

リスク評価書

No. 103 (初期)

塩化ホスホリル (Phosphoryl chloride)

目次

本文	2
別添1 有害性総合評価表	10
別添2 有害性評価書	13
別添3 ばく露作業報告集計表	23
別添4 標準測定分析法	24

1 1 物理化学的性質（別添2参照）

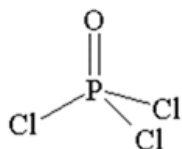
2 (1) 化学物質の基本情報

3 名称：塩化ホスホリル

4 別名：オキシ塩化リン、トリクロロリンオキシド、トリクロロホスフィンオキシド、三塩化ホ
5 スホリル、Phosphoryl chloride、Phosphorus oxychloride、Phosphoric trichloride

6 化学式：POCl₃

7 構造式：



8

9 分子量：153.35

10 CAS番号：10025-87-3

11 労働安全衛生法施行令別表第9（名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物）第103号

12 (2) 物理的・化学的性状

外観：刺激臭のある、無色あるいは茶色の 溶解性（水）：反応する
発煙性液体

比重（水=1）：1.645

オクタール/水分配係数 log Pow：該当せず
（速やかに加水分解するため）

沸点：105.8 °C

蒸気圧：5.3 kPa (27.3 °C)

換算係数：1 ppm=6.27 mg/m³ (25°C)

蒸気密度（空気=1）：5.3

1 mg/m³=0.159 ppm (25°C)

融点：1.25 °C

13 (3) 物理的・化学的危険性

14 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。

15 イ 爆発危険性：情報なし

16 ウ 物理的危険性：この蒸気は空気より重い。

17 エ 化学的危険性：

18 加熱すると分解し、塩化水素、リン酸化物を含む有毒で腐食性のフェームを生じる。水と
19 激しく反応して発熱し、塩酸、リン酸を含む分解物を生じ、火災および爆発の危険をもた
20 らす。アルコール、フェノール、アミン他多くの物質と激しく反応する。

21 (4) 製造・輸入量、用途等

22 製造・輸入量：10,000～20,000 t (2017年/化審法)

23 用途：難燃剤・可塑剤(リン酸トリクレジル等)の製造、医薬(抗生物質、ビタミンB1など)の製造、
24 香料、不燃性フィルム原料、有機合成における塩素置換剤および触媒、無水酢酸、リン
25 系農薬製造用、ドーピングガス

26 製造業者：日本曹達、日本化学工業、三國製薬工業

27 2 有害性評価の結果（別添1及び別添2参照）

28 (1) 発がん性

29 ○ 調査した範囲で報告なし

30

31 (各評価区分)

32 IARC：設定なし

33 日本産業衛生学会：設定なし

34 ACGIH：設定なし

35 EU CLP：設定なし

36 DFG：設定なし

37 NTP 14th：設定なし

38

39 閾値の有無：判断できない

40 根拠：「遺伝毒性」の判断を根拠とする。

41 (2) 発がん性以外の有害性

42 ○急性毒性

43 致死性

44 ラット

45 吸入毒性：LC₅₀ = 200 mg/m³ (32 ppm) (4h)、308 mg/m³ (48.4 ppm) (4h)、71 mg/m³ (11.1
46 ppm) (時間不明)

47 経口毒性：LD₅₀ = 36 mg/kg体重、380 mg/kg体重

48 マウス

49 吸入毒性：LC₅₀ = 404 mg /m³ (64 ppm) (2h)

50 経口毒性：LD₅₀ = 327 mg/kg体重

51 ウサギ

52 経皮毒性：LDL₀ = 1,000 mg/kg (原液) (RTECS 2009)

53

54 健康影響

55 ・塩化ホスホリルは、水または湿った空気で速やかに加水分解される。低濃度で、塩化ホ
56 スホリルの加水分解から生じる遊離酸は体液により素早く中和される。結果として生じ
57 るリン酸塩と塩化物イオンは組織の構成要素であるため広範に含まれおり、危害をもた
58 らすことはない。体液の緩衝を上回るほどの高濃度の場合、酸が侵入部位の組織を損傷
59 し、この損傷はばく露濃度、持続時間に依存する。

60 ・ラットに全身ばく露し、LC50 が 308 mg/m³ とされた実験では、ばく露により興奮、血涙
61 等の刺激症状が見られ、剖検では、気管支上皮の落層、肺浮腫、肺出血が観察された。
62 致死量でチアノーゼ、痙攣、呼吸困難が観察された。

63

64 ○皮膚刺激性／腐食性：あり

65 根拠：ウサギの皮膚を塩化ホスホリル原液で処置(4滴／20 cm²) した試験で、鱗屑が認められ

66 た。

67

68 ○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり

69 根拠：塩化ホスホリル原液 1 滴により眼に壊死性の変化を生じ、完全に失明した。

70 ヒトにおいて、皮膚、眼、気道への重篤な刺激性がみられる。

71

72 ○皮膚感作性：調査した範囲で報告なし

73 ○呼吸器感作性：調査した範囲で報告なし

74

75 ○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）

76 （参考）

77 LOAEL = 0.48 mg/m³

78 根拠：ラットおよびモルモットによる4か月吸入ばく露試験で、塩化ホスホリル 0.48 mg/m³で、

79 体重減少、呼吸数と酸素消費の変化、呼吸器刺激、腎臓相対重量の増加等が観察された。

80 不確実係数 UF=100

81 根拠：種差（10）、LOAEL → NOAEL（10）、試験期間（1）

82 評価レベル = 0.0048 mg/m³（0.00076 ppm）

83 計算式：0.48/100 = 0.0048 mg/m³（ばく露時間不明のため、労働補正は行わない。）

84

85 ○生殖毒性：調査した範囲で報告なし

86

87 ○遺伝毒性：判断できない

88 根拠：塩化ホスホリルについて *in vitro* で行なわれた試験のすべてが陰性であり、*in vivo* によ

89 る情報はない。塩化ホスホリルは加水分解により直ちに塩酸とリン酸となり、いずれ

90 も生体構成成分である。分解物の塩酸の遺伝毒性は *in vitro* の多くの試験で陰性であり、

91 CHO-K1細胞を用いた塩酸の染色体異常試験の陽性結果は、10 mM以上の極めて高い

92 濃度のため、浸透圧異常により陽性結果を示したものであり、正しい判断ではない。

93 塩化ホスホリルの遺伝毒性については判断できない。

94

95 生殖細胞変異原性：判断できない

96 根拠：以上の他に、調査した範囲で報告なし

97

98 ○神経毒性：調査した範囲で報告なし

99 （3）許容濃度等

100 ACGIH：TLV-TWA 0.1 ppm（0.63 mg/m³）（1982年設定）

101 根拠：塩化ホスホリルは、毒性についてのデータは限られているが、リン酸および塩酸

102 に分解する。塩化ホスホリルは眼、粘膜および皮膚に対する強い刺激物質である。

103 急性吸入毒性試験で、塩化ホスホリルの毒性は三塩化リンよりも強いことが示され

104 ている。刺激およびめまい、頭痛、食欲不振、吐き気、胸の痛み、呼吸困難、気管

105 支炎を含むその他の毒性徴候及び症状および重度あるいは慢性のばく露による肺水
106 腫、気管支肺炎及び腎炎のリスクを最小化するため、塩化ホスホリル蒸気に対する
107 TLV-TWA として 0.1 ppm を勧告する

