

有機スズ化合物（概要）

1. 有機スズ化合物とは

有機スズ化合物は、アルキル基^{注1}やアリール基^{注2}とスズが結合した化合物の総称です。アルキル基やアリール基が1個結合したモノ体、2個のジ体、3個のトリ体、4個のテトラ体まで、多くの種類があります。

有機スズ化合物のうち、モノブチルスズ(MBT)やジブチルスズ(DBT)はプラスチックの安定剤や樹脂合成の触媒などに利用されてきました。また、トリブチルスズ(TBT)やトリフェニルスズ(TPT)は殺菌剤として使われたり、魚網防汚剤や船底塗料などに使用されていましたが、有害性が懸念されて、現在は魚網防汚剤や船底塗料には使われていません。

2. ヒトに対する影響

有機スズ化合物の慢性中毒の事例として、ブチルスズ化合物製造従事者が、暴露^{注3}16か月目に味覚の減退を訴え、その後8か月間症状は進行したこと、その他の症状は後頭部の頭痛、鼻血、倦怠感、肩こりなどであったことが報告されています。

また、アルキルスズの大量暴露による急性中毒として、頭痛、吐き気、嘔吐、一過性の四肢麻痺や視力障害などが報告されています。

発がん性に関しては、米国産業衛生専門家会議(ACGIH)においてA4(ヒトに対する発がん性物質として分類できない)に分類されているほか、米国環境保護庁(EPA)ではD(ヒト発がん性には分類できない)、あるいは「ヒト発がん性評価には証拠が不十分」の2つに分類されています。

3. 海外の状況

国際連合食糧農業機関(FAO)/世界保健機関(WHO)合同残留農薬専門家会議(JMPR)の評価書では、ヒトに対するTBTの一日摂取許容量(ADI)^{注4}は0~0.0005mg/kg体重/日に設定されています。また、トリブチルスズオキシド(TBT0)の経口暴露に対する指針値として0.0003mg/kg体重/日と設定されています。

欧州食品安全機関(EFSA)は、「食品中の有機スズ暴露による健康リスク評価に関する意見

注1 アルキル基:脂肪族飽和炭化水素から水素原子が1個離脱して生ずる1価の基の一般名。メチル、エチル、プロピルなど。

注2 アリール基:芳香族化合物の環に結合する水素原子が1個離脱して生ずる基の一般名。フェニル、トリル、ナフチルなど。

注3 暴露(ばくろ):作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

注4 一日許容摂取量(ADI:Acceptable Daily Intake):ヒトがある物質を毎日一生涯にわたって摂取し続けても、現在の科学的知見からみて健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。一日摂取許容量は食品の生産過程で意図的に使用するもの(残留農薬、食品添加物など)に使われ、通常、体重1kg当たりの物質質量(mg/kg体重/日)で示されます。

書」において、TBTの免疫毒性の無毒性量(NOEL)^{注5}は0.025mg/kg体重/日であるが、DBT、TPT、ジ-N-オクチルスズも同様な作用を示すことから、不確実係数^{注6}を100として、これら4種の有機スズ化合物のグループ耐容一日摂取量(TDI)^{注7}を0.25μg/kg体重/日と設定しています。

国際海事機関(IMO)外交会議で「2001年の船舶の有害な防汚方法の規則に関する国際条約(IMO条約)」が採択され、2003年1月1日以降全ての船舶に有機スズ化合物を含有する防汚塗料の塗装の禁止、2008年1月1日以降全ての船舶の船体外部表面に有機スズ化合物を含有する防汚塗料の存在の禁止が決議されました。その後25か国が批准し、本条約は2008年9月17日に発効しました。

TPTについては、米国においてフェンチンの名前で農薬の殺菌剤として登録されています。

4. 国内の状況

「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)」に基づき、有機スズ化合物の製造・輸入が制限されています(1989年～)。TBTは第一種特定化学物質に指定され、製造・輸入が許可制で事実上禁止されているほか、他のTBT13物質とTPT7物質が第二種特定化学物質に指定され、製造・輸入に届出が必要とされています。

DBTについては、食品衛生法に基づき、ポリ塩化ビニルを主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装及び乳等の販売用の金属缶に関して規格基準が定められています。

