

海産動物における環境ホルモン影響の実態把握について

はじめに

海生研では、海域における化学物質の蓄積状況やそれらの生物に対する有害性を調べるため、現場調査や実験調査を行っています。本稿では、それら調査のうち、平成11～14年度までの4ヶ年、水産庁の委託を受けて実施した、海域における内分泌かく乱物質、いわゆる「環境ホルモン」影響の実態把握調査の成果をご紹介します。この内容は、平成14年度日本水産学会大会^{*1}^{*2}及び平成18年1月に開催された当所の創立30周年記念シンポジウムにおいて発表しました。

調査の開始にあたって

調査の開始に先立って、対象海域と対象生物を選定しました。

環境ホルモンの発生源は主として陸域にあります。そこで、まず、大都市圏に近く水質汚濁が進んでいる内湾性あるいは閉鎖性の大都市周辺2海域(A1海域及びA2海域)を設定しました。次に、汚染が少なく清浄な海域としてバックグラウンド1海域と、それらの中間的海域として中小都市周辺の1海域を選定しました。調査海域は以上の4海域です。

次に、対象生物を選定しました。当時、魚類では雄の雌化が、貝類では雌の雄化が、野生生物におけるこの問題の代表的事例として取り上げられていました(第1図)。そこで、対象

生物として沿岸域に生活し、陸域との関わりが強く、成熟や産卵についての知見が豊富である、水産的にも有用である、などの諸条件を満たす海産動物を対象としました。魚類ではシロギス、マハゼ、カレイ類(イシガレイ、マガレイ、メイタガレイ)、貝類ではクロアワビとサザエの合計7種です。

このように、調査は、平成11年6月から平成14年12月までの約4カ年、魚類及び貝類を対象に、各4海域、1生物種に対し最大6回/年の頻度で行いました。

環境ホルモンの分析と生物の精査

調査海域における環境ホルモンの汚染度を調べるために、当時、河川や湖沼などの内水面で高い頻度、高い濃度で検出された化学物質約20～30種類の海水中、底泥中、生物体内における濃度を測定しました。このうち、貝類調査では有機スズ類6態の濃度を測定しました。なお、環境ホルモンの測定は、当時の環境庁(現、環境省)がまとめた暫定マニュアル(環境庁水質保全局、1998)^{*3}に準じて行いました。

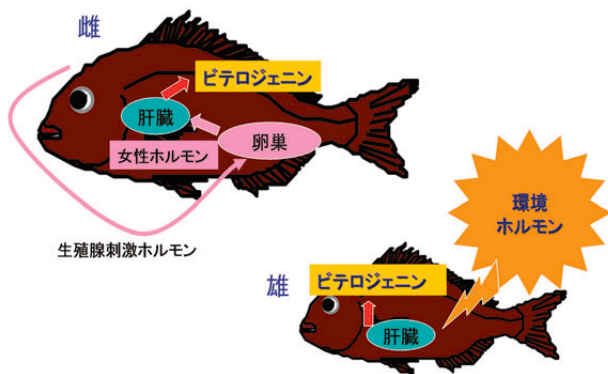
生殖異常があるか、ないかを判定するために、魚類では雄、貝類では雌を対象に、生殖腺の形態や組織などの異常の有無を精査しました。さらに、魚類調査では、環境ホルモン汚染の指標として用いられる雄の血液中のピテロジェニン(Vg)



第1図 環境ホルモン影響

当時、魚類では雄の雌化が、貝類では雌の雄化が、野生生物におけるこの問題の代表的事例として取り上げられていました。

濃度を測定しました。Vgは本来、雌の体の中で作られ、卵のもとになる重要なタンパク質です(第2図)。しかし、雄の体に環境ホルモンが入ると、Vgが作られるので、血液中にVgが検出されます。従って、雄の血液のVg濃度を測ることによって、環境ホルモンの影響の程度を知ることができます。なお、魚類の血液中のVg濃度は、ELISA法(酵素免疫測定法)により測定しました。



