

I 系論

I-1 評価の観点

本マニュアルは、環境へ排出される化学物質の影響評価手法を、以下の観点から作成したものである。

これは、評価を行うにあたっての選択肢の1つとして提案するものである。

- (1) 人の慢性曝露による健康影響を基礎とすること
- (2) 簡易な評価を可能とすること
- (3) 多くの種類の化学物質を対象とすること
- (4) 多種・多様な化学物質の排出を包括的に評価すること

事業所から環境へ排出される各種化学物質は、その量と特性により人の健康や生態系等に影響を及ぼす可能性を有している。

本マニュアルは、事業所から環境へ排出される化学物質の量についての評価手法を、以下の観点から作成している。

1) 人の慢性曝露による健康影響に基づく評価

化学物質による環境影響に関しては、人への影響を第一に考慮することが必要である。

化学物質による健康影響は、環境中の化学物質に人が曝露し、体内に吸収されることにより生じる。

これには、短期間で多量に曝露された場合に発生する急性の影響と、少量の曝露を長期間継続した場合に発生する慢性の影響がある。

環境保全の観点からは、特に後者の慢性的な曝露について、その影響を評価することが必要である。

2) 簡易な評価手法の作成

事業所から排出される化学物質による人への健康影響を評価するためには、それがどれだけ人に曝露されるかを推定する作業（曝露アセスメント）が必要となる。

これには、環境中における化学物質の複雑な動向と、多様な曝露の形態を調査・予測するための専門的知識と大きな作業量が必要となる。

より多くの事業者が影響評価を実施していくにあたっては、上記の内容について、安全を考慮した上で、各種要因を簡略化・固定化した簡易な手法を作成する必要がある。

ただし、より大きな能力を有する事業者は、より高い精度の作業を実施すべきであろう。

3) 多種類の化学物質に対する評価

事業所から排出されると考えられる化学物質の種類は極めて多く、指針では特に181物質を重点管理物質に定め、これらの影響評価を求めているところである。

曝露の大きさと健康影響の大きさの関係（用量-反応関係）は、化学物質の種類に

より大きく異なり、推定された曝露の量を評価するためには物質毎の用量－反応関係の定量的情報が必要となる。

ところが、科学的に十分合意されていると考えられる値が存在する化学物質はほんの一部でしかない。

科学的不確実性を対応が遅れる理由とすべきではなく、より多くの化学物質に対して影響評価が進められるべきとの観点から、不確実要素を含んでいたとしてもより多くの化学物質の必要な数値を整備する必要がある。

ただし、これらは自主管理のための目安として限定的に使用されるべきである。

4) 包括的評価

評価にあたっては、個々の物質のみならず、多種・多様な化学物質の排出に対し、事業所総体として包括的に評価することが望まれる。

現時点において、複合的影響を科学的に考慮した評価手法を開発することは不可能であるが、事業所の削減努力を評価するための便法を用いた評価手法を作成する必要がある。

ただし、これは比較のための尺度として利用されるべきものであり、絶対的な危険の大きさを示すものではない。

本マニュアルは、現時点で収集し得た知見に基づき、合理性・簡易性を勘案した上で作成し、評価手法の一つとして提案するものである。

より最新の信頼し得るデータが得られた場合や、より精度の高い予測が可能な場合等は、積極的にこれらを利用し、より充実した影響評価に努められたい。

I-2 評価手法の概要

本マニュアルは、化学物質排出事業所が寄与する人の年間曝露量と疫学・毒性学等から誘導される耐用しうる、あるいは目標とされる年間曝露量（評価指標値）との比、あるいは比の総和を求め、これを影響評価の尺度とするものであり、構成は図1のとおりである。

