

[9] 有機スズ化合物（ジブチルスズ化合物）

本物質は、第8次とりまとめにおいて環境リスク初期評価結果を公表した。今回、新たに検出データ（水質）が得られたため、改めて初期評価を行った。

1. 物質に関する基本的事項

ジブチルスズ化合物は、2個のブチル基がスズ原子と共有結合した化合物の総称である。

(1) 分子式・分子量・構造式

No.	物質名	CAS 番号	化審法 官報公示 整理番号*	RTECS 番号	分子式	分子量	換算 係数
1)	ジブチル二塩 化スズ (DBTC)	683-18-1	2-2331	WH7100000	C ₈ H ₁₈ Cl ₂ Sn	303.84	1ppm= 12.43 mg/m ³
2)	ジブチルスズ ジラウラート (DBTL)	77-58-7	2-2330	WH7000000	C ₃₂ H ₆₄ O ₄ Sn	631.56	1ppm= 25.83 mg/m ³
3)	ジブチルスズ マレート (DBTM)	78-04-6	2-2343	JH4735000	C ₁₂ H ₂₀ O ₄ Sn	346.99	1ppm= 14.19 mg/m ³
4)	ジブチルスズオ キシド (DBTO)	818-08-6	2-2031	WH7175000	C ₈ H ₁₈ OSn	248.94	1ppm= 10.18 mg/m ³
5)	ジブチルスズジ アセテート (DBTA)	1067-33-0	2-2330	WH6880000	C ₁₂ H ₂₄ O ₄ Sn	351.03	1ppm= 14.36 mg/m ³
6)	ジブチルスズビス (メルカプト酢 酸 2-エチルヘキ シル) (DBT(EHTG))	10584-98-2	2-2310	WH7125000	C ₂₈ H ₅₆ O ₄ S ₂ Sn	639.58	1ppm= 26.16 mg/m ³
7)	ジブチルスズビス (メルカプト 酢酸イソオクチ ル) (DBT(IOTG))	25168-24-5	2-2244 2-2307 2-2310 2-3034	WH6179000	C ₂₈ H ₅₆ O ₄ S ₂ Sn	639.58	1ppm= 26.16 mg/m ³
8)	ジブチルスズ ビス(ブチルマ レート)	15546-16-4	2-2346	WH6712000	C ₂₄ H ₄₀ O ₈ Sn	575.28	1ppm= 23.53 mg/m ³
9)	ジブチルビス (2,4-ペンタン ジオナト)スズ	22673-19-4	2-3458	—	C ₁₈ H ₃₂ O ₄ Sn	431.15	1ppm= 17.63 mg/m ³
10)	ジブチルスズ ジステアレー ト	5847-55-2	2-2028	WH7047000	C ₄₄ H ₈₈ O ₄ Sn	799.88	1ppm= 32.71 mg/m ³
11)	ジブチルスズ -3-メルカプト プロピオン酸	78-06-8	2-2320	RP4395000	C ₁₁ H ₂₂ O ₂ SSn	337.07	1ppm= 13.79 mg/m ³

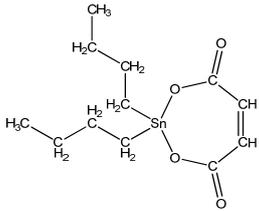
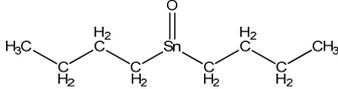
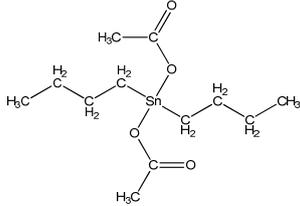
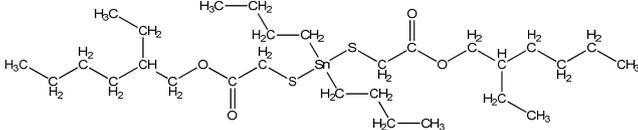
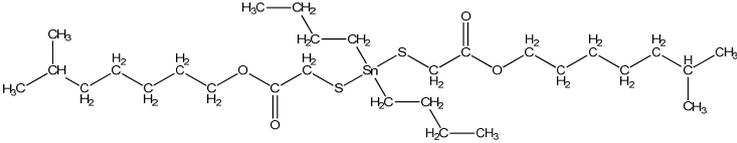
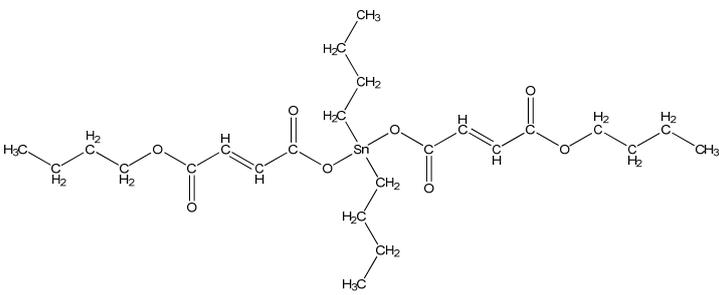
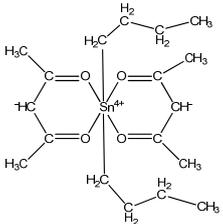
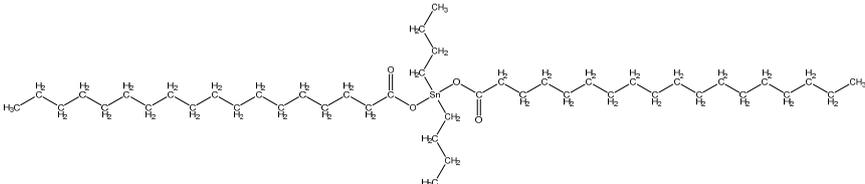
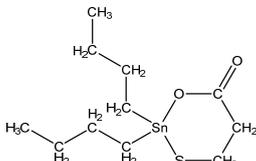
No.	物質名	CAS 番号	化審法 官報公示 整理番号*	RTECS 番号	分子式	分子量	換算 係数
12)	ジブチルビス (ドデシルチオ) スズ	1185-81-5	2-2304 2-3035	WH6933600	C ₃₂ H ₆₈ S ₂ Sn	635.72	1ppm= 26.00 mg/m ³
13)	ジブチルビス (メチル=3-メル カプトプロパノ アト)スズ	32011-19-1	2-2321	—	C ₁₆ H ₃₂ O ₄ S ₂ Sn	471.26	1ppm= 19.27 mg/m ³
14)	ビス(ジブチル スズ=ベンジル =マレアート) マレアート	68109-87-5	2-2284	—	C ₄₂ H ₅₆ O ₁₂ Sn ₂	990.31	1ppm= 40.50 mg/m ³
15)	ジブチルスズ ジブトキシド	3349-36-8	2-2318	—	C ₁₆ H ₃₆ O ₂ Sn	379.17	1ppm= 15.51 mg/m ³
16)	ジブチル(メト キシ)スタニ ル=メチル= マレアート	6995-92-2	2-2344	—	C ₁₄ H ₂₆ O ₅ Sn	393.06	1ppm= 16.08 mg/m ³

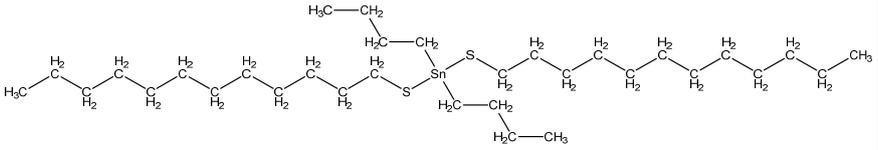
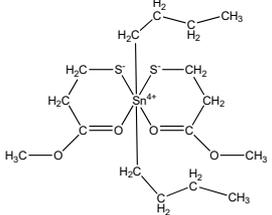
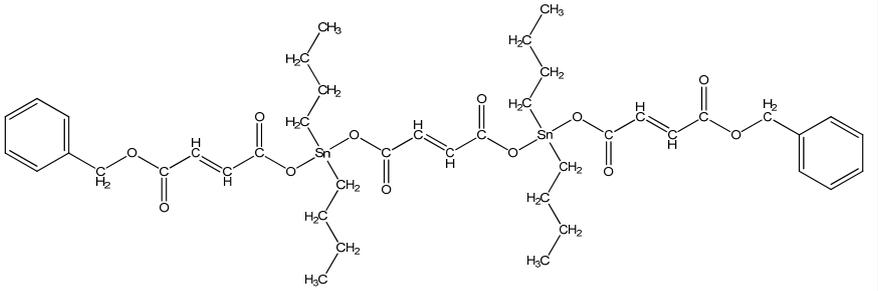
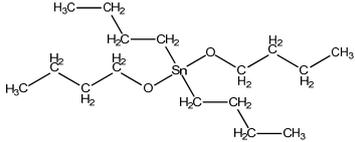
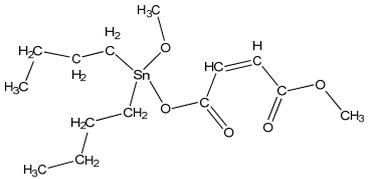
*注) 2-2028 : ジブチルスズジステアレート
2-2031 : ジブチルスズオキサイド
2-2244 : ジアルキル(C1~8)スズ ビス{アルキル(又はアルケニル,C6~18)チオグリコレート}
2-2284 : ビス(ジブチルスズマレイン酸ベンジルエステル塩)マレイン酸塩
2-2304 : ジアルキル(C=1~4)スズジ[アルキル(C=4~18)メルカプタイト]
2-2307 : ジアルキル(C=1~8)スズビス(メルカプト酢酸アルキル又はアルケニルエステル塩)
2-2310 : ジブチルスズビス(メルカプト酢酸アルキル(又はアルケニル)エステル)塩
2-2318 : ジブチルスズジアルコキサイド (又はジアルケニルオキシド)
2-2320 : ジブチルスズ-3-メルカプトプロピオン酸塩
2-2321 : ジアルキル(C=4~8)スズビス(3-メルカプトプロピオン酸エステル)塩
2-2330 : ジブチルスズジ脂肪族モノカルボン酸(C2~31)塩
2-2331 : ジブチルスズ二塩化物(又は二臭化物又はニヨウ化物)
2-2343 : ジブチルスズマレイン酸塩
2-2344 : ジブチルスズメトキシドマレイン酸モノアルキル (又はモノアルケニル) エステル塩
2-2346 : ジブチルスズビス(マレイン酸モノアルキル(又はアルケニル)エステル)塩
2-3034 : モノ(又はジ)アルキル(C=1~4)トリス(又はビス)アルキル(C=8~12)オキシカルボニルアルキル(C=1~2)
チオ] スズ
2-3035 : モノ(又はジ)アルキル(C=4~8)スズトリス(又はビス)(ドデシルメルカプチド)
2-3458 : ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ(IV)

化管法政令番号

1-239(有機スズ化合物)

No.	物質名	構造式
1)	DBTC	
2)	DBTL	

No.	物質名	構造式
3)	DBTM	
4)	DBTO	
5)	DBTA	
6)	DBT(EHTG)	
7)	DBT(IOTG)	
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	
9)	ジブチルスズビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステアレート	
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸	

No.	物質名	構造式
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブトキシド	
16)	ジブチル(メトキシ)スタニル=メチル=マレアート	

(2) 物理化学的性状

No.	物質名	性状
1)	DBTC	常温で白色の固体 ¹⁾
2)	DBTL	常温で淡黄色の液体 ¹⁾
3)	DBTM	常温で白色の固体 ¹⁾
4)	DBTO	常温で白色の固体 ¹⁾
5)	DBTA	常温で淡黄色透明の液体 ¹⁾
6)	DBT(EHTG)	淡黄色の油状液体 ²⁾
7)	DBT(IOTG)	常温で淡黄色透明の液体 ¹⁾
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	黄色透明液体 ³⁾
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	常温常圧で液体 ⁴⁾
10)	ジブチルスズジステアレート	
11)	ジブチルスズ 3-メルカ	

No.	物質名	性状
	プトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	常温常圧で液体 ⁵⁾
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブトキシド	常温常圧で黄色の液体 ¹⁵⁾
16)	ジブチル(メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート	

No.	物質名	融点	沸点	密度
1)	DBTC	43.0°C ⁶⁾ 、40°C ⁵⁾	113.6°C (60 mmHg) ²⁾ 、250°C ⁵⁾	比重 : 1.36 (50°C) ²⁾
2)	DBTL	23°C ⁶⁾ 、22 ~ 24°C ⁷⁾ 、28.5°C ²⁾	205°C (9.8mmHg) ²⁾	1.04 g/cm ³ (30°C) ²⁾
3)	DBTM	110°C ^{6),2)}	260°C (分解) (756 mmHg) ¹¹⁾	1.6 g/cm ³ (21.8°C) ¹¹⁾
4)	DBTO	>300°C ⁷⁾ 、105°C ²⁾	161.9°C (分解) ²⁾	
5)	DBTA	9°C (凝固点) ¹²⁾	114°C (2 mmHg) ¹²⁾ 、130°C (5 mmHg) ¹²⁾ 、146°C (10 mmHg) ¹²⁾	比重 : 1.3101 (20°C) ¹²⁾
6)	DBT(EHTG)	-80 ~ -70°C ²⁾	≥260°C (分解) ²⁾	1.1~1.2 g/cm ³ (25°C) ²⁾
7)	DBT(IOTG)			
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)			
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	25.1°C (凝固点) (751 mmHg) ⁴⁾	142 ~ 158°C (分解) (765 mmHg) ⁴⁾	1.237 g/cm ³ (20°C) ⁴⁾
10)	ジブチルスズジステアレート			
11)	ジブチルスズ3-メルカプトプロピオン酸			
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	-10°C (凝固点)(約 760 mmHg) ¹⁴⁾	約 228°C (761.9 mmHg)(分解) ¹⁴⁾	1.05 g/cm ³ (20°C) ⁶⁾
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ			
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート			

No.	物質名	融点	沸点	密度
15)	ジブチルスズジブトキシド	<-22°C (流動点) ¹⁵⁾	約 218°C (分解) ¹⁵⁾	1.14 g/cm ³ (20°C) ¹⁵⁾
16)	ジブチル (メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート			

