

・野生生物のダイオキシン類の
蓄積状況等調査

目 次

1 経緯	1
2 蓄積状況調査結果について	1
(1) カワウ	1
(2) ハシブトガラス	2
(3) アザラシ類	3
(4) スナメリ	4
(5) アカネズミ	4
(6) イノシシ	5
(7) 平成15年度調査結果のまとめ	6
3 影響調査結果について	13
(1) 調査対象	13
(2) 薬物代謝酵素活性	13
(3) 病理組織学的変化	13
(4) 内分泌学的検査	14
(5) 平成15年度影響調査結果のまとめ	14

1 経緯

ダイオキシン類による問題は人の健康に関わる環境保全上の重要な課題であることから、広く生態系の問題として把握するために、野生生物への蓄積が環境汚染の指標の一つとして注目されている。

環境省では、平成10年度より野生生物へのダイオキシン類の蓄積状況について経年的に調査を実施しており、平成13年度からは蓄積状況に加えて、影響を考慮する基礎資料とするためのバイオマーカー^{*}調査も実施している。

平成15年度の調査結果が取りまとめられたのでここに報告する。

2 蓄積状況調査結果について

平成15年度調査では、主に沿岸で生活する生物としてスナメリとアザラシ類、主に沿岸から陸上にかけて生活する生物としてカワウ、主に陸上で生活する生物としてハシブトガラスとアカネズミ、イノシシの合計6種の生物を対象に蓄積状況調査を実施した。

(1) カワウ

生息環境

主に沿岸、河川、湖沼に分布する。季節により採餌場所を変える傾向がある。繁殖期には、水辺近くの樹木に集団営巣することが多い。

食性

海水から淡水の、あまり深くない水辺で主に魚類を採餌する。

調査概要

個体数：20

採取方法：有害鳥獣駆除

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量（TEQ値）

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数（TEF）はWHO-TEF1998（鳥類）を使用
- ・ 参考として、WHO-TEF1998（哺乳類）を使用した値も併記
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、検出下限値の1/2として算出。なお、検出下限値を下回る濃度を0及び検出下限値に1を乗じて換算したTEQ値も参考として表2に表示。

分析方法：環境省の「野生生物のダイオキシン類蓄積状況等調査マニ

^{*} 生体に取り込まれた化学物質に反応して、体内に出現する物質であり、化学物質の影響の指標となるものであるが、ここではダイオキシン類の影響の指標と考えられる誘導酵素（CYP1A1）等を指す。

マニュアル」平成14年9月（以降、マニュアル）に基づき分析を行った。
調査結果：(表1、表2、図1)

- ・ダイオキシン類を毒性等量（鳥類のTEF、括弧内は哺乳類のTEFで算出）で評価すると、下記のようなであった。

<筋肉：20検体>

平均値 72(76) pg-TEQ/g-湿重量、
中央値 60(60) pg-TEQ/g-湿重量、
検出範囲 15(12) ~ 240(220) pg-TEQ/g-湿重量

なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値81(86)%、中央値82(87)%であった。

<肝臓：20検体>

平均値 110(100) pg-TEQ/g-湿重量、
中央値 86(73) pg-TEQ/g-湿重量、
検出範囲 22(17) ~ 330(330) pg-TEQ/g-湿重量

なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値60(71)%、中央値58(63)%であった。

(2) ハシブトガラス

生息環境

近縁種のハシボソガラスとともに留鳥として日本各地に分布する。生息環境は都市部から山間部まで幅広い。

食性

雑食性で、動物性の餌としては肉、魚介類、昆虫など、植物性の餌としては果実、穀類など多岐にわたる。

調査概要

個体数：20

採取方法：有害鳥獣駆除

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量（TEQ値）

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数（TEF）はWHO-TEF1998（鳥類）を使用
- ・ 参考として、WHO-TEF1998（哺乳類）を使用した値も併記
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、カワウと同様の扱いとした。

分析方法：（マニュアル参照）

調査結果：(表1、表2、図1)

- ・ダイオキシン類を毒性等量（鳥類のTEF、括弧内は哺乳類のTEFで算出）で評価すると、下記のようなであった。

<筋肉：20検体>

平均値 0.84(1.2) pg-TEQ/g-湿重量、
中央値 0.83(1.1) pg-TEQ/g-湿重量、

検出範囲 0.34(0.36) ~ 2.3(3.9) pg-TEQ/g-湿重量
なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値20(52)%、
中央値14(38)%であった。

<肝臓：20検体>

平均値 4.4(4.2) pg-TEQ/g-湿重量、
中央値 3.1(3.2) pg-TEQ/g-湿重量
検出範囲 1.3(1.2) ~ 21(17) pg-TEQ/g-湿重量
なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値5.7(20)%、
中央値7.4(21)%であった。

(3) アザラシ類

今回の調査対象はゼニガタアザラシ、ゴマフアザラシ、クラカケアザラシの3種である。以下は主にゼニガタアザラシの生態であるが、他の2種も非常に似通った生態的地位(ニッチ)に位置する。

生息環境

近海域に生息する。メスは繁殖期には岩礁に住むが、その他の時期には回遊している。オスは通年で岩礁に定住する。9月から12月にかけて、襟裳岬から根室半島で混獲される。

食性

厚岸湾周辺におけるゼニガタアザラシの食性に関する研究(渡邊、1999)では、相対数頻度(RNF)の高い魚種はヒレグロ、キユウリウオ、スナガレイであった。カジカ類は、夏期の食性でも大きな割合を占めているが、キユウリウオやカレイ類は夏期にはほとんど出現しない。キユウリウオ、カレイ類は春に産卵のために沿岸にくるので、アザラシはこの時期にはこれらの魚を摂餌していたと考えられる。これらのことからゼニガタアザラシはその時期にその場所で利用しやすい魚を利用していると考えられる。

調査概要

個体数：13

採取方法：混獲死体

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量(TEQ値)

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数(TEF)はWHO-TEF1998(哺乳類)を使用
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、カワウと同様の扱いとした。

分析方法：(マニュアル参照)

調査結果：(表1、表2、図1)

