

リスク評価書（案）

No. 75（詳細）

タリウム及びその水溶性化合物 (Thallium and Thallium water-soluble compounds)

目次

本文	1
別添 1 有害性総合評価表	13
別添 2 有害性評価書	17
別添 3 ばく露作業報告集計表	略
別添 4 測定分析法	略

1 1. 物理化学的性質

2 (1) 化学物質の基本情報

3 名称：タリウム及びその水溶性化合物 (不溶性も含む)

4 別 名：複数物質であるため特定できない(下表参照)

5 化学式： 同上

6 分子 量： 同上

7 CAS 番号： 同上

8 労働安全衛生法施行令第 18 条、18 条の 2、別表 9(名称等を表示し、又は通知すべき危険物及
9 び有害物)第 335 号

10

11 (2) 物理化学的性状 (ICSC 2013a, b, c) (IPCS EHC 1996) (環境省 2017) (ATSDR 1992) (Chemistry
12 Dashboard)(2021/09/03 検索)

	タリウム	硝酸タリウム(I)	硝酸タリウム (III)	硫酸タリウム	炭酸タリウム
CAS 番号	7440-28-0	10102-45-1	13746-98-0	7446-18-6	6533-73-9
化学式	Tl	TlNO ₃	Tl(NO ₃) ₃	Tl ₂ SO ₄	Tl ₂ CO ₃
分子量	204.4 (原子量)	266.39	390.40	504.8	468.78
外観	帯青白色の非常にやわらかい金属。空気にばく露すると灰色になる。	白色結晶	無色結晶 空気中で風解する	白色のまたは無色の結晶	無色のまたは白色の結晶
密度 g/cm ³	11.9	5.55	—	6.77	7.1
沸点 °C	1,457	430	分解する (3 水和物)	分解	333.6
融点 °C	304	206	102~105 (3 水和物)	632	272
水への溶解性 g/100 mL (20°C)	溶けない	95.5	分解する	4.87	5.2 (25°C)

13

	酢酸タリウム	酸化タリウム(I)	酸化タリウム (III)	塩化タリウム(I)	三塩化タリウム (III)
CAS 番号	563-68-8	1314-12-1	1314-32-5	7791-12-0	13453-32-2
化学式	TlC ₂ H ₃ O ₂	Tl ₂ O	Tl ₂ O ₃	TlCl	TlCl ₃
分子量	263.43	424.77	456.76	239.84	310.74
外観	艶々した白色結晶	黒色固体	黒色結晶	無色の結晶	黄色結晶
密度 g/cm ³	3.765	9.52	9.65、10.11、 10.2	7.0	4.7
沸点 °C	—	1,080	875	720	分解する
融点 °C	131	300、579	834、717、~717	431、430	25
水への溶解性 g/100 mL (20°C)	易溶	可溶	不溶	3.3 g/1,000g 2.4 g/100 mL (99.35 °C)	よく溶ける

14

15

	フッ化タリウム	ヨウ化タリウム	臭化タリウム	マロン酸 タリウム
CAS 番号	7789-27-7	7790-30-9	7789-40-4	2757-18-8
化学式	TIF	TII	TIBr	Tl ₂ C ₃ H ₂ O ₄
分子量	223.382	331.29	284.29	510.81
外観	白色結晶	黄色固体	淡黄色 固体	—
密度 g/cm ³	8.23	7.29	7.557	1.55
沸点 °C	655	823	815	352
融点 °C	327	440	480	222
水への溶解性 g/100 mL (20°C)	78.6 (15 °C)	0.0006	0.05	4.25 mol/L

16

17 (3) 物理的・化学的危険性

18 タリウム (ICSC 2013a)

19 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する。

20 イ 爆発危険性：空気中で粒子が細かく拡散して、爆発性の混合気体を生じる。

21 ウ 物理的危険性：粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。

22 エ 化学的危険性：強還元剤。強酸と反応する。室温でフッ素及び他のハロゲンと反応す
23 る。

24

25 硝酸タリウム (I) (厚労省 2008a)

26 ア 火災危険性：情報なし

27 イ 爆発危険性：情報なし

28 ウ 物理的危険性：情報なし

29 エ 化学的危険性：酸化性固体

30

31 硝酸タリウム(III) (PubChem 2021a)

32 ア 火災危険性：情報なし

33 イ 爆発危険性：情報なし

34 ウ 物理的危険性：情報なし

35 エ 化学的危険性：酸化性固体

36

37 硫酸タリウム (ICSC 2013b)

38 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する。

39 イ 爆発危険性：情報なし

40 ウ 物理的危険性：情報なし

41 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。タリウム及びイオウ酸化物などの有毒なフュー
42 ムを生じる。強酸化剤と反応する。

43

44 炭酸タリウム (ICSC 2013c)

- 45 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する。
46 イ 爆発危険性：情報なし
47 ウ 物理的危険性：情報なし
48 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。有毒なフュームを生じる。強酸及び強酸化剤と
49 激しく反応する。

50

51 酢酸タリウム(厚労省 2008b)

- 52 ア 火災危険性：情報なし
53 イ 爆発危険性：情報なし
54 ウ 物理的危険性：情報なし
55 エ 化学的危険性：情報なし

56

57 酸化タリウム(I)、酸化タリウム(III)、塩化タリウム(I)、三塩化タリウム(III)、フッ化タリウム、
58 ヨウ化タリウム、臭化タリウム、マロン酸タリウム

- 59 ア 火災危険性：情報なし
60 イ 爆発危険性：情報なし
61 ウ 物理的危険性：情報なし
62 エ 化学的危険性：情報なし

63

64 (4) 生産・輸入量／使用量／用途

65 タリウム

- 66 生産量：情報なし
67 輸入量：情報なし
68 用途：半導体工業、合金、鉍物溶解剤、光学・温度測定器 (ATSDR 1992)
69 製造業者：情報なし

70

71 硝酸タリウム (I)

- 72 生産量：情報なし
73 輸入量：情報なし
74 用途：海上の信号として他の化合物や樹脂とともに使用。低融点ガラス、フォトセル、花火
75 の製造、有機合成の酸化剤(ATSDR 1992)、特殊分析(化工日 2021)
76 製造業者：情報なし

77

78 硝酸タリウム (III)

- 79 生産量：情報なし
80 輸入量：情報なし
81 用途：情報なし
82 製造業者：情報なし

83

84 硫酸タリウム

85 生産量：情報なし
86 輸入量：情報なし
87 用途：半導体産業や低域温度計、光学システム、光電池、他のタリウム化合物やタリウム金
88 属の化学中間体 (ATSDR 1992)
89 製造業者：情報なし
90
91 炭酸タリウム
92 生産量：情報なし
93 輸入量：情報なし
94 用途：情報なし
95 製造業者：情報なし
96
97 酢酸タリウム
98 生産量：情報なし
99 輸入量：情報なし
100 用途：浮選による鉱石成分の分離に使用するための高比重の溶液を調製するために使用
101 (ATSDR 1992)。
102 製造業者：情報なし
103
104 酸化タリウム(I)
105 生産量：情報なし
106 輸入量：情報なし
107 用途：低融点ガラス、高屈折分散光学ガラス、人工宝石の製造(ATSDR 1992) (環境省 2017)
108 製造業者：情報なし
109
110 酸化タリウム(III)
111 生産量：情報なし
112 輸入量：情報なし
113 用途：情報なし
114 製造業者：情報なし
115
116 塩化タリウム(I)
117 生産量：情報なし
118 輸入量：情報なし
119 用途：塩素化の触媒(ATSDR 1992)
120 製造業者：情報なし
121
122 三塩化タリウム(III)
123 生産量：情報なし
124 輸入量：情報なし

125 用途：情報なし
 126 製造業者：情報なし
 127
 128 フッ化タリウム、
 129 生産量：情報なし
 130 輸入量：情報なし
 131 用途：低融点ガラス、高屈折分散光学ガラスの製造(環境省 2017)
 132 製造業者：情報なし
 133
 134 ヨウ化タリウム
 135 生産量：情報なし
 136 輸入量：情報なし
 137 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
 138 製造業者：情報なし
 139
 140 臭化タリウム
 141 生産量：情報なし
 142 輸入量：情報なし
 143 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
 144 製造業者：情報なし
 145
 146 マロン酸タリウム
 147 生産量：情報なし
 148 輸入量：情報なし
 149 用途：情報なし
 150 製造業者：情報なし
 151
 152 2 有害性評価の結果（別添 1 及び別添 2 参照）
 153 (1) 発がん性
 154 情報なし
 155 (2) 発がん性以外の有害性
 156 ○急性毒性
 157 致死性
 158 ラット
 159 経口毒性：LDLo = 30 mg/kg 体重 (タリウム)
 160 LD₅₀ = 16 mg/kg 体重 (硫酸タリウム)
 161 LD₅₀ = 15 mg/kg 体重 (炭酸タリウム)
 162 LD₅₀ = 21.8 mg/kg 体重 (炭酸タリウム)
 163 LD₅₀ = 41.3 mg/kg 体重 (酢酸タリウム)
 164 LD₅₀ = 40.6 mg/kg 体重 (酸化タリウム(I))

165 LD₅₀ = 44 mg/kg 体重 (酸化タリウム(III))
166 LDLo = 55 mg/kg 体重 (塩化タリウム(I))
167 LDLo = 50 mg/kg 体重 (フッ化タリウム(I))
168 LD₅₀ = 24.1 mg/kg 体重 (ヨウ化タリウム(I))
169 LDLo = 35 mg/kg 体重 (臭化タリウム(I))
170 LD₅₀ = 18.8 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))
171 経皮毒性 : LD₅₀ = 550 mg/kg 体重 (硫酸タリウム)
172 LD₅₀ = 117 mg/kg 体重 (炭酸タリウム)
173 LD₅₀ = 57.7 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))

174 マウス

175 経口毒性 : LD₅₀ = 15 mg/kg 体重 (硝酸タリウム)
176 LD₅₀ = 23.5 mg/kg 体重 (硫酸タリウム)
177 LD₅₀ = 21 mg/kg 体重 (炭酸タリウム)
178 LD₅₀ = 35 mg/kg 体重 (酢酸タリウム)
179 LD₅₀ = 24 mg/kg 体重 (塩化タリウム(I))
180 LD₅₀ = 40.7 mg/kg 体重 (ヨウ化タリウム(I))
181 LDLo = 29 mg/kg 体重 (臭化タリウム(I))

182

183 ウサギ

184 経口毒性 : LD₅₀ = 25 mg/kg 体重 (酢酸タリウム)
185 LDLo = 31.2 mg/kg 体重 (酸化タリウム(I))
186 LDLo = 34 mg/kg 体重 (酸化タリウム(III))

187

188 ヒト

189 経口毒性 : 成人平均致死量 1 g (14-15 mg/kg 体重) (硫酸タリウム)

190

191 健康影響

- 192 ・動物における急性毒性の症状は、嘔吐や下痢などの消化管症状や神経症状、体開口部
193 の炎症、皮膚のできもの、振戦、脱毛、壊死性腎乳頭炎、呼吸不全による死などが挙げ
194 げられる。
- 195 ・ヒトにおけるタリウムの経口摂取の急性症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、頭痛、脱力感、
196 筋肉痛、かすみ眼、情動不安、痙攣、心拍数増加である。症状は、遅れて現われるこ
197 とがある。硫酸タリウム及び炭酸タリウムの吸入ばく露の急性症状は、咳、咽頭痛で、
198 経口摂取の急性症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、下痢、頭痛、脱力感、痙攣、筋肉痛、
199 麻痺、せん妄及び意識喪失である。神経障害の症状は、2~3 日経過してから現れる。

200

201 ○皮膚腐食性／刺激性：あり

202 根拠：ヒトにおいて硫酸タリウムは、皮膚に付くと発赤を生じる。

- 203 ・イヌへのタリウムの皮膚塗布によって皮膚のすべての層に著しい障害が認められた。
204 皮膚の変化は水腫と膠原線維束の破壊が特徴的であり、紅斑では広範な錯角化や時

205 には顆粒層増生が認められた。毛嚢では錯角化性の角質の過剰を呈した外根鞘の増
206 生が観察された。

207

208 ○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり

209 根拠：ヒトにおいて硫酸タリウムは、眼に入ると充血、痛みを生じる。

210

211 ○皮膚感作性：報告なし

212

213 ○呼吸器感作性：報告なし

214

215 ○反復投与毒性（生殖毒性／遺伝毒性／発がん性／神経毒性は別途記載）

216 NOAEL = 0.04 mg (TI)/体重/日

217 根拠：SD ラット雌雄(各 20 匹/群)に硫酸タリウム、0.01、0.05、0.25 mg/kg 体重/日(約
218 0, 0.008, 0.04, or 0.20 mg/kg/日 TI に相当)を 90 日間経口投与した実験で、雌の 0.25
219 mg/kg 体重群で毛嚢の萎縮と脱毛を認めた。

220

221 不確実係数 UF = 10

222 根拠：種差 (10)

223

224 評価レベル = 0.024 mg TI/m³

225 計算式： 0.04 mg/kg 体重/日 × 60 kg/10 m³ × 1/10 = 0.024 mg/m³

226

227 ○生殖毒性：あり

228 LOAEL = 0.7 mg TI/kg/日

229 根拠：雄ラットに 10 ppm のタリウム飲料水(硫酸タリウムで)を 60 日間経口投与した
230 結果 (0.27 mg TI/日 (約 0.7 mg/TI/kg 体重/日))、精巣上体に未成熟精子が増加し、
231 また、精子の運動能の有意な低下が認められた。組織学的には精細管の配列の乱
232 れ、セルトリ細胞の空胞化がみられ、滑面小胞体の腫大が観察された。精巣の β-
233 グルクロニダーゼ活性が有意に低下したが、血漿テストステロン濃度は変化が
234 無かった。しかし、同濃度のタリウム飲料水を 30 日間投与(摂取量は測定してい
235 ない)では組織学的、機能的、生化学的変化は認められなかった。ATSDR は
236 LOAEL を 0.7 mg TI/kg 体重/日としている。

237 不確実係数 UF = 100

238 根拠：種差 (10)、LOAEL から NOAEL への変換 (10)

