

CERI 有害性評価書

ベンズアルデヒド

Benzaldehyde

CAS 登録番号 : 100-52-7

<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）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。

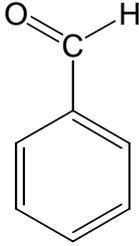
なお、化学物質有害性評価書は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託事業である「化学物質総合評価管理プログラム」の中の「化学物質のリスク評価およびリスク評価手法の開発プロジェクト」において作成したものです。

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).....	6
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.....	8
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.....	9
7.3.3 感作性.....	9
7.3.4 反復投与毒性.....	10
7.3.5 生殖・発生毒性.....	12
7.3.6 遺伝毒性.....	12
7.3.7 発がん性.....	14
7.4 ヒト健康への影響 (まとめ).....	14
文 献.....	16

1. 化学物質の同定情報

物質名	ベンズアルデヒド
化学物質排出把握管理促進法	政令号番号 1-298
化学物質審査規制法	官報公示整理番号 3-1142
CAS登録番号	100-52-7
構造式	
分子式	C ₇ H ₆ O
分子量	106.12

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	危険物第四類第二石油類
労働安全衛生法	危険物引火性の物、変異原性が認められた既存化学物質
船舶安全法	有害性物質
航空法	有害性物質
食品衛生法	指定添加物 (香料用途に限る)

3. 物理化学的性状

項目	特性値	出典
外観	無色液体	U.S.NLM:HSDB, 2003
融点	-56.5°C -26°C	Merck, 2001 SRC:PhysProp, 2002
沸点	179°C	Merck, 2001
引火点	62°C 63°C	IPCS, 1998 NFPA, 2002
発火点	190°C 192°C	IPCS, 1998 NFPA, 2002
爆発限界	1.4~13.5 vol % (空気中) 1.4 vol % (下限界、空気中)	IPCS, 1998 NFPA, 2002
比重	1.050 (15°C/4°C)	U.S.NLM:HSDB, 2003
蒸気密度	3.66 (空気 = 1)	計算値
蒸気圧	0.1 kPa (20°C)、5 kPa (90°C)	Verschueren, 2001
分配係数	log Kow = 1.48 (測定値)、1.71 (推定値)	SRC:KowWin, 2003

項目	特性値	出典
解離定数	解離基なし	
土壌吸着係数	Koc = 33 (推定値)	SRC:PcKocWin, 2003
溶解性	水：6,570 mg/L (25°C)	SRC:PhysProp, 2002
	アセトン、エーテル、ベンゼンなどの有機溶媒：易溶	U.S.NLM:HSDB, 2003
ヘンリー定数	2.70 Pa·m ³ /mol (25°C)	SRC:HenryWin, 2003
換算係数 (気相、20°C)	1 ppm = 4.41 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0.227 ppm	計算値

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	1997	1998	1999	2000	2001
製造量 (推定)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
輸入量	173	334	561	645	843
輸出量	953	338	57	240	0

出典：製造量；化学工業日報社 (1999-2003)、輸出入量；財務省 (2003)

ベンズアルデヒドの 2001 年度の製造・輸入量は 100～1,000 トンの範囲との報告もある (経済産業省, 2003)。ただし、ここでの製造量は出荷量を意味し、自家消費分を含んでいない。

表4-2 用途別使用量の割合

用途	割合 (%)
医薬品合成原料	50
合成香料原料	30
染料原料	20
合計	100

出典：シーエムシー (1999)

ベンズアルデヒドは、大半がアミノ酸製剤などの医薬品の合成原料として使用されており、アミノ酸製剤などになる。また、シンナムアルデヒド (石鹸・洗剤用及び食品用の合成香料) などの合成原料、トリフェニルメタン系染料の合成原料として使用されている。さらに、ベンズアルデヒド単体でも香料として使用されている (シーエムシー, 1999)。

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 ³ /分子/秒)	濃 度 (分子/cm ³)	半減期
OH ラジカル	1.29×10 ⁻¹¹ (25°C、測定値)	5×10 ⁵ ~1×10 ⁶	0.6~1 日
オゾン	大気中ではベンズアルデヒドとオゾンとの反応は極めて遅いとの報告があるが、具体的な反応速度は不明である (Grosjean, 1985)。		
硝酸ラジカル	2.55×10 ⁻¹⁵ (25°C、測定値)	2.4×10 ⁸ ~2.4×10 ⁹ (10~100 ppt)	1~10 日

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

ベンズアルヒドは 300~380 nm の紫外線の吸収は弱い (吸光係数 3~30 L/mol/cm³) が、極めて大きな量子収率 (0.34~0.41) を有するので、大気環境中では直接光分解を起こす可能性があるが、具体的な光分解速度は不明である (U.S. NLM:HSDB, 2003)。

また、ベンズアルデヒドは大気中で酸化されて安息香酸になるとの報告があるが、具体的な酸化速度は不明である (Merck, 2001)。

5.2 水中での安定性

5.2.1 非生物的分解性

ベンズアルデヒドは、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。しかし、溶存酸素により酸化されて安息香酸になると推定される。また、ベンズアルヒドは表層水中では直接光分解を起こす可能性があるが、具体的な光分解速度は不明である (U.S. NLM:HSDB, 2003)。

5.2.2 生分解性

ベンズアルヒドは、好氣的条件下及び嫌氣的条件下で生分解されると推定される。

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	66	良分解性
全有機炭素 (TOC) 測定	98	
高速液体クロマトグラフ (HPLC) 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 (1980) 通商産業省公報 (1980 年 12 月 25 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 (日)	分解率 (%)	出典
活性汚泥を用いた半連続式活性汚泥試験 (SCAS 試験)(本質的生分解試験)	50~100 mg/L	2	100 (DOC)	Means & Anderson, 1981
活性汚泥を用いた Zahn-Welens 試験 (本質的生分解試験)				

b 嫌氣的生分解性 (表 5-4)

表 5-4 嫌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
合成汚泥を用いた連続式生分解装置による試験 (37°C)	30 mg C/L (38 mg/L 相当)	14	95	Kameyama et al., 1995

5.3 環境水中での動態

ベンズアルヒドは、水に対する溶解度が 6,570 mg/L (25°C)、蒸気圧が 100 Pa (20°C)、ヘンリー一定数が $2.70 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ (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ベンズアルヒド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 1.5 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 14 日と推算される (Lyman et al., 1990)。

ベンズアルヒドは、土壌吸着係数 (Koc) の値が 33 (3 章参照) であるので、水中の懸濁物質及び底質には吸着され難いと推定される。

以上のこと及び 5.2 の結果より、環境水中にベンズアルヒドが排出された場合は、主に生分解及び揮散により水中から除去されると推定される。

5.4 生物濃縮性

調査した範囲内では、ベンズアルヒドの生物濃縮係数 (BCF) の測定値に関する報告は得られていない。

しかし、ベンズアルヒドのオクタノール/水分配係数 (log Kow) の値は 1.48 (3 章参照) であることから BCF は 2.8 と計算されており (SRC:BcfWin, 2003)、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)

