

国内等の動向について(PFOS)

1. 法規制等の動向

有機フッ素化合物のうち、パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)やパーフルオロオクタン酸(PFOA)は安定な構造をしているため(図 1-1)環境中で分解されにくく、高い蓄積性も有するため、環境水中や野生生物中に広範囲に存在していることが知られるようになった。

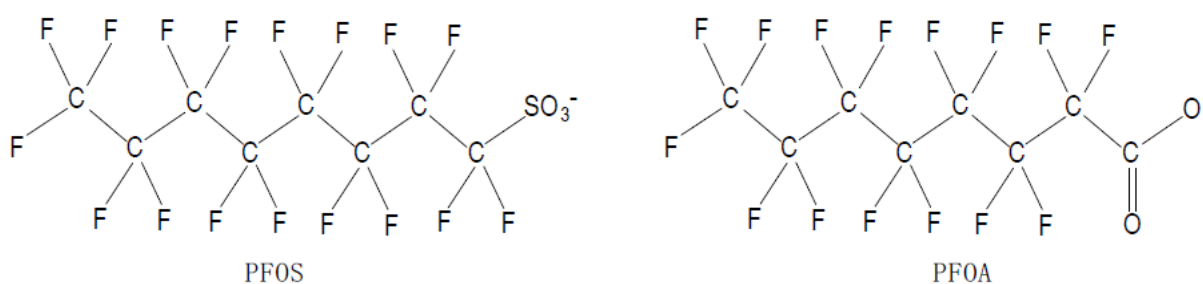


図 1-1 PFOS と PFOA の構造式(直鎖型イオンの構造式)

そのうちPFOSについては、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約)」を始めとして、国内外でさまざまな規制等が行われるようになってきた。

1.1 POPs条約

毒性が強く、難分解性、生物蓄積性、長距離移動性、人の健康又は環境への悪影響を有する化学物質のことを残留性有機汚染物質(Persistent Organic Pollutants; POPs)と呼び、その POPs から人の健康と環境を保護することを目的として、国際的に協調して POPs の廃絶、削減等を促すための取組として「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約)」が締結された。

パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びその塩は、難分解性等の性質を有することから、POPs条約の第4回締約国会議(2009年5月)にて附属書Bへの追加掲載が決定された(表 1-1)。

表 1-1 POPs 条約の附属書への掲載物質

区分	附属書への掲載物質	
	条約発効時(2004年5月)から掲載	第4回締約国会議(2009年5月)にて追加
附属書 A 掲載物質	① アルドリン ② クロルデン ③ ディルドリン ④ エンドリン ⑤ ヘプタクロル ⑥ ヘキサクロロベンゼン ⑦ マイレックス ⑧ トキサフェン ⑨ ポリ塩化ビフェニル(PCB)	① テトラブロモジフェニルエーテル ② ペンタブロモジフェニルエーテル ③ ペンタクロロベンゼン ④ クロルデコン ⑤ ヘキサブロモビフェニル ⑥ リンデン ⑦ α -ヘキサクロロシクロヘキサン ⑧ β -ヘキサクロロシクロヘキサン ⑨ ヘキサブロモジフェニルエーテル ⑩ ヘプタブロモジフェニルエーテル
附属書 B 掲載物質	① DDT	② パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)とその塩 ③ パーフルオロオクタンスルホン酸フルオリド(PFOSE)
附属書 C 掲載物質	① ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン ② ポリ塩化ジベンゾフラン ③ ポリ塩化ビフェニル(PCB)(再掲) ④ ヘキサクロロベンゼン	⑤ ペンタクロロベンゼン(再掲)

注: POPs 条約の附属書は以下のとおり分類されている。

附属書 A: 製造、使用、輸出入を**禁止**すべき物質

附属書 B: 製造、使用、輸出入を**制限**すべき物質

附属書 C: 非意図的に生成される物質で放出を削減すべき物質

1.2 化学物質審査規制法(化審法)

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs 条約)履行のため、以下のような内容(主な内容のみ示す)で「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律施行令」が改正され、平成 21 年 10 月 30 日に公布された。

ア 「PFOS 又はその塩」を始めとする 12 物質(POPs 条約の第 4 回締約国会議で附属書への追加掲載が決まった物質)を第一種特定化学物質(原則として製造・輸入が禁止)に指定する。

(令第一条)(平成 22 年 4 月 1 日施行)

イ 上記「ア」に示す 12 物質のうち、PFOS 及びその塩を始めとする 3 物質が含まれる以下の 14 製品は輸入を禁止する。(令第三条)(平成 22 年 5 月 1 日施行)

