

リスク評価書

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	17
別添2 有害性評価書	22
別添3 ばく露作業報告集計表	47
別添4 測定分析法	48

2022年6月

厚生労働省

化学物質のリスク評価検討会

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

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 ※ 非水溶性化合物についても有害性情報があるものは評価対象に加えた。

11

12 (2) 物理化学的性状 (ICSC 2013a, b, c) (IPCS EHC 1996) (環境省 2017) (ATSDR 1992) (Chemistry
13 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)

14

	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

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

17

18 (3) 物理的・化学的危険性

19 タリウム (ICSC 2013a)

- 20 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なヒュームやガスを放出する。
- 21 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。
- 22 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。
- 23 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
- 24 る。

25

26 硝酸タリウム (I) (厚労省 2008a)

- 27 ア 火災危険性：情報なし
- 28 イ 爆発危険性：情報なし
- 29 ウ 物理的危険性：情報なし
- 30 エ 化学的危険性：酸化性固体

31

32 硝酸タリウム(III) (PubChem 2021a)

- 33 ア 火災危険性：情報なし
- 34 イ 爆発危険性：情報なし
- 35 ウ 物理的危険性：情報なし
- 36 エ 化学的危険性：酸化性固体

37

38 硫酸タリウム (ICSC 2013b)

- 39 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なヒュームやガスを放出する。
- 40 イ 爆発危険性：情報なし
- 41 ウ 物理的危険性：情報なし
- 42 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ヒュー
- 43 ムを生じる。強酸化剤と反応する。

44

45 炭酸タリウム (ICSC 2013c)
46 ア 火災危険性：不燃性。火災時に刺激性あるいは有毒なヒュームやガスを放出する。
47 イ 爆発危険性：情報なし
48 ウ 物理的危険性：情報なし
49 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。有毒なヒュームを生じる。強酸及び強酸化剤と
50 激しく反応する。

51
52 酢酸タリウム(厚労省 2008b)
53 ア 火災危険性：情報なし
54 イ 爆発危険性：情報なし
55 ウ 物理的危険性：情報なし
56 エ 化学的危険性：情報なし

57
58 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、
59 ヨウ化タリウム、臭化タリウム、マロン酸タリウム
60 ア 火災危険性：情報なし
61 イ 爆発危険性：情報なし
62 ウ 物理的危険性：情報なし
63 エ 化学的危険性：情報なし

64
65 (4) 生産・輸入量／使用量／用途
66 タリウム

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

71
72 硝酸タリウム (I)
73 生産量：情報なし
74 輸入量：情報なし
75 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
76 の製造、有機合成の酸化剤(ATSDR 1992)、特殊分析(化工日 2021)
77 製造業者：情報なし

78
79 硝酸タリウム (III)
80 生産量：情報なし
81 輸入量：情報なし
82 用途：情報なし
83 製造業者：情報なし

84

- 85 硫酸タリウム
- 86 生産量：情報なし
- 87 輸入量：情報なし
- 88 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
- 89 属の化学中間体 (ATSDR 1992)
- 90 製造業者：情報なし
- 91
- 92 炭酸タリウム
- 93 生産量：情報なし
- 94 輸入量：情報なし
- 95 用途：情報なし
- 96 製造業者：情報なし
- 97
- 98 酢酸タリウム
- 99 生産量：情報なし
- 100 輸入量：情報なし
- 101 用途：浮選による鉍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
- 102 (ATSDR 1992)。
- 103 製造業者：情報なし
- 104
- 105 酸化タリウム(I)
- 106 生産量：情報なし
- 107 輸入量：情報なし
- 108 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)
- 109 製造業者：情報なし
- 110
- 111 酸化タリウム(III)
- 112 生産量：情報なし
- 113 輸入量：情報なし
- 114 用途：情報なし
- 115 製造業者：情報なし
- 116
- 117 塩化タリウム(I)
- 118 生産量：情報なし
- 119 輸入量：情報なし
- 120 用途：塩素化の触媒(ATSDR 1992)
- 121 製造業者：情報なし
- 122
- 123 三塩化タリウム(III)
- 124 生産量：情報なし

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

165 LD₅₀ = 41.3 mg/kg 体重 (酢酸タリウム)
166 LD₅₀ = 40.6 mg/kg 体重 (酸化タリウム(I))
167 LD₅₀ = 44 mg/kg 体重 (酸化タリウム(III))
168 LDLo = 55 mg/kg 体重 (塩化タリウム(I))
169 LDLo = 50 mg/kg 体重 (フッ化タリウム(I))
170 LD₅₀ = 24.1 mg/kg 体重 (ヨウ化タリウム(I))
171 LDLo = 35 mg/kg 体重 (臭化タリウム(I))
172 LD₅₀ = 18.8 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))
173 経皮毒性 : LD₅₀ = 550 mg/kg 体重 (硫酸タリウム)
174 LD₅₀ = 117 mg/kg 体重 (炭酸タリウム)
175 LD₅₀ = 57.7 mg/kg 体重 (マロン酸タリウム(I))

176 マウス

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

184 ウサギ

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

189 ヒト

190 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)

192 健康影響

- 193
- 194 ・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
 - 195 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られる。
 - 196
 - 197 ・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、
 - 198 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
 - 199 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、
 - 200 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、
 - 201 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。

202

203 ○皮膚刺激性／腐食性：あり

204 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。

205 ・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。
206 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
207 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
208 生が観察された。

209

210 ○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり

211 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。

212

213 ○皮膚感作性：報告なし

214

215 ○呼吸器感作性：報告なし

216

217 ○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）

218 NOAEL = 0.04 mg TI/ kg 体重/日

219 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
220 0, 0.008, 0.04, or 0.20 mg TI/kg 体重/日に相当)を 90 日間経口投与した実験で、雌
221 の 0.25 mg/kg 体重群で毛嚢の萎縮と脱毛を認めた。

222

223 不確実係数 UF = 10

224 根拠：種差 (10)

225 評価レベル = 0.024 mg TI/m³

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

227

228 ○生殖毒性：あり

229 LOAEL = 0.7 mg TI/kg 体重/日

230 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
231 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、
232 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
233 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-
234 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
235 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
236 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
237 LOAEL を 0.7 mg TI/kg 体重/日としている。

238

239 不確実係数 UF = 100

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

241 評価レベル = 0.042 mg TI/m³

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

243

244 <参考>

245 ・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
246 SD ラット(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
247 酸タリウムを妊娠 12～14 日のラット(3 匹)に腹腔内投与した。その結果、すべ
248 てのタリウム投与群で胎児の体重減少が認められ、妊娠 8～10 日の 2.0 mg Tl/kg
249 で水腎症の発生が増加し、妊娠 12～14 日の 2.0 mg Tl /kg では有意に増加した。
250 8.1 mg Tl /kg の水腎症発生は対照群と同程度であった。妊娠 12～14 日のすべて
251 のタリウム用量群で椎体の欠損と未骨化の発生が有意に増加した (Gibson &
252 Becker 1970)(ATSDR 1992)(US EPA 1992)。
253