フェンチンについては、日本国内での農薬登録はありませんが、ポジティブリスト制度^{注8}導入に伴い、残留基準値(0.02~0.5mg/kg:食品によって異なる)が設定されています。

なお、食品安全委員会では、有機スズ化合物について、平成22年度に「自ら評価」の候補案件として審議し、その結果、ファクトシートを作成して情報提供を行うこととなりました。本ファクトシートは、平成22年度食品安全確保総合調査の結果を踏まえて取りまとめたものです。

注5 無毒性量(NOEL:No Observed Adverse Effect Level):ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のことです。通常は、さまざまな動物試験において得られた個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とします。

注6 不確実係数(Uncertainty Factor):ある物質について、耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対して、更に安全性を考慮するために用いる係数です。無毒性量を不確実係数で割ることで耐容一日摂取量を求めることができます。動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を用いています。データの質により、100以外の係数が用いられることもあります。

注7 耐容一日摂取量(TDI:Tolerable Daily Intake):ヒトが生涯摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。

注8 食品中に残留する農薬等に関するポジティブリスト制度とは、一定量以上の農薬等が残留する食品の販売等を禁止する制度です。

ファクトシート(有機スズ化合物)

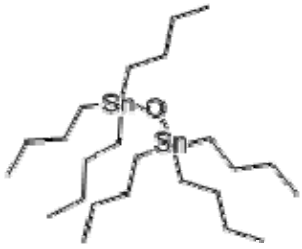
※印は文末に用語解説あり

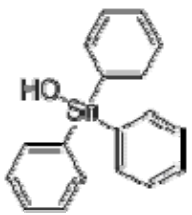
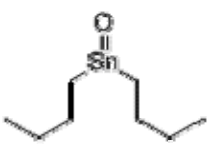
項目	内容	参考文献
1.名称/別名	有機スズ化合物 (代表的な物質として) モノブチルスズ/MBT ジブチルスズ/DBT 塩化ジブチルスズ/DBTC ジブチルスズオキシド/DBTO ジオクチルスズ/DOT 塩化ジオクチルスズ/DOTC トリブチルスズ/TBT 塩化トリブチルスズ/TBTC トリブチルスズオキシド/TBTO トリフェニルスズ/TPT 水酸化トリフェニルスズ、フェンチン/TPTH	
2.概要(用途、汚染経路、汚染される可能性のある食品等)	有機スズ化合物は、アルキル基 [※] やアリール基 [※] とスズが結合した化合物の総称である。アルキル基やアリール基が1個結合したモノ体、2個のジ体、3個のトリ体、4個のテトラ体まで、多くの種類がある。 有機スズ化合物のうち、MBTやDBTはプラスチックの安定剤や樹脂合成の触媒などに利用されてきた。 TBTやTPTは殺菌剤として使われたり、魚網防汚剤や船底塗料などに使用されていたが、有害性が懸念されて、現在は魚網防汚剤や船底塗料には使われていない。	1.2
3.注目されるようになった経緯	近年、長期間水域環境に残留し、環境汚染の問題が懸念されており、内分泌かく乱作用 [※] を有することが知られるようになったほか、実験動物に対する免疫毒性作用及び生殖発生への影響を引き起こす可能性があることが明らかとなっている。また、ヒトの急性暴露 [※] 症例(皮膚障害)がいくつか報告されているが、長期暴露によるヒトの健康への作用についてのデータはない。	2
4.毒性に関する科学的知見(国内/国際機関/諸外国)		
(1)体内動態(吸収～排出までの代謝)	TPTH:ラットへの経口投与で40%が吸収され、7日後の体内組織中の残留量は投与量の2～3%である。ラットに1日又は7日間投与した場合、投与後48時間後に88%が、7日後までには96～100%が糞便から排出される。 TBTO:ラットではゆっくりと胃腸管から吸収(20～55%)され、血漿中の最大濃度は1日後に到達する。体内分布は早く、1～3日後に95%以上が肝臓及び腎臓に検出。マウスに31日間投与後、15日後に肝臓中のTBTOの97%、腎臓中の73%が排出される。脂肪では30%しか排出されず、肺ではそのまま残った。排出は主に糞便による。	2
	・経口摂取では腸管吸収率は低く、糞便中へ直接排泄される。また尿中からも排泄される。	3
	二酢酸ジブチルスズ:マウスへの経口投与で、投与量の41%及び3.5%のMBTが糞便から排出された。DBTからMBTが形成されたのは、非酵素的脱アルキル化及びシクロムP450 [※] が関与した水酸化反応による可能性がある。 DOTC:ラットへの経口投与で、投与後1日以内に約80%が糞便に排出され、少量(約20%)が体内に吸収される。	2

