

# CERI 有害性評価書

ヘキサメチレンジアミン

**Hexamethylenediamine**

CAS 登録番号：124-09-4

<http://www.cerij.or.jp>

**CERI** 財団法人 化学物質評価研究機構

## CERI 有害性評価書について

化学物質は、私たちの生活に欠かせないものですが、環境中への排出などに伴い、ヒトの健康のみならず、生態系や地球環境への有害な影響が懸念されています。有害な影響の程度は、有害性及び暴露量を把握することにより知ることができます。暴露量の把握には、実際にモニタリング調査を実施する他に、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の促進に関する法律（化学物質排出把握管理促進法）に基づく化学物質の排出量情報の活用などが考えられます。

CERI 有害性評価書は、化学物質評価研究機構（CERI）の責任において、原版である化学物質有害性評価書（[http://www.safe.nite.go.jp/data/sougou/pk\\_list.html?table\\_name=hyoka](http://www.safe.nite.go.jp/data/sougou/pk_list.html?table_name=hyoka)）を編集したものです。実際に化学物質を取り扱っている事業者等が、化学物質の有害性について、その全体像を把握する際に利用していただくことを目的としています。

予想することが困難な地球環境問題や新たな問題に対処していくためには、法律による一律の規制を課すだけでは十分な対応が期待できず、事業者自らが率先して化学物質を管理するという考え方が既に国際的に普及しています。こうした考え方の中では、化学物質の取り扱い事業者は、法令の遵守はもとより、法令に規定されていない事項であっても環境影響や健康被害を未然に防止するために必要な措置を自主的に講じることが求められ、自らが取り扱っている化学物質の有害性を正しく認識しておくことが必要になります。このようなときに、CERI 有害性評価書を活用いただければと考えています。

CERI 有害性評価書は、化学物質の有害性の全体像を把握していただく為に編集したものですので、さらに詳細な情報を必要とする場合には、化学物質有害性評価書を読み進まれることをお勧めいたします。また、文献一覧は原版と同じものを用意し、作成時点での重要文献を網羅的に示していますので、独自に調査を進める場合にもお役に立つものと思います。

なお、化学物質有害性評価書は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託事業である「化学物質総合評価管理プログラム」の中の「化学物質のリスク評価およびリスク評価手法の開発プロジェクト」において作成したものです。

財団法人化学物質評価研究機構  
安全性評価技術研究所

## 目 次

1. 化学物質の同定情報.....	1
2. 我が国における法規制.....	1
3. 物理化学的性状.....	1
4. 製造輸入量・用途情報.....	2
5. 環境中運命.....	3
5.1 大気中での安定性.....	3
5.2 水中での安定性.....	3
5.2.1 非生物的分解性.....	3
5.2.2 生分解性.....	3
5.3 環境水中での動態.....	4
5.4 生物濃縮性.....	4
6. 環境中の生物への影響.....	4
6.1 水生生物に対する影響.....	4
6.1.1 藻類に対する毒性.....	4
6.1.2 無脊椎動物に対する毒性.....	5
6.1.3 魚類に対する毒性.....	6
6.2 環境中の生物への影響 (まとめ).....	7
7. ヒト健康への影響.....	7
7.1 生体内運命.....	7
7.2 疫学調査及び事例.....	7
7.3 実験動物に対する毒性.....	8
7.3.1 急性毒性.....	8
7.3.2 刺激性及び腐食性.....	8
7.3.3 感作性.....	9
7.3.4 反復投与毒性.....	9
7.3.5 生殖・発生毒性.....	11
7.3.6 遺伝毒性.....	13
7.3.7 発がん性.....	13
7.4 ヒト健康への影響 (まとめ).....	13
文 献.....	15

### 1. 化学物質の同定情報

物質名	ヘキサメチレンジアミン 1,6-ジアミノヘキサン 1,6-ヘキサレンジアミン
化学物質排出把握管理促進法	政令号番号 1-292
化学物質審査規制法	官報公示整理番号 2-153
CAS登録番号	124-09-4
構造式	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$
分子式	$\text{C}_6\text{H}_{16}\text{N}_2$
分子量	116.21

### 2. 我が国における法規制

法律名	項目
化学物質排出把握管理促進法	第一種指定化学物質
消防法	指定可燃物可燃性固体
毒劇物取締法	劇物 (含製剤)
労働安全衛生法	名称等を通知すべき有害物
海洋汚染防止法	有害液体物質 C 類 (溶液)
船舶安全法	腐食性物質 (固体：国連番号 2280 のもの、水溶液：国連番号 1783 のもの)
航空法	腐食性物質 (固体：国連番号 2280 のもの、水溶液：国連番号 1783 のもの)
港則法	腐食性物質 (水溶液：国連番号 1783 のもの)

### 3. 物理化学的性状

項目	特性値	出典
外観	無色固体	Verschueren, 2001
融点	42°C	Merck, 2001
沸点	205°C	Merck, 2001
引火点	85°C (密閉式)	IPCS, 1999
発火点	305°C	IPCS, 1999
爆発限界	0.9~7.6 vol % (空气中)	IPCS, 1999
比重	0.93	IPCS, 1999
蒸気密度	4.01 (空気 = 1)	計算値
蒸気圧	200 Pa (50°C)	IPCS, 1999
分配係数	log Kow = 0.35 (推定値)	SRC:KowWin, 2004
解離定数	pKa <sub>1</sub> = 9.830 (25°C) pKa <sub>2</sub> = 10.930 (25°C)	Dean, 1999
土壌吸着係数	Koc = 290 (非解離状態での推定値)	SRC:PcKocWin, 2004

項目	特性値	出典
溶解性	水:混和	Merck, 2001
	アルコール、ベンゼン:難溶	Merck, 2001
ヘンリー定数	$3.25 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ (25°C、推定値)	SRC: HenryWin, 2004
換算係数 (気相、20°C)	1 ppm = 4.83 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup> = 0.207 ppm	計算値
その他	昇華性あり	Verschueren, 2001
	水溶液は塩基性	IPCS, 1999
	二酸化炭素を吸収しやすく、空気中では炭酸塩をつくりやすい	化学物質評価研究機構, 2004

#### 4. 製造輸入量・用途情報 (表 4-1、表 4-2)

表 4-1 製造・輸入量等 (トン)

年	1998	1999	2000	2001	2002
製造量	36,000	36,000	40,000	41,000	20,000 <sup>注3)</sup>
輸入量	30,769	32,750	41,922	35,725	31,153
輸出量 <sup>注1)</sup>	9	18	6	10	45
国内供給量 <sup>注2)</sup>	63,000	63,000	63,000	65,000	46,000

注1: ヘキサメチレンジアミン及びその塩の輸出量

注2: 国内供給量=製造量+輸入量-輸出量

注3: 2002年3月に起こった製造工場の火災が原因と考えられる (SRI International, 2004)。

出典: 製造量及び国内使用量; SRI International (2004)

輸出入量; 財務省 (2004)

