

[11] テルル及びその化合物

1. 物質に関する基本的事項

(1) 分子式・分子量・構造式

1) テルル

物質名：テルル
CAS 番号：13494-80-9
化審法官報公示整理番号：
化管法政令番号：
RTECS 番号：WY2625000
元素記号：Te
原子量：127.60
換算係数：1 ppm = 5.22 mg/m ³ (気体、25°C)

No.	物質名	CAS No.	化審法官報公示整理番号	RTECS 番号	分子量	化学式
2)	塩化テルル(IV)	10026-07-0	—	WY2635000	269.41	TeCl ₄
3)	テルル酸(VI)	7803-68-1	1-729	WY2350000	229.64	Te(OH) ₆
4)	テルル酸アンモニウム(VI)	13453-06-0	—	WY2415000	227.67	(NH ₄) ₂ TeO ₄
5)	テルル酸ナトリウム(VI)	10101-83-4	1-511 (テルル酸ナトリウム)	WE3850000	237.58	Na ₂ TeO ₄
6)	亜テルル酸ナトリウム(IV)	10102-20-2	1-511 (テルル酸ナトリウム)	WY2450000	221.58	Na ₂ TeO ₃
7)	亜テルル酸カリウム(IV)	7790-58-1	—	WY2420000	253.79	K ₂ TeO ₃
8)	ジメチルテルル(II)	593-80-6	—	PB3502500	157.67	Te(CH ₃) ₂
9)	二酸化テルル(IV)	7446-07-3	1-557	WY2675000	159.60	TeO ₂

(注) 物質名に併記したローマ数字は、酸化数を示す。

(2) 物理化学的性状

本物質の性状は以下の通りである。

No.	化学式	性状
1)	Te	無定形テルル：灰色粉末 ¹⁾ 、金属テルル：銀灰色、金属光沢のある六方晶系に属するもろい結晶 ¹⁾ 、気体テルル：黄金色 ¹⁾ 常温常圧で灰色の粉末 ²⁾
2)	TeCl ₄	無色吸湿性結晶 ⁴⁾
3)	Te(OH) ₆	白色の重結晶 ³⁾

No.	化学式	性状
4)	(NH ₄) ₂ TeO ₄	白色の粉末 ¹⁾
5)	Na ₂ TeO ₄	無色結晶 ⁴⁾
6)	Na ₂ TeO ₃	白色斜方晶系の結晶 ¹⁾
7)	K ₂ TeO ₃	白色潮解性の結晶 ¹⁾
8)	Te(CH ₃) ₂	非常な悪臭をもつ淡黄色液体 ¹⁾
9)	TeO ₂	α型：無色結晶 ⁴⁾ 、β型：淡黄色結晶 ⁴⁾ 、常温常圧で白色の粉末 ⁸⁾

No.	化学式	融点	沸点	密度
1)	Te	449.51°C ⁵⁾ 、449.8°C ^{6),7)}	988°C (760 mmHg) ⁵⁾ 、 989.9°C ⁶⁾ 、989.8°C ⁷⁾	6.232g/cm ³ ⁵⁾ 、6.11~6.27 g/cm ³ ⁶⁾ 、6.24 g/cm ³ ⁷⁾
2)	TeCl ₄	224°C ⁵⁾ 、225°C ^{6),7)}	387°C (760 mmHg) ⁵⁾ 、 380°C ⁶⁾ 、~390°C ⁷⁾	3.0 g/cm ³ ⁵⁾ 、 3.01 g/cm ³ ^{6),7)}
3)	Te(OH) ₆	136°C ^{5),7)}	160°C (分解する) ⁷⁾	3.07 g/cm ³ ⁵⁾ 、 立方晶系：3.163 g/cm ³ ^{6),7)} 、 単斜晶系：3.068 g/cm ³ ^{6),7)}
4)	(NH ₄) ₂ TeO ₄	分解する ^{5),7)}		3.024 ^{5),7)}
5)	Na ₂ TeO ₄			
6)	Na ₂ TeO ₃			
7)	K ₂ TeO ₃	≒460°C (分解する) ⁵⁾ 、 460~470°C (分解する) ⁷⁾		3.492 g/cm ³ ⁶⁾
8)	Te(CH ₃) ₂		94°C ⁵⁾	
9)	TeO ₂	733°C ^{5),6),7)}	1,245°C (760 mmHg) ⁵⁾ 、 1,245°C ⁷⁾	5.9 g/cm ³ ⁵⁾ 、 正方晶：5.75 g/cm ³ ^{6),7)} 、 斜方晶：6.04 g/cm ³ ^{6),7)}

No.	化学式	蒸気圧	log Kow	解離定数
1)	Te			
2)	TeCl ₄			
3)	Te(OH) ₆			pKa ₁ =7.68 (18°C) ⁵⁾ 、 pKa ₂ =11.0 (18°C) ⁵⁾
4)	(NH ₄) ₂ TeO ₄			
5)	Na ₂ TeO ₄			
6)	Na ₂ TeO ₃			
7)	K ₂ TeO ₃			
8)	Te(CH ₃) ₂			
9)	TeO ₂			

No.	化学式	水溶性(水溶解度)
1)	Te	59.64 µg/L (pH=8、試験期間 28 日、試験濃度 1 mg/L) ²⁾ 、51.77 µg/L (21.2°C、 pH=8、試験期間 28 日、試験濃度 1 mg/L、ブランク法) ²⁾ 、183.3 µg/L (21°C、 pH=8、試験期間 7 日、試験濃度 10 mg/L) ²⁾ 、1.762 µg/L (21°C、pH=8、試験期 間 7 日、試験濃度 1 mg/L) ²⁾ 、1.7 mg/L (20°C、pH=5.5~6.3) ²⁾
2)	TeCl ₄	
3)	Te(OH) ₆	5.01 × 10 ⁵ mg/1,000g (30°C) ⁵⁾ 、3.3 × 10 ⁵ mg/1,000g (30°C) ⁶⁾ 、 4.16 × 10 ⁵ mg/1,000g (20°C) ⁷⁾
4)	(NH ₄) ₂ TeO ₄	
5)	Na ₂ TeO ₄	8 × 10 ³ mg/1,000g ⁵⁾

No.	化学式	水溶性(水溶解度)
6)	Na_2TeO_3	可溶 ^{6),7)}
7)	K_2TeO_3	$2.75 \times 10^5 \text{ mg/1000g (20}^\circ\text{C)}^7)$
8)	$\text{Te}(\text{CH}_3)_2$	
9)	TeO_2	613.5 $\mu\text{g/L (21.5}^\circ\text{C、pH=8、試験期間 28 日、試験濃度 1 mg/L)}^8)$ 、6.254 $\mu\text{g/L (21.5}^\circ\text{C、pH=8、試験期間 7 日、試験濃度 10 mg/L)}^8)$ 、30.72 $\mu\text{g/L (21.5}^\circ\text{C、pH=8、試験期間 7 日、試験濃度 100 mg/L)}^8)$ 、2.5 $\text{mg/L (23}^\circ\text{C、pH=6.4)}^8)$

(3) 環境運命に関する基礎的事項

テルルには、-2、+2、+4、+6 の価数がある⁹⁾。通常のは価数は、-2、+4、+6 である¹⁰⁾。

大気中のテルルは、ガス状のものと大気粉じん中のものの形態が考えられ¹¹⁾、海水、河川水及び湖水水中のテルルは、+4 価及び+6 価の状態ですずかに存在すると考えられる¹¹⁾。海域の底質中のテルルは、70%以上が二酸化テルル、残りは元素状及び可溶性のものを含むテルル化合物として存在すると推定されている¹¹⁾。

