

# 今後の有害大気汚染物質対策のあり方について

( 第七次答申 )

平成 1 5 年 7 月 3 1 日

中央環境審議会



環境大臣  
鈴木俊一 殿

中央環境審議会  
会長 森 鳶 昭 夫

## 今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第七次答申）

平成7年9月20日付け諮問第24号により中央環境審議会に対してなされた「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（諮問）」のうち、今後の有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方について及びアクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物に係る健康リスク評価について、大気環境部会に健康リスク総合専門委員会を設置し、検討を行った結果、下記の通り結論を得たので答申する。

### 記

#### 1．今後の有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方について

今後の有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方について、別添1の健康リスク総合専門委員会報告を了承する。

これに基づき、環境目標値の一つとして、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値（指針値）を設定することとし、優先取組物質のうち、今回指針値が示されなかった物質についても、今後、迅速な指針値の設定を目指し、検討を行っていくことが適当である。

なお、この指針値は、健康リスク評価に係るデータの科学的信頼性に制約がある場合も含めて、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るために設定されたものであり、環境基本法第16条に基づき定められる環境基準とは性格及び位置付けが異なる。この指針値は、現に行われている大気モニタリングの評価に当たっての指標や事業者による排出抑制努力の指標としての機能を果たすことが期待される。

#### 2．アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物に係る健康リスク評価について

アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物に係る健康リスク評価について、別添2の健康リスク総合専門委員会報告を了承する。

これに基づき、別表の通り指針値を設定することとする。

別表 環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値  
(指針値)

アクリロニトリル 塩化ビニルモノマー 水銀 ニッケル化合物	年平均値 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 年平均値 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 年平均値 $0.04\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ 以下 年平均値 $0.025\mu\text{g Ni}/\text{m}^3$ 以下
--	--

今後の有害大気汚染物質に係る健康リスク評価の  
あり方について

中央環境審議会大気環境部会  
健康リスク総合専門委員会

## 目 次

1	背景.....	7
2	有害大気汚染物質に関する課題.....	7
3	有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方 - 指針値の設定 -	
	(1) 定量的データの科学的信頼性.....	8
	(2) 指針値の設定.....	9
	(3) 指針値の設定手順等 .....	9
	(4) 指針値の性格.....	10
4	指針値の機能等	
	(1) 指針値の機能 .....	10
	(2) 具体的対策の検討 .....	11
5	今後の課題.....	11
別紙	指針値算出の具体的手順.....	12

# 今後の有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方について

## 1. 背景

今後の有害大気汚染物質対策のあり方を示した第6次答申(平成12年12月)において、次のとおり、有害大気汚染物質に係る今後の検討課題が呈示されている。

「現在のところ、優先取組物質のうち、ベンゼン等3物質(注：このほか、現在はジクロロメタン、さらに、別途特別措置法によりダイオキシン類の環境基準が設定されている)について環境基準が設定されている。他の優先取組物質についても、定量的な評価結果に基づいて環境目標値を定めることが適当であり、引き続き、健康影響に関する科学的知見の充実に努める必要がある。環境目標値については、環境基本法の環境基準とすることも含め、その設定がより促進されるべきである。」

優先取組物質のうち12物質については、現在、事業者による自主管理計画に基づいた排出抑制対策が進められているところである。

これまで、この答申の前後を通じ、環境省において、優先取組物質について精力的に科学的知見の収集・整理が進められてきた。

今般、上記答申から一定期間経過していることも踏まえ、整理されたデータをもとに、有害大気汚染物質による健康リスクの評価に関する専門の事項を調査する「健康リスク総合専門委員会」において審議を行い、その結果をとりまとめたものである。

## 2. 有害大気汚染物質に関する課題

環境基準が設定されていない優先取組物質に係る科学的知見について、現時点で整理されたデータをみると、その信頼度は、物質によっては、かなりの確度の信頼性を有するもののさらに科学的知見の充実を要するレベルにとどまっている、あるいは環境大気以外からの曝露についての考慮が必要であるが結論が得られていないなどの状況がみられる。

