

有害性及び曝露性に関するデータ

1. PFOS 及び PFOA の物理化学性状及び有害性データ

1. 1 PFOS の有害性等のデータ

PFOS の物理化学的性状と有害性のデータについて、それぞれ表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 PFOS 等の物理化学的性状

データ項目	データの値等
融点	> 400°C
沸点	不明
比重	~0.6 ~1.1 (リチウム塩) ~1.1 (アンモニウム塩) ~1.1 (ジエタノールアミン塩)
蒸気圧	0.85 Pa (酸、25°C、MPBPWIN により算出) 1.9 × 10 ⁻⁹ Pa (25°C、MPBPWIN により算出)
オクタノール/水分配係数 (log Pow)	不明
解離定数 (pKa)	不明
水溶解度	< 文献1 > 519 mg/L (20 ± 0.5°C) 680 mg/L (24 ~ 25°C) < 文献2 > 570 mg/L 370 mg/L (淡水) 12.4 mg/L (未ろ過海水) 25 mg/L (ろ過海水) 12.4 mg/L (天然海水、22 ~ 23°C) 20.0 mg/L (3.5% NaCl 溶液、22 ~ 24°C)
土壌吸着性	土壌吸着定数 (Kd): 18.3 (粘土) 9.72 (Clay Loam) 35.3 (Sandy Loam) 7.42 (河川底質) 土壌吸着定数 (Koc): 704 (粘土) 374 (Clay Loam) 1,260 (Sandy Loam) 571 (河川底質)

出典: 化学物質の環境リスク評価 (第 6 巻) (環境省)

注: 特記しない限り、カリウム塩 (CAS: 2795-39-3) の値を示す。

表 3-2 PFOS の有害性に関するデータ(その1)

データ項目		データの値等																									
分解性	生分解性	好氣的分解	<ul style="list-style-type: none"> ・BOD 0%、TOC 6%、LC-MS 3%(試験期間:4 週間、被験物質濃度:100 mg/L、活性汚泥濃度:30 mg/L) ・活性汚泥、底質培養物、土壌培養物中での好氣的生分解試験では、分解の兆候はまったく示されなかった。 																								
		嫌氣的分解	下水汚泥を用いた分解試験において、生分解の兆候は見られなかった。																								
	光分解性	<ul style="list-style-type: none"> ・直接または間接光分解の証拠は見られなかった(EPA OPPTS プロトコル 835.5270)。 ・25°Cにおける間接光分解の半減期は 3.7 年以上と算出された。 																									
	加水分解性	<ul style="list-style-type: none"> ・分解はまったく示されなかった(EPAOPPTS プロトコル 835.2210) ・半減期は 41 年以上とされた。 <p>※PFOSFは水中で速やかに加水分解されPFOSを生成するとの知見が別途得られている。</p>																									
蓄積性	経總的 生物濃縮 係数 (BCF)	<ul style="list-style-type: none"> ・高濃縮ではないと判断される物質 ・ニジマス: BCF =2,900(肝臓), 3,100(血漿) ・丸ハゼ: BCF =約 2,400(全魚体) <table border="1" data-bbox="469 1025 1347 1290"> <thead> <tr> <th>BCF</th> <th>試験生物</th> <th>試験期間</th> <th>試験濃度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>210~850</td> <td>コイ</td> <td>58 日間</td> <td>20 µg/L</td> </tr> <tr> <td>200~1,500</td> <td>コイ</td> <td>58 日間</td> <td>2 µg/L</td> </tr> <tr> <td>1,124</td> <td>ブルーギル(可食部)</td> <td>62 日間</td> <td>86 µg/L</td> </tr> <tr> <td>4,013</td> <td>ブルーギル(非可食部)</td> <td>62 日間</td> <td>86 µg/L</td> </tr> <tr> <td>2,796</td> <td>ブルーギル(魚全体)</td> <td>62 日間</td> <td>86 µg/L</td> </tr> </tbody> </table> <p>※上記の値は、POPs条約付属書D の基準値(BCF<5,000)以下であるが、PFOS の物性の一つである非脂肪組織中の蛋白質親和性を考慮すると、脂溶性物質を対象に設定されている BCF 基準値の PFOS への適用は不適切な可能性がある。</p>		BCF	試験生物	試験期間	試験濃度	210~850	コイ	58 日間	20 µg/L	200~1,500	コイ	58 日間	2 µg/L	1,124	ブルーギル(可食部)	62 日間	86 µg/L	4,013	ブルーギル(非可食部)	62 日間	86 µg/L	2,796	ブルーギル(魚全体)	62 日間	86 µg/L
	BCF	試験生物	試験期間	試験濃度																							
210~850	コイ	58 日間	20 µg/L																								
200~1,500	コイ	58 日間	2 µg/L																								
1,124	ブルーギル(可食部)	62 日間	86 µg/L																								
4,013	ブルーギル(非可食部)	62 日間	86 µg/L																								
2,796	ブルーギル(魚全体)	62 日間	86 µg/L																								
経口的 生物濃縮 係数 (BMF)	<ul style="list-style-type: none"> ・ミンク: BMF=22(魚中の濃度から推計) ・ホッキョクグマ: BMF>160(ホッキョクアザラシ中の濃度から推計) <p>※人為的発生源から最も遠く離れた北極圏の動物において高濃度の PFOS が検出されていることに留意。魚類・魚食性鳥類など食物連鎖上の低位種においても PFOS が検出。また、ワシなど捕食生物種は、低位にある鳥類よりも高濃度の PFOS を蓄積することが認められている。このことは、PFOS の残留性と長期蓄積性によるものである。</p> <p>・PFOS は疎水性・疎油性であるため POPs に特有な脂肪組織に蓄積するという典型的パターンに該当しない。また、PFOS は物理化学的特性が特異なため、生物蓄積のメカニズムは他の POPs と異なる。</p>																										