項目	内容	参考文献	
(2)毒性	①急性毒性	TPTH:経口LD ₅₀ *=140~298mg/kg体重(ラット)及び81~93mg/kg体重(マウス) TBTO:経口LD ₅₀ =94~234mg/kg体重(ラット)又は44~230mg/kg体重(マウス)	2
		・TBTO:ラット経口LD ₅₀ 値:127~234 mg/kg	4
		・DBTC:のラット経口LD ₅₀ 値:100mg/kg、マウス経口LD ₅₀ 値:25mg/kg ・DBTO:ラット経口LD ₅₀ 値:520mg/kg、マウス経口LD ₅₀ 値:24mg/kg	2
	②遺伝毒性(変異原性)	TBTO: <i>Bacillus subtilis</i> のレック・アッセイで変異原性がなく、 <i>Klebsiella pneumoniae</i> で復帰突然変異性がなく、 <i>Salmonella typhimurium</i> 株TA1530、TA1535、TA1538、TA97、TA98又はTA100でラット肝活性化系の有無にかかわらず陰性。細胞遺伝子突然変異試験で陰性。TA100の彷徨試験(フラクチュエーションテスト)*で変異原性を示したが、ラット肝S9存在下でのみ、かつ、細胞毒性作用を有する濃度でのみであった。細胞毒性を発現する濃度で限られた陽性データがあるが、証拠の信頼性によりTBTOは遺伝毒性はない。 TPTH:種々の遺伝毒性試験はほとんどが陰性であった。染色体異常試験*で陽性の結果が得られているが、これはTPTHの遺伝毒性反応によるものでなく、当該試験に用いられたT-リンパ球に対する毒性影響と考えられる。	4,5
	③発がん性	TBTO:マウスに0、5、25、50mg/kgを18か月間混餌投与した後、なんらかの腫瘍又は腫瘍群の発生率に統計的に有意な増加は見られず、発がん性は認められなかった。	4
	④発生毒性(世代繁殖毒性)	TBTO:げっ歯類に著しい生殖/発生毒性を有する証拠は示唆されていない。試験で認められた胎仔重量低下、骨化変異、一腹胎児数などの軽微な発生毒性は、母体毒性を生じる又はそれに近い暴露量によって生じている。	4
		TPTH:妊娠ウサギに0、0.1、0.3及び0.9mg/kg体重を妊娠6日及び18日に投与し、黄体、早期/後期吸収、着床数を数えた。用量に比例して平均体重増加率が減少したほか、0.3及び0.9mg/kg体重/日の投与群で食餌摂取量の減少が観察された。母体毒性に関する無毒性量(NOEL)*は0.1mg/kg体重/日及び胎児毒性のNOELは0.3mg/kg体重/日である。	5
	⑤その他の毒性(短期・長期毒性等)	有機スズ化合物の慢性中毒では、ブチルスズ化合物製造従事者が、暴露16か月目に味覚の減退を訴え、その後8か月間症状は進行した。その他の症状は後頭部の頭痛、鼻血、倦怠感、肩こりなどである。	3
		TBTO:ラットに0、1、4mg/kg体重/日を6週間与えたところ、以下の3点において抑制することが示された。 ・抗体反応の遅延型過敏反応* ・旋毛虫*による感染への抵抗性 ・フィトヘマグルニン(PHA)*及びコンカナバリンA(ConA)*で刺激した脾臓細胞での生存及び細胞分裂	2
		TBTO:雄ラットに0、0.025、0.25、2.5mg/kg体重/日を15~17ヶ月間投与し、16.5ヶ月後に旋毛虫に感染させた。0.25mg/kg体重/日の投与群では血清IgE抗体価が50%低下、2.5mg/kg体重/日の投与群では47%低下し、旋毛虫による感染への抵抗性が抑制された。	6

