

項目					
PRTR 番号 : 252		CAS-NO : ヒ素及び代表的な無機ヒ素化合物の CAS-NO を表-1 に示す。		初期リスク評価指針 Ver. 2.0	
物質名 (PRTR における) : ヒ素及びその無機化合物					
一般情報	物理化学的性状		ヒ素及び代表的な無機ヒ素化合物の性状を表-1 に示す。		
	環境中運命	①濃縮性	三酸化二ヒ素は低濃縮性と判定。ヒ素については、食物連鎖を經由して順次高濃度になる Biomagnification は認められないという報告がある。		
		②BCF	三酸化二ヒ素 : 38 未満 (コイ) 実測 海藻類で 200~6,000、海産魚類で 900 という報告がある。		
		③生分解性	-		
		安定性 (媒体中での動態)	<p>土壤中 : ヒ素は堆積岩、火成岩、変成岩に約 1.5~10 mg /kg 含まれており、岩石の風化、浸食作用などにより土壤へ移行する。土壤水溶液中では、ヒ素は主として <math>H_2AsO_4^-</math>、<math>HAsO_4^{2-}</math>、<math>H_2AsO_3^-</math> として存在する。</p> <p>大気中 : 大気中へ排出されるヒ素は二酸化三ヒ素のような無機態の <math>As^{III}</math> が主であり、大気中では一部が酸化されて <math>As^V</math> となり、<math>As^{III}</math> と <math>As^V</math> の混合物として存在する。</p> <p>水中 : ヒ素は、土壤や岩石の風化によって水域へ移行する。水中ではヒ素は単独の陽イオンとして挙動するのではなく、酸素との親和力が大きいので酸素と結合して、<math>As^{5+}</math> はヒ酸 (<math>H_3AsO_4</math>) として、<math>As^{3+}</math> は亜ヒ酸 (<math>H_3AsO_3</math>) として存在する。地表近くの地下水では、ヒ素は主に+5 価のヒ酸イオンが安定であり、嫌気的な底質などの還元状態では、主に+3 価の亜ヒ酸イオンが安定である。ヒ素のオキソアニオンは、鉄、マンガン、アルミニウムなどの酸化物・水酸化物などの表面に吸着して、沈殿物や水中の懸濁物として存在している。</p>		
		環境中動態 (変換と分解)	生物活動はヒ素のメチル化や酸化に関与する。海藻は海水中のヒ素をメチル化し、組織に濃縮することが知られている。		
発生源情報	製造・輸出入量等 (トン/年)	ヒ素及びその無機化合物のうち、主として製造・使用されるのは金属ヒ素及び三酸化二ヒ素である。表-2 に三酸化二ヒ素の輸入量を示す。金属ヒ素の製造量、輸出入量を表-3 に示す。ヒ酸、五酸化二ヒ素及びヒ化水素の製造量・輸入量等は調査した範囲内では得られなかった。			
用途情報	三酸化二ヒ素は金属ヒ素の原料となるほか、液晶ガラスや鉛ガラス製造時の清澄剤として使用される。金属ヒ素は、主として GaAs 等の化合物半導体合成用に用いられるほか、半導体ガラス合成用、銅や鉛の添加剤としても用いられる。ヒ酸は、ヒ酸塩の原料として使用される。ヒ化水素は、GaAs 半導体の製造原料として使用される。				
PRTR データ (2003 年度)	各媒体の排出量	大気 (t)	水域 (t)	土壌 (t)	環境媒体別排出量は、ヒ素純分に換算した値である。 埋立による排出量は含んでいない。
	届出	9	22	0	
	裾切り	-	-	-	
	非対象業種	-	-	-	

