

予防原則に基づく化学物質過敏の取り扱い
—環境学研究者からみた環境過敏症—

柳沢幸雄*

東京大学 〒299-3237 千葉県大網白里市仏島62-9

Handling Chemical Substances Based on the Precautionary Principle
-Environmental Hypersensitivity from the Perspectives of
Environmentologist-

Yukio YANAGISAWA*

The University of Tokyo, 62-9 Hotokejima, Ooamishirasatoshi, Chiba 299-3237, Japan

1. 緒言

現代の我々の生活空間には、100年前の大学の化学研究室で使っていた化学物質の種類と量を凌駕する化学物質に満ち溢れていると言っても過言ではない。それらは我々の生活を便利に、心地よいものにしてきている。このような化学物質が持つ正の側面は製品の開発段階で十分に検討されるが、負の側面、特にヒトの健康に及ぼす悪影響については、十分な検証が行われないうまま我々の生活空間に持ち込まれている。

2. 予防原則

生命を維持のために我々は日々何を入力として生きているかと言えば、食料は大体2 kg、水は2 kgつまり 2 L、空気は15 kgくらいを1日に摂取している。それらの入力によって、体内で化学的な酸化反応を起こして水とCO₂と生体エネルギーを産出している。

これら入力の暴露経路は経口暴露と経気暴露があり、両者には毒物の代謝に関して大きな違いがある。経口摂取の場合、口から入れたものは食道そして胃、十二指腸、小腸、で消化吸収されて門脈に集められ、肝臓に行き代謝、解毒されて心臓に送られる。一方経気暴露は鼻や口から入れたものが気管支から細気管支を通して肺胞に行き、ガス交換が行われて心臓に行く。心臓からは全身に養分と酸素が送られている。

外界から体の中に取り込んだ物質に対して、体の防御機構がどのように働いているかと言うと、経口暴露に関しては、胃でpH 2以下の非常に強い酸性の胃液で食物は分解され、次の十二指腸では膵液や胆汁などの消化液でさらに分解され、小腸で栄養分が吸収された後、肝臓に行き有害物質は解毒されてから心臓に行く。

一方経気暴露では空気中の有害物質に対する防御機構は物理的な作用だけである。鼻呼吸の場合には、鼻毛で粒子成分の一部は取り除かれるが、口呼吸だと直接気管支に入る。気管支に入ってきた異物は気管支表面の粘液産生細胞から分泌される粘液にキャッチされると、繊毛の働きで粘液と異物を喉の方へ押し出す。この粘液は痰として吐き出されたり、飲み込んだりして気管支から取り除かれる。

痰と繊毛による気管支での除去より先の細気管支ではもう何も防御機構がないので、PM_{2.5}以下の粒子は肺胞まで到達し、肺胞ではガス交換が行われるとともに、微小の粒子はそのまま体内に入ってしまう、直接心臓に到達する。心臓からまず全身に撒かれてから、今度は静脈を通して肝臓に戻ってくることになる。心臓に行く前に肝臓を通る経口暴露と違い、経気暴露では肝臓を通らないで全身に輸送されるので、毒性の発現に関して、最初1回目のルートは何ら防御機構が働いていない、という状況が経気暴露の特徴である。暴露経路によってその化学物質、ある

*Corresponding author (責任著者) Email: yanagisawa.yukio@gmail.com; Tel: 090-3697-6799

受付日: 2022年6月14日 (Received: 14 June 2022)

受理日: 2022年6月29日 (Accepted: 29 June 2022)

いは粒子の持つ毒性の発現の程度が違うだろうということ念頭に置いた評価が、予防原則の観点からも重要となる。

3. 懸念のある化学物質

化学物質過敏症の初期の段階では住宅内でのホルムアルデヒドなどの汚染が非常に多かった。近年、私が危うさを感じる問題として、①イソシアネート、②ネオニコチノイド、③香りの害、の3種類がある。

3.1 イソシアネート

イソシアネート汚染は非常に重要な問題で、 $-N=C=O$ という部分構造を持つ化合物総称がイソシアネートで、非常に反応性がある。二つのイソシアネート基と水酸基が反応すれば、直鎖の高分子であるポリウレタンとなるので、ウレタン製品の原料になる工業的に非常に重要な物質である。ウレタンに対して我々は非常に安定なものと認識している。例えば床、フローリングの塗装はウレタン塗装が多く、堅牢で安定してる。またベッドのマットはポリウレタンで、これも非常に安定している。重合反応を経て、製品化されたものは非常に安定であるが、原料であるイソシアネートは水酸基との反応性が非常に高いので、水酸基をたくさん含む生体細胞に対して強い毒性がある。

