

- ・不純物としてベンゼン混入の可能性があり、ベンゼンの骨髄造血毒性が出現。
- ・中枢神経系または肝臓の疾患を有するヒトはトルエンに対するリスクが特に高い。 6)
- ・空腹(低血糖)やアルコール摂取はトルエンの毒性を増すとの報告がある。 13)
- ・200ppm で軽度の上気道刺激作用がある。 6)
- ・加熱すると分解し、刺激性の煙、フュームを発生する。 10)
- ・トルエンには習慣性がある。麻薬中毒のような身体所見を伴う禁断症状はないが、心理的依存を生じる。 13)

[致死量]

経口ヒト;LDLo:50mg/kg 8)

経口ヒト;LD:625mg/kg 33)

経口ヒト男性;LDLo:719 μ L/kg 38)

経口ヒト;約 60mL(51才、男性):服用 30分以内に死亡。 6)

吸入ヒト;致死濃度:推定 1800~2000ppm・1時間暴露 30,31)

(血中トルエン濃度:30.2mg/L, イヌでの薬物動態学の研究結果から計算し外挿)

吸入ヒト;2000ppm:生命・健康に直ちに危険 8,20)

[中毒量]

吸入ヒト;TCLo:♂100ppm:幻覚、知覚障害、運動能の変化、精神生理学的変化 8)

吸入ヒト;200ppm:軽度の上気道刺激

400ppm:軽度の眼刺激、流涙、はしゃぎ

600ppm:疲労感、はしゃぎ、軽度の悪心

600~800ppm・3時間暴露でつよい疲労感、極度の悪心、錯乱、歩行異常

800ppm:速やかに皮膚・粘膜・眼刺激、鼻粘液分泌、口内金属味、傾眠、平衡障害 6)

10000ppm以上では急激に全身の麻酔作用が出現する。30)

吸入ヒト;TCLo:200ppm 30)

TCLo:500ppm 30)

[血中トルエン濃度]

・死亡例での血中濃度:10~110 μ g/mL 30, 26)

・死後血中濃度 27.6 μ g/g:60mL摂取 51歳男性 35)

・血中濃度;10~48mg/L(平均 22mg/L):蒸気暴露 8例 30)

・血中濃度;50~79mg/L:3例 30)

・シンナー中毒例血中濃度:6~110 μ g/mL 34)

・蒸気反復吸入者 ex. シンナー・接着剤遊び etc.

1 ~ 2.5 μ g/mL 何らかの中毒症状発現

2.5~10 μ g/mL 50%の者に顕著な中毒症状発現

10 μ g/mL以上 昏睡または死亡

1,6)

・乱用 51人の場合:

神経精神学的事象の閾値(0.8 μ g/g)は身体的徴候の閾値(30 μ g/g)より低い 30)

[急性毒性(動物)]

経口ラット;LD50:636mg/kg 6,8)、5000mg/kg 5,10)

吸入ラット;LCLo:4000ppm/4h 5,10)

吸入ラット;LC50:26700ppm/1h 6)、49g/m(3)/4h 8)

腹腔内ラット;LDLo:800mg/kg 5、10)
 腹腔内ラット;LD50:1332mg/kg 6、8)、 1640mg/kg 5)
 静注ラット;LD50:1960mg/kg 6、8)
 皮下ラット;LDLo:5000mg/kg 5)
 吸入マウス;LC50:400ppm/24h 8)、 5300ppm 5)
 腹腔内マウス;LD50:59mg/kg 6、8)
 皮下マウス;LD50:2250mg/kg 6、8)
 経皮ウサギ;LD50:12124mg/kg 6、10)
 吸入モルモット LCLo:1600ppm 38)
 腹腔内モルモット LD50:500mg/kg 38)
 眼刺激性(ウサギ 2mg/24h):強い刺激性あり 8)
 皮膚刺激性(ウサギ 20mg/24h):中程度の刺激性あり 8)
 皮膚刺激性(ウサギ 500mg):中程度の刺激性あり 8)

[許容濃度]

日本産業衛生学会;50ppm(1995年に100ppmから50ppmに下げられた) 21)

ACGIH;TLV(許容限界濃度):50ppm(188mg/m(3)) 注1) 30)

STEL(短時間暴露限度):150ppm(560g/m(3)) 注2)

注1)1日8時間 1週間40時間の正規労働時間中の時間加重平均濃度

注2)15分間以内/1回、1日4回以内、暴露間に60分以上の間隔をあげることを前提とする。 1)

BEI(生物学的暴露指標;米国ACGIH):

尿中馬尿酸;2.5g/gクレアチニン(作業終了時)

静脈血中トルエン;1mg/L(作業終了時) 17)

臭い閾値:0.17ppm 6)

[特殊毒性]

催奇形性(ヒト):(妊娠中乱用)多重奇形;胎児性アルコール症候群に類似し、
 アルコール併用により増強される。6)

発癌性:相反する試験結果が報告されているが、トルエン単独では(ベンゼン混
 入がない場合は)、発癌性はなさそうである。 6)

遺伝毒性:DNA損傷については相反する情報がある。 6)

変異原性;陰性(Ames試験)、染色体損傷;あり 6)

9. 中毒学的薬理作用

- ・麻酔作用 1、6)
- ・皮膚・粘膜に対する刺激作用 1、6)
- ・トルエンは視床下部領域、基底神経節でモノアミン系を阻害する可能性があることが示唆されている。 6)
- ・アルコールにより、毒性が増強する。 6、13)
 (アルコール同時乱用があると、肝疾患、不整脈のリスクが増大する。) 6)
 (ベンゼンと異なり骨髄造血細胞阻害作用はない。) 1)

10. 体内動態

*吸収

あらゆる経路から吸収。特に吸入や経口で急速に吸収されるが、経皮吸収は極めて遅く、一般には全身的な急性中毒症状が発現するまでには至らない。1、2)

(経口)消化管からの吸収率：100% 6)

1～2時間で最高血中濃度に達する。 30)

(吸入)吸収率;53% 6、12)

吸入後15～30分で最高血中濃度に達する。 6)

(経皮)トルエン中に浸漬すると、有意な血中濃度に達する。 6)

蒸気の皮膚からの吸収は、吸入による吸収の1/60 13)

*分布

脂肪組織、中枢神経系に蓄積する。 6)

トルエンの取り込みは体脂肪の量に直接比例する。 6)

トルエン暴露時間と皮下脂肪組織のレベルとの密接な相関が認められた。 30)