ヘキサメチレンジアミンの2001年度の製造・輸入量は10,000~100,000トンの範囲との報告もある (経済産業省, 2003)。

表 4-2 用途別使用量の割合

用途		割合 <sup>注1)</sup> (%)
合成原料	ポリアミド樹脂	65
	ポリアミド繊維	7
	その他 (ヘキサメチレンジイソシアナート <sup>注2)</sup> など)	28
合計		100

注1: 用途別使用量 (SRI International, 2004) から割合を算出

注2: ポリウレタンの原料

出典: SRI International (2004)

## 5. 環境中運命

### 5.1 大気中での安定性 (表 5-1)

表 5-1 対流圏大気中での反応性

対 象	反応速度定数 (cm <sup>3</sup> /分子/秒)	濃 度 (分子/cm <sup>3</sup> )	半減期
OH ラジカル	6.90×10 <sup>-11</sup> (25°C、推定値)	5×10 <sup>5</sup> ~1×10 <sup>6</sup>	3~6 時間
オゾン	データなし		
硝酸ラジカル	データなし		

出典：SRC, AopWin Estimation Software, ver. 1.90. (反応速度定数)

### 5.2 水中での安定性

#### 5.2.1 非生物的分解性

ヘキサメチレンジアミンは、加水分解を受けやすい化学結合がないので、水環境中では加水分解されない。

ヘキサメチレンジアミンは地上まで到達する紫外線 (波長 295 nm 以上) を吸収しないので、表層水中では光増感作用のある物質が共存しないと太陽光による光分解反応は起こらないと考えられる (U.S.NLM:HSDDB, 2004)。

#### 5.2.2 生分解性

ヘキサメチレンジアミンは、好氣的条件下で生分解されやすいと推定される。

#### a 好氣的生分解性 (表 5-2、表 5-3)

表 5-2 化学物質審査規制法に基づく生分解性試験結果

分解率の測定法	分解率 (%)	判定結果
生物化学的酸素消費量 (BOD) 測定	56	良分解性
全有機炭素 (TOC) 測定	97	
ガスクロマトグラフ (GC) 測定	100	

被験物質濃度：100 mg/L、活性汚泥濃度：30 mg/L、試験期間：2 週間

出典：通商産業省 (1975) 通商産業公報 (1975 年 8 月 27 日)

表 5-3 その他の好氣的生分解性試験結果

試験方法	被試験物質濃度	試験期間	分解率	出 典
活性汚泥を用いた好氣的生分解性試験 (活性汚泥濃度 30 mg/L)	100 mg/L	14 日間	41~56% <sup>注)</sup> (BOD)	Urano & Kato, 1986
河川水に含まれる微生物を用いた短期間のスクリーニング試験 (試験温度 30°C)	50 mg/L	3 日間	4% (親化合物の消失率)	近藤ら, 1988

試験方法	被試験物質濃度	試験期間	分解率	出典
海水に含まれる微生物を用いた短期間のスクリーニング試験 (試験温度 30°C)	50 mg/L	3 日間	10% (親化合物の消失率)	

注：誘導期間 5～6 日間

## b 嫌氣的生分解性

調査した範囲内では、ヘキサメチレンジアミンの嫌氣的生分解性に関する報告は得られていない。

## 5.3 環境水中での動態

ヘキサメチレンジアミンは、水に混和し、蒸気圧が 200 Pa (50°C)、ヘンリー一定数が  $3.25 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$  (25°C) である (3 章参照)。ヘンリー一定数を基にした水中から大気中へのヘキサメチレンジアミンの揮散による消失半減期は、水深 1 m、流速 1 m/秒、風速 3 m/秒のモデル河川では 16 日、水深 1 m、流速 0.05 m/秒、風速 0.5 m/秒のモデル湖水では 120 日と推算される (Lyman et al., 1990)。

ヘキサメチレンジアミンは、土壌吸着係数 ( $K_{oc}$ ) の値が 290 (3 章参照) であるので、非解離状態では水中の懸濁物質及び底質にはある程度吸着されると推定される。一方、ヘキサメチレンジアミンは、解離定数 ( $pK_{a1} = 9.830$ ,  $pK_{a2} = 10.930$ ) (3 章参照) から、一般的な環境水中 ( $pH5 \sim 9$ ) では、大部分が解離してプロトン付加体で存在していると推定され、腐植物質 (フミン物質) のカルボキシル基などと結合し、腐植物質などを多く含む懸濁物質及び底質には吸着される可能性がある。

以上のこと及び 5.2 の結果より、環境水中にヘキサメチレンジアミンが排出された場合は、主に生分解により除去され、揮散による除去は小さいと推定される。

## 5.4 生物濃縮性

調査した範囲内では、ヘキサメチレンジアミンの生物濃縮係数 (BCF) の測定値に関する報告は得られていない

しかし、ヘキサメチレンジアミンのオクタノール/水分配係数 ( $\log K_{ow}$ ) の値は 0.35 (3 章参照) であることから、BCF は 3.2 と計算されており (SRC: BcfWin, 2004)、水生生物への濃縮性は低いと推定される。

## 6. 環境中の生物への影響

### 6.1 水生生物に対する影響

#### 6.1.1 藻類に対する毒性 (表 6-1)

セテナストラムを用いた生長阻害試験のバイオマス及び生長速度によって算出された 72 時間  $EC_{50}$  はそれぞれ 14.7 mg/L、18.1 mg/L、72 時間 NOEC はともに 10.0 mg/L であった (環境省, 2003a)。また、96 時間  $EC_{50}$  が 14.8 mg/L、NOEC が 10 mg/L であったとの報告もある (Du Pont, 1993)。

ヘキサメチレンジアミンの海産種に対する毒性試験報告は得られていない。

表 6-1 ヘキサメチレンジアミンの藻類に対する毒性試験結果

生物種	試験法/ 方式	温度 (°C)	エンドポイント		濃度 (mg/L)	文献
<b>淡水</b>						
<i>Selenastrum capricornutum</i> <sup>1)</sup> (緑藻、セテナストラム)	OECD 201 GLP 止水	23±2	72 時間 EC <sub>50</sub> 24-48 時間 EC <sub>50</sub> 24-72 時間 EC <sub>50</sub> 0-72 時間 EC <sub>50</sub> <sup>2)</sup> 72 時間 NOEC 24-48 時間 NOEC 24-72 時間 NOEC 0-72 時間 NOEC <sup>2)</sup>	生長阻害		環境省, 2003a
				ハ <sup>^</sup> イマス	14.7	
				生長速度	28.8	
				生長速度	27.8	
				生長速度	18.1	
				ハ <sup>^</sup> イマス	10.0	
				生長速度	10.0	
				生長速度	10.0	
				生長速度	10.0	
				(m)		
OECD 201 GLP 止水	24.5- 25.0	72 時間 EC <sub>50</sub> 72 時間 NOEC 96 時間 EC <sub>50</sub> 96 時間 NOEC	生長阻害		Du Pont, 1993	
				15		
				10		
				14.8		
				10		
	(a, n)					