108

109 日本産業衛生学会：設定なし

110 (参考)

111 塩化ホスホリルの加水分解産物である塩化水素およびリン酸については、以下のように設定
112 されている。

113 塩化水素：2 ppm (3.0 mg/m³) (最大許容濃度、2014年提案)

114 リン酸：1 mg/m³ (1990年 提案)

115

116 DFG MAK：0.02 ppm (0.13 mg/m³) (2015 年設定)、妊娠リスクグループ C (2005 年設定)

117 根拠：塩化ホスホリルは空気中の水分でリン酸と塩化水素に加水分解される。加水分解が
118 遅い三塩化リンと対照的に、塩化ホスホリルは、三塩化リンと比較し、少ない局所
119 の刺激で気道に深く浸透するリスクがある。また、潜伏時間後の症状は、三塩化リ
120 ンより塩化ホスホリルの方が強い危険性を示している。したがって、塩化ホスホリ
121 ルのMAK値は、三塩化リンの値の半分、すなわち、0.2 ppmに暫定的に決められた
122 (1984年)。塩化ホスホリルのMAK値を科学的に決定する新しいデータはない。三塩
123 化リンのMAK値は、2005年に審議され、0.5 ppmのままであった。塩化ホスホリルの
124 MAK値0.2 ppmが確立した。塩化ホスホリルは、妊娠リスクグループCに分類される
125 塩酸とリン酸に加水分解されるため、妊娠リスクグループCに分類される。
126 三塩化リンのMAKは、ラット鼻腔への局所作用に基づいて2015年に0.5 ppmから0.01
127 ppmに改定された。それに伴って、塩化ホスホリルのMAKも0.02 ppmに改定する。

128

129 NIOSH REL：TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m³)、ST 0.5 ppm (3 mg/m³)

130 OSHA PEL：設定なし

131 UK WEL：TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m³)、ST 0.6 ppm (3.8 mg/m³)

132 (4) 評価値

133 ○一次評価値：0.00076 ppm (0.0048 mg/m³)

134 反復投与毒性に係る評価レベル (0.0048mg/m³ (0.00076 ppm)) を参考として設定した。

135 ※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
136 に、そ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。

137

138 ○二次評価値：0.1 ppm (0.63 mg/m³)

139 ACGIH が勧告している TLV-TWA を二次評価値とした。

140 ※二次評価値：労働者が勤労生涯を通じてばく露した場合にも、当該ばく露に起因し
141 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、これを
142 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、原則として日
143 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。

144 3 ばく露実態評価

145 (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況

146 塩化ホスホリルの有害物ばく露作業報告については、概要下表のとおり提出があった（詳細
 147 は別添3）。なお、主な用途は「他製剤の原料」で、その他に「対象物質の製造」、「溶剤、
 148 希釈又は溶媒として使用」、「試験分析用の試薬として使用」などがあつた。また、主な作業
 149 の種類は「計量、配合、注入、投入又は小分けの作業」、「サンプリング、分析、試験又は研
 150 究の業務」及び「ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業」であつた。

報告数	45事業場	計83件
年間製造・取扱量	～500kg未満	20%
	500kg～1t未満	24%
	1t～10t未満	24%
	10t～100t未満	20%
	100t～1000t未満	5%
	1000t～	7%
作業1回当たり製造・取扱量 (単位kg又はL)	～1未満	16%
	1～1000未満	65%
	1000～	19%
1日当たり 作業時間	～15分未満	32%
	15分～30分未満	27%
	30分～1時間未満	15%
	1時間～3時間未満	20%
	3時間～5時間未満	4%
	5時間～	2%
発散抑制措置	密閉化設備	17%
	局所排気装置	64%
	プッシュプル	
	全体換気装置	16%

151

152 (2) ばく露実態調査結果

153 有害物ばく露作業報告のあつた 45 事業場のうち、4 事業場については当該物質を取り扱わ
 154 ないことが確認されたため、6 事業場*（平成 28 年度 2 事業場、平成 29 年度 1 事業場及び平
 155 成 30 年度 3 事業場）を選定してばく露実態調査を実施した。

156 対象事業場においては、製造・取扱作業に従事する 9 人について個人ばく露測定を行うとと
 157 もに、13 地点についてスポット測定を実施した。個人ばく露測定結果については、ガイドライ
 158 ンに基づき、8 時間加重平均濃度（8 時間 TWA）を算定した。

159 ○測定分析法（詳細な測定分析法は別添 4 に添付）

160 ・サンプリング：

161 液体捕集法（個人ばく露用液体捕集装置；イオン交換水）を用いて捕集

162 ・分析法：イオンクロマトグラフ法

163 ○対象事業場における作業の概要

164 対象事業場における塩化ホスホリルの用途は、「対象物質の製造」及び「他製剤の原料」
165 であった。

166 塩化ホスホリルのばく露の可能性のある主な作業（その1回当たり作業時間）は、貯蔵し
167 ている対象物質含有の製品をタンクローリーへ充填する際に用いる充填用ホースに係る「ホ
168 ース取付」（5分）及び「ホース取外し」（9分）のほか、「反応槽への助剤投入」（5分）
169 等であった。

170 また、作業環境は、調査した19作業のうち、タンクローリーへの充填に係る3作業以外
171 は全て屋内で行われていた。ばく露防止対策としては、屋内の16作業中3作業以外では局
172 所排気装置が設置され、2作業以外では呼吸用保護具が使用されていた。

