

化学物質のリスク管理入門

川上 貴教

1. 暮らしの中の化学物質

まず「化学物質」を何かひとつ思い浮かべてください。次にその「化学物質」で連想することを思い浮かべてください。こう問われると多くの人が「何か危険・有害な薬品」と「それによる人や環境への悪い影響」を思い浮かべるようです。一般に化学物質に対して漠然としたネガティブなイメージを持つ人は少なくありません。

では、なぜそのようなネガティブな化学物質が世の中で扱われているのでしょうか。それは化学物質が人間の役に立つからです。化学物質がなければ病虫害から作物を守ること、衛生環境を保つことも難しいでしょう。また、安価で丈夫で軽い合成繊維やプラスチック材料は我々の衣類や日用品で使われています。そういう意味では我々は特に意識しないまま生活のいたるところで化学物質の恩恵を受けています。さらに視野を広げると「あらゆる物質の構成成分」を化学物質としてみることができます。それは一般的にイメージし易い「人工的に化学合成された物質」に限りません。地球上に存在する大気も自然環境や生体の構成成分も全て化学物質であるという言い方さえできてしまいます。

現在、世界では約10万種類の化学物質が流通していると言われており、それぞれが様々な性質をもっています。本講義では、化学物質と安全に付き合うための基本的な考え方についてご紹介します。

2. 「安全と危険」ではなく「ハザードとリスク」で考える

危険なイメージが先行しがちな化学物質ではありますが、実際には「危険な物質」と「安全な物質」に大別することはできません。強いて言えば、化学物質にはそれぞれ固有の性質があり、扱い方しだいで便利なものにも恐ろしいものにもなるといったところです。

その前に誤解のないように「安全」について確認しておきます。世間一般でも様々な形で「安全」が話題になりますが「国際的な安全規格 (ISO/IEC ガイド 51)」では「受入不可能なリスクがないこと(freedom from unacceptable risk)」を安全の定義としています。これは安全自体がリスクを経由して定義されるということであり安全のなかにはあらかじめ受入可能なリスクが含まれていることを意味します。ここで「リスク」という言葉にも注意してください。前述の国際規格では「危害の発生確率とそのひどさの組み合わせ(combination of the probability of occurrence of harm and severity of that harm)」がリスクとして定義されています。ついつい「発生する被害の大きさ」に目を奪われがちですがリスクの評価には「発生確率」を組み合わせる必要があります。こうすることで「大きな被害が発生する事故であっても、その発生確率が無視できるほど小さければ、リスクとしては小さい」といった定量的な評価が可能になります。この「リスク」が充分小さく受入可能とみなせる状態が「安全」とされる状態です。

化学物質に関しては「化学物質のもつ危険・有害な性質」を「ハザード（潜在的な危険・有害性）」として「被害の発生確率」と掛け合わせたものを「リスク」として扱います。この考え方はよく「オリに入った猛獣」に例えて説明されます。猛獣自体の性質（化学物質のもつ危険・有害な性質）は変わりませんが、人と接触しない環境下ならば被害発生は無視できる一方で、人と接触する環境では大きな被害が予見されることになります。

化学物質も物質固有のハザードだけをみて単純に危険／安全と判断できるものではなく、人との接触状況（扱い方）で大きく変動するリスクで判断する必要があるといえます。



ハザード（潜在的な危険・有害性）
オリの中ならば被害は発生しない。



リスク＝ハザードの大きさ×発生確率
人と接触すると被害発生のリスクが生じる。

3. 化学物質のハザードの分類

とはいうものの、リスクを判断する材料としてハザードの評価は欠かせません。世の中には様々な性質の様々な化学物質がありますが、ハザードは大きく3種類に大別できます。

ハザード	説明	主な特徴
物理危険性	火災・爆発のような物理的な力による危険性	<ul style="list-style-type: none"> ・短時間で化学エネルギーが解放されることで、人だけでなく物品等も含めた直接的かつ大きな被害を発生させ得る。 ・他の2つの危険性よりは直観的な理解や評価がし易い。 ・飛散や漏洩により他の危険性の被害が同時発生し得る。
健康危険性	人の健康に影響する危険性	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質の毒性とばく露量との組み合わせで考える。 ・身体に入る量（ばく露量）によって影響自体が変わる。 ・生物種や個人差による感受性の差が大きい。 ・被害発生に長期間かかるものがあり評価や理解が難しい。
環境危険性	環境を汚染の危険性	<ul style="list-style-type: none"> ・自然環境や生態系を介して人の健康や生活を脅かすため、健康危険性と表裏一体といえる。 ・影響が確認されるまでに長期間かかり、メカニズムの解明も難しいため、現状では未然防止の考え方が中心となる。

さらに詳細なハザードの分類定義方法として、国連文書にて「化学品の分類および表示に関する世界調和システム(The Globally Harmonized System of Classification and

「Labelling of Chemicals, GHS」が定められています。GHSでは炎やドクロなど9種類のアイコンをラベルに表示することで直観的な理解を得やすくしたうえで、さらにハザードの種類を細分化して示す一律のルールを定めているため、国ごとの法規制等の違いによらず化学物質のハザード情報を得られる国際的な枠組みとなっています。この取り組みは産業界にとどまらず、漂白剤など一般市民の扱う化学物質製品でも一部活用されています。

