

5. 四塩化炭素

【物質名】 四塩化炭素、テトラクロロメタン、パークロロメタン、ベンジノホルム

Carbon tetrachloride、Tetrachloromethane、Perchloromethane、

Benzinoform

Cas Registry Number=56-23-5 既存化学物質番号=2-38

5.1 物理化学的性質

四塩化炭素は無色透明の重い液体であり、エーテル臭がある。不燃性で引火性もないが、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、バリウムなどの金属と爆発的に反応し、また水分の存在で加水分解を起こして塩酸を生ずる。アルコール、ベンゼン、クロロホルム、エーテル、二硫化炭素、石油ベンジンと混和し、水には難溶である。

水溶解度が低く、かつ蒸気圧が高いことから、環境中では大部分が大気中に移行する。四塩化炭素は大気中で安定で、分布は成層圏に達し、オゾン層破壊の原因物質の一つとなっている。地表面の四塩化炭素は急速に揮散するものの、一部は比重の重さと土壌吸着能の低さで、徐々に地層に侵入し地下水汚染を引き起こしている。

化学式： CCl_4

分子量：153.82

外 観：無色透明液体

融 点： -22.9°C

沸 点： 76.54°C (760mmHg)

比 重： d_4^{20} 1.594

蒸気圧： 115.2mmHg (25°C)¹⁾、 113.8mmHg (25°C)²⁾、 91.3mmHg (20°C)³⁾

水溶解度： 805mg/L (20°C)⁴⁾、 800mg/L (25°C)⁵⁾、 785mg/L (20°C)⁶⁾

オクタノール/水分配係数(対数値)： 2.64 ⁷⁾、 2.83 ⁸⁾

ヘンリー則定数： $3.04 \times 10^{-2}\text{atm}\cdot\text{m}^3/\text{mole}$ (24.8°C)

土壌有機物吸着分配係数： 110 (水溶解度 800mg/L と仮定した計算値)⁹⁾

生物濃縮係数(対数値)： 1.24 ¹⁰⁾、 1.48 ¹¹⁾

5.2 生産量及び用途

四塩化炭素の1989年の生産量は57,530トンで、輸出入では輸出量が37トンに対して輸入量が44,219トンを計上している¹⁾。したがって、日本における1989年の四塩化炭素の使用量は101,712トンと推計され、1980年代前半の70,000~90,000トン⁵⁾と比較して漸増の傾向にある。

四塩化炭素の用途は、主にフルオロカーボン類の原料として利用され、そのほかは機械器具の洗浄剤、不燃性の溶剤、芳香族抽出用、ドライクリーニング用(混用してベンジンを不燃性とする)、しみ抜き、殺虫剤、発煙、ワックス樹脂の製造、変圧器のスイッチ油、ホスゲン原料の用途をもつ¹⁾。米国では、26.6万トンの年間生産量のうち95%がフルオロカーボン類の製造原料として使われ、残余の5%が脱脂剤や消火剤に使用されている¹²⁾。また、穀物への燻蒸雑菌剤としての使用は、他の登録殺菌剤に代替されている¹³⁾。

5.3 分析方法

水中の四塩化炭素の分析は、パージトラップ法、ヘッドスペースおよび溶媒抽出法の3法があり、検出、同定、定量は電子捕獲型検出器を装着したガスクロマトグラフ（GC-ECD）の利用が一般的である。四塩化炭素のECDに対する感度はきわめて高く、分析に用いる溶媒や吸着剤、器具、あるいは分析操作を行う実験室内環境の影響を強く受けるので、予め測定値を妨害する四塩化炭素が無いことを確認し、清浄さを保つ工夫が不可欠となる。また、ECDよりも応答感度は低い、四塩化炭素の確認には質量分析計（MS）が必要である。

パージトラップ法の代表として、ここでは米国EPAのMethod 524.2¹⁴⁾を示す。本法は、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ものであり、四塩化炭素を含む揮発成分60種の同時分析法を示している。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℃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0.32~0.75mm、長さ30~60mのVOCOL、DB-624、DB-5などを推奨している。この方法による四塩化炭素の検出限界値は、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0.08~0.21μg/Lである。