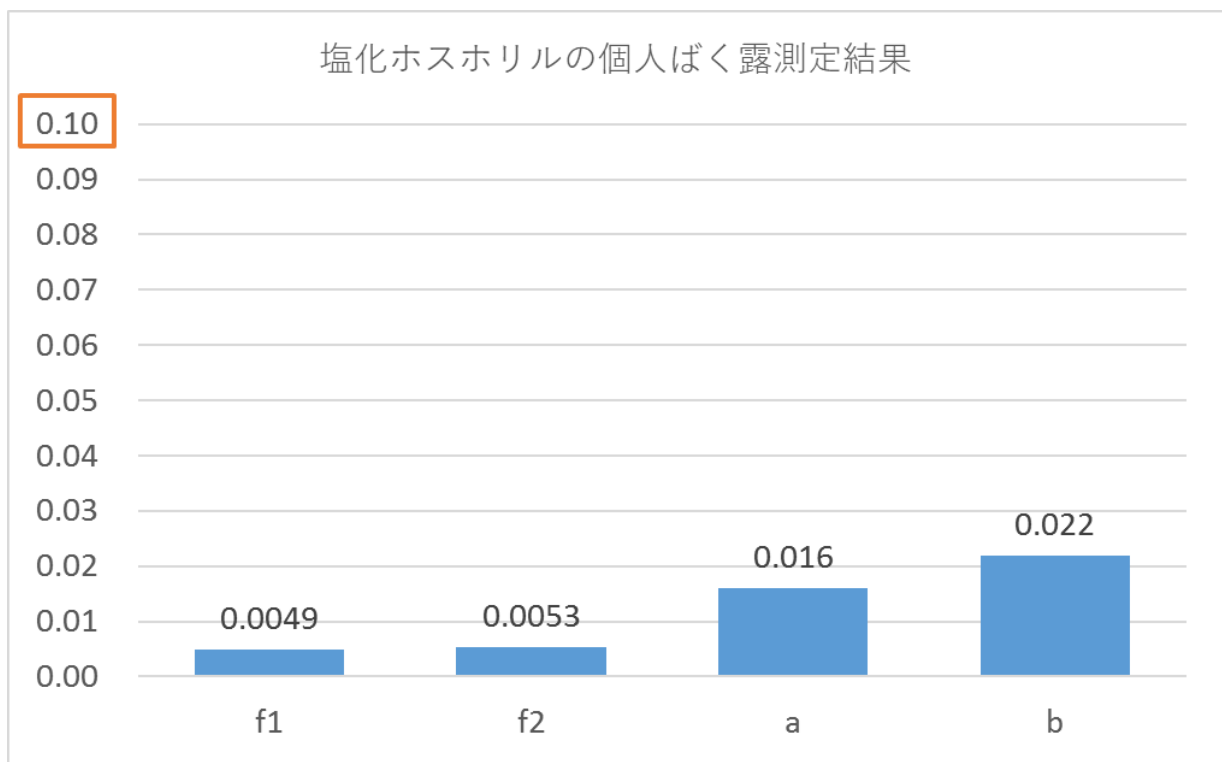
173 ○測定結果

174 測定は、9人の労働者に対し実施し、定量下限値未満の5データを除き、残り4データを
175 評価データとして採用した。

176 個人ばく露測定の結果から、8時間TWAの最大値は、タンクローリーへの充填に係る作
177 業で測定された0.022 ppmであった。（データ数N<5のため、区間推定上側限界値（信頼
178 率90%、上側5%）は計算しない。）

179 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
180 く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0.022 ppmとな
181 るが、二次評価値に比べると低いTWA値を示した。

182 また、スポット測定の実測データの最大値は、反応槽への助剤投入作業における0.421
183 ppmであり、1回の作業時間は各約5分間、1日に各4回の作業であった。



184

185

表：ばく露の可能性のある作業

被測定者	ばく露の可能性のある作業（測定中の実施時間）
b	ローリー充填時充填用ホース取付（5分） 製品試料採取（0.5分） ローリー充填後充填用ホース取外し（9分）
a	反応槽への助剤投入(約5分) ×2
f2	ドラム缶の蓋を開けて吸引ホースを挿入する作業（2分間）、 ドラム缶からホースを抜いてホースをウェスで払拭する作業 （2分間）、溶剤（対象物質ではない）をホースで吸引して流 路を洗浄する作業（5分間）、ウェスを水で洗浄する作業（1 分間）
f1	ばく露作業なし

186

表：最大ばく露濃度の推定

有効測定データ数	N = 4
コルモゴロフ・スミルノフ検定	N<5 のため計算できな い
測定データの最大値（TWA 値）	0.022 ppm
対数正規分布の適合を判定できないため、区間推定 上側限界値を表示しない	
N<10 のため区間推定上側限界値の計算を行わない	
二次評価値	0.1 ppm

187 4 リスクの判定及び今後の対応

188 以上のおり、塩化ホスホリルの製造・取扱事業場においては、最大ばく露量（8時間 TWA の
189 最大値）0.022 ppm は ACGIH が勧告している TLV-TWA を採用した二次評価値 0.1 ppm を下
190 回っており、経気道からのばく露のリスクは低いと思われる（※ただし、反復投与毒性に係る評
191 価レベルを参考として設定した一次評価値 0.00076 ppm や、DFG MAK 0.02 ppm と比較すると
192 上回っていることには留意すべきである。）。また、本物質について、日本産業衛生学会又は
193 ACGIH において経皮吸収の勧告はなされていない。

194 本物質は、労働安全衛生法に基づくラベル表示及び SDS 交付、並びにリスクアセスメントの
195 義務対象物質となっている。本物質の製造・取扱作業に労働者等を従事させる事業者は、本物質
196 が皮膚刺激性／腐食性、眼に対する重篤な損傷性／刺激性及び反復投与毒性がある物質であるこ
197 とを踏まえてリスクアセスメントを実施し、自主的なリスク管理を行うことが必要である。

表：ばく露実態調査集計表

	対象事業場数 (※1)	個人ばく露測定結果 [ppm]				スポット測定結果 [ppm]			作業環境測定結果 (A測定準拠) [ppm]		
		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)
1 ばく露作業報告 対象物の製造	1	1	0.023	0.022	0.022	3	0.1674	0.412			
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	5	8	0.005	0.005	0.016	10	0.112	0.421			
計	6	9	0.007	0.007	0.022	13	0.125	0.421			

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3桁で処理した（1以上は有効数字3桁）

※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値とし、その幾何平均

※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。

別添1：有害性総合評価表

200 物質名：塩化ホスホリル

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> 吸入毒性：LC₅₀=200 mg/m³ (32 ppm) (4h) 308 mg/m³(48.4 ppm) (4h) 71 mg/m³ (11.1 ppm) (時間不明) 経口毒性：LD₅₀ = 36 mg/kg体重、380 mg/kg体重</p> <p><u>マウス</u> 吸入毒性：LC₅₀=404 mg /m³ (64 ppm) (2h) 経口毒性：LD₅₀ = 327 mg/kg体重</p> <p><u>ウサギ</u> 吸入毒性：LD₅₀ 情報なし 経口毒性：LD₅₀ 情報なし 経皮毒性：LDL₀ = 1,000 mg/kg (原液) (RTECS 2009)</p> <p><u>健康影響</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラットで経口投与により吐き気、運動調節障害、虚弱、紅涙、呼吸頻度の減少を引き起こした。致死量でチアノーゼ、痙攣、呼吸困難がみられ、剖検では、肺の出血、肝臓の変色、急性胃腸炎症が観察された。 ・ヒトにおいて、塩化ホスホリルの急性ばく露は気道と結膜の刺激 気管支痙攣、気管支肺炎、肺浮腫を起こす。経口摂取後は、重篤な腐食性、胃痛、嘔吐、衰弱、食道及び胃の穿孔を起こす。皮膚の急性ばく露は重篤な腐食性を起こす。20～47歳の4人の労働者が、ばく露後、眼と呼吸器刺激症状、すなわち結膜と咽頭(充血)の刺激、咳、呼吸困難、胸骨後方の痛み、好中球増加及び胸膜炎を示した。症状は数分から数時間で発現した。2人は数日以内で回復したが、他の2人は閉塞性呼吸器疾患の症状を持続した。
イ 刺激性/ 腐食性	<p>皮膚刺激性/腐食性：あり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウサギの皮膚を塩化ホスホリル原液で処置(4滴/20 cm²)した試験で、鱗屑が認められた。 <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩化ホスホリル原液1滴により眼に壊死性の変化を生じ、完全に失明した。 <p>ヒトにおいて、皮膚、眼、気道への重篤な刺激性がみられる。</p>
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：なし</p> <p>呼吸器感作性：なし</p>
エ 反復投与 毒性(生殖毒)	<p>(参考)</p> <p>LOAEL = 0.48 mg/m³</p>

