

環境ホルモンの影響の仕組み － 何をどのように伝えるべきか －

富士川 計吉

The Mechanism of Environmental Hormone Influences: How should it be Transmitted in Educational Situation?

Keikichi FUJUKAWA

要旨

The influence of chemical pollution is described in the wide ranging from human body till wilders especially focusing on the chemicals disturbing hormone system, which is called environmental hormone. Many kinds of chemical, for example, medicine like DES, agrichemicals like DDT, paint additives like TBT, plastic material like p-nonylphenol, so on, bring the hormone system into confusion, where related phenomena, for instance, hermaphrodite which has both sexes organs inside one body, sterility (impossibility of generation), feminization of many kinds of animal are described.

The mechanism how the pollutant disturbs hormone system is described in the last chapter citing the recent information about internal secretion. Finally the author proposes these understandings onto the environmental education system as the life-protection knowledge.

キーワード: environmental hormone, mechanism, feminization,

序にかえて

本論は、第 38 回室蘭認知科学研究会において口頭で発表したものを基に編集された。そのねらいは、「環境ホルモンに関する知見の集積の中から、何をどのように伝えていくべきか」を議論することにある。

環境を汚染する化学物質とホルモン作用の接点は、ある一つの化学物質が生体内

でホルモンと類似の影響をもつとされる多くの分野での観察事例にある。

ホルモン作用のある化学物質が生体内に入ったらどうなるのかを、極めて簡単にいえば、生殖と成長に関係する多様なホルモンのはたらきを攪乱し、自然のままの「生き物らしさを失った」異常な状態を作り出すことなのである。それによって、生き物の性の分化を乱され、免疫力を低下させられ、生殖能力を失わせてしまうのが、環境ホルモンである。

それゆえ環境ホルモンに関する知見は、生物の死滅を考えさせるような暗い予兆に満ちている。その環境ホルモンの危険性を正視したうえで、環境の健全性を取り戻す方法を考える必要がある。その際、環境ホルモンの影響の仕組みに関する科学を基礎とした、総合的な検討によって対処するべきである。本論は、「環境ホルモンの影響の仕組み」を明らかにするために、多くの知見の中から、何を一般的知識として伝えるべきかに関する情報集なのである。

第1章 エピソード“環境ホルモン”

1-1. 自然のメス化現象

1996年と7年に相次いで、内分泌系を攪乱する環境汚染物質（環境ホルモン）の危険性を描いた小説が刊行された。シーア・コルボーン等の「奪われし未来」（参考文献1）とデボラ・キャドバリーの「メス化する自然」（参考文献2）である。

野生生物研究者たちは、野生動物の繁殖力が急速に衰えつつあることに気づき、農薬の殺虫剤が原因ではないかと疑う。それには、次のようなエピソードが関わっていた。

1964年、レイチェル・カーソンの「沈黙の春」が刊行され、「農薬による環境汚染によって生き物が死滅し、小鳥のさえずりも聞けないような春を迎えなければならないかもしれない」とうたえられていた。これによって、化学物質汚染についての一般の認識も高まり、1971年から2年のDDTの使用・製造禁止、工業排水の規制、廃水処理施設の建設などがあって、最悪の事態「鳥の鳴かない春」は回避されていた。しかし、生物の被害は終わってはいなかったのである。

その当時、環境汚染物質といえば、急性と慢性の毒性や発がん性に対する危機感が強かったことと、諸科学の中で内分泌学が未発達であったことがあり、汚染の影響評価が不完全であったと、コルボーンとキャドバリーは、指摘し、「自然のメス化に始まり、終には未来が奪われてしまう」とうたえ、あらゆる生き物の死滅を描いたのである。それには、ホルモンという化学情報物質を管理・制御する脳の、成長と機能に及ぼす環境汚染化学物質が関係しているらしいというのである。

1-2. 両性具有

1991年、コルボーンは、ウイングスブレッド（ウイコンシン州）に生物学の各分野から専門家を招き、「化学物質が性分化に対する影響を誘発している事例」につ

いて討論を開始した。その中で、両性具有現象とこれに関わる報告が多数行われた。会議は、「ウイングスブレッド宣言」を公にし、内分泌攪乱物質（環境ホルモン）による環境汚染への警戒をうったえた。

少数の例を記述する。フロリダのカダヤシ（魚）のメスの尾びれが、オスの象徴である『交尾びれ』のように肥大していた。その川には、製紙パルプ工場から毎日多量の廃液がたれ流されていた。カリフォルニア州、北海、バルト海など種々の生物に「雌雄同体」がみられるなど、各地の同様な環境では類似の例がよく報告された。

その後も異常の発見は続いた。ヨーロッパでは、アラムシロガイのメスにペニスや輸精管があり、卵管に異常が見られた。こうした奇妙な症状を「インポセックス」とよび、原因はトリブチルスズ（このように網をかけた語には章末に用語解説あり）とつきとめられた。同様の被害はイングランドからアラスカまで、45種類の巻貝などに及んだ。実は、日本でも、神奈川県油壺を始め多くの海域で、巻貝のほとんどの種類にこの異常が見られた。

