

駒澤大学苫小牧短期大学紀要

保田仁資教授退職記念号

第33号

保田仁資教授の定年御退職によせて学長 大久保 治 男..... 1

保田仁資教授略歴および主な業績 3



生活の中の環境ホルモン保 田 仁 資(1)

学内ネットワークにおけるパスワード管理強化について伊 藤 博 之.....(69)

保育園給食中のステロール含量及び組成について.....藤 島 利 夫.....(83)

駒澤大学苫小牧短期大学

2001年3月

BULLETIN OF KOMAZAWA UNIVERSITY TOMAKOMAI JUNIOR COLLEGE

Vol.33

Dedication	President Haruo OKUBO	1
The Life and Publication List of Prof.Yasuda		3
————— ◆ —————		
Environmental Hormones in Everyday Life	Hitoshi YASUDA	(1)
The Password Control Strength in Campus Network	Hiroyuki ITO	(69)
On the Composition of Sterol Lipids in Typical School-meals Provided in a Day-care Center	Toshio FUJISHIMA	(83)

KOMAZAWA UNIVERSITY TOMAKOMAI JUNIOR COLLEGE
March 2001

保田仁資教授の定年御退職によせて

学長 大久保 治 男

本短期大学教授・保田仁資先生は平成十三年三月を以つて定年を迎えられ御退職されます。

法制上のこととはいえ、先生は長寿社会でまだくお元気なのに真に残念に思い、お名残り惜しく存じます。全学を挙げて先生に感謝申し上げると共に御退職後も益々御健勝にて御活躍されますことを祈念申し上げます。

ここに本短期大学紀要を「保田仁資教授退職記念号」として発刊させていただきます、その謝意を表するものであります。

先生は昭和五年愛媛県に御誕生、愛媛大学大学院農学研究科修了後更に医学部公衆衛生研究室で研究され医学博士を取得されています。愛媛女子短大教授、学科長より平成五年本短大教授へ御就任なさり、食物栄養科の教育に専念せられた方であります。飄々^{ひょう}として白衣を靡かせて歩かれる先生のお姿がキャンパス内では見られなくなりませんが、今後共、本学や卒業生のために御指導下さいますようお願い申し上げます。先生の益々の御隆盛を祈念いたします。

保田仁資教授 略歴および主な業績

略歴

昭和5年	11月	愛媛県に生まれる。
昭和24年	3月	県立松山工業高等学校卒業、住友化学大阪工場勤務
昭和30年	3月	愛媛大学文理学部（化学専攻）卒業、県立高校勤務
昭和49年	10月	同学大学院農学研究科（農芸化学専攻）終了、
昭和50年	4月	同学環境分析学研究室研究生、「合成洗剤による環境汚染およびその分析法の研究。大気中の農薬濃度の研究」に従事。
昭和56年	4月	同学医学部公衆衛生学研究室研究生、「人血液酵素に及ぼす有機リン系農薬の研究・農薬散布中の農薬被暴量と血中農薬濃度」の研究に従事。
平成元年	11月	医学博士取得。主論文…「ヒト血漿カルボキシエステル― ゼに対する有機リン系農薬の阻害作用」
平成2年	4月	から5年3月まで愛媛大学医学部非常勤講師
平成3年	4月	愛媛女子短期大学食物栄養科教授（学科長）
平成5年	4月	駒澤大学苫小牧短期大学食物栄養科教授。
平成13年	3月	同学定年退職。



保田仁資教授

主な業績

一 著書

- 1 三上美樹・保田仁資他共著…『洗剤の毒性と環境影響』、合同出版、一九八六年
- 2 保田仁資…『食品衛生学実験』東京化学同人、一九九六年
- 3 保田仁資…『やさしい環境科学』化学同人、一九九六年
- 4 保田仁資…『食物の栄養と毒』高文堂、平成一〇年

二 学術論文

- 1 須賀正夫、黒田秀明、保田仁資、中村正…山林火災の基礎的研究、愛媛大学紀要、六、C、九、四、二九～四〇、一九七七年
- 2 保田仁資…無機薬品の燃焼抑制効果について、化学教育、二五、三、八六～九〇、一九七七年
- 3 保田仁資…大気中の有機塩素系農薬の季節変動について、化学教育、二八、一、七五～八一、一九八〇年
- 4 保田仁資…道後平野および大洲盆地における有機リン農薬の濃度、日本化学会誌、一九八〇年(四)、六四五～六五三
- 5 保田仁資…瀬戸内海海水中のMBASの分布について、合成洗剤研究会誌、三、一、六七～七六、一九八〇年
- 6 保田仁資…愛媛県内の河川水中のMBASの分布と環境汚染について、合成洗剤研究会誌、三、一、七七～八四、一九八〇年
- 7 保田仁資…陰イオン交換法による海水および河川水中の陰イオン活性剤の濃縮定量法、日本公衆衛生学会誌、二七、八、三七三～三七八、一九八〇年

- 8 保田仁資・溶媒抽出法による海水および河川水中の陰イオン活性剤の濃縮法、日本化学会誌、一九八一年(三二)、四五六～四六一
- 9 保田仁資・河淵計明・泡沫分離・吸光度法による河川水海水水中の陰イオン活性剤の定量、合成洗剤研究会誌、四、一、七三～七八、一九八一年
- 10 保田仁資・大気中のdichlorvosの測定法および一、二の測定例、日本公衆衛生学会誌、三五、五、二二三～二三〇、一九八八年
- 11 保田仁資・瀬戸内海離島における地下水汚染について、日本農村医学会誌、三六、五、一〇二四～一〇二九、一九八八年
- 12 保田仁資・柑橘園におけるSalinifion散布作業者の被曝量と血中濃度の関係について、日本農村医学会誌、三八、二、六〇～七〇、一九八九年
- 13 保田仁資・ヒト血漿カルボキシエステラーゼに対する有機リン系農薬の阻害作用について、日本農村医学会誌、三八、二、七一～八一、一九八九年
- 14 保田仁資・宝田奈保美・保田晋助・底質中の陰イオン界面活性剤の浸漬抽出法、合成洗剤研究会誌、一六、二、二三～二八、一九九三年
- 15 保田仁資・農業散布者の曝露について、愛媛女子短期大学紀要、一九九三年三月、(第六号)
- 16 保田仁資・保田晋助・愛媛県宇和島市の二酸化窒素による大気汚染、駒澤大学苦小牧短期大学紀要、平成六年三月、(第二六号)
- 17 保田仁資・愛媛県松山市および宇和島市の河川水中の水質汚染、駒澤大学苦小牧短期大学紀要、平成七年三月、(第二七号)

- 18 保田仁資：農薬吸着剤の研究、駒澤大学苫小牧短期大学紀要、平成八年三月、(第二八号)
- 19 保田仁資：大気中の除草剤の研究、駒澤大学苫小牧短期大学紀要、平成九年三月、(第二九号)
- 20 保田仁資：生活環境中のダイオキシン(総説)、駒澤大学苫小牧短期大学紀要、二〇〇〇年三月、(第三二号)

21 保田仁資：生活の中の環境ホルモン(総説) 駒澤大学苫小牧短期大学紀要、二〇〇一年三月、(第三三号)

三 学会発表

- 1 保田仁資：愛媛県主要河川水中のABSの含有量について、日本化学会化学教育部会、(徳島大学) 一九七三年
- 2 保田仁資：大気中のDDT、BHCについて、日本化学会化学教育部会、(愛媛大学) 一九七八年
- 3 保田仁資：アンバーライトIR-A400による河川水海水中の陰イオン活性剤の濃縮と精製法、第一六回日本化学会(九州大学) 一九七九年
- 4 保田仁資：(こ)島北浦地区における地下水の調査、第三〇回、日本農村医学会、(秋田市) 一九八一年
- 5 保田仁資：大気中のDDVPの捕集測定法、第三一回、日本農村医学会(土浦市) 一九八二年
- 6 保田仁資：Salinifion散布作業者の暴露について、第三二回、日本農村医学会(広島市) 一九八三年
- 7 保田仁資：カルボキシルエステラーゼに対する有機リン系農薬の阻害作用について、第三四回、日本農村医学会、(長野市) 一九八五年
- 8 近藤弘一・保田仁資・木村慶：たばこ栽培従事者の健康問題、第三八回、日本農村医学会、(名古屋市) 一九八九年
- 9 近藤弘一・保田仁資・木村慶：生たばこ収穫作業にともなうニコチン吸収、第四〇回、日本農村医学会、(旭川市) 一九九一年

駒澤大学苫小牧短期大学紀要第33号 (2001年3月30日発行)

Bulletin of Komazawa University Tomakomai Junior College Vol. 33, 30 March 2001

生活の中の環境ホルモン

(総説)

Environmental Hormones in Everyday Life

保 田 仁 資

Hitoshi YASUDA

キーワード：ホルモン、有機塩素化合物、重金属、ビスフェノールA、
フタル酸エステル

要旨

環境ホルモンは、生物のホルモンに類似した化合物で、生活環境中に存在している多くの化学物質である。これらは、女性ホルモンと類似の働きをするものが多く、体内では正常なホルモンの働きを妨害する。野生動物ではオスのメス化現象、メスのオス化現象が現れ、生殖器官が機能しなくなって、種の絶滅さへ起きている。人間にも影響が徐々に表れ、精子数の減少や乳ガンや卵巣ガンの増加が起こっている。最も注意すべきは胎児への影響で、その影響を科学的に解明しようと多くの科学者が努力している。

一旦、環境中に放出された化学物質は容易に回収できず、地球環境を汚染し続ける。環境ホルモンには、過去に使用して現在は使用されていない化学物質が、生物に濃縮されて高等動物に取り込まれ、ホルモン類似物質として働いているものがある。我々は、環境ホルモンの情報を正しくとらえ対処しなければならない。

はじめに

- 1 ホルモン
- 2 環境ホルモンの作用
 - 2.1 野生生物への影響
 - 2.2 性への影響
 - 2.3 男性への影響
 - 2.4 精子数の減少
 - 2.5 女性への影響
 - 2.5.1 子宮ガン
 - 2.5.2 子宮内膜症
 - 2.5.3 乳ガン
- 3 主な環境ホルモン
 - 3.1 ノニールフェノール
 - 3.2 ビスフェノール
 - 3.3 フタル酸エステル
 - 3.4 スチレンモノマー
 - 3.5 農薬類
- 4 主な有機塩素化合物
 - 4.1 DDT
 - 4.2 PCB
 - 4.3 コプラナPCB
 - 4.4 有機塩素化合物による母子汚染
 - 4.5 有機塩素化合物による海棲哺乳類の汚染
- 5 重金属類
 - 5.1 有機スズ
 - 5.1.1 インボセックス
 - 5.1.2 TBT汚染

5.1.3 TPT 汚染

5.1.4 有機スズ化合物の使用規制

5.2 アルミニウム

5.3 カドミウム・鉛・水銀

5.3.1 カドミウム

5.3.2 鉛

5.3.3 水銀

6 環境ホルモンから身を守る

はじめに

人類は、いままで多くの種類の化学物質を作り出してきた。その化学物質は、約1300万種にのぼり、現在使用されている化学物質は、約10万種である。毎年1000～2000種類が開発されている。当初は人間には毒性が無いか、少ないとして大量に使われてきた化学物質の作用が次第に明らかになり、発ガン性、催奇形性などについての問題が現れてきた。

1962年レイチェル・カーソンは「沈黙の春」(Silent spring)を出版した。この本の中で残留性の高いDDTなどの有機塩素化合物を使用し続けると、地球上の生物は死滅するかもしれないことを暗示した。次いで、1996年3月、シーア・コルボーン博士らは、「奪われし未来」(Our stolen future)のなかで環境中に放出されている内分泌攪乱作用を持つ化学物質によって、人の健康が失われ、野生生物へ大きな影響を与えていることを指摘している。「奪われし未来」には、野生生物や人間に関する多くの異常現象が示され、その原因は種々の天然物や化学物質の影響が大きいことを示している。

1998年厚生省は、環境ホルモン作用があるとして148種類の化学物質をリストアップした。これらの化学物質の影響は、まず、野生動物に異常が現れ、次に人間にも影響が及んで来ている。さらに、環境ホルモンのなかには性ホルモンのみではなく、甲状腺や副腎皮質ホルモンなどの働きを攪乱するものがあることが分かってきた。動物に表れている異常現象の対策を立てておくことが、人間への影響を最小限に食い止めることになる。多くの科学者と行政は、環境ホルモンの働きの解明と調査に懸命の努力を続けている。

1 ホルモン

人体の細胞は、約60兆個あり、ホルモンと神経が働いて生命を維持し、恒常性を保っている。神経は、電気信号で情報を伝える。ホルモンは、「内分泌で生産され、体液によって運ばれて、特定の器官に変化を与える物質」であり、視床下部や脳下垂体などから必要に応じて分泌される。

ホルモンの呼び方は、内分泌腺による呼び方（甲状腺ホルモン、脳下垂体ホルモンなど）、物質名による呼び方（チロキシン、アドレナリンなど）、働きによる呼び方（成長ホルモン、甲状腺刺激ホルモンなど）、化学構造による呼び方（ステロイドホルモン、アミノ酸誘導ホルモン、ペプチドホルモンなど）、と1つのホルモンに対していくつかの呼び方がある。化学構造から分類したホルモンを説明する。

① ステロイドホルモン（ステロイド骨格を持つ）は、コレステロールを原料とし、精巣、卵巣、副腎皮質から分泌される。アンドロゲン（男性ホルモン）、エストロゲン（女性ホルモン）、副腎皮質ホルモンなどである。

② アミノ酸誘導ホルモンは、アミノ酸が分解されてできる。副腎髄質、甲状腺、松果体から分泌され、興奮作用を引き起こす、アドレナリンや甲状腺ホルモンなどである。

③ ペプチドホルモンは、アミノ酸が鎖状に結合したもので、視床下部、脳下垂体、副甲状腺、膵臓、消化管から分泌される。

ホルモンには恒常性を保つ働きがある。例えば、人の血糖値は、ほぼ一定であるが、食事後には少し上がってしばらくすると元の値になる。これは、インシュリン（タンパク質性のホルモン）が働いて糖が消費されるためである。こうしてホルモンの働きによって血糖値はほぼ一定に保たれている。

成人では、必要に応じてホルモンが分泌されて働き、必要が無くなると体は元に戻るというように、可逆的な働きを示し、体はほぼ一定の状態に保たれる。しかし、胎児期や出産直後にはホルモンの刺激によって元に戻らないことがある。このように不可逆反応が起こったときに問題が起こってくる。

ホルモンの作用は、極微量で起こる。血液1ml中に、10億から1兆分の1g程度の濃度であるといわれている。ホルモンは、その種類によって働く器官や組織が決まっている。例えば、男女の性差に関係するホルモンにはアンドロゲンとエストロゲンがある。

ホルモンの分泌異常が起きると、種々の病気になる。例えば、甲状腺ホルモンが過剰になると、バ

セドウ氏病になる。膵臓のホルモン（インスリン）が不足すると糖尿病になる。

この微量で微妙な働きを受け持っているホルモンの世界に、今、多種類の人工的化学物质が入り込み、ホルモン作用に混乱を起こしている。

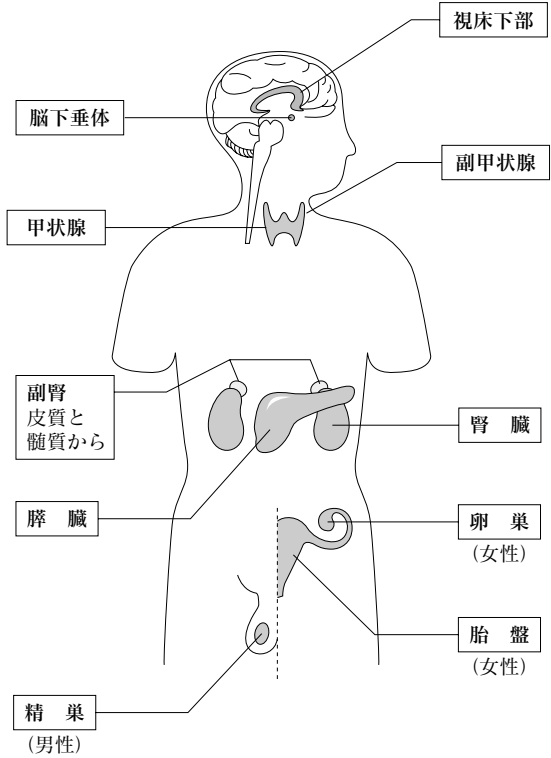


図1 ヒトの主な内分泌器官の位置

表1 ホルモンの種類と働き

主なホルモンとその働き		
産生する部位	ホルモン名	主な働き
脳下垂体前葉	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺ホルモンの分泌を促進する
	成長ホルモン	成長を促進する
	プロラクチン	乳の分泌を促進する
	副腎皮質刺激ホルモン	副腎皮質ホルモンの分泌を促進する
脳下垂体後葉	バソプレッシン	尿の量を減少させる
	オキシトシン	出産する時などに子宮を収縮させる
甲状腺	甲状腺ホルモン	細胞の機能を正常に調節、代謝を促進する
副甲状腺	カルシトニン	血液中のカルシウムの量を少なくする
	副甲状腺ホルモン	血液中のカルシウムの量を増やす
膵臓	インスリン	血液中のブドウ糖の量を少なくする
	グルカゴン	血液中のブドウ糖を増やす
副腎髄質	アドレナリン	脈拍、血糖値、血圧の上昇
	ノルアドレナリン	血圧の上昇
副腎皮質	コルチゾール	ブドウ糖の合成を肝臓で促進させる
	アルドステロン	血液中のナトリウムを増やし、カルシウムを少なくする
睪丸	アンドロゲン(男性ホルモン)	男性化させる、タンパクの同化作用
卵巣	エストロゲン(女性ホルモン)	女性化させる、月経周期を調整する
	プロゲステロン	妊娠を維持させる、月経周期を調整する

ホルモンの過不足によって起こりうる主な病気

ホルモン名	分泌過剰によるもの	分泌不足・レセプター異常によるもの
成長ホルモン	巨人症、末端肥大症	小人症
甲状腺ホルモン	甲状腺機能亢進症 (バセドウ病)	甲状腺機能低下症
インスリン	低血糖症	高血糖症(糖尿病)
副腎皮質ホルモン	クッシング症候群	アジノン病
アンドロゲン (男性ホルモン)	二次性徴の早期出現	男性器の発育異常、無精子症
エストロゲン (女性ホルモン)	子宮内膜症、膣ガン 乳ガン、不正出血	睪丸性女性化症候群 女性器の発育異常、月経不順

(出典:環境庁「環境ホルモン戦略計画SPEED '98」1998年。5月)

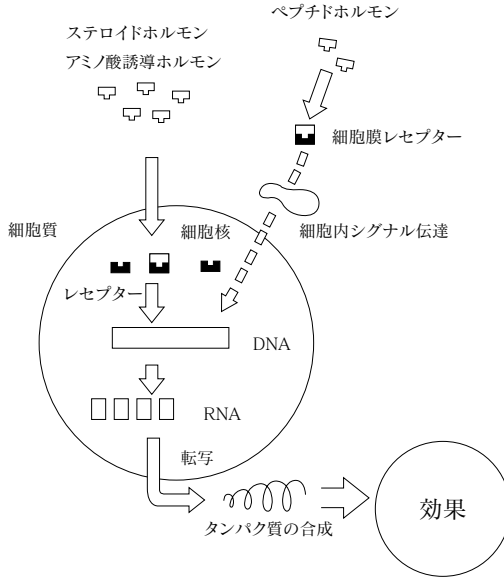


図2 ホルモンが作用するメカニズム

資料：吉田昌史：環境ホルモンを正しく知る本、中継出版、1998

2 環境ホルモンの作用

環境ホルモンの正式名は「外因性内分泌攪乱化学物質」(Endocrine Disruptor)である。環境ホルモンは、人や動物の体内に入ってホルモンと同じように働いて、ホルモンの働きを邪魔したり、ホルモンの分泌を変化させたりして、いろいろな障害を引き起こす。

環境ホルモンには、受容体と結合してホルモン類似作用をするものと、受容体に結合しないでホルモンと同じ作用をするものがある。前者の作用をするものは、50種類以上ある。例えば、過去に農薬として大量に使ったDDTや流産防止薬として使ったDESのようなものがある。後者の例には、ダイオキシンやスチレンがある。ダイオキシンは女性ホルモン受容体とではなく、Ah(アリルヒドロカーボンレセプター)と結

