

# リスク評価書（案）

（初期；有害性評価書部分）

りん酸トリ（オルトートリル）

(Tri-o-cresyl phosphate)

## 目次

|              |    |
|--------------|----|
| 本文           | 2  |
| 別添1 有害性総合評価表 | 7  |
| 別添2 有害性評価書   | 11 |

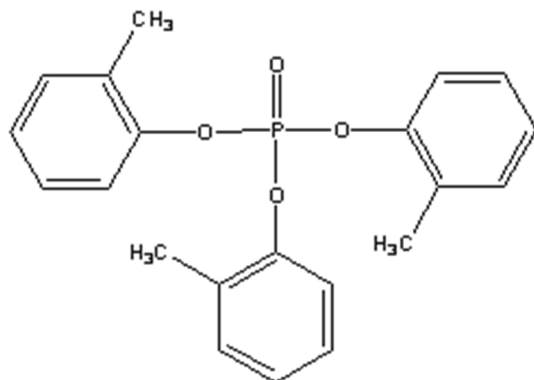
1 1 物理化学的性質

2 (1) 化学物質の基本情報

3 名 称：りん酸トリ(オルト-トリル)

4 別 名：リン酸トリオルソクレジール、*o*-トリクレジルホスフェート、*o*-トリクレジルフォス  
5 フェート

6 化学式：C<sub>21</sub>H<sub>21</sub>O<sub>4</sub>P



(NITE CHRIP 2020)

7

8 分子量：368.4 (ICSC 2020)

9 CAS 番号：78-30-8

10 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 625 号

11

12 注：りん酸トリ(オルト-トリル)には原料とするクレゾール(*o*-、*m*-、*p*-体)の組成に応じて *o*-  
13 体(*o-o-o*：CAS 番号 78-30-8)、*m*-体(*m-m-m*：CAS 番号 563-04-2)、*p*-体(*p-p-p*：CAS 番  
14 号 78-32-0)、*o-m-p* 体、*o-m-m* 体等の 10 種類の異性体が存在する。本書は *o*-体(*o-o-o*：CAS  
15 番号 78-30-8)について記す。

16

17 (2) 物理的・化学的性状

外観：無色又は淡黄色液体

比重 (水=1)：1.2

沸 点：410°C

蒸気圧：1.96 × 10<sup>-6</sup> torr (25°C)

蒸気密度 (空気=1)：12.7

融 点：11°C

引火点 (C.C.)：225°C

発火点：385°C

爆発限界(空気中)：—

溶解性 (水)：水に溶けない

オクタノール/水分配係数 log Pow：6.3

換算係数：1 ppm = 15.2 mg/m<sup>3</sup> (25°C)

1 mg/m<sup>3</sup> = 0.066 ppm (25°C)

18

19 (3) 物理的・化学的危険性

20 ア 火災危険性：可燃性。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。

21 イ 爆発危険性：—

22 ウ 物理的危険性：—

23 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。リン酸化物などの有毒なフュームを生じる。酸化剤  
24 と反応する。

25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64

(4) 製造・輸入量、用途等

製造・輸入量：(りん酸トリトリルとして) 1,953 t (経産省 2018)

用途：可塑剤，難燃剤，不燃性作動液，潤滑油添加剤(NITE CHRIP 2020)

製造業者：(りん酸トリトリルとして) ヌーリオンジャパン、黒金化成、新日本理化、  
大八化学工業、ランクセス (化工日 2020)

2 有害性評価の結果 (別添 1 及び別添 2 参照)

(1) 発がん性

○ 判断できない

根拠：ラット及びマウスを用いたトリクレジルりん酸の混餌投与による発がん性試験で、  
発がん性は認められなかったが、りん酸トリ(オルト-トリル)の報告はなく判断でき  
ない。

(各評価区分)

IARC：情報なし (IARC)

産衛学会：情報なし (産衛 2019)

EU CLP：情報なし (EU CLIP)

NTP 14<sup>th</sup>Roc：情報なし (NTP 2016)

ACGIH：情報なし (ACGIH 2016)

DFG：3B (DFG 2019)

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。

発がんの定量的リスク評価

ユニットリスクに関する情報なし

(2) 発がん性以外の有害性

○急性毒性

致死性

マウス

経口：LD<sub>50</sub> = 900～1,220 mg/kg 体重

ラット

経口：LD<sub>50</sub> = 1,600～8,400 mg/kg 体重

ウサギ

経口：LD<sub>50</sub> = 3,700 mg/kg 体重

経皮：LD<sub>50</sub> = > 3,700 mg/kg 体重

65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104

## 健康影響

- ・ 工業用原体、精製品及び高純度品のりん酸トリ(オルト-トリル)を雄マウスに 625～1,620 mg/kg の用量で単回経口投与したところ、いずれも投与数時間後に、下痢、立毛、筋力低下、痙攣を呈し、半数が死亡した。

○皮膚刺激性／腐食性：なし

根拠：ヒトで皮膚刺激性を示さないと報告されている。

○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：調査した範囲で情報無し

○皮膚感作性：なし

根拠：ヒトで皮膚感作性を示さないと報告されている。

○呼吸器感作性：調査した範囲で情報なし

○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）

NOAEL= 0.5 mg/kg/日 (3 mg/m<sup>3</sup>)

根拠：ネコに対しりん酸トリ(オルト-トリル)0.5、1、5、10及び100 mg/kg/日を頸部皮膚に90日間反復ばく露したところ、5 mg/kg/日以上投与群で用量依存的な急性神経症状（後肢の脱力、運動失調、麻痺）を示し、PAM及び硫酸アトロピンの治療を行ったものの100 mg/kg/日投与群は顕著な体重減少を呈し試験41日までに死亡、切迫殺された。病理組織学的に脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた。0.5 mg/kg/日投与群では投与に起因する異常は認められなかった。

不確実係数 UF = 10

根拠：10(種差)

評価レベル = 0.3 mg/m<sup>3</sup>

計算式：0.5 mg/kg/日 × 1/10 × 60kg/10m<sup>3</sup> = 0.3 mg/m<sup>3</sup>

○生殖毒性：判断できない

根拠：繁殖能を検査した実験はなく、発生毒性試験では母動物が死亡する用量でも胎児に異常はみられていない。又、NSE(非特異的アセチル及びブチリルコリンエステラーゼ)活性低下や精子数減少から生殖毒性ありにするのは困難と判断する。

(参考)

NOAEL = 10 mg/kg 体重/日

根拠：F344 ラット雄(10匹/群)にりん酸トリ(オルト-トリル)100、200、400、800及び1,600 mg/kg/日を14日間反復経口投与した(用量設定のための予備試験)。

105 その結果、800 mg/kg 以上で全数死亡、400 mg/kg で 7/10、200 mg/kg で 6/10 が  
106 死亡、100 mg/kg では全数生存したが、すべての投与動物で精巣上体内の精子  
107 数の減少と精巣の精細管変性が認められた。各群 10 匹の F344 ラット雄にりん  
108 酸トリ (オルト-トリル) 0、10、25、75 及び 100 mg/kg/日を、精上皮の周期 49  
109 日と精巣上体移動時間 14 日の和に相当する 63 日間連日反復経口投与した。50  
110 mg/kg 以上で体重増加及び精巣比重量の低下、精巣上体内の精子運動性と数の  
111 減少、及び精巣中の神経障害標的エステラーゼ(Neuropathy Target Esterase: NTE)  
112 活性の低下、25 mg/kg 以上で精子形態の異常、10 mg/kg 以上でNSE 活性の低  
113 下が認められた。著者らは本試験における精巣毒性の LOAEL は 25 mg/kg、  
114 NOAEL は 10 mg/kg としている。

115  
116 不確実係数 UF = 10

117 根拠： 10 (種差)

118 評価レベル = 8.4 mg/m<sup>3</sup>

119 計算式：10 mg/kg 体重/日 × 7/5 × 60kg/10m<sup>3</sup> × 1/10 = 8.4 mg/m<sup>3</sup>

120

121 ○遺伝毒性： 判断できない

122 根拠： ヒトでの報告はない。実験的には *in vivo* の DNA 付加体形成試験で陽性結果が  
123 あるが、*in vitro* の報告はなく判断できない。

124

125 生殖細胞変異原性： 調査した範囲で情報無し

126

127 ○神経毒性： あり

128 LOAEL = 0.55 mg/m<sup>3</sup>

129 根拠： りん酸トリ(オルト-トリル)製造現場における 3 件の多発性神経炎症例におけ  
130 る測定濃度は、2.5 mg/m<sup>3</sup> 以下、1 mg/m<sup>3</sup>、0.55~1.7 mg/m<sup>3</sup> であった(ACGIH  
131 2016) (Hunter 1944)。