254 ○遺伝毒性：判断できない

255 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
256 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
257 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
258 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
259 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
260 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髓細胞を
261 用いた姉妹染色分体交換試験は陰性であった。ラットを用いた経口投与による
262 優性致死試験で陽性の報告があるが、データの信頼性、結果の妥当性に問題があ
263 る。

264 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
265 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
266 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
267 頻度の増加がみられ、1 人の小核頻度は顕著に高かった。

268 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
269 両方の結果を示し、 *in vivo* 試験の結果でも一貫性がみられないこと、ヒトにお
270 いて染色体異常の誘発がみられているが、1 例の症例研究と 13 人についてのパ
271 イロットスタディーであり、血中タリウム濃度との関係、交絡因子についての
272 言及がなく決定的な根拠とは言えないことから、遺伝毒性は判断できない。
273

274 生殖細胞変異原性：誘発する可能性がある。

275 根拠：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、
276 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
277 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
278 陽性、ヒトリンパ球を用いた小核試験は陰性であった。直接的なヒト継世代影
279 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
280 胞変異原性は、誘発する可能性があると判断する。
281

282 ○神経毒性：あり

283 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
284 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

285 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
286 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、
287 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。
288 ・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。

289

290 (3) 許容濃度等

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

293 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
294 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
295 リウム及びその化合物の TLV-TWA の勧告値の 0.02 mg/m³ (TI として測定した
296 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
297 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
298 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
299 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
300 ウム濃度の範囲内である。

301 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
302 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
303 告より皮膚の注意記載が必要である。

304

305 日本産業衛生学会 : 設定なし

306

307 DFG MAK : 設定なし

308 NIOSH REL : TWA 0.1 mg/m³ [skin]

309 OSHA PEL : TWA 0.1 mg/m³ Skin

310 UK WEL : 0.1 mg/m³(タリウムとして)、Sk

311 OARS WEEL : 設定なし

312

313 (4) 評価値

314 ○ 一次評価値 : なし

315 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
316 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
317 とする。

318 ※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
319 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。

320

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

322 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)
323 を二次評価値とした。

324 ※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

325 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、
 326 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
 327 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。

328
 329 3 ばく露実態評価

330 (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）

331 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については、2 事
 332 業場から計 7 作業について報告があり、対象物質の主な用途は「対象物の製造」、「他の製剤等
 333 の原料として使用」で、主な作業は「充填又は袋詰め作業」、「破碎、粉碎又はふるい分けの
 334 作業」であった。

335 対象物質の対象物質の年間製造・取扱量は、「500kg 未満」が 29%、「1t 以上 10t 未満」が
 336 71%で、作業 1 回当たりの製造・取扱量は、「1kg 未満または 1l 未満」が 29%、「1kg 以上 1t
 337 未満または 1l 以上 1kl 未満」が 71%あった。

338 また、作業従事労働者数は、「5 人未満」が 14%、「5 人以上 10 人未満」が 86%であった。

339 さらに、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%、「15 分以上
 340 30 分未満」の作業が 14%、「30 分以上 1 時間未満」の作業が 14%、「1 時間以上 3 時間未満」
 341 の作業が 57%であり、局所排気装置の設置がなされている作業が 86%、設備の密閉化がなさ
 342 れている作業が 14%であった。

343

344

表 1 ばく露作業報告集計表

報告数	2事業場	計7件
年間製造・取扱量	～500kg未満	29%
	500kg～1t未満	
	1t～10t未満	71%
	10t～100t未満	
	100t～1000t未満	
	1000t～	
作業1回当たり製造・取扱量 (単位kg又はL)	～1未満	29%
	1～1000未満	71%
	1000～	
1日当たり 作業時間	～15分未満	14%
	15分～30分未満	14%
	30分～1時間未満	14%
	1時間～3時間未満	57%
	3時間～5時間未満	
	5時間～	
発散抑制措置	密閉化設備	14%
	局所排気装置	86%
	プッシュプル	
	全体換気装置	

345

346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385

(2) ばく露実態調査結果

有害物ばく露作業報告のあった 2 事業場に対して、平成 25 年度にばく露実態調査を実施した。

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製造・取扱作業に従事する 6 人の労働者について個人ばく露測定を行うとともに、8 地点についてスポット測定、1 単位作業場において作業環境測定のア測定を実施した。

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)

サンプリング

総粉じん採取用ホルダーとろ紙 (石英繊維ろ紙(東京ダイルック 2500 QAT-UP))

またはセルロースメンブランフィルター(AAWP04700 or AAWP03500 日本ミリポア(株))

分析法 : ICP 質量分析法

○対象事業場における作業の概要

対象事業場におけるタリウム及びその水溶性化合物の用途は「他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用」及び「試薬 (小分け作業)」であった。

タリウム及びその水溶性化合物のばく露の可能性のある主な作業は、「原料移し替え作業」、「ふるいかけ作業」等であった。

また、作業環境は、調査した作業については全て屋内で行われていた。ばく露防止対策としては、調査対象とした 13 作業の全てで局所排気装置が設置されており、その全てで呼吸用保護具 (防じんマスク) が使用されていた。

○測定結果

測定は、6 人の労働者に対し実施し、6 データ全てを評価データとして採用した。

個人ばく露測定の結果、8 時間 TWA の幾何平均値は 0.00071 mg/m^3 、最大値は 0.0021 mg/m^3 (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 0.022 mg/m^3 であった。以上より、最大ばく露濃度は 0.022 mg/m^3 となり、二次評価値を超えている。