一方、優先取組物質のうち測定が可能な物質については、モニタリングが全国的に平成9年度から行われているが、4物質(ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロメタン)について環境基準が設定されている以外には、参照できる数値が示されていない。このため、これらの物質に係るモ

ニタリング評価については、WHO欧州地域事務局の大気質ガイドラインなど国際機関等が示した数値を参考として行っているものの、的確な評価をする上で困難性があるとの実施自治体等からの意見がある。また、土壌の浄化作業を行う場合の大気環境の管理のための客観的な基準の設定について検討を進めること等が求められている。

以上のことから、優先取組物質に係る環境目標値の設定が急務となっている。

### 3．有害大気汚染物質の健康リスク評価のあり方 - 指針値の設定 -

#### (1) 定量的データの科学的信頼性

環境目標値の設定に当たって数値の算定に必要となる有害性評価に係る定量的データは、主に疫学研究と動物実験から得られるが、このうち疫学研究はヒトから直接得られるデータであることから重要度が高く、これまで環境基準の設定の検討においても、原則として疫学研究などヒトのデータに基づいて設定されてきているところである。

一方、信頼し得るヒトのデータがない場合は、動物実験のデータをヒトへ外挿することにより数値を算出するのが一般的である。しかし、動物実験の場合、定量的データが比較的豊富に得られていても、現時点では、それをヒトに外挿するには不確実性が大きい場合が多く、動物実験データに基づく数値の算出に当たっては、観察された有害影響の発現メカニズムがヒトと共通であることが一定の確度をもっていえるのかどうか、また、ヒトへの外挿手法が妥当であるかどうかの点について検証の上、慎重に行うべきである。

環境目標値の設定に当たり用いられる定量的データの科学的信頼性については、次の3つに分類されると考えられるが、これらは相互に相対的なものであることに留意しつつ有害性評価を行う必要があると考えられる。

・ 環境基準の設定に必要な科学的信頼性が高い疫学研究又は動物実験データに基づいて算出された数値（以下「 $\alpha$ 」という）

・ 科学的信頼性が $\alpha$ に至らないものの、相当の確度を有する疫学研究又は動物実験から得られたデータに基づいて算出された数値であって、以下のいずれかの点においてさらなる科学的知見の充実を要するもの

a：疫学研究による場合

曝露に関する情報及び交絡因子の調整等（以下「 $\beta$ 」という）

b：動物実験の場合

観察された有害影響の発現メカニズムの解明及びヒトへの外挿手法

(以下「 b」という)

・動物実験のうち bの水準に達しない動物実験から得られたデータに基づいて、ヒトへの外挿により算出された数値( bの水準に達しない要因としては、例えば、観察された有害影響の発現メカニズムのヒトとの共通性、ヒトへの外挿方法があげられる)(以下「 」という)

(注)これ以外に定量的評価に適さないデータが存在する。

## (2)指針値の設定

健康影響に関する科学的知見のさらなる充実を図ることという前記の答申を受けて、今後、有害大気汚染物質対策を進めていく上では、

科学的知見を収集、整理し、常にアップデートするよう引き続き努めていくとともに、

科学的知見についてさらなる充実を要する状況にある物質についても、最新時点で得られている一定の条件を充足するデータをもとに、一定の評価を与えていく手法を導入する

という基本的考え方に立脚すべきである。

この基本的考え方の中で、(1)の 又は a・ bに該当するデータが得られる物質については、環境目標値の一つとして、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値(以下単に「指針値」という。)を設定することとする。

このうち(1)の に該当するデータが得られる物質については、必要に応じ、環境基準の設定について検討される対象となる。

また、(1)の に該当するデータにとどまる物質については、指針値の設定の対象とはならないが、このようなデータについても、有害性に関する相対的な程度を把握するための一定の参考となる情報である。したがってこれを「参考情報」として、数値の根拠を含めて(複数ある場合もあり得る)示していくことには意義があると考えられる。