No.	物質名	蒸気圧	log Kow	pKa
1)	DBTC	1.2×10^{-3} mmHg (= 0.16 Pa)(25°C) ²⁾ 、 1.1×10^{-3} mmHg (= 0.15 Pa)(25°C) ⁵⁾	1.56 ⁹⁾ 、1.89 ⁵⁾	
2)	DBTL			
3)	DBTM	2.0×10^{-6} mmHg (= 2.6×10^{-4} Pa)(25°C) ¹¹⁾		
4)	DBTO	3×10^{-8} mmHg (= 4×10^{-6} Pa)(25°C) ²⁾		
5)	DBTA	2.4×10^{-3} mmHg (= 0.32 Pa)(20°C)(外挿値) ¹²⁾		
6)	DBT(EHTG)	2.2×10^{-5} mmHg (= 2.9×10^{-3} Pa)(25°C)(外挿値) ¹³⁾	3.4 (22.1°C)(pH = 3.7 ~ 5.1) ¹³⁾	
7)	DBT(IOTG)			
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)			
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	2.9×10^{-4} mmHg (= 0.038 Pa)(25°C) ⁴⁾		
10)	ジブチルスズジステアレート			
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸			
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	8.3×10^{-10} mmHg (= 1.1×10^{-7} Pa)(25°C) ¹⁴⁾	3.11 (22°C)(pH = 6.1 ~ 6.7) ¹⁴⁾	
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ			
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート			
15)	ジブチルスズジブトキシド	9.8×10^{-6} mmHg (= 1.3×10^{-3} Pa)(25°C) ¹⁵⁾		
16)	ジブチル (メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート			

No.	物質名	水溶性
1)	DBTC	320 mg/L (20°C)(pH= 2.5) ²⁾ 、 3.6×10^4 mg/L ⁵⁾
2)	DBTL	≤ 1.43 mg/L (20°C)(pH= 4.5 ~ 4.9) ¹⁰⁾
3)	DBTM	< 10 mg/L (20°C)(pH= 4.2 ~ 6) ¹¹⁾
4)	DBTO	水に溶けにくい ¹⁾

No.	物質名	水溶性
5)	DBTA	水に溶けにくい ¹⁾
6)	DBT(EHTG)	3.58 mg/L (20°C)(pH= 4.5 ~ 5) ¹³⁾
7)	DBT(IOTG)	水に溶けにくい ¹⁾
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステアレート	
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	0.322 ~ 0.574 mg/L (20°C) ⁵⁾
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブトキシド	
16)	ジブチル(メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート	

(3) 環境運命に関する基礎的事項

生物分解性、生物濃縮性、加水分解性及び土壌吸着性は次のとおりである。

No.	物質名	生分解性(好氣的分解)
1)	DBTC	分解率：5.5% (試験期間：28 日間) ²⁾
2)	DBTL	分解率：BOD 50%、78%*、GC 88%* (試験期間：28 日間、被験物質濃度：100 ppm、活性汚泥濃度：30 ppm) (備考：* ラウリン酸部分の分解度を示す。被験物質のラウリン酸(脂肪酸)部分は生分解されるが、ジブチルジヒドロキシ錫部分は系中に残留した。) ¹⁶⁾ 分解率：22% (試験期間：28 日間) ²⁾
3)	DBTM	分解率：3% (試験期間：28 日間) ²⁾
4)	DBTO	分解率：BOD 0%、HPLC 1% (試験期間：28 日間、被験物質濃度：100 ppm、活性汚泥濃度：30 ppm) ¹⁷⁾ 分解率：BOD 0% (試験期間：28 日間、被験物質濃度：34.3 mg/L、活性汚泥濃度：100 mg/L) ¹⁸⁾
5)	DBTA	分解率：0% (試験期間：28 日間) ²⁾
6)	DBT(EHTG)	分解率：22~48% (試験期間：28 日間) ²⁾

No.	物質名	生分解性（好氣的分解）
		分解率：35.3% （試験期間：28 日間、被験物質濃度：50 mg/L、活性汚泥濃度：30 mg/L） ¹³⁾
7)	DBT(IOTG)	
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステアレート	
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブトキシド	
16)	ジブチル (メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート	

No.	物質名	生物濃縮性
1)	DBTC	生物濃縮係数 (BCF) : 0.1 (コイ、筋肉) ¹⁹⁾ 、10 (コイ、肝臓) ¹⁹⁾ 、5 (コイ、腎臓) ¹⁹⁾ 、 8 (コイ、胆嚢) ¹⁹⁾
2)	DBTL	生物濃縮係数 (BCF) : （濃縮性がない又は低いと判断される化学物質 ²⁰⁾ ） 2.2~40(試験生物：コイ、試験期間：8 週間、試験濃度：2.5 µg/L) ²¹⁾ <13~110(試験生物：コイ、試験期間：8 週間、試験濃度：0.25 µg/L) ²¹⁾
3)	DBTM	
4)	DBTO	生物濃縮係数 (BCF) : （濃縮性がない又は低いと判断される化学物質 ²⁰⁾ ） <0.7~18(試験生物：コイ、試験期間：8 週間、試験濃度：500 ppb) ²²⁾ <7.1~69(試験生物：コイ、試験期間：8 週間、試験濃度：50 ppb) ²²⁾
5)	DBTA	
6)	DBT(EHTG)	
7)	DBT(IOTG)	
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステ	

No.	物質名	生物濃縮性
	アレート	
11)	ジブチルスズ 3-メル カプトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシ ルチオ)スズ	
13)	ジブチルビス(メチル =3-メルカプトプロパ ノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ= ベンジル=マレアート ト)マレアート	
15)	ジブチルスズジブト キシド	
16)	ジブチル (メトキシ) スタンニル=メチル =マレアート	

No.	物質名	土壌吸着性
1)	DBTC	土壌吸着定数 (Koc) : 42.8 ⁵⁾ 、223,867 ⁵⁾
2)	DBTL	
3)	DBTM	
4)	DBTO	
5)	DBTA	
6)	DBT(EHTG)	
7)	DBT(IOTG)	
8)	ジブチルスズビス(ブ チルマレート)	
9)	ジブチルビス(2,4-ペ ンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステ アレート	
11)	ジブチルスズ 3-メル カプトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシ ルチオ)スズ	
13)	ジブチルビス(メチル =3-メルカプトプロパ ノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ= ベンジル=マレアート ト)マレアート	
15)	ジブチルスズジブト キシド	
16)	ジブチル (メトキシ) スタンニル=メチル =マレアート	

No.	物質名	加水分解性
1)	DBTC	
2)	DBTL	加水分解（半減期：<38分）しジブチルスズオキシドを生じる ²⁾
3)	DBTM	
4)	DBTO	加水分解されない ²⁾
5)	DBTA	
6)	DBT(EHTG)	加水分解（半減期：10～12時間）しジブチルスズオキシドを生じる ²⁾
7)	DBT(IOTG)	
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	ただちに加水分解する ⁴⁾
10)	ジブチルスズジステアレート	
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸	
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブチルオキシド	ただちに加水分解する ¹⁵⁾
16)	ジブチル(メトキシ)スタンニル=メチル=マレアート	

(4) 製造輸入量及び用途

① 生産量・輸入量等

本物質の化審法に基づき公表された製造・輸入数量の推移を表 1.1 に示す²³⁾。

表 1.1 製造・輸入数量 (t) ^{a)} の推移

官報公示 整理番号	官報公示名称	平成(年度)					
		22	23	24	25	26	27
2-2028	ジブチルスズジステアレート	X ^{b)}					
2-2031	ジブチルスズオキサイド	1,000	1,000	X ^{b)}	X ^{b)}	X ^{b)}	1,000
2-2244	ジアルキル(C1～8)スズ ビス{アルキル(又はアル	1,000	1,000	1,000 未満	1,000	1,000 未満	1,000 未満

官報公示 整理番号	官報公示名称	平成（年度）					
		22	23	24	25	26	27
	ケニル,C6~18)チオグリ コレート}						
2-2284	ビス(ジブチルスズマレイ ン酸ベンジルエステル塩) マレイン酸塩	X ^{b)}	— ^{c)}	— ^{c)}	— ^{c)}	X ^{b)}	— ^{c)}
2-2304	ジアルキル(C=1-4)スズ[アル キル(C=4-18)メルカプタイト]	X ^{b)}					
2-2307	ジアルキル(C=1~8)スズ ビス(メルカプト酢酸アル キル又はアルケニルエス テル塩)	— ^{c)}	X ^{b)}	— ^{c)}	— ^{c)}	— ^{c)}	X ^{b)}
2-2310	ジブチルスズビス(メルカプト 酢酸アルキル(又はアルケニル) エステル)塩	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-2318	ジブチルスズジアルコキサ イド(又はジアルケニルオキシ ド)	— ^{c)}	X ^{b)}	X ^{b)}	X ^{b)}	— ^{c)}	— ^{c)}
2-2320	ジブチルスズ-3-メルカプ トプロピオン酸塩	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-2321	ジアルキル(C=4~8)スズ ビス(3-メルカプトプロピ オン酸エステル)塩	X ^{b)}					
2-2330	ジブチルスズジカルボ ン酸(C=2~31)塩	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-2331	ジブチルスズ二塩化物(又は二 臭化物又はニヨウ化物)	X ^{b)}					
2-2343	ジブチルスズマレイン酸塩	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-2344	ジブチルスズメトキサ イドマ レイン酸モノアルキル(又はモ ノアルケニル)エステル塩	X ^{b)}					
2-2346	ジブチルスズビス(マレイン酸 モノアルキル(又はアルケニル) エステル)塩	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-2355	ジブチルスズビス[マレイン 酸モノアルコキシ(C1~4) アルキル(C1~4)エステル 塩]	X ^{b)}	X ^{b)}	— ^{c)}	— ^{c)}	— ^{c)}	— ^{c)}
2-3034	モノ(又はジ)アルキル (C=1~4)トリス(又はビス) アルキル(C=8~12)オ キシカルボニルアルキル (C=1~2)チオ]スズ	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満	1,000 未満
2-3458	ジブチルビス(2,4-ペンタンジ オナト)スズ	X ^{b)}					

注：a) 製造数量は出荷量を意味し、同一事業者内での自家消費分を含んでいない値を示す。

b) 届出事業者が2社以下のため、製造・輸入数量は公表されていない。

c) 公表されていない。

本物質の「化学物質の製造・輸入量に関する実態調査」による製造（出荷）及び輸入量を表 1.2 に示す²⁴⁾。

表 1.2 製造（出荷）及び輸入量 (t) ^{a)}

官報公示 整理番号	官報公示名称	平成（年度）		
		13	16	19
2-2244	ジアルキル(C=1~8)スズビス{アルキル(又はアルケニル, C=6~18)チオグリコレート}	100~1,000 未満	— ^{b)}	— ^{b)}
2-2307	ジアルキル(C=1~8)スズビス(メルカプト酢酸アルキル又はアルケニルエステル塩)	— ^{b)}	— ^{b)}	— ^{b)}
2-2320	ジブチルスズ-3-メルカプトプロピオン酸塩	100~1,000 未満	— ^{b)}	— ^{b)}
2-2330	ジブチルスズジ脂肪酸族モノカルボン酸(C=2~31)塩	100~1,000 未満	100~1,000 未満	10~100 未満
2-2346	ジブチルスズビス(マレイン酸モノアルキル(又はアルケニル)エステル)塩	100~1,000 未満	1,000~10,000 未満	— ^{b)}

注：a) 化学物質を製造した企業及び化学物質を輸入した商社等のうち、1物質1トン以上の製造又は輸入をした者を対象に調査を行っているが、全ての調査対象者からは回答が得られていない。

b) 公表されていない。

有機スズ系安定剤としての生産量の推移を表 1.3 に示す²⁵⁾。

表 1.3 有機スズ系安定剤の生産量の推移

平成（年）	18	19	20	21	22
生産量（t）	5,766	5,189	4,503	3,648	4,551
平成（年）	23	24	25	26	27
生産量（t）	3,966	3,179	3,800	3,386	3,056

有機スズ化合物として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、100 t 以上である²⁶⁾。

② 用途

主なジブチルスズ化合物の用途を表 1.4 に示す。

表 1.4 主なジブチルスズ化合物の用途

No	物質名	用途
1)	DBTC	ジブチルスズ化合物の原料 ¹⁾
2)	DBTL	塩化ビニル樹脂用安定剤、滑剤、ウレタン硬化触媒 ¹⁾
3)	DBTM	塩化ビニル樹脂用安定剤 ¹⁾

No	物質名	用途
4)	DBTO	塩化ビニル樹脂用安定剤の原料、触媒 ¹⁾
5)	DBTA	シリコーン樹脂硬化触媒 ¹⁾
6)	DBT(EHTG)	樹脂添加物 (安定剤) ²⁸⁾
7)	DBT(IOTG)	塩化ビニル樹脂用安定剤 ¹⁾
8)	ジブチルスズビス(ブチルマレート)	プラスチック添加剤 ³⁾
9)	ジブチルビス(2,4-ペンタンジオナト)スズ	
10)	ジブチルスズジステアレート	安定剤 ²⁷⁾
11)	ジブチルスズ 3-メルカプトプロピオン酸	塩化ビニル樹脂安定剤 ²⁸⁾
12)	ジブチルビス(ドデシルチオ)スズ	触媒 ²⁸⁾
13)	ジブチルビス(メチル=3-メルカプトプロパノアト)スズ	樹脂安定剤 ²⁸⁾
14)	ビス(ジブチルスズ=ベンジル=マレアート)マレアート	
15)	ジブチルスズジブトキシド	樹脂安定剤 ²⁸⁾ 、触媒 ²⁸⁾
16)	ジブチル (メトキシ) スタンニル=メチル=マレアート	