水中では主に Te(IV) 、 Te(VI) で存在する¹²⁾。二酸化テルルは、水中で亜テルル酸を生成する¹⁰⁾。

海水中の溶存種は、 TeO_3^{2-} 、 $\text{TeO}(\text{OH})_3$ とされている¹³⁾。

塩化テルル (IV) を用いた濃縮度試験の結果、テルルは「濃縮が見られない金属」に分類されている¹⁴⁾。

(4) 製造輸入量及び用途

① 生産量・輸入量等

テルルは、銅精錬時の副産物として電解スライムから金属テルルを抽出している¹⁵⁾。近年導入が増加している湿式製錬法では、テルルは生産されない¹⁵⁾。

テルルのマテリアルフローを図 1 に示す¹⁵⁾。

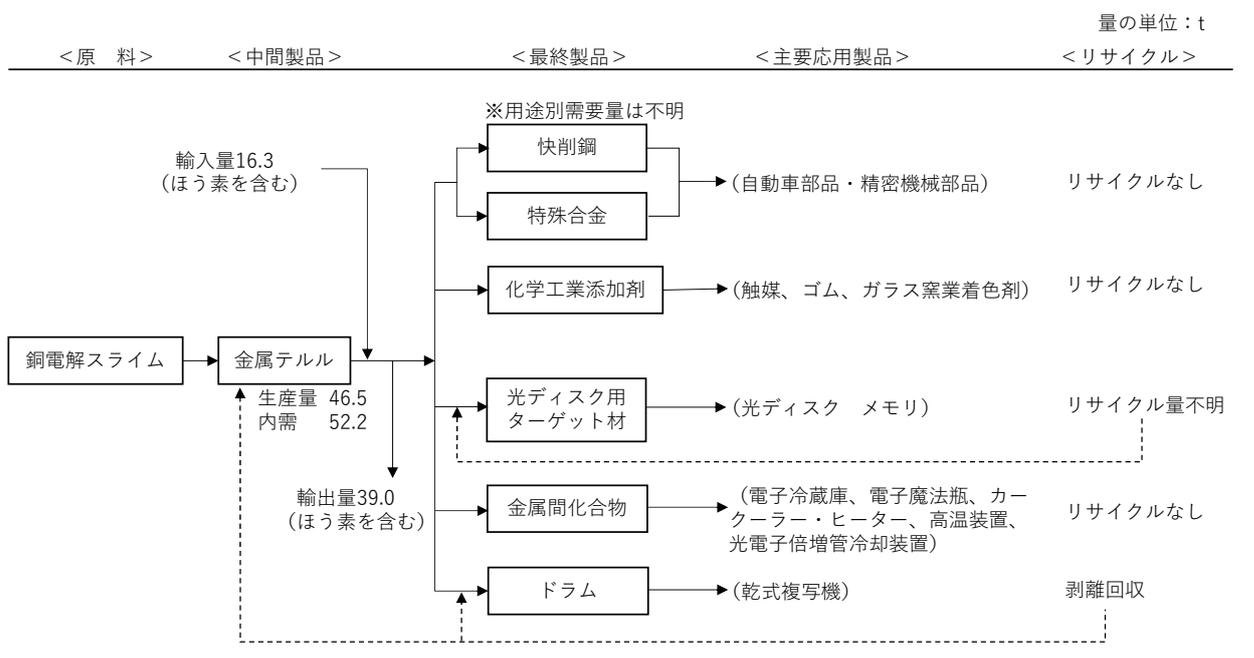


図 1 テルルのマテリアルフロー(2010)

テルル化合物の化審法に基づき公表された一般化学物質としての製造・輸入数量の推移を表 1.1 に示す¹⁶⁾。

表 1.1 テルル化合物の製造・輸入数量 (t) ^{a)}の推移

平成(年度)	22	23	24	25	26
テルル酸ナトリウム	X ^{b)}				
二酸化テルル	1,000 未満				

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。

テルルの国内需給を表 1.2 に示す¹⁵⁾。

表 1.2 テルルの国内需給推移 (t)

	2005 年 (平成 17 年)	2006 年 (平成 18 年)	2007 年 (平成 19 年)	2008 年 (平成 20 年)	2009 年 (平成 21 年)	2010 年 (平成 22 年)
期初在庫	11.3	4.9	5.9	6.2	6.3	9.7
生産	33.7	35.1	40.7	46.5	49.2	46.5
輸入	52.2	50.2	47	19.5	14.9	16.3
供給計	97.1	90.3	93.5	72.2	70.4	72.4
内需 (見掛値)	43.5	63.2	66.1	38.6	21.6	29.4
内需 (報告値)	40	34.2	40.4	46.3	45.8	52.2
輸出	48.6	21.3	21.3	27.2	39.1	39.0
期末在庫	4.9	5.9	6.2	6.3	9.7	4.0

② 用途

テルルの主な用途は、特殊鋼（鉄鋼の切削性向上）用添加剤、テルル化銅、触媒、合成ゴムの加硫促進剤、ガラス・陶磁器接着剤、感光体セレン合金、テルル化カドミウム（太陽電池用）、テルル化ビスマス、テルル化鉛（半導体用）とされている¹⁷⁾。

(5) 環境施策上の位置付け

テルル及びその化合物（水素化テルルを除く）は、平成 21 年 10 月 1 日に施行された化学物質排出把握管理促進法対象物質見直しにより、第二種指定化学物質から除外された。また、テルル及びその化合物（または総テルル）は、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たが、平成 26 年 3 月改訂の要調査項目リストから除外された。

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

本物質は化学物質排出把握管理促進法（化管法）第一種指定化学物質ではないため、排出量及び移動量は得られなかった。

経済団体連合会（当時）が実施した PRTR 調査¹⁾ によるテルル及びその化合物の排出量等を表 2.1 に示す。

表 2.1 第 3 回（1999 年度調査）経団連 PRTR（環境汚染物質排出・移動登録）調査結果

対象化学物質		環境排出量（トン／年）及び構成比					排出・移動量（トン／年）				環境排出量合計 + 移動量	
物質 番号	物質名	大気		公共用水域		土壌	合計	下水道	移動量	リサイクル		管理型埋立
67	テルル及びその化合物	0	100%	0	...	0	9	33	0

注：調査に参加した業界 44 団体（会員企業 3,724 社）のうち回答が得られた 2,596 社の結果を集計したもの。

また、貴田ら²⁾ は、日本のごみ排出量 5,000 万トン／年の 3/4 が焼却されたと仮定し、テルルの一般廃棄物焼却炉から年間排出量は 0.3 t 未満、野焼き等の非制御燃焼を仮定した場合には 6 t 未満と推計している。

なお、日本で年間排出される主要な小型家電 9 品目の基板に存在するテルル量は、152 kg/年と推計されている³⁾。1998 年製の使用済みパソコン中に含まれるテルル量は、デスクトップ型の基板に 14 mg/kg、ノート型の基板に 1 mg/kg 未満との報告がある⁴⁾。

(2) 媒体別分配割合の予測

テルル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、テルル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 2.2 に示す。なお、得られた環境中濃度は化学形態別の濃度ではなく、全テルルの濃度である。

