

[6] ペンタクロロフェノール

1. 物質に関する基本的事項

(1) 分子式・分子量・構造式

物質名：ペンタクロロフェノール

(別の呼称：PCP、五塩化石炭酸)

CAS 番号：87-86-5

化審法官報告示整理番号：3-2850

化管法政令番号：1-303

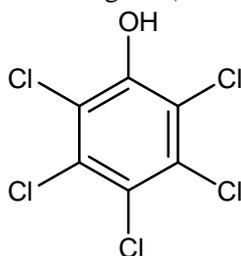
RTECS 番号：SM6300000

分子式：C₆HCl₅O

分子量：266.34

換算係数：1 ppm = 10.89 mg/m³ (気体、25°C)

構造式：



(2) 物理化学的性状

本物質は刺激臭のある白色結晶である¹⁾。

融点	174°C ^{2),3)} 、190~191°C ⁴⁾ 、188°C ⁵⁾ 、191°C ⁵⁾
沸点	310°C(分解) ^{2),5)} 、309~310°C(分解) ⁴⁾
比重	1.978 g/cm ³ (22°C) ²⁾
蒸気圧	1.1 × 10 ⁻⁴ mmHg (=1.5 × 10 ⁻² Pa) (20°C) ^{6),7)}
1-オクタノール/水分配係数(log Kow)	3.32 (pH=7.2) ⁸⁾ 、5.12 (pH=1.4) ⁹⁾ 、5.07 ²⁾ 、4.07 ⁵⁾ 、5.01 ⁵⁾
解離定数(pKa)	4.70 ± 0.03 (25°C) ¹⁰⁾ 、4.71 ± 0.05 (25°C) ¹⁰⁾
水溶性(水溶解度)	14 mg/L (20°C) ^{5),11)} 、80 mg/L ⁴⁾

(3) 環境運命に関する基礎的事項

本物質の分解性は次のとおりである。

生物分解性

好氣的分解

分解率：BOD 1%、HPLC 0% (試験期間：4週間、被験物質濃度：100 mg/L、活性汚泥濃度：30 mg/L)¹²⁾

嫌氣的分解

- ・嫌氣的分解は好氣的分解よりも相対的に遅いと報告されている¹³⁾。
- ・一方で、土壤中において嫌氣的状態になると脱ハロゲン反応による分解速度が増すと報告されている¹³⁾。

化学分解性

OH ラジカルとの反応性 (大気中)

反応速度定数： $0.55 \times 10^{-12} \text{ cm}^3/(\text{分子} \cdot \text{sec})$ (AOPWIN¹⁴⁾により計算)

半減期：9.7～97 日 (OH ラジカル濃度を $3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^5 \text{ 分子/cm}^3$ ¹⁵⁾と仮定し、
1 日は 12 時間として計算)

生物濃縮性 (濃縮性がない又は低いと判断される物質 ¹⁶⁾)

生物濃縮係数(BCF)：

39～198 (試験生物：コイ、試験期間：8 週間、被験物質設定濃度：3 $\mu\text{g/L}$) ¹²⁾

(45)～224 (試験生物：コイ、試験期間：8 週間、被験物質設定濃度：0.3 $\mu\text{g/L}$) ¹²⁾

土壌吸着性

土壌吸着定数(Koc)： 3.4×10^3 (PCKOCWIN¹⁷⁾により計算)

(4) 製造輸入量等及び用途

① 生産量・輸入量等

本物質は 1990 年に農薬登録が失効しており ¹⁸⁾、また、平成 15 年度調査において 1 年間の製造量は報告されていなかった ¹⁹⁾。なお、1984 年における生産量は 53t であった ²⁰⁾。

② 過去の用途

本物質は、木材保護剤、植物成長調節剤、除草剤に使用されていた ²¹⁾。

(5) 環境施策上の位置付け

本物質は化学物質審査規制法第二種監視化学物質 (告示番号:430) 及び化学物質排出把握管理促進法第一種指定化学物質 (政令番号:303) に指定されている。また、水生生物保全に係る水質目標を優先的に検討すべき物質及び水環境保全に向けた取組のための要調査項目に選定されている。

2. ばく露評価

生態リスクの初期評価のため、水生生物の生存・生育を確保する観点から、実測データをもとに基本的には水生生物の生息が可能な環境を保持すべき公共用水域における化学物質のばく露を評価することとし、データの信頼性を確認した上で安全側に立った評価の観点から原則として最大濃度により評価を行っている。

(1) 環境中への排出量

本物質は化管法の第一種指定化学物質である。同法に基づき公表された、平成16年度の届出排出量¹⁾、届出外排出量対象業種・非対象業種・家庭・移動体²⁾から集計した排出量等を表2.1に示す。なお、届出外排出量非対象業種・家庭・移動体の推計はなされていなかった。

表 2.1 化管法に基づく排出量及び移動量（PRTR データ）の集計結果（平成16年度）

	届出						届出外（国による推計）				総排出量（kg/年）		
	排出量（kg/年）				移動量（kg/年）		排出量（kg/年）				届出 排出量	届出外 排出量	合計
	大気	公共用水域	土壌	埋立	下水道	廃棄物移動	対象業種	非対象業種	家庭	移動体			
全排出・移動量	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0

業種別届出量（割合）

届出事業所無し

総排出量の構成比(%)

届出	届出外
-	-

本物質の平成16年度における環境中への総排出量は、0tとなった。

(2) 媒体別分配割合の予測

化管法に基づく排出量及び移動量が得られなかったため、Mackay-Type Level III Fugacity モデル³⁾により媒体別分配割合の予測を行った。予測結果を表2.2に示す。

