

[18] 臭化メチル

1. 物質に関する基本的事項

(1) 分子式・分子量・構造式

物質名： 臭化メチル (別の呼称：ブロムメタン、メチルブロマイド、ブロムメチル) CAS 番号：74-83-9 分子式：CH ₃ Br 分子量：94.9 構造式： $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Br} \\ \\ \text{H} \end{array}$

(2) 物理化学的性状

本物質は、無色透明の揮発性液体で、クロロホルム様の微臭がある¹⁾。

融点	-94 ²⁾
沸点	4 ²⁾
比重	1.732 ³⁾
蒸気圧	166 kPa (20) ³⁾
換算係数	1ppm=3.88 mg/m ³ at 25 ,気体 (計算値)
n-オクタノール/水分配係数	1.19 ²⁾
水溶性	1.5 ml / 100 ml (20) ²⁾

(3) 環境運命に関する基本的事項

本物質の蓄積性は低いと想定される。本物質の分解性及び濃縮性は次のとおりである。

分解性 BOD から算出した分解度： 17 % (試験期間：4 週間、被験物質：5.01 mg/L、活性汚泥：2 mg/L) ⁴⁾ 15 % (試験期間：4 週間、被験物質：10.0 mg/L、活性汚泥：2 mg/L) ⁴⁾ 生物濃縮係数 (BCF)：4.7 (計算値) ⁵⁾ 注：計算値とは、化学構造式から推定される予測値
--

(4) 製造輸入量及び用途

生産量・輸入量等

平成 11 年における臭化メチルの輸入量は 1,455.651 t、輸出量は 11.400 t であり¹⁾、推定される国内流通量は 1,444.251 t である。なお、平成 7 年～10 年の生産量、輸出入量についての記載はなかった⁶⁾。

過去の用途

本物質の主な用途は、食糧及び土壌燻蒸剤、有機合成である¹⁾。

2. 暴露評価

環境リスクの初期評価のため、わが国の一般的な国民の健康や、水生生物の生存・生育を確保する観点から、実測データをもとに基本的には特定の排出源の影響を受けていない一般環境等からの暴露を評価することとし、安全側に立った評価の観点からその大部分がカバーされる高濃度側のデータによって暴露量の評価を行った。原則として統計的検定の実施を含めデータの信頼性を確認した上で最大濃度を評価に用いているが、多数のデータが得られ、その一部に排出源周辺等のデータも含まれると考えられる場合には、95パーセンタイル値による評価を行っている。

(1) 環境中分布の予測

本物質の環境中の分布について、各環境媒体間への移行量の比率を EUSES モデルを用いて算出した結果を表 2.1 に示す。なお、モデル計算においては、面積 2,400km²、人口約 800 万人のモデル地域を設定して予測を行った^{1),2)}。

表 2.1 本物質の各媒体間の分布予測結果

		分布量(%)
大	気	67.2
水	質	28.7
土	壤	3.7
底	質	0.3

(2) 各媒体中の存在量の概要

本物質の環境中等の濃度について情報の整理を行った。各媒体ごとにデータの信頼性が確認された調査例のうち、より広範囲の地域で調査が実施されたものを抽出した結果を表 2.2 に示す。

表 2.2 本物質の各媒体中の存在状況

媒	体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出率	調査 地域	測定年	文献
一般環境大気	μg/m ³	0.088	0.10	< 0.041	0.21	0.041	13/14	全国	1998	3
食物	μg/g	< 0.005	< 0.005			0.005	0/45	全国	2001	4
地下水	μg/L	< 0.01				0.01	0/23	全国	1999	5
公共用水域・淡水	μg/L	< 0.01		< 0.01	< 0.01	0.01	0/120	全国	1999	5
公共用水域・海水	μg/L	< 0.01		< 0.01	< 0.01	0.01	0/17	全国	1999	5
底質公共用水域	μg/g			< 0.024	< 0.95	0.24 -0.95	0/3	全国	1975	6

注：1) 米国の大気の発生源データとして、臭化メチル製造工場において最大値 116000μg/m³ 程度の報告がある⁷⁾。

2) オランダの土壤燻蒸後の排水路において最大値 9300 μg/L の報告がある⁷⁾。

(3) 人に対する曝露の推定（一日曝露量の予測最大量）

一般環境大気、地下水及び食物の実測値を用いて、人に対する曝露の推定を行った。ここで地下水のデータを用いたのは、飲料水の分析値が得られなかったためである（表 2.3）。化学物質の人による一日曝露量の算出に際しては、人の1日の呼吸量、飲水量及び食事をそれぞれ 15m³、2L 及び 2,000g と仮定し、体重を 50kg と仮定している。