項目								
	家庭	-	-	-	河川への排出量：9トン			
	移動体	-	-	-				
	合計	9	22	0				
	対象業種の届出・届出外 排出量合計（上位5業種）	非鉄金属製造業（59%）下水道業（38%）産業廃棄物処分量（1%）金 属鉱業（1%） 埋立による排出量は含んでいない。						
その他の 排出源	<p>自然発生源：ヒ素は多くの鉱物中に含まれる。最も一般的なヒ素鉱物は硫ヒ鉄鉱（FeAsS）。鉱床が存在する地域の土壌におけるヒ素濃度は数 mg/kg から 100 mg/kg 以上に達する。ヒ素を含有する鉱石の風化作用によりヒ素は土壌へ、次いで水域へ移行する。ヒ素に汚染されていない地域の表層水や地下水中のヒ素濃度は 1~10 μg As/L であるが、土壌からの溶出による地下水汚染が世界的に深刻な問題となっているインドの西ベンガル州やバングラディッシュでは、1 mg As/L を超えることがある。ヒ素は土壌粒子の巻き上げ、火山活動、森林火災、海塩粒子の巻き上げ、植物の成長、生物活動に伴い大気へ排出される。</p> <p>人為発生源：ヒ素は石炭中、石油中に含まれ、これらの化石燃料を燃焼させる火力発電所等よりヒ素が大気中へ排出される。海外ではヒ素化合物が木材防腐剤や農薬として使用されている国があり、木材の燃焼や農薬の散布によりヒ素化合物が大気及び土壌へ排出される。日本国内でもかつて無機ヒ素化合物を含む木材防腐処理剤 CCA で処理した建築用材が用いられていたことがあり、建築廃棄物の焼却により、ヒ素を含む有毒なガスが大気中へ排出される可能性が懸念されている。地熱発電の貯水槽で通常のレベルの 1,000 倍の濃度のヒ素が検出されるという深刻なヒ素汚染が報告されている。その他の排出源として、都市ゴミの焼却、下水汚泥の投棄、肥料の使用に伴う排出が報告されている。</p>							
排出シナリオ	地殻中のヒ素は、鉱石の風化作用により土壌へ、次いで水域へ移行する。また、土壌粒子の巻き上げ、火山活動、森林火災、海塩粒子の巻き上げ、植物の成長、生物活動等に伴い大気中へ排出される。主たる人為発生源としては、非鉄金属（銅、亜鉛、鉛等）の製錬プロセスから大気及び水域への排出が考えられる。また、化石燃料の燃焼や、都市ゴミの焼却、生活排水等からも大気及び水域へ排出されることがある。							
暴露 評価	測定値	①検出 地点/測 定地点	②検 出数/ 検体 数	③検出 範囲	④95% 値	⑤検出限 界	⑥調査年度 ・測定機関	
		大気中濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	308/ 308	-/ 3,489	0.00042 -0.047	0.011	0.000004 -0.00021	2004年 環境省
		河川水中濃度 (μg/L) (AA-C 類型)	536/ 2,647	-	nd-100	4.7	1-5	2002年 国立環境研究所環 境情報センター
		飲料水中濃度 (μg/L)	868/ 5,534	-/ 16,69 3	nd-10	2.2	1-10	2003年 日本水道協会
		食物中濃度(μ g/g)	一日摂取量に従って混合した試料中のヒ素濃度を測定し、濃度と食品の摂取量から一日あたりの食事からのヒ素摂取量を算出しており、これによると、2003年では、186 μg As/人/日。					2003年 国立医薬品食品衛 生研究所

