

多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究（その7） — 下水処理場の内分泌かく乱化学物質の排出実態 —

嶋津暉之 和波一夫
村田 望* 大月正人*
(*埼玉工業大学)

要 旨

下水処理場放流水の内分泌かく乱化学物質の削減対策を検討するため、多摩川流域にあるA処理場を対象として放流水の24時間調査を実施した。その結果、主に次のことが明らかになった。

- (1) 処理場放流水が持つエストロゲン作用強度のほとんどは天然エストロゲンであるエストラジオールとエストロンで構成され、人工化学物質の影響は小さいと推測される。
- (2) 天然エストロゲンの中では、エストロンがエストラジオールの3～5倍以上の値を示すことが多く、エストロンの割合が非常に大きい。そして、エストロンは時間変動も非常に大きい。
- (3) 放流水のエストロジェンの大きな時間変動は、流入量の変化で説明される。流入量が小さい時はばっ気槽の滞留時間が長くなって分解がよく進み、流入量が大きい時はその逆となって濃度が上昇する。

キーワード：エストロゲン、 17β -エストラジオール、エストロン、下水処理場、ELISA法、酵母法

1 はじめに

1998年、多摩川のコイに関する生殖異変の調査結果が横浜市立大等のグループから発表された。その発表を受けて、当研究所では、多摩川を中心に、河川におけるコイ等の生殖異変の実態とその原因物質とされる内分泌かく乱化学物質の河川中の挙動について調査を行ってきた。後者については前報¹⁾で述べたとおり、多摩川および仙川で内分泌かく乱化学物質の河川縦断調査を実施した。この調査により、河川水中の内分泌かく乱化学物質のほとんどは下水処理場の放流水に由来しており、その低減を図るためには下水処理場の内分泌かく乱化学物質の排出量を削減する必要があることが明らかになった。この削減対策を進めるためには、まず最初に下水処理場における内分泌かく乱化学物質の排出実態を克明に調査する必要がある。本報告はその観点から、下水処理場放流水の24時間調査を行って、

内分泌かく乱化学物質の排出実態を把握し、今後の削減対策を検討したものである。

2 方法

(1) 調査の対象と方法

多摩川流域にあるA下水処理場を調査対象とした。同処理場の処理水量は一日約18000m³である。同処理場の放流口に自動採水器を4台設置して放流水を1時間おきに24回採取し、翌日、採水試料を回収した。この24時間採水を2000年度の7月、9月、11月、2月の延4回実施した。このうち、7月の調査当日は大きな降雨があった。当処理場は合流式下水道方式で、最初沈殿池から大量の簡易処理放流があったので、今回の解析から7月のデータを割愛した。採水時のA処理場の状況を表1に示す。

(2) 分析の方法

表1 採水時のA処理場の状況

	採水中の24時間放流量 立方メートル/日	放流水の水温 ℃	放流水のpH
2000/9/20~9/21	18972	26.3	6.93
2000/11/28~11/29	17994	19.2	6.84
2001/2/6~2/7	18791	16.8	6.72

[注] 水温とpHは採水開始時と終了時の平均を示す。

内分泌かく乱化学物質については既報²⁾の図1のフローで試料の濃縮を行った上で、次の項目を分析した。

- ・17β-エストラジオール
- ・エストロン
- ・エストロジェン総合作用強度

天然エストロジェンは17β-エストラジオール、エストロン、エストリオールの三つがあるが、このうち、エストリオールは微量であるので¹⁾、前二者をELISA法(抗原抗体反応を利用した酵素免疫法)で測定した。

それぞれの分析に用いたキットは次のとおりである。

- ・17β-エストラジオール：TAKEDA17β-Estradiol ELISAキット
- ・エストロン：①TAKEDA Estrogen ELISA キット
②TAKEDA 17β-Estradiol ELISAキット

エストロンは①の分析値から②の分析値を引いて求める。

エストロジェン総合作用強度の測定法については既報²⁾で述べたとおり、三種類の、すなわち、バインディングアッセイ法、大阪大学の遺伝子組み換え酵母法、Brunel大学の遺伝子組み換え酵母法を比較検討した結果、最も感度の高いBrunel大学の酵母法³⁾を採用した。測定手順は既報²⁾のとおりである。

その他に、BOD、COD、TOC、T-N、NH₄-N、NO_x-N、T-P、PO₄-P、Clイオンの一般項目も分析した。分析の方法は窒素・りん各項目はオートアナライザー、TOCはTOC計、Clイオンはイオンクロマトグラフを使用し、その他の項目はJIS-K0102にしたがって分析を行った。