ジブチルスズ化合物は、トリブチルスズの分解により生成し、さらに分解して最終的には無機スズとなる²⁹⁾。

(5) 環境施策上の位置付け

有機スズ化合物は、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：239）に指定されている。

有機スズ化合物は、有害大気汚染物質に該当する可能性のある物質に選定されている。

ジブチルスズ化合物は、人健康影響の観点から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。

有機スズ化合物は、水道水質基準の要検討項目に位置づけられている。

2. 曝露評価

環境リスクの初期評価のため、わが国の一般的な国民の健康や水生生物の生存・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化学物質の環境からの曝露を中心に評価することとし、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

化管法の第一種指定化学物質には、有機スズ化合物が指定されている。同法に基づき公表された、平成 27 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),3)} から集計した排出量等（スズ換算値）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。ジブチルスズ化合物の排出量等は有機スズ化合物の排出量等に含まれているが、その割合は明らかになっていない。

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 27 年度）
（有機スズ化合物）

	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	5,323	51	0	0	19	36,378	64	-	-	-	5,374	64	5,438

業種等別排出量(割合)	届出						届出外				総排出量の構成比(%)		
	排出量	公共用水域	土壌	埋立	下水道	廃棄物移動	排出量	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	届出	届出外
窯業・土石製品製造業	5,280 (99.2%)	0	0	0	0	0	0					99%	1%
輸送用機械器具製造業	2 (0.04%)	47 (91.8%)	0	0	0	8,020 (22.0%)	30 (46.9%)						
化学工業	31 (0.6%)	4 (8.0%)	0	0	1 (5.3%)	7,016 (19.3%)	5 (8.3%)						
一般機械器具製造業	0	0	0	0	0	330 (0.9%)	7 (11.3%)						
プラスチック製品製造業	7 (0.1%)	0.1 (0.2%)	0	0	18 (94.7%)	5,766 (15.9%)	0						
金属製品製造業							6 (9.5%)						
自動車整備業							6 (8.9%)						
電気機械器具製造業	2 (0.04%)	0	0	0	0	600 (1.6%)	3 (4.7%)						
鉄道業							2 (2.7%)						
その他の製造業							1 (2.0%)						
家具・装備品製造業							1 (1.6%)						
医薬品製造業	0.9 (0.02%)	0	0	0	0	14,000 (38.5%)							
非鉄金属製造業							0.9 (1.4%)						
鉄鋼業							0.6 (0.9%)						
ゴム製品製造業	0	0	0	0	0	422 (1.2%)							
繊維工業	0	0	0	0	0	221 (0.6%)							
石油製品・石炭製品製造業	0	0	0	0	0	3 (0.008%)							

有機スズ化合物の平成 27 年度における環境中への総排出量は、5.4 t となり、そのうち届出排出量は 5.4 t で全体の 99% であった。届出排出量のうち 5.3 t が大気へ、0.051 t が公共用水域へ排出されるとしており、大気への排出量が多い。この他に下水道への移動量が 0.019 t、廃棄物への移動量が 36 t であった。届出排出量の排出源は、大気への排出が多い業種は窯業・土石製

品製造業（99%）、公共用水域への排出が多い業種は、輸送用機械器具製造業（92%）であった。なお、PRTR データは、スズ換算値である。

表 2.1 に示したように PRTR データでは、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の媒体別配分は届出排出量の割合をもとに行った。届出外排出量を媒体別に合計したものを表 2.2 に示す。

表 2.2 環境中への推定排出量

媒 体	推定排出量(kg Sn)
大 気	5,386
水 域	52
土 壌	0

(2) 媒体別分配割合の予測

媒体別分配割合の予測に必要な物理化学的性状のデータが不足しているため、媒体別分配割合の予測は行なわなかった。

(3) 各媒体中の存在量の概要

本物質の環境中等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。なお、調査結果の整理に当たっては、ジブチルスズ（DBT）に換算した値を示した。

表 2.3 各媒体中の存在状況（ジブチルスズ DBT 換算値）

媒 体	幾何 平均値 ^{a)}	算術 平均値	最小値	最大値 ^{a)}	検出 下限値 ^{b)}	検出率	調査地域	測定年度	文 献	
一般環境大気	μg/m ³	<0.0038	<0.0038	<0.0038	<0.0038	0.0038	0/14	全国	2015	5)
室内空気	μg/m ³									
食 物	μg/g									
飲料水	μg/L									
地下水	μg/L	<0.00092	<0.00092	<0.00092	<0.00092	0.00092	0/2	山梨県 高知県	2010	4)
土 壌	μg/g									
公共用水域・淡水	μg/L	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.0040	0.0013	5/14	全国	2015	5)
		<0.00092	<0.00092	<0.00092	0.0015	0.00092	3/43	全国	2010	4)
		0.0012	0.0039	<0.00077	0.027	0.00077	12/26	全国	2005	6)
		<0.0003	0.0006	<0.0003	0.006	0.0003	12/47	全国	2001	7)
		0.001	0.002	<0.0008	0.007	0.0008	10/21	全国	1999	8)
公共用水域・海水	μg/L	0.0014	0.016	<0.0013	0.12	0.0013	2/8	全国	2015	5)
		<0.00092	<0.00092	<0.00092	0.0012	0.00092	1/2	静岡県 三重県	2010	4)
		0.0012	0.0094	<0.00077	0.13	0.00077	7/18	全国	2005	6)

媒体	幾何 平均値 ^{a)}	算術 平均値	最小値	最大値 ^{a)}	検出 下限値 ^{b)}	検出率	調査地域	測定年度	文献
底質(公共用水域・淡水) µg/g	0.0026	0.0040	0.00018	0.0072	— ^{c)}	6/6	静岡県	2003	9)
	0.0016	0.0016	0.0015	0.0017	— ^{c)}	3/3	広島県	2003	10)
	0.0004	0.0009	<0.0003	0.002	0.0003	1/3	愛媛県、 三重県、 広島県	2001	7)
	0.0028	0.0059	0.0007	0.039	— ^{c)}	17/17	愛媛県	2000	11)
	0.003	0.004	<0.0008	0.009	0.0008	27/28	全国	1999	8)
	0.0017	0.019	<0.0002	0.24	0.0002	25/35	全国	2005	6)
	0.002	0.01	<0.0003	0.2	0.0003	27/34	全国	2003	12)
底質(公共用水域・海水) µg/g	0.0036	0.012	<0.0019	0.092	0.0019	12/22	全国	1999	8)
	0.021	0.043	0.0022	0.21	0.0002	28/28	全国	2005	6)
	0.02	0.04	0.0004	0.3	0.0003	28/28	全国	2003	12)
	0.032	0.38	0.0025	2.3	— ^{c)}	10/10	愛媛県	2000	11)
魚類(公共用水域・淡水) µg/g	0.017	0.031	0.0030	0.13	0.0019	29/29	全国	1999	8)
	<0.00077	<0.00077	<0.00077	0.0012	0.00077	1/3	高知県、 鳥取県、 滋賀県	2005	6)
	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.0008	0/3	高知県、 鳥取県、 滋賀県	2003	12)
	0.0023	0.0051	<0.0018	0.042	0.0018	10/21	全国	1999	8)
魚類(公共用水域・海水) µg/g	0.0010	0.0015	<0.00077	0.0050	0.00077	8/13	全国	2005	6)
	0.0010	0.0014	<0.0008	0.0031	0.0008	7/11	全国	2003	12)
	0.0022	0.0028	<0.0018	0.0077	0.0018	17/26	全国	1999	8)
	0.005	0.006	<0.004	0.015	0.004	5/9	全国	1991	13)
貝類(公共用水域・淡水) µg/g									
貝類(公共用水域・海水) µg/g	0.0085	0.0098	0.0028	0.015	0.00077	7/7	全国	2005	6)
	0.01	0.01	0.002	0.03	0.0008	6/6	全国	2003	12)
	0.052	0.075	0.015	0.18	0.004	6/6	全国	1991	13)

注：a) 最大値又は幾何平均値の欄の太字で示した数字は、曝露の推定に用いた値を示す。

b) 検出下限値の欄の斜体で示されている値は、定量下限値として報告されている値を示す。

c) 公表されていない。

(4) 人に対する曝露量の推定（一日曝露量の予測最大量）

一般環境大気、地下水及び公共用水域・淡水の実測値を用いて、人に対する曝露の推定を行った（表 2.4）。化学物質の人による一日曝露量の算出に際しては、人の一日の呼吸量、飲水量及び食事量をそれぞれ 15 m³、2 L 及び 2,000 g と仮定し、体重を 50 kg と仮定している。

表 2.4 各媒体中の濃度と一日曝露量（DBT 換算値）

	媒体	濃度	一日曝露量
平	大気 一般環境大気	0.0038 µg/m³未満程度 (2015)	0.0011 µg/kg/day 未満程度
	室内空気	データは得られなかった	データは得られなかった
均	水質 飲料水	データは得られなかった	データは得られなかった

	媒体	濃度	一日曝露量
平均	地下水	0.00092 $\mu\text{g/L}$ 未満の報告がある (2010)	0.000037 $\mu\text{g/kg/day}$ 未満の報告がある
	公共用水域・淡水	0.0013 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (2015)	0.000052 $\mu\text{g/kg/day}$ 未満程度
	食物	データは得られなかった (魚類: 過去のデータではあるが 0.0010 $\mu\text{g/g}$ 程度 (2005)、貝類: 過去のデータではあるが 0.0085 $\mu\text{g/g}$ 程度 (2005))	データは得られなかった (魚介類: 0.0017 $\mu\text{g/kg/day}$ 程度)
	土壌	データは得られなかった	データは得られなかった
最大値	大気		
	一般環境大気	0.0038 $\mu\text{g/m}^3$ 未満程度 (2015)	0.0011 $\mu\text{g/kg/day}$ 未満程度
	室内空気	データは得られなかった	データは得られなかった
	水質		
	飲料水	データは得られなかった	データは得られなかった
	地下水	0.00092 $\mu\text{g/L}$ 未満の報告がある (2010)	0.000037 $\mu\text{g/kg/day}$ 未満の報告がある
	公共用水域・淡水	0.0040 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)	0.00016 $\mu\text{g/kg/day}$ 程度
食物	データは得られなかった (魚類: 過去のデータではあるが 0.0050 $\mu\text{g/g}$ 程度 (2005)、貝類: 過去のデータではあるが 0.015 $\mu\text{g/g}$ 程度 (2005))	データは得られなかった (魚介類: 0.0074 $\mu\text{g/kg/day}$ 程度)	
土壌	データは得られなかった	データは得られなかった	

注: 1) **太字**は、リスク評価に用いた曝露濃度 (曝露量) を示す。

2) 魚介類からの一日曝露量の推定には、国民健康・栄養調査報告¹⁴⁾の平均一日摂取量を用いている。

吸入曝露の予測最大曝露濃度は、表 2.4 に示すとおり、一般環境大気から 0.0038 $\mu\text{g/m}^3$ 未満程度となった。一方、化管法に基づく平成 27 年度の大気への届出排出量をもとに、ブルーム・パフモデル¹⁵⁾を用いて推定した大気中濃度の年平均値は、最大で 0.01 $\mu\text{g/m}^3$ (DBT 換算値) となった。なお、当該推定に当たっては、化管法に基づく届出排出量は、ジブチルスズ化合物を含む有機スズ化合物全体の排出量しか得られていないため、届出排出量の全てがジブチルスズ化合物であると仮定した。その上で排出事業所の事業内容やジブチルスズ化合物を用いた製品の製造に関する文献^{16), 17), 18)}等から調べ、ジブチルスズ化合物を扱っていない可能性が高い事業所を除いた。

表 2.5 人の一日曝露量 (DBT 換算値)

媒体		平均曝露量 ($\mu\text{g/kg/day}$)	予測最大曝露量 ($\mu\text{g/kg/day}$)
大気	一般環境大気	<0.0011	<0.0011
	室内空気		
水質	飲料水		
	地下水	<0.000037	<0.000037
	公共用水域・淡水	<0.000052	0.00016
食物	参考値(魚介類) ^{a)}	(0.0017)	(0.0074)
土壌			
経口曝露量合計	地下水	<0.000037	<0.000037

媒体		平均曝露量 (µg/kg/day)	予測最大曝露量 (µg/kg/day)
	公共用水域・淡水	<0.00052	0.00016
	参考値 (地下水+食物〔魚介類〕 ^{a)})	(0.0017 + <0.000037)	(0.0074 + <0.000037)
	参考値 (公共用水域・淡水 +食物〔魚介類〕 ^{a)})	(0.0017 + <0.000052)	(0.0076)
総曝露量	一般環境大気+地下水	<0.0012	<0.0012
	一般環境大気 +公共用水域・淡水	<0.0012	0.00016 + <0.0011
	参考値 (一般環境大気+地下水 +食物〔魚介類〕 ^{a)})	(0.0017 + <0.0012)	(0.0074 + <0.0012)
	参考値 (一般環境大気 +公共用水域・淡水 +食物〔魚介類〕 ^{a)})	(0.0017 + <0.0012)	(0.0076 + <0.0011)

注：1) **太字**の数字は、リスク評価に用いた曝露量を示す。

2) 不等号 (<) を付した値は、曝露量の算出に用いた測定濃度が「検出下限値未満」とされたものであることを示す。

3) 括弧内の値は、調査媒体の観点から参考値としたものを示す。

a) 魚介類 (魚類中濃度と魚類等の平均摂取量及び貝類濃度と貝類の平均一日摂取量) から推定した曝露量

経口曝露の予測最大曝露量は、表 2.5 に示すとおり、地下水のデータから算定すると 0.000037 µg/kg/day 未満の報告があり、公共用水域・淡水のデータから算定すると 0.00016 µg/kg/day 程度であった。一方、化管法に基づく平成 27 年度の公共用水域・淡水への届出排出量が全てジブチルスズ化合物であると仮定して全国河道構造データベース¹⁹⁾の平水流量で除し、希釈のみを考慮した河川中濃度を推定すると、最大で 1.9 µg/L (DBT 換算値) となったが、当該事業所の下流での測定結果が 0.0013 µg/L 未満 (DBT 換算値) と推定値を大きく下回った。このため、推定値が第 2 位地点の濃度 0.014 µg/L (DBT 換算値) を採用して経口曝露量を算出すると 0.00056 µg/kg/day (DBT 換算値) となった。

