

個別項目について

第 1 回専門委員会参考資料として示された検出状況等に関する考え方に基づき、評価値及び評価値の 10% 値の超過状況等を整理した。

なお、本資料においては以下の用語を用いた。

評価値

WHO 飲料水水質ガイドライン（第 3 版）に示された TDI 等の知見に基づき、体重 50kg、飲料水からのアロケーション 10% として導出した値。

検出状況

水環境中で検出された地点ごとに測定値の年平均値を求め、評価値との比較に供した（個別項目の測定結果及びデータソース等は別添参考）。

1. アンチモン

（1）検出状況

公共用水域において、評価値（0.015mg/L）を超過する地点（平成 6～13 年度延べ 4,880 地点中延べ 31 地点（地点数の重複を除けば 9 地点）、超過率は 0.6%）及び評価値の 10% 値を超過する地点（平成 6～13 年度延べ 4,880 地点中延べ 137 地点（地点数の重複を除けば 64 地点）、超過割合 2.8%）がある（要監視項目調査結果）。

地下水において、評価値を超過する地点はないが、評価値の 10% 値を超過する地点がある（1,972 地点中 21 地点。超過割合 1.1%）（要監視項目調査結果）。

（2）検討点等

評価値

アンチモンは要監視項目として既に位置付けられているが、WHO 飲料水水質ガイドライン（第 2 版）においてはガイドライン値（0.005mg/L）が暫定とされていたため、要監視項目としての指針値が定められていなかった。今般定められた WHO 飲料水水質ガイドライン（第 3 版）においては、指針値として定められている（暫定ではない）。

環境中濃度測定数

既存測定地点数は多い。

2. マンガン

(1) 検出状況

公共用水域において、評価値(0.1mg/L)を超過する地点(50地点中9地点で超過。超過割合18%)及び評価値の10%値を超過する地点がある(50地点中39地点。超過割合78.0%)(要調査項目存在状況調査結果)。

地下水において、評価値を超過する地点はないが、評価値の10%値を超過する地点がある(20地点中6地点。超過割合30.0%)(地下水実態調査結果)。

(2) 検討点等

評価値

WHO飲料水水質ガイドライン(第3版)において、ガイドライン値は暫定とされている。

環境中濃度測定数

公共用水域及び地下水とも、既存測定地点数が少ない。

3. ウラン

(1) 検出状況

公共用水域において、評価値(0.002mg/L)を超過する地点(50地点中4地点で超過。超過割合8.0%)及び評価値の10%値を超過する地点がある(50地点中12地点。超過割合24.0%)(要調査項目存在状況調査結果)。

地下水において、評価値を超過する地点があり(139地点中2地点で超過。超過割合1.4%)、評価値の10%値を超過する地点がある(139地点中3地点。超過割合2.2%)(地下水実態調査結果)。

(2) 検討点等

評価値

WHO飲料水水質ガイドライン(第3版)において、ガイドライン値は暫定とされている。

環境中濃度測定数

公共用水域において既存測定地点数が少ない。

4. 塩化ビニル

(1) 検出状況

公共用水域において、評価値(0.0005mg/L)を超過する地点はないが、評価値の10%値を超過する地点がある(147地点中4地点。超過割合2.7%)(要調査項目存在状況調査結果)。

地下水において、評価値を超過する地点（272 地点中 5 地点で超過。超過割合 1.8%）及び評価値の 10% 値を超過する地点がある（272 地点中 15 地点。超過割合 5.5%）（地下水実態調査結果）。

（2）検討点等

評価値

WHO 飲料水水質ガイドライン（第 3 版）に示されたガイドライン値は、発がんリスクの増加の観点から、EPA 等のがん発生率を合計したマルチステージモデルを用いて導出されたもの（0.0005mg/L）。

他方、わが国の水道水質基準値の検討においては、EPA が血管肉腫、腫瘍性結節、肝細胞がんの発生率を合計してマルチステージモデルに適用したことに疑問があるとし、発がんのうち最も感度の高い指標として雌ラットに対する肝細胞がんの発生率をもとに 10^{-5} リスクに相当する用量として、0.0875 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ としている。この値を用いて、平均体重 50kg のヒトが 1 日 2L を飲用すると、評価値は 0.002mg/L と算出される。

0.002mg/L の超過割合を見ると、公共用水域において、0.002mg/L を超過する地点はないが、0.002mg/L の 10% 値を超過する地点がある（147 地点中 1 地点。超過割合 0.7%）（要調査項目存在状況調査結果）。

地下水において、0.002mg/L を超過する地点（272 地点中 3 地点で超過。超過割合 1.1%）及び評価値の 10% 値を超過する地点がある（272 地点中 7 地点。超過割合 2.6%）。

環境中濃度測定数

公共用水域及び地下水とも測定地点数は多い。

5.1.4 - ジオキサン

（1）検出状況

公共用水域において、評価値（0.04 mg/L）を超過する地点はないが、評価値の 10% 値を超過する地点がある（76 地点中 2 地点。超過割合 2.6%）（要調査項目存在状況調査結果）。

地下水において、評価値を超過する地点（200 地点中 1 地点で超過。超過割合 0.5%）及び評価値の 10% 値を超過する地点がある（200 地点中 9 地点。超過割合 4.5%）（地下水実態調査結果）。

(2) 検討点等

評価値

WHO 飲料水水質ガイドライン(第3版)では、1,4-ジオキサンのガイドライン値は、複数のアプローチが採られている。

発がん性の観点からは、ラットでの飲水投与試験での鼻腔癌と肝臓腫瘍についてのデータから、飲料水中濃度 88 および 54 $\mu\text{g/L}$ で体表面補正なしでの生涯過剰発がんリスクが 10^{-5} となるとしている。

他方、発がんをエンドポイントとしたTDIは、ラットを用いた長期飲水投与試験でのNOAEL 16 mg/kg/day より、不確実性係数 1000 (100 は種間差および種内差を考慮、10 は非遺伝子傷害性の発癌性を考慮)を適用して 16 $\mu\text{g/kg}$ と算出された。これにより、成人の体重を 60kg、1日あたりの飲料水量を 2L、寄与率を 10%とすると、ガイドライン値は 48 $\mu\text{g/L}$ となる。二通りの異なったアプローチで導出されたそれぞれの値を丸めて、50 $\mu\text{g/L}$ がガイドライン値として適当であるとされた。