3 結果と考察

(1) 処理場放流水のエストロジェン

1) 天然エストロジェン

9月、11月、2月の調査による17β-エストラジオール

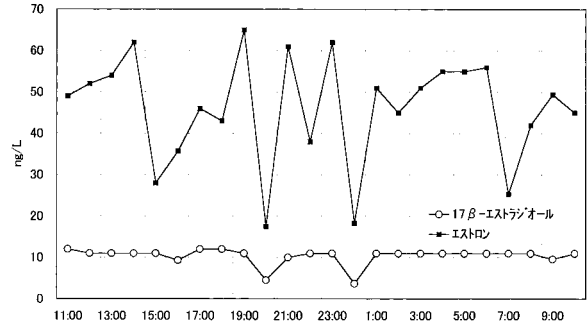


図1 A処理場放流水の17β-エストラジオールとエストロン (2000.9/20~9/21)

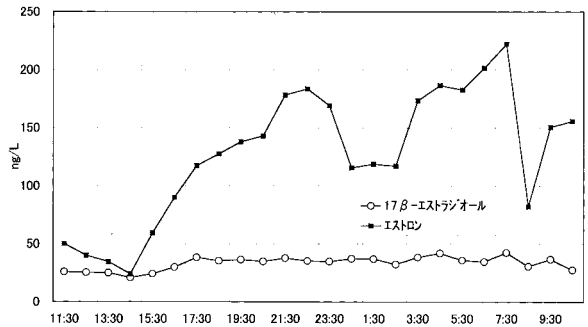


図2 A処理場放流水の17β-エストラジオールとエストロン (2000.11/28~11/29)

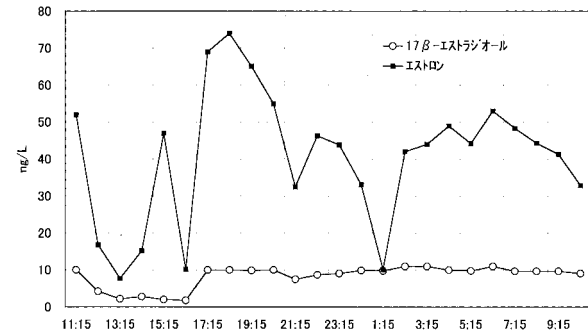


図3 A処理場放流水の17β-エストラジオールとエストロン (2001.2/6~2/7)

ール(以下、エストラジオールと記す)とエストロンの時間変化を図1、2、3に示す。エストラジオールは変動が小さく、9月と2月では一部の時間帯を除くと、10ng/L前後、11月では30~40ng/Lの値である。一方、エストロンは9月が概ね20~60ng/L、11月が30~200ng/L、2月が10~70ng/Lの間を変動している。エストロンは変動幅が非常に大きく、エストラジオールの3~5倍以上の値を示している。

天然エストロジェンは、女性の体内ではエストラジオールが主分泌産物であるが、その一部は肝臓でエストロン、エストリオールに代謝される。環境中ではエストリオールは微量であって¹⁾、天然エストロジェンは

エストラジオールとエストロンで構成される。処理場放流水においてはこの二者の中でエストロンの割合が圧倒的に大きく、時間変動も非常に大きい。エストロンの割合が高いことが人体からの排出特性に由来するのか、或いは下水管内や処理場内での微生物分解や酵素分解によるものかは不明である

2) 処理場放流水のエストロジェン作用強度

Brunel大学酵母法で測定した処理場放流水のエストロジェン総合作用強度、および1)の天然エストロジェン2成分の濃度から計算したエストロジェン作用強度の9月、11月、2月の時間変化を図4、5、6に示す。作用強度はエストラジオールに換算した場合の濃度で

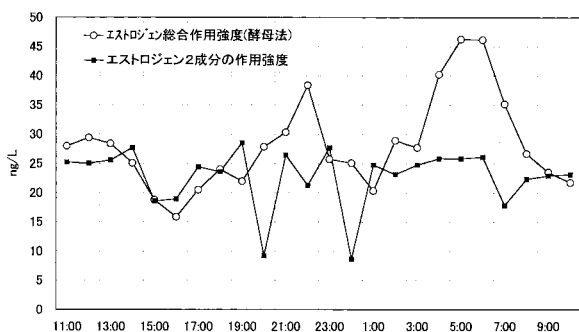


図4 A処理場放流水のエストロジェン作用強度 (2000.9.20~9.21)

