

HBCD のモニタリング調査結果を踏まえた簡易リスク評価

化学物質が鳥類に与えるリスクの評価については、EU の REACH 規制に準備・対応するため、CSA (Chemical Safety Assessment) ガイダンス文書、テストガイダンス文書 (以下「EU-TGD」という。) が欧州化学物質庁より発表されている。

これらの EU-TGD 等を参考に、環境省が実施したモニタリング調査結果 (参考資料 13 参照) を踏まえ、HBCD が鳥類に与えるリスクの評価を行った。

有害性評価の方法

有害性評価は、以下に示す EU REACH に係る CSA ガイダンス文書に示されている方法を用いる。

次式により、 $PNEC_{oral,predator}$ を導出する。

$$PNEC_{oral,predator} = \frac{TOX_{oral,predator}}{AF_{oral,predator}}$$

$TOX_{oral,predator}$ は、 $NOEC_{mammal,food_chr}$ [kg/kg_{food}] のほか、 $NOEC_{bird}$ 、 $LC50_{bird}$ [kg/kg_{food}] など。

$NOEC_{oral,predator}$ [kg/kg_{food}] : 鳥類、哺乳類の NOEC

$PNEC_{oral,predator}$ [kg/kg_{food}] : 鳥類、哺乳類の二次毒性 PNEC

AF [-] : アセスメントファクター

表 7 二次毒性の $PNEC_{oral}$ 導出のためのアセスメントファクター*

利用可能データ	試験期間	TOX _{oral}	AF _{oral}
LC50 _{bird} のみ	5 days	LC50 _{bird}	3000
NOEC_{bird}	Chronic	NOEC_{bird}	30
NOEC _{mammal,food,chr}	28 days 90 days Chronic	NOEC _{mammal,food,chr}	300 90 30

* CSA ガイダンス文書 R.10.8.2 Table R.10-13 より。種間及び屋外(野生動物) - ラボ間の双方を考慮。

本有害性評価では、HBCD の 6 週鳥類繁殖毒性試験で得られた NOEC を鳥類に関する毒性 NOECbird として採用する。

AForal については、暫定的な予備試験の方法である 6 週鳥類繁殖毒性試験と化審法に基づく 20 週鳥類繁殖毒性試験との試験期間の差について考慮する必要がある。表 1 で示す通り、TBTO を除く 2 物質の結果を見る限り、試験期間による NOEC 等の差異はない。このため、現時点では表 7 で示した鳥類慢性試験に対する AForal = 30 をそのまま適用することを基本とする。ただし、化学物質によっては、試験期間の差により NOEC が異なる可能性もあることから、NOEC の差を最大で 3 倍程度と見積もり、AForal = 100 とした場合の有害性評価も行うこととする。

ばく露評価の方法

モニタリング調査で HBCD が検出された地点の多くは、周辺に湿地(淡水域)又は干潟(淡水域以外)と呼ばれる水深が浅く泥・シルト分の多い底質が広がる場所があり、それらの場所は水鳥の繁殖地や魚・水鳥を捕食する猛禽類の餌場になっているものと考えられる。

また、HBCD は、水に溶けにくいことから、水に溶存したものがプランクトン等にとりこまれ貝類や甲殻類へと曝露する経路は基本的には考えにくい。

これらのことから、例えば、以下のような曝露経路が基本的には想定される。

- A 底質中のデトリタス 2 枚貝・カニ シギ・チドリ
- B 底質中のデトリタス カニ ハゼ サギ・カワウ
- C 底質中のデトリタス カニ ハゼ クロダイ・スズキ ミサゴ
- C' 底質中のデトリタス カニ ハゼ サギ ハヤブサ

EU-TGD 等では、底質 水質 水生生物の経路は考慮しているが、底質 水生生物の経路は考慮していない。また、他に底質 水生生物という経路を考慮したリスク評価の例はないことから、底質濃度と BCF から水生生物濃度を算出することはせず、底質中のデトリタスを捕食している貝類、甲殻類の実測濃度を用いて、以降の食物連鎖を通じた濃縮性を以下の通り考慮して曝露評価を行った。一方で、HBCD が水質でも検出されている地点については、水質濃度と BCF から水生生物濃度を算出する曝露評価も行った。