ヒト死亡例：高濃度が脳梁、脳幹、中脳、頸部脊髄で認められた。低濃度が海馬と小脳で認められた。30)

(ラット脳)高濃度のトルエンが脳幹に認められた。中程度が中脳、視床、尾状核一被殻、視床下部、小脳に認められた。低濃度が海馬、脳梁で認められた。30)

(マウス)脂肪組織で最高濃度を示した。肝臓、腎臓、大脳では低めであった。 33)

(代謝)

・主に肝臓で代謝される。肝抽出比は約1.0 6)

・80%がベンジルアルコールに代謝され、ついで安息香酸に酸化される。安息香酸はグリシン抱合され、馬尿酸として排泄される。 6)

・別の経路でフェノール性水酸基の誘導が起こり、*o*-クレゾール(C₆H₄CH₃OH)も尿中代謝物として少量存在する。 1、2)

・エタノール急性投与はトルエン代謝を阻害するが、反復投与時は肝の薬物代謝酵素誘導によりトルエン代謝は増強される。 6)

*排泄

主に馬尿酸として尿中排泄される。 1、2、6)

このほか、微量のクレゾール類(主に*o*-クレゾール)、微量のトルエンのメルカプツール酸(S-ベンジル-N-アセチルシステイン)も尿中に排泄される。 16)

一部(20%以下)は未変化体として呼気中に排泄される。 1、2、6)

(経口)70%以上が尿中に馬尿酸として排泄される。 6)

(吸入)クリアランス;1.4～1.7L/H/kg 6)

半減期;7.5時間 1、12)

第1相;4～5時間、第2相;15～72時間 6)

1 1. 中毒症状

・(経口)中枢神経抑制症状、口腔咽頭・胃の不快感、嘔吐を引き起こすと考えられるが、十分なデータがない。 6)

・(吸入)中枢神経興奮に続いて中枢神経抑制が起こる。運動失調、疲労、痙攣、一般的な感覚脱失を伴う。低酸素症、不整脈から突然死が起こりうる。 30)

・200ppm・8時間暴露で脱力、軽度の疲労感、錯乱、流涙

・>600ppm・8時間暴露で多幸症、頭痛、めまい、筋脱力、悪心、めまい、散瞳

・400～800ppmでは中枢神経興奮(多幸症、めまい、振せん、神経過敏症、不眠)に続いて中枢神経抑制(頭痛、めまい、疲労感、筋脱力、傾眠、錯乱、

回転性めまい、反応時間低下。30)

- ・800ppm では運動失調、重篤な疲労感、痙攣が起こる。中程度～重篤な不眠が数日間続くことがある。30)
- ・10000ppm 以上では急激に全身の麻酔作用が出現する。
- ・気道刺激が強い場合暴露 24～72 時間後に肺水腫が出現することがある。

6)

・(予後)急性暴露後、昏睡に引き続き死亡に至らない場合、一般に完全回復し、予後はよい。2)

・慢性乱用者が急性吸入した場合に、心室細動による突然死が報告されている。重篤な徐脈を示す。軽い運動で、全身吸収が増し、不整脈のリスクが増大する。しばしば低酸素症が死因となる。6)

(1)循環器系症状:不整脈、洞徐脈、心室細動、心筋梗塞

(経口)頻脈と血圧上昇が起こる。30)

(吸入)不整脈(通常は慢性乱用者で起こる)が起こる。徐脈、心室細動、心筋梗塞が報告されている。30)

不整脈:慢性乱用者が急性吸入して突然死するのは通常、トルエン麻酔中に低酸素症を起こすためであるが、まれに内因性カテコールアミンに対する感受性が増大し致死的な不整脈を起こすことによる。

・低酸素症、低カリウム血症、アルコール同時乱用があると、不整脈のリスクが増大する 6)。低酸素症と同様に戦闘的になったり逆に逃げたりすることによる交感神経の刺激の増加も不整脈発生のリスクとなる。慢性で心室性期外収縮、上室性頻拍を含む不整脈、拡張型心筋症が報告されている。30)

徐脈、血圧低下はまれに見られる 30)。200ppm・3 時間暴露で平均脈拍数の有意な減少が認められた。6)

(2)呼吸器系症状:(吸入)気管支・喉頭刺激、急性気管支炎、気管支痙攣、肺水腫、呼吸不全、誤嚥性肺炎、麻酔作用による窒息 6)

(気道誤嚥)重篤な出血性肺炎発症の可能性 2)

(慢性乱用)急性使用後、呼吸不全、肺機能異常 6)

呼吸不全;死亡原因となる。

(3)神経系症状:(経口)おそらく中枢神経系抑制を引き起こす。6)

(吸入)初期に興奮(多幸症、めまい、振せん、神経過敏症、不眠)後に抑制作用(頭痛、めまい、疲労感、傾眠、錯乱、反応時間低下)運動失調、全身麻痺 6)、30)

高濃度暴露の初期に脳波の変化、反復暴露で行動変化 6)

200ppm 以上で脳障害、頭痛、抑うつ、疲労、集中力低下、一過性記憶障害との記載あり。30)

(慢性乱用)認識障害、記憶喪失、脳・小脳萎縮

末梢ニューロパチー、振せん 30)

痙攣;てんかん状態、舞踏病アテトーゼ、反弓緊張、

視床下部機能障害、筋過剰緊張反射等 6)

情動不安定性 30)

(4)消化器系症状:(経口)悪心、嘔吐、食欲不振、腹部痙攣、下痢 6、11)

口腔・胃の灼熱感、嘔気、流涎

胸骨下の疼痛、咳嗽、嘔声 1、2)

- (慢性乱用)腹痛、悪心、嘔吐、吐血を伴う胃腸炎(一般的) 6)
- (5)肝症状:軽い一時的な肝・腎機能障害が報告されている。 2)
- (慢性乱用)肝障害、肝腫、脂肪肝(アルコール同時摂取も関与する)6)
- (6)泌尿器系症状:(経口)急性腎不全;間質性腎炎、ミオグロビン尿症、急性中毒性尿細管壊死に続発する急性腎不全が出現した。 6)
- (慢性乱用)・高クロル血症性代謝性アシドーシス、低カリウム血症を伴う一過性の遠位尿細管アシドーシスに続いて、通常、可逆性の腎不全が一般的。しばしば蛋白尿、血尿、膿尿、硝子質円柱がみられる。6)
- ・二次的な低カリウム血症性筋肉麻痺の原因となる。 2)
- ・不可逆的腎不全、糸球体腎炎、糸球体硬化症、急性間質性腎炎、ミオグロビン尿に続発する腎不全はまれ。 6)
- ・近位尿細管アシドーシスまたはファンコーニ症候群(尿酸尿、低リン酸塩血症、低カルシウム血症)は一般的ではない。 30)