さらに身近で恐怖をそそるのは、子供用食品に添加されていたピンクロゾリンをオスのラットに与えると、乳首が飛び出し、成長して「半陰陽」となったことである。

フロリダでは、カメに「間性」が見られた。カメの性分化は孵化するときの環境の温度によって決まる。境界の温度では、いずれかの性に決まっていき、決して間性にはならない。しかし、PCBに暴露すると間性が現れた。

これらの例のような両性具有のことを、雌雄同体、半陰陽、間性などと言った。

1-3. 精子の減少

1992年スエーデンのスカケベックは、「ヒトの精子数の激減と奇形精子の多発」を報告した（図1）。「この50年間に成人男子の精液中の平均精子数は、1ミリリットルあたり1億1300万から6600万に減少し、精液量は25%減少した」と述べた。また、1938年から90年までに、性器系の奇形が若年層に多発し、1940年から80年までに精巣がんが3倍に増え、かつ、患者の精子数は少なく、細胞異常が見られたことを指摘した。

このデータに対する科学的反論が出される一方で、世界各地より精子数減少の報告が相次いだ。アメリカ各地、インド（43%）、ナイジェリア、ホンコン、タイ、ブラジル、リビア、ペルー、スカンジナビア、デンマーク、ベルギー、スウェーデン、フランス、スコットランド、中国（10%）、日本（12%）など。

男性の不妊症がある。精子数2000から4000万以下、強い運動能力のある精子3%以下、正常な形態の精子数6%以下とされている。1980年に不妊の男性は1.6%であったのが、1990年には9%に増加していた。

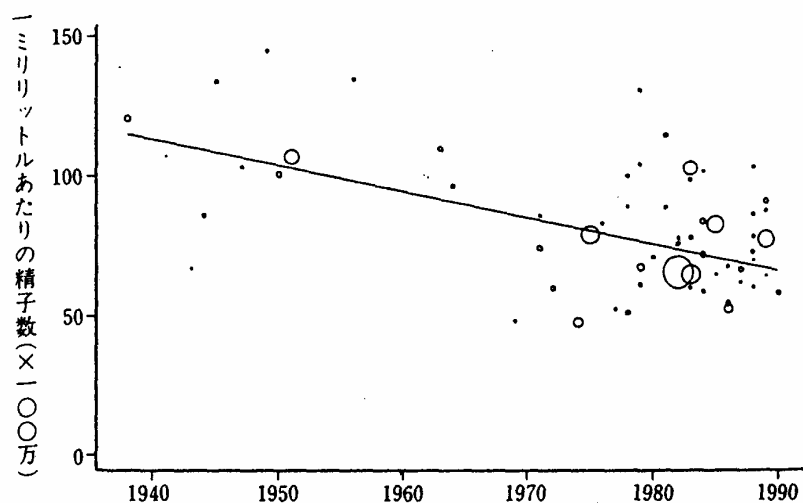


図 1. ヒトの精子の減少 (1992 年スエーデン、スキャケベック、参考文献 3)

1-4. 足のたりないあるいは多すぎるカエル

図 2. に、足の足りないあるいは多すぎるカエルの例を示す。

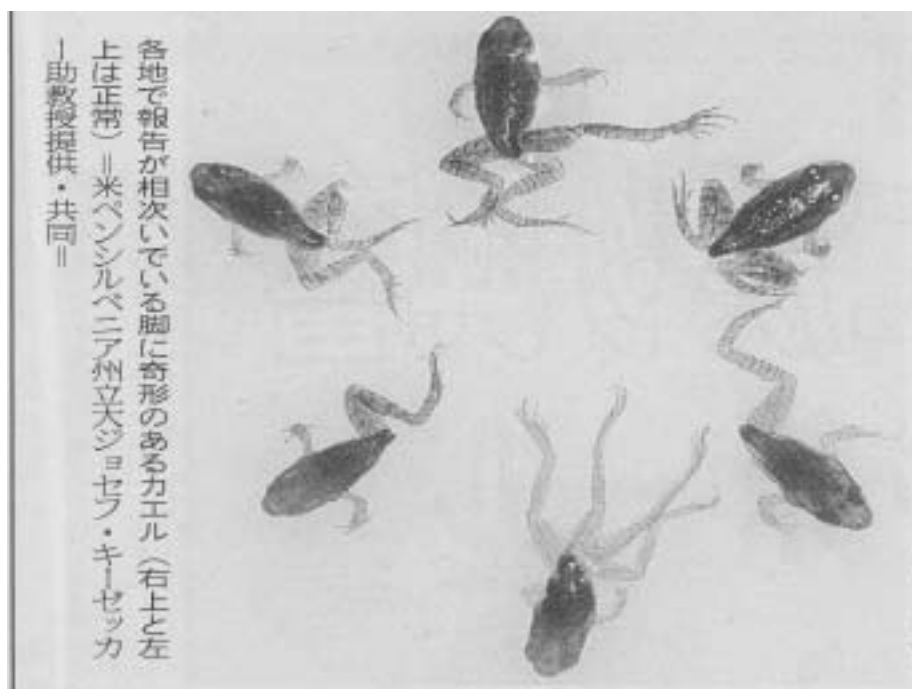


図 2. 足に奇形をもつカエル (2002.7.10, 北海道新聞朝刊)

