

臭素系難燃剤について思う所

Comment piece on brominated flame retardants (BFRs)

(自由訳：2009年4月19日、英国“Sense About Science”に掲載されたもの)

“Sense about Science” (科学の話に道理を)において、家庭で起こった火災の拡大を抑えるため臭素系難燃剤がプラスチック及び家具に何故使われるのか 又 これらの効果が潜在的な健康危害リスクと比べて勝ると何故判断できるのかを説明してきました。それでも、新聞では繰返し臭素系難燃剤と生殖上の問題或いは乳がんと言った健康危害との関連が掲載されており、2008年にはある種の臭素系難燃剤の電気製品への使用が禁止されました。これらの事柄が、我が研修生ジョー・スミスをして臭素系難燃剤使用の功罪の証拠を探索する契機となりました。以下、スミスが何を見出したかの報告です：

「センス・アバウト・サイエンス」で研修を始めるまで、臭素系難燃剤のことなど聞いたこともありませんでした。ところがいざ探求を始めると、驚く数の新聞記事が目の前に出てきました。それらは、胎児の脳の発達阻害、生殖及び甲状腺システムへの悪影響とか、乳がんの原因といったものを含む、人体へ健康危害を及ぼす化学物質として大見出しとなった一連の中にありました。デイリーメール紙は(2005年9月8日号)「赤ちゃんは子宮の中で毒を与えられている」と叫んでおりました。同様な警鐘としてガーディアン紙は(2007年9月12日号)「北極圏で男の子に比し女の子が多く生まれるのは人間の作った化学物質の所為だ」と公言しています。更に、その新聞は、これらの化学物質は自然界では分解せず、環境、食物連鎖及び我々の体内に蓄積され、子供等次世代に受け渡されるとしています。いかにも罪深いことに思えます。しかし、全ての話には二面性があります、特に化学物質に関してはそうです。本当に何が起きているのでしょうか、本当に憂慮しなければならない状況なのでしょうか？

私は、マスコミに書かれていることに信頼すべき科学的根拠があるか否かを理解するため学術誌に掲載された研究報告を見ることから調査を始めました。しかしながら、毒性学のバックグラウンドがないため、直ぐに、膨大なデータ、頭字語(acronyms)、不透明な表現の中で立ち往生してしまい、一級の証拠からでも客観的な意見を纏めることは出来ませんでした。この調査から研究報告には臭素系難燃剤のネズミに対する影響を調べた一つのグループと、臭素系難燃剤の環境中及び人体内でのレベルを測定したもう一つのグループがあることが判りました。しかし、個々の試験は特定の場所或いはある特定の臭素系難燃剤(沢山の種類があります)に限定されているようでした、また 他の限定もありました。如何に(或いは、本当に)これらの結果を一般大衆の健康への(悪)影響の証として適用

できるのか明確ではありませんでした。結局、殆ど出発点のままでした。そこで、何故人々は恐ろしい話を信じるようになるのかを見極めることにしました。それは理解しがたい科学文献を理解しようとするより容易なことでした。

それから、ジョン・ティンブレルより渡された「逆説の毒物」(the Poison Paradox) という本が、自分で立てた「先ず毒性学を学んでみよう」というコースの役に立つ参考書になりました。最初の重要な教訓は(科学者としては既に承知していましたが)ただ単に、化学品=悪、ではないということ。化学品は、単に物質の別名、或いは原子の集まりを意味し、全てのものは原子から出来ている。天然品だろうが、合成品だろうが、化学品はその様々な特性及び効果から昔から人類に利用されており、私たちは常に無数の異なった物質に曝されている。どの化学品も「安全」或いは「危険」と分類出来ない、何故ならそれは使用法及び人への暴露量次第だから。ある化学品は少量では危害がない或いは有益だが、ある投与量を超えると毒になる—例えば、1錠のアスピリンは頭痛を治すが、100錠のアスピリンは貴方を殺す—でしょう。投与量及び暴露量はしばしば一日当り、体重 kg 当りのミリグラムと表示されます(臭素系難燃剤の場合、ナノグラム)。そのような微量を想像するのは難しいでしょう。これで如何でしょうか、1 キログラム当り 1 ナノグラムというのは 100,000 のサッカー競技場内の草の葉一枚にも及びません。

これらの事実を思い起こし、注意をリスクとハザードに向けてみました。よく聞く言葉ですが、実際何を意味しているのでしょうか。一般的な認識と違って、リスクとハザードは少し違った概念です。化学物質に関し、ハザードとはその物質の危害(毒性)の程度を示し、リスクとはその危害が実際に出現する蓋然性を意味します。密封容器内の青酸カリはハザードですがリスクではありません—リスクは暴露を防ぐことにより最小化できるから。「物質が実質的にノンハザード(危害を引起す量が非現実的なほど大量)の場合は、相当量の暴露があってもそのリスクは無視できる。」このリスクの概念が、毒性値が判明している物質の安全な暴露量を科学者が決定するのを助けています。異なった投与量の実験動物に与える結果を観察することにより、科学者はその量以下では有害な結果が生じない閾値(従い、実質的にゼロリスク)を決定しています。ネズミと人とは化学物質に対する反応にある差異が生じるが、その違いは小さく(何故なら、進化論的に言えば、両者は緊密に関連した哺乳類だから)よく理解された安全係数で調整されています。にもかかわらず、科学者は常に警告を与える方向にという誤りを犯します。即ち、データが限られるほど、より大きな安全係数が組み込まれます。臭素系難燃剤の場合のように、化学物質が体内で蓄積される場合は、生涯に亘る蓄積でも安全なように閾値は十分低く設定されます。