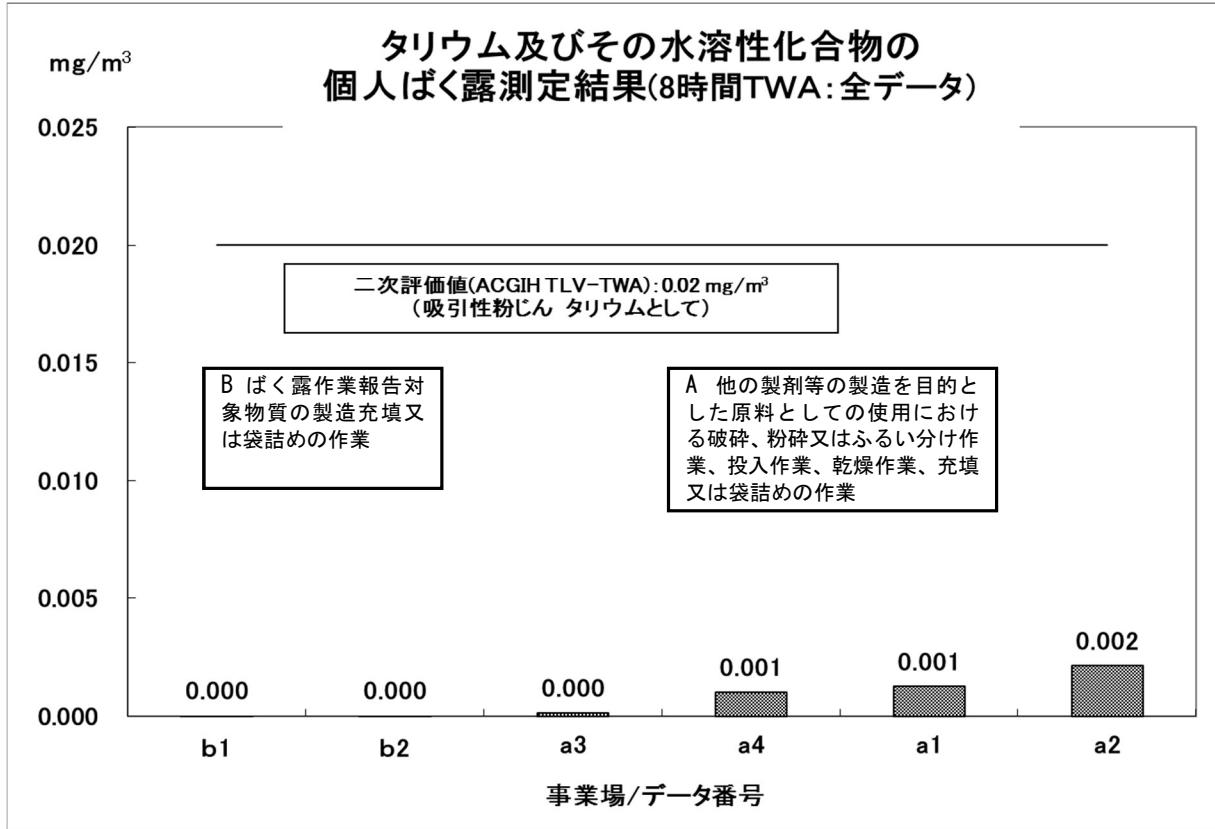
また、個人ばく露測定において最大値 0.0021 mg/m^3 を示した労働者が作業した事業場においては、囲い式の局所排気装置及び外付け式の局所排気装置が設置されその有効性は有りとされ、当該事業場でのスポット測定の幾何平均値は、 0.00023 mg/m^3 、最大値は 0.00139 mg/m^3 であり、いずれも二次評価値を下まわっている。

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 0.00001 mg/m^3 、最大値は 0.00005 mg/m^3 となり、二次評価値を下まわっている。

386
387
388
389

※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。

図1 タリウム及びその水溶性化合物の個人ばく露濃度測定結果



390
391

4 初期リスク評価の結果

393 以上を踏まえ、タリウム及びその水溶性化合物についての初期リスク評価は、以下のとおり
394 とされた。

395 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えられるこ
396 とから、今後、さらに詳細なリスク評価が必要である。

397 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
398 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
399 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
400 べきである。

401 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
402 して、自主的なリスク管理を行うことが必要と考える。

5 詳細リスク評価に係る追加調査の結果

404 上記4の初期リスク評価の結果を踏まえ、以下のとおり追加調査を実施した。

405 (1) 平成25年度の調査において高いばく露濃度が測定された事業場に対する再調査(令和2年
406 度)

407 平成 25 年度の調査で実施した個人ばく露測定において高い濃度が測定された事業場（図 1
408 の a1-a4 の所属事業場）において、同じ作業を行う者 1 名を対象として再調査を実施した。

409 当該作業者の保護具装着状況は、使い捨て式防じんマスク（DS2）、保護メガネ、保護手袋、
410 専用作業着の着用であった。

411 局所排気装置の設置状況は、原料秤量作業、混合機への原料投入作業及び原料移し替え作業
412 を行う作業場所に囲い式局所排気装置が設置されていた。

413 (2) 新たに選定した事業場に対する調査（令和元年度）

414 新たに取扱事業場を 1 事業場選定し、対象物質の計量作業、充填作業又は容器包装作業を行
415 う作業計 3 名を対象として追加調査を実施した。

416 保護具装着状況は、計量作業者と充填作業者が防じんマスク（DS1）、保護メガネ、天然ゴム
417 手袋、防じん着、革製安全靴の着用、容器包装作業者が作業着、革製安全靴の着用であった。

418 局所排気装置の設置状況は、対象物質の計量作業、充填作業及び容器包装作業を行う作業場
419 所に建築ブース型囲い式フードが設置されていた。

420

421 ○測定結果

422 追加調査として 4 名の労働者に対して実施した個人ばく露測定の結果、8 時間 TWA は、
423 原料秤量作業（3 分）、混合機への原料投入作業（6 分）、原料移し替え作業（10 分）を行
424 っていた 1 名が 0.000275 mg/m^3 定量、他 3 名は定量下限値未満であった。

425 また、4 地点でのスポット測定の最大値は、原料秤量作業を行う地点での 0.00017 mg/m^3
426 であり、A 測定の最大値は、計量作業を行う単位作業場所での 0.00055 mg/m^3 であった。

427 6 追加調査を踏まえた測定結果の概要について

428 初期リスク評価までのばく露実態調査及びその後の追加調査において、10 人の労働者に対し
429 て個人ばく露測定を実施し、定量下限値を下回った 3 データを除く 7 データを評価データとし
430 て採用した。

431 その結果、8 時間 TWA の最大値は 0.0021 mg/m^3 であった。

432 また、ガイドラインに従って計算してところ、区間推定上側限界値（信頼率 90%、上側 5%）
433 は対数正規分布の適合を判定できないため計算せず、上位 10 データでの区間推定上側限界値
434 （信頼率 90%、上側 5%）も $n=7$ であるため計算できなかった。

435 以上より、ばく露最大値は、ばく露評価ガイドラインの規定（区間推定上側限界値又はばく
436 露最大値の高い方を最大値とする。）に準拠し、8 時間 TWA の最大値の 0.0021 mg/m^3 となり、
437 二次評価値（ 0.02 mg/m^3 ）を下回った。