- ・ ダイオキシン類を毒性等量で評価すると、下記のものであった。

<脂肪：13検体>

平均値 12 pg-TEQ/g-湿重量
中央値 13 pg-TEQ/g-湿重量
検出範囲 6.0～17 pg-TEQ/g-湿重量
なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値92%、
中央値85%であった。

(4) スナメリ

生息環境

沿岸性であり、水深が50mより浅く、砂底の海域に生息する。

食性

群集性の小魚、浅海の頭足類を食べる。

調査概要

個体数：10

採取方法：漂着死体（ストランディング）

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量（TEQ値）

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数（TEF）はWHO-TEF1998（哺乳類）を使用
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、カワウと同様の扱いとした。

分析方法：（マニュアル参照）

調査結果：（表1、表2、図1）

- ・ ダイオキシン類を毒性等量で評価すると、下記のようなであった。

<脂肪：10検体>

平均値 98 pg-TEQ/g-湿重量、

中央値 91 pg-TEQ/g-湿重量、

検出範囲 29～180 pg-TEQ/g-湿重量、

なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値93%、
中央値89%であった。

(5) アカネズミ

生息環境

低地から高山帯の森林に生息する。社寺林、農地周辺の森林、河川敷などにも分布する。行動範囲は数haである。

食性

雑食性で、草本の根茎部、種子や木の実、昆虫類などを食べる。

調査概要

個体数：10

採取方法：ワナ捕獲

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量（TEQ値）

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数（TEF）はWHO-TEF1998（哺乳類）を使用
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、カワウと同様の扱いとした。

分析方法：（マニュアル参照）

調査結果：（表1、表2、図1）

- ・ ダイオキシン類を毒性等量で評価すると、下記のようにであった。

<体躯**：10検体>

平均値 1.4 pg-TEQ/g-湿量、

中央値 1.4 pg-TEQ/g-湿量、

検出範囲 0.32～2.3 pg-TEQ/g-湿量

なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値45%、中央値51%であった。

<肝臓：5検体>

平均値 260 pg-TEQ/g-湿量、中央値 240 pg-TEQ/g-湿量、

検出範囲 200～360 pg-TEQ/g-湿量

なお、コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値15%、中央値15%であった。

（6）イノシシ

生息環境

本州以南の常緑広葉樹林、落葉広葉樹林に生息する。人里に現れる場合もある。

食性

雑食性で果実、種子、葉、芽、昆虫その他の小動物を食べる。量的には植物の採食量が多い。

調査概要

個体数：7

採取方法：有害鳥獣駆除

測定項目：ダイオキシン類；濃度、毒性等量（TEQ値）

算出方法：

- ・ 湿重量あたりの毒性等価係数（TEF）はWHO-TEF1998（哺乳類）を使用
- ・ 検出下限値を下回る異性体については、カワウと同様の扱いとした。

分析方法：（マニュアル参照）

調査結果：（表1、表2、図1）

- ・ ダイオキシン類を毒性等量で評価すると、下記のようにであった。

** 剥皮し、内臓、頭部等を除いたもの。主に筋肉、骨、皮下脂肪など。平成11年度から平成14年度の調査で全身と表現していたものと同じ。

<筋肉：7検体>

平均値 0.10 pg-TEQ/g-湿量、中央値 0.057 pg-TEQ/g-湿量、

検出範囲 0.040～0.30 pg-TEQ/g-湿量

コプラナーPCBの総TEQ値に占める割合は、平均値31%、中央値26%であった。

(7) 平成15年度調査結果のまとめ

蓄積状況調査結果では、ダイオキシン類の蓄積濃度を毒性等量で評価すると、カワウでは他の生物に比較して蓄積濃度（湿重量あたり）が高い個体が見られた。ハシブトガラスはダイオキシン類の蓄積濃度はカワウに比べて低い傾向がみられた。哺乳類では、海棲哺乳類であるスナメリが陸棲哺乳類（アカネズミ、イノシシ）に比較し蓄積濃度が高かった。しかし、同じく海棲哺乳類であるアザラシ類の蓄積濃度は、陸棲哺乳類よりは高いものの、スナメリおよび去年まで調査したオウギハクジラの蓄積濃度にして、かなり低かった。陸棲哺乳類ではイノシシが今年度までに調査した種の中では極めて低い蓄積濃度であった。

アカネズミについては、今回初めて、肝臓のみの分析も実施した結果、湿重量当たりの総毒性等量で体躯の約110～180倍の蓄積が認められ、特にジベンゾフランでは約240～370倍と、その傾向が顕著であった。

蓄積濃度の経年変化の傾向についてみると(図2)、本年度極端に蓄積濃度が高くなった種はなく、全体的には蓄積濃度の推移は横ばいもしくは減少傾向にあった。

今後も、野生生物における蓄積状況を把握するため、検体の年齢や性別等の構成に留意しつつ、種の寿命や生息環境等の生態特性を勘案し、適切な生物種において経年変化等を観察することが重要である。

表1 平成15年度 野生生物のダイオキシン類蓄積状況調査結果

(湿重量当たり毒性等量)
 (鳥類の括弧内は哺乳類のTEFで計算した値)
 (検出下限未満の値は、検出下限値の1/2で換算)