また、食物のデータが得られていないため、直近の魚類中濃度 (2005 年度) の最大値 (0.0050 µg/g) 及び直近の貝類濃度 (2005 年度) の最大値 (0.015 µg/g) とそれらの平均一日摂取量 (魚類等 66.6 g/人/day (総数)、貝類 2.4 g/人/day (総数))¹⁴⁾によって推定した食物からの経口曝露量は 0.0074 µg/kg/day となる。これと公共用水域・淡水のデータから算定した経口曝露量を加えると、0.0076 µg/kg/day となった。

(5) 水生生物に対する曝露の推定 (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曝露の推定の観点から、水質中濃度を表 2.6 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、公共用水域の淡水域では 0.004 µg/L 程度、海水域では 0.12 µg/L 程度となった。

化管法に基づく平成 27 年度の公共用水域・淡水への届出排出量が全てジブチルスズ化合物であると仮定して全国河道構造データベース¹⁹⁾の平水流量で除し、希釈のみを考慮した河川中濃度を推定すると、最大で 1.9 µg/L (DBT 換算値) となったが、当該事業所の下流での測定結果が 0.0013 µg/L 未満 (DBT 換算値) と推定値を大きく下回った。このため、推定値が第 2 位地点の濃度を採用すると 0.0014 µg/L (DBT 換算値) となった。

表 2.6 公共用水域濃度 (DBT 換算値)

水 域	平 均	最 大 値
淡 水	0.0013 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (2015)	0.004 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)
海 水	0.0014 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)	0.12 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)

注：淡水は、河川河口域を含む

3. 健康リスクの初期評価

健康リスクの初期評価として、ヒトに対する化学物質の影響についてのリスク評価を行った。

(1) 体内動態、代謝

ジブチルスズ化合物はトリブチルスズ化合物の中間代謝物であり、さらに代謝されてモノブチル化合物となる経路が推定されている^{1,2,3)}。

胃中加水分解を模擬した試験では、ジブチルスズビス(メルカプト酢酸 2-エチルヘキシル) (DBT(EHTG)) 及びジブチルスズマレート (DBTM) は 30 分未満、ジブチルスズジラウレート (DBTL) は 38 分未満、ジブチルスズオキシド (DBTO) は 3.5 時間の半減期でジブチル二塩化スズ (DBTC) に転換された⁴⁾。

¹⁴C でラベルしたジブチルスズジアセテート (DBTA) 1.1 mg/kg をマウスに強制経口投与した結果、138 時間で投与した放射活性の 10% が尿中に、66% が糞中に、7% が CO₂ として呼気中に排泄され、尿及び呼気中では 0~24 時間、24~42 時間、42~90 時間の排泄が約 1/3 ずつを占めたが、糞中では 42~90 時間の排泄が全体の約 80% を占めた¹⁾。

マウスに 180 μmol/kg のモノブチル三塩化スズ (MBTC)、DBTC、トリブチルー塩化スズ (TBTC) を強制経口投与した結果、96 時間でそれぞれ投与量の 0.3、3、5% が尿中に排泄された⁵⁾。

ラットに 39.4 mg/kg の DBTC を経口投与した結果、肝臓のスズ量は 6 時間後にはすでにピークに達して 24 時間後まで大きな変化はなく、その後は急速に減少した。また、肝臓ではモノブチルスズも検出されたが、ほとんどがジブチルスズの形態であった⁶⁾。

妊娠 8 日のラットに 22 mg/kg の DBTA を強制経口投与した 24 時間後の胎仔からジブチルスズ及びモノブチルスズが検出された⁷⁾。また、1.7、5、15 mg/kg/day の DBTA を妊娠 7 日から 17 日まで強制経口投与したラットの肝臓や腎臓、脾臓、胎盤、胎仔 (妊娠 18 日) からもジブチルスズ及びモノブチルスズが検出され、胎仔中のモノブチルスズ以外は DBTA の投与量に依存して増加したが、胎仔中のモノブチルスズは投与量の増加に伴う変化はなく、ほぼ同じ濃度であった。胸腺のモノブチルスズ濃度も投与量に依存して増加したが、ジブチルスズは 1.7、5 mg/kg/day 投与群から検出されなかった⁸⁾。

ヒト及びラットの皮膚を用いた透過試験によるスズの透過速度は DBTC で 0.56 μg/cm²/hr、1.28 μg/cm²/hr、DBT(EHTG) で 0.007 μg/cm²/hr、2.17 μg/cm²/hr であり、ヒトの皮膚での透過量はラットの皮膚に比べて有意に低かった⁹⁾。

ラットに 0.01% の濃度で DBTC を添加した餌を 1 週間投与した結果、臓器中の DBTC 濃度は腎臓>肝臓>脾臓、胸腺>脳 の順に高く、その後、通常の餌に換えて 1 週間投与したところ、脳中の濃度はほとんど変化しなかったが、他の臓器では大きく減少し、腎臓では約 1/10、肝臓及び脾臓、胸腺では約 1/20 になった¹⁰⁾。

DBTC 4 mg/kg を腹腔内したラットの尿中で、DBTC の他にブチル(3-ヒドロキシブチル) 二塩化スズ、ブチル(4-ヒドロキシブチル) 二塩化スズ、モノブチル三塩化スズを認めた。主要な代謝物であったブチル(3-ヒドロキシブチル) 二塩化スズは腎臓に蓄積する傾向がみられ、ブチル(4-ヒドロキシブチル) 二塩化スズは尿中でのみ検出されたが、他は肝臓や腎臓、脾臓、脳からも検出された。これらの臓器では DBTC の濃度が最も高く、DBTC の濃度は肝臓>腎臓>脾臓>脳 の順であり、脳では 3 日後にピークに達した後に減少したが、他は 1 日以内にピークに達

して減少した¹¹⁾。

(2) 一般毒性及び生殖・発生毒性

① 急性毒性

表 3.1 急性毒性¹²⁾

【ジブチル二塩化スズ (DBTC)】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	50 mg/kg
マウス	経口	LD ₅₀	70 mg/kg
ラット	吸入	LC ₅₀	> 364 mg/m ³ (4 hr)
ウサギ	経皮	LDLo	1,360 mg/kg

注：() 内の時間は曝露時間を示す。

【ジブチルスズジラウラート (DBTL)】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	175 mg/kg
マウス	経口	LD ₅₀	210 mg/kg
ウサギ	経口	LD ₅₀	100 mg/kg
マウス	吸入	LC ₅₀	150 mg/ m ³ (2 hr)
哺乳類(種不明)	吸入	LC ₅₀	2,400 mg/ m ³
ウサギ	経皮	LD	> 2,000 mg/kg

注：() 内の時間は曝露時間を示す。

【ジブチルスズマレート (DBTM)】

動物種	経路		致死量、中毒量等
マウス	経口	LDLo	470 mg/kg
ラット	吸入	LC ₅₀	313 mg/m ³ (4 hr)
ウサギ	経皮	LDLo	200 mg/kg

注：() 内の時間は曝露時間を示す。

【ジブチルスズオキシド (DBTO)】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	44.9 mg/kg
ラット	経口	LD ₅₀	50 mg/kg
ウサギ	経口	LDLo	1,500 mg/kg
ウサギ	経皮	LD	> 2,000 mg/kg

【ジブチルスズビス(メルカプト酢酸 2-エチルヘキシル) (DBT(EHTG))】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	510 mg/kg

【ジブチルスズビス(メルカプト酢酸イソオクチル) (DBT(IOTG))】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	500 mg/kg

【ジブチルスズジアセテート (DBTA)】

動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	32 mg/kg
マウス	経口	LD ₅₀	46 mg/kg
ウサギ	経皮	LD ₅₀	2,318 mg/kg

DBTO は眼、皮膚、気道を刺激する。中枢神経系に影響を与え、機能障害を生じることがあり、死に至ることもある。吸入や経口摂取すると頭痛や耳鳴り、記憶喪失、失見当識を生じ、眼に入ると発赤、痛みを生じる。皮膚に付くと皮膚熱傷や痛みのほかに吸収されて頭痛や耳鳴り等の症状を生じることがある¹³⁾。DBTL は眼を刺激し、眼に入ると発赤を生じる¹⁴⁾。ボランティアの手の甲に飽和溶液を単回塗布した試験では、DBTA、DBTL、DBTM、DBTO には刺激作用はなかったが、DBTC では化学熱傷の陽性反応がみられた¹⁵⁾。

② 中・長期毒性

ア) Wistar ラット雌雄各 10 匹を 1 群とし、0、0.005、0.015%の濃度で DBTC を餌に添加して 2 週間投与した結果、0.015%群の雄 2 匹、雌 4 匹が死亡し、0.005%以上の群の雌雄で体重増加の有意な抑制と胸腺及び脾臓、膝窩リンパ節の相対重量の有意な減少、0.015%群の雄で肝臓の相対重量の有意な増加を認めた。胸腺の萎縮は 0.005%以上の群の雌雄の全数にみられ、胆管周囲の炎症や線維化を伴った重度の胆管上皮細胞の増生は 0.015%群の雄 4 匹、雌 6 匹にみられた。最も著明な影響はリンパ器官におけるリンパ細胞の枯渇であり、特に胸腺の皮質で顕著で、0.015%群の皮質ではほぼ完全に枯渇した。しかし、雄マウス 10 匹を群として 0、0.005、0.015%の濃度で 4 週間混餌投与しても体重、胸腺及び脾臓、肝臓の相対重量に影響はなく、リンパ器官の重量にも影響はなかった^{16,17)}。

雄の Wistar(WAG)ラット 9~10 匹を 1 群とし、0、0.005、0.015%の濃度で DBTC を 6 週間混餌投与した結果、0.015%群で体重増加の有意な抑制を認め、他の Wistar (WAG×B) ラット(F₁)の尾の皮膚を移植したところ、0.015%群で同種移植拒絶反応の有意な遅延を認めた。また、雌の Wistar(WAG)ラット 7~8 匹を 1 群とし、0、0.005、0.015%の濃度で DBTC を 4 週間混餌投与し、最終投与の 5 日前にヒツジ赤血球を腹腔内投与して免疫性を与えた結果、0.005%以上の群で脾臓細胞数及び脾臓中の抗体産生細胞数の有意な減少、0.015%群で体重増加の有意な抑制、血清の血球凝集価の有意な減少を認めた。一方、雄の Swiss マウス 8~10 匹を 1 群として同様に処置した結果、ヒツジ赤血球に対する抗体反応に差はみられず、胸腺や脾臓、体重への影響もなかった¹⁸⁾。これらの結果から、ラットで LOEL を 0.005% (2.5 mg/kg/day)、マウスで NOAEL を 0.015% (20 mg/kg/day) 以上とする。

イ) Wistar ラット雌雄各 12 匹を 1 群とし、交尾前 2 週から交尾期間を通して 0、0.0005、0.003、0.02% (雄 0、0.3~0.4、1.9~2.3、10.4~13.0 mg/kg/day、雌 0、0.3~0.4、1.7~2.4、6.2~15.4 mg/kg/day) の濃度で DBTC を雄に 28 日間、雌はさらに妊娠、授乳期間を通して混餌投与した繁殖試験では、0.02%群の雄で試験期間を通して体重増加の有意な抑制を認め、0.003%群の雄でも 14~21 日に体重増加の有意な抑制がみられた^{19,20)}。なお、授乳期間終了後の 0.003%以上の群の雌にみられた胸腺重量の減少や組織変性について記載はあったが、雄の胸腺に関する報告がなかった。この結果から、雄で NOAEL を 0.0005% (0.3~0.4 mg/kg/day) とする。

ウ) CFE ラット雌雄各 16 匹を 1 群とし、0、0.001、0.002、0.004、0.008%の濃度で DBTC を 90 日間混餌投与した結果、一般状態に変化はなく、死亡もなかったが、0.008%群の雌で有

意な体重増加の抑制を認めた。0.008%群の雄でヘモグロビン濃度は有意に低かったが、赤血球数等の減少はなく、網赤血球数の増加もなかった。また、0.008%群の雄で腎臓の絶対重量に有意な減少を認めたが、相対重量には有意な変化はなかった²¹⁾。胸腺を含む主要臓器の組織に影響はなかったが、胸腺の重量については未測定であった。この結果から、著者らはNOELを0.004% (2 mg/kg/day) としている。

エ) Fischer 344 ラット雌雄各 50 匹を 1 群とし、0、0.00665、0.0133% (0、3.3、6.6 mg/kg/day) の濃度で DBTA を 78 週間混餌投与し、さらに 26 週間飼育した結果、一般状態に変化はなかったが、0.0133%群で雌雄の体重及び生存率は試験期間を通して低く、特に雄でその差は大きかった。しかし、主要臓器の組織に影響はなかった²²⁾。この結果から、NOAEL を 0.00665% (3.3 mg/kg/day) とする。

オ) B6C3F₁ マウス雌雄各 50 匹を 1 群とし、0、0.0076、0.0152% (0、9.9、19.8 mg/kg/day) の濃度で DBTA を 78 週間混餌投与し、さらに 14 週間飼育した結果、一般状態に変化はなかったが、0.0152%群の雄の体重は試験期間を通して低かった。0.0152%群の雌の体重も 60 週以降は低いままで推移したが、その原因として 45 週頃から始まった死亡率の増加による影響も考えられた。しかし、主要臓器の組織に影響はなかった²²⁾。この結果から、NOAEL を 0.0076% (9.9 mg/kg/day) とする。

カ) 雄ウサギ 4 匹を 1 群とし、0、4、7、12、20 mg/kg/day の DBTC を 6 週間 (6 日/週) 強制経口投与した結果、20 mg/kg/day 群で 12~18 日に 3 匹、12 mg/kg/day 群で 19~38 日に 2 匹、7 mg/kg/day 群で 17~24 日に 2 匹、4 mg/kg/day 群で 30 日に 1 匹が死亡し、7 mg/kg/day 以上の群の死亡例では 10~20%の体重減少がみられた。GPT は 7 mg/kg/day 以上の群で明らかな増加傾向を示し、LDH も中程度の増加傾向にあった²³⁾。

