

# 多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その4） —都内河川におけるコイの精巣等の調査—

和波一夫 嶋津暉之 宮下雄博\* 大月正人\*\*  
(\*非常勤研究員 \*\*埼玉工業大学)

## 要　旨

都内河川のコイの性比、雄コイの血中ビテロジエニン濃度、精巣異常等に関する調査を行い、次のことことが明らかになった。

- (1) 都内河川でコイ科魚類を採捕した。前年度までの調査結果を合わせると多摩川水系のコイは雌354尾、雄360尾で、性比は1：1であった。
- (2) 浅川・新浅川橋の雄コイに高い濃度のビテロジエニンが検出された。この地点は下水処理場の直下にあって河川水中のエストロジエン濃度が高く、ビテロジエニンの高濃度検出に下水処理水中のエストロジエンの影響が示唆された。
- (3) コイの精巣を観察した結果、こぶ状、ひも状などの異常精巣が認められた。多摩川・田園調布堰上では雄コイの11%に、浅川・新浅川橋では13%に異常な精巣が認められた。前年度の結果を合わせると多摩川水系では雄コイの13%に異常な精巣が認められた。

キーワード：内分泌かく乱化学物質（環境ホルモン）、コイ、生殖腺、ビテロジエニン

## 1 はじめに

東京都は、内分泌かく乱化学物質に対する取組方針を1998年7月策定し、調査研究の推進等の具体的な取組を進めている<sup>1)</sup>。水環境に流入した内分泌かく乱化学物質は、水生生物の生殖に影響を与える可能性が高く、都内河川の魚類への影響実態を明らかにしていくことが必要である。都内河川に生息するコイの性比、生殖腺異常の実態、雄コイのビテロジエニン濃度等に関する調査研究を前年度に引き続き行ったので、その結果を報告する。

## 2 調査方法

### (1) 調査対象魚種

都内河川に生息し広く分布するコイ [*Cyprinus carpio Linnaeus*]、ゲンゴロウブナ [*Carassius auratus cuvieri* Temminck et Schlegel] 等のコイ科魚類を対象種とした。

### (2) 調査地点と調査期日

図1に示す多摩川・羽村堰上、田園調布堰上、浅川・新浅川橋、江戸川・篠崎水門上の4地点と比較対象地点のC川・T橋の計4河川5地点で調査を実施した。羽村堰は、東京都の水道原水取水点であり水質は良い。田園調布堰は、多摩川中流部の最下流点であり堰上までは順流域、堰から下流は感潮域である。浅川・新浅川橋は、八王子市下水処理場の放流口直下に位置する。江戸川・篠崎水門上は順流域である。比較対象のC川・T橋は、流域面積が大きな川の中流部に位置する都外の地点である。これらの調査地点での採捕範囲と採捕期日は表1のとおりである。

### (3) 採捕方法

魚類の採捕は各地点とも投網で行い、多摩川・羽村堰上では釣りによる方法、C川・T橋では仕掛け網と釣りによる方法を併用した。なお、多摩川・田園調布堰上と江戸川・篠崎水門上は採捕作業に船を用いた。

表1 採捕場所の採捕期日

河川・地点名	採 捕 場 所	採 捕 日
多摩川・羽村堰上	羽村堰上流 (堰堤～羽村市羽加美4～6丁目地先)	00/6/21, 9/4, 12/7, 01/2/27
多摩川・田園調布堰上	田園調布堰上 (大田区田園調布4丁目地先)	00/6/29, 9/11, 12/11, 01/3/1
浅川・新浅川橋	新浅川橋直下付近 (八王子市北野町地先)	00/6/19, 9/6, 12/19, 01/3/5
江戸川・篠崎水門上	篠崎水門上流から京成本線鉄橋付近 (江戸川区北小岩4丁目地先ほか)	00/6/26, 9/28, 12/4, 01/3/8
C川・T橋	他県対照地点	00/7/17, 9/25, 10/26, 01/3/13

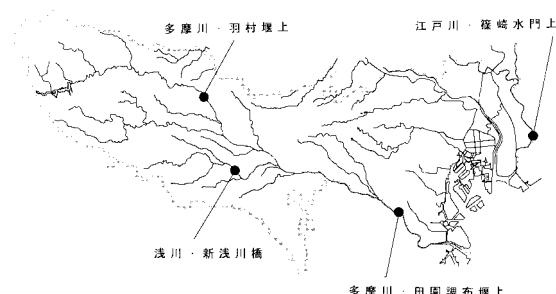


図1 調査地点

#### (4) 計測・採血方法等

採捕した魚類の全長・体長・体重を現地で測定後、尾部血管から注射器を用いて採血した。血液は、10mL容量の血漿分離用スピッツ管に入れ、採取血液が少量の場合は1.5mL容量のマイクロチューブに入れてビテロジエニン分析用の試料とした。採血後の魚類、血液試料は実験室に搬入するまで氷を入れたアイスボックス内で保冷した。血液試料は採血後8時間以内に遠心分離（4°C、3000rpm×20min.）し、血漿を分離した。血漿は0.5mL容量マイクロチューブに分注後、直ちに80°Cの冷凍庫に収納し、ビテロジエニン濃度の測定に供するまで凍結保存した。

#### (5) ビテロジエニンの測定

血漿中のビテロジエニンは、株式会社クマモト抗体研究所「コイ ビテロジエニンELISAキット」を用いて測定した。同キットは、コイのビテロジエニンに特異的な2つの抗体を用いたサンドイッチ型固相ELISA法によるものである。

#### (6) 雌雄の確認と生殖腺組織標本の作成

上記(4)の作業の翌日、魚類の腹部を解剖し、生殖腺

観察により雌雄を判定した。生殖腺全体を摘出し、付着している脂肪組織などを取り除き、生殖腺の外観を肉眼観察した。外見的に変形や変色などが認められないものを正常、こぶ状やひも状など、外見的に明らかな変形などが認められたものを異常と記録した。また、外見的には正常のものとやや異なるものを所見ありとして記録した。その後、生殖腺の重量を測定し、生殖腺の全体を写真撮影した。