239

240 評価レベル = 0.042 mg TI/m³

241 計算式： 0.7 mg TI/kg 体重/日 × 60 kg/10 m³ × 1/100 = 0.042 mg TI/m³

242

243 ○遺伝毒性：あり

244 根拠：In vitro の細菌を用いた復帰突然変異試験は陰性、Rec assay は陽性であった。酵

245 母を用いた復帰突然変異試験及び遺伝子変換試験は陰性であった。マウス及び
246 ラットの胎児線維芽細胞を用いた一本鎖DNA切断は陰性と陽性の両方の結果で
247 あった。細胞種は不明であるが姉妹染色分体交換試験及び HPRT 試験で陽性で
248 あった。ラット胎児線維芽細胞を用いた染色体異常試験は陽性、ヒトリンパ球を
249 用いた小核試験は陰性であった。In vivo のチャイニーズハムスター骨髄細胞を
250 用いた姉妹染色分体交換試験は陰性であった。

251 タリウム中毒患者 1 人の末梢血リンパ球で、染色体異常及び姉妹染色分体交
252 換を誘発されなかったが、染色体消失型の小核の明らかな増加がみられた。タリ
253 ウム中毒患者 13 人の末梢血リンパ球を用いた別の報告では、染色体異常の平均
254 頻度の増加がみられ、1 人の小核頻度は顕著に高かった。

255 以上からタリウム及びその水溶性化合物は、in vitro の試験系で陰性と陽性の
256 両方の結果を示し、一貫性がみられないが、ヒトにおいて染色体異常の誘発が
257 みられていることから、遺伝毒性はありと判断する。

258

259 生殖細胞変異原性：誘発する可能性がある。

260 ・タリウム中毒患者の末梢血リンパ球で、染色体異常が誘発された。In vitro で、細菌
261 を用いた復帰突然変異試験は陰性であったが、細胞種は不明であるが HPRT 試験は陽
262 性であった。ラット胎児線維芽細胞を用いた染色体異常試験は陽性、ヒトリンパ球を
263 用いた小核試験は陰性であった。直接的なヒト経世代影響の報告が認められないこと
264 から、タリウム及びその水溶性化合物の生殖細胞変異原性は、誘発する可能性があると
265 判断する。

266

267 ○神経毒性：あり

268 根拠：ヒトの症例報告は、タリウムが急性の経口ばく露後、末梢及び中枢神経系の障
269 害を引き起こすことを示している。経口ばく露後に、つま先と指の痺れ、下肢
270 の灼熱感及び筋痙攣とともに、運動失調、震え及び多発性脳神経麻痺が報告さ
271 れている。セメント製造に 5-44 年間(平均 22.9 年)関わった 36 人の労働者は、
272 感覚異常、つま先と指の痺れ、下肢の灼熱感及び筋痙攣を示した。

273 ・ラットにおいて末梢神経の構造的及び機能的変化が観察されている。

274

275 (3) 許容濃度等

276 ACGIH : TLV-TWA 0.02 mg/m³、吸引性粒子(inhalable particle)(タリウムとして) (2010 :
277 設定年)、Skin (経皮吸収に注意)(1963 : 設定年)

278 根拠：タリウムのばく露は胃腸障害、腹部痛、多発神経炎、運動及び感覚末梢神経障
279 害、吐き気、食欲不振、睡眠障害、脱毛を含む幅広い症状と関連している。タ
280 リウム及びその化合物の TLV-TWA の勧告値の 0.02mg/m³ (T1 として測定した
281 吸引性粉じんとして) は、タリウムばく露と関連した健康障害の証拠がなかつ
282 たバッテリー工場で測定された最も高い気中タリウム濃度を基にしている。尿
283 タリウム濃度の中央値は 1.3 µg/L であった。この濃度はドイツのタリウムを放
284 出していたセメント工場作業員及び近隣住民で神経学的影響がなかった尿タリ

285 ウムの濃度の範囲内である。
286 実験動物でのタリウムの皮膚吸収の観察、作業員での脱毛を含む毒性影響の
287 報告及び白癬の治療でタリウムを皮膚局所で使用したのち観察される毒性の報
288 告より皮膚の注意記載が必要である。

289

290 日本産業衛生学会：設定なし

291

292 DFG MAK：設定なし

293 NIOSH REL：TWA 0.1 mg/m³ [skin]

294 OSHA PEL：TWA 0.1 mg/m³ Skin

295 UK WEL：0.1 mg/m³(タリウムとして)、Sk

296 OARS WEEL：設定なし

297

298 (4) 評価値

299 ○ 一次評価値：なし

300 根拠：動物試験により導き出された無毒性量 (NOAEL) から不確実係数を考慮して
301 算定した評価レベルが二次評価値の十分の一以上のため、一次評価値はなし
302 とする。

303 ※一次評価値：労働者が勤労生涯を通じて週 40 時間、当該物質にばく露した場合に、そ
304 れ以下のばく露については健康障害に係るリスクは低いと判断する濃度。

305

306 ○ 二次評価値：0.02 mg/m³ (吸引性粒子、タリウムとして)

307 根拠：米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) が提言しているばく露限界値 (TLV-TWA)
308 を二次評価値とした。

309 ※二次評価値：労働者が勤労生涯を通じて当該物質にばく露した場合にも、当該ばく露
310 に起因して労働者が健康に悪影響を受けることはないであろうと推測される濃度で、
311 これを超える場合はリスク低減措置が必要。「リスク評価の手法」に基づき、原則と
312 して日本産業衛生学会の許容濃度又は ACGIH のばく露限界値を採用している。

313

314 3 ばく露実態評価 ※ばく露評価小検討会での議論を踏まえて修正予定

315 (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況 (詳細を別添 3 に添付)

316 平成 22 年におけるタリウム及びその水溶性化合物の有害物ばく露作業報告は、合計 2 事業
317 場から、7 作業についてなされた。作業従事労働者数については、5 人未満の作業が 14%、5
318 人以上 10 人未満の作業が 86%であった。また、対象物質の取扱量については、0.5 t 未満の作
319 業が 29%、1 t 以上 10 t 未満の作業が 71%であった。

320 主な用途は、対象物の製造又は他の製剤等の原料として使用で、主な作業は、充填又は袋詰
321 めの作業、破碎、粉碎又はふるい分けの作業などであった。

322 7 作業のうち、一日あたりの作業時間が、15 分未満の作業が 14%、30 分以上 1 時間未満の
323 作業が 29%、1 時間以上 3 時間未満の作業が 57%であり、局所排気装置の設置がなされてい
324 る作業が 86%、設備が密閉化されている作業が 14%であった。

325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364

(2) ばく露実態調査結果

ばく露実態調査対象事業場については、有害物ばく露作業報告のあったタリウム及びその水溶性化合物を製造し、又は取り扱っている2事業場とした。

対象事業場においては、作業実態の聞き取り調査を行った上で、以下の測定分析法により対象作業に従事する労働者の個人ばく露測定を行うとともに、対象作業について作業環境測定基準に基づくA測定及びスポット測定を実施した。

また、個人ばく露測定結果については、同ガイドラインに基づき、8時間加重平均濃度(8時間TWA)を算定するとともに、統計的手法を用い最大値の推定を行い、実測値の最大値と当該推定値のいずれか大きい方を最大値とした。

○測定分析法(詳細な測定分析法は別添4に添付)

・個人ばく露測定

SKC社製IOMサンプラー、日本ミリポア社製25mmφセルロースメンブランフィルター(AAWP02500)で捕集

・作業環境測定、スポット測定

日本ミリポア社製47mmφセルロースメンブランフィルター(AAWP04700)で捕集。

・分析法:ICP質量分析法

○測定結果

ばく露実態調査は、有害物ばく露作業報告のあった2事業場の特定の作業に従事する6人の労働者に対する個人ばく露測定(※)を行うとともに、1単位作業場において作業環境測定基準に基づくA測定を行い、また、9地点についてスポット測定を実施した。

タリウム及びその水溶性化合物の用途は「ばく露作業報告対象物質の製造」、「他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用」であり、また、行われている作業は「充填又は袋詰め作業」又は「破碎、粉碎又はふるい分けの作業」「計量、配合、注入、投入又は小分けの作業」「乾燥作業」であった。

労働者6人の個人ばく露測定結果、8時間TWAの幾何平均値は0.00071mg/m³、最大値は0.0021mg/m³(計量、配合、注入、投入又は小分けの作業)であった。また、測定データについては、対数正規分布が否定されないとされ、全データを用いて信頼率90%でデータを区間推定した上限値(上側5%)を求めたところ0.022mg/m³であった。以上より、最大ばく露濃度は0.022mg/m³となり、二次評価値を超えている。

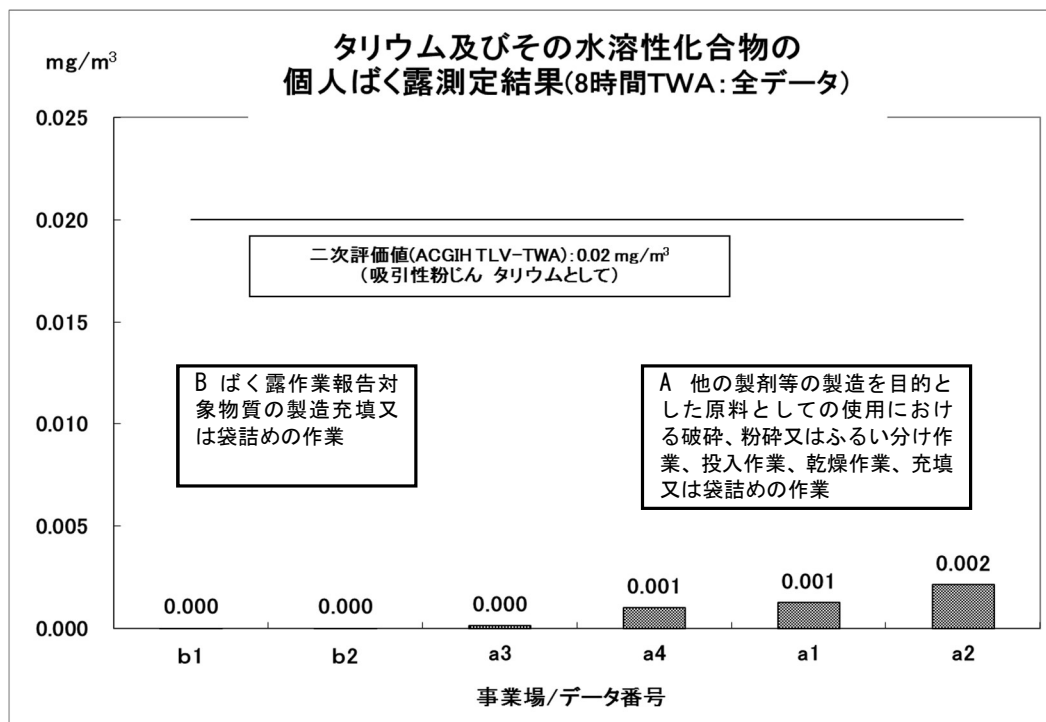
また、個人ばく露測定において最大値0.0021mg/m³を示した労働者が作業した事業場においては、囲い式の局所排気装置及び外付け式の局所排気装置が設置されその有効性は有りとなされ、当該事業場でのスポット測定の幾何平均値は、0.00023mg/m³、最大値は0.00139mg/m³であり、いずれも二次評価値を下まわっている。

さらに、A測定において最大値を示した事業場においては、局所排気装置は設置されその有効性は不良であったが、幾何平均値は0.00001mg/m³、最大値は0.00005mg/m³となり、二次評価値を下まわっている。

365 ※個人ばく露測定については、呼吸域でのばく露条件下でのサンプリングである。

366

367 個人ばく露濃度測定結果



368

369

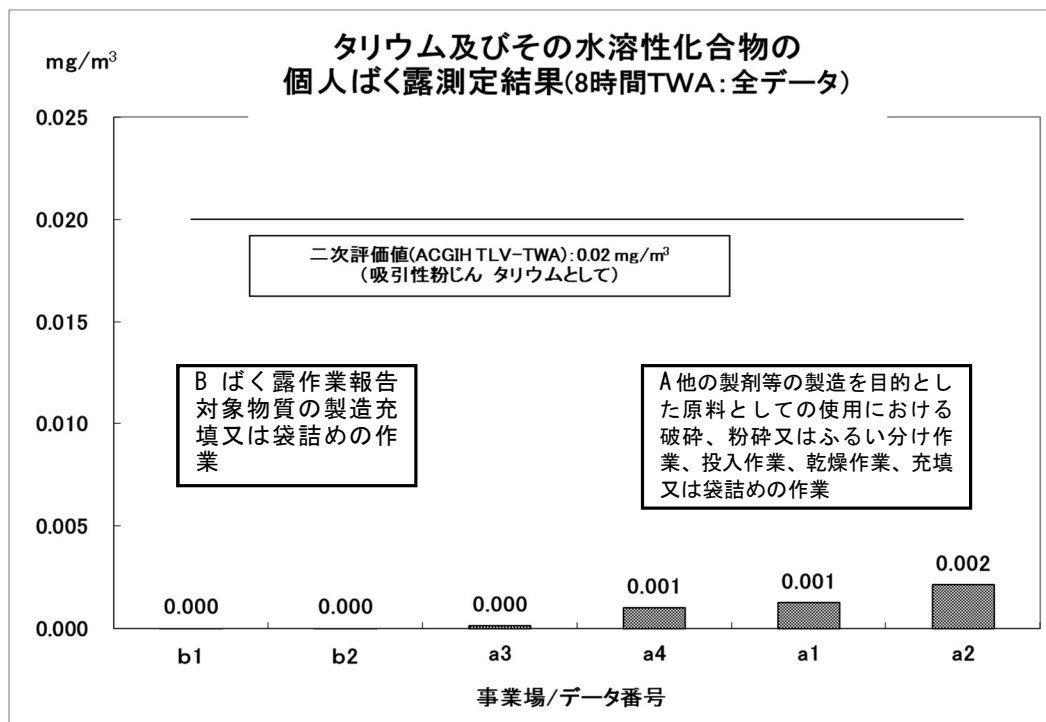
370 4 リスクの判定及び今後の対応

371 以上から、タリウム及びその水溶性化合物の製造・取扱い事業場におけるリスクは高いと考
372 えられることから、今後、さらに詳細なリスク評価が必要である。

373 その際には、実態調査を行った作業以外に高いばく露の可能性があるかどうかを確認する必
374 要がある。また、その際、ばく露作業報告のあった事業場に限らず、その他の製造又は取扱い
375 事業場があればそれらの事業場も含め多くの事業場において実態調査を実施し詳細評価を行う
376 べきである。

