

4章 環境ホルモンと生活環境

石橋 康弘、石橋 弘志、橋 勝康

1節 環境ホルモンとは

環境中に放出され、あるいは存在している化学物質が生体内に取り込まれ、ホルモン疑似作用やホルモン攪乱を引き起こす作用を持ち、その結果、生殖機能、中枢神経機能の異常を引き起こすのではないかと危惧されている。これらは、これまで日常的に使用され安全と考えられてきたプラスチックの原料、洗剤、農薬等の化学物質であり、内分泌攪乱化学物質と呼ばれているが、一般的には環境ホルモンと呼ばれている。

この問題は、シーア・コルボーンらにより執筆され、アメリカ合衆国で大きな話題となった「Our Stolen Future」¹⁾が1997年「奪われし未来」²⁾として日本語に翻訳されたこと、環境ホルモンが原因と考えられる野生生物の異常に関する多数の報告が出されていること、ヒトにおける乳がんの増加をはじめとする健康障害の事象を環境ホルモンとの関連性から理解しようとする考え方があることなどからわが国においても社会的な関心を高めている。

環境ホルモンの定義は、いまもなお統一されたものではなく、現在でも議論され変更されている。最近、WHO/IPCS（世界保健機構／国際化学物質安全性計画）がまとめた定義によると、「内分泌系の機能に変化を与え、それによって個体やその子孫あるいは集団に有害な影響を引き起こす外因性の化学物質又は混合物」となっており、次世代への健康影響に重点を置いたものになっている。また、環境ホルモンの数も情報源によって異なっており、環境庁は環境ホルモンではないかと疑われる67の化学物質（群）をとりあげており、そのリスト³⁾によると、表1に示したダイオキシン類を始め農薬や界面活性剤、プラスチック製品等多くの工業製品中に含まれる約70種がリストアップされている。

表1 内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質

環境庁「SPEED'98」より抜粋

物質名	用途	規制等
1 ダイオキシン類	(非意図的成生物)	大防法、廃掃法、POP s
2 ポリ塩化ビフェニール類 (PCB)	熱媒体、ノーカーボン紙、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
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、POP s
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 POP s
15 オキシクロルデン	クロルチンの代謝物	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-ジブromo-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年失効、販売禁止、食品衛生法、POP s
19 DDE and DDD	殺虫剤	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

4章 環境ホルモンと生活環境

物質名	用途	規制等
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、POP s
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
24 エンドスルファン (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、POP s
26 ヘプタクロルエポキシイド	ヘプタクロルの代謝物	
27 マウチオン	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、POP s
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、POP s
33 トリブチルスズ	船底塗料、漁船の防腐剤	90年化審法、家庭用品法
34 トリフェニルスズ	船底塗料、漁船の防腐剤	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) ノニエルフエノール 4-オクチルフェノール	界面活性剤の原料／分解 生成物	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	水質関係要覧
39 フタル酸ブチルベンジル	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 フタル酸ジェチル	プラスチックの可塑剤	海防法
43 ベンゾ(a)ピレン	(非意図的成生物)	
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	医薬品合成原料、保香剤	
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	(有機塩素化合物の副成 物)	

物質名	用途	規制等
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	殺菌剤	登録、食品衛生法
56 シペルメトリン	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 ピンクロノリン	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 フタル酸ジペンチル		わが国では未登録
64 フタル酸ジヘキシル		わが国では未登録
65 フタル酸ジプロピル		わが国では未登録
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	

- 1) 上記中の化学物質のほか、カドミウム、鉛、水銀も内分泌攪乱作用が疑われている。
規制等の欄に記載した法律は、それらの法律上の規制等の対象であることを示す。
化審法は「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。
- 2) 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。
- 3) 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。

2節 環境ホルモンの野生生物生態影響の実態

内分泌攪乱化学物質による野生動物への影響の代表的な例については、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書」⁴⁾によると、表2に示すような生物名、場所、影響、推定される原因物質の順にまとめることができる。

