

安全・安心シリーズ

安全・安心を目指す有機化合物の取り扱いと技術士の役割

The Safety Management of Organic Compounds and Role of the Registered Professional Engineer

林 誠一
Hayashi Seiichi

化学物質は非常に多くの物に使われるようになり、その生産量が増え、種類も多くなり、多機能化が進んでいる。その結果、取り扱いを誤った際の甚大な事故も発生し、規制する法律も多岐・多様化し、専門知識や技術がないと適切な管理が困難な状況になってきている。全ての化学物質は何らかの有害性を有しており、有害を出さずに有益に使うかは使用量に依存しているため、化学物質を十分知ったうえでいかにかうまく付き合うかが重要である。化学に深い知識と技術を有する技術士であって、化学物質管理の実務経験も豊富な人材に、「化学物質管理士」の資格制度を作り、それに相応しい仕事をしてもらうことが、社会の安全・安心に役立つ社会貢献になり、これからの技術士の大きな役割となる。

As chemical substances are used in many things, their production volume and types are increased. Furthermore, multifunctionalization has progressed. As a result, serious accidents resulting from erroneous handling have also occurred. Therefore, it is getting difficult to properly manage without specialized knowledge and skills. Since all chemical substances have some harmfulness, whether harmful or informative depends on the quantity. It is very meaningful to work as a chemical substance administrator for human resources who have profound knowledge and skills in chemistry and who have abundant practical experience in chemical substance management.

This is a social contribution that is useful for society's safety and security and it will be a big role for professional engineer.

キーワード：有機化合物，安全・安心，リスク，化学物質管理士

1 はじめに

1.1 化学物質の現状

有機化合物が如何に多岐にわたり、多様化しているかを見るため、表1に「有機化学ギネス記録」¹⁾を引用した。

表1 有機化学ギネス記録
佐藤健太郎「有機化学美術館へようこそ」¹⁾

最長の鎖状アルカン： $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{388}-\text{CH}_3$
 最も複雑な天然物：マイトトキシシン（分子量3422，
 環の数32）
 理論上最強の爆薬：オクタニトロキュバン
 最も辛い化合物：カプサイシン
 最も甘い化合物：ラグドゥネーム（砂糖の22万～30
 万倍甘い）
 最も臭い化合物：エタンチオール
 この世に一番沢山ある有機化合物：グルコース
 最も生産量の多い薬：アスピリン（年間1千億錠）

サッカーボール状のフラレン、正方形のキュバン、甘いもの、辛いもの、臭いもの、爆発力が強いもの、多種多様な物が揃っているが、管理を考えたら、困難極まることは明白である。

現在の社会では、化学物質の利便性について異

論はないと思う。化学物質は我々の生活を支えるいろいろな物に使われるようになり、その生産量が増え、種類も多くなり、多機能化が進み、その結果、それらの取り扱いを誤った甚大な事故も発生し、規制する法律も多岐、多様化している。従って、専門知識や技術がないと適切な管理が困難な状況になってきている。だからといって化学物質を使わない生活など考えられないので、いかにかうまく取り扱うか、どのように付き合うかが重要となる。全ての化学物質は何らかの有害性を有しており、有害か有益かはどう用いるか、そしてどの位使うかの量に依存しているということになる。

1.2 塩化カリウムという化学物質

伊東隆志の「化学物質のリスク管理」³⁾によると、アメリカ合衆国の州によって死刑執行の手段として塩化カリウム注射を用いているし、末期がん患者が自らの手で命を絶つ装置も開発されたが、薬剤は塩化カリウムを使用していることが紹

介されている。これは、ヒトの体は死の直前に血中のカリウム濃度が急上昇し、心臓を止める機構になっているからだそうである。かつては豆類や果物に多く含まれているカリウムイオンは過剰なナトリウムイオンを身体から排出してくれるから、善玉と考えられていたが、むやみな摂りすぎは禁物といえよう。