このように、毒性学の基本的な理解を装備し、毒性学者ジョン・ホスキンス博士の助けを得て、臭素系難燃剤の証拠に立ち戻り吟味することが出来る状態になりました。報告され

ている臭素系難燃剤の蓄積レベルは僅かなものです、一人の人の全蓄積量はピンの頭を覆う程度にすぎないでしょう。学術投稿、政府に寄るリスクアセスメントを含む圧倒的多数の証拠が、残留レベルは安全閾値より何倍も低いことを示唆しています。現代技術の進歩により何とか検出できるようになったのです。不可避な結論は、環境中或いは体内に検出できるレベルの臭素系難燃剤が存在していたとしても、それが我々の健康或いは将来の世代に対し何らかの影響を与える証拠はないということ。我々は、何でも安全だと断定的に言えませんが、リスクに関する限り、臭素系難燃剤は殆ど対象にならないでしょう、車の運転、登山といった日常活動のリスクよりはるかに小さいのです。

臭素系難燃剤による計測不能な程低い健康リスクも、難燃剤の存在しない場合の高いそして現実の火災リスクと比べると全く無意味なことになります。ホスキンス博士は論説で述べています (*Indoor and Built Environment*, 2007; 16:2:91-93) 「可燃性プラスチックが人を、特に子供を、殺し、不具にした時代に誰が戻りたいだろうか？」多くの人がその時代を殆ど覚えていないか忘れていられるでしょうが、1971年のワシントン・ポスト紙によれば着衣の延焼により年間200,000人が死亡と言う数字がその恐怖の証明です。EU委員会は過去10年間に難燃剤の使用により火災死亡数が20%減少したと推定しています。200,000人の20%は40,000人ですので多くの人命が救えたこととなります。これまで見てきたように、臭素系難燃剤を取り除くことにより救われる人命があるとの証拠は今のところありません。にもかかわらず、2008年7月1日に、ある特定の臭素系難燃剤、Deca-BDEを含む電気製品はヨーロッパで販売出来なくなりました、このタイプの他のものは一括してそれ以前に禁止となっています。しかし、産業界はDeca-BDEが臭素系難燃剤の中で最も安全なタイプの一つとしています。まさかのために、本当に投げ出すべきなのでしょうか？

私たちの住む世界にある現代医薬品及び素材は数千年に及ぶ科学知識の進展による産物です。化学難燃剤には長い歴史があります。最初の難燃剤はローマ時代に見張り台の延焼防止に使われました。新しい化学品が古いものに置き換わる例が無数に存在しますが、それは置き換えるべきものと比べ有効且つリスクが低いことが十分に知られ確信が得られたからです。一例を挙げると、パラセタモールは解熱剤の進化の中で最新のものですが、毒性による副作用にも拘わらず当時大変人気のあった先行薬を置き換えたものです。その化学物質が有害で低リスク代替物質が存在する証拠がある場合、当然使用を止めるべきです。臭素系難燃剤があります。これ自体、他のタイプの難燃剤であったPCB類の代替でした。PCB類は、徹底的な試験の結果発がん性ありとして、1970年台に子供服への使用が禁止されました。

しかしながら、常に、そんな贅沢が許される状況ではありません。難燃性を付与する特性の組合せは、めったにありません。そして、臭素系難燃剤が現在、効果、安全性そして経

済性の観点からベストです。他のタイプの難燃剤が存在しますが、その効果についてはあまり良く承知しておりませんし、全ての点において臭素系難燃剤を代替することは出来ません。Deca-BDE を禁止とする科学的根拠も無いし、代替品についてはより知られていない中で、今 Deca-BDE の使用を止めることはばかげているとしか言いようがありません。

ジョーはオックスフォード大学の地球科学科で修士コースを終了後、2008年に *Sense About Science* で研修を行ないました。オックスフォードでは、*geochemical proxies* を用い最近の気候変動の洞察等を行なっています。興味のある科学とおしゃべりのファンで、研修として臭素系難燃剤に関する真実を徹底的に調べたのは楽しかったとしています。

=====
 翻訳者後記： 容易な英文と思ったのですが、取り掛かってみると結構難解な部分があり、正直自信の無い箇所もあります。弊方の英語力(不足)と、多分に、筆者のやや短絡的な表現とのシナジー効果の所産と思われま。

最後の「Deca-BDE の禁止はばかげている」の下りは、正に同感、快哉を叫びたくなりました。昨年4月1日付けの欧州裁判所によるデカブロの適用除外の無効審決は(この審決により7月に禁止となった)、理由の一つとして RoHS 指令の適用除外要件(同指令第5条第1項 b)) を厳密に満たしていないためとしました。厳密な要件とは、代替品を十分に評価の上、デカブロが比較優位の場合に適用除外になるというものです。このコメントにありますように、デカブロの安全性・効果・経済性に勝る代替品は現在存在していないと思われま。十分な評価を行うべき対象の化合物は存在しません。一方、適用除外は EU が行なったリスクアセスメントに基づき安全と判定したためです。要するに、安全な化合物だが (EU 委員会の行なった判定に関し、裁判所は否定も肯定もせず肩透かしとし)、代替品との比較評価が存在しないため、RoHS 指令の厳密な適用除外要件から外れるので、除外を取消すこととなりました。本末転倒と言うか、おかしくありませんか。 私は、筆者同様ばかげていると思います。

以上