なお、ここには原因物質が断定できない事実についても示してある。

表2 環境ホルモンの野生生物への影響

生物名	場所	影響	推定される原因物質	報告者及び報告年
●貝類				
イボニシ	日本の海岸	雄性化 個体数の減少	有機スズ化合物	Horiguchi T et al (1994)
ヨーロッパ チヂミボラ	イギリスの海岸	雄性化 個体数減少	有機スズ化合物	Bryan GW et al (1998)
アキガイ科 巻貝	北西大西洋沿岸	雄性化 個体数減少	有機スズ化合物	Bright DA and Ells DV (1990)
●魚類				
ニジマス	英国の河川	雌性化 個体数減少	ノニルフェノール (断定されず)	Sumpter LP et al (1985)
ローチ (鯉の一種)	英国の河川	雌雄同体化	ノニフェノール (断定されず)	Purdum CE et al (1994)
サケ	米国の五大湖	甲状腺過形成、 個体数減少	不明	Leatherland J (1992)
カダヤシ	米国のフロリダ の河川	雄の雄化	パルプ工場廃水 (断定されず)	Hawell WH et al (1980)
ホワイトサッカ ー(鯉の一種)	米国スペリオール湖	成熟遅延	漂白クラフト紙工場 排水(断定されず)	McMaster ME et al (1991)
●両生類、爬虫類				
ワニ	米国フロリダ湖	雄のペニス矮小 化、卵の孵化率 低下、個体数 減少	DDT 等有機塩素系 農薬	Guillette LJ et al (1994)
カエル、 サンショウウオ	北米	個体数減少、後 足異常(カエル)	(断定されず)	Blaustein AR and Wake DB (1995)
●鳥類				
カモメ	米国の五大湖	雌性化、 甲状腺腫瘍	DDT、PCB (断定されず)	Fry DM et al(1987) Moccia RD et al (1986)
メリケン アジサシ	米国ミンガン湖	卵の孵化率の 低下	DDT、PCB (断定されず)	Kubiak TJ et al (1989)
●哺乳類				
アザラシ	オランダ	個体数減少、 免疫機能の低下	PCB	Reijnders PJH (1986)
シロイルカ	カナダ、米国、 地中海	個体数減少、 免疫機能の低下	PCB	De Guise S et al (1995)
ピューマ	米国	精巣停留、 精子数減少	不明	Facemire C・F et al (1995)
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)	Bennetts H(1946)
クマ	カナダ	雄の雄化	不明	Cattet M(1988)・・

3節 環境ホルモンの生態に及ぼす影響

ホルモンは、体の状態を一定に保つ（恒常性の維持）働きをもっている。例えば血糖値が上がるとすい臓からインシュリンが分泌されるため血糖値が下がる。さらに、男性ホルモン、女性ホルモンは胎児期の生殖器の形成などに深く関わり、成長ホルモンは子供の発育と成長に関わっている。甲状腺ホルモンは行動と精神活動に必要である。ホルモンは必要な時々や状況に応じて精巣、卵巣などの内分泌器官から分泌される。ホルモンの量が上昇しすぎると生産が抑制されるなどして量を調節する機構（フィードバック機構）があり、ホルモンの働きはコントロールされている。ホルモンの量の過不足が起これば、糖尿病、子宮内膜症、乳ガン、男性器・女性器の発育異常などの病的な症状が引き起こされる。

これに対して、環境ホルモンは体の外から体内に入ってきて本来のホルモンと同じように働いたり、あるいは本来のホルモンの働きを妨げたりすると考えられている。例えば、工業用化学物質PCB、農薬DDT、工業用洗剤の成分が分解したノニルフェノール、プラスチックのポリカーボネートの原料ビスフェノールA、塩化ビニル製品の柔軟化剤フタル酸エステルなどは女性ホルモン様の働きをし、農薬DDTの代謝物質DDE、農薬ビンクロゾリンなどは男性ホルモンを妨げる働きをすることが知られている。なお、ダイオキシンはこれとは別の機構で間接的に女性ホルモンの働きに影響を与えると考えられている。