項目	内容	参考文献
	<p>TBTOについて、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒトに気道刺激性を示す知見があるが、どの症例も症状の暴露関係を明らかにするためのデータは十分ではない。(1999)。 ・他の有機スズ化合物(トリメチルスズ又はトリエチルスズ)と異なり神経毒性が臨界影響又は共起臨界影響(co-critical effect)である可能性は示唆されていない。(1999)。 ・特定標的臓器・全身毒性(反復暴露)動物試験により得られた知見から、主要毒性は免疫系への影響(胸腺依存性免疫機能低下)である。TBTOは強力な皮膚刺激性物質であり、眼に対する極度の刺激物質である。(1999)。 ・TBTOに誘発される軟体動物のインポセックスや間性(intersex)は内分泌かく乱作用によるものとされている。TBTOがアロマトーゼの競合的阻害剤として働き、テストステロン値を上昇させることが示唆された。また、TBTOがテストステロン及びその活性代謝物の硫酸抱合を阻害してその排出を阻害することを示唆している。(1999) 	4
	TPTH:ラットの長期試験において、0.3mg/kg体重/日投与群において、死亡率の上昇が観察され、この最小毒性量(LOAEL)*に安全係数*200を適用して、以前の一日本摂取許容量(ADI)*と同様の値である0~0.0005mg/kg体重/日のADIを得た。(1992)	7
5. 食品の汚染実態		
(1)国内	卸売市場に流通する魚介類128魚種の可食部について調査した結果、TBTは141検体中76検体(53.9%)から検出され、最大値は45 µg/kg、最小値はnd(not detected)、平均値は6 µg/kgであった。TPTは141検体中96検体(68.1%)から検出され、最大値は120 µg/kg、最小値はnd、平均値は7 µg/kgであった。 (参考)有機スズ化合物の環境排出量:約13トン(2009)。	1,8
(2)国際機関	情報は見当たらない。	
(3)諸外国等	①EU 欧州連合(EU)加盟国8か国における魚類及び海産物中の全集計データに基づく推定濃度の中央値は、TBTが7.0 µg/kg生鮮重、DBTが2.5 µg/kg生鮮重、TPTが4.0 µg/kg生鮮重で、平均値は、TBTが約28 µg/kg生鮮重、DBTが約17 µg/kg生鮮重、TPTが約17 µg/kg生鮮重であった。	2
	②米国 (参考)有機スズ化合物用に約20,000トンのスズが使用され、主な用途はPVC安定剤(2/3)、バイオサイド、触媒、農薬、ガラスコーティングに使用されている。TBTが船底の防汚塗料に使用されてきたが、国際条約のもと使用が制限されている。(使用量記載なし)(2003)	9
	③その他 情報は見当たらない。	
6. 暴露情報(国内/国際機関/諸外国)		
(1)推定一日摂取量	1992~1997年に行われた日本のマーケットバスケット調査*によれば、TPTの摂取量は、体重50kg一人当たりで1日当たり0.0006~0.0027mg。 1990~1997年に行われた日本のマーケットバスケット調査によれば、TBTCの推定平均1日摂取量は、体重50kg一人当たりで0.0039mg。	1
	EU加盟国8か国における食品、特に魚類及び海産物中の有機スズ化合物の含有量データ及び高摂取の例としてノルウェーにおける摂取量から推定したところ、一般消費者の推定摂取量は、中央値0.018 µg/kg体重/日、平均値0.083 µg/kg体重/日(TBT、DBT、TPTの合計)。高摂取者(95%タイル*)の推定摂取量は、中央値0.037 µg/kg体重/日、平均値0.171 µg/kg体重/日(TBT、DBT、TPTの合計)。(2004)	2
7. リスク評価(ADI、TDI、ARfD、MOE等とその根拠)		
(1)国内	情報は見当たらない。	

