

物質名	パーフルオロオクタンスルホン酸塩 (PFOS)		DB-33												
別名	ペルフルオロオクタンスルホン酸塩	<p style="text-align: center;">構造式</p> <p style="text-align: center;">(C₈F₁₇SO₃⁻)</p>													
CAS番号	2795-39-3 (K塩)														
PRTR番号	—														
化審法番号	—														
分子式	C ₈ F ₁₇ SO ₃ K (K塩)	分子量	538.22 (K塩)												
沸点	—	融点	≥400°C (K塩) ¹⁾												
蒸気圧	20°C (3.31×10 ⁻⁴ Pa、K塩) ¹⁾	換算係数	1 ppm = 22.01 mg/m ³ (25°C、K塩)												
分配係数 (log P _{ow})	界面活性作用のため測定不可 ¹⁾	水溶性	370 mg/L (25°C、K塩) ¹⁾												
急性毒性 発がん性															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>動物種</th> <th>経路</th> <th colspan="2">致死量、中毒量等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ラット</td> <td>経口</td> <td>LD₅₀</td> <td>251 mg/kg¹⁾</td> </tr> <tr> <td>ラット</td> <td>吸入</td> <td>TC₅₀</td> <td>5200 mg/m³ (K塩)¹⁾</td> </tr> </tbody> </table>				動物種	経路	致死量、中毒量等		ラット	経口	LD ₅₀	251 mg/kg ¹⁾	ラット	吸入	TC ₅₀	5200 mg/m ³ (K塩) ¹⁾
動物種	経路	致死量、中毒量等													
ラット	経口	LD ₅₀	251 mg/kg ¹⁾												
ラット	吸入	TC ₅₀	5200 mg/m ³ (K塩) ¹⁾												
中・長期毒性															
<ul style="list-style-type: none"> ラットに本物質の K 塩を 0、0.00005、0.0002、0.0005、0.002% の濃度で餌に添加して 2 年間投与した結果、0.0005% 以上の群の雌雄で肝臓の小葉中心性の肝細胞肥大、好塩基性顆粒変性、色素沈着及び空胞化の発生率に有意な増加を認め、小葉中心性の肝細胞の空胞化は 0.0002% 群の雄でも認められた。また、0.00005% 以上の群の雄で肝細胞の嚢胞変性を認めたが、この傷害はラットの加齢に伴って現われたものと考えられた。これらの結果から、NOAEL は 0.00005% (0.025 mg/kg/day) であった²⁾。 アカゲザルに本物質の K 塩 0、0.5、1.5、4.5 mg/kg/day を 90 日間強制経口投与した結果、0.5 mg/kg/day 以上の群で便の異常 (軟便、黒色便)、下痢、食欲不振、嘔吐等の症状が現われ、1.5 mg/kg/day 群の雌では血清中のコレステロール濃度及び無機リン酸濃度の低下が現われ、ALP 活性及びカリウム濃度の有意な減少を認め、4.5 mg/kg/day 群では血清中のコレステロール量の有意な減少を認め、全数が 5~7 週で死亡した。これらの結果から、LOAEL は 0.5 mg/kg/day であった³⁾。 カニクイザルに本物質の K 塩 0、0.03、0.15、0.75 mg/kg/day をカプセルで 26 週間経口投与し、その後 52 週間観察した結果、0.75 mg/kg/day 群の雌雄で総コレステロール量及び高比重リポ蛋白コレステロール量の有意な低下、肝臓の絶対及び相対重量の有意な増加を認め、6 匹中 2 匹の雄が死亡し、雌では体重増加の抑制を認めた⁴⁾。この結果から、NOAEL は 0.15 mg/kg/day であった。 															
生殖・発生毒性															
<ul style="list-style-type: none"> ラットに本物質 K 塩 0、0.1、0.4、1.6、3.2 mg/kg/day を交尾前の 6~9.5 週間、交尾、妊娠及び授乳期間を通して強制経口投与した二世世代試験の結果、親では、F₀ 雄の 0.4 mg/kg/day 以上の群で体重増加の抑制を認め、3.2 mg/kg/day 群で肝臓の色素沈着の発生率に有意な増加及び 															

精嚢重量に有意な減少を認めた。F₀雌では、0.4 mg/kg/day 以上の群で限局性の脱毛及び授乳期間中の体重増加の抑制、1.6 mg/kg/day 以上の群では交尾前及び妊娠期間中の体重増加の抑制、3.2 mg/kg/day 群で妊娠期間、着床数及び胎仔数の減少を認めた。また、F₁雌では 0.4 mg/kg/day 群で授乳期間に体重増加の抑制を認め、3.2 mg/kg/day 群では死産した母ラット数の有意な増加を認めた。仔では、F₁の 1.6 mg/kg/day 以上の群で生存率、哺育率及び平均生存数に有意な減少を認め、F₂の 0.4 mg/kg/day 群で授乳期に体重増加の抑制を認めた。これらの結果から、親では F₀雌雄の NOAEL は 0.1 mg/kg/day、F₁雌の NOAEL は 0.1 mg/kg/day、仔では F₁の NOAEL は 0.4 mg/kg/day、F₂の NOAEL は 0.1 mg/kg/day であった⁵⁾。

