

# リスク評価書（案）

No. \_\_（初期）

## 塩化ホスホリル (Phosphoryl chloride)

### 目 次

|                 |      |
|-----------------|------|
| 本文              | 1    |
| 別添 1 有害性総合評価表   | 8    |
| 別添 2 有害性評価書     | 11   |
| 別添 3 ばく露作業報告集計表 | (別紙) |
| 別添 4 標準測定分析法    | 21   |

1 物理化学的性質（別添2 参照）

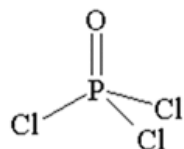
2 （1）化学物質の基本情報

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  
5 塩化ホスホリル、Phosphoryl chloride、Phosphorus oxychloride、Phosphoric trichloride

6 化 学 式： $\text{POCl}_3$

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  
12 号

13  
14 （2）物理的・化学的性状

15 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

16 発煙性液体

17 比重（水=1）：1.645

18 オクタノール/水分配係数  $\log P_{ow}$ ：該当せず

19 沸 点：105.8 °C

20 (速やかに加水分解するため)

21 蒸気圧：5.3 kPa (27.3 °C)

22 換算係数：1 ppm=6.27 mg/m<sup>3</sup> (25°C)

23 蒸気密度（空気=1）：5.3

24 1 mg/m<sup>3</sup>=0.159 ppm (25°C)

25 融 点：1.25 °C

26  
27 （3）生産・輸入量、使用量、用途

28 製造・輸入数量：10,000トン以上～20,000トン未満（平成29年度）

29 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  
30 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、無水酢  
31 酸、リン系農薬製造用、ドーピングガス

32 製造業者：日本曹達、日本化学工業、三國製薬工業

33 2 有害性評価の結果（別添1 及び別添2 参照）

34 （1）発がん性

35 ○情報なし

36 （各評価区分）

37 IARC：情報なし

38 日本産業衛生学会：情報なし

ACGIH：情報なし  
EU CLP：情報なし  
DFG：情報なし  
NTP 14th：情報なし

閾値の有無：判断できない  
根拠：「遺伝毒性」の判断を根拠とする。

## (2) 発がん性以外の有害性

### ○急性毒性

#### 致死性

##### ラット

吸入毒性： $LC_{50} = 200 \text{ mg/m}^3$  (32 ppm) (4h)、 $308 \text{ mg/m}^3$  (48.4 ppm) (4h),  
 $71 \text{ mg/m}^3$  (11.1 ppm) (時間不明)

経口毒性： $LD_{50} = 36 \text{ mg/kg}$ 体重、 $380 \text{ mg/kg}$ 体重

##### マウス

吸入毒性： $LC_{50} = 404 \text{ mg/m}^3$  (64 ppm) (2h)

経口毒性： $LD_{50} = 327 \text{ mg/kg}$ 体重

##### ウサギ

経皮毒性： $LD_{50}$  情報なし

### 健康影響

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、この損傷はばく露濃度、持続時間に依存する。

ラットに全身ばく露し、 $LC_{50}$ が $308 \text{ mg/m}^3$ とされた実験では、ばく露により興奮、血涙等の刺激症状が見られ、剖検では、気管支上皮の落屑、肺浮腫、肺出血が観察された。致死量でチアノーゼ、痙攣、呼吸困難が観察された。

### ○皮膚刺激性／腐食性：あり

根拠：ウサギの皮膚を塩化ホスホリル原液で処置(4滴／ $20 \text{ cm}^2$ )した試験で、鱗屑が認められた。

### ○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり

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。

ヒトにおいて、皮膚、眼、気道への重篤な刺激性がみられる。

### ○皮膚感作性：報告なし。

根拠：調査した範囲内では情報はなく、評価できない。

○呼吸器感作性：報告なし。

根拠：調査した範囲内では情報はなく、評価できない。

○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）

（参考）

LOAEL = 0.48 mg/m<sup>3</sup>

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/m<sup>3</sup>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。