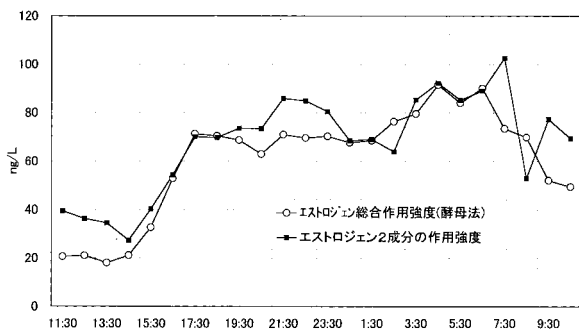


図5 A処理場放流水のエストロジェン作用強度 (2000.11.28~11.29)

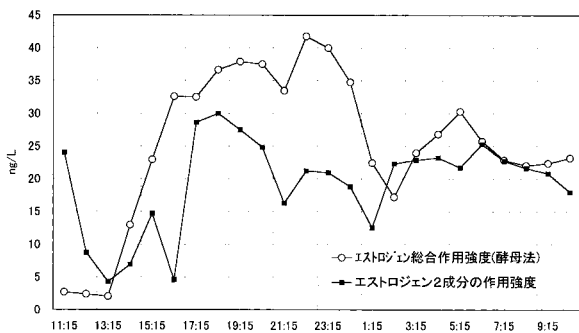


図6 A処理場放流水のエストロジェン作用強度 (2001.2.6~2.7)

表した。エストロンの強度は既報²⁾で述べた試験結果に基づき、エストラジオールの0.27倍とした。

3回の調査とも、エストロジェン総合作用強度、2成分作用強度の時間変動は非常に大きく、9月は約3倍、11月は4倍、2月は3倍以上の動きがある。処理場放流水のエストロジェン作用強度の変動範囲は全体として概ね10~90ng/Lである。

3回の調査のうち、11月の場合は総合作用強度と2成分作用強度がほぼ同じ値を示すのに対して、9月の場合は後半の一部で総合作用強度と2成分作用強度との間に乖離がみられる。また、2月の場合は夕方から午前零時にかけて総合作用強度が2成分作用強度より大きな値を示し、後半は近い値に落ちつく。

酵母法の総合作用強度と2成分作用強度の差は本来は天然エストロジェン2成分以外のエストロジェン様物質の存在を示すものである。全体としてはエストロジェン総合作用強度とエストロジェン2成分の作用強度が同じような値を示す時間帯が多いことから、エストロジェン様物質の影響は小さいと考えられる。ただし、一部の時間帯では乖離がある。

国土交通省等が平成10~12年度に全国の下処理場を対象に約30項目の内分泌攪乱化学物質の調査を行った結果⁴⁾では、放流水においてほとんどの物質は不検出であって、検出されたのはエストラジオール、エストロン、ノニルフェノール、ビスフェノールA、フタル酸ジ-2エチルヘキシル等であった。これらの検出濃度に、酵母法で求めた各物質のエストロジェン作用強度²⁾⁵⁾を乗じると、表2に示すとおり、ノニルフェノール、ビスフェノールA等の人工化学物質はエストラジオール換算濃度としては微々たる値になる。

したがって、本来ならば、酵母法の総合作用強度と2成分作用強度は同じような値を示し、11月のような結果になるはずである。その点で、9月の後半や2月

表2 エストロジェン様物質のエストラジオール換算濃度

	下水処理場放流水の75%値(国土交通省の調査結果平成10~12年度)	エストロジェン作用強度(Brunel大学酵母法) (エストラジオールを1とする)	17β-エストラジオール換算濃度
	μg/L		ng/L
ニルフェノール	0.4	0.00018	0.072
ビスフェノールA	0.06	0.00006	0.0036
フタル酸ジ-2エチルヘキシル	0.8	0	0
4-tertオクチルフェノール	n.d.	0.00001	0
ベンゾフェノン	0.06	0.0000006	0.000048
17β-エストラジオール(LC-MS/MS)	0.0017	1	1.7
エストロン(LC-MS/MS)	0.027	0.27	7.3
17α-エチルエストラジオール(LC-MS/MS)	n.d.	1.1	0
エストラジオール	---	0.0045	---

[注]ベンゾフェノンのエストロジェン作用強度は文献⁵⁾、その他のエストロジェン作用強度は既報による。

の前半に見られる総合作用強度と2成分作用強度の乖離は不可解である。

その理由として、天然エストロジェンの形態が変化してエストラジオールやエストロン以外の物質になっていることや、酵母法やELISA法という生物反応を利用した分析法の問題が考えられるが、その究明は今後の課題である。