我国には環境庁および厚生省の指示に基づいた排水¹⁵⁾および水道水¹⁶⁾中の揮発性有機ハロゲン化合物の分析方法があり、ヘッドスペース・GCと溶媒抽出・GC法を挙げている。これを利用することによって、水中の四塩化炭素の分析が可能となる。ヘッドスペース法は、一定容積のバイアル瓶に空間を残して試料水を封入し、恒温水槽中で一定時間放置して気・液平衡状態とした後、バイアル瓶上部の空気を採取し、それを直接GCに注入して定量する方法であり、GCの検出器はECDによる。溶媒抽出法は、上記の環境庁と厚生省の通知にヘッドスペース法と併記されており、試料40mLにヘキサンまたはペンタンを10mL加えて、10~20秒間激しく振とうし、静置後有機溶媒層の一部（例えば5μL）をGC-ECDに注入して定量する方法である。この操作で、トリハロメタン類やトリクロロエチレンなどとともに、四塩化炭素が0.005μg/Lの定量下限値で測定できる。ヘッドスペース法と溶媒抽出法はいずれも、分析の妨害となる実験室内の空気の汚染や溶媒中の不純物に注意を払えば、簡単な操作で四塩化炭素の分析が可能となる。ただ、GCの分離カラムにシリコン系の樹脂を液相とした充填カラムが示されているが、四塩化炭素はクロロホルムや1,1,1-トリクロロエタン、あるいは抽出溶媒の不純物と極めて近接した位置に溶出することから、誤認を防ぐためには分離能の優れた揮発物質用のキャピラリーカラムの利用が望まれる。

EPAは四塩化炭素など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の同時分析に対応したMethod 511¹⁷⁾を示しており、これは溶媒抽出法による揮発性有機ハロゲン化合物の分析方法である。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2μL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0.32mm×長さ30mのフェーズD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1.0μmを採用している。このカラム

で目的物質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0.5μmの分離カラムを用いて溶出位置を確かめ、さらにGC/MSによる確認を促している。この方法による四塩化炭素の検出限界値は0.004μg/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。

5.4 環境中での挙動

主として、機械器具の洗浄剤など溶剤として使われた四塩化炭素が環境の汚染をもたらしている^{18,19)}。蒸気圧の高さを反映して、大部分が直接大気に侵入し、排水を介して流出した部分や地表面に存在する四塩化炭素も揮散して大気に移行する割合が高い。

Dallingら²⁰⁾の報告によれば、四塩化炭素の水からの蒸発速度は、気温25℃で1μg/mLの水溶液で半減期にして29分としている。また、Chouら²¹⁾は24.6℃の条件で攪拌すると2.8分の半減期を得ており、攪乱と考慮した自然水での蒸発速度は大きいと予想している。さらに、モデル河川で水深1mまでの四塩化炭素が揮散する速度は、風速3m/secで半減期が3.7時間と試算されている²²⁾。逆に、雨をともなった地表面への再降下は1,1,1-トリクロロエタンやトリクロロエチレンなど他の脂肪族塩素化炭化水素と比較して小さい²³⁾。四塩化炭素のプランクトンや魚類への生物濃縮性は顕著でない^{24,25)}。水中での加水分解による半減期は25℃で7,000年とされており²⁶⁾、海水では 7×10^4 年²⁷⁾と 2.9×10^6 年²⁸⁾の報告があり、いずれにしてもきわめて安定といえる。微生物分解性については、十分な馴化を行えば75~95%の消失が得られている²⁷⁾が、その速度は揮散による消失に比べて圧倒的に遅い²⁸⁾。地表面の四塩化炭素も急速に揮散するが、一部は地下に浸透し、土壌には吸着されずに地下水に達する。地下水での四塩化炭素の残留期間は数カ月から数年間と見積もられている²⁹⁾。

このように、四塩化炭素の多くは直接あるいは間接的に大気に移行する。一般に対流圏ではH原子をもつハロカーボンと比較的寿命が短いとされており、これはOHラジカルの攻撃を受け易いためである。これに対し、四塩化炭素は光化学的酸化にきわめて安定であり、Coxら³⁰⁾は寿命が330年以上、Molinaら³¹⁾は30~50年と見積っている。対流圏で分解されない四塩化炭素は拡散によって成層圏へ移行し、195-225nmのUV照射を受ける。四塩化炭素の成層圏での寿命は、Golombekら³²⁾の三次元モデルによれば、7.5年と推定されているが、分解過程でオゾンと反応し、オゾンの減少をともなっている。一連の分解反応で消費されるオゾンは、一個の塩素原子に対してオゾン分子が数千個といわれており、フロンに比べてオゾン層破壊に及ぼす危険度は低いとしても、今後の放出量の推移には注意が必要である。