(注)外国の例では、何らかの公的な数値的指標を示すという意味で類似したものとして、WHO欧州大気質ガイドラインなどがある。

## (3)指針値の設定手順等

指針値の算出の具体的な手順は、別紙のとおりとすることが適切である。

化学物質の生産量、種類は年々増加していることから、諸外国において実施された信頼できる評価例がある場合はこれを活用するなど、科学的合理性のあるデ

ータが新たに得られた場合には、順次、迅速に指針値を設定・改訂していくことが求められる。

また、個別事例において優先取組物質以外の物質が問題となる場合や、PRTR制度によって大気への排出量が有意に大きい物質が優先取組物質以外の物質である場合なども想定される。このように優先取組物質以外の物質について指針値を算出する必要が生じる場合、これに迅速に対応できるような配慮が必要である。

#### (4) 指針値の性格

指針値は、基本的には長期的曝露による有害性を未然に防止する観点から設定されるものであることから、指針となる数値を短期的に上回る状況があっても、直ちに人の健康に悪影響が現れるようなものと解するべきではないと考えられる。

また、指針値は、有害性評価に係るデータの制約のもとに定められた値であると判断すべきであり、新しいデータや知見の集積に伴い、随時、見直していく必要がある。

指針値はこのような性格を有するものの、リスク低減の観点から、このレベルが達成できるように排出抑制に努めるべきものとして理解することが妥当である。ただし、大気モニタリング結果が指針値を下回ったとしても、引き続き排出抑制の努力が望まれることに注意すべきである。

## 4 . 指針値の機能等

### (1)指針値の機能

指針値は、環境基本法第16条に基づき定められる環境基準とは性格及び位置付けは異なるものの、次のような機能が期待される。即ち、指針値は、人の健康に係る被害を未然に防止する観点から科学的知見を集積し評価した結果として設定されるものであることから、現に行われている大気モニタリングの評価に当たっての指標や事業者による排出抑制努力の指標としての機能を果たすことが期待される。

なお、このほかの機能については、指針値の性格を踏まえつつ具体的に検討される必要がある。

これらの機能は、相互に関連しつつ有害大気汚染物質の大気からの曝露による健康リスクの低減に資するものであると考えられるほか、次のような最近における有害大気汚染物質対策の現状と照らし合わせてみると、これらの機能が発揮される環境は整ってきているものと考えられる。

- ・大気モニタリングが全国自治体において約300地点で実施されており、環境基準が未設定である物質について、何らかの評価指標が求められていること。
- ・自主管理計画に基づく事業者による排出抑制努力が払われており、成果が上

っていること。

・大気汚染防止法に有害大気汚染物質に係る排出抑制努力の責務規定があることや新たに導入されたPRTR制度により化学物質の排出実態の把握が進むことなどにより、事業者の化学物質に対する意識は大きく変化しているものと考えられること。

## (2) 具体的対策の検討

当専門委員会としては、上述のような指針値の機能を示すこととするが、具体的対策については、今後、有害大気汚染物質の排出の抑制に関する専門の事項を審議する場である排出抑制専門委員会において具体的な検討がなされる必要がある。

## 5 . 今後の課題

指針値については、3の(4)で述べたとおり、新しいデータや知見の集積に伴って、随時、見直していく必要がある。

また、優先取組物質のうち、今回、指針値が示されなかった物質については、今後、迅速な指針値の設定を目指し、事務局において科学的知見の収集、整理に努めつつ、その作業が順調に進むことを前提として当専門委員会による審議に付し、早期にとりまとめがなされることが望まれる。