本検討では、体重 50kg、1日あたりの飲料水量を 2L、寄与率を 10%として、評価値を 0.04mg/Lとしている。

他方、水道水質基準は、基準値を 0.05mg/Lとしている。

環境中濃度測定数

0.05mg/L の超過割合を見ると、公共用水域において、0.05mg/L を超過する地点はないが、評価値の 10% 値を超過する地点がある (76 地点中 2 地点。超過割合 2.6%) (要調査項目存在状況調査結果)。

地下水において、0.05mg/L を超過する地点 (200 地点中 1 地点で超過。超過割合 0.5%) 及び評価値の 10% 値を超過する地点がある (200 地点中 9 地点。超過割合 4.5%) (地下水実態調査結果)。

6 . エピクロルヒドリン

(1) 検出状況

公共用水域において、評価値 (0.0004mg/L) を超過する地点 (76 地点中 2 地点。超過割合 2.6%) 及び評価値の 10% 値を超過する地点がある (76 地点中 5 地点。超過割合 6.6%) (要調査項目存在状況調査結果)。

地下水においては、評価値及び評価値の 10% 値を超過する地点はない (地下水実態調査結果)。

(2) 検討点等

評価値

WHO 飲料水水質ガイドライン(第3版)において、ガイドライン値は暫定とさ

れている。

環境中濃度測定結果

地下水において既存測定地点数が少ない。

検出状況等に関する考え方について：第 1 回専門委員会資料参考から抜粋

検出率及び検出濃度の双方を考慮するものとする。ただし、考慮においては、自然的要因及び特異値等について配慮する。

なお、

環境基準項目及び要監視項目に関する現在の報告下限値は、基準値及び指針値の 10% (一桁下) までを求めていること

現行の要監視項目の中では、毒性についての定量的評価を確立するには十分な試験結果がない状況で指針値を示すことは不相当との判断から指針値を削除したものがあり、これらについては指針値の 10% といったメルクマールを設定することは困難であること。

等について考慮する必要がある。

(1) 環境基準項目

環境基準項目は、「水環境の汚染を通じ人の健康に影響を及ぼすおそれがあり、また、水質汚濁に関する施策を総合的にかつ有効適切に講ずる必要があると認められる物質」であることから、基準値に近いレベルになる蓋然性があるものとする。

具体的には、以下を基本とする。

常時監視等の測定結果において、基準値を超過する地点があるものかつ、

常時監視等の測定結果において、基準値の 10% 値を超過する地点の検出率が数% のレベルであること。ただし、基準値として「検出されないこと」とされているものについては、基準値の 10% 値を設定できないことから、この限りではない。

(2) 要監視項目

要監視項目については、「人の健康の保護に関連する物質ではあるが、公共用水域等における検出状況等からみて、直ちに環境基準とせず、引き続き知見の集積に努めるべきもの」として、モニタリングの対象を選定するものであることから、指針値に近くなる可能性が乏しいものを除き、幅広く選定するものとする。

具体的には、測定結果において、指針値の 10% 値を超過する地点があることを基本とする。

(参考2) 各物質性状等

1. アンチモン (Antimony)

元素記号： Sb

CAS 番号： 7440-36-0

原子量： 121.75

| | | |
|--|--------------------|-------------|
| 酒石酸アンチモニウム [KSbOC ₄ H ₄ O ₆] | CAS 番号： 28300-74-5 | 分子量： 635.88 |
| 三酸化アンチモン [Sb ₂ O ₃] | CAS 番号： 1309-64-4 | 分子量： 291.52 |
| 五酸化アンチモン [Sb ₂ O ₅] | CAS 番号： 1309-60-9 | 分子量： 323.52 |

1. 物理化学的性状^{1,2)}

外観等：銀白色のもろい結晶。電気・熱伝導性に乏しい。空気、湿気に対し非常に安定。

融点： 630.8

沸点： 1,753

比重： 6.684 (6.684 kg/m³) (25)

蒸気圧： 0.133 kPa (886)

水溶解度：不溶 (KSbOC₄H₄O₆：83 g/L)

オクタノール/水分配係数(logPow)：

2. 環境中での挙動^{1,2)}

環境中への放出の大部分は、アンチモン又は酸化アンチモンの製造時に精錬所から放出されるスラグによるものである。大気中には微粒子として放出され、大気中オキシダントにより酸化されて三酸化二アンチモン (Sb₂O₃) となると考えられている。水系への放出は、通常微粒子と関連しており、移動後河川河口部などの堆積層に沈降する。水中で溶解しているものも懸濁物、生体、堆積物への移行等があり、また種々の条件で酸化・還元を受ける。溶解性のものは、自然水系の好気条件下ではアンチモン酸型の+5 価の状態と考えられる。水中に存在する化学種としては、Sb()、Sb()化合物及び微生物のメチル化により生成したメチルスチボン酸又はジメチルスチボン酸の4種が知られている事例がある。

アンチモンは土壌中のコロイドに強く吸着され、コロイド微粒子と共に地下水を移動する。堆積物からの水中への再放出は、pHの影響を強く受け、pHが高くなると急に増加する。有害廃棄物処理場からのアンチモンの検出率は、米国では12%前後で、その濃度は幾何平均値で8~17ppm程度である。アンチモンはヨウ化アルキル或いは臭化アルキルと反応して塩を作るので、精錬鉍滓の埋立てでこれが起こると、アンチモンの地中移動性を大きく高めることになる。なお、アンチモンの生物蓄積性は高くない。

3. 生産量等 (平成 12 年度)³⁾

生産量： 三酸化アンチモン 11,051 t、 五酸化アンチモン 約 300 t
輸入量： 三酸化アンチモン 6,957 t
輸出量： 三酸化アンチモン 2,320 t

