。次に植物の發育阻害ないし枯死、金属腐蝕の促進というわれわれの財産への損害という形

があらわれる。さらに汚染度が悪化すれば、人間への機能への悪影響があらわれる。たとへその影響ははじめは可逆的の生理的反応であっても、そのことがくり返される場合やがて病的変化へと発展する。また急激な一時的大気汚染の激化が起きると市民の間に呼吸器疾患の多発ということも考えられる。また大気汚染の悪化した状態に長年月の間曝露されると、慢性気管支炎、喘息性気管支炎、肺気腫というような治癒困難な疾病へと発展する可能性が想定されている。一方汚染物中に発癌性物質が含まれる場合、肺癌の発生が考えられる。一方病弱者ことに呼吸、循環器障害者、アレルギー素質者は、その原因が大気汚染に求められようと、他の原因によるものであらうとも、老人や幼児と共に、一時的大気汚染の悪化に敏感に反応して症状の悪化が認められる。

また植物にしても金属にしても、そして人間においても、単一汚染物の曝露よりも多数汚染物の混合の場合に相乗作用によって影響は著明に現れる。汚染物一つ一つでは無影響の場合に、それが複数で同時に存在すると症状が人間に現れる。

現在大気汚染の人体への影響は特殊な物質による特定の疾病が発することは考えられるけれども、そのことよりも各種大気汚染物の混合したものが終局的には同じような影響を及ぼすという考え方に立っている。しかし将来研究の進むに伴い、各種汚染物の影響がより明かになり現在の考え方が訂正される時期が来るかもしれないと思う。

特生物質による特定疾病の発生は米国におけるベリリウム製錬工場附近の住民に見出されたベリリウム肺肉芽腫が唯一の証明された例である。わが国では二酸化セレン粉じん、フタル酸による粘膜刺激症状の陳情報告がみられるにすぎない。

(1)大気汚染物相互間の相乗作用

大気汚染を構成する汚染物の濃度は一般的には非常に微量である。たとえば1952年、1954年、1962年とロンドン市で死者を伴ったスモッグ事件があったが、1952年の時の二酸化硫黄の濃度は最も濃厚の場合に短時間で1.75ppm、24時間内平均で0.7ppmであった。1962年では二酸化硫黄でそれをやや上廻った程度であった。ところが1952年には推定死亡者4,000名、1962年では340名であったが、その原因は大気中粉じん濃度が1952年に比べ1962年に著しく減少したためであるとされている。この事情を示したのが図5である。

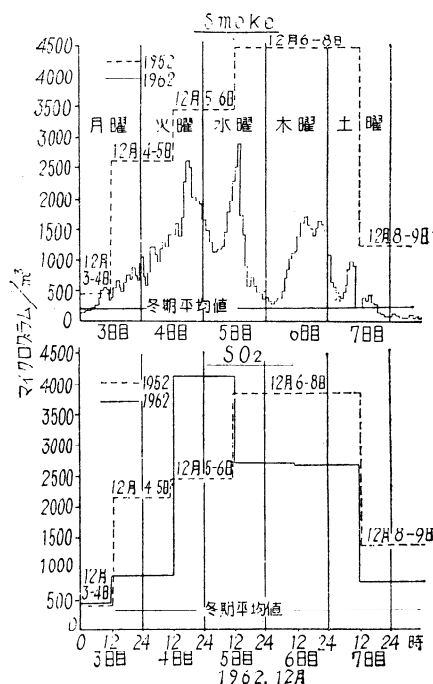


図5の1 1952年12月と1962年12月の Smoke と SO_2 (ロンドン市役所屋上にて測定)

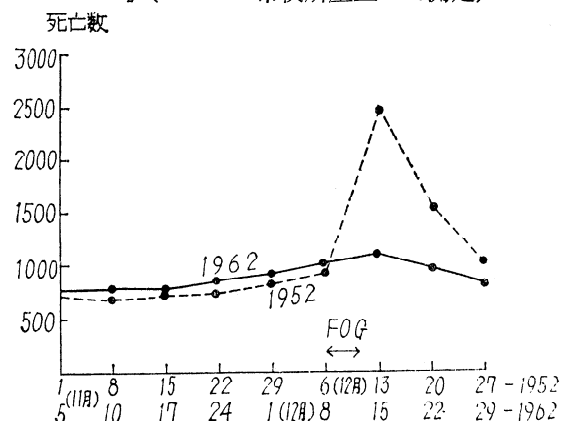


図5の2 1952年と1962年の Smog による全疾病死亡数 (ロンドン市役所発表)