(m): 測定濃度、(a, n): 被験物質の測定濃度が設定値の±20%以内であったので設定濃度により表示

1) 現学名: *Pseudokirchneriella subcapitata*、2) 文献をもとに再計算した値

### 6.1.2 無脊椎動物に対する毒性 (表 6-2)

甲殻類のオオミジンコの遊泳阻害を指標とした 48 時間 EC<sub>50</sub> は 23.4 及び 51.5 mg/L であった (DuPont, 1985b; 環境省, 2003b)。また、海水種のヨコエビ科の一種 (*Chaetogammarus marinus*) に対する 96 時間 LC<sub>50</sub> が 94 mg/L であった (Adema, 1973)。

長期毒性としては、オオミジンコの繁殖試験で繁殖を指標とした 21 日間 NOEC は 4.16 mg/L であった (環境省, 2003c)。

表 6-2 ヘキサメチレンジアミンの無脊椎動物に対する毒性試験結果

生物種	大きさ/ 成長段階	試験法/ 方式	温度 (°C)	硬度 (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)	文献	
<b>淡水</b>									
<i>Daphnia magna</i> (甲殻類、 オオミジンコ)	生後 24 時間以 内	OECD 202 GLP 止水	20.3- 20.5	32-36	7.6- 10.5	48 時間 EC <sub>50</sub> 遊泳阻害	51.5 (m)	環境省, 2003b	
						21 日間 EC <sub>50</sub> 21 日間 NOEC 繁殖	6.04 4.16 (m)		環境省, 2003c
						OECD 202 GLP 止水	20		

生物種	大きさ/ 成長段階	試験法/ 方式	温度 (°C)	硬度 (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)	文献
<b>海水</b>								
<i>Chaetogammarus marinus</i> (甲殻類、 ヨコエビ科の一種)	体長 5 mm	半止水	15	塩分濃度: 28‰	8.2- 9.6	96 時間 LC <sub>50</sub>	94 (n)	Adema, 1973

(m): 測定濃度、(n): 設定濃度

### 6.1.3 魚類に対する毒性 (表 6-3)

淡水魚に対する急性毒性の報告のうち数値の確定している 48~96 時間 LC<sub>50</sub> の範囲は 62~1,825 mg/L であり、最小値はゴールデンオルフェに対する 96 時間 LC<sub>50</sub> の 62 mg/L であった (BASF, 1982)。

ファットヘッドミノーに対する 96 時間 LC<sub>50</sub> が 1,825 mg/L (Du Pont., 1985c) であり、他魚種との差が大きい。この理由として、ファットヘッドミノーの成長段階が 9 か月齢で、通常用いられる稚魚期の魚に比べて大きく、感受性が低かったことも考えられる。なお、物理的な要因 (温度、pH 等) は他の試験においては測定されていないため、感受性差に対する影響は不明である。

ヘキサメチレンジアミンの海水魚及び長期毒性についての試験報告は得られていない。

表 6-3 ヘキサメチレンジアミンの魚類に対する毒性試験結果

生物種	大きさ/ 成長段階	試験法/ 方式	温度 (°C)	硬度 (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)	文献
<b>急性毒性 淡水</b>								
<i>Pimephales promelas</i> (ファットヘッドミノー)	9 か月齢	OECD 203 GLP 止水	22	79	8- 8.5	96 時間 LC <sub>50</sub>	1,825 (n)	Du Pont, 1985c
<i>Oryzias latipes</i> (メダカ)	2.03 cm 0.141 g	OECD 203 GLP 半止水	24±1	30.5	7.2- 10.6	96 時間 LC <sub>50</sub>	70.7 (m)	環境省, 2003d
<i>Poecilia reticulata</i> (グッピー)	ND	ND	ND	ND	ND	48 時間 LC <sub>50</sub>	100-500 (n)	BASF, 未 発表
<i>Lepomis macrochirus</i> (ブルーギル)	ND	止水	ND	ND	ND	48 時間 LC <sub>50</sub>	73.5 (n)	Scheier, 1965
	ND	止水 通気 助剤 <sup>1)</sup>	19-20	ND	ND	96 時間 LC <sub>50</sub>	>56 (n)	Woodard Research, 1969
<i>Leuciscus idus</i> (ゴールデンソルフェ、 コイ科)	ND	止水 DIN <sup>2)</sup> 38412- 15	ND	ND	ND	96 時間 LC <sub>50</sub>	62 (n)	BASF, 1982

ND: データなし、(m): 測定濃度、(n): 設定濃度

1) アセトン、2) ドイツ規格協会 (Deutsches Institut für Normung) テストガイドライン

## 6.2 環境中の生物への影響 (まとめ)

ヘキサメチレンジアミンの環境中の生物に対する毒性影響については、致死、遊泳阻害、生長阻害などを指標に検討が行われている。

藻類については、淡水緑藻のセテナストラムの生長阻害試験での 72 時間 EC<sub>50</sub> は 14.7 mg/L (バイオマス) 及び 18.1 mg/L (生長速度) であり、これらの値は GHS 急性毒性有害性区分 III に相当し、有害性を示す。また、NOEC は同じ試験での 10.0 mg/L (バイオマス及び生長速度) であった。

甲殻類の急性毒性については、淡水種のオオミジンコに対する 48 時間 EC<sub>50</sub> (遊泳阻害) が 23.4 mg/L、海水種のヨコエビ科の一種 (*Chaetogammarus marinus*) に対する 96 時間 LC<sub>50</sub> が 94 mg/L であり、これらの値は GHS 急性毒性有害性区分 III に相当し、有害性を示す。長期毒性としては、オオミジンコの繁殖試験で繁殖を指標とした 21 日間 NOEC は 4.16 mg/L であった。

魚類に対する急性毒性については、ゴールデンオルフェに対する 96 時間 LC<sub>50</sub> が 62 mg/L であり、この値は GHS 急性毒性有害性区分 III に相当し、有害性を示す。長期毒性についての試験報告は得られていない。

以上から、ヘキサメチレンジアミンの水生生物に対する急性毒性は、藻類、甲殻類及び魚類に対して GHS 急性毒性有害性区分 III に相当し、有害性を示す。長期毒性の NOEC は、藻類では 10.0 mg/L、甲殻類では 4.16 mg/L である。

得られた毒性データのうち水生生物に対する最小値は、甲殻類であるオオミジンコの繁殖を指標とした 21 日間 NOEC の 4.16 mg/L である。

## 7. ヒト健康への影響

### 7.1 生体内運命

調査した範囲ではヘキサメチレンジアミンの生体内運命に関する報告は得られていないが、ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩を用いた報告を以下に紹介する。

雄ラットに <sup>14</sup>C ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩 (ヘキサメチレンジアミン 0.4 mg/kg 相当) を強制経口投与した実験で、投与後 72 時間以内に投与量の 47%、27% がそれぞれ尿、糞中に、約 20% が二酸化炭素として呼気中に排泄された。投与 72 時間後、体内に残存していた放射能は投与量の 1.5% 以下で、全身に分布していたが、中でも前立腺で高濃度を示した。著者らは前立腺にはポリアミン類が豊富に存在しており、ヘキサメチレンジアミンがポリアミン類に取り込まれたのではないかと考察している (David and Heck, 1983)。