淡水緑藻及び藍藻に対する毒性が報告されている。セネデスマス及びミクロシスティスに対

する 8 日間毒性閾値 (EC₃) がそれぞれ 34 mg/L、20 mg/L (Bringmann and Kuhn, 1977a, 1978)、クロレラに対する 80 時間 EC₃₀ が 53 mg/L (Dedonder and van Sumere, 1971) であったが、これらは OECD 等の公定法による生長阻害試験とは異なるエンドポイントが用いられており、評価できない。

表 6-1 ベンズアルデヒドの藻類に対する毒性試験結果

生物種	試験方式	温度 (°C)	エンドポイント		濃度 (mg/L)	文献
淡水						
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (緑藻、セネテスミス)	止水	27	8 日間毒性閾値 ¹⁾	生長阻害	34 (n)	Bringmann & Kuhn, 1977a, 1978
	止水	20	12 日間 EC ₅₀	生長阻害	> 10	Stratton & Corke, 1982
<i>Chlorella vulgaris</i> (緑藻、クロレラ)	止水	20	12 日間 EC ₅₀	生長阻害	> 10	Stratton & Corke, 1982
<i>Chlorella vulgaris</i> (緑藻、クロレラ)	止水	25	80 時間 EC ₃₀	生長阻害	53	Dedonder & van Sumere, 1971
			80-160 時間 EC ₁₀		53	
Chlorococcales (緑藻、クロコッカム目)	止水	20	24 時間 EC ₅₀	同化作用	340 (n)	Krebs, 1991
<i>Microcystis aeruginosa</i> (藍藻、ミクロシステス)	止水	27	8 日間毒性閾値 ¹⁾	生長阻害	20 (n)	Bringmann & Kuhn, 1978

(n): 設定濃度

1) 対照区と比較して 3% の影響を与える濃度 (EC₃)

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に対する 24 時間 LC₅₀ は 50 mg/L であった (Bringmann and Kuhn, 1977b)。

調査した範囲内では、ベンズアルデヒドの長期毒性及び海産種についての試験報告は得られていない。

表 6-2 ベンズアルデヒド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 ₃ /L)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)	文献
淡水								
<i>Daphnia magna</i> (甲殻類、オオミジンコ)	1 日齢	止水	20-22	70	7.6-7.7	24 時間 LC ₅₀	50 (n)	Bringmann & Kuhn, 1977b
<i>Orconectes immunis</i> (甲殻類、アメリカザリガニの一種)	1.8 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	> 15.8 (m)	Phipps & Holcombe, 1985
<i>Aplexa hypnorum</i> (貝類、ホタルビダマキガイ)	成体	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	> 15.8 (m)	Phipps & Holcombe, 1985

(m): 測定濃度、(n): 設定濃度

6.1.3 魚類に対する毒性 (表 6-3)

魚類に対する急性毒性は、ファットヘッドミノー、ブルーギル、ニジマス等について報告されており、96 時間 LC₅₀ は 1.07~13.8 mg/L の範囲であり、最小値はブルーギルに対する 96 時間 LC₅₀ の 1.07 mg/L であった (Phipps and Holcombe, 1985)。また、長期毒性として扱われる試験で 1 日齢のファットヘッドミノーのふ化仔魚を用いて致死及び成長阻害を指標とした 7 日間 NOEC が 0.22 mg/L であったとの報告がある (Pickering et al., 1996)。

調査した範囲内では、ベンズアルデヒドの海水魚に関する試験報告は得られていない。

表 6-3 ベンズアルデヒド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 ₃ /L)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)	文献
急性毒性 淡水								
<i>Pimephales promelas</i> (ファットヘッドミノー)	0.8 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	12.4 (m)	Phipps & Holcombe, 1985
	ND	流水	17.6	43.7	7.3	96 時間 LC ₅₀	12.8 (m)	Geiger et al., 1985
	ND	流水	23.9	46.2	7.7	96 時間 LC ₅₀	7.61 (m)	Brooke et al., 1984
	1 日齢仔魚	U.S. EPA 半止水	25 ±1	86-94	7.2-7.8	7 日間 NOEC 致死、成長	0.22 (a, n)	Pickering et al., 1996
	4、7 日齢仔魚					7 日間 NOEC 成長	0.9 (a, n)	
<i>Lepomis macrochirus</i> (ブルーギル)	0.8 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	1.07 (m)	Phipps & Holcombe, 1985
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (ニジマス)	2.4 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	11.2 (m)	Phipps & Holcombe, 1985
<i>Leuciscus idus</i> (コールデンオルフエ、コイ科の一種)	ND	ND	ND	ND	ND	48 時間 LC ₅₀	16-62 (n)	Juhnke & Luedemann, 1978
<i>Carassius auratus</i> (キンギョ)	5.7 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	13.8 (m)	Phipps & Holcombe, 1985
<i>Ictalurus punctatus</i> (アメリカナマス)	4.6 g	流水	17.3	40.7-46.6	7.1-7.8	96 時間 LC ₅₀	5.39 (m)	Phipps & Holcombe, 1985

ND: データなし、(a, n): 被験物質の測定濃度が設定値の±20%以内であったため設定濃度により表示、(m): 測定濃度、(n): 設定濃度

6.2 環境中の生物への影響 (まとめ)

ベンズアルデヒドの環境中の生物に対する毒性影響については、致死、生長阻害などを指標

に検討が行われている。

藻類では、OECD 等の公定法に準拠して行なわれた評価に値する試験報告は得られていない。

無脊椎動物では、甲殻類のオオミジンコに対する 24 時間 LC₅₀ が 50 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。

魚類では、ブルーギルに対する 96 時間 LC₅₀ が 1.07 mg/L であり、この値は GHS 急性毒性有害性区分 II に相当し、強い有害性を示す。また、長期毒性として 1 日齢のファットヘッドミノーのふ化仔魚を用いた致死及び成長阻害を指標とした試験における 7 日間 NOEC が 0.22 mg/L であった。

以上から、ベンズアルデヒドの水生生物に対する急性毒性は、魚類に対して GHS 急性毒性有害性区分 II に相当し、強い有害性を示す。長期毒性についての NOEC は、魚類では 0.22 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、ファットヘッドミノーの致死及び成長阻害を指標とした 7 日間 NOEC の 0.22 mg/L である。

7. ヒト健康への影響

7.1 生体内運命 (図 7-1)