377 また、詳細なリスク評価の実施に関わらず、事業者は当該作業に従事する労働者等を対象と
378 して、自主的なリスク管理を行うことが必要と考える。

379 個人ばく露濃度測定結果



380

381

382 ばく露実態調査集計表

用途	対象事業場数	個人ばく露測定結果、mg/m ³				スポット測定結果、mg/m ³			作業環境測定結果、mg/m ³		
		測定数	平均(※1)	8時間TWAの平均(※2)	最大(※3)	単位作業場所数	平均(※4)	最大値(※3)	単位作業場所数	平均(※5)	最大値(※3)
タリウム及びその水溶性化合物											
1. ばく露作業対象物質の製造	1	2	0.00002	<0.0001	<0.0001	2	0.00002	0.00004	1	0.00001	0.00005
2. 他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用	1	4	0.00087	0.00071	0.0021	7	0.00023	0.00139	—	—	—
計	2	6	0.00024	0.00037	0.0021	9	0.00013	0.00139	1	0.00001	0.00005

集計上の注: 定量下限未満の値及び個々の測定値は測定時の採気量(測定時間×流速)により有効桁数が異なるが、集計にはこの値を用いて小数点以下5桁で処理した。
 ※1: 測定値の幾何平均値
 ※2: 8時間TWAの幾何平均値
 ※3: 個人ばく露測定結果においては、8時間TWAの、それ以外については、測定値の、最大値を表す
 ※4: 短時間作業を作業時間を通じて測定した値の単位作業場所ごとの算術平均を代表値とし、その幾何平均
 ※5: 単位作業ごとの幾何平均を代表とし、その幾何平均

383

384

385

386

別添1 有害性総合評価表

387 物質名：タリウム及びその水溶性化合物

有害性の種類	評 価 結 果
ア 急性毒性	<p><u>致死性</u></p> <p><u>ラット</u></p> <p>経口毒性：LDLo = 30 mg/kg 体重 (タリウム) LD₅₀ = 16 mg/kg 体重 (硫酸タリウム) LD₅₀ = 15 mg/kg 体重 (炭酸タリウム) LD₅₀ = 21.8 mg/kg 体重 (炭酸タリウム) LD₅₀ = 41.3 mg/kg 体重 (酢酸タリウム) LD₅₀ = 40.6 mg/kg 体重 (酸化タリウム(I)) LD₅₀ = 44 mg/kg 体重 (酸化タリウム(III)) LDLo = 55 mg/kg 体重 (塩化タリウム(I)) LDLo = 50 mg/kg 体重 (フッ化タリウム(I)) LD₅₀ = 24.1 mg/kg 体重 (ヨウ化タリウム(I)) LDLo = 35 mg/kg 体重 (臭化タリウム(I)) LD₅₀ = 18.8 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))</p> <p>経皮毒性：LD₅₀ = 550 mg/kg 体重 (硫酸タリウム) LD₅₀ = 117 mg/kg 体重 (炭酸タリウム) LD₅₀ = 57.7 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))</p> <p><u>マウス</u></p> <p>経口毒性：LD₅₀ = 15 mg/kg 体重 (硝酸タリウム) LD₅₀ = 23.5 mg/kg 体重 (硫酸タリウム) LD₅₀ = 21 mg/kg 体重 (炭酸タリウム) LD₅₀ = 35 mg/kg 体重 (酢酸タリウム) LD₅₀ = 24 mg/kg 体重 (塩化タリウム(I)) LD₅₀ = 40.7 mg/kg 体重 (ヨウ化タリウム(I)) LDLo = 29 mg/kg 体重 (臭化タリウム(I))</p> <p><u>ウサギ</u></p> <p>経口毒性：LD₅₀ = 25 mg/kg 体重 (酢酸タリウム) LDLo = 31.2 mg/kg 体重 (酸化タリウム(I)) LDLo = 34 mg/kg 体重 (酸化タリウム(III))</p> <p><u>ヒト</u></p> <p>経口毒性：成人平均致死量 1 g (14-15 mg/kg 体重) (硫酸タリウム)</p>
	<p><u>健康影響</u></p> <p>・動物における急性毒性の症状は、嘔吐や下痢などの消化管症状や神経症状、体開口部の炎症、皮膚のできもの、振戦、脱毛、壊死性腎乳頭炎、呼吸不全による死などが挙</p>

	<p>げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒトにおけるタリウムの経口摂取の急性症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、頭痛、脱力感、筋肉痛、かすみ眼、情動不安、痙攣、心拍数増加である。症状は、遅れて現われることがある。硫酸タリウム及び炭酸タリウムの吸入ばく露の急性症状は、咳、咽頭痛で、経口摂取の急性症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、下痢、頭痛、脱力感、痙攣、筋肉痛、麻痺、せん妄及び意識喪失である。神経障害の症状は、2～3日経過してから現れる。
イ 刺激性/腐食性	<p>皮膚刺激性/腐食性：あり</p> <p>根拠：ヒトにおいて硫酸タリウムは、皮膚に付くと発赤を生じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> イヌへのタリウムの皮膚塗布によって皮膚のすべての層に著しい障害が認められた。皮膚の変化は水腫と膠原線維束の破壊が特徴的であり、紅斑では広範な錯角化や時には顆粒層増生が認められた。毛嚢では錯角化性の角質の過剰を呈した外根鞘の増生が観察された。 <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり</p> <p>根拠：ヒトにおいて硫酸タリウムは、眼に入ると充血、痛みを生じる。</p>
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：報告なし</p> <p>呼吸器感作性：報告なし</p>
エ 反復投与毒性(生殖毒性/遺伝毒性/発がん性は除く)	<p>NOAEL = 0.04 mg (TI)/体重/日</p> <p>根拠：SD ラット雌雄(各 20 匹/群)に硫酸タリウム、0.01、0.05、0.25 mg/kg 体重/日(約 0、0.008, 0.04, or 0.20 mg/kg/日 TI に相当)を 90 日間経口投与した実験で、雌の 0.25 mg/kg 体重群で毛嚢の萎縮と脱毛を認めた。</p> <p>不確実係数 UF = 10</p> <p>根拠：種差 (10)</p> <p>評価レベル = 0.024 mg TI/m³</p> <p>計算式： 0.04 mg/kg 体重/日 × 60 kg/10 m³ × 1/10 = 0.024mg/m³</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性：あり</p> <p>LOAEL = 0.7 mg TI/kg/日</p> <p>根拠：雄ラットに 10 ppm のタリウム飲料水(硫酸タリウムで)を 60 日間経口投与した結果 (0.27 mg TI/日 (約 0.7 mg/TI/kg 体重/日))、精巢上体に未成熟精子が増加し、また、精子の運動能の有意な低下が認められた。組織学的には精細管の配列の乱れ、セルトリ細胞の空胞化がみられ、滑面小胞体の腫大が観察された。精巢のβ-グルクロニダーゼ活性が有意に低下したが、血漿テストステロン濃度は変化がなかった。しかし、同濃度のタリウム飲料水を 30 日間投与(摂取量は測定していない)では組織学的、機能的、生化学的変化は認められなかった。ATSDR は LOAEL を 0.7 mg TI/kg 体重/日としている。</p> <p>不確実係数 UF = 100</p>

	<p>根拠：種差 (10)、LOAEL から NOAEL への変換 (10)</p> <p>評価レベル = 0.042 mg Tl/m³</p> <p>計算式：0.7 mg Tl/kg 体重/日 × 60 kg/10 m³ × 1/100 = 0.042 mg Tl/m³</p>
<p>カ 遺伝毒性 (変異原性を 含む)</p>	<p>遺伝毒性：あり</p> <p>根拠：<i>In vitro</i> の細菌を用いた復帰突然変異試験は陰性、Rec assay は陽性であった。酵母を用いた復帰突然変異試験及び遺伝子変換試験は陰性であった。マウス及びラットの胎児線維芽細胞を用いた一本鎖 DNA 切断は陰性と陽性の両方の結果であった。細胞種は不明であるが姉妹染色分体交換試験及び HPRT 試験で陽性であった。ラット胎児線維芽細胞を用いた染色体異常試験は陽性、ヒトリンパ球を用いた小核試験は陰性であった。<i>In vivo</i> のチャイニーズハムスター骨髄細胞を用いた姉妹染色分体交換試験は陰性であった。</p> <p>タリウム中毒患者 1 人の末梢血リンパ球で、染色体異常及び姉妹染色分体交換を誘発されなかったが、染色体消失型の小核の明らかな増加がみられた。タリウム中毒患者 13 人の末梢血リンパ球を用いた別の報告では、染色体異常の平均頻度の増加がみられ、1 人の小核頻度は顕著に高かった。</p> <p>以上からタリウム及びその水溶性化合物は、<i>in vitro</i> の試験系で陰性と陽性の両方の結果を示し、一貫性がみられないが、ヒトにおいて染色体異常の誘発がみられていることから、遺伝毒性はありと判断する。</p> <p>生殖細胞変異原性：誘発する可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> タリウム中毒患者の末梢血リンパ球で、染色体異常が誘発された。<i>In vitro</i> で、細菌を用いた復帰突然変異試験は陰性であったが、細胞種は不明であるが HPRT 試験は陽性であった。ラット胎児線維芽細胞を用いた染色体異常試験は陽性、ヒトリンパ球を用いた小核試験は陰性であった。直接的なヒト経世代影響の報告が認められないことから、タリウム及びその水溶性化合物の生殖細胞変異原性は、誘発する可能性があると判断する。
<p>キ 発がん性</p>	<p>発がん性：情報なし</p>
<p>ク 神経毒性</p>	<p>神経毒性：あり</p> <p>根拠：ヒトの症例報告は、タリウムが急性の経口ばく露後、末梢及び中枢神経系の障害を引き起こすことを示している。経口ばく露後に、つま先と指の痺れ、下肢の灼熱感及び筋痙攣とともに、運動失調、震え及び多発性脳神経麻痺が報告されている。セメント製造に 5-44 年間(平均 22.9 年)関わった 36 人の労働者は、感覚異常、つま先と指の痺れ、下肢の灼熱感及び筋痙攣を示した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ラットにおいて末梢神経の構造的及び機能的変化が観察されている。 <p>LOAEL = 1.4 mg Tl /kg/日</p> <p>根拠：SD ラット雌(80 匹)に 1.4 mg Tl/kg/日(硫酸タリウムとして)を 240 日間飲水投与</p>

	<p>した。末梢神経の機能的変化が 16 匹中 10 匹に、構造的変化が 6 匹中 3 匹にみられた。しかし 40 日間投与ではその作用はみられていない。運動神経活動電位(MAP)の振幅は 44%減少、知覚神経活動電位の振幅は 30%減少、MAP latency は 25 %増加した。坐骨神経線維にはワーラー変性が散在性に出現しており、ミエリン鞘の空胞化と剥離が約 10%の神経線維に出現したワーラー変性を呈した線維の電子顕微鏡的観察では、ミトコンドリアの変性、神経フィラメントの密集及びリソソーム活性の上昇を伴った軸索突起の完全な破壊がみられた。US EPA は LOAEL を 1.4 mg TI/kg/日としている。</p> <p>不確実係数 UF = 100 根拠：種差 (10)、LOAEL から NOAEL への変換 (10)</p> <p>評価レベル = 0.08mg TI/m³ 計算式：1.4 mg TI/kg 体重/日×60 kg/10m³×1/100=0.08 mg TI/m³</p>
ケ 許容濃度の設定	<p>ACGIH：TLV-TWA 0.02 mg/m³、吸引性粒子(inhalable particle)(タリウムとして) (2010：設定年)、Skin (経皮吸収に注意)(1963：設定年)</p> <p>根拠：タリウムのばく露は胃腸障害、腹部痛、多発神経炎、運動及び感覚末梢神経障害、吐き気、食欲不振、睡眠障害、脱毛を含む幅広い症状と関連している。タリウム及びその化合物の TLV-TWA の勧告値の 0.02mg/m³ (TI として測定した吸引性粉じんとして) は、タリウムばく露と関連した健康障害の証拠がなかったバッテリー工場で測定された最も高い気中タリウム濃度を基にしている。尿タリウム濃度の中央値は 1.3 µg/L であった。この濃度はドイツのタリウムを放出していたセメント工場作業員及び近隣住民で神経学的影響がなかった尿タリウム濃度の範囲内である。</p> <p>実験動物でのタリウムの皮膚吸収の観察、作業員での脱毛を含む毒性影響の報告及び白癬の治療でタリウムを皮膚局所で使用したのち観察される毒性の報告より皮膚の注意記載が必要である。</p> <p>日本産業衛生学会：設定なし DFG MAK：設定なし NIOSH REL：TWA 0.1 mg/m³ [skin] OSHA PEL：TWA 0.1 mg/m³ Skin UK WEL：0.1 mg/m³(タリウムとして)、Sk OARS WEEL：設定なし</p>

388

389

別添2 有害性評価書

390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402

物質名：タリウム及びその水溶性化合物

1. 化学物質の同定情報

名称：タリウム及びその水溶性化合物 (不溶性も含む)
別名：複数物質であるため特定できない (下表参照)
化学式：同上
分子量：同上
CAS 番号：同上

労働安全衛生法施行令第 18 条、18 条の 2、別表 9 (名称等を表示し、又は通知すべき有害物) 第 335 号

2. 物理化学的情報

(1) 物理化学的性状 (ICSC 2013a, b, c) (IPCS EHC 1996) (環境省 2017) (ATSDR 1992) (Chemistry Dashboard)(2021/09/03 検索)

	タリウム	硝酸タリウム(I)	硝酸タリウム(III)	硫酸タリウム	炭酸タリウム
CAS 番号	7440-28-0	10102-45-1	13746-98-0	7446-18-6	6533-73-9
化学式	Tl	TlNO ₃	Tl(NO ₃) ₃	Tl ₂ SO ₄	Tl ₂ CO ₃
分子量	204.4 (原子量)	266.39	390.40	504.8	468.78
外観	帯青白色の非常にやわらかい金属。空気にばく露すると灰色になる。	白色結晶	無色結晶 空気中で風解する	白色のまたは無色の結晶	無色のまたは白色の結晶
密度 g/cm ³	11.9	5.55	—	6.77	7.1
沸点 °C	1,457	430	分解する (3 水和物)	分解	333.6
融点 °C	304	206	102~105 (3 水和物)	632	272
水への溶解性 g/100 mL(20°C)	溶けない	95.5	分解する	4.87	5.2 (25°C)