132

133 不確実係数 UF = 10

134 根拠： 10 (LOAEL→NOAEL 変換)

135 評価レベル = 0.055 mg/m<sup>3</sup>

136 計算式：0.55 mg/m<sup>3</sup> × 1/10 = 0.055 mg/m<sup>3</sup>

137

138 ○許容濃度等

139 ACGIH TLV-TWA： 0.02 mg/m<sup>3</sup> (inhalable fraction and vapor)、Skin (2016 年)

140 根拠： りん酸トリ(オルト-トリル)の気中濃度とヒトへの影響について TLV を設定する  
141 に十分な情報はないとはいえ、りん酸トリ(オルト-トリル)を 21 %含有する油圧油  
142 1.5 mg/m<sup>3</sup> (りん酸トリ(オルト-トリル) 0.3 mg/m<sup>3</sup> に相当) では神経毒性はみられて  
143 いない。ばく露期間は特定されていないが 0.55-1.7 mg/m<sup>3</sup> にばく露された 3 例で多  
144 発性神経炎の報告がある。動物試験では、ニワトリへの 90 日経口投与で、1.25

145 mg/kg では神経障害はみられなかったが、2.5 mg/kg では組織病理学的証拠が、5  
146 mg/kg では臨床兆候(衰弱、運動失調)と組織病理学的損傷がともにみられている。  
147 ネコへの 90 日経皮投与では、0.5 mg/kg では神経障害はみられなかったが、1  
148 mg/kg では運動失調がみられ、5 mg/kg 以上では組織病理学的損傷もみられてい  
149 る。ヒトについての情報のほとんどは、神経系への影響についての臨床検査であ  
150 る。

151 りん酸トリ(オルト-トリル)は、経口、経皮ばく露によりよく吸収され、NOAEL  
152 は 0.5 mg/kg(吸入換算 3.5 mg/m<sup>3</sup>)である。TLV-TWA 0.02 mg/m<sup>3</sup> は神経系への影響を  
153 防ぐために十分な値である。動物での NOAEL から低減させた理由は、障害が重篤  
154 で遅発性あるいは不可逆性であること、動物(及びヒト)での研究が神経系に関する  
155 もので他の可能性のある標的についての詳しい研究がないことによる。

156

157 日本産業衛生学会：設定なし

158 DFG MAK： 0.001 ppm (2019：設定年)(DFG 2019 (draft) )

159 NIOSH REL： TWA 0.1 mg/m<sup>3</sup> [skin] (2020.11.06 検索)

160 OSHA PEL： 0.1 mg/m<sup>3</sup> (Permissible Exposure Limit) (2020.11.06 検索)

161 UK/HSE： 0.1 mg/m<sup>3</sup> (8h TWA)、0.3 mg/m<sup>3</sup> (ST) (UK/HSE 2020)

162 OARS WEEL：設定なし (2020.11.06 検索)

163

#### 164 (4) 評価値

165 ○一次評価値：なし

166 根拠： 製造現場における症例から得られた最小毒性量 (LOAEL) から算定した評価レ  
167 ベルが二次評価値の十分の一以上であるため。

168

169 ※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  
170 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。

171

172 ○二次評価値：0.02 mg/m<sup>3</sup>

173 根拠： 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) が提案している許容濃度を二次評価値とし  
174 て採用した。

175

176 ※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、当該ばく露に  
177 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  
178 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  
179 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。

180

別添1 有害性総合評価表

物質名：りん酸トリ (オルト-トリル)

| 有害性の種類                                      | 評 価 結 果   |
|---|---|
| ア 急性毒性                                      | <p><u>致死性</u></p> <p>マウス<br/>経口：LD<sub>50</sub> = 900～1,220 mg/kg 体重</p> <p>ラット<br/>経口：LD<sub>50</sub> = 1,600～8,400 mg/kg 体重</p> <p>ウサギ<br/>経口：LD<sub>50</sub> = 3,700 mg/kg 体重<br/>経皮：LD<sub>50</sub> = &gt; 3,700 mg/kg 体重</p> <p><u>健康影響</u></p> <p>工業用原体、精製品及び高純度品のりん酸トリ (オルト-トリル)を雄マウスに625～1,620 mg/kg の用量で単回経口投与したところ、いずれも投与数時間後に、下痢、立毛、筋力低下、痙攣を呈し、半数が死亡した。</p>  |
| イ 刺激性/<br>腐食性                               | <p>皮膚刺激性/腐食性：なし</p> <p>根拠：ヒトで皮膚刺激性を示さないと報告されている。</p> <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性：報告なし</p>  |
| ウ 感作性                                       | <p>皮膚感作性：なし</p> <p>根拠：ヒトで皮膚感作性を示さないと報告されている。</p> <p>呼吸器感作性：報告なし</p>   |
| エ 反復投与毒性 (生殖毒性/<br>遺伝毒性/発がん性/神経毒性<br>は別途記載) | <p>NOAEL= 0.5 mg/kg/日</p> <p>根拠：ネコに対しりん酸トリ (オルト-トリル)0.5、1、5、10 及び 100 mg/kg/日を頸部皮膚に 90 日間反復ばく露したところ、5 mg/kg/日以上の投与群で用量依存的な急性神経症状 (後肢の脱力感)や脚弱、運動失調、麻痺を示し、PAM 及び硫酸アトロピンの治療を行ったものの 100 mg/kg/日投与群は顕著な体重減少を呈し試験 41 日までに死亡、切迫殺された。病理組織学的に脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた。0.5 mg/kg/日投与群では投与に起因する異常は認められなかった。</p> <p>不確実係数 UF = 10</p> <p>根拠： 10 (種差)</p> <p>評価レベル = 0.3 mg/m<sup>3</sup></p> <p>計算式：0.5 mg/kg/日 × 1/10 × 60kg/10m<sup>3</sup> = 0.3 mg/m<sup>3</sup></p> |
| オ 生殖毒性                                      | <p>生殖毒性：判断できない</p>  |

| 有害性の種類 | 評 価 結 果  |
|--------|--|
|        | <p>根拠：繁殖能を検査した実験はなく、発生毒性試験では母動物が死亡する用量でも胎児に異常はみられていない。また、NSE (非特異的アセチル及びブチリルコリンエステラーゼ)活性低下や精子数減少から生殖毒性ありにするのは困難と判断する。</p> <p>(参考)<br/>NOAEL = 10 mg/kg 体重/日</p> <p>根拠：F344 ラット雄 (10 匹/群)にりん酸トリ (オルト-トリル) 100、200、400、800 及び 1,600 mg/kg/日を 14 日間反復経口投与した (用量設定のための予備試験)。その結果、800 mg/kg 以上で全数死亡、400 mg/kg で 7/10、200 mg/kg で 6/10 が死亡、100 mg/kg では全数生存したが、すべての投与動物で精巣上体内の精子数の減少と精巣の精細管変性が認められた。各群 10 匹の F344 ラット雄にりん酸トリ (オルト-トリル)0、10、25、75 及び 100 mg/kg/日を、精上皮の周期 49 日と精巣上体移動時間 14 日の和に相当する 63 日間連日反復経口投与した。50 mg/kg 以上で体重増加及び精巣比重量の低下、精巣上体内の精子運動性と数の減少、及び精巣中の神経障害標的エステラーゼ (Neuropathy Target Esterase: NTE)活性の低下、25 mg/kg 以上で精子形態の異常、10 mg/kg 以上で NSE 活性の低下が認められた。著者らは本試験における精巣毒性の LOAEL は 25 mg/kg、NOAEL は 10 mg/kg としている。</p> <p>不確実係数 UF =10<br/>根拠： 10 (種差)</p> <p>評価レベル = 8.4 mg/m<sup>3</sup><br/>計算式：10 mg/kg 体重/日 × 7/5 × 60kg/10m<sup>3</sup> (経口から吸入への換算) × 1/10 = 8.4 mg/m<sup>3</sup></p> |
| カ 遺伝毒性 | <p>遺伝毒性： 判断できない</p> <p>根拠： ヒトでの報告はない。実験的には <i>in vivo</i> の DNA 付加体形成試験で陽性結果があるが、<i>in vitro</i> の報告はなく判断できない。</p> <p>生殖細胞変異原性： 情報がない。</p>   |
| キ 発がん性 | <p>発がん性： 判断できない</p> <p>根拠： ラット及びマウスを用いたトリクレジルりん酸の混餌投与による発がん性試験で、発がん性は認められなかったが、りん酸トリ (オルト-トリル)の報告はなく判断できない。</p> <p>閾値の有無： 判断できない</p> <p>根拠： カ項の「遺伝毒性」の判断を根拠とする。</p>  |