表 2.2 各媒体中の存在状況

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	検出率	調査 地域	測定年度	文 献	
一般環境大気	$\mu\text{g Te}/\text{m}^3$ 0.000063	0.000085	0.000029	0.00024	0.000016	5/5	全国	2006	5)	
室内空気	$\mu\text{g Te}/\text{m}^3$									
食物	$\mu\text{g Te}/\text{g}$									
飲料水										
地下水	$\mu\text{g Te}/\text{L}$	1.1	1.2	1	2	1	10/10	全国	2003	6)
土壌	$\mu\text{g Te}/\text{g}$	0.076	0.098	0.015	0.85	—	142/142	全国	2002~ 2004	7)
公共用水域・淡水	$\mu\text{g Te}/\text{L}$	<0.019	<0.019	<0.019	<0.019	0.019	0/2	宮城県、 京都府	2006	5)
		1.1	1.2	<1	3	1	27/30	全国	2003	6)
公共用水域・海水	$\mu\text{g Te}/\text{L}$	<0.019	<0.019	<0.019	<0.019	0.019	0/2	山口県	2006	5)
		<1	<1	<1	<1	1	0/10	全国	2003	6)
底質(公共用水域・淡水)	$\mu\text{g Te}/\text{g}$	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0/14	全国	2003	6)
底質(公共用水域・海水)	$\mu\text{g Te}/\text{g}$	<0.1	0.14	<0.1	0.7	0.1	2/10	全国	2003	6)
魚類(公共用水域・淡水)	$\mu\text{g Te}/\text{g}$									
魚類(公共用水域・海水)	$\mu\text{g Te}/\text{g}$									

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。

(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 2.3）。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、食事量及び土壌摂取量をそれぞれ 15 m^3 、2 L、2,000 g 及び 0.11 g と仮定し、体重を 50 kg と仮定している。

表 2.3 各媒体中の濃度と一日曝露量

	媒 体	濃 度	一 日 曝 露 量
平 均	大気		
	一般環境大気	概ね $0.000063 \mu\text{g Te}/\text{m}^3$ (2006)	概ね $0.000019 \mu\text{g Te}/\text{kg}/\text{day}$
	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	過去のデータではあるが $1.1 \mu\text{g Te}/\text{L}$ 程	過去のデータではあるが $0.044 \mu\text{g}$

	媒体	濃度	一日曝露量
平均	公共用水域・淡水	度 (2003) 0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 1.1 $\mu\text{g Te/L}$ 程度 (2003)]	Te/kg/day 程度 0.00076 $\mu\text{g Te/kg/day}$ 未満の報告がある [過去のデータではあるが 0.044 $\mu\text{g Te/kg/day}$ 程度]
	食物 土壌	データは得られなかった データは得られなかった (過去のデータ ではあるが 0.076 $\mu\text{g Te/g}$)	データは得られなかった データは得られなかった (過去のデータ ではあるが 0.00017 $\mu\text{g Te/kg/day}$)
最大値	大気 一般環境大気	概ね 0.00024 $\mu\text{g Te/m}^3$ (2006) データは得られなかった	概ね 0.000072 $\mu\text{g Te/kg/day}$ データは得られなかった
	室内空気		
	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	過去のデータではあるが 2 $\mu\text{g Te/L}$ 程度 (2003)	過去のデータではあるが 0.08 $\mu\text{g Te/kg/day}$ 程度
	公共用水域・淡水	0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 3 $\mu\text{g Te/L}$ 程 度 (2003)]	0.00076 $\mu\text{g Te/kg/day}$ 未満の報告がある [過去のデータではあるが 0.12 $\mu\text{g Te/kg/day}$ 程度]
	食物 土壌	データは得られなかった データは得られなかった (過去のデータ ではあるが 0.85 $\mu\text{g Te/g}$)	データは得られなかった データは得られなかった (過去のデータ ではあるが 0.0019 $\mu\text{g Te/kg/day}$)

吸入曝露の予測最大曝露濃度は、表 2.3 に示すとおり、一般環境大気のデータから概ね $0.00024 \mu\text{g Te/m}^3$ となった。

表 2.4 人の一日曝露量

媒体		平均曝露量 ($\mu\text{g Te/kg/day}$)	予測最大曝露量 ($\mu\text{g Te/kg/day}$)
大気	一般環境大気	0.000019	0.000072
	室内空気		
水質	飲料水		
	地下水	(過去のデータではあるが 0.044)	(過去のデータではあるが 0.08)
	公共用水域・淡水	<u>0.00076</u> (過去のデータではあるが 0.044)	<u>0.00076</u> (過去のデータではあるが 0.12)
食物			
土壌		(過去のデータではあるが 0.00017)	(過去のデータではあるが 0.0019)
経口曝露量合計		<u>0.00076</u>	<u>0.00076</u>
	参考値 1	0.04417	0.1219
総曝露量		0.000019+ <u>0.00076</u>	0.000072+ <u>0.00076</u>
	参考値 1	0.044189	0.121972

注：1) アンダーラインを付した値は、曝露量が「検出下限値未満」とされたものであることを示す。

2) 総曝露量は、吸入曝露として一般環境大気を用いて算定したものである。

3) () 内の数字は、経口曝露量合計の算出に用いていない。

4) 参考値 1 は、過去の公共用水域・淡水及び土壌のデータを用いた場合を示す。

経口曝露の予測最大曝露量は、表 2.4 に示すとおり、公共用水域・淡水のデータから算定すると $0.00076 \mu\text{g Te/kg/day}$ 未満の報告があった。なお、過去のデータではあるが公共用水域・淡水及び土壌のデータから算定すると $0.12 \mu\text{g Te/kg/day}$ 程度となった。

(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 2.5 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、海域ともに 0.019 µg Te/L 未満の報告があった。なお、過去のデータではあるが、公共用水域の淡水域では 3 µg Te/L 程度、海域では 1 µg Te/L 未満程度であった。

表 2.5 公共用水域濃度

水 域	平 均	最 大 値
淡 水	0.019 µg Te/L 未満の報告がある (2006)[過去のデータではあるが 1.1 µg Te/L 程度 (2003)]	0.019 µg Te/L 未満の報告がある (2006)[過去のデータではあるが 3 µg Te/L 程度 (2003)]
海 水	0.019 µg Te/L 未満の報告がある (2006)[過去のデータではあるが 1 µg Te/L 未満程度 (2003)]	0.019 µg Te/L 未満の報告がある (2006)[過去のデータではあるが 1 µg Te/L 未満程度 (2003)]

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. 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

ラットに 0.0375、0.075、0.15%濃度でテルルを餌に添加して 7、21 日間投与した結果、投与したテルルの 63~84%が投与期間内に糞中に排泄され、約 25%は消化管から吸収されたと考えられた。ニンニク臭を帯びた呼気は投与の 24~72 時間後からみられるようになり、投与終了から 1~12 日間で消失したが、ニンニク臭と投与量に関連はみられなかった。呼気に比べて尿のニンニク臭は弱く、0.0375、0.075%群では容易に感知できなかった。剖検では強いニンニク臭があり、特に肝臓で著明であったが、投与終了から 31 日後の剖検ではニンニク臭はなかった¹⁾。また、0.0375、0.075、0.15%のテルル濃度となるように二酸化テルルを添加した餌を 24~86 日間投与した結果、投与量の 42.8~58.5%が投与期間内に糞中に排泄され、呼気のニンニク臭は投与開始の 24 時間後から試験期間を通して持続した²⁾。

ラットに ^{127m}Te でラベルした亜テルル酸 0.05 $\mu\text{g Te}$ を強制経口投与又は腹腔内投与した結果、経口投与後の体内放射活性は 83.6%が 0.12 日、11.2%が 0.79 日、5.2%が 12.3 日の半減期で消失し、腹腔内投与では 48.8%が 0.81 日、51.2%が 12.9 日の半減期で消失した。経口投与の第 2 相と腹腔内投与の第 1 相、経口投与の第 3 相と腹腔内投与の第 2 相の半減期がほぼ一致したことから、これらについては同じ代謝経路によって代謝されたものと考えられ、投与量の 10.2~15.5%が消化管から吸収されたと見積もられた。腹腔内投与では、体内組織の放射活性は 1~2 時間後に平衡状態に達し、体内放射活性の約 10%が腎臓、約 5%が血液 (90%以上が赤血球)、約 2%が肝臓、大腿骨にあり、200 日後にも体内放射活性の約 19%が大腿骨、約 5%が腎臓、約 1%が血液、肝臓にあった³⁾。