406

	酢酸タリウム	酸化タリウム(I)	酸化タリウム(III)	塩化タリウム(I)	三塩化タリウム(III)
CAS 番号	563-68-8	1314-12-1	1314-32-5	7791-12-0	13453-32-2
化学式	TlC ₂ H ₃ O ₂	Tl ₂ O	Tl ₂ O ₃	TlCl	TlCl ₃
分子量	263.43	424.77	456.76	239.84	310.74
外観	艶々した白色結晶	黒色固体	黒色結晶	無色の結晶	黄色結晶
密度 g/cm ³	3.765	9.52	9.65、10.11、 10.2	7.0	4.7
沸点 °C	—	1,080	875	720	分解する
融点 °C	131	300、579	834、717、~717	431、430	25

水への溶解性 g/100 mL(20°C)	易溶	可溶	不溶	3.3 g/1,000g 2.4 g/100 mL (99.35 °C)	よく溶ける
--------------------------	----	----	----	--	-------

407

	フッ化タリウム	ヨウ化タリウム	臭化タリウム	マロン酸 タリウム
CAS 番号	7789-27-7	7790-30-9	7789-40-4	2757-18-8
化学式	TlF	TlI	TlBr	Tl ₂ C ₃ H ₂ O ₄
分子量	223.382	331.29	284.29	510.81
外観	白色結晶	黄色固体	淡黄色 固体	—
密度 g/cm ³	8.23	7.29	7.557	1.55
沸点 °C	655	823	815	352
融点 °C	327	440	480	222
水への溶解性 g/100 mL(20°C)	78.6 (15 °C)	0.0006	0.05	4.25 mol/L

408

409

(2) 物理的・化学的危険性

410

タリウム (ICSC 2013a)

411 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する。

412 イ 爆発危険性：空気中で粒子が細かく拡散して、爆発性の混合気体を生じる。

413 ウ 物理的危険性：粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。

414 エ 化学的危険性：強還元剤。強酸と反応する。室温でフッ素及び他のハロゲンと反応する。

415

416

417

硝酸タリウム (I) (厚労省 2008a)

418 ア 火災危険性：情報なし

419 イ 爆発危険性：情報なし

420 ウ 物理的危険性：情報なし

421 エ 化学的危険性：酸化性固体

422

423

硝酸タリウム(III) (PubChem 2021a)

424 ア 火災危険性：情報なし

425 イ 爆発危険性：情報なし

426 ウ 物理的危険性：情報なし

427 エ 化学的危険性：酸化性固体

428

429

硫酸タリウム (ICSC 2013b)

430 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する。

431 イ 爆発危険性：情報なし

432 ウ 物理的危険性：情報なし

433 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。タリウム及びイオウ酸化物などの有毒なフュー

434 ムを生じる。強酸化剤と反応する。

435

436 炭酸タリウム (ICSC 2013c)

437 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なフェームやガスを放出する。

438 イ 爆発危険性：情報なし

439 ウ 物理的危険性：情報なし

440 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。有毒なフェームを生じる。強酸及び強酸化剤と
441 激しく反応する。

442

443 酢酸タリウム(厚労省 2008b)

444 ア 火災危険性：情報なし

445 イ 爆発危険性：情報なし

446 ウ 物理的危険性：情報なし

447 エ 化学的危険性：情報なし

448

449 酸化タリウム(I)、酸化タリウム(III)、塩化タリウム(I)、三塩化タリウム(III)、フッ化タリウム、
450 ヨウ化タリウム、臭化タリウム、マロン酸タリウム

451 ア 火災危険性：情報なし

452 イ 爆発危険性：情報なし

453 ウ 物理的危険性：情報なし

454 エ 化学的危険性：情報なし

455

456 **3. 生産・輸入量／使用量／用途**

457 タリウム

458 生産量：情報なし

459 輸入量：情報なし

460 用途：半導体工業、合金、鉍物溶解剤、光学・温度測定器 (ATSDR 1992)

461 製造業者：情報なし

462

463 硝酸タリウム (I)

464 生産量：情報なし

465 輸入量：情報なし

466 用途：海上の信号として他の化合物や樹脂とともに使用。低融点ガラス、フォトセル、花火
467 の製造、有機合成の酸化剤(ATSDR 1992)、特殊分析(化工日 2021)

468 製造業者：情報なし

469

470 硝酸タリウム (III)

471 生産量：情報なし

472 輸入量：情報なし

473 用途：情報なし

474 製造業者：情報なし
475
476 硫酸タリウム
477 生産量：情報なし
478 輸入量：情報なし
479 用途：半導体産業や低域温度計、光学システム、光電池、他のタリウム化合物やタリウム金
480 属の化学中間体 (ATSDR 1992)
481 製造業者：情報なし
482
483 炭酸タリウム
484 生産量：情報なし
485 輸入量：情報なし
486 用途：情報なし
487 製造業者：情報なし
488
489 酢酸タリウム
490 生産量：情報なし
491 輸入量：情報なし
492 用途：浮選による鉱石成分の分離に使用するための高比重の溶液を調製するために使用
493 (ATSDR 1992)。
494 製造業者：情報なし
495
496 酸化タリウム(I)
497 生産量：情報なし
498 輸入量：情報なし
499 用途：低融点ガラス、高屈折分散光学ガラス、人工宝石の製造(ATSDR 1992) (環境省 2017)
500 製造業者：情報なし
501
502 酸化タリウム(III)
503 生産量：情報なし
504 輸入量：情報なし
505 用途：情報なし
506 製造業者：情報なし
507
508 塩化タリウム(I)
509 生産量：情報なし
510 輸入量：情報なし
511 用途：塩素化の触媒(ATSDR 1992)
512 製造業者：情報なし
513

- 514 三塩化タリウム(III)
- 515 生産量：情報なし
- 516 輸入量：情報なし
- 517 用途：情報なし
- 518 製造業者：情報なし
- 519
- 520 フッ化タリウム、
- 521 生産量：情報なし
- 522 輸入量：情報なし
- 523 用途：低融点ガラス、高屈折分散光学ガラスの製造(環境省 2017)
- 524 製造業者：情報なし
- 525
- 526 ヨウ化タリウム
- 527 生産量：情報なし
- 528 輸入量：情報なし
- 529 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
- 530 製造業者：情報なし
- 531
- 532 臭化タリウム
- 533 生産量：情報なし
- 534 輸入量：情報なし
- 535 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
- 536 製造業者：情報なし
- 537
- 538 マロン酸タリウム
- 539 生産量：情報なし
- 540 輸入量：情報なし
- 541 用途：情報なし
- 542 製造業者：情報なし
- 543

4. 健康影響

544 [体内動態 (吸収、分布、代謝、排泄)](IRIS 2009)

a. 吸収

- 547 ・タリウム化合物は種々のばく露経路を通して速やかに吸収されることが、ヒトと動物の
- 548 研究から示されている。しかし吸収の定量的な測定を行った研究は少ない。水可溶性の
- 549 塩は呼吸器、消化管及び皮膚の経路から速やかに完全に吸収されると報告されている
- 550 が、この結論を裏付ける成績あるいは引用文献は示されていない。タリウムイオンが、
- 551 ばく露されたヒトと動物の尿から検出されることは、環境からの吸収を意味している。
- 552 イヌにおいて経口投与された硫酸タリウム (25 mg/kg TI)の 61.6%が吸収されると報告さ
- 553 れている。硝酸タリウム (767 µg/kg ²⁰⁴Tl)の経口投与後、タリウムは消化管を介して完全

554 に吸収されることが報告されている。これは雄の Wistar 由来のラットの観察を基にして
555 おり、体内負荷量は対数的に減少し、100%吸収まで外挿した。同じ結果は、タリウム
556 (硝酸タリウムとして)が他のばく露経路(静脈内 38 µg/kg、筋肉内 96 µg/kg、皮下 96
557 µg/kg、気管内 123 µg/kg、腹腔内 146 µg/kg)で投与された時においても得られている。タ
558 リウム(硫酸タリウムとして)10 nmol を 1 回投与された 麻酔されたラットで、結紮空腸部
559 分から 1 時間以内に 80%が吸収された。吸入を介したタリウム塩の吸収に関する報告は
560 見当たらない。毒性を伴った職業ばく露の少数の症例報告があるが、ばく露が吸入ある
561 いは他の経路(経口あるいは皮膚)を介したかは明らかにされていない。脱毛剤、頭皮白癬
562 の治療及び結核に関係した寝汗の治療のような過去のタリウム塩の使用は、皮膚吸収を
563 示唆する (IRIS 2009)。
564 ・²⁰⁴Tl でラベルした硫酸タリウム 45 mg (²⁰³Tl, 500 µCi) を経口投与した末期がん患者で血
565 液中のタリウム量は 3 時間後にピーク(投与量の 3%)となり、その後減少して 24~48 時
566 間は 1.6%で推移した (環境省 2017)。

567

568 b. 分布

569 ・タリウムイオンは、投与経路、用量及びばく露時間の長さに拘わらず、実験動物及びヒ
570 トの体内に速やかに分布する (1 時間以内)。最も高いタリウム濃度は腎臓で、最も低い
571 濃度は脳でみられ、脂肪組織には検出されなかった。また、タリウムはヒト及び実験動
572 物の胎盤を通過することが示されている (IRIS 2009)。
573 ・Wistar 新生児ラットのタリウム分布は、成熟 Wistar ラットの分布と異なっている。16
574 mg/kg の酢酸タリウム(12.4 mg/kg Tl)を腹腔内投与された新生児ラットで、投与 24 時間後
575 の最も高いタリウム濃度は、精巣、心臓、腎臓の順であった。肝臓及び脳における濃度
576 はおよそ 3~4 分の 1 と低かった。16 mg/kg の酢酸タリウムを腹腔内投与された成熟ラッ
577 トでは、腎臓のタリウムレベルは精巣のレベルより 2 倍高かった。また、タリウムの脳
578 における部位別分布は年齢に関係した差が示されている。16 mg/kg の酢酸タリウムを腹
579 腔内投与 24 時間後の新生児ラットでは、脳のすべての部位のタリウム含量は均一であっ
580 た。一方、5~20 日齢のラットでは、脳のタリウム含量は部位依存的分布を示し、大脳皮
581 質のタリウムレベルは視床下部のレベルより著しく低かった (IRIS 2009)。
582 ・²⁰⁴Tl でラベルした硫酸タリウム 45 mg (²⁰³Tl, 500 µCi) を経口投与し、その後も 45 mg
583 を 3 日毎に 4 回経口投与した末期がん患者で、初回投与から 24 日後に死亡した時点で
584 投与量の約 45%が体内にあったと見積もられ、単位重量当たりのタリウム量は毛髪で最も
585 多く、次いで腎乳頭、腎皮質、心筋、骨腫瘍部、脾臓、副腎髄質、肋骨皮質、骨腫瘍の肺
586 転位部、膀胱、横断肋骨、頭皮、肝臓、骨髄の順で多かった (環境省 2017)。
587 ・Tl は周期律表 III-B 族に属する金属であるが、一価のイオンの場合には、I-A 族に属する K と類似
588 した生体内挙動を示すことが知られている。正常心筋では心筋細胞膜の Na⁺-K⁺ATPase 系
589 により K⁺が心筋細胞内に能動的に取り込まれ心筋内に集積する。この正常心筋内への取込
590 みは主に局所心筋血流に依存しており、K⁺では初回冠動脈通過で約 70%が取り込まれる
591 とされている。したがって、K⁺と類似の体内動態を示す Tl を静脈内注射すると、全身の筋
592 肉に分布するが、筋活動の活発な心筋に多く分布し、虚血等の障害部位には分布しない。
593 また Tl は Cs と同様血流に応じた分布がみられ、腫瘍部では他の組織に比して貯留傾向が

594 大であることから腫瘍像を得ることが可能である。Tl の腫瘍内集積は $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{ATPase}$ 系の
595 K^+ が Tl によって置換することによると推測されている。また、Tl の集積の程度は腫瘍へ
596 の血流分布に大きく左右される (日本メジフィジックス 2014)。

597

598 c. 代謝

599 ・タリウムは元素であり代謝されない。タリウムが *in vivo* で一原子価状態から他に転換す
600 るかどうかは知られていない (IRIS 2009)。

601

602 d. 排泄

603 ・タリウム塩は主に尿と糞を介して排泄されるが、各々の経路から排泄される量は種依存
604 性がある。又、タリウムは乳汁、汗、唾液及び涙から排泄されることが知られている。
605 又、タリウムの髪及び爪への沈着は重要な排泄経路と考えられている。がん患者に硫酸
606 タリウムと放射標識された硝酸タリウム ($^{204}\text{TlNO}_3$) を経口投与した研究において、タリウ
607 ムは主に尿に排泄され、15.3%のタリウム塩が 5.5 日以内に尿に回収され、糞には 0.4%が
608 3 日以内に回収された (IRIS 2009)。

609 ・ ^{204}Tl でラベルした硫酸タリウム 45 mg (^{203}Tl , 500 μCi) を経口投与し、その後も 45 mg
610 を 3 日毎に 4 回経口投与した末期がん患者で、尿中には 5.5 日間で投与量の 15.3%を排
611 出したが、糞中には 3 日間で 0.4%とわずかであった。24 時間毎の体内タリウム量に対
612 する排出割合を平均すると 1 日当たり 3.2%となった (環境省 2017)。

613 ・1999-2000 年の米国国民健康栄養調査 (NHANES) に参加した一般集団 (40 歳以上)、776
614 名の調査において、尿のタリウムの幾何平均レベルは 0.16 $\mu\text{g/L}$ 、最高は 0.86 $\mu\text{g/L}$ であっ
615 た (IRIS 2009)。

616 ・ヒトの環境化学物質ばく露に関する第 3 回報告書は、NHANES の参加者から集積された
617 1999-2000 年及び 2001-2002 年の期間における、米国人集団の環境化学物質のバイオモニ
618 タリングデータ (進行中) を提供している。米国の一般集団 (6 歳以上) において、2001-
619 2002 年の調査における尿中タリウム濃度の幾何平均は、0.165 $\mu\text{g/L}$ 、95 %濃度は 0.440
620 $\mu\text{g/L}$ であった (IRIS 2009)。

