

1. トリクロロエチレン

【物質名】 トリクロロエチレン、トリクロロエテン、三塩化エチレン、三塩化エテン
アセチレントリクロリド、トリクレン、エチニルトリクロリド
Trichloroethylene、Trichloroethene、Ethylene trichloride、
Acetylene trichloride、Triclene、Ethynyl trichloride、TCE
Cas Registry Number= 79-01-6、既存化学物質番号=2-105

1.1 物理化学的性状

トリクロロエチレンは無色透明の液体で、水に難溶で有機溶媒に可溶である。溶剤としての溶解力はガソリンに比べ5~7倍ある。不燃性で日光に対してあまり安定でない。爆発範囲は12.5~90%で、蒸気密度は4.53と大きい。空気中で室温では引火しない。酸素濃度が25%以上では室温でも引火し、酸素中では爆発する。水酸化ナトリウム、水酸化カリウムと一緒に加熱すると爆発することがある。塩ビ、ポリエチレン、合成ゴムなどと接すると溶解や膨潤させる。クロロホルムに似た臭気がある。有機反応では試薬として用いられ、 $AlCl_3$ 触媒下、クロロホルムなどと反応する。中枢神経系に対して抑制作用があり、高濃度暴露で麻酔が起こる。

蒸気圧が高いトリクロロエチレンは、主に金属脱脂洗浄剤や溶剤として使われるとき揮散して、大気中へ移行する。ヘンリー則定数も 10^{-2} atm \cdot m³/molと高く、水表面からの揮散もある。大気中では比較的速やかに分解され、ホスゲン、ジクロロアセチルクロリド、ホルミルクロリドを生成する。生物分解性や加水分解性は低い。土壌や底泥への吸着性および生物濃縮性も低い。地上にあるトリクロロエチレンの一部は地下に浸透して地下水を汚染する。

化学式：CHCl₂CCl₂

分子量：131.40

外 観：無色透明液体

比 重： d_4^{20} 1.4649

融 点：-86.4℃、-83℃

沸 点：86.7℃ (760mmHg)

蒸気圧：69.0mmHg (25℃)¹⁾、60mmHg (20℃)²⁾、77mmHg (25℃)³⁾

水溶解度：1,100mg/L (25℃)¹⁾、1,000mg/L (20℃)³⁾

ヘンリー則定数： 1.03×10^{-2} atm \cdot m³/mol⁴⁾

オクタノール/水分係数：2.43 (対数値)¹⁾

土壌有機物吸着分配係数：2.0 (対数値)¹⁾、87¹⁾、150¹⁾

生物濃縮係数：17~39¹⁾、2~25¹⁾

1.2 生産量及び用途⁵⁾

1989年の実績では、トリクロロエチレンの生産量は64,969トンで、輸出量が12,637トンに対して輸入が1,196トンである。単純計算による使用量は53,528トンとなる。

トリクロロエチレンは金属機械部品などの脱油脂洗浄、生ゴム、染料、塗料、油脂、硫黄、ピッチ、カドミウムなどの溶剤、殺虫剤、羊毛の脱脂洗浄、皮革、膠着剤洗剤、繊維工業、香料の

抽出剤、繊維素エーテルの混合に用いられる。

1. 3 分析方法

我国では排水⁶⁾および水道水⁷⁾中のトリクロロエチレンの分析法に、ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法と溶媒抽出・ガスクロマトグラフ法を挙げている。ヘッドスペース法は試料をバイアルに空間を残してとり、一定温度で気液平衡状態とし、その一部を電子捕獲型検出器を装着したガスクロマトグラフ(GC-ECD)に注入し定量する。具体的には、試料40mLを容量65mLのバイアル瓶に採り、密閉後数回激しく振とうして、水温を $25 \pm 0.2^\circ\text{C}$ に調整した恒温水槽に1時間静置することによって気液平衡状態をつくる。その後バイアルを水槽から取り出して、ガスタイトシリンジでバイアルのヘッドスペースガスを採取してGC-ECDに注入し、定量する方法である。この分析法による排水での定量範囲は $1 \sim 10 \mu\text{g/L}$ 、水道水での検出限界値は 0.001mg/L となっている。溶媒抽出法は、試料中のトリクロロエチレンをヘキサンで抽出し、ヘキサン層の一部をGC-ECDに注入して定量する。この分析法による排水での定量範囲は $0.04 \sim 0.75\text{ng}$ 、水道水での検出限界値は 0.001mg/L となっている。