ウサギに 1.16~1.39 mg の ^{126}Te を経口投与した結果、480 分間で投与量の 4.0~4.7%が消化管から吸収された。血漿中の放射活性は 2 相性で減少し、半減期は第 1 相が 17~21 分、第 2 相が 700~1,034 分であった⁴⁾。

ヒトでは、ボランティア 1~4 人に 15~57 $\mu\text{g Te}$ を経口投与した結果、3 日間でテルル酸は 8.8~25.2%、亜テルル酸は 7.9%、テルルは 3.8~9.0%、野菜のクレソンに含まれるテルルは 5.8~15.8%が尿中に排泄され、消化管からの吸収はテルル酸が 17.5~35.5%、亜テルル酸が 21.5%、テルルが 6.0~14.0%、クレソン中のテルルが 7.5~21.0%と見積もられた⁵⁾。ICRP (1975) では、ヒトは尿中に 82.8%、糞中に 15.6%、呼気中に 1.6%排泄するとしている⁶⁾。

テルル及びその酸化物に曝露された労働者 49 人の調査では、尿中テルル濃度のモードは高曝露群 (0.1~0.29 mg Te/m³) で 0.02~0.03 mg Te/mL (9/22 試料)、中曝露群 (0.05~0.09 mg Te/m³) で 0.01~0.02 mg Te/mL (18/30 試料)、低曝露群 (0.01~0.05 mg Te/m³) で 0.01 mg Te/mL 未満 (33/46 試料) であり、呼気や汗にはニンニク臭があったが、尿にはニンニク臭がなかった⁷⁾。

テルルは還元を受けて順次、テルル酸 (Te^6)、亜テルル酸 (Te^4)、テルル化物 (Te^2) となり、その後メチル化を受けてモノメチルテルル、ジメチルテルル、トリメチルテルルとなる代謝経路が考えられており^{8,9,10)}、ジメチルテルルはニンニク臭の原因物質であり、揮発性のため主に肺から排出され、トリメチルテルルはイオン化して主に尿中に排泄される¹⁰⁾。

(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¹¹⁾

【テルル】			
動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	83 mg/kg
マウス	経口	LD ₅₀	20 mg/kg
モルモット	経口	LD ₅₀	45 mg/kg
ウサギ	経口	LD ₅₀	67 mg/kg
ラット	吸入	LC ₅₀	> 2,420 mg/m ³ (4 hr)

注：() 内の時間は曝露時間を示す。

【二酸化テルル】			
動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	> 5,000 mg/kg

【テルル酸】			
動物種	経路		致死量、中毒量等
ウサギ	経口	LDLo	56 mg/kg

【ジメチルテルル】			
動物種	経路		致死量、中毒量等
ラット	経口	LD ₅₀	7.5 mg/kg
マウス	経口	LD ₅₀	20 mg/kg
ラット	吸入	LC ₅₀	92 mg/m ³
マウス	吸入	LC ₅₀	112 mg/m ³
マウス	吸入	LC ₅₀	116.6 mg/m ³

テルルのエアロゾルは眼、気道を刺激し、肝臓、中枢神経系に影響を与えることがある。吸入すると嗜眠、口内乾燥、金属味、頭痛、ニンニク臭、吐き気を生じ、経口摂取ではさらに腹痛、便秘、嘔吐を生じる。眼に入ると発赤、痛みを生じる¹²⁾。

② 中・長期毒性

ア) Hisaw ラット雄 2 匹を 1 群とし、0、0.0375、0.075、0.15%のテルル濃度となるように二酸化テルルを添加した餌を投与した結果、0.15%群では 2 匹の体重が日々減少し、26 日後に死亡した。0.075%群では 20 日間ほど体重減少が続いた後に緩やかな体重増加に転じたものの、86 日後の屠殺時体重は試験開始時と同程度であった。0.0375%群では一貫して体重増加の抑制がみられ、128 日後の屠殺時体重は対照群の 80%程度であった。呼気のニンニク臭は投与開始の 24 時間後から 0.0375%以上の群で試験期間を通してみられ、0.0375%以上の群で一過性の後肢麻痺、0.075%以上の群で指の浮腫や腫大、発赤、0.15%群で脱毛がみられ、0.0375%以上の群の肝臓で顆粒変性や脂肪変性、腎臓で近位尿細管の変性を認めた。なお、0.0375、0.075、0.15%群の摂餌量から求めた用量は 20.7~23.4 mg Te/kg/day、17.7~27.4 mg Te/kg/day、17.7~20.3 mg Te/kg/day であり、投与濃度との関連がなかったが、これ

は段階的な摂餌量の減少によるものであり、6日後に現れた後肢麻痺の明瞭な改善が9日後以降にみられるようになったこととも一致していた²⁾。

イ) Wistar ラット雌雄 122 匹 (対照群 72 匹) を 1 群とし、0、1.25%の濃度で餌にテルルを添加して 15 日齢から 35 日間投与した結果、1.25%群では 3 日後から後肢の麻痺が現れたが、6 日後には消失傾向がみられるようになり、その 3~4 日後にはほぼ完全に回復した。また、坐骨神経では 1 日後から節性脱髄、2 日後からシュワン細胞の細胞質でテルルの蓄積がみられるようになり、腕神経叢でも軽微な脱髄が散発的にみられたが、11 日後には再生ミエリンがみられるようになり、15 日後にはほぼ脱髄は消失した。しかし、有意差はなかったものの、1.25%群で坐骨神経の運動神経伝導速度は 120 日後まで一貫して低かった¹³⁾。また、3~4 週齢の Wistar ラットに 1%の濃度でテルルを餌に添加して 6 ヶ月間投与した結果、5~10 日後に過敏反応と痩せがみられるようになり、15 日後には 2/3 のラットで後肢の著明な麻痺がみられたが、歩行障害は 2~3 週後に限られ、その後の 1~2 週間で回復して運動障害はみられなくなった。3 日後の坐骨神経では電子顕微鏡学的にシュワン細胞の空胞変性、節性脱髄がみられたが、2 週間後には再生ミエリンがみられ、2 ヶ月後には軸索変性がみられたものの、ミエリン鞘は正常であり、6 ヶ月後には軸索の腫脹とフィラメント構造が散見された以外には坐骨神経に異常はなかった¹⁴⁾。

ウ) Long-Evans ラット雌雄各 52 匹を 1 群とし、0、0.0002%のテルル濃度となるように亜テルル酸ナトリウムを飲水に添加して生涯にわたって投与した結果、体重、生存率や寿命に影響はなかった。なお、死亡時の心臓相対重量は 0.0002%群の雌で有意に低かったが^{15, 16)}、非腫瘍性病変に関する報告はなかった。

エ) CD マウス雌雄各 54 匹を 1 群とし、0、0.0002%のテルル濃度となるように亜テルル酸ナトリウムを飲水に添加して生涯にわたって投与した結果、体重及び生存率に影響はなかったが、0.0002%群の雌の寿命は有意に短かった。同様にしてテルル酸カリウムを投与した結果、体重及び生存率に影響はなく、寿命は 0.0002%群の雄で有意に長かった。しかし、一般的な傾向として、テルル投与群は対照群に比べて不活発で、健常な状態になく、被毛も貧弱であった^{15, 17)}。

オ) Wistar ラット雌雄各 5 匹を 1 群とし、0、25、120、600 mg/kg/day の二酸化テルルを 28 日間 (7 日/週) 強制経口投与した結果、25 mg/kg/day 以上の群で体重増加の抑制、120 mg/kg/day 以上の群で後肢の脱力、胸腺リンパ組織の萎縮を認めたことから、LOAEL を 25 mg/kg/day (20 mg Te/kg/day) とした記載が欧州化学物質庁 (ECHA) のデータベースにあったが¹⁸⁾、出典は書誌情報のない非公開報告書であったことから、信頼性の判断ができなかった。

