



International Symposium on Environmental Endocrine Disrupters 2000

Saturday, December 16 - Monday, December 18, 2000

セッション 1
2000年12月17日(日)

Session 1
Sunday, December 17, 2000

野生生物への影響

Effects on Wildlife

内分泌攪乱汚染物質：野生生物から学ぶ

ルイス J. ジレット Jr., E.F. オーランド, M.M. ミルン, M.P. ガンダソン, T.M. エドワーズ,
D.A. クレイン, G. ビンクジック, D.S. ベアミューゼイス, T.A. プライアン
フロリダ大学

さまざまな環境中汚染物質の内分泌攪乱作用によって多くの野生生物集団が影響を受けていることが、この10年間に行われた研究により示されてきた。汚染物質の中には、内分泌攪乱化学物質として作用することで、発生面で非致死性の影響を引き起こすものがある。よく知られている報告例として、米国フロリダ州の汚染湖沼に棲息するアメリカワニの事例がある。我々はこれまでに、農薬汚染された湖沼のワニにおいて、卵の孵化率の低下、仔個体の生存率の低下、ホルモン分泌異常、生殖器構造の変異などの生殖異常が引き起こされていることを報告してきた。そして、以前行われたこうした調査を拡大した野外調査を最近実施した。その1つとして、フロリダ州最大の湖であるオキチョビー湖の汚染地域に棲息する動物において甲状腺ホルモン濃度が抑制されている様子を観察した。アポプカ湖に棲息する動物において卵殻の菲薄化をもたらしたのと同じ種類の有機塩素系農薬に、オキチョビー湖の多くの鳥類が曝露していた。しかし、これら汚染湖沼に棲息するワニの卵は逆に有意に肥厚化していることが観察された。この卵殻肥厚化の程度は、孵化率の低下と相関していた。アポプカ湖のカダヤシに関する最近の調査においても、雄の交接脚が、比較対照湖に棲息する同じ体長の正常雄に比べて25%小さいことが観察された。以上のように、拡大された最新の観察データは、アポプカ湖では抗アンドロゲン様汚染物質が蔓延しており、雄の生殖器の発達に影響を及ぼしていることを示している。生殖異常や内分泌異常と、農薬曝露との関係を明確にするために、我々は実験研究も行った。その1つが、ウッドルフ湖とアポプカ湖で採取した卵を、雌と雄の両方が孵化する一定温度（31.5℃）で孵卵するものである。ウッドルフ湖で採取した卵からは、この温度において、雌が56%孵化したが、アポプカ湖で採取した卵からは雌が75%孵化した。さらに、血漿エストラジオール濃度をアポプカ湖由来のワニ新生仔とウッドルフ湖由来のワニ新生仔とで比較すると、雌雄両方においてアポプカ湖由来の個体の方が有意に高かった。我々は、幼若ワニの循環血中のステロイド類に変異が見られることを既に報告している。この変異のメカニズムはまだ不明である。まったく同じ条件下で3年間飼育した個体にFSHを静脈内投与するFSH負荷実験を最近行ったところ、由来湖沼に関わらず、血漿テストステロン濃度が同じように激増した。このデータは、生殖腺刺激ホルモンに対する性腺の反応性は循環血中ステロイド濃度の変化の主要なメカニズムではないことを示していた6ヶ月齢個体でのこれまでの所見を、支持するものである。また、アンドロゲン類の肝臓での生体内変換について調べたところ、比較対照群のワニでは性的二型性が見られたが、アポプカ湖由来およびオキチョビー湖汚染地域由来のワニではその現象が見られなかった。すなわち、これら最新の研究は、pptレベルの濃度の汚染物質への曝露でワニの発生に変化が起きることを示している。野生生物で得られたこうしたデータと、従来の実験動物種による実験のデータを総合すると、農薬類は生態系内に存在する濃度で、発生中の胚を攪乱することができると考えられる。脊椎動物の発生や内分泌系にはそれぞれの種に固有の違いがあるが、共通する特徴も多く存在しており、環境から起こりうるヒトの健康問題の指標として野生生物モデルが重要であると言える。