表 2.2 Level III Fugacity モデルによる媒体別分配割合（%）

排出媒体	大気	水域	土壌	大気/水域/土壌
排出速度（kg/時間）	1,000	1,000	1,000	1,000（各々）
大気	0.4	0.1	0.0	0.0
水域	0.5	52.4	0.3	0.7
土壌	98.8	25.0	99.6	99.0
底質	0.2	22.5	0.1	0.3

注：数値は環境中で各媒体別に最終的に分配される割合を質量比として示したもの

(3) 各媒体中の存在量の概要

本物質の水質及び底質中の濃度について情報の整理を行った。媒体ごとにデータの信頼性が確認された調査例のうち、より広範囲の地域で調査が実施されたものを抽出した結果を表2.3に示す。

表 2.3 各媒体中の存在状況

媒体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出率	調査 地域	測定年	文献
公共用水域・淡水 $\mu\text{g/L}$	0.00031	0.00039	<0.0002	0.00092	0.0002	13/17	全国	2001	4)
	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.05	0/234	全国	1998	5)
	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.2	0/6	全国	1996	6)
公共用水域・海水 $\mu\text{g/L}$	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.05	0/11	全国	1998	5)
	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.2	0/5	全国	1996	6)
底質(公共用水域・淡水) $\mu\text{g/g}$	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0/90	全国	1998	5)
	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0/6	全国	1996	6)
底質(公共用水域・海水) $\mu\text{g/g}$	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0/4	全国	1998	5)
	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0/5	全国	1996	6)

(4) 水生生物に対するばく露の推定（水質に係る予測環境中濃度：PEC）

本物質の水生生物に対するばく露の推定の観点から、水質中濃度を表 2.4 のように整理した。水質について安全側の評価値として予測環境中濃度（PEC）を設定すると、公共用水域淡水では 0.00092 $\mu\text{g/L}$ 程度、同海水では 0.05 $\mu\text{g/L}$ 未満程度となった。

表 2.4 公共用水域濃度

水域	平均	最大値
淡水	0.00031 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2001)	0.00092 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2001)
海水	0.05 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (1998)	0.05 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (1998)

注：1) () 内の数値は測定年を示す。

2) 公共用水域・淡水は、河川河口域を含む。

3. 生態リスクの初期評価

水生生物の生態リスクに関する初期評価を行った。

(1) 水生生物に対する毒性値の概要

本物質の水生生物に対する毒性値に関する知見を収集し、その信頼性及び採用可能性を確認したものを生物群（藻類、甲殻類、魚類及びその他）ごとに整理すると表 3.1 のとおりとなった。

表 3.1 水生生物に対する毒性値の概要

生物群	急性	慢性	毒性値 [µg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント ／影響内容	ばく露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
藻類			30	<i>Chlamydomonas reinhardti</i>	緑藻類	EC ₁₀ GRO	3 (止水式)	A	C	1)-4008
			30	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₁₀ GRO (AUG)	4	A	C	1)-11677
		○	40	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO	4 (硬度 21mg/L)	A	A	1)-12735
	○		90	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (AUG)	4	A	A	1)-11677
		○	100	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO (RATE)	3	B* ²	B* ²	4)* ⁴
		○	100	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO (試験 2* ¹)	4 (硬度 18mg/L)	A	A	1)-12735
		○	100	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	LOEC GRO (試験 2* ¹)	4 (硬度 180mg/L)	A	B	1)-12735
	○		110	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4 (硬度 21mg/L)	A	A	1)-12735
			135	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₁₀ GRO	3 (止水式)	A	A	1)-4008
	○		150	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4 (硬度 18mg/L)	A	B	1)-12735
	○		183	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	3 (止水式)	A	A	1)-4008
		○	220	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO (AUG)	3	B* ²	B* ^{2,3}	2)
	○		220	<i>Chlamydomonas reinhardti</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	3 (止水式)	A	A	1)-4008
			300	<i>Chlamydomonas reinhardti</i>	緑藻類	EC ₁₀ GRO	4 (流水式)	B	B	1)-4008
	○		410	<i>Chlamydomonas reinhardti</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4 (流水式)	B	B	1)-4008
	○		420	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4	A	A	1)-13171
	○		460	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (AUG)	3	B* ²	B* ^{2,3}	2)
	○		760	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4 (硬度 180mg/L)	A	B	1)-12735
	○		858	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (RATE)	3	B* ²	B* ²	4)* ⁴
	○		10,300	<i>Chlorella vulgaris</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4	A	A	1)-13171
甲殻類		○	4.1	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	ネコゼミジンコ	LOEC REP	14	C	C	1)-11958
		○	36	<i>Parastenocaris germanica</i>	ケンミジンコ類	LC ₅₀ MOR	4 (常酸素状態)	C	C	1)-5975