種名	部位	脂肪含量	PCDDs	PCDFs	PCDDs+PCDFs	Coplanar PCBs	PCDDs+PCDFs+Co-PCBs
			pgTEQ/g	pgTEQ/g	pgTEQ/g	pgTEQ/g	pgTEQ/g
カワウ (筋肉) N=20	平均値	4.3	7.8 (8.1)	6.3 (3.3)	14 (11)	58 (65)	72 (76)
	中央値	4.2	6.4 (6.8)	4.8 (2.5)	12 (9.7)	49 (52)	60 (60)
	最大値	6.2	34 (35)	29 (14)	62 (49)	180 (170)	240 (220)
	最小値	2.9	1.1 (1.2)	1.2 (0.66)	2.2 (1.9)	12 (10)	15 (12)
(肝臓) N=20	平均値	4.4	15 (16)	30 (16)	45 (31)	66 (71)	110 (100)
	中央値	4.1	13 (15)	23 (12)	37 (27)	50 (46)	86 (73)
	最大値	9.1	35 (38)	68 (35)	100 (69)	230 (260)	330 (330)
	最小値	2.9	2.4 (3.0)	6.0 (3.3)	8.4 (6.2)	14 (11)	22 (17)
ハシブトガラス (筋肉) N=20	平均値	3.8	0.4 (0.44)	0.27 (0.15)	0.67 (0.59)	0.17 (0.62)	0.84 (1.2)
	中央値	3.9	0.37 (0.42)	0.23 (0.12)	0.63 (0.58)	0.12 (0.42)	0.83 (1.1)
	最大値	5.4	1.0 (1.1)	0.91 (0.56)	1.8 (1.6)	0.49 (2.4)	2.3 (3.9)
	最小値	1.8	0.16 (0.2)	0.085 (0.042)	0.26 (0.25)	0.065 (0.11)	0.34 (0.36)
(肝臓) N=20	平均値	5.2	1.4 (1.7)	2.7 (1.7)	4.1 (3.4)	0.25 (0.84)	4.4 (4.2)
	中央値	4.6	1.4 (1.7)	1.6 (0.91)	2.8 (2.5)	0.23 (0.68)	3.1 (3.2)
	最大値	13	2.8 (3.2)	18 (12)	21 (15)	0.52 (2.4)	21 (17)
	最小値	3.7	0.57 (0.66)	0.67 (0.39)	1.2 (1.0)	0.058 (0.11)	1.3 (1.2)
アザラシ類 (脂肪) N=13	平均値	88	0.94	0.50	1.4	11	12
	中央値	89	0.89	0.40	1.3	11	13
	最大値	97	1.9	1.6	3.5	15	17
	最小値	75	0.49	0.24	0.72	5.2	6.0
スナメリ (脂肪) N=10	平均値	71	3.5	3.9	7.4	91	98
	中央値	81	3.3	3.7	6.8	81	91
	最大値	91	6.0	6.8	13	170	180
	最小値	15	1.8	2.3	4.0	19	29
アカネズミ (体躯) N=10	平均値	3.5	0.24	0.51	0.75	0.63	1.4
	中央値	3.6	0.23	0.49	0.73	0.72	1.4
	最大値	4.6	0.32	1.0	1.2	1.1	2.3
	最小値	1.7	0.17	0.14	0.31	0.014	0.32
(肝臓) N=5	平均値	4.4	12	210	220	38	260
	中央値	4.3	12	190	200	35	240
	最大値	4.9	19	320	330	56	360
	最小値	3.6	5.3	150	160	31	200
イノシシ (筋肉) N=7	平均値	1.7	0.035	0.034	0.069	0.031	0.10
	中央値	1.5	0.024	0.025	0.042	0.015	0.057
	最大値	3.0	0.10	0.083	0.19	0.11	0.30
	最小値	1.1	0.016	0.013	0.032	0.0052	0.040

剥皮し内臓、頭部等を除いたもの。

表 2 - 1 平成15年度 野生生物のダイオキシン類蓄積状況調査結果

(湿重量当たり毒性等量)
(鳥類の括弧内は哺乳類のTEFで計算した値)