カ) ラット (系統等不明) に 10~100 mg/m³ のテルル又は二酸化テルルを 13~15 週間 (2 時間/日) 吸入させた結果、体重減少、傾眠、気道刺激、脱毛がみられ、全臓器及び呼吸にはニンニク臭があった。血液では赤血球数及びヘモグロビン濃度の減少と尿中ビリルビン濃

度の増加を伴った溶血がみられ、血清ではアルブミン、アルブミン/グロブリン比の著明な減少と β グロブリン及び α_2 -グロブリンの著明な増加がみられた。組織の変化は肝臓、腎臓、肺、胃でみられ（詳細不明）、 100 mg/m^3 はほぼ LD_{50} に相当する濃度であった¹⁹⁾。

③ 生殖・発生毒性

ア) 100匹を超える Long-Evans ラットに 0.05、0.125、0.25%の濃度でテルルを餌に添加して妊娠期に投与した結果、0.05%群ではごく一部の母ラットが水頭症の子を出産しただけであったが、0.25%群では子の100%、0.125%群では子の60~90%が水頭症であった²⁰⁾。

イ) Wistar ラット雌 30匹を1群とし、0.3%の濃度でテルルを餌に添加して妊娠期を通して投与した結果、出産した24匹中20匹(83.3%)で子のすべてが水頭症であった。また、子の13%が死産であり、3日齢、10日齢、1年齢の生存率は76、26、19%であった²¹⁾。

ウ) Sprague-Dawley ラット雌 13~14匹を1群とし、メトセル水溶液に添加したテルル 0、0.4、1、4、10、40、100、400、1,000、4,000 mg Te/kg/day を妊娠6日から妊娠15日まで強制経口投与した予備試験では、母ラット及び胎仔に影響はなかった。このため、0、10,000、20,000 mg Te/kg/day 群を追加して投与した結果、10,000 mg Te/kg/day 以上の群で母ラットの体重増加の抑制、胎仔の低体重に有意差を認め、水頭症や尾、足の奇形が胎仔にみられた。同様にしてコーンスターチに添加して強制経口投与した結果、10,000 mg Te/kg/day 以上の群の母ラット及び胎仔で同様の影響がみられ、溶媒の違いはみられなかった。一方、餌に添加して0、1、13、119、559、1,106、1,866 mg Te/kg/day を投与した場合には、559 mg Te/kg/day 以上の群で母ラットの体重減少、胎仔の低体重、奇形等がみられ、混餌投与で影響は強く現れた²²⁾。

エ) Sprague-Dawley ラット雌 22匹を1群とし、0、0.003、0.03、0.3、1.5%の濃度でテルルを餌に添加して妊娠6日から妊娠15日まで強制経口投与した結果、0.03%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、0.3%以上の群で痩せ、分娩前の膣出血、活動低下がみられ、痩せ及び膣出血の発生率は1.5%群で有意に高かったが、妊娠率、黄体数や着床数、生存胎仔数、吸収胚数、同腹仔数などに影響はなかった。胎仔では0.3%以上の群で奇形（主に水頭症）及び変異（椎骨や肋骨等の骨化遅延）の発生率、1.5%群で低体重に有意差を認めた。また、自然分娩させた仔では、1.5%群で7日生存率の有意な低下、側脳室拡張の発生率に有意な増加を認めた。摂餌量から求めた0、0.003、0.03、0.3、1.5%の用量は0、2.1、19、169、606 mg Te/kg/day であった²²⁾。この結果から、NOAELを母ラットで0.003% (2.1 mg Te/kg/day)、胎仔で0.03% (19 mg Te/kg/day) とする。

オ) New Zealand White ウサギ雌 17匹を1群とし、0、0.00175、0.0175、0.175、0.525%の濃度でテルルを餌に添加して妊娠6日から妊娠18日まで強制経口投与した結果、0.175%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、軟便、脱毛、痩せ、活動低下の発生率に有意な増加を認めたが、妊娠率、黄体数や着床数、生存胎仔数、吸収胚数、同腹仔数

などに影響はなかった。また、胎仔では0.525%群で低体重、奇形や変異の発生率に増加がみられたが、有意差のある変化ではなかった²²⁾。なお、摂餌量から求めた各群の摂取量は0、0.8、8、53、101 mg Te/kg/day 程度であった。この結果から、NOAEL を母ウサギで0.0175% (8 mg Te/kg/day)、胎仔で0.525% (101 mg Te/kg/day) 以上とする。

④ ヒトへの影響

ア) ヨウ化ナトリウムと書かれた瓶に入っていた亜テルル酸ナトリウム約2 gを逆行性腎盂造影検査で尿管カテーテルにより注入された2人の患者では、約1~1.5時間後のニンニク臭に続いてカテーテル挿入側の腎臓痛、チアノーゼ、嘔吐、混迷、意識喪失、不規則呼吸がみられ、約4.5~6時間後に死亡した。2人の剖検では頭頸部の著明なチアノーゼ、皮下脂肪及び蓄積脂肪の著明な黄変化、筋肉の深赤褐色化、注入側の膀胱及び尿管の黒変化、肺、肝臓、脾臓、腎臓のうっ血がみられた。組織検査では、肝臓で脂肪変性がみられたが、肺、脾臓、心臓、脳、腎臓に変化はなかった²³⁾。

イ) 0.5 mg の二酸化テルルの経口摂取でさえ、ニンニク臭は1時間15分後の呼気中に現れて30時間持続し、15 mg の摂取では237日間も持続したとされていた。このため、朝食抜きボランティア20人にテルル酸ナトリウムを経口投与した結果、数人は1 µg Te の投与で20~30分後にニンニク臭が現れるようになり、同様の変化が生じるためには10、25、50 µg Te の投与が必要な人もあったが、この差と性や体重との間に関連はなかった²⁴⁾。

ウ) 体重減少や疲れ、呼気のニンニク臭を訴えて来院した37歳女性の症例では、4週間前に緑がかった一部が金属様の表面をした肉片を少量摂取したところ、数時間後にニンニク臭が現れ、吐き気や嘔吐、口中の金気、呼気や汗、排泄物の著明なニンニク臭がみられるようになった。翌日には発熱が生じたが、吐き気や嘔吐とともに約5日後に自然治癒したものの、2週間後に脱毛がみられるようになった。来院時の検査では胃に点状出血があり、胃粘膜に軽微な限局性炎症がみられた以外に異常はなかった。治療として、1日200 mgのアスコルビン酸の投与を受け、退院したところ、8週間後には脱毛が止まり、発毛がみられるようになったが、呼気のニンニク臭は8ヶ月間完全に消えなかった。なお、肉片には0.8~1 mg Te/kgのテルルが含まれており、血清や尿からもテルルが検出されたが、ニンニク臭や脱毛、嘔吐の原因となるセレンやタリウム、ヒ素は検出されなかった²⁵⁾。

エ) 60%の塩酸溶液に1.7%の二酸化テルルを含んだ金属酸化処理溶液を誤飲した20ヶ月の幼児、32%の塩酸溶液に5.9%テルルを含んだ金属酸化処理溶液を誤飲した21ヶ月の幼児の症例では、ともに嘔吐、口腔粘膜の黒変、呼気のニンニク臭がみられ、20ヶ月の幼児では高濃度の塩酸による食道の腐食性傷害もあったが、いずれも数日後に退院し、重篤な後遺症の発生もなかった。なお、20ヶ月の幼児の両親によると、7ヶ月後も呼気のニンニク臭は感知可能であった²⁶⁾。