1.3 化学物質の生産量

表2に現在どのくらいの化学物質が生産されているか日化協のアンニュアルレポートから引用してみた。

表2 化学物質の種類と生産²⁾

- CAS登録番号が付与された物質数は約3 000万種 (CASとはアメリカ化学会の情報部門であるケミカルアブストラクトサービスのことで、化学物質に固有の識別番号を付けている)、1億件以上登録
- 工業的生産された物質数は約10万種
- 世界で年間千トン以上生産された物質数は約5 000種
- 行政的に管理されている物質数は数千物質

1.4 化学物質のイメージ

化学的知識のあまりない人が化学物質に対してどのようなイメージを抱いているかを以下にまとめてみる。

1. 実体が見えない→潜在的に不安感を持つ
2. 毒物としてのイメージが定着→公害、薬害や化学兵器、テロ、殺人に使われる
3. 人工的→合成品が多い、天然にない物が作られ不安 (天然物も化学物質なんだが)
4. よくわからなくて心配→権威ある人から正しい情報を与えてもらい、安心したい

これらに対比してみると、化学物質に不安を抱かせているのは、よくわからないためだということがわかる。「幽霊の正体見たり枯れ尾花」、化学物質が幽霊に見えているのではないか。

2 天然物だから安全?

2.1 最強の毒

天然物だから安全だという迷信を信じてはいないだろうか。世の中で最強の毒は、ピーナッツに生えるコウジカビが産出するカビ毒の一種であるアフラトキシンB1といわれている強力な発がん

物質である。この物質は合成物ではなく、天然物である。自然界の生物が、強力で多種類の毒を作り出していることに驚きを覚える。かつて著者は植物代謝物の合成を試みたことがあり、植物は非常にマイルドな酸化で代謝物を作るが、実験室ではどの酸化条件も強すぎて望む段階で反応が止まらず、目的物の合成に苦労し、植物の偉大さを感じた。

その他の強力な天然の毒を表3にまとめた。

表3 自然界の毒⁴⁾

- 世の中で最強の発がん物質はカビ毒 (アフラトキシンB1)
- 最強の海産毒はパリトキシン (テトロドトキシンの60倍、KCNの8 000倍)
- 微生物が作り出す毒のシガトキシン (有毒渦鞭毛藻という藻類がつくり魚類に蓄積される)
- テレビのサスペンスに出てくるトリカブト (ドクウツギ、ドクゼリと並んで日本三大有毒植物の一つで、毒成分はジテルペン系アルカロイドのアコニチン)

2.2 植物毒は危ない

最近の新聞で報道された有毒植物の誤食例には次のようなものがある。

例1 「ギョウジャニンニク」と誤って毒草のイヌサフランを食べた80代男性が食中毒で死亡、イヌサフランにはコルヒチンという毒性の強い物質が含まれている。2016年、全国では誤って食べた2人が死亡している。

例2 有毒植物であるスイセンをニラと間違えて食べた北海道の60代男性が死亡した。

例3 バイケイソウとオオバギボウシ、チョウセンアサガオとゴボウ・オクラなどの誤食例が挙げられている。死亡事故の多い植物と似ている植物としては、「トリカブトとニリンソウ」、「イヌサフランとギョウジャニンニク」、「グロリオサとヤマノイモ」などとなっている。

以上の例をみただけでも、天然物は必ずしも安全ではないことがわかる。

3 リスク管理

3.1 リスクとは

従来の化学物質の管理はハザード (危険有害性) 管理であったが、現在はリスク管理への転換が求められるようになった。

NITE（独）製品評価技術基盤機構）名誉顧問安井至氏の講演で、リスクについて教えてもらった。氏によれば、リスクはラテン語のrisicoが語源で、その動詞がrisicareで、「絶壁の間をぬって航行する」という意味とのことである。危険性と訳すよりは、恐れとか驚異と訳した方がより正確な概念で、日本語には見合う言葉がなく、誤訳のままでも通用しているのだそうだ。リスクのもっとも一般的な説明は、顕在的な危険性としては存在してないが、潜在的に存在しているか、将来顕在化する可能性のある危険性（被害が起こる可能性）のことで、リスクは不確実性ともいわれる。無知、無関心がリスクを拡大する。想像性を働かせることが大事である。

