

公害と健康

長岡 滋

(都立広尾病院内科兼務)

1 はじめに

大気汚染が、人間の健康に如何なる影響をおよぼすかということに対する説明は、きわめてむずかしい。今までに、かなりの調査研究がおこなわれ、その結果、大気汚染と、呼吸器を主体にした健康障害との間に、ある種のむすびつきがあることが、つよく暗示されるようになってきたが、そのむすびつきは如何なる性質のものであるか、とくに因果関係はどうかということは、いぜんとして不鮮明の状態である。

大気汚染の人体影響についての明確な解答を困難にしている理由は、いろいろ考えられる。

現在問題にされている大気汚染の程度は、産業曝露の許容量を、かなり下まわるものであり、短期間で著明な症状徴候を出すといった性質のものでなく、長期間にわたって接している結果を問題視しているのであって、急性影響と違って、因果関係の説明がむずかしいのである。

また、慢性気管支炎や気管支喘息などの、大気汚染と関係があると考えられている疾患は、いろいろな原因によっておこるものであり、外因(agent)、環境(environment)、宿主(host)にわたる、多くの要因のからまり合いによって発生すると考えられているから、ひとりびとりの症例について、その原因が、大気汚染であると確認することは、非常にむずかしい。

大気汚染の人体影響に対する調査研究の方法としては、現在のところ、動物実験と、集団を対象にした疫学的調査法が主体をしめている。

動物実験は、実験に使用した大気汚染物質と、実験動物におこった反応との間に、相当に因果関係が推定出来るのであるが、あくまで、特定の実験室の環境内の出来ごとであって、動物と人間の生理学的特性の相違も考慮にいれねばならず、その結果を、そのまま現実の社会の人間の健康上の問題にあてはめることは出来ない。むしろ、大気汚染の影響の、考えられる極限の可能性を検討

するのに適した方法であると思われる。

一方、集団を対象にした疫学的調査は、現実の社会的環境において、現実の大気汚染に曝露されて生活している一般の人々を、出来るだけ代表するようなサンプルを対象にする限りにおいては、大気汚染の人体影響検討のアプローチとして、もっとも合理的な方法といえよう。もちろん、疫学的調査法によって因果関係を確実に推定することは、困難であるが、いろいろな観点と、いろいろなスタイルの、十分にデザインされた疫学的調査を集積させて、問題点をさぐっていくことは、基本的に大切なことである。

公害研究所保健部は、昭和44年度の事業として、二つの疫学的検討を、委託研究の形でおこなった。すなわち、三多摩地区における市役所職員を対象にした、BMRC方式による呼吸器症状の有症率に関する調査を、国立公衆衛生院労働衛生学部に委託し、東京都交通局職員を対象にした、大気中の一酸化炭素の人体影響に関する調査を、慶応義塾大学医学部衛生学教室に委託した。

その結果の報告要旨は、以下の如くである。

2 大気中の一酸化炭素の人体影響に関する調査報告 [目的]

近年の自動車台数の増加は、周知のことであり、それに伴って、自動車排気ガスによる大気汚染が、都民の健康に如何なる影響をおよぼすのであろうかということが、大きく問題視されるようになってきた。

今回の調査においては、通常、道路上で労務につき、自動車排気ガス中に含まれる一酸化炭素(以下COとする)の影響を受けやすいと思われる東京都交通局運転従事者を、特に対象にえらび、呼気中CO測定法により、人体へのCO侵入度の測定をすると共に、諸種の作業条件、反応時間、疲労アンケートなどの調査をあわせておこない、COの人体への侵入度と、これらの条件との関

連を求め、COの人体への影響を究明しようとするものである。

(なお、本調査の細部のデザイン、実施、集計は、慶応義塾大学医学部衛生学教室によるものである。)

〔調査実施年月日〕

昭和44年11月28日、12月1、3、5、8、10日

〔調査の実施場所〕

東京都交通局、杉並営業所および千住営業所

〔調査対象者〕

東京都交通局職員、運転従事者延259名および非運転従事者延34名

なお、杉並営業所の対象運転従事者の平均年齢は、37.1才(119名)、非運転従事者では43.8才(16名)、千住営業所では、それぞれ36.6才(122名)、42.4才(17名)であった。