これは今年報じられたものだが、アメリカ各地や日本の北九州などで、10 年ほど前から同様の報告がなされていた。これは農薬と寄生虫の影響であり、奇形の発生率が 10 倍近く高くなったという。農薬がホルモン作用を乱して免疫系に異常をもたらした可能性があるという説明がされている。

注 1 第 1 章の用語解説 (参考文献 7, 8, 9、以下同じ)

a. トリブチルスズ

トリブチルスズ($(n-C_4H_9)_3Sn$) は、液体で特有のにおいをもつ。湿気があるとトリブチルスズヒドリド($(n-C_4H_9)_3SnH$) に変化する。急性毒性物質である。

b. ビンクロゾリン

ビンクロゾリン Vinclozolin は、農薬として用いられ、アンドロゲン作用、抗アンドロゲン作用のほかに、副腎皮質ホルモンを攪乱する。

c. 免疫系

免疫とは、生体の内部環境が外来性および内因性の異物によって攪乱されるのを防ぎ、生体の個体性と恒常性を維持するための機構である。主体はリンパ系組織で、抗体を産生する機能とリンパ球の攻撃性の細胞性免疫にわけられる。

第 2 章 性異常性の原因をさぐる

2-1. 麻薬と医薬品

1. マリファナとサリドマイド

マリファナ中毒は、社会的廃人を作り出し、社会の腐敗をまねく恐ろしいものである。動物実験から、マリファナは黄体ホルモンを抑制し、その結果、排卵やテストステロンの産生を阻害する。マウスの母親は、マリファナの投与により、母乳が出なくなり子供を餓死させた。

サリドマイドは、手足に奇形をもつ「サリドマイド児」を大量に発生させた。妊娠中の女性が、精神安定薬として服用した、合成エストロゲン、サリドマイドが強く疑われた (1960 年頃)。胎児は胎盤で守られているという、一種の科学の力に対する過信を打ち砕く事件となった。ところで、最近、ハンセン病の治療薬として再登場し、エイズ、がん、多発性骨髄腫などへの有効性が公表された。慎重に取り扱うべき化学物質である。

麻薬と医薬品は、性発達の異常性に関わるホルモン作用の攪乱という点ではよく似た影響を及ぼす。

2. 不妊治療薬 DES

ジエチルスチルベストロール DES は、流産や早産の予防に効く「不妊治療薬」としてつかわれた。が実際は、効果がなかったばかりでなく、逆に流産と早産が増加し、生まれた子供が思春期になってから、従来若い女性にはまれだった膣がんが増した。妊娠 20 週間までが、これらの障害をつくる危険期間であることもわかった。

DES が引き起こした発達と機能の障害の例をまとめて示す。

a. 性器系障害

マウスの実験から、妊娠中に DES 投与された母親の子供に、メスでは膣がん、オスでは停留精巣、精巣発育不全、奇形の精子、生殖力減退、腫瘍などが発生した。ヒトにも性器系の奇形があった（図 3）。

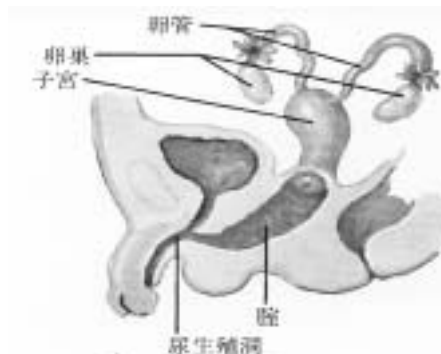
b. 免疫系障害

ヒトの場合、免疫系全体の応答に関係するヘルパーT細胞が減少した。

c. 脳・精神障害

多くの動物実験から、多量の DES を投与されたメスの行動に、「オス化現象」が現れた。ヒトの場合、同性愛の傾向が強まり、精神障害のうつ状態の傾向が強まった。

これらの障害の原因として、脳の形成と発達の過程でエストロゲン（女性ホルモン）が影響したものと考えられた。いずれの場合にも、症状は思春期になって表面化し、一生続くことから、「人間らしさの喪失」につながる。



男性の女性化
尿道下裂、卵巣と子宮あり



女性の男性化
尿道位置異常、尿道への膣開口
陰唇癒着

図 3 ヒトの性器系の奇形（参考文献 10）

2-2. プラスチック溶出成分

1. パラ - ノニルフェノール

エストロゲンが乳がんの危険因子であることは既に知られていた。エストロゲンを加えて乳がん細胞を培養すると、各種のエストロゲンの半分が増殖を促進するのである。細胞の増殖は、エストロゲンの到着によって細胞内の核で進行する生化学反応である。一方、乳がんの増殖を抑制するタンパク質も見つかった。そこで、さ

らに突っ込んだ研究が必要になった。

ところがある日、ある研究室で、促進あるいは抑制作用をもつ物質を全然加えないのに、乳がんが勢いよく増殖した。研究者は「エストロゲンのようなはたらきをするなにかで汚染されている」と考えた。結局、プラスチック製の試験管から溶出したパラ-ノニルフェノールが原因とつきとめられた。

