

東京湾の環境汚染モニタリング (14報)

スズキ中の内分泌攪乱物質の濃度推移について

角田 徳子^a, 大貫 文^a, 斎藤 育江^a, 鈴木 俊也^a, 栗田 雅行^b

1960年代から塩素系有機化合物による野生生物への汚染が表面化し、現在ではそれらの化学物質の内のいくつかは、内分泌攪乱物質として分類されている。我が国では有害化学物質による海洋生物への汚染の実態を調査しており、東京都では1978年から、スズキ可食部中の有機塩素系殺虫剤、クロロベンゼン化合物、フタル酸および有機スズ化合物などの38物質の濃度調査を行ってきた。本報では、主に1997年から2002年までのこれら38物質におけるスズキ中の濃度調査結果及び検出物質の1980年代からのトレンドを報告する。主な化学物質の濃度推移について以下に示す。ポリ塩化ビフェニル (PCB) は、0.06 µg/gから0.75 µg/gの間で推移しており、1991年以降は減少したが、2002年には再び上昇し0.36 µg/gであった。ジクロロジフェニルトリクロロエタン (DDT) は、0.01 µg/gから0.08 µg/gの間で推移し、PCBと似た増減の傾向が見られた。クロルデン類は1989年の0.092 µg/gをピークとし、その後は減少傾向に転じた。ドリン類の内ディルドリンとヘキサクロロシクロヘキサン (HCH) はともに0.006 µg/g以下の値であった。有機スズ化合物であるトリブチルスズ (TBT) は0.012 µg/gから0.42 µg/gの間で推移し、トリフェニルスズ (TPT) は1981年に1.8 µg/gとなり、その後調査終了までほとんど検出されなかった。スズキ中の調査対象の化学物質濃度は年を経るごとに減少していたが、これらの化学物質および新たな化学物質による汚染の発生も考えられるため、環境中の化学物質の濃度については、今後もモニタリングしていくことが重要である。

キーワード : 環境汚染, 内分泌攪乱物質, スズキ, 東京湾, 有機塩素系化合物

はじめに

1978年以來、環境省(2001年、環境庁から環境省へ組織改正。本報では、以下「環境省」と表記する)の委託による東京湾の環境汚染モニタリングが実施され、スズキ (*Lateolabrax japonicus*)及びウミネコ (*Larus crassirostris Vieillot*)中の内分泌攪乱作用を有すると考えられる化学物質濃度の変化及び特徴を報告してきた¹⁾。調査対象物質は、ポリ塩化ビフェニル(PCB)やヘキサクロロベンゼン(HCB)、ドリン類3種、ジクロロジフェニルトリクロロエタン(DDT)類6種、クロルデン類5種、ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシド(HCE)、ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)類4種、フタル酸エステル類2種、トリブチルスズ(TBT)等38物質であり、1981年から2002年においては当センターにおいて環境省の委託業務として調査を行った。

調査対象38物質のうち、PCB及びポリ塩化ナフタレン(PCN)、有機塩素系農薬であるDDT類、クロルデン類、HCB、ドリン類及びヘプタクロル等11物質群が第1種特定化学物質に指定され、既に製造・販売・使用が禁止されている。

このような背景から、東京湾魚介類の汚染状況においてはいくつかの物質で検出濃度の低下が見られた²⁾。しかし、環境汚染が無くなりつつあるわけではなく、未規制の化学

物質による汚染の可能性等は今後も存在する³⁾。このようなことから、環境中の化学物質の濃度推移については常にモニタリングしていく必要がある。

本報では1997(平成9)年から2002(平成14)年までに実施した調査結果及び1981(昭和56)年の調査開始時以来のスズキ中の上記化学物質の濃度推移をまとめたので報告する。尚、ウミネコについては1995年で調査が終了しているため、本報ではスズキにおいてのみ報告する。