オ) アメリカの製鉄所でテルルに曝露した労働者49人の調査では、職場のテルル濃度は0.01

～0.74 mg Te/m³の範囲 (0.01～0.1 mg Te/m³が約 90%) にあり、自覚症状の訴えは呼気のニンニク臭が最も多く、次いで口腔乾燥、金属味、嗜眠、汗のニンニク臭の順であった。この他に 5 人で食欲不振の訴えがあったが、5 人全員が低濃度曝露の労働者であったため、テルル曝露とは無関係と考えられた。また、テルル放出源の近傍で作業していた労働者 2 人で吐き気の訴えがあったが、腹痛や嘔吐、下痢を伴うものではなかった⁷⁾。

カ) カナダの銅製錬所で許容濃度を超えるテルル (0.1 mg Te/m³) とセレン (0.2 mg Se/m³) に曝露された労働者 40 人の調査では、鼻や眼の刺激、消化不良、胃痛、疲労感の訴えが有意に多かったが、肺機能や血液生化学の検査で異常はなかった。また労働者の半数以上がニンニク臭の口臭に悩んでいたが、2 週間程度曝露から遠ざかると口臭は消失した²⁷⁾。また、カナダの銀製錬所の労働者 77 人の調査では、29 人の呼気にニンニク臭があり、ニンニク臭と尿中のテルル又はセレンとの関連を検討した結果、いずれも有意な関連があったが、尿中テルル濃度との関連の方が高かった²⁸⁾。

キ) イギリスで 1989 年に行われた職業性の呼吸器疾患の調査では、急性の肺浮腫及び吸入事故が 72 例あり、そのうち、テルルが原因と考えられるものは 5 例 (7%) であった²⁹⁾。

(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	—
	NTP	—
日本	日本産業衛生学会	—
ドイツ	DFG	—

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、亜テルル酸ナトリウム、メタテルル酸ナトリウムは代謝活性化系 (S9) 無添加の大腸菌で遺伝子突然変異を誘発しなかったが、ネズミチフス菌では誘発した³⁰⁾。S9 無添加の二酸化テルル、メタテルル酸ナトリウムは大腸菌³¹⁾、塩化テルル、亜テルル酸ナトリウム、メタテルル酸ナトリウムは枯草菌³⁰⁾で DNA 傷害を誘発した。テルル酸アンモニウムは S9 無添加のヒト白血球で染色分体切断を誘発したが、亜テルル酸ナトリウムは誘発しなかった³²⁾。テルル酸は S9 無添加のヒトリンパ球で小核を誘発した³³⁾。

in vivo 試験系については、知見が得られなかった。

○ 実験動物に関する発がん性の知見

Long-Evans ラット雌雄各 52 匹を 1 群とし、0、0.0002%のテルル濃度となるように亜テルル酸ナトリウムを飲水に添加して生涯にわたって投与した結果、腫瘍の発生率に有意な増加はなかった¹⁶⁾。

CD マウス雌雄各 54 匹を 1 群とし、0、0.0002%のテルル濃度となるように亜テルル酸ナトリウムを飲水に添加して生涯にわたって投与した結果、腫瘍の発生率に有意な増加はなかった¹⁷⁾。また、同様にしてテルル酸カリウムを投与した結果、腫瘍の発生率に有意な増加はなかった¹⁷⁾。

○ 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、生殖・発生毒性エ)に示したラットの試験から得られた NOAEL 2.1 mg Te/kg/day (体重増加の抑制) を慢性曝露への補正が必要なことから 10 で除した 0.21 mg Te/kg/day が信頼性のある最も低用量の知見と判断し、これ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 (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	—	—	0.21 mg Te/kg/day ラット	—
	公共用水域・淡水	0.00076µg Te/kg/day 未満の報告	0.00076µg Te/kg/day 未満の報告		28,000 超

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、予測最大曝露量はともに 0.00076 µg Te/kg/day 未満の報告であった。無毒性量等 0.21 mg Te/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 28,000 超となる。また、過去の公共用水域・淡水のデータ (2003) を用いた予測最大曝露量は 0.12 µg Te/kg/day であったが、参考としてこれから算出した MOE は 180 となる。なお、環境媒体から食物経由で摂取される曝露量については不明であり、経

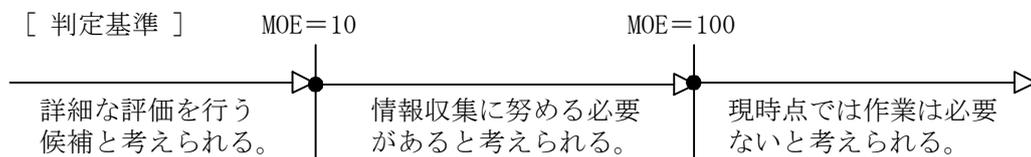
口曝露に対するその寄与割合も不明であるため、食物からの曝露量の情報収集等を行う必要があると考えられる。

表 3.4 吸入曝露による健康リスク (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	概ね $0.000063 \mu\text{g Te}/\text{m}^3$	概ね $0.00024 \mu\text{g Te}/\text{m}^3$	—	—	—
	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 $0.70 \text{ mg Te}/\text{m}^3$ となるが、参考としてこれと予測最大曝露濃度 $0.00024 \mu\text{g Te}/\text{m}^3$ 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 は 290,000 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、4 価及び 6 価のテルルについて行った。

(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、4 価テルルでは表 4.1 のとおりとなった。6 価テルルについては水生生物に対する毒性値は得られなかった。

表 4.1 水生生物に対する毒性値の概要

【4 価テルル】

生物群	急性	慢性	毒性値 [µg Te/L]	硬度 [mg/L] /塩分	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		○	3,340	24	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO (RATE)	3	B	B	(3)-1	TeO ₂
	○		>11,700	24	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO (RATE)	3	B	B	3)-1	TeO ₂
甲殻類	○		<u>1,200</u>	—	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	2)- 2015144	TeO ₂
	○		5,790	100	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	3)-2	TeO ₂
	○		106,400	230~250	<i>Cypris subglobosa</i>	ユビヌキカイミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	D	C	1)-151495	K ₂ TeO ₃
魚類	○		>37,100	100	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ニジマス	LC ₅₀ MOR	4	A	A	3)-3	TeO ₂
	○		>1,000,000	塩分 5 / 25.3	<i>Fundulus heteroclitus</i>	マミチヨグ	TL ₅₀ MOR	4	C	C	1)-3731	TeO ₂
その他	○		125,600	245	<i>Tubifex tubifex</i>	イトミミズ 亜科	EC ₅₀ IMM	4	D	C	1)-2918	K ₂ TeO ₃

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、TL₅₀ (Median Tolerance Level)：半数生存濃度

影響内容

GRO (Growth)：生長 (植物)、IMM (Immobilization)：遊泳阻害、MOR (Mortality)：死亡

毒性値の算出方法

RATE：生長速度より求める方法 (速度法)

4 価テルルについて評価の結果、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

OECDテストガイドラインNo.201に準拠して、緑藻類*Pseudokirchneriella subcapitata*の生長阻害試験が、GLP試験として実施された³⁾⁻¹。被験物質には、二酸化テルル (IV) が用いられた。設定試験濃度は0 (対照区)、1.0、3.16、10.0、31.6、100 mg/L (公比3.16) であった。被験物質の初期実測濃度は0 (対照区)、0.174、0.422、1.418、4.174、14.65 mg/Lであった。毒性値の算出には実測濃度が用いられた。最高濃度区においても50%以上の阻害は見られず、速度法による72時間半数影響濃度 (EC₅₀) は11,700 µg Te/L超とされた。速度法による72時間無影響濃度 (NOEC) は3,340 µg Te/Lであった。