びついて種々の生殖異常を起こす。

環境ホルモンのうち約40種類が農薬の成分である。その他、水銀や鉛などを含んだ有機化合物もある。これからも次々見いだされるものと思われる。

2.1 野生生物への影響

五大湖周辺に住んでいる鳥類は、環境ホルモンによる体内汚染が高いと卵の汚染も高く、孵化率も低い。鳥類ではオスのメス化現象が見られ、生殖にも著しい異常が生じている。それらの生物の体内からはDDTとその代謝物が検出された。この地域の鳥類は、胚に異常があり、幼鳥の死亡率が高く、浮腫、成長不全などが起きている。過去に大量の農薬で汚染された五大湖の水は、今は、きれいになっているが湖の魚にはPCBやDDTが濃縮されている。

イギリスでは、1985年避妊薬として使われたエチニルエストラジオールが川に流入したことによって雌雄同体の魚が出現した。又、羊毛工場で使用した洗剤の分解産物であるノニールフェノールが、オスの魚に取り込まれ、メスのみに含まれるはずのビテロゲニンが生じた。その濃度は、汚染されていない川に住んでいる産卵メスと同じ程度で、精巣が小さくなっていた。

アメリカのフロリダ州では、製紙工場排水中に含まれているフィステロールが、微生物分解されて男性ホルモン様物質に転換され、カダヤシ（魚）のメスにペニスが発生した。

フロリダ州のアポпка湖では、若いワニが少なく、胚と生まれた直後の死亡数が多い。この湖の若いオスワニの男性ホルモンは少なく、女性ホルモンが異常に多い、オスは、ペニスが極端に小さく、中には全くないものもいた。ワニの卵中には、胎仔がいなかったり、死んでいるものが多くみつかった。この原因は、抗男性ホルモン作用を持つpp'-DDEとエストロゲン作用を持つ化学物質によってワニの卵に異常が生じたと考

表2 環境ホルモンの野生生物への影響

	生物	場所	内分泌かく乱作用	推定される原因物質
腹足類	エゾバイ科 (複数種)	シンガポール、 インドネシア、 マレーシア	雌のインボセックス	TBTの可能性が高い
	イボニシ、レイシガイ (アケガイ科)	日本沿岸	雌のインボセックス	TBT、TPTと断定
魚 類	サケ属	北米五大湖	甲状腺の過形成(疾病率100%)雄 の二次性徴欠如、早熟	未特定
	ホワイトサッカー (サッカー科)	北米五大湖 (スベリオル湖)	成熟遅延、生殖巣縮小、加齢による 生殖能の低下、雄の二次性徴欠如、 血中エストラジオール・テストステ ロン濃度低下	未特定
	カダヤシ(メダカ目)	米国フロリダ州	雌の雄化(臀鱗伸長)	未特定
	ローチ(コイ科)、 ニジマス	イギリスの河川	雄のピテロジェニン血中濃度上昇、 精巣発育遅延	ノニルフェノールと推 定。ピルに含まれる合 成女性ホルモン関与 の可能性も
	コイ	多摩川	雄のピテロジェニン血中濃度上昇、 精巣発育遅延	ノニルフェノールなど 複数の化学物質が関与 している可能性が高い
	マコガレイ	東京湾	雄のピテロジェニン血中濃度上昇	未特定
爬虫類	ミシシッピーワニ	アポプカ湖 (米国フロリダ州)	雄:ペニス矮小化、血中テストステ ロン量低下、精巣機能不全 雌:血 中エストラジオール濃度上昇、卵 胞での異常卵・多卵、卵巣の退行 幼体:低孵化率、死亡率上昇	湖内に流入したDDT などと推定
鳥 類	ヤマシギ、ハイタ カ、ミサゴ、ミヤマ ガラス、ヨーロッ パヒメウなど	イギリス、 北アメリカ	産卵数減少、繁殖期遅延、産卵失 敗、卵の小型化、卵殻薄化、破損卵 増加、卵内での死亡増加など	DDT、DDEと断定
	アメリカオオセグ ロカモメ	サンタバーバ ラ島(米国カル フォルニア州)	雄:雌化、個体数減少 雌:レスビ アン個体出現、生殖器の退行	未特定
	セグロカモメ	北米五大湖	甲状腺異常(肥大、上皮組織過形成など)	DDTの可能性
	ハクトウワシ	北米五大湖	低孵化率	PCBまたはDDE(DDT) の可能性
	アジサシ、カモメ	北米五大湖	雌の両性生殖器官具有化	PCB、DDTとの説
哺乳類	カワウソ、ミンク	北米五大湖	繁殖激減	餌魚中のPCBの可 能性が高い
	フロリダヒョウ	米国フロリダ州	雄:精子数減少、潜在精巣症、血中 エストロゲン量増加	エストロゲン様作用を もつ農薬との説
	アザラシ	オランダ	個体数の減少、免疫機能の低下	PCB
	シロイルカ	カナダ	個体数の減少、免疫機能の低下	PCB
	ヒツジ	オーストラリア (1940年代)	死産の多発、奇形の発生	植物エストロジェン(ク ローバ由来)

備考 通産省報告書、環境庁報告書、日本水産学会講演要旨集より作成

えられる。

ワニは、孵卵期の温度が33度C以上ではすべてオスになり、30度C以下ではメスになる。温度が33度以上でもエストロゲンの作用によってオスからメスに転換することが知られている。カメにも生殖腺に異常発生があり、血中ホルモンレベルも異常であった。

日本では、巻き貝の一種であるイボニシも、メスにオスの生殖器であるペニスと輸精管ができ、輸卵管がつぶれて、産卵障害が起こっている。

環境ホルモンの影響によって起こると考えられる野生生物の異常現象を表2に示す。

2.2 性への影響

先に述べたように、多摩川のコイやフロリダに住むワニにオスのメス化現象が起き、イボニシには、メスのオス化現象が起こっている。

ヒトが、男になるか女になるかを決めるのは、染色体の組み合わせによる。染色体の組み合わせがXYでは精巣ができて男になり、XXでは卵巣ができて女になる。

XXの場合は、あまり問題なく女性生殖器になる。XYの場合、通常は、精巣ができると男性ホルモンが出てウォルフ管が発達し、男性生殖器になる。また、ミュラー管抑制ホルモンが出て、女性生殖器の元となるミュラー管を退化させる。ところが何らかの事情で男性ホルモンとミュラー管抑制ホルモンが分泌されなければ、自動的にウォルフ管が退化して、ミュラー管が発達し、女性生殖器になる。

ホルモンと受容体（レセプター）の組み合わせは決まっていて、特定

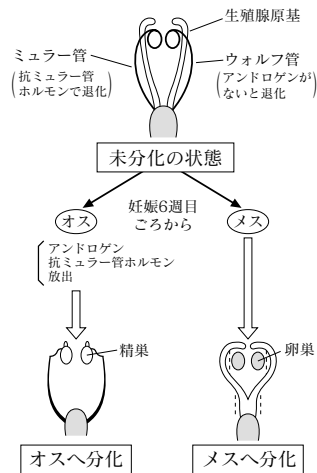


図3 ひとつの生殖腺原基から男と女に分かれていく
出典：吉田昌史、環境ホルモンを正しく知る本、中経出版、1998

のホルモンは、ある特定の受容体とのみ結合する。鍵と鍵穴の関係である。ところが女性ホルモンの場合は一つの鍵だけではなく、50種類もの鍵で開くことが分かり、ホルモンと受容体の間に厳密な関係が無いことが分かってきた。

そこで、ある種の化学物質は、女性ホルモンと同様に働き、女性ホルモン受容体に結合して、女性化現象を起こす。環境ホルモンは、女性ホルモンと同じ働きをしているものが多い。

2.3 男性への影響

環境ホルモンによって起こる男子の障害には、精巣ガン、停留精巣、尿道下裂、小陰茎症等があげられる。

いま、若い男子に精巣ガンが増えている。むかしはこの種のガンは殆ど見られなかったが、最近では毎年3%ずつ増えている。精巣ガンはホルモンバランスが変化する思春期や、その直後に発症しやすく、スコットランドの15～34才の男子では、ガン全体の約30%が精巣ガンである。日本では年間800人が罹患しており上昇傾向にあるが、欧米に比べると低い値である。欧米でも上昇傾向がみられたが、近年はほぼ横這いの傾向である。精巣ガンは特別な症状がなく、通常、精巣に自覚症状が出る前に転移して、二つの腎臓の間のリンパ節がはれ、背中が痛み、肺に転移する。

停留精巣も増えてきている。停留精巣は、精巣が体内に留まって陰嚢に降りてこない病気で、男の新生児の2～3%が罹っている。普通、2才くらいで手術するが、成人後に分かった場合には殆ど回復しない。

停留精巣は、1945～71年の間にDES (Diethyl stilbe strol) で治療された母親が出産した男子に多くみられ、その他男性生殖器の障害が起きている。母体内のエストロゲン濃度と、生殖器障害の増加が一致していることから環境ホルモンの影響であると考えられる。イギリスでは7500人を調査し、1950年と80年を比較すると、4%から5%に増加

している。日本の場合は十分な調査が行われていない。

尿道下裂も増えている。尿道下裂は、尿道の発生過程で海綿体が不完全に発達したもので、ペニスの先天的な奇形である。その例は、尿道口がペニスの途中にある場合や、外見上男女の区別ができない場合などである。北欧諸国では、数年間に2～3%の割合で増加し、重症例が増えている。

尿道下裂はノルウェー、スウェーデン、デンマーク、イギリス、ハンガリーで増えている。ハンガリーでは1971年と1983年の比較で12人から24人に増え、スウェーデンでは1965年から1979年に8人から12人に増えている。オーストラリアでは、1980年頃から増加し、出生1万人に対して21.5人である。アメリカでは1993年の発症率は68年の2倍に増加している。毎年2.9%の増加で、白人以外は5.7%の増加である。日本の場合は、出生1万人に対して2～3人程度であるがやや増加の傾向がある。

尿道発生過程は、胎児精巣によるテストステロンの分泌に依存しているため、このホルモンの代謝異常が原因である。また、避妊薬の使用や食生活の変化による体脂肪の増加などによる内因性エストロゲンの増加、環境ホルモンの増加によると言われている。小陰茎症も増えている。大量のDES（流産防止薬）に曝された男子では、陰茎が短く1.5cmくらいのももある。

2.4 精子数の減少

最近、ヒトの精子数が減少しているが、その原因は分かっていない。普通、ヒトの精子数は精液1ml当たり約1億個である。WHOでは男性不妊の精子数は2000万個以下としているが、これ以下の男性も6%から18%に増えている。また、正常な形をした精子が30%以上、その運動率が50%以上でないとは妊娠しないと基準を設けている

デンマークのニルツ博士によれば、1940年には1ml当り1億1300

万個であったが、90年には6600万個に減少し、精液の量も25%少なくなっていた。フランスでは5100万個、ドイツでは7800万個、香港では6200万個であるといわれている。

ベルギーの調査では、約10年間に正常な形をした精子の割合は39.6%から27.8%に減少し、正常に運動する精子の割合も53.4%から32.8%に低下していた。正常な形でない精子と運動ができない精子は子宮までたどり着けない。

フィンランドでは1981年と1991年に死亡した男性の精巣を調べた結果、正常な精子は56.4%から26.9%に減少していた、また、精巣重量が減少し、性細管も縮小していた。世界の調査結果を総合すると1年に2%程度精子数が減少しているといわれている。

ロンドンのテムス河を飲料水の水源にしている地域に住んでいる男子の精子数は、数年間に27%減少し、テムス河を水源にしていない地域では変化がなかったと報告された。

日本の場合、1996年と97年に20代青年の精子数を調べた。1ml当りの精子数は4170万個しかなく、正常な形をした精子が30%を超えた者はたった一人であった。正しい運動をしている精子は27%であり、基準の50%と比べてかなり低い値になっている。1998年慶応大学の吉村らは、非配偶者の人工授精用精液（18才～25才）の8000件を調べ、1ml中6500万個（70年代）、6300万個（80年代）、5700万個（90年代）であった。ここ20年で約10%の減少であると報告している。図4にスカベ

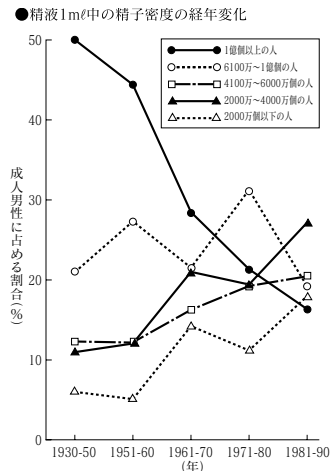


図4 若い世代の精子が減っている!?

出典：吉田昌史、環境ホルモンを正しく知る本、中経出版、1998

ック氏の報告を示した。1ml中に1億個以上有する人の割合は減少している。

一方、18才～36才の自衛官253人を調べた結果、精液1ml中の精子数は、7000～9000万個で年齢による差はなく、あまり変わっていないという報告もある。図5にはシャープらによる男性生殖異常を示した。幼児期のエストロゲンの暴露によって、不完全な精子が作られている。

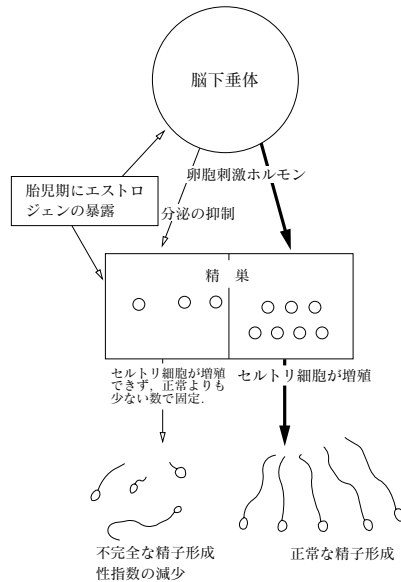


図5 男性生殖異常のメカニズム

資料：吉田昌史、環境ホルモンを正しく知る本、中経出版、1998

2.5 女性への影響

環境ホルモンによって起こる女性への影響は、乳ガン、膣ガン、子宮ガン、子宮内膜症、子宮筋腫などがある。

2.5.1 子宮ガン

子宮ガンは、子宮頸ガンと子宮体ガンに分けられる。ホルモンと関係の深いのは子宮体ガンである。日本で子宮頸ガンに罹る人は、年間1.2万人であるがホルモンとの関係は薄い。子宮体ガンに罹る人は年間3000人である。年々前者が減少しているのに対して後者は増加している。

子宮体ガンに罹ると考えられる原因は、月経期間、出産、肥満などによるホルモンバランスの崩れのほか、閉経後のエストロゲンの補充療法やその他の女性ホルモン剤の投与である。しかし、エストロゲンとプロゲステロン（黄体ホルモン）を同時に投与すると、子宮体ガンの発生を少なくすることができる。すなわち、プロゲステロンが同時に投与され

た場合は、その子宮腺細胞の増殖を抑制して子宮体ガンの発症が少なくなることが分かっている。

2.5.2 子宮内膜症

子宮内膜症は年々増加している。この原因は、エストロゲンが作用していると考えられ、ダイオキシンが大きく取り上げられている。不妊女子の子宮内膜症の患者44例中8例は、血液中にダイオキシンを含み、子宮内膜症でない女子の血液中のダイオキシンは、35例中1例である。明らかに子宮内膜症の患者にダイオキシン検出率が高い。一方、カナダの研究者は両者に関係がないと報告している。現時点では、子宮内膜症と環境ホルモンの関係は明確ではなく。今後の研究で明らかになるであろうとしている。PCBと子宮内膜症の関係はないと言われている。

2.5.3 乳ガン

いま増え続けている病気の一つは、乳ガンである。アメリカでは、毎年18万3000人が乳ガンと診断され、4万6000人が乳ガンによって死亡している。約9人に1人は乳ガンにかかっていることになる。日本では、毎年2万3000人が乳ガンになり、6000人が死亡している。乳ガンには、非浸潤ガンと浸潤ガンがある。乳ガンの8～9割は浸潤性のガンで、乳管以外に侵入したガン細胞が、周囲に広がり、次第に発達して、リンパ管を経て血液に入り、体のあちこちに移動してガンを生じる。

乳ガンの生じる原因は、卵巣から生じるエストロゲンであると考えられている。近年、乳ガンが増えて来たのは、環境ホルモン中にエストロゲン作用をする物質が多いためであると言われている。アメリカで、乳ガンに罹った女性の胸の脂肪を分析すると、PCBやDDTが多く含まれていることが分かった。

大豆などの植物性エストロゲンは、血液中のエストロゲン濃度を低下させるので、乳ガン発生のリスクを下げるといわれ、アメリカ人に比べて日本人の乳ガン発生率が低い原因である。

DESを投与した女性の乳ガン発症率は、通常の女性の1.35倍である。DESは1960年代に不妊症、流産、早産の予防、早産後の子宮回復、更年期障害の軽減の目的で、筋肉注射、経口薬として大量に使用された。ところが、1966～69年の間に、30歳以下では世界でわずかに4例しかない珍しい腫瘍ガンが、最近、若い女子に数多くみられるようになった。これらの患者の母親は妊娠3ヶ月までDESを服用していたことが分かり、腫瘍ガンが多発したので、アメリカでは、1971年に製造販売禁止になった。

日本でもDESは、数社の薬品会社が製造販売し、患者に使用し、家畜の成長促進剤にも使われた。日本では1973年まで製造したが、販売したかどうかは分かっていない。

DESは日本でも前立腺ガンの治療には使われている。その他に医薬品として合成ホルモン剤は、今も世界の国々で更年期障害、ガン治療、子宮発育不全症などに使われている。

図6には日本人のガン罹患率の推移を示した。子宮ガンが減少し、乳ガン、卵巣ガンが増えていることが分かる。

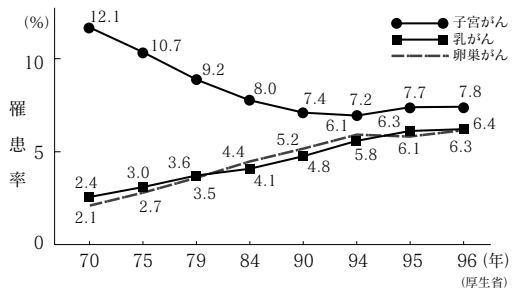


図6 日本人のがんの罹患率の推移(乳房・子宮・卵巣)
出典：吉田昌史、環境ホルモンを正しく知る本、中経出版、1998

3 主な環境ホルモン

表3に67種類の化学物質を環境ホルモン作用物質として示した。このうち、その働きが明らかになっている数種類を以下に説明する。(強毒性のダイオキシンは別に述べる)

表3 環境ホルモン作用が疑われる化学物質

物質名	調査環境	用途	規制等
1. ダイオキシシン類	●	(非意図的生成物)	大防法、廃掃法、POPs
2. ポリ塩化ビフェニール類 (PCB)	●	熱媒体、ノンカーボン紙、電気製品	74年化審法一種、72年生産中止、水濁法、海防法、廃掃法 地下水・土壌・水質の環境基準、POPs
3. ポリ臭化ビフェニール類 (PBB)	○	難燃剤	
4. ヘキサクロロベンゼン (HCB)	●	殺菌剤、有機合成原料	79年化審法一種、わが国では未登録、POPs
5. ペンタクロロフェノール (PCP)	●	防腐剤、除草剤、殺菌剤	90年失効、水質汚濁性農薬、毒劇法
6. 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸	○	除草剤	75年失効、毒劇法、食品衛生法
7. 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸	○	除草剤	登録
8. アミトロール	○	除草剤、分散染料、樹脂の硬化剤	75年失効、食品衛生法
9. アトラジン	○	除草剤	登録
10. アラクロール	○	除草剤	登録、海防法
11. シマジン	○	除草剤	登録、水濁法、地下水・土壌・水質環境基準、水濁性農薬、廃掃法、水道法
12. ヘキサクロロシクロヘキサン、エチルパラチオン	●	殺虫剤	ヘキサクロロシクロヘキサンは71年失効・販売禁止、エチルパラチオンは72年失効
13. カルバリル	○	殺虫剤	登録、毒劇法、食品衛生法
14. クロルデン	●	殺虫剤	86年化審法一種、68年失効、毒劇法、POPs
15. オキシクロルデン	●	クロルデンの代謝物	
16. trans-ノナクロル	●	殺虫剤	ノナクロルは本邦未登録、ヘプタクロルは72年失効
17. 1,2-ジプロモ-3-クロロプロパン	○	殺虫剤	80年失効
18. DDT	●	殺虫剤	81年化審法一種、71失効・販売禁止、食品衛生法、POPs
19. DDE and DDD	●	殺虫剤 (DDTの代謝物)	わが国では未登録
20. ケルセン	○	殺ダニ剤	登録、食品衛生法

