

序文：地球環境と化学物質

森田 昌敏

(愛媛県環境創造センター所長・国立環境研究所客員研究員)

人類がこれまでに作りだした化学物質は膨大な数にのぼり、さらに年々新しい化学物質が開発されている。これら化学物質は、さまざまな用途に有用性をもち、現代生活のあらゆる面で利用されており、人類の生活の向上に多大な寄与をしている。その反面、化学物質の中には、その製造・流通・使用・廃棄等のさまざまな段階で人と接触し、あるいは環境中に放出され、環境中での残留、食物連鎖による生物学的濃縮などをつうじて、人の健康や生態系に有害な影響を及ぼすものがある。こうした有害化学物質の汚染問題は、我が国のみならず世界の関心事項であり、化学物質安全性政府間フォーラム(IFCS；Intergovernmental Forum on Chemical Safety)が設置され活発な取り組みが行われており、また最近では、残留性有機汚染物質 POPs (Persistent Organic Pollutants)に関するストックホルム条約の発効、水銀に関する水俣条約の採択など、国際的な取り組みが行われている。また、EUは世界の化学物質対策をリードしはじめており、RoHS (Restriction of Hazardous Substances, 特定有害物質使用制限)、REACH(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, 欧州化学品規制)、化学物質庁の設置など矢継ぎ早に政策展開を図っている。現代の多くの人々にとって、化学物質に囲まれた生活環境からの脱出はほとんど不可能であり、したがって選択肢は、化学物質の供給サイドに、より安全な物質に切り替えて生産してもらうほかないのかもしれない。その意味で消費者と生産者が有害性情報を共有しつつ協力的な新しい生産／供給／使用のシステムの確立が重要となってくる。

筆者の観察によれば、環境汚染の社会現象化は周期的に発生している。1960年代末から1970年代初めに有害物質汚染が一大社会問題化した。水俣病(水銀)やイタイイタイ病(カドミウム)、土呂久(ヒ素)等の重金属汚染、二酸化硫黄や光化学スモッグなどの大気汚染と死の川と呼ばれるような水質汚濁、農薬とPCBs(ポリ塩化ビフェニル)などによる食品汚染などが相次いで表面化し、それを契機に我が国において環境庁が誕生している。1971年の公害国会で各種の環境規制が導入されて、やがて公害問題は落ち着きを取り戻し、1980年代は「公害は終わった」「環境庁不要論」がいわれた時期となる。しかし1990年代にはいり、より微細な健康影響として化学物質問題は再燃し、その主役はダイオキシンや発ガン物質、内分泌かく乱化学物質(環境ホルモン)であった。地道な規制が環境行政の中に織り込まれていき、2000年代にはいり、化学物質問題は再び落ち着きを取り戻し、「ダイオキシンは怖くない」という本さえ出版される時期を迎える。

このような浮き沈みの波は何故発生するのであろうか？筆者の考察によれば、これは約20年ほどかけて蓄積した汚染現象や毒性関連情報によるエネルギーが、ちょっとしたきっかけとメディアの関心により、社会問題化の形で間欠泉のようにいっせいに放出され、やがてその反動と規制の導入とともに沈静化するのではないかと。そしてそのときに、各種の政治力学のせめぎあいの中で規制に至らなかった課題が、静まっている間に進められてきた研究の進展を経て、蓄積したエネルギーをもってやがて次の周期で放出されるのではなからうか。化学物質の問題が繰り返し発生する根本的な理由は、①生産者が化学物質は基本的に安全なものと考えていること②利便性のために化学物質の生産量と種類が増え続けていること、に起因しており、影響は少量長期ばく露による検出しにくいものに移っている。予防原則という概念が提示されているが、それに対応する社会モデルは十分には描けていない。次の波は2020年ごろ、そしてそのとき問題となる主要影響の事象は次世代の健康への汚染影響と野生生物の減少と考えている。