4. 用途¹⁻³⁾

金属アンチモン：半導体合金、セラミックス、活字型、鋳型、はんだ合金
三酸化アンチモン：各種樹脂、ビニル電線、帆布・紙・塗料等の難燃助剤、高級ガラス清澄剤、
ほうろう、吐酒石、合成繊維触媒原料、顔料
五酸化アンチモン：各種樹脂・繊維の難燃剤、顔料、ガラス清澄剤、電子材料原料

5. 毒性情報

(1) 急性毒性⁴⁾

| | | | |
|------------------|------------------------|--------------|------|
| (経口) 酒石酸アチエンカリウム | ラット LD ₅₀ : | 115 mg/kg | 1966 |
| | ウサギ LD ₅₀ : | 115 mg/kg | 1975 |
| | マウス LDLo : | 600 mg/kg | 1975 |
| | ヒト LDLo : | 2 mg/kg | 1975 |
| 三酸化アンチモン | ラット LD ₅₀ : | 34,600 mg/kg | |
| (経皮) 三酸化アンチモン | ウサギ LDLo : | 2,000 mg/kg | |

(2) 発がん性分類⁵⁻⁸⁾

三酸化アンチモン

| | | | |
|----------|---|------|------|
| IARC | : | 2B | 1989 |
| 日本産業衛生学会 | : | 2B | 1996 |
| ACGIH | : | A2 | 1996 |
| USEPA | : | 収載なし | 1997 |

三硫化アンチモン

| | | | |
|----------|---|------|------|
| IARC | : | 3 | 1989 |
| 日本産業衛生学会 | : | 収載なし | 1996 |
| ACGIH | : | 収載なし | 1996 |
| USEPA | : | 収載なし | 1997 |

6. 各種基準値

- (1) 環境基準 (2003 年現在) : 指針値なし (要監視項目)
(2) 水道水質基準 (2003 年現在) : 0.002 mg /L (監視項目)
(3) WHO 飲料水水質ガイドライン (1993)²⁾ : 0.005 mg /L (暫定) (検出限界を考慮)

(4) USEPA 飲料水水質基準 (2002)⁸⁾

MCL : 0.006 mg /L

MCLG : 0.006 mg /L

7. WHO における毒性評価

(1) 1993 年ガイドライン²⁾

マウスを用いた限定的生涯曝露実験の結果(Schroeder ら、1972) において、LOAEL が 0.43 mg/kg/day であったことから、不確定係数 500 (LOAEL の使用を考慮) として、TDI は 0.00086 mg/kg/day となる。人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、飲料水の寄与率を 10% とすると、計算値は 0.003 mg/L (丸めた値) となり、実用的定量レベルを考慮して、暫定ガイドライン値は 0.005 mg/L とされた。

(2) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

1993 年のレビュー以来、利用可能な毒性データは増加してきたが、その多くは腹腔内投与での暴露によるものである。飲料水中のアンチモンの形態はその毒性を決定する鍵となるものであるが、アンチモンを含む材料から浸出するアンチモンは 5 価のオクソアニオンであって、毒性は比較的弱い。飲水曝露による亜慢性毒性試験から示唆された NOAEL は 6 mg/kg bw/day であることから、不確実性係数 1000 (このうち 100 は種内及び種間差を考慮、10 は亜慢性毒性試験データであることによる) を適用して、耐容一日摂取量は 6 µg/kg bw/day となる。成人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、飲料水の寄与率を 10% とすると、計算値は 18 µg/L となる。この値は、極めて保守的なものだといえることを記しておくべきであろう。

8. 生物濃縮性

| | | |
|------------------------------|---|------|
| 生物濃縮性係数 BCF ¹⁰⁾ : | 0.70~1.0 (ムラサキイガイ) | 1973 |
| | 0.30~1.20 (ヨーロッパガキ) | 1973 |
| | 1.30~4.30 (ヨーロッパザルガイ) | 1973 |
| | 1.20 (甲殻類 <i>Porcellana longicornis</i>) | 1973 |
| | 4.40 (甲殻類 <i>Porcellana platycheles</i>) | 1973 |
| | 4.00 (甲殻類 <i>Pilumnus hirtellus</i>) | 1973 |
| | 0.15 (ハゼ科 <i>Gobiusculus flavescens</i>) | 1973 |
| | 0.40 (魚類 <i>Blennius pholis</i>) | 1973 |
| | (酒石酸アンチモンカリウム) 3.4 (ニジマス) | 1987 |

文献一覧 (アンチモン)

- 1) The Dictionary of Substances and their Effects, 2nd Ed., Vol. 1, 1999
- 2) WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd Ed., Vol.2, 1993

- 3) 14102 の化学商品, 化学工業日報社, 2002
- 4) RTECS 検索
- 5) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO
- 6) 日本産業衛生学会許容濃度等の勧告(1997), 産衛誌, 39 (4), 129-149, 1997
- 7) IRIS 検索
- 8) 2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, USEPA, 2002
- 9) 環境省からの入手資料
- 10) AQUIRE 検索

2. マンガン (Manganese)

元素記号： Mn

CAS 番号： 7439-96-5

原子量： 54.94

二酸化マンガン [MnO₂] CAS 番号： 543-90-8 分子量： 230.50

過マンガン酸カリウム [KMnO₄] CAS 番号： 7722-64-7 分子量： 158.04

1. 物理化学的性状^{1,2)}

外観等：

融点： 1244

沸点： 1962

比重： 7.20 (25)

蒸気圧：

水溶解度： 不溶

オクタノール/水分配係数(logPow)：

2. 環境中での挙動^{1,2)}

元素状および無機のマンガンは大気中では浮遊粒子状物質として存在する可能性がある。地表水中では、マンガンは溶存および懸濁体として存在する。嫌氣的条件の地下水では溶存態のマンガンレベルが上昇していることがある。pH 4-7 では、ほとんどの水中で2価の形態であるが、より高い pH ではより高度に酸化された形態のものも出現する。マンガンは、有機物含量と陽イオン交換能に依存して土壤に吸着しうる。マンガンは下等な生物には生物濃縮されるが、高等生物では生物濃縮されず食物連鎖による生物濃縮倍率の上昇はさほど顕著ではない。