### 7.2 疫学調査及び事例

ヘキサメチレンジアミンを取り扱うポリアミド製造工場の作業員 4 人に皮膚炎が生じた例 (Duverneuil and Buisson, 1952) や、33.2~132.8 mg/m<sup>3</sup> のヘキサメチレンジアミン (ダスト) に暴露された 27 人の工場労働者の結膜や上気道に炎症がみられた例 (Gallo and Ghiringhelli, 1958) 等が

報告されている。

また、下着の着用により発疹が出現したため、溶媒分画及び検出成分のパッチテストを施行したところ、ヘキサメチレンジアミンに陽性反応があり、組成繊維のモノマーであるヘキサメチレンジアミンによるアレルギー性接触皮膚炎であったとする報告が得られている（通商産業省製品評価技術センター, 2000）。

### 7.3 実験動物に対する毒性

#### 7.3.1 急性毒性（表 7-1）

ヘキサメチレンジアミンの実験動物に対する急性毒性試験の LD<sub>50</sub> は、マウスの経口投与で 380～450 mg/kg、ラットの経口投与で 750～1,127 mg/kg、ウサギの経皮投与では 1,110 mg/kg である。ラットの吸入暴露（ダスト）の LC<sub>50</sub>（4 時間）は 950 mg/m<sup>3</sup> 超である。また、ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩のラットでの経口投与の LD<sub>50</sub> は 1,860 mg/kg である。

ラットに 2,100 ppm (9,984 mg/m<sup>3</sup>) のヘキサメチレンジアミン蒸気を 6 時間、2 回吸入暴露した試験で、鼻部刺激反応、呼吸困難、嗜眠、気管支炎、肺水腫、肺出血、腎尿細管空胞形成がみられた（Gage, 1970）。

表 7-1 ヘキサメチレンジアミンの急性毒性試験結果

	マウス	ラット	ウサギ
経口 LD <sub>50</sub> (mg/kg)	380-450	750-1,127 1,860 (ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩)	ND
吸入 LC <sub>50</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	ND	> 950 (ダスト、4 時間)	ND
経皮 LD <sub>50</sub> (mg/kg)	ND	ND	1,110

ND: データなし

出典：BASF, 未発表; Dashiell and Kennedy, 1984; Johannsen and Levinskas, 1987; Monsanto, 1976; Procter and Gamble, 1977; Standard Oil, 1953, 未発表; Vernot et al., 1977

#### 7.3.2 刺激性及び腐食性（表 7-2）

ウサギ及びモルモットを用いたヘキサメチレンジアミンの皮膚適用試験で、腐食性がみられている。また、ヘキサメチレンジアミン水溶液をウサギの眼に適用した試験でも、腐食性が認められている。

表 7-2 ヘキサメチレンジアミンの刺激性及び腐食性試験結果

動物種等	試験法 投与方法	投与期間	投与量	結果	文献
皮膚					
ウサギ	ND	24 時間	25% 水溶液	腐食性	Monsanto, 1968
ウサギ	ND	24 時間	6%、10% 水溶液	重度の刺激性 ただし適用 1 分以内に洗淨の場合は刺激反応なし	Du Pont, 1972

動物種等	試験法 投与方法	投与期間	投与量	結果	文献
ウサギ	ND	15 分間	純度 85%	適用 1 分後に刺激反応、15 分後には腐食	Standard Oil, 1953
ウサギ	ND	ND	ND	腐食性	Industrial Biotest, 1972
モルモット 雄	ND	1 時間	76% 水溶液、 0.05 mL	腐食性	Du Pont, 1969
ラット	ND	ND	1% 溶液 (溶媒: ワセリン)	刺激性	Du Pont, 1947
眼					
ウサギ	ND	ND	25% 水溶液 0.1 mL	腐食性	Monsanto, 1968
ウサギ	ND	ND	純度 85%	適用 6 時間後に重度の結膜炎、適用 5-10 日後には回復	Standard Oil, 1953

ND: データなし

### 7.3.3 感作性 (表 7-3)

モルモットを用いた皮膚感作性試験ではいずれも陰性である。

表 7-3 ヘキサメチレンジアミンの感作性試験結果

動物種等	試験法 投与方法	投与期間	投与量	結果	文献
モルモット	ND	ND	2% 水溶液	陰性	Du Pont, 未発表 c
モルモット	ND	ND	ND	陰性	Zeller, 1957

ND: データなし

### 7.3.4 反復投与毒性 (表 7-4)

ヘキサメチレンジアミンの反復投与毒性については、マウス、ラット、モルモットを用いた経口投与試験、マウス、ラットを用いた吸入暴露試験、ラットを用いた経皮投与試験が行われている。経口投与では体重増加抑制を除き明らかな毒性所見はみられていないが、吸入暴露では呼吸器系に炎症反応や変性等がみられている。

経口投与では、雌雄の SD ラットにヘキサメチレンジアミン 0、50、150、500 mg/kg/日相当を 2 世代にわたって (F<sub>0</sub> 世代の投与期間は 15 週間) 経口投与 (混餌) した試験で、500 mg/kg/日群の F<sub>0</sub> 世代の雄に有意な体重増加抑制がみられたことから (Short et al., 1991)、本評価書では、体重増加抑制を指標として NOAEL を 150 mg/kg/日と判断する。

吸入暴露では、雌雄の B6C3F<sub>1</sub> マウス及び F344 ラットにヘキサメチレンジアミン二塩酸塩 (ミスト) 0、1.6、5、16、50、160 mg HDDC/m<sup>3</sup> を 6 時間/日、5 日間/週の頻度で 13 週間吸入暴露した試験で、16 mg HDDC/m<sup>3</sup> 以上の群に呼吸上皮や嗅上皮の変性などがみられたことから (Hebert et al., 1993; U.S. NTP, 1993)、本評価書では NOAEL を 5 mg HDDC/m<sup>3</sup> (換算値: 3.1 mg/m<sup>3</sup> ヘキサメチレンジアミン相当) と判断する。