ベンズアルデヒドは実験動物において、主として安息香酸に酸化された後、グリシン抱合やグルクロン酸抱合を受け、最終的には大部分が馬尿酸に代謝され、尿中へ排泄される。

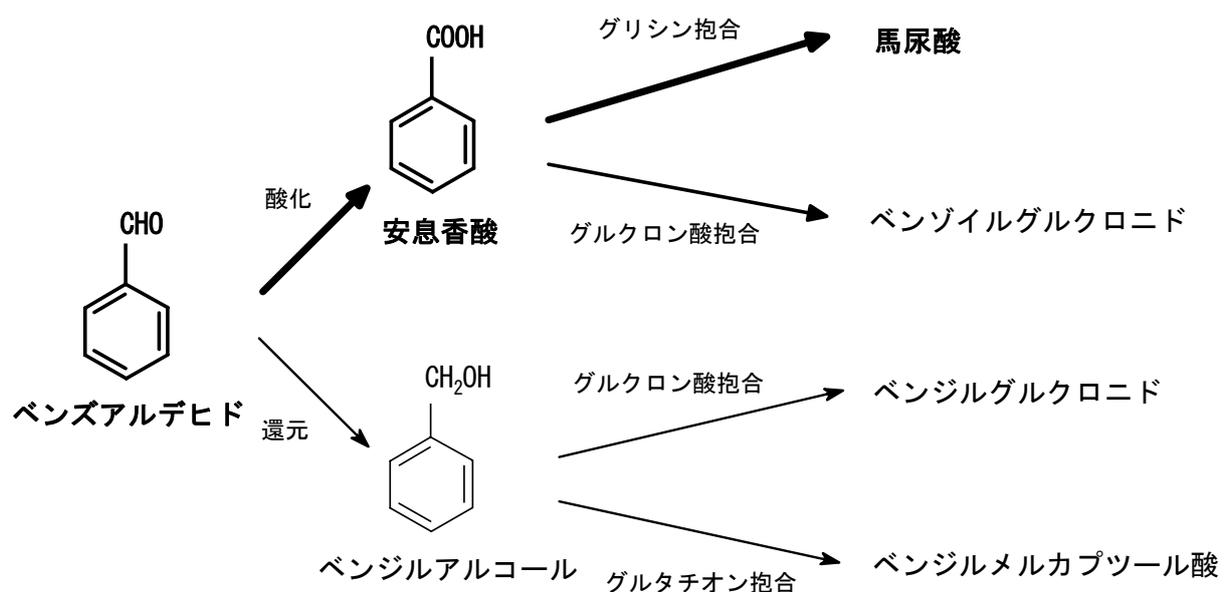


図 7-1 ベンズアルデヒドの代謝経路図

(Bray et al., 1951; Kutzman et al., 1980; Laham and Potvin, 1987; Laham et al., 1988より作成)

7.2 疫学調査及び事例 (表 7-1)

ヒトに対しては、ベンズアルデヒドに暴露した場合、皮膚、眼、呼吸器等に刺激症状が認められており、またパッチテストで一部のボランティアに陽性を示す報告が得られている。

表 7-1 ベンズアルデヒドの疫学調査及び事例

対象集団性別・人数	暴露状況/暴露量	結果	文献
女性	50-60 mL を経口摂取 自殺目的	死亡	Dadlez, 1928
ボランティア	4.5 ppm (19.5 mg/m ³) 1 分間	眼及び上気道に刺激	American Industrial Hygiene Association, 1985
4年間菓子製造に従事していた 19 歳男性	balsam of Peru (ベンズアルデヒドを含む混合物)、及びその構成成分 14 物質についてワセリン溶媒でパッチテスト	balsam of Peru、シナムアルデヒド (ワセリン溶媒中 1%濃度)、ベンズアルデヒド (同 5%濃度) に陽性反応	Seite-Bellezza et al., 1994
ボランティア 100 人	5%濃度ワセリン溶媒、パッチテスト	10/100 人に陽性 陽性反応を示した人はバニリンにも陽性	Hjorth, 1961

7.3 実験動物に対する毒性

7.3.1 急性毒性 (表 7-2)

経口投与での LD₅₀ は、マウスで 1,200 mg/kg、ラットで 1,300~2,850 mg/kg、モルモットでは 1,000 mg/kg である。経皮投与での LD₅₀ は、ウサギで 1,250 mg/kg 超である。

マウスに致死量のベンズアルデヒドを腹腔内投与した試験で、振戦、鎮静、呼吸困難等の症状が認められている。

表 7-2 ベンズアルデヒドの急性毒性試験結果

	マウス	ラット	ウサギ	モルモット
経口 LD ₅₀ (mg/kg)	1,200	1,300-2,850	ND	1,000
吸入 LC ₅₀	ND	ND	ND	ND
経皮 LD ₅₀ (mg/kg)	ND	ND	> 1,250	ND
腹腔内 LD ₅₀ (mg/kg)	1,020-3,265	ND	ND	ND
皮下 LD ₅₀ (mg/kg)	ND	ND	5,000	ND

ND: データなし

出典 : Caujolle et al., 1956; Fassett, 1963; Jenner et al., 1964; McCloskey et al., 1986; Moreno, 1973; Schafer and Bowles, 1985; Sporn et al., 1967

7.3.2 刺激性及び腐食性 (表 7-3)

ベンズアルデヒドは皮膚に中等度、眼には軽度の刺激性を示す。

表 7-3 ベンズアルデヒド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
ウサギ	経皮(耳)	24時間	ND	中等度の刺激性	Bayer, 1990
ウサギ	経皮閉塞適用	24時間	500 mg	中等度の刺激性	Moreno, 1973
ウサギ	点眼	単回	500 mg	中等度の刺激性	Moreno, 1973
ウサギ	点眼	ND 7日間観察	100 μ L	軽度の刺激性	Bayer, 1979

ND: データなし

7.3.3 感作性 (表 7-4)

感作性試験では陰性、陽性両方の結果が得られており、現段階で結論付けることはできない。

表 7-4 ベンズアルデヒドの感作性試験結果

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 10匹/群	Maximization法	皮内投与で感作後、経皮適用で1回ごとに異なる濃度の溶液で3回にわけて惹起	2.7%溶液を0.1 mL(皮内投与)、2.4、0.64、0.24%溶液(経皮適用)	陰性 いずれの惹起においても全ての動物で紅斑なし	Anon, 1991
モルモット 10匹/群	Maximization法	皮内投与で感作後、経皮適用で2回目の感作、さらに経皮適用で惹起	3.0%溶液を0.1 mL(皮内投与)、15.0、7.0%溶液(経皮適用)	陰性 全ての動物で紅斑なし	Anon, 1992
モルモット	Maximization法	皮内投与(1回目感作)8日目に経皮投与(2回目感作)、21日目にパッチテスト(惹起)	20 mg(皮内投与) 250 mg(経皮投与)	陽性	Klecak et al., 1977