| 有害性の種類    | 評 価 結 果  |
|-----------|--|
| ク 神経毒性    | <p>神経毒性：あり</p> <p>LOAEL = 0.55 mg/m<sup>3</sup></p> <p>根拠：りん酸トリ (オルト-トリル)製造現場における3件の多発性神経炎症例における測定濃度は、2.5 mg/m<sup>3</sup>以下、1 mg/m<sup>3</sup>、0.55～1.7 mg/m<sup>3</sup>であった。</p> <p>不確実係数 UF = 10</p> <p>根拠：10 (LOAEL→NOAEL 変換)</p> <p>評価レベル = 0.055 mg/m<sup>3</sup></p> <p>計算式：0.55 mg/m<sup>3</sup> × 1/10 = 0.055 mg/m<sup>3</sup></p>   |
| ケ 許容濃度の設定 | <p>ACGIH TLV-TWA： 0.02 mg/m<sup>3</sup> (inhalable fraction and vapor)、Skin (2016年)</p> <p>根拠：りん酸トリ (オルト-トリル)の気中濃度とヒトへの影響についてTLVを設定するに十分な情報はないとはいえ、りん酸トリ (オルト-トリル)を21%含有する油圧油 1.5 mg/m<sup>3</sup> (りん酸トリ (オルト-トリル) 0.3 mg/m<sup>3</sup>に相当)では神経毒性はみられていない。ばく露期間は特定されていないが0.55-1.7 mg/m<sup>3</sup>にばく露された3例で多発性神経炎の報告がある。動物試験では、ニワトリへの90日経口投与で、1.25 mg/kgでは神経障害はみられなかったが、2.5 mg/kgでは組織病理学的証拠が、5 mg/kgでは臨床兆候 (衰弱、運動失調)と組織病理学的損傷がともにみられている。ネコへの90日経皮投与では、0.5 mg/kgでは神経障害はみられなかったが、1 mg/kgでは運動失調がみられ、5 mg/kg以上では組織病理学的損傷もみられている。ヒトについての情報のほとんどは、神経系への影響についての臨床検査である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・りん酸トリ (オルト-トリル)は、経口、経皮ばく露によりよく吸収され、NOAELは0.5 mg/kg (吸入換算 3.5 mg/m<sup>3</sup>)である。TLV-TWA 0.02 mg/m<sup>3</sup>は神経系への影響を防ぐために十分な値である。動物でのNOAELから低減させた理由は、障害が重篤で遅発性あるいは不可逆性であること、動物 (及びヒト)での研究が神経系に関するもので他の可能性のある標的についての詳しい研究がないことによる。</li> <li>・ネコへの反復経皮投与で、1 mg/kgでも神経障害がみられたことから、Skin表記を勧告する。</li> <li>・りん酸トリ (オルト-トリル)は、アセチルコリンエステラーゼ阻害殺虫剤としてBEIが指標物質として勧告されている。DSEN (皮膚感作性)、RSEN (呼吸器感作性)を勧告する十分な情報はなく、また、マウス、ラットでの2年混餌試験りん酸トリ (オルト-トリル)含有量は1%)で腫瘍の増加はみられていないが、発がん性表記を勧告する十分な情報はない。</li> </ul> <p>日本産業衛生学会： 設定なし</p> <p>DFG MAK： 0.001 ppm (2019 draft)</p> |

| 有害性の種類 | 評 価 結 果   |
|--------|---|
|        | NIOSH REL :      TWA 0.01 mg/m <sup>3</sup> [skin]<br>OSHA :              0.1 mg/m <sup>3</sup> (Permissible Exposure Limit)<br>UK :                 0.1 mg/m <sup>3</sup> (8h TWA)、0.3 mg/m <sup>3</sup> (ST)<br>AIHA:                設定なし |

1

最終改訂日 令和2年11月6日

## 別添 2 : 有害性評価書 (案)

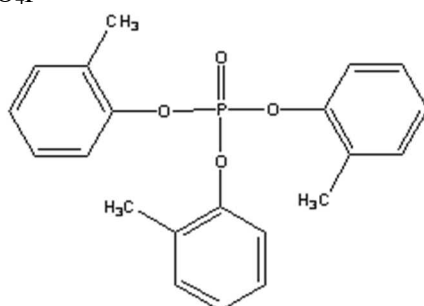
物質名 : りん酸トリ (オルト-トリル)

### 1. 化学物質の同定情報

名称 : りん酸トリ (オルト-トリル)

別名 : リン酸トリオルソクレジール、*o*-トリクレジルホスフェート、*o*-トリクレジル  
フォスフェート、*o*-triclesyl phosphate、Phosphoric acid, tris (2-methylphenyl) ester、  
TOCP、Tri (*o*-tolyl) phosphate、tri-2-Tolyl phosphate、Tri-*o*-cresyl phosphate、Tri-*o*-  
Tolyl phosphate (NITE CHRIP 2020)

化学式 :  $C_{21}H_{21}O_4P$



(NITE CHRIP 2020)

分子量 : 368.4 (ICSC 2020)

CAS 番号 : 78-30-8

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 625 号

りん酸トリ (オルト-トリル)には原料とするクレゾール (*o*-、*m*-、*p*-体)の組成に応じて *o*-体 (*o-o-o* : CAS 番号 78-30-8)、*m*-体 (*m-m-m* : CAS 番号 563-04-2)、*p*-体 (*p-p-p* : CAS 番号 78-32-0)、*o-m-p* 体、*o-m-m* 体等の 10 種類の異性体が存在する。本書は *o*-体 (*o-o-o* : CAS 番号 78-30-8)について記す。

### 2. 物理化学的情報

#### (1) 物理化学的性状 (ICSC 2020)

外観 : 無色又は淡黄色液体

比重 (水=1) : 1.2

沸点 : 410°C

蒸気圧 :  $1.96 \times 10^{-6}$  torr (25°C)

蒸気密度 (空気=1) : 12.7

融点 : 11°C

引火点 (C.C.) : 225°C

発火点 : 385°C

爆発限界 (空気中) : —

溶解性 (水) : 水に溶けない

オクタノール/水分配係数  $\log P_{ow}$  : 6.3

換算係数 :

1 ppm = 15.2 mg/m<sup>3</sup> (25°C)

1 mg/m<sup>3</sup> = 0.066 ppm (25°C)

#### (2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 2020)

ア 火災危険性 : 可燃性。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。

イ 爆発危険性 : —

33 ウ 物理的危険性：－

34 エ 化学的危険性：加熱すると分解する。リン酸化物などの有毒なフュームを生じる。酸  
35 化剤と反応する。

36

37 3. 製造・輸入量／使用量／用途

38 製造・輸入量：りん酸トリ（オルトトリル）としては不明

39 用途：可塑剤，難燃剤，不燃性作動液，潤滑油添加剤（NITE CHRIP 2020）

40 製造業者：りん酸トリ（オルトトリル）としては不明

41

42 (参考)

43 ・ 経済産業省が公表した平成 30 年度の優先評価化学物質の製造・輸入数量によると、りん  
44 酸トリトリル（化審法番号 3-2522、3-2613、3-3363）の製造・輸入数量は 1,953t となってい  
45 る。

46 ・ 化学工業日報社: 17120 の化学商品(2020 年版)によると、りん酸トリトリル（TCP）の用  
47 途等は以下のとおりとなっている。

48 （TCP（Tricresyl phosphate）；CAS 番号 1330-78-5 として）

49 製造：リン酸系可塑剤 24,141 t（2018 年）

50 用途：農業用ビニルフィルム、電線コンパウンド、建材関係の塩化ビニル樹脂の可塑剤、  
51 合成ゴムコンパウンドの軟化剤・可塑剤、その他難燃剤、不燃性作動液、ガソリン  
52 添加剤、潤滑油添加剤

53 製造業者：ヌーリオンジャパン、黒金化成、新日本理化、大八化学工業、ランクセス

54

55 4. 健康影響

56 りん酸トリ（オルト-トリル）の異性体の中では *o*-トリル基が 1 つのものが最も毒性が強い  
57 (環境省 2005)。

58 【体内動態 (吸収・分布・代謝・排泄)】

59 吸収

60 ・ コーン油に溶解したりん酸トリ（オルト-トリル）ラベル体 50 mg/kg を雄ラットに単回経口  
61 投与したところ、24 時間後に尿中から約 50%、糞から約 25%が排泄され、投与 5 日後の  
62 累積排泄量はそれぞれ 60%及び 35%であった。この試験で、胆汁排泄や腸肝循環は検討さ  
63 れなかったが、尿中に大量の放射活性が検出されることから消化管で吸収されている事が  
64 示唆される。消化管以外の多くの組織における放射活性のピークは投与 2～48 時間後、と  
65 くにはほとんどの組織で 6 時間後がピークであり、6 時間以内に検体の大半が吸収されたこ  
66 とを示唆している (ATSDR 1997)。

67 ・ りん酸トリ（オルト-トリル）ラベル体 0.11 あるいは 0.22 g を 2 人のヒトの両手掌に塗布し、  
68 1 時間後に血液と尿から放射活性が検出された (ATSDR 1997)。

69 ・ 雌イヌ 1 例にりん酸トリ（オルト-トリル）ラベル体 2.094 g を剃毛した雌イヌの腹部皮膚  
70 300 cm<sup>2</sup> の領域に塗布したところ、1 時間後に血液及び尿中から放射活性が検出された  
71 (ATSDR 1997)。

- 72 ・りん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg を除毛した雄ネコの皮膚 10 cm<sup>2</sup>の領域に塗  
73 布した。10 日間の蓄尿及び糞中の放射活性はそれぞれ投与量の 28%及び 19%であったが、  
74 呼気からは検出されなかった。分析した組織中の放射活性は 24 時間後がピークで、ばく  
75 露量の 8.7%であった。ただしいくぶんかの適用検体がグルーミングでのみ込まれた可能  
76 性もあることから、定量情報は不正確である (ATSDR 1997)。
- 77 ・コーン油に溶解したりん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg をニワトリに単回経口  
78 投与した実験では、尿と糞が分離できなかったので吸収量は測定できなかったが、12 時間  
79 以内に血漿、肝臓、腎臓と胆のうなどにおいて放射活性が検出されたため、検体は素早く  
80 吸収されるという定性的な情報を得ることができた (ATSDR 1997)。

81

## 82 分布

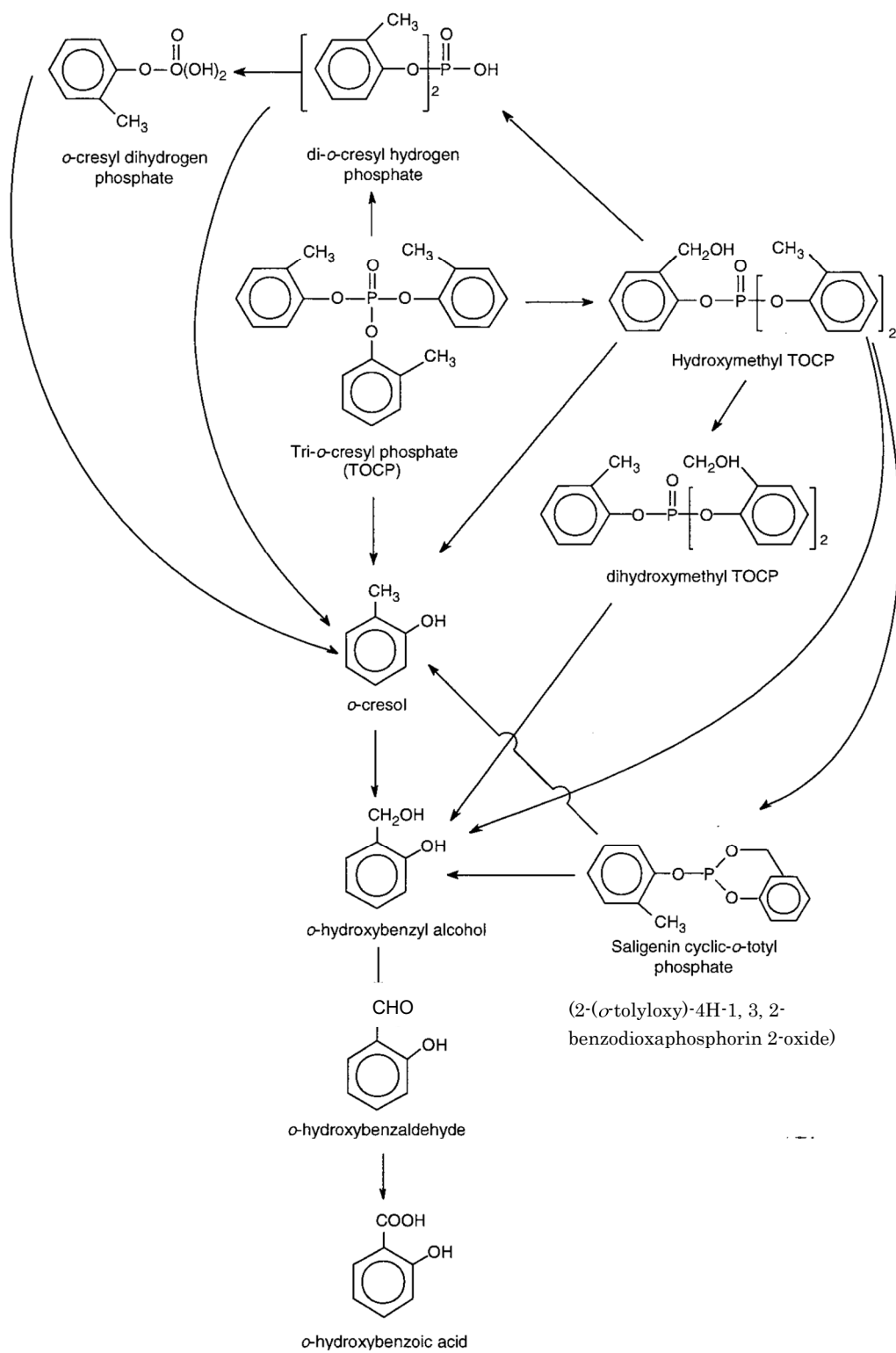
- 83 ・りん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg を雄ラットに単回経口投与し 2~24 時間ま  
84 で放射活性を測定したところ、膀胱、脂肪組織、肝臓、腎臓、血漿、肺、赤血球、坐骨神  
85 経、心臓、脾臓、精巣、脳、脊髄及び筋肉の順に高い濃度で認められ、その多くのピーク  
86 は 6 時間後であった。また、りん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg を雄ラットに  
87 10 日間、あるいはニワトリに単回経口投与した実験においても、主として脂肪組織、肝臓  
88 及び腎臓に分布する傾向が認められた (ATSDR 1997)。
- 89 ・りん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg を雄ネコの頸背部の皮膚に塗布し、24 時間  
90 後の組織分布を検索した。その結果、放射活性のピーク濃度は、胆汁 317、次いで胆のう  
91 31.7、膀胱 39.1、腎臓 25.3、肝臓 16.3、盲腸 14.5、脂肪組織 12.0、血漿 12.1、肺 12.1 の順  
92 であった (単位は組織 1g 当たりのりん酸トリ (オルト-トリル)相当量 µg)。10 µg 未満のピ  
93 ーク濃度では、大腸、坐骨神経、赤血球、膵臓、小腸、心臓、胃であったが、適用検体が  
94 グルーミングでのみ込まれた可能性もある (ATSDR 1997)。
- 95 ・りん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 2.094 g をイヌの剃毛した腹部皮膚 15×20 cm の領域  
96 に塗布し 24 時間後に、適用部皮膚、肝臓、大網脂肪、血液、腎臓、肺、下腿三頭筋、脊  
97 髄、心臓、脾臓、脳、坐骨神経及び大腿骨の順で高い放射活性が検出された (ATSDR 1997)。

98

## 99 代謝

- 100 ・フェニル環に <sup>14</sup>C で標識したりん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体をネコ、ニワトリ及び  
101 ラットに投与した一連の試験で、酸化や脱アリル化された代謝物が、排泄物と肝臓、腎臓、  
102 精巣と脳などの様々な組織で認められた。o-体の代謝物であるサリゲニン-環状 o-トリル  
103 ホスホネート (2-(o-tolyloxy)-4H-1,3,2-benzodioxaphosphorin 2-oxide)による有機りん酸誘発  
104 性遅発性神経毒性 (organophosphorus induced delayed neuropathy; OPIDN)と呼ばれる  
105 強い神経毒性がある。m-、p-体ではこのような環状りん酸エステルを生じず、OPIDN の発  
106 現もない (環境省 2005)。
- 107 ・以下の図に、りん酸トリ (オルト-トリル)の代謝経路を示す (ATSDR 1997) (Eto 1981)。

