

二酸化窒素に係る判定条件等について
の専門委員会報告について (付言)

昭和 53 年 3 月 20 日

中央公害対策審議会大気部会
二酸化窒素に係る判定条件等専門委員会

二酸化窒素に係る判定条件等について の専門委員会報告について（付言）

本専門委員会は、環境大気中の二酸化窒素を含む汚染から地域の人口集団の健康を保護するために、二酸化窒素による大気汚染の状態の評価について検討し、二酸化窒素の、または二酸化窒素が他の汚染物質と混合している空気の人の健康に及ぼす影響の判定条件を検討し、整理し、更に地域の人口集団の健康を保護するための環境大気中の二酸化窒素濃度について参考となる指針を提案した。

周知のごとく、現在、環境問題については、多くの不確定因子を抱えながら、その解明と対策に努力が払われている。大気汚染の問題にあっても、汚染の発生、汚染の人の健康および環境に及ぼす影響の防止は、それが必要と判断された時点において得られている科学的知見を、たとえ、それが不十分であっても、可能な限り、利用して行わざるを得ない。しかし、一方では、それで満足することなく、科学的知見の発展と充実のため、一層努力することが必要である。本専門委員会もそのような背景の下で、検討を行って来たのであるが、若干の付言を行うことによって報告書を補いたい。

(1) 昭和47年の窒素酸化物に関する専門委員会報告以後の知見の進展

わが国では昭和47年に窒素酸化物等に関する環境基準の設定のための専門委員会報告が行われている。当時は、光化学オキシダントの発生と、その被害に社会的関心が高まり、一方では、二酸化窒素による大気汚染が目立って始めた時期に相当する。

それから5年が経過して、窒素酸化物による大気汚染に関する知見の充実が急速に進んだ。この5年間の発展を、昭和47年報告と、今回の報告とを比較することによって概説してみると、次の如くであろう。

昭和47年当時のわが国の二酸化窒素等窒素酸化物の測定はザルツマン法によって僅かの自治体で始まったばかりであり、地域社会における汚染状態の十分な推定は不可能であった。現在では、全国で約800か所の測定点が設けられており、報告書に述べられているように汚染の状態のある程度のモデル解析が可能になってきている。測定方法もザルツマン法以外の方法が実用可能になり、かつそれぞれの測定方法の利用に際して提起された問題の検討も進歩した。

窒素酸化物のうち、一酸化窒素の影響については、試

験管実験により、ヘモグロビンとの親和性の高いことが指摘され、一酸化窒素の影響に注目しなければならないことが強く示唆されていたが、その後動物実験が可能になって、当時憂慮された程の多量の一酸化窒素ヘモグロビンは生体内では生成しないことが証明された。

二酸化窒素の低濃度長期暴露(0.5 ppm, 3か月)後にインフルエンザに感染させたマウスは、非暴露群より末梢気道に腺腫様増殖が多くみられ、その所見が目された。しかし、その後の研究では、発がんをみたと考えられる結果は報告されていない。

二酸化窒素の実験室内実験は、動物においても、人の志願者についても多くの研究が行われるようになった。その結果、二酸化窒素の吸入に伴う第一標的は呼吸器であるとの考え方に相異はないが、二酸化窒素は、呼吸器の全体にわたり影響を及ぼし、かつ、大部分は体内に吸収されることが明らかとなった。そして動物では、呼吸器以外の組織にも影響が見出され、かつて、呼吸生理学による研究しか行われていなかったのに比べ、生化学、形態学、細菌学、免疫学研究の発展は著しく、二酸化窒素の影響機序解明に一步を踏みこんでおり、この分野での発展は、同じ大気汚染物質である二酸化硫黄に比べ進歩している。

1 ppm以下の、低濃度の二酸化窒素の長期暴露による実験が動物実験で一般化し、形態学、生理学、生化学的变化が観察され、更に電子顕微鏡を用いる形態学研究で0.1 ppm付近の濃度まで影響が観察されるようになり、量-効果関係の資料は充実し、二酸化窒素が低濃度で生体に、各種の、何等かの影響を及ぼすことは否定し得ない。