表 3-2 PFOS の有害性に関するデータ(その2)

データ項目		データの値等																												
反復投与 毒性	毒性値	生物種	投与期間																											
	4.5 mg/kg/日(全数死亡) 0.5 mg/kg/日(消化管毒性) ※カリウム塩	アカゲザル	経口 90 日																											
	18 mg/kg/日(全数死亡) 6 mg/kg/日(半数死亡) 2 mg/kg/日(体重及び臓器重量変化) ※カリウム塩	ラット	経口 90 日																											
	0.03 mg/kg/日(LOEL) ※主な毒性は、胸腺萎縮(メス)、HDL- コレステロール、T3 低下	カニクイザル	26 週																											
	0.06 mg/kg/日(オス) 0.07 mg/kg/日(オス) ※上記投与で肝細胞の病理組織的变化	ラット	混餌 2 年																											
人健康影響	発生毒性	ラット(二世代経口): 0.1 mg/kg/日(NOEL) 0.4 mg/kg/日で F1 児体重増加量低下 1.6 mg/kg/日で F1 世代生存率低下、母体体重低下等 ※カリウム塩 ラット(メス): 妊娠 17-20 日目の 25 mg/kg で全児死亡																												
	急性毒性	動物種:ラット <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>経路</th> <th>致死量、中毒量等</th> <th>被験物質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 154 mg/kg</td> <td>酸</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>TDL₀ 15 mg/kg</td> <td>酸</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>TDL₀ 0.75 mg/kg</td> <td>酸</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 25 mg/kg</td> <td>K 塩</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 233 mg/kg</td> <td>K 塩</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 71 mg/kg</td> <td>K 塩</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 50~1,500 mg/kg</td> <td>K 塩</td> </tr> <tr> <td>吸入</td> <td>LC₅₀ 5,200 µg/L</td> <td>K 塩</td> </tr> </tbody> </table>			経路	致死量、中毒量等	被験物質	経口	LD ₅₀ 154 mg/kg	酸	経口	TDL ₀ 15 mg/kg	酸	経口	TDL ₀ 0.75 mg/kg	酸	経口	LD ₅₀ 25 mg/kg	K 塩	経口	LD ₅₀ 233 mg/kg	K 塩	経口	LD ₅₀ 71 mg/kg	K 塩	経口	LD ₅₀ 50~1,500 mg/kg	K 塩	吸入	LC ₅₀ 5,200 µg/L
経路	致死量、中毒量等	被験物質																												
経口	LD ₅₀ 154 mg/kg	酸																												
経口	TDL ₀ 15 mg/kg	酸																												
経口	TDL ₀ 0.75 mg/kg	酸																												
経口	LD ₅₀ 25 mg/kg	K 塩																												
経口	LD ₅₀ 233 mg/kg	K 塩																												
経口	LD ₅₀ 71 mg/kg	K 塩																												
経口	LD ₅₀ 50~1,500 mg/kg	K 塩																												
吸入	LC ₅₀ 5,200 µg/L	K 塩																												
発がん性	国際的主要機関(IARC、EU、EPA、ACGIH、NTP、日本産業衛生学会、DFG)の分類は全て「-」																													
動植物への影響 (慢性毒性)	ユスリカ <i>Chironomus tentans</i> :10dNOEC=0.0491 mg/L(成長・生存)																													