種名	調査対象物質	単位	注)	平均値	中央値	最大値	最小値
カワウ (筋肉) N=20	脂肪含量	%		4.3	4.2	6.2	2.9
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	7.8 (8.1)	6.4 (6.8)	34 (35)	1.1 (1.2)
			ND=1/2*DL	7.8 (8.1)	6.4 (6.8)	34 (35)	1.1 (1.2)
			ND=1*DL	7.8 (8.1)	6.4 (6.8)	34 (35)	1.1 (1.2)
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	6.3 (3.3)	4.8 (2.5)	29 (14)	1.1 (0.65)
			ND=1/2*DL	6.3 (3.3)	4.8 (2.5)	29 (14)	1.2 (0.66)
			ND=1*DL	6.3 (3.3)	4.8 (2.5)	29 (14)	1.2 (0.66)
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	14 (11)	12 (9.7)	62 (49)	2.2 (1.9)	
		ND=1/2*DL	14 (11)	12 (9.7)	62 (49)	2.2 (1.9)	
		ND=1*DL	14 (11)	12 (9.7)	62 (49)	2.2 (1.9)	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	58 (65)	49 (52)	180 (170)	12 (10)	
		ND=1/2*DL	58 (65)	49 (52)	180 (170)	12 (10)	
		ND=1*DL	58 (65)	49 (52)	180 (170)	12 (10)	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	72 (76)	60 (60)	240 (220)	15 (12)	
		ND=1/2*DL	72 (76)	60 (60)	240 (220)	15 (12)	
		ND=1*DL	72 (76)	60 (60)	240 (220)	15 (12)	
(肝臓) N=20	脂肪含量	%		4.4	4.1	9.1	2.9
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	15 (16)	13 (15)	35 (38)	2.4 (3.0)
			ND=1/2*DL	15 (16)	13 (15)	35 (38)	2.4 (3.0)
			ND=1*DL	15 (16)	13 (15)	35 (38)	2.4 (3.0)
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	30 (15)	23 (12)	67 (35)	5.9 (3.2)
			ND=1/2*DL	30 (16)	23 (12)	68 (35)	6 (3.3)
			ND=1*DL	30 (16)	23 (12)	68 (35)	6 (3.3)
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	45 (31)	37 (27)	100 (69)	8.3 (6.2)	
		ND=1/2*DL	45 (31)	37 (27)	100 (69)	8.4 (6.2)	
		ND=1*DL	45 (31)	37 (27)	100 (69)	8.5 (6.2)	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	66 (71)	50 (46)	230 (260)	14 (11)	
		ND=1/2*DL	66 (71)	50 (46)	230 (260)	14 (11)	
		ND=1*DL	66 (71)	50 (46)	230 (260)	14 (11)	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	110 (100)	86 (72)	330 (330)	22 (17)	
		ND=1/2*DL	110 (100)	86 (73)	330 (330)	22 (17)	
		ND=1*DL	110 (100)	86 (73)	330 (330)	22 (17)	
ハシブト ガラス (筋肉) N=20	脂肪含量	%		3.8	3.9	5.4	1.8
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.37 (0.40)	0.34 (0.39)	1.0 (1.1)	0.12 (0.15)
			ND=1/2*DL	0.40 (0.44)	0.37 (0.42)	1.0 (1.1)	0.16 (0.20)
			ND=1*DL	0.40 (0.44)	0.37 (0.42)	1.0 (1.1)	0.17 (0.20)
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.22 (0.12)	0.18 (0.093)	0.89 (0.56)	0 (0)
			ND=1/2*DL	0.27 (0.15)	0.23 (0.12)	0.91 (0.56)	0.085 (0.042)
			ND=1*DL	0.29 (0.16)	0.24 (0.13)	0.93 (0.57)	0.11 (0.053)
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.58 (0.52)	0.57 (0.51)	1.7 (1.5)	0.12 (0.15)	
		ND=1/2*DL	0.67 (0.59)	0.63 (0.58)	1.8 (1.6)	0.26 (0.25)	
		ND=1*DL	0.69 (0.60)	0.64 (0.58)	1.8 (1.6)	0.28 (0.26)	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.16 (0.62)	0.11 (0.42)	0.49 (2.4)	0.048 (0.11)	
		ND=1/2*DL	0.17 (0.62)	0.12 (0.42)	0.49 (2.4)	0.065 (0.11)	
		ND=1*DL	0.17 (0.62)	0.12 (0.42)	0.5 (2.4)	0.068 (0.11)	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.75 (1.1)	0.73 (1.0)	2.2 (3.9)	0.19 (0.26)	
		ND=1/2*DL	0.84 (1.2)	0.83 (1.1)	2.3 (3.9)	0.34 (0.36)	
		ND=1*DL	0.86 (1.2)	0.85 (1.1)	2.3 (4.0)	0.37 (0.37)	
(肝臓) N=20	脂肪含量	%		5.2	4.6	13	3.7
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	1.1 (1.3)	1.2 (1.3)	2.5 (2.9)	0.00021 (0.00021)
			ND=1/2*DL	1.4 (1.7)	1.4 (1.7)	2.8 (3.2)	0.57 (0.66)
			ND=1*DL	1.5 (1.8)	1.5 (1.8)	2.8 (3.2)	0.66 (0.75)
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	2.2 (1.4)	1.2 (0.62)	18 (12)	0 (0)
			ND=1/2*DL	2.7 (1.7)	1.6 (0.91)	18 (12)	0.67 (0.39)
			ND=1*DL	2.9 (1.7)	1.8 (0.95)	18 (12)	0.81 (0.43)
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	3.3 (2.7)	2.2 (1.7)	20 (15)	0.00021 (0.00021)	
		ND=1/2*DL	4.1 (3.4)	2.8 (2.5)	21 (15)	1.2 (1.0)	
		ND=1*DL	4.4 (3.5)	3.1 (2.6)	21 (15)	1.5 (1.2)	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.16 (0.79)	0.16 (0.67)	0.44 (2.4)	0.016 (0.086)	
		ND=1/2*DL	0.25 (0.84)	0.23 (0.68)	0.52 (2.4)	0.058 (0.11)	
		ND=1*DL	0.28 (0.85)	0.28 (0.69)	0.55 (2.4)	0.097 (0.13)	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	3.5 (3.5)	2.3 (2.4)	20 (17)	0.022 (0.12)	
		ND=1/2*DL	4.4 (4.2)	3.1 (3.2)	21 (17)	1.3 (1.2)	
		ND=1*DL	4.7 (4.3)	3.4 (3.3)	21 (17)	1.6 (1.3)	

注) ND=0*QL : 定量下限 (QL) 未満の数値を0として扱った場合
 ND=1/2*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1/2を乗じて換算した場合
 ND=1*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1を乗じて換算した場合

表 2 - 2 平成15年度 野生生物のダイオキシン類蓄積状況調査結果

(湿重量当たり毒性等量)

種名	調査対象物質	単位	注)	平均値	中央値	最大値	最小値
アザラシ類 (脂肪) N=13	脂肪含量	%		88	89	97	75
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.92	0.87	1.9	0.39
			ND=1/2*DL	0.94	0.89	1.9	0.49
			ND=1*DL	0.94	0.89	1.9	0.49
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.48	0.38	1.6	0.22
			ND=1/2*DL	0.50	0.40	1.6	0.24
			ND=1*DL	0.51	0.41	1.6	0.25
	PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	1.4	1.3	3.5	0.61
			ND=1/2*DL	1.4	1.3	3.5	0.72
			ND=1*DL	1.4	1.3	3.5	0.74
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	11	11	15	5.2	
		ND=1/2*DL	11	11	15	5.2	
		ND=1*DL	11	11	15	5.2	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	12	13	17	6.0	
		ND=1/2*DL	12	13	17	6.0	
		ND=1*DL	12	13	17	6.0	
スナメリ (脂肪) N=10	脂肪含量	%		71	81	91	15
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	3.5	3.3	6.0	1.8
			ND=1/2*DL	3.5	3.3	6.0	1.8
			ND=1*DL	3.5	3.3	6.0	1.8
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	3.9	3.7	6.8	2.3
			ND=1/2*DL	3.9	3.7	6.8	2.3
			ND=1*DL	3.9	3.7	6.8	2.3
	PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	7.4	6.8	13	4.0
			ND=1/2*DL	7.4	6.8	13	4.0
			ND=1*DL	7.4	6.8	13	4.0
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	91	81	170	19	
		ND=1/2*DL	91	81	170	19	
		ND=1*DL	91	81	170	19	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	98	91	180	29	
		ND=1/2*DL	98	91	180	29	
		ND=1*DL	98	91	180	29	

注) ND=0*QL : 定量下限 (QL) 未満の数値を0として扱った場合
 ND=1/2*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1/2を乗じて換算した場合
 ND=1*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1を乗じて換算した場合

表 2 - 3 平成15年度 野生生物のダイオキシン類蓄積状況調査結果

(湿重量当たり毒性等量)