生物群	急性	慢性	毒性値 [μg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント /影響内容	ばく露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
甲殻類	○		38 ^{*5}	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (フミン有)	B	B	1)-5679
		○	46	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	B ^{*2}	B ^{*2}	2)
	○		52	<i>Calamoecia lucasi</i>	カイアシ類	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-20641
	○		55	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (フミン無)	B	B	1)-5679
		○	75	<i>Ceriodaphnia affinis/dubia</i>	ニセネコゼミジ ンコ	NOEC REP	10	C	C	1)-11958
		○	80	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	ニセネコゼミジ ンコ	CV REP	7	B	A	1)-17743
	○		92	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	ニッポンヨコエ ビと同属	LC ₅₀ MOR	4 (pH6.5)	B	B	1)-10679
	○		110	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B ^{*2,6}	B ^{*2,6}	2)
		○	119	<i>Simocephalus vetulus</i>	オカメミジンコ	NOEC MOR	14	C	C	1)-11958
	○		121	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	ニッポンヨコエ ビと同属	LC ₅₀ MOR	4 (pH7.5)	B	B	1)-10679
	○		138	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	ケンミジンコ科	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-20641
	○		145	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-12004
	○		150	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	ネコゼミジンコ	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-11958
	○		160	<i>Simocephalus vetulus</i>	オカメミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (pH7.3)	B	A	1)-11958
	○		227	<i>Boeckella delicata</i>	カイアシ類	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-20641
	○		262	<i>Simocephalus vetulus</i>	オカメミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (22°C)	B	B	1)-18919
	○		270	<i>Nitocra spinipes</i>	ソコミジンコ目	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-5185
	○		304	<i>Simocephalus vetulus</i>	オカメミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (16°C)	B	B	1)-18919
	○		455	<i>Tisbe battagliai</i>	カイアシ類	LC ₅₀ MOR	1	D	C	1)-4071
	○		465	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	ヨコエビ類	LC ₅₀ MOR	4 (pH7.5)	B	B	1)-10679
	○		510	<i>Daphnia galeata mendotae</i>	ミジンコ属	LC ₅₀ MOR	2 (成体)	C	C	1)-174
	○		790	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	ニッポンヨコエ ビと同属	LC ₅₀ MOR	4 (pH8.5)	B	B	1)-10679
	○		1,500	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (2.3日齢)	C	C	1)-174
○		1,780	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (18.67日齢)	C	C	1)-174	
○		4,590	<i>Daphnia pulex</i>	ミジンコ	LC ₅₀ MOR	2 (成体)	C	C	1)-174	
魚類			5	<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッ シュ	LOEC	6	C	C	1)-18510
		○	13	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	NOEC GRO	40	A	A	3)
	○		15-30	<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッ シュ	LC ₅₀ MOR	4	C	C	1)-10392

生物群	急性	慢性	毒性値 [μg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント /影響内容	ばく露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
魚類			16.5	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	NOEC MOR	4 (pH7.5)	A	A	1)-10679
	○		18	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4 (77日齢)	A	A	1)-11519
	○		22	<i>Coregonus muksun</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	2 (14日齢)	A	A	1)-12585
	○		23	<i>Carassius auratus</i>	キンギョ	LC ₅₀ MOR	4 (止水式)	C	C	1)-2135
	○		25	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	LC ₅₀ MOR	3 (止水式)	C	C	1)-2135
	○		33	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	LC ₅₀ MOR	2 (止水式)	B	B	1)-2135
	○		38	<i>Rutilus rutilus</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12585
	○		43	<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	LC ₅₀ MOR	4 (pH5)	A	B	1)-11344
	○		43	<i>Coregonus muksun</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	4 (4日齢)	A	A	1)-12585
	○		45	<i>Esox lucius</i>	サケ目	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12585
			54	<i>Micropterus salmoides</i>	オオクチバス	LC ₅₀ MOR	120	C	C	1)-10562
	○		54	<i>Ictalurus punctatus</i>	チャネルキャット トフィッシュ	LC ₅₀ MOR	4 ^{*7}	A	A	1)-10775
	○		54	<i>Salmo trutta</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12585
		○	56	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	NOEC GRO	28 (1尾/L)	A	B	1)-14078
	○		65	<i>Coregonus muksun</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	2 (4日齢)	A	A	1)-12585
	○		66	<i>Alburnus alburnus</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12585
	○		78	<i>Alburnus alburnus</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	2	A	A	1)-12585
	○		85	<i>Catostomus commersoni</i>	サッカー科	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-11958
	○		87	<i>Carassius carassius</i>	コイ目	LC ₅₀ MOR	2	A	A	1)-12585
	○		97	<i>Salmo salar</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	4 ^{*8}	A	B	1)-14971
	○		98.6	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (試験6)	A	A	1)-3217
		○	110	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	NOEC GRO	28 (10尾/L)	A	B	1)-14078
	○		110	<i>Oncorhynchus gilaeapache</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
	○		115	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004
○		132	<i>Ictalurus punctatus</i>	チャネルキャット トフィッシュ	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004	
○		136	<i>Micropterus salmoides</i>	オオクチバス	LC ₅₀ MOR	4 (49日齢)	B	A	1)-10562	
○		139	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	LC ₅₀ MOR	4 ^{*9}	A	A	1)-10775	
○		140	<i>Ptychocheilus lucius</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396	

生物群	急性	慢性	毒性値 [μg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント /影響内容	ばく露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
魚類	○		148.3	<i>Rasbora daniconius</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	4	B	A	1)-10557
	○		155	<i>Carassius auratus</i>	キンギョ	LC ₅₀ MOR	4 ^{*9}	A	A	1)-10775
	○		160	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
	○		169	<i>Carassius auratus</i>	キンギョ	LC ₅₀ MOR	2 (止水式)	B	B	1)-2135
	○		170	<i>Oncorhynchus clarki henshawi</i>	サケ科	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
		○	176	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	NOEC MOR	32	A	A	1)-11958
	○		190	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	4	B ^{*2}	B ^{*2}	2)
	○		200	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-11958
	○		200	<i>Carassius auratus</i>	キンギョ	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004
	○		202	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004
	○		208	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (18.7°C)	A	A	1)-11958
	○		218	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (pH7.5)	A	A	1)-10679
	○		222	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (試験 7)	A	A	1)-3217
	○		230	<i>Gila elegans</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
	○		240	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-753
	○		250	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
	○		251	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-10775
	○		261	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (試験 8)	A	A	1)-3217
	○		266	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004
	○		278	<i>Gambusia affinis</i>	カダヤシ	LC ₅₀ MOR	4	A	A	1)-12004
	○		280	<i>Xyrauchen texanus</i>	サッカー科	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-65396
	○		287	<i>Micropterus salmoides</i>	オオクチバス	LC ₅₀ MOR	4 (14日齢)	B	A	1)-10562
	○		381	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノー	LC ₅₀ MOR	4 (試験 9)	A	A	1)-3217
	○		442	<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー	LC ₅₀ MOR	4 (pH7)	A	A	1)-11344
	○		450	<i>Solea solea</i>	カレイ目	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-4071
	○		690	<i>Platichthys flesus</i>	カレイ科	LC ₅₀ MOR	4	B	B	1)-4071
	○		3,000	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4 (0時間胚)	A	A	1)-11519
その他			5	<i>Xenopus laevis</i>	アフリカツメガ エル	NOEC DVP	14	B	B	1)-19965