項目	内容	参考文献	
(2)国際がん研究機関(IARC)	情報は見当たらない。		
(3)国際機関	FAO/WHO合同残留農薬専門家会議(JMPR)の評価書(1991) TPT:1970年に設定した(ラットの長期試験において白血球数の減少によるNOAEL0.1mg/kg体重/日に安全係数200を適用)ヒトに対するTPTの一日摂取許容量(ADI)は0~0.0005mg/kg体重/日を、新たな知見に基づき維持することを決定した。	7	
	TBTO:経口暴露に対する指針値0.0003mg/kg体重/日。(1991)	4	
(4)諸外国等	①EU 欧州食品安全機関(EFSA)は「食品中の有機スズ暴露による健康リスク評価に関する意見書」でTBTの免疫毒性(ラットの短期及び長期試験における胸腺や末梢リンパ組織におけるリンパ球枯渇等)のNOAELは、0.025mg/kg体重/日であるが、DBT、TPT、ジ-N-オクチルスズも同様な作用を示すことから、これら有機スズのグループ耐容一日摂取量(TDI)*を設定することにした。不確実係数*を100として、これら4種の有機スズのグループTDIを0.25µg/kg体重/日とした。	2	
	②米国 ・TBTOは、ラットにおいて内分泌系における腫瘍発現が軽度のみみられたものの、マウスにおいては発がん性は認められなかった。(1999) ・TBTOは、米国産業衛生専門家会議(ACGIH)においてA4(ヒトに対する発がん性物質として分類できない)に分類されている。米国環境保護庁(EPA)ではD「ヒト発がん性には分類できない」、あるいは、更新されたガイドラインに基づき「ヒト発がん性評価には証拠が不十分」の2つに分類されている。(2005)	4, 10	
		TBTOについて、ラットの長期経口投与による免疫抑制(血清IgE価の低下)に基づきNOAELは0.025mg/kg体重/日、ベンチマークドーズ*は0.034mg/kg体重/日を四捨五入して0.03mg/kg体重/日とした。	6
	③その他 旧フランス食品衛生安全庁(AFSSA)は「食品中の有機スズに起因するリスク評価に関する意見書」を公表。TBT、DBT、TPT及びDOTの4化合物についてEFSAと同様に、ラットの長期試験における免疫毒性を基にしたTDI0.25µg/kg体重/日で良いと述べている。海産物を多量に摂取する者における有機スズ化合物の推定平均暴露量はTDIを大きく下回っている。入手可能な結果の全体からは、海産物による有機スズへの暴露から消費者にリスクは生じないと考えられる。	11	
8. リスク管理措置(基準値)			
(1)国内	食品衛生法に基づき、DBTについては、ポリ塩化ビニルを主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装及び乳等の販売用の金属缶に関して規格基準が定められている。DBTは材質中50µg/g以下(二塩化ジブチルスズとして)でなければならない。	12	
	TPTH(フェンチン)の農薬登録はないが、ポジティブリスト制度*導入に伴い、各種農作物等に対する残留基準値(0.02~0.5 mg/kg:食品によって異なる)が設定されている。	13	
(2)国際機関	情報は見当たらない。		
(3)諸外国等	①EU 食品と接触するプラスチック製品に使用が認められる物質として、ジ-n-オクチルスズマレイン酸エステル等のいくつかのDOTがそのグループ全体の特定溶出限度値を10mg/kg(スズとして)の範囲で認められている。	14	
	②米国 TPTH(フェンチン)が、斑点病等の殺菌剤として登録されており、各種作物の残留基準値が設定されている。	15	

項目	内容	参考文献
	③その他 情報は見当たらない。	
9. リスク管理措置等(基準値を除く。汚染防止・リスク低減方法等)		
(1)国内	「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)」により有機スズ化合物の製造・輸入が制限(1989)。第一種特定化学物質(禁止)(TBTO)、第二種特定化学物質(制限)(TBT13種、TPT7種)。	1
(2)国際機関	国際海事機関(IMO)外交会議で2001年の船舶の有害な防汚方法の規則に関する国際条約(以下IMO条約)が採択(2001)され、2003年1月1日以降全ての船舶に有機スズ化合物を含有する防汚塗料の塗装の禁止、2008年1月1日以降すべての船舶の船体外部表面に有機スズ化合物を含有する防汚塗料の存在の禁止が決議された。 その後25か国が批准し、本条約が2008年9月17日から発効した。	16
(3)諸外国等	①EU 委員会規則(EU) No 276/2010 of 31 March 2010(REACH)により、各種有機スズ化合物を0.1%以上含む製品の販売及び使用を2010年7月1日～2015年1月1日から禁止した/する。	17
	②米国 情報は見当たらない。	
	③その他 情報は見当たらない。	
10. 参考情報		
(1)物質名(IUPAC)	ビス(トリブチルスズ)オキシド [bis(tributyltin)oxide]	18
(2)CAS名/CAS番号	56-35-9	
(3)分子式/構造式	C ₂₄ H ₅₄ Sn ₂ O 	
(4)物理化学的性状		
①性状	特有の刺激臭を持つ、無色または微黄色の透明な液体	
②融点(°C)	-45°C	
③沸点(°C)	215°C	
④比重(g/cm ³)	1.17～1.18g/cm ³ (20°C)	
⑤溶解度	7.5 × 10 ⁵ ng/L(最小溶解度、pH6.0～6.6)	
(5)調製・加工・調理による影響		
(6)備考	略称: TBTO	
(1)物質名(IUPAC)	トリフェニルスズヒドロキシド	19, 20
(2)CAS名/CAS番号	76-87-9	