リスクの定量的評価の定義が技術分野で次のように異なっているのも知っておくべきだ。

機械学（工学的）	ハザード×確率
化学的（疫学的）	ハザード×曝露
個人見解	ハザード×感情

3.2 化学物質は危険か？

2017年4月9日の日本経済新聞の「毒と薬」の記事が興味深いので紹介したい。

世界初の抗がん剤「ナイトロジェンマスタード」のもととなったのは毒ガスで有名なイペリットの名で知られるマスタードガスであった。第2次世界大戦中に攻撃を受けた米国の貨物船からこの毒ガスが流出した事件が抗がん剤誕生のきっかけとなった。事件の被害者に白血球が減るなどの症状が見つかったことから、毒ガスの成分を改良して抗がん剤として使われるようになった。こう

いった例は非常に多く、毒は薬にもなり、薬は毒にもなるということを知っておいた方がいい。

3.3 化学物質管理の潮流

化学物質の安全管理は従来の法令準拠型から自主対応型に変わりつつあるので、意識改革が迫られている。国はすべての化学品を法規で管理することを諦めたし、どうしても無理がある。

情報の共有化と自主対応型管理の前提は危険有害性に関する正しい情報の提供が前提となる。当事者の自主管理の重視（個々の状況に応じた管理を重視）、科学的方法論による評価と管理が求められる。サプライチェーン全体で有害性／曝露情報を共有することも大事だ。今後の問題として、サプライチェーンの化学物質管理が重要になってきている（図1⁵⁾参照）。

もう一つ、知的基盤の整備と人材の育成・教育も重要で、意外と見逃されている。

さらに、化学物質管理は国際的な枠組みで実行され、各国バラバラではなく、国際調和を尊重し、方法論、制度を共有したGHS（化学品の分類および表示に関する世界調和システム）に対する対応が求められている。

3.4 化学物質の取扱い

化学物質を取り扱う際は、化学物質の危険有害性に関する情報を、それを取り扱う全ての人々に正確に伝えることが大事だ。また、化学物質管理をより一層効果的にするため、リスクに関する科学的な知見を整備していく必要がある。