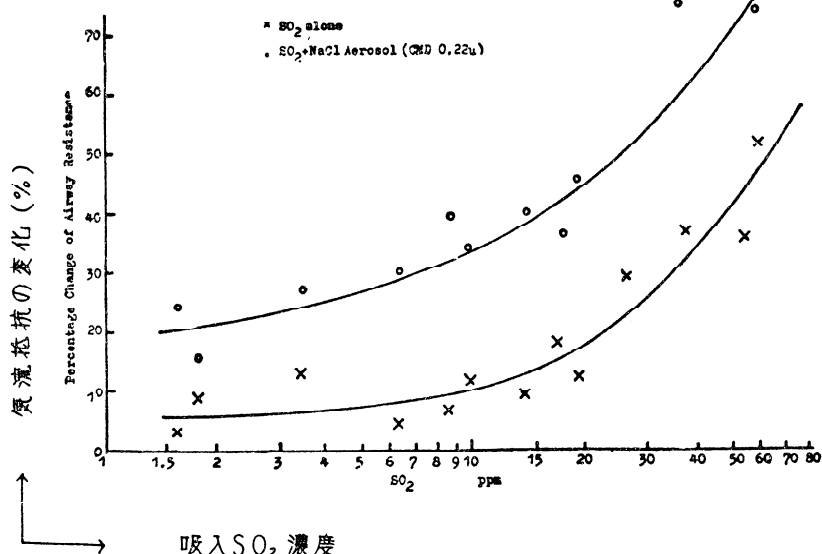


図6 SO_2 及び SO_2 + 生理的食塩水気膠質の吸入時の気道の気流抵抗の変化(%) (外山敏夫)

この汚染物相互間の関係を明かにしたものの一例として慶応大学の外山教授の実験の結果を示したものが図6である。これは SO_2 ガス単独吸入の場合と SO_2 ガスと生理的食塩水気膠質の混合吸入の場合の人間の反射性気道収縮による気道の気流抵抗の変化の比較である。二酸化硫黄の単独吸入に比べ、生理的食塩水の気膠質との混合吸入時に明かに気流抵抗の増加がみられる。この場合食塩水の気膠質の粒径は 0.22μ であった。このように肺腫を沈着することの少ない 1μ 以下の微粒子が有害ガスの作用を強めることは大気汚染の影響において、注目しなければならない事実である。

(2)大気汚染の初期症状

大気汚染の結果、肺機能が正常の状態より偏っていることが明らかになったか、また症状が可逆的のうちに大気汚染の影響を発見することが出来れば、慢性の疾病にまで発展することを予防出来るであろう。気道の気流抵抗を含む肺換が気能の検査を Wright Peak Flow Meter というもので行なうことができるが、われわれの研究室、東京医科歯科大学、慶応大学で共同して1961年より1962年にかけての冬の期間に東京都の小学校の学童について毎月1回宛、6校で同一の日に測定した。その結果を図示したのが図7であって、ピークフロー値、それぞれの地区の降下ばいじん量、二酸化硫黄汚染の程度を示し、また参考として各学校の生徒の大気汚染への訴えのうち肉体的項目の訴えの頻度を附した。ピークフロー値の大きいもの程気流抵抗が少なく、大気汚染の影響の程