また、当センターにおける当該調査受託業務は2002年で終了しており、以降は環境局に移管されたため、本報をもって最終報とする。

実験方法

1. 試料及び分析方法

1) 試料 スズキは1997年から2002年の各年9月から12月の間に東京湾内で捕獲されたものを用いた。2002年は10尾を2尾ずつまとめ5検体としたが、それ以外の各年は22~29尾を体重順に3~8尾ずつまとめて5検体とした。試料の鑑定及び調製は前報¹⁾と同様に行った。試料の概要を表1に示す。

2) 分析方法 環境省で定めた分析法⁴⁾に従った。詳細な操作法及び分析条件は報告書⁵⁻⁸⁾に記載した。

^a 東京都健康安全研究センター薬事環境科学部環境衛生研究科
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

^b 東京都健康安全研究センター薬事環境科学部

表 1. 調査対象としたスズキの個体数, 体長, 体重, 水分及び脂肪分

検体No.	個体数	体長* (cm)		体重 (g)		水分 (%)	脂肪分 (%)
		範囲	平均	範囲	平均		
1997年							
1	5	38.5~40.0	39.4	840~930	890	75.8	3.0
2	5	37.7~38.5	38.0	800~835	809	76.0	3.4
3	5	35.5~38.0	37.1	725~770	740	74.5	3.2
4	6	35.0~38.5	36.3	660~710	683	75.6	3.1
5	8	30.0~35.5	32.4	390~645	509	75.4	2.5
年間平均			36.6	726	75.5	3.0	
1998年							
1	5	37.5~42.0	39.7	825~955	862	74.5	3.2
2	5	37.0~37.5	37.2	750~820	790	75.5	3.5
3	5	36.5~39.0	37.4	710~740	730	75.2	3.2
4	5	34.5~38.5	36.7	655~690	673	75.7	2.6
5	5	34.0~36.0	35.5	570~640	613	75.2	3.3
年間平均			37.3	734	75.2	3.2	
1999年							
1	5	33.0~40.0	36.6	630~870	719	70.4	4.1
2	5	32.0~34.5	33.8	560~625	587	71.4	3.7
3	5	31.0~33.3	32.3	490~560	515	72.8	3.7
4	5	28.7~32.5	31.1	430~490	466	72.6	3.1
5	5	26.5~31.0	29.5	300~425	376	74.1	2.4
年間平均			32.7	532	72.3	3.4	
2000年							
1	6	31.0~34.3	32.9	420~605	507	72.7	2.2
2	6	30.5~36.0	32.2	430~620	487	73.2	2.2
3	5	35.4~41.0	38.2	610~1,160	863	72.9	3.1
4	5	36.7~39.0	37.3	800~910	840	73.0	3.0
5	3	38.7~40.0	39.4	880~985	942	76.0	2.1
年間平均			36.0	728	73.6	2.5	
2001年							
1	4	39.5~42.5	40.4	940~1,200	1,035	74.9	4.0
2	4	36.5~39.5	38.1	910~990	955	76.9	2.2
3	4	40.5~43.5	42.6	1,150~1,410	1,298	74.4	3.8
4	5	35.0~39.5	37.0	775~1,060	899	77.6	2.5
5	5	35.0~40.0	37.8	640~1,100	889	77.1	2.3
年間平均			39.2	1,015	76.2	3.0	
2002年							
1	2	44.5, 47.0	45.8	1,410, 1,590	1,500	-	3.5
2	2	46.5, 48.0	47.3	1,390, 1,400	1,395	-	5.3
3	2	45.3, 47.0	46.2	1,320, 1,350	1,335	-	7.6
4	2	45.5, 47.5	46.5	1,310, 1,310	1,310	-	4.2
5	2	44.0, 44.5	44.3	1,250, 1,300	1,275	-	2.8
年間平均			46.0	1,363	4.7		

*: 尾部をのぞく

調査対象とした化学物質は環境省の定めに従い、前報¹⁾と同様に略記した。試薬及び分析装置は、前報¹⁾と同様のものを使用した。

結果及び考察

1. 1997年から2002年の結果

1997年から2002年までに調査対象としたスズキの個体数、体長、体重、水分及び脂肪分を表1に示す。

スズキの体長については、検体ごとの平均の範囲は29.5 cm~47.3 cmであった。年間平均では2002年のみすべての検体で平均40 cmを越え、体重の平均も最重であった。前