(7)その他

*酸・塩基平衡:

(吸入)低カリウム血症、代謝性アシドーシス、低リン血症(一般的) 6)

高カルシウム血及び低尿酸血症(必発ではない) 6)、30)

(慢性乱用)高クロル血症性代謝性アシドーシス(一般的) 6)

代謝性アシドーシス;組織の低酸素症、遠位尿細管アシドーシス、代謝物の安息香酸・馬尿酸の蓄積により、代謝性アシドーシスとなる。 6)

・慢性乱用者では、中毒症状(神経障害や小脳性の病変による症状を除く)は通常、体液・電解質異常が補正された後、2,3日以内に消失する。 2)

*血液:骨髓形成不全;ベンゼン混入時には造血毒性が現れるが、ベンゼン混入のないトルエン暴露でも報告がある。 6)

好酸球増多症 1,2)

(慢性)500ppm以上暴露労働者で、造血因子の崩壊、再生不良性貧血が出現、低プロトロンビン血症、凝固時間の延長 6)

(動物)顆粒球減少症;ラットに皮下注投与後、一過性に発現。 6)

*眼:刺激作用、流涙、眼瞼痙攣、散瞳 6,11)

眼粘膜への暴露;刺激、疼痛 1)

300~400ppmでは刺激が目立ってくるが、800ppmでは刺激がまだわずかであり、瞳孔拡大、瞳孔反応異常、疲労が現れる。 30)

液体の直接付着;出血性の炎症 2)

刺激、ひりひりした痛み、眼瞼痙攣、結膜炎、角膜浮腫、角膜表皮剥脱が起こるが、通常2日以内に回復する。 30)

(慢性乱用)色識別能の低下、失明を伴う視神経萎縮、眼振 6)

視覚誘発電位異常 30)

- *耳 : (慢性乱用) 不可逆的な聴力喪失 6、20)
(動物)ラットに皮下注、吸入暴露後、用量依存性の耳毒性が出現 6)
- *鼻 : トルエンは嗅繊毛を変化させ、変化は嗅覚受容体を経て脳へ伝導される。 30)
- *皮膚 : 皮膚炎; 付着時間が長いと、皮膚の乾燥・脂肪除去により、ひび割れ、皮膚炎を起こす。紅斑、皮膚知覚異常 6、11)
熱傷; 18時間付着後、熱傷を起こした1例がある。 6)
- *骨格筋 : (慢性乱用) 横紋筋融解症, 筋の脆弱化、筋力低下(一般的)、筋緊張低下 30)
 - ・低カリウム血症、低リン血症、昏睡状態で圧迫虚血の患者、または直接的な筋毒性により、横紋筋融解症は慢性乱用者の40%で出現。 6)
 - ・心筋又は脳梗塞なしに血清クレアチニンホスホキナーゼ(CPK)が高値を示す場合、ミオグロビン尿(機械油様の色調)の場合、横紋筋融解症を考慮する。 2)
- *内分泌 : (慢性乱用) 副腎出血が剖検で報告されている。 30)
- *精神病 : (慢性乱用) 精神障害; 分裂病様精神病、奇怪行動、偏執病性精神病、錯乱、幻覚、IQの低下(一般的) 6), 30)
人格変化、情動不安定性、抑うつ 30)
- *後遺症 : (慢性) 認知困難、小脳性運動失調を伴う進行性不可逆性脳障害が報告されている。 30)
- *産婦人科 : (慢性) 月経異常: 月経困難症; 但しトルエンが特異的に関与しているかは明らかではない。 6)
月経過多、頻発月経が報告されている。 30)
子宮脱; トルエン暴露労働者では対照群に比べて子宮・膣壁脱の発症率の増加が認められた。 6)
- *妊娠時の作用 : (乱用) 早産、分娩時死亡、成長遅延、自然流産の増加 6)
(母親は腎尿細管性アシドーシス、低カリウム血症、不整脈、横紋筋融解症を合併することがある。) 6)
多発性身体奇形、小脳症、中枢機能不全 30)
トルエンはアスピリンの胎児毒性を増強する。 6)
- *発ガン性 : (慢性) : 食道癌、直腸癌 30)
非ホジキンリンパ腫が報告されている。 30)
- *検査所見 : 1) 尿中代謝物(馬尿酸)の検出:
有機溶剤中毒予防規則で有機溶剤作業者は、尿中代謝物(馬尿酸)は必ず実施すべき検査項目として規定されている。
 - ・BEI(生物学的暴露指標; 米国 ACGIH) :
2.5g/g クレアチニン (作業終了時)
 - ・規則による分布区分 : 1; $\leq 1\text{g/L}$, 2; $1 < \leq 2.5\text{g/L}$, 3; $> 2.5\text{g/L}$
(但し、定量値区分は労働省の定めた統計管理上の基準で、正常・異常の鑑別を目的としたものではない。) 19)
 - ・非暴露者のバックグラウンド値:
0.4~1.4g/L 6)
0.205 \pm 0.103g/g クレアチニン 15)

平均値;155.1mg/L 21)

- ・但し、尿中馬尿酸濃度はプラム、プルーン、イチゴ等の果物摂取や安息香酸を含有する清涼飲料水(コーラ等)の摂取によっても上昇する。 6、15、19)
- ・100ppm に対応する尿中馬尿酸濃度は 3~4g/L と考えられている。 14)
- ・24 時間尿中に馬尿酸 2.1g 未満なら 200ppm 未満の暴露 1)
- 2) 尿中代謝物(o-クレゾール)の検出:
 - ・馬尿酸は正常尿中に含まれるが、o-クレゾールは含まれない。
 - ・o-クレゾールはトルエンの代謝物としては少量だが、その尿中排泄量とトルエンの暴露量は、直線的に相関する事が示されている。 2)
 - ・BEI:1mg/g クレアチニン 6)
- 3) 静脈血中トルエン:
 - ・BEI:1mg/L (作業終了時) 17)
 - ・専門の検査機関で血清中トルエン濃度の測定は可能であるが、臨床的な徴候や症状と相関しない。 32)
- 4) CT・MRI 検査(慢性乱用者)
 - ・大脳、小脳、脳幹の異常(白色化)が認められる。 6)
- 5) 尿中 S-P トルイルメルカプツール酸
 - トルエンの代謝物である。職業的暴露での指標として提案された。 30)
- 6) 尿中トルエン:有用ではない。 30)

