

項目			
PRTR 番号: 108	代表的な無機シアン化合物の 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): 無機シアン化合物 (錯塩及びシアン酸塩を除く)			
一般情報	物理化学的性状	代表的な無機シアン化合物の性状を表-1 に示す。	
	環境中運命	①濃縮性	食物連鎖中でのシアン化合物の濃縮は考え難いという報告がある。
		②BCF	シアン化水素/0.50 (log Kow-0.25 (測定値) から計算)
		③生分解性	馴化などの条件が整えば生分解される。シアン化物イオンは5~10 mg CN/L の濃度で微生物に有毒であるが、馴化により耐性は向上する。
		安定性	<p>土壌中: 土壌中でかなりの移動性を示す。土壌に吸着されにくい<sup>g</sup>、土壌の微量元素と錯体を形成し固定されるか、土壌微生物による変換を受ける。pH が 9.2 未満では土壌表面から、主にシアン化水素として蒸発し消失する</p> <p>大気中: 主に気体状のシアン化水素として放出されるが、粒子状のシアン化合物も低濃度放出される。シアン化ナトリウム、シアン化カリウムなどの水溶性のシアン化合物粒子は、湿性沈着 (雨と雪などによる降下) と乾性沈着 (重力による降下) によって大気中から除去される。</p> <p>シアン化水素/OH ラジカル: 反応速度定数が <math>3.00 \times 10^{-14}</math> cm<sup>3</sup>/分子/秒 (25°C、推定値)。OH ラジカル濃度を <math>5 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6</math> 分子/cm<sup>3</sup> とした時の半減期は 0.8~1.5 年。</p> <p>シアン化水素/オゾン、硝酸ラジカル: 報告は得られていない。</p> <p>水中: シアン化水素、シアン化ナトリウム、シアン化カリウムは水溶性が高く、水中の堆積物や浮遊物質への吸着は強くないが、水溶性のシアン化合物は堆積物や浮遊物質に含まれる酸化鉄、粘土鉱物、有機物の含有量の上昇に伴って、シアン化水素よりはやや強く吸着する。しかし、蒸発や生分解の方が優勢であるとの報告がある。</p> <p>下水処理及び浄水処理による除去: 上水道の場合、塩素による酸化処理の他、逆浸透、イオン交換膜により除去できる。シアン化物イオンを含んだ工場排水は、塩基性条件で次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) によってシアン酸イオン (OCN<sup>-</sup>) に酸化される。この方法で遊離のシアン化物イオンは、かなり減少する。</p>
環境中動態	アルカリ金属のシアン化合物は水溶性が非常に高く、解離したシアン化物イオンは、水の pH に依存してシアン化水素を生成するか、または水中の様々な金属と反応する。		
発生源情報	製造・輸出入量等 (トン/年)	国内製造量・輸入量が多いのは、シアン化ナトリウムとシアン化水素である。シアン化ナトリウムの 1999 年から 2003 年までの 5 年間の製造量、輸入量を表-2 に示す。シアン化水素の 2001 年度の製造・輸入量は 10,000~100,000 トンの範囲。1999 年における農薬原体としてのシアン化水素の国内供給量は、36,000 トン。	
	用途情報	シアン化ナトリウム/ DL-メチオニンの原料 (52%) 電気メッキの薬品 (17%) 農薬原料 (13%) シアノ酢酸原料 (4%) 顔料原料 (4%) その他合成原料 (10%)、シアン化水素/農薬原料、有機合成原料	