不確実係数 UF=100

根拠：種差（10）、LOAEL → NOAEL (10)、試験期間(1)

評価レベル= 0.0048 mg/m<sup>3</sup> (0.00076 ppm)

計算式：0.48/100 = 0.0048 mg/m<sup>3</sup>

（ばく露時間不明のため、労働補正は行わない。）

○生殖毒性：情報なし

根拠：調査した範囲で、評価し得る情報は得られなかった。

○遺伝毒性：判断できない

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in vitro 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。

○神経毒性：情報なし

### （3）許容濃度等

ACGIH：TLV-TWA 0.1 ppm (0.63 mg/m<sup>3</sup>)（1982年設定）

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

日本産業衛生学会： 設定なし

(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、以下のよう  
に設定されている。

塩化水素： 2 ppm (3.0 mg/m<sup>3</sup>) (最大許容濃度、2,014年提案)

リン酸： 1 mg/m<sup>3</sup> (1990年 提案)

DFG MAK： 0.02 ppm (0.13 mg/m<sup>3</sup>) (2015年設定)

妊娠リスクグループC (2005年設定)

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。

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  
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。

NIOSH REL： TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.5 ppm (3 mg/m<sup>3</sup>)

OSHA PEL： 設定なし

UK WEL： TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.6 ppm (3.8 mg/m<sup>3</sup>)

#### (4) 評価値

○一次評価値：0.00076 ppm (0.0048 mg/m<sup>3</sup>)

反復投与毒性に係る評価レベル (0.0048mg/m<sup>3</sup> (0.00076 ppm)) を参考として設定した。

※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。

○二次評価値：0.1 ppm (0.63 mg/m<sup>3</sup>)

ACGIHが勧告しているTLV-TWAを二次評価値とした。

※二次評価値：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も、  
当該ばく露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、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。

### 3 ばく露実態評価

#### (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況

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、希釈又は溶媒として使用」、「試験分析用の試薬として使用」などがあった。また、主な作業の種類は「計量、配合、注入、投入又は小分けの作業」、「サンプリング、分析、試験又は研究の業務」及び「ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業」であった。

| 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<br>(単位kg又はL) | ～1未満         |       | 16%  |
|                            | 1～1000未満     |       | 65%  |
|                            | 1000～        |       | 19%  |
| 1日当たり<br>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%  |

（2）ばく露実態調査結果

有害物ばく露作業報告のあった 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。

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、ガイドラインに基づき、8 時間加重平均濃度（8 時間 TWA）を算定した。

