

東京都環境科学研究所

No.36

ニュース

目 次

- | |
|------------------------------------|
| 1 調査研究紹介 「環境ホルモン問題に関する研究」.....P 1 |
| 2 東京都環境科学研究所運営委員会研究評価部会報告P 7 |

環境ホルモン問題に関する研究

はじめに

東京都環境科学研究所では、都内水域の環境ホルモンに関する野外調査や魚類暴露試験などの研究をすすめています。これまで次の調査研究を行いましたので、下記に主な結果を報告します。

- ・多摩川等のコイの調査（性比や生殖腺異常の実態、雄コイのピテロジェニン濃度）
- ・河川や下水処理場における環境ホルモンの実態把握
- ・魚類を雌化させる環境ホルモンの濃度レベルの解明

1 都内河川に生息するコイの雌雄数

図1に示す都内河川で平成10年11月から平成14年3月までの期間に、合計1,106尾（うち多摩川水系合計962尾）のコイを採取しました。調査研究を開始した当初は多摩川水系のコイは雌が著しく多いのではないかと懸念されていましたが、表1のように雌雄数に偏りは見られず、統計的検定を行ったところ、性比は1：1でした。

表1 都内河川のコイ雌雄数

(単位：尾)

河川名		雌	雄
多摩川水系	多摩川	164	197
	平井川	16	12
	浅川	184	209
	野川	102	78
	計	466	496
神田川		49	70
江戸川・荒川		19	6
総合計		534	572