A 貝類・甲殻類 鳥類

$$PEC_{Coral,predator} = PEC_{shell}$$

B 貝類・甲殻類 (× BMF) 魚類 鳥類

$$PEC_{Coral,predator} = PEC_{fish} = PEC_{shell} \times BMF$$

B2 表層水 (水質) (× BCF) 魚類 鳥類

$$PEC_{Coral,predator} = PEC_{fish} = PEC_{water} \times BCF$$

(ただし、 PEC_{water} 、 PEC_{fish} 、 PEC_{shell} の濃度、BCF を用いて、

$$PEC_{fish} = PEC_{water} \times BCF + PEC_{shell} \times BMF + PEC_{water} \times BCF$$

として算出した。)

C 貝類・甲殻類 (× BMF_1) 魚類 (× BMF_2) 魚類捕食者 鳥類

$$PEC_{Coral,top-predator} = PEC_{predator} = PEC_{fish} \times BMF_2 = PEC_{shell} \times BMF_1 \times BMF_2$$

C2 表層水 (水質) (× BCF) 魚類 (× BMF_2) 魚類捕食者 鳥類

$$PEC_{Coral,top-predator} = PEC_{predator} = PEC_{fish} \times BMF_2$$

$$= PEC_{water} \times BCF \times BMF_2$$

(ただし、 PEC_{water} 、 PEC_{fish} 、 PEC_{shell} の濃度、BCF を用いて、

$$PEC_{fish} = PEC_{water} \times BCF + PEC_{shell} \times BMF_1 + PEC_{water} \times BCF$$

として算出した。)

EU-TGD では、淡水環境食物連鎖では B のような 1 段階の BMF を乗ずる曝露経路を想定し、海洋環境食物連鎖は、食物連鎖の過程が非常に長く複雑であることからでは Top-predator に関しては C のような 2 段階の BMF を乗ずる曝露経路を想定している。

本曝露評価では、海洋環境のモニタリングデータはないことから海洋環境での曝露評価を行うことはできず、HBCD が検出された干潟や湿地の生態系を想定した曝露評価を行う必要がある。干潟や湿地は、淡水と海水が混ざりあう汽水状態であることが多く、A のような短い食物連鎖の過程から C のような長く複雑な食物連鎖の過程まで多様な種に応じた多様な食物連鎖が想定される。

このため、EU-TGD のように淡水環境か海洋環境かでどちらかの曝露経路を選択するのではなく、HBCD が検出された各地点のそれぞれについて、A、B、B2、C 及び C2 の 5 種類の曝露経路を想定したりリスク評価を行うこととした。 BMF 、 BMF_1 、 BMF_2 については、EU-TGD では表 8 に示す通り、 $\log Kow$ 及び BCF から設定することとしている。前述したとおり、EU-TGD が想定して

いる曝露経路と本曝露評価が想定する曝露経路は異なり、本来であれば、干潟や湿地の生態系の実態を反映した BMF を設定すべきだが、現時点で十分な知見がないことから、本曝露評価では表 8 の EU-TGD の BMF を準用することとした。安全側の曝露評価を行うため、評価に使用する魚類中濃度及び魚類捕食者中濃度は、「BMF を用いた算定値」よりも高い「実測値」「水質濃度と BCF からの算定値」が存在する場合には、最も高いものを評価用濃度に採用した。

また、一般的に鳥類は行動範囲が広いことから、汚染地域が限定されている場合には、汚染地域と汚染されていない地域の両方で餌を取っている可能性があるが、今回の曝露評価は汚染地域のみで鳥類が餌を取っているという安全側の仮定で行った。

さらに、呼吸や飲水経由の暴露については無視できるほど小さいと仮定し、今回の曝露評価では考慮していない。

表 8 BMF のデフォルト値(有機物質)*

logKow	BCF _{fish}	BMF	BMF1	BMF2
<4.5	<2,000	1	1	1
4.5-<5	2,000-5,000	2	2	2
5-8	>5,000	10	10	10
>8-9	2,000-5,000	3	3	3
>9	<2,000	1	1	1

*)EU CSA ガイダンス¹ Table R.16-5 或いは TGD chapter3,Table 29

簡易リスク評価の方法

簡易リスク評価は、 で述べた PEC 及び で述べた PNEC を用いて、曝露経路 A ~ C、AForal=30、100 を設定して、以下の PEC / PNEC 比により行う。