なお、3の(1)の に該当するデータに係る参考情報の具体的な示し方等については、個別物質に係る知見の集積状況を踏まえつつ、引き続き検討することとする。

## 1 有害性評価

- (1) 環境省委託調査で収集された知見に基づき、発がん性(遺伝子障害性を含む)、発がん性以外の有害性別に定性評価に資する文献を抽出、整理し、定性評価を行う。
- (2) 次に、これらの知見から定量評価に資する文献を抽出の上整理し、整理された文献のうち最も信頼性が高い文献から得られたデータに基づいて指針値を算出する。なお、発がん性と発がん性以外の有害性がともに算出可能な場合は、発がん性、発がん性以外の有害性ともに指針値を算出する。
- (3) 指針値の算出は、原則として、本文3の(1)に示された科学的信頼性 又はに相当するデータから算出することとする。この場合、疫学研究及び動物実験ともにデータが得られる場合は、疫学研究から得られたデータに基づいて算出することとし、動物実験からしかデータが得られない場合であって、吸入曝露実験とそれ以外の曝露実験からデータが得られる場合は、原則として吸入曝露実験から得られたデータを重視する。
- (4) 具体的な算出方法は、発がん性について閾値がないと判断される場合は、ベンゼンの例に習い平均相対リスクモデル等を用い、閾値があると判断される場合や発がん性以外の有害性についてはNOAEL(No Observed Adverse Effect Level、無毒性量)等に不確実係数をかける方法によることとする(ただし、ヒトのデータではNOAEL等が求められないことが多いため、労働者等でおそらく悪影響が見られないと期待できる濃度を使用)。また、動物実験から得られるデータをヒトに外挿する場合は、最新の知見に基づいて行う。諸外国において実施された信頼できる評価例があるときは、これを参考にすることとする。
- (5) 指針値の算出において利用する曝露に関する情報は、原則として大気経由の曝露のみを取り扱うこととする(ただし、他の経路の曝露について、その評価が既になされている場合は、これを活用する)。  
なお、他の経路を考慮することが極めて重要な場合には、不確実係数の考え方を援用すること等について今後検討する。
- (6) 本文3の(1)に示された信頼性 に相当するデータが得られる物質であって、

環境大気以外からの曝露についてなお検討を要する物質については指針値に留め、環境大気以外からの曝露についての考慮を特に要しないか、又は、その評価が既に定まっている物質については、指針値を定めた上で、さらに必要に応じ、環境基準の設定について検討される対象とする。

## 2 曝露評価

- (1) 一般環境大気に係る曝露評価は、大気モニタリングデータを使用して行う。
- (2) 発生源の周辺環境に係る曝露評価は、大気モニタリングデータ及び環境省委託調査で収集された知見のうち信頼性の高いデータを使用して行う。

## 3 総合評価

有害性評価の結果得られる指針値と曝露評価の結果を比較して現時点におけるリスクを評価する。なお、発がん性、発がん性以外の有害性ともに指針値が算出される物質については、低い方の数値を採用する。



アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、  
ニッケル化合物に係る健康リスク評価について

中央環境審議会大気環境部会  
健康リスク総合専門委員会

## 目 次

1 検討経緯.....	17
1	
2 環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値（以下「指針値」という）の概要について.....	18
2-1 アクリロニトリル.....	19
2-2 塩化ビニルモノマー.....	21
2-3 水銀.....	23
2-4 ニッケル化合物.....	25
別添 2 - 1 アクリロニトリルに係る健康リスク評価について.....	27
別添 2 - 2 塩化ビニルモノマーに係る健康リスク評価について.....	61
別添 2 - 3 水銀に係る健康リスク評価について.....	99
別添 2 - 4 ニッケル化合物に係る健康リスク評価について.....	121

# アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物に係る健康リスク評価について

## 1. 検討経緯

(1) 優先取組物質として全国的なモニタリングが実施されている有害大気汚染物質のうち、環境基準が設定されていない15物質(注)については、環境目標値の設定が急務となっている。このため、環境省において、これらの物質の健康影響に関する科学的知見の充実が図られてきたところである。

(注) アクリロニトリル、アセトアルデヒド、塩化ビニルモノマー、クロホルム、酸化エチレン、1,2-ジクロロエタン、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、1,3-ブタジエン、ペリリン及びその化合物、ベンゾ[a]ピレン、ホルムアルデヒド、マンガン及びその化合物、六価クロム化合物

具体的には、有害大気汚染物質の環境目標値設定に向け、準備段階(知見の収集・整理)では、環境省委託調査により、文献レビュー及び評価作業が計画的に進められてきている。評価作業が終了していない物質について、ヒトに関する研究(疫学的研究等)、動物を用いた実験的研究、その他のメカニズムに関する研究、曝露に関する調査研究について科学的知見の収集・整理を行う一方、これまでに評価作業を実施してきた物質についても、必要に応じ、科学的知見のアップデート化が図られてきている。