報¹⁾で示したとおり、調査開始時から1996年までの体長の平均は27.2 cm~67.5 cmであり、今回示した調査期間内の体長平均もこの間に含まれる値であった。環境省で示された方法によれば、調査試料としてのスズキは20~30 cmのものが適当で、採取場所を固定することとされているが⁴⁾、捕獲を水産業者に依頼するため、毎年大きさや採取場所をそろえることは難しい。このため試料の大きさにばらつきは認められたが、体長及び体重による測定値の補正は行っていない。

水分量については、測定をしていない2002年を除き、体

表 2. 調査対象としたスズキ可食部中の有害化学物質濃度測定結果

化学物質	1997年度		1998年度		1999年度		2000年度		2001年度		2002年度	
	濃度範囲 ^a	平均値 ^a	濃度範囲 ^a	平均値 ^a	濃度範囲 ^a	平均値 ^a	濃度範囲 ^a	平均値 ^a	濃度範囲 ^a	平均値 ^a	濃度範囲 ^a	平均値 ^a
PCB ^{*1}	0.21 - 0.37	0.24	0.13 - 0.16	0.14	0.12 - 0.20	0.15	0.06 - 0.07	0.07	0.11 - 0.23	0.19	0.13 - 0.55	0.36
PCN ^{*2}	nd	-										
HCB	nd	-	nd - 0.001	0.001			nd	-	nd	-	nd	-
aldrin	nd	-	nd	-							nd	-
dieldrin	nd - 0.003	0.002	nd	-			0.003 - 0.004	0.003	nd - 0.003	0.001	nd - 0.002	0.002
endrin	nd	-	nd	-							nd	-
<i>o,p'</i> -DDT	nd	-	nd	-	nd	-	nd - 0.001	-	nd - 0.002	0.002	nd	-
<i>p,p'</i> -DDT	nd - 0.001	0.001	0.002 - 0.005	0.003	nd	-	nd - 0.002	-	0.001 - 0.003	0.001	nd - 0.002	0.002
<i>o,p'</i> -DDE	nd - 0.006	0.003	nd - 0.002	0.002	0.002 - 0.003	0.002	0.002 - 0.006	0.003	0.001 - 0.009	0.005	nd - 0.013	0.003
<i>p,p'</i> -DDE	0.005 - 0.033	0.016	0.010 - 0.021	0.016	0.012 - 0.015	0.013	0.028 - 0.048	0.033	0.013 - 0.030	0.025	0.009 - 0.098	0.025
<i>o,p'</i> -DDD	nd	-	nd	-	nd	-	nd - 0.002	0.002	nd	-	nd - 0.001	-
<i>p,p'</i> -DDD	0.001 - 0.004	0.003	0.003 - 0.007	0.005	0.003 - 0.004	0.003	0.004 - 0.009	0.006	0.002 - 0.005	0.003	0.002 - 0.007	0.005
<i>t</i> -chlordane	nd	-	0.002 - 0.004	0.002	nd - 0.001	0.001	nd - 0.002	0.001	0.001 - 0.004	0.002	nd - 0.003	0.002
<i>c</i> -chlordane	nd - 0.002	0.002	0.004 - 0.005	0.004	0.002 - 0.004	0.003	0.003 - 0.005	0.004	0.004 - 0.011	0.006	0.002 - 0.007	0.005
<i>t</i> -nonachlor	nd - 0.004	0.003	0.005 - 0.008	0.005	0.003 - 0.005	0.003	0.004 - 0.009	0.005	0.006 - 0.013	0.010	0.003 - 0.008	0.007
<i>c</i> -nonachlor	nd - 0.002	0.002	0.003 - 0.004	0.004	0.002 - 0.003	0.002	0.002 - 0.005	0.003	0.004 - 0.007	0.006	0.002 - 0.005	0.003
oxychlordane	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-	nd - 0.001	-	nd - 0.003	-
heptachlor	nd	-	nd	-								
HCE	nd - 0.001	-	nd	-								
α -HCH	nd	-	nd	-			nd	-	nd	-	nd	-
β -HCH	nd	-	nd	-			nd	-	nd	-	nd	-
γ -HCH	nd	-	nd	-					nd	-		
δ -HCH	nd	-	nd	-					nd	-		
<i>o</i> -DCB ^{*1}	nd	-	nd	-	nd	-						
<i>m</i> -DCB ^{*1}	nd	-	nd	-	nd	-						
<i>p</i> -DCB ^{*1}	nd - 0.010	0.010	nd	-	nd	-						
1,2,3-TrCB	nd	-	nd	-	nd	-						
1,2,4-TrCB	0.002 - 0.004	0.003	nd	-	nd	-						
1,3,5-TrCB	nd	-	nd	-	nd	-						
1,2,3,4-TeCB	nd	-	nd	-	nd	-						
1,2,3,5-TeCB	nd	-	nd	-	nd	-						
1,2,4,5-TeCB	nd	-	nd	-	nd	-						
PeCB	nd	-	nd	-	nd	-						
DnBP ^{*1}	nd	-	nd	-	nd	-						
DEHP ^{*3}	nd	-	nd	-	nd	-						
TBP ^{*1}	nd	-	nd	-	nd	-						
TBT ^{*4}	0.072 - 0.099	0.079	0.022 - 0.055	0.048	0.040 - 0.056	0.041	0.010 - 0.016	0.012	0.040 - 0.060	0.060	0.037 - 0.094	0.074
TPT ^{*5}	0.015 - 0.030	0.022	0.005 - 0.029	0.012	nd - 0.013	-	nd	-	nd - 0.03	-	0.008 - 0.015	0.011