21. アルドリン	○	殺虫剤	81年化審法一種、75年失効、土壌残留性農薬、毒劇法、POPs
22. エンドリン	○	殺虫剤	81年化審法一種、75年失効、作物残留性農薬、水質汚濁性農薬、毒劇法、食品衛生法、POPs
23. ディルドリン	●	殺虫剤	81年化審法一種、75年失効、土壌残留性農薬、毒劇法、食品衛生法、家庭用品法、POPs
24. エンドスルフアン (ベンゾエピン)	○	殺虫剤	毒劇法、水質汚濁性農薬
25. ヘプタクロル	●	殺虫剤	86年化審法一種、75年失効、毒劇法、POPs
26. ヘプタクロルエポキサ イド	●	ヘプタクロルの代謝物	
27. マラチオン	○	殺虫剤	登録、食品衛生法
28. メソミル	○	殺虫剤	登録、毒劇法
29. メトキシクロル	○	殺虫剤	60年失効
30. マイレックス	○	殺虫剤	わが国では未登録、POPs
31. ニトロフェン	●	除草剤	82年失効
32. トキサフェン	○	殺虫剤	わが国では未登録、POPs
33. トリブチルスズ	●	船底塗料、漁網の防腐 剤	90年化審法(TBTOは第一種、残り 13物質は第二種)、家庭用品法
34. トリフェニルスズ	●	船底塗料、漁網の防腐 剤	90年化審法二種、90年失効、家庭用 品法
35. トリフルラリン	○	除草剤	登録
36. アルキルフェノール (C5からC9) ノニルフェノール 4-オクチルフェノール	● ●	界面活性剤の原料/分 解生成物 界面活性剤の原料/分 解生成物	海防法
37. ビスフェノールA	●	樹脂の原料	食品衛生法
38. フタル酸ジ-2-エチルヘ キシル	●	プラスチックの可塑剤	水質関係要監視項目
39. フタル酸ブチルベンジ ン	●	プラスチックの可塑剤	海防法
40. フタル酸ジ-n-ブチル	●	プラスチックの可塑剤	海防法
41. フタル酸ジシクロヘキ シル	○	プラスチックの可塑剤	
42. フタル酸ジエチル	○	プラスチックの可塑剤	海防法
43. ベンゾ (a) ピレン	●	(非意図的生成物)	
44. 2,4-ジクロロフェノール	○	染料中間体	海防法

45. アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	●	プラスチックの可塑剤	海防法
46. ベンゾフェノン	○	医療品合成原料、保香剤等	
47. 4-ニトロトルエン	●	2,4ジニトロトルエンなどの中間体	海防法
48. オクタクロロスチレン		(有機塩素系化合物の副生成物)	
49. アルディカーブ		殺虫剤	わが国では未登録
50. ベノミル		殺菌剤	登録
51. キーボン (クロルデコン)		殺虫剤	わが国では未登録
52. マンゼブ (マンコゼブ)		殺菌剤	登録
53. マンネブ		殺菌剤	登録
54. メチラム		殺菌剤	75年失効
55. メトリブジン		除草剤	登録、食品衛生法
56. シベルメトリン		殺虫剤	登録、毒劇法、食品衛生法
57. エスフェンバレレート		殺虫剤	登録、毒劇法
58. フェンバレレート		殺虫剤	登録、毒劇法、食品衛生法
59. ペルメトリン		殺虫剤	登録、食品衛生法
60. ピンクロゾリン		殺菌剤	98年失効
61. ジネブ		殺菌剤	登録
62. ジラム		殺菌剤	登録
63. フタル酸ジベンジル			わが国では生産されていない
64. フタル酸ジヘキシル			わが国では生産されていない
65. フタル酸ジプロピル			わが国では生産されていない
66. スチレンの2及び3量体		スチレン樹脂の未反応物	スチレンモノマーは、海防法、毒劇法、悪臭防止法
67. n-ブチルベンゼン		合成中間体、液晶製造用	

備考

1. 上記中の化学物質のほか、カドミウム、鉛、水銀も内分泌かく乱作用が疑われている。
2. 環境調査では、●は検出例のあるもの、○は未検出、印のないものは環境調査未実施。
3. 規制等の欄に記載した法律は、それら法律上の規制等の対象であることを示す。化学法は「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」、大防法は「大気汚染防止法」、水濁法は「水質汚濁防止法」、海防法は「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」、廃掃法は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」、毒劇法は「毒物及び劇物取締法」、家庭用品法は「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」を意味する。地下水、土壌、水質の環境基準は、各々環境基本法に基づく「地下水の水質汚染に係る環境基準」「土壌の汚染に係る環境基準」「水質汚濁に係る環境基準」をさす。
4. 登録、失効、本邦未登録、土壌残留性農薬、作物残留性農薬、水質汚濁性農薬は農薬取締法に基づく。
5. POPsは、「陸上活動からの海洋環境の保護に関する世界行動計画」において指定された残留性有機汚染物質である。

3.1 ノニールフェノール

ノニールフェノールは、工業製品や家庭用製品に多く使われ、用途が広く、脂質と結合しやすく流動性に優れているために、塗料、工業用洗剤、潤滑油、化粧品、農薬、プラスチックなどの添加剤として使われている。生産開始から40年ほどになるが、自然界中では分解しにくく、動物に蓄積しやすい。また、ポリ塩化ビニール (PVC) の安定剤として使われているので、塩ビ製の水道管を通る水にも含まれている。また、クリーム状の避妊薬ノノキシノール-9は、ラットの体内で分解してノニールフェノールになる。非イオン界面活性剤の一種であるポリオキシエチレンアルキルフェノール (APE) や合成洗剤に含まれているアルキルフェノールやポリエトキシレートは、動物の体内に住む細菌や下水処理場に住んでいる細菌によって、分解されてノニールフェノールになる。

1987年ボストンのタフツ大学の女性教授ソー氏は、乳ガン細胞にエストロゲン (女性ホルモン) を添加して、ガンの生成と、その抑制物質の研究をしていたときに、プラスチック製の試験管から溶け出したP-ノニールフェノールが、ガン細胞を増殖することを見いだした。

ノニールフェノールはエストロゲンと構造が似ているので、乳ガンに対してエストロゲン様作用を示した。ニジマスを使った実験では、水中濃度10ppbで、オスにメスにしかない卵黄蛋白のビテロゲニンが生じ、他の魚種では、50ppbでエストロゲン様作用を示した。

ノニールフェノールの濃縮率は、大西洋サケで280倍、ムラサキイガイで3400倍、トビウオでは1300倍であるので、水中濃度が薄くても問題は大きい。

女性ホルモン様環境ホルモンが、オスに働くと元々メスにしかないビテロゲニンがオスに検出される。卵黄形成期のメスコイのビテロゲニン濃度は、1.800ppm～12.000ppmで、卵黄形成期前のメスコイのビテ

ロゲニン濃度は、570ppb～190ppmと高濃度である。

1998年の調査では、東京都の河川に住むコイ類のビテロゲニン濃度範囲は、39～4000ppbであるが、多摩川で捕獲したオスのコイ38匹のうち、約3割にあたる11匹は、精巣が異常に小さかった。約半数のオスから、メスにしかないはずのビテロゲニン（卵黄タンパク質）が見つかった。このとき、メスとオスの比率は2：1であり、約2割は精子に異常が生じていた。原因はノニールフェノールであると考えられている。

ビテロゲニン

ビテロゲニンは、卵黄に含まれるリンタンパク質の前駆体で、エストロゲン（女性ホルモン）の刺激によって鳥類、ハ虫類、両生類、魚類などの肝臓中で生合成され血液中に分泌されるメス特有のタンパク質である。ビテロゲニンはリン酸のほかに糖、脂肪、カルシウムを含み、卵内で栄養源となる。メスの血液中には常に含まれている物質である。

ビテロゲニンの一般的な特徴は、

- ①卵黄形成期のメスの血清中に特異的に出現するタンパク質である。
- ②オスおよび未成熟のメスでもエストロゲンを投与すると血液中に生ずる。
- ③カルシウム、鉄、亜鉛などを結合する糖、脂質、リンを含む高分子の複合タンパク質である。

表4 河川水・底質中のノニールフェノールの濃度

名古屋の下水処理場排水	1～7.7	
名古屋河川水平均値	0.5～2.6	
名古屋市内処理場放流水の平均	3.26	
多摩川・江戸川河川水	0.2～0.27	
隅田川河川水	0.071～0.51	(日本界面活性剤工業界)
多摩川河川水	0.05～0.17	(磯部ら)
隅田川河川水	0.09～10.8	(磯部ら)
荒子河底質	21000	(磯部ら)
多摩川底質	0.01	(1996～97・高田ら)
隅田川底質	0.5～0.6	(1996～97・高田ら)
愛知県日光川	1.0	(1998・環境庁)

(単位ppb、ng/g、ng/ml) 底質は河川、海底の泥を意味する。

ノニールフェノールは、10ppbの濃度で、生物に悪影響を及ぼすと言われているので、表4の名古屋の場合は無視できない濃度である。

また、ノニールフェノールは、地下水や浄水にも含まれている。1998年、環境庁は、東京、大阪、北海道、宮崎など8地点の地下水中のノニールフェノールを調査して0.10～0.34ppbを検出した。河川水を浄水場に取り込んでいる場合は、ノニールフェノールが水道水中に混入してくる可能性は高い。ニュージャージー州の飲料水には、10種類のノニールフェノール類が15～29ppt検出されているがこの程度では人間には影響がないとされている。

1999年の工業技術院の調査によると、日本近海200kmまでの沖合でノニールフェノールが検出された。濃度は太平洋0.093ppt、日本海0.02～0.145ppt、北海道0.011～0.058ppt、積丹沖と日本海北部での垂直分布は1000m付近が最高値であった。

3.2 ビスフェノールA

日本のビスフェノールAの生産量は、約25万トンであり、そのうち58%がポリカーボネイトの原料、33%がエポキシ樹脂の原料、2%が塩化ビニール樹脂の原料である。

ポリカーボネイト樹脂は、衝撃や熱に強く、透明で、硬いプラスチックであり、無害と考えられて、カメラのボディ、電子レンジ用食器、ほ乳瓶、給食用の食器、缶詰の内側のコーティング、歯科医で使うプラスチック製の詰め物などに使われている。エポキシ樹脂は、缶詰類の内側にコーティングしてスズの溶出防止や錆止めにする。一部水道管にも塗ってある。これらが徐々に溶けだして人体中に取り込まれる。

ビスフェノールAは、女性ホルモン作用があるが、その強さはヒト女性ホルモンであるエストラジオールの1万分の1以下である。環境ホルモン作用のほかに細胞染色体異常を起こすことが分かっている。

ビスフェノールAの分子構造は、DESと非常によく似ている。カリ

ホルニア州スタンフォード大学の実験では、ビスフェノールAは2～5ppb程度の低濃度でもエストロゲンと同じ作用をして、乳ガン細胞を増殖させることを確認している。

井口氏は、マウスの実験で、ビスフェノールAは母胎から胎盤を通じて胎児に移行し、脳にも移動すると報告した。母マウスにビスフェノールAを注射すると3時間後に母マウスの脳に6ppm、胎児の脳に微量に含まれ、血液、肝臓のビスフェノールA濃度が上昇した。また、ヒトへその緒からは0.65～3.11ppbを検出している。

1998年に北海道大学では、ビスフェノールAを妊娠2週間目から出生後22日目まで0.025mg/kg/dayをラットに与えたところ、異常が1.8倍に増えたと報告している。

表5には、日常生活用品からビスフェノールAの溶出試験結果を示している。ほ乳瓶は、ポリカーボネイト製で、95度Cのお湯に1晩放置した後の溶出量である。食器、はし、椀、皿は、ポリカーボネイト製食器類を95度Cの湯に30分放置後の溶出量を示した。

表5 ビスフェノールAの溶出

ほ乳瓶	3.1～5.5ppb	横浜国立大
食器	0.3～120.4ppb(平均7.8)	東京都
はし	29.9ppb	東京都
椀	3.6ppb	東京都
皿	2.8ppb	東京都
子供用茶碗	910ppm	石川県、合成樹脂製、回収
子供用茶碗	1004ppm	京都市、合成樹脂製、回収
コーヒー	89.6～127.1ppb	市販缶入り飲料
ウーロン茶	7.2～8ppb	市販缶入り飲料
コーン缶詰	5～30ppb	市販品
歯科医の治療	90～931ppb	1時間後の唾液
野菜缶詰	4.2～22.9 /1缶	スペイングラナダ大学
給食用食器	53.4ppb	東京都(1999、堀江)
給食用食器	67ppb	埼玉県(1999、堀江)

表6には、ほ乳瓶からビスフェノールAの溶出試験結果を示した。新潟大学でも、ポリカーボネイト製のほ乳瓶にお湯を入れて、

表6 ほ乳瓶からのビスフェノールAの溶出（単位ppb）

溶出温度	マグカップ	ほ乳瓶
25度	0.001~0.022	
50度	0.055	0.008~0.018
75度	0.215	0.268~0.272
95度	0.753	0.832~1.963

新潟大学の調査

30分間放置すると表6のように高濃度のビスフェノールAが溶出したと報告している。ガラス製ほ乳瓶は、0.001~0.004ppbであった。しかし、75度以上の試験には意味がないという意見もある。

1996年、1998年環境庁は、ビスフェノールAについて全国の河川、港湾地下水、海水などを調査した。結果を表7に示す。

表7 環境中のビスフェノールA平均濃度（環境庁及び建設省の調査）

濃度	(検出数/調査数)
水質	0.01~0.268ppb (41/148、全国、1996)
底質	0.0059~0.60ppm (79/163、全国、1996)
魚類	0.015~0.287ppm (7/159、全国、1996)
地下水	0.39ppb (東京都、1998)
地下水	0.39ppb (長野県、1998)
海水	0.94ppb (愛媛県燧灘、1998)
地下水	0.39ppb (東京都、1998)
地下水	0.07ppb (長野県、1998)
河川水	0.08ppb (佐賀県嘉瀬川、1998)
河川水	0.40ppb (検出率24%、建設省、全国主要河川、1998)
河川水	0.7ppb (23/24、建設省、利根川、荒川、多摩川、1998)

塩ビ製品の14日間の水溶出試験では、人形から38.1 μ g、コードから20.9 μ gが溶出した。従って産業廃棄物処理場から溶出する可能性は高いと考えられる。実際に、新潟県の産業廃棄物処理場排水の濃度は、平均11.7ppb、最高値は小千谷市の67.1ppbであり、高濃度に溶出している。また、ビスフェノールAは、環境水中では完全に分解しない場

合が多く、難分解性の中間代謝物を生じるので、この分解物の毒性試験が必要である。

アメリカのEPA（環境保護庁）の発表によると、ビスフェノールAの1日推定摂取量は、 $0.118 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{体重}$ である。通常、日本人は、魚からビスフェノールAを $0.03 \sim 0.58 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 摂取すると言われていたが、厚生省は、1日摂取許容量が³、 $0.05\text{mg}/\text{kg}/\text{体重}$ であるので全く安全であると発表している。

最近、ビスフェノールA分解菌「AO-1株」が見つかり、100ppmの濃度のビスフェノールAを3時間で水と炭酸ガスに分解することが分かった。

3.3 フタル酸エステル

フタル酸エステルは、プラスチックに柔軟性を与えるための「可塑剤」として大量に使われ、その添加量は、15%から33%くらいで、日本の生産量は年間約37万トンである。主なフタル酸エステルは、フタル酸ジブチル (DBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)、フタル酸ジノルマルオクチル (DNOP)、フタル酸ジイソノニル (DINP)、フタル酸ジイソデシル (DIDP) である。

その用途は、塩ビ製の壁紙、ソファー、レインコート、農業用ハウス、車のレザーなどである。塩ビ製品を表8に示す。

その他に、フタル酸エステルは、アルミホイル、プラスチック、食品の容器に使われている印刷インキ等にも含まれ、食品へ溶け出す。フタル酸を含んでいる化粧品は、マニキュア、アイライナー、口紅、口臭消臭剤などがある。フタル酸は、脂肪によく溶けるので、チーズ、ポテトチップス、パイ、チョコレート、バター、ヨーグルトなどの乳製品の脂肪を多く含む食品に移行する。

表8 可塑剤を使った軟らかい塩ビ製品

生活用品：塩ビ製ホース、電線被覆、サッシのシーリング、自動車の内装レザー、冷蔵庫のガスケット、洗濯機、掃除機のホースインテリア、ソファや椅子のレザー、ファンシーケース、テーブルクロス、アコーディオンカーテン、ビニール床材、壁紙、天井。
ファッション：ベルト、ハンドバッグ、キルティングの生地、はきもの、ケミカルシューズ、サンダル、スリッパ、ぞうり。
レジャー：浮輪、ビーチボール、人形。
商 店：包装用品、書籍や雑誌の表紙、電気器具や機械のカバー、飲食店の料理サンプル。

ラットの実験でDBPは、精子数の減少と発ガン性が認められた。DEHPは、肺ガン、神経毒、環境ホルモン作用があり、ラットやマウスの実験では、肝細胞腫瘍を生じる。オスラットの性細管萎縮、前立腺の重量減少、性周期の延長、排卵阻害、妊娠率の低下などが起こる。妊娠中の暴露では奇形児の増加があり、エストロゲン作用が認められる。DINPは、動物実験によるとガン、肝臓疾患、腎臓疾患が確認されている。

フタル酸エステルは、プラスチックと弱く結合しているので、分離しやすい。自然の状態では、急速には分解しない。従って、プラスチックから溶けだしたり、気化したりして、環境中のいたるところに汚染物質として存在し、最近では、飲料水、河川水、土、空気にも検出され、食物連鎖によって最終的には人に取り込まれる。

農業用ハウスには塩化ビニールが使われている。この塩ビに含まれているフタル酸が土壌中に溶けだして野菜類に取り込まれる恐れがある。ハウス内土壌中にはDEHPが、0.54ppm～2.81ppm検出された。このためハウス野菜にはフタル酸が含まれている可能性が高い。

1974年～1996年にフタル酸エステルの調査を行った結果を表9に示す。

表9 環境中のフタル酸類濃度

空気 (DEHP)	0~290ng/m ³	(8/20) 1999年東京都
都内水質 (DEHP)	0.08~15ppb	(176/375) 1974、全国調査
魚類 (DEHP)	0.01~19ppm	(30%) 1974、全国調査
水質	4.3~6.8ppb	1996環境庁、全国調査
底質	0.18~22ppm	1996環境庁、全国調査
魚類	0.15~0.96ppm	1996環境庁、全国調査
河川水 (DEHP)	9.4ppb	1998建設省、34%、全国調査
産業廃棄物処理場下流	0.16ppm	1998倉敷市 DEHP
広島県黒瀬河	9.9ppb	1998環境庁 DEHP、最高値

(検出数/検査数) フタル酸エステルの環境庁指針は、水質中0.06ppm。

厚生省水道水監視項目はDEHPが60ppb。DEHPのTDIは40~140 μ g/kg/day

1977年にも河川、海域の水質、底質、魚介類、雨水、大気に検出され、その検出率は高いことが分かっている。1998年の倉敷市廃棄物処理場のDEHPは環境庁指針の2.7倍の高濃度汚染である。

土壌中のDEHPは、広島県335ppb、埼玉県217ppb、青森県137ppb、宮城県120ppb、DBPは、長野県816ppb、埼玉県444ppb、山梨県284ppb、新潟県226ppb、愛知県174ppb、BBPは、愛知県599ppbであった。

農業用塩ビフィルム再生工場では、大量のフタル酸類が環境中に放出されている。三菱ノービ社製塩ビはDEHP25万ppmを含み、再生塩ビは16万ppmである。アキレス社製は、DINP28万ppmを含み、再生塩ビは3100ppmである。前者では9万ppm、後者では約28万ppmが環境中に放出されていることになり、周辺大気などは高濃度に汚染されていることが明らかである。

フタル酸エステルの野生生物濃度は、タヌキ363ppm、ドバト3.29ppmと高濃度に汚染されている。

京大と埼玉医大では、人工飼育サル血液から0.7~7.6ppm(平均3.4ppm・検出率60%)、長野県、千葉県野生サル11匹中10匹から

3.3～40ppm（平均15ppm）のDEHPを検出した。

1998年からヒトへその緒の調査を行っているが、2000年11月に調査数10人中6人からDEHPが検出された。その脂肪中濃度は、10～14ppmであり、胎児もフタル酸エステルによって汚染されていることが明らかになった。