○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：

- 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

- ・分析法：イオンクロマトグラフ法

○対象事業場における作業の概要

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」であった。

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）等であった。

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。

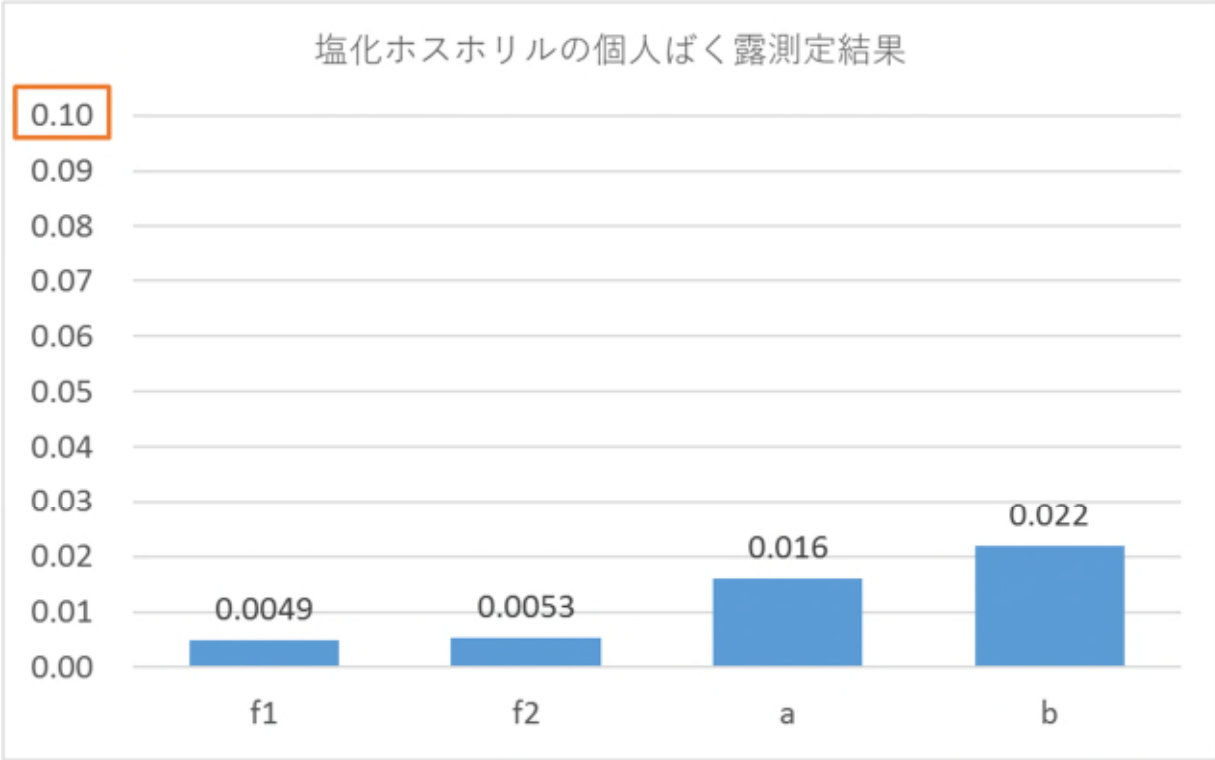
○測定結果

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データを評価データとして採用した。

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業で測定された0.022ppmであった。（データ数N<5のため、区間推定上側限界値（信頼率90%、上側5%）は計算しない。）

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0.022ppmとなるが、二次評価値に比べると低いTWA値を示した。

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0.421ppm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。



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）<br>製品試料採取（0.5分）<br>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エスで払拭する作業 (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)、ウエスを水で洗浄する作業 (1分間) |
| f1 | ばく露作業なし                                                                                                                  |

188

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       |

189

#### 190 4 リスクの判定及び今後の対応

191 以上のとおり、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  
192 の最大値) 0.022 ppm は二次評価値 0.1 ppm を下回っており、経気道からのばく露のリスクは  
193 低いと思われる。また、本物質について、日本産業衛生学会又は ACGIH において経皮吸収の  
194 勧告はなされていない。

195 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  
196 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  
197 質が皮膚刺激性／腐食性、眼に対する重篤な損傷性／刺激性がある物質であることを踏まえて  
198 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。

199

# 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></p> <p>吸入毒性：LC<sub>50</sub>=200 mg/m<sup>3</sup> (32 ppm) (4h) 308 mg/m<sup>3</sup>(48.4 ppm) (4h)<br/>71 mg/m<sup>3</sup> (11.1 ppm) (時間不明)</p> <p>経口毒性：LD<sub>50</sub> = 36 mg/kg体重、380 mg/kg体重</p> <p><u>マウス</u></p> <p>吸入毒性：LC<sub>50</sub>=404 mg /m<sup>3</sup> (64 ppm) (2h)</p> <p>経口毒性：LD<sub>50</sub> = 327 mg/kg体重</p> <p><u>ウサギ</u></p> <p>吸入毒性：LD<sub>50</sub> 情報なし</p> <p>経口毒性：LD<sub>50</sub> 情報なし</p> <p><u>健康影響</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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人は数日以内に回復したが、他の2人は閉塞性呼吸器疾患の症状を持続した。</li> </ul> |
| イ 刺激性/<br>腐食性             | <p>皮膚刺激性/腐食性： あり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウサギの皮膚を塩化ホスホリル原液で処置(4滴／20 cm<sup>2</sup>) した試験で、鱗屑が認められた。</li> </ul> <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性： あり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul> <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(生殖毒性/<br>遺伝毒性/発が | <p>(参考)</p> <p>LOAEL = 0.48 mg/m<sup>3</sup></p> <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</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| 有害性の種類             | 評 価 結 果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ん性/神経毒性<br>(は別途記載) | <p>ル 0.48 mg/m<sup>3</sup>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<br/>           根拠：種差(10)、LOAEL → NOAEL (10)、試験期間(1)<br/>           評価レベル = 0.0048 mg/m<sup>3</sup> (0.00076 ppm)<br/>           計算式：0.48/100 = 0.0048 mg/m<sup>3</sup><br/>           (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<br>(        | <p>生殖毒性： 情報なし<br/>           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<br/>           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>                                                                                                                                                                                                       |
| 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/m<sup>3</sup>) (1982年設定)<br/>           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</p> <p>日本産業衛生学会：設定なし<br/>           (参考)<br/>           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。<br/>           塩化水素：2 ppm (3.0 mg/m<sup>3</sup>) (最大許容濃度、2014年提案)</p> |