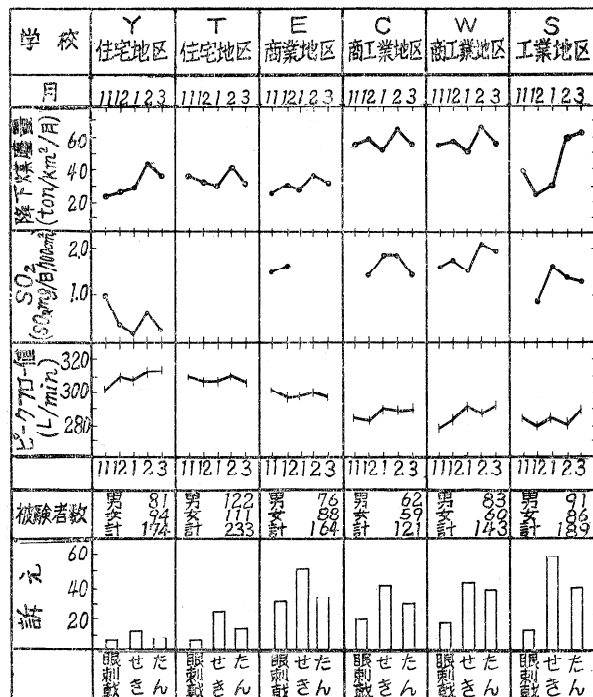


図 7 東京都学童の肺換気能と大気汚染との関係 (1961-1962)

度が少ないといえる。この図から明らかなように大気汚染の大きい地区程学童の上気道の気流抵抗が増加し、かつ肉体的訴えが多いことが示されている。図8はこのピークフロー値と浮遊粉じん濃度指数とが高い相関関係のあることを示したものである。すなわち東京の小学校の学童の中には大気汚染の結果、気道の収縮を起しているものがあることを知ることが出来、もしこのままの汚染状態の中で生活すれば、濃原汚染地区の学童の中から将来慢性の非伝染性の呼吸器患者が多発することが心配される。

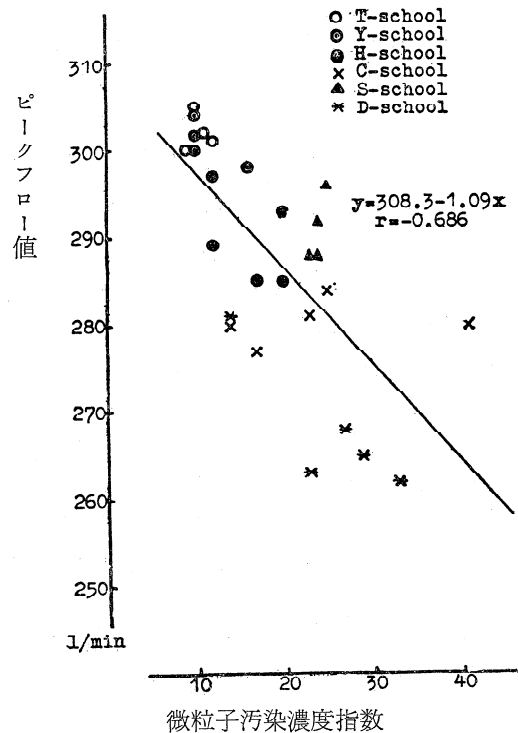


図 8 東京都学童のピークフロー値と微粒子汚染濃度との関係 (男)

(3)大気汚染の悪化と疾病との関係

すでに述べたように病弱者殊に呼吸器疾患をもつものが大気汚染の一時的悪化にともなってその症状が悪化する。また健康人であっても大気汚染の一時的悪化によって非伝染性の呼吸器疾患の罹患率の上昇が考えられる。そこで大気汚染の一時的悪化にともなう人体への影響が調査されている。

a) 東京一横浜喘息

横浜・東京北区に駐在する米兵およびその家族の中から、秋から冬にかけて大気が汚染される日に咳または喘鳴で喘息のような症状を示すものが現われ、はじめ横浜喘息、後に東京一横浜喘息として報告された。米国側の調査によれば男が女に比べ4倍の罹患率を示し、アレルギー素因は認められず、総ての患者はほとんど同じ日の同じ時刻に発症している。薬剤はほとんど効果を示さず、