1 2 . 治療法

1) 予防対策

i) (HSDB) 22)

陽圧型空気呼吸器 (positive pressure self-contained breathing apparatus:SCBA) を着用する。消防の防護衣での防御は限定的である。

ii) (消防活動マニュアル:自治省消防庁危険物規制課) 25)

毒・劇物危険区域内は密閉型完全防護(毒・劇物防護服、空気呼吸器等)にて活動する。

ただし、爆発危険区域内で活動する場合は、爆発下限界以下であることを確認し、かつ、援護注水等のほかに、毒・劇物防護服の上に防火服を着装して活動する。

iii) (毒劇物基準関係通知集:厚生省薬務局監修 1981) 28)

保護具:保護眼鏡、保護手袋、保護長ぐつ、保護衣、有機ガス用防毒マスク

2) 汚染の持続時間

環境中運命 (HAZARD TEXT) 27)

空气中:トルエンは高い蒸気圧を持つので周囲の空气中では単体の蒸気として存在する。

トルエンは光化学的に生じたヒドロキシルラジカルにより分解される。また、空气中で硝酸ラジカルとオゾン分子との反応によって分解されるが、これらの反応はとても遅く環境衛生上重要である。

水中:川と湖のモデルでの揮発による半減期はそれぞれ 1 時間と 4 日間と推測

される。

土壤中：トルエンで湿った土壌表面からの揮発は顕著である。乾いた後の土壌表面からの揮発も起こりえる。

砂状土壌表面に注がれたトルエンはおよそ40～70%が揮発する。

汚泥からのトルエンの蒸発は25℃、24時間以内に80～90%であった。

3) 除染

汚染された衣服を脱がせ、直ちに眼、皮膚を洗浄する。眼は大量の微温湯で15分以上洗浄する。皮膚は石けんと大量の流水で洗浄する。30)

4) 臨床検査

肝・腎機能、CPK、体液・電解質、酸・塩基平衡モニター、胸部X線検査、心電図モニター、尿分析、CBC(全血球検査)、骨髓検査、尿中代謝物 1、2、6、11)

5) 治療

- ・特異的解毒剤・拮抗剤はない 30)
- 基本的処置を行った後対症療法
- ・呼吸・循環機能の維持管理 30)

*経口の場合

[観察基準] 6、12)

- ・少量摂取時(乱用、意図的摂取ではない):
無症状の場合、家庭で6時間経過観察する。6、30)
症状がある場合、受診する。 6)
- ・意図的摂取、大量摂取時:入院させる。 12)
- ・なんらかの呼吸器症状がある場合:
呼吸状態を6時間観察し、症状が続く場合あるいは進行する場合、胸部X線検査を行い、動脈血ガスをモニターする。呼吸管理が必要となることがある。6)
- ・中枢神経系抑制症状がみられる場合:
挿管・呼吸補助・酸素投与が必要となることがある。 6)

(1) 基本的処置

- A. 催吐：禁忌(気道誤嚥の危険性、毒性発現が速いため) 1、2、6)
但し、以下のような考えもある。
経口摂取したキシレン・トルエンが危険量の溶質(ex. 殺虫剤)を含む場合、直ちに胃洗浄をできない場合に限って行う。 2)
- B. 胃洗浄:大量服用の場合または多量にベンゼンが混入している場合、考慮する。
痙攣対策、気道確保を行った上で実施。
- C. 活性炭・下剤投与:活性炭への吸着は明らかではないが、他の炭化水素類(ケロセン等)は吸着される。
但し、活性炭は嘔吐を誘発し、誤嚥のリスクを増大する可能性がある。

(2) 対症療法

- A. 誤嚥性肺炎:誤嚥の初期症状(咳嗽、窒息)があれば、6時間呼吸状態を観察する。
症状が続く場合または進行する場合、胸部X線検査を行い、動脈血ガスをモニターする。 6)
- B. 心室細動:心電図をモニターし、必要に応じ、心マッサージ、電氣的除細動、

不整脈の基本治療 1、2)

[注意]エピネフリンなどのカテコラミンの投与は、心筋の感受性を高め致死的不整脈誘発の恐れがあるため避ける。 1、2)

使用する場合は慎重に投与する。静注は特に危険。 13)

C. 低カリウム血症、アシドーシス:カリウムや重炭酸ナトリウムの静脈内投与により補正。

[注意]体液、電解質の補充後、低カルシウム血症となる事があるので、そのチェックをして、低カルシウムならカルシウムの静注投与で補正。

過度のカリウム補正をしない(不整脈を誘発する) 32)

重炭酸ナトリウムは慎重に投与(低カリウム血症を増悪させる)32)

D. 検査:肝・腎機能、CPK、体液・電解質、酸・塩基平衡をモニターする。

胸部X線検査、心電図モニター、尿分析

CBC(全血球検査)、骨髄検査

尿中代謝物

1、2、6、11)

*吸入の場合

(1) 基本的処置:新鮮な空気下に移送

暴露された皮膚、眼は大量の流水で洗浄する。 6)

(2) 対症療法 :呼吸不全を来してないかチェック。必要に応じ気道確保、呼吸管理

上記経口の場合と同様の対症療法

A. 肺水腫対策:気道刺激が強い場合、暴露 24~72 時間後に肺水腫が出現することがある。 6)

・動脈血ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。

呼吸不全が進行する場合は人工呼吸(持続的陽圧呼吸)が必要。

・輸液:過剰輸液を避ける。中心静脈圧、できればスワンガンツカテーテルで循環動態をモニターする。

・モルヒネ:勧められない(呼吸抑制や頭蓋内圧の上昇を引き起こすことがあるため)

・抗生物質:感染症が明らかな場合、投与する。

・ステロイド:予防効果、治療効果は明らかではない。 6)

*眼に入った場合

(1) 基本的処置:大量の微温湯で少なくとも 15 分間以上洗浄

(2) 対症療法 :刺激感や疼痛、腫脹、流涙、羞明などの症状残るなら、眼科的診療必要(化学物質による角膜損傷の一般的治療) 1、6)

*皮膚に付着した場合

(1) 基本的処置:付着部分を石鹼と水で 2 回洗う。

(2) 対症療法 :その後も刺激感や疼痛残るなら、医師の診断必要。

必要に応じ、上記経口摂取の場合と同様の対症療法。 1、6)

1 3. 中毒症例

1) 吸入(労災、死亡 1 例)