有害性の種類	評 価 結 果
性/遺伝毒性/ 発がん性/神 経毒性は別途 記載)	<p>根拠：ラットおよびモルモットによる4か月吸入ばく露試験で、塩化ホスホリル 0.48 mg/m³で、体重減少、呼吸数と酸素消費の変化、呼吸器刺激、腎臓相対重量の増加等が観察された。</p> <p>不確実性係数 UF = 100</p> <p>根拠：種差(10)、LOAEL → NOAEL (10)、試験期間(1)</p> <p>評価レベル = 0.0048 mg/m³ (0.00076 ppm)</p> <p>計算式： 0.48/100 = 0.0048 mg/m³</p> <p>(ばく露時間不明のため、労働補正は行わない。)</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性：情報なし</p> <p>調査した範囲で、評価し得る情報は得られなかった。</p>
カ 遺伝毒性	<p>遺伝毒性：判断できない</p> <p>根拠：塩化ホスホリルについて<i>in vitro</i>で行なわれた試験のすべてが陰性であり、<i>in vivo</i>による情報はない。塩化ホスホリルは加水分解により直ちに塩酸とリン酸となり、いずれも生体構成成分である。分解物の塩酸の遺伝毒性は<i>in vitro</i>の多くの試験で陰性であり、CHO-K1細胞を用いた塩酸の染色体異常試験の陽性結果は、10 mM以上の極めて高い濃度のため、浸透圧異常により陽性結果を示したものであり、正しい判断ではない。塩化ホスホリルの遺伝毒性については判断できない。</p> <p>生殖細胞変異原性：判断できない</p> <p>根拠：以上の他に、調査した範囲で報告なし</p>
キ 発がん性	<p>発がん性：情報なし</p>
ク 神経毒性	<p>神経毒性：情報なし</p>
ケ 許容濃度 の設定	<p>ACGIH： TWA 0.1 ppm (0.63 mg/m³) (1982年設定)</p> <p>根拠：塩化ホスホリルは、毒性についてのデータは限られているが、リン酸および塩酸に分解する。塩化ホスホリルは眼、粘膜および皮膚に対する強い刺激物質である。急性吸入毒性試験で、塩化ホスホリルの毒性は三塩化リンよりも強いことが示されている。刺激およびめまい、頭痛、食欲不振、吐き気、胸の痛み、呼吸困難、気管支炎を含むその他の毒性徴候及び症状および重度あるいは慢性的ばく露による肺水腫、気管支肺炎及び腎炎のリスクを最小化するため、塩化ホスホリル蒸気に対するTLV-TWAとして0.1 ppmを勧告する</p> <p>日本産業衛生学会：設定なし</p>

有害性の種類	評価結果
	<p>(参考)</p> <p>塩化ホスホリルの加水分解産物である塩化水素およびリン酸については、以下のように設定されている。</p> <p>塩化水素：2 ppm (3.0 mg/m³) (最大許容濃度、2,014年提案)</p> <p>リン酸：1 mg/m³ (1990年 提案)</p> <p>DFG MAK：0.2 ppm(1.3 mg/m³) (1984年設定)</p> <p>妊娠リスクグループC (2005年設定)</p> <p>根拠：塩化ホスホリルは空気中の水分でリン酸と塩化水素に加水分解される。加水分解が遅い三塩化リンと対照的に、塩化ホスホリルは、三塩化リンと比較し、少ない局所の刺激で気道に深く浸透するリスクがある。また、潜伏時間後の症状は、三塩化リンより塩化ホスホリルの方が強い危険性を示している。したがって、塩化ホスホリルのMAK値は、三塩化リンの値の半分、すなわち、0.2 ppmに暫定的に決められた(1984年)。塩化ホスホリルのMAK値を科学的に決定する新しいデータはない。三塩化リンのMAK値は、2005年に審議され、0.5 ppmのままであった。塩化ホスホリルのMAK値0.2 ppmが確立した。塩化ホスホリルは、妊娠リスクグループCに分類される塩酸とリン酸に加水分解されるため、妊娠リスクグループCに分類される。</p> <p>NIOSH：TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m³) ST 0.5 ppm (3 mg/m³) (NIOSH 2011)</p> <p>UK：TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m³) ST 0.6 ppm(3.8 mg/m³) (UK/HSE 2011)</p>

別添2：有害性評価書

201

202 物質名：塩化ホスホリル

203

204 1. 化学物質の同定情報 (ICSC 1997)

205 名 称：塩化ホスホリル

206 別 名：オキシ塩化リン、トリクロロリンオキシド、トリクロロホスフィンオキシド
207 三塩化ホスホリル

208 化 学 式：POCl₃

209 分 子 量：153.35

210 CAS番号：10025-87-3

211 労働安全衛生法施行令別表9(名称等を通知すべき有害物)第103号

212

213 2. 物理化学的情報 (ICSC 1997) (SIDS 2004)

214 (1) 物理的・化学的性状

外観：刺激臭のある、無色あるいは
茶色の発煙性液体

溶解性 (水)：反応する

比重：(水=1)：1.645

オクタノール/水分配係数 log Pow：該当せ
ず(速やかに加水分解するため)

沸 点：105.8 °C

換算係数：
1ppm = 6.27 mg/m³ (25°C)
1mg/m³ = 0.159 ppm (25°C)

蒸気圧：5.3 kPa (27.3°C)

溶解性 (水)：反応する

蒸気密度 (空気=1)：5.3

融 点：1.25 °C

215

216 (2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 1997)

217 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
218 る。

219 イ 爆発危険性：情報なし

220 ウ 物理的危険性：この蒸気は空気より重い。

221 エ 化学的危険性：加熱すると分解し、塩化水素、リン酸化物を含む有毒で腐食性のフ
222 ェームを生じる。水と激しく反応して発熱し、塩酸、リン酸を含む
223 分解物を生じ、火災および爆発の危険をもたらす。アルコール、フ
224 ェノール、アミン他多くの物質と激しく反応する。

225

226 3. 生産・輸入量/使用量/用途 (化工日 2014) (経産省 2012)

227 製造・輸入量：10,000トン以上20,000トン未満

228 用途：難燃剤・可塑剤 (リン酸トリクレジル等) の製造、医薬 (抗生物質、ビタミンB1な
229 ど) の製造、香料、不燃性フィルム原料、有機合成における塩素置換剤および触媒、
230 無水酢酸、リン系農薬製造用、ドーピングガス

