

[8] ほう素及びその化合物

1. 物質に関する基本的事項

1) ほう素

物質名： ほう素 CAS 番号：7440-42-8 化審法官報公示整理番号： 化管法政令番号：1-304(ほう素及びその化合物) RTECS 番号：ED735000 元素記号：B 原子量：10.81 換算係数：1 ppm = 0.44 mg/m ³ (気体、25)

No	物質名	CAS No.	化審法官報公示整理番号	RTECS 番号	分子式	分子量	化学式
2)	ほう酸	10043-35-3	1-63(ほう酸として)	ED4550000	BH ₃ O ₃	61.83	B(OH) ₃
3)	四ほう酸ナトリウム	1330-43-4		ED4588000	B ₄ Na ₂ O ₇	201.22	Na ₂ B ₄ O ₇
4)	過ほう酸ナトリウム	7632-04-4	1-826(過ほう酸ナトリウムとして)	SC7310000	BNaO ₃	81.80	NaBO ₃
5)	三酸化二ほう素	1303-86-2	1-71	ED7900000	B ₂ O ₃	69.62	B ₂ O ₃
6)	三ふっ化ほう素	7637-07-2	1-44	ED2275000	BF ₃	67.81	BF ₃

本物質の性状は以下の通りである。

No	化学式	性状
1)	B	黒色の極めて硬い光沢ある結晶である ¹⁾ 。
2)	B(OH) ₃	無色透明又は白色の粉末である ²⁾ 。
3)	Na ₂ B ₄ O ₇	吸湿性を有する無色ガラス状固体である ³⁾ 。
4)	NaBO ₃	
5)	B ₂ O ₃	白色の粉末またはガラス質結晶である ⁴⁾ 。
6)	BF ₃	刺激臭を有する無色の気体である ⁶⁾ 。

No	化学式	融点	沸点	密度
1)	B	2075 ⁷⁾ 、~2200 ⁸⁾ 、 2190 ⁹⁾	4000 ⁷⁾ 、 3660 ⁹⁾	2.34 g/cm ³ ⁷⁾
2)	B(OH) ₃	170.9 ⁷⁾ 、~171 ⁸⁾ 、 171 ⁹⁾		1.5 g/cm ³ ⁷⁾ 、1.5172 g/cm ³ ⁹⁾ 、 1.435 g/cm ³ ⁹⁾
3)	Na ₂ B ₄ O ₇	743 ⁷⁾ 、741 ⁹⁾	1575 ^{7),9)}	2.4g/cm ³ ⁷⁾ 、2.367 g/cm ³ ⁹⁾
4)	NaBO ₃			
5)	B ₂ O ₃	450 ⁷⁾ 、450 (結晶) ⁹⁾	~1860 ⁹⁾	2.55 g/cm ³ ⁷⁾ 、 2.46 g/cm ³ (結晶) ⁹⁾ 、 1.8g/cm ³ (無定形) ⁹⁾

No	化学式	融点	沸点	密度
6)	BF ₃	-126.8 ^{7),9)} 、-127.1 ⁸⁾	-101 ^{7),9)} 、 -100.4 ⁸⁾	

No	化学式	蒸気圧	log Kow	解離定数 (pKa)
1)	B	0.0119mmHg(=1.58 Pa)(2140) ⁸⁾		
2)	B(OH) ₃		-0.757(25) ¹¹⁾	9.15(25) ¹¹⁾
3)	Na ₂ B ₄ O ₇			
4)	NaBO ₃			
6)	B ₂ O ₃			
7)	BF ₃			

No	化学式	水溶性(水溶解度)
1)	B	不溶 ^{7), 8), 9)}
2)	B(OH) ₃	5.48×10 ⁴ mg/1000g(25) ⁷⁾ 、4.72×10 ⁴ mg/1000g(20) ⁹⁾
3)	Na ₂ B ₄ O ₇	3.07×10 ⁴ mg/1000g(25) ⁷⁾ 、3.13×10 ⁴ mg/1000g(25) ⁹⁾
4)	NaBO ₃	2.699×10 ⁵ mg/1000g(21)、4水和物 ¹⁰⁾
5)	B ₂ O ₃	2.2×10 ⁴ mg/1000g・H ₂ O(20) ⁷⁾ 4.72%(w) (20) ⁹⁾
6)	BF ₃	3.32×10 ⁶ mg/1000g・H ₂ O(0) ⁹⁾

(3) 環境運命に関する基礎的事項

水域

ほう素原子は陰性原子、特に酸素原子と安定した結合を作る傾向があるとされている¹²⁾。環境中において、還元ほう素化合物(ハロゲン化、水素化、アルキル化及びアリール化合物)は速やかに酸化又は加水分解され、様々な形の酸化物に変換されると考えられている¹²⁾。水中において、通常ほう素化合物はほう酸又はほう酸塩イオンの形で存在している¹²⁾。中性付近の環境水中では、非解離のほう酸が無機ほう素の主な成分である¹²⁾。ほう酸は水中において電子受容体(Lewis酸)として働き、水から水酸化物イオンを受容し3個のB(OH)₄⁻イオンを生成する¹²⁾。ほう酸濃度が0.1 mol/L以上の溶液では重合体が形成される¹²⁾。ほう素化合物は底質や土壌中に吸着され、吸着力はpHに依存する¹²⁾。pHが7.5から9.0付近において吸着力が一番強い¹²⁾。従って、非結晶性アルミニウムや酸化鉄、水酸化鉄を高濃度で含む土壌や底質において、ほう素化合物の吸着力は顕著である¹²⁾。