項目						
推定濃度	自然発生源からのヒ素の排出量の寄与が考慮できないこと、また、環境中への排出形態及び環境中での動態に関する定量的な情報が不足していることから、PRTR 排出量データを用いた数理モデルによる暴露量推定は行わない。					
	EEC (μg/L)	4.7				
EEC	採用理由	河川水中の濃度として得られているのはヒ素の合計濃度のみであるため、その値を用いる。測定結果の95パーセンタイル4.7μg/Lを採用。				
			①摂取量推定に採用した濃度の値	②1日推定摂取量 (μg/人/日)	③1日体重当たり摂取量 (μg/kg/日)	
ヒトの摂取量	吸入経路	大気	0.011 (μg/m <sup>3</sup> )	0.22	0.0044	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	屋外大気濃度 大気中濃度は、測定結果から求めた95パーセンタイル値である11ng/m <sup>3</sup> とした。			
	経口経路	飲料水	2.2 (μg/L)	4.4	0.088	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	飲料水中濃度は、浄水測定結果から求めた95パーセンタイル値である2.2μg As/Lとした。			
		食物	- (μg/g)	32	0.64	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	食物からの推定摂取量は、測定結果より186μg/人/日とした。食物からのヒ素摂取量のうち、本評価書の対象とする無機ヒ素化合物の割合を17%と仮定する。食物からの摂取量：186(μg/人/日) × 0.17 = 32(μg/人/日)			
	経口経路の合計		-	36	0.73	
	その他	消費者製品等	-	-	-	
	④摂取量推定のための濃度採用の根拠		数理モデルによる暴露量推定は行わないので、測定値を採用する			
	全経路の合計値		-	36	0.73	
消費者製品経由の暴露		消費者製品からの暴露はないものと考えられるので、本評価書においては考慮しない。				
有害性評価	生態毒性		①長期 or 急性	②生物種	③エンドポイント	④NOEC等の値
		藻類 (NaAsO <sub>2</sub> )	急性	<i>Scenedesmus acutus</i> (セネデスムス)	96時間 EC <sub>50</sub> 生長阻害	0.0787 (mg/L)
		甲殻類 (As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	急性	<i>Cancer magister</i> (アメリカイソウガニ)	96時間 LC <sub>50</sub>	0.232 (mg/L)
		魚類 (NaAsO <sub>2</sub> )	急性	<i>Carassius auratus</i> (キンギョ)	7日間 LC <sub>50</sub>	0.49 (mg/L)

項目							
ヒト健康	採用した生物とその理由		最小値である藻類(セネデスマス)				
	疫学調査及び事例：経口経路の暴露による慢性影響は、高濃度のヒ素を含む汚染飲料水摂取による皮膚病変（過剰色素沈着、角化亢進）や末梢血管障害（四肢のしびれ、潰瘍形成、乾性壊疽等）、虚血性心疾患等であり、台湾で黒脚病（Blackfoot disease）として知られる。 米国 EPA（2005a）および ATSDR（2005）は台湾での横断研究から色素沈着と角化症の増加を指標にして、NOAEC を 9 μg/L（換算値 NOAEL 0.8 μg/kg/日）と判断している。						
	反復投与 毒性	摂取経路	①生物種	②投与期間・方法	③エンドポイント	④NOAEL 等の値(換算値)	
		吸入経路	-	-	-	NOAEL 等を導出できるデータはない	
		経口経路	ヒト	疫学データ (台湾での横断研究から)	色素沈着と角化症の増加	NOAEL 0.8 μg/kg/日	
		経皮経路	-	-	-	-	
	生殖・発生毒性	-	-	-	-	評価を行わない	
	発がん性	IARC の評価結果：グループ 1（ヒトに対して発がん性がある物質）					
		ユニットリスク：-					
	遺伝毒性	遺伝毒性判定の結果：無機ヒ素化合物は遺伝毒性を有すると判断。					
リスク評価	生態への影響	リスク評価	①EEC (μg/L)	②NOEC 等 (mg/L)	③MOE (NOEC 等 /EEC)	④不確実係数積	⑤判定
		4.7	EC <sub>50</sub> : 0.0787	17	100	詳細候補	
	リコメンデーション	不確実係数積内訳：室内試験(10)急性毒性試験(100)評価者の判断(0.1) 今後は、実際の環境水中におけるヒ素の存在状況、存在形態及び水生生物への影響について必要なフィールド調査の実施や、人為発生源及び自然発生源の環境中濃度に対する寄与の解析など詳細な調査、解析及び評価を行う必要がある。					
ヒト健康			1. 暴露評価	2. NOAEL 等	3. リスク評価		
			①摂取量 (μg/kg/日)	①NOAEL 等換算値 (μg/kg/日)	①MOE (NOAEL 等/摂取量)	②不確実係数積	③判定
	反復投与毒性	吸入経路	0.0044	-	-	-	-
		経口経路	0.73	0.8	1.1	10	詳細候補
		全経路	-	-	-	-	-
不確実係数積内訳：個人差についての不確実係数 (10)							
生殖・発生毒性	-	-	-	-	-	-	