表 2.3 本物質の各媒体中濃度と一日曝露量

	媒体	濃度	一日曝露量
平均	大気 一般環境	0.088 µg/m ³ 程度 (1998)	0.027 µg/kg/day 程度
	室内空気	データはない	データはない
	水質		
	飲料水	データはない	データはない
	地下水	0.01 µg/L 未満程度(1999)	0.0004 µg/kg/day 未満程度
	公共用水域・淡水	0.01 µg/L 未満程度(1999)	0.0004 µg/kg/day 未満程度
	食物	0.005 µg/g 未程度満 (2001)	0.2 µg/kg/day 未満程度
	土壌	データはない	データはない
最大値等	大気 一般環境	0.21 µg/m ³ 程度(1998)	0.063 µg/kg/day 程度
	室内空気	データはない	データはない
	水質		
	飲料水	データはない	データはない
	地下水	0.01 µg/L 未満程度(1999)	0.0004 µg/kg/day 未満程度
	公共用水域・淡水	0.01 µg/L 未満程度(1999) [0.01 µg/L 未満程度]	0.0004 µg/kg/day 未満程度 [0.0004 µg/kg/day 未満程度]
	食物	0.005 µg/g 未程度満 (2001)	0.2 µg/kg/day 未満程度
	土壌	データはない	データはない

注：[] 内の数値は、実測値の 95 パーセンタイル値を示す。

人の一日曝露量の集計結果を表 2.4 に示す。吸入曝露の予測最大量は 0.063 µg/kg/day（濃度としては 0.21 µg/m³）であった。経口曝露による一日曝露量の予測最大量は 0.20 µg/kg/day 未満であり、うち食物経路が 0.20 µg/kg/day 未満でその大半を占めると推定された。全曝露経路からの一日曝露量の予測最大量は 0.26 µg/kg/day 未満であった。

表 2.4 人の一日暴露量

		平 均	予測最大量
		暴露量($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)	暴露量($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)
大気	一般環境大気	0.027	0.063
	室内空気		
水質	飲料水		
	地下水	<u>0.0004</u>	<u>0.0004</u>
	公共用水域・淡水	(<u>0.0004</u>)	(<u>[0.0004]</u>)
食物	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	
土壌			
経口暴露量合計		<u>0.2004</u>	<u>0.2004</u>
総暴露量		<u>0.2274</u>	<u>0.2634</u>

注：1) [] 内の数値は、実測値の 95 パーセンタイル値を示す。

2) () 内の数字は総暴露量の算出に用いていない。

3) アンダーラインは不検出データによる暴露量を示す。また、総暴露量の項のアンダーラインは、不検出データによる暴露量が優位を示した総暴露量を示す。

(4) 水生生物に対する暴露の推定（水質に係る予測環境中濃度：PEC）

本物質の水生生物に対する暴露の推定の観点から、水質中濃度を表 2.5 のように整理した。水質について安全側の評価値として予測環境中濃度（PEC）を設定すると、公共用水域の淡水域及び海水域のいずれについても $0.01 \mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度となった。

表 2.5 水質中の本物質の濃度

媒 体	平 均	最 大 値 等
	濃 度	濃 度
水 質		
公共用水域・淡水	0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度 (1999)	0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度 (1999) [0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度]
公共用水域・海水	0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度 (1999)	0.01 $\mu\text{g}/\text{L}$ 未満程度 (1999)

注：1) 公共用水域・淡水は、河川河口域を含む。

2) [] 内の数値は、実測値の 95 パーセンタイル値を示す。

3. 健康リスクの初期評価

健康リスクの初期評価として、ヒトに対する化学物質の影響（内分泌かく乱作用に関するものを除く）についてのリスク評価を行った。

(1) 一般毒性及び生殖・発生毒性

急性毒性¹⁾

表 3.1 急性毒性

動物種	経路	致死量、中毒量等
ヒト	吸入	TCLo : 35 ppm (136 mg/m ³)
ヒト	経皮	TDLo : 800 ppm (310 mg/m ³)
ラット	吸入	LCLo : 514 ppm (2,000 mg/m ³) (6 時間)
ウサギ	吸入	LDLo : 6,425 ppm (2,500 mg/m ³) (1 時間)
モルモット	吸入	LDLo : 3,000 ppm (11,600 mg/m ³) (9 時間)