231 製造業者：日本曹達、日本化学工業、三國製薬工業、住友化学

232

233 4. 健康影響

234 【体内動態（吸収・分布・代謝・排泄）】

235 ・塩化ホスホリルは、水または湿った空気ですやかに加水分解されるため、親物質の代謝と
236 トキシコキネティクスの研究は難しい。加水分解により分布は限られる。23°Cの水中での
237 半減期は10秒であることから、血流による移動の可能性は極めて低い。低濃度で、塩化ホ
238 スホリルの加水分解から生じる遊離酸は体液により素早く中和される。結果として生じる
239 リン酸塩と塩化物イオンは組織の構成要素であるため広範に含まれおり、危害をもたらす
240 ことはない。体液の緩衝を上回るほどの高濃度の場合、酸が侵入部位の組織を損傷し、こ
241 の損傷はばく露濃度、持続時間に依存する（SIDS 2004）。

242

243 (1) 実験動物に対する毒性

244 ア 急性毒性

245 致死性

246 実験動物に対する塩化ホスホリルの急性毒性試験結果を以下にまとめる。

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	404 mg /m ³ (64 ppm) (2h) (RTECS 2009)	71 mg/m ³ (11.1 ppm) (時間不明) (SIDS 2004) 200 mg/m ³ (32 ppm) (4h) (SIDS 2004) 308 mg/m ³ (48.4 ppm)(4h) (SIDS 2004)	情報なし
経口、LD ₅₀	327 mg/kg体重 (RTECS 2009)	380 mg/kg 体重、 36mg/kg体重 (SIDS 2004)	情報なし
経皮、LDL ₀	情報なし	情報なし	1,000 mg/kg 原液 (RTECS 2009)
腹腔内LD ₅₀	情報なし	情報なし	情報なし

247

248 健康影響

249 ・塩化ホスホリルをラットに全身ばく露し、LC₅₀が308 mg/m³とされた実験では、ばく露に
250 より興奮、血涙等の刺激症状が見られ、剖検では、気管支上皮の落層、肺浮腫、肺出血が
251 観察された(SIDS 2004)。

252 ・雄SDラット(6匹)に塩化ホスホリル159,700 mg/m³を18分ばく露した試験で、2分以内に努
253 力性呼吸、衰弱、痙攣、虚脱及び死亡が10分以内にみられた。全ての動物は18分以内に死
254 亡した(SIDS 2004)。

255 ・ラット(10匹)に20.47 mg/ml (3,200 ppm)の塩化ホスホリルのエアロゾルをばく露した試験
256 で(ばく露時間不明)、7/10が死亡し、毒性兆候は、鼻血、流涎、鼻汁、努力性呼吸、角膜

257 混濁、流涙及び強直性痙攣であった(SIDS 2004)。・ラットにおいて塩化ホスホリルの
 258 LC₅₀が71 mg/m³であった試験で、興奮、鼻の足搔き、刺激兆候(直ちに)及び後に吐き気、
 259 協調運動障害、側臥位、線維性収縮、痙攣、遅く緊張した呼吸、体重減少、摂餌量減少、
 260 鼻及び口からの泡の吐出、流涙、角膜混濁の毒性兆候がみられた。体重減少と食欲減退
 261 は、ばく露後数日間みられた。病理組織学的には、気管及び気管支粘膜の用量依存的な壊
 262 死、呼吸器官の肺胞浮腫、用量依存的な神経細胞、肝臓及び尿細管のジストロフィーがみ
 263 られた(SIDS 2004)。・植物油に溶かした塩化ホスホリルをラットに経口投与しLD₅₀が
 264 380 mg/kg体重とされた実験で、投与により、吐き気、運動調節障害、虚弱、紅涙、呼吸
 265 頻度の減少が引き起こされた。

- 266 ・致死量でチアノーゼ、痙攣、呼吸困難が観察された(SIDS 2004)。塩化ホスホリルのLD₅₀
 267 が36 mg/kg とされた研究では、用量死亡率カーブは非常に急である(死亡数/供試動物数
 268 25.1 mg/kg: 0/5、 31.6 mg/kg: 2/5、 39.8 mg/kg: 3/5、 50.1 mg/kg: 5/5)。毒性症状は体
 269 重低下(生存個体で1-3日)、虚弱増加、衰弱、死亡。剖検では、肺の出血、肝臓の変色、
 270 急性胃腸炎症が観察された(SIDS 2004)。
- 271 ・ウサギの皮膚に塗布した実験で、体重減少、虚弱、衰弱が観察された。塩化ホスホリル
 272 1000 mg/kg体重 以上の群で死亡が確認され、肺、肝臓は充血性、胆嚢腫脹、腎臓の変
 273 色、腸管の炎症が観察された。生存個体は14日以後も変化を示していない。動物数が少な
 274 いためLD₅₀は決定していない。LDLoは1000 mg/kg体重である(SIDS 2004)。
- 275 ・塩化ホスホリル 500、3,000 mg/kg体重(各1匹ずつ)でウサギの皮膚に塗布した実験で、
 276 すべての用量で壊死、歩行減少、死亡が観察された。しかし、12匹の動物に250 mg/kg塗
 277 布した実験では死亡はない(LD₅₀: > 250 mg/kg体重)。毒性症状として壊死、歩行減少が
 278 観察された。LD₅₀は決定していない(SIDS 2004)。

279

280 イ 刺激性及び腐食性

- 281 ・ウサギの皮膚に無稀釈の塩化ホスホリル(4滴/20 cm²)を適用したとき、鱗屑、出血亀裂
 282 および傷の回復遅延が認められた(SIDS 2004)。
- 283 ・ウサギの眼に無稀釈の塩化ホスホリル1滴を滴下したとき、眼に壊死性の変化を生じ、完
 284 全に失明した(SIDS 2004)。すべての吸入毒性試験で、激しい刺激あるいは鼻から肺まで
 285 のすべての部位を含む気道の腐食が示された。最も重い障害は気管支および細気管支にみ
 286 られた(SIDS 2004)。
- 287 ・ラットに塩化ホスホリル3200 ppmを吸入ばく露した時(時間不明)、鼻血、鼻汁、努力性
 288 呼吸がみられた(SIDS 2004)。
- 289 ・ラットにおいて、塩化ホスホリルのLC₅₀を308 mg/m³/4Hとした実験で、気管支上皮の剥
 290 離、浮腫及び肺の出血がみられた(SIDS 2004)。

291

292 ウ 感作性

293 調査した範囲内で報告は得られていない。

294

295 (参考)

