

「疑わしきは規制」に向かう内分泌かく乱物質

◆不妊症の一因ともされる内分泌かく乱物質

内分泌かく乱物質（いわゆる環境ホルモン）は「生物個体の内分泌系に変化を起こさせ、その個体又はその子孫に健康障害を誘発する外因性物質」として定義される。なかでも、性ホルモン（図1）によって制御されている生殖内分泌系への影響は、不妊症の一因と考えられ、とくに危惧されている。

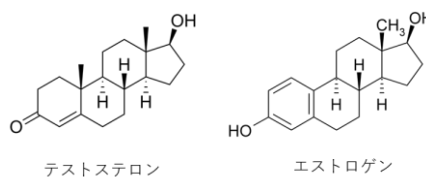


図1 代表的性ホルモン

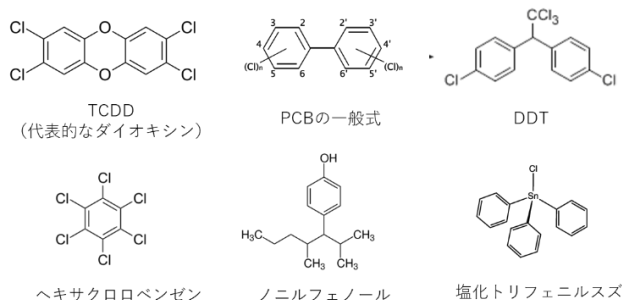
1960～70年代にかけて、世界各地で魚類や鳥類などで生殖機能の異常が報告され、当時広く使用されていたDDT、PCBや塩化トリフェニルスズなどの化学物質の影響が指摘された。これらは、難分解性で生体蓄積性も高く、また発がん性などの毒性もあったため、製造および輸入が規制されている（図表）。またダイオキシン類は、塩素を含む物の燃焼の過程で非意図的に発生するため、ごみ焼却施設などの発生源に対する対策が法律によって義務付けられている。

図表 内分泌かく乱作用が疑われている主な化学物質（経済産業省発表資料を基にARC作成）

化学物質名	主たる用途など	日本での規制法
ダイオキシン類	ごみ焼却施設などから発生	大防法、廃掃法
PCB	絶縁油、溶剤、熱媒体	化審法（第一種特定化学物質）
DDT	殺虫剤	化審法（第一種特定化学物質）
ヘキサクロロベンゼン	殺菌剤	化審法（第一種特定化学物質）
ノニルフェノール	ゴム劣化防止剤、酸化防止剤の原料	化審法（第二種特定化学物質）
塩化トリフェニルスズ	殺菌剤、防汚剤	化審法（第二種特定化学物質）

（第一種特定化学物質：製造及び輸入が許可制（事実上禁止）となっている物質）

（第二種特定化学物質：製造・輸入予定数量および実績の届出義務がある物質）



他にも多くの汎用化学物質に内分泌かく乱作用が疑われているが、マウスなどの実験動物で作用を示す量と実際の人での暴露量に大きな差があり、自然環境下で比較的容易に分解され残存されにくいことや、人体において代謝・排泄されやすいことから、有害とは認められず使用が継続されている。しかし、ビスフェノールA（BPA）やDEHPなどのフタル酸エステルは、広範かつ大量に使用されているため、継続的に暴露する機会が多い。世界で不妊症の増加や精子の減少が加速していることもあり、BPAやDEHPなどに対する懸念が強まっている。

◆ビスフェノールA：ポリカーボネート樹脂やエポキシ樹脂の原料

ビスフェノールA（BPA、図2）は、ポリカーボネート樹脂の原料（全生産量の65～70%）、エポキシ樹脂とビニルエステル樹脂の原料（全生産量の25～30%）として使用されており、日本での生産量は約53万トン（08年度）、世界での生産量は約1,000万トン（22年）と極めて多い。