貝類における内分泌攪乱：韓国と日本における有機スズ汚染との関連で見た イボニシ、バイ及びマダカアワビに関するケーススタディ

ヒョン セオ チョ¹、堀口 敏宏²

¹麗水大学校、²国立環境研究所

1. はじめに

雌の腹足類に雄の生殖器官（ペニスと輸精管）が形成されて発達するインポセックス現象は、ある種の有機スズ化合物（トリブチルスズ（TBT）やトリフェニルスズ（TPT）など）によってほぼ特異的に且つごく低濃度で引き起こされ、重症になると産卵障害を伴う場合があることが知られている。1969年にイギリスのプリマスで発見されて以降、インポセックスの報告例は世界各地から相次ぎ、現在までにインポセックスが観察された種は140種を超えている。そのうち、少なくとも7種ではインポセックスに付随した産卵障害が主因と見られる個体群の減少も報告されている。本シンポジウムでは、韓国と日本の腹足類におけるインポセックス並びに有機スズ汚染の現状とともに、アワビ類において観察された内分泌攪乱現象について紹介する。

2. 韓国沿岸域での有機スズ汚染とイボニシのインポセックスの現状

有機スズ化合物（TBT及びTPT）は、船底防汚塗料の主成分として世界各地で使用され、沿岸域を広範囲にわたって汚染してきた人工化学物質であり、種々の毒性が強いことに加えてイボニシなどの腹足類にインポセックスを引き起こすなど水生生物に及ぼす影響も大きいことから、先進工業国を中心にその製造や使用に関して多様な規制を受け、また最近では環境ホルモンとしても注目されている物質である。

韓国沿岸域での有機スズ汚染の現状と海産生物への影響を調べる一環として、1995年10月から1997年8月にかけて韓国沿岸の31地点で表層海水、二枚貝（ムラサキイガイとマガキ）及び腹足類（イボニシ）の各試料を採集し、海水中及び生物中の有機スズ濃度とイボニシのインポセックスの出現状況を調査した。

海水中の有機スズ化合物として、TBTが未検出（ND） - 35.2 ng Sn/L、TPTがND - 7.8 ng Sn/Lの範囲でそれぞれ検出され、広範に有機スズ汚染が認められた。またTBTがTPTよりも高濃度であり、船舶の航行量が多い地点と造船所近くの地点で高い値を示した。生物体内での有機スズ濃度も船舶との関わりが大きい地点で高く、TPTの場合、マガキで最高1000 ng Sn/g 乾重が検出された。有機スズ化合物が韓国沿岸の海産生物に濃縮され、高濃度に蓄積していることが明らかとなった。

有機スズ化合物（TBT及びTPT）はイボニシにインポセックスを引き起こすことが知られている。韓国沿岸域の調査地点で採集されたイボニシにおけるインポセックスの出現率は、調査地点の一部を除くほとんど全ての地点で100%であった。インポセックスの出現率が0%を示した、すなわち、正常な雌のみが採集された地点は、韓国南海の南西部に位置する得粮湾だけであり、一方、この湾の近くの調査地点で採集されたイボニシのインポセックス出現率はおよそ67 - 88%であった。またインポセックス症状の進行に伴い産卵不能となった、いわゆる重症個体の出現率を調べた結果、韓国南海の東側で60%以上の高頻度の地点が多く、西側で低い値を示し、調査地点の外海側と一部地点では産卵不能個体が観察されなかった。

以上の結果から、韓国沿岸域が有機スズ化合物により広範囲に汚染され、イボニシのインボセックスが深刻であることが明らかとなった。またこれにより、韓国沿岸の海産生物に対する有機スズ汚染の広範且つ潜在的な影響が示唆される。