英国のある河では、各種の汚染値の中でノニルフェノールが最も高かった。魚の実験では、この汚染によって、オスのビテロゲニン値が異常に高くなった。水道水にも含まれる可能性は十分あった。粒子ビーム液体クロマトグラフィーを付属した新型の高感度質量分析器の性能試験において、500 リットル中に 20 種類以上、合計で 1 リットルあたり 1 マイクログラムにもなる量を検出したという。

2. ビスフェノール A

ポリカーボネートというプラスチックは、細菌の培養容器としてもつかわれた。酵母の培養液中に、エストロゲンレセプターとしてはたらくビスフェノール A が溶出していた。ビスフェノール A は、ポリカーボネート製の哺乳瓶からも溶出した。実験では、米国の食品医薬局 FDA が定めた基準値 (1pg/kg 体重/日) より 25000 分の 1 という低いレベルでも異常が発生したという。

注 2 第 2 章の用語解説

d. 黄体ホルモン

卵巣の黄体で産出されるホルモンで、黄体刺激ホルモンの作用を受けて分泌され、エストロゲンと協働して子宮内膜の肥厚などにより受精卵の着床を促す。

e. ヘルパー T 細胞

ヘルパー T 細胞とは、T 細胞のうち、免疫応答の機能細胞をつくる助けになる細胞のことである。

f. パラ - ノニルフェノール

ノニルとは $n\text{-C}_9\text{H}_{19}$ -基の名称。フェノール $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$ のパラ位置 (p-と添え書きする) にノニル基が結合した分子が p - ノニルフェノールである。

g. ビテロゲニン

卵黄の形成時に、卵黄の原料となるメスに特有なタンパク質である。

h. ビスフェノール A

2,2-ビス(p-ヒドロキシフェニル)プロパンが、化学名称で、プロパン分子の中央の炭素に 2 個のフェノールが、パラ位置で結合している。

第 3 章 世界中の生物が生殖不能に

3-1. 環境ホルモンの洗い出し

1. 汚染実態の補足

野生動物とヒトへの環境ホルモンの影響に関する調査がすすむにつれて、さまざま

まな実態が相次いで多数明らかになってきた。

無害な殺虫剤といわれた DDT を、40 羽のオスのニワトリに、2,3 カ月食べさせた実験は（1949 年）DDT のエストロゲン作用を強く疑わせる結果であった。成長した個体のとさかは、普通の 3 分の 1 しかなく、肉だれはまったくない。精巢は普通の 5 分の 1 にすぎない。また、鳥類の生息数激減を調査検討した結果、DDT は肝臓でエストロゲン作用の強い物質 DDE に変化したと推測され、また、1947 年以来発がん性の報告もあって、1962 年には DDT の全面使用禁止とした。

PCB は、いつも DDT と共に分析器に感知されていたが、同定は遅れた。1988 年、フロリダで 7700 頭のバンドウイルカが死んで打ち上げられ、体内から高い濃度の PCB が検出された。化学物質による汚染が、個体内の免疫応答を弱め、ウイルス、バクテリア、細菌などに負けたものと推測された。この状態は、エイズに罹ったこととよく似ている。PCB による汚染は、ヒトの居住地域を遠く離れたアポプカ湖のワニにも異常を発生させ、オスのペニスが異常に小さかった（図 4）。1996 年、五大湖周辺での調査から、母乳に高い濃度の PCB が検出され、これにさらされた子供が IQ に障害を示した。

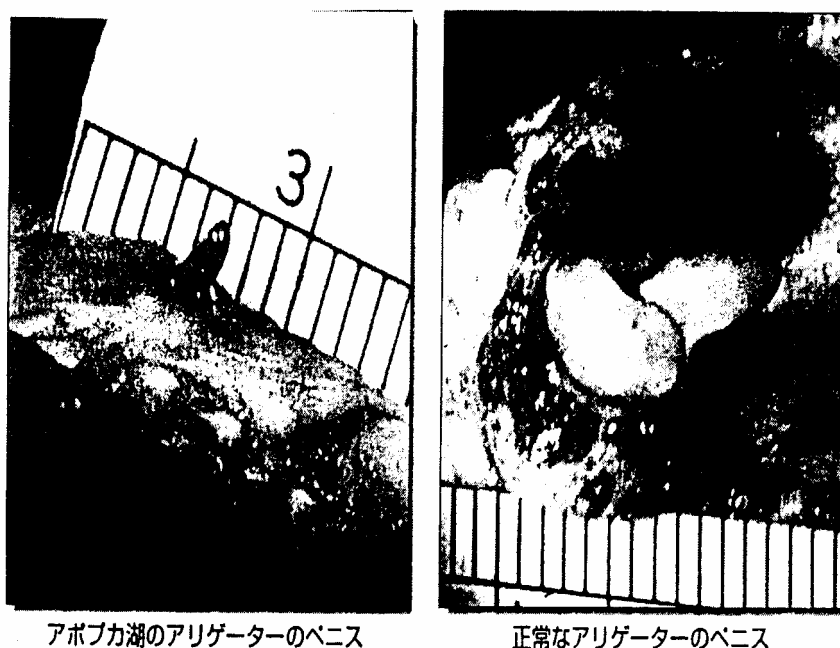


図 4 アポプカ湖のワニのペニス（参考文献 11）

ダイオキシンも免疫応答を阻害すると考えられた。1970 年、オンタリオ湖のカモメの孵化率が 20%に下がり、両足湾曲、目がない、嘴が捻じ曲がっているなどの奇形が報告された。これはダイオキシンが原因物質と疑われた。同地では、マスの激減、成毛をはやして孵化してくる雛、若いチョウザメの激減、ヒョウの停留精巢、魚の