| 有害性の種類 | 評 価 結 果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p data-bbox="493 259 895 293">リン酸 : 1 mg/m<sup>3</sup> (1990年 提案)</p> <p data-bbox="411 353 1023 387">DFG MAK : 0.2 ppm(1.3 mg/m<sup>3</sup>) (1984年設定)</p> <p data-bbox="603 398 1046 432">妊娠リスクグループC (2005年設定)</p> <p data-bbox="427 443 1382 947">           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 data-bbox="411 1003 1382 1037">NIOSH : TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.5 ppm (3 mg/m<sup>3</sup>) (NIOSH 2011)</p> <p data-bbox="411 1048 1366 1081">UK : TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.6 ppm(3.8 mg/m<sup>3</sup>) (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： $\text{POCl}_3$

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

比重：(水=1)：1.645

沸 点：105.8 °C

蒸気圧：5.3 kPa (27.3°C)

蒸気密度 (空気=1)：5.3

溶解性 (水)：反応する

オクタノール/水分配係数  $\log P_{ow}$ ：該当せ  
ず(速やかに加水分解するため)

換算係数：

1ppm = 6.27 mg/m<sup>3</sup> (25°C)

1mg/m<sup>3</sup> = 0.159 ppm (25°C)

溶解性 (水)：反応する

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る  
218 。

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など)  
229 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、無水  
230 酢酸、リン系農薬製造用、ドーピングガス

製造業者：日本曹達、日本化学工業、三國製薬工業、住友化学

#### 4. 健康影響

##### 【体内動態（吸収・分布・代謝・排泄）】

- ・塩化ホスホリルは、水または湿った空気ですぐに加水分解されるため、親物質の代謝と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℃の水中での半減期は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、この損傷はばく露濃度、持続時間に依存する（SIDS 2004）。

#### (1) 実験動物に対する毒性

##### ア 急性毒性

##### 致死性

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 <sub>50</sub> | 404 mg /m <sup>3</sup> (64 ppm) (2h)<br>(RTECS 2009) | 71 mg/m <sup>3</sup> (11.1 ppm) (時間不明) (SIDS 2004)<br>200 mg/m <sup>3</sup> (32 ppm) (4h)<br>(SIDS 2004)308 mg/m <sup>3</sup> (48.4 ppm)(4h)<br>(SIDS 2004) | 情報なし                              |
| 経口、LD <sub>50</sub> | 327 mg/kg体重<br>(RTECS 2009)                          | 380 mg/kg 体重、<br>36mg/kg体重<br>(SIDS 2004)                                                                                                                   | 情報なし                              |
| 経皮、LDL <sub>0</sub> | 情報なし                                                 | 情報なし                                                                                                                                                        | 1,000 mg/kg<br>原液<br>(RTECS 2009) |
| 腹腔内LD <sub>50</sub> | 情報なし                                                 | 情報なし                                                                                                                                                        | 情報なし                              |