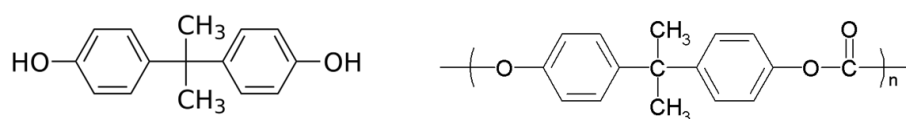


図2 ビスフェノールA（左）とポリカーボネート樹脂（右）

樹脂中に存在する微量の未反応のBPAや樹脂の風化（ポリカーボネート樹脂はアルカリに弱い）により加水分解されてBPAが溶出する。エポキシ樹脂は、缶詰などの内張として使用されることがあり、食品中へのBPAの溶出が確認されている。また、河川や地下水などから、微量ではあるがBPAが確認されている。

23年4月、欧州食品安全機関（EFSA）は、BPAの人体の耐容一日摂取量（TDI）を、従来の4μg/kg/日から0.2ng/kg/日へと大幅（2万分の1）に引き下げる決定を下した（日本におけるBPAのTDIは50μg/kg/日）。このTDIは、現状の暴露量を大きく下回っている。BPAは、日米欧で哺乳瓶や育児用品における使用が禁止されているが、多くのBPAを用いた製品（ポリカーボネート樹脂など）の使用は現在規制されていない。EFSAによる決定に対して日米欧の関連業界団体は強く反発し、反論を行っている。TDIの引き下げが直ちに規制に繋がるわけではないが、今後、BPAに対して厳しい目が向けられていくことは否定できないだろう。

◆軟質塩化ビニルなどの可塑剤として広く使用されているフタル酸エステル

フタル酸エステルは、軟質ポリ塩化ビニル（PVC）などのプラスチックを柔らかくする可塑剤として用いられており、世界で約300万トン、日本で約25万トン（2021年）が生産されている。PVCに化学結合しているわけではないため、容易に溶出する。主として、使用されているフタル酸エステルは、フタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（DEHP）とフタル酸ジイソノニル（DINP）であり、可塑剤全体の約8割（各約4割）を占める（図3）。

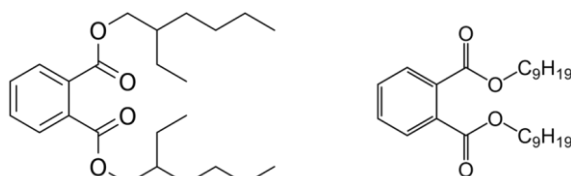


図3 DEHP（左）とDINP（右）

DEHPには、弱い内分泌かく乱作用がある。環境下では分解されやすいが、軟質塩化ビニルが家具、玩具、医療用具など多岐に渡り広範に使用されているため、人体が暴露する機会が多い。日欧米で、食器や食品包装およびおもちゃ、育児用品などについてDEHPを可塑剤として使用したPVCの使用が規制されている。また欧州では、20年7月にDEHPなどを0.1%以上含む成形品の上市が制限されており、将来的な廃絶も目指している。内分泌かく乱作用が比較的弱いとされ、代替物として使用されているDINPも安全性が担保されているわけではない。

◆「疑わしきは規制する」流れが加速

化学物質の毒性は、汚染濃度の高い地区で被害が生じることにより、知ることができる。しかし、BPAやDEHPのように、広く存在する物質の場合、その影響を疫学的に知ることは極めて困難である。また、化学物質の世代をまたがる影響を証明することも難しく、胎児期における暴露が、成人後の不妊症の形で影響を及ぼす可能性がある。さらに、一つ一つの化学物質の内分泌かく乱作用が弱くても、複雑なホルモン系に対して、複数の化学物質が、さまざまな機構で相乗的に効果を発揮することで、低濃度から影響を及ぼす可能性もある。

不妊症の増加や精子の減少の原因として特定されたわけではないが、事の重大性から、「疑わしきは規制する」流れは止めようがないだろう。 【毛利光伸】