

## 化学物質と放射線のリスクについての考え方の対比

(社) 日本アイソトープ協会 甲賀研究所長  
栗原紀夫

### はじめに

放射線のリスクについて、疫学的な調査結果とデータ解析あるいは放射線生物学的考察などから、論議され、この結果がいわゆる放射線防護体系へとまとめ上げられてきているが、この放射線防護にかかわる種々の防護基準の設定については様々な立場から不合理な部分が指摘され、見直す動きが常に見られる。そのような作業の中で、他のリスク防護の考え方はどのように考えられ、どのように防護基準等に反映されているかとの問いかけが出てきている。そこで、若干類似点があると見られる「化学物質のリスク」とそれに応じた防護や制御、あるいは使用制限を含む基準等について、ここに紹介してみることにする。短期間のまとめなので、不完全なところがあるが、大筋は理解して頂けると思う。放射線と化学物質のリスクのとらえ方やそれに基づく各種基準の比較により、いずれの対象のリスク制御も一層合理的になるきっかけになれば、幸いである。

### #1 化学物質のリスクアセスメントのための基本情報

化学物質のリスクを考える上で、基本的な情報として必要なものは、次の3点、「毒性の質」、「強度」、そして「実際の曝露量」である。言い換えれば、次の3項目になる。

- 1 その化学物質が示す毒性の種類（作用部位と損傷の型、損傷発現時期）
- 2 その化学物質の毒性発現に要する曝露条件（量と曝露持続時間）
- 3 リスクアセスメントの対象となる集団がその化学物質に曝露され得る条件  
(曝露量=投与量、持続時間)

放射線防護体系との比較を行うためには、1で示す毒性の種類を、発がん毒性と非がん毒性とに分けて考えておくのがよいであろう。化学物質による発がんリスクも「直

線的・しきい値無し」(linear-no-threshold = LNT) 仮説によって考えるのが普通であるが、これは放射線リスクの考え方を踏襲したものと言える。一方、非がんリスクは原則として、「最大無作用量」すなわち「(悪い) 影響が実験的に全く観察されない最大レベル (当該化学物質の量あるいは濃度)」: no observed effect level (NOEL); no observed adverse effect level (NOAEL) あるいはlowest observed adverse effect level (LOAEL) を動物実験の結果から求める。

(なお、化学物質の毒性試験において、動物に対して長期投与してその影響を観察する「慢性毒性試験」は通常「発がん試験」と兼ねて行い、ここでも、ある一定量～一定濃度の NOAEL を決定することが多い。すなわち、この場合必ずしも発がん性の有無が明らかにされないまま、この値が定められることになるので、発がん毒性を持つ化学物質に対しても NOAEL 最大無作用量が定められてしまうことにもなる。これを見ると、放射線防護で一般に認識されている LNT モデルが必ずしも意識されていない場合も多いのではなかろうか、と考える。)

この NOAEL などに一定のファクター (安全係数などと呼ばれる。アメリカ EPA では不確実係数と呼んで恣意的に「安全」とするとの印象を避けている) た例えば 100 分の 1 (時には 1,000 分の 1 のこともある) を掛けて、この値 (mg/kg-bw) (kg 体重当たりの用量) を ADI とする (acceptable daily intake 「一日許容摂取量」: これも、より中立的な言葉として RfD = toxicity reference dose 「基準曝露量」と呼ぶ場合がある。)

ここで「安全係数」の意味は通常、実験動物などの個体差に 10、実験動物とヒトとの間の種差として 10 という不確定要素があるとして、 $(1/10) \times (1/10) = (1/100)$  とするのだとの考え方が取られている。このように数字の根拠が恣意的と言えるので、慢性毒性などで懸念がありそうな (発がんとは言えないにしてもその可能性が示唆されるような変化が濃度によっては観察されるような) 化学物質に対して、時には 1/100 の代わりに 1/1,000 を使うこともある。「安全係数」については、次の節で考察する。

安全係数を掛けたあとの数値か、掛ける前の動物実験等から得た半数致死濃度のよ様な数値を取るかはともかく、対象化学物質が「毒」であるとか、「無毒」であるとか一般に言われるのは、上述の第 2 項目「毒性の強度」を根拠にしている。

しかし、実際にたとえば生活環境にある化学物質が危険なのかそれほどでもないかは、この「毒性の強度」だけでなく、第 3 項目で言う現実の「曝露量」に関係する。すなわちたとえば半数致死濃度から言えば「毒」に属するものであっても、現実にそれに曝露される可能性や曝露されるとしてもごく微量であるような場合には、危険性はそれほど高くないし、過剰に恐れる必要はない。一方、「毒性の強度」があまり大きくないような化学物質であっても、その曝露量が相当に大きい場合には、危険性について慎重に検討する必要がある。環境汚染物質などで、しばしばいわゆる発がん性物質が地下水中で検出された、といった報道が出たとき、こうした曝露量に注意を払い、実際の危険性の度合いを判断することが求められるのである。