3. 日本のイボニシにおけるインボセックスと有機スズ汚染

1996年9月から1999年1月までに日本の沿岸93地点で採集されたイボニシ試料において、インボセックスが全くもしくは稀にしか見られなかったのは7地点であり、その他の86地点ではインボセックスが観察された。特に、そのうちの73地点ではその出現率が100%もしくはそれに近い高率であった。相対ペニス長指数 (Relative Penis Length Index; RPL Index) は、輸精管順位指数 (Vas Deferens Sequence Index; VDS Index) や輸卵管 (陰門) 閉塞個体出現率との関係から、40を超えるとその個体群の半数以上の雌で産卵障害が生じると推定され、そのような地点が40地点見られた。RPL Index もVDS Index も志津川、三浦半島南部、下田、浜名湖、三河湾、伊勢湾奥部、大阪港、瀬戸内海、関門海峡周辺、佐世保、長崎港、内之浦、美保湾周辺などでかなり高い値が観察された。また前回調査時と比べてその値が減少した地点もあったがほとんど変化していない地点も見られた。体内有機スズ濃度を測定した結果、TPT濃度は経時的な減少が認められたものの地点間での差が明瞭であり、なお相対的に汚染の残る地点がいくつか観察された。またTBT濃度についてはTPTほど減少傾向が明瞭でなく、その減少幅が小さく、ほとんど経時的な変化が認められない地点も観察された。

4. バイにおけるインボセックスと卵巣の成熟不全、漁獲量の減少

バイにおいてはインボセックスの出現、漁獲量の減少及び種苗生産現場における親貝の産卵量の減少が知られてきたが、イボニシと異なり輸精管の発達に伴う陰門の閉塞が観察されないことから、物理的な産卵障害が生じている可能性が低く、卵巣の機能障害がインボセックスに付随して引き起こされ、それが漁獲量減少の背景にあるのではないかと疑われてきた。そこで1988年12月から1989年11月にかけてA県で毎月サンプリングされた計135個体のバイ生殖巣試料を用いて常法により組織標本を作製して検鏡した結果、雄 (43検体) では成熟盛期が夏季である明瞭な生殖周期が観察されたのに対し、雌 (92検体) では夏季においてさえ性成熟度があまり上昇せず雄ほど明瞭に生殖周期が認められなかった。こうした卵巣の成熟抑制に加えて、6検体 (インボセックス5検体及び正常雌1検体) で卵巣における精子形成が観察された。一部の卵巣での精子形成を含む卵巣の成熟不全が卵巣の機能低下として顕在化し、産卵量の減少に帰結したものと推察される。

5. その他の日本産海産腹足類におけるインボセックスの出現状況

昨年、渥美半島沖の水深200~250mで底曳網により捕獲されたカブトボラ (中腹足目タマゴボラ科) においてインボセックスが観察された結果、イボニシやバイを含めて累計で69種の日本産海産腹足類を調査した中の39種 (中腹足類7種と新腹足類32種) でインボセックスが認められた。またこれまでの調査ではインボセックスはいわゆる沿岸部に生息している種で多く見られ、比較的水深の深い場所に生息している種ではあまり見られなかったのであるが、今回入手されたカブトボラにおけるインボセックスの確認により、今後、水深200m以深に生息する種に対する木目細かい実態調査が必要となるであろう。

6. アワビ類における内分泌攪乱現象

1970年代以降、国内のアワビ類漁獲量は減少する傾向が続いており、その原因の究明に関する種々の調査研究がなされてきているが、未だに不明のままである。われわれは有機スズ化合物（TBT及びTPT）がアワビ類にも何らかの生殖機能障害を引き起こすとの仮説を立てて、1994年から継続的に調査を実施してきた。その結果、これまでに以下の知見が得られた。

1994年に開始した予備調査の結果に基づき、漁獲量などの点でほぼ正常と見なされるBを対照海域とし、一方、漁獲量の減少が著しく且つ全漁獲物に占める人工放流種苗の混獲率がきわめて高い（したがって天然アワビ個体群の再生産がきわめて少ないと考えられる）Cを被影響海域としてマダカアワビを対象に病理組織学的手法で生殖巣の性成熟度について調べた。その結果、B海域産マダカアワビでは晩秋～初冬にかけて雌雄がほぼ同時期に一斉に性成熟していることが観察されたのに対し、C海域産マダカアワビでは雌雄が同時期に一斉に性成熟していないことが明らかになった。またC海域産マダカアワビでは雄の性成熟度の極大値が年間に複数回観察されたのに対し、雌では性成熟度の個体差が大きく、集団の平均的性成熟度が抑制されていた。またB海域産マダカアワビでは雌雄同体がほとんど認められなかったのに対し、C海域産マダカアワビでは雌雄同体（卵巣中での精子形成が認められた個体）が、54検体中11検体（20.4%）で観察された。