3. 生産量等 (平成 12 年度)³⁾

生産量： 二酸化マンガン 63,379 t

輸入量： マンガンおよびその製品 43,270t

4. 用途³⁾

金属マンガン： ステンレス、特殊鋼の脱酸および添加材、銅などの非鉄金属の添加材

二酸化マンガン： 乾電池、酸化剤、フェライト、マッチ原料、ガラス工業、漂白剤原料

過マンガン酸カリウム： マンガン・鉄などの除去剤、臭気・有機物の除去剤、繊維・樹脂等の原料

5. 毒性情報

(1) 急性毒性⁴⁾

(経口) 金属マンガン ラット LD₅₀： 9,000 mg/kg 1972

二酸化マンガン ラット LD₅₀ : 3,478 mg/kg 1975

(2) 発がん性分類⁵⁻⁸⁾

マンガン

| | | | |
|----------|---|------|------|
| IARC | : | 収載なし | 1989 |
| 日本産業衛生学会 | : | 収載なし | 1996 |
| IRIS | : | D | 1986 |
| USEPA | : | D | 1997 |

6. 各種基準値

- (1) 環境基準⁹⁾ : 設定されていない (2003 時点)
- (2) 水道水質基準 (2003 年現在)⁹⁾ : 0.05 mg / L (みたくべき性状 : 色)
- (3) WHO 飲料水水質ガイドライン (1993)²⁾ : 0.5 mg / L (暫定)
- (4) USEPA 飲料水水質基準 (2002)⁸⁾
- | | | |
|------|---|-----------|
| MCL | : | - |
| MCLG | : | - |
| SDWR | : | 0.05 mg/L |

7. WHO における毒性評価

(1) 1993 年ガイドライン²⁾

ヒトでの疫学データから、一日 20mg までのマンガン摂取は、明白な病的症状を引き起こさないことが示されている。一日 12mg 摂取すると、体重 60kg では 0.2 mg/kg/day (NOAEL 相当) より、不確定係数 3 (水からのマンガンの生物利用可能度上昇を考慮) として、TDI 0.07 mg/kg/day となる。人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、飲料水の寄与率を 20% とすると、計算値 0.4 mg/L となり、健康影響に基づいた暫定ガイドライン値を 0.5 mg/L とすれば、公衆衛生保護上適切である。

(2) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

IOM (Institute of Medicine) の食品栄養委員会 (The Food and Nutrition Board) は、マンガンの適切な摂取量 (AI: Adequate Intake) を成人女性と男性について 1.8 および 2.3 mg/day と定めた。典型的な西洋風および菜食主義者の食餌のレビューから、平均的な成人のマンガン摂取量は 0.7~10.0 mg/day の範囲にあることが明らかになった (Greger, 1999)。15 mg のマンガンを 90 日間サプリメントとして投与された女性で有害影響は認められず、リンパ球の SOD (superoxide dismutase) 活性が有意に上昇しただけであった (Davis & Greger, 1992)。Greger の食餌調査のから明らかになったマンガン摂取量の上限值 11 mg/day が、IOM によって 2001 年に NOAEL としてリストされた。従って、AI 値はこの NOAEL よりもはるかに低いが、11 mg/day の食餌による摂取が過剰暴露であるとは思われない。暫定ガイドライン値は、この上限値に基づいて計算することが可能である。体重 60 kg の成人では 0.18 mg/kg bw/day

となり、不確実性係数 3 (水からのマンガンの生物学的利用可能度が上昇する可能性を考慮して) を適用すると、TDI は 0.06 mg/kg bw (丸めた値) となる。そこで、飲料水へのマンガンの寄与率を 20% とし、成人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L とすると、暫定ガイドライン値は 0.4 mg/L となる。このガイドライン値は人での調査に基づいて導き出されており、実験動物からヒトへの外挿は不要である。また、あらゆるデータベースはこの値が安全なレベルであることを支持している。

8 . 生物濃縮性

生物濃縮性係数 BCF¹⁰⁾ : (塩化マンガン)

0.4 (コイ *Cyprinus carpio*) 1993

0.2 (ニジマス *Oncorhynchus mykiss*) 1993

文献一覧 (マンガン)

- 1) The Dictionary of Substances and their Effects, 2nd Ed., Vol. 5, 1999
- 2) WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd Ed., Vol.2, 1993
- 3) 14102 の化学商品, 化学工業日報社, 2002
- 4) RTECS 検索
- 5) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO
- 6) 日本産業衛生学会許容濃度等の勧告(1997), 産衛誌, 39 (4), 129-149, 1997
- 7) IRIS 検索
- 8) 2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, USEPA, 2002
- 9) 環境省からの入手資料
- 10) AQUIRE 検索

3 . ウラン (Uranium)

元素記号 : U

CAS 番号 : 7440-61-1

原子量 : 238.03 (²³⁸U)

酢酸ウラニル [UO₂ (CH₃COO)₂] CAS 番号 : 541-09-3 分子量 : 388.12

硝酸ウラニル [UO₂ (NO₃)₂] CAS 番号 : 10102-06-4 分子量 : 394.04

二酸化ウラン [UO₂] CAS 番号 : 1344-57-6 分子量 :

1 . 物理化学的性状 ^{1,2)}

外観等 : 銀白色金属

融点 : 1132

沸点 : 3818

比重 : 19.0 (20)

蒸気圧 :

水溶解度 : 不溶

オクタノール/水分配係数(logPow) :

2 . 環境中での挙動 ^{1,2)}

ウランは、天然鉱物からの浸出、原子力産業からの排出、石炭等の燃料の燃焼、ウランを含むリン酸肥料の使用などによって環境中に存在する。

3 . 生産量等

輸入量 (1999 年) ³⁾ : 1,512,015 kg (天然ウラン)

920,371 kg (濃縮ウラン)

1,759 kg (劣化ウラン)

輸出量 (1999 年) ³⁾ : 140 kg (天然ウラン)

93,203 kg (劣化ウラン)