また、雄ウサギ 3 匹を 1 群とし、0、15、25、40 mg/kg/day の DBTL を 6 週間 (6 日/週) 強制経口投与した結果、40 mg/kg/day 群で 9~11 日に全数、25 mg/kg/day 群で 11~23 日に全数、15 mg/kg/day 群で 34 日に 1 匹が死亡し、25 mg/kg/day 以上の群で著明な体重減少がみられた。血清中のトリグリセライドは 15 mg/kg/day 以上の群で著明に増加し、リン脂質にもよく似た傾向がみられた²³⁾。この結果から、DBTC で LOAEL を 4 mg/kg/day、DBTL で LOAEL を 15 mg/kg/day とする。

キ) 欧州食品安全機関 (EFSA) はトリブチルスズ (TBT)、ジブチルスズ (DBT)、トリフェニルスズ (TPT)、ジオクチルスズ (DOT) の主要な毒性は免疫毒性であり、免疫毒性の作用機序と強さは類似していることから、これらを 1 群とした TDI の設定が可能であるとし、トリブチルスズオキシド (TBTO) を Wistar ラットに 2 年間混餌投与した試験から得られた NOAEL 0.025 mg/kg/day (血液学的・免疫学的パラメータの変化)^{24,25)}、Wistar ラットに 15~17 ヶ月間混餌投与した試験から得られた NOAEL 0.025 mg/kg/day (旋毛虫に対する抵抗性の低下)²⁶⁾ を不確実係数 100 で除した 0.00025 mg/kg/day (0.0001 mg Sn/kg/day) をグループ TDI としている²⁷⁾。

③ 生殖・発生毒性

ア) Wistar ラット雌 6 匹を 1 群とし、0、1.7、5、15 mg/kg/day の DBTA を妊娠 7 日から 17 日まで強制経口投与した結果、1.7 mg/kg/day 以上の群で胸腺重量及び脾臓重量の有意な減少、15 mg/kg/day 群で体重増加の有意な抑制を認めた。また、5 mg/kg/day 群の胎仔の 5.6%、15 mg/kg/day 群の胎仔の 17.9% に舌癒着や下唇裂などの奇形がみられたが、1.7 mg/kg/day 群の胎仔で外表系奇形の発生はなかった⁸⁾。この結果から、1.7 mg/kg/day を母ラットで LOAEL、胎仔で NOAEL とする。

イ) Wistar ラット雌 13~16 匹を 1 群とし、0、1.7、5、10、15 mg/kg/day の DBTA を妊娠 7 日から 17 日まで強制経口投与した結果、5 mg/kg/day 以上の群で胸腺重量の有意な減少、15 mg/kg/day 群で体重増加の有意な抑制を認め、15 mg/kg/day 群で生存胎仔が存在した母ラット数は有意に少なく、吸収胚の発生率は有意に高かった。胎仔では 10 mg/kg/day 以上の群で低体重、外表系奇形（舌癒着や下唇裂、無尾など）、骨格系奇形（下顎異常、肋骨や胸部椎弓の融合）の発生率に有意な増加を認め、骨格変異（頸肋、腰肋）の有意な発生率増加は 5 mg/kg/day 以上の群でみられた²⁸⁾。この結果から、母ラット及び胎仔で NOAEL を 1.7 mg/kg/day とする。

ウ) Wistar ラット雌 4~6 匹を 1 群とし、妊娠 7~9 日、妊娠 10~12 日、妊娠 13~15 日、妊娠 16~17 日のいずれかに、15 mg/kg/day の DBTA を強制経口投与し、妊娠 20 日に屠殺した結果、吸収胚の発生率は妊娠 7~9 日に投与した群で最も高く、妊娠 10~12 日の投与群では半減し、妊娠 13~15 日又は妊娠 16~17 日の投与群では更に低下した。また、妊娠 7~9 日に投与した群では胎仔の 32% に外表系奇形、50% に骨格系奇形を認めたが、他の投与群では奇形の発生はなかった²⁹⁾。

次に 7~8 匹を 1 群とし、30 mg/kg を妊娠 7、8、9 日のいずれかに強制経口投与した結果、妊娠 8 日投与群では胎仔の約 70% に外表系奇形、約 60% に骨格系奇形がみられ、妊娠 7 日投与群でも胎仔の約 5%、約 10% にそれぞれ奇形の発生があった。一方、頸肋の発生は妊娠 8 日投与群の胎仔の約 90%、妊娠 9 日投与群の胎仔の約 60%、妊娠 7 日投与群の胎仔の約 20% にみられた。なお、同様にして 15 mg/kg を投与した場合の奇形の発生は妊娠 8 日投与群に限られ、頸肋の発生は妊娠 7 日投与群にはなかった²⁹⁾。

さらに 9~10 匹を 1 群とし、0、5、7.2、10.5、15.2、22 mg/kg を妊娠 8 日に強制経口投与した結果、15.2 mg/kg/day 以上の群で頸肋、22 mg/kg/day 群で外表系奇形（下顎裂、下唇裂、舌裂、舌癒着、脳ヘルニア）、骨格系奇形（下顎異常、頭蓋発育不全、肋骨融合、頸部又は胸部の椎弓融合）の発生率が有意に増加した。しかし、妊娠 20 日に屠殺した母ラットの胸腺重量に影響はなく、吸収胚の発生率や生存胎仔数、胎仔の体重にも影響はなかったことから、妊娠 8 日に DBTA を経口投与すると、母ラットに影響が現れなくても催奇形性による影響が胎仔に及ぶと考えられた²⁹⁾。

エ) Wistar ラット雌 10 匹を 1 群とし、妊娠 8 日に 80 µmol/kg の DBTA、DBTC、DBTL、DBTM、DBTO、DBTL の主要な代謝物に相当するブチル(3-ヒドロキシブチル)スズジラウラート

(3-OHDBTL) を強制経口投与した結果、DBTO 群及び 3-OHDBTL 群で黄体数の有意な増加、DBTC 群で胎子の低体重を認めたが、着床数や吸収胚数、生存胎子数等に影響はなかった。3-OHDBTL 群を除く各群の胎子で外表系奇形、骨格系奇形の発生数は有意に増加し、3-OHDBTL 群でも投与量を 160 $\mu\text{mol/kg}$ に増量すると外表系及び骨格系奇形の発生数は有意に増加した。頸肋などの骨格変異の発生数はすべての群で有意に増加した。主な奇形は下顎裂、下唇裂、舌融合、舌裂、脳ヘルニア、下顎や肋骨、椎骨の異常であり、各群で共通していたことから、ジブチルスズ化合物の奇形発現はブチル基が関与していると考えられた。また、DBTL の代謝物である 3-OHDBTL の催奇形性は弱かったことから、DBTL の催奇形性の原因物質ではないと考えられた³⁰⁾。なお、これらのジブチルスズ化合物の 80 $\mu\text{mol/kg}$ は DBTA で 28 mg/kg、DBTC で 24 mg/kg、DBTL で 51 mg/kg、DBTM で 28 mg/kg、DBTO で 20 mg/kg、3-OHDBTL で 52 mg/kg に相当する。

オ) Wistar ラット雌 10~12 匹を 1 群とし、0、2.5、5、7.5、10 mg/kg/day の DBTC を妊娠 7 日から 15 日まで強制経口投与した結果、7.5 mg/kg/day 群の 5/12 匹、10 mg/kg/day 群の 9/12 匹が死亡し、7.5 mg/kg/day 以上の群で体重増加の有意な抑制と摂餌量の有意な減少を認めた。胎子では 5 mg/kg/day 以上の群で低体重、外表系奇形（主に下顎裂、舌癒着）、骨格系奇形（主に下顎骨の欠損、肋骨融合、胸部椎体又は椎弓の融合又は欠損）の発生数に有意な増加を認めた³¹⁾。この結果から、NOAEL を母ラットで 5 mg/kg/day、胎子で 2.5 mg/kg/day とする。

カ) Wistar ラット雌 19~25 匹を 1 群とし、0、1、2.5、5、10 mg/kg/day の DBTC を妊娠 6 日から 15 日まで強制経口投与した結果、10 mg/kg/day 群で体重増加の有意な抑制、摂餌量及び胸腺重量の有意な減少を認めたが、黄体数や着床数、吸収胚数、生存胎子の数や体重に影響はなかった。また、胎子の奇形は各群の 1/260、0/343、0/292、1/224、4/262 匹にみられたが、発生率に有意差はなく、各群で複数の胎子に共通した奇形の発生もなかった。このため、10 mg/kg/day 群でみられた奇形発生率のわずかな増加は催奇形性によるものでなく、母ラットに対する毒性による二次的影響と考えられた³²⁾。この結果から、著者らは NOAEL を母ラット及び胎子で 5 mg/kg/day としている。

キ) Wistar ラット雌雄各 12 匹を 1 群とし、交尾前 2 週から雄は交尾期間を通して 28 日間、雌はさらに妊娠、授乳期間を通して 0、0.0005、0.003、0.02% の濃度で DBTC を混餌投与した結果、0.02% 群の雌で交尾前、妊娠、授乳の各期で体重増加の有意な抑制を認め、0.003% 以上の群の雄でも体重増加の有意な抑制がみられた。雌では 0.003% 以上の群でリンパ球の枯渇を伴った胸腺の絶対及び相対重量の減少がみられ、0.02% 群で卵巣嚢胞の発生率は有意に高かった。また、0.02% 群で出産率や出生子数の低下、1 日及び 4 日生存率の低下と体重増加の抑制などに有意差を認めた^{19, 20)}。この結果から、NOAEL を 0.0005% (0.3~0.4 mg/kg/day) とするが、繁殖成績に関する NOAEL は 0.003% (1.7~2.4 mg/kg/day) であった。

ク) カニクイザル雌 10~12 匹を 1 群とし、0、2.5、3.8 mg/kg/day の DBTC を妊娠 20 日から妊娠 50 日まで強制経口投与した結果、2.5 mg/kg/day 以上の群で軟便や下痢の有意な増加と

体重増加の有意な抑制を認め、生存胎仔数は対照群の半分程度と少なかった (2.5 mg/kg/day 群で有意差あり)。しかし、生存胎仔の体重や頭臀長、尾長、性比等に影響はなく、外表系及び内臓系、骨格系の奇形発生もなく、内臓系及び骨格系の変異の発生数にも有意な増加はなかった。また、死亡胚にも奇形はなかった。さらに胎仔の胸腺を含む主要臓器の重量にも影響はなかった。このため、カニクイザルでは DBTC は胚致死作用を示すが、催奇形性は示さないと考えられた³³⁾。この結果から、母ザル及び胎仔で LOAEL を 2.5 mg/kg/day とする。

ケ) ラットに投与したトリブチルスズ (TBT) はジブチルスズ (DBT)、モノブチルスズ (MBT) に代謝される。ラットに投与した DBTC は TBTC よりも低い用量で初期胚の死亡 (着床阻害) を引き起こし、DBTC はマウスでも同様に初期胚の死亡を引き起こすが、MBTC を投与したラットで初期胚の死亡率増加はなかった。このため、DBTC 又はその代謝物が TBTC による胚死亡の原因物質である可能性が示唆された。また、TBTC の催奇形性の感受期は妊娠 13~15 日、DBTC では妊娠 7~8 日であり、発生毒性の強さや発現様式は TBTC と DBTC では異なっており、MBTC はブチルスズ化合物の発生毒性に関与していないと考えられる。DBTC は *in vitro* でも胚に形態異常を引き起こすことから、DBT の催奇形性は DBT そのものによることが示唆されている³⁴⁾。

④ ヒトへの影響

ア) ジブチルスズ化合物及びトリブチルスズ化合物を製造する工場の労働者にみられた皮膚の化学熱傷は、ほとんどの場合が DBTC か、TBTC のどちらかを取り扱っていた時にみられており、ほとんどが小さくて痛みもなく、比較的短期間で治癒していたが、時には手袋からの漏洩によって広範囲で重度の化学熱傷も発生しており、防護メガネの未着用時に飛沫を顔に浴びて結膜炎を生じることもあった。このため、ボランティアにジブチルスズ化合物 (5 物質) 又はトリブチルスズ化合物 (4 物質) を単回塗布して化学熱傷の反応を試験した結果、トリブチルスズ化合物では 4 物質すべてで陽性反応を認めたが、ジブチルスズ化合物の中では DBTC で陽性反応のみみられただけであった。なお、陽性反応のタイプはほぼ同じであった¹⁵⁾。

(3) 発がん性

① 主要な機関による発がんの可能性の分類

国際的に主要な機関での評価に基づく本物質の発がんの可能性の分類については、表 3.2 に示すとおりである。

表 3.2 主要な機関による発がんの可能性の分類

機 関 (年)		分 類
WHO	IARC	—
EU	EU	—
USA	EPA	—
	ACGIH (1995)	4 ヒトに対する発がん性物質として分類できない (有機スズ化合物として)
	NTP	—
日本	日本産業衛生学会	—
ドイツ	DFG (2007)	4 発がん性物質の可能性はあるが、遺伝子傷害性がないか、あってもわずかな寄与しかない物質 (ジブチルスズ化合物として)

② 発がん性の知見

○ 遺伝子傷害性に関する知見

in vitro 試験系では、DBTA は代謝活性化系 (S9) 添加の有無にかかわらずネズミチフス菌で遺伝子突然変異を誘発しなかったが³⁵⁾、S9 無添加のマウスリンパ腫細胞 (L5178Y) で遺伝子突然変異を誘発した³⁶⁾。チャイニーズハムスター卵巣細胞 (CHO) では S9 無添加で姉妹染色分体交換を誘発しなかったが、S9 添加では軽く誘発し、S9 添加の有無にかかわらず染色体異常を誘発した³⁶⁾。

DBTC は S9 無添加のネズミチフス菌³⁷⁾、チャイニーズハムスター卵巣細胞 (CHO)³⁸⁾ で遺伝子突然変異、大腸菌³⁹⁾ で SOS 修復、枯草菌³⁹⁾ で DNA 傷害を誘発し、チャイニーズハムスター肺細胞 (V79)⁴⁰⁾ で紡錘体形成を阻害した。