これらの知見の収集・整理を踏まえ、今回の検討においては、既に上記作業が終了し、その後、新たな科学的知見の有無のチェックを行ってきたアクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物の4物質を対象することとした。

(2) 本専門委員会では、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの評価に関する専門の事項を調査するに当たり、これまで整理されてきた知見及びこれらの物質に関する専門家の議論の成果を最大限活用することとした。

すなわち、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー及び水銀の3物質については、平成7年度環境庁委託調査により取りまとめられた報告(注1)のほか、平成9年～12年にかけて行われた環境基準専門委員会又はこの下に設置された作業分科会において環境基準を設定することについて議論が行われてきたことから、この専門委員会等において使用された文献レビューや評価に係る事項を改めて検討するとともに、その後に発表されている科学的知見に重要なものがないか改めて検討した。

また、ニッケル化合物については、平成11年度の環境庁委託調査により取り

まとめられた報告（注2）による文献レビューを基本として、その後に発表されている科学的知見のうち、重要なものがないかを改めて検討した。

今回の各曝露評価及び有害性評価に当たっては、以下の委員を担当として検討を進めた。

[担当委員]

曝露評価	中杉修身	(独)国立環境研究所化学物質環境リスク研究センター長
無機化合物	佐藤 洋	東北大学大学院医学系研究科環境保健医学教授
	常俊義三	宮崎医科大学名誉教授
	村田勝敬	秋田大学医学部社会環境医学講座環境保健学分野教授
有機化合物	大前和幸	慶應義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教授
	中館俊夫	昭和大学医学部衛生学教室教授

（注1）これらの報告の公表は次の通り。

アクリロニトリル：健康影響評価検討会有機塩素化合物・炭化水素類評価作業小委員会報告 大気環境学会誌第30巻第6号(1995)

塩化ビニルモノマー：健康影響評価検討会有機塩素化合物・炭化水素類評価作業小委員会報告 大気環境学会誌第31巻第3号(1996)

水銀：健康影響評価検討会重金属評価作業小委員会報告 大気環境学会誌第31巻第1号(1996)

（注2）この報告の公表は次の通り。

健康影響評価検討会重金属評価作業小委員会報告 大気環境学会誌第35巻第2号(2000)

## 2．環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値(以下「指針値」という)の概要について

アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物の4物質について、検討を行った。概要は次の通りである。

（詳細については別添を参照）

## 2.1 アクリロニトリル

### (1)主な知見

O'berg(1980)など、アクリロニトリルがヒトに対して発がん性を有する可能性を示唆する限定的な疫学データがある一方で、Collins et al(1989)、Swaen et al(1992)のように、それを否定する疫学的証拠及びレビューが多数報告されている。

Jakubowski et al. (1987)の報告では、ヒト志願者(男性6人)に対して2.3および4.6 ppmのアクリロニトリルを8時間吸入させて尿中への代謝物排泄を調べたが、その際志願者は従来アクリロニトリル曝露によって起こることが知られていた頭痛、吐き気、脱力などの自覚症状を一切訴えなかった。

Sakurai et al (1978)は1975年から1976年にかけて、当時日本に存在した7つのアクリル繊維製造会社が所有する8つの工場のうち、最も小さな2つを除いた6工場で、アクリロニトリルの健康影響に関する断面疫学調査を実施し、この研究結果から4 ppm程度以下の曝露では、肝機能異常を含め通常の臨床化学検査によって検出されるような健康障害は起こらないことがわかった。

Kaneko and Omae(1992)が報告した自覚症状検査は、対象工場のほぼ全アクリロニトリル作業員に対して行われ、当時客観的な諸検査では変化が無かったが自覚症状の有意の増加があったことが明らかになっている。

Muto et al (1992)が1988年に日本のアクリル繊維製造7工場、アクリロニトリル作業員157人と対照作業員537人を対象に行った肝機能及び自覚症状調査では、アクリロニトリルによると考えられる影響を見出すことはできなかった。この調査時のアクリロニトリル曝露濃度は0.53 ppm (= 1.15mg/m<sup>3</sup>、N=113, 0.01 ~ 2.80 ppm)であった。