2) 甲殻類

Okamoto ら²⁾⁻²⁰¹⁵¹⁴⁴は OECD テストガイドライン No.202 (2004) に準拠して、オオミジンコ *Daphnia magna* の急性遊泳阻害試験を実施した。被験物質には二酸化テルル (IV) が用いられた。試験は止水式で行われ、設定試験濃度区は対照区及び5濃度区 (公比2) であった。試験用水には脱塩素水道水が用いられた。遊泳阻害に関する48時間半数影響濃度 (EC₅₀) は、実測濃度に基づき1,200 µg Te/Lであった。

3) 魚類

OECDテストガイドラインNo.203及びEUの試験方法 (C.1, Acute Toxicity for Fish) に準拠して、ニジマス *Oncorhynchus mykiss* の急性毒性試験が、GLP試験として実施された³⁾⁻³。被験物質には、二酸化テルル (IV) が用いられた。試験は半止水式 (48時間後換水) で行われ、設定試験濃度は0 (対照区)、6.25、12.5、25.0、50.0、100.0 mg/L (公比2) であった。試験には精製飲用水が用いられた。被験物質の実測濃度 (算術平均値) は0 (対照区)、3.00、6.05、11.5、24.2、46.4 mg/Lであった。被験物質曝露による死亡は見られず、96時間半数致死濃度 (LC₅₀) は、実測濃度に基づき37,100 µg Te/L超とされた。

(2) 予測無影響濃度 (PNEC) の設定

4 価テルルと6 価テルルを対象として、急性毒性及び慢性毒性のそれぞれについて、上記本文で示した最小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。

【4 価テルル】

急性毒性値

藻類	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	72時間 EC ₅₀ (生長阻害)	11,700 µg Te/L 超
甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	48時間 EC ₅₀ (遊泳阻害)	1,200 µg Te/L
魚類	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	96時間 LC ₅₀	37,100 µg Te/L 超

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 1,200 $\mu\text{g Te/L}$ ）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 12 $\mu\text{g Te/L}$ が得られた。

慢性毒性値

藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* 72 時間 NOEC（生長阻害） 3,340 $\mu\text{g Te/L}$

アセスメント係数：100 [1 生物群（藻類）の信頼できる知見が得られたため]

得られた値（藻類の 3,340 $\mu\text{g Te/L}$ ）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 33 $\mu\text{g Te/L}$ が得られた。

【6 価テルル】

6 価テルルでは、初期評価に採用可能な有害性情報が得られず、PNEC を設定できなかった。

したがって、本評価における PNEC としては、4 価テルルの 12 $\mu\text{g Te/L}$ を採用する。

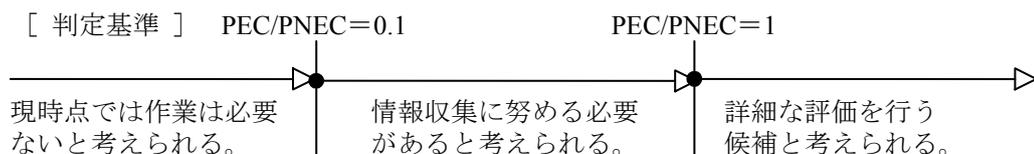
(3) 生態リスクの初期評価結果

表 4.2 生態リスクの初期評価結果

水質	平均濃度	最大濃度 (PEC)	PNEC	PEC/ PNEC 比
公共用水域・淡水	0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 1.1 $\mu\text{g Te/L}$ 程度 (2003)]	0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 3 $\mu\text{g Te/L}$ 程度 (2003)]	12 $\mu\text{g Te/L}$	<0.002
公共用水域・海水	0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 1 $\mu\text{g Te/L}$ 未満程度 (2003)]	0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告がある (2006) [過去のデータではあるが 1 $\mu\text{g Te/L}$ 未満程度 (2003)]		<0.002

注：1) 水質中濃度の()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、海水域ともに、0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告があった。安全側の評価値として設定された予測環境中濃度 (PEC) も同様に、淡水

域、海水域ともに、0.019 $\mu\text{g Te/L}$ 未満の報告があった。なお、得られた環境中濃度は化学形態別ではなく全テルルとしての濃度であり、公共用水域の調査地点数は淡水域、海水域ともに 2 地点の調査結果である。

環境中のテルル濃度が全て 4 価のものであると仮定し、予測環境中濃度 (PEC) と予測無影響濃度 (PNEC) の比を求めると、PEC / PNEC 比は淡水域、海水域ともに 0.002 未満となる。また、過去のデータではあるが淡水域で 3 $\mu\text{g Te/L}$ 程度、海水域では 1 $\mu\text{g Te/L}$ 程度という値が得られており、環境中のテルル濃度が全て 4 価のものであると仮定した場合の PNEC との比は淡水域で 0.3、海水域では 0.08 となる。

したがって、本物質については情報収集に努める必要があり、生産量・輸入量等の推移や用途、マテリアルフローについて正確に把握し、排出源を踏まえた環境中濃度を充実させることについて検討す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) 化学大辞典編集委員 (1963) : 化学大辞典 (縮刷版) 共立出版.
- 2) European Chemicals Agency : Information on Registered Substances, Tellurium. (<http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>, 2016.6.6 現在).
- 3) 越後谷悦郎ら(監訳) (1986) : 実用化学辞典 朝倉書店.
- 4) 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.
- 5) Haynes.W.M.ed. (2013) : CRC Handbook of Chemistry and Physics on DVD, (Version 2013), CRC Press.
- 6) O'Neil, M.J. ed. (2013) : The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 15th Edition, The Royal Society of Chemistry.
- 7) Dale L, Perry (2010) : Hndbook of Inorganic Compounds, 2nd Edition, Boca Raton, CRC Press.
- 8) European Chemicals Agency : Information on Registered Substances, Tellurium dioxide. (<http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>, 2016.6.6 現在).
- 9) Gunnar F. Nordberg, Bruce A. Fowler and Monica Nordberg ed. (2015) : Handbook on the Toxicology of Metals. Fourth Edition, Volume II: Specific Metals, Chapter 54 Tellurium. Academic Press.
- 10) Ernest Merian, Manfred Anke, Milan Ihnat, Markus Stoepler ed. (2004) : Elements and their Compounds in the Environment: Occurrence, Analysis and Biological Relevance, 2nd, Completely Revised and Enlarged Edition, Volume 3: Nonmetals, Particular Aspects, 8 Tellurium.
- 11) 橋本芳一、関根嘉香 (1990) : 環境中のテルル. ぶんせき. 111-117.
- 12) Nelson Belzile, Yu-Wei Chen (2015) : Tellurium in the environment: A critical review focused on natural waters, soils, sediments and airborne particles. Applied Geochemistry. 63:83-92.
- 13) 自然科学研究機構国立天文台 (2014) 理科年表平成 27 年 (机上版) 丸善出版.
- 14) いであ株式会社 (2015) : 平成 26 年度化学物質安全対策 (金属の生物蓄積性に関する調査) 調査報告書.
- 15) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2012) : 鉱物資源マテリアルフロー2011 テルル (Te) .
- 16) 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, 2016.06.29 現在).
- 17) 化学工業日報社(2016) : 16716 の化学商品.

(2) 曝露評価

- 1) 経済団体連合会 (2000) : 第 3 回経団連 PRTR (環境汚染物質排出・移動登録) 調査結果報告. 別表 3 第 3 回媒体別・対象物質別 環境排出・移動量集計値一覧表 (<https://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2000/027/index.html>, 2016.11.4 現在).