#### 健康影響

- ・塩化ホスホリルをラットに全身ばく露し、LC<sub>50</sub>が308 mg/m<sup>3</sup>とされた実験では、ばく露により興奮、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、肺出血が観察された(SIDS 2004)。
- ・雄SDラット(6匹)に塩化ホスホリル159,700 mg/m<sup>3</sup>を18分ばく露した試験で、2分以内に努力性呼吸、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分以内に死亡した(SIDS 2004)。
- ・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LC<sub>50</sub>が71 mg/m<sup>3</sup>であった試験で、興奮、鼻の足掻き、刺激兆候(直ちに)及び後に吐き気、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、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LD<sub>50</sub>が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、呼吸頻度の減少が引き起こされた。

- ・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LD<sub>50</sub>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 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、急性胃腸炎症が観察された(SIDS 2004)。
- ・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 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。動物数が少ないためLD<sub>50</sub>は決定していない。LDLoは1000 mg/kg体重である(SIDS 2004)。
- ・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、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塗布した実験では死亡はない(LD<sub>50</sub>: > 250 mg/kg体重)。毒性症状として壊死、歩行減少が観察された。LD<sub>50</sub>は決定していない(SIDS 2004)。

#### イ 刺激性及び腐食性

- ・ウサギの皮膚に無稀釈の塩化ホスホリル(4滴/20 cm<sup>2</sup>)を適用したとき、鱗屑、出血亀裂および傷の回復遅延が認められた(SIDS 2004)。
- ・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られた(SIDS 2004)。
- ・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、努力性呼吸がみられた(SIDS 2004)。
- ・ラットにおいて、塩化ホスホリルのLC<sub>50</sub>を308 mg/m<sup>3</sup>/4Hとした実験で、気管支上皮の剥離、浮腫及び肺の出血がみられた(SIDS 2004)。

#### ウ 感作性

調査した範囲内で報告は得られていない。

(参考)

- ・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)。

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）

吸入ばく露

- ・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/m<sup>3</sup> (0.075 または 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(ラットとモルモットの区別不明)、0.48 mg/m<sup>3</sup>以上のばく露群で、体重減少、呼吸数と酸素消費の変化、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か月の回復期後には治まった。さらに高濃度群（1.34 mg/m<sup>3</sup>）では、低濃度でみられた影響が著しく増強され、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みられ、骨髓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、試験の詳細、定量的なデータはない；0.48 mg/m<sup>3</sup>ではそのような影響は無い。影響は明白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、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/m<sup>3</sup>であった(SIDS 2004)。

(参考)

- 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、慢性影響は主にこれらの分解産物によると考えられる。
- ・B6C3F1マウス、Sprague-DawleyラットおよびFisher 344ラットに（動物種、系統種ごとに雌雄各31匹を使用）、0、 10、 20、 50 ppm (0、 15、 30、 75 mg/m<sup>3</sup>)の塩酸を6 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、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測される。局所的なNOAECは10 ppm (15 mg/m<sup>3</sup>)より低い。激しい刺激性/腐食性による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。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)。

経口投与

- ・調査した範囲で情報はない。

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/m<sup>3</sup>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)。

| 試験方法     |          | 使用細胞種・動物種                                                        | 結果 |
|----------|----------|------------------------------------------------------------------|----|
| In vitro | 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)                                    | —  |

—：陰性      +：陽性

## キ 発がん性

### 吸入ばく露

- ・調査した範囲内で情報は得られていない。

#### (参考)

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。

- ・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-adjusted concentration = 2.5 mg/m<sup>3</sup>)で、生涯ばく露試験を行った。対照には、空気ばく露(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匹中25匹、非ばく露群は99匹中24匹だった(SIDS 2004)。

### 経口投与/経皮投与/その他の経路等

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

#### (参考)

- ・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(SIDS 2004)。

## ク 神経毒性

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

## (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

### ア 急性毒性

- ・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

に見られる喘息様の症状が観察される(SIDS 2004) (ACGIH 2001)。

- ・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人は数日以内に回復したが、他の2人は閉塞性呼吸器疾患の症状を持続した(SIDS 2004)。