第2図 魚類におけるピテロジェニンの産生

魚類雌では、脳から放出される生殖腺刺激ホルモンが卵巣に作用し、これにより卵巣から女性ホルモンが産生されます。この女性ホルモンが血流によって肝臓に達すると、そこで卵の基になるピテロジェニンが作られ、血液を介して卵巣へ運ばれます。

雄魚の血液中のピテロジェニンは主に環境ホルモンが肝臓に作用したために産生されるものと考えられています。

海産動物における環境ホルモン影響は？

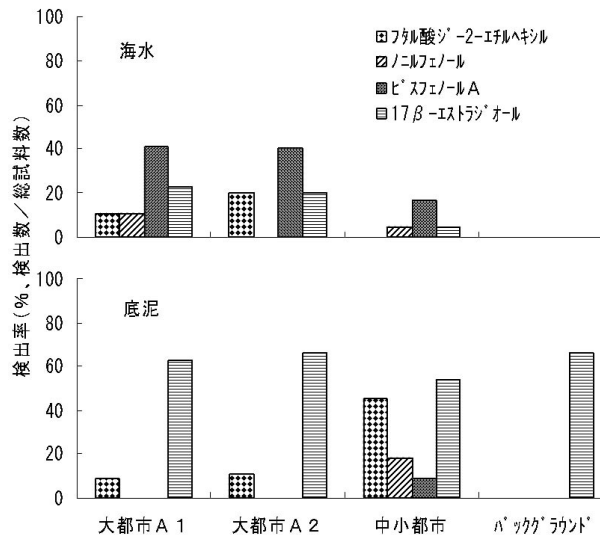
(1) 魚類調査

魚類調査の海域で測定した海水及び底泥の化学物質濃度は総体的に河川で報告されている値より低い傾向がありました。

分析対象とした主な化学物質の海水及び底泥における検出率を海域別に第3図に示します。

検出された化学物質は主に海水ではフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、ビスフェノールA、17-エストラジオールの3種でした。特に、ビスフェノールAの検出率が高い傾向がありました。大都市周辺のA1海域及び中小都市周辺海域ではノニルフェノールが若干検出されました。

また、底泥ではフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及び17-エストラジオールの検出率が高く、17-エストラジオールは4海域で検出されました。海域別では、大都市周辺海域における化学物質の検出率が、17-エストラジオールを除き海水及び底泥ともバックグラウンド海域より高い傾向がありました。