注：() 内の時間は暴露時間を示す。

本物質を吸入すると、頭痛、めまい等をおこし、数時間から数日後に痙攣や視力障害等の神経障害をおこす。高濃度暴露では肺水腫をおこし、呼吸麻痺、循環器障害を伴う中枢神経系の機能低下により、死亡することがある。

中・長期毒性

ア) Wistar ラット雌雄各 10 匹を 1 群とし、0、0.4、2、10、50 mg/kg/day を 13 週間経口投与（5 日/週）した結果、50 mg/kg/day 群では前胃の扁平上皮に重度の過形成が生じ、10 mg/kg/day 群では、前胃にわずかな上皮の過形成が生じた。一方 0.4、2 mg/kg/day 投与群では影響を認めなかった²⁾。この結果から、2 mg/kg/day が NOAEL となり、これを暴露状況で補正すると 1.4mg/kg/day となる。

イ) F344/DuCrj ラット雌雄各 50 匹を 1 群とし、0、4、20、100 ppm (0、16、78、389 mg/m³) を 2 年間 (6 時間/日、5 日/週) 吸入させた結果、20 ppm 群では尿所見 (蛋白尿) が、100 ppm 群では血液所見 (血球成分の増加等) が観察され、病理所見 (鼻腔粘膜の炎症) は最低濃度の 4 ppm 群においても認められた³⁾。この結果から、4 ppm (16 mg/m³) が LOAEL となり、これを暴露状況で補正すると 2.8 mg/m³ となる。

なお、Reuzel ら (1991) の Wistar ラットへの吸入実験では、12 mg/m³ で鼻腔粘膜に変化を認めているが、同様の変化は対照群にも一部見られていることから、ACGIH の評価と同様に LOAEL としてこの値は採用しない。

生殖・発生毒性

ウサギ雌 26 匹を 1 群とし、0、78、156、311 mg/m³ (0、20、40、80 ppm) を妊娠 7 日～19 日目まで 6 時間/日吸入させた結果、311 mg/m³ 群において母動物及び胎仔の体重減少及び奇形 (胆嚢や肺後葉の欠損) を認めた⁴⁾。この結果から、156 mg/m³ (40 ppm) が NOEL となる。

ヒトへの影響

ヒトへの影響としては、主に燻蒸作業及び有機合成作業における暴露で神経系及び非神経系（肺、鼻腔粘膜、腎臓、眼、皮膚）への影響が報告されており、この際の主たる暴露経路は吸入と皮膚接触である。

古い木造家屋で穿孔虫を駆除するために燻蒸作業が行われた際、作業の後に家屋の通風に従事した作業者に中毒患者が発生した事例では、作業中より嘔吐、窒息感があり、運動失調から四肢ないし全身の痙攣、入院中にてんかん様発作がみられている。

わが国でも輸入木材・農産物の燻蒸作業に伴って多くの症例が発生しており、臨床像は多彩であって、主症状としては急性中毒の軽症型では嘔吐・歩行失調、重症型では全身痙攣と昏睡、劇症型では急性肺浮腫をみたことが報告されている。

(2) 発がん性

発がん性に関する知見の概要

IARC は (1986) は、Danse (1984) ら²⁾ によるラットへの混餌投与の結果にもとづき、50 mg/kg 投与で、雌雄ともに前胃扁平細胞腫の発現が有意に上昇することに注目したが、EHC (1995) ではその後の検討により、病変部位は悪性病変というよりはむしろ炎症、過形成であったとした。

NTP (1992) は B6C3F₁ マウスへの 2 年間の吸入実験の結果、雌雄いずれにおいても有意な腫瘍発生の増加を認めなかったとしている。

発がんリスク評価の必要性

実験動物では発がん性について限られた証拠しかなく、ヒトでの発がん性に関しても十分な証拠がないため、IARC の評価では 3 (ヒトに対する発がん性については分類できない) に分類されている。このため、現時点では発がん性に関する評価を行う必要はない。