表 7-4 ヘキサメチレンジアミンの反復投与毒性試験結果

動物種等	投与方法	投与期間	投与量 <sup>1)</sup>	結 果	文献
マウス B6C3F <sub>1</sub> 雌雄 各 5 匹/ 群	経口投与 (飲水) ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	15 日間	0-3.0 mg/mL (飲水 中濃度) (雄: 0、36、66、139、 267、564 mg HDDC/kg/日相当 雌: 0、48、116、208、 391、632 mg HDDC/kg/日相当)	投与による影響なし	U.S. NTP, 1993
ラット 6 匹/群	強制経口 投与	2 週間 5 日/週	300 mg HMDA/kg/ 日	体重増加抑制	Du Pont, 未 発表 c
ラット F344 雌雄 各 5 匹/ 群	経口 (飲水) ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	15 日間	0-6.7 mg/mL (飲水 中濃度) (雄: 0、96、187、 357、449、545 mg HDDC/kg/日相当 雌: 0、126、263、 422、517、634 mg HDDC/kg/日相当)	雌: 634 mg HDDC/kg/日: 肝臓の絶対重 量の減少	U.S. NTP, 1993
ラット SD 雌雄 各 5 匹/ 群	経口 (混餌)	13 週間	0、50、150、500 mgHMDA/kg/日	体重増加、血液学的検査、生化学的検 査及び病理組織学的検査に 500 mg/kg/ 日まで、投与による影響なし	Johannsen & Levinskas, 1987
ラット SD 雌雄	経口 (混餌)	2 世代 F <sub>0</sub> 世代の 投与期間 は 15 週間	0、50、150、500 mg HMDA/kg/日	F <sub>0</sub> 世代雄 500 mg/kg/日: 体重増加抑制  NOAEL: 150 mg/kg/日 (本評価書の判 断)	Short et al., 1991
モルモ ット 6 匹	経口 (錠剤)	95 日間	20 mg HMDA/匹/ 日	5/6 匹が投与開始 70 日以内に死亡 体重減少、白血球減少を伴う貧血、肝 臓及び腎臓における退行性変化	Ceresa & Blasus, 1950
マウス B6C3F <sub>1</sub> 雌雄 各 5 匹/ 群	吸入 (ミスト) ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	12 日間 6 時間/日 5 日/週	0、10、30、89、267、 800 mg HDDC/m <sup>3</sup>	雌雄: 267 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 喉頭及び気管の呼吸粘膜の炎症及び壊 死 800 mg HDDC/m <sup>3</sup> 群: 雄 2/5、雌 5/5 死 亡	Hebert et al., 1993
マウス B6C3F <sub>1</sub> 雌雄 各 10 匹/ 群	吸入 (ミスト) ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	13 週間 6 時間/日 5 日間/週	0、1.6、5、16、50、 160 mg HDDC/m <sup>3</sup>	雌雄 16 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 嗅上皮の硝 子変性 雄 16 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上、雌 50 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 呼吸上皮の硝子変性 雄 50 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 肝臓の絶対及 び相対重量の増加  NOAEL: 雌雄 5 mg HDDC/m <sup>3</sup> (換算値: 3.1 mg/m <sup>3</sup> ヘキサメチレンジアミン相 当)	Hebert et al., 1993; U.S. NTP, 1993
ラット F344 雌雄 各 5 匹/ 群	吸入 (ミスト) ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	12 日間 6 時間/日 5 日/週	0、10、30、89、267、 800 mg HDDC/m <sup>3</sup>	雄 10 mg HDDC/m <sup>3</sup> 、雌 89 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 喉頭の呼吸粘膜の炎症及び壊死 雌雄 800 mg HDDC/m <sup>3</sup> : 全数死亡	Hebert et al., 1993

動物種等	投与方法	投与期間	投与量 <sup>1)</sup>	結 果	文献
ラット	吸入 (蒸気)	15 日間	210 ppm	1,050 ppm: 鼻部及び肺に刺激反応、嗜眠、体重増加抑制、肺の点状出血及び炎症 2,100 ppm: 鼻部刺激反応、呼吸困難、嗜眠、気管支炎、肺水腫、肺出血、腎尿細管空胞形成	Gage, 1970
		11 日間	1,050 ppm		
		2 日間	2,100 ppm		
		6 時間/日	(998, 4,990, 9,984 mg HMDA/m <sup>3</sup> )		
ラット	吸入 (ダスト)	4 週間 6 時間/日 5 日間/週	0、49、262 mg HMDA/m <sup>3</sup>	49 mg/m <sup>3</sup> 以上: 眼瞼下垂、自発運動低下 262 mg/m <sup>3</sup> : 体毛、耳及び尾の変色 (やけど様)、体重増加抑制、鼻に炎症	Monsanto, 未発表
ラット SD 雌雄 各 15 匹/ 群	吸入 (ミスト)	13 週間 6 時間/日 5 日間/週	0、12.8、51、215 mg HMDA/m <sup>3</sup>	51 mg/m <sup>3</sup> 以上: 鼻・口周囲に滲出物 215 mg/m <sup>3</sup> : 全例試験終了前に死亡または瀕死、鼻腔及び気管粘膜の扁平上皮化生  NOEL: 12.8 mg/m <sup>3</sup> (著者の判断) NOAEL: 51 mg/m <sup>3</sup> (本評価書の判断)	Johannsen et al., 1987
ラット F344 雌雄 各 10 匹/ 群	吸入 (ミスト) ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩	13 週間 6 時間/日 5 日間/週	0、1.6、5、16、50、160 mg HDDC/m <sup>3</sup>	雌 16 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 呼吸上皮の変性、分葉核好中球数の減少 雄 50 mg HDDC/m <sup>3</sup> 以上: 呼吸上皮の変性 雄 160 mg HDDC/m <sup>3</sup> : 喉頭の炎症、嗅上皮変性 雌 160 mg HDDC/m <sup>3</sup> : 嗅上皮変性、白血球数及びリンパ球数の減少  NOAEL: 雌 5 mg HDDC/m <sup>3</sup> (換算値: 3.1 mg/m <sup>3</sup> ヘキサメチレンジアミン相当)	Hebert et al., 1993; U.S. NTP, 1993
ラット	経皮 (媒体: ワセリン)	6 匹に 1%濃度を 1 日 1 回、16 回適用 別の 6 匹に 2%濃度を 7 回適用 (ともに 5 日間/週)		肝臓における軽度の変化、軽度から中等度の腎尿細管変性 一過性の皮膚紅斑	Du Pont, 未発表 c

1): 本表の投与量欄の記載において、ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩を HDDC、ヘキサメチレンジアミンを HMDA と略記する。なお、HDDC については、結果欄にも記載する。

### 7.3.5 生殖・発生毒性 (表 7-5)

ヘキサメチレンジアミンの生殖・発生毒性については、マウス、ラットを用いた経口投与、吸入暴露による試験が行われている。

経口投与による試験では、雌雄の SD ラットにヘキサメチレンジアミン 0、50、150、500 mg/kg/日相当を 2 世代にわたって経口投与 (混餌) した試験で、500 mg/kg/日群の F<sub>0</sub> 及び F<sub>1</sub> の雄に体重増加抑制、F<sub>1</sub> に同腹児数の減少、F<sub>2</sub> の雌の生後 21 日目に体重増加抑制がみられたが、繁殖率に影響はなかったことから (Short et al., 1991)、本評価書では、経口投与による生殖・発生毒性の NOAEL を 150 mg/kg/日相当と判断する。

吸入暴露による試験では、雌雄の B6C3F<sub>1</sub> マウスにヘキサメチレンジアミン二塩酸塩 (ミスト) 0、16、50、160 mg HDDC/m<sup>3</sup> を 6 時間/日、5 日間/週の頻度で暴露開始から交配期間を含めて妊娠が確認されるまでの 13 週間以内吸入暴露後自然分娩させ、生後 21 日目まで観察した試験で、160 mg HDDC/m<sup>3</sup> 群に児動物の低体重がみられたが、受胎能、授精能、妊娠期間、産児数、児動物の生存