米国EPAは、トリクロロエチレンの分析に溶媒抽出キャピラリーGC法と、前処理にパージトラップ法を用い、GCで分離、質量分析計(MS)で同定・定量を行うキャピラリーGC/MS法を採用している。溶媒抽出法はMethod 551⁸⁾に記載があり、トリクロロエチレンなど6種の有機塩素系溶剤とトリハロメタン類など12種の塩素処理副生成物を同時分析する方法である。方法の概要は次の通りである。35mLの試料を2mLのMTBE(methyl-tert-butylether)で振とう抽出して、MTBEの2 μL をGCに注入し、ECDで検出、定量する方法である。GCの分離カラムは、内径 $0.32\text{mm} \times$ 長さ 30m のフェーズドシリカキャピラリーカラムで、液相は無極性のメチルシリコン系(DB-1など)、膜厚は $1.0 \mu\text{m}$ を採用している。このカラムでトリクロロエチレンの溶出位置にピークが出現すれば、50%のトリフルオロプロピル系の液相(DB-201、SP-2401など)で膜厚 $0.5 \mu\text{m}$ の分離カラムを用いて確かめ、さらにGC/MSによる確認を促している。この方法によるトリクロロエチレンの検出限界値は $0.002 \mu\text{g/L}$ である。抽出溶媒として用いるMTBEは日本では入手し難い面があり、その際ジエチルエーテルまたはヘキサンでも分析可能である。抽出溶媒は予め分析の妨害となる不純物が存在していないことを確かめ、妨害の可能性があれば蒸留精製して用いる。

パージトラップ法による揮発成分の捕集・濃縮とGCへの導入、キャピラリーGCによる揮発成分の分離およびMSによる検出・同定・定量を組み合わせたMethod 524.2⁹⁾は、トリクロロエチレンを含む揮発成分60種の同時分析法である。パージトラップでは、試料水25mL(MSの感度に応じて5mLの試料量でも分析可能)をパージリング装置に採り、ヘリウムまたは窒素ガスを室温で11分間、 40mL/min の流速で通気して、気化成分を吸着管に捕集する。吸着管は、内径と長さがそれぞれ 0.27 、 25cm 以上の管にTenax GCとシリカゲルを2:1の割合で充填したものである。吸着管に捕集した成分は、捕集管を 250°C に急速加熱することによって脱離し、GCの分離カラムに導いている。キャピラリーカラムは、内径 $0.32 \sim 0.75\text{mm}$ 、長さ $30 \sim 60\text{m}$ のVOCOL、DB-624、DB-5などを推奨している。この方法によるトリクロロエチレンの検出限界値は、パージトラップ装置やカラムの種類によって多少異なり $0.02 \sim 0.19 \mu\text{g/L}$ である。

1. 4 環境中での挙動

環境に放出されるトリクロロエチレンの主な発生源は、金属脱脂洗浄剤としての使用に関連しており、この用途ではトリクロロエチレンは消費されないで、使用量の大部分は環境中に放出される。使用中にこぼしたり、貯蔵タンクからの漏れも発生源となる。また、多岐にわたる溶剤や抽出剤としての使用も発生源となり、トリクロロエチレンの使用で除去されたオイルやグリースも発生源として機能する。これらの廃棄物は、埋立地で処分され、あるいは地上に投棄されたり、また排水として下水道や公共水域に流される。このようにトリクロロエチレンの発生源は地上あるいは水中に普遍的に存在し、蒸気圧の高さのために、主に揮散して主に大気へ移行する。一方、比重が重く土壤吸着能が低いために地層に侵入して地下水汚染を引き起こす。

