

2.4. o-キシレン

【物質名】o-キシレン

CAS = 95-47-6 化審法 = 3-3

2.4.1 物理化学的性状

キシレンは無色透明な液体で、芳香族に特有の臭いを有し、しばしば蛍光を発する。しかし、p-体は低温では無色の板状あるいはプリズム状の結晶となる。沸点は水よりかなり高い。液体は水よりも軽い、蒸気密度はかなり大きい。疎水性であり、水には溶けにくい、ほとんどの有機溶媒に可溶で、エタノール、エーテル、アセトン、ベンゼン、二硫化炭素等とよく混ざる。

蒸気圧はあまり高くないが、水溶解度が小さいため、水や土壌中のトルエンは揮発しやすいと考えられる。オクタノール/水分配係数はかなり大きく、とくに有機物含量の大きな土壌や底泥には吸着される。生物濃縮倍率はあまり高くなく、生物への濃縮はあまり大きくないと考えられる。

キシレンは可燃性である。酸化剤とは反応するが、通常の条件では安定である。ベンゼンと同様な核置換反応を起こし、また、側鎖の水素の置換や酸化反応を受ける。生分解性は弱から中程度であり、とくに馴化された微生物によって分解される。活性汚泥を用いた化審法の分解性試験では、良分解性と判定されている。

化学式: C_8H_{10}

分子量: 106.17

比重: d_4^{10} 0.8802; d_4^{20} 0.87583~0.8802

密度: 0.880 g/ml (20°C)

融点: -25~-25.23°C

凝固点: -25.187~-25.2°C

沸点: 139.3~144.414°C

屈折率: n_D^{20} 1.497~1.5058; n_D^{25} 1.50282

蒸気圧: 5mmHg(20°C), 6.8mmHg(25°C), 9mmHg(30°C)

溶解度: 水: 175mg/l(20°C), 170.5~202mg/l(25°C)

オクタノール/水 分配係数: 589¹⁾, 1318²⁾

生物濃縮倍率: 45³⁾

2.4.2 生産量及び用途

平成元年度の生産量は 174,512 トン。

脱メチル化によりベンゼンが生成される、また、塗料、農薬、医薬品等の一般溶剤あるいは石油精製溶剤として用いられる。分離された各異性体は、染料、有機顔料、香料、可塑剤、医薬品、合成樹脂、合成繊維等の製造原料として用いられている。

2.4.3 分析方法

o-キシレンの分析法としてはガスクロマトグラフィーが最も優れており、特に多成分を一括分析するには、高分離能を有するキャピラリーカラムを用いる方法が一般的である。芳香族炭化水

素の同定にはGC/MSが最も有効であり、多くの分析機関で使用されている。微量分析での一番大きな問題は定量可能な範囲までの濃縮法であり、パージトラップ法、ヘッドスペース法、溶媒抽出法等が用いられている。o-キシレンは大気中の常在成分であり、試料水の採取、保存や分析操作時に大気との接触でコンタミを起こす可能性が極めて高いので、十分な注意が必要である。

パージトラップ法は水試料を曝気してo-キシレンを追い出し、適当な吸着剤に濃縮捕集する方法である。こうして捕集された物質は加熱によって脱着され、GCに導入される。Grobの方法⁴⁾が初期のパージトラップ法であるが、装置が複雑で、溶媒(二硫化炭素)で脱着させるなどの点で、一般にはあまり使用されない。一方、Bellarが開発したパージトラップ法^{7,8)}は米国EPAが採用している方法であり、簡単に紹介する。試料管に5mlの試料水を入れ、底部より不活性ガスを通してo-キシレンを含む揮発性物質を気化させ、吸着管で捕集するものである。吸着剤としては、活性炭やTenax等が使用される。気化速度は試料管の温度に大きく依存しており、温度が高い程、気化速度は大きくなる。しかし同時に水分の蒸発量も大きくなるために、吸着管の性能が低下することになる。従って、吸着剤は水分による影響を受けにくいものが有効である。兵庫県公害研究所が報告している方法⁹⁾では吸着剤の前に脱水剤をおいて、水の影響を抑えている。GCへの導入では、充填カラムやメガボアカラムを使用する場合には通常の加熱導入でよいが、キャピラリーカラムを使用する場合には吸着管を加熱して気化させた物質を再吸着させるのが有効であり、そのための装置が既に市販されている。

ヘッドスペース法は一定容積のバイアルビンに試料を封入して、恒温水槽中で一定時間放置し、気液平衡に達した後、バイアルビン上部の空気をシリンジで採取し、直接ガスクロマトグラフに注入する方法である。この方法は操作が単純であるため、ルーチン分析に最適であるが、気液平衡の分配係数が試料水のマトリックスに影響されるという欠点がある。

溶媒抽出法の場合、o-キシレンの沸点が低くて、抽出液の濃縮操作が不可能なために、検出限界が高くなってしまふ。また、抽出操作での大気からの汚染や溶媒中のブランクの存在など問題点が多く、あまり薦められる方法ではない。環境庁は昭和57年度の有害物質による地下水汚染実態調査¹⁰⁾でベンゼン、トルエン、キシレンの分析に抽出溶媒としてエチルエーテルを使用している。

2.4.4 環境中での挙動

キシレンの環境への侵入は大半が大気への侵入であり、水や土壌への侵入は小さいと考えられる。米国シリコンバレーにおける大気への侵入量の推定結果¹¹⁾ではベンゼンやトルエンと異なり、半導体製造のフォトリソ工程からの侵入が最も大きい、これは地域の産業特性を反映したものと考えられる。フォトリソ工程からの侵入は工程の改良等により大幅に削減されると考えられる。次いで、ベンゼンやトルエンと同様、自動車の走行に伴う環境への侵入が大きく、一般的にはこの源からの侵入が最も大きいと考えられる。その他、塗料等の溶剤として使用されたものや、燃料の燃焼や流通に伴う侵入が大きく見積もられている。一方、大規模な事業場からの侵入はこれらに比べると少なくなっている。

水に侵入したキシレンは主として大気への揮発によって除かれる。水中からの大気への蒸発の半減期はいずれの異性体もほぼ同じで2.6~11日と見積もられている³⁾。底泥への吸着は有機物含量によって異なり、有機物の多い土壌には吸着されると考えられる。水中に残存するキシレン

は生分解されるが、その速度は大きくばらつく。地上に到達する波長の光を吸収しないため、光分解は受けにくく、過酸化ラジカルによる酸化反応も遅い。

大気中に侵入したキシレンは、主としてOHラジカルによる酸化反応によって分解される。大気へ侵入する割合が多いことと合せて、この反応がキシレンの環境中での最終的な運命と考えられる。大気中での半減期はo-体が13時間と見積もられている¹²⁾。

土壌に侵入したキシレンも主として揮発によって失われると考えられる。表層土壌中での生分解は遅いものと考えられる。それゆえ、有機物含量の少ない土壌に侵入したキシレンは地下水に侵入していくことになる。

Buridieら¹³⁾は、濾過した下水汚泥を用いて5日間にo-体、m-体及びp-体についてそれぞれ理論的生物化学的酸素要求量の52、80及び44%が分解され、馴化によって促進されると報告している。しかし、Melaneyら¹⁴⁾は、生物に体する毒性のため、濃度が高いとm-体は分解されにくく、8日後も理論BODの10%以下しか分解されないと報告している。しかし、o-体とp-体はより分解されやすく、同じ条件でそれぞれ63及び26%が分解された。

KappelerとWuhrmann¹⁵⁾は300~400cell/mlのバクテリアを含む地下水中のキシレンはいずれの異性体も8日以内に完全に分解されると報告している。しかし、Doreら¹⁶⁾は三種の汚染表流水を用いた試験でp-キシレンは5日間にBODの理論量の1%しか分解されないと報告している。

以上の結果からキシレンの水中での生分解性は弱から中程度と考えられる。

わが国での表流水中のキシレン濃度については、環境庁が環境安全性総点検調査の中で1985年度に7水域、1986年度には異性体によって42ないし46地点の主に河口及び内湾で調査している¹⁷⁾。1985年度調査ではいずれの異性体も7水域21検体中水鳥沖の1検体からそれぞれo-体が0.00021 μ g/ml、m-体が0.00042 μ g/ml及びp-体が0.00037 μ g/ml検出されただけであるが、1986年度調査ではo-体が12検体から0.0004~0.0012 μ g/ml、m-体が15検体から、0.00004~0.0012 μ g/ml、及びp-体が4検体から0.00006~0.00048 μ g/mlの範囲で検出されたが、ベンゼンやトルエンと比べて最高濃度、検出率とも低くなっている。異性体の中では大気濃度と同様、m-体の検出率が最も高くなっている。

わが国の地下水中のキシレンは1982年度に環境庁が揮発性有機塩素化合物等と一緒に全国15都市で1,360井戸を調査しているが、4本の浅井戸から3~17 μ g/lの範囲で検出されただけで、深井戸からは検出されていない¹⁸⁾。一方、米国の埋立処分地周辺の地下水では、42.6%の検体から検出されており、再大脳度は150ppm、平均濃度でも4.07ppmと高濃度の汚染が見出されている¹⁹⁾。また、EAPの都市用水調査によると全地下水の3%からキシレンが検出されている²⁰⁾。

参考文献

- 1) Leo, A., Hansch, C., and Elkins, D. (1971): Partition coefficients and their uses. Chem. Rev., Vol. 71, 525-616.
- 2) Hansch, C. and Leo, A. J. (1979): Substituent constants for correlation analysis in chemistry and biology. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 3) U.S. EPA (1984): Health effects assessment for xylene. PB86-134178.
- 4) Grob, K. (1973): Organic substances in potable water and in its precursor. Part I. Methods for their determination by gas-liquid chromatography. J. Chromatogr. Vol. 84, 255-273.
- 5) Grob, K. and Grob, G. (1974): Organic substances in potable water and in its precursor. Part II. Applications in the area of Zurich. J. Chromatogr. Vol. 90, 303-313.
- 6) Grob, K. and Grob, G. (1975): Organic substances in potable water and in its pre-

cursor. Part III. The closed-loop-stripping procedure compound with rapid liquid extraction. J. Chromatogr. Vol. 106, 299-315.

- 7) Bellar, T. A. and Lichtenberg, J. J. (1974): Determining volatile organics at microgram-per-litre levels by gas chromatography. J. Am. Water Works Assoc. Vol. 66, 739-744.
- 8) U. S. Environmental Protection Agency (1986): Standard method 502.2. Volatile organic compounds in water by purge and trap capillary column gas chromatography with photoionization and electrolytic conductivity detectors in series.
- 9) 兵庫県公害研究所(1982): 水中の揮発性化学物質検索調査(昭和56年度環境庁公害防止等調査研究委託費による調査報告書)。
- 10) 環境庁環境保健部保健調査室(1987): 昭和61年度化学物質分析法開発調査報告書。
- 11) National Research Council (1980): The alkyl benzenes. National Academy Press, Washington D.C.
- 12) Singh, H. B., Salas, L. J., Smith, A.-J., and Shigeishi, H. (1981): Measurements of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments. Atmos. Environ., Vol. 15, 601-612.
- 13) Bridie, A. L., Wolff, C. J. M., and Winter, M. (1979): BOD and COD of some petrochemicals. Water Res., Vol. 13, 627-630.
- 14) Malaney, G. W. and McKinney, R. E. (1966): Oxidative abilities of benzene-acclimated activated sludge. Water Sewage Works, Vol. 113, 302-309.
- 15) Kappeler, T. and Wuhrmann, K. (1978): Microbial degradation of the water soluble fraction of gas oil. I. Water Res., Vol. 12, 327-333.
- 16) Dore, M., Brunet, N., and Legube, B. (1975): Participation of various organic compounds in the evaluation of global pollution criteria. Trib. Cebedeau., Vol. 28, 3-11.
- 17) 環境庁環境保健部(1987): 昭和62年版化学物質と環境。
- 18) 環境庁水質保全局(1983): 昭和57年版地下水汚染実態調査結果。
- 19) Raymond, S. H. Y. and Rauckman, E. J. (1987): Toxicological studies of chemical mixtures of environmental concern at the national toxicology program: Health effects of ground water contaminants. Toxicology, Vol. 47, 15-34.
- 20) 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。日本水道協会。

2.4.5 人の健康への影響

(1) 吸収・分布・代謝・排泄

キシレンは吸入後、速やかに吸収される。ヒトの志願者に0.2mg/l(200mg/m³)の気体のo-, m-, p-キシレンと、それらを1:1:1の比率で混合した気体を、8時間暴露させた。全ての異性体についての吸収量または残留量は63.6 \pm 4.2%であった。

全身オートラジオグラフィにより、マウスの多くの組織および器官における化合物の分布を報告した。放射性同位体は、肺、肝臓及び腎臓、脳及び脂肪組織に速やかな分布があらかとなった。

キシレンの代謝は異性体により幾分異なるが、一般にメチル基の酸化及び環のヒドロキシル置換という過程を経る。代謝物にはメチル馬尿酸(95%)とキシノール(1~2%)が含まれる。

キシレンの排泄は、吸収量の約95%に相当する量の代謝物が尿により排泄され、残りの5%はそのまま肺から排泄される。

(2) ヒトへの健康影響

ヒトの最少経口致死量(LDL₀)は50mg/kgと報告されている。8歳の男子生徒にm-キシレン391mg/m³を連続5日間、及び週末後に1日、吸入暴露後、精神生理学上の有害作用を観察した。

(3) 急性毒性

ラットにおいて吸入によるLC₅₀(4時間)は20600~29000mg/m³、経口のLD₅₀値は4300~5000mg/kgの範囲である。

(4) 長期毒性及び発がん性

NTPでは雌雄のラット及びマウスにキシレンの複合異性体それぞれ1000, 2000mg/kgを週5日、2年間強制経口投与する実験を行っているが、非腫瘍性及び腫瘍性変化は全く認められなかった。(NTP, 1986)

(5) 生殖及び胎仔毒性

キシレンの生殖への影響についての報告はない。

20匹の体重240~280gのCFY系のラットに1000mg/m³のキシレン混合物を妊娠9日から14日までの間、連続暴露した。胎仔の融合胸骨分節の一つと外側肋骨の発生を増進するとみたが、著者らは、これらのことを催奇形性よりむしろ胎仔への毒性の徴候として解釈した。

(6) 遺伝毒性

Ames試験での変異原性は認められなかった。

参考文献

NTP (1986) Toxicology and carcinogenesis studies of xylene (mixed) (60% m-xylene, 14% p-xylene, 9% o-xylene, 17% ethylbenzene) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). NTP Technical Report Series No. 327.

2.4.6 水生生物への影響

Brennimanら¹³は、連続流れ系でキシレン、トルエンを含む揮発性有機物のgoldfish (*Carassius auratus*)への毒性影響を調べた。その結果、48時間LC₅₀及び96時間LC₅₀は、トルエン28mg/L、23mg/L、キシレンで31mg/L、17mg/Lが得られた。Pickeringら²³も魚に対するトルエンとキシレンの96時間LC₅₀がそれぞれ59mg/L、35mg/Lとしている。従来の毒性試験結果は、止水条件で行っており、再検討の余地がありそうである。

参考文献

- 1) Brenniman, G., et al (1975) A continuous flow bioassay method to evaluate the effects of outboard motor exhausts and selected aromatic toxicants on fish. *Water Research*, 10, 165-169.
- 2) Pickering, Q.H. and Hederson, C. (1966) Acute toxicity of some important petrochemicals to fish. *J. Water Pollution Control Fed.*, 38, 1419-1429.

2.4.7 処理方法¹⁾

水中のo-キシレンを除去する方法には、活性炭吸着と曝気がある。データは少ないが、従来の浄水処理方法でもある程度までキシレンを除去できると考えられる。

p-キシレンのある粒状活性炭による吸着実験では、初期キシレン濃度が10、1.0、0.1および0.01mg/Lのとき吸着量がそれぞれ130、85、54及び35mg/g活性炭であった。これよりFreundlich定数のK=85及び1/n=0.19がえられるので、p-キシレンとその異性体であるo-キシレン及びm-キシレンには活性炭吸着が適していると言える。粉末活性炭を水源井に注入したある例では、キシレン濃度が0.03-0.5μg/Lであったのが60%から99%以上まで除去された。キシレンの負荷が高いほど除去効率は低下した。粒状活性炭の処理効果はこれより低く、キシレン0.05μg/Lを含む水16試料について試験したところ平均除去率は50%であった。

キシレンはそのヘンリー定数から考えて、曝気による除去が適している。排水の曝気ではキシ

レンを19%しか除去できなかったが、ガソリン流出により汚染された井戸水の処理では、気液比17:1以上のとき、原水中にo-、m-及びp-キシレンがそれぞれ10、2.9及び6.9μg/Lだけ含まれていたものが、処理水ではすべて80-100%除去された。気液比がより低いとき(8:1)ときには、除去率は低かった。曝気による処理は効果的であるが、キシ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に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。

2.4.8 法規制等

(1) 規制対象物質の指定¹⁾

消防法：危険物第4類第2石油類非水溶性液体(第2条)

毒物劇物取締法：劇物(第2条)

化審法：3-3

労働安全衛生法：危険物；引火性のもの(施行令別表1)

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：引火性液体(第3条告示別表第5)

航空法：引火性液体(施行規則第194条告示別表第3)

港則法：危険物；引火性液体(施行規則第12条)

(以上、いずれもキシレンとして)

(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：100 ppm (430 mg/m³) 1978年

米国 ACGIH³⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (434 mg/m³)

短時間暴露 : 150 ppm (651 mg/m³)

OSHA³⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (435 mg/m³)

短時間暴露 : 150 ppm (655 mg/m³)

NIOSH⁴⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (434 mg/m³)

天井値 : 200 ppm (868 mg/m³)

(以上、いずれもキシレンとして)

(3) 環境水水質基準

(4) 飲料水水質基準

米国EPA 最大汚染濃度目標値(MCLG)⁵⁾ : 10 mg/L 1991年

最大汚染濃度(MCL)⁵⁾ : 10 mg/L 1991年

第2種最大汚染濃度(SMCL)(案)⁶⁾ : 0.02 mg/L 1989年

(臭気障害を考慮して)

(以上、いずれもキシレンとして)

(5) 発がん性評価

米国EPA¹⁰⁾ : D(動物実験で発がん性の証拠が不十分で、分類が不可能なもの)

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) U.S. EPA(1991) 40 CFR Parts 141, 142, and 143 National Primary Drinking Water Regulations—Synthetic Organic Chemicals and Inorganic Chemicals; Monitoring for Unregulated Contaminants; National Primary Drinking Water Regulations Implementation; National Secondary Drinking Water Regulations; Final Rule. Fed. Reg. 56(20):3526-3597, January 30, 1991.
- 7) International Agency for Research on Cancer(1987) IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans, Supplement 7.
- 8) U.S. EPA(1990) Drinking Water Regulations and Health Advisories. April 1990.

25. m-キシレン

[物質名] m-キシレン、1,3-ジメチルベンゼン

CAS = 108-38-3 化審法 = 3-3

25.1 物理化学的性状

キシレンは無色透明な液体で、芳香族に特有の臭いを有し、しばしば蛍光を発する。しかし、p-体は低温では無色の板状あるいはプリズム状の結晶となる。沸点は水よりかなり高い。液体は水よりも軽い。蒸気密度はかなり大きい。疎水性であり、水には溶けにくい。ほとんどの有機溶媒に可溶で、エタノール、エーテル、アセトン、ベンゼン、二硫化炭素等とよく混ざる。

蒸気圧はあまり高くないが、水溶解度が小さいため、水や土壌中のトルエンは揮発しやすくと考えられる。オクタノール/水分配係数はかなり大きく、とくに有機物含量の大きな土壌や底泥には吸着される。生物濃縮倍率はあまり高くなく、生物への濃縮はあまり大きくないと考えられる。

キシレンは可燃性である。酸化剤とは反応するが、通常の条件下では安定である。ベンゼンと同様な核置換反応を起こし、また、側鎖の水素の置換や酸化反応を受ける。生分解性は弱から中程度であり、とくに馴化された微生物によって分解される。供給速度が速いと、とくに m-体では分解速度は遅くなる。活性汚泥を用いた化審法の分解性試験では、良分解性と判定されている。

化学式: C_8H_{10}

分子量: 106.17

比重: d_4^{15} 0.8684; d_4^{20} 0.85985~0.8642

密度: 0.8684g/ml(15°C)

融点: -47.4~-48°C

凝固点: -47.872~-47.9°C

沸点: 139~139.3°C

屈折率: n_D^{10} 1.4972; n_D^{20} 1.49697~1.4973; n_D^{25} 1.49455

蒸気圧: 6mmHg(20°C), 10mmHg(28.24~28.3°C), 11mmHg(30°C), 20mmHg(41.07°C), 60mmHg(64.44°C)

溶解度: 水: 160mg/l(20°C), 146~198mg/l(25°C), 146ppm(25°C)

オクタノール/水 分配係数: 1585¹⁾

生物濃縮倍率: 105²⁾

25.2 生産量及び用途

平成元年度生産量は 11,874トン。

脱メチル化によりベンゼンが生成される、また、塗料、農薬、医薬品等の一般溶剤あるいは石油精製溶剤として用いられる。染料、有機顔料、香料、可塑剤、医薬品、合成樹脂(キシレン樹脂)、合成繊維(ポリエステル)等の製造原料として用いられている。

25.3 分析方法

m-キシレンの分析法としてはガスクロマトグラフィーが最も優れており、特に多成分を一括分

析するには、高分離能を有するキャピラリーカラムを用いる方法が一般的である。芳香族炭化水素の同定にはGC/MSが最も有効であり、多くの分析機関で使用されている。微量分析での一番大きな問題点は定量可能な範囲までの濃縮法であり、パージトラップ法、ヘッドスペース法、溶媒抽出法等が用いられている。m-キシレンは大気中の常在成分であり、試料水の採取、保存や分析操作時に大気との接触でコンタミを起こす可能性が極めて高いので、十分な注意が必要である。

パージトラップ法は水試料を曝気して m-キシレンを追い出し、適当な吸着剤に濃縮捕集する方法である。こうして捕集された物質は加熱によって脱着され、GCに導入される。Grobの方法³が初期のパージトラップ法であるが、装置が複雑で、溶媒（二硫化炭素）で脱着させるなどの点で、一般にはあまり使用されない。一方、Bellarが開発したパージトラップ法^{6,7}は米国EPAが採用している方法であり、簡単に紹介する。試料管に5mlの試料水を入れ、底部より不活性ガスを通して m-キシレンを含む揮発性物質を気化させ、吸着管で捕集するものである。吸着剤としては、活性炭や Tenax等が使用される。気化速度は試料管の温度に大きく依存しており、温度が高い程、気化速度は大きくなる。しかし同時に水分の蒸発量も大きくなるために、吸着管の性能が低下することになる。従って、吸着剤は水分による影響を受けにくいものが有効である。兵庫県公害研究所が報告している方法⁸では吸着剤の前に脱水剤をおいて、水の影響を抑えている。GCへの導入では、充填カラムやメガボアカラムを使用する場合には通常の加熱導入でよいが、キャピラリーカラムを使用する場合には吸着管を加熱して気化させた物質を再吸着させるのが有効であり、そのための装置が既に市販されている。

ヘッドスペース法は一定容積のバイアルビンに試料を封入して、恒温水槽中で一定時間放置し、気液平衡に達した後、バイアルビン上部の空気をシリンジで採取し、直接ガスクロマトグラフに注入する方法である。この方法は操作が単純であるため、ルーチン分析に最適であるが、気液平衡の分配係数が試料水のマトリックスに影響されるという欠点がある。

溶媒抽出法の場合、m-キシレンの沸点が低くて、抽出液の濃縮操作が不可能なために、検出限界が高くなってしまふ。また、抽出操作での大気からの汚染や溶媒中のブランクの存在など問題点が多く、あまり薦められる方法ではない。環境庁は昭和57年度の有害物質による地下水汚染実態調査⁹でベンゼン、トルエン、キシレンの分析に抽出溶媒としてエチルエーテルを使用している。

2.5.4 環境中での挙動

キシレンの環境への侵入は大半が大気への侵入であり、水や土壌への侵入は小さいと考えられる。米国シリコンバレーにおける大気への侵入量の推定結果¹⁰ではベンゼンやトルエンと異なり、半導体製造のフォトリソ工程からの侵入が最も大きい。これは地域の産業特性を反映したものと考えられる。フォトリソ工程からの侵入は工程の改良等により大幅に削減されると考えられる。次いで、ベンゼンやトルエンと同様、自動車の走行に伴う環境への侵入が大きく、一般的にはこの源からの侵入が最も大きいと考えられる。その他、塗料等の溶剤として使用されたものや、燃料の燃焼や流通に伴う侵入が大きく見積もられている。一方、大規模な事業場からの侵入はこれらに比べると少なくなっている。

水に侵入したキシレンは主として大気への揮発によって除かれる。水中からの大気への蒸発の半減期はいずれの異性体もほぼ同じで 2.6~11日と見積もられている¹¹。底泥への吸着は有機物

含量によって異なり、有機分の多い土壌には吸着されると考えられる。水中に残存するキシレンは生分解されるが、その速度は大きくばらつく。地上に到達する波長の光を吸収しないため、光分解は受けにくく、過酸化ラジカルによる酸化反応も遅い。

大気中に侵入したキシレンは、主としてOHラジカルによる酸化反応によって分解される。大気へ侵入する割合が多いことと合せて、この反応がキシレンの環境中での最終的な運命と考えられる。大気中での半減期は o-体が 13時間と見積もられている¹¹。

土壌に侵入したキシレンも主として揮発によって失われると考えられる。表層土壌中での生分解は遅いものと考えられる。それゆえ、有機物含量の少ない土壌に侵入したキシレンは地下水に侵入していくことになる。

Buridieら¹²は、濾過した下水汚泥を用いて5日間にo-体、m-体及びp-体についてそれぞれ理論的生物化学的酸素要求量の52、80及び44%が分解され、馴化によって促進されると報告している。しかし、Melanayら¹³は、生物に体する毒性のため、濃度が高いとm-体は分解されにくく、8日後も理論BODの10%以下しか分解されないと報告している。しかし、o-体とp-体はより分解されやすく、同じ条件でそれぞれ63及び26%が分解された。

KappelerとWuhrmann¹⁴は300~400cell/mlのバクテリアを含む地下水中のキシレンはいずれの異性体も8日以内に完全に分解されると報告している。しかし、Doreら¹⁵は三種の汚染表流水を用いた試験でp-キシレンは5日間にBODの理論量の1%しか分解されないと報告している。

以上の結果からキシレンの水中での生分解性は弱から中程度と考えられる。

わが国での表流水中のキシレン濃度については、環境庁が環境安全性総点検調査の中で1985年度に7水域、1986年度には異性体によって42ないし46地点の主に河口及び内湾で調査している¹⁶。1985年度調査ではいずれの異性体も7水域21検体中水島沖の1検体からそれぞれo-体が0.00021 μ g/ml、m-体が0.00042 μ g/ml及びp-体が0.00037 μ g/ml検出されただけであるが、1986年度調査ではo-体が12検体から0.0004~0.0012 μ g/ml、m-体が15検体から、0.00004~0.0012 μ g/ml、及びp-体が4検体から0.00006~0.00048 μ g/mlの範囲で検出されたが、ベンゼンやトルエンと比べて最高濃度、検出率とも低くなっている。異性体の中では大気濃度と同様、m-体の検出率が最も高くなっている。

わが国の地下水中のキシレンは1982年度に環境庁が揮発性有機塩素化合物等と一緒に全国15都市で1,360井戸を調査しているが、4本の浅井戸から3~17 μ g/lの範囲で検出されただけで、深井戸からは検出されていない¹⁷。一方、米国の埋立処分地周辺の地下水では、42.6%の検体から検出されており、再大脳度は150ppm、平均濃度でも4.07ppmと高濃度の汚染が見出されている¹⁸。また、EAPの都市用水調査によると全地下水の3%からキシレンが検出されている¹⁹。

参考文献

- 1) Leo, A., Hansch, C., and Elkins, D. (1971): Partition coefficients and their uses. Chem. Rev., Vol. 71, 525-616.
- 2) U.S. EPA (1984): Health effects assessment for xylene. PB86-134178.
- 3) Grob, K. (1973): Organic substances in potable water and in its precursor. Part I. Methods for their determination by gas-liquid chromatography. J. Chromatogr. Vol. 84, 255-273.
- 4) Grob, K. and Grob, G. (1974): Organic substances in potable water and in its precursor. Part II. Applications in the area of Zurich. J. Chromatogr. Vol. 90, 303-313.
- 5) Grob, K. and Grob, G. (1975): Organic substances in potable water and in its pre-

- cursor. Part III. The closed-loop-stripping procedure compound with rapid liquid extraction. *J. Chromatogr.* Vol.106, 299-315.
- 6) Bellar, T. A. and Lichtenberg, J. J. (1974): Determining volatile organics at microgram-per-litre levels by gas chromatography. *J. Am. Water Works Assoc.* Vol.66, 739-744.
 - 7) U.S. Environmental Protection Agency (1986): Standard method 502.2. Volatile organic compounds in water by purge and trap capillary column gas chromatography with photoionization and electrolytic conductivity detectors in series.
 - 8) 兵庫県公害研究所(1982): 水中の揮発性化学物質検索調査 (昭和56年度環境庁公害防止等調査研究委託費による調査報告書)。
 - 9) 環境庁環境保健部保健調査室 (1987): 昭和61年度化学物質分析法開発調査報告書。
 - 10) National Research Council (1980): The alkyl benzenes. National Academy Press, Washington D. C.
 - 11) Singh, H. B., Salas, L. J., Smith, A.-J., and Shigeishi, H. (1981): Measurements of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments. *Atmos. Environ.* Vol.15, 601-612.
 - 12) Bridie, A. L., Wolff, C. J. M., and Winter, M. (1979): BOD and COD of some petrochemicals. *Water Res.* Vol.13, 627-630.
 - 13) Malaney, G. W. and McKinney, R. E. (1966): Oxidative abilities of benzene-acclimated activated sludge. *Water Sewage Works*, Vol.113, 302-309.
 - 14) Kappeler, T. and Wuhrmann, K. (1978): Microbial degradation of the water soluble fraction of gas oil. I. *Water Res.* Vol.12, 327-333.
 - 15) Dore, M., Brunet, N., and Legube, B. (1975): Participation of various organic compounds in the evaluation of global pollution criteria. *Trib. Cebedeau.* Vol.28, 3-11.
 - 16) 環境庁環境保健部 (1987): 昭和62年版化学物質と環境。
 - 17) 環境庁水質保全局 (1983): 昭和57年版地下水汚染実態調査結果。
 - 18) Raymond, S. H. Y. and Rauckman, E. J. (1987): Toxicological studies of chemical mixtures of environmental concern at the national toxicology program: Health effects of ground water contaminants. *Toxicology*, Vol.47, 15-34.
 - 19) 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。日本水道協会。

2.5.5 人の健康への影響

(1) 吸収・分布・代謝・排泄

キシレンは吸入後、速やかに吸収される。ヒトの志願者に0.2mg/l(200mg/m³)の気体のo-, m-, p-キシレンと、それらを1:1:1の比率で混合した気体を、8時間暴露させた。全ての異性体についての吸収量または残留量は63.6±4.2%であった。

全身オートラジオグラフィにより、マウスの多くの組織および器官における化合物の分布を報告した。放射性同位体は、肺、肝臓及び腎臓、脳及び脂肪組織に速やかな分布があきらかとなった。

キシレンの代謝は異性体により幾分異なるが、一般にメチル基の酸化及び環のヒドロキシル置換という過程を経る。代謝物にはメチル馬尿酸(95%)とキシノール(1~2%)とが含まれる。キシレンの排泄は、吸収量の約95%に相当する量の代謝物が尿により排泄され、残りの5%はそのまま肺から排泄される。

(2) ヒトへの健康影響

ヒトの最少経口致死量(LDL₀)は50mg/kgと報告されている。8歳の男子生徒にm-キシレン391mg/m³を連続5日間、及び週末後に1日、吸入暴露後、精神生理学上の有害作用を観察した。

(3) 急性毒性

ラットにおいて吸入によるLC₅₀(4時間)は20600~29000mg/m³、経口のLD₅₀値は4300~5000mg/kgの範囲である。

(4) 長期毒性及び発がん性

NTPでは雌雄のラット及びマウスにキシレンの複合異性体それぞれ1000, 2000mg/kgを週5日、2年間強制経口投与する実験を行っているが、非腫瘍性及び腫瘍性変化は全く認められなかった。(NTP, 1986)

(5) 生殖及び胎仔毒性

キシレンの生殖への影響についての報告はない。

20匹の体重240~280gのCFY系のラットに1000mg/m³のキシレン混合物を妊娠9日から14日までの間、連続暴露した。胎仔の融合胸骨分節の一つと外側肋骨の発生を増進するとみたが、著者らは、これらのことを催奇形性よりむしろ胎仔への毒性の徴候として解釈した。

(6) 遺伝毒性

Ames試験での変異原性は認められなかった。

参考文献

- NTP (1986) Toxicology and carcinogenesis studies of xylene (mixed) (60% m-xylene, 14% p-xylene, 9% o-xylene, 17% ethylbenzene) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). NTP Technical Report Series No.327.

2.5.6 水生生物への影響

m-キシレンに関するデータは入手できなかった。

2.5.7 処理方法¹⁾

水中のm-キシレンを除去する方法には、活性炭吸着と曝気がある。データは少ないが、従来の浄水処理方法でもある程度までキシレンを除去できると考えられる。

p-キシレンのある粒状活性炭による吸着実験では、初期キシレン濃度が10、1.0、0.1および0.01mg/Lのとき吸着量がそれぞれ130、85、54及び35mg/g活性炭であった。これよりFreundlich定数のK=85及び1/n=0.19がえられるので、p-キシレンとその異性体であるo-キシレン及びm-キシレンには活性炭吸着が適していると言える。粉末活性炭を水源井に注入したある例では、キシレン濃度が0.03-0.5μg/Lであったのが60%から99%以上まで除去された。キシレンの負荷が高いほど除去効率は低下した。粒状活性炭の処理効果はこれより低く、キシレン0.05μg/Lを含む水16試料について試験したところ平均除去率は50%であり、m-キシレン(0.046μg/L)とp-キシレン(0.012μg/L)を別々に測定すると、それぞれの除去率はわずか20%及び17%であった。

キシレンはそのヘンリー定数から考えて、曝気による除去が適している。排水の曝気ではキシレンを19%しか除去できなかったが、ガソリン流出により汚染された井戸水の処理では、気液比17:1以上のとき、原水中にo-, m-及びp-キシレンがそれぞれ10、2.9及び6.9μg/Lだけ含まれていたものが、処理水ではすべて80-100%除去された。気液比がより低いとき(8:1)ときには、除去率は低かった。曝気による処理は効果的であるが、キシ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に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。

2.6. p-キシレン

[物質名] p-キシレン、1,4-ジメチルベンゼン

CAS = 106-42-3 化審法 = 3-3

2.6.1 物理化学的性状

キシレンは無色透明な液体で、芳香族に特有の臭いを有し、しばしば蛍光を発する。しかし、p-体は低温では無色の板状あるいはプリズム状の結晶となる。沸点は水よりかなり高い。液体は水よりも軽い、蒸気密度はかなり大きい。疎水性であり、水には溶けにくい、ほとんどの有機溶媒に可溶で、エタノール、エーテル、アセトン、ベンゼン、二硫化炭素等とよく混ざる。

蒸気圧はあまり高くないが、水溶解度が小さいため、水や土壌中のトルエンは揮発しやすいと考えられる。オクタノール/水分配係数はかなり大きく、とくに有機物含量の大きな土壌や底泥には吸着される。生物濃縮倍率はあまり高くなく、生物への濃縮はあまり大きくないと考えられる。

キシレンは可燃性である。酸化剤とは反応するが、通常の条件では安定である。ベンゼンと同様な核置換反応を起こし、また、側鎖の水素の置換や酸化反応を受ける。生分解性は弱から中程度であり、とくに馴化された微生物によって分解される。供給速度が速いと、とくに m-体では分解速度は遅くなる。活性汚泥を用いた化審法の分解性試験では、良分解性と判定されている。

化学式: C_8H_{10}

分子量: 106.17

比重: d_4^{20} 0.85666~0.8611; d_4^{25} 0.854

密度: 0.8611g/ml(20°C)

融点: 13~14°C

凝固点: 13.263°C

沸点: 137~138.4°C

屈折率: n_D^{20} 1.49570~1.4958; n_D^{25} 1.49319

蒸気圧: 6.5mmHg(20°C); 12mmHg(30°C)

溶解度: 水に対して 156~198mg/l(25°C), 156ppm(25°C)

オクタノール/水 分配係数: 1413¹⁾

生物濃縮倍率: 95²⁾

2.6.2 生産量及び用途

平成元年度生産量は 1,393,329 トン。

脱メチル化によりベンゼンが生成される、また、塗料、農薬、医薬品等の一般溶剤あるいは石油精製溶剤として用いられる。分離された各異性体は、染料、有機顔料、香料、可塑剤、医薬品、合成樹脂、合成繊維等の製造原料として用いられている。

2.6.3 分析方法

p-キシレンの分析法としてはガスクロマトグラフィーが最も優れており、特に多成分を一括分析するには、高分離能を有するキャピラリーカラムを用いる方法が一般的である。芳香族炭化水

素の同定にはGC/MSが最も有効であり、多くの分析機関で使用されている。微量分析での一番大きな問題点は定量可能な範囲までの濃縮法であり、パージトラップ法、ヘッドスペース法、溶媒抽出法等が用いられている。p-キシレンは大気中の常在成分であり、試料水の採取、保存や分析操作時に大気との接触でコンタミを起こす可能性が極めて高いので、十分な注意が必要である。

パージトラップ法は水試料を曝気して p-キシレンを追い出し、適当な吸着剤に濃縮捕集する方法である。こうして捕集された物質は加熱によって脱着され、GCに導入される。Grobの方法³⁾が初期のパージトラップ法であるが、装置が複雑で、溶媒(二硫化炭素)で脱着させるなどの点で、一般にはあまり使用されない。一方、Bellarが開発したパージトラップ法^{6,7)}は米国EPAが採用している方法であり、簡単に紹介する。試料管に5mlの試料水を入れ、底部より不活性ガスを通してトルエンを含む揮発性物質を気化させ、吸着管で捕集するものである。吸着剤としては、活性炭やTenax等が使用される。気化速度は試料管の温度に大きく依存しており、温度が高い程、気化速度は大きくなる。しかし同時に水分の蒸発量も大きくなるために、吸着管の性能が低下することになる。従って、吸着剤は水分による影響を受けにくいものが有効である。兵庫県公害研究所が報告している方法⁸⁾では吸着剤の前に脱水剤をおいて、水の影響を抑えている。GCへの導入では、充填カラムやメガボアカラムを使用する場合には通常の加熱導入でよいが、キャピラリーカラムを使用する場合には吸着管を加熱して気化させた物質を再吸着させるのが有効であり、そのための装置が既に市販されている。

ヘッドスペース法は一定容積のバイアルビンに試料を封入して、恒温水槽中で一定時間放置し、気液平衡に達した後、バイアルビン上部の空気をシリンジで採取し、直接ガスクロマトグラフに注入する方法である。この方法は操作が単純であるため、ルーチン分析に最適であるが、気液平衡の分配係数が試料水のマトリックスに影響されるという欠点がある。

溶媒抽出法の場合、p-キシレンの沸点が低くて、抽出液の濃縮操作が不可能なために、検出限界が高くなってしまふ。また、抽出操作での大気からの汚染や溶媒中のブランクの存在など問題点が多く、あまり薦められる方法ではない。環境庁は昭和57年度の有害物質による地下水汚染実態調査⁹⁾でベンゼン、トルエン、キシレンの分析に抽出溶媒としてエチルエーテルを使用している。

2.6.4 環境中での挙動

キシレンの環境への侵入は大半が大気への侵入であり、水や土壌への侵入は小さいと考えられる。米国シリコンバレーにおける大気への侵入量の推定結果¹⁰⁾ではベンゼンやトルエンと異なり、半導体製造のフォトレジスト工程からの侵入が最も大きい、これは地域の産業特性を反映したものと考えられる。フォトレジスト工程からの侵入は工程の改良等により大幅に削減されると考えられる。次いで、ベンゼンやトルエンと同様、自動車の走行に伴う環境への侵入が大きく、一般的にはこの源からの侵入が最も大きいと考えられる。その他、塗料等の溶剤として使用されたものや、燃料の燃焼や流通に伴う侵入が大きく見積もられている。一方、大規模な事業場からの侵入はこれらに比べると少なくなっている。

水に侵入したキシレンは主として大気への揮発によって除かれる。水中からの大気への蒸発の半減期はいずれの異性体もほぼ同じで 2.6~11日と見積もられている²⁾。底泥への吸着は有機物含量によって異なり、有機分の多い土壌には吸着されると考えられる。水中に残存するキシレン

は生分解されるが、その速度は大きくばらつく。地上に到達する波長の光を吸収しないため、光分解は受けにくく、過酸化ラジカルによる酸化反応も遅い。

大気中に侵入したキシレンは、主としてOHラジカルによる酸化反応によって分解される。大気へ侵入する割合が多いことと合せて、この反応がキシレンの環境中での最終的な運命と考えられる。大気中での半減期は *o*-体が13時間と見積もられている¹¹⁾。

土壌に侵入したキシレンも主として揮発によって失われると考えられる。表層土壌中での生分解は遅いものと考えられる。それゆえ、有機物含量の少ない土壌に侵入したキシレンは地下水に侵入していくことになる。

Buridieら¹²⁾は、濾過した下水汚泥を用いて5日間に*o*-体、*m*-体及び*p*-体についてそれぞれ理論的生物化学的酸素要求量の52、80及び44%が分解され、馴化によって促進されると報告している。しかし、Melaneyら¹³⁾は、生物に体する毒性のため、濃度が高いと*m*-体は分解されにくく、8日後も理論BODの10%以下しか分解されないと報告している。しかし、*o*-体と*p*-体はより分解されやすく、同じ条件でそれぞれ63及び26%が分解された。

KappelerとWuhrmann¹⁴⁾は300~400cell/mlのバクテリアを含む地下水中のキシレンはいずれの異性体も8日以内に完全に分解されると報告している。しかし、Doreら¹⁵⁾は三種の汚染表流水を用いた試験で*p*-キシレンは5日間にBODの理論量の1%しか分解されないと報告している。

以上の結果からキシレンの水中での生分解性は弱から中程度と考えられる。

わが国での表流水中のキシレン濃度については、環境庁が環境安全性総点検調査の中で1985年度に7水域、1986年度には異性体によって42ないし46地点の主に河口及び内湾で調査している¹⁶⁾。1985年度調査ではいずれの異性体も7水域21検体中水島沖の1検体からそれぞれ*o*-体が0.00021 μ g/ml、*m*-体が0.00042 μ g/ml及び*p*-体が0.00037 μ g/ml検出されただけであるが、1986年度調査では*o*-体が12検体から0.0004~0.0012 μ g/ml、*m*-体が15検体から、0.00004~0.0012 μ g/ml、及び*p*-体が4検体から0.00006~0.00048 μ g/mlの範囲で検出されたが、ベンゼンやトルエンと比べて最高濃度、検出率とも低くなっている。異性体の中では大気濃度と同様、*m*-体の検出率が最も高くなっている。

わが国の地下水中のキシレンは1982年度に環境庁が揮発性有機塩素化合物等と一緒に全国15都市で1,360井戸を調査しているが、4本の浅井戸から3~17 μ g/lの範囲で検出されただけで、深井戸からは検出されていない¹⁷⁾。一方、米国の埋立処分地周辺の地下水では、42.6%の検体から検出されており、再大脳度は150ppm、平均濃度でも4.07ppmと高濃度の汚染が見出されている¹⁸⁾。また、EAPの都市用水調査によると全地下水の3%からキシレンが検出されている¹⁹⁾。

参考文献

- 1) Leo, A., Hansch, C., and Elkins, D. (1971): Partition coefficients and their uses. Chem. Rev., Vol. 71, 525-616.
- 2) U.S. EPA (1984): Health effects assessment for xylene. PB86-134178.
- 3) Grob, K. (1973): Organic substances in potable water and in its precursor. Part I. Methods for their determination by gas-liquid chromatography. J. Chromatogr. Vol. 84, 255-273.
- 4) Grob, K. and Grob, G. (1974): Organic substances in potable water and in its precursor. Part II. Applications in the area of Zurich. J. Chromatogr. Vol. 90, 303-313.
- 5) Grob, K. and Grob, G. (1975): Organic substances in potable water and in its precursor. Part III. The closed-loop-stripping procedure compound with rapid liquid extraction. J. Chromatogr. Vol. 106, 299-315.

- 6) Bellar, T. A. and Lichtenberg, J. J. (1974): Determining volatile organics at microgram-per-litre levels by gas chromatography. J. Am. Water Works Assoc. Vol. 66, 739-744.
- 7) U.S. Environmental Protection Agency (1986): Standard method 502.2. Volatile organic compounds in water by purge and trap capillary column gas chromatography with photoionization and electrolytic conductivity detectors in series.
- 8) 兵庫県公害研究所(1982): 水中の揮発性化学物質検索調査(昭和56年度環境庁公害防止等調査研究委託費による調査報告書)。
- 9) 環境庁環境保健部保健調査室(1987): 昭和61年度化学物質分析法開発調査報告書。
- 10) National Research Council (1980): The alkyl benzenes. National Academy Press, Washington D.C.
- 11) Singh, H. B., Salas, L. J., Smith, A.-J., and Shigeishi, H. (1981): Measurements of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments. Atmos. Environ., Vol. 15, 601-612.
- 12) Bridie, A. L., Wolff, C. J. M., and Winter, M. (1979): BOD and COD of some petrochemicals. Water Res., Vol. 13, 627-630.
- 13) Malaney, G. W. and McKinney, R. E. (1966): Oxidative abilities of benzene-acclimated activated sludge. Water Sewage Works, Vol. 113, 302-309.
- 14) Kappeler, T. and Wuhrmann, K. (1978): Microbial degradation of the water soluble fraction of gas oil. I. Water Res., Vol. 12, 327-333.
- 15) Dore, M., Brunet, N., and Legube, B. (1975): Participation of various organic compounds in the evaluation of global pollution criteria. Trib. Cebedeau., Vol. 28, 3-11.
- 16) 環境庁環境保健部(1987): 昭和62年版化学物質と環境。
- 17) 環境庁水質保全局(1983): 昭和57年版地下水汚染実態調査結果。
- 18) Raymond, S. H. Y. and Rauckman, E. J. (1987): Toxicological studies of chemical mixtures of environmental concern at the national toxicology program: Health effects of ground water contaminants. Toxicology, Vol. 47, 15-34.
- 19) 水質問題研究会(1988): 飲料水中の各種化学物質の健康影響評価。日本水道協会。

