

# CESS NEWS LETTER



埼玉県環境科学国際センター  
ニュースレター

発行者：埼玉県環境科学国際センター  
〒347-0115 埼玉県加須市上種足914 TEL  
0480-73-8331 FAX0480-70-2031

CESS(セス)とは、埼玉県環境科学国際センターの愛称です。

第50号  
Vol.50



January,  
2021

## 研究事業紹介

- 要監視項目になった有機フッ素化合物  
PFOS、PFOAを調べる

## グループ紹介

- 資源循環・廃棄物担当の事業紹介

## ココが知りたい埼玉の環境(第41回)

- 2050年温室効果ガス排出ゼロはどうやって実現する？

## 環境学習・イベント情報

写真 冬の生態園を彩るナツミカン

求む！連携・共同研究  
研究シーズ集第2版を発行

役立つ情報を発信

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

センター紹介動画公開中  
センター事業を動画で紹介



当センターでは、環境の把握、環境問題の解決、良好な環境の創造に向けて、様々な調査・試験研究等を行っています。ここでは、その一部についてご紹介します。



研究推進室  
茂木 守

## 要監視項目になった有機フッ素化合物 PFOS、PFOAを調べる

### PFOS、PFOAとは

皆さんは、PFOS(ピーフォス)とPFOA(ピーフォア)という物質をご存じでしょうか。PFOSとPFOAの正式名称は、それぞれ“ペルフルオロオクタンスルホン酸”、“ペルフルオロオクタン酸”と言い、フッ化アルキル基にスルホン酸やカルボン酸が結合した構造をしています(図1)。どちらも有機フッ素化合物の一種で、耐熱性や耐薬品性に優れた界面活性剤です。PFOSは主に半導体製造や金属メッキの薬剤、泡消火剤、殺蟻剤など、PFOAは主にフッ素樹脂製造の助剤、繊維、医療、食品包装紙など様々な分野で1950年ごろから約半世紀にわたって利用されてきました。

PFOSとPFOAは、既に当センターのニュースレター第4号(2009年)と第22号(2014年)の研究紹介で取り上げた物質で、今回は6年ぶりの登場になります。なぜ、これらの物質を久しぶりに紹介するかというと、2020年5月に国がPFOSとPFOAを要監視項目に指定し、指針値(暫定)を設定したからです。要監視項目は、「人の健康の保護に関連する物質であるが、公共用水域等における検出状況等からみて、ただちに環境基準とはせず、引き続き知見の集積に努めるべきもの」とされています。指針値(暫定)は公共用水域と地下水が対象で、PFOS及びPFOAの合計値として「0.00005mg/L(50ng/L)以下」が設定されました。この指針値(暫定)は、耐容一日摂取量(PFOS、PFOAどちらも20ng/kg/day)、体重(50kg)、水の飲用に係る寄与率(10%)、1日当たりの摂取量(2L)から計算されています(図2)。

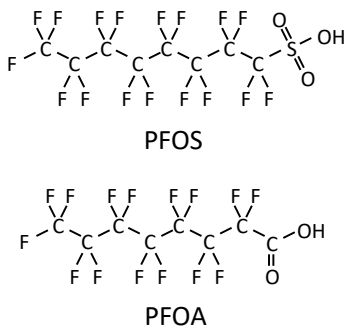


図1 PFOS、PFOAの構造

$$\text{指針値(暫定)} \text{ (ng/L)} = \frac{\text{耐容一日摂取量 (ng/kg/day)} \times \text{体重 (kg)} \times \text{水の飲用に係る寄与率 (\%)}}{\text{1日当たりの摂取量 (L/day)}}$$

図2 指針値(暫定)の算定方法

PFOSとPFOAの最大の特徴は、通常的环境中で極めて壊れにくい、難分解性物質であることです。そのため世界的にも注目され、残留性有機汚染物質(POPs)に関するストックホルム条約<sup>1)</sup>では、PFOSが2009年に、PFOAが2019年にPOPsとして登録され、条約批准国ではこれらの物質の製造・使用、輸出入が原則禁止されました。これを受けて日本国内でも同様の措置が取られることになり、さらに2020年には要監視項目に指定されました。PFOS、PFOAに関する国内外の規制は、このような経過をたどりましたが、環境科学国際センターではこれらの物質にいち早く注目し、2005年から自主研究や外部資金による調査、研究を継続してきました。