438

439

440

441

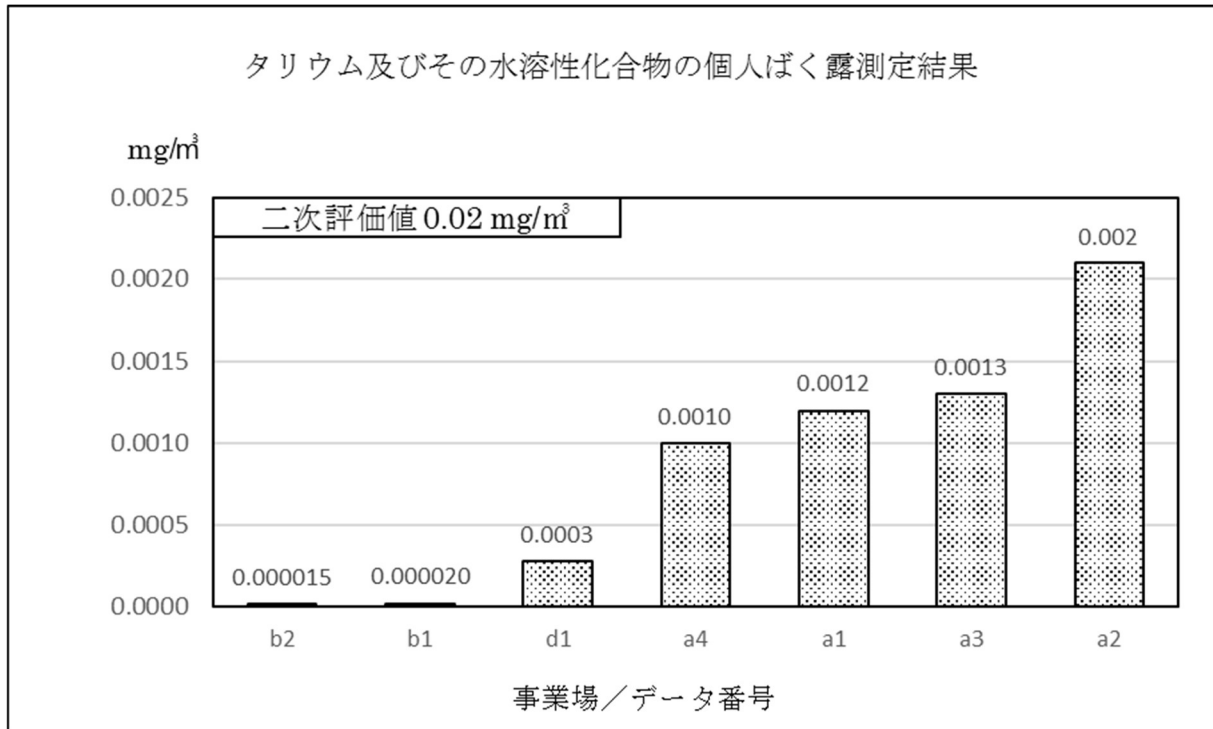
442

443

444

445
446

図2 タリウム及びその水溶性化合物の個人ばく露測定結果（追加調査結果を含む。）



447
448
449

表2 被測定者とばく露の可能性のある作業一覧（追加調査結果を含む。）

被測定者	ばく露の可能性のある作業（測定中の実施時間）
a2	原料秤量補助作業（4分）、混合機への原料投入作業（8分）、原料移し変え作業（10分）、原料溶融作業（6時間）
a3	フルイかけ作業（7分）、水砕補助作業（1時間）
a1	原料秤量作業（4分）、混合機への原料投入作業（8分）、原料溶融作業（6時間）
a4	フルイかけ作業（7分）、水砕作業（1時間）、カレット混合機への投入作業（5分）
d	原料秤量作業（3分）、混合機への原料投入作業（6分）、原料移し変え作業（10分）
b1	酢酸タリウムの開梱・秤量（50分）
b2	酢酸タリウムの容器投入（50分）

450
451

表3 最大ばく露濃度の推定（追加調査結果を含む。）

タリウム及びその水溶性化合物：ばく露濃度の区間推定上側限界値	
二次評価値	0.02 mg/m ³
有効測定データ数	n = 7
コルモゴロフ・スミルノフ検定（KS検定）：対数正規分布に不適合	P値 = 0.086
測定データの最大値(TWA値)	0.0021 mg/m ³

対数変換データでの区間推定上側限界値（信頼率 90%、上側 5%）：対数正規分布の適合を判定できないため計算せず	— mg/m ³
（参考） 上位 10 データでの区間推定上側限界値（信頼率 90%、上側 5%）：10 データ未満のため計算せず	— mg/m ³

452

（KS 検定にはエクセル統計を用いた）

453 7 リスクの判定及び今後の対応（経気道に係る中間報告）

454 本物質については経皮吸収が指摘されていることから（ACGIH: Skin、NIOSH REL: skin、
455 OSHA PEL: Skin、UK WEL: Sk）、経皮吸収に関する知見や保護具等作業実態のデータを
456 積み重ねた上で、経皮吸収の観点も含めてリスク評価を確定させるべきであるが、経気道から
457 のばく露のリスクについては一定の結論が得られたと考えられることから、以下のとおり経気
458 道に係る中間報告を行う。

459 タリウム及びその水溶性化合物については、初期リスク評価の段階で二次評価値を上回るば
460 く露があると推測されたことから、同じ事業場に対する再調査と類似の作業を行う別事業場
461 に対する追加調査を実施した結果、ばく露最大値（個人ばく露測定による実測値）は二次評価値
462 を下回る結果となった。

463 本物質については、初期リスク評価の段階では、ばく露最大値（区間推定上側限界値）が二
464 次評価値を超えており、経気道ばく露のリスクは高いと考えられたが、詳細リスク評価では、
465 ばく露最大値が二次評価値を下回る結果となったため、労働者の経気道ばく露のリスクは低い
466 と認められる。

467 本物質は、皮膚刺激性／腐食性、眼に対する重篤な損傷性／刺激性、反復投与毒性、生殖毒
468 性及び神経毒性が認められること、生殖細胞変異原性を誘発する可能性がある物質であること
469 から、本物質の製造・取扱事業者においては、これらの有害性が認められることを踏まえてリ
470 スクアセスメントを実施し、リスク低減措置を講ずることが必要である。

471

表4 ばく露実態調査集計表（タリウム及びその水溶性化合物）

	対象事業場数 (※6)	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 (A測定準拠) [mg/m ³]		
		測定数	平均(※1)	8時間TWA 平均(※2)	最大(※3)	単位 作業場所数	平均(※4)	最大(※3)	単位 作業場所数	平均(※5)	最大(※3)
2 ばく露作業報告対象物を含有する製剤その他の物の製造を目的とした原料としての使用	2	5	0.00148	0.00118	0.00210	10	0.00024	0.00139	-	-	-
12 その他	2	5	0.00002	0.00002	0.00002	3	0.00002	0.00004	3	0.00001	0.00006
計	4	10	0.00108	0.00084	0.00210	13	0.00019	0.00139	3	0.00001	0.00006

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以上は有効数字3桁）

※1：測定値の平均値（加重平均）

※2：8時間TWAの平均値（算術平均）

※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、その平均（加重平均）

※5：単位作業ごとの幾何平均を代表値とし、その平均（加重平均）

※6：同一事業場で複数の作業を行っている場合があるので、対象事業場数とばく露実態調査を行った事業場数は一致しない。

472

473

474

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/ kg 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 TI/kg 体重/日に相当)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 =0.024 mg/ 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))、精巣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。精巣の 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><参考></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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生が有意に増加した (Gibson & Becker 1970)(ATSDR 1992)(US EPA 1992)。
<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
<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。USEPAはLOAELを1.4 mg Tl/kg/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 = 0.08 mg Tl/m³</p> <p>計算式：1.4 mg Tl/kg 体重/日×60 kg/10m³×1/100=0.08 mg Tl/m³</p>
<p>ケ 許容濃度の設定</p>	<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(Tl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</p> <p>DFG MAK：設定なし</p>