さらに、化学物質は多かれ少なかれ反応性、有

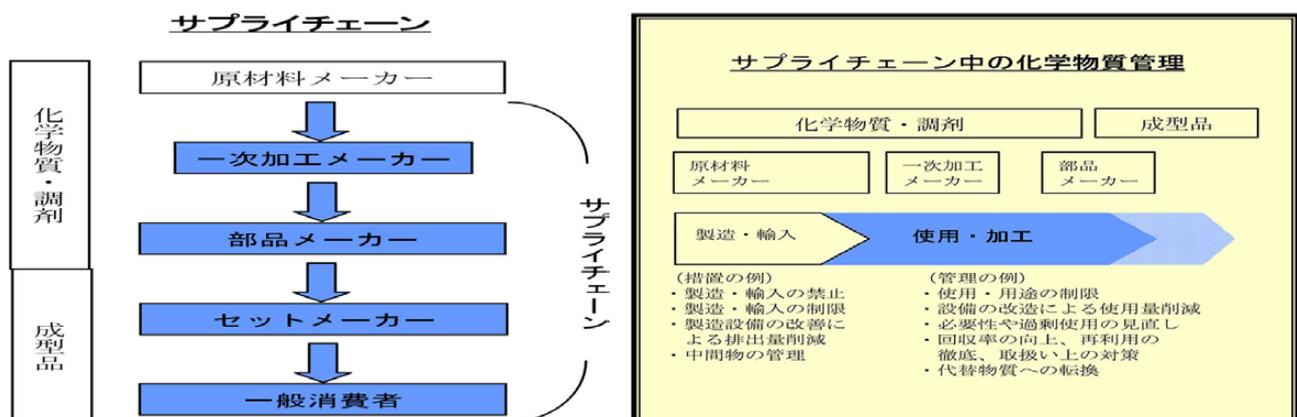


図1 サプライチェーンの化学物質管理⁵⁾

害性はあるものとして取り扱うこと、水、食塩も時には有害、物によっては長時間経過後に作用ができることもある（電荷の偏りや作用点としての不對電子対）ので、必ず保護具を使うよう心掛けるべきである（保護具はケチらない）。

4 技術士の役割

4.1 技術士が求められている

昨年の12月にNITE化学物質管理センターの竹田宜人調査官をお招きして化学物質管理研究会で「リスクコミュニケーション」を演題とする講演会を開催したが、その中で特に印象に残った問題点指摘と要請は以下のようなものであった。

それは、「改正労働安全衛生法で、平成28年6月から一定の危険有害性のある、法で定められた化学物質について事業場でのリスクアセスメントが義務付けられたが、うまくいってない所が多くあった。特に化学物質について分かり易く説明するのが難しく、事業者が地域住民との話し合う時に、化学が分かり、中立の立場でリスクコミュニケーションを進めてくれる司会者がいないので、技術士がその任を担ってくれないか」といった問いかけであった。化学系の技術士（ここでは、化学、生物工学、環境、応用理学部門などで化学の知識・経験が豊富な技術士をいう）がこの役目を果たすのに最も相応しいように感じられた。

4.2 技術士がなすべきこと

技術士法45条の2で、「技術士は、その業務を行うに当たっては、公共の安全、環境の保全その他の公益を害することのないように努めなければならない」と規定されており、事業者、地域住民のどちらにも偏することなく、司会役を務められる。技術士の適職ではないだろうか。

しかも化学系技術士なら、よくわからなくて不安だという住民に関連する事項を分かり易く説明できる。つまり、地域住民に安心の供与を、事業者には安全の提言、実行を促す役割を担うことができるのは技術士であって、それだけに技術士は信頼を落とさないように努めなければならない。

5 おわりに

5.1 化学物質管理士という資格

すべて化学系技術士が化学物質管理の技術や知識、実務能力を持っているかといえば、化学の分野も広いので、ありえないことである。

今般、公益社団法人日本技術士会の化学、生物工学、環境部門の技術士が集まって一般社団法人化学物質管理士協会（Pro-MOCS）を作った。この技術士達の中で化学物質管理の実務経験が豊富であり必要な知識や技能が備わっていて、資格認定基準をクリアしている専門家を「化学物質管理士」と認定していく。

5.2 化学物質管理士の役割

そして認定された管理士によって、化学物質の適切な管理、法令遵守、リスクアセスメント等のご支援を提供しようとするものである。複雑化、深化した化学物質管理を単独で実施するのがなかなか難しくなっている。SDS（Safety Data Sheet）一つとっても、複雑で、範囲も広く、一人の力だけではカバーできない。私たち化学物質管理士協会会員は、チームを組んでチーム力で事に当たり、総合力で対応していくつもりだ。

<引用文献>

- 1) 佐藤健太郎：有機美術館へようこそ、技術評論社、2007
- 2) 日本化学工業協会：日化協アニュアルレポート2015
- 3) 伊東隆志：化学物質のリスク管理、巻号、pp.4-5、化学工業日報社、2000
- 4) J. Emsley and P. Fell 著、渡辺正訳：からだと化学物質、pp.131-154、丸善、2001
- 5) NITE 講座「化学物質管理に関する情報」、2016

林 誠一（はやし せいいち）
技術士（化学部門）

林技術士事務所 所長
化学物質管理研究会副会長
一般社団法人化学物質管理士協会 代表理事
e-mail：sei884@jcom.home.ne.jp