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	Draize 法	9 日間連続皮 内投与で感 作 35、49 日目に 皮内投与で 惹起	0.1%溶液 0.05 ある いは 0.1 mL ずつ	陽性	Klecak et al., 1977
モルモット	フロイント完全 アジュバント法	0、2、4、7、 9 日目に皮内 投与で感作 21、35 日目に 惹起	皮内投与 合計量 250 mg	陽性	Klecak et al., 1977
モルモット	Open epicutaneous test	21 日間連続 開放経皮適 用により感 作、最終感作 2 週間後に開 放経皮適用 で惹起	3%	陰性	Klecak et al., 1977

7.3.4 反復投与毒性 (表 7-5)

ベンズアルデヒドの反復投与毒性については、マウス、ラットを用いた経口投与試験、ラット、モルモットを用いた吸入暴露試験が行われている。経口投与では主に前胃・小脳 海馬などの中枢神経系、腎臓、肝臓等に影響がみられており、吸入暴露では、中枢神経系への影響、肝臓の重量増加、血液学的変化などが認められている。

経口投与では、雌雄のB6C3F₁マウスに、雄には0、200、400 mg/kg/日、雌には0、300、600 mg/kg/日のベンズアルデヒドを5日/週の頻度で2年間強制経口投与した試験で、雄の400 mg/kg/日群及び雌の300 mg/kg/日以上群に前胃の扁平上皮過形成がみられた (U.S. NTP, 1990)。よって、本評価書では、雄マウスに対するNOAELを200 mg/kg/日、雌マウスに対するLOAELを300 mg/kg/日であると判断する。

吸入暴露では、雌雄のSDラットにベンズアルデヒド、0、500、750、1,000 ppm (0、2,200、3,300、4,400 mg/m³) を6時間/日、14日間吸入暴露した試験で、500 ppm以上の暴露群で肝臓の絶対及び相対重量の増加、血清中のAST (アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ) 濃度の増加がみられた。また、全ての暴露群で血液学的変化や血液生化学的変化がみられ、1,000 ppm群では異常歩行、頻繁なけいれん、挙尾などの中枢神経系障害が認められた (Laham et al., 1991)。なお、この試験は14日間暴露で短期間の反復投与毒性試験であるが、試験法および検査項目は充実しており報告としては信頼できると評価し、本評価書ではLOAELを500 ppm (2,200 mg/m³) と判断する。

表 7-5 ベンズアルデヒド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	結 果	文献
マウス B6C3F ₁ 8週齢 雌雄 5匹/群	強制経口 投与	12日間 /16日間 (5日/週)	0、200、400、800、 1,600、3,200 mg/kg/日	800 mg/kg/日: 雄 1 匹死亡 1,600 mg/kg/日以上: 全数死亡	Kluwe et al., 1983; U.S. NTP, 1990
マウス B6C3F ₁ 8週齢 雌雄 10匹/群	強制経口 投与	13週間 5日/週	0、75、150、300、 600、1,200 mg/kg/ 日	雄 600 mg/kg/日: 対照群に比較して 9%の体重増加抑制 雄 600 mg/kg/日以上: 腎尿細管上皮の 変性 雌雄 1,200 mg/kg/日: 雄 9/10、雌 1/10 死亡 雌 1,200 mg/kg/日: 腎尿細管上皮の変 性	Kluwe et al., 1983; U.S. NTP, 1990
マウス B6C3F ₁ 雄 8 週 齢 雌 9 週 齢 雌雄 50匹/群	強制経口 投与	2年間 5日/週	雄: 0、200、400 mg/kg/日 雌: 0、300、600 mg/kg/日	雄 400 mg/kg/日、雌 300 mg/kg/日以上: 前胃扁平上皮過形成 NOAEL: 200 mg/kg/日 (雄) LOAEL: 300 mg/kg/日 (雌) (本評価書の判断)	U.S. NTP, 1990
ラット F344 7週齢 雌雄 5匹/群	強制経口 投与	12日間 /16日間 (5日/週)	0、200、400、800、 1,600、3,200 mg/kg/日	800 mg/kg/日: 雌雄各 2 匹死亡、雌雄 で 11%、14%の体重増加抑制 1,600 mg/kg/日以上: 全数死亡	Kluwe et al., 1983; U.S. NTP, 1990
ラット F344 6週齢 雌雄 10匹/群	強制経口 投与	13週間 5日/週	0、50、100、200、 400、800 mg/kg/日	800 mg/kg/日: 雌雄: 前胃の扁平上皮 過形成及び角化亢進、小脳の顆粒層及 びプルキンエ細胞層の壊死、海馬にお ける神経細胞の壊死、肝細胞変性、腎 尿細管上皮の変性 雄 6/10、雌 3/10 死亡	Kluwe et al., 1983; U.S. NTP, 1990
ラット Osborne- Mendel 対照群: 雌雄 10 匹 / 群、投与 群: 雌 雄 5 匹/ 群	経口 (混 餌) 投与	28週間	0、1,000 ppm (雄: 151 mg/kg/日、雌 154 mg/kg/日相当) 10,000 ppm (16 週 間) (雄: 1,510 mg/kg/日、雌: 1,540 mg/kg/日相 当)	投与による影響なし	Hagan et al., 1967

動物種等	投与方法	投与期間	投与量	結 果	文献
ラット SD 雌雄 14匹/群	吸入暴露 (全身)	14日間 6時間/日	0、500、750、1,000 ppm (0、2,200、3,300、 4,400 mg/m ³)	雌雄 500 ppm 以上: 肝臓の絶対及び 相対重量増加、血清中 AST 濃度増加 雄 500 ppm 以上: 体重増加抑制 雌 500 ppm 以上: 単球増加、血液中アル ブミン、総タンパク質量、コリンエ ステラーゼの減少 雄 750 ppm 以上: ヘマトクリット値 の減少、平均赤血球ヘモグロビン量及 び平均赤血球ヘモグロビン濃度の減 少 雌雄 1,000 ppm: 異常歩行、頻繁なけ いれん、挙尾など中枢神経系障害 雄 1,000 ppm: 白血球の増加、ヘモグ ロビンの減少 雌 1,000 ppm: 赤血球、ヘモグロビン 及びヘマトクリット値の減少 LOAEL: 500 ppm (2,200 mg/m ³) (本評 価書の判断)	Laham et al., 1991
モルモ ット Hartley 4週齢 雄 8匹/群	吸入暴露 (全身)	4週間 6時間/日 5日/週	0、500 ppm (0、2,200 mg/m ³)	500 ppm: 気道上皮の化生/過形成、血 中トリグリセリド濃度の減少	Lacroix et al., 2002

7.3.5 生殖・発生毒性

雌ラットにベンズアルデヒド0、2、5 mg/kg/日を交配期間を含む32週間にわたって隔日、経口投与し、非投与の雄と交配させた実験で、妊娠匹数、出産児数、児の体重及び生存率に投与による影響はなかったとする報告がある (Sporn et al., 1967) が、詳細は不明であり、調査した範囲内では、ベンズアルデヒドの生殖・発生毒性に関する信頼できる試験報告は得られていない。

7.3.6 遺伝毒性 (表 7-6)