物質の種類	用途
PFOS 又はその塩	▶ 航空機用の作動油 ▶ 糸を紡ぐために使用する油剤 ▶ 金属の加工に使用するエッチング剤 ▶ 消火器、消火器用消火薬剤及び泡消火薬剤 ▶ その他6用途
テトラブロモジフェニルエーテル	▶ 塗料 ▶ 接着剤
ペンタブロモジフェニルエーテル	▶ 塗料 ▶ 接着剤

ウ 代替が困難であり、人の健康や動植物の生育等に被害を生ずるおそれがないことから、上記 12 物質のうち「PFOS 又はその塩」は以下の3用途について例外的に使用を認める。(令第三条の二)(平成 22 年 4 月 1 日施行)

- エッチング剤(圧電フィルタ又は無線機器が三メガヘルツ以上の周波数の電波を送受信することを可能とする化合物半導体の製造に使用するものに限る。)の製造
- 半導体用のレジストの製造
- 業務用写真フィルムの製造

1. 3 化学物質排出把握管理促進法(化管法)

PFOS は化管法施行令の改正によって新たに第一種指定化学物質に指定され(政令公布:平成 20 年 11 月 21 日)、環境中への排出量及び移動量が平成 22 年度分より国に届出されることとなった。実際の届出は平成 23 年 4 月に開始予定であり、その集計データは平成 23 年度末頃になるものと見込まれる。

1. 4 水道水質基準

平成 21 年 4 月 1 日より、水道水に係る要検討項目は従来の 40 項目に加え、過塩素酸と「パーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)」、「パーフルオロオクタン酸(PFOA)」及び「N-ニトロソジメチルアミン(MDMA)」の 4 項目が新たに指定された。このうち、PFOS と PFOA の 2 項目については、以下のような考え方が示され、目標値の設定も見送られた。

(2)PFOS、PFOA(パーフルオロオクタンスルホン酸、パーフルオロオクタン酸)	
有害性・検出状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・ PFOS、PFOA 等の有機フッ素化合物は、他の物質にはない独特の性質(水や油をはじく、熱に強い、薬品に強い、光を吸収しない等)を持つため、撥水剤、表面処理剤、乳化剤、消火剤、コーティング剤等に用いられている。 ・ 一方で、PFOS については、近年、地球規模での環境残留性及び生体蓄積性が明らかとなるとともに長期毒性の疑いもあることから、国内外で規制が検討されているところである。 ・ WHO では、飲料水水質ガイドライン改訂の対象項目の一つとされており、今後 CICAD(国際化学物質簡潔評価文書)計画において毒性評価を行うこととしている。 ・ 国内では、淀川水系において、浄水で最大濃度 PFOS: 0.038 μg/L, PFOA: 0.11 μg/L 程度が検出された。また、原水についても、大阪市の行った調査において、柴島浄水場原水において、最大濃度 PFOS: 0.018 μg/L, PFOA: 0.225 μg/L が検出された。また、一部の下水処理場や工場排水から高濃度の検出があった。
結論	<p>以上のことから、PFOS、PFOA については、要検討項目に位置づけることとする。今後は、特に WHO の動向に注意をはらいつつ、情報収集を図る必要がある。</p>

※第7回厚生科学審議会生活環境水道部会(H20.12.16)資料 2-2 より抜粋

注:「要検討項目」とは、平成 15 年 4 月 28 日厚生科学審議会答申「水質基準の見直し等について」において、「毒性評価が定まらない物質や水道水中での存在量が明らかでない物質を対象とした項目」として位置づけられており、必要な情報・知見の収集に努めていくべきものとされている。

その後、平成 22 年 7 月の水質基準逐次改正検討会において、PFOS の毒性評価について検討が加えられたが(下記参照)、引き続き知見の集積に努めるべきものとされ、指針値の設定には至っていない。