埼玉医大では、市販のドリンク剤の蓋などから溶け出すDEHPを測定し、栄養ドリンク剤から0.14ppm、赤ワインから0.03ppm、缶ビールから0.03ppm、しょうゆ・酢・みりんから0.005～0.008ppmを検出している。

未熟児などの医療用の塩ビ管からは、DEHPが多量に溶け出す可能性があるため男子の生殖器に影響すると考えられる。特に、若年者は、環境ホルモンによって性成熟が早まることが分かっているので1日摂取許容量から考えないで、もっと低濃度から見直す必要がある。

1999年、塩ビ製点滴バッグからフタル酸エステルが溶けだしていることが、アメリカのHCWH（やさしい医療の会）から警告された。点滴用のバッグやチューブは約80%が塩ビ製品で、それらから有毒物質が溶けだし、血液中に混入することが懸念される。

点滴バッグや注射器、チューブ、カテーテルなど11点を分析すると、DEHPは、29～81%の濃度で混合されていた。点滴バッグから溶出するDEHP濃度は、5ppmに達しこれが人に点滴されている。この濃度は飲料水許容基準（6ppb）の830倍である。このことからバッグ、チューブなどはポリエチレン製に変えることが提案された。しかし、FDA（アメリカ保険健康省）は、塩ビ製バッグなどで患者に被害がでた証拠はないと反論している。

被験者30人による実験で、塩ビ製おしゃぶりから溶け出すDINP量は、（検出率58%、塩ビの大きさ15cm²）95.5±40.4 μg/hrである。この結果から、乳幼児が1日に摂取するDINP量は、平均78.4 μg、最

大608.2 μg となり、DINPの体重1kg当たりの摂取量は1日7.8～61 μg となる。

水道水中に含まれるフタル酸エステルは最高15ppb、室内の濃度は、36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。1日に摂取するフタル酸エステルは空気から0.72mg、水から0.03mgと計算される。

1995年に、ロンドンで、食物中のフタル酸化合物の量を測定すると、ビール、粉ミルク、食品等に含まれていた。食物中のフタル酸が、環境中から来るにはは多すぎるので、調査すると、包装材料から食物へ入り込んでくることが分かった。塩化ビニール製の子供の玩具とか、赤ちゃんの「おしゃぶり」などからも滲みでてくる。乳児が4カ月間塩ビ製の玩具を嘔んだり吸ったりすると、1日に1～2mgのフタル酸エステルを摂取する。オランダでは1日摂取許容量は、0.18mg/kg/体重であるとしている。フタル酸エステルは体内蓄積量は少ないが、摂取量が多いので心配である。

フタル酸エステルの濃縮率は、有機塩素系化合物に比べると低いが、塩ビ製品には大量に含まれているので、環境汚染物質としては、問題が大きい。

スエーデン、デンマーク、チェコ、イギリスなどのヨーロッパ各国では塩ビ製品の使用規制を行っているが、日本では特に規制はない。

3.4 スチレンモノマー

日本のポリスチレン国内販売量は、1101万トンで大部分は家電製品や建築材料（断熱材）に使われているが、そのうち40トンが食品用に使われている。これが廃棄されると、スチレン類は環境中に排出される。

スチレンモノマーは環境ホルモンには指定されていないが、発ガン性の疑いが強く、ダイマー、トリマーに容易に変化する。1991年にウィングスブレッッド宣言で、スチレントリマーとスチレンダイマーが環境ホルモンであるとされている。

横浜国立大学で、カップメン12種類に熱湯を入れ、アルミ箔でふたをして5分間放置した後分析した結果、1～33ppbのスチレンモノマーが検出され、スチレンダイマーとトリマーは検出されなかった。

国立医薬品食品衛生研究所の河村葉子氏は、中華麺やうどん、そばなど8種類について、麺とスープと調味料を入れて熱湯を注ぎ、30分後に測定して、5種類から5～62ppbのスチレントリマーを検出した。このことは通常食べる状態でスチレントリマーが溶け出すことを示している。一方、食品業界では、スチレンダイマーとトリマーをネズミに三日間注射したが、子宮の肥大はない。エストロゲン作用も見られないと反論しているが、性ホルモン以外の他のホルモンに異常を来すことも考えられる。

スチレンダイマーとトリマーはプロラクチンという脳下垂体ホルモンの産生を乱す働きがある。イタリアのグラスファイバー強化ボード工場従業員の血液中のプロラクチン濃度は、通常の人々の2倍高く、尿中スチレン濃度も高く、スチレンを多量に取り込んだことが原因であると報告されている。

注 スチレンモノマーのモノは1個、ダイは2個、トリは3個、ポリは多いことを示す。

3.5 農薬類

環境ホルモン作用のある農薬は、76種類である。農薬の使用量は世界で日本が最も多く、1平方km当たり1.8tである。図7に主要国の農薬使用量を示す。

1995年に厚生省は農薬の1日摂取量を測定した。その合計は、ADI（1日摂取許容量）の84%となる。この値は環境ホルモン作用を考慮

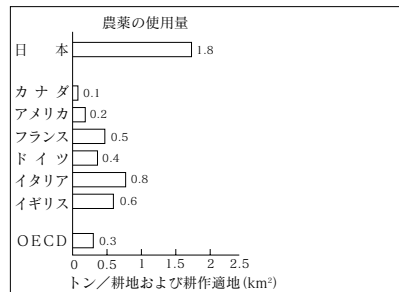


図7 主要国の農薬使用量比較

・旧西ドイツのみ。

文献：熊沢喜久雄、環境保全と農業生産、化学と生物、35 (3)、1997

していない値であるので、それを考慮すれば大量の農薬摂取量である。

表10 1994年度マーケットバスケット方式による調査

農薬名	1日摂取量KD (μg)	ADI比KD (%)	ADIKD ($\mu\text{g}/50\text{kg}/\text{日}$)
・臭素	8150.28	16.30	50000
・フェンバレート	45.07	4.51	1000
・フェニトロチオン	7.12	2.85	250
・フェントエート	4.06	5.41	75
・EPN	2.25	1.96	115
・クロルピリホスメチル	2.17	0.43	500
ピテルタノール	22.46	29.95	75
チオベンカルブ	22.46	4.99	450
フェノプカルブ	22.46	3.47	600
ペルメトリン	21.62	0.90	2400
シペルメトリン	21.62	0.86	2500
クロタロニル	4.32	0.29	1500
プロチオホス	2.16	2.88	75
クロルフェンビンホス	2.16	2.88	75
ダイアジノン	2.16	2.16	100
エディフェンホス	2.16	1.73	125
ジクロルボス	2.16	1.31	165
クロルピリホス	2.16	0.43	500
パラチオンメチル	2.16	0.29	750
馬拉チオン	2.16	0.22	1000
ピリミホスメチル	2.16	0.17	1250

1995年度厚生省調査。・農薬名＝中央の線までの農薬は今回の調査で検出された農薬である。その他の調査農薬は検出されていないが、検出限界の20%値を用いて推計したものを示した。

ADI＝一日摂取許容量。1mg＝1000 μg

文献：食品衛生研究、47、3、1997

戦後使われた DDT、BHC などの有機塩素系農薬は、分解しにくく、蓄積性がある。以下に主な農薬について簡単に説明する。

① 殺虫剤

a) 現在使用されていない殺虫剤

クロルデン：シロアリ駆除に使われ、広い範囲に環境汚染を引き起こした。既にシロアリ駆除剤で処理された家屋では、長期間残留して人体に影響を及ぼす。

クロルデコン：日本では農薬登録されていない。アメリカの農薬工場従業員 133 名中、76 名が中毒になり、視神経異常、ホルモン異常、精子数の減少を起こした。

トキサフェン：日本では農薬登録されていない。魚毒性が強く、発ガン性の疑いがある。

パラチオン：有機リン系農薬、毒性が強く、中毒死患者が出たために 71 年から使われていない。

DBCP：土壤殺虫剤で、DBCP の使用者や生産者に生殖機能障害が起こり無精子症となる。マウスの実験では、発ガン性が認められた。日本では 80 年まで使われたが、80 年以降は使われていない。

b) 現在使用されている殺虫剤。

クロルピリホス：有機リン系殺虫剤、免疫毒、神経毒があり、シロアリ駆除にも使われている。

NAC (カルバリル)：カーバメイト系殺虫剤、発ガン性、精子奇形性がある。

マラチオン：有機リン系農薬、稲・野菜・花等に使用する。動物実験では生殖異常を起こし、発ガンの疑いがある。

ケルセン (ジコホール)：果樹・茶・野菜・花に散布する。不純物として DDT を含む。雄マウスに肝臓ガンを生じた。鳥の卵の殻を薄くする働きがある

エンドスルファン：野菜などに使用され、ラットの实验では胎児異常が起こる。

カルバリル：家庭でよく使われている農薬である。動物実験では、催奇形性、精子異常が起こる。

ヘプタクロル：奇形猿の内蔵からは健常猿の 6～7 倍検出された。餌に使った輸入大豆にヘプタクロルが含まれていたものである。シロアリ駆除剤にも使っている。

D-D剤：土壤殺菌・殺虫剤で、メスラットの性周期延長、排卵数減少が起きる。

フェノトリン（ピレスロイド系農薬）：家庭用殺虫剤に使う。ハイチでは、シラミ退治用に使って難民男性の乳房が膨らんだ。これは、フェノトリンがアンドロジェン（男性ホルモン）受容体に働いて、アンドロジェンが働けなくなったためである。

② 殺菌剤

病原性微生物を殺すために使用する。作物、土壤、種子などに使う。環境ホルモン作用のある殺菌剤は、ジチオカーバメイト系である。

a) 現在使用されていない殺菌剤

PCNB：発ガン性がある。不純物にHCBやダイオキシンを含む。

HCB（ヘキサクロルベンゼン）：麦の種子消毒、衣料の防炎剤、塩ビの可塑剤に使われたが79年に使用禁止になった。トルコで中毒事件が起こり3000～5000人が死んだ。発ガン性、催奇形性がある。

ヘキサクロロフェン：動物用医薬、消毒殺菌剤、薬用石鹼、化粧品、ベビーパウダーなどに使われている。不純物としてダイオキシンを含んでいる。動物実験では中枢神経障害、催奇形性があり、これを使用している看護婦に先天異常児が生まれた。

b) 現在使用されている殺菌剤。

マンセブ（マンコセブ）：果樹・野菜・花に使う。ラットの実験では精巣障害、精子の成熟障害がある。不純物としてエチレンチオ尿素を含んでいる。これは発ガン性、催奇形性がある。

マンネブ：果樹・いもに使う。不純物としてエチレンチオ尿素を含んでいる。発ガン性がある。

ジネブ：野菜・花・果樹の他、ゴムの添加剤に使う。ラットの実験で、精子異常、胎児障害が起こる。人では白血球異常を起こす。

ジラム：麦・リンゴ・うり・花に使う。白血球異常が起こる。

チウラム：稲・野菜・ゴムの加硫剤に使う。染色体異常、白血球異常、生理不順、不妊が起きる。

ベノミル：果樹・稲などに使う。人リンパ球に染色体異常を起こす。ラットの実験では先天性異常、精子数の減少がある。

③ 除草剤

a) 現在使われていない除草剤

CNP（クロルニトロフェン）：水田、野菜に使った。代謝物に変異原性がある。胆嚢ガンにかかる可能性がある。不純物としてダイオキシンを含む。

NIP（ニトロフェン）：水田、畑地に使った。マウスにガンを生じる。

2,4,5-T：山林用に使った。使用禁止になってから、林野庁で埋め立て処分したために地下水に溶出した可能性がある。ベトナム戦争で使用した枯れ葉剤で、ダイオキシンを含んでいる。クロロアクネ、肝障害となる。ベトナムでは肝臓ガン、流産、先天異常が多発した。

EDB：畑地の土壌薫蒸、輸入果物や穀物の薫蒸に使った。発ガン性がある。

PCP：殺菌剤、除草剤、木材防腐剤、工業用カビ剤、水虫の薬、果樹の殺菌、水田の除草剤にも使う。強い魚毒性があり、ダイオキシンが含まれている。マウスの実験では免疫抑制作用があり、腫瘍になりやすく、骨異常が起こる。

アミトロール（ATA）：果樹、桑、非農耕地、開墾地などに使った。動物実験で甲状腺腫、発育不全、奇形を生じた。

b) 現在使用されている除草剤。

2,4-D（2.4PA）：ダイオキシンを含む、リンパ腫を生じる。水稲、空き地、公園などに使用されている。

クロメトキシニール（X52）：水田用。ダイオキシンを含んでいる。

アトラジン：畑地に使っている。動物実験では染色体異常、成長抑制、

突然変異が起こる。

シマジン (CAT) : 畑地や果樹園の雑草に使う。動物実験では腫瘍、リンパ腫が生じる。

アラクロール: 発芽抑制剤として畑地に使う。動物実験で、精子形成異常、腫瘍を生じる。発ガンの危険性が高い。人ではメトヘモグロビン血漿 (赤血球の酸素結合力が無くなり溶血する) を起こす。

トリフルラリン: 野菜、花、桑、茶などの除草に使う。動物実験で発ガン性、奇形が認められた。発ガン性のニトロソアミンを含んでいる。

これらの農薬は、食品に含まれ、家庭内の害虫に使われ、農村では稲、野菜、果樹等に散布する、学校や公園の樹木にも散布されている。このために空気中に漂っていることが多い。室内の防虫畳は、防虫剤のシートを縫い込んで作る。このために部屋の中に殺虫剤が蒸発し部屋に充満する。部屋の中の農薬濃度を測定すると、バイジットが $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 検出された。子供の1時間あたりの呼吸量は 0.03m^3 であるので、1日のバイジット吸入量は、 $7 \mu\text{g} \times 0.03\text{m}^3 \times 24 \text{時間} = 5.04 \mu\text{g}$ となり、この濃度の農薬を毎日吸っているとアレルギーが起こりかねない。

4 主な有機塩素化合物

4.1 DDT

DDT (Dichloro Diphenyl Trichloroethane) は、1874年ドイツで合成され、利用法がないまま埋もれていた。1930年、DDTに殺虫作用を見出したのは、スイスのミュラーであった。

DDTは、熱帯地方のマラリヤ、チフス、ペストなどを媒介するシラミ、ハエ、蚊の撲滅に大きく貢献した。戦後日本では、農薬や衛生害虫駆除に大量に使用され、その累積生産量は、約43600tである。

アメリカのフランクらは、若いオスのニワトリに60日間DDTを投与

し続けたところオスのニワトリに2次性徴が現れず、精巣が発達せず、その大きさは、投与しなかったニワトリの1/5であった。この結果から2人はDESと同じくDDTにも、環境ホルモン作用があることを見だし、1950年に発表した。次いで、1975年ウエルチとクンツマンはDDTが肝臓の酵素やエストロゲン、プロゲステロンなどの性ホルモンの構造や分泌を変化させることを見いだした。

その後の研究によって、pp'-DDTは女性ホルモンとよく似ていて、オスの生殖器に異常を起こし、アンドロゲン（男性ホルモン）の働きを阻害することが分かった。

DDTは、脂肪によく溶けるので、動物体内の脂肪に蓄積される。農薬として散布されたDDTは、陸上から海水中に流れ込み、食物連鎖によってプランクトンから小魚に、中くらいの魚に、大型の魚に、海の哺乳動物や人間に濃縮される。そして、中には30ppmを越える濃度にまでなることがある。さらに、DDTは母親から胎児や乳児に移動し、子孫にまで残っていく。こうして、DDTの殺虫作用を見出したミュラーは、ノーベル賞を受賞し最も高い評価を受けたが、その残留性の強さから次々と生物を汚染し、子孫の繁栄を妨げることになった。

ガン患者の脂肪中のDDT濃度は、非ガン患者より高くなっている。DDTの代謝物であるDDDやDDEは、人のリンパ球に染色体異常を引き起こす。

動物実験では、DDTを投与すると、肝腫瘍やリンパ腫が生じ、白血病、肺ガンの発生率、胎児死亡率が高くなり、免疫機能は低下することが分かった。

DDT濃度と甲状腺ホルモンのチロキシン濃度の関係を調べた結果、図8のようにDDT濃度が高いほど、血液中のチロキシン濃度は減少している。

この傾向はトリヨードチロニンにも当てはまる。チロキシンは、胎児

から生後三年の間、脳や体の発達に重要なホルモンであるので、チロキシンの不足は知能の発達やからだの発育に重要な影響を及ぼす。さらに、DDTは、抗体の生産を促すヘルパーT細胞も減少させ

る。DDEにはエストロゲン作用の他に、男性ホルモン遮断作用があり、停留精巣が起こる。

北部太平洋に住むイシイルカのDDE濃度とテストステロン（オスの性ホルモン）の間には負の相関が見いだされた。すなわち、DDE濃度が高いほどテストステロン濃度が低い結果になっている。

アメリカの国立公園にすむフロリ

ダヒョウが減少した。調査によると生殖異常、精子奇形、免疫不全、甲状腺の機能不全などが激増していることが分かった。オスのヒョウの血液を調べると、本来ならば高濃度にテストステロン（男性ホルモン）が検出されるはずであるが、エストロゲン（女性ホルモン）がほぼ同量かそれ以上含まれ、ヒョウの女性化現象が起こっていた。その原因は、餌のアライグマに含まれているDDT類によると考えられている。

北九州市小倉北区山田町緑地で、前足が3本ある、手首から手のひらが2つ出ている、足が途中までくっついている、過剰肢のカエルなどが

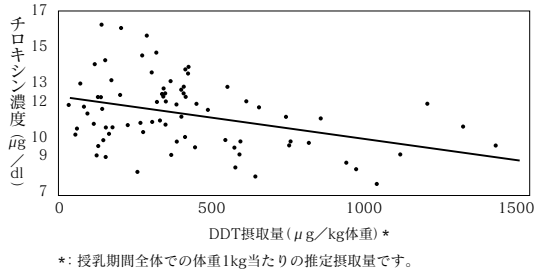


図8 母乳からのDDT摂取量と乳児のチロキシン濃度

長山淳也：母体汚染と胎児・乳児、ニュートンプレス、1998

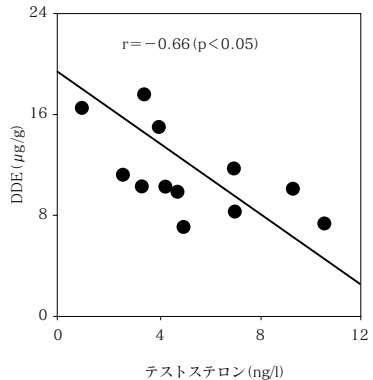


図9 成熟イシイルカの皮脂に残留するDDEとテストステロン濃度

見つかった。検出数は、1995年に7例、96年は1987匹の内91匹が異常で、4.6%の発生率であった。97年に、カエル卵を室内で飼育したときは、14.2%の異常率であった。緑地の土壌から4.7～7.1ppbのDDT、19～47ppbのDDE、その他、ベンツピレン290～470ppbが検出された。この3者共に環境ホルモンである。アメリカのミネソタ州87郡のうち56郡で、異常カエルが見つかった。カエルの変態には、ホルモンが深く関係するため、この現象は重要な環境変化のシグナルである。

1981年にカナダのノストローム氏は、北極近くに住んでいる白熊体内にDDTが残留し、人間社会に近いところに住んでいる熊ほど濃度が高いことを見いだした。北極圏で暮らしているイヌイットも白熊と同じくらいのDDTが蓄積されている。さらに、南極のペンギン、スコットランドのアザラシ、イルカからも73ppmと高濃度に検出された。

1991～95年に測定した魚に含まれているDDT・DDEを表11に示した。

表11 91～95年に測定した魚介類のDDT平均濃度

	東京湾 (スズキ)	琵琶湖 (ウグイ)
pp'-DDT	0.0014ppm	0.001ppm
pp'-DDE	0.026ppm	0.024ppm

東京湾・琵琶湖共に pp'-DDE 濃度が高い。

平成10年の環境庁による全国環境調査では、全DDT含有量は、魚類、0.001～0.012ppm、鳥類、0.001～0.14ppmである。人に含まれるDDTは、1974年大阪市で0才から80才までの126人について皮下脂肪中の全DDTを調べた結果、0.14～1.297ppmであった。また、0才～78才の肝臓中の全DDT濃度は、0.12～20.46ppmで、両者共に検出率は100%である。しかし、年々減少し、15年後には約1/4に減少した。