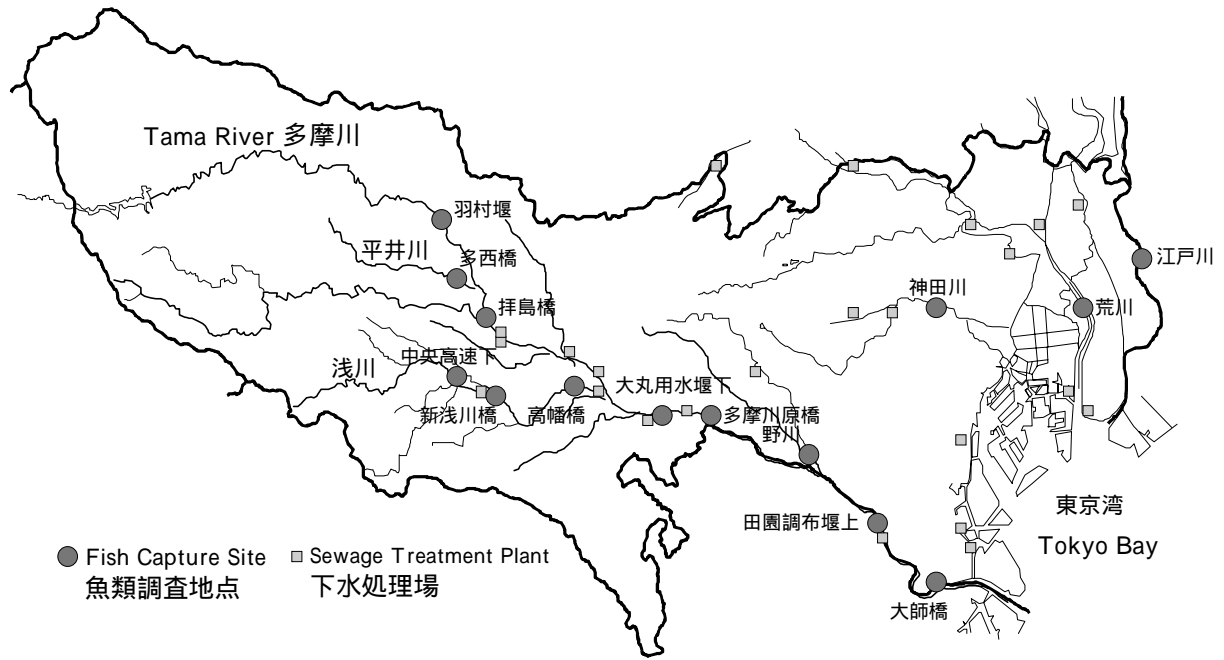


図1 都内河川の調査地点（1998年度～2001年度）

2 コイの生殖腺異常の実態

コイを解剖し、生殖腺の組織観察を行った結果、多摩川水系全体では雄コイの10%に精巣異常が認められました（図2）。都内河川の中で、神田川は精巣異常の割合が最も高く17%でした。これらの精巣異常のほとんどは腫瘍（コブ状）や萎縮した精巣（ヒモ状）の形をしたものでした。その他の精巣異常では、水ほうを持つ精巣や卵細胞が存在する精巣（精巣卵）が認められましたが、明確に精巣卵と判定された雄コイは1尾だけでした。精巣異常の原因は今のところ不明ですが、精巣異常のうち萎縮した精巣（ヒモ状）は女性ホルモン様物質による影響が考えられます。一方、雌コイについては、雄コイに比べると割合は低いが、多摩川水系全体では3%、神田川では2%に卵巣異常が認められました。卵巣異常のほとんどは退行変性卵（卵の一部が産卵されず硬く変性したもの）でした。

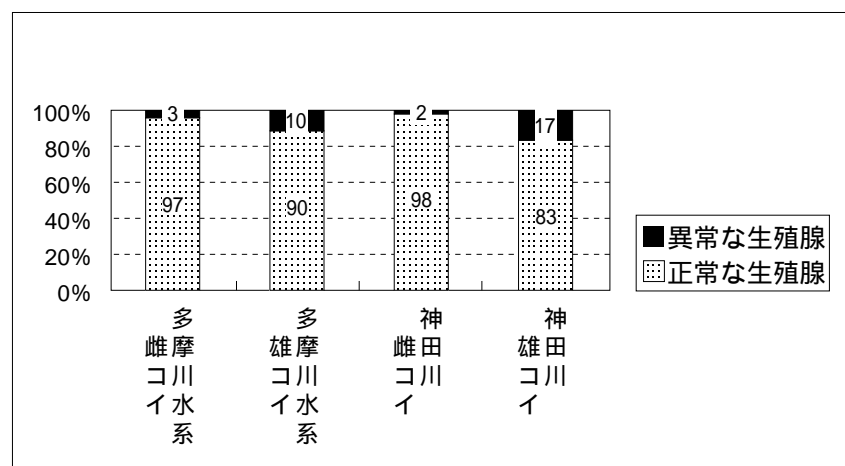


図2 コイの生殖腺異常割合 雌雄比較

3 雄コイのビテロジェニン（雌特異タンパク質）の検出

雄コイの血中に雌特異タンパク質（卵黄タンパク前駆物質）のビテロジェニンが検出されました。ビテロジェニンと河川水の女性ホルモン作用強度には図3のように正の相関が認められました。この女性ホルモン作用強度が高い地点は、いずれも下水処理水の影響が大きい地点でした。