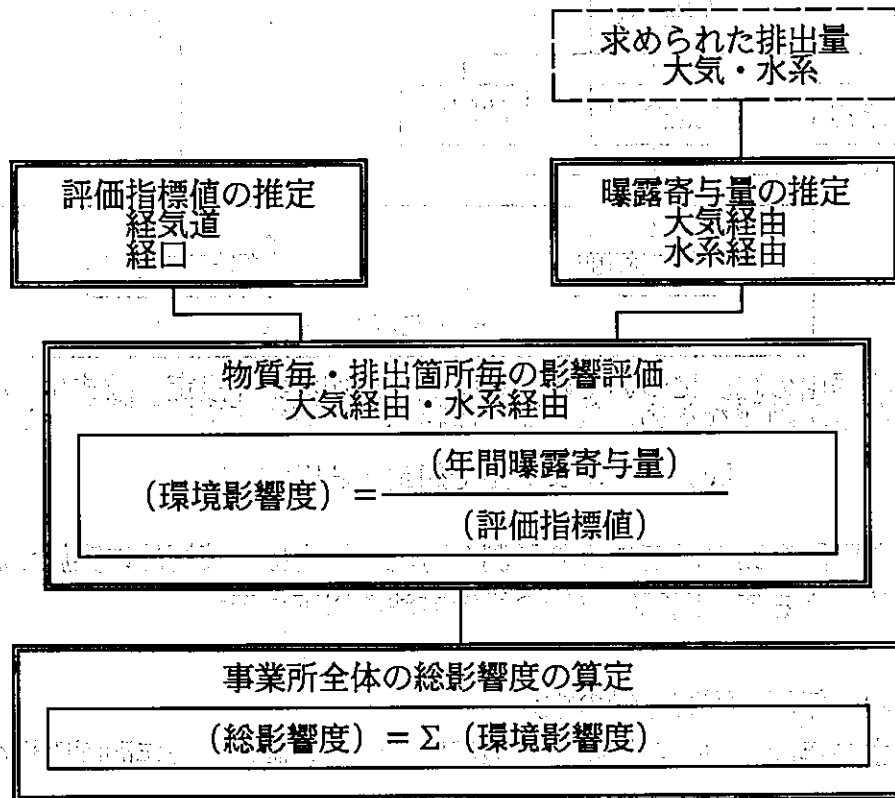


図1 評価手法のフロー図

1) 年間曝露寄与量の推定

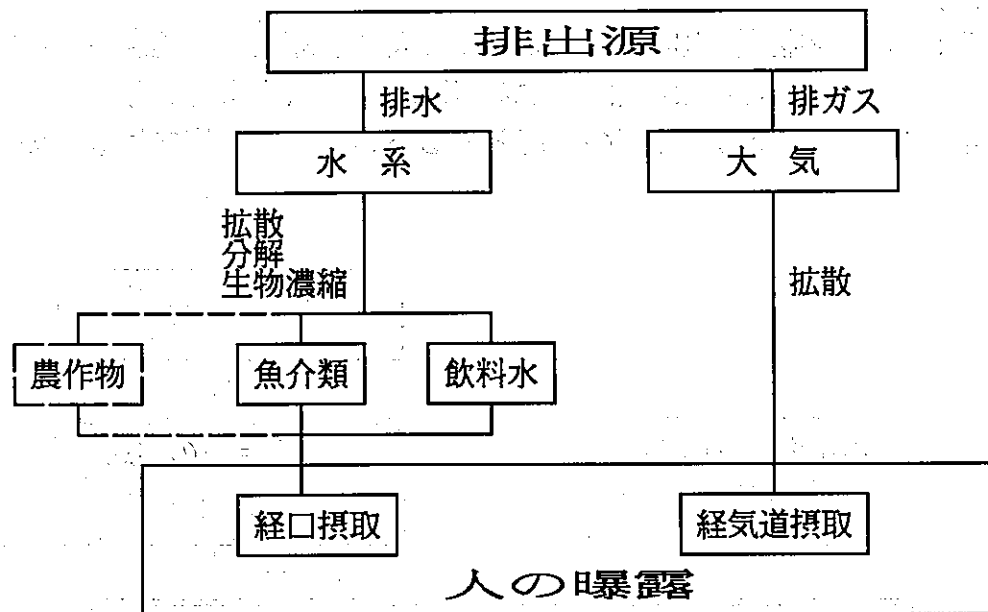
本マニュアルにおいては、慢性的な曝露による影響を評価するために、1年間を尺度として、算定された年間排出量から人の年間曝露量を推定することとした。

特定の事業所の排出に由来する曝露量については、実際の曝露を構成する一部であることから、曝露寄与量との表現を用いることとする。

排出源からその曝露寄与量を予測するためには、環境中における化学物質の動向、曝露の形態をモデル化し、計算する必要がある。

モデルの精度を向上させるためには、予測式を複雑化させる必要があるが、これは事業所に対し大きな作業・調査を要求するとともに、必要なパラメータが得られない等現実的に不可能な場合が多い。