項目							
	発がん性	-	-	-	-	-	-
	リコメン デーショ ン	遺伝毒性を有する発がん物質であり詳細な調査、解析及び評価を行う必要がある。さらに食品特に海産物から摂取されるヒ素化合物の化学形態ごとの摂取量や、その生物利用性について調査が進むことが望まれる。					
<p>備考 ①ヒ素は、環境中に種々の化学形態で存在すると考えられるが、環境中濃度の測定結果の多くは化学形態別の濃度ではなくヒ素の合計濃度である。そのため、水生生物生息環境における推定環境濃度（EEC）及びヒトの推定摂取量は、環境中での化学形態の区別はせず、ヒ素の合計濃度を用いて算出した。ただし食物中のヒ素については本評価書の対象とする無機化合物の割合を17%として計算した。</p> <p>②対象物質の選定にあたってはヒ素及びその無機化合物のうち、製造・輸入量の実績や用途情報、また、環境中の生物及びヒト健康に対する有害性情報の有無等を考慮し、リスク評価の対象とする化合物を複数選定した。環境中の水生生物に対するリスク評価には、影響濃度として最も小さい(最も厳しい)無水亜ヒ酸ナトリウム (NaAsO<sub>2</sub>) の EC<sub>50</sub> を採用した。そのため、本評価書では、リスクを大きく見積もっている可能性がある。</p> <p>③本書の中で濃度、摂取量など mg/L、μg/kg/日などはいずれもヒ素純分換算の mgAs/L、μgAs/kg/日の意味である。</p>							

表-1 ヒ素及び代表的な無機ヒ素化合物の CAS-NO 及び物理化学的性状

化学物質排出管理促進法政令番号	1-252							
	ヒ素及びその無機化合物							
物質名	金属ヒ素		三酸化二ヒ素		ヒ酸	五酸化二ヒ素	ヒ化水素	
CAS 登録番号	7440-38-2		1327-53-3		7778-39-4	1303-28-2	7784-42-1	
	黄色ヒ素	灰色ヒ素	黒色ヒ素	アルセノライト	クローゼイト			
外観	黄色固体	灰色固体	黒色	白色固体	白色固体	データなし	白色固体	無色気体
融点 (°C)	データなし	817 (三重点) (3.7MPa)	データなし	274	313	35.5 ( $H_3AsO_4 \cdot 1/2H_2O$ )	315 (分解)	-116
沸点 (°C)	データなし	603 (昇華点) 613 (昇華点)	データなし	460		160 (脱水) ( $H_3AsO_4 \cdot 1/2H_2O$ )	なし	-62.5
溶解性	データなし	水：不溶	データなし	水：20.5 g/kg $H_2O$ (25°C) 水：37g/L (20°C)	水：3,020g/L (12.5°C) 水：易溶 ( $H_3AsO_4 \cdot 1/2H_2O$ )	水：658 g/kg $H_2O$ (20°C) 水：1,500 g/L (16°C)	水：難溶	

表-2 三酸化二ヒ素の輸入量 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003
輸入量	796	680	603	554	491

ヒ素純分換算した値

表-3 金属ヒ素の製造・輸入量等 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003
製造量 <sup>1)</sup>	55	75	45	60	68
輸入量	103	45	<0.5	3	42
輸出量	28	42	29	6	5
国内供給量 <sup>2)</sup>	130	78	16	57	105

1) 国内販売量

2) 国内供給量 = 製造量 + 輸入量 - 輸出量とした。

&lt;0.5: 0.5 トン未満