17歳男性、21歳男性、22歳男性3名

作業員3名がトルエン80%、塩素化プロピレン20%を含有する塗料を用いて排水池水槽内壁塗装作業を行った。作業現場において倒れているのが発見された。1名は死亡していたが2名は生命をとりとめた。3名は12時間弱トルエンに暴露され、うち、およそ4時間は新鮮な外気を水槽内に導入する送風が停止していた。この間、飽和状態に近いトルエンを吸入していたことになる。

生存者(17歳)は、病院搬送時に呼吸が停止していたといわれているが、事故発生時より2ヶ月経過後時点では完全に回復し、特に後遺症が見られていない。

死者(21歳)では、剖検時採取した試料のトルエン濃度測定結果は、血液で65.8 μ g/g(右心血), 44.9 μ g/g(左心血), 20.3 μ g/g(大腿静脈血), 脳で437.9 μ g/g(脳幹), 465.4 μ g/g(大脳)であり、致死レベルに達していたことから死因は急性トルエン中毒と判断された。また死者の膀胱内には410mLの尿が貯留しており、尿中馬尿酸濃度は82.9mg/mLと著しく高値であった。本事例において、検屍時の死体所見、膀胱内の貯留尿量及び尿中馬尿酸排泄量のいずれも死に至る経過が長いことを示唆しており、意識消失の後、数時間ないし10時間程度の長い経過をとり死に至ったことが示唆された。

36)

2) 吸入 (労災)

34歳、43歳男性

プールのタイル張り後にトルエンを用いて接着剤を除去する仕事を始めてから2~3時間後に発見された。救助から数時間後にプール端で測定したトルエン濃度は7000 mg/m³(1842 ppm)を超えていた。

その内1名は発見前に3時間曝露しており、眼刺激、不明瞭言語、昏迷、歩行および着席不能が見られた。アニオンギャップは16.5、トルエン血中濃度は4.1 mg/Lであった。心電図では洞性徐脈が認められた。この患者は救助前2時間および救助後1時間の間は記憶喪失となった。発見から5時間後退院となった。

他の1名は発見前に2時間曝露し、眼刺激、傾眠および頭痛を呈していた。患者はかろうじて歩くことができた。アニオンギャップは14.3およびトルエン血中濃度は2.2 mg/Lであった。心電図は洞性頻脈を示した。曝露期間から救助直後まで健忘が見られたが、2時間以内に回復した。30、39)

3) 吸入 (労災、横紋筋融解、腎機能障害)

43歳男性

貯水槽内壁の塗装作業中に昏睡状態となり、約20時間後に発見され緊急入院となった。発見時、患者はコンクリートの上で下肢を投げ出したまま壁にもたれてすわっており、壁と接触していた左顔面と左下肢にびらんを伴う著大な腫脹を認めた。来院時、JCSⅢ-200、血圧110/60mmHg、呼吸は浅薄であった。血中筋逸脱酵素の著大な上昇、尿の性状、臨床所見より横紋筋融解と診断した。また、急性腎不全を続発したが内科的治療で軽快した。入院時の血中トルエン0.4mg/mL、尿中馬尿酸4.1g/dLと上昇していた。意識は翌日覚醒化し、第3病日ほぼ清明化した。第2病日より人口透析を開始し、CPKは第3病日をピークに減少し、第24病日を最後に計13回で透析を離脱した。40)

4) 経口 (自殺、化学性肺炎)

78 歳女性

ラッカーシンナー(トルエン 65%、酢酸エチル 20%、酢酸メチル 10%、メタノール 5%)を推定 60mL、自殺企図で服用し昏睡状態で発見された。服用 1 時間後の来院時、自発呼吸は弱く、左肺野全体に乾性ラ音を聴取、胸部 X 線より誤嚥にともなう化学性肺炎が疑われた。代謝性アシドーシスを認めた。搬入後、気管内挿管、酸素吸入を行い、輸液開始、次いで胃洗浄、活性炭・塩類下剤の投与を行った。意識レベルは急速に改善し、8 時間で意思疎通が可能となり、第 1 病日には意識清明となった。呼吸管理のために人工呼吸を要したが、第 4 病日には呼吸器から離脱した。経口摂取は第 4 病日より可能になり、第 21 病日に施行した上部消化管造影では、潰瘍や狭窄などの変化を認めなかった。その他、重篤な臨床症状は見られず、比較的良好な経過で第 26 病日に軽快退院した。

本症例の尿中馬尿酸濃度は服用後 10 時間で最高に達し、24 時間後までは高値を維持していたが、その後急速な低下を示していた。尿中馬尿酸排泄量は経時的に多少の増減が認められるものの、服用後約 30 時間経ってもかなりの量の排泄が認められた。41)

5) 経口 (誤飲)

21 歳男性

ジュース缶に入っていたトルエン 50~60mL を誤飲した。咽頭痛、嘔気、数回の嘔吐があり、上腹部痛も伴った。

嘔気が続くために 8 時間後に受診した。活性炭の投与、輸液を施行した。血液ガス所見、胸腹部 X 線検査ともに正常であった。翌日の内視鏡検査で、食道・胃・十二指腸に著変はないが、食道粘膜は易出血性、胃粘膜に一部軽いびらん性胃炎が認められた。37)

1 4 . 分析法

1) 尿中代謝物の定量法

・馬尿酸:HPLC 法;規則による有機溶剤健康診断では HPLC 法による。14、18、19) トルエン・キシレン代謝物を同時測定できる。14)

比色法;以前は使用されていたが、特異性に欠け非暴露者でも高値となるため低濃度暴露の使用に耐えない、トルエン・キシレン等の代謝物を同時測定できない。14)

ガスクロマトグラフ法;特異性、感度の点で優れているが、前処理操作が煩雑、誘導体生成反応の定量性がよくない、トルエン・キシレン等の代謝物を同時測定できない。14)

酵素免疫測定法 30)

・クレゾール代謝物:ガスクロマトグラフ法(水素炎イオン化検出器付き) 6)

2) 血中・呼気中トルエンの定量法

A. ガスクロマトグラフ法(水素炎イオン化検出器付き) 1、2、6、16)

・薬毒物化学試験法と注解, 日本薬学会編, 南山堂, 1992

・薬物化学試験法注解, p372~375, 日本薬学会編, 南山堂, 1974

・衛生化学, 29, p83, 宮浦修一他, 1983

・CLINICAL TOXICOLOGY, 18(4), p471~479(1981)

James C. Garriott et al: Measurement of Toluene in Blood and Breath
in Cases of Solvent Abuse

B. 紫外吸収スペクトル法 2)

・A. M. A. ARCHIVES OF INDUSTRIAL HEALTH, 20, p262~265 (1958)

Guertin, D. et al: Toxicological studies on hydrocarbons. IV.

A method for the quantitative determination of
benzene and certain alkylbenzenes in blood.

C. 赤外吸収スペクトル法 1)

3) 尿中 S-P トルイルメルカプツール酸の定量法

GC-MS 30)

15. その他

1) 初期隔離

i) (HSDB) 22)

漏出・漏洩地域は直ちに少なくとも周囲 50~100m(160~330feet)は隔離する。
許可なく立ち入らせない。風上に立つ。低い地域には立ち入らせない。立ち
入る前に密閉空間を換気する。

大量の漏出：はじめに風下少なくとも 300m(1000feet)は避難を考慮する。

ii) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修) 25)

消防警戒区域又は火災警戒区域を早期に設定し、人体許容濃度を超える区域
には毒・劇物危険区域を、爆発下限界の 25%を超える区域には爆発危険区域を
設定する。

毒・劇物危険区域内は密閉型完全防護（毒・劇物防護服、空気呼吸器等）に
て活動する。

ただし、爆発危険区域内で活動する場合は、爆発下限界以下であることを確
認し、かつ、援護注水等のほかに、毒・劇物防護服の上に防火服を着装して
活動する。

検知機器：酸素濃度計、酸欠空気危険性ガス測定器、可燃性ガス測定器、ガ
ス検知管（トルエン用）

大量の毒性物質の漏えい、拡散については、風向、地形、地物の状況に十分
配慮する。

警戒区域及び危険区域から住民等を避難させる。

iii) (毒劇物基準関係通知集：厚生省薬務局監修 1981) 28)

風下の人を退避させる。漏洩した場所の周辺にはロープを張るなどして人の
立ち入りを禁止する。付近の着火源となるものを速やかに取り除く。作業の
際には必ず保護具を着用する。風下で作業をしない。

火災時

i) (HSDB) 22)

タンク、自動車、タンクローリー等が火災に巻き込まれている場合、周囲
800m(0.5miles)を隔離し、同時に周囲 800m(0.5miles)について初期避難を考
慮する。

ii) (毒劇物基準関係通知集：厚生省薬務局監修 1981) 28)

爆発のおそれがあるときは付近の住民を退避させる。

2) 漏洩時の除染

i) (HSDB) 22)

漏出・漏洩：火気厳禁とする。漏出した物質に触れたり、周囲を歩かない。操作に危険がなければ漏出を止める。水路、下水、地下室、密閉空間に流入するのを防ぐ。蒸気を減少させるために水噴霧器を用いる。乾燥した土、砂、またはその他の不燃性物質で吸収するか被覆し容器に入れる。吸収された物質を集めるのに発火しない用具を用いる。

大量の漏出：後の処理のために液体の漏出のかなり手前に堰を築く。水噴霧は蒸気を減少させる。しかし、閉鎖空間での発火は防げないであろう。

ii) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修) 25)

警戒筒先を配備する。

大量の流出時は、土砂等で流出の拡大防止を図り、容器に回収する。

少量の流出時は、油処理剤で処理し、容器に回収する。

火気厳禁とする。危険排除時でも防護服の上に防火服を着用する。

iii) (毒劇物基準関係通知集：厚生省薬務局監修 1981) 28)

(少量) 漏洩した液は、土砂等に吸着させてから容器に回収する。

(多量) 漏洩した液は、土砂等でその流れを止め、安全な場所に導き、液の表面を泡で覆いできるだけ空容器に回収する。

引火しやすく、また、その蒸気は空気と混合して爆発性混合ガスとなるので火気は絶対に近づけない。

静電気に対する対策を十分に考慮する。

常温で容器上部空間の蒸気濃度が爆発範囲に入っているので取扱いに注意する。

火災時

i) (HSDB) 22)

小規模火災：粉末消火剤、二酸化炭素消火剤、水の噴霧、泡消火剤

大規模火災：水の噴霧、泡消火剤。直接放水しない。危険がなければ火災場所から容器を運び出す。

タンク、自動車、タンクローリーが火災に巻き込まれている場合：できる限り遠方から消火するか、無人のホースホルダーを使うかモニターノズルを使用する。火が完全になくなるまで多量の水で容器を冷却する。安全装置の口から異常音がした場合、タンクが変色した場合は直ちに避難する。タンクから常に一定の距離を保つ。

大規模火災には無人のホースホルダーかモニターノズルを使用する。もしそれが不可能なら火災場所から避難し消火活動を中断する。

ii) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修) 25)

(周辺火災の場合) 容器を安全な場所に移動する。

移動不可能な場合は、容器及び周囲に散水して冷却する。

(消火要領) 粉末、二酸化炭素、泡消火剤を使用する。

放水銃、放水台等を活用し、放水の無人化を図る。

(鎮火後の措置) 容器の残量の確認を行い、飛散している場合は、2)漏洩時の除染ii) に準じて行う。

- iii) (毒劇物基準関係通知集：厚生省薬務局監修 1981) 28)
 (周辺火災の場合) 速やかに容器を安全な場所に移す。移動不可能の場合は、容器及び周囲に散水して冷却する。
 (着火した場合) 初期の火災には粉末、二酸化炭素、乾燥砂等を用いる。大規模火災の際には、泡消火剤等を用いて空気を遮断することが有効である。消火活動の際には必ず保護具を着用する。
 (消火剤) 粉末、二酸化炭素、乾燥砂、泡消火剤

3) 廃棄法

- i) (消防活動マニュアル：自治省消防庁危険物規制課監修) 25)
 濃厚な廃液を河川に排出させない。
- ii) (毒劇物基準関係通知集：毒物劇物関係法令研究会監修 2000) 23)
 燃焼法 (ア) ケイソウ土等に吸収させて開放型の焼却炉で少量ずつ焼却する。
 (イ) 焼却炉の火室へ噴霧し焼却する。
- iii) (化学防災指針集成：財団法人日本化学会) 24)
 共通項目：濃厚な廃液の処分は、アフターバーナーとスクラバーを備えた焼却炉などの焼却施設で焼却して処理する。また、焼却できない希薄な廃液は安全な容器に保存し、必要な処理を施して廃棄する。もしくは回収免許をもつ処理業者に処理を依頼する。

[参考資料]

1. POISINDEX [53rd edition]
2. Clinical Toxicology of Commercial Products [5th edition] ;
Williams & Wilkins.
3. 9586 の化学商品、化学工業日報社(1986)
4. The MERCK INDEX [5th editon]
5. 後藤 稠他編：産業中毒便覧，医歯薬出版，1984.
6. POISINDEX:TOLUENE, VOL. 94, 1997.
7. 12695 の化学商品，化学工業日報社，1995.
8. NIOSH:Registry Toxic Effects of Chemical Substance, VOL. 34, 1997.
9. Martha Windholz et al:The Merck Index, 11th edition, Merck & Co., 1989.
10. Sax, N. I., Lewis, R. J. :Dangerous Properties of Industrial Materials, 7th edition, 1989.
11. Haddad L.M. et al:Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose, Saunders, 1990.
12. Matthew J.E. & Donald G.B. :Medical Toxicology, 2nd edition, Elsevier, 1997.
13. 内藤裕史：中毒百科，南江堂，1991.
14. 坂井公：産業化学物質の暴露評価に関する研究，産業衛生学雑誌 38(3)：119-137, 1996.
15. 後藤政幸他：トルエン取り扱い作業者の尿中馬尿酸濃度に及ぼす清涼飲料水摂取の影響，産業医学，32, 278-279, 1990.
16. 日本薬学会編：薬毒物化学試験法と注解，南山堂，1992.
17. 和田攻：毒性試験講座 18 産業化学物質，環境化学物質，地文書館，1991.
18. 微研メディカルセンターグループ：労働安全衛生規則に基づく健康診断検査

のご案内, 1988.

19. 三菱化学ビーシーエル: 特殊健康診断の手引き, 1994.
20. Lewis R. Goldfrank et al: Goldfrank's Toxicological Emergencies, 5th Edi., Appleton & Lange, 1994.
21. 河合俊夫: 産業衛生学雑誌 39(6):A131-132, 1997.
22. Hazardous Substances Data Bank:TOLUENE, VOL. 55, 2002.
23. 毒物劇物関係法令研究会監修, 毒劇物基準関係通知集 (改訂増補版). 薬務広報社, 東京, 2000, pp392.
24. 財団法人日本化学会, 化学防災指針集成 I. 丸善(株), 東京, 1996, pp209-211, 478.
25. 自治省消防庁危険物規制課監修, 毒性物質等火災時における消防活動マニュアル. 東京法令出版, 東京, 1997, pp242-243.
26. Takeichi S, Yamada T, Shikata I.: Acute toluene poisoning during painting. Forensic Sci Int 1986;32(2):109-15.
27. HAZARDTEXT:TOLUENE, VOL. 55, 2002.
28. 厚生省薬務局監修, 毒劇物基準関係通知集(増補版). 薬務広報社, 東京, 1981. pp110-111, 188-189.
29. 14102 の化学商品. 化学工業日報社, 東京, 2002, pp704-705.
30. Rumack BH & Spoerke DG(eds): Toluene POISINDEX(R) Information System. MICROMEDEX, Inc., Colorado, VOL. 115, 2003.
31. Hobara T, Okuda M, Gotoh M, et.al: Estimation of the lethal toluene concentration from the accidental death of painting workers. Ind Health. 2000;38(2):228-31.
32. 内藤裕史, 横手規子監訳: 化学物質毒性ハンドブック臨床編. (第 I 巻). 丸善, 東京, 2002. pp68-69, 93-97, 111-112, 164-165, 191-192, 287.
33. 内藤裕史, 横手規子監訳: 化学物質毒性ハンドブック. (第 II 巻). 丸善, 東京, 2001. pp168-171.
34. 鈴木修, 屋敷幹雄編集: 薬毒物分析実践ハンドブック. じほう, 東京, 2002. pp130-133.
35. Ameno K, Fuke C, Ameno S et al: A fatal case of oral ingestion of toluene. Forensic Sci Internat 1989; 41:255-260.
36. 吉留敬, 小野俊明, 石川隆紀ら: 塗装作業中における急性トルエン中毒死の 1 事例 1 名死亡, 2 名生存の労災事故. 法医学の実際と研究 1999;42:167-172.
37. 石沢淳子: シンナー中毒, 月刊薬事 36(2):381-385, 1994.
38. NIOSH: Registry Toxic Effects of Chemical Substance, VOL. 34, 2003.
39. Meulenbelt J, de Groot G, Savelkoul TJ.: Two cases of acute toluene intoxication. Br J Ind Med. 1990;47(6):417-20.
40. 角水正道, 村瀬正樹, 畑野秀樹, 他: 急性腎不全を合併したトルエン中毒の 1 症例. 日本内科学会雑誌 1994; 83(1): 120-121.
41. 田伏久之: シンナー(服用例), 救急中毒ケースブック, 医学書院, 1986. pp68-70.

ID 010801

16. 作成日

20030331

資料(6) フロン類 FLUORINATED HYDROCARBONS

1. 名称

フロン類(フロンルイ)(総称名)

フロンには、クロロフルオロカーボン(CFC:塩素、フッ素だけで水素を含まないもの)、ハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC:塩素、フッ素のほかに水素を含むもの)、ハイドロフルオロカーボン(HFC:フッ素、水素だけで塩素を含まないもの)がある。63)

[別名]フルオロカーボン;日本フルオロカーボン協会は「フロン」の呼称を使用中止し、「フルオロカーボン」と総称することにした。 10)

[該当する物質]

既存フロン:フロン11、フロン12、フロン13、フロン21、フロン22、フロン23、フロン112、フロン113、フロン114、フロン115、フロン116

代替フロン:ダイフロン134a、フロン123、フロン124、フロン141b、フロン142b、フロン225(フロン225ca+フロン225cb)

・既存フロンのうち、オゾン層を破壊する力価が大きいフロン(フロン11、12、113、114、115)は「特定フロン」として1996年から製造が停止している。

・既存フロンのうち、フロン22は代替フロンとして注目されている。

3、4、11、16)

(1)フロン11(一般名):

[化学名]トリクロロフルオロメタン trichlorofluoromethane

[別名]CF11、CFC11、R11

[化学式]CCl₃F

(2)フロン12(一般名):

[化学名]ジクロロジフルオロメタン dichlorodifluoromethane

[別名]CF12、CFC12、R12

[化学式]CCl₂F₂

(3)フロン13(一般名):

[化学名]クロロトリフルオロメタン chlorotrifluoromethane

[別名]CF13、CFC13、R13

[化学式]CClF₃

(4)フロン112(一般名):