保有量 (1999 年 12 月 31 日現在) ⁴⁾ : 1,701,181kg (天然ウラン)

13,817,097 kg U, 323,528 kg U-235 (濃縮ウラン)

8,580,374kg(劣化ウラン)

4 . 用途 ^{1,2)}

ウラン : 主に原子核燃料

5 . 毒性情報

(1) 急性毒性 ⁵⁾

| | | | |
|-----------------------|------------------------|-----------|------|
| (経口) Uranyl ethanoate | ラット LD ₅₀ : | 204 mg/kg | 1987 |
| | マウス LD ₅₀ : | 242 mg/kg | 1987 |
| (経路不明) ウラン | ラット LD ₅₀ : | 750 mg/kg | 1972 |

(2) 発がん性分類⁶⁻⁹⁾

ウラン

| | | | |
|----------|---|------|------|
| IARC | : | 収載なし | |
| 日本産業衛生学会 | : | 収載なし | 1997 |
| IRIS | : | 記載なし | |
| USEPA | : | A | |

6. 各種基準値

- (1) 環境基準 : 設定されていない(2003 時点)
- (2) 水道水質基準(2003 現在) : 0.002 mg/L(監視項目)
- (3) WHO 飲料水水質ガイドライン(1998)²⁾ : 0.002 mg /L(暫定)
- (4) USEPA 飲料水水質基準(2002)⁹⁾
 - MCL : 0.03 mg /L
 - MCLG : 0 mg /L

7. WHO、USEPA における毒性評価

(1) 1993 年ガイドライン²⁾

化学的毒性に関する情報が不十分であるため、当面放射性物質としての規制を適用。

(2) 1998 年ガイドライン²⁾

ラットを用いた 91 日間の飲料水投与試験(Gilman ら、1998)で、腎障害が認められた。LOAEL は 0.06mg/kg/day。不確実係数 100(種内差及び種間差)から TDI は 0.006mg/kg/day。ガイドライン値は 0.003 mg/L(暫定)。

(3) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

ウランのヒトおよび実験動物における発がん性に関しては不十分なデータしかない。従ってウランの化学的毒性についてのガイドライン値は TDI アプローチによって算出された。適切な慢性毒性試験が見あたらなかったため、ウランをもっとも感受性の高い性と種に対して飲水中に溶かして投与して行われた今日までで最も詳細に行われた亜慢性毒性試験の結果(Gilman et al., 1998)を用いて TDI が算出された。ラットを用いた 91 日間暴露実験(硝酸ウラニウム・6水和物)では、腎臓での組織化学的变化を根拠として LOAEL が 0.06 mg U/kg bw/day であったことから、不確実性係数 100(種間差および種内差を考慮)を適用して、TDI 0.6 µg/kg bw が算出された。この場合、NOAEL ではなく LOAEL

を用いたことによる追加的な不確実性係数を適用しなかったのは、報告されている障害の程度が極めて軽微なものであったことによる。また、91 日間の亜慢性毒性試験であったことによる追加的な不確実性係数も、ウランの腎臓での半減期が 15 日と推定されることから試験期間として充分であること、また腎臓障害の程度が暴露期間を延長しても悪化するとは考えにくいことから適用しなかった。この TDI から、成人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、寄与率を 50 %とすると、ガイドライン値は 9 µg/L (丸めた値) となる。この値は疫学的研究のデータからも支持されている。飲料水の TDI への寄与率を 50%としたことは、食品からのウランの摂取が低いというデータから支持されている。ただ、ウランの毒性学および疫学データに関して極めて大きな不確実性が存在することから、このガイドライン値は暫定的なものとする。

暫定的ガイドラインとする理由は、利用可能な処理技術では達成が困難であるかもしれないこと、健康影響に関するデータベースが限られていて分析疫学的研究をさらに実施する必要があることにもよる。また、尿細管の障害が発生した飲料水中のウラン濃度については依然不確かであり、低レベル暴露で観察された障害の臨床上の意義も不確かであることも留意する必要がある。実際、30 µg/L までのガイドライン値でも、この濃度以下で観察された尿細管機能のマーカーは正常範囲内であったことから、腎臓毒性を防ぐのには充分かもしれない。

(4) USEPA 飲料水水質基準 (2002) ⁹⁾

WHO と同じ試験結果 (LOAEL 0.06mg/kg/day) から RfD は 0.0006mg/kg/day (不確実係数 100 : 種内差 3、種間差 10、LOAEL の使用 3)。1 日 2L の水摂取、体重 70kg、寄与率 80% から、DWEL (Drinking Water Equivalent Level) は 0.02mg/L。ヒトのデータ (0.02~0.1mg/L で軽い蛋白尿) を加味し MCL は 0.03mg/L。

8 . 生物濃縮性

生物濃縮性係数 BCF¹⁰⁾ :
 (硝酸ウラニル) 19.8-37.2 (ニジマス *Oncorhynchus mykiss*) 1982

文献一覧 (ウラン)

- 1) The Dictionary of Substances and their Effects, 2nd Ed., Vol. 7, 1999
- 2) WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2nd Ed., Vol.2, 1993/ Addendum to Vol. 2, 1998
- 3) 財務省貿易統計データ室 : 統計品目 9 桁毎各国実績一覧表
 (<http://www.mof.go.jp/trate-st/tr-index.html>)
- 4) 文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課保障措置室資料 (2001 年 2 月入手)
- 5) RTECS 検索
- 6) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO
- 7) 日本産業衛生学会許容濃度等の勧告(1997), 産衛誌, 39(4), 129-149 (1997)

8) IRIS 検索

9) 2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, USEPA, 2002

10) AQUIRE 検索

11) 環境省からの入手資料

4 . 塩化ビニル(Vinyl chloride)

CAS 番号：75-01-4

分子式：C₂H₃Cl

1 . 物理化学的特性 (WHO, 1999)