水中のトリクロロエチレンは主に揮散して大気に移り¹⁰⁾、半減期は数分から数時間でその速度は水の攪乱状態に依存する^{11, 12)}。通常条件では水中でトリクロロエチレンが加水分解することはない¹³⁾。290nm以下の光波長を吸収しないので直接的には光分解もしない¹⁴⁾。しかし、半減期が10.7ヶ月程度のゆっくりとした速度で光分解する¹⁵⁾。いずれにしても、加水分解や光分解によって消失する速度は、揮発に比べ極端に遅い。また、底泥への吸着や生物濃縮性は小さく、トリクロロエチレンの運命への影響は小さい^{11, 12)}。

土壤表面にこぼれ、あるいは流出したトリクロロエチレンは高い蒸気圧のために表面から揮散するが、土壤への吸着性が低さと比重の重さ、また土壤中では比較的安定であることから、地層に浸透して地下水に達する。地表に存在するトリクロロエチレンが加水分解反応によって分解することはない¹⁶⁾。

トリクロロエチレンの水中での生分解は低いとの見解が一般的であるが^{12, 13)}、嫌気的な条件が揃うと、ゆっくりとした分解がはじまり、12週間で少し分解した¹⁴⁾、あるいは8週間で40%が分解した¹⁵⁾との報告がある。また、滞水層を再現したマイクロコスムにおいて、40週間でトリクロロエチレンは $70 \sim 99\%$ 、平均 89% 消失し、このうち揮散による部分は平均 48% としている¹⁶⁾。また、トリクロロエチレンの高濃度汚染域において、1,2-ジクロロエチレンのトランスとシス異性体が確認され、これらはトリクロロエチレンの生分解によって生成した¹⁷⁾としている。

大気中に放出されたトリクロロエチレンは、その比較的高い蒸気圧のために気相中に存在し、急速に光酸化され分解する。その速度はスモッグ状態で促進され、140分で 60% ¹⁸⁾あるいは $1 \sim 3.5$ 時間で 50% ¹⁹⁾が分解する。OHラジカルとの反応性を基に、トリクロロエチレンの大気中での滞留時間は5日と見積もられ²⁰⁾、分解の結果ホスゲン、ジクロロアセチルクロライド、ホルミルクロライドを生成する¹⁹⁾。

米国の表層水204検体について調査した結果、88検体からトリクロロエチレンが検出され、河川での濃度範囲は $1 \sim 24 \mu\text{g/L}$ 、エリー湖で $180 \mu\text{g/L}$ であった¹⁾。米国EPAのデータベース(9,295データ)では 28% からトリクロロエチレンが検出され、その中央値は $0.10 \mu\text{g/L}$ である¹⁾。地下水の調査では、トリクロロエチレンの検出頻度が最も高く、13都市の地下水の 38.5% から $0.2 \sim 1.25 \mu\text{g/L}$ の範囲で平均 $29.72 \mu\text{g/L}$ を検出している¹⁾。また、最高 $35,000 \mu\text{g/L}$ のトリクロロエチレンを検出した事例もある¹⁾。海水のレベルは平均が $0.3 \mu\text{g/L}$ 、最高が $3.6 \mu\text{g/L}$ である¹⁾。環境庁が河川等の表層水395検体について調査した結果では、75検体で検出され、その濃度範囲は $0.29 \sim 12 \mu\text{g/L}$ であった²⁾。また、近畿圏の都市河川35地点の表層水中において、トリクロロエチレンが $0.1 \sim 29.0 \mu\text{g/L}$ の濃度で検出された²⁾。大阪湾の表層水には $0.013 \sim 1.2 \mu\text{g/L}$ の範囲で、平均 $0.15 \mu\text{g/L}$ の濃度がみられた²⁾。都内河川29地点と東京湾3地点では、 $< 0.1 \sim 42.6 \mu\text{g/L}$ の範囲で検出されている²⁾。1982年の環境庁による全国15都市の地下水調査では、トリクロロエチレンは

1,360検体のうち379検体から検出され、0.5~1.0 μ g/Lの範囲が179検体、1.0~10 μ g/Lが195検体、10~100 μ g/Lが73検体、100~1,000 μ g/Lが13検体、1,000~10,000 μ g/Lが1検体の結果を得ている¹⁹⁾。