2-2-3-1 PFOS、PFOA(ペルフルオロオクタンスルホン酸)	
毒性評価概要	<ul style="list-style-type: none"> • PFOS の毒性評価文書として、現状ではイギリスにおいて、PFOS を含む消火剤による水源地の汚染の問題を契機とした一連の検討がある。その結果、非発がん性の影響を根拠にして TDI として $0.3 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ が示され(COT 勧告値)、体重 10 kg の 1 歳児の日毎飲料水摂取量を 1L、アロケーションを 10%として、$0.3 \mu\text{g}/\text{L}$ の飲料水中「最大許容」濃度の改定勧告値が報告されている(2007.8(最終改定 2010.2))。 • この他、TDI の評価値として、欧州食品安全機関(EFSA)は、カニクイザル亜慢性試験結果(非発がん性)から、$0.15 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ を勧告している(不確実係数 200)(2008.2) • 一方、我が国では、環境省が 2007 年度に PFOS の環境リスク初期評価(「化学物質の環境リスク評価第 6 巻、H20.3」)を実施し、ラットについての非発がん性影響の無毒性量等 $0.03 \text{mg}/\text{kg}/\text{day}^{*1}$ と飲料水・食物からの平均曝露量を比較し、マージン(Margin of Exposure: MOE)^{*2} として 450 を報告している。 • PFOS は POPs 条約の対象物質であり、特にヒトにおける体内残留性の高いことが知られている。ヒトでは血清中半減期は 5.4 年(環境省評価値)とされているが、雄ラットでは約 180 時間、サルでは 88-146 日と、ヒトと実験動物との間に半減期の著しい種差がある。このことは、耐容摂取量を求める際には、摂取量よりも体内負荷量や血中濃度などを用いて実験動物の結果からヒトへの外挿を行うべきであることを示唆している。実際に、U.S. EPA の暫定評価では、動物(サル)の結果からヒトへの外挿に関して血中クリアランスの違いを考慮した種差(トキシコキネティクス)の不確実係数を 13.1 とし、種差(トキシコダイナミクス)の不確実係数を 3(デフォルト値)として、計 39 としている。また、個体差の不確実係数を 10(デフォルト値)としている。NOAEL:$0.03\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$ に総合 UF:390 を適用して、寄与率を 20%と仮定して最終的な勧告値として $0.2 \mu\text{g}/\text{L}$ を設定しているところである。しかし、サルを用いた長期間の投与における血清中濃度を解析した実験では、曝露時間に依存した血清中濃度増加曲線は、曝露量に依存して飽和現象が認められる他、1コンパートメントモデル^{*3} で説明できないことも指摘されており、詳細な PBPK モデルの構築が求められているところでもある。また、メカニズムの観点からも、一般毒性に加えて、生殖発生毒性や発がん性も含めた、様々なエンドポイントに対するヒトへの外挿性を考慮することも指摘されている。 <p>※1 NOAEL 相当の数値である。慢性毒性試験の結果のため、試験期間を考慮した不確実係数の適用はしていない。種差・個体差の不確実係数(通常 100)を適用した数値(TDI 相当)ではないため、諸機関の TDI と比較すると 2 桁程度高くなる。</p> <p>※2 曝露量が無毒性量等に対してどれだけ離れているかを示す係数で、無毒性量等/曝露量により算出する。この値が大きいほど安全への余地があることを示している。なお、動物実験の結果から求められた無毒性量等の場合には、(無毒性量等/10)/曝露量により算出する。</p> <p>※3 人体を 1 つの箱(コンパートメント)として、1 種類の均一の液体からできていると仮定し、薬物を投与した場合の体内分布や薬物濃度の減少を推定するものである。</p>
考察	<p>以上のことから、さらなる PFOS に関する体内動態解析情報やヒトへの外挿性に関するメカニズム研究情報を収集することにより、評価値を検討するとともに、より正確な曝露マージン(MOE)等を求めるためにも WHO が求めているように、飲料水濃度や環境中濃度のモニタリングの継続が望ましいものと考えられる。</p>
結論	<p>PFOS については、引き続き、要検討項目として、存在状況調査等について知見の集積を図ることとする。</p>