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| 物理的性状 | 無色の気体 |
| 沸点 | - 13.4°C |
| 蒸気密度 | 20°C の空気に対して 2.2 |
| 水溶解度 | 25°C ではわずかに可溶 (1.1 g/L) |
| オクタノール/水 分配係数 (log Kow) | 1.5 |
| ヘンリー定数 (Hc) | 25°C で 2.0 ~ 2.8 ; |
| (kPa. m ³ /mol) | 20°C で 18.8 |

2 . 環境中での挙動

環境中では、塩化ビニルはほぼ完全に蒸気相で存在し、また、水酸基ラジカルおよびオゾンと反応し、最終的にはホルムアルデヒド、一酸化炭素、塩酸、ギ酸などを形成する。その半減期は 1 ~ 4 日である (WHO, 1999)。

これは日光または酸素がない状態では安定であるが、空気、光あるいは熱に曝されると重合する。

塩化ビニルは水溶解性が比較的低く、微粒子物質および沈殿物への吸着能が低い。表層水に取り込まれた塩化ビニルは揮発によって表層水から除去される。表層水からの揮発について報告された半減期は約 1 ~ 40 時間である (WHO, 1999)。

地面に放出された場合には、これは土壤に吸着されず、地下水にすぐに移動し、そこで二酸化炭素と塩素イオンまで分解されることもあれば、あるいは数か月間または数年間にもわたって変化せずにとどまることもある。塩化ビニルは塩素化溶剤のトリクロロエチレン等の分解産物として地下水で報告されている (WHO, 1999)。

3 . 生産量等 (平成 12 年度)

| | |
|------|--------------|
| 生産量： | 3,0310,692 t |
| 輸入量： | 11,028t |
| 輸出量： | 547,595 t |

4. 用途

ポリ塩化ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、塩化ビニリデン-塩化ビニル共重合体の合成

5. 毒性情報

(1) 急性毒性

(吸入) マウス LC_{50} : 295g/m³ (WHO, 1999)

モルモット及びウサギ LC_{50} : 595g/m³ (WHO, 1999)

(2) 短期暴露

(経口) ラット NOEL : 30mg/kg (WHO, 1999)

(3) 長期暴露

(経口) ラット NOAEL : 0.13mg/kg/日 (NOAEL)

(WHO, 1999; US IRIS, 2000)

(吸入) 雄ラット亜慢性 LOAEL : 26mg/m³ (WHO, 1999)

(4) 生殖毒性、胚毒性および催奇形性

(吸入) ラット受胎能 LOAEL : 26mg/m³ (Bi ら, 1985; Sokal ら, 1980)

ラット 2 世代繁殖 NOEL : > 2860 mg/m³ (WHO, 1999)

(5) 発がん性

(吸入) ラット、マウス及びハムスター-LOEL

: それぞれ、26、130 および 1300mg/m³ (Maltoni ら, 1981; 1984; WHO, 1999)

(経口) ラット LOAEL : 1.3mg/kg/日

ラット投与量に関連した血管肉腫増加

: 50mg/体重 kg で 18、16.6mg/体重 kg で 9、3.3mg/体重 kg で 1

6. 各種基準値

(1) 環境基準 (2003 年現在) : 設定されていない

(2) 水道水質基準 (2003 年現在) : 要検討項目候補 0.002mg/L

7. WHO における毒性評価

(1) 1993 年ガイドライン

記載なし。

(2) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

吸入経路による高濃度の塩化ビニルに対する産業曝露については、塩化ビニルによるヒトの発癌性を示す十分な証拠があり、IARC は塩化ビニルを 1 群に分類している (IARC, 1979, 1987)。塩化ビニル産業に従事した労働者の死亡率及びがん発生率をフォローアップした最新研究によると、すべての肝臓癌、血管肉腫および肝細胞癌では顕著な曝露反応があるが、累積的な塩化ビニル曝露と他の癌との間には強い関係が認められないことが示されている (Ward ら, 2001)。

動物データでは塩化ビニルが複数の部位の発癌物質であることを示している。経口的あるいは吸入によってマウス、ラットおよびハムスターに投与した場合には、肝臓および他の部位の血管肉腫とともに、乳腺、肺、ジンバル腺および皮膚の腫瘍を発生させた。

塩化ビニルの代謝物には遺伝毒性があり、DNA に直接作用することを示す証拠がある。塩化ビニルによる DNA 付加物も同定されている。職業性曝露では染色体異常、小核および姉妹染色分体交換が起こっている。反応レベルは曝露レベルと相関していた。

ポリ塩化ビニル顆粒に封入した塩化ビニルによるラットの長期混餌投与試験では、5.0mg/体重 kg/日で ASL の腫瘍発生率、1.3mg/体重 kg/日で腫瘍性肝結節 (雌) および肝細胞癌 (HCC) (雄) に有意に増加が認められた (Feron ら, 1981)。

Slope factor (95%信頼区間の上限) は、雌ラットの経口混餌投与試験におけるすべての肝腫瘍 (ASL、HCC および腫瘍性結節) の用量反応データより求めた (Feron ら, 1981)。これに相当するヒトの用量は Clewell らの PBPK モデル (1995b in US IRIS, Clewell ら, 2001) を用いて計算した。このモデルでは 1 日に生成された代謝物を代謝物が生成される組織の容積で割った用量計測法、つまり、代謝物 (mg) /肝臓 (L) に基づいた (Andersen ら, 1987)。初期の塩化ビニル代謝は 2 つの飽和可能な経路、すなわち、一方はシトクロム P450 IIE1 による低能力、高親和性の酸化を示す経路、他方は P450 の他のアイソザイムによる高能力、低親和性の酸化を示す経路を介して起こる仮定され、それらの両方が用量計測法の PBPK モデルによって扱われた (US IRIS 2000)。線形の低用量外挿法は LED 10 と原点 (0 用量) との間に直線を引いて行われた。その結果は線形化した多段階モデルを用いて得られたものとほぼ同様であった。ヒトが実験動物よりも癌を誘発しやすいという証拠はないが、初期の曝露における感受性の差に関しては不確実性がある。したがって、出生時からの連続的な生涯曝露によって癌リスクが 2 倍になり、このことは 2 倍の不確実性要因によって説明できると仮定された (US IRIS, 2000)。