表12には、平成10年度に環境庁が分析した魚類、鳥類のDDT類の濃度を示している。pp'-DDTは鳥類で最高濃度0.14ppmを示している。

表12 平成10年度DDTの全国環境調査

		濃度範囲	検出率	検出地点
pp'-DDT	魚類	0.001~0.005ppm	35/70	9/14
	鳥類	0.001~0.002ppm	6/10	2/2
op-DDT	魚類	0.001~0.008ppm	2/70	1/14
	鳥類未検出			
pp'-DDE	魚類・貝類	0.001~0.021ppm	79/100	17/20
	鳥類	0.01~0.14ppm	10/10	2/2
op-DDE	魚類	0.001~0.002ppm	9/70	2/14
pp'-DDD	魚類・貝類	0.001~0.009ppm	39/100	10/20
op-DDD	魚類	0.001~0.003ppm	6/70	2/14

平成10年度化学物質と環境。環境庁より。

4.2 PCB (Polychlorinated biphenyls)

PCBは、1929年、化学的に優れた安定性を持っている有用な物質として誕生した。また、優れた電気絶縁性を持っているため、変圧器の他、潤滑剤、切削油、燃えない木材、プラスチック、ゴム、漆喰、ペンキ、ワニス、インク、殺虫剤、ノンカーボン紙等と30数年の間に日常生活の中に広く入ってきた。世界の生産量は、154万tであり、日本国内で作られたPCBは、59,000tである、その2/3が電気絶縁体として使われた。残り約1/3は我々の周囲に残っている。これらについて、厚生省が、756事業所のPCBの保管状態を調査した結果、約60%は行方不明になっている。工場解体業者は、他の建物と共に破壊したので、周辺に飛び散っている。尼崎では、最盛期の20%の工場が操業停止しているが、PCBは、事業者本人の責任で処理しているので、今でも作業場の片隅に放置されているもの、ベランダの隅に置いてあるものなどがある。

1966年、スエーデンで、はじめてPCBによる環境汚染が報告された。日本では、1968年に、カネミ油症事件が発生し、1972年に、トランスなどの閉鎖系以外では使用が禁止され、2年後に製造・使用が禁止された。

PCB中毒の症状は、ニキビ様皮膚炎、色素沈着、肝臓、消化器、神

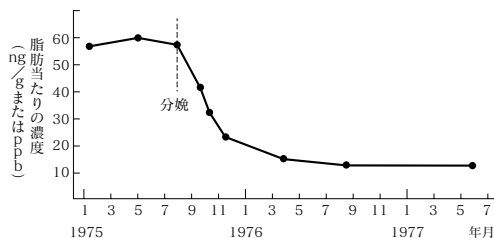
経障害を起こす。分解、排泄されにくく、脂肪に蓄積され、残留性が高く、生産中止になっても食物連鎖に入ってきたPCBは、容易に生体内から消えない。

PCBは、神経系の発達に重要な役割を持っている甲状腺ホルモンの分泌を抑制するので、中枢神経系の発達を阻害する。また、胎児期に作用すると、免疫機能の低下を引き起こし、病気にかかりやすくなる。PCBは、子宮内膜症の患者の血液中に多く含まれ、流産した女性の血液にも多い。

PCBの一日推定摂取量は670pgで、魚介類から約60%を摂取する。日本人の母乳中の平均濃度は4～18pgTEQ/g、秋田県が最も少なく、福岡県が最も多い。平均0.92pgTEQ/gである。

1974年に、大阪市で測定した母親から胎児へのPCBの移行率は、30～70%であり、1975年に愛知県で測定した移行率は、24%（14組）と17%（3組）で、胎児のPCB濃度は母親の濃度よりもかなり低い値であった。

PCBが、母乳から乳児へどれくらい移行するかを測定した報告がある。表13のように、PCBも脂肪に溶けやすいので、母乳から乳児に移行しやすいため、生後乳児の血液濃度は、PCBを含んだ母乳を摂取する事により母親の1.3～1.9倍に増加する。逆に母親血液のPCB濃度は、母乳から排泄することによって減少する。これを図10に示す。



注) [Archives of Environmental Contamination and Toxicology 7,493,1978] (Yakushiji T. et al.)による。

図10 分娩後の授乳によるお母さんの血液のPCB濃度の減少

長山淳哉：ダイオキシン汚染列島、かんき出版、1997

表13 胎児・乳児・母親の血液中のPCB濃度 ng/g or ppb

成長の時期	胎児又は乳児	母親	胎児又は乳児/母親
胎児	0.61	2.5	0.24
生後2～3月	2.4	1.8	1.3
生後4～12月	2.5	1.3	1.9

出典：井上裕正、厚生省児童家庭局、12、4、1976より

ここで、母乳と人工乳を与えた場合のPCB摂取量を比較すると、千葉県の場合、生後1年間人工乳を与えた乳児の血中PCB濃度は、平均0.9ppb、母乳を与えた場合の濃度は4.0ppbであった。人工乳は、母乳ほど汚染されていないので乳児血液中のPCB濃度は低い。

アメリカのミシガン湖の近くに住んでいて、PCBに汚染された魚を多く食べる母親の子供は、知能が低い、落ちつきがない、学習障害が見られるなどと報告されている。

表14・15に魚及び海水中のPCB濃度を示した。

表14 91～95年のPCB平均濃度

大阪湾(スズキ)	東京湾(スズキ)
0.34ppm	0.28ppm
瀬戸内海(スズキ)	琵琶湖(ウグイ)
0.07ppm	0.04ppm

表15 世界の海水中のPCB濃度(単位ppt)

スコットランド沿岸	5～20
地中海北西沿岸	0.2～8.6
日本海南部	0.1
大阪湾	0.5

4.3 コプラナPCB (ダイオキシン類であるがここで述べる。)

コプラナPCBは、ダイオキシンと同じかそれ以上の毒性を持つ化合物で、コプラナPCB209種類あるうち、3種類が特に毒性が強い。これが人、犬、猫、等の陸棲動物にも、鯨、イルカや貝類などの海棲動物にも含まれている。コプラナPCBは、極めて濃縮率が高く、排出されにくいので、魚介類を通じて海棲哺乳類や人間にも蓄積されている。

コプラナPCBは、市販のPCBから生じ、有機塩素化合物の焼却によ

っても生じる。従って、ダイオキシンと同様ゴミ焼却場からも発生する。

コプラナPCBは、陸上生物では、ある程度体内で分解される。ダイオキシン等の化学物質が体内にはいると、肝臓のなかにP-450という酵素を生じる。P-450は体内に入ってきた毒物を分解すると同時に、無害である化学物質を発ガン物質に変えたり、ホルモンを壊したりするために、ホルモンバランスを崩す。

五大湖での調査では、ミミヒメウとオニアジサシの正常卵は、57～91%でその他は死亡、奇形卵、未発生卵であった。それが含むダイオキシン類の毒性換算濃度は、350～2800pgTEQ/g/湿重 (ppt) で、そのうちコプラナPCBは、240～2400pgTEQ/g/湿重 (ppt) である。この場合、コプラナPCBは、ダイオキシン類中の67～86%を占めている。野生生物や人が、コプラナPCBにどれくらい侵されているかを下表に示す。

表16 野生生物と人のダイオキシン類とコプラナPCB濃度

単位:ngTEQ/g/湿重 (ppt).

生物種	PCB	コプラナPCB	PCDD	PCDF	総濃度
シャチ	1.2	16	0	0.015	16
バイカルアザラシ	0.55	5.1	0.049	0.017	5.2
カスピ海アザラシ	0.052	0.15	0.0006	0.0007	0.15
カワウ	0.097	0.46	0.016	0.005	0.48
ヒト(健常者)	0.041	0.14	0.012	0.074	0.16
油症患者	0.099	0.0067	0.025	1.0	1.1

出典:ひろたみお、環境ホルモンという名の悪魔、廣劑堂、1998

表16では、ダイオキシン総濃度のうちで油症患者以外では、殆どがコプラナPCBで占められている。体内でコプラナPCBの占める割合が増え、イルカではテストステロン(雄性ホルモン)が減少することがわかった。このためにオスの発情が遅れ、オスのメス化現象が起こりかねない。イルカのコプラナPCB汚染は、数百ppb単位である。

クジラなどの海棲哺乳類は、コプラナPCB等を分解する酵素(チト

クローム-P-450)を持たないから、体内に大量に蓄積される。陸棲動物は生物の進化の過程で生物が海から陸に上がって、毒物の多い陸上で生活するうちに毒物分解酵素を体内に得ることができたが、シャチやクジラなどは海中で生活するため、この種の分解酵素を必要としなかった。ここへきて、多くの化学物質が餌と共に体内に入って分解できないで蓄積した。一方、人間は多くの毒物分解酵素を持っているから、影響が表れ難い。

コプラナPCBは環境ホルモンとしての働きもあるので、海棲哺乳類の免疫系を壊し、内分泌系を攪乱し、神経系を侵していると考えられる。アザラシやイルカの大量死が、有機塩素化合物のうちコプラナPCBによる可能性は高い。これらの生物種が海中から消える時期がもう来ているかもしれない。

4.4 有機塩素化合物による母子汚染

1975年、千葉県調査では、母親の血液と胎盤血液の有機塩素系農薬濃度は、表17のようである。

表17 母親と胎児血液中の有機塩素系農薬の濃度比較

	胎児	母親	胎盤	胎児/母親	胎盤/母親
DDT	1.5	5.5	4.3	0.27	0.78
BHC	1.9	5.7	6.8	0.33	1.19

単位:ng/g or ppb

出典:高宮恒治、農村医学、27、765、1978より

母親血液と胎盤の濃度はほぼ同じで、母親から胎児への移動は30%程度で、胎児は胎盤に守られていると報告している。

一方、母親の体内に入った有機塩素系農薬は、脂溶性であるので母乳に濃縮される。表18のように、DDTの血液から母乳への濃縮は10倍を超え、乳児血液濃度は、母親の血液濃度の約1.5倍であるから母乳から乳児への移行は大きい。

表18 母親と人工乳による生後3ヶ月の幼児への移行

単位:ng/g or ppb

授乳法		母親血液	乳児血液	母乳	乳児/母親	母乳/母親
母乳	DDT	4.2	6.3	48.7	1.50	11.6
	BHC	4.6	5.5	53.5	1.20	11.6
	ディルドリン	1.3	0.9	7.5	0.69	5.8
人工乳	DDT	7.1	5.1	-	0.72	-
	BHC	6.1	4.6	-	0.75	-
	ディルドリン	1.5	0.5	-	0.33	-

出典:井上裕正ら:PCBならびにBHCなどの母子移行に関する研究、厚生省児童家庭局、12,4,1976

人工乳も全く汚染されていないわけではないので、乳児の汚染は起こる。しかし、ディルドリンはかなり低い値である。上表と比較して、胎盤からの移行より母乳からの移行が多く、母乳より人工乳のほうがより少ない摂取である。

図11には全国、大阪市、秋田県平賀総合病院で測定した母乳中の全-DDT濃度の年次変動を示した。1970年代前半を最高値として次第に減少の傾向を示している。

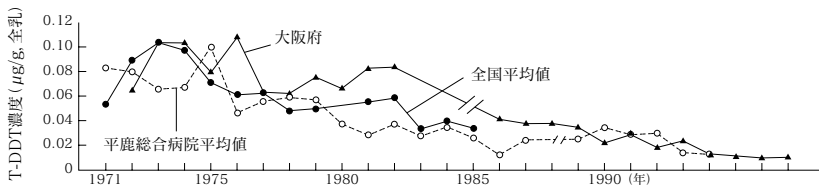


図11 母乳中のT-DDT濃度の推移

平成6年度厚生省科学研究費補助事業報告書(1995)、厚生省母子保健課
林雅人、佐々木司郎:日本農村医学学会誌、40、386、1991より

世界各国の母乳DDT平均濃度は、29～330ppb、日本は63ppbである。BHC平均濃度は5～105ppbであり、日本の場合は最高濃度であった。これは日本の食品が残留性の高いβ-BHCによって汚染されて

いることによる。ディルドリンは、3.4～79ppbで日本は最も少ない値であった。これらの農薬は年々減っているが、使用されなくなってから30年近く経っているのに未だに汚染が続いている。

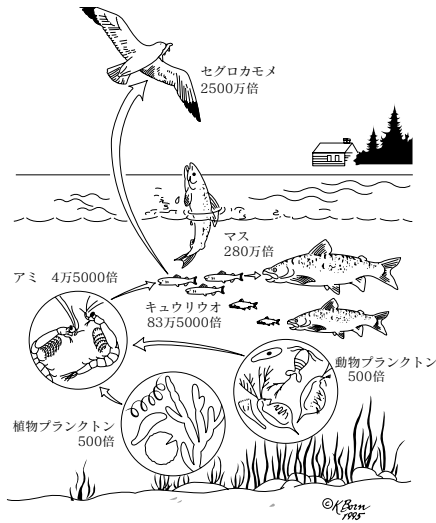
九州大と福岡保健所は、94～97年に九州に住む女性124人（22～24才、平均29才）の母乳を測定した。その結果を表19に示した。一般に、DDTとクロルデン含有量が多いほど、血液中の甲状腺ホルモンとチロキシンの濃度が低くなることを確認した。このことは、母乳中のDDTとクロルデンは甲状腺ホルモンの影響を与えている可能性がある。

表19 母乳中の有機塩素化合物

ダイオキシン類	0.96ppt
HCH(BHC)	17.1ppb
DDT	13.9ppb
クロルデン	3.2ppb
ヘプタクロルエポキシサイド	0.18ppb
ディルドリン	0.17ppb

4.5 有機塩素化合物による海棲哺乳類の汚染

陸から遠く離れた海に住む、イルカ、クジラ、アザラシなどが、PCB、DDT、BHCなどの有機塩素系化合物で汚染されており、汚染は北極圏に住むアザラシにまで及んでいる。この種の有機塩素系化合物は、先進工業国では既に製造禁止になっているが、DDTは今も途上国で使われている。コンデンサーなどに使われたPCBは、廃棄されて環境中に放出され、これが大気中に移り、気流に乗って地球全体に移動する。北極周辺では海水に溶け込んで、食物連鎖によって、海棲動物に濃縮される。PCBはシャチでは500ppmにもなる。オンタリオ湖のセグロカモメには、食物連鎖の結果、2500万倍にも濃縮される。



食物連鎖の網をくぐり抜けてゆく過程で、動物の脂肪組織に濃縮されたPCB量は、通常の2500万倍にも達してしまう。まずは微生物が、湖底に沈澱している汚染物質と水から残留性化学物質を摂取する。続いて、この微生物が、動物プランクトンに捕食される。すると今度は、この動物プランクトンを、アミが捕食し、続いて魚類がそれを捕えていく。こうして次々と食物連鎖を登りつめていったPCBは、セグロカモメの体内に取まることになるのだ。

図 12 オンタリオ湖におけるPCBの生物濃縮

濃縮されたPCBやDDTは、皮下脂肪に蓄積され、母乳を通じて子孫に受け継がれ、今も減少の傾向がない。PCB、DDTは環境ホルモンであり、ガンや奇形を生じ、生殖機能を阻害する。イシイルカではオスの雄性ホルモン（テストステロン）の濃度が低く、正常な生殖活動ができない。これらの海棲哺乳類は、有機塩素化合物を大量に濃縮している。

特に深刻な汚染地域は、バルト海、北海、地中海などである。バルト海、北海ではアザラシが、地中海ではスジイルカが大量死している。DDTやPCBによって、アザラシの子宮閉塞やイルカの雄性ホルモンの低下が起こり、個体数が減少している。

図 13 に有機塩素化合物による北太平洋、インド洋の大気・海水汚染を示した。

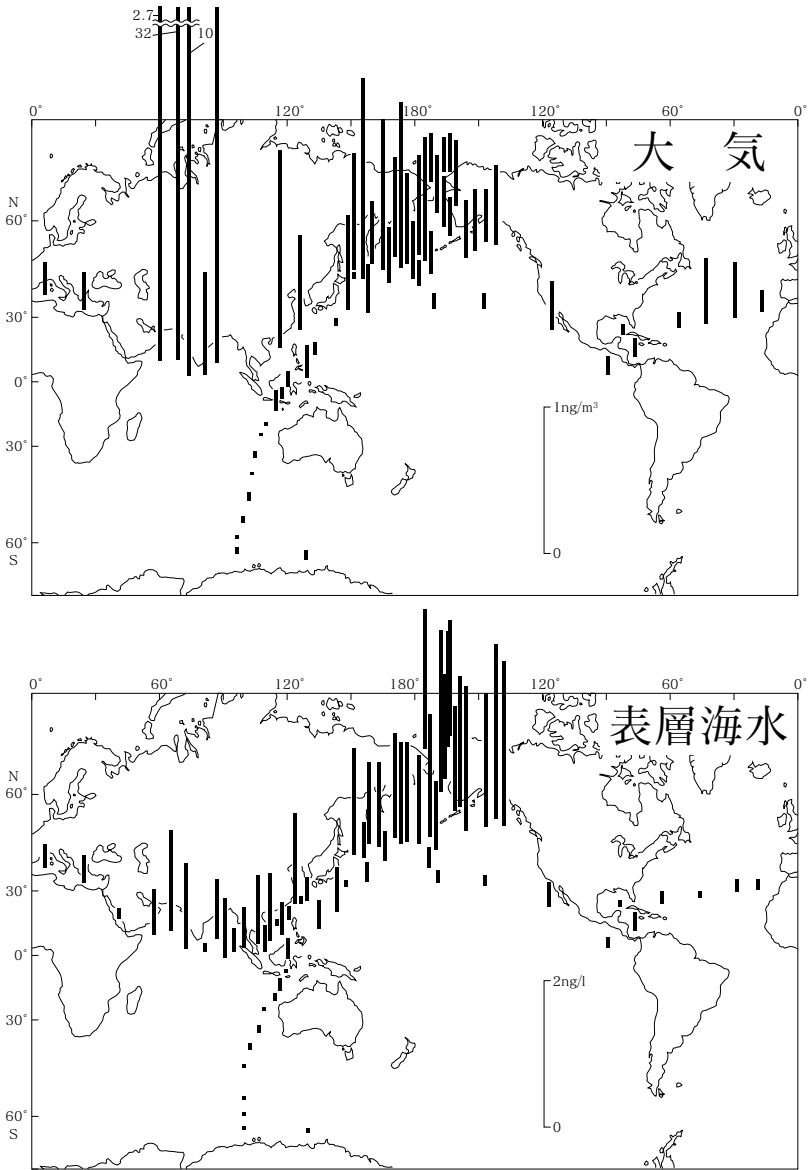


図 13 有機塩素系殺虫剤 HCH による外洋大気および表層海水の汚染

出典：シーアコルポーン、環境ホルモン学、環境新聞社、平成10年6月

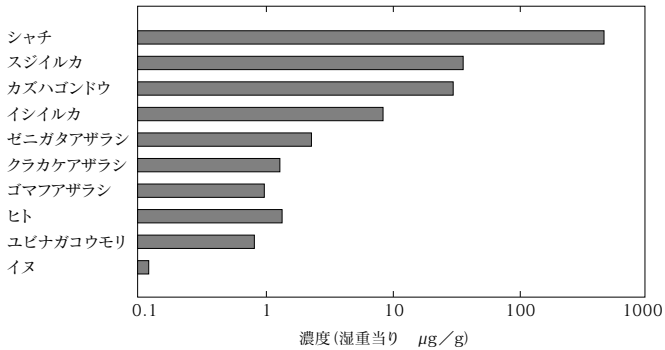


図 14 日本産および北西太平洋産のほ乳動物に残留する PCB 濃度
シーアコルポーン他、環境ホルモン学、環境新聞社、平成 10 年 6 月

図 14 に哺乳類に蓄積された有機塩素化合物を示した。海棲哺乳類では、皮下脂肪に体内有機塩素化合物総量の約 90% が蓄積されている。スジイルカの場合、体内の PCB 総量の 60% くらいが授乳によって乳児に移行するので、子は親に比べて高濃度に汚染されている。

5 重金属類

5.1 有機スズ化合物

有機スズ化合物は、有機物に金属スズが結合したもので多くの種類がある。1930 年代に変圧器のオイルとして作られてから、塩化ビニールの安定剤、殺虫剤、除草剤、漁網や船底汚染防止、木材処理剤などに使われてきた。

1950 年代には有機スズ化合物の毒性が問題になり、1970～1980 年代にイギリスやフランスで、カキや巻き貝のインボセックスがみられた。

日本で、有機スズの毒性が最初に注目されたのは、1986 年に、養殖場から背骨が曲がった変形ハマチが見つかり、ハマチの相場が急落した。

原因は、漁網汚染防止剤のTBT（トリブチルスズ）であった。

1985年、日本のTBT年間消費量は、4270tで、世界の消費量は、36000tであった。日本では、養殖漁業と船底塗料に、諸外国では船底塗料に多く使われた結果、1980年後半には地球レベルでTBT汚染が進んできた。