アワビ類は海水中に放精、放卵して体外受精する繁殖様式を有するため、雌雄が同時期に一斉に性的に成熟することが繁殖成功率（受精率）を高める上で重要であり、雌雄のいずれかが性的に未熟な個体を多く含む場合や性成熟期に雌雄間でズレが生じる場合には繁殖成功率が低下する可能性がある。またアワビ類は雌雄異体として知られることから、C海域産マダカアワビの約20%で観察された雌雄同体（雌の雄性化）現象は異常と見なされ、イボニシなどで観察されるインボセックスと同様の雌の雄性化現象であると考えられる。

現在までのところ、腹足類のインボセックスはある種の有機スズ化合物（TBTやTPTなど）により特異的に引き起こされることから、C海域産マダカアワビで観察された雌の雄性化現象の原因として有機スズ化合物が疑われたため、両海域産マダカアワビの体内有機スズ濃度を測定して比較した結果、C海域産マダカアワビではB海域産のものより有意に高いことが明らかになった。

次いで、B海域産アワビ（当初はB海域産マダカアワビを実験に使用する予定であったが、必要数確保することが困難であったため、B海域産メガアワビとした）をC海域の造船所近傍に移植する*in situ*曝露実験を実施した。すなわち、1998年6月から7ヶ月間 *in situ* 曝露実験を実施し、1999年1月に約40個体を取り上げ、生殖巣組織標本を作製して検鏡した結果、雌17検体中15検体（88.2%）で卵巣中での精子形成などの雄性化が観察された。また実験の前後で有機スズ化合物の顕著な蓄積が観察された。なお、対照として用いたB海域産メガアワビの卵巣では精子形成が認められなかった。

卵巣内での精子形成という検鏡所見はインボセックスが認められているバイの生殖巣において観察されたものと同一であり、イボニシやその他の新腹足類においてもインボセックスに伴う卵巣中での精子形成や精巣化が報告されている。したがって、本研究で観察された所見はアワビ類における内分泌攪乱現象であると考えられ、アワビ類においても（ペニスなどの外部生殖器の形成は見られないものの）インボセックスと質的に同等の雄性化（卵巣中での精子形成）が引き起こされると見られる。また、C海域の造船所周辺における何らかの環境要因がアワビ類の卵巣における精子形成を引き起こしたのと考えられ、その環境要因が有機スズ化合物である可能性が高いと結論づけられる。



沢ガニにおける雄雌同体

有蘭 幸司
熊本県立大学

日本の溪流に棲息するサワガニに雌雄同体存在することが確認された。その詳細について報告する。さらにこの雌雄同体は雌の雄化だけでなく雄の雌化も見られた。1990年9月から行われた調査によって263匹中6匹の奇形カニが見つかった。このカニは北海道を除く日本本土に棲息する種類である。環境化学物質による内分泌攪乱作用の可能性が考えられたため再調査を行った。詳細は依然として不明であるが、河川中に検出されるある種の化学物質濃度と雌雄同体の頻度が相関する可能性が示唆されている。

英国河川における野生魚類の性攪乱—その意味するものは何か？

スーサン ジョブリング¹、C.R. タイラー²、J.P. サンプター¹¹ブルネル大学、²エクセター大学

非常に多様な内分泌攪乱化学物質（EDCs）が水圏環境に存在することは、すでによく知られている。また、これらホルモン様活性を持つ化学物質への曝露によって、野生生物およびヒトの健康や生殖に有害な影響が起きることを示す証拠も、蓄積されつつある。そうした仮説を支持する相当量のデータが、実験室内での曝露実験により得られているが、野外データはきわめて限られたものしかなく、野生生物がEDCsに長期間曝露した場合の結果については、まだ不明確な部分が多い。

