

## リン系難燃剤の相対的毒性の概要

平成 16 年 12 月 3 日

リン系化合物は、多くの化学製品からなるいくつかのグループを形成しており、さまざまな最終用途に使用されています。含まれるすべての化学製品が、リン原子を含んでいます。有機系のリン化合物の場合は、酸素と、場合によっては硫黄と結合したリン原子を含んでおり、直接、または酸素を介してリンに結合される「有機」グループとしては、脂肪族、芳香族および複素環式化合物の一部があげられます。

このような化合物の部類には、リン系難燃剤、例えばリン酸エステル系難燃剤や赤リン系難燃剤のように毒性が低いものだけでなく、ダイアジノン、クロルピリホスおよびパラチオンのような有機リン系農薬（殺虫剤）といった毒性の高いものも含まれます。これらの有機リン酸系殺虫剤は、目的とする昆虫に急速に吸収され、高い毒性を発揮するように作られています。残念ながらこれらの殺虫剤は、鳥類、魚類および哺乳類など他の種にとっても有害性を示します。この多様性が原因となって、個々のリン系化合物の毒性について、混乱や誤解が生じたり、殺虫剤とその他の化合物が混同される場合があります。

有機リン系農薬と比較して、リン系難燃剤は毒性が低く、なおかつ重要な火災安全性に関わる用途に使用されています。これらの難燃剤には、リン酸エステル系難燃剤としては、トリ（ブチル化フェニル）ホスフェート（BuTPP）およびトリ（イソプロピル化フェニル）ホスフェート（PrTPP）とともに、トリクレジルホスフェート（TCP）、トリフェニルホスフェート（TPP）、トリキシレニルホスフェート（TXP）などの芳香族有機リン酸エステルが含まれ、無機リン系難燃剤としては赤リンがあります。これらの製品は、カーペット、家具、家電製品やその他の家庭用品および業務用品の燃焼性を抑えるために使用されています。可燃性の物質にこれらの化合物を加えることによって、火災から生命を守って傷害の発生を防ぎ、経済的な損失が軽減されます。芳香族有機リン酸エステル、TXP、BuTPP および PrTPP は、油圧制御システムにも広く使用されています。（リン系難燃剤の種類、用途等の詳細については、別途日本難燃剤協会ホームページ掲載の一覧表を参照してください。）

毒性の高い有機リン系殺虫剤とその他のリン系難燃剤における毒性の大きな差を把握する簡単な方法のひとつとして、その化合物が含まれる製品それぞれの「50%致死量（LD50）」値の検査があります。これは、物質の相対的な毒性を測定および比較するための試験として国際的に認められています。マウスに対する急性経口 LD50 試験は、物質の 1 回の投与量を変え、動物の 50 パーセントが死に至る投与量を特定します。以下の表では、多数のリン系化合物および何種類かの一般的な非リン系化合物について、急性経口 LD50 値を比較している。数値の単位は、体重 1kg あたりの物質の投与量であり、数値が大きいほど急性毒性は低くなります。

リン化合物	LD50 (ラット、経口 :mg/kg)	対象物質	データ引用
トリ (2-エチルヘキシル) ホスフェート	37,000		RTECS #MP077000
赤リン	>20,000		燐化学工業 MSDS,2004
t-ブチルジフェニル ホスフェート	15,800		Stauffer Chemical Test, 1979
トリキシレニルホスフェ ート	>5,000		Akzo Nobel MSDS, March, 1995
トリプトキシエチル ホスフェート	>5,000		Hazleton Labs LD50 Test June, 1969
	3,800	食塩 (塩化ナトリウム)	J.T.Baker MSDS, April, 1982
トリブチルホスフェート	3,000		Akzo Nobel MSDS, June, 1995
トリフェニルホスフェ ート	>2,000		Akzo Nobel MSDS
	13,000	アスピリン (アセチルサリチル酸)	Merck Index 10th Edition
	636	イブプロフェン	Fisher Scientific MSDS, 2000
	550	フェノバルビタール	CRC Handbook of Toxicology
	200	フッ化ナトリウム (歯磨き添加物)	CRC Handbook of Toxicology
	181	カフェイン	Mallinc krodt MSDS, 1986
クロルピリフォス (殺虫剤)	82		Chem Services Inc. MSDS, 1994
ジアジノン (殺虫剤)	66		The Pesticide Book, 4th Edition, 1994
パラチオン (殺虫剤)	2		The Pesticide Book, 4th Edition, 1994
	0.1	テトロドトキシ (フグ毒)	Casarett & Doull's Toxicology, 5th Edit.