296 ・加水分解によりできる塩酸は、モルモットでのマキシミゼーションテスト(濃度1%)およ

297 びマウス耳膨張テスト（最高濃度5%）で、感作性はなかった(SIDS 2004)。

298

299 エ 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）

300 吸入ばく露

301 ・ラットおよびモルモットに、塩化ホスホリル 0 (対照)、 0.48または 1.34 mg/m³ (0.075ま
302 たは 0.21 ppm)の濃度で4か月間吸入ばく露し、1か月の回復期間を設けた試験では(ラッ
303 トとモルモットの区別不明)、0.48 mg/m³以上のばく露群で、体重減少、呼吸数と酸素消
304 費の変化、呼吸器刺激、腎臓の相対重量の増加が観察された。これらの影響は1か月の回
305 復期後には治まった。さらに高濃度群（1.34 mg/m³）では、低濃度でみられた影響が著し
306 く増強され、気道粘膜の重度な刺激、慢性鼻炎、気管炎、落屑性気管カタル、粘膜細胞の
307 過形成、粘膜下組織への円形細胞の浸潤がみられた。肝臓および腎臓におけるタンパク栄
308 養障害(protein dystrophy)、小脂肪変性滴、尿中の馬尿酸やタンパク濃度の変化がみられ
309 た。りん、塩化物およびカルシウムの排泄が増加した。骨の変性、および骨梁数の減少が
310 みられ、骨髄細胞では染色体異常の増加がみられた。（9匹中5匹の動物での影響であり、
311 試験の詳細、定量的なデータはない；0.48 mg/m³ではそのような影響は無い。影響は明白
312 な毒性に伴ってみられる。塩化ホスホリルの加水分解によって生じた過剰なリン酸塩が、
313 腎臓、骨およびカルシウムレベルに対する影響の進展に関与すると考えられる）脳ではニ
314 ューロンの変性がみられ、精巣では精巣細管の石灰化および精子の運動の低下がみられ
315 た。気道への影響は、回復期間終了4か月後でもみられた。LOAELは0.48 mg/m³であっ
316 た(SIDS 2004)。

317 (参考)

318 塩化ホスホリルは速やかに加水分解して塩酸およびリン酸を生じるため、慢性影響は主に
319 これらの分解産物によると考えられる。

320 ・B6C3F1マウス、Sprague-DawleyラットおよびFisher 344ラットに（動物種、系統種ごと
321 に雌雄各31匹を使用）、0、10、20、50 ppm (0、15、30、75 mg/m³)の塩酸を6
322 時間/日、5日/週で90日間吸入(全身)ばく露した試験では、数匹の動物が死亡したが、
323 ばく露に関連した増加は見られていない。しかし、高濃度ばく露群で雌雄マウスと雄F344
324 ラットで体重増加量が有意に減少した。血液学、臨床生化学および尿分析での影響は無か
325 った。病理学的検索ではSprague-DawleyラットおよびFisher 344ラットで軽度から中程
326 度の鼻炎がみられた。病変は鼻腔前方部分で観察され、濃度と時間依存的な変化であっ
327 た。90日間、50 ppmにばく露したマウスでは、口唇炎と周辺組織でのマクロファージの
328 集積が観察された。マウスではすべてのばく露群で鼻組織の上皮内層に好酸球が増えてい
329 た。すべての調査結果は最初の接触部分に限定されて、酸の刺激性/腐食性の特性によるも
330 のと考えられる。全身性の毒性の兆候は報告されていないため、全身的な影響はないと推
331 測される。局所的なNOAECは10 ppm (15 mg/m³)より低い。激しい刺激性/腐食性による
332 影響が最初の接触部位で起こっているため、全身的なNOAECについては算出できない。
333 潜在的な全身影響は局所的な影響の結果と考えられる(SIDS 2004)。

334

335 経口投与

336 ・調査した範囲で情報はない。

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
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376

オ 生殖毒性

吸入ばく露

- ・ラットとモルモットを用いた塩化ホスホリルの吸入ばく露実験で、対照群とばく露群の間で、精上皮の形態的な違いは観察されなかったが、精子の運動期間は減少した(SIDS 2004)。
- ・雌ラットに塩化ホスホリル 0、0.4、1.0 mg/m³を4ヵ月間吸入ばく露した試験で、卵巣の一次卵胞の数が減少した(SIDS 2004)。

(参考)

- ・塩化ホスホリルは、水との接触により素早く加水分解されるため、侵入部分（接触部位）から離れた組織に達し、組織に影響を与えるとは考えにくい。また、加水分解は(塩化水素およびリン酸)、侵入部分（接触部位）で行われ、吸収後、素早く中和される。またこれらがあらゆる組織の重要な構成要素であるため、塩化ホスホリルが生殖器または胚/胎児へ直接影響を与えるとは考えにくい。その上、物質の腐食性の特性のため、ばく露は刺激を避ける程度に限定され、一般的な毒性(生殖行動に対する二次的な影響を引き起こす可能性はある)は無いと考えられる(SIDS 2004)。
- ・加水分解により生成される塩酸とリン酸の発生毒性に関する報告は得なかった(SIDS 2004)。

経口投与/経皮投与/その他の経路等

- ・調査した範囲内で報告は得られていない。

カ 遺伝毒性

- ・*S. typhimurium* TA 98、TA 100、TA 1535、TA 1537、TA 1538において代謝活性化の有無にかかわらず塩化ホスホリルの変異原性は陰性であった。また、*S. cerevisiae* D4においても代謝活性化の有無にかかわらず陰性であった(SIDS 2004)。

(参考)

- ・塩酸は、Ames-testで代謝活性化の有無にかかわらず陰性である。大腸菌と枯草菌を用いたrec-assayにおいてDNAの損傷を引き起こさなかった(SIDS 2004)。
- ・CHO-K1細胞を用いた染色体異常試験では、塩酸は代謝活性化の有無にかかわらず、10 mM、14 mM (pH 5.8または5.5)の濃度で陽性であった(SIDS 2004)。
- ・L5178Y細胞を用いた染色体異常試験では、塩酸は代謝活性化の有無にかかわらず陰性であった(SIDS 2004)。
- ・塩化ホスホリルは加水分解産物の塩酸と同様に細菌に対する変異原性は無い。塩化ホスホリルの加水分解によりpHが下がるため影響を引き起こす場合がある。pHの変化は、染色体異常と他のDNAの損傷を誘発する可能性があるが、塩化ホスホリルに限定した影響は少ないと考えられる。生体内で、加水分解産物(リンと塩酸)は、低濃度で生理媒体によりすぐ中和される。結果として生じる塩素イオンとリン酸塩は、あらゆる組織の構成要素であ

377 るため、突然変異誘発性影響を生じることは無い。しかし、pHが低くなるため、塩化ホス
 378 ホリルの侵入部分では染色体異常やDNA損傷につながる可能性がある(SIDS 2004)。
 379

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	<i>S. typhimurium</i> TA 98、TA 100、TA 1535、TA 1537、TA 1538 (±S9)	—
		<i>S. cerevisiae</i> D4 (±S9)	—

380 —：陰性 +：陽性

381
 382 キ 発がん性

383 吸入ばく露

384 ・調査した範囲内で情報は得られていない。

385
 386 (参考)