	NIOSH REL : TWA 0.1 mg/m ³ [skin] OSHA PEL : TWA 0.1 mg/m ³ Skin UK WEL : 0.1 mg/m ³ (タリウムとして)、Sk OARS WEEL : 設定なし
--	--

477

478

別添2 有害性評価書

479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496

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
 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、又は通知すべき危険物及び有害物)第335号
 ※ 水溶性化合物についても有害性情報があるものは評価対象に加えた。

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。空気には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)

	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

497

	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

498

499 (2) 物理的・化学的危険性

500 タリウム (ICSC 2013a)

501 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。

502 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。

503 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。

504 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。

505

506

507 硝酸タリウム (I) (厚労省 2008a)

508 ア 火災危険性：情報なし

509 イ 爆発危険性：情報なし

510 ウ 物理的危険性：情報なし

511 エ 化学的危険性：酸化性固体

512

513 硝酸タリウム(III) (PubChem 2021a)

514 ア 火災危険性：情報なし

515 イ 爆発危険性：情報なし

516 ウ 物理的危険性：情報なし

517 エ 化学的危険性：酸化性固体

518

519 硫酸タリウム (ICSC 2013b)

520 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。

521 イ 爆発危険性：情報なし

522 ウ 物理的危険性：情報なし

523 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
524 ムを生じる。強酸化剤と反応する。

525

526 炭酸タリウム (ICSC 2013c)

527 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。

528 イ 爆発危険性：情報なし

529 ウ 物理的危険性：情報なし

530 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
531 激しく反応する。

532

533 酢酸タリウム(厚労省 2008b)

534 ア 火災危険性：情報なし

535 イ 爆発危険性：情報なし

536 ウ 物理的危険性：情報なし

537 エ 化学的危険性：情報なし

538

539 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、
540 ヨウ化タリウム、臭化タリウム、マロン酸タリウム

541 ア 火災危険性：情報なし

542 イ 爆発危険性：情報なし

543 ウ 物理的危険性：情報なし

544 エ 化学的危険性：情報なし

545

546 **3. 生産・輸入量／使用量／用途**

547 タリウム

548 生産量：情報なし

549 輸入量：情報なし

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

551 製造業者：情報なし

552

553 硝酸タリウム (I)

554 生産量：情報なし

555 輸入量：情報なし

556 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
557 の製造、有機合成の酸化剤(ATSDR 1992)、特殊分析(化工日 2021)

558 製造業者：情報なし

559

560 硝酸タリウム (III)

561 生産量：情報なし

562 輸入量：情報なし

- 563 用途：情報なし
564 製造業者：情報なし
565
566 硫酸タリウム
567 生産量：情報なし
568 輸入量：情報なし
569 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
570 属の化学中間体 (ATSDR 1992)
571 製造業者：情報なし
572
573 炭酸タリウム
574 生産量：情報なし
575 輸入量：情報なし
576 用途：情報なし
577 製造業者：情報なし
578
579 酢酸タリウム
580 生産量：情報なし
581 輸入量：情報なし
582 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
583 (ATSDR 1992)。
584 製造業者：情報なし
585
586 酸化タリウム(I)
587 生産量：情報なし
588 輸入量：情報なし
589 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)
590 製造業者：情報なし
591
592 酸化タリウム(III)
593 生産量：情報なし
594 輸入量：情報なし
595 用途：情報なし
596 製造業者：情報なし
597
598 塩化タリウム(I)
599 生産量：情報なし
600 輸入量：情報なし
601 用途：塩素化の触媒(ATSDR 1992)
602 製造業者：情報なし

603
604 三塩化タリウム(III)
605 生産量：情報なし
606 輸入量：情報なし
607 用途：情報なし
608 製造業者：情報なし
609
610 フッ化タリウム、
611 生産量：情報なし
612 輸入量：情報なし
613 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)
614 製造業者：情報なし
615
616 ヨウ化タリウム
617 生産量：情報なし
618 輸入量：情報なし
619 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
620 製造業者：情報なし
621
622 臭化タリウム
623 生産量：情報なし
624 輸入量：情報なし
625 用途：光ファイバー光学機器(環境省 2017)
626 製造業者：情報なし
627
628 マロン酸タリウム
629 生産量：情報なし
630 輸入量：情報なし
631 用途：情報なし
632 製造業者：情報なし
633

4. 健康影響

635 [体内動態 (吸収、分布、代謝、排泄)](IRIS 2009)

a. 吸収

637 ・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
638 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
639 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
640 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、
641 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。
642 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

643 れている。硝酸タリウム (767 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^{204}Tl)の経口投与後、タリウムは消化管を介して完全
644 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
645 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
646 (硝酸タリウムとして)が他のばく露経路(静脈内 38 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、筋肉内 96 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、皮下 96
647 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、気管内 123 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、腹腔内 146 $\mu\text{g}/\text{kg}$)で投与された時においても得られている。タ
648 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
649 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
650 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
651 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
652 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
653 示唆する (IRIS 2009)。
654 • ^{204}Tl でラベルした硫酸タリウム 45 mg (^{203}Tl , 500 μCi) を経口投与した末期がん患者で血
655 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
656 間は1.6%で推移した (環境省 2017)。
657

658 b. 分布

659 • 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
660 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
661 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
662 物の胎盤を通過することが示されている (IRIS 2009)。
663 • 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
664 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
665 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
666 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
667 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
668 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
669 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
670 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
671 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)。
672 • ^{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
673 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
674 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
675 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
676 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)。
677 • 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
678 Kと類似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^+
679 K^+ATPase 系により 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
680 筋内への取込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
681 取り込まれるとされている。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
682 と、全身の筋肉に分布するが、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

683 分布しない。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
684 て貯留傾向が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 Na⁺-
685 K⁺ATPase 系の 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
686 の程度は腫瘍へ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)。

687

688 c. 代謝

689 ・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
690 るかどうかは知られていない (IRIS 2009)。

691

692 d. 排泄

693 ・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
694 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。
695 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
696 タリウムと放射標識された硝酸タリウム (²⁰⁴TlNO₃)を経口投与した研究において、タリウ
697 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
698 3 日以内に回収された (IRIS 2009)。

699 ・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
700 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
701 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
702 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)。

703 ・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
704 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 μg/L、最高は 0.86 μg/L であっ
705 た (IRIS 2009)。