※水質基準逐次改正検討会(平成22年度第1回)(H22.7.12)資料 2 より抜粋

1.5 諸外国における製造・使用等の規制

PFOSやその塩又はそれらの関連物質については、欧米諸国を中心に、過去10年程度の期間に相次いで製造や使用等が禁止されるようになった(表1-2)。

表 1-2 PFOS 又はその塩に関する諸外国の規制状況

国名等	製造・使用等に関する規制	規制開始
米国	重要新規利用規則(SNUR)による製造、輸入の許可制 《対象》PFOS 及び関連物質	2000年頃
カナダ	PFOS 又はその塩及び関連物質に関する法律による製造、使用、販売及び輸入の禁止 《対象》PFOS 又はその塩及び関連物質を含有する製品等 《適用除外用途》フォトレジスト、反射防止膜、写真フィルム、印刷板、航空機用作用油、消火薬剤(PFOS含有量が0.5ppm以下のもの)	2008年
オーストラリア	国家工業化学品届出・審査制度(NICNAS)による情報公開と自主的な代替品への転換等に関する勧告 《対象》PFOS 又はその塩並びにPFAS	2002年～2008年(段階的)
ノルウェー	製品管理法に基づく健康と環境に有害な化学物質及び製品の製造、輸入、輸出、販売及び使用の制限に係る規制 《対象》PFOS 及び関連化合物を0.0005%重量以上含む含浸剤及び消火薬剤、 $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 以上含む繊維、コーティング剤	2007年
ドイツ	化学品禁止政令による流通の禁止 《対象》PFOS 又はその塩を0.005%重量以上含む調剤、0.1%以上含む製品又はその部品、 $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 以上含む繊維、コーティング剤 《適用除外用途》フォトレジスト、反射防止膜、写真フィルム、印刷板、航空機用作用油	2008年
英国	PFOS 及び関連物質の規制に関する規制影響分析(RIA)による使用の制限 《対象》PFOS 及び関連物質を0.1%以上含む日用品(カーペット、革製品、衣料、殺虫剤等)、金属メッキ、半導体用途 《適用除外用途》消火薬剤、航空機用作用油、半導体用途の一部	2004年
EU	PFOS の使用製品の上市禁止指令(2006/122/EC)によるEU域内での販売、輸入、使用の禁止 《対象》PFOS を重量比0.1%以上含む製品・部品・半製品、 $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 以上含む布地・塗装材、重量比0.005%以上含む材料及び調剤 《適用除外用途》フォトレジスト、反射防止膜、金属メッキ、航空機用作用油	2006年

2. PFOSの有害性及びばく露性に関するデータ

2.1 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 2-1及び 表 2-2に示す。PFOSは難分解性と蓄積性が特徴となっている(表 2-2)。

表 2-1 PFOS 等の物理化学的性状

データ項目	データの値等
融点	>400℃
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	0.85Pa(酸、25℃、MPBPWIN により算出) 1.9×10 ⁻⁹ Pa(25℃、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> 519mg/L(20±0.5℃) 680mg/L(24~25℃) <文献2> 570mg/L 370mg/L(淡水) 12.4mg/L(未ろ過海水) 25mg/L(ろ過海水) 12.4mg/L(天然海水、22~23℃) 20.0mg/L(3.5%NaCl 溶液、22~24℃)
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 2-2 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:100mg/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" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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 2-2 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																											
	4.5mg/kg/day(全数死亡) 0.5mg/kg/day(消化管毒性) ※カリウム塩	アカゲザル	経口 90 日																											
	18mg/kg/day(全数死亡) 6mg/kg/day(半数死亡) 2mg/kg/day(体重及び臓器重量変化) ※カリウム塩	ラット	経口 90 日																											
	0.03mg/kg/day(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																											
	0.06mg/kg/day(オス) 0.07mg/kg/day(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(二世経口): 0.1mg/kg/day (NOAEL) 0.4mg/kg/day で F1 児体重増加量低下 1.6mg/kg/day 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 25mg/kg で全児死亡																												
急性毒性	動物種:ラット <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <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 154mg/kg</td> <td>酸</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>TDL₀ 15mg/kg</td> <td>酸</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>TDL₀ 0.75mg/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</td> <td>LD₅₀ 233mg/kg</td> <td>K塩</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 71mg/kg</td> <td>K塩</td> </tr> <tr> <td>経口</td> <td>LD₅₀ 50~1,500mg/kg</td> <td>K塩</td> </tr> <tr> <td>吸</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 154mg/kg	酸	経口	TDL ₀ 15mg/kg	酸	経口	TDL ₀ 0.75mg/kg	酸	経口	LD ₅₀ 25 mg/kg	K塩	経	LD ₅₀ 233mg/kg	K塩	経口	LD ₅₀ 71mg/kg	K塩	経口	LD ₅₀ 50~1,500mg/kg	K塩	吸	LC ₅₀ 5,200 μg/L	K塩
経路	致死量、中毒量等	被験物質																												
経口	LD ₅₀ 154mg/kg	酸																												
経口	TDL ₀ 15mg/kg	酸																												
経口	TDL ₀ 0.75mg/kg	酸																												
経口	LD ₅₀ 25 mg/kg	K塩																												
経	LD ₅₀ 233mg/kg	K塩																												
経口	LD ₅₀ 71mg/kg	K塩																												
経口	LD ₅₀ 50~1,500mg/kg	K塩																												
吸	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の耐容週間摂取量(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 2-3)。但し、これらのTDIの値は暫定的に提案された(provisionally proposed)値であるため、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 2-3 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)では試験期間の長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。