資料1: 化学物質の環境リスク評価(第6巻)(環境省)(再掲)

資料2: 第一種特定化学物質に指定することが適当とされたペルフルオロ(オクタン-1-スルホン酸(PFOS)又はその塩など9種類の物質(12物質)の今後の対策について(薬事・食品衛生審議会 H21、第一回資料)

(<http://www.mhlw.go.jp/za/0728/d13/d13-30.pdf>)

資料3: ASTSDR(米国疾病登録局)毒性プロファイル(<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.html>)

PFOS の耐容一日摂取量(TDI)については、国内で設定された値はないものの、慢性毒性 (NOAEL)のデータに基づいて、海外では英国 COT 等にて設定されたものがある(表 3-3)。ただし、これらの値は暫定的な TDI として提案されたため、さらなる知見の蓄積によって見直されるべきものとされている。

表 3-3 PFOS の耐容一日摂取量(TDI)の設定値

項目		COT	EFSA	US EPA
試験方法		カニクイ猿の甲状腺ホルモンレベルの低下	同左	同左
NOAEL(mg/kg 体重/day)		0.03	同左	同左
不 確 実 係 数	種差(体内への取り込み)	4(デフォルト)	4×2	13
	種差(物質への反応)	2.5(デフォルト)	2.5(デフォルト)	3
	個体差	10(デフォルト)	10(デフォルト)	10(デフォルト)
	全体	100	200	390
TDI の導出方法		NOAEL ÷ 100	NOAEL ÷ 200	NOAEL ÷ 390
TDI (μg/kg 体重/日)		0.3	0.15	0.08
出典		COT(2006)	EFSA(2008)	US EPA(2009)

COT(2006) : COT statement on the tolerable daily intake for perfluorooctanoic acid. (COT statement 2006/10).

(<http://cot.food.gov.uk/cotstatements/cotstatementsyrs/cotstatements2006/cotstatementpfoa200610>)

EFSA(2008) : Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. (Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. 2008)

(http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902012410.htm)

US EPA(2009) : Provisional health advisories for perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS).

(http://www.epa.gov/waterscience/criteria/drinking/pha-PFOA_PFOS.pdf)

注1: EFSA(欧州食品安全機関)では試験期間の短さなどを考慮して不確実係数(種差)をデフォルト値より大きく設定したとされている。

注2: US EPA(米国環境保護庁)ではTDIの値を直接示していないが、本表では不確実係数等に基づいて算出された値を示す。

1. 2 PFOA の有害性等のデータ

PFOA の物理化学的性状と有害性のデータについて、それぞれ表 3-4 及び表 3-5 に示す。

表 3-4 PFOA 等の物理化学的性状

データ項目	データの値等
融点	54.3°C(酸)、157~165°C(165°Cで 20%が分解)
沸点	188°C(酸、760 mmHg)、189°C(酸、736 mmHg)
比重	~1.7
蒸気圧	0.031 mmHg(=4.2Pa)(酸、25°C、外挿値) 0.02 mmHg(=3Pa) (酸、20°C、外挿値) 6×10^{-5} mmHg(= 8×10^{-3} Pa) (20°C、外挿値)
オクタノール/水分配係数 (log Pow)	不明
解離定数 (pKa)	2.5~2.8(酸)
水溶解度	9.5×10^3 mg/L(酸、25°C)
土壌吸着性	土壌吸着定数 (Kd) : 4.25~8.86(土壌(Drummer)) 0.41~0.83(土壌(Hidalgo)) 1.19~2.84(土壌(Cape Fear)) 1.82~4.26(土壌(KeyPort)) 土壌吸着定数 (Koc) : 73.8~111(土壌(Drummer)) 53.0~108(土壌(Hidalgo)) 95.9~229(土壌(Cape Fear)) 48.9~115(土壌(KeyPort))