- ・ウサギに本物質 K 塩を 0、0.1、1.0、2.5、3.75 mg/kg/day を妊娠 7 日目から 20 日目まで強制経口投与した結果、母ウサギでは 1.0 mg/kg/day 以上の群で体重増加の抑制を認め、3.75 mg/kg/day 群で流産及び糞量減少の発生率に有意な増加を認めた。仔では 2.5 mg/kg/day 以上の群で骨化遅延及び体重増加の抑制を認めた。これらの結果から、母ウサギの NOAEL は 0.1 mg/kg/day、仔の NOAEL は 1.0 mg/kg/day であった⁶⁾。
- ・ラットに本物質 K 塩 0、1.6 mg/kg/day を交尾前 42 日間、妊娠期間及び授乳 21 日目まで強制経口投与し、授乳期間にグループ A) 対照群の母ラットと 1.6 mg/kg/day 群の仔、B) 対照群の母ラットと対照群の仔、C) 1.6 mg/kg/day 群の母ラットと 1.6 mg/kg/day 群の仔、D) 1.6 mg/kg/day 群の母ラットと対照群の仔の組み合わせで哺育した結果、仔ではグループ A の死亡率が 9.6%、グループ C の死亡率が 19.2% であり、他のグループよりも高い死亡率であった。また、1.6 mg/kg/day 群の母ラットで交尾前及び妊娠期間中の体重増加の抑制、妊娠期間の減少、着床数、出生仔数及び生存出生仔数の減少がみられた⁷⁾。

ヒトへの影響

- ・本物質を使用する化学工場で、1961～1997 年までに 1 年間以上雇用された労働者 2,083 人（平均雇用年数 14.9 年、平均年齢 51.1 歳）を対象とした疫学調査で、死亡者は 145 人であり、作業内容から暴露状況を 3 分類して、死亡数/対象者数を求めた結果、高濃度暴露群で 65/782、低濃度暴露群で 27/289、暴露を受けていない群で 53/812 であった。高濃度暴露群の 3 人が膀胱がんで死亡し、アラバマ州人口から求めた SMR は 12.77（95%信頼区間 2.63～37.35）であり、有意な増加を認めた。また、低濃度暴露群の 1 人及び高濃暴露群の 1 人の計 2 人が肝臓がんで死亡し、SMR は 3.08（同 0.37～11.10）であった。この他、肝硬変による死亡も報告されている⁸⁾。
- ・本物質を使用する 2 化学工場で 175 人の労働者を対象として 1994～1995 年、1997 年及び 2000 年の計 3 回にわたって本物質及びパーフルオロオクタン酸の血清中濃度測定及び血液検査等を行った結果、血清中の本物質濃度が 1.69～10.06 ppm（高濃度暴露グループ）の男性労働者でトリグリセリド、ALP、総ビリルビン及び ALT 値の有意な上昇、血清中のトリヨードサイロニン濃度の有意な上昇、甲状腺ホルモンの結合比率の有意な低下を認めた。また、2 工場の全労働者で重回帰分析した結果、血清中の PFOA 濃度とコレステロール値、トリグリセリド濃度との間の関連を認めた⁹⁾。
- ・米国 23 州に在住の 2～12 歳の子供 599 人（男児 299 人、女児 300 人）の血清中の本物質及び関連物質の濃度を測定した結果（1994～1995 年に採血）、全サンプルの本物質の濃度範囲は 6.7～515.0 ppb であり、幾何平均は 37.5 ppb であった。男児の幾何平均は 40.1 ppb、女児では 35.2 ppb であり、男女で有意差を認めたが、本物質濃度と年齢との関連は認められなかった¹⁰⁾。また、2000 年に米国 6 地域に在住の 20～69 歳の成人 645 人（男性 332 人、女性 313 人）の血清中の本物質及び関連物質の濃度を測定した結果、全サンプルの本物質濃度の分布型は

対数正規型であり、濃度範囲は検出下限値（4.3 ppb）未満～1656 ppb、幾何平均は 34.9 ppb であった。男性の幾何平均は 37.8 ppb、女性の幾何平均は 31.3 ppb であり、男女で有意差を認められたが、本物質濃度と年齢との関連は認められなかった。なお、本物質濃度とパーフルオロオクタン酸濃度（PFOA）の間に相関関係（ $r=0.63$ ）がみられた¹¹⁾。