化学物質のリスク評価は、極めて困難な仕事である。評価の基礎となる毒性情報やばく露情報は断片的であり、高度の知識をもった評価者がいるとしても、なお、将来にわたっての判断の正しさを確保するのは難しい。毒性について未解明な部分が多いためであり、また評価者の利害関係が評価結果に影響を及ぼす可能性があるからである。また一般的に言って、後になって毒性の知見が集積するとともに毒性の強いことが認識され、毒性クライテリアは低い数値にシフトする傾向があり、そのような例としてPCBsやダイオキシンをあげることができる。さらに新しい観点から毒性をみようとする試みは続けられているものの、科学的知見が不十分で、生産者側の安全という主張と消費者側の危険性の心配との間のギャップは大きい。化学物質との関連があるのかなのか、解明されるべき健康問題は数多い。例えば、喘息やアトピー、化学物質過敏症の増加、アルツハイマー、子供の出生率の低下や脳への影響(学力の低下など)が危惧されている。

21世紀における化学物質の毒作用の議論及び規制の議論は、次世代影響(及び関連して、内分泌かく乱化学物質問題)にポイントが移っていると思われる。若い世代の精子濃度の低下や、妊よう率の低下は事実と

して存在しているからである。フタル酸エステルやビスフェノールAのような物質は大量生産品であり、身近に存在する環境化学物質であるが、物質へのばく露量を低減させることは今後大きな問題となりそうである。内分泌かく乱化学物質の作用については、低用量問題という毒性表現の新しい切口を見せており、量応答関係の従来の知識から離れている。このことは将来毒性学のパラダイムシフトを引き起こす可能性をはらんでいる。欧州のREACH規制は化学物質の有害性として、発ガン性、突然変異原性、生殖毒性の三つに重点を置きはじめている。また、内分泌かく乱化学物質作用にも目配りがされつつある。世界保健機構WHO(World Health Organization)と国連環境計画UNEP(United Nations Environment Programme)からも、ジョイントレポートの形で内分泌かく乱化学物質に関する大部の報告書が2013年初頭に出され、人や野生生物の発達、健康への影響に関する多くの情報と課題がまとめられている。

また今世紀の課題として浮上してきているのは地球規模の汚染である。有害物質汚染は従来ローカルな被害でみられ、その対策もその地域でとられてきた。しかし、産業活動が地球上のさまざまなところで行われる結果として、面的な広がりをもち、人件費の安い地域での有害物質の環境への放出は地球全体へと広がりをもちはじめている。また難分解性の物質は地球全体がたまり場となりうる。これに対応して、ロンドン条約、バーゼル条約、ストックホルム条約、水俣条約などの国際条約が取り決められてきている。これらは少しずつ充実の方向にある。例えばストックホルム条約の規制対象物質POPsは当初12物質である(ダイオキシン類、フラン類、ポリ塩化ビフェニル類、ヘキサクロロベンゼン、DDTs(ジクロロジフェニルトリクロロエタン類)、クロルデン類、アルドリン、エンドリン、ディルドリン、マイレックス、ヘプタクロル類が、これらの物質に加えて、臭素系難燃剤やPFOS(ペルフルオロオクタンスルホン酸)など新たな物質がPOPsの仲間に加わってきている。

また、地球規模で進行している生物多様性の喪失にも目を向ける必要がある。レッドデータブックに示されるように、野生生物の消失はローカルに見られる事象であるが、野生生物の原因不明の大量死は関連している可能性がある。我が国においてこのような事例は、最近十数年間に限っても多く発生している。例えば、1997年以来、島根県しんじ湖のコノシロ、シジミの大量死や2003年の三重県四日市河川でのフナ、モロコ、カエルの大量死、北海道でのウトウ(1999年)、ウミガラス(2006年)、スズメ(2005年)、長野県でのレンジャク(1996年~1997年)、ムクドリ(1998年)、南足柄や大潟村でのカラスの大量死などがある。多くの野生生物の大量死は原因が解明されていない。一方で、絶滅危惧種の増加が示されており、このことに、化学物質が直接的あるいは間接的にかかわっている可能性は十分にあると思われる。ミツバチ、アキアカネ、シジミチョウなどの減少が指摘され、その原因としてニコチノイド系農薬の関与を指摘する報告があるが、生態系が構成するいろいろな野生生物により維持されていることを考えるとき、人為的なインパクトの悪影響を軽く考えることはできない。