[化学名]1,1,1,2-テトラクロロ-2,2-ジフルオロエタン
1,1,1,2-tetrachloro-2,2-difluoroethane

[別名]CF112、CFC112、R112

[化学式]CCl₃CClF₂

[化学名]1,1,2,2-テトラクロロ-1,2-ジフルオロエタン
1,1,2,2-tetrachloro-1,2-difluoroethane

[別名]CF112、CFC112、R112

[化学式]CCl₂FCCl₂F

(5) フロン 113 (一般名):

[化学名] 1, 1, 2-トリクロロ-1, 2, 2-トリフルオロエタン
1, 1, 2-trichloro-1, 2, 2-trifluoroethane

[別名] CF113、CFC113、R113

[化学式] $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$

(6) フロン 114 (一般名):

[化学名] 1, 2-ジクロロ-1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタン
1, 2-dichloro-1, 1, 2, 2-tetrafluoroethane

[別名] CF114、CFC114、R114

[化学式] $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$

(7) フロン 115 (一般名):

[化学名] クロロペンタフルオロエタン chloropentafluoroethane

[別名] CF115、CFC115、R115

[化学式] C_2ClF_5

(8) フロン 116 (一般名):

[化学名] ヘキサフルオロエタン hexafluoroethane

[別名] CF116、CFC116、R116

[化学式] C_2F_6

(9) フロン 21 (一般名):

[化学名] ジクロロフルオロメタン dichlorofluoromethane

[別名] CF21、HCFC21、R21

[化学式] CH_2Cl_2

(10) フロン 22 (一般名):

[化学名] クロロジフルオロメタン chlorodifluoromethane

[別名] CF22、HCFC22、R22

[化学式] CH_2ClF

(11) フロン 123 (11)

[化学名] 2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン

[別名] HCFC123

[化学式] $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_3$

(12) フロン 124 (11)

[化学名] 1-クロロ-1, 2, 2, 2-テトラフルオロエタン

[別名] HCFC124

[化学式] C_2ClF_5

(13) フロン 141b (11)

[化学名] 1, 1-ジクロロ-1-フルオロエタン

[別名] HCFC141b

[化学式] $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$

(14) フロン 142b 11)

[化学名] 1-クロロ-1,1-ジフルオロエタン

[別名] HCFC142b

[化学式] CH_3CClF_2

(15) フロン 23(一般名):

[化学名] フルオロホルム fluoroform、

トリフルオロメタン trifluoromethane

[別名] CF₂, HFC23, R23

[化学式] CHF_3

(16) フロン 32 26)、63)

[化学名] ジフルオロメタン

[別名] HFC32、R32

[化学式] CH_2F_2

(17) フロン 125 27)、63)

[化学名] ペンタフルオロエタン

[別名] HFC125、R125

[化学式] CHF_2CF_3

(18) ダイフロン 134a 8)

[化学名] 1,1,1,2-テトラフルオロエタン

[別名] フロン 134a、HFC134a、DF134a

[化学式] $\text{CH}_2\text{F}_2\text{CF}_3$

(19) フロン 143a 28)

[化学名] 1,1,1-トリフルオロエタン

[別名] HFC143a、R143a

[化学式] CH_3CF_3

(20) フロン 152a 29)

[化学名] 1,1-ジフルオロエタン

[別名] HFC152a、R152a

[化学式] CHF_2CH_3

(21) パーフルオロカーボン 14 30)

[化学名] テトラフルオロメタン

[別名] PFC14、R14

[化学式] CF_4

混合物

(22) フロン 225 11)、63)

混合物

(下記の HCFC225ca;45%、HCFC225cb;55%) 51)

[化学名]1,1-ジクロロ-2,2,3,3,3-ペンタフルオロプロパン

[別名]HCFC225ca

[化学式]C F 3 C F 2 C H C 1 2

[化学名]1,3-ジクロロ-1,1,2,2,3-ペンタフルオロプロパン

[別名]HCFC225cb

[化学式]C C 1 F 2 C F 2 C H C 1 F

(23) フロン 404A 33)

[別名]R404A

擬似共沸混合冷媒 (下記の HFC125 ; 44.0%、HFC143a ; 52.0%、HFC134a ; 4.0%)

[化学名]ペンタフルオロエタン

[別名]HFC125

[化学式]C H F 2 C F 3

[化学名]1,1,1-トリフルオロエタン

[別名]HFC143a

[化学式]C H 3 C F 3

[化学名]1,1,1,2-テトラフルオロエタン

[別名]HFC134a

[化学式]C H 2 F C F 3

(24) フロン 407C 34)

[別名]R407C

非共沸混合冷媒 (下記の HFC32 ; 23.0%、HFC125 ; 25.0%、HFC134a ; 52.0%)

[化学名]ジフルオロメタン

[別名]HFC32

[化学式]C H 2 F 2

[化学名]ペンタフルオロエタン

[別名]HFC125

[化学式]C H F 2 C F 3

[化学名]1,1,1,2-テトラフルオロエタン

[別名]HFC134a

[化学式]C H 2 F C F 3

(25) フロン 407E 35)

[別名]R407E

非共沸混合冷媒 (下記の HFC32 ; 23.0%、HFC125 ; 25.0%、HFC134a ; 52.0%)

[化学名]ジフルオロメタン

[別 名]HFC32
[化学式]C H 2 F 2

[化学名]ペンタフルオロエタン
[別 名]HFC125
[化学式]C H F 2 C F 3

[化学名]1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン
[別 名]HFC134a
[化学式]C H 2 F C F 3

(26) フロン 410A 36)

[別 名]R410A
擬似共沸混合冷媒 (下記の HFC32 ; 50.0%、HFC125 ; 50.0%)
[化学名]ジフルオロメタン
[別 名]HFC32
[化学式]C H 2 F 2

[化学名]ペンタフルオロエタン
[別 名]HFC125
[化学式]C H F 2 C F 3

(27) フロン 410B 37)

[別 名]R410B
擬似共沸混合冷媒 (下記の HFC32 ; 45.0%、HFC125 ; 55.0%)
[化学名]ジフルオロメタン
[別 名]HFC32
[化学式]C H 2 F 2

[化学名]ペンタフルオロエタン
[別 名]HFC125
[化学式]C H F 2 C F 3

(28) フロン 500 31)

[別 名]R500
混合物 (下記の CFC12 ; 73.8%、HFC152a ; 26.2%)
[化学名]ジクロロフルオロメタン
[別 名]CFC12
[化学式]C C 1 2 F 2

[化学名]1, 1-ジフルオロエタン
[別 名]HFC152a
[化学式]C H 3 C H F 2

(29) フロン 502 32)