ほう酸は化審法の既存化学物質安全性点検により、難分解性ではあるが高濃縮性ではないと判断されている¹³⁾。生物濃縮係数(BCF)は以下の通りである。

<3.2(試験生物:コイ、試験期間:4週間、試験濃度:5 mg/L)¹⁴⁾

<33(試験生物:コイ、試験期間:4週間、試験濃度:0.5 mg/L)¹⁴⁾

(備考:定常状態におけるBCFは試験濃度5 mg/Lで<3.2、0.5 mg/Lで<33である¹⁴⁾。)

大気

無機ほう素化合物は非揮発性であると考えられており、一般大気中では粒子態でのみ存在

するとされている¹²⁾。粒子態は湿性沈着及び乾性沈着により大気から除去されるとされている¹²⁾。いくつかの有機ほう素化合物とハロゲン化ほう素は揮発性であるが、これら物質は速やかに加水分解されるため、環境中では残留しないとされている¹²⁾。

陸域

ほう素化合物の土壌への吸着性を作用するものとして、土壌の化学的組成、pH、塩分濃度、有機炭素含有量、酸化鉄及び酸化アルミニウム含有量、水酸化鉄及び水酸化アルミニウム含有量、粘土含有量がある¹²⁾。ほう素化合物の土壌への吸着性は幅広く、可逆的から不可逆的まで及ぶとされている¹²⁾。非結晶性アルミニウム、酸化鉄、水酸化鉄濃度が高い土壌では吸着性が高いとされている¹²⁾。無機ほう素は非揮発性であり、土壌表面からは揮発しないとされている¹²⁾。生物的な分解は報告されていない¹²⁾。

(4) 製造輸入量及び用途

生産量等

ほう素及びその化合物の化学物質排出把握管理促進法（化管法）における製造・輸入量区分は 10,000t である¹⁵⁾。

ほう素及びその化合物の「化学物質の製造・輸入量に関する実態調査」における製造（出荷）及び輸入量を表 1.1 及び表 1.2 に示す^{16),17)}。

表 1.1 平成 13 年度における製造（出荷）及び輸入量

物質名称	製造（出荷）及び輸入量
ほう酸	10,000 ~ 100,000t/年未満
ほう素	1,000 ~ 10,000t/年未満
四ほう酸ナトリウム	1,000 ~ 10,000t/年未満
ほう砂	1,000 ~ 10,000t/年未満
ほうふっ化水素酸	1,000 ~ 10,000t/年未満
ほうふっ化カリウム	100 ~ 1,000t/年未満
ほうふっ化鉛（Ⅱ）	100 ~ 1,000t/年未満
ほうふっ化スズ（Ⅱ）	100 ~ 1,000t/年未満
三塩化ほう素	100 ~ 1,000t/年未満
窒化ほう素	100 ~ 1,000t/年未満
ほうふっ化亜鉛（Ⅱ）	10 ~ 100t/年未満

表 1.2 平成 16 年度における製造（出荷）及び輸入量

物質名称	製造（出荷）及び輸入量
ほう酸	10,000 ~ 100,000t/年未満
ほう酸ナトリウム	10,000 ~ 100,000t/年未満
ほう素	1,000 ~ 10,000t/年未満

物質名称	製造（出荷）及び輸入量
ほうふっ化水素酸	100～1,000t/年未満
ほうふっ化カリウム	100～1,000t/年未満
ほうふっ化スズ	100～1,000t/年未満
三塩化ほう素	100～1,000t/年未満
ほうふっ化鉛	10～100t/年未満
窒化ほう素	10～100t/年未満
ほうふっ化アンモニウム	10～100t/年未満

注：官報公示整理番号ごとに集計された値

過ほう酸ソーダの平成8年から平成16年における生産量は1,000t/年（推定）、平成17年における生産量は600t/年（推定）とされている¹⁸⁾。

ほう素及びその化合物のOECDに報告しているな生産量は、ほうふっ化水素酸として10,000～100,000t未満である。

輸入量

ほう素及びテルル、ほう素の酸化物及びほう酸、ほう酸塩及びペルオキシほう酸塩（過ほう酸塩）の輸入量の合計値の推移を表1.3に示す¹⁹⁾。

表 1.3 輸入量の推移

平成(年)	8	9	10	11	12
輸入量(t)	90,409	84,747	75,527	84,244	78,927
平成(年)	13	14	15	16	17
輸入量(t)	77,784	82,861	75,645	89,808	93,788

注：普通貿易統計(少額貨物(1品目が20万円以下)、見本品等を除く)品別国別表より集計

輸出量

ほう素及びテルル、ほう素の酸化物及びほう酸、ほう酸塩及びペルオキシほう酸塩（過ほう酸塩）の輸出量の合計値の推移を表1.4に示す¹⁹⁾。

表 1.4 輸出量の推移

平成(年)	8	9	10	11	12
輸出量(t)	394	461	395	566	800
平成(年)	13	14	15	16	17
輸出量(t)	432	801	933	912	802

注：普通貿易統計(少額貨物(1品目が20万円以下)、見本品等を除く)品別国別表より集計

用途

ほう素の主な用途は住宅用の断熱材や強化プラスチックに使うガラス繊維の原料が最も多

い²⁾。その他に液晶ディスプレイなどの特殊ガラスの製造や陶磁器のうわ薬、量は少ないが化学反応の触媒、ダンボールの接着剤、目薬、殺虫剤、防虫剤など広範囲に使用されている。また、原子力発電所の制御棒に使用されている²⁾。