参考文献

- 1) Sage, G.W., W.F. Jarvis and D.A. Gray: Trichloroethylene. In: P.H. Howard(ed) Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals, Volume II, pp467-474 (1990)
- 2) 環境庁環境化学物質研究会(編): トリクロロエチレン、環境化学物質要覧、丸善、pp299-300 (1988)
- 3) 米国環境保護庁(編): トリクロロエチレン、飲料水中の各種化学物質の健康影響評価—健康に関する勧告集—、pp489-497、日本水道協会(1988)
- 4) Roberts P.V., Munz, C. and Daundliker, P.: Modeling volatile organic solute removal by surface and bubble aeration, J. Wat. Pollut. Control Fed. 56, 157-163 (1984)
- 5) 化学工業日報社: トリクロロエチレン、11691の化学商品、p702 (1991)
- 6) 排水基準を定める総理府令の規定に基づく環境庁長官が定める排水基準に係わる検定方法(環境庁告示第18号、平成元年4月3日): JISK0125 用水・排水中の低分子量ハロゲン化炭化水素試験法
- 7) 水道におけるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタン対策について(厚生省環境衛生局水道環境部長通知、環水第15号、昭和59年2月18日)の別表
- 8) Hodgeson, J.W. and Cohn, A.L.: Method 551. Determination of chlorination disinfection byproducts and chlorinated solvents in drinking water by liquid-liquid extraction and gas chromatography with electron-capture detection, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of research and development, U.S. EPA, Cincinnati Ohio 45268 (1990)
- 9) Eichelberger, J.W. and Budde, W.L.: Method 524.2. Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gas chromatography/mass spectrometry. Revision 3.0, Environmental Monitoring systems laboratory, Office of research and development, U.S. EPA, Cincinnati, Ohio 45268 (1989)
- 10) Dilling, W.L., Tefertiler, N.B. and Kallos, G.J.: Evaporation rates of methylene chloride, chloroform, 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene, and other chlorinated compounds in dilute aqueous solution, Environ. Sci. Technol., 9, 833-838 (1975)
- 11) Dilling, W.L., Bredeweg, C.J. and Tefertiler, N.B.: Organic photochemistry. Simulated atmospheric photodecomposition rates of methylene chloride, 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene, and other compounds, Environ. Sci. Technol., 10, 351-356 (1976)
- 12) Wakeham, S.G., Davis, A.C. and Karas, J.L.: Mesocosm experiments to determine the fate and persistence of volatile organic compounds in coastal seawater.: Environ. Sci. Technol. 17, 611-617 (1983)
- 13) Jensen, S. and Rosenberg, R.: Degradability of some chlorinated aliphatic hydrocarbons in sea water and sterilized water, Water. Res., 9, 659-661(1975)
- 14) Bouwer, E.J., Rittman, B.E. and McCarty, P.L.: Anaerobic degradation of halogenated 1- and 2-Carbon organic compounds, Environ. Sci. Technol., 15, 596-599 (1981)
- 15) Cox, R.A., Derwent, R.G. and Eggleton, A.E.J.: Photochemical oxidation of halocarbons in the troposphere, Atmos. Environ., 10, 305-308 (1976)
- 16) Wilson, B.H., Smith, G.B. and Rees, J.F.: Biotransformations of selected alkylbenzenes and halogenated aliphatic hydrocarbons in methanogenic aquifer material. A microcosm study, Environ. Sci. Technol., 20, 997-1002 (1986)
- 17) Parsons, F., Wood, P.R. and DeMarco, J.: Transformations of tetrachloroethene and trichloroethene in microcosms and ground water, J. Amer. Water Works Assoc., 76(2), 56-59 (Feb. 1984)
- 18) Eisenreich, S.J., Looney, B.B. and Thornton, J.D.: Airborne organic contaminants in the Great Lakes ecosystem, Environ. Sci. Technol., 30-38 (1981)
- 19) Gay, B.W.Jr, Hanst, P.L., Bufalini, J.J. and Noonan, R.C.: Atmospheric oxidation of chlorinated ethylenes, Environ. Sci. Technol., 10, 58-67 (1976)