環境庁が1975年に実施した調査³³⁾によると、四塩化炭素は河川・海域の表層水355検体のうち105検体から0.02~1.3μg/Lの範囲で検出されている。また、日本の都市河川からは0.01~0.77μg/L³⁴⁾、海水では0.001~0.05μg/L³⁵⁾の測定値がある。地下水は全国15都市の1,360検体（浅井戸:1,083、深井戸:277）が調べられており、1,279検体が0.1μg/L以下、71検体が0.1~1.0μg/L、9検体が1.0~10μg/L、そして1検体が1,000~10,000μg/Lの結果を得ている³⁶⁾。雨水からは108検体中17検体から0.02~3.6μg/Lの範囲で検出されている³⁷⁾。水に比べて大気では四塩化炭素はほぼ均一した濃度で分布しており、大陸および海上の濃度は0.00070~0.00084mg/m³で、日本のバックグラウンド値は107pptとの報告がある³⁷⁾。

参考文献

- 1) 米国環境保護庁(編): 四塩化炭素、飲料水中の各種化学物質の健康影響評価—健康に関する報告集—、pp73-86、日本水道協会(1988)
- 2) Daubert, T.E. and Danner R.P.: Data Compilation tables of properties of pure compounds, American Institute of Chemical Engineers, New York, pp450 (1980)
- 3) Kenega, E.E.: Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals, *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 4, 26-38 (1980)
- 4) Horvath, A.L.: Halogenated Hydrocarbons; Solubility-Miscibility with Water, New York, Marcel Dekker, pp839 (1982)
- 5) 日本水質汚濁研究協会: 水質環境基準検討調査—四塩化炭素と1,2-ジクロロエタンの生態系への影響、昭和62年度環境庁委託業務結果報告書(1988)
- 6) Hansch, C. and Leo A.J.: *Medchem. Project*, Claremont, CA; Pomona College (1985)
- 7) Grossett, J.M.: Measurement of Henry's law constants for C₁ and C₂ chlorinated hydrocarbons, *Environ. Sci. Tech.*, 21, 202-208 (1987)
- 8) Neely, W.B., Branson, D.R. and Blau, G.E.: Partition coefficient to measure bioconcentration potential of organic chemicals in fish, *Environ. Sci. Technol.*, 8, 1113-1115 (1974)
- 9) Veith, G.D., DeFoe, D.L. and Bergstedt, B.L.: Measuring and estimating the bioconcentration factor of chemicals in fish, *J. Fish Res. Board Can.*, 36, 1040-1048 (1979)
- 10) U.S. EPA: Ambient water quality criteria for carbon tetrachloride, Environmental Criteria and Assessment Office, Cincinnati, OH, PB 81-117376 (1980)
- 11) 化学工業日報社: 四塩化炭素、11691の化学商品、p95 (1991)
- 12) Sage, G.W., W.F. Jarvis and D.A. Gray: Carbon tetrachloride, In: P.H. Howard(ed) *Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals*, Volume II, pp85-91 (1990)
- 13) U.S. EPA: Carbon tetrachloride, Pesticide Programs, rebuttable presumption against registration and continued registration of certain pesticide products, *Federal Register*, 45, 201, Part IV, 68534-68584 (1980)
- 14) 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)
- 15) 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: JISK0125 用水・排水中の低分子量ハロゲン化炭化水素試験法(環境庁告示第18号、平成元年4月3日)
- 16) 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
- 17) Hodgson, 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)
- 18) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man, 1, 53-60 (1972)
- 19) Singh, H.B. et al.: Atmospheric measurements of selected hazardous organic chemicals, EPA-600/S3-81-032 (1981)
- 20) Diling, 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)
- 21) Chiou, C.T., Freed, V.H., Peters, L.J. and Kohnert, R.L.: Evaporation of solutes from water, *Environ. Int.*, 3, 231-236 (1980)
- 22) Lyman, W.J. et al.: *Handbook of Chemical Property Estimation Methods*, Environmental Behavior of Organic Compounds, New York, McGraw-Hill (1982)
- 23) Ohta, T., Morita, M., Mizoguchi, I. and Tada, T.: Washout effect and diurnal variation for chlorinated hydrocarbons in ambient air, *Atmos. Environ.*, 11, 985-987 (1977)
- 24) Pearson, C.R. and McConnell, G.: Chlorinated C₁ and C₂ hydrocarbons in the marine environment, *Proc. Roy. Soc. London Ser.B*, 189, 305-332 (1975)
- 25) Statham, C.N., Croft, W.A. and Lech, J.J.: Uptake, distribution, and effects of carbon tetrachloride in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 45, 131-140 (1978)
- 26) Mabey, W. and Mill, T.: *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 7, 383-415 (1978)
- 27) Tabak H.H., Quave S.A., Mashni C.I. and Barth B.F.: Biodegradability studies with organic priority pollutant compounds, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 53, 1503-1518 (1981)
- 28) Bower, E.J. and McCarty P.L.: Transformations of 1- and 2-carbon halogenated aliphatic organic compounds under methanogenic conditions, *Appl. Environ. Microbiol.*, 45, 1286-1294 (1983)
- 29) U.S. EPA: Water related environmental fate of 129 priority pollutants, office of Water Planning and Standards, EPA-440/4-79-029 (1979)
- 30) Cox, R.A., Derwent, R.G. and Eggleton, A.E.J.: Photochemical oxidation of halo-carbons in the troposphere, *Atmos. Environ.*, 10, 305-308 (1976)
- 31) Molina, M.J. and Rowland, F.S.: *Geophys Res Lett.*, 1, 309-312 (1974)
- 32) Golombek, A.: Ph. D. Thesis, Mass. Inst. of Tech., Cambridge, MA.
- 33) 環境庁環境保健部保健調査室: 昭和50年度調査結果、化学物質と環境(1975)
- 34) 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)
- 35) 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)
- 36) 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)