a : (µg/g on wet weight basis) - : not calculated

*1 : nd<0.01 , *2 : nd<0.02 , *3 : nd<0.1 , *4 : nd<0.002 , *5 : nd<0.005 , others.nd<0.001

重, 体長が大きくなると量が増える傾向があり, 1999年のスズキが平均体重, 体長ともに最も値が小さく, この年の水分量が最も少なかった. また脂肪分については, 体重, 体長ともに最も値が大きかった2002年の脂肪分が最も多かったが, その他の年については体重, 体長と脂肪分の相関は見受けられなかった.

調査対象としたスズキ可食部中の化学物質濃度を測定した結果を表2に示す. なお, 環境省から提示されるモニタリング測定対象物質は年により変更されるため, 表中に斜線で記した物質については測定を行っていない.

調査期間中のPCB濃度は平均0.07~0.36 µg/gで, 平均濃度が最高であった2002年は, スズキの平均体重, 体長ともに最大であった.

PCNは1997年のみの分析で不検出であり, HCBは1998年に0.001 µg/gを検出したが, それ以外の年は検出されなかった.

ドリリン類では, デイルドリンは測定を行っていない1999

年と不検出であった1998年を除き, 平均で0.001~0.003 µg/gと横ばいの値を示した. アルドリンとエンドリンは分析を行った年は不検出であった.

DDT (*o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT) は不検出 (以下ndとする) ~0.003 µg/gと低いレベルで推移した. DDTの代謝物であるDDE (*o,p'*-DDE, *p,p'*-DDE) 及びDDD (*o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD) の濃度合計は平均0.018~0.044 µg/gであった.

総クロルデン濃度 (*t*-クロルデン, *c*-クロルデン, *t*-ノナクロル, *c*-ノナクロル及びオキシクロルデンの合計濃度) は平均0.007~0.024 µg/gで, 最高値を示した2001年においては*t*-ノナクロルの値が0.010 µg/gと, 他の年や他のクロルデン類と比較してやや高値であった.

ヘプタクロルは1997年と1998年に測定し, ともに不検出であった. ヘプタクロルの代謝物であるHCEは1997年に一部個体から0.001 µg/gと低レベルで検出された.