- 20) Singh, H.B., Salas, L.J., Smith, A.J. and Shigeishi, H.: Measurement of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments, Atmos. Environ., 15, 601-612 (1981)
- 21) 環境庁環境保健部保健調査室: 昭和50年度 化学性物質環境調査結果とその概要、昭和51年版 環境における化学性物質の存在 (昭和51年10月)
- 22) 福島実: 塩素処理と低沸点有機塩素化合物による水汚染、生活衛生、23、2-7 (1979)
- 23) 岡本拓、立川涼: 大阪湾における低分子量塩素化炭化水素の分布と挙動、地球化学、15、17-24 (1981)
- 24) 津久井公昭、西井土敏夫: 都内環境水域の有機塩素系溶剤濃度、東京都公害研究所公害研究報告書(水質編)、63 (1977)
- 25) 関荘一郎: 地下水汚染実態調査の概要、公害と対策、20、52-58 (1984)

1. 5 人の健康への影響

(1) 吸収・分布・代謝・排泄

コーンオイルに溶解した¹⁴C-TCE 200mg/kgをラットに投与した場合、投与量の97%は投与後72時間の間に回収された。ラットに強制経口投与で0, 10, 100, 1000mg/kg/dayを5day/weekで6週間投与したとき、トリクロロエチレンは脂肪組織、肝臓、肺、副腎、輸精管、副睾丸、脳及び肝臓に高濃度で分布していた。トリクロロエチレンはトリクロロエチレンオキシド、トリクロロアセトアルデヒド、トリクロロ酢酸、モノクロロ酢酸、トリクロロエタノール、トリクロロエタノールグロクロナイドに代謝される。トリクロロエチレンとその代謝物は尿中及び呼気中に排泄される。またわずかであるが汗、糞、及び唾液に排泄される。

(2) ヒトへの健康影響

ヒトに対する15~25ml (21~35g) の経口暴露では嘔吐、腹痛が起り、ついで一時的意識不明をもたらす。職業上の暴露によって血清中のトランスアミナーゼの増加が起こるという研究報告がある。

(3) 短期毒性

トリクロロエチレンの急性経口LD₅₀はラットで4.92g/kgである。ラットに対し300mg/m³(55ppm)のトリクロロエチレンを5day/weekで14週間暴露した時、肝重量が増加した。

(4) 長期毒性及び発がん性

NCIはB6C3F₁マウスに工業用トリクロロエチレン(純度99%以上、エピクロロヒドリンや他の化合物を含む)を週5日、78週強制経口投与すると、有意な肝細胞がんの発生が雌では対照群で1/20、1169mg/kg群で26/50、2339mg/kg群で31/48、雄では対照群で0/20、869mg/kg群で4/50、1739mg/kg群で11/47認められた。(NCI, 1976)

エピクロロヒドリンを含まないトリクロロエチレンは1000mg/kg/day、5day/wk、103週間強制経口投与したとき、B6C3F₁マウス肝に対して発がん性があると報告されている。(NTP, 1982)

トリクロロエチレンは経口暴露のみならず吸入によっても異系統のマウスに対し発がん性のあることがみとめられている。

気体のトリクロロエチレンとして、100あるいは500ppm、6hrs/day、5days/wk、18ヶ月間暴露した。雌のマウス(NMRI系)に悪性リンパ腫がみとめられた。

トリクロロエチレン吸入暴露によって雌のICRマウスに肺腺がんをみとめた。Swiss(ICR/HA)マウスについてコーンオイルに溶解したトリクロロエチレンを強制投与したところ、統計的に有意ながんの発生がないことが観察された。

(5) 生殖毒性及び胎仔毒性

トリクロロエチレンの生殖への影響についての有効なデータはない。また催奇形性についての有効なデータはない。

(6) 遺伝毒性

Salmonella typhimuriumおよびyeastを用いた変異原性試験で陽性の結果が報告されているが、不純物として存在するepichlorohydrinおよびepoxybutaneの影響である可能性が高く、実際、精製したトリクロロエチレンでは弱い陽性反応しか認められていない。

参考文献

- NCI, National Cancer Institute, Bioassay of trichloroethylene for possible carcinogenicity, NCI TR 2, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Bethesda, Maryland, 1976.
 NTP, NTP Technical report on the carcinogenesis studies of trichloroethylene (without epichlorohydrin) in F344/N rats and B6C3F₁ mice (gavage studies), NTP TR 243, U.S. Dept. of Health and Human Service, Public Health Service, National Institutes of Health, 1982.