PEC / PNEC ≥ 1 懸念あり

PEC / PNEC < 1 懸念なし

曝露経路 A、B

$$PEC_{oral,predator} / PNEC_{oral,predator}$$

曝露経路 C

$$PEC_{oral,top-predator} / PNEC_{oral,top-predator}$$

¹ Guidance on information requirement and chemical safety assessment

HBCD の簡易リスク評価の結果

HBCD の 6 週鳥類繁殖毒性試験の NOEC5ppm を用いて で述べた有害性評価の方法により、PNEC を算出すると以下の通りとなる。

AForal=30 の場合

$$PNEC = 5 / 30 = 0.17 \text{mg/kg}$$

AForal=100 の場合

$$PNEC = 5 / 100 = 0.05 \text{mg/kg}$$

HBCD の 1 - オクタノール / 水分配係数の値は欧州化学品局による HBCD のリスク評価書から引用した工業グレードの製品 (: : = 6 : 8.5 : 79.1) の値である $\log K_{ow} = 5.62$ を用いた。魚への生物濃縮係数 (BCF) は、化審法の濃縮度試験の結果から求めた定常状態の値 (BCF_{ss}) を用いた。BCF_{ss} は 2 通りの濃度区ごとに定常状態の濃縮倍率 (試験期間の後半 3 回の濃縮倍率) の平均値を算出し、そのうちの大きい方の数値として求めるもので、ここでは第 2 濃度区の 10、12 及び 14 週の平均値である。ただし、BCF_{ss} は異性体によって異なっていることから、本リスク評価では最も濃縮度の高い 体と推定される BCF_{ss} = 13,050L/kg を用いた。これらの値を用いて、表 8 より、BMF は以下の通りとした。

$$BMF = 10$$

$$BMF_1 = 10$$

$$BMF_2 = 10$$

環境省のモニタリング調査で HBCD が検出された地点について、モニタリングデータ及び上記の BMF を用いて、 で述べた曝露評価の方法により PEC を算出し、上記の PNEC を用いて で述べた簡易リスク評価の方法により PEC / PNEC 比を算出すると表 9 及び表 10 の通りとなる。

まず、6週鳥類繁殖毒性試験と20週鳥類繁殖毒性試験の差がないと仮定し、AF_{oral} = 30とした場合は、以下の表9で示す結果となった。

表9 HBCDの簡易リスク評価の結果（AF_{oral} = 30の場合）

地点名	PNEC (mg/kg)	PEC (mg/kg-wet)			PEC / PNEC 比		
		経路 A	経路 B	経路 C	経路 A	経路 B	経路 C
D 川河口	0.17	0.00032 [†]	0.012 [†]	0.12	0.0019	0.072	0.72
E 川下流	0.17	0.0013 [†]	0.077 [†]	0.77	0.0078	0.46	4.6
G 川河口	0.17	0.71 [†]	7.3 [‡]	73	4.3	44	4.4x10 ²
B 港	0.17	0.019 [†]	0.19	1.9	0.11	1.1	11
I 川下流	0.17	0.032 [†]	0.32	3.2	0.19	1.9	19

網かけ：懸念あり（PEC / PNEC > 1）となる場合。

† 実測値を採用。

‡ BCF と水質濃度から算出した魚類濃度を採用。

曝露経路 A について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・1 地点
（貝類、甲殻類を捕食する鳥類に懸念あり）

曝露経路 B について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・3 地点
（小型魚類を捕食する鳥類に懸念あり）

曝露経路 C について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・4 地点
（中型魚類や小型鳥類を捕食する猛禽類に懸念あり）

次に、6週鳥類繁殖毒性試験と20週鳥類繁殖毒性試験の差が3倍程度あると仮定し、AForal = 100とした場合は、以下の表10で示す結果となった。

表10 HBCDの簡易リスク評価の結果 (AForal = 100の場合)

地点名	PNEC (mg/kg)	PEC (mg/kg-wet)			PEC / PNEC 比		
		経路 A	経路 B	経路 C	経路 A	経路 B	経路 C
D 川河口	0.05	0.00032 [†]	0.012 [†]	0.12	0.0064	0.24	2.4
E 川下流	0.05	0.0013 [†]	0.077 [†]	0.77	0.026	1.5	15
G 川河口	0.05	0.71 [†]	7.3 [‡]	73	14	1.5x10 ²	1.5x10 ³
B 港	0.05	0.019 [†]	0.19	1.9	0.38	3.8	38
I 川下流	0.05	0.032 [†]	0.32	3.2	0.64	6.4	64

網かけ：懸念あり (PEC / PNEC > 1) となる場合

† 実測値を採用。

‡ 水質濃度から算出した魚類濃度を採用。

曝露経路 A について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・ 1 地点
(貝類、甲殻類を捕食する鳥類に懸念あり)

曝露経路 B について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・ 4 地点
(小型魚類を捕食する鳥類に懸念あり)

曝露経路 C について懸念ありとなった地点・・・・・・・・・・ 5 地点
(中型魚類や小型鳥類を捕食する猛禽類に懸念あり)