淡水域および河口域の魚類においては、雌雄異体種に間性（雄性生殖腺と雌性生殖腺の特徴を併せ持つこと）が見られることが英国および、ヨーロッパ・米国・日本の一部で報告されている。魚類における間性は、EDCsへの曝露によるものだと一般には考えられており、間性の発生率および程度と、存在する汚染物質への曝露との間には、統計的に相関がある。英国の淡水魚であるローチ（*Rutilus rutilus*）に関する我々の研究によると、実験結果および野外観察データの両方において、間性はエストロゲン様化学物質を含んだ処理済み下水排水に曝露した結果起きることが示されている。しかし、排水中の個々の化学物質と間性との関係性はきわめて弱いものであり、ローチのライフサイクルにおいて部分的性転換を起こしうる臨界期についてはまだ完全には明らかにされていない。しかし以上のことをすべて踏まえたとしても、英国の河川での間性魚は雄性が雌性化したものであることが、我々のデータから示される。

英国の河川のほとんどは、下水処理施設からの排水を受けており、それゆえに、ローチの間性が英国中で観察されるという事実は驚くに値しない。また、タイリクスナモグリ（*Gobio gobio*）などの他の在来種の淡水魚でもこの現象が観察されているが、ローチ以外の魚類における問題の深刻さや、性機能攪乱への感受性については、ローチほどにはよく分かっていない。現在、野生のローチ群において広汎に見られる間性の影響の程度、特に影響を受けている個体の生殖能力を判定する大規模な調査が行われている。間性のために個体の配偶子産生や個体の質に何らかの影響が起き、個体群への貢献が損なわれる可能性がある。それゆえに、間性ローチの生殖能力を評価することがきわめて重要である。

間性ローチの生殖能力の調査により、それら個体の配偶子産生能力はばらつきが大きく、そのばらつきは生殖輸管の障害や生殖細胞発生変異の程度に依存していることが明らかになった。少数の野生ローチでは、生殖輸管が重度に障害されているために配偶子をまったく産生できていなかった。また一部の間性個体では、産卵期において雄性配偶子と雌性配偶子の両方を産生していた。しかし、雄性配偶子を産生する異常な「間性」個体の大部分においては、その雄性配偶子は、たとえ生存可能なものであっても、下水処理排水を受けていない環境で採取された正常雄に比べて質の点で劣っている傾向があった。さらに、我々の最近の調査によれば、ローチの繁殖の低下は、間性に直接起因していること、すなわち、雌化した雄個体は雌化の程度が小さい雄個体や正常雄個体に比べて生殖能が低いことが理由であると考えられる。魚の個体群の長期存続期間は、産卵個体数および年間の子個体産生数（補充個体数）に、それら補充個体の生存率があわさって決定されるので、我々の結果に基づけば、ローチ個体群は、少なくとも一部の地域では、有害な影響を受けていると考えられる。この影響力による個体群への影響が重大

であるかどうかを、魚個体群に加えられるその他の圧力と比較しながら評価する必要があるだろう。

より広い観点に立てば、1995～2000年の間に英国の一部の河川から採取された莫大な数のローチ標本に基づき、一部の河川では性比が歪んで雌側に傾いていることが示されており、そのことから、雄から雌への完全な性転換が発生している可能性が想定される。どのような魚種であっても、性比が歪むと個体群の動態が明らかに影響を受ける。また、完全に性転換した雄個体の個体産生量は、正常の雌個体とは異なる可能性がある。しかし、ローチの性遺伝型を調べるプローブは現在のところ実用になっていないため、完全に性転換した個体と遺伝型が雌である正常な個体との表現型における区別が付けられない。それゆえに性比の歪みが、雌に傾いたサンプリングバイアスによるものなのか、それとも実際に広範囲に発生している性転換の結果によるものなのかを判断することが、現時点では不可能である。この問題は、英国の一部の排水や米国の一部の河川においてアンドロゲン様化学物質が検出され、遺伝的雌個体が雄化した間性個体が出現している、という事実のためによけいにややこしくなっている。すなわち、英国の一部の河川における間性個体は、遺伝型が雄の個体が雌化したものではなく（またはそれと同時に）、雌個体が雄化したものであるという可能性が理論的にはあり得る。