(3) 無毒性量 (NOAEL) 等の設定

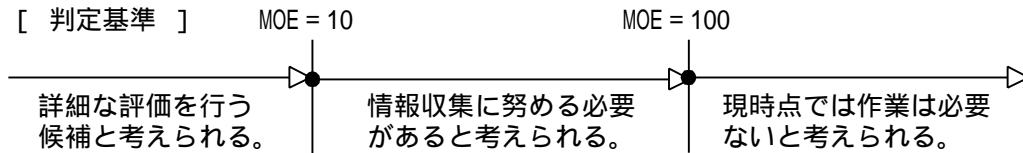
経口暴露については、ラットの中・長期毒性試験から得られた NOAEL 2 mg/kg/day (前胃扁平上皮の過形成) が信頼性のある最小値であることから同値を採用する。これを暴露状況で補正して 1.4 mg/kg/day とし、さらに試験期間が 13 週間と短いため、10 で除した 0.14 mg/kg/day を無毒性量等として設定する。

吸入暴露については、ラットの中・長期毒性試験から得られた LOAEL 16 mg/m³ (鼻腔粘膜の炎症) が信頼性のある最小値であることから同値を採用する。これを暴露状況で補正して 2.8 mg/m³ とし、さらに LOAEL であるために 10 で除した 0.28 mg/m³ を無毒性量等として設定する。

(4) 健康リスクの初期評価結果

表 3.2 健康リスクの初期評価結果

暴露経路	暴露量		無毒性量等		MOE
	平均値	予測最大量			
経口	0.20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 未満	0.20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 未満	0.14 $\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$	ラット	70 超
吸入 環境大気	0.088 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.28 mg/m^3	ラット	130



経口暴露については、暴露量は平均値、予測最大量ともに0.20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 未満であった。動物実験結果より設定された無毒性量等 0.14 $\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$ と予測最大量から求めた MOE (Margin of Exposure) は70を超えるため、経口暴露による健康リスクについては情報収集に努める必要があると考えられる。

吸入暴露については、一般環境大気中の濃度についてみると、平均値で0.088 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、予測最大量で0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。動物実験結果より設定された無毒性量等 0.28 mg/m^3 と予測最大量から求めた MOE (Margin of Exposure) は130となるため、吸入暴露による健康リスクについては現時点では作業は必要ないと考えられる。

4 . 生態リスクの初期評価

生態リスク評価に必要な情報は得られなかった。

5 . 引用文献等

(1) 物質に関する基本的事項

- 1) 化学工業日報社 (2001) 13901 の化学商品
- 2) IPCS (1994) International Chemical Safety Cards
- 3) Lewis, R.J., Jr (1993) Hawley's Condensed Chemical Dictionary, 12th Ed., New York, Van Nostrand Reinhold
- 4) (財)化学品検査協会 (1992) 化審法の既存化学物質安全性点検データ集
- 5) Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (1998) U.S.National Library of Medicine
- 6) 化学工業日報社 (1997;1998;1999;2000;2001) 13197 の化学商品, 13398 の化学商品, 13599 の化学商品, 13700 の化学商品

(2) 暴露評価

- 1) (財)日本環境衛生センター 平成 11 年度化学物質の暴露評価に関する調査報告書(環境庁 請負業務)
- 2) (財)日本環境衛生センター 平成 12 年度化学物質の暴露評価に関する調査報告書(環境省 請負業務)
- 3) 環境庁環境安全課 平成 11 年版化学物質と環境
- 4) (財)日本食品分析センター 平成 11 年度食事からの化学物質暴露量に関する調査報告書
- 5) 環境省水環境管理課 平成 11 年度要調査項目調査結果
- 6) 環境庁保健調査室 昭和 52 年版化学物質と環境
- 7) WHO:Environmental Health Criteria 166

(3) 健康リスクの初期評価

- 1) 後藤 稔 編 (1994) 産業中毒便覧(増補版), 医歯薬出版
- 2) Danse, L. H. J. C. *et al.* (1984) Toxicol. Appl. Pharmacol., 72:262-271.
- 3) Gotoh, K. *et al* (1994) Proc. Second Asia-Pacific Sym. Environ. Occup. Health, Kobe.
- 4) Breslin, W. J. *et al.* (1990) The Dow Chemical Company (Unpublished final report).

参考資料

- Environmental Health Criteria 166, Methyl bromide, IPCS (1995).
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 41 (1986), Supplement. 7 (1987); Volume 71 (1999).
- Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Sixth Edition, Supplement, Methyl Bromide, ACGIH (1997).
- National Toxicology Program, Technical Report 385 (1992).