なお、ELISA法については測定対象物質以外の物質にも反応する交差反応性の問題があるので、今回は交差反応性が最も小さいとされるELISAキットを使用した。このELISA法とLC-MS/MS法の比較結果は前報¹⁾で報告した。

(2) 一般項目の時間変化との比較

今回の24時間調査では、エストロジェンとBOD等一般項目の間の相違点と類似点を知るため、一般項目についても分析を行った。

11月を例にとってBOD、COD、TOC、T-N、NH₄-N、NO_x-N、T-P、PO₄-Pの時間変化を図7、8、9に示す。BOD、COD、TOCといった有機物質項目の変動は小さく、それらの変動幅は10~20%である。窒素りん関係項目についてはNH₄-NとPO₄-Pの変動がやや大き

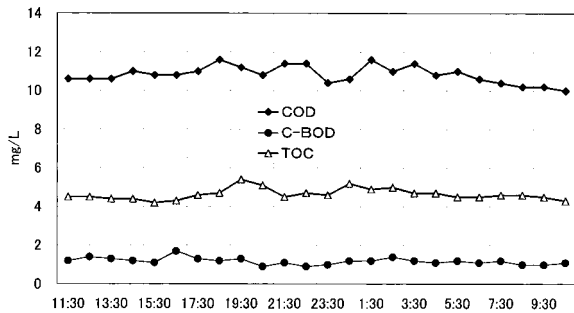


図7 A処理場放流水のCOD・C-BOD・TOC (2000.11/28~11/29)

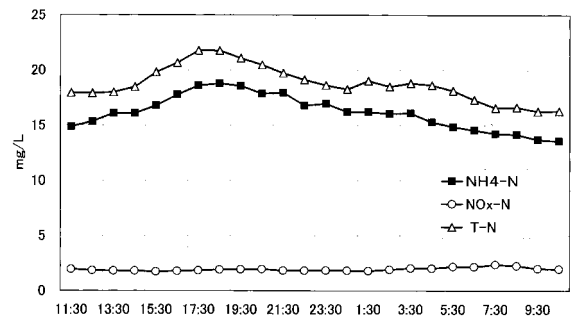


図8 A処理場放流水のT-N・NH₄-N・NO_x-N (2000.11/28~11/29)

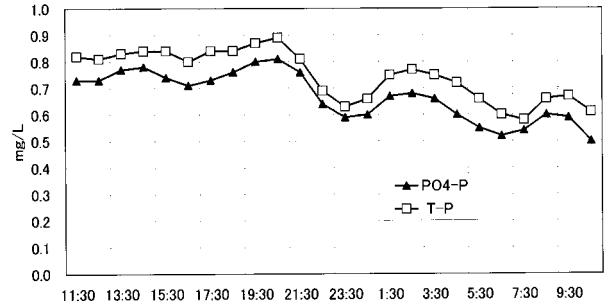


図9 A処理場放流水のT-P・PO₄-P (2000.11/28~11/29)

いが、それでも最大値は最小値の1.5倍程度である。

これに対して、エストロジェン作用強度の最大値と最小値の比は3~4倍であり、一般項目と比較して変動幅が非常に大きい。この時間変動が大きいことが内分泌かく乱化学物質の特徴である。

エストロジェン作用強度とBOD等一般水質項目それぞれの時間変化を対比すると、共通の傾向がほとんどみられない。BOD、COD、TOCは変化が小さく、明確なピークがない。T-N、NH₄-N、T-P、PO₄-Pは夕方にピークが見られ、夜から翌朝にかけて徐々に低下していく。一方、エストロジェン作用強度は夕方から夜にかけて次第に上昇していく。このため、エストロジェン作用強度と一般水質項目との相関係数は表3のとおり低く、相関関係がほとんどない。

BOD等の一般水質項目とエストロジェン作用強度の時間変化の特徴が異なるのは、エストロジェンに関しては一般の有機物質や窒素、りんとは異なる流入特性と除去機構があるからだと推測される。BOD等の有機物質は生活排水全体から、窒素は主にし尿から、りんは大半がし尿から排出される。そして、有機物質に対しては活性汚泥中のBOD酸化菌(有機物質を酸化分解する細菌)、窒素に対しては硝化菌と脱窒菌、りんに対