また、細菌学、免疫学的研究は、呼吸器感染抵抗性の減弱を明らかにした。それは、定量的再現性に富んでおり、かつ、量-反応関係も説明することが出来る。そして、細菌モデルを利用して、二酸化窒素の変異原性に関する試験が行われるようになってきている。

人の志願者に対する実験室研究は、低濃度でも行われるようになり、かつ、それは呼吸生理学研究はもとより、ぜん息患者の気道の過敏性の二酸化窒素による増強の可能性を示す研究にまで発展した。

疫学研究は、昭和47年においては、わが国および米国において進行中であり、研究結果の最終報告は提出され

ていなかった。その後米国の急性呼吸器疾患罹患率の研究が報告され、わが国でも呼吸器症状の有症率の研究が報告されるようになり、さらに、二酸化窒素の侵襲部位として注目される末梢気道の動態に着目した観察が学童について行われ、報告された。疫学研究の結果が十分に集積されたとはいえない難いであろうが、昭和47年に比べこの分野の研究は進展した。

以上が、概略的にみた昭和47年と今回の報告時点までの研究の進歩である。すなわち、測定においては測定技術、測定局の設置ならびに測定結果の蓄積と解析のいずれも進歩した。影響においては昭和47年の段階では研究結果が不足した状態にあったものが実験室および疫学研究のいずれにおいても影響の程度が確認されるようになって来た。

(2) 指針の提案にあたっての留意事項

地域人口集団が暴露される窒素酸化物は、自然現象によって発生したものも若干存在するが、エネルギー利用、燃焼過程において、空気中の窒素の酸化が行われた人工的なものが主である。硫黄酸化物の発生は主として大きなエネルギー発生源または特殊施設等においてであり、現在では、日常生活または室内において硫黄酸化物が発生する例は少ないであろう。しかし、窒素酸化物は、日常生活において例えば、厨房、煙突のない暖房器具、喫煙から発生し、換気が不十分な場合には、窒素酸化物による室内汚染は著しいものになる。してがって、窒素酸化物の人の健康への影響は、個人についてみれば、特殊な場合を除けば、大気汚染とともに、喫煙、換気不十分な居住条件による窒素酸化物汚染にも注目しなければならない。このことは二酸化窒素による室内汚染の重要性とともに、換気に利用される環境大気の清浄さの必要性を示している。

しかしながら本委員会で検討したのは、窒素酸化物の人の健康への影響のうち、環境大気中の窒素酸化物によるものに限定している。すなわち多くの機会に、人が暴露されるであろう窒素酸化物の影響を二酸化窒素を含む環境大気の汚染に着目して解析している。しかし、将来、環境保健の発展に伴い、現在行っているような汚染の場に対応した影響の考察を行うことから脱却して、全環境の汚染の人の健康に及ぼす影響を総合的に考察することができる日の来ることを希望しておきたい。

現在、われわれが得ている情報、ことに地域住民について得られる情報で、窒素酸化物の影響を環境大気と日常生活と職場環境について、それぞれ分離して定量的に証明することは、特殊な場合を除けば、個人に対しては不可能といえる。地域社会の人口集団についての疫学研究を利用することによって、可能な限り、地域社会の窒素酸化物による大気汚染の影響を分離して、考察しよう

と試みているのであるが、完成された研究報告は、未だみられていない。

大気汚染として、現在存在している程度の窒素酸化物の濃度では、窒素酸化物を含む大気汚染のある地域で、大気汚染物質としての窒素酸化物の地域人口集団への影響を因果関係で説明することは困難である。わが国では、窒素酸化物だけが大気汚染物質として存在する地域は未だ報告されておらず、他の汚染物質と混合しているのが普通であるから、更に進歩した計画と、技術を使う観察が行われぬかぎり、地域の人口集団の影響として観察されるものは、多くの場合、他の汚染物質との混合による影響と解釈すべきものである。