4. 規制対象物質と未規制化学物質

法規制といえば「危険な物質は全て法律で規制されている」といった思い込みにも注意したいところです。そもそも約10万種類も流通する化学物質のなかで何らかの規制対象となっているものはごく一部です。それどころかハザードの評価すら充分でないものが多数含まれています。疑わしきものは全て規制するといった乱暴なこともできませんから、現実的には国内で一定量用いられる化学物質について優先的にハザードを評価していき、そのうえで国内での利用状況等も含めてリスクを精査して必要に応じて規制対象に加えるという流れになります。規制内容についても、ただやみくもに取扱いを禁じてゼロリスクを求めるのではなく、リスクを許容範囲まで低減するのに最小限の措置を義務付けていることとなります。設備や装置、記録や測定・検査、取扱上の制限などコストや労力のかかる措置が含まれると敬遠されがちではありますが、基本的には法で定める通りの措置を行ってれば規制対象物質を扱っても大きな問題は発生しないように考えられています。

裏を返しますと規制されていない化学物質（未規制化学物質）の大半は「安全性が十分に確認された」のではなく「リスクやその低減方法が充分には調べられていない」とみななければなりません。極端な話ですが、いかにハザードが大きい化学物質であったとしても使用する人がごく僅かであれば、国がわざわざコストをかけてリスクを評価して法規制対象とすることはありません。大学の研究等で用いられる試薬類にはそのようなものが多いですが、少なくとも北海道大学では法規制の有無に関わらずできる限りハザード情報を集めて、各人の責任でリスクを小さくする扱い方を心がけることを基本方針としています。

しかし世間一般では、法令遵守にかかるコストや労力を嫌って規制対象物質を敬遠する動きがまだみられます。それを悪気なく「規制対象物質より未規制化学物質の方が安全なはず」といった思い込みが後押しすることもあります。そんな誤解は近年でも悲劇を引き起こしています。2012年には大阪の印刷会社で使われていた未規制化学物質の溶媒が原因で従業員に胆管がんが多発していることが社会問題となりました。この問題では約50名の死者が出ています。また2015年にも福井の化学工場で使われていた別の未規制化学物質が原因で膀胱がんが発症する問題が起きています。どちらも最終的には全国規模での被害が発覚したため、新たに規制対象物質に追加されましたが、なにぶん10万種類もの化学物質が流通していますから、これらの新たな規制対象物質を避けてまた別の未規制化学物質を探して代替するといったことができてしまいます。そういった「いたちごっこ」にならないためにも「安易な代替よりも規制対象物質を規制通りに使う方がリスクは小さい」といった本質安全化の意識をもっと浸透させたいところです。

5. 基準値のリスクを読み解く

その一方で「有害物質の〇〇が基準値を超過した」といった報道があると、有害物質を説明するためにハザードを強調して取り上げるため、具体的なリスクが判りにくくなる恐れがあります。そんなときは以下に着目すると良いでしょう。

1) 「基準値」の意味

まず「基準値」が何の基準であるのかを確認します。自然環境から何かが検出されて比較されるのは「環境基準」ですが、これは環境中の空気、水、土壌等がきれいかどうかの指標です。実態としては、例えば水であれば生涯飲用しても健康影響がないとみなせる値が採用されています（※厳密には別途「水道水基準」がありますが根拠とするデータが同一なので同等の値になります）。なお、環境基準の超過という重大問題のようですが、自然由来での環境基準の超過は全国各地で見られています。

2) ばく露量の推定

健康危険性のリスクは化学物質の毒性とばく露量との組み合わせで考えますから、高濃度のばく露で重大な被害を発生させる化学物質であっても、一定以下の低濃度になると影響が無視できます。環境中の有害物質についてはそれぞれ毎日生涯取り続けても健康に悪影響が出ないとする値(TDI, ADI)が定められていることから、少なくともそれを上回るばく露量が見込めるかどうかを推定する必要があります。

3) 「検出されない」の意味

有害物質には基準値が濃度ではなく「検出されないこと」とされる項目がありますが、測定器の感度や検出限界とは無関係です。公定法では測定方法やそれを有効とする濃度範囲、さらに「これ以下ならば『検出されない』とする濃度」まで細かく定められています。そうしますと「高感度な測定器で科学的には検出できるが、公定法としては『検出されない』に該当する」という状態が発生し、行き違いを生むことがあるようです。

6. おわりに

物理学者にして随筆家である寺田寅彦の随筆に「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正当にこわがることはなかなかむつかしい」という一節があります。もともとは著者が浅間山の噴火に際して、運良く被害を受けなかった登山者が自分のおかれていた危機的状況を全く認識していない様子を見て出た言葉ですが、まさに化学物質へのリスクの理解にも当てはまります。現代風の表現だと「リスクを正しく認識することは難しい」といったところでしょう。ただし、化学物質は災害とは異なりますから、能動的に情報を集めることで、ある程度リスクを見積もることや、それを低減することができます。また、化学物質自体のもたらす様々な恩恵を受けることができます。ここは敢えてポジティブに「リスクを正しく認識することで、より化学物質を上手に活用できる」と結ばせてください。

本日の内容が、皆様方にとっての化学物質のリスクの理解と活用のお役に立てるようでしたら幸いです。