労働衛生の基準で考えるとトルエンは50ppmだが、イソシアネート類の代表的なトルエンディイソシアネートの労働衛生の基準は0.005ppmである。つまり労働衛生の基準で考えると1万倍違う。イソシアネートはトルエンに比べて1万倍気をつけなきゃいけない。この0.005ppmというのはどういうレベルかということダイオキシソと同じレベルである。そのくらい非常に反応性があるって有害性がある。

このイソシアネート類の反応の相手がジオールである。これと組み合わせることによってウレタンが合成される。例えば接着剤でも2液混合型の接着剤というのは、これら2種類を混ぜ合わせることによって、重合して接着力を出す。このようにイソシアネートが非常に身近に使われている。製品数は莫大にあり、どこでも使われている。重合の終わったウレタンには問題ないが、現場で反応させる製品だと非常に問題が生ずる。

さらにウレタン製品を廃棄するとき、ウレタンのマットをどういう形でごみ処理するか、そこまで考

えていかないとイソシアネートへの暴露というのは知らないうちに進んでしまうということ懸念している。

イソシアネートの健康影響として、アレルギーを誘発することが挙げられる。動物実験をやっている研究者は喘息を誘発するために、イソシアネートを使うという事はよく言われている。

3.2 殺虫剤

殺虫剤成分のネオニコチノイドは、今までの特に有機リン系などに比べて残留性が高い。残留性が高いというのを思い出してみると、有機塩素系のDDT、BHC等々と同じ傾向である。1960年代にレイチェルカーソンがサイレントスプリングを書いたそれと同じ傾向にまた戻りつつある。つまり有機リン系の場合には残留性が非常に少なかったので毎年撒かれていたということがあって、その後ピレスロイド系そしてネオニコチノイドに移ってきているのかなという印象がある。

日本は単位面積当たりの農薬使用量が非常に高い国でなので、私が懸念するのは子供たちの発達障害である。発達障害の子供たちは、中等教育の現場にいる私の実感としても増えている。しかし発達障害のような遅発性の神経障害はその原因がどこにあるか非常に分かりにくい。乳幼児期に暴露されて、その影響が10年、あるいは20年後に顕在化しても、原因が何であったかよく分からない。

遅発性神経障害に対する量-反応関係の確立は、今後も非常に困難な研究課題であり続けるであろう。予防原則の観点から言えることは、神経ネットワークの成長期である乳幼児の暴露量を極力減らすことである。例えば携帯の蚊取り器を乳幼児の呼吸域に近い乳母車などにぶら下げて、子供が蚊に刺されるのを防ぐというベネフィットを求める行為が考えられるが、定量化はできないが遅発性の神経障害のリスクを考えると、細心の注意が必要である。

3.3 香害

洗い上がりの洗濯物に強い香りを持続させる柔軟剤が、製品として市場に多く供給されている。強い香りが化学物質に敏感な人を不調にさせる香りの害、香害が広まっていることに注意を払う必要がある。

香りの害には、香料そのものの問題と香りに持続性を持たせるためのマイクロカプセルの問題がある。

香料をマイクロカプセルの中に入れ、持続性を持たせる技術である。マイクロカプセルというのはご年配の方は覚えていらっしゃるかもしれませんが、昔PCBのノンカーボン紙というのがありました。マイクロカプセルの初期の応用例です。カーボン紙を入れ、上から線を引くとその粒が壊れて中から発色剤が出て発色するという技術です。

擦ると壊れるマイクロカプセルの中に、香料を入れると擦るたびに中から香料が出てきて、長い時間香りが持続するという技術が柔軟剤などに使われている。マイクロカプセルは数ミクロン程度の大きさなので、ちょうどPM_{2.5}のサイズに相当する。擦って

壊れるともっと細かい粒子になり、ヒトの呼吸によって吸い込まれる。つまりカプセルの破片と、カプセルの原料の問題に注意を払う必要がある。カプセルにはウレタン系のももあるので、イソシアネートにも注意を払う必要がある。

4. 結言

化学物質は人々の生活の利便性と快適性を高めるために開発されてきた。しかし化学物質が氾濫している現代社会においては、「過ぎたれば及ばざるが如し」の負の側面があることに十分配慮して取り扱うことが求められている。