S9 添加の有無にかかわらず DBTM⁴¹⁾、DBTO⁴²⁾ はネズミチフス菌及び大腸菌で、DBTL³⁵⁾、ジブチルスズビス (ラウリルメルカプチド)³⁵⁾ はネズミチフス菌で遺伝子突然変異を誘発しなかった。

in vivo 試験系では、DBTA は混餌投与又は腹部注入したショウジョウバエで伴性致死突然変異を誘発しなかったが⁴³⁾、DBTC は強制経口投与したマウスの骨髄細胞で小核を誘発した⁴⁴⁾。

○ 実験動物に関する発がん性の知見

Fischer 344 ラット雌雄各 50 匹を 1 群とし、0、0.00665、0.0133% (0、3.3、6.6 mg/kg/day) の濃度で DBTA を 78 週間混餌投与し、さらに 26 週間飼育した結果、腫瘍の発生率に有意な増加はなく、精巣の間質細胞腫瘍では用量に依存した有意な減少傾向がみられ、0.00665% 以上の群で発生率は有意に低かった。なお、雌の子宮で腺癌が 0/19、3/49、0/28 匹に、子宮及び子宮頸部で間質性ポリープが 0/19、7/49、2/28 匹にみられたが、0.0133% 群では 17 匹の子宮組織を紛失して未検査であったため、子宮組織での腫瘍の発生を完全に否定はできなかった²²⁾。

B6C3F₁ マウス雌雄各 50 匹を 1 群とし、0、0.0076、0.0152% (0、9.9、19.8 mg/kg/day) の濃度で DBTA を 78 週間混餌投与し、さらに 14 週間飼育した結果、雌の 1/20、4/47、12/43

匹で肝細胞腺腫の発生を認め、その発生率には有意な増加傾向があったが、発生率の値は有意な増加と判定されるものではなかった。また、雄では肝細胞癌又は肝細胞腺腫が 2/19、11/49、15/49 匹にみられ、増加傾向が示唆されたが、発生率に有意差はなかった²²⁾。

Syrian golden ハムスター雌 19~20 匹を 1 群とし、ハムスターに膵臓腫瘍を発生させることが明らかな *N*-ニトロソビス(2-オキソプロピル)アミン (BOP) を 0、20 mg/kg の用量で皮下投与してイニシエートし、BOP 投与の 1 週間前又は 1 週間後に 0、30 mg/kg の DBTC を強制経口投与して 104 週間飼育した。その結果、BOP 投与前に DBTC 投与 (DBTC-BOP 群)、BOP 投与後に DBTC 投与 (BOP-DBTC 群)、BOP のみ投与 (BOP 群)、DBTC のみ投与 (DBTC 群) の各群で 12/19、1/20、11/19、0/20 匹に膵臓の腺癌を認め、DBTC-BOP 群及び BOP 群での発生率は有意に高く、BOP-DBTC 群では BOP による腺癌の発生が有意に抑制された。また、各群の 2/19、3/20、9/19、0/20 匹の肺で腺腫がみられたが、BOP 群に比べて DBTC-BOP 群の発生率は有意に低かった⁴⁵⁾。

また、Syrian golden ハムスター雌 22~29 匹を 1 群とし、0、10 mg/kg の BOP を週 1 回の頻度で 5 週間皮下投与してイニシエートし、BOP 初回投与の 1 週間前又は BOP 最終投与の 1 週間後に 0、30 mg/kg の DBTC を強制経口投与して 25 週間飼育した。その結果、DBTC-BOP 群、BOP-DBTC 群、BOP 群、DBTC 群の膵臓で 11/22、20/28、24/29、0/23 匹に腺癌を認め、その発生数は 1 匹当たり 0.6、1.4、1.8、0 であり、DBTC-BOP 群では発生率、発生数ともに有意に抑制されていた。一方、肺の腺腫は 18/22、18/28、23/29、0/23 匹にみられ、発生率には BOP 投与の有無による差はなかった⁴⁶⁾。

このように BOP でイニシエートしたハムスターでは、DBTC 投与による発がん (膵臓腫瘍) の抑制効果がみられたが、効果を認めた DBTC の投与時期は BOP 投与の前、後と相反しており、一見矛盾していた。しかし、これらの試験では BOP によるイニシエート期間が異なっており、5 週間にわたるイニシエートの場合には予め投与しておいた DBTC が作用したことによると考えられた。また、抑制効果のメカニズムは不明であるが、DBTC による総胆管の傷害が BOP の発がん作用を軽減したものと考えられた⁴⁶⁾。

○ ヒトに関する発がん性の知見

ヒトでの発がん性に関して、知見は得られなかった。

(4) 健康リスクの評価

① 評価に用いる指標の設定

非発がん影響については一般毒性及び生殖・発生毒性等に関する知見が得られているが、発がん性については十分な知見が得られず、ヒトに対する発がん性の有無については判断できない。このため、閾値の存在を前提とする有害性について、非発がん影響に関する知見に基づき無毒性量等を設定することとする。

経口曝露については、中・長期毒性ア) に示した DBTC 投与ラットの知見から得られた LOAEL 2.5 mg/kg/day (免疫系への影響) を慢性曝露への補正が必要なことから 10 で除し、さらに LOAEL であるために 10 で除した 0.025 mg/kg/day が信頼性のある最も低用量の知見と

判断し、これを曝露評価値にあわせて DBT に換算した 0.019 mg/kg/day を無毒性量等に設定する。

吸入曝露については、無毒性量等の設定ができなかった。

② 健康リスクの初期評価結果

表 3.3 経口曝露による健康リスク (DBT 換算値による MOE の算定)

曝露経路・媒体		平均曝露量	予測最大曝露量	無毒性量等		MOE
経口	飲料水	—	—	0.019 mg/kg/day	ラット	—
	公共用水域・淡水	0.000052 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 未満程度	0.00016 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 程度			12,000

経口曝露については、公共用水域・淡水を摂取すると仮定した場合、平均曝露量は 0.000052 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 未満程度、予測最大曝露量は 0.00016 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 程度であった。無毒性量等 0.019 mg/kg/day と予測最大曝露量から、動物実験結果より設定された知見であるために 10 で除して求めた MOE (Margin of Exposure) は 12,000 となる。また、化管法に基づく平成 27 年度の公共用水域・淡水への届出排出量 (有機スズ化合物) をもとに推定した高排出事業所の排出先河川中濃度から算出した最大曝露量は 0.00056 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ であったが、参考としてこれから算出した MOE は 3,400 となる。なお、食物からの曝露量については把握されていないが、魚介類と公共用水域・淡水を摂取すると仮定した場合の曝露量 0.0076 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ から、参考として MOE を算出すると 250 となる。

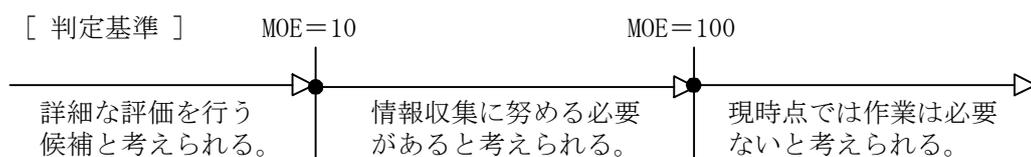
従って、本物質の経口曝露については、現時点では作業は必要ないと考えられる。

表 3.4 吸入曝露による健康リスク (DBT 換算値による MOE の算定)

曝露経路・媒体		平均曝露濃度	予測最大曝露濃度	無毒性量等		MOE
吸入	環境大気	0.0038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満程度	0.0038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満程度	—		—
	室内空気	—	—			—

吸入曝露については、無毒性量等が設定できず、健康リスクの判定はできなかった。

なお、吸収率を 100% と仮定し、経口曝露の無毒性量等を吸入曝露の無毒性量等に換算すると 0.063 mg/m³ となるが、参考としてこれと予測最大曝露濃度 0.0038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満程度から、動物実験結果より設定された知見であるために 10 で除して算出した MOE は 1,700 超となる。また、化管法に基づく平成 27 年度の大気への届出排出量 (有機スズ化合物) をもとに推定した高排出事業所近傍の大気中濃度 (年平均値) の最大値 0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から算出した MOE は 630 となる。このため、本物質の一般環境大気からの吸入曝露による健康リスクの評価に向けて吸入曝露の情報収集等を行う必要性は低いと考えられる。



4. 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、魚類及びその他の生物）ごとに整理すると表 4.1 のとおりとなった。毒性値はジブチルスズ (DBT) 当たりに換算した。

表 4.1 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 DBT/L]	生物名	生物分類 ／和名	エンドポイント ／影響内容	曝露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.	被験物質
藻類	○		0.059	<i>Tetraselmis</i> sp.	緑藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	4	D	C	1)-20534	DBTC
	○		0.062	<i>Tetradesmus obliquus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	4	D	C	1)-20534	DBTC
	○		23	<i>Skeletonema costatum</i>	珪藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	3	B	B	1)-11353	DBTA
	○		31	<i>Skeletonema costatum</i>	珪藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	3	B	B	1)-11353	DBTC
	○		38~77*1	<i>Tetradesmus obliquus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (RATE)	4	B	B	1)-4026	DBTC
		○	69.2	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	NOEC GRO (AUG)	3	B	B	4)-1	DBT (EHTG)*2
	○		84.2	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	珪藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	3	B	B	1)-11353	DBTA
	○		139	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	珪藻類	EC ₅₀ GRO (FCC)	3	B	B	1)-11353	DBTC
	○		204	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO(AUG)	3	B	B	4)-1	DBT (EHTG)*2
		○	≥235	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	NOEC GRO	3	B	B	4)-2	DBT (EHTG)
	○	>235	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (RATE)	3	B	B	4)-2	DBT (EHTG)	
甲殻類	○		2.2	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	3)-1	ジブチルビス (2,4-ペンタン ジオナト)スズ
		○	12	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	B	B	4)-3	DBTC*3
	○		13	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	4)-4	DBT (EHTG)*2
		○	36	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	B	B	4)-5	DBT (EHTG)

生物群	急性	慢性	毒性値 [µg DBT/L]	生物名	生物分類 /和名	エンドポイント /影響内容	曝露期間 [日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.	被験物質
甲殻類	○		141	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	4)-6	DBTM
	○		243	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ MOR	1	D	C	2)- 2009102	DBTL
	○		690	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	1	B	C	1)-12391	DBTC
魚類		○	31	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス (前期仔魚)	NOEC MOR / GRO	110	C	C	1)-5674	DBTC
		○	345	<i>Cyprinodon variegatus</i>	キプリノドン属 (胚)	NOEC GRO (F0世代)	30	B	B	4)-7	DBTC*4
		○	345	<i>Cyprinodon variegatus</i>	キプリノドン属 (胚)	NOEC MOR (F1世代)	~191	B	B	4)-7	DBTC*4
	○		460	<i>Leuciscus idus</i>	コイ科	LC ₅₀ MOR	2	D	C	2)- 2009102	DBTC
	○		753	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-18537	DBTL
	○		785	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-18537	DBTO
			1,380	<i>Poecilia reticulata</i>	グッピー (3~4週齢)	NOEC MOR	1ヶ月	A	—	1)-12607	DBTC
	○		2,500	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-18537	DBTA
	○		4,450	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-18537	DBTC
	○		8,800	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	B	B	1)-18537	DBTM
その他		○	2.0	<i>Mytilus edulis</i>	イガイ属	NOEC GRO	33	C	C	1)-6982	DBTC

急性/慢性：○印は該当する毒性値

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
—：採用の可能性は判断しない

エンドポイント

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

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

毒性値の算出方法

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

FCC (Final Cell Concentration [or Counts]) : 試験終了時の藻類の細胞密度 (又は細胞数) より求める方法

RATE : 生長速度より求める方法 (速度法)

- *1 文献 1)-4026 に基づき再計算した値
- *2 被験物質はジブチルスズビス (メルカプト酢酸 2-エチルヘキシル) 及びブチルスズトリス (メルカプト酢酸 2-エチルヘキシル) が 65 : 35%の混合物
- *3 被験物質の純度は 89.0%ジブチル二塩化スズ、0.12%トリブチル塩化スズ、0.21%モノブチル三塩化スズ
- *4 被験物質の純度は 99.84%ジブチル二塩化スズ、0.087%トリブチル塩化スズ、0.077%モノブチル三塩化スズ

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通りである。

1) 藻類

Walsh ら¹⁾⁻¹¹³⁵³は、珪藻類 *Skeletonema costatum* の生長阻害試験を実施した。被験物質にはジブチルスズジアセテート (DBTA) が用いられ、設定試験濃度区は対照区、助剤対照区及び5濃度区であった。試験溶液の調製には、助剤としてアセトン 0.02%が用いられた。試験終了時の藻類細胞密度より求める方法による72時間半数影響濃度 (EC₅₀) は、設定濃度に基づき 23 µg DBT/L であった。

また、欧州 EEC の試験方法 (Directive 87/302/EEC, part C, p89 "Algal Inhibition Test") に準拠し、緑藻類 *Desmodesmus subspicatus* (旧名 *Scenedesmus subspicatus*) の生長阻害試験が GLP 試験として実施された⁴⁾⁻¹。被験物質にはジブチルスズビス (メルカプト酢酸 2-エチルヘキシル) (DBT(EHTG)) が用いられ、設定試験濃度は 0 (対照区)、0.123、0.37、1.1、3.3、10 mg/L であった。被験物質の実測濃度 (対照区を除く) は、試験終了時に 0.19、0.29、0.63、1.1、2.5 mg/L であり、毒性値の算出には試験終了時の実測濃度が用いられた。面積法による72時間無影響濃度 (NOEC) は、69.2 µg DBT/L であった。