- ・日本人 24 人（男性 13 人、女性 11 人）及びアジアからの留学生 2 人（日本に 4 年程度滞在）の全血中の本物質及び関連物質の濃度を測定した結果（2001 年に採血）、全サンプルの本物質の濃度範囲は 2.0～20.2 ng/mL、算術平均と幾何平均は各々 8.1、6.9 ng/mL、日本人では算術平均と幾何平均は各々 8.4、7.3 ng/mL であり、女性の平均値が男性よりも高かったが有意差は認められなかった。本物質濃度は加齢にしたがってやや上昇する傾向（全サンプルで $r = 0.47$ ）がみられた。本物質濃度とパーフルオロオクタン酸スルホンアミド濃度との間に相関はなかった¹²⁾。
- ・2003 年に、近畿地方に 2 年以上在住の男性 14 人、女性 20 人、秋田県在住（転居歴なし）の男性 66 人、女性 50 人、宮城県在住（転居歴なし）の男性 32 人、女性 23 人の血清中の本物質及び関連物質の濃度を測定した結果、本物質濃度の最も高かった近畿地方では、幾何平均で男性 28.1 $\mu\text{g/L}$ 、女性 13.8 $\mu\text{g/L}$ であり、秋田県では男性 12.9 $\mu\text{g/L}$ 、女性 6.9 $\mu\text{g/L}$ 、宮城県では男性 5.7 $\mu\text{g/L}$ 、女性 13.8 $\mu\text{g/L}$ で、いずれの地域でも男女で有意差が認められた¹³⁾。

発がん性

IARC の発がん性評価：評価されていない。

許容濃度

ACGIH	—
日本産業衛生学会	—

暫定無毒性量等の設定

経口暴露については、ラットの中・長期毒性試験から得られた NOAEL 0.025 mg/kg/day（肝細胞の空胞化）を採用し、同値をを暫定無毒性量等に設定する。

吸入暴露については、暫定無毒性量等の設定はできなかった。

引用文献

- 1) OECD (2002): Hazard Assessment of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and its Salts. 21-Nov-02. Organization for Economic Co-operation and Development, Environ Direct, Joint Mtg Chem Comm, Working Party Chem, Pest, Biotechnol. ENV/JM/RD (2002)17/FINAL.
- 2) Seacar, A.M., P.J. Thomford and J.L. Butenhoff (2002): Terminal observations in Sprague-Dawley rats after lifetime dietary exposure to potassium perfluorooctanesulfonate. Toxicol. Sci./Toxicologist 66 (1-S): 185-185.
- 3) Goldenthal, E.I., Jessup, D.C., Geil, R.G. and J.S. Mehring (1978): Ninety-day subacute rhesus monkey toxicity study. Study No. 137-092, International Research and Development Corporation, FYI-0500-1378.
- 4) Thomford, P.J. (2000): 26-Week capsule toxicity study with perfluorooctane sulfonic acid potassium salt (PFOS; T6295) in cynomolgus monkeys. Unaudited Draft Final Report Prepared for 3M, St Paul, Minnesota by Covance Laboratories, Inc., Madison Wisconsin 53704-2595. Study Number 6329-223. FYI-0500-1378.
- 5) Christian, M.S., A.M. Hoberman and R.G. York. (1999): Combined oral (Gavage) fertility, developmental and perinatal/postnatal reproduction toxicity study of PFOS in Rats. Argus Research Laboratories, Inc. Protocol Number: 418-008, Sponsor Study Number: 6295.9.(8EHQ-0200-00374).
- 6) Christian, M.S., A.M. Hoberman and R.G. York (1999): Oral (Stomach tube) developmental toxicity Study of PFOS in rabbits. Argus Research Laboratories, Inc. Protocol Number: 418-012. FYI-0500-01378.

- 7) Christian, M.S., A.M. Hoberman and R.G. York (1999): Testing Facility: Argus Research Laboratories, Inc., Protocol Number 418-014, Sponsor: 3M Corporate Toxicology, Study Number T-6295.13. Oral (Gavage) Cross-Fostering Study of PFOS in Rats.
- 8) Alexander, B.H. (2001): Mortality study of workers employed at the 3M Decatur facility. Final Report. Division of Environmental and Occupational Health, School of Public Health, University of Minnesota.
- 9) Olsen, G.W., M.M. Burlew, J.M. Burris and J.H. Mandel (2001): A longitudinal analysis of serum perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) levels in relation to lipid and hepatic clinical chemistry test results from male employee participants of the 1994/95, 1997, and 2000 fluorochemical medical surveillance program. 3M Final Report.
- 10) Olsen, G.W., K.J.Hansen, L.A. Clemen, J.M. Burris, J.H. Mandel (2001): Identification of Fluorochemicals in Human Tissue. Final Report. Epidemiology 220-3W-05, Medical Department, 3M Company, St. Paul, MN 55144.
- 11) Olsen, G.W., J.M. Burris, J.K. Lundberg, K.J. Hansen, J.H. Mandel and L.R. Zobel (2002): Identification of fluorochemicals in human sera. I. American Red Cross adult blood donors. Final report. 3M Medical Department.
- 12) Masunaga, S., K. Kannan, R. Doi, J. Nakanishi and J.P. Giesy (2002): Levels of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Other Related Compounds in the Blood of Japanese People. *Organohalogen Compounds*. 59:319-322.
- 13) Harada, K., N. Saito, K. Inoue, T. Yoshnaga, T. Watanabe, S. Sasaki, S. Kamiyama and A. Koizumi (2004): The Influence of Time, Sex and Geographic Factors on Levels of Perfluorooctane Sulfonate and Perfluorooctanoate in Human Serum over the Last 25 years. *J. Occup. Health*. 46:141-147.