表3 毎時のエストロジェン2成分作用強度と各水質項目との相関係数

	2000/9/20~ 9/21	2000/11/28~ 11/29	2001/2/6~ 2/7
BOD	0.28	-0.35	-0.52
COD	-0.01	0.14	0.34
TOC	-0.20	0.30	0.39
T-N	-0.18	-0.03	0.38
NH ₄ -N	-0.09	-0.03	0.36
NO _x -N	-0.10	0.51	0.20
T-P	-0.09	-0.54	0.24

してはりん過剰蓄積菌が働く。有機物質に関しては分解が困難な有機物質と分解可能であってもBOD酸化菌が捕捉しなかった有機物質が放流水に残留する。NH₄-Nに関しては、ばっ気槽内の硝化菌の硝化能力を超えるNH₄-Nが放流される。

これに対して、エストロジェンはほとんどが尿から排出されるので、流入特性がBODや窒素等とは異なる。更に、エストロジェンの分解細菌の活動がBOD酸化菌等とは異なる可能性があり、それらが合わさってエストロジェン特有の時間変化をもたらしていると考えられる。

(3) スポット採水の問題点

A処理場放流水のエストロジェンの時間変動は非常に大きい。それも、11月、2月の調査ではエストロジェン作用強度は正午前後が最も低く、夕方から夜間にかけて大きく上昇している。

正午前後は環境サイドが通常のスポット採水を行う場合の時間帯であるので、スポット採水でどの程度、下水処理場放流水の状況を知ることができるかを検討するため、エストロジェン項目と一般項目について昼間3時間平均値(11:30~13:30)と24時間平均値を比較してみた。その結果を表4に示す。

BOD等の一般項目の場合は昼間3時間平均値に対する24時間平均値の比は1前後の値を示すことが多く、昼間のスポット採水で処理場放流水の状況を知ることができる。一方、エストロジェンの場合は9月はこの比が1程度であるが、11月、2月では1.5~3倍になっており、スポット採水の試料ではエストロジェンの濃度を大幅に過小評価してしまうことになる。その点で、下水処理場のエストロジェンの排出状況を把握するた

めには、自動採水器による24時間調査が必要であると考えられる。

(4) エストロジェンの時間変化を引き起こす要因

人体からのエストロジェンの排出は主に尿からである。同様に主に尿として排出される物質としてClイオンがある。Clイオンは台所排水等からも排出されるが、下水中では尿由来のものが多い。Clイオンは活性汚泥処理では除去できない物質であるので、流入水中のClイオンは槽内で攪拌され、平均化されながらそのまま

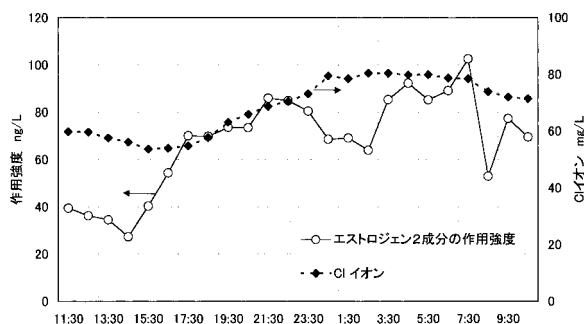


図10 A処理場放流水のエストロジェンとClイオン (2000.11/28~11/29)

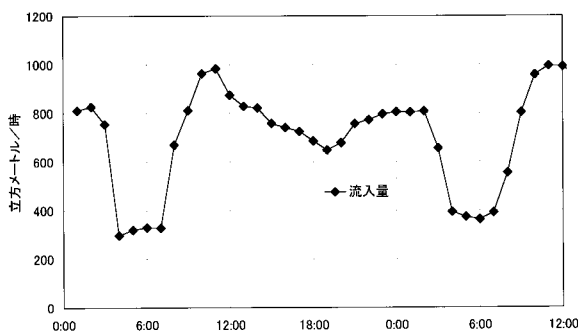


図11 A処理場の流入量の時間変化 (2000.11/28~11/29)