HCH類 (α -, β -, γ -及び δ -HCH) は, 分析を行っていない1999年を除き不検出であった.

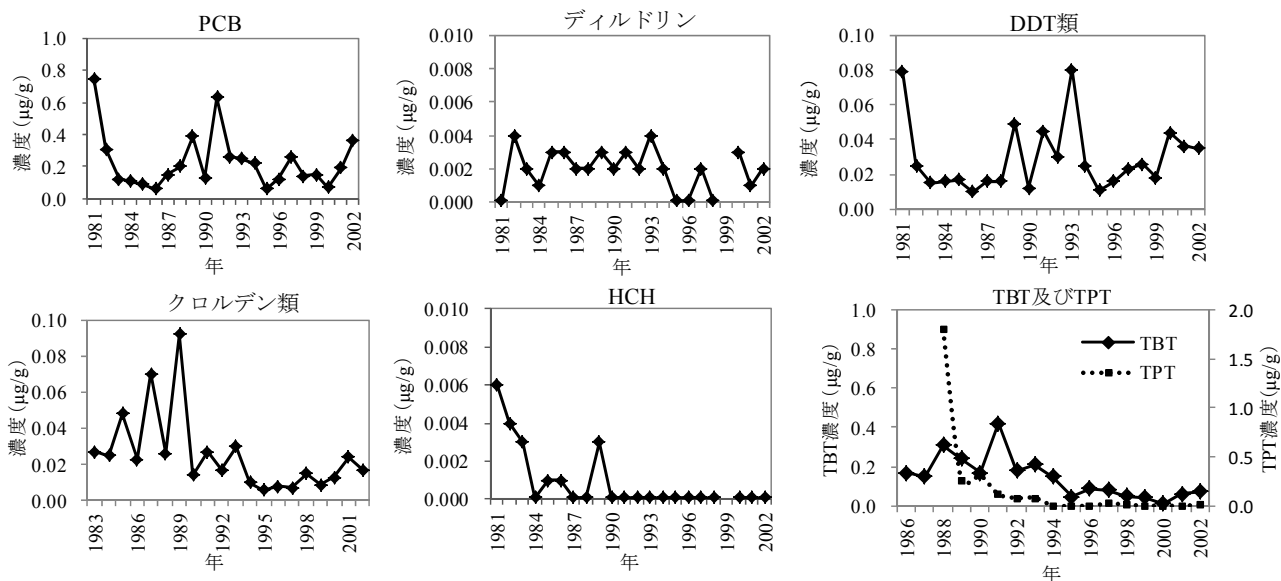


図1. 調査対象としたスズキ可食部の主要化学物質の濃度推移

塩素化ベンゼン類（ジクロロベンゼン3種：DCB，トリクロロベンゼン3種：TrCB，テトラクロロベンゼン3種：TeCB，ペンタクロロベンゼン：PeCB）は1999年まで測定しており，1997年にパラジクロロベンゼン（*p*-DCB）が平均0.01 µg/g，TrCBが平均0.003 µg/g検出された以外は不検出であった。

フタル酸エステル類（フタル酸ジ-*n*-ブチル：DnBP，フタル酸ジ-2-エチルヘキシル：DEHP）及びリン酸トリブチル（TBP）も塩素化ベンゼン類と同様に1999年まで測定が行われ，すべて不検出であった。

有機スズでは，TBT及びTPTは測定期間内には毎年測定され，TBTは毎年検出されており，1997年に平均0.079 µg/gと測定期間内で最も高い値となった。TPTは年により検出されない検体もあり，2000年には不検出で，平均濃度nd~0.022 µg/gと低い値で推移した。

2. 調査開始時からの内分泌攪乱物質の濃度推移

調査対象物質の内，主要な化学物質であるPCB，ドリソンの内ディルドリン，DDT類，クロルデン類，HCH，TBT及びTPTについて，調査を開始した1981年から2002年までのスズキ可食部中の濃度推移を図1に示す。