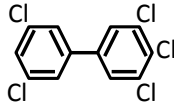
本特集は地球規模で広がる化学物質汚染について、その実態を広域汚染を引き起こすPOPs系化学物質を中心に、モニタリング手法に重心を置きつつ、広域汚染を引き起こす物質の物理化学的特性、生物学的、毒性学的研究の進展、地球規模の監視手法とモデル化を取りまとめたものである。あわせて、ローカルな汚染監視や途上国におけるさまざまな課題とキャパシティビルディングに関する話題、化学物質国際管理にかかわるいくつかの話題にも触れている。持続可能なこの惑星の未来を考えるうえで、環境の状態を把握し将来を予測して早めの対策を準備することが重要であり、本誌をその一助にいただければと考える次第である。なお、本特集で取り上げられた化学物質の主なものについて、残留性有機汚染物質と内分泌かく乱化学物質に分けて、次ページ以降に化学構造式を記載した。実際には、非常に多くの類縁化学物質の混合物として存在するものも少なくない。例えば、PCBsやダイオキシン類等は、それぞれ209種類の構造異性体からなる。また、DDTsも塩素の位置が異なるo,p'-DDTとp,p'-DDTの二つに加えて、その代謝産物であるo,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDDのあわせて6種類が環境中で見つかっているが、図には一例だけをあげていることに留意されたい。

本特集号に出てくる主な化学物質の名称と構造(図は代表的な構造の例を表す)

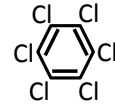
(A) POPs(残留性有機汚染物質) ストックホルム条約対象物質並びに候補物質(イタリック体)

工業製品

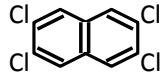
PCBs
(ポリ塩化ビフェニル類)



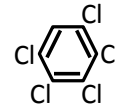
HCB
(ヘキサクロロベンゼン)



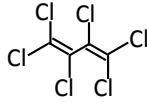
PCNs
(ポリ塩化ナフタレン類)



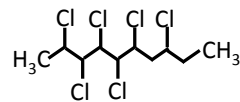
PeCBz
(ペンタクロロベンゼン)



HCBD
(ヘキサクロロブタジエン)

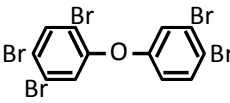


SCCPs
(短鎖塩素化パラフィン類)

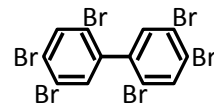


有機塩素化合物

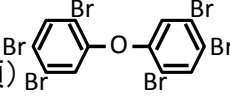
Te/PeBDEs
(テトラ/ペンタブロモジフェニルエーテル類)



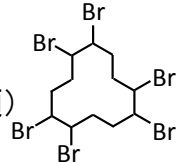
HBB
(ヘキサブロモビフェニル)



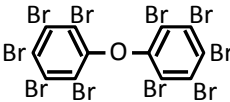
Hx/HpBDEs
(ヘキサ/ヘプタブロモジフェニルエーテル類)



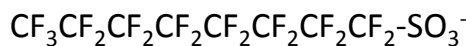
HBCDs
(ヘキサブロモシクロデカン類)



DeBDE
(デカブロモジフェニルエーテル)



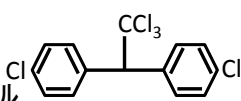
PFOS(ペルフルオロオクタンスルホン酸)



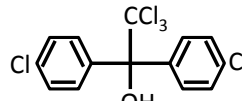
有機フッ素

農薬類

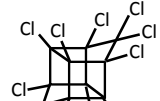
DDTs
(ジクロロジフェニルトリクロロエタン類)



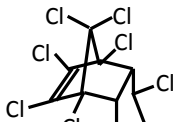
Dicofol
(ジコホル)



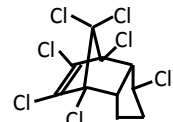
Mirex
(マイレックス)



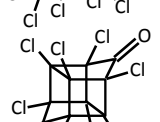
Chlordanes
(クホルテン類)