環境ホルモンによって本来のホルモンの調節がうまくいかなくなるとさまざまな影響がでる可能性がある。大人であれば環境ホルモンによるホルモン変化の影響は一時的なものと考えられるが、乳幼児期や特に胎児期はホルモン変化に非常に敏感で影響を受けると元に戻らない可能性が指摘されている。それは、精子数減少、乳ガン、免疫低下、知能へ影響などの形で成長してから現れるのではないかと推察され次世代への影響という視点から捉えられている。さらに、ホルモンはごく微量で働くので環境ホルモンもわずかな量で影響を与えるのではないかと考えられている。それは従来の毒性試験に基づく化学物質の安全基準でいえば比較にならないほどの極めて低用量である。

4節 身のまわりにおける環境化学物質濃度

1) 公共用水域及び地下水中的の水質調査

内分泌攪乱作用の疑いのある物質67項目のうち、農薬を除く22項目について、水環境中の存在状況の概況を把握するための調査⁵⁾が行われている。本調査は、公共用水域及び地下水中的の水質分析について、河川で100地点、海域で17地点、湖沼で5地点及び地下水で8地点の合計130地点について行われたものである。分析項目は、前述した22項目にスチレンモノマー及び17bエストラジオールを含む24項目である。

調査結果の中間報告によると、4-tブチルフェノール類、ノニルフェノール、4-tオクチルフェノール、ビスフェノールA、2, 4-ジクロロフェノール、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、スチレンモノマー及び17b-エストラジオールは、130地点の内10%以上の地点で検出されている。高頻度で検出された化学物質はノニルフェノールであり、採水地点の76%（最高検出濃度7.1 $\mu\text{g/L}$ ）から検出されており、次いでビスフェノールAが68%（最高検出濃度0.96 $\mu\text{g/L}$ ）、4-tオクチルフェノールが62%（最高検出濃度1.4 $\mu\text{g/L}$ ）、17b-エストラジオールが61%（最高検出濃度0.035 $\mu\text{g/L}$ ）、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルが55%（最高検出濃度9.9 $\mu\text{g/L}$ ）であったと報告されている。

本調査は、調査地点、調査回数、調査時期などが限定されたものであるため、結果が調査対象物質の存在状況を必ずしも代表している訳ではない。しかし、水道原水を含めこれらの化学物質が広く環境中に存在している事実が改めて明らかになったということで、今後の調査結果をふまえた上で、早急な対策が必要となるであろう。

2) 魚類中のビテロジェニン濃度の測定

環境ホルモンは、主に女性ホルモン（エストロジェン）の受容体に結合することにより、女性ホルモン様作用を示すことがわかっている。ビテロジェンは、卵黄に含まれるリントパク質の前駆体であり、リン酸のほかに、糖、脂肪、カルシウムを含むタンパク質である。雌動物の肝臓では、エストロジェンによってビテロジェン遺伝子の転写が促進され、その合成が増加する⁶⁾。ビテ

4章 環境ホルモンと生活環境

ロジェニン、正常の雄動物ではほとんど合成されないため検出されないが、大量のエストロゲン暴露により誘導されることが知られている。このビテロジェニンを内分泌攪乱作用の生物学的指標として用い、特に、魚類を中心とした野生生物の影響の有無を評価する手法が注目されている^{7, 8)}。

我々の研究グループは、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 及び ELISA 法を用いて、各種魚類の血漿中ビテロジェニンを計測することによるスクリーニングを行った⁹⁻¹⁰⁾。その結果、養殖マダイ、天然マダイ及び天然コイ中の雄血漿中からビテロジェニンが検出され、養殖雄ビテロジェニンの濃度は、 $0.02 \sim 0.16 \text{ mg/mL}$ であったことから、女性ホルモン様作用を示す物質への暴露が懸念される。

3) 食器及び飲料缶からの溶出量の調査

学校給食で使用されているポリカーボネート食器や飲料用缶からのビスフェノールAの溶出が憂慮されている。多くの飲料用缶からは、 $10 \sim 100 \text{ ppb}$ のビスフェノールAが検出されている^{11, 12)}。ポリカーボネート食器からは、使用時の温度が高いほど溶出量が多く、新品よりも中古品からの溶出量が多いことがわかっている。また、溶出した濃度で比較すると、電子レンジ加熱はほぼ 95°C 処理に相当し、傷により表面積が増加することや新しい面が露出することによりビスフェノールAの溶出量が増えることなどから、電子レンジや熱湯を使用する容器の使用について注意が必要である事実が明らかになりつつある。繰り返し溶出試験を行った結果、容器からの溶出量は漸次減少したという報告がある。また、各国のほ乳瓶類の溶出試験を行った結果、どの容器でも 10 ppb 前後のビスフェノールAが検出されており、その一方で、乳首の材質も問題となるであろうと考えられる。