種名	調査対象物質	単位	注)	平均値	中央値	最大値	最小値
アカネズミ (体躯) N=10	脂肪含量	%	注)	3.5	3.6	4.6	1.7
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.0026	0	0.015	0
			ND=1/2*DL	0.24	0.23	0.32	0.17
			ND=1*DL	0.44	0.45	0.58	0.32
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.15	0	0.97	0
			ND=1/2*DL	0.51	0.49	1.0	0.14
			ND=1*DL	0.58	0.53	1.0	0.24
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.16	0	0.99	0	
		ND=1/2*DL	0.75	0.73	1.2	0.31	
		ND=1*DL	1.0	0.99	1.5	0.58	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.62	0.72	1.1	0.00019	
		ND=1/2*DL	0.63	0.72	1.1	0.014	
		ND=1*DL	0.63	0.72	1.1	0.027	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.77	0.72	2.0	0.00019	
		ND=1/2*DL	1.4	1.4	2.3	0.32	
		ND=1*DL	1.7	1.7	2.4	0.61	
(肝臓) N=5	脂肪含量	%		4.4	4.3	4.9	3.6
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	10	11	17	3.0
			ND=1/2*DL	12	12	19	5.3
			ND=1*DL	13	13	19	6.6
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	210	190	320	150
			ND=1/2*DL	210	190	320	150
			ND=1*DL	210	190	320	150
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	220	200	320	160	
		ND=1/2*DL	220	200	330	160	
		ND=1*DL	220	200	330	160	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	38	35	56	31	
		ND=1/2*DL	38	35	56	31	
		ND=1*DL	38	35	56	31	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	250	240	360	200	
		ND=1/2*DL	260	240	360	200	
		ND=1*DL	260	240	360	200	
イノシシ (筋肉) N=7	脂肪含量	%		1.7	1.5	3.0	1.1
	PCDDs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.0073	0.0015	0.042	0.000057
			ND=1/2*DL	0.035	0.024	0.10	0.016
			ND=1*DL	0.052	0.045	0.11	0.031
	PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.015	0	0.067	0
			ND=1/2*DL	0.034	0.025	0.083	0.013
			ND=1*DL	0.043	0.032	0.087	0.026
PCDDs+PCDFs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.022	0.0026	0.11	0.000057	
		ND=1/2*DL	0.069	0.042	0.19	0.032	
		ND=1*DL	0.095	0.079	0.20	0.060	
Coplanar PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.029	0.0072	0.11	0.0037	
		ND=1/2*DL	0.031	0.015	0.11	0.0052	
		ND=1*DL	0.032	0.015	0.11	0.0067	
PCDDs+PCDFs+Co-PCBs	pgTEQ/g	ND=0*QL	0.051	0.012	0.22	0.0038	
		ND=1/2*DL	0.10	0.057	0.30	0.040	
		ND=1*DL	0.13	0.089	0.31	0.072	