1. 6 水生生物への影響

淡水生物に対するLC₅₀などに関する急性毒性の文献が多くある。生物間の比較感受性研究における供試物質のひとつとしてトリクロロエチレンが取り上げられ、分類学的に広範囲の淡水生物についての反応値が得られているが、それらの間ではある種類の生物群の感受性が特異的に高いという傾向は認められない。また、海洋生物に関するデータは少ない。

1980年のEPAクライテリアによれば、トリクロロエチレンが45mg/Lでファットヘッドミノウ、ブルーギル、ミジンコ (*D. magna*) などの淡水生物への急性毒性が認められ、供試された以外のさらに感受性の高い生物に対しては、この濃度以下でも急性毒性影響があるかもしれないと推測している。また、海洋生物では、Palaemonatesの2mg/Lを引用している。

亜急性及び慢性毒性については、EPAクライテリアでも指摘されているように、利用できるデータは淡水及び海洋生物とも見あたらない。その後、1983年にblack molly (胎生メダカ科) の60日間亜急性毒性濃度は、1.5mg/Lと報告されている (表1)。現在まで慢性毒性の報告は見あたらない。

参考文献

- 昭和61年度環境庁委託業務結果報告書 (1987) 水質環境基準検討調査. 139-141.

表1 トリクロロエチレンの水生生物に対する毒性試験結果

供試生物	評価方法	濃度 (mg/L)
1. 淡水生物		
1. 細菌類		
<i>Pseudomonas putida</i>	NOEC	65
2. 藍藻類		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	NOEC	63
3. 緑藻類		
<i>Selenastrum capricornutum</i>	NOEC	175
<i>Scenedesmus pannonicus</i>	NOEC	>1,000
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	96-h LC ₅₀	300
	96-h LC ₅₀	450
4. プラクトン群衆		
<i>Spirogyra</i> sp., <i>Microcystis</i> sp., <i>Stihococcus</i> sp., <i>Nitschia</i> sp., <i>Chilomones</i> sp., <i>Actinophrys</i> sp.	小さな池に散布	25 100 で影響あり
5. 原生動物		
<i>Chilomonas paramecium</i> (クリプト藻)	NOEC	>400
<i>Entosiphon sulcatum</i> (ミドリムシ類)	NOEC	390
<i>Uronema parudczii</i> (ゾウリムシ類)	NOEC	>1,000
6. 腔腸動物		
<i>Hydra oligactis</i> (ヒドラ)	48-h LC ₅₀	75
	NOLC	62
7. 扁形動物・渦虫類		
<i>Dugesia stagnalis</i> (ナミウズムシ)	48-h LC ₅₀	42
8. 軟体動物・有肺類		
<i>Lymnaea stagnalis</i> (モノアラガイ)	NOLC	32
	48-h LC ₅₀	56
9. 環形動物・貧毛類		
<i>Tubificidae</i> (イトミミズ科)	48-h LC ₅₀	132
10. 同・ヒル類		
<i>Ecpobdella octocula</i> (イシビル)	48-h LC ₅₀	75
11. 節足動物・枝角類		
<i>Daphnia magna</i> (オオミジンコ)	NOLC	54
	48-h LC ₅₀	94
	16-day LC ₅₀	9.5
	16-day LC ₅₀	3.9
<i>Daphnia pulex</i> (ミジンコ)	NOLC	25
	48-h LC ₅₀	45
	48-h LC ₅₀	57
<i>Dephnia cucullata</i>		
12. 同・等脚類		
<i>Asellus awyaticus</i> (ミズムシ)	48-h LC ₅₀	30
13. 同・端脚類		
<i>Gammarus pulex</i> (ヨキエビ)	48-h LC ₅₀	24
14. 同・カゲロウ類		
<i>Cloeon dipterum</i>	48-h LC ₅₀	42
15. 同・トンボ類		
<i>Ischnura elegans</i>	48-h LC ₅₀	49
16. 同・カワゲラ類		
<i>Nemorura cinerea</i> (オオシカワゲラ)	48-h LC ₅₀	70
17. 同・双翅類		
<i>Chironomus gr. thummi</i> (ユスリカ)	48-h LC ₅₀	64