上述の事情の下に、短期暴露と長期暴露にわけて二酸化窒素を含む環境大気の質の判断を行う参考となる値を提案したのである。この場合、短期暴露と長期暴露の影響は、人に対する影響の知見に注目して、それぞれの暴露に対応した影響を考え、地域の人口集団がその両者の影響から保護されねばならないと考えた。長期暴露の影響は、疫学研究が報告されているので、他の汚染物質が混合している場合に、二酸化窒素に着目した影響として提案したものである。そして提案された指針は、その濃度レベル以下では、高い確率で人の健康への好ましくない影響をさけることができると判断されるものである。なお、短期暴露の影響は、短時間のものであって、指針を1回または1時間を越えたからといって、直ちにその影響が必ず現れるというのではなく、一方、しばしばそのようなことがあってよいというものでもないのは当然のことである。

健康への悪い影響、好ましからざる影響の判断も、また多くの議論のあるところである。これはしばしば、時代または地域の健康観によって左右される側面をもつものである。本委員会は、病気または死を影響の判断基準としては採用せず、健康が維持され、人の機能の恒常性の維持機構が負担なく機能をしている状態で判断すべきであると考えた。すなわち、大気汚染の影響として、このような状態からの偏りが見出されない状態を保障すべきであり、大気汚染が原因で病人の症状の悪化があってはならない。

このことを考察するため、本委員会は、大気汚染の健康への影響の程度を、次のように分類して概念の整理を行ってみた。

(i) 現在の医学・生物学的方法では全く影響が観察されない段階。

(ii) 医学・生物学的な影響は観察されるが、それは可逆的であって、生体の恒常性の範囲内にある段階

(iii) 観察された影響の可逆性が明らかでないか、あるいは生体の恒常性の保持の破綻、疾病への発現につい

て明らかでない段階。

(iv) 観察された影響が疾病との関連で解釈される段階。

(v) 疾病と診断される段階。

(vi) 死。

もちろん、これはあくまでも委員会としての考察の材料として利用したものであり、それぞれの段階の境界は明確でなく、かつ、連続的でもなく、むしろ重複するものであり、われわれの得ている健康への影響の知見が、どの段階に属するかを明示することも、また困難なことが多い。しかし、概念的にいえば(iii)を健康な状態からの偏りと考えることができる。

また、当然のことであるが、地域の人口集団は、健康な人々ばかりではなく、病人、老人、乳幼児、妊娠婦そして肉体的に弱い人等が多様な生活様式の中で生活しているのであるから、大気汚染に対し、このような感受性の高い集団が含まれていることへの留意は慎重に考慮すべきものと考ええる。

このことは、動物実験の結果が示している。すなわち、二酸化窒素については感染抵抗性の減弱が、動物実験により明らかにされているのであり、また老齢動物に対する二酸化窒素の影響は若齢動物に対するものより強いことが認められている。

また、わが国のように工業が、ある地域に集積しており、その地域に多数の人口が稠密に生活していることから、大気汚染の影響を受ける地域人口集団は大きく、また、その人口集団の大気汚染の暴露時間が長いことにも留意したい。

さらに、窒素酸化物は他の汚染物質と相加作用のあるという報告、二次的汚染生成の前駆物質であること、などに注目したい。

(3) 将来への課題と判定条件等の見直しについて

先に述べたように、大気汚染に関する課題の中には、未だ不確定因子が多数ある。全ての課題は常に新しい研究を必要としており、完成された研究結果はないといっても過言ではない。その意味でわれわれの持っている知識は、常に暫定的であるともいい得る。

測定の立場からみても、大気汚染の状態の把握を、より真実に近ずける努力は今後とも行われなければならない。人が暴露されている汚染の状態、人が体内にとりこんでいる汚染物質の量の正しい秤量、また真に人間の健康に影

響している汚染物の化学的、理学的性状の評価は長期間を要する研究対象であるけれども縮すなければならない。

ことに、窒素酸化物のように人の生活の中で、自らが発生しているような汚染物質にあっては、個人モニタリングの技術開発は、人への影響を正しく評価するために急がねばならない課題であろう。また、窒素酸化物による室内汚染は、現在のわが国の居住条件の下では、その汚染状態についての資料は更に充実されなければならない。