有機スズの毒性を列挙する、

- ① 細胞のミトコンドリアの酸化的リン酸化を阻害し、エネルギー生産を低下させて細胞を損傷する。
- ② カルシウムの恒常性に影響を及ぼし、神経伝達反応や、細胞内情報伝達系に影響を与える。
- ③ 細胞膜のイオンポンプに作用する。
- ④ 細胞のアポトーシス（遺伝子に組み込まれた細胞死で、細胞は縮小し消滅する）を引き起こし、免疫系に打撃を与える。
- ⑤ タンパク質のシステインやヒスチジンと結合して細胞の形や機能に異常を起こす。
- ⑥ 肝ミクロゾームP-450系が特異的に影響される。P-450は解毒作用に関する酵素であり、体内の有害物や体外から入った有害物に対して防御作用があるが、この作用が妨害され、P-450タンパク質や酵素活性が阻害される。

5.1.1 インポセックス (Imposex)

1960年代の半ば頃から諸外国では、有機スズ化合物のTBTもTPT（トリフェニルスズ）も使われ始めた。この塗料は、船底や網に付着する貝類を殺すための毒薬であり、持続性があり、効果が大きかった。

1969年、イギリスでは、巻き貝の一種が、有機スズの低濃度で産卵障害を起こし、巻き貝の個体数が減少した。この現象はTBT汚染と相関することが知られている。これまでに被害を受けた巻き貝は1993年8月現在68種類に上っている。

近年、日本各地の海岸で、インボセックスの巻き貝が見られるようになった。巻き貝の大部分は、オスとメスがいて交尾して受精し産卵する。従って、メスには本来ペニスがない。ところが、そのメスにペニスと輸精管ができている貝（インボセックス）が見つかった。メスの貝は、輸卵管がつぶれて卵がその中で腐っているものもあり、産卵できなくなっている。

日本では、1995年6月現在、38種類の巻き貝にインボセックスが見つかった。インボセックスは、TBTの濃度が1pptで起きる。1pptとは、500m×20m×10mのプールに1gのTBTを溶かしたほどの濃度で、極微量で毒性を発揮する。

1990～1996年の間に巻き貝を調査した結果、全国96地点中94地点でほぼ100%インボセックスの出現率であった。また産卵不能固体も全国的に見られた。

バイ貝にもインボセックスが起こっている。バイ貝のペニス長は、TBT+TPT濃度が高いほど短いことが実験で確かめられた。さらに、バイ貝の漁獲量が

1984年をピークに急減している。現在はピーク時の5%程度である。

メスの腹足類にTBTが作用するとテストステロンが増え、インボセックスを起こす。1992年までに64種類が報告された。

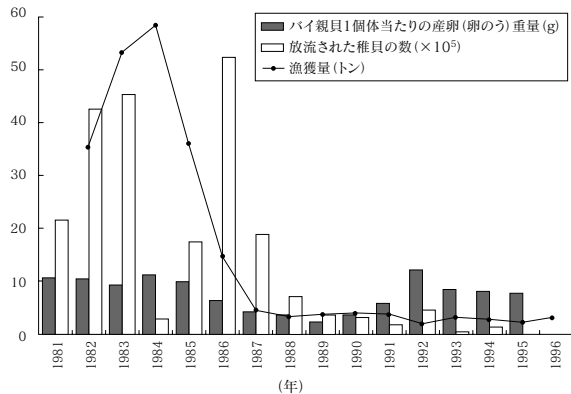


図15 西日本のある県におけるバイの漁獲量と同県の種苗生産施設におけるバイ親貝の産卵量ならびに稚貝の放流量の推移
シーアコルポーン他、環境ホルモン学、環境新聞社、平成10年6月

5.1.2 TBT (Tributyl-tin・トリブチルスズ) 汚染

世界の海水が有機スズによって汚染されている。表20にTBT汚染濃度を示す。

表20 TBTによる海水汚染

アメリカ・サンディエゴ湾海水	235ppt
アメリカ・チェサピーク湾海水	1000ppt
スウェーデン海水	40ppt
フィンランド海水	200ppt
フランスアルカシオン湾	89ppt
東京湾	137ppt

海水よりも海底のヘドロから多く検出されている。1988年環境庁の測定では、日本の15地点全てからTBTが検出された。

問題なのは、魚の汚染である。厚生省が決めた人に対する暫定基準は、 $1.6 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ である。体重50kgに換算すると、 $80 \mu\text{g}/50\text{kg}$ であるので、魚に含まれるTBT濃度は0.8ppm以下でなければならない。ここで、1992年にの調査では、スズキのTBT濃度は東京湾最高値0.25ppm、大阪湾最高値0.43ppm、瀬戸内海最高値0.39ppmである。大阪湾のスズキを100g食べるときは暫定基準内であるが、スズキ200gを食べると基準値を超える。スズキのTBT濃度はあまり減少の傾向がない。TBTは、メチル水銀と同様に食物連鎖によって濃縮されやすく、魚介類の体内では1万倍にもなる。冷凍保存してある東京湾のアサリを分析すると、1980年代から汚染されていることが分かった。

TBTの環境調査は、昭和60年度から環境庁によって行われている。平成10年までの汚染程度は、底質において横這い、生物および水質では横這いなし改善の傾向がみられる。

環境庁は、平成10年度に北海道から沖縄までのTBT濃度を測定した。魚類は0～0.09ppm (17/70)、貝類は0～0.11ppm (10/30)、鳥類

は0～0.11ppm (27/110)であった。平成3年からの測定値は徐々に減少の傾向がみられる。

1998年に九州大学ではヒメダカのオス、メスに0.01～10 μ gのTBTを2週間与えると、10 μ gの場合は奇形が生じ、0.01 μ gの場合は奇形発生率が低かったと報告した。半数致死濃度は170ppbである。

愛媛大学では、1992～94年に捕獲した都内と愛媛県のタヌキ9匹の肝臓から最高280ppbのDBTと10ppbのTBTを検出した。神奈川県の日本サルの肝臓からは2～2.7ppbのTBTを検出した。

DBT (Dibutyl-tin・ジブチルスズ)は塩ビの安定剤として使われ、平成9年度の生産量は8,351tである。表21に平成10年度と昭和59年度の測定値を比較する。

表21 DBTの昭和59年度と平成10年度の濃度比較

	検体検出率	地点検出率	検出範囲	検出限界
水質 昭和59年度	0%(0/138)	0%(0/138)	不検出	0.14ppb
平成10年度	0%(20/39)	62%(8/13)	0.003～0.017ppb	0.0021ppb
底質 昭和59年度	4%(6/138)	4%(2/46)	0.004～0.11ppm	0.003ppm
平成10年度	100%(36/36)	100%(12/12)	0.002～0.27ppm	0.002ppm
魚類 昭和59年度	0%(0/138)	0%(0/42)	不検出	0.003ppm

DBTは水質および底質から検出されている。昭和59年に比べ、濃度も検出率も高い。

5.1.3 TPT (Triphenyl-tin・トリフェニルスズ) 汚染

1988年のTPTの生産量は860tであり、船底塗料と漁網汚染防止剤に使われ、TPTによる環境汚染が起こった。

1988年の環境庁による調査では、魚介類は、45地区中42地区で汚染され、全国の海水40地区のうち30地区からTPTが検出された。魚の汚染は深刻で、スズキ、ウグイ、ボラなどから検出された。瀬戸内海のカレイには最高2.6ppm、東京湾のスズキには最高1.9ppmのTPT

が含まれていた。

1989～1993年に東京湾のカレイに含まれるTPT濃度は、0.06～2.3ppm、大阪湾0～1.9ppm、瀬戸内海0～2.6ppm、山陰沖0.02～0.13ppmである。

平成元年度と10年度の測定値を濃度を表22に示した。

表22 TPTの検出状況(平成元年と10年の比較)

		検体	地点	検出範囲	検出限界
水質	元年	21%(14/67)	39%(9/23)	0.03～47.3ppb	0.03ppb
	10年	0%(0/156)	0%(0/52)	不検出	0.01ppb
底質	元年	51%(28/55)	58%(11/19)	0.019～1.1ppm	0.015ppm
	10年	23%(31/13)	30%(14/46)	0.016～0.76ppm	0.016ppm
魚類	元年	52%(28/54)	61%(11/18)	0.015～1.1ppm	0.015ppm

平成10年度は、元年度の調査に比べて、底質にのみ検出され、検出率も濃度も減少している。

環境庁は、平成10年度に北海道から沖縄までの魚類、貝類、鳥類のTPT濃度を測定した。魚類は、0～0.05ppm (14/17)、貝類は0～tr (0/5)、鳥類は0～0.05ppm (14/110)であった。TPTは平成3年度から徐々に減少の傾向がみられる。

TPTの汚染レベルは、近年、水質については改善され、生物と底質については、ほぼ横這いの状態である。

WHOが決めたTPTの1日摂取許容量は、0.5 μg/kg/日である。この値は、体重50kgの人の1日摂取許容量は0.025mgとなる。1ppmのTPTを含むカレイ100gを食べると0.1mgとなって許容量を超える。

5.1.4 有機スズ化合物の使用規制

日本では、1990年にTBTO (Bis tributyl tin oxide) は製造・輸入禁止。その他、20種類の有機スズは製造・輸入が届け出制になった。欧米では、TBTOは、全長25m以下の小型船には使用禁止にしたが、

大型船は禁止になっていない。一方東南アジア諸国は、使用禁止になっていない。その他多くの国で今も使われているため、世界的には有機スズの製造は減っていない。このため、スズによる海洋汚染は今後も続くものと思われる。しかし、1998年国際会議が開かれ、各国とも全面禁止を指示した。このような規制の結果、瀬戸内海沿岸ではイボニシが大幅に増えたと言われている。

5.2 アルミニウム

アルミニウムは、アルツハイマー病の原因の一部となる金属であり、飲料水中や食品添加物に含まれている。

アルミニウムは、分解し難くて体内に蓄積される。鉄と性質がよく似ているので、人が鉄を取り込むときに紛れ込んで入る。体内に入ったアルミニウムの1%くらいが血中に入り、その約80%が鉄を運ぶトランスフェリンというタンパク質と結合して鉄の働きを妨害する。また、体内に存在するカルシウムやマグネシウムは2価であるが、3価のアルミニウムの化合力が強く、その働きを阻害する。

脳に入ったアルミニウムは、神経細胞や脳の中にたまって、記憶障害の原因となる。また、細胞核のDNAのリン酸基と結合して、脱リン酸が起こらなくなり細胞は死ぬ。

このようなアルミニウムの毒性は、若い間は防げるが老年になるとその働きが弱くなる。そこで、アルミニウムの働きをブロックするキレート剤を使うか又は鉄を大量に摂取すると、アルツハイマー病に効果がある。

アルミ鍋で野菜と果物を一緒に炊くと、果物のクエン酸とアルミニウムが結合して体内に入る。兎の実験では、水酸化アルミニウムは害がないが、塩化アルミニウムは、有害であることが分かった。乳児や胎児には、アルミニウムは入りやすく、精神的な発達が遅れることが分かっている。その障害は、多動児（落ちつきのない児童）、知能指数は高くて

も一つのことに集中できないなど、脳の一部に障害のある子供になる。

ボケには、生理的ボケと病的ボケがあるが、この境界ははっきりしない。アルツハイマー病の患者の脳は、神経細胞が死んでシナプスがなくなっている。人の脳神経細胞は1日に10万個ずつ死んでいる。アルツハイマー病は、遺伝因子と環境因子があり、環境因子はアルミニウムである。

アルミニウムが、アルツハイマー病の原因であることは、透析液中のアルミニウムによって、透析患者に痴呆症が起こったことにより明らかになった。

イギリスでは、水道水中のアルミニウム濃度が高い地域では痴呆症の患者が多い。グアム島でもアルミニウムが多くて、カルシウム、マグネシウムの少ない地域に住んでいる人に痴呆症が多い。これらの結果からアルミニウムが痴呆に関係があることが分かった。

5.3 カドミウム・鉛・水銀

この3種類の金属は、体内に取り込まれた後、2価の金属イオンになり、タンパク質やアミノ酸の持っているSH基（スルフィド）と結合して排泄される。しかし、短期間に高濃度に取り込んだ場合や低濃度でも長期間取り込んだ場合には、過剰の金属イオンは遊離の金属イオンになり、タンパク質のSH基と結合して、酵素の不活性化、タンパク質の形成異常、細胞膜の透過性異常がおき、造血系、細胞内伝達系、遺伝子系、免疫系等に影響する。遊離金属イオンは、体内のカルシウムの恒常性を変化させ、細胞内の情報伝達系、神経伝達系を阻害し、生殖器官や他の機能にも影響を及ぼす。さらに、血液-脳関門を通過して脳内に作用したり、胎盤を通過して胎児に影響することも考えられる。

5.3.1 カドミウム

カドミウムは、電池の極板の他、顔料や合金にも使われている。需要量全体の85%が電池用である。イタイイタイ病の原因物質で、中毒症

状には肺気腫、腎臓障害、骨粗鬆症等がある。

日本の生産量は世界一で、年間2700tが生産され、消費量は3000～5000tで、世界全体の36～43%を占めている。

① カドミウムの人体汚染

日本人は、カドミウムを食物から一日平均0.9 μgを摂取する。通常、カドミウムの血中濃度は、乳児や胎児ではかなり低く、2～14才になると急に高くなる。これは、食物や飲料水中の濃度が高いためである。腎臓では、25才を過ぎると急に高くなり、腎臓障害の原因になる。日本では、カドミウムによる環境汚染が続いているので、世界でも人体汚染が多い国の一つである、特に肝臓と腎臓の汚染レベルは少しずつ上がっている。

② 母親と胎児汚染

1974～1978年の日本とベルギーの調査を表23に示す。母親の血液と胎児の血液を比較すると、胎児は母親と同じか又はやや低く、胎盤は母親の4～16倍の濃度になっていて、胎盤がある程度カドミウムの移行を防いでいる。

表23 母親と胎児の血液中的カドミウム濃度

単位:ng/g ppb

	名古屋	鹿児島	ベルギー
母親血液	7(1-22)	1.8	1.4(0.1-6.3)
胎児血液	9(1-34)	1.1	0.6(0.1-4.3)
胎盤	30(1-81)	28.4(16.,1-45.2)	11.4(3.0-37.5)

()内は最小値と最大値／出典:長山淳哉、母体汚染と胎児・乳児、ニュートンプレス、1998/

体内のカドミウムの85%が、赤血球と結合している。母親と胎児のカドミウム濃度を比較したデータを表24に示す。新産児の心筋は低いが、肝臓・腎臓は高く、血液の2～3倍である。母親は腎臓が最も多い。

表24 母親と胎児のカドミウム濃度比較 単位:ng/g

臓器・組織	新産児	母親	新産児/母親×100
心筋	2.5	265	0.9%
肝臓	30	2940	1.0%
腎臓	20	26800	0.07%

新産児:哺乳を受けずに死亡した新産児、母親:20~30才代の死亡女性の臓器、1976年大坂市での調査

出典:吉村昌雄、人体汚染、金原出版、1993

③ タバコによるカドミウム汚染

人が、タバコ一本吸うと0.2 μ gのカドミウムを吸収することになる。20本吸うとカドミウムの吸収量は4 μ gとなる。タバコを吸う人の血液中のカドミウム濃度は、吸わない人の約3倍の濃度になっている。タバコを吸う母親の母乳に含まれるカドミウム濃度は、喫煙量に比例して高くなる。一日に20本吸う母親の母乳濃度は、吸わない母親の2.3倍である。母乳濃度は血液濃度の10分の1程度であるから、乳腺でカドミウムの移行が止められていると考えられる。

④ 母乳からの摂取量

日本人の母乳カドミウム濃度は0.1~70ppbであるので、乳児が一日、体重1kg当たり120gの母乳を飲むとすると、母乳から一日当たり0.11~8.4 μ g/kg/体重の摂取量になる。WHOの成人1日摂取許容量は、1 μ g/kgであるから、母乳濃度が10ppbの場合、1日摂取許容量と同じになる。

人が腸で水分を吸収する作用は、生後の初期に多く、成人するに従って少なくなる。水や母乳に溶け込んでいるカドミウムの腸における吸収は、乳児や幼児の場合55%、成人では6%であるので、乳幼児の吸収量が多くなる。

人の体内のカドミウムは、主に腎臓にたまり、濃度は、0~24才(0.07~6.94ppm)くらいまでが少なく、25才(20.9~31.8ppm)を境に急激に多くなる。最高値は、45~64才である。カドミウムを長

期間摂取すると腎臓障害を受ける。

1976～1986年に、大阪市で事故などで死亡した40～50才代の女性を分析した結果、腎臓・肝臓共にカドミウム量は76年、81年、86年と増え、1986年は腎臓75.5ppm、肝臓6.7ppmであった。このことは、生活環境の中でカドミウム汚染が増え続けていることを示すものである。

5.3.2 鉛

鉛は、主に蓄電池や薬品に使われ、有鉛ガソリンには自動車のアンチノック剤として四鉛化鉛が入っていた。通常は、土壌1g中に約10 μ gの鉛が含まれている。

鉛による中毒症状は、貧血、疝痛、腹部や関節の痛み、中枢神経障害による鉛脳症がある。アメリカでは、少年が鉛を含んだ白ペンキをガムのように食べて中毒を起こした例がある。

① 人の鉛汚染

人の鉛汚染は、空気、水、食品などから体内に入り、経口摂取した量の10%は体内に吸収される。一部は便によって排泄されるが、年令と共に体内に蓄積される。成人の体内鉛の平均値は121mgであり殆どが骨に含まれている。母親の血液中の鉛は、母乳から乳児に移行する。鉛の母乳濃度及び血液中の濃度を表25に示す。

表25 世界各国の母乳・血液の鉛濃度

単位:ng/g or ppb

国名	血液	母乳	母乳/血液(%)
イギリス	102	2.0	2.0
アメリカ	119	2.8	2.4
マレーシア	152	48	31.6
中国	141	5.6	4.0
メキシコ	459	62	13.5

出典:長山淳也、母乳汚染と胎児・乳児、ニュートンプレス、1998

最も濃度が高いのはメキシコで、この国は人口密度が高く環境も良くない。メキシコシティは、高地にあり、ガソリンにアンチノック剤として四塩化鉛を使っているので鉛汚染濃度が高い。マレーシアとメキシコを例外とすると、血液から母乳への移行率は2～4%で母乳への移行が制限され、あまり多くない。

一般に、血液の鉛濃度が高いほど母乳の濃度も高く、母乳濃度が高いほど乳児の血液濃度も高くなる。

外国人の母乳鉛濃度の平均値は、2.4～85ppbで、タイのバンコックが最も多い。しかし、測定した時期や地域が異なると濃度も幾分違う。日本の場合、仙台では20～420ppb、富山では0～9.0ppb（平均値3.0ppb）である。

② 乳児と成人の鉛吸収率

鉛摂取後の乳児の体内吸収率は、42～53%で、大人は5～10%である。乳児が母乳から摂取する鉛の量を計算すると、乳児が1日に体重1kg当たり120gの母乳を飲むとして。母乳濃度を5ppb、20ppb、200ppb (ng/g) と3段階に分けると表26のようになる。

表26 乳児の母乳からの鉛推定摂取量

母乳濃度 ng/g	母乳からの推定摂取量 $\mu\text{g/kg/体重/日}$	乳児の1日摂取許容量 に対する割合(%)
5	0.6	3
20	2.4	12
200	24	120

WHOの成人1日摂取許容量は、7 $\mu\text{g/kg/体重}$ で、アメリカの場合、乳児1日摂取許容量は、20 $\mu\text{g/kg/体重}$ としている。母乳濃度が低い場合は、1日摂取許容量の3～12%で少ないが、200ppbを超えると

120%となる。特に母乳濃度が高い場合は、1日摂取許容量を超える。バンコック、メキシコ、仙台の母乳濃度は高く、特に注意が必要である。鉛の吸収は、カルシウムの摂取量が多いほど少なくなるので、生後2年間はカルシウムを多く摂取する必要がある。

5.3.3 水銀

金属水銀は、常温では液体で蒸発する性質を持っている。日本の消費量は40t程度である。無機水銀の中毒症状は、手や指のふるえ、口内炎、腎臓障害、視野狭窄などの中樞神経症状である。有機水銀の中毒症状は、主に脳が冒され、知覚異常、運動失調、言語障害が起こる。無機水銀は環境中で有機水銀に変化する。水俣病の原因はメチル水銀であった。