項目	内容	参考文献
(3)分子式／構造式	$C_{18}H_{16}OSn / (C_6H_5)_3SnOH$ 	
(4)物理化学的性状		
①性状	無色粉末	
②融点(°C)	118°C	
③沸点(°C)	400°C	
④比重(g/cm ³)	1.54 g/cm ³	
⑤溶解度	0.0001 g/100 ml(非常に溶けにくい)	
(5)調製・加工・調理による影響		
(6)備考	略称:TBTH	
(1)物質名(IUPAC)	ジブチルスズオキシド	21, 22
(2)CAS名／CAS番号	818-08-6	
(3)分子式／構造式	$C_8H_{18}OSn$ 	
(4)物理化学的性状		
①性状	白色粉末, アモルファス粉末	
②融点(°C)	140°C以上で熔融せずに分解開始。 自然発火温度:279°C	
③沸点(°C)		
④比重(g/cm ³)	1.6	
⑤溶解度	水への溶解性: 溶けない	
(5)調製・加工・調理による影響		
(6)備考	略称:DBTO	

<参考文献>

- 環境省：有機スズ化合物（化学物質ファクトシート）
<http://ceis.sppd.ne.jp/fs2011/factsheet/pdf/1-239.pdf>

2. 欧州食品安全機関(EFSA) : 食品中の有機スズ暴露による健康リスク評価に関する意見書(2004年9月22日付け)
<http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/102.htm>
3. (財)食品産業センター : HACCP 関連情報データベース
http://www.shokusan.or.jp/haccp/hazardous/2_8_ziyukin.html#04
4. 世界保健機関(WHO) : Concise International Chemical Assessment Document 14 Tributyltin oxide(1999)
<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad14.htm>
※全訳 : 国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部訳 2005
<http://www.nihs.go.jp/hse/cicad/full/no14/full14.pdf>
5. 世界保健機関(WHO) : Concise International Chemical Assessment Document 13 TRIPHENYL TIN COMPOUNDS (1999)
<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad13.htm#PartNumber:14>
※全訳 : 国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部訳 2004
<http://www.nihs.go.jp/hse/cicad/full/no13/full13.pdf>
6. 米国環境保護庁(EPA) : IRIS Toxicological Review of TBTO
<http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0349tr.pdf>
7. 世界保健機関(WHO) : FENTIN トリフェニルスズ (1992)
<http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v91pr11.htm>
8. 東京都福祉保健局健康安全部食品監視課 : 平成 21 年度流通魚介類の PCB、有機スズ等汚染実態調査 (概要)
<http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUA/2010/08/DATA/60k83103.pdf>
9. 米国疾病管理予防センター(CDC) : Production , import/export, use and disposal of Tin and Tin compounds
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp55-c5.pdf>
10. 米国有害物質・疾病登録局(ATSDR) : TOXICOLOGICAL PROFILE FOR TIN AND TIN COMPOUNDS (2005)
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp55.pdf>
11. 旧フランス食品衛生安全庁(AFSSA) : 食品中の有機スズに起因するリスク評価に関する 2006 年 4 月 18 日付け意見書
<http://www.anses.fr/Documents/RCCP2005sa0091.pdf>
12. 厚生労働省 : 食品、添加物等の規格基準
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/kigu/dl/4.pdf>
乳及び乳製品の成分規格等に関する省令
http://www.ourei.mhlw.go.jp/cgi-bin/t_docframe.cgi?MODE=hourei&DMODE=CONTENT&SMODE=NORMAL&KEYWORD=&EFSNO=758
13. 日本食品化学研究振興財団 : 農薬等の基準値 フェンチン
http://m5.ws001.squarestart.ne.jp/zaidan/agrdtl.php?a_inq=58700
14. 欧州連合(EU) : COMMISSION REGULATION (EU) No 10/2011 of 14 January 2011