影響の立場からは、動物実験から得られたように、窒素酸化物は全身の影響が考えられ、さらに発がん等の遅発的影響については、いまのところ発がんをみたという報告はないものの、さらに注意深く確認が必要であるので、実験室研究はさらに深められなければならない。また、窒素酸化物は、他の汚染物質との混合の場合が普通であるから、その状態での二酸化窒素の役割も定量的に確かめる必要がある。それは、窒素酸化物から誘導される光化学反応物質を含めた各種化合物についての探究も含めてのものである。

疫学研究においては、もし窒素酸化物に特異的に汚染された地域があれば、そこでの疫学研究は有効な知見を供給するであろうし、窒素酸化物の呼吸器侵襲部位に着目したコホート研究は進められねばならない。

そして、大気汚染とその地域人口集団への影響の両者に関連づけたサーベランス計画が樹立され、実効のある監視が継続的に実施されることによって大気汚染から人口集団の健康の保護の保障が得られ、かつ先見性を持った判定条件が充実されるであろうことについての認識が一般化されねばならないと考える。

人の健康に及ぼす影響を、人について直接的に研究するには、限界があるので、動物実験によって得られた知見を人に応用するための議論は、窒素酸化物のような汚染物質にあっては特に必要であろう。

すでに述べたことから明らかなように、環境汚染についてわれわれの有する知識や情報は完成されたものではない。したがって研究の進歩によって新しい知見が加わることを期待すべきである。そのために、窒素酸化物についての判定条件についても、新しい知見の集積を反映するようある一定期間ごとに、例えば5年ごとに評価、検討を、行うべきものであろう。

(二) 環境基準の生物・医学的側面

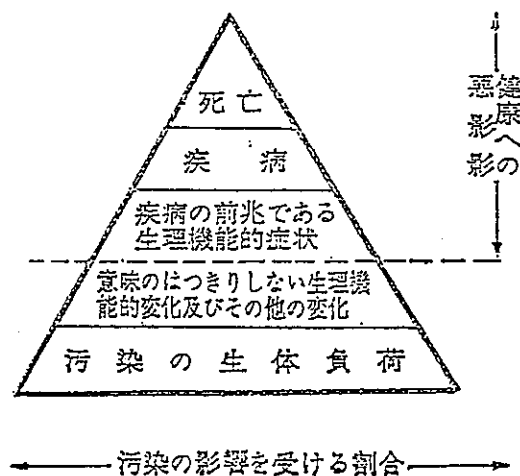
環境基準のような環境上の基準又は目標を、人の健康保護等の観点からどのレベルに設定すべきかについては、国内的にも多くの議論がなされている。一九七六年に開催された世界保健機関(WHO)の環境保健クライテリアの適用に関する科学者会議では、環境質に関する基準又は目標について次のような分類を行つた。

desirable level・健全な環境質の確保に向けて長期的に環境質を改善又は維持するための目標となる汚染の程度
acceptable level・環境及び人を一応保護するに足る汚染の程度

tolerable level・汚染がそれを超えると人の健康に危険が生じ、直ちに汚染をそれ以下に抑制すべき汚染の程度
我が國の大気汚染に係る環境基準は、各汚染物質に係る環境上の条件につき「人の健康を保護するうえで維持されることが望ましい基準」を、公害防止行政上の努力目標として設定するものであり、こうしたWHOの分類に当てはめれば、desirable level(望ましいレベル)に該当するものである。

環境質に関する基準又は目標を設定する根拠は、汚染物質の健康影響に関する科学的知見(判定条件)であるが、WHOは健康影響の程度について次のような分類を示している。

汚染暴露に対する生物学的反応の図式的スペクトル (WHO.1972年)



更に、中央公害対策審議会の二酸化窒素に係る判定条件等専門委員会は、昭和五三年三月次のような健康影響の六段階を示し、疾病やその前兆を避けるだけでは十分でないと考え、段階(Ⅲ)（これを「健康からの偏り」と呼んだ。）をも避けることのできる状態に留意して、二酸化窒素の指針を提案した。