注) ND=0*QL : 定量下限 (QL) 未満の数値を0として扱った場合

ND=1/2*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1/2を乗じて換算した場合

ND=1*DL : 検出下限 (DL) 未満の数値を検出下限値に1を乗じて換算した場合

剥皮し内臓、頭部等を除いたもの。

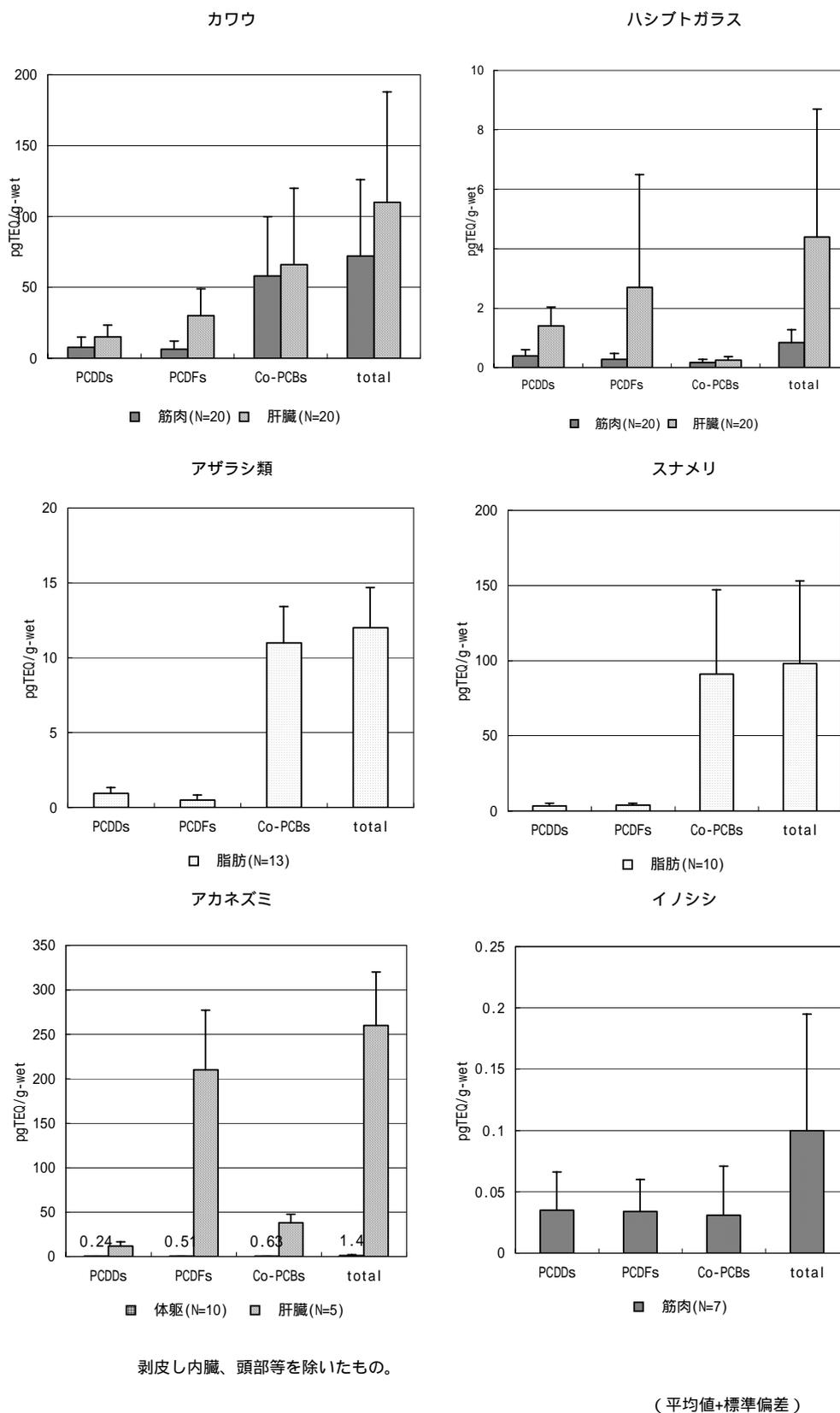
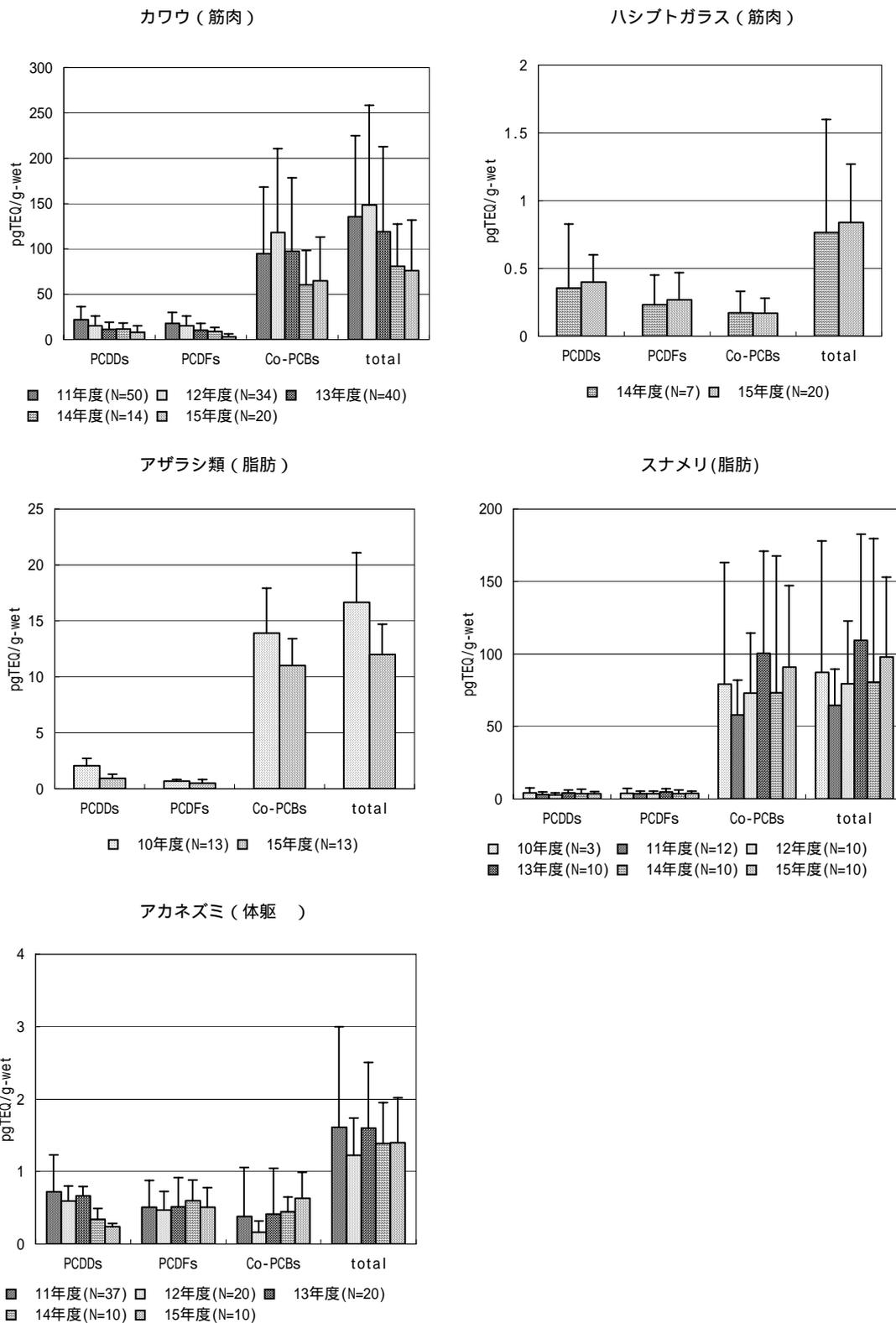


図1 野生生物ダイオキシン類蓄積濃度
 (湿重量当たり毒性等量) (検出下限未満の値は検出下限値の1/2で換算)



剥皮し内臓、頭部等を除いたもの。

(平均値+標準偏差)

図2 平成10年度からの蓄積状況
(湿重量当たり毒性等量) (検出下限未満の値は検出下限値の1/2で換算)

3 影響調査結果について

平成15年度は、ダイオキシン類の蓄積による影響について検討を行うため、カワウとハシブトガラスについて、薬物代謝酵素活性測定、病理組織学的変化、内分泌学的検査の3種類のバイオマーカー調査を行った。

(1) 調査対象

対象種：カワウおよびハシブトガラス
個体数：カワウ20羽 ハシブトガラス20羽
採取方法：有害鳥獣駆除

(2) 薬物代謝酵素活性

ダイオキシン類は生体内に入るとAh受容体を介してチトクロームP450(CYP)など複数遺伝子の転写活性化を促し、さまざまな毒性影響を惹起する。CYPに依存する薬物代謝酵素活性は、Ah受容体を介した作用の強さの指標となると考えられる。

測定項目：肝臓中のCYP依存酵素活性(AROD活性; alkoxyresorufin *O*-dealkylase 活性)すなわちEROD (ethoxyresorufin *O*-deethylase) 活性、PROD (pentoxyresorufin *O*-depenethylase) 活性、MROD (methoxyresorufin *O*-demethylase) 活性、BROD (benzyloxyresorufin *O*-debenzylase) 活性

測定方法：(マニュアル参照)

調査結果(表3、図3)：

- ・ 平均活性値は昨年度と同様に、カワウではEROD>MROD>BROD>PRODの順、ハシブトガラスではMROD>EROD>BROD>PRODの順であった。
- ・ 酵素活性値は両種とも昨年度とほぼ同様の値であった。
- ・ 昨年度の調査結果と合わせて、肝臓中のダイオキシン類の毒性等量(TEQ値)とAROD活性との関係を検討すると、両種とも統計学的に有意な正の相関関係が認められた。