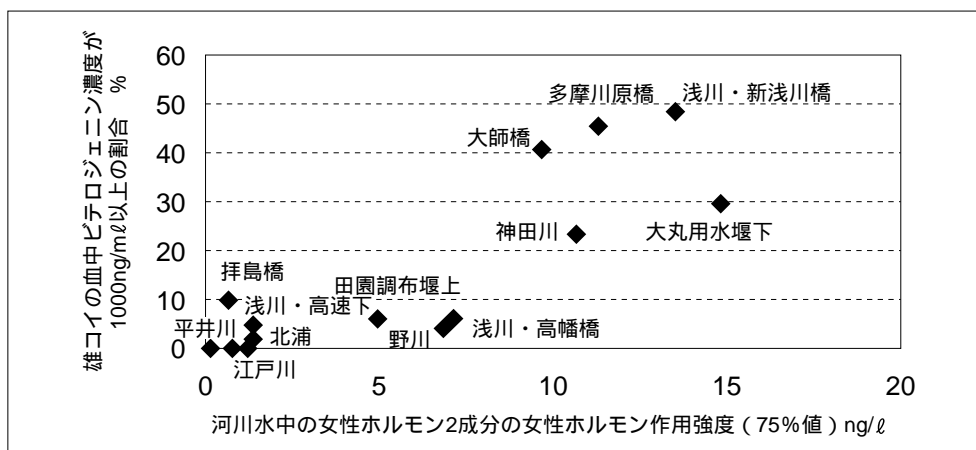


図3 河川水の女性ホルモン作用強度と雄コイのビテロジェニン濃度割合

4 多摩川の縦断調査

多摩川の上流から下流までの15地点で、女性ホルモン（エストロゲン）等の縦断調査を実施しました。下水処理場放流水が流入した後の河川水の女性ホルモン様物質は、一時的に濃度が増加するが、流下にともない速やかに低下すること、また、この女性ホルモン様物質は主に天然女性ホルモンであって、人工化学物質の影響は小さいことが分かりました（図4）。

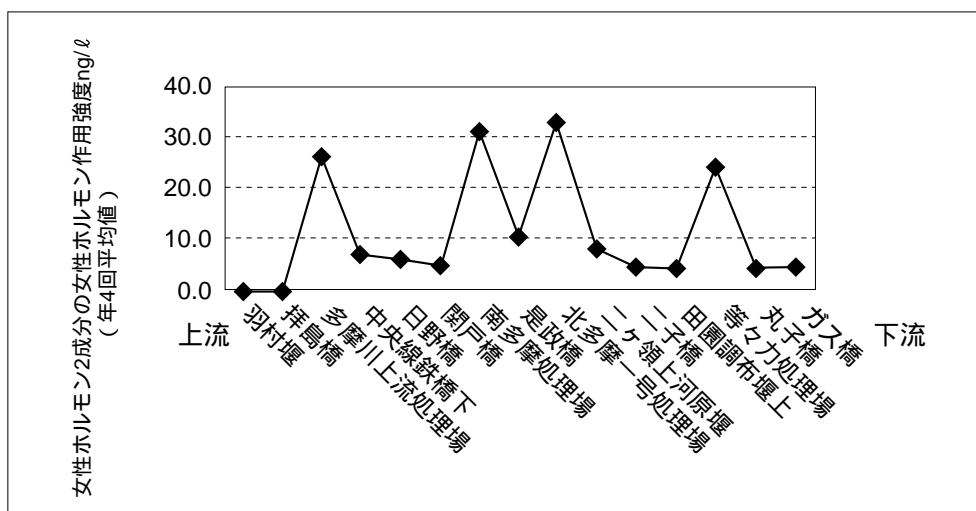


図4 女性ホルモン作用強度の多摩川縦断変化

5 下水処理場における収支調査

多摩川流域の3つの下水処理場を対象として、処理工程別の24時間調査を行いました。下水処理場の女性ホルモン（エストロゲン）平均除去率は69%で、その除去のほとんどは、ばっ気槽での分解によるものでした（図5）。下水処理場の女性ホルモンの除去率に影響する重要な要因は、ばっ気槽の処理時間であり、処理時間が長くなれば放流水の女性ホルモン濃度が低下することが示唆されました。

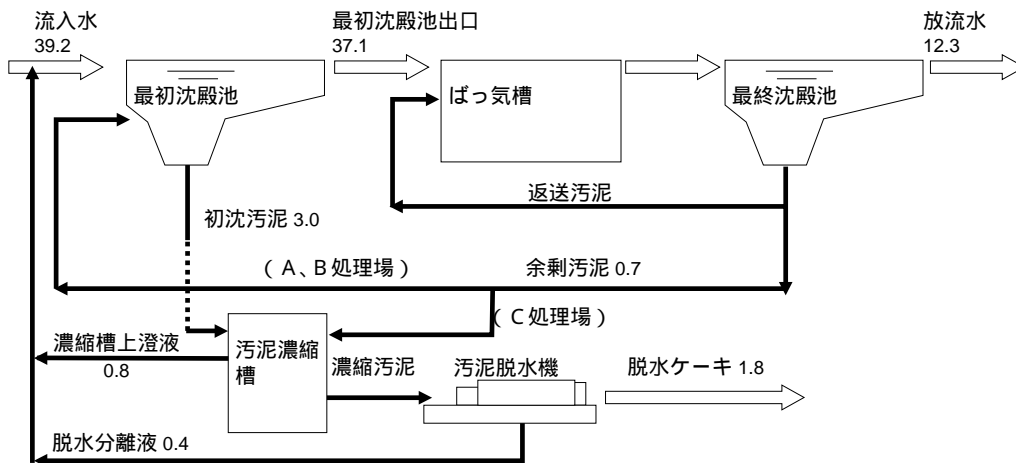


図5 エストロジェンの収支 (3処理場、延べ6回の平均)
 (酵母法とELISA法の平均エストロジェン作用強度 放流水量1ℓあたりの量(ng)で示す)

6 環境ホルモンがメダカの繁殖能力に及ぼす影響

順調に産卵の行われるメダカのパアから、雄魚のみを取り上げ、種々の濃度の環境ホルモンへ暴露し、産卵や孵化への影響を調べました。

天然女性ホルモンである17 エストラジオールへの暴露では、対照群に比べ産卵数・孵化数ともに低下しましたが、特に孵化数の低下が著しく、高濃度区ではほとんど孵化しませんでした(図6)。人工化学物質については、ノニルフェノールの高濃度区で孵化数の低下、ビスフェノールAの高濃度区で産卵数と孵化数の低下が見られましたが(図7)、影響濃度は天然ホルモンよりはるかに高い濃度でした。また、フタル酸ジエチルヘキシルやベンゾフェノン、は、産卵や孵化への影響は明確ではありませんでした(図7)。

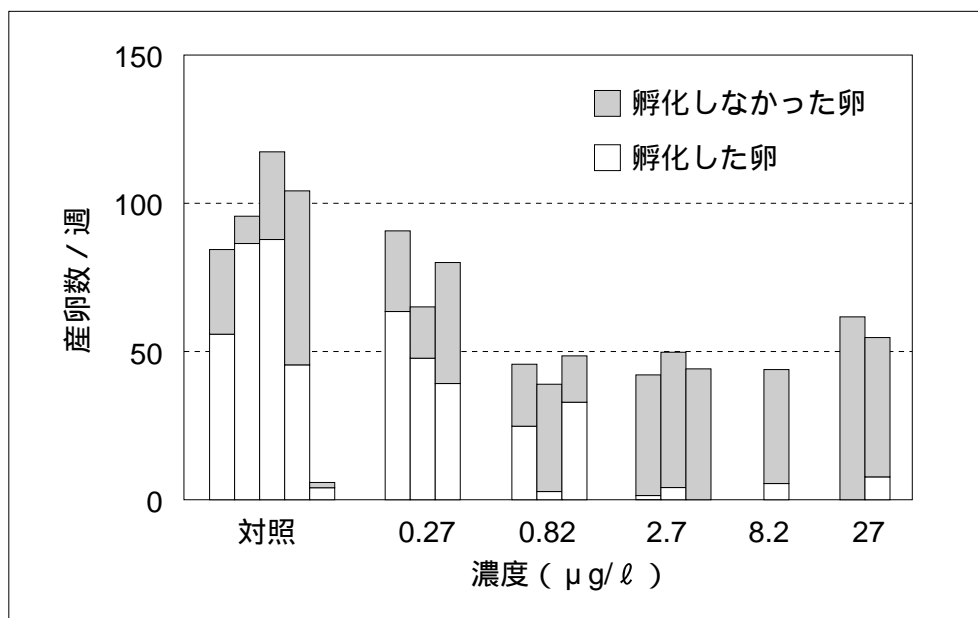


図6 オス暴露：エストラジオール

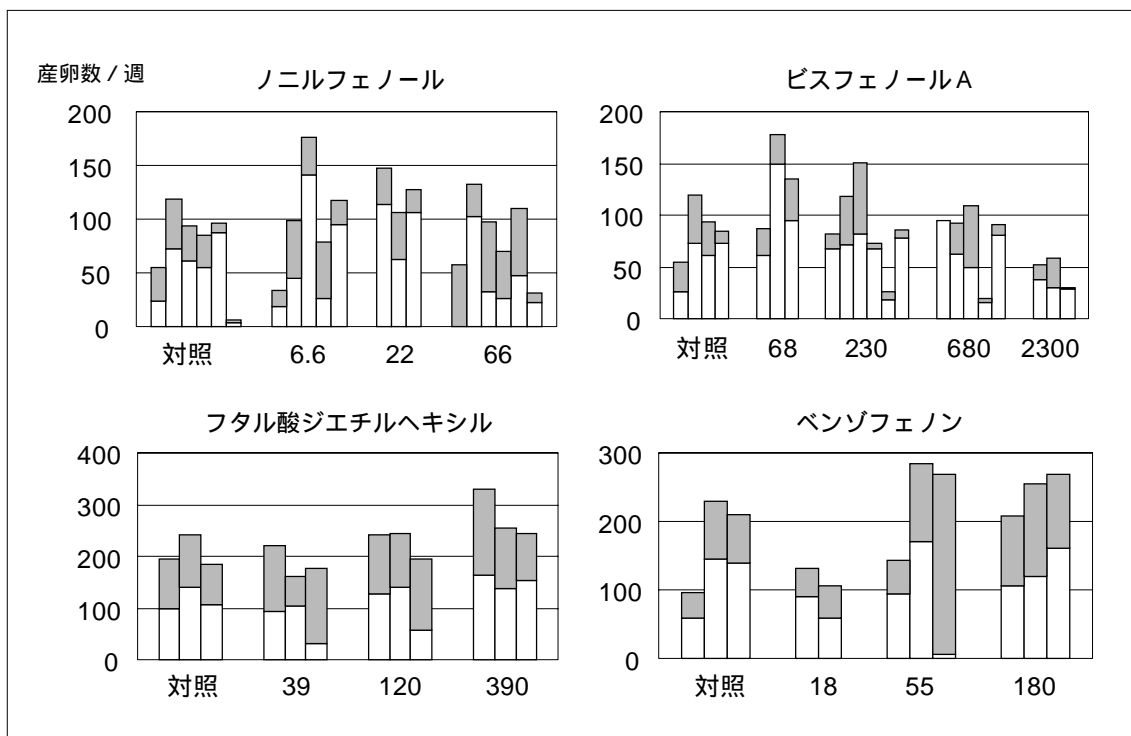


図7 オス暴露：人工化学物質（濃度： $\mu\text{g}/\text{l}$ ）

7 下水処理水への暴露がメダカに及ぼす影響

(1) 仔魚暴露試験

都内の下水処理場で採水した処理水、及び固相抽出（特殊なカートリッジ等を用いて溶液中の一部の物質だけを抽出・濃縮する方法）により処理水中の化学物質を1倍と2倍に濃縮した溶液に、メダカ仔魚の雄を実験室内で暴露しました。1ヶ月間暴露した後、2ヶ月間清浄水中で飼育し、孵化3ヵ月後に機能的性を肉眼観察により調べました。試験は夏季と冬季に行いました。冬季の処理水を2倍に濃縮した試験区で、背ビレと尻ビレの形状観察から、遺伝的雄の一部に機能的雌への性転換が認められました（図8）。

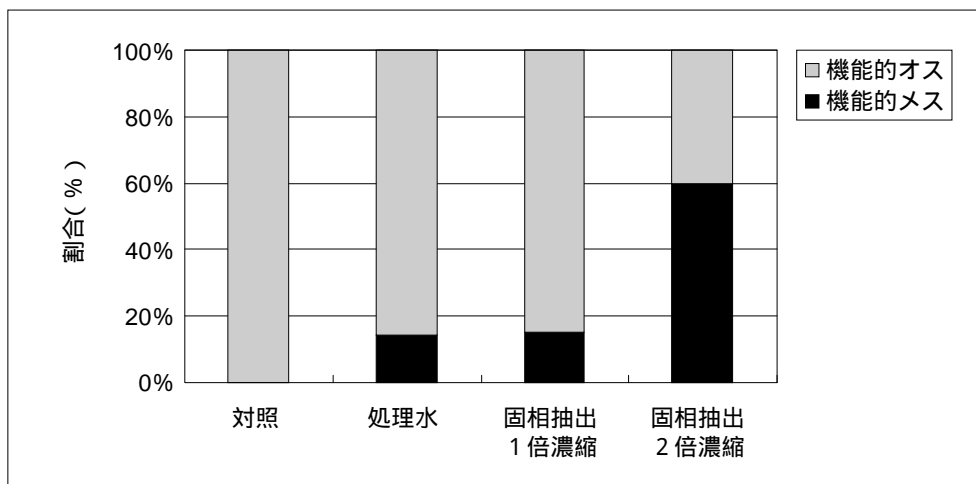


図8 仔魚暴露試験で機能的メスに性転換した遺伝的オスの割合

(2)成魚暴露試験

都内の下水処理場で採水した処理水へメダカ成魚雄を2週間暴露し、血液中の雌特異タンパク質ビテロジェニンの濃度を測定しました。試験は夏、秋、冬、春季の4回行いました。夏季を除く春、秋、冬季(図9)の実験で、雄魚の血液中ビテロジェニン濃度の上昇が認められました。これらから、下水処理水にはメダカ雄を雌化させる要因のあることが実験的に確かめられました。

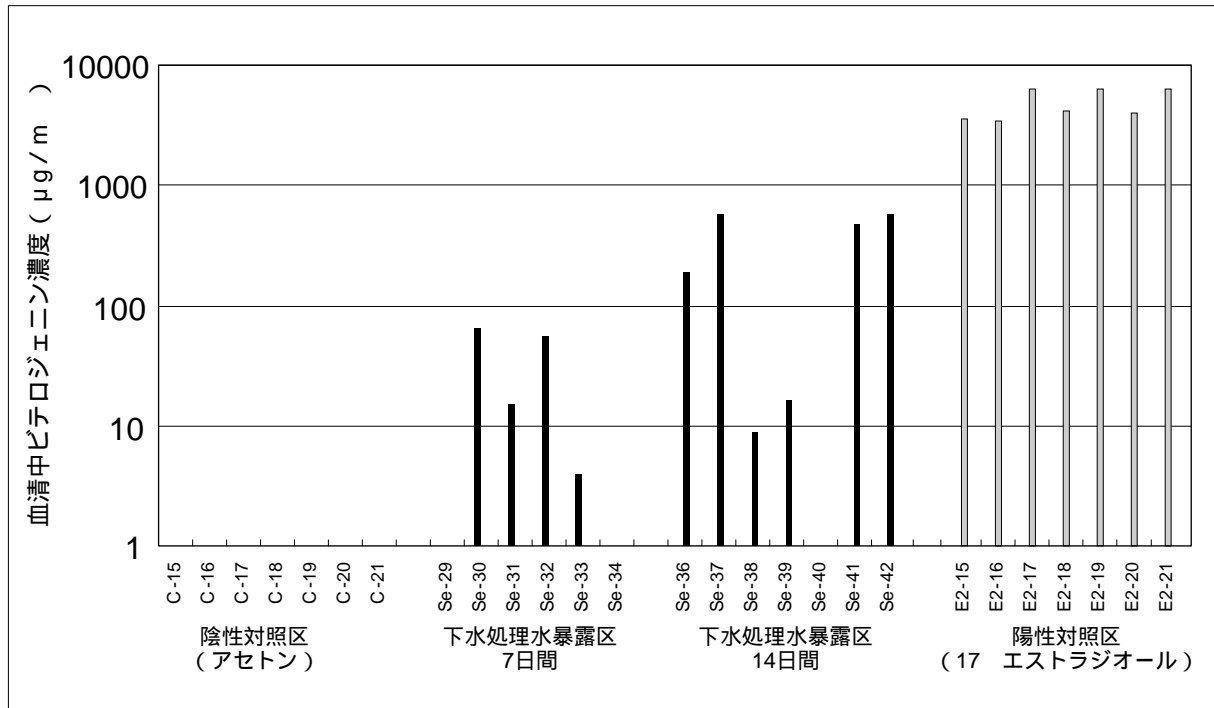


図9 下水処理水へ暴露したメダカ雄におけるビテロジェニンの誘導(冬季)