ほう酸はゴキブリ駆除用のほう酸団子に使用されている²⁾。他の用途としてはガラス、医薬品(防腐消毒薬、あん法) ほうろう、ニッケルメッキ添加、コンデンサ、防火剤、防腐剤、染料製造、殺虫剤、顔料、融剤、触媒、ほう酸塩類の製造、人造宝石、化粧品、写真薬、皮革工業用(仕上げ) 陶器用(釉薬) 高級セメント、ろうそくの芯、防火原料、エナメル、ペイント、チック、石けん、繊維工業用とされている²⁰⁾。

四ほう酸ナトリウムの主な用途は、ほうろう鉄器、ガラス、陶磁器、金属ろう付、皮なめし、なっ染、防腐剤、医薬品、化粧品、熱処理剤、写真、顔料(ギネーグリーン) なたねの増産用、乾燥剤用(ほう酸鉛、ほう酸マンガン) 過ほう酸塩原料、軟水硬化剤、防腐剤、不凍液原料、コンデンサ用化成原料とされている²⁰⁾。

過ほう酸ナトリウムの主な用途は、酸化漂白、洗浄消毒(殺菌) 染色助剤、化粧品とされている²⁰⁾。

このほか、人為発生源として、農業、廃棄物、燃料用木材の燃焼、石油・石炭による発電、処理済木材・紙からの溶出、下水・汚泥の処分などが挙げられる²¹⁾。

主な自然発生源には、岩石の風化、海水、火山活動が挙げられる²¹⁾。

(5) 環境施策上の位置付け

ほう素は環境基準(水質、土壌、地下水)が設定されている。ほう素及びその化合物は水道水質基準項目が設定されている。ほう素及びその化合物は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:304)に指定されている。また、ほう素は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 17 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 17 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	142,072	2,994,784	96	2,662	32,537	2,023,400	1,745,341	5,945	492	-	3,139,614	1,751,778	4,891,392

業種等別排出量(割合)

業種	大気	公共用水域	土壌	埋立	下水道	廃棄物移動	割合 (%)
下水道業	0	1,541,295 (51.5%)	0	0	0	0	0.3 (0.0001%)
非鉄金属製造業	1,417 (1.0%)	615,105 (20.5%)	0	1,640 (61.6%)	2,334 (7.2%)	45,690 (2.3%)	
窯業・土石製品製造業	132,465 (93.2%)	14,598 (0.5%)	37 (38.5%)	0	844 (2.6%)	998,244 (49.3%)	
化学工業	1,851 (1.3%)	202,314 (6.8%)	0	575 (21.6%)	2,442 (7.5%)	156,724 (7.7%)	
原油・天然ガス鉱業	0	211,149 (7.1%)	0	0	0	0	
パルプ・紙・紙加工品製造業	2 (0.001%)	20,386 (0.7%)	58 (60.4%)	0	630 (1.9%)	13,238 (0.7%)	
金属鉱業	0	80,950 (2.7%)	0	96 (3.6%)	0	0	
電気機械器具製造業	734 (0.5%)	55,024 (1.8%)	0	0	4,729 (14.5%)	209,253 (10.3%)	
金属製品製造業	1,404 (1.0%)	42,797 (1.4%)	0	0	7,127 (21.9%)	93,435 (4.6%)	
特別管理産業廃棄物処分業	0	53,000 (1.8%)	0	0	0.1 (0.0003%)	0.4 (0.0002%)	
鉄鋼業	772 (0.5%)	44,476 (1.5%)	0	351 (13.2%)	0	230,300 (11.4%)	
産業廃棄物処分業	0	44,575 (1.5%)	1 (1.0%)	0.1 (0.004%)	120 (0.4%)	13 (0.006%)	
一般廃棄物処理業 (ごみ処分業に限る。)	0	32,053 (1.1%)	0	0	462 (1.4%)	0	
一般機械器具製造業	0.6 (0.0004%)	130 (0.004%)	0	0	3,520 (10.8%)	28,107 (1.4%)	
医薬品製造業	1,785 (1.3%)	21,864 (0.7%)	0	0	345 (1.1%)	61,457 (3.0%)	
繊維工業	0	57 (0.002%)	0	0	2,200 (6.8%)	14 (0.0007%)	
その他の製造業	0	2,362 (0.08%)	0	0	1,440 (4.4%)	19,644 (1.0%)	
輸送用機械器具製造業	0	5,381 (0.2%)	0	0	3,010 (9.3%)	31,642 (1.6%)	
出版・印刷・同関連産業	1,200 (0.8%)	0	0	0	2 (0.005%)	1,441 (0.07%)	
精密機械器具製造業	0	13 (0.0004%)	0	0	781 (2.4%)	24,400 (1.2%)	
石油製品・石炭製品製造業	0	2,901 (0.10%)	0	0	30 (0.09%)	5,222 (0.3%)	
プラスチック製品製造業	1 (0.0007%)	2,714 (0.09%)	0	0	2,523 (7.8%)	100,176 (5.0%)	
農薬製造業	0	1,640 (0.05%)	0	0	0	18 (0.0009%)	
船舶製造・修理業、船舶機関製造業	440 (0.3%)	0	0	0	0	1,938 (0.10%)	
高等教育機関							121 (0.007%)
自然科学研究所							40 (0.002%)

総排出量の構成比 (%)	
届出	64%
届出外	36%

機械修理業	0.8 (0.0006%)	0	0	0	0	0.4 (0.0002%)			
電気業	0	0.2 (0.00007%)	0	0	0	0			
ゴム製品製造業	0	0	0	0	0	1,338 (0.07%)			
医療用機械器具 ・医療用品製造業	0	0	0	0	0	1,105 (0.05%)			
飲料・たばこ・飼料 製造業	0	0	0	0	0	0.5 (0.00002%)			
低含有率物質							1,183,080 (67.8%)		
殺虫剤							3,829 (64.4%)	492 (99.9%)	
漁網防汚剤							1,334 (22.4%)		
農業							782 (13.2%)		