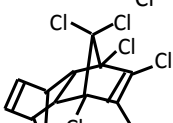
Heptachlors
(ヘプタクロル類)



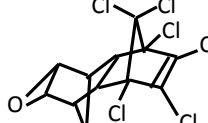
Chlordecone
(クホルテコン)



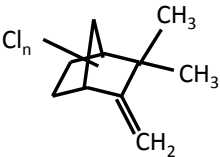
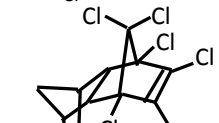
Aldrin
(アルドリ)



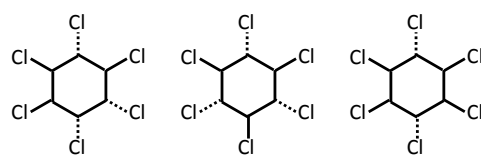
Dieldrin
(ディルトリン)



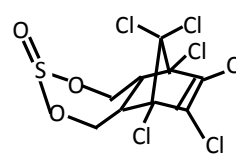
Endrin
(エンドリン)



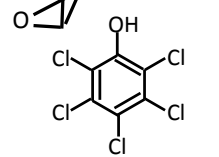
Toxaphenes
(トキサフェン類)



α -/ β -/ γ -HCH
(α -/ β -/ γ -ヘキサクロシクロヘキサン)



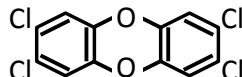
Endosulfan
(エンドスルファン)



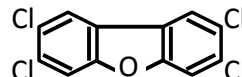
PCP
(ペンタクロロフェノール)

非意図的生成物質 (他にPCBs, HCB, PeCBz, PCNs等も非意図的に生成される)

Dioxins
(ダイオキシン類)



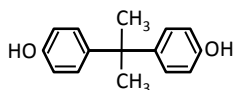
Furans
(フラン類)



(B) 内分泌かく乱化学物質 女性ホルモン等のホルモン作用を示したり、阻害作用等を有する。
前頁のPOPs一覧に掲載された物質は除いた。

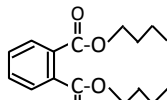
工業製品

Bisphenol A
(ビスフェノールA: BPA)



プラスチック(ポリカーボネート)、エポキシ樹脂などの原料

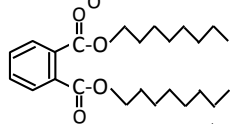
DBP
(フタル酸ジブチル)



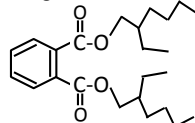
フタル酸ジエステル類

主に塩化ビニル樹脂に対する可塑剤や、接着剤やインクへの添加剤等として使用。

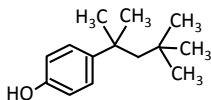
DOP
(フタル酸ジオクチル)



DEHP
(フタル酸ジエチルヘキシル)



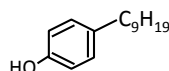
Octylphenol
(オクチルフェノール: OP)



アルキルフェノール類

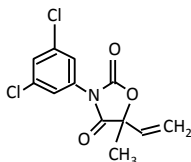
洗剤や抗酸化剤などの製造に使用。また、工業的に重要な非イオン性界面活性剤であるアルキルフェノールエトキシレートの製造原料。

Nonylphenol
(ノニルフェノール: NP)

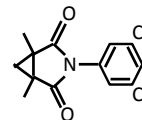


農薬類

ビンクロゾリン

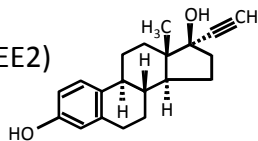


フロシミン

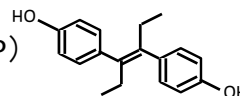


医薬品(合成ホルモンまたは動物由来ホルモン)

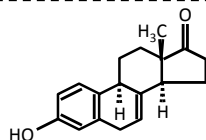
17α-エチニルエストラジオール(EE2)



ジエチルスチルベストロール(DEP)



エクイリン
(馬の尿中女性ホルモン)



Phytoestrogens(植物由来ホルモン様物質)

ゲニステイン