### (2)指針値算出の考え方

アクリロニトリルの慢性影響に関するデータを中心に、種々のデータから総合的に判断すると、労働者についておそらく健康への悪影響が見られないと期待できるレベルとして1 mg/m<sup>3</sup>とする。

不確実係数については、一般的な不確実係数の考え方を基本に、さらにヒトの労働環境におけるデータを用いて、一般環境における数値に換算するための係数を含めることとし、

- ・ 一般環境には労働環境と違い、乳幼児、高齢者などの高感受性者が存在すること
- ・ 労働環境(一般に1日8時間、週40時間の断続曝露)と一般環境では

曝露時間及び曝露の状況が異なること

- ・ 労働者におそらく健康への悪影響がみられないと期待できる濃度を使用し、また可能性は小さいもののヒトの発がん性を完全に除外することはできないこと

等の点を考慮し、総合的な係数として500を用いることが適当と考える。

### (3)指針値

以上より、アクリロニトリルの指針値は年平均値  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下とする。

## 2.2 塩化ビニルモノマー

### (1)主な知見

Nicholsonら(1984)は、米国の2つのポリ塩化ビニル工場に5年以上従事(平均曝露期間18年)した従業員491人(Niagara Falls 296人、死亡数44人、肝血管肉腫6例、West Virginia 195人、死亡数36人、肝血管肉腫4例)について検討し、SMRは、全がん142(観察値(Obs.):28、期待値(Exp.):19.7)、肝・胆道系がん2,380(Obs.:10、Exp.:0.42)であった。これに対し、WHO(1987)は、平均塩化ビニルモノマー曝露量を $2,050\text{mg}/\text{m}^3$ と見積もり、塩化ビニルモノマー曝露による肝・胆道系がん死亡のユニットリスクを $3.6 \times 10^{-7}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全がん死亡のユニットリスクを $4.5 \times 10^{-7}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定した。また、WHO(1987)は、Nicholson(1984)が報告を行っている12のコホートから、肝・胆道系がん死亡についてユニットリスクを $7.2 \times 10^{-7}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ と算定した。

US Equitable Environmental Health Study (USEEHS)は、米国の37の塩化ビニルおよびポリ塩化ビニル工場に1年以上従事した10,173人についての調査(1973年以前の従業年数は平均8.7年)である。WHO(1987)は、Barnes(1976)のデータを用いて、荷重曝露量を650ppm( $1,665\mu\text{g}/\text{m}^3$ )と見積もり、USEEHSの平均9年間曝露のデータからユニットリスクを $0.75 \times 10^{-8}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ と推定した。これに、直線的量-反応関係を用いると、肝血管肉腫のユニットリスクは $4.7 \times 10^{-7}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ と算出される。

Foxら(1976)は、英国のポリ塩化ビニル製造男性作業員7,409人の死因について検討し、SMRを全死因75.4、全がん90.7、原発性肝がん140.8(Obs.1、Exp.0.71)、他の肝がん322.6(Obs.3、Exp.0.93)とした。これに対して、Clement Associates(1987)は曝露量によるグループ分けを行って曝露量等の検討を行い、高濃度曝露群について、累積曝露量として2,244ppm-yearsと推定した。なお、高濃度曝露群のSMRは1,538(Obs.2、Exp.0.13)であった。以上の見積もりをもとに、肝がん(肝血管肉腫)のユニットリスクは $1.1 \times 10^{-6}/\mu\text{g}/\text{m}^3$ と算定される。

Simonatoら(1991)は、肝がんと塩化ビニルモノマー曝露との量反応関係及び肝以外のがんの調査を目的としたIARCのコーディネートした欧州の大規模コホート研究を実施し、SMRを肝がん286.95(Obs.24、Exp.8.4、95%CI 186-425)とした。肝がんの過剰死亡は最初の曝露からの時間、雇用期間及び推定曝露量ランク及び推定曝露量と明らかな関連を示した。他の部位のがんについては、肺がんでは過剰死亡はなく、脳及びリンパ腺では曝露変数と明確な関連はなかった。この報告では肝がんについて累積曝露量で分類し、対応する相対リスクが算定されている。累積曝