621 ・上述したようにタリウムの排泄は腎排泄に限らない。IPCS はヒトの腎排泄は 1 日全排泄
622 量の約 70 %と算定している。この算定は限られたヒトのデータに基づいている。ヒトと
623 は対照的に、タリウムはラット及びウサギでは尿より糞により多く排泄される。IPCS は
624 ラットにおいて摂取タリウムの約 2/3 は消化管経路を介して、約 1/3 は腎を介して排泄さ
625 れると算定している。10 mg/kg の硫酸タリウムを投与されたラットにおいて 51.4 %は糞
626 を介して排泄され、26.4 %は尿に排泄されたと報告されている。ウサギに静脈内投与(放
627 射性トレーサーとして)された酢酸タリウムは、主に糞に排泄されたと報告されている。
628 両報告はラットとウサギでは主要な排泄経路は糞であることを示しているが、両種とも
629 胆汁は高レベルではなく、肝からの排泄は相対的に低いことを示唆している。タリウム
630 は主に胃と腸への分泌を介して糞に排泄されることが報告されている。これはカリウムの
631 排泄と関連している。ウサギは腎の糸球体を介してタリウムを排泄するが、その約 1/2
632 は尿細管で再吸収されると報告されている。シリアンゴールドデンハムスターにおいて、
633 腹腔内投与後の硫酸タリウムは主に糞に排泄されるが、経口投与では糞と尿に等量で排

634 泄されると報告されている。イヌに硫酸タリウムとして 25 mg/kg TI を一回経口投与した
 635 時、投与後 3 及び 36 日に各々 32 及び 61.6 %が尿に排泄される。ラットに硫酸タリウムを
 636 0.00004-2,000 µg/匹で投与した時、腎臓に 8 日間(192 時間)存在し、投与量の 2.5 %がなお
 637 存在すること(半減期は約 1.5 日と示唆される)が報告されている。ラットにおけるタリウ
 638 ムの生物学的半減期は 3-8 日の間と算定されている。ヒトにおける生物学的半減期は約
 639 10 日と算定され、上限は 30 日と報告されている (IRIS 2009)。

640
 641 (1) 実験動物に対する毒性

642 ア 急性毒性

643 致死性

- 644 ・実験動物に対するタリウム化合物の急性毒性試験結果を以下にまとめる (環境省 2017)
- 645 (PubChem 2021a,b,c,d,e,f,g)

646
 647 タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	LDLo 30 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

648
 649 硝酸タリウム(I)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	15 mg/kg 体重	—	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

650
 651 硝酸タリウム(III)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	—	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

652 (参考) モルモット 経皮、LD₅₀ : 25 mg/kg 体重

653
 654 硫酸タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	23.5 mg/kg 体重	16 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	550 mg/kg 体重	—

658 炭酸タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	21 mg/kg	15 mg/kg 体重 21.8 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	117 mg/kg 体重	—

659

660 酢酸タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	35 mg/kg 体重	41.3 mg/kg 体重	25 mg/kg 体重
経皮、LD ₅₀	—	—	—

661

662 酸化タリウム(I)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	40.6 mg/kg 体重	LDLo 31.2 mg/kg 体重
経皮、LD ₅₀	—	—	—

663

664 酸化タリウム(III)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	44 mg/kg 体重	LDLo 34 mg/kg 体重
経皮、LD ₅₀	—	—	—

665

666 塩化タリウム(I)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	24 mg/kg 体重	LDLo 55 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

667

668 三塩化タリウム(III)

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	—	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

669

670 フッ化タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—

経口、LD ₅₀	—	LDLo 50 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

671

672

ヨウ化タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	40.7 mg/kg	24.1 mg/kg	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

673

674

臭化タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	LDLo 29 mg/kg 体重	LDLo 35 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	—	—

675

676

マロン酸タリウム

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	—	—	—
経口、LD ₅₀	—	18.8 mg/kg 体重	—
経皮、LD ₅₀	—	57.7 mg/kg 体重	—

677

678

健康影響

679 ・可溶性タリウム化合物の毒性発現の程度は経口投与と非経口投与では類似しているが、
680 難溶性の酸化タリウムの毒性はラットやウサギにおいては非経口投与に比べて経口投
681 与で2~4.5倍強い (IPCS EHC 1996)。

682 ・急性毒性としては嘔吐や下痢などの消化器症状や神経症状、体開口部の炎症、皮膚ので
683 きもの、振戦、脱毛、壊死性腎乳頭炎、呼吸不全による死亡などが挙げられる (IPCS
684 EHC 1996)。

685 ・酢酸タリウム 20~50 mg/kg を雌雄各 8 匹の SD ラットに 1 回皮下投与したところ、毒性
686 が発現したため、投与後 5 日以内に安楽死させた。全身的影響は下痢、著しい体重減少、
687 食欲不振、嗜眠であり、腎障害や消化管障害が最も強く発現した (ACGIH 2010)。

688 ・ラット(系統不明)雄に、33~132 mg Tl/kg の三塩化タリウム(III)を単回腹腔内投与し、
689 16 時間後に肝細胞の構造及び機能に及ぼす影響を検討した。肝細胞の細胞内小器官の
690 膜の損傷と一致する肝臓の超微細構造及び生化学的変化が認められた (Woods &
691 Fowler 1986) (ATSDR 1992)。

692 ・ラット(系統不明)に、0.5、5 mg のヨウ化タリウム、臭化物タリウム及び塩化タリウム
693 を気管内投与した。肺に用量及び時間に依存した変化がみられ、ヨウ化タリウムが最も
694 毒性が高かった (IPCS EHC 1996)

695

696 イ 刺激性及び腐食性
697 ・イヌへのタリウムの皮膚塗布によって皮膚のすべての層に著しい障害が認められた。皮
698 膚の変化は水腫と膠原線維束の破壊が特徴的であり、紅斑では広範な錯角化や時には顆
699 粒層増生が認められた。毛嚢では錯角化性の角質の過剰を呈した外根鞘の増生が観察さ
700 れた (IPCS EHC 1996)。

701

702 ウ 感作性

703 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

704

705 エ 反復投与毒性 (生殖毒性、遺伝毒性/変異原性、発がん性、神経毒性は別途記載)

706 吸入ばく露

707 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

708

709 経口投与

710 ・ラットに酢酸タリウム 0.45 mg/kg 体重/日を経口投与し 6 週目に脱毛が観察され、4 ヶ月
711 目には死亡率が増加した。ラットの脱毛は毛嚢にタリウムが蓄積する事によるケラチン
712 生成阻害に起因していた (ACGIH 2010)。

713 ・雌雄の離乳後のラットに、酢酸タリウム 0%、0.0005%、0.0015%、0.005% (0, 0.4, 1.2, or
714 3.9 mg Tl/kg/日に相当)、あるいは酸化タリウム(III) 0%、0.002%、0.0035%、0.005%、
715 0.01%、0.05% (0, 1.8, 3.1, 4.5, 9.0, 44.8 mg Tl/kg/日に相当)を含有する飼料を 15 週間
716 経口投与した。タリウムの可溶性又は不溶性による毒性影響に明らかな違いはなかった。
717 さらに、酢酸タリウム 0%と 0.003%の群を追加した (酢酸タリウム及び酸化タリウム(III)
718 で 0.005%以上の濃度では致死性であったため 0.003%の濃度を用いた)。酢酸タリウム
719 (III) 0.003%群及び酸化タリウム(III) 0.0035%群では投与 30 日目を以降で著しい体重増加
720 抑制が認められた。酢酸タリウム 0.003%群で投与 4 週目と 8 週目の間で雄が 80%、雌
721 が 60%と死亡率が増加した。酢酸タリウム 0.0015%群と 0.003%群の臨床所見は 2 週目
722 に観察された完全な脱毛である。酢酸タリウム 0.0015%群の一日摂取量は 1-3 mg/kg 体
723 重/日と算出された。組織学的には毛嚢の数が著しく減少し、残存している毛嚢は萎縮し
724 ていた。他の主要臓器では組織学的変化は観察されなかったが、酸化タリウム(III)
725 0.002%投与群では腎臓重量が有意に増加した (Downs et al. 1960) (ACGIH 2010)。

726 ・硫酸タリウムを用いて雌雄の SD ラット(各 20 匹/群)を用いた 90 日間強制経口投与実験
727 が 0、0.01、0.05、0.25 mg/kg 体重/日の用量 (約 0, 0.008, 0.04, or 0.20 mg/kg/日 Tl に相当)
728 の経口投与によって実施されている (MRI 1988) (未公表)。対照群は無処置群と媒体
729 (水)投与群の 2 群を設定した。各群で体重や臓器重量では有意な差はなかった。脱毛、
730 流涙、眼球突出の発生率が投与量依存性に増加し、血清生化学変化(AST、LDH、Na の
731 増加、血糖の低下)が認められたが、著者らはこの結果を微小な変化であるとして、投与
732 量に関連した毒性発現としては認めていない。組織学的評価は 0.25 mg/kg 群と対照群で
733 実施し、雌の 0.25 mg/kg 群では 20 匹中 2 匹に毛嚢の萎縮と脱毛が観察されたが、雄 0.25
734 mg/kg 群では毛嚢の萎縮は観察されなかった。著者らは毛嚢の組織学的変化は毒性学的
735 に重要な所見ではないとしている (IRIS 2009)。しかし US EPA は、皮膚の組織学的所見

736 から NOAEL は 0.05 mg/kg (0.04 mg TI/kg 体重/日) としている (IRIS 2009)。
737 ・ SD ラット雌 (80 匹) に 1.4 mg TI/kg/日 (硫酸タリウムとして) を 240 日間飲水投与した。
738 死亡率は投与 40 日後で 15%、240 日後で 21% であった。脱毛が投与 32 日からみられ、
739 その後 20% のラットにみられた。投与 240 日後、末梢神経の機能的変化が 16 匹中 10 匹
740 に、構造的変化が 6 匹中 3 匹にみられた。しかし 40 日間投与ではその作用はみられて
741 いない。運動神経活動電位 (MAP) の振幅は 44% 減少、知覚神経活動電位の振幅は 30%
742 減少、MAP latency は 25% 増加した。坐骨神経線維にはワーラー変性が散在性に出現し
743 ており、ミエリン鞘の空胞化と剥離が約 10% の神経線維に出現した。ワーラー変性を呈
744 した線維の電子顕微鏡的観察では、ミトコンドリアの変性、神経フィラメントの密集及
745 びリソソーム活性の上昇を伴った軸索突起の完全な破壊がみられた。US EPA は LOAEL
746 を 1.4 mg TI/kg/日としている (US EPA 1992)。
747 ・ 0.2 mg TI/kg/日 (硫酸タリウムとして) 90 日間強制経口投与されたラットにおける光学顕
748 微鏡的観察では、神経学的異常はみられなかった。この研究では電子顕微鏡的観察は行
749 われていなかった (ATSDR 1992)。

750

751 皮下、腹腔内投与

752 ・ SD ラットを用いて酢酸タリウム 10-15 mg/kg 体重/日を週 1 回、2-3 週間にわたって皮下
753 投与した。毒性が発現した 10、12、14、16 日に各ラットを安楽死させ、脳、肝臓、腎臓
754 及び末梢神経の変化を光学顕微鏡と電子顕微鏡で観察した。別の 15 匹のラットにおい
755 て最初に 10-20 mg/kg 体重/日を皮下投与し、その後、週 1 回 5 mg/kg 体重/日を皮下投与
756 した。投与後 26 週まで経時的に安楽死させ、評価した。肝臓と腎臓で主に形態学的変
757 化が観察され、電子顕微鏡による観察ではミトコンドリアの変化 (たとえばクリステの
758 数と重なり) がみられた。タリウムの作用はタリウムとミトコンドリア酵素のチオール
759 基が結合し、酸化代謝の阻害を引き起こすのではないかと結論付けている (ACGIH
760 2010)。
761 ・ ラットに酢酸タリウム 5 mg TI/kg 体重/日を 7 日間腹腔内投与した結果、大脳において、
762 モノアミンオキシダーゼ、酸性ホスファターゼ及びプロテアーゼ (カテプシン) 活性の消
763 失とともに、コハク酸デヒドロキナーゼ及びグアニンデアミナーゼ活性の消失があった。
764 アデノシントリホスファターゼ及びアデノシンデアミナーゼ活性は影響されなかった
765 (Hasan et al. 1977a) (ATSDR 1992)。
766 ・ ラットに酢酸タリウム 0.8 mg あるいは 1.6 mg/kg 体重/日を 30 日間腹腔内投与した。タ
767 リウム濃度はすべての脳の部位で用量依存的に増加し、過酸化脂質は、0.8 mg/kg 群では
768 線条体や小脳で、1.6 mg/kg 群ではすべての脳の領域で増加した。これらの結果から、タ
769 リウムによる神経毒性はフリーラジカルや酸化作用によることが示唆された (ACGIH
770 2010)。

771 オ 生殖毒性

772 吸入ばく露

773 ・ 調査した範囲では、報告は得られていない。

774

775 経口投与/経皮投与/その他の経路等

776 ・硫酸タリウム 2.5 mg/kg (2.0 mg Tl/kg 体重/日)を妊娠 8~10 日又は 12~14 日の SD ラッ
777 ト(6 匹/群)に腹腔内投与した。また、10.0 mg/kg (8.1 mg Tl/kg 体重)の硫酸タリウムを
778 妊娠 12~14 日のラット(3 匹)に腹腔内投与した。その結果、すべてのタリウム投与群で
779 胎児の体重減少が認められ、妊娠 8~10 日の 2.0 mg Tl/kg で水腎症の発生が増加し、妊
780 娠 12~14 日の 2.0 mg Tl/kg では有意に増加した。8.1 mg Tl/kg の水腎症発生は対照群と
781 同程度であった。妊娠 12~14 日のすべてのタリウム用量群で椎体の欠損と未骨化の発
782 生が有意に増加した (Gibson & Becker 1970)(ATSDR 1992)(US EPA 1992)。

783 ・Wistar ラットに、0、3、4.5、6 mg/kg の酢酸タリウム(0、2.3、3.5、4.7 mg Tl/kg 体重/日)
784 又は塩化タリウム(0、2.6、3.8、5.1 mg Tl/kg/日)を妊娠 6~15 日に経口投与した。4.5 及
785 び 6 mg/kg の酢酸タリウムと塩化タリウム投与群の母動物はすべて死亡した。両タリウ
786 ムの 3 mg/kg 投与群では、胎児に波状肋骨とダンベル型胸骨分節の増加がみられた。さ
787 らに出生後の死亡がわずかに増加した。タリウム投与のすべての群に影響がみられたこ
788 とから、発生毒性の NOAEL は得られなかった。