108



109  
110  
111

図 りん酸トリ (オルト-トリル) の代謝経路 (ATSDR 1997)より引用

112 排泄

- 113 ・ フェニル環に <sup>14</sup>C で標識したりん酸トリ (オルト-トリル)ラベル体 50 mg/kg を F344 雄ラ  
114 ットに毎日 10 日間経口投与したところ、投与終了後 4 日以内に尿及び糞からそれぞれ  
115 63.1%と 36.1%の放射活性が検出された。尿中放射活性の大半は加水分解画分に存在し、  
116 di-*o*-cresyl hydrogen phosphate、*o*-cresol 及び *o*-hydroxy benzoic acid が主たる代謝物として検  
117 出され、第二相代謝が重要な役割を果たしていることが示唆された。糞中の主要代謝物は、  
118 *o*-cresol、非極性のりん酸トリ (オルト-トリル)、未同定物及び *o*-hydroxy benzoic acid であ  
119 った。最終投与後 4 日以内に、脳、肝臓、腎臓、精巣、及び血漿中のりん酸トリ (オルト  
120 -トリル)は指数的に減少し、半減期は脳での約 12 時間 (0.49 日)から肝臓の 24 時間 (0.98  
121 日)であった (ATSDR 1997) (Abou-Donia et al. 1990)。
- 122 ・ <sup>14</sup>C で標識したりん酸トリ (オルト-トリル) 50 mg/kg を雄ラットに単回投与後の体内半減  
123 期はおよそ 1 日であった (ATSDR 1997) (Abou-Donia et al. 1990)。

124  
125 (1) 実験動物に対する毒性

126 ア 急性毒性

127 致死性

128 実験動物に対するりん酸トリ (オルト-トリル)の急性毒性試験結果を以下にまとめる  
129 (RTECS 2016) (ACGIH 2016) (Bleiberg & Johnson 1965) (Winder 2002)。

|                     | マウス   | ラット                                | ウサギ              |
|---------------------|---|------------------------------------|------------------|
| 経口、LD <sub>50</sub> | 1,220 mg/kg 体重 (工業用原体)、<br>900 mg/kg 体重 (精製品)、<br>1,000 mg/kg 体重 (高純度品) | 1,600~8,400 mg/kg 体重<br>1160 mg/kg | 3,700 mg/kg 体重   |
| 経皮、LD <sub>50</sub> | —   | —                                  | > 3,700 mg/kg 体重 |

131  
132 健康影響

- 133 ・ 雄のヤングアダルトネコ (3 匹/群)に対しりん酸トリ (オルト-トリル) 100、250、500、1,000  
134 及び 1,500 mg/kg を頸部皮膚に単回ばく露した。1,000 mg/kg/以上の投与群で PAM (2-  
135 pyridine aldoxime methiodide)及び硫酸アトロピンの治療を行った。その結果、250 mg/kg  
136 以上の投与群で脚弱及び運動失調を呈し、1,500 mg/kg 投与群では麻痺を示した。病理組織  
137 学的に 250 mg/kg 以上の投与群において、脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた (Abou-  
138 Donia et al. 1983)。
- 139 ・ アルビノ雄マウス (16-30g)に工業用原体、精製品及び高純度品のりん酸トリ (オルト-ト  
140 リル) 625~1,620 mg/kg を単回経口投与したところ、いずれも投与数時間後に、下痢、  
141 立毛、筋力低下、痙攣を呈し、半数が死亡した。なお、非特異的シトクロム P-450 阻害  
142 剤 SKF 525A ( $\alpha$ -フェニル- $\alpha$ -プロピルベンゼン酢酸 2- (ジエチルアミノ)エチル・塩酸塩)を  
143 同時に腹腔内投与した場合、半数致死量は顕著に低下し、アトロピンや 3-  
144 methylcholanthrene の場合は逆に若干改善した。生存動物に麻痺は認められなかった  
145 (Bleiberg & Johnson 1965)。
- 146 ・ 精巣毒性を検査する目的で、雄ラットにりん酸トリ (オルト-トリル) 500 mg/kg を単回経  
147 口投与し、1~21 日後に精子と精巣を検索した。その結果、無尾の精子などの形態異常が

148 7 日後から観察された。最終解剖時の精巣への影響は精子形成過程最終ステージの精子  
149 細胞に対するものであり、精巣上体中の成熟過程にある精子の形態学的異常を伴ってい  
150 た (Hoshino et al. 1999)。

151

152 イ 刺激性及び腐食性

153 ・ 調査した範囲内では報告は得られていない。

154

155 ウ 感作性

156 ・ 調査した範囲内では報告は得られていない。

157

158 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)

159 吸入ばく露

160 ・ 調査した範囲内では報告は得られていない。

161

162 経口投与/経皮投与/その他の経路等

163 ・ 精巣毒性を検査する目的で、F344 ラット雄 (10 匹/群)にりん酸トリ (オルト-トリル) 100、  
164 200、400、800 及び 1,600 mg/kg/日を 14 日間反復経口投与した (用量設定のための予備  
165 試験)。その結果、800 mg/kg 以上で全数死亡、400 mg/kg で 7/10、200 mg/kg で 6/10 が死  
166 亡、100 mg/kg では全数生存したが、すべての投与動物で精巣上体内の精子数の減少と精  
167 巣の精細管変性が認められた。本試験では、各群 10 匹の F344 ラット雄にりん酸トリ (オ  
168 ルト-トリル) 0、10、25、50、75 及び 100 mg/kg/日を、精上皮の周期 49 日と精巣上体移  
169 動時間 14 日の和に相当する 63 日間連日反復経口投与した。50 mg/kg 以上で体重増加抑  
170 制及び精巣相対重量の低下、精巣上体内の精子運動性と数の減少、及び精巣中の神経障  
171 害標的エステラーゼ (Neuropathy Target Esterase: NTE)活性の低下、25 mg/kg 以上で精子  
172 形態の異常、10 mg/kg 以上で NSE (非特異的アセチル及びブチリルコリンエステラーゼ)  
173 活性の低下が認められた。著者らは本試験における精巣毒性の LOAEL は 25 mg/kg、  
174 NOAEL は 10 mg/kg としている (Somkuti et al. 1987a)。

175 ・ 精巣毒性を検査する目的で、F344 ラット雄にりん酸トリ (オルト-トリル) 150 mg/kg/日  
176 を 3、7、10、14 及び 21 日間反復経口投与した。その結果、21 日間投与群では精巣重量  
177 と精巣中の NTE 及び非特異性エステラーゼの活性が低下した。10 日間投与後より精子  
178 生存率と精巣上体尾部の精子数が減少した。21 日間投与終了後、さらに 98 日間の回復  
179 期間後においてもこれらの変化は認められ、非可逆性であった (Somkuti et al. 1987b)。

180 ・ ネコに対しりん酸トリ (オルト-トリル) 0.5、1、5、10 及び 100 mg/kg/日を頸部皮膚に 90  
181 日間反復ばく露したところ、5 mg/kg/日以上投与群で用量依存的な急性神経症状 (後肢  
182 の脱力、運動失調、麻痺)を示し、PAM 及び硫酸アトロピンの治療を行ったものの 100  
183 mg/kg/日投与群は顕著な体重減少を呈し試験 41 日までに死亡、切迫殺された。病理組織  
184 学的に脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた。0.5 mg/kg/日投与群では投与に起因する  
185 異常は認められなかった (Abou-Donia et al. 1986)。

186 ・ 精巣毒性を検査する目的で、ニワトリ (レグホーンルースター)雄にりん酸トリ (オルト



187 -トリル) 100 mg/kg/日を 18 日間反復経口投与した。その結果、7~10 日目より遅発性神  
188 経毒性による脚麻痺が認められた。脳と精巣中の NTE 及び脳のコリンエステラーゼ活性  
189 が低下した。精子運動性の減少と精細管の変性が認められた。パラチオン投与群ではコ  
190 リンエステラーゼ活性は低下したが、精巣病変や精巣の NTE 低下は認められなかった。  
191 このことから、精巣毒性はコリンエステラーゼ抑制とは関連しないものと考えられた  
192 (Somkuti et al. 1987c)。

193

194 オ 生殖毒性

195 吸入ばく露

196 ・ 調査した範囲内では報告は得られていない。

197

198 経口投与/経皮投与/その他の経路等

199 ・ Long-Evans 系妊娠雌ラットに 0、87.5、175、350 mg/kg/日のりん酸トリ (オルト-トリル)  
200 を妊娠 6~18 日まで経口投与した。その結果、母動物の死亡率は高用量群で 28%であっ  
201 たが、中~低用量群には影響がなかった。対照群と比較し、いずれの投与群でも着床前  
202 胚損失率・や胚吸収率には影響はなく、内臓や骨格の奇形及び変異の発生率は対照群と同  
203 等であった (Tocco et al. 1987)。

204 ・ 精巣毒性を検査する目的で、雄ラットにりん酸トリ (オルト-トリル) 500 mg/kg を単回経  
205 口投与し、1~21 日後に精子と精巣を検索した。その結果、無尾の精子などの形態異常が  
206 7 日後から観察された。最終解剖時の精巣への影響は精子形成過程最終ステージの精子  
207 細胞に対するものであり、精巣上体中の成熟過程にある精子の形態学的異常を伴ってい  
208 た (Hoshino et al. 1999)。

209 ・ 精巣毒性を検査する目的で、F344 ラット雄 (10 匹/群)にりん酸トリ (オルト-トリル) 100、  
210 200、400、800 及び 1,600 mg/kg/日を 14 日間反復経口投与した (用量設定のための予備  
211 試験)。その結果、800 mg/kg 以上で全数死亡、400 mg/kg で 7/10、200 mg/kg で 6/10 が死  
212 亡、100 mg/kg では全数生存したが、すべての投与動物で精巣上体内の精子数の減少と精  
213 巣の精細管変性が認められた。本試験では、各群 10 匹の F344 ラット雄にりん酸トリ (オ  
214 ルト-トリル) 0、10、25、50、75 及び 100 mg/kg/日を、精上皮の周期 49 日と精巣上体移  
215 動時間 14 日の和に相当する 63 日間連日反復経口投与した。50 mg/kg 以上で体重増加抑  
216 制及び精巣相対重量の低下、精巣上体内の精子運動性と数の減少、及び精巣中の NTE 活  
217 性の低下、25 mg/kg 以上で精子形態の異常、10 mg/kg 以上で NSE 活性の低下が認められ  
218 た。著者らは本試験における精巣毒性の LOAEL は 25 mg/kg、NOAEL は 10 mg/kg とし  
219 ている (Somkuti et al. 1987a)。

220 ・ 精巣毒性を検査する目的で、F344 ラット雄にりん酸トリ (オルト-トリル) 150 mg/kg/日  
221 を 3、7、10、14 及び 21 日間反復経口投与した。その結果、21 日間投与群では精巣重量  
222 と精巣中の NTE 及び非特異性エステラーゼの活性が低下した。10 日間投与後より精子  
223 生存率と精巣上体尾部の精子数が減少した。21 日間投与終了後、さらに 98 日間の回復  
224 期間後においてもこれらの変化は認められ、非可逆性であった (Somkuti et al. 1987b)。

225 ・ 精巣毒性を検査する目的で、ニワトリ (レグホーンルースター)雄にりん酸トリ (オルト

226 -トリル) 100 mg/kg/日を 18 日間反復経口投与した。その結果、7~10 日目より遅発性神  
 227 経毒性による脚麻痺が認められた。脳と精巣中の NTE 及び脳のコリンエステラーゼ活性  
 228 が低下した。精子運動性の減少と精細管の変性が認められた。パラチオン投与群ではコ  
 229 リンエステラーゼ活性は低下したが、精巣病変や精巣の NTE 低下は認められなかった。  
 230 このことから、精巣毒性はコリンエステラーゼ抑制とは関連しないものと考えられた  
 231 (Somkuti et al. 1987c)。

232

233 カ 遺伝毒性

234 ・りん酸トリ (オルト-トリル)を用いた F344 ラット (肝臓、腎臓、肺、心臓)の体細胞 DNA  
 235 の付加体形成試験は陽性であった (Mentzschel et al. 1993)。その他の遺伝毒性に関する情  
 236 報は見つからなかった。

237 ・生殖細胞変異原性  
 238 調査した範囲で、生殖細胞についての情報はない。

239

| 試験方法           |            | 使用細胞種・動物種・S9の有無・濃度                                | 結果     |
|----------------|------------|---|--------|
| <i>In vivo</i> | DNA付加体形成試験 | F344ラット、50 mg/kg/日、10日間経口投与<br>肝臓・腎臓・肺・心臓<br>脳、精巣 | ±<br>- |

240 - : 陰性 + : 陽性

241

242 キ 発がん性

243 吸入ばく露

244 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

245

246 経口投与/経皮投与/その他の経路等

247 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

248

249 ク 神経毒性

250 吸入ばく露

251 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

252

253 経口投与/経皮投与/その他の経路等

254 ・ウイスター雄ラットに 1,500 mg/kg のりん酸トリ (オルト-トリル)を単回経口投与し、2  
 255 及び3週間後に採取した頸髄背索に軸索変性が認められた (Inui et al. 1993)。

256 ・F344 雄ラット (190-210 g、10-11 週齢)を用いた生殖毒性試験で、りん酸トリ (オルト  
 257 -トリル)は 200 mg/kg/日以上でコリン作動性神経症状を呈したが、100 mg/kg/日群では異  
 258 常は認められなかった (Somkuti et al. 1987a,b)。

259 ・雄のヤングアダルトネコ (3 匹/群)に対しりん酸トリ (オルト-トリル)100、250、500、1,000  
 260 及び 1,500 mg/kg を頸部皮膚に単回ばく露した。1,000 mg/kg/以上の投与群で PAM 及び硫  
 261 酸アトロピンの治療を行った。その結果、250 mg/kg 以上の投与群で脚弱及び運動失調を  
 262 呈し、1,500 mg/kg 投与群では麻痺を示した。病理組織学的に 250 mg/kg 以上の投与群に

- 263 おいて、脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた (Abou-Donia et al. 1983)。
- 264 ・ 成ネコ (雌雄 18 匹、2.2 - 5.75 kg)に 600~3,600 mg/kg のりん酸トリ (オルト-トリル)を単  
265 回経皮投与し、末梢神経を検索したところ、軸索変性が認められた (Prineas 1969)。
- 266 ・ ネコに 100~2,000 mg/kg のりん酸トリ (オルト-トリル)を単回経皮投与した。100 mg/kg  
267 投与群では臨床症状及び病理組織検査に異常は認められなかった。250 mg/kg 以上の群  
268 で、投与 27 日後より後肢の筋力低下、36 日後より軽度の運動失調が見られ始めた。1000  
269 mg/kg 群では不全麻痺が認められ、2,000 mg/kg 投与群の動物は死亡した (Abou-Donia et  
270 al. 1986)。
- 271 ・ ネコに対しりん酸トリ (オルト-トリル)0.5、1、5、10 及び 100 mg/kg/日を頸部皮膚に 90  
272 日間反復ばく露したところ、5 mg/kg/日以上投与群で用量依存的な急性神経症状 (後肢  
273 の脱力感)や脚弱、運動失調、麻痺を示し、PAM 及び硫酸アトロピンの治療を行ったもの  
274 の 100 mg/kg/日投与群は顕著な体重減少を呈し試験 41 日までに死亡、切迫殺された。病  
275 理組織学的に脊髄及び末梢神経に軸索変性を認めた。0.5 mg/kg/日投与群では投与に起  
276 因する異常は認められなかった (Abou-Donia et al. 1986)。
- 277 ・ 雌鶏に 600 あるいは 1,200 mg/kg のりん酸トリ (オルト-トリル)を単回経口投与し、臨床  
278 症状を観察した。初期症状は、投与 2 日後に摂餌量と行動量が軽度に減少したのみであ  
279 った。投与 10~14 日後に麻痺が現れ始めた。投与 20 日後に末梢神経を検索したところ、軸  
280 索変性が認められた (Bischoff 1967)。
- 281 ・ 雌鶏にりん酸トリ (オルト-トリル)を 50、300 あるいは 500 mg/kg の用量で単回経口投与  
282 したところ、すべての用量群で、投与 24 及び 48 時間後に脳と脊髄の NTE、ならびに血  
283 中のコリンエステラーゼが阻害された。運動失調は高用量群で観察されただけであるが、  
284 脛骨神経、延髄及び小脳の神経線維変性がすべての投与群で用量依存に認められた  
285 (Classen et al. 1996)。