生物群	急性	慢性	毒性値 [μg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント /影響内容	ばく露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
その他	○		24	<i>Dreissena polymorpha</i>	ゼブラガイ	LC ₅₀ MOR (pH6.5)	1 (25°C)	B	B	1)-20453
		○	<26	<i>Physa gyrina</i>	サカマキガイと 同属	NOEC REP	32 (スベリオル湖水)	A	A	1)-11958
	○		53	<i>Dreissena polymorpha</i>	ゼブラガイ	LC ₅₀ MOR (pH7.5)	1 (25°C)	B	B	1)-20453
	○		133	<i>Prionchulus punctatus</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		157	<i>Aplexa hypnorum</i>	ホタルヒダリマ キガイ	LC ₅₀ MOR	4 (試験 1)	A	A	1)-10775
	○		220	<i>Physa gyrina</i>	サカマキガイと 同属	LC ₅₀ MOR	4 (ミシシッピ川水)	B	B	1)-11958
		○	230	<i>Elodea canadensis</i>	カナダモ	NOEC GRO	21	D	B	1)-11958
	○		250	<i>Corbicula fluminea</i>	タイワンシジミ	LC ₅₀ MOR	4	B	A	1)-18004
	○		250	<i>Tetrahymena pyriformis</i>	テトラヒメナ属	EC ₅₀ GRO	2 (止水式)	B	B	1)-4008
	○		320	<i>Dreissena polymorpha</i>	ゼブラガイ	LC ₅₀ MOR (pH8.5)	1 (25°C)	B	B	1)-20453
	○		506	<i>Tobrillus gracilis</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		959	<i>Dorylaimus stagnalis</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		959	<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		1,200	<i>Tylenchus elegans</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		1,260	<i>Philarrctus quaeris</i>	エグリトビケラ 科	LC ₅₀ MOR	4 (ミシシッピ川水)	B	B	1)-11958
	○		1,300	<i>Callibaetis skokianus</i>	コカゲロウ科	LC ₅₀ MOR	4 (ミシシッピ川水)	B	B	1)-11958
		○	>1,440	<i>Lemna minor</i>	ウキクサ科	NOEC GRO	21	D	C	1)-11958
	○		2,420	<i>Rhabditis sp.</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		2,560	<i>Cephalobus persegnis</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
	○		4,980	<i>Plectus acuminatus</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656
○		6,770	<i>Diplogasteritus sp.</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	3	B	C	1)-13656	
○		>9,190	<i>Caenorhabditis elegans</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	4	B	C	1)-13656	
○		>9,190	<i>Acrobeloides buetschlii</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	4	B	C	1)-13656	
○		>9,190	<i>Aphelenchus avenae</i>	センチュウ類	LC ₅₀ MOR	4	B	C	1)-13656	
○		25,000 ^{*10}	<i>Tanytarsus dissimilis</i>	ヒゲナガユスリ カ属	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-12004	

毒性値 (太字) : PNEC 導出の際に参照した知見として本文で言及したもの

毒性値 (太字下線) : PNEC 導出の根拠として採用されたもの

試験の信頼性 : 本初期評価における信頼性ランク

A : 試験は信頼できる、B : 試験は条件付きで信頼できる、C : 試験の信頼性は低い、D : 信頼性の判定不可

採用の可能性 : PNEC 導出への採用の可能性ランク

A : 毒性値は採用できる、B : 毒性値は条件付きで採用できる、C : 毒性値は採用できない

ばく露期間

() 内：同一文献における試験条件の違い

エンドポイント

EC₁₀ (10% Effective Concentration)：10%影響濃度、EC₅₀ (Median Effective Concentration)：半数影響濃度、
LC₅₀ (Median Lethal Concentration)：半数致死濃度、NOEC (No Observed Effect Concentration)：無影響濃度、
LOEC (Lowest Observed Effect Concentration)：最小影響濃度、
CV(Chronic value)：無影響濃度(NOEC)と最小影響濃度(LOEC)の幾何平均値

影響内容

GRO (Growth)：生長 (植物)、成長 (動物)、IMM (Immobilization)：遊泳阻害、MOR (Mortality)：死亡、
REP (Reproduction)：繁殖、再生産、DVP (Development)：発生 (ここでは尾の吸収)

() 内：同一文献における試験条件または毒性値算出方法の違い

AUG (Area Under Growth Curve)：生長曲線下の面積により求める方法 (面積法)
RATE：生長速度より求める方法 (速度法)

- *1 同一培地を用い、設定濃度を変えて2回試験している
- *2 界面活性作用のある助剤を使用しているため、試験の信頼性、採用の可能性とも「B」とした
- *3 原則として速度法から求めた値を採用しているため、面積法による毒性値の採用の可能性は「B」とし、PNEC導出の根拠としては用いない
- *4 文献2)をもとに、最高濃度を除いた試験時の設定濃度を用いて、速度法により0-48時間の毒性値を再計算したものを掲載
- *5 通常(対照区; 溶解性有機炭素量(DOC) 0.2mg C/L未満)とは異なる条件下(フミン酸あり; 溶解性有機炭素量(DOC) 14.2-20.3mg C/L)で試験が行われているため採用しない
- *6 公比の設定が大きすぎるため、試験の信頼性、採用の可能性とも「B」とした
- *7 試験2~3の算術平均値
- *8 24回の試験の幾何平均値
- *9 試験1~3の算術平均値
- *10 知見中2回の試験の算術平均値