789 NMRI マウスを用いた一連の試験では、0、3、6 mg/kg の酢酸タリウム(0、2.3、4.7 mg
790 Tl/kg/日)又は塩化タリウム(0、2.6、5.1 mg Tl/kg/日)を妊娠 6~15 日に経口投与した。塩
791 化タリウムの 3 mg/kg 群では胎児及び出生児に異常はみられなかったが、6 mg/kg 群で
792 は着床後胚損失がわずかに増加し、出生後の死亡もわずかに増加した。酢酸タリウムの
793 投与では、6 mg/kg 群で胎児体重のわずかな減少、3 及び 6 mg/kg 群で口蓋裂のわずかな
794 増加がみられた。以上から発生毒性の NOAEL は 2.3 mg Tl/kg/日、LOAEL は 5.1 mg/kg
795 Tl/kg/日であった (IPCS EHC 1996) (US EPA 1992)。

796 ・硫酸タリウムを 0、0.08、0.4、1.6 mg Tl/kg 体重/日を妊娠 6-9 日のラットに経口投与し、
797 胎児期ばく露の学習能力に及ぼす影響について評価した。0.08mg Tl/kg 以上の投与量で、
798 レバー押しの学習条件付けによって餌が得られる装置を用いた学習への影響を観察し、
799 0.08 mg Tl/kg 以上の用量で学習の低下が認められたが、用量依存性ではなかった。
800 LOAEL は 0.08 mg Tl/kg 体重/日であるとした。脳の機能障害が示唆されたが、いずれの
801 投与量においても脳の組織変化は報告されていない(ATSDR 1992)。

802 ・雄ラットに 10 ppm のタリウム飲料水(硫酸タリウムで)を 60 日間経口投与した結果(0.27
803 mg Tl/日(約 0.7 mg Tl/kg 体重/日))、精巣上体に未成熟精子が増加し、また、精子の運動
804 能の有意な低下が認められた。組織学的には精細管の配列の乱れ、セルトリ細胞の空胞
805 化がみられ、滑面小胞体の腫大が観察された。精巣の β -グルクロニダーゼ活性が有意に
806 低下したが、血漿テストステロン濃度は変化が無かった。しかし、同濃度のタリウム飲
807 料水を 30 日間投与(摂取量は測定していない)では組織学的、機能的、生化学的変化は認
808 められなかった。ATSDR は LOAEL を 0.7 mg Tl/kg 体重/日としている (ATSDR 1992)。

809 ・雄ラット(系統不明)に炭酸タリウム 0.005、0.05、0.5 μ g/kg 体重/日 (0.004、0.04、0.4
810 μ g Tl/kg 体重/日)を 8 ヶ月間経口投与後、無処置の雌と交配した結果、優性致死突然変
811 異が誘発されたとの報告がある (胚死亡率(%) 対照 : 6.16 \pm 1.64、0.004 μ g : 7.42 \pm 1.60、
812 0.04 μ g : 10.03 \pm 2.10、0.4 μ g : 10.97 \pm 1.80) (Zasukhina et al. 1983)。(本試験は他の試験に比
813 べ、結果の表における投与量の数値が極めて低く、また、有意差検定も行われていない
814 ため、評価には用いないこととした)。

815

816 カ 遺伝毒性 (変異原性)

817 ・ *In vitro* の細菌を用いた復帰突然変異試験では塩化ナトリウム、酢酸ナトリウム及び硝酸ナトリウムで陰性、Rec assay では硝酸ナトリウムで陽性であった。酵母を用いた復帰突然変異試験及び遺伝子変換試験では硝酸ナトリウムで陰性であった。マウス及びラットの胎児線維芽細胞を用いた一本鎖 DNA 切断では、炭酸ナトリウムで陰性と陽性の両方の結果であった。細胞種は不明であるが姉妹染色分体交換試験及び HPRT 試験では炭酸ナトリウムで陽性であった。ラット胎児線維芽細胞を用いた染色体異常試験では炭酸ナトリウムで陽性、ヒトリンパ球を用いた小核試験では硫酸ナトリウムは陰性であった (IPCS EHC 1996) (IRIS 2009) (ACGIH 2010) (環境省 2017)。

825 ・ *In vivo* のチャイニーズハムスター骨髄細胞を用いた姉妹染色分体交換試験では塩化ナトリウムで陰性であった。ラットを用いた優性致死試験では炭酸ナトリウムで陽性であった (本試験は他の試験に比べ、結果の表における投与量の数値が極めて低く、また、有意差検定も行われていないため、評価には用いないこととした)(IPCS EHC 1996) (IRIS 2009) (ACGIH 2010) (Zasukhina et al.1983)。

830

試験方法	使用細胞種・動物種	結果	
<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験	塩化ナトリウム、酢酸ナトリウム：ネズミチフス菌 TA98, 100, 1535,1537,1538、濃度不明(±S9)	—
		酢酸ナトリウム：ネズミチフス菌TA98, 1535,1537,1538 3.1 µg - 29.2 mg TI/plate(代謝活性化不明)	—
		硝酸ナトリウム：ネズミチフス菌TA98, 1535,1537,1538、大腸菌WP2、WP2 hcr濃度不明 (-S9)	—
	Rec assay	硝酸ナトリウム：枯草菌H17、M45、1mM 0.05 mL/disk(-S9)	+
	復帰突然変異試験	硝酸ナトリウム：酵母D7、濃度不明(-S9)	—
	遺伝子変換試験	硝酸ナトリウム：酵母D7、濃度不明(-S9)	—
	一本鎖DNA切断	炭酸ナトリウム：マウス(C57BL/6)及びラット(系統不明)胎児線維芽細胞、0.5 - 46.9 µg/mL(-S9)	+
		炭酸ナトリウム：マウス (CBA) 胎児線維芽細胞、0.5 - 46.9 µg/mL (-S9)	—
	姉妹染色分体交換試験	炭酸ナトリウム：細胞種及び濃度不明	+
	HPRT試験	炭酸ナトリウム：細胞種及び濃度不明	+
	染色体異常試験	炭酸ナトリウム：ラット胎児線維芽細胞、10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁵ M	+
	小核試験	硫酸ナトリウム：ヒトリンパ球	—
<i>In vivo</i>	姉妹染色分体交換試験	塩化ナトリウム：チャイニーズハムスター (8匹/群)、5、10 mg TI/kg体重、2回経口投与、骨髄細胞	—
	優性致死試験	炭酸ナトリウム：ラット0.005, 0.05,0.5 µg/kg体重/日を8ヶ月経口投与	+

831 —：陰性 +：陽性

832

833 生殖細胞変異原性

834 ・ラットの優性致死試験で陽性の報告があるが、試験方法及び報告に問題がある。*In vitro*
835 で培養細胞を用いた染色体異常試験及び HPRT 試験は陽性であったが、ヒトリンパ球を

836 用いた小核試験は陰性であった。

837

838 キ 発がん性

839 吸入ばく露

840 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

841

842 経口投与/経皮投与・その他の経路等

843 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

844

845 ク 神経毒性

846 吸入ばく露

847 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

848

849 経口投与/経皮投与・その他の経路等

850 ・SD ラット雌(80 匹)に 1.4 mg TI/kg/日(硫酸タリウムとして)を 240 日間飲水投与した。死
851 亡率は投与 40 日後で 15%、240 日後で 21%であった。脱毛が投与 32 日からみられ、そ
852 の後 20%のラットにみられた。投与 240 日後、末梢神経の機能的変化が 16 匹中 10 匹
853 に、構造的変化が 6 匹中 3 匹にみられた。しかし 40 日間投与ではその作用はみられて
854 いない。運動神経活動電位(MAP)の振幅は 44%減少、知覚神経活動電位の振幅は 30%減
855 少、MAP latency は 25 %増加した。坐骨神経線維にはワーラー変性が散在性に出現して
856 おり、ミエリン鞘の空胞化と剥離が約 10%の神経線維に出現した。ワーラー変性を呈し
857 た線維の電子顕微鏡的観察では、ミトコンドリアの変性、神経フィラメントの密集及び
858 リソソーム活性の上昇を伴った軸索突起の完全な破壊がみられた。US EPA は LOEL
859 を 1.4 mg TI/kg/日としている (US EPA 1992)。

860 ・0.2 mg TI/kg/日(硫酸タリウムとして)を 90 日間強制経口投与された SD ラットにおける
861 光学顕微鏡的観察では、神経学的異常はみられなかった。この研究では電子顕微鏡的観
862 察は行われていなかった。ATSDR は NOAEL を 0.2 mg TI/kg/日としている (ATSDR 1992)。

863 ・ラットに 10 mg TI/kg 体重の酢酸タリウムを静脈内投与した結果、尾状核の単一ニュー
864 ロン活動で、神経伝達物質の不均衡に起因すると思われるニューロンの発火率の増加が
865 みられた (Hasan et al. 1977a)。

866 ・ラットに酢酸タリウム 0.8 mg あるいは 1.6 mg/kg 体重/日を 30 日間腹腔内投与した。タ
867 リウム濃度はすべての脳の部位で用量依存的に増加し、過酸化脂質は、0.8 mg/kg 群では
868 線条体や小脳で、1.6 mg/kg 群ではすべての脳の領域で増加した。これらの結果から、タ
869 リウムによる神経毒性はフリーラジカルや酸化作用によることが示唆された (ACGIH
870 2010)。

871 ・タリウムがその作用を発揮するメカニズムは明らかではない。しかし、動物における非
872 経口的な研究は、一部は重要な酵素系の枯渇あるいは阻害によってみられることが示唆
873 されている。5 mg/kg のタリウム(酢酸タリウムとして)を 7 日間腹腔内投与されたラッ
874 トの脳において、モノアミンオキシダーゼ、酸性ホスファターゼ及びプロテアーゼ(カ
875 テプシン)活性の消失とともに、コハク酸デヒドロキナーゼ及びグアニンデアミナーゼ

876 活性の消失があった。アデノシントリホスファターゼ及びアデノシンデアミナーゼ活性
877 は影響されなかった (Hasan et al.1977)。同じ用量で、視床下部において軸索突起の隔離
878 が観察され、視床下部と海馬においてゴルジ領域及び高電子密度小体が増加した。また、
879 線条体のタンパク含量は著しく増加した (Hasan et al.1977a, b, 1978) (ATSDR 1992)。さら
880 に 4 mg/kg/日のタリウム(酢酸タリウムとして)を 7 日間腹腔内投与されたラットの小脳
881 のブルキンエ細胞の自発放電頻度が増加した (Marwaha et al.. 1980) (ATSDR 1992)。視床
882 下部、海馬及び線条体に対する作用は、報告された脳における異なったタリウムの分布
883 でも一貫性があった。13-39 mg/kg/日のタリウム(硫酸タリウムとして)を 1 回腹腔内投与
884 されたラットにおいて、最も高いタリウム濃度は視床下部でみられ、最も低い濃度は皮
885 質でみられた。また、タリウムは他の脳の領域より視床下部に速やかに蓄積した。3
886 mg/kg/日のタリウム(酢酸タリウムとして)を腹腔内投与後、脂質の過酸化率及び β-ガラ
887 クトシダーゼ活性は脳と脳幹で増加した。しかし、6 mg/kg/日のタリウム (酢酸タリ
888 ウムとして)を投与された時、脂質の過酸化率は脳、脳幹、線条体及び皮質で増加した。
889 β-ガラクトシダーゼ活性は脳、皮質、視床下部及び脳幹で増加した (ATSDR 1992)。
890 ・硫酸タリウムを 0、0.08、0.4、1.6 mg TI/kg 体重/日を妊娠 6-9 日のラットに経口投与し、
891 胎児期ばく露の学習能力に及ぼす影響について評価した。0.08mg TI/kg 以上の投与量で、
892 レバー押しの学習条件付けによって餌が得られる装置を用いた学習への影響を観察し
893 たが、0.08 mg TI/kg 以上の用量で学習の低下が認められたが、用量依存性ではなかった。
894 LOAEL は 0.08 mg TI/kg 体重/日であるとした。脳の機能障害が示唆されたが、どの投与
895 量においても脳の組織変化は報告されていない(ATSDR 1992)。

896

897 ケ その他の試験

898 ・ハムスター胎児細胞を用いたウイルス誘導細胞形質転換試験で酢酸タリウムは陽性で
899 あった (ACGIH 2010)。

900

901 (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

902 ア 急性毒性

903 ・タリウムの経口摂取による致死性の急性毒性の事例は多数報告されているが、経皮ばく
904 露による死亡の報告はない(ATSDR 1992)。
905 ・成人における硫酸タリウムの平均致死量は 1 g (14-15 mg/kg 体重) であるとした報告が
906 ある。しかし、1-2 g 摂取した症例で生存した例があるが、1 回 3 g 以上の摂取では死亡
907 している。28 mg/kg 体重を摂取し、治療を受けた症例では生存した報告がある。成人の
908 最小の急性致死量は 8 mg/kg 体重であり、急性毒性発現の徴候は 4 mg/kg 体重以上の摂
909 取で見られた (ACGIH 2010)。
910 ・タリウムの経口摂取の急性症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、頭痛、脱力感、筋肉痛、かす
911 み眼、情動不安、痙攣、心拍数増加である。症状は、遅れて現われることがある (ICSC
912 2013a)。
913 ・硫酸タリウム及び炭酸タリウムの吸入ばく露の急性症状は、咳、咽頭痛で、経口摂取の
914 症状は、腹痛、吐き気、嘔吐、下痢、頭痛、脱力感、痙攣、筋肉痛、麻痺、せん妄及び
915 意識喪失である。神経障害の症状は、2~3 日経過してから現れる (ICSC 2013b,c)。