性別は、非運転従事者に、女性が7名いるほか、すべて男性であった。

〔調査の方法〕

(1) 呼気のCO濃度測定

対象者に対し、1日3回、すなわち就業前、昼休みおよび作業終了時に呼気を採取し(以後、前(1)、中(2)、後(3)呼気CO濃度と呼ぶ)、これを、赤外分析計により測定し、各々の数値を求めるとともに、3つの平均値を算出した。呼気の採取法は、Jonesの20秒間息止め法によった。

(2) 面接質問

本調査のため特別に作成したCO曝露に関する面接票により、諸種の労働に関する条件(勤続年数、運転系統、運転時間その他)および生活に関する条件(喫煙量、生活暖房など)を医師による質問によって調査した。

(3) 反応時間、疲労アンケート

前記の1日3回の呼気採取時に、対象者の一部に対して、選択反応時間測定法および産業衛生協会疲労アンケート票により、反応時間および疲労をそれぞれ測定調査した。

(4) 環境CO測定

調査の場の環境上のCOを、調査当日に、経時的に赤外分析法により測定するとともに、随時、バス運転経路上の環境中CO濃度を測定した。

(5) バス運転中における経時的呼気中CO濃度の変動

をみるため、バス内の環境中CO濃度を測定すると同時に、運転者の呼気を経時的に採取し、測定に供した。

〔結果および考察〕

(1) 調査当日の天候および環境中のCOについて

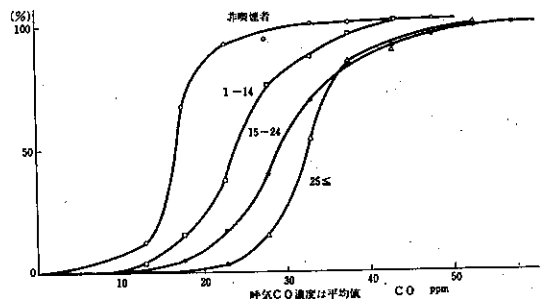
調査時の天候条件は、一般に冬型、杉並では上天気つづきで、第1日目は中乃至強度の風、気温は6.1~14.7°C、第2日目は弱い風、気温は7.0~16.3°C、第3日目は弱い風、気温は8.3~14.3°Cであった。一方、千住の方では、ややスモッグ条件が多く、第1日目は晴のち雲、弱風、気温は3.8~13.2°C、第2日目は晴のちうす雲、弱風、気温は13.0~18.0°C、第3日目はどんよりとした天

表1 喫煙量別呼気CO濃度度数分布表(運転手全員)

喫煙本数 呼気CO濃度	非喫煙者	1~14	15~24	25以上	合計
0~5ppm	0	0	0	0	0
5~10	0	0	0	0	0
10~15	9	1	0	0	10
15~20	43	7	7	0	57
20~25	17	10	13	1	41
25~30	2	14	25	3	44
30~35	3	4	32	11	50
35~40	0	3	17	9	29
40~45	0	3	9	1	13
45~50	1	0	5	2	8
50~55	0	0	4	1	5
55~60	0	0	0	0	0
60~65	0	0	1	0	1
65~70	0	0	1	0	1
合計	75	42	114	28	259
平均値(ppm)	19.49	26.33	32.80	34.70	28.09
S・D	6.95	7.08	9.90	6.40	10.08

(注) CO濃度は平均値

図1 喫煙量別呼気中CO濃度累積度数分布図(運転手全員)



候で、弱風、気温は3.0～11.9℃であった。

環境CO濃度は、経時的に屋外および随時屋内（被験者の居場所）において測定したが、屋外においては、調査期間を通じてほぼ10ppm以下で、杉並と千住の間で大差はみとめられなかった。屋内においては、一時的に数10ppmに達した場所もあったが、これは、ガス、石油、炭などの暖房の影響である。（最高は、千住営業所で40ppmを記録したが、これはいろいろの上であった。）

なお、運転者の呼気は、出来るだけ屋外で採取するようにして、屋内のCOの影響を避けるように心がけた。

(2) 喫煙量、喫煙方法による運転者、コントロール群（即ち非運転者）の呼気中CO濃度について

調査対象の運転手全員259名の、呼気中CO濃度の1日3回の値の平均値を、1日の喫煙量別に整理してみると、表1および図1の如くになり、呼気中のCO濃度は、喫煙量にともなって増加する傾向があきらかにみとめられる。

非喫煙者75名の平均値は、19.5ppmであり、血液中の濃度（COヘモグロビン量）に換算すると、約4%となる。通常の健康者の血中COヘモグロビン量は、大体2%以下であるとされていることにかんがみて、やや高い値である。暖房などによる季節的要因も考えられるであろうが、通常の自動車運転による残留COとも考えられよう。

コントロール群すなわち非運転従事者は、調査人数が十分ではなく（約30名）、喫煙量別の分類が出来なかったため、運転手との喫煙分類別の比較は出来ない。全調査者における比較では、コントロール群の1日平均呼気CO濃度は、運転手とくらべて大差がなく、運転者全員259例の平均は28.09ppm（標準偏差±10.08）で、コントロール群32例の平均は29.72ppm（標準偏差±11.22）であった。これは、選定されたコントロール群が、ほとんど暖房のある事務所などの室内に1日中滞在していたためとも考えられる。今後は、暖房の不要な夏季における調査が必要であると思われる。

1日3回の測定すなわち就業前、昼休み、作業終了時の呼気CO濃度は、大差がなかったが、後になるに従い、やや上昇する傾向がみとめられた。

(3) 調査当日の運転系統別呼気CO量について

当日の運転系統別に呼気CO量(3)について観察してみ

ると、系統別によりかなりの差がみとめられるが、各系統の例数が少なく、喫煙量による訂正が十分に出来かねるので、結論を下すのは困難である。

(4) 暖房の有無による分析

職員の家庭暖房の有無により、呼気CO量(1)を分析してみると、家庭で暖房に接したものに高い傾向がみとめられた。すなわち、家庭暖房に接したものは219例で、平均27.77ppm（標準偏差±12.61）、一方家庭暖房に接しないものは56例で、平均24.91ppm（標準偏差±10.05）であった。

以上の如く、早朝の呼気CO量は、家庭の暖房が影響を与えているものと思われる。

(5) 勤続年数、調査前日の運転距離（単位時間当り）、調査当日の運転距離（単位時間当り）などと、呼気CO濃度との関係

勤続年数と呼気中CO濃度との関係は、体内CO量が慢性的に体内に蓄積を示せば、ある種の相関を示すわけであるが、両者の相関係数をしらべてみると、ある時は正、ある時は負で、例数も少ないこともあろうが、とくに上述したような傾向はみとめられなかった。

調査前日の運転距離は、調査時の第1回目の呼気CO量に、また、当日の運転距離は、第3回目（夕方）の呼気CO量に影響をおよぼすと考えてその相関をみたが、これもとくに明瞭な結果が得られなかった。個人個人の通常の呼気CO量が、特に一時的な比較的低濃度曝露による影響をうけないからであろう。

(6) 自動車のクラッチなどの床面におけるすき間の有無による呼気CO量

使用年数が長く整備が不十分な自動車では、クラッチ、ブレーキのペタルの床面から出る部分にすき間が出来、外気が侵入しやすくなり、運転手は、先行車の排気ガスを直接呼吸することが多いといわれている。

喫煙量別に、このすき間の有無による呼気CO量を比較検討したが、一般にそのような傾向はみとめられなかった。

(7) 選択反応時間および自覚疲労度と呼気CO量との関係

血中のCO量が増加すると、刺激に対する反応に時間のおくれが生じるといわれており、呼気CO濃度と反応時間との間に、正の相関があると予想されたが、今回の

調査ではとくにそのような関係は見出せなかった。

疲労度に関しては、肉体的自覚症状、精神的疲労感および感覚的疲労度のいずれも、呼気CO量との間に、正の相関を呈した。体内のCO量が、肉体的、精神的に何らかの影響をおよぼしていることが予想される。

しかし、喫煙量の如何は考慮にいれていないので、ただちに排気ガスの影響にむすびつけることは、早計と思われる。

(8) バス内環境CO濃度および運転者の運転中呼気CO濃度の変動

調査期間中、随時ある路線を運転するバス中の環境中CO濃度の変化、および運転者の呼気CO量について観察してみると、当然のことながら、バス中のCO濃度は、営業所外で測定した値より高く、また、変動がはげしい。時に30ppmに達することがある。

一方呼気中のCO濃度は、一般にはこの環境濃度にすぐ追従することはなく、かなり一定の濃度レベルを保っている。

〔総括〕

現在、大気汚染のうちで、自動車排気ガスによる大気汚染は、重要な問題となっている。また、種々の大気汚染物質のうちで、一酸化炭素は、比較的的確にその体内侵入を把握出来る。こうして、自動車排気ガス中にふくまれている大気汚染物質である一酸化炭素の人体影響の如何が、大きくとりあげられるようになってきた。