飲料水中の塩化ビニル濃度 0.5 μg/L は、成年期から始まる生涯曝露において 10^{-5} の肝腫瘍の超過リスクに関連しているとして計算された。出生時からの曝露ではこのリスク

が 2 倍になると考えられる (US IRIS 2000)。これより 10^{-5} の理論的リスクでは数値を丸めて $0.3 \mu\text{g/L}$ の基準値になる。

塩化ビニルはヒトの既知の発癌物質であることから、この化合物の暴露はできる限り避け、技術的に可能な限り低濃度にすべきである。塩化ビニルはいくつかのグレードのポリ塩化ビニルパイプに由来する潜在的な汚染物質として第 1 に重要なものであり、材料品質の規格によって管理するのが最もよい。

5 . 1,4-ジオキサン(1,4-Dioxane)

CAS 番号： 123-91-1

分子量： 88.11

1 . 物理化学的性状 ^{1,2)}

外観等：無色の液体

融点：11.8

沸点：100-102

比重：1.0329 (20)

蒸気圧：37 mmHg (25)

水溶解度：混和が可

オクタノール/水分配係数(logPow)：-0.35

2 . 環境中での挙動 ¹⁰⁾

1、4-ジオキサンは、塗料、ニス、ラッカー、化粧品、脱臭剤、酢酸セルロース、エチルセルロース、ベンジル・セルロース、樹脂、油、ろう、油および精油ゾル染料のために溶剤として使用される。水と任意に混合し、加水分解性や生物濃縮はない。水と混和するため、水からの揮散に関するデータはない。蒸気圧が小さいため、水の蒸発に伴いある程度は揮散すると思われる。土壌分配係数は小さく、土壌に放出された場合には地下水にまで到達する。蒸気圧が低い(37 mm Hg、25)ため、乾燥土壌からは大気に揮散すると考えられる。大気中ではヒドロキシラジカルとの反応により速やかに分解し、半減期は 6.69 から 9.6 時間である。反応生成物は、ケトンやアルデヒドと推定される。ジオキサン/NO 系でも同程度の半減期が得られている。BOD 分解度はほとんどなく、環境中での生分解性は悪い。

3 . 生産量等 (平成 12 年) ²⁾

生産量：4,500 t (推定)

輸入量：

4 . 用途 ²⁾

洗浄剤、合成皮革用・反应用的溶剤、塩素系溶剤用、医薬品用

5 . 毒性情報

(1) 急性毒性 ³⁾

| | | | |
|------|------------------------|-------------|------|
| (経口) | ラット LD ₅₀ ： | 4,200 mg/kg | 1994 |
| | マウス LD ₅₀ ： | 5,300 mg/kg | 1978 |

(2) 発がん性分類^{4, 5, 6, 7)}

| | | | |
|----------|---|----|------|
| IARC | : | 2B | 1987 |
| 日本産業衛生学会 | : | 2B | 1996 |
| IRIS | : | B2 | 1996 |
| USEPA | : | B2 | 1997 |

6. 各種基準値

- (1) 環境基準 : 設定されていない (2003 時点)
- (2) 水道水質基準 : 設定されていない (2003 時点)
- (3) WHO 飲料水水質ガイドライン (1993) : 収載なし
- (4) USEPA 飲料水水質基準 (2002)⁷⁾
 - MCL : 収載なし
 - MCLG : 収載なし

(5) その他

- PRTR 法 : 第 1 種指定化学物質
- 化審法 : 第 2 条指定化学物質
- 毒・劇物取締法 : 第 2 条別表第 2 毒物 (製剤を含む)
- 労働安全衛生法 : 施行令第 18 条の 2 [名称を通知すべき有害物 (MSDS 対象物質)]

7. WHO での毒性評価

- (1) 1993 年ガイドライン
収載なし

(2) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

1,4-ジオキサンは、実施された大部分の長期経口投与試験において、げっ歯類に肝臓および鼻腔の腫瘍を引き起こしている。高用量投与されたラットにおいては、腹膜、皮膚および乳腺でも腫瘍が観察されている。肺癌は、腹腔内投与後に特異的に認められている。1,4-ジオキサン取扱作業従事者のコホート研究では癌による死亡の増加は認められていないが、比較死亡率研究では肝臓癌の有意な増加が認められている。しかし、ヒトに対する発癌性評価については、サンプル数が少なかったり暴露データを欠いていたりして、不十分な証拠しかない。IARC は、1,4-ジオキサンを Group 2B (possible carcinogenic to humans) と分類している。

1,4-ジオキサンは、弱い遺伝子傷害性を有している可能性があるが、様々な臓器に複数の腫瘍を誘起することが明白であるため、線形多段階モデルを用いた発癌リスク評価を行うこととした。最も感受性の高い部位について計算した結果、ラットでの飲水投与試験での鼻腔癌と肝臓腫瘍についてのデータから、飲料水中濃度 88 および 54 µg/L で体表面補正なしでの生涯過剰発癌リスクが 10^{-5} となった。

一方、1,4-ジオキサンが低用量でヒトに対して遺伝子傷害性を示さないと仮定すると、ガイドライン値導出に、TDI アプローチをとることも可能である。発癌性以外のエンドポイントでの TDI は、ラ

ットを用いた長期飲水投与試験での NOAEL 9.6 mg/kg bw/day より、不確実性係数 100(種間差および種内差を考慮)を適用して 96 µg/kg bw と算出された。発癌をエンドポイントとすると、TDI はラットを用いた長期飲水投与試験での NOAEL 16 mg/kg bw/day より、不確実性係数 1000(100 は種間差および種内差を考慮、10 は非遺伝子傷害性の発癌性を考慮)を適用して 16 µg/kg bw と算出された。これにより、成人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、寄与率を 10%とすると、ガイドライン値は 48 µg/L となる。二通りの異なったアプローチで導出された値が 54 µg/L と 48 µg/L と似通ったものであることから、丸めた値として 50 µg/L が 1,4-ジオキサンのガイドライン値として適当であると考えられる。