表4 昼間のスポット採水と24時間採水の水質比較

		ELISA法(ng/L)			酵母法によるエストロジェン総合作用強度 (ng/L)	COD (mg/L)	C-BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO _x -N (mg/L)
		17β-エストラジオール	エストロン	2成分のエストロジェン作用強度								
2000/9/20-9/21	(1)24時間平均	10.4	46.1	22.8	28.2	10.0	1.2	5.1	0.49	14.2	10.8	2.3
	(2)昼間3時間平均	11.3	51.7	25.3	28.6	9.9	1.5	4.7	0.44	12.5	9.0	2.8
	(1)/(2)	0.92	0.89	0.90	0.98	1.01	0.82	1.08	1.12	1.13	1.20	0.81
2000/11/28-11/29	(1)24時間平均	33.3	127.6	67.8	60.6	10.8	1.2	4.6	0.75	18.8	16.2	2.0
	(2)昼間3時間平均	25.5	41.6	36.7	19.9	10.6	1.3	4.5	0.82	18.0	15.4	1.9
	(1)/(2)	1.31	3.06	1.84	3.04	1.02	0.91	1.04	0.91	1.04	1.05	1.04
2001/2/6-2/7	(1)24時間平均	8.3	40.7	19.3	37.6	12.2	3.4	5.6	0.60	22.0	17.6	2.1
	(2)昼間3時間平均	5.5	25.5	12.4	24.5	11.5	5.3	5.1	0.56	20.3	15.9	2.1
	(1)/(2)	1.52	1.60	1.56	1.53	1.05	0.65	1.11	1.07	1.09	1.10	1.01

放流される。図10は11月放流水のClイオン濃度とエストロジェン作用強度の時間変化を対比したものである。Clイオンは緩やかに変化して2時から6時にかけてピークになる。エストロジェンがClイオンと同様、活性汚泥処理によって除去されないものか、または除去量が一定ならば、Clイオンと同様な時間変化を示すはずである。しかし、同図をみると、エストロジェン2成分の作用強度はClイオンと似た時間変化があるものの、11時から14時、1時から3時にかけてClイオンに比べて落ち込みが目立つ。この落ち込みはエストロジェンに対する分解作用が他の時間帯より強く働いたことを示唆している。

図11は11月調査における流入量の時間変化をみたものである。4～7時に谷、10～11時に山、18～20時に谷、午前0～2時に山がみられる。この変動パターンを7時間ずらして、図10のエストロジェン作用強度とClイオンの動きの乖離に合わせると、比較的良好一致する。このことは、流入量の減少によってばっ気槽の滞留時間が長くなり、エストロジェンの分解がより進んだことを意味していると考えられる。なお、7時間のタイムラグはばっ気槽の平均滞留時間に近い値であり、処理場の入口と出口でその程度のタイムラグが生じることを示している。

以上のことから、ばっ気槽の滞留時間がエストロジェンの分解率を左右する重要な要因であると考えられたので、次の仮定をおいて、エストロジェンの時間変化を推定した。

- ① エストロジェンは分解率がゼロの場合はClイオンと比例して変動する。
- ② エストロジェンの分解率はばっ気槽の滞留時間を変数とする次の関数で示される。

$$1 - 10^{-kt} \quad k: \text{分解係数}$$

$$t: \text{ばっ気槽の滞留時間}$$

(ばっ気槽容量/毎時の流入量)

- ③ ①と②で求めたエストロジェン濃度は7時間後に放流水の値になる。

kは、9月、11月、2月のそれぞれについてエストロジェン計算値が実測値に合うように繰り返し計算を行って求めた。得られたk値とエストロジェン平均分解率は次のとおりである。

	k値	エストロジェン平均分解率
9月	0.11	0.85

11月	0.05	0.65
2月	0.07	0.75

この方法で得られたエストロジェン作用強度の推定値と実測値を図12、13、14に示す。11月、2月は推定値と実測値が比較的良好合っている。これは上記の考え方、すなわち、「処理場に流入したエストロジェンはばっ気槽で分解を受けて放流される。流入量が小さい時はばっ気槽の滞留時間が長くなって分解がよく進み、濃度が低下する。流入量が大きい時はその逆となって濃度が上昇する。」という考え方が妥当であることを示している。ただし、9月は多少の乖離がある。

なお、分解係数 k値は水温が低い2月 (16.8℃) の

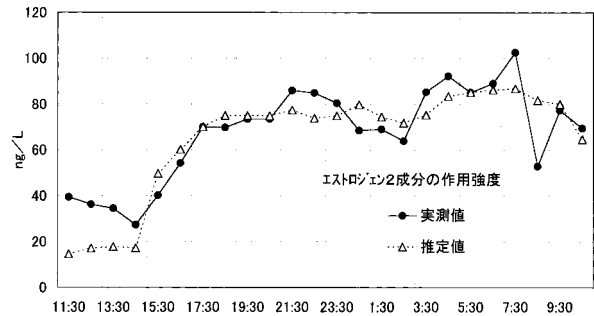


図12 A 処理場放流水のエストロジェン作用強度の推定 (2000.11/28~11/29)