706 ・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
707 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
708 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-
709 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 μg/L、95 %濃度は 0.440
710 μg/L であった (IRIS 2009)。

711 ・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
712 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
713 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
714 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
715 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
716 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
717 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。
718 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
719 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
720 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
721 の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
722 は尿細管で再吸収されると報告されている。シリアンゴールデンハムスターにおいて、

723 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
 724 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
 725 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
 726 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
 727 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
 728 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
 729 10 日と算定され、上限は 30 日と報告されている (IRIS 2009)。

730

731 (1) 実験動物に対する毒性

732 ア 急性毒性

733 致死性

734 ・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)
 735 (PubChem 2021a,b,c,d,e,f,g)

736

737 タリウム

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

738

739 硝酸タリウム(I)

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

740

741 硝酸タリウム(III)

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

742 (参考) モルモット 経皮、LD₅₀ : 25 mg/kg 体重

743

744 硫酸タリウム

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

745

746

747

748

炭酸タリウム

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

749

750

酢酸タリウム

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

751

752

酸化タリウム(I)

	ラット	マウス	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	—	—	—

753

754

酸化タリウム(III)

	ラット	マウス	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	—	—	—

755

756

塩化タリウム(I)

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

757

758

三塩化タリウム(III)

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

759

760

フッ化タリウム

	ラット	マウス	ウサギ

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

761

762

ヨウ化タリウム

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

763

764

臭化タリウム

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

765

766

マロン酸タリウム

	ラット	マウス	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	—	—

767

768

健康影響

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

- ・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、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与で2~4.5倍強い (IPCS EHC 1996)。
- ・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 EHC 1996)。
- ・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、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)。
- ・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、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 & Fowler 1986) (ATSDR 1992)。
- ・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毒性が高かった (IPCS EHC 1996)

786 イ 刺激性及び腐食性
787 ・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
788 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
789 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
790 れた (IPCS EHC 1996)。

791

792 ウ 感作性

793 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

794

795 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)

796 吸入ばく露

797 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

798

799 経口投与

800 ・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
801 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
802 生成阻害に起因していた (ACGIH 2010)。

803 ・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
804 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%、
805 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
806 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。
807 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)
808 で 0.005%以上の濃度では致死的であったため 0.003%の濃度を用いた)。酢酸タリウム
809 0.003%群及び酸化タリウム(III) 0.0035%群では投与 30 日目以降で著しい体重増加抑制
810 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%、雌が 60%
811 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 週目に観察さ
812 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 体重/日と算
813 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ていた。
814 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) 0.002%投与群
815 では腎臓重量が有意に増加した (Downs et al. 1960) (ACGIH 2010)。

816 ・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
817 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 Tl/kg 体重/日に
818 相当)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
819 体 (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
820 毛、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⁺
821 の増加、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
822 与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
823 で実施し、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
824 0.25 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
825 学的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

826 所見から NOAEL は 0.05 mg/kg (0.04 mg TI/kg 体重/日) としている (IRIS 2009)。
827 ・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。
828 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、
829 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
830 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
831 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%
832 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
833 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
834 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
835 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
836 を 1.4 mg TI/kg/日としている (US EPA 1992)。
837 ・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
838 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
839 われていなかった (ATSDR 1992)。

840

841 皮下、腹腔内投与

842 ・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
843 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
844 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
845 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
846 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
847 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
848 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
849 基が結合し、酸化的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
850 2010)。
851 ・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、
852 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
853 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。
854 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
855 (Hasan et al. 1977a) (ATSDR 1992)。
856 ・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
857 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
858 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
859 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
860 2010)。

861

862 オ 生殖毒性

863 吸入ばく露

864 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

865

866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905

経口投与/経皮投与/その他の経路等

- ・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生が有意に増加した (Gibson & Becker 1970)(ATSDR 1992)(US EPA 1992)。
- ・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)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とから、発生毒性の NOAEL は得られなかった。
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 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 Tl/kg/日であった (IPCS EHC 1996) (US EPA 1992)。
- ・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、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、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、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。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)。
- ・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 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。精巣の 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 Tl/kg 体重/日としている (ATSDR 1992)。
- ・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 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、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)。

906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921

カ 遺伝毒性 (変異原性)

・ *In vitro* の細菌を用いた復帰突然変異試験では塩化タリウム、酢酸タリウム及び硝酸タリウムで陰性、Rec assay では硝酸タ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タ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、炭酸タ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 試験では炭酸タ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タリウムで陽性、ヒトリンパ球を用いた小核試験では硫酸タリウムは陰性であった (IPCS EHC 1996) (IRIS 2009) (ACGIH 2010) (環境省 2017)。

・ *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タ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タ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)。

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

—：陰性 +：陽性

922
923
924
925

生殖細胞変異原性

・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*

926 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
927 用いた小核試験は陰性であった。

928

929 キ 発がん性

930 吸入ばく露

931 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

932

933 経口投与/経皮投与・その他の経路等

934 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

935

936 ク 神経毒性

937 吸入ばく露

938 ・調査した範囲では、報告は得られていない。

939

940 経口投与/経皮投与・その他の経路等

- 941 ・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
942 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
943 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
944 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
945 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
946 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
947 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
948 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
949 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
950 を 1.4 mg TI/kg/日としている (US EPA 1992)。
- 951 ・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
952 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
953 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)。
- 954 ・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
955 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
956 みられた (Hasan et al. 1977a)。
- 957 ・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
958 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
959 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
960 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
961 2010)。
- 962 ・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
963 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
964 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
965 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

966 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
967 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
968 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
969 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、
970 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
971 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
972 のプ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
973 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
974 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
975 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
976 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
977 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
978 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
979 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。
980 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)。
981 ・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、
982 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、
983 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
984 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。
985 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
986 量においても脳の組織変化は報告されていない(ATSDR 1992)。

987
988 ケ その他の試験

989 ・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
990 あった (ACGIH 2010)。

991
992 (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

993 ア 急性毒性

994 ・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
995 露による死亡の報告はない(ATSDR 1992)。
996 ・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
997 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
998 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
999 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
1000 取で見られた (ACGIH 2010)。
1001 ・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
1002 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
1003 2013a)。
1004 ・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
1005 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