露量を250、1,250、4,000、8,000、12,000 ppm-yearsと仮定すると、それに対応する肝がんの相対リスク（15years of latency）が1、1.2、4.6、12.2、17.1であることから、肝がんのユニットリスクは、順に、 $6.2 \times 10^{-8}$ 、 $3.5 \times 10^{-7}$ 、 $5.4 \times 10^{-7}$ 、 $5.2 \times 10^{-7} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ と算定される。

## (2) 指針値算出の考え方

上述の報告を考慮して算定結果を採用すると、ユニットリスクは $3.6 \times 10^{-7} \sim 1.1 \times 10^{-6} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、概ねオーダーが一致している。肝血管肉腫を中心とする肝・胆道系がんに着目してリスクを総合的に判断すると、曝露評価における不確実性を考慮して、ユニットリスクとして得られたレンジの最大値にほぼ一致する、 $1.0 \times 10^{-6}$ 程度が妥当なレベルと考えられる。

## (3) 指針値

以上より、塩化ビニルモノマーの指針値は、生涯リスクレベル $10^{-5}$ に相当する値として年平均値 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とする。

## 2.3 水銀

### (1)主な知見

Fawerら(1983)は、各種の水銀作業従事者26名の手の振戦を加速度計で測定し、対照群25名と比較したところ、最も加速度の大きい周波数が有意に高周波側にシフトしていた。曝露濃度は $0.026 \text{ mg/m}^3$ (TWA)で平均15.3年、尿中水銀濃度は作業員で $20 \mu\text{g/gCre}$ (Creatinine)、対照は $6.0 \mu\text{g/gCre}$ であった。

Ngimら(1992)は、歯科医98名と対照者54名とを対象に神経行動学的検査を行ない、finger tapping、視覚-運動機能、短期記憶など多くの項目に有意差を見出した。ほとんどの対象者では、歯科医としての就業期間(平均5.5年、最大24年)を通じて曝露濃度に大きな変化はなかったと推測している。気中水銀濃度は $0.014 \text{ mg/m}^3$ (TWA)と報告されているが、尿中水銀についての記載はない。

Langworthら(1997)は、スウェーデンの歯科医及び歯科看護婦22名ずつを調査した。パーソナルサンプラーで測定した水銀曝露量は $1.8 \mu\text{g/m}^3$ (歯科医)、 $2.1 \mu\text{g/m}^3$ (歯科看護婦)であった。全血水銀濃度は $18 \text{ nmol/L}$ (平均、以下同じ。換算すると $3.6 \text{ ng/ml}$ )、血漿水銀濃度は $5.1 \text{ nmol/L}$ ( $1 \text{ ng/ml}$ )、尿中水銀濃度は $3.0 \text{ nmol/mmol Cre}$ ( $5.3 \mu\text{g/gCre}$ )であった。3つのアンケート調査、Q16、Eysenck Personality Inventory (EPI)、Profile of Mood Scales (POMS)の内 Q16では訴えのある症状数が性・年齢を揃えた対照群に比べて多かった。しかし、水銀の曝露指標との関連は弱く、著者らは他の仕事と関連する要因(例えばストレス)の反映か、もしくは偶然であろうとしている。なお、尿中アルブミンやN-acetyl- $\beta$ -glucose-aminidase (NAG)の濃度は対照と差がなかった。

### (2)指針値算出の考え方

優先取組物質となっているのは水銀及びその化合物であることから、両方について知見を集積してきたところであるが、一般大気環境中の水銀は、その大部分が水銀蒸気として存在し、他の化学形態は極めて微量であること等から、大気からの曝露が問題となるのは水銀(水銀蒸気)のみである。以上から、指針値は水銀(水銀蒸気)について設定することとした。