評価の結果、採用可能とされた知見のうち、生物群ごとに急性毒性値及び慢性毒性値のそれぞれについて最も小さい毒性値を予測無影響濃度(PNEC)導出のために採用した。その知見の概要は以下のとおりである。

1) 藻類

Geyer ら¹⁾⁻¹¹⁶⁷⁷ はドイツ FEA のガイドライン(1982)に準拠し、緑藻類 *Desmodesmus subspicatus* (旧 *Scenedesmus subspicatus*) の生長阻害試験を実施した。試験溶液の調製にはアセトン0.1 mL/L が用いられた。面積法による96時間半数影響濃度(EC₅₀)は90 µg/Lであった。

また Smith ら¹⁾⁻¹²⁷³⁵ は、米国 EPA の試験方法(EPA-600/9-78-018, 1978)に準拠し、緑藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* (旧 *Selenastrum capricornutum*) の生長阻害試験を実施した。設定試験濃度は0.00、0.04、0.20、0.40、0.80、1.00、2.00 mg/Lであり、試験培地にはAABT培地(硬度21 mg/L as CaCO₃)が用いられた。設定濃度に基づく96時間無影響濃度(NOEC)は40 µg/Lであった。

2) 甲殻類

Willis¹⁾⁻²⁰⁶⁴¹ はカイアシ類 *Calamoecia lucasi* の急性毒性試験を実施した。試験は密閉系・止水式で行われた。設定試験濃度は対照区の他に5濃度区であり、試験溶液の調製には試験用水として米国 EPA の試験方法(1991)に従った人工調製水(硬度40-48 mg/L as CaCO₃)が、助剤としてエタノールが最大で0.05% (v/v)用いられた。設定濃度に基づく48時間半数致死濃度(LC₅₀)は52 µg/Lであった。

また環境庁²⁾は OECD テストガイドライン No. 211 (1997)に準拠し、オオミジンコ *Daphnia magna* の繁殖試験を GLP 試験として実施した。試験は密閉系・半止水式(週3回換水)で実施された。設定試験濃度は0、0.0010、0.0022、0.0046、0.010、0.022、0.046、0.10 mg/L (公比2.2)

であり、試験用水には脱塩素水（硬度約 70mg/L as CaCO₃）が用いられた。被験物質の実測濃度は換水前においても設定濃度の 86～96%を維持しており、設定濃度に基づく 21 日間無影響濃度（NOEC）は 46µg/L であった。

3) 魚類

Van Leeuwen ら¹⁾⁻¹¹⁵¹⁹はニジマス *Oncorhynchus mykiss*（77 日齢）の急性毒性試験を実施した。試験は半止水式（毎日換水）で行われた。試験溶液の調製にはアセトンが用いられた。設定濃度に基づく 96 時間半数致死濃度（LC₅₀）は 18 µg/L であった。

また環境省³⁾は OECD テストガイドライン No. 210（1992）に準拠して、メダカ *Oryzias latipes* の初期生活段階毒性試験を GLP 試験として実施した。試験は流水式（18 回換水/日）で実施された。設定試験濃度は、0、0.0050、0.013、0.032、0.080、0.20 mg/L（公比 2.5）であり、試験溶液の調製には試験用水として脱塩素水（硬度 68 mg/L as CaCO₃）が用いられ、助剤としてジメチルホルムアミド（DMF）0.1mL/L が用いられた。被験物質の実測濃度は、常に設定濃度の 82～108%を維持しており、設定濃度に基づく 40 日間無影響濃度（NOEC）は 13 µg/L であった。

4) その他

Fisher ら¹⁾⁻²⁰⁴⁵³は Waller ら（1993）の改良法に従って、ゼブラガイ *Dreissena polymorpha* の急性毒性試験を実施した。試験は止水式で行われ、設定試験濃度区は対照区の他に 5 濃度区であった。試験溶液の調製には、試験用水として米国 EPA の試験方法（EPA/6601/3-75-009, 1975）に従った soft standard reference water（硬度 40-48 mg/L as CaCO₃）が、助剤としてアセトンが 1 mg/L 用いられた。pH 6.5、25°C 条件下での 24 時間半数致死濃度（LC₅₀）は 24 µg/L であった。

また Hedtke ら¹⁾⁻¹¹⁹⁵⁸は米国 ASTM の試験方法(1980)に準拠し、サカマキガイと同属種 *Physa gyrina* を用いた慢性毒性試験を実施した。試験は流水式（10 倍容量/日）で行われ、試験用水として、スペリオル湖水が使用された。実測濃度の平均は 0、26、55、102、228、381µg/L であった。繁殖に関する無影響濃度（NOEC）は実測濃度の平均値に基づき 26µg/L 未満であった。

(2) 予測無影響濃度（PNEC）の設定

急性毒性及び慢性毒性のそれぞれについて、上記本文で示した毒性値に情報量に応じたアセスメント係数を適用し予測無影響濃度（PNEC）を求めた。

急性毒性値

藻類	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	生長阻害；96 時間 EC ₅₀	90µg/L
甲殻類	<i>Calamoecia lucasi</i>	48 時間 LC ₅₀	52µg/L
魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	96 時間 LC ₅₀	18µg/L
その他	<i>Dreissena polymorpha</i>	24 時間 LC ₅₀	24µg/L