まとめると、英国の河川においては間性化現象が広範囲に見られるが、その影響がもたらす結果についての我々の理解は限られたものしかない。とは言え、我々の最新の研究結果によれば、内分泌攪乱現象による広範囲の間性化現象により、野生魚の生殖は有害な影響を受けていると考えることができる。しかし、英国河川における広汎なEDCs汚染によって魚個体群が受ける結果を完全に理解するためには、さらに研究を行う必要がある。

カエルおよび分子ツールボックスを用いた甲状腺ホルモン攪乱作用の検出

カレン クリスティアーヌ ヘルビング

ヴィクトリア大学

最近の研究所見は、単独では毒性を有するとは見なされていない環境中に放出された数多くの物質が広範囲の脊椎動物の重要かつ正常な内分泌系機序の攪乱物質として作用することを示している。レチノイドおよび甲状腺ホルモン (TH) 様の内分泌攪乱物質 (EDs) への曝露を示唆する、世界的に見られる両生類の消滅や個体数減少の問題を報じた一般向け文献および学術誌の双方で、奇形が取り沙汰されている。エストロゲン様EDsは、魚類、爬虫類、および両生類の雄の雌性化を扱った多くの報告で取り上げられている。これらEDsおよびアンドロゲンや抗アンドロゲン作用を有する物質は、乳腺、前立腺、および精巣の癌を含むホルモン依存性疾患の発現の顕著な増加と関連している。EDsに関する大半の研究は生殖系ホルモンの攪乱に焦点を置いているが、甲状腺ホルモンが調節する経路の攪乱が同経路および他の経路に顕著な影響を及ぼし得ることがますます明らかになってきている。

THは、哺乳動物の新生仔の脳の発達、脳の適切な機能の維持、および一般的代謝に必須である。カエルでは、THはオタマジャクシが幼若体へ急速に変態する際の引き金になっている。オタマジャクシのあらゆる組織がTHの標的であり、最終的にどのような結果が生じるかはその標的組織によって異なる。例えば、尾は後退し、四肢は成長し、脳は形態変化し、肝臓細胞は地上の窒素性物質の処理に必要な尿素回路酵素を合成するために生化学的に変化する。オタマジャクシは、変態前には血清中に検出できるほどの内因性THを持たないが、投与した外因性THに極めて敏感である点を除いては、多くの点で発生途中の哺乳動物の胎仔と類似した状態を現わす。従って、*in vivo*や器官培養でTHに曝露すると早い時期に変態が起り、レチノイド類、コルチコイド類、プロラクチンを含む種々の薬物により、変態が促進されることや抑制されることがある。THは、エストロゲンおよびレチノイン酸の受容体の発現も調整しており、エストロゲンおよびエストロゲン様EDsが変態に顕著な影響を及ぼすことを示す証拠もある。従って、内分泌攪乱が疑われる物質の影響を検討するためのオタマジャクシの変態を利用した試験は、EDsの同定における重要なツールとすることが可能であり、カエルの減少に直接関与しているだけでなく他の動物種にも有害作用を及ぼす可能性のある物質を同定することができる。

TH作用の主要機序は、核内受容体への結合および遺伝子の活性化と抑制を司る組織に特異的なプログラムの励起を介したものである。これらのプログラムは、TH投与の48時間以内に開始されるため、ED活性を検出すると共に作用機序の手掛かりを得るための迅速な方法の1つとなる。我々は、アフリカツメガエルとウシガエル2種を使用し、発芽抑制型除草剤、アセトクロルなどの周知のEDs、およびTH作用に影響を及ぼすEDsを含有していることが疑われる廃水のサンプルの投与に応答して、様々な組織がどのような遺伝子の発現変化がおこるか調査した。遺伝子発現の分析が、*in vivo*、*in situ*、および器官培養におけるEDsへの曝露を判断するための迅速かつ感受性の高い方法であり、形態上および行動上の帰結と相関することを報告する。