387 塩化ホスホリルは空気中の水分により速やかに加水分解されるため、それ自身による試
 388 験は困難であり、分解産物である塩酸による試験が行われている。

389 ・雄Sprague-Dawleyラット(1群100匹)を10 ppmの塩酸に6 時間/日、5日/週 (duration-
 390 adjusted concentration = 2.5 mg/m³)で、生涯ばく露試験を行った。対照には、空気ばく
 391 露(対照)群(100匹)と非ばく露群を設けた。塩酸ばく露群と対照群の体重および生存率に差
 392 は観察されていない。ばく露群では99匹中62匹に鼻粘膜上皮または扁平上皮の過形成が観
 393 察され、対照群では99匹中51匹で確認された。扁平上皮異型性の発生率は、ばく露群は9
 394 匹、対照群は5匹だった。塩酸ばく露群のラットの咽頭気管部の過形成は、喉頭99匹中22
 395 匹、気管99匹中26匹、対照群は、喉頭99匹中2匹、気管99匹中6匹にみられた。気道以外
 396 の器官の腫瘍発生率は、対照群と同程度で、ばく露群では99匹中19匹、対照群では99匹
 397 中25匹、非ばく露群は99匹中24匹だった(SIDS 2004)。

398
 399 経口投与/経皮投与/その他の経路等

400 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

401
 402 (参考)

403 ・塩化ホスホリルの分解物である塩酸を反復投与したマウスで、消化管のみを検索した試験
 404 で、腫瘍発生率の増加はみられず、また、既知の発がん物質の活性を促進しなかった
 405 (SIDS 2004)。

406
 407 ク 神経毒性

408 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

409
 410 (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

411 ア 急性毒性

412 ・塩化ホスホリルの1回吸入ばく露後には喘鳴呼吸がみられ、遅れて化学物質刺激や冷刺激

413 に見られる喘息様の症状が観察される(SIDS 2004) (ACGIH 2001)。
414 ・塩化ホスホリルの急性ばく露は気道と結膜の刺激 気管支痙攣、気管支肺炎、肺浮腫を起
415 こす。経口摂取後は、重篤な腐食性、胃痛、嘔吐、衰弱、食道及び胃の穿孔を起こす。皮
416 膚の急性ばく露は重篤な腐食性を起こす。20～47歳の4人の労働者が、ばく露後、眼と呼
417 吸器刺激症状、すなわち結膜と咽頭(充血)の刺激、咳、呼吸困難、胸骨後方の痛み、好中
418 球増加及び胸膜炎を示した。症状は数分から数時間で発現した。2人は数日以内に回復し
419 たが、他の2人は閉塞性呼吸器疾患の症状を持続した(SIDS 2004)。

420

421 イ 刺激性及び腐食性

422 ・労働者の工作中的塩化ホスホリルばく露に関する報告では、皮膚、眼、気道への重篤な刺
423 激性がみられる(SIDS 2004) (ACGIH 2001)。

424

425 ウ 感作性

426 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

427

428 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）

429 ・塩化ホスホリルの慢性の吸入ばく露で、慢性気管支炎、皮膚炎及び結膜炎が報告されてい
430 る(SIDS 2004)。

431 ・塩化ホスホリルの吸入ばく露は、咽頭痛、咳、火傷感、吐き気、頭痛、意識喪失、嘔吐、
432 衰弱、息切れを起こす。症状は遅れて発症することがある。塩化ホスホリルの製造工場の
433 労働者は、咳、鼻炎、発声困難、扁桃炎、流涙を呈する。ばく露が長引くと、睡眠障害が
434 増加した。粘膜に対する刺激作用は、潜伏期間後にのみ生じた(SIDS 2004)。

435

436 オ 生殖毒性

437 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

438

439 カ 遺伝毒性

440 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

441

442 キ 発がん性

443 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

444

445 発がんの定量的リスク評価

446 調査した範囲では情報は得られていない(IRIS) (WHO/AQG-E) (WHO/AQG-G) (CalEPA)
447 (CalEPA)。

448

449 発がん性分類

450 IARC：情報なし (IARC 2014)

451 産衛学会：情報なし(産衛2014)

452 EU CLP：情報なし (EU CLP)

453 NTP 12th : 情報なし (NTP 2011)
454 ACGIH : 情報なし (ACGIH 2013)

455

456 ク 神経毒性

457 ・調査した範囲で情報は得られていない。

458

459 (3) 許容濃度の設定

460 ACGIH TLV-TWA : 0.1 ppm (0.63 mg/m³) (1982年設定) (ACGIH 2001)

461 勧告根拠 :

462 塩化ホスホリルは、毒性についてのデータは限られているが、リン酸および塩酸に分解する。塩化ホスホリルは眼、粘膜および皮膚に対する強い刺激物質である。急性吸入毒性試験で、塩化ホスホリルの毒性は三塩化リンよりも強いことが示されている。
463 刺激およびめまい、頭痛、食欲不振、吐き気、胸の痛み、呼吸困難、気管支炎を含む
464 その他の毒性徴候及び症状および重度あるいは慢性のばく露による肺水腫、気管支肺炎及び腎炎のリスクを最小化するため、塩化ホスホリル蒸気に対するTLV-TWAとして0.1 ppmを勧告する(ACGIH 2001)。

469

470 日本産業衛生学会 : 設定なし (産衛 2014)

471 (参考) 塩化ホスホリルの加水分解産物である塩化水素およびリン酸については、以下
472 のように設定されている。

473 塩化水素 : 2 ppm (3.0 mg/m³) (最大許容濃度、2014年提案)

474 リン酸 : 1 mg/m³ (1990年 提案)

475

476 DFG MAK : 0.2 ppm (1.3 mg/m³) (1984年設定)

477 妊娠リスクグループC (2005年設定) (MAK 2014)

478 勧告根拠 :

479 塩化ホスホリルは空気中の水分でリン酸と塩化水素に加水分解される。加水分解が遅
480 い三塩化リンと対照的に、塩化ホスホリルは、三塩化リンと比較し、少ない局所の刺
481 激で気道に深く浸透するリスクがある。また、潜伏時間後の症状は、三塩化リンより
482 塩化ホスホリルの方が強い危険性を示している。したがって、塩化ホスホリルのMAK
483 値は、三塩化リンの値の半分、すなわち、0.2 ppmに暫定的に決められた(1984年)。
484 塩化ホスホリルのMAK値を科学的に決定する新しいデータはない。三塩化リンの
485 MAK値は、2005年に審議され、0.5 ppmのままであった。塩化ホスホリルのMAK値
486 0.2 ppmが確立した。塩化ホスホリルは、妊娠リスクグループCに分類される塩酸とリ
487 ン酸に加水分解されるため、妊娠リスクグループCに分類される(MAK 2006)。