2.6.5 人の健康への影響

(1) 吸収・分布・代謝・排泄

キシレンは吸入後、速やかに吸収される。ヒトの志願者に0.2mg/l(200mg/m³)の気体の*o*-、*m*-、*p*-キシレンと、それらを1:1:1の比率で混合した気体を、8時間暴露させた。全ての異性体についての吸収量または残留量は63.6 \pm 4.2%であった。

全身オートラジオグラフィにより、マウスの多くの組織および器官における化合物の分布を報告した。放射性同位体は、肺、肝臓及び腎臓、脳及び脂肪組織に速やかな分布がみられた。

キシレンの代謝は異性体により幾分異なるが、一般にメチル基の酸化及び環のヒドロキシル置換という過程を経る。代謝物にはメチル馬尿酸(95%)とキシノール(1~2%)とが含まれる。キシレンの排泄は、吸収量の約95%に相当する量の代謝物が尿により排泄され、残りの5%はそのまま肺から排泄される。

(2) ヒトへの健康影響

ヒトの最少経口致死量(LDL)は50mg/kgと報告されている。8歳の男子生徒に*m*-キシレン391mg/m³を連続5日間、及び週末後に1日、吸入暴露後、精神生理学上の有害作用を観察した。

(3) 急性毒性

ラットにおいて吸入によるLC₅₀(4時間)は20600~29000mg/m³、経口のLD₅₀値は4300~5000mg/kgの範囲である。

(4) 長期毒性及び発がん性

NTPでは雌雄のラット及びマウスにキシレンの複合異性体それぞれ1000, 2000mg/kgを週5日、2年間強制経口投与する実験を行っているが、非腫瘍性及び腫瘍性変化は全く認められなかった。(NTP, 1986)

(5) 生殖及び胎仔毒性

キシレンの生殖への影響についての報告はない。

20匹の体重240~280gのCFY系のラットに1000mg/m³のキシレン混合物を妊娠9日から14日までの間、連続暴露した。胎仔の融合胸骨分節の一つと外側肋骨の発生を増進するとみたが、著者らは、これらのことを催奇形性よりむしろ胎仔への毒性の徴候として解釈した。

(6) 遺伝毒性

Ames試験での変異原性は認められなかった。

参考文献

NTP (1986) Toxicology and carcinogenesis studies of xylene (mixed) (60% m-xylene, 14% p-xylene, 9% o-xylene, 17% ethylbenzene) in F344/N rats and B6C3F1 mice (gavage studies). NTP Technical Report Series No. 327.

2.6.6 水生生物への影響

p-キシレンに関するデータは入手できなかった。

2.6.7 処理方法¹⁾

水中のキシレンを除去する方法には、活性炭吸着と曝気がある。データは少ないが、従来の浄水処理方法でもある程度までキシレンを除去できると考えられる。

p-キシレンのある粒状活性炭による吸着実験では、初期キシレン濃度が10、1.0、0.1および0.01mg/Lのとき吸着量がそれぞれ130、85、54及び35mg/g活性炭であった。これよりFreundlich定数のK=85及び1/n=0.19がえられるので、p-キシレンとその異性体であるo-キシレン及びm-キシレンには活性炭吸着が適していると言える。粉末活性炭を水源井に注入したある例では、キシレン濃度が0.03-0.5μg/Lであったのが60%から99%以上まで除去された。キシレンの負荷が高いほど除去効率は低下した。粒状活性炭の処理効果はこれより低く、キシレン0.05μg/Lを含む水16試料について試験したところ平均除去率は50%であり、m-キシレン(0.046μg/L)とp-キシレン(0.012μg/L)を別々に測定すると、それぞれの除去率はわずか20%及び17%であった。

キシレンはそのヘンリー定数から考えて、曝気による除去が適している。排水の曝気ではキシレンを19%しか除去できなかったが、ガソリン流出により汚染された井戸水の処理では、気液比17:1以上のとき、原水中にo-、m-及びp-キシレンがそれぞれ10、2.9及び6.9μg/Lだけ含まれていたものが、処理水ではすべて80-100%除去された。気液比がより低いとき(8:1)ときには、除去率は低かった。曝気による処理は効果的であるが、キシ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に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。

2.6.8 法規制等

(1) 規制対象物質の指定¹⁾

消防法：危険物第4類第2石油類非水溶性液体(第2条)

毒物劇物取締法：劇物(第2条)

化審法：3-3

労働安全衛生法：危険物；引火性のもの(施行令別表1)

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：引火性液体(第3条告示別表第5)

航空法：引火性液体(施行規則第194条告示別表第3)

港則法：危険物；引火性液体(施行規則第12条)

(以上、いずれもキシレンとして)

(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：100 ppm (430 mg/m³) 1978年

米国 ACGIH³⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (434 mg/m³)

短時間暴露：150 ppm (651 mg/m³)

OSHA⁴⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (435 mg/m³)

短時間暴露：150 ppm (655 mg/m³)

NIOSH⁴⁾ 時間荷重平均値：100 ppm (434 mg/m³)

天井値：200 ppm (868 mg/m³)

(以上、いずれもキシレンとして)

(3) 環境水水質基準

(4) 飲料水水質基準

米国EPA 最大汚染濃度目標値(MCLG)⁵⁾ : 10 mg/L 1991年

最大汚染濃度(MCL)⁵⁾ : 10 mg/L 1991年

第2種最大汚染濃度(SMCL)(案)⁶⁾ : 0.02 mg/L 1989年

(臭気障害を考慮して)

(以上、いずれもキシレンとして)

(5) 発がん性評価

米国EPA¹⁾ : D(動物実験で発がん性の証拠が不十分で、分類が不可能なもの)

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) U.S. EPA(1991) 40 CFR Parts 141, 142, and 143 National Primary Drinking Water Regulations-Synthetic Organic Chemicals and Inorganic Chemicals; Monitoring for