(3) 病理組織学的変化

ダイオキシン類の毒性影響で種々の臓器に形態学的変化が生じることが研究者により報告されており、形態学的変化はダイオキシン類の影響の指標となると考えられる。

対象臓器：生殖器、甲状腺、その他主要臓器*

方法：(マニュアル参照)

調査結果(表4、図4)：カワウではダイオキシン類蓄積量が高い個体の中に甲状腺濾胞小型化が顕著に認められたものがあったが、全体としてはダイオキシン類蓄積量と病変との間に関連性は認められなかった。

*心臓、肺、脾臓、腎臓、胃、腸、膵臓など。

生殖器には特に異常は認められなかった。

ハシブトガラスでは甲状腺の濾胞上皮肥大が認められたり、その他の組織でリンパ濾胞の増生などの変化が認められる個体があったが、ダイオキシン類の蓄積濃度との間に特別な関係は認められなかった。生殖器については、オスで精巣管内空胞が認められる個体があった。

(4) 内分泌学的検査

ダイオキシン類が甲状腺や生殖腺などの内分泌機能に影響を与えることが研究者により報告されている。こうした機能を反映する血中ホルモン濃度は、ダイオキシン類の影響の指標となると考えられる。

測定項目：甲状腺ホルモン（トリヨードサイロニン：T3、遊離T3：FT3、サイロキシン：T4、遊離T4：FT4）および性ホルモン（テストステロン、エストラジオール、プロジェステロン）の血中濃度

測定方法：(マニュアル参照)

調査結果（表5、図5、図6）：昨年度の調査結果と合わせて、血中ホルモン濃度と筋肉中のダイオキシン類の蓄積濃度との関係を検討すると、カワウではPCDDsなどの濃度とT4濃度との間に、ハシブトガラスではnon-ortho PCBsなどの蓄積濃度とT3の間に、統計学的に有意な負の相関関係が認められた。

(5) 平成15年度影響調査結果のまとめ

今回の調査を昨年度調査結果と合わせて検討すると、カワウおよびハシブトガラスの両種で、肝臓のダイオキシン類毒性等量と薬物代謝酵素活性との間に相関関係が認められた。

病理組織学的検査ではダイオキシン類の蓄積量に関連すると考えられる変化は確認されなかった。

内分泌学的検査では、ダイオキシン類とカワウおよびハシブトガラスの甲状腺ホルモンとの間に相関関係が認められた。

これらの結果から、ダイオキシン類蓄積による影響の指標として、カワウおよびハシブトガラスにおいて、薬物代謝酵素活性誘導および血中の甲状腺ホルモン濃度を利用できる可能性が示唆された。

今後、これらの指標について、さらに検体数を増やして調査が必要と考えられる。

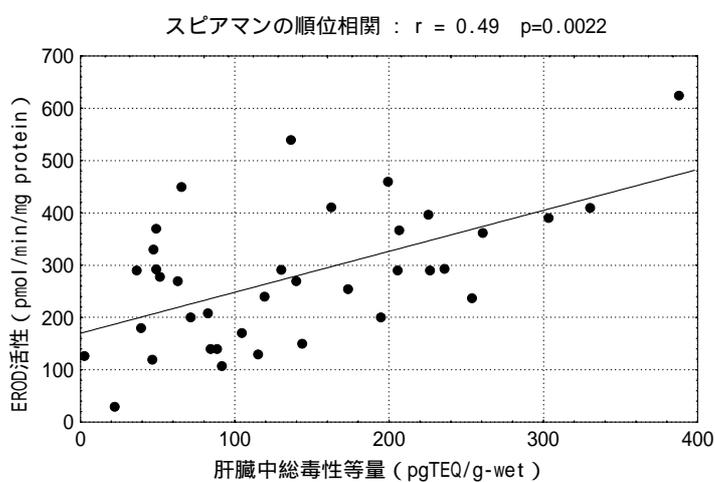
表3 カワウとハシブトガラスの肝臓薬物代謝酵素活性検出範囲
(平成15年度)

カワウ

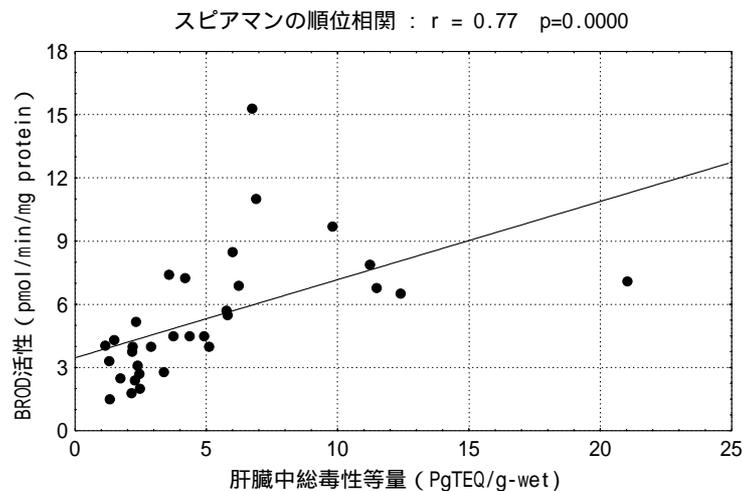
	タンパク含量	EROD活性	MROD活性	PROD活性	BROD活性
	(mg/ml microsome)	(pmol/min/mg protein)			
平均値	10	260	120	5.5	47
中央値	10	260	120	5.3	31
最大値	13	540	230	11	140
最小値	6.6	30	54	3.3	10.0

ハシブトガラス

	タンパク含量	EROD活性	MROD活性	PROD活性	BROD活性
	(mg/ml microsome)	(pmol/min/mg protein)			
平均値	11	96	260	3.1	4.5
中央値	12	96	250	2.9	4.0
最大値	15	150	440	7.2	11
最小値	6.9	50	90	1.3	1.8



カワウ



ハシブトガラス

図3 肝臓中の総毒性等量と薬物代謝酵素活性との関係
(平成14年度と平15年度を合わせた結果)