一酸化炭素は、血液中のヘモグロビンとむすびつき、全身への酸素の運搬供給を阻害する。そして、酸素より230倍もヘモグロビンと結合しやすいのである。故に、一酸化炭素ヘモグロビンの量を測定すれば、一酸化炭素がどの程度体内に侵入したかがわかるわけであり、それを計測する事の意義は大きいのであるが、測定にともなう技術は必ずしも容易ではない。

一方、呼気中のCO量は、その値を5で除して百分率になおしたものが、ほぼ血中COヘモグロビン量であるとされている。(たとえば15ppmの呼気中のCO量は、3%COヘモグロビンに相当する。)このように、ある条件で採取測定した呼気COにより血中CO量を推定出来、赤外線分析計を使用すれば、比較的簡単に実施しうる。

COに関して、もっとも影響を与えるものは、喫煙の

量であり、今回の調査でも、喫煙量と呼気CO量との間に相関がみとめられた。

こうして、喫煙外の諸因子に関して検討する場合は、喫煙量による訂正が必要であるが、今回の調査では、対象者の人数が300人あまりで、また、調査日も異なり、喫煙量によって分類すると、例数は非常に少数となり、これら喫煙外の諸因子の影響を明確にみる事は出来なかった。

しかしながら、運転手(運転中は喫煙量は少ないと思われる)の呼気CO(3)値の上昇、早期CO(1)値の暖房による影響、疲労度との関連など、多少環境性のCOによる影響が示唆されたものと思われる。

この種の調査は、今後、夏季における調査をふくめて、継続していく必要がある。

3 三多摩地区市職員についてのBMRC方式による呼吸器症状の調査

〔目的〕

東京都内でも、大気が比較的清浄と考えられる三多摩地区で、市役所勤務職員を対象に、BMRC方式にもとづく、慢性気管支炎の疫学的調査をおこない、同地域の呼吸器有症率の実態の推定把握につとめるとともに、昭和41年度より3年間にわたり、都内特別区23区の区職員を対象にして、同じ方式で調査した結果と比較し、大気汚染度と慢性気管支炎様の有症率との間に、相関があるか否かを検討する事を目的とした。(なお、本調査の細部のデザイン、実施、集計は、国立公衆衛生院労働衛生学部によるものである。)

〔調査方法〕

(1) 調査時期：昭和44年10月

(2) 調査対象者：武蔵野、東村山、青梅、小平、昭島の各市の市役所職員(40才以上男女全数)

(3) 調査内容

1966年度BMRC(British Medical Research Council)方式慢性気管支炎疫学調査法による。

(すなわち、既定の調査票による問診、肺機能検査、痰の調査など)

〔調査結果〕

(1) 調査対象者数および応答率

対象職員全数(予定人員927名)に対する応答率は、

表2 呼吸器症状頻度(単項目)性, 年令別

症状	年令	男 性				女 性			
		40-49	50-59	60-	計	40-49	50-59	60-	計
Q1 咳 (朝冬)		7.6	9.1	19.4	9.5	3.4	6.3	0	4.0
3 咳 (昼冬)		4.8	5.9	4.5	5.1	2.6	4.2	0	2.9
5 持続的咳		7.6	7.5	19.4	9.0	1.7	6.3	0	2.9
6 痰 (朝冬)		22.9	24.1	35.8	24.8	9.4	2.1	0	6.9
8 痰 (昼冬)		13.7	13.4	9.0	13.0	2.6	0	0	1.7
10 持続的痰		20.0	21.4	34.3	22.1	5.1	2.1	0	4.0
12 b/c 咳・痰の増悪(1回)		1.3	3.2	1.5	1.9	4.3	4.2	0	4.0
〃〃 (2回以上)		3.2	1.6	0	2.3	1.7	4.2	0	2.3
14 a 息切れ2度以上		11.7	14.4	17.9	13.4	12.8	27.1	12.5	16.8
14 b 〃 3度以上		0	0	0	0	0	0	0	0
15 b 喘 鳴		0.6	0.5	3.0	8.7	0	0	0	0
17 a 天候の影響		0	0	0	0	0	0	0	0
20 鼻カタ		2.5	6.4	6.0	4.2	2.6	4.2	0	2.9
21 b 呼吸器疾患1回		3.8	3.2	6.0	3.9	6.0	6.3	0	5.8
21 b 〃 1回以上		5.4	3.7	1.5	4.4	3.4	6.3	0	4.0
		%	%	%	%	%	%	%	%