甲状腺肥大とオスの雌雄同体などが、そこでは観察された。

五大湖の魚を日常的に食べていた初妊の女性の場合、その子供に体重低下、小さい頭囲、さらに重症の場合、けいれん、ヒトの認識力、言語能力と記憶力、運動性と協調性が劣るなどがみられた。

各地で観察された野生動物の異常は、体内の汚染濃度との関連性を示唆していた。こうした多数の事例の積み重ねによって、環境ホルモンの影響を確信するようになっていった。

2. 環境ホルモン作用の検出

環境ホルモンのエストロゲン作用を洗い出す次の手続きがある。

イ・エストロゲン受容体をもつ細胞の、試料培養液中での増殖を検討

ロ・試料中でのエストロゲン受容体を介する遺伝子の転写活性を検討

ハ・卵巣を摘出した動物に試料を投与し、子宮の重量変化を検討

これまでに知られた環境ホルモンの総数は、環境庁の「外因性内分泌攪乱化学物質問題に関する研究班中間報告」に 67 種類、また、(株)日本化学工業会では「作用が軽微にとどまるもの」をも含めて、143 種類が報告された。

見つけ出された環境ホルモンを分類すると、次の四つになる。

(1).天然に存在するエストロゲンおよび合成エストロゲン

動物性および植物性エストロゲン、経口避妊薬、DES、
マイコトキシンなど

(2).工業用化学物質

プラスチックの成分、界面活性剤、PCB など

(3).農薬およびその代謝物質

有機塩素系農薬など

(4).その他の物質

(現在少数に限られる)

3-2. 環境ホルモン汚染の広がり

1. 世界の隅々まで

ヒトへの汚染の影響を検討するためには、「汚染のない状態の分析値」を必要とする。その対象としてイヌイト村の村民が選ばれた。しかし、現実には人体の汚染として最高値を示した。汚染は複雑に張り巡らされた経路を通じて、着実に地球の極地にまで到着していた。

2. 社会崩壊の恐れ

既に記述したように野生動物の観察から、生殖力を失う例が多く報告された。その他に、春機発動の早まり、つまり、早熟異常も起きた。DES の影響では、3 才から 7 才で胸がふくらみ陰毛が発生した。また、DES の投与でストレスのかかる状況に過

剰反応をするようになったラットの実験では、3代にわたって異常性が受け継がれた。これらはいずれもホルモンを情報伝達手段とする脳の中樞の機能に異常が発生したと考えられた。

脳を損傷すると、行動や知能および社会を組織する能力などの人類の潜在能力を失う恐れがある。1963年以來アメリカの高校では、学習成績が低下し続けている。生活習慣の変化も考えられようが、PCB汚染による影響の推定から、一定割合（5%）の赤ん坊が母乳汚染のPCBにより、学習障害や多動症が多くなる可能性があると考えられている。

校内暴力や育児放棄といった社会問題も、ホルモンの攪乱と無縁とはいえない。ストレスのかかる状況への過剰な反応とそれに対する過剰な攻撃性も、現代社会のあちこちに見られる。

一方では、最先端科学といわれる遺伝子操作技術の危険性に関連して、「先が読めなくとも、先端技術を駆使して絶えず先へ進むべきだ」と述べた、楽観的な科学者もいる。しかし、「科学の力は、社会の崩壊を招く危険性をはらんでいる。」ことを認識すべきである。今や、未来の人類の宿る環境、「子宮環境」を、なんとかして環境ホルモンから守る必要に迫られている。この必要性をうったえる意義は、「子孫の自滅」からの、「人間性破壊」からの、そして「社会の崩壊」からの脱出という、人類存続の根本条件に関わる重大事を含むことにある。

3-3. 生殖不能への道程

環境ホルモンがエストロゲン類似作用をする場合、性ステロイド結合性グロブリン、通称エストロゲンレセプターと環境ホルモンの結合により始まる。その結合とは、従来、すべてのホルモンは「鍵と鍵穴」とよばれる、ぴったり合うレセプターにのみ結合すると考えられた。そうして細胞内に特定のホルモンが持ち込まれて、増殖の引き金をひく。ところが最初にDESが、次いでDDTもエストロゲン様の性質を示すことが露見され、現在までに知られている環境ホルモンの中には、PCB、ダイオキシン、**フラン**など、「エストロゲン類似作用」を示すものが最も多いこともわかった。