本物質の平成 17 年度における環境中への総排出量は、約 4,900t となり、そのうち届出排出量は約 3,100t で全体の 64% であった。届出排出量のうち約 140t が大気、約 3,000t が公共用水域、0.096t が土壌へ排出されるとしており、公共用水域への排出量が多い。この他に埋立処分が 2.7t、下水道への移動量が 33t、廃棄物への移動量が約 2,000t であった。届出排出量の主な排出源は、大気への排出が多い業種は窯業・土石製品製造業（93%）であり、公共用水域への排出が多い業種は下水道業（52%）、非鉄金属製造業（21%）、原油・天然ガス鉱業（7%）であった。

しかし、下水道業の排出量は定量下限値をもとに排出量を算出している場合があるため、過剰評価している場合があることに留意する必要がある。

届出外排出量（対象業種）のうち、約 1,200t は石炭火力発電所にて石炭（低含有率物質）の燃焼に伴う排出として推計されている³⁾。

表 2.1 に示したように PRTR データでは、届出排出量は媒体別に報告されているが、届出外排出量の推定は媒体別には行われていないため、届出外排出量対象業種すそ切りの媒体別配分は届出排出量の割合をもとに、届出外排出量対象業種低含有率物質・非対象業種・家庭の媒体別配分は「平成 17 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の詳細」³⁾をもとに行った。届出排出量と届出外排出量を媒体別に合計したものを表 2.2 に示す。

環境中への推定排出量は、水域が約 4,700t（全体の 96%）、大気が約 170t（同 3%）であった。

表 2.2 環境中への推定排出量

媒 体	推定排出量(kg)
大 気	168,377
水 域	4,715,486
土 壌	4,867

(2) 媒体別分配割合の予測

ほう素及びその化合物の化学形態は環境中で様々に変化するため、媒体別分配割合の予測を行うことは適切ではない。したがって、ほう素及びその化合物の媒体別分配割合の予測は行わなかった。

(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（ほう素の測定結果）

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	測定年度	文献	
公共用水域・淡水	μg/L	<200	<200	<10	4300	10~200	1516/2946	全国	2004	4)
		<200	<200	<10	5000	10~200	1423/2927	全国	2003	5)
		<100	160	<10	4100	10~100	1510/2851	全国	2002	6)
		<100	170	<10	4900	10~100	1531/2891	全国	2001	7)
公共用水域・海水	μg/L	3700	3900	1300	5300		85/85	全国	2004	4)
		2100	3400	<20	5500	20~100	96/109	全国	2003	5)
		4000	3900	1300	5100		103/103	全国	2002	6)
		3900	4000	1400	5500		115/115	全国	2001	7)
底質(公共用水域・淡水)	μg/g	21	21	13	23	-	3/3	神奈川県	1996	8)
底質(公共用水域・海水)	μg/g									

(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）

ほう素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）を人為由来の可能性が高いデータから設定すると、公共用水域の淡水域では 2,700 μg/L となった。同海域については、3(3) に示す理由により当面は評価を行わないこととした。

表 2.4 公共用水域濃度

水域	平均	最大値
淡水	200 μg/L 未満 (2004)	2,700 μg/L (2001)
海水	評価を行わないこととした	評価を行わないこととした

注：注：1) 環境中濃度での () 内の数値は測定年度を示す

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3価及び5価ほう素に分けて行った。

(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の収集を行い、その信頼性及び採用の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3.1.1、3.1.2のとおりとなった。

表 3.1.1 水生生物に対する毒性値の概要

【3価ほう素】

分類	急性	慢性	毒性値 [µg B/L]	硬度 [mg /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.	対象 物質
藻類			40.3	不明	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	緑藻類	TT POP	7	C	C	1)-5303	Na ₂ B ₄ O ₇
			15,400	不明	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4	D	C	1)-45207	Na ₂ B ₄ O ₇
			24,000	不明	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₁₀ GRO	4	D	C	4)-2007022	Na ₂ B ₄ O ₇
			34,000	不明	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO	4	D	C	4)-2007022	Na ₂ B ₄ O ₇
甲殻類			2,430	不明	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC MOR/ REP/GRO	14	D	C	1)-3474	B(OH) ₃
			6,000	166	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	A	A	1)-4785	B(OH) ₃
			6,400	148	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP/GRO	21	A	A	1)-11389	B(OH) ₃
			10,000	不明	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	D	C	4)-2007022	Na ₂ B ₄ O ₇
			10,000	250	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	ニセネコゼミジンコ	NOEC REP	14	B	B	1)-8764	B(OH) ₃
			18,000	250	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	14	B	B	1)-8764	B(OH) ₃
			18,300	約 286	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	1	B	C	1)-5718	Na ₂ B ₄ O ₇
			101,200	250	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	ヒメネコゼミジンコ	LC ₅₀ MOR	1	B	C	1)-8764	B(OH) ₃
			123,400	250	<i>Simocephalus vetulus</i>	オカメミジンコ	LC ₅₀ MOR	1	B	C	1)-8764	B(OH) ₃
			133,000	148	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2	B	A	1)-11389	B(OH) ₃
			141,000	10.6 ~ 170	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2	A	A	1)-190	Na ₂ B ₄ O ₇
			180,600	250	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	ニセネコゼミジンコ	LC ₅₀ MOR	1	B	B	1)-8764	B(OH) ₃
			226,000	不明	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	2	C	C	1)-4785	B(OH) ₃