83.2%で、計771名(男584名, 女子187名)が、調査の対象となり、満足すべき結果でありえた。しかも受診の対象になりえなかったものは、いずれも明らかな理由を有していた。すなわち、病欠、休暇、公務などであり、拒否や不明な理由のものは1名も存在しなかった。

(2) 呼吸器症状有症率

ア) 単項目症状

別掲の如き調査項目により、せき、痰、息ぎれ、喘鳴などの、おもな単項目症状の有症率を、性、年令別に示すと、表2の如くであり、各症状とも、男性に高く、加齢とともに増加の傾向を示した。

(注) 調査単項目症状とは以下のごときものである。Q1, 冬に朝起きてすぐ、ふたん、いつもせきがでるか。Q3, 冬に昼間や夜、よくせきがでるか。Q5, そのようなせきは、年に3ヶ月位続けて、毎日のようにでるか。Q6, 冬に朝起きてすぐ、ふたんいつもたんがでるか。Q8, 冬に昼間や夜、よくたんがでるか。Q10, そのようなたんは、3ヶ月位続けて、毎日のようにでるか。Q12 b/c, 今までにそのようなことが何回あったか。Q14 a, 平らなところを急いで歩いたり、ゆるやかな坂を登ったりする時に、息が苦しくなるか。Q14 b, 平らな道を同年輩の人と一緒に普通の歩調で歩いて息が苦しくなるか。Q15 b, 息をする時、ゼーゼーまたは、ヒューヒューという音がほとんど毎日するか。Q17, 天候が呼吸器の症状に障るか。Q20, ふたんいつも鼻がつまったり、鼻汁がでたりするよ

うなことが、3ヶ月ぐらい毎日のように続くか。Q22 b, 最近3年間に、何か呼吸器の病気で1週間ぐらい具合の悪かったことが、何回ぐらいあったか。

イ) 慢性気管支炎様症状

調査票にもとづいた問診において、“せき”と“たん”が、毎日、3ヶ月以上つづくと、答えたものの率を、慢性気管支炎様症状の有症率とみなすと、5地域の頻度は、全体として、男性4.9%, 女性1.2%となり、また、40才代の男性の有症率は、4.1%であった。

ウ) 肺機能検査成績

本調査においては、努力性肺活量(FVC), 努力性肺活量1秒量(FEV1.0), 1秒率(FEV1.0/FVC×100%), 最大呼気速度(MEFR)を測定し、測定に利用した計器は、パルモテスクーPM50である。

各計測値の平均は、以下の如くである。

- a) FVC: 40才代(男子=3.11, 女子=2.211), 50才代(男子=2.771, 女子=1.981), 60才以上(男子=2.481, 女子=1.941)
- b) FEV1.0: 40才代(男子=2.551, 女子=1.891), 50才代(男子=2.221, 女子=1.671), 60才以上(男子=1.851, 女子=1.511)
- c) 1秒率: 40才代(男子=83.8%, 女子=84.2%), 50才代(男子=80.6%, 女子=85.7%), 60才以上(男子=78.1%, 女子=81.2%)

d) MFFR:40才代 (男子=261.91 / min, 女子=169.31 / min), 50才代 (男子=213.31 / min, 女子=150.91 / min), 60才以上 (男子=157.81 / min, 女子=125.11 / min) であり, 当然のことながら, 年令とともに減少の傾向を示した。

エ) 痰の性状と量

痰の性状と量については, あらかじめ配布した所定の容器に, 朝起床後一時間の痰をいれ, 面接時に提出してもらったものについて観察をおこなった。その結果は以下の如くであった。

- 痰の出ないもの, 41.7%
- 痰の出るものは, 58.3% そのうち
- 粘 液 性=41.7%
- 膿 性=16.7%
- 1日量2ml 以下=48.8%
- 1日量2ml 以上= 9.2% であった。

(総括および考察)

今回の調査成績を, 昭和41年度より3年間にわたって, 東京都特別区23区の区役所職員を対象にしておこなった, 同方式の調査成績と比較検討してみると, 単項目症状, 肺機能検査成績, 痰の外観, 量などについては, 両群の間に大差はなかったが, 慢性気管支炎様の有症率には,