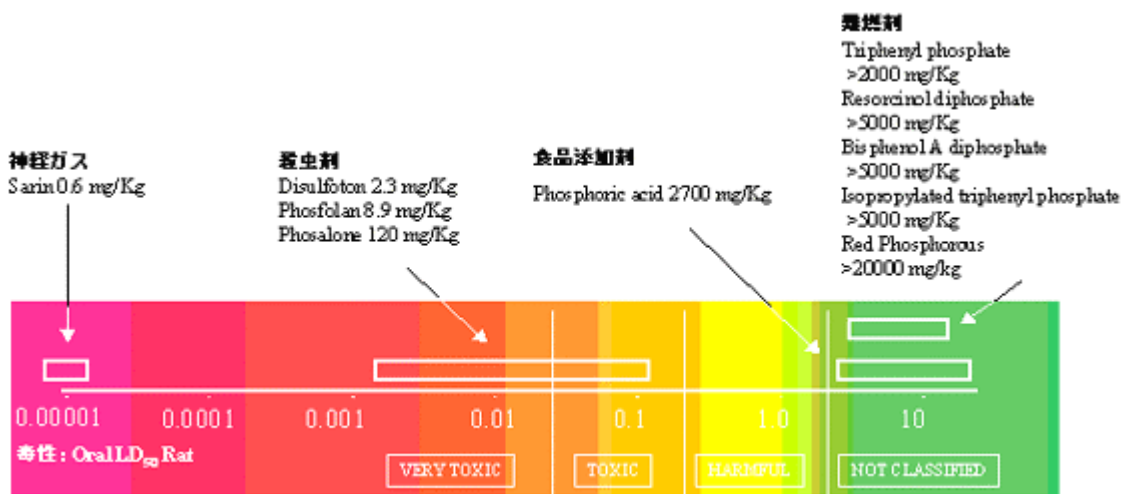
リン酸エステル系難燃剤の中には、一過性および完全に可逆的な弱いコリンエステラーゼ阻害を引き起こす可能性を持つものがあることがわかっています。それに対し、有機リン系殺虫剤はこの酵素の効果を強く抑制するように設計されており、このため急性毒性が高く健康に対する悪影響があります。これは、この概要で扱うリン系難燃剤と、有機リン系殺虫剤との重要な差異を示すひとつの要素です。

表には、さまざまなリン系化合物の毒性の程度が、グループによって大きく異なることが示されています。難燃剤、工業油または可塑剤として使用されるリン酸エステル類は急性毒性が低く、これらの製品の急性経口毒性は、食塩やアスピリンなどのように日々の家庭での生活で使用される製品よりも低い場合があります。トリオクチルホスフェート（トリ（2-エチルヘキシル）ホスフェート：EHDP）およびトリブトキシエチルホスフェート（TBEP）という2つのリン酸エステル類は、合衆国FDAによって、食品と直接接触しない用途への使用が認められています。

下記の図は、各種リン系化合物の毒性を、2種類の一般的な食品添加物およびより毒性の高い有機リン系殺虫剤と比較することによって、簡潔に示したものです。

## リン化合物の相対毒性比較

——リン系難燃剤は、食品添加物と同レベルの低い毒性を示す。——



本説明文は、Pefrc (Phosphate Ester Flame Retardants Consortium) 発行の Pefrc Statement Organophosphorus Toxicology, 12-Jul-2004 をベースに、現時点で入手できる資料、情報、データに基づいて日本難燃剤協会リン部会が作成しております。

お問い合わせ先  
 日本難燃剤協会 (FRCJ)  
 〒104-0031 東京都中央区京橋 3-2-5  
 TEL:03-3517-2232 FAX:03-3517-2560  
 E-Mail:info@frcj.jp