- 1006 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)。
- 1007 • 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
- 1008 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
- 1009 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
- 1010 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
- 1011 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
- 1012 た (ATSDR 1992)。
- 1013 • 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
- 1014 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
- 1015 (ATSDR 1992)。
- 1016 • 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
- 1017 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
- 1018 が、血清AST、ALT及びALPレベルは上昇した (ATSDR 1992)。
- 1019 • 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
- 1020 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
- 1021 能は障害され、クレアチニンクリアランスは低下し、BUNは上昇し、尿たんぱくが認め
- 1022 られた (ATSDR 1992)。
- 1023 • 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
- 1024 かの症例では体毛、顎鬚、頭髪で脱毛が観察された。脱毛は一時的で皮膚局所の変化は
- 1025 報告されていない (ATSDR 1992)。
- 1026
- 1027 イ 刺激性及び腐食性
- 1028 • 硫酸タリウムは、皮膚に付くと発赤を生じる (ICSC 2013b)。
- 1029 • 硫酸タリウムは、眼に入ると充血、痛みを生じる (ICSC 2013b)。
- 1030
- 1031 ウ 感作性
- 1032 • 調査した範囲では、報告は得られていない。
- 1033
- 1034 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）
- 1035 吸入ばく露
- 1036 • 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
- 1037 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
- 1038 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
- 1039 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
- 1040 た (ACGIH 2010)。
- 1041 • バッテリー工場の作業者の調査が行われた。炉での合金からのヒュームによるタリウム
- 1042 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
- 1043 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
- 1044 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-
- 1045 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

1046 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。
1047 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
1048 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 µg/Lであった。この時期
1049 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
1050 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
1051 0.1 mg/m³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
1052 0.1mg/m³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
1053 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
1054 1985)(ACGIH 2010)。

1055 ・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
1056 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
1057 れた。24時間尿の平均尿タリウム濃度は2.6 µg/L、最高値では76 µg/Lであった。平均
1058 毛髪タリウム濃度は9.5 µg/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
1059 を現ばく露の評価として尿タリウム濃度(2 µg/L以下、2-20 µg/L及び20 µg/L以上)と
1060 過去ばく露の評価として毛髪タリウム濃度(10 ng/g以下、10-50 ng/g及び50 ng/g以上)
1061 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 µg/L (n=523)、4.7
1062 µg/L (n=617)及び32.6 µg/L(n=51)であった。平均毛髪濃度は各々4.4 ng/g (n=704)、
1063 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
1064 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
1065 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%
1066 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
1067 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
1068 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
1069 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
1070 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
1071 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
1072 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
1073 の原因ではないとしている (Dolgnier et al. 1983)(ACGIH 2010)。

1074 ・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
1075 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
1076 濃度は0.3以下~6.3 µg/g クレアチニン(中央値=0.8 µg/g クレアチニン)であり、非ばく
1077 露者(0.3以下~1.1 µg/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
1078 µg/g クレアチニンは約1 µg/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
1079 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)。

1080 ・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
1081 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
1082 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
1083 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
1084 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
1085 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、

1086 576 ng/g であった (平田・埜田 1998)。

1087

1088 経口摂取

1089 ・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
1090 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
1091 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
1092 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
1093 部のびらんは 73 %、ミーズ線は 11 %に認められた (ACGIH 2010)。

1094 ・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
1095 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
1096 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
1097 のタリウム(0.6-2.25 mg/L, P>0.01 (P<0.01 の誤記と思われるが、原著は入手困難で確認
1098 できず。))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、
1099 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
1100 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
1101 いなかった (ATSDR 1992)。

1102 ・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
1103 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
1104 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。
1105 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
1106 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
1107 では、軸索の変性とミエリンの喪失が示されている (ATSDR 1992)。

1108 ・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
1109 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
1110 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
1111 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
1112 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
1113 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
1114 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)。

1115

1116 オ 生殖毒性

1117 ・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
1118 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
1119 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
1120 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
1121 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
1122 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
1123 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
1124 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)。

1125 ・中国湖北省内の 3 病院で 2012～2014 年に産まれた低出生体重児 204 人、出産病院、出

1126 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
1127 の尿中タリウム濃度から 3 群 (<0.39、0.39~0.77、 $\geq 0.78 \mu\text{g TI/g}$ クレアチニン)に分け、
1128 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)
1129 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
1130 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
1131 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
1132 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
1133 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
1134 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
1135 境省 2017)。

1136

1137 カ 遺伝毒性

1138 ・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
1139 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
1140 (Hantson et al. 1997) (環境省 2017)。

1141 ・タリウム中毒患者 13 人 (血中タリウム濃度は 25~2,700 $\mu\text{g/L}$)の末梢血リンパ球で、染
1142 色体異常の平均頻度の増加 (中毒群 $7.08 \pm 2.19\%$ 、対照群 2.03 ± 0.25 、 $p < .001$)を認め、単
1143 一断片の割合が高かった (中毒群 $7.77 \pm 2.68\%$ 、対照群 $1.59 \pm 0.23\%$ 、 $p < .001$)。8 人の小
1144 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
1145 (Nikiforov et al. 1999) (環境省 2017)。

1146

1147 生殖細胞変異原性

1148 ・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
1149 発がみられている。

1150

1151 キ 発がん性

1152 ・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
1153 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
1154 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
1155 (環境省 2017)。

1156

1157 発がんの定量的リスク評価

1158 ・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-
1159 G 2005)、(CalEPA 2020)にユニットリスクに関する情報なし

1160

1161 発がん性分類

1162 IARC : 情報なし (IARC 2021)

1163 日本産業衛生学会 : 情報なし (産衛 2020)EU CLP : 情報なし (EU CLP) (2021/07/24 検
1164 索)

1165 NTP 14th ROC: 情報なし (NTP 2016)

1166 ACGIH：情報なし (ACGIH 2010)
1167 DFG MAK：情報なし (MAK 2020)
1168 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)

1169

1170 ク 神経毒性

- 1171 ・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。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)。
- 1172
1173
1174
1175
1176
1177 ・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、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 (ATSDR 1992)。
- 1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185 ・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)。
- 1186
1187
1188
1189
1190 ・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・埤田 1998)。
- 1191
1192
1193
1194 ・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(用量と期間)は報告されていない (ATSDR 1992)。
- 1195
1196
1197
1198
1199
1200 ・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い (ATSDR 1992)。
- 1201
1202
1203
1204
1205

1206

1207 (3) 許容濃度の設定

1208 ACGIH : TLV-TWA 0.02 mg/m³、吸引性粒子 (inhalable particle) (タリウムとして) (2010 : 設定
1209 年)、Skin (経皮吸収に注意) (1963 : 設定年) (ACGIH 2010)

1210 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
1211 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。

1212 ・タリウム及びその化合物の TLV-TWA の勧告値の 0.02 mg/m³ (TI として測定した吸引
1213 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
1214 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
1215 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
1216 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。

1217 ・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
1218 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
1219 が必要である。

1220

1221 日本産業衛生学会 : 設定なし(産衛 2020)

1222 DFG MAK : 設定なし(MAK 2020)

1223 NIOSH REL : TWA 0.1 mg/m³ [skin] (NIOSH 2019)

1224 OSHA PEL : TWA 0.1 mg/m³ Skin (OSHA 2021)

1225 UK WEL : 0.1 mg/m³ (タリウムとして)、Sk (UK/HSE 2020)

1226 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・埜田 1998) 平田衛・埜田和史：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