率、性比及び奇形の発生頻度には暴露による影響はなかったことから (U.S. NTP, 1993)、本評価書では、吸入暴露による生殖・発生毒性の NOAEL を児動物の低体重を指標とした 50 mg HDDC/m<sup>3</sup> と判断する。

表 7-5 ヘキサメチレンジアミンの生殖・発生毒性試験結果

動物種等	投与方法	投与期間	投与量 <sup>1)</sup>	結 果	文献
ラット SD 雌雄	経口 (混餌)	2 世代	0、50、150、500 mg HMDA/kg/日相当	500 mg/kg/日: F <sub>0</sub> 及び F <sub>1</sub> の雄に体重増加抑制、F <sub>1</sub> の同腹児数減少、F <sub>2</sub> 雌の生後 21 日目に体重増加抑制  繁殖率に影響なし  NOAEL; 150 mg HMDA/kg/日相当 (本評価書判断、指標: F <sub>1</sub> の同腹児数減少)	Short et al., 1991
マウス B6C3F <sub>1</sub> 雄 20 匹/群 雌 40 匹/群	吸入 (ミスト)	暴露開始から 交配期間を含 めて妊娠が確 認されるまで の 13 週間以内 6 時間/日 5 日間/週	0、16、50、160 mg HDDC/m <sup>3</sup>	160 mg HDDC /m <sup>3</sup> : 児動物低体重  受胎能、授精能、妊娠期間、産児数、児動物の生存率、性比及び奇形の発生頻度は暴露による影響なし  NOAEL; 50 mg HDDC/m <sup>3</sup> (本評価書判断、指標: 児動物低体重)	U.S. NTP, 1993
ラット F344 雄 20 匹/群 雌 40 匹/群	吸入 (ミスト)	暴露開始から 交配期間を含 めて妊娠が確 認されるまで の 13 週間以内 6 時間/日 5 日間/週	0、16、50、160 mg HDDC/m <sup>3</sup>	受胎能、授精能、妊娠期間、産児数、児動物の生存率、体重、性比及び奇形の発生頻度は暴露による影響なし	U.S. NTP, 1993
ラット SD 雌 22 匹/群	強制経口	妊娠 6-15 日目、 妊娠 21 日目に 帝王切開	0、112、184、300 mg HMDA/kg/日	300 mg/kg/日: 母動物体重増加抑制、胎児低体重、骨化遅延、胎児肝臓に斑点 (spotty) 増加  着床数、吸収胚数、生存胎児数、胎児性比及び奇形の発生頻度は投与による影響なし	Johannsen & Levinskas, 1987
ラット SD 雌 4-6 匹/群			0、112.5、225、 450、900 mg HMDA/kg/日	225 mg/kg/日: 母動物体重増加抑制 450、900 mg/kg: 母動物全例死亡  吸収胚数及び奇形の発生頻度は投与による影響なし	
ラット F344 雌	強制経口 ヘキサメ チレンジ アミン二 塩酸塩	妊娠 0-14 日目、 妊娠 15 日目に 帝王切開	0、10、100、200 mg HDDC/kg/日	200 mg HDDC/kg/日: 母動物体重増加抑制  黄体数、吸収胚数及び胎児数は投与による影響なし	David & Heck, 1983
マウス ICR 雌	腹腔内	妊娠 10-14 日目 のいずれか 1 日 に 4 回/日 妊娠 18 日目に 帝王切開	0、103 mg HMDA/kg/日	妊娠 10、11、12 日目投与: 胎児低体重 妊娠 10 日目投与: 後頭骨骨化遅延  後頭骨骨化遅延以外に胎児の骨格、内臓への影響なし	Manen et al., 1983

1): 本表の投与量欄の記載において、ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩を HDDC、ヘキサメチレンジアミンを HMDA と略記する。なお、HDDC については、結果欄にも記載する。

### 7.3.6 遺伝毒性 (表 7-6)

ヘキサメチレンジアミンの遺伝毒性については、*in vitro* では復帰突然変異試験及び不定期 DNA 合成試験で陰性、マウス BALB/3T3 細胞を用いた形質転換試験では細胞毒性がみられる用量で陽性である。*in vivo* では、ラットへの経口投与による骨髄細胞の染色体異常試験で陰性である。現在得られているデータは限られているため、ヘキサメチレンジアミンの遺伝毒性を判断できない。

表 7-6 ヘキサメチレンジアミンの遺伝毒性試験結果

	試験系	試験材料	処理条件	用量	結果		文献
					-S9	+S9	
<i>in vitro</i>	復帰突然変異	ネズミチフス菌 TA98、TA100、 TA1535、TA1537	ND	33、100、333、 1,000、3,333 $\mu$ g/plate	-	-	Mortelmans et al., 1986
		ネズミチフス菌 TA1950、TS24、 TA1537、 TA1538、 TA1952、G46、 GW19	ND 注) ニトリル との co-mutagenic 活性	ND	-	-	Murphy- Corb et al., 1983
		ネズミチフス菌 TA1535、 TA1537、TA1538	ND	1、10、25、 50、75、100 $\mu$ g/plate	-	-	Du Pont, 1985a
	不定期 DNA 合成	ラット肝臓の初 代培養細胞	ND	ND	-	ND	BASF, 未 発表
	形質転換	マウス BALB/3T3 細胞	ND	100 $\mu$ g/mL	+	-	BASF, 1980
<i>in vivo</i>	染色体異常	ラット 雌雄 (各 6 匹/群)	経口	0、75、250、 750 mg/kg	投与 6、24、 48 時間後の 骨髄細胞	-	Monsanto, 1984

+: 陽性; -: 陰性; ND: データなし

### 7.3.7 発がん性

調査した範囲内では、ヘキサメチレンジアミンの実験動物に対する発がん性に関する試験報告は得られていない。

国際機関等ではヘキサメチレンジアミンの発がん性を評価していない。

## 7.4 ヒト健康への影響 (まとめ)

ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩はラットを用いた経口投与により、72 時間後には投与量の 47%、27%がそれぞれ尿、糞中に、約 20%が二酸化炭素として呼気中に排泄され、体内残存量はわずかである。

ヒトに対しては、ヘキサメチレンジアミンを扱う工場労働者に皮膚炎がみられたとする報告、ヒトではアレルギー性接触皮膚炎がみられたとする報告等が得られている。

ヘキサメチレンジアミンの実験動物に対する急性毒性試験の LD<sub>50</sub> は、マウスの経口投与で 380～450 mg/kg、ラットの経口投与で 750～1,127 mg/kg、ウサギの経皮投与で 1,110 mg/kg であり、ラットの吸入暴露の LC<sub>50</sub> は 950 mg/m<sup>3</sup> 超である。また、ヘキサメチレンジアミン二塩酸塩のラット経口投与 LD<sub>50</sub> は 1,860 mg/kg である。