PCB濃度については，測定期間中では開始年が最高値0.75 µg/gとなり，それ以降は減少を示したが，1990年前後に急激に増加に転じ，1991年には最高値に迫る0.63 µg/gであった。その後再び減少傾向が見られたが，当センターで調査を行った最終年である2002年には前年より増加し

(0.36 µg/g)，これら増加を示した年には何らかの汚染要因が発生していたと考えられた。

PCBは化学的に安定しているという特性から過去に幅広く使用されていた化学物質であるが⁹⁾，野生生物への汚染の発覚¹⁰⁻¹¹⁾，生体への蓄積性や慢性毒性及び難分解性から昭和48年の「化学物質審査及び製造規制法」で原則製造・

使用禁止処置が為されている。過去に生産されたPCB含有製品等については「PCB特別措置法」により廃棄物の保管状況を届け出ること，不適切な処理が生じないように監視が続けられている。現在でも調査機関を替え，環境省による東京湾の環境汚染モニタリングは続けられており，結果は環境省のホームページ

(<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/index.html>) から確認することができる。その中の，平成26年版（平成25年の測定結果）の東京湾のスズキ中のPCB濃度の結果を見ると，平均0.11 µg/gで検出されており，今後も推移を見守っていく必要があると考えられる。

ドリソンの内ディルドリンについては，測定していない1999年を除いてnd~0.004 µg/gの濃度範囲で推移した。また図には示していないが，同じくドリソンの一種であるアルドリソンのについては1999年から2001年には測定対象物質に含まれておらず，調査期間中のその他の年ではすべて不検出であった。

DDT類は6種の合計である総DDT類濃度を示す。調査開始年に0.079 µg/gと1993年に0.080 µg/gと濃度のピークが見られた後，2000年に再び上昇した。DDT類の濃度内訳ではDDT代謝物のDDEとDDDが大半を占めていた。

HCHについては4種の異性体の合計濃度を示す。調査開始時の0.006 µg/gをピークとしてその後低下し，1989年に再び上昇し0.003 µg/gとなったが，その後は2002年まで検出されなかった。

クロルデン類については5種の合計である総クロルデン濃度を示す。調査開始から増減を繰り返し1989年に最高値0.092 µg/gとなり，その後は大きな上昇は見られず2002年まで低い値で推移した。

有機スズについては，TBTは調査開始から1993年までは増減を繰り返していたが，1991年に0.42 µg/gと最高値を示した後は減少傾向となった。TPTは調査開始年に最高値

1.8 µg/gを示し、翌年激減した後、調査期間終了までほとんど検出されない低レベルの数値で推移した。

また図には示していないが、その他の化学物質については、ヘプタクロルは調査開始から測定対象となった最後の年である1998年までほとんど検出されず、代謝物であるHCEは調査開始から5年間検出が見られた後は1997年に一度検出されたが、いずれの年も定量下限値である0.001 µg/gに近い値であった。

フタル酸エステル類については、調査開始から終了まで一度も検出されなかった。

HCBは1999年には測定対象物質に含まれておらず、その年を除き調査開始時からの濃度範囲はnd~0.009 µg/gであった。

ま と め

これまで農薬として、また工業目的として多くの化学物質が生産・使用されてきた。1966年、野生生物のPCB汚染や南極の海棲哺乳動物へのDDT汚染¹⁰⁻¹¹⁾が指摘され、地球規模でも各種有害化学物質による環境汚染の実態が明るみになり¹²⁾、またこれらの物質は野生動物のみならずヒトの健康への影響も指摘されている¹³⁾。日本でもこれらの環境汚染が懸念され、当センターにおいても1978年に環境省の委託業務として東京湾環境汚染モニタリングを開始した。

本報で示した1997年から2002年の調査期間においては、各測定対象物質とも前報¹⁾までに報告してきた調査開始時から1996年までの間の最高値を上回るような値は得られず、濃度の多少の増減はあるものの減少傾向に転じた物質が大半を占めた。これらのことから、今回対象とした内分泌攪乱物質によるスズキ中の汚染状況は、改善されているように考えられ得る。しかし、今後新たな物質が問題になる可能性や既存の物質に新しい危険性が発覚する可能性も充分