摘出した生殖腺から組織標本用試料として厚さ5mmから10mm程度に横断した組織片を採取した。この組織標本用試料をブアン氏固定液につけこんだ後、70%エタノールに入替えて保存した。組織標本用試料は、常法に従い脱水しパラフィン包埋した。これを薄切り、スライドグラスに貼付けした後ヘマトキシリンとエオシンの二重染色を施した。精巣の生殖細胞の発達状況、構造、組織の変性及び精巣卵の有無等を顕微鏡で組織学的に観察し、その状態を記録した。

### 3 結果及び考察

#### (1) コイの性比

これまで採捕したコイの雌雄数を表2、多摩川水系のコイの性比を図2に示す。

多摩川本川の今回の調査地点は羽村堰上と田園調布堰上であるが、このうち羽村堰上では生息するコイが非常に少なく採捕できなかった。田園調布堰上では雌46尾、雄54尾であった。前年度の雌雄数を加えると多摩川本川のコイは雌112尾、雄134尾であった。

次に浅川については、今回の調査地点の新浅川橋で採捕したコイは雌64尾、雄39尾で雌が多かった。ただ、

表2 コイの雌雄数

調査地点	1998年度		1999年度		2000年度		合 計	
	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂
多摩川			1 4	2 1			1 4	2 1
坪島橋			5 2	5 9			5 2	5 9
多摩川原橋					4 6	5 4	4 6	5 4
田園調布堰上								
浅川					6 4	3 9	6 4	3 9
新浅川橋							7 6	1 0 9
高幡橋	1 8	2 7	5 8	8 2				
野川			2 2	1 1	8 0	6 7	1 0 2	7 8
仙川合流点								
多摩川水系合計	4 9	3 8	2 0 4	2 2 9	1 1 0	9 3	3 5 4	3 6 0

調査地点	1998年度		1999年度		2000年度		合 計	
	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂	雌 ♀	雄 ♂
神田川			5	9	4 4	6 1		4 9
水道橋							7 0	
江戸川			1	0			1 6	1 7
篠崎水門上							6	6
荒川			2	0				2
堀切橋								0
C川							2 0	2 0
T橋							2 0	2 0

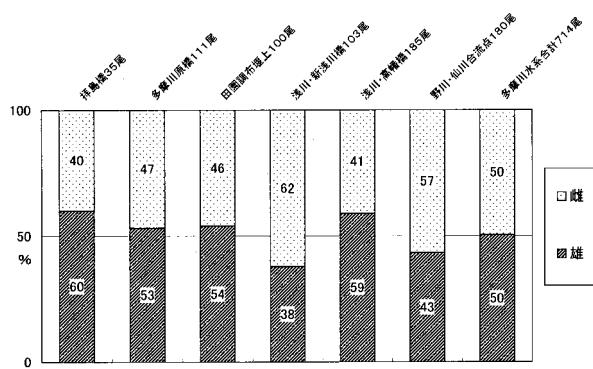


図2 多摩川水系のコイの性比

魚類は長期的には溯上や流下により河川内を移動するので、移動可能な水域内で性比を検討することも必要である。前年度の浅川・高幡橋（新浅川橋の8km下流点）の雌雄数を合わせると、雌178尾、雄187尾で、浅川のコイの性比はほぼ1：1である。

多摩川本川と、支川である浅川、野川を合わせた多摩川水系全体では、雌354尾、雄360尾であり、これまでの結果からは多摩川水系のコイの雌雄数に偏りはなく、性比は1：1である。

#### (2) コイ以外のコイ科魚類の雌雄数

表3にコイ以外のコイ科魚類の雌雄数を示す。都内に生息するフナ類は、ゲンゴロウブナ、ギンブナ、キンブナで、ギンブナは雌性発生という特殊な繁殖を行い、関東地方ではほとんどが雌である。このことから、鰓耙数や背びれの軟条数からギンブナと区別できるゲンゴロウブナについて集計した。性比（雌：雄）は多摩川・羽村堰上のウグイ1：1.4、ゲンゴロウブナ1：1.1、江戸川・篠崎水門上のゲンゴロウブナ1.8：1、ハクレン1.7：1、C川T橋のウグイ9.3：1、ニゴイ1：3.4であったが、各種類とも尾数が少ないとから、今後尾数が十分に確保された時点で性比の傾向を検討する必要がある。

表3 コイ以外の魚類の雌雄数

多摩川水系		2000年度		
	調査地点	魚種	雌♀	雄♂
多摩川	羽村堰上	ウグイ	25	34
	田園調布堰上	ゲンゴロウブナ	12	13
江戸川	篠崎水門上	ゲンゴロウブナ	28	16
		ハクレン	20	12
C川	T橋	ウグイ	37	4
		ニゴイ	7	24

#### (3) 血中のビテロジエニン濃度

##### ア ビテロジエニンの分布

通常、卵黄タンパク前駆物質であるビテロジエニンの产生は雌に限られ、雄にはほとんどビテロジエニンが検出されない。しかし、雄にエストロジエンを投与すると血中にビテロジエニンが検出される<sup>2)</sup>。雄魚にビテロジエニンが検出された場合、天然エストロジエンやエストロジエン様物質に暴露されたことを示す<sup>3)4)</sup>。

図3に各調査地点の雄コイの血中ビテロジエニン濃度分布を示す。また、調査月別のビテロジエニン濃度を図4に示し、図5に既報<sup>5)</sup>の結果を含め多摩川水系の雄コイのビテロジエニン濃度を示す。ビテロジエニン濃度分布については、ELISA法による分析精度等を考慮し凡例に示すランク分けを行った。なお、ウグイ、フナ類等のコイ科魚類についてもコイのビテロジエニン測定キットを用いて測定した。

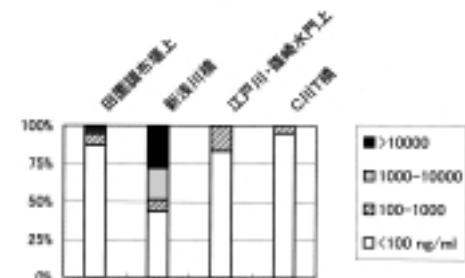


図3 雄コイの血中ビテロジエニン濃度割合

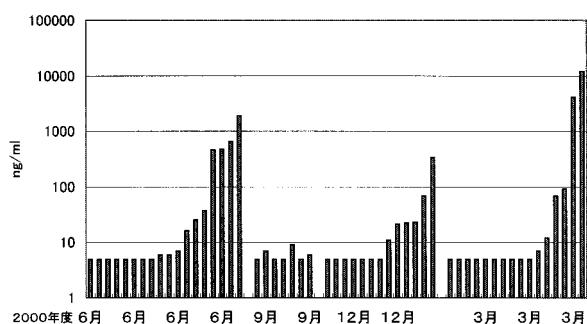


図4-1 多摩川・田園調布堰上 雄コイの血中ビテロジエニン濃度

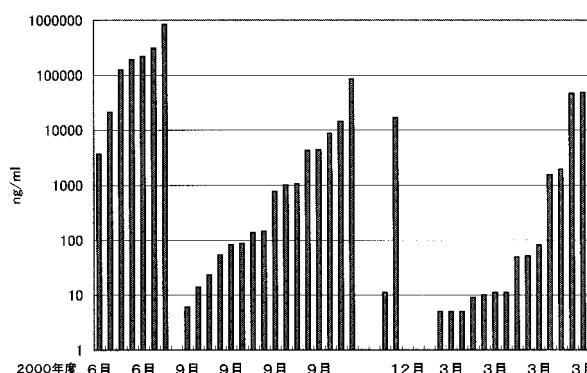


図4-2 浅川・新浅川橋 雄コイの血中ビテロジエニン濃度

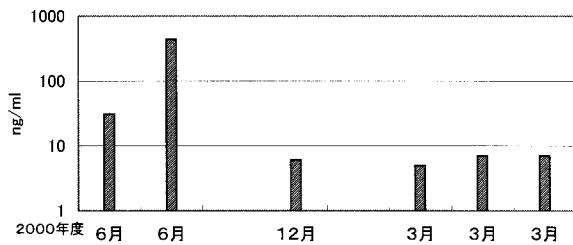


図4-3 江戸川・篠崎水門上 雄コイの血中ビテロジエニン濃度

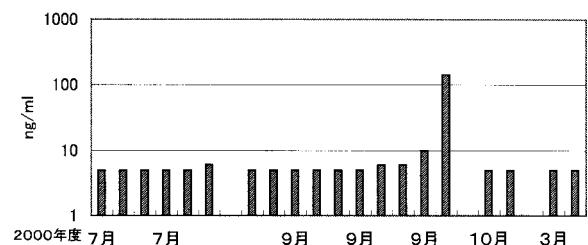


図4-4 C川・T橋 雄コイの血中ビテロジエニン濃度

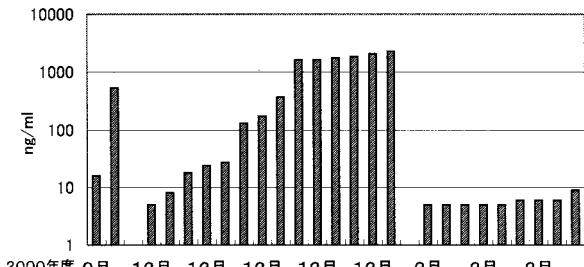


図4-5 多摩川・羽村堰上 雄ウグイの血中ビテロジエニン濃度

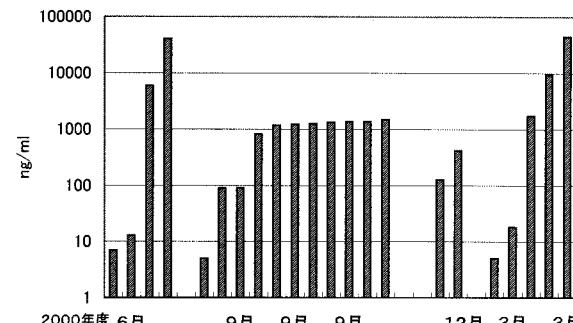


図4-6 多摩川・田園調布堰上 雄フナ類の血中ビテロジエニン濃度

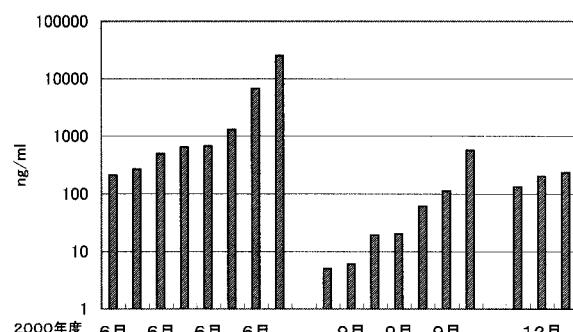


図4-7 江戸川・篠崎水門上 雄フナ類の血中ビテロジエニン濃度

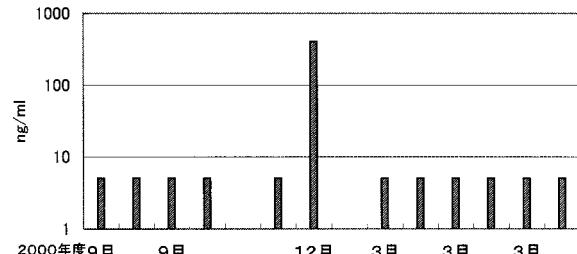


図4-8 江戸川・篠崎水門上 雄ハクレンの血中ビテロジエニン濃度

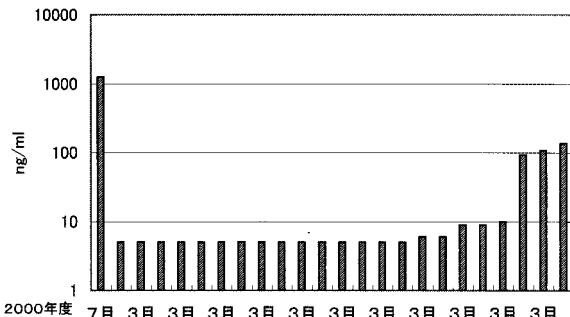


図4-9 C川・T橋 雄ニゴイの血中ビテロジエニン濃度

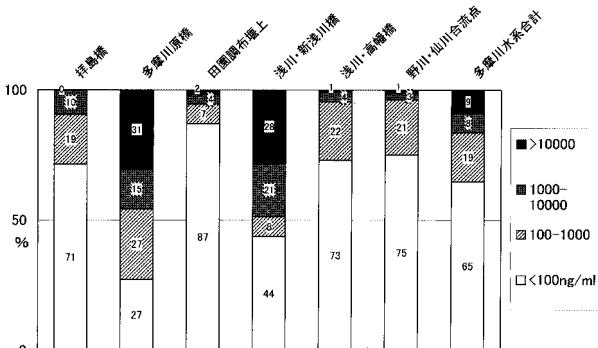


図5 雄コイの血中ビテロジエニン濃度割合

ビテロジエニン濃度が著しく高いものは浅川・新浅川橋で、10000ng/mLより高い濃度のものが28%あり、ほぼ半数のものが1000ng/mL以上の濃度であった。一方、多摩川・田園調布堰上、江戸川・篠崎水門上、C川・T橋の雄コイは10000ng/mLをこえるものはほとんど無く、大半は100ng/mL以下であった。

ウグイ、フナ類、ニゴイ、ハクレンについてのビテロジエニン測定キットは現在製品化されていないためコイのビテロジエニン測定キットを用いて測定したが、コイ以外の魚類に対する測定精度は明確になっていない。羽村堰上のウグイや田園調布堰上のフナ類の一部にビテロジエニン濃度がやや高いものがみられたが、これらの値がコイのビテロジエニン濃度と同程度に評価できるかどうかは不明である。

イ 河川水のエストロジエン濃度との関係

表4に調査地点の河川水のエストロジエン等の濃度を示す。各地点の天然エストロジエンや水質一般項目の濃度レベルは異なり、羽村堰上は濃度が非常に低く、浅川・新浅川橋は他地点に比べ濃度が高い。なお、河川水のエストロジエンの詳細については、次報<sup>6)</sup>で報告する。既報<sup>5)</sup>の値を含め河川水の天然エストロジエン2成分の作用強度と雄コイのビテロジエニン濃度割合との関係を図6に示す。同図ではエストロジエン作用強度の年4回データのうち75%値を使用した。ただし、多摩川原橋地点のコイの採捕範囲は北多摩一号処理場放流口付近も含むことから、多摩川原橋のエストロジエン作用強度は、多摩川原橋と同処理場放流口の平均値の75%値を用いた。

エストロジエン作用強度とビテロジエニンの相関関係は図6のとおり明瞭である。エストロジエン作用強度が高い地点は、いずれも下水処理場放流口の直下流点や下水処理水の影響が大きい地点でありビテロジエニン濃度が高い。それに対してエストロジエン作用強度が低い地点は下水処理場放流口から離れた場所や下水処理場放流口より上流点にあり、ビテロジエニン濃度は低い。また、次報<sup>6)</sup>で述べる河川水のエストロジエンは下水処理場の放流水に由来するものが多い。これらのことから、下水処理水由来のエストロジエンが雄コイに高い濃度のビテロジエニンを産生させているものと考えられる。同図から河川水のエストロジエン作用強度10ng/L以上が高濃度のビテロジエニンを産生させるレベルと推測される。

表4-1 魚類調査地点の河川水のエストロジエン濃度

エストロン	(ng/L)	6月	9月	12月	3月	平均
多摩川・羽村堰上	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	
多摩川・田園調布堰上	7.0	10.5	6.9	4.1	7.1	
浅川・新浅川橋	1.1	28.0	36.0	7.0	18.0	
江戸川・猿崎水門上	1.4	1.0	4.4	1.1	2.0	
C川・T橋	1.1	1.1	0.9	0.3	0.9	

17 $\beta$ -エストラジオール	(ng/L)	6月	9月	12月	3月	平均
多摩川・羽村堰上	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	
多摩川・田園調布堰上	2.1	2.1	2.0	5.0	2.8	
浅川・新浅川橋	0.9	6.0	3.8	3.0	3.4	
江戸川・猿崎水門上	0.8	0.5	0.7	0.9	0.7	
C川・T橋	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	

エストロジエン2成分の作用強度	(ng/L)	(酵母法の強度で換算)	6月	9月	12月	3月	平均
多摩川・羽村堰上	0.3	0.4	0.1	0.3	0.3	0.3	
多摩川・田園調布堰上	4.0	5.0	3.9	6.1	4.8		
浅川・新浅川橋	1.2	13.5	13.5	4.9	6.3		
江戸川・猿崎水門上	1.1	0.8	1.9	1.2	1.3		
C川・T橋	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8		

エストロジエン総合作用強度	(ng/L)	6月	9月	12月	3月	平均
多摩川・羽村堰上	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
多摩川・田園調布堰上	2.3	2.2	1.4	4.3	2.6	
浅川・新浅川橋	1.8	18.6	25.0	8.4	13.5	
江戸川・猿崎水門上	1.2	0.0	0.0	0.9	0.5	
C川・T橋	0.1	0.6	0.2	0.5	0.4	

表4-2 魚類調査地点の水質(年4回平均値)

調査地点	E 1	E 2	E1+E2*	酵母法	C-BOD	COD	T-N	NH <sub>3</sub> -N	T-P
多摩川・羽村堰上	0.1	0.2	0.3	0.0	0.7	1.5	0.7	0.1	0.0
多摩川・田園調布堰上	7.1	2.8	4.7	2.6	1.9	5.1	5.7	0.3	0.4
浅川・新浅川橋	18.0	3.4	8.3	13.5	2.1	6.4	7.4	3.0	0.4
江戸川・猿崎水門上	2.0	0.7	1.3	0.5	1.2	3.9	2.9	0.2	0.1
C川・T橋	0.8	0.6	0.8	0.4	0.8	2.7	1.8	0.1	0.1

E1: エストロン ng/L、 E2: 17 $\beta$ -エストラジオール ng/L  
E1+E2\*: エストロジエン2成分の作用強度 ng/L (酵母法の強度で換算 E2+E1×0.27)  
酵母法: Brunel大学酵母法によるエストロジエン作用強度 ng/L  
C-BOD以下は単位 mg/L

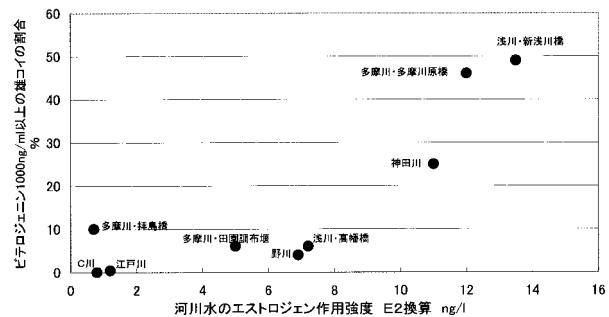


図6 河川水のエストロジエン作用強度と雄コイの血中ビテロジエニン濃度

#### (4) 精巣の異常

##### ア 肉眼観察の結果

上記2(6)の判定基準にもとづき精巣の肉眼観察を行った結果を表5に示す。既報<sup>5)</sup>と同様な、こぶ状、ひも状などの異常精巣をもつ雄コイが認められた。正常精巣、異常精巣の代表的なものを写真で示す。写真1は正常な形態の精巣で、写真2は精巣が極端に萎縮して、ひも状となっているものである。外見的には組織が軟化するなど、放精にともなう正常な萎縮とは異なる萎縮部分が認められる。写真3は外観的には写真2のものと似ているが、組織学的観察では後述の組織異常のタイプのものである。写真4は精巣が、こぶ状に膨隆したものである。全体がこぶ状の他に、数cm程度の部分的な、こぶ状のものもみられる。写真5は全体に色がくすんでいるものである。写真6は精巣内に卵があるものである。肉眼的に卵の存在が明確にわかるものは、今回初めて確認された。

##### イ 組織学的観察の結果

精巣の発達状況、構造、組織の変性などを顕微鏡観察し、その状態を写真記録した。コイの精巣については、組織学的観察にもとづく異常の知見が少ないとから、現時点では精巣内の細胞や組織に顕著な変性等



写真1 正常な精巣

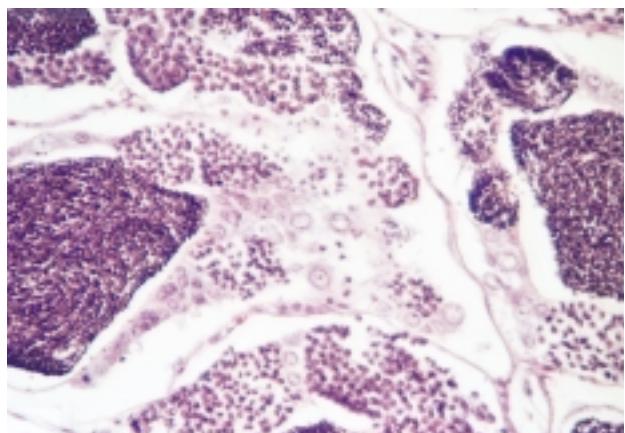


写真1' 正常な精巣の組織

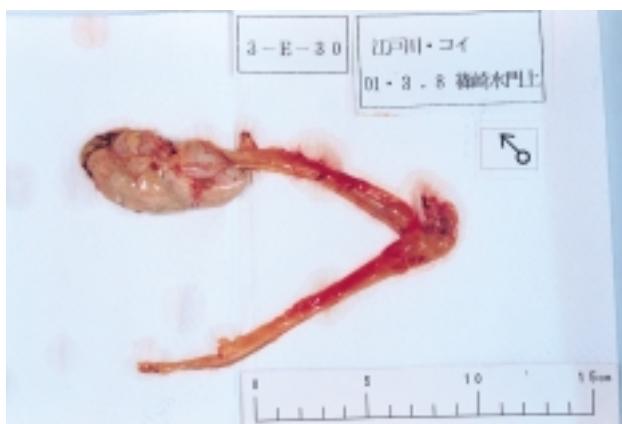


写真2 ひも状(1)

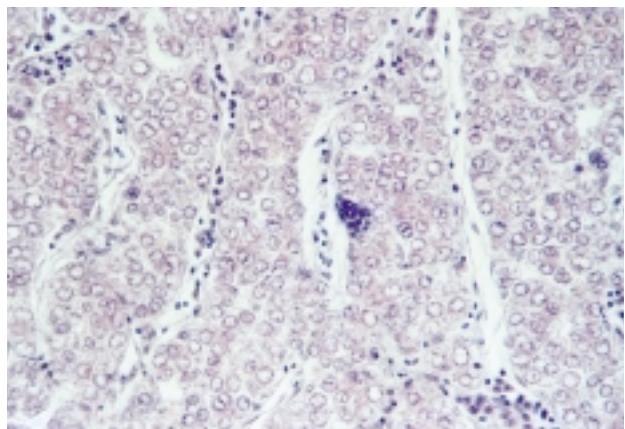


写真2' 不明細胞の増殖



写真3 ひも状(2)

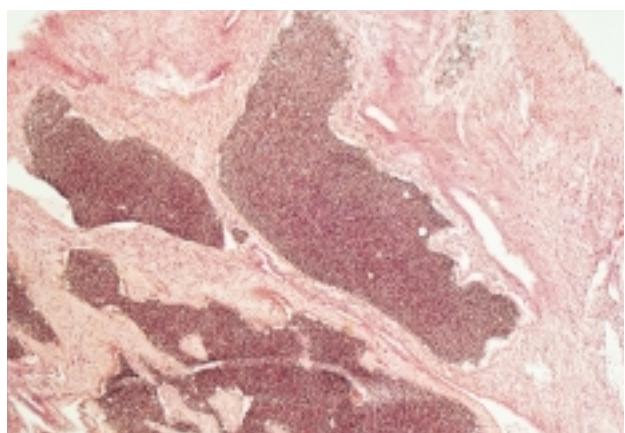


写真3' 輸精管組織の侵入



写真4　こぶ状

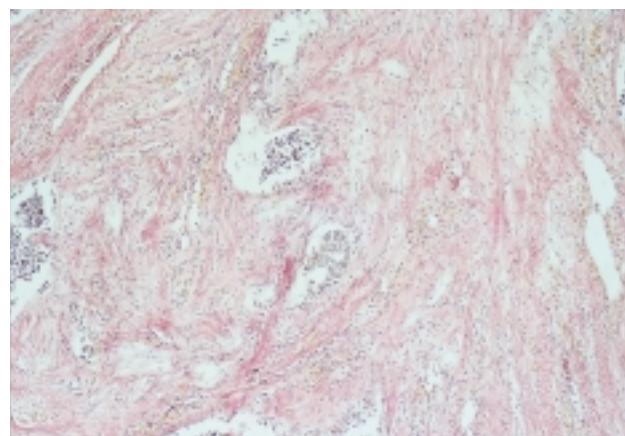


写真4'　腫瘍形成



写真5　体色のくすみ

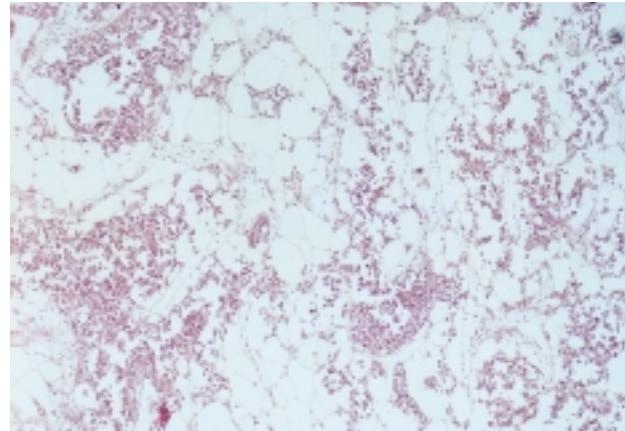


写真5'　退縮

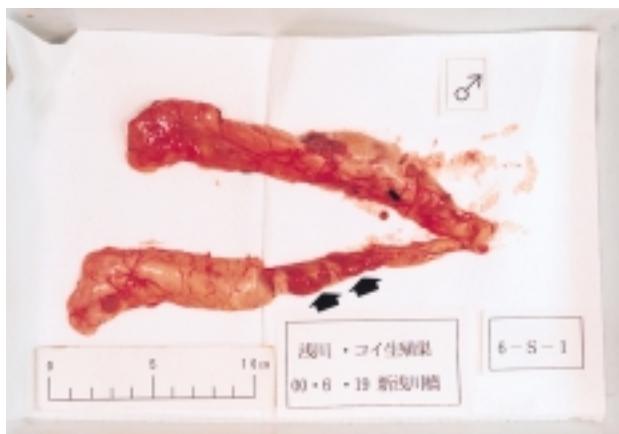


写真6　卵の存在

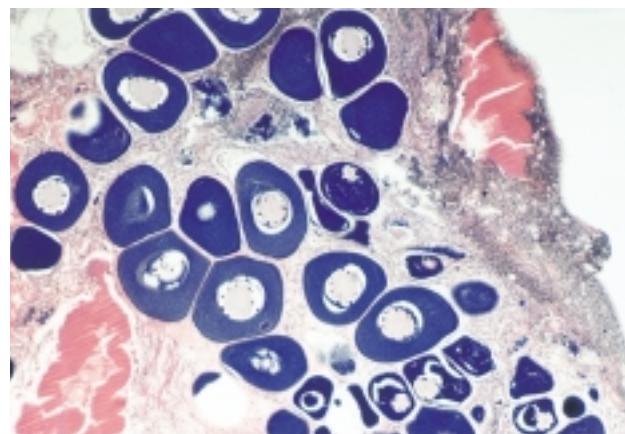


写真6'　卵巣起源の細胞

が認められない場合は正常とし、細胞増殖など構造や組織に明らかな変性が認められる場合を異常とした。また、一部に正常なものと異なる細胞や組織が認められる場合を所見ありとした。既報<sup>5)</sup>の判定基準にもとづき、精巣の組織、細胞の変性に着目して組織学的観察を行った。以下に判定の要点を記し、観察を行った結果を表5に示す。既報<sup>5)</sup>と同様な、腫瘍形成、機能不明な細胞増殖などの異常が認められた。

#### ・ 繊維細胞由来と推定される腫瘍の形成

ヘマトキシリンに濃く染色される核をもち、細胞質が不明瞭な纖維細胞と思われる細胞によって結節状に集塊したもの。腫瘍内部は増殖した纖維細胞によって占められ、小囊構造はほとんどみとめられないもの(写真4')。

#### ・ 間質組織の肥厚

精小囊の間質を構成する結合組織に肥厚が認められ

るもの。

#### ・ 不明細胞の異常増殖

精小囊内に精子形成に関与していないと思われる不明細胞の異常増殖がみられるもの(写真2')。不明細胞は精小囊内にあり、その形態は正常精巣の精原細胞とよく似ている(写真1')。

#### ・ 小囊構造の欠損

・ 間質および生殖細胞の退縮(写真5')。

#### ・ 卵巣起源の組織や細胞の混在

精巣内に卵巣起源の雌性生殖細胞が混在する、精巣卵といわれる雌雄同体のもの(写真6')。

#### ・ 外膜肥厚

精巣に外膜の肥厚が認められるもの。

#### ・ その他

精巣後部の輸精管組織と思われるものが精巣全体を占めるもの(写真3')。

表5 雄コイの精巣異常(肉眼観察および組織標本観察結果等)