分類	急性	慢性	毒性値 [µg B/L]	硬度 [mg /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.	対象 物質
			267,700	250	<i>Daphnia carinata</i>	ミジンコ属	LC ₅₀ MOR	1	B	B	1)-8764	B (OH) ₃
			319,800	250	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	LC ₅₀ MOR	1	B	B	1)-8764	B (OH) ₃
魚類			>2,100	24~39	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス (受精卵)	NOEC GRO/ MOR	87	A	A	1)-7044	B (OH) ₃
			2,330	84 ~ 163	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	TLm MOR	1	B	C	1)-922	B ₂ O ₃
			14,200	不明	<i>Danio rerio</i>	ゼブラフィッシュ	LC ₅₀ MOR	4	D	C	4)-2007022	Na ₂ B ₄ O ₇
			17,500	82	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッド ミノ	LC ₅₀ MOR	>4	C	C	1)-14566	B (OH) ₃
			22,000	200	<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカマスの中 間(胚)	LC ₅₀ MOR	9 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			27,000	50	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス(胚)	LC ₅₀ MOR	28 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			46,000	50	<i>Carassius auratus</i>	キングヨ(胚)	LC ₅₀ MOR	7 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			54,000	200	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス(胚)	LC ₅₀ MOR	28 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			59,000	200	<i>Carassius auratus</i>	キングヨ(胚)	LC ₅₀ MOR	7 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			65,000	50	<i>Carassius auratus</i>	キングヨ(胚)	LC ₅₀ MOR	7 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			71,000	200	<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカマスの中 間(胚)	LC ₅₀ MOR	9 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			75,000	200	<i>Carassius auratus</i>	キングヨ(胚)	LC ₅₀ MOR	7 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			79,000	200	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス(胚)	LC ₅₀ MOR	28 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			100,000	50	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス(胚)	LC ₅₀ MOR	28 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			125,000	144	<i>Catostomus latipinnis</i>	ヌメリゴイ科	LC ₅₀ MOR	4 (止水式)	A	A	1)-18979	B (OH) ₃
			155,000	50	<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカマスの中 間(胚)	LC ₅₀ MOR	9 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B (OH) ₃
			155,000	50	<i>Ictalurus punctatus</i>	アメリカマスの中 間(胚)	LC ₅₀ MOR	9 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			233,000	196	<i>Xyrauchen texanus</i>	サッカー科 (10-17日齢)	LC ₅₀ MOR	4 (止水式)	A	A	1)-15346	B (OH) ₃
			279,000	196	<i>Ptychocheilus lucius</i>	コイ科 (17-31日齢)	LC ₅₀ MOR	4 (止水式)	A	A	1)-15346	B (OH) ₃
			280,000	196	<i>Gila elegans</i>	コイ科 (11-18日齢)	LC ₅₀ MOR	4 (止水式)	A	A	1)-15346	B (OH) ₃
		441,000	不明	<i>Gambusia affinis</i>	カダヤシ	TLm MOR	2 (止水式)	B	B	1)-508	Na ₂ B ₄ O ₇	
		1,840,000	不明	<i>Gambusia affinis</i>	カダヤシ	TLm MOR	2 (止水式)	B	B	1)-508	B (OH) ₃	
		2,390,000	84 ~ 163	<i>Lepomis macrochirus</i>	ブルーギル	TLm MOR	1	B	B	1)-922	BF ₃	

分類	急性	慢性	毒性値 [µg B/L]	硬度 [mg /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.	対象 物質
その他			53.7	不明	<i>Entosiphon sulcatum</i>	エントシフオン 属	TT POP	3	B	C	1)-5303	Na ₂ B ₄ O ₇
			10,000	85	<i>Chironomus decorus</i>	ホクベイユスリ カ	NOEC GRO	4	A	C	1)-190	Na ₂ B ₄ O ₇
			47,000	50	<i>Rana pipiens</i>	アカガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			54,000	200	<i>Rana pipiens</i>	アカガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	Na ₂ B ₄ O ₇
			123,000	200	<i>Bufo fowleri</i>	ヒキガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B(OH) ₃
			130,000	50	<i>Rana pipiens</i>	アカガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B(OH) ₃
			135,000	200	<i>Rana pipiens</i>	アカガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B(OH) ₃
			145,000	50	<i>Bufo fowleri</i>	ヒキガエル科 (胚)	LC ₅₀ MOR	7.5 (孵化後4日)	A	C	1)-5969	B(OH) ₃
			1,380,000	85	<i>Chironomus decorus</i>	ホクベイユスリ カ	LC ₅₀ MOR	2	A	A	1)-190	Na ₂ B ₄ O ₇

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、
E: 信頼性は低くないと考えられるが、原著にあたって確認したものではない

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

エンドポイント

EC₅₀ (Median Effective Concentration): 半数影響濃度、EC₁₀ (10% Effective Concentration): 10%影響濃度、

LC₅₀ (Median Lethal Concentration): 半数致死濃度、NOEC (No Observed Effect Concentration): 無影響濃度、