ヘキサメチレンジアミンは皮膚、眼に腐食性を示す。

感作性については、モルモットを使った試験では陰性である。

反復投与毒性については、ヘキサメチレンジアミン及びヘキサメチレンジアミン二塩酸塩ともに、経口経路では主に体重増加抑制が、吸入経路では呼吸器系に炎症反応や変性がみられている。経口投与では、ラットの 2 世代試験の親世代で体重増加抑制がみられたことから NOAEL は 150 mg/kg/日、吸入暴露では、マウス及びラットの 13 週間の試験で、嗅上皮及び呼吸上皮に変性がみられたことから NOAEL は 5 mg HDDC/m<sup>3</sup> (換算値: 3.1 mg/m<sup>3</sup> ヘキサメチレンジアミン相当) である。

生殖・発生毒性試験では、経口、吸入および腹腔内投与で試験が実施されており、経口投与の NOAEL は F<sub>1</sub> の同腹児数の減少を指標とした 150 mg/kg/日相当、吸入暴露の NOAEL は児動物の低体重を指標とした 50 mg HDDC/m<sup>3</sup> である。

遺伝毒性については、*in vitro* では復帰突然変異試験及び不定期 DNA 合成試験で陰性、BALB/3T3 細胞を用いた形質転換試験では細胞毒性がみられる用量で陽性である。*in vivo* では、ラットへの経口投与による骨髄細胞の染色体異常試験で陰性である。現在得られているデータは限られるため、ヘキサメチレンジアミンの遺伝毒性を判断できない。

調査した範囲内で、発がん性試験の報告は得られていない。国際機関等ではヘキサメチレンジアミンの発がん性を評価していない。

文 献 (文献検索時期 : 2004 年 4 月<sup>1)</sup>)

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2004) TLVs and BEIs.
- Adema, D.M.M. (1973) Tests and desk studies carried out by MT-TNO during 1980- 1981 for annex II of Marpol 1973, Delft, TNO, 1982, Rep. No. CL 82/14, zitiert nach; ECDIN 07/1993. (EU, 2000 から引用)
- BASF (1980) Unpublished Report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- BASF (1982) Apt. Toxikologie, unveroeffentlichte Untersuchung (90/733), 03.01.92. (EU, 2000 から引用)
- BASF (未発表) Unpublished Report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Ceresa, C. and de Blasus, M. (1950) Bicerche sperimentali sull'intossicazione da esametilendiamina (H<sub>2</sub>N-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-NH<sub>2</sub>). *Medicina del Lavoro*, **41**, 78-85. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Dashiell, O.L. and Kennedy, G.L.Jr. (1984) The effects of fasting on the acute oral toxicity of nine chemicals in the rat. *J. Appl. Toxicol.*, **4**, 320-325.
- David, R.M. and Heck, H.D. (1983) Localization of 1,6-[14C]diaminohexane (HMDA) in the prostate and the effects of HMDA on early gestation in Fischer-344 rats. *Toxicol. Lett.*, **17**, 49-55.
- Dean, J.A. (1999) *Lange's Handbook of Chemistry*, 15th ed., McGraw-Hill, Inc., New York, NY.
- Du Pont (1947) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (1969) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (1972) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (1985a) Initial submission: Letter from E I Du Pont de Nemours & Co supplementing a 2/8/85 submission to TSCA ITC re toxicity of hexamethylenediamine with attachments dated 6/28/85. EPA Doc. I.D. FYI-OTS-0794-0931, OTS0000931.
- Du Pont (1985b) Unpublished data, HL-303-85. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (1985c) Unpublished data, HL-439-85. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (1993) Unpublished data, HL-167-93. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Du Pont (未発表 a) Unpublished data (Bericht vom 25.05.84). (EU, 2000 から引用)
- Du Pont (未発表 b) Unpublished data, Sicherheitsdatenblatt, Diamin H extra, Stand: 10/91. (EU, 2000 から引用)
- Du Pont (未発表 c) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Duverneuli, G. and Buisson, G. (1952) Archives des Maladies Professionnelles de Medecine du Travail et de Securite Sociale, **13**, 389-390. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- EU, European Union (2000) IUCLID, International Uniform Chemical Information Database, ver. 3.1.1.
- Gage, J.C. (1970) Subacute inhalation toxicity of 109 industrial chemicals. *Br. J. Ind. Med.*, **27**, 1-18.
- Gallo, G. and Ghiringhelli, L. (1958) *L. Medica del Lavono*, **49**, 683-689. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Hebert, C.D., Elwell, M.R., Travlos, G.S., Zeiger, E.F., John, E. and Bucher, J.R. (1993) Inhalation toxicity of 1,6-hexanediamine dihydrochloride in F344/N rats and B6C3F<sub>1</sub> mice. *Fund. Appl. Toxicol.*, **20**, 348-359.
- Hockenbury, M.R. and Grandy Jr., C.P.L. (1977) Inhibition of nitrification-effects of selected organic compounds. *J. Water Poll. Control Fed.*, **49**, 768-777.
- IARC, International Agency for Research on Cancer (2004) IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (<http://www.iarc.fr> から引用)
- IPCS, International Programme on Chemical Safety (1999) ICSC, International Chemical Safety Cards, Geneva. (<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/index.htm> から引用)
- Industrial Biotest (1972) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Johannsen, F.R. and Levinskas, G.J. (1987) Toxicological profile of orally administered 1,6-hexadiazine in the rat. *J. Appl. Toxicol.*, **7**, 259-263.
- Johannsen, F.R., Levinskas, G.J., Ben-Dyke, R. and Hogan, G.K. (1987) Subchronic inhalation toxicity of hexamethylenediamine in rats. *Fund. Appl. Toxicol.*, **9**, 504-511.
- Lyman, W.J. et al. (1990) *Handbook of Chemical Property Estimation Methods*. Amer. Chem. Soc., Washington, DC. (U.S. NLM: HSDB, 2004 から引用)
- Mackay, D., Paterson, S. and Shiu, W.Y. (1992) Generic models for evaluating the regional fate of chemicals. *Chemosphere*, **24**, 695-717.
- Manen, C.A., Hood, R.D. and Farina, J. (1983) Ornithine decarboxylase inhibitors and fetal growth retardation in mice. *Teratol. J. Abnormal Development*, **28**, 237-242.
- Merck (2001) *The Merck Index*, 13th ed., Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, NJ.
- Monsanto (1968) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)