2) 甲殻類

OECD テストガイドライン No.202 (1984) に準拠して、オオミジンコ *Daphnia magna* の急性遊泳阻害試験が実施された³⁾⁻¹。試験は止水式で行われ、被験物質にはジブチルビス (2,4-ペンタンジオナト) スズが用いられた。設定試験濃度は 0 (対照区)、0.00032、0.00056、0.0010、0.0018、0.0032、0.0056、0.010、0.018、0.032 mg/L (公比 1.8) であった。試験用水には硬度 250 mg/L (CaCO₃ 換算) の再調整水が用いられた。48時間半数影響濃度 (EC₅₀) は、設定濃度に基づき 2.2 µg DBT/L であった。

また、米国 EPA の試験方法 (EPA 540/9-86-141) に準拠し、オオミジンコ *Daphnia magna* の繁殖試験が GLP 試験として実施された⁴⁾⁻³。試験は半止水式 (週3回換水) で行われ、被験物質にはジブチル二塩化スズ (DBTC) が用いられた。設定試験濃度は 0 (対照区、助剤対照区)、7.5、15、30、60、120 µg/L であった。試験溶液の調製には、試験用水として混合硬水 (硬度 168~180 mg/L、CaCO₃ 換算) が、助剤としてアセトンが用いられた。被験物質の実測濃度はスズ当りで設定濃度の 80%超にはならず、0日目及び21日目には対照区と助剤対照区でジブチル二塩化スズが検出された。繁殖阻害に関する21日間無影響濃度 (NOEC) は、設定濃度に基づき

12 µg DBT/L であった。

3) 魚 類

Nagase ら¹⁾⁻¹⁸⁵³⁷ は OECD テストガイドライン No. 203 (1982) に準拠し、メダカ *Oryzias latipes* の急性毒性試験を実施した。試験は半止水式 (24 時間毎換水) で行なわれ、被験物質にはジブチルスズジラウラート (DBTL) が用いられた。設定試験濃度区は少なくとも 5 濃度区 (公比 1.8 未満) であった。試験溶液の調製には、試験用水として脱塩素水道水が、助剤としてジメチルスルホキシド (DMSO) と界面活性作用のある硬化ひまし油 (HCO-40) を 4 : 1 の割合で混合したものが用いられた。48 時間半数致死濃度 (LC₅₀) は 753 µg DBT/L であった。

米国 EPA の試験方法 (EPA 660/9-78-010) に準拠し、キプリノドン属 *Cyprinodon variegatus* の胚を用いた魚類ライフサイクル試験が GLP 試験として実施された⁴⁾⁻⁷。試験は流水式 (14 倍容量換水/時間) で行われ、被験物質にはジブチル二塩化スズ (DBTC) が用いられた。設定試験濃度は 0 (対照区)、47、94、187.5、375、750 µg Sn/L であった。試験用水には塩分濃度 15±1‰ に調整した汽水が用いられた。被験物質の実測濃度は、検出下限値未満 (対照区)、82.6、146、231、452、768 µg Sn/L であり、毒性値の算出には実測濃度が用いられた。F0 世代の成長阻害に関する 30 日間無影響濃度 (NOEC) 及び F1 世代の胚の死亡に関する 191 日後までの無影響濃度 (NOEC) は 345 µg DBT/L 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。値はジブチルスズ(DBT) 当たりに換算したものである。

急性毒性値

藻 類	<i>Skeletonema costatum</i>	72 時間 EC ₅₀ (生長阻害)	23 µg/L
甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	48 時間 EC ₅₀ (遊泳阻害)	2.2 µg/L
魚 類	<i>Oryzias latipes</i>	48 時間 LC ₅₀	753 µg/L

アセスメント係数 : 100 [3 生物群 (藻類、甲殻類及び魚類) 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、最も小さい値 (甲殻類の 2.2 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 0.022 µg/L が得られた。

慢性毒性値

藻 類	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	72 時間 NOEC (生長阻害)	69.2 µg/L
甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	21 日間 NOEC (繁殖阻害)	12 µg/L
魚 類	<i>Cyprinodon variegates</i>	30 日間 NOEC (F0 世代の成長阻害) / ~191 日間 NOEC (F1 世代の胚の死亡)	345 µg/L

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、最も小さい値（甲殻類の 12 $\mu\text{g/L}$ ）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 1.2 $\mu\text{g/L}$ が得られた。

本物質の PNEC としては甲殻類の急性毒性値から得られた 0.022 $\mu\text{g/L}$ を採用する。

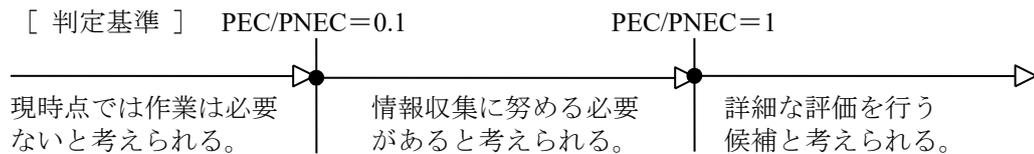
(3) 生態リスクの初期評価結果

表 4.2 生態リスクの初期評価結果 (DBT 換算値)

水質	平均濃度	最大濃度 (PEC)	PNEC	PEC/ PNEC 比
公共用水域・淡水	0.0013 $\mu\text{g/L}$ 未満程度(2015)	0.004 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)	0.022 $\mu\text{g/L}$	0.18
公共用水域・海水	0.0014 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)	0.12 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2015)		5

注：1) 環境中濃度の () 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における濃度は、平均濃度で見ると淡水域で 0.0013 $\mu\text{g/L}$ 未満程度、海水域では 0.0014 $\mu\text{g/L}$ 程度であった。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 0.004 $\mu\text{g/L}$ 程度、海水域では 0.12 $\mu\text{g/L}$ 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 0.18、海水域では 5 となるため、本物質は詳細な評価を行う候補と考えられる。

PEC が淡水域と海水域で大きく異なっていることから、今後は水域別（淡水域と海水域等）評価の実施等の検討を進める必要があると考えられる。

5. 引用文献等

(1) 物質に関する基本的事項

- 1) 環境省(2012) : 化学物質ファクトシート -2012 年度版-,
(<http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html>).
- 2) OECD High Production Volume Chemicals Program (2006) : SIDS Initial Assessment Report, Dibutyltin dichloride and selected thioesters and catalysts.
- 3) 化学工業日報社(2017) : 16817 の化学商品.
- 4) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutylbis (pentane-2,4-dionato-O,O')tin,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 5) WHO (2003) : Concise International Chemical Assessment Document 73, MONO-AND DISUBSTITUTED METHYLTIN , BUTYLTIN , AND OCTYLTIN COMPOUNDS.
- 6) Haynes.W.M.ed. (2013) : CRC Handbook of Chemistry and Physics on DVD, (Version 2013), CRC Press.
- 7) O'Neil, M.J. ed. (2013) : The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 15th Edition, The Royal Society of Chemistry.
- 8) Sidney L. Phillips (1997) : Properties of Inorganic Compounds: Version 2.0,Boca Raton, CRC Press. (CD-ROM).
- 9) Hansch, C. et al. (1995) : Exploring QSAR Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants, Washington DC, ACS Professional Reference Book: 5.
- 10) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutyltin dilaurate,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 11) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutyltin maleate,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 12) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutyltin di(acetate),
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 13) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, 2-ethylhexyl 4,4-dibutyl-10-ethyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 14) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutylbis(dodecylthio)stannane,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 15) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutoxydibutylstannane,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 16) ジブチル錫ビス脂肪酸モノカルボン酸塩 (ジブチル錫ジラウレート) (試料 NO.K-292) の分解度試験報告書. 化審法データベース(J-CHECK).
- 17) ジブチルスズオキサイド (試料 NO. K-293) の分解度試験報告書. 化審法データベース (J-CHECK).

- 18) European Chemicals Agency : Information on Registered substances, Dibutyl oxide,
(<https://www.echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/>, 2017.10.06 現在).
- 19) Taizo Tsuda et al.(1988) : BIOCONCENTRATION AND METABOLISM OF BUTYLTIN COMPOUNDS IN CARP. Wat.Res.22(5):647-651.
- 20) 通産省公報 (1985.12.28) .
- 21) ジブチルジヒドロキシスズ (ジブチル錫ジラウレート (被験物質 NO.K-292) の水中変化物) のコイによる濃縮度試験. 化審法データベース(J-CHECK).
- 22) ジブチルスズオキサイド (試料 NO. K-293) の濃縮度試験報告書. 化審法データベース (J-CHECK).
- 23) 経済産業省 : 化学物質の製造輸入数量
(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/information/volume_index.html, 2017.06.15 現在).
- 24) 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, 2005.10.02 現在). ; 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, 2007.04.06 現在) ; 経済産業省(2009) : 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査 (平成 19 年度実績) の確報値,
(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/kakuhou19.html, 2009.12.28 現在).
- 25) 化学工業日報社(2008) : 15308 の化学商品 ; 化学工業日報社(2009) : 15509 の化学商品 ; 化学工業日報社(2010) : 15710 の化学商品 ; 化学工業日報社(2011) : 15911 の化学商品 ; 化学工業日報社(2012) : 16112 の化学商品 ; 化学工業日報社(2013) : 16313 の化学商品 ; 化学工業日報社(2014) : 16514 の化学商品 ; 化学工業日報社(2015) : 16615 の化学商品. ; 化学工業日報社(2016) : 16716 の化学商品 ; 化学工業日報社(2017) : 16817 の化学商品.
- 26) 薬事・食品衛生審議会薬事分科会化学物質安全対策部会 PRTR 対象物質調査会、化学物質審議会管理部会、中央環境審議会環境保健部会 PRTR 対象物質等専門委員会合同会合 (第 4 回)(2008) : 参考資料 1 現行化管法対象物質の有害性・暴露情報,
(<http://www.env.go.jp/council/05hoken/y056-04.html>, 2008.11.06 現在).
- 27) 化学工業日報社(2013) : 2014 年版 新化学インデックス. : 305.
- 28) 化学工業日報社 (2017) : 実務者のための化学物質等法規制便覧 2017 年版.
- 29) Peter M. Stang, Richard F. Lee, and Peter F. Seiigmans (1992) : Evidence for Rapid, onbiological Degradation of Tributyltin Compounds in Autoclaved and Heat-Treated Fine-Grained Sediments. Environmental science & technology. 26(7):1382-1387.

(2) 曝露評価

- 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 (2017) : 平成 27 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) 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 (2017) : 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.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/h27kohyo/shukeikekka_csv.html, 2017.03.03 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 (2017) : 平成 27 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法の詳細.
(<https://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/todokedegaiH27/syosai.html>, 2017.03.03 現在).
- 4) 環境省水・大気環境局水環境課 (2011) : 平成 22 年度 要調査項目等存在状況調査結果.
- 5) 環境省環境保健部環境安全課 (2016) : 平成 27 年度化学物質環境実態調査.
- 6) 環境省環境保健部環境安全課 (2007) : 平成 17 年度化学物質環境実態調査結果.
- 7) 環境省水環境部水環境管理課 (2003) : 平成 13 年度要調査項目測定結果.
- 8) 環境省環境保健部環境安全課 (2001) : 平成 11 年度化学物質環境汚染実態調査.
- 9) Ryo Kurihara, Ramaswamy Babu Rajendran, Hiroaki Tao, Itsuaki Yamamoto, Shinya Hashimoto (2007) : Analysis of Organotins in Seawater of the Southern Ocean and Suruga Bay, Japan, by Gas Chromatography/Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 26(4):647-654.
- 10) Toshimitsu Onduka, Kumiko Kono, Hideki Ichihashi, Hiroyuki Tanaka (2008) : Distribution of Organotin Compounds in Seawaters and Sediments in Hiroshima Bay, Japan. *Journal of Environmental Chemistry*. 18(1):9-17.
- 11) Babu Rajendran Ramaswamy, Hiroaki Tao, Masashi Hojo (2004) : Contamination and Biomethylation of Organotin Compounds in Pearl/Fish Culture Areas in Japan. *Analytical Sciences*. 20:45-53.
- 12) 環境省環境保健部環境安全課 (2005) : 平成 15 年度化学物質環境実態調査.
- 13) 環境庁環境保健部保健調査室 (1992) : 平成 3 年度化学物質環境汚染実態調査.
- 14) 厚生労働省 (2017) : 平成 27 年国民健康・栄養調査報告.
- 15) 経済産業省 (2017) : 経済産業省－低煙源工場拡散モデル (Ministry of Economy, Trade and Industry - Low rise Industrial Source dispersion Model) METI-LIS モデル ver.3.3.1.
- 16) WHO (2003) : Concise International Chemical Assessment Document 73, MONO-AND DISUBSTITUTED METHYLTIN, BUTYLTIN, AND OCTYLTIN COMPOUNDS.
- 17) 大和芳宏 (2003) : ガラス容器の科学、日本包装学会.
- 18) 環境省 : 意見交換会事例集
(<http://www.env.go.jp/chemi/communication/taiwa/jisseki/jirei.html>, 2017.12.14 現在).
- 19) 鈴木規之ら(2003) : 環境動態モデル用河道構造データベース. 国立環境研究所研究報告 第 179 号 R-179 (CD)-2003.

(3) 健康リスクの初期評価

- 1) Kimmel EC, Fish RH, Casida JE. (1977): Bioorganotin chemistry. Metabolism of organotin compounds in microsomal monooxygenase systems and in mammals. *J Agric Food Chem*. 25: 1-9.