ベンズアルデヒドの遺伝毒性については、*in vitro* において遺伝子突然変異、染色体異常及び姉妹染色分体交換の多くの試験で陽性を示している。しかし復帰突然変異試験ではすべて陰性であり、また哺乳動物を用いた *in vivo* 試験の報告は得られていないことから、遺伝毒性の有無について明確に判断することはできない。

表 7-6 ベンズアルデヒド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	ND	-	-	Florin et al., 1980

	試験系	試験材料	処理条件	用量	結果 -S9 +S9	文献
		ネズミチフス菌 TA98、TA100、 TA1535、TA1537	プレインキ ュベーション法	1,000 μ g/plate	- -	Haworth et al., 1983
		ネズミチフス菌 TA98、TA100	ND	0.05-500 μ g/plate	- -	Kasamaki et al., 1982
		ネズミチフス菌 TA98、TA100、 TA2637	ND	50-2,000 μ g/plate	- -	Nohmi et al., 1985
		ネズミチフス菌 TA100、TA102、 TA104	プレインキ ュベーション法	33-3,333 μ g/plate	- -	Dillon et al., 1998
	遺伝子突然変異	マウスリンパ腫 細胞、 L5178Y tk ⁺ 株	ND	50-800 μ g/mL	+ ND	McGregor et al., 1990
	染色体異常	CHO 細胞 ¹⁾	ND	S9- : 50、160、 500 μ g/mL S9+ : 160、 500、1,600 μ g/mL	- -	Galloway et al., 1987
		CHL 細胞 ²⁾ B241	ND DMSO 使用	5.3 μ g/L	+ +	Kasamaki et al., 1982
		CHL 細胞 ²⁾	ND DMSO 使用	1,000 mg/L	+ -	Sofuni et al.,1985
		CHL 細胞 ²⁾ CHL/IU	ND マウス S9	1,000 mg/L	+ ±	Matsuoka et al.,1998
	姉妹染色分体 交換	CHO 細胞 ¹⁾	ND	S9- : 5、16、 50、160 S9+ : 160、 500、1,600 μ g/mL	+ +	Galloway et al., 1987
ヒト末梢血リン パ球		ND	106 mg/L	+ +	Jansson et al., 1988	
<i>in vivo</i>	伴性劣性致死 試験	ショウジョウバ エ	混餌 注入	1,150 ppm 2,500 ppm	- -	Woodruff et al., 1985

+ : 陽性; - : 陰性; ± : equivocal; ND: データなし

1) CHO 細胞: チャイニーズハムスター卵巣細胞

2) CHL 細胞: チャイニーズハムスター肺細胞

7.3.7 発がん性 (表 7-7)

雌雄の B6C3F₁ マウスに、雄では 0、200、400 mg/kg/日、雌では 0、300、600 mg/kg/日のベンズアルデヒドを 5 日/週の頻度で 2 年間強制経口投与した試験で、雄の 400 mg/kg/日群、雌の 300 mg/kg/日以上に前胃過形成の増加がみられ、雌の 300 mg/kg/日以上に前胃の扁平上皮乳頭腫の用量依存的な増加がみられた (U.S. NTP, 1990)。

雌雄の F344 ラットにベンズアルデヒド 0、200、400 mg/kg/日を 5 日/週の頻度で 2 年間強制経口投与した試験では、投与による腫瘍発生の増加はみられなかった (U.S. NTP, 1990)。

国際機関等ではベンズアルデヒドの発がん性を評価していない。

表 7-7 ベンズアルデヒドの発がん性試験結果

動物種等	投与方法	投与期間	投与量	結 果	文 献			
マウス B6C3F ₁ 雄 8 週齢 雌 9 週齢 雌雄 50 匹/群	強制経口 投与	2 年間 5 日/週	雄: 0、200、400 mg/kg/日 雌: 0、300、600 mg/kg/日	雄 400 mg/kg/日、雌 300 mg/kg/日以上: 前胃過形成の増加 雌 300 mg/kg 以上: 前胃の扁平上皮乳頭腫増加	U.S. NTP, 1990			
				雌 (mg/kg/日)		0	300	600
				前胃扁平上皮乳頭腫 ^{a)}				
				Overall Rates		0/50	5/50	6/50
				Terminal Rates	0/30	3/27	5/35	
ラット F344 8 週齢 雌雄 50 匹/群	強制経口 投与	2 年間 5 日/週	0、200、400 mg/kg/日	いずれの群でも腫瘍発生の増加なし	U.S. NTP, 1990			

a): U.S. NTP は Logistic regression analysis (ロジスティック回帰分析)、Life table test、Cochran-Armitage trend test 及び Fisher exact test の統計的手法によってマウスにおける前胃扁平上皮乳頭腫の発生率の増加に有意差があることを示した (いずれも $p < 0.05$)

7.4 ヒト健康への影響 (まとめ)

ベンズアルデヒドは実験動物において、主として安息香酸に酸化された後、グリシン抱合やグルクロン酸抱合を受け、最終的には大部分が馬尿酸に代謝され、尿中へ排泄される。

ヒトに対しては、ベンズアルデヒドに暴露した場合、皮膚、眼、呼吸器等に刺激症状が認められており、またパッチテストで一部のボランティアに陽性を示す報告が得られている。

実験動物に対するベンズアルデヒドの急性毒性については、経口投与での LD₅₀ はマウスで 1,200 mg/kg、ラットで 1,300~2,850 mg/kg、モルモットでは 1,000 mg/kg である。経皮投与での LD₅₀ は、ウサギで 1,250 mg/kg 超である。マウスに致死量のベンズアルデヒドを腹腔内投与した試験で、振戦、鎮静、呼吸困難等の症状が認められている。

刺激性・腐食性については、実験動物の皮膚には中等度、眼には軽度の刺激性を示す。

感作性試験では陰性、陽性両方の報告が得られており、現段階で結論付けることはできない。

反復投与では、経口経路で主に前胃・小脳 海馬などの中枢神経系、肝臓、腎臓等に影響がみられている。マウスの2年間強制経口投与試験で、雄の400 mg/kg/日群、雌の300 mg/kg/日以上の群に前胃の扁平上皮過形成がみられており、マウスに対するNOAELは200 mg/kg/日（雄）、LOAELは300 mg/kg/日（雌）である。また、吸入経路では、中枢神経系への影響、肝臓の重量増加、血液学的変化などが認められている。ラットの14日間吸入暴露試験で最低用量群の500 ppmから肝臓の絶対及び相対重量の増加、血清中AST濃度の増加がみられており、LOAELは500 ppm (2,200 mg/m³) である。

調査した範囲内では、ベンズアルデヒドの生殖・発生毒性に関する信頼できる試験報告は得られていない。

遺伝毒性に関しては、*in vitro*において遺伝子突然変異、染色体異常及び姉妹染色分体交換の多くの試験で陽性を示している。しかし復帰突然変異ではすべて陰性であり、また哺乳動物を用いた*in vivo*試験の報告は得られていないことから、遺伝毒性の有無について明確に判断することはできない。