にある。また東京湾は過去に内分泌攪乱物質を含む有害化学物質による汚染が存在し、かつ閉鎖性の高い海域であるため、化学物質濃度の低下には長い時間を要するものと考えられる¹⁴⁾。このため、今後も対策と監視は必要であろう。

文 献

- 1) 斎藤育江, 瀬戸博, 大久保智子, 竹内正博: 東京衛研年報, **49**, 196-201, 1998.
- 2) 竹内正博: 都薬雑誌, **15**, 18-23, 1993.
- 3) 瀬戸博: 都薬雑誌, **16**, 55-60, 1994.
- 4) 環境庁編: 生物モニタリング調査マニュアル, 昭和62年5月.
- 5) 東京都立衛生研究所: 平成5年生物モニタリング結果報告書, 1994.
- 6) 東京都立衛生研究所: 平成6年生物モニタリング結果報告書, 1995.
- 7) 東京都立衛生研究所: 平成7年生物モニタリング結果報告書, 1996.
- 8) 東京都立衛生研究所: 平成8年生物モニタリング結果報告書, 1997.
- 9) 橋詰博樹: 廃棄物学会誌, **5** (3), 233-242, 1994.
- 10) George, J. L., and Frear, D. E. H.: *Journal of Applied Ecology*, **3**, 155-167, 1996.
- 11) Sladen, W.J.L. et al.: *Nature*, **210**, 670-673, 1966.
- 12) 田辺信介: 日本海洋学会誌, **55** (4), 228-235, 2001.
- 13) Reiko Kishi, Fumihiko Sata, Yasuaki Saijo.: *J.Natl.Inst.Public Health*, **54**(1), 7-16, 2005.
- 14) 植田忠彦, 佐藤憲一, 中村弘: 東京衛研年報, **44**, 115-118, 1993.

Survey of Chemical Pollutants in Biota from Tokyo Bay (X I V)
Concentrations of Endocrine Disrupting Chemicals in Japanese Sea Bass from the 1980s.

Tokuko TSUNODA^a, Aya ONUKI^a, Ikue SAITO^a, Toshinari SUZUKI^a and Masayuki KURITA^a

The effects of pollution on wild animals by certain chlorinated organic compounds have been a concern since the 1960s. Nowadays, some of these chemicals are categorized as endocrine-disrupting chemicals. The monitoring of the chlorinated compounds in marine organisms has been conducted in Japan. The Tokyo Metropolitan Government has also been monitoring 38 chemicals, such as organochlorine insecticides, chlorobenzene compounds, phthalates, and organotins, in the edible parts of sea bass since 1978. This report presents the monitoring results of these 38 chemicals in sea bass from 1997 to 2002 and the trends in the concentration of these chemicals since the 1980s. Concentrations of polychlorinated biphenyl (PCB) in sea bass ranged from 0.06 µg/g to 0.75 µg/g. These concentrations decreased after 1991 but increased to 0.36 µg/g in 2002. The concentration of dichlorodiphenyltrichloroethane in sea bass ranged from 0.01 µg/g to 0.08 µg/g and the concentration pattern was same as that of PCB. Chlordane was observed at the maximum concentrations of 0.092 µg/g in 1989, and then it gradually decreased. The concentrations of dieldrin and hexachlorocyclohexane in sea bass were lower than 0.006 µg/g. As for organotin compounds, the concentrations of trybutyl tin ranged from 0.012 µg/g to 0.42 µg/g, whereas triphenyl tin was hardly detected, except for 1.8 µg/g in 1981. The concentrations of the chemicals in sea bass monitored in this study annually decreased, however, monitoring of these chemicals and new hazardous compounds in the environment is necessary in the future.

Keywords : chemical pollution, endocrine-disrupting chemicals, sea bass, Tokyo bay, chlorinated organic compounds

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan