

[7] リン酸トリス (2-エチルヘキシル)

1. 物質に関する基本的事項

(1) 分子式・分子量・構造式

物質名：リン酸トリス(2-エチルヘキシル)

CAS 番号：78-42-2

化審法官報公示整理番号：2-2000(トリアルキル(C=1~20, 又はアリルブトキシエチル, グリセリン, ポリビニルアルコール) リン酸エステル)、
2-2014(アルキル (又はアルケニル, C=3~24) リン酸エステル)

化管法政令番号*：1-458

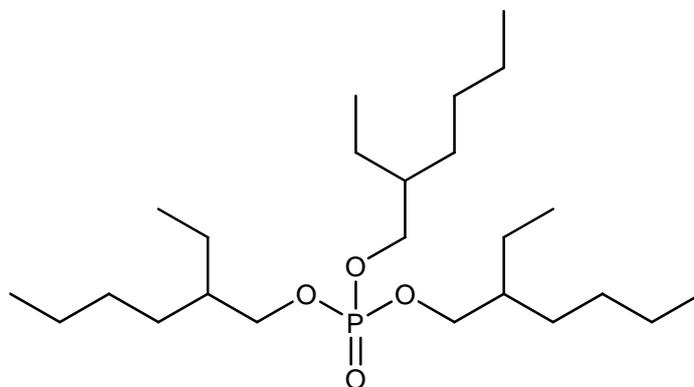
RTECS 番号：MP0770000

分子式：C₂₄H₅₁O₄P

分子量：434.63

換算係数：1 ppm = 17.78 mg/m³ (気体、25°C)

構造式：



*注：化管法対象物質の見直し後の政令番号（平成 21 年 10 月 1 日施行）

(2) 物理化学的性状

本物質は無色の液体である¹⁾。

融点	<-70°C ²⁾
沸点	215°C(5mmHg) ³⁾ 、215°C(4mmHg) ⁴⁾ 、
密度	0.99 g/cm ³ (20°C) ³⁾
蒸気圧	8.25 × 10 ⁻⁸ mmHg(=1.10 × 10 ⁻⁵ Pa) (25°C) ⁴⁾ 、 <7.5 × 10 ⁻³ mmHg(<1Pa) (20°C) ²⁾
分配係数 (1-オクタノール/水) (log Kow)	4.23 ⁴⁾
解離定数 (pKa)	
水溶性 (水溶解度)	0.600 mg/L(24°C) ⁴⁾

(3) 環境運命に関する基礎的事項

本物質の分解性及び濃縮性は次のとおりである。

生物分解性

好氣的分解

分解率：BOD 0%、GC 7% (試験期間：4 週間、被験物質濃度：100 mg/L、活性汚泥濃度：30 mg/L)⁵⁾

化学分解性

OH ラジカルとの反応性 (大気中)

反応速度定数： $98 \times 10^{-12} \text{ cm}^3/(\text{分子} \cdot \text{sec})$ (AOPWIN⁶⁾により計算)

半減期：0.66 時間～6.6 時間 (OH ラジカル濃度を $3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^5 \text{ 分子/cm}^3$ ⁷⁾ と仮定し計算)

加水分解性

半減期：1.2 年 (pH=7、25°C、リン酸トリメチル) ⁸⁾、

5.5 年 (pH=7、25°C、リン酸トリエチル) ⁸⁾

生物濃縮性 (濃縮性がないまたは低いと判断される化学物質⁹⁾)

生物濃縮係数(BCF)：

2.4～6.5 (試験生物：コイ、試験期間 6 週間、試験濃度：2 mg/L) ⁵⁾

9.2～22 (試験生物：コイ、試験期間 6 週間、試験濃度：0.2 mg/L) ⁵⁾

土壌吸着性

土壌吸着定数(Koc)： 2.5×10^6 (KOCWIN¹⁰⁾ により計算)

(4) 製造輸入量及び用途

① 生産量・輸入量等

「化学物質の製造・輸入数量に関する実態調査」によると、トリアルキル (C=1～20, 又はアリルブトキシエチル, グリセリン, ポリビニルアルコール) リン酸エステルとしての平成 16 年度及び平成 19 年度における製造(出荷)及び輸入量は 100～1,000t/年未満である^{11),12)}。本物質の化学物質排出把握管理促進法 (化管法) における製造・輸入量区分は、1t 以上 100t 未満である¹³⁾。

② 用途

本物質の主な用途は、電線被覆、冷蔵庫用器具、シャワーカーテン、レインコート生地用、塩ビペースト用、合成ゴム用耐寒性可塑剤とされている¹⁴⁾。

(5) 環境施策上の位置付け

本物質は化学物質排出把握管理促進法第一種指定化学物質 (政令番号：458) に指定されている。リン酸エステル類は水環境保全に向けた取組のための要調査項目に選定されている。

2. ばく露評価

生態リスクの初期評価のため、水生生物の生存・生育を確保する観点から、実測データをもとに基本的には水生生物の生息が可能な環境を保持すべき公共用水域における化学物質のばく露を評価することとし、データの信頼性を確認した上で安全側に立った評価の観点から原則として最大濃度により評価を行っている。

(1) 環境中への排出量

本物質の排出量及び移動量は、化学物質排出把握管理促進法（化管法）の対象物質見直し前においては第一種指定化学物質ではなかったため、現時点では得られなかった。対象物質見直し後の排出量及び移動量の届出は、平成23年度に開始され、集計結果が公表される予定である。

(2) 媒体別分配割合の予測

化管法に基づく排出量及び移動量が得られなかったため、Mackay-Type Level III Fugacity モデル¹⁾により媒体別分配割合の予測を行った。予測結果を表 2.1 に示す。

表 2.1 Level III Fugacity モデルによる媒体別分配割合 (%)

媒体	大気	水域	土壌	大気/水域/土壌
排出速度 (kg/時間)	1,000	1,000	1,000	1,000 (各々)
大気	0.0	0.0	0.0	0.0
水域	0.0	1.0	0.0	0.0
土壌	99.6	0.0	99.7	99.2
底質	0.4	98.9	0.3	0.8

注：数値は環境中で各媒体別に最終的に分配される割合を質量比として示したものの

(3) 各媒体中の存在量の概要

本物質の環境中等の濃度について情報の整理を行った。媒体ごとにデータの信頼性が確認された調査例のうち、より広範囲の地域で調査が実施されたものを抽出した結果を表 2.2 に示す。

表 2.2 各媒体中の存在状況

媒体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出率	調査地域	測定年度	文献
公共用水域・淡水 μg/L	0.05	0.06	<0.005	0.08	0.05	2/3	北海道	2006	2)
	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0/30	全国	2002	3)
	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.02	2/65	全国	2000	4)
公共用水域・海水 μg/L	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.02	1/10	全国	2002	3)
	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0/11	全国	2000	4)
底質(公共用水域・淡水) μg/g	<0.004	<0.004	<0.004	0.005	0.004	1/14	全国	2002	3)

媒体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出率	調査地域	測定年度	文献
底質(公共用水域・海水) $\mu\text{g/g}$	<0.004	<0.004	<0.004	0.008	0.004	3/10	全国	2002	3)

注：a) 最大値または幾何平均値の欄の**太字**で示した数字は、ばく露の推定に用いた値を示す

(4) 水生生物に対するばく露の推定（水質に係る予測環境中濃度：PEC）

本物質の水生生物に対するばく露の推定の観点から、水質中濃度を表 2.3 のように整理した。水質について安全側の評価値として予測環境中濃度（PEC）を設定すると、公共用水域の淡水域では $0.05 \mu\text{g/L}$ 程度、海水域では $0.02 \mu\text{g/L}$ 程度となった。

表 2.3 公共用水域濃度

水域	平均	最大値
淡水	0.02 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (2000)	0.05 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2000)
海水	0.02 $\mu\text{g/L}$ 未満程度 (2002)	0.02 $\mu\text{g/L}$ 程度 (2002)

注：1) () 内の数値は測定年度を示す

2) 淡水は河川河口域を含む

3. 生態リスクの初期評価

水生生物の生態リスクに関する初期評価を行った。

(1) 水生生物に対する毒性値の概要

本物質の水生生物に対する毒性値に関する知見を収集し、その信頼性及び採用の可能性を確認したものを生物群（藻類、甲殻類、魚類及びその他）ごとに整理すると表 3.1 のとおりとなった。

表 3.1 水生生物に対する毒性値の概要

生物群	急性	慢性	毒性値 [µg/L]	生物名	生物分類	エンドポイント ／影響内容	ばく露 期間[日]	試験の 信頼性	採用の 可能性	文献 No.
藻類		○	40,000 ^{*1}	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	NOEC GRO(RATE)	3	B ^{*2}	C ^{*2}	3) ^{*3}
	○		>40,000 ^{*1}	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻類	EC ₅₀ GRO(RATE)	3	B ^{*2}	C ^{*2}	3) ^{*3}
甲殻類	○		130	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	B	4)-2010117
		○	1,000	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	NOEC REP	21	B ^{*4}	B ^{*4}	2)-1
	○		>40,000 ^{*1}	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B ^{*2}	C ^{*2}	2)-1
	○		>100,000 ^{*1}	<i>Daphnia magna</i>	オオミジンコ	EC ₅₀ IMM	2	B	C	2)-2
魚類	○		> 130 ^{*1}	<i>Pimephales promelas</i>	ファットヘッドミノ	LC ₅₀ MOR	4	B	B	4)-2009138
			40,000 ^{*1}	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	NOEC GRO	14	B ^{*2}	C ^{*2}	2)-1
			>40,000 ^{*1}	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	14	B ^{*2}	C ^{*2}	2)-1
	○		>40,000 ^{*1}	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	4	B ^{*2}	C ^{*2}	2)-1
	○		≥500,000	<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	LC ₅₀ MOR	2	D	C	4)-2009133
その他	○		>1,000	<i>Culex tarsalis</i>	ナミカ属	LC ₅₀ MOR	1	B	C	4)-2009131
	○		10,000	<i>Tetrahymena pyriformis</i>	テトラヒメナ属	EC ₅₀ GRO	1	B	C	1)-11258

毒性値 (太字) : PNEC 導出の際に参照した知見として本文で言及したもの

毒性値 (太字下線) : PNEC 導出の根拠として採用されたもの

試験の信頼性 : 本初期評価における信頼性ランク

- A : 試験は信頼できる、B : 試験は条件付きで信頼できる、C : 試験の信頼性は低い、D : 信頼性の判定不可
E : 信頼性は低くないと考えられるが、原著にあたって確認したものではない

採用の可能性 : PNEC 導出への採用の可能性ランク

- A : 毒性値は採用できる、B : 毒性値は条件付きで採用できる、C : 毒性値は採用できない

エンドポイント

- EC₅₀ (Median Effective Concentration) : 半数影響濃度、LC₅₀ (Median Lethal Concentration) : 半数致死濃度、
NOEC (No Observed Effect Concentration) : 無影響濃度

影響内容

- GRO (Growth) : 生長 (植物)、成長 (動物)、IMM (Immobilization) : 遊泳阻害、MOR (Mortality) : 死亡、
REP (Reproduction) : 繁殖、再生産

() 内 : 毒性値の算出方法

- RATE : 生長速度より求める方法 (速度法)

*1 限度試験 (毒性値を求めるのではなく、定められた濃度において毒性の有無を調べる試験) より得られた値

- *2 界面活性作用のある助剤を用いて、水溶解度を大きく超えた毒性値が算出されているため、試験の信頼性を「B」、採用の可能性を「C」とした
- *3 文献 2)-1 をもとに、試験時の設定濃度を用いて速度法により 0-48 時間の毒性値を再計算したものを掲載
- *4 界面活性作用のある助剤を用いているため、試験の信頼性、採用の可能性ともに「B」とした

評価の結果、採用可能とされた知見のうち、生物群ごとに急性毒性値及び慢性毒性値のそれぞれについて最も小さい毒性値を予測無影響濃度(PNEC)導出のために採用した。その知見の概要は以下のとおりである。

1) 甲殻類

Eastman Kodak 社⁴⁾⁻²⁰¹⁰¹¹⁷は、米国 ASTM の試験方法(E729-88a, 1995)、及び米国 APHA の試験方法(1995)、米国 EPA の試験方法(40CFR § 797.1300, 1992)、OECD テストガイドライン No. 202(1984)、欧州共同体(EC)の試験方法(1993)に準拠し、オオミジンコ *Daphnia magna* の急性遊泳阻害試験を GLP 試験として実施した。試験は止水式（攪拌あり）で行われ、設定試験濃度は 0（対照区、助剤対照区）、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 mg/L であった。試験溶液の調製には、試験用水として硬度 120mg/L(CaCO₃ 換算)のろ過脱塩素水が、助剤として *N,N*-ジメチルホルムアミド(DMF) 0.1g/L が用いられた。被験物質の実測濃度は 0.043、0.062、0.069、0.132、0.157mg/L（試験開始時及び終了時の幾何平均、2 連の平均、対照区を除く）であり、実測濃度に基づく 48 時間半数影響濃度(EC₅₀)は 130µg/L であった。

また、環境庁²⁾⁻¹は OECD テストガイドライン No. 211 (1997 年 4 月提案)に準拠し、オオミジンコ *Daphnia magna* の繁殖試験を GLP 試験として実施した。試験は半止水式（週 3 回換水）で行われ、設定試験濃度は 0（対照区、助剤対照区）、1.00、3.20、10.0mg/L（公比 3.2）であった。試験溶液の調製には、試験用水として Elendt M4 飼育水が、助剤として *N,N*-ジメチルホルムアミド(DMF) 25mg/L、硬化ひまし油(HCO-40) 25mg/L が用いられた。被験物質の実測濃度は、換水後、換水前において、それぞれ設定濃度の 83~104%、82~104%であり、毒性値の算出には設定濃度が用いられた。繁殖阻害（産仔数）に関する 21 日間無影響濃度(NOEC)は 1,000µg/L であった。

2) 魚類

Eastman Kodak 社⁴⁾⁻²⁰⁰⁹¹³⁸は、米国 ASTM の試験方法(E729-88a, 1992)、及び米国 APHA の試験方法(1992)、米国 EPA の試験方法(40CFR § 797.1300, 1992)、欧州共同体(EC)の試験方法(1984)、OECD テストガイドライン No. 202(1984) に準拠し、ファットヘッドミノール *Pimephales promelas* の急性毒性試験を GLP 試験として実施した。試験は止水式で、設定試験濃度は 0（対照区、助剤対照区）、50mg/L（限度試験）であった。試験溶液の調製には、試験用水としてろ過脱塩素水（硬度 120mg/L、CaCO₃ 換算）、助剤として *N,N*-ジメチルホルムアミド(DMF) が用いられた。被験物質の実測濃度(2 連)は、試験期間中に設定濃度の 89.3、93.5%が減少した。被験物質ばく露による毒性症状や死亡は見られず、96 時間半数致死濃度(LC₅₀)は、実測濃度に基づき 130µg/L 超とされた。

(2) 予測無影響濃度 (PNEC) の設定

急性毒性及び慢性毒性のそれぞれについて、上記本文で示した毒性値に情報量に応じたアセ

スメント係数を適用し予測無影響濃度(PNEC)を求めた。

急性毒性値

甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	遊泳阻害 ; 48 時間 EC ₅₀	130µg/L
魚類	<i>Pimephales promelas</i>	96 時間 LC ₅₀	130µg/L 超

藻類では採用できる値は得られなかったが、文献 No. 3)より緑藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* に対する急性毒性値は、溶解度超であると考えられる。したがって、3生物群の値が得られたとして、アセスメント係数は100を用いることとした。

2つの毒性値の小さい方の値(甲殻類の130µg/L)を、アセスメント係数100で除することにより、急性毒性値に基づくPNEC値1.3µg/Lが得られた。

慢性毒性値

甲殻類	<i>Daphnia magna</i>	繁殖阻害 ; 21 日間 NOEC	1,000µg/L
-----	----------------------	-------------------	-----------

アセスメント係数 : 100 [1生物群(甲殻類)の信頼できる知見が得られたため]

得られた毒性値(甲殻類の1,000µg/L)をアセスメント係数100で除することにより、慢性毒性値に基づくPNEC値10µg/Lが得られた。

本物質のPNECとしては甲殻類の急性毒性値から得られた1.3µg/Lを採用する。

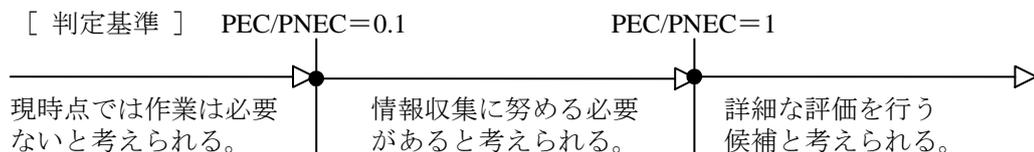
(3) 生態リスクの初期評価結果

表 3.2 生態リスクの初期評価結果

水質	平均濃度	最大濃度(PEC)	PNEC	PEC/ PNEC 比
公共用水域・淡水	0.02µg/L未満程度 (2000)	0.05µg/L程度 (2000)	1.3 µg/L	0.04
公共用水域・海水	0.02µg/L未満程度 (2002)	0.02µg/L程度 (2002)		0.02

注 : 1) 水質中濃度の () 内の数値は測定年度を示す

2) 公共用水域・淡水は、河川河口域を含む



本物質の公共用水域における濃度は、平均濃度でみると淡水域、海水域ともに0.02µg/L未満程度であり、検出下限値未満であった。安全側の評価値として設定された予測環境中濃度(PEC)は、淡水域で0.05µg/L程度、海水域では0.02µg/L程度であった。

予測環境中濃度(PEC)と予測無影響濃度(PNEC)の比は淡水域で0.04、海水域では0.02となるため、現時点では作業の必要はないと考えられる。

4. 引用文献等

(1) 物質に関する基本的事項

- 1) 越後谷悦郎ら(監訳)(1986) : 実用化学辞典 朝倉書店 : 770.
- 2) Verschueren, K. ed. (2001): Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 4th Edition, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, John Wiley & Sons, Inc. (CD-ROM).
- 3) Lide, D.R. ed. (2006): CRC Handbook of Chemistry and Physics, 86th Edition (CD-ROM Version 2006), Boca Raton, Taylor and Francis. (CD-ROM).
- 4) Howard, P.H., and Meylan, W.M. ed. (1997): Handbook of Physical Properties of Organic Chemicals, Boca Raton, New York, London, Tokyo, CRC Lewis Publishers: 70.
- 5) 厚生労働省, 経済産業省, 環境省 : 化審法データベース (J-CHECK)., (<http://www.safe.nite.go.jp/jcheck>, 2010.10.23 現在).
- 6) U.S. Environmental Protection Agency, AOPWIN™ v.1.92.
- 7) Howard, P.H. et al. ed. (1991): Handbook of Environmental Degradation Rates, Boca Raton, London, New York, Washington DC, Lewis Publishers: xiv.
- 8) Mabey WR et al.(1981): Aquatic Fate Process Data for Organic Priority Pollutants,USEPA 440/4-81-014. [Hazardous Substances Data Bank (<http://toxnet.nlm.nih.gov/>, 2009.4.1 現在)].
- 9) 通産省公報(1985.12.28)
- 10) U.S. Environmental Protection Agency, KOCWIN™ v.2.00.
- 11) 経済産業省(2007) : 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査 (平成 16 年度実績) の確報値(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/jittaichousa/kakuhou18.html, 2007.4.6 現在).
- 12) 経済産業省(2009) : 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査 (平成 19 年度実績) の確報, (http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/kakuhou19.html, 2009.12.28 現在).
- 13) 薬事・食品衛生審議会薬事分科会化学物質安全対策部会 PRTR 対象物質調査会、化学物質審議会管理部会、中央環境審議会環境保健部会 PRTR 対象物質等専門委員会合同会合 (第 4 回)(2008) : 参考資料 1 現行化管法対象物質の有害性・暴露情報, (<http://www.env.go.jp/council/05hoken/y056-04.html>, 2008.11.6 現在).
- 14) 化学工業日報社(2011) : 15911 の化学商品.

(2) ばく露評価

- 1) U.S. Environmental Protection Agency, EPI Suite™ v.4.00.
- 2) 中島純夫, 牧口茂紀, 矢野公一 (2008) : 市内河川における環境リスク評価のための基礎的検討. 札幌市衛生研究所年報. 35:71-74.
- 3) 環境省水環境部企画課(2004) : 平成 14 年度要調査項目測定結果.
- 4) 環境省水環境部水環境管理課(2002) : 平成 12 年度要調査項目測定結果.

(3) 生態リスクの初期評価

1) U.S.EPA 「AQUIRE」

11258 : Yoshioka, Y., Y. Ose, and T. Sato (1985): Testing for the Toxicity of Chemicals with *Tetrahymena pyriformis*. Sci.Total Environ. 43(1/2):149-157.

2) 環境省(庁)データ

1 : 環境庁(1998) : 平成 9 年度 生態影響試験

2 : 環境省(2006) : 平成 17 年度 生態影響試験

3) (独)国立環境研究所(2009) : 平成 20 年度化学物質環境リスク評価検討調査報告書

4) その他

2009131 : Plapp, Jr.F.W., and H.H.C. Tong (1966): Synergism of Malathion and Parathion Against Resistant Insects: Phosphorus Esters with Synergistic Properties. J. Econ. Ent. 59(1):11-15.

2009133 : 経済産業省 (1985): リン酸トリス(2-エチルヘキシル)のコイによる濃縮度試験. 化審法データベース (J-CHECK). , (<http://www.safe.nite.go.jp/jcheck>, 2010.11.29 現在).

2009138 : Eastman Kodak (1997): Final Report, an Acute Aquatic Effects Test with the Fathead Minnow, *Pimephales promelas*, of Phosphoric Acid, Tris(2-ethylhexyl) Ester, with Cover Letter Dated 9/22/1997. EPA Doc. I.D. 86-970000873, OTS0559036.

2010117 : Eastman Kodak (1997): An Acute Aquatic Effects Test with the Daphnid, *Daphnia magna*, of Phosphoric Acid, Tris(2-ethylhexyl) Ester, Final Report, with Cover Letter dated 9/22/1997. EPA Doc. I.D. 86-970000872, OTS0559035.