TLm (Median Tolerance Limit): 半数生存限界濃度、TT (Toxicity Threshold): 増殖阻害閾値

影響内容

GRO (Growth): 生長 (植物)、成長 (動物)、MOR (Mortality): 死亡、REP (Reproduction): 繁殖、再生産、

POP (Population Change): 個体群の変化

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) 甲殻類

Gersich¹⁾⁻¹¹³⁸⁹ は米国 ASTM の試験方法 (E729-80, 1980) に準拠し、オオミジンコ *Daphnia magna* の急性毒性試験を実施した。試験は止水式で行われ、ほう酸 (B(OH)₃) が用いられた。設定試験濃度は 0、54、91、151、252、420、700 mg B/L (公比約 1.7) であり、試験用水には硬度調整されたヒューロン湖水 (硬度約 148 mg/L as CaCO₃) が用いられた。設定濃度に基づく 48 時間半数致死濃度 (LC₅₀) は 133,000 µg B/L であった。

また、Lewis と Valentine¹⁾⁻⁴⁷⁸⁵ はオオミジンコ *Daphnia magna* の繁殖試験を実施した。試験は半止水式（週 3 回換水）で行われ、ほう酸（ $B(OH)_3$ ）が用いられた。試験用水にはろ過地下水（硬度 166 mg/L as $CaCO_3$ ）が用いられた。被験物質の実測濃度の平均は 0、6、13、27、53、106 mg B/L であり、設定濃度の 95%以上が維持されていた。設定濃度に基づく 21 日間無影響濃度（NOEC）は 6,000 $\mu\text{g B/L}$ であった。

2) 魚類

Hamilton と Buhl¹⁾⁻¹⁸⁹⁷⁹ は米国 ASTM の試験方法（E-729-88a, 1989）に準拠し、ヌメリゴイ科 *Catostomus latipinnis* の急性毒性試験を実施した。試験は止水式で行われ、ほう酸（ $B(OH)_3$ ）が用いられた。設定試験濃度区は対照区 + 6~8 濃度区（等比級数的に配置）であり、試験用水として人工調製水（硬度 144 mg/L as $CaCO_3$ ）が用いられた。設定濃度に基づく 96 時間半数致死濃度（ LC_{50} ）は 125,000 $\mu\text{g B/L}$ であった。

また、Black ら¹⁾⁻⁷⁰⁴⁴ はニジマス *Oncorhynchus mykiss* の受精卵を用いて魚類初期生活段階毒性試験を実施した。試験は流水式（6 倍容量換水/日）で行われ、ほう酸（ $B(OH)_3$ ）が用いられた。設定試験濃度は 0、0.0017、0.017、0.17、1.7 mg B/L であり、試験用水には地下水（硬度 24~39 mg/L as $CaCO_3$ ）が用いられた。実測濃度に基づき、成長阻害及び死亡に関する 87 日間無影響濃度（NOEC）はともに 2,100 $\mu\text{g B/L}$ 超であった。

3) その他

Maier と Knight¹⁾⁻¹⁹⁰ は米国 EPA の試験方法（EPA-660/3-75-009, 1975）に準拠し、ホクベイユスリカ *Chironomus decorus* の急性毒性試験を実施した。試験は半止水式（24 時間換水）で行われ、四ほう酸ナトリウム（ $Na_2B_4O_7$ ）が用いられた。試験用水には人工調製水（硬度 85 mg/L as $CaCO_3$ ）が用いられた。被験物質の実測濃度の変動は設定濃度の $\pm 8\%$ であった。設定濃度に基づく 48 時間半数致死濃度（ LC_{50} ）は 1,380,000 $\mu\text{g B/L}$ であった。

表 3.1.2 水生生物に対する毒性値の概要

【5 価ほう素】

分類	急性	慢性	毒性値 [$\mu\text{g B/L}$]	硬度 [mg /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.	対象 物質
藻類			-	-	-	-	-	-			-	-
甲殻類			<u>923</u>	不明	<i>Ceriodaphnia</i> cf. <i>dubia</i>	ニセネコゼミ ジンコ類	EC ₅₀ IMM	2	B	A	1)-20672	NaBO ₃
魚類			-	-	-	-	-	-			-	-
その他			-	-	-	-	-	-			-	-

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、

E：信頼性は低くないと考えられるが、原著にあたって確認したものではない

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
 エントポイント

EC₅₀ (Median Effective Concentration)：半数影響濃度

影響内容

IMM (Immobilization)：遊泳阻害

評価の結果、採用可能とされた知見の概要は以下のとおりである。

1) 甲殻類

Warne と Schifko¹⁾⁻²⁰⁶⁷² はオーストラリア NSW EPA の試験方法 (Warne and Julli, in press) に準拠し、ニセネコゼミジンコ類 *Ceriodaphnia cf. dubia* の急性遊泳阻害試験を実施した。試験は止水式で行われ、過ほう酸ナトリウム (NaBO₃) が用いられた。設定試験濃度区は対照区 + 5 濃度区 (等比級数的に配置) であり、試験用水にはろ過脱塩素水道水が用いられた。設定濃度に基づく 48 時間半数影響濃度 (EC₅₀) は、923 µgB/L であった。

(2) 予測無影響濃度 (PNEC) の設定

急性毒性値及び慢性毒性値のそれぞれについて、信頼できる知見のうち生物群ごとに値の最も低いものを整理し、そのうち最も低い値に対して情報量に応じたアセスメント係数を適用することにより、予測無影響濃度 (PNEC) を求めた。

【3 価ほう素】

急性毒性値

甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	48 時間 LC ₅₀	133,000 µg B/L
魚類	<i>Catostomus latipinnis</i>	96 時間 LC ₅₀	125,000 µg B/L
その他	<i>Chironomus decorus</i>	48 時間 LC ₅₀	1,380,000 µg B/L

アセスメント係数：1,000 [2 生物群 (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]