1228

1229

別添3 タリウム及びその水溶性化合物のばく露作業報告集計表

作業の種類	用途												事業場数※	作業数	年間製造・取扱い量						作業1回当たりの製造・取扱い量					対象物等の物理的性状					対象物等の温度						一日当たりの作業時間						ばく露作業従事者数				発散抑制措置の状況(2つまで複数回答可)													
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫			①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	①	②	③	④	⑤																				
	対象物の製造	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用			500kg未満	500kg以上1t未満	1t以上10t未満	10t以上100t未満	100t以上1000t未満	1000t以上	1kg未満	1kg以上1t未満	1t以上10kg未満	10kg以上	①ペレット状の固体	②結晶又は粒状の固体	③微細・軽重パウダー状	④液体(懸濁液を含む)	⑤気体	0℃未満	0℃以上25℃未満	25℃以上50℃未満	50℃以上100℃未満	100℃以上150℃未満	150℃以上	15分未満	15分以上30分未満	30分以上1時間未満	1時間以上3時間未満	3時間以上5時間未満	5時間以上	5人未満	5人以上10人未満	10人以上20人未満	20人以上	①密閉化設備	②局所排気装置	③ブース/シールド	④全体換気装置	⑤その他										
30 印刷の作業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																
31 掻き落とし、剥離又は回収の作業																																																												
32 乾燥の作業		1											1		1						1						1																																	
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業		1											1		1						1						1																																	
34 サンプルング、分析、試験又は研究の業務																																																												
35 充填又は袋詰め作業	2	1											3	2	1				2	1					3												1	2											3											
36 消毒、滅菌又は燻蒸の作業																																																												
37 成型、加工又は発泡の作業																																																												
38 清掃又は廃棄物処理の作業																																																												
39 接着の作業																																																												
40 染色の作業																																																												
41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業																																																												
42 吹付け塗装以外の塗装又は塗布の作業																																																												
43 鑄造、溶融又は漏出しの作業																																																												
44 破砕、粉砕又はふるい分けの作業		2											2		2					2							1	1															2																	
45 はんだ付けの作業																																																												
46 吹付けの作業																																																												
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業																																																												
48 めっき等の表面処理の作業																																																												
49 る過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業																																																												
50 その他																																																												
合計(%表示は全作業における割合)	2	5											2	7	29%	71%			29%	71%					100%						71%	14%	14%				14%	14%	14%	57%			14%	86%					14%	86%										

※ 1事業場で複数の作業を行っている場合は重複してカウントしているため、実際の事業場数より多くなっている。ただし、合計欄は実事業場数。

別添 4 標準測定分析法

物質名：タリウム及びその水溶性化合物

化学式：Tl、TlNO₃、Tl₂SO₄、TlF

CAS No：Tl：7440-28-0、TlNO₃：10102-45-1、Tl₂SO₄：7446-18-6、TlF：7789-27-7

許容濃度等：ACGIH TLV-TWA：0.02mg/m³
(Tlとして)フッ化タリウム、タリウム、粒状、硝酸タリウム、硫酸タリウム

物性等

Tl-metal 分子量：204.38 融点：304℃
TlNO₃ 分子量：266.39 融点：206℃
Tl₂SO₄ 分子量：504.83 融点：632℃
TlF 分子量：223.38 融点：327℃

別名：硝酸タリウム(I)硝酸第一タリウム：硫酸二タリウム(II)、硫酸第一タリウム、CFS、タリウム (I) テトラオキソスルファート、タリウムスルファート

サンプリング	分析																													
<p>サンプラー：総粉じん採取用ホルダー ろ紙：石英繊維ろ紙（東京ダイレック 2500 QAT-UP）またはセルロースメンブランフィルター（AAWP04700 or AAWP03500 日本ミリポア）</p> <p>サンプリング流量： 面速19cm/s前後の吸引流量（L/min）とする</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">面速 (cm/s)</th> <th colspan="5">フィルター径〔有効径〕(φmm)</th> </tr> <tr> <th>110 (100)</th> <th>55 (47)</th> <th>47 (35)</th> <th>35 (25)</th> <th>25 (20)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18</td> <td>84.8</td> <td>18.7</td> <td>10.4</td> <td>5.3</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>89.5</td> <td>19.8</td> <td>11.0</td> <td>5.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>94.2</td> <td>20.8</td> <td>11.5</td> <td>5.9</td> <td>3.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>（有効径はサンプラーにより差異が考えられるので適宜確認のこと）</p> <p>サンプリング時間：最小採気量5Lを満たす時間 採気量：5L以上 保存性：溶解後少なくとも7日間は常温で安定 ブランク：分析時はブランクフィルターが必要</p>	面速 (cm/s)	フィルター径〔有効径〕(φmm)					110 (100)	55 (47)	47 (35)	35 (25)	25 (20)	18	84.8	18.7	10.4	5.3	3.4	19	89.5	19.8	11.0	5.6	3.6	20	94.2	20.8	11.5	5.9	3.8	<p>分析方法:ICP 質量分析法 試料を採取したメンブランフィルターまたは石英繊維ろ紙に王水 5 ml と硝酸 5 ml を加え、2 ml まで加熱蒸発後、放冷し、超純水で 10 ml のメスフラスコに洗い込み定容する。 石英繊維ろ紙を用いた場合は、溶解液をろ過または遠心分離したのち定容する。</p> <p>機器：ICP 質量分析装置 ICP-MS 7700x ICP-MS(Agilent)</p> <p>ICP 質量分析装置測定条件 測定質量数 (m/z) 205 (定量用) 出力 1.4KW キャリアーガス アルゴン 1 L/min 試料注入量 約 1 mL/min</p> <p>検量線： 酸溶液（王水 3%）で調整</p> <p>ICP 質量分析法 0、40、80、120、160、200 ng/mL</p> <p>定量法：絶対検量線法</p>
面速 (cm/s)		フィルター径〔有効径〕(φmm)																												
	110 (100)	55 (47)	47 (35)	35 (25)	25 (20)																									
18	84.8	18.7	10.4	5.3	3.4																									
19	89.5	19.8	11.0	5.6	3.6																									
20	94.2	20.8	11.5	5.9	3.8																									
精 度																														
<p>回収率 4 化学種全体として 91.7-101.0%</p> <p>ICP 質量分析法 検出下限 (3SD) 0.03ng/mL (最終試料液濃度) 定量下限 (10SD) 0.1ng/mL (最終試料液濃度) 0.01μg /m³ (採気量 10L/min×10min・最終試料液量 10mL) 0.001μg /m³ (採気量 2L/min×480min・最終試料液量 10mL)</p>																														
適用 個人ばく露測定，作業環境測定																														
妨害																														
参考 NIOSH Manual of Analytical Methods 7301 改訂 4 版 化学便覧 基礎編、p.220-221、日本化学会 丸善 1993 年 ニッケル化合物を対象とした測定法に関する基礎研究 第 49 回に本労働衛生工学会 p42～43 2009																														

作成日：平成 25 年 2 月 4 日