項目								
PRTR データ (2003 年度)	各媒体の 排出量	大気 (t)	水域 (t)	土壌 (t)	排出量: シアン (CN) に換算した値 裾切り: 大気、公共用水域、土壌への排出量は、業種ごとの届出排出量の排出割合と同じと仮定し、推定した。 家庭: 大気、公共用水域、土壌への排出量は、物理化学的性状及び用途から推定した。 河川への排出量: 36 トン			
	届出	359	45	<0.5				
	裾切り	7	2	0				
	非対象業種	-	-	-				
	家庭(タバコ の煙)	37	0	0				
	移動体	-	-	-				
	合計	403	47	<0.5				
	対象業種の届出・届出外 排出量の合計(上位 5 業 種)	化学工業 (68%) 繊維工業 (18%) 下水道業 (10%) 金属製品製造業 (1%) 一般機械器具製造業 (1%)						
その他の 排出源	主として自動車の排気ガス、その他に石炭の燃焼、農業用害虫駆除剤の散布、バイオマス燃料の燃焼、シアン化合物廃棄物埋立地からの揮散、都市ゴミ焼却場、各種材料 (ポリウレタン、アクリロニトリル、ポリアミドプラスチック、ウール、絹等) の燃焼などがあり、シアン化水素が大気中へ排出される。道路の固結防止剤中の成分 (フェロシアン化ナトリウム等) が雨により流出し、水域及び土壌へ排出される。水道水をクロラミン処理する際に、有機物と反応してシアン化塩素が生成する。アーモンド、石果 (アプリコット、桃、プラム等) の種、サトウモロコシ、キャッサバ、大豆、ハウレンソウ、サツマイモ、タケノコといった植物はシアン配糖体を含み、加水分解やβ-グルコシターゼによる酵素反応によりシアン化水素を発生する。バクテリア、菌類などの生物活動や、サトウモロコシ、キャッサバなどのシアン発生植物により、シアン化合物が土壌中に排出される。また、除草剤として用いられるチオシアン酸塩の使用によっても、直接土壌中に排出される。							
排出シナリオ	製造段階からの排出量の推定値と 2003 年度 PRTR データから判断して、無機シアン化合物の使用段階での排出は、製造段階からの排出よりも多いと考えられ、化学工業や繊維工業からの大気への排出が主たる排出経路と推定される。その他の大気への排出源としては、たばこの煙、自動車排気ガス等からの排出が考えられる。また、水域への排出は、下水道から公共用水域への排出量が多いと考えられる。							
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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	-	-
		公共用水域中濃 度 (表流水中濃度) ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	1022/1022	-	-	< 1	1	2003 年 日本水道協 会
		飲料水中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	197/5541	-/11751	nd-10	2.0	1-10	2003 年 日本水道協 会
		食物中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	-	20/20	5.5- 18.6	16	4	1986 年 北田ら
推定濃度		①推定値	②使用したモデルの種類/値の説明					

項目						
	大気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4.4	AIST-ADMER Ver. 1.5 東海地域、年平均の最大値			
	河川水中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	11	IRM1 荒川水系、最大値			
EEC	EEC( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	11				
	採用理由	測定結果(表流水中のシアン濃度の最大値の分布)の採用候補 $1\mu\text{g CN}/\text{L}$ と推定結果の最大値 $11\mu\text{g}/\text{L}$ を比較し、より大きい値である $11\mu\text{g CN}/\text{L}$ を採用する。				
ヒトの 摂取量		①摂取量推定に採用した濃度の値	②1日推定摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$ )	③1日体重当たり摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )		
	吸入経路	大気	4.4 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	88	1.8	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	大気中濃度は、測定結果の測定年度が古いことから採用せず、推定結果 $4.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ を採用する。			
	経口経路	飲料水	2 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	4.0	0.08	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	2003年度の日本水道協会の浄水濃度測定結果の95パーセンタイルである $2.0\mu\text{g}/\text{L}$ をヒトの摂取量推定に用いる。			
		食物	15.4 ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	12	0.24	
		④摂取量推定のための濃度採用の根拠	梅干し1日1人あたりの摂取量 $0.79\text{g}/\text{人}$ に測定結果の95パーセンタイルである $15.4\mu\text{g}/\text{g}$ を乗じて一日摂取量とした。			
		経口経路の合計	-	17	0.32	
	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	-			
	全経路の合計値	-	105	2.1		
	消費者製品経由の暴露	たばこの煙の中には、標準的な燃焼条件下で主流煙中に平均で約 $68\mu\text{g CN}/\text{本}$ 、副流煙中に約 $128\mu\text{g CN}/\text{本}$ のシアン化水素が含まれる。2002年度PRTRデータでは、たばこの煙からの排出量37トン/年が含まれているため、本評価書においては別途考慮しない。慣習的な喫煙者及び喫煙者の周囲にいる人は、高濃度でシアン化合物に暴露する可能性がある。				
有害性 評価	生態毒性	①長期or急性/化合物名	②生物種	③エンドポイント	④NOEC等の値	
		藻類	長期/NaCN	<i>Nitzschia linearis</i> (ニツシア サリハケイソク科)	72時間 LOEC 生長阻害	0.010 (mg/L)
		甲殻類	長期/HCN	<i>Gammarus pseudolimnaeus</i> (ヨコヒ科の一種)	83日間 NOEC 成長、繁殖	0.016 (mg/L)
		魚類	長期/NaCN	<i>Pimephales promelas</i> (ファットヘッド・ミノ)	256日間 NOEC 繁殖	0.0129 (mg/L)
		採用した生物とその理由	最小値である藻類(ニツシア)			