- (i) 現在の医学・生物学的方法では全く影響が観察されない段階
- (ii) 医学・生物学的な影響は観察されるが、それは可逆的であつて、生体の恒常性の範囲内にある段階
- (iii) 観察された影響の可逆性が明らかでないか、あるいは生体の恒常性の破壊、疾病への発展について明らかでない段階
- (iv) 観察された影響が疾病との関連で解釈される段階
- (v) 疾病と診断される段階
- (vi) 死

これは、WHOの図式的スペクトルに示された「意味のはつきりしない生理機能的変化及びその他の変化」の段階を二つに分割し、そのレベルをより明確にしたものである。

こうした概念整理は非常に新しい試みであるが、我が国の環境基準は、生物・医学的観点からは疾病やその前兆を予防するというものではなく、更に高度な健康な状態を保護し得るよう設定されているものである。

(三) 適用地域及び達成の評価

これまでに設定された大気汚染に係る環境基準は、すべて、人の健康を保護する観点から定められたものである。したがって、本環境基準は、一般公衆が常時生活し、活動しているいずれの地域、いずれの場所をも適用の対象とするものであるが、都市計画法（昭和四三年法律第一〇〇号）第九条第八項に規定する工業専用地域、港灣法（昭和二年法律第二一八号）第二条第四項に規定する臨港地区、道路の車道部分その他、原野、火山地帯等一般公衆が通常生活していない地域又は場所については適用されないものである。

一時間値の一日平均値をもつて定められている環境基準による大気汚染の評価については、短期的評価と長期的評価の二種類の方法がある。すなわち、大気汚染の状態を環境基準に照らして短期的に評価する場合は、環境基準が一時間値または一時間値の一日平均値についての条件として定められているので、測定を行つた時間または日についてその評価を行うものとする。これは単に大気質の評価をその時間、その日で行えるのみならず、個別発生源の応急的対策等の抛り所ともなるものである。この場合、地域の汚染の实情に照らし明らかに異常と認めうる測定値についてはこれを評価対象外とする。一方、当該地域の大気汚染に対する常時規制等の施策の効果を適確に判断するうえからは、年間にわたる測定結果を長期的に観察したうえ評価を行うことが必要である。このため十分な品質管理を行つても、なおかつ統計的に測定値のバラツキは避けられないことを考慮にいれ、年間にわたる一日平均値である測定値に

つき、測定値の高い方から二パーセントの範囲内にあるものを除外して評価を行い、ただし、一日平均値につき環境基準をこえる日が二日以上連続した場合にはこのような取扱いを行わないこととしている。

二酸化窒素の環境基準による大気汚染の評価については、一日平均値の年間九八パーセント値によつて行うこととされている。

三 二酸化硫黄に係る環境基準

(一) 設定の経緯

公害対策基本法に基づき我が国で最初の環境基準として硫黄酸化物に係る環境基準が昭和四四年二月一二日に設定（閣議決定）された。

当時、硫黄酸化物以外にも浮遊粒子状物質、一酸化炭素のような規制を必要とする汚染物質は存在していたが、硫黄酸化物による汚染は、工業地帯における高密度の排出源による高濃度汚染の出現及びその影響による慢性気管支炎を中心とする呼吸器系疾患の患者の発生を見るなど最も深刻な問題となつていた。すなわち、昭和三〇年代後半からの急激な経済成長は、化石燃料、特に石油の著しい消費量の増大をもたらした。その結果、化石燃料中の硫黄分に起因する硫黄酸化物汚染を生ぜしめた。そこで、我が国における代表的な大気汚染物質であつた硫黄酸化物を規制するため、環境基準の設定は緊要の課題であつた。

硫黄酸化物の環境基準が閣議決定をみるまでには、環境基準の概念が未だ十分に定着していないこともあつて、厚生大臣の諮問機関である公害審議会（生活環境審議会の前身）の中に設けられた環境基準専門委員会から報告が行われた後も種々の紆余曲折を経た。すなわち、産業界からは、提案された濃度条件は厳し過ぎ、これを守ることは技術