### 河川水の濃度

PFOSとPFOAは水に溶け、揮発性が低いため、環境に放出されると河川などの水系に入ります。そこで、県内で環境基準点が設定されている35河川38地点の河川水濃度を継続的に調査することにしました。2006年と2007年は、38地点を19地点ずつに分けて、2009年からは2年おきに38地点ずつ調査しました。河川水の採取は原則として4月に行いましたが、2007年の19地点だけは5月から6月にかけて採水しました。図3は、PFOSとPFOAの幾何平均<sup>2)</sup>濃度の推移を示したものです。PFOSの幾何平均濃度は2006-2007年に15ng/Lでしたが、2017年には1.5ng/Lとなり、約10年間で濃度が1/10まで減少しました。特に2009年に大きく減少した理由は、この年の5月にPFOSのPOPs登録が予定されていたため、国内でPFOSを取り扱う事業所等が自主的に使用量削減や、代替品への転換を図った結果と考えられます。

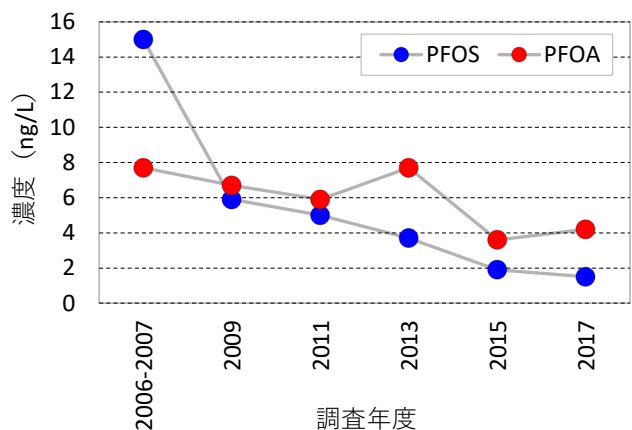


図3 埼玉県内の35河川38地点における河川水のPFOS、PFOA幾何平均濃度の推移



一方、PFOAの幾何平均濃度は2006-2007年に7.7ng/L、2017年は4.2ng/Lでした。PFOAも徐々に減少していますが、その傾向はPFOSに比べて緩やかです。米国環境保護庁(USEPA)は2006年に世界の主要なフッ素樹脂製造会社8社に対して、PFOAや環境中で分解してPFOAになる可能性のある物質などの廃絶を呼びかけました。その結果、8社全てで2015年までにこれらの物質を全廃することができました。このようなPFOA削減に関する世界的な潮流が、環境中のPFOA濃度低減につながっていると考えられます。

県内38地点の河川水についてPFOS及びPFOAの合計濃度を指針値(暫定)と比較すると、超過地点数は2006-2007、2009、2011、2013、2015、2017年で、それぞれ16、4、2、2、0、1地点でした。このことから県内の河川水中のPFOS、PFOA濃度はほとんどの地点で問題ないレベルまで減少していることがわかります。

指針値(暫定)を超過した地点については、原因調査や継続的な監視によって、知見の集積に努めることが重要です。センターでは、これまでに培ってきたPFOSやPFOAの分析技術等を今後も役立てていきたいと思えます。

## PFOS、PFOAに変化する物質

PFOSやPFOAの末端が別の物質に置換された化合物のうち、環境中で微生物等の作用により分解され、PFOSやPFOAに変化するものを前駆物質といいます。

私たちは、PFOSの前駆物質で紙のコーティングなどに使用されていたN-エチルペルフルオロオクタンスルホンアミドエタノール(EtFOSE)という物質の生分解実験を行いました。河川水と底質にEtFOSEを添加し、容器中で好氣的に培養したところ、約200日で約70%のEtFOSEがPFOSに変化することがわかりました(図4)。なお、PFOAの前駆物質については、ニュースレター第22号\*で紹介していますので、そちらをご覧ください。

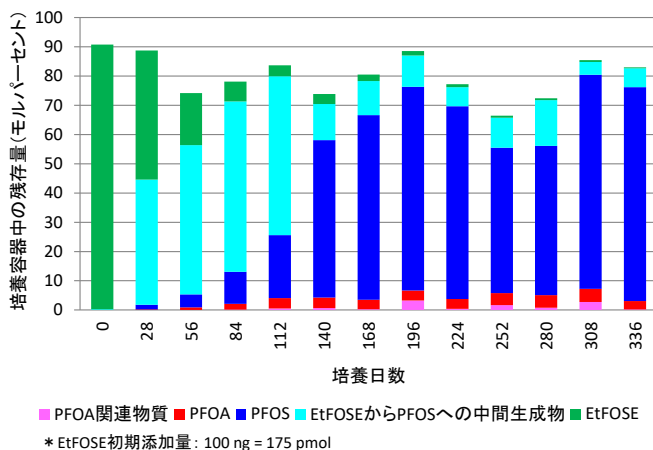


図4 EtFOSEの生分解実験結果

現在、PFOSやPFOAの前駆物質は工場、事業場等でほとんど使用されていないと考えられますが、法令による規制はされていないため、今後も環境中の存在実態等について注視する必要があります。

## 今後注目すべき物質

最近注目されている有機フッ素化合物の一つに、ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)があります(図5)。有害性について不明な点が多いPFHxSですが、難分解性と蓄積性が非常に高く、ヒトの血清中の半減期はPFOSの5.4年、PFOAの3.8年よりも長い8.5年と報告されています。そのためPFHxSとその関連物質は、2021年のPOPs条約締約国会議で製造・使用等が禁止される廃絶対象物質として勧告されることが決定されています。県内の河川水のPFHxSの幾何平均濃度は、2015年、2017年とも0.9ng/Lですが、38地点中それぞれ25、28地点から検出されているため、今後も監視が必要な物質といえます。

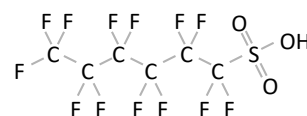


図5 PFHxSの構造

当センターでは、今回取り上げた化学物質以外にも環境への影響が懸念される化学物質について、今後も国内外の最新情報を収集していきます。また、調査研究によって埼玉県内の状況を的確に把握することで、迅速な環境保全対策につなげ、化学物質による環境リスクの少ない安全・安心社会の確立に貢献したいと考えています。

### 謝辞

県内の河川水のPFOS、PFOA調査の一部及び生分解実験は、JSPS科研費JP23510020、JP26340088、JP17K00536の助成を受けて実施しました。

### 用語説明

- 1) 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約  
環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、長距離移動性が懸念される残留性有機汚染物質の製造及び使用の廃絶、排出の削減等を規定しています。
- 2) 幾何平均  
 $n$ 個の数値を掛け合わせ、その $n$ 乗根で表される平均のことで、相乗平均ともいいます。

ここでは、センターの各研究グループがこの10年間に行ってきた取組とその成果、さらには今後取り組んでゆくべき環境研究のあり方、方向性についてご紹介します。

## 資源循環・廃棄物担当の事業紹介

廃棄物に関する課題は、公衆衛生に始まり公害対策、さらには循環型社会の構築へと変化してきました。資源を循環させるためには、多種多様な廃棄物の適正な処理や、再生製品利用のための品質管理が必要です。また、処理過程で発生する不要物の埋立処分も課題が残されています。さらに、災害廃棄物の処理、廃プラや食品ロスの有効利用等の情勢変化への対処、廃棄物の不適正処理事案への対応も不可欠です。当担当では、これらの廃棄物対策を科学的な側面から支援するため、太陽光発電モジュールリサイクルの推進、石綿廃棄物の適正処理の推進、埋立地内の有害化学物質等の中長期的な挙動予測及び埋立廃棄物の安定化評価方法の提案のための調査・研究を進めています。



### ここがすごい 私たちの研究

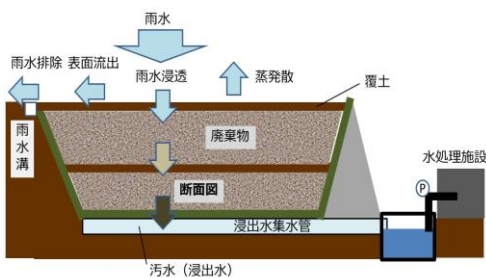


図1 埋立地の構造例と水収支(雨水の一部が廃棄物中を浸透することで汚水(浸出水)を発生)

### ごみ埋立地の跡地利用と雨水対策

埋立地に浸透する雨水は、廃棄物と接触し汚水となって集められ、処理施設を通して排出されます(図1)。この水処理コストは埋立地管理費の大半を占めており、その削減は埋立地管理にとって大きな課題です。他方、埋立完了後に跡地の有効利用が増えています。雨水がどのように排除されているか把握されていません。そこで、県内の跡地利用の形態ごとに雨水排除対策の実態を調査しています。表面流出量等を観測することにより、雨水の排除効果を定量的に評価し、適切な跡地活用へと繋げていきます。