胎児の発生過程で、エストロゲンに直接さらされると、一生涯続く発育異常をもつことになる。皮肉にも、妊娠中の母体は、平常よりも高い濃度でエストロゲンをつくっている。そこで胎児を守るために、血液中のレセプターがエストロゲンを吸収している。ところが、DESなどには吸収される傾向がないため、胎児は危険にさらされるのである。

ダイオキシンには、さまざまなホルモン攪乱作用があり、その一つに「抗エストロゲン作用」もあるらしい。科学的な証明が期待される。

ピンクロゾリンは、子供用食品や野菜などの殺菌剤として添加された。オスのラットにこれを投与すると、乳首が飛び出した。原因はアンドロゲンレセプターと結

合し、アンドロゲンの作用を遮断したためであった。この「抗アンドロゲン作用」は DDE などにもある。

ヒトの場合、甲状腺ホルモンが著しく低下した母親の子供に、多動症が発生しやすい。マウスに PCB を投与する実験から、その子供に「スピニングシンドローム」、つまり、かごの中をグルグルまわる症状が出たり、アカゲザルの子供に多動症が出たり、また、ヒトの場合、PCB やフランを混合した油を食用とした母親から、神経系障害、多動、IQ 低下、機転がきかないなどの症状もつ子供が生まれた。「抗甲状腺ホルモン作用」といえよう。

注 3 第 3 章の用語解説

i. 転写活性

遺伝過程の基本的考え方に、「遺伝情報は DNA → RNA → タンパク質」と順に転写されるとする説がある。後に逆転写の起きる例もみつかった。本節では単的に遺伝活性のこと。

j. マイコトキシン

カビが産生する毒物質の総称。肝障害や食中毒の原因となり、強い発がん性のアフラトキシンもある。専門的には真菌毒素。

k. フラン

ダイオキシンと類似の化学構造をもつ。毒性もダイオキシンと同様に、発がん性、催奇形性があり、皮膚、内臓障害がある。カネミ油症で知られる PCB による障害は、フランの混入によるとされている。

l. 甲状腺ホルモン

前頸部に位置する甲状腺から分泌するホルモン。

第 4 章 性ホルモンと脳の深い因縁

4-1. 性同一性障害

今日、性同一性に違和感あるいは深刻な悩みを感じている人々がいることが明らかにされている。身体の性と自己認識の性とが一致していないのである。そうした人は結局、身体的な性徴に対して強い嫌悪感をもつようである。終には、外科的に性転換をはかる人もいるという。

流産の防止を目的として妊娠中の母体に大量の黄体ホルモンを投与する方法がある。この処方をして、女の子が誕生した場合に、「陰核肥大」(図 3 の左図)や「多毛」といった男性化が起きる可能性がある。これは性同一性障害をつくることにもなる。性ホルモンと脳の間の深いつながりがあるために、思春期以降の人の人生に、そして、社会に、もっと大きくは人類に破壊的な損傷をもたらす。

4-2. 性ホルモンの作用機構

ヒトの受精卵は、両性への原基(ウォルフ管とミュラー管)をもっている。受精

による性の決定は、遺伝的性といえる。男の胎児（Y染色体）の場合、受精後7週間目頃から男性器の基になるウォルフ管を成長させ、精巣を形成する。女（X染色体）の場合、14週間後に、女性器の基であるミュラー管を発達させる（図5）。