その他の生物を除いた 2 つの毒性値の小さい方の値 (魚類の 125,000 µg B/L) をアセスメント係数 1,000 で除することにより、急性毒性値に基づく PNEC 値 125 µg B/L が得られた。

慢性毒性値

甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	繁殖阻害；21 日間 NOEC	6,000 µg B/L
魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	成長阻害 / 死亡；87 日間 NOEC	2,100 µg B/L 超

アセスメント係数：100 [2 生物群 (甲殻類及び魚類) の信頼できる知見が得られたため]

2 つの毒性値のうちの確定値 (甲殻類の 6,000 µgB/L) をアセスメント係数 100 で除することにより、慢性毒性値に基づく PNEC 値 60 µgB/L が得られた。

3 価ほう素の PNEC としては、甲殻類の慢性毒性値から得られた 60 µg B/L を採用する。

【5 価ほう素】

急性毒性値

甲殻類	<i>Ceriodaphnia cf. dubia</i>	遊泳阻害；48 時間 EC ₅₀	923 µg B/L
-----	-------------------------------	-----------------------------	------------

アセスメント係数：1,000 [1 生物群（甲殻類）の信頼できる知見が得られたため]
 毒性値をアセスメント係数 1,000 で除することにより、急性毒性値に基づく PNEC 値 0.92 µg B/L が得られた。

慢性毒性値については信頼できる知見が得られなかったため、5 価ほう素の PNEC としては、甲殻類の急性毒性値から得られた 0.92 µg B/L を採用する。

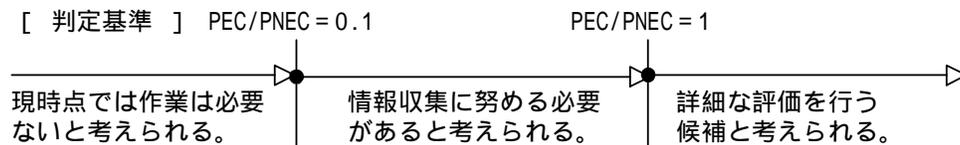
(3) 生態リスクの初期評価結果

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	
			3 価	5 価	3 価	5 価
公共用水域・淡水	200 µg/L 未満(2004)	2,700 µg/L (2001)	60 µg B/L	0.92 µg B/L	45	2900
公共用水域・海水	評価を行わないこととした	評価を行わないこととした			-	-

注：1) 環境中濃度での () 内の数値は測定年度を示す

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淡水域における濃度は、平均濃度で 200 µg/L 未満、安全側の評価値として設定された予測環境中濃度 (PEC) は 2,700 µg/L であった。海水域については、平均濃度が 2,000 ~ 4,000 µg/L 程度と淡水域に比べて高く、海生生物に対する生態毒性試験も不十分であるため、当面生態リスク評価は行わないこととした。

予測環境中濃度 (PEC) と予測無影響濃度 (PNEC) の比は、5 価ではなく通常水中で存在する 3 価ほう素では淡水域で 45 となるため、詳細な評価を行う候補と考えられる。

藻類の毒性試験を実施した上で、詳細な評価を行うことが望ましいと考えられる。また、海生生物に対する有害性情報の充実についても検討す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) 大木道則ら (1989): 化学大辞典 東京化学同人: 2215.
- 2) 環境省 (2007): 化学物質ファクトシート - 2006 年度版 -
(<http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html>, 2007.12.11 現在).
- 3) 中原勝儼(1997): 無機化合物・錯体辞典 講談社サイエンティフィク: 343-344.
- 4) 越後谷悦郎ら 監訳 (1986): 実用化学辞典 朝倉書店: 275.
- 5) 越後谷悦郎ら 監訳 (1986): 実用化学辞典 朝倉書店: 377.
- 6) 化学大辞典編集委員 (1963): 化学大辞典(縮刷版)7 共立出版: 880-881.
- 7) Lide, D.R. ed. (2006): CRC Handbook of Chemistry and Physics, CD-ROM Version 2006, Boca Raton, CRC Press. (CD-ROM).
- 8) 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).
- 9) Sidney L. Phillips (1997): Properties of Inorganic Compounds: Version 2.0, Boca Raton, CRC Press. (CD-ROM).
- 10) 化学大辞典編集委員 (1963): 化学大辞典(縮刷版)8 共立出版: 415.
- 11) European Chemicals Bureau (2000): IUCLID (International Uniform Chemical Information Data Base) Data Set, B₃H₃O₃.
- 12) Hazardous Substances Data Bank (<http://toxnet.nlm.nih.gov/>, 2006.10.30 現在)
- 13) 経済産業公報 (2002.11.8)
- 14) (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, 2006.10.23 現在)
- 15) 環境省 PRTR インフォメーション広場 第一種指定化学物質総括表,
(http://www.env.go.jp/chemi/prtr/archive/target_chemi/01.html, 2007.8.14 現在).
- 16) 経済産業省 (2003): 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査(平成 13 年度実績)の確報値,
(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/new_page/10/2.htm, 2005.10.2 現在).
- 17) 経済産業省 (2007): 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査(平成 16 年度実績)の確報値
(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/jittaichousa/kakuhou18.html, 2007.4.6 現在)
- 18) 化学工業日報社(1998): 13398 の化学商品; 化学工業日報社(1999): 13599 の化学商品; 化学工業日報社(2000): 13700 の化学商品; 化学工業日報社(2001): 13901 の化学商品; 化学工業日報社(2002): 14102 の化学商品; 化学工業日報社(2003): 14303 の化学商品; 化学工業日報社(2004): 14504 の化学商品; 化学工業日報社(2005): 14705 の化学商品; 化学工業日報社(2006): 14906 の化学商品; 化学工業日報社(2007): 15107 の化学商品.
- 19) 財務省: 貿易統計, (<http://www.customs.go.jp/toukei/info/>, 2007.11.21 現在)
- 20) 化学工業日報社 (2007): 15107 の化学商品.
- 21) IPCS (1998): Environmental Health Criteria 204. Boron. WHO.
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc204.htm>, 2007.5.1 現在).