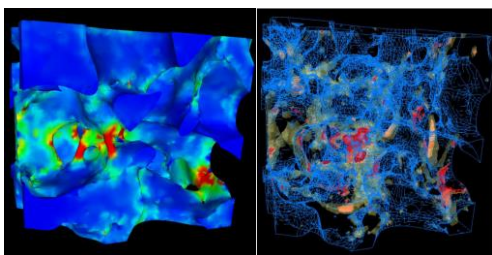


図2 焼却灰層内の数値シミュレーション結果  
(左図:壁面せん断応力、右図:エネルギー損失)

### ごみ問題を数学の世界から診る

ごみ埋立地の内部では、物理的・化学的作用が複雑に絡み合っており、それらの現象は一筋縄では解明できません。そのような中、様々な数学的アプローチは、その困難な壁を打破する可能性があります。現在、スパコンを利用した数値シミュレーションを実施し、埋立地内部の現象を明らかにするとともに(図2)、将来予測(埋立地内の水、ガス、温度等)の開発に取り組んでいます。また、ごみ問題に位相幾何学的手法を取り入れ、これまでできなかった複雑現象の解明に挑んでいます。

### 建設廃棄物リサイクルを目指す国際協力

東南アジアの開発途上国では、経済活動の急速な発展や都市開発に伴い、廃棄物の適正処理やリサイクル推進が喫緊の対策課題となっています。資源循環・廃棄物担当では、埼玉大学や国立環境研究所と協力し、ベトナムにおける建設廃棄物のリサイクル推進を目指し、排出・管理の実態調査、適正処理のためのガイドライン策定(図3)、リサイクル資材の経済性評価などを行う国際共同研究\*に取り組んでいます。

\* [https://www.jst.go.jp/global/kadai/h2901\\_vietnam.html](https://www.jst.go.jp/global/kadai/h2901_vietnam.html)



図3 ハノイ市で行ったガイドライン策定委員会  
(資源循環・廃棄物担当職員が委員として参加)



このコーナーではよく分かっているようで明かな答えがすぐに思い付かない身近な環境に関する質問や素朴な疑問について当センターの研究員がズバリお答えします。なおバックナンバーは当センターのホームページに掲載していますのでご覧ください。  
(<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>)

## 質問

## 2050年温室効果ガス排出ゼロは どうやって達成する？

### 答

温室効果ガスの排出をゼロにするには、化石燃料の消費を限界まで減らすと同時に、再生可能エネルギーのように温室効果ガスを排出しないエネルギーから作られた電気に切り替える必要があります。排出ゼロの達成が難しい分野では、温室効果ガスを余分に削減している企業や自治体から排出枠を取得するなど、カーボン・オフセットの仕組みを検討する必要があります。

### 日本の排出削減目標の推移

地球温暖化を食い止めるため、人間活動に由来する温室効果ガスの大幅削減が求められています。日本は国際社会と連携しながら排出削減に取り組んできました。1997年にCOP3(気候変動枠組条約第3回締約国会議)で採択された京都議定書では、2008～2012年の排出量を1990年比で6%削減する目標を設定しました。2009年には、G8ライラ・サミットの成果を受けて2050年80%削減という長期目標を表明しました。2015年にCOP21で採択されたパリ協定では、2030年の排出量を2013年比で26%削減する目標を設定し、長期目標を達成するための通過点として位置づけました。そして、2020年10月、従来の長期目標を上方修正する形で「2050年排出ゼロ」という方針が政府によって示されました。残り30年で脱炭素社会を実現するという政府方針は、究極の排出削減目標と言えるでしょう。

### 2050年排出ゼロへの道のり

2050年排出ゼロを達成するには、化石燃料の消費を限界まで減らすことが前提となります。現在、日本は化石燃料のエネルギー利用によっておよそ5億トンの二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出しています(図1、燃料由来)。化石燃料の消費を抑制するには、石油ストーブの代わりにエアコンを使う、ガス調理器の代わりにIHを使う、ガソリン車の代わりに電気自動車を使うなど、私たちの生活を徹底的に「電化」する必要があります。しかし、単純に電化しただけではCO<sub>2</sub>排出量の削減にはつながりません。なぜなら、電力の大部分(2018年度は77%)が化石燃料を燃焼させる火力発電で作られているからです。電力の利用に伴うCO<sub>2</sub>排出量は4億トンを超えています(図1、電力由来)。電化の推進は「電力の脱炭素化」と組み合わせ初めて有効な温暖化対策となります。今後、日本は温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギーの主力電源化に取り組まなければいけません。