5節 ヒトで憂慮されている事項

現在、ヒトへの環境ホルモンの健康影響については、環境ホルモン曝露量の評価が不十分で内分泌攪乱化学物質曝露と健康影響との因果関係が証明された研究報告はほとんどない。しかし、環境ホルモン曝露との因果関係が疑われている例には、

- 1) 精液の質の低下、精子奇形率の上昇
- 2) 精巣ガン、前立腺ガンの増加
- 3) 子宮内膜症、不妊症
- 4) 子宮ガン、卵巣ガン、乳ガン
- 5) 外部生殖器の発育不全、停留睪丸
- 6) アレルギー、自己免疫疾
- 7) IQ低下、性同一性障害
- 8) パーキンソン病

などがあるが、生殖内分泌系への影響のみならず免疫系・神経系などの疾病まで含まれている。

日本では1997年より国際共同研究の一環として、妊娠のパートナーを用いた調査が川崎・横浜地域で行われており、全国数カ所でも検討を開始する予定となっている。また、環境庁は健常男性（18・36歳）の精子数の実態調査に着手し、地域差もふくめて今後3カ年で総合的に検討することになっている。帝京大・医学部の押尾らは、20歳代の平均精子濃度（ $45.8 \times 10^6/ml$ ）と平均運動率（27.2%）は40歳代のそれ（平均精子濃度： $78.0 \times 10^6/ml$ 、平均運動率：28.0%）を比較し若年層の精子濃度が低下していることを指摘している。一方、聖マリアンナ医大の岩本は、平均精液量（20代：3.3ml、30代：3.2ml、40代：3.7ml、平均3.2ml）、平均精子濃度（20代： $114.2 \times 10^6/ml$ 、30代： $106.7 \times 10^6/ml$ 、40代： $83.7 \times 10^6/ml$ 、平均： $107.9 \times 10^6/ml$ 、最低 $0.5 \times 10^6/ml$ から最高 $818.0 \times 10^6/ml$ まで分布）精子運動率（20代：58.8%、30代：56.7%、40代：56.2%、平均56.8%）を報告し、札幌医科大泌尿器科のグループも1975・1980年に札幌市で検討された結果と1998年9・10月に行った健常男性（18・36歳）の精子数の実態調査結果を比較したところ精子濃度に大きな変化はなかったと報告した。

年 齢	精 液 量	精子濃度（平均値） （ $\times 10^6/ml$ ）	精子濃度（中央値） （ $\times 10^6/ml$ ）
A 24.2+4.1	2.8+1.2	70.9+47.3	62
B 24.2+5.4	2.9+1.3	79.6+49.3	75

4章 環境ホルモンと生活環境

また、環境庁の研究班によってヒト胎児のへその緒（臍帯）血中の環境化学物質濃度の調査が行われている。それによるとダイオキシン類やPCB類、DDT類、BHC・クロルデン類、及び重金属（鉛、カドミウム、水銀）がさい帯及びさい帯血より検出された。

6節 内分泌攪乱作用を考える上での留意点

ヒトに対する内分泌攪乱化学物質の影響については仮説の段階であるが、性ホルモンの作用機構は魚からヒトまで類似しており、これら生殖異常や発育障害は実験動物を用いて再現が可能であるので、野生生物や実験動物でおきることはヒトでも十分起こりうると考えられる。野生生物への影響が出ている事実は、少なからずヒトでも同レベルの化学物質を吸い込んだり、触れたり、食したりしていることを暗示しているわけであり、ヒトはほかの生物よりも生体防御系がより高度に発達しているために、影響が顕著に出てこないとも考えられる。しかし、胎児期（胎盤や脳血液関門のバリア）や乳幼児期においては、成人には完備されている生体防御系が十分発達していなかったり、かえって感受性が高いことが心配される。環境ホルモンは、本当にごく・極微量で体内の脂肪に長く蓄積した場合、その後何年も作用し続ける化学物質群と性の分化・成熟が行われる一時期に作用してはっきり症状が現われるまで長期間かかる物質群とに分けられる。一般には、ホルモン作用は一次的なもので、体内の正常なホルモンは必要なときに必要なだけ働くものであるが、胎仔期に作用するものは一過性のもでなく、一生を通じて遺伝子機能をプログラムしてしまうものもある。そのため、胎児や幼い子供たちへの環境ホルモン作用として、大人になってからの健康への影響、特に生殖異常が心配されている。