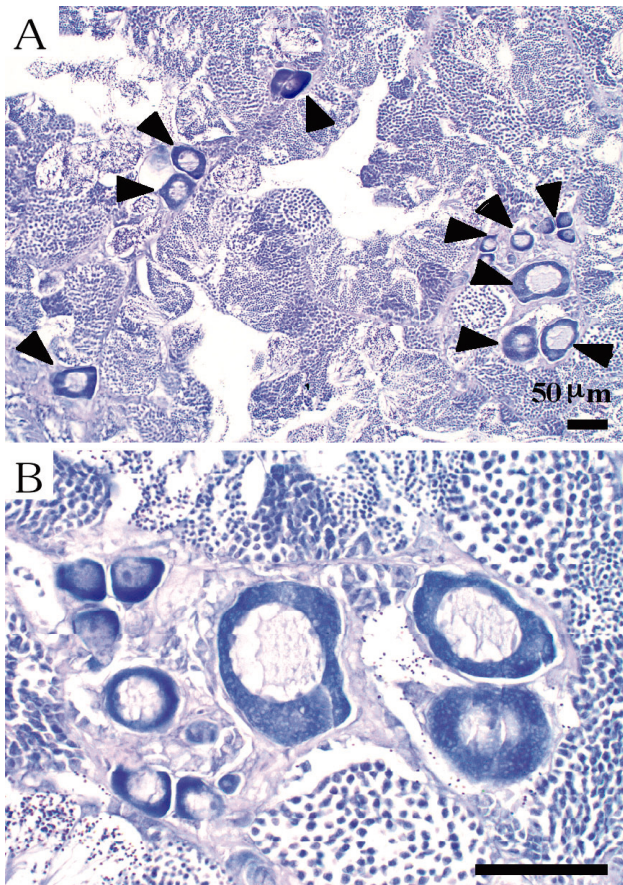


第3図 4海域における主要化学物質の検出率
総試料数: 海水(12~17検体)、底泥(6~11検体)。
検出率: 定量下限値以上で検出された試料数 / 総試料数

生物調査ではシロギス、マハゼ、カレイ類の3魚種の雄の血液中にVgが検出されました。このうち、シロギスでは大都市周辺2海域で採集した雄魚のVg濃度は他の2海域より高く、検出率もA1海域では4か年の平均検出率が28%、中小都市周辺海域では4%と、大都市周辺海域で高い値を示しました。また、その濃度はいずれの海域でも6~8月の繁殖期に高いという特徴的な傾向がありました。

このことは、シロギス雄では成熟期にVg産生が増大することを意味し、同時に大都市部に近い海域では、成熟初期から成熟途上期に雄魚にVg合成を促す何らかの因子が環境中に存在することを示します。

一方、生殖腺組織の精査によって、生殖腺に



第4図 大都市A1海域で確認された成熟期のシロギスの精巣卵

写真Bは写真Aの拡大図。この雄の血液中Vg濃度は137ng/mlであった。

明らかな異常(精巣卵)が確認されたのはA1海域で採集したシロギス1例(第4図,平成12年度に調査したシロギス235尾のうちの1例)のみで,他のマハゼやカレイ類の精巣は形態的及び組織学的には正常と判断されました。

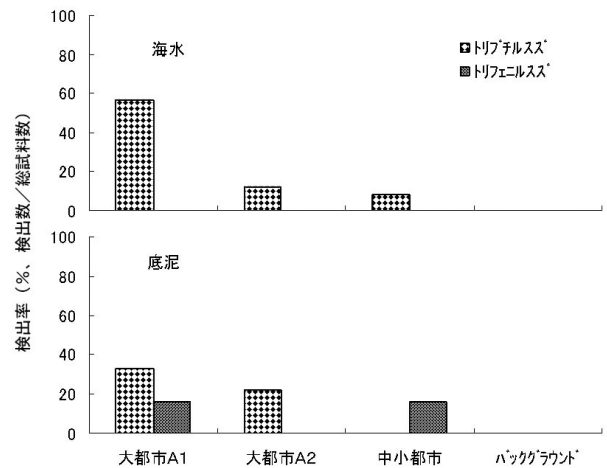
(2)貝類調査

分析対象とした有機スズ類のうちTBT(トリブチルスズ)及びTPT(トリフェニルスズ)の海水及び底泥における検出率を海域別に第5図に示します。

海水中のTBTについては,4カ年の調査を通じて,4海域におけるTBT濃度は数ng/L以下で,大都市周辺のA1海域の検出率が他の海域に較べ高い傾向がありました。一方,いずれの海域においても海水からはTPTが検出され

ませんでした。

底泥中ではTBTがA1海域及びA2海域において,TPTがA1海域及び中小都市周辺海域において高い検出率を示しました。一方,バックグラウンド海域の底泥からはTBT及びTPTが検出されませんでした。