アセスメント係数：100 [3 生物群（藻類、甲殻類、魚類）及びその他の生物について信頼できる知見が得られたため]

これらの毒性値のうち、その他の生物を除いた最も小さい値（魚類の 18 µg/L）をアセスメント係数 100 で除することにより、急性毒性値に基づく PNEC 値 0.18 µg/L が得られた。

慢性毒性値

藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	生長阻害；96 時間 NOEC	40µg/L
甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	繁殖阻害；21 日間 NOEC	46µg/L
魚類	<i>Oryzias latipes</i>	成長阻害；40 日間 NOEC	13µg/L
その他	<i>Physa gyrina</i>	繁殖阻害；36 日間 NOEC	26µg/L 未満

アセスメント係数：10 [3 生物群（藻類、甲殻類、魚類）及びその他の生物について信頼できる知見が得られたため]

これらの毒性値のうち、その他の生物を除いた最も小さい値（魚類の 13 µg/L）をアセスメント係数 10 で除することにより、慢性毒性値に基づく PNEC 値 1.3 µg/L が得られた。

本物質の PNEC としては魚類の急性毒性値から得られた 0.18 µg/L を採用する。

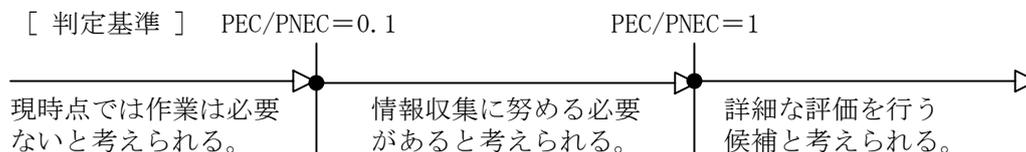
(3) 生態リスクの初期評価結果

表 3.2 生態リスクの初期評価結果

水質	平均濃度	最大濃度 (PEC)	PNEC	PEC/ PNEC 比
公共用水域・淡水	0.00031 µg/L 程度 (2001)	0.00092 µg/L 程度 (2001)	0.18 µg/L	0.005
公共用水域・海水	0.05 µg/L 未満程度 (1998)	0.05 µg/L 未満程度 (1998)		<0.3

注：1) 水質中濃度の () 内の数値は測定年を示す

2) 公共用水域・淡水は、河川河口域を含む



本物質の公共用水域における濃度は、平均濃度でみると淡水域で 0.00031 µg/L 程度、海水域で 0.05 µg/L 未満程度であり、安全側の評価値として設定された予測環境中濃度 (PEC) は淡水域で 0.00092 µg/L 程度、海水域で 0.05 µg/L 未満程度であった。予測環境中濃度 (PEC) と予測無影響濃度 (PNEC) の比は、淡水域では 0.005、海水域では 0.3 未満となり、生態リスクの判定はできないが、淡水域における検出状況、農薬登録が失効していることや PRTR データから、海水域においても PEC/PNEC 比は 0.1 未満になると推定される。今後は環境排出量の推移を見守る必要があると考えられる。

4. 引用文献等

(1) 物質に関する基本的事項

- 1) 東京化学同人 (1989) : 化学大辞典 : 2189.
- 2) Lide, D.R. ed. (2005): CRC Handbook of Chemistry and Physics, CD-ROM Version 2005, Boca Raton, CRC Press. (CD-ROM).
- 3) Howard, P.H., and Meylan, W.M. ed. (1997): Handbook of Physical Properties of Organic Chemicals, Boca Raton, New York, London, Tokyo, CRC Lewis Publishers: 97.
- 4) O'Neil, M.J. ed. (2001): The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 13th Edition, Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc. (CD-ROM).
- 5) Verschueren, K. ed. (2001): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 4th ed., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, John Wiley & Sons, Inc. (CD-ROM)
- 6) Bevenue A. and H. Beckman (1967): Pentachlorophenol: A Discussion of its Properties and its Occurrence as a Residue in Human and Animal Tissue, *Residue. Rev.*, **19**: 83-134.
- 7) M. Callahan et al. (1979): Water-Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants Volume II, U.S. EPA, EPA-440/4-79-029b(NIST PB80-204381).
- 8) Klaus L. E. Kaiser, Ilze Valdmans (1982): Apparent Octanol/Water Partition Coefficients of Pentachlorophenol as a Function of pH, *Can. J. Chem.*, **60**: 2104-2106.
- 9) Hansch, C., Leo, A., and Hoekman, D. (1995): Exploring QSAR Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants, Washington D.C., ACS Professional Reference Book: 16.
- 10) Allan J. Cessna, Raj Grover (1978): Spectroscopic Determination of Dissociation Constants of Selected Acidic Herbicides, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **26**(1), 289-292.
- 11) Bailey, G. W. and White, J. L (1965): Herbicides-A compilation of their physical, chemical, and biological properties, *Residue Reviews*, **10**: 97-122.
- 12) (独)製品評価技術基盤機構 : 既存化学物質安全性点検データ, (http://www.safe.nite.go.jp/japan/Haz_start.html, 2005.10.14 現在) .
- 13) IPCS (1987): Environmental Health Criteria 71, Pentachlorophenol.
- 14) U.S. Environmental Protection Agency, AOPWIN™ v.1. 91.
- 15) Howard, P.H., Boethling, R.S., Jarvis, W.F., Meylan, W.M., and Michalenko, E.M. ed. (1991): Handbook of Environmental Degradation Rates, Boca Raton, London, New York, Washington DC, Lewis Publishers: xiv.
- 16) 通産省公報 (1982.12.28).
- 17) U.S. Environmental Protection Agency, PCKOCWIN™ v.1.66.
- 18) (独)農薬検査所: 登録・失効農薬情報, (<http://www.acis.go.jp/toroku/index.htm>, 2006.7.11 現在).
- 19) (独)製品評価技術基盤機構 (2004) 平成 15 年度 PRTR 対象物質の取扱い等に関する調査報告書.
- 20) 日本環境化学会 (1998) 第 26 回日本環境化学会講演会予稿集資料.
- 21) 有機合成化学協会 (1985) : 有機化合物辞典 講談社サイエンティフィック : 953.