本マニュアルにおいては、曝露寄与量の予測を可能とするため、図2に示すとおり複雑な曝露経路を簡略化し、大気経由と水系経由の2つの年間曝露寄与量を推定することとしている。



(注) 農作物経由の曝露については、現時点で適切な条件設定、数式化、必要なパラメータの収集が困難なため、魚介類と飲料水の摂取を高めに見積もることとした。

図2 マニュアルで想定する曝露経路

より複雑な曝露経路の設定により予測が可能な場合は、積極的に実施されたい。
2つの経路による年間曝露寄与量の推定方法を以下に示す。

(1) 大気経由の年間曝露寄与量の推定

大気経由の年間曝露寄与量は、着地濃度の年平均値と人の年間呼吸量の積で表される。

① 着地濃度（年平均値）の推定

排出された化学物質の地上における濃度は、有効な拡散高さを考慮した上で、各種拡散式により求めることができる（分解速度、他媒体への移行等を考慮することが望ましいが、現状においては必要なパラメータ等が不足している）。

年間の気象データを組み入れることにより、年平均としての着地濃度が求められる。

着地濃度は場所によって異なるが、曝露寄与量を簡易に予測するためには、特定の地点における曝露を想定し、その地点の着地濃度（年平均値）を代表値として扱わざるを得ない。

代表地点の設定にあたっては、ワーストケースを想定し、年間最大着地濃度出現地点とすることが適切と考えられる。

② 年間曝露寄与量の推定

人の呼吸量は年齢、性別等の個体差や生活様式により異なる。

また、移動等により必ずしも想定する地点の大気を継続して呼吸するわけでもない。

ただし、曝露寄与量を簡易に予測するためには、ワーストケースとして、想定する地点における年間連続曝露を仮定し、着地濃度（年平均値）に平均的な成人の年間呼吸量（ $15\text{m}^3/\text{day} \times 365\text{日}$ ）を乗じて求めることが適切と考えられる。

③ 推定のための簡易式

上記の着地濃度予測シミュレーション等の対応が困難な事業者のために、より簡易な推定手法として以下の算定式を設定している。

これは、排出量以外の諸条件を固定して誘導されたものである。

$$\text{(大気経由の年間曝露寄与量mg/年)} = \text{(大気排出量kg/年)} \times 10^{-3} \dots \text{①}$$

諸条件の設定や詳細な利用方法等については各論に記載する。

この式は、設定された排出条件と実際の排出条件が大きく異なる場合において、曝露の実態を適切に再現するものではない。

(2) 水系経由の年間曝露寄与量の推定

水系経由の年間曝露寄与量は、排出された化学物質の飲料水中濃度及び食品（魚介類）中濃度と人の年間摂取量の積で表される。

ところが、水系環境中の化学物質の挙動、飲料水への移行、食用魚介類への蓄積、多様な飲料水及び魚介類の摂取形態等を勘案すると、事業所個々の条件毎に曝露モデルを構築することは困難であると考えられる。

このため、ワーストケースを想定した簡易な推定手法の検討を行い、以下の算定式を設定した。

これは、排出先として特定の河川を想定し、これを水源とする飲料水と河川中の魚介類の連続摂取を仮定し、諸条件を固定して誘導されたものである。

$$\begin{aligned} & \text{(水系経由の年間曝露寄与量mg/年)} \\ & = \text{(水系排出量kg/年)} \times 2 \times 10^{-3} \times (\text{BCF} \times 0.1 + 2) \times \text{分解性補正係数} \dots \text{②} \\ & \quad \text{BCF} \quad \quad \quad : \text{生物濃縮係数} \\ & \quad \text{分解性補正係数} : \text{良分解性物質} 0.1, \text{その他} 1 \end{aligned}$$