- 916 ・ 19 歳の男性が硝酸タリウムとして推定量 54-110 mg/kg 体重を 1 回故意に経口的に摂取
917 し、9 日目に死亡した事例では、中枢神経及び末梢神経の軸索変性が観察された。7 日
918 目と 9 日目に得られた神経の検査で二次的な髄鞘の消失を伴った軸索の変性が認めら
919 れ、軸索は腫大し、膨張したミトコンドリアと空胞を含んでいた。肺では硝子様膜と限
920 局性の器質化を伴ったびまん性の肺胞障害が認められ、さらに、気管支肺炎も観察され
921 た (ATSDR 1992)。
- 922 ・ 経口摂取によるタリウムの筋肉への影響に関する報告は少なく、2 例のタリウム中毒で
923 は筋の生検による組織検査で筋線維の壊死、線維の断裂などの筋障害が認められた
924 (ATSDR 1992)。
- 925 ・ タリウムによる症例報告では肝障害が認められ、脂肪変性を伴った小葉中心性肝細胞壊
926 死が報告されている。肝障害はタリウムの直接的障害か間接的障害かは明らかではない
927 が、血清 AST、ALT 及び ALP レベルは上昇した (ATSDR 1992)。
- 928 ・ タリウム中毒の症例報告では腎障害が認められ、1 症例では組織検査により広範な皮質
929 壊死が観察され、おそらく梗塞によるものと報告されている。タリウム摂取により腎機
930 能は障害され、クレアチンクリアランスは低下し、BUN は上昇し、尿たんぱくが認め
931 られた (ATSDR 1992)。
- 932 ・ タリウムの経口摂取により脱毛が認められる。脱毛は摂取後 8 日より認められ、いくつ
933 かの症例では体毛、顎鬚、頭髮で脱毛が観察された。脱毛は一時的で皮膚局所の変化は
934 報告されていない (ATSDR 1992)。

935

936 イ 刺激性及び腐食性

- 937 ・ 硫酸タリウムは、皮膚に付くと発赤を生じる (ICSC 2013b)。
938 ・ 硫酸タリウムは、眼に入ると充血、痛みを生じる (ICSC 2013b)。

939 ウ 感作性

- 940 ・ 調査した範囲では、報告は得られていない。

941

942 エ 反復ばく露毒性（生殖毒性、遺伝毒性、発がん性、神経毒性は別途記載）

943 吸入ばく露

- 944 ・ 職業性ばく露例として、有機タリウム塩を使用していた男性 15 人の中で症状の程度が
945 多様な 12 症例が報告された。作業環境の気中ではタリウムが検出されなかったので皮
946 膚吸収が推測された。主な症状は腹痛、疲労感、過敏性、体重減少、四肢の痛みであっ
947 た。脱毛は 4 人で観察された。最も重症の 1 例では尿中タリウム濃度は 1 mg/L であっ
948 た (ACGIH 2010)。
- 949 ・ バッテリー工場の作業者の調査が行われた。炉での合金からのフェームによるタリウム
950 のばく露であり、タリウム-マグネシウム合金のストリップ圧延の皮膚接触である。作
951 業管理、作業環境管理の実行によってばく露は劇的に減少した。1976 年秋から 39 人の
952 尿サンプルを採取し、平均尿中タリウム濃度は 28 µg/L であった。尿の 7 サンプルは 50-
953 100 µg/L の値を示し、3 サンプルは 100 µg/L 以上であり、最高濃度は 236 µg/L であっ
954 た。1981 年の秋までに平均尿タリウム濃度は 0.5 µg/L、最高濃度は 5.2 µg/L となった。
955 ばく露濃度が高かった 2 箇所のタリウムの気中濃度は 0.014 mg/m³ と 0.0224 mg/m³ であ

956 った。この気中濃度に対応する尿タリウム濃度の中央値は 1.3 $\mu\text{g/L}$ であった。この時期
957 の工場の 86 人のばく露者と 79 人の非ばく露者について会社の医療部門の記録を比較
958 し、差は観察されていない。著者は、有害作用が観察されなかったことは、当時の TLV
959 0.1 mg/m^3 を支持していると述べているが、この時期の終わりの気中タリウム濃度は
960 0.1 mg/m^3 と比べてかなり低かった。量反応関係の分析はなく、従事期間のデータもなか
961 った。ばく露群と非ばく露群の比較に関するデータも提示されていなかった (Marcus
962 1985)(ACGIH 2010)。

963 ・1979 年にドイツのセメント工場からの放出による近隣汚染が発生し、工場近隣住民の調
964 査が行われた。近隣住民のタリウム中毒の発症状況、尿、毛髪タリウム濃度が報告さ
965 れた。24 時間尿の平均尿タリウム濃度は $2.6 \mu\text{g/L}$ 、最高値では $76 \mu\text{g/L}$ であった。平均
966 毛髪タリウム濃度は $9.5 \mu\text{g/L}$ であった。タリウムによる健康影響を評価するために住民
967 を現ばく露の評価として尿タリウム濃度 ($2 \mu\text{g/L}$ 以下、 $2\text{-}20 \mu\text{g/L}$ 及び $20 \mu\text{g/L}$ 以上) と
968 過去ばく露の評価として毛髪タリウム濃度 (10 ng/g 以下、 $10\text{-}50 \text{ ng/g}$ 及び 50 ng/g 以上)
969 により 3 群に分け、評価した。3 群の平均尿中タリウム濃度は各々 $0.9 \mu\text{g/L}$ ($n=523$)、 4.7
970 $\mu\text{g/L}$ ($n=617$) 及び $32.6 \mu\text{g/L}$ ($n=51$) であった。平均毛髪濃度は各々 4.4 ng/g ($n=704$)、
971 18.7 ng/g ($n=376$) 及び 93.6 ng/g ($n=87$) であった。尿や毛髪タリウム濃度の増加に伴っ
972 て、睡眠障害、頭痛、神経過敏、知覚異常、筋肉や関節の痛みなどの神経症状の発症率
973 が増加した。尿の低濃度、中濃度、高濃度の 3 群の睡眠障害の発症率は各々 2.1% 、 3.6%
974 及び 9.8% 、神経症状の発生率は 14.5% 、 18.3% 及び 41.2% であった。尿又は毛髪タリ
975 ウム濃度と脱毛、皮膚変化、胃腸障害の間で相関はなかった。この調査の後、さらに引
976 き続いて、近隣住民のタリウムばく露と健康影響についての調査が行われた。尿タリウ
977 ム濃度は数ヶ月にわたって徐々に低下したが、非ばく露住民に比べて依然として高い値
978 であった。タリウムばく露がなくなる前の年に汚染地域で生まれた子供の先天異常の調
979 査を行い、5 例の先天異常が観察され、期待値は 0.8 であったが、著者は、期待値は過
980 小評価されていると強調し、詳細なデータの解析の結果、タリウムのばく露が先天異常
981 の原因ではないとしている (Dolgnier et al. 1983)(ACGIH 2010)。

982 ・ドイツの 3 つのセメント工場 128 人の製造従事作業者の調査を行った。従事期間は 1~42
983 年であり、平均 19.5 年であった。対象者には問診と健診を行った。作業者の尿タリウム
984 濃度は 0.3 以下~ $6.3 \mu\text{g/g}$ クレアチニン(中央値= $0.8 \mu\text{g/g}$ クレアチニン)であり、非ばく
985 露者(0.3 以下~ $1.1 \mu\text{g/g}$ クレアチニン)に比べてわずかに上昇していた。尿タリウム 1
986 $\mu\text{g/g}$ クレアチニンは約 $1 \mu\text{g/L}$ に相当した。病歴の調査や内科的健診の結果からタリウ
987 ムによる健康障害の明らかな証拠はないと報告した (ACGIH 2010)。

988 ・4 年間にわたるガラス製造作業によりタリウム含有粉じんを、顔面、頸部、腕にばく露
989 した作業員(29 歳男性)は、脱毛、頭痛、顔と頭の熱感・痛み、味覚低下、食欲不振、吐き
990 気、体重減少、下痢、疲労感、蕁麻疹、四肢の知覚低下、肩・脚の筋痙攣を訴えた。神
991 経学的検査により手袋—靴下型の多発性ニューロパシーと診断された。彼の後続の作業
992 者(57 歳男性)は 20 ヶ月間作業をし、脱毛が起こったが受診はしなかった。毛髪中タリ
993 ウム濃度はばく露終了後 32 ヶ月において 20 ng/g 、終了 13 ヶ月後の後続作業員では、
994 576 ng/g であった (平田・埴田 1998)。

996

経口摂取

997

・タリウムが混入した小麦粉袋（おそらく殺鼠剤として使用していたタリウム）を共用していた3家族、26人が反復経口摂取で中毒症状を示した。これらの半数以上が頭痛、脱毛、腹痛を訴えた。多くの他の症状はめまい、無気力、刺痛、しびれ、睡眠障害、動作の緩慢、背部痛、便秘、光線過敏、震え、皮膚のかゆみ、関節痛であった。指の爪の基部のびらんは73%、ミーズ線は11%に認められた (ACGIH 2010)。

1002

・硫酸タリウムの経口摂取では胃腸炎、下痢、便秘、嘔吐、腹痛が引き起こされ、中国では1960年～1977年の間に189例の慢性タリウム中毒で胃腸障害や末梢神経障害が報告された。非ばく露群の尿中タリウム濃度(0.14-0.31 mg/L)に比較し、ばく露群では高濃度のタリウム(0.6-2.25 mg/L, P>0.01)が検出された。同様に毛髪の濃度は、非ばく露群の5.80-11.3 mg/kgに比較し、ばく露群では21.8-31.5 mg/kg (P>0.01)であった。この報告ではタリウムで汚染された土壌で栽培されたキャベツの摂取に起因しているとしている。その他の詳細は報告されていなかった (ATSDR 1992)。

1009

・ヒトの症例報告は、タリウムが急性の経口ばく露後、末梢及び中枢神経系の障害を引き起こすことを示している。経口ばく露後に、つま先と指の痺れ、灼熱脚現象及び筋痙攣とともに、運動失調、震え及び多発性脳麻痺が報告されている。痙攣と死亡も起こる。ヒトにおいてタリウムは、遠位に感覚神経優位のニューロパチーを引き起こすことが特徴的であるが、変化の基となる構造的変化は明確には証明されていない。組織学的評価では、軸索の変性とミエリンの喪失が示されている (ATSDR 1992)。

1015

・ヒトの吸入による職業ばく露研究は、タリウムが神経系に影響するかもしれないことを示している。セメント製造に5-44年間(平均22.9年)関わった36人の労働者は、感覚異常、つま先と指の痺れ、灼熱脚現象及び筋痙攣を示した。末梢伝導は障害され、体性感覚作用能の変化があった。脳波の記録に異常はなかった。この研究は非ばく露対照群を評価していなかった。50%の患者が、糖尿病、肥満、吸収不良症候群、(アルコール)肝臓病、関節と結合組織の障害及び高血圧性血管疾患を含む併発症を患っていた。これらは観察された神経学的作用に影響しているかもしれない(ATSDR 1992)。

1022

1023

オ 生殖毒性

1024

・タリウムは胎盤を通過するが、生殖毒性に関する報告は限定的である。ドイツの、タリウムが大気中に放出されていたセメント工場周辺に居住する母親から生まれた297人の子供を対象にタリウムによる催奇形性の調査を行った。自家栽培の野菜や果物からタリウムを摂取したと推測され、24時間尿中のタリウムの濃度から過去のタリウムのばく露を推定したが、妊娠期間中のばく露レベルの信頼できるデータはなかった。母親の尿中タリウム濃度は0.6～2.2 µg/Lであり、一般人の1 µg/Lに比べて低値であった。タリウムのばく露情報が確実ではなく、タリウムの発生毒性は確認できなかった。先天性の奇形や異常の発生は一般人の期待値と比べて過剰発生はなかった (ATSDR 1992)。

1032

・中国湖北省内の3病院で2012～2014年に生まれた低出生体重児204人、出産病院、出生児の性、妊娠年齢でマッチした対照群612人の症例対照研究では、出産した日の母親の尿中タリウム濃度から3群 (<0.39, 0.39～0.77, ≥0.78 µg Tl/g クレアチニン)に分け、低濃度群に対するオッズ比を求めると高濃度群のオッズ比は1.52 (95%CI =1.00～2.30)

1035

1036 と有意に高く、妊娠年齢、世帯収入、母親の BMI、出産歴、受動喫煙、妊娠中の高血圧
1037 で調整したオッズ比 1.90 (95%CI=1.01~3.58)も有意に高かった。また、出産年齢の中央
1038 値(28 歳)、出生児の性、学歴、世帯収入、雇用の有無で層化して比較したところ、調整
1039 後のオッズ比は 28 歳未満の高濃度群で 2.46 (95% CI=1.05~5.88)、年収 50,000 元未満
1040 の高濃度群で 2.53 (95% CI=1.13~5.99)と有意に高かった。これらの結果から、出生前の
1041 高濃度タリウムばく露は低出生体重児のリスク増加に関連することが示唆された (環
1042 境省 2017)。

1043

1044 カ 遺伝毒性

- 1045 ・硫酸タリウム 200 mg を経口摂取した中毒患者の末梢血リンパ球で、染色体異常及び姉
1046 妹染色分体交換は誘発されなかったが、染色体消失型の小核の明らかな増加がみられた
1047 (Hantson et al. 1997) (環境省 2017) 。
- 1048 ・タリウム中毒患者 13 人 (血中タリウム濃度は 25~2,700 µg/L)の末梢血リンパ球で、染
1049 色体異常の平均頻度の増加 (中毒群 7.08±2.19%、対照群 2.03±0.25、p<.001)を認め、単
1050 一断片の割合が高かった (中毒群 7.77±2.68%、対照群 1.59±0.23%、p<.001)。8 人の小
1051 核試験の結果は対照群のデータがないものの、1 人の小核頻度は顕著に高かった
1052 (Nikiforov et al. 1999) (環境省 2017)。

1053

1054 生殖細胞変異原性

- 1055 ・生殖細胞を用いた報告はないが、タリウム中毒患者の末梢血リンパ球で染色体異常の誘
1056 発がみられている。

1057

1058 キ 発がん性

- 1059 ・アメリカの電池製造工場でタリウムにばく露された労働者 86 人、年齢や雇用期間、勤
1060 務形態、作業内容でマッチした対照群 79 人について医療記録をもとに検討した調査で
1061 は、がんの発生率に有意な増加はなかったが、調査の規模等は十分なものではなかった
1062 (環境省 2017)。

1063

1064 発がんの定量的リスク評価

- 1065 ・タリウム及びその水溶性化合物について、(IRIS 2009)、(WHO/AQG-E 2000)(WHO/AQG-
1066 G 2005)、(CalEPA 2020)にユニットリスクに関する情報なし

1067

1068 発がん性分類

- 1069 IARC : 情報なし (IARC 2021)
- 1070 産衛学会 : 情報なし (産衛 2020)EU CLP : 情報なし (EU CLP) (2021/07/24 検索)
- 1071 NTP 14th Roc: 情報なし (NTP 2016)
- 1072 ACGIH : 情報なし (ACGIH 2010)
- 1073 DFG MAK : 情報なし (MAK 2020)
- 1074 US EPA : 発がん性の可能性を評価するにはデータが不十分である (IRIS 2009)