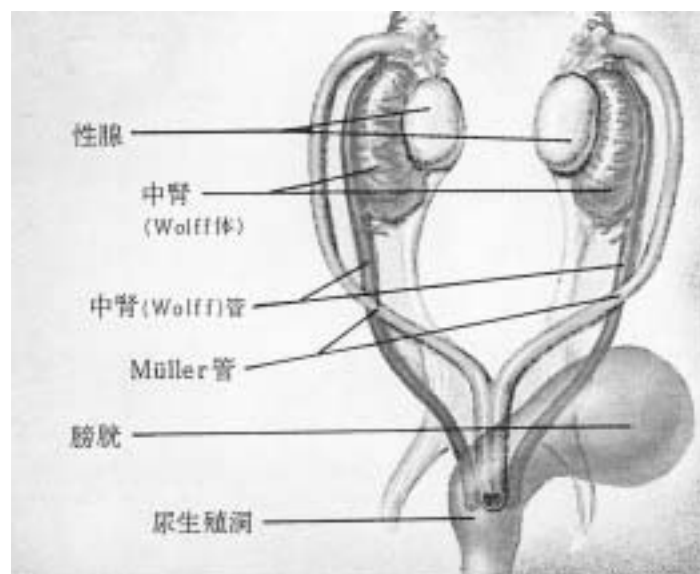


図5 性原基の構造（参考文献10）

7週間頃の性分化をすすめるには、精巣からのテストステロン（男性ホルモンの一種）が受精卵に作用するか否かにかかっている。

最近の内分泌学では、図6に示すように、脳下垂体から生殖腺刺激ホルモンFSHが出て、精巣内のライディヒ細胞がこれを受け、テストステロンを産生する。脳下

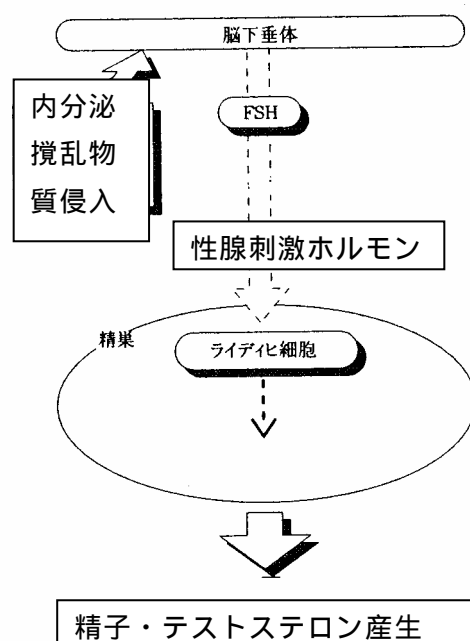


図6 精子・テストステロン産出系（参考文献4,5）

垂体は、血液中のテストステロンの濃度をモニターしていて、適度なレベルに保つために刺激ホルモンの出方を調節する。ところが、胎児の性分化の時期に、エストロゲンに暴露されると、脳下垂体は自動的に刺激ホルモンを抑えるために、テストステロンの分泌も抑えられ、男性器の形成に異変をもたらす。停留精巣や尿道下裂などの奇形となる。精子の形成もこの過程により抑制される。その結果、考え方や行動の様式までも、「女性化」した男性になる。これは男性の脳を形成できないという機能障害である。

受精後7から14週間に、胎児がテストステロンを浴びなければ、自然に女性になる。それで、「基本の性は女性」とあるといわれる。もしも、図7に示した障害発生のパターンによって、エストロゲンの産生が抑えられた場合、身体は「完全な女性」と見える発達をしながら、遺伝的には「完全な男性」なるわけで、その結果、初潮や月経に異常をもつ。

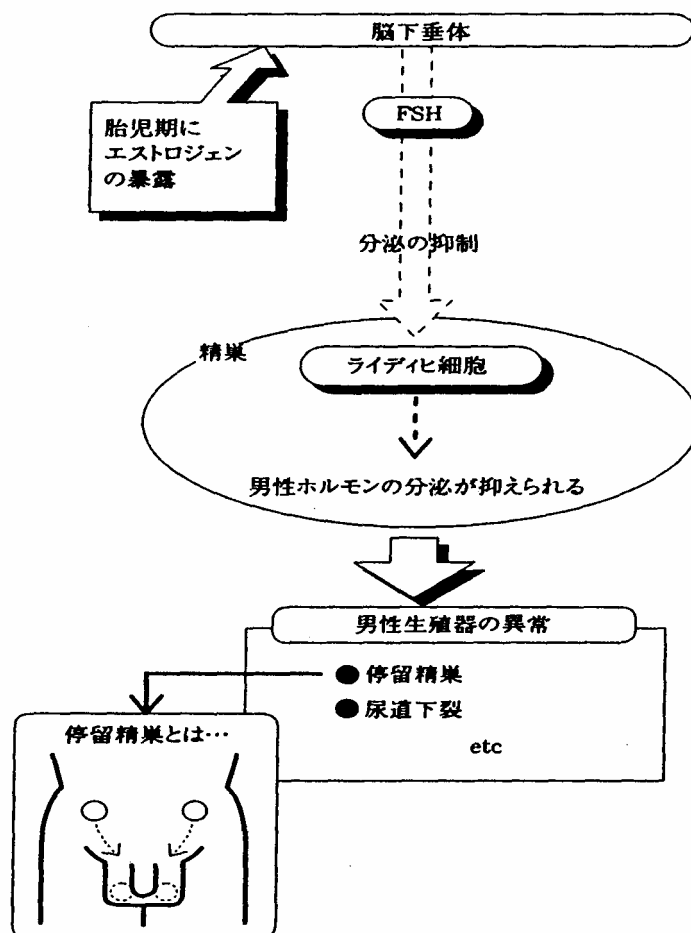


図 7 性器の発生と異常発生 (参考文献 5,6)

ホルモンと脳のことを、簡単に図 8 に示す。こうした機能は、極めて原始的に獲得したもので、人間の進化の歴史とは関係がなく、したがって野生の動物とも基本的に同じものである。