表1 トリクロロエチレンの水生生物に対する毒性試験結果(つづき)

供試生物	評価方法	濃度(mg/L)
Acles aegypti (シマカ)	N O L C	32
	48-h LC ₅₀	48
Cukex pipiens (イエカ)	N O L C	29
	48-h LC ₅₀	55
18. 同・異翅類		
Corixa punctata (ミズムシ)	48-h LC ₅₀	110
19. 魚類		
Leuciscus idus (シベリア産 鯉科)	48-h LC ₅₀	33
Salmo gairdneri (ニジマス)	N O L C	42
	48-h LC ₅₀	120
Poecilia reticulata (グッピー)	N O L C	182
	48-h LC ₅₀	220
Oryzias latipes (メダカ)	N O L C	270
	48-h LC ₅₀	36
Pimeohales promelas (Fathead minnow)	N O L C	47
	48-h LC ₅₀	44
Pimephales promelas (Fathead minnow)	96-h LC ₅₀	41
Pimephales promelas (Fathead minnow)	96-h LC ₅₀	17
	96-h LC ₁₀	95
	96-h LC ₉₀	22
	96-h EC ₅₀	53
	48-h LC ₅₀	52
	24-h LC ₅₀	
Poecilia sphenops (Black molly)	60日間飼育、生存率 増重率、肝臓形態等 に影響	1.5
20. 両生類		
Xenopus laevis (アフリカツメガエル)	N O L C	41
	48-h LC ₅₀	45
Ambystoma mexicanum (サンショウウオ類)	N O L C	29
	48-h LC ₅₀	48
II. 海産生物		
1. 珪藻類		
Phaeodactylum tricornutum	E C 50	8
Thalassiosira pseudonana	増殖量	0.1で無影響
2. 緑藻類		
Dunaliella tertiolecta	増殖量	0.1で無影響
3. 緑藻類		
Elinus madestus (フジツボ)の ノープリウス幼性	48-h LC ₅₀	20
Palaeminnetes pagio (スジエビ)	96-h LC ₅₀	2
4. 魚類		
Limanda limanda (カレイ類)	96-h LC ₅₀	16
Cyorinodon variegata (Sheepshead minnow)	96-h LC ₅₀	20

NOEC: Non observed effect concentration
NOLC: Non observed lethal concentration

1.7 処理方法¹⁾

水中のトリクロロエチレンを除去する方法には、活性炭吸着、曝気及び煮沸がある。

トリクロロエチレンのある粒状活性炭による吸着実験では、平衡濃度100、10及び1mg/Lにおける吸着量がそれぞれ7、1.6及び0.4mg/g活性炭であった。USEPA-DWRDは、ニューイングランドとペンシルバニアにパイロットスケールの粒状活性炭吸着筒を設置した。ニューイングランドでは、0.4-117mg/Lのトリクロロエチレンで汚染された井戸水を、破過濃度が0.1mg/Lとなるまで吸着筒に通水した。ペンシルバニアでは、濃度20-130mg/Lの原水が2ヶ月間連続通水後でも4.5mg/Lにまで処理された。

アメリカ杉羽目板トレー方式による曝気筒のフルスケールプラント(3.78MGD)による実験では、原水濃度8.3-39.5mg/Lのトリクロロエチレンが、気液比30:1の条件で50-60%除去された。フルスケールの充填曝気筒を用いて、1,500-2,000mg/Lのトリクロロエチレンで汚染された地下水を気液比25:1で処理したところ、97-99%の除去率がえられたと報告されている。曝気による処理は効果的であるが、トリクロロエチレンが水中からそのまま大気中へ移行するので、環境に与える影響につき十分配慮する必要がある。