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:012:0001:0089:EN:PDF>

15. 米国環境保護庁 (EPA) : R. E. D Facts:Triphenyltin Hydroxide(農薬登録)
<http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/factsheets/0099fact.pdf>
16. 国土交通省 : A F S条約の概要
<http://www.mlit.go.jp/common/000022019.pdf>
17. 欧州連合 (EU) : COMMISSION REGULATION (EU) No 276/2010 of 31 March 2010
有機スズ化合物の販売及び使用の禁止等について
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:086:0007:0012:EN:PDF>
18. 詳細リスク評価書シリーズ トリブチルスズ, 中西準子他, 平成 18 年
19. 国際化学物質安全性カード : トリフェニルスズヒドロキシド
<http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss1283c.html>
20. 国立環境研究所 : Webkis-plus (化学物質データベース) トリフェニルスズヒドロキシド
http://db-out.nies.go.jp/kis-plus/Ed_top2.php?cas_id=76-87-9&cas=76-87-9
21. 国立環境研究所 : Webkis-plus (化学物質データベース) ジブチルスズオキシド
http://db-out.nies.go.jp/kis-plus/Ed_top2.php?cas_id=818-08-6
22. 国際化学物質安全性カード : ジブチルスズオキシド
<http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss0256c.html>

注) 参考文献の URL は、平成 24 年(2012 年)5 月 31 日時点で確認したものです。情報を掲載している各機関の都合により、URL が変更される場合がありますのでご注意ください。

【用語解説 (五十音順)】

アルキル基

脂肪族飽和炭化水素から水素原子が 1 個離脱して生ずる 1 価の基の一般名。メチル、エチル、プロピルなど。アリール基 : 芳香族化合物の環に結合する水素原子が 1 個離脱して生ずる基の一般名。フェニル、トリル、ナフチルなど。

アリール基

芳香族化合物の環に結合する水素原子が 1 個離脱して生ずる基の一般名。フェニル、トリル、ナフチルなど。アルキル基 : 脂肪族飽和炭化水素から水素 1 原子が失われて生ずる 1 価の基の一般名。メチル、エチル、プロピルなど。

安全係数 (Safety Factor) (不確実係数 UF : Uncertainty Factor)

ある物質について、一日摂取許容量や耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対し

て、更に安全性を考慮するために用いる係数です。無毒性量を安全係数で割ることで一日摂取許容量や耐容一日摂取量を求めることができます。動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を安全係数として用いています。データの質により、100以外の係数が用いられることもあります。不確実係数ともいいます。

一日許容摂取量 (ADI : Acceptable Daily Intake)

ヒトがある物質を毎日一生涯にわたって摂取し続けても、現在の科学的知見からみて健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。一日摂取許容量は食品の生産過程で意図的に使用するもの（残留農薬、食品添加物など）に使われ、通常、体重1kg当たりの物質質量 (mg/kg体重/日) で示されます。

Ames (エームス) 試験

サルモネラ菌等を用いて化学物質等を作用させて遺伝子 (DNA) が突然変異を起こす頻度を調べる復帰突然変異試験 (Reverse Mutation Test) のことで、変異原物質の第一次スクリーニング法としてエームス博士が開発し、広く世界で用いられている試験です。しかし、エームス試験で探索された変異原物質はあくまでも発がん候補物質であって、必ずしも発がん性があるとは限らないこと、エームス試験では検出できない発がん物質もあることから他の変異原性試験 (遺伝毒性試験) と組み合わせて利用されます。

LD₅₀ (半数致死量) : Median Lethal Dose, Lethal Dose 50, 50% Lethal Dose

化学物質の急性毒性の指標で、実験動物集団に経口投与などにより投与した場合に、統計学的に、ある日数のうちに半数 (50%) を死亡させると推定される量 (通常は物質質量 [mg/kg 体重] で示す) のことです。LD₅₀の値が小さいほど致死毒性が強いことを示します。

95% タイル

100分の95分位の数値。母集団の最低値から95%の位置にある値。

コンカナバリンA (concanavalin A : ConA)