河川名	地点名	識別番号	魚種	全長(mm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	生殖腺重量(GSI(%))	ビテロジエン	肉眼観察による精巣の外観異常の区分		組織標本観察による精巣異常の区分					総合判定				
										症状	卵の存在	萎縮、くびれ、赤み等	腫瘍形成	間質肥厚	不明細胞増殖	小囊欠損	組織退縮	卵巣混在	外膜肥厚、その他		
多摩川	田園調布堰上	6-D-10	コイ	517	410	1490	108	27.5	1.8	5	●左ひも状						●	○	●	○	
	田園調布堰上	6-D-20	コイ	504	410	1660	130	41.1	2.5	5											
	田園調布堰上	6-D-26	コイ	510	410	1570	118	29.2	1.9	5											
	田園調布堰上	12-D-19	コイ	576	478	2460	129	35	1.4	5	●後部	●中央ひも状	●								
	田園調布堰上	3-D-17	コイ	543	461	2690	162	315.2	12.1	12000											
	田園調布堰上	3-D-6	コイ	524	421	2110	120	20.1	1.8	5											
	田園調布堰上	3-D-16	コイ	470	362	1540	148	102.4	6.6	5			○後部水ぼう状	○							
	田園調布堰上	3-D-19	コイ	454	362	1420	152	65.1	4.6	5			○季節筋膜病	○							
	田園調布堰上	3-D-22	コイ	555	434	2610	153	78.6	3.0	12	●左後部	●右ひも状	●								
	田園調布堰上	9-D-4	フナ類	350	266	730	170	10.8	1.5	91											
	田園調布堰上	9-D-7	フナ類	346	266	700	169	9.7	1.4	500											
	田園調布堰上	9-D-10	フナ類	359	270	586	137	6.5	1.1	5											
	田園調布堰上	9-D-15	フナ類	378	284	770	143	7.7	0.7	1300											
	田園調布堰上	9-D-20	フナ類	441	356	810	168	7.6	0.9	830											
	田園調布堰上	3-D-38	フナ類	364	286	780	158	12.3	1.6	5											
濱川	新浜川橋	6-S-1	コイ	559	450	2250	135	83.2	3.7	120000	●左後部										
	新浜川橋	9-S-8	コイ	620	485	3000	126	29.3	1.0	14000		●ひも状	○	●							
	新浜川橋	9-S-25	コイ	520	438	2210	157	26.9	1.2	14			○左くすんでいる	○							
	新浜川橋	9-S-27	コイ	604	488	2975	135	130	4.4	87	●右前部	●全体がくすんでいる	●								
	新浜川橋	3-S-4	コイ	614	486	2220	96	49.5	2.2	11			○左くすんでいる	○							
	新浜川橋	3-S-10	コイ	623	504	3860	163	26.3	3.3	1900			●左ひも状	○左くすんでいる	○						
	新浜川橋	3-S-11	コイ	666	533	700	125	32.7	0.6	9			●全体水ぼう状	●							
江戸川	篠崎水門上	3-E-28	コイ	632	514	4100	162	49.1	1.2	5			●ひも状	●							
	篠崎水門上	3-E-30	コイ	648	520	3410	125	33.7	1.0	7	●一部	●全体水ぼう状	●								
C川	T橋	7-C-1	コイ	700	574	3700	108	35.1	0.9	5	●後部	●一部ひも状	●								
	T橋	7-C-2	コイ	550	438	2300	138	92.8	4.0	5			●	○							
	T橋	9-C-13	コイ	420	380	1000	135	3.2	0.3	5	●一部瘤状	●ひも状	●								
	T橋	9-C-18	コイ	458	372	1180	123	13.7	1.2	5			●	○							
	T橋	10-C-7	コイ	424	360	1010	133	5.9	0.6	5			●全体に赤っぽい	○							
	T橋	10-C-12	コイ	489	395	1800	154	37.3	2.1	5											

注) ●: 異常, ○: 所見あり, 肥満度: 体重/(全長)<sup>3</sup>×10<sup>7</sup>, GSI: 生殖腺体指数、ビテロジエンの単位: ng/mL

#### ウ 精巣異常の割合

以上の肉眼観察と組織学的観察を合わせてコイの精巣異常の有無を判定した。纖維細胞や不明細胞増殖が多くあっても外観には異常が認められないものもあるが、その場合も異常とした。判定結果を表6に示す。採捕尾数が少ないため、異常割合は検討を要するが、江戸川・篠崎水門上、C川・T橋でも精巣異常のコイが認められた。

肉眼観察により、こぶ状の異常とされたものは、上記の纖維細胞由来と推定される腫瘍の形成と対応していた。表5のコイのGSI(生殖腺体指数=生殖腺重量/体重×100)は、生殖腺の発達状況を量的に検討する場

合の指標である。魚類には精子形成が活発に行われる時期や精子形成停止時期があるため、GSIは季節変化するが、これまで採捕した正常な精巣をもつコイのGSIは2~10程度である。これに対し、両側がひも状の萎縮した精巣をもつコイの場合は、GSIが1以下である。この萎縮した精巣はほとんど上記の不明細胞が増殖していた。コイ以外のコイ科魚類では、田園調布堰上のゲンゴロウブナ15尾のうち2尾に不明細胞増殖の精巣異常が認められた。

イギリスに生息するコイ科魚類のローチ [roach; *Rutilus rutilus*] は精巣に卵が存在する雌雄同体(精巣卵)のものが多く出現<sup>7)</sup>し、内分泌かく乱化学物質に關

する魚類の生殖異変の例として知られている。一方、都内河川のコイについて、今までの肉眼および組織学的観察結果で明確な精巣卵と認められるのは1検体だけであった。また、組織学的観察で卵巣起源の細胞が精巣にわずかにみられるもの、すなわち、所見ありとしたものは3検体（うち1検体は1999年度）であり、都内河川のコイの精巣異常のなかで精巣卵は稀な事象と推測された。

前年度のコイ精巣の観察結果と今回の結果を合わせたものを図7に示し、精巣異常の内訳を表7に示す。多摩川水系では雄コイの13%に精巣異常が認められた。ひも状の形をし不明細胞が増殖した異常や、こぶ状の腫瘍形成した異常が精巣異常全体の約8割を占めており、雄コイの精巣異常は、この2つのタイプに代表される。

表6 コイの精巣の観察結果

精巣の観察結果	多摩川	浅川	多摩川水系の合計	江戸川	C川
	田園調布坂上 新浅川橋			森崎水門上	T橋
正常	45	32	77	4	14
所見あり	3	2	5	0	2
異常	6	5	11	2	4
合計	54	39	93	6	20