5. 5 人の健康への影響

(1) 吸入・分布・代謝・排泄

四塩化炭素は、消化管、呼吸器及び皮膚より容易に吸収される。ラットによる実験では、経口投与量(1600mg/kg)の約60%が6時間以内に吸収され、また、2000~4000mg/kgの経口投与量では、24時間以内に吸収された。

四塩化炭素は脂肪組織、肝臓、血液、脳、腎臓及び筋肉などの主要臓器に分布し、脂肪組織中では特に高濃度である。

四塩化炭素の代謝は、肝臓中で行われる。その第一段階は、トリクロロメチルラジカルの形成と考えられ、続いてクロロホルム、ヘキサクロロエタン及び細胞内付加体の生成である。

四塩化炭素及びその揮発性代謝物は、まず呼気中、さらに尿や糞便中にも排泄される。経口的に摂取した四塩化炭素の排泄半減期は約4~6時間で、経口投与量の大部分は、1日~2日以内で排泄される。四塩化炭素を長期暴露した場合の組織における濃縮および残留に関する報告はない。

(2) ヒトへの健康影響

ヒトにおける四塩化炭素の影響は動物の場合と同じであり、肝臓、腎臓および肺において最も鋭敏である。

四塩化炭素2.5~15mlの単回経口投与を行うと、肺や腎臓において変化が起こると考えられるが、通常臨床的な影響はみられない。成人の場合1.5mlの摂取でも有害作用(死を含む)を生じることがあり、0.18~0.92ml(29~150mg/kg)でも子供には致命的となる。

吸入による暴露も、中枢神経衰弱を起こしたり、腎臓や肝臓に影響を及ぼす。

(3) 短期毒性

実験動物の経口LD₅₀の範囲は1000~12800mg/kgである。

(4) 長期毒性及び発がん性

四塩化炭素の長期間暴露では、肝臓が最も感受性の高い臓器で、脂肪浸潤、肝酵素の遊離、細

胞内酸素活性の抑制、炎症を起こし、最終的に壊死をもたらす。

12週間、5日/週、1mg/kg強制経口投与したラットでは、有害作用はみられなかったが、10または33mg/kgの投与では、肝酵素の遊離、肝臓における中心小葉の空胞化、および壊死を起こす。この実験から、肝毒性に対するNOAEL 1mg/kg/day、LOAEL 10mg/kg/dayを決定した。(Bruckner et al., 1986)