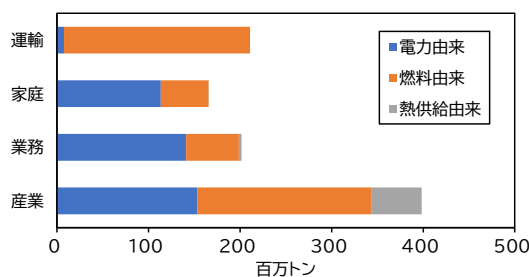


図1 日本の部門別エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量(2018年度)  
注:エネルギー転換部門は省略。資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成。

脱炭素社会の実現に向けて検討すべき課題は山積しています。電化の推進は国内の電力需要を増大させるため、冷暖房の需要が高まる夏期と冬期にも電力を安定供給できるような体制を整える必要があります。再生可能エネルギーによる発電は天候の影響を受けやすいため、蓄電池の併用が不可欠です。「電気をためて使う」という発想は、台風や地震など自然災害による停電への備えとしても重要です。ガソリン車を電気自動車に切り替える場合は、充電スタンドを各地に設置するなど、インフラの整備も必要となります。最大の課題は、先端技術をどのように普及させるのかという点です。社会で利用されている機器、自動車、住宅、発送電システムを更新するには、長い時間と莫大な費用がかかります。また、消費者の経済的負担や生活の利便性への配慮も求められます。

### カーボン・オフセットの役割

非エネルギー起源の温室効果ガスについては、排出ゼロの達成が難しいもの(農業由来のメタンや廃棄物由来の一酸化二窒素)があるため、カーボン・オフセットが有力な選択肢となります。たとえば、植林や大気中CO<sub>2</sub>の回収貯留によって「負の排出量」を計上している企業や自治体から排出枠を取得し、温室効果ガスの排出を相殺するという方法が考えられます。2050年排出ゼロを達成するには、ハード(技術)とソフト(政策)の両面において取組を進める必要があります。

## 開設20周年記念 令和2年度 埼玉県環境科学国際センター講演会のご案内

## Events

環境のコレカラ～CESS 誕生20年、そして未来へ～

オンライン開催 令和3年2月8日(月)13:00開始

- 特別講演会『新型コロナウイルスと社会の変革』

国立研究開発法人国立環境研究所  
理事長 渡辺 知保氏



- 研究発表①PFOS、PFOAを知っていますか？-有機フッ素化合物の研究 since 2005-

②明日は最高～アス・ベスト

③誰も汚していないのに、自然土壌が汚染土壌に変化!!

-海成土壌の強酸性化現象と重金属類の溶出-

- パネルディスカッション 環境のコレカラ～CESS 誕生20年、そして未来へ～

詳細につきましては当センターホームページをご覧ください。

## 2月のイベントのご案内

## Events

2月23日(火・祝)

「のぞいてみよう 生態園の生き物たち」

～顕微鏡を通してみる生態園自然観察会～

虫めがねや顕微鏡を使って生態園にすむ生き物たちを観察してみませんか。

詳細につきましては当センターホームページをご覧ください。

また、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため変更や中止になる場合もあります。あらかじめご了承ください。



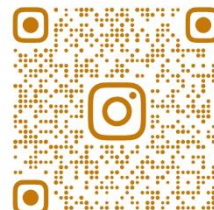
## CESS情報発信中！

## Notice

埼玉県環境科学国際センター (Center for Environmental Science in Saitama) を、もっともっと皆さんに知ってもらうため、YouTube無料動画「CESSチャンネル」「フェイスブック」「インスタグラム」でも情報発信をしています。フォローお待ちしております！



Instagram



## お問い合わせ

環境科学国際センター 総務・学習・情報担当 TEL 0480-73-8363

〔休館日:月曜(ただし休日及び県民の日の場合は開館)、開館した月曜日(県民の日を除く)の翌平日、年末年始12月29日～1月3日〕

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>