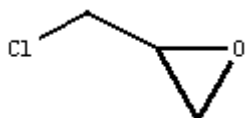
8 . 生物濃縮性

生物濃縮性係数 BCF⁸⁾ : データ収載なし

文献一覧 (1,4-ジオキサン)

- 1) The Dictionary of Substances and their Effects, 2nd Ed., Vol. 3, Royal Society of Chemistry, 1999
- 2) 14102 の化学商品, 化学工業日報社, 2002
- 3) RTECS 検索
- 4) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO
- 5) 日本産業衛生学会許容濃度等の勧告(1997), 産衛誌, 39 (4), 129-149, 1997
- 6) IRIS 検索
- 7) 2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, USEPA, 2002
- 8) AQUIRE 検索
- 9) 環境省からの入手資料
- 10) HSDB (ChemBank Aug/2002)

6. エピクロロヒドリン (Epichlorohydrin)



CAS 番号： 106-89-8

分子量： 92.53

1. 物理化学的性状^{1,2)}

外観等：刺激臭のある無色の液体

融点： -57

沸点： 115-117

比重： 1.1812 (20)

蒸気圧： 16 mmHg (25)

水溶解度： 6.4% (20)

オクタノール/水分配係数(logPow)： 0.30

2. 環境中での挙動¹⁰⁾

エピクロロヒドリンの蒸気圧は 16.4 mm Hg (25) であり、大気中ではガス状で存在すると考えられる。大気中では OH ラジカルと反応し、半減期は 36 日と推定される。土壌中では、の小さな Koc の値(40)から大きな移動性を持つと考えられる。湿った土壌(Henry's 定数 (3.0×10^{-5} atm- m³/mole)) や乾燥土壌(高い蒸気圧)からの大気への揮散が容易に起こると考えられる。また、湿った土壌では加水分解が起こる。馴化した土壌や表流水では生分解が起こる。既存点検調査では BOD 分解度 18% で難分解性である。水中では、溶存態で存在する。予測される大気への揮散の半減期は、河川及び湖沼で、それぞれ、19 時間および 12 日である。加水分解が起こりその半減期は蒸留水で 8.2 日、模擬海水で 5.3 日である。生物濃縮性はない。

3. 生産量等(平成 12 年)²⁾

生産量： 134,709 t

輸出量： 26,381 t

輸入量： 15,790 t

4. 用途²⁾

エポキシ樹脂・合成グリセリン・界面活性剤等の合成原料、繊維処理剤、溶剤、可塑剤、安定剤

5. 毒性情報

(1) 急性毒性³⁾

| | | | |
|------|------------------------|-----------|------|
| (経口) | ラット LD ₅₀ : | 90 mg/kg | 1948 |
| | マウス LD ₅₀ : | 195 mg/kg | 1968 |
| (経皮) | マウス LD ₅₀ : | 250 mg/kg | 1982 |

(2) 発がん性分類^{4, 5, 6, 7)}

| | | | |
|----------|---|------|------|
| IARC | : | 2A | 1987 |
| 日本産業衛生学会 | : | 収載なし | 1996 |
| IRIS | : | B2 | 1996 |
| USEPA | : | B2 | 1997 |

6. 各種基準値

- (1) 環境基準 : 設定されていない (2003 時点)
- (2) 水道水質基準 : 設定されていない (2003 時点)
- (3) WHO 飲料水水質ガイドライン (1993) : 収載なし
- (4) USEPA 飲料水水質基準 (2002)⁷⁾
- MCL : TT (Treatment technique)
- MCLG : 0

(5) その他

- PRTR 法 : 第 1 種指定化学物質
- 化審法 : 第 2 条指定化学物質
- 毒・劇物取締法 : 第 2 条別表第 2 毒物 (製剤を含む)
- 労働安全衛生法 : 施行令第 18 条の 2 [名称を通知すべき有害物 (MSDS 対象物質)]

7. WHO での毒性評価

- (1) 1993 年ガイドライン
記載なし

(2) 2003 年ガイドラインでの毒性評価

エピクロルヒドリン (ECH) の主要な毒性影響は、局所の刺激と中枢神経系への障害である。ラットにおいて、吸入並びに経口経路での暴露によって鼻腔での扁平上皮癌 (吸入暴露) と前胃での腫瘍 (経口暴露) を誘発する。ECH は in vitro および in vivo で遺伝子傷害性があることが示されている。IARC は、ECH を Group 2A (probably carcinogenic to humans) としている。ECH は遺伝子傷害性の発癌物質であるが、腫瘍は投与部位においてのみ観察されており、ECH はその部位を著しく刺激していることから、線形多段階モデルを用いて発癌リスクを推定することは不適切であると考えられる。そこで、TDI 0.14 µg/kg bw は、ラットを用いた 2 年間にわたる強制経口投与試験 (週 5 日投与) において前胃の過形成を根拠とした LOAEL が 2 mg/kg bw であることから、不確実性係数 10,000 (10 は LOAEL を用いることを考慮、100 は種間差および種内差を考慮、さらに 10 は発がん性があることを

考慮)を適用して算出された。これにより、成人の体重を 60kg、1 日あたりの飲料水量を 2L、寄与率を 10%とすると、ガイドライン値は 0.4 $\mu\text{g/L}$ (丸めた値)となる。このガイドライン値は、ECHの毒性についての不確実性と、非常に大きな不確実性係数を用いていることにより、暫定的なものとする。

8 . 生物濃縮性

生物濃縮性係数 BCF⁸⁾ :

文献一覧 (エピクロロヒドリン)

- 1) The Dictionary of Substances and their Effects, 2nd Ed., Vol. 4, Royal Society of Chemistry, 1999
- 2) 14102 の化学商品, 化学工業日報社, 2002
- 3) RTECS 検索
- 4) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, WHO
- 5) 日本産業衛生学会許容濃度等の勧告(1997), 産衛誌, 39 (4), 129-149, 1997
- 6) IRIS 検索
- 7) 2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, USEPA, 2002
- 8) AQUIRE 検索
- 9) 環境省からの入手資料
- 10) HSDB (ChemBank Aug/2002)