化学および生物学を使用した環境内内分泌攪乱化学物質評価

ジョン P. ギージー

ミシガン州立大学

北米五大湖は、多種類の合成化学物質によって汚染されてきている。五大湖地域は、合成有機化学物質による作用により野生生物にはっきりとした影響が現れていることが示されている地域のひとつである。その現象は目新しいものではないが、現象を定期的に見直してみることは、環境中に放出される化学物質の量を最小限に留めようとする昨今の取り組み全体を見通すのに役立つ。合成有機化合物は、魚類、哺乳類、鳥類の先天性異常や胚の死亡と関連している。生物のいろいろな綱にまたがって共通した影響が観察されているが、閾値濃度は綱ごとに大きく異なる。作用メカニズムを解明し、原因となる物質を特定するためには、機器分析、毒性学、生態学を総動員して、疑わしい原因物質を同定することと、それら多数の物質の複雑な混合物における相互作用を解明することが必要であった。五大湖に今でも放出され続けているそうした化学物質の中には、残留性有機汚染物質 (POPs) に分類されているものもある。POPsの中には、さまざまなグループの物質が含まれる。その中で最も毒性の強いグループのひとつが、芳香族炭化水素受容体 (AhR) への作用力を有するものである。このグループは、ダイオキシン様化学物質とも呼ばれており、ポリ塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン類 (PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン類 (PCDFs)、ポリ塩化ビフェニール類 (PCBs)、ポリ塩化ナフタレン類 (PCNs) などがある。今回は、こうした化学物質への曝露の歴史と、それら物質によって湖水マス類、ミンク、ハクトウワシに及ぼされた影響について話す。ダイオキシンおよび、それに構造的に類似している化学物質に起因する奇形および胚死亡を中心に考察を進める。分子レベル、個体レベル、個体群レベルにおける影響の研究結果についても論ずる。実験室内研究および野外研究の両方の結果を、重要な証拠の順に呈示する。ダイオキシン様化学物質の毒性作用の相対的重要性、すなわち個体群レベルで観察されたダイオキシン様化学物質の影響に対する生息環境、栄養、遺伝面での変化の相対的影響についても考察する。また、残留物質の複雑な混合物を解明する手法についても示す。

内分泌攪乱化学物質と野生生物に関する現在の知見について

ピーター マティセン

漁業水産養殖学センター (CEFAS)

新しいミレニアムを迎えた今こそ、野生生物における内分泌攪乱現象に関して蓄積された知見や理解を再検討するのに適切な時期である。このテーマは、1990年初頭以来、非常に広範囲にわたり研究されてきており、野生生物そのものに対する関心だけでなく、ヒト集団において同様に起こり得る影響についても有益な指針が提供されてきた。内分泌攪乱現象に関する文献の大部分は、室内実験に基づいた研究であり、それらは内分泌攪乱化学物質の作用メカニズムの本質的な基礎的理解にとっては不可欠であるが、野生生物においてどのくらいの広さ、どのくらいの程度に影響が及ぼされているかという疑問には対処していない。反面、優れた野外調査がこれまで多数行われているが、その大部分は生化学的、細胞学的、形態学的なさまざまなバイオマーカーの調査に留まっているものであり、個体群や生物群集がリスクに曝されているかという極めて重大な問題に取り組んだものは、比較的少なかった。そうした類の調査は、調査の困難さが増すほどに数が少なくなっているようだが、それでも中には大きな進展をもたらしたものも存在する。そうした調査によって、内分泌攪乱化学物質に十分な量の曝露と感受性があれば、野生生物個体群は疑いもなくその物質によるリスクを被ることが明らかになっている。既存の証拠に基づけば、そうした有害作用は一般には、大規模な家庭排水や工業排水、大規模な表面流去排水や他の特定の発生源の近傍に限局していることが想定される。しかし、残留性の有機ハロゲン化合物や芳香族炭化水素の一部の種類は、先進国ではそれらの発生源のほとんどが特定されて規制下にあるにもかかわらず、より広域における影響、特に最高捕食者への影響の原因となっている。本論では、今日までに調査されてきた主要な野生生物群における重要な事例史の一部を簡潔に考察する。