考慮すべき影響は、慢性曝露による影響、特に中枢神経系における影響であると考えられる。これに関する報告をまとめると、職業曝露におけるLOAELに相当する気中濃度は $14 \sim 26 \mu\text{g/m}^3$ の範囲にあると考えられる。さらに、曝露濃度の測定精度・曝露期間や問題とされた症状等の重症度、加えて尿中の水銀レベルから気中濃度への推定を行っている報告が有るこ

とを考慮した上で総合的に判断すると、LOAELに相当する気中濃度は20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と考えることが可能である。

不確実係数としては、労働環境におけるデータを用いて一般環境における指針値を算出すること、NOAELを明確に示すことは困難でありLOAELに相当する気中濃度を用いて算出すること、仔は成獣よりも水銀蒸気に対して敏感な可能性が示唆されており、一般環境には乳幼児や高齢者などの一般的な考え方でも高感受性者と考えられる者が存在することなどの点を総合的に考慮し、トータルで不確実係数として500を用いることが適当であると考える。

### (3)指針値

以上より、水銀の指針値は年平均値0.04  $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ 以下とする。

## 2.4 ニッケル化合物

### (1)主な知見

WHO欧州大気質ガイドライン(Air Quality Guidelines for Europe; WHO 2000)では、ノルウェー、カナダ、英国の3つのニッケル精錬所の情報からユニットリスク(UR)を算定している。すなわち、

- Kristiansand精錬所のデータ (Magnusら 1982)によると、鼻と喉頭のがんの平均の相対危険度は3.7となる。初期の曝露濃度は、1970年代前半の測定値の0.1～0.8 mg/m<sup>3</sup>よりはるかに高く3 mg/m<sup>3</sup>以上であった可能性が高い。更に曝露期間が一生の4分の1とすると平均の1日当たり生涯曝露濃度は164 g/m<sup>3</sup>となる。そこでKristiansand精錬所のデータによるURは $5.9 \times 10^{-4} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。
- Copper Cliff精錬所のデータ (Chovilら 1981)でも上と同じように計算できる。すなわち相対危険度は8.7で、平均曝露期間が6年で、時間加重平均で100 mg/m<sup>3</sup>程度の曝露を毎日8時間受けると、平均の1日当たり生涯曝露濃度は1.9 mg/m<sup>3</sup>となる。そこでURは $1.5 \times 10^{-4} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。
- さらにClydach精錬所の疫学データ (Dollら 1977)では平均の曝露期間が10.5年、平均曝露濃度が10 mg Ni/m<sup>3</sup>以上とすると、平均の1日当たり生涯曝露濃度は329 g/m<sup>3</sup>となる。肺がんの相対危険度は6.2と推定されている(Dollら 1977)から、ニッケルによる肺がんによる死亡の増加URは $5.7 \times 10^{-4} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

以上から、3カ所の精錬所のデータから計算されたURの範囲は $1.5 \times 10^{-4} \sim 5.7 \times 10^{-4} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ で比較的近い値であり、これらの幾何平均値を求め、ニッケル精錬粉塵の1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対して、生涯リスクを $3.8 \times 10^{-4}$ としている( $10^{-5}$ リスクは0.025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。

### (2)指針値算出の考え方

ニッケル精錬所以外ではヒトの発がんに関する報告がないこと、発がんに関連するニッケル化合物の化学形態が決定されていないことなど、いくつかの問題点はあるものの、3つのニッケル精錬所で働く労働者を対象とした研究より、WHO (2000) はニッケル化合物の発がんに対するユニットリスク値として $3.8 \times 10^{-4} / \mu\text{g}/\text{m}^3$ を算出しており、これを採用することが適当と考える。

### (3)指針値

以上よりニッケル化合物の指針値は、生涯リスクレベル $10^{-5}$ に相当する値として年平均値0.025  $\mu\text{g Ni}/\text{m}^3$ 以下とする。但し、今回の設定はニッケ

ル精錬作業者の発がんに関する疫学的研究に対して科学的反証がこれまでなされていなかったことを前提としており、今後ニッケル化合物の有害性に関する新たな知見の集積が図れた場合、それに即した指針値の見直しが行われるべきである。