① 胎盤から胎児へ

母親と胎児の血中水銀濃度を表27に示した、胎児血液中のメチル水銀濃度は、母親血液より1.3～2.2倍高く、無機水銀でも胎児はやや高い値である。

表27 母親と胎児の水銀

	東京		名古屋		グリーブランド	
	メチル水銀	無機水銀	メチル水銀	無機水銀	メチル水銀	無機水銀
母親血液	6	8	9	10	1.4	2.0
胎児血液	13	12	14	16	1.8	2.1
胎盤	—	—	14	171	1.4	5.3

単位：ng/g or ppb 日本：1974～1978、アメリカ：1981測定
 出典：長山淳哉、母乳汚染と胎児・乳児、ニュートンプレス、1998

無機水銀は、胎盤に多く含まれている。有機水銀は、胎盤を通過して胎児に移行するが、無機水銀は、胎盤で止まって胎児には多く移行しない。しかし、胎児の水銀濃度は母親より常に高い。

1971年イラクでは、メチル水銀を使って消毒した麦の種を食用して中毒事件を起こした。このときの中毒患者は6530人で、459人が死亡

した。1953年熊本県で水俣病が発生し、認定患者は2500人であった。1964年には新潟県でも「新潟水俣病」が発生し、認定患者は700名であった。日本の場合は比較的低濃度・長時間の摂取であるが、イラクは高濃度の水銀を摂取したための急性中毒であった。

表28に数カ国の血液と母乳中の水銀濃度を示した。

表28 母親の血液と母乳の総水銀濃度

単位：ng/g or ppb

	イラク	スウェーデン	アラスカ(イヌイット)			東京
			沿岸	内陸	都市	
血液	2,400	11.9	16.9	12	5.1	25.0
母乳	120	3.1	7.6	3.2	3.3	3.6
母乳/血液 (%)	5.0	26.1	45.0	26.7	64.7	14.4

出典：長山淳哉、母胎汚染と胎児・乳児、ニュートンプレス、1998

東京では、血液総水銀濃度が比較的高い。この原因は、東京の環境汚染が高いことと魚を多く食べるため、母親血液総水銀量の14%くらいが母乳に移行している。

② 日本人の水銀摂取量

表29に1960～75年の水銀摂取量を示した。日本人は、1960～1970年まで60～100 μg程度の総水銀量を摂取していた。これは、酢酸フェ

表29 日本の総水銀摂取量の推移

1日当たり摂取量 単位：μg ()内は%

食品	1960年	1970年	1975年
穀類	59.4 (60.7)	33.4 (56.3)	3.4 (15.7)
魚介類	8.6 (8.8)	9.5 (16.0)	9.7 (44.7)
総量	97.9 (100)	59.3 (100)	21.7 (100)

穀類：米、麦、雑穀

魚介類：魚介類、缶詰、練り製品

出典：藤井正美、神戸大学医学部紀要、37、1、1977

ニル水銀を農薬として稲のイモチ病や種子の消毒に使っていたためであるが、水俣病を契機に使用禁止になった。1970年までは、穀類から約60%摂取していたが、1975年には、15.7%に減少した。魚介類ではマグロからの摂取が約35%で、その他野菜、肉、卵などから摂取する。

近年次第に減少し、1989年には1人1日当たり総水銀平均摂取量は4.1 μg となっている。このうち、約90%がメチル水銀である。動物実験から、大人の知覚異常を指標としたメチル水銀の1日摂取許容量は0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ で、胎児への影響を考慮した指標は0.07 $\mu\text{g}/\text{kg}$ である。

表30 魚介類に含まれる総水銀とメチル水銀（単位ppm）

	検体数	総水銀検出値			検体数	メチル水銀		
		最大	最少	平均		最高	最低	平均
魚	430	1.31	ND	0.11	138	0.72	0.04	0.13
貝	84	0.08	ND	0.01	—	—	—	—
淡水魚	36	0.20	0.01	0.04	2	0.20	0.20	0.20

1999、東京都の調査

表30に1999年東京都は魚介類の水銀濃度を測定した結果を示した。

高知沖とニュージーランドのキンメダイは総水銀最高濃度1.31ppm、宮城沖メカジキは総水銀最高濃度1.25ppmであった。貝類や淡水魚の濃度は低い。

日本の女性の平均体重を50kgとすると、知覚異常を指標とした摂取許容量は15 $\mu\text{g}/50\text{kg}$ で、1989年に、年齢32才～74才（平均56.2才）、159名の女性について調査した結果、これを超える女性は0.6%であった。胎児への影響を指標とした1日摂取許容量は3.5 $\mu\text{g}/50\text{kg}$ で、これを越えた女性は49.7%であった。約半数の女性が超えていることになる。

メチル水銀は、食品から摂取するが、これが腸内細菌やその他の臓器内で無機水銀に変化する。また、この逆の反応も起こっている。母親の水銀が胎児に移行することを考えると、微量に長期間摂取した場合の健康への影響や胎児の障害などは詳しく研究する必要がある。

③ 世界の水銀汚染

水銀汚染は、1960～80年代にアセトアルデヒド工場や水酸化ナト

リウム製造工場の排水によって起こった。最近は金の採掘によって起こっている。先進国では工場からの排水が厳しく規制されているので、労賃が安いことや規制が緩やかなことから後開発国に工場を移して操業しているため、汚染は国外で起こっている。

アマゾン河上流のガリンポには金鉱山があり、砂金を集めて金と水銀のアマルガムとして金の採掘を行う。このために大量の水銀を使い、この地方に水銀中毒が発生している。アマゾン流域の魚には3ppm、金採掘現場の下流域に住む住民の毛髪中の水銀濃度は10～40ppmである。

平成5年から7年度における蜂谷らの調査では、金採掘工場従業員の頭髪から、最高113ppmの無機水銀を検出し、有機水銀は数ppmであった。一方、漁民ではメチル水銀を含み、最高値150ppmに達した。

6 環境ホルモンから身を守る

環境ホルモンが人間に強く影響する時期は、胎児期から乳児期にかけてである。この時期に人工的なホルモン類似物質が作用すると、生殖異常などの厳しいダメージを受ける。特に、妊娠初期の妊婦は環境ホルモンに対して注意が必要である。環境中に出てしまったPCB、ダイオキシン、有機塩素系農薬などは回収できない。それらをなるべく少なく摂取することを考える必要がある。以下に摂取量を少なくするための注意事項を説明する。

① 水道水：

水道水にも微量の環境ホルモンが含まれている。ホルモンは微量で人体に作用するので安心とは言えない。水道水中のトリハロメタンは発ガン性があるので、都会の水をそのまま飲むためには活性炭入りの浄水器を使うとよい。また、三分間ぐらい沸騰させればトリハロメタンは揮発するが、室内の空気を汚染するので換気の必要がある。

② 乳幼児：

ほ乳ビンにはビスフェノールAが溶け出すのでガラス製がよい。玩具には10～41%のフタル酸が含まれているので、乳児の「ハガタメ」や玩具はフタル酸が含まれているものは避ける。

③ 食品：

発泡スチロールやラップを使っている弁当や加工食品を電子レンジで加熱すると、プラスチックの可塑剤やラップの材料が溶けて食品に移る。特に、油を含む食品は、原料が溶け込みやすいから食品はガラス類や陶器類に入れて保存する必要がある。

内装をコーティングしている缶詰や缶ジュースはビスフェノールAが溶け出している。ビニールハウスで栽培した野菜類は可塑剤のフタル酸エステルに汚染されている。輸入野菜・果実などは、ポストハーベストとして使われた農薬が含まれている。などと環境ホルモンを含んでいるものが多い。

学校給食に使われていたポリカーボネイト製の食器も注意が必要である。カップメンの容器からはスチレンダイマーやトリマーが溶け出すので、安全な陶器・磁器製の容器に入れて湯を注ぐとよい。

環境ホルモンは脂肪に溶けやすいものが多く、肉類の脂肪部分はさける。魚介類は、脂肪部分と内臓を捨てる。

④ 化学物質。

家庭内で、殺虫剤を使うことを止める。殺虫剤は全て毒物であり、室内を汚染する。強力洗剤や漂白剤はできるだけ使用しない。洗剤類は、下水から河に流され、最終的には海を汚染する事になる。

身の回りにある塗料、塗料の薄め液、接着剤、マニキュア、マニキュアの除去液、衣料の染み抜き、床やタイルの洗浄液などの有機溶媒を使用することによって、出生障害、リュウマチや関節炎などの免疫組織異常、乳ガンなどが起こっているのなるべく使わない。

夏に使う蚊取り線香は、ほとんどがピレスロイド系の農薬であるので、必要最少限度の使用にとどめる。

⑤ 住宅内汚染

最近の住宅やマンションは、気密性が向上し、換気量が少なくなっている。建築機材にはビニールの壁紙、合板性のフローリング、ビニールシートなどが多く使われているため、それらの建材から発生する化学物質が多い。これらの物質が室内空气中に充満して、呼吸によって体内に取り込まれる。

最近、台所、調理用品、食器などにまで抗菌剤が使われている。抗菌剤は、ゼオライトやアパタイトなどに銀、銅、金、亜鉛などを組み入れて、金属が溶け出すことによって抗菌作用を示している。そのとき同時にプラスチックも溶け出すので、抗菌剤を使用したプラスチックは注意が必要である。

⑥ 家庭ゴミ

ゴミを減らす。家庭からでたゴミは焼却されるので、焼却灰中にはダイオキシンが残っている可能性が高い。これらは最終処分場に埋め立てられる。その排水中からは、多種類の環境ホルモンが流れ出る。

⑦ 自動車

自動車の車内の座席やフロアマットは塩ビ製品が使われ、可塑剤のフタル酸エステルや有機溶媒のクロロベンゼンが使われていて、真夏にはこれらの気体が室内に充満するので換気に注意する。特に妊娠中の女性や乳幼児は注意が必要である。自動車の排ガスには、発ガン物質のベンツピレンが含まれている。

体内から環境ホルモンを排出するには、できるだけ食物繊維と黄緑色野菜類をとる。肥沃な土壌で栽培した有機栽培野菜を食べるのがよい。

参考文献

- 化学物質問題市民研究会編：化学物質の逆襲，リム出版新社，1993
- デボラ・キャドバリ，古草秀子訳：メス化する自然，集英社，1998
- 吉田昌史，井口泰泉：環境ホルモンを正しく知る本，中経出版，1998
- 浦野紘平：環境ホルモン，読売新聞社，1999
- 天笠啓祐：環境ホルモンの避け方，コモンズ，1998
- 植村振作他：農薬毒性の事典，三省堂，1988
- 浦野紘平：どうしたらいいの環境ホルモン，読売新聞社，1999
- 保田仁資：食物の栄養と毒，高文堂出版，1998
- 環境庁環境保険部環境安全課：化学物質と環境，平成11年度
- シア・コルボーン他：環境ホルモン学，読売新聞社，平成10年
- 化学編集部：環境ホルモンとダイオキシン，化学同人，1998

(やすだ ひとし／本学教授)

駒澤大学苫小牧短期大学紀要第33号 (2001年3月30日発行)

Bulletin of Komazawa University Tomakomai Junior College Vol. 33, 30 March 2001

学内ネットワークにおける パスワード管理強化について

The Password Control Strength in Campus Network

伊 藤 博 之

Hiroyuki ITO

キーワード：学内ネットワーク、運用管理、パスワード、有効期限、強制変更

要旨

1998年4月の学内ネットワーク使用開始以来、パスワード管理は十分とはいえない状態であったが、不正アクセス禁止法の施行と学生数の増加を機に2000年度に管理強化に取り組んだ。新規ユーザの初期パスワードの設定と利用開始時の指導を厳格化し、パスワードに有効期限を設けて定期的な変更を義務付けるなどのシステムの制限を強化した。また、パスワードがユーザIDと同一値のままであった182名について強制的に他の値に置き換える特別処理も行った。以上によりパスワード管理が有効に機能するようになった。

1. まえがき

駒澤大学苫小牧短期大学は、1998年4月の苫小牧駒澤大学の開学にともなって新キャンパスへ移転し、同時に大学・短大をあわせた学内ネットワークの使用を開始した。当初は不慣れなユーザが大半で、システムの運用も安定していなかったため、システム側からパスワード管理を徹底させることが難しく、パスワード入力が単なる儀式のように思われてしまう恐れすらあった。

しかし、ユーザの慣れと共に他人のユーザIDを使ったと思われる悪戯も散見されるようになった。幸い深刻な問題となる事は無かったものの、2000年2月には「不正アクセス行為の禁止等に関する法律」が施行され、学内ネットワークといえども処罰の対象¹になるので放置できない。また、大学3年生の誕生によって学生数が純増するこの機にパスワード管理を強化しなければ禍根を残すと考え、3月下旬から8月にかけて実施した。

2. 学内ネットワークの概要

WindowsNTサーバ16台を中心にWindows95、98パソコン約260台がLANに接続され、教育・研究・業務に使用されている。パソコンは、実習室、自習室、図書館、研究室、事務室等に配置されており、教職員全員の机に組み込まれている。学生は、実習室での授業以外に自習室等で随時利用することができる。ユーザ数は、2000年度新入生を含めて約900名である。

電子メールについては、グループウェアの一種であるGroupmax V3²（日立製作所）のWWW版をブラウザを通して使用しており、学内メール、インターネットメール、学内掲示板、スケジュール管理（教職員の

み) の利用が可能である。

ネットワークへのログインは、ユーザIDとパスワードによって行う。パソコン起動時にNTドメインへのログオンが求められる(図1)、さらにブラウザ起動時にGroupmaxへのログインが求められる(図2)。ユーザIDは同一に設定しているが、パスワードは連動していないためユーザは2つのパスワードを管理する必要がある。

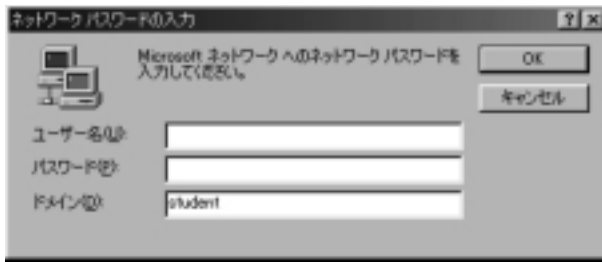


図1. NTドメインへのログオン画面



図2. Groupmaxへのログイン画面³

3. パスワード管理のポイント

システム側の安全対策として実施すべき項目をあげる。これらは、外部からの直接のアクセスが無い学内ネットワークであっても可能な限り実施すべきものであると考える。また、学生に対しては情報リテラシ教育の一環として、実際の利用を通じてパスワードの重要性を十分に理解してもらう必要がある。

A. ユーザの指導

1. パスワードの意味を理解させ、その秘匿に努めるよう指導する。
2. 他人が容易に推測できるパスワードを設定しないよう指導する。
3. パスワードを定期的に変更するよう指導する。

B. システムによる制限

1. パスワードに有効期限を設け、定期的な変更を必須とする。
2. パスワードの再入力の回数を制限する。
3. 他人が容易に推測できるパスワードの設定を自動的に拒否する。

C. 運用上の対策

1. パスワードを忘れた場合の再設定手続きにおいて、本人確認を確実に行う。
2. パスワードが他人に知られている疑いのある場合、速やかに変更させる。
3. パスワード内容のチェックを行い、不適切なパスワードは速やかに変更させる。

4. 1999年度までの状況

学内ネットワーク利用開始時点では、経験が無いユーザが大半であり、「まず使う」「まず慣れる」ことが優先された。また、初期トラブルや未

整備部分もあってシステムの運用が不安定で、パスワード管理まで手が回らないといった状況でもあった。パスワードの初期値がユーザIDと同一値に設定されており、これは登録作業の手間を省くことと不慣れなユーザによる混乱を防止して早く慣れてもらうためであったと推測されるが、大きな問題である。以下、**3.**の項目ごとに述べる。

A. ユーザの指導 1. ～3.

- ・教職員に対しては、年度当初の「学内LAN利用説明会」で説明していたが、説明者・ユーザとも基本操作の習得の方に関心の中心があつて、パスワード管理に重点を置いていなかった。
- ・学生に対しては、「情報処理Ⅰ」⁴「情報処理Ⅰ」⁵の授業開始時点で、基本操作に不慣れという理由から「とりあえず、ユーザIDと同じものを入れて」とやっていた。そのため、後の授業でパスワードの変更方法を説明しても十分浸透しなかった。
- ・電子掲示板への注意掲示、実習室、自習室、図書館等への紙による掲示、持ち帰り用プリントの配置等の対策を講じたが、十分に徹底できているとは言えなかった。

B. システムによる制限

1. パスワードの有効期限は、NTドメインの職員のみ42日間に設定、教員・学生は無期限、Groupmaxの方は区別無く無期限であった。初期値がユーザIDと同一であるため、主体的に変更していないユーザはパスワードが無いに等しい状態であった。
2. パスワードの再入力回数の制限は設けていなかった。
3. パスワードの最低文字数等の制限は設けていなかった。

C. 運用上の対策

1. パスワードの有効期限が無かったため、パスワード忘れの発生自体が少なく、口頭の依頼で済ませていた。顔見知りのユーザばかりで、本人確認の必要もなかった。なお、1999年9月からは

記録を取り始め、2000年3月からは先行して「パスワード再設定票」提出による本人確認を含めた運用を開始している。

2. 極めてまれであるが、明らかにパスワードが他人に知られていたと考えられるケースでは、一時使用停止や変更指示を行った。また、初期値から変更していない（ユーザIDと等しい）状態で他人に使われたケースでも変更指示を行った。

3. パスワード内容のチェックは行っていない。

総合的に見るとA. 及びC. は不十分な面もあるが一応実施されているのに対して、B. はほとんど未実施である。そのため全体として有効に機能していない状況であった。中でもGroupmaxについては、外部へのメール送信が可能であるため、不正使用時に問題が学外に広がる危険を秘めており、きちんとした対策が不可欠である。

5. パスワード管理強化の内容

2000年度のパスワード管理強化策として、以下の項目を実施することとした。これによって1999年度までの主な問題が解決され、パスワード管理が有効に機能するようになることが期待できる。

- (1) 新規ユーザ登録時の初期パスワードをユーザIDとは異なる値とし、NTドメインとGroupmaxでも異なる値とする。
- (2) 最初の授業でパスワードの重要性と変更方法を教える。〈A〉
- (3) パスワードに60日の有効期限を設ける。〈B-1〉
- (4) パスワードがユーザIDと等しい場合、別の値に強制的に変更する処置を臨時に行う。〈C-2〉
- (5) パスワードの再入力回数を3回までに制限する。〈B-2〉
- (6) パスワードの最低文字数を4文字とする。〈B-3〉

なお、3. の項目の内〈B-3〉は不十分であり、〈C-3〉は実施しない。

これは、主として技術的な問題によるものであり、今後の課題とする。パスワード管理強化はこれで終わりではなく、むしろ、ようやく管理ができるようになるスタート地点であると考えている。

6. パスワード管理強化の実施

実際のパスワード管理強化の実施は、2000年3月下旬から8月にかけて行った。その状況について、5. の項目ごとに述べる。

(1) (2) パスワードの初期値と最初の授業での指導

これらは新規ユーザに対する対策であり、一度でも安易な方法を示してしまうと、以後のユーザ教育が難しくなることが前年度までの例から明らかである。そこで、最初の授業からきちんと指導する方針で臨んだ。

[NTドメイン]

ユーザIDから簡単な計算で算出できる値を初期パスワード（英数字4文字）として生成し、アカウント登録時に設定した。「情報処理Ⅰ」「情報処理Ⅱ」の初回授業で担当教員が初期パスワードを伝えてログオンさせ、2回目の授業ではパスワードの変更方法を教えてその場で変更させた。混乱が発生した場合の対処のしやすさを考慮して単純に算出できるものにしたが、ほとんど混乱はなかった。次年度からは、より複雑で文字数の多いものにしたい。

[Groupmax]

NTドメインより嚴重にするため、手計算では算出困難な値を初期パスワード（英数字5文字）として生成した。しかし、Groupmaxにはユーザ登録時に初期パスワードを設定する機能が無く、自動的にユーザIDと同一値になってしまう上、パスワードの一括変更機能も無い。そのため、ユーザ登録をした直後に個別に手作業で変更しなければならず、約