四塩化炭素は動物に発がん性を持ち、主に肝腫瘍を生じさせる。マウス、ラット及びハムスターに30mg/kg bw以上を6ヶ月以上投与すると、肝細胞がんが発現する事が報告されている。その中で投与量に依存した発がん性を示す結果が得られたのはNCIのマウスを用いた実験だけである。(NCI, 1976)

(5) 生殖及び胎仔毒性への影響

2年間ラットに80および200ppmの四塩化炭素を餌に混ぜて投与したところ、有害作用は見られなかった。四塩化炭素が催奇形性であるかを示す証拠はない。

(6) 遺伝毒性

サルモネラ及び大腸菌を用いた試験、および染色体異常試験では陰性であるが、形質転換など1部の試験で陽性結果も得られている。総合的に弱陽性と考えられる。

参考文献

- Bruckner, J.V., MacKenzie, W.F., Muralidhara, S., Luthra, R., Kyle, G.M. and Acosta, D. (1986) "Oral toxicity of carbon tetrachloride: acute, subacute, and subchronic studies in rats" Fund. Appl. Toxicol., 6, 16-34.
NCI, 1976 National Cancer Institute, Report on carcinogenesis bioassay of chloroform. Bethesda, MD. Carcinogenesis program, Division of Cancer Cause and Prevention.

5. 6 水生生物への影響^{1) 2)}

四塩化炭素の水生生物に対する毒性を表1に要約した。供試生物は淡水種について魚類、ミジンコ、単細胞藻類の他に、細菌類(Pseudomonas)、原生動物(Tetrahymena Entosiphon)、へん形動物(Dugesia)が含まれているが、海産種はsilverside(トウゴロウイワシの類)と(マコガレイの類)のみである。試験内容もファットヘッドミノウfathead minnowの胚期-幼生期試験以外はすべて急性毒試験である。

表1 水生生物に対する四塩化炭素の毒性

供試生物	評価方法	結果
1. 淡水生物		mg/L
Pseudomonas putida (細菌類)	NOEC	30
Scenedesmus quadricauda (緑藻プランクトン)	NOEC	>600
Tetrahymena pyriformis (原生動物)	EC ₅₀	790
Entosiphon sulcatum (原生動物ミドリムシ類)	NOEC	770
Dugesia japonica (へん形動物ナミウズムシ)	7日間 EC ₅₀	32
Daphnia magna (オオミジンコ)	48時間 EC ₅₀ (immobilization) 48時間 IC ₅₀ (immobilization)	35.2 151

	24時間 LC ₅₀ (mortality)	35(25~47)
	48時間 LC ₅₀ (mortality)	35(25~47)
	16日間 LC ₅₀ (mortality)	30.2
	16日間 EC ₅₀ (reproduction)	11.0
	NOEC	7.7
Moina macrocopa (タマミジンコ)	3時間 LC ₅₀	200
red killifish (ヒメダカ)	48時間 LC ₅₀	100
bluegill (サンフィッシュ科の魚類)	96時間 LC ₅₀	125
	96時間 LC ₅₀	27.3
	96時間 LC ₅₀	27
fathead minnow (コイ科の魚類)	96時間 LC ₅₀	43.1
	96時間 LC ₅₀	4.0
	(胚期-幼生期における)	
	胚期-幼生期試験	>3.4
rainbow trout (ニジマス)	96時間 LC ₅₀	1.97
	(胚期-幼生期における)	
2. 海産生物		mg/L
tidewater silverside (Menidia beryllina, トウゴロウイワシ科の魚類)	96時間 LC ₅₀	150
dab (Limanda limanda, マコガレイ属の魚類)	96時間 LC ₅₀	約 50

注) NOEC: Non observed effect concentration (無作用濃度)

四塩化炭素は揮散性が大きいので、止水中で濃度測定無しに行われた試験は、毒性を過小評価するおそれのあることが指摘されている。魚類を用いた比較的近年の報告は、低能度流水試験装置を用いている。

1980年のEPAの水質クライテリア²⁾では、四塩化炭素に関して、淡水生物に対する急性毒性として利用できるデータは35.2mg/Lで、慢性毒性についてはデータが存在しないと述べ、海産生物については急性毒性として50mg/Lの値を示し、慢性毒性には淡水と同様、利用できるデータがないとしている。