ビテロジエニンの検出と精巣異常の関係については、現段階では明らかにされていない。しかし、精巣異常が認められたコイの血中ビテロジエニン濃度は図8に示すように高低まちまちであり、これらの濃度を図9に示す1999年度、2000年度に採捕した全雄コイのビテロジエニン濃度分布と比較しても特異的な傾向はない。つまり、精巣異常とビテロジエニン濃度との相関関係はみられない。エストロジエンを雄魚に投与すると1日以内に血中にビテロジエニンが出現し、その後エストロジエンを含まない水で飼育するとビテロジエニンは1~2カ月以内で消失するといわれており、ビテロジエニンはあくまでもエストロジエンの短期的な影響を示す指標である。成魚に対する短期的なエストロジエン暴露の場合は、ビテロジエニン濃度が高くて精巣への影響は少なく、逆にエストロジエン暴露を長期に受けて精巣に異常があつても、コイがエストロジエンの少ない水域に移動し数週間以上そこに留まっていたとするなら、ビテロジエニン濃度は下がるものと推測される。すなわち、ビテロジエニンはコイ採捕時の直近のエストロジエン暴露の指標であるが、エストロ

ジエンの暴露期間の長短の指標ではない。精巣異常とエストロジエンとの因果関係やビテロジエニンとの関係については、今後の研究課題である。

表7 雄コイの精巣異常内訳(1999年度、2000年度合計)

多摩川水系	肉眼観察			組織学的観察			総合判定異常数
	瘤状	萎縮くびれ等	その他	腫瘍形成	不明細胞増殖	その他	
多摩川・押島橋		1				1	1
多摩川・多摩川原橋	1	5		1	2	3	7
多摩川・田園調布坂上	2	3	2	4	2	1	6
浅川・新浅川橋	1	2	2		3	2	5
浅川・高幡橋	3	7		4	6	2	13
野川・仙川合流点	2	1	1	2	1		4
多摩川水系の計	9	19	5	11	15	8	36
神田川・水道橋	8	2	1	7	2		11
江戸川・篠崎水門上	1	1	1	2			2
合計(上記8地点)	18	22	7	20	17	8	49

備考：同一個体で複数の異常が見られる場合は両方カウントした。

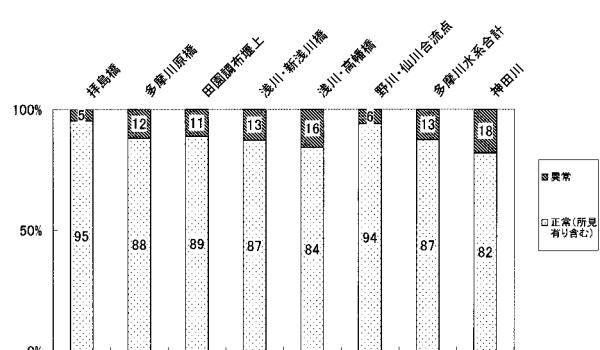


図7 コイ精巣の異常割合 (1999年度、2000年度)

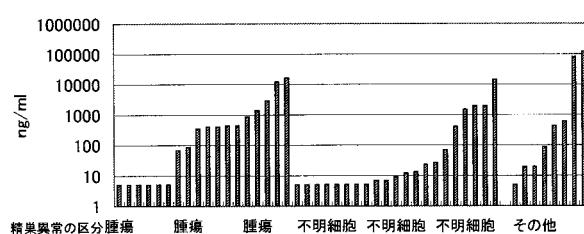


図8 精巣異常が観察された雄コイのビテロジエニン濃度

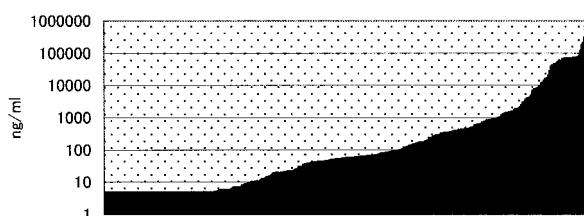


図9 1999年度、2000年度の雄コイのビテロジエニン濃度分布

魚類の生殖腺の発達は、河川水質のほか、水温、個体群密度、餌など、さまざまな環境要因によって支配されている<sup>8)</sup>。エストロジエンはじめ、どのような要因が生殖腺に大きな影響を及ぼしているか、また、全国河川のコイと比較して都内河川のコイの精巣異常割合がどの程度のものかを明らかにしていくことが必要である。

#### 4 おわりに

都内の多摩川水系で採捕されたコイは雌354尾、雄360尾で、性比は1：1であった。現段階では、コイの性比に大きな偏りはないといえる。前年度の調査結果と同様に下水処理場直下流点の雄コイの血中ビテロジエニン濃度は高く、下水処理水中のエストロジエンの影響が示唆された。コイの生殖腺を肉眼観察および組織的観察した結果、多摩川水系では雄コイの13%に精巣異常が認められた。都内河川の魚類の生殖腺異常やビテロジエニン濃度の実態、河川水等のエストロジエンの挙動については引き続き研究を進めており、それらの結果については今後まとめていく予定である。

本研究における魚類採捕は、新日本環境調査株式会社に委託して行った。組織学的観察の所見については、大西悠太氏（国土環境株式会社環境創造研究所）からご教示をいただいた。関係各位に深く感謝の意を表する。

#### 引用文献

- 1) 東京都の内分泌かく乱化学物質問題に対する当面の取組について—東京都環境ホルモン取組方針-, 19pp, 東京都環境保全局環境管理部, (1998).
- 2) 原 彰彦：魚の血液で環境ホルモン汚染をみる, 科学, 68(7), 591～596, (1998).
- 3) 原 彰彦：内分泌攪乱物質の生態影響, 廃棄物学会誌, 10(4), 278～287, (1999).
- 4) 有薗幸司：河川海域などにおける内分泌攪乱化学物質の検出, 資源環境対策 34, 844～848, (1998).
- 5) 和波一夫ら：多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その2），東京都環境科学研究所年報，153～164, (2000).
- 6) 和波一夫ら：多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その6），東京都環境科学研究所年報，72～81, (2001).
- 7) Jobling, S. et al. : Widespread sexual disruption in wild fish, Environmental Science & technology, 32(17), 2498～2506, (1998).
- 8) 中村 将, 井口泰泉：多摩川にみる魚類の異変, 科学, 68(7), 515～517, (1998).