項目							
ヒト健康	<p>疫学調査及び事例：職業性暴露として、エジプトでの電気メッキによる無機シアン化合物の吸入暴露を受けた男性作業員についての横断研究で、工場の最低平均濃度 6.4 ppm 以上で中枢神経系への影響や甲状腺の腫大、ヘモグロビン等の増加がみられた。LOAEL は 6.4 ppm (6.8 mg CN/m<sup>3</sup>) と考えられるが、空気サンプリングの詳細が記載されておらず、この数値が作業現場の濃度を正確に反映しているか明確ではない。</p> <p>無機シアン化合物はヒトに対する急性毒性が強いが、本評価書では慢性影響を対象としているため、急性影響については評価しない。ヒトに対する慢性影響としては、頭痛、めまい、神経不安、衰弱、視覚低下、甲状腺腫大等がみられている。</p>						
	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 (参考)	ヒト	長期間 (5~10 年間) シアン化合物の吸入暴露を受けた 36 人の作業員に関する横断研究	神経系への影響、 甲状腺腫大、ヘモ グロビン等の増加	LOAEL : 6.4ppm (換算値 0.65 mg CN/kg/日)	
		吸入経路	ラット	シアンガスを 6 か 月間吸入暴露	体重減少	NOAEL : 24 mg CN/m <sup>3</sup> (3.2 mg CN/kg/日)	
		経口経路	ラット	シアン化ナトリウムを 13 週間飲水投与	精巣上体・精巣上 体尾部・精巣重量 の減少、精巣あた りの精子頭部数の 減少	NOAEL : 100 ppm (4.5 mg CN/kg/日)	
		経皮経路	-	-	-	-	
	生殖・発生毒性	-	-	-	-	-	
	発がん性	発がん性試験情報：発がん性に関する試験報告は得られていない。					
		IARC の評価結果：評価していない。					
		ユニットリスク：-					
遺伝毒性	遺伝毒性判定の結果：ないと判断。						
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
		11	LOEC : 0.010	0.90	20	詳細候補	
		不確実係数積内訳：室内試験 (10) 評価者の判断 (2)					
	リコメンデーション	今後は、実際の環境水中におけるシアンの存在状況、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等、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 (mg/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 (ヒト疫 学・参考)	1.8	LOAEL : 0.65	360	100	-
	吸入経路	1.8	NOAEL : 3.2	1,800	200	影響ないと判断	

項目							
		経口経路	0.32	NOAEL : 4.5	14,000	500	影響ないと判断
		全経路	-	-	-	-	-
		不確実係数積内訳: 吸入(ヒト疫学)/個人差(10)LOAELの使用(10) 吸入/種差(10)個人差(10)試験期間(2)、経口/種差(10)個人差(10)試験期間(5)					
	生殖・発生毒性	-	-	-	-	-	-
	発がん性	-	-	-	-	-	-
	リコメンデーション	-					
<p>備考: ①無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く)の中から、製造・輸入量及び用途並びに環境中の生物への影響及びヒト健康への影響に関する情報に基づき、リスク評価の対象とする化合物を複数選定した。シアンの環境中濃度や食品中濃度として得られるデータは、それぞれ分析方法によりシアンイオンであったり、シアン化物にシアノ錯体も一部含まれていたり、またはシアン配糖体が分解されて発生するシアンであったり様々である。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、環境中や食品中での化学形態の区別はせず、シアンの合計濃度を用いて算出する。これらの値には、自然発生源からの暴露も含まれている。</p> <p>②生態への影響におけるリスク評価に用いた無毒性量として、それぞれについて最も小さい(最も厳しい)無毒性量のLOAELないしNOAELの化合物を採用した。そのため、本評価書では、無機シアン化合物の環境中の水生生物に対する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CN純分換算のmgCN/L、μgCN/kg/日の意味である。</p>							

表-1 CAS-NO 及び物理化学的性状

化学物質排出把握管理促進法政令号番号	1-108				
物質名	無機シアン化合物 (錯塩及びシアン酸塩を除く)				
	シアン化水素	シアン化ナトリウム	シアン化カルシウム	シアン化銀	塩化シアン
CAS 登録番号	74-90-8	143-33-9	151-50-8	506-64-9	506-77-4
外観	無色気体または液体	白色固体	無色または白色固体	灰白色固体	無色気体
融点	-13.4℃	563.7℃	634.5℃	320℃(分解)	-6℃
沸点	25.70℃	1,496℃	1,625℃	データなし	13.8℃
溶解性	水:混和	水:582g/kg (20℃)	水:716g/L (20℃)	水:0.23mg/L (20℃)	水:27.5mg/L (25℃)、加水分解してシアン酸(HOCN)及び塩化水素を生じる

表-2 シアン化ナトリウムの製造・輸入量等 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003
製造量	30,373	30,513	30,931	—	—
輸入量	1,638	1,300	1,992	1,107	658
輸出量	7,633	9,377	8,345	11,914	11,092
国内供給量 <sup>1)</sup>	24,378	22,436	24,508	—	—

1) 国内供給量 = 製造量 + 輸入量 - 輸出量