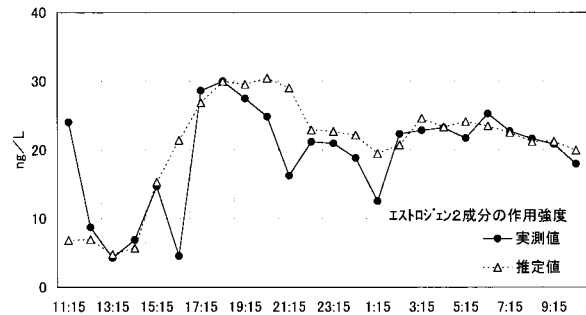


図13 A 処理場放流水のエストロジェン作用強度の推定 (2001.2/6~2/7)

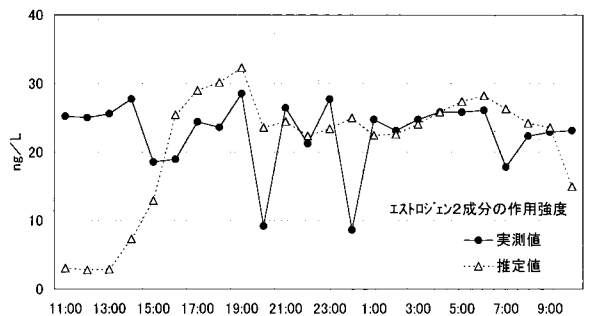


図14 A 処理場放流水のエストロジェン作用強度の推定 (2000.9/20~9/21)

方が11月(19.2℃)より大きくなっており、前報¹⁾で示した河川における水温とエストロゲン分解率との関係と同様の逆転現象がみられた。これは、11月段階では秋から冬にかけての急速な水温低下に対応できるエストロゲン分解細菌が少ないのに対して、2月段階では低水温期が続いて耐低温性の細菌が増殖していることによるものと推測される。

(5) エストロジェンの排出量

上記の計算でA処理場におけるエストロジェンの分解率を推定できたので、その分解率を使って、エストロジェンの排出量を試算してみた。

9月、11月、2月の24時間調査によるA処理場放流水のエストラジオール+エストロンの平均濃度は57ng/L、16ng/L、49ng/Lである。A処理場の処理水量は約18000m³/日であるから、エストラジオール+エストロンの放流負荷量はそれぞれ1.03g/日、2.90g/日、0.88g/日となる。(4)で述べたとおり、A処理場のエストロゲン分解率は9月、11月、2月それぞれ85%、65%、75%程度と推定されるから、エストラジオール+エストロンの流入負荷量は6.9g/日、8.3g/日、3.5g/日となる。したがって、A処理場の処理人口約85000人の半数を女性とすれば、女性一人あたりの流入負荷量は80~190μgとなる。

中央薬事審議会の資料⁶⁾によれば、女性のエストロゲン排出量は一人一日数~60μgである。ただし、妊娠中の女性からは妊娠初期で200~400μg、男性からも数μg程度が排出されるとされている。この文献値と比較して、A処理場の女性一人あたりエストラジオール+エストロンの流入負荷量は大きな値である。その理由は不明であるが、季節的な変動があるかもしれない、今後の調査で検討していくことにしたい。

(6) ばっ気槽滞留時間と放流水のエストロゲン

(4)で述べたとおり、ばっ気槽の滞留時間が放流水のエストロゲン濃度をきめる重要な要因であり、このことを踏まえれば、処理場放流水のエストロゲン濃度を低減するためには、ばっ気槽の滞留時間を極力長くする必要がある。

調査データ数はまだ少ないが、A処理場以外に、B下水処理場、C団地汚水処理場についても放流水エストロジェンの調査を行った。この調査で得られたばっ気槽

滞留時間と放流水エストロゲン作用強度との関係を図15に示す。B処理場、C団地処理場ともスポット採水である。A処理場については別途、スポット採水も行ったので、そのデータも付け加えた。C処理場はばっ気槽滞留時間が非常に長く、30時間前後もあるので、放流水エストロジェンの時間変動は小さいと推測されるが、一方、B処理場の場合は滞留時間が短いので、(3)で述べたとおり、今回のスポット採水ではエストロジェンの濃度を過小評価している可能性がある。