2.2 PFOSの水環境中での存在状況等

PFOSは全国で年間5~10トン程度の規模で製造・輸入され、半導体用のレジストの製造などに使用されてきた(表 2-4・表 2-5)。しかし、PFOSは平成22年4月に化審法の第一種特定化学物質に指定され、不可欠用途以外での製造・使用が原則として禁止されたため、今後はPFOSの製造・輸入量は減少するものと見込まれている。

同じく第一種特定化学物質に使用されたPFOSFは、平成20年度までは国内で製造され、PFOS等の原料用として使われていたが、化審法の不可欠用途も認められていないため、国内での製造・使用は実質的になくなるものと見込まれる。

表 2-4 PFOS 及びその塩の製造・輸入量等

年度	数量(トン/年)			
	製造	輸入	国内出荷	輸出
平成18年度	6.5	0.2	6.7	<0.1
平成19年度	8.0	0.3	8.5	<0.1
平成20年度	5.5	0.3	6.2	<0.1

資料: 第 90 回中央環境審議会環境保健部会化学物質審査小委員会(平成 21 年 7 月 23 日)
 参考資料3(化審法に基づく届出数量、経済産業省調査)

表 2-5 PFOS 及びその塩に係る主な用途・排出源業種

データ項目	用途等			
ストックホルム条約の締約国での主な用途	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 撥水撥油剤 ➤ 界面活性剤 			
経済産業省の調査による国内での過去の用途及び出荷割合(H18~H20)	用途	出荷割合		
		H18	H19	H20
	半導体用反射防止剤・レジスト	67%	76%	88%
	金属メッキ処理剤	21%	14%	6%
	泡消火薬剤など	5%	1%未満	3%
	写真フィルム又は印面紙	1%未満	5%	0%
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 航空機用の作動油 ・ 紡糸用の処理剤 ・ 金属用又は半導体用のエッチング剤 ・ 工業用の研磨剤 ・ 防蟻用の防虫剤 	6%	5%	4%
化審法の不可欠用途(第一種特定化学物質で使用を例外的に認める用途)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 半導体用のレジストの製造 ➤ 圧電フィルタ用エッチング剤の製造 ➤ 高周波に用いる化合物半導体用のエッチングの製造 			

表 2-6 PFOSF の製造・輸入量等

年度	数量(トン/年)			需要割合		
	製造	輸入	国内出荷	PFOS 又はその塩の原料用	PFOS 類縁物質の原料用	合計
平成18年度	11.2	0.0	0.0	90%	10%	100%
平成19年度	9.0	0.0	0.0	89%	11%	100%
平成20年度	3.4	0.0	0.0	95%	5%	100%

出典: 第 90 回中央環境審議会環境保健部会化学物質審査小委員会(平成 21 年 7 月 23 日)
 参考資料3(経済産業省調査)

PFOSは現時点では水環境においては特段の位置づけはされていないものの、近年は環境省の要調査項目等存在状況調査などでも盛んに水質調査等が実施され、公共用水域を始めとする各媒体で高い頻度で検出されている(表 2-7～表 2-8)。

表 2-7 公共用水域等における検出実績(PFOS)

水域区分		年度	検出頻度	最大検出濃度 ($\mu\text{g/L}$)	定量下限値 ($\mu\text{g/L}$)
公共用水域	河川	H19	36/37	0.03448 (34.48ng/L)	0.00004 (0.04ng/L)
		H20	6/6	0.11 (110ng/L)	0.00004 (0.04ng/L)
		H21	10/10	0.10 (100ng/L)	0.00007 (0.07ng/L)
	湖沼	H19	3/3	0.00488 (4.88ng/L)	0.00004 (0.04ng/L)
		H21	1/1	0.006 (6.0ng/L)	0.00007 (0.07ng/L)
	海域	H20	5/5	0.0017 (1.7ng/L)	0.00004 (0.04ng/L)
		H21	1/1	0.0028 (2.8ng/L)	0.00007 (0.07ng/L)
地下水	地下水	H21	1/1	0.0045 (4.5ng/L)	0.00007 (0.07ng/L)

資料: 要調査項目等存在状況調査結果(環境省)

表 2-8 PFOS の各媒体中での存在状況(その1)