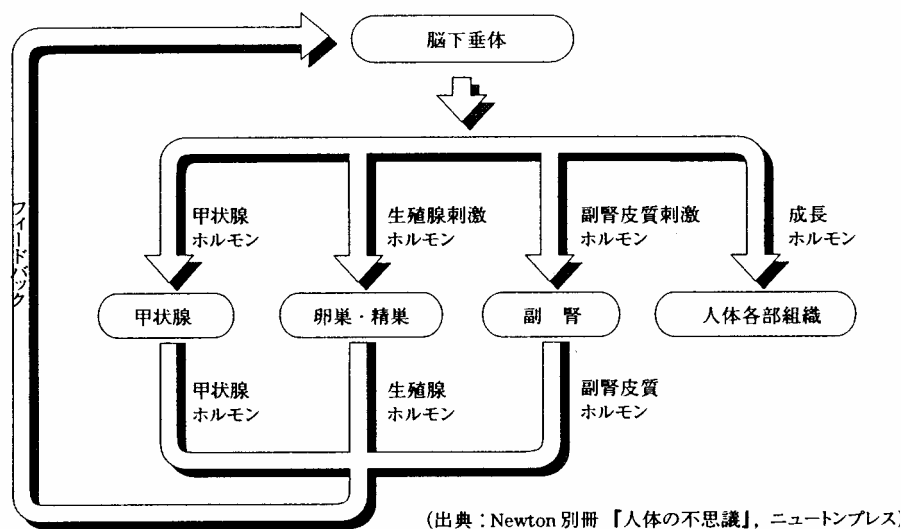


図 8 ホルモンと脳の関係

4-3. 中枢神経と生殖行動

多くの動物実験から、生殖行動の中枢は、オスの場合、視床下部の上部にある背内側核にあり、アンドロゲンの促進刺激により活性になる一方、ここを壊すと射精がなくなる。また、大脳の運動領域とも連携している。メスの場合、背内側核のほかに視床下部にある腹内側核も関与し、中枢が二つある。いずれも、エストロゲンによって活性化される。ちなみに、満腹中枢も腹内側核にある。健全なオスにエストロゲンを投与してもロードシスをするのではなく、メスにアンドロゲンを投与してもマウンテングはしない。生後間もないオスの、二度目のアンドロゲンシャワーを浴びる時期に精巣を摘出して、シャワーを抑制すると、ロードシスをするようになる。シャワーを浴びなかったオスの脳は、メスの脳を残したまま成長したことになる。一方、生後 1 週間以内のメスにアンドロゲンを投与すると、マウンテングなどのオス特有の行動をする。メスの脳は部分的にオスの脳になっている。

もう一つの興味深い動物実験では、大脳皮質と性行動の関連を示すものである。大脳皮質を除去すると、オスは性行動ができなくなるのに対して、メスではほとんど影響がない。

注 4 第 4 章の用語解説

m. ロルドーシス

動物のメスが発情期に示す、交尾のための姿勢。ハムスターのメスの場合、低い姿勢で尻尾を立て、尻を持ち上げる。

n. マウンテング

mounting .動物の雄の背乗り。自己の優位を示すため仲間のおしりに後ろから乗りかかること。
サルにみられる。

結びとして

1. 内容の要点

本論の内容を要約すると以下ようになる。

内分泌系の攪乱による、自然の「生き物らしさを喪失」した異常な状態とは、個人の身体と心と知性を乱され、そのために人間性と社会性を十分に形成できず、現在の世代のみならず「子孫の形成能力を破壊」された状態である。その攪乱は、天然のホルモン作用の過程に人工的化学物質が紛れ込んできて、あたかも天然物であるかのように振舞いながら、実は『とんでもない暴走行為』をやっている、究極的に脳の正常な成長が失われるものである。人の一生の始まりである受精直後にそれは始まり、思春期の青年から成熟期の成年にわたって影響を続けるという「終わりのない恐怖」は、ある意味では人類の最大の恐怖というべき環境問題であり得よう。

2. 基本的方法

化学物質による環境汚染問題の中でも、とりわけ「環境ホルモンをどのように伝えていくべきか」が本論の主要な目的である。そのための基本的な考え方を次のようにまとめる。

「環境学の中に、自然の水、空気、土を取り戻す実際の理論を組み込み、その中で、環境ホルモンに関する学問を、『生命を守る知識体系』として組み上げる」ことが必要である。

3. 補足として

第 38 回室蘭認知科学研究会（平成 14 年 12 月 7 日室蘭工業大学）において本論を口頭発表した際、質疑応答の時間に次の質問があった。

質疑 1 「深層水の化学汚染についてはどうか。」（若菜博氏）

質疑 2 「自然界の微生物などの浄化作用は、
環境ホルモンに対してはどうか。」（上村浩信氏）

これらの論点は、いまだ未知の問題であるかまたは現在研究途上の問題であり、「今後詳しく検討がなされるべき重要課題」であることをここに明記する。

参考文献

1. シーア・コルボーン他著、長尾力訳、奪われし未来、翔泳社
2. デボラ・キャドバリー著、古草秀子訳、メス化する自然、集英社
3. 高杉進也著、環境ホルモン、丸善ライブラリー
4. 中原英臣著、環境ホルモン汚染、かんき出版
5. 長山淳哉著、ダイオキシン汚染列島、かんき出版
6. 筏義人著、環境ホルモン、講談社

7. 山田常雄他著、生物学辞典、岩波書店
8. 大木道則他著、化学辞典、東京化学同人
9. 上原陽一監修、化学物質安全性データブック、Ohmsha
10. 阿部正和監修、内分泌、丸善
11. 吉田昌史著、井口泰泉監修、図解環境ホルモンを正しく知る本、中経出版

執筆者紹介

所属・部署 室蘭工業大学応用化学科 副専門教育課程、生命環境科学コース
Sub-specialty Education Course, Life-Environment Science Course,
Applied Chemistry Division., Muroran Institute of Technology,

専門分野 環境化学とその教育法