286

## 287 (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

### 288 ア 急性毒性

- 289 ・ トリクレジルりん酸は広い温度範囲で安定な不燃性液体で、可塑剤、潤滑油、熱触媒等  
290 として大量に製造され広く利用されているが、製品中に混在してたりん酸トリ (オル  
291 ト-トリル)で中毒事故が起きている。最も顕著な例は 1939 年禁酒法時代の米国で汚染密  
292 造酒により、また 1959 年モロッコで汚染食品により起きた事件で、それぞれ一万人以上  
293 もの下肢が麻痺した被害者が起きている (Eto 1981)。
- 294 ・ *o*-体 (りん酸トリ (オルト-トリル))による中毒は 19 世紀末以来数多く発生しており、そ  
295 のほとんどが *o*-体 (りん酸トリ (オルト-トリル))に汚染された飲料や食用油、食物、薬  
296 物を気付かずに摂取して集団発生をきたしたものである。*o*-体 (りん酸トリ (オルト-ト  
297 リル))の摂取後、先ず下痢などの胃腸症状がみられ、10~20 日の潜伏期を経て遅発性神  
298 経毒性による神経症状が現れ、初期症状は下肢の疼痛、異常感覚である。運動障害が主  
299 体となり、両下肢や四肢に麻痺が起こり、重症例では椎体路徴候が加わる。病理学的に  
300 は、末梢神経の軸索変性、脊髄前角細胞、側索や後索に変性がみられる。飲食物による  
301 中毒は数多く報告されている一方、職業ばく露に伴う事例の報告はごくわずかしかない。

302 食用油の汚染で生じたスイスの集団中毒事例では、*o*-体 (りん酸トリ (オルト-トリ  
303 ル))0.15 g の摂取で毒性症状が現れ、0.5~0.7 g の摂取で重度の神経障害の発現がみられ  
304 たが、1.5~2 g の摂取でも中毒症状の現れなかった人もおり、感受性に大きな差があっ  
305 た。*o*-体 (りん酸トリ (オルト-トリル))1%未満の製造工場で下肢の永久麻痺となった労  
306 働者の発生例が報告されており、製造過程では 6~10%の *o*-体 (りん酸トリ (オルト-ト  
307 リル))にばく露されていた (環境省 2005)。

308

309 イ 刺激性及び腐食性

310 ・りん酸トリ (オルト-トリル)は皮膚刺激性を示さない (ACGIH 2016)。

311

312 ウ 感作性

313 ・りん酸トリ (オルト-トリル)は皮膚感作性を示さない (ACGIH 2016)。

314

315 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)

316 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

317

318 オ 生殖毒性

319 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

320

321 カ 遺伝毒性

322 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

323 ・生殖細胞変異原性：調査した範囲内では、情報はない。

324

325 キ 発がん性

326 ・調査した範囲内では報告は得られていない。

327

328 発がんの定量的リスク評価

329 ・(IRIS) (WHO/AQG-E 2000) (WHO/AQG-G 2005) (CalEPA 2011)に、ユニットリスクに関する  
330 情報なし。

331

332 発がん性分類

|     |                            |      |              |
|-----|----------------------------|------|--------------|
| 333 | IARC :                     | 情報なし | (IARC)       |
| 334 | 産衛学会 :                     | 情報なし | (産衛 2019)    |
| 335 | EU CLP :                   | 情報なし | (EU CLIP)    |
| 336 | NTP 14 <sup>th</sup> Roc : | 情報なし | (NTP 2016)   |
| 337 | ACGIH :                    | 情報なし | (ACGIH 2020) |
| 338 | DFG :                      | 3B   | (DFG 2019)   |

339

340 ク 神経毒性

- 341           ・ 密造酒による中毒事件において、りん酸トリ (オルト-トリル)中毒で患者は、手足から始  
342           まる特徴的な脊髄神経の変性を発現する。骨格筋の統御を失い、つま先とかかたを使い  
343           tap-click sound を伴う歩き方を呈するゆえに「Jake leg (生姜酒脚)」と言われる。回復し  
344           た例もあるが大半は神経障害が回復しなかった。死亡者はまれで、短期間に大量摂取し  
345           たものに限られた。ヒトにおける麻痺の最小摂取量は 10~30 mg/kg と概算されている。  
346           組織学的変化としては、剖検後の検査において、長い運動神経に神経変性を認め、さら  
347           に神経原性筋萎縮が認められた (ACGIH 2016)。
- 348           ・ りん酸トリ (オルト-トリル) を 60%含有するトリクレジルりん酸の製造現場における 3  
349           件の上下肢遠位筋の弛緩性を伴う多発性神経炎症例における気中測定濃度は、再現試験  
350           により洗浄槽開口部中心の 9 インチ上で 2.5 mg/m<sup>3</sup> 以下、洗浄槽から 2 フィート離れた  
351           肩の高さで 1 mg/m<sup>3</sup> 以下、洗浄室の 3 回測定で 0.55~1.7 mg/m<sup>3</sup> であり、経皮吸収を無視  
352           できなかつた。本報告には臨床症候、血液 (血球数など)、脳脊髄液所見等の記述はある  
353           が、コリンエステラーゼ等への言及はない (ACGIH 2016) (Hunter 1944)。
- 354           ・ りん酸トリ (オルト-トリル)を最大 20%含有するさまざまなトリクレジルりん酸のばく  
355           露現場において有害徴候が認められなかつた濃度は 0.27~3 mg/m<sup>3</sup> 超えであった。血漿  
356           のコリンエステラーゼ活性値は大半の労働者で低下していた (ACGIH 2016)。
- 357           ・ りん酸トリ (オルト-トリル)を 21%含有するトリクレジルりん酸の製造現場において 1.5  
358           mg/m<sup>3</sup> の濃度で数ヶ月間ばく露された作業者は入念な検診において臨床的や神経学的異  
359           常を示さなかつた (ACGIH 2016)。

360

### 361 (3) 許容濃度の設定

362 ACGIH TLV-TWA : 0.02 mg/m<sup>3</sup> (inhalable fraction and vapor) 、Skin (ACGIH 2016)

363 根拠 : ヒトにおけるコリン作動性作用、末梢・中枢神経症状、その他の有害作用の可能性  
364           を最小化するために設定された。りん酸トリ (オルト-トリル)の気中濃度とヒトへ  
365           の影響について TLV を設定するに十分な情報はないとはいえ、りん酸トリ (オル  
366           ト-トリル) を 21%含有する油圧油 1.5 mg/m<sup>3</sup> (りん酸トリ (オルト-トリル) 0.3  
367           mg/m<sup>3</sup> に相当) では神経毒性はみられていない。ばく露期間は特定されていないが  
368           0.55-1.7 mg/m<sup>3</sup> にばく露された 3 例で多発性神経炎の報告がある。動物試験では、  
369           ニワトリへの 90 日経口投与で、1.25 mg/kg では神経障害はみられなかつたが、2.5  
370           mg/kg では組織病理学的証拠が、5 mg/kg では臨床兆候 (衰弱、運動失調)と組織病  
371           理学的損傷がともにみられている。ネコへの 90 日経皮投与では、0.5 mg/kg では神  
372           経障害はみられなかつたが、1 mg/kg では運動失調がみられ、5 mg/kg 以上では組  
373           織病理学的損傷もみられている。ヒトについての情報のほとんどは、神経系への影  
374           響についての臨床検査である。

375           りん酸トリ (オルト-トリル)は、経口、経皮ばく露によりよく吸収され、NOAEL は  
376           0.5 mg/kg (吸入換算 3.5 mg/m<sup>3</sup>)である。TLV-TWA 0.02 mg/m<sup>3</sup> は神経系への影響を防  
377           ぐために十分な値である。動物での NOAEL から低減させた理由は、障害が重篤で  
378           遅発性あるいは不可逆性であること、動物 (及びヒト)での研究が神経系に関する  
379           もので他の可能性のある標的についての詳しい研究がないことによる。