表 4 病理組織学的検査結果概要（平成15年度）

	臓器	検査数	病変が認められた個体数	主な病変（）内は個体数
カワウ	甲状腺	17	17	濾胞小型化（17）
	心臓	20	6	心筋線維萎縮・変性（2） 出血（3） 単核球浸潤（1）
	脾臓	19	9	うっ血（9）
	生殖器 オス	8	2	精細管内巨大核（2）
	メス	12	3	二卵子性卵胞（1） 炎症・リンパ球浸潤（2）
その他	20	19	気管支炎（2/20） 肺に単核球浸潤（2/20） 肝に単核球浸潤（15/20） 肝空胞変性（2/20） 尿管周囲炎（4/14）	
ハシブトガラス	甲状腺	20	11	濾胞上皮肥大（2） 色素沈着（11）
	脾臓	20	8	リンパ濾胞増生（5） リンパ濾胞萎縮（3）
	生殖器 オス	10	3	精細管内空胞（2） リンパ球集族（3）
	メス	10	0	
その他	20	9	消化管リンパ濾胞増生（2） 消化管リンパ濾胞炎（9）	

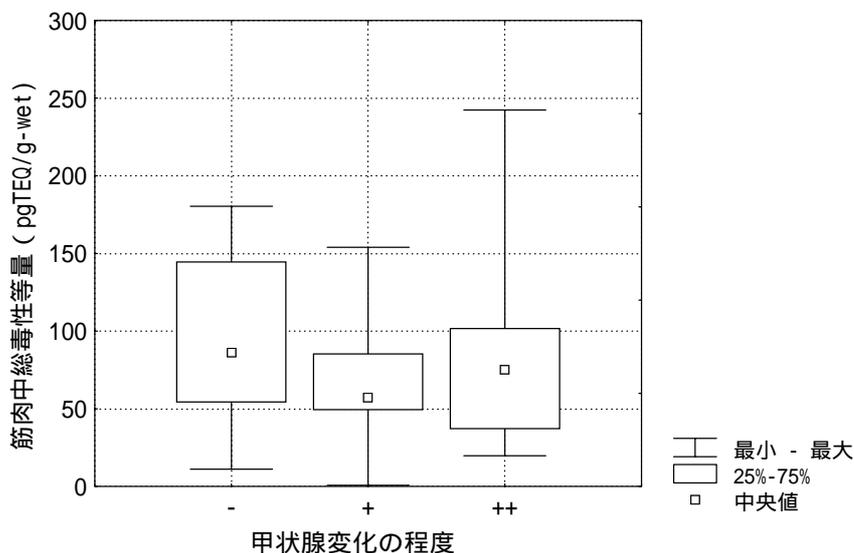


図 4 カワウの甲状腺変化の程度と毒性等量
（平成14年度と平15年度を合わせた結果）

表5 血液中ホルモン濃度検出範囲（平成15年度）

		甲状腺ホルモン				性ホルモン		
		T3 (ng/ml)	FT3 (pg/ml)	T4 (ng/ml)	FT4 (pg/ml)	Test (pg/ml)	E2 (pg/ml)	P4 (ng/ml)
カワウ	平均値	1.1	2.3	5.4	13	129	11	1.6
	中央値	1.0	2.5	6.6	13	73	2.9	0.4
	最大値	3.2	3.6	11	16	474	63	7.8
	最小値	0.2	0.6	0.07	7.9	<0.3	<0.05	0.05
ハシブト ガラス	平均値	0.6	2.7	10	2.9	14	10	2.1
	中央値	0.6	1.5	8.5	2.7	6.6	1.5	1.5
	最大値	1.2	7.2	17	7.0	143	97	8.2
	最小値	0.04	0.7	3.0	<0.5	0.4	<0.05	0.004

* 平均値と中央値は、測定下限以下は下限値の1/2を使って計算した。

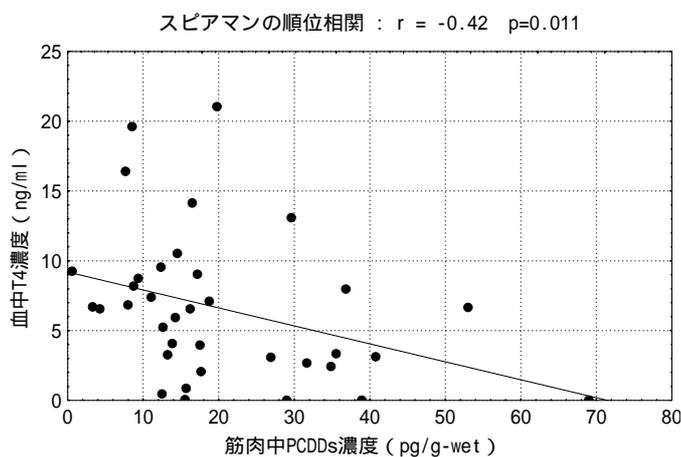


図5 カワウの筋肉中PCDDs濃度と
血中T4濃度との関係

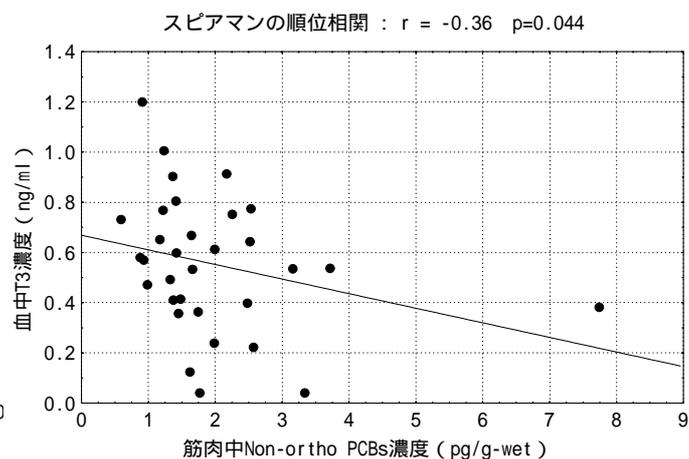


図6 ハシブトガラスの筋肉中
Non-ortho PCBs濃度と血中
T3濃度との関係

（平成14年度と平成15年度を合わせた結果）