<sup>1)</sup> データベースの検索を 2004 年 4 月に実施し、発生源情報等で新たなデータを入手した際には文献を更新した。

- Monsanto (1976) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Monsanto (1984) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Monsanto (未発表) Unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Mortelmans, K. et al. (1986) Environ. Mutagen., **8** (Suppl.7), 1-119. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Murphy-Corb, M. et al. (1983) Environ. Mutagen., **5**, 101-109. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- OECD/UNEP/WHO/ILO (1996) Hexamethylenediamine. Screening Information Data Set (SIDS), 2, 164-254.
- Procter & Gamble (1977) Initial submission: Acute toxicity (LD50) of 1,6-hexanediamine in rats with cover letter dated 073192. EPA Doc. I.D. 88-920004935, OTS0542112.
- Schafer, E.W. Jr., Bowles, W.A. Jr. and Hurlbut, J. (1983) The acute oral toxicity, repellency, and hazard potential of 998 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Arch. Environm. Contam. Toxicol., **12**, 355-382.
- Scheier, A. (1965) Contribution from the Department of Limnology Academy of Natural Sciences of Philadelphia. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Short, R.D., Johannsen, F.R. and Schardein, J.L. (1991) A two-generation reproduction study in rats receiving diets containing hexamethylenediamine. Fund. Appl. Toxicol., **16**, 490-494.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2004) AopWin Estimation Software, ver. 1.90, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2004) HenryWin Estimation Software, ver. 3.10, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2004) KowWin Estimation Software, ver. 1.66, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2004) PcKocWin Estimation Software, ver. 1.66, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2004) BcfWin Estimation Software, ver. 2.14, North Syracuse, NY.
- SRI International (2004) Chemical Economics Handbook, Organic Chemicals, Hecamethylenediamine /adiponitrile.
- Standard Oil (1953) Skin & eye irritation & oral toxicity test made with 85% hexamethylenediamine and m-xylene diamine. EPA Doc. I.D. 878214474, OTS0206578.
- Standard Oil (未発表) Unpublished data. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- U.S. EPA, Environmental Protection Agency (2004a) ECOTOX (ECOTOXicology) database. (<http://www.epa.gov/ecotox/> から引用)
- U.S. EPA, Environmental Protection Agency (2004b) Integrated Risk Information System, National Library of Medicine. (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?IRIS> から引用)
- U.S. NLM, National Library of Medicine (2004) HSDB, Hazardous Substances Data Bank, Bethesda, MD. (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB> から引用)
- U.S. NTP (1993) NTP technical report on toxicity studies of 1,6-hexanediamine dihydrochloride (CAS No. 6055-52-3) administered by drinking water and inhalation to F344/N rats and B6C3F<sub>1</sub> mouse. NTP Toxicity Report Series, 24. NIH Publication 93-3347.
- U.S. NTP, National Toxicology Program (2002) U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service, National Toxicology Program, 10th Report on Carcinogens.
- Urano, K. and Kato, Z. (1986) Evaluation of biodegradation ranks of priority organic compounds. J. Hazardous Materials, **13**, 147-159.
- Vernot, E.H., MacEwen, J.D., Haun, C.C. and Kinkead, E.R. (1977) Acute toxicity and skin corrosion data for some organic and inorganic compounds and aqueous solutions. Toxicol. Appl. Pharmacol., **42**, 417-423. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Verschueren, K. (2001) Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Woodard Ressearch (1969) Herndon, Virginia, unveroeffentlichte untersuchung (H-5771) fuer E.I. du Pont de Nemours and Company, Inc., vom 19.2. (EU, 2000 から引用)
- Zeller, H. (1957) Archiv fuer Experimentelle Pathologie und Pharmakologie, **232**, 239-240.
- 旭化成 (2004) AKchem.com (エンブラサイト). (<http://www.akchem.com/emt/EG00007.html#2> から 引用)
- 化学物質評価研究機構 (2001) 化学物質有害性・リスク調査等報告書－PRTR 法指定化学物質の環境挙動・生態影響・健康影響－, 平成 12 年度通商産業省委託研究.
- 化学物質評価研究機構 (2004) 調査資料 (未公表).
- 近藤雅臣, 西原力, 島本隆光, 越川富比古, 飯尾利弘, 沢村良二, 田中慶一 (1988) 培養法による化学物質の生分解性テスト結果. 衛生化学, **34**, 188-195.
- 環境省 (2003a) 1, 6-ヘキサンジアミンの藻類 (*Selenastrum capricornutum*) に対する生長阻害試験 (クレハ分析センター, 試験番号: No. 2002-生 23, 2003 年 5 月 26 日).
- 環境省 (2003b) 1, 6-ヘキサンジアミンのオオミジンコ (*Daphnia magna*) に対する急性遊泳阻害試験 (クレハ分析センター, 試験番号: No. 2002-生 24, 2003 年 5 月 26 日).
- 環境省 (2003c) 1, 6-ヘキサンジアミンのオオミジンコ (*Daphnia magna*) に対する繁殖阻害試験 (クレハ分析センター, 試験番号: No. 2002-生 25, 2003 年 5 月 26 日).

- 環境省 (2003d) 1, 6-ヘキサンジアミンのヒメダカ (*Oryzias latipes*) に対する急性毒性試験 (クレハ分析センター, 試験番号: No. 2002-生 26, 2003年5月26日).
- 経済産業省 (2003) 化学物質の製造・輸入に関する実態調査 (平成13年度実績) の確報値. ([http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/sitei/kakuhou.htm](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/sitei/kakuhou.htm) から引用)
- 経済産業省 (2004) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律第11条に基づく開示 (排出年度: 平成14年度、平成13年度(修正版)).
- 経済産業省, 環境省 (2003) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (化学物質排出把握管理促進法) に基づく届出排出量及び移動量並びに届出外排出量の集計結果について (排出年度: 平成13年度). ([http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/law/kohyo/13\\_pdf/13shukeikekka2.htm](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/kohyo/13_pdf/13shukeikekka2.htm) に記載あり)
- 経済産業省, 環境省 (2004a) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (化学物質排出把握管理促進法) に基づく届出排出量及び移動量並びに届出外排出量の集計結果について (排出年度: 平成14年度). ([http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/law/kohyo/14\\_pdf/14shukeikekka.htm](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/kohyo/14_pdf/14shukeikekka.htm) に記載あり)
- 経済産業省, 環境省 (2004b) 平成14年度PRTR届出外排出量の推計方法等. ([http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/law/kohyo/14\\_pdf/14todokedegaisanshutudata.htm](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/kohyo/14_pdf/14todokedegaisanshutudata.htm) に記載あり)
- 財務省 (2004) 貿易統計. (<http://www.customs.go.jp/toukei/info/> から引用)
- 産業技術総合研究所 (2004) 有機化合物のスペクトルデータベース. (<http://www.aist.go.jp/RIODB/SDBS/> (2004.9) から引用)
- 製品評価技術基盤機構 (2005) 化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発プロジェクト/平成16年度研究報告書 (新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業).
- 通商産業省 (1975) 通商産業公報 (1975年8月27日), 製品評価技術基盤機構 化学物質管理情報. (<http://www.nite.go.jp> から引用)
- 通商産業省製品評価技術センター (2000) 第II期皮膚障害等製品生体障害事故解析技術基盤調査報告書, 43-44.
- 日本化学工業協会 (2003) (社) 日本化学工業協会のレスポンシブル・ケアによるPRTRの実施について—2003年度化学物質排出量調査結果— (2002年度実績).
- 日本産業衛生学会 (2004) 許容濃度等の勧告 (2004年度), 産衛誌, **46**, 124-148.

## CERI 有害性評価書 ヘキサメチレンジアミン

---

平成 19 年 8 月 20 日 発行

編集 財団法人化学物質評価研究機構  
安全性評価技術研究所

〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-25 日教販ビル 7 階  
電話 03-5804-6136 FAX 03-5804-6149

---

無断転載を禁じます。