#### イ 刺激性及び腐食性

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

#### ウ 感作性

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

#### 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）

- ・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る(SIDS 2004)。
- ・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、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)。

#### オ 生殖毒性

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

#### カ 遺伝毒性

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

#### キ 発がん性

- ・調査した範囲内では報告は得られていない。

#### 発がんの定量的リスク評価

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) (CalEPA)。

#### 発がん性分類

IARC：情報なし (IARC 2014)

産衛学会：情報なし(産衛2014)

EU CLP：情報なし (EU CLP)

NTP 12<sup>th</sup> : 情報なし (NTP 2011)

ACGIH : 情報なし (ACGIH 2013)

ク 神経毒性

- ・調査した範囲で情報は得られていない。

(3) 許容濃度の設定

ACGIH TLV-TWA : 0.1 ppm (0.63 mg/m<sup>3</sup>) (1982年設定) (ACGIH 2001)

勧告根拠 :

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)。

日本産業衛生学会 : 設定なし (産衛 2014)

(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、以下のように設定されている。

塩化水素 : 2 ppm (3.0 mg/m<sup>3</sup>) (最大許容濃度、2014年提案)

リン酸 : 1 mg/m<sup>3</sup> (1990年 提案)

DFG MAK : 0.2 ppm (1.3 mg/m<sup>3</sup>) (1984年設定)

妊娠リスクグループC (2005年設定) (MAK 2014)

勧告根拠 :

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(MAK 2006)。

NIOSH : TWA 0.1 ppm (0.6 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.5 ppm (3 mg/m<sup>3</sup>) (NIOSH 2011)

UK : TWA 0.2 ppm (1.3 mg/m<sup>3</sup>) ST 0.6 ppm (3.8 mg/m<sup>3</sup>) (UK/HSE 2011)

- (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](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](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](http://www.mrw.interscience.wiley.com/makbat/makbat_chemicals_fs.html) )
- (NIOSH 2011) National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH:米国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:米国国家毒性プログラム) :12th Report on Carcinogens (2011)
- (RTECS) National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH:米国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](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4：標準測定分析法

494 物質名：塩化ホスホリル

|                                                                                                                                                             |                 |                                                                         |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 化学式：Cl <sub>3</sub> 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<br>（内径 4 mm×長さ 250 mm）                         |                  |
| 精度                                                                                                                                                          |                 | 検出器：dionex ED40                                                         |                  |
| 定量下限（10SD）<br>0.168 μg/mL<br>0.0103 ppm（採気量：480 L）                                                                                                          |                 | 検出方式：電気伝導度（サプレッサー方式）                                                    |                  |
| 検出下限（3SD）<br>0.0505 μg/mL<br>0.00637 ppm（採気量：480 L）                                                                                                         |                 | 注入量：25 μL                                                               |                  |
|                                                                                                                                                             |                 | 移動相流量：1.5 mL/min                                                        |                  |
|                                                                                                                                                             |                 | 移動相：5 mM Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +0.3 mM NaHCO <sub>3</sub> 水溶液 |                  |
|                                                                                                                                                             |                 | 検量線：リン酸濃度で 0.2004～40.084 μg/mL の範囲で直線                                   |                  |
|                                                                                                                                                             |                 | 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<br>http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0569.html                                                                            |                 |                                                                         |                  |
| 2) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (phosphine)<br>https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id180/id180.html                              |                 |                                                                         |                  |
| 3) NIOSH Manual of Analytical Methods (phosphorus trichloride)<br>http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/6402.pdf                                      |                 |                                                                         |                  |
| 4) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (iodine)<br>https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id212/id212.html                                 |                 |                                                                         |                  |
| 5) OSHA Index of Sampling & Analytical Methods (Acid Mist In Workplace Atmospheres)<br>https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id165sg/id165sg.html |                 |                                                                         |                  |