媒体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出 率	調査地域	測定 年度	文献
一般環境大 気 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.8E-06	4.0E-06	<0.0000009	3.0E-05	9.0E-08	19/20	全国	2004	1)
食物 $\mu\text{g}/\text{g}$	0.000013	0.00002	<0.0000033	0.00012	3.3E-06	46/50	全国	2004	1)
飲料水 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.00083	0.0034	<0.0001	0.012	0.0001	4/6	全国	2003	2) a)
	0.00097	0.0065	0.0001	0.047	-	9/9	全国	2002	3)
	0.003	0.003	0.0025	0.0035	0.001b)	3/3	大阪市	2007	4)
	0.0038	0.0054	0.0003	0.02	0.0001b)	14/14	大阪府	2006	5)
	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.001b)	1/1	大阪市	2006	4)
	0.0017	0.0023	0.001	0.0049	0.001b)	3/3	大阪市	2005	4)
	0.0064	0.0097	<0.005	0.037	0.005b)	11/19	東京都	2005	6)
地下水 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.013	0.029	0.0003	0.095	0.0002	8/8	大阪府	2007	7)
	0.037	0.075	0.01	0.14	0.005	2/2	大阪市	2006	8)
	0.00037	0.0006	0.00014	0.0024	0.00005b)	7/7	東京都、茨 城県	2005	9)

表 2-8 PFOSの各媒体中での存在状況(その2)

媒体	幾何 平均値	算術 平均値	最小値	最大値	検出 下限値	検出 率	調査地域	測定 年度	文献
公共用水域・ 淡水 μg/L	0.0027	0.0058	0.000097	0.013	0.00005	5/5	全国	2005	10)
	0.0015	0.0039	0.00024	0.037	0.00004	79/79	全国	2003	2)
	0.0023	0.0058	0.0002	0.018	0.00004	9/9	全国	2002	11)
	0.015	0.03	0.0009	0.28	0.0002~ 0.002b)	25/25	大阪府、 大阪市	2007	12)
	0.038	0.052	0.008	0.18	0.002b)	16/16	大阪市	2007	13) c)
	0.0035	0.0074	<0.001	0.044	0.001~ 0.002	38/59	兵庫県	2007	14)
	0.0016	0.0058	<0.002	0.061	0.002	3/17	兵庫県	2006	14)
	0.67	3.5	0.0092	11	-	9/9	埼玉県	2006	15)d)
	0.0088	0.025	0.00033	0.11	-	14/14	東京都	2005	16)
	0.029	0.049	0.003	0.11	0.00005b)	6/6	東京都、 神奈川県	2004	17) e)
	0.0098	0.026	0.0014	0.53	0.00004	52/52	大阪府	2003	2)
	0.011	0.015	0.0029	0.037	-	10/10	大阪府、 京都府	2003 ~ 2004	18)
0.015	0.044	0.0007	0.16	-	20/20	東京都	2002	3)	
公共用水域・ 海水 μg/L	0.0089	0.0091	0.0073	0.011	0.00005	2/2	愛知県、 大阪市	2005	10)
	0.0019	0.0058	0.00061	0.028	0.00004	6/6	全国	2003	2)
	0.001	0.0021	0.00011	0.0066	0.00004	11/11	全国	2002	11)
	0.0033	0.005	0.0013	0.011	-	3/3	大阪府	2007	20)
	0.0061	0.0063	0.0044	0.0087	0.002b)	4/4	大阪市	2007	13) c)
	0.006	0.006	0.006	0.006	-	1/1	兵庫県	2007	14)
0.0032	0.0034	0.002	0.0062	0.00005b)	10/10	千葉県、 東京都、 神奈川県	2004	17) e)	
底質(公共用 水域・淡水) μg/g	0.00026	0.00035	0.00011	0.0008	7.2E-06	4/4	全国	2005	10)
	0.00014	0.0003	<0.000096	0.0012	9.6E-05	4/9	全国	2003	19)
	0.0004	0.0016	<0.0001	0.0043	0.0001	2/3	大阪府	2007	21)
底質(公共用 水域・海水) μg/g	0.00021	0.00026	0.000082	0.00035	7.2.E-06	3/3	川崎市、 愛知県、 大阪市	2005	10)
	<0.000096	<0.000096	<0.000096	0.00021	0.000096	4/11	全国	2003	19)
魚類(公共用 水域・淡水) μg/g	0.0011	0.0013	0.00064	0.0023	0.000018	3/3	新潟県、 鳥取県、 高知県	2005	10)
	0.002	0.0047	0.00048	0.012	0.000033	3/3	滋賀県、 鳥取県、 高知県	2003	19)
魚類(公共用 水域・海水) μg/g	0.00052	0.0015	<0.000018	0.0055	0.000018	15/16	全国	2005	10)
	0.0011	0.0021	0.00021	0.0068	0.000033	6/6	全国	2003	19)
貝類(公共用 水域・海水) μg/g	0.000083	0.0003	<0.000018	0.0014	0.000018	5/6	全国	2005	10)