- 2) Iwai H, Wada O, Arakawa Y. (1981): Determination of tri-, di-, and monobutyltin and inorganic tin in biological materials and some aspects of their metabolism in rats. *J Anal Toxicol.* 5: 300-306.
- 3) Matsuda R, Suzuki T, Saito Y. (1993): Metabolism of tri-*n*-butyltin chloride in male rats. *J Agric Food Chem.* 41: 489-495.
- 4) Wetterwald P. (2005): Comments on ECB classification proposal for organotins. ECBI/25/05 Add. 2.
- 5) Ueno S, Susa N, Furukawa Y, Sugiyama M. (1994): Comparison of hepatotoxicity caused by mono-, di- and tributyltin compounds in mice. *Arch Toxicol.* 69: 30-34.
- 6) 大平修二, 松井寿夫(1993): ジフェニルおよびジブチル錫化合物 1 回経口投与ラットでの有機錫化合物の代謝. *産業医学.* 35: 42-43.
- 7) Noda T, Morita S, Baba A.(1994): Enhanced teratogenic activity of di-*n*-butyltin diacetate by carbon tetrachloride pretreatment in rats. *Food Chem Toxicol.* 32: 321-327.
- 8) 仲村智子, 野田勉, 斉藤穰, 森田茂 (1993): 妊娠ラットに投与したジブチルスズジアセテートの胎児移行の有無について. *衛生化学.* 39: 219-225.
- 9) Risk & Policy Analysts Limited (2005): Risk assessment studies on targeted consumer applications of certain organotin compounds. Final report prepared for the European Commission.
- 10) Arakawa Y, Wada O, Manabe M. (1983): Extraction and fluorometric determination of organotin compounds with Morin. *Anal Chem.* 55: 1901-1904.
- 11) Ishizaka T, Suzuki T, Saito Y. (1989): Metabolism of dibutyltin dichloride in male rats. *J Agric Food Chem.* 37: 1096-1101.
- 12) US National Institute for Occupational Safety and Health, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS) Database.
- 13) IPCS (1994): International Chemical Safety Cards. 0256. Di-*n*-butyltin oxide.
- 14) IPCS (1995): International Chemical Safety Cards. 1171. Dibutyltin dilaurate.
- 15) Lyle WH. (1958): Lesions of the skin in process workers caused by contact with butyl tin compounds. *Br J Ind Med.* 15: 193-196.
- 16) Seinen W, Vos JG, van Spanje I, Snoek M, Brands R, Hooykaas H.(1977): Toxicity of organotin compounds. II. Comparative *in vivo* and *in vitro* studies with various organotin and organolead compounds in different animal species with special emphasis on lymphocyte cytotoxicity. *Toxicol Appl Pharmacol.* 42: 197-212.
- 17) Penninks AH, Seinen W.(1982): Comparative toxicity of alkyltin and estertin stabilizers. *Food Chem Toxicol.* 20: 909-916.
- 18) Seinen W,Vos JG, van Krieken R, Penninks A, Brands R, Hooykaas H. (1977): Toxicity of organotin compounds. III. Suppression of thymus-dependent immunity in rats by di-*n*-butyltindichloride and di-*n*-octyltindichloride. *Toxicol Appl Pharmacol.* 42: 213-224.
- 19) Waalkens-Berendsen DH. (2003): Dibutyldichlorostannane (CAS # 683-18-1): Reproduction/developmental toxicity screening test in rats. TNO Report V4906. Cited in: Parametrix Inc. (2008): SIDS Dossier. dibutyltin dichloride.
- 20) Parametrix Inc. (2003): Oral dietary reproductive and developmental toxicity screening in rats. EPA 8EHQ-1003-15431 A.

- 21) Gaunt IF, Colley J, Grasso P, Creasey M, Gangolli SD. (1968): Acute and short-term toxicity studies on di-*n*-butyltin dichloride in rats. *Food Cosmet Toxicol.* 6: 599-608.
- 22) NCI (1979): Bioassay of dibutyltin diacetate for possible carcinogenicity (CAS No. 1067-33-0). TR-183.
- 23) 田中成美(1980): ラウリン酸 2 ブチル錫, 2 塩化 2 ブチル錫及び 2 塩化 2 メチル錫の家兎血清酵素及び脂質に対する作用に関する実験的研究. *東医大誌.* 38: 607-624.
- 24) Wester PW, Krajnc EI, van Leeuwen FXR, Loeber JG, van der Heijden CA, Vaessen HAMG, Helleman PW. (1988): Two year feeding study in rats with bis(tri-*n*-butyltin)oxide (TBTO). NTIS/OTS0571285.
- 25) Wester PW, Krajnc EI, van Leeuwen FX, Loeber JG, van der Heijden CA, Vaessen HA, Helleman PW. (1990): Chronic toxicity and carcinogenicity of bis(tri-*n*-butyltin)oxide (TBTO) in the rat. *Food Chem Toxicol.* 28: 179-196.
- 26) Vos JG, De Klerk A, Krajnc EI, Van Loveren H, Rozing J. (1990): Immunotoxicity of bis(tri-*n*-butyltin)oxide in the rat: effects on thymus-dependent immunity and on nonspecific resistance following long-term exposure in young versus aged rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 105: 144-155.
- 27) EFSA (2004): Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. *EFSA Journal.* 102: 1-119.
- 28) Noda T, Yamano T, Shimizu M, Saitoh M, Nakamura T, Yamada A, Morita S. (1992): Comparative teratogenicity of di-*n*-butyltin diacetate with *n*-butyltin trichloride in rats. *Arch Environ Contam Toxicol.* 23: 216-222.
- 29) Noda T, Nakamura T, Shimizu M, Yamano T, Morita S. (1992): Critical gestational day of teratogenesis by di-*n*-butyltin diacetate in rats. *Bull Environ Contam Toxicol.* 49: 715-722.
- 30) Noda T, Morita S, Baba A. (1993): Teratogenic effects of various di-*n*-butyltins with different anions and butyl(3-hydroxybutyl)tin dilaurate in rats. *Toxicology.* 85: 149-160.
- 31) Ema M, Itami T, Kawasaki H. (1991): Teratogenicity of di-*n*-butyltin dichloride in rats. *Toxicol Lett.* 58: 347-356.
- 32) Farr CH, Reinisch K, Holson JF, Neubert D. (2001): Potential teratogenicity of di-*n*-butyltin dichloride and other dibutyltin compounds. *Teratog Carcinog Mutagen.* 21: 405-415.
- 33) Ema M, Fukunishi K, Matsumoto M, Hirose A, Kamata E, Ihara T. (2007): Developmental toxicity of dibutyltin dichloride in cynomolgus monkeys. *Reprod Toxicol.* 23: 12-19.
- 34) 江馬眞 (2007): 有機スズ化合物の生殖発生毒性. *国立衛研報.* 125: 35-50.
- 35) Zeiger E, Anderson B, Haworth S, Lawlor T, Mortelmans K, Speck W. (1987): *Salmonella* mutagenicity tests: III. Results from the testing of 255 chemicals. *Environ Mutagen.* 9(Suppl. 9): 1-110.
- 36) NTP database search result for 1067-33-0.
(https://manticore.niehs.nih.gov/cebssearch/test_article/1067-33-0, 2017.12.14 現在)
- 37) Hamasaki T, Sato T, Nagase H, Kito H. (1993): The mutagenicity of organotin compounds as environmental pollutants. *Mutat Res.* 300: 265-271.

- 38) Li AP, Dahl AR, Hill JO. (1982): *In vitro* cytotoxicity and genotoxicity of dibutyltin dichloride and dibutylgermanium dichloride. *Toxicol Appl Pharmacol.* 64: 482-485.
- 39) Hamasaki T, Sato T, Nagase H, Kito H. (1992): The genotoxicity of organotin compounds in SOS chromotest and rec-assay. *Mutat Res.* 280: 195-203.
- 40) Jensen KG, Onfelt A, Wallin M, Lidums V, Andersen O. (1991): Effects of organotin compounds on mitosis, spindle structure, toxicity and *in vitro* microtubule assembly. *Mutagenesis.* 6: 409-416.
- 41) Krul CAM. (2002): Bacterial reverse mutation test with 2,2-dibutyl-1,3,2-dioxastannepin -4,7-dione (dibutyltin maleate). TNO Report V4405/04. Cited in: Parametrix Inc. (2008): SIDS Dossier. dibutyltin maleate.
- 42) Krul CAM. (2002): Bacterial reverse mutation test with dibutyloxostannane. TNO Report V4405/03. Cited in: Parametrix Inc. (2008): SIDS Dossier. dibutyltin oxide.
- 43) Woodruff RC, Mason JM, Valencia R, Zimmering S. (1985): Chemical mutagenesis testing in *Drosophila*. V. Results of 53 coded compounds tested for the National Toxicology Program. *Environ Mutagen.* 7: 677-702.
- 44) Life Science Research Limited (1991): Dibutyl tin chloride; Assessment of clastogenic action on bone marrow erythrocytes in the micronucleus test. Final report. NTIS/OTS0529932.
- 45) Takahashi M, Furukawa F, Kokubo T, Kurata Y, Hayashi Y. (1983): Effect of dibutyltin dichloride on incidence of pancreatic adenocarcinoma induced in hamsters by a single dose of *N*-nitrosobis(2-oxopropyl)amine. *Cancer Lett.* 20: 271-276.
- 46) Jang JJ, Takahashi M, Furukawa F, Toyoda K, Hasegawa R, Sato H, Hayashi Y. (1986): Inhibitory effect of dibutyltin dichloride on pancreatic adenocarcinoma development by *N*-nitrosobis(2-oxopropyl)amine in the Syrian hamster. *Jpn J Cancer Res. (Gann).* 77: 1091-1094.

(4) 生態リスクの初期評価

1) U.S.EPA 「ECOTOX」

- 4026 : Huang, G., Z. Bai, S. Dai, and Q. Xie (1993): Accumulation and Toxic Effect of Organometallic Compounds on Algae. *Appl.Organomet.Chem.* 7(6):373-380.
- 5674 : De Vries, H., A.H. Penninks, N.J. Snoeij, and W. Seinen (1991): Comparative Toxicity of Organotin Compounds to Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Yolk Sac Fry. *Sci.Total Environ.* 103(2/3):229-243.
- 6982 : Lapota, D., D.E. Rosenberger, M.F. Platter-Rieger, and P.F. Seligman (1993): Growth and Survival of *Mytilus edulis* Larvae Exposed to Low Levels of Dibutyltin and Tributyltin. *Mar.Biol.* 115:413-419.
- 11353 : Walsh, G.E., L.L. McLaughlan, E.M. Lores, M.K. Louie, and C.H. Deans (1985): Effects of Organotins on Growth and Survival of Two Marine Diatoms, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira pseudonana*. *Chemosphere* 14(3/4):383-392.
- 12391 : Vighi, M., and D. Calamari (1985): QSARs for Organotin Compounds on *Daphnia magna*. *Chemosphere* 14(11/12):1925-1932.

- 12607 : Wester, P.W., and J.H. Canton (1987): Histopathological Study of *Poecilia reticulata* (Guppy) After Long-Term Exposure to Bis(Tri-*n*-Butyltin)oxide (TBTO) and Di-*n*-Butyltin-dichloride. *Aquat.Toxicol.* 10(2/3):143-165.
- 18537 : Nagase, H., T. Hamasaki, T. Sato, H. Kito, Y. Yoshioka, and Y. Ose (1991): Structure-Activity Relationships for Organotin Compounds on the Red Killifish *Oryzias latipes*. *Appl.Organomet. Chem.* 5:91-97.
- 20534 : Huang, G., S. Dai, and H. Sun (1996): Toxic Effects of Organotin Species on Algae. *Appl. Organomet.Chem.* 10:377-387.
- 2) その他
- 2009102 : Steinhäuser, K.G., W. Amann, A. Spath, and A. Polenz (1985): Untersuchungen zur Aquatischen Toxizität Zinnorganischer Verbindungen. *Vom Wasser* 65: 203.
- 3) European Chemicals Agency: Information on Registered Substances, Dibutylbis(pentane-2,4-dionato-O,O')tin.
(<https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/11900>, 2017.4.20 現在)
1. Short-term toxicity to aquatic invertebrates (2003).
- 4) OECD High Production Volume Chemicals Program(2009) : SIDS(Screening Information Data Set) Initial Assessment Report, Dibutyltin dichloride and selected thioesters and catalysts.
- 1: Ciba-Geigy, Ltd. 1993: Report on the Growth Inhibition Test of Irgastab T 22 M to Green Algae (*Scenedesmus subspicatus*). Test No.: 928292. Basel, Switzerland. 26/04/93
- 2: Oldersma, H., A.O. Hanstveit, and H.P.M. de Haan. 2004.: Dibutyltin bis (2-ethylhexyl mercaptoacetate) (CAS# 10584-98-2) (DBT(EHMA)): Determination of the Effect on the Growth of the Fresh Water Green Alga *Scenedesmus subspicatus*. TNO Chemistry, TNO report V5310/02, May 18, 2004 (revised final June 2, 2004).
- 3: ABC (Analytical Bio-Chemistry) Laboratories. 1990 : Chronic Toxicity of Dibutyltin Dichloride to *Daphnia magna*. Sponsored by the Consortium of Dibutyltin Manufacturers [for M&T Chemicals, Inc., Woodbridge, NJ - Administrator]. ABC Final Report #38311. 11.10.1990.
- 4: Ciba-Geigy, Ltd. 1993: Report of the Acute Toxicity Test of Irgastab T 22 M (TK 11638) on *Daphnia* (*Daphnia magna* Straus 1820). Study No. CG 928293.
- 5: de Roode, D.F. and H.P.M. de Haan. 2004: 2-Ethylhexyl 4,4-dibutyl-10-ethyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoate [Dibutyltin bis(2-ethylhexylmercaptoacetate), CAS. No. 10584-98-2]: *Daphnia magna*, Reproduction Test (Semi-static). NOTOX Project 375064. TNO Study 5310/01. September 6, 2004.
- 6: Hoofman, R.N. and J.M. de Wolf. 2003: 1,3,2-Dioxastannepin-4,7-dione, 2,2-dibutyl- (dibutyltin maleate, CAS# 78-04-6): Static Acute Toxicity test with the Crustacean Species *Daphnia magna*. TNO Report No. V4017/04. September 2003
- 7: Gulf Coast Research Laboratories. 1992: Life-cycle Toxicity of Dibutyltin Dichloride to the Sheepshead Minnow in a Flow-Through System. Sponsored by the Consortium of Tributyltin Manufacturers [Atochem North America, Inc., King of Prussia, PA and Sherex Chemical Co., Inc., Dublin, OH]. Study conducted by Gulf Coast Research Laboratories, Ocean Springs, MS. Contract No. ES-7339, Subtask 2D. October 27, 1992.