(2) ばく露評価

- 1) 経済産業省製造産業局化学物質管理課、環境省環境保健部環境安全課(2006)：平成 16 年度特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化学物質排出把握管理促進法) 第 11 条に基づき開示する個別事業所データ。
- 2) (独)製品評価技術基盤機構：届出外排出量の推計値の対象化学物質別集計結果 算出事項(対象業種・非対象業種・家庭・移動体)別の集計 表 3-2 都道府県別,
(<http://www.prtr.nite.go.jp/prtr/csv/2004a/2004a3-2.csv>).
- 3) U.S. Environmental Protection Agency, EPI Suite™ v.3.12.
- 4) (財)日本環境衛生センター (2001)：平成 12 年度化学物質の暴露評価に関する調査報告書(環境省請負業務)。
- 5) 環境庁環境保全局土壌農薬課 (1999)：環境ホルモン戦略 SPEED'98 関連の農薬等の環境残留実態調査の結果について。
- 6) 環境庁環境保健部環境安全課 (1998)：平成 9 年版化学物質と環境。

(3) 生態リスクの初期評価

1) - : U.S.EPA 「AQUIRE」

174 : Stephenson, G.L., N.K. Kaushik, and K.R. Solomon (1991): Acute Toxicity of Pure Pentachlorophenol and a Technical Formulation to Three Species of *Daphnia*. Arch.Environ.Contam.Toxicol. 20(1):73-80.

753 : Shigeoka, T., T. Yamagata, T. Minoda, and F. Yamauchi (1988): Acute Toxicity and Hatching Inhibition of Chlorophenols to Japanese Medaka, *Oryzias latipes* and Structure-Activity Relationships. J.Hyg.Chem./Eisei Kagaku 34(4):343-349.

2135 : Inglis, A., and E.L. Davis (1972): Effects of Water Hardness on the Toxicity of Several Organic and Inorganic Herbicides to Fish. In: Tech.Pap.No.67, Bur.Sport Fish.Wildl., Fish Wildl.Serv., U.S.D.I., Washington, D.C.:22 p..

3217 : Geiger, D.L., L.T. Brooke, and D.J. Call (1990): Acute Toxicities of Organic Chemicals to Fathead Minnows (*Pimephales promelas*), Vol. 5. Center for Lake Superior Environmental Studies, University of Wisconsin, Superior, W I:332.

4008 : Schafer, H., H. Hettler, U. Fritsche, G. Pitzen, G. Roderer, and A. Wenzel (1994): Biotests Using Unicellular Algae and Ciliates for Predicting Long-Term Effects of Toxicants. Ecotoxicol.Environ.Saf. 27(1):64-81.

4071 : Smith, S., V.J. Furay, P.J. Layiwola, and J.A. Menezes-Filho (1994): Evaluation of the Toxicity and Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR) of Chlorophenols to the Copepodid Stage of a Marine Copepod (*Tisbe battagliai*) and Two Species of Benthic Flatfish, the Flounder (*Platichthys flesus*) and Sole (*Solea solea*). Chemosphere 28(4):825-836.

5185 : Linden, E., B.E. Bengtsson, O. Svanberg, and G. Sundstrom (1979): The Acute Toxicity of 78 Chemicals and Pesticide Formulations Against Two Brackish Water Organisms, the Bleak (*Alburnus alburnus*) and the Harpacticoid. Chemosphere 8(11/12):843-851.

5679 : Oikari, A., J. Kukkonen, and V. Virtanen (1992): Acute Toxicity of Chemicals to *Daphnia*