資料:化学物質の環境リスク評価(第6巻)(環境省)

注:a)各府県(兵庫県、大阪府、京都府、岩手県、宮城県、秋田県)5 検体の幾何平均値(報告値)をもとに集計。検出率は府県数より算出。

b)検出下限値の欄の斜体で示されている値は、定量下限値として報告されている値を示す。

c)大阪府との連携調査地点を除く

d)ろ液とろ過残渣抽出液(超音波抽出)の合計値。検出下限値はろ液 0.00005 μg/L、ろ過残渣 0.0002 μg/L。

e)溶存態濃度。

3. PFOSの基準値等の検討状況

海外においては、PFOSの飲料水等に係る基準が以下のように定められている(表 3-1)。国内では飲料水等に係るPFOS基準値は定められていないものの、PFOS含有廃棄物の分解処理時に達成すべき排出濃度の目標値の設定が検討されている。

表 3-1 海外におけるPFOSの飲料水等の基準値の設定状況

項目	国名等	飲料水基準
飲料水	米国	飲料水に関する暫定健康勧告 PFOS: 0.2 μg/L ➤ 猿におけるNOAELを0.03mg/kg/dayとし(人へのNOAEL換算値は0.77 μg/kg/dayとなる)、体重10kgの子供が毎日1Lの水を飲用、飲料水からの寄与を20%と想定し算出
	米国 ミネソタ州	飲料水に関する健康指針値 PFOS: 0.3 μg/L ➤ 猿におけるNOAELを0.15mg/kg/dayとし、人への換算(20)及び不確実係数(100)、体重当たり飲用量を0.048L/kg/dayと想定し算出
	ドイツ	健康関連指針値(HRIV) PFOS(PFOAも同じ値;以下同様): 0.3 μg/L ➤ NOAELを0.10 μg/kg/dayとし、体重70kgの大人が毎日2Lの水を飲用、飲料水からの寄与を10%と想定し算出 ➤ 予防原則を考慮すれば、最大年間平均値として 0.1 μg/L を推奨 幼児に対する予防原則による行動開始基準: 0.5 μg/L 大人に対する予防原則による行動開始基準: 5.0 μg/L
	英国	監視開始基準: 0.3 μg/L 超 ➤ 暫定TDIを0.3 μg/kg/dayとして、体重10kgの子供(1歳)が毎日1Lの水を飲用、飲料水からの寄与を10%と想定し算出 速やかに濃度低減方策を導入すべき基準: 1.0 μg/L 超 ➤ 小柄な大人に対する耐容摂取量(3 μg/L)及び食事からのばく露を考慮した場合の子供における飲料水からの耐容摂取量(0~2.5 μg/L)を勘案して決定 飲料水に適さない水準: 9.0 μg/L 超
環境中	米国 ミネソタ州	土壌(住宅地):2mg/kg 土壌(工業用地):14mg/kg 水(湖沼): 0.0122 μg/L 水(河川): 0.006 μg/L ※PFOSの水に係る基準は、飲用による影響の他、生物濃縮を考慮した魚の摂食による影響を加味して算出