250名分の作業を5/23-26の夜間に分割して行った。ユーザ登録を4月初旬でなく5月下旬に行ったのは、「情報処理Ⅰ」「情報処理Ⅱ」の授業でGroupmaxを取り扱う時期に合わせたためであるが、授業前に上級生からのクラブ入会の勧誘メールやチェーンメール等の悪戯メールなどが多数入って教育の障害になるのを防ぐためでもある。

「情報処理Ⅰ」「情報処理Ⅱ」のGroupmax授業の最初に担当教員が初期パスワードを配布、すぐその場で変更させた。一度メールの送受信に入ってしまうと学生の関心がそちらに集中してしまい、パスワード変更の話に対する反応が著しく低下する。したがって、「メール使用の前提条件がパスワード管理」との第一印象を持たせるためにもGroupmax授業の最初に行うことが重要であると考えた。また、結果として、「情報処理Ⅰ」「情報処理Ⅱ」をきちんと受講していない学生はGroupmaxを利用できないという管理体制が取れるようになった。

(3) パスワードの有効期限設定

パスワードに有効期限を設定することによって、ユーザは定期的なパスワードの変更を義務付けられる。初期パスワード（1999年度まではユーザIDに等しい）のまま使い続けることができなくなり、パスワードに対するユーザの意識が高まることが期待できる。

既存ユーザについて、取りあえず一度パスワードの変更をしてもらって早く慣れてもらいたいと考え、初回のみ4月中に期限を迎えるように3月下旬に30日程度に設定したが、5月以降は60日に固定した。60日に決めた理由は、30日ではユーザの負担が大き過ぎると考えたからである。また、90日では長すぎて有効性が弱まる上に、長期休暇にかかってしまう。(図3参照)



図3. パスワードの有効期限設定

[NTドメイン]

3/31に有効期限を30日に設定したところ、その時点で多数のユーザが期限切れ状態となった。NTドメインの場合は、過去にさかのぼって期限が適用されるようであり、即座に初回の目的が達せられた。そして、予定通り5/2に60日に再設定した。

期限切れとなったユーザがログオンしようとする時パスワード変更画面が表示され、その場で変更を迫られる仕組みである。

[Groupmax]

3/24に有効期限を35日に設定したところ、その時点で全ユーザの有効期限が35日にリセットされてしまい、NTドメインとは逆に、期限切れは皆無となってしまった。しかも、Groupmaxパスワードの有効期限の起点は、有効期限設定後にユーザが最初にログインした日またはパスワードを変更した日からとなるため、4月中に一度変更してもらおうという思惑はほぼ外れた。さらに、NTドメインと同一条件で運用するため、5/2に60日に再設定を行なったので、全ユーザの有効期限が再度60日にリセットされ、7月上旬まで期限切れは発生しないことになってしまった。

期限切れとなったユーザは通常の操作ではログインできなくなるため、別URLを指定して期限切れパスワード変更画面を呼び出し⁶、パスワード変更を行う必要がある。

(4) ユーザIDと等しいパスワードの強制変更 (Groupmax)

前述したように、Groupmaxパスワードの有効期限の起点は、有効期限設定後にユーザが最初にログインした日またはパスワードを変更した

日からとなる。そのため、ユーザIDと同一値のパスワードがいつまでも残る可能性があり、不正使用の不安が消えない。つまり、5/2以降に一度でもログインすれば、その日から60日後に期限切れを迎えるが、Groupmaxをあまり使用しないユーザの場合はいつになるかわからない。しかも、パスワードを変更していない可能性が高いので危険である。

そこで、2、3年生のパスワードがユーザIDと同一値である場合、強制的に仮パスワードに置き換える処置を講じた。この作業も個別の手作業が必要であり、作業時間の確保とユーザ対応の混乱を避けるため、夏期休暇で学生サービス停止中の8/8-10に実施した。強制変更の対象となったユーザは182名(30.1%)もの多数にのぼった。また、予想通り5/2以降に一度もログインしていないユーザの50%以上がユーザIDと同一値であった。内訳を表1. に示す。

表1. パスワード強制変更の対象となったユーザ数⁷

有効期間	利用状況	3年	2年	計	率
60日	5/2以降未利用	40	23	63	50.4%
1～59日	有効期限内	17	8	25	23.8%
0日	有効期限切れ	59	35	94	34.4%
合計		116	66	182	30.1%

(5) (6) パスワードの再入力回数と最低文字数の設定

どちらもトライ&エラーによるパスワード破りを防止するための対策であるが、あくまで補助的なものであり、これらによって完全に防止できるという性質のものではない。

NTドメインにおいて、パスワードの入力を4回誤ると一定時間アカウントをロックアウトする設定を行った。Groupmaxにはこの機能が無い⁸ため設定できない。

NTドメインにおいて、パスワードの最低文字数を4文字に設定した。

Groupmaxにはこの機能がないため設定できない⁹が、ユーザに対してはどちらも最低4文字以上として指導している。

7. あとがき

今回の管理強化は、ユーザIDと同一値のパスワードを一掃してパスワード本来の機能を果たせるようにするレベルから始めた。ソフトウェア環境の制約のため、3. にあげた項目のすべてを実現できなかったが、大筋では目的を達することができた。今後は、パスワードの内容面のチェック機能を実現していくことが課題である。また、個別手作業のために多くの労力を要した初期値設定作業の一括処理化も図りたい。

参考文献

- 1) 伊藤博之：パスワード管理強化と運用を通じてのユーザ教育，平成12年度情報処理教育研究会講演論文集，p. 139-142 (2000.12).
- 2) 情報システム安全対策指針，国家公安委員会告示第19号，
http://www.npa.go.jp/hightech/antai_sisin/kokuji.htm (1999.11.22)
- 3) コンピュータ不正アクセス対策基準，通商産業省告示第534号，
<http://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/downloadfiles/esecu06j.pdf> (1997.9.24)

- 1 2000年8月には、大学ネットワークに対する不正アクセス事件で埼玉県警が学生を逮捕したことが報道された。
- 2 2000年12月19日にV5へのバージョンアップを実施しており、本稿執筆時点ではV5になっているが、本格的な運用は2001年1月以降である。なお、V5ではユーザインタフェースが大きく改善されているが、パスワード管理に関する部分は一部を除いてほとんど変更になっていない。
- 3 V5では画面の背景などのデザインが一部変更になっている。
- 4 短期大学1年次春 semester 配当の必修科目、学内ネットワークの使用法を初めとして情報リテラシーを学ぶ。
- 5 大学1、2年次配当の選択必修科目であるが、大半の学生が1年次春に受講する事実上の必修科目、学内ネットワークの使用法を初めとして情報リテラシーを学ぶ。
- 6 V5では期限切れパスワードでログインしようとした際、パスワード変更画面が自動的に表示されるように改善されている。
- 7 2年生は短期大学・大学を合わせた数字である。
- 8 V5では設定が可能になり、NTドメインと同じ4回に設定した。しかし、ロックアウトが不十分なため、NTドメインに比べて弱い。
- 9 V5へのバージョンアップ後に設定可能なことが判明し、最低4文字に設定した。

(いとう ひろゆき／本学講師)

駒澤大学苫小牧短期大学紀要第33号 (2001年3月30日発行)

Bulletin of Komazawa University Tomakomai Junior College Vol. 33, 30 March 2001

保育園給食中のステロール含量 及び組成について

On the Composition of Sterol Lipids in Typical School-meals
Provided in a Day-care Center

藤 島 利 夫
Toshio FUJISHIMA

キーワード： コレステロール、 β -シトステロール、保育園給食

要旨

魚を主菜とした保育園給食のコレステロール含量及びステロール類の組成を分析した。

コレステロール含量は、全脂質当り0.13～1.16%であった。また給食1食当り24～114mg含まれていた。

動物ステロールであるコレステロールのほか、植物ステロールである β -シトステロール、カンペステロール、スチグマステロールなどが検出された。コレステロールが主要な献立(62.9～92.3Wt%)と、植物ステロールが主要なもの(56.4Wt%)とがあった。

緒言

日本人の食生活状況をみると、炭水化物の摂取量が減少傾向にあるなかで、エネルギーレベルが高い脂質摂取によって維持されている。また、食事脂質と関連の深い動脈硬化性疾患の罹患年齢は若年化の傾向にあるといわれている。また健康維持と生活習慣病予防の観点から魚類脂質の重要性が指摘され、血栓防止などの効果が明らかにされている⁽¹⁾。

幼児の食事の実態を調べる手がかりとして、前回^(2, 3)において魚を主菜とした保育園給食中の脂質含量および多価不飽和脂肪酸含量およびn-6/n-3比について報告したが、今回は、コレステロール含量およびステロール類の組成を調べたので報告する。

方法

1. 試料および全脂質

前回⁽³⁾に調製した全脂質を実験試料とした。即ち、苫小牧市内の保育園児1人分・5日間の主菜に魚類を用いた給食を選んで実験材料とした。献立内容は表1に示した。

全脂質の抽出は、1人分の給食をフードカッターおよびホモブレンダーで摩砕したものを約30g計り取り、メタノール40mlを加えて脱水し、次にクロロホルム-メタノール混液(2:1, v/v) 50mlで4回抽出した。全ての抽出溶媒を濃縮後、Folchらの方法⁽⁴⁾によって水洗し全脂質を抽出した。全脂質は全容を100mlとし分析まで冷凍保存した。

表1 保育園給食1食分の献立内容

給食	献立名	g数	主な食材
No. 1	ごはん	130g	精白米
	吉野汁	150g	木綿豆腐 みつば 生生姜
	鯖の味噌煮	42g	サバ 生生姜
	ソテー	32g	ピーマン ウインナー
No. 2	ごはん	130g	精白米
	吉野汁	142g	木綿豆腐 みつば 生生姜
	サンマの味噌煮	42g	サバ 生生姜
	ソテー	24g	ピーマン ウインナー
No. 3	ごはん	130g	精白米
	味噌汁	142g	卵 汐ワカメ
	鰯の煮付け	50g	カレイ
	ジャーマンポテトサラダ	66g	ジャガイモ ベーコン 玉葱 パセリ
	ミニトマト	28g	ミニトマト
No. 4	ごはん	130g	精白米
	味噌汁	140g	玉葱 汐ワカメ
	ピカタ	38g	タラ 卵 粉チーズ パセリ
	煮南瓜	43g	カボチャ
	バナナ	42g	バナナ
No. 5	ごはん	130g	精白米
	味噌汁	166g	ジャガイモ 汐ワカメ
	蒲焼き	20g	サンマ
	二色和え	36g	ニンジン もやし かつお節
	バナナ	44g	バナナ

2. 全脂質の定容およびケン化

全脂質の一部を20mlのメスフラスコにクロロホルム-メタノール混液(2:1, \forall)を用いて定容にした。全脂質1ml(20ml中)をテフロンキャップ付き試験管にとり、エバポレーターで濃縮乾固の後、エタノール性1N-KOHを2ml加え、封管した後、90℃で加熱した。2時間後、2mlの水を加え、ジエチルエーテル2mlで5回抽出してステロール画分を調製した⁽⁵⁾。

2. 構成ステロールの分析

ジエチルエーテルで抽出したステロール画分を調製用薄層クロマトグラフィーで展開し、ステロール画分をかき取って精製した後、ヘキサンに溶解してガスクロマトグラフィー (GC) 分析に供した場合と、ジエチルエーテル抽出物を濃縮乾固の後、ヘキサンに溶解し GC 分析に供した場合とではピークの分離同定には支障がなかったので、後者を採用した。

即ち、ジエチルエーテル抽出物のステロール画分を濃縮乾固の後、ヘキサンに溶解し、GC 分析に供した。ガスクロマトグラム上のピークの同定はコレステロール標準品、アズキのステロールとの比較および相対保持時間によって行った^(6, 7)。

GC 分析条件は、GC 装置：日立製 163 型、カラム：ガラスカラム 150cm × 0.3cm、充填剤は酸処理後、シラン処理した Chromosorb W (80 ~ 100mesh) の担体に 1.5% OV-17 の液相を含浸させたものを使用した。カラム温度：270℃、インジェクター温度：310℃。水素炎イオン化検出器で検出。キャリアガスは窒素ガス (流量 40ml/分) を用いた。

3. コレステロールの定量

コレステロールの定量はジエチルエーテル抽出物を 100 μ l の 2-プロパノールに溶解し、市販の臨床診断用キット E-テストワコー (和光純薬製) を用いて定量した。即ち、ジエチルエーテル抽出物を 100 μ l の 2-プロパノールに溶解して試料とした。試料に発色剤を作用させて、試料中のコレステロールエステル類はコレステロールエステラーゼの作用により遊離のコレステロールと脂肪酸に分解する。生成したコレステロールは、既存の遊離型コレステロールと共にコレステロールオキシダーゼの作用を受けて酸化され、同時に過酸化水素を発生する。生成した過酸化水素は、ペルオキシダーゼ (POD) の作用により 3, 5-ジメトキシ-N-エチル-N-アニリンナトリウム (DAOS) と 4-アミノアンチピリンと

を定量的に酸化縮合させ青色の色素を生成させる。この青色の吸光度を測定（600nm）して試料中の総コレステロール濃度を求めた。

結果と考察

1. 給食中のコレステロール含量

給食No. 1から5までの全脂質を600、800、450、550mgをそれぞれケン化後、コレステロール定量キットで測定した結果を、表2に示す。全脂質に占めるコレステロールの割合は、0.13%から1.16%までバラツキがあった。これを1食当りのコレステロール量に換算すると、18.20mgから45.92mgであった。

魚類及び動物の脂質摂取時の問題として、コレステロールの摂取があげられる。コレステロールは生体に必要なものであり、適量の摂取は問題ないが、過剰摂取は動脈硬化を促進させる可能性が高くなることが問題となる。しかし本試験に用いた給食中のコレステロール含量は低く、過剰摂取が問題となる量ではなかった。また、前報で報告したように⁽³⁾、魚類に特徴的なイコサペンタエン酸やドコサヘキサエン酸が相当量含まれており、n-6/n-3比においても1～3.6のものがほとんどで、第6次改定日本人の栄養所要量の推奨値（n-6/n-3比＝4以下）と比較しても、本実験の本献立ではコレステロール過剰摂取の問題は発生しないと考えられる。

表2 保育園給食中のコレステロール含量

給食No.	総脂質中の コレステロール量 (mg)	総脂質量 (mg)	総脂質に 占める割合 (%)
1	1.11	600	0.19
2	1.06	800	0.13
3	3.70	450	0.82
4	1.64	140	1.16
5	1.24	550	0.23

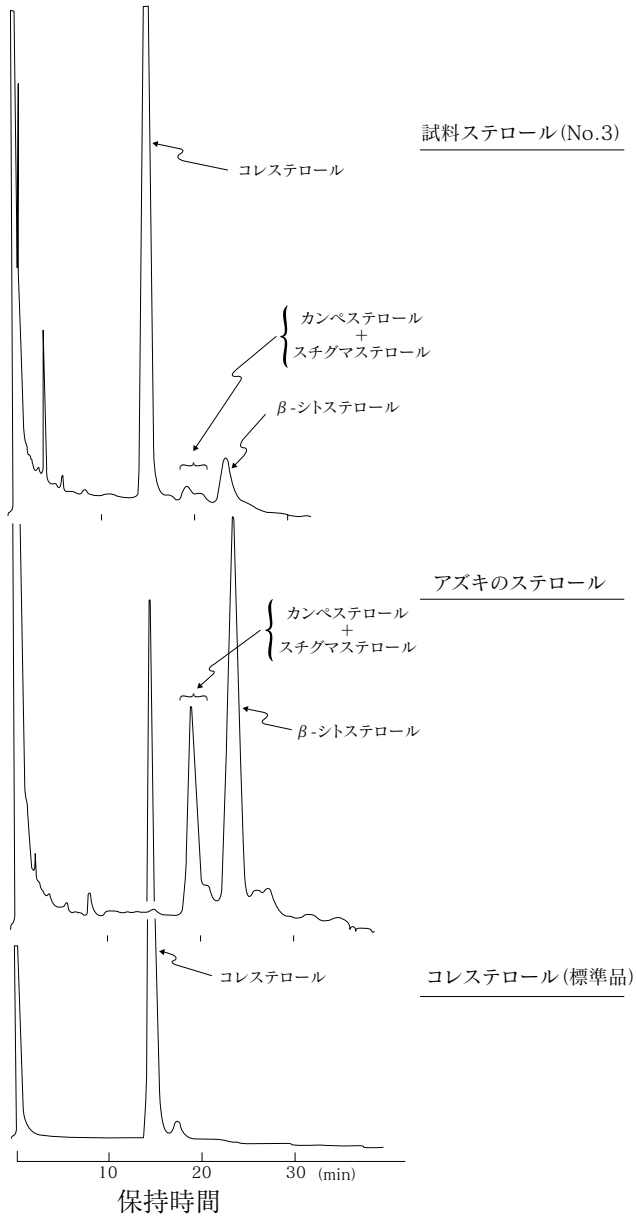


図1 ステロールのガスクロマトグラフィー分析

2. 給食中の構成ステロール

図1に給食No. 3のステロール画分をガスクロマトグラムを示す。同様にコレステロール標準品およびアズキのステロール類のクロマトグラムを示した。試料注入後14分にコレステロール、19分にカンペステロール、21分にスチグマステロール、23分に β -シトステロールが分離検出された。カンペステロールとスチグマステロールは完全に分離されなかった。動物ステロールの代表であるコレステロールと植物ステロールの代表であるカンペステロール、スチグマステロールおよびシトステロールが各給食において検出された。

表3 保育園給食中の構成ステロール

給食No.	構成ステロール (Wt%)		
	コレステロール	カンペステロール + スチグマステロール	β -シトステロール
1	62.9	6.6	30.5
2	86.1	4.0	9.9
3	92.3	2.6	5.1
4	77.8	3.2	19.0
5	43.6	14.6	41.8

給食No. 1からNo. 5までの分析結果を表3に示した。No. 2、No. 3およびNo. 4はコレステロールが主要なもので、No. 1とNo. 5はコレステロールの他に β -シトステロール含量が多く、特にNo. 5においては β -シトステロール含量が特に多かった。

No. 1とNo. 2では β -シトステロール含量に大きな差が見られたが、サンマとサバ（魚の種類）の違いを除くと、他には食材の量的な違いがあるだけで理由は不明である。No. 3とNo. 4では食材に用いた鶏卵を反映してコレステロールが主要なステロールになったと思われる。No. 5では食材の調合サラダ油6g、ジャガイモ、緑豆モヤシなどを反映して

β -シトステロール、カンペステロールおよびスチグマステロールが多くなったものと思われる。

給食No. 1からNo. 4までは、動物性ステロールであるコレステロールが主要な成分(62.9~92.3Wt%)であったが、給食No. 5では、 β -シトステロール、カンペステロールおよびスチグマステロールなどの植物ステロール含量(56.4Wt%)が主要なステロールであった。

まとめ

魚を主菜とした保育園給食のコレステロール含量およびステロール組成を分析した。

コレステロール含量は、全脂質当たり0.13~1.16%であり、給食1食当たりでは24~114mg含まれていた。

動物ステロールであるコレステロールのほか、植物ステロールの主なものとして β -シトステロール、カンペステロールおよびスチグマステロールなどが検出された。コレステロールが主要な成分(62.9~92.3Wt%)と、植物ステロールが主要なもの(56.4Wt%)があった。

参考文献

- 1) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：国民栄養の現状，昭和60年調査成績，p. 97 (1987) 第一出版
- 2) 井下由美子，藤島利夫，樋口摂子，吉田玲子：駒澤大学苫小牧短期大学紀要，31号，p.21 (1999)
- 3) 藤島利夫，樋口摂子，吉田玲子：駒澤大学苫小牧短期大学紀要，32号，p.53 (2000)
- 4) J. Folch, I. Ascoli, M. Lees, J. A. Meathand, F. N. LeBaron: J. Biol. Chem., 191, 833 (1961)
- 5) 藤野安彦：脂質分析法入門(生物化学実験法) p.156 (1978)，学会出版センター
- 6) 舟阪渡，池川信夫：最新ガスクロマトグラフィー，p.75 (昭和54)，廣川書店
- 7) 日本油化学会編：基準油脂分析試験法 (I)，p.2-4-9-1 (1996)

(ふじしま としお/本学教授)

駒澤大学苫小牧短期大学紀要 第33号

平成13(2001)年3月25日印刷

平成13(2001)年3月30日発行

編集発行

駒澤大学苫小牧短期大学

〒059-1292 苫小牧市錦岡521番地293

電話0144-61-3111

印刷

株式会社アイワード

紀要交換業務は図書館情報センターで行っています

—お問い合わせは直通電話0144-61-3311—