- 2) 貴田晶子, 酒井伸一, 芝川重博, 松本暁洋 (2003): 一般廃棄物焼却炉のダイオキシン類対策に伴う重金属類の排出抑制効果に関する研究. 環境化学. 13(1):51-67.
- 3) 環境省、経済産業省 (2011): 使用済小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会 とりまとめ.
- 4) 貴田晶子, 白波瀬朋子, 川口光夫 (2009): 使用済みパソコン中のレアメタル等の存在量と金属分析. 廃棄物資源循環学会誌. 20(2):59-69.
- 5) 環境省環境保健部環境安全課 (2008) : 平成 18 年度化学物質環境実態調査.
- 6) 環境省水環境部企画課 (2005) : 平成 15 年度要調査項目測定結果.
- 7) Guosheng Yang, Jian Zheng, Keiko Tagami, Shigeo Uchida (2014) : Soil-to-crop transfer factors of tellurium. Chemosphere. 111:554.-559.

(3) 健康リスクの初期評価

- 1) De Meio RH. (1946): Tellurium. I. The toxicity of ingested elementary tellurium for rats and rat tissues. J Ind Hyg Toxicol. 28: 229-232.
- 2) De Meio RH, Jetter WW. (1948): Tellurium. III. The toxicity of ingested tellurium dioxide for rats. J Ind Hyg Toxicol. 30: 53-58.
- 3) Hollins JG. (1969): The metabolism of tellurium in rats. Health Phys. 17: 497-505.
- 4) Cantone MC, De Bartolo D, Gambarini G, Giussani A, Molho N, Pirola L, Hansen C, Werner E, Roth P. (1993): Intestinal absorption of tellurium studied with stable tracers. J Radioanal Nucl Chem. 170: 433-442.
- 5) Kron T, Hansen C, Werner E. (1991): Renal excretion of tellurium after peroral administration of tellurium in different forms to healthy human volunteers. J Trace Elem Electrolytes Health Dis. 5: 239-244.
- 6) ICRP (1975): Report of the task group on reference man. ICRP publication No. 23.
- 7) Steinberg HH, Massari SC, Miner AC, Rink R. (1942): Industrial exposure to tellurium: atmospheric studies and clinical evaluation. J Ind Hyg Toxicol. 24: 183-192.
- 8) Ogra Y, Kobayashi R, Ishiwata K, Suzuki KT. (2007): Identification of urinary tellurium metabolite in rats administered sodium tellurite. J Anal At Spectrom. 22: 153-157.
- 9) Ogra Y. (2009): Toxicometallomics for research on the toxicology of exotic metalloids based on speciation studies. Anal Sci. 25: 1189-1195.
- 10) Ba LA, Döring M, Jamier V, Jacob C. (2010): Tellurium: an element with great biological potency and potential. Org Biomol Chem. 8: 4203-4216.
- 11) US National Institute for Occupational Safety and Health, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS) Database.
- 12) IPCS (2000): International Chemical Safety Cards. 0986. Tellurium.
- 13) Duckett S, Said G, Streletz LG, White RG, Galle P. (1979): Tellurium-induced neuropathy: correlative physiological, morphological and electron microprobe studies. Neuropathol Appl Neurobiol. 5: 265-278.

- 14) Miyoshi K, Takauchi S. (1977): Chronic tellurium intoxication in rats. *Folia Psychiatr Neurol Jpn.* 31: 111-118.
- 15) Schroeder HA. (1967): Effects of selenate, selenite and tellurite on the growth and early survival of mice and rats. *J Nutr.* 92: 334-348.
- 16) Schroeder HA, Mitchener M. (1971): Selenium and tellurium in rats: effect on growth, survival and tumors. *J Nutr.* 101: 1531-1540.
- 17) Schroeder HA, Mitchener M. (1972): Selenium and tellurium in mice. Effects on growth, survival, and tumors. *Arch Environ Health.* 24: 66-71.
- 18) European Chemicals Agency : Tellurium. Read-across Subs Key Repeated dose toxicity: oral. 001 (2013).
(<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>, 2016.12.5 現在).
- 19) Sandratskaya SE. (1964): Biological effects of rare, dispersed, and other metals and their compounds used in industry tellurium. *Chem Abstracts.* 60: 2247.
- 20) Garro F, Pentschew A. (1964): Neonatal hydrocephalus in the offspring of rats fed during pregnancy non-toxic amounts of tellurium. *Arch Psychiatr Nervenkr.* 206: 272-280.
- 21) Duckett S. (1971): The morphology of tellurium-induced hydrocephalus. *Exp Neurol.* 31: 1-16.
- 22) Johnson EM, Christian MS, Hoberman AM, DeMarco CJ, Kilpper R, Mermelstein R. (1988): Developmental toxicology investigation of tellurium. *Fundam Appl Toxicol.* 11: 691-702.
- 23) Keall JH, Martin NH, Tunbridge RE. (1946): A report of three cases of accidental poisoning by sodium tellurite. *Br J Ind Med.* 3: 175-176.
- 24) De Meio RH. (1947): Tellurium. II. Effect of ascorbic acid on the tellurium breath. *J Ind Hyg Toxicol.* 29: 393-395.
- 25) Müller R, Zschiesche W, Steffen HM, Schaller KH. (1989): Tellurium-intoxication. *Klin Wochenschr.* 67: 1152-1155.
- 26) Yarema MC, Curry SC. (2005): Acute tellurium toxicity from ingestion of metal-oxidizing solutions. *Pediatrics.* 116: e319-e321.
- 27) Holness DL, Taraschuk IG, Nethercott JR. (1989): Health status of copper refinery workers with specific reference to selenium exposure. *Arch Environ Health.* 44: 291-297.
- 28) Berriault CJ, Lightfoot NE. (2011): Occupational tellurium exposure and garlic odour. *Occup Med.* 61: 132-135.
- 29) Meredith SK, Taylor VM, McDonald JC. (1991): Occupational respiratory disease in the United Kingdom 1989: a report to the British Thoracic Society and the Society of Occupational Medicine by the SWORD project group. *Br J Ind Med.* 48: 292-298.
- 30) Kanematsu N, Hara M, Kada T. (1980): Rec assay and mutagenicity studies on metal compounds. *Mutat Res.* 77: 109-116.
- 31) Yagi T, Nishioka H. (1977): DNA damage and its degradation by metal compounds. *同志社大学理工学研究報告.* 18: 63-70.
- 32) Paton GR, Allison AC. (1972): Chromosome damage in human cell cultures induced by metal salts. *Mutat Res.* 16: 332-336.

- 33) Migliore L, Cocchi L, Nesti C, Sabbioni E. (1999): Micronuclei assay and FISH analysis in human lymphocytes treated with six metal salts. *Environ Mol Mutagen.* 34: 279-284.

(4) 生態リスクの初期評価

1) U.S.EPA 「ECOTOX」

2918 : Khangarot, B.S. (1991): Toxicity of Metals to a Freshwater Tubificid Worm, *Tubifex tubifex* (Muller). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 46:906-912.

3731 : Dorfman, D. (1977): Tolerance of *Fundulus heteroclitus* to Different Metals in Salt Waters. *Bull. N.J. Acad. Sci.* 22(2):21-23.

151495 : Khangarot, B.S., and S. Das (2009): Acute Toxicity of Metals and Reference Toxicants to a Freshwater Ostracod, *Cypris subglobosa* Sowerby, 1840 and Correlation to EC₅₀ Values of Other Test Models. *J. Hazard. Mater.* 172(2/3): 641-649.

2) その他

2015144 : Okamoto A., M. Yamamuro and N. Tatarazako (2015): Acute Toxicity of 50 Metals to *Daphnia magna*. *Journal of Applied Toxicology*, 35(7) : 824-830.

3) European Chemicals Agency : Information on Registered Substance, Tellurium dioxide. (<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>, 2016.6.15 現在).

1. Toxicity to aquatic algae and cyanobacteria (2012).
2. Short-term toxicity to aquatic invertebrates (2012).
3. Short-term toxicity to fish (2012).