380 ネコへの反復経皮投与で、1 mg/kg でも神経障害がみられたことから、Skin 表記を  
381 勧告する。

382 りん酸トリ (オルト-トリル)は、アセチルコリンエステラーゼ阻害殺虫剤としての  
383 BEI が指標物質として勧告されている。DSEN(皮膚感作性)、RSEN(呼吸器感作性)  
384 を勧告する十分な情報はなく、また、マウス、ラットでの2年混餌試験りん酸トリ  
385 (オルト-トリル)含有量は1%で腫瘍の増加はみられていないが、発がん性表記を  
386 勧告する十分な情報はない。

387

388 日本産業衛生学会： 設定なし (産衛 2019)

389 DFG MAK： 0.001 ppm (2019：設定年)(DFG 2019 (draft))

390 NIOSH REL： TWA 0.1 mg/m<sup>3</sup> [skin] (2020.11.06 検索)

391 OSHA PEL： 0.1 mg/m<sup>3</sup> (Permissible Exposure Limit) (2020.11.06 検索)

392 UK/HSE： 0.1 mg/m<sup>3</sup> (8h TWA)、0.3 mg/m<sup>3</sup> (ST) (UK/HSE 2020)

393 OARS WEEL： 設定なし (2020.11.06 検索)

394

395

最終改訂日：令和2年11月6日

## 引用文献

- (ACGIH 2016) American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) : TLVs and BELs with 7th Edition Documentation. Triorthocresyl phosphate (2016) (CD-ROM 2019)
- (AIHA 2013) American Industrial Hygiene Association (AIHA) : 2013-ERPG-WEEL-Handbook\_v3.indd <https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/WEELs/Documents/2011WEELValues.pdf>
- (ATSDR 1997) U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES  
Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile for hydraulic fluids.
- (Abou-Donia et al. 1983) Neurologic manifestations of tri-o-cresyl phosphate delayed neurotoxicity in cats. *Neurobeha Toxicol Teratol.* 5(4):431-442 (1983)
- (Abou-Donia et al. 1986) Electromyographic, neuropathologic, and functional correlates in the cat as the result of tri-o-cresyl phosphate delayed neurotoxicity. *Toxicol Appl Pharmacol.* 83:126-141 (1986)
- (Abou-Donia et al. 1990) **Absorption, distribution, excretion and metabolism of a single oral dose of [14C]tri-o-cresyl phosphate (TOCP)** in the male rat. *Toxicology* 65:61-74 (1990)
- (Bischoff 1967) The Ultrastructure of Tri-ortho-cresyl Phosphate-poisoning. *Studies on Myelin and Axonal Alterations in the Sciatic Nerve.* *Aeta Neuropathol* 9: 158 174 (1967)
- (Bleiberg & Johnson 1965) Effects of Certain Metabolically Active Drugs and Oximes on Tri-o-Cresyl Phosphate Toxicity. *Toxicolo and Appl Pharmacol* 7 : 227-235 (1965)
- (CalEPA 2011) California EPA: “Hot Spots Unit Risk and Cancer Potency Values”  
[http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/2009/AppendixA.pdf](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixA.pdf)
- (Carlton et al.1987) Examination of the reproductive effects of tricresyl phosphate administered to Long-Evans rats. *Toxicology* 46: 321-328 (1987)
- (Classen et al.1996) Susceptibility of various areas of the nervous system of hens to TOCP-induced delayed neuropathy. *Neurotoxicology* 17: 597-604 (1996)
- (DFG 2019) Deutsche Forschungsgemeinschaft : List of MAK and BAT Values 2019  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527826889>
- (EU CLP) The European Chemicals Agency (ECHA): Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)  
<http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/cl-inventory/view-notification-summary/11526>
- (Eto 1981) Studies on Biologically Active Organophosphorus Compounds. *Journal of Pesticide Science* 6: 365-375 (1981)
- (Hoshino et al.1999) Abnormal sperm morphology induced by tri-o-cresyl phosphate in the rat. *Teratology* 59: 40A (1999)
- (Hunter et al. 1944) Toxic polyneuritis arising during the manufacture of tricresyl phosphate. *British Journal of Industrial Medicine* 1:227-231 (1944)
- (IARC) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. List of classifications, Volumes 1–113  
[http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest\\_classif.php](http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php)
- (ICSC 2020) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS) :  
国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版 リン酸トリクレジル ICSC 番号 0961、2006年4月  
[https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p\\_lang=ja&p\\_card\\_id=0961&p\\_version=2](https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0961&p_version=2)
- (IRIS) U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS). A-Z List of Substances  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris\\_drafts/simple\\_list.cfm](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/simple_list.cfm)
- (Inui et al. 1993) Quantitative analysis of neuronal damage induced by tri-ortho-cresyl phosphate in Wistar rats. *Fundam Appl Toxicol* 20(1): 111-119 (1993)
- (Mentzschel et al. 1993) Mentzschel A, Vamvakas S, Dekant W, Henschler D. DNA adduct formation in Salmonella typhimurium, cultured liver cells and in Fischer 344 rats treated with o-tolyl phosphates and their metabolites. *Carcinogenesis* 14: 2039-2043 (1993).
- (NIOSH) NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards  
<http://www.cdc.gov/niosh/npg/default.htm>

- (NITE CHRIP 2020) National Institute of Technology and Evaluation Chemical Risk Information Platform (NITE CHRIP) : 製品評価技術基盤機構 化学物質総合情報提供システム CHRIP-ID : C004-748-11A トリ-2-トリル=ホスフェート
- (NTP 2016) National Toxicology Program : 14th Report on Carcinogens、National Institute of Environmental Health Sciences, part of the National Institutes of Health  
[https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/assessments/cancer/roc/index.html?utm\\_source=direct&utm\\_medium=prod&utm\\_campaign=ntpgolinks&utm\\_term=roc14](https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/assessments/cancer/roc/index.html?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=roc14)
- (NTP) National Toxicology Program : CASRN 78-30-8、National Institute of Environmental Health Sciences, part of the National Institutes of Health  
[https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/testpgm/status/ts-10469-n.html?utm\\_source=direct&utm\\_medium=prod&utm\\_campaign=ntpgolinks&utm\\_term=ts-10469-n](https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/testpgm/status/ts-10469-n.html?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=ts-10469-n)
- (OARS) Occupational Alliance for Risk Science (OARS) : OARS WEEL TABLE.  
(<https://tera.org/OARS/>)
- (OSHA) Occupational Safety and Health Administration : Occupational Chemical Database ; Triorthocresyl phosphate  
[https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_274200.html](https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274200.html)
- (Prineas 1969) Triorthocresyl Phosphate Myopathy. Arch neurol 21: 150-156 (1969)
- (RTECS 2016) RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances Phosphoric acid, tri - o - tolyl ester (2016)  
<http://www.cdc.gov/niosh-rtecs/TD55730.html#T>
- (Somkuti et al.1987a) Reproductive tract lesions resulting from subchronic administration (63 days) of tri-o-cresyl phosphate in male rats. Toxicol Appl Pharmacol. 89:49-63 (1987)
- (Somkuti et al.1987b) Time course of the tri-o-cresyl phosphate-induced testicular lesion in F-344 rats: enzymatic, hormonal, and sperm parameter studies. Toxicol Appl Pharmacol. 89:64-72 (1987)
- (Somkuti et al.1987c) Testicular toxicity following oral administration of tri-o-cresyl phosphate (TOCP) in roosters. Toxicol Lett 37: 279-290 (1987)
- (Somkuti &Abou-Donia 1990) Disposition, elimination, and metabolism of tri-ortho-cresyl phosphate following daily oral administration in Fischer 344 male rats. Arch Toxicol 64:572-579 (1990)
- (Tocco et al. 1987) Evaluation of the teratogenic effects of Tri-ortho-cresyl phosphate in the Long-Evans hooded rat. Fundam Appl Toxicol 8: 291-217 (1987)
- (UK/HSE) 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))  
<http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/eh40.pdf>
- (WHO/AQG-E 2000) WHO: Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition (2000)
- (WHO/AQG-G 2005) WHO: Air Quality Guidelines–global update (2005)
- (Winder 2002) Winder, C., Balouet, J.C.: The toxicity of commercial jet oils. Environ. Res. 89: 146-164 (2002)
- (化工日 2020) 化学工業日報社: 17120 の化学商品(2020年版)
- (環境省 2005) 化学物質の環境リスク評価第4巻リン酸トリクレジル(CAS-RN 1330-78-5)  
<https://www.env.go.jp/chemi/report/h17-21/pdf/chpt1/1-2-2-18.pdf>
- (産衛 2019) 日本産業衛生学会 : 許容濃度等の勧告、産業衛生学雑誌 61 巻 5 号(2019)  
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>