広義には植物体に見出される細胞凝集活性をもつたん白質の一種。赤血球を凝集し、T細胞、B細胞の分裂を促進する作用があります。

最小毒性量 (LOAEL)

動物実験等で有害な影響が認められた最低投与量のことです。

CYP (シトクロム P450) : シトクロム P450 酵素

シトクロムとは、分子中に鉄を含み生体内の酸化還元反応にかかわるタンパク質の総称で、中でもシトクロム P450 (略称 : CYP450) は肝臓での薬物代謝に大きな役割を果たす酵

素です。CYPは肝細胞や他の細胞の小胞体に存在し、薬物に対し一原子の酸素を添加する反応を触媒することによって、薬物は水酸化体などの水に可溶の物質に変化して排泄されやすくなります。ヒトのCYPは20種以上の分子種が確認されていますが、それらが一万種以上もの薬物の代謝に関与するために、一つのCYPが異なる化学構造を持つ他の薬物に働きかけることができるようになっていきます。このためCYPに係わる薬物相互作用が問題となります。

小核試験

遺伝毒性試験の一種で、ある物質によって誘発される生体内での染色体異常を細胞内の小核の出現によって検出する試験のことです。

小核とは、遺伝子(DNA)に生じた切断が修復されずに残るために生ずる細胞核の断片で、遺伝子損傷の指標となります。

染色体異常試験

化学物質や放射線などの変異原性を調べる試験の一つです。化学物質や放射線などの作用により遺伝子(DNA)に多数の損傷が加わると、染色体の構造に重大な変化(染色体異常)が起こります。染色体異常を検出する方法としては、マウスなどの実験動物や培養細胞を用いた染色体の形態的または数的変化を観察する方法などがあります。

耐容一日摂取量 (TDI : Tolerable Daily Intake)

ヒトが生涯摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量のことです。

遅延型過敏反応

免疫的に感作されたヒトあるいは動物に局所的に抗原を与えた後反応が認められるまでに16~48時間を要する、過敏症のうちのIV型反応のことです。

内分泌かく乱作用

内分泌系(ホルモンの分泌によって生体の複雑な機能調整を司る)の働きに影響を及ぼすことにより、生体に障害や有害な影響を引き起こす作用のことです。

暴露 (ばくろ)

作業段階や、環境経路、製品経路、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

フィトヘマグルニチン(phytohemagglutinin : PHA)

広義には植物体に見出される細胞凝集活性をもつたん白質の一種。赤血球を凝集し、T細胞、B細胞の分裂を促進する作用があります。

不確実係数(UF : Uncertainty Factor)

ある物質について、耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対して、更に安全性を考慮するために用いる係数です。無毒性量を不確実係数で割ることで耐容一日摂取量を求めることができます。動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を用いています。データの質により、100以外の係数が用いられることもあります。

変異原性試験

遺伝子突然変異やDNA傷害、染色体異常等を引き起こす物理的、化学的、生物学的な因子(変異原)であるか否かを調べる試験をいいます。変異原性を検索する手段として、細菌などの微生物、培養細胞、実験動物を用いる方法があり、通常、幾つかの遺伝学的指標の異なる方法を組み合わせて、結果を総合的に評価します。遺伝毒性試験ともいいます。

ベンチマークドーズ(BMD)

毒性発現率と摂取量の相関性に数理モデルを適用して算出される、一定の毒性発現率での摂取量のことです。

彷徨試験(フラクチュエーションテスト)

LuriaとDebrückにより考案された方法で、変異菌選択に用いた薬剤が単に自然突然変異によって生じた変異菌を選択しただけなのか、それともその変異を誘導したのかを区別するために用いる方法です。

ポジティブリスト制度

一定量以上の農薬等が残留する食品の販売等を禁止する制度です。

マーケットバスケット調査

食品添加物や農薬などを実際にどの程度摂取しているかを把握するため、スーパー等で売られている食品を購入し、その中に含まれている食品添加物等の量を測り、その結果に国民健康・栄養調査に基づく食品の喫食量を乗じて摂取量を推定する方式を用いる調査です。食品添加物一日摂取量調査や食品中残留農薬一日摂取量実態調査を実施しています。

無毒性量(NOAE : No Observed Adverse Effect Level)

ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のことです。通常は、さまざまな動物試験において得られた個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とします。