7節 環境ホルモンに対する日々の心がけ

—予防原則の考え方から—

- 1) 環境ホルモンは脂肪蓄積性の化合物が多いため、余分な動物性脂肪食品の摂取を控える。

- 2) 食品を直接プラスチック容器や塩ビ系及び添加剤を含有するラップで包んで加熱（電子レンジ）することは控え、陶器製や耐熱ガラス製の容器や無添加ラップを使用する。
- 3) 日常生活において安易に使い捨て商品を購入せず、ゴミ排出の減量化を念頭に置き、分別収集への努力なども心がける。
- 4) 全てのプラスチック製品が有害成分を含んでいるわけではなく、すべての材質が内分泌攪乱作用が調査されているわけではないので、安易に代替品を使うのではなく、一定の使用基準のもとにそれぞれ有効に使い分ける。
- 5) ゴミの減量化やリサイクルの観点から、プラスチックの材質についての理解を深めるとともに、胎児や乳幼児・成長期の子どもへの影響を重要視して予防原則の考え方から、プラスチック容器と食品の相性に注意する。
- 6) こまめな手洗いの励行、無用な殺虫剤の使用の禁止。
- 7) 子供への自然素材の玩具の供与。

現在、環境ホルモンに関する情報及び技術の交換のために、企業、行政及び大学等研究機関、いわゆる産・学・官が協力して環境ホルモン問題を解決するためのネットワークを構築している。環境ホルモンに対する対策は、開始段階であり、今後、食生活を含めた、現在、われわれが慣れ親しんでいる「便利で豊かな生活」を支えてきた人造の化学物質とのつきあい方やライフスタイルを見直す時期にきている。

参考文献

- 1) Theo Colborn, Dianne Dumanoski, John Peterson Myers, "Our Stolen Future", USA, 1995.
- 2) シーア・コルボーン、ダイアン・ダマノスキ、ジョン・ピーターソン・マイヤーズ、長尾力訳、「奪われし未来」、翔泳社、東京、1997
- 3) 環境庁、「外因性内分泌攪乱化学物質問題への環境庁の対応方針について—環境ホルモン戦略計画SPEED、98—」、1998年5月
- 4) 環境庁リスク対策検討会監修、「環境ホルモン 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書」、環境新聞社、東京、1997

4章 環境ホルモンと生活環境

- 5) 田中宏明、“水環境における内分泌攪乱化学物質の実態調査”、水環境学会誌、22(8)、629—632 (1999)
- 6) Matubara T. et. al, *Comp. Biochem. Physical*, 109, 545 (1994).
- 7) Folmar L. C. et al., *Environ. Health Perspect*, 204, 1096 (1996).
- 8) Yamanaka S. et al., *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 62, 1196 (1998).
- 9) 石橋康弘、et al.、「HPLCを用いたビテロゲニン分析の内分泌攪乱化学物質調査への応用」、第33回日本水環境学会年会講演集、p. 389 (1999)
- 10) 石橋弘志、et al.、「モノクロナール抗体を用いた各種魚類血漿中ビテロゲニンの分析」、第33回日本水環境学会年会講演集、p. 390 (1999)
- 11) Takao Y. et al., *Fast Screening Method for Bisphenol A in Environmental Water and in Food by Solid—Phase Microextraction (SPME)*, *Jpn. J. Health Science*, 45(1), p. 39 (1999).
- 12) 高尾雄二、et al.、“食品缶内面塗料からのビスフェノールAの溶出”、第8回環境化学討論会講演要旨集、328—329 (1999)