このことから, ただちに因果関係を推定することは不可能であるが, 慢性気管支炎様の有症率と, 亜硫酸ガスなどによる大気汚染度との間に, ある種の関連性があることがみとめられた。このことは, 従来の報告と一致するところであり, この種の差の意味するところは, 大きく, 東京都においても, 大気汚染問題と関連して, 慢性気管支炎などの慢性非特異性呼吸器疾患に対して, 何らかの考慮を払うべき時点に達したものと思われる。

4 全体のまとめ

以上の如く, 当保健部は, 昭和44年度の事業として, 二つの集団調査を, 委託研究の形で施行した。

現在のところ, 疫学的集団調査法は, 大気汚染などの公害の人体影響検討にさいして, もっとも普遍的におこなわれている方法であり, 現実の社会における問題点の探究法としてはもっとも合理的な方式である。

ただ, 疫学的集団調査から, 多くのことをひき出し, 総体的な推測をするためには, 調査の内容が, 十分にデザインされたものでなければならない。たとえば, 調査の対象として選定された人々が, 調査の目的の対象となる大きな集団 (ある地域の一般住民とか, ある特殊環境にいる人々) の代表的性格をもっていることが必要となってくる。また, 今までにおこなわれていた調査成績や, 今後におこなわれるであろう調査の成績と比較検討したり, 追跡調査, 経年変化観察をおこなって, より多くの知見をうるために, 画一的なスタイルをとることが必要である。

その点, 今回の調査は, 企図にかなうものであると思われ, 今後の調査の基盤として, 十分に役立つものとなりえよう。

一方, 疫学的集団調査の解釈は, 十分に慎重であるべきである。調査の結果, ある種の健康上の異常と, 大気汚染の度合との間に, 相関関係があることがみとめられた場合, その相関関係が, 如何なる性質のものであるかを, 性急に結論づけてはならない。相関関係があるとい

うことと, 因果関係があるということとは, 必ずしも同意義ではないことを, 正しく認識していなくてはならない。むしろ因果関係のあるなしにかかわらず, 相関がみとめられたこと自体に意義を見出すべきであって, それをもとにして, より深い探求の道にのり出すべきである

図2 慢性気管支炎様症状の頻度 (40~49才)

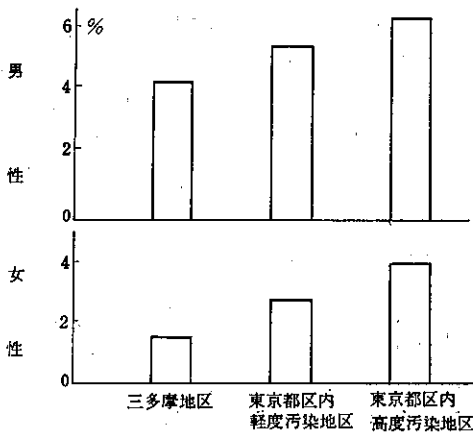


図2に示す如く差がみとめられた。都区内の汚染度による分類は, 亜硫酸が2年間平均0.05ppmを境とし, それ以上を高度汚染地区, 以下を軽度汚染地区としたものであり, 三多摩地区は, さらにそれよりも低濃度であろうと推定される。

う。そして、大気汚染問題に附随する他の因子に対しても観察のひとみをそそぐべきであろう。

特殊な事例をのぞいて、概論的にいえば、現在のレベルの大気汚染は、全く健康な状態であるものに、ひとつの明確な疾病を発生させるというよりも、既存の呼吸器障害を増悪させたり、潜在的な健康障害を生じさせるという方が、より考え方としては妥当であると思われる。この点、一般的に若干誤解されているきらいがないとはいえない。

上述のことを考慮にいれて、疫学的調査の結果に対面すべきである。たとえば、血中一酸化炭素ヘモグロビン

量が、中毒症状をおこすレベルには達していないから、安全であるという考え方は、間違であるし、慢性気管支炎の原因のすべてを、安易に大気汚染の影響にむすびつけていく事も正しくはないのである。

要するに疫学的集団調査は、探究のアプローチとして重要な意義をもつものであって、最終の解決を与えるものではない。疫学的視点と、他の医学的手法（動物実験、臨床的検討法など）を十分にかみ合わせていくことが大切である。そして、そのためには、有機的でフレキシブルな研究体制と機能を保持していくことが必要であろう。他の研究機関との連繋が大切な事は論をまたない。