1075

1076 ク 神経毒性

- 1077 ・ヒトの症例報告は、タリウムが急性の経口ばく露後、末梢及び中枢神経系の障害を引
1078 き起こすことを示している。経口ばく露後に、つま先と指の痺れ、下肢の灼熱感及び
1079 筋痙攣とともに、運動失調、震え及び多発性脳神経麻痺が報告されている。痙攣と死
1080 亡も起こる。ヒトにおいてタリウムは、遠位に感覚神経優位のニューロパチーを引き
1081 起こすことが特徴的であるが、変化の基となる構造的変化は明確には証明されていな
1082 い。組織学的評価では、軸索の変性とミエリンの喪失が示されている (ATSDR 1992)。
- 1083 ・ヒトの吸入による職業ばく露研究は、タリウムが神経系に影響するかもしれないこと
1084 を示している。セメント製造に5-44年間(平均22.9年)関わった36人の労働者は、感覚
1085 異常、つま先と指の痺れ、下肢の灼熱感及び筋痙攣を示した。末梢神経伝導速度は障
1086 害され、体性感覚神経電位の変化があった。脳波の記録に異常はなかった。この研究
1087 は非ばく露対照群を評価していなかった。50%の患者に、糖尿病、肥満、吸収不良症
1088 候群、(アルコール性)肝臓病、関節と結合組織の障害及び高血圧性血管疾患などの合併
1089 症が認められた。これらは観察された神経学的作用に影響しているかもしれない
1090 (ATSDR 1992)。
- 1091 ・1979年にドイツのセメント工場からの放出による近隣汚染が発生し、工場近隣住民の
1092 調査が行われた。近隣住民のタリウム中毒の発症状況、尿、毛髪のタリウム濃度が報
1093 告された。尿や毛髪タリウム濃度の増加に伴って、睡眠障害、頭痛、神経過敏、知覚
1094 異常、筋肉や関節の痛みなどの神経症状の発症率が増加した (ACGIH 2010)。
- 1095 ・4年間にわたるガラス製造作業によりタリウム含有粉じんを顔面、頸部、腕にばく露し
1096 た作業員(29歳男性)は、脱毛、頭痛、顔と頭の熱感・痛み、味覚低下、食欲不振、吐
1097 き気、体重減少、下痢、疲労感、蕁麻疹、四肢の知覚低下、肩・脚の筋痙攣を訴え
1098 た。神経学的検査により手袋—靴下型の多発性ニューロパチーと診断された (平田・
1099 埴田 1998)。
- 1100 ・19歳男性において、致死的な1回推定用量54-110 mg タリウム/kg(硝酸タリウムとし
1101 て)の摂取後に、重篤な脳と末梢の神経障害が報告されている。7日及び9日後に得ら
1102 れた神経の検査で二次的な髄鞘の消失を伴った軸索の変性が認められ、軸索は腫大
1103 し、膨張したミトコンドリアと空胞を含んでいた。死亡した他の症例において、遠位
1104 末梢神経軸索に変性がみられた。しかしながら、信頼できるばく露データ(用量と期
1105 間)は報告されていない (ATSDR 1992)。
- 1106 ・中国では1960年～1977年間に慢性タリウム中毒として189例の末梢神経障害が報告
1107 された。非ばく露群の尿中タリウム濃度(0.14-0.31 mg/L)に比較し、ばく露群では高濃
1108 度のタリウム(0.6-2.25 mg/L, $P>0.01$)が検出された。同様に毛髪の濃度は、非ばく露群
1109 の5.80-11.3 mg/kgに比較し、ばく露群では21.8-31.5 mg/kg ($P>0.01$)であった。この報告
1110 ではタリウムで汚染された土壌で栽培されたキャベツの摂取に起因しているとしてい
1111 る。その他の詳細は報告されていなかった (ATSDR 1992)。

1112

1113 (3) 許容濃度の設定

1114 ACGIH : TLV-TWA 0.02 mg/m³、吸引性粒子 (inhalable particle) (タリウムとして) (2010 : 設定
1115 年)、Skin (経皮吸収に注意) (1963 : 設定年) (ACGIH 2010)

1116 根拠：タリウムのばく露は胃腸障害、腹部痛、多発神経炎、運動及び感覚末梢神経障害、吐
1117 き気、食欲不振、睡眠障害、脱毛を含む幅広い症状と関連している。

- 1118 ・タリウム及びその化合物の TLV-TWA の勧告値の 0.02 mg/m^3 (TI として測定した吸引
1119 性粉じんとして) はタリウムばく露と関連した健康障害の証拠がなかったバッテリー
1120 工場で測定された最も高い気中タリウム濃度を基にしている。尿タリウム濃度の中央
1121 値は $1.3 \mu\text{g/L}$ であった。この濃度はドイツのタリウムを放出していたセメント工場作
1122 業者及び近隣住民で神経学的影響がなかった尿タリウム濃度の範囲内である。
- 1123 ・実験動物でのタリウムの皮膚吸収の観察、作業員で脱毛を含む毒性影響及び白癬の治
1124 療でタリウムを皮膚局所で使用したのち観察される毒性の報告より皮膚の注意記載
1125 が必要である。

1126

1127 日本産業衛生学会：設定なし(産衛 2020)

1128 DFG MAK：設定なし(MAK 2020)

1129 NIOSH REL：TWA 0.1 mg/m^3 [skin] (NIOSH 2019)

1130 OSHA PEL：TWA 0.1 mg/m^3 Skin (OSHA 2021)

1131 UK WEL： 0.1 mg/m^3 (タリウムとして)、Sk (UK/HSE 2020)

1132 OARS WEEL：設定なし(OARS) (2021/07/24 検索)

- (ACGIH 2010) American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) : 2021 TLVs and BELs with 9th Edition Documentation. Thallium and compounds (2010).
- (ATSDR 1992) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR): Toxicological Profile for Thallium(1992)
(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp54.pdf>)
- (CalEPA 2020) California EPA: “Appendix A: Hot Spots Unit Risk and Cancer Potency Values” (updated 2020) (<https://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixa.pdf>)
- (Chemistry Dashboard) US EPA Chemistry Dashboard: Dithallium malonate.
(<https://comptox.epa.gov/dashboard/dsstoxdb/results?utf8=%E2%9C%93&search=2757-18-8>)
- (Dolgner et al. 1983) Dolgner R, Brockhaus A, Ewers U, Wiegand H, Majewski F, Soddemann H. Repeated surveillance of exposure to thallium in a population living in the vicinity of a cement plant emitting dust containing thallium. *Int Arch Occup Environ Health*. 1983; 52: 79-94.
- (Downs et al. 1960) Downs DL, Scott JK, Steadman LT, Maynard EA. Acute and sub-acute toxicity studies of thallium compounds. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1960; 21:399-406.
- (EU CLP) The European Chemicals Agency (ECHA): C&L Inventory. Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation). Thallium, dithallium sulphate.
(<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/102372>)
(<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/110993>)
- Gibson & Becker 1970 Gibson JE & Becker BA. Placental transfer, embryotoxicity, and teratogenicity of thallium sulfate in normal and potassium-deficient rats. *Toxicol Appl Pharmacol*, 1970; 16: 120-132.
- (Hantson et al. 1997) Hantson P, Desoir R, Léonard ED, Crutzen-Fayt MC, Léonard A, Mahieu P. Cytogenetic observations following thallium poisoning. *J Toxicol Environ Health* 1997; 50: 97-100.
- (Hasan et al. 1977a) Hasan M, Chandra SV, Dua PR, Raghbir R, Ali SF. Biochemical and electrophysiologic effects of thallium poisoning on the rat corpus striatum. *Toxicol Appl Pharmacol* 1977; 41:353-359.
- (Hasan et al. 1977b) Hasan M, Chandra SV, Bajpai VK, Ali SF. Electron microscopic effects of thallium poisoning on the rat hypothalamus and hippocampus: Biochemical changes in the cerebrum. *Brain Res Bull* 1977; 2:255-261.
- (Hasan et al. 1978) Hasan M, Ashraf I, Bajpai VK. Electron microscopic study of the effects of thallium poisoning on the rat cerebellum. *Forensic Sci* 1978, 11:139-146.
- (IARC 2021) International Agency for Research on Cancer (IARC): Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. List of Classifications. Last updated: 2021-07-22.
(<https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>)
- (ICSC 2013a) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS): 国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版、ICSC 番号 0077 タリウム (2013)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0077&p_version=2)
- (ICSC 2013b) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS): 国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版、ICSC 番号 0336 硫酸タリウム(2013)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0336&p_version=2)
- (ICSC 2013c) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS): 国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版、ICSC 番号 1221 炭酸タリウム(2013)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1221&p_version=2)
- (IPCS EHC 1996) International programme on Chemical Safety (IPCS): Environmental health criteria(EHC) 182, Thallium. World Health Organization, Geneva(1996)
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc182.htm>)

- (IRIS 2009) U.S. Environmental Protection Agency : TOXICOLOGICAL REVIEW OF THALLIUM AND COMPOUNDS (CAS No. 7440-28-0). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS) (2009) (<https://iris.epa.gov/static/pdfs/1012tr.pdf>)
- (MAK 2000) Thallium, soluble compounds Thalliumverbindungen, löslich [MAK Value Documentation in German language, 2000] (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb744028vlod0030>)
- (MAK 2020) Deutsche Forschungsgemeinschaft : List of MAK and BAT values. (2020) (https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/lmbv/Vol2020/Iss2/Doc002/mbwl_2020_eng.pdf)
- (Marcus 1985) Marcus RL. Investigation of a working population exposed to thallium. J Soc Occup Med. 1985 ; 35: 4-9.
- (Marwaha et al. 1980) Marwaha J, Freedman R, Hoffer B. Electrophysiological changes at a central noradrenergic synapse during thallium toxicosis. Toxicol Appl Pharmacol. 1980; 56:345-52.
- (MRI 1988) MRI (Midwest Research Institute) : Toxicity of thallium (I) sulfate (CAS No.7446-18-6) in Sprague-Dawley rats.Vol.2 Subchronic (90-day) study [revised final report] (1988). unpublished
- (Nikiforov et al. 1999) Nikiforov A, Slozina N, Neronova E, Kharchenko T, Sosukin A, Scherbak S, Sarana A, Onikienko S. Cytogenetic investigation of thallium-poisoned people: pilot study. J Toxicol Environ Health A. 1999 ; 58 : 465-8.
- (NIOSH 2019) NIOSH : NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Thallium (soluble compounds, as Tl). Page last reviewed: October 30, 2019 (<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0608.html>)
- (NTP 2016) National Toxicology Program(NTP): U.S. Department of Health and Human Services .14th Report on Carcinogens 2016 (https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/listed_substances_508.pdf)
- (OARS) Occupational Alliance for Risk Science (OARS): OARS Workplace Environmental Exposure Levels (WEELs). OARS WEEL TABLE (https://www.tera.org/OARS/PDF_documents/OARS_WEEL_Table.pdf)
- (OSHA 2021) Occupational Safety and Health Administration (OSHA) : OSHA Occupational Chemical Database. THALLIUM, SOLUBLE COMPOUNDS..Updated Date : 01/29/2021. (<https://www.osha.gov/chemicaldata/521>)
- (PubChem 2021a) NIH. NLM. NCBI: Thallium trinitrate. Modify2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/159690>)
- (PubChem 2021b) NIH. NLM. NCBI: Thallium nitrate. Modify 2021-08-14. (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24937>)
- (PubChem 2021c) NIH. NLM. NCBI: Thallium(III) chloride. Modify2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/83482>)
- (PubChem 2021d) NIH. NLM. NCBI:Thallium fluoride. Modify 2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/62675>)
- (PubChem 2021e) NIH. NLM. NCBI: Thallium iodide. Modify 2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/62679>)
- (PubChem 2021f) NIH. NLM. NCBI: Thallium(I) bromide. Modify 2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/62677>)
- (PubChem 2021g) NIH. NLM. NCBI: Thallium malonate. Modify 2021-08-28 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/17687>)
- (UK/HSE 2020) U.K. Health and Safety Executive : EH40/2005 Workplace exposure limits (Containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended) (Fourth Edition 2020) (<https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf>)
- (US EPA 1992) US EPA: Drinking Water Criteria Document for Thallium Final.(1992) (<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/901H0500.PDF?Dockey=901H0500.PDF>)
- (WHO/AQG-E 2000) WHO “Air Quality Guidelines for Europe : Second Edition” ,(2000) (<http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>)

- (WHO/AQG-G 2005) WHO "Air Quality Guidelines – global update 2005 (http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)
- (Woods & Fowler 1896) Woods JS, Fowler BA. Alteration of hepatocellular structure and function by thallium chloride: ultrastructural, morphometric, and biochemical studies. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1986 ; 83:218-29.
- (Zasukhina et al. 1983) Zasukhina GD, Vasilyeva IM, Sdirkova NI, Krasovsky GN, Vasyukovich LYa, Kenesariev UI, Butenko PG. Mutagenic effect of thallium and mercury salts on rodent cells with different repair activities. *Mutat Res.* 124: 163-73. 1983
- (化工日 2021) 化学工業日報社：17221 の化学商品、硝酸タリウム(I) (2021)
- (環境省 2017) 環境省 環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価 第15巻[10] タリウム及びその化合物 (2017年) (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h29-01/pdf/chpt1/1-2-2-10.pdf>)
- 経産省(2021) 経済産業省：一般化学物質の製造・輸入数量 (2019年度実績) (2021)
- (厚労省 2006) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報安全データシート：タリウム. 改訂日 2006年7月24日
- (厚労省 2008a) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報安全データシート：硝酸第一タリウム、作成日 2008年10月20日
- (厚労省 2008b) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報安全データシート：酢酸タリウム、作成日 2008年10月23日
- (厚労省 2017) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報安全データシート：硫酸タリウム、改訂日 2017年3月17日
- (産衛 2020) 日本産業衛生学会 (JSOH)：許容濃度等の勧告(2020年度)、産業衛生学雑誌 62巻5号 198-230 (2020)
- (日本メジフィジックス 2014) 日本メジフィジックス. 添付文書 塩化タリウム(²⁰¹Tl)注 NMP (2014改訂).
- (平田・埤田 1998) 平田衛・埤田和史：慢性職業性タリウム中毒を疑った一症例、産業医学ジャーナル 1998; 21(5) 35-39