488

489 NIOSH : TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m³) ST 0.5 ppm (3 mg/m³) (NIOSH 2011)

490 UK : TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m³) ST 0.6 ppm(3.8 mg/m³) (UK/HSE 2011)

491

492 引用文献

- (ACGIH 2001) ACGIH: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for Phosphorus oxychloride. (2001)
- (ACGIH 2013) American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) : 2013 TLVs and BELs with 7th Edition Documentation CD-ROM
- (Cal EPA) California EPA: "Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines Part II “Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures. May 2009” (2009)
(http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/TSDCancerPotency.pdf)
- (Cal EPA) California EPA: “Hot Spots Unit Risk and Cancer Potency Values”(updated 2011)
(http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixA.pdf)
- (EU CLP) European Chemical Substances Information System (ESIS) : List of harmonised classification and Labeling for certain substances or groups of substances which are legally binding within the European Union Regulation(EC) No 1272/2008 (Annex VI)
- (IARC 2014) Agents Classified by the IARC Monographs.
(<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>)
- (ICSC 1997) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS) : 国際化学物質安全性カード(ICSC) 日本語 ICSC番号0190 (1997年)
- (IRIS) U. S. Environmental Protection Agency (US EPA) : Integrated Risk Information System (IRIS), Cancer Unit Risk Values
- (MAK 2006) The MAK Collection for Occupational Health and Safety Phosphorylchlorid [MAK Value Documentation in German language, 2006] Published Online: 2006
(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb1002587d0041/pdf>)
- (MAK 2014) Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG:ドイツ学術振興会) : List of MAK and BAT values. (2014)
(http://www.mrw.interscience.wiley.com/makbat/makbat_chemicals_fs.html)
- (NIOSH 2011) National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH:米国立労働安全衛生研究所) : NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Phosphorus oxychloride, last reviewed April 4, 2011
- (NTP 2011) National Toxicology Program (NTP:米国家毒性プログラム) :12th Report on Carcinogens (2011)
- (RTECS) National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH:米国立労働安全衛生研究所) : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS)

- (SIDS 2004) Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) : SIDS Initial Assessment Report For SIAM 22, PHOSPHORYL TRICHLORIDE, 2004
- (UK/HSE 2011) 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 (as amended)) (2011)
- (WHO/AQG-E) WHO “Air Quality Guidelines for Europe : Second Edition” ,(2000) (<http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>)
- (WHO/AQG-G) WHO “Air Quality Guidelines – global update 2005” (http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)
- (化工日 2014) 化学工業日報社 : 16514の化学商品 (2014)
- (経産省 2012) 経済産業省 : 一般化学物質の製造・輸入数量 (24年度)
- (産衛 2014) 日本産業衛生学会 (JSOH) : 許容濃度等の勧告(2013). 産業衛生学雑誌 55巻5号 (2013)

別添3 塩化ホスホール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・取扱量						作業1回当たりの製造・取扱量					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	⑤	⑥	①	②	③	④	①	②	③	④	⑤											
	対象物の製造	他の製剤等の原料として使用	触媒又は添加剤として使用	用④溶剤、希釈又は溶媒として使用	⑤洗浄を目的とした使用	⑥表面処理又は防錆を目的とした使用	⑦顔料、染料、塗料又は印刷インキとして使用	⑧除草、殺菌、剥離等を目的とした使用	⑨試験分析用の試薬として使用	⑩接着を目的とした使用	⑪建材の原料として使用	⑫その他			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以上又は1kg以上	①ペレット状の固体	②結晶又は粒状の固体	③微細・軽量パウダー状の固体	④液体(緑粉、液状混合物を含む)	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フッシュアップ	④全体換気装置	⑤その他								
30 印刷の作業	30																																																								
31 掻き落とし、剥離又は回収の作業	31																																																								
32 乾燥の作業	32																																																								
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	33		31	2	1			2				30	36	1	11	11	10	1	2	1	28	7				36				28	8					9	11	7	8	1		31	2	2	1	6	30		10	1							
34 サンプルング、分析、試験又は研究の業務	34	1	12					4				9	17	11	4	2				10	6	1				17			7	5	4	1			12	2		3			15	1	1		1	14		6									
35 充填又は袋詰め作業	35	5	4									8	9	1	1	1	2	4		2	7				9			8	1					1	1		4	1	2	8		1		4	7												
36 消毒、滅菌又は燻蒸の作業	36																																																								
37 成型、加工又は発泡の作業	37																																																								
38 清掃又は廃棄物処理の作業	38		2									2	2	1	1					1	1				2			1	1					1		1				2								1									
39 接着の作業	39																																																								
40 染色の作業	40																																																								
41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業	41																																																								
42 吹付け塗装以外の塗装又は塗布の作業	42																																																								
43 鑄造、溶融又は湯出しの作業	43																																																								
44 破碎、粉砕又はふるい分けの作業	44																																																								
45 はんだ付けの作業	45																																																								
46 吹付けの作業	46																																																								
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	47		1									1	1	1						1					1			1						1						1																	
48 めっき等の表面処理の作業	48																																																								
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	49		10	1	5							10	16	2	3	8	3			16					16			10	1	5				2	8	4	1	1		16						7	15		1								
50 その他	50										1	1	1				1								1			1						1						1																	
合計 (%表示は全作業における割合)		6	60	3	6			6			1	45	82	20%	24%	24%	20%	5%	7%	16%	65%	19%				100%			68%	20%	11%	1%			32%	27%	15%	20%	4%	2%	90%	4%	5%	1%	17%	64%		16%	3%								

※ 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

493 物質名：塩化ホスホリル

化学式：Cl ₃ OP	分子量：153.33	CASNo：10025-87-3
許容濃度等：	物性等	
OSHA —	沸点：105.8℃	
NIOSH —	融点：1.25℃	
ACGIH 0.1ppm (TLV-TWA)	形状：無色透明ないしは黄色の発煙性液体	
別名	4-エチルモルホリン	
サンプリング	分析	
サンプラー：液体捕集法（個人ばく露用液体捕集装置）イオン交換水	分析方法：イオンクロマトグラフ法	
サンプリング流量：1.0 L/min	捕集液：イオン交換水 15 mL	
サンプリング時間：8時間（480 L）	機器：dionex DX-500	
保存性：添加量 0.5703～0.6340 μg、114.1～126.8 μg いずれの場合も、冷蔵で少なくとも5日間までは変化がないことを確認	カラム：dionex AG12A + AS12A (内径 4 mm × 長さ 250 mm)	
精度	検出器：dionex ED40	
定量下限（10SD）	検出方式：電気伝導度（サプレッサー方式）	
0.168 μg/mL	注入量：25 μL	
0.0103 ppm（採気量：480 L）	移動相流量：1.5 mL/min	
検出下限（3SD）	移動相：5 mM Na ₂ CO ₃ +0.3 mM NaHCO ₃ 水溶液	
0.0505 μg/mL	検量線：リン酸濃度で 0.2004～40.084 μg/mL の範囲で直線	
0.00637 ppm（採気量：480 L）	定量法：絶対検量線法	
適用：個人ばく露、作業環境測定		
妨害：		
文献：		
1) 職場のあんぜんサイト（塩化ホスホリル）、厚生労働省	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0569.html	
2) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (phosphine)	https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id180/id180.html	
3) NIOSH Manual of Analytical Methods (phosphorus trichloride)	http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/6402.pdf	
4) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (iodine)	https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id212/id212.html	
5) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (Acid Mist In Workplace Atmospheres)	https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id165sg/id165sg.html	

494

作成日 平成26年2月27日