激しく5分間煮沸することにより、トリクロロエチレンが95%除去されたとの報告もある。

参考文献

- 1) 米国環境保護庁編・水質問題研究会訳(1988) 飲料水中の各種化学物質の健康影響評価-健康に関する勧告集-、日本水道協会。

1.8 法規制等

(1) 規制対象物質の指定¹⁾

化審法: 2-105

労働安全衛生法: 有機溶剤(施行令別表6の2)

有害物質; 名称等を表示すべき有害物(施行令第18条)

危険物船舶運送及び貯蔵規則: 毒物(第3条告示別表第4)

航空法: 毒物(施行規則第194条告示別表第9)

水質汚濁防止法

(2) 労働環境大気許容濃度

日本産業衛生学会²⁾ 時間荷重平均値: 50 ppm (270 mg/m³) 1972年

米国 ACGIH³⁾ 時間荷重平均値: 50 ppm (269 mg/m³)

短時間暴露 : 200 ppm (1070 mg/m³)

OSHA³⁾ 時間荷重平均値: 50 ppm (270 mg/m³)

短時間暴露 : 200 ppm (1080 mg/m³)

NIOSH⁴⁾ 時間荷重平均値: 25 ppm

(発がん性物質に指定)

(3) 環境水水質基準⁵⁾

米国EPA(発がん性物質に指定)

人の健康保護に関する基準(リスクレベル10⁻⁶)

水生生物及び飲料水経路の暴露: 0.0027 mg/L

水生生物経由のみの暴露 : 0.0807 mg/L

淡水生物に対する基準 急性毒性 : 45 mg/L

慢性毒性 : 21.9 mg/L

海水生物に対する基準 急性毒性 : 2 mg/L

(4) 飲料水水質基準

日本 通知⁶⁾ : 0.03 mg/L 1984年

WHO ガイドライン暫定値⁷⁾ : 0.03 mg/L 1984年

米国EPA 最大汚染濃度目標値(MCLG)⁸⁾ : 0 mg/L 1985年

最大汚染濃度(MCL)⁹⁾ : 0.005 mg/L 1987年

(5) 発がん性評価

IARC¹⁰⁾ : 3 (発がん性の評価が不可能なもの)

米国EPA¹¹⁾ : B2 (動物実験で発がん性の十分な証拠があるが、疫学上のデータが不十分なもの)

参考文献

- 1) 化学工業日報社(1992) 11892の化学商品
- 2) 日本産業衛生学会(1990) 許容濃度等の勧告(1990)、平成2年4月5日、産業医学、Vol.32、p.381-423.
- 3) American Conference of Governmental Industrial Hygienists and U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration(1989) Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1989-1990, 29 CFR Part 1910, Air Contaminants, Final Rule. Fed. Reg. 54(12):2332-2983, January 19, 1989.
- 4) National Institute for Occupational Safety and Health(1988) NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health Standards 1988.
- 5) U.S. EPA(1987) Quality Criteria for Water 1986.
- 6) 水道環境部長通知(1984) 水道におけるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及び1,1,1-トリクロロエタン対策について、昭和59年2月18日。
- 7) World Health Organization(1984) Guidelines for Drinking-Water Quality, Vol.1 Recommendations.
- 8) U.S. EPA(1985) 40 CFR Parts 141 and 142 National Primary Drinking Water Regulations; Volatile Synthetic Organic Chemicals; Final Rule and Proposed Rule. Fed. Reg. 50(219):46880-47022, November 13, 1985.
- 9) U.S. EPA(1987) 40 CFR Parts 141 and 142 National Primary Drinking Water Regulations—Synthetic Organic Chemicals; Monitoring for Unregulated Contaminants; Final Rule. Fed. Reg. 52(130):25690-25717, July 8, 1987.
- 10) International Agency for Research on Cancer(1987) IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans, Supplement 7.
- 11) U.S. EPA(1990) Drinking Water Regulations and Health Advisories. April 1990.