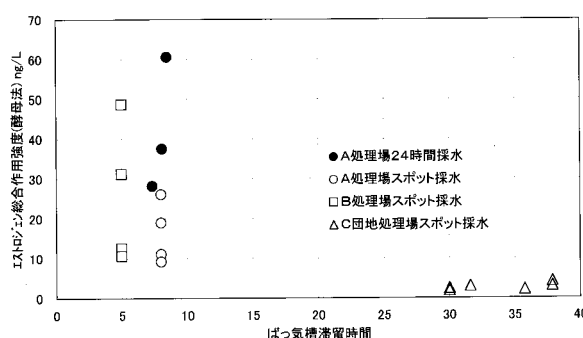


図15 ばっ気槽の滞留時間と放流水のエストロゲン作用強度

同図をみると、滞留時間5~8時間のA、B処理場は放流水エストロゲン総合作用強度が10~60ng/Lであるのに対して、C処理場のそれは数ng/L以下であり、A、B処理場に比べて著しく小さい。このことから、放流水エストロジェンの低減のためにはばっ気槽の滞留時間を極力長くすることが必要である。

ただし、C処理場の場合は滞留時間が非常に長いため、エストロジェンのほとんどを分解するのに最小限どの程度の時間が必要かは不明である。また、滞留時間を長くする代わりに、ばっ気槽内の活性汚泥濃度(MLSS)を高める方法も考えられるが、その方法で同様に分解率の上昇が得られるかどうか不明である。これらは今後の研究課題である。

4 おわりに

下水処理場放流水の内分泌かく乱化学物質の削減対策を進めるため、多摩川流域にあるA処理場を対象として放流水の24時間調査を実施し、内分泌かく乱化学物質の排出実態を把握した。この調査の結果、次のことが明らかになった。

①酵母法で測定したエストロゲン総合作用強度と天然エストロゲン2成分から求めた作用強度を対応さ

せると、同じような値を示す時間帯が多い。また、ノニルフェノール等の強度はエストラジオールに比べて著しく小さいので、エストロゲン作用強度のほとんどはエストロンとエストラジオールで構成され、人工化学物質の影響は小さいと推測される。

②処理場放流水中の天然エストロゲンを構成するエストラジオールとエストロンのうち、エストロンがエストラジオールの3～5倍以上の値を示すことが多く、エストロンの割合が圧倒的に大きい。エストロンは時間変動も非常に大きい。

③放流水のエストロゲン作用強度は最大値と最小値の比が3～4倍もあり、BOD等の一般項目と比較して、時間変動が非常に大きい。

④放流水のエストロゲン作用強度は11月、2月の調査では正午前後が最も低く、夕方から夜間にかけて大きく上昇している。このため、正午前後のスポット採水ではエストロゲンの排出を過小評価してしまう可能性が高く、自動採水器による24時間調査がエストロゲンに関しては必要である。

⑤放流水のエストロゲン作用強度の大きな変動は、流入量の変化で説明される。すなわち、流入したエストロゲンはばっ気槽で分解を受けて放流される。流入量が小さい時はばっ気槽の滞留時間が長くなって分解がよく進む。流入量が大きい時はその逆となって濃度が上昇すると推測される。

⑥A処理場以外に、B下水処理場、C団地汚水処理場についても放流水エストロゲンの調査を行ったところ、A、B処理場のエストロゲン総合作用強度が10～60ng/Lであるのに対して、ばっ気槽の滞留時間が非常に長いC団地処理場では数ng/L以下であり、放流水エストロゲンの低減のためにはばっ気槽の滞留時間を極力長くすることが必要である。

今回の下水処理場の24時間調査により、エストロゲンの排出の実態とその特性が明らかになった。今後は、この調査結果を踏まえて、下水処理場のエストロゲン排出量を削減する方法を検討するため、より詳細な調査を実施していくことにしたい。

本研究におけるエストロゲン2成分の分析は㈱ヤクルト本社中央研究所への委託により行った。また、24時間調査を実施するにあたり、A処理場の水質担当者の多大な協力を得た。以上の方々に厚く謝意を表す。

参考文献

- 1) 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 2001, p.72～81.
- 2) 嶋津暉之ら：多摩川等の環境ホルモン問題に関する研究(その3)、東京都環境科学研究所年報 2000, p.165～175.
- 3) Routledge, E. J. & Sumpter, J. P. : Yeast Screen Protocol (1996)
- 4) 国土交通省：平成12年度下水道における内分泌攪乱化学物質に関する調査(2001年3月)
- 5) 矢古宇靖子ら：組み換え酵母法を用いた下水中のエストロゲン活性の測定、環境工学研究論文集, 36, p.199-208 (1999)
- 6) 中央薬事審議会：ピルの内分泌攪乱化学物質としてのまとめ(1999年3月)