発がん性に関しては、強制経口投与試験で雌マウスの300 mg/kg/日以上群には前胃の扁平上皮乳頭腫が用量依存的に増加しているが、現在までに得られているデータのみから発がん性について判断することはできない。

国際機関等ではベンズアルデヒドの発がん性を評価していない。

文 献 (文献検索時期 : 2003 年 4 月¹⁾)

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2003) TLVs and BEIs.
- American Industrial Hygiene Association (1985) Workplace Environmental Exposure Level Guide. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Anon. (confidential) (1991) Letter to U.S. EPA regarding the enclosed evaluation summary on the lever modification of the Magnusson-Kligman guinea pig maximization test with attach. EPA Doc. I.D. 86-920000290S, OTS0533511.
- Anon. (confidential) (1992) Letter submitting twenty one-page animal skin sensitization summary reports on cinnamic aldehyde, phenylacetaldehyde, benzaldehyde, and glutaraldehyde. EPA Doc. I.D. 86-920000784S, OTS0535611.
- A.S.Wan, R.T.Axel, R.B.Ramsey and H.J.Nicholas (1971) Sterols and triterpenes of the pitcher plant, *Phytochemistry*, **11**, 456-461 (U.S.NLM: HSDB から引用).
- Bayer (1979) Unpublished data. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Bayer (1990) Bayer Institute of Toxicology unpublished report. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Bray, H.G., Thorpe, W.V. and White, K. (1951) Kinetic studies of the metabolism of foreign organic compounds. I. The formation of benzoic acid from benzamide, toluene, benzyl alcohol and benzaldehyde and its conjugation with glycine and glucuronic acid in the rabbit. *Biochem. J.*, **48**, 88-96. (EU, 2000 から引用)
- Bringmann, G. and Kuhn, R. (1977a) Grenzwerte der Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Bakterien (*Pseudomonas putida*) und Grünalgen (*Scenedesmus quadricauda*) im Zellvermehrungshemmtest. *Z. Wasser Abwasser Forsch.*, **10**, 87-98.
- Bringmann, G. and Kuhn, R. (1977b) Befunde der Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna*. *Z. Wasser Abwasser Forsch.*, **10**, 161-166.
- Bringmann, G. (1978) Bestimmung der biologischen Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Protozoen I. Bakterienfressende Flagellaten. *Z. Wasser Abwasser Forsch.*, **11**, 210-215.
- Bringmann, G. and Kuhn, R. (1978) Grenzwerte der Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Blaualgen (*Microcystis aeruginosa*) und Grünalgen (*Scenedesmus quadricauda*) im Zellvermehrungshemmtest. *Vom. Wasser*, **50**, 45-60.
- Bringmann, G. and Kuhn, R. (1980) Bestimmung der biologischen Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Protozoen II. Bakterienfressende Ciliaten. *Z. Wasser Abwasser Forsch.*, **1**, 26-31.
- Bringmann, G., Kuhn, R. and Winter, A. (1980) Bestimmung der biologischen Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Protozoen III. Saprozoische Flagellaten. *Z. Wasser Abwasser Forsch.*, **13**, 170-173.
- Brooke, L.T., Call, D.J., Geiger, D.L. and Northcott, C.E. (1984) Acute toxicities of organic chemicals to fathead minnows (*Pimephales promelas*), Vol. 1. Center for Lake Superior Environmental Stud., Univ. of Wisconsin-Superior, Superior, WI :414. (U.S. EPA, 2003a から引用)
- Caujolle, F., Meynier, D., Auriac, P., Frajdenrach, S. and Troplent, L. (1956) Toxicity of phthalic aldehydes. *C. R. Acad. Sci.*, **243**, 1933. (U.S. NTP, 1990 から引用)
- Dadlez, J. (1928) Toxicity of benzoic acid and salicyl aldehydes in man. *C. R. Soc. Biol.*, **99**, 1038-1039. (U.S. NTP, 1990 から引用)
- Dedonder, A. and Van Sumere, C.F. (1971) The effect of phenolics and related compounds on the growth and respiration of *Chlorella vulgaris*. *Z. Pflanzenphysiol.*, **65**, 70-80.
- Dillon, D., Combes, R. and Zeiger, E. (1998) The effectiveness of Salmonella strains TA100, TA102 and TA104 for detecting mutagenicity of some aldehydes and peroxides. *Mutagenesis*, **13**, 19-26.
- EU, European Union (2000) IUCLID, International Uniform Chemical Information Database, ver. 3.1.1.
- Fassett, D.W. (1963) Aldehydes and acetals. Patty, F.A., Ed.: *Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol. 2, 2nd ed., Interscience Publishers, New York, p.1987. (U.S. NTP, 1990 から引用)
- Florin, I., Rutberg, L., Curvall, M. and Enzell, C.R. (1980) Screening of tobacco smoke constituents for mutagenicity using the Ames' test. *Toxicology*, **18**, 219-232. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Friedmann, E. and Tuerk, W. (1913) Behavior of benzaldehyde in the animal body. *Biochem. Z.*, **55**, 425-431. (ECB, 2000 から引用)
- Furia, T.E., and N.bellanca (1975) Fenaroli's Handbook of flavor Ingredients. Vol.2, the Chemical Rubber Co., Cleveland (U.S.NLM: HSDB から引用).
- Galloway, S.M., Armstrong, M.J., Reuben, C., Colman, S., Brown, B., Cannon, C., Bloom, A.D., Nakamura, F., Ahmed, M., Duk, S., Rimpo, J., Margolin, B.H., Resnick, M.A., Anderson, B. and Zeiger, E. (1987) Chromosome aberrations and sister chromatid exchanges in Chinese hamster ovary cells: Evaluations of 108 chemicals.

¹⁾ データベースの検索を 2003 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。

- Environ. Mol. Mutagen., **10** (Suppl. 10), 1-175.
- Geiger, D.L., Northcott, C.E., Call, D.J. and Brooke, L.T. (1985) Acute toxicities of organic chemicals to fathead minnows (*Pimephales promelas*), Vol. 2. Center for Lake Superior Environmental Stud., Univ. of Wisconsin-Superior, Superior, WI I:326. (U.S. EPA, 2003a から引用)
- Graedel TE (1976) Chemical Compounds in the Atmosphere, Academic press, New York (U.S.NLM: HSDB から引用).
- Grosjean, D. (1985) Atmospheric reactions of styrenes and peroxybenzoyl nitrate. Sci. Total Environ., **46**, 41-59.
- Hagan, E.C., Hansen, W.H., Fitzhugh, O.G., Jenner, O.M., Jones, W.I., Taylor, J.M., Long, E.L., Nelson, A.A. and Brouwer, J.B. (1967) Food flavourings and compounds of related structure. II. Subacute and chronic toxicity. Fd. Cosmet. Toxicol., **5**, 141-157.
- Haworth, S., Lawryor, T., Mortelmans, K., Speck, W. and Zeiger, E. (1983) Salmonella mutagenicity test results for 250 chemicals. Environ. Mutagen., **5** (Suppl. 1), 3-142. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Hjorth, N. (1961) Eczematous allergy to Balsams. Aarhus Stiftsbogtrykkerie. Munksgaard. Copenhagen, p. 96. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Hulzebos, E. M., Adema, D.M.M., Breemen, D., Henzen, L., van Dis, W.A., Herbold, H.A., Hoekstra, J.A., Baerselman, R. and van Gestel, C.A.M. (1993) Phytotoxicity studies with *Lactuca sativa* in soil and nutrient solution. Environ. Toxicol. Chem., **12**, 1079-1094.
- IARC, International Agency for Research on Cancer (2003) IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (<http://www.iarc.fr> から引用).
- IPCS, International Programme on Chemical Safety (1998) ICSC, International Chemical Safety Cards, Geneva. (<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/index.htm>)
- Jansson, T., Curvall, M., Hedin, A. and Enzell, C.R. (1988) In-vitro studies of the biological effects of cigarette smoke condensate III. Induction of SCE by some phenolic and related constituents derived from cigarette smoke. Mutat. Res., **206**, 17-24. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Jenner, P. M., Hagan, E.C., Taylor, J.M., Cook, E.L. and Fitzhugh, O.G. (1964) Food flavorings and compounds of related structure. I. Acute oral toxicity. Fd. Cosmet. Toxicol., **2**, 327-343. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Juhnke, I. and Luedemann, D. (1978) Results of the investigation of 200 chemical compounds for acute fish toxicity with the golden orfe test. Z. Wasser-Abwasser-Forsch., **11**, 161-164. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- Kameya, T., Murayama, T., Kitano, M. and Urano, K. (1995) Testing and classification methods for the biodegradabilities of organic compounds under anaerobic conditions. Sci. Total Environ., **170**, 31-41.
- Kasamaki, A., Takahashi, H., Tsumura, N., Niwa, J., Fujita, T. and Urasawa, S. (1982) Genotoxicity of flavory agents. Mutat. Res., **105**, 387-392.
- Klecak, G., Geleick, H. and Frey, J.R. (1977) Screening of fragrance materials for allergenicity in the guinea pig. I. Comparison of four testing method. J. Soc. Cosmet. Chem., **28**, 53-64.
- Klecka, G.M., Landi, L.P. and Bodner K.M. (1985) Evaluation of the OECD activated sludge, respiration inhibition test. Chemosphere, **14**, 1239-1251. (ECB, 2000 から引用)
- Kluwe, W.M., Montgomery, C.A., Giles, H.D. and Prejeau, J.D. (1983) Encephalopathy in rats and nephropathy in rats and mice after subchronic oral exposure to benzaldehyde. Fd. Chem. Toxicol., **21**, 245-250.
- Krebs, F. (1991) Bestimmung der biologischen Schadwirkung wassergefährdender Stoffe im Assimilations-Zehrungs-Test (A-Z-Test). Deutsche Gewasserkundliche Mitteilungen, **35**, 161-170. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996; U.S. EPA, 2003a から引用)
- Kutzman, R.S., Meyer, G.J. and Wolf, A.P. (1980) Biodistribution and excretion of [¹⁴C]benzaldehyde by the rat after two-minute inhalation exposures. Xenobiotica, **10**, 281-288.
- Lacroix, G., Tissot, S., Rogerieux, F., Beaulieu, R., Cornu, L., Gillet, C., Robidel, F., Lefevre, J. P. and Bois, F. Y. (2002) Decrease in ovalbumin-induced pulmonary allergic response by benzaldehyde but not acetaldehyde exposure in a guinea pig model. J. Toxicol. Environ. Health, Part A, **65**, 995-1012.
- Laham, S., Broxup, B., Robinet, M., Potvin, M., Schrader, K. (1991) Subacute inhalation toxicity of benzaldehyde in the Sprague-Dawley rat. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., **52**, 503-510.
- Laham, S. and Potvin, M. (1987) Biological conversion of benzaldehyde to benzylmercapturic acid in the Sprague-Dawley rat. Drug Chem. Toxicol., **10**, 209-225.
- Laham, S., Potvin, M. and Robinet, M. (1988) Metabolism of benzaldehyde in New Zealand White rabbits. Chemosphere, **17**, 517-524.
- Lyman, W.J., Reehl, W.F. and Rosenblatt, D.H. (1990) Handbook of Chemical Property Estimation Methods: Environmental Behaviour of Organic Compounds. pp. 15-1 to 15-29, American Chemical Society, Washington, DC. (U.S.NLM: HSDB, 2003 から引用)
- Matsuoka, A., Hayashi, M. and Sofuni, T. (1998) *In vitro* clastogenicity of 19 organic chemicals found in contaminated water and 7 structurally related chemicals. Environ. Mutagen. Res., **20**, 159-165.

- McCloskey, S.E., Gershanik, J.J., Lertora, J.J., White, L. and George, W.J. (1986) Toxicity of benzyl alcohol in adult and neonatal mice. *J. Pharm. Sci.*, **75**, 702-705. (ECB, 2000 から引用)
- McGregor, D.B., Brown, A., Howgate, S., McBride, D., Riach, C. and Caspary, W.J. (1990) Responses of the L5178Y tk⁺/tk⁻ mouse lymphoma cell forward mutation assay. IV. 27 coded chemicals. *Environ. Mol. Mutagen.* (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用; U.S. NTP, 1990 から引用)
- Means, J.L. and Anderson, S.J. (1981) Comparison of five different methods for measuring biodegradability in aqueous environments. *Water, Air, Soil Pollut.*, **16**, 301-315.
- Merck (2001) The Merck Index, 13th ed., Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, NJ.
- Moreno, O.M. (1973) Report to RIFM, 23 July. Cited in Opdyke, D.L.J. (1976) *Fregrance raw materials monographs: Benzaldehyde*. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, **14**, 693-698. (U.S. NTP, 1990 から引用)
- NIST, National Institute of Standards and Technology (1998) NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, Gaithersburg, MD.
- National Research Council (1982) Formaldehyde and other Aldehydes USEPA-600/6-82-002 (NTIS PB82-180498) (U.S.NLM: HSDB から引用).
- Nohmi, T., Miyata, R., Yoshikawa, K. and Ishidate, M.Jr. (1985) Mutagenicity tests on organic chemical contaminants in city water and related compounds. I. Bacterial mutagenicity tests. *Bull. Nat. Inst. Hyg. Sci.*, **103**, 60-64.
- OECD/UNEP/WHO/ILO (1996) Benzaldehyde. Screening Information Data Set (SIDS), 3, 123-202.
- OECD (1996) Benzaldehyde. Screening Information Data Set Initial Assessment Profile (SIAP).
- Pauli, W., Berger, S., Schmitz, S. et al. (1993) Validierung Toxikologischer Prüfparameter an Tetrahymena: Membranfunktionen, Chemotaxis, Rotation im Elektrischen Drehfeld. FU-Berlin, Inst.f.Biochemie und Molekularbiologie, UFO-Plan, F+E-Vorhaben 106 03 083. (U.S. EPA, 2003a から引用)
- Phipps, G.L. and Holcombe, G.W. (1985) A method for aquatic multiple species toxicant testing: Acute toxicity of 10 chemicals to 5 vertebrates and 2 invertebrates. *Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol.*, **38**, 141-157.
- Pickering, Q.H., Lazorchak, J.M. and Winks, K.L. (1996) Subchronic sensitivity of one-, four-, and seven-day-old fathead minnow (*Pimephales promelas*) larvae to five toxicants. *Environ. Toxicol. Chem.*, **15**, 353-359.
- Schafer, E.W. and Bowles, W.A. (1985) Acute oral toxicity and repellency of 933 chemicals to house and deer mice. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **14**, 111-129.
- Schultz, T.W., Bryant, S.E. and Kissel, T.S. (1996) Toxicological assessment in Tetrahymena of intermediates in aerobic microbial transformation of toluene and p-xylene. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **56**, 129-134. (U.S. EPA, 2003a から引用)
- Schultz, T.W., Cajina-Quezada, M., Chang, M., Lin, D.T. and Jain, R. (1989) Structure-toxicity relationships of para-position alkyl- and halogen-substituted monoaromatic compounds. In: G.W.Suter II and M.A.Lewis (Eds.), *Aquatic Toxicology and Environmental Fate*, 11th Volume, ASTM STP 1007, Philadelphia, PA, 410-423. (U.S. EPA, 2003a から引用)
- Seite-Bellezza, D., el Sayed, F. and Bazex, J. (1994) Contact urticaria from cinnamic aldehyde and benzaldehyde in a confectioner. *Contact Dermatitis*, **31**, 272-273.
- Sofuni, T., Hayashi, M., Matsuoka, A., Sawada, M., Hatanaka, M. and Ishidate, M. (1985) Mutagenicity tests on organic chemical contaminants in city water and related compounds II. Chromosome Aberration tests in cultured mammalian cells. *Eisei Shikensho Hokoku*, **103**, 64-75.
- Sporn, A., Dinu, I. and Stanciu, V. (1967) Cercetari cu privire la toxicitatea aldehidei benzoice. *Igiena*, **16**, 23-24. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用)
- SRC, Syracuse Research Corporation (2002) PhysProp Database, North Syracuse, NY. (<http://esc.syrres.com/interkow/physdemo.htm> から引用)
- SRC, Syracuse Research Corporation (2003) AopWin Estimation Software, ver. 1.90, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2003) BcfWin Estimation Software, ver. 2.14, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2003) HenryWin Estimation Software, ver. 3.10, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2003) KowWin Estimation Software, ver. 1.66, North Syracuse, NY.
- SRC, Syracuse Research Corporation (2003) PcKocWin Estimation Software, ver. 1.66, North Syracuse, NY.
- Stratton, G.W. and Corke, C.T. (1982) Toxicity of the insecticide permethrin and some degradation products towards algae and cyanobacteria. *Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol.*, **29**, 71-80.
- T.E.Furia and N.bellanca (1975) *Fenaroli's Handbook of flavor Ingredients*. Vol.2, the Chemical Rubber Co., Cleveland (U.S.NLM: HSDB から引用).
- Teuchy, H., Quatacker, J., Wolf, G. and van Sumere, C.F. (1971) Quantitative investigation of the hippuric acid formation in the rat after administration of some possible aromatic and hydroaromatic precursors. *Arch. Int. Phys. Biochim.*, **79**, 573-587.
- U.S. EPA, Environmental Protection Agency (2003a) ECOTOX (ECOTOXicology) database (<http://www.epa.gov/ecotox/>から引用).

- U.S. EPA, Environmental Protection Agency (2003b) 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, U.S. National Library of Medicine (2003) HSDB, Hazardous Substances Data Bank, Bethesda, MD. (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB> から引用)
- U.S. NTP, National Toxicology Program (1990) Toxicology and carcinogenesis studies of benzaldehyde in F344/N rats and B6C3F₁ mice (gavage studies). NTP Technical Report Series, No. 378.
- 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.
- Verschueren, K. (2001) Handbook of Environmental Data on Organic chemicals, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Wan, A.S., R.T.Axel, R.B.Ramsey and H.J.Nicholas (1971) Sterols and triterpenes of the pitcher plant, *Phytochemistry*, **11**, 456-461 (U.S.NLM: HSDB から引用). Woodruff, R.C., Mason, J.M., Valencia, R. and Zimmering, S. (1985) Chemical mutagenesis testing in *Drosophila*. V. Results of 53 coded compounds tested for NTP. *Environ. Mutagen.*, **7**, 677-702. (OECD/UNEP/WHO/ILO, 1996 から引用; U.S. NTP, 1990 から引用)
- 化学工業日報社 (1999) 13599 の化学商品.
- 化学工業日報社 (2000) 13700 の化学商品.
- 化学工業日報社 (2001) 13901 の化学商品.
- 化学工業日報社 (2002) 14102 の化学商品.
- 化学工業日報社 (2003) 14303 の化学商品.
- 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編 (2002) 化学物質ハザード・データ集, 経済産業省化学物質管理課監修, 第一法規出版, 東京. (http://www.cerij.or.jp/ceri_jp/koukai/sheet/sheet_ind4.htm, http://www.safe.nite.go.jp/data/index/pk_hyoka.hyoka_home に記載あり)
- 環境省 (2003) 化学物質の環境リスク評価 第 2 巻 (平成 15 年 3 月 環境リスク評価室)
- 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 から引用).
- 経済産業省, 環境省 (2003a) 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) .
- 経済産業省, 環境省 (2003b) 平成 13 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の概要 (http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kohyo/todokedegaisanshutodata.htm に記載あり).
- 財務省 (2003) 貿易統計 (<http://www.customs.go.jp/toukei/info/> から引用).
- シーエムシー (1999) ファインケミカルマーケットデータ'99.
- 製品評価技術基盤機構 (2004) 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 15 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 (1980) 通商産業省公報 (1980 年 12 月 25 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)
- 日本化学工業協会 (2002) (社) 日本化学工業協会のレスポンス・ケアによる PRTR の実施について－2002 年度化学物質排出量調査結果－ (2001 年度実績).
- 日本産業衛生学会 (2003) 許容濃度等の勧告 (2003 年度), 産衛誌, **45**, 147-171.

CERI 有害性評価書 ベンズアルデヒド

平成 18 年 3 月 1 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。