(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 (2007)：平成 17 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 3-1 全国, (<http://www.prtr.nite.go.jp/prtr/csv/2005a/2005a3-1.csv>, 2007.7.24 現在).
- 3) 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(2007)：平成 17 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の詳細, (<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegaiH17/syosai.html>).
- 4) 環境省水・大気環境局水環境課 (2005)：平成 16 年度公共用水域水質測定結果.
- 5) 環境省環境管理水環境部 (2004)：平成 15 年度公共用水域水質測定結果.
- 6) 環境省環境管理水環境部 (2003)：平成 14 年度公共用水域水質測定結果.
- 7) 環境省環境管理水環境部 (2002)：平成 13 年度公共用水域水質測定結果.
- 8) 飯田勝彦, 他 (1997)：神奈川県内の公共用水域における化学物質環境モニタリング(), 神奈川県環境科学センター研究報告.20：65-71

(3) 生態リスクの初期評価

1)- : U.S.EPA 「AQUIRE」

- 190 : Maier, K.J., and A.W. Knight (1991): The Toxicity of Waterborne Boron to *Daphnia magna* and *Chironomus decorus* and the Effects of Water Hardness and Sulfate on Boron Toxicity. Arch.Environ.Contam.Toxicol. 20(2):282-287.
- 508 : Wallen, I.E., W.C. Greer, and R. Lasater (1957): Toxicity to *Gambusia affinis* of Certain Pure Chemicals in Turbid Waters. Sewage Ind.Wastes 29(6):695-711.
- 922 : Turnbull, H., J.G. Demann, and R.F. Weston (1954): Toxicity of Various Refinery Materials to Fresh Water Fish. Ind.Eng.Chem. 46(2):324-333.
- 3474 : Gersich, F.M., and D.P. Milazzo (1990): Evaluation of a 14-Day Static Renewal Toxicity Test with *Daphnia magna* Straus. Arch.Environ.Contam.Toxicol. 19(1):72-76.
- 4785 : Lewis, M.A., and L.C. Valentine (1981): Acute and Chronic Toxicities of Boric Acid to *Daphnia magna* Straus. Bull.Environ.Contam.Toxicol. 27(3):309-315.
- 5303 : Bringmann, G, and R. Kuhn (1980): Comparison of the Toxicity Thresholds of Water Pollutants to Bacteria, Algae, and Protozoa in the Cell Multiplication Inhibition Test. Water Res. 14(3):231-241.
- 5718 : Bringmann, G, and R. Kuhn (1977): The Effects of Water Pollutants on *Daphnia magna* (Befunde der Schadwirkung Wassergefahrdender Stoffe Gegen *Daphnia magna*). Z.Wasser-Abwasser-Forsch. 10(5):161-166.
- 5969 : Birge, W.J., and J.A. Black (1977): Sensitivity of Vertebrate Embryos to Boron Compounds. EPA 560/1-76-008, U.S.EPA, Washington D.C. :66 p.(U.S.NTIS PB-267085).

- 7044 : Black, J.A., J.B. Barnum, and W.J. Birge (1993): An Integrated Assessment of the Biological Effects of Boron to the Rainbow Trout. *Chemosphere* 26(7):1383-1413.
- 8764 : Hickey, C.W. (1989): Sensitivity of Four New Zealand Cladoceran Species and *Daphnia magna* to Aquatic Toxicants. *N.Z.J.Mar.Freshwater Res.* 23(1):131-137.
- 11389 : Gersich, F.M. (1984): Evaluation of a Static Renewal Chronic Toxicity Test Method for *Daphnia magna* Straus Using Boric Acid. *Environ.Toxicol.Chem.* 3(1):89-94.
- 14566 : Terhaar, C.J., W.S. Ewell, S.P. Dziuba, and D.W. Fassett (1972): Toxicity of Photographic Processing Chemicals to Fish. *Photogr.Sci.Eng.* 16(5):370-377.
- 15346 : Hamilton, S.J. (1995): Hazard Assessment of Inorganics to Three Endangered Fish in the Green River, Utah. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 30(2):134-142.
- 18979 : Hamilton, S.J., and K.J. Buhl (1997): Hazard Evaluation of Inorganics, Singly and in Mixtures, to Flannelmouth Sucker *Catostomus latipinnis* in the San Juan River, New Mexico. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 38(3):296-308.
- 20672 : Warne, M.S.J., and A.D. Schifko (1999): Toxicity of Laundry Detergent Components to a Freshwater Cladoceran and Their Contribution to Detergent Toxicity. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 44(2):196-206.
- 45207 : Hickey, C.W., C. Blaise, and G. Costan (1991): Microtesting Appraisal of ATP and Cell Recovery Toxicity End Points After Acute Exposure of *Selenastrum capricornutum* to Selected Chemicals. *Environ.Toxicol.Water Qual.* 6:383-403.
- 2) : 環境省(庁)データ ; 該当なし
- 3) : (独)国立環境研究所 : 化学物質環境リスク評価検討調査報告書 ; 該当なし
- 4)- : その他
- 2007022 : W. Guhl (1992): Okologische Aspekte von Bor. *SOFW-Journal*, 118(18/92):1159-1168.