患者は横浜地区を離れるか、外気の清浄装置をもつた病室に収容すると軽快する。このような症状は大阪地区では発見されていないので、原因は東京―横浜地区の特殊な大気汚染物によるもので、特別の疾病と考えている。しかしこの事実に対し、日本人の例に同様の疾病が存在するか否かについては日本の研究者は疑問をもつ者が多い。たしかに横浜地区の大気汚染により喘息よう症状を示す者はあるが、それはアレルギー性素因のある者であって、米軍側のいう特別な疾病ではなく、気管支喘息の症状悪化であるというのである。

b) 宇野市における調査

山口医大の野瀬教授の調査によって、浮遊粉じん量と SO_2 濃度と死亡者数との間に高い相関を認め、殊に浮遊粉じん量と SO_2 濃度が平行して増加する場合に死亡者が増加し、老人や呼吸器・循環器障害のある者にその影響が強く出るとされている。

c) 尼崎市における調査

われわれの研究室において尼ヶ崎市衛生局と共同して1958年以来、大気汚染と上気道炎症患者発生との関係をしらべているが、その結果上気道炎症と大気汚染度殊に浮遊粉じん濃度との間に高い相関を認めることができた。図9は中学生のいわゆる感冒発生数と大気汚染度との関係を示したものである。この際大気汚染が急に悪化した当日及びその翌日に患者の発生が急増する。同様のことを1961年より1963年の毎年の冬期3ヶ月間の尼崎市国民健康保険による毎日の上気道炎症患者と浮遊粉じん濃度との関係をみたのが表2である。大気汚染度がピークが出た日を中心にして、患者発生が増加したかをみたもので汚染地区ではピークの出た日または翌日に患者が急増している。この関係が汚染地区、中間地区、非汚染地区で1961年には地区相異が認められたのに、1963年には差が少なくなり、すでに述べたように微粒子および SO_2 汚染が全市におよんでいることが患者発生との関係

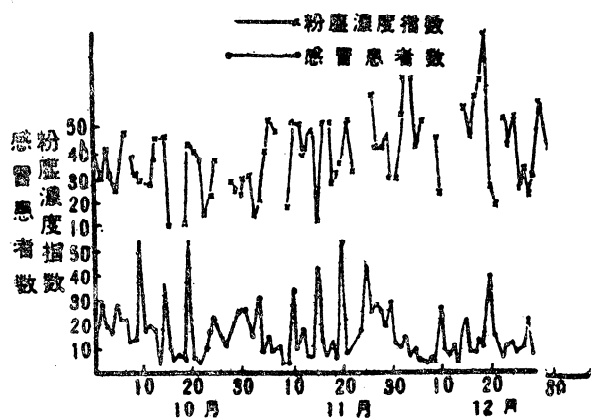


図9 中等学校生徒のいわゆる感冒発生数と大気汚染度との日別推移(尼崎市)(1958年10月～12月)

表2 大気汚染のピークの出た日と患者発症との関係(回数)(尼崎市)

(但し患者が日曜日、月曜日に出た場合は除く)

昭和35年1～3月

		全 市		非汚染地区		中間地区		汚染地区	
		男	女	男	女	男	女	男	女
Peak	の発生の当日	1	5	6	4	4	8	4	3
翌	日	2	1	3	1	1	2	2	3
翌	々	2	1	3	1	1	2	2	1
3	日 後	1	1	2	1	1	1	2	2
無	関 係	4	3	7	2	4	6	2	1

昭和36年1月～3月

		全 市		非汚染地区		中間地区		汚染地区	
		男	女	男	女	男	女	男	女
Peak	の発生の当日	1	0	1	3	0	3	1	1
翌	日	4	3	7	4	3	7	3	3
翌	々	3	2	5	2	0	2	3	4
3	日 後	0	1	1	0	0	0	1	0
無	関 係	2	2	2	2	0	0	0	3

昭和37年1月～3月

		全 市		非汚染地区		中間地区		汚染地区	
		男	女	男	女	男	女	男	女
Peak	の発生の当日	0	1	1	0	2	2	0	1
翌	日	1	2	3	3	1	4	2	1
翌	々	1	0	1	1	0	1	1	1
3	日 後	1	0	1	0	1	1	1	2
無	関 係	1	1	2	1	1	2	1	0