第5図 4海域におけるTBT,TPTの検出率

総試料数:海水(12~33検体),底泥(6~27検体)。

検出率:定量下限値以上で検出された試料数/総試料数

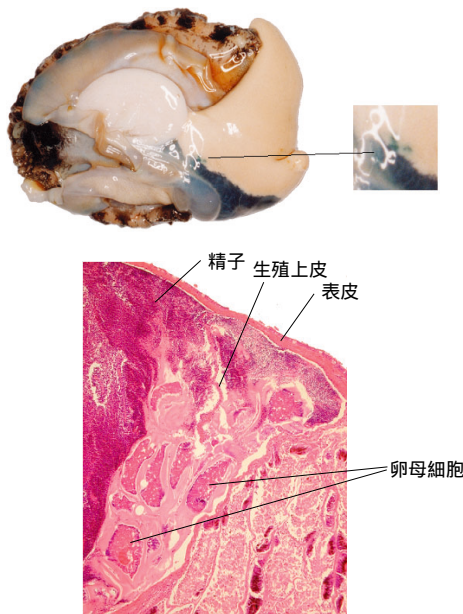
貝類軟体部のTBT及びTPTの濃度は,大都市周辺海域で採集したクロアワビ及びサザエの値が他の2海域より高い傾向がありました。また,クロアワビ及びサザエの軟体部のTPT濃度は,TBTより低い値を示しました。

クロアワビ及びサザエの軟体部のTBT及びTPT濃度は,環境省が行ったモニタリング調査(環境省環境保健部環境安全課,2002)*4のイガイ類より低い傾向がありました。

生殖腺組織に関しては,大都市周辺のA2海域でクロアワビ精巣中に卵細胞が観察される個体が1個体(第6図,4カ年で約700個体を精査)見つかっただけで,他の個体の生殖腺は正常と判断されました。

また,生殖腺の発達程度や生殖腺組織のデータから,いずれの海域においてもクロアワビ及びサザエの雌雄の生殖周期に異常はないものと考

えられました。



第6図 大都市A2海域で確認されたクロアワビ雄の生殖腺にみられた異常
写真上：精巣にみられた緑色部分
写真下：卵母細胞の一群(拡大写真)

実験調査の成果

前述のように、魚類血液中のVgは海域の環境ホルモン汚染の指標として広く用いられています。我々が行ったシロギスを用いた実験調査の成果では、環境中にもしばしば検出される程度の17 β -エストラジオールを雄魚に曝露し、Vg産生とそれに対する水温の影響を調べたところ、血液中のVgが上昇し、その上昇率は水温の上昇により増加することが確認されました。従って、種々の動物が産生・排出する女性ホルモンも他の化学物質同様に環境ホルモンとして監視する必要があることが示されました。

まとめ

実際の海域で採集したシロギス雄の血液中のVg濃度測定結果から、大都市周辺海域の環境中に環境ホルモンが存在する可能性があることが分かりました。しかしながら、海域の環境ホルモン濃度は河川ほどではなく、検出される化学物

質の種類も限られていました。また、魚類及び貝類の生殖腺の形態に奇形はなく、生殖腺組織に異常が確認された個体もシロギス、クロアワビで1例ずつでした。このように、本調査の範囲においては、対象とした海産動物において深刻な環境ホルモン影響が顕在化している証拠は見当たりませんでした。

おわりに

環境省はこのほど、環境ホルモン問題に対する新たな対応方針として「ExTEND2005」を公表し、野生生物の観察、環境中濃度の実態把握及び曝露の測定など7項目からなる具体的方針を掲げ、更なる調査研究の必要性を指摘しています。今後は、有害性の強い化学物質が長期間、低濃度で水環境中に留まることによって生ずる海産生物の繁殖や次世代への影響の予測と評価が重要でしょう。

現在、当所では海産動物を対象とした化学物質の有害性の評価方法、ダイオキシン類の水産生物における蓄積実態の把握と蓄積機構の解明の検討などを行っています。海生研は今後も、海域環境の保全や海産生物の保護といった側面から海域における化学物質問題に対応していきたいと考えています。

(事務局 研究企画グループ 中村幸雄)

- * 1: 堀田公明ら(2002a, b). 平成14年度日本水産学会大会講演要旨集.
- * 2: 伊藤康男ら(2002). 平成14年度日本水産学会大会講演要旨集.
- * 3: 環境庁水質保全局水質管理課(1998).
- * 4: 環境省環境保健部環境安全課(2002).