○参考文献 PFOS の存在状況(表 2-8)の元になった文献

- 1) 環境省環境保健部環境安全課 (2006) : 平成 16 年度化学物質環境実態調査.
- 2) Saito N, Harada K, Inoue K, Sasaki K, Yoshinaga T, Koizumi A. (2004) : Perfluorooctanoate and perfluorooctane sulfonate concentrations in surface water in Japan. J Occup Health 46:49-59.
- 3) K.Harada, N. Saito, K. Inoue, A. Koizumi (2003): Perfluorooctane Sulfonate Contamination of Drinking Water in the Tama River, Japan: Estimated Effects on Resident Serum Levels. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 71:31-36.
- 4) 大阪市水道局水道原水および浄水の測定結果.
- 5) 大阪府 (2007) : 水道水中におけるパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)、パーフルオロオクタン酸(PFOA) 調査結果について.
(<http://www.pref.osaka.jp/fumin/html/15938.html>, 2008.2.1 現在)
- 6) 三矢律子、染谷暁子、細田憲男、松崎智洋、大原憲司 (2007) : PFOS 及び PFOA の実態調査と浄水処理における除去性. 第 58 回全国水道研究発表会講演集. 554-555.
- 7) 大阪府 (2007) : パーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)に係る河川等の調査結果について.
(http://www.epcc.pref.osaka.jp/press/h19/0831_2/, 2007.9.24 現在);
大阪府 (2007) : 神崎川水域におけるパーフルオロオクタン酸(PFOA)等に係る水質調査結果等について. (<http://www.pref.osaka.jp/fumin/html/17827.html>, 2007.12.26 現在)
- 8) 小泉昭夫、大野佐代子、原田浩二、浅川明弘、井上佳代子 (2007) : 難分解性 Perfluorooctanoic acid(PFOA)による地下水汚染. 第 80 回日本産業衛生学会.
(<http://hes.pbh.med.kyoto-u.ac.jp/pfcreview/pdf/j109.pdf>, 2007.7.28 現在)
- 9) 南山瑞彦、山懸弘樹 (2005) : 6. 土壌地下水汚染が水域に及ぼす影響に関する研究. 平成 16 年度下水道関係調査研究年次報告書集. 157-160.
- 10) 環境省環境保健部環境安全課 (2007) : 平成 17 年度化学物質環境実態調査結果.
- 11) 環境省環境保健部環境安全課 (2004) : 平成 14 年度化学物質環境汚染実態調査.
- 12) 大阪府 (2007) : パーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)に係る河川等の調査結果について.
(http://www.epcc.pref.osaka.jp/press/h19/0831_2/, 2007.9.24 現在);
大阪府 (2007) : 神崎川水域におけるパーフルオロオクタン酸(PFOA)等に係る水質調査結果等について. (<http://www.pref.osaka.jp/fumin/html/17827.html>, 2007.12.26 現在);
大阪市 (2007) : 大阪市内公共用水域におけるパーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)に係る調査結果を公表します.
(<http://www.city.osaka.jp/oshirase/kankyojigyo/html/info610011071120132446.html>, 2007.12.28 現在)
- 13) 大阪市 (2007) : 大阪市内公共用水域におけるパーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS) に係る調査結果を公表します.
(<http://www.city.osaka.jp/oshirase/kankyojigyo/html/info610011071120132446.html>, 2007.12.28 現在)

- 14) 兵庫県健康生活部環境管理局水質課 (2007) : パーフルオロオクタン酸(PFOA)に係る河川の環境調査及び下水道の調査結果について。
(http://web.pref.hyogo.jp/press/press_ac021_00001847.html, 2007.7.18 現在)
- 15) 杉崎三男、細野繁雄、茂木茂 (2007) : 有機ハロゲン化合物の環境動態に関する基礎的研究. 埼玉県環境科学国際センター報(平成 18 年度). 第 7 号.
(http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BA30/labo/report/no7/2006_84.pdf, 2007.10.2 現在);
茂木茂、細野繁雄、杉崎三男 (2007): 埼玉県内の河川水中 PFOS、PFOA の分布. 第 16 回環境化学討論会予稿集. 490-491.
- 16) 国立環境研究所(2006) : 有機フッ素化合物等 POPs 様汚染物質の発生源評価・対策並びに汚染実態解明のための基盤技術開発に関する研究(特別研究).
- 17) 小高良介、益永茂樹 (2006): 東京湾におけるフッ素系界面活性剤の環境挙動. 水環境学会誌. 29(4):221-228.
- 18) Akiko Morikawa, Naoya Kamei, Kouji Harada, Kayoko Inoue, Takeo Yoshinaga, Norimitsu Saito and Akio Koizumi (2006) : The bioconcentration factor of perfluorooctane sulfonate is significantly larger than that of perfluorooctanoate in wild turtles (*Trachemys scripta elegans* and *Chinemys reevesii*): An Ai river ecological study in Japan. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 65:14-21.
- 19) 環境省環境保健部環境安全課 (2005) : 平成 15 年度化学物質環境実態調査.
- 20) 大阪府 (2007) : パーフルオロオクタン酸(PFOA)及びパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)に係る河川等の調査結果について。
(http://www.epcc.pref.osaka.jp/press/h19/0831_2/, 2007.9.24 現在)
- 21) 大阪府 (2007) : 神崎川水域におけるパーフルオロオクタン酸(PFOA)等に係る水質調査結果等について. (<http://www.pref.osaka.jp/fumin/html/17827.html>, 2007.12.26 現在)