昭和38年1月～3月

		全 市		非汚染地区		中間地区		汚染地区	
		男	女	男	女	男	女	男	女
Peak	の発生の当日	2		2		3		4	
翌	日	6		5		5		5	
翌	々	2		1		2		1	
3	日 後	0		1		0		0	
無	関 係	0		2		0		2	

からもまた示されたのである。また1963年の冬期には粉じん濃度24時間平均で $0.2\text{mg}/\text{M}^3$ でも、その当日または翌日に患者の多発がみられた。そのときの亜硫酸ガス濃度は1時間平均値で 0.144ppm が最高であった。

d) 四日市における調査

四日市市は重油専焼火力発電所 石油コンビナートによる大気汚染の典型的被害を受けている。三重大学の吉田教授によって、1962年12月末より1963年3月末までの浮遊粉じん濃度と二酸化硫黄濃度と17名の気管支喘息患者

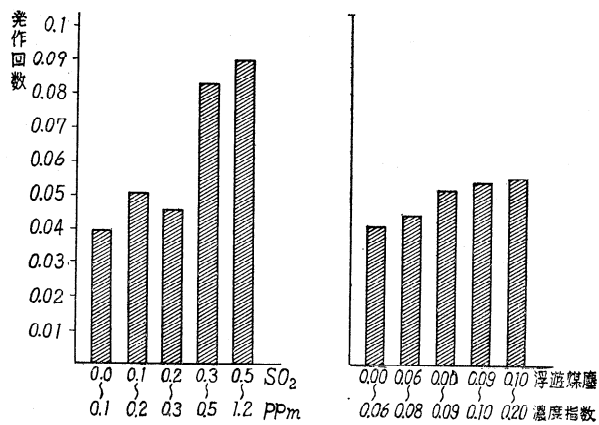


図10 1時間の SO_2 濃度及び浮遊煤塵濃度と発作回数 (四日市市1963, 吉田)

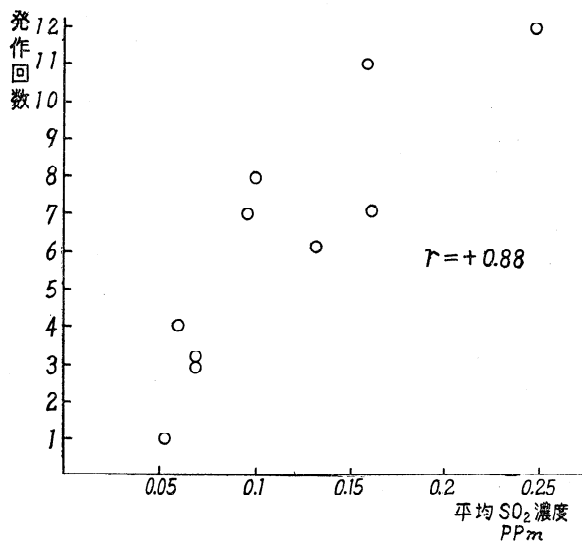


図11 1週間の平均 SO_2 濃度と発作回数 (四日市市1963 吉田)

の喘息発作との関係が観察された。1時間当りの浮遊粉じん量と SO_2 濃度と発作回数との関係を示したのが図10であり、1週間単位で平均浮遊粉じん量と濃度とその期間の発作回数との関係をみたのが図11である。喘息患者と大気汚染度との間に高い相関が認められる。

4. 大気汚染と市民の健康

大気汚染に長期間曝露された結果、市民の健康が障害されることが当然予想される。このことに関して宇野市、尼崎市、四日市、川崎市等で慢性呼吸器疾患が汚染地区で非汚染地区に比べ多いことが確められている。また北海道においては家庭用燃料の大量消費のため、不完全燃焼による発癌性物質が大気中に排出されるため、肺癌の多発が調査されているが、くわしくは紙面の都合で省略する。

5. ま と め

大気汚染のわが国における研究調査のうちから、人間の健康に関係あるものをぬき出して述べてきた。人間に対する影響の研究は緒についたばかりであり、因果関係を明らかにする研究はまだ少なく、多くの研究すべき課題が残されている。しかしそのことが大気汚染対策を遅らせる理由として利用されないことを強く望みたいと思う。