出典: 化学物質の環境リスク評価(第 6 巻)(環境省)

注: 特記しない限り、アンモニウム塩の値を示す。

表 3-5 PFOA の有害性に関するデータ(その1)

データ項目		データの値等
分解性	生分解性	<p>好氣的分解</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸として(難分解性であると判断される物質) 分解率:BOD5%、TOC3%、HPLC0%(試験期間:4週間、被験物質濃度:100 mg/L、活性汚泥濃度:30 mg/L) ・アンモニウム塩として(難分解性であると判断される物質) 分解率:BOD7%、TOC0%、HPLC0%(試験期間:4週間、被験物質濃度:100 mg/L、活性汚泥濃度:30 mg/L) (備考:被験物質は水中で解離し、ペルフルオロオクタン酸を生成し、残留した)
	光分解性	<ul style="list-style-type: none"> ・OH ラジカルとの反応性(大気中) 半減期:130日(F(CF₂)₂COOH~F(CF₂)₄COOHとして、23°C、700 mmHg)
	加水分解性	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期:235年(外挿値、25°C、速度定数はpHが5.0、7.0、9.0の各試験を纏めて算出)
蓄積性	経總的 生物濃縮 係数 (BCF)	<ul style="list-style-type: none"> ・アンモニウム塩として(高濃縮性ではないと判断される物質) ・酸として(高濃縮性ではない判断される物質) 2.0~4.2(試験生物:コイ、試験期間:28日間、試験濃度:50 µg/L) <5.1~9.4(試験生物:コイ、試験期間:28日間、試験濃度:5 µg/L) (備考:定常状態におけるBCF:3.1(試験濃度:50 µg/L))

表 3-5 PFOA の有害性に関するデータ(その2)

データ項目		データの値等
人健康影響	発生毒性	<p>英国健康保護庁(HPA)(2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラットの二世代繁殖毒性試験では、30 mg/kg 体重/日までの投与では親動物(F0)の生殖指標に影響は見られなかったが、30 mg/kg 体重/日でF1 児動物の生存率低下、F1 及び F2 児動物の体重低下が観察された。 ・ラットの催奇形性試験では、150 mg/kg 体重/日までの投与では、母体体重の減少が見られたが、催奇形性は観察されなかった。 ・ウサギの発生毒性試験では、最高用量の 50 mg/kg 体重/日でのみ母体体重増加の低下が見られ、50 mg/kg 体重/日で過剰肋骨を有する胎児の頻度が有意に増加した。 ・マウスに 1-40 mg/kg 体重/日を経口投与した発生毒性試験では、5 mg/kg 体重/日以上で全胚吸収の増加、新生児死亡の増加が観察された。催奇形性は認められなかった。発生毒性に関する NOAEL は 1 mg/kg 体重/日であった。

急性毒性	動物種	経路	致死量、中毒量等
	ラット	経口	LD ₅₀ 430 mg/kg
	マウス	経口	LD ₅₀ 457 mg/kg
	モルモット	経口	LD ₅₀ 178~217 mg/kg
	ラット	吸入	LD ₅₀ 980 mg/m ³ (4hr)
	ラット	経皮	LD ₅₀ 7000 mg/kg
	ウサギ	経皮	LD ₅₀ 4300 mg/kg
発がん性	国際的主要機関 (IARC、EU、EPA、ACGIH、NTP、日本産業衛生学会、DFG) の分類は全て「－」		

資料1: 化学物質の環境リスク評価(第6巻)(環境省)

資料2: 食品安全委員会 パーフルオロ化合物 (科学的知見に基づく概要書)

(http://www.fsc.go.jp/sonota/factsheets/f03_perfluoro_compounds.pdf)