その後、生活環境の中で鋭敏とされている胚期-幼生期を用い、流水式実験条件下で測定された96時間LC₅₀は、ファットヘッドミノウで4.0mg/L、ニジマスで1.97mg/Lとなり、かなり小さい値が得られた¹⁾。

長期毒性としてファットヘッドミノウ胚期-幼生期試験は、3.4mg/L以下という値となり、この魚種の同一生育段階における96時間LC₅₀ 4.0mg/Lにかなり接近している。急性/慢性毒性比を計算するには資料不足である。

供試物質として四塩化炭素のみを取り上げて、その作用機構を詳細に追求した報文は見あたらない。しかし、麻酔作用を有すると考えられる多くの有機化学物質について、Daphnia magnaによるlog LC₅₀とlog P_{ow}の間により負相関が得られ、それらの物質の一つに四塩化炭素が用いられていることから、これら濃度における四塩化炭素の致死作用は麻酔性によるもので、いわゆるLipoid filter theoryに基づくものと考えられる。

参考文献

- 1) 昭和62年度環境庁委託業務結果報告書(1988)水質環境基準検討調査-四塩化炭素と

1. 2-ジクロロエタンの生態系への影響
 2) U.S. EPA (1980) Ambient water quality criteria for Carbon tetrachloride. PB81-117376.

5. 7 処理方法¹⁾

水中の四塩化炭素を除去する方法には、活性炭吸着、煮沸及び曝気がある。

USEPA-DWRDのパイロットプラントを用いた研究によれば、従来の処理（凝集-沈澱-濾過）では、たとえ粉末活性炭注入まで行っても、四塩化炭素をわずかしか除去できないことが明らかとなった。粉末活性炭は、30mg/L以上の注入率でないと効果がない。四塩化炭素12μg/Lを含む原水をおる粒状活性炭で処理すると、空筒接触時間が5分のときには3週間で、10分のときには14-16週間で破過が起きた。フルスケールの粒状活性炭ろ床（2床直列、空筒接触時間130分）を用いたCalgon社による実験の結果では、他の薬品も使用しているが、流入濃度73mg/Lの四塩化炭素が検出限界以下にまで除去された。市販されていないがある種の合成樹脂でも、粒状活性炭と同様な四塩化炭素の除去効果があるとの報告もある。

煮沸でも水中の四塩化炭素を効果的に除去することができる。激しく5分間煮沸することにより、四塩化炭素を99%以上除去できたとの報告がある。

曝気でも水中の四塩化炭素を除去することができる。散気式曝気によるある実験では、気液比4:1で四塩化炭素を91%まで除去できた。曝気による処理は効果的であるが、四塩化炭素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。

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。

5. 8 法規制等

(1) 規制対象物質の指定¹⁾

消防法：貯蔵等の届出を要する物質（第9条の2、政令別表第2）

毒物劇物取締法：劇物（第2条）

化審法：2-38

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）

港則法：危険物；毒物（施行規則第12条）

環境庁暫定指導指針

(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 : 10 ppm (63 mg/m³) 1964年
 (発がん性物質に指定)

米国 ACGIH³⁾ 時間荷重平均値 : 5 ppm (31 mg/m³)

OSHA³⁾ 時間荷重平均値 : 2 ppm (12.6 mg/m³)

NIOSH⁴⁾ 天井値(60分) : 2 ppm (12.6 mg/m³)

(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由の暴露 : 0.0004 mg/L

水生生物経由のみの暴露 : 0.00694 mg/L

淡水生物に対する基準 急性毒性 : 35.2 mg/L

海水生物に対する基準 急性毒性 : 50 mg/L

(4) 飲料水水質基準

WHO ガイドライン暫定値⁶⁾ : 0.003 mg/L 1984年

米国EPA 最大汚染濃度目標値(MCLG)⁷⁾ : 0 mg/L 1985年

最大汚染濃度(MCL)⁸⁾ : 0.005 mg/L 1987年

(5) 発がん性評価

IARC⁹⁾ : 2B (発がん性の可能性があるもの)

米国EPA¹⁰⁾ : 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) World Health Organization(1984) Guidelines for Drinking-Water Quality, Vol.1 Recommendations.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) International Agency for Research on Cancer(1987) IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans, Supplement 7.
- 10) U.S. EPA(1990) Drinking Water Regulations and Health Advisories. April 1990.