- magna* in Humic Waters. *Sci.Total Environ.* 117/118:367-377.
- 5975 : Notenboom, J., K. Cruys, J. Hoekstra, and P. Van Beelen (1992): Effect of Ambient Oxygen Concentration upon the Acute Toxicity of Chlorophenols and Heavy Metals to the Groundwater Copepod *Parastenocaris germanica*. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 24(2):131-143.
- 10392 : Bresch, H. (1982): Investigation of the Long-Term Action of Xenobiotics on Fish with Special Regard to Reproduction. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 6(1):102-112.
- 10557 : Gupta, P.K. (1983): Acute Toxicity of Pentachlorophenol to a Freshwater Teleost, *Rasbora daniconius neilgeriensis* (Hamilton). *Arch.Hydrobiol.* 98(1):127-132.
- 10562 : Johansen, P.H., R.A.S. Mathers, J.A. Brown, and P.W. Colgan (1985): Mortality of Early Life Stages of Largemouth Bass, *Micropterus salmoides* Due to Pentachlorophenol Exposure. *Bull.Environ.Contam.Toxicol.* 34(3):377-384.
- 10679 : Spehar, R.L., H.P. Nelson, M.J. Swanson, and J.W. Renoos (1985): Pentachlorophenol Toxicity to Amphipods and Fathead Minnows at Different Test pH Values. *Environ. Toxicol. Chem.* 4:389-397.
- 10775 : Phipps, G.L., and G.W. Holcombe (1985): A Method for Aquatic Multiple Species Toxicant Testing: Acute Toxicity of 10 Chemicals to 5 Vertebrates and 2 Invertebrates. *Environ. Pollut. Ser. A Ecol.Biol.* 38(2):141-157.
- 11344 : Saarikoski, J., and M. Viluksela (1981): Influence of pH on the Toxicity of Substituted Phenols to Fish. *Arch.Environ.Contam.Toxicol.* 10(6):747-753.
- 11519 : Van Leeuwen, C.J., P.S. Griffioen, W.H.A. Vergouw, and J.L. Maas-Diepeveen (1985): Differences in Susceptibility of Early Life Stages of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) to Environmental Pollutants. *Aquat.Toxicol.* 7(1-2):59-78.
- 11677 : Geyer, H., I. Scheunert, and F. Korte (1985): The Effects of Organic Environmental Chemicals on the Growth of the Alga *Scenedesmus subspicatus*: A Contribution to Environmental Biology. *Chemosphere* 14(9):1355-1369.
- 11958 : Hedtke, S.F., C.W. West, K.N. Allen, T.J. Norberg-King, and D.I. Mount (1986): Toxicity of Pentachlorophenol to Aquatic Organisms Under Naturally Varying and Controlled Environmental Conditions. *Environ.Toxicol.Chem.* 5(6):531-542.
- 12004 : Thurston, R.V., T.A. Gilfoil, E.L. Meyn, R.K. Zajdel, T.L. Aoki, and G.D. Veith (1985): Comparative Toxicity of Ten Organic Chemicals to Ten Common Aquatic Species. *Water Res.* 19(9):1145-1155.
- 12585 : Oikari, A.O.J. (1987): Acute Lethal Toxicity of Some Reference Chemicals to Freshwater Fishes of Scandinavia. *Bull.Environ.Contam.Toxicol.* 39(1):23-28.
- 12735 : Smith, P.D., D.L. Brockway, F.E. Stancil, and Jr. (1987): Effects of Hardness, Alkalinity and pH on the Toxicity of Pentachlorophenol to *Selenastrum capricornutum* (Printz). *Environ.Toxicol.Chem.* 6(11):891-900.
- 13171 : Shigeoka, T., Y. Sato, Y. Takeda, K. Yoshida, and F. Yamauchi (1988): Acute Toxicity of Chlorophenols to Green Algae, *Selenastrum capricornutum* and *Chlorella vulgaris*, and Quantitative Structure-Activity Relationships. *Environ.Toxicol.Chem.* 7(10):847-854.
- 13656 : Kammenga, J.E., C.A.M. Van Gestel, and J. Bakker (1994): Patterns Of Sensitivity To

- Cadmium And Pentachlorophenol Among Nematode Species From Different Taxonomic And Ecological Groups. Arch.Environ.Contam.Toxicol. 27(1):88-94.
- 14078 : Arthur, A.D., and D.G. Dixon (1994): Effects of Rearing Density on the Growth Response of Juvenile Fathead Minnow (*Pimephales promelas*) Under Toxicant-Induced Stress. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 51(2):365-371.
- 14971 : Burridge, L.E., and K. Haya (1990): Seasonal Lethality of Pentachlorophenol to Juvenile Atlantic Salmon. Bull.Environ.Contam.Toxicol. 45(6):888-892.
- 17743 : Masters, J.A., M.A. Lewis, and D.H. Davidson (1991): Validation of a Four-Day Ceriodaphnia Toxicity Test and Statistical Considerations in Data Analysis. Environ. Toxicol. Chem. 10:47-55.
- 18004 : Basack, S.B., M.L. Oneto, N.R. Verrengia Guerrero, and E.M. Kesten (1997): Accumulation and Elimination of Pentachlorophenol in the Freshwater Bivalve *Corbicula fluminea*. Bull.Environ.Contam.Toxicol. 58(3):497-503.
- 18510 : Meinelt, T., and G. Staaks (1994): The Embryo-Larval Test with Zebrafish (*Brachydanio rerio*): Validity, Limits and Perspectives. In: R.Muller and R.Lloyd (Eds.), Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish, Chapter 15, Fishing News Books, London:167-174.
- 18919 : Willis, K.J., N. Ling, and M.A. Chapman (1995): Effects of Temperature and Chemical Formulation on the Acute Toxicity of Pentachlorophenol to *Simocephalus vetulus* (Schoedler, 1858). N.Z.J.Mar.Freshwater Res. 29(2):289-294.
- 19965 : Fort, D.J., and E.L. Stover (1997): Development of Short-Term, Whole-Embryo Assays to Evaluate Detrimental Effects on Amphibian Limb Development and Metamorphosis Using *Xenopus laevis*. In: F.J.Dwyer, T.R.Doane, and M.L.Hinman (Eds.), Environmental Toxicology and Risk Assessment: Modeling and Risk Assessment, 6th Volume, ASTM STP 1317, Philadelphia, PA:376-390.
- 20453 : Fisher, S.W., H. Hwang, M. Atanasoff, and P.F. Landrum (1999): Lethal Body Residues for Pentachlorophenol in Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) Under Varying Conditions of Temperature and pH. Ecotoxicol.Environ.Saf. 43(3):274-283.
- 20641 : Willis, K.J. (1999): Acute and Chronic Bioassays with New Zealand Freshwater Copepods Using Pentachlorophenol. Environ.Toxicol.Chem. 18(11):2580-2586.
- 65396 : Sappington, L.C., F.L. Mayer, F.J. Dwyer, D.R. Buckler, J.R. Jones, and M.R. Ellersieck (2001): Contaminant Sensitivity of Threatened and Endangered Fishes Compared to Standard Surrogate Species. Environ.Toxicol.Chem. 20(12):2869-2876.
- 2) 環境庁 (1998) : 平成 9 年度 生態影響試験
- 3) 環境省 (2002) : 平成 13 年度 生態影響試験
- 4) (独)国立環境研究所 (2006) : 平成 17 年度化学物質環境リスク評価検討調査報告書