諸条件の設定や詳細な利用方法等については各論に記載する。

モデルの設定の適切性については多くの議論があるであろうが、安全の上限を図る方法の一つとして有効なものと考えられる。

そしてこれは、より実態を反映した曝露予測の作業を否定するものではない。

なお、物質毎のBCFと分解性補正係数の試算結果については、参考資料2に記載している。

2) 評価指標値の推定

化学物質の種類により、曝露の大きさと健康影響の大きさの関係（用量-反応関係）は大きく異なるため、推定された年間曝露寄与量を評価するにあたっては、耐用しうるあるいは目標とされる、評価の目安となる年間曝露量（評価指標値）を物質毎に推定する必要がある。

本マニュアルにおいては以下を原則として、経気道及び経口の評価指標値を設定することとしている。

(評価指標値) \times (経口経皮経呼吸) \times (経口経皮経呼吸) \times (経口経皮経呼吸) \times (経口経皮経呼吸)

発ガン物質：生涯の曝露による生涯発ガンリスク増加が 10^{-6} に対応する年間曝露量

非発ガン物質：慢性影響の最大無作用量等から誘導される耐用摂取量に対応する年間曝露量

発ガン以外の影響については、閾値（その用量以下では毒性が発現しない値）が存在すると考え、人の疫学データや動物実験データが示す最大無作用量（影響が観察されない最大用量）、最小作用量（影響が観察される最小値）を基に評価指標値を誘導することが適切であろう。

発ガン影響については、閾値が存在しないと考え、人の疫学データや動物実験データから、数学モデルを用いて目標とされる発ガンリスクのレベルに対応する評価指標値を誘導することが適切であろう。

ただし、発ガンプロセスに対する作用機構がある程度明確となっており、閾値が存在すると考えられる物質に関しては、腫瘍発生等に関する無作用量等を基に誘導することが適切と考えられる。

この原則に基づき試算された重点管理物質の評価指標値を参考資料1に示す。

これらの値は、基本的には海外の機関等が慢性的影響について、人の疫学データや動物実験データから評価した数値を基に算出したものであり、その内容及び算出方法については各論に記載している。

また、これらの情報が得られない物質に関しては、必ずしも適切ではないが、急性的影響のデータを基に、慢性的影響との統計的な関係を検討した上で、参考として試算している。

参考資料1に記載された評価指標値は、絶対的な安全を示すものではなく、あくまで一つの目安として認識されたい。

新たに信頼しうるデータが得られる場合は、これを基に評価指標値を算定されたい。

3) 物質毎・排出箇所毎の影響評価

物質毎・排出箇所毎に①及び②式、あるいは他の手法により推定される年間曝露寄与量を評価指標値で除することにより、物質毎・排出箇所毎の環境影響の大きさを示す一つの比が導かれる（以下「環境影響度」という）。

$$\text{（環境影響度）} = \text{（年間曝露寄与量mg/年）} / \text{（評価指標値mg/年）} \cdots\cdots\text{③}$$

環境影響度は1以下であることが目安の一つと考えられるが、他の発生源の影響やバックグラウンド的な曝露を含むものではないことを十分考慮する必要がある（各論参照）。

物質毎・排出箇所毎に環境影響度を算出し、比較することにより、効果的に排出抑制対策を推進するための資料を得ることができる。

環境影響度の比較的大きな物質・排出箇所については、優先的な排出抑制対策に努められたい。

なお、環境影響度は多くの仮定を内包しており、この値が小さくても絶対的な安全を意味するものではなく、また、環境リスクは可能な限り小さいことが望まれることから、環境影響度が比較的小さな物質・排出箇所についても、可能な場合は排出抑制に努められたい。

4) 事業所全体の総影響度の算定

③式で導かれる環境影響度を事業所全体で積算することにより、事業所における全排出の環境影響の大きさを示す一つの値が誘導される（以下「総影響度」という）。

$$\text{（総影響度）} = \Sigma \text{（物質毎・排出箇所毎の環境影響度）} \cdots\cdots\text{④}$$

事業所全体の包括的評価として、複合的影響を科学的に考慮することは現時点では困難であり、便法として、相加性を仮定して単純に積算することとした。

したがって、総影響度は排出全体の及ぼす影響を必ずしも反映するものではなく、相対値として比較のために用いることを想定している。

総影響度を経年的に把握することにより、自らの対策に係る取り組みを定量的に評価することが可能である。

